

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(一)

湯姆生著
胡明復等譯



商務印書館發行

萬有文庫

第一集一子種

總編者
王雲五

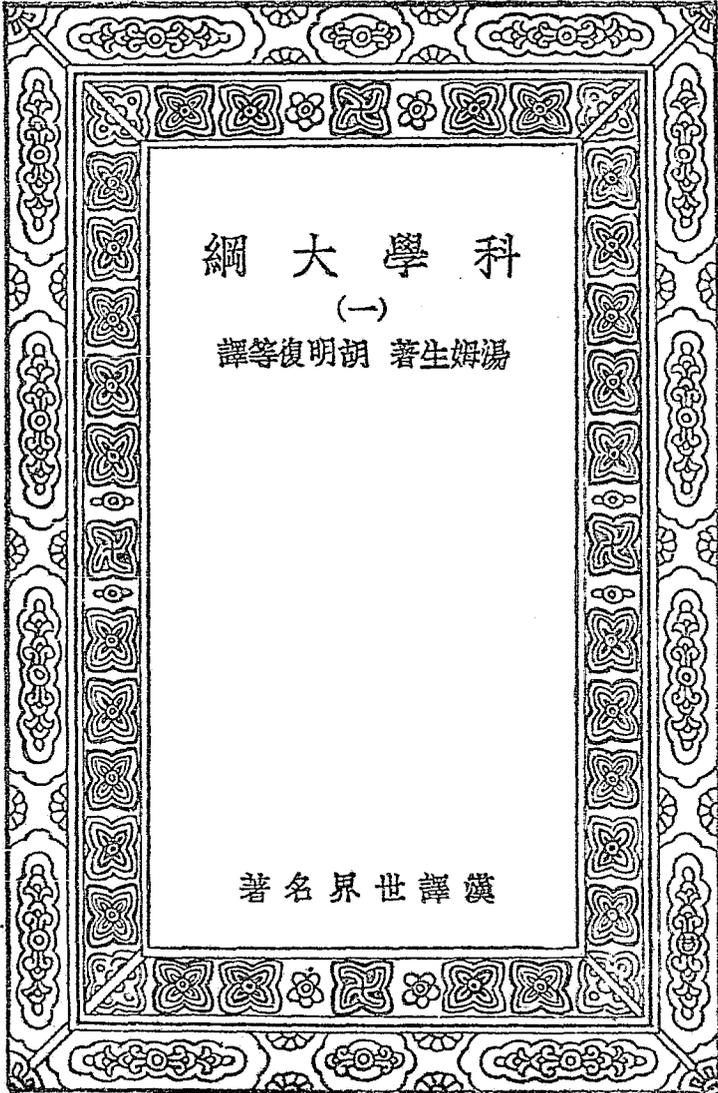
商務印書館發行

2121.6

1-14册

(1) 7/393

040159



網 大 學 科

(一)

譯等復明胡 著生姆湯

著 名 界 世 譯 漢

序

今人一言及科學，則以爲浩瀚廣漠，不知紀極，或畏其艱深幽渺，望而卻步。故愈讚頌科學之神妙瑰奇，而科學之去人愈遠。格列高里 (Gregory) 分智識界爲兩類：一爲創造智識之人，一爲傳佈智識之人。今日科學智識造詣愈深，而人之對科學隔閡愈甚，則傳佈智識者之過耳。

夫傳佈科學，似易而實難。一，傳佈者非自身亦爲創造之科學家，則不足以既其深。二，傳佈者非淹貫衆科之科學家，則不足以既其廣。二者具矣，而無善譬曲喻引人入勝之文字，仍未足盡傳佈之能事。此所以遲之又久，求一取材廣博，敘述淺顯之科學成書而終未得見也。乃距今不數月前，竟有湯姆生教授 (Prof. J. A. Thomson) 主撰之科學大綱赫然出現，是殆尼彌縫學界之缺憾，而爲科學前途賀乎。

湯姆生教授，當今生物學大家也。其關於生物學之貢獻，言生物學者類能知之。而對於他種科學，復能多聞洽識，直窺堂奧。其著述等身，大抵皆淹貫宏博，淺顯清新之作也。然則湯氏於傳佈科學

之三條件，殆已備具無遺。本書之作者，舍湯氏外，當世亦更無適當者。湯氏猶不自滿足，於特殊問題，則請專門學者執筆，而自居於編輯之列。則作者之難，與此書之價值，皆從可知矣。

本書出版後，極受當世讀者歡迎，在湯氏原序中已略道及。其第一冊竟於兩月中翻印至八版，頗足爲湯氏序語左證。紐約泰晤士報對於此書之評語云：『此書以適當之人，值適當之時，以適當之方法作成之。』吾人更可爲贅一語曰：『以適當之書，當適當之時，自不患無適當之讀者也。』

吾人今爲便利國內嚮往科學之讀者起見，特將此書譯出公世。今更有一言爲讀者告。作者之難其人，上已言之；至譯者之難，亦殊不亞於作者。以文涉專門，使非以專家譯之，強解誤會之處，在所難免。本書每篇論文，皆特約是科專家逐譯。倫敦畫報以湯姆生教授之名，爲是書精確明瞭之保證，吾人更欲以譯者諸君之名，爲是書加一層保證也。至譯者諸君各以教育界多忙之身，肯爲本書執筆，襄成盛舉，尤吾人所深致感謝者也。

民國十二年二月

王雲五

湯姆生原序

王雲五譯

大哲學家而兼算學家之來布尼茲 (Leibniz) 不有言乎？智識愈進步而壓縮爲小冊之可能性愈大。此科學大綱非小冊也；而要足以證明來氏名言之一部分意義。蓋此書於適當的範圍內，可認爲許多小冊之圖書館，亦即許多科學之綱要也。

此書對於讀者之利益，隨其用法得當之程度爲差。蓋作此書者，絕對不欲仿百科全書性質；於一切問題皆有一簡括之論文，且於其末作一極大之停頓。又不欲作『初步』叢書，討論每科皆起於最淺，繼乃循序漸進。此皆非本書意也。

然則此書之目的安在乎？一言以蔽之，在與明敏而好學的市民，以一束智慧的鎖鑰，使開其從未得入之門；此門之深閉固拒，一半固由彼未嘗窺見門內之珍寶，一半乃由不必要之術語的銜示，使彼望而卻步也。此書於平常著作之習慣，概置勿顧；其引入一問題也，如與良友同行，歡然相語，不

假儀式，而引人入各門智識之中，易詞言之，書中各論文，皆特爲學者作一種鄉導；學者循行既遠，自能不復需此。惟學者自行既遠，返顧來途，當於此『旅行指南』之小書，不至遽忘其功。此科學大綱即旅行指南之小書耳。每論文後之簡單參考書目，則但取足示初步之書而止。蓋每論文爲一智識探險之招請，其書目短長，則發軔途徑之指示者耳。

此書英文本分期出版時，已受當世歡迎。其歡迎之度，不但可云誠心，直可謂之熱烈。此吾人所引以自勵者也。蓋杜威教授有言：『吾人文化之將來，視乎科學的心理習慣之普及與深着而定。』吾人極表同情於此言，且希望此科學大綱爲實行此語之具。知識善矣；有趣味之智識尤善；科學的心理習慣之養成，乃善之善者也。近世哲學家和布豪斯教授 (Prof. H. F. Hobhouse) 又嘗言，進化論者之世間目的，在『以人心主宰世間生活與生長之內外情況。』此科學大綱，即在此信心之影響下成之。蓋生活非爲科學計，科學實爲生活計也。且自吾人觀之，個人觀物之科學習慣之養成，乃較科學自身爲重要。科學乃吾人之遺產；必有以用之，而後始可爲吾人所有也。

科學大綱目次

第一冊

序

原序

緒言

第一篇 談天

宇宙之大——太陽系——天空中之星體——大宇宙之度量——大字之外復有他

大字乎？——太陽系——太陽——太陽之氣層——太陽之面部——太陽中之黑斑

——分光鏡與其效能——絕無僅有之發見——測量光速——太陽之壽命有窮乎？

——行星——他星球亦有生物乎——金星——火星上有生物乎？——木星與土星

——月球——死世界——月球之山嶺——流星與彗星——盈千萬之流星——某大

目次

一

彗星——衆星羅列之大宇——星體之演進——星體之年歲——星雲說——旋渦狀之星雲——星體之死生——變星新星死星：垂死之太陽——星體之生死——大宇之形狀——吾人所居之大宇一旋渦星雲也——天文儀器——天文遠鏡——分光鏡——參考書目

第二冊

第二篇 天演之歷史……………一一

緒論——地球之起原——生物家庭之造成——最早之生物——地球之起原——星雲學說——地球之生長——生物家庭之造成——地球上生物之起原——地球上最初之生物——天演最初之重大步驟——最初之動物——最初之植物——身體之起原——雌雄性之天演——自然死亡之起原——動植物之比較——陸生植物之肇始——原生動物——軀體之構成——有性生殖之肇始——雌雄性之天演——自然死亡之肇始——重大之獲得——動物行爲之斜面——心意之天演——試驗與錯誤方

法——反射行爲——何謂轉應——本能行爲——動物之智慧——父母保護之天演
 ——大海之搖牀——深海之處——淡水區域——陸地之征服——征服陸地生活困
 難之方法——天空之征服——各世代之生物歷史——岩石中之紀載——化石之利
 用——地質時刻表——無脊椎動物之出現——古生物之世代（古生代）——陸生
 動物之天演——大兩棲類與煤層——兩棲類之獲得——聲音之天演——陸生之爬
 蟲——多種古代生物之滅亡——地質學之中世紀——中生代——飛龍——最早發
 現之鳥類——近生代——人類之上進——自然界之天演系統——寄生性——天演
 之證據——及天演之由來——天演中之進步——天演之證據——天演之原因——
 參考書目

第三篇 對於環境之適應……………八六

海灘——海藻地面——海岸生命之情境——劇烈之生存競爭——爭存之巧術——
 父母之愛護——海面——浮游生物場——游行及飄浮之生物——饑餓與慈愛——

深海——外界之情狀——生物之情狀——深海生活之適應——淡水——乾燥陸地

——自水至陸過渡之困難及結果——空氣——參考書目

第三冊

第四篇 競存.....一

鳥獸之摹仿及假冒——永似環境之顏色——顏色之漸變——顏色之隨季變異——

顏色之速變——避役——與他物相似——摹仿——假裝——別種隱避法

第五篇 人類之上進.....二〇

人類與似人猿同出一源之解剖學證據——人類與似人猿同出一源之生理學證據——

——人類與似人猿同出一源之胚胎學證據——人類之世系——人類樹居生活之經過

——試驗之人類——原始之人類——向後之回顧——人類之各族——人類天演之

步驟——人類進步之要素——參考書目

第六篇 天演之遞進.....六五

第四冊

人類天演之前途——天演之源：變異——遊戲之水母——植物之天演——小麥之稗史——動物之變遷——冒險家——凶蟹之生活——鮭魚之小史——鮭魚史之解說——鰻之稗史——新習慣之成立——行動之試驗——新方法——結論

第七篇 心之初現……………一

遠離二端——凡言本能者留心——一種萬應良法——魚類之感覺——魚類之趣事——絲魚之巢——鱒魚之心——兩棲類之心——兩棲類之感覺——保育後裔之試驗——爬蟲類之心——鳥類之心——本能的傾向——智慧與本能之合作——用機智——畫眉之砧——哺乳類之心——本能的傾向——純粹技能——聯念之力——舞鼠之學力——學小巧——用機智——智慧何以止此——以遊戲為嘗試——其他可見智慧之處——猿猴之心——銳利的感覺——手技——為欲活動而活動——以敏捷勝——敏於學習——莎麗之事——栗齊之事——嘗試與差誤——摹倣——彼

得之事——心之奔驟——「最後人類崛起」——返顧——身心之關係——結論

第八篇 宇宙之根本組織……………四八

原子世界——構成宇宙之原體——原子世界之奇妙——原子之能力——X光線及
銑之發現——克魯克司爵士之發見——X光線之發現——銑之發見——電子之發
見及其對於根本觀念之改革——電子之發現——電子爲衆奧之祕鑰——電子說或
物質之新說——原子之組織——物質之新說——他種新說——將來——電爲何物
之問題——電之性質——電流之性質——發電機之作用——磁——以太及波動——
——可見限以下之波動——光——可見及不可見者——電子及光——光波之分析——
——世界之命運——天之蒼色——無熱之光——能：一切生命之所繫——能之狀態
——熱爲何物——石炭之代替——能之消散——世界同溫之意義——物質以太及
愛因斯坦——潮汐之影響：月球之生成：地球速度之減小——地球之受月吸引——
——日與月之作用——月之起原——地球速度之減少——晝夜之增長——參考書目

第五冊

第九篇 顯微鏡下之奇觀.....一

難階之生物世界——微小動物組織之複雜——生機組織之複雜——生命之基礎——
細胞之小宇宙——個體之原始——顯微鏡功用之廣大——超極顯微鏡——顯微
鏡下之美觀——參考書目

第十篇 人體機械.....一二五

體中退化之各質——取食之機關——消化之進行——消化之機關——生命液體——
血脈之特性——心臟——血管——呼吸動作——神經消息——筋肉與骨骼——
神經系統——腦部——感覺機關——視覺——聽覺——合而孟之發見各腺體之奇
特——身與心之關係——感情與消化——快愉之影響——心理之康健——參考書

目

第十一篇 達爾文主義在今日之位置.....八二一

目次

天演觀念之共認——天演之要因——達爾文主義之要點——天演進行中之達爾文主義——天演之三大問題——變異問題——變異有一定限度——不連續之變異——變異與形變——變異之起源——遺傳問題——門得爾主義——生殖原素之繼續——選擇問題——性擇——結論——參考書目

第六册

第十二篇 自然史之一——鳥類……………

鳥類之起原——鳥類之不能飛騰者——渡渡鳥——駝鳥——企鵝——企鵝會長——飛鳥——鳥類之飛騰——速度與高度——隼類之獵食——鷓鴣之獵魚——捕魚之方法——渡鳥之智慧——鳥羣之生活——結羣習慣——互相保護——與他動物之相處——英倫普通之鳥——夜鶯——黑鳥與鳴鶉——靈鵲——木鴿——鸞與金磧鵝——樹林之鳥類——水鷄與沼鴨——鸚鵡——海鳥之來內地者——曠野之鳥類——鴟鴞——鴟鴞尋巢——雛鳩之行爲——遷徙——掠鳥之遷徙——燈塔邊之

景象——夏雞之遷徙——遷徙之功用——遷徙之原因——遷徙之途程——歸途——
 羽毛求偶及交配——羽色——擇偶及交配——澳洲之花亭鳥——聲音——鳴調——
 構巢之習慣——最初之構巢——犀鳥之囿園——複雜之巢——鑽穴之鳥——
 地居——崖居——襲用舊巢——幼鳥——運移幼鳥——鳥卵之研究——卵之大小
 及形體——卵之澤色——鳥類之生態——參考書目

第十三篇 自然史之一——哺乳類……………六一

哺乳類之由來——最初之哺乳類——古代之哺乳類——近世之哺乳類——產卵之
 哺乳類——有囊之哺乳類——鼯獸——胎盤哺乳類——各種居地——水中之哺乳
 類——地下之哺乳類——鼯鼠——樹上之哺乳類——松鼠——空中之哺乳類——
 吸血之蝙蝠——沙漠之哺乳類——山中之哺乳類——山兔——雪鼠——取食——
 象——反芻——哺乳類之爪牙——鹿角——紅鹿——保護之適應——夜作之哺乳
 類——獾類——刺蝟——入蟄——雄雌之異形——家族之生活——愛護幼子——

水獺——普通之兔類——哺乳類之遊戲——伶鼠——結羣之哺乳類——海狸——

互助——哺乳類之殊異——哺乳類相同之性質——參考書目

第七冊

第十四篇 自然史之三——昆蟲世界………一

昆蟲之瀰漫——昆蟲自存之道——昆蟲之保護色——昆蟲之系譜——昆蟲普通特

徵——昆蟲之頭——昆蟲之足——昆蟲之呼吸——昆蟲之行動——昆蟲之本能與

智慧——昆蟲之記憶力——昆蟲之智慧行爲——蟻譚——蟻塚之奇異——奇異之

割葉蟻——軍蟻生存之情狀——蜂譚——蜂房——后蜂——蜂之勤勞——哺育房

——分封——蜂房——交尾的飛行——雄蜂之屠殺——場墮——胡蜂之巢穴——

胡蜂之工作及死斃——生活史——甘藍白蝶——甲殼蟲——重要之相互關係——

生命史——昆蟲與人生——蝗蟲——參考書目

第十五篇 心之科學………五三

新心理學——析心術——感官——腦髓——演化中之心——心與物——心靈作用
——羣性意結——兩主要模式——衝突——析心術——心靈錯亂之實例——夢
——參考書目

第十六篇 靈學……………八四

明定宗旨——靈之研究——研究之最先成效——據引例證——幻覺現形——死者
之現形——圓光——精神測量法——成物——精神攝影——直接的書寫與語言——
——看水術——神游——傳物——靈魂不滅之證據——較簡單之方法——結論——
——參考書目

第八册

第十七篇 自然史之四——植物……………一

植物生活之奇蹟——動物特植物爲生——微小植物之重要——植物生活之差異——
——植物共同之性質——有花植物之主要部分——綠葉之製造所——綠色植物之工

作——日光之獲得——食物之用途——菌類之營養——地衣爲複生植物——生物
寄生與死體寄生之有花植物——金雀草之故事——菌根菌——食蟲植物——水瓶
草——捕蠅草——植物與動物相同之點——植物之方術——根之功用——植物之
感應性——卷鬚——光與其他影響——含羞草——植物睡眠乎？——植物之自衛
——植物生殖之方法——花之意義——種子之祕密——花何故具有美色——風之
傳粉——異花交配之意義——種子之重要——植物之旅行——營養體繁殖——下
等植物之生殖——葉之脫落——參考書目

第十八篇 生物之相互關係……………六二一

自然之平衡——寄生物之特殊性習——自然之平衡——營養之相互關係——生存
之相互關係——貓與紫雲英——紅和蘭翹搖之例——種子之分佈——蟻與種子——
淡水貝類及柳鱗——生物之互助——同棲——共生——地衣之共生——石南植
物之共生——人與生命之綱——鳥之重要——相互關係之衆多——鷗產生地之故

事——寄生生物之特殊性習——寄生生物之適應——寄生生物之奇異生活史——珠與寄
生物——相互關係之理論方面——參考書目

第九册

第十九篇 生物學……………一

生命之性質——生殖——復發——無管腺——生物與非生物——心靈能否自非生
物發生？——生命起源論——原生質與身體之構造——生命之單位——血細胞——
腦細胞——身體爲一大細胞國——生殖——有母無父——復發——產生新頭——
奇異之試驗——棄尾救生——老死——休息時代——有趣之試驗——無管腺——
——參考書目

第二十篇 生物之特性……………二七

生物之全體觀察——有系統的紛繁個性——種類繁多——生命之衆多與奮鬪

第二十一篇 化學之奇蹟……………四七

化學原質之揶揄戲——物質之狀態——混合物與化合物——分子與原子——化學之變化——不可見者之證明——氣體之液化——原質之互變——生物之化學——炭之特殊能力——生命現象之節制——物質之循環——氮之循環——接觸劑——酵素——結晶體——鑽石——膠體——希土原質及其應用——氫之歷史——參考書目

第二十二篇 化學家之創造事業……………八五

物質不滅——原質之性不變——人造生機物——勝過自然——煤膏染料——人造之香精——人造之橡皮——製糖——化學幻術——木材質之變化——捕氮——鉀鹽之供給——化廢物爲富源——結論——參考書目

第十冊

第二十三篇 氣象學……………一

氣象變更之原因——空氣中之上下二層——上層空氣之測候——氣球行蹤之測定

——驚人之新發明——生物適存之地帶有限——氣壓與溫度——空氣中擾亂之影響——貿易風——印度之季風——氣象記錄方法——氣象測候機關之組織——記錄之儀器——利用照相術以記錄氣壓——司蒂汾孫百葉箱——風之記錄法——雨量之記錄法——日光之記錄法——旋風之暴動——旋風與反旋風——旋風與反旋風之成造——英國西部海濱之多雨——雲——雷雨與冰雹——霧之成因——雲霞之顏色：極光——定期的氣候變遷——關於天氣之歌謠——參考書目

第二十四篇 應用科學之一——電之神異……………四四

電世紀——傳遞之易——何為電流——發電機——電路——發電廠——電流之分布——電之積蓄——電之運重——強有力之電動機——電之偉績——攀登落機山——從瀑布而發之電——工程偉績——水輪機如何工作——蒸汽輪機——水力之重要——電燈——電爐——參考書目

第二十五篇 應用科學之二——無線電報與無線電話……………八五

第十一冊

第二十六篇 飛行……………

- 三大飛行——空氣航程中之氣候——霧中之降地——無線電與民事飛行——空中
 - 覽路——飛機如何飛行——駕駛者之所為——遊戲——空中之戰——人與機——
 - 飛艇——飛艇之將來——飛艇之造法——飛行之安全——飛行之將來——參考書
- 目

第二十七篇 細菌……………二二一

- 細菌：遍布世界之發酵腐爛與致病之微生物——最早之顯微學家——雷汝胡克之
- 貢獻——米勒之成績——細菌名稱之初用——自無機體發生之學說——自然發生
- 長期之辨論——浸液之精密研究——細菌歸入植物界——巴士特早年之發明
- 使吾人對於細菌有今日之知識之步驟——各種之細菌——繁殖與運動——膠
- 質時代——細菌之生殖——細菌之原形質——乾燥之影響——熱與冷之關係——

第十二册

第二十八篇 地球之構成與岩石之由來……………一

光之關係——地心吸力之影響——化學品之影響——細菌對於其環境尤其對於有機物之活動——酵素——腐敗——有機元素之循環——細菌之種類——細菌之各種活動——發光之細菌——致病之細菌——細菌傳播之方法——土壤中之細菌——糞尿爲肥料與傳染病之來源——參考書目

地球之內部——火山之爆發——地球之成因——地球之內部——地球面上海陸之分布——火山——維蘇威火山爆發時之情形——地震與間歇泉——山岳之造成——阿爾卑斯山之生成——蘇格蘭之山岳——山岳之消滅——花崗岩——結晶之生成——煤——白堊——珊瑚島之造成——由化學作用而成之岩石——粘板岩——寶石——瑪瑙——珍珠——寶石中之貴冑——金剛石——著名金剛石之歷史——

參考書目

第二十九篇 海洋學……………六三

海之成因——海水何以帶鹹味耶？——海之深度——海之溫度——海之壓力——

海之流動——海水之循環——海中之暴風——海底——深海沉澱物——海中生物

——海中之細菌——海之顏色——海中之冰——海之功用——海之末日——海中

之居民——大海動物——海鳥——大海之魚——深淵動物——海濱動物——參考

書目

第十三册

第三十篇 發電發光之生物……………一

發光之植物——發光之動物——法拉第之貢獻——動物光之性質——螢之光較所

有人類發光之法爲優——動物光之各種色——各種發光之方法——撈採機出水之

候——海之發光——動物光之應用——動物之熱——動物電——有電之動物——

電鱈魚——電鰻魚——電鮎魚——生物學之結論——參考書目

第三十一篇 自然史之五——下等脊椎動物……………一二三

脊椎動物之重要性質——脊椎動物之先進者——海鞘類——蛞蝓魚類——圓口類

——魚類——兩棲類——爬蟲類——龜類——參考書目

第三十二篇 愛因斯坦之學說……………四一

事物果如其所見之相乎？——吸力新解——空間之曲度——相對論——第四量次

——實驗之證據——時之倒退——宇與宙之結合——大預言——參考書目

第三十三篇 季候之生物學……………六二

生命之節奏——生長之波痕——春季之生物學——動物之出蟄——海鰻鱧之故事

——鰻魚之旅行——鳥之來歸——夏季之生物學——夏日活動之勇猛——動物之

勤勞——鳥巢——父母之保護——秋季之生物學——秋季之果——種子之散布——

——葉之凋落——蚯蚓之工作——遊絲之飄蕩——預備度冬——旅鼠之故事——冬

季之生物學——冬季之潔白——蟄眠——蟄伏——凝結成之小體積——遷徙——

減數——淘汰——參考書目

第三十四篇 科學於人類之意義——生命與心與物質……一〇一

科學之目的——宇宙之曠觀——心之進化——美與真——生命與心與物質之關係

——生命與心與意志——生命之性質——心之素——物為心乘——降生之階級

第十四冊

第三十五篇 人種學……一

一種包含多數支派——原始之人羣——吾人眼界之變遷——合而孟與人種學——

人種之造成——人種學與人口問題——人種必須衰滅乎——參考書目

第三十六篇 畜養動物之故事……二二一

馬——不列顛馬種——阿拉伯馬——牛——羊——山羊——豬——狗——育種中

之選擇——貓——兔——象駱駝與駝羊——鳥之馴養——參考書目

第二十七篇 健康學……五五

健康之界說	健康乃工作力量	食品之能力	各種食品之比例	生活素之重要	飲食中之快樂	肌肉過分發育之無謂	運動之調節	快樂與健康之關係	呼吸與循環	生機中之呼吸	身體之溫度	衣裳內之氣候	戶外空氣與光線	睡眠	神經部與生命之關係	精神之衛生	細菌乃疾病之重要原因	人工免疫性	參考書目
<p>第三十八篇 科學與近世思想……………九七</p> <p>科學之目的——科學之態度——科學之方法——科學之範圍——科學之分類——科學之限度——科學與感情——科學與宗教——科學與哲學——科學與生活——參考書目</p>																			

緒言

王雲五譯

一般人士對於近代科學之趣味，蓋已日深而月廣；證據繁夥，無容致疑。吾人試一考近世科學進步之廣博與蔓延，卽有以知之。

雖然，誠使創造新智識者，於宣傳其所發見時，能稍求卑近，使凡人皆易了解；則羣衆對於科學之趣味，將猶不止此。競技賽船，亦有術語，習之者不以為厭；蓋欲求簡明的科學敘述，術語誠不可少也。然使敘述本旨，唯在事物之要點，則術語可減至最小限度，而仍不失其精確。此科學大綱蓋爲一般讀者而作；彼輩既乏時間，又無機會以行特殊之研究，而於日新月異之科學進步，則具有親切之趣味；然則此書其絕好伴侶也。

近世科學勝利之歷史，實人類所足引以自豪者。科學能知遠空星球之祕密，分解最微之原子，預算彗星之復現，并預知由十數雞卵中將孵化何種雞雛；不寧唯是，科學又能發見風向之定律，調

理失序之病態。科學常如哥倫布 (Columbus) 之航行，發見新世界，而以悟解力戰勝之。蓋知識者先知之謂，先知即權力也。

進化觀念，既已影響於各科學，而使吾人覺一一事物，皆有其歷史，蓋自達爾文以來，吾人進行已遠矣。自太陽系，地球，山脈，洋海，岩石，結晶，草木，禽獸，人類及其社會組織，無一不當視為長久變化之結果。現今地球上之元素，凡八十有餘；此八十餘元素，殆為無機進化之結果，而於無量數年前，由最原始之質遞演而成。自進化觀念言之，現在乃過去之子孫，又為將來之祖父，其意雖簡單而特深長；凡造就新知識之觀念，未有若此之有力者也。觀於由星雲 (nebula) 至社會統系之繼續進化，可知人類有日益征服自然之期望——此期望維何，即不但人類關於天然之研究將日益精確，即其支配世界之能力亦愈臻完全也。

近世科學之特性，在全世界比較從前為富有生氣。無論何處，常由靜之狀態以入於動之狀態。故自湯姆生爵士 (Sir J. J. Thomson)，拉得福德教授 (Prof. Sir Ernest Rutherford)

索岱教授 (Prof. Frederick Soddy) 輩之新發明出，而物質之構造以明；乃知一粒微塵，其複

雜與活動之度決非前此所能想像。從前習用之語如云「死」物「惰」質等等，今可束之高閣矣。原子 (atom) 新說之出世，殆無異與吾人以新宇宙觀。自然界之祕密久藏未露者，其將爲此說所啓闢也，殆可預期。從前以原子爲不可再分之微點，今有以知其不然矣。吾人更知原子之中尙有原子，前所視爲最簡者，今知其尙可分析。現今之原子說與物質構造論，乃近日銻質 (radium) 與 X 光線之發見，及許多精確完善之科學儀器如分光鏡 (spectroscope) 等觀察所得之結果也。

電子說之出現，又足使從前所深隱不顯或揣度未定之事實，豁然呈露。此理論實與吾人以宇宙結構之新觀念。吾人得此理論，始漸知物質之本原與電象之意義，并有以知蓄藏於物質中之能力不可計量。此新智識之所語於吾人者，不特地球之原始與現象，乃至他行星，恆星，太陽之原始與現象，亦能有所說明。太陽熱之來源，既由此說而得新解，吾人更因之以測定太陽之大概年齡。今日最大之問題乃是一切形式之物質，果否由唯一之原始物質蛻化而來乎？

雖然，此電子之發見，不過增進近世科學趣味之許多革命的變化中之一種耳。

關於生物科學之最近進步，足使此科之面目一新，與化學物理同。如合而孟 (Hormones) 或『化學的使者』之發見，是其一例。此物發生於楯狀腺 (thyroid gland)，腎上腺 (suprenal)，粘液腺 (pituitary body) 等無管腺中，而隨血流以分播於全體。據生理學家斯塔林教授 (Prof. Starling) 及貝理斯教授 (Prof. Bayliss) 之研究，此化學的使者之作用，在節制全身之『步調』，有調和順適之功用；如是者吾人謂之健康。自合而孟發見以來，吾人對於人體生理之智識，遠非前世所能及；故謂合而孟之發見，有以改易生理學之全體，非過言也。

顯微鏡學者之忍耐力與其技述之進步，如『超極顯微鏡』 (ultramicroscope) 之類，又足以增進吾人對於目所不見之生物界之知識。於前世所知之各種細菌 (bacteria) 以外，又發見許多微生物，如睡病之微生物，其一例也。又許多重要寄生物之生命歷史及其怪異活動，亦經發明。秘奧既啓，則支配隨之。譬生命爲屋宇，則其甄石灰泥之複雜結構，今已豁然呈露，殆爲前此意料所不及。自門得爾 (Mendel) 以實驗法研究遺傳性，已開一新紀元；而最近生殖細胞 (germ-cell) 之顯微鏡研究，復足以補益之。當今之時，不明門得爾主義之簡要觀念與其他生物學之新途徑者，

不得謂之有教育之人，此不待言者也。

本書所欲述之題目，尚有可得而言者，如各世代中生命發達之程序與其上進之主因；地球上動植物之分配，及生命與生命之微妙關係，如花與來訪之蟲類者；各個物種之生命歷史與其新出之研究，如所謂『實驗胚胎學』（experimental embryology）者所得之非常結果；皆本書所欲討論者也。

動物行爲之研究，可使吾人於心靈初現之情狀暫得想見，又最有興趣之探討也。篤而言之，無論何種科學斷無視研究禽獸昆蟲之行爲習慣（即其奇異之機能，適應，及天性）更饒趣味者。夫動物之具有智慧，已不復爲吾人所否認；即理性與智慧之分界，於何定之，有時亦難言也。

生理學與人類心靈的研究之新接觸，兒童與野蠻人行爲之精確研究，以及析心家（psychological analysis）所用之新方法，皆吾人所當注意；蓋此數者皆爲『新心理學』所從出也。至靈學（psychical research）之所倡，雖近怪誕，而自不存成見者視之，亦未嘗無承認之價值也。

此書大旨，在與讀者以現今科學要點之簡明見解，使其智力足以隨近世科學而並進；而於人

科學大綱

類之繼續征服自然，亦得以共享其成耳。

六

湯姆生亞脫

科學大綱

第一篇 談天

南洋大學及大同大學算學教授
美國哈佛大學哲學博士 胡明復譯

宇宙之大——太陽系

—

近世科學勝利之一段佳話，可先從天文學說起。天文家所與吾人之宇宙形象，殊殘缺不全；其所取之途徑，往往迷惑渺茫，不可盡信。種種問題之已經解決者固不少，吾人之知識亦已大進，然疑難待決之問題，猶在在皆是也。

大天文家牛谷姆 (Simon Newcomb) 云：

第一篇 談天

1

夫宇宙之構造與壽命，厥爲人智所欲決問題中之最宏濶者。此題之解決，可認爲天文學最終之目的；自文化初開以來，已有無數學者之精力會萃於是。往昔之研究此問題者，僅從冥思玄想方面入手。至今日吾人雖得御之以科學之方法，究亦僅爲趨近解決之初步而已。……夫宇宙之壽命究若何？其將永遠保持今狀以至於無窮期乎？抑已含有破裂之因而終於分裂乎？不知幾千萬萬年後將一變而大異於今日乎？此種問題，均與羣星是否成一完全系統之問題有密切之關係。使星體而果成一系統，則吾人可假定其系統之大體自有永久存在之性質；苟其不然，則吾人不得不別求解決之途矣。

天空中之星體 天空中之星體，就其對於地球之關係而言，可分爲二類。第一類居極少數，成一族之星體，地球屬焉。此類星體，謂之行星。行星有八，地球其中之一也，均環繞太陽週行不息。依其距日遠近之次序列舉之，曰水星，金星，地球，火星，木星，土星，天王星，海王星。水星最近日，目力鮮能見之。天王星海王星太遠，亦甚難辨。此八行星與日球合成一星族，謂之太陽系。

天空星體之第二類，爲太陽系以外之衆恆星。星夜觀天，渺渺衆星，無一非遠於太陽系內之諸

星無數倍。而卽以太陽系內之諸星論，計其里數，已相距至遠。設自海王星軌道之一端，放一礮彈，經直線而至軌道之彼端，須五百年方能達到。此極大之距離，在太陽系之內，除少數彗星之距離不計外，固爲最大；然以較諸天空衆星之距離，則渺乎其微。吾人習知最近地球之恆星，爲半人馬星座之第一星（中名南門第二星）（Alpha Centauri），距地已有二十五兆（萬萬爲億，萬億爲兆，下仿此）英里。若天空中最明之天狼星（Sirius）（卽大犬座 α 星）（ α Canis Major），則倍之矣。

吾人所屬之太陽系，可視爲若干行星團聚而成之一小星族，游泳於此無垠之太空中。蓋自地球至太陽系以外之一星，以礮彈之速，至少尙須行幾百萬年，而况衆星之間視衆星與太陽間之距離，且有過無不及乎。夫吾人所居之地球，叢爾之小球耳，包以石殼，然石殼之厚達多數英里；汪洋之大海，僅其面上低窪之處而已。球外復包以瀰漫無形之大氣，高三百餘英里，愈高愈稀，寢至於無。吾人不遇狂風驟雨，則若安處於寧靜不動之世界中；其實不然。又如日月星辰之運轉，雖若從容徐進，自守其嚴莊之步驟；但一經天文家之考驗，卽知其景象之非真。蓋日月星辰之轉移，由於地球之自轉；地球自轉每二十四小時一次，故其轉移若甚徐。實則吾人苟一思地球之大，卽知其運轉

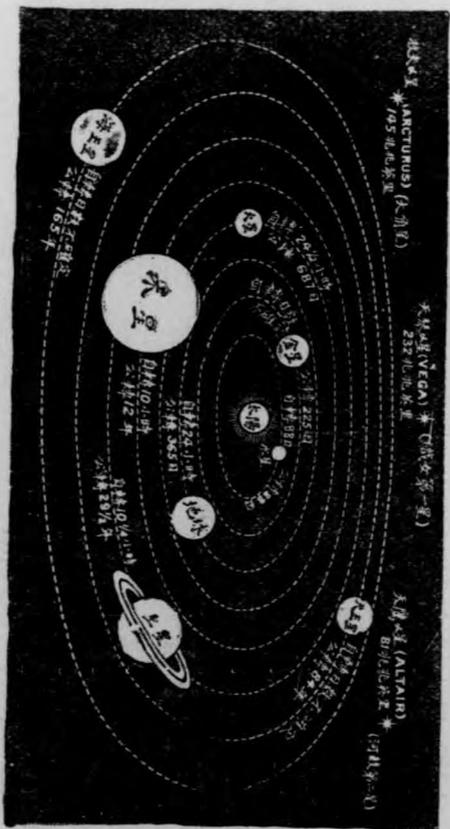
之必爲奇速也。

自轉之外，地球復有繞日之公轉，其速度每分鐘達一千英里以上。所行之軌道，爲一似圓之橢圓形，年行一周，共長約五萬八千萬英里。夫日球之體質，大於地球三十三萬三千四百三十二倍。故其攝引之力甚大，能使地球不得脫離。然一旦太陽停止其攝引力，則地球行將直行遠飛，一去不返。此種直行遠飛之傾向，無論何時皆有之。賴有此種傾向，與攝引力相平衡，方能令地球永就軌道，周行不息。其餘諸行星之各有定軌，皆此理也。

與地球之繞日相類者，有月球之繞地。有時月球行經日地之間，日光爲所阻而不得見，斯有日蝕。日或全蝕，或一部蝕，依其所蔽日光部分之多寡爲準。又遇地球行經日月之間時，日光爲地所阻，不得達月，則有月蝕（第二圖）地球體積較大，故月蝕尤易。

其餘七行星之繞太陽，恰如地球，而其中五星復各有月球繞之，如地球之有月球然。夫太陽之體質，大於八行星體質之總和幾幾倍，故攝引力獨強，各行星若非有極速之運動以抵禦之，未有不爲吸進而毀滅者。是以行星繞日之必爲奇速，可斷言也。行星在星體之中僅爲屬星，然吾人殊重視

之，則因惟行星上能有如吾人所知之生物也。



第一圖 太陽系之全圖

海王星之一『年』，當地球上—百六十五年。圖中所舉之諸恆星，皆在數百兆里以外，可見太陽系之孤立於空中也。

假使吾人可以騰空立於太陽幾萬萬英里以上，俯首下視，則太陽系之全體當約略如第一圖之所示，惟圖中之行星當僅如斑點之隱約可辨而已。（此圖未照比例，閱者注意。）假使吾人可以更上至幾萬萬英里以上，則各行星當全不得見，太陽縮如一點，亦僅一星而已。故宇宙之大體，於此略見一斑。蓋太陽者，一星而已。衆恆星又各自一太陽也。太陽之所以見其大，惟以近地故。宇宙者，無數太陽或星體之集合，而其中之各有屬星環繞成一星族如太陽系者，或者尙不少也。

二

大宇宙之度量 恆星之數目若干？試一觀星團之攝影，即可知星數之不能盡計。第三圖示天河（Milky Way）中極小之一部分。此部分爲天河中最密之一部，而天河全體復由此若干星團集合而成。天文家分全宇爲若干星區，就其特殊之區域計其星數，因而可以推測全體星數之大概。計算其總數，當在二十萬萬與三十萬萬之間。

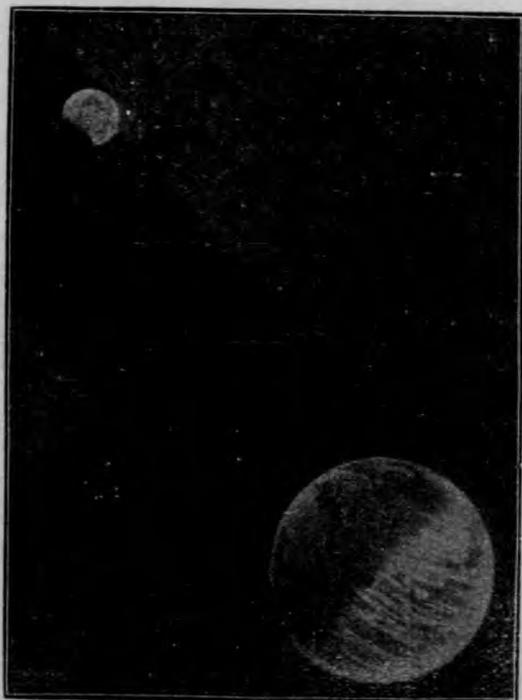
然而各星體之中間尙介有不可思議之距離。近世天文家最大之勝利，其卽大宇之度量乎。夫太陽與各行星間比較的距離，天文家知之已數百年。若可測得任二行星間準確之距離，則太陽系

以內之各距離無不立解。

今據最近之測算，太陽距

地平均約九千二百八十三萬英里，因地球軌道非正圓形，故各時距離微有上下。據此數，則地球半年以後之位置，視現在之地位，當正在軌道之對面，有一萬八千五百萬英里之遙。若從此遙遙之兩點，測視相近之一恆星，則此恆星之位置，與其

背後極遠之衆星相比較，當微有『變移』。僅此極微之『變移』，即能使天文家推算其星之距離。凡近地之恆星可以示位置之變移者，均可以此法計算之。用此方法，吾人尋得與地最近之一星爲



第二圖 月球行入地球影中之圖
圖示月球之半蝕。

二十五兆英里。在其一百兆英里以內者，僅得三十星而已。

惟上之方法，不適用於

極遠之星體。星體在五百兆英里以內者，其數不及數百，而在此距離，星體之『變移』

(天文家謂之視差 *parallax*)

已極微，測量不得準

確。故過此以外，天文家另創

一法代之。天文家先審察各

星之類別，乃就每類中比較

各星光力之強弱而定其遠

近。故天文家須有測光力之



第三圖 天河 (哈佛 Harvard 大學天文臺攝影)

注意星體之密集如雲。

儀器。用此方法，經二十載之苦功，今人乃知天河中較遠之諸星，當在十萬兆（100,000,000,000,000）英里以外。

太陽約在大宇之中部，距大宇之中心約數百兆英里。其餘衆恆星分佈四方，若密佈一平圓之大圈上，其幅員之廣，自一端至彼端，縱以光速每秒鐘十八萬六千英里之速率，須行五萬年方得達到。此即吾人類所居之大宇也。

一大宇之外復有他大宇乎？奚爲言『吾人類所居之大宇』？奚爲不逕言宇宙？蓋近代天文大家多信此習見之衆星會集之大圓僅若干大宇中之一。天文家之所謂大宇，指衆星之大集會，其中各星體比較的尙近，有互相攝引之力以支配其各個運動者而言；準此定義，則此大宇之外，或者尙有若干大宇，惟與之遙隔一廣漠無倫之空間，亦未可知。

吾人曾見天空中有『旋渦狀之星雲（nebula）』。星雲爲何，後當詳言之。且有天文家以此爲新造世界之『尙在醞釀中』者。惟天文家之意見殊不一致。亦有視星雲爲獨立之大宇——名之曰『島宇』——如吾人所居之大宇然，集合無數星體而成。試自天河之結構觀之，吾人習居之

大宇確似爲一旋渦星雲，而天空所見之諸旋渦星雲，殆卽所謂「他大宇」者歟。

夫以太陽系之碩大廣漠，宜若無倫矣，而在衆星會集之大宇中，渺乎滄海之一粟耳；宇宙之大，誠不可思議哉。

太陽系

太陽

一

次論太陽系與其附屬之各星體。

太陽系中有無數問題耐人尋味者。如各行星之大小，質量與遠近若何？衛星 (satellite) 若何？溫度若何？復有若干之散星體，如彗星 (comet) 與流星 (meteor) 究爲何物？如何運動？如何產生？又論太陽本身，原質何物？熱能何來？如何起原？其體熱是否漸減？

此最後之諸問題，導人入於天體物理學；此學爲天文學中最新之一門，專研究星體內部之物理的構造，成立未久，數十年前所意想不到者也。上之數問，用一分光鏡 (spectroscope) 無不立解，且因其答案又引起種種饒有興味之他問題。夫星體之發育，自有其一定之程序。苟依各星發育之時代程度排列比較之，則星體世界演進之方法，可以略見梗概。夫太陽與衆星，不啻大熔爐，熱度甚高；大凡物質在高熱之時最易分解，成爲最簡單之形體，故吾人不難探索太陽與衆星中所含之原質。分光鏡之功用卽在此。吾人每藉其力以探知太陽與衆星之成分，鏡之功用不亦奇哉？

夫分光鏡之力量能窮窺至微如一尅 (milligram) 百萬分之一之一點，故能發現新原質，斯亦奇矣；乃更能於幾兆英里外，探求各種物質之真相，測定其物體行動之速度，而僅作微細之差誤，吾人安得不歎爲自有生民以來最精奇者之儀器乎！

○近世天文學中間之問題大略如此。解決此類問題，胥賴極精密準確之儀器與大算學家之聰明才智。是故天文之爲學，不論從何方面觀察之，或以其天然之現象而言，若體質之大，距離之遠，時間之無盡，或以其人事而言，如思想之精巧，精力之勞瘁，天才之超越，在在足以驚人，在科學中爲最

莊嚴燦爛之一種學問，亦爲最古之一，豈不偉哉！

太陽系 太陽系者，包括一切依附太陽，繞之運轉，而受其光熱之星體而言——如各行星及其衛星，又若干彗星流星等皆是；易言之，凡星體之運動受太陽攝引力之支配者均屬焉。

太陽 吾人當感謝近世天文家所用之精奇儀器與奇巧之方法，惠吾人如許關於太陽之寶貴知識。

試觀本篇第五圖。圖示一日蝕之像；太陽之本體爲月球掩蔽，故不復光輝奪目；惟見銀色之日暈圍於球之四周。是爲太陽上之大氣，謂之『日暈 (corona)』，高出球表外數百萬英里，發爲銀色之光芒；大概此光之大部分爲日光受塵點之反射，惟在分光鏡中，則另見日暈中有原質一種爲從來所未曾見者，因而名之曰鐳 (coronium)。

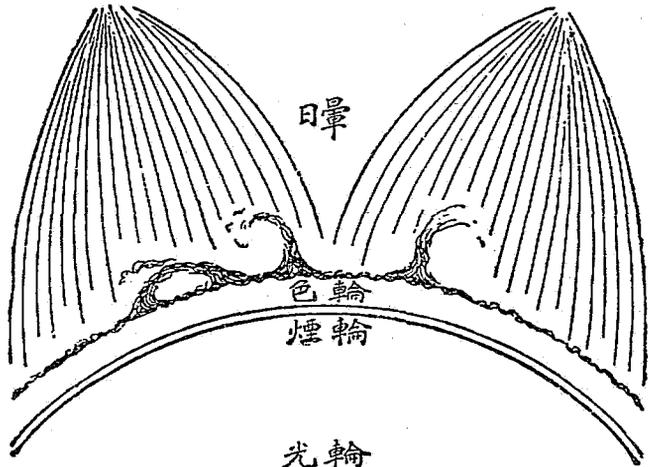
更視日暈之底部，又見紅燄之珥自球緣突出迸射。試一思太陽直徑有八十六萬六千英里，可以想見此珥燄之巨。珥燄之性質後當論之。

太陽之氣層 天文家分太陽之體爲若干同心圓之層。各層包圍球核，如空氣之包圍大地然。

太陽之光華，須透過此外包之各氣層。太陽之內核如何，吾人未由知之。其可得見者，惟核外包圍熾熱之光亮之氣層，天文家謂之光輪 (photosphere)。

光輪之外，又有一層灼熱之氣層包圍之，謂之煙輪 (reversing layer)。此層較內層爲冷，成一種煙霧之帷幕，厚自五百英里至一千英里。

煙輪之外，又有一層，謂之色輪 (chromosphere)。色輪厚自五千英里至一萬英里——烈火炎炎，波浪起伏，宛如火『海』。其中氣質，以氫 (Hydrogen) 氣爲主。惟以下層光輪之白光強烈，透射此層，故不見其紅色。其最高之部有氫氣與鈣蒸氣 (calcium vapor) 之紅火向上透伸，其力至猛，高



第四圖 太陽各氣層之圖
可與卷首之圖參閱。

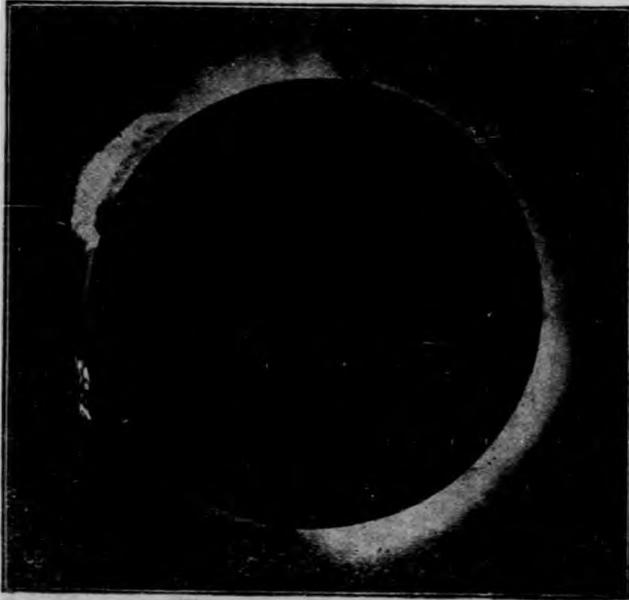
數千英里。日蝕時所見之赤珥，蓋卽此也。

一九一九年之日蝕，曾見一

日珥於七小時內，自太陽面上高十三萬英里之處，直升至五十萬英里以上。夫以烈火之柱，柱之徑大於地球之徑四五倍，上升至每小時六萬英里之速，不亦奇觀乎？

平時日光酷烈，故日珥雖大，鮮能目見；惟用分光鏡，則隨時可見之。自有分光鏡後，日珥爆裂之可特別紀述者，已有數起。昔楊教

授 (Prof. Young) 有紀載一



第五圖 一九一九年五月二十九日全蝕時日珥之影攝於巴西 (Brazil) 之索布拉爾 (Sobral) (格林維基 (Greenwich) 皇家天文臺攝影)

日暈亦頗明顯。

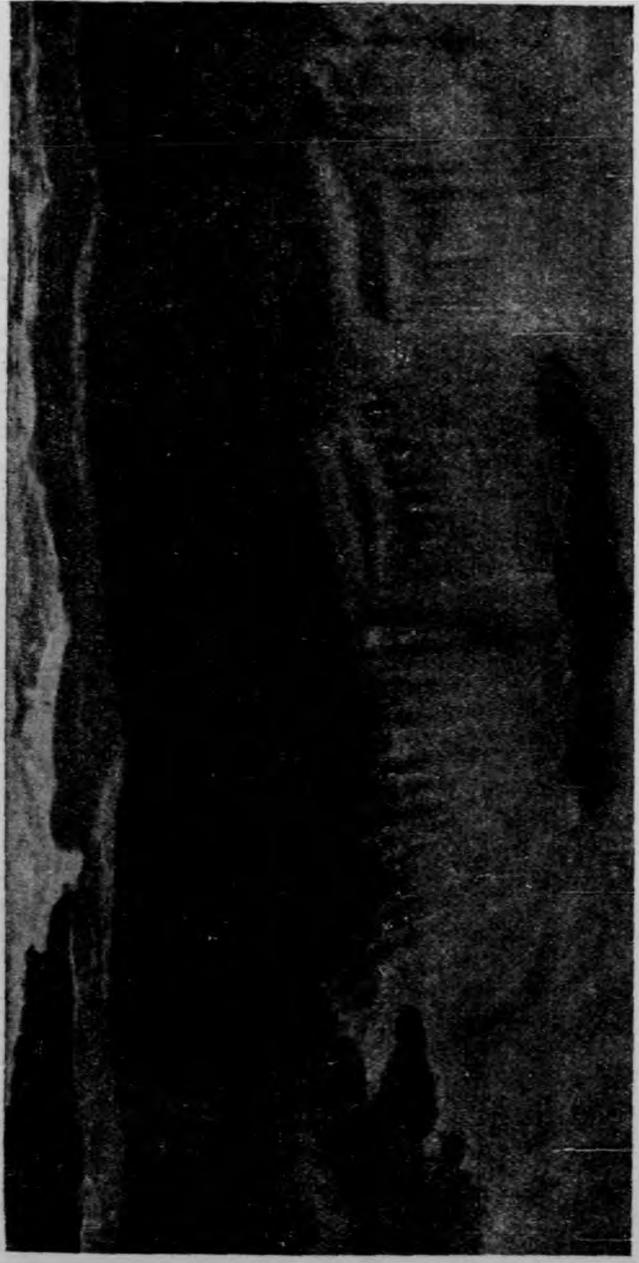
八七一年九月七日之日珥一則：

此珥自前一日之中午起迄無變更，低長鎮靜，不甚濃密光亮，舍體積龐大外，平淡無奇。正午十二時三十分，氏稍輟，半小時後復來觀分光鏡，則見太陽之珥燄紛裂。太陽之大氣中乃滿貯飛質，其甚者高十萬英里。飛行之速，吾人雖遠在九千三百萬英里以外，猶能目辨，十分鐘內增高至一倍。一八八五年一月三十日，羅馬塔啓尼教授 (Prof. Tacchini) 見一大日珥高十四萬二千英里——十八倍地球之徑。又見一珥，尤碩大無倫，以八大行星一一疊起，猶不敵其高。（見馬克斐孫 H. Macpherson 所著之天文奇談 The Romance of Astronomy）。

太陽最高之氣層，謂之日暈瀰漫天空，愈高愈散——此層前已言之。第四圖示太陽上之各層。吾人所見之皓日，其光須先透過此透明之各氣層也。

二

太陽之面部 今再論太陽面部之光輪。太陽今人已信其非一固體。關於太陽之原質成分，大半由光輪之觀察得之。試細視光輪之表面，刻刻變化，靡有已時。小片之浮雲來往流動其間，致面上



北極光 (auro-ra borealis) 極光 (auro-ra borealis) 有時光綫甚盛如扇，有時金光層層相摩如飄錦。蓋，綠，黃，紅，白，各色肥列，誠為奇觀。其起滅之理，今尚未全明，惟其與地球之磁變現象有關，因而與太陽上電力作用相連，則無疑義也。

光亮之度不勻，呈顆粒之狀。但所謂小片之浮雲，以吾人在九千二百八十三萬英里以外猶能見之，當亦非小矣。故光層必有極劇烈之運動。太陽之面，可喻之如一白熱金屬蒸氣沸騰之瀛海。吾人今有一種儀器，可以減殺日光之烈度，使吾人得隨時觀察太陽面上之情況。此種儀器後當再論之。此紅熱氣質與白熱金屬蒸氣之瀛海，皆時有大暴變。蓋有不可思議之大量能力，自太陽體中噴出，將體外諸氣層紛紛裂為碎片也。

太陽面上之實在溫度，換言之，即太陽面上光輪內之溫度，不能確知，惟依精密之計算，當在 5000°C 與 7000°C 之間。體之內部，其熱當更甚。究應熱至何種程度，吾人殊無從想像。惟無論何質，入之當無不立刻鎔化，蒸發為氣。但其氣當與地面上所見之氣稍異。蓋太陽上有大壓力，氣受壓成濃漿矣。然此種情形，亦僅想像得之，決非今日人力之可以如法泡製者也。

太陽中之黑斑 太陽光輪之中，間有黑斑，謂之日斑 (sun spot)。日斑之黑，因與四邊光亮之光輪相形而然。日斑有甚大者，廣數千方英里。日斑究為何物，今尚不能確斷。惟形類太陽面上之大陷洞。或謂係太陽上之大旋渦。細視太陽之面，其上確似有旋渦狀之熾烈氣體，其上有蒸氣，其內

有大氣流上下流動。又日斑之四邊，有巨大之火舌。

關於日斑之事實，最爲一般人所知者，或爲日斑與地球上磁場之暴變，有某種之關係。磁場暴變時，電話電信爲阻，海船磁針易向，極光 (aurora) 出現。有時亦可有日斑而無『磁變』者，惟日斑與磁變之確有關係，可無疑義。

尤可奇者，日斑出現之數目，每有一定之週期。其最顯著之一週期，爲時約十一年。每週期中，



第七圖 一九〇五年七月十七日之大日斑
(業岐茲天文臺攝影)

日斑之數遞增至極大，復遞減至極小，其增減頗有規則。此事僅可有一種解釋。日斑之出現，必與太陽根本之構造及變化有深切之關係。若從此眼光觀之，日斑之重要可知矣。

白日斑之研究上，吾人知太陽面上各部之旋轉非同一般速度。其『赤道』之部旋轉速於兩極。距赤道四十五度處之一點，每旋轉一周，較在赤道上多二日有半。是故太陽決非固體也。

太陽之成分若何？吾人知太陽上有鈉、鐵、銅、鋅、錳諸原質，均為氣體；不特此也，吾人知凡地球上所有之原質，太陽上均有之。奚由知之？

此類知識，需賴光輪之觀察得之。覺察所用之儀器即分光鏡；故於未論太陽之原質與熱源之前，先略述此儀器之原理。

分光鏡與其效能 分光鏡者，一種分析光色之儀器也。因其所得之效果極重要，故特詳述之。凡欲以分光鏡觀察一物質，可先將其物灼熱使發光；天空之星體類皆自能發光，故分光鏡在天文學上之效用極廣。夫所謂分析光色者，即分解光線為各種長短不同之光波之謂。凡所謂光，皆以太中極小之波浪，波浪長短異，則現不同之色。一種波長即彩虹中之一色。波浪之最短者呈青蓮色，最

長者呈紅色。虹即一天然之分光鏡也。(空氣滿貯水氣，日光折射，依其光波之長短而分爲各色，是爲虹。)最簡單之分光鏡，即一三稜之玻璃稜柱。白光(如日光之類)透射玻璃稜柱，即分散爲如虹之各色。此種情形，任取一碎玻璃片，如破瓶塞之類，即可目見。假令以屏代目，使各色照屏上，則見各色排列有定序，一端自紅起，依次漸變，而黃，而綠，而青，而藍，而至彼端之青蓮色。質言之，白色之光乃總合各色而成者。各色相和，乃呈白色。此相和之各色，謂之原色。太陽之光可分爲若干原色，猶水之可分爲氫氧二質然。

分光鏡中所得日光之色彩，謂之太陽之彩色帶 (solar spectrum) 帶中各色，自分光作用言之，均爲原色。各種深淺之顏色，在此彩色帶中均有一定之位置。易言之，一種顏色即有一種之波長，於經過玻璃稜柱時，有一定折射之角向。故無論何色，在此彩色帶中有其定位，而即可以其色波長之數量標別之。

他種光亦可如法分析。凡一物質經熾熱而發之光，均可以分光鏡分析之，以辨別其各原質。蓋每一原質(在相同之壓力下與同類之情形內)有一種特殊之彩色帶。每一金類質，有其特殊之

顏色。故藉彩色帶可以辨別各原質。吾人之知太陽內有鈉，鐵，銅，鋅，錳諸原質者，皆以此法也。

是以每一原質，受高熱而至發光，則呈特殊之彩色帶，而此種特殊之彩色帶，即爲吾人識別其質之所憑藉，若人之有面貌然。至於其光之爲試驗室中人所造，抑或來自極遠之星體，在分光鏡上絕無區別；其光一入鏡中，吾人即可從其彩色以判別其原質也。

凡高熱氣體之質，其彩色帶皆爲若干明亮之彩色線，其顏色次第，疎密皆確定不變；每一氣質，必有若干條特殊配列之明亮彩色線。惟一種高熱氣質之光線，若先令經過一層同樣物質之冷氣，則其本有之顏色亮線俱變爲無色之暗線，蓋熱氣之光爲同質之冷氣所吸收故也。此種試驗之結果，得一重要之公例，即凡同質之氣體，冷氣能吸收熱氣所發之光。

太陽之彩色帶中有數百條之暗黑線。最初未明冷氣吸收光色之理時，殊未知如何解釋之。今則已明白。蓋太陽之光起自光輪，光輪與吾人之間復有一層氣體，即所謂煙輪，熱度較低。光輪內一種原質之光經過煙輪，即爲其中同質之冷氣阻止。此種『阻止』作用，使彩色帶中一質應有之有色明亮線，盡變爲無色暗線。此理既明，則暗線之重要殊不減於亮線。而太陽之原質成分亦因以明

顯。今知凡地球上所有之原質，太陽上均有之。且有一種原質先發見於太陽上，而後始發見於地球上者。今且確知惟諸日斑之中心，爲太陽上最冷之處，其溫度之低，使物質可以化合。

其餘如衆恆星，彗星，星雲等之原質成分，悉以同法求得之。

絕無僅有之發見 一八六八年羅挈爵士 (Sir Norman Lockyer) 於日珥之光中見一種光色爲地球上已知之物質從來所未有，故斷爲一種未知之原質而名之曰氦 (helium) (亦作氣) 原於希臘字 *helios*，意云日也。一八九五年拉姆則爵士 (Sir William Ramsay) 於礦石中發見一種新氣質，在分色鏡中示同樣之彩色帶。由是言之，氦之發見於太陽上，先於其始見於地球者幾三十年，如一旦忽然覺得久失之寶然，在科學之偵探史中洵爲最可驚歎之一章，其奇特動人，殊不亞於尋常之偵探史；可使吾人益敢自信所用方法之不謬，而對於太陽與星球上原質之分析益有把握。今日暈中尙有一種彩帶，在地球上猶未尋得一同類之物質，今此物名鐸，即取日暈之意。

測量光速 顯分光鏡之爲用，尙不止此；此外尙有一新用法，卽用以測量光之速度是已。凡物

體運動之與視線成直角者，苟非極微，察辨至易；知其物體之遠近，即可測定其速度。惟運動之與視線平行者，察辨與測算均難。然分光鏡則能於極遠之距離，探察星體之此種行動，並與吾人以計算速度之方法。假如有一光體，帶鈉質之光，向分光鏡疾趨而來，則彩色帶中鈉質之彩色亮線必微改其固有之地位，微偏向近青蓮色之一端，其偏移之程度，視其體運動之疾徐爲斷。物體之背分光鏡而遠馳者，其偏移之方向反是，趨近紅色之一端。用此法吾人可以查探計算各星體之運動，否則恐歷數千年尙不能灼然察見也。又用此法吾人可以視察太陽上種種劇烈之運動，計算其速率，以證實太陽上吾人理想中應有之劇烈運動確實存在焉。

太陽之壽命有窮乎？

三

今再論太陽。

太陽之最顯著而最奇異之事，卽其能量之無窮。光熱放射，源源不絕。

偌大能力果何自來乎？觀夫赤烈之氣，源源自體中射出，高數千英里，如遇火災，豈此真爲火乎，與地球上之火相類乎？此層科學家已有定論。蓋太陽面上之火，決非由於普通之燃燒，普通物質之燃燒，決不足以爲太陽光熱之主源。夫物質之燃燒，率由於原子與原子之化合。苟先知其可以發生化合之境，即不難預斷其結果。若夫太陽之能力，則爲量之洪，盡吾人所知一切物質之燃燒作用及化學作用，俱不足以明白解釋之。假如太陽僅爲一種可燃物之集合體，則其中必具有普通燃燒作用之一切情境，數千年之內其能量當已焚去不少，而放光放熱之能力必已銳減。然而吾人乃絕不見其有減少之形跡。不僅此也，且有可信之證據，可斷定太陽之年年放射如許大量之光熱者，已數百萬餘年。凡有新得之證據，可以闡明太陽之年歲者，無不徵其年壽之有增無減，不亦更可奇乎？

且此熱能來源之問題，斷非僅謂太陽本有之能力，始於太初宇宙成形之時，其後放射之光熱，即其素所蘊藏之能力之一語可以了之。據可恃之計算，僅就太陽球體之冷凝而言，斷不能垂久至數百萬年。易言之，太陽之能力，必另有來源，繼續接濟。姑不論其以前之能力如何得來，彼現在必另有來源也。

今日最滿意之解釋，謂太陽源源不絕之能力，由於物質引力作用，致太陽之體積縮小而來。物質之互相攝引，允為天然界中最奇之一事，試察物體之行動，確然物物相吸，事實昭彰，而牛頓（Newton）僅就其情狀以製此事之律耳。今可不必深究其原理，但概括言之，宇宙之中，無有二物不互相吸引。假如太陽之直徑四週各縮去一英里，則其外殼上厚一英里之數百萬噸體質均向內沉一英里。不僅此也，其以下各層必皆向內沉沒有差，漸下漸少。其變雖漸，而其物質變動之大，不亦可驚歎！其所含之熱能，不亦可觀歟！天文家假定太陽光熱之放射與其體積之縮小有密切之關係，計算太陽四週每縮一英里需五十年。此論果



第八圖 愛亭頓教授 (Prof. Eddington) 劍橋 (Cambridge) 大學天文學教授。英國最著名之主張愛因斯坦 (Einstein) 學說者。

確，吾人尙無用恐慌；蓋至太陽熱度太低，不堪供養生物之時，尙至少有數百萬餘年也。

或謂多數流星之墜入太陽爲太陽熱能之來源。此論今已不成立。蓋流星爲量之微之一事，已足否認其說，他種理由可勿計也。太陽系中流星固極多，惟大多數環繞太陽成軌道，如他行星。至其斜行無則以至墜落太陽中者，爲數不足以當太陽所失之熱量也。

晚近放射性物質 (radioactive substance) 之新研究，又產生一種新見解，可與物質引力之理並立，以解釋太陽光熱之來源。在放射性物質中，有若干原子似呈分裂之現象。原子分裂，成較爲簡單輕小之新質。惟原子既可分裂成簡質，獨不能集合簡質以成新質耶？

太陽中今尙不知其『放射性』原質之果爲分爲合。但太陽之爲一放射性物體則無疑。若其質果在分裂中，則太陽之熱力又多一來源，而此來源，可以用之不竭者也。

行星

他星球亦有生物乎？

恆星之上斷不能有生物，此易明也。恆星熱逾洪爐，固體液體之物均不能存在，遑言生物乎。故生物惟行星上能有之，且在行星上亦有限度。夫恆星皆如太陽之有附屬行星來乎，抑或僅幾星能有之乎。此吾人不能確知。縱使能有行星，亦遠在數十兆英里以外，渺乎極微，不得見矣。天文家有謂太陽為唯一之星球有附屬行星者，惟其理由近於玄想，不足信也。大概星球之中，至少有大部分之星有附屬行星，故吾人可先考驗



第九圖 各行星大小之比較

太陽系內之諸行星體，然後推其結果於其他恆星。

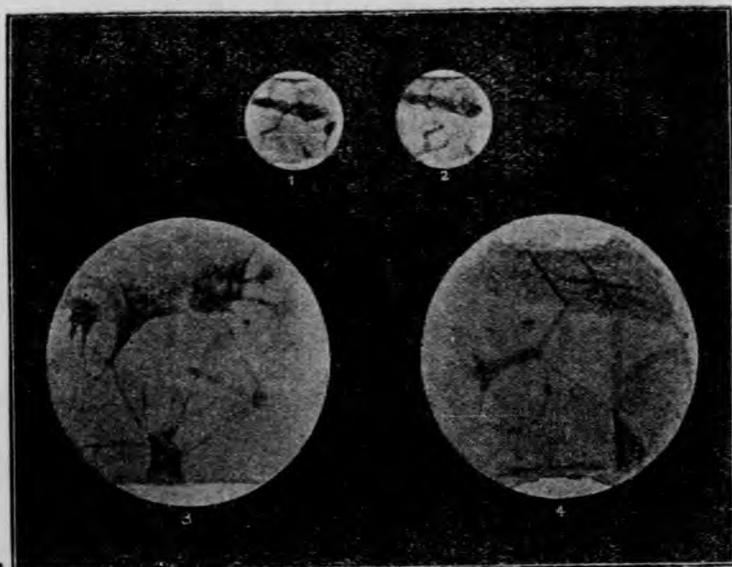
論行星上有無生物之問題，可先屏除天王海王兩星勿論。兩星恐太熱。最近太陽之水星亦可勿究。吾人可確信水星自轉之週期與其繞轉太陽之週期同，故球之一面永對太陽。其對太陽之面熱度永高於沸度，其背太陽之面永在冰點下之二三百度，二者皆不宜於生物也。

金星 行星之最明者曰金星，一名啓明，亦稱長庚；驟視之，似宜有生物者也。其大小與地球略等，亦有大氣，惟天文家則有謂其與水星有同樣之缺點，僅有一面向日，故兩面寒熱懸殊。此層尙不能必定。蓋金星面上有濃厚之浮雲與塵土，日光之反射極亮，殊難得球面上固定之紋痕，爲計算其自轉週期確實之目標也。然天文家亦多有確信已經得到完善之徵證，可以確斷其僅得一面向日者。審如是，金星上難有生物矣，雖有空氣無用也。

今論火星；吾人須先說明何以世人對於火星上生物之問題獨多種種之臆測，又何以世人每有謂火星上不能有生物則已，有則必智慧高出於地球上人類之說。

火星上有生物乎？

主張火星上有生物之理由曰，假如太陽系內之諸星球皆如前云由金屬質體冷凝而成，則愈小者冷凝愈速，故進化愈早。火星之質體小於地球甚多，其外殼之冷凝當早於地球幾百萬年。故火星上不有生物則已，有則當遠早於地球上。其生物之何若，不得而知，惟可信其進化必趨向於更高之智慧。



第十圖 火星

- 1 羅厄爾依照火星照相繪成，示火星上之諸運河。原照為羅厄爾天文臺斯立弗 (E. C. Slipher) 所攝。
 - 2 一九一四年一月六日羅厄爾所繪。
 - 3 一九一四年一月二十一日羅厄爾所繪。
 - 4 一九一四年一月二十一日羅厄爾所繪。
- 1, 2兩圖示火星之自轉。3, 4兩圖示火星之他面。
注意後二圖中兩極雪頂之變遷。

此吾人之所以傾信火星上有高級智慧之生物也。

第上之理論，須假定空氣與水等諸要件皆完備，然二者恐未必能供給富裕。羅厄爾教授 (Prof. Percival Lowell) 畢生研究火星，謂上有直線數百條縱貫球面，斷為種植之田，為『火星上之人』開鑿運河以取水於南北兩極海洋之徵。又一專家畢克靈教授 (Prof. W. H. Pickering) 則以此為狹長卑濕之地。受兩極濕風之滋潤而致。球之兩極，有白色之頂蓋。入春以漸融化，四週之黑圈加闊。

然亦有天文家謂火星之大氣中並不見有水氣，而兩極之白蓋或者僅係氣體之冷凝。又因火星之大氣甚稀少，距日又至遠，故謂溫度恐太低，流體之水恐不能有。

今如有人謂何以精奇之儀器獨不能解決此問題，須知火星距地最近時亦有三千四百萬英里，此最近之時僅十五年或十七年一次而已。且火星在極大天文鏡中攝影猶極小。目力之感覺較影片為靈敏，故天文家寧用目力，不用攝影。惟其如是，故意見頗不一致，易生種種爭辯也。

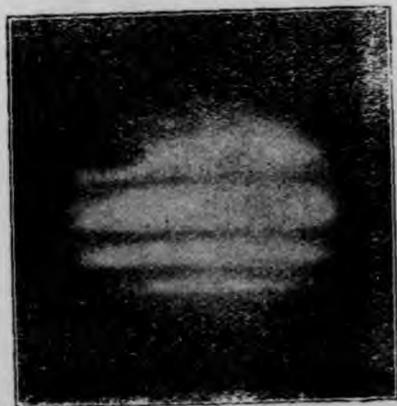
按一九二四年之八月，火星當復在與地球最近之地位，便於觀察，或可復有所得。世人相傳之

「運河」今已有數條用攝影照出。天文家對於火星上之有生物抱懷疑者，殊不知生物有適應環境之特殊能力。譬諸地球，昔日全球之溫度屬半熱帶性者，殆幾百萬元。夫然，動植物宜不能再受徵寒矣，然今日南北兩冰極之動植物固甚多也。火星雖冷，苟其來也以漸，生物寧不能逐漸適應以自存耶。質言之，火星上之有高等生物並非不可能，今日雖尙乏交通之方法，將來或者竟能有消息傳來，以助吾人解決此種種問題也。

二

木星與土星 距日次遠於火星者曰木星。第火星

木星之間尙有三萬萬英里 (300,000,000 miles) 之空間，而昔日天文家多以此三萬萬英里中不見有一行星爲奇，今日已知此中有『小行星體 (planetoids)』九百餘，直徑自五英里至五百英里不等。論者或謂此係由一行星破裂而致（此論與算理不合），或謂係一星



第十一圖 木星

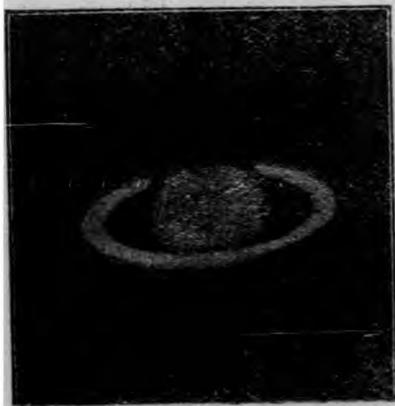
圖示星體面上之腰帶，大約爲雲霧所成。

體之質，但因受相近而極大之木星之引力，故不得凝聚成一體。

蓋木星極大，其攝引力之所及極遠。其體質大於地球一千三百倍，有附屬之月球九，四球尤大最奇者，其中最遠之一月球環繞木星之方向，與尋常月球環繞行星，行星環繞太陽之方向均相反。惟木星上無生物。

攝影（第十一圖）中所見之面，為包圍球體外之雲霧水氣等質。星體似熾熱。雲片之邊上時現紅色，又現大紅塊（曰紅斑 *Red spot*），一直徑二萬三千英里，已有半世紀之久。體內或者係一液體或固體之心，惟大體則為蒸騰之氣體，繞軸旋轉至速，每十小時一週。又似太陽，各緯度旋轉之速度不同。球之內體極熱，但不能自發光。金星木星皆甚明，但非自有之光；蓋日光返照耳。

土星之情形略同。攝影（第十二圖）上其面均

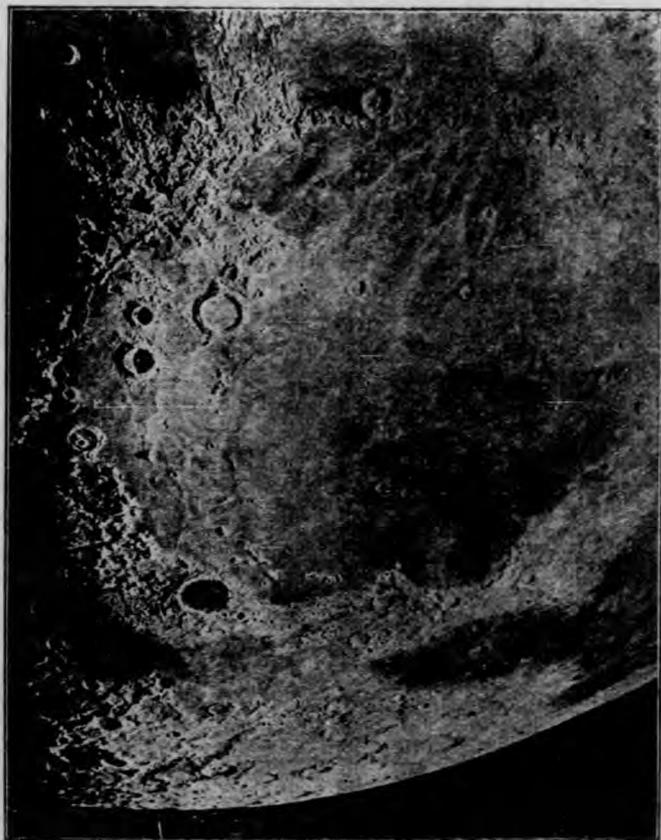


第十二圖 一九一一年十一月十九

日之土星

圖示星體四週大隊流星質所成之光圈。

水蒸氣，土星離日甚遠，故其水蒸氣必係內熱所致。體熱太高，故流水不能凝聚。如木星然，每十小時自轉一週，速度奇高，而爲一沸騰疾轉金屬氣質之體。試以木星土星與太陽一比，當



第十三圖 月球

圖示月球面上之一大平原與其若干圓形口。此類圓形口爲數數千，關於圓形口之種種理論，見本篇第三十六頁。

極有興味。惟兩星之體質較小，體溫較低耳。

土星在天文鏡中最爲美麗，外有月球十枚（惟其中之一尙有疑問），「光圈（*Rings*）」一套。光圈者，大隊之流星質——多爲鐵石之碎塊，種類大小不一，日光爲其反照，故有光。圈厚約數英里，闊自土星球面數千英里處起直至十七萬二千英里以上。天文家有謂此係星體內噴出之火山質。或又以此爲另組一月球之材料，惟以距本星太近而未果成。土星上決無生物。

月球 是故行星之中，除地球以外，惟火星金星能有生物之希望；即在金星，其希望亦甚小。然則行星附屬之月球中能有生物乎？月球大小不一，最小者如火星之諸月球，直徑僅約十英里，大者如土星之鐵丹（*Titan*），木星之伽尼米提（*Ganymede*），直徑均約三千英里。此類大月球上能有生物乎？今可就吾人習見之月球論之，當可概想其餘也。

死世界 月球爲天體中最近吾人者。第十三圖之攝影示月球面之一部分，自一最大天文鏡照得者也。此種天文鏡視遠如近，不啻移月球於五十英里以內而觀之。若倫敦之一城，在此球上當大如一墨團。又如徐柏林（*Zeppelin*）或笛普洛多格斯（*Diplodocus*）之飛船，當大如一針尖，

其行動隱約可尋。然吾人於月球絕不見有此等景象。天文家或有以爲曾確見月球上有物體行動之痕跡者。畢克靈教授謂曾見火山噴裂之徵象。又謂似有種植之區，想爲下等植物，土質似鬆黏，可以吸水。又謂有極薄一層之空氣，且時見微雪。彼又指出種種微細變動之象，使其他數觀察家折服。然有多數事實足證月球之無空氣。自月球之攝影上即可見之。攝影中之陰影處，四邊黑白分明。假使月球上有微量之空氣，則近邊處之日光必微散折而使陰影之邊緣模糊也。空氣之缺乏，必有種種奇異之結果。聲浪藉空氣以傳，無空氣，斯無聲。縱以流星直撞其面，將不聞聲息。又流星之來，因無空氣之摩擦，故不能如地球上流星經過空氣時之生光。將無飄浮之塵埃，無臭味，無暮光，無青天，無星光之閃爍。天色將永遠暗黑，星光不絕，無分晝夜。太陽之暈光，吾人所偶見而不一見者也，卽在日蝕時亦僅有二小時許得見之，在月上則可終日見之。太陽之赤珥亦然。審如是，斷不能有生物，又何有草木繁殖之景乎？

月球自轉一週約二十七日有零。故中有十四日爲連續之長夜，其所受之日熱當於此長夜內一齊散失，還其空中固有之寒度。長夜之後，繼以長日，日夜之間更無所謂曙光。次之十四日內，烈日

照臨，無間介物質之吸收或折散之作用以減其光熱。然月球面之熱度則不必因此而暴長。其溫度或竟尙不及冰點。蓋無空氣，熱之放射無阻滯，失散極速。譬如地面上最冷之地即爲高山之巔，距日固最近，然其受空氣之蔽護亦最少也。至於月球面晝間之確實溫度，今尙不能決。或尙低於冰點，或猶高於沸度，均未可知也。

月球之山嶺 天文家多以爲空氣之缺乏正可以解釋月球面之所以多『圓形口』月球面



第十四圖 九又四分三日之月球

注意兩箭頭處之圓形口（上，泰古 Tycho；下，哥白尼 Copernicus）均有奇異之『線』紋四射，又圖之右方示山嶺在初曉時之狀。

上有十萬上下之圓形陷口，今人以爲由於月球冷凝未固時爲大流星或小行星等衝入所致。或以爲係月球未凝冷時體中噴火氣泡上升時所留之遺跡。又有謂係已死火山之噴口。惟地球上之火山噴口大都爲杯形，而月球上之圓形口則如扁闊而淺之碟形。如其最大之一口曰克拉維斯 (Clavius) 內徑一百二十三英里，而四週之壁壘高不及一英里也。

月球之山嶺（第十四圖）甚高，巖巖嵯峨，皆如石質湧泉，高者有二萬六千至二萬七千尺。亞平寧 (Apennines) 一山有二千壁立雄偉之怪峯。地球上之山，多經風霜雨雪，故逐漸剝削，而月球上則無之。故月內之山，較爲『永久』。

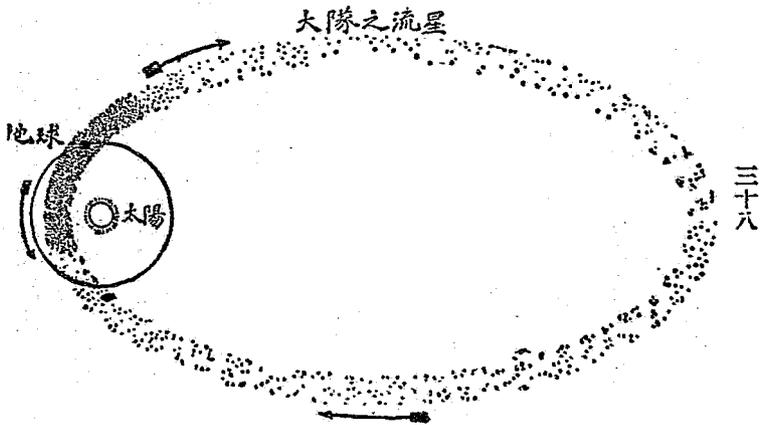
月球之起人興趣，正惟以其爲死世界。蓋與吾人以一極好之例，可以預卜地球或其他冷凝球體未來之究竟。吾人不知月球上究曾經有生物與否，惟即使有之，當亦不能十分發達。充其量，當亦不過數種下賤之植物，散見於一二多氣之處，日間開放，長夜冰結而已。

流星與彗星 末當略述流星彗星等以結束太陽系。今人已莫不習知星夜天空有光橫飛，爲外來一種鐵石之質，飛入空氣，因與空氣摩擦生熱而燃燒之故。其飛行速度約每秒鐘二三十英里。

不等。在離地七八十英里之處始行發光，蓋其處空氣漸濃，厚多阻力，能使之熾熱發光也。至距地二十英里處，流星之質體已全消毀為氣體矣。

盈千萬之流星 約計流星撞入空氣被焚化之數，每日總在千萬與萬萬之間。大多數僅重一二兩，不得見。大者有重至一噸者，然空氣受之，如『魚雷之網』，入者無幸。皆破裂成細塊下墜焉。

天空『空曠』之地，至少如太陽系範圍內之空地，皆滿貯此種流星質。成羣結隊，如魚之泳於海。中有單獨者，亦有結伴者。單獨之質體即如上述之流星。其結隊者即成彗星之本體。彗星(第十六圖)頭上最亮之部曰核(Nucleus)，為大隊之鐵石等質集合而成，有時廣袤數千英里。此大隊



第十五圖 大隊流星之圖並示地球之經過其流

之質體受太陽之攝引力，迫之環繞太陽而行。每自天空之遠處冉冉入太陽系而來。此時尚不得稱謂彗星，以猶無尾也。及其既近，其速度加增。體中卽有輕微之氣質放出，受強烈日光之逼射，外曳成尾。故無論彗星在何位置，其尾必向後伸，與太陽相背馳也。

某大彗星 彗星氣體之尾，於近日時往往極長。如一八四三年之大彗星，其尾長二萬



第十六圖 一九〇八年九月二十九日之彗星(格林維基皇家天文臺攝影)

注意其有分成數尾之勢。

萬英里。惟其質極稀薄。十九世紀中地球兩次爲其尾掃過，絕無影響。又尾部氣質至稀薄，故不能視爲白熾。氣質之光或者由於一種附帶之電力。無論如何，彗星行繞太陽甚疾，每秒鐘恆達三四百英里，然後復徐徐離太陽系而去。長者千年，短者五十年，必回來疾繞太陽朝賀一次。

衆星羅列之大宇 (Stellar Universe)

一

衆星羅列之大宇廣漠無比，上既言之矣。太陽者，衆星之一而已，或者猶爲其極小者。星體之大於太陽者不知凡幾。其最大之一星如大人脅 (Betelgeuse， 臘戶座 α ，參宿四)，據最新之計算，其直徑不啻三百倍於太陽。

星體之潰進 太陽與衆體相類似之徵可自分光鏡中見之。凡在分光鏡中所見太陽之各原質亦見於他星體。故從分光鏡可知無論爲地爲日，爲千年僅一見之彗星，爲無量遠之星體，爲『火霧 (firemist)』狀中之星雲，其爲質皆一也。

論星體之演進須明二事。夫原星之星雲，並非出於科學家之臆造。天空中除若干散漫無定形之星氣，尚不計外，星雲之數達十萬餘。惟星雲之質演進以至成星之階級程序，則多半出於理想。或者演進之途非一，種種理論均有可採之處。其餘如成星之如何凝冷演進以至於死滅之理論，亦正類是。

星球之光曾經分光鏡分析查驗者，今已有二十五萬，大別可分為十餘類，每類即代表演進中之一階級（第十七圖）。

星體之年歲 列星之彩色光帶大致與其顏色相當，大別有紅黃白三種。體熱之高下亦如其序，紅者最冷，黃者次之，白者最熱。故白光星可視為最年稚，其較老而冷者色黃，甚者轉紅，尤甚者光暗弱不能見矣——如烙鐵使冷，顏色隨熱度而遞變焉。惟據最近之研究，紅色星有兩種：一種屬於最年老者，一種屬於最年稚者。大概星體初成之時，體溫似非極熱。初僅為暗紅色之大塊熾熱氣質。嗣以分子間互相攝引之力，體積漸變小，溫度因加高，色亦轉黃。體積繼續縮小，熱度亦繼續加增，以至一最高之溫度。而星體乃作白色。達此點後，體猶凝縮不止，惟熱度則不復增矣；因失熱甚多，故體

雖縮而熱度反跌，色亦隨變。惟色變之次序與前相反，自白而黃而紅。及其成紅色時，其體質視初成之紅色氣體時已堅密凝縮甚多。故紅色星分兩類，其長幼懸殊，不啻老人之與稚童也。此論爲美國天文家羅素（H. N. Russell）所首倡，能解釋種種之現象，故可信以爲真焉。惟最初巨大紅色體若何產生之問題，今仍缺乏正確切當之答案。

今最通行之學說爲星雲說（nebular theory）。

星雲說

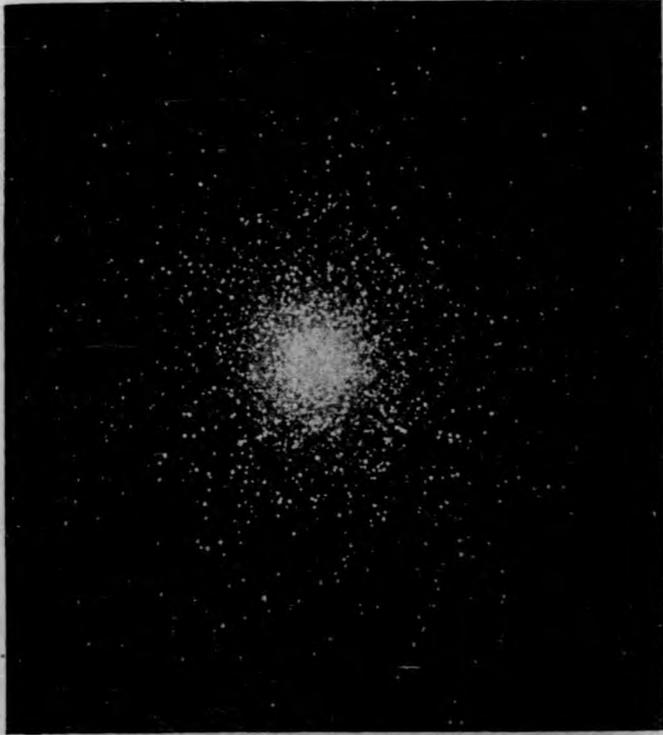
二

星雲者，如雲之一團，微亮，懸於天空，狀極類縷煙。其數極多，用攝影法及天文遠鏡均可徵之，其數今已達十萬以上，而尙有繼續發見者焉。星雲非小，多數皆極大。其確實之大小不得知，蓋欲知其大小須先知其距地之遠近也。惟有數星雲，其距離可以約略計算，故可略計其大小。然其體之大，使人惶惑難信。蓋僅就其外觀之平面面積而論，雖以太陽系之全體爲其度量之單位，猶嫌微小不便。

即令光線自一端行至彼端亦須若干年。其體之偉，誠不可思議也。

星雲似有兩種，其一種又若爲他一種之初形；惟此層亦尙未能確斷。

初形之一種似爲極稀散之氣質。其稀散之至何程度，殊難得正確之觀念。真空管中之餘氣視之似猶濃厚。在尋常氣壓下一立方寸之空氣所含物



第十七圖 武仙座 (Hercules) 中之星團 (加拿大維多利亞 (Victoria B. C.) 天文臺攝影

此星團之遠，其光須行十萬年方能到地球。

質猶多於數百萬立方寸之星雲氣。雖極遠之星光透射此氣，不為損其明；但此層尚非定論。最可奇者，此氣有光。光之何來，末由知之。惟以極稀散之氣質，處於極寒之空中，謂能熾熱發光，且得保持其熱力，光力歷久不絕，殊難想像。謂為因電力作用而放之冷光，如北極光然者，或者近之。

星雲說謂星體之生成。肇始

於上述之「火霧」。星雲中物質相攝引之力，究為其中唯一或主要之原動力與否，不得而知。惟普通則以為其中質點相攝引，故渙散如「火霧」之星氣，就其中質密濃厚之數處，凝縮團結，因而放



第十八圖 獵戶座 (Orion) 內之大星雲

(業岐茲天文臺攝影)

天空中奇偉之星雲也。視全太陽系大不可思議倍。

光熱。偶或有流星之類之外質衝入其中，亦能爲引力之中心而催促其凝縮，但其體質太散，動力至微，其凝縮必甚緩也。

旋渦狀之星雲

此凝縮之氣質，漸即始開旋轉，股流歧分，各復自結中心核。全體之結構成一旋渦，中心質最密，股流中各有若干凝縮質之結核。除若干不成形之氣體星雲外，天空中尙有如上

述之『旋渦狀』星雲十萬餘座，其中發

育之程度不一，方位亦各不同——有正

對地球者，有斜對者，有橫立而僅見其邊

者，不一而足。故星雲之假設似有證據。惟

吾人不宜武斷。關於旋渦星雲之性質，辯

難極多。天文大家中，有謂旋渦星雲係另

一大宇，其大略如吾人習居之大宇者。無

論如何，其結構必甚大，苟謂正在凝縮而



拉普拉斯

古今最大天文家之一人，首創星雲說者。

生星體，則其所生成必爲多數星體之大羣——至少必成所謂星團是也。惟此龐大神祕之物體，殊無補於太陽系如何原始產生之問題。故拉普拉斯 (Laplace) 之星雲假設，用以解釋太陽系之原始者，今尙未爲衆所公認。此中難以理解闡明之處極多，在此問題正當窮究之時，自以暫不下斷語爲是。惟大宇之始於熾熱之氣質，則大致可信。

星體之死生

三

變星新星死星：垂死之太陽 天文家多有以「變星 (variable stars)」爲一種垂死之星體，猶老於暗紅色星一級。此類星光幽明有定期，或數日，或數星期，或數年。可假想爲一種垂死之星體，體中鎔質，依時噴裂，穿透外包之氣層。吾人觀察太陽，可知其亦必有此一日。但此尙非對於變星公認之意見。或者星體按時經過大隊流星或塵質充斥之區，因而發熱生光，亦未可知也。

變星中之一種，自怪物 (Alsol 即英仙座 β 星，中名大陵五) 一星得名，尤饒興味。怪物星

每隔三夕，光必減弱一次，經數小時。近世天文家知此星實爲一雙星，共繞一公心環轉，每隔三夕，其暗弱之一星即行入彼星與地球之間一次，因致『星蝕 (eclipse)』。昔時多以此星爲死星於行經活星前藉活星之光而顯之一例。然近年天文家發明一種測光之物，曰『硒質電池 (selenium cell)』其驗光作用視照相更靈敏，方知此久認爲已死之星，今尙生氣勃勃也。此外怪物星尙有一趣事。怪物星之兩星雖距地有數百兆英里之遠，然而吾人可以測算其體質與其間之距離，斯亦奇矣。

星體之生死 死星無光，目不得見，故死星之不能確知，宜也。惟垂死之星既若是其多，年歲之老幼不齊，既若是其甚，則星之已死者當亦不少。雖然，宇宙之全體，不必卽此而『老朽凋謝』。或有主張此說者，惟吾人對於全宇之知識尙淺，殊不能卽下此斷語。科學家尙不知宇宙爲有限，爲無限，爲暫時，爲永久；不有事實爲先導，彼不肯空思冥索也。彼所知者，此龐大之星雲氣卽爲無量數未來世界之胚胎，而太虛之以太中或者尙在結生新胎也。

最後之問題爲『新星』之誕生。新星之發現，每數年必有一聞；其事之奇異，殊遠甚於常人所

能臆想。發見之情形大致相同。設云某星始現於一九〇一年，吾人苟一思其距離之遙，乃知此『炎之光』實發生於十六世紀路得馬丁 (Martin Luther) 之死時！光線之來，每秒鐘行十八萬六千英里，然而須三百年方得達到。道遠如彼而光猶得見，其光焰之烈必甚。即以十倍地球體積之石油置諸彼星之所，縱火焚之，其光尙不能及如是之遠。然而新見之星，數日內其光可增數百倍，不亦奇乎。

有視此類之星爲死星之復活，亦卽宇宙內天體新陳代謝之方法者，其立論殊爲雋永。蓋新星之發見，大多突然出現於天空無星或星稀之部。數日之內，其光卽大明。自分光鏡上窺察之，知此極遠星光之驟現，爲大量白熾氫氣質之突然噴湧，其力至猛，速率達每秒數百英里。惟數月之後，其光卽沉，而於星之四週則見有星雲。準是可謂將死已死諸星可以忽然一部或全部復變爲星雲。亦有天文家謂此由於與他星相撞，或與他星太相接近，其結果遂如前頁所述。惟多數之公意，則謂由於死星或暗弱之星，侵入區域廣漠之星雲物質中，因摩擦而氣化（至少有一部分）之故。

顧疑難之點極多，論者紛紛，莫衷一是，或謂由於固有之黑暗星雲偶受熾熱星之照耀而發現。

總之此類問題，最易引起種種之臆測，而事實尙未能十分明瞭也。但以一千兆英里以外之星火，今日得分析考察之，確知其爲每秒昇騰如許英里之白熾氫氣焰，亦足以自豪矣。

大宇之形狀

四

吾人所居之大宇一旋渦星雲也。吾人所居之大宇，形奚若，廣幾許？此問殊堪駭異。此無殊於問一巴西大森林中之昆蟲，曰此林何形且如何大。然人類之智慧確具有對答此問之能力，且其所取之方法亦正類乎森林中昆蟲所可取者。假如森林之形爲長圓形，昆蟲居於近中心之一樹。若樹之疎密略等，則在長狹之兩方向其樹木當視若較密，而在扁平之兩方向當若稍稀。此卽天文家用以測視大宇形狀之法。天空之一方，其星數獨密，遠勝於與之垂直之一方。星數獨密之一方卽所謂天河者是也。試一數天空之星數，則見愈近天河，星數愈多。自天河左右旁下，則星數遞遠遞減，直至與天河平面垂直之方向，星數爲最稀少。故天河可視爲大宇之赤道線，而與之垂直之諸線，則直指

南北兩軸頂者也。

吾人之大宇，其形略如一雙凸面之透鏡 (Lens)，太陽居於中心之附近。凸鏡之四邊，或竟在邊外，則羅列天河之諸星。在此鏡內之星皆有運動，惟其運動非無一定之規則，為可奇耳。星之運動可推測者，大多數屬於相反而交流之兩大流。兩流相對之速度約為每秒鐘二十五英里。兩流之星，參雜相間；並非一流在內一流



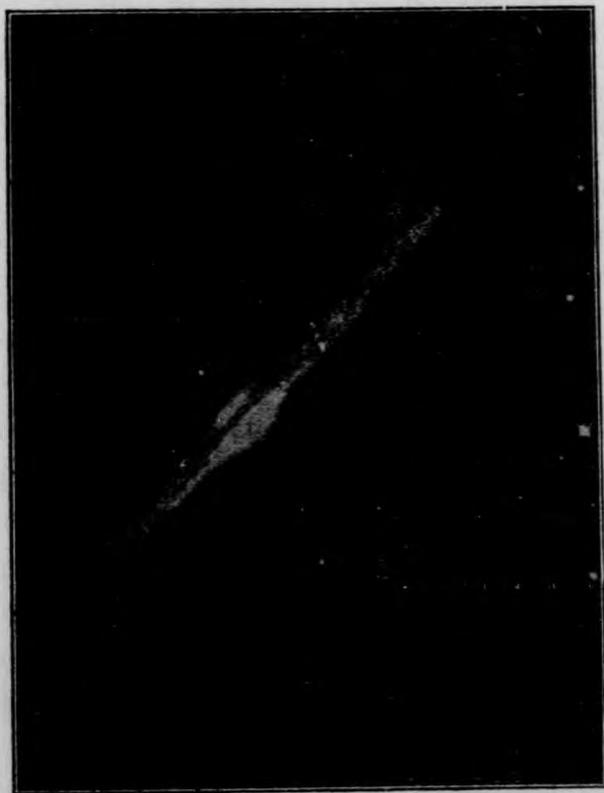
第十九圖 一九一四年三月二十三日之大旋渦星雲

(立克 Lick 天文臺攝影)

此係旋渦星雲之正面形。注意其中心之核及核外相向對流之兩股。質體自核外流渦以入股乎，抑自股內流以入核乎？無論如何，星雲中必有相向對流之兩股流也。

太陽居於中心之附近。凸鏡之四邊，或竟在

在外可判然劃分者，惟兩流之星，多寡不同。兩流星數之比約爲二與三。天文家多謂每一旋渦星雲卽如吾人所居之一大宇，上已言之；今觀前後兩圖（第十九，二十圖），以上述大宇略如雙凸透鏡之理參酌之，可見此種旋渦有極堪注意之特點。如后髮星座 (Coma Berenices) 中之星雲爲一旋渦形，其面與地平



第二十圖 一旋渦星雲之側形(威爾遜山天文臺攝影)
注意中心雙凸面鏡頭形之核並四週股流之橫斷其面。
參觀文中論星雲與吾人所居星宇之類似。

垂直，僅見其邊影，其形恰如扁平之雙凸面透鏡，與吾人所居之大宇相似。又獵犬星座 (Canes Venatici) 中之星雲為與地正對之一旋渦形，自其形式可明辨其旋渦式之運動。無論其旋渦運動之為向內向外，在其中部生出相反運動之兩大股流，恰如上述吾人習居之大宇。抑又有進者，除上述諸事外，復有充分之理由，可謂天河中亦具雙股流之旋渦結構。天河中復多黑團之吸光質體，其形與在后髮星座中之星雲股流（僅見其側面）內所見之黑斑相若。故吾人所居之大宇為一旋渦星雲之設論，殊有可信

太陽系				
星名	距太陽之平均距離 (以百萬英里計)	繞日之週期 (以年計)	直徑 (以英里計)	衛星之數
水	36.0	0.24	3030	0
金	67.2	0.62	7700	0
地	92.9	1.00	7918	1
火	141.4	1.88	4230	2
木	483.3	11.86	86500	9
土	886.0	29.46	73000	10
天王	1781.9	84.02	31900	4
海王	2971.6	164.78	34800	1
太陽	—	—	866400	—
月	—	—	2163	—

之證徵。此論果確，則吾人所估計物質宇宙之度量當益擴大。蓋僅此人類習居扁平雙凸面形之一大字，自中心直至天河之邊已二萬兆英里有餘，自心至兩軸之極，又爲此數之三分之一。假使每一旋渦星雲卽一獨立之大字，大小與吾人類之大字相若，而星雲之數又有數十萬，則全體物質宇宙之洪大，其真不可限量乎。

恆 星 之 距 離

(星 名)	距 離
	(以光年計)
勾陳一 Polaris (北極星) (小熊座 α)76
五車二 Capella (御夫座 α)49.4
參宿七 Rigel (獵戶座 α)466
天 狼 Sirius (小犬座 α)8.7
南河三 Procyon (小犬座 α)10.5
軒轅十四 Regulus (天獅座 α)98.8
大 角 Arcturus (牧夫座 α)43.4
南門二 α Cenlu (半人馬座 α)4.29
織女一 Vega (天琴座 α)34.7

小麥琪蘭星團雲 (Smaller Magellanic Cloud) 32,600 (略)
 武仙座中之大星團 (Great Cluster in Hercules) 108,600 (估)

第 二 十 二 圖

上表中之距離僅爲近似之數，時有修改。『光年(light year)』卽光線於一年內照每秒鐘十八萬六千英里之速率所行之程。

此篇殊簡略，尙未及今日天文家正在窮究力索而相辯難之種種問題。此類問題，大多未脫辯難時期；但爲未來天文學之好資料。茲但就往蹟而言，不論其將來之進步何如，已可深信天文學在人類知識中占一非常重要之位置矣。

天文儀器

一

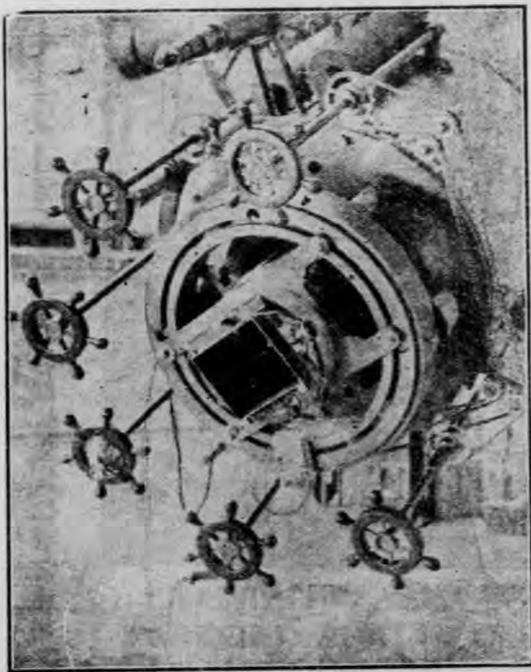
天文遠鏡 (telescope) 近代所用之天文儀器，爲世界機械製造中最精巧之作。近世大天文臺中，儀器共約二十餘種，惟其中以二種爲最重要，實爲近代天文學之基本儀器。此二物卽天文遠鏡與分光鏡，無此二物，不能有天文學也。

遠鏡之製造始於何時何地，論者不一；惟天文上之遠鏡，則自意大利之大科學家伽利略 (Galileo) 始。伽利略以其自製之粗劣小遠鏡，發見太陽上之黑斑，月球上之山脈，木星上之四大衛星等。惟伽利略之遠鏡殊粗劣，遠不如今日稍精製之尋常雙眼遠鏡 (binoculars) 也。考遠鏡製造之

歷史，自最初最小最相劣之遠鏡，以至今日美國伽利福尼亞（California）威爾遜山天文臺之極大遠鏡，誠爲人類進化史上最可驚歎讚賞之一章。惟近代之天文遠鏡僅自十九世紀始；其前則僅足供歷史上之鑑賞而已。

十九世紀

中遠鏡製造之進步爲從來所未有。於大遠鏡之製造尤多加注意，世界各國復爭先恐後，競製最大之遠鏡。



第二十三圖 萊岐茲天文臺四十吋徑折光遠鏡 (refracting telescope) 中之雙函照相片匣 (double slide plate holder) (歇浦斯敦 H. J. Shepstone 攝影)

圖頂之小遠鏡爲『探尋鏡 (finder)』，大遠鏡之視域狹小，難以辨識所視部之在天宇之何方。小遠鏡視界較廣，探尋目的物較容易也。

且國際競爭之外，復有不同方法之互相競爭。遠鏡有兩種，每種各有主張者。此兩種一名折光鏡，一名迴光鏡 (reflecting telescope)。今試略言原理。折光鏡即尋常通用之遠鏡。為一長管，兩端有大



第二十四圖 業歧茲天文臺四十吋徑折光鏡

世界最大之折光遠鏡。大鏡頭重一千磅，鏡管長六十二尺，重一萬二千磅。轉動之各件共重約二十二噸。

威爾遜山天文臺之迴光遠鏡，為一百吋徑之迴光鏡——今世最大之迴光器也——重約九千磅。轉動之各件共重約一百噸。

加拿大維多利亞相近之領地天文臺 (Dominion Astrophysical Observatory) 新裝一七十二吋徑迴光鏡，重約四千五百磅，轉動之各件重約三十五噸。

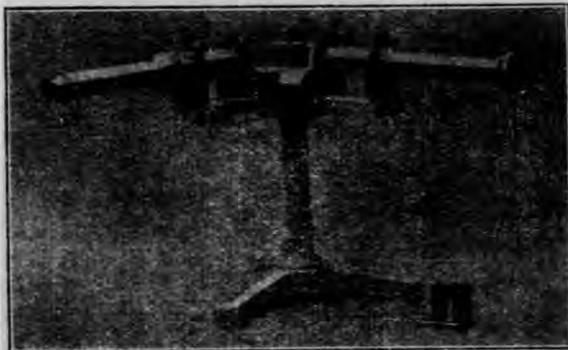
小透鏡各一，小者即目視之端，故曰視鏡 (eye-piece)。大鏡頭之功用猶如眼球。專用以收受外來之光線，使之集中於管內之一焦點，因得一強光之小影，故鏡面愈大，其光愈多而影愈顯。視鏡則放大其影。迴光鏡不用大鏡頭，而以一大迴光鏡置其底以代之。迴光鏡面，彎折適度，使光反射，集於一焦點，得一小影，再用視鏡放大其影。故折光鏡與迴光鏡主要之分別，即在收光方法之不同。鏡之力量視其收光之多寡。如四寸徑之遠鏡，其力四倍於二寸徑者，蓋受光之多寡視鏡之面積，而面積則與直徑之平方成正比也。

今世最大之天文遠鏡爲迴光式。大迴光鏡面較大折光鏡頭製造較爲容易，造價亦輕。惟大迴光鏡面易不靈，鏡面微有不平即得歪差之影，較大折光鏡頭尤甚。且折光鏡之處理視迴光鏡爲靈便。職是數因，故折光鏡仍有用者，惟最大之業岐茲天文臺遠鏡威爾遜山天文臺之大迴光鏡，大小相差甚多。業岐茲大折光鏡直徑僅三尺四寸，而威爾遜山大迴光鏡則有八尺四寸也。

惟天文遠鏡之力量，尙可更用他法擴大之。蓋即用照相片以代目力之注視是也。今日之天文家，不復時時握鏡凝視。彼用一照相片代之。照相片之妙處，在光力之可以疊積。暗弱之光，目力所不

勝者，雖凝視久之，仍不得見。惟用照相片代之，則微弱之光積漸成影。即光之極暗弱而不能立刻感動影片者，積久之後，影自清楚可辨。故用此法，雖最優天文鏡中目不能見之星，可以照相片視之矣。

此種用照相片之天文遠鏡，專用以探查天體者，皆裝置於『赤道之平面』內；換言之，鏡皆特別裝置於一與地軸相平行之柱上，繞柱旋轉，與地球自轉之方向相反，使得隨星轉移，不受地球自轉之影響。鏡之運動與一時計相連，對準後，時計開動，鏡即常對一星，隨之轉動。國立之諸天文臺，若英之格林維基皇家天文臺，法之巴黎天文臺，皆另有轉鏡儀 (transit)，儀爲一小遠鏡，雖無上述一種之特別裝置，但因其製造之精巧，可以爲精密之測量。如航海通書 (Nautical Almanac) 之編纂，皆賴此種儀器。此種遠鏡不隨列星移轉。先將鏡固定，令各星經過鏡前，鏡之視鏡



第二十五圖 近世直視式之分光鏡 (A. Hiler, Ltd. 造)
光線自遠鏡射入，過三稜鏡，分裂爲彩色帶，而以又一遠鏡視之。

上有平行細密之線若干條，於每星經過每線時記其時候。因其可隨時固定，故於測量星體之方位視普通隨星旋轉之大遠鏡爲正確精密。轉鏡儀之視測及記錄殊乏味，全無奇特之事；一星僅視若一點而已。但此種觀測，殊爲近代天文學之基礎，否則英之航海通書與法之歷書（*Comnaissance du Temps*）皆將失其大部分之功用矣。

二

分光鏡 分光鏡之原理，上已略述之，此器可用以探查星體內之原質，故於天文學中另闢一新境域。最簡單之分光鏡，卽一三角稜形之玻璃柱。惟三稜柱須極大，否則不能得充分之散光作用。散光作用愈大，則光色之分析愈清；當作爲精密之分析時，此層極爲重要。欲增加散光作用，可聯用數三稜柱，使一柱之光復入第二柱，如是遞析。每經一柱，光色微折散，積多則折散大矣。惟經過若干稜柱，則被吸收之光極多。故原來之光若非極強，則所得之彩色帶極微弱模糊，難以明晰。

欲增加散光作用，又有一法。卽用散光線格（*diffraction grating*）以代三稜柱是也。此爲一平面之玻璃片，上以金鋼鑽頭劃若干極細極密之平行紋路。如紋路極細密，則起散光作用，使光色

散折成彩色帶。今有之散光線格，製造極精奇。每寸內劃線數千條，各線間之距離須分配極準。惟用此法，光之損失亦甚大。

前云每一原質必有其特殊之彩色帶。誠然，果能先將各種原質之彩色帶一一照出，以資比較，則彩色帶之分析，不亦甚簡易乎？此殊不確。蓋一種原質之彩色帶，往往受各種情境之影響。如氣壓，熱度，體質運動之狀況，無一不與有關係。近世分光專家之最難之事，卽如何縷析此種種之原因，而與以正確之判別。故分光學，驟視之殊簡單，實則爲科學中最繁複之一門也。

參考書目

(下列諸書可備有志進求天文學者之參考)

Ball, *The Story of the Heavens.*

Ball, *The Story of the Sun.*

Forbes, *History of Astronomy.*

Hincks, *Astronomy.*

- Kippax, *Call of the Stars*.
- Lowell, *Mars and Its Canals*.
- Lowell, *Evolution of Worlds*.
- McKready, *A Beginner's Star-Book*.
- Newcomb, *Popular Astronomy*.
- Newcomb, *The Stars: A Study of the Universe*.
- Olcott, *Field Book of the Stars*.
- Price, *Essence of Astronomy*.
- Serviss, *Curiosities of the Skies*.
- Webb, *Celestial Objects for Common Telescopes*.
- Young, *Textbook of General Astronomy*.

1-14
42

040156



2121.6

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(二)

湯姆生著
胡明復等譯



商務印書館發行

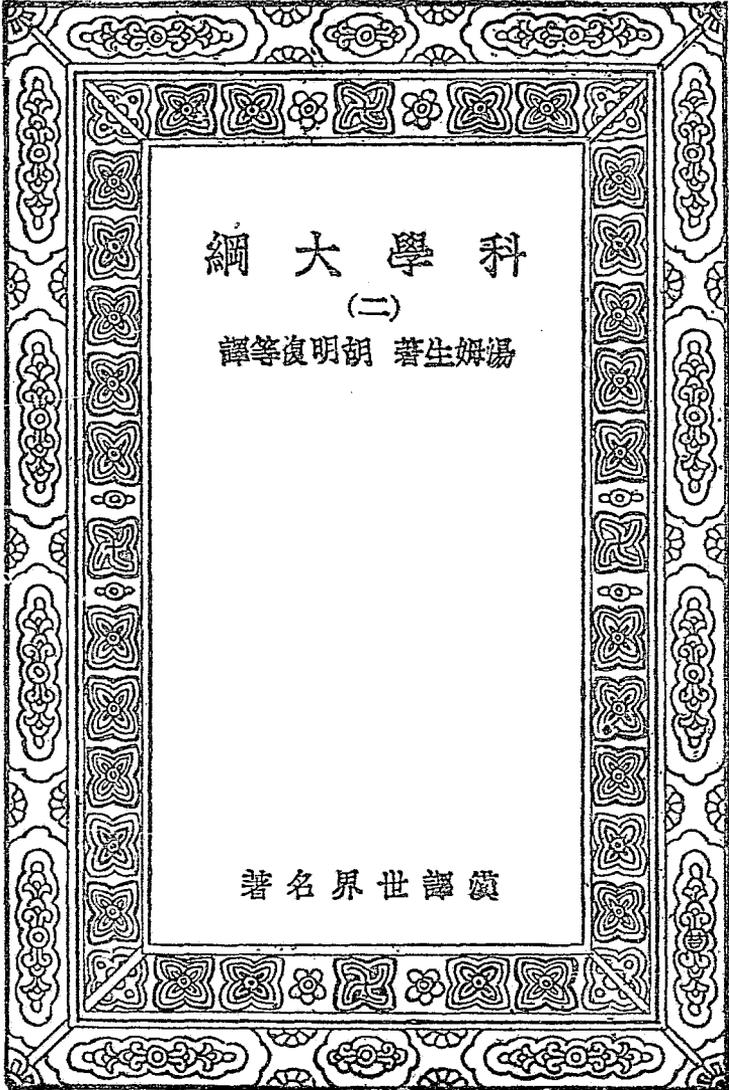
萬有文庫

第一集一千種

總編纂者
王雲五

商務印書館發行

040164



科 學 大 綱

(二)

湯姆生 著 胡明復 等 譯

嶺 世 界 名 著

科學大綱

第二篇 天演之歷史

美國哈佛大學哲學博士
國立東南大學植物學教授 胡先驕譯

緒論

地球之起源——生物家庭之造成——最早之生物

一

天演之觀念 (evolution idea) 乃開闢多數門戶之祕鑰，其能釋宇宙之祕奧，鑑往古以知今者，亦惟此也。無論何物，自天演之眼光觀之，皆爲古物，各有一歷史在——各有一自然史在，使吾人能略知其所以演進之道。吾人祇能言「略知」者，蓋天演之事實雖已昭然若揭，然吾人僅初識其

所以致之之原因也。

天演之觀念起源甚古，希臘哲學家已有此議論；但直至近代，始成爲吾人知識之一重要部分。



達 爾 文

最偉大之自然科學家，使天演思想成爲世人之常識，其所著物種由來（Origin of Species，一八五九年出版）一書，使世界之意義煥然一新。

在今日且已成日用之常識矣。此觀念在未涉及動植物之先，即已應用於太陽系及地球之發源；逐

漸乃從動植物推廣至語言風俗以及典章制度。至近年，則天演觀念已推及於化學之原質，蓋已發現鈾(uranium)能變銻(radium)，銻能生氦(helium)，及鈾之變化既竣，則最後所得之固定產物爲鉛。由此推之，一切原素或皆爲無機天演之結果焉。與之同等重要者，天演觀念不但推廣至外界，抑且推之於世界之內部。蓋與身體及腦之天演並行者，尙有感覺情緒，以及觀念想像力之天演也。

所謂有機天演者，意卽現在乃過去之子孫，亦將來之父母。天演非權力，非原則，乃一歷程——一形成之歷程而已。其意以爲今日之動物與植物及其間所有微妙之相互關係，皆由一種自然可知之歷程，自前此比較簡單之事態形式及相互之關係中產生而出。而前此之種類關係之所自出者，則又更爲簡單。如此繼續往後推求至百千萬年之前，直至生命起源之初，則如墮重霧，不復有跡象可尋矣。

吾人之太陽系，最初爲某種星雲(nebula)，故日與行星，吾人不妨以天演稱之。但日與行星之變化，不過變其分配與形狀，其物質未嘗變也，故不若用創始(Genesis)等一類名詞之爲適當。

同理人類之制度，昔日亦與今日有別，吾人可云都市或政府之天演。但人之行為皆有目的，其理想與觀念常有以操縱其行為，指導其成就，故宜仍用「歷史」舊名，以包括一切社會以人為主宰之



赫胥黎教授

(Prof. Thomas Henry Huxley)

最著名之動物學家之一，其教授與說理之能力一時無兩。使科學為普通教育，俾社會皆尊信之，此其大功也。其主持天演學說之勇氣與才學為一時之冠。

進化歷程。今者於太陽系之創始與文化之歷史間，復有有機天演之一大歷程。又發育一字，茲僅限

用於個體之造成，如雞雛之出於卵等，以免名詞上之混淆。

有機天演乃物種變遷之自然歷程，繼續不斷；常以一定方向，按步進行。於是有新個體起，初謀立足，繼而繁孳，與其先世族裔，時或同時生存，時或取而代之。吾人所畜養之各種雞鴿，即係今日尚生存之石鴿與林雞，幾經天演之歷程而出者；但今日大多數之禽畜，其所自出之原始族裔，久已滅亡，尚有多種且無從查考焉。天演者，一長遠之歷程，或來或往，或現或滅，悠遠不絕，一如長什之音樂焉。

二

地球之起原 吾人用科學文字，決不能言「最初」二字，蓋吾人既未嘗知見，又不能懸想一種情境，謂其前更無存在之物也。故吾人須予一限制，而後可以研討太陽系中地球之起原。若因此探討，而知日與行星出於星雲，亦祇覺得一相對的起原。此星雲之起原尚須探討，即在物質之先，或尚有一無物質之世界。若吾人取昔人之言，認「世界之最初爲心」固未嘗不可發表一大真理，然已逸出科學之範圍矣。

星雲學說 科學家最偉大之想像之一，厥惟星雲學說。此說爲著名天文學家拉普拉斯 (Laplace) 在一七九六年所創，以爲太陽系最初爲一極大之燃燒體，向其中心緩緩旋轉。當此白熱之雲氣世界漸次凝冷，旋轉之速率漸增時，此收縮之體乃分出一旋轉之環，終則此環斷裂而凝結爲最遠之行星。中心收縮之本體繼續分裂，繼續凝結，成其他之行星與地球等。其餘留居於中部之體，卽日球是也。

拉普拉斯之說，康德 (Kant) 在四十一年前已發其端。拉氏對此，頗加以科學之審慮：猶認爲一種『猜度之辭，蓋凡非觀察與計算之結果者，皆當以懷疑態度處之也。』後日之研究果證明其所得，知懷疑之有據，蓋此種研究最初之星雲不必盡熱，亦不必爲氣體。且拉普拉斯各環繼續自本體分裂，與旋轉氣體狀之環能凝成行星之說，皆有難通之理也。

故昔時以熱氣星雲自爲一單體旋轉之懸想，終爲他種懸想所代，羅挈爵士 (Sir Norman Lockyer) 在一八九〇年，指明現今地球每日獲得之隕星以百萬計；在太古時代，此種之增加，其速率與體積或遠在今日之上；地球卽以此法造成隕星之墜落固屬事實，但仍須先有一中心卽行

星之核以吸收之，此中心以何法造成，乃一大疑問也。且隕星散布無定所，四處分散，難於集合爲單體。

張伯倫教授 (Prof. Chamberlin) 有言

「隕星或爲古代星系爆裂之產物，而非太陽系所自出，」誠不誣也。此外，尚有數種學說以解釋太陽系之所由造成；但自專家之眼光觀之，則以張伯倫與毛爾登 (Moulton) 所創者

爲最合理。據此說，最初一大星雲體凝結爲日，嗣因受他星吸力之影響，各行星乃陸續被吸而出，以



在斯卡巴洛 (Scarborough) 墜落之隕石

現存自然科學館中，重約五十六磅，爲一石質之隕星。

成瘦結狀之旋渦星雲，如吾人於天空中多所觀見者焉。

此「瘦結」最爲重要，蓋即吸收飛散質點之中心也。起初分裂部分之飛散於空中者，各循一新軌道以繞日，成「小行星」(planetesimal)。此等小行星乃逐漸爲此瘦結所吸收。

地球之生長 此新生之地球——張伯倫學說之「地球瘦結」——計其直徑約爲五千五百英里。但因逐漸吸收小行星故，至其長大之末期，其直徑乃爲八千一百英里。自後則日縮，因按期皺縮之故，乃造成各大山脈，至今日其直徑乃爲七千九百十八英里。但在其皺縮之時，地球更有多種之變動。

地球內部鎔質之煎沸，每每使之噴射出冷結之地殼以外。結果則較輕之物質浮向地面，較重之物質則沉入地下。故陸地多爲花崗石(Granite)等較輕之物質所成，而海底則爲玄武岩(basalt)等重物所成。在有限之面積內，海常變爲陸地，陸地常變爲海；但各大洲與海洋區域之分別，當肇始於極早之時期也。

外面之石球爲大地較爲穩固之外殼，在最初時代其厚或約有五十英里。此時地上尙無大氣；

而水之積聚成今日之海洋，亦在極長之年代以後。水初自地球之本身流出，距無數年後，乃有雨水，將裸露之岩石，溶化其鹽質，而使海水變鹹，古時大陸之地殼經風與水之侵蝕，乃造成沙岩(sandstones)、泥岩(mudstones)等水成岩(sedimentary rocks)之原料，至今此種岩石或謂已厚至五十英里矣。

三

生物家庭之造成 試問以太古時代粗糲寂寥之世界，如何柔弱之植物得以萌發而生長，以成今之所謂生物，誠一極有趣之事也。世界固有極頑強之生物，但大多數皆不能禁耐暴烈之環境。大多數生物皆宜有溫和之氣候與和善之反應。故在古代最重要之物，即係大氣中所充滿之小行星塵，如張伯倫所云，外足以障日光強烈之輻射，內足以障地球熱力不平均之輻射。是乃為生命最初之預備；惟是時大氣中尚無游離之氮氣也。與之同等重要者，則為池塘湖沼海洋之出現。在太古之世，地球或全為水所包圍；水乃為生命之第二預備。蓋水所溶解物質之種類較任何液體為多，而其溶解度亦更大；夏日池塘之蒸發，既不易罄盡，冬日亦不至完全凍結；在各物質中，流動之運輸最

便，物質之分解最易，其所含成分，百分之八十以上皆生活物質也。

另一重要之事實，則在漸涼之地球，其大氣中，常滿儲氫、氮、炭三種原質（含於水氣與碳酸 carbonic acid 中），蓋此三種奇異之原質，皆具有相類之特殊性質，極易成種種之反應與關係，起極繁複極駁雜之變化。因而造成黏膩滲透之物質，於以構成生物。總之，無機世界之原料，宜於造成生物居處之家庭，其事蓋顯而易見者也。

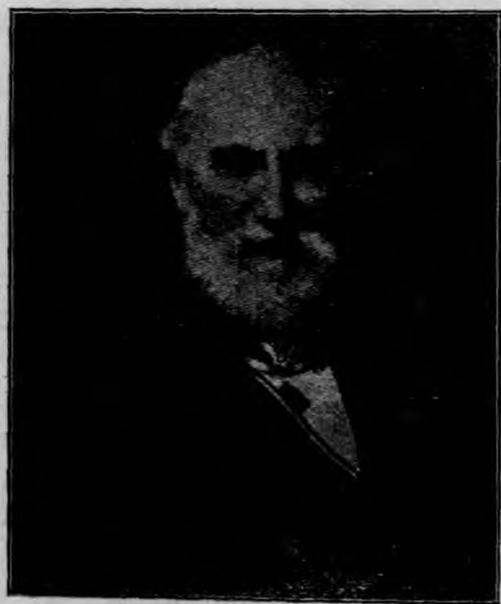
地球上生物之起原 在地球歷史之最初數期，吾人所能想像之任何生物均不能生存其上。其上溫度過高，既無大氣，亦無表面之水。直至無人能知之某一遼遠時代，生物始出現於地上。其如何出現之情形無人知之，但若研究其所以出現之道，亦一饒味之事也。

自古以來，即有一種答案：以爲地球之質點，或自來即賦有一種爲科學所不能究詰之生命。此說固可了結問題，但不免失之過驟。第二種學說則爲赫爾姆霍斯 (Helmholz) 及克爾文爵士 (Lord Kelvin) 諸人所持，以爲微細之生物或來自他世界，居隕星之裂縫中，或雜於大宙之微塵質點中，因而傳布至地球上。蓋種子每能生存於長期之極低溫度之下；細菌 (bacteria) 之孢子

(spore) 能耐甚高之溫度；植物之種子與動物之精與卵，在休眠狀態中能禁受長期之乾旱與養氣之缺乏。故如裴塞洛 (Barthelot) 所云，祇須分子未經解散，所有生命之活動可以暫時停頓，直至復得相當之環境時，生機始重行發動。故經過一長期之旅行，以達於大地，非不可能之事也。但克爾文學說之短處，在將生命起源之問題，由地球上推委於他處，初非解決之道也。

第三種學說以為地球上最初之時或有一種

最簡單之生物，產生於無機物中，由於半流質之炭素化合物經酵素之作用而成。此說之所以可信，



克爾文爵士

十九世紀最大物理家之一。氏估計地球之年齡為二千萬年。但彼當時無今日之發明，照今日之估計，地球之年齡當須大增云。

由於近世有機化學家，能用無機化合物以造成草酸 (oxalic acid) 藍靛 (indigo) 柳酸 (salicylic acid) 咖啡精 (caffeine) 葡萄糖 (grape-sugar) 等物之故。吾人固不知何者在自然界之大實驗室中，可代彼敏慧化學家之職，但自然界中似有一種由簡趨繁之勢。如電子造成原子，原子造成分子，小分子造成大分子是已。

關於生物之造成，有各種詳細之解說，當於另一章中討論之。就今日吾人所知生物界之情況，似無自動發生 (spontaneous generation) 之現象；所有之生物，皆出自前已存在之生物；其偶有持反對論者，多由於試驗之疎忽。但須知一初生物皆出於前已存在之生物，乃因實驗所得，並無例外，故可認為事實，此是一事；若謂此理終古不磨，則又為一事也。

即使有機化學家之技藝日進，而化合物如蛋白質一類者，可用人工造成，或吾人更能明瞭簡單之生物，可由無機化合物製造而成，亦不至使吾人通常對於生命之見解有所改變，不過使吾人平常所謂無知覺之死物更能增加其價值耳。若果地球上之微塵，在荒古之時自然產生原始之生物，若生物果真為地與日光所生，則覺全世界更為綿延，更有生氣；而無機界之呻吟痛苦，亦更易了。

解矣。

四

地球上最初之生物 吾人對於地球上或包圍地球之水中最初之生物僅能爲一臆忖之想像。但可爲吾人臆忖之基礎者，惟今日生存之最簡單生物，如數種細菌與單細胞之原生動物，尤以尙未分明變爲植物或動物之原生動物而已。今此事雖無人能下斷語，但有謂最初之生物，爲微點狀之生活物質，略似今日之細菌，能恃空氣水分與溶解鹽質而生存者，則此說殊有可信之理也。由此來源乃產出單細胞之海水中生物，能製造葉綠素或類似葉綠素之色素，因之能利用日光之能力以分解碳酸氣，及造成（即光合作用 *photosynthesis*）糖質與澱粉等炭素化合物。此微小之個體或爲纖維素（cellulose）之細胞膜所包圍。其所蓄之能力，可於其鞭毛搖擺之運動見之，以此能在水中迅速游泳進行。今日尙有各種此類生物，大多數居於水中，但亦有少數單細胞植物在潮濕空氣中，能使樹幹甚至階石變爲綠色。察赤教授（Prof. A. H. Church）以爲地球歷史中有一大時期，即係此無量數植物界始祖之綠色鞭毛蟲（green flagellates）廣集於沉浸萬物之大

海中之時也。

在另一方向，或演成一系吞噬他物之簡單生物，不能自行利用空氣水分與礦物鹽類以造成有機化合物，但能吞噬其鄰人以自生。此種生物不為纖維素之細胞膜所包圍，惟全體裸露於外，其原形質 (protoplasm) 能自由伸縮變形，狀如溝中之變形蟲 (amoeba)，或吾人之白血輪 (blood corpuscles)，以及其他變形蟲狀之細胞，是為動物界之始祖。於此可知最初之植物，與最初之動物，皆自最單簡之原生物所產出。然其體皆極微小，此時若有具有科學概念之人生存其間，將慨歎地球上之絕無生物，實則海中已為生物所麤集，但目不能見耳。最簡單之生物與赫胥黎所稱為生命物質基礎之原形質，將於此書後部生物學一章中論之。

天演最初之重大步驟

最初之動物——最初之植物——身體之起原——雌雄性之天演——自然死亡之起原

一

動植物之比較。生物系統之所以分爲動植物兩大支者，實有機天演爲其最初之重要進階，而全部自然史中，亦惟此爲最重要之分途也。

正式之植物皆有葉綠素 (chlorophyll)，能以簡單之化合作用，從空氣、水分，與礦物鹽中取其營養之物，並利用日光之能力，以行光合作用。其細胞包裹於纖維素之胞膜內，因而其運動之機會乃大減少。其所造成之養料遠出於其所能消耗者之上，故其生活所費頗爲省儉。惟彼等體中所積聚之氮氣廢物，無排泄之方，此其所以遠較動物爲遲鈍也。

至各動物，則生長於一較高之化合物階級上。其所賴以爲生者，爲炭水化合物 (carbohydrates，如澱粉 starch 與糖等)、脂肪，與蛋白質 (proteins，如麩質 gluten 酪素 albumen 等) 或爲他種動物所造成，或爲植物所造成。其細胞無纖維素之胞膜，且大多皆無任何種之胞膜。大多數動物皆有無限制之運動能力。動物消耗養料之率，幾與其製造能力相等。若吾人取一種植物與其同重量之動物相較，各取其建設之營養化學歷程與其消耗之營養化學歷程之比例觀之，卽見此種建設與消耗之比例，在植物較在動物爲大也。換言之，卽動物攫取植物以勤苦工作所得之養

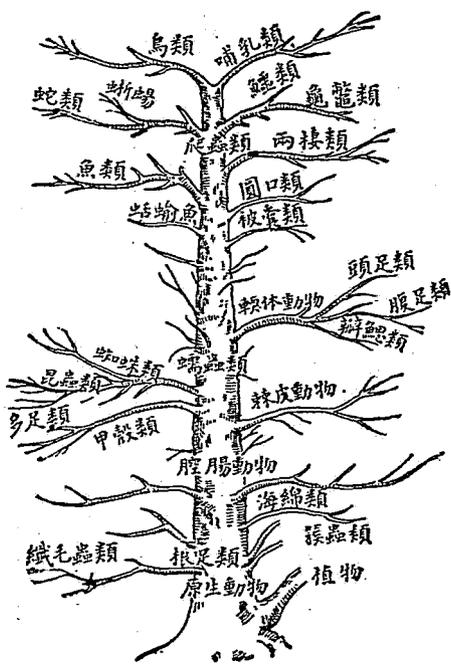
料，消費之於運動與工作之用；而動物界之全系統，皆恃綠色植物之光合作用以存立者也。

動物以其生活多含消費作用，故其體中易積聚其生活火之灰燼之氮氣廢物。其除去此項廢物之方法頗為靈巧：即以腎（俗名腰子）為濾器，以濾清全身之血，不致令此項廢物結晶或沉澱於體內，使器官閉塞，如在植物體中者然。不甚運動之動物如海參等則無腎，是為最能證明此理之特例；因其無腎以排除廢物，故運動甚緩慢也。以上所舉，實為動植物之基本區別，然例外者亦頗有之。動物有具植物性者，如附生之海綿、珊瑚、海參、沙蠟等。植物亦時具動物性如根莖葉，而花之各部亦亦有時能運動是也。但最重要之事實，則為生物系統最初之分支即動植物之區分，實為一切高等生物（人類自在其內）之所倚賴焉。文化之繼續，人類與動物之營養生存，甚至吾人所吸之氧氣，皆賴綠葉內之實驗室——此種實驗室能利用日光之助力，將水與碳酸氣及礦物鹽類，造成生命之養料焉。

二

陸生植物之肇始——最初之時，地球上殆曾經過極長之時期，全為水所淹沒；其時原始之植物

厥爲一般海洋中之簡單鞭毛蟲。嗣以地殼收縮之故，乃致海底有升高降下之處。中有堅硬之海底上升至極近海面，使浮飄之植物得附着其上，而同時得日光之照射。此乃察亦教授所認爲固定植



動物源流樹

表示按天演次序生物界普通所分之各區之相互關係。此圖所表示者爲吾人今日所知之結果，然仍不過暫時之排列，不得認爲確切不移者。

物之所以肇始，而爲天演史中極重要之步驟也。或在此種最早之植物中，動物得其初次之成功。當此海底繼續升高時，大陸乃漸漸出現。上說之附著植物是爲海岸所生海藻之遠祖。若吾人於落潮

之後，涉足於此種僅在此時暴露於外之叢莽中，即可見荒古時之狀況；是蓋原始之森林也。

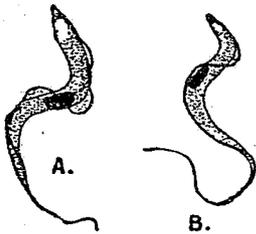
原生動物 (Protozoa)

動物之較海綿動物腔腸動物更為低下者，是為原生動物。此名固謂

『最初之動物，』實則僅指其中最簡單者，能使吾人揣知最初之生物有若何之簡單耳。蓋今日之大多數原生動物皆極複雜，決不能認之為最初之動物。雖大多數皆非顯微鏡不能見，然每個體皆為一完全之動物，備有與人體相同之基本作用。其與高等動物異者，為非為多數細胞所組成。彼等無細胞，無組織，無器官，非平常此等字義所能指者；但其內部之構造甚為複雜，遠出於造成高等動物之普通細胞之上。彼輩乃未造成軀體之完全生物也。

在鴻濛遼遠之往古中，有一時期，其唯一之動物厥為原生動物一類。吾人可斷言天演史中之二大步驟，是為產生三大類之原生動物：(甲)

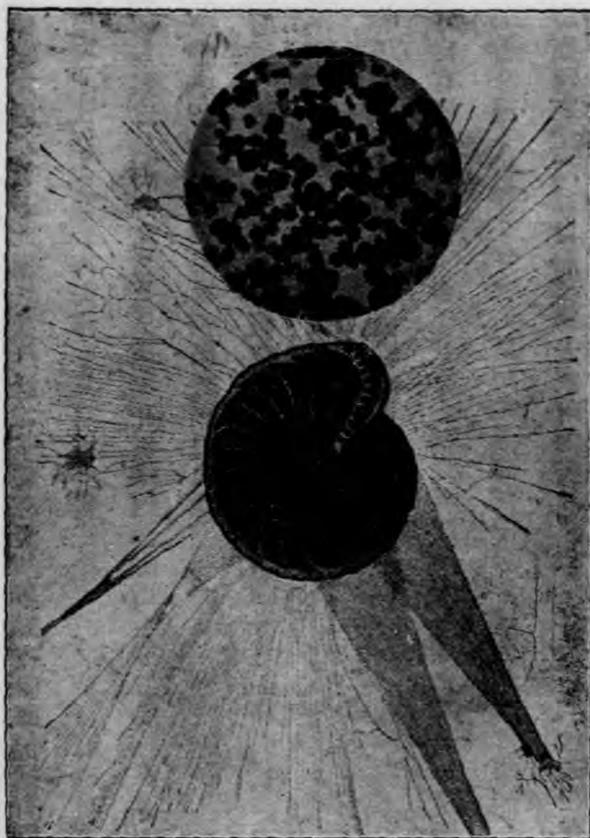
最活潑之纖毛類 (Infusorians) 如拖鞋蟲，



睡病蟲
(大加放大)

此顯微動物致非洲最可畏之睡死病。此病近年來蔓延日甚，故研究益形重要。此病蟲為賊蠅所傳，人被此蠅所嚙，即得此病，病蟲居人血中。

(trypanosome) 等。(乙)運動極緩慢之孢子蟲(Sporozoa)類，如寄生人類而為蚊蟲所傳染之



白 堊 蟲

上部圓體表示一羣造白堊之白堊蟲，每蟲不過大如最小之針鼻。此種動物造成多佛及其他地方之白堊岩，乃由古時海水中升高者。

下方為一普通白堊蟲之放大圖，表示中間之殼與四圍射出之原形質網，其中多數小顆粒繼續遊行，即用以獵取吸收食物。

(shipper animalcule)

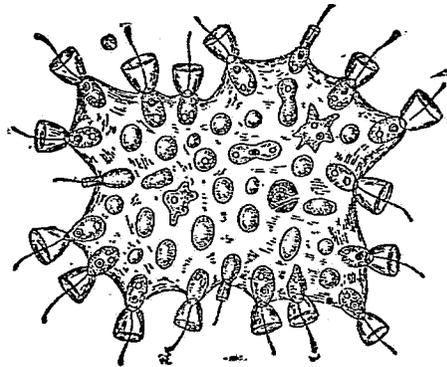
如使海中夜發磷光之夜光蟲

(Noctiluca)

如致睡死病之睡病蟲

瘧疾蟲 (malaria organism) 等。(丙) 不過於活潑亦不過於遲鈍之根足類 (rhizopods), 具有能伸縮之原形質者。此屬於變形蟲之一類, 在天演界頗占優勝, 包括有變形蟲與造成白堊粉之白堊蟲 (Foraminifera) 與海洋中具有極美麗之矽質殼之放射蟲 (radiolarian)。在複細胞動物體中, 亦有與此類動物相類之細胞, 名爲變形蟲狀細胞。最著者爲白血輪, 在體中巡行, 遇有侵入體中之細菌, 則吞噬之消化之; 若有何物須毀壞而重建者, 則白血輪擔負此責任, 此外尚有種種功用也。

三



原始海綿

爲最簡單之多細胞動物 (Protozoa) 之一表示軀體之肇始。其精子細胞與卵子細胞與營養細胞有別; 外部有頸之細胞亦與內部之細胞有別。於此已知多數多細胞動物開始有分工現象。

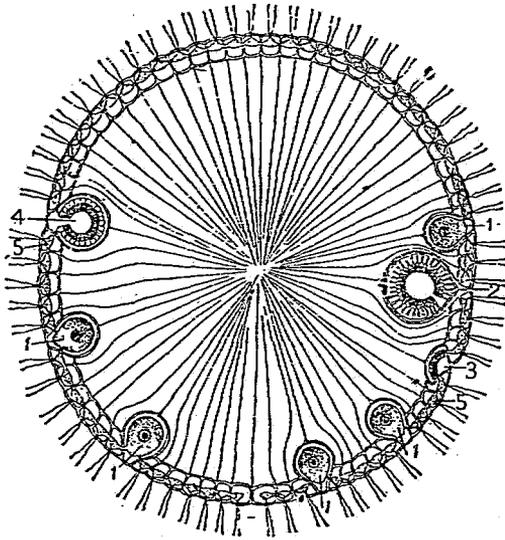
軀體之構成 自然科學大家阿伽西 (Louis Agassiz) 曾云在有機世界中, 最大之分界, 厥爲單細胞動物與多細胞動物。但此分界至海綿, 水螅 (Hydra) 及簡單蠕蟲逐漸天演至有軀體後,

已不復存在。此種軀體之構成實爲最饒興味之事，而亦天演史中一大步驟。其所以致此者，固無人知之。但亦非絕對不能理解者。

當一普通之原生動物分裂成二個或數個，以達其生殖之目的時，其子體各各分離。但有數種原生動物，其子體不全分離，連合爲一體。故如溝渠中之團藻（Volvox）（譯者按此物植物學家認爲植物，動物學家認爲動物，今所用者爲植物名）爲一極美麗之綠色球，爲一千至一萬細胞所組成之羣體。蓋彼幾構成一軀體矣！但在此構成羣體之原生動物，或其他與之相類之種類，其各個細胞皆爲同式者。至真正之多細胞生物則有各種細胞，以行其分工作用。又有數種原生動物，其細胞核在一細胞中分成多個細胞核，此可見於浴鴨池中之大變形蟲（Pelomyxa）或居於蛙之食道後半部之美麗貓睛蟲（Opalina）中。若此類原生動物之細胞質，各以一部分圍繞一細胞核，則不啻一肇始之軀體矣。若再加以分工作用，如將生殖作用之雄精細胞與卵細胞與軀體細胞分開，則尤似肇始之軀體矣。

彼有軀體之動植物或卽由近似上述之方法演進而成。於此有兩點須注意者。第一，軀體之構

成，與動物之大小無關；不過惟以此法始能造成大動物耳。故如車輪蟲 (rotifer) 類中之錐輪蟲 (Hydra) 共有九百餘細胞，而原生動物除如團藻之羣體外，只有一細胞，然二者之體積相若。第二，則一切複細胞動物，自海綿至人類，在最初之時皆為一『單細胞』是為受精卵，由此而分裂增加，蛻變以成軀體。非謂平常任何單獨細胞皆能發達為一蚯蚓，一蝴蝶，一鷹，一人；其能如此發達者實為含有若干年代之豐富遺傳之細胞。但最有趣味而宜牢記者，則為多細胞動物之由常法生殖而不以發芽或他法生殖者，皆



團藻

團藻生於溝渠水塘之中，為最早有軀體之生物，其體含有一千至一萬之細胞；但其細胞僅有一種。在多細胞動物，細胞有多種，各有不同之功用。每一平常細胞 (5) 有二鞭毛。子羣體常在 (3) (4) (2) 等處發生於母羣體中。生殖細胞之發達在 (1) 處表示之。

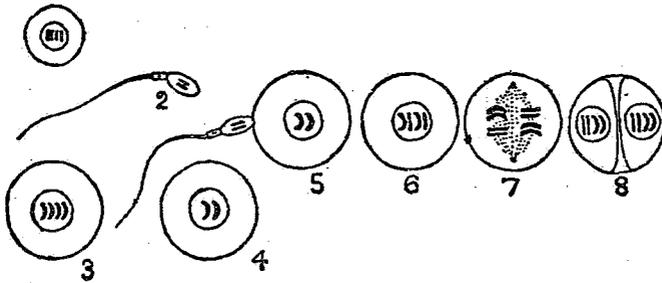
肇始於一受精之卵。由受精之卵分裂爲子細胞，子細胞復結合而成軀體，由此可以追想子細胞最初結成軀體之情狀矣。

有性生殖之肇始 生浮萍上之水螅常用發芽法繁殖。其母體上發生子體之芽，與之同一形狀；繼則營養發生障礙，而子體與母體分離。大海葵(sea-anemone)能分裂爲二分或三分以上之部分，而成獨立之動物，是爲無性生殖。其生殖也，以其體之分裂，而不以產生雄精細胞與卵細胞。在動物與植物，此種無性生殖，殊爲習見之事。但此法頗有不便之處，蓋在生理上觀之，殊不經濟，且至體中各器官關係極密分工極細時，此法尤爲不便。故吾人決不能設想一蜜蜂或一鳥能以分裂或發芽之法繁殖也。且若無性生殖爲惟一繁殖之方法，則母體所曾受之損傷，必至遺傳於後代也。

分裂之法乃舊式之繁殖法。天演史中之一重大步驟，在發明一較佳之新法，是爲有性生殖。此法在受精卵發達成軀體時，將一部分細胞預儲爲生殖之用，而與普通肌肉與器官之造成無關；能單獨自立，使凝縮於受精卵中之全部遺傳性，得以繼續不絕。此種細胞之保留，所以備將來成熟動物產生生殖細胞之用；而從此產生雄精細胞與卵細胞也。

有性生殖之法，有以下諸大優點：

(1) 下代之產生不甚耗費，蓋分解生殖細胞於精液，自較分裂軀體之半為易也。(2) 可同時產生多數新生命，此點在生存競爭極烈，而父母不能照料時，極為重要，否則常有滅種之虞也。(3) 生殖細胞不易為父母體所受之惡影響所侵害——除非有極烈之傷害，如毒物等，深入其體。(4) 更有一優點，即能造成兩種生殖細胞：一為卵細胞，含有多量之建造材料，且常具有遺傳於胎兒而極富營養物之卵



表示原始個體生命之圖式

(1) 未成熟之精子細胞有四染色體(chromosome)以四直線代表之。
 (2) 成熟之精子細胞含有二染色體。(3) 未成熟之卵細胞有四染色體，以四曲線代表之。(4) 成熟之卵細胞有二染色體。(5) 精蟲與卵配合輸入其二染色體。(6) 受精卵有四染色體，二出於母體二出於父體。(7) 染色體。排列於赤道盤，各縱裂為二，由精蟲輸入之中質體(centrosome)亦分裂為二，各居細胞核之一極。此與卵之分裂有極重要之關係者。(8) 受精卵分裂為二細胞，各有父性二母性之染色體。

黃；一爲精蟲或雄精細胞，能游泳於液體中以覓就甚遠之卵，而達其引起變異之異體交配之目的焉。

四

雌雄性之天演 有機天演之另一大進步，厥爲分成兩種生理的性別，雄者生雄精，雌者生卵。此種區分似在生殖細胞之內部組織中已有之，故使鳥巢中緊相倚傍之兩卵，一發達爲雄體，一發達爲雌體。據里德爾教授 (Prof. Oscar Riddle) 之研究，鴿卵有兩種，一種產雄鴿，一種產雌鴿。兩種之卵，其造成卵黃與其他生理上之性質，均不相同。

在海膽 (sea-urchins) 每有外狀無別之兩個體，然一爲雌體，有大卵巢，一爲雄體，有與之同大之睾丸。此處，其生理差別不影響於軀體之全部，而僅影響於生殖器官，若更從生理學深究之，則能發現其血液或營養代謝中之差別也。至大多數動物，則雌雄個體有極顯著之表面區別，雌雄孔雀雌雄麋鹿之區別，固吾人所習見者也。此處則產精細胞者與產卵細胞者之主要區別，乃瀰滿於全身。至足顯示其雌雄結構與習性之差別。雌雄性之表現，有時受制於合而孟 (hormones) (一名化學

使者 (chemical messengers) 此物能藉血液之流行，自生殖器以循環於全體，又能操縱角，冠，毛，羽，聽音，舞蹈，技能之發達。吾人確知某種雌體亦蘊蓄雄體之性質，但卵巢中之合而孟能制止其表現，關於此種合而孟之作用，以後將詳言之。

按近日之研究證明，雖雌雄性之區別極爲深切著明，然非截然分畫。故亦有雌鴿多具雄性，雄鴿多具雌性者。蓋雌雄程度之差別，而非種類之差別也。

五

一切生物何以皆不免於死亡？此大可研究之問題也。美國加利福尼亞之大稀樺樹 (Sequoia) 曾生存至二千年之久，然終亦死亡。龜有活至百歲者，海葵有活至六十歲者，亦終於死亡。軀體死亡之終不可免，究有何意義乎？

自然死亡之肇始 平常死亡可分爲三大類。(甲) 大多數動物皆遭慘死，或爲他種動物所食，或因環境之重大變遷而致死。(乙) 當一動物入一新區域，或與他種生物起新接觸，每每爲微生物或較大之寄生物所侵害；對於此項未慣受之寄生物，動物每無抵抗之能力。動物對於多種舊

有之寄生物常能任其生長而無大害；至新寄生物則常足以致命，例如非洲賊賊蠅 (*Tsetse-fly*) 嘔人，則傳染致睡死病之睡病蟲，其害之烈，吾人所習知也。在多數動物，苟寄主之身體強健，寄生物爲害不大；若寄主之體就衰，則寄生物乃大得勢而能致主於死，如所謂之「松雞病」 (*Grouse disease*) 是也。(丙)但在慘死與微生物(或寄生物)所致之死外，尚有自然之死。此可謂爲取得軀體之代價。有取得價值之軀體，必極繁複而分工極細，且必有穩定之內部組織，久經動用，則逐漸衰耗。所衰耗者與其設爲細胞內之原形質，寧謂爲支撐原形質之軀幹——卽生命實驗室中之內部陳設也。體中固有各種返老還童之方法。如休息，補繕，變遷，重行組織，皆以抵抗衰老之影響；但最後則衰老終不能免。自然死亡之另一甚深奧義，厥爲生殖作用之生理消耗。在多數動物，自蠕蟲至鰻魚，其死亡皆發生新生命之代價也。最奇異之事厥爲最簡單之動物，如原生動物，乃無自然之死亡。其軀體比較爲簡單，能以休息補繕，抵補其消耗。彼等不積欠惡債，且其分裂軀體爲二或多數之繁殖法，在生理上消耗亦不大。永不死亡之幸福，在多種簡單之多細胞動物，如水螅扁蟲等，亦能享之。此種避免自然死亡法之演成，是爲天演史中最有趣之一章，如珊瑚礁中之大沙蠶 (*palole*)

worm)當放出生殖細胞時，其體開裂，但頭部固著珊瑚罅隙中，從容產出一新軀體焉。

與避免自然死亡方法之天演所宜同時討論者，為逐漸成立與本種最有利之壽命長度，與生活史之分段，使適合於各種環境焉。

六

重大之獲得 在海葵，水母等

動物，其體之對稱為輻射狀者，即無所謂左右，其體可由多數方面分為兩半也。此種對稱利於固著或飄浮之生活。但至蠕蟲，則以其體之一端，向前運動，為最有益之習慣。自蠕蟲至於人類，大多數動物皆兩旁對稱。

彼等皆有左右兩半，祇能從一平面將其體分為兩半。此種對稱，較輻射狀動物更宜於勞動之生活，



海葵之玻璃標本

一長管狀海葵，有一圈精細之足環口而生。其形狀極似一花。足上生有多數可收之刺環，即用之刺取小動物而食之者。

宜於獵取食物，避免仇敵與追逐配偶。同時以兩旁對稱之成立，頭中之腦亦應運而生，蓋在數種簡單之蠕蟲，腦已開始發生也。

在其他逐漸天演之重大獲得，吾人可注意以下各種：如甚為發達而具有感覺器官之頭，內部面積之增大，如食道之消化與吸收壁之成立，收縮極速之有紋肌肉與筋肉附屬物之起源，血之造成，使為體中分布之媒介物，體中各部分皆從之取得其所需，而輸給其所造，皆此類也。

另有一種極重要之獲得，據吾人所知，僅脊椎動物所獨具者，則為內部分泌

腺如盾狀腺 (thyroid gland) 腎上腺 (suprarenal gland) 之類。此種器官製造精妙之化合物



蚯 蚓

蚯蚓始有將其體之一端永向前面進行之良習慣，而自蚯蚓上至人類其體皆兩旁對稱。

分布於血中，以達於全體，對於節制調和種種生活作用大有影響。一類謂之合而孟或名刺激液，能刺激器官與組織增加其活動。一類謂之節制液(chalone)能限制器官與組織之活動。數種能節制生長，數種能急速改變血之成分與壓力，數種能使體中之某部分之待發達者急速發達。故在適當之時期，哺乳動物母體之乳房，乃由靜伏之狀態變為活動者也。天演史中此種有趣味之結果，於此書之另一部分中當更詳細討論之。

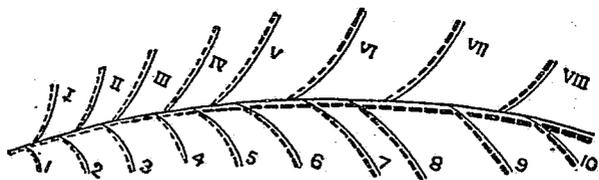
動物行爲之斜面

一

在吾人進行研究各世代高等動物之逐漸演化之先，宜略事研究動物行爲之天演。

心意之天演 人類肇始於一極微細之受精卵細胞，其中蘊蓄長期結果之人類遺傳性。以處胎九月之長期，與母體生理有密切之聯絡，斯時如入睡眠，無人能言未誕生之胎兒心意如何也。卽至誕生之後，心意之發達雖極神奇，然亦極緩慢。最初在受精卵與胚胎之初期，完全無神經系，神經

系蓋由最簡單之起點逐漸發達而成者。但心靈不能來自外方；故無論如何，吾人不得不承認其可能性，在個體發生之初即有之。各種特別之心靈現象如思想，感情，意志，為吾人最習知之經驗，為吾人感覺以外之活動，此數者之可能性之必蘊蓄於生殖細胞中，亦猶牛頓之天才必蘊蓄於一極劣之嬰兒體中也。在個體中為然者，在種中亦然。生物之活動之一種，吾人所謂為心意者，亦有一逐漸天演之歷史。在吾人不能指定一點，云在此以前無所謂心意。實則有生命即有少量之心意，即植物亦有之也。若更為精確之解說，可云吾人所謂為生命



動物行為之斜面圖式

正中之線表示生物之生命。上面者為有創始力之活動；下面者為幾於完全機械的活動。

上面 I. 奮力之活動。II. 簡單之試驗。III. 試驗與錯誤方法。VI. 無知解力之試驗。V. 『經驗』之學習。VI. 『聯想』之學習。VII. 知解之行爲。VIII. 理智之舉止(人類)。

下方 1. 對環境之感應。2. 記錄之反應。3. 簡單之反射活動。4. 繁複之反射活動。5. 轉應。6. 固定之節奏。7. 簡單之本能。8. 聯屬之本能。9. 受有知解影響之本能活動。10. 高階級(人類)之下意識行爲。

之一種活動，皆有少量內部或心意之狀態焉。

一最簡單之動物蓄有少量之潛能，繼乃因對付其環境而消耗之，若炸藥爆裂然。其爲此也，常能以自存之方法出之。故雖燃燒，而不至爲灰燼；雖爆炸，而不至於成齏粉。凡爲生物皆能於一長期或短期中保存其現狀——盡其壽命之限度。生物之不善消耗其能力，或消耗於有害於己之方法者，在生存競爭中，必歸於被淘汰之列。當在顯微鏡下，觀彼原生動物游行考察其區域時，恰如在望遠鏡中，觀察獵犬之巡察田野，似不能不承認在其活動中有類似於心意之企圖也。此種印象，至一變形蟲追逐另一變形蟲，獲得之，吞噬之，忽失之，重行追逐之，等等行動，尤加強固。吾人敢深信者：彼原生動物之行爲，決非如鉀素顆粒跳躍於一盆水中，或兵艦上之礮開放時向側捲動之情形可比。另一特點即原生動物之遊行運動常能表現個性，例如作螺旋形運動是也。

但生命活動舍由生物之本體施影響於環境外，生物尙能被外間之環境所影響。是猶盾之有兩面，生物施於環境，爲盾之一面，環境施於生物，爲盾之又一面。若吾人欲見生命之全體，吾人必須認明所謂生活現象之兩方面；夫所謂天演者，其意即增加有利之銳覺以對付環境，更能利用環境

之影響，避免無益之刺激，多開知識之門戶是也；若並此而不知，則忽視動物生活史之一重要部分矣。以故鳥之世界較蚯蚓之世界更大而更美；世界對於鳥之意義，亦較蚯蚓爲豐富也。

試驗與錯誤方法 (trial and error method) 簡單生物能以某程度之自動進取施動作於環境，同時亦能對環境而起有效之反應。動物對於環境每有一定之反應，有時數次，有時一次，如拖鞋蟲行近一種不適宜之環境，立將其顫毛之運動變易方向，向後退縮，略轉移一方向，仍向前方進行。若此次不再遇不適宜之環境，固佳；若再遇之，則退縮轉移如前狀，直至發見一出路，或爲此種刺激致之於死而後已。

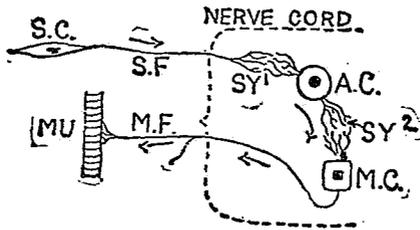
拖鞋蟲之於各種問題，惟有此一種答案；但在他種原生動物，則有數種素具之反應。當動物有數種反應可以更番試用時，此動物即係採用試驗與錯誤之方法，是則更進一階級矣。

此法即求滿欲望之努力，與解決問題之試驗。當此生物受其經驗之益，至可以解決問題時，即是學習之嚆矢也。

反射行爲 在簡單之多細胞動物如海葵等，吾人初見反射行爲之肇始，下等動物大部分之

行爲，皆反射行爲也。反射行爲者，在動物正在發達之時，其體中之肌肉細胞與神經細胞有一種預定之布置，使對於常遇之刺激，爲一種適當之反應。當蚯蚓露其半體於外，而覺有輕微之畫眉足步時，立即收縮入孔穴之內，此非蚯蚓之反射行爲乎？

蚯蚓表皮之某種感覺神經細胞，爲土地之震動所刺激；此消息乃傳遞至神經細胞所連之神經纖維，而達於中樞神經。感覺神經纖維與各枝中介傳達之細胞相聯絡，此種細胞又與司運動神經之細胞相連。前項刺激之消息乃移至此處，由司運動之神經細胞發出一種衝動，傳達於其司運動之神經纖維，復由此而轉達於肌肉，肌肉因而收



表示在無脊椎動物如蚯蚓中之單簡反射弧之圖式

- (1) 一在表皮上之感覺細胞 (S. C.) 受一刺激。
- (2) 此刺激循感覺神經纖維 (S. F.) 而進行。
- (3) 感覺神經纖維在神經中之分枝。
- (4) 其支與傳達細胞 (A. C.) 之枝密接 (S. Y.₁)。
- (5) 傳達細胞之他枝與運動神經細胞 (M. C.) 之枝密接 (S. Y.₂)。
- (6) 一衝動乃隨運動神經纖維而進行。
- (7) 運動神經纖維復與近表面之肌肉纖維 (M. F.) 接觸。肌肉纖維運動，而反射作用乃完成。

縮。此種經過，若須費上方敘述或僅言其大略之時間，則在蚯蚓將無大益。但運動反應幾於立刻追隨感覺之刺激。此種反射行爲成立之佳處在反應之能力與生俱生，不須學習而後得；即使有腦，此種反射行爲亦不須腦先受刺激，且動物亦不須起意志之作用以行之。然有時能藉更高神經中心點之節制，使自然之反射制止不行，如在嚴肅之境況中，吾人制止噴嚏與咳嗽是也。天演之方法，即在造成立能運用之反應，吾人若逐漸上溯動物界之各支，則見各種反射動作，非常複雜而勾連，拔茅連茹，有其一必牽及其二，於是而成一串之動作。如捕蠅草 (*Venus's Fly-trap*) 一類之食蟲植物之捕取昆蟲，其動作頗似反射動作，但植物無有明確之神經系也。

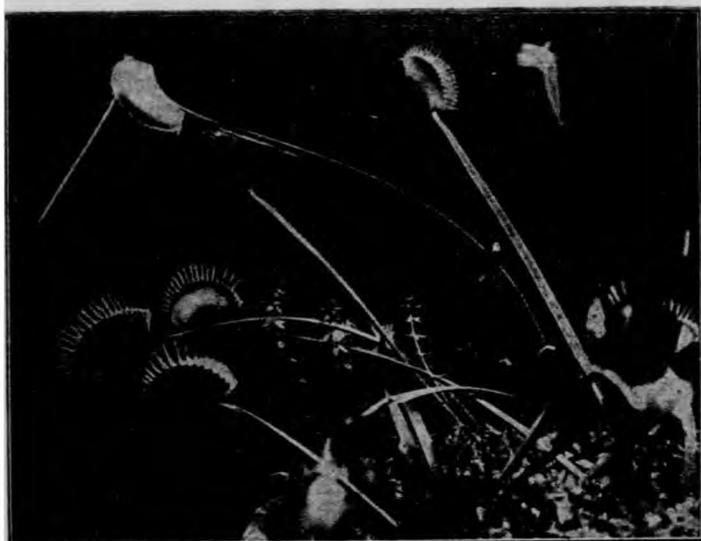
何謂轉應 (*tropism*) 在動物心意之斜面較高之階級，則有所謂轉應者，即動物對環境起一種必然之運動，使其全體對於地心吸力，壓力，水流，濕度，熱，光，電，接觸之面之刺激，得回復生理上之平衡是也。當一蛾飛過一蠟燭時，其近光之眼受光較強，因而引起一種生理上之不平衡，而影響於神經細胞與肌肉細胞。結果則蛾自動更改其飛翔之方向使兩眼皆受同等之光度。然其爲此也，每致誤投入火。

蛾之投火，固爲蛾極不幸之反應，但火燄爲其環境中純出人爲之物，固不能期其適合於蛾也。此類之轉應，乃動物行爲中重要之元素。

二

本能行爲 (Instinct)

behaviour) 更上階級，則爲本能行爲。其在蟻，蜂，蜜蜂等，所達之完備程度，至可驚異。本能行爲之純正表現，全仗先天之稟賦；絲毫不須學習，與練習經驗



捕 蠅 草

世界最奇特之植物之一，能用其葉之一部所成之機括以捕取蟲類。圖中所表示者爲以一細莖觸之，而被按去挾持之狀，其葉上有觸覺之毛六。若昆蟲落於葉上而與其一毛接觸，立即引起運動，葉之兩半速即閉合，其葉緣上之齒亦交絡，以免昆蟲之逸出。繼即分泌消化液以食之。

無關，惟二者亦能改進之；本能行爲爲一種中一切同性之各個體所同具（雌體之本能，每每與雄體所具者不同）而與其生活史中之某特別情形有極重要之關係者，此種情形有時一生僅有一次。如玉加花蛾之雌蟲，自繭中生出時，正鐘形玉加花開放之候。彼飛至花上，採取少量小蕊上之花粉，揉成一丸狀之小球，藏之頷下。嗣飛至一較老之玉加花，產卵於子房中之數胚珠中，但在產卵之先，彼必將頷下之花粉球置之柱頭之上。花粉萌發成花粉管，花粉管中之細胞核乃與胚珠中之卵細胞配合，種子乃得成熟，而玉加花蛾所用以爲其子嗣之襪者，不過全數種子中之一部分。玉加花蛾出蛹之時，毫無玉加花之經驗；然能本其本能，發爲一組貫串之動作，以達繼續其種族之目的焉。

自生理上觀點言之，本能行爲，甚似一串複式之反射動作；但至少數例，使吾人有理由信此



玉加花蛾 (Yucca moth)

玉加花蛾由繭中出後，即在夜間飛至一玉加花，由小蕊上採取花粉，揉成一小球，銜之口中。再飛至他花而產卵於子房中。產卵後乃將花粉置之蕊之柱頭上，庶花得以傳粉而結實。玉加花在英國不結實，蓋以無此蛾故。

種行爲由自覺努力雜揉而成。此見解可以特種本能行爲脫離舊轍，以應付例外之情況證之。同時須注意者，即蟻蜂與蜜蜂大多數之動作，雖皆爲反射之行爲者，然有時亦遵試驗錯誤法之大概，至於鳥類與獸類之本能行爲，有時亦取智慧行爲而代之。或者本能行爲無不多少雜有智慧，亦無智慧行爲不稍雜以本能也。昔日以爲本能之行爲本導源於智慧，本能爲墮落之智慧，其說頗有可信之理。觀於平常習慣之智慧行爲可不需個人智力之控制，益可信其說之有徵，惟其說必以尙未證明之後天習性，可以遺傳於其裔族之學說爲根據，則爲其缺點耳。吾人幾可斷言本能爲天演史之另一途徑，與知識有異，與算學家或音樂家天賦之神悟相近，而與鏗而不舍之智力鑽研相距甚遠者也。

動物之智慧 行爲之斜面更上之一階級，是爲狹義之智慧。動物行爲中，有非認定動物能從經驗學習所得，作某種知覺之推論，不能解說者，皆屬此類。此種智慧行爲表示個體之差異者甚大；其性質極易受範，可經種種改變，非若本能有一定之軌迹，非將個體之天性澈底變更，則極難移轉者可比；且智慧行爲有領解各種關係之能力，非如本能行爲受特種情形之限制也。

至若能以普通之觀念爲試驗，除知覺的推論外，尙有相反之概念的推論，是則吾人所謂理性也。但在人類以下，尙未見有此種能力，雖在人類，吾人亦不能謂其完全有理性之行為，但人類時時刻刻有理性之可能性耳。



此圖表示自魚至人之腦之發達

前腦(cerebrum)爲智識之中樞，在天演進化程序中，逐漸較後腦(cerebellum)脊髓(spinal cord)爲大。在哺乳動物，逐漸變爲摺疊之狀。再在魚類，腦在一平面上者，乃逐漸彎曲。在鳥類，較所畫者更爲彎曲。

動物之本能智慧，在此書之他部分更將以實例明之。吾人此處所講者，不過爲行為之天演之普通問題。在智慧平面之上下，皆有一試驗行為之一大支。天演之目的，一部是使動物作有效的反應，以遺傳於後裔，其優點在使反應迅速，而生物因有餘力可以向上發展也。

在天演史中，動物行為之繁複與技巧已漸增加，較能自制亦較能自由；至其行為之內部，如試驗，學習，思想，感情，意志等，則日趨於重要。

三

父母保護之天演 哺乳動物為天演趨勢之最高點，即產出已甚發達之胎兒，增加父母之保護，減少子嗣之數目等趨勢是已。英國有一種星魚名 *Tuidia* 者，年產卵二萬萬枚，海鰻鱺 (*conger eels*) 及他種魚聞產卵至數百萬之數。此等動物為以撒卵法解決存活問題之例。多種動物生產能力極大，則撒布水中巨數之卵，可抵償幼年巨數之死亡，且可不須父母之保護焉。

但有他種動物，其生產能力較小，乃取他法解決此問題。

彼所行者，為父母之保護；能以極節省之生產量，達保存種族之目的。此即特著於高等動物之天演



櫛 蠶

此為一種分布甚廣之老式動物。似一永不蛻化之蠕蟲。與蠕蟲類及昆蟲皆有關係。有一絨質之皮，小鑽石狀之眼，短棒狀之足。為一無保護無武器之動物，夜間始出，人云能由口中射出黏質以獵食小昆蟲云。

趨向。斯賓塞 (Herbert Spencer) 因之立一定律：謂動物家族之大小與額數，與此動物天演之程度成反比例云。

父母保護其幼兒使得安全，有多種不同之方法，其一法即爲胎生 (Viviparity)。其幼兒已經發達至能獨立生活時，始離母體，此法爲幼兒作一完善之預備，其死亡之機會因之大可減少。換言之，即動物之向減少子嗣數之方向變異者，若同時向增加父母之保護方向變異，亦可立足於生存競爭之中。在別例則或取相反之方向。

櫛蠶 (Peripatus) 者，一古代遺留之有趣動物也；今日之世界於彼實過於嚴酷，其對付困難之方法，爲將其幼子寄之母體內至數月之久，直至完全長成，始行產生。胎兒每次祇有少數，雖其間不無特例，如夏間之綠蠅，雖亦胎生，而子嗣亦極繁多，但普通之例，則胎生者家族必小。有花之植物，另爲一例，蓋雖亦表示一種胎生現象，其種子即爲胚胎，一個體常有數之花，因而有極大之家族。胎生現象最佳之例，厥爲陸生動物，其幼兒之危險最多，至哺乳動物則胎生現象已登峯造極矣。

富有趣味之事實，厥為三種最低下之哺乳動物，如鴨獺及兩種有蜚毛之食蟻獸，皆產卵，是為



THE DUCKBILL.

澳洲之鴨獺(Platypus)

澳洲之鴨獺為最簡單哺乳動物之後裔。此物具有爬蟲類之性質，為卵生動物，其卵頗大，血亦不甚熱，甚能游泳。以水中小動物為食。亦能掘穴而居。



石袋鼠(rock kangaroo)之攜帶其幼兒於囊中

其幼兒產生之初極無能為，甚至乳亦不能吸。其母置之於腹部外面之囊中，日後則幼兒出袋而獨立。

哺乳動物之卵生者。至再高一級之有袋類，則若尚未到期而產生者然，在大多數種類，皆藏幼兒於

一體外之袋中。至其餘之胎盤哺乳類，則胎兒處胎之時期較長，而產母與胎兒生理之關係，亦更加密切焉。

四

天演作用之莊嚴，可於另一方面見之，即駕馭一切可以生存之地域，而繼續征服其環境是已。

(一) 動物最初立足之處，當為富於刺激情況之海岸區域，其地水淺而日光充足，沿緣大陸叢生海藻。此種海濱為一和美之環境，鹹水淡水空氣大陸互相接觸之處，具有極有刺激之變遷，充足之養氣，以及河流所攜下與海藻所供給極豐富之養料。

此種區域固非易於生活之地，但亦無害；至今所有各種動物支派，自纖毛蟲至海鳥及哺乳類，皆有代表生於此焉。

大海之搖牀 (二) 大海之住宅，包括一切距海岸淺水區域較遠之處，及大海水面有充足日光之區域。

此種區域，或為最易於生活之住所，既不擁擠，又復平均，而無量數浮於海中之微細藻類，復能

供給動物以充分之食料。此等藻類一變而爲甲殼動物 (Crustaceans)，甲殼動物乃爲魚所利用，而更高等種類如食肉龍蟹及有齒之鯨等復資魚類以爲生。大海或爲一切生命原始之搖牀，或如赤教授所言，先有一長期之海洋生活，始有多量之淺水區域，使飄浮植物能附生其間。多種海岸動物如蟹與星魚之類，皆將其幼年時代託生於較爲安穩之海洋搖牀中，直至其體已甚強壯時，始回至其情況較勞苦之誕生地。吾人或可斷言爲動物原始之搖牀者，惟海岸與大海間之區域可以當之。

深海之處 (三) 生命之第三住宅爲深海之海底，其區域占地球面積之大半。此等區域極其寒冷，不啻永久之冬季；極其黑暗，不啻無窮之長夜；僅時有『磷光』動物不時作閃光而已。海底之壓力，非常之大，在一萬五千英尺之下，每一方寸之壓力每至二噸半之巨。此等區域，極其靜闕而無聲響，環境之單調殆不可耐；且海底無植物，必須互相吞噬；推其極則仰給於自海面下沉瀕死之原生動物。此種環境驟觀之；似極不宜於生活，但亦有多數動物生於其間，於是可見動物之『頑梗』。雖如深海洋之困難，亦能征服之焉。移殖於深海一層，或爲比較爲近今之事實，蓋其間之動物界，甚

少古昔之種類也。此種移殖可斷爲海濱動物所爲，蓋追尋食物，逐漸下降，逐漸遠離海岸之斜坡而入於深海之底焉。

淡水區域 (四) 生物之第四種住宅，是爲淡水區域，包括湖河池塘沼澤等區域。其移殖也，由海濱上溯江河之支流，或直由海岸移殖於稍含鹽分之沼澤；或有時爲陸地所包圍之內海，經過久遠之時期，漸變爲淡水。淡水中之動物，亦各支皆有代表，而於其特種之環境有種種適應。淡水生活有種種危險：如有時乾涸，冬冷凍結，或洪水退後，將生物遺留於高燥乾涸之處，或沖捲入海中，此皆宜有特種之適應以爲救濟者也。

陸地之征服 (五) 陸地在各時代，數數爲海水或淡水中動物所侵入。第一侵入陸地者爲各種之蠕蟲，結果則造成良好之土壤，再則爲呼吸空氣之節肢動物 (arthropods) 之侵入，結果則造成花與昆蟲間之關係，再則爲呼吸空氣之兩棲類 (amphibians) 之侵入，結果則爲演成陸生之各種高等動物，成智慧與家族親愛之發達。在此三大種侵入以外，尙有小侵入，如造成陸生之蝸牛蛭蚰等者，可見在水生動物中，有一極廣闊而堅忍之征服陸地之趨向焉。

遷居陸地，有種種之意義。第一、陸地上所有之養氣，較溶解於水中者為多。但空氣中之養氣，較難於獲得，尤以皮膚堅硬保護周密者更難。蓋陸居動物，必須有如是之變遷也。因之引起內部呼吸面之發達，如肺是。養氣乃由此處吸收入血中。在大多數動物，血皆行至呼吸器官之表面以吸收養氣；在昆蟲則不然：養氣被吸收而直達血液，或將養氣之大部分，達到養氣燃燒之生活組織。在昆蟲體中乃發達成一分支之氣管系，將空氣吸取，達其全身各細微之處。此種透澈之流通空氣，或即昆蟲生活極活潑之原因。蓋血液不能一刻不潔也。

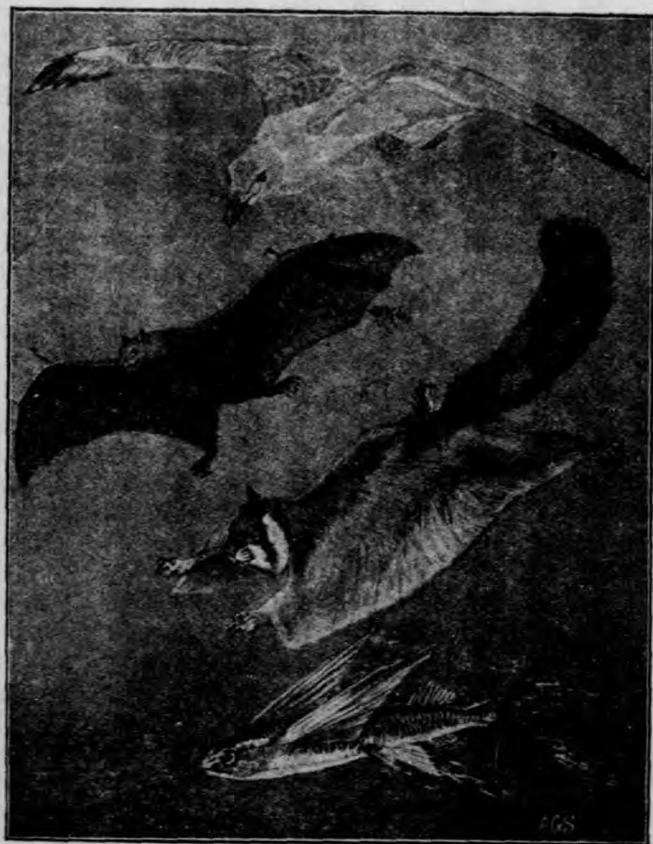
征服陸地復引起一種支撐運動之重要，如撐舟然，其體之前進，必藉一槓桿撐抵於硬基之上。結果則除少數特例外，大多數陸生動物之體皆變為緊密，易為四肢所舉起，或用他種方法，使無過大之面積匍匐地上。動物如水母等，固易為水所浮起，但決不能生於陸地之上。如蚯蚓，蜈蚣，蛇等貌似例外，亦不難解釋之。蓋蚯蚓乃鑽入土中，一路食土而進者；蜈蚣之長身，有多數堅硬之足以支撐之；蛇之進行，則以多數腹部之硬鱗片，各與其多數肋骨之末端相連，故運動亦甚便也。

征服陸地生活困難之方法 侵入陸地之後，動物乃受一種大限制，即僅能在一平面上運動。

即運動於地面之上是也。此乃與水中生活大異，在水中，動物可或上或下，或左或右，能在長闊高之任何方面，作任何角度之游行。故在陸生動物危險倍多，除有他法以獲得安全外，其行動必須迅速精當，可不言而喻。此陸生動物之所以發達有極精細之橫紋筋肉，而地上爬行之甲蟲 (Beetle) 所有之筋肉遠較游泳海中之龍蝦 (Lobster) 爲多也。

陸生動物，復有遭遇旱乾嚴霜等危險，其抵禦之法亦自多門，如蠕蟲之毛，哺乳動物之皮毛，龜與穿山甲之甲殼，皆保護之具也。有時復有他種解決之方法，如蛙在冬季，擇一僻奧之所潛伏，不食不動，蟄伏一冬是也。

遷居陸上之另一結果，即爲卵或幼兒不能聽其自然，不加保護。在水居之動物，爲水所圍繞，則卵或幼兒散處水中，其害尙小。在陸地若自由散卵或產兒，則多數之卵兒必致乾枯或被他種動物所吞食。陸生動物因之亦有多種保護之方，如埋之土中，藏之巢內，或在產生之前後，長期攜帶於母體中，如此則幼兒可免危險。而亦惟在小家族爲能行之。於此乃有逐漸演進之父母保育及慈愛之情感。



表示各種飛騰之方法

上爲鷗，有被覆羽毛之翼，爲真能飛者。次爲狐蝠，有皮狀之翼，亦真能飛者。三爲飛松鼠，有皮狀之鼓風膜，能自彼樹飛騰至彼樹，但不能真飛。下爲飛魚，用其尾跳躍時，其胸鰭即供鼓風之用，用此法可效海鷗之狀而飛騰。

最後，則可由地上之危險，使吾人了解：何以多種動物穴居土中，而他種則居於樹上；何以有多種仍回至水中，他種乃飛翔於空中。於此吾人可發疑問：苟陸居既有如此之危險與困難，何以必須移殖於陸地乎？其答案爲好奇心與需要乃發明之父母也。動物之離水，或因池塘乾涸，或因孳乳過密，或因欲避無脊椎之仇敵，或因好奇心與冒險性有以致之，而好奇心與冒險性，從來爲進步之發動力焉。

天空之征服 (六) 生命最後之大住所，厥爲天空，征服之者爲昆蟲，翼指龍 (Pterodactyls)，鳥與蝙蝠之類。彼等之造就，可謂大成功，然須知其間頗多失敗，每每所成就者，不過鼓動於空氣中而已。此例最著者爲各種之飛魚，能自水中躍出至頗高之處，而向前飛竄至數碼之遙，祇須將其胸鰭緊張或微微扇動，卽能飛竄。復有所謂之飛蛙 (Flying Frog, Rhacophorus) 能在樹上由此枝竄往彼枝。而遠東之飛龍 (Draco volans)，則飛翔較爲便利，在哺乳動物則有飛袋鼠，飛狐猿等種類，皆能鼓舞於空中。凡此皆表示征服天空之努力，而人亦新近得其解決之道。

飛翔能力之優點至爲顯明。飲啄於地上之鳥若遇食肉動物相侵害，立可振翼於空中，追逐飲



居英屬圭阿那(Guiana)之麝雉(hoatzin)

初孵化之雛，翼上拇指與第一指有爪，始之能迅速在樹上攀緣行動，直至其翼強健能飛時始已。

食可極迅速，可至極遠之地。其卵與幼兒可度藏於安全之處。當鳥類遷徙時，以飛翔之故，時間與距離皆可減少。多種鳥類不知嚴冬之爲何物，太平洋中之金黃雕鳩 (golden plover)，其遷徙嘗自夏威夷 (Hawaii) 至阿拉斯加 (Alaska)，然非僅見之例也。

各世代之生物歷史

—

岩石中之紀載 吾人如何知各支之動植物在何時成立於地上乎？吾人如何知其出現之時期與其演進之順序乎？曰：讀岩石中之紀載可以知之。代異時移，地殼有時上升爲陸地，有時下降爲海底；而陸地之表面，復屢經掀舉爲大山脈與和緩之陵谷。陸地之高處，復屢經各種狀態之風水所剝蝕，剝蝕之結果則成爲泥土，而爲水沖洗入江海；在他處復沖積而成沙岩、泥岩、水成岩等。如是原有之地殼，幾經毀壞而重造，若按地質學家之說，將所有之水成岩合計，其厚乃至六十七英里。但在大多數地方，一處祇有一部分爲此種岩石，蓋此等沖積在一時一處祇有少量也。

化石之利用 (Fossils) 當沖積之土歷代累積時，植物動物之遺體久之每被湮埋，此等物乃變爲化石，吾人卽以之研究古代之歷史。地質學家將各種證據細心貫串之，卽能斷定各種水成岩造成之次序，如云泥盆紀 (Devonian period) 爲兩棲類發源之時代是也。同時地質學家能利用化石，將數經紊亂之岩層，研究其本來之次序。蓋無論何種簡單動物之化石，其造成必在較繁複動物之先。此非陷於謬誤之循環論證，蓋各岩層造成之次序，瞭然可見，吾人可斷言魚生於兩棲類之先，兩棲類生於爬蟲類之先，爬蟲類生於鳥類哺乳類之先。在數例如化石之馬與象，其精確之演進歷史，已研究明晰矣。

若繼承之各岩層，含有其造成時所生各種動植物之完備遺體，則研究岩石之紀載，極爲易事；但多種動物之體過軟，不能成爲良好之化石，多種或腐蝕或融化，多種爲熱與壓力所毀壞，故岩石之紀載，不啻爲火毀盜劫及蠹朽之藏書樓也。

二

地質時刻表 地球與居其上者之悠遠歷史，平常每分之爲若干世代。故如吾人之分人類之

歷史爲上古史，中古史，近世史，吾人亦可分地球之歷史全部爲古生代 (Paleozoic era)，中生代 (Mesozoic era)，新生代 (Cenozoic era)。

地質學家不能詔吾人以天演史確鑿之年代，但能語其大凡。其估計年代之方法，一爲估計海中所有之鹽分，須經過若干年始能積至現今之多量。此種鹽類皆由於地球上起始降雨之後，逐漸由岩石中溶解而出者也。將近今每年海水中增加之鹽分之數，以除海水中鹽分之總數，吾人考知海之壽命至少在一萬萬年以上。但近年每年鹽類積儲之量，或較在古昔多數地質時期每年積儲者爲大，故上舉之巨大年齡，或竟遠在其真實年齡之下，亦未可知。第二估計之方法，則爲考求水成岩須經若干之時期，始克造成之，如沙岩泥岩等，其總厚乃在五十英里以上。第每處水成岩之厚不過一英里，此種岩石必須經過長久之時期始克造成，可不言而喻。造成水成岩之材料，蓋由地殼風化 (weathering) 而得，而現在地殼每年風化之速率，亦可估計而得。故地球上全部水成岩造成之年代亦可估計而得也。此外，尙有他法以估計地球之年齡與各世代之長短，但皆不能得精確之數焉。

第五十九頁所示之各世代表中所稱爲在寒武紀(Cambrian)以前之世代，約等於三十二英里厚之岩層；而以後所有有化石之各世代，統計約等於二十一英里厚之岩層，此事本身，已爲一可怪之事實。或在寒武紀以前之世代，占有三千萬年而古生代占一千八百萬年，中生代占九百萬年，近生代占三百萬年，合成總數爲六千萬年。

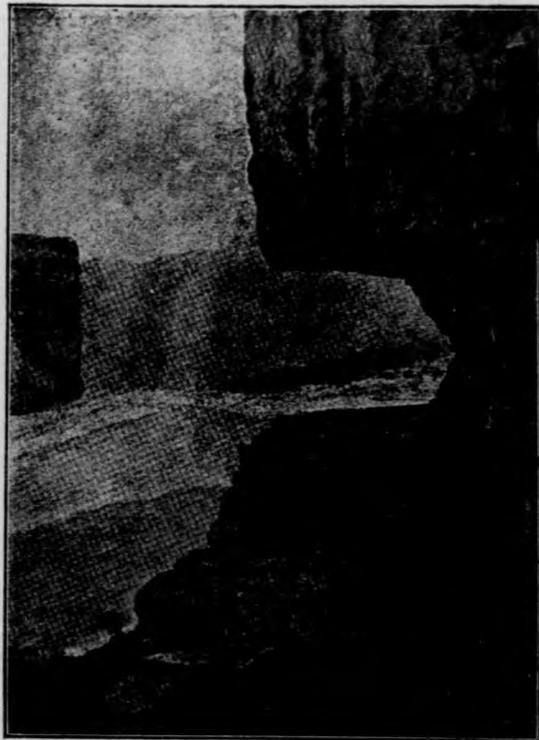
無脊椎動物之出現 最可怪之事爲至少地質時代之一半太古代(Archaeozoic era)與元古代(Proterozoic era)已經過去，方有肢體堅硬可成化石之動物出現。在元古代之後期，始有單細胞之海生動物(放射蟲)之矽質甲殼，與輾轉原始泥土中蠕蟲之遺跡。故可斷言岩石之紀載關於最簡單之動物者實寥寥也。

最老之岩石中，生物之直接跡象，所以甚少者，固由於原始動物體質之軟弱，但亦由於古代岩石屢次受壓力與熱力重大之變遷，即使有少量動物之遺跡，亦被泯滅矣。若問吾人既不見或偶一遇見生物化石，何以竟敢謂有生物生存於其時，吾人可指明多量石灰之積聚，可證明有石灰藻類之存在，而鐵之積聚或爲鐵化細菌活動之結果也。觀於古代之墨鉛牀，亦足證明古代植物之繁茂。

古生物之世代(古生代)

寒武紀爲各大支無脊椎動物如海綿(Jellyfish), 水母, 蠕蟲, 海參,

三



石灰岩山峽

在此類岩石中發現多數已絕種動物之化石。

腕足類 (trilobite) 三葉蟲, 甲殼動物, 軟體動物等成立之時。海中之殖民已肇始在三千萬年以前之說, 頗為可信, 蓋奧茲本教授 (Prof. H. F. Osborn.) 已指出在寒武紀時之海岸海面與海底, 皆



寒武紀時代之動物

海綿, 水母, 星魚, 海百合 (sea-lilies)

水蚤 (water-fleas) 三葉蟲。

已為動物所移殖也。在奧陶紀 (Ordovician period) 則有多數當時頗為繁盛之三葉蟲一類動物,

爲有節肢，有觸角，身體分節之海生動物，有多數之附屬物與一角質之外殼。在古生代之末期，乃完全滅亡。尤有可紀者，則爲有多數肉食之烏賊魚，爲古代海中之惡物。但在此時期，最初之脊椎動物開始出現，是爲天演界一大進步。換言之，卽真正之魚類已出現，逐漸取烏賊（祇爲軟體動物）而代之，自爲海洋中之主人矣。

在志留紀 (Silurian) 海中殖民已極盛，陸地殖民亦於茲肇始。蓋志留紀岩石中有化石之蝸，是爲能用內部之面呼吸空氣之證。在志留紀之末葉，氣候變爲乾燥，是時與今之泥魚或肺鰓 (dipnoi (double breather)) 兼有之兩呼吸魚等有關係之魚類，乃開始出現。此亦爲能利用乾燥空氣者，亦如今日之泥魚，在炎熱之時期池水乾涸後，用肺呼吸也。今日之泥魚，或肺魚祇有三種：一生昆士蘭 (Queensland) 一生南美洲，一生非洲，但皆爲極有趣之『活



非洲肺魚 (Protopterus)

此魚能用其鰓以呼吸溶解於水中之養氣；復能用其游泳囊所變成之肺以呼吸乾燥之空氣。此兩種呼吸之動物足以表示天演進行之程序。在一年中之旱季七個月中，彼蟄伏泥中，由一通表土之管呼吸空氣。當水充滿此池後，乃重用鰓以呼吸。人每將藏有肺魚之泥巢掘至英國，至釋放之後，游泳甚爲活潑云。

化石』爲魚類與兩棲類之連鎖。第一次之侵入陸地，或爲數種冒險之蠕蟲所爲，但第二次之侵入，則爲呼吸空氣之節肢動物，如上說之原始蝸是也。

泥盆紀包括老赤砂岩紀，爲地球歷史中最重要之時期。蓋此爲有花植物與陸生脊椎動物成立於地球上之時期。[Trinopus 之泥盆紀足印，爲最初發現之兩棲類足印，可證明陸地之第三次侵入。兩棲類或導源泥盆紀之一支肺魚，但至再後一代，兩棲類始漸重要。當兩棲類發軔之初，泥盆紀海中乃發達多數似鯊魚而帶甲之魚類。

建造時期

太陽系之成立

地球之漸冷

大氣與海洋之造成

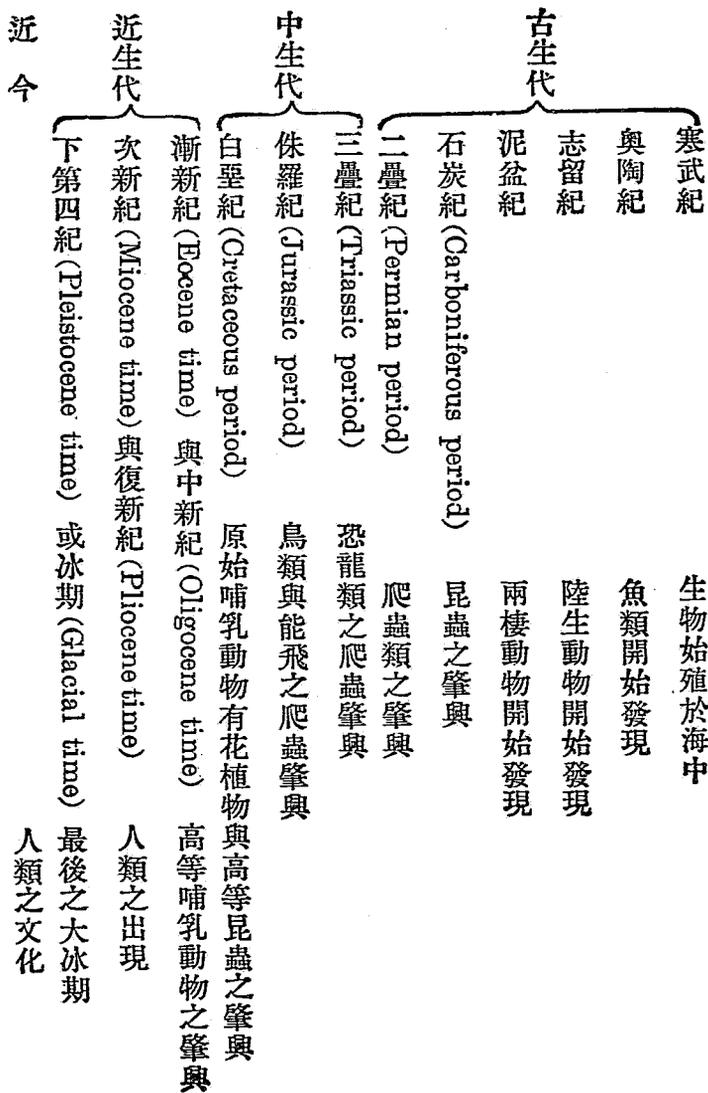
大陸與海底之造成

太古代

地球上開始有生物

元古代

多種無脊椎動物開始



陸生動物之天演

一

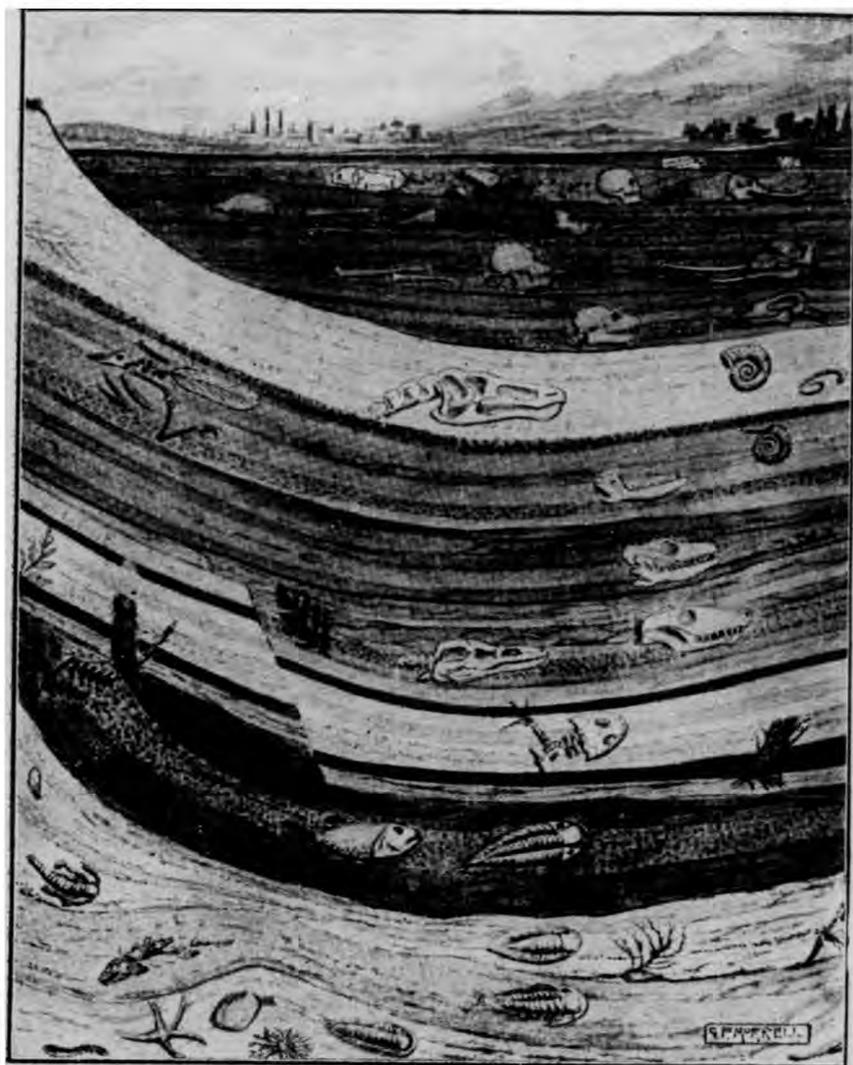
大兩棲類與煤層 石炭紀時，天氣甚爲平和；沼澤卑地中，植物生長極盛。無泥盆紀氣候之嚴酷，蓋似一長夏然。其時無吾人今日所見之樹木，但有石松木賊等植物之森林，視今日存在之石松木賊，蓋不啻巨無霸之俯視僬僥人焉。在此類森林中，節肢動物之侵入陸地者如蜈蚣，蜘蛛，蠍與昆蟲等多乃無藝，原始之兩棲類即藉此類動物爲食。昆蟲之出現，乃引起一種極重要之新關係，蓋昆蟲爲有花植物異花受精之媒介；自此時起，花與其媒介乃相並而演進。致異花受精之法，蟲媒較風媒爲穩妥可靠，異花受精較自花受精更能使植物生長繁衍而多變異。或在此時，有色之花以能誘致昆蟲，故彼等於是開始破除地球上數百萬年來木賊石松等無際綠色之岑寂。在石炭紀之森林中，亦有各種蝸牛，表示侵入陸地上之小支，彼亦爲兩棲類所吞噬。有數種兩棲類極其龐大。平常每世紀皆各有其巨無霸，在石炭紀中，則兩棲類有名迷齒龍 (Labyrinthodonts) 者，其數種龐大如

驢。在此時期巨量之石松森林之孢子與枝葉等，積聚而成今日之煤礦，數百萬年之後，供吾人以絕大之能源，且憑此以追溯至數百萬年前日光之能力。可見即在彼時，動植物之生死，已非絕與他人無關者。

兩棲類之獲得 石炭紀爲兩棲類之黃金時代，於此吾人可略指明兩棲類在天演史中之獲得。（一）第一由水中遷居陸上，增加多量之困難，因而開始更高更有希望之生活。於是吾人不能不問：若遷居陸上既有如是之困難，則何爲而作此項之遷居。其答案爲：（甲）各地方水池之乾涸，或陸地之增高，有以使舊居不可安處；（乙）或舊居中生齒過密，競爭過劇；（丙）遷居陸地爲歷來動物生活史上努力之自然傾向。人類亦因長期之乾旱或人口過繁或天賦之冒險性，使之遷徙移殖於各處。（二）在兩棲類，其魚類無指之鱗乃初次代以有指趾之手足。於此乃有攀緣把持，以手取物入口，具有長濶高三方面接觸之各種優點。（三）吾人固不知古代兩棲類動物體中柔軟部分之狀況，但若與今日之蛙，蟾蜍，迷齒龍相類，則彼有以下列舉之獲得：如真正之胸前之肺，三房之心，能運動之舌，耳中之鼓，眼瞼是也。於此有一極有趣之事，卽蝌蚪之舌雖有筋肉纖維，但甚柔

弱，不能運用其舌，與魚類全無筋肉之舌相似。逐漸至蝌蚪變為蛙時，筋肉纖維乃變強，至完全成長時，乃能將舌射出以獵取昆蟲。此或為兩棲動物全支重演其數百萬年所經過之天演歷史。（四）兩棲類之另一獲得厥為聲音，由於空氣迅速經過緊張於喉頭之薄膜（音帶）所致，如在吾人然。最有趣者，前此數百萬年地上乃闕寂無生物之聲音，僅有風濤之怒號，及雷震山崩之聲而已。除數種昆蟲之器械的音樂外，在石炭紀之初年，最早之聲音乃出於兩棲類。兩棲類之聲音乃最早之生活聲音，亦為有機天演重大步驟之一也。

聲音之天演 聲音最初之利用，或肇始於蛙與蟾蜍，供生殖時雌雄呼應之用。平常春間蛙聲闌闌，其用意即在此，且往往惟一雄者之聲音得完全發達。若吾人向兩棲類以上之動物觀察，則見聲音乃為母呼兒之用，以助其兒之求安全，如鳥類之母作警戒有危險之聲後，其雛即潛伏不動是也。往後，則聲音或變為幼兒之呼聲，如尙未孵出之鱷魚，在深埋土內之卵殼中作聲，一若告其母已屆將卵掘出之時者。再上，則利用聲音為表現感情之用，如鳥類之唱歌，往往在生殖期間之外尚有此種功用焉。更後，則用聲音以表示各種物體與各種感情，如『食物』、『危險』、『家庭』、『怒』



表示地殼之各岩層與其中之化石之圖

下面深色者為泥盆紀，中有魚與三葉蟲。更上一層為石炭紀，中有大兩棲類。再上為二疊紀，中有爬蟲類。再上者為三疊紀，初有哺乳動物。再上者為侏羅紀，初有鳥類。再上者為白堊紀，有大爬蟲。再上則為漸新紀次新紀各岩層，有各種進步之哺乳動物。最上則有人類與毛象。

「喜」之類。最後，則語言成爲社會交際之媒介，且爲助人理想之符號焉。

二

陸生之爬蟲 在二疊紀，爬蟲開始出現，吾人或應謂之開始自奮。換言之，即脊椎動物分出一支，完全離水，而不以鰓呼吸，此在兩棲類之幼年，猶未脫盡之積習也。未孵化未產出之爬蟲，藉卵殼下之一維管膜向外面吸收乾燥之空氣。最有趣者，此種維管膜在兩棲類爲自食道後半部生出之一不重要之小囊。此種尿膜 (allantois) 與另一供保護之用而生於細嫩胚胎上之羊膜 (amnion) 成天演史中之一大進步。於此胎兒乃完全與水及鰓之呼吸隔絕，而此兩種胎膜，羊膜與尿膜，不但在爬蟲類有之，即鳥類與哺乳動物亦皆有之。故又稱高等脊椎動物爲羊膜 (amniota) 動物，而謂下等脊椎動物，如兩棲類魚類及更簡單之種類爲無羊膜動物 (anamniota)。

最宜注意之事，爲一切爬蟲類鳥類哺乳類之胚胎皆有鰓口 (gill-cleft)，可證明彼等皆導源於水生之遠祖。但此類胚胎之鰓口全不司呼吸之用，且全無鰓，惟最近始在數種爬蟲與鳥類之胚

胎中，發現鰓之遺跡。在高等脊椎動物，此種鰓口完全無用，僅其一口變為自耳通至口之後部之歐斯達邱氏管 (Eustachian tube)。至何以僅一口有用，且已改變其功用，而其餘三者仍復存在者，其理由舍天演學說外，實無法能解釋之。此物示知一極長世系遺留之影響，與個體發達時必須重歷本種天演之趨向。其重歷本種天演之階級也，僅能為凝結短促之表現。蓋本種數百萬年之經歷，而在個體中，僅須數星期即完全經過焉。

至二疊紀，彼石炭紀之溫暖氣候，乃一變而為嚴酷之氣候，最後乃有一大冰期，自南半球遍布於全球。於此石炭紀中，植物界乃逐漸凋落，其代之而興者包有蕨，松杉，銀杏，蘇鐵等，此類植物直至中生代之末尚極繁盛焉。二疊冰期經過數百萬年之久，在南半球遠處極為嚴酷，其時之世界與今日大異，歐洲與北美洲相連，非洲與南美洲相連，澳洲與亞洲相連。或在二疊冰期，多種昆蟲，乃將其生活史分為兩大部分：一為飲食，生長，蛻皮，未成熟之蠕蟲時代，一為較不嗜食，不生長，不蛻皮，生翼，宜於繁殖之成蟲時代。在此二者之間，則為靜闕而保護周密之蛹蟲時代 (pupa)，蠕蟲利用之以為度嚴冬之方法，蓋動物生機停頓時生存較易也。

多種古代生物之滅亡 吾人在歸結古生代之末期與其延長之冰期之先，不能不注意於此期內大部分古代生物之滅亡，尤以植物與無脊椎動物爲甚，其中多種今已完全滅跡。古代生物與現存之生物，有三種關係：（甲）有數支古代生物在今日尙有其代表，其種類或多或少，有數種變遷甚大，有數種變遷甚微。如寒武紀奧陶紀腕足類之海豆芽祖（*Lingulella*）則有其近支之海豆芽（*Lingula*）存於今日。此乃世間少數極守舊動物之一。（乙）有數支古代動物在現今已無其族類，但有幾經變形之後裔，如鱉（*Limulus*）可認爲已經滅絕而爲海蝎屬類之變形後裔。（丙）完全滅絕靡有子遺之種類，如三葉蟲，葡萄蟲（*Graptolites*）之類，在今日絕無與之相近之種族焉。

試向後觀察此數百萬年之期間，所謂爲古生代者，吾人能認爲特性者爲何事乎？在寒武紀，則爲各大支無脊椎動物之成立；在奧陶紀，則爲原始之魚類與陸生植物之肇興；在志留紀，則爲呼吸空氣之無脊椎動物與泥魚之出現；在泥盆紀，則爲原始之兩棲類之產出，由彼乃發生所有之陸生高等動物，而有花植物亦於此時成立；在石炭紀，則爲石松森林與呼吸空氣之昆蟲與其近族之繁盛；在二疊紀，則爲爬蟲類與一新植物界之肇興。

地質學之中世紀

一

中生代 自其大者而言之，中生代可稱爲爬蟲之黃金時代，亦爲二疊紀已經成立之松杉蘇鐵等植物最發達之時期。但在松杉蘇鐵間，吾人近今之有花植物亦逐漸出現，亦如大爬蟲中之有鳥與哺乳類也。

在三疊紀時，三疊時代繁盛之爬蟲，仍照常繁盛。除尙存之龍鱉外，尙有魚龍 (ichthyosaurs)，蛇頸龍 (plesiosaurs)，恐龍 (dinosaurs)，翼龍等種類，此在中古代之末期皆完全滅迹者。而此諸族中尤以在三疊紀時恐龍之發生爲重要，蓋或在此極強健而易於變遷之族裔——有數種爲兩足動物——範圍中，鳥類與哺乳動物之遠祖逐漸發生。此時無論其爲陸上或海中，皆以爬蟲類爲魁率，有多種軀體乃極偉大。若當時有動物學家目覩其盛，而彼竟能預測爬蟲類尙不能代表生物之極則，則真可謂有遠見矣。

飛龍 (Flying dragons) 在二

疊紀時，爬蟲類尙能繼續其光榮。其類分爲多支，能適合於多種不同之居所。故海中有多種魚狀之蜥蜴，陸上則有多種龐大無倫之龍類，與行走迅速之鱷魚類，而三疊紀時肇興之飛龍，至是乃有多種而極爲昌盛。其翼爲其極長外指之皮所成，其小者大僅如麻雀，大者則廣逾五尺。背上脊椎之結合一如吾人之鳥類，適合於搏挈空氣之用，但胸骨僅有微突之「龍骨」(Xiph)可證明其飛或不能遠。在吾人今日之鳥



鉅齒龍 (Pariasaurus) 三疊紀時之一種食草爬蟲
現已滅種

全體長九英尺 (骨殖在南非洲好望角 Cape Colony 殖民地發現)

類，吾人知飛行之能力，以此種胸
前龍骨發達之程度爲比例，蓋此
龍骨發達，則宜於飛行肌肉之附
着也。在善走之鳥類，此龍骨乃極
不發達，如駝鳥卽其一例；在穴居
鸚鵡 (strigops) 等退化鳥類，此
骨亦爲極有趣之退化。

最早發現之鳥類 三疊紀

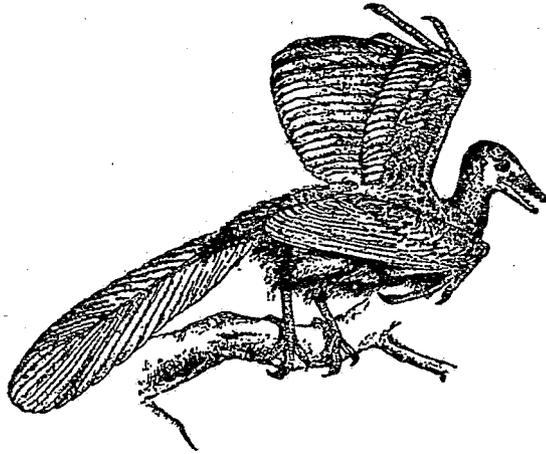
之尤足紀念者，厥爲其岩層中含
有兩具極佳而最早發現之鳥類
化石。此化石在巴威 (Bavaria)
細質之石印石礦中覓得，除胸骨



三騎龍 (Triceratops) 一種極巨之爬蟲 (骨殖在美國歪
俄明 Wyoming 之白堊岩層中發現) 久已絕種

此種恐龍大如一犀牛，有一極巨三角之骨鏡，與一奇特之頸間領狀之骨。
但其腦如多種爬蟲，非常之小，可以盛入盛脊髓之脊椎管。或牛因此故，此
類大爬蟲動物乃至滅亡也。

外，其餘所有之骨皆存。即其羽毛亦留有極顯明之印象。此最早發現之鳥類——其構造已極進步，不得謂爲原始之鳥類——大僅如一鴉，或居於樹上。最有趣者，彼具有顯著之爬蟲之特性，使人不得不承認天演學家之議論。其上下兩顎皆有齒，今日之鳥則無之；有一甚長蜥蜴狀之尾，今日之鳥亦無之；又其三指皆有爪而其翼僅半成。換言之，非如今日之鳥將腕骨之一半與掌骨之全部合爲一體也。在多種爬蟲如鱷魚之類，其腹部皮下有一種特別之骨穿過之，謂之『腹肋』；然在此發現最早之古翼鳥，亦有此項腹肋，今日之鳥類則絕無之。



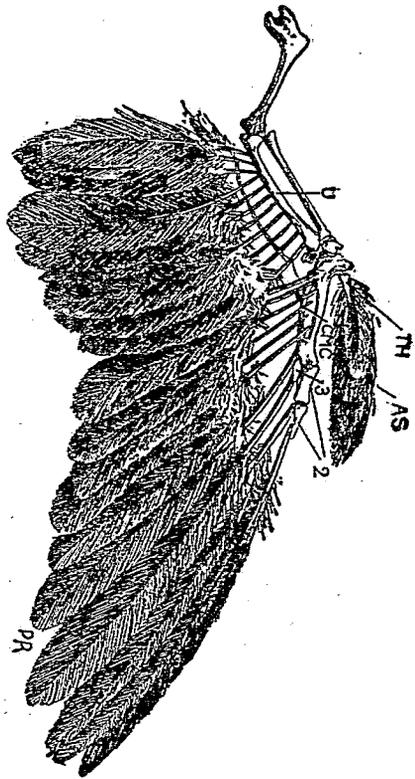
始祖鳥 (Archæopteryx)

此爲最早發現（二疊紀）之始祖鳥重造圖。其大小略似鴉；其拇指與他二指有爪；上下顎皆有齒；有一長而似蜥蜴之尾。但彼有羽毛，可證明其爲真鳥類也。

吾人無證據可斷言飛行之翼龍爲鳥類所從出，二者乃循不同之方向進行，其翼之構造，亦絕對不同。鳥翼之神祕，厥爲毛羽。鳥類殆出於某種兩足之恐龍，其初或僅行走迅速，在地上效飛躍之運動。稍後，則有一時期居於樹上，而有頻數之枝與枝間之運動，最後，乃始能飛行。最有趣味之事，即飛行問題曾經四次之解決：即昆蟲，翼指龍，鳥類與蝙蝠四者；而各循迥然不同之趨向以發達焉。

在白堊紀最顯著之事實，厥爲巨大爬蟲之衰落，有花植物之趨新，小哺乳動物之繁殖。少數二疊紀之爬蟲如犬齒龍 (*Gynodonts*)，其形狀極似哺乳動物，或自此類族裔中，至三疊紀時正式之哺乳動物始逐漸演出。三疊紀初期之哺乳動物，吾人知之不詳，惟知其臼牙之上部有多數細粒，但至三疊紀之末期，哺乳動物乃逐漸繁盛，其與今日樹鼩 (*Tree-shrews*) 相類之樹居小食蟲動物，至此時乃分成多支，各具有今日各支動物如肉食哺乳動物，有蹄哺乳動物與猿猴類分歧之傾向。在白堊紀之上期，哺乳動物分支益繁，能適合於征服各種之居所，此種發達，至今生代仍進行不已。

在三疊紀時最早哺乳動物之遺骸，竟發現於二疊紀時最早發現之鳥類之前，此事視若甚奇，實則並不難於解釋也。蓋雖吾人平常每置哺乳動物於鳥類之上，(吾人亦哺乳動物，安有別種安



鳥翼表示其羽排列之狀

最長之羽 (PR) 生於 (2) (3) 兩指與 (OMC) 掌骨上; 第二等長之羽生於前肢之尺骨 (D) 上; 另有一數羽 (AS) 生於拇指 (TH) 上。

置之理？)但關於多種構造，鳥類實在哺乳動物之上，如骨骼，筋肉，皮膚之構造，呼吸系統等是。實則鳥類與哺乳動物，完全在兩種不同之天演軌道上進行，各不相關，第共出於已滅亡之爬蟲類始祖耳。且吾人不能言二疊紀時所發現之始祖鳥爲最初之鳥，不過爲最初發現之鳥耳。無論如何，吾人可信鳥類之成立在哺乳動物之前。

向後觀之，吾人或可以蘇關教授(Prof. Schuchert)之言概括中生代，其言曰：『中生代爲爬蟲之時代，但小哺乳動物與有齒之鳥類方蓄養其智慧與體力，以爲取代爬蟲之備，而松杉與蘇鐵亦漸讓有花植物占優勢焉。』

二

近生代 在漸新紀時，大腦之近代哺乳動物乃逐漸取小腦之古代哺乳動物而代之，同時則地上生有多量之禾本科植物，而有廣漠之草原。於是藪澤乃代以草原，食枝葉之動物代以食草之哺乳動物。草原之擴充，亦所以使昆蟲與鳥類得更豐富之天演機會。

在中新紀時陸地繼續升高，氣候更爲乾燥，食草動物之區域更爲擴張。次新紀爲哺乳動物之

黃金時代，遂有奧茲本所謂『適應分支』(adaptive radiation)之多數佳例。其時有飛翔之蝙蝠，鼓風之有袋類動物，攀緣樹上之樹獼、松鼠等動物。行走迅速之有蹄類，穴居之田鼠，水居動物如鴨、嘴獸、水獺、海岸邊之海獅、海牛、大洋中之鯨魚等，其

中有數種能深沒入水至三十英尺之下。吾人最宜注意者，為動物皆有征服一切環境與利用一切機會之傾向；而在各時代，各支動物皆有向此發展之

經過。最著者厥為哺乳動物重行爬蟲類所有之試驗。於是不相關之種類間起貌似作用，如鯨之似魚是；其理由則因不同之支派對於同等之環境具有同等之適應也。奧茲本教授嘗指明哺乳動物



已滅亡之有齒無翼而不能飛之
黃昏鳥(Hesperornis)

此鳥高五六英尺，頗似能游泳之駝鳥，其腿甚健。但其翼祇有些須遺跡，其口腔有利齒。今日之潛水鳥或即此種已滅亡之古代鳥之遺胤也。

可於十二種居處帶中任擇其一，而在每一種居處帶中可有六種完全不同之食物。生物猶如大川之洪水，泛流所及，無孔不入也。

三

復新紀爲一更勞苦之時代，氣候較爲嚴酷，競爭較爲劇烈。各大陸舊日相連之處至此而斷絕，在他處則重行連接，地域上之分布乃大起變更。魯爾教授 (Prof. R. S. Lull) 謂復新紀爲一『極不寧謐之時期。』『全世界有多次動物之遷徙，新競爭因之紛起，較弱之族裔乃始現嚴酷生活之影響。在此時有一最重大之事件，即人類之似猿類始祖逐漸變爲人，而天演於以達最高點是也。』

下第四紀爲一淘汰之時代。爾時大陸繼續增高，冰期漸至，間以不甚嚴酷之中冰期時期，冰川以時向北暫退。多種動物，如毛象，毛犀牛，刀齒虎，穴居獅，穴居熊等，皆已滅亡。他種向來分布甚廣者，至是乃限於極遠之北方，或散處於各高山之頂，如雪鼠是，今此物僅散處於雪線以上之高山。多種北半球之鳥或在此時學得移徙方法以避冬令之嚴寒。

向後觀之，吾人可再引蘇闕教授之言曰：『在近生代之大陸上，有花之植物愈加繁茂，生有多數偉大之硬木森林，空氣中滿載花之芳香，多種新昆蟲出現，海中陸上曩日以爬蟲爲主體者，今乃爲哺乳動物所奪。因有此種競爭，乃起更高之智慧，各支哺乳動物皆然，而尤以猿猴與人類之一支爲甚。野蠻人已出現，隨以一最後之冰期，爲一切生物最困難之時期，末後則富有理想之人類而出而控制一切之生物。』

至人類與人類之社會，則天演史已登峯造極矣。

人類之上進 人類與一切動物異者，在造成普通觀念，用以指導其行爲，控制其舉止之能力。此與發達語言爲思想之工具，有密切之關係。少數動物有單字，惟人有語言。少數動物表示知覺之推論，惟人能爲概念之推論（即理性）。多種動物有愛情而勇敢，能忘身而勤苦，然惟人能思及其責任與其所應爲，以理想指導其舉止，而其理想則因其爲社會中人，而受種種之影響焉。

人腦甚大，約三倍於大猩猩之腦，又有多種獨具之特性。人類能直立以行，將足蹠完全平鋪於地上，有一下頰與完好之足踵，復有廣額與不突出之面部，比較平均之齒，無特著之犬齒，比較裸露

之軀體。

人類與一切動物雖各有別，然其與一切動物同出一源，殆無疑義。人類與似人猿固有完全相同之構造，惟人類非出於現存之任何猿類耳。除重大之腦外，無他種解剖上之區別，可稱爲有基本之重要者。人之軀體不啻一古物之博物院，富有傳自人類以前之始祖之遺物。在其日常軀體之作，用與其患病之時，人類之世系常常呈露。如達爾文所說，即人面貌之表現，有時亦與非人類相同。且有少數化石發見後，使知人與似人猿遠祖之關係更爲連絡密切焉。

達爾文原人 (Descent of Man) 一書之末段結論極爲有理，文云：

『以余觀之，雖以人類高貴之美德，若憐憫下賤之同情心，推至他人以至最卑下生物之仁愛心，窮究太陽系構造與其運行之無上智慧，以及種種奇偉之能力，然吾人猶不能不承認，人類之軀體實載有其卑下來源之遺跡焉。』

自然界之天演系統 天演史另有一方面極爲明顯，因而每被忽略，即各種生命有互相關連之趨勢是已。如花與採花之昆蟲互相關連，互相倚賴。多種鳥類食果而爲之散布種子。淡水中之小

螺螄爲羊之肝扁蟲幼時之寄主。蚊能傳瘧疾於人，賊賊蠅則傳布最可畏之睡死病。淡水之螳若無鱸魚無意之助力，幾不能存在，而淡水中歐洲鱒魚若無淡水螳無意之合作，亦不能存在。各種生物間有多種互有利益之合作，有時則僅一方有利，如植物上之蟲瘿，得利者僅爲造瘿之昆蟲是也。在血統相近之動物，亦有共造殖民地村落與社會者。營養之連鎖，有時連合一大羣之動物，如鱉魚食油螺，油螺食蠕蟲，蠕蟲食海中之有機物。其間有一種不斷之輪迴，而物質乃繼續由此體而變爲彼體。此類之例，足以顯示生命之網，使知動物界互相關連之意義。林尼阿（Linnaeus）所謂自然界之系統，蓋指各支派部科屬種之次序之關係；但吾人得以稍知較爲活動之自然界系統，與夫生命相互關係之網者，則受賜於達爾文者爲多。天演愈進步，則此關係愈形複雜，至人類則複雜臻於極點。蓋不啻將有生命之自然界連爲一體，而以外部分方法記錄進化之步驟；此乃一種天演之淘汰機，新變種賴以淘汰，而免生物自峭拔之進化階梯墜落者也。

寄生性 有時此種生物與彼種生物間之相互影響，乃向退化之方面進行。此例見於多種之內部寄生生物，蓋生活極易，全恃其寄主以得食，不須努力，全無危險，無勉力振作之刺激，自日趨於退

化也。可見天演未必全屬於進步，全恃生命天演時所居之情況而定者也。當情況過於安樂，動物固能與之相合，如人體中之鉤蟲是，但必致滑落於天演階梯之下級焉。

此亦爲天演史中有趣味之一小章：各種寄生物或偶然，或常有，或暫時，或畢生，生於體外，或生於體內，或生寄主食道中，倚賴寄主所得之食物爲生，或寄生寄主之血或肌肉中以得食；形形色色，不一而足。如各種寄生蜂之幼蟲，在他種蠕蟲體中孵化而自內食出者，則幾不得謂之爲寄生，蓋不啻內部之食肉獸也。

但此一小章亦有其兩方面：一方面爲寄生物之天演，一方面爲寄主抵抗方法之天演，故動物體中生有一種保護之變形蟲狀細胞即稱爲白血輪者，流轉於體中，專攻擊侵入體中之微生物，每能包裹而吞噬之。血中又能造成一種抗毒素，能抵抗外來之毒與寄生物所分泌之毒素，此亦一種保護方法也。

天演之證據——及天演之由來

一

天演中之進步 天演中固亦有墮落退化之現象，但總其全體而觀之，則進步之事實殆不可掩。數百萬年中生命逐漸上進，若吾人以高等動物如鳥類及哺乳動物與先起之動物相較，吾人必須承認其較有控制之能力，較能自主其命運，心靈較爲發達。自全體言之，天演有變爲穩固之趨向，即避免墮落與紊亂，而趨向和諧與進步也。即在鳥類與哺乳類之肇興，吾人已可辨天演順序之趨向，如人類所最重視之控制，自由，領悟，愛情諸美德之表現。各世代動物之進步常屢受挫折，但自全體觀之，仍有趨向美滿自由適合的生命之進步。於研究此種有機天演之主要事實，殊能予人類以多量教訓與獎勵也。

天演之證據 吾人可云在此論文中皆視天演爲確定之事實，但其證據何在乎？吾人或可坦白答言，天演之觀念，認現在爲過去之子孫，亦未來之父母，其理固不能以證明萬有引律之法證之也。所能言者，卽此說猶一鑰匙，凡觀點之適合於事實者，幾無有一鎖不能以此鑰解之也。

但若取天演學說所能圓滿解釋之事實，爲天演學說之證據，則此類證據殊夥。先有歷史上之

證據；如魚出現於兩棲類之先，兩棲類出於爬蟲類之先，爬蟲類出於鳥類之先等等，單簡者先出，繁



馬之天演之六時代表示其軀體逐漸增大

- (1) 馬祖 (Eohippus) 高約一英尺。在下漸新紀，產北美洲。
- (2) 漸新馬 (Orohippus) 高逾一英尺。在中漸新紀，產北美洲。
- (3) 中新馬 (Mesohippus) 大如綿羊。在中新紀，產北美洲。
- (4) 次新馬 (Merychippus) 在次新紀，產北美洲。但每足祇有一指著地，惟其餘之二指之遺跡尚極顯著。
- (5) 復舊馬 (Pliohippus) 其肩部高約四十英寸。在復新紀產北美洲。
- (6) 今日之馬每足皆以其第三指馳驟。

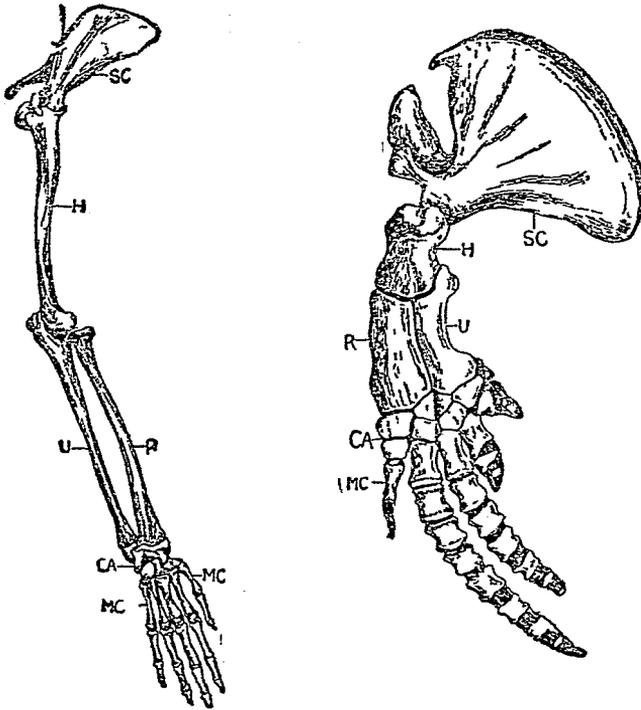
複者後出，寧非最重要明顯之證據乎？古代生物學家曾發現烏賊魚極完備之化石系，使吾人幾能

目見天演之進程序。馬與象與鱷魚之世系，亦足使人深信天演，但在他種動物，頗有無天演之端倪可尋者。如脊椎動物之如何發生，與何自發生，固無人能言之也。

再則有胚胎學之證據，蓋個體之發達，每似其本種天演歷史全部縮短之重現。哺乳動物之鰓口可證明其遠祖爲水居動物，而用鰓以呼吸者。鹿角之天演歷史亦曾經研究，今日赤鹿之角亦爲其往史之重現。又如比目魚一類左右不稱之魚，其個體之發達，幼時兩眼各居常魚之地位，後乃逐漸移至一半，而側身游泳或休息，亦可證明其遠祖爲左右相稱之魚也。

再則有可謂爲生理學之證據者，多種動植物日日呈示變異於吾人之目前，天演進行乃日在吾人之左右，此在栽培與畜養之動物中最易觀察，然在自然界，此種現象亦極多也。有多種生物固極守舊，而既達穩固之平衡時，自可不必更有變遷，則又不待言矣。

復次則有解剖學之證據，極足以服懷疑者之心。脊椎動物之前肢，如鼈之前掌，鳥之翼，鯨魚之鰭，馬之前腿，人之臂，其主要之筋骨相同，而結果則迥異。此事舍血統關係外，豈復有意義乎？有鬚鯨之兩副牙齒，未嘗破牙牀而出，舍謂爲祖先所具完全可用之牙齒之遺迹以外，尙有何種可以更代



(A) 猴之前肢

(B) 鯨之前肢

何謂同體？即構造大致相同，而外形或大不同也。

此現象以 (A) 猴之前肢與 (B) 鯨之前肢相較即知。其外貌遠不相侔，但其骨骼相同。SC 為肩胛骨，H 肱骨，R 橈骨；U 尺骨，CA 腕骨，MC 掌骨，再下則為指骨。



阿 客 貌 與 長 頸 鹿

阿客貌爲動物界一大發明，可使人知長頸鹿之祖先作何形狀。阿客貌在一九〇〇年始爲鐘斯通爵士 (Sir Harry Johnston) 在中非洲發見。此動物恐自遠古以來即在彼地森林中生活也。

之解釋乎？總而言之，天演之說，效用多端；其能成立之理由，即在於是。

二

天演之原因 若有人問曰：『天演之事實固聞命矣，天演之原因果何在乎？』此答案乃至不易爲，不但此爲一切科學問題中之最大者，即研究之程度今日亦極膚淺。蓋天演之科學研究，僅肇始於一八五九年物種由來刊行之時也。

在生物體中，常有多量可以遺傳之變異，是爲天演之原料。此種變異即生殖細胞發達爲有機體時表現其變化所產生者也。但生殖細胞何以有變異？或因生活物質過於繁複，本來易於變遷；或因彼爲多數遺傳性之總匯，其中不免有排列之更張；或因生殖細胞有極易變遷之環境，如血液，體中空隙之液，與海水等；或因環境之重大影響，如氣候與居所之變遷等，達至體內之生殖細胞，而引起其變異。雖吾人於每語之前，必須加一令人厭之『或』字，但不可不顧受。一切多細胞生物皆照普通方法生殖，即起於精子細胞與卵細胞配合之受精卵，此種受精方法所引起之變遷，每致遺傳性有必然之新連合與新排列。猶如吾人之抄和紙牌，第此之紙牌乃生物耳。至個體所受於後天

養育習慣環境之變遷，於個體固極重要，但不能謂直接對於本種有何等之重要，蓋此等變遷未必能遺傳也。

至已有此類起於內部之變遷，無論謂之爲變異或突變，吾人乃須研究其淘汰之方法。所謂淘汰者，即將較不適宜於環境之變異除去，而選擇較適宜之環境是也。在生存競爭進行之中，淘汰之方法不一。生物在生命之遊戲中試用其新賭具，結果或能斷定其生存之命運。較不適宜於環境之種類，寢假滅亡。若變易可以遺傳而重現，或者每經一代變易更加顯著，若再加以淘汰照一方向進行，結果則爲新種之演出。各種隔離每能減少一種中各個體之配偶機會，如地域之限制等，每能助淘汰之進行。同性質之個體交配，每能使種性固定；若與不同性質之族裔交配，則有增加變異之傾向。以上所舉之概略，卽足以窺有機天演方法之大凡。自古以來，生物繼續不斷爲新試驗，起或大小之新變異，此種試驗復加以檢查。檢查所有各物，惟佳者是擇，卽天演之方法也。

參考書目

（讀者對於此問題如願作更深之研究，下列簡短書目可備採擇之用。）

- Glodd, *Story of Creation: A Plain Account of Evolution.*
- Darwin, *Origin of Species, Descent of Man.*
- Deperet, *Transformation of the Animal World* (Internat. Sci. Series).
- Geddes and Thomson, *Evolution* (Home University Library).
- Goodrich, *Evolution* (The People's Book).
- Headley, *Life and Evolution.*
- Lull, *Organic Evolution.*
- McCabe, *A B C of Evolution.*
- Metcalf, *Outline of the Theory of Organic Evolution.*
- Thomson, *Darwinism and Human Life.*
- Wallace, *Darwinism.*

第三篇 對於環境之適應

美國意大利諾大學植物學士 錢崇澍譯
國立東南大學植物學教授

前章所論，已示天演作用如何使生物支配各種生命之居所，但對於動物之棲息處所，或動物之家，復須詳細論之，以明各處所之特別情境，及考察動物經久期競爭之後，何由而獲得及能深固成立各種自存及延種之適應。生物已分佈於全球之面及地下之水中；有戰勝於地下者，有戰勝於空氣者。如前所言生命所棲息之處，可分爲六類，每類有特別動物以居之，即海灘，海面，深海，淡水，乾燥之陸地，及空氣是。海中之深處無植物；空氣中之植物僅爲浮游之細菌，雖樹木亦嗜空氣，附生於枝上之蘭似更甚，然不作空氣植物論；其他四類之棲息處，則動植物兼有；且彼此協作，成有趣味及精妙之相互關係，此問題於他章論之。

一 海灘

海藻地面 動物學家所謂海灘，不僅指潮汐所及之狹帶；凡圍繞大陸及大陸島嶼之比較水淺，多受日光，及海藻生長之暗灘皆屬之。學術上謂之海岸區域，可分為數帶，每帶有其特別之生物。綠色海藻在海岸之最高帶；褐色海藻次之；紅色海藻最低。海藻皆有葉綠素，故能利用日光而行光合作用（即自空氣水及鹽類造成炭水化合物），但在褐色及紅色海藻，其葉綠素為他種色料所隱蔽。植物學家有謂具他種色料之海藻，在水深少光之處，能利用此色料，而得較多之光，無論確實與否，吾人當以海藻生長之面積為海岸動物生存之所。海岸動物之生命直接或間接為海藻所密切包護，海藻供給食物及立足之地，且緩和波浪之沖動。自海藻及大葉藻（一種眼子菜科之種子植物學名 *Zostera*）所脫落之小塊組織，自海岸之坡緩掃而下，沉澱於稍深之靜處，成一種富於滋養之海屑。海中動物之遠離海岸而生長者，亦常有此種海屑在其胃中。

海岸生命之情境 如前節界說所定之海岸區域，是尚非生命之大棲息所；以九百萬方英里

之面積，與全地球一萬九千七百萬方英里之面積較，僅爲一小份耳。但地面甚長，約有十五萬英里，以有海灣，峽江，河口，峽口等，而曲折特甚。如深水逼近峭壁，則無海灘可言；而他處比較淺水之灘，有海藻生於其水底者，可向外推廣至數英里。海灘之性質相差殊甚，依岩石之性質，內地河流所帶下之物質，及潮汐所沖積之物質而定。海岸時有變化，其上部於潮上潮下時相異極大，又有各種變遷，由於暴風驟雨，淡水漲溢，風飄砂粒，及遲緩之水平升降者。海



海盤車捉捕一大魚之攝影

其適於吸引之管足緊握其魚。

灘爲動物之密集處所，蓋海岸比較爲狹，岩石中之隙裂孔穴無一不視爲珍貴之區。

劇烈之生存競爭 海岸生物既多，則生存競爭自烈，舉凡生物對於所遇困難及限制之反應，皆競爭也。有食物之競爭，海岸微小之物易爲潮流沖刷而去，及順坡而下洗；以有此事實，而競爭加烈。除直接競爭（如饑餓寄居蟹之相競）外，各生物每須十分勞苦方能得食。卽遲惰之生物亦然。例如麵包海綿動物，或他種海岸海綿動物，必須拍動多量之水，經過其複雜之孔道，方能自水中獲得充量之微生物或有機小粒，以作食料。食物競爭劇烈之程度，可以動物營養之相互關係爲指標。海岸生命之關係，幾盡可以食之一字以表示之。一磅石魚需十磅油螺以成其體；一磅油螺需十磅海蟲；一磅海蟲需十磅海屑。物質之循環若此，常自一體而轉至他體。

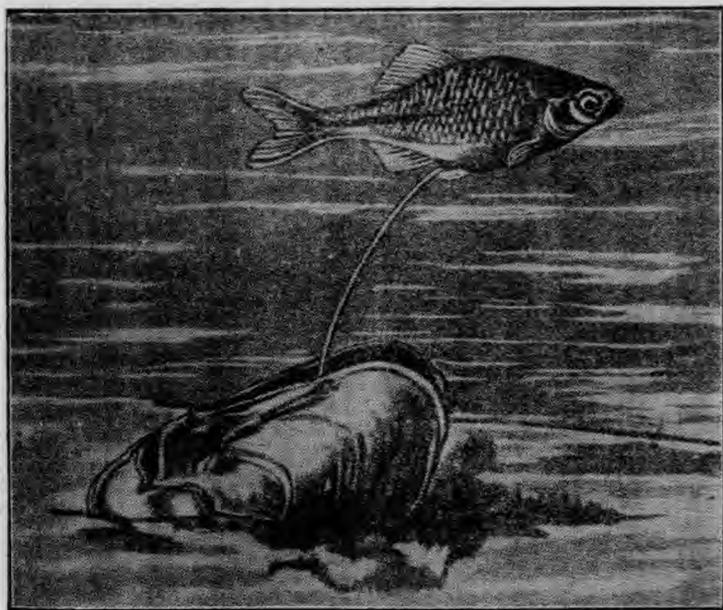
除食物競爭外，尚有立足地及空氣之競爭。對於潮水之摩蕩及巨浪之砰擊，亦復撻拒。一旦被逐失所，則危險極大，而肢體之損斷成爲常事。至於甲冑之種類，如海膽刺蝟狀之盔，蟹之甲，蛾之殼，種種不同，其惟兵械足以勝之者，如海葵刺狀之細胞，海膽急夾之葉，寄生蟹之鉗，章魚捉捕之觸手及鸚鵡狀嘴之類。

爭存之巧術 海灘之生物，因對付常遇之擾攘，其體質或行爲每起特種適應。以此類爭存巧術之屢見，吾人更得窺見生存競爭之劇烈。海盤車常被捕而有失其肢體，或失其生命之困難；遂以反射作用，棄其被捕之肢而逸其所失者，復逐漸再生以補足之。蟹足常完全毀壞；自足根易斷之處脫去其足，於預先防止出血之處復生一雛形之新足。此爲適應之法，謂之有意之反省，毋寧謂爲反射作用，此種適應名曰自毀。

此書之他處，曾討論保護作用之擬態；但在海岸則擬態尤多。但『爭存之巧術』尙有他法焉。砂蚤之數種及與其相近之種類，可表示一種難解之『偽死』現象，忽然停止運動，以避其敵之目。烏賊自其墨汁囊發放黑色墨汁，能眯其敵之目。數種無擬態之海岸動物，如蟹一類之物，則熟於迷藏之戲；數種滑皮之魚，或鰻魚，逃於貌似無孔之石隙中，以其皮甚滑，故難於捕捉。最狡詐者，恐莫如寄居蟹之性習，彼與海葵爲互利之共棲，海葵掩覆寄居蟹，其作用亦如高築之礮臺，而寄居蟹則予以運動及多餘食物之報酬。所述諸例，已足示海岸生物所以爭存之巧術，千變萬化，種類至繁。

父母之愛護 依達爾文之意，生存競爭爲活動自然界經濟上之一大事實，不特包括競爭而

已，凡各種盡力於爲苗裔得幸福，使入世之始，即有一優良之起點者，均屬之。故自食物地位之競爭至父母之愛護，初無不接之跡。海蛭 (Pontobdella) 乃一有趣味綠色有瘤狀突起之生物，喜附於扁平之魴魚，下卵於雙殼軟體動物之空殼中，作數星期之保護，且去其泥以防發育之阻礙。海岸海盤車發育之順序，通常其幼者經過一幼蟲時期，自由游行於空闊之水中；但在不列顛有一種海盤



盧特魚 (Rhodeus amarus)

大陸魚用其細長放卵管下卵於淡水軟體動物之內。其卵孵化於軟體動物鰓板內。

車，其已完全發育之幼魚爬行於其母體上。海蜘蛛之卵著於其雄之二肢；海馬之雄置其雌之卵於其腹面之皮囊中，帶之游行以期安全，至孵化而止；海岸池沼中雄芒背蟹以海藻作巢，其雌下卵於巢中，而雄任保護之責；雄竹麥魚時保守其淡紅色之卵，其雌下卵於海岸池沼之隱僻處，而又奮力逐去其侵入者。雄竹麥魚時復揮動其腹鰭及尾，以供給空氣於發育之卵。一有趣味之點為海岸動物之愛護其雛，以雄者為多。但母之愛護亦不少。

海岸之動物，可以代表自單細胞之原生動物至鳥類如鸕鷀，及哺乳動物如海豹。各大類動物，幾無一非海岸上之學徒，其學習已至幾百萬年之久，且深印於機體中，故海岸當然視為一大學校，凡忍耐，堅毅，警醒諸種習性均於此學得之。

二 海面

異於狹隘，擁擠，及困難之海岸情境者，有寬廣，闊大，及比較平易之海面情境。海面云者，謂遠陸多光之水面也。多數小生物生於海面三百英尺水中者最多，故「海面」一字所包者甚廣。深至一

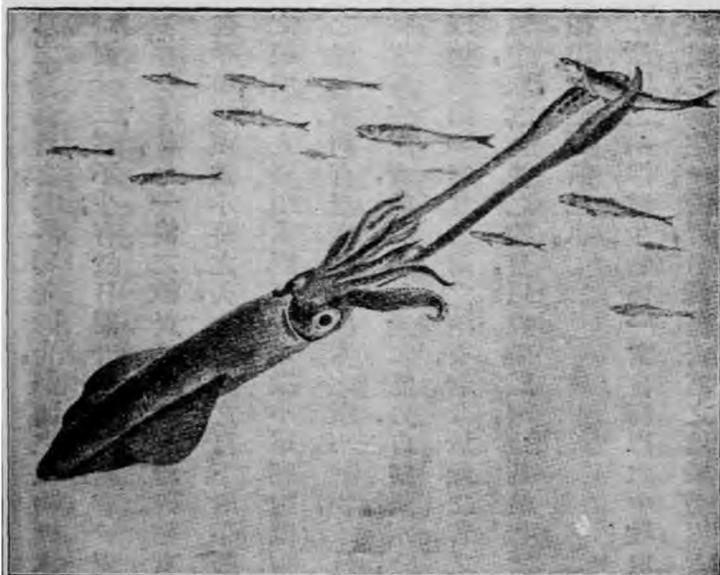
千五百英尺，光已極微，就動物所棲息之海面言之，其界與光同止。海面之植物近水面較多，深至某處則生物幾完全爲動物。動物之以時而升沈者不少；有於日間升至水面者，有於夜間升至海面者。最有趣味者，爲極柔弱之櫛水母（Ctenophores），一浪之激揚已足使其粉碎。稍有風雨之預兆，卽沈下至風雨勢力所不及之處，洋面波平如鏡，須數小時之久，方能誘之自下層平靜之處而上升。

浮游生物場 欲知海面生活之經濟，吾人必須承認無數之微小單細胞植物，蓋此等植物爲供給食料之基本物也。與之有同等之性質者，尙有無數具葉綠素之微小動物，或已與單細胞藻類共生之動物。此種綠色之植物或動物皆爲生產者，能利用日光之能力，自空氣、水分、與鹽類，而製造炭水化合物。動物之以此等生產者，或他種動物爲食者，謂之消費者。介於此二者之間，有海面細菌，能從他種細菌所腐爛之動植物死體中，取其含氮之物質，以成硝酸鹽，重爲植物所利用。此種居間之生物甚爲重要，蓋能使『物質之循環』進行無已也。

墨累爵士（Sir John Murray）所稱之『浮游生物場』常自海岸水中收取資料，蓋海岸情形適於單細胞藻類之繁殖，亦常有某量之無生命海屑，自海藻海草之地域掃出者也。

游行及飄浮之生物 海面

動物，爲便利計，可分爲自動之游行動物。與被動之飄浮動物。游行者包括大小之鯨魚，如猛烈海燕一類之鳥，食魚之海龜，蛇婆，如鯖鯪等之魚。有鬚鯨類所食之有殼翼足類或海蝶，數種活動之烏賊或槍鯛，各種海面之車鰓及其同類，數種如透明毛顎類之蟲，及如夜光蟲一類之原生動物。夜光蟲在夏季黑暗時，使海浪閃光。生物中一極特異之例爲海鼈，一無翼

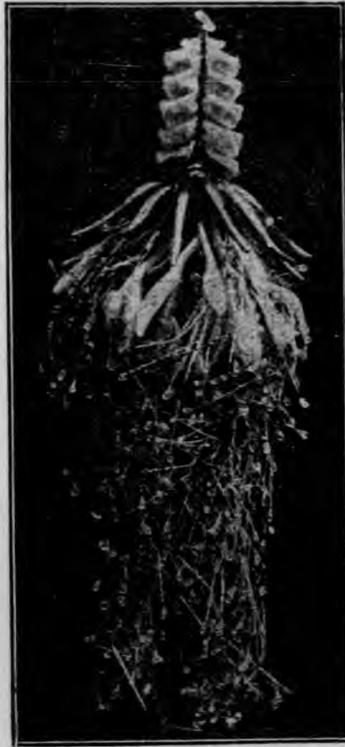


十足烏賊捕魚之狀

烏賊之臂有適於捉捕之吸盤，用以捉捕動物。口內有強固之顎，形同鸚鵡嘴。烏賊屬軟體動物，可視爲無脊椎動物中之最高等者。多數生息於海岸附近，亦有在海面與深海者。

之昆蟲，與溪溝中之水黽同類。常見於離海岸數百英里之外，浮掠於海面；暴風雨至時，則沒入水中，以水面之死動物為食物。

飄浮動物或輕易之游行動物（此二者原無明確之界線）以硬殼放射蟲，數種成白堊之動



海面懸囊水母 (*Physophora hydrostatica*) 之複雜羣體與僧帽水母 (*Portuguese Man-of-War*) 同類

羣體中分功極細。其項為浮游者；其下為司保護或攻擊之刺狀細胞；其中為司營養，生殖，及他種功用。體為半透明之藍色。海中游泳或海浴之人，常被此種動物及其同類所螫刺。

物，例如抱球蟲 (*Globigerina foraminifera*)。水母，管水母，僧帽水母，櫛水母，無數之微小甲殼類，與固著不動之石勃宰同類之奇異動物薩爾帕 (*Salpa*) 及常浮水面行動遲緩之河豚魚等為代

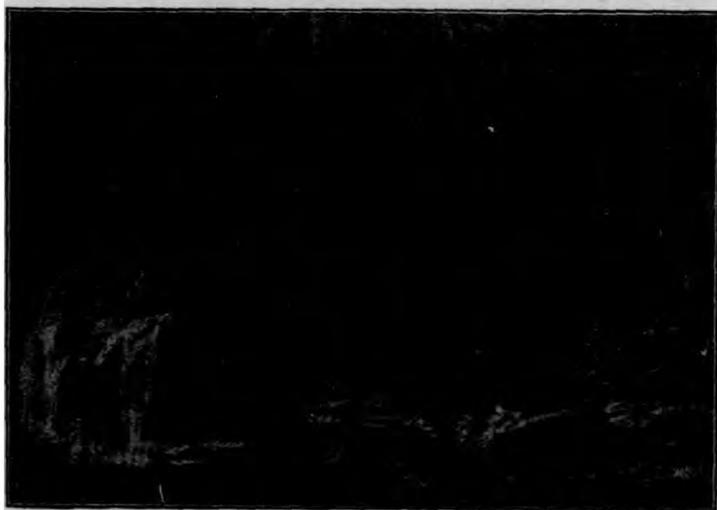
表。

海面動物有構造柔弱之傾向，其密度近海水，有各種適應，如突出絲狀等物之輔助其浮游是，又能依環境之情形而浮沉。多數發光，多數以其體透明或藍色；在水中甚不顯著。但二者之意義則殊難言。

饑餓與慾愛 饑餓多見之於海面，而

尤於飄浮動物稀少處為甚，飄浮動物，各處相差極甚，大部分地中海之飄浮動物，比北海為稀少。南太平洋巴塔哥尼亞 (Patagonia)

(Patagonia)之西，飄浮動物極少，成『海中之沙漠』，故幾無漁業。北方漁業之興盛，例如大



格林蘭之鯨

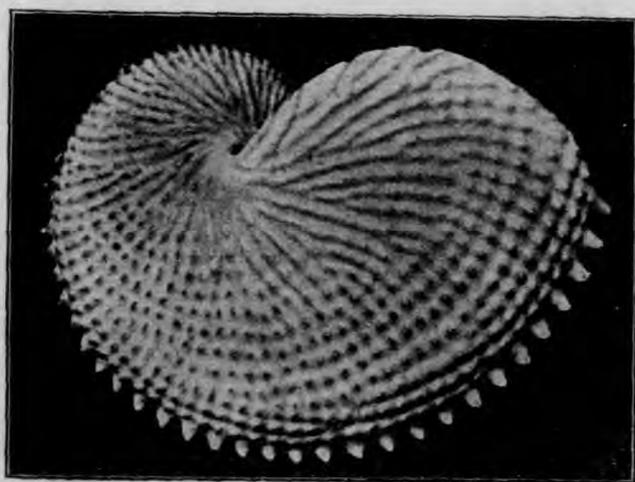
示頭頂之二鼻孔及由口蓋下垂之鯨鬚板。

西洋鱈魚叢集之淺洲，由於浮游生物場之富饒，及飄浮動物類之微小生物衆多所致。

當鬚鯨 (baleen whale) 張口衝過水中時，其口內懸垂之鬚板，宛如一偉大之篩，數百萬之小魚或他種微小動物盡吞入其口中，此時饑餓現象明顯可見。

海面有饑餓亦有慈愛。鯨之愛護其幼，已臻極高之程度，母缸魚 (Argonauta) 庇護其卵及其幼兒之柔弱之殼，可謂爲「世界最美麗之搖牀」矣。

海面除永久棲息之動物外，尙有海



海面動物缸魚

僅缸魚之雌者能造成此柔弱之殼，爲庇護其卵及幼兒之用。其殼由其二臂分泌而成，非似他種軟體動物之由外膜而成，殼內一室，此爲與鸚鵡螺相異之點。

岸動物之在幼蟲時期者亦暫居焉。海岸與海面動物有甚有趣味之施報關係。海岸供給營養資料及在空闊水中速於繁殖之微小生物。但事實之重要有不減於此者，開廣之水乃多數柔弱幼蟲之安全養育所：例如蟹及海盤車，藤壺及海膽之幼蟲，於海岸及淺水之粗暴戰亂之情形下，不能一日生存者也。此種幼蟲於經過根本變更及得精力後，方用各種方法回至海岸。

三 深海

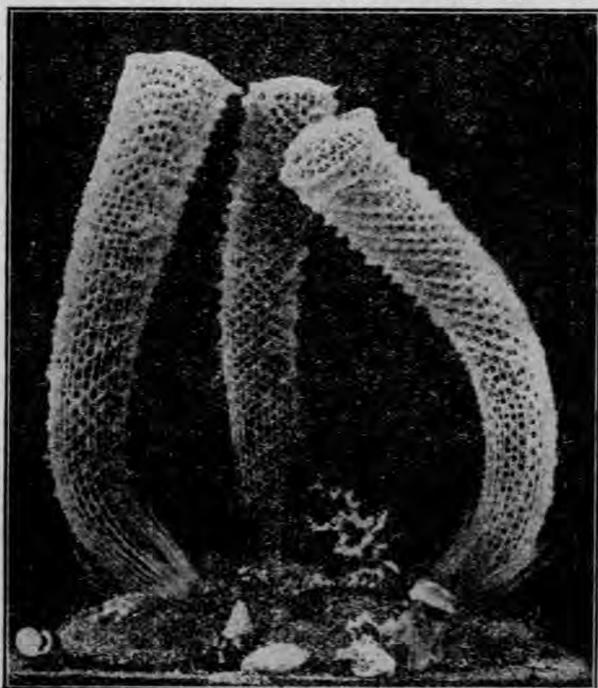
深海包深海之底及水層之附近海底者而言，與他種生物棲息處所大異。深海所佔之地面過於全球面積之三分之一，而生物衆多。深海自鋪設海底電線後，始經慎重注意，但首令吾人對深海有一種新世界之印象者，乃察楞澤 (Challenger) 探險隊 (一八七三—七六年) 之結果也。

外界之情狀 海洋平均之深度約二英里有半，而多數地方比較爲淺，故海中必有深度較大之部份。有數處可深至六英里，即埃佛勒斯峯 (Mt. Everest) 亦可被湮沒而無跡。在此深度壓力甚大，即深在一萬五千英尺之處，每一方英寸已有二噸有半之壓力，溫度在淡水冰點之左右（華

氏二十八至三十四度，蓋兩極之冷水常繼續下沉，而尤以來自南極者爲甚。除發光動物不時發光外，深水中極爲黑暗。雖極靈之感光片在三千英尺之深，稍顯光跡，但日光在一千五百英尺處幾已消滅矣。深海爲一絕對安靜之世界，海底絕無景物之可言。一深冷，黑暗，寂靜，單純之世界！

生物之情形 雖深淵之底

之數部分，其生物可較他部分爲多，然生命之分佈無深度之限制。凡撈網可及之處皆有生物可發現，如原生動物，海綿動物，珊瑚蟲，海盤車，海膽，海百合，甲殼類動物，酸漿介，軟體動物，海鞘類動物，及



偕老同穴(Venus' flower basket)之硬骨，生於日本深海之海綿動物。

魚類等，皆可為動物分佈之代表。深海既無光，自無綠色植物，而所有動物，又不盡賴於彼此互相吞食，故食物必自外供給之。海面微生物因溫度之變更或他種原因被殺後，乃下沉於海底，而作海底動物之食料。此種多餘之食料，海屑，及各種之鹽類，沉澱於海底，成一種軟泥，其狀有如夏季之牛油。

海底似無細菌，故無腐爛作用。沉下之物，即大如鯨之屍體，必為饑餓之動物咬細而消化之，而大多數之骨則溶解於水中。惟鯨之耳骨，鯊魚之齒則能永存。

深海生活之適應 為適應高壓力計，深海動物之體常易於滲透，故水常通



深海之大腹魚，以貪食著名
有時可吞噬魚之大於己體者，使其胃大為凸出。



深 海 魚

Melanocetus murrayi 及 *Melanocetus indicus* 之二種與不列顛之鯨類同類。但棲息於深淵，色極暗，甚柔弱，具甚完備之發光器管。第三種魚名蓬萊惠曾 (*Chanliodus* 好掠捕動物，口大，有可怖之齒。

過其體，例如偕老同穴爲一種硬海綿，輕受一小孩之指觸，即可破碎。但內外壓力相等時，則無破裂之虞，爲防海底軟泥之局悶，多數深海活動之動物有極長高蹠狀之足。而固著不動者，則有長莖以高舉其體。莖之他端埋於泥中，對於墨暗之適應僅動物所發之光，爲目可利用；動物之觸覺則大爲發達。有趣味之發光問題將於他處論之。

深海動物之起源，似由各種海岸動物而來無疑。多數海岸動物經多數世代之時間，隨食物下沈，已至永久黑夜寒冬之世界，而適應於此奇特之境。蓋深海動物之適宜，美麗，及強盛，與他處動物無異。自然界誠無污陋之所哉。

四 淡水

淡水之區域，以較全球則極小，約佔所在百分之一，但面積雖小，種類極多，如深湖，淺池，大河，緩澗，礁湖，沼澤及他種是。淡水所在雖遠隔，而動物則大都相同。此特殊之事實，一部份由於飛鳥之足因沾泥而帶多數小生物自一流域至他流域，一部份由於數種淡水動物溯源於自海洋或海岸動

物之侵入河流或沼澤者，惟體質相宜之數種移殖後乃得生存；一部份由於數種之湖成於古時之海，性質相同之動物於變更後仍能生存。

可以代表淡水動物者，包括數種之原生動物，如變形蟲及鐘珠蟲，海棉動物中一科之代表（淡水海綿 *Spongiidae*）通常水螅，多種無節之蟲（最著者如片蛭 *planarians* 及線蟲 *nematodes* 類）與蚯蚓同類之多種環節動物，多種甲殼類動物，昆蟲，壁蝨，多種雙殼軟體動物及蝸牛，各類之魚，一二種水蜥，小泥龜，在熱帶有大鱷魚，各類有趣味之鳥如河鳥，及哺乳動物如水鼩與水鼯。

淡水動物須抵抗數種困難，最大者為乾旱，冰凍，及大水時被沖刷而去。研究世界之事物，其趣味無有過於研究淡水動物用以解除其困難之適應。試舉少數之例於下。

（一）對於乾旱之困難，多數淡水動物有蟄伏之能力。例如非洲棲息於池沼之魚，可在泥中生存半年之久，而多數小甲殼類動物則耐旱之能力可至數年。（二）水近冰點膨脹，較冷之水深於水面成保護之冰層，較暖之水留河底而不凍；淡水動物在池沼中是以是而得逃避冰凍之危險。

(三) 動物有各種把持，鈎纜，固著之法，以減少被沖刷至海之危險，且縮短危險極大之幼稚時期焉。

五 乾燥陸地

動物生活史中，動物之圖出水而登陸者，已屢見不一；而多數動物已告成功，其尤著者爲(一) 蟲，(二) 空中呼吸之節肢動物，及(三) 兩棲類動物。

動物之得支配乾燥陸地也，端賴植物預備之功。設陸生植物而不能生於乾燥之土，以供給食物庇蔭與溼氣者，則陸地必荒冷而不可立足。未有植物之先，不能有蚯蚓，蓋蚯蚓以腐爛植物之葉等爲食物也。但蚯蚓之報酬極速，於世界各處造成腐植土，在地中穿掘以開通土壤，用其排泄之泥糞以循環其土質，且於其食囊中磨碎物質——成世界最要之磨機。

更有一重要之意，是爲無論海洋或淡水，凡水邊之生活均爲陸地艱苦生活之必要預備及過渡經驗。凡在陸地所稱爲美滿者，皆開始於水岸。吾人試研究自水移陸之意義。前於天演篇中已約

略討論其旨，一甚有趣味及重要之論題也。

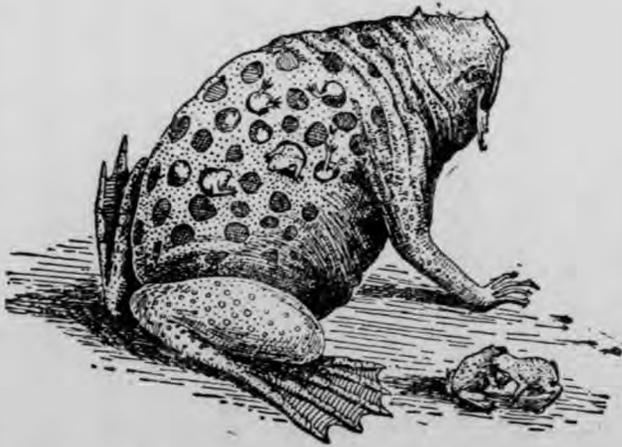
自水至陸過渡之困難及結果 離水至陸，動物失去運動之自由，蓋陸地動物之行動大都限於地面也。故運動必須極速，極簡捷；與此有關係者，為動物必須有精細橫紋及收縮敏速之肌肉，有時此種肌肉增加而成無數各別之機器。吾人於行路時，自舉起足跟至重安置於地，於半秒之時間內，已運動五十四筋肉。更進，敏捷而有節制之運動，尤需進步的神經系統，蓋腦於有思想作用之前，久已為節制運動之器官矣。自水至陸之過渡，亦含有身體更加結實之需要，以免去在地面阻力太大之弊。動物之如水母者，決不能生於陸地；數種陸生動物，如蜈蚣，蛇等，其延長之體皆有特別之適應，使走時不至蹣跚，是為陸生動物之例外。

陸地晝夜冬夏之變化，較海洋更為顯明。故上陸後對於蒸發，失熱，及他種危險，必須有保護之法。動物保護之法不一，如體外有厚皮，角質層，甲殼，或毛等皆是。多數動物於冬令之前，已預加增其保護，如加厚其毛皮，或於皮下積儲一層之脂肪。

但表皮之增厚或保護，有全部或一部分失去表皮呼吸作用之弊。陸地可用之養氣較水中為

多，但得之之法則較難。養氣吸入體之內部而入一種似肺之器官，體內吸收養氣之濕潤面積，甚為重要。最良之解決法可於有氣管之節肢動物見之，如櫛蠶，百足蟲，多足蟲，及昆蟲等，以有分枝之氣管，故空氣可流通至任何孔穴，任何部分。大多數動物以血就空氣，昆蟲則以空氣就血。桓螯前自海岸移植內地，由叢生於鰓蓋下之脈管，吸收乾燥之空氣。

在陸地安置雛幼及卵，較水中更難。水可隨處用以養育其雛，而陸地則燥旱，有極低極高溫度之變更，且有饑餓銳目之仇敵等危險，不得不避免者。以故陸地動物有種種之法，以藏其卵或



負子蟾卵孵化於其背上之小袋中

雖於穴中，巢中，或草本植物及樹上。數種動物於生育後，仍帶其幼於身上，如負子蟾 (*Pipa americana*) 及袋鼠 (*Kangaroo*)，亦有延長其妊孕之期，其幼得以在母體內安全發達，而於有胎盤之哺乳動物中，則母子之關係尤為密切。至有趣味者，有一古代動物名櫛蠶 (*Peripatus*) 者，介於蠕蟲與昆蟲之間，帶其幼於體內，幾及一年然後生育。

上文所討論者，已足示陸地之征服有極大之天演效果。自兩棲類首侵入陸地，可謂為較佳之腦力，更有節制之動作，及更高之家族生命之肇端。

六 空氣

動物無純粹生存於空氣中者，但多數昆蟲之成蟲，其大部分之生活，在於曠濶之空氣中；雨燕 (*swift*) 在夏季長日中自黎明至薄暮，除至其巢以昆蟲哺其幼蟲外，其飛行無一刻停止。蝙蝠在活動時期，亦宜名之為空中動物。

空氣為生物最後宰制之棲息所。研究此項宰制能力之意義，一至有趣味之事也。(一) 空氣

生活使生物得超越陸地生活之根本困難，蓋陸地生活限制生物，使其僅運動於一平面，即地面是也。飛行之能力，可使動物回復其普遍運動之自由無異於游行水中。當貓竊行而前，將捕殺麻雀時，麻雀忽而飛入空中，吾人以是知飛行之增加安全者不少。（二）飛行之能力，亦所以予動物捕獵及開闢新地，與探求水源之新機會。（三）安置卵及其幼雛於大多數之敵所不能及之巢中，亦一極重要之點。白頭鴉之巢搖曳於樹頂，可以表示一有效果的試驗之頂點。（四）最大之利益，莫如能移徙，因以制勝時間（可避免乾旱之夏及嚴冷之冬）與空間（可自一處捷行至他處）之困難，有時幾有環繞地球之可能。動物之獲得其利益，能勝過飛行之能力者無幾。飛行實為開新自由門之鑰。

飛行之問題如前章所論，曾經四次之解決。但每次所解決，各異其法。四種解決可於昆蟲，及已滅跡之翼手龍，鳥，與蝙蝠見之。更進，如前所言，已有無數動物欲作飛行，雖失敗而仍為光榮者，其最著者如飛魚，緊張其胸鰭而遠躍；又如飛樹蛙指趾間之蹼張成傘狀；飛龍 (Dracorolans) 肋旁之皮，張於能動甚長之五六肋骨上；各種飛行之哺乳動物，如袋鼯 (Flying phalanger)，鼯鼠

(Flying squirrel) 等，能在樹間作突進狀之跳躍。

昆蟲之翼乃扁平空心之囊，生於身體上部名胸部處，第二第三環節之兩旁。有強有力之筋肉爲之工作，有幾丁 (chitin) 質之肋條以支持之。在肋條內可通有氣管，血脈，及神經。昆蟲之構造極輕，氣體流通亦極周密，昆蟲飛行之原理乃用輕而有彈力之翼，揮擊空氣極速所致。多數昆蟲於一秒間，其翼揮擊空氣多至二百餘，故吾人所習聞之營營之聲，可比飛機推進機之翼急轉時所發之聲。於一短時間內，蜂飛之速可超於鴿，但昆蟲甚少能遠飛者，每爲風所飄蕩或吹回。蜻蜓及蜂可爲昆蟲中能飛二三英里者之例，但此爲例外。昆蟲通常僅能作短程之飛，此事於人生甚爲重要。蓋可限制有害昆蟲，如爲傷寒病及瘡疾媒介之蠅蚊等之傳佈範圍。最下等之昆蟲 (跳蟲 spring-tails 及銀囊 bristle-tails) 無翼之痕跡，而蝨蚤等之無翼乃由退化所致。尙一有趣味之事實，爲數種昆蟲於生活中，僅在交配時飛行一次。昆蟲之翼如何演成，至今尙未明瞭，但昆蟲類於實行飛行之前，似先能跑跳及突躍也。

已絕跡的翼手龍之黃金時代，在地質學時代之白堊紀，此後其種即消滅。其翼係一摺之皮，自

身旁向外延伸甚長之指而擴展（通常視若吾人之小指）自此接連於後足乃及其尾。

翼手龍似不能遠飛，蓋至多其胸骨只有一弱龍骨突起；但中有數種，其背面脊椎骨之融合甚爲顯著，此骨一如飛鳥，用以供揮翼時之支點。此種古生物之大小，自小同麻雀起，大至自兩翼尖之間，其擴張有十五至二十英尺之廣。諸飛行動物中，以此爲最大矣。

鳥類解決飛行之法，以羽毛爲主要，羽毛成一聯結之風車以鼓風。此問題將別論之。翼手龍及蝙蝠之翼爲蹠翼或膜翼（patagium），而鳥翼之前部亦有一小蹠膜。但鳥之膜翼無關重要，而鳥翼則由另一方向之天演而來，其前肢變形以爲支持羽毛之用。羽毛大體可比之於爬行動物之鱗，但僅大致相類似，二者間有何過渡關係，則未之知也。前已言之，鳥發源於二足之恐龍，鳥之能高升，極似其始不過能在地上跳躍，撲其有鱗之前肢，而用其長尾以平其體如袋鼠狀。其第二步似爲樹上之學習，在此時間，得自上『溜』下之精巧技能，今日之鳩，自鳩舍滑溜至地，猶存其近似。御風之技能已臻極點者，厥惟鳥類，而信天翁及兀鷹之『帆行』空中，則尤奇異高妙，無有能及之者。彼雖不鼓其翼，而有時順風，有時逆風，帆行可至半小時之久，或繞船以行，或在天空作螺旋狀之迴翔，似

能利用各種速度之氣流，其下時變位置能力為運動能力，上升時又變運動能力為位置能力。數種蜻蜓亦能作帆行，誠至有趣味之事也。

蝙蝠之蹠翼所包不止前肢。雙摺之皮始於頸旁，經前肢之前面，越其大指，轉後接連於其延長之掌骨及指，重至體旁而連於後肢，如有尾者則接於尾。甚有趣味者，為蝙蝠之骨骼，其輕有如鳥類，其胸骨亦有龍骨突起。使胸前筋肉著於較善之地位，背之脊椎骨亦合一如鳥然，使飛行時有穩固之基礎。此種對於同狀需要之同狀適應，見於不同類之動物者，謂之幅合 (convergence) 乃極有趣味之研究也。蝙蝠除與鳥同有之適應外，尚有多數獨有之適應。蝙蝠以有多數



信天翁：南海之大洋鳥

此鳥之翼擴張時，二翼端之間，其大可至十一英尺。以特強之帆行力著，能繞船環行，而不見其撲翼也。

神經之端在其翼及耳鼻四周之特別皮葉，故於薄暮飛行時，不至與樹枝及他種阻障物撞擊。有謂此係得其高音回聲之助，但蝙蝠之有極精美之觸覺固無可疑。通常蝙蝠僅產一子，其對於飛行之適應顯然可知；又食蟲蝙蝠後齒之銳利如山峯之頂點，亦為對於咬碎昆蟲之適應。

吾人觀於鳥類飛行之勝利，在移徙一端已達極點，或則陸地動物如通常之哺乳動物蝙蝠等，亦能支配空氣，或則屢試而為榮耀之失敗，如動物之無翼而能鼓風突躍者，由此可知生物因求福利而作特殊之奮鬥，其性至為倔彊。

上文所論，已足表示多數動物，對於其生息地所有之特別困難，各起何種之適應；但困難及阻礙之發生無時或已，故適應亦繼續而起。故吾人順自然之趨勢，將於次章論常見之自衛擬態等事焉。

參考書目

Elmhirst, R., *Animals of the Shore.*

Flately and Walton, *The Biology of the Shore* (1921).

Furneau, *Life of Ponds and Streams.*

Hickson, S. J., *Story of Life in the Seas and Fauna of the Deep Sea.*

Johnstone, J., *Life in the Sea* (Cambridge Manual of Science).

Miall, L. C., *Aquatic Insects.*

Murray, Sir John, *The Ocean* (Home University Library).

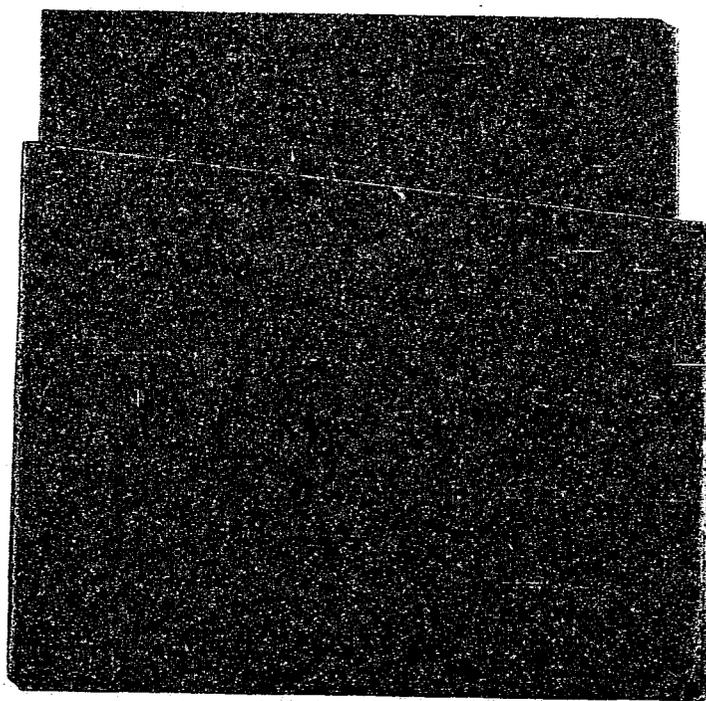
Murray, Sir John and Hjort, Dr. J., *The Depths of the Ocean.*

Newbigin, M. I., *Life by the Sea Shore.*

Pycraft, W. P., *History of Birds.*

Scharf, R. F., *History of the European Fauna* (Contemp. Sci. Series).

Thomson, J. Arthur, *The Wonders of Life* (1914) and *The Haunts of Life* (1921.)



040164



21 21 . 6

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(三)

湯姆生著
胡明復等譯



商務印書館發行

萬有文庫

第一集一千種

總編纂者
王雲五

商務印書館發行

040165

科 學 大 綱

(三)

湯炳生 著 胡明復 譯

漢 譯 世 界 名 著

科學大綱

第四篇 競存

美國哥倫比亞大學動物學碩士 陳 楨譯
國立東南大學動物學教授

鳥獸之摹仿及假冒

一

設細察某地而發現一動物，其未發現者必有十動物。其所以如此者有二故：一因動物常隱居於黑暗之區，如地下，物中等；二因動物常假冒其環境，或有他法以使其自身不易爲仇敵所見。此假冒爲動物所常有，其方法程度有種種不同。動物之所以常有此假冒者，因生存競爭甚烈；生存競爭之所以如此之烈者，其原因有四：（一）動物常有生殖過繁之趨勢，低級動物尤甚；（二）生物界

之滋養循環中，一生物恃他生物爲生，而他生物又特別生物爲食，其最後來源，則爲植物；(三)一切強壯動物皆喜亂撞，喜抗拒或欺凌弱者；(四)生物之環境常有變更，能應之者生，不能應之者亡。以上四者之中，前三者爲動物有假冒之最要原因。即強有力之動物，當其休息時或哺養幼稚時，亦利於隱藏不易見。此種以類似環境或他物及摹仿 (mimicry) 自隱之法如何天演，此問題爲吾人所欲研究者也。

永似環境之顏色 動物生於沙上者，其色

淡褐，例如生於沙上之褐色蛇及蜥蜴。綠色之蜥

蜴似草，綠樹蛇似樹枝，豹斑似林中葉下之光，虎紋如叢草，野兔雉鳩與田中之土色莫辨；雖蠢大如



螳 螂

螳螂乃好殺之生物，然其形狀則和平而不兇惡。其可畏之前足拱起如作禱告，行動徐緩而隱秘，前翅似一葉；然此物實非有知覺的欺詐者。

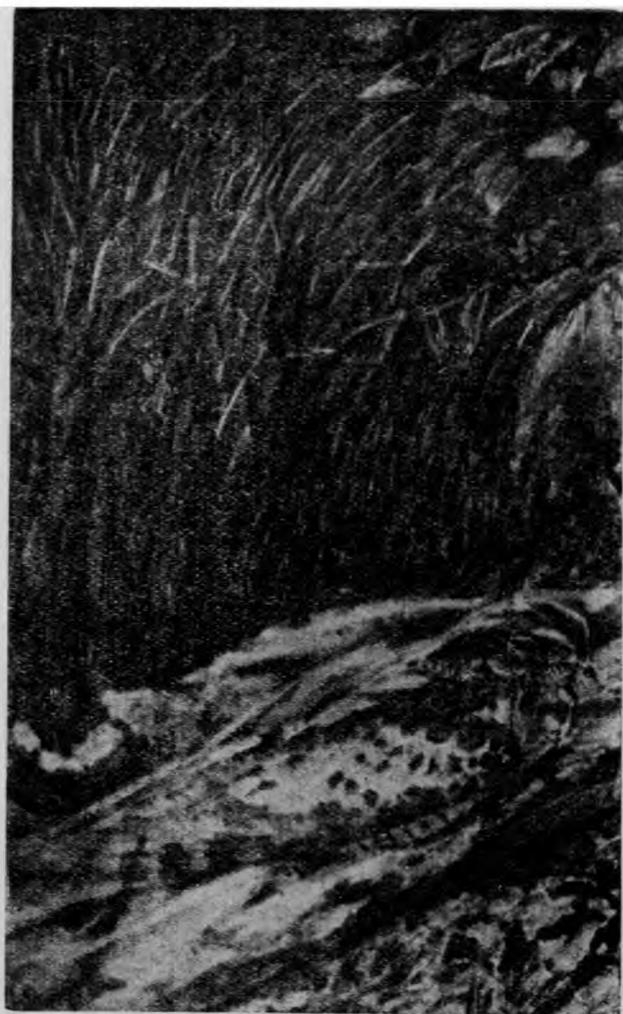
驢，在黃昏中，亦易聞而不見。

生物學者曾以螳螂作試驗，其法取螳螂之綠色者，以絲線繫之於綠葉之上，又取褐色者繫之於枯葉之上，二者皆能免爲鳥所見。如以褐色螳螂繫於綠葉之上，或綠色螳螂繫於枯葉之上，則爲鳥啄去。另一試驗，以雞雛爲之，白色或黑色之雞二百四十隻，與有斑點之雞六十隻，共散於田中。其中爲鴉捉去者共二十四隻，惟祇有一雞爲有斑點者；蓋黑白者顯而易見，有斑點者，能避鳥目也，不



善變巨蜥

巨蜥爲現代生存蜥蜴之最大者。
圖中所見爲澳洲產，長達四尺。色褐，有黃點，體積雖大，然在適宜之背景，如樹皮上，並不顯著。



然，則有斑者爲鴉所捕之數，絕不止總數二十四分之一也。觀以上二試驗之結果，可知動物之與環

保衛色使動物不易見

圖之下部爲一歐夜鷹，其羽毛似樹皮及枯葉。右上角棲於枝上者爲避役，其環境綠，故其色亦綠。草上之蟲爲蝗。圖之上部靠近中央有一綠蛙棲於綠葉之上。

境相似甚有利益。在自然界之嚴厲競爭中，其去最安全之顏色甚遠者必歸淘汰。

雖然，吾人不可不慎重，有不可不知者三。（一）動物可似其環境，而不因之以得保護，例如海中之劍蟲，其身體極透明如玻璃。深海動物如劍蟲體之透明者甚多；然此實因體內含水極豐，其比重與海水等。身體雖透明不易見，然不能免為其巨大仇敵所食之患。（二）靈巧之生物似能尋一與身體最似之環境以自隱。蜘蛛常自藏於地衣之中，因其可以不顯其體也。或者棲止於與己體相似之環境，較為舒適。（三）珊瑚礁旁海中之魚類多具鮮明顏色，其不同之花樣亦甚多。通常之解說以為礁中迷路僻境甚衆，放生於礁中之魚甚安全，無須與其環境相似以隱體。此等解說雖未必全非，然曾經步行礁上，及著溼水衣入海考察動物之自然科學者，則以為每種魚各有其適宜之境，有宜於日間出外者，有宜於夜間工作者。有時同一地點，可於不同時間，供不同之魚之生活。

二

顏色之漸變 尋常所見之灘蟹有各種不同之顏色及斑點，其幼者之變異尤甚。有綠，灰，紅，褐色，往往與其所處之石洞相調和。以蟹作試驗之（此種試驗尙待擴充）結果，證明若使一蟹處

於與其身體之顏色不同之處，則脫皮後，其新皮之色即與其環境中石及海草相似。其何以能如此，吾人今尙未知。似其色非有特別原因則必至脫皮時始變。幼蟹常脫皮，故幼蟹之異色尤多，不特可保護其體，且易於捕他生物於不備。長大之蟹不甚恃顏色以衛體，故不常脫皮變色。

普爾頓教授 (Prof. Poulton) 曾以玳瑁蝶之幼蟲作試驗，其法以幼蟲育於不同之環境中，在黑色環境中化蛹者則色深，在白色中化蛹者則色白，在金色盒中化蛹者，則色金；其他環境之色亦如是。環境顏色之影響於幼蟲，似在其最易受激刺時代，由其皮膚爲媒介。此時代爲幼蟲之最後十二小時。前二十小時靜止不動之蛹可因顏色之變化，安度危險時代，不易爲其仇敵所見。所以致此變化之生理，則至今尙未能明瞭。

顏色之隨季變異 雷鳥 (ptarmigan) 每年脫皮三次。夏日，其上面羽毛富赤褐色，至秋季則其背漸變爲灰色，至冬季則其羽毛幾全爲白色；因其中無絲毫之色質，而含多數之氣泡也。此潔白之羽毛在雪中極不顯，有時數步之內，尙不能見其體；而金鷹之餓眼亦無所用其銳。

鼬有褐色者與白色者，褐色者換其毛即成白色者；野兔亦如是。白鼬之毛除黑色尾端外，餘皆

白色；冬季野兔除耳端爲黑色外，餘毛皆白色。兔毛等之轉白，由消失色素所致，人髮之變白亦然。據麥奇尼可夫 (Metchnikoff) 之研究，生物體內遊行如變形蟲之細胞曰食細胞 (phagocyte) 者，可爬入毛髮之內，取其中之色素而出。色素所佔之地位成爲氣泡，故現白色。一切動物皆無白色色素；白色之成皆因許多小結晶體之平面或氣泡之反光。

雪漫平野時，山兔每因其白而得免狐口；然在綠野之上，則白色反爲衆視之的。故白色有利亦有害。白鼬除獵者外無



隨季變換顏色：北斯干的那維亞 (North Scandinavia) 之夏景

圖中有一褐色善變野兔，一柳松雞，一北極狐，在天然環境中，此數者之顏色皆不顯著。

仇敵。當落雪時，其白色可以助其偷捕松雞或兔；然白色之長成或非為保護，乃由於生理之原因。鳥獸等熱血動物當冬際嚴寒時，因防止寶貴體熱之散失，其毛色最宜於白，因此外顏色皆易散熱也。體溫度為鳥獸所特有，有之者必兼有種種方法以維持之，使歷久不變。維持體溫方法為內部之自動的調節機關，使筋內所發生之熱與皮及肺中所散失者相調劑。內熱之重要功用為便利體內化學變化之平穩的繼續。體溫降則化學變化緩，在蟄伏哺乳動物固無恙，然在其他動物則頗危險。由此觀之，白色之皮毛如何有利鳥獸之生活。

三

顏色之速變 有骨扁魚如比目魚及蝶等能變其體之顏色與花紋，以適合其環境中之沙與石子，甚至使人雖知其所在而不能尋得之。此類魚雖有時能散沙於其向上之部，使露出沙外者，惟有二眼；然其有變更已體以適合所在水底之能力，亦斷然無疑。如以此類魚置於人造之池底上，則其體之色紋亦隨之而變。此類魚甚適口，常為其仇敵如鵜及水獺等所尋求，故其摹仿環境，定有利於其生命之保全。此摹仿新環境之變化可於數分鐘內完成，有時一分鐘已足。

扁魚自隱法之生理已略知大概。其皮內有許多能動之色質細胞，此等細胞之大小形狀與地位可以變更。魚之色紋變更，卽此等細胞變更之結果也。然則色質細胞何以變？吾人可以盲扁魚不能變色之事實，爲此問題之前部各案。環境之顏色與斑紋必須先感其目。此等感動之結果經視覺神經與腦，自腦而後，不經脊髓，而經交感神經節。此後循自脊髓中發出節制皮膚之神經而達皮膚。此消息既達皮膚內有色細胞，則細胞變，而魚之色紋乃與環境同。凡此種種經過，自視覺神經之受感至有色細胞之變更費時極少。本書數行未及讀完，而扁魚已與新環境不分矣。

烏賊亦有此等速變顏色之能力，雖變色有時可助其自隱，然通常則爲神經受感激之表示。伊索龍蝦 (*Mesop. prawn*) 之速變甚巧，在褐色海藻上，則爲褐色，綠色上則爲綠色，紅色上則爲紅色，此外之別種顏色亦然。

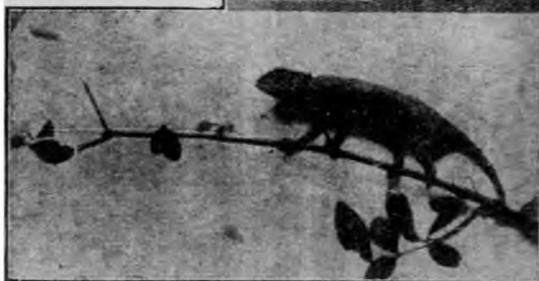
甘布爾教授 (Prof. Gamble) 云：色素之混合乃按照其背景，故配成之顏色花紋極似環境。蝦網一掃，得臥蝦極多。設取顏色不同之蝦與水草置一碟水中，則蝦各尋其與己體顏色花紋極相似之水草。伊索龍蝦之幼者及長者皆仿其環境之顏色。至夜間，各色伊索龍蝦皆變爲透明

天藍色：日間之愚鈍亦變為心神不安；稍激動則跳去，且常游泳於食料植物間。至曉則天藍色退，而晝間之顏色復生。

因此甘布爾教授云，動物之顏色可表現一種神經之節奏。

避役 (chameleons) 顏色速變之

最著者為蜥蜴，蜥蜴之中尤以避役為最。此奇異之物乃非洲特產；然安達盧稷亞 (Andalusia)，阿剌伯 (Arabia)，錫蘭 (Ceylon) 及南印度亦有之。此等生物適合於樹上之生活，其獵捕昆蟲極謹慎而有效。可伸出之舌端有一點棒，能射出約七英寸之外。手及



多 疣 避 役

上圖之多疣避役欲顯著，故張大其體。有時不欲顯著，乃縮體，而適合其顏色於環境。下圖之避役突然伸出極長之舌以捕蠅。

足皆分裂，便於穩握樹枝，長尾善捲鉤如猿。如不欲爲他物見，可隨意使其身體之兩邊收縮而變狹。有時則不自隱而反自顯。其肺，氣囊，及身體皆脹大，咽喉亦膨脹，身體之兩邊搖動，同時發聲以表其感情。其顏色變更之能力最足注意，變更之方法則特內皮中色質細胞之伸縮，及廢物曰烏糞精（guanin）所成之透明粒及結晶體。能變成顏色之衆多，除伊索龍蝦外，一切生物皆不能及。故事云：有一避役在褐色盒中爲褐色，在綠色盒中爲綠色，在藍色盒中爲藍色，在格子布爲裏之盒中則死。北美洲之蜥蜴（愛奴立司 Anolis）常因浮雲過空而變更其翡翠綠。

避役能因光之感眼，而使其體不易見。其居於綠葉之上者則爲綠色。不特此也，此物之顏色且可因時辰而異，隨心境而轉。突然之激刺使顏色急變；否則其變緩。表示避役心境之變色，可比之如人之赧顏，然在人則變紅，由於面部動脈之脹大，使血之流於內皮中微細血管內者增多。最有趣者，乃避役有二種戰術；一爲自隱，一爲恫嚇。變更顏色，能驅逐侵犯者。

克洛斯蘭博士（Dr. Cyril Crossland）曾見一避役爲犬所逐，乃轉向而張其淡紅之口，同時急變其色爲深黑。其結果則恫嚇者勝，而犬去。在天然之綠環境中，此計之效力尤大。自不可見之

中，忽一變而爲顯著之黑色，與張大之紅口，必足使仇敵驚退。

四

與他物相似 佛白司博士 (Dr. H. O. Forbes) 更見扁蜘蛛極似一團鳥糞，落於葉上。數年後，博士至遠東之一森林中，又見一樹葉上有鳥糞一塊。彼方以久不見鳥糞蜘蛛爲異，而一動樹葉，則受一特別利嚙；蓋所見者實一蜘蛛也。此等生物除顏色似他物外，且加之以形狀之相似。

然則蜘蛛因何利而似鳥糞？或者因其可以避他物之注意；然尙有一原因。鳥之排泄物似能攝引某種蝴蝶，或者佛白司博士所見之蜘蛛可因此而捕蝶。助證此說者，有卡益特博士 (Dr. D. G. H. Carpenter) 之觀察。此君曾見一形似沙上鳥糞之蟲止於沙上鳥糞之上，捕得一來食鳥糞之藍蝶。

直翅目昆蟲 (Orthoptera) 之一種曰行棍蟲者，其長狹如乾枝，其肢之伸出成種種枝形之角度。此奇異之昆蟲在日間完全靜止。多種生物受驚動，或突換新環境，則變硬。如取跳沙蟲 (sand-hopper) 置掌中，則變僵硬。惟行棍蟲則自行變爲此態。彼向兩邊搖動片刻後，即僵硬不動。此變硬

之習慣，可使其體不因受驚顫動爲仇敵所識。身體的假冒更加此奇異之習慣，以完成其欺詐。

枯葉蝶之翅上有顯著顏色，下面如葉。當其休息時，二翅相合，露其下面，極似枯葉。翅脈似葉脈及中肋，翅上白點如葉上地衣之斑點。多種幼蟲常以後捲翅及口吐之絲黏着已體於樹枝上，而斜伸如一短枝。老昆蟲學家韋耳君 (Mr. Jenner Weir) 云：彼於修枝時，常誤認幼蟲爲短枝而翦斷之。昆蟲有似利刺者，有似軟苔者。蜘蛛有似枝上小瘤者，有似一塊



圖中之鳥曰麻鴉 (bittern)，其顏色爲褐與藍綠，極似其周圍之蘆葦，常豎喙縮體，使其身似蘆葦一束。圖中幼麻鴉生方數日，已能效其親之摹仿環境矣。

地衣者。海馬之一種。遍體有纓狀物，極似其周圍之海草。有人曾見形似他物之蜘蛛，選擇一適當位置，以冒充他物。關於選擇環境，尚須研究。

五

摹仿 有時二羣動物同居一處，一為大羣，一為小羣，二者之形狀雖相似，然實非同類。大羣之動物，有特別保護法，例如不適口。小羣無此特長，因其形狀似大羣，且享受大羣之利益，故謂之為摹仿者。大羣則為被摹仿者。被摹仿者因有不適口，或能刺之劣名，為鳥所捨棄。摹仿者雖適口，而無刺，



保衛的假冒

鷹蛾息於枝上不動時，極難識之。其吸舌甚奇異，長約等身長之二倍。可捲而置於頭之下部。

然亦爲鳥所不取。因二羣之形狀相似，鳥目不能辨別，誤認摹仿者爲被摹仿者也。摹仿之爲事實，有時斷然無疑，然有時似爲偶合，非真摹仿。例如貝次 (Mr. Bates) 君云：彼常誤以蜂鳥蛾爲蜂鳥 (Humming-bird) 而射之，此實非摹仿之好例也。通常缺乏者爲試驗的證據：例如不適口被摹仿之蝶之生活較安全，而適口之蝶則爲仇敵所侵吞。此外尚須證明被摹仿者與摹仿者實同居一處。甲蟲與蛾有似黃蜂者，此等摹仿或有利；蜂蠅 (drone-fly) 似小蜜蜂；無毒蛇有極似有毒蛇者；窩雷斯 (Mr. A. R. Wallace) 君以爲遠東之弱怯黃鳥



黃黑帶蛇：甚毒，體上有黃帶與黑帶相間

此蛇之顏色極顯著，可爲警戒色之例證。顯著顏色之功用如廣告，可使他生物知此物不可犯而不擾之。耗費毒液於不欲得之物，於蛇甚不利。

(oriole) 摹仿一種強有力之僧鳥 (frier bird)。倘模範爲不適口的，可憎厭的，危險的，而摹仿者與之相反，則此摹仿曰『貝次的摹仿』(因貝次君得名)。另有一種曰『米勒 (Miller) 的摹仿』(因米勒得名)，其摹仿者亦不適口。此等摹仿爲互助的，以有同一之外貌故，更可使共同之仇敵捨摹仿者及被摹仿者而不驚動。此解說無不合理之處，然信之者不可不持評判的態度。與上述有關者爲『警戒色』與前言之假冒正相反。臭鼬鼠 (skunk)，四喜鵲 (magpie)，珊瑚蛇，眼鏡蛇 (cobras)，鮮色樹蟻等動物，非逃避的，乃強莽的。瓦來斯之解說，以爲此炫煌顯著有廣告之功用，使無經驗之仇敵得一深刻印象，使其以後不再擾有『警戒色』之動物。無論如何，設一動物之可畏與安全如黃蜂及珊瑚蛇，則此物可任有何種顏色。

假裝 蘇格蘭歷史中有一段寫一軍隊斬樹而進，假裝樹林以隱其行動。此段歷史曰『柏喃 (Birnam) 之行林』與此類似者，他國亦有之。不特此也，海岸旁亦有之。有數種之假裝，似經深思而後行者。沙蟹取海草一塊，齧之而擦於背或腿上，使附著於硬毛上。海草在蟹上繼續生長，不久使蟹背成一植物園而蟹之真相不可見。此假裝甚有效，然蟹欲長大，必須脫皮，皮脫則假裝去，而須重

製新者。蟹在岸邊之聲名甚劣，他物多知其爲貪食好戰之物。今因背被海草或海綿等不爲他物注意，自可得許多利益，例如易於偷捕他物及逃避仇敵。

如取狹喙蟹而清潔之，則不久蟹又重復取物以蔽體，此舉動爲本能的。雖每種蟹有各取不同之海草，爲假裝之傾向，然倘無所喜取者，他物亦可代之，雖顯著之物如有色布，亦願取而加諸背上。假裝之方法各種蟹不同，有以鮮色不適口，內藏火石針之海綿爲假裝品者；有切海啣之被囊，而置諸肩上者；有旋轉於蚌類殼中者。寄居蟹 (hermit-crab) 塞其輓尾於玉黍螺 (periwinkle) 蛾螺 (snail) 等空殼中，又取海葵附於其借居房屋之上，海葵善刺，有利於寄居蟹之保衛。甲殼類動物且有帶海葵於大爪中，如持武器者，足證上說之不謬。然寄居蟹捕得之物食而未盡者，可供海葵以食料，故寄居蟹亦有利於海葵。二者互相輔助，各得其利。此等事之專門名詞，曰共棲，意謂「同席而食。」海葵之自寄居蟹所居殼上移下者，初則不豫，繼則靜候，待再有寄居蟹經過其側，卽握之而移上其殼背。

六

別種隱避法

此外，尚有多種不易分類之假冒法。烏賊一羣游泳於海中，極美麗可觀。其行動與變色皆同時而一致。如小鯊魚突來攻擊，則各烏賊同時自墨囊發墨。清水之中頓生黑雲，此即希克生教授 (Prof. Hickson) 所云，烏賊欺其敵也。幼烏賊出卵後一分鐘即能爲之。

磧鶻 (chaffinch) 等鳥能以苔蘚地衣等廢物假裝其巢，使不易識。巢外且黏蛛網少許以點綴之。

南美洲林中之樹獼 (Tree sloth) 以彎曲之手足指掛其身於樹枝之下，循枝緩行，背向下而腹向上。因其爲夜行動物，故無多危險，然當日間靜止時，其蓬鬆之毛狀如枝上苔蘚地衣，使其體不易辨。增加此保衛的假冒之效力者，尚有生活於其毛上之綠藻，與潮濕氣候中樹幹及門柱上所生之綠藻同。

夏初路旁草葉之上，常見有鵝鳩睡 (cuckoo-spit)，其狀甚顯著，然而一切生物皆不驚擾之。此必爲一種假冒，乃小蛙躍蟲 (frog-hopper) 無翅幼蟲時代製成者。此蟲以其利口穿破植物之皮，而吸其甜汁，久之甜汁流於全身。乃上下數次，以撲進空氣於甜汁中，如人之打蛋然。後又加入此

蟲食道中之酵質，及皮上腺中之蠟少許於甜汁及空氣之混合體中。此四者混成之物狀如肥皂，可耐長日之熱。

除上所述者外，尙有其他假

冒。實則假冒之事極多，足證生命非易爲之事業。惠特曼 (Walter

Whitman) 云：動物之中無勞役

與哀鳴，地球上一切動物無一不

快樂者。此言雖近是，然尙有一事，

亦爲事實。卽一切生物如無盔甲武器與權詐，必另有方法以保全其生命；否則滅亡。此方法之一種

卽假冒，吾人已示其天演之例矣。



寄居蟹與其同伴海葵

寄居蟹塞其額尾於蛾螺玉黍螺等物空殼中，又取海葵置於其借居之殼上。海葵蔽蓋其體，又能刺。寄居蟹因而得保衛。寄居蟹能行動，易得食物，海葵藉其力而遷移，得其餘食，故亦利於居殼上。此等互助之專門名詞，曰共棲。

第五篇 人類之上進

美國哈佛大學哲學博士
國立東南大學植物學教授 胡先驕譯

一

無人因牛頓初生時爲一弱小之嬰兒，遂敢輕議其人，吾人亦不應以其遠祖出於樹居之哺乳動物，而遂小覷人類。自人類最高之發達觀之，人類自遠與一切生物有別，『僅少遜於天使，膺有令譽與光榮。』『人類爲何等之產物！理想力何等尊貴！其才能若何無限！其容貌動作有何等有意味而可敬仰！其行爲何等之似天使！其理解竟如是之似上帝！』雖然，所有之事實，皆指明其遠祖與猴類及似人猿同出於一源。人類固非近日生存之猿或猴之後裔；而乃與之同導源於一遠祖，一若同幹異枝者然。此結論關係極大，其所以得此結論之理由，吾人須詳細研究之。達爾文於一千八百七十一年所著之原人一書論之極詳，此書蓋將其一千八百五十九年所著物種由來之一章擴充而

成者也。

人類與似人猿同出一源之解剖學證據 人類身體之構造與似人猿——如大猩猩 (gorilla) 。

猩猩 (orang), 黑猩猩 (chimpanzee), 長臂猿 (gibbon) 等——極為相似。每一骨, 一肌肉, 一血

管, 一神經, 人與似人

猿皆吻合無間。彼守

舊之解剖學家與文

爵士 (Sir Richard

Owen) 曾有言云:

『在彼等之間, 有完

全符合之構造。』其

間固自有不同之處,

但皆無大關係; 惟人

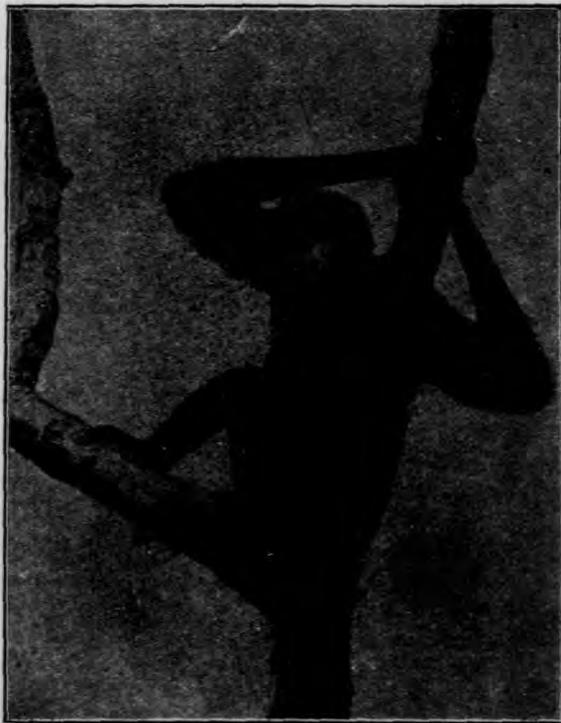


狀 坐 猩猩 黑

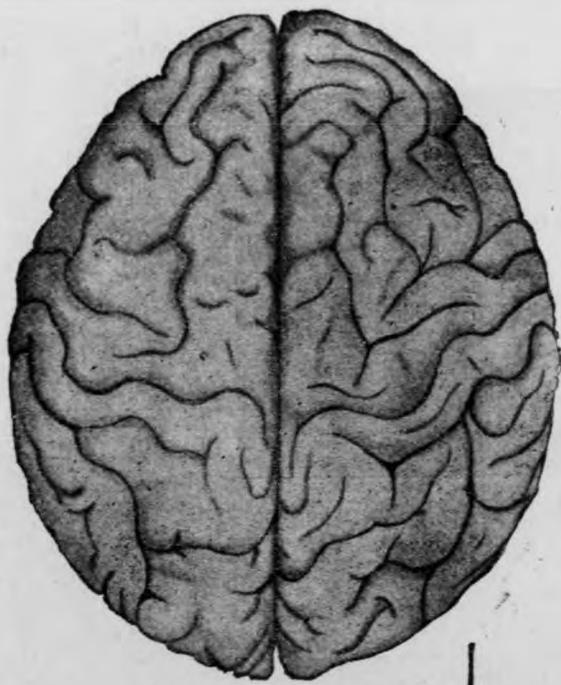
其頭表示面貌各特性, 如眉稜骨之突出是, 此亦內安得塔爾 (Neanderthal) 人種之特性。同時留意其大指之短, 與大足指之增大。

之腦則甚大，有時三倍於大猩猩之腦。人類之腦平均重四十八英兩；而大猩猩之腦最重不過二十英兩。人之腦蓋之容積至少不在五十五立方英寸之下；在猩猩則爲二十六立方英寸，在黑猩猩爲二十七·五立方英寸。吾人固非謂人之特性可以數量計之，但爲思力之中心之腦卽以容積重量計之，亦遠在似人猿之上也。

在嬰孩時期已過之後，惟人爲能完全直立；其載有重腦之頭不如似人猿之向前垂墜；或因其

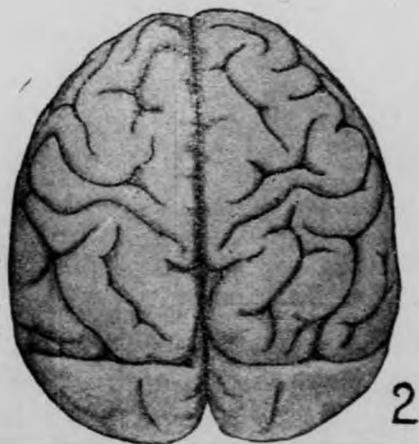


長臂猿之頭顱與齒皆較他種似人猿爲低下但其長肢極合於樹居之生活



人腦較大較重，較似穹隆頂狀，有較多較複雜之摺文。

人腦（1）與黑猩猩腦（2）之表面觀



直立之故，發音之器官亦較爲發達。與似人猿較，人有較大較直立之頭，較少向前突出之面部，較小之顴骨與眉稜骨，較整齊之牙齒。至下頰則爲人類所獨具。惟人之足蹠爲能完全平鋪於地上，其大足指與其餘之小足指平列，且較猿類有一更完美之足踵。頭之形狀之變遷與腦之增大有關，與嘴鼻部之縮小；而後者則由於手可不供支柱身體之用，而漸變至便於取物以入口也。

吾人素知人類之衣服常有舊時之遺制，雖其功用已早消失，而尙留存至今日者；如早餐服背

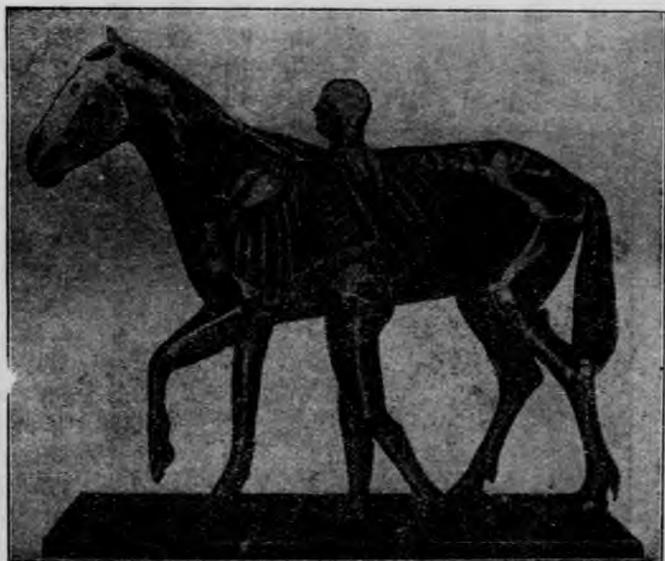


黑猩猩頭部之側面圖
(試與下方之圖作比較)。



由其頭蓋骨重造之爪哇猿人
頭部側面圖

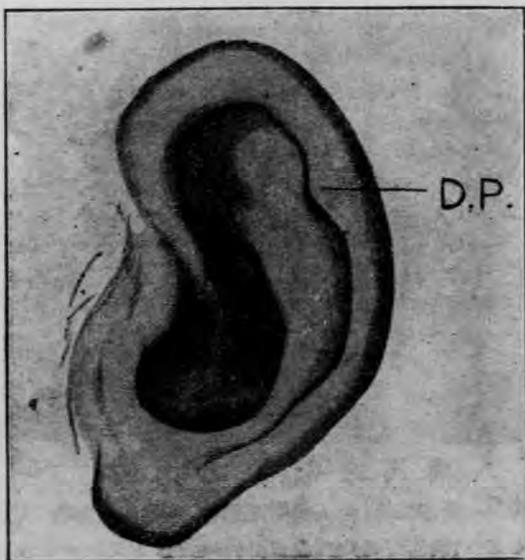
後腰間有二鈕扣，蓋昔日以之扣衣角者；又袖間亦有鈕扣亦昔日供挽卷袖口鈕著之使不脫落之用者。人體亦有同然之處，蓋不啻一古物陳列所焉。有數解剖學家，曾記載有百餘此項退化之器官，雖此數或過高，然其名單之長可以想見。在人之內眼角上部有一極小之附屬物——在某數種民族較他種民族為大——是為退化之第三眼瞼之遺跡，供清潔眼珠之用，在多數哺乳動物皆甚大。



人與馬之骸骨之比較

兩具骸骨無一骨不吻合，然人為兩足動物，馬為四足動物。人之脊骨大部分直立；馬之脊骨除頭與尾外皆平列。人之頭顱與脊骨約成一直線；馬之頭顱則與脊骨成一角。人與馬皆有七頸部脊椎。人之四肢各有五指；馬則僅有一極發達之指。

而極發達。如在牛與兔，吾人極易見之。在人與猿猴則為無用之退化物。其所以退化者，則由於在人類與猿猴，上瞼運動較為靈便之故。人類之有退化之第三眼瞼一事，即足證明其與他種哺乳動物之關係，但此不過衆證之一耳。有數種在討論人體文中曾論及之，但吾人可於此言及人之耳廓之退化肌肉，與馬驅逐腹部飛蠅時用以抽搐皮膚之肌肉相同；及人之尾閭骨，在生長七星期之胚胎中，且較腿部為長。吾人雖不必全信大小腸接連處橫生出之盲腸完全無用。然可斷言其為日趨於退化之器官，蓋在人類極早之遠祖，此必為甚大而有用之腸也。在多種哺乳動物如兔等，此盲腸在體中乃為極大之器官，蟲狀垂則附生於其末端。在人類則僅



人耳上之“達爾文點”(有 D P. 爲記)



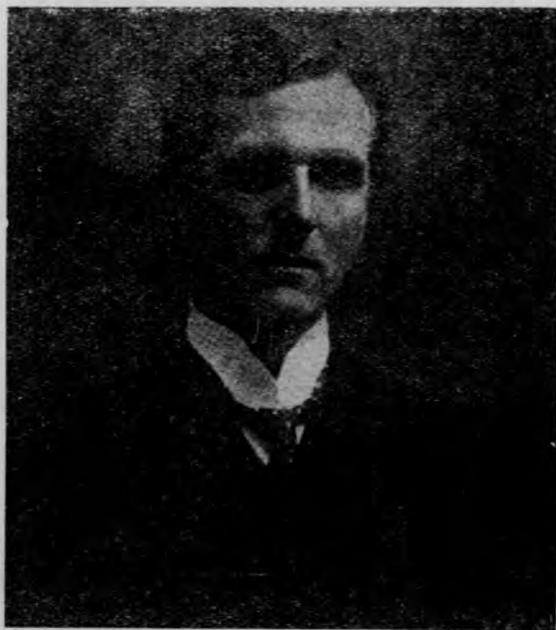
如上圖兔耳所示，此達爾文點與通常哺乳動物之耳尖相當。在幼稚之猩猩，其與達爾文點相合之處尚在耳之尖端也。

此附生物尚存在。尤有趣者，在猩猩，此物乃較人類所有者為長，此物且如一般之退化器官，其形狀大小常有差變。此種差變之惡結果有時乃為人體之害：盲腸炎即由於此。達爾文以為此類退化之器官如英文中無音之字母。如“leopard”字中之o，“doubt”字中之b，“reign”字中之g。此

等字母雖已無用，但足以詔吾人以此數字之歷史。人類之退化之器官亦能昭示人類之譜牒。此等器官必為歷史與天演之遺跡。舍是，蓋無法能解說其所由來也。

男子（常較女子為多）

或有耳之內緣上生一錐狀突起者，此物極有趣。蓋為下等哺乳動物尖耳之末端退化所成者，此點名之曰『達爾文點』。蓋達氏所謂為『在人類少小時期危險紛亂之日所遺留之表徵』者也。



岐司爵士 (Prof. Sir Arthur Keith)

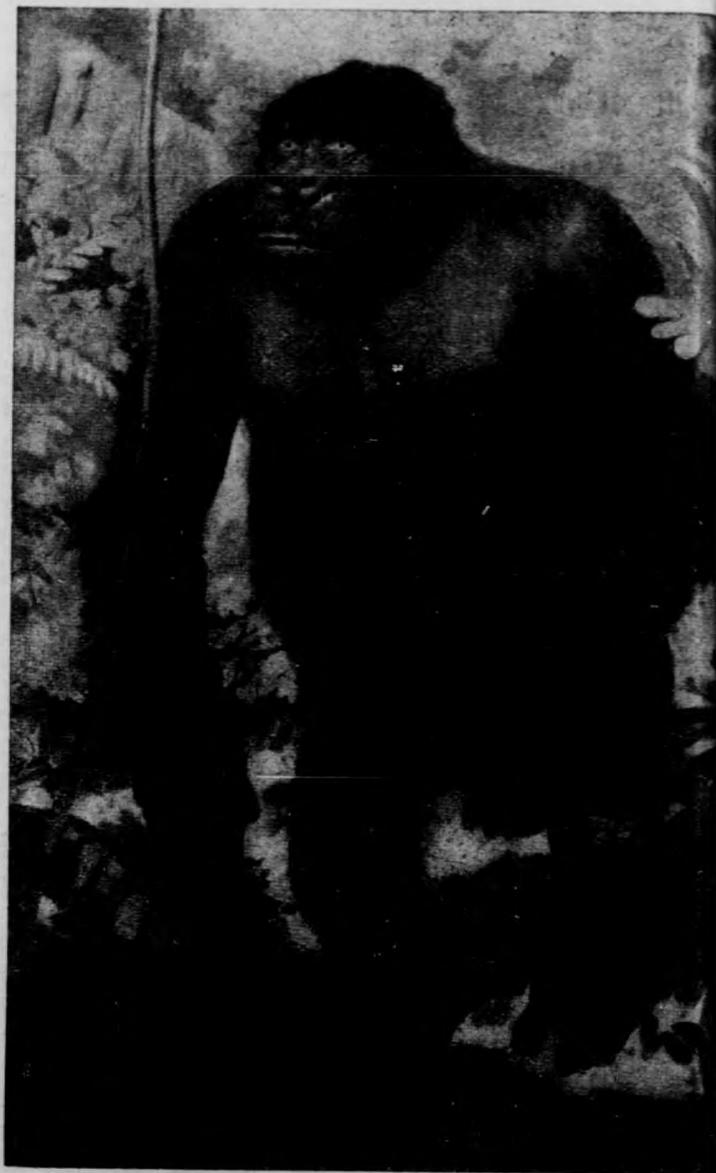
爵士為英國皇家外科醫科大學教授與博物院長，為今日一大人類學家，知人類古代史最詳。

人類與似人猿同出一源之生理學證據。人體每日之作用，幾完全與似人猿相同，且人與猿共患同樣之疾病。人類所特患之病菌，亦能侵害猴類，如肺癆病之細菌是。達爾文示知人類各種姿勢與面容之表現，皆可於猴類中見之。輕蔑時上唇簇縮，露出尖牙，所謂冷笑者即其一端，惟此態在他種哺乳動物亦有之——如犬是，而犬乃距與人同源之似人猿甚遠者也。

若以人血注射入犬甚或猴類之體中，則有仇害他血之性，能毀壞其紅血輪；但若注入黑猩猩體中，則可以和諧混合。此真可謂人類與似人猿有血統上之關係矣。但有更精巧之試驗。若將人血注射入兔之血清，二者可以混合，而成一雲霧狀之沉澱。若以似人猿之血注入兔之血清，亦起此種同等之沉澱。若以美洲猴之血注入之，則須經甚長之時間始微起昏沉之狀，而無真正之沉澱。若以與人類相去最遠之『半猴類』，所謂狐猴 (Lemur) 者之血注入之，則不起反應，或起極微之反應。若注以與似人猿絕無關係之哺乳動物之血，則全無反應。故如最著名之人種學家施華白教授 (Prof. Schwalbe) 所言：『於此試驗，不但證明照字面解說人與猴類有血統關係，即其與各大羣

猿猴關係之親疏皆可於此試驗證明之，初無疑義之可能。『吾人於此可懸想假如達爾文得及知此類之試驗，其欣喜將如何也。

人類與似人猿同出一源之胚胎學證據 在個人之發達，人類似重演其世系歷史之大凡。其在胎中九月發達之程序極近似各種似人猿胎兒發達之程序。在荒年或圍城中所生之嬰兒，有時似尚未發達完全，而面貌行爲亦嘗有類猴之處。吾人苟至缺陷兒院一觀，彼受有障礙阻滯或紛擾而發達之兒童，令人當懷然於從天演之峻絕梯階退降之可慮；即在成人，方其患重大之神經擾亂，如『礮彈震驚』之類，亦現其返於獸性之行爲。吾人習見普通之嬰孩，每能表現其往史於其可驚之握力。魯濱孫博士 (Dr. Louis Robinson) 之精密試驗示知生三星期之嬰兒攀握於平列之棍棒上，能自懸其體至兩分鐘之久；嬰孩多能不現愁苦之狀；必至握力不足將墜落時，始行啼哭。此種堅強之握力證明有一時期，嬰兒必須攀緣於居樹間之母身上也。人類之尾在成人，其四五脊椎連合爲一，生於脊骨之下，謂爲尾閭骨，平常皆藏於肌肉之下；但在胎中則尾露出體外，且能自由搖動。又胎兒生長直至第六個月，身上尙全滿被有頗長之胎毛；通常未生之前，即已脫落。此爲平常發



居非洲加蓬(Gaboon)森林中之大猩猩

長成之大猩猩高約五英尺。姿勢欹傾，力極偉大，平常皆蔬食，性情殘惡暴烈。

達必經過之一階級，可認爲人類天演史中一時期之重現。吾人更有一印證，即今日完全無毛之鯨，未生之胎兒亦有密厚之毛，故對於人類亦可加以同等之推論焉。

同時吾人須知平常所流傳對於此現象不經意之解說，以爲人之胚胎發達時，有一時期似一小魚，稍後則似一小爬蟲，再後則似一小原始哺乳動物，最後則似一小猿猴；有三大謬誤。此說第一謬誤在於所能與人胎作比較者僅爲魚與爬蟲與哺乳動物等等之胚胎，而非長成之魚與爬蟲等。其相似之處爲胚胎之構成。當人胎初具脊椎動物之重要性質，如脊椎與腦時，即可與下等脊椎動物之胚胎發達至此之時期相比。至稍後之時期，如其心在將變成哺乳動物四房之心時，則可與鰓之心相比，鰓心蓋從未多過於三房也。其要點在造成體中之器官（如腦與腎等）時，人類胚胎所經過之歷程，與低下之他種脊椎動物之胚胎所經過之歷程極相吻合，但在以後繼起各時期，則與此等動物離異，先與最低下之動物離異，逐漸而及於較高之各羣。人類之胚胎從不似一小爬蟲，但其發達之器官，會經過與下等動物所經過之同等時期極相似之時期，亦即以表示其在遼遠時代出於下等動物也。

其第二謬誤在於每種動物（包括人類）自始即有其個性，此即其所獨具之性質；可謂之爲種性，即每種動物但爲此種而非他種也。故在人胎之發達，雖與猿猴哺乳動物之胚胎，甚至在最早時期與爬蟲與魚之胚胎有極相似之處，然究須認定吾人所研究者，自始至終，爲人胎，而具有獨擅之特性者也。

無論何人，皆肇始於一單獨細微之卵——一受精卵，斯爲一切先代之一大寶藏。在此一英寸百二十五分之一之生活微體中，乃蘊蓄有吾人所不能夢想之奇祕，包括人類所有之遺傳性，其父母祖先以及其極長未進爲人以前之世系之遺產。達爾文嘗謂蟻類針孔大之腦，爲世間最神祕之質點，但人類之卵尤爲神奇。其所蘊蓄之可能性較任何物質爲多；然苟不受精，則不能生活。受精卵分裂更分裂，造成一細胞球，一細胞囊；逐漸則分工現象爲其常；造成神經系，消化系，肌肉，骨骼等等，此種所謂分化作用逐漸進行。在貌似之簡單中乃產出顯明之繁複。在二千年前，亞理斯多德已云在孵化之雞卵中不久即生有搏躍之心，此則在無生命之世界中所未有者也。在發達之人胎中，其食道之一部成爲一骨骼狀之棍形物，位於食道之上，謂爲背索（notochord）。此即下等脊椎動物

唯一之支柱中軸。最奇特者，此物並不變成爲脊椎動物最主要性質之脊椎。此背索爲原始脊椎動物之支柱中軸，如蛞蝓魚 (Lancelet)，八目鰻 (Lamprey)，卽此類動物也。在八目鰻，甚易解剖；分出之，爲一長軟骨狀之棍形物；其外則圍有一鞘。此鞘在大多數之魚與一切高等動物則變爲脊骨。最有趣者，則背索雖在此數支動物之長成時，僅爲退化之遺跡，但彼等之胚胎，從未有不具此物者。卽在人類胚胎中，亦有此支柱軀體之原始中軸。此物條現條滅，至成人則僅有微末之蹤跡。此物或能刺激其替代物之脊骨而使之發達，此外，則吾人不能言其有何功用。此物僅爲一草創之支柱物，但爲往史最佳之遺跡焉。

再舉一例，卽足充分證明魯爾教授所謂在處胎之黑暗中所成就之奇異變遷，云能於最短短之期間，將人類遠祖在地質往史黑暗時代所經過之大天演步驟重演一過者。在人胎之頸旁有四對裂縫，名爲內臟裂口 (visceral clefts)，自食道之頂端向外面開裂。其來源極易證明。蓋與魚類與科斗之鰓同等者也。但在爬蟲類，鳥類，哺乳類，則與魚類，兩棲類異。此裂口乃與呼吸無關，實爲完全無用之物，惟其第一裂口乃變爲連耳管與喉之歐斯達管 (eustachian tube)，其第二三裂口則

與一奇異器官名爲胸腺者之發達有關耳。然此類鰓口至今尙存在於人體中，遂重演其遠祖在數百萬年前居於水中之歷史焉。

證以所有此類各種之證據，吾人可斷言人類出於似人猿之一族，而與其他生類有共同之點。
達爾文原人結論云：

吾以爲雖以人類所有高貴之美德，對於最墮落者皆有同情心，其仁愛不但及於他人，且推及最微賤之生物，其似神聖之智慧，甚至能將太陽系之組織與其運行之祕奧而亦窺破之——雖以如此偉大之能力——然吾人尙須承認人體中猶存其來源低下而不可磨滅之跡象焉。

吾人須知此觀點所承認者，不過人類與高等猿類同出於一祖。彼以人類出於猿類之說爲可憎厭者，須記憶此學說所包括之意義不止於此，蓋人類出於經過數百萬年試驗淘汰所成就之族譜，爲全生物界呻吟勞苦之結果焉。關於人類之心智，郎刻斯忒爵士 (Sir Ray Lankester) 曾云：『於此可見，認自然主宰所豫定之計畫當其逐漸開展中，人類實爲其新開途徑之意見爲不謬。』然無論如何，吾人須以意見遷就事實，不可以事實遷就意見。一方面人類超處萬物之上，與萬物子

然有異，固爲事實；一方面人爲似人猴中有進步之一支之後裔，亦事實也。博物學家固已發現人類所由掘出之洞穴，所由鑿下之巖石；但足令人神往之事實，則爲人類之過去爲上進，而非後退之歷程也。巴斯噶 (Pascal) 之格言極有至理。彼云：

明白詔人以其與禽獸若何相似，而不於同時告之以人類偉大之美德，乃極危險之事。然但告之以人類偉大之美德，而不令之知其卑賤之來源，亦非得策。使之兩無所知，則其害尤大。若同時承認此兩種之事實，斯極有利益焉。

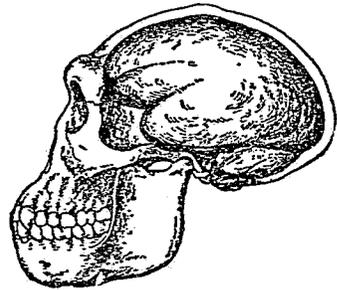
三

人類之世系 吾人所列舉解剖學，生理學，胎胚學事實之證例，皆指明人類與猿猴血族上之關係。此類動物，吾人謂爲靈長類 (Primates)，今所欲知者，爲此部動物何時而有，何自而生。巖石之紀載足以解決第一問題：靈長類大約在第三紀之漸新紀之初元，禾本科漸遍布於大地時發生。其始祖策源地爲兩半球之北部，逐漸遷移至非洲，印度，馬來羣島，南美洲等處。在北美洲不久即滅亡，稍晚在歐洲亦然。在第三紀之中新紀，此等處重爲南部之猿猴所移殖，至第三紀之上復新紀時，

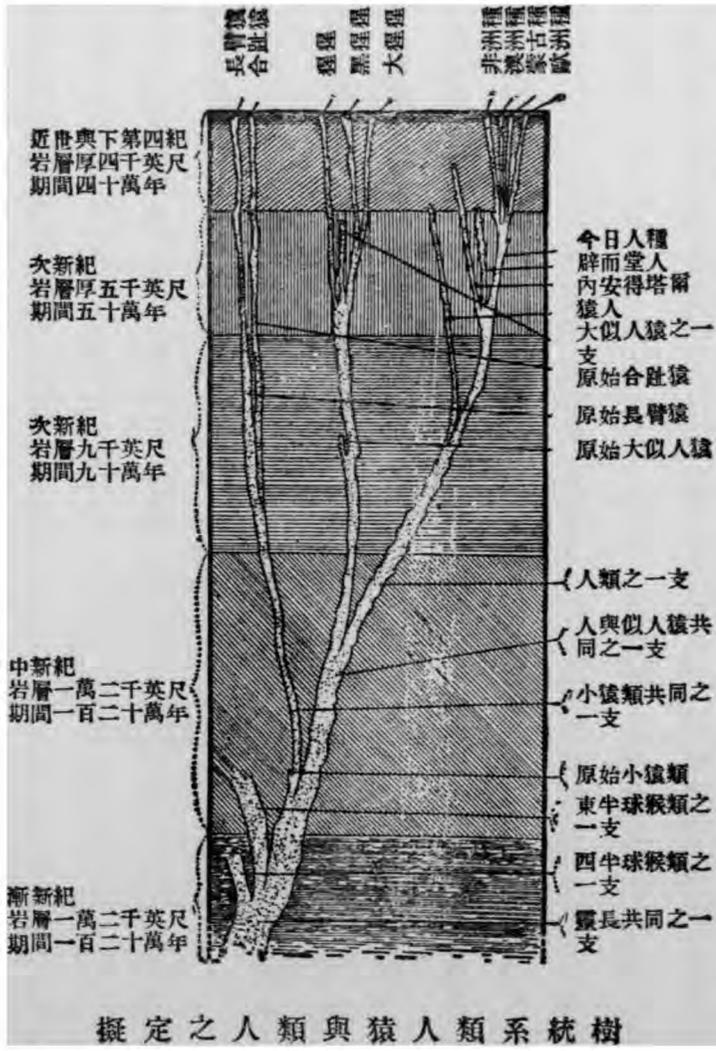
猿猴類於人類未出之先復歸滅亡。魯爾教授以爲在亞洲，非洲南部與南美洲，靈長類自第一次向南大移殖後，有繼續不斷之天演之學說，頗有多種證據以證明之，在今日上述之各處，尚有多種猿猴子裔焉。

至第二問題：靈長類何自而來，則其答案較屬於懸忖。但食肉類與猿猴類或同出於一食蟲類之說，殊爲可信。此部後分爲兩支。一爲狩獵於地上之食肉者，一爲居處樹上之食果者。食蟲動物如鼯，樹鼯，刺狷，鼯之類之爲易於變化而前進之哺乳動物，固無疑義也。

後此之發達，厥爲自靈長類之正幹分出多枝。第一爲南美洲之猿猴自成一支，再則爲舊世界之猴類如獼猴 (macaque) 與狒狒 (baboons) 之類。再過若干世紀至第三紀之次新紀，正幹上乃分出現在之小似人猿，如長臂猿，合趾猿 (siamang) 所代表之一支。更後，乃發生大似人猿，大猩



爪哇猿人之髑髏與其腦殼爲馬格勒革 (J. H. McGregor) 用所發見極少之遺骨重造者。此重造模型表示一平塌之額與顯著之眉棱骨。



猩，黑猩猩，與猩猩等。於是一支普通半人類之族始與一切其他猿猴分途，吾人之遠祖亦在此族之內。此半人類之族究於何時發生，尙無確說，有謂出於第三紀之次新紀者，有謂出於第三紀之上復新紀者。有人估計在五十年以前，有人估計在二百萬年以前；實則年代之問題尙不能下科學之斷語也。

雖尙不能據爲定論，然吾人苟聲稱人類之遠祖或係在亞洲時逐漸與猿猴類分道揚鑣，而由樹間遷居地上，則可立於較穩固之地位。魯爾教授曾指出亞洲距最古之人類髑髏所發現之地（爪哇）爲最近，而亞洲復爲大多數古文明之中心，與多種畜養動物栽培植物之策源地。於此可見人類之發祥地或爲亞洲也。

人類樹居生活之經過 於此吾人可研究人類巢居生活之經過與其遷居地上之歷史。準茲教授（Prof. Wood Jones）曾精細證明人無直接四足之遠祖，而其所屬之猿猴族裔自發生之初卽居樹間。彼證明人類最近之遠祖所具之特性，皆由長期樹居生活中得來，樹居之第一利益爲養成兩脚直立之姿勢（非如樹獼等四足之姿勢），而手乃得運用之機會。兩脚成爲支柱與攀援

樹枝之器官，手則自由可向上攀援，或懸挂枝上，摘取果實而持之入口，或抱持幼兒於胸前。如此，自由之手乃變爲具有普通而非具有特別功用之器官焉。

樹居生活更有其他多種之影響，能使膀骨關節之運動增加其自由；使肌肉有新排列，以保持軀體之平衡於兩足上；使脊骨爲一柔軟而穩固之彎形柱體；使頸間鎖骨因兩手不但供支柱軀體，而兼營他種作用得以特別發達；使大拇指與大脚指能向其他手指脚指對開，因而利便於攀援枝上。而自由之手既天演而出，則不需突出之脣與把持之齒，因而喙部得向後退縮，腦顱得以增大，眼眶得以向前。自喙內縮而引起之齒牙之擁擠，乃今日人類取得進步之代價；以是，人類所以多有齒病也。

樹居生活之另一影響即爲頭向左右振轉之能力之增加，因而聆聲察物有莫大之利便。又使胸背變爲扁平，而胸膜之運動遂較肋骨之運動尤與呼吸有關。觸覺日變重要，嗅覺之功用日減；腦部之受手與耳目之感覺者逐漸變遷，較其受嗅覺器官之感覺更爲重要。最後，則因必需抱持幼兒以行動於樹間之故，使家族關係加重，而宜於溫和性情之發達。

或謂此說對於樹居之影響過於重視；今日尚有多數樹居之動物，其冥頑不靈如故也。對於此批評有二答語：一爲在人類之半人類始祖樹居之天演，可以使腦部發達之人類族裔適於生存；二則由半人而變爲人類，或與重返於地上生活有密切之關係。

魯爾教授所著之有機天演 (Organic Evolution) 書中曾謂，在三世紀之次新紀與上復新紀，地球上之氣候有以迫半人類之祖先離樹而居於地上，不知不覺取得於人類極端重要之繼續發達之步驟。陸地之增高與繼之而起之乾旱，足使森林衰滅，因而迫猿人返至地上。『其結果，人類乃代興。』

魯爾教授以爲半人類之族裔降地以後，身體更能直立，手之運動更爲靈巧而自由，逐漸乃變爲獵人，試製衣服而穴處，具有探險性，開始羣居之生活。

有人謂自半人類變爲人類，其中經過不連續之甚大變異，如今人所謂突變者，而此突變大有關於腦與發聲器官之發達，其說固甚有理。但在得有樹居之利益，強迫降地之刺激，與進化之腦與發音器官外，吾人尙可察見他種輔助其成功之附帶原因。或因無強盛之膂力，乃使之倚賴機智；嬰

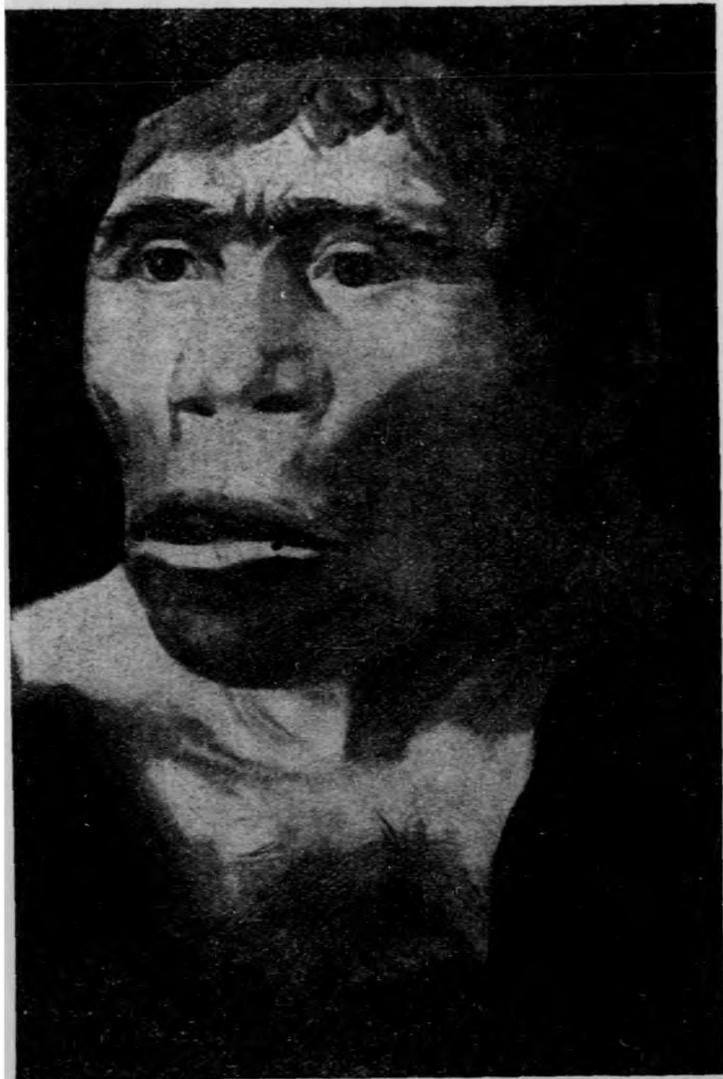
孩時期之延長能助長其父母和愛之性；族類感情之強盛可以助成家庭與社會生活之進化；此種生活，下等動物中已不少見端者也。俗諺云：『非人造社會，乃社會造人，』蓋深有至理焉。

以下所述者，則爲各支原始人類之出現與其逐漸上進爲今日之人類。

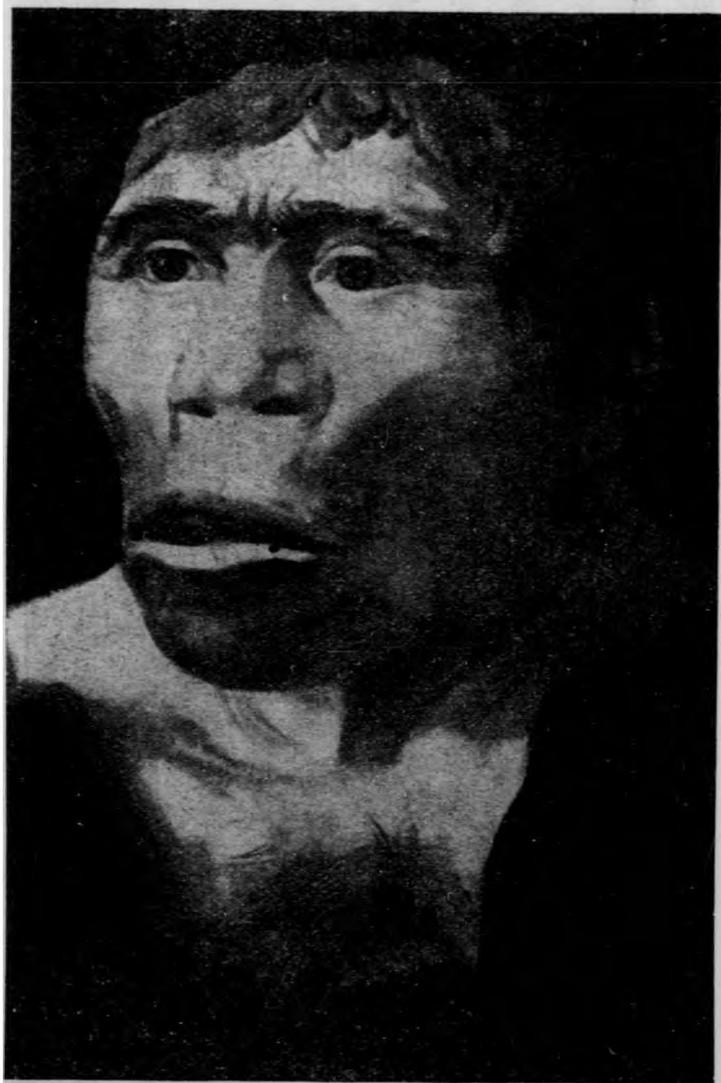
四

試驗之人類 以上所述，爲半人類之淘汰與其逐漸之變爲人類；其步驟自猿與人類之遠祖變爲人猿，由人猿變爲人類。但此種淘汰現象實已更進一步，蓋今日人類之祖先之外，尚有數支人類也。

(一) 最早者爲少量化石所代表之猿人（英名 *Pithecanthropus erectus*）在爪哇化石中覓得者。推究其時代，約在第三紀復新紀之末或冰期之初；以年計，或在五十萬年以前。其骨與數種已滅絕之哺乳動物之骸骨在一處覓得。不幸此猿人所留者僅爲其髑髏之上部一髀骨與二白齒，故專家對此之意見不能符合。有人謂此爲大長臂猿之遺骨，有人則謂屬於人類以前之猿人，有人以爲屬於旁支之原始人類。岐司爵士云：『猿人者爲一身材姿勢以及各部分俱似人，獨腦不似



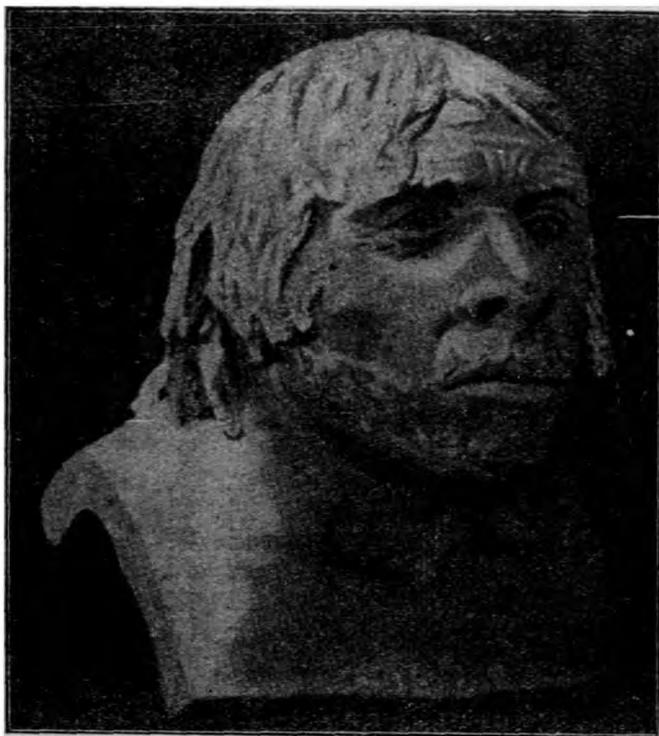
爪哇人頭顱面貌之重造



爪哇人頭顱面貌之重造

(二) 第二支則爲海得爾堡 (Homo heidelbergensis) 人，爲叔騰札克博士 (Dr. Schöenbrunn) 於一九〇七年在海得爾堡附近發現者。但其遺骸僅存有下列與其齒。與之俱者有多種在歐洲久已絕跡之動物，如象，犀，野牛，獅等。以其情形觀之，其年代約在三十萬年以前。其旁且有最粗簡之石器。其齒顯然屬於人類，其顎則介乎人與猴類之間。蓋其下頰乃缺然無有。據多數專家意見，海得爾堡沙洞中之下顎所代表者，爲人類上進正統之一旁支之低族也。

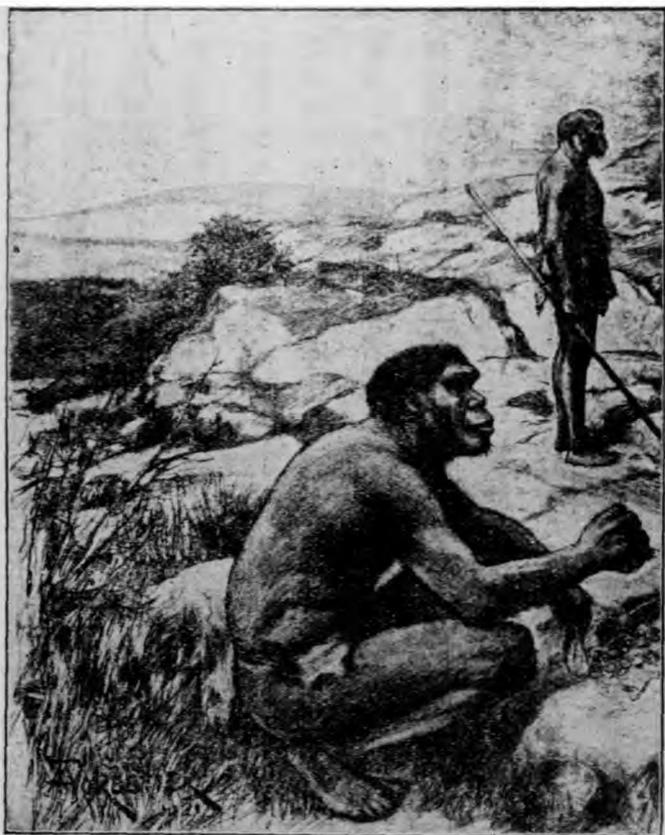
(三) 一八五六年在距杜塞爾多夫 (Düsseldorf) 甚近之內安得塔爾山谷，發現一種內安得塔爾 (Homo neanderthalensis) 人之骸骨，此種人大約發生於第三紀復新紀。有數學者謂內安得塔爾人在二十五萬年以前居於歐洲。在比國司派 (Spy) (故謂之司派人) 在法國，在哥羅西亞 (Croatia) 直布羅陀 (Gibraltar)，亦陸續發見，故對於內安得塔爾人知之較詳。其肢體頗鬆弛，身材短而姿態蹣跚；但手藝頗精，其所造石器甚精工而有特別之式樣。已知用火葬埋其死者極有敬禮，以各種器物殉葬，若以供其長途旅行者然。其腦甚大，但其眉稜骨大而突出如猴類，其上下顎亦極粗，其『軀體之構造頗多猿類之性質』。在多種要點，其構造皆與近今之人類異，而與



拉下白爾峨聖 (La Chapelle-Aux-Saints)

之內安得塔爾人

此種人在第三間冰期時代至第四冰期生於歐洲。後此種忽然滅絕，爲今人如克羅馬拿 (Cromagnards) 人一類所代。人多認內安得塔爾人爲另一種。



福勒斯替厄 (Forestier) 所重造之洛譚西亞人 (Rhodesian man) 之圖其髑髏發現於一九二一年

注意其突起之肩稜骨，突出之上唇，大眼眶，位置恰當之頭與強健之肩。

蹲下之人係在用石碎種子，其碎種子之石器置在其右方。

似人猿相同，因之可斷爲人類正統旁出之一低族。赫胥黎認內安得塔爾人類爲今日人類之低劣族裔，但專家之意見似與加爾威 (Galway) 之金威廉教授 (Prof. William King) 在一八六四年所主張之意見相同，以爲內安得塔爾人代表人類上進之正統旁出之一人種。在第四冰期之末，此種乃忽然不見（如數種今日野蠻之民族）；但頗有事實證明此種人尙未盡滅亡時，今日之人類已出現爲其後繼人焉。

(四) 另外有一正統之旁支，是爲一九一二年在塞塞克斯 (Sussex) 所發現之辟而堂人 (Piltdown man)。所留存者爲頭蓋之殼，由此證知其腦甚大而額甚高，無內安得塔爾人與猿人突出之眉稜骨。同時發現一齒與下顎之一部，但此兩物或屬於猿類，蓋與其頭蓋骨之情形相去甚遠也。辟而堂人代表在英國所覓得最古之人類，武德衛德博士 (Dr. Smith Woodward) 爲之另立一新屬 Eoanthropus，以爲辟而堂人與今日人類天演之系統相去甚遠。若所發現之牙與下顎誠屬於辟而堂人，則爲人類與猿類性質極奇異之連合。至由頭蓋骨而得對於腦之覺察，岐司爵士云：

所有今日人類之腦之緊要性質，皆可於此腦型中見之。有數點固須認爲低劣；但其構造之情形，與今人之腦，幾無分毫之差別。只須略爲更改，即足使之完全爲今人之腦。雖吾人對於人腦之知識極爲有限——有大部分區域吾人不能斷定其確切之功用——但吾人可斷言構造如此之似吾人之腦，其感應外境之作用，亦必與吾人同。辟而堂人之見聞思感與睡夢要與吾人大略相同也。

據最近之估計，此種人亦生在十五萬年以前，有謂在五
十萬年前者。

對於人類發源之時期，言人人殊，初無定論；惟所可知者，

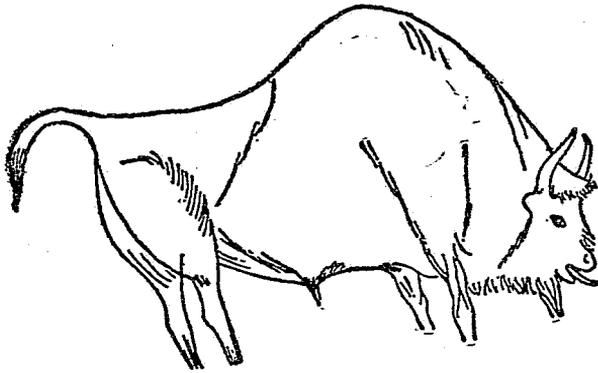


辟而堂人生在內安得塔爾人之前或生在十萬年至十五萬年以前

厥爲數十萬年以前近今之人類與其他古代人類大有異也。其予吾人之普通印象極爲偉大。在荒古之世，猿猴類已向他部哺乳動物中分出；發生多數試驗之支裔，結果則產生多種之猴；自後則猴類落後，正支仍繼續前進，復產生各種大小之似人猿。再則彼等亦落後，正支復爲他種之試驗，是爲吾人所發現之爪哇，海得爾堡，內安得塔爾，辟而堂各人類。此諸種皆非完成之人類，僅足以代表試驗之人類，各雄長一時代而終於滅亡。蓋吾人之前鋒，而非吾人之遠祖也。人類之正支繼續前進而發達，至今尙無能預言此後更有若何驚人之進步也。

原始之人類 今人式之古代骸骨發現於多處，如多爾頓 (Dordogne) 之科謨·卡拍勒 (Combe Capelle)，肯德 (Kent) 之加來山 (Galley Hill)，佩里哥耳 (Perigord) 之克羅麥囊 (Cro-Magnon)，里維耶拉 (Riviera) 之門托涅 (Mentone) 等地方皆有之；尋常皆謂爲「穴居人」，或「古石器時代人」。其頭顱甚大，額甚高，下頰極明顯，其他形狀亦如今人。彼等始爲真正之人類——與吾人相同。其在法國與西班牙洞穴之石壁上所作有精采之畫，證明其有藝術思想與技能。其所雕刻裸體之女像亦曾經覓得。其繁複之葬埋風俗，證明彼等信死後尙有生命。彼等造

各種石器——刀，鏟，雕刻器等，所謂古石器時代之器具，表示極有趣之技巧等差與式樣之特性。此等「穴居人」生第三第四冰期之間，與穴居熊，穴居獅，穴居靈貓，巨象，毛犀牛，愛爾蘭麋鹿，及其他今已滅絕之哺乳動物同時，其時代約在三萬或五萬年以前，有人謂更早遠焉。此種古石器時代穴居人類含大腦之髑髏，竟無一種形狀可指之爲低簡。其牙齒之形狀大小，與其後一千代之子裔相同，且亦患齲瘍焉。此種歐洲強健之古石器時代之穴居人，曾與內安得塔爾人同時並存，當無疑義；而內安得塔爾人之滅亡，或因此種人直接間接有以



食草之野牛畫極精細鑿於北西班牙

阿爾塔密拉(Altamira)洞之壁上

此爲克羅麥亞或潔鹿人所作，在冰期後下第四紀之時，約在二萬五千年以前。其作此圖畫鑿刻時，必用火炬之光。



克羅馬拿人代表一強壯賦有美術性在下第四紀居於法國之人種約生於二萬五千年以前

此種人或與內安得塔爾人先後同時，甚或通婚。或今日尙有此種人種在，但此種之全體已衰弱，而自東方移殖之民族重布於歐洲。

速成之。最奇異者，則此種人似無久占歐洲之能力，逐漸消滅，至今日或僅在零散之區域尙有子遺耳。此族人漸滅後，歐洲殆爲亞洲民族所移殖。平常一強健之種族，初無天賦之生理缺點，使之必有衰落之一日——多種動物常溯源於數百萬年之前，但在人類歷史上之事跡，則每每一種民族經

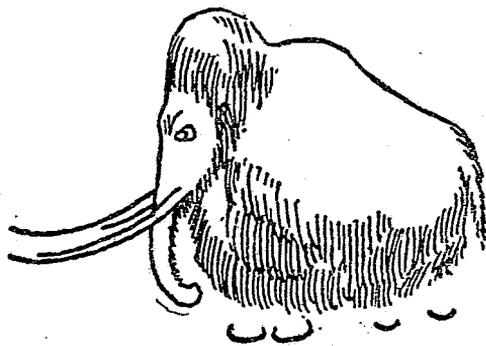


西班牙北部阿爾塔密拉洞頂之圖畫表示一野牛
與一奔跑之野豬

過一極強盛之發達與成功之時期後，即隨以一衰落之時期，有時竟漸滅至不能自成一種族。此種族漸滅之原因，常不明瞭，有時由於環境，有時由於稟賦，有時由於競爭，有時則因輸入一種疾病，如瘧疾之類，有以致之。

在冰期過去之後，大約在二萬五千年之前，古石器時代之文明乃為新石器時代所取而代之。彼製造粗劣但有時甚美觀之石器之人，乃為造琢磨石器之民族所繼承或被取代。蘇格蘭最早之居民，

即屬於新石器時代之文明者；彼等在大冰川之冰田退盡之後，乃自歐洲大陸遷至此島。其骨殖嘗與『五十尺灘』相連，是灘在今日雖高而乾燥，在新石器時代初年固為海岸也。對於新石器民族，吾人知之頗詳。彼為獵人，弋人，與漁人，無畜養之動物與農業。其身體矮小，較今人約低二三寸，其生



五十四

方·得·高謨 (Font-de-Gaume)

洞壁上之毛象圖

毛象之時代在中後復新紀，為內安得塔爾人尙盛之時，或遠在三萬年以前。

活極活潑而勤苦。在南部，則有岐司爵士所爲吾人描寫在肯德之科得蘭姆（Colfrun）之新石器時代社會，其時代約在四千年以前——不過地質時代之數秒鐘而已。此社會則爲農民之前鋒，其人之頭顱與腦皆甚大，較今日英國人平均高度（五英尺八英寸）則低兩英寸，其牙齒與上顎較今人之習於柔軟食物者，更堅強而大；其關於死生之信仰，與其同時居於歐洲西部南部之民族略相同。其富有趣味者，爲其豎立大石（或與其日曆及信仰有關），與其割治顱骨時所表示之手術技巧。肯德地方最早之人羣社會，約肇始於四千年以前，而尙有證據示知新石器時代民族生存於更遼遠之時代——或在三萬年以前；然在該時代人類已非在幼年矣。

在人類可驚異之上進史中，吾人更須新開一章，是爲金器時代。在今日猶可謂在繼續中也。在新石器時代後期，金屬已漸爲人類所利用，蓋此等時代每每互相掩覆也。銅器用之最，青銅次之，鐵器最後。在東方製銅肇始約可追溯至西曆紀元前四千年，在美洲亦有一甚早之銅器時代。在英國銅礦稀少之區域，吾人之難覓得一銅器時代之蹤跡，固自不待申言之也。

在史前之時代，其原始冶金家似曾試取各種金類於一爐而冶之，青銅則爲銅與錫共冶而得

之合金。在埃及、巴比倫、希臘、歐洲，皆有證據示知各有一青銅時代。

鐵之所以不得爲人類首先利用之原因，極難索解，但事實上證明鐵器時代肇始於西曆紀元前第二千年之中葉。其利用自埃及及漸傳播於地中海區域，而達於歐洲北部，或則鐵之利用，首在富有鐵礦之歐洲中部發現，而漸被於南部，大約自波羅的海（Bal tic Sea）隨琥珀販賣而南行。金屬較石更宜於造器械、工具、武器等，金屬之發現與利用之有大影響於人類之上進，固無疑義，然有時亦能使之退步焉。

向後之回顧 向後回顧，吾人可分辨以下諸時代：（一）靈長類之分出，其與他種哺乳動物之區別，在有甚大之腦，自由之手，羣居與甚喜談說之傾向。（二）小猴與新世界舊世界猴類之分出，留存一似人猿之一支，爲已滅亡及今日似人猿與人類所自出。（三）由此共同之遠祖，乃分出似人猿與半人類之族裔。（四）由此半人類之族裔（據歧司爵士與其他專家之意見）乃發生試驗之人類，如海得爾堡人，內安得塔爾人，及塞塞克斯最早民族以辟而堂頭顱所代表者。其細目究竟相合與否——海得爾堡人或在內安得塔爾人之先或在其後——初無重要之關係，其

大約之進化軌迹固瞭然可觀也。(五)無論如何，最後之結果則爲演成今日之人類固大異於內安得塔爾人也。(六)最後則各支原始民族之紛起，逐漸考察宇宙間之事物，惟良好者是從。先有古石器時代之人，能造粗簡之石器，爲一強健之民族，但終爲更新之試驗所取而代之。此新民族或爲老幹生長點端分出之一枝，或爲在一較低級之更爲廣泛之族所抽出之新枝。(七)古石器時代人恰當四大冰期前後繼續之頃，或人類在此冰期與冰期間頗得艱苦與安樂交疊之佳影響。至冰川已漸退盡，新石器時代人乃漸得勢。(八)最終則爲金器時代。

至此點，吾人宜更留意一事，卽有感情之人類是也。詹姆斯 (William James) 之言曰：

此等半獸類之史前弟兄，其骨肉皆與吾人同，並與吾人同被此神祕之宇宙所包圍。彼等乃生於斯，死於斯，歷經困難，繼續掙扎，雖束縛於極可畏之罪惡與情慾，銷沉於極黑暗之蒙昧，蠱惑於極可怖與怪異之幻想，然而彼則以爲無論何種之存在皆較不存在爲愈，在此等堅強信仰中，乃能堅確達到最深奧之理想，而於切迫的死亡之門中，救得生命之炬而光被吾人所居之世界焉。

人類之各族 當一易變之種分佈於極相差異之區域，吾人當可相見其分裂成各變種，久之乃漸成創始之新種。故吾人有各種之蜜蜂，如『意大利種』、『蒲匿克 (Punies) 種』等等，人類之各種肇始亦如此也。某某種族合宜於某某地域，加以長期血族結婚之影響，於是每一創始新種之特性，益加著明而固定。彼黑種，蒙古種，澳洲種，高加索種之特性初自突變發生，歷經子嗣繼續之遺傳，乃日加固定。終乃雖經與異族結婚，亦不易泯滅。自體之特性，與氣候環境之變遷，即不論他種引起變遷之原因，亦足使各族之後嗣逐漸發生新變異，因而更分出新種族。加以平時或戰時所偶有之異族結婚，亦足引起新變異。在人類進化史中，血族結婚時代與異族結婚時代之更迭，極有重大之影響，蓋前者所以使種性相同與固定，後者所以使種性變遷而更新焉。

故吾人可分別數種明晰區別之原始人種：最著者爲非洲種，澳洲種，蒙古種，與高加索種。羊毛狀之非洲種，包括黑人與最低劣矮小之叢林人 (Bushman)，髮作波狀鬚曲之澳洲種，包括德坎 (Deccan) 之叢莽民族，錫蘭之味達人 (Vedda)，塞芒 (Semang) 人，與澳洲未開闢各區域之土人。直髮之蒙古種，包括西藏人，安南人，中國人，臺灣土人，太平洋羣島土人，北方自日本至拉伯蘭

(Lepland) 各民族。高加索種包括地中海各民族，塞姆族 (Semites)，北族 (Nordics)，阿富汗人，阿爾卑斯 (Alpines) 人，日本之蝦夷，以及其他多種民族。

今日學問之最難者，人類各族之研究，即居其一。其主要原因，爲在昔時各民族遷徙極爲頻繁。此種與彼種交婚，至有各種極奇異之血統混合。若吾人依據髮之不同，分成『動物學』中之各種族（如羊毛狀髮之非洲人，直髮之蒙古人，鬚曲作波狀之髮之澳洲人與高加索人），則見代之而興者，即係各種族混合而成之各民族，此諸各族皆爲文化上而非血統上之弟昆焉。彼特利教授 (Prof. Hlinders Petrie) 云：『今日所謂人種之意義，僅包括一羣人類，其同化之速率，較外來分子所引起之變遷速率爲大也。』然精確之人種學更進步時，或能辨別造成任何民族之各種性。蓋人類種族觀念極強，雖不能設立科學之界說，吾人仍深信其存在焉。以此故，有人問英國水手『對哥 (Dago) 爲何等人？』彼之答語則爲：『對哥者，乃非我族類之人也。』

人類天演之步驟 吾人深信真正之人類，由於引起大而繁複之腦，與含推理之辨論能力之各大突變而來。在哺乳動物之他支之天演，其腦常不時增大而變繁，馬與象即其佳例也。同時以鳥

與爬蟲較，亦有同等之進步，無論何人知鳥類發聲之能力，即知其較爬蟲高出一階級也。此種腦之進步，何自而來，無人能言之，但知神經系之進步，爲動物界演進之重要趨向。於此有二說以解釋之。一爲處胎之時期延長，在此期中胎兒之生理與其母之生理有密切之關係，使高等哺乳動物能較下等哺乳動物有更佳之腦；後者如食蟲類，齧齒類，而尤以有袋類爲甚，其處胎之時期皆甚短也。第二，吾人知個體之腦之發達，嘗爲某種無管腺（尤以盾狀腺爲緊要）之內部分泌所影響。若此腺之功用錯亂，小兒之腦之發達立被阻礙。或此類合而孟之增加——其故亦待考究——在人類之遠祖，有以刺激腦之發達焉。

吾人既明人類之腦有變善之趨向，又知天然之淘汰，於人之警敏遠見，與夫親屬之感情，父母之保護，皆予以相當之酬報，則人類所以進化之道，吾人不難懸想矣。吾人不可以亞里斯多德與牛頓爲標準，須知彼輩乃人類呻吟掙扎特別之佳果；吾人須思普通之人，與今日之野蠻種族，與荒古時代吾人之遠祖。吾人須憶人類之進化，多賴外部之社會遺傳，而非賴變遷極緩之天然遺傳也。

向後觀之，吾人不能不承認人類之進步。希臘大詩人依士奇刺士（*Aeschylus*）之描寫野蠻

人，誠非誣妄。彼云：

其始，彼等視不知其所以視，聽不知其所以聽，彼觀萬象如夢中之形體紛然淆雜而無序，不知編籬築屋以蔽風日，不知匠作，蟄居如蟻，棲身於日光所不及之地底洞穴中。彼等不知冬令將至之徵候，不知花香之春日，亦不知纍纍結實之盛夏；盲動冥行，毫無規律。

今試以此景象與今日之人類之地位較。今人為各種天然力之主人，日求有以節省利用其富源之道；彼已羈勒電力於其車轆，而使以太為其郵使。數千年來所不能利用之富源，亦能開發之，如獲得空氣中之遊離氮氣而利用之是也。自電報與無線電發明，縮地術已無足稱，其航行之區域，乃擴充至海底與天空。各種疾病皆逐漸被其征服，最新出之遺傳學已漸能將其所畜養之牲畜與栽培之植物而操縱其尚未產生之子嗣性質。雖仍具有種種過惡，其道德乃向正當之方向進步。其前進之趨向，在使真美善共萃於健全之生活，使之日覺其生活之可樂焉。

人類進步之要素 吾人深信吾人遠祖巢居時得有甚多之利益；同時自樹上返至地上之利益亦夥。蓋由此變遷，彼試驗與真正之人類乃以肇始焉。此後之重要步驟則何如？

最重要者，有言語與外部記錄方法之造成，器具之造作，火之功用之發明，鐵與其他金屬之利用，野獸如犬，羊，牛，馬等之馴養，野生植物如麥稻等之栽培，田畝之灌溉等。歷代以來，需要為發明之母，好奇心則為其父；同時吾人尚不可不知閒暇之重要，使之有觀察思慮之機緣。若吾人之地球為雲所密封，使人類永無見星之機會，則人類之全部歷史必大異於今日。蓋惟太古人類在閒暇之時觀察星宿，始發現歲月之整齊，而得有自然界有規律之印象。人類所有之科學，皆自此觀念發生者也。

若吾人欲明晰思考人類進步之要素，吾人必須追憶生物學之三大要義：即生存之生物，與其環境，及作用是也。在人類是為（一）生活之人，即其父母與祖先之產物，軀體與精神遺傳之新表示；（二）環境，包括氣候土壤，及其所生之動植物；（三）各種之活動，職業與習慣，所有人與其環境間之動作與反應。總而言之，吾人所須考問者，為人羣地域與工作三者，即勒普來（Le Play）學派所稱之 *Famille, Lieu, Travail* 是也。

自人羣言，人類之進步，倚賴其種族之品性，尤著者如健康體力，心地之明澈警敏，與不可缺之

合羣性等。世間最重要之原素，爲在彼仁愛之雄偉人物心中明瞭之觀念。軀體與精神之健康，其在各民族或一族中之各支派之殊異，亦如在各個人之顯著，且可遠追於種性之差變或突變，與此種或此支所經過之天然淘汰。過於逸樂之環境，不但無刺激使之有新發展，且不能引起進步所不可缺之淘汰焉。

自地域言，最明顯者，爲不同之地域有大不同之物質來源及其取獲之難易。且即使有充足之富源，若氣候不能使之利用，則亦不能多有進步。蓋氣候爲人類文化一最大要素，在此處能刺激活動能力彼處則壓止之；在一處極宜於人類所需要之某種動植物，在另一處乃禁止其存在。且天氣又隨年代而變遷焉。

自工作言，文化之種類常視其主要職業，或爲漁獵，或爲耕種，或爲畜牧爲轉移；後代之各種實業，至少有範圍個人之大影響。但吾人亦祇能言人類之進步之要素，永遠包括人羣地域與工作三者。若進步須繼續穩固進行，則必須有（一）更適宜之身心之人羣，（二）在無論爲工作或閒暇時，有更善之習慣與作用，（三）有極廣義且極主要之更善之環境，而恃此三者之緊相關聯焉。

參考書目

- Darwin, Charles, *Descent of Man*.
Haddon, A. C., *Races of Man*.
Haddon, A. C., *History of Anthropology*.
Leane, A. H., *Man Past and Present*.
Keith, Arthur, *Antiquity of Man*.
Lull, R. S., *Organic Evolution*.
McCabe, Joseph, *Evolution of Civilization*.
Maret, R. R., *Anthropology* (Home University Library).
Osborn, H. F., *Men of the Early Stone Age*.
Sollis, W. J., *Ancient Hunters and their Modern Representatives*.
Taylor, E. B., *Anthropology and Primitive Culture*.

第六篇 天演之遞進

美國康南耳大學農學碩士
國立東南大學農藝學教授 過探先譯

天演乃種族史之別名，意卽生物世代相屬變化不已之歷程。其說謂現在乃過去之子女，亦將來之父母。古昔動植物之組織及行爲，常較今世所生存者爲簡單，愈古者，愈簡單——最初之生物，簡單至何程度，惜吾人未能知也。天演之變種族，常循一定方向而遞進，新種因之而孳生，與簡單之原種，或並育不悖，或相代以繁衍焉。

化石之記載，雖有時不免爲人所誤認，然決無謬誤之處，吾人據此以知地球上某時代之脊椎動物，祇有魚類。魚類演進而生兩棲類，匍匐於陸地之上。兩棲類演進而生爬蟲類，攪擾於原野之中。如蜥蜴，如海蛇，如地龍，如飛龍，其較著者也。鳥類及哺乳動物類似由大恐龍 (Dinosaurs) 演進而出。再後之世代，則生各種之鳥類及各種之哺乳動物，終而發生人類。是乃動物界天演之縮影。天演

是否尚在遞進，爲吾人應行討論之問題。

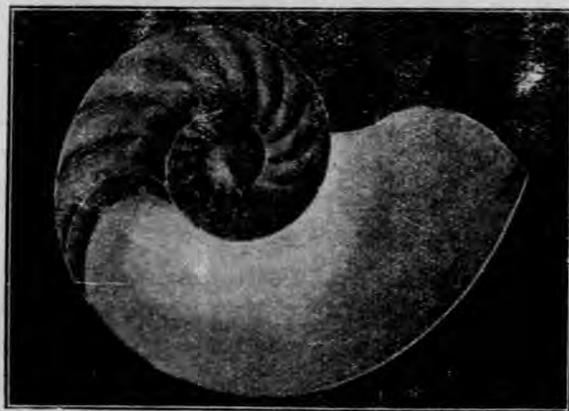
吾人深覺人類變易之速，雖所變易者，大都關於社會遺傳方面，血統遺傳之變易較少，吾人固不難證明人類天演之遞進。今世之人非猿狔所能比擬；足見人類之遞進自古已然矣。雖亦有不幸而呈退化現象者，吾人固不能不冀其恢復原狀而向前遞進也。種族史中，不乏退化之實例，即巨族如飛龍者，竟絕滅而無餘類。然以大體而論，天演固向卓越，制勝，解放，靈明，至善之途徑而進行，以孚應人類至善至樂之希望。人類不能外於天演，其遞進雖有時爲退化所阻礙，然大致爲進化之天演，則爲吾人深信無疑者也。

人類天演之前途 人類之身體，或不容有極大之變遷，然如食管之過長，牙齒之太密等類，決非無改進之餘地。如少壯之延長，康健程度之增高，抵抗疾病力之增大，均關於先天體質方面，似有改進之機會。智慧及制馭環境能力之增進，亦爲正當之希望。人類之腦力，顯見尙未盡量利用；有望之新變異，發生不絕。至重要之事，凡新變異既經脫穎於優良之兒童，社會環境均應扶持其發展，不可壓抑以殘傷之也。則人類天演之前途，庶幾有望焉。

天演之遞進，在動物界，然在植物界亦然，是又不可不知也。

天演之源：變異 通常大自鳴鐘長針之移動，已不易見；假設鐘須百年一鳴，則針之移動，更難知覺，而一般之人，勢將以此鐘之針是否移動，為辯難之問題。生物逐代之變異，往往如此；有如冰川之流動，因其進行之遲緩，或為人所不信。若舌片蠶 (*Ligula*)，若鸚鵡螺 (*pearly nautilus*)，幾於歷代不變；若鳥與蝶，則常見新變異焉。植物中之月見草 (*evening primrose*)，動物中之果蠅 (*drosophila*)，為方在突變時期最著名之種族，可為生物變異之佐證。

英吉利深色種族之椒色蛾 (peppered moth) 漸代灰色之種族而繁殖，西印度島之蔗

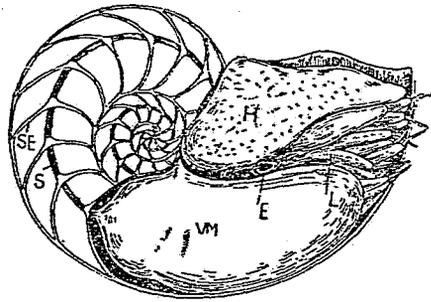


鸚鵡螺殼正平剖面之攝影

螺之原產地為印度洋及太平洋。常蟻行於淺水之底，然有時亦游泳於海面，此物所居只在一端之大室。

田鳥 (sugar-bird) 顏色亦漸變黑。據潘內脫教授 (Prof. R. C. Punnett) 計算『如一羣之中，新種類雖僅居十萬分之一，而其生存之機會，如能大於原種百分之五，則不至百代，原種勢必滅絕，被新種取而代之矣。』此種現象固已亙古普遍於天下，而生物界之表面隨之而變易矣。

吾人心目之中，常留新奇變異之影像：如聰敏之侏儒，音樂之天才，長於計算之兒童，尾長十英尺之雄鷄，鬚鬣拖地之奇馬，無尾之貓，白羽之黑鳥，銅色之柵樹，裂葉之屈菜 (snatar celandine) 等類，均所常見，程度微小之變異愈普通矣。此種變異為天演之原料。吾人實顯然立在變化無盡之



鸚鵡螺之剖面圖

螺殼之長每及九英寸。螺體在末端之室內，惟有一帶狀之管(S)，穿過空室之內隔(SE)。VM 為螺身；E 為眼；H 為頭殼；口之四周有無數之裂片(L)，片上生鬚，圖上可見其數枚。當其在水面游泳之時，鬚向各方伸出，其狀如螺殼中裝一花椰菜然。鸚鵡螺為三疊紀之動物，至今猶保守其原狀。然以其科屬而論，則有日就衰微之現象。螺個科之動，原始於寒武紀，昌盛於志留紀，式微始於石炭紀。化石標本有二千五百種，而現時生者僅四種云。

泉源之前。是謂天演之遞進。

游戲之水母 (jellyfish aureliac)

試取普通動物如水母者而考察之，頗有興味焉。夫水

母適居於大海之中，其游泳也，縮其碟式之身體，水則從凹處放出。其尋食也，則張其繡唇，伸其邊鬚，掠取微細介殼類之動物。論其生活之歷史，頗多艱險之經歷。因其於少時為固



靴嘴鳥 (shoebill)

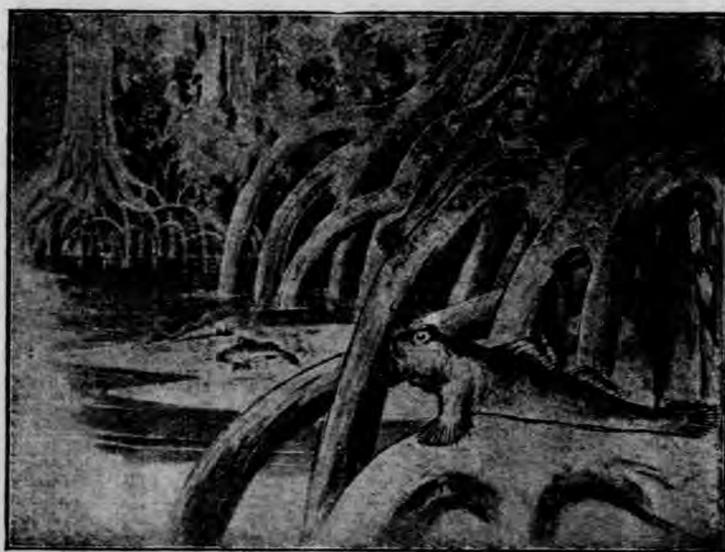
此鳥頗凶猛，從不與他鳥為伍。據米恰爾博士 (Dr. Chalmers Mitchell) 云，此鳥之血統與蒼鷺，鷓，塘鵝，海鷄等，頗為相近。其形式則介於蒼鷺與鷓之間。

定時期，常寄附於海石或海草上，隨波逐浪。然水母究為興盛之動物，分佈甚廣，頗能適應其環境。其種族之古，更無疑義。水母之顏色及大小，變異極大，即內部之組織，亦多不同。通常其大如湯碟，亦有大至二英尺對徑者。組織上之變異，係出於本性，較顏色大小之變異為更重要。水母之組織部分，常以四計，或為四之倍數：有縷唇四，胃中消化腺四束，生殖器亦四。體盤之邊有知覺器八，分歧及分歧之食管各八。然其組織部分為六，或五，或三者，亦為常見之物。雖在較為固定之水母種族，亦有天演之泉源存焉。

—

植物之天演 黃牙菜 (cabbage) 之種類繁多，有花椰，白芽，甘藍，鬆葉之分別，實則皆自野黃牙菜所生變異之分支也。園中貴種之蘋果，非自道旁極平常之林檎而來乎？吾人雖不能盡知現有各種植物之由來，但吾人確可深信人類利用其變異，育成新種，繼續不已，如薔薇花，菊花，馬鈴薯，及五穀是也。耕種植物之天演，尚繼續進行於吾人之目前，盤朋克君 (Luther Burbank) 之創造，如軟核之李，鮮肥之漿果，無刺之仙人掌，大瓣之雛菊，不過最著之例而已。

家犬之演生有三次，其三種祖先一曰狼，二曰野狗，三曰郊狼（*Canis yoto*）。故家犬之系統，甚為複雜。其他家畜之系統亦然。蓋一種家畜，既為人類飼養之後，即能固定其多數之變異，成為新種族也。二百以外之家鴿種類，均自野鴿所產生。雞之種類甚多，其祖先均為印度及馬來羣島（*Malay Island*）之數鷄。人工之育種，已揭開野兔皮毛之複雜，使之分離，成立多數之顏色種類，除顏色種類以外，尚有長毛種，垂耳種，以



泥猴（*Periophthalmus*）產於熱帶之非洲亞洲及澳洲西北部之河口

泥猴善躍，躍時用胸部之翅撲於泥土，尋灘上動物以為食，能攀登樹根之上。兩眼奇近而凸出，且甚活動，其尾似有輔助呼吸之功用。

及其他之式樣焉。是皆天演遞進之證據也。

小麥之稗史 小麥在太古新石器時代 (neolithic) 已爲人類所種植，初次之收穫，在一萬五千年至一萬年之前。古時巴比倫 (Babylonia)，埃及，克里特 (Crete)，希臘，羅馬之文化，大半恃小麥之出產。底格里斯 (Tigris) 以及幼發拉的 (Euphrates) 兩河間之肥沃平原，殆爲最早栽培之區。埃及及最古之墳墓中，曾有麥粒之發見，掩沒於地下者，蓋已六千年於茲矣。然小麥之歷史，必較古於斯。

赫夢山 (Mt. Hermon) 乾燥多石之山坡尙存小麥之祖先。其學名爲 *Triticum hermonis*，變異之能力，今猶如昔，太古新石器時代所栽培之愛滿 (emmer) 小麥卽其所自出，而愛滿卽現今各種小麥之祖先。吾人不得不設想新石器時代之人，初見其種子之大也，摘其穗，脫其粒，去其芒殼，嘗其滋味，而決計廣續栽培之焉。

此乃小麥稗史之起端，復經無數之變異，人工之選擇，而興盛之新種次第發生不絕。羅馬詩人味吉爾 (Virgil) 之『稼穡歌』 (Georgics) 曾謂：欲得優良之種子，必先選擇豐大之麥穗；但麥



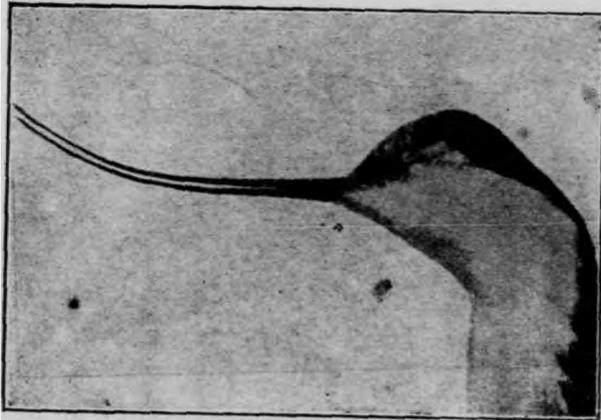
鵜鶘 (pelican) 之喙適於捕捉及儲藏魚類之用
下顎底部有大而可擴張之袋。



犀鳥 (hornbill) 之喙適於鑿洞樹上為
巢之用又能搗碎各種食物
惟頭器之用處不明。



隼 (falcon) 喙適於捕捉及新殺各種小哺乳動物及鳥類之用



長嘴鳥 (avocet) 之喙適於杓水及捕捉微小動物之用

穗適當之選擇，優劣種之分離，至十九世紀之初，始爲瑟立夫 (Patrick Sheriff) 所注意。此種育種之方法，盛行於近世，進步更多。

歐洲大戰之際，助協約國解決食糧問題之困難者，其效力當首推產量豐富，成熟期早，品質優良之侯爵小麥 (Marquis wheat) (侯爵乃品種之名稱)。此種小麥，坎拿大 (Canada) 及美國栽培甚盛。近十年來，增加國家之富，甚非鮮少。其經過之歷史，爲天演遞進最好之證據。當一九一七年之時，北美之侯爵小麥，出產額二萬五千萬英斗 (每英斗計重六十磅) 以上。至一九一八年在三萬萬英斗以上。然此種之來源，固皆出於一九〇三年散得茲博士 (Dr. C. E. Saunders) 在坎拿大鄂大瓦 (Ottawa) 試驗場中選得之一粒種子也。

侯爵小麥之發見，有裨於人類殊爲不少；吾人雖不必詳爲說明，可照一九一九年部勒教授 (Prof. Butler) 之小麥論 (Essays on Wheat) 考求其種族之來源，以一反三，是在讀者。侯爵小麥之父本爲中歐之淮夫 (David Wife) 氏紅小麥，品質優良，殆無倫比。其母本則爲系統駁雜，並不著名之印度紅小麥 (Red Calcutta) 三十年以前，自印度輸入坎拿大者也。父本之祖先乃

自波羅的海運至格拉斯哥 (Glasgow) 貨物之一部份。一八四二年，有人送與住居坎拿大安 則釐阿 (Ontario) 之淮夫 作為貨樣。淮氏自此貨樣，選得一粒種子所生之植本，育成淮氏小麥，而散得茲博士更以之與印度紅小麥 交配焉。交配之結果，發生種類甚多，數幾及百，經散得茲博士詳細之考察，悉心之研究，觀察各種之異同，及其後裔之性狀，劣者去之，優者繁殖之，繼續不已，始成世界著名之侯爵小麥。十數年來，侯爵小麥之出產，滿谷而盈倉矣。乃在一九一四年至五年之冬間，其種子尚儲於大如信封之紙袋中，亦趣談也。

從赫夢山之野生小麥，進化而成世界最重要食糧之作物，是乃天演遞進之實據。

二

動物之變遷 天演最確之證據，無有過於各處動物歷代之變遷。博物學專家立契博士 (Dr. James Ritchie) 會著人類於蘇格蘭動物生活之影響 (The Influence of Man on Animal Life in Scotland) 一書，可以供吾人之參考。立契博士之言曰：『同時代之同地方，其動物界常有擾攘不安之情形，而其變遷之狀況，隨局部之影響而起落，若潮汐然。』有暫時及局部之變異，有

不息之紛擾，及「天然均勢」之恢復。某年田鼠爲虐，次年則松鷄病流行；某地甲蟲大盛，他處則鼠爲害。「以部分論，固有徬徨不定之現象，而其全部則順從其特取之途徑。如潮流然，內部之波浪，或前或後，而固另有流力，攜其全部以前進。」考其原因，大都由於氣候之變遷，氣候爲動物舞蹈之音調，然動物自身所起之新變異，亦爲天演之本源。吾人誠不必追尋已經絕種之古時動物，即可得動物區系之漂流真象，然爲便利說明天演起見，請注意蘇格蘭自冰期以來之變遷焉。

約在九千餘年以前，蘇格蘭爲長首，方腮，短肢之伶敏獵夫漁人所居住。其時蘇格蘭之情形若何乎？

蘇格蘭乃卑濕之邦，有樺木赤楊柳樹等之短矮森林，有肥沃之草地，有雪頂之高山。河港入於內地，較現時爲遠，海水之高，與五十尺灘平。平原叢林之間，潛居麋鹿野牛野豬野馬等類爲歐洲大野貓，黃熊，及狼所食滅，故在今日動物區系中，已不可多見矣。藪澤之中，鷺鷥之呼聲不絕，大陸之上，常聞鸛鵠求偶之聲。

此則立契博士最初所描寫之蘇格蘭之情形也。

古蘇格蘭爲新石器時代之人居住以後，有何影響乎？畜牧既始，猛獸漸稀。人爲保衛安寧起見，而盡力於大野貓，黃熊，及狼之撲滅。射海鳥而食其肉，捕野貂而寢其皮。農業既興，爲害於田圃之小動物，被滅殆盡，野豬更無藏身之餘地，其他如河中之珠蚌，亦因其懷寶而戕其身。然古昔之世，非無保存動物之說也，固有留之爲狩獵，食用，美飾之需者，有爲感情作用而不忍殘殺者，亦有因人類之迷信而獲保存者，如紅胸鳩及鷓鴣是也。爲供給特種需要而輸入客種，亦爲常見之事，如爲肉食而畜兔，爲狩獵而縱雉，爲美觀而飼孔雀是也。輸入保存殘殺之作用，於動物界之變遷，均有極大之影響。

然就天演而論，尙應注意於人類間接之干涉。斬荆棘，闢草萊，建橋梁，無意中引鼠蟻入境，皆足以影響動物界之變遷；然人亦常爲有益之舉，如將藪澤汗水，排泄靡遺，瘡蚊絕跡，而蘇格蘭遂無瘧患。

實在所得之結果如何？人以為各種動物之數目，必行減少矣，實未必然。蘇格蘭自有人居以後，鳥獸之絕滅者，約有十四種屬，若以總數目而言，則輸入之紅鹿，松鼠，兔，雉，鼠，蟻之屬，有過之無不及。

也。所受之變遷，在於品質，不在數量；傀儡者，易以侏儒，大者代以小者。所以吾人得一深刻之想像，知天演未必均是進化，況以人力左右之乎。不啻如篩物然，所得之精粗，視篩之性質如何耳。立契博士嘗謂野生動物界之大小，日形低下，不但如此，即其品質亦日見衰敗；否則兔，雀，蚯蚓，毛蠹之繁育，鼠，蟻，蜂，蟲，虱之增多，如何能代蘇格蘭古昔之動物，如鹿，麋，狼，黃熊，大野貓，海狸，鸛，鷓，鶩，其他絕滅及將亡之種類而繁殖也。吾人於是又見天演之遞進。

三

冒險家 水陸之有動物，已數千萬年於茲，在此時期之中，不乏尋覓新邦，征服環境，或搜求幽處，聊以爲家之冒險家；今日猶常見焉。有機必乘，固天演方法之一也。蜘蛛有居於蟲草之籠中，伺捕失足下墜之飛蟲以爲食；亦有棲於地中海沿岸石罅之中，或管形介殼之內，結網於洞口，藉避海水而營其生活者。美麗之鹹水蝦 (*Artemia salina*)，慣居於英屬鹽海之中，竟覓得新居於北美猶他 (Utah) 之大鹽湖 (Great Salt Lake)。有見於樹上之蚯蚓，有攀緣於南美安第斯 (Andes) 山谷湍流中石上之埃奇魚 (Arges)。勇敢之斯科細亞 (Scotia) 航海隊，曾見北極之水鳥，於冬季遷

居於南極圈內；英倫三島，常爲亞洲沙漠之松鷄所侵入，似有尋覓新居之意。北美洲之雕鳩，見於英倫者已二三次，蓋已越大西洋而東矣。動物界此種冒險之舉動，與天演關係甚大，雖有安土重遷，寄生食腐以自甘者，然一部分動物之勇往直前，無時或息，吾人不可不知也。

天演之事實，尙有較上節所述之奇異證據，更爲重要者，則各類之動物，每思襲取各種之居處，如土中，樹上，水及空氣之內是也。有穴居之兩棲類，爬蟲類，鳥類，及哺乳類之動物；又有樹居之蟾，樹居之蛇，樹居之蜥蜴，樹居之袋鼠，樹居之獺，樹居之鼯鼠，樹居之箭豬；除鳥以外，習於樹居之動物，固亦不可勝計也。此種習慣往往引起絕大之影響。蓋支持於地面之機關易而爲攀援之機關，對於猿猴進化具何等重大之意義，誠刺激吾人想像之問題也。

凶蟹之生活 印度洋及太平洋之珊瑚島，有陸地蟹曰桓螯。鰓之上部，有懷血之簍，以之呼吸大陸之乾燥空氣。體長幾及一英尺，螯極壯大，在左者尤甚。常出其壯大之螯，椎擊椰樹之眼洞，剝削其外皮，至成一洞及髓層而止；有時藉介殼之一部，以蔽其柔軟之胸，蓋桓螯爲隱居蟹之一種也。此種奇異之探險家，有時竟至山巔，尋攀椰樹，然每年必返海洋以生殖。孵育之方法，如普通之灘蟹，自

卵孵出之幼蟲，游泳於水中，若干日後，乃停止於岸灘，而匍匐大陸之上。水鼈產卵於河灘，而返居大陸以爲家，而桓螯則習居於旱地，返海岸以生殖也。桓螯與椰樹之關係，最覺有趣，椰樹非珊瑚島之土產，乃於哥倫布發見美洲以前，由坡里內西亞 (Polynesia) 航海人從墨西哥所輸入。故桓螯居



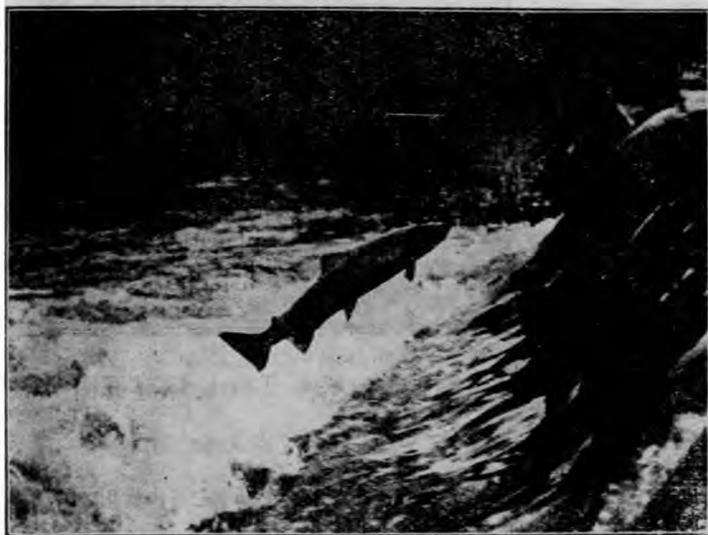
桓螯(Birgus Latro)攀登椰樹
而破其果子

原產地爲印度洋及太平洋中之島，常見之於高原，能呼吸乾燥之空氣。其穴常以椰子纖維襯墊，有時以椰子殼蔽衛其尾。

於椰樹之習慣，乃近來之成功，是乃天演最良之憑證。

鮭魚之小史 晚秋時或冬時，鮭

魚 (salmon) 產卵於河中。母者激動其尾於沙礫之上，營成淺槽，而產多數之卵於其中。陪侍之雄者灌以鮭精，母者復以沙礫深蓋之，循此手續，至卵盡而止。過三四月之後，卵乃孵化。初出之小魚，潛藏於礫石之間，不能游泳至遠，因負有卵黃甚重也。約八星期以後，所負之卵黃，消化已盡，約一英寸長之小魚，始成羣結隊而自防衛。既及一歲，幼



鮭魚跳躍瀑布之狀

常自水底躍出於水面，而投入瀑布之上。瀑布下趨甚急，足使鮭魚復返於水底。一而再，再而三，及其撲到瀑布之上邊，則激動其尾游入瀑布上流之河湖而產卵焉。

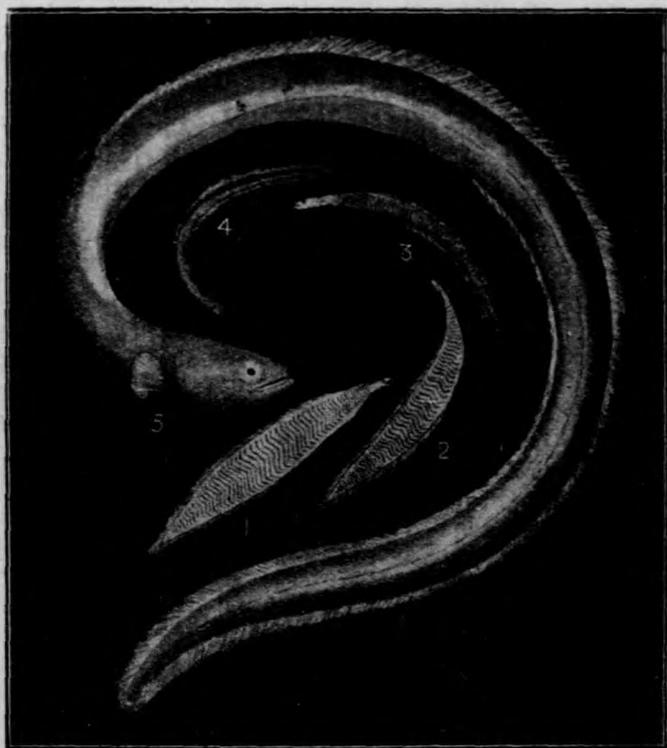
鮭之大，約及四英寸。再過一年，長可二倍。二歲以前或以後，幼鮭呈銀色，常於五月中游泳入海，食鱒白魚以自肥。至三歲有半，乃溯河源而上以產卵。鮭魚之生殖，常爲一次，蓋生產之後，往往力竭而死，或爲獺等所食也。若以北太平洋之鮭魚（屬於 *Oncorhynchus* 非 *salmon*）而論，於生產以後，無一可以復返於海中。長成之鮭魚，雖有時爲釣者所獲，並不能求食於淡水中。最有趣之事實，爲鮭魚之舉動，似有記錄者然。此種記錄，在其鱗片，試詳察鱗片之同心圓線，可知其年紀之大小，并可知其是否到海中去，以及已經產卵與否種種之事實。

鮭魚史之解說 凡動物往返二處以爲家，以其一處爲生殖之所者，則生殖之所，常爲該動物之原生地。慣居河川上流之鰈魚 (*Rounder*)，必至海濱以產卵，可知鰈本爲海中動物，近來方得樂居淡水之習慣。鰈魚之親類如比目魚 (*plaice*) 撻沙魚 (*sole*) 等，固全爲海水動物也，雖然，生殖之所，亦不能斷定其必爲原生地。有數種屬於海鱸科之鱸魚 (*dogfish*)，生活於鹽海支流之中，然至少有二種，已遷殖於淡水之中而永居矣。鱒白魚亦爲海水動物，然與之同屬於一科之青魚，常生殖於河川而族於斯焉。

故鮭魚之生活史，解說有二。鮭早爲海魚而建居於淡水之中，一說也。鮭爲淡水之種族，而赴海以營食，又一說也。以鱒魚 (Trout) 論，河湖中之隊羣，常有海水鱒魚之加入，或返於海，或留於淡水之中。以嘉魚 (char) 論，大多數之種族，永居於北方深冷湖水之中，但亦有北海之種族，入於河以生殖者。此種事實，雖足以證明鮭魚原爲海中動物。然上述兩說，各有其理，暫可不必考求；吾人此處所應注意之重要事實，乃鮭魚已制勝兩種境域以爲家；是卽鮭魚天演之遞進。

鰻之稗史 夏初之時，每見幼鰻 (*Anguilla vulgaris*) 成羣結隊，溯河川而上。其日期之早晚，視河川與大西洋空闊部份相去距離之遠近。前進之幼鰻集合，恆達數千以上。以其個體而論，長不過如吾人手上之第一指，厚則不過如粗壯之挑織針。逆流而上，爲其本性，身之兩旁，同受潮流之刺激，故沿直線而前進。日落之後，幼鰻乃潛入礫石之中，或岸灘之下，休息以待旦。逐日前進，直至河川之最上流，或沿小川及水管以達於隔離之池塘而止。鰻之前進心理，一往直前，有時竟入近於瀑布旁之苔草，或旅行於潮濕草場之中。

幼鰻生長於緩流之河川，或池沼之中者有年。雄者五六年，雌者七八年以後。身長約在一英尺



鰻 之 生 活 史 圖

1. 軟頭魚 (Leptocephali) 即鰻初孵出時之別名；2 及 3. 軟頭魚身變短而輕；4. 約及一年之幼鰻，即從大海而入於河流者也，長可三分之二英寸；5. 長成之鰻。

半至二英尺之間，乃呈新異不安之景象。蓋始達於成長之期矣。眼變大而身現銀色，遂入於海。其自池沼返於海也，必蠕動以過潮濕之草原。進行常在夜間，且甚驚擾。北冰洋太冷，北海太淺，均非適居之所；故必須赴蘇格蘭西面赫布里底羣島（Hebrides）以南之深淵。鰻之產卵，似在深黑之水中，然尙未有人見其初產之卵也。甫經孵出之小魚，爲刀片式之鱗，體部除眼以外，均極透明。數月之後，方達三英寸左右之長，浮沉游泳，隨其所至。此種小魚，俗謂之軟頭魚，蓋未明瞭鰻之生活以前所起之名也。身漸短，由刀片式而變成圓筒形，在此變化時期，不進飲食，身重亦減。既變成粗如挑織針，長約二英寸有半之銀鰻以後，遂向遠岸及河川而進行。吾人在初夏所見之成羣幼鰻，蓋已一年有半矣。波羅的海東部河川所見之幼鰻，必已經過三千英里之路程。鰻之成長及產卵，決不在淡水之中。故歐洲北部河川中所見幼鰻，均自大西洋而來，亦有遠自西班牙羣島而來者。試問幼鰻如何能渡越來因（Rhine）河之瀑布，而至君士坦司湖（Lake Constance）。在大西洋西邊之種族，如何能制勝耐亞嘎拉（Niagara）瀑布之障礙，頗有研究之興趣；但最應注意之事實，卽爲鰻魚居所之不一；無論深水大海，淺灘河流，池沼草原，均嘗試焉。普通之鰻魚，蓋爲深海之動物，而移居於淡水之

中者，富有冒險之精神，而竟獲成功。生殖以後，不能復返，爲鰻魚生活史中之缺點；以生殖而喪其身，似無疑焉。德國詩人歌德（Goethe）之言曰：『死者，乃自然使生命繁殖最妙之訓告，』非虛語也。

四

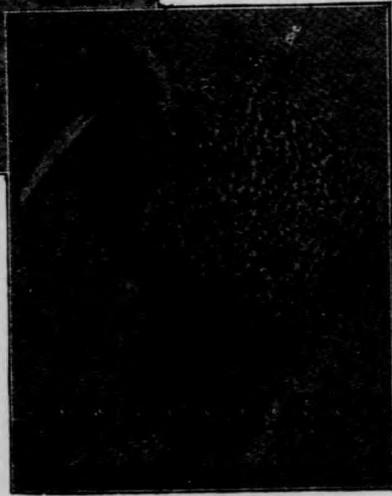
新習慣之成立 澳洲有著名之泥鰻（*Neoceratodus*），其游泳之鰾，易而爲肺，至水面以噴水，排濁以吞鮮，并具普通魚類之鰓，以司呼吸。此種泥鰻，屬肺魚類，身長一碼以上，其祖先爲中生代侏羅紀之塞拉托答斯魚（*Ceratodus*），蓋五百萬餘年矣。昆士蘭（Queensland）之泥鰻，爲古物之一，數百萬年以來，變異極少。吾人亦可以之爲天演惰性之例證。雖然，泥鰻之組織變遷不大，而泥鰻實足以彰明天演之遞進，因其爲學習呼吸乾空氣之魚也。泥鰻不能離水而生活，然能樂居於腐植泥潭之內，在污濁不堪滿儲魚類死體之水潭，常見泥鰻，猶現活潑強健之景象。吾人除非以魚鰾原係肺臟（此非不可能），則泥鰻呼吸乾空氣之習慣，必由新近學習而得。是乃天演遞進之證明。

鷗之本性，捕魚爲食；然近年來英國之鷗鳥，在夏時常變爲蔬食之動物，挖蕪菁，吞芋藷，停止於田內而啄食穀粒。相類之試驗，見於鳥類者尙多，最著之例證，莫如新西蘭（New Zealand）之某



加朔鳥 (cassowary)

頭上有盔狀物。羽毛
鬣細如獸毛，翅有黑硬
毛數根。不能飛，惟足
善走。



幾維鳥 (kiwi) 形狀習性均奇

突惟不能飛

種鸚鵡，此種鸚鵡，有肉食之習慣，棲於羊之腰背，去其毛，剝其皮而啄食其脂肪。此鳥本爲蔬食果食之動物；自新西蘭牧羊事業發達以後，始變爲肉食。鸚鵡肉食新習慣之成立，確有日期可考。天演之遞進，不啻在吾人之目中。吾人應行記憶者，動物習慣之變易，足以使其有試驗內部組織之新變異是否適用之機會。所謂組織之新變異，爲本性上之變異，自生殖細胞內部而來，非受境遇之影響所致；因境遇而起之變異，其遺傳尙少充分之證據。

行動之試驗 最有趣味之事，無過於考察動物之各種行動方法，或拖曳，或跳躍，或撐爬，或游泳，以及此四種行動方法之變態，無所不有。最奇者爲澳洲之抖動蜥蜴 (Chlamy doaurus)。近方試驗其兩足之行動，行動之時，立以後足，向前搖擺行走，數英尺即止，宛如初學步行之小兒也。

冒險之興趣，曾引起與歐鷓 (Fren) 同類之泗鳥，行走於水面之下。如飛魚，飛蛙，飛龍，飛鼠等類，均能飛躍於空氣之中。此種試驗，雖多失敗，孰謂非創造新行動方法之起點乎？

最富有冒險精神之動作，莫如蜘蛛在空中之行動。當秋季晨光熹微，清風徐吹之時，升登於門楣欄杆，或牧草之上，昂首迎風而立，吐出三四長絲，順風飄揚，藉圖寄足之機會。風落則解放其絲，風

起則捲縮之。雖無羽翼，而能行動於空中。無數之遊絲，沉落於地上，有如「薄紗展覽」之大觀。達爾文當航行考察之時，曾見無數之吐絲蜘蛛，吹至船上，其時船已離岸六十英里矣。

新方法 吾人雖不能確知新習慣成立之日期；然有數種奇異之發明，尙可見之於今日。如蜘蛛爲陸地呼吸乾空氣之動物，而亦有慣居水中之水蜘蛛 (*Argyroneta natans*)。有數種海灘之蜘蛛，雖爲海水所刷



澳洲之抖動蜥蜴，現方試驗其兩足行動之習慣
行時立以後足，搖擺前行，不數步而覆其頸於頸圈之中以止焉。

洗，猶能生存；然不如水蜘蛛之奇突。水蜘蛛之雌者，已戰勝水中之境遇無疑，每在水面之下，結成扁形之絲網。蜘蛛一特設之垂直線來往於水面之上下，藉身上之細毛，將水外空氣儲入網中。絲網得空氣之浮力，隨成半圓之球形，如是往返者數次，至半圓形之絲網，變成潛水鐘之式樣，滿儲空氣而止。在此巧妙創造物之中，母蜘蛛產卵而孵育。生存競爭劇烈，另覓新境界，最為相宜，此乃許多事實之一般意義也。蜘蛛分佈甚廣；普天下無蜘蛛者，惟兩極耳。乃富有冒險精神之蜘蛛，不為遷居之動

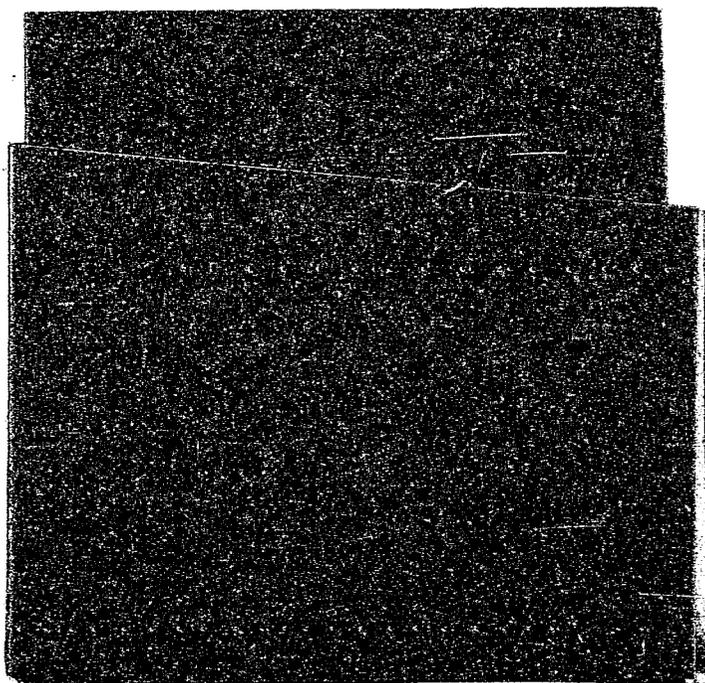


蜘蛛遊絲之地氈

無數之遊絲連累鋪陳於草上，有如銀絲之地氈。邊際如帳幕，為風所吹動，又不啻如海岸之水浪焉。

作，而特試驗尋覓新殖民地於隣近水面之下以爲家焉。水居之問題，固爲陸居動物之所不易解決者，而水蜘蛛竟能解決之，且極有效果而美滿，信奇觀也。

結論 上述之例證，不過舉此大題目之一小部分，以爲代表耳。苟能明瞭生物之多變，耕種植物及家畜之變化，各處動物種類之漸更，新居所之尋覓，新習慣之養成，以及各種新方法之創造，尙有不信天演之遞進者乎？天演之遞進，有如川流之不息，何能有遏止之期耶？



040165



2121.6

萬有文庫

第一集一千種
王雲五主編

科學大綱

(四)

湯姆生著
胡明復等譯



商務印書館發行

萬有文庫

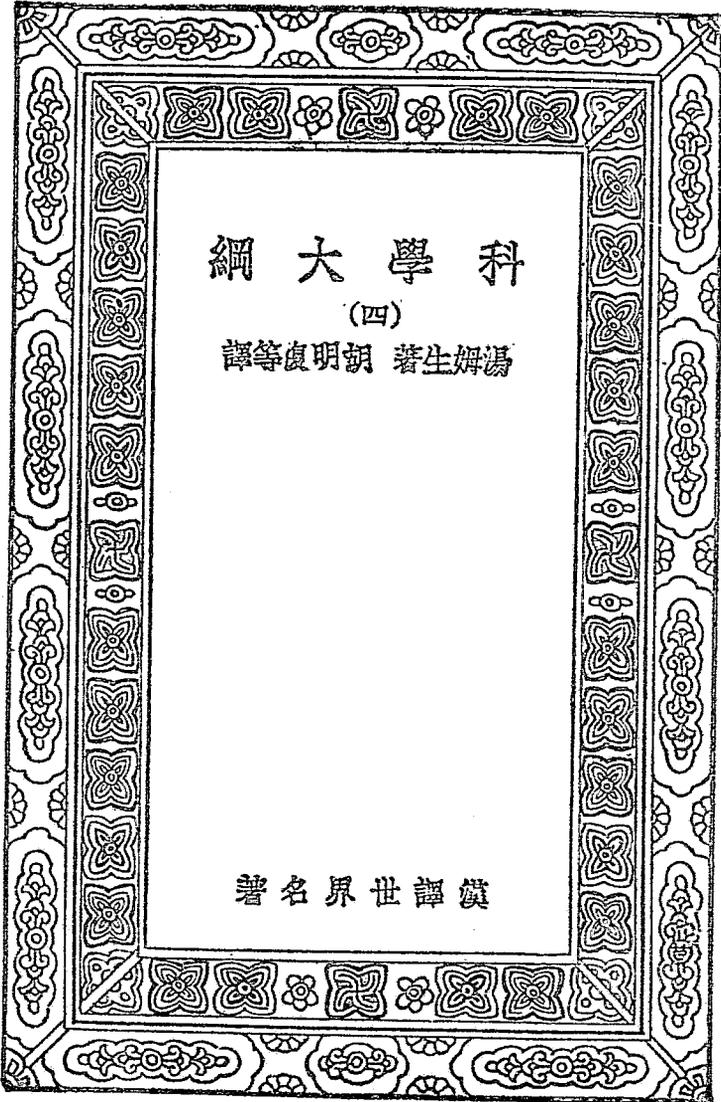
第一集一千種

總編者

王雲五

商務印書館發行

04017C



科 學 大 綱

(四)

湯姆生 著 胡明復 等 譯

漢 譯 世 界 名 著

科學大綱

第七篇 心之初現

美國芝加哥大學哲學博士 陸志韋譯
國立東南大學心理學教授

循讀進化史，至動物界心之出現一章，興味蔑以復加，而苦不易解。蓋「心」之爲物，不可見，不可量，僅可以推想而知。論者乃不免以自性妄擬簡單動物之性。

—

遠離二端 凡持極端之論者，或則以不思辨故，以人性泛界一切動物，如稱尋常野兔爲「兔阿哥」，或則以動物爲自動的機械，無所容「心」，亦無所用「心」。二者皆非所宜。

去今未久，旅行鴿 (passenger pigeon) 驟然絕種。曾憶惠特曼 (Whitman) 教授自巢中移

其卵，未數英寸而置之，鳥即現不愉之狀，以喙置其腹下，若有所索而不得。其棄卵雖近，而不思歸之原處，未幾，竟然捨去。即此可知，鳥類之心與人類之心斷然有所不同。反而言之，於此有一點，犬，攜一盛卵之籃，口含其環以行。至一柵下，道阻不前，則置籃於地，自柵底之空隙推而出之，乃一躍而過。若此犬者，誰復敢諛爲自動的機械乎？

凡言本能者留心。人之直接知識僅能及於一己之心。故凡欲知動物之心，祇能出研究動作之一途。於此首當注意者，生物之作爲苟具有效率，則在進化史上輒有使此種能力刻記永存之強大趨勢。因此某種功用變爲生成之事，是遺傳之一部分，觸機即發。嬰兒之初生不待教而能呼吸，非如後來步行等動作之必待學習。故其能爲呼吸之動作者，天成也，銘刻於內也。

換言之，神經細胞與肌肉細胞每由遺傳預定其結構，故其發動有如心搏之易。豕生一二分鐘已能爬行近母以吮乳。其不須學習，猶人之於咳嗽噴嚏然。動物具有種種能力，其功用幾於全備，而又自表面觀之，似爲靈敏之事。此等生成的結構中，簡單者名爲反射動作，其較爲複雜者則爲本能行爲。在自然情景之中，此生成的能力固無虞其不適用；然普通秩序一旦有變，有時竟全不濟事。此

則研究者所不可不慎也。鳩孵空巢，經日不去，或其卵在二英寸之外而不知歸之原地，此其例矣。雖然，職是之故，而謂鳩之拙笨不可名狀，則又非理。試思其能自遠歸巢是何等成就。凡論動物，不當以尋常秩序之擾亂，使其本能行爲之失敗，因有所軒輊。本能之銘刻深者，敗事時百不得一，而其固定不易之性，於動物實有大利。凡物得此，其進化乃可更上一層，始能自由嘗試。故其『奴於本能』，即所以博得安寧，以進而開闢新境，而求食求樂。人以己力造成習慣，而自納於範圍，亦猶是理。蓋非此，不暇有所建白，永無以爲人類謀利益也。

夫觸熱而屈指，見樹枝之搖動而閉目以避其撞擊，非有意爲此動作也。哺乳獸第一次就母吮乳，其情或近乎是。西里伯（Celebes）島之營塚鳥（mound-birds）有產卵於海邊火山之熱灰中者，有在一堆腐草中者。其雛出卵，立自此異巢中支撐而出。設非具此生成之能，則惟有悶死耳。且本能之觸機，可一而不可再。向使鳥之支撐，未盡力而休止，亦惟有滅種耳。同例，鼈卵產於海灘沙中，小鼈孵出後，以本能故，匍匐就水。鱷魚之類，有埋其卵在沙土腐草之中，深至二英尺許者，其生處可謂奇極。鱷魚之破卵而出，其狀有如經三星期孵化後之雛雞。其出也，即依本能發音，聲似吹管。時母鱷

魚守候於上，聞聲而爲發其重覆；否則生而葬於邱墓耳。夫丘鳥、鱷魚與籠之初生，咸憑本能而動作，爲不學而能之事。故凡見其動作而許以悟會之能者，無稽之言也。然動作雖不經悟會，非無待於努力，且或蘊有一部分之覺知。惟人爲萬物之靈，所恃者智慧，故於本能動作之精神方面，雖欲窺見一斑，要非易事也。

動物本能之造極，至於求偶、結巢、獵食、治食等等，則其尋常動作之發動似又能喚起腦府之較高中樞。一若動物之智慧必須戒備，遇事則出而干涉。故於此有二事不可不愼：（一）凡屬於本能之行爲，苟遇特殊情景而不生效力，論者不宜因此賤視動物，爲過當之論；（二）尋常本能行爲非不可以覺知爲內蘊，以努力爲奧援，故立論當留餘地。

二

一種萬應良法 然則人之對於動物，當何所見而許以智慧，何所見而判其自動之性尙不臻乎此？所首當知者，譬如母鳥喙中之食物，觸於其雛之口，而其口立張。此動作之有效力，其全爲生理作用，同於咳嗽噴嚏之類乎？抑有心在其後，爲之主宰乎？解此問題者，自以摩爾根教授 (Prof. Lloyd)

Morgan)之論爲最當。摩爾根教授者，比較心理學之鼻祖也。其言曰，動作之學，記述惟恐不愼。當據其實在而記之，而不可有所推擬。且凡動作之能以簡單能力說明者，不可漫引高等能力。夫吾人觀察動作，時或不免失其精神上精密之處。故守摩爾根之律者，有時吝嗇過甚。然其究竟，什九當無大過。此之謂嚴謹科學法。

謹遵此律，乃可概言脊椎動物中心之若何發現。

魚類之感覺 魚類無眼簾，故不能閉眼。惟其眼球殊形發達，故視覺精銳，尤善察移動之物。除脆骨類外，耳之外竅已全消滅。凡音波與其他波動之較粗者必先經肌骨而後刺戟內耳。內耳亦殊發達，惟其主要功用不在聽覺而在持身體之均衡。然魚類之有聽覺，時亦顯而易見。設有人在池之一邊震一鈴或吹一口笛，卽魚在水不見有人，亦羣來就食。魚類之於聲音，雖大都不甚注意，非必以其耳聾也，蓋可聞聲而無可激動，不生反應，此由其聲於此種動物無生死關係耳。魚類中如大頭魚 (bullhead) 之類確有嗅覺，能以鼻孔察知自遠傳來之纖弱物質。他如鱈魚 (cod) 之類，則其覓食半恃味覺，能就近感受多量之物質。味覺官體之位置可在口內，亦可在鰭上。在此階級，嗅味二覺猶

未完全分別。又硬骨類之兩側必有旁線。旁線之主要功用，在使動物覺知水中壓力之變異，與凡低緩的波動。然則魚之皮膚可適應壓力，其耳可適應波動之速率較高者，而旁線之功用，則介乎二者之間。

魚類之趣事 尋常硬骨魚之腦，其組織甚陋。大腦半球之進化究竟為智慧之府，此時尙未發達。脆骨類中，如鯊魚 (skates) 鯊魚 (sharks) 之類，其腦較為可觀。夫以腦之組織而論，吾人對於硬骨魚如鱈魚、鰻魚、黑鱈魚 (haddock) 鱈魚 (herring) 之類，所期不可過奢。惟其動作之強人意者，在在而是，請舉數例焉。

絲魚之巢 絲魚 (stickleback) 之有二刺或三刺者，可生存於淡水或海水之中。其十五刺大魚，則全為海洋動物。此三類中皆雄魚結巢，第一、第二類在淡水或鹵水中，第三類則在近海岸之淺水中。小絲魚用水草之梗葉作巢，大絲魚用海藻與似植物 (zoophyte) 編織之後，以膠質之絲黏結之。所可奇者，此絲為腎臟所分泌，一若暫時的病情變為常態，且以致用焉。此時雄魚自巢中游過，往反數次，中成一空房。乃引出雌魚入巢，或誘或脅，前往後繼。雌魚行經巢之二門，稍留片刻，即產卵。

於其中。雌魚去，雄魚據巢而守之。他魚有侵入者，雖大於己，每被驅逐。及孵化既成，雄魚之忙更甚。必畫地而守衛之，至小魚能行動活潑而止。絲魚壽命不長，生育或祇此一次。其族類之得存，未始不以有慈父也。夫使結巢之行爲，一朝發現，已如今日形式之完備，則吾人必許此魚以極大精神的能力。然試思此種行動定程經過種族上長期的變化，其進步甚遲，而又屢遭危險；於此乃不敢有所妄許。卽如膠質之分泌，其始或爲病



三刺絲魚之雄者，以水草結巢，而以膠質之線繫之，絲爲腎臟所分泌，惟生育之期有之。

情的變異，其功用或偶然發現。凡動物能有機巧以利用此種變異，其生存必易。又以遺傳之故，而此種行動定程銘刻於身。故絲魚之智，不可以貌相也。

鱗魚 (minnow) 之心 欲領略魚類之動作者，必經試驗而後腳踏實地，如懷特女士 (Miss Gertrude White) 之研究美國鱗魚與絲魚，殊饒趣味，可資參考也。其法先以魚置人造環境中，使習而安之，而後使之學習。以小布包二，一包肉料，一包棉花，懸於豢養器之兩端。鱗魚雖游近布包，似未嘗察見。絲魚則自始即咬。其游近肉包者猛進如矢，含而曳之，若甚受激動。其游近布包者，去物約二英寸許，已掉尾而去。既見他方之魚有所爭逐，隨入其羣，此亦魚類之常習也。然鱗魚雖無意於『神怪的小包』，祇須水中或水面有移動之物，其能察見更捷於絲魚。此二種淺水魚之求食，大半賴有視覺，已無可疑。

此後魚類又學習色彩之聯念。先以蝸牛、蚯蚓、獸肝等物割為細塊，置鉗上餵之。鉗不入水，以防嗅覺之影響。魚必自水中躍起就食。又以有色之紙片切成圓形，套在鉗端。故魚之所見，實為一片圓形之色彩，中有一塊肉。如是預習一星期左右，魚類已習見此種有色圓形。見則羣趨水面，跳躍而起。

此後時時以紙爲餌，以代食物。魚類祇見圓形，跳躍如故。然使紙餌永與青色之圓形同用，而肉餌常用紅色（或青紅倒置），鯉魚中有即能辨別真贋者。無論二色之同時陳列，或間迭陳列，均百無一失。然則其去心之發現當不遠矣。

訓練數次之後，鱒魚與絲魚各已辨別食物與色彩之關係，且成立他種聯念。有一種幼蟲不宜食用，屢試之後即不復顧問。不久，又能知試驗人或他人之臨近，爲投餌之兆。然則魚類在日常生活，中能養成有用的聯念而抑制無用的反應，當無可疑。天賦以種種不待學習而有用的動作，且如上述又有養成聯念之能力，而其感覺之銳利，在某方面又臻極高程度，此外魚類所需者一簣之功耳。而此區區者乃非復其所能有。其上下四方游行自在，其所以生存之媒介物純一而不變，又能載其體重，其食常豐厚，不須奮力而得，無之亦可持久，且其生育繁盛，天死之數雖多無礙，精力未衰即遇強暴，幾無一老死者，凡此皆魚類所以競存。心理上，其受之於天者原未嘗厚。故其腦之用在發動而不在運思。其精神常滯留於極低地位。

然人之評論魚類，亦不可見其尋常而忘其全體，是猶量人者，目光不出日常慣例之範圍，未有

不大誤也。當知鮭魚能上瀑布，鱒魚之巧能逃釣者之技，熱帶海岸上之泥猴能爬行石上或茄藤樹 (mangrove tree) 之根上，以捕陸上之小生物；又當知鰻魚之一生如何冒險。且有時魚之瞻護家族，其法可異，尤以雄魚爲甚。龍落子藏卵於胸袋，刺鰭魚 (Xurinus) 帶卵於頭頂，圓鰭類之笨魚 (cockpaddle) 則於沿岸積水中擇一隅而供以空氣焉。

三

兩棲類之心 在舊紅沙石期或泥盆紀之末，進化史上有一大事，兩棲類之出現是也。其始代表是類者爲狀似魚，較現在所見蛙類蝦蟆類之蝌蚪尤爲顯著，兩棲類之出自魚類無疑也。其進步之速，半係企圖出水上陸之故。其身體上柔軟之部，以不顯於化石之形，後人已不能復悉。惟據現在代表此門之生物而言，彼時兩棲類當已生長各種重要官體，如手指，足指，三房之心，位於胸前之肺，耳鼓，聲帶，以及可動之舌等等。動物進化至此，已具有握手，能發大聲，如破二重阻障。泥盆紀以前，昆蟲之類或已能鼓翼作聲，惟喉口發音，則自兩棲類始。發音之第一義原爲屬性之呼喚，有如現時之蛙鳴。而究竟則在心之進化上佔一極要位置。蓋音之意義以時漸廣，始變爲父母之呼喚，嬰兒之叫

號。又廣之則藉以認識同類，變爲有用的工具，黑暗中與叢林深邃處，其用尤大。進化之旋螺又一轉，而音之爲用乃足以發表種種情緒，如喜樂、驚懼、嫉妬、知足之類，皆非直接在屬性循環以內之事；終則動物能發爲「語言」。以表白情緒爲未足，故又以代表「食物」、「仇敵」、「家室」等蘊蓄在情緒中之事，此可推測也。後此人類，既出動物之「言」，又變爲推理思辨之媒介物，構言成句，而判斷出焉。溯其濫觴，豈非出於兩棲類之鳴聲乎？

兩棲類之感覺 蛙類有明目。而蝦蟆之目，俗且以爲有寶石光。蛙之捕蠅，一搖舌之功耳。可見其視覺之精審也。（蛙舌前部結而後部懸。）且蛙類之能辨青紅或紅白亦爲試驗所證明之事。更可奇者，蛙之皮膚能覺熱又能覺光，非如人之祇能覺熱。業岐茲教授之試驗，曾以蛙置簡單迷路中。蛙欲歸至水池，必行經迷路。在第一次左右分歧之處標二紙片以示路，白色正路，紅色斜路。及蛙已認識正路，業岐茲教授乃將紙色交換，見蛙之迷惑，知其學習深矣。

兩棲類之嗅覺味覺，吾人所知甚淺。其於聲音，則除同類之鳴聲水上之碎聲外，幾絕不介意。故其聽覺不能推想而知，而實則發達殊甚。

以言蝦蟆，其攀援登岸之狀，更若有智謀然。樹蛙之中亦有甚活潑者。惟兩棲類之心究爲何種狀態，則吾人不敢多所臆斷。迷路之簡單者，蛙類能學其秘，已如上述。而蝦蟆當產卵之期，有時亦能自遠道來就定處之池沼。然試一探其腦部，在平廣的頭顱中僅佔一小部分，顯誠人於兩棲類之智慧期望不可過奢。惟此種動物自有其生死攸關之事。例如昆蟲之可食與否，不能無辨。自經試驗而知其於此等事學習甚速，且學後經日不忘。至若蛙類之產卵積水中，擇地大非所宜，貌雖愚蠢，實或有不盡然者。蓋產卵之事，似已移隸於本能之下，又當別論矣。

保育後裔之試驗 兩棲類於保育後裔之法，若屢經嘗試而猶在尋求新法者然。是不可不深許也。尋常蛙類以水爲育兒之所，產卵一堆，有時多至千餘。蝦蟆則產卵二行，或在水草之間，或繞於其上，而能事已畢，初無所謂保育之責。徒以生育之繁，故不覺天喪之禍。其所以解決保種問題者，僅恃此產出多卵之能。然亦有用他法以保育後裔，而同時減少產卵之數者。如歐洲大陸上時見之嚙蛙 (Alytes)，其雄者能將二十至五十卵，裝置成一串，在後肢之上部。晝伏穴中，夜則出而覓食，且爲其子得水氣。三星期後，蝌蚪將出，乃一躍入池，因釋其生育之勞，家族之累。又有完全水性之蘇立南

蝦蟆 (Surinam toad) [譯者按，在東印度羣島之基尼 (Guinea)] 其雄者能將卵嵌入母背，爲數可至一百。背上之皮成襞如數，一一覆卵。久之，完全孵化之小蝦蟆自襞中躍出。

南美洲之樹蛙有名囊蛙 (Nototriton) 者，其雌背上有一袋，卵在其中發育。所可異者，子之出現，形狀不一，以種族而異，有爲尋常蝌蚪者，有形似父母而小者。他如達爾文蛙 (Darwin's Frog) 卽智利之鼻皮類 (Rhinoferma) 之雄，養子於聲囊內，爲數十至十五。故其囊膨脹，終則小蛙出自父之口中，真奇觀也。所述各事，意在矯正以兩棲類爲毫無生趣之謬見。無論其精神方面作何狀態，其已屢經嘗試無復可疑。故顯然見於兩棲類保育之加周，與其產子之減少，實進化秩序上之一轉機也。

四

爬蟲類之心 吾人每謂蛇性狡詭，然此言之正當理由，殊不易得。爬蟲類之智慧，吾人所能見者，一鱗一爪而已。舉凡蛇、鼈、蜥、蠍、鱷魚之類，爬蟲之種族紛紜糅雜，然其內在生活祇此涓滴耳。

蓋爬蟲類之厚生致用，利在本能而不在智慧。譬如美國之軟甲龜，幾盡人而知。其游水時能奮

力撲擊。其疾走可以避人之追逐。又在河中恣意獵食蝦類與昆蟲之幼蟲。入冬則蟄居泥中。有時乘木塊浮行水面。遇驚即竄入水中。有時曝於河岸或淺水之處。其產卵也，擇時擇地，皆極機巧。埋卵後，其雌能覆之以土而踐之使固。凡此動作無一不有其效。其他爬蟲類能與此比擬者不虞以十數。然其性質幾全部分為本能之慣例，僅見有效率努力而已。

此外，爬蟲類有時確能自遠處回

尋故居。其能識人亦無可疑。懷特 (Gilbert White) 謂「有某老婦家龜三十年。龜見此日常施予



鱸魚思食而欠伸

圖中可見多數錐形之齒，生在顎骨之缺內。

之人，知盡力蹣跚而前，見他人則絕不介意。」此外，又有數種記錄，證明爬蟲類實有學習之能。業歧茲教授曾研究一鼈，其性愚蠢而喜隱避，造暗巢於溼草內。故人可利用其好自隱之性，在其巢前造一簡單迷路，使擇路而行。迷路形似一匣，中有數隔。此鼈遊行不息，至三十五分鐘偶然尋得出路。二小時以後，即能在十五分鐘內歸巢。第三次試驗其途徑漸直，無目的之游行亦漸減少。第二十次試驗僅須四十五秒。第三十次四十秒，且其徑甚直。至五十次需時三十五秒，而其徑尤直。此種步驟原不得謂有若何價值，然確爲學習。能以經驗而學習，已在動物動作之進化上佔一重要位置矣。

爬蟲類之比兩棲類，其動作更巧，且較易變化。人有以蛇類爲玩物者，其所記述隱見在爬蟲類感情生活之漸富。若傳言可信，則夫婦之情，亦肇端於此。

所不可不慎者，凡經長期之適應，身體上結構已變，而後發爲動作，勢不得視爲智慧。譬如蜥蜴之無肢又名蛇蜥（*slowworm*）者，執其尾則棄之而逃。蓋其體上已成一積弱平面，一掣其尾，卽於此斷裂。此反射動作也，非反省動作也，猶人之觸爐炭而縮指也。非洲蛇類之食卵者，名爲厚盾類（*Dasyplatis*），得鳥卵輒全吞之，而破之以脊骨。其脊骨在咽喉之間伸入體內，成爲利刺。卵之精華

不失涓滴，而反其破殼。異哉！觀止矣。然而非智慧。

五

鳥類之心 鳥類中

視覺聽覺之發達特甚。夫感覺之爲用，不特可爲生成有效力之行爲發動其機，且亦所以供給智慧之原質。古之哲言謂智慧之內容，未有不來自感覺。雖爲一偏之論，要不失爲真。

輪船過，白浪起，海鷗能從中啄食餅屑，其精其捷每爲人所驚異。此特一例耳。鳥類之運目，能於瞬息間變其焦點，其才無以復加矣。



企鵝 (penguin)

其翼因久不飛而變爲撲擊之具，用力甚大。其足之強亦大可觀。企鵝大都產於極南。

鳥類中聽覺之精，去視覺不遠。小枝微有裂聲，鳥即驚叫以警同類。竹鷄 (partridge) 等鳥，生甫二三小時，一聞母鳥切急告險之叫聲，即慄伏地上。如寄育於家鷄，雖母鷄喔喔之聲至於發狂亦未嘗介意。其靜伏也，不自知其何以故，服從前代之遺勢耳。故其動作出自本能。惟此所欲言者，爲其聽覺之晰辨之力。即鳥之所以有鳴聲，亦足爲此事之證。鳴聲者，情緒之藝術也，以聲表情也。雄鳴以悅雌耳，耳之馴雅可知矣。

鳥之觸覺除喙上外不甚發達。喙上之感覺，至啄木鳥之撥土壤以探目所不見之蚯蚓，其敏銳已造絕頂。味覺似不甚發達。鳥之食物不待咀嚼，惟有時不堪入口之物，如蝦蟆毛蟲之類，棄之惟恐不力。鳥之嗅覺，人鮮有知者，然亦不無一二可證之事。夜出獵禽類是也。至鷹類之逐腥膻，顯然以視而不以嗅。嗅覺之用或不至若是其鮮。若遇黑夜或迷於森林，能嗅翎腺所分泌之油，或可藉以認識同類。此大可試驗者也。此外，鳥類或尙有他種感覺，例如溫冷覺身體持平覺之類。至前人急於「解釋」妄擬候鳥之所以識路，賴有「磁」覺，屢次試驗，無所發見。鳥類至大之事，要在視覺聽覺。此則其得有知識廣大門徑也。

本能的傾向 水鳥如沼鴨 (goose) 之類，初次墮水，大都即能游泳。同例，雛鷄之啄食不須教學。飛蛾之小者，初生之鴨能捕而得之。雉鳩 (plover) 一聞警叫，即伏地不動。所可異者，鳥類本能之量殊有限制，遠不及蜂蟻之類。蜂蟻之腦雖小，似儲有無數天賦之技能，而鳥類之有限制，或正所以為智慧留餘地也。此後日常生活，在將為智慧所操縱。摩根教授謂其在試驗室內所孵之鷄雛，聞其母喔喔之聲，近在戶外，絕不知是何意義。渴而欲飲，能啄試驗者指頭之水，而足涉盂中，反不知所盛者為水。後在水中偶啄其足指，始悟水之為物，能投其所欲，乃舉喙向天而嚙。有一二次竟飽食紅絨，以為『蟲』也。

夫本能之傾向，鳥類非一無所有，惟較蜂蟻為有限制耳。其故由於腦之進化，至此已漸得郎刻斯忒爵士所謂『可學之性』。鷄雛之學習神速，動物之心自始屈服於遺傳係屬之下，至此漸能解脫。夫小鳥非能一無失誤（如食紅絨之誤），然一誤再誤之事，非所常有，故易受經驗之益。我為此言，非謂動物之腦小者，如蜂蟻之類，絕不能受經驗之益，而全無智慧。二者之分域，非固定不移。我意昆蟲之尋常生活，祇須有本能銘刻於神經系，已大足應用；因此可學之性發達甚微。且我言鳥類能

脫離本能之專制，非謂其在在能引動智慧，而蜂類則動作如刻劃，萬難爲此也。譬如鳩孵空巢，去卵僅二英寸許而不知注意，可見鳥類如遇某種情境，或尙不能脫離本能之羈絆。鳥類之特長，一方面仍以其本能之多，而同時特智慧以學習，其量又甚可觀也。

智慧與本能之合作

摩根教授曾象養二鵓

鳥 (moor hens) 自幼卽

與其同類隔絕。泗水乃其本能，或在盆內，或在溪中；然未嘗能泳。一日，鵓鳥之一游行於約克州



棲於柱樁上之穴鳥 (jackdaw)

此鳥有大腦，甚活潑，能學習而善鳴。

(Yorkshire) 河之潭水中。忽有一犬自岸而下，狂吠而奔是雛。轉瞬之間，鵠已一泳而沒，須臾復出。陡岸之下僅見其頭出水面。此爲是鳥游泳之發軔，已能純中規矩。

此事之意義，蓋彰明較著。鵠有遺傳（本能）之能，可泅可泳，惟後者不如前者之易於引起。而此鳥享有二月泅水之經驗，或預於泳沒發生影響，僅無觸發泳沒動作之機耳。一旦有事，雛鳥見犬之驟至，又聞其聲，情緒上有所激動，或又隱約能悟境遇之危險不可測。此時智慧與本能合作，鳥之泳沒正合時宜。

鳥類之生，已具有某種有效的趨向，如爬、啄、泅、泳、飛翔、俯伏、結巢之類。其與蜂蟻之別，一則專恃本能，一



傳 信 鴿

大戰時用傳信鴿甚得力，書信於薄帶上，繞於鳥腿；如此相片所示。

則遺傳的天性上必和以個體之栽培。二者合成勝事，名之曰鳥類之動作。摩爾根之鷄雖嘗取毛蟲而試食之，知其不堪入口，數次之後不復顧問。鷄始生數日，其學力進步神速，卽生可代表『大腦』



女面鷹 (harpy eagle)

女面鷹之產地，北自墨西哥，南至巴拉圭 (Paraguay) 與玻利非亞 (Bolivia)，其雅潔高傲，有如西班牙之公子。其居或在樹上，或巖上。其強暴能食哺乳獸。腹部大都白色，而胸前微灰。其背則深灰色。

種與『小腦』種根本上之差別。蓋一則本能之稟賦雖微，而大可教育，一則如蜂蟻之類，本能豐富，而不善學習，亦不喜學習。正如郎刻斯忒爵士所言二種腦在進化史上背道而馳，不當直接比量。

『小腦』類至蟻而造絕頂，其本能動作已甚完備。『大腦』類之造極，在馬，在犬，在象，在猴。鳥類之可異者，以有如許本能，復與如許智慧相合。鳥之結巢，能用新材，能擇新地。且有時變換其食物，足爲此事之證。氣鸚鵡 (Kea parrot) 入新西蘭而食羊，卽其例也。

啄木鳥幼時，能破樅樹之實而得其子，驟視之，必以爲是本能上固定之事。實則母鳥之哺雛，先以縱子，繼以開裂之實，終以全實。鳥類中有此種教育作用者，蓋不難以十數也。

用機智 希臘之鷹以爪製龜，自高擲下，破其堅甲而露其肉，可謂善用其術矣。術之發明，或以試驗，或以偶然。雖後說較前近理，然其運用之智，初不以此而有分別。同例，青鷗 (herring-gull) 口含海膽，唇蛤之類，而擲之於石，以破其殼。鴉食淡水之蚌，亦用是法。

畫眉之砧 畫眉口含木上之蝸牛而碎之於石，若以椎擊砧。觀其動作而事理可明。曾有一畫眉自小爲庇得女士 (Miss Frances Pitt) 所養。示以蝸牛，初無所感。後其一探首於外，漸蠕蠕而行。鳥乃啄其兩角。蝸牛被啄，引首而藏，鳥又不知所措。如是反復數次，鳥之驚怪日深。時或啄之，時竟舉之以喙。至第六日始真有進步，擊蝸牛而竭力拊之，如拊一大蟲。旋又一一舉而叩之於地。十五分鐘

而破其一殼，以後更無難事。據此試驗，畫眉實有以物叩地之傾向。其能用石爲砧亦不待教導。嘗試既久，自能應付疑難之境。倘在自然環境之中，事或可以摹倣而成。然規之試驗成績，動物界摹倣之功用，遠遜於常人之意料。故事雖可能，未可必也。

六

哺乳類之心 凡論哺乳獸者，見牧犬之以驅羊競勝，象之助人伐木，馬在鐵道岔路搬運車輛，不覺心許其智。實則此等事實非盡成於動物之心，強半出自人力。反之，凡人研究兔類或豚鼠（Guinea pig）之類，鄙



畫眉用砧

畫眉以喙含蝸牛之殼，叩之於石而破之，而嘗異味焉。石旁每見有無數破殼。

夷之每過其實。蓋此種齧齒動物，其智原在哺乳獸中材之下。兼以叢養之餘，生活閉塞，而其材更蠢。同例，家羊不能與野羊較，且不能與羔羊較。如欲於哺乳獸之智慧，下一折中之論，則訓練之功，叢養之弊，皆非所當

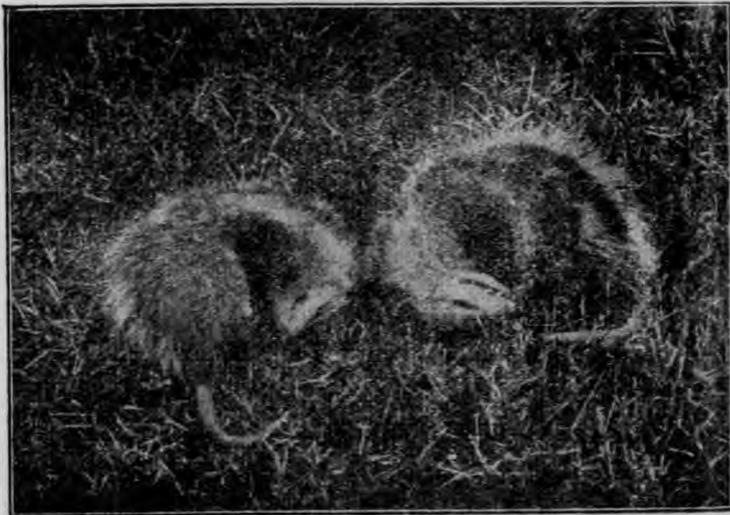


獾

獾齧對徑一英尺之樹，留其中堅，以待秋風之至，爲覓其功，不欲枉費力也。

重視也。

本能的傾向 水獺有齒如鑿，以齧樹本，留其中心，以待風之吹折。樹枝倒地，則取而用之。驪鼠能造巢。松鼠能兼倉儲果。人見此種動作，究當作何感想耶？動作之類此者，實不可勝舉。其基本爲本能，其在神經細胞與肌肉細胞，生成有此傾向。惟在哺乳獸中，復有若干注意伴之而起。此其所以靈敏也。動物因此脫離本能慣例之勢，不



二 絨毛鼯之伴死

絨毛鼯爲袋獸類之棲於樹者。能肉食，亦食昆蟲。僅產於美洲大陸，北至合衆國。南至巴塔哥尼亞 (Patagonia)。其無袋者育兒以背上，兒以尾繞母尾。性甚敏捷，尤以能伴死著名。

復與蜂蟻同科。

純粹技能

本能的趨向爲一類所同具。其發表也，亦完全平等。惟技能之養成，當視個體之機



阿爾舍細亞(Alsatia)之狼犬

是獸感覺甚銳而智慧甚高，戰時大有功。(圖中之犬名阿諾(Arno von Indetal)戰時在大陸上供用，一訓練的警犬也。)

會何如。二者之間雖難截然分界，然技術與尋常慣例要不可相提並論。聞印度之贊木納(Tumna)

河上有馬圖刺 (Mathura) 城。其地河中多神龜。進香者投以食物，則見有平滑之龜甲處處浮起，斷續若成浮橋。其地之羶猴 (Semnopithecus entellus) 乃不顧龜之猛齧，冒險而出，以掠得一瓣。以龜背之動搖而猴能履之，此景此情，不啻爲動物之純粹技能寫照也。卽此可見冒險之精神，嘗試之意志。凡動作之翻陳出新，其動機信在此矣。

聯念之力 瓦特孫教授 (Prof. J. B. Watson) 曾研究一鬮獾 (bull terrier) 名約斯拍 (Jasper)。其智足以知語言與事物之關係。其主人能自隱處發令指導之。譬如曰：『至旁室爲我自地上取一紙來。』約斯拍頃刻而致。又能爲同類之事，凡以數十計。

亞柏立爵士 (Lord Avebury) 之犬名梵 (Van)，每能從箱內少數紙片之中隨時之需要選出 1 Tea 字或 Out 字。某種白地黑紋之物已與某種欲望之滿足成爲聯念。犬馬之類時見有奇異之動作，能以足叩地，馬則計數以答算學問題，犬則以舉圖上之物名。凡此皆恃聯念之敏捷，能使叩地之數隨教練人之隱示而變。所無可疑者，哺乳獸有養成聯念之能，而深淺有所不同。所成聯念時或精密異常。譬如犬、貓、馬等平時於主人之舉動顯無興味，及至有一細事發生（如從釘上取

鐘，其反應乃如觸機而發。此人人所知也。其事之重要，可以野外生活說明之。狐也，兔也，水獺也，松鼠也，每聞環境中有某種聲音，則知某事之可爲。蓋自小卽已學得此種聯念。森林術中，此爲初步。如學字母，其各母則聲音薰臭是也。

舞鼠之學力 舞鼠(dancing mouse)爲日本種。其身多異態，半規管祇有一對發達。故鼠性善舞，無故旋轉不已。偶自外歸穴，必側行而前，不能如他獸之正視。惟業岐茲教授曾以審慎之法，證明其性雖怪僻，而頗可教誨。其法以鼠置歧路之前。二路各有符號，或一明一暗，或其色彩不同。甲區可逕通鼠穴，誤選乙區，則震以微弱之電流以示懲罰，不得不繞道而歸。甲區之佈置時在鼠左，時在鼠右。此爲必然之勢，否則位置之固定卽成隱示。試驗之後，知舞鼠能以學習而識正路。又其他哺乳獸，如白鼠松鼠之類，效果亦復相同。此雖不見有依觀念而學習之事，其能以經驗而學習無疑也。受養者有如此成績，自然生活中更無慮矣。

哺乳獸如貓鼠之類，都能學爲開箱取物之事，又能覓路至迷陣之中央若探寶藏。有時箱之啓閉大非易事。中儲食物以勵成功。啓之者必循序漸進，一一啓其關鍵。然哺乳獸中能解決此類問題

者爲數非鮮。其無用動作脫除殆盡。錯誤減少，而終抵於成。且一次解決，其效果能銘刻於心，歷若干時不變。凡此皆彰明較著者也。正如人之不事思索，惟恃經驗而習得巧技，無所用觀念與反省。依常人之見，貓鼠不能有迷路之觀念，且不能有想像，惟其能學習則一也。

學小巧 哺乳獸之靈敏者，苟誘導得當，每能學爲慧巧之事。其動也，或不自知其所以然。然此節未可武斷。動物之行爲，雖以訓練純熟，觀近乎智，實尙不足以語此。曼徹斯特 (Manchester) 之美景園 (Bellevue Gardens) 有一異象，觀者有憐而與以銅幣者，則受之。旁有一自動機器，每得一分錢，以鼻捲入器之隙內。器轉則有一餅出。如與以半分錢，則擲而還之，若甚鄙夷之者。驟然視之，豈非幾於上智之行爲哉？夫象之智慧能於此種情景有所悟會，原無可疑。惟事出於小心訓練，歷時已久，大都習慣順應而已。其置錢於隙內，須反覆教導也。其能辨一分錢之有用與半分錢之無用，須反覆教導也。故其智不可以貌取也。

用機智 愛丁堡 (Edinburgh) 極美之動物園中，白熊每於其水居之半島上據石而坐。觀者投以麵包，浮於水面，熊一躍而獲數枚，直易事耳。然又發明一新易之事，則以巨掌撥水，沿半島之

岸成一急流，運麵包至岸。事雖簡易，隱然可見智慧。蓋已能集舊經驗而創方法矣。所謂『以知覺推想』之方，其在斯乎。

淺草之野，一日大水，見有牝馬驅羣駒至高岡之上，環而守衛之，以免於水患。又聞人言，有一異犬泗而渡河，能隨潮汐而異其出發之地。此則悟會情景之變遷而與之俱變也。北極之狐善避陷阱。他種野哺乳獸間亦有能爲此者。象之善於把



北 極 之 熊

熊有大力，一舉掌而自水中掣一海狗，塊然擲之冰上。其大宗食物爲海狗。兩性不同遊。入冬則掘地爲穴以居，而未嘗盤。其居檻中，且有能以掌撥池中之水，使成急流，而輕易得到浮在水面之麵包。是則純爲智慧之事矣。

弄，其術更神。

七

智慧何以止此 既知動物有技術與聯念之力，又認其有充分的本能，且能受經驗之益，若甚有智慧，乃進而量哺乳獸之動作。凡見其腦部組織之精微者，自必有太期望，而一部分之失望因有所不免。試問以狹義言之，哺乳獸中智慧之表現何以祇見此絕無僅有之事？

答曰：哺乳獸對於尋常生活之情景積久而漸能適應。日常生活以尋常之問題來，彼則以有效之反應往。又何必再事嘗試？競存之後，在普通環境之中，所存者惟見有效率。即最高的動物，能具此聰明足矣。故哺乳獸大都異常有效，尙不免蠢鈍。其心的預備雖足以應付日常情景而有餘，以言冒險嘗試，或對於自然界之興趣，則見其窮矣。哺乳獸所求者，安全而已。

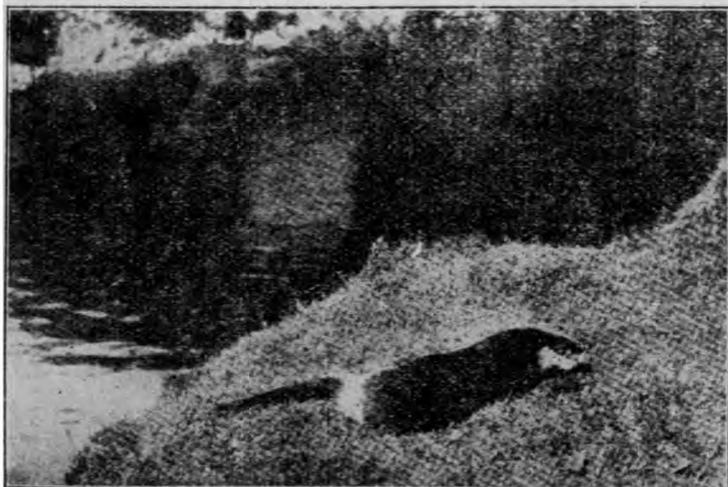
以上言其大較，然亦有例外，亟當述其一二奇事如下。

以遊戲爲嘗試 綿羊、山羊之羔，與駒、犢、小狐之類，性善遊戲。凡以哺乳獸之能事爲不可不知者，當於此三注意焉。動物當幼稚時，固習未成，無所顧忌。一類之能事，每可以此時爲斷。且其遊戲每

含有嘗試性質，顯然可見。

近今生物學家

皆以動物之遊戲爲幼稚時之工作。動物每有顯著的遊戲期，實與生命有關。蓋爲將來正當生活預施訓育，亦領會自然界之門徑也。動物之能嘗試，以遊戲期爲不可多得之機會，雖失



尋 常 水 獭

以機詐善變而言，是獸當首屈一指。不儲藏，不整居，僅以機智競存，而善教其子。水獭是遊行獸，所居每不止一處。有時一夜行十五英里。



獵 豹 之 幼 者

獵豹一名溪宜 (cheetah)，其性易馴。自古以來供人吠獵之役。產於印度，波斯，土耳其斯坦 (Turkestan) 與非洲。

敗而無大患。故遊戲者，自然界所以爲動作之變化留餘地。動作有差異，進化始有所寄託。故曰，欲知哺乳獸之可能性者，當於遊戲窺之。

其他可見智慧之處 松鼠之聰明止於其所必須有。而水獺之類或並此而無之，故其種絕滅殆盡。慣常不變之效率病在膠滯。惟上言哺乳獸幼稚時之遊戲其可能性如無盡藏。其他事實有與吾人以同一感想者，可視下例。（一）哺乳獸如犬馬之類已與人發生合作關係，其心之能事迥非尋常所能企及。然使人之庇護過於周至，而動物之受豢養者又被動成性，則智慧反至消退。（二）水獺（Otter）之類生涯活潑。其環境複雜而艱難。試一究其機智，實有足以驚人者。（三）猿猴類，出前肢成握手，腦府之進步漸大，且能多用「語言」。於此明見有新奇之事發現。新奇者何，曰不息的好事心，曰窺探環境之欲，曰不知足的嘗試之傾向，庶幾乎其有理化矣。

八

猿猴之心

目大尾似松鼠之狨 (marmosets)
至大腦的黑猩猩，相去不可以道里計。猴
類 (simian) 之各階級，所造大有不同。

銳利的感覺 請自其最原始者始。

猿猴具有最優之感覺設備，尤以視聽觸
三覺爲利，此無可疑也。其目官之軸已如
人之前向。故其視野之大部分爲兩眼所
同有。以較其他哺乳獸，猿猴類之能見實
體更覺周詳。故能多以目視而少以鼻嗅。
且其視覺不特能知物之明暗，又能辨其
色彩而認其形式。譬如有二箱於此，大小
同而形式異。如一箱之內常儲可欲之物，



(1)

則猿猴類能依聯念而知所取捨。如以小字或他種符號畫於紙片之上，學習後亦知辨別。見紙上有『是』字即來就，有『否』字則棲止如故。且森林之生活以敏捷爲生死關頭。物之驟然動者彼必反應如響。環境內一有新象當立能分辨。凡此皆言其視覺之精利也，而其聽覺亦不亞乎是。

手技

手技之諳熟，手眼之相應，

又爲猿猴類與其他哺乳獸之一大分別。此自然之厚賜，蓋出於猿猴類前肢之解放而成握手。不必再用以支持身體，而變爲攀握援引之具。凡稍審猿猴類之性者，莫不知其於此新工具運用不遺餘力。偶見刷柄有旋螺，則旋入旋出不已。其喜破壞，亦一種解剖術也。



(2)

爲欲活動而活動 吞帶克教

授 (Prof. Thorndike) 論猿猴類，

最注目於其心身兩方面活動之強度，信爲中肯之言。其身如能力之儲藏所，一觸卽發。吞帶克教授謂貓犬之類，鮮有所作爲。縱積久無所事事，亦不覺煩悶。惟有食物恩等刺戟，能決然引起活潑的反動。然性情所趨，祇圖實利；不投其所好，可絕無舉動。『至於猴，則見者不能屈指計其動作，不知其所反應者爲何刺戟，不能思擬其匆忙之所以然。惟見其事事



(3)



(4)

1. 黑猩猩 2. 猩猩之乳兒 3. 猩猩 4. 黑猩猩之乳兒

達爾文之名著情感之表示(The Expressions of the Emotions in Man and Animal, 1872)中，曾謂尋常人類面部之表示每能於猿類或他種哺乳獸見其雛形。其書又示表示之動作若何重要，蓋為母子夫婦親族之間傳意之媒介。圖中可見猿類之性情各不相同。黑猩猩常活潑歡喜，而易於學習。猩猩性亦溫和，惟一居檻中，每不勝憂鬱。然圖中之猩猩似無此態。黑猩猩與猩猩二者，又各與大猩猩之凶猛有大分別。

留意，爲欲活動而活動耳。

至其心之活動，亦復類是。其性質爲非常注意。見其試驗的態度而知進化之旋螺至此又高一曲。除人以外，無復可與倫比，蓋已隱見有科學之精神矣。雖然，我不信動物之任何性質可一躍而現。上述哺乳獸如羔羊，小貓，小犬之類能寓嘗試於遊戲。而其長成亦有大似吉卜寧 (Kipling) 所述之蒙古斯獸 (mongoose) [譯者按，此乃一種灰色爬行動物] 以好事成性，終其身以探求物理爲事者。惟至猿猴類，則其不息的嘗試始成習慣，高出尋常。且恆以其世界爲新奇的世界。前段所引之心理學家又謂曾見一猴偶觸一突出的鋼絲而使震動。此後數日間反覆爲此戲無慮數百次。玩弄之外，他無所取。即此已足以供其心之消遣。『其所得酬勞，祇在有此心的生活。』猴類之腦，『完全柔順，通體運用。凡事可使活動，每事可使活動。』

以敏捷勝 上言不息的探求與不事實利的活動，與之相關者，又有敏捷之性。非特其運動之捷，抑亦敏於知覺，敏於設計。猿猴類大都如是。蓋樹上之生活，死生如反掌，其能醞釀此種性質宜也。常言人之警飭者不爽毫黍，本意其指此。歟？譬如胃猴 (bonnet monkey) 爲印度之獼猴 (maca-

quo) 與產於直布羅陀之巖上者爲近種。和謨茲 (Prof. S. J. Holmes) 教授曾謂：『其知覺之銳，動作之捷，欲逃避時或達到他種目的時，其應變之敏，動物界者鮮有能與此獸（名栗齊 *Lizzie*）倫比者……其知覺判斷之速，遠勝於我。每在我意料不及之時驟變注意，隨其所欲而施之實行。我嘗置蘋果落花生等物，意欲待其學爲某事，以獎勵之。乘我不備，已被竊取不少。其技之神速有若此者。』

敏於學習 凡欲明動物之動作者，不可不知郎刻斯忒爵士所舉『小腦』類與『大腦』類之分別。『小腦』類富於生成的本能，而拙於學習。『大腦』類則天賦之特殊的本能少，而其可學之性特盛。『小腦』類造極於蜂蟻之類。『大腦』類造極於馬，於犬，於象，於猿猴。一切動物中惟猿猴學習最捷。所謂『學習』謂能於彼此事物間爲有用之聯絡見物陳於感官，而即引起一相當之動作也。

莎麗 (Sally) 之事 讀者或尙憶羅曼內斯博士 (Dr. Romanes) 所試驗之莎麗，莎麗者，動物園中之黑猩猩也。教以數草莖之法，向索某數則以某數應，至五而止。如得正數，則給以水菓少許。

所答有誤，則不受其所獻之草。莎麗求五數時，能將草莖一一拾取，含之於口，至五數，乃握而呈之，教以六數至十數，無大成績。自莎麗觀之，「六以上」爲「多」最奇者，如所求爲五數以上，每見其折一草爲二，露其兩端，作爲二草。可見其計數之能或不止於五，惟其忍耐則盡於此矣。折草之法，似以省時，顯爲智慧之事。雖其導師未嘗肯納一兩折之草，作爲一草，仍屢試不已。此所見者，已不僅聞「五」聲而聯舉五數之事矣。

栗齊之事

和謨茲教授象栗齊於檻中。檻以直木爲之，使能由隙間探臂於外。檻前置一木板，上有一蘋菓，在栗齊手所不及之處。惟板邊有一直釘，栗齊見而握之，移板近前而得蘋菓。「初無須嘗試差誤之法。一見板釘與蘋菓之關係，直接能發生相當的動作。」其先世（在森林中）見樹菓之累累然，或已知攀其枝而摘取之。然此種簡單試驗自有深意，尤以栗齊之學習他事，仍必逐漸洵汰無用的動作而保存其有利者而可見。試以一落花生置油瓶中，而加以軟木塞。以示栗齊，則立依齧噬異物之本能，以齒啓塞。然終不知倒持油瓶使落花生外墮。其初偶然得果。習練之後，自較初時爲易，惟從未見其發明適宜之法，以償所欲。「惟其努力過殷，故外心專注於所欲之目的，而不見所

以達到目的之法。蓋絕無所謂思慮，而其動作不辨輕重。其事之漸趨諳熟，顯以其無用的動作在無意中淘汰。』謂之學習，原無不可；惟其階級甚低，初非以觀念而學習，且不純以嘗試而學習，祇為經驗的學習，雜亂的學習耳。

嘗試與差誤 猿猴類之稟賦較厚者，其動作之造就亦較高。自來試驗此類動物，大都以開門啓箱爲事，據其成績，可見其嘗試之竭力專注，與其無效動作之能銳減，且問題一經解決，即能牢記。金拿曼 (Kinnaman) 教二低鼻猴學走迷陣，事或非能記憶不成。據謂其行過半途，輒鼓唇作聲，若有『這一次對了』之態，亦一趣事也。

猿猴類能開門啓箱，或依定序而啓『連環箱』之關鍵。雖不免嘗試差誤之法，而其學習之速，顯非貓犬所及。吞帶克教授又教人注重一事，尤饒隱意。謂猿類之『捨棄無效動作而選擇適當動作，事之神速，有時竟若咄嗟立就。人類在同等作爲中有所選擇，其力亦不能過是。』吞帶克之猿猴，其造就更有高於此者。其一能啓一八月前所學習之謎箱，不再假嘗試，則已將解決之法銘刻於心矣。

摹倣 都伯林 (Dublin) 之動物院中，常見有二黑猩猩自洗其儲物之架，絞濕布如人狀，若戲爲洗衣婦寫照者然。有見而歎曰：「甚哉，其能摹擬也！」夫黑猩猩之能摹倣與否，我不得而知。惟曠觀試驗成績，令人不欲如尋常解釋此事者以摹倣爲重要之事。猴之解謎有時既失望而去，固嘗有見其伴侶之成功而再行嘗試者。然仍必自覓途徑。卽問題之簡單，如以棒探物之類，示以方法，每無所裨益。和謨茲教授曾置食物於猴籠之前，「以棒觸之。隱示棒之功用，可以移物近前。如是反復多次，栗齊毫不顯有用棒以圖自利之意。」「工具」之觀念，或非胄猴所能有。然吾人於此又不可不慎。和布豪斯教授曾有一猴，亦爲低鼻種。歷若干時後，乃能學用彎棒，大有效力。

彼得之事 猿猴最靈敏者，或當推奏技之半人猿，名曰彼得 (Peter)。威特麥博士 (Dr. Lightner Witmer) 曾爲書其行述之大概。彼得能溜冰、駕自行車，能穿針解結，能吸紙煙，能串珠，能轉旋螺針，能以鑰啓鎖。惟其時彼得所思何事，無從探知。其見事之速，事實上似仍未見能超越具體嘗試之範圍。卽羅曼內斯博士所謂知覺的推想。猿猴雖智，鮮見有推理之能。其工作遊戲均未用概念。推理爲人類之專長。人與猿猴之間，雖難固定界限，然此則爲不易之論。

心之奔驟 哺乳獸如獺，狐，銀鼠，兔，象之類，其心腦中之潮流，蓋不知若何複雜也。試以河水爲喻，其急流高下，最低者爲食色，是爲基本嗜好。有時折爲漩渦，亦能現於水面。次則爲原始情緒，例如世仇之驚忌，後裔之愛護是也。再次則爲本能的傾向，生成能爲敏捷之事，不待學習。然哺乳獸中又有智慧的活動，明見有知覺的推想，而生活頗受智慧之節制。其他一切動作，每與智慧同時發現，若必託庇以行者。

再高，則個體之經驗，留有痕跡，是謂記憶。習慣銘刻於內，種種消息激突於外，有如雨點雹塊之打河面。其沈入水底者，則事物之饒有意義者也。高等動物之心有如兒童之心，其觀念不甚明晰；狹義言之，皆無所謂推理，而可學之性特盛。其所以異於兒童之心者，則全以其有某種反應，致用可必而效率可觀也。

『最後人類崛起』 人類之腦較高等猿類如大猩猩，猩猩，黑猩猩，之腦尤爲複雜，而比較爲大。然人類智慧之大進步，似不僅以腦部組織之故。其內在生活已自涓滴變爲江河，時或怒潮洶湧。夫智慧之用，僅爲知覺的推想，有如按圖論事（繪畫的論理），動物或亦能之。有概念的推想，斯爲

理知卽以普通觀念密爲嘗試也。動物雖慧，似不能超脫特殊事件之範圍。至於人，則在心內如以萬事萬物奕一局棋。智慧的動作，有想像足以濟事。理知的動作則非概念不可。然知覺與概念之區別，或祇在聯念高下之不同，可分量而不可別類。以犬之敏捷，當不僅能於所知之人一一起有記憶之像，或更有「人」之普通知覺。惟人乃有「人」與「人類」之概念。以概念爲嘗試，斯爲理知。

立論至此，如陷大澤中，以小心爲上智。再舉一事足矣。人類智慧之進步，自智慧以至理知，蓋包藏於言語之中。言語發軔於動物，其始僅數言而止。至人乃成其功。惟所異者，尙不在辭類，而在連辭成句之習慣，因以表示決斷，而人與人間始得溝通。夫僅言辭之增加，已大有利益。至能以言辭爲概念之符號，以思想爲戲，則其效果更大。而最要之一步，或在以語言爲與他人交換知識之具，藉社會的交通，證個人之經驗也。且有語言，而過去世界之成功乃易於刻載於我身之外，希臘語之 *Logos* 可譯爲「言」，又可譯爲「心」，非無因也。

九

返顧 縱觀動物之動作，大似一長斜平面。外物戟觸於簡單生物之身，簡單生物以嘗試之法

應付環境。自始即有此二重作用，一自環境受刺戟，一以反應變環境，以動作之效率而生物受淘汰，已不知幾萬世矣。其間進步之法，一則爲知識之開闢新路，感官之數，豈止於五。一則爲最普通之法，嘗試，探測，親證，如人之啓戶者，歷試諸鑰，至成功而止。故知識途徑之大通而能分別應事，進步一也。嘗試之法漸見警飭，更有節制而更顯毅力，進步二也。居二者之後者，又特有一種生活力，能將過去之學習，銘刻於有機體之內。此種銘刻，在個人生活中，是記憶與習慣，在種族生活中，則爲反射與本能。

身心之關係 動作有身心兩方面，而其間關係爲甚難解決之問題。然非吾人分所當避。

(一) 大思想家有教人以心之實在，而身體神經爲其工具者。如樂人之奏樂，樂器如有毀壞積垢，則其樂不能如前之美，而樂人固無恙也。此說以心之大體爲能獨立。用之於己，不失爲美談。用之於他種智慧動物，如鴉如象之類，論者乃自知其不當。或者心之解放爲漸成之事，人類之進步雖遠，尙未達其究竟歟？

(二) 思想家又有教人以內在生活，如思惟感情之類，不外爲身體神經之反響，非實在重要

之作用者。人之生理的生活爲物質與力所組成。其湍流上漩渦內有浪花出焉，則觀念也。自常人觀之，此說大不近理。我明知觀念、感情、意向等等，爲我經驗上最清楚最實在之事；與我一身体戚相關，不能轉變爲物質與力。彼等非僅鐘鳴也，乃其所以鳴也。

(三) 其他學者，則謂最合乎科學的主張，不如承認身心兩種活動，其要相等，互爲經緯而不可分解。動物之生命爲唯一實在之事，而此爲其內外兩相，如球之有凹凸，盾之有表裏。有機體之生命或常合一，時則顯然爲心身，而時爲身心。所最要者，二相之中不能離棄其一。物質與運動不能以詭辯而化爲心。吾人之自知有心，既毫無疑義，故曰，最初有心可也。何謂最初，雖未有定義，要不逃亞里斯多德所言，最終所有，莫不於最初具有雛形也。

結論 吾人見動物之成績，如犬、如狸、如馬、如兔，而歎其神異。試問其何以至此，則曰，通常不外二種作用：(一) 凡事嘗試，(二) 善事保存。偶有差異發現，則嘗試以見其功。個性突出則必經淘汰。生物自內部得籌，擲之以博成敗。故有差異而經淘汰，因嘗試而記成功，心之所以漸化而猶日進不已也。

第八篇 宇宙之根本組織

美國哈佛大學哲學博士 胡剛復譯
國立東南大學物理學教授

原子世界

昔者東方民族，亦嘗有研究宇宙根據之問題者矣。其言曰：宇宙雖大，不能自舉，故非有大象負之不可；而大象則又非碩龜不能載。然則碩龜果何所依？彼固未之究也。設更循此而往，雖遍萬物，吾知其不能解決此問題者仍如故。古人果知難而退歟？不獨此也，一般古人仰視天穹，俯瞰大地，既未見其碩大散漫，故亦未與之以一定之寄託。蓋皆不求甚解之流，非經科學上精密之考驗，而後云宇宙不必有所依據也。夫物在空間，非受引力，本不自墜，即受絕大之引力，每因其原有繞動之速度，而不致攝出常軌。凡地球之不墜入太陽，以及星球相吸後之不相凝聚者，皆以此。宇宙星體之不必另

有寄託者，亦以此。古人未必明此理也。故論宇宙，不必論其寄託，或根據問題；而當詳究其結構。宇宙之爲物質所構成，已不成問題；而物質唯何，尤不可不一研究之。物理化學素爲研究物質與能力之學。二者異途同歸，互相闡發。故欲明物質之結構者，莫不有待於是。而此二者所與吾人萬物根本性質之觀念，實爲人類思想界開一新紀元焉。

一

構成宇宙之原體 物質爲何之問題，由來已久。二千年前小亞細亞之希臘科學家已首先討論之矣。夫礪石爲塵末，此塵固組石之原質也；分瓢水爲涓滴，凡此涓滴皆瓢水之組織成分也。苟有良好之工具，則分解必可愈趨精密；然充其量，必不能越一最小之極限。斯時物質皆成微粒，而不復可分。此希哲之所謂原子 (atom) 也。

希哲觀念往往頗有至理，原子之觀念亦然。物質之爲原子所組成，近代科學上已成確切不移之定論。然因當時科學幼稚，雖有觀念，每苦不能運用，徒貽膚淺之譏。按希人所云：凡原子之表面圓滿而滑者不易相礙，故相合必成液體或氣體。凡原子表面粗糙不平，互相『鉤結』不易解者，相合

則成固體。鐵石之原子皆其中之固結頗不易解者，故雖強有力者，徒手亦不能分裂之。希臘人之宇宙觀，蓋謂混沌之中，千萬原子在無限之空間與時間中經無限之激動與集合，而吾人之世界則偶得之一種平衡組織也。

此種觀念之簡單膚淺，固不待論，自亦不能持久。原子之說，淹沒不聞於世者千餘年，至十九世紀之初，道爾頓 (John Dalton) 出，始復有生氣。氏、英、之、曼、徹、斯、特、人，當代大化學家也。原子說至道、氏乃脫離臆斷之範圍，而變成科學上合理的假設。十九世紀之物理化學莫不以此為基本觀念。洎夫晚近，科學進步更盛，原子已不復為物質之最小原體。然其根本觀念仍然存在。原子雖非最小，仍不失為化學上各原質之最小具體組織，亦即釐定其物性者，故仍未可全廢。原子至小，大者不過占一髮之百萬分之一。故雖以今日最精之顯微鏡猶不能見。然其重量大小皆可得而度量之，且可證明其為萬物之基體。原子說之確鑿可靠者如此。故吾人雖承認有更小於原子之物質（詳下文）之存在，仍不得不以原子為構成宇宙之基本，今日新發現者，原子亦非絕對不可分者耳。

雖然，吾人果具洞澈萬物之寶鏡，而細察物質內部之構造，則原子之排列亦非如牆磚之勻稱

整齊。通常原子必先相羣而成較大之『分子 (molecule)』然後方可合組而成物體。蓋常例原子不能單獨存在，故每次分子分裂以後，其原子必互相結合以利存在。故氯氣三原子自合而成一分子之臭氯 (ozone) 氯氣二原子與氫氣一原子相合，而組成一分子之水。必先如此，方可合成物體。原子之於分子，亦猶磚之於房屋也。

設憑此觀念而更推演之，則可得以下有用之簡單想像。液體之內，分子間無甚大之『黏力』，故僅能成體，而不能如固體之有定形。各分子行動時，互相交錯，或互相超越，黏力既小，故往往為熱力所克而不能自主，以致自相分散。故置壺水於爐上，則分子不久必飛散而成蒸氣，而壺口吁氣矣；然遇冷，則仍能凝結，而復成水滴。

氣體之內，分子各有完全自由，并具劇烈之運動，而不相團結。如必欲使其分子稍加凝聚，而彷彿液體內之狀態，則必先用冷卻之法，減少其運行速度。此即近代科學家液化氣體之方法也。就空氣而論，在普通溫度中，無論用何方法，吾人絕對不能使之液化；然若遇奇冷，則空氣不受壓迫，而自動的變為液體。設千萬兆年後，日熱漸減，地溫降至今時月球之溫度，約至冰點以下二百度之譜，則

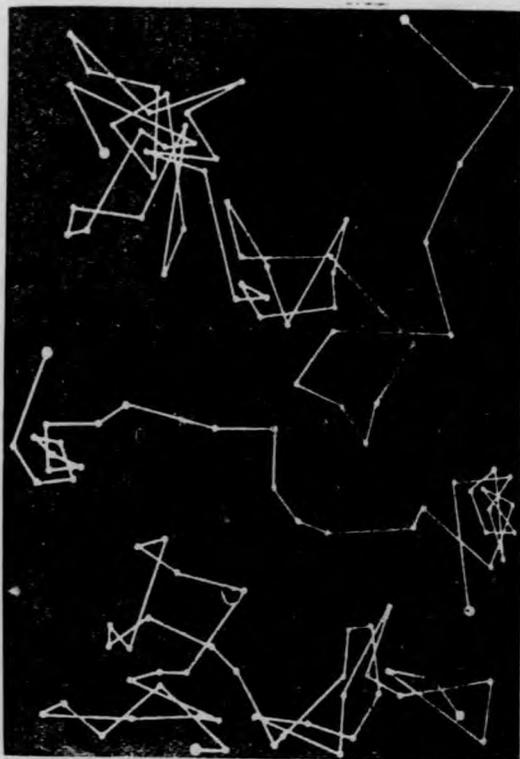
所有大氣當全然液化，而成三十五英尺深之液態空氣之海洋，而覆於固態冰洋之上。

固體之內，分子互相團結。一英寸厚之鐵，非加二十五噸之強力，不能分裂之。然雖堅而仍未實也。若置金塊於水銀中，則水銀爲金所吸，而入於其分子之間，如水之入海綿空隙然。故即最堅之物體，亦僅可以搭架喻之，不能視爲全然『堅實』也。且并此搭架中之條子，亦非固定。各分子仍各有劇烈之震動，惟大致仍不能脫離其平衡位置耳。吾人苟具觀驗物質內容之特能，則雖最堅之鋼鐵，其千兆分子皆各據其自有之地盤而震動，彼此并不相連屬。

雖然，此種分子之運動，間接的亦可使之可見焉。蓋英國微生物學家布拉文 (Brown) 已發現浮游渾液中之物質微粒有恆動之事實矣。試以強顯微鏡驗之，則見浮粒振動甚烈。最初各個自爲不相連屬之馳驅，繼而相碰反射，有如臺上之彈子。此類碰撞，每秒鐘可數千次，熙熙攘攘，永無已時。微粒之間，碰撞不絕，似爲通例，竟無寧者。此種現象，今日已知其所以然。液體分子，攻擊不已，故微粒亦運動不止也。夫分子微小，固不能見，然其運動影響所及，卻能使較大之浮體亦受擾動，而於顯微鏡中表示之。此種分子界不停之運動，即所謂布拉文行動，亦即分子運動之左證。

二

原子世界之奇妙 近世物理化學家對於原子分子世界探驗結果之美滿，實為科學上最大光榮之一。即將銿 (radium)，電子 (electron)，及其他驚人之發現完全除外，而僅就其對於普通



布 拉 文 行 動

上圖為實地觀察所得之結果。微粒之物質在液體中受分子之衝撞，則生不規則之行動，如此圖所示。此為布拉文行動。此例確證物體內分子常動之說。

物質上研究而論之，其魄力及興趣已不亞於天文。二者蓋皆具有同等之根基，其成功端賴於精妙之儀器，及精密的算學上之推理。雖歐幾里得 (Euclid) 及阿基米得 (Archimedes) 復生，亦將贊歎其立論之精密。故其所得結果，雖如原子分子之微妙，無一不足使讀者讚歎觀止，吾人斷不可忘其實爲人類刻苦切實思想之結果也。

研究所得結果之奇妙如此，而其大部分之原理則稍事解釋，亦尙可明顯，讀者不必全賴他人之詔示也。黃金可推爲箔，夫人而知之矣。苟知其原來體積及展出面積之大小，則粗淺之數學已足計其厚薄，而無實地度量之必要。今取一喱 (grain) 重之金，事實上可碾成七十五英寸見方之金箔，是則其厚薄必爲三十六萬七千分之一英寸，卽等於此印書紙之厚薄千分之一也。然此箔必仍含有數層之分子，則可斷言。

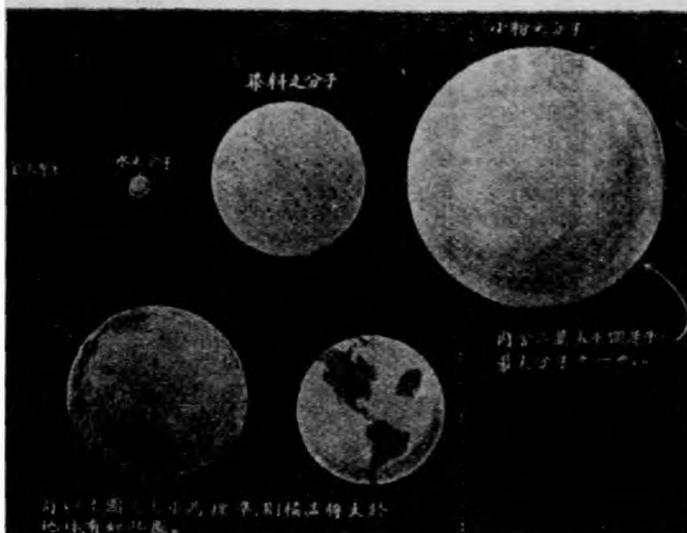
不獨此也，最薄之金葉，尙屬太厚，不能爲吾助，故當捨而返觀吾人幼時所常弄之玩物。今試細驗胰液內所吹出之氣泡，則必可見其具有純黑點狀或條狀之面積。此卽泡漠最薄之處。若更細研究之，則或用光學上之方法，或用電學上之方法，其所得厚薄，皆同在三百萬分之一英寸以下。然以

其黏力推之，則膜中分子在最薄處至少亦當有二十三十層。故分子之直徑，當遠在三百萬分之一英寸之下。

若更進而驗水面上之油漬，則知其實更薄於胰泡之膜。法國拍靈教授 (Prof. Perrin)，今世原子學之泰斗也，曾作一實驗，而得五千萬分之一英寸厚之油層。其法先取定量之油，傾之水中。再吹輕灰於其上，使油面所及區域皆得爲所標記，然後計其面積及其厚薄。此種油層至少亦有二分之二厚。故每一油質內分子之直徑，必遠不及萬萬分之一英寸。

此外，研究方法不可勝數，而結果皆同。一噸重之靛青能染清水一噸而有餘。故此中至少必有數千兆分子，方敷分配。一噸之麝香能使全室生香，至數年之久，蓋緣其分子飛散室內之故。然統計所失，每年會不及其原量三百萬分之一。凡此諸法，以及十百他法，皆足證明物質原粒之微小，而其中尤有數種，特能與吾人以更確切之統計。苟細加核比，而取其最可靠之平均，則分子之平均直徑，可斷定爲不及一億二千五百萬分之一英寸。每立方呎空氣之中（大小與西童所玩之白石彈子相仿），實含三十兆兆 (thirty million trillion) 之分子，而原子爲分子之成分，必尤小焉。夫各種

原子之輕重大小往往大不相同，後章當更詳之。今所欲言者，即其小者每四萬萬個列成一直線，其長僅足一英寸。（華人四萬萬，苟左右排列成一直線，當可繞地球五週，即前後列，亦可三週。）金原子，比較的已為極大極重之原子，然至少必集一百萬兆兆之大數，方可衡一公分（gram）。西書句讀用之

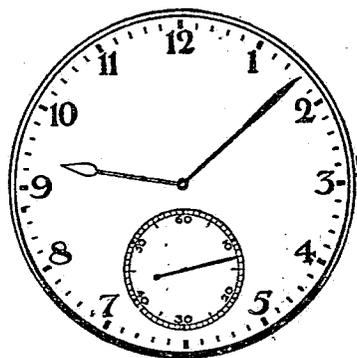


分子之比較的大小

原子為化學元素之最小質點。兩原子或二以上之原子集合而成一分子，故分子為物質之一部分。水之一分子，為氫二原子氧一原子所合成。各種物質之分子，因其組成之原子種類及數目之不同，而大小亦異。一澱粉分子所含之原子至少有二萬五千云。

分子亦不可見。上圖示分子之比較的大小。

一「點」符號中，已可容直排之氦原子五百萬個。原子之小也可知。

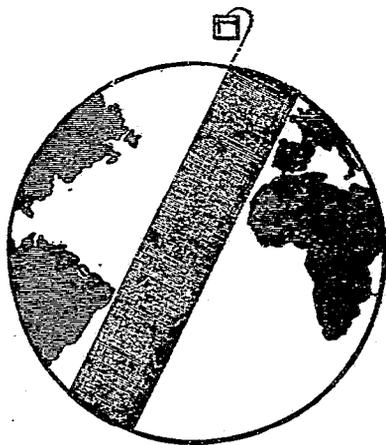


何謂一百萬

凡論無窮小之物，每苦不能想像科學家告我之無窮大數量。例如一百萬之數，欲得實際上之了解，可取時計而說明之。一百萬秒即二百七十六點鐘，亦即一星期四日十四點鐘。一兆 (billion = million million, 英法之 billion 為一千 million) (萬萬為億，萬億為兆) 秒，即三萬一千七百三十五年。

原子之能力 普通物質原子之奇妙，尚不止此。鐘及他物更無論矣。讀者想已熟聞『原子之奇能』及其萬一得用後，吾人可希望之偉大利益，且必已知近二十年來，又發現更深奇之能源。然斷不可忘原子本身所具之能，偉大已足駭人。夫物質原子皆常在劇烈之擺動或迴轉狀態中。凡吾人手中所握之寒鐵，地上所拾之瓦片，以及囊中所出之銅圓，皆因其合億萬兆原子之行動，而

氫 (argon)



不可思議之數量及小
至不可思議之質點

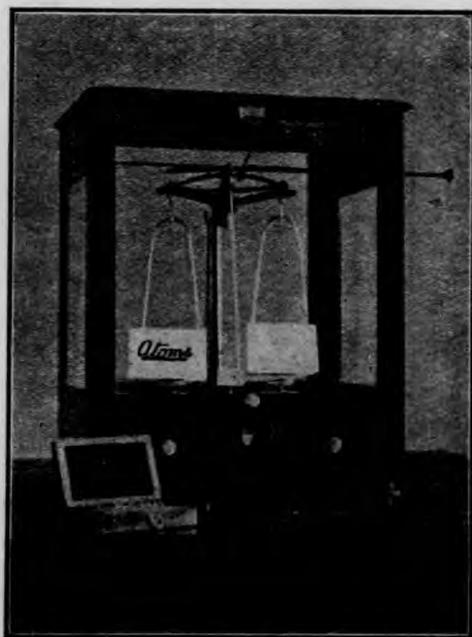
分子極小不可思議，然其蕃庶，亦不可思議。設取一立方呎中所含之分子而列之使成一線，則其長可繞地球二百週（每立方呎爲立方吋之十五分之一）。

含有碩量之潛能；然苟不經實際上之變換，如質射性物所已表現者，則吾人每苦不能像其總能之偉大。其詳當見之於下章。

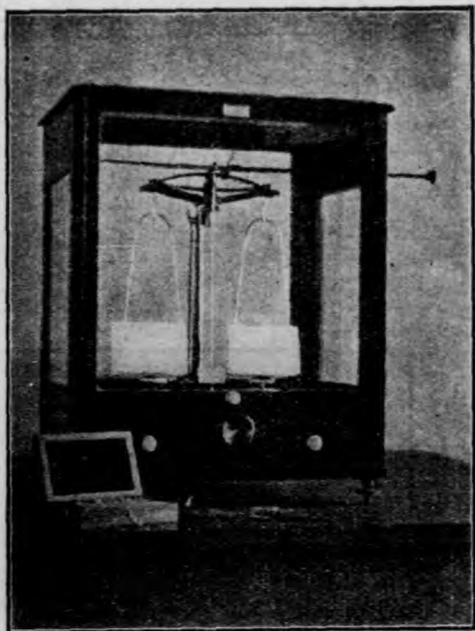
分子之運動，已可於靛青漫染溶液，及麝香之散播全室二事見之。同理，凡百氣體，皆能發展而充斥任何『空間』。故氣體爲高速微粒所組成，其理亦自可想像。物理學家曾加以精密之考驗，量其能與速度之大小，而得以下之結果。在零度（冰化之溫度）時，氫之分子，每秒鐘平均行五百餘

米突，即約過四分之一英里之遙也。氫之分子飛行速度復四倍於此。故較之快鎗所發彈子之口徑速度更速三倍。即吾人夏日所最不满意之不流通之室中空氣，其分子飛行之速度亦過之。其飛行於空間也，每經二十萬分之一英寸，則必與他分子爲一度之相碰。且每碰必偏其行徑。故每秒鐘內因碰受偏者，實五十億次。設果能制止氫氣分子之運動而應用其動能，如吾人已用之汽能，或耐亞嘎拉瀑布之水能，則每公分（即每磅二千分之一）重氫所含之能，已足舉六百七十磅之物高三英尺四英寸而有餘。

前所云者，每以鎗口速度爲比較之標準。然三十年前，則此鎗子之速度，已幾視爲不可測。其實



微量物質之探驗 (1)



微量物質之探驗 (2)

前圖中有紙二片，恰相平衡。圖中天秤有甚大之靈敏度。以鉛筆書一小字“atoms”(即原子)於二紙之一，而復秤之，則其所加之微量，已足使天秤失其平衡而得上圖之結果。分光鏡所能發現之物質質量，其微尚不及此鉛筆字之百萬分之一。

亦非甚難。若置二障於鎗子之行程中，一近鎗口，其他稍遠。更用電線通連之。并裝入一極精密之計時器。則彈子連穿二障之時，必能自記其飛行所經之時間。

然此種實驗，苟與今日物理家化學家之精確實驗相比，未免相形而見其簡單膚淺。幾卜生君

(Mr. Charles R. Gibson) 嘗衡完全相等之二紙於天枰上。繼復用鉛筆書一小字於其一而復衡之。卽此小字，已足使其器具失其平衡。分光鏡所能發現之物質，較此更小四百萬倍。若用驗電器，則其靈感度較分光鏡又高出百萬倍，尤不可思議矣。測熱之時，若有電阻測溫計 (bolometer)，則足使最精密之溫度計，相形見絀而等於殘朽。所記溫度，準確可至百萬分之一度。書中所述各種神奇之進步，蓋胥賴多數此類之精密儀器而得者也。

三

X 光線及銻之發見

克魯克司爵士 (Sir William Crookes) 之發見，原子雖神祕，而較之更重要而更神祕之近世物理學上諸新發見，則僅能作一導言而已。今日新發見，可質言之曰『電子之神奇。』蓋吾人對於物質宇宙之探視，實因一八九八年銻之發現而趨入更重要而最有趣之一途矣。

放射性原質發見之後，物性學上又添一重要分子。至於銻及X光線發現後之影響，當詳之於

後。

科學界之泰斗拉得福德爵士 (Sir Ernest Rutherford) 之言曰，近世物理學，已除去原子分子實存問題之最後疑障。凡愈趨精密之考驗，皆證實物質之爲原子所構成，更無疑義。惟今之原子，與希哲所云，略有不同。非復『不可分裂』，而實爲更小之質點所構成者耳。

原子爲更小原粒所構成之發見，實最足使吾人愉快。蓋此爲十九世紀之科學家所夢想顛倒，而未能證明者也。昔者化學家承認物質中之原子，共有八十餘種。然八十餘種之複雜，亦非所願。科學固當以簡單及齊一爲目的者。故證以今日所發見物質之一源問題，或可謂已有甚大之進步。往日化學家因無分析『原質』之能力，故勉認其爲『不可分』。然其中亦頗有主張後日必能發現一種構成各原子之公共新元質者。故道爾頓復活原子說之後，即有普牟特 (Prout) 之主張，時則十九世紀之初葉也。其後著名天文學家塞歧啓 (Secchi) (耶穌會教徒) 復創原子自以太中蛻化而出之說，頗能風靡一時。克魯克司亦嘗名其理想中之元質曰質素 (prothyl)，至於其他學者，亦多有主張以氫氣爲構成一切原子之原素者。

十九世紀末葉之種種重要發見，以銹之發現爲最後歸束。然推其源，實皆發軔於八十年左右克魯克司教授所作之精美基本實驗。

一八六九年之發現，凡電流通過真空管時，其管身玻璃，往往發奇特之綠色磷光。然真空管中之空氣，雖大部分排除幾盡，而終苦未能全去。克氏試驗之時，取法特精，故其所得結果亦獨重要。克氏管內氣壓之低，曾達一氣壓之二千萬分之一。若以電花通過之，則陰電極上，忽放出一種射線，而其射跡所經管中稀氣皆發微光，同時管底玻璃，於射線所觸之處，亦生美麗之螢光。此類奇異不可思議之射線，克氏當時曾假設其爲物態之第四種。蓋吾人所習見者，僅有固液氣三態而皆非是也。克氏此時實已盡發數千年來未見之祕密，顧於此線之實在性質猶未能明其概略。必復經二十年，始由完全獨立之各種實驗，而得確鑿之證明。此種射線，實爲飛行絕速之負電微粒所成，其速度每秒鐘達一萬或十萬英里以上。不獨此也，其質量之微，僅及氫之原子一千八百分之一。夫氫之原子，固向日所謂最輕之物質原子也。而此種微粒（又名「電子」）厥體尤輕，由此可知電子必爲原子之一部分，由原子分裂而後得者，而克氏管中之原子，必常在分裂狀態之中。然當時學者，未敢

有此想像。故克氏亦僅云氣體微子爲電力所驅，觸壁而生此狀。亦即普通物質之暫時入於輻射狀態者也。同時又一大科學家勒納爾 (Lenard)，曾於管壁之上，加嵌薄鋁一片。而此種奇特射線，竟能穿行無阻，宛若穿戶。故勒納爾曾斷定其爲以太中波動之一種。

四

X光線之發現 此後研究與發見，互爲因果。茲暫不論其歸束，而先敘述克氏發見後又一方面之大進步，一八九五年羅琴 (Röntgen)之發現X光線是已。時羅氏方從事研究勒納爾之實驗，一日於其『真空管』(又名『克氏管』)外加塗黑物一層，以利觀察。無意中，見左近案上所罩之化學藥品小瓶，亦忽自放光。再加考驗，始知此爲管中射線穿透黑層觸瓶而發。此種射線且有穿透木石骨肉及任何不透明物體之能力，故以後亦能應用於人身骨骼之攝影，或孩提誤吞銅元後之尋探，或隔石攝影等術。而其應用上之重要，不久亦爲一般人所公認。

X光線究爲何物，洵甚有興味之問題。以性質言，斷非物質或微粒，乃一種另具穿透特能之光。夫光之本非簡單，而有多種之區別。吾人已自分光鏡之實驗而知之矣。然其波長雖大有不同，要其

爲以太中之波動，(註一)而具同樣之性質，則可無疑。以後當更有所言以證明之。欒氏所發見之X光線亦然。確係光之一種，惟其波長特短，且具穿透障物之特能，此則與吾人向日所見之光，微有不



X 光 攝 影 之 手

歐戰中受傷兵士之手。注意手中之榴彈碎末。

同耳。X光線之實際應用頗廣。茲姑置不論，而先論其X光線發見以後對於學術界上之影響。



X 光 攝 影 之 足

注意此影之詳盡。即微小如鞋帶頭之銅包皮，及鞋跟上之細釘，亦皆明晰可見。

當一般人士讚歎觀止之際，殊不知科學家正在追溯已得之線索，窮究克氏等心目中之物質秘奧問題，而苦未得要領也。迨一八九六年柏克勒爾 (Becquerel) 新發見出，吾人始得稍窺放射性之堂奧。

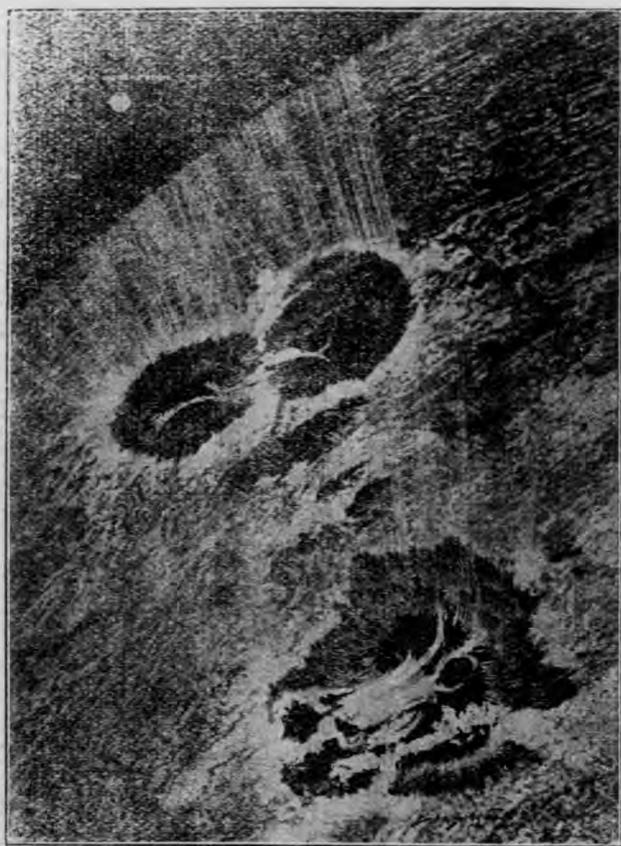
物質之中有具磷光性者。苟曝之日光中，則其後雖在暗處，亦能繼續發光片時。故X光線發見以後，柏氏曾有此類物質或能放射X光線之假設，乃進而爲精密之研究。某日，取鈾之一鹽。原擬先曝之日中，而驗其以後能否發射透障攝影之奇光。嗣以當時日光太弱，暫時包紮，而擱置案上。詎料鈾鹽竟不待日光而自發暗光，且穿透障物而留一十字架影於其下之乾片上。（十字架與乾片，本同置一處，預備留影之用者。）準此，則曝日與否，於鈾體之發光，毫無關係。而其尤奇者，此類射線，自鈾體發出，日夜不息，竟無片刻之停頓。且與變琴射線，具同樣之透障能力。然則此物殆能常川自發X光線者歟。噫，亦奇矣。

銑之發見 同時居禮教授（Prof. Curie）及其波蘭籍夫人，亦從專於此研究。首先發現鈾類礦質，往往有放射力更強於純鈾者。故對於此類射線，頗疑除鈾之外，別有更強之源。乃取多量之礦物而精密分析之，并選其中放射力特強之某種瀝青礦（pitchblende）而著手提煉之。迨最後不放射之部份刪除殆盡，始由八噸礦物之中，淨提新物質約半茶匙。放射能力超過純鈾者百萬餘倍，且暗中自能放光。因名之曰銑（意云射光質）或亦作鐳。

近世理化之學之新發展，莫不以此重要發見爲其起點。各國試驗室中，亦莫不以爭得銑鹽爲榮。（純銑太貴，不易得也。）從事研究者，亦羣萃其智力於此新原質。研究既廣，收效亦宏。經年之中，復發現放射性物質多種。因統名之爲放射性物（此名之理由見後。）今日吾人已知，無論何物何態，幾皆可自放射之性。換言之，即任何物質之原子皆能分裂而發出強有力之微小電子。電子發見之後，吾人各種根本觀念，皆爲之一變。

原子今已不復爲最小而不可分之元粒。事實上，原子隨時自然分裂，而放射其本體之一部份於宇宙間（故稱放射性。）吾暫不論其射出電子之實在性質，及其發見之程序，但欲使讀者知電子之蕃庶慣見，固亦有出人意外者。凡灼熱之金屬，以及普通電弧等，莫不放射之。夏日之雷電，吾人所最習見者也。然每一發，必有無量之電子與之俱出。即天空星體，亦皆有巨量之發射，充斥於宇宙之間。蓋素不疑其能分之原子，今皆自行分裂，而以其結果詔示吾人矣。即如太陽，不獨直接與地球以多量之電子，且其所發之紫外光（ultra-violet rays），尤能間接使地面上物質之原子，生最強有力之電子放射。吾人從此當知苟不幸而無大氣之吸收，則全量之紫外暗光，當全及地面，而使一

切金屬，盡爲其所分裂。近時之「鋼鐵文化」或竟致不能存在。此雖似過言，然亦未可盡非也。



太陽中之電子射入地球

太陽中之黑斑，有種種理由，可假定其爲偉大之電子渦動。太陽無時不發射巨量之電子於空間。其中一小部份入於大地而生種種電象。

吾書銚出以後，研究所得種種驚人之發見至此，實已越過應講之程序。夫居禮夫婦所得之結果，僅爲探險中之最後大線索。至於如何順此線索而進求原子中心之形態，及其所含巨量之新能，以及如何可曉然於物質之構造，及電與光之性質，當詳論之於下章。

電子之發見及其對於根本觀念之改革

銚之發現，影響於科學界者，雖深且遠。顧其發展，亦有程序，而煞費時日。銚出以後，舉世思潮，皆爲其所控制。醫術界上，得此尤欣慶天賜。然科學家則視之爲饒有興味而極不可解之現象，且僉以是爲一切自然界中祕奧之一種默示。故當代碩學咸集注全副精神於此研究。而湯姆生，拉得福德，拉姆則 (Ramsay)，索岱 (Soddy) 諸人，尤其佼佼，足稱絕代者。諸人用最精密之儀器，（其儀器之優越，較之今日最大海輪 Aquitania 與羅馬木舟之比，猶有過之）竭無量之心血，五年而後暴其隱祕。不獨範一切物質於一例，且舉宇宙間所有諸力而統一之，說明之，以得亘古未有之了解。

（註一）晚近學說，似已無以太存在之必要。然物理學說，歷史上與以太之觀念交錯特多，不能分離。故於此類淺說之中，

不得不假設其存在，而并論及之。至於最近對此問題觀念之真相，當詳之於愛因斯坦之學說一章。

五

電子之發現 銑所發出之射線，極似克魯克司管中陰極所發者，且同呈原子分裂之現象。此爲物理學家不難發現之事實，然原其研究之始，銑銹諸物所發射線，必先大別爲三。拉得福德爵士稱之爲 α β γ 三射線。 α β γ 者，希臘文之首三字母也。茲當專論與此處所論最有關係之『 β 』線。（註一）

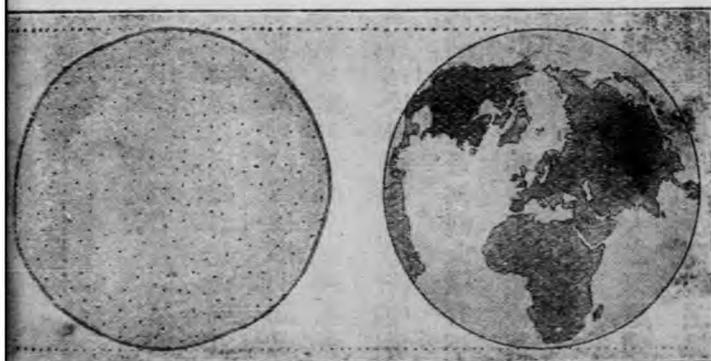
『 β 射線』之發現，爲科學史上最有趣之事實。克氏對於其真空管中射線之擬想，至此方爲證實。惟其爲一般物質之公有性質而非第四物態，則與克氏最初觀念微有不同耳。電子可自任何原子中射出，且必脫離原子，先得單獨之存在，而後其個性始明。故電子實極蕃庶，而隨處可見，且必爲組織任何物質原子之必需成分。

布拉格爵士(Sir William Bragg)之言曰：『電子苟非有甚大之速率，則不能有單獨之存在。其速率至少必在光速之三分之一，即每分鐘六百餘英里以上。否則若遇原子，必爲所吸，而不



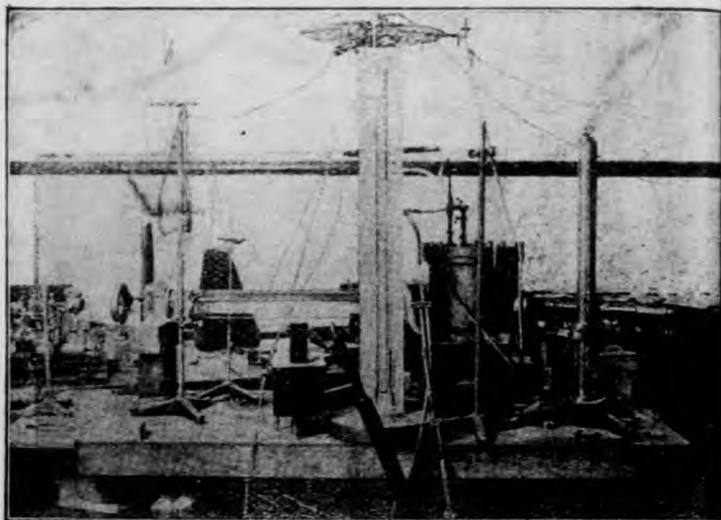
稀氣管(真空管)內之放電

管中空氣排除幾盡。以其“-”“+”兩端，與陰陽二電端相接，則管中即生放電作用。通常放電，射線直行，如第一圖。若遇磁場，則為偏折，如第二圖。此種放電作用，與銻發之射線性質相似(見後銻射線之偏折圖)。以此知二者實為同一現象。電子之特性，亦由此種實驗而發現者也。

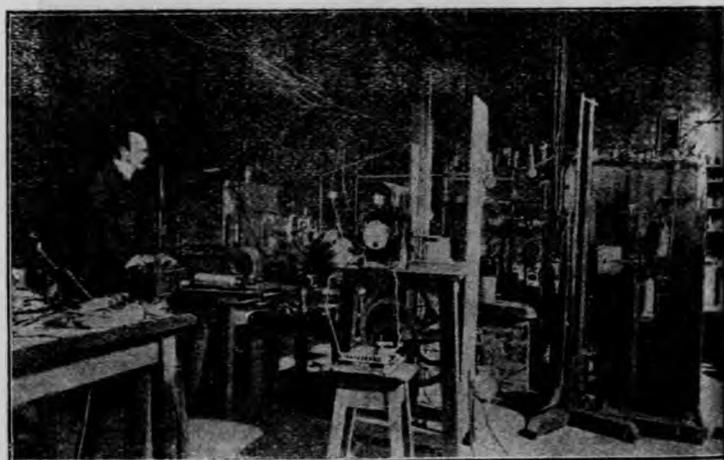


原子與電子大小比較圖

原子太小不可見。“0”字大之氫泡，已含數百兆之原子。而電子則較之最之原子，又小一千餘倍。此種大小之測定，已見篇中。若將此泡放大，至與地球相等，則『原子』之大，僅等於一網球。



密力根教授(Prof. B. A. Millikan) 計電子數之儀器



湯姆生爵士教授(Prof. Sir J. J. Thomson)

氏爲實驗上發見電子組成物質者。(劍橋大學之卡芬狄士實驗室) 最有力之研究家也。所造假設，皆有深遠之想像力，而實驗方法，亦層出不窮。



X光經過空氣時所生之電子

此圖證電子之爲一種實體。電子脫離原子時，或
穿透物質，或直線飛行於空氣中。此圖顯明明電子
與原子相碰而得之迂迴行跡。

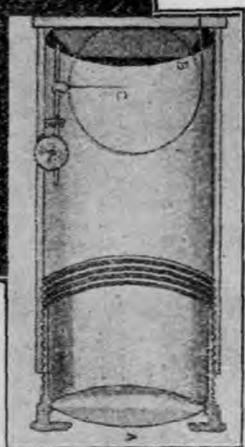
復能出。』普通電子之速率，每秒鐘達一萬至十萬英里。飛行之時，其行程每爲附近磁石所偏折。故可斷其性質必爲陰電。且由此而得更有重大之發見，并得一種駭人聽聞之新計量。讀者苟未經相當之訓練，或不明其真相，吾敢決其必且有目之爲荒誕虛構者矣。測驗之法，先於真空管底，裝一化

學藥品小屏，繼復障其陰極射線，使僅留一線達屏，以發熒光，然後取磁石而偏折之，且精量其屏上熒光偏移之度。苟節制磁場之強弱，而知此偏度，更知電子之電荷與其質量之比例，則其速度亦可計。若同時更用電場偏折之法，則速度與電子荷質二量之比，皆可直接測定。按諸實測，鐳之 α 射線，及真空管中陰極所發之最速電子，其速度幾與光等，即每秒鐘十八萬六千英里是也。

電子速率，經甚多之實驗而確定。若更作他種實驗，則并得計其質子之大小。茲當略述其中一法，俾讀者亦得了然於科學家進行研究之方法，及其得此驚人發見之經過焉。

讀者當知大城之中，每有重霧。蓋大城之中，必多塵煙。而此塵煙，每為凝結水氣之微核也。準此原理，則可作下列之實驗。先於諸管中儲過飽和之水氣。復引入不同量之微塵，而驗其凝霧之多寡。則水珠之數，視微粒多寡以為進退。故塵粒雖不可見，然因其附着之水珠而亦可得計。今若以電子為塵粒，則電子之數，亦自可計。又法，先注 α 射線於藥屏上，而以顯微鏡細計其屏上熒光之星閃數，則其電子亦可數。若更得其水滴或小屏上所受之總電量，則每一電子之陰電荷必可計，因而亦得計其質量。

約言之， α 射線或陰極射線之性質，皆曾經全世界學者最精密之實驗而後底定，其結果皆同。

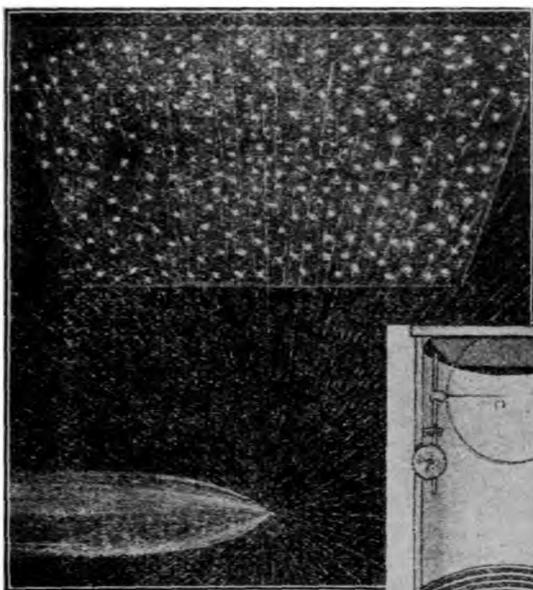


使不可見者成爲可見

鍍發 " α " " β " " γ " 三種射線已見篇中。(" β " 線即電子) 此圖示研究此線之方法，及如何能使不可見者變成可見。右角圖示『星閃器』(spintaroscope) 鍍使之射線擊屏可見。

鍍之射線，發射方向不一。其中擊屏之一部份，每擊處生星光。而此類閃星皆以擴大鏡驗之。

A 爲擴大鏡，B 爲亞硫酸鈣屏，C 爲細針。於其尖端，置鍍一細點。下圖示放大之針及屏。



每一射線中，必有無數電子。而電子之小，遠不逮最小原子之千分之一。據最近之考驗，其質量僅爲氫原子質量之一千八百四十五分之一。此中除電荷之外，更無他物。故稱之曰『電子』

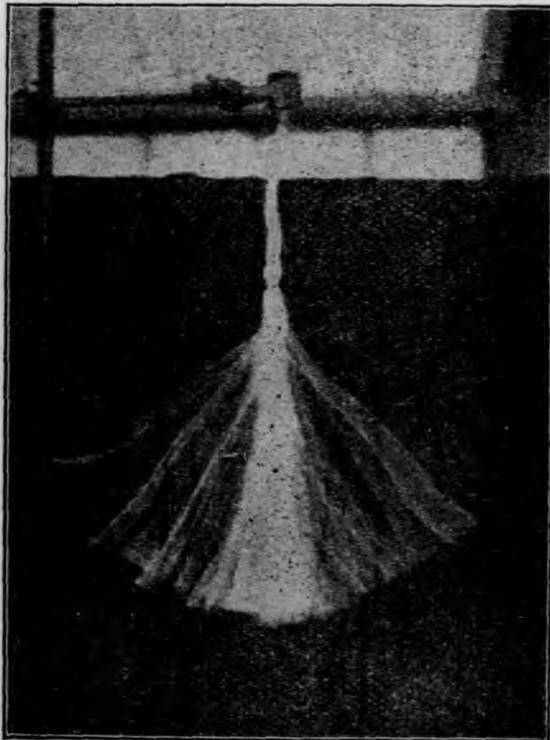
電子爲衆奧之祕鑰 電子爲單獨存在之電荷，所占容積極小。且其『質量』(mass)全由電性而來。此類電子，實爲物質祕奧之緊要關鍵，大半問題，皆得由此解決。電子運動，則成『電流』，卽以前認爲自然世界上最不可解現象之一者。



花 電 之 倫 無 大 極

此爲實驗所得之大電花。超越十英尺以上之距離。蓋百萬弗打(volt)電位差之放電也。由此可見電子之能之偉大。

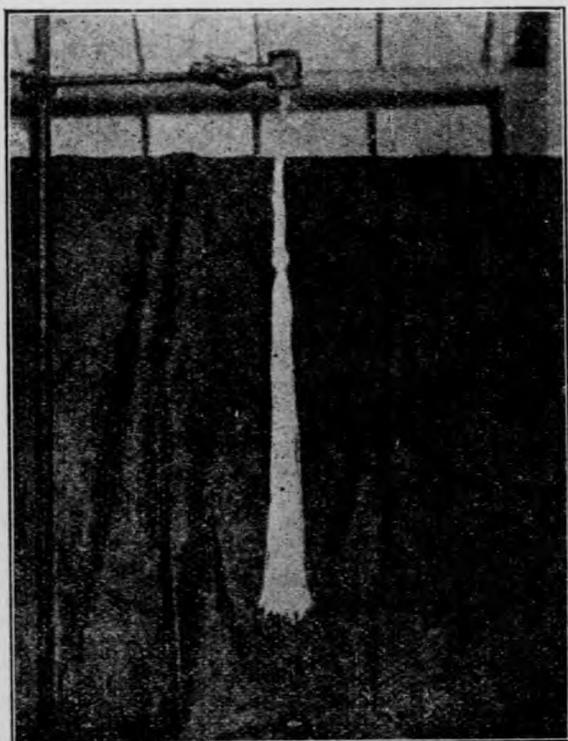
當坎教授 (Prof. R. K. Duncan) 曰：『神乎科學也。試取此撮食鹽而驗之，外觀何等簡單，而其所具特性之複雜，有非前人所能臆想者。蓋舉凡今日所謂已證實者，於古人思想史中，皆未曾一見其端倪也。此鹽常自其表面，發射每秒可繞大地五週（即十萬英里）之高速電子。而此電子質量之小，則較之科學上所知之最小原子，尚不及千分之一。不寧唯是，電子皆荷陰電，能穿透任何障物，而不顧密度以外之一切物性。且觸物則使發光，遇片



絲綫被電之狀

絲綫中各線，被同樣之電。互相推斥而成扇形。

則能留影，遇氣則使傳電，遇汽則使凝霧，并發生化學作用，及一種特別生理作用。銚之 α 射線對於人類之貢獻，前途實未可限量也。』



經銚射線照過後絲縫失電之狀

銚線經過空氣時，必生游離作用，而導去絲縫上本有之電荷，故絲縫各線相合而復原形。

(註一)。射線現已證明爲荷正電之氦原子，出發速度每秒鐘一萬二千英里。射線爲波動，而非物質。通常能穿透一英尺餘厚之鐵板，故甚似一種有強透性之X光線。

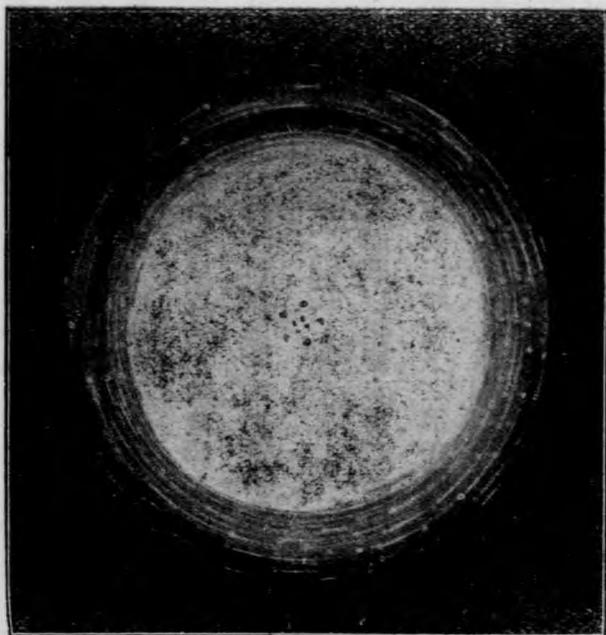
六

電子說或物質之新說

原子之組織 對於以上結論，凡數理化專家，皆無異議。原子無論自動被動，皆能發射電子，或分裂而成電子。故原子之內心復含電子。而原子電子，皆各有單獨之存在，已可完全證實。

然苟欲指示電子之如何組成原子，則科學家必逸出事實而入於極艱難之理想範圍；試取書中“*o*”字而喻之。“*o*”字大之氫泡，必含數百萬兆之原子。且相隔頗遠，而各有繞動。有如跳舞場中之士女。設執物理學家而詢以每個原子之中，究竟電子若何分配，則彼必不能有具體之答覆。勢必用其想像力，而先加相當之猜度或假設，然後就事實上之旁證，而定其取捨。

原子組織之學說，經二十年來徹底討論之結果，可大別其重要者爲二。最初湯姆生爵士曾假



電 子 說

物質原子，爲電子所組成。原子猶一雛形太陽系。電子（陰電之質點）繞動於陽電心核之外，已如篇中所述。圖爲原子，其中外圈白點爲繞動之電子。電子遞移於原子間時，具極大之運行速度。

定電子旋轉於原子心核之外，而自成圓套，有如大蒜之包皮。然此說不符事實。故拉得福德爵士等

乃創行星制之原子說，各電子繞心而動，如行星之繞日。然則其中心果有爲電子所拱衛之微核乎。夫電子爲單獨存在之『陰』電荷，且於原子之中，爲甚速之繞動，誠如上述。故原子之中心，可假定爲『陽』電之核。因其吸引之作用，而使電子循軌以持其平衡。非然者，電子且離心飛散矣。陽核今名曰元核 (Proton)。由此可知原子之內，必有陰陽二部份，陽者爲核，而陰者爲電子。若按近年來蘭格謀耳 (Dr. Langmuir) 博士所創之新說，則電子並不繞動，而於距核有定之處，常作劇烈之振動。

雖然，吾於此處專論事實，而願以相持未下之說，留饗專家。夫物質原子爲陰荷之電子及陽荷之元核團結而成，今日已爲定論。即如電子之常在劇動或變形狀態之中，以及原子之潛藏巨大能力，亦已認爲不必辯之事實（此點容當論之於後）。茲所欲舉者，爲又一重要發現。對於吾人物質真相之了解，或更有臂助也。

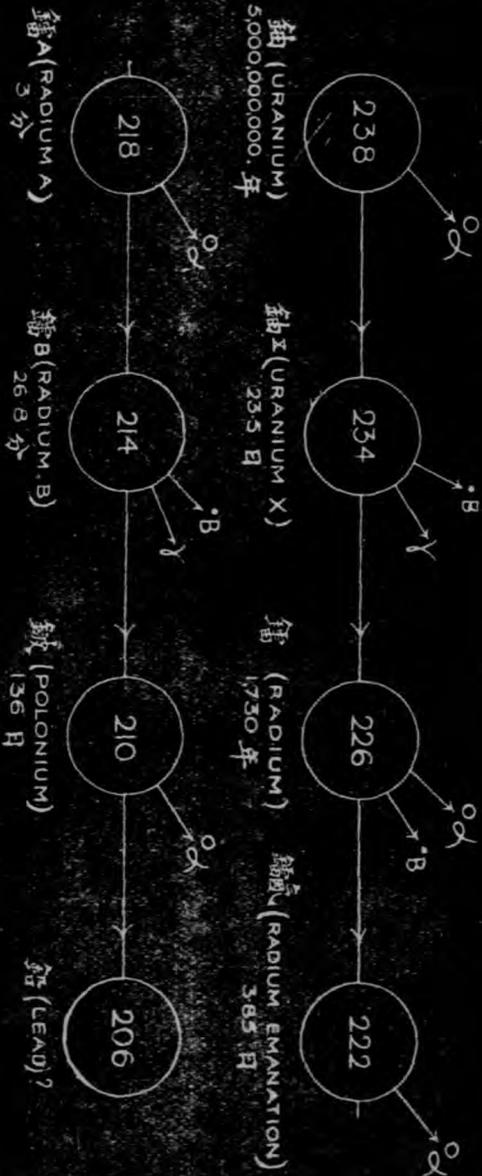
數年前，英國少年英俊之科學家（惜已歿於歐戰），名摩茲力 (Mosely) 者，證明物質原子重量大小之次序，亦代表其原子組織之複雜程度。即云原子愈重，則其所含電子亦愈多。故自輕原

子以至重原子，電子之數逐漸增加，而原子組織亦益形複雜。約言之，摩氏試驗曾列舉各種原子，最輕者氫，最重者鈾，其間皆有一種特別規律。若以氫爲一，氦爲二，鋰爲三，而順序排列之，以至於鈾，則鈾當爲九十二。故宇宙之間，大概有原質九十二種，而今日所已知者爲八十七種。摩氏之數，即原子中所含電子之數，亦即與原子數有同一次序之數也。

七

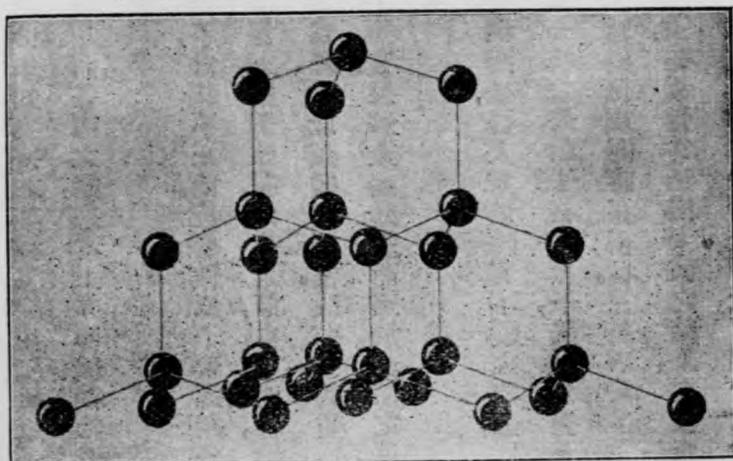
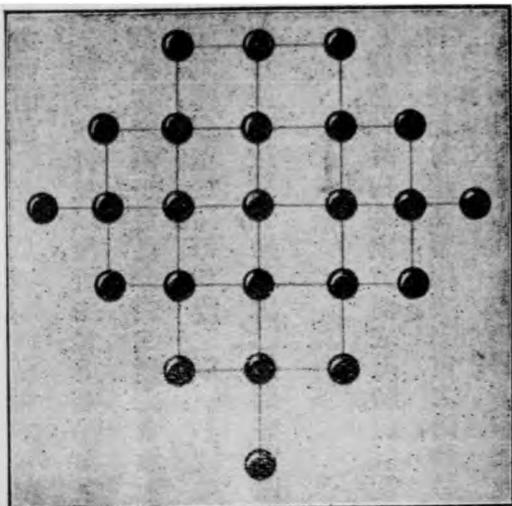
物質之新說 物質之新說，大概如此。宇宙間任何原子，必爲電子及元核所構成。自最小之氫（僅一電子繞動於陽核之外）至極重而複雜之原子如黃金（具有多數之電子及複雜之陽核），陰陽二電子以外別無他物，故物質亦僅爲電之表示。原子相合而成分子，已如上述。分子原子爲組織宇宙之原料，吾人軀殼，大地，星球，以及宇宙，莫非其所組成。分子原子之於宇宙，猶磚之於屋也。

雖然，築屋者不僅用磚。故分子原子之外，必尚有他種基本的存在物。各種之能，是其例已。因此又起數種重要複雜之問題。不寧唯是，八十餘種之原子，組織各有不同，故其複雜尤甚。能之問題，可於後章論之。今所欲言者，電子及物質組織問題上，雖已有多量之發現，物理學家雖已似有完全說



原 子 之 分 裂

鈾之原子放射 α 粒，成鈾 X。此物放射一“ β ”粒及“ γ ”線成鐳。鐳復經圖中種種變化而終於鉛。其中放射性物分裂有緩速。鈾分裂極慢。5,000,000,000年後方與鐳 A 三分鐘後得同等之分裂地位。原子每週一度分裂，必遞減其原子重。鈾為238，而鉛則僅為206。原子分裂，已詳見篇中。



金 剛 石 中 原 子 之 配 列

此二圖為金剛石中原子配列之模型(二方面看法)由金剛石中之
X光色系之研究而得之結果也。

明陰陽二電之希望，然陰陽電子究爲何物，則仍未知也。按之某種學說，凡組織原子之陰陽電子，皆爲瀰漫萬有之以太中之特別中心點，或騷擾點。而各態之能，基本上亦即組織物質之最初元體之各方面而已。

放射性發見以後，所生之重要有興味問題，尙遠不止此。放射性原子皆逐漸分裂，鈾其一例也。故放射性者，原子自己分裂改變之表示也。事實上，原子分裂，由複入簡，自重至輕。鈾變錒，錒變他物，遞嬗爲變，以至於鉛。每新變之原子，必較前者爲輕。然此類變換極慢。故苟云物質或皆自有放射性，或皆可使有放射性，殆非臆斷。然則宇宙間之物質，果將盡趨分裂而至於最簡之原素乎？不可不問也。

雖然，此外尙有他方面之斟酌。放射性發現而後，吾人對於物質不變之觀念，已爲所革除。放射性物分裂而日趨簡單，固矣。宇宙之間，將另無合構之舉動乎？複雜原子，既可分裂而成簡單，則簡單原子，亦何獨不能合組而成複雜。宇宙間此二種變化或同時存在也。

地球之上，今日所有八十餘種不同之原子，是否皆爲無機天演之結果，由複至簡，而以無窮時

前組織原子本身之原始基素爲其最後之歸束，抑將亦有一種自簡入繁，與有機天演同成一例之無機天演乎？換言之，有機天演是否即繼此種無機天演而起者。此皆甚有興味之問題。讀者猶憶天體章中，吾人亦曾有此種天演之表示。此處限於篇幅，不便深究，且研究上尙無充分之根據，俾吾人得有一定之簡單歸束。然概言之，旁證此說之事實似正在逐漸增加中。今日學者已頗有篤信無機天演說之已能充分成立。揆其性質，重原子恰似從輕原子中所產出，其複雜者，似爲簡單者演化而成。證之以上摩茲力之發見，原質似確實可逐漸合組而成也。

八

他種新說 今當略述放射性發見後之又一新思想。曩者克爾文爵士 (Lord Kelvin) 曾有地球存在，不過二千萬年之說。顧其得此結論也，必假設『地球似出爐之麵包，逐漸減熱，而有可計之冷卻率。且必假定太陽之所以能繼續輻射熱能，實全賴其自身體積之縮小。』當時克氏並不知有鈾及放射性之存在。今者由放射性物之發現，而又添一無時不射熱之重要分子，則克氏理論當然失其依據。地球逐漸冷卻之假設，似不可必，或竟能逐漸增高溫度，亦未可知。一九二一年，英國協

會 (British Association) 開會之時，累力教授 (Prof. Rayleigh) 曾云：近世新發現，已使吾人斷定地球上之有生年限至少爲一千兆年，而地球自身之歷史年齡，則更數倍於此。地殼之中，『因鈾之分裂而逐漸加熱，故地球並不冷卻，如前人所云者。』概言之，今日所得之結果，與地質學上所估計者，頗相吻合。至於極真確，有範圍，而普遍吻合的實數，則今日吾人尙無相當之知識以解決之也。

吾人不已云物質之外，尙有他種基本之存在，而生他種複雜問題乎。宇宙之間，共有三種主要實體：曰物質，曰以太，曰能；此外更無他物。此篇已詳物質，而尙未及以太及能。夫宇宙之內，並無真正之靜止，猶之物質界中，雖至微亦無所謂生滅，亦猶之以太瀰漫所有空間，而無所謂真空也。凡組織大地之質點，無一不永久在劇動狀態中。能者，『所有生命之公共必需品也。』凡茲三者，物質，以太及能，雖各有獨立之存在及性質。然究其實在，恐亦不過此惟一宇宙之各方面觀，或神祕法相而已。

九

將來 吾草此篇將終，擬再舉一實例，說明此種知識不獨於思想上極爲神奇，將來或亦有同樣重要之實用。夫電子之由原子放出，速率有時達每秒十六萬英里。洛治爵士 (Sir Oliver Lodge)

會云，每七十分之一噸重之銑，每秒鐘放射千倍於鎗子速度之電子三千萬個。勒蓬教授(Prof. Le-Bon) 并計得具此高速槍子發射時所需之火藥，爲一百三十四萬桶。且云，每一最小法國銅元(較之英之『法錢 (farthing)』尤小，法錢爲最小銅幣，一便士之四分之一)之中，實含八千萬馬力。數磅物質之中，所含能力，較之百萬噸煤所能發者，尙有過之。卽氫原子內之電子，若有電爐中所能致之熱度，則每秒能繞動一億兆次矣。

今人皆將問：『他日科學發達，吾人果能盡發此蘊藏能力而應用之乎？』苟假定其爲可能，則以後可無庸開掘，轉運笨重之煤炭，亦可無煙灰之患矣。原子中能力之發現，皆在原子根本改組之時。而尤可幸者，其所藏之能，大部隱沒於與物質互相團結之電子之中。否則『地球將早已爆裂而成氣體星雲矣。』今日學者，每信吾人將來必有能發，能制，能用此原子能之一日。布拉格爵士曰：『鄙見他日原子能必將供吾人之需要。而人力之節制，或非數千年不爲功，或亦明日卽成事實。此蓋物理學之特色，研究與無意之發現，往往同時並進，而互相爲用也。』半塊破磚，蓄能乃與小煤田相埒。此種夢想，前途固多荆棘。然洵如洛治爵士之言，古人對於蒸氣及電之能否爲人所制，固亦如吾人

今日對原子能之全無把握，而會一再懷疑也。『今日科學是否發現已臻極點，此後果不能更有所發明乎？』科學家對此問題，皆抱絕大希望而知自勉矣。下列數語，爲索岱教授所發表，尤爲扼要。氏爲今日研究放射性物者之一（見英國出版之一九一九年十一月六日自然界 *Nature* 雜誌。）

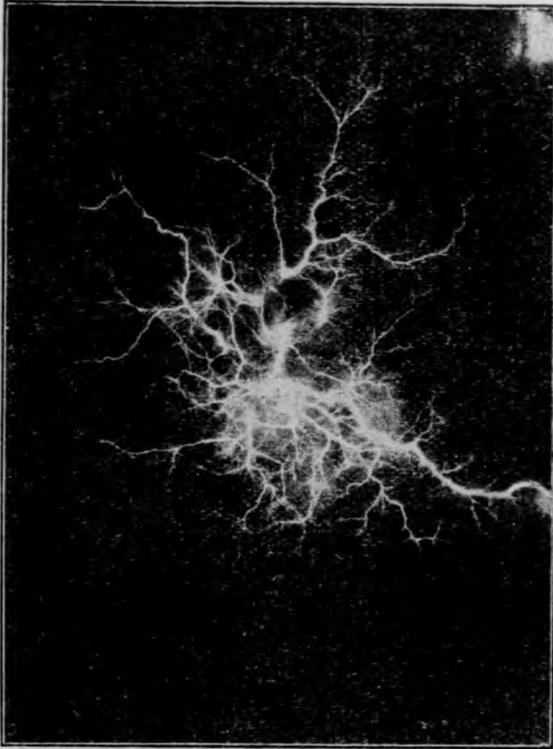
人工改造物質成功之希望，已與日俱增。昔者古人對此，曾有一種特別感覺。似此事苟能成功，人類將得甚大之實力，而竟奪造化之功者。然近來則知物質之改造，尙遠不如物質問題解決後所生之節制原子無窮蘊能問題之重要。故今日之問題，已非如以前方士式，或煉金式之徒生不良影響，而實具一種確切不移，足以復振宇宙之大希望也。

苟希望得成事實，則全世界經濟及社會方面，必將有極大之改組也。

茲當先述電子發現後對於電之性質及其應用理解上之新供獻，然後再論以太光，及能之間題。

電爲何物之問題

電之性質 自然界中至少有一種現象，即最近如二十年前，仍認為最不可思議現象之一。然由今日之新發現，已能大部份得其解釋。本世紀之初，吾人輒呼今日為『電之世界』，然自然界中，



電 花

電花者，二極間電子飛動所生之現象也。二極間之以太，因電荷之關係而緊張。若張力過一定限，則生放電作用。

吾人所最不知者，亦卽此電。夫呼人之電鈴，運客之車輛，以及照耀之燈光，莫不惟電流是賴，而電流究爲何物，反鮮有知之者。當時僅能含糊擬想其爲行動銅絲中之一種流體，蓋以水之流動管中爲喻也。今則吾人已可假定所有電流皆爲速動於原子與原子之間之電子，銅線或他物，特其電子所寄託者耳。

吾人當明曉此新電說之原理，及其如何應用於吾人所習見之各種電象。夫物質原子之心核爲陽電，（註一）故能保持數個陰荷之電子於平衡狀態之中，已如上述。此雖能說明一部份之電性，及其與物質之關係，然對於基本實際，困難仍舊。今則吾人已知電亦有最小之原粒，如物質然。故凡電荷，皆集合多個恆定電荷之電子而成。且學理方面曾有主張陰陽電爲以太中左右旋轉之渦動，或環動者。然此說困難孔多，吾人尙不敢加以可否，而將留贈諸後來學者。

（註一）陰陽往日亦作「負」「正」。然「正」「負」二字，習用昔日電爲流體時代之名詞。其含過多之電液者爲正，不足者爲負。今則以原子之已失去邊緣電子者爲陽，得超出常數之電子者爲陰。蓋承認電有兩種性質也。

電流之性質 然二種電性之發現，實使吾人得有頗好之電象理解。每一原子之邊緣電子，皆能自第一原子移至第二原子。若集多數之電子而移動之，則成電流。故電流實爲電子之流。試取吾人家用電鈴中之電池，而細考之。

最初『電池』爲一片鋅，一片銅，及居間之化學溶液所合成。當時毫無電子觀念，僅知鋅銅相觸，能生微小電流之事實。若以今日觀念解之，則比較上鋅爲易落電子之原子，而銅則否。故電子脫離鋅之原子，卽至於銅之原子上。此種行動，卽爲『電流』。吾人雖不知銅鋅對於電子，何以有愛憎，然其確爲事實，而爲電池之基本作用，則無可諱言。不寧唯是。若同置鋅銅於某種溶鋅之化學溶液之內，而聯以銅絲，則電流尤強，卽電子之流更強而更急。無他，藥品劫奪鋅之原子之後，委墜落之電子而不願，故鋅之電子之趨於銅原子上者更多。此當然之理也。

今日之電池，則由鋅，炭，及鹽化銻液所成。然其原理仍同。電之流，實爲電子之流。惟當一再申明，電子非如水之原子之能全部流動。讀者亦曾見孩提之玩磚者乎。若直立各磚使之成行而倒其居首者，則第二磚亦倒。繼而三磚亦倒，進而四，而五，以至於居末之一磚。外觀之，似全線上成一種具形。

之運動，然細驗之，則每磚所動者幾希。電子之流動於原子中時亦然。第一原子所出之電子僅至於第二原子上，第二原子出一電子至第三原子，如是一而二，而三，逐漸傳遞，以成電流。惟其行動至速，故其全體浪動亦至速。電子行動之迅速，蓋已如上所述者矣。

然如何使此電流得相當之強度，而足呼鈴。此實不可不追究之事。此處當僅及其原理，若其變換電能為聲、熱、光諸能之機械結構，則非吾人所願問，當留之工程之章。夫鋅固易拋棄電子。銅亦樂為媒介，而使之前進，故電子得逐漸進行於多數金屬之中。惟銅為最好之『導體』(conductor)。故鋅炭之間，銅線儘可延長，以至於前門，及在於同一環線內之電鈴。苟來客至門按鑰，則二線相觸，而電子流動於環路內，以生電流，復藉鈴之機械結構，而使鈴得發聲焉。

銅為最良導體，較鐵更好六倍，故電工業中常用之。反之，物質之中，亦有甚能阻止電子之遞進者，此類物體，概名曰『絕緣體』(insulator) 蓋云其與電子無緣，不願為其驛站也。該項原子不易放棄其電子。玻璃、硬橡皮，及白磁，皆甚好之絕緣體也。

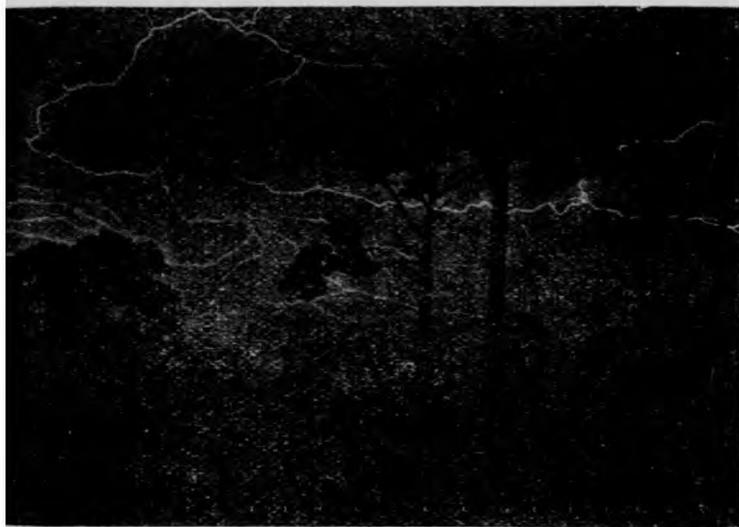
發電機之作用 雖然，近代工業中需用之電量至巨，雖合數個電池，尚不能有此供給，故由他

種方法發生之。凡電子流動線中之時，線之外周必生磁場；亦即線旁以太之中生一變動也。確切言之，電子行動所生之能，必藉線外以太之媒介，方得傳播他處。故通常欲得大規模之電流，必用『發電機 (Generator)』。發電機者，以機械能換得電能之器也。近代發電機確可擬想其爲抽電子之機，如索岱教授所云。此際限於篇幅，不能詳述，要其原理，不外乎大圓銅絲旋轉於強磁極之間。此即『發電機』之大概組織，亦即電流之所自發生。夫磁本與電不同，異點當詳下文。今所欲言者，強大磁極之旁，必有極大之以太擾動。故苟有任何銅質，忽然入於場內，則必生電子流。今銅圓之動甚急，原子之入磁場亦驟。故一瞬之間，即能放棄無數電子而成電流。

不獨此也，銅圓出磁場之時，亦有相似之變動。惟其電流方向，與前相反。設取銅圓而轉之則有極強之換向電流，即所謂『交流電』者是也。電機師於必要時，另用他機，使得適當之換向而成直流。

是以電流之意味，即原子間電子之傳遞。然有時亦有少數電子，真能爲大規模之行動，而自甲體衝至乙體者。電車中所習見之電花，或電弧是已。其尤美麗偉觀者，當推自然界中之閃電。太陽熱

度甚高，故恆放射多數之電子於空中。其中一部份，入於地球，因而於大氣高處，發生陰陽二種之游離原子。海面蒸發上升之水氣，觸其陽者，尤易凝為水滴，下降而成雨。大氣高處，因此失去一部份之陽電，而常帶『陰電性。』雷雨之時，陰陽二雲，同時存在。其一有過量之電子，其他則苦不足。故其間情勢益



電 閃

雷雨之時所見之電閃，為二物體間(二雲或雲地之間)最激烈而最奇觀之“通道放電”(disruptive discharge)雷雨時之攝影，本不易得，此片尤精美。其中請特別注意“枝叉”及“浪紋”式之電閃。每一閃僅為一秒鐘之十萬分之一。

張終至二雲或雲地之間，發生一驟而且強之電子放射，而得一偉大之電花焉。

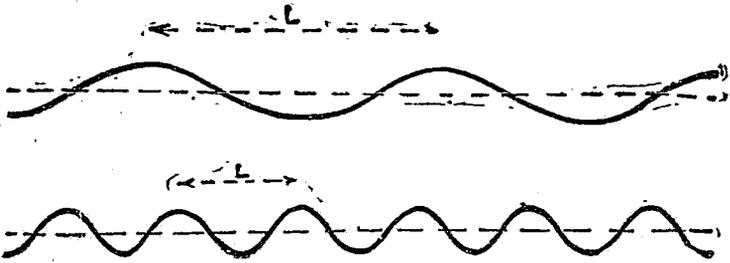
十一

磁 電流爲電子之流，已如前述。然電流皆有磁場。其左近以太之中，必含多量之能，吾人謂之『電磁能 (electromagnetic energy)』。吾人通常凡遇磁鐵吸引他種鐵塊，皆稱之爲磁。設垂銅絲，使穿紙版，而於紙版之上，更置鐵屑，則電流通過銅絲之時，鐵屑必成圓圈以拱衛之。卽電流所生之磁力，每於線外成圓形之分配，而生以太之擾動也。卽最小如電子，當其單個行動之時，亦必於其左右發生『磁場 (magnetic field)』。蓋凡電子行動，無有不附帶此項能場者。而非俟此能場完全消滅於以太之中，其行動亦不止。近時論磁者，僉以爲所有磁性之發生皆若此。磁性皆由物質原子中電子之旋轉而生也。茲以限於篇幅，不能道其詳細，亦不能說明何以鐵等諸質，竟與其他原質相異。若此。然要言之，其緊要關鍵，當仍繫於電子學說。此說雖一時尙不能稱爲已經證實，然已能有理論上相當之基礎，以爲將來研究之良導。地球本身，亦一大磁，否則指南針將失其用矣。且其磁頗受太陽上黑點爆發之影響，此皆熟聞之事實。然近已證明黑點爲甚大之電子漩渦，且有極強之磁力。故

地球上之電子作用，與地磁之變更，必生因果之關係。至其如何相關之詳，則今日尙在探究中也。

以太及波動

以太及波動 物質世界，處於無涯以太間質之中，此爲今人普通之設想。夫今日物理學家固已有放棄此種觀念者。然無論以太之觀念，是否後日全可放棄，要其入於科學家之腦筋者既深，則性質上苟不假以說明，吾人斷不能了解物理之科學也。以太之假說，卽由解釋光學現象，及能之飛渡空間而始作。光行費時，已成不易之論。故日出必八分鐘後始能見之。此卽陽光飛渡日地間九十三兆英里所需之時間也。光行不獨需時，且進行必爲波動。夫聲爲空氣或水木諸傳聲物中之波動，吾人已習聞之矣。若置電鈴於玻璃瓶內，而去其空氣，則鈴聲必減弱，而終至於淹滅。此空氣稀薄已過限度，而聲浪不能進行於真空之結果也。然鈴雖不能聞，而仍可見。由此吾人知真空之中，光亦能進行。而此種不可見之傳光間質，卽爲以太。以太之爲物，直瀰漫萬有以及一切物質矣。吾人與星球，遙隔不知幾百萬兆英里。其間無物質之存在。然星光之來，雖或須數世紀之久，而仍能達，由此可知此

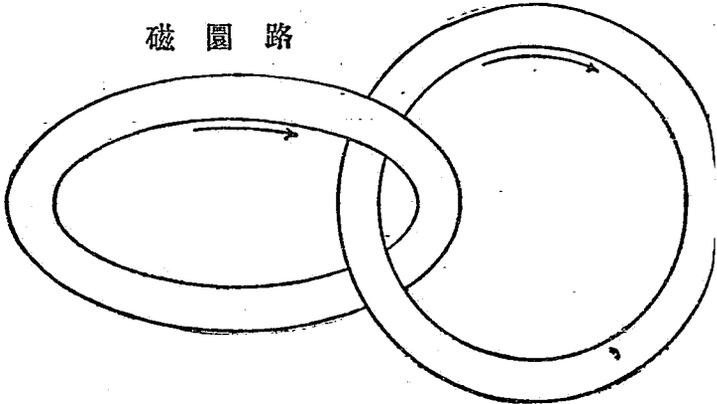


光 波

光爲以太波動。光之波長不同，而光色繫焉。深紅色光(最長)波長 $\frac{7}{250000}$ 吋。深紫色波長 $\frac{1}{67000}$ 吋。此圖表示二種不同波長之波動。波長者，一波頂至次波頂或一波底至次波底間之距離也。

電 圓 路

磁 圓 路

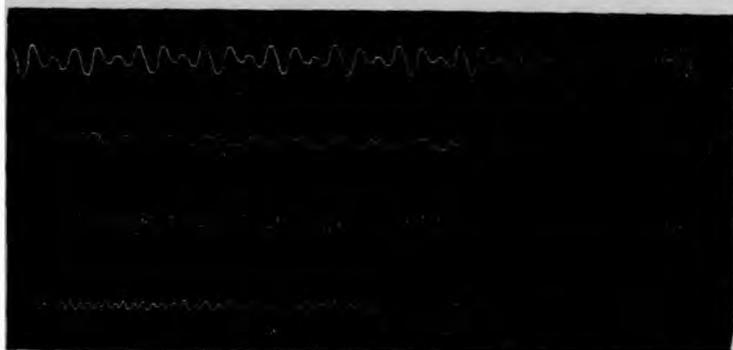


電 流 之 磁 圓 路

電流在圓路中，順圓中箭頭而行，則於其附近之空間，發生圓形之磁圓路如圖所示。此即電磁鐵及發電機原理之基礎。

種普遍間質，即傳光之媒體。凡數千世紀來煤田所蘊藏，而今日應用於駛行輪車，焔熱城市，以及供給近代生活上種種需要之巨能，皆出太陽之賜，而非以太，仍不得達。故苟無此種普遍遞能之間質，世界將陷入停滯而無生氣之狀態，可斷言也。

光為波動，吾已屢言之矣。以太傳遞振動，故其性質，得以膠質固體設想之。然光波極微。吾人於池沼中所習見最小之細波，波頂與波頂之間，相距每不逾一二英寸。而大於最長之光波者，已數十萬倍。吾云最長，即云光中復分諸色，而各色波長皆不相同也。紅色光波最長，紫色波最短，最長之深紅色波，長二十五萬分之七英寸。長於最短之深紫波（長六萬七千分之一英寸）約一倍。然以太所遞之波動，



波 形

波動間有甚複雜者。上圖示數種頗複雜之波動，凡此波動，均能自簡單波動疊合而成。

實不僅視官所能覺之光，此外尚有短不可見而能起攝影上化學作用者。因此證明極紫之外，更有他種暗光，其波長每有僅及紫光之半者。此外尚可發現更短之暗波，以至於X光線。X光線者，光之最短者也。

可見限以下之波動 反之，吾人可作他方面之推演研究，而知以太亦能傳更長於光波之其他波動。若用某種特製之乾片，則可發現波長五倍於紫光之波動。凡長逾可見限者，吾人覺其爲熱輻射之熱（如火旁之射熱）亦然，蓋以太中之波動也。惟長逾光波，故僅能以觸官覺之。其更長者，觸官且不能覺，而必恃儀器。此即無線電報所用之電磁波也，其波長輒以英里計。故光，熱，及電磁波，性質皆同，所異者，其波長耳。

光——可見及不可見者

光既爲以太傳遞之波動，則波動之本身，果何自起乎？夫既有神速之波動，則必先有極速之振動物在。而此振動物，又非原子陽核外繞行絕速之電子莫屬。電子爲外力所驅使，而增加其速度，或

振動率，斯其波動之起源也。

電子及光 凡物皆恆在劇烈振動狀態之中，即冷鐵塊中之質點亦然。故雖不能為神經所感覺，或記錄，吾手中之冷鐵棒，固無時不輻射其波動於其四週。此徵之於前此所述之物性，無庸更以為異。若置之爐火之中，則熱炭之質點，亦將遞其劇動之能於鐵桿，而逐漸增加其質點之振動率，漸至吾手神經，亦覺其為熱。設復置之爐中而更熱之，逾五百度，則鐵桿暗紅，隱約可辨。斯時分子振動更劇。波動亦更短速，遂為視官所覺。此即所謂可見之光也。然此光仍不合攝影之用。設更加熱，則電子發出他種合組白光之波動，而其繞動之速，每秒漸達數百萬兆週。若更熱之，使達『藍熱』，則常光之外，更添可起攝影作用之暗光。此外尚有種種更短之光波，以至於穿透骨革木石之X光線。

光速大於聲速六十萬倍，二百五十年前已有證明。木星之外，尚有衛星，因繞動之關係而時現時沒。然木星離地最遠之時，其衛星沒後復現之時刻，較之木星最近地球時，由實測而預計之數，遲十六分三十六秒。由此可知光行需時。而此十六分三十六秒，即光波渡行地木間溢出距離之所需。當時距離未有精測，故所得光速太小。今則已有充分之知識，而光速亦易定矣。

雖然，光速之實測，苟能於試驗室中行之，當然更足愉快，此卽一八五〇年之成績也。其法射光使過齒輪之隙，而反射於輪後鏡面。光行雖速，仍需片刻。故齒輪苟得相當之速轉，吾人得於此一剎那間，移入旁齒，以阻其光之復返。若轉動更速，則更可移入鄰隙，使其光線得入而復出於鄰隙，以入驗者之目。齒輪之旋轉率既知，則光速又可計矣。若最短之光波，長六



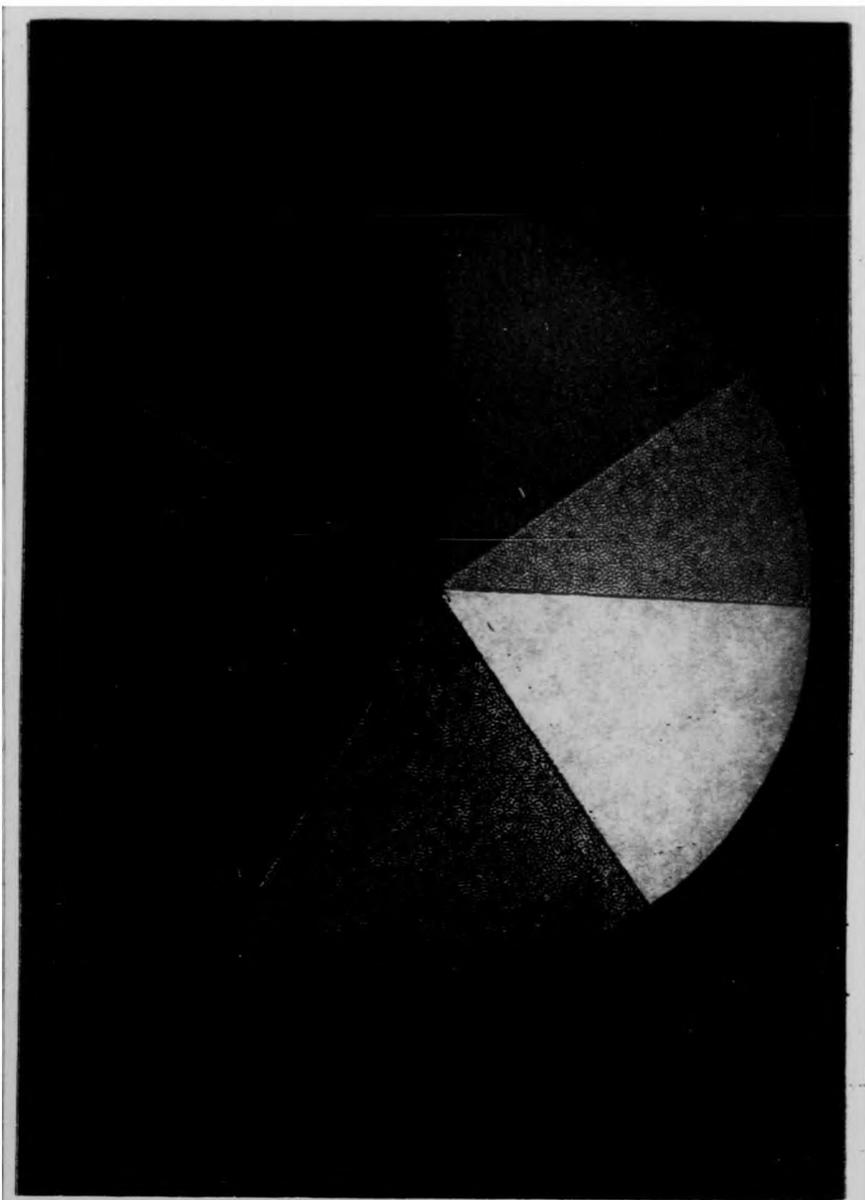
光 之 速 度

每點鐘駛行六十英里之火車，必十七日半，始能繞地球赤道一週，二萬五千英里光速每秒十八萬六千英里，繞地一週，僅須七分或八分之一秒鐘。

萬七千分之一英寸，而光速爲每秒十八萬六千英里，則每秒達目之紫光波動數，約爲八萬萬兆可得而計之。

光波之分析 電子所生之波動，其波長過三萬五千分之一英寸者，必隱約可見。其更短而更速者，則逐漸呈紅，橙，黃，綠，藍，靛，青及紫色之光。而每種特別色覺，即特有波長之表示。若混合之，則得白光。日光即其一例。白光透玻璃時，光速減小。若斜射之於三稜形玻璃，則不同長之光波，必自相分離，而得七色之彩。蓋光亦猶運動會中之作『障礙賽跑』者，因其進行速度之不同，而得分等第焉。讀者不難作一實地試驗。置三稜鏡於日光與目之間，而直接證明日光之分色。或更可作下列之實驗。於圓輪上，依其各色應有成分之多寡，畫七色（如圖所示）而急轉之，則此輪必呈灰白，而原有諸色，皆不可辨。若去其一而旋轉之，則不復爲灰白，而另呈六色相和之他色。物體間或有選擇透光之作用，此亦可以實驗證明之。若置此物體於目與白光之間，則凡遇僅透紅光之物，其所見之光必紅，而僅透紫光者，所見亦必紫。

世界之命運 索岱教授曾發表一極有趣味之設想。若將來日之光熱，俱非今比，則將成如何



牛頓之調色轉輪

分光鏡分析日光爲圖中之七色。(日光本由七色合成)如於輪上畫成相當之比例(如顏色圖),繞其中心輪而急轉之。則所見之色爲灰白。使缺其一色,則結果爲其餘六色相和之色。

之世界。其答案曰：『人目受數千萬年日光之熏染，而定其官能。故對於日光中最富之光波，吾人今日亦有最敏銳之感覺。……若讀者稍假片刻，作一杞人憂天之推想，（此類思想，昔時雖甚普通，今日經放射性之發現，已受根本動搖，）而計無窮年後，日熱漸退對於地球之影響，則將來或有日球僅發暗紅之光，或甚至無光之一日。然此時世界亦未必定入黑境。地球上，苟尚有未曾凍死之人類，則彼等亦必仍見有天日。無他，人目隨境地而異，其官能。今日之藍，紫，即將來之紫外，而不可見。反之，今日不可見之暗熱，即將來之光。而黑闇無光之熱體，於彼等目中，必且能大放光芒也。』

十二

天之蒼色 前章中已見分光鏡如何分光波爲各色。然自然界中，固亦恆有分光之作用。虹即其最習見之一例，蓋水滴生分光之作用也。蚌殼或街衢上及水中之油漬，皆發異彩，則緣其面層厚薄之不同。卽如大氣，亦恆有不息之分光作用。高層空氣之分子，恆取日中之藍波而散播之，以成蔚藍之色。此皆可於實驗室中，隨時用玻管及塵煙以證明之。日出時，阿爾卑斯山（Alps）頂之紫霞，以及日沒時西方之晚紅，皆足表示日球將近地平之時，光波每因厚層大氣之影響而紅光之浪散

播特多也。

自然界之面目不一，每因對於光波之吸收反射取捨各有不同，而織成其異彩之霞裳。若光全爲物所吸收，則呈黑斑。反之，完全反射，則呈白色。而物質之斑斕，皆其電子之不同振動率有以致之。凡電子受百萬兆之各色光波，則其吸收最甚者，或爲其較長部份，或爲其中段，或亦爲其較短部份，而其與吾人以色彩，則皆可必也。此外間或有受光以後尙能繼續自己發光者，亦有發僅能照相之『暗』光者。又一類物質，則與光波作共諧之振動，而聽其透射，如玻璃是已。

無熱之光 物體之中，亦有能發無熱之光者（卽『磷光體』）。此爲科學中極切實用問題之一。苟能得無熱之光，則日用煤氣燃燈之費，必可銳減。何則，今日所有之光源，皆有大部份之能，消耗於無用之熱波及紫外波中，而其消耗成分，恆逾百分之九十。吾人見夏日之螢火，及已死之鮭魚之發光，每神馳而願知其祕密，苦未能得也。就今日知識之所及，磷爲唯一物質之有此性質者，然有奇臭，而不合吾用，洵可歎已。今日人工之光，不獨因消耗太多而不經濟。且其光色亦復不佳。吾人每於燈光之下，製辦衣料，而翌晨每恨其色澤未能如本意所欲。無他，日光中所見之色，燈光中每付之缺

如也。

紫外更短而速之光波，即所謂「紫外光」，攝影者所最珍貴之光也。光之穿透紅橙色簾者，於乾片上不能發生化學作用，凡稍知攝影者，皆能道之。緣其「不能透射」藍色，或「藍外」之光，而銀鹽微粒，則非此等光，不能起化學作用也。此外植物之所以發育，以供吾人薪材食物之用者，亦全賴此光輸「綠葉素」之作用。草木之所以大張其枝葉，而欣然向榮者，亦以欲爭得此等光線之故。凡今日煤田之中所有巨量之潛能，皆數千萬年前之大森林所吸收之日光也。

X光線為最高而居於極端之光波。由其穿透之能，吾人可斷定其波長之必為極小。然此類射線，雖有極奇之性質，仍不能保其祕密，而逸出研究之範圍。彼物理學家近時固已作極精美之實驗，發射X光於晶體原子之間。而測得其波長為千萬分之一耗 (millimeter) 矣 (每耗價為二十五分之一英寸)。

光亦受引力之驅使。此為最新發現之一。晚近日蝕時所得者。凡自星體發出之光線，經過日旁，必因吸力之關係而為其所偏折。愛亭頓教授 (Prof. Eddington) 謂光亦有質量，光之以磅計，亦

猶糖之以磅計耳；每年地球所受之日光，共爲一百六十噸。

能：一切生命之所繫

由上節所言，吾人已知宇宙根本實體之一爲物質矣。其第二實體，重要不亞於物質者，爲『能』。因世間現象無不有待於能力，雖生命亦不能外，故欲世界之繼續存在，則『能』必不可少。人力不能創造或毀滅『能』，與其不能創造或毀滅一質點正同。此說待吾人討論何爲能力之後當愈明白易曉也。

『能』之不受毀滅，與物質同，其狀態之不一，與物質又同。不寧唯是，吾人對於電之陰陽兩種質點，爲一切物質之起源者，尙昧然莫知其奧，於能之真正性質亦然。雖然，『能』祕奧之難知，今已不若昔日之甚。此能之真性之明豁，又近世科學進步，披露自然界神祕之一證也。蓋自十九世紀以來，始知『能』爲明晰永久之一物，與物質同也。

能之狀態 能之有各種狀態，如墜石之能，木柴或石炭或他種物料燃燒之能，人之知之，已不

知其幾千百年矣；惟此各種狀態之能，在實質上實爲同物，則爲前人猜疑之所未及。謂能與物質同，有一定之量，又能創造與毀滅，前世紀科學之造就所以能與吾人者，此觀念固其一也。

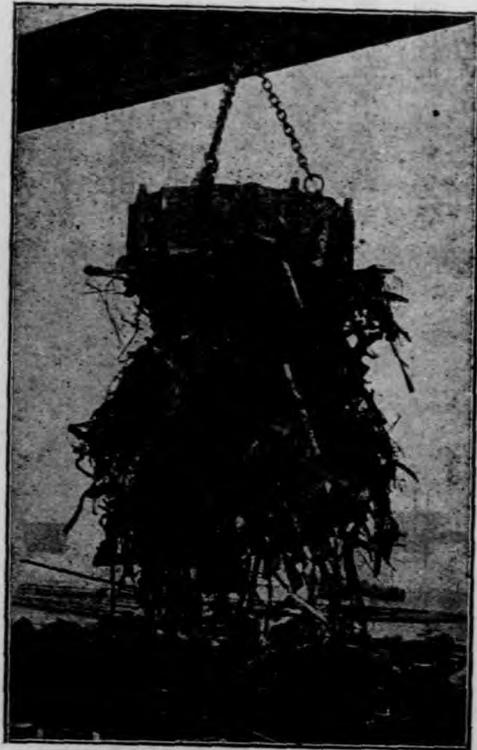
對於此問題之高深研究，非此篇所能及，茲所言者，特其重要方面而已。能之狀態，通常有二，卽動能與位能是也。平常最爲吾人所注意者，莫如運動



耐亞嘎拉瀑布

此瀑布落水能力之大殊堪駭人。今大電力廠中已用之而發數千馬力之電能。凡一百五十至二百英里內之大城市，俱藉此能而駛行其電車。

之能；例如滾石，流水，墜體等等。此種運動之能，吾人稱之爲動能。位能爲物體因其位置而具之能，換



磁鐵之能力

此圖示「鳳凰牌(Phoenix)」之電磁鐵起卸鐵道貨車上之廢鐵。此磁鐵徑五十二英寸，起重二十六噸。同式之磁鐵，徑六十二英寸者，起重四十噸。

言之，卽其可獲動能之本量，如崖端之石，是其例矣。

能之狀態既殊，一種能，可直接的或間接的變換爲他種能。例如燃炭之能，可變爲熱，而熱能又

可變爲機械能，如蒸汽機關所表現者是。如是吾人得變換『能』由一物體至他物體。如耐亞嘎拉大瀑布之能，乃爲大電廠供給能之用，又其例矣。

熱爲何物 能上有一重要事實，即各種能均有變成熱能之傾向是也。如墜石擊地，即行生熱；瀑布之足，常較其頂爲暖，（因墜下之水，擊地生熱，）而多數之化學變化，常與熱之變化相偕。『能』在木柴中，可永久匿藏，但一遇燃燒，即行放出，而其結果亦即爲熱。錘之原子，或任何質射性物之原子，一經毀壞，即行生熱。『每一時間錘所發生之熱，足使與己同量之水，由零度熱至沸點。』然熱究爲何物乎？熱者非他，即分子動是已。前章已言，無論何物，其分子之運動常繼續不息，其運動尤激烈者，其物體尤熱。如木柴或炭中目不能見之分子，燃燒時即劇烈激動，由此激動而生之以太波，自吾人之感官言之，則爲光與熱。故動與熱能之表現，即得於分子之繼續運動而已。

一種狀態之能消滅，必有他種狀態之能出現，此理之真確，已屬無可致疑。其最初證明一定量之機械能，可變換爲一定量之熱能者，則爲朱爾（Joule）。彼嘗作一攪水機器，使水激動生熱，而此攪水機器則爲下墜之重量，或旋轉之飛輪，或其他機械方法所引動。如是一定量之機械能用去，同

時一定量之熱發生。此兩者之關係，常有一定。凡自然界有一物理的變化，即能有一次之變態，惟世間能之全量，則依然不變。此即能量不變之定律也。

十三

石炭之代替 試思近世文明所用之能，其大部分或全部之來源爲何乎？石炭是已。石炭紀之大森林，一變而爲現今之炭層。當石炭燃燒時，發生化學變化，於是熱能出現，而現今文化於是賴焉。此閉置炭中之能，從何得之乎？吾人之答語曰，得之日球。蓋自數千百萬年以來，日熱之能，即由石炭紀中之無量數植物，復



能 之 變 換

能之一例。水雷爆發時先生化學作用，後生機械作用。即化學能變爲機械能是也。數十噸之水，皆因此而得劇動。

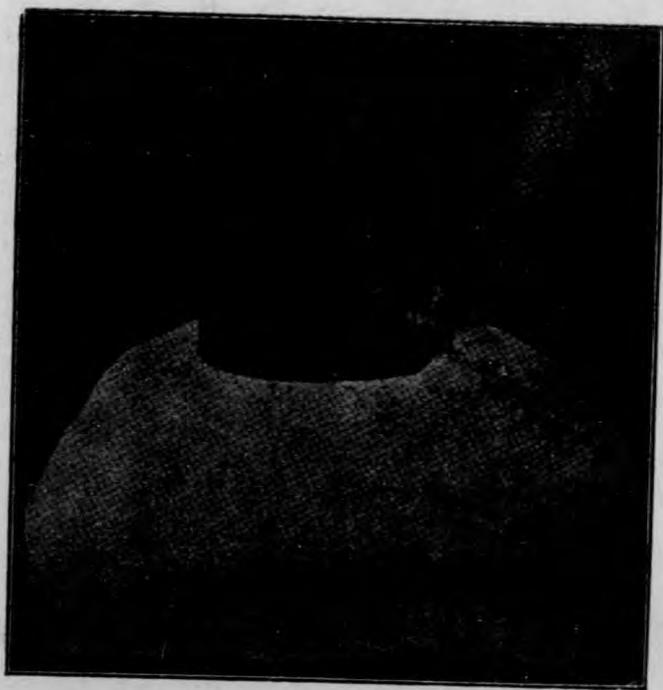
經各種微妙之方法而變成位能，至今仍沉埋於巨量之僵化森林中也。

自吾人現在之智識言之，石炭儲積之取竭，即與世界文明之告終同其意義。除炭外尚有能源，爲人所已知者，斯固然矣。水落之能，是其一例，如耐亞嘎拉大瀑布，則已用之以供給大發電廠之能矣。其次海潮之能，似亦可以利用，此亦動水能之一例。又日熱能亦有思直接利用之者。惟此等能之來源，方之石炭，皆微末矣。最近英國協會開會時，雖有提議深鑿入地以期利用地中之熱者，此議或未易實行。最有效之石炭代替物，其爲原子內之能乎。此能之源爲無窮盡，蓋吾人所已知者。如使原子內之無量電力，能爲吾人所解放與節制，則石炭供給之漸次減少，當不復爲現今有心人所懼矣。蓄藏炭層之能，既有時可盡，吾人復不能新創之以爲供給。吾人前者曾言「能」之不能毀滅矣，但能雖不能毀滅，而可變爲不適應用，此重要事實之意義，請於下節詳之。

十四

能之消散 「能」可至消散。但既不能毀滅，則必仍存在，消散之後將何往乎？此問題發之甚易，與以最終解答較難，而在作此書時，本不期讀者具有高深物理智識，則尤不能涉及現今物理學

家及化學家所發明之困難理論。吾人可升高鐵片之溫度至於白熱。但若停止加溫，鐵片之溫度亦即下落，至與四周溫度相等。此溫度之下落，即為能之消散，然此能究何往乎？一部分之能，固由傳導關係傳於與鐵片相接之他物體，但其最終結果，則放射於空中，為吾人所不能追究。蓋溫度相等之熱能為不適應用之能，而此放散之能，即加入此無窮儲藏之中矣。茲所宜知者，設



冰 上 沸 騰

若置一壺之液態空氣於冰塊上，則起沸騰作用。蓋冰對於極低溫之液態空氣比較的甚熱也。

使凡爲物體之溫度皆同，吾人卽不復有熱之經驗；蓋熱之流行，常由高溫物體至低溫物體，其效果足使暖者寒而寒者暖。最終兩物體卽爲同一溫度。某物體熱度之總量，以其運動分子之動能量之一日。蓋使此物體較他物體暖，此物體之熱卽向他物體傳導，至兩物體有同等溫度爲止。此時兩物體尙以吸收作用，含有若干之熱能，但就兩物體間之作用言之，此能已不能應用同一原理，可用於多數物體。欲熱能之可應用，必先有不同溫度之衆物體。如使全世界俱爲同一溫度，則熱能之量雖仍極大，而其「能」已非吾人所得應用矣。

世界同溫之意義 世界同溫之意義爲何？此未可以易言也。蓋使世間之能，歸於無用，卽今之世界不復存在。而熱之放射，交換不已，卽世界同溫之趨向，亦日近一日；果使此日一達，雖分子內之運動，未必盡息，而其能則不能利用。由此觀點言之，雖謂世界日趨毀滅，非過言也。

誠使物質內之分子運動全息，其物質之溫度卽爲絕對零度。絕對零度者，世間最冷之度也。分子運動停止之溫度，已經推知，爲攝氏零下二百三十七度。世間無物體能在較此更低之溫度之下。

世間亦無較此更低之溫度。除非自然界中有一爲吾人現今所未發見之方法，能更新已用之能，則今之太陽系，必有沉於絕對零度之一日。太陽地球以及世間各物無時不放射熱線，而此放射不能繼續以至無窮，蓋熱之傾向爲放散，而其結果則可使世界同溫也。

但自理論上言之，亦未嘗無避此定律之一法。設使此熱源之雜亂分子運動，能使之歸條理，則一物體之熱能，即可直接加以應用。據許多學者意見，生物體中消化方法之某部分，確無能之消失，食物之化學能，直接的變成工作，而未常有熱能之耗散。故此自然定律所謂能雖不可毀滅而有歸於無用之傾向者，最終或有法以逃避之，未可知也。

能之最初儲藏所，是爲原子。自然界能之供給，舉得之於日，星，地球原素中之原子。吾人遂不能發明一術，將日就短少之能之來源加以充補，或使現藏於同溫度下之無用之能，重爲人用乎？

由現今形勢觀之，似乎後來者將見一最有趣味之競走，即科學進步與自然供給減少之競走是也。能之流動，由原子儲蓄所以至等溫之熱力消耗海，常有其自然之速度，足使生命在供求相應之嚴酷定律下，爲急速之進行，此定律非他，即生物學上所謂生存競爭是也。（見索岱教授

之物質與能力 (Matter and Energy)。

於此有一事可云確定，即能爲實在之體，與物質同，且不能創造與毀滅。物質及以太，乃能之承受者，或能之運載者。曩者曾言此體實際爲何，吾人亦所未悉。或者此不一其形之能，即組成物質之原體之各種表現；帶電質點之爲一切物質之本原，又吾人所已明者也。吾人此時所欲得答之問題，乃電爲何物是已。

十五

物質以太及愛因斯坦 (Einstein) 科學戰勝天然之最終結果，科學上最高之綜合，無過於發現組成物質原子之陰陽電質點，爲無所不在之以太中某種震動之起源或中心；而吾人所謂之各種「能」者，（光，磁，重力等等），乃以太中此種電子團所誘起之某種波動或變形而已。

然此亦奇異不可企及之夢想而已。一九〇〇年，拉摩 (Larmor) 曾謂電子爲以太中之小漩；又以此種漩渦，可具兩不同之方向，似於電荷之有陰陽兩種亦容易說明。然其中困難之點仍覺甚多，而電子之性質，終歸於不可知之數。最近學者之意見，則謂電子爲「陰電之環，以極高速度，環其

軸而運轉，」然此亦不了之語也。至陽電之單位，吾人所知者尤少。吾人此時但知近世思想所趨向最終一致之普通路徑，即當視爲滿足矣。

吾人言『一致』矣，但如謂以太爲求此種一致之唯一根基，或視以太爲其對世界哲學之一重要部分，則其誤甚大。以太不過意想中之一種個體，吾人與以極不平常之性質，而覺其於解釋物質上極多便利。其物爲有彈性之固體，密度極大，充滿宇宙之間，以每秒十八萬六千英里之速度，傳達星球間之光波；然同時最密固之物質通過其中，若無物焉。

數年前以欲發現以太故，曾行一極精微之試驗。設以太而果存在，地球繞日運行時，必經過以太海，而每個試驗室中必有以太流，正如舟行過靜止空氣中，則生風也。一八八七年邁克爾孫(Michaelson)與摩黎(Morley)曾擬發現此事。理論上光線與以太流之方向相同者所行速度，必與其方向相反或橫斷者之速度不同。然彼等試驗之結果，乃不見有異，即多數他人之試驗，亦同一失敗。此非遂足證明以太之不存在也，以吾人尙可設想吾人之試驗器，適照光之轉變之比例而縮短；然而以太之存在，無法證明，則爲不可滅之事實。約翰斯(J. H. Jeans)曾言：『自天然現象觀之，

似無此等物之存在。』即光與磁之現象，約氏亦以爲無須以太，而謂以太假設，竟可拋棄。其拋棄以太觀念之第一原因，即在無法以證明其存在，如愛因斯坦之所示者是也。如使誠有以太，則地球通過其中，必有術以發現其運動。願實行試驗之後，雖所用方法極其精密，而終苦於無運動可發現。上文已言之矣。至愛因斯坦出，與吾人以空閒時間觀念上之大革命，而後知是等運動，無論所用之方法如何，斷無可以發現之理，而平常所用之以以太觀念，乃非拋棄不可。關於此點，後更當詳論之。

潮汐之影響 月球之生成 地球速度之減小

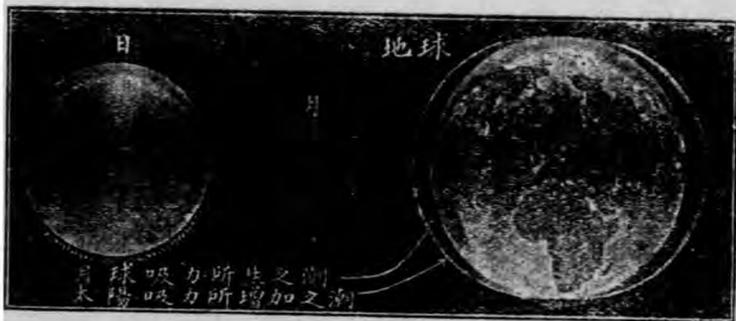
十六

在比較的近世以前，切實言之，在近世科學完全發達以前，潮汐實爲天然界最大神祕之一。此洋水往復之有一定規則，果將用何術以解釋之乎？在昔人之喜想像者，觀此有信而且韻之潮水漲落，則以爲大獸之呼吸，似亦無須深怪。其後知此有規則之運動與月球有關，然於解釋上亦未見進步。何則，月球去地頗遠，其運行究與地球上水之每日變動有何關乎？傳聞古天文學家有失望於

此神祕之解釋，投海以死者，其事容或有之。

地球之受月吸引

然對此歷代相傳之神祕與以相當解釋者，是為牛頓引力大律功能之一部分。自其大概言之，吾人可信萬有引力之定律，至少其大體可應用於此點。蓋牛頓固云月對於地球上之每質點，皆發生引力矣。設吾人想像地球表面之某部分，為太平洋所在者，適轉而與月相向，則月之引力，與地面鬆軟流動之水相作用，其水必隆起。此時地球全體，雖同受吸引，而流體之水，必較固體之地殼易受影響，固體之地殼，則但略起微潮耳。又以水之性質，非能固着，地球受吸，其背面之水，必



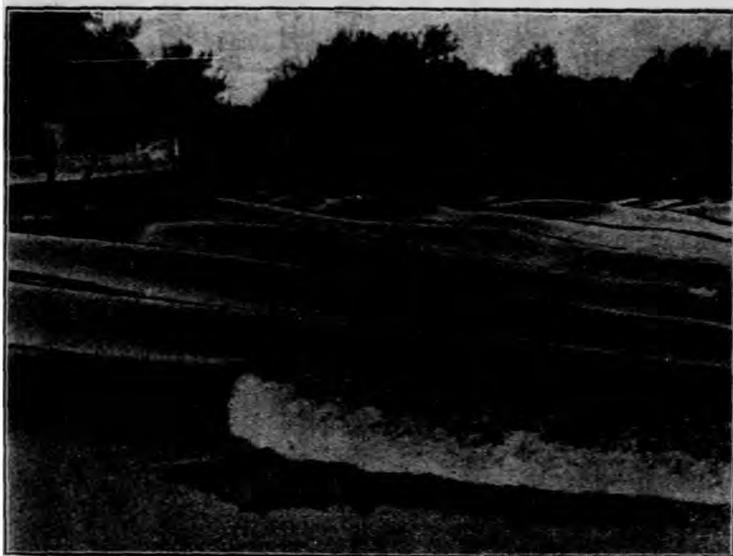
潮汐之原因

海潮為月之吸力所生。日之吸力亦有同一作用，然比較的影響較小。地球全體為月所吸。但團結不固而較易流動之水，尤易應此吸力，以生潮汐。固體之地殼雖受影響，微弱不足道也。潮汐并有減小地球旋轉速度之能力，詳見篇中。

有落後之傾向，則亦隆起而成潮，又事之至易明者也。設使地球表面全爲流體，則每日旋轉之間，此兩潮卽周流地面一次。是故在地面之一定部分，每日必有高潮兩次。此海潮引力說之最簡概要也。然實際觀察之現象，決不如是簡單，卽關於海潮之完全理論，亦不與上節所述單簡形式相類。凡人居近海口，悉知最高潮鮮與月過子午線之時間相脗合。其相差之度，早晏常數時間。例如倫敦橋 (London Bridge) 之高潮，常爲月過子午線後之一時半，而都伯林之高潮，則爲其前一時半，故實際觀察之現象，決非單簡，其詳細則已研究無遺。今世界各海口之高潮時間，蓋無不可先期豫報之，無或爽者。

日與月之作用 欲解釋潮汐理論之全部，誠非本篇範圍所能及，雖然，今有一最明白易曉之因子，不能不加以注意。如月球以引力而發生潮汐，則以日球引力之強遠過月球，必能發生潮汐，且能發生較高之潮汐，當在吾人意料之中。然謂日球能引起潮汐，固有然矣，謂日球能引起較高之潮汐，則不然。就事實上言之，日球引起潮汐之能力，實不如月球之半。其理由則以引起潮汐之事，距離爲尤特別重要。日之質量大於月二千六百萬倍，而其去地之距離，則較月遠三百八十六倍。此距離

之遠，實足以抵消質量之大而有餘，而其結果則如上文所言，月之力量較大於日二倍有餘也。有時日與月同力作用，於是有所謂大潮，有時二力相反，於是又有所謂低潮。此種作用，又以其他因子之參加而愈形複雜，以是各地潮勢之高低，亦相差極巨。故在聖赫勒拿 (St. Helena) 潮之起落為三英尺，而在芬地海灣 (Bay of Fundy) 則在五十英尺以上。惟此



英國特稜特 (Trent) 河上伊吉耳 (Eggar) 海神之游跡

圖示極整齊之河潮。天朗氣清，毫無風波也。潮波之所以呈此直立狀態(見此圖及下圖)，實緣河水下流甚急，阻止海潮之倒灌，因此增加其波前之傾斜度。凡例外之大潮，皆為日月二者相助之作用，亦詳見篇中。

處原因又甚複雜，非一言所能了耳。

十七

月之起原 雖然，與潮汐相關者尚有一事，較吾人上節所言之理論，尤為重要而有趣。達爾文 查理士，天演說大家也，其子達爾文 佐治爵士 (Sir George H. Darwin)，則用潮汐以發明太陽系生成之理。至吾地球與月球之關係，尤足用潮汐之理為之說明。當億千萬年以前，地球旋轉之速度，較今極大，而月離地之近，則幾與地球相連接，此殆事之無可疑者。此荒遠年代，正月與地球分離之時，亦即地球拋月使成獨立體之時也。蓋地球與月，原為一體，特以旋轉之速，使之裂而為二：一為吾人現居之地球，一即月。此非妄言，乃研究潮汐所得之結果。吾人第一所欲問者，為潮汐所生之能力。試沿地球上海線一觀，此能之證驗，隨處可見。江灣由潮以成，岩石由潮以碎，而巨量物質，且由潮以起運動。此能於何得之乎？能與物質同，不能於無中生有，然則此巨大消耗之能，果從何得之乎？

地球速度之減少 此答解甚單簡而極可驚。即潮汐能力之根源來於地球之旋轉是也。以地球質量之大，二十四小時中自轉一周，殆與極大之飛輪無異。又因其旋轉之速，故其能之儲藏亦極

富。然即極巨極速之飛輪，如其有所工作，或僅抵抗其支柱之摩擦力，亦不能消耗能力不已。其結果惟有漸歸緩慢，此無可逃之數也。依同理，地球之旋轉，既供給潮汐之能，即潮汐之結果，足使地球旋轉漸歸遲緩。潮汐之作用，恰與地球旋轉之制止機相似。巨量之水，為月所吸引，遂於地球之旋轉上，生一種阻礙功效。此種功效，以吾人通常標準計之，誠極微小；然小則小矣，而繼續不已，天文學上之算年，以百萬為數，經數千百萬年之後，此微小而不絕之功效，乃發生可注意之結果矣。

然潮汐之作用，當有一層為算術上必至之效果者。潮汐之起源，由於月與地球之作用，斯固然矣，同時潮汐亦對於月而起反動。潮汐既能減少地球旋轉之速度矣，同時亦驅月球使之遠離。此結果雖若可異而實不容致疑，蓋此為動力原理之結果，此原理亦無可致疑，惟非略具算學智識不易明了耳。由此可得數有趣之連系如下。

因地球旋轉之速度，繼續減少，可知從前地球之旋轉必較迅速。在無量數年以前，必有一時一日時間僅為二十小時者。再前則每日僅十時，更至不可思議之年代以前，則地球自轉一周，僅三四小時，亦意中事耳。

至此吾人且暫停止，而轉問月球之情狀。吾人已知現今月球漸與地球愈遠。反言之，即地球之日愈短時，月球之離地亦愈近。吾人迴溯愈遠，得見月球去地愈近，地球之旋轉亦愈速。至吾人上文所言，地球自轉一周僅須三四小時，月之與地幾若吻接。此極可珍異之事實也。人人知旋轉飛輪有一極限速度，過此速度，則離心力之大，勝於飛輪中各分子之固着力，其飛輪即將灰散。吾人曾以飛輪比擬地球，又嘗迴溯地球之歷史，至其旋轉速度爲最大時。吾人并知此時月之與地，幾於不分，此其結論如何，已無所用其抗拒。在更遠年代以前，地球曾爲飛行之碎塊，其碎塊之一，即月是也。以潮汐理論，說明地月統系之生成，其大略如此。

晝夜之增長 當月球初與地隔離之時，必與地球同其旋轉。月繞地一周之時間，正如地之自轉，換言之，即一月與一日之長相等也。至月球離地漸遠，月球繞地一周之時間加多，於是一月之長短，亦相當的加長。又因地球自轉之速度減少，故一日之時間亦加長，惟月之增長率，遠過於日之增長率耳。寢假一月之長，等於二日，三日，以次增加，最後至一月等於二十九日。至此以後，一月中之日數又漸減少，以至現今之數目，仍須繼續減少，至日與月之長相等而止。至此時代，地球之旋轉將極

遲緩。潮汐之止動作用有使地球之同一方面常向月球之傾向；即地球自轉一周，須與月球繞地一周之時間相等。設除地與月之外，無第三者之干預，則此即為最後情形。無如月與地之外，尚有日球之潮應加注意也。月使一日之長等於一月，而日球之傾向，則令地球旋轉愈加遲緩，使一日之長等於一歲。其致此也，則在令地球一自轉之時間，與其繞日一周之時間相等。以有月球之作用在，此事固難望成功；然日球之力，固能使日長於月也。

此事言之若可異，而在火星之衛星中，則已不乏實例。火星之一日，較吾人之一日約長一時有半；但其兩小衛星當發見時，其在內者，以七時四十分繞火星一周。是則火星一日中，其月之一，能環繞火星三周有餘，而在火星上之居人言之，即一日中乃三月有餘也。

參考書目

Arrhenius, Svante, *Worlds in the Making.*

Maxwell, James, Clerk, *Matter and Motion.*

Daniell, Alfred, *A Text-book of the Principles of Physics.*

Darwin, Sir G. H., *The Tides*.
Holman, *Matter, Energy, Force and Work*.
Kapp, Gisbert, *Electricity*.
Kelvin, Lord, *Popular Lectures and Addresses*, Vol. I. *Constitution of Matter*.
Lockyer, Sir Norman, *Inorganic Evolution*.
Lodge, Sir Oliver, *Electrons and the Ether of Space*.
Perrin, Jean, *Brownian Movement and Molecular Reality*.
Soddy, Frederick, *Matter and Energy and The Interpretation of Radium*.
Thompson, Silvanus P., *Light, Visible and Invisible*.
Thompson, Sir J. J., *The Corpuscular Theory of Matter*.

04017C



2121.6

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(五)

湯姆生著
胡明復等譯



商務印書館發行

萬有文庫

第一集一千種

編纂者

王雲五

商務印書館發行

040171

科 學 大 綱

(五)

湯姆生 著 胡明真 譯

世界名著

科學大綱

第九篇 顯微鏡下之奇觀

美國康南爾大學農學碩士 過探先譯
國立東南大學農藝學教授

在古時已有以透鏡爲擴大物體之用者，但「複式」顯微鏡之創造，則始於一五九〇年，製造者爲冉森（*Zacharias Jansen*）荷蘭人也，數年之後，復經伽利略（*Galileo*）之研求。然在十八世紀中葉之前，未能成爲精良之器械。吾人所用之透鏡，直接可以觀察物體者，謂之「單式」顯微鏡（或謂之廓大鏡），於解剖細小之物體時常用之。如用「複式」顯微鏡，吾人自接眼鏡管中見有物體之倒影，乃由接物鏡所形成者。普通顯微鏡之接眼鏡，有透鏡片二，接物鏡有透鏡片三，尙有新發明之各種奇巧構造，藉以增加廓大之能力，而同時不失物體之清晰及其真相。

難睹之生物世界 顯微鏡發明之始，大都以科學的玩具視之。觀察者以之廓大物體而繪其

圖，徒事美觀而不

注意於明瞭及真

確方面。以小顯大

之作用，如吾人不

利用之以為更深

之研究，並無多大

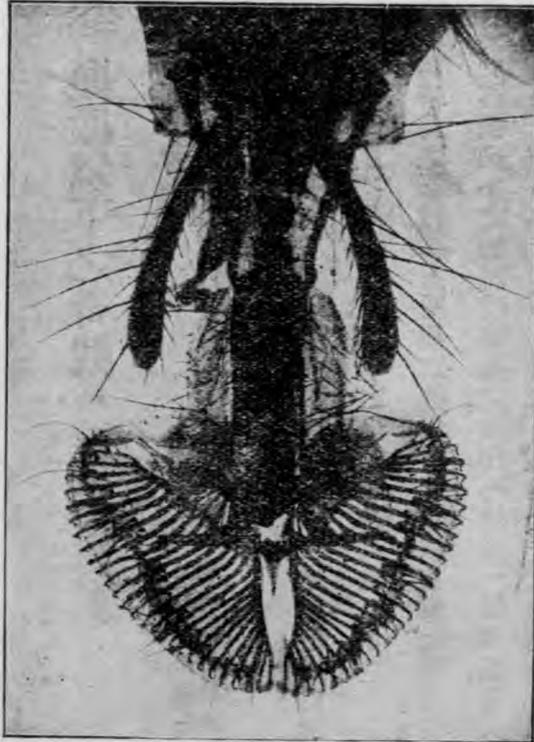
益處。雖然，此乃必

經之階級不久即

有廣大之進步，發

現難睹之生物世

界，即其一端也。最先之探索家，實為荷蘭之雷汶胡克 (Leeuwenhoek, 1632-1723)，如池塘中常



蒼蠅之長嘴

嘴為管狀，端有闊薄二，有無數之小管，橫貫其間，口涎由此以至薄面。實體之物質，如糖等，經口涎溶化以後，吸至長嘴，長嘴不用之時，常縮藏於頭部之空窟。兩個無關節而感覺銳敏之觸鬚亦可見。

見之車輪蟲 (rotifer) , 如植物腐敗之污水中滿貯之浸液蟲 (infusorians) , 均爲雷汶胡克所發現。其所造之顯微鏡甚多, 雖此種顯微鏡, 既無銜接之管, 復缺反射之鏡, 然已足使雷汶胡克應用之, 而在倫敦皇家學會, 表示其發現之微細動物, 而博得學會會員之證明書, 以證明確實曾見此種之微細動物焉。雷汶胡克於一六八七年, 又發現細菌, 細菌爲物體腐敗之媒介, 疾病傳染之根原, 然其作用亦有爲多數生物所利賴者。

未幾巴士特 (Pasteur) 及他人證明細菌之重要, 然雷汶胡克最先證明細菌之存在, 實爲科學史上極大之事件。不啻發現一新世界, 其中之分子極多, 且有無量造福及爲害之勢力, 其劇烈之動作, 進行於冥冥之中, 至人類以玻璃所造之透鏡, 置於自身固有透鏡之前, 方始明瞭; 夫人心中心蘊蓄此種想像, 蓋亦久矣。

又如動物精子之發現, 初時雖不見其重要, 亦爲科學史上極大之事件。發現者蓋始於哈門 (Louis de Hamen) 來丁城 (Leyden) 之醫學生也; 其時爲一六七七年, 哈門曾以其所發現者, 示諸雷汶胡克, 然雄精子之作用, 百年以後, 方始明瞭焉。至一八四三年, 愛丁堡城醫學生, 名巴列

(Martin Barry) 者，始見家兔卵胞受精之作用。近年來，研究卵胞及精子者，異常之多。精子與卵胞連合以後，卵胞始行發育，而生新個體。近日此種研究在遺傳學上極關重要，迴想來丁城醫學學生初見之情況，至有趣味之事也。

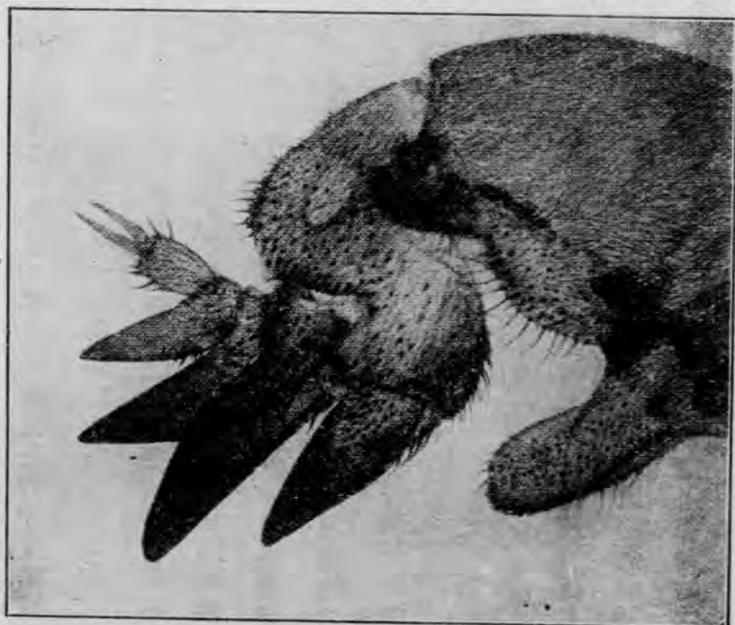
雖然，顯微鏡之功用，尙有較大於是者，難睹之生物世界，惟顯微鏡可以檢查之，關係人類之幸福甚巨，豈僅奇異之大觀而已。有最簡單之細菌 (bacteria)；有酵母菌 (yeasts)；與黴菌 (mould)；有與海洋內部經濟極有關係之單細胞綠色植物，以爲卑微動物如水蚤者之食料。有單細胞原生



無翅蠅之足

無翅蠅 (*Melophagus ovinus*) 者，俗誤稱羊蚤是也。身長約四分之一英寸，有鑽嘴以吸食羊血。足尖有彎爪二，甚合抓持羊毛之用。右邊爲蠅身之一小部分，身上有短毛甚多。蠅之傳播，恃羊羣之接觸。

動物，如白堊蟲(Foraminifera)死則沈積於海底爲白堊層，或石灰岩之原料，如浸液蟲類，將經過細菌腐敗之出品，造成介殼動物蠕蟲之食料，以及足以致人致命之瘧疾與睡病之微生物。又有多數微細動物，如池塘中之車輪蟲類動物，以及細小之介殼動物，食微細水藻及浸液蟲以爲生活，而自身則爲魚類所吞食。尙有不能目睹之初期發育寄生蟲，設無顯微鏡之補助，則其生活史將永不明瞭。若非恃顯微鏡以尋覓種種之事實，而補不能聯接之缺



蜈蚣之前足

表示極強掘土之爪，較小之鐮，以及膝上橢圓形之感覺機官。

憾，則生物之系統，終將變幻叵測，非虛語也。常時爲害於農家羊羣之肝鉤蟲，長約一寸，比較而言，不可謂小，但肝鉤蟲之卵，極爲微細，其孵出之幼蟲，入於水蝸牛之內，均非目力所能見。人食未經煮熟之不清潔牛肉，常遭蛔蟲之害，蛔蟲之長，可及數碼，然其初固爲微細之卵，被犢所吞食，而孵出銳口微細之幼蟲，有時且入牛之膀胱而爲害焉。藉顯微鏡之力，以尋知生物之生活史，其例不勝枚舉。數年前，英國之蜜蜂，受外特島病 (Isle of Wight disease) 之爲害，蔓延甚廣，蜂房破壞極多，極有利益之養蜂事業，爲之失望不少。此病之原由及性質，甚不明瞭，經棱尼 (Rennie) 及懷特 (White) 在顯微鏡下勤奮忍耐之研究以後，方知由於極微細之小蟲侵入蜜蜂之前部呼吸管所致。病原既明，故能不久即行發明防除之方法。

微小動物組織之複雜 在顯微鏡未發明以前，已有人藉解剖刀及簡單透鏡之助力發現人身及動物組織之複雜，吾人如能迴溯亞理斯多德對於動物組織之智識，即可免誇言近日之成功。亞理斯多德曾解剖無數種類之動物，如海膽 (sea urchin) 等類；曾見尙未出卵殼幼雞之心跳，曾描寫角鮫 (dogfish) 之胚胎，如何附結於母體卵管之上。廣續亞理斯多德研究動物之解剖者，

亦復不少。自顯微鏡發明之後，乃得證明微細動物之組織，直與較大及最高等之動物相等。意大利馬

爾丕基 (Marcello

Malpighi, 1628—

1694) 為研究先鋒

隊員之一，於蠶體內

部組織，描摹極詳。彼

嘗用功過度，以致發

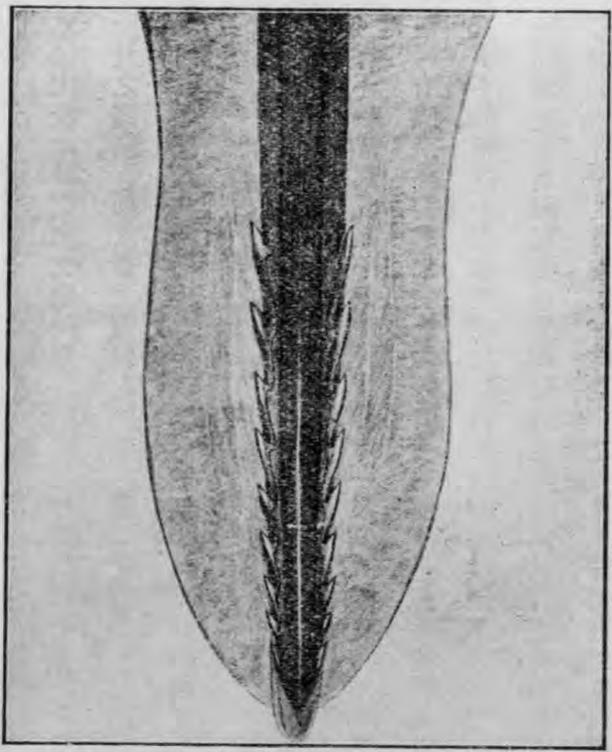
熱而目腫。『雖然，研

究之時，有無數之天

然珍寶，羅列於目前，

余心中之愉快，非言

語所能形容也。』此



蜜蜂之刺螫

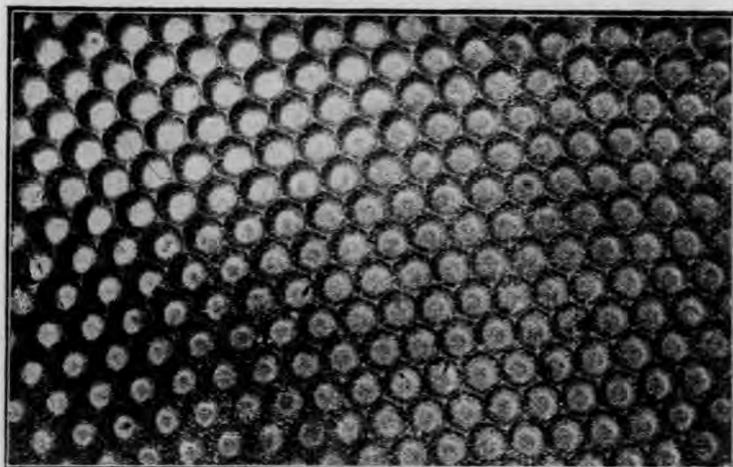
中部為導管，尖而有鐵。在導管兩邊之凹處，有柔針焉，循導管以移動，并能透出於導管之外。圖上淺色處為刺螫之觸鬚，當蜜蜂刺擊時，毒腺所分泌之液質，沿針及導管而下焉。

馬爾丕基之言也。馬爾丕基發現昆蟲之體內有無數之分枝細管，為呼吸之用。吾人對於昆蟲之智識，乃大進步。此種發明，足以代表此研究家之精神，以及研究之性質，此種研究至今猶流傳不倦。由此可知動物雖小，身部所具之機關，亦如人身之複雜。馬爾丕基雖有兩透鏡片之顯微鏡，然其研究多賴簡單之透鏡，無論如何，其名已與其所極大之發明，流傳於無窮；此發明維何，即組織之複雜不在乎體積之大小也。

取微小動物如車輪蟲而觀察之，最有興趣之事也，其大僅如刺針，然亦有食管，嚼器，神經系，筋肉，腎管等之組織。英國又有小甲蟲焉，其長不過英寸百分之一，幾為人之目力所不能及。然其內部之組織，宛如非洲之大甲蟲，有腦及神經，肌肉，食管，氣管，腎管，血胞，生殖細胞。全體如此之微小，而其組織，如此之複雜，或為人所不解。然微小生物體中之複雜組織，固顯微鏡下之第二奇觀也。

生機組織之複雜 馬爾丕基為研究微小動物組織之先鋒，前已言之矣，但吾人亦不可忘荷蘭人算麥丹 (Swammerdam) 對於生機上觀察，為空前之舉。算麥丹之研究，足以紀念者，不僅在微小動物之解剖，而在較大動物之詳細解剖，如英國之最初顯微學專家虎克 (Hooke) 及格羅

(Grew) 皆其一流。此種爲別開一面之研究，因其足以披露解剖刀及簡單透鏡所不能見之生機組織也。算麥丹在一六五八年，發現蛙之血球；馬爾丕基證明在肺之空氣細胞中，血與空氣有交換氣體之作用；雷汶胡克，在一六八〇年時，證明動脈與靜脈之間，有微細血管之連接，因完成哈維 (Harvey) 之血液循環學說，此皆重要之進步也。雷汶胡克言其觀察蝌蚪尾部之言曰：『有趣之景象，爲余從來所未見，在該動物靜止水中之時，余發現血之循環五十餘處，余隨時可取之而考察於顯微鏡之下。余不但見

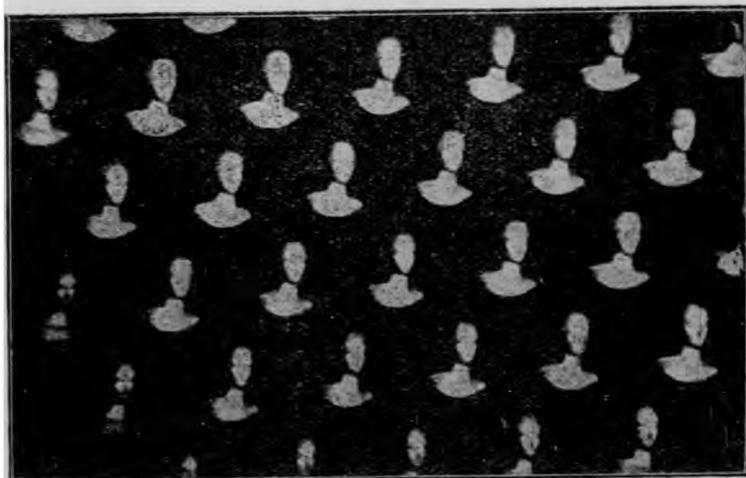


蠅之複眼表面

表示複眼所包含之無數小眼之一部每一小眼，實爲一完全之眼，各有複鏡及視覺膜。

各處之血，由極微細之血管，輸運自尾之中部，向邊際而進行，且見每一血管具一回轉，使血迴向中部而至心房。此乃極重要之觀察，動脈管向外輸運，靜脈管向心輸運，有毛細管以連接之，而成一系之組織。

上述之淺例，表明顯微鏡檢查之功用，在乎披露組織之複雜而使生機之作用，格外明瞭焉。從此種注重於組織之研究，吾人可以深知生命之作用：祇看室內之設備及器具，並不能得工廠之全豹，然乃其主重之部分也。吾人之手指，接觸劇熱之物，即行退縮，是為反射作用，惟有藉顯微鏡之助力，生



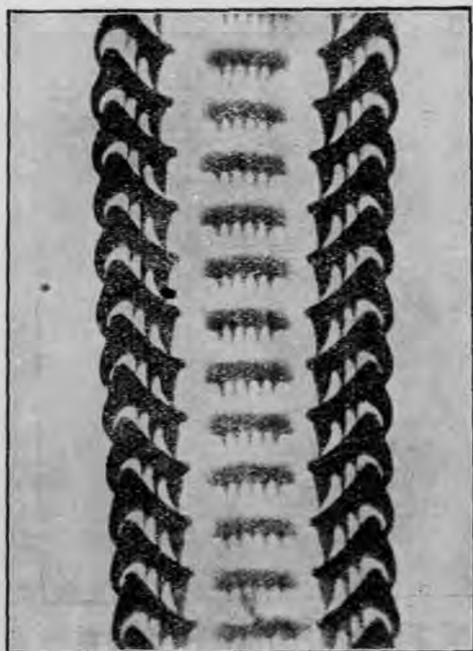
經過蠅眼所攝之影像

圖中有相同之影像甚多，乃同時所攝得。每一影像，由每一小眼之覆鏡所成。

理學家，可以說明知覺神經，如何傳達消息於居間之神經細胞，由此而達運動神經，以主使肌肉之動作。見美味而口流涎，惟有藉顯微鏡之助力，生理學家始可追溯眼中傳出之消息，如何而達於涎腺，並可以證明涎腺之細胞，如何豫備其分泌，待機鑰被神經主使開放以後而流出焉。生機作用之研究，須用試驗及化學之分析，然顯微鏡之觀察，決不可少。生體微小部份組織之複雜，乃顯微鏡下之第三奇觀也。

生命之基礎 除極簡單

生物以外，各種之生物，均由細胞所組成，細胞內之生活物質，曰原形質，有分裂繁殖之機能；如欲述細胞及細胞內容逐漸發明之



油螺口中之銼帶

或誤稱之爲上顎油螺用此齒狀且能伸縮之銼帶，鑽洞於被掠動物之皮或介殼焉。

歷史，甚覺長而複雜。法國解剖學家比沙（Bichat）雖不幸而短命，已解說活人之身體，實爲下列之各組織系所組成，神經，肌肉，泌腺，連接皮膜等系是也。然首先發明細胞學說之功，當歸諸司旺（Schwann）及士來登（Schleiden）微耳和（Virchow）及谷德塞（Goode）細胞學說之發明，實爲顯微鏡與思想力相輔所奏最著功效之一端。細胞學說表明三種事實：（一）無論動物或植物，均有細胞之構造；或爲一個細胞，或爲無數細胞所組成之團體；（二）生物之生殖，如照常度，均原始於一個細胞，若非單細胞之生物，則屢經分裂繁衍，而成組織器官及個體；（三）個體之生機作用，爲其所屬細胞連合之總作用，微耳和云：『動物之個體，



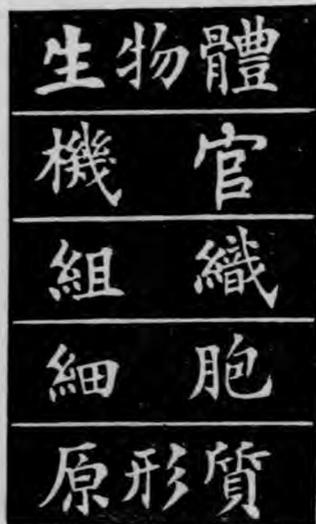
愛丁堡大學解剖學教授谷德塞

谷德塞爲著名之專家，與司旺，士來登，微耳和諸人，發明細胞學說。細胞學說，乃生物學之基礎也。

乃生機單位之集合現象。吾人不可僅以動物爲細胞之團體，宛如暴徒烏合而成匪黨，兵士集合而成軍隊也。吾人如想像已經受精之卵胞，爲潛在之完成有機體，分而又分，細胞遂多，因分工之結果而生機動作，爰得一致而增加其勢力，則較爲切近。某植物學家曾有言曰：非細胞造成植物，乃植物製造細胞耳。

細胞之小宇宙 除亞理斯多德數人以外，古時之自然研究家，大都注意動物之表面；其後遂研究及於內部之器官，如心肺等類；比沙之研究，精深及於器官之組織；其後遂及於組織所含之細胞，最終乃有原形質之發明；原形質者，赫胥黎（Huxley）謂之『生命之物質基本』。

最初以爲細胞之形象，爲一滴之活質及一胞核，間有胞垢在其周圍，然自有顯微鏡以後，此種



生物體爲各種機官所組成，機官者，如心，腎等等是也。機官乃各種組織，如筋肉神經腺連接等系構造而成。各種組織，則爲各種細胞之集合，而細胞之主要部分，則爲原形質也。

觀念，已不切合矣。吾人知細胞之體積雖小，化學之成分，參差極大，并有混雜之微物，及不能混和之液泡，不息運動於流質之中。在此迴旋及漂流物之內，有細胞核之存在；細胞核者，亦不啻一小宇宙也。胞核之滲透垣內，有容易染色之體，是謂染色體 (chromosome)；染色體之數目，各種屬均不相同，惟各有一定，每一染色體，為若干染色珠 (microsome) 連合而成，貫串如透明之帶，細胞也，胞核也，染色體也，染色珠也，種種名稱，未免眩人頭腦，然皆事實也。

細胞核內，有一個或數個之小核，細胞核外，尚有一極小之星狀體，名之曰中心體 (centrosome)，其功用與細胞之分裂，極有關係。上述種種尚未完全，然細胞宇宙之複雜情形，亦可不言而喻矣。人類細胞中，有染色體約二十四，某細胞學專家嘗謂每一染色體，不啻為軍團之編制，不能分割之單位，實為染色珠。染色珠者，猶軍團中之個人也，若以人之全身而言，當有恆河沙數之細胞，誠可懼而奇異之創造哉。

個體之原始 多細胞之生物，以常度言，原始於一個細胞，即已經受精之卵胞是也。上節已經提及，已經受精之卵胞內，藏有決定該生物遺傳性質之因子，以顯微鏡可以見卵胞之宇宙，并可以

決定某種遺傳性質之因子，爲那個染色體所支配，如在香蕉蠅卵之內，可以斷定其紅眼灰翼或其他性質之遺傳因子，在於染色體之何部，顯微鏡下之奇觀，於是殆歎觀止矣。

雖然，上節所言，不過就顯微鏡下所能見及者之一例耳。吾人深知在生殖細胞成熟之時，有排列及結合之現象，混雜遺傳之性，宛如混雜紙牌然，而新變異於是乎起焉。吾人略知卵胞受精之時，或受精以後，父系及母系之遺傳因子之相互作用，吾人深知個體發育經過之次序，由簡單而複雜，由蘊藏之遺傳，而變爲實現之個體。十七世紀之時，發見血液循環之哈維，對於發育曾發表其意見，其言曰：『孕之原始及誕生，係由於雌雄二體，人能知之，故雞卵乃雄雞與雌雞所產，小雞由雞卵而出，然不惟生理學專家，即亞理斯多德通達之腦經，未嘗說明雄雞及其種子，如何自卵而鑄出小雞也』。吾人現時，雖不能詳悉遺傳之因子如何凝縮於針大範圍之內，已經受精之卵胞，如何剖而爲二，分裂復分裂，隨而分工，以至胚胎之成長；然吾人確知同類爲何常生同類，某種遺傳性質，爲何分布於後代，有一定之方法，吾人亦知發育逐漸完滿之步趨，此種智識，洵顯微鏡下之冠冕奇觀。關於遺傳及發育之重要問題，將另章討論之。今欲聲明者，以科學之方法，研究遺傳之現象，則顯微鏡之

觀察，其重要不下於育種之試驗及統計也，三者均極重要。

顯微鏡功用之廣大

無論何人，均知指印於認辨犯罪人時之用途，極為重要。蓋手指上綫紋

之圖形，各人不同，足以表示個人之特徵。若物面之上，留有竊賊之指印，則可根據之以與歷來犯罪人指印簿詳細比較，或可定竊賊之爲誰。然顯微鏡於偵探囚犯時，尙有更妙之應用。若嫌疑犯之衣上，有血跡之存在；而嫌疑犯自



蠟質上之拇指印

手指之皮，有無數之綫紋，綫紋之間爲凹槽，其模形甚爲奇妙，雖同胞之兄弟姊妹，亦復不同。蓋由於遺傳之變異所致。此種特性，可以利用之，以爲認別之助。

言，爲殺兔時所污，往往可以顯微鏡觀察之，而決定其言之真僞。蓋各種哺乳動物之紅血球，雖極微小，而其輪廓各有不同，且哺乳動物之紅血球，爲圓形式，而其他脊椎動物之紅血球，乃橢圓式，一望即可分別。不但如此，紅質之紅色素，極易使之結成晶體，最堪注意者，馬血與驢血之結晶體，極易分別，家犬之結晶體，與澳犬之結晶體，亦各異形，毒物之能結晶者，亦可用顯微鏡以偵查之。

顯微鏡於醫學上之功用，觀於檢查血液之一端，已可概見矣。將病人之血液，模塗於玻璃片之上，置於顯微鏡下考察之，常可決定其病原之所在。微細之寄生物，如瘧菌等類，均可以偵查得其真相；人類雖有恆河沙數之血球，然計算其數目，往往可以證明病人之血球太少；血質之結晶體，有變其形式者，即可決定非其常度。藉顯微鏡之力可以決定血液或食道之中，是否有某種之微生物或寄生物之存在。顯微鏡關於此類之醫學上功用，無待贅言矣。飲水每易爲細菌及其他微生物所污，以顯微鏡檢查之，有裨於衛生不少。牛乳極易受污物之侵入，且爲各種病菌之良好繁殖處所，故以顯微鏡檢查之，亦爲極重要之職務也。

檢查貨物中之夾雜物，顯微鏡之功用亦大。植物體中之澱粉粒，如馬鈴薯粉，小麥粉，米粉，玉蜀

黍粉，形式各異，極易分別。故以顯微鏡檢查市上之貨，如葛粉等類，立卽可以決定其真偽。若有一種蜂蜜，內中並無花粉粒，而有澱粉粒，則可決定其並非蜜蜂之產品；故顯微鏡不啻爲詐僞之偵探家。雖然，顯微鏡之功用，尙有較重要者焉，則輔助冶金家以檢查各種冶金組織上之堅固與否是也。

農夫可以利用透鏡，以檢視種子之純駁，尋覓某種之害蟲，考察誘病及黴病之發生；農學家於研究爲害於各種作物之病菌，顯微鏡更不可少。

超極顯微鏡 二十世紀之初，須藤篤夫 (Giederen) 及 薛孟台 (Zsigmondy) 發明使用顯微鏡之精妙方法，一般人稱之曰超極顯微鏡 (ultra-microscope)。人人知強烈之日光線，入於暗室則見無數之微塵，飛揚不已，而在通常光線之下，則不能見也。於暗室中，幻燈強光之下，亦可見無數之微塵飛揚，微塵之多，非意料所及，因其被強光之炫耀，始得見焉；蓋塵面起光線分離之作用，微塵因放大而可見也。

在一八九九年之時，累力爵士曾謂用廓大力最高之顯微鏡，通常所不能見之微物，若置於極強光照之下，均可以使之得見，超極顯微鏡之發明，卽根據於此理，須藤篤夫及薛孟台以爲溶液中

之纖維物粒，通常所不能見者，苟能以極強之光線，自旁照耀之，或可得見。無論如何，其光變之影像，必得見焉。以通常之顯微鏡論，照耀之光，自反射鏡通過玻片台下聚光之機關而來，直接穿過溶液，或極薄透明之切片，成影像於鏡管，而達於接眼鏡。若於考察溶液之超極顯微鏡，光線自橫向射入溶液之內，而自上面觀察之，則見纖維物粒，跳動極烈，所謂布拉文運動，因其最初發現此種動作者，為布拉文。布拉文之運動，由溶液中之纖維物粒，四面為分子之移動所撞擊使然。超極顯微鏡，再佐以相當之附屬裝置，可



鋼之放大剖面圖

表示有無數之流紋。

以計數溶液中之纖維微粒，并量其每粒之大小，惜非本章應有之討論，故不詳述焉。

尚有一種『黑地照耀法』，亦足以窺見通常顯微鏡不能顯示之組織，貝理斯教授 (Prof. Payliss) 曰：

『將照耀光之中部光線，阻止其出射，而以拋物面線使其周圍之光線，反射而聚於觀察物之一點，此種光線交錯而過接物鏡，接物鏡祇採受其屈折或分離之光線』。是謂黑地照耀法。

顯微鏡之主要部分，爲（一）接物鏡，用之以得觀察物第一次廓大之影像者；（二）接眼鏡，其功用爲將廓大之影像，更形廓大，并傳送之至觀察人之眼；（三）臺下之聚光機關，爲照耀觀察物之用，各部分均經累次之精細改良手續，如鏡片玻璃之品質等是也。現今之顯微鏡，確爲完美之器具，毫無疑義；除非再有新發明，如超極顯微鏡及黑地照耀法等類，現在所用之顯微鏡檢查法，或不能有多大之進步，何以故，爲光學上之限度所限也。顯微鏡主要之功用，不在廓大，而在分解。巴那德 (J. E. Barnard) 曰：『所謂分解者，指接物鏡所有分解及造成詳細準確影像之能力而言』，如吾人不能見及深密之構造，廓大並無多大之益處，因僅僅廓大，不能使吾人明瞭事物之真相也。決定顯微鏡分解能力之因子有二，第一爲接物鏡之受光罅隙，所謂受光罅隙者，即透鏡曲率所能

承接分歧光線之數目是也。廓大率甚高之鏡極小，能承接之光芒亦甚小，廓大之能力，雖有增益，而其所失在於照耀之不足。用浸鏡之法，以增多所入之光線，實爲巧妙之計劃。浸鏡之曲率有定，浸入於觀察物片上之油，或他種流質之中則各邊均承接光線，故將接物鏡浸

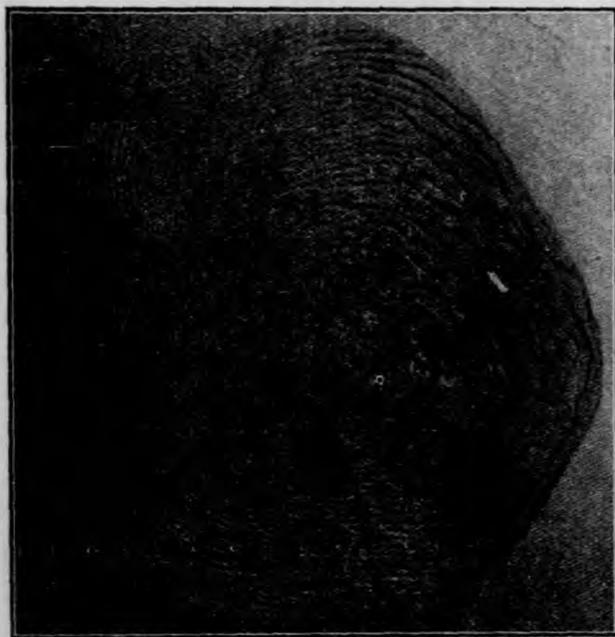


蝶翅之一部

表示無數鱗片排列之狀，不僅覆蓋如屋上之瓦，并呈水浪及迴旋之形狀。每一鱗片，有縱直之溝浪，有擾擾光線之能力。故蝶翅往往呈金屬色之虹光焉。

入於油滴，可以增加照耀之力量。此法發明以後，顯微鏡之功用，增加不少，而可以為分析構造之用，披露事物深密之組織，然油浸接物鏡之受光罅隙，現已至於最高限度矣。

第二之因子，為光之波長。光線自反射鏡衝撞出發，而聚於物片之上，其波動之長短，有一定之限度，貝理斯簡明之言曰：『無論何物，其大尚不如所受照耀



金 魚 之 鱗

表示無數之生長層。鱗之中心，為一微點，層線迴繞其外。生長期有速有遲，故層有闊有狹。在夏季生長之層與冬季生長者不同。吾人視樹木夏季及秋季生長層之多少，即可決定其年紀。故吾人亦可以金魚鱗片上生層之多寡，而決定其年紀。其鱗不啻有日記在其上焉。

光波長之一半者，其真相必不能見，因受分離之影響故也。顯微鏡之觀察，由此受一定之限度矣。此乃困難之問題；顯微鏡廓大及分解之能力，有一定之限度，不可不知也。

巴那德曾利用藍紫射光最多之汞氣燈爲照耀之用，有興趣之進步也，紫外區域不能見之射線，或亦可利用之以更增顯微鏡分解之能力。照現在之情形而論，切於實用之廓大限度，約在八百倍直徑左右。

顯微鏡下之美觀 在結束此章以前，不可不指明顯微鏡下觀察物實有無窮之美麗，如矽藻、白堊蟲、放射蟲等軀殼之構造；花粉粒及蝶卵之表面；植物莖及海膽刺之組織；蝶之鱗及其六角之複眼；植物葉上之細毛；植蟲之分枝狀態；岩石剖面之紛雜；雪之結晶；形形色色，不勝枚舉焉。

參考書目

- Carpenter, *The Microscope* (1880).
Dallinger, *The Microscope* (1891).
Ealand, *The Romance of the Microscope* (1921).

- Guyer, *Animal Micrology* (1909).
- Lee, Bolles, *Microtomist's Vade-mecum* (7th ed., 1913).
- Scales, Shillington, *Practical Microscopy* (1909).
- Spitta, *Microscopy* (1909).
- Wright, Almoth, *Principles of Microscopy* (1906).

第十篇 人體機械

美國康南爾大學哲學博士
國立東南大學動物學教授 秉志譯

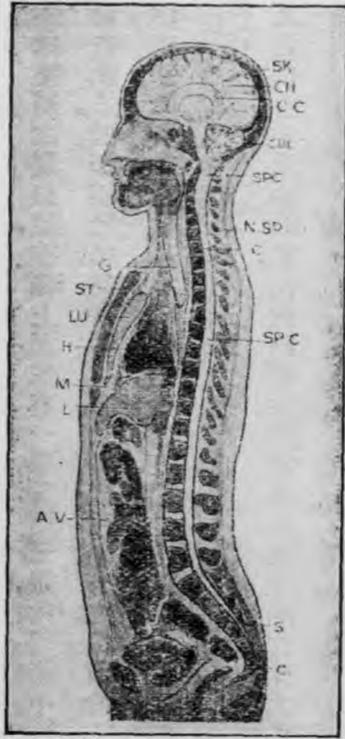
人體係世界上最完美之機械，其構造極精巧，吾人知之愈審，則驚嘆之心愈增。吾人於每一代中，幾必有新法發明，以影響於吾人之生活，惟人體組織祕奧難測，昔日生物家不能深悉其奧。迨生物學發達，生命現象，因以日明，然研究方法，仍屬未備；其中多有不易解釋之處，故須俟諸將來始可解決耳。近世科學進步，往往一種真理發明，他種疑難，亦因之而起。泊夫天演學說出世，動物及人體之演進，斑斑可考；其體中大多數機關之功用，遂可得而尋求焉。動物體質之組織，頗爲完備。五百年前，已有動物體中各機關之功用，發達既早，復逐漸進化，經如許變遷，最後乃有人體之出現。動物中體質之構造，要以人體爲最新最備。此種變遷，難於短暫時期中觀察之。蓋其歷數千萬年之久，宇宙間物，不知幾經滄桑，動物體質既善於感應，於此深受影響，卒臻美備，此人體之所以有今日也。

體中退化之各質 人體雖稱機械，然其構造，其功用，固非尋常機械所能比擬也。蓋其運用神妙，舉近世科學所發明創造者，一與之相較，其精粗之別，不啻霄壤。蓋人體有一最奇妙之特能，可以自行建造，自行保養，自行管理，自行整頓；其中一部分偶不適用，必自行退化，往往經過百萬餘年，完全消滅。此其與尋常機械不同者。若從此觀點一審驗人體顯見部分之組織，一切退化之痕迹頗有可尋者。

人之頭腮等處生有髮鬚。人類毛髮，在其天演歷程中往往有藉人力而發達者。蓋男子擇配，喜取女子之面目淨美者；女子擇配，喜取男子之健碩美髯者。數萬年後，遂生影響。故毛髮之生，必有一定之處，男子鬚眉，所以甚重也。胸腰足臂等處，生有體毛，皮膚小孔中亦生汗毛甚多。未生以前，胎毛幾偏於週身；其無毛之處，惟手掌與足掌。然毛髮究非有益之物，爲其可以含泥垢及微生蟲，爲癬疥等病所從發生。就其歷史而言，實冰代動物皮毛之遺跡，一退化之組織，非萌芽待長者也。

常人多以人類之外耳，可收取聲浪，俾入於內耳，其實不然。蓋此質過於平匾，不能生此功用也。

馬耳尖長，可以自動。人之外耳原來與馬耳相若，可以向各方面擺動，以取聲浪；惟退化既久，其功用全失。耳皮下面有筋肉七條，附着於脆骨。現在人類之外耳能自動者甚少，故此質可確定為一退化之機關。



人體之縱切面

SK 顱骨；CH. 大腦半球；CC. 胼胝體，以連大腦兩半球；C. B. L. 小腦；SP. C. 脊髓；N. SP. 脊刺；C. M 脊椎節；S. 薦骨；C. 尾骨，乃薦骨以後數節混化而成；A. V. 腸及他臟腑；M. 隔膜，此質將胸部及腹部隔斷；H. 心臟；LU. 肺臟；ST. 胸骨；G. 食道。

皮膚下面之筋肉，其退化者有許多處；如人有能扭轉其鼻孔或伸縮其頂皮者。惟多數人皆不能如是，蓋各處筋肉，其初皆有功用，一經退化，遂失其本來之性，而不能自動。

兩眼內角之淚肉，最初組織之遺痕也，現在已毫無功用。鳥類眼中生有白膜，可以遮護眼球。人眼之淚肉，原來與此質相同，今則縮捲於眼角；因眼皮發達，遮掃塵垢，其功用較眼膜為佳，故眼膜遂形退化。人類雖非由鳥類演化而來，而獸類幾無不具此眼膜者；則淚肉為眼膜之遺痕，可以知矣。

煤林時期之爬蟲類，首部上面生有一眼，為第三眼，此殭石中動物之組織之可考者。今日之爬蟲類，尙有此質，惟既經退化，為皮膚所遮。鳥類獸類亦有之，深藏於首部內面，不易辨視；不徒鳥獸如是，人類亦然。此質之體積甚小，與榛子相若，在腦之上面，名為松子腺 (pineal body)；此質有何功用，無有能言之者，然此要為第三眼之遺痕也。

人之盲腸，垂形如蠕蟲，長約四英寸，生於小腸與大腸之間，其內端與之相通，而外端無孔，故有是名。此處為盲腸炎所從發生，最險惡之症也。此質被割，人體亦無傷害，則此質之為廢質可知。在最初之草食哺乳類，此質係一闊囊，含細菌甚多，可以化碎較粗之食料，此其功用之可尋求者。

人類脊骨之末段，為尾之遺痕；初生之幼兒，時有帶一小尾者，雖極短小，尙能擺動；蓋脊骨末端，未盡消失者。此外人體之骨骼，筋肉，腺體等之退化者尙多。據專家所言，人體中退化之機關，凡一百

有七；以上所述，乃其最顯著者。此等退化之各質，其初皆有功用，其構造已極精巧，然演進不已，至於今日，人體之發達，成最完美之機械；以天演學說釋之，最爲允當者也。

二

取食之機關 人類生活之現象，最有研究之趣味。食物在人體中，幾經變化，成爲體質。如以鈹（Bismuth）之粉末，與易消化之食物相攪，爲人所食，其經過消化系之程序，用X光線照之，可以見消化之食物，散佈於體中，成爲新體質，其不能消化者，入於大腸，以便排泄。人體各質，必需食物以爲滋養，解剖家生理家之所發見，頗爲詳細。食物之變化，皆可由實驗證明。

口爲取食之機關，其組織極巧極備。眼與鼻監視食物之入口，舌之上面生味芽（Taste buds）甚多，有感覺之功用，可以辨別食物之美惡。食物之汁液，侵入舌之薄皮，生一種化學之刺激；舌中神經，將此刺激達於腦中，爲腦部所認可，允其入內，然後復有他神經主使下顎之筋肉，於是而有咀嚼之行動。

口中最要之質爲牙齒，關於牙齒之著作，卷帙浩繁，不能盡述。脊椎動物如鯊魚，已有牙齒，此乃

顎邊皮膚凹入口中，成爲貼層，因咀嚼堅硬食物，若蚌殼之屬，爲日既久，遂發達爲牙齒，今日動物之牙齒，雖極形發達，然其起首乃最簡單之組織也。牙齒外層爲牙罩 (enamel)，其下爲齒質 (Dentine)，其中空隙，藏有神經與血管，牙根有黏質，將牙齒黏於牙窩，極爲堅固。然吾人時時嚼齧堅韌之物，而顎骨不至受痛者，因哺乳類之牙齒，與魚類不同，牙根之下，另生他質，其嵌入顎骨既不甚牢，故不至生震撼之苦耳。

有一種微細之組織，具製造骨骼之功用，人體初生，此質即開始製造，由血脈所含之食料中，集聚牙齒所需之各質，若牙罩、齒質、黏質等，使成爲牙齒；今世所造之假牙，即仿諸此，惟不如是精工耳。幼兒甫能食物，其牙齒已成，嗣後人體逐年增長，成人之顎骨較大，牙齒硬質，不能隨之改變，其中各質，漸被一種微細之組織蝕去，於是幼兒時所生之乳齒，變爲空殼，其下另有一新齒發生。幼兒脫落之牙齒，其中空虛者，卽以此故。

人體各質，有因不用而退化，以至於完全消滅者；如髮毛等質，因不用而退化，牙齒亦然。牙齒之功用，爲嚼齧堅硬之物，今文明大昌，人類所食，皆爛熟之物，牙齒之致用，已不如前此之甚。不開化之

民族，其牙齒因嚼齧堅硬之食物，損磨頗甚，開化之民族，其損磨較輕。顎骨之運用，既形輕緩，其中血脈之供給，亦因之而減少，故其牙齒日形薄弱。人類之牙共三十二枚，亦有於成年後，更多生一對者，此謂之複牙 (wisdom tooth)。人亦有生三十六枚者，與猿類之牙數相符，即此足見人類牙齒，漸形減少，將來或竟至全行消滅，亦未可知。然人體中時時發生新能力，以爲操勞之需；人類之體質，或不至因文明日進，而全行退化乎？

食物入口，牙齒嚼碎之，口中又有唾腺三對，所生口涎，注於食物，當食物未入口時，神經已傳其消息，唾腺分泌，俾口內含有津液。此腺之組織，係一種細胞所成，細胞分泌，生化學上之功用。其一部分爲水，其餘皆化學之質，不獨浸潤食物，使之柔軟，且能將食物化爲糖質，故人食物之時，宜細細嚼之。食物在口中，雖不甚久，而已有化力之進行。唾涎隨食物入胃，繼續動作，約歷半鐘，純係化學現象。人若嚼食不細，唾涎難與食物充分混攪，而驟行下咽，往往發生疾病，故不可不慎也。

三

消化之進行 牙齒與唾涎，既竟其功，舌上之味芽，亦飽受感觸，口中食物，可以下咽矣。咽食似

係一種單簡之動作，然其中開闔輸轉，俾其入內而無所阻者，實屬複雜，蓋食物非能逕然下咽也。當其向內運輸之時，口中發生變動，口底之感覺器，專司傳達，將消息達於筋肉，俾下顎舒伸，然後復向上闔之，與上顎併口中軟腔 (soft palate) 作斜側之狀，其他各筋肉，將各孔道之通於鼻與肺等處者，悉行合閉，食物遂展轉而入咽喉，此咽食之第一步也。倘有少許食物，誤入氣管之中，該處筋肉，不能容之，於是咳嗽不已，必將此物迫出而後止。口之爲器，以其交通而言，頗爲複雜，鼻與耳之內部，各有孔道，與之相通。耳內又有所謂歐斯達管者，爲口與耳相通之孔道，口與聲帶交通，爲喉頭所監視，喉與口直接相連，故口爲最要機關之一，講衛生者，不可不注意也。

食物經過甚長之途程，始得完全消化。中等身材之人，其消化管之長，恆達至二十八尺左右。人多於消化真象，不甚明瞭，故易罹疾病；苟注意於此，可免許多痛苦矣。吾人所得之食，必須完全破碎，然後方能爲血脈所吸取。體中各機關皆由此已溶化之食物，收取養分，其餘無養分之質，乃排洩於體外，故食物須經過二十餘尺之長管者，蓋使各機關悉得乘機營養耳。

食物之入胃，先經過咽喉頭與食道，其繼續運輸，非直注而下也。生理專家岐司氏謂食物之入胃，

乃因咽頭開展，令一團食料下落，嗣後咽頭一部緊閉，迫食物前行，食物所到之處，其後每有收縮處，成一環形，食物之入於食道，因此收縮力所致，而其前每形寬緩，以便前進。此寬緩處，亦成環形，此食物入胃時之情形也。

胃爲直管，食物頗易經過；此等情形，可於下等動物見之。惟因進化既久，胃之量增大，故人類之胃，成一大囊，將食物收貯其中，使之爛碎，與胃酸胃酵等混合，食物經過此種消化，約歷數鐘。胃在心之左近，其上部無消化功用，其中部筋肉，作波形運動，擁迫食物，俾與消化液相接觸，展轉而達於末部。胃之筋肉，共分三層，因筋肉工作之不息，其中食物，得充分調和。康健人之胃，約於四點鐘內，可竟其消化之功，於是可受新來之食物而消化之。若此時無復有食物入胃，筋肉爲扭旋運動，由神經達於腦，成飢餓之感。

胃內血管極富，而又有無數小腺，發生胃液。人見美味之食，其視覺嗅覺，皆受影響，達於腦部，復由此達於胃腺，迨食物入口，與舌上之味芽接觸，胃腺愈受影響，血脈向此處注流，胃腺吸收血中之汁液，化爲胃液，注於食物之上，消化卽由此起首矣。然一大部分之食物，非在胃中消化者，所有糖質

澱粉等，須經胃部之後，始生變化，食物如肉魚雞卵等，皆含蛋白質，此實在胃中破化，以便吸收，惟此仍屬一部分耳。其餘尚須輸入小腸，小腸長約二十餘尺。食物經過如許程途，乃盡行消化。至於酒則不然，甫入於胃，卽刻吸入血管，非如食物消化之遲緩也。

常人對於身體各部之生理，具普通知識者甚少，故腸胃爲何，多有不能分別之者。人體既具此完美之機關，而不知善自護衛，殊可怪也。各種食物之易消化與否，及具如何之養分，甚易調查，宜慎擇而食之。方食之時，或既食之後，胃中各種組織，由腦部吸引血液。此時倘用腦力，最足損傷身體，人苟能於消化現象，一一明瞭，善自節制，可以免去許多痛苦。

四

消化之機關 生理學名家麥奇尼可夫 (Metchnikoff) 嘗發新奇之論，謂人之消化道，乃

陳腐不堪用之機關，應完全廢去，故胃之爲物，實屬贅疣。科學家對此等議論，鮮贊同之者，然吾人試審思之，而後知麥氏所言，實有深意存乎其中。蓋食物可用化學質料，先使消化而後取入體中；此曲折複雜之腸胃，不徒無益，且爲一切疾病所從出，故不如廢去也。食物中含許多廢料，將來尚須大加

改良，惟人體有此消化器，勢不得不如此取食，以供其需求；至將來如變遷，亦難言矣。

胃之末端，小腸所從起首，小腸爲細管，其與胃相接處之筋肉，成一環，頗緊勁，此等自然構造，專以維持人體之康健。食物由胃入腸，若徒與此環相觸，其筋肉乃緊閉不開，必須經過一種化學之變動，然後始形舒緩。胃中之食，既已柔爛，乃向腸中注射，若用X光線照之，其噴射之現象，頗可察見。

小腸上段，爲十二指腸，消化器中最重要之一部分也。人體爲自動之機械，神經主使之，人遇鮮美食物，其視覺先受感觸，由反射動作，傳諸唾腺胃腺等，與電信之傳達頗相似。然體中有其他作用，若郵遞然。胃中之食物，含有酸質，至一與腸皮接觸，腸腺爲之分泌，此分泌注入血液之中，傳於週身，脾臟因此而受影響。脾中生出許多消化液，流入腸中，以助消化之進行，血液中所含之合而孟，實使之然，此物爲體中最要者，以後當復論及此，皆近世生理學所發明者。

肝臟與脾臟之初生，與消化管原屬同體，後乃與之相離，而各成一機關。然肝管脾管仍與腸相通，其分泌由此流入腸中，每日約一水磅 (pint)，皆所以助消化也。肝中有膽，膽汁入於腸中，俾食物變化，生出肥質，此其功用之較爲特別者。惟膽汁有時過多，倒注於胃，致生膽病，故膽汁非消化液

也。至於胰汁之功用，專在消化；糖質澱粉蛋白質等，皆爲所溶，成爲濃漿，以便各機關之吸取。胰汁與腸汁，皆係酵質，性極強，能生化學變動，有可以消化肥質者，有可以消化蛋白質者，亦有可以消化糖質與澱粉者，蓋酵質種類不同耳。

半消化之食物，在腸中運動頗徐緩，腸皮肌肉，自行伸縮，擁食物前進，每秒鐘可進行一寸。腸皮之內面，有小腺甚多，並有許多『小指』，如絨毛然，此處摺疊頗甚，故消化之面積最闊，約有十六方尺。『小指』沾染食物，吸收養分，血液與淋巴所得之養分，大都於此處收取，其餘悉入大腸，大腸則一較闊之管也。

介乎大小腸間有盲腸垂，形如蠕蟲，乃駢枝也；其口甚小，而與腸相通，少許食物，誤入其中，即發炎而爲人病。食草動物如家兔等，盲腸垂生於長囊之末端，爲其所食植物，其養料爲纖維素 (Cellulose) 所裹，腸胃所生之消化液，不足以使之破爛，長囊中細菌，能糜碎之，人類盲腸垂乃長囊之遺痕；最初之人類，食粗澀菜蔬，恃細菌以助消化耳。

人體中生細菌甚多，然此非有害之物也；病菌足以流毒血脈，致生危症，其爲數尙少，細菌率在

大腸垢質中，自行發達，自行增長，不啻恆河沙數，能爛碎穀粒之硬殼，而爲人體之益。大腸有他職，即人體所需之水，多由此吸取；生理家恆以大腸不甚吸收養分，其功用甚少，遂視爲廢物，亦未免太過。惟體中既有此部，必須加意調護，使之潤和；講究衛生者，多食水菓菜蔬粥糜之類，蓋以此故。

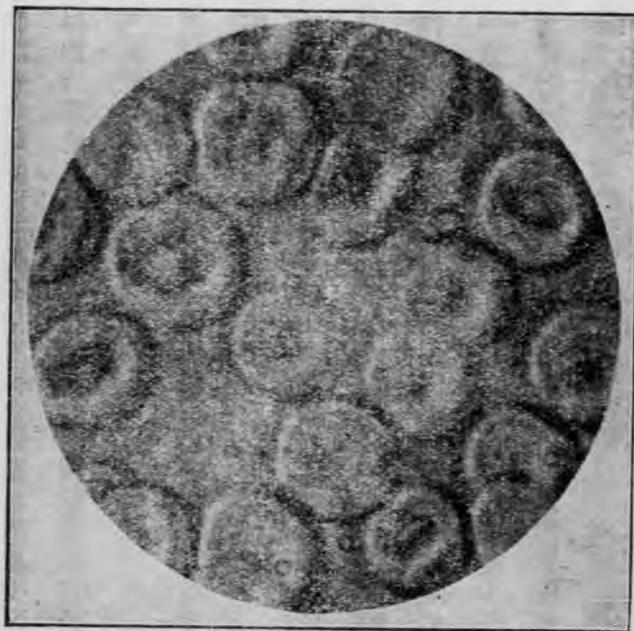
五

生命液體 消化系統，收取養液，其間復有各種細微之機關，將所得養液，輸入血管，以爲血脈之益。旋復經過肝臟，週徧全身，於是體中各機關，皆得收取之，以資營養。

血液之組織，頗有可觀，非單簡液體所可同日語者；試刺指皮而得血點，用顯微鏡觀察之，則見其中有無數小輪，彼此連錯，如錢串然，皆紅血輪也。此質浮於淡黃色之液體中，此液體爲血清，身體之養料也；體中廢料，亦恃血清運輸之。紅血輪之功用，係由肺臟運輸養氣於週身各處，人體中紅血輪甚多康健人之血，每一立方米釐，含五百萬紅血輪，女子血中，此質較少五十萬。人血之紅色，卽以此物之故，總全身計之，此質之數，約達二百五十億兆 (twenty-five thousand trillions (English system)) 萬萬曰億，萬億曰兆。

此種複雜組織，

須用顯微鏡觀察之。據科學家研究所得，紅血輪中含有鐵質，與運輸養氣最有關係，鐵量極少而為體中最寶貴之物，食物中含有此質；常人多以為體中之鐵，可由食物增加，其實不然也。其在紅血輪中成



人體之紅血輪

每一血輪為一細胞，形如圓盤，其直徑平均約有三千二百分之一吋，其厚約有直徑四分之一。人體每一方吋，有百萬餘紅血輪，紅血輪兩面內凹，其中心較薄，由側面觀之，其形如小棒，色黃紅，血球之色質使之然。血球與養氣吸引力頗強，哺乳類之紅血輪，當發達時，無細胞核，其白血輪較大，有細胞核；白血輪形體無一定，紅血輪發生於骨髓中，後在肝脾中自行破碎。

如何形狀，化學家多不能言之，紅血輪中之每一分子，約含二千原子，多發生於骨髓之中，此骨髓之

所以多係紅色也。紅血輪於身體效其功用，歷數星期之久，然後入於脾肝而自行破散。

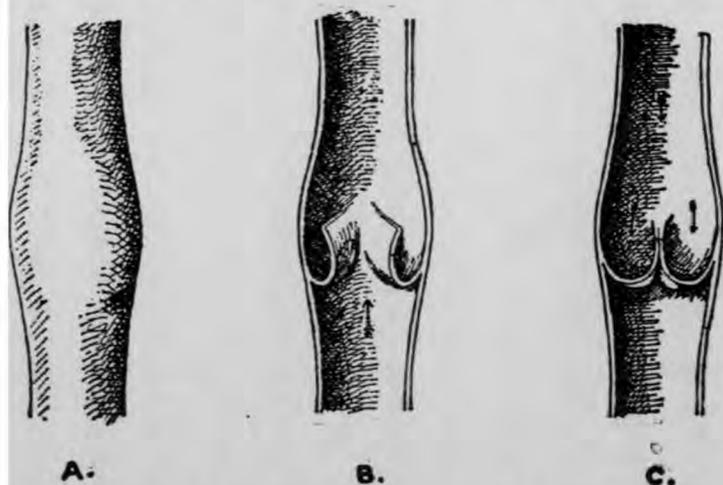
血液之特性 血液之研究，近來頗發達；在顯微鏡下，一滴之血中，有數千紅血輪，與血清相混。據近人研究所得，本體血清與紅血輪極調和，若與他體之紅血輪相攙，後種紅血輪必為血清破壞，即此可以驗任何兩動物種類之遠近矣。近人作此種實驗極詳：如甲乙兩動物，種類相近，甲之血清，可以與乙之血輪相混，而不至相害；其稍遠者，則有可相害之勢，其尤遠者尤甚。人類血清與猩猩之紅血輪相容，即此可見其種類之相近矣。

血液中又有白血輪，此質最有研究之價值，其數則較紅血輪少數百倍。白血輪無顏色，體微圓，其行動極與變形蟲（一種原生動物）相似，能發偽足，自行溜動，血脈中若有細菌，白血輪即前往就之，用偽足圈抱，納入體中以消化之。

血脈中恆河沙數之紅血輪，專以運輸養氣，而白血輪則以吞噬細菌，以維持身體之健康。細菌生殖極速，體中無論何處，偶有損傷，若細菌得乘機醞釀，陡行增加，其人非死則病，為細菌能破壞體中之組織，流毒於血脈也。然血液週流，白血輪處處有捍衛之功，故某處之組織，一為細菌攻擊，白血

輸必從而援之，其趨與細菌相搏，似有一種化學上之招引，病者體溫之增加，蓋此二物激戰所致也。幸白血輪先發制人，不待細菌之蔓延，而痛行剿滅之，病者可以無恙；否則細菌增加過多，不可收拾，病者必陷於危險矣。

血脈中之有白血輪，以之克服細菌，乃天然界中最奇之現象也。血液又有所謂禦毒體 (antioxin) 者，亦一奇質，細菌生毒液，為人體之害，而禦毒體解消之。現經科學試驗，此質亦可由人功造成，以施種於人體，又已死之細菌，可用以製成菌醬 (opsonin)，施種之後，細菌變為極鮮美可食之物，白血輪趨之若鶩，一求痛噬，是則



A. 靜脈漲大處，其內有小瓣。B. 靜脈剖切面，表示其內面小瓣半開之狀。
C. 表示小瓣關閉，值血液倒流之時，小瓣自闔，以阻止之。

此質誠激發白血輪之良劑也。生理學家岐司氏所著人體機關 (The Engines of the Human Body) 一書，詳述白血輪之活潑，在血脈中有捍災禦患之功，體中血流所到之處，皆有此物，爲之邏巡，間有一種專司傳達消息，蓋由淋巴管內外各腺團中發生者。

六

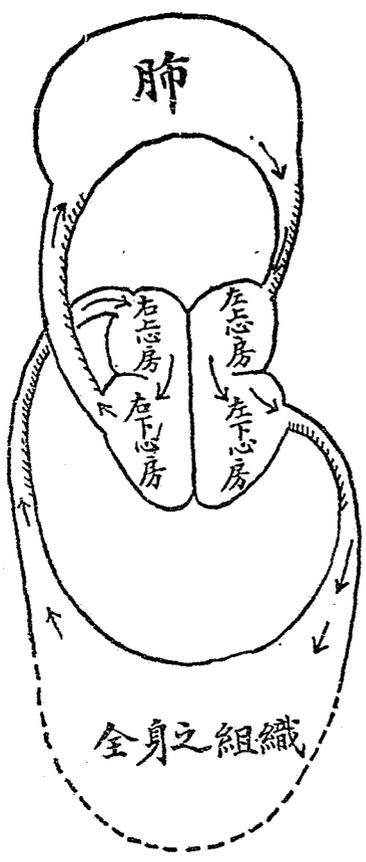
心臟 血脈在體中，所以爲最有價值之物者，以血流能循環全身也，茲請言其概略。

循環現象，近世始明，三百年前，無有能言之者，彼時卽學識最富之醫士，皆有一種荒誕想像，今則此現象經科學確實之證明，幾於人人皆知。心臟之跳動，在胸骨下邊而稍偏於左，此處爲激促血脈之機關，心臟發出動脈，由一管而分爲數枝，每枝復分，如一樹然，最後得無數細管，血液所以得週流全體，卽牙齒骨骼間，皆爲所達，復有細管迴向而成靜脈，乃互相連結，將血液復還諸心臟。

體中之循環系，如城市之水道然，有總站以激淨水之出發，有水管以運輸各處，復有水管收納污水，還諸總站。動物體之血脈，與此微有不同者，以兩種血管，彼此相連，成一完全貫注之系統耳。然清血與濁血，不容相混，因天演進行，心臟由內面中分，彼此相隔，故就下等脊椎動物比較之，其進化

之跡，頗有可尋者。爬蟲類之心臟，尙未完全分隔，其清濁之血相混，體中一大部，皆混合之血；然至於鳥類哺乳類之心臟，已完全分隔矣。

心臟係筋肉所成，若囊然；其皮層甚厚，最厚之處約半寸，血由此湧出，達於周身，其流入肺中者，



血脈循環之圖

每分鐘跳七十二次，為筋皮收縮所致。心臟之兩半部，各有二房，上心房收受大靜脈中之血，下心房收受上心房之血，將此血迫入大動脈。心臟左右兩部，不能直接交通，血在肺中受養氣，由肺靜脈入於左上心房，然後入於左下心房，復迫入大動脈。大動脈之分枝，遍於週身，血中之養氣及滋養料，輸入各組織，靜脈復將血液收集之，而輸於右上心房，由此入下心房，經肺動脈入於肺臟，在肺中受空氣，流入心臟之左半部，可復由此週流於全身矣。動脈為由心臟發出之血管，靜脈為週返心臟之血管，除肺動脈外，所有動脈中之血，皆純潔，除肺靜脈外，所有靜脈之血，皆不純潔。

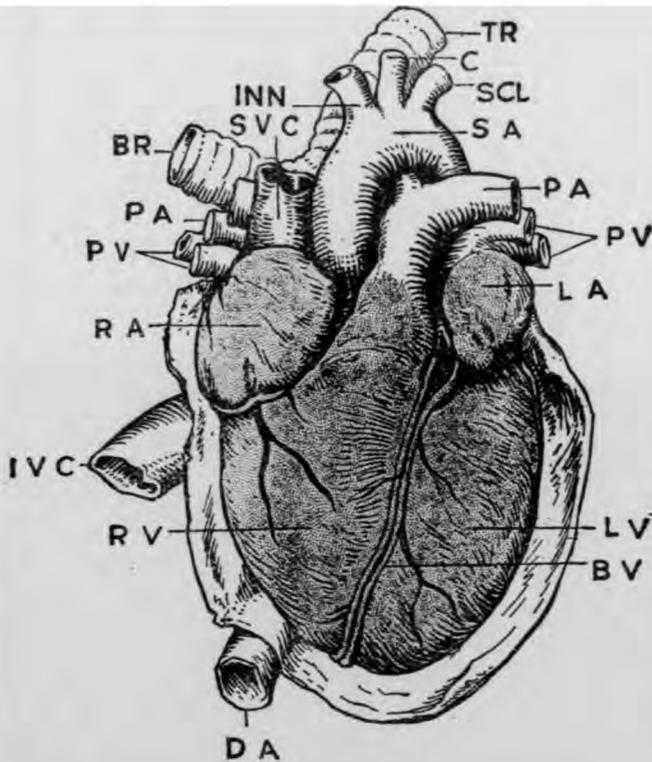
變爲最清潔之血。心臟分爲二部，每一部有二房，其小者以收取迴血（上心房），其大者迫血外流（下心房），心房之口，生有瓣葉，構造極巧，遂使血之流行，有惟一之方向焉。

心臟爲一奇妙之機關，其跳動之有次序，或緣其本體有一種自行管束之能力，亦未可知。人體若康健無病，當閒豫之時，每一分鐘跳動七十二次，心房自行收縮，其中之血，因之外



哈維在英皇查理第一前實驗血液循環之現象

哈氏畢業劍橋大學後，曾從非布拉細阿（Fabricius）氏習解剖學。非氏，意大利帕羅亞（Padua）大學之有名教授也。千六百十六年，哈氏證明流血成循環式，然猶未知靜脈間，有細管連絡。氏注意實驗，以此爲知識之基礎，氏於雞胎之發達，多所觀測。



人之心臟

心臟分爲四房，二上心房以受血，二下心房以出血。右上心房 (RA) 由二上靜脈 (SVC) 及下靜脈 (IVC) 收受全身不純潔之血。

血液入於右下心房 (RV)，然後由肺動脈 (PA) 流入肺臟，在此化爲純潔之血，由此經過肺靜脈 (PV) 入於左上心房 (LA)。

血液由左上心房入於左下心房 (LV)，復達於大動脈環 (systemic arch) (SA)，以遍於週身。大動脈分數枝：一，爲無名動脈 (INN)，(此動脈分爲右肩及右頸動脈以達於右臂及首部)；二，爲左頸脈 (c)，三，左肩 (SCL) 脈，以達於左臂及首部；四，大動脈本體，向背部延伸，成爲背部大動脈 (DA)，將純潔之血，散佈於身之背面。

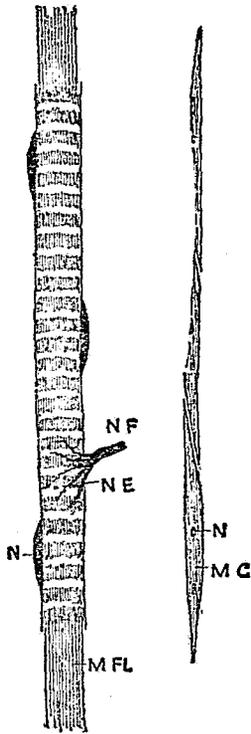
TR 氣管，BR 肺管，空氣由此入肺，BV 心臟皮面上之血管。

流，故成跳動之現象也。心臟皮層中筋肉纖維，約有數萬條，故心房可以四處收縮，如握拳然，而血液遂由此週流全身，仍還心臟焉。

心臟休息，在跳動甫畢，跳動未起之時。每分鐘內，心跳七十有二次，人體休閒之時則然。若一旦有事，須急赴之，身體未動以前，心跳已陡行增加，若已知腦部與各筋肉，將有工作，需多量之血液，以供給之也者。每一分鐘之內，由心臟注入動脈之血，靜坐時約五水磅（較全身之血三分之一稍多），急走時約十七水磅，奔上樓梯時約三十七水磅，若作不甚亟劇之運動，約十四水磅，循環週身者共二次。

左邊下心房，為主要激血機，迫血外出，達於大動脈（*aorta*），管皮厚闊，富有彈性，血由其中流過，皮層伸張，仍漸收縮，迫血向前流動。所有動脈，能生抵抗力，血流遂源源相繼，不至斷續。動脈管散佈於週身，至各組織中皆成爲細管，其皮約三千分英寸之一，故血中所含養分，能滋潤組織，組織中所有廢料，亦得入於血管。此中複雜情形，不可思議，組織中之細胞，能自選擇食料，吸收養氣，肌肉中養炭之相合，亦須經過種種周折，非尋常燃燒現象可比也。

血管 動脈分枝，成極細之血管，其中有關節，可以開闔。以管束血液之流行，血管有筋肉纖維圍繞之，時伸時縮，血之供給各組織，因而增減焉。坐食之時，消化器需血甚急，血管之達於此處者，其關節大開，以便傾注；而其達於腦部及筋肉者，暫閉其關節焉。站立或走動時，各種筋肉，皆有動作，血管之關節即開，有血脈供給之，筋肉若需血過多，腦中及消化器所得之血必減少，故人站立過久，血液流於腿部，腦中不能得充足之血；又房室過於狹隘，復有多數人擁擠其中，久立其中者，必至暈倒，蓋腦中缺血，因乏養氣也。



A. 橫紋筋作急速之收縮，表示光暗二種橫條；此種筋肉，係最細之纖維(MFL)所成。神經纖維(NF)之末端(NE)附着於筋肉，以便激勵。橫紋筋之纖維，係一延長之細胞，細胞核甚多，或數細胞湊成一纖維。

B. 三光滑筋肉細胞(MC)，長梭形，彼此相連，每一細胞有一核(N)，間有縱長之纖維紋。此種收縮頗遲緩，消化管，膀胱，及動脈管中，皆有此種筋肉；動物行動遲緩如海鏡者，其體中此種筋肉最多。

血管中之神經，緣附其筋肉，而達於脊髓。血管中之關節，或開或闔，皆係反射動作之所致；神經

反射動作，率由脊髓發生，乃人體中一種最神妙之工作。此等生理現象，科學發明之，而不能解釋之。總之循環系統所生之現象，昔人所不知者，今人能知之矣。而猶時時不能為根本上之解釋，故仍俟後人之發明耳。

生理學之新現象，發見日多，如體中之發見合而孟，即其一也。合而孟乃一種化合物，後將詳論之；此質發生於無管腺中，與體中各機關，皆有關係，人若運動極劇，且歷時長久，腎上腺 (adrenal glands) 受神經刺激而分泌焉。其分泌入於血中，經過循環系若某機關與運動不甚相關者，其血管中之關節，因有此分泌之故，乃自行合閉，而他各機關與運動有密切關係者，得血脈充量之輸注，腎上腺之分泌，即合而孟之一，與血脈最有關係者。

血液經過各組織，其中養料，為組織吸取，而組織中所有碳酸，及含窒素之廢料，入於血液。血液最後迴向心臟，取道於一種血管，此種血管，統謂之靜脈。靜脈管之皮層較薄，其中壓力亦輕，各處生有瓣葉，以防血脈退流。試就臂上靜脈驗之，如將其中之血，迫之使退流於手指，此脈之上，生出數小結，蓋血脈不得退流，擁擠於此耳。血之歸還心臟，其流行頗形穩健，其流入之處，與流出之處正相

對；此處爲右上心房，由此入右下心房。心臟跳動，將血送入肺中，血中之炭酸，可於此擺棄，而得新鮮之養氣。

七

呼吸動作 液體之食料，所以達於各機關，由血脈運輸之。所有之養氣，由紅血輪含蓄之。各機關因動作而生炭酸及窒素廢料等，亦由血脈致之肺腎等處，以便排洩於體外，此血脈之功用之至廣且大也。筋肉神經腺體等機關，與蒸汽機略相似，體機需食物以動作，猶蒸機需煤炭之燃燒。養氣所以助燃燒之進行，於是而生化合之現象，熱力以之發生，工作以之不息；胃中食物，猶煤炭也，肺以供養氣，猶鐵工之風箱也，卽此可略喻體工之一斑矣。惟生物體中之化合動作，較諸爐冶，要爲複雜耳。

食物爲血所運輸，血管愈分愈細，其皮極薄，養料滲透，以便組織吸取；空氣之吸入肺臟，運行血中，亦猶是也。人之呼吸，純由鼻孔，此係固然，亦人人所宜確守者。鼻孔中係一暖腔，血液之供給頗富（冷空氣吸入，血液之供給，因之加增）。鼻孔之毛，可以篩剔塵垢，乾燥空氣，一入其中，化爲潮潤。鼻

孔有黏膜，功用最大，宜善用之。若在狹小房室中，或在火車中，擁擠過甚，則潮濕閉塞，空氣不得流通，黏膜爲血所膠滯，最易招致微生蟲。頭痛之疾，往往不免，此因不善保護其黏膜耳。

舌根有氣道，與食道交錯，達於氣管，此處有關節，可以自行開闔，後復有聲帶，可以發生言語，氣管分爲二肺管，達於兩肺，塵垢或微生蟲，經過鼻孔，肺管足以阻之，蓋其內面生有黏膜，以黏一切不潔之物（如膠紙之黏蠅然）。復生有絨毛，能自擺動，不潔之物，一入其內，絨毛捍禦之，迫令退出，若危險之微生蟲，與之接觸，其下之腺體，發生黏液，肺必從下面屢屢吹之，人因受涼而咳嗽，卽以此故。肺臟中有無數細管，皆肺管之分枝也，與血管頗相似，每一細管之盡處，有十餘小囊，小囊之長約一寸或十分寸之一，肺中疊摺之面積甚大，若將所有小囊，盡行鋪展，其總面積乃百倍於週身之皮膚焉。肺臟能容鉅量之空氣，因有此奇特之構造也。空氣與血脈接觸，每一分鐘之內，凡十五次，尋常呼吸，肺中可得空氣二英升 (quarts) 若作深長之吸引，可增至一加倫 (gallon)。

神經消息 肺臟功用，無時或息，當睡息或他作之時，自動進行，不須注意。人體有此自動機關，實由數百萬年之試驗與天擇而來。在腦部下面，謂之延腦 (medulla oblongata)，成爲一種神經

之中心。血中碳酸，刺激延腦，而生感覺，其消息達於體腔之隔膜，及脊骨間之筋肉。此處筋肉，共十二對，合力共作，極形和協，其伸其縮，胸部因之大小，故空氣於以吸入，亦因而呼出焉。惟每次所呼出之空氣，視肺中所有者，只五分之一，肺中小囊，自行關閉，縱極力呼吐，其中空氣，亦難逾量而出。氣體交換，無一刻之停頓，故呼吸進行，所居之面積雖較小，而血中碳酸，可盡爲空氣吸取者，於此而見體機構造之妙矣。筋肉之運動，時值極劇，所需之養氣，亦必較多，而血中碳酸，亦因以加增，延腦於是受其刺激，神經消息達於司肺之筋肉，喘息乃因之而作。

終日憩坐，不少勞苦其身體，肺臟功用，未盡十分之一，則所收養氣，既屬甚微，血脈中之紅血輪，必因之減少，此閉戶讀書之人，與夫闔闔司計者，往往面目憔悴也。故人最宜於空氣澄鮮之處，時時散步，俾血脈週流，經過延腦，肺臟必然闊開，可收養氣必因之增加。

肺中之氣囊，皮層極薄，與胰泡相似，多數血管，散佈其上。血管皮層，亦極薄，故空氣中之養氣，紅血輪得以吸取之，血脈之碳酸，亦得於此處排洩之。血液流入左上心房，然後入下心房，由此外流，達於週身，紅血輪將其所含之養氣，時時發出，透過血管之薄皮，以供給各機關，迨血液返諸心臟，其中

復含有碳酸矣。此種呼吸之真象，只可於身體內部驗之。

血液之溫度，爲華氏表九十八度，此人身一定之體溫也。空氣溫度過低，則身體爲之寒顫，手足爲之踟躕。按寒顫之發生，乃爲身體警告，此時身體宜有動作，以增筋肉中之燃燒。動脈中各關節，在寒冷空氣中，恆自閉闔，一入溫度過高之環境，其關節乃大開，血脈之熱度，因皮膚發散，因之少減，若其度仍高，神經消息，達於各汗腺，於是而有發汗之現象；發汗需熱甚多，血脈熱度因減低。乾燥空氣，於汗腺動作頗相宜，在潮濕空氣中，皮膚間需蒸發，爲之停頓，血脈溫度，必至有增無減，爲腦所不能堪，此濕熱之害，較甚於乾燥也。空氣濕冷，亦礙衛生，身體易於受傷，微生物得乘機侵入體內。

血脈之流行與停頓，血管中關節之開闔所致，而神經消息，實主司之；如處女聞人詬詈，或聞人獎譽，及偶有過失，自行羞慚，往往暈紅滿面，蓋其頰腮血管，有血液盈注也。神經之反應，雖不必專爲此等事而發達，以至於如此；然此時該血管中之關節，必爲之闔開。又人驟遇危難，頓形失色，頰腮間若無血脈者，蓋此處血流停頓，而盡趨注於腦部及筋肉，爲腦部與筋肉，與對付危害之較有關係也。此等影響，皆無意識中所發生者，卽此足見神經消息之神妙矣。

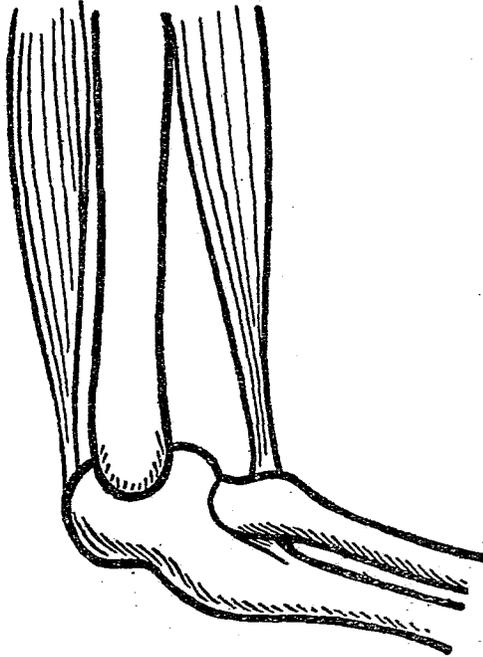
肌肉與骨骼 以上所論各機關，若盡爲他機關而存在，而有互相輔助之性質者；其實體中所
有機關，無不如是也。機關之較
大者，爲肌肉與骨骼，此二者佔
全體一大部。骨骼構造甚複雜，
肌肉附麗其上，消化也，呼吸也，
與此皆有關係焉。生物體功，發
達最早者，一爲營養，二爲發生，
二者皆係根本作用，而其保護
之管束之者，亦係肌肉與骨骼。
骨骼約有二百餘塊，肌肉
亦約有二百六十餘對，人體一



人體肌肉之圖

大部分，皆此二質所成，其名稱複雜，茲不詳述。骨骼發達之歷史，及其纖細之組織，近世生理學所最注意者，請稍言其概略。人體之生，託始於單獨細胞，稍習生物學者，類能言之。細胞為極微之生質，外有圍膜，其分裂迅速，增加其數，至於不可計算（如受精之卵）。每一細胞，為生活單位而彼此相需，極形和協，體功於是以生。

細胞之中，一大部分為原生質，其性柔軟，有如冰粉，其何以變為堅硬之質，如牙齒及各骨骼者，恆為尋常人所不解；蓋雌精分裂，細胞增多，間分為數種，有發

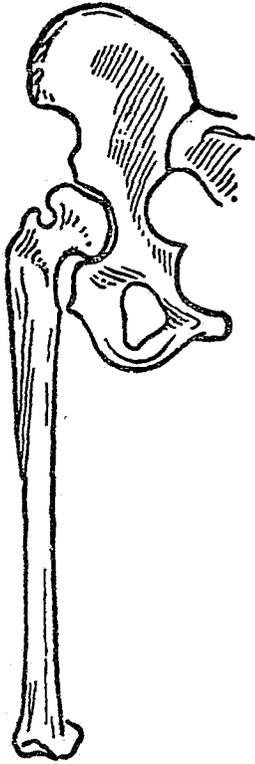


臂之關節

肘係關節之最簡單者，上脛骨之下端，與尺骨上端相樞紐，此處為肘頭(olecranon)，向外稍凸，故臂不得反曲。雙頭筋附着於肩胛骨，其下端繫於橈骨，時一收縮，則臂為之曲折。肘之背面有三頭筋，時一收縮，則臂因之伸直。

達爲筋肉者；有發達爲神經者；有發達爲骨骼者；復有發達爲腺體者；諸如此類，其組織遂迥不相同矣。

有所謂造骨質者，最奇特之細胞也；人體未生以前，造骨質已形活動，其最初者爲脆骨，後漸生成骨。人體發達之次序，悉循生物種類所經之天演程紀，當成骨發生時，造骨乃由血中吸取石灰質，以製造之，而血中所含之石灰質，胥由食物中得之，以便造骨質之需求焉。岐司氏謂人體初生時，股中有造骨細胞二百餘萬，後增至一萬五千餘萬，製造骨骼，俾至堅實，並使中輕韌，骨之構造如是，此易見者也。



髀之關節

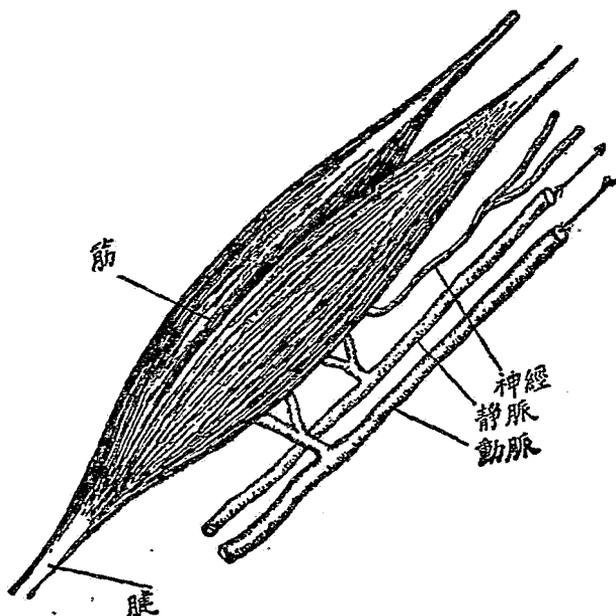
大腿骨上端頗圓，塞入髀帶骨之凹托處，髀帶與薦骨相連，故髀之關係爲球與托相銜之關係，其托頗深；肩帶亦係此種關係，而其托較淺；大腿骨之上端，與此托相樞紐，其活動之度，視臂骨較遜，爲肩帶托處較淺，其活動較昂也。

體中骨節，約二百三十餘處，未嘗有磨撞交錯之患者；以其結構精巧，各骨節相銜而不相迫，每骨節間，生有軟骨。軟骨之組織勻密，而有彈性，而其細胞退化，變為液體，於是各骨節得滑動自如，人體各質之中，皆有此滑動之質，此其一端耳。

筋肉系統，所以運動骨骼，筋肉色紅，屠肆中所售者，最易觀察。解牛者游刃骨節，技經肯綮，則見脊肢各骨上所着之筋肉，體積既大，紋理亦勻，蓋筋肉係纖維組合而成，其組合乃極勻密也。人臂有雙頭筋，含纖維六十餘萬，每一纖維，又係細絲組合而成。筋肉之能伸縮，即以此故；其中奇妙之處，尚多，頗不易於解釋，總之，人體機械，至今仍存許多疑問，俟將來研究耳。三百年前，解剖學始見發達，彼時解剖學家將人體各機關剖示，嗣後由機關而研究其組織，後復因顯微鏡逐漸改良，由組織而研究其細胞，至是學者乃知全體之生命，為細胞公共之生命。今世學者，皆知細胞生命乃由分子組合而成，而今日之顯微鏡，尚不足察見之，就今日所及知者，較諸中古時代，已差足自慰，而科學進步日異而月不同，當吾草此篇時，已聞有最新式之顯微鏡出現，然則生命之奇祕，將由此以大明乎？

筋肉系統，為自動之機械，此生命之奇祕也。筋肉需食料養氣以自活，悉由動脈為之供給，所餘

廢料，則靜脈管爲之運移，每一肌肉之中，有最細之神經，由脊髓傳送而來；時宜動作，肌肉纖維受其指揮而伸縮焉。肌肉既動，骨骼隨之而動，神經之動作雖微，而其影響則甚鉅，猶零星之火，能引起彈藥中之無限動力也。多數肌肉，能爲極和協之運動，如人行走時，一舉足，則有



臂上節之雙頭筋及其腕血管神經等質

腕將筋肉繫於骨骼，動脈將養氣及食料運輸於筋肉，靜脈將筋肉中炭酸及廢質運於他處，神經傳達刺激於筋肉，使之收縮。雙頭筋在臂之上節，其上端有二腕，連於肩脾骨，其下端之腕，連於下節之橈骨。雙頭筋收縮，其長度減少，其寬度增加，人類可以自覺其動作，臂之下節，因此旋起，與上節相近。

五十四條肌肉同時運動，而肌肉與行走相關者，共有三百餘條。神經與肌肉之動作，極合度，雖時出於無意識，而卒能有條不紊，豈非最奇妙之機關乎？人體之能如是，無非由天演而然，蓋經百萬餘年之久，進化徐緩，凡機之不適用者，盡行淘汰，而其優適者，乃得留存，以便生存之競爭。

九

神經系統 人體機械中，最奇妙不可思議者厥維神經系統。神經之組織與分佈，與電線之系統頗相似，腦與脊髓及各神經結，有如電站，為衆線所蒼萃。神經結者，多數神經細胞集聚而成，故亦神經之中心也。原生動物，無神經，無肌肉，無口，無腹；其全體係一極微小之細胞，與冰粉相似；外有薄膜，而具有生命焉。細胞中無論何部，皆能消化，能運動；對於環境，能生感覺。以天演進行之不息，漸生較大之生物，數百萬細胞，合為一體，彼此和協，有分功作用。其體中某種細胞，專司營養；某種細胞，專司生殖；某種細胞，專司行動；間有一部分細胞，發達為感覺器，此神經之起首也，而其中又生類別焉。如皮膚中細胞，集聚一處，成爲視覺嗅覺等是也。嗣後各處集聚之細胞，生有纖維，互相連接，最後而有中央之腦部與脊髓，如電線系統之有總站焉。腦部與脊髓包含神經組織最富，且延袤甚廣，與各

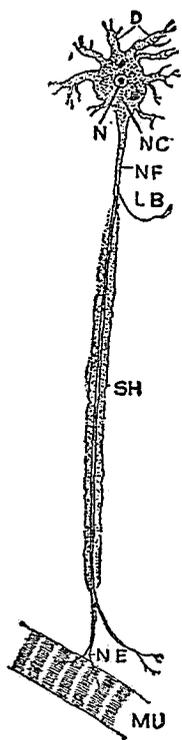
處之感覺器相連，復與各肌肉各腺體交通。迨脊椎發生，脊髓爲所包圍，腦部乃神經系最前處之格外澎漲加大者，於是復有顱骨發生，以罩護之。

腦與感覺機關之演進，最有可討究之價值，茲就其要者言之。體中有機關發生一種化合物，此物名合而孟，注入血脈，由血脈達於各機關，使生動作。此種傳達，與郵傳相似，而微嫌遲緩，故又有較速者發生。人於泳水時，足觸石稜，此激刺於極短時間，由神經達於脊髓，復由此達於足部之肌肉，則肌肉爲之收縮，而有足之曲縮。其傳達之迅速，全係神經所致，與電報無異焉。下等動物如章魚者，神經之傳達較遲，每秒鐘可達八十英寸，蛙則較速矣，每秒鐘可達九十英寸，至於人類，則每秒鐘可達四百尺。

神經感覺，達於腦部，於是而知覺生焉。惟身體動作，爲反射所致者居多。反射者，一種自動也，前曾言之。故動作時，不必有知覺，有意識也。神經之感觸，或達於腦部，或達於脊髓，展轉而波及肌肉腺體等質，於是而有反射之動作。如灰塵偶觸眼球，神經立將感觸達於腦部，不及秒鐘，經過神經中心，而達於眼皮之筋肉；眼因此而闔，純係無意識之自動也。頭面各筋肉之有反射現象，腦部爲之樞紐，

至於週身各處之能如此，則脊髓實主司之。

神經細胞之纖維，向各處延伸，或二條，或多數，其盡處復有最細之分枝。神經細胞之彼此傳達者，即以此故。腦部與脊髓中，每一細胞，皆如此構造，纖維相繼分展，如樹梢然，與他神經纖維接連。其達於筋肉及腺體各處者，有傳達與管束之功用。其纖維既長且多，成爲一組，有分鞘包裹之。每一纖維之中，有細軸，其質或係一種液體。



神經細胞

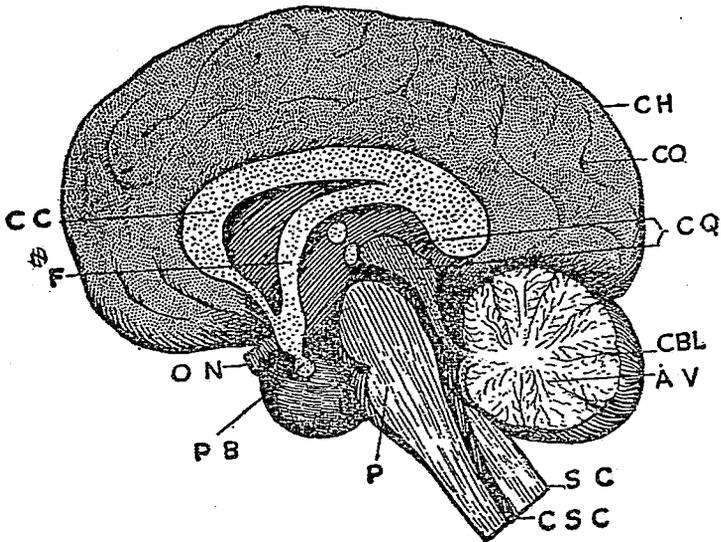
N 細胞核；NC 細胞之體質，即原生質。細胞發生分枝 (D)，爲神經纖維 (NF)。神經細胞以此與他質相連，纖維達於筋肉，纖維中心，係一細軸，外有肥質 SH 裹之，此外尙有圍膜。纖維起首之處，及其末端，皆無肥質。LB 纖維之旁枝，NE 纖維末端之入於筋肉。

感觸中或有電力，然其自身，決非電力，爲電浪之速度過高，百倍於神經之感觸也。神經苟得充分養氣之補助，可以不生疲倦，此其性質之最奇特者。然其中有何種化學之變遷，生理家尙未能發見之。故吾人若一質問神經是否發生碳酸，無有知之者。又人之或睡或醒，其神經固無時不活潑，然

其生熱與否，亦屬一問題。總而言之，神經感觸之性質若何，殊不易言。

腦部 腦爲神經系之中樞，由大多數神經細胞集聚而成。腦有時疲倦，須得相當之休息。此盡人所知也。生理家謂腦中缺乏血液，養氣之供給，因之減少，腦於此時最受影響，其知覺之靈機，於是停頓。初睡之第一鐘內，腦之生動，完全休止，此爲睡息最美之時期。血脈可於此時，專供給已倦之筋肉。數鐘後，血液漸向腦部注流，往往有半睡半醒之夢境。此種夢境，非知識所能管束，有時反射之力量完全警醒，人往往爲睡中之行走，此則較諸迷離之夢境，而又甚者也。然睡眠現象，因何而生，尙屬未解決之問題，現在所有解釋，皆未妥確。

腦部既爲神經系統最要處，研究此問題，與心靈學最有關係，號爲一種科學，以後當論及之。人之性格，與其身體有關，與其神經系相關尤切也。人性各不相同，有敏捷者；有延緩者；有聰明者；有魯鈍者；有煥發者；有頹喪者；有誠懇堅定者；有優柔寡斷者；有汎愛慈祥者；有刻薄自私者；皆人生之本性，與此奇妙之神經系統，息息相關者，而其詳則不可得而言矣。近世學者謂人生有一自體，可以管樞神經系統，如樂師之操琴。病熱之人，或衰老者，心神昏亂，言語離奇，蓋因神經受傷之故，猶樂器之



人類之腦

神經入於腦。F為神經纖維所成之橋，謂之腦橋 (fornix)。此處為視覺腦狀 (optic thalami) 之頂，將第三腦隙 (third ventricle) 遮蓋，此後為二會合線之橫切面。CQ，四角體，即視覺球。CH，大腦半球，表示其內面之摺紋 (CO)。

六十一 CBL，小腦，表示其內面之華紋 (AV)，此華紋名柏葉紋 (arbor vitae)，神經組織摺成多數之薄層，遂生此種華紋。

SC，脊髓，CSC，腦與脊髓之孔道，穿過脊髓之中心。

P，橫橋 (pons Variolii)，此質在小腦之下面橫橋後為延腦。

PB，腦下體 (一名黏液體)，神經與腺體二者所成，由第三腦隙生出。ON，視覺神經。

不調，或朽敗也。又有謂人生之有感覺思想及意欲，乃一種意識之內部生活。此乃生命最奇之現象，難以解釋者。而神經系中，同時有理化之動作，此又生命最真之現象，確實可考者。此二現象乃彼此相成，不可分離，其關係之密切不可以言喻也。

騰尼孫 (Tennyson) 之詩中，假引古哲人之語云：『人生只體魄，塊然何可說；人生只靈魂，渺然何所存。二者屬一身，信徵更誰聞。真者無可徵，無徵仍似真。』此語足以狀神經與身體間之關係矣。就神經系統而言，可以證實者有三事焉：（一）此系統之存在，其有體積與重量，乃科學上之事實也。惟其組織複雜，系統中包括無數細胞，發生動作，極屬神妙。（二）意識，思想，感覺，志願，目的等，由此發生，皆有存在，故屬真實。（三）生物之本體，與其所有之性質，此可徵實者也。何者屬於身體，何者屬於心理，此可徵實者也。神經系統有代謝之營生，神經之功用，能發生意識，此又可徵實者也。其彼此關係，可以驗諸平日生活而得其真實之現象焉。總之，心靈與身體之關係，最奇特而不可以方物者，吾人之所以爲人，此二者所成。吾人有時覺心靈之要，過於身體，亦有時覺身體之要，過於心靈。其實二者之關係，乃固結不可分解者也。

尋常之人，多以為腦部為思想與感情所從發生。頭顱豐偉者，其心力必強。其實不然，顱骨所藏之質，其量若何，與心思無甚關係；惟大腦皮為意識所從發生，人體中最寶貴最複雜之質也。此皮之厚，約九分之一吋，其面積由頭頂達於額部，其中含有九十二萬萬細胞，疊摺極多，縐紋縱橫，在顱骨內面，得廣大之面積。腦之中部，可以管束頭面眼舌等處之筋肉；其受眼耳鼻各感覺器之報告者，亦在腦中。人之體重，為百五十磅者，其大腦皮之重量，只有體重五千分之一，而此最小之一部，卒為全身之樞紐。

頭顱背部，為小腦所在；筋肉運動，能和協一致者，以此部約束之也。鳥類或犬類之小腦，一受損傷，遂失其站立之力，運動亦紊亂焉。小腦受週身各處消息，指揮全體筋肉三百餘條，使成自主之共作；日間無論何時，皆小腦受信發令之時。任何電局，不能如是紛忙，而其所收發，亦不能如是準確也。各筋肉微縮之勁調，唯是賴焉。

小腦之下為延腦。胸部筋肉，與呼吸之動作，悉受其管轄；心臟與血管，亦由延腦約束之。延腦對於營養器之運動，由唾線達於小腸，皆受其影響。腦後各部，發生最早。大腦皮與心靈攸關，乃後來增

加者，此吾人所宜知者也。

神經系統中最老之質，為脊髓。此質為脊椎所包裹，中有數處，專以管束腰臂臂足各筋肉之運動，蓋此各種筋，皆有自主之運動也。脊髓左右兩側面，發出纖維，彼此相對，有一定之距離，皆能接收消息，傳達命令。脊髓有自主之特能，凡運動之過於嫻熟者，即成反射現象。嬰兒之初習動作，皆以應其意欲之需求，非反射也。人之初習網球或打字，亦係有意之動作，非反射也。然習之既久，而成敏捷準確之自動，至是而反射生矣，此即脊髓之功用也。腦之能影響各種自主動作者，亦因脊髓之故。

由身體外觀，以推測性情，殊屬不易之事。人之容貌以及其頭顱手掌，果可以代表其性情乎？此則吾人所不敢必者也。岐司氏所著人體 (The Human Body) 一書，論此事甚詳，可參視焉。岐氏謂腦之各部，皆有功用，而與顱骨各部，毫不相符。骨相學家謂顱骨各部之功用，與腦相應者，皆妄誕也。將來科學發達，吾人或能由人之容貌言語動作各表示，測定其性情。若然，則無論成人或幼兒，其材質若何，就其腦顱觀之，已可得其大凡，惟今日尚非其時也。以掌紋之分佈，而推測人之將來者，亦屬妄誕；手相家所言，不足憑也。

感覺機關 此種機關之發達，前曾言及，其初乃係最單簡之部分，散見於皮膚間，經數百萬年之演進，遂成完全之機關，在身體中而有守望之功用焉。各種動物，於食物所在，何以尋之，敵害之來，何以避之，皆恃此機關之生功用。人體受自然界之感觸，而生經驗，積經驗而成知識，更由此而成科學之知識，皆因有此機關之故。

皮膚中藏此機關甚多，神經纖維由腦部與脊髓向外發出，分散於週身各處，最後達於皮膚之下。此處有所謂感覺瓣 (sensitive bulbs) 者，神經之末端也。感覺瓣最多者職在感疼痛，蓋疼痛於身體甚有裨益，因敵害之來，腦往往不知，苟無此感覺機關以察覺之，其害或有不可勝言者。故感覺瓣俾身體發痛以防之，身上尚有觸覺感受器，冷覺感受器，及溫覺感受器，各為特種機關。讀者試就其兩臂而細心驗之，將見此等感覺發生之部位各各不同。又有壓迫感覺器者，亦神經之末端，觸之可生壓迫之感覺。

口中之感覺機關，專司味覺。舌之上面，生許多橢圓小體，是為味芽。其中每一細胞，皆生出纖維，

與神經相連。此神經將所受之感觸，傳達於腦。味之種類不同，神經能別識之，殆因神經種類亦有不同，舌端之感覺器，專為辨甜味之用。舌根所生者，專為辨別苦味之用。

物必化為液體，而後生味，物必化為氣體，而後生嗅，此味與嗅不同之處。嗅為氣味，其發生之時，物質先化為最小之體，與空氣相混。腦中有司嗅覺之一部，神經纖維，由此發出，達於鼻孔之內膜。膜內感覺細胞甚多，司護衛



人體皮膚之切面

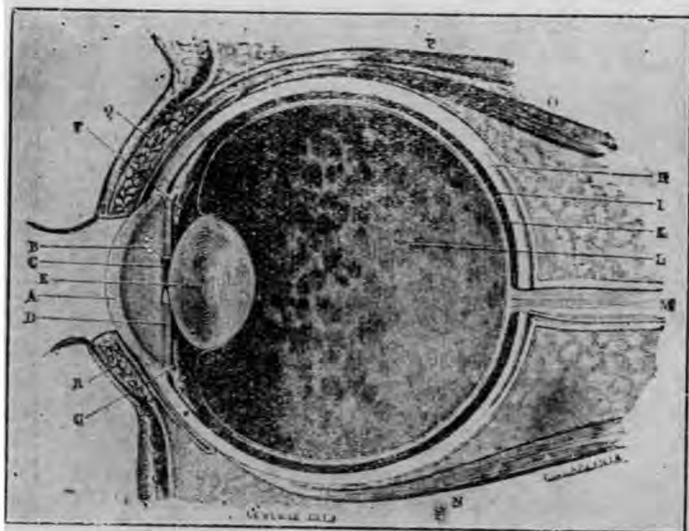
1. 外面繃摺，為表皮之角質層。
2. 表皮之第二層，即馬爾丕基層，其中汗腺之管，為螺旋狀。
3. 第三層下皮，其中腺體血管甚富，下皮之面隆凸處甚多，其中有血管及神經。

某種毒惡物，人知拒避者，以其散在空氣中之惡臭，鼻內感覺細胞能察覺之也。動物嗅覺最發達，凡有氣味之物，其散於空氣中之小體，動物率可以察覺之。此與其生活最有關係者。如以最小量之麝香，散於八百萬倍之空氣中，吾人可聞其氣味；又以一釐（grain）硫醇散於二千五百萬兆（萬萬曰億，萬億曰兆）倍之空氣中，其氣味亦可察出，即此可見此機關之靈敏矣。其實人類嗅覺，在各種動物中，其發達猶遜。往往有嗅覺頗鈍之人，而對於微小之氣味，猶能察及，則他動物嗅覺之靈敏，可以想見。

視覺 心中所生之意念，皆視覺之印象，故視覺機關，在各種感覺器中為最要也。視覺機關中最要之質，為眼球。視覺神經，由眼球達於腦部。腦部此處，專司視覺。眼之構造，與照相機甚髣髴。眼球係一種堅密纖維所成，其角膜透明，向外凸之，居眼球六分之一，其餘六分之五，皆不透明。角膜內面有液體，以隔離其後之內質。角膜前由虹膜（Iris），以為外罩，含各種顏色，若簾然。

眼簾之構造最奇妙，光線射注，或強或弱，皆可以應付之。此處之筋肉，分佈極巧，時值光線過強，眼簾因之合閉，俟其少減，再行開展。照相機之虹膜，可以收光者，即仿諸此，惟不能如是精妙耳。虹膜

含有色質，在較強之光線中，色質特別發達，在微弱光線中，此質亦減少。歐洲南部之居民，其眼色較黑，即以虹膜中所生色質較富，可以應付強光。北歐人民，其眼球恆屬藍色。介乎此二者之間，眼色如何，尚有各種度數之不同。角膜後面，有一結晶質，若匾鏡然，即水晶體也。此匾鏡非人工所製者，可得同日而語，有最細之筋肉纖維，為



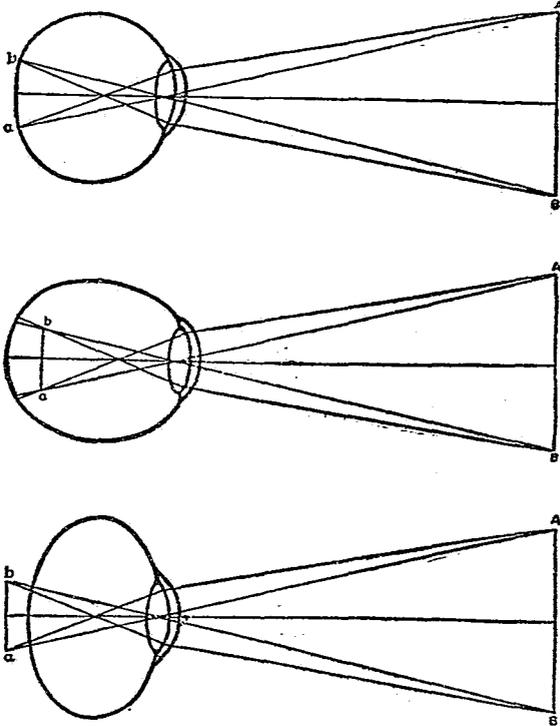
眼球及眼眶之剖切面

(P, O, N) 眼球之筋肉。A, 角膜；右眼球前室(B)之前，室中有液體(水狀液)，室之後層為虹膜 D, 其中心空隙為瞳孔。由此可見其中之水晶體(E)。水晶體之後為後室 L, 室中全係液體(玻璃液)。視覺神經(M)由眼眶背後伸入，分佈於網膜 K 之上，眼之背層為網膜，即影像所現之處。此外為脈絡膜 I, 及其中之血管。此外為鞏膜 H, 此膜堅固，有保護之功用。

之樞紐，於各種距離，可得其焦點。眼球之外，尚有各種肌肉附着之，故能向各方面自行轉動。科學家
有謂眼之構造，尙有不甚完備處。然天行茫昧，無意識中產出此種精奇之照相機，俾於每日動作，無
不妥協。斯已神
矣，又何能再求
其工也。

眼球之背

後有網膜 (Retina)，最奇之
質也。此膜半透
明，富於感覺。眼
球中含有液體。
眼球背面全部



眼球與物影之關係

上圖表示尋常眼之得物影。中圖表示近視眼之得物影。下
圖表示遠視眼之得物影。尋常眼之中，ab 爲物影，成於膜
上，頗清楚。近視眼之眼球太長，網膜恆在物影背後；遠視眼
之眼球太扁，物影恆在網膜背後。

四分之三，爲網膜所蓋。中有一處，特別發達，卽視影最顯之處，謂之黃點 (Yellow spots)。吾人視物之時，光線射入眼中，於此處成倒影，兩眼所得之影，合而爲一。吾人試就實體鏡之功用，以反省之，卽悟兩眼之所以合二影爲一，與其察視物體之清楚矣。

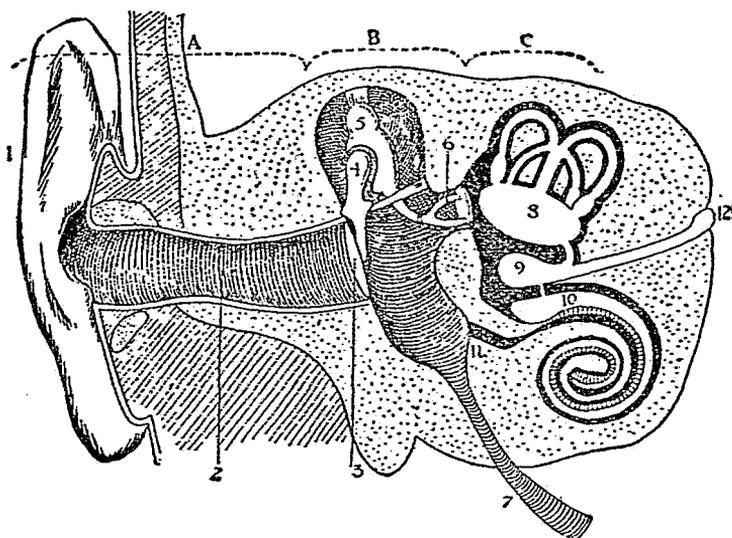
網膜係最微薄之細胞組織而成者，其質甚屬複雜，中有一部，爲棒形細胞與錐形細胞，網膜中最要之質也。眼之見色，爲化學作用，其由一種化學之質，而生數種顏色乎？抑由三種化學之質，而生三種顏色乎？尙不可得而知也。惟必有極細巧之化合物，而後可以見色。色盲之人，卽以缺乏此化合物之故。網膜遮蓋眼之背面，視覺神經，將所得之影，達於腦中。其由此神經之中渡過者，果係何物，則不可得而知矣。若謂影像可由神經渡過，以入於腦，是不啻於發出電信，謂文字可由電線上渡過矣，不已妄乎？總之，關於視覺作用，其不可解釋之處尙多也。

聽覺 聽覺機關，其構造之奇妙，與視覺不相上下。生理學家斯塔林 (E. H. Starling) 氏謂外耳無功用。人偶失其外耳，其聽覺仍無恙。最初人類之外耳，甚活軟，以其能擺動，故有功用。由外耳向內，有小孔道，約寸許。其中有腺體，於此處分泌，可以抵防害蟲之侵入。外邊之聲浪，由此孔道，入

於內耳。

耳孔之內有

耳鼓，以受聲浪。耳鼓之膜，構造極巧。此膜不自動，任何振動期之聲浪擊之，必生反應。膜之各部，振動期各不相同。內面有耳骨，與膜相緊貼，空氣迫壓此膜，恆視外邊之氣壓而增減



人耳之構造

A. 外耳之孔道；B. 中耳；C. 內耳之圍骨。

- 七十一
1. 人之耳朵，不能擺動，無甚功用。多數哺乳類之外耳，尚能收取聲浪。
 2. 外耳孔道，其內端為耳鼓。3. 耳鼓受聲浪之激打而生震盪。4. 5. 6. 三種耳骨（槌骨，砧骨，鐮骨）因此三骨之動作，將耳鼓之震盪，達於內耳。內耳之圍骨與中耳鼓相接處，有卵圓窗。7. 歐斯達管達於口中，空氣由此入於耳中。8. 內耳之通囊，有三條半規管，從此發出，有平準功用。9. 內耳之小囊與螺房(10)相連，此管為聽覺器之最要者，其中有柯氏器(12)。內淋管(11)，圓窗在圍骨之中者，圖中黑色為空隙，其中有液體謂之圍淋(perilymph)。圍淋與內淋之間有薄膜，圖中散點之處，皆係骨酪。

其壓力。口中有所謂歐氏管者，達於耳中，乃所以舒勻此壓力也。

耳內有三小骨（槌骨，砧骨，鐙骨），接受鼓膜之震盪，向內傳達至於第二膜，即內耳起首之處，在顱骨之內。聲浪擊耳鼓，三小骨受影響，而為之震盪，第二膜隨之。此膜橢圓形，若小窗，由此向內，有螺部殼，其中藏有纖毛細胞（hair cells），乃真聽覺器也。聽覺神經，與之相連，第二膜之震盪，波及聽覺器中之液體，由此影響於神經，復由此而達於腦。其功用神妙，欲悉述之，非連篇累牘，不能盡也。三小骨專司傳達聲浪，俾入內耳，其發達歷史，頗奇特，茲略言之。槌骨初生，乃係哺乳類下顎之一部，砧骨發生於顱骨之基部，與下顎相開闔，天演進行，遂生變遷。哺乳類能嚙嚼，因此需要，磨齒因之發生，下顎生新關節，槌骨與砧骨遂變為耳內之骨，於此而生功用矣。

十一

合而孟之發見各腺體之奇特 人體各部，如骨骼，筋肉，神經等，前已言之，茲請稍言腺體。腺體

生於消化器之內者，為數最多，其餘腎臟中有管形腺，亦最要之質也。此種腺有過濾之功用，血脈達於腎中管腺，發生激刺，使成動作。血中之窒素化合物，及其餘水分，皆屬廢料，管腺能由血中收取之，

運入膀胱，即尿液也。此等變化，乃一種生機動作，不徒物理作用而已也。

無管腺，乃腺體中之最有趣者，能由血中吸收質料；而其分泌，卒未嘗外洩，故成內分泌之現象。腎上腺，即無管腺之一種，其所在與腎相近，故有是名，此腺之體，與橙橘之一瓣相似，生出一種化媒，名合而孟者，注入血中。血液注各機關之分量受其管束焉。近世生理學家多研究無管腺者，即以此故。

多數無管腺，皆能發生合而孟，而此種腺體，皆屬較小者。此種功用之發明，乃近世科學上最要之事也。聚所有無管腺之體積，不過盈掬，可見其體積之小矣。而人身全體之生活及發長，悉賴乎是焉。岐司氏謂合而孟之一種先入十二指腸中之血管，逐血流前進。合而孟所含之分子極微，週巡全體，各自尋其所須至之處而止焉。體中各處，又生招引之力，以得其所應得之分子焉。此種現象，亦云奇矣。合而孟之名，乃生理學家斯塔林氏所定。

氣帶左右有二匾腺 (thyroid glands)，其體甚小，亦無管腺之一種也。其功用為研究生理者所最注意。此腺分泌，流入血脈中，其所生之合而孟，能加增各種組織之生發力，俾吸收養氣，因

之較多，動作乃益形活潑焉。此腺若不能發達圓滿，或自形枯萎，身體心力，必因之衰弱，人乃成頹萎癡愚。腺之精液，可用以爲復元之劑，故此腺爲體質與心力康健之所需。研究此腺所得者，皆可施諸實用，而收奇效。

生於匾桃腺左近，尙有四小腺，功用爲何，尙未定；但若被割，神經必受極劇之影響。又有太摩腺 (thymus glands)，能限制生殖器之發達，使不至於過早。此腺距近胸部，亦有內分泌功用。內部生殖器亦生合而孟輸運於血脈中，達於他部。動物之被閹割者，與尋常動物，迥然不同，人人能辨之。蓋雌雄之性，率由合而孟之刺激而發生，如鹿之雄者，發生長角，卽其一證也。又雌者生乳，亦合而孟關係生育之期，雌者乳腺驟爾發達，因當孕胎之時，卵巢中有合而孟發生，流入血中，展轉至於胸中，刺激乳腺，而使然耳。胎之自身，或亦發生此質，流入母體血脈中，以應生育時之需。

腦部下面有小腺，名腦下腺 (pituitary body)，此腺最奇特，恆爲人所不經意，各種組織，受其刺激，而發長爲所管束焉。腺中生合而孟最富，一旦被割，身體必孱弱矮小，不能發達。若此腺過於發達，人體發長，亦必逾量，其面目手足，乃格外長大，此其結果之可異者。

人體各系統，其構造已極奇妙之致；而其外所以包護之者，則爲皮膚。皮膚，乃一最要之質也。嬰兒之眼皮，其薄如紙。工人之手皮，厚至八分寸之一。其厚薄如此懸殊者，蓋皮膚因工作，遂生出一種細胞，以爲保護也。皮膚之中有汗腺，以調劑體溫；有油腺，以增加澤潤；有觸體，以發生觸覺；又有小窪，以銜納毛髮；蓋毛髮之生，原所以裨益身體也。體內各處，無不有皮膜，其厚者頗堅韌，其薄者液體氣體能透穿之，以便呼吸營養等之進行，皆視其所生之處而異耳。某詩家謂人類之正當研究，乃人類自身；蓋天壤間最有趣之事，無過於人體中一切構造及功用矣。然於短篇篇幅中，不能盡詳也。

十二

身與心之關係 此篇最後所論者，爲身與心之關係；以身體與機械比較，頗足以證明其功用，惟易使人誤會。身體爲有生之物，高等動物中，有心理現象之可觀。身與心二者並存，其中關係，頗不易明，如圓屋之頂，外凸而內凹。其內面與外面，雖屬二物，而終爲一體，不可分離。身之與心，乃一而二，二而一者也。生物可以有感覺，有記憶，有意欲，有思想，與其取食，運動，儲蓄，變化各現象，其真且確，無不相等。生物之營養，其新陳代謝，頗有一定之程序，至於心之動作，欲觀察之，則較難矣。生物之身體，

有較其心思爲發達者；亦有心思發達，過於身體，其身體乃聽命於心思者；故心之動作爲主動，身之動作爲客動。惟主動客動，併爲一致，乃其最奇而莫可解釋者也。若既有康健之身體，

復得康健之心思，以主使之，豈非人生最大之幸福乎？心思之足以影響於身體者甚大，請稍言之。

感情與消化

生理學者帕甫羅夫 (Pavlov) 氏謂人之感情，與其身體之康健，最有關係。人皆知身體中之血脈消化，日形健旺，其精神必格外煥發；而精神之煥發與否，其足以影響於血脈及



七十六

辛普孫 (J. Y. Simpson) 氏肖像

氏於千八百四十七年發明哥羅方 (chloroform) (卽蒙藥) 爲停頓感覺之劑，在愛丁堡大學爲產科教授，於研究及診治極精勤。

消化者，固亦若是其鉅。蓋心思爲身體之生命，人必有暢快之心，而後可得健康之身。近世生理學家於此種機關，研究頗詳，謂快愉感情，足以助食物之消化。蓋心中快愉之人，其消化液之發生，食物之運行，與養分之散佈，無不感便利；反是，則心存憤嫉，或瀰懷隱憂，其消化之進行，亦必生種種障礙。

快愉之影響 饑餓之人，一見豐美之食，其口涎立生，不獨目見之而始然也。卽偶憶及此，或設想及此，亦足以發生同等之影響。緣感覺上之經驗，與消化作用，關係頗切，因連帶之關係，消化爲所激動，分泌以之進行耳。人必有暢快之精神，始能得健強之消化，前已言之。人若心中無可繫念，乃營養最大之裨益。春季鳴鳥之食量最佳，以其快愉也。故吾人試一觀之，人之善飯者，其精神必甚煥發，然人亦惟有煥發之精神，而後能善飯，是二者乃相表裏也。故消化之強否，視其人快愉與否。昔人謂心之安者，其食必甘，斯言得之。卽此可見身與心須與不可相離，必須極形和協也。

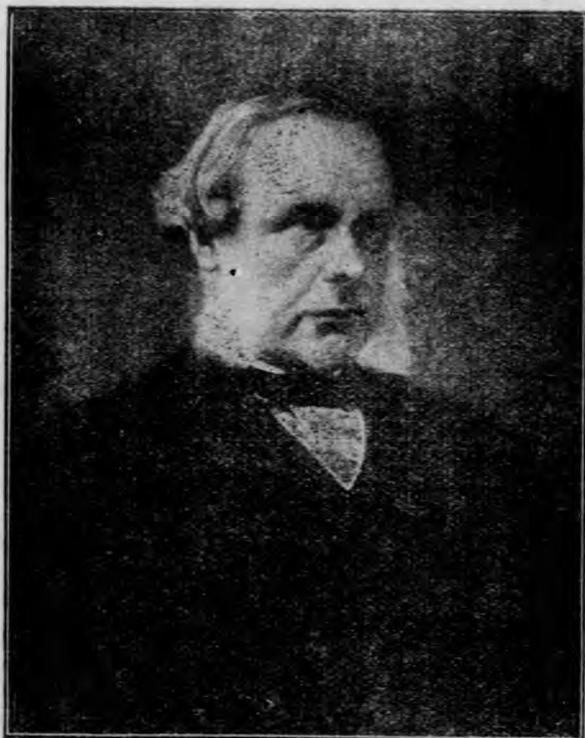
心之足以影響於身者，卽腎上腺觀之，可得其大凡。人偶因憤激，心中發怒，腎上腺因此激刺，乃有所動作。腺中分泌加增，吸入血脈，全身均受其影響。此腺之分泌，亦合而孟之一種，激刺較小之血管，使之愈形縮細。各處血脈流，有向內之趨勢，其壓力愈增，同時各筋肉受此分泌之激刺，乃格外活

潑；血中糖質，愈見其多；其凝結亦需時較短；全身各處，皆發生奮鬥之力。心之影響，有如此鉅也。

人偶間可

喜之事，其體中生機，皆同時發

動，此中關係最複雜，有非思議所及者。前曾言快愉心理，足以增長消化力，其於循環系之動作，亦能生同等之影響。詩家威至威士 (Wordsworth) 自言望見虹霓，而心中爲之躍動，追憶湖邊水仙花



力斯忒 (Lister) 氏肖像

氏生於千八百二十七年，卒於千九百十二年，以發明防腐法而得盛名。巴里特氏證明瘡之腐爛，係由微生物侵入。氏發明石炭酸爲洗治之劑，可以殺滅微生物。氏曾任格拉斯哥，愛丁堡，及倫敦英皇各大學教授。

之舞動，而喜悅驟生。此快愉心理之足以影響於血脈者也。又探險者值精神疲倦，偶得一好消息，其精神乃復振。幼兒思家者，無意中而遇舊識之人，不禁喜躍逾常，若有幻術使之然者。信仰宗教者，往往得一種快愉，如有超昇之樂者。此又快愉心理，足以影響其神經系統之效率者也。

心理之康健 情感有積力，有動作，皆由心靈關係，而影響於全身，使各腺同時分泌。吾人皆知因生理之返響，而發生快愉；然心靈之關係，亦不可忽也。蓋神經系統有統翕之功能，全身生活，以之和協。若心靈能得適當之發達，此功能之影響必尤大。人有喜愛美術之心，一遇美觀之物，卽生喜悅。此種情感，係身與心之返動，而全身無不受其影響矣。人之缺乏高尚興趣，其身體健康，因之受損，亦心虛關係也。

心理與生理，關係既切，心理生物學，爲今科學中一新學術，人之得極佳之生理者，其身體可以健康，而與此極有關係者，則心理之健康也。病弱之人，或有健康之心理，而康強之人，或有萎弱之心，此例外之事耳。以平均而論，心與身均須得適當之發達，有同等之康健。故心之營養，運動，休息，遊戲及儲蓄等事，皆極重要，不徒足以增助消化，而於心理之健康，實有關係也。

參考書目

Bayliss, W. M., *Principles of General Physiology* (1915). A more advanced book for students, a standard work.

Foster and Shore, *Physiology for Beginners*.

Harris, D. Fraser, *Nerves* (Home University Library).

Hill, Alexander, *The Body at Work*.

Huxley, T. H., *Elementary Lessons in Physiology*.

Keith, Sir Arthur, *The Engines of the Human Body* (1919).

Keith, Sir Arthur, *The Human Body* (Home University Library). (A very interesting little book on the history of the human body).

McDougall, W., *Body and Mind* (1911).

McKendrick, J. G., *Physiology* (Home University Library).

Pope, A. E., *Essentials of Anatomy and Physiology* (1922).

Thomson, J. Arthur, *The Control of Life* 1921; and *Secrets of Animal Life* (1919).

第十一篇 達爾文主義在今日之位置

美國哥倫比亞大學化學碩士
任鴻雋譯
國立北京大學化學教授

天演觀念之共認 今人之所謂達爾文主義者，其意蓋指普通天演觀念，即現在者乃過去之子嗣，亦即將來之父母也。進化觀念之在今日，既已得科學進步之證明，且爲碩師耆宿所共認矣。騰蹕之馬，足僅一蹄，乃漸新紀陸地 (Eocene Meadows) 之祖先，前足四趾，後足三大趾，後足一小趾者，蛻鱗之結果。振翼之鳥，飛過吾前，亦自舊式羽族所謂始祖鳥 (Archaeopteryx)，有齒在顎，有尾如蜥蜴，而其翼且未完全成形者之演進而成也。且此首出之鳥，又可溯源於恐龍類之爬蟲，雖其蛻化之迹，尙隱岩石中，而進化大意固可無疑。爬蟲之祖先又爲兩棲動物，兩棲動物又溯源於魚類，如此遞推愈進，至消失其端緒於生命起源之霧中而止。設此之謂達爾文主義也，則達爾文主義之在今日，視往昔爲尤穩固；特吾人今日自覺對於物類起源及轉變上智識之不完備，視達爾文之時尤有

加耳。總而言之，吾人對於今日動植界之唯一的科學觀察法，即視其爲自然演進之結果。此言之確當，已於上章詳之。

天演之要因 雖然，精確言之，達爾文主義，蓋指達爾文學說中之關於天演要因者而言耳。設謂鳥類之祖宗爲恐龍類之爬蟲，而近世之馬乃由與狐獾大小相等之馬祖蛻蠶而來，此循序漸進之適變，果何由乎？前乎達爾文而持天演論者固不乏人，且對於天演要因之學說各有貢獻。特達爾文及其同事窩雷斯 (Alfred Russel Wallace) 所發明，能使各重要因子具有關係，理論與事實，切合無間，是故發表未久，而大多數之自然學者即翕然宗之。達爾文學說之要點，不外兩字，曰「變異 (variation) 」曰「選擇 (selection) 」；其要義則達爾文以數語了之，曰：「凡種所孳生，過於能存之數，於是生存競爭，相尋不已；此時設某個體略具變異，雖其端甚微而於已有益，則於複雜變幻之生活中，生存之機獨多，而天擇之效以著。又自遺傳定律言之，凡此被擇之異種，皆有衍留新形之傾向。」

達爾文主義之要點 上節所引達爾文之言，終嫌簡略，今將設爲數論題疏通而證明之。

論題一 變異爲生命之事實。子孫大都異於父母，家族中之各個又多互不相似。此變異之中，有使其得食，避害，獲耦，長養子孫較易成功者，是變異之有利於個體者也。個體得此，其成功之數，必較得反對方向之變異或絕無變異者爲獨多。

論題二 設使個體以有利之變異而占優勝，反之，其得有害之變異或竟無變異者，因之歸於劣敗，又設此特異之點，歷代傳衍勿替，則此優勝劣敗之結果，必於其種類或族姓之性質發生影響。設使具有優點之個體（吾人可稱之爲正變者），常占勝利，其優點又相傳無替，則此類必終爲其種族之概形。反之，彼具有劣點，或絕無變異之個體（吾人可稱之爲負變者），必且漸形消滅，久而絕跡於世矣。潘內脫教授嘗計算之曰：『設一族所含之變形新種爲十萬分之一，而此變形新種生活之機會，若視原形僅多百分之五，則不及百傳，原種殆將無子遺矣。』

論題三 然選擇必有所以爲選擇之具者，生存競爭，則選擇之具也。生物牽天係地，資生之物有限，而禍患之來無端。彼羣居州處，則有過庶之患，世變無常而爭者羣起。食物有爭，據地有爭，自存有爭，配耦有爭，保家有爭，乃至奢侈之用與需要之求莫不有爭。同類之中有爭，如蝗蟻則自食其類，



生存競爭之一因(山鷹搏鴉圖)

山鷹爲此類飛禽之最猛鷲者，常飛而搏擊他鳥。此鳥翱翔甚高，見獵物則從上薄擊之。其殺鳥也，不以擊而以其強爪搏握。凡鷲鳥皆雌大於雄，能獵取較大之物。

卽變形蟲之微，亦或至同類相殘。異類之中有爭，如食草之畜，常供猛獸之咀嚼，穴田之鼠，每爲鷲鳥所搏擊。又生物與無生物之環境亦有爭，如寒，熱，風，浪，洪水，苦旱，何一不賴生物與之奮鬥。自然選擇之事，達爾文所謂天擇者，其機甚微，而運行不息。當畜養種植之際，培養與削除之責，人實司之，在天然界中，司牧人與園丁之職者，則生存競爭是矣。

天演進行中之達爾文主義 以上三論題，既已表明達爾文主義之要點矣，然吾人之問題，乃達爾文主義之在今日爲何如也。當答解此問題之前，吾人將重言以申明者，使今日之達爾文主義，乃與達爾文之所以遺吾人者無少差異，則事之可悲無過此者。達氏極知彼之所爲，特解決生物天演問題之起點，科學進步，則其理論之變改亦在所不免。設天演學說自身不復演進，豈非矛盾之甚者。茲所異者，不在窩雷斯所稱達爾文主義中有若干變改，而在達爾文學說之大部分，竟能顛撲不破，歷久如故也。

尤有一端，不幸有申明之必要者，卽不當因對於天演要因之審慮而并致疑及其事實是也。吾人於由恐龍類至鳥之演進，未能瞭然於其變異及選擇之作用，且謬言之不以爲諱，然在平心靜氣

之研究者視之，決非可利用以爲反對天演說之具。蓋設不認此義，鳥類之發生究何由乎？一八八八年窩雷斯有言曰：『生物界中以變相傳，已爲公認之事實』。特吾人當前之問題，乃自達爾文以來關於天演要因之改變爲如何耳。

一

天演之三大問題 研究天演者有三大問題須加解決：（一）新者由何起源？（二）遺傳之定律爲何？（三）選擇衆物及定爲適存之方法安在？是也。易詞言之：何者爲起原之要因，何者爲遺傳之定律，何者爲定向及選擇之主力，三者皆天演學家所當研究者也。

天演之行，恃乎新徑，特點，僻性，歧異及偶然事實之出現，或此有所短，彼有所長，要言之，卽生理組織之改變而已。此在術語上稱之爲『變異』與『猝變（mutation）』。無論進步或退化，皆待於奇異之出現以爲天演。奇異不作，則天演之息也必矣。海介中之酸漿介，經千萬年而不變其形，美則美矣，然如其冷疑何也。

遺傳爲仍世生理繼續之關係，過去之生存於現在，祖父與子孫之血胤關係胥恃此也。個體有

如光學上之靈視，祖先之光線至此聚集，復分散之以流布於後世，皆以個體爲之樞紐焉。

遺傳爲孳生作用，使生者常肖其所生，而又不必盡然。個體之特點，有可遺傳者，有不能遺傳者；壽者生子多壽，而才者生子不必才；『聾啞』之疾常及其子，而黎黑之父乃生玉顏之女，比比然也。由此觀之，遺傳之在天演，與其謂之要因，無寧謂之境緣之爲得也。雖無天演，遺傳仍進行自若；然無遺傳，則絕無天演。蓋遺傳云者，積過去所得以爲資本之謂；而個體有所損失，不得卽爲全種之破產。眇一目者生子必具兩眼，雖其母亦僅一目，固無礙於子嗣也。

然則生物學上所謂變異，所謂猝變，無過生物自表之試驗，而實卽進步所據之原料。原料既具，繼傳既得，不可無物以爲選擇。天演之事，歷試諸物，擇留其良，非短時間所能奏效，上節已言之矣。變異，或新奇者，待試之物也；生存競爭與生物之努力，所以爲試之具也；而遺傳則使證實爲良善者，保守勿失。取譬於細微之事，遺傳如作葉子戲，變異則新出之能手，而使生物持之以決勝負，其行之也，努力與機會參半。設使制勝有素之生物，一旦倦勤而思退位，彼且并其幸運與伶俐而傳之。是故唯成功能召成功，達爾文主義之要旨，如是而已。

變異問題 變異之泉源達爾文已言之詳矣，然非達氏之所能盡也。家畜中之雞、狗、馬，在人

爲節制之下，常發見若干新種，卽在天然物類之中，此種例證亦至繁夥。其中固不乏保守種類，常保生理平衡而不易變動，然多數情形則仍屬流動不居。其在極端之變種，則爲聯屬異類之連鎖。設舉變異或新奇之種，統計而記載之，將成所謂『謬誤出現線 (curve of frequency of error)』，卽變形至某程度之種數，與其離中庸標準之遠近成反比例。如使某處人民身長之平均數爲五尺八寸，則任意之二千六百人中，(據窩雷斯言)必有一人爲四尺八寸，一人爲六尺八寸，十二人爲五尺，約十二人爲六尺四寸也。就事實言之，在平均數兩側距離相等之處，其數皆相等，惟其變異之多數，則不遠於平均數耳。

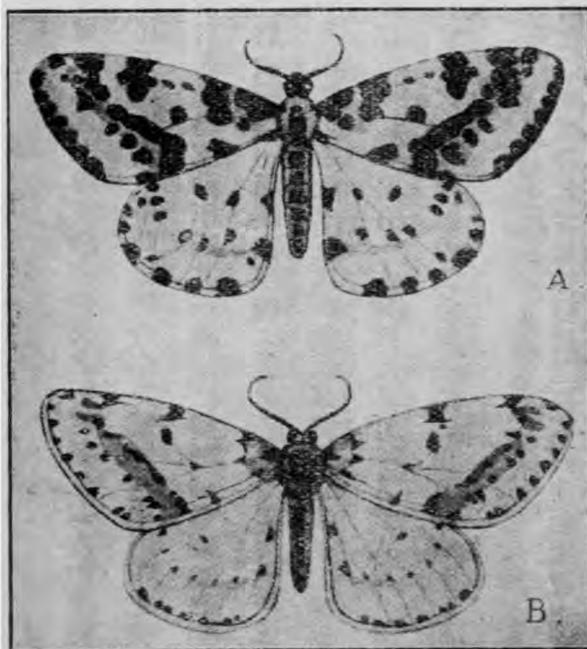
變異有一定限度 自達爾文以來，例證愈多，愈知變異之來，不如前此所設想之漫無限度。古生物學者就其化石所得，爲之排列比次，幾若有一定方向，循之以爲進步。如所謂箭頭特轉，獨關異徑，概乎未之有聞。新者之出見，似爲已往之舊者所限制，如於堂構之前，別加建築，舊者之形式，有以

定新者之計畫也。生物即自趨新途，亦不能不求與在前之舊形相叶合。自達爾文歿後，變異中偶然之要素漸減縮矣。

不連續之變異

達爾

文對於偶然發生之變異，如侏儒長狄，無角之牛，斷尾之貓，白羽之鳥，垂枝之槐，無刺之玫瑰，無核之李，鬚長至地之怪馬，尾修六尺之日本雞，皆極注意。唯達氏於此種突現之奇形，或不連續之變異，未常視為重要，第一以為其出不常，第二以為變形與常



喜鵲蛾 (*Abraxas grossulariafa*) 之變異

此蛾極普通，由不列顛以至日本皆有之，其顏色花式變異之衆，尤為著名。圖中所示 A, B 兩式，變異極微。然即此便是天演之原料。

體相配，其變異不久即歸消滅。同時門得爾 (Mendel) 之所證明，以純高之豆與純矮之豆相胖合所得盡為高者，達氏尙未見及也。

不連續變異者，謂突然出現之奇形，與其種之諸形無中間次第之關係，此種變異之承認，為自達爾文以來最大改革之一。吾人可勿事遠引，仍取白鳥及垂柳為喻足矣。善變之普洛條斯 (Prof. teus) 能匍匐亦能跳躍。自柏蒂生 (Prof. William Bateson) 得甫里斯 (Prof. Hugo de Vries) 兩教授特別研究之後，知變異之較大者，有時亦忽然出現，殆已無庸置疑。新起之性，有出時即頗完備，如瑟力罌粟 (Shirley poppy) 及安孔短足羊 (short-legged Ancon sheep) 者，常



日本長尾雞或托薩雞 (Tosa)

此異常之種，可信由古昔畜養而來，其尾增長不止，有七尺八尺以至十八尺者，似為生理上之變異。以托薩雄雞與白交趾塔木 (Bantam) 母雞相配合，所生雄雞顏色與托薩雞相同，唯每羽皆有白紋。雄雞亦有長尾，但不如托薩雄雞之長。其所生雌雞，則如托薩雌雞相似。

能獨立傳衍，不易以配合消滅之，若是者謂之猝變。得甫里斯有言：『通常之人，以為新種由徐徐改變而成。猝變之說適與此異，彼謂新形變種，乃由現狀一蹴而幾。母種始終不易，而新式層出不窮。或同時而多族并出，或異時而分期出現。』得甫里斯此言，可取其在荷蘭希爾味森 (Hilversum) 所得之月見草為證。此花故產北美，而得氏得之荷蘭，又多方善變，幾若全體生機，舉為不寧之內潮所激動者。故其產出新種極繁，且能遺傳勿改，此真新種製出之好證也。

達爾文以為天演之事，行於細微變異之中，此種變異，時時出現於生物界，固矣。顧自達爾文以來，不連續之猝變，漸為學者所重視，此不但事屬可能，亦且勢有必要。哥爾通爵士 (Sir Francis Galton) 常以易變之生物，比方於易於轉側之多面體。當其託體一面，其位置已成固定。偶有驚擾，能使此多面體發生震動，顧不久即復其本位。此震動即達爾文之微變。願使此生物於驚擾之後，不復返其原面，即就震動之位置發軔他向，此比方即不適用。驚擾之大者，能使此多面體轉側至一新面，靜止於是，且以是為震動之新中點焉。此新位置即今之所謂猝變。研究遺傳之結果，知猝變有久住之權能，在其子胤之某部分常常出現，不少變改。即與異類脾合，亦不能加以消滅，如達爾文所設

想也。微變之遺傳，在達爾文以爲無可致疑者，在今日有待於證明，反視粹變有加，此則事之可異者耳。

三

變異與形變 形體因運動而變，如跳舞者其脛腓肌肉必非常發達，且有延及身體他部之傾向。白鼠常久運動，能使其心肝腎重量之增加至百分之二十。水蝸牛長於壓迫環境之中則成短小。金魚居黑暗三年則盲。曝灰白無色之達爾馬提亞穴 (Dalmatian caves) 中盲蠅於日中則黑，其卵在日光中孵化，亦成黑蟲。皮膚某部受壓太久則變厚硬。鳥類之毛羽有時因食物而變色，如白燕鷗，其例至顯。海鷗之胃以魚殼爲食而變其性，皆事之至易見者也。

凡此變改，在術語上稱之爲『形變 (modifications)』，由個體生活中習慣環境乃至食物之不同而得。此種形變又稱爲『獲得性 (acquired characters)』，此極不幸之名詞也。彼蓋得之於外鑠。而眞變異與粹變則由於內發。

形變由外侵入，而變異則由內發出。拉馬克 (Lamarck) 之天演說，亦達爾文所節取者也；其

言以爲環境及官能之用否，足以影響於個體之形狀，而此種性質亦能遺傳，積之既久，遂成其種族之特性。穴處之禽，常多盲目，自拉馬克言之，無非久處黑暗不用其目之結果。近世爲達爾文說者，則謂眼之變異，由先天或生殖細胞者其常也。唯生而眼弱，或於此方有缺者，乃自然傾向於穴處。長頸鹿之長頸，自拉馬克言之，是爲累代仰企高樹之結果。在某程度內，達爾文亦取此說以補已說之不足，然近世爲達爾文說者，則謂身體一部分之變異，由先天或生殖細胞者其常也。長頸鹿之頸長者得食尤易，因遂雄長其族焉。人有長鼻者，累世相承，居然成一家之特性，然不得謂長鼻之成因，在於使用手巾之用力也。

形變之真確，無人能致疑；但觀非洲探險家之黃膚可矣。茲所疑者，乃個體所得之變形，能及其子孫，爲全部或其顯著一部分之遺傳焉。此種形變於個體或極重要，甚且爲其生命所係，第非留傳及後，自種族上視之，無關輕重也。身體形變之能否遺傳，哥爾通爵士及魏司曼教授 (Prof. August Weismann) 研究尤專；近人且謂自達爾文以來，達爾文主義之最大改革，即在放棄拉馬克之形變遺傳說。雖然，困難之點，往往而有，生物學者亦不能過執成見，謂此種遺傳必不可能。吾人所能記述

者，特就所有證據言之，似『獲得性』之遺傳，無論完全或大體可辨，均未可斷定耳。然今之動物學大家如馬克勃萊德教授 (Prof. E. W. MacBride)，復不以此言爲然；科學家之態度無他，在不設成見，加以更求事實之熱心可耳。

在昧於此問題之人，於此竊有疑焉，設獲得性不能傳衍，則一羣進化將何由致。茲答之曰，一種族之造化，得於變異與粹變；此變異與粹變者，起於內部，由生殖細胞之擾動變化，互換結合，而新個體出焉。一七九六年世界最善走之馬，速度爲每二分三十七秒鐘行一英里；至一八九六年，則爲每二分十秒行一英里。此可云馬行之速度，以傳衍有統系的訓練之結果而增加耶。自事實上言之，馬速之增加，乃爲擇種留良之結果，不得謂爲訓練之成績。良馬出於天生，非人力所爲也。

形變有時亦可再現，然須知再現之故，乃由造成此形變之原因，留滯未去，故於其後嗣發生同樣影響，而非由於形變之遺傳。疾病之遺傳，亦以身體組織之病有起於生殖細胞之擾亂者爲限。胎中之兒，或有爲病菌毒害之事，然因職業或飲食所得之疾，則大半不能如原狀以傳也。

再有一誤解，不能不加說明者，則謂由人生教養（如環境飲食習慣等）所得之特點，既不能

傳之子孫，似此種改進，亦不關重要是也。不知唯其改良環境與機能之善果不能傳之後嗣，而後每一世代愈有重加印入之必要。設此善果不能得之遺傳，於是自求之道乃愈重要。不寧唯是，「教養」（就廣義言之）之良善，常能激刺有用之變異使易於出現。不寧唯是，如新鮮空氣，適當運動，衛生食品，優美環境，快意工作等等，雖不能即如其物以遺傳，而可以增加子胤之活動能力；在所謂胎教時代，其效尤著，特嚴格言之，胎教與遺傳，固兩事耳。身體組織上之污染或弱點，誠可憑藉「教養」以爲補救，唯不能絕之俾勿遺傳。後代一有機會，此弱點即復出現。當牧畜種藝之際，擇種留良，亦唯變異及猝變之良者可留，而形變之良者終屬無望。最終尙有一端，爲吾人所當注意者，如使形變之良者，以不能遺傳而滋惋惜，彼形變之不良者，又當以不能遺傳爲吾人所慶賀也。

四

變異之起源 達爾文對於變異之起源，未嘗爲立一說，其云：「吾人所知於變異之定律極爲有限」，尤吾人所同深慨嘆者。變異者新種所由出，實天演之中心問題也。顧自達爾文以來，於變異之某可能性亦未嘗無所發明。設有白色之鳥，或白毛之童，或無角之犢，或無尾之貓，忽然出現，吾人

爲之解釋，則以爲此種變異，起於遺傳中某種付界性之遺失，吾人又知在生殖細胞歷史中，此種遺失之機會固確實存在也。

反之，如子孫性質視平常所得者有加，則可以其得於父母兩方之付界者雙倍獨厚之說解之。如父母顏色皆甚黧黑，又皆出於黧黑之族，則其子孫之顏色，或較其父母尤黑。此例在有害之特性亦極可信，如聾啞父母之子，必較其父母爲尤聾啞，其事至可駭也。個體生命起於受精後之卵細胞，假使受孕之際，父母兩方之付與，并各深厚，則某特性之表現必愈加強。精細胞與卵細胞同，各具有完全遺傳之『因數』或始性，至構精成孕，此兩者即進爲極親密有秩序之結合。迨由卵成胎，由胎成形，則新形以起，而其中各有若干部分，代表父方及母方之特性焉。於此有當知者，雖精細胞卵細胞之中，各具有遺傳之全部，至其見於後嗣之特性，則僅爲遺傳性之一部分。子髮或得之於母，其顎則得之父。有時父之特點，僅見於其子而不及其女，唯至其女之子，則其特點復見焉。

人類變異之中，有特別聰穎傑出者，吾人則稱之爲『天才』，反之有不如常者，吾人則稱之爲『愚騷』。在動物世界中，天才與愚騷蓋充塞也。雖然，吾人所欲指明者，乃男女構精之際，實與各種

性質以重新變換配合之最好機會。設吾人以遺傳性比諸紙牌之一束，每一付異性或一『因數』即爲一牌，構精時即爲衆牌之重匯，此正如生殖細胞之長成，其牌或不免奪失。故自達爾文以來，關於生殖細胞歷史智識之增進，足使吾人知某種變異之起源，此可昌言不疑者也。

設吾人研究略深，將見外界變動之激刺，如氣候之類，亦有以濡染生體，使複雜之生殖細胞由是以生變化。陶厄教授 (Prof. W. L. Tower) 嘗取發育至某程度之番薯甲蟲，置之非常熱度與溼度之下。蓋此等甲蟲，常不受外界之變改，故其自身不生變化。但其子孫則有變異顯然者，如顏色花紋，皆其著者也。且此種變異之子孫，不復返其祖父之原態。由此類觀之，又似環境之激刺，能透過身體以誘起生殖細胞之變異也。

淺而言之，似番薯甲蟲之例，爲環境影響遺傳之結果。然有不可不辨者，此際爲親之甲蟲，固未嘗見有形變或獲得性也。實則環境之特情，濡染於身體，因引起生殖細胞之殊異，此固生物學家所共認爲可傳者也。同樣，酗酒之親亦能激動生殖細胞之變異，流毒及其子孫。然此與堅肝症或他形變之遺傳，固自不同也。父母有酒病者，其子孫必不強壯，此人人所習知者也；然此與形變遺傳之問

題實無直接關係。大凡酒毒之傳衍，不能甚長，（譯者按，謂不久即絕也。）其所傳者，特先天之缺憾，即不能自節是矣。有時父母之縱飲，能與生殖細胞以惡影響，不過對某數種動物試驗之結果，殊不如是。大約此因生物而異者也。最終吾人所欲言者，嗜酒之母，嘗令其胎中之子發育不完，然此與形變遺傳之說，關係甚微，與謂惠士克（酒名）之子不善治生正同。『獲得性』一詞，意謂在個體生活中，因環境飲食機能之特殊而起之形狀變化，此時欲另下定義，實無正當之理由也。

魏司曼教授關於此問題之想思，愈深微奧妙矣。彼謂複雜之原生質，實含有遺傳性之全體，可以身中營養之變動，奮振而改變之。營養之微變，具有柔和勢力，能使生殖細胞發生內部變易，漸則顯露於外為有益之變異，正與血中有毒足以敗壞生殖細胞相同。蜜蜂之螞蟻，以食物之不同，長成或為工蜂，或為蜂后，此吾人所不容忘者也。

吾人所可言者，變異起源問題之在今日，似不如達爾文時代之黑暗。然亦無人能灼解新種之出現。生殖細胞為單細胞生存之一生物，其變異安知非生物原性表現之結果——此原性即實驗自己表現之能力，為生殖細胞所固有者——乎？

五

遺傳問題 以科學方法研究帶神祕性之遺傳問題，達爾文實爲首創者之一，其戚哥爾通之研究，尤爲深到。不幸此二人者對於門得爾院長之所作，皆漠然無聞。門得爾於一八六五年發表論文，實令此全問題起一大革命。無如其論文發表後，直至一千九百年始爲人所注意也。

門得爾主義 門得爾主義 (Mendelism) 有根本觀念凡二：一爲『單位性』(unit-character) 此語非略加解釋不易明瞭。遺傳云者，生物所憑藉以爲起點，得於受精之卵細胞者也。據最近發見，知遺傳性爲許多明斷界限鬆脆，不相混合之個性所合成。此個性傳於後嗣，亦以全體爲傳，不沒不分。吾人可以睛色髮狀及鼻形爲例。嚴格言之，所謂遺傳性者，不在成人表現之性質，而在此性質之原生代表，術語上所謂『因子』或『造物』者是也。成熟之性如鼻形類者，乃爲原生代表。與其發展時環境影響之複雜結果。且一成熟之性如髮狀之類者，在生殖細胞中，可爲多數因子所代表。不寧唯是，一原生因子，如有黑色素發生之始機者，可於成人之多數性質生影響焉。

今有人焉，其手指皆拇，即手指骨節，不爲三而爲二，此種特點（術語稱之曰『短指』(Brachy-

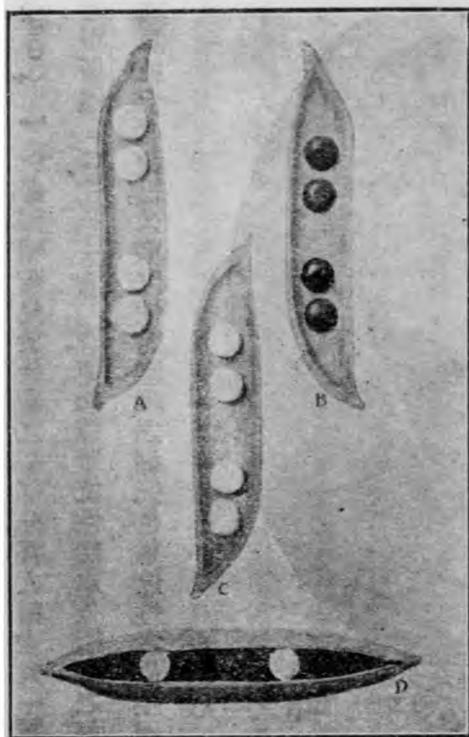
dactylism) 』必繼續發見於後嗣之一部分，吾人稱之爲「單位性」。奧地利亞及西班牙皇族之哈布斯堡 (Hapsburg) 脣，卽此種單位性能永久繼續之好例。夜盲或暗中不能見物之人，可溯其源於十七世紀，又單位性能繼續之好例也。單位性之原生因子形狀如何，非吾人所得知，但



門得爾最初以科學方法研究傳遺之一人

門得爾 (1822-1884)，西利西亞 (Silesia) 之小康農家子也。一八四七年爲天主教士。一八五一至一八五三年間，在維也納 (Vienna) 學物理與自然科學；最終爲布隆 (Brünn) 院長。彼於此寺院花園中，就豆、草、蜂等物行其試驗，遂於一八六五年發表生物學上之最大發明。此發明直至一千九百年始爲人注意。柏蒂生教授對於門得爾定律，嘗有言曰：『此種試驗爲智識進步之泉源，蓋與化學上原子之根本定律同其重要也。』

有許多事例吾人知其其在染色體中，依次排列，秩然不紊。有時吾人且知其其在染色體中之地位為何，（至何以知之則非數語所能盡述）。然重要之點，乃在知此單位性（或其因子）等之性質，幾如化學上之基體，完全的確，可雜揉混合後復分布於子胤，而不互相倚賴。唯然，吾人溯夜盲之世系時，將見具此特點者，非一切個體，乃每代之若干部分也。



豌豆所表示之門得爾定律

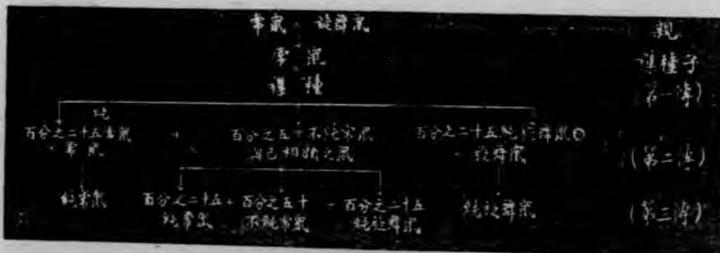
- A. 黃色豌豆莢，為傳種之一親（豆色顯著）。
- B. 綠色豌豆莢，為傳種之他親（豆色退隱）。
- C. 雜交之子（第一傳），僅得黃色豆。黃色者顯著，綠色者退隱。
- D. 第二傳之子黃色（左之白者），綠色（右之黑者）同時復現。

潘內脫教授於其門得爾主義書中，對於單位性嘗有言曰：「單位性在生殖細胞中嘗爲一定因子所代表，於遺傳時則爲不可分之個體，照一定計畫分布之。某單位性之因子，在生殖細胞中，或在或在。但在則全在，不在則全不在，未有模稜兩可者也。」

六

門得爾主義之第二根本觀念，是爲顯著性。門得爾以高豆之純種與矮豆之純種相配合，而所得爲高，於是彼稱其高性顯著而矮性退隱。此矮性固仍在遺傳中，顧不表現於雜生之子嗣。然使此雜生之子嗣，自相配合，則矮性復見於子之四分之一。

日本人善養鼠，其鼠有奇癖，能作旋舞。然使以日本之旋舞鼠與平常之鼠相配合，則所得爲常鼠，而旋舞特性隱而不見。但使此雜生之鼠，自相配合，其子嗣中則有若干旋舞鼠，爲旋舞一而平常三之比。



門得爾主義之見於鼠者

親本了
第一傳子
第二傳子
第三傳子

白鼠即家鼠中之無色者，眼與毛全白，行動如豚。

白鼠舞鼠，日本種，喜旋轉，若弄其尾，除小尾黃褐外無色。

設以上兩種之純者相配合，其子多為灰色，眼與行動如豚。

如以此得種相配合，所出亦至不同。

然狗

B 類

C 類

A 類 百分之二十五
無色

B 類 百分之五十
黑眼 毛灰色或黑
或其中有死點

C 類 百分之二十五
眼全黑 毛黑或紫
灰或黃褐 耳中有白點 能舞者全若
(A B C D) 不及五分之一 毛色與純性分別傳遺

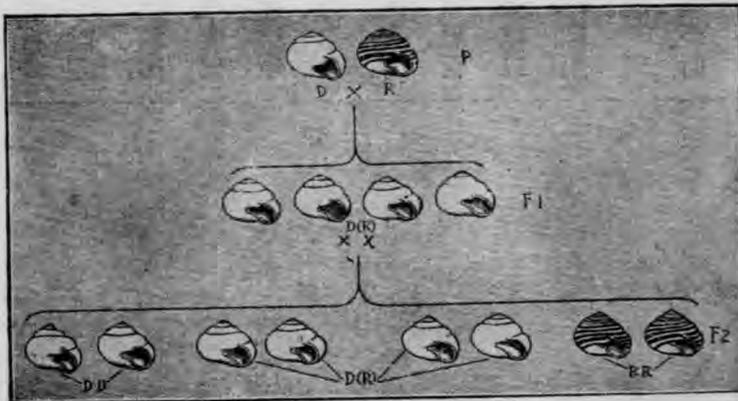
A 類自相配合 所出僅無色如其本類

B 類自相配合 所出僅為如 ③ 之灰色或一室中有無色 灰色黃褐 及其各色之斑點等。

C 類自相配合 則生出褐色 灰色 藍色 紫色之斑點 有時亦有無色者

門得爾主義之見於鼠者

例，此數謂之門得爾比例。設此次傳之旋舞鼠，復與他旋舞鼠相配合，則所出統為旋舞鼠，可見平常性至此已完全斷絕。尤奇者，此次傳之旋舞鼠，雖其父母統為平常，其祖父母之一亦為平常，而在市場竟可認為純粹旋舞者，不虞良心之責備。再就其起點言之，設旋舞鼠與常鼠相配合，所出統為平常。此時平常性顯著旋舞性退隱。設此



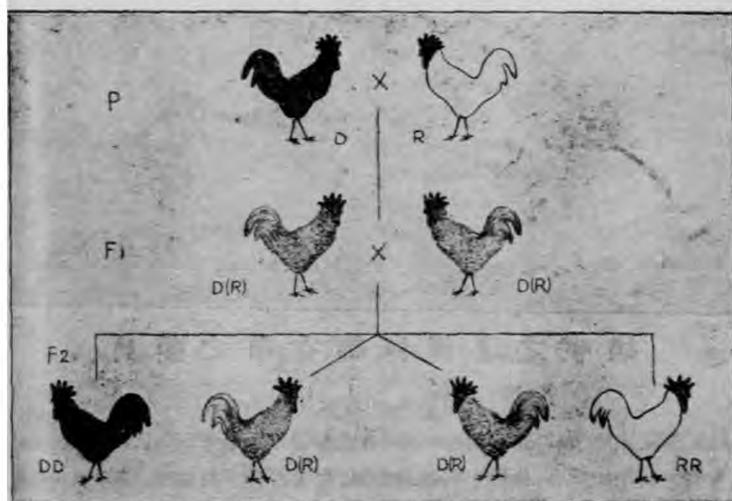
蝸牛之遺傳無帶有帶之變異

(據朗(Lang)氏作)

一五 設無帶之木蝸牛(*Helix nemoralis*)或無帶之園蝸牛(*Helix hortensis*)與有帶之同類相幹合，每蝸牛即就地作巢，生蛋百數十於其中。蝸牛為雌雄同體，精與卵具於一身。然如一蝸牛之卵(假定為有帶者)與他蝸牛之精(假定為無帶者)相構接，所生之個體必全為無帶者D(R)。消極性『無帶』D顯著，積極性『有帶』退隱。設此無帶之雜種(F)復自相幹合，所出必為百分之二十五純無帶者——抽選的顯著DD；百分之五十不甚顯著D(R)，貌似無帶者；又百分之二十五純有帶者——抽選的退隱(RR)。設以無帶者之卵為起點與有帶者之精相構接，其結果亦同。

雜生之常鼠，自相配合，所出則有百分之二十五為純旋舞鼠，百分之七十五為形似常鼠。但此百分之七十五以內，有三分之一為純常鼠，設此常鼠復與常鼠配合，則不復變生他種。其餘三分之二，雖形似常鼠，而旋舞之性仍卷藏於密，與其所出之親同；蓋自相配合時，所出即有百分之二十五為純常鼠，百分之五十為形似常鼠，其餘百分之二十五為純旋舞鼠也。此種關係，不經上面形式之排列，不易瞭然於心也。

在上舉鼠類例中，通常性顯著而



門得爾主義之見於安達盧稷亞雞者

P 親系，黑者顯著，白色退隱。

F₁ 雜生子『灰』安達盧稷亞，表示不完全之顯著性。

F₂ 第二傳：百分之二十五純黑（抽選之純顯著性），DD；百分之五十灰（不純顯著性），DR；百分之二十五白（抽選退隱性），間有黑點（RR）。

旋舞性退隱，然不得謂顯著者必近於通常性者也。故貓之短尾者顯著（雖不十分完全）於通常之長尾；雞之多趾者顯著於通常之四趾；牛之無角者顯著於通常之有角者也。

下舉諸例，爲物性中之表示門得爾遺傳者，置其顯著性於前，有如下列：兔及豚鼠之常毛與長柔毛；人之鬚髮與直髮；雞之高冠與短冠；木蝸牛殼之無圈與有圈；豆之黃子葉與綠子葉，圓子與縐皮子；麥之無芒與有芒；麥『鏽』病之易染與難染；大麥穗之兩行與六行；苧麻葉之有鋸與無鋸。有時積極之性如蝸牛殼上之圈，反居退隱；亦有時消極之性如牛之無角，反爲顯著；至何以此性顯著他性退隱，則無人能知其故也。

尤有須注意者，在門得爾之遺傳中，顯著性有時并不完全；如以黑安達盧稷亞雞與白雞配合，所出卽爲灰色安達盧稷亞雞，此灰色卽稀薄之黑耳。此灰色安達盧稷亞雞，不復能爲純種；設自相配合，則百分之五十爲『灰』色，百分之二十五爲黑色，而他百分之二十五，乃特種白色而帶有灰點者也。

七

門得爾主義之第三根本觀念，視他二者尤為難明。門氏設想高豆與矮豆雜交之結果，產生兩種生殖細胞，一帶高性，一帶矮性，而其數略相等。換言之，每一生殖細胞對任何單位性之因子皆為『純種』。設以長毛之兔與短毛之兔相配合，所出必全為短毛。但此雜交所生之雌兔每生八卵中，將有四卵含長毛因子，四卵含短毛因子。同樣雜交所生之雄兔每生八精子中，將有四精子含長毛



半垂耳兔

達爾文云，半垂耳兔，為變異之一種，其遺傳性則不甚確定。此兔之奇者在一耳下垂，其右『全垂』兔則兩耳皆向下也。下垂之耳，常視直立者較為寬長，兩耳之不平稱至為罕觀。當半垂耳兔出現時，無論其為父為母，其子孫多為全垂，若其父母皆全垂者，亦達爾文所發見者也。

因子，四精子含短毛因子。設此雜交之子，復互相配合，又其雌雄構精，全屬偶然之數；則二個含短毛因子之卵細胞與二個含短毛因子之精細胞相接合而生二純粹短毛兔；又二個含長毛因子之卵細胞與二個含長毛因子之精細胞相接合而生二純粹長毛兔；又二個含短毛因子之卵細胞與二個含長毛因子之精細胞相接合而生二不純粹之短毛兔，與其父母相似；最終二個含長毛因子之卵細胞與二個含短毛因子之精細胞相接合而生二不純粹之短毛兔，亦與其父母相似。故其結果為純粹短毛兔二，不純粹短毛兔四，又純粹長毛兔二。設此不純之短毛兔復自相配合，其第二傳子孫長短毛之數，仍為一與二與一之比，而且其數愈衆，其比例乃愈確也。

八

生殖原素之繼續 自達爾文以來之最大進步，厥為承認生殖原素之繼續，此則哥爾通魏司曼兩人之力也。凡卵受精以後，其中質料舉為形成胎兒所吸用，若者為神經，若者為筋肉，若者為血，若者為骨，其分象成形，極微與難知矣；然有一餘質焉，在幼兒體中，不分不變，為生殖器官之始點，至相當時機，即能發生同樣生物而渡同樣之生命。任何生物之生殖細胞，實為其胚胎細胞中之但繼

續傳遞相承之稟賦，而不任構造生物職務者。此就威爾遜 (Prof. E. B. Wilson) 教授所擬之圖表略為修改，可愈覺其明瞭者也。唯然，謂親為子之賦生者，不如謂其為原生質之保存所。自新理言之，子不過老木之一斷片耳。古有最難解之問題曰：雞生蛋乎，抑蛋生雞乎？今之答案，則為受精之蛋既生雞，而又生蛋。生殖原素繼續之說，可以解釋遺傳性之不易改變。作始之原料既同，發展之境又同，故生者多肖其所生。柏格森 (Prof. Bergson) 教授有言曰：『生命如流水，以長成之生物為介而傳遞於生殖細胞之間者也』。

九

選擇問題 吾人解釋動物之過去歷史，可利用當前運行之因子，與地質學家之研究景物正同。故達爾文以後之學者，能以實例證明選擇之進行，乃足多也。今舉一至單簡之例。意大利自然學家舍斯諾拉 (Ceanola) 嘗以絲繫青色螳螂於青草上，此螳螂不為鳥類所發見。以黃色者繫諸枯萎之草上亦然。但以青螳螂繫黃草上，或黃螳螂繫青草上，不久即被啄食。此選擇進行之證也。

如吾人欲治一美好草地，可任意選用下兩法之一：即或除去惡草，或以相當肥料培養善種。自

然界中選擇之術亦同：一爲絕滅之選擇 (Nethal selection)，不適於生存某種情境下者即遭除去；一爲孳生之選擇 (reproductive selection)，適於生存者增加其數，使成獨占之勢。達爾文言天擇，決非單簡之天擇，而常注意於其運用之繁曠與衍。例如達爾文言劣敗，不必謂劣者驟然絕迹，實則生命短促，家族敗壞，其最終結果，亦與嚴酷芟刈相等。此義後人乃多未瞭。又如云「最適者得生存」，所謂最適者，不必即爲最強者最巧者最佳者也，特謂在特別情境下，爲「最適者」而已。此義甚明，似不煩多爲辭費。條蟲與金鷹，爲生存之適者一也。

尙有一義，亦爲達爾文所已知而後人所忽略者，即最小之變異，在生物存在之生命繁網中，亦有極大關係。此義於天演進行上極關重要，此義唯何，即謂新變異之選擇，乃爲徐徐形成，穩固不動，彼此相關之統系之所司也。

十

性擇 (sexual selection) 許多動物當擇偶時，雄者即互相戰鬥以爭雌者，如牡鹿，羚羊，海獅，黑雞，蛛蜘蛛，皆其例也。達爾文謂：「雄之最強或戰具最利者，常有以戰勝弱者，而與強壯豐美之雌

相配合，蓋此等之雌必先生育也。此強壯之偶，生子必衆，而生育較遲之雌則與戰敗而弱之雄相偶配（假定雄雌之數相等）；如此數傳之後，則雄者之體格，力量，勇氣，與其戰具，皆當有所增進。（達爾文原人第二版第三二九頁）同樣，雄者之特性有使其較易辨認及攫得其雌者，亦占優勝，如蛾之觸角，鮐魚之捲附器，皆其例也。

『性擇』一詞，達爾文用以包含一切關於配偶所有之選擇，唯雌者之選擇作用，影響最著。『雌鳥在自然界中，能因選擇之事歷時久遠，增加雄者之美觀與可愛性，正與人類能依其趣味增加雄雞之美麗相同』。在擇偶時雌者實操選擇之權，且此言確能表其嚴格意義也。

性擇說之困難孔多，達爾文亦自知之，其同事窩雷斯之評論尤爲刻至。雄者即爭而不勝，然遽謂不能得偶，恐非事實。顧達爾文之意，以爲此戰敗之雄，即不全遭屏棄，而選擇之事，固仍可進行。不寧唯是，雌者之選擇，有時且行之過甚，如蜘蛛不悅其雄則殺之是也。

復次，實際上雌者『選擇』與否，亦至難定。有時雖心理作用不可得知，而擇偶之事固不能否認。評論家如窩雷斯輩會謂雄者毛飾之麗，舉動之捷，聲音之美，彼此之間相差亦僅，如謂雌者能分

別取舍，恐亦未必。解之者則以被取之雄，僅在其激動配偶本能之力獨強，而不在雌者之權衡功過以定取舍。性擇學說如果具有真理，則雄者特性之細目亦當有效力，但其效力不在其本質而在其使雄者可悅美麗之一般印象加強耳。

或者謂某種筋肉形狀如鹿角等，與雄體相稱，



流蘇鷗 (Machetes pugnax)

流蘇鷗屬雌鷗類，為成妻鳥。昔多棲止不列顛島，今則僅歲時見過而已。冬時雌雄羽毛極相似，但雌者略小。春間孵卵時，則為雌雄異形。雄鳥之面遍生黃色小瘤，其頭有豎立之毛球，而前頸之羽領尤大，且可任意豎倒。毛球及羽領之顏色，尤多變異，有白者，赤者，黑者，或花或否，聞無兩鳥相同者。小變異之無數，此可為一例也。當孵卵時，雄鳥相聚爭鬥。顧戰鬥雖勇，傷害甚少。自達爾文性擇之說言之，此戰鬥乃雌雄異形天演中之要因也。

亦如某種肌肉形狀，如乳腺等，與雌體相稱。探討及此，已由選擇問題進於變異起源之問題，而及選擇方法中之材料矣。此問題亦極饒趣味，革得斯 (Geddes) 及湯姆生 (Thomson) 於其性之天演書中曾詳論之。

動物求偶性習之紛繁與微妙，亦屬重要研究。（參看皮克拉夫之動物之求偶 *Pycraft's "Courtship of Animals"*）其作用亦當於種族有深切關係。葛路斯 (Gross) 以爲雌者之羞澀，所以裁制雄者過烈之情慾。赫胥黎 研究有冠鵬鵬之結果，以爲其求偶禮式，乃所以成兩鳥之情緣，而使之相依不離也。

十一

結論 一，如達爾文主義意指天演或變化之普通觀念，——即高等動物由下等動物遞演而來——則其主義之在今日，尤爲堅固不拔。

二，如達爾文主義意指其物種由來，原人及畜養中動植物之變異 (*The Variation of Animals and Plants under Domestication*) 諸書所言天演之要因，則不得不謂大意雖仍有

效，而發展亦復多方。凡健全學說皆能隨時演進，達爾文主義何獨不然。

三，天演原料，如生殖細胞內變與形變外鑠之區別，視達爾文之時爲尤明瞭矣，至致疑形變之能如其原狀而影響種性，實有嚴重之理由。『返拉馬克』之戰聲，尙未絕於耳，然不能返諸粗淺之拉馬克主義，則可斷言也。設個體之益損增減果有當於全種之天演，其取徑之微妙，當非粗疏，如謂長頸鹿之頸長由於歷年之仰企，深海魚之盲目，由於累代之黑暗與廢棄者所能了也。學問之道，貴乎審慎，解說誠屬有理，固不宜閉門深拒，實驗探討，尤當歡迎；特如郎刻斯忒爵士之宣言，謂自達爾文以來顯著進步之一，即在拋棄拉馬克理論所謂個體之獲得性能遺傳及後者，今日之動物學家蓋已一致贊同。吾人固不能以贊同者之多，證明此說之可信，然今日所得之事實，固不利於拉馬克之見也。雖然，達爾文主義之演進，吾人已前言之矣；則於拉馬克主義之進化，又何疑焉。

四，達爾文之天演說，根據於每常出現之微變。但與以長久時間與不易的擇具（生存競爭），則自然界自然選擇之結果，正與人爲的有目的之養牛種麥無以少異。特近世達爾文主義既守此義，亦復歡迎粹變之說，以此間斷突發之變異，既屢屢出見，且極能遺傳者也。如夕蓮馨花能忽然產

生異族，且將永成新種是也。

五、達爾文所謂『偶變 (Fortuitous variation)』乃指變異之中，不能以方式求其原因者而言。又或謂變化之生物，無一定之目的，亦在彼意中。顧彼所最注重者，乃爲其『變異相關之原理』——此觀念極爲重要——謂一部變異，他部亦隨之而變，『彼爲此之一部』，正如聖保羅所云也。換言之，生殖細胞中之一特殊變異，必引無數新結果與表現。然彼此之關係愈多，則謂爲偶然之理由愈少。自達爾文以來，其學說變易之一，即在承認變異之有定，與結晶體之有定同也。

六、門得爾之單位性觀念，亦爲達爾文以後變化之一。據門得爾之意，單位性在遺傳中自爲個體，能遺傳於後嗣之若干部分而不生變動。彼在生殖細胞中之『因子』，在則全在，不在則全不在，無破碎模稜者也。有時此單位性出現於猝變之中，又足解達爾文猝變將以雜配而歸平常之疑。蓋單位性固不相羸和者也。

七、自達爾文以來，天擇之事，更得確切證明；各種選擇形式，既已分析愈明，而達爾文選擇意思之精妙，乃愈可見。性擇說之實際與功效，最爲批評家所疑問，然卽此端，達爾文學說之要點，固仍歷

久無恙也。猝變之來愈多，而選擇之責任將愈少。然使選擇之事，僅行於前定之互關統系中，則偶然事件之發生亦將愈少；生物自影響其天演之度彌高，則此理彌信，而生物固時有自影響其天演者也。

八、近世生物學家注重『隔絕 (isolation)』，較達爾文爲甚；所謂『隔絕』者，蓋指互相匹配之範圍已加限制，而使同種婚配之各方法也。

設茲所謂達爾文主義者，非指達爾文所用之死文句，而指由其中心觀念之變異、選擇、與遺傳所發展而得之活主義，則吾人可云達爾文主義之在今日，較往日尤爲穩固。達文爾主義誠變化矣，今且猶在變化之中，唯不得謂之顛倒。彼蓋進步的演化也。

此篇爲一極大題目之『大綱』，自不能望讀者一目可了。唯此種討究既尙幼稚，吾人對之最要勿拘成見。在達爾文以前，幾無所謂科學的天演主義。作者對於獲得性之遺傳問題，亦已略言己見，然不謂此爲唯一見解也。讀者若對此問題，尙覺未熟，且多狐疑之點，最好先將自己意見詳細寫出，然後與此文中相當之處對照。迷路易入，唯勤功可以正之。蓋天演乃根本問題也。

參考書目

達爾文、高爾斯、赫胥黎 諸名著。

Butler, *Evolution Old and New* (1878).

Clodd, *Story of Creation: A Plain Account of Evolution* (1888).

Conklin, *Heredity and Environment in the Development of Men* (1915).

Corn, *Evolution of To-day* (1886).

Crampton, *The Doctrine of Evolution* (1911).

Dendy, *Outlines of Evolutionary Biology* (1912).

Geddes and Thomson, *Evolution* (Home University Library, 1911).

Haeckel, *Evolution of Man*.

Kollogg, *Darwinism To-day* (1907).

Lull, *Organic Evolution* (1917).

- McCabe, *A B C of Evolution* (1920).
- Metcalf, *Outline of the Theory of Organic Evolution* (1920).
- Punnett, *Mendelism* (1919).
- Scott, *The Theory of Evolution* (1917).
- Seward Editor, *Darwin and Modern Science* (1909).
- Thomson, *Darwinism and Human Life* (1910); *Heredity* (1919); *The System of Animate Nature* (1920).
- Wallace, *Darwinism* (1889).
- Weismann, *The Evolution Theory* (1904).

040171



71.21.6

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(六)

湯姆生著
胡明復等譯



商務印書館發行

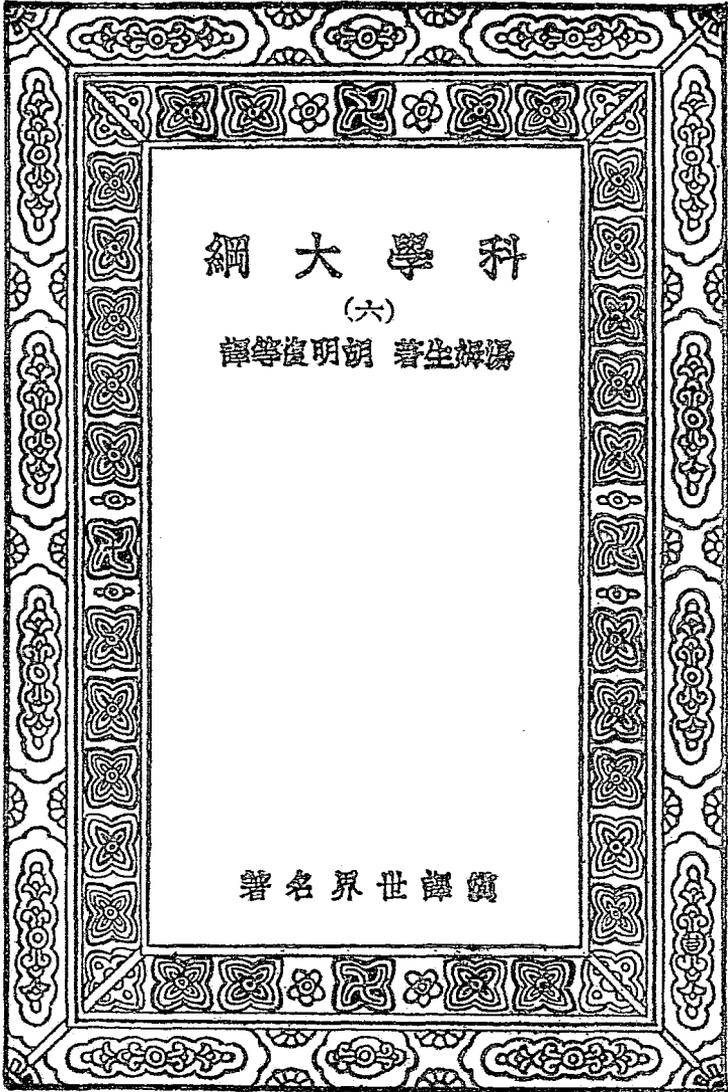
萬有文庫

第一集一千種

總編纂者
王雲五

商務印書館發行

040176



科 學 大 綱

(六)

湯 壽 潛 著 胡 明 復 譯

編 譯 世 界 名 著

科學大綱

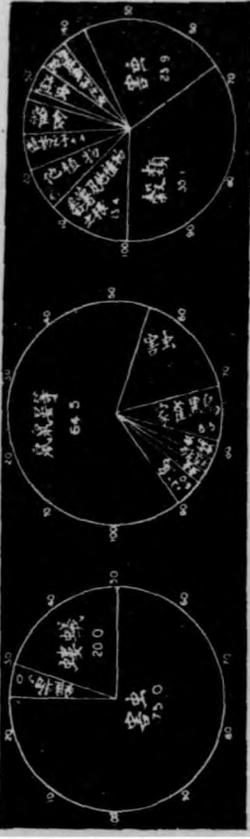
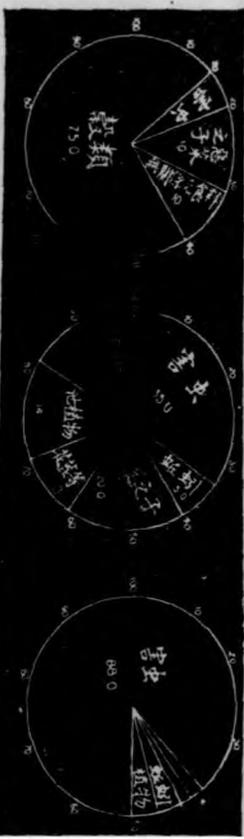
第十二篇 自然史之一——鳥類

美國康南爾大學哲學博士
國立東南大學動物學教授 秉 志譯

本書前數篇，泛述動物之天演，生態之趨勢，與物體之生活，屢次言及鳥類。今復將鳥類詳論之，成一專篇。所以如此者，蓋有充足之理由焉。鳥類與人生之關係，最屬密切。其肉可以充飢，其羽可以暖席，其翎可以造箭；又能殺滅害蟲，以益稼穡，遺積肥料，以益土壤；詩人吟詠其美麗，教徒稱頌其預知；卽近世航空技術，日益發達，亦何嘗非觀感鳥類而起。人類之於鳥，固當感謝者也。多數鳥類，皆吟鳴清越，精神煥發。其飛行也，與昆蟲異，與蝙蝠異，與飛行之爬蟲亦異。其種類之殊異，既多，其形體之變遷亦甚。而其生態又混合本能與智慧，極奇妙之致，其在生物中，最有趣之物也。

鳥類進化，已歷數百萬年，原與爬蟲同祖，前曾言及。試一觀此二物，其不同處甚多，如鳥類爲熱血動物，敏捷活潑，而形體又最美觀。爬蟲則爲涼血動物，形體蠢笨，雖有華紋，不得與鳥類同日而語也。故若就空中鷹隼，與室間壁虎比較之，其相似之處，果何在？此種問題，惟習比較解剖學者能解決之。用比較解剖學之方法，以尋究其形體，此二物同祖之實證，在在皆是。鳥與爬蟲之骨骼，結構極相似，迨發達成熟，各有變遷，以適應環境。不習解剖者，不能深悉其詳也。此章限於篇幅，不能盡述。惟有根據專家所論定者，以鳥類爲由爬蟲同祖而來。此爬蟲同祖，非今日之爬蟲比也，乃數萬年前之動物，爲鳥類與爬蟲二者之起源。茲有簡單之事實，以證明二物之相同，即鳥與爬蟲，皆能產卵，而其卵又相似也。

鳥類之起源 前既言鳥類原始與爬蟲相似矣。由此進化，成爲完全鳥類之生活。最初鳥類，無飛騰之能力，惟跳躍迅捷。在古代森林中避匿敵害，於樹枝上迅捷行動。生生長長，恆在樹梢，幹中窟隙，爲其產卵之所。偶於地上尋覓食物，迅馳疾奔，敵害之來，能避遠之。



綠色啄木鳥所食者 鷹所食者 白嘴鳥所食者

鳥類與其食物

上圖表鳥類有用及有害於農田收穫各有多少，表中分量悉由其腺及砂礫中驗定。
 科靈治 (Collinge) 博士製一統計表，刊於農局雜誌。



祕書鳥

此鳥之得此名，因其腦後有一撮羽毛，如筆之在耳際，與祕書相似。此鳥生長非洲，獵取小動物若蛇類者，以勁足殺而食之。

此種生活現狀，漸演漸進。歷時既久，後足愈形強健，善於撐距。前足後足，各生鈎爪，急躍之時，可以攫握，徐行之時，可以抓爬，而其進化歷史中之最要變遷，即漸生飛騰之能力也。前足於跳動時，向兩旁開展，足與身體間之皮摺發達，面積增加，變為要質。其表面所生之鱗，變為羽毛。其行動較前進步，始則可以由一枝渡於他枝，至此可以由一樹渡於他樹。跳躍之步驟增大，前足變為兩翼。鼓振騰蹕，凡路程之可跳躍渡過者，竟飛行渡過之矣。

鳥類之變化，亦云奇矣，始與一種微弱爬蟲相似，不能在地上生活，避匿樹枝中。於此生活，生飛騰之趨勢，後竟能作健全之飛騰。至於今日，已為空中之主人翁。故能由森林中散佈於外；或在平地上休憩，不受傷害；或在水上翔集，以尋獲食物；或渡越大海，巡遊荒島，疾飛遠徙；追逐寒涼；大地之上，無處不有其蹤跡；美羽清音，精神活潑；人皆可得觀察之。

二

鳥類之不能飛騰者 飛騰能力，為鳥類生活最可寶貴者，惟往往不能保存之，此可異者也。鳥類復返地上生活以後，飛騰時少，行走時多，遲之既久，漸失飛騰能力，甚至因此而不能自保其生命。



絕 種 之 渡 渡 鳥

此鳥屬於鴿類，不能飛騰，居於毛里西亞島。十六世紀，荷蘭水手來該島，所攜來之豬豕，殺此鳥頗甚，遂殄滅其種。

矣。鳥類或有因體幹之偉，筋力之強，而不必恃飛騰以自保者；亦有能於水中生活，或在荒島生活，而不必恃飛騰以自保者；於是竟無所事乎其兩翼。然環境更新，則此等變遷。在鳥類往往爲不幸；以近世多數之事例觀之，環境之更新非他，卽人類之出現，與人類文明之發生是已。

不能飛騰之鳥，有數種在人類有歷史以後，始歸絕滅。新西蘭之土人，嘗傳述該地產最大之鳥類，白種人未至以前，此鳥已絕滅。就其骨骼等遺跡觀之，知爲駝鳥族中之較大者，間有一種，高十二尺。馬達加斯加 (Madagascar) 地方亦有一鳥，其歷史與此相類，名隆鳥 (Aepyornis)。衛爾斯嘗爲推測之紀載，頗有趣可觀。說者謂此鳥與天方夜談中所載之隆鳥 (Hoo) 本爲同種；其一切遺痕，皆可尋見。英國博物院中，有此鳥之卵，長逾十三英寸，寬九英寸半。

渡渡鳥 毛里西亞 (Mauritius) 島中，有渡渡鳥 (Dodo)，身體之大，與天鵝相若，頗肥重蠢笨。此鳥與鴿種相近，十七世紀以來，荷蘭人佔領此島，攜來之豕，撲殺此鳥，遂至絕滅，緣此鳥駸笨過於豕，而不能飛騰也。今博物院中有此鳥遺跡可考，其骨骼，其圖繪皆昔日航海家由該島攜來者。

駝鳥 今日鳥類，若駝鳥，若企鵝，皆不能飛騰之最著者，各種駝鳥，皆甚偉大，徧體生柔軟細毛。

兩翼縮小，兩足最健強，可於地上疾奔。足向後撐，蹄極敏捷，極強勁。大凡鳥類之胸骨前面，皆生有骨刃，爲兩翼肌肉所附着，以便飛騰，駝鳥則無之。非洲之駝鳥其最著者也。今此鳥爲人所象，其羽毛甚有用。南美洲之鵝鶉 (Rheas) 與澳洲之加朔阿利與鵝鶉 (emu) 皆駝鳥種類。新西蘭有幾維鳥體不甚大，性怯懦，晝匿夜出。喙甚長，羽與獸毛相似，狀甚怪。兩翼退化，已盡歸鳥有矣。

企鵝 企鵝之兩翼，專爲泳水之具，尙非完全無用，此其與各駝鳥不同者。此鳥種類甚多，生於南半球。大多數在極南各處生活，南極探險者，恆述其情狀。千九百十年，勒維克 (Dr. M. Levick) 博士歸述此鳥極詳。有所謂阿得里企鵝者，勒氏言之尤詳。此鳥不飛騰，而游泳橫巨數百英里。勒氏謂南極以十月爲春，此月下半年期，始來一鳥，在阿對爾角 (Cape Adare) 居住。四日後繼來者甚多。此時海冰未釋，海面此鳥成隊，一望無際，一月之內，來集者達七八十萬。

阿得里鳥以碎石構巢，巢頗大，爲春間天暖，冰雪溶解，惟碎石可用耳。每巢中產二卵，雌者在巢中伏處，雄者出外覓食。雄者在外經一週或十日而不歸，雌者在巢靜候，往往直待至四週之久，始有所食。

彭亨 (P. G. Ponting) 氏謂阿得里鳥最堅毅強健，不畏艱苦。南極烈風苦雪，極所難堪，而此鳥在巢中靜處，不為所動。巢為雪所沒，深不得見。余於風雪停息，出外尋視，不見此鳥之蹤跡，自以為余之觀察此鳥生活將因

此間斷，而足下條有物動躍，嘎嘎鳴喚，乃此鳥也。此鳥深匿雪中，余適蹴其背。出雪後嘶鳴不已，作怒狀。同遊者咸大笑之，余等笑聲，又驚起數鳥，羣由雪中露出頭背。其目睽睽，若將視余為何而發笑者，此余等於雪中尋獲此鳥之趣事也。蓋地上積雪雖深，此鳥並未離其巢，伏處靜守，以待風吹雪去。此地雪



幾 維

此鳥生於新西蘭，駝鳥之最小者。不能飛騰，兩翼全行消滅。性最怯懦，夜間始敢外出。喙長而富於感覺，用以探觸。足最勁。羽毛長，與獸毛相似。

中處處皆藏是鳥，偶在雪中行走，未有不蹴其背者。

此鳥喜作種種之遊戲。幼鳥在巢中，有少數守巢之老鳥看護之，餘鳥盡在冰水上飛翺。一鳥領袖，羣鳥從之。貼近海面而飛，或在水上旋轉，或在冰上溜滑，皆附從其領袖者之後，魚貫成一直線。一舉一動，率視其首領如何而模仿之。迨遊戲過劇，不免倦怠，領袖者命之少息。領袖向冰塊之浮泳者，作躍赴之行動，羣鳥皆躍赴之。領袖就地伏息，曝於日光之下，最後復數躍，羣鳥亦如是。所有羣中之鳥，若皆甚喜作此種之遊戲者。

有一最大之種，此鳥之酋長也，高逾四尺，此鳥與阿得里不同，每在冰上作巢，生育時期，在仲冬之時，此其奇異也。

企鵝酋長 此鳥孵卵，約歷六七星期。不獨能生育者喜撫護幼子，即其不能生育者亦如是。幼鵝偶爲所見，即爭趨而撫護之，愛之不啻己出。然以欲父母之者多，幼鵝反受其害。威爾遜博士(Dr. A. E. Wilson)探險南極，後與司各脫(Scott)氏殞命長途。其在該處遊歷時，嘗親見此鳥伏護其幼，謂此鳥體重至九十磅。該處冰面偶有一幼鵝無所歸依，十餘鳥爭趨之，如賽球然，皆欲取以爲

子。其獲之者驚惶無狀，四面環顧，以幼鵝夾置兩足間，復以尖喙銜之，俾緊貼腹際，爲羽毛所遮蓋。惟此鳥粗莽逾常，往往創傷其義子，冰上時時尋見傷死之幼鵝，皆以此故。死雛身上有此鳥爪喙之傷痕，不死者身上亦多有之。幼鵝雖得此種護養之恩，然以爭奪之甚，手腳粗重，頗不願受其惠也。故一遇此鳥，幼鵝乃疾行奔避，且深藏密匿，寧凍餓以死，不願受其飼養。該處幼鵝，當絨毛未脫而死者居百分之七十七半，皆受恩惠而殞命者也。

三

飛鳥 企鵝之會長如此奇特，而能於冰天雪海之中，以生以殖，略如上述。茲更進論飛鳥。鳥類原始，在森林中生活，飛騰能力，早已發達。鳥類之不能飛騰者，乃係變象，不得視爲鳥類之嫡派，以此爲進化也。

鳥類爲熱血動物，與哺乳類相同，此其在動物中最著者。故無論環境之溫度若何，而其本體之溫度恆高，且有一定之度數。卽此以觀，可知其生活力之高，進化之甚。其餘各特色，爲鳥類所有者，皆足以證明此說。鳥之心力與身體，皆甚靈動。其行動敏捷，爲空中之主人翁。其習慣極發達，其本能極

複雜。雖時喜競鬪，而富戀愛之情，有養護幼子之特性，善於馳逐奔避。多數之鳥，皆羽毛華美，聲音清徹，故人多好之。

動物名詞之普通者，最易相混，故科學另創學名以別之。『鳥』之一字，雖極普通，而與他名詞尚不相混，有科學上切實之意義焉。故此名詞頗可用。蓋因所有鳥類，皆具一種公共之特性，其形體外觀，大致相同。據科學上所已知之鳥，共二萬餘種，就中其大小，其羽色，其生態，互異之處固甚多，然彼此相去，尚不至如哺乳類之甚。哺乳類如虎之與羊，袋鼠之與象，蝙蝠之與鯨魚，其不同之處，較諸鳥類，不已甚乎。

鳥類與他動物最易區別，而其同類則大致相似。其所以如此者，緣能飛騰之故。鳥類全身之構造，無一而非為飛騰之用者。即其骨骼觀察之，可證明此說。而其形體外觀，足以為證者，亦復不少。以飛騰之故，外體生有羽毛，此其最奇特者。飛騰之功用，惟恃其兩翼，於是鳥類遂能站立，恃兩足行走。口部可以代手，以攫食物，此其又奇特者。鳥類頸部延長，能曲折，口喙堅硬，無非因其取食習慣，發達至於如是也。

四

鳥類之飛騰 鳥之身體，較空氣爲重。昔時人嘗欲就此研究其理，以作飛機。今飛機盛行，其理幾人人皆知，吾人反可藉飛機以喻鳥類之飛騰矣。飛機未出世之時，先有溜行機械，猶鳥類未能飛騰之時，先有溜動之能力也。溜動之極，遂至能飛，鳥類與飛機，其進步固相同，二者皆恃空氣之抵抗力，與身體向上之趨勢。身體行動，雖屬橫平，而其下面則斜，故空氣鼓之向上。

然吾人一乘飛機，覺其與鳥類飛騰之不同處，亦甚易別識。飛艇有推動機，發生動力，而與艇板無涉也。鳥之兩翼，同時可以作推動機關，亦可作艇板。



塘鵝（其飛與飛機相似）

飛艇之推動機關，在空中平行時，所生動力，純然係橫平之趨向，飛艇所恃以爲托柱者，則空氣之抵抗力也。至鳥類之飛騰則不然。其兩翼擺動，可以生托柱之力，亦可推動其身，使之前進。鳥尾擺動，可以定飛行之方向，可以平準其身體，俾在空氣中無所偏側，猶飛艇之有舵尾，且可以爲停動之機關。若無此物，鷹隼等之擊攫，疾飛而下，必不免觸地而死。

鳥之大者，在空中盤旋，兩翼平展，毫無所動。且能徐徐向上，作螺旋狀，而達於極高之處。赫得里 (H. W. Heddley) 氏研究此現象，謂此不易解釋。或者空氣向上流動，鳥之向上，純係溜行。如海鷗能在巖巔之上，旋轉飛動，而在海面則不能如是。蓋陸地上溫度變遷，地面忽高忽低，空氣上下流動，而海面絕無此種情形，飛行家，游歷家，無不知之。此鳥之所以能於彼處如是，而於此處不然也。鳥類又能在空中住停，如歐鷹 (Kestrel) 以此法獵取他鳥，且住停之時頗久，而毫不動作。當風力甚強之時，不求前進，兩翼不必振動，即可迎風停定，若當空氣平靜時，溜滑之飛行，不可以施，而能於空中奔騰者，必恃兩翼之煽動，以生一種向上之力。此時與旋飛機 (Helicopter) 相似，又與尋常飛艇不同矣。

速度與高度 今日航空家欲立最美之成績，於速度久度高度三者刻意求佳。鳥類飛騰，此三者亦甚有可觀。請先言速度。『地上速度』與『空中速度』確係二事。鳥類與飛機，以某量能力，於空中飛行，其所得速度，視由地上觀測所得者，大不相同。風之速度，若每鐘二十英里，飛機於此時在空中飛行之速度，若每鐘一百英里，則其『地上速度』順風之時，可得一百二十英里，逆風之時，可得八十英里，鳥類飛騰，亦猶是也。鳥飛速度，除少數由飛機測定外，大抵以『地上速度』定之。而順風與逆風之差，尚無所據以更正之也。

邁涅斯哈根 (Meinertzhagen) 氏紀錄鳥飛速度甚悉，皆其遷徙時之速度也。遷徙飛行，有一定之速度，偶見危險或他意外之事，其速度驟加，以便飛逾較短之距離。據麥氏報告，鴿每鐘三十或三十六英里，（此速度係觀察六十餘鴿而得者，皆順疾風飛行。）烏鴉，每鐘三十一至四十五英里。較小之鳴鳥，二十至二十七英里。掠鳥 (starling)，三十八至四十九英里。飛鴨，四十四至五十九英里。沙燕，六十八英里。此係由一羣沙燕觀察而得。此鳥在高於摩蘇爾 (Mosul) 六千尺之空中飛行，其飛行之急，飛機不能隨之。此鳥飛加速時，每鐘可逾百英里，此其最疾者。

鳥飛之高度，據觀察所得，有偶至一萬五千尺者；此乃僅見者。尋常飛騰，罕達五千尺者。大率其高度在三千尺左右。卽其遷徙之時亦然。

五

鳥類因有飛騰之能力，其居停之處，遂至與他動物不同；甚至在他動物絕爲不利者，而在鳥等則安然無恙。鳥類所往來之地，與其取食之方法，千殊萬別，皆能隨境遷就，攸往咸宜。有獵鳥獸以生活者，有捕魚以生活者，有啄昆蟲者，有尋穀粒者，有食甲殼動物及蠕形動物者，有食植物及吸嘔花蜜者，有食各種腐爛死物及他雜零之物者，實鳥類之特色也。

隼類之獵食 隼類鳥中之雄也。牛頓 (Alfred Newton) 教授稱此鳥就體積論，極兇猛。兩翼尖長，空中盤飛極敏捷，用其強爪，以攫殺他鳥。英國保護鳥類之法律極嚴，而此鷹之攫食自若，毫不因此少艾。其攫殺他鳥恆在空中，蓋當他鳥飛行之時，彼乃橫太空而下。其擊撞之力，雖未必能斃他鳥，而其爪握過強，被攫者旋死於其爪。奧雕逢 (Audubon) 氏謂美洲有所謂鴨鷹 (Duck-hawk) 者與隼極相似。當其下擊他鳥，距離既近，其健足與爪皆行伸張，而兩翼幾合，他鳥已入其握中。若攫獲



餅 鷗

餅鷗喜逐鯡魚。水面此魚甚多，鷗尾隨其後，背順平曲線而下擺。
首喙入水，而體在水外，得魚食之。

之物過重，不能攜之而去，乃斜挾而下，就獵地左近殺而食之。若適在水面之上，不能就地而食，竟捨之而去，以圖再攫。若所攫獲之鳥，身體不大，即攜至穩便之地以爲食。此鷹力強，所攜者恆與其本身大小相若。就其所巢之處觀之，松雞 (Grouse) 山雞之屬，往往爲所攜來，皆於英峽二三百里外之大陸上獵獲者。

隼在鳥類，可稱英霸酋長，顧盼自雄，氣象尊崇。精力內蘊，身強心勁，對於外物，毫不畏懼。其獵取也，百發百中，羽翮中無其匹儔。身體構造，極其勻停，故飛騰既速，且堅忍耐勞。空中鳥類，無不畏之。

初秋之時，羣鳥就地面取食。田鳧 (Plover) 翔集，悄然無聲。鷗鳥 (Gull) 恆俟其得蟲，從旁篡取，飛遯以去。地面上幸無大紛亂。竹雞亦羣然尋食，各小鳥紛來如雨，集於田邊藩籬上。黑鳥於覆障物下，條出條沒，往還於數步之內，暗相呼喚，若有所恐者。田邊樹中之白嘴 (Goose) 據枝棲息，安然自得。此時田間頗有一種靜穆氣象。隼乃於空中盤飛，漸相逼近。白嘴鳥最黠，先得凶信，傳諸羣鳥。其中雖多係第一年之雛鳥，未曾受其驚恐，然無不張皇四竄，儘力求脫，翔於天空，以圖避免也。

金鷹 (Golden eagle) 爲英倫獵鳥中之最大者。騰尼孫氏嘗詠之云：「金鷹善攫物，長爪如鈎

鏃；日邊凌荒島，奮翮摩青天。俯視大海湧，身外九峯連，偶然一下擊，霹靂撼山川；』則其兇猛也可知。然此鷹善於看護其幼子，晨昏撫飼，毫不少懈；松雞爲所攫，首脫身碎，以便幼子之食；兔類爲所攫，皮膚剝落，攜至巢中，頗易下嚥；因其幼子，首數週內，尙不能團食物成丸。嗣後幼子受父母訓練，如何攫擊，如何擊殺，如何攜回巢中，如何剝落皮毛，於五月中完全畢業。然後父母遂與脫離關係，遣之他去。

鸕鷀之獵魚 鸕鷀(cormorant)與他獵鳥不同。其外觀，其習慣，皆極醜陋，巢窩污陋，在地上及空中行動，拙笨無比。專恃水中捉魚，以爲生存。而善於游泳，攫拿迅準，魚類雖敏捷，此鳥卒能獲之也。其攫魚之狀，可用玻璃水池觀察之。此鳥兩翼緊閉，不恃之以爲泳水之助，此其與企鵝海鵝(gull)不同者。入水之後，羽毛上盡沾氣泡，若徧體皆珍珠銀球也者。其健長之喙，專爲攫魚之用，將魚銜至水面，向空中擲之，承之以喙，而後下咽。企鵝能在水中咽食，此鳥不能也。中國人養此鳥以捕魚，於其頸上置一領，使不能吞咽，卽此得魚以爲利焉。英國人亦有如是以爲游戲者。

捕魚之方法 與鸕鷀種類相近之塘鵝鵝等，其捕魚之法，各不相同，彼此比較之，亦趣事也。塘鵝喜結羣而處，英國海邊岩島中多有之。各處飛散，遠離其巢。其羽毛雪白，飛騰穩健。在空中盤旋，

忽然下落，如鉛鈍墜水。水面浮游之魚，已被其直長之喙，刺穿而去矣。

鵜鶘之捕魚，則又與是不同。此鳥只能於水淺處捕獵。踏水而行，巨口大張，喙下有大囊。數鳥同時並作，各以其喙與皮囊在淺水中撈之，如拖網然。其撈魚而食，視鷓鴣之馳逐拋擲，與塘鵝之飛墜刺取，咸各不同。

六

渡鳥之智慧 渡鳥 (Haven) 之雄雌，恆相依戀。所居之巢，歷時經久，未嘗棄去。此等性質，與數種大獵鳥相似。渡鳥今不常見於內地，因被獵鳥所逐，不能安居山中。但善於應付環境，故雖在溫度極高或甚低處，而其生活自若也。

此鳥之智慧最發達，非他鳥所及。族中若有一種法律之結合，敏捷精悍，有如律師，此誠可笑可異者。此鳥眼力最銳，他鳥皆不如之。就外觀而言，其心力優越於尋常羽族，一望可知。

現世鳥類中，壽命最長者，首推渡鳥。此鳥善於摹仿聲音，若於山巖上此鳥結巢處，潛就聽之一時山壑恬靜，此鳥將行睡息，喃喃不絕。一日之內，彼所聽聞之聲，一一仿倣。刻克曼 (F. B. Kirkman)

氏所著英國鳥類一書，述之甚詳。刻氏謂天光已暗，山巖中忽發生一種奇怪聲音，係混雜各種聲音而發出者，若犬吠，若羊鳴，若母牛之吼，若松鷄之呼，忽而鹿聲呦呦，忽而人語啾啾，有煩怨沈痛之意，皆此鳥所作。故人多惡此鳥以爲不祥，蓋以此而生迷信也。

七

鳥羣之生活 鳥類生活之真狀，

尙不可得而知，吾人與鳥類不能有精神上之接觸，鳥生與人生，演進各有不同也。尋常之人對於各動物彼此關係之密切，尙無所知。倘能細心觀察，力求真象，即可見此種關係至大且深。吾人知識亦由此以進，豈非



渡 鳥

鳥類之最黠慧者

天演中所應有之事乎。

鳥類哺乳類皆有結羣之生活，由各方面觀之，益覺其然也。各種之鳥，有專與其有關係之鳥類相聚以處者，亦有能結較大之羣者。不徒同種之鳥，彼此友愛，相得甚歡，即不同種之鳥，亦多如是者。

鳥類有彼此扶助之本能，與人類極相似。老鳥看護其雛，雄鳥與雌鳥，亦互相飼養。哈得孫 (W. H. Hudson) 嘗親觀掠鳥扶助其受傷之友伴。氏在馬上見一羣掠鳥巡游尋食，頗從容不迫。其後有一鳥在地上靜止不少動，旁有二鳥夾護之。此二鳥於其處草根採啄已畢，急欲追尋其羣，徒以此一鳥之故，不能即去。及視者一臨視之，三鳥同行飛去。其一飛稍後，緣其足折傷。此鳥受傷未久，彼二鳥咸在地上尋一較便之處，使其停息，就此覓食。同羣之鳥，盡向前飛行，此鳥落後，得二友伴之扶持，二鳥未忍捨去，必待傷鳥能飛，始肯同去也。然於飛起之後，猶左右護之，值不能飛騰時，三鳥寧復同落地上。哈得孫謂此等行爲，吾人認爲友誼，而其起原或與友誼無涉，亦未可定也。

就好結羣之禽獸中觀之，此等原於扶助本能之利他行爲，甚屬普通。新西蘭有鳥名呼亞 (Dulia) 者，食蟲鳥之一也。其喙因觸傷而成螺旋狀，於取食太不便矣。然此鳥仍得充足之食以生活。

者，殆緣其羣中友伴，時時飼之，以故不至餓斃。

結羣習慣 結羣習慣，於生殖時期最顯著，多數之鳥，集聚一處。然亦有平時即喜如是者，此又其生性使然也。平時結羣，至於生殖時期，反分離者亦有之。鳥類之或離或合，其原因不止一端，或以相當之處之不易得，其羣集中一處，如澤雞 (marsh fowl) 之結羣；或欲同心協力，以禦敵害，因而羣聚。又以取食之艱，宜散而不宜聚，普通較小之鳥，散佈無所統合，即以此故。歌鳥 (warbler) 每喜擇一狹小區域，以自生活，不徒不能容納同類之鳥，即其幼雛亦為所擯。

然多數之鳥，率喜結羣。如白嘴烏，掠鳥，鴿，燕，鸚鵡等，皆合羣而處。其固結之性，與人類相似，蓋能享團聚之樂也。

鳥類有雜居而毫無結合者，故其數雖多，非真羣也。夫所謂真羣者，以其能合力協作也。鳥類中能如是者固不少，以其心力發達也，不獨鳥類如是。凡知慧較發達之動物，無不如是。鳥中最聰穎者，曰白嘴烏，曰鶴，曰鸚鵡。鳥之善於結羣，其腦力特佳之表示乎。抑又有難言者，烏鴉中有不喜結羣者，其心機靈敏，與結羣之白嘴烏並不相上下，其他類此者尚多。結羣之力，與心機之關係究竟何如，斯

又不易定也。

白嘴鳥結羣之力最強，前既言之。鳥鴉科有二特點：（一）腦力精敏，（二）聲調發達。白嘴之鳴也，能成三四十音。生殖時期既過，羣集樹梢，互相鳴和。即其所棲止處聽之，即知其鳴音之特別發達。

湯姆生教授在所著動物生活之祕密 (Secrets of Animal Life) 一書中言：『此鳥腦力甚佳。一羣之中，或跳躍，或戲鬪，或鳴吟，或馳逐，穴鳥與夏雞 (Lapwing) 時亦加入其中，與致淋漓，或謂白嘴鳥且設有巡卒，以司偵察；一遇其中有不守羣規之鳥，立刻拘鞠之。其結羣習慣，由來已久，其擁擠之巢，世代相承，實社會的遺傳寄諸外物者之起首也。』此鳥聚居之處，往往有千餘巢，歷百餘年而不移徙。

此鳥每發一音，必有一定之意義，與犬之鳴吠相似。惟不能如人類言語之完全耳。吾人在林樹下，偶有動作，被此鳥窺見，彼即作一種聲音。其巢偶被他鳥侵入，又作他一種聲音。同類之鳥，由外落入巢中，或由巢中向田間飛去，其所作聲音，又各不相同。凡遇危險時，憤怒時，喜悅時，酣暢時，煩怨時，鼓

勵時，無不各有一音。聞其聲者，皆可細心辨別之。

互相保護 結羣之鳥種中，有彼此相親，發生密切關係，而爲他種之所不能及者。皮克拉夫氏所著之鳥史（*History of Birds*）謂鳥類於睡息之時，互相保護，其保護之法，即結羣而處也。鷓鴣每結小羣，白晝取食，稍行分散，而呼應相及。牛頓教授謂此鳥於日色稍晚，鞘翼蟲初鳴，即行斂聚，踣伏相依，以圖度夜。其羣作一環，環徑不過數寸，鳥首向外，尾向內。敵害由任何方向而來，皆能偵察之，以免意外之虞。鴨類夜間睡息，亦格外謹慎，此鳥宿於水上，且夜間仍須取食。彼此合聚，以免飄泊岸側，乃各以其一足在水中緩緩撐搖。其羣亦成一環形，善於相保，與鷓鴣蓋相似焉。

鳥類獵物，亦有協力合作之現象。如鸛鵂之捕魚，前已言及，數鳥聚集成月鈎形，向岸邊踏水而行，將魚驅至一隅，然後各用喙囊以撈獲之。金鷹之捕鳥，有時亦互相協力。一鷹於樹叢中奮翼搔亂，一鷹於空中睇視，俟有飛出之鳥，即下擊而取之。

天賦之優劣不齊，不徒人類與哺乳類中，可以見之也，鳥類亦然。有感覺靈敏，體力強健；有領袖之能力，可以扶助他鳥者。因此之故，遂易結合成羣。鵝之雄者，與箒鴿（*trumpeter*）於黃昏時，將其

同類驅回巢中，沙燕亦然，余又親見沙雀(sand martin)亦然，此皆因其雄者，天賦較佳也。又鳥羣中之動作，頗有秩序。其飛騰也，同時齊作。其趨驚也，有一定方向。迨其下落，各處尋食，展轉遷移，以圖果腹。於叢樹灌木中，以鳴以息。其動作一致，儼若一心一意之表現焉。鳥羣雖未必組織完備，而各鳥皆有心思。其中有精明爽捷者，可以出發號令，以便衆鳥之隨從。故此鳥稍一發聲，或稍行動，其羣立時卽悟，而羣然並作矣。

與他動物之相處 生殖之時，鳥類與他動物同處，此等現象頗形奇異。如善知鳥之借居兔巢。此鳥本可於巖坡間自行構巢，而乃逐兔而佔其窩。美洲有穴地之鷓鴣(burrowing owls)居場撥鼠(prairie dog)之窩，而主客相洽。新西蘭之海燕與鱷蜥(tuatera lizards)同處一穴，毫不相害。此等關係，乃由避免敵害而發生，以同處可以得守望相助之益也。且可節省構巢之勞力。婆羅洲(Borneo)之翠鳥(ruddy kingfisher)與該處極險毒之蜂類同居，此其尤奇者。

八

英倫普通之鳥 牛頓教授謂英倫之鳥名，多係人名。蓋昔時人民，喜愛鳥類，故特如是呼之。如

穴鳥呼爲約克 (Jack)，紅胸鵯呼爲洛賓 (Robin)，歐鷓呼爲勤涅 (Jenny)，鵲呼爲馬格 (Mag)，卽馬加勒特 (Margaret)，皆人名也。古時鳥類喜近人，農人於田間播種，鳥類喜逐其後，人厭其擾，或擲之以石，或揮之以鞭，或縱犬以逐之，鳥類紛然騰避。至於今日，人亦有與鳥類具一種友愛之感情者，然大部原因，實以其羽其聲有可喜之處也。以下所述各鳥，皆最有趣者。

夜鶯 此鳥之聲音最清佳，鳥類中之善鳴者也。時在田間或花籬中鳴躍。春季百花怒放，環境幽雅，鵯鳩之來，亦係此時，鵯鳩之鳴，終日不息。而夜鶯 (nightingale) 之鳴恆在黃昏以後。此時花香四散，星點滿天，其音聲乃益覺清越。潛吟緩語，如怨如訴，如歌如喜。白晝時其聲不可得聞，爲他鳥鳴聲所掩也。哈得孫謂其聲調成完全節段，激揚抗墜，清粹流利，鳥類中無有能及之者。

黑鳥與鳴鵯 黑鳥之鳴聲，合無限力量，其調最宏富。善於摹仿他鳥。其學夜鶯之鳴頗相似。其學雄鷄之鳴，偶一爲之，能使鄰近田園中之家鷄，翕然相和。轉瞬間又嘈嘈切切，學作鶉卵、牝鷄之聲，亦甚逼真。說者恆謂此鳥善鳴，過於鶉鳥 (song thrush)，以其聲較清越，唯不能如鶉鳥之鳴之長久耳。各地之黑鳥，其鳴音率不同。或謂薩立 (surrey) 黑鳥，鳴音最善。此鳥來時，正當金翼蝶紛飛

之季。此美麗之蝶，適足趁此鳥之清音。其他善鳴之鳥，與此相近者，則有鷓鴣鳥，鷓鴣鳥之聲較響，且能經久。又有所謂飛射鷓鴣鳥者，一月之時，即在樹顛鳴喚。此鳥較大，音亦較宏，其鳴聲與其性質相表裏。哈得孫氏謂此鳥最善鳴，鳴聲又多變化。夏季清晨，風靜塵息，半英里外，即聞其聲，此其鳴較大者。若值其微鳴時，在十餘尺外，恆不得聞之。鳴聲變化不同，其最清越之音，自與其一切突起陡發之雜音不同。其音極清亮，極純粹，且反覆吟鳴，至於再三。此鳥頗膽壯，在田間往返自如，非若黑鳥之深匿於扁柏根邊，及他叢木中之畏怯萬狀也。

靈鵲 田間最常見之鳴鳥，厥爲靈鵲 (Cuckoo)，每晨各鳥未來鳴吟之時，此鳥已先出現。田間麥莖，長至數寸，甫足藏遮其身，彼即高聲朗鳴，以俟朝日之出，不徒生殖期迫，急待配偶而然。一年之內，除九月間，羽毛脫換，暫行寂靜外，其餘每月無不欣鳴。春季初夏，其音最美。各國農民，常依其音以爲社歌。

木鴿 英倫森林最叢茂，鬱秀蓊籠。木鴿 (Wood Pigeon) 於叢樹間擇配欣鳴，成一種情愛之聲，非他鳥所可比也。古說部嘗述此鳥產卵草間，將爲二牛所踐，於是鳴喚，其音哀惻，細聽之，其音宛

如戀人將二牛全行牽去也者。既而一牛牽去，其一仍在，則其戀額未能全效。而鷓鴣和之，其音和緩，慰勸懇懇，又若爲求諒恕之辭也者，此亦趣談也。其他鳥類如家鴿 (dove)，如雉鳩 (turtle dove)，如苦魯靈鴿 (brooding dove)，皆有簡短之美音，與夏季植物之葉鳴，簌簌相應。農人嘗有一成語，謂聞鴿兒之鳴，則種莖之時至矣。

鸞與金磧鸚 鳥有戀家族之本能。此本能之發達，視其種類而異。如雄鷓鴣之保護其雛，至周且密，以防敵害之侵犯，如慈父保護其子焉。雄雉性蕩，類冶遊之子。鸞鳥 (bull finch) 尤篤於伉儷之情愛。牝牡不特於生殖時期，如他鳥之相戀密切，而冬季中尋食，往還於藩籬之上，相離咫尺，以便相呼，其切切呼喚，若共話也者。金磧鸚 (gold finch) 最美，英國田野風景之佳，賴此鳥點綴之，秋季此鳥羣聚於叢棘之上，就此尋食，往來躍舞，若作踏繩之戲。

樹林之鳥類 鳥類棲處樹林中者，其性質各不相同。如椋鳥羽毛整潔，顏色鮮明，其音若風穿樹木，啾啾作響。此鳥外表雖文雅，而其騰飛之形狀極蠢笨。又其性卑劣，喜偷他鳥之卵，凡可以攫得之雛皆食之。又點鴉善藏，生殖時期尤甚，爲此時須善自保持，以爲身家之計也。生殖時暫不鳴喚，偶

被驚擾，卽暗中移徙，由一樹轉至他樹，未嘗作聲。其巢所在，隱匿不易見，其天賦如是也。此鳥與鵲雖種類相近，而構巢極不同。鵲之構巢，以樹枝堆積，巢恆在枝上最顯露處；極潦草拙笨。鵲昔恆爲人所蒙，今其數大減。英人有以此鳥少數聚積爲不祥者。今則在英倫各處，往往不得見其羣聚。其聚恆以三隻爲率，其何以如此，無有能言之者。又此鳥可教以學人言語，不過數字而已。但其性喜鳴叫，啾啾不已。尋常鳴喚，乃一種生硬之音，用力鳴叫，屢屢重複之。其作是聲也，與木板之擊彈聲，或小羊之鳴叫聲，雖不盡同，亦頗相近。有時此鳥不受驚恐，彼此鳴和，其音較柔，則又稍似人聲焉。

鷺絲巢居林中，與白嘴鳥鄰近。此二鳥頗不相能，然在倫敦左近，有接鄰數十年而不去者。白嘴鳥之數恆多，喜侵犯他鳥，一鳥不足以敵一鷺。當兩方奮鬪時，有多數之鳥加入，以衆暴寡焉。

鷺絲生活，在河岸溪邊，喜食魚。於清淺水流中，穩然亭立。有鱗魚鱒魚等逆流而來，爲所瞥見，其長喙下刺，有如銳矛，將魚捉取。復向上拋擲，承之以口，展轉下咽。或俟其食物半形溶化，卽歸巢中，由口中唾出，以供幼子之食。

綠色啄木鳥，在英倫最普通，其羽毛鮮明，與樹葉相混，不易於樹叢中別識。其鳴聲惡劣，若山鵲

之笑。此鳥用其健喙，以攻木之腐處，振振有聲。由木中得蟲以爲食，復於木上鑿巢，深入其中。上有小



口橫開，以便出入。

鷺絲（與其幼鳥）

鷺絲在空中遮簾，將腹中未消化之食，盡行嘔吐，以便身體輕浮，向高處盤飛，免爲鷹攫。若於其下觀之，時見魚蝦等物，由雲中下落，紛散如雨。

水鷄與沼鴨 水鷄 (water hen) 之羽色，由遠而觀，頗形黑黝。若詳細視之，亦頗輝映而有彩紋。此鳥生殖力較沼鴨 (ooze) 爲強。與沼鴨雜處，其數較衆。其結巢之處，頗不穩便，或在水邊蘆葦菖蒲之中，或在水柳枝上。柳枝垂於水面，幾與水相摩。每年五月時，水量加增，卽農家所謂「氾濫期」也。其巢爲水沖泛，順流飄蕩。此鳥枯守其中，不肯飛去，若乘筏遠渡者。惟水流中所飄泊者，樹枝朽株，及一切破碎石塊，皆足撞碎其巢。此鳥終須棄之而去。雖水流湍急，能安然出險，毫無損傷，斯亦黠矣。

鷓鴣 溪湖澤沼之上，居有小鷓鴣 (Little grebe)，任何時皆可見之。冬季冰凍，移徙於河上，



黑額鴨(及其巢與卵)

鴨頗美麗，於茲格蘭僻遠處巢居，冬季羣來英國海岸。其巢在海灣中小島上，與水接近，兩足頗後，便於泳汨。在陸地上時，身體向前傾伏，不能直立。

水較大，不至結冰也。此鳥入水頗深，於植物間藏匿，時時汨沒不出。在水裏泳行，爲時甚久，始復一現，其在水中游戲頗可觀。淺水鳥類中，氣象奇偉，羽毛秀美者，爲大鵬鷗。

海鳥之來內地者 黑首海鷗，由海濱遠來在河邊或澤畔棲居，百十成羣，頗美觀。惟冬季則退處海濱崖壑中，冀得潮後枯魚以爲食。此鳥之卵，昔人喜食之，其幼子亦可食，而今人不喜其味也。其來內地，恆有一定時期。有一池沼，爲此鳥所集，其來恆在三月二十七日，年年如是，遲早不爽。當春草蒙茸，幼麥油秀，穀鳥 (corn grake) 哀鳴其間。同時海鷗早已飛來，往返於邱壑間，以此時方飼其雛，爲之尋食也。鱒魚喜以首向水流，以含水面所飄之蟲蠅類，而此鳥習知鱒魚之性，如釣者然，其捕魚也逆流而上，時遇石穴則沒入攫食。最後乃飛向山頭，離水漸遠，不知所之。後來取食，復從原處逆流而上。

曠野之鳥類 夏雞飛集，俛仰喞喞，曠野中之美觀也。秋冬二季，非生殖時期，其飛其止，恆以多數。春季構巢，牝牡相戀，不與他鳥相混，而百之羣，仍可見之。其性質單簡，其巢僅地上一微凹耳。產卵巢中，就而伏守，不知設法隱匿。人若欲得其卵，即可就其巢取之。此鳥保愛其卵，於侵犯之來，肆力

奮擊。取卵之人，宜善護頭眼等處，免爲所傷。他種動物，偶取其卵，彼亦如是恐嚇之。幼鳥甫生，卽能行動。偶爲他物所逐，亦能自行隱藏。伏匍石下，身色灰暗，與石色相混。春季植物繁茂，便於藏匿，苟欲尋其所在，非有觀察之經驗者，雖在極近之距離，亦不易見之。

游鷓居於海邊時較多。春季向內地移徙，棲止山谷間，於地上結巢。所居處寥廓無鄰，而瞻視靈敏，他物一逼近其巢，卽爲所覺，作愁鬱之鳴。夜間曠野靜寂，時聞其聲，知其巢爲他物所侵也。飛翔谷中，與山谷之回音相雜。人有稍近其巢者，彼必奮喙張爪，準備奮擊，若不肯稍示容納也者。

鳥類之最不易獵取者，爲沙雛（sand-piper），以其條飛條止，極形狡脫也。生殖時期，恆於空中極高處作奇誕狀態。驟行墜落，下趨最猛。而此時又作各種嘈雜之音，淵淵不絕，有如鼓聲。昔時人多不知此聲之所以來。近經確實觀察，蓋其尾部兩邊之羽毛，構造奇特，於此時擺動，遂成此聲。

九

鴉鳩 鴉鳩不自構巢，置其卵於他鳥巢中。俟幼子生出，彼既不負怙恃之責，而幼子又在巢中害及他鳥之幼子。此鳥類生活歷史中最奇異者也。近人於此現象，作最詳慎之觀察，並用極精之活

動攝影法拍照之。其生活狀況，人人皆可見之也。

鴉鳩尋巢 雌鳥先就一較適之區域，尋覓他鳥之巢，擇其最相當者，以便產卵。其爲此也，終費苦心。產卵之時，先將他鳥之卵，銜於口中，然後產己卵於巢內，遂銜他鳥之卵而去，或拋棄之，或用以果腹焉。此等舉動，極形敏捷，數秒鐘即可竣事。此時巢中之鳥，雖極力奮擊之，而彼亦不顧也。

鴉鳩若遇歐鷓之巢，以其過小，不便於蹲伏。此時自己又不能先行產卵，銜於口中，往各處飛翔，以尋適當之巢而安置之。不得已而思其次，只可就其巢旁產卵，復以其喙輕輕銜之，以置其中，此其方法之稍形變更者也。

雛鳩之行爲 鴉鳩借用他鳥之巢，於其中祇產一卵，而他鳩亦或借此巢，復產其一，此非罕見之事也。他鳥孵其卵，幼鳩以生。甫生後即能爲害，其天性實然。雛鳩不能飛，以身下伏，俾巢中各幼鳥，悉踐其背，而陡行起立，將各幼鳥擁擲巢下，然後老鳥歸哺，彼得獨享其利，雛鳩食量頗宏，老鳥飼之日不暇給。不久其身長大，占滿全巢，老鳥仍須盡其餽飼之職。近人於活動電影中，表示一龐大幼鳩，蹲踞巢中，此鳩之肩上棲一老鳥，盡心飼養，殷勤甚至，誠奇觀也。然即此可見鳩類之善於適用環境，

而老鳥哺養之本能，不知辨別也。

或謂鳩卵之色，無有一定，視所擇巢中原有之卵色而生變化。此一說也，尙偏於理想。每一雌鳩所生之卵，其性質率同，此可斷言者。此遺傳使然乎？而遺傳究如何使之然乎？亦未能定也。

鳩類利用多數之鳥，以養其幼子，然爲所利用者，皆依食蟲之小鳥。鳩卵與他鳥之卵，或極相同，或稍形殊異，或大有分別，未有一定。

十

遷徙 鳥類遷徙，頗難觀察，故不易作科學的研究。雖今人已不信鳥類遷徙時，其飛極高，又極速，故能於一夜間，飛過長途云云。然鳥類昏夜遷徙，不易察見，則信然也。

然就地觀察，亦可稍見其端倪。黑耳郭蘭島 (Heligoland) 之燕類，近人曾觀察其遷徙。秋間天日清明，於該島北隅俟之。竟晨皆有燕子由東北飛來。時南風方冷，燕子受其橫吹，而每分鐘必有五六隻或十餘隻飛止，源源不絕。飛騰甚低，與海面相近。至於崖巔，忽向上飛騰。燕既小鳥，色又灰暗，加以海面波紋蕩漾，由遠而來，頗不易視。但其飛來之方向，既有一定，而其來又連續不絕。以此可以觀

察之。每一羣至島隅，即飛崖上，少數徑趨島之西偏，再轉向西南隅，即杳然不見。其魚貫而前，由羣中他適，或在途上停頓環飛者，百中蓋未有一。清晨遷徙，雖多不便，而卒不肯稍斷其行程。此其遷徙現象一小部分之可觀察者。歐洲鳥類向南遷徙者，所由之道甚多，其詳不可得知也。

掠鳥之遷徙

加克 (G. G. G.) 於一千八百七十八年，在黑耳郭蘭觀察掠鳥之遷徙。秋季數月內，每日此鳥飛來，皆可見之。據云：六月初旬，見有一二掠鳥，羽毛舊敝，狼狽已極。或未會生殖乎？或喪其卵子乎？其來何以較早，要未可知。迨六月二十日，始有大羣幼鳥飛至。此第一次之遷徙，幼鳥之來，率在其父母之先。幼鳥孵生，經數星期，即能飛動。茲後一月之中，幼鳥繼至。至六月之底，每日飛至者，恆數千隻。七月初旬，多至數萬。此月二十五日，飛來者不記其數。至是遷徙停止。以後兩月中，未嘗見一鳥之來。九月二十二日，老鳥由此飛過者，在數百隻以上，皆羽毛嶄新。至十月，其數增至數千。十月十四日，來至數十萬。十月下旬，則大羣不再見。由十一月至十二月十八日，每日仍有是鳥之遷過，其數在四十隻六十隻之間。

燈塔邊之景象 夜間之遷徙，可就燈塔燈船上觀之。昏夜海霧瀰漫，燈光外射，羣鳥趨之若鶩。

格克氏自述其在燈塔旁觀。見鳥類紛紜滿天，直撞燈窗，千呼萬喚。其穿度光線者，若百靈，若掠鳥，若鶉鳥，盤旋繚繞，若星華之墮落，若雪片之飄零。一羣甫沒，一羣復現。間又有金睚鳩，夏雞，潯鷓，呼潮 (sandpiper) 之屬。又有木雞，亦時常出沒。鷓鴣於此時張其懶翼，由暗中驀然出露，轉瞬又入黑暗，以圖攫獲鶉鳥爲食。被攫者鳴聲哀楚，頗可聞之。

近人研究遷徙問題者，於鳥足上加以帶編號之鉛環。後此鳥飛至他處，爲人所獲，可以認其出發點。如東普魯士之白鶉，該地人如此識之。後此鳥遠徙，橫巨歐洲大陸，東至敘利亞，巴力斯坦，埃及等處。由尼羅河，尼安薩湖 (Victoria Nyanza) 遷至差德湖 (Lake Chad)，直達非洲之內部矣。復向南遷徙，經過洛諦西亞至納塔耳 (Natal)，脫蘭斯瓦爾及非洲南角。又燕子五隻，各以鉛環識其足，縱之使飛，冬季由英倫南徙，後皆飛至非洲南部。

夏雞之遷徙 蘇格蘭之雞鳥，若夏雞，若田鳧等，夏季就本地而居。用前法別識之，迨冬季則見其飛至愛爾蘭各處。惟蘇格蘭所生之夏雞，有遷徙較遠，直至法國之西岸，或葡萄牙等處者。亦有展轉移徙，只在就近地方，而不遠去者。同種之鳥，生於同一之區域，或常住，或遷徙，而其遷徙，又有遠近

之不同。

多數之鳥，於遷徙之後，仍飛還故土。某田園生有雛燕，用前法識之，他徙後仍回原處。鳥類之春季迴飛，似較急迫；不若秋季中遷徙之延緩特甚。此時鳥類喜作最短程，四出探視。至於春季則不然，爲鳥類急欲迴歸，擇取捷徑耳。於此急迫之中，偶值天氣惡劣，中途死亡甚多。街市之上，往往見數千死鳥，蓋皆迷途而凍死者。某小城市中，一日內聚夜鶯約五百隻，皆倉卒飛歸者。

十一

遷徙之功用 鳥類之有遷徙習慣者，甚獲裨益，蓋遷徙乃係一種有益之作用也。然此究非易事，鳥類必具複雜之本能，而後能如是。遷徙之時，勞苦頗甚，在途上冒種種危險，死亡甚多。此皆生存競爭，頗形酷烈者。苟無相當之優長，未有不因此而殄其種類者。然鳥類之必須遷徙，不徒因冬季天寒，須遠行避徙。而食料缺乏，尋之匪易，土壤水流，皆將寒凍，天日亦昏暗較早。當此之時，勢不得不遷徙矣。至於春季北歸，蓋以生殖期迫，幼鳥將生，須得較廣面積，以便構巢，以便容納幼子，而此時尋食之處，又較多也。

遷徙作用之理由與原因，不可不辨，即『爲何而然』與『所以能然』之分也。解釋之理由雖多，然皆未足辨明其『所以能然』。常人於此，漫不加察，輒疑鳥類具有知識，能通權達變，知天時之變化，與地理之殊異，幾與人類相似，抑亦誤矣。

遷徙之原因 關於鳥類遷徙，爲吾人首宜注意者，有二事焉。（一）遷徙乃一定之現象，年復一年，未嘗有所變更。故每歲遷徙之時，天氣雖有不同，而遷徙仍如故，未嘗有新動作之發生。（二）遷徙之起首，恆較應徙時期爲早。如秋季之遷徙，於七月間即已起首，英倫之鳥類率如是。且其所到處，恆較其所應止之處爲遠。赤帶北附近各處，冬季甚溫和，鳥類可以到此而止，然猶繼續前進，直至南半球之溫帶，享受其夏令之天氣而後已。

遷徙習慣，發達已久，成爲一種之本能，未嘗因境遇變遷，少行改變，前已言之。欲知此中真象，宜就鳥類歷史中，研究其何者使鳥類發生此習慣，而此習慣又何以因之長存。或謂最後冰川時代，鳥類爲寒所迫，漸向南遷，遲之又久，復由南北歸。其向北迴飛，恆在夏季，返歸於舊游之地而止焉。此一說也。或又謂鳥類本生於南，生殖時食量驟增，須向北方遷徙，以便尋食。每夏遷徙愈遠，經過其舊游

之地，仍繼續前進，至於冬季，則返其故土。此又一說也。

鳥類之有遷徙，因初秋時令變遷而然乎？此不足爲充足之理由，然可藉此以補足他說。遷徙既爲鳥類最古之習慣，此習慣每年必爲一度之發見。其中有一直接原因以觸動之。遷徙之時，受種種勞苦，體中所蓄之能力，藉以展舒，猶爆烈物之轟裂然。是則以時令之變遷，或引起體力之變遷，觸動其本能。至使橫亘重洋，遠達大陸，其原始習慣，未嘗少變焉。

遷徙之途程 遷徙途程，鳥類各有一定，以便年年經過，極有秩序，而不紊亂。如夏令鳥類所到之處，明年夏間，仍遷徙而至，無少變更。謂鳥之遷徙，無一定方向，而任意紛飛者，不足信也。夜間遷徙，飛渡海面。幼鳥早遷，老鳥較遲。惟鴟鳩不然，其老者先行南徙，幼者遲之又久，乃相率遷去。鳥類能自識其路，雖無引導之者，而長途漫漫，亦無錯誤。蓋其羣所獲之經驗，與個體所獲者不同。羣中經驗，可傳後嗣，遷徙時羣中各種動作，皆可不學而能。

吾人於遷徙途程，尙無充足之知識。白首鳥爲人獵獲者，就其體上標識，可以辨其由來。此鳥來自波羅的海之東南隅，曾經過芬蘭南部，及俄國京城左近，復遶海濱而南而西，直達法國之東北隅。

同地之黑首海鷗，幼鳥曾過比斯開海灣 (Bay of Biscay)，沿來因河，及倫河，達巴利阿利海峽 (Balearic Isle)，復由此渡過維斯杜拉 (Vistula)，多腦坡，而入於非洲之北部。

遷徙進飛之速率，每鐘約五十英里。尋常之鴿，此時可達至五十五英里，可歷四鐘之久而不少減。而其作長途之遷徙者，不能較此為速也。

歸途 鳥類何以能識其歸途，未易解釋也。夏季所到處，與其冬季所到處，彼此有何種關係，且冬季所到處，是否如夏季所到處之有一定，皆有研究之價值，吾人所宜注意者也。鳥類感覺最靈敏，其能自識歸路，或以此故乎？近人嘗作精確之實驗，以試鳥類識途之能力。取墨西哥海股之燕鷗 (noddy tern) 與灰色燕鷗，嚴置籠中，舟行八百五十英里，東至加爾維斯敦 (Galveston)，或北至哈得拉斯 (Hatteras) 海角，放之使還。此鳥於海路蒼茫，毫無標誌，卒尋舊途以歸。又鳥之攜至北部，驗其遷徙所止之處以外，驟放之使還，彼向未曾經過此地，而仍能尋出方向，以達於故土。鳥類方向之感覺最富，識途之能力，乃特別發達者。

羽毛求偶及交配 此篇於鳥之分類，未暇涉及，於鳥類羽毛，亦未能詳述。後附參考書籍，於此種問題，討論甚詳，讀者可就閱之，甚有趣也。若詳論種類與其羽毛，可以成一巨帙。惟羽毛尚可以約略論之，茲請言其一二。

鳥類之生羽毛，乃其進化最顯著者。羽毛係一種鱗甲所變，足證鳥類之原始，與爬蟲相同，此進化史中最可觀者也。鳥身不生羽毛之處，率係鱗甲。體上各處羽毛，多係代替鱗甲而生。鳥爪上所生之鱗，與爬蟲之鱗相似。鱗面甚淨，鱗縫中有羽毛。此乃最奇之現象，吾人所當注意者。

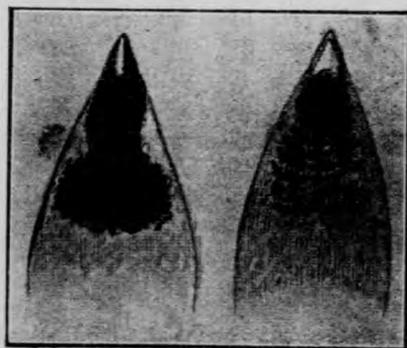
羽色 鳥類羽毛，色澤最富。即最樸素之色，亦華麗可觀。其色或係一種色質所使然，或係羽毛自體，有微細之構造。此構造能變化彩色，故藍綠等色，以之發生，而成美觀。

羽毛色澤，在生殖期中最富，然此并非為常例。雄鳥此時發生特別羽毛，有時雌者亦然。雖鳩是也。亦有終年之內，羽毛華美，毫不因生殖而變化者，鳧鴨是也。而其雌羽毛灰暗，毫無可觀。有羽毛終年暗淡，雌雄皆如是，未嘗變化其色澤者，鳴鵪與澣鵪是也。翠鳥之羽毛最美麗，雌雄皆然，終年不變。掠鳥第一年羽毛頗暗淡，第二年以後發生美色。又鸚鵡翠鳥等之羽色，發達較早。幼子巢中伏處，未



善 知 鳥

其喙最奇特。每年羽毛脫換，喙外層之角質亦如是。生殖期後，此層脫落，如樹皮綻裂然。



家雀之下顎。左圖夏季現象，右圖冬季現象。因磨擦之故，其羽毛淡白處，於春季脫落，黑色盡行露出。

能飛騰之時，美麗羽毛已行發生，又雷鳥 (ptarmigan) 在冬季羽毛盡白，以此時多雪也。餘則羽色暗淡，與山色相髣髴焉。

擇偶及交配 生殖期內，鳥類之習慣最有趣，雄者求雌，多方引誘，或炫以美麗之羽毛，或動以和樂之聲音，或與他雄者相競，而繼以奮鬪者，亦極普通。孔雀喜舉其尾，極力鋪張之。雉鳥此時，其毛羽及尾盡行散開。各種風鳥 (birds of paradise) 皆盡態極妍，凡其體上美麗之羽毛，無不耀炫。卽不甚豔麗之鳥，其羽毛不足與上述各鳥媲美，而其求偶也，亦竭力炫耀。求偶之時，其炫美之時乎？

尋常之黑松雞，喜於炫示羽毛。此等習慣，與熱帶叢林中鳥類頗相似。此鳥不徒自炫，往往結羣而共炫之，以招誘雌鳥。雌鳥色灰，雄者爭欲得之，竭力挑誘，以冀其一顧。蘇格蘭曠野中，當生殖之期，此鳥翔集。黎明時，聞其或作怒鬪之聲，或爲情愛之聲，其聲音達於二英里以外。其競爭也，或出於小鬪，彼此相搏，未嘗傷害。然往往因此而至劇鬪，以殞其命。

劇鬪之時，此鳥作悲慘之聲，若貓病喉痛而鳴者，極嘈雜難聽。

雄者競鬪方酣，雌者一來卽解。雄者驚喜異常，互相舞蹈。就中有視察較敏者，遠望雌者行蹤，卽

眈眈窺伺，精心偵察。俟確知雌者之降臨，正合其意，於是急向空中飛起，鼓翼數步，同時極力鳴嘯，其音極劣。

雄鳥爲此，蓋欲得雌者之歡心，可取而有之也。惟一鳥如是，他鳥爭效之，紛紛飛躍，憨態可掬。皆引頸長嘯，儘力嗚呼，如欲以極高之音調，博雌者之一顧也者。

雌者落地，與最接近之雄者，成爲匹偶。他雄者一來相近，此雄者必極力排斥之。雌者在雄者面前，行動尋食，極爲恬靜，儼然伉儷之諧好焉。每一雌者之來，必惹動一羣雄者之鳴躍，其中一雄者獲之以爲偶。久而久之，雌者之來愈多，一雄鳥可得六七雌者。天氣漸暖，先到之雌鳥，皆處於此。每日必與原舊之雄者相依。雄者既與交配，故終始相託焉。卽再有雄者來此，亦不與之相爭，蓋已承認其所有權也。

鳥類之炫美，不徒恃其羽毛也。如大鵝頸部有囊，偶然羽毛豎立，囊亦同時膨脹。鴿滕亦可漲大，惟此處無甚特別之羽毛耳。又軍艦鳥亦有一囊。囊皮無羽毛，其色鮮紅，可以漲滿，甚美觀。凡此皆所以炫之於其雌者。

澳洲之花亭鳥 雄

雌間之關係甚多，不能備舉。今復言澳洲之花亭鳥，以概其餘焉。此鳥之種類不一，皆能自建花亭，形式奇特，雄鳥飛躍其上，以招致雌者。亭之構造甚複雜，所採之材料，爲花枝，花幹，花朵，果實，與蚌殼等，其色鮮明，最美觀。又有自建小屋者，高二尺，闊三尺，在樹根之旁，其前皆苔蘚。若重



花 亭 鳥

此鳥不止一種，生殖時表示奇特之習慣。大一種在樹中結巢，復於樹根造一小室。室前以苔蘚鋪地，用各種鮮豔花實點綴之。復時時俟其將枯，換以新者。其築此小室，或以爲遊戲之用，或以爲延接雌鳥之用。樹中之巢，未行構成，此小室已經完備。

茵焉。又有造小洞者，長數尺，其週圍皆花枝編成。凡此各種構造，統謂之花亭。花亭與鳥巢不同，雄鳥於其中誘致雌鳥。至於巢，係在樹中構成，其構造之時，又較此爲遲耳。

鳩鳥、家雞，皆生性喜鬪。人恆畜雞，以鬪爲戲。家雞與雉，足上各生一拐，劇鬪之利器也。夏雞之相鬪，多在空，可以見之。埃及之拐翅鳩（spur-winged plover）與夏雞種類相近，而翅上生拐，以便擊刺；往往因鬪殞命，以有此利器故也。英倫之流蘇鵲（ruff）與呼潮鳥相近。頸部羽毛攢捲，鬪時可用以護衛。亦可炫之以引雌鳥，其雌者無此種羽毛也。

聲音 哺乳類發音之機關，在氣管之上端，鳥類此機關，則在氣管之下端，此其不同者也。鳥之氣管下端，格外漲大，謂之聲囊（syrinx）。聲音之發出，因空氣由此經過，擊撞聲囊內之條索，條索緊張，振蕩發聲。鳥類進化，其聲音亦有變化。始則鳥之發聲，專以呼喚其雛。後則可用以表示種種感情，如喜樂憂懼憤嫉滿意等，皆由聲音達之於外。鳥之能如是，由遺傳而然，亦由學習而能進步。幼鳥之鳴，第一年最簡易。學習既久，而漸完全，可以與老鳥媲美矣。天鷓（sky lark）喜效他鳥之音，因此其聲囊愈發達，可見摹擬之重要矣。

鳴調 鳥類之鳴，不獨爲求偶而然也。生殖時鳴音清切，他時亦多如是。各種鳥之鳴，恆不同時，有時雌者亦能鳴。雌雄音調不同處不易別識。鳥類有一種言語。鳥語之腔調，與其吟鳴之腔調，其同其異無有能言之者。

鳥之鳴調甚美聽。其善鳴者，直與音樂相似。不善鳴之鳥，亦有鳴調。其鳴也，雖啾啾難聽，而與善鳴者之聲調，有相等之價值，爲生殖期內甚屬有用也。鳴調之定義固甚泛也。就其環境而言，雖不善鳴者，往往其音亦佳。如滑鷗之鳴，有如泉湧；曠野荆蕪間，時聞其聲，頗覺清越。視歌鳥之欣鳴，有過之而無不及者。鳥類亦有不恃聲囊而作種種聲調者。如鴿之飛，振翼撲撲，白鶴之擊，長喙嘎嘎。沙雞春時作聲，淵然有如擊鼓，此其又特別者。

十三

構巢之習慣

最初之構巢 鳥類原在樹上生活。最初之巢，於此結構。歷時漸久，其習慣變遷。至於今日，有最特別之現象焉。如白燕鷗生於熱帶島嶼之中，產卵於棕櫚葉上，蕉葉平展，其卵暴露。最初鳥類，喜就

天然位置以產卵，此習慣猶可見於今世之鳥類也。佛白司氏謂棕櫚大葉穹折之處，有二小葉，二小葉間有燕鷗之卵。既無物遮蓋，而急風暴雨，葉身撼搖，其卵仍安然穩適，未嘗墮落。後棕葉將行殞落，見之者無不謂其卵之難完。乃卵未墮地，幼鳥已出矣。此等現象在科科斯基

隆島 (Cocos Keeling

Island) 中可以見之。

鳥類有藉樹窟以為

巢者，此與古人穴居現象

頗相似。若鷓鴣，若鸚鵡，若

白鷓鴣 (tinnice)，若啄木鳥，皆有此等習慣。

厚鳥之圖

熱帶各處，厚鳥最多，居於樹窟。產卵後雌鳥伏守，而不移動，雄者用泥封鎖巢口，



倫米稷亞 (Remezia) 鳥之巢

巢口如漏斗，達於內室。巢下部如袋，或為雌者所居，構巢材料，為棉花及他種子之毛，以手按之，若絨氈然。

使雌者不能外出。留有小隙，以便探頭向外，有所瞻眺。蛇類及他敵害，不能侵之。雌者兀坐圈圍，雄者奔走於外，四處覓食以飼之。奉養殷勤，不至有餒餓之虞。



紅歌鳥之巢，繫繫於蘆葦之間。巢杯形，頗美麗。

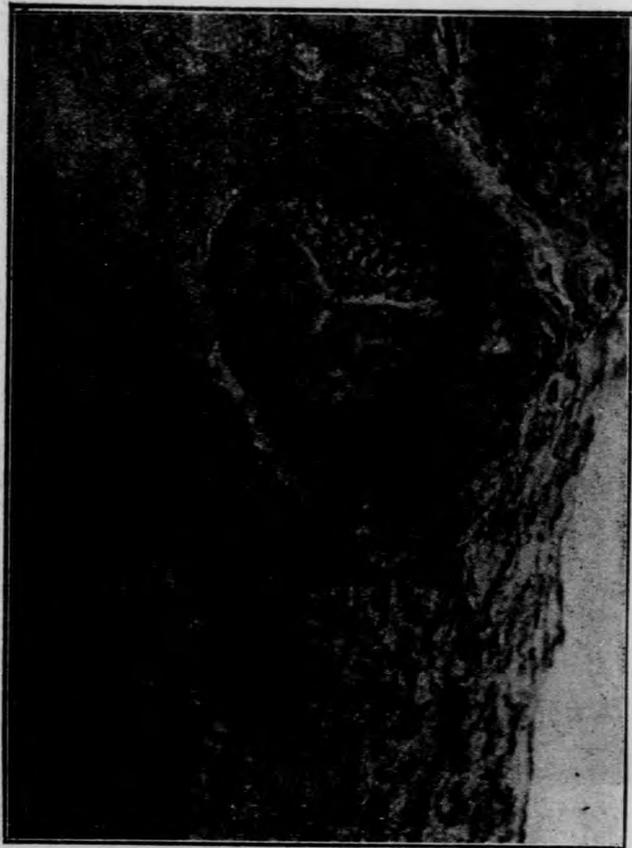
樹上構巢最簡單者，若鷹，鴿，鸞鷲等，皆以樹枝編穿，成一平臺，以便蹲伏。其巢年年增大。其最簡單者，為平面之巢。其次為盃形，烏鴉之巢，即屬此式。又有於其上作圓頂之屋者，此又進步者也。

複雜之巢 樹叢灌木中，有較小之鳥類，構巢而居。所用材料，爲細柔之樹枝，苔草，以及獸毛等物。鴉鵂之巢，形如杯盞，構造極巧。鷓鴣與鷓鴣（dipper）之巢，形如圓球，邊有小孔，以便出入。內面又有一貼層，構造精工，用細小之羽毛獸毛，或綿絲等物組成之。鳴鶉之巢，貼層用泥作成。印度有所謂裁縫鳥（tailor bird）者，最精巧，能作極完備之巢，若一美囊。鳥類構巢能力之發達，卽此可見一斑。

鑽穴之鳥 鳥有就樹穴居者，亦有就地穴居者，構巢習慣，漸形變化。如樹幹鳩之穴居地上，有時亦穴居樹上，視所遇而遷就之。其名樹幹鳩者，爲嘗就老樹之幹而居之。海濱沙堆中有兔穴，兔棄其舊穴，此鳥潛據之。冠鴨（sheldrake）亦喜穴居，或在樹幹穴中，或沙堆中，與鴿同。此鳥生殖期內，未嘗脫毛。雄者善護其雌，雌者之羽毛，視雄者之鮮妍，毫不少遜。

他若海燕（petrel），企鵝，翠雀，沙雀皆有穴居之習慣。沙雀能結羣。雄雌一對，共造一隧道，長數尺。盡處有小室，空隙極大。土岸之中，往往可尋見。啄蜂鳥（bee-eater）亦如是。其隧道長至十尺，亦可謂深矣。鳥類每喜於樹幹穴中，作一貼層。所取材料各不同，有用草葉及他植物者，亦有取自胸部所生之冗毛以構之者，如冠鴨是也。亦有用魚骨及魚體各質以構之者，如翠鳥是也。至營塚鳥（mole-

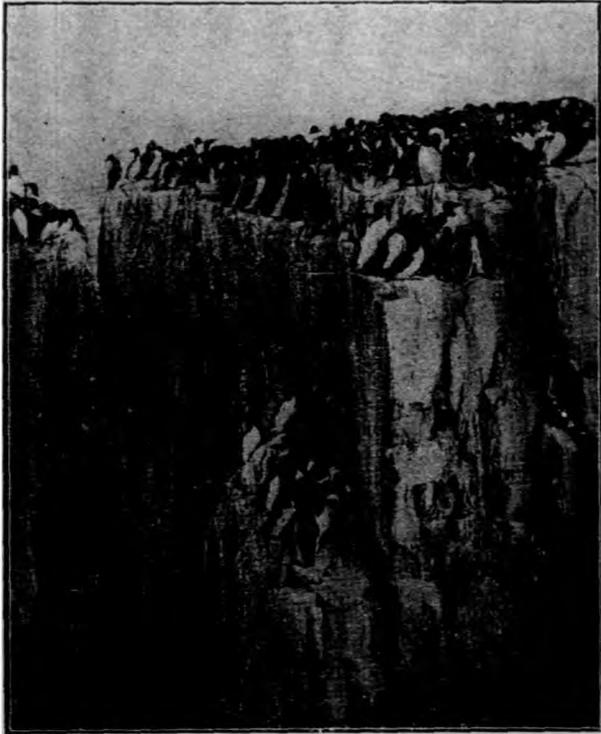
apotes) 之經營巢穴，尤覺精奇。於穴中造一小塚，將所生之卵埋置其中，以資保護。



小鷓鴣之藏匿巢中

此種鳥在英倫，現已甚多。其由歐洲大陸移居於此，乃人力所致。時於白晝出現，與他鷓鴣不同。

地居 就地面而居者，或藏匿於豐草叢蕪之中，或在平地暴露，而無所遮，天鷗雲雀(meadow)



海 鳩

海鳩與海鳥相近。生殖時巢於英國海岸，每於崖石狹面產一卵。其餘之時，率在海面飛巡。暴風雨後，嘗見有死海鳩，爲波浪所沖，飄泊岸上。

pipe) 等，藉地上叢草，而構完備之巢，或多集植物，隆然成堆，以便潛居。鷓鴣結巢海濱，以海藻積聚成堆。企鵝以石造堆而居。夏雞、燕鷗，於地面作一淺穴，或用他物作一貼層，以便伏息其中。或竟潦草從事，不設此層，以遷就焉。食蚘蟊之鳥，產卵河岸叢棘中，直在平地上居處，卽一淺穴，亦無有焉。

崖居 鳥類就崖上而居者，其所在之處，他物不能至，故不必設法隱匿，已極形安穩。此習慣與樹上構巢頗相近。此種鳥之巢，率在懸崖。其結巢之法，與地居者無大異，而以其所在論之，則又與樹居者相似，此乃介乎彼二者之間也。善知鳥與海燕皆崖居峻巉之處，爲所往來。海鳩 (Guillemot) 與刀喙鳥 (razorbill) 之穴，所在尤懸絕不可及。燕就石壁之削面作巢，房屋牆壁上，亦往往有之，蓋利用此形勢也。燕子構巢時，參用他種物料，與其唾泌相攙，可以膠黏牢固。婆羅洲之燕，用唾泌結巢，質如硬膠。中國人養以爲食，卽所稱之燕窩是也。此物爲中國筵席上之珍品。

襲用舊巢 鳥類每年構新巢而居，成爲習慣。亦有仍用其舊巢，年年用之，不更構造者。此外復有借用他鳥之舊巢者。此種鳥非不能自行構巢，至必須時，亦能獨自建設，惟喜就他鳥已棄之巢，以圖省事。鴿巢、鴉巢之舊者，恆爲歐鷹類所居。善擊之鳥，借巢之習慣甚發達。他種鳥如綠呼潮者，雖屬

地居，恆就鸚類之舊巢而用之。樹上舊巢，爲他鳥所作，亦時爲所用。如不可得，乃借居松鼠之巢焉。

十四

幼鳥 初生之幼鳥，分爲二類，一離巢 (nidifugous) 者，一守巢 (nidicolous) 者，幼鳥發達之情形，既各不同，其脫離卵殼之時，又或速或遲，於是遂生此種現象。此現象與老鳥結巢之習慣，有密切關係。雛雞，雛鴨，皆離巢之最著者。其餘受豢畜之鳥，或野鳥如雉鳩者，皆屬此類。幼鳥甫脫卵殼，即能獨立生活。此時其眼已開，精神活潑，能走動，能泳水，能覓食。其老鳥稍一引導之，卽已可以自行生長矣。若夫守巢之鳥則不然。其初生也，兩目未開，不能看視，徧體無毛，無所遮護。其勢極窮，其形極醜。若無老鳥殷勤哺飼，勢不免於餓斃。守巢之幼鳥，亦有與離巢幼鳥相似者。如鷓鴣之雛，與各種擊鳥之雛，初生時體上亦有冗毛。其目已開，且極精悍。惟仍須蟄處巢中，以待老鳥之哺飼。

運移幼鳥

鳥類善用其智慧，以運移幼子，前已述及葛壘爵士 (Lord Grey) 嘗觀察木鴨。其

巢距地二十一尺，距水三百碼。老鳥由巢中飛下草地，呼其幼鳥，幼鳥由巢中一一墜地。其巢底距巢口深約二尺。以初生之雛，能由巢底爬至巢口，墜落二十餘尺，復追隨老鳥於水邊，橫度三百餘碼，其

能力亦屬可驚。天之生物，不亦奇乎。

山鷓之雌者，一值敵害之來，即將幼鳥運移他處。每次以一幼鳥置於兩股之間，用兩爪抱定。如是者數次，將幼鳥盡行運去而後已。尋食之處，距巢稍遠，每晨每夕，必如是運移焉。

十五

鳥卵之研究 鳥卵之大小，形體，色質，及其數目，最有可研究之價值。其彼此相殊，變化甚大。鳥之種類，可由鳥卵之特別處以推定之。其詳不暇論已，請稍言其一二。

卵之大小及形體 卵之大小，各有不同。其與母體之大小關係若何，茲姑不論，而孵化時期之長短，與此關係密切焉。且幼鳥發生以後，繼續發達，與卵之大小，亦有關係，前已論及。卵殼之組織，彼此相殊亦甚。如鸚鳥 (tinamous) 之卵殼，堅潔光滑。水鷹鷓之卵殼，柔脆如灰粉。其外面白層，頗易剝落，內層淺藍色，以此暴露。殼之厚薄，亦甚不一致，不徒與卵之大小有關係而已也。

卵之澤色 人之注意於鳥卵者，以其色之可觀也。卵殼之色，與其上之華紋，皆極美觀。樹上構巢之鳥，其卵或綠或藍。地上構巢之鳥，其卵多棕色，易與環境相混。擊鳥之卵，其色鮮紅，此其又異者。

卵上華紋，或小點，或大斑，或勻佈於殼上，或簇聚於一處。亦有成爲微細之條紋者，如黃道眉 (bunting) 之卵。有澤色一律，毫無斑紋者，多數鳥卵皆如是。穴居之鳥，卵色純白。或爲在暗處可以識別，然大抵因其易於隱藏，不必具與他物相混之色。卵色多有保護作用，普通與環境有關，惟無純黑之卵耳。

十六

鳥類之生態 鳥類與他動物不同者，以其生活有許多特別處。鳥腦頗大，視覺聽覺，發達完備。故就其生活習慣觀之，其精細優美，殊屬可愛。

生活狀況，有屬於本能者，此遺傳也，爲神經自然之趨勢。有屬於經驗者，此做做也，爲後來所得之



海 鳩 之 卵

卵色及其華紋，變異頗甚。有棕色者，有黃色者，有紅色者，有綠色者，有藍色者，有白色者。復有大斑，小點，細紋，巨條等。卵體滾轉，只能成一小環，不能作大滾轉者，其形有以限之也，巢置崖邊，而不致墜落者，卽以此故。

知識。鳥類一切動作，屬於二者之分差若何？此則吾人所欲研究之問題也。鵲鳥初生，一與水接觸，即能游泳，時至下沈，亦能涸汨若夙嫻者，此係本能所使。其生理一方面，發生反射，其心理一方面，發生衝動。夏雞當其未脫卵殼之時，即能鳴喚，「披域」之聲，已成音調，此不學而能者也。

然如希臘鷹 (Greek eagle) 口中銜龜，使由高空墜落，破碎其殼。白嘴鳥取淡水蚌類，擲觸河岸積石。海鷗取海膽蚌類，亦向石上擲擊，以破其殼。此等方法，可以研究而得之。鳥類發明之能力，實有可稱者。多能洞悉環境，隨時隨地，能急先務，摹擬學習。幼雞以心理上聯帶作用，能習種種之單簡功課，進步極速。作此種實驗者，類能言之。

森林靜寂之中，偶聞擊撞之聲，則鳴鵲於石塊上擊碎田螺也。此鳥食量頗健，能用石塊以撞螺殼，幾同人類能用機械矣。此係天賦乎，抑學習乎？庇得女士所著花園中之動物 (Wild Creatures of Garden and Hedgerow) 一書，論之甚詳，茲節述之。女士嘗親自蓄養一幼鳥，以木蝸牛置其前，此鳥初不甚注意。木蝸牛方將行動，其首外伸，鳥乃啄其觸角，而觸角內縮，此鳥乃爲之驚詫。以後日，日如此試驗，鳥之尋究此現象，亦日日較切。屢銜殼脣，卒未能取得其肉。試驗至第六日，彼將螺擊拋。

地上，若擲蚯蚓然。最後取此殼向右上頻頻擊撞。復就園中所有之螺，一一如此試之。極力撞擊，歷十五分鐘之久，得破裂其一。以後再破他殼，皆較易。此鳥既將第一殼擊碎，而後來對此繁難問題，習知所以解決之法。由此以談，其擊撞之傾向乃屬於天賦，而其利用石塊以破其殼，全係由經驗而得之知識。此與特種本能，乃二事也。

吾人觀於鳥類各種之行動，若構巢，若獵物，若尋食，係由本能而然。本能之強弱，各有差別。以本能為基礎，復由種種練習，種種經驗，而成為知識。其先天所得者為要乎？抑後天所得者為要乎？此非經精慎之觀察與實驗，不易定也。

參考書目

Beebe, *The Bird* (1907).

Clarke, *Studies in Bird Migration* (1912).

Headley, *The Flight of Birds* (1912).

Hudson, *British Birds*.

Kirkman and Others, *The British Bird Book* (1911-13).

Matthews, *Field Book of Wild Birds and Their Music* (2nd ed., 1921).

Newton, *A Dictionary of Birds* (1896).

Pyerall, *A History of Birds* (1910).

Saunders, *Manual of British Birds* (2nd ed., 1899).

Sharpe, *Wonders of the Bird World* (1898).

Thomson, *British Birds and Their Nests* (1910).

Witherby and Others, *A Practical Handbook of British Birds* (1920-22).

第十三篇 自然史之一——哺乳類

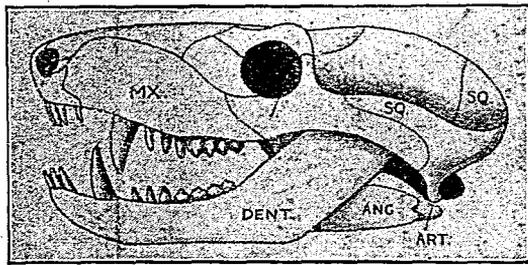
美國康南爾大學哲學博士 乘志譯
國立東南大學動物學教授

本書前篇，泛論動物之天演，凡居處，功用，生態等事，皆涉及之，且見心智之發達，於何起首。今復專論哺乳類，俾與前所論及者相承續。惟純從適應環境一方面立論，以見哺乳類生活之狀況，蓋有特別者焉。

哺乳類之由來 動物進化之統緒，至最高層級，分爲鳥類與哺乳類。此二類由此進化，分道而馳，相去愈遠；然二類之始祖，固相近者也。鳥類原始爲兩足爬蟲；此物之詳，不可得而聞。哺乳類之原始，爲犬齒爬蟲 (Cynodonts)，發見於非洲北美洲之三疊紀殭石中。此物雖屬爬蟲類，其顛骨與哺乳類極相似。口中牙齒，分爲門齒，犬齒，臼齒，與犬類之齒相髣髴，故名之爲犬齒爬蟲。

最初之哺乳類 最初哺乳類，身體頗小，最大者與鼠相等。即其齒觀之，則知其有食蟲者，有食植物者，又有門齒銳削，殆用以破恐龍之卵殼者，是時恐龍已漸形滅絕。據專家所稱，哺乳類或初在樹上生活，或在林壑中生活，以是時旱地上所生植物，過於缺少也。

古代之哺乳類 中生時代，哺乳類無甚進步，此非哺乳類之時期，而爬蟲之時期也。哺乳類既微且少，以生以殖，藏匿林樹中，逃避恐龍。恐龍身體偉大，喜肉食，蠢蠢爬動，勢極凶猛，動物中最奇之物也。此偉大之奇物，日形滅絕，不復可見；而微小之哺乳類，乃日見其多，迨至第三紀遂雄長此世。偉大之敵害既去，地上植物，又較前發達，蒙茸鮮美，綠色成茵，於此生活，殊形便利。



犬齒爬蟲之顱骨

此爬蟲今已絕種，與哺乳類之原祖相近。其牙齒分門齒，犬齒，臼齒等，與哺乳類極相似。惟下顎係數骨所成。非若哺乳類之下顎，每邊只一骨也。(MX)上顎骨；(SQ)鱗骨；(DENT)齒骨；(ANG)隅骨；(ART)樞骨。

近世之哺乳類 哺乳類最初之進化，既形遲緩，其體其腦，皆甚微小。由此發達，有成爲有囊之獸者，爲哺乳類之最老者，有成爲肉食之獸者，有成爲有蹄之獸者。蹄獸之大者如象類，體幹極形發達。

古代哺乳類漸行絕滅，近世哺乳類繼之出現。腦部既較前發達，蹄爪牙齒，又頗便利，若貓，若馬，若象，若猴，是也。原來生長處，距近北極。彼時該處天氣較溫，終年如是，獸類喜就居之。

一

產卵之哺乳類 澳洲之鴨獺，原針鼯 (*pro-echidna*)，及針鼯 (*echidna*)，皆最奇特，自成一類；其與他哺乳類不同者，以其產卵也。此種特性，與爬蟲相同。其卵黃頗富，能生活於各種極不相同之溫度中。肩帶之構造，與爬蟲亦相似。尙有其他特性，足以證明與爬蟲同祖。此皆哺乳類中之最古者。

鴨獺 (體長十八至二十寸) 在湖邊河邊生活，鑽穴水底，穿鑿水中植物，尋較小動物食之。類邊有囊，可以貯存食物，以便徐徐嚼咽。口中有八齒盤，齒經用不及一年，皆已脫落。足有連皮，善於泳。

汨。足上有爪，於岸上鑽穴成一隧道，一孔在水底，他一孔在水外。口部帶匾，與鴨嘴相似。上有軟皮，敏於感覺。嘴之基部，軟皮膨脹，成爲軟領。兩目甚小，耳孔有匾葉遮護之。尾強勁，爲泳水之用。毛短柔，其色淺棕。身能團捲，成一球形。睡眠時恆如是。在隧道中產卵，其數二。卵長徑四分之二。卵殼白而柔，幼子生時，自破其殼而出。母獸無乳頭，而腹面之皮有許多小孔。乳汁由此流出。幼子舐之。此哺乳類



針 鼯

針鼯產卵，生於澳洲等處；又有原針鼯，與此相近，生於新基尼 (New Guinea)。針鼯體上，發生長刺，與毛相混。足有三爪，皆健利，可以鑽穴。口中無齒；舌，蟲形。所食者，爲蠅蟻，及他昆蟲。卵產後，母獸銜之以口，置於囊中。幼子生時，卵殼破碎；嗣後母獸將幼子由囊中取出，安置穴中。彼可於夜中出外覓食。迨幼子飲乳，彼復置諸囊中。此獸大腦皮摺紋頗多，心機尙屬靈敏，雖屬熱血動物，而發達尙完全，故冬間有入蟄現象。

之最下等者也。

針鼯在岩石中生活，其爪甚強，穴洞頗敏捷。入地之易，若沉水焉。偶入粗硬植物中則以足堅握不脫。口鼻延長，若細管，其舌長細，頗似蠕蟲，婉轉靈便。舌面膠黏，羣蟻赴之，彼取以爲食。口無牙齒，即其胚胎驗之，亦無痕迹可尋。此獸與鴨獺之後足，皆生小拐，頗形發達。中有腺管，其功用爲何，無知之者。母獸生殖時，腹面暫生一囊，臃腫頗甚，與牛之乳頭頗相似，所生

	象	與人類相似之猿類	陸地肉食類	
	有蹄類	真猴類	水中肉食類	
鯨魚類	齧齒類	最古三狐猴	食蟲類	蝙蝠
		海牛類	無齒類	
		有囊類		
		一穴類		

今世生存哺乳類之次序

圖中最下一行，爲一穴類 (monotremes)，此獸最淺演，係卵生，鴨獺與針鼯，皆屬此類。稍上爲有囊類 (marsupials)，袋鼠屬之。其餘各目，皆係有胎盤類。母體與胎體關係密切，其中以無齒類 (edentates) (若獺類)，海牛類 (Sirenia) 爲最古。由此而上，則爲食蟲類 (insectivores) (若刺蝟)，水中肉食類 (carnivores aquatic) (若海狗)，陸地肉食類 (carnivores terrestrial) (若獅子)，齧齒類 (rodents) (若鼠類)，有蹄類 (ungulates) 及象等。其生活極奇異者，爲蝙蝠及鯨魚類 (cetaceans)，一則有翅能飛，一則在大海中居住也。最後爲猿猴系，由最古三狐猴 (lemurs) 而上至真猴類，復由猴上至與人類相似之猿類。

之卵，置此囊中，囊中亦能發生乳汁。今世生存之哺乳類，此獸與鴨獺最爲奇特。皆古獸之未絕滅者。

二

有囊之哺乳類 稍形進化者爲有囊類。產於美洲者，共有二科：一曰鼯獸，一曰鼯獸 (oolvas)，餘皆產於澳洲。雌者乳頭之週圍，恆發生一囊。幼子生時，極形微弱。母獸置諸囊中，若綳嬰兒，迨幼子能自立，始脫囊而出。許多鼯獸無有此囊，幼子負於母背，其尾捲握母尾，乃其慣技。大率幼子初生，不能飲乳。母獸以口銜之，置之囊中，復使幼子之口，銜接乳頭。乳頭臃腫，有特別筋肉，爲之收縮。乳汁因注於幼子之口，向下流注。幼子不至噎嗽者，以其喉門可以向前伸動，遮蔽口底之鼻穴。幼子飲乳，呼吸仍得進行。此等情形，可見之於露脊鯨 (baleen whale)，鯨亦哺乳類，在水中奔馳，張其巨口，收羅食物，鱷魚取食亦如是，惟鱷爲爬蟲，非哺乳類也。

鼯獸 鼯獸皮色灰暗，形體蠢拙，鳴聲與豬聲相似，善於竊物，撫養幼子，甚屬周至。英革索爾 (Ingersoll) 氏著有野獸之智慧一書，述此物甚詳。謂此獸產於美洲者，與澳洲所產者迥異，以其囊未曾發達也。美鼯較爲普通，大率居於樹上，取食昆蟲，而在他種環境中，雜食他物者，亦甚多。母鼯對

於敵害之來，其幼子瀕於危險，而以身當之，不甚畏懼。雄者當求偶時，彼此爭鬪，至殞其命。其性非怯懦可知。又患害之至，竭力對付，急竄樹上，以圖避匿。其聰慧又可知。值敵患過於偉大，無法抵禦，爲所攻迫，局促無地，則四肢疲憊，佯死偃臥；試以足躡之，或探視其囊，或執其尾而提起之，縱百番戲弄，彼亦不鳴不動。惟此時人若不注意，彼即躍起竄去，或極力痛噬，其性極狡黠也。犬類不喜食其肉；其他



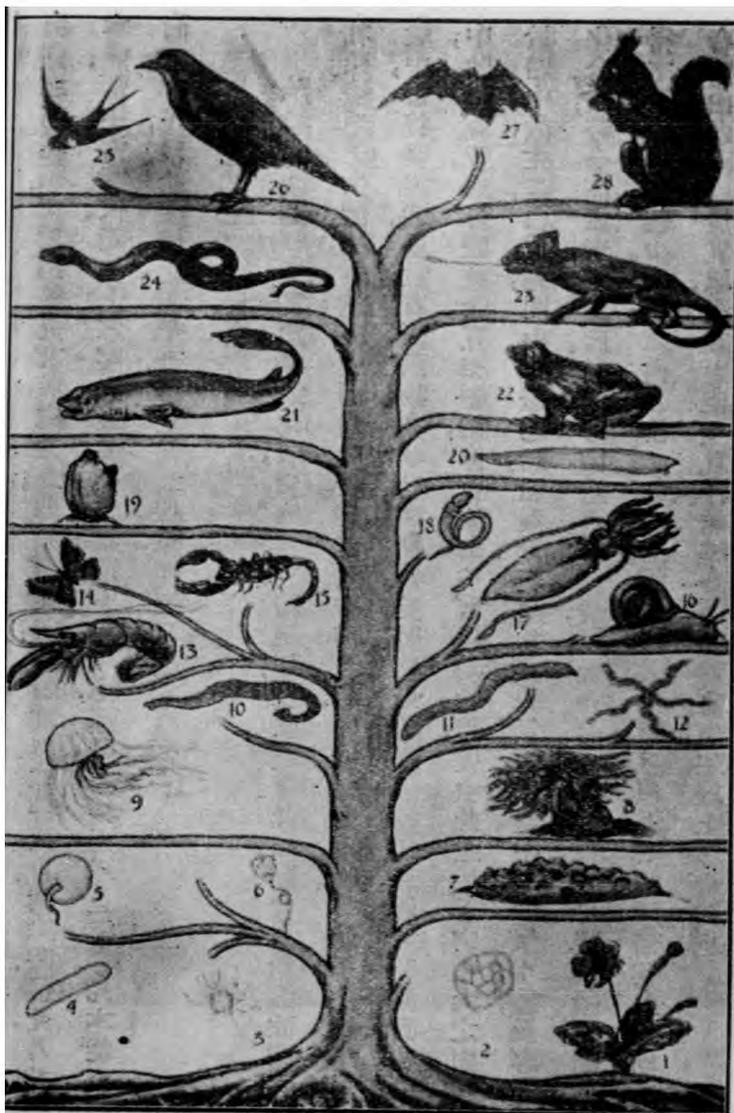
鼯 及 幼 子

鼯類較小者，其母獸喜以背負其幼子。幼子各以其尾捲握母尾，如阿塔刺（Azara）鼯背上能負十一幼子，而攀爬樹木，依然迅捷。鼯雖有囊，而不用之，其囊遂漸形退化，以至無有。此獸只生於南北美洲。

肉食之哺乳類，及鷲鳥等，見其偃處地上，則殺而食之，無論其真死佯死也。其時時佯死，乃其最古之本能。當中古時代，陸地上之爬蟲最多，爬蟲蠢拙，不食死物，鼯獸能佯死，以免其害。此本能直至今世而仍存在，惟此技倆之在今世，不足爲其保障，而反足喪其生命也。

三

胎盤哺乳類 哺乳類最進化者，爲肉食類，蹄足類，及猴類等。此種獸皆有胎盤，故謂之胎盤哺乳類。陸地上生活極難，遂演進而爲胎生。前言產卵哺乳類，屬於一穴動物。其幼子生出過早，在母體囊中，暫行發達者，屬於有囊動物。其孕胎之期較長，胎與母體關係較切者，屬於胎盤動物。蓋胎盤之中，胎體血管，與母體血管，互相聯絡，俾血流由子宮達於胎體，復由此還於子宮；稍大之固體，不能入於胎中。微生物，白血輪，間由母體達胎，胎與母交換其液體氣體。母體中之養氣，水，鹽，及容易變化之化合物，若合而孟者，入於胎。胎之各種廢質，若碳酸，水，及合而孟，入於母體，母體供給於胎者甚多，而得之於胎者則甚少。惟胎之內分泌（即合而孟）吸入母體，可以增其健康，補其血脈。幼子未生，化合物由血脈達於乳腺，激刺之使生乳汁。此等合而孟如電信，生理上之奇觀也。



動物發達統緒

1. 植物界，其天演另爲一方向。 2. 與 3. 多孔蟲。 4. 寄生蟲。 5. 夜光蟲。 6. 鐘形蟲。以上數者，全係原生動物。其體爲單細胞。其以多數細胞構成者，爲後生動物。 7. 海綿； 8. 海葵； 9. 水母——腔腸動物能螫刺者； 10. 水蛭； 11. 蚯蚓； 皆屬環節動物； 12. 脆星魚，代表棘皮動物； 13. 龍蝦，代表甲殼動物； 14. 蝴蝶；代表昆蟲； 15. 蠟，代表蛛蠟等； 16. 田螺，與 17. 墨魚，皆代表軟體動物； 18. 玉鉤蟲，位置在無脊椎與脊椎動物之間。

以後係脊椎動物； 19. 石勒卒，一名海鞘（被囊動物）； 20. 蛞蝓魚（一名海矛）； 21. 鯨（魚類）； 22. 蛙（雙棲類）； 23. 避役，代表爬蟲中之蜥蜴類； 24. 蛇，爬蟲中之另爲一派者； 25. 燕，與 26. 烏鳥，代表鳥類； 27. 蝙蝠，與 28. 松鼠；代表哺乳類。

孕胎之時期延長，殆有使腦質易於進步之效力。是以駒之初生，卽甚靈敏，然胎盤哺乳類之腦所以進化者，亦由於其腦之結構，與有囊類較，實取較優勝之方向也。陸地上生活極艱，必須久孕，使腦部進化，以便生後需用，同理，生後所經之長久幼稚時期，如人類孩提之例，雖含艱險，亦有大利益焉。

哺乳之名，以其飲母乳也。所以標誌其特別之現象。幼子之腦，既大進化，而母獸之怙恃，尤覺周至。此類進化，有生齒角者，有能行動迅捷者，有生鱗介者，有生羽翼者，皆以競存之烈而然，而母獸之犧牲之愛護，則爲一切哺乳動物所共同。

四

各種居地 爬蟲類所居住之地，各有不同，哺乳類亦如是，其生活不可以一概論也。哺乳類始在樹林中居住，後乃佈

散各處。凡可居住之處，無不有之。奧茲本 (H. H. Osborn) 教授以哺乳類居處，分爲十二種，謂之適應之散佈：(一) 在陸地上生活，走者若象，奔者若鹿，躍者若袋鼠。(二) 穴地以爲生活，且能奔走者若兔。(三) 純以穴地生活，能深入地下者，若鼯鼠。(四) 在水中居住，與在陸地無別者，若遊鱏，若白熊。(五) 就河濱居住，而作水中生活者，如水鼠海獺。(六) 在海濱生活，若海狗，海獺，海象。(七) 在海面生活者，如鯨類，大者爲鯨骨鯨，小者爲海豬。(八) 海底生活者，如脊鰭鯨；此類本可與(七)合併。(九) 介於樹上地面生活者，若獼猴，大猩猩類。(十) 完全樹上生活者，若松鼠，懶猴，狐猴。(十一) 在樹與樹間生活者，若飛松鼠，袋鼠。此等善躍，幾能在空中飛騰。(十二) 完全在空中生活者，如蝙蝠。

就哺乳類居住之處，分別其異同，可以見其生活之各殊。卽其居住之處，證以取食機會之各殊，愈見其種類之相去矣。如鼯鼠穴地而肉食，鼯鼠則穴地而草食。蝙蝠類雖皆飛行空中，而小者食昆蟲，大者食果實，此其不同者也。凡哺乳類所往來之地，及其所取之食，未有不爲爬蟲所已利用者。而爬蟲則有絕滅，有仍生存者，卽此見天演之進行，旋轉而上，未始或息也。

鳥類與哺乳類，其進化軌道各不同；而其所經之階級，所遇之境況，則頗相類：如駝鳥爲鳥類之能奔者，而羚羊則哺乳類之能奔者，鷓鴣爲鳥類之夜作者，而刺蝟則哺乳類之夜作者，海鳥 (storm petrel) 爲鳥類之生活於海面者，而海豚 (dolphin) 則哺乳類之生活於海面者，沙雀爲鳥類之穴地以居者，而鼯鼠則哺乳類之穴地以居者，其他類此者尚多。鳥類之飛騰，發達最早，哺乳類初無可與之媲美者。而天演默運，遂有蝙蝠類之出現。由樹上居住，取食昆蟲，漸漸進化，至於能飛。

水中之哺乳類 居處環境，既多不同，而哺乳類能隨地遷就，適其生存。今先就水中哺乳類，稱述其一二焉。鯨魚出沒水中，尾部變化，其形如推機，左右擺動，以分水流，恃此游泳，頗覺迅疾。各海洋中，皆有鯨類之分佈，如抹香鯨 (sperm whale) 與南產露脊鯨 (southern right whale) 其最著者也。海狗後足，與尾相連，成一複式推機，以之拍水，亦甚便利。海象不獨恃其後足，而前足頗大，各成一划，能在海冰上爬行。普通海狗，亦能在陸地上行動，狀態頗奇。其體部穹起，後足及尾向前彎曲，而驟伸其身，以此進行。海狸之泳水，專恃其尾，尾匾如錢。鴨獺之游水，專恃其足指，足指間有連皮。至於水鼩鼯之游水，恃其足毛，足毛構造奇特，生於後足指掌，指在水中開展，其形如梳。迨在陸地行走，則貼

於足上。此獸之長尾，兩側面平匾，腹面生長毛，尾擺動如舵。哺乳類因在水中生活，形體發生變遷。鯨類，海狗類之外耳，完全退化，所以減少水中之磨擦力。鯨類之體毛，幾歸烏有。惟口邊有毛存留，有感覺之功用，體毛所以避寒，毛既退化，鯨之皮下，發達肥層，此層甚厚，可以保存體溫。不徒鯨類有肥層，他哺乳類多有之。（兔類無有，此係例外。）母鯨善飼幼子，幼鯨海中飲乳頗艱，而母鯨能以一飲而



海 狗 幼 子

海狗有羣性，遇相當之地，每結小羣以居，如圖所示是也。惟英國沿海各處，此等相宜之處，日見其少。母海狗四出尋食，幼子在此靜候；人獵殺之頗甚。圖中皆其幼子，其態度頗形循美（此係最普通之種類）。

壓之。北產露脊鯨沒於水中，經一鐘二十分，而始出現。其胸部極寬大，血管發達，密簇若網，貯藏清血，供給養氣於體中各質，以久沉水下，呼吸停頓，此等特別構造，所以適應環境也。其尤奇者，爲鯨與鯨骨鯨，沒於水中，經八鐘至十二鐘之久。據李里 (Lillie) 氏所觀察，其皮膚有呼吸之功用，（與蛙類相似。）喉下縱摺甚多，該處血管極富。惟水中生活，既有特別構造之發達，而亦因此之故，有各種機關之退化，如鯨類嗅覺機關，已無功用。又哺乳類之中，除人類與猿類外，皆有第三眼皮，所以爲清潔眼膜之用。而鯨類以眼與水接觸，此質亦退化，凡不適於水中生活之質，皆消滅以盡，亦以適應環境也。

五

地下之哺乳類 地面上生活，不免危險，哺乳類遂有穴地以圖隱匿者。時在地面，時在地下，亦自然之趨勢也。完全地下生活者，首推鼯鼠，爲適應環境，前足變化，其形若鉗，頗強勁，以之入地，而無所阻。拇指內側，生有一骨，若鏟，專爲鑽穴之用。胸部筋肉，格外發達，與體育家胸筋相似。頸部甚短，宜於鑽穴，外耳亦縮小，生長黑暗之處，兩目極不發達。眼之直徑，不過二十五分之二，與針頭不相上。

下；首部之毛遮蓋之。鼻部前伸，前端下面有鼻孔，口前有脣摺，以阻土壤之入口。體上之毛極勻淨，在穴中退行時，毛亦不形紊亂。白齒上有利刃，便於嚼噬昆蟲幼子，及他食物。普通之鼯鼠，在宣鬆土壤中鑽穴，前足甚寬，金鼯鼠 (cape golden mole) 及有囊鼯鼠，在堅硬土壤中鑽穴，其前足頗窄，足上有二健指。其所以如此之故，甚易解釋。稍一考究其詳，益覺其適於環境也。又有囊鼯鼠。雖與各鼯鼠種類迥殊。其以首鑽地，頸部脊椎，亦受有影響。各節骨骼皆合而為一焉。

鼯鼠 此獸適於地下生活，前既言之。尙有數現象，吾人所宜注意者（一）此獸不獨善於適應環境，而在哺乳類中，其種類之老，罕有及之者。在地下發掘居住，已經甚久之時期，由姆耳地方以至日本，到處皆有此獸之蹤跡。而生性乖僻，善於藏匿，為勞苦之生活。入地時，前足分土，後足扒梳，擲諸身後。往往鑽穿頗深，使土壤無所壅積。（二）鶴蠅幼子之在地下者，彼鑽穿淺道，取之為食。地面淺溝，此物所作也。專恃首頸鑽穿，頸部肌肉最發達，將地上土壤拋起，擲於溝之一邊。昔人所謂鼯鼠者是也。（三）鼯鼠在地上奔走，每鐘可至二英里半。牝牡交配，亦在地面。在地下空道中奔走敏捷。道通圓巢，巢實草葉。巢大小與人頭顱相若。巢上如墳，墳上土壤，由地下掘出而堆積之，中有隧道，四

處穿達，各巢中隧道之穿達，其形式各異，無均稱之可言。鼯鼠之造巢，惟求安適，任意堆置土壤而已。生物學者謂惟雄者造精巧之巢。雌者於五月間造巢，內鋪置一切，極勻密。巢外部雖稍隆凸，而不易見。所生幼子，或四或五，赤身無毛，極孱弱，而發長極速。五星期後，即能隨母獸穴地。長成之鼯鼠，喜相鬪，性極暴。凡行動取食，皆不免於攻鬪，率猛銳異常，鼯鼠本身重量，不過三英兩，而在平地上能移運九磅之磚。準此而論，不啻以人之體重百六十磅者，運物體之重至七千餘磅矣。其力之強，誠足驚歎。（見庇得所著花園中）



金鼯鼠之巢（橫切面）

荒野土壤之中，居鼯鼠甚多。其於地下鑿隧道，將土拋積地上，亦成小墳，田野各處皆有之。雄雌恆不同巢，雌者之巢較大，爲須容納幼子也。圖中所示即雌巢。

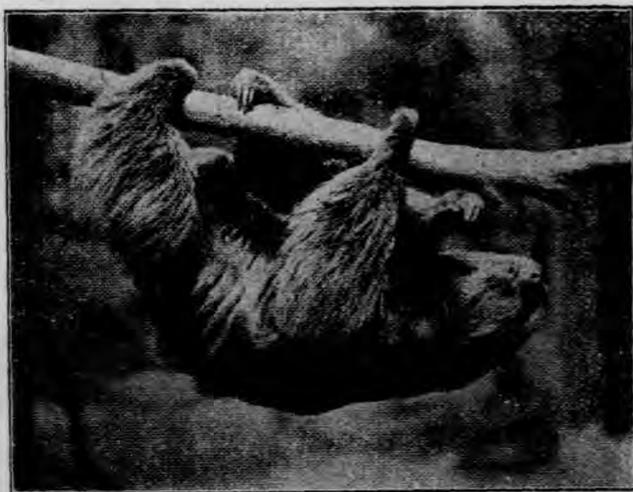
之動物。)

鼯鼠之力既強，故消化亦最健，每次所食之蚯蚓，重量與其體重相埒。成熟之鼯鼠，每三四鐘內，必需食一次。於下午五六鐘時食蚯蚓四十條，以後未食，至次晨則餓斃矣；驗其腹中，已空無餘物。

六

樹上之哺乳類 最初哺

乳類，在樹上生活乎，不可知也。而其能如是生活者，要因遷就



二趾之樹獼

此獸居於南美森林中，若尼加拉瓜(Nicaragua)等處皆有之。因此發達成樹上之生活，行動徐緩，沿樹而行。其背向下，前足有二趾，後足有三趾。趾爪鈎曲，便於攀枝。其在地上行動，尤形蠢笨。取樹葉為食，胃中分為數部。其毛粗劣，藻類多生其上。牙齒單簡，無有牙罩，形若圓釘，只有一組。頸部脊椎共六節。至三趾樹獼，頸部脊椎則有九節。尋常哺乳類，頸部皆有七節脊椎，此樹獼之所以奇異也。

環境而然。居於樹上者，行動既較自由，隱匿穩便，構巢亦易也。野貓之爪最健利，便於攀抓；松鼠亦然，沿樹幹而上行，以爪扒抓，若未嘗有所附着，尾蓬蓬擺動，跳躍枝間。狐猴前後足指，生有黏盤。又有指趾分展，或如人之拇指與他指相對，故能把握樹枝，異常堅牢。樹獼之爪，長曲若鈎。其在樹上行動也，背向下而腹向上，以爪掛於樹枝，而身下垂，頗形穩健。此其與他獸不同者。因如此行動，體質遂有特別之變遷。其首能向後曲折，以便向往下看視，頸最和軟。此處有九節脊椎，視他哺乳類之頭，較多二節。背上之毛，向下垂散，毛上往往有綠藻，望之若植物。樹上生活之哺乳類，多能以尾挽繫樹枝，猴類之尾皆如是，以其柔軟易捲也。蛛猴（spider monkey）之尾，不但可以捲握樹枝，扶助其體，並可以取物，功用不遜於手。即此可見獸類體質之變化，應各種之需用焉。

松鼠 攀樹之哺乳類，最可觀者，莫如松鼠。體雖小，而形不醜陋。尾毛蓬鬆，能平準其體。背上毛色棕紅，光澤鮮美。冬秋之際，耳毛發生，愈形黠慧。而行動敏捷，轉瞬即逝，頗可喜愛者也。

松鼠食物，前足執之，而身體直豎。端坐儼然，若臨盛宴。將菓殼外層，純行剝落，然後嚼咽之。時或由二樹躍至他樹，時或身附樹幹，安然不動。睡息時以尾壓於身下，藉以爲席。枝間戲舞，有如小鳥。風

姿優美，生活便易。雌雄居處，相依不貳。構巢樹枝之上，以生幼子，其數或二或三。幼子竟體無毛，兩目合閉。巢之大小，恰可容之。構巢之材料，為枝葉苔蘚等物，保護幼子之本能，特別發達。危險一來，母獸



美洲之灰松鼠

灰松鼠頗美觀，產於北美。其習慣與紅松鼠相似。在樹上結一大巢，每年生育二次，喜收藏食物，將果殼類藏於地下。時為敵害所迫，彼乃以身緊貼樹枝，穩息不動，或由一樹猛躍至他樹。英國動物園中，松鼠最多，皆成為小羣，頗屬可愛；後由人工介紹，蕃殖於羅契隆(Loch Long)海濱，竟啄齧樹木，為害甚鉅。

口銜幼子，遷於穩便之處，往返數次，將幼子全行移去而後已。松鼠之跳躍運動，及其喙鑿樹木，幼子

皆向母獸學習之。

冬季嚴寒，松鼠在樹窟中安睡竟晨，而不外出，噬樹之幼枝及種子。此等食物，若不可得，乃發其倉儲。彼於九十月間所收藏之果殼，可應此時之需。松鼠至此，或已自忘其有儲蓄也。人稱其儉蓄，多過其實。

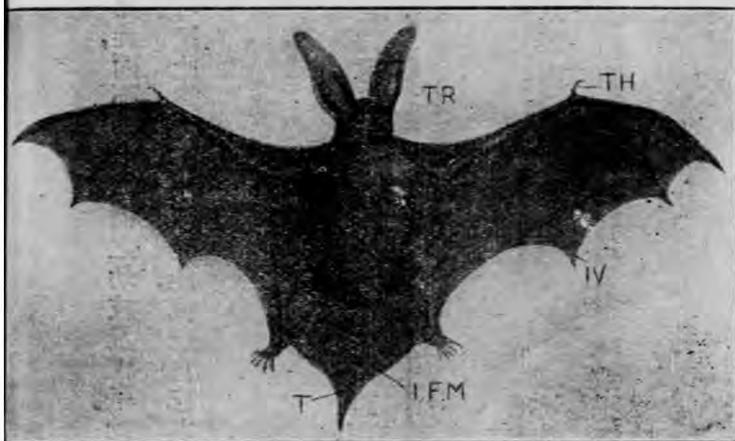
七

空中之哺乳類 蝙蝠之原祖，究爲何物？就殭石中考之，亦無所證明。而其由食蟲類演進而至於此，可斷言者也。此獸旣以飛騰見長，與樹鼯相近。其在空中飛翔，頗形迅疾，因有此能力，其遷徙之自由，視鳥類毫無所遜。

蝙蝠之出，恆在黃昏。兩翅及鼻耳等處，皆感覺靈敏。空氣壓力，或亦能覺之。故飛行能避障阻，幾至相觸，亦能側身以避。其鳴聲急促，聲浪觸物，發生回音，因免與物擊撞。每次生育，只一幼子。母獸在空中飛騰，只能攜養一子。小蝙蝠之白齒頗堅利，善噬昆蟲。北歐各處之蝙蝠，冬季多睡眠，此爲其體合之最完全者。

吸血之蝙蝠 蝙蝠有大者

名飛狐，產於馬達加斯加及昆士蘭等處，皆食水果。其小者所食，為水果與昆蟲，亦食他動物，或吮飲其血。飲血者食道頗細，只能容收液體。俾布 (W. Beebe) 所著之叢莽環境 (Edge of the Jungle, 1912) 述英屬基阿那 (Guyana) 之各種蝙蝠，謂飲血者，夜間飛入室中，四處巡繞，時近人面，而未嘗少觸之，漸落睡者足臂上，拖翅曳足，爬動極緩，從容以行其噬嘜，睡



長耳蝙蝠

此蝙蝠在英國頗普通，殺食害蟲，性喜遊戲，可以馴練。其外耳之長，約一寸半，而其身尾共長二寸。以比例言，其耳長，非他動物所能及。耳之前葉 (TR) 最發達，此實與人耳孔前之小葉，性質相同，所以守護耳孔之口。拇指之爪甲 (TH)，向上突起，第四指 (IV) 與人手小指相當。尾 (T) 與後足之間，有薄膜 (I. F. M.)。此膜可以囊括昆蟲，飛騰之時，此處縮緊，所攔之蟲，皆行擠斃。

者稍覺刺癢，未至驚醒。

英國之蝙蝠，皆食昆蟲，羣聚於樹窟中，或屋脊塔穴之中。雄雌恆離居，雖喜昏夜飛出，白晝亦可見之。冬季入蟄，然值天氣溫和，亦飛翔於外。

八

沙漠之哺乳類 沙漠哺乳類，奔馳迅疾，四出尋食，須經過極遠之距離。時值乾燥過甚，遠徙至他處，又敵害之來，沙漠中無處可以藏匿，須急奔避。凡此皆所以發達其奔走之能力也。此種哺乳類之足，既長且勁，心與肺皆強健，感覺亦靈敏；羚羊與跳鼠，其最著者也。跳鼠善於跳遠，敵害追弗能及。足上生有健毛，飛躍下落，不至沈入沙中。瞪羚身體構造奇特，四足筋肉頗堅硬。前足骨骼，與肩盤相連，及肩盤與脊椎相連處，皆富於彈性。足指減少，蹄骨發達，地面上磨擦力，因以減少。惟其鼻孔漲大，奔馳時呼吸雖覺便利，而飛砂捲入，將何以篩蔽之，此不可解者也。大凡沙漠中之獸類，毛色皆棕灰，與環境相混。斑馬之條紋，其例外者也。然斑馬蹄足捷利，能自保護，而其條紋在沙漠中沃地或不顯。長頸鹿在卓角樹中，其身雖高大，亦不易見，關於毛色之功用，學說紛歧，大都不外保護者近是。



跳 鼠

跳鼠兩足而立，生活於沙漠平原，跖節距地頗高。足有撮毛，其足着地，不至沉入沙中，其尾可以平準身體。前足拘攣，與頸相近。其所躍之距離極大，轉瞬即逝，不可復見，亦能穴地。三趾骨混而為一，與鳥類之跗骨趾骨之化為一骨者頗相似。尤奇者，乃其頸骨完全連為一節，此種跳鼠，只生於舊世界各處。

駱駝之有二峯者，爲巴克特里亞 (Bactria) 種，其一峯者，爲阿刺伯種，皆生於沙漠中，善於適應環境者也。其足有二指，指有指甲，與他蹄足不同。足掌漲大，足指深沒其中，足掌與足骨間有厚墊，富於彈性。足掌踏地，此墊澎漲，便於沙面上行走。安第斯 (Andes) 地方所產之拉馬（一名美洲駝），與駱駝種類相近。每一足指，皆有一墊，便於山路行走。多數沙漠哺乳類，可以行走極長路程，而不需飲食。單峯駱駝，其最著者。其胃生出許多邊囊，囊各有一小口，口有環筋，其中可以貯蓄水液。此種構造，不獨駱駝有之，拉馬亦有之。美洲所產之野豬，亦有之。惟野豬所有者，不甚發達。所以如是者，爲駱駝生居沙漠，此獸則非也。駝背所生之峯，其中脂肪最多，駝多食草物，其中水量甚富，峯必格外崎嶇。若草物減少，峯亦萎縮。駝遇沙漠中風塵大起，可以將鼻孔完全合閉，以免噴嚏之苦。

山中之哺乳類 山之高者，分三區域：一，森林之區域；二，平曠區域，植物稀少；三，不毛之區域。在最高處，熊猴之屬，生於森林。若鷹羚，若犛牛，生於平曠區域。若土撥鼠，若白鼯等，生於不毛之區域。獸身極健，皮毛甚厚。攀躋之力甚強。一切艱苦飢餓，不足以傷之。獸之不能在平地生活者，多逃匿山中，如山狸卽其一也。此獸之進化，殊無可觀。

山兔 山兔與普通之兔，種類最近。今日山兔，多產於歐洲北部。冬季，中歐各山，爲冰層所罩，山兔乃在平地生活。迨天氣溫暖，向北遷徙，或歸山上。昔日此兔在英倫已絕種。今復經人工養殖，漸見其多。山兔視普通兔類較小。頭耳後足及尾，皆不如普通兔類之大，其肉較白，食物亦雜，無一定之居處。遷徙竄斥，以圖藏匿。平地積雪過深，乃捨平地而向較高處居住。其生於蘇格蘭者，至冬季其毛盡白，惟耳尖仍係黑色。愛爾蘭之山兔，其毛未嘗因時期變改。

雪鼠 哺乳類之永在山上生活者，雪鼠其一也。其居於阿爾卑斯山者，身長五寸，尾長二寸，色鏽灰，或白灰，所受艱苦，非他獸所及。居處在四千尺上，由雪線以至山巔，其所往來之地也。冬季不他徙，不入蟄，毛色不變。在雪中隱匿，復於雪中鑿曲折之隧道，由一樹根以達他樹根。夏季收集斷草及龍膽之根，貯於石穴，以便冬季之用。鷲鳥雖惡，不能逼近其巢。爲其所居極高，鳥飛亦不能到也。最初之時，此獸與馴鹿及北極狐雜處。中歐各山爲冰層所罩，乃來地面低處居住。迨天暖冰釋，馴鹿及北極狐皆北徙。彼獨緣山而上，舍地尋食。山上植物之多寡，可以定其遷徙之趨向，乃愈徙愈高，永不復下。至於今日，此獸之分佈，純在山巔，山腰各處，不再見其蹤跡，與其同種亦隔絕矣。地面上獸類之遷

徒，至於同種相隔絕者，亦多係此故。

九

哺乳類適應環境，現象複雜，率與取食有密切關係，茲稍述之。

取食 南美有大針鼯（又名大食蟻獸）其出也恆以夜，爪最健，扒碎白蟻之堆。舌長細若線，舌面膠黏，伸縮自如。於簡短時間，能取數百昆蟲而納諸口。南非洲之土豚（sand-vark）與卵生之針鼯皆係食蟻獸，其舌之構造皆如是。口中未嘗生有牙齒。

鯨骨鯨游泳海中，在海面張其巨口，若一巨穴。收納海螺，動數千計。口有角質篩板，由口脊下垂，海螺悉掛其上，然後以舌掃之，向口底運送，經過咽喉，而入於胃。水由口之兩角外注，氣管之口，向前關合，塞遮內鼻。口中之水不得流入。抹香鯨與海豚之口，與此不同，其口中均有牙齒，便於嚼噬魚類及墨魚等。鯨骨鯨當胚胎時期亦有牙齒二行。唯始終在齦皮之下，未嘗出露耳。

牙齒之發達，視取食方法而生變遷，取食之方法不一，即其一二論之。

哺乳類若鼠，若海狸，若豪豬，若松鼠，其門齒之前面有牙罩，他處無之。即或有之，亦不如前面發

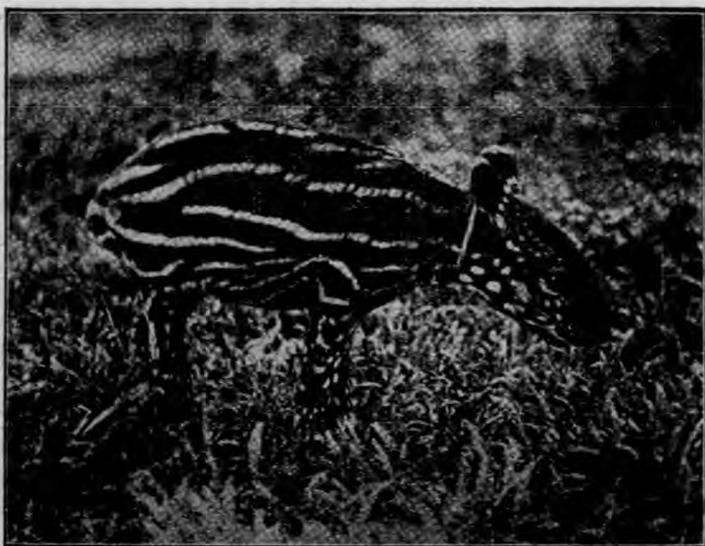
達之甚。門齒後面，銷磨較速。於是門齒成爲鑿形，其刃頗利。下顎門齒闊闊，時與上顎門齒之後面相觸。門齒無根，時時增長。一部分銷磨，一部又繼續發生。由此向後，無有犬齒。而口皮內凹，分隔前後兩部。食物入口，若不急於下咽，可於此處停頓。囊鼠 (gopher) 有鰓囊，囊頗大，可以貯藏食物。待至穩便之地，然後用臼齒嚼之。

象之鼻可以取物，鼻之如此其長者，上唇延伸所致也。象牙既格外發達，口部取食，頗形不便。於是其鼻部遂漸演漸變，成如此形狀。驗之古代絕種之象，有遺痕可尋也。而此種變遷如此新奇，自然界之能力，誠不可思議。象鼻應用之效率加增，其末端柔和，有小指發達，故



大 食 蟻 獸

此獸生於南美，屬於無齒類。口中既無齒；其舌，蟲形。舌面膠黏，由口中伸縮頗便捷。其足爪最強，可以扒地，可以決破蟻堆。其毛色灰黑，頗紊亂。兩肩有白條甚寬，尾長大(圖中未盡表示)。尾毛尤蓬鬆，由鼻端至尾端，長約七尺。



蘇門答臘之獭

幼獭身有斑點及條紋(上圖)。一年之後，毛色盡變，有黑皮白皮發生(下圖)成熟之獭皆如是。幼獭之斑紋皆淡黃，與日光照地之色無異。成熟之獭，皮有二色，若灰漂石。獭類自成一科，其數不多，屬有蹄哺乳類，與馬與犀牛相近。此獸在近世，其分佈不若昔時之廣，今日遠東各處有之。餘則唯中美各處有之。

重大材木，象鼻可以運移。而較小之物，鼻端小指可以撮取之。

象恃其鼻以爲生活。餘如獾之鼻亦延伸而不甚長。猪之鼻富於感覺，便於土壤中尋覓食物。卽此以觀，可見鼻部演化之淺深。獾鼻、猪鼻，乃長鼻發達之初步也。猪與鼯鼠，皆有鼻骨（前鼻骨）此骨之發達，未必因適用而然。爲與獾樹獾鼻中，亦有此質，未嘗用以杵地。獾爲哺乳類之淺演者，或者此骨乃一淺演之質乎。象鼻之鼻亦延伸，其應用如何，無有知之者。

象 象有二種，一產於非洲，一產於印度，象之特別處，不徒其長鼻也。其足最直，哺乳類無有可與比者。足矗立如柱，以支柱偉大之身體。培克耳 (S. Baker) 氏著野獸之行動 (Wild Beasts and Their Ways) 謂非洲之象，於較短程途，行走之速率，每鐘約十五英里。其行走長途也，每鐘可達十英里。雄象恃其長牙以爲奮鬪之利器。而雌象尋食，均恃此以掀掘樹根。象自初生，至四十歲，其體始壯。由此生活至百餘歲，生育遲緩，孕胎二十二月，始生幼子。達爾文謂於七五十年時期中，雄雌一對，可得後裔約一千九百萬。象大腦兩半球，摺紋甚富。其心機靈敏，強於記憶，善於學習，而又富於判斷力，哺乳類之奇特者也。

反芻 蹄足之獸，若牛，若羊，若鹿，有反芻之習慣。此種獸皆食草蔬，能於短時期中得食甚多。蓋肉食動物，時來侵之。彼等必須就得食區域，盡量以食。其祖先因此之故，成強咽之習慣，得有草食，極力吞咽，然後遷至安穩之地，背依石壁，以免敵害之襲。喘息既定，再將驟吞之食物，從容嚼爛之。

此等哺乳類之胃，分爲四部：牛羊之腹，其最易識者也。第一部頗寬大，內面有角形之質，分佈勻密，若絨墊之面。咽下之草食，於此存貯，咽後唾涎發生，浸潤此物，細菌復於此醞釀之。第二部之內面，若蜂窩，每孔皆六角形，中貯液體。第三部疊摺最多，幾將內部填滿，食料入此，必須經過濾層。第四部爲消化進行之處，乃胃之本部。前三部係食道下部變化而成。構造如此複雜，由其皮層之細質驗之，此處無腺質，乃係食道之一部，第四部中腺質特別發達；彼此確係兩質也。

反芻類能將胃中食料返退口中，以便復嚼，如牛側面臥息，胃第一部中所含之食物向上運行，其不碎爛者，得重潤唾涎。吾人於牛之嚼沫，稍行注意，則見食道中有食料團團流動，頗形疾速。俟嚼碎，再行下咽。食道筋肉活動，一上一下，適相反焉。食物二次下咽，直入第三部之胃，徑越前二部，此處若自動機，使之無所停阻，於第三部重經篩濾，入於胃之本部而消化焉。

腹內食物過多，不免嘔吐。此乃腹之自動，以免過於漲滿也。胃之第一部，雖非真胃，嚼沫外流，實嘔吐之起首。反芻現象，純屬反射。牛嚼沫時，偶被撓擾，往往停頓許久，始能繼續嚼之。此於牛之健康，頗有損傷。

十

哺乳類之爪牙 肉食哺乳類，其齒甚利。海象之噬力最強，野熊上下顎之犬齒，皆能向上刺噬，其勢甚猛。亞洲之豚鹿（*Dalmanella*）上顎犬齒雖屬向上，而鈎曲後折，專為保護，而非刺札之用。雄麝野鹿之犬齒亦勁健，奮鬪時之利器也。象之長牙，乃門齒發達而成。一角獸之雄者，其左犬齒長約六尺。功用若何，未能定也。

哺乳類之爪蹄與角，皆利器也。犀牛之角，乃皮膚變化而成。角在首上隆起，其質堅硬。牛羊鹿之角，其中心皆骨骼（顱骨前部所成）。外有角質罩護，長頸鹿及霍加皮之角，純係骨質。其角外套，未能成骨質。

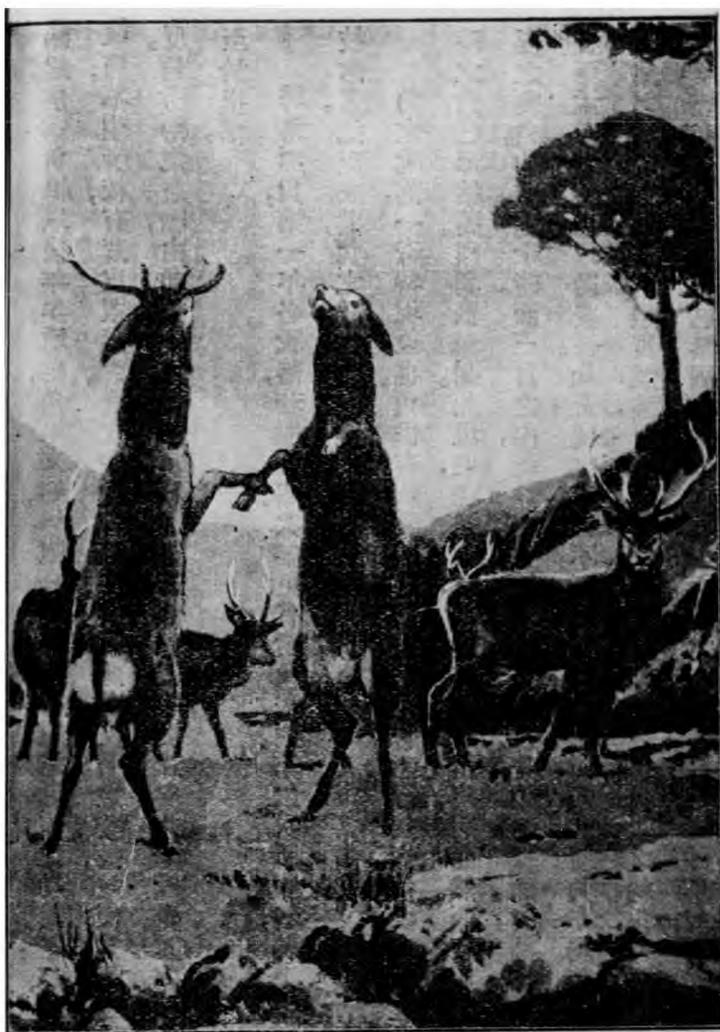
鹿角 鹿角，一要質也。雄赤鹿有角。雄雌馴鹿皆有角。雄鹿之幼者，第一年無角。皮膚下有骨骼

凸起，是爲角根。以後年年增長，角根末端，細胞分裂極速，有製造骨骼之功能。第二年有短角出現，頗單簡，不生旁枝，有茸皮置護之。茸皮中血管甚多，供給此處皮膚之發長，並使其下角質得充足之溫度。角所得之血脈，由角根中血管而來，腦部第五條神經達於茸皮，此處感覺靈敏，以免擊強硬之物至於損傷。

尋常鹿角，第一年必脫落，若樹葉然。次年更有新角發生。第二次所生者，幹上生一旁枝。以後旁枝愈多。迨鹿成熟，角之發長，愈無定則。

角之脫落，一奇特現象也。角根有軟質，將茸皮中之血管悉行截斷。角根內面之血管亦消滅。此時之角，已形枯萎。與角根無關。此現象，在他哺乳類偶有之，乃由疾病而然。而在鹿類，則應有之事也。鹿之頭角，約重七十磅。而三月之內，新角發生，缺者完全補足。蓋生殖機關內，蓄儲精液，有化媒（即合而孟）者運之以助發長。此奇祕之運行，不可以言喻也。舊角未落，新角亦幾發生。雄鹿之角，無大實用之價值。不過雄者體質健強，發長過甚，成如此之狀，其視單角獸之刺角，性質或適相當也。

紅鹿 英國各處已無馴鹿。古代森林中所產之大鹿，亦絕滅。所可見者，只有紅鹿。此鹿純係野



雄 鹿 之 相 鬪

赤鹿之雄者，每年脫換其角。當發長時期，角質為神經及血管等所貫穿。外有茸皮罩之，茸皮柔軟。鹿角發達完全。其質堅硬。一切死質及茸皮皆磨去。數月之後，其角復脫，而另有新角發生。至生殖之時，相鬪極烈。用角相抵，若當舊角既脫，新角尚未堅強，則用前足相抵，如圖所示。

獸，散佈各地，高四尺。雄者角極發達，多至十二分枝。九十月間，爲其求偶之期。此時其性凶猛，往往傷

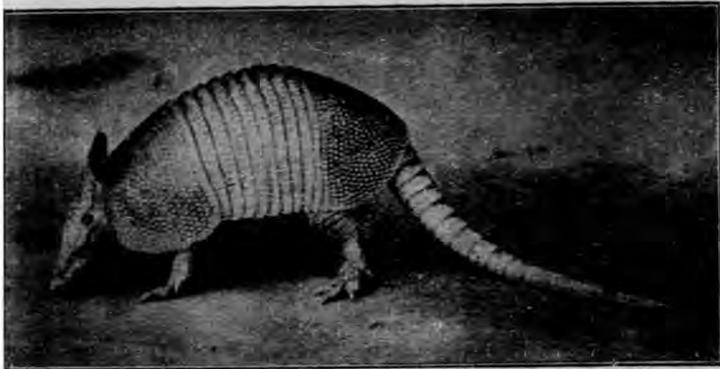


蘇 格 蘭 之 紅 鹿

此鹿頭角頗美，左右均稱。角各部亦巨細適宜。每角生七枝，第一枝發達於第三年，以後逐年增加，至第九年發達完全。鹿茸每年四月間脫落，鹿自食之，七八月間新茸復發生。

人，又時作怒鳴，以冀與他雄者相角。劇鬪時以角相杵，角基旁枝，刺入敵之胸腹。此枝之發長，未向前

向上，便於擊刺。鹿蹄功用亦頗著。前蹄尤甚。雄鹿喜得多數之雌鹿以爲偶。幼子生於五六月時，斑點徧身，母鹿愛護臻至。教之隱匿，敵害之來，母鹿以前蹄踏地，爲之警告。夏月母鹿率其幼子與雄鹿離居，在地面低處生活。鹿之體力既強，四足靈捷，皮膚緊聚，感覺又發達，嗅覺視覺聽覺，非他獸所及，便於山上生活。其幼鹿居於森林，除食豐草蕨苗外，亦取他物以爲食。時見其齧脫落之角皮。極北之馴鹿，每喜凌晨遠行，到海岸以舐石塊，此種習慣，紅鹿間亦有。



犴 狨 (nine-banded armadillo or peba)

此獸最奇古，生於南美及北美之得克薩斯 (Texas)。肩部及臀部均生甲骨。肩臂之間，又有甲骨九行，皆能活動。此獸未嘗圍捲其身。哺乳類皮中生有甲骨者，惟此獸而已。甲骨之上，有角質鱗片，牙齒多而小，形若釘，無有齒罩。奔走及穴地，皆迅捷。其爪甚利，於夜間黎明或黃昏時攫獵昆蟲，白晝在穴中伏匿，穴深約六尺，達於下層乾土。每一卵細胞可生四胎，或盡係雄者，或盡係雌者。

之。

保護之適應

古代之哺乳類體上甲冑，特別發達，今日之狢狢，即其子遺也。此獸週身，皆爲骨酪所包，頗堅韌，不易損傷。有時全體團縮如球，甲冑捲裹，無隙可擊。南美不毛之區，有龜背獸 (cheago)，背上有骨，若龜之背。腹面毛白如雪，甚美觀。足指之爪甚堅，穴地最利。身之後部，有盾形之硬質，形色皆美。鯪鯉之身，皆角質鱗片，彼此相銜，極似爬蟲。印度洋之鯨魚背上鱗介，皆骨質。當未生之前，鱗片頗大，生後面積縮小，其祖先或係有鱗之獸。普通之鯨，皮中有硬塊，亦古時甲殼之遺乎。

鱗甲之外，尙有他質，爲保護之利器。若豪豬之長刺，刺蝟之短刺是也。介乎二者之間，則有針鼯，犀牛，與象。其皮皆堅韌，亦有保護功用。其餘不需甲冑刺毛，與夫堅韌皮膚者，必其善於隱匿，不易窺見者也。

十一

夜作之哺乳類

許多哺乳類夜作晝息，以爲生活。其習慣由來已舊，藉此可以保護其生命。時值環境危險，適應維艱，非如是不足以安全。獼類，權類，賴此習慣獲有利益。唯於黑暗中行走，亦非其

特別擅長之處耳。

獾類

英國得文 (Devon) 新林 (New Forest) 等處，獾類尚多。獾之身體頗豐滿，其背圓肥，與熊相似。身長二尺餘，尾長七寸，喜肉食。鼻口延伸，探觸穴隅，時時動作，不肯稍息。耳短而圓，貫穿叢木，無所阻礙。眼黑藍色，頗明亮。尾下有臭腺，其味惡劣。腹面毛色黑黝，背毛棕灰，黑斑錯落。頭白色，有黑條二道，頗寬，由鼻眼間向後延伸，達於耳後。獾之毛色最顯著，與美洲之臭鼬相彷彿。此獸頗狡黠，敵害之來，雖不常有，而彼乃於黃昏時外出，在藩籬旁乾溝中行走，不敢在空曠地面上出露，以圖不爲敵害所見。其體既重，行動時距地甚近。鼻部下垂，足掌平踏地面，而四面週轉頗形便易。堅勁耐勞，未嘗少有倦怠。

英國荒地既少，野獸日見絕滅，獾類卒能生存者，以善於隱匿，夜間出遊，其氣味又甚劣，得免於害。此獸身體既健，心臟亦強，呼吸宏深，下顎堅勁，非他獸所及。皮膚甚厚，可以禦寒。體中脂肪又富，感覺靈敏。性甚黠滑，其取攫食物，態極鎮靜，未嘗少形忙迫。值一種食物減少，不可尋得，任意換食，不拘種類。若樹根，水果，殼果，菌菇，蠕蟲，蛙，蛇，魚卵，幼兔，或蜂子（獾不畏蜂螫）及蜜蜂等，皆食之。如此雜

食，於種類生存，頗有裨益。獾穴地甚深，出入孔道，不止一處。窩中用植物鋪墊，頗形潔淨。每年春季，生子或二或三。幼子皮色銀灰，生後十餘日，其眼已開。知就其母而飲乳焉。母獸將幼子置於窩外，爲之潔其體毛，然後教之以種種動作。訓育整嚴，凡怠惰冥頑之幼子，未有不受責罰者。

刺蝟 刺蝟食昆蟲，其種類頗老，英國各處有之，由西歐以至烏拉嶺各處皆有之。其腦部非特別發達；其爪其牙，亦非格外健利；而能生存



歐 獾

獾形笨重，與熊相似。背圓，耳短，頭扁。其足平踏地面，身長二尺。尾頗短，歐洲北部及亞洲皆有之。英國各處，此獸尙存。其身體既強，穴居夜出，食物極雜，善訓其幼子。雌雄同居土穴中，雖生臭味，而其窠頗潔淨。獾稍食鳥卵，不甚爲害。不知者獵之，剿之，幾至滅種，殊可惜也。

無恙者，以其有刺毛之故。刺毛乃尋常之毛變化而成，爲平滑肌肉所管束。其身偶觸於物，刺毛即刻豎立。攀爬之時，偶由樹上或壁上墜落，刺毛直矗，其體觸地，可無損傷。皮膚之下，筋肉佈置成圓頂形，甚強勁。其體縮成圓球，緊緊不開。感覺靈敏。鼻部延伸，便於探觸，食蚯蚓，蛆，蛞蝓，田螺等。白齒之刃頗嵯岬，嚼噬頗利。身體時爲毒蛇所噬，而不受其毒傷。人嘗用毒菌及白喉菌之類施種其身，亦無影響。



刺 蝟

刺蝟屬於食蟲類，其種類較老，由愛爾蘭迤東至烏拉嶺，皆其生活之處。此獸有冬作之習慣，身體強健，刺毛既富，能將身體團捲。冬季又能入蟄，此其可以能生存也。刺毛乃其硬毛變化而成。所食者爲蚯蚓，蛞蝓，及昆蟲幼子，或成蟲。血齒之刃頗銳，便於嚼食。鼻端突尖，可以探觸穴隙。藩籬邊或樹窟中皆其巢居之處。巢中幼子或四或六，幼子初生，其體平扁，刺毛白色，頗柔軟，向後倒僵，皮色淺藍。身體微弱，不能團捲。

雖有敵害，而其夜作晝息，卒能避免。每年幼子之生，或三或四，皆平扁孱弱。刺毛軟白，向後倒偃，皮膚藍灰色，一二月之後，即可隨母獸動作矣。

十二

入蟄 動物中若爬蟲類，雙棲類，及田螺，昆蟲等，皆於冬季息眠，以待春暖，所謂入蟄現象也。其實真正之入蟄，唯哺乳類有之。此乃生理上一特別情形，實與動物之睡眠不同，且亦不必盡在冬季。入蟄之哺乳類，除刺蝟外，尚有囊鼠，睡鼠，蝙蝠，土撥鼠，素思里鼠，澳洲之針鼠，啓爾基茲 (Kirgiz) 平原之跳鼠等獸。

哺乳類有此現象，係體溫之關係。體內各種化學變遷，是生體溫，而筋肉生熱最多。身體動作，化學變遷，實利賴之；皮膚蒸發，熱力外射，呼吸發汗，皆以減少體溫。哺乳類之皮，不便於傳熱。鯨魚之身，脂肪厚積，凡此皆所以保存體溫。不獨哺乳類如是，鳥類亦然。鳥之羽毛，可以保存體溫。此二類有自行管轄之機關，無晝無夜，無冬無暑，其體溫必有一定度數，此其所以爲熱血動物也。管轄機關維何，即其腦是也。由此發號施令，達於筋肉，血管，皮膚等處，熱度過高，或損失過甚，必有以調劑之。針鼹體

溫視環境變遷。每次變遷，以攝氏表十度為率。人類體溫變遷，至大尙不達一度，康健者皆然。針鼯乃熱血動物之發達未完備者，故有入蟄現象。即此可知入蟄與體溫之關係矣。冬季嚴寒，獸類若體溫損失過甚，而體內發生之溫度，不足以補償，不得已暫聽其冰凍。其血已冷，遂返於爬蟲祖先之原狀矣。

此種哺乳類體溫既不全，若在空中曠地面蟄伏，其體

溫將益下落，勢不免凍斃，不得不入窟穴之中，以圖有所蓋護。且穴中鋪墊溫軟，其溫度較外面為高，



睡 鼠

睡鼠與松鼠有相似處，攀爬植物枝幹。春季於木中用草葉結巢，其尾毛梢形蓬鬆，其眼較大，體三寸。尾部長不及半寸，背上毛色棕褐，英倫中部南部皆產此獸。夏季身中積聚脂肪，冬季稍行眠息，若警醒過驟，往往殞其生命。據云若秋季第二次生育，其幼子皆不能生活。

於此蟄伏，不至有意外之虞。

潛入穴中之後，體內動作因以大減。如蛙龜之入蟄，其體若僵，既不得外來之補益，內部耗費必須減至最少之度，於是心臟跳動，極形微弱，呼吸進行，幾不可察視。腎臟之濾漏排洩亦盡停頓。此時體內生活，如火埋灰中，半明半滅。惟刺蝟雖蟄伏，其組織間一切微細之變動仍然進行。

關於入蟄現象，有三要事：（一）體中管轄體溫之能力，未得充量之發達。（二）必須潛入穴中，藉以少得溫暖。（三）一切體質上之耗費，必須大減。體內動作幾盡歸烏有。此外尚有各種趨勢，使之不得入蟄者。夏間活潑過甚，冬季倦疲，須得適當之休息。夏間食物豐盈，身體脂肪及他質儲蓄頗富，亦足使之蟄伏。入蟄之後，必經若干時日，方能醒覺，為其所匿之處，防範嚴密，可以安睡而無恐。而此時腎臟功用停頓，尤足使之鼾睡也。人之腎臟，偶有微恙，即覺精神萎頓者，即以此故。入蟄之哺乳類，體中積有廢質，成自醉之結果。欲不繼續睡息，亦不可得矣。

入蟄原因，不止如上所述。此現象非個體之反動，乃種類之一定習慣也。獸類經過數千時代，何時動作，何時休息，已有一定之分配，如人類之夙與夜寐是也。身體中既有一定之習慣，其本能與之

連合，遂使哺乳類於倦乏之時，自知尋穩便之地暫行休息。刺蝟不知有冬季，由來已久，爲其以蟄伏度冬，猶鳥類以遷徙避冬也。馬達加斯加之顛狸有夏眠現象。此與刺蝟之冬眠本無殊異。

入蟄之獸爲數不多。睡鼠之眠甚輕，刺蝟之眠甚重。其體溫之發達，皆未完備者，惟以入蟄之故，獸體得種種利益。雖暫返於爬蟲現象，而冬季生活困難，緣此以免，如尋食之艱，天氣之寒，暴風苦雪之時來，皆不足爲慮焉。且消化道藉此可得長期之休息。獸之本身，其將就衰老者，因入蟄之故，可以得返幼之現象。惟大多數之獸，皆恃他法以度冬。必有特別構造，然後可以入蟄。此其所以終爲少數也。

十三

雄雌之異形 雄獅與雌獅形體相殊。雄鹿與雌鹿亦然。其彼此不同之處，屬於一種次性，非雌原性也。所謂原性者，卽其生殖之機關；次性者，與生殖功用有直接或間接之關係。雄者恆有美飾，如雄獅與駿羣之鬃毛，雄山羊之領鬚，雄鹿之背冠，雄牛之項皮是也。雄者有自衛之兵器，雌者無之；卽有之，亦不發達。雄鹿有長角，雌鹿無角。馴鹿之雌，其角與雄者相似。此例外之事。牛羊之雌或生角，

然不若雄者之大。雄單角獸有矛形之長牙，雌者無之。又雄者之毛色及氣味與雌者亦異。

達爾文謂雄之爭雌，恆至劇鬪，若赤鹿，若羚羊，皆恃其角之健利而制勝焉。以此傳於後嗣。其健利之質，歷時長久，愈形發達，遂爲其種之特色。雄者之角若不甚健利，必至絕滅。達氏又謂雄者有美飾，雌者喜之。彼此交配，其種必傳。其後嗣之美飾尤進步焉。所謂雄雌性之天擇是也。其詳可於達爾文主義在今日之位置一篇觀之。間有一事，須注意者，卽利角與美飾可以傳後，何獨於雄者發見之，而雌者則無有也。其實雌者亦得此等優美之質之遺傳，與雄無異；而其表現於外者，唯雄者耳。雄雌之獸，皆有乳腺之基質；惟在雌者之身，則能發達圓滿。某種合而孟存在與否，與此有關係，猶長角與鬃毛必在雄者之身而始發達也。雄雌獸之性質，其傳後也，有如種子，得特別之土壤，而後見其發長。雄雌之次性與雄雌原性（雄者發生雄精，雌者發生雌精）有根本上之牽連焉。

以上所述，皆係學理。茲更就事實言之：（一）雄哺乳類與雌者迥然不同。（二）兩雄爭一雌，其鬪甚激烈。（三）雌者對於雄者，恆加以選擇。時爲一雄者所招誘，而心悅之，他雄者之來，則所不顧也。總而言之，雄雌間之關係甚複雜，決非一事所能判定，如謂雄羊有長鬚，卽此可以得雌，未免知

其一，未知其二耳。赤鹿之雄者，彼此劇鬪，其角相糾，而不得解，或至二鹿皆斃。雄羚羊怒幼羊之跋扈，有觸之至傷痕狼籍，流血遍體者，此雄性之特別者也。

十四

家族之生活 哺乳類有一雄只配一雌，如一夫一妻之制者；有一雄配數雌，或一雌配數雄，若多夫多妻之制者；亦有聚麀淫亂，毫無分別者，一雄一雌相配者，若黑猩猩，眼鏡猴，刺蝟，象，鮑鱧，鯪鯉，少數之羚羊，小鹿，袋狸等是也。數雌數雄相配者，如多數之羚羊，與鹿類，野牛，馬，象，海狗等是也。象與赤鹿非在生殖時期，雄者恆喜獨處。年老而有經驗之雌，領袖他雌鹿及幼鹿，年壯力強之雄鹿，領袖他雄鹿。雄雌一對，恆不能終年共處。家族之責任，由母獸負之。一夫一妻，或聚麀混亂，在哺乳類無甚意義。爲其聚處也，率係交配，毫無夫婦之情義。故雌者今年與一雄者配，明年或與他雄者配，甚至一年之內，與數雄者配。關於此種問題，吾人尙無真確之知識。惟哺乳類之交配，爲時甚短，其時恆有一定。

猿類之家族生活，最有趣可觀。長臂猿生於亞洲南部，爲猿類中之最小者。身長不滿三尺，其臂

極長。立之時，兩手下垂觸地。性喜在樹枝上搖繫，若作攀繩之戲。然以兩手攀枝而身下垂，往返游搖，約踰十二尺至十八尺之距離，頗形便易。其由一樹度至他樹，亦不甚用力。白晝在樹巔棲止，靠近山面，夜間來空曠平地上行走，極謹慎，尋水菓爲食。其聲極高，雄者尤甚，與音樂稍近。此猿喜結羣，共話，刺刺不休。婆羅洲，蘇門答臘等處之猩猩，高約四尺，身體甚健，天性靈敏，而習於懶惰，攀枝行動，頗形徐緩。在一樹中隱匿不出，至夜間始遷移，時亦來地上尋食已落之果實。其行也，以兩臂柱地而前，若前足焉。在樹上編結細枝，成一平臺，而休息其上。次日復於他樹營之。雄者獨處，母猿守護家族，經若許時期，始棄之而去。非洲之黑猩猩，生於赤帶森林中，長五尺，視猩猩細瘦。其攀樹之能力，與長臂猿相埒，亦就樹枝中作平臺，以便暫時休息。性活潑，喜遊戲，可以馴練，天質極聰明。大猩猩只生於非洲赤帶各處，他處無之。高五尺有奇，其臂極強勁，恆在地上行動，踉蹌躑躅，時時用手攀扶。其身半直立。劇鬪時，其手，其齒，同時並作。性凶猛，不畏人，惟精神頹喪，不可馴養。怒時自搥其胸，雄者往往率領少數雌者及幼子成一羣。

愛護幼子 哺乳類初生，裸體盲目，不能行動，其勢極窮，必須在隱僻之處有所遮護。若狐狸，若

松鼠所居之巢穴，是也。兔類能造巢，亦能鑽穴。母兔以其所脫之毛，鋪墊窩中，養育幼子，極形勤勞。迨幼子經過飲乳時期，母獸獵取各種動物，或死者，或生者，攜歸窩中以餉之。母獸不徒餉其幼子，並有以訓練之，如幼貓與鼠鬪戲（老貓亦時如是），即撲物之訓練也。

母獸喜攜負其幼子，如有囊類之所爲，前已述及。此外若河馬之幼子，恆跨母獸頸上，在尼羅河畔游行。母獸極慈愛，幼子亦極聰



雞貂及其幼子

此獸與伶鼬相似，而身上發生臭味，以此可以別識。其身體較白鼬爲大。皮毛頗鬆，通體黑暗，生於森林，食家兔及鳥類。其性雖勇捷，而種類日形減少。雪貂乃雞貂之被畜養者。其毛純白，毛及眼皆無色質。眼色粉紅，蓋血色外決使然。

慧。猴類攜負幼子，於樹枝中來往。狐猴科中有附猴者，尤喜如是。蝙蝠空中飛騰，幼子附於其身，用前齒緊銜母身之粗毛，翔飛上下不至墜落。母獸運移其子，恆銜之於口，置之安穩之處。貓有此種習慣。松鼠遇危險之來，亦如是。

幼子所受之訓練，不徒足以保護一己之生命，與其種類之生存，實有關係也。獾類教訓其子，使之黠猾，俾於各種取食方法，皆極嫻熟。水獺之教訓幼子尤屬精巧；如何入水而不灑其波；如何在岸間藏匿而不至發覺；如何取蛙類而剝其皮；如何就食鱸魚，由首而至其尾；如何就食鱒魚，由尾以及其首；如何獵獲兔類及鷓鴣；如何紆道而歸，不重循故路。雖由遺傳之本能使然，而母獸之教訓，實與有力焉。

十五

水獺 水獺最黠猾，出現之時，多在昏夜。出巢返巢，不喜重循舊路。獵食之處，頻頻更移；時水居，時陸居。此獸在英國頗普通。其生存蕃衍，雖由母獸善於教訓其幼子，而仍有他原因焉。食物極雜，最喜食者爲魚。魚不可得，則就海濱食蚌蠃之類，或就池澤中食蛙類、野鴨及兔亦在所食之列。食物既

未有限定，其生存甚便易也。此獸無定居，有游牧現象。一夜之內，可走十五英里，每日在叢木中隱匿，距其昨日所在，有十里或十二里之遙。由山湖遷至河流，由河中遷至岸上，由海水

中泳游至於島上，又往山谷石崖中探險，橫巨邱嶺，深入石塚，肉食哺乳類中之善作汗漫游者也。其天性甚巧黠，他獸罕及之。瀑布之下，彼可以藏匿，偶遇牢籠，彼能牽之而去。獵銃甫鳴，



獺

獺與熊類相近，皆屬於肉食類，身長二尺，尾長十六寸有奇，便於水中游泳。皮毛柔厚，背上棕色，爪利可以鑽穴，前後足指間皆有連膜，為泳水之用。其分佈則由愛爾蘭至印度皆是。筋力既強，爪牙亦利，感覺靈敏，機巧內蘊，居處無常，所食物甚雜。尋食處亦甚多，遇困難時，多能脫免，在岸下深藏，歷時甚久，始肯外出。又善於訓練幼子。

彼已入水，湖冰未釋，彼能深入其下，逐追稜魚。兩雄爭一雌，其鬪極烈。母獺撫養幼子，極其勞苦，英國近來獵之者甚多，其將來生存如何，視其能否逃避此劫耳。

普通之兔類

歐洲各處，皆產野兔。惟愛爾蘭及挪威北部，俄國北部，無其蹤跡。兔性怯懦，不敢犯物，而他動物皆喜侮之。惟迫之過急，則能反噬。居處卑僻，以圖隱藏。就所巢處四處瞭望，眼力極強。聽覺嗅覺，皆靈敏異常。危險之來，彼磨牙作聲，爲同種警告。其心臟極強，急遽時成極大速率。時至喜悅，緣山坡而上奔。其奔走之迹，縱橫交錯，雖以狐之狡黠，不能追尋。其受驚脫逸也，如箭之逝。叢木荒田，隨地伏匿，非善於察視者，不能見之。兔最惡毛溼。溼後，頗不易使之復乾。然爲逃難或尋所喜之物，如甘菊、麝香等，則不憚橫巨河流，滅頂及項以求之。兔類善因天然物以自益，若玉粟、紅苕、野茴香、荳類、苔蘚、金雀花、蒲公英，及他果實等皆爲所食。所食既雜，生存較易。彼與山兔相近，山兔所食者，彼可食之。特利伽頓 (Tregarthen) 著野兔瑣談 (The Story of the Hare) 述其適應環境，最形敏巧。四月時，母兔遺留氣味於地上，以誌其舊道。是時幼子初生，在窩中伏處，尚不能自行生活。母兔恃地上所留之氣味，遄歸飼養，殊覺便易。有時忙迫，疾躍速奔，則不暇按循之矣。狐狸偶臨其居，彼於深

夜中口銜幼子，遑遑遁去，求得安穩之處而藏匿。往返數次，將幼子盡行運去。幼子多至四隻或六隻時，乃設兩窟，以便安置。三月之時，求雌情切，雄者於曠野盡力奔走，終日不息，惟欲得雌者以爲之配。值兩雄爭鬪，奮力相撲，自身生命，若無所顧也者。既能以爪相擊，而後足掀踢，尤屬陰狠。狡猾者往往奔躍敵前，如是以傷之。雄之於雌，無一定之愛情，相配不久，即棄之，復尋他雌。其心臟跳動迅疾，呼吸靈敏，長耳轉動極易，逐尋一物，一往直前，若甚勇敢者，而卒能保其生命，不至有危險者，以其善避善藏，不易尋視也。野兔未嘗鑽穴，幼子初生，體上有毛，兩眼已開。家兔與野兔種類相近，惟家兔幼子甫生之時，徧體裸赤，不可與此同日語矣。

哺乳類之遊戲 哺乳類多喜遊戲，於其生活甚有裨益也。幼貓追逐落葉，隨風婉轉，幼狗作種種假獵。幼獺、幼鼬及濱鼠皆知所以嬉戲。尋常人未嘗覺察之。幼羊所作遊戲最多，山羊幼子尤甚。幼牛、幼駒，以奔賽爲戲，幼兔、松鼠，亦喜戲弄。若留意觀察，可分別其時時動作，有跳舞、競走、假獵、假鬪，及他種種遊戲之不同。遊戲之技巧，尤以猴類擅長。羅曼內斯女士嘗述一南美產之長髮猴，作種種遊戲，謂此猴最喜顛倒雜物，而動作謹慎，使身無墜壓之虞。猴拖一椅，使之傾仄，傾仄之極，將行翻覆。彼

注視椅首橫木，迨椅將顛，彼於下面驟遁去。其視椅之顛覆極有興趣。於他較重之物亦然。盆架亦其所戲弄物之一。盆架顛覆數次，彼皆以身跳免，如此遊戲，若作試驗然。

庇得女士嘗見二渡鳥與貓遊戲。一鳥頗猛浪，敢迎其面而撲之。貓爲所激怒，脊背隆凸，方欲進逐，而他一鳥由後潛來，急捻其尾。貓急轉身，二鳥復首尾迭乘之，貓周轉迎接，而不能報復。

幼獸身體發長，精力鬱積，借遊戲以發舒之。且身既運動，足以引起情感。愉快之感覺，必有愉快之運動洩之於外。遊戲時經過種種動作，所有本能，由此練習。由此得如許經驗，受如許教育，於日後之生活，尤有裨益也。故遊戲者，乃工作之雛形。遊戲時既無過重之責任，而偶有失誤，亦不至受過甚之痛苦。葛路斯博士謂獸類因年齒幼稚而喜遊戲。而以此之故，其年齒尙形幼稚，不至衰老過速。歷時既久，成爲本能，種種利益，皆由此得之。

伶鼠 歐洲、亞洲及北美皆有伶鼠，與白鼬種類相近。性最伶俐，身體雖長，而不肥重。頸細長如蛇，故能穿過狹道。伶鼠生活便利，以其腦力精敏。感覺機關極發達，身上肌肉勻密，無肥質雜乎其間。又能善護幼子，勇健而不畏敵害。危險之來未嘗逃避。人類偶侵犯之，而亦不懼焉。雉鳩飛騰，伶鼠能

襲擒之。其雌雄相戀愛，值危險迫臨，相依不捨，母伶鼬愛護其子，至死亦不肯去。在房室之間，各處探視，不憚與貓挑戰，伏卵之雌雞，時爲所侵擾，有時其幼子爲人所獲，踐之足下，而母獸乃哀啼怒嗥，勇烈無比，必救之去，而後已。

十六

結羣之哺乳類 哺乳類有喜聚處者，漸漸發達，而爲羣性。聚處與結羣，其相去若何，不易別識。牛，羊，鹿，野馬，家兔，袋鼠等，皆有聚處之性。惟能如是，其數既衆，其力較強，可以抵禦敵害。此等哺乳類雖係草食，不若肉食類之凶猛，而以衆敵寡，能攻肉食類而殺之。小猴爲鷹隼所擊，瀕於危險，而哀鳴狂喊，羣猴紛至，將鷹隼撲裂。哺乳類生活田間，恆有任遙望巡視之職者。敵害一來，彼即警告，以便其羣躲避。家兔偶遇危險，即以足踏地作聲。土撥鼠遇險則呼嘯。獸中有分工現象，以聲相警，若號令然。狒狒歸巢，老者居後，爲之護視。布利姆 (Behm) 嘗述猴爲獵狗所逐，羣猴將獵狗攔阻，以便雌者速逃。適有一幼猴落後，數狗趨之。此猴年齡不過半載，乃驚惶啼叫，竄躍崖石之上，狗尾其後，四面還守，去路既阻，已萬難逃免。而亂石背後，倏一老猴出現，氣度舉止，極其鎮靜。是時獵者在旁，彼未嘗稍

顧，迎獵犬而來，兩目睜閃，身手作勢，口中啾啾作聲。至崖石上，抱持小猴而去。獵者方欲進前，而彼去已遠，獵狗數隻，不能阻之也。當其來救小猴也，崖上羣猴叢集，雄者，雌者，老者，幼者，皆盡力鳴嘶，似與他猛獸劇鬪也者。蓋老猴冒危險以救幼子，勇烈異常，而羣猴於此鼓壯其氣，且以示威於敵也。

海狸 海狸居於水濱，其生活與他水獸不同。森林繁茂之域，有河流橫亘其間，海狸於此居住，頗相適焉。其皮毛甚厚，身體豐滿，體長約二尺有半。尾扁平如鏡，兩面生有鱗片。後足指間有連膜，善於游泳。在水下沈沒，可歷二分鐘。所食者，大半係樹皮。其窩之單簡者，係一穴道。窩口通於水面之下。穴之上面恆積置樹枝，若草廬焉。窩之構造，有極潦草者，有較完密者，亦有極形精工者，用樹枝建築，復以苔草及泥塗彌縫之，中有安貼之室，有穿廊外達，一達水底，一達林中。建築之工拙，視其天然生活之難易而定。當寬閒暇豫時，能成完美之建築。

海狸噬啄樹幹。幹直徑之區至十寸者，恆爲所斷。其門齒如鑿，外有橘色齒罩（一名琺瑯質）噬啄之利器也。先就樹幹基部，周圍噬之，復於其與水流相對之側面深深剝啄。俟後爲風搖撼，必至傾折地上。海狸可於此食樹頭幼枝。幼枝鮮嫩，其味較佳。最後將幼枝段截貯藏窩中，或寄存窩之左

近，取樹皮之厚者，以爲造巢之材料。海狸就寬敞地面，啄噬叢木，搬運石泥，以建水閘，概就天然形勢而補成之。森林區域，叢枝斷幹，爲水飄冲，至淺水處，淤積停滯，海狸乃就此建閘，使之堅穩，以殺水力。海狸有疏河之能力，利用河流，轉運樹枝。其所疏之河，有長至數百尺，寬深約各一碼者。所作河道，彼此交通，橫穿林木，旁達溪湖，或於河套之間，作短道以連之，或於島嶼之中，鑿洞穴以穿之，俾連絡貫通，無所阻滯。林中溪湖錯落，其地卑溼，藉此疏通，用力較省。海狸爲此，並非能發明新意，蓋利用自然以成其功耳。

森林左近，其窩甚多。迨僦居者過多，不免擁擠，於是乃遷徙。老獸棄其舊窩，以便幼獸居住。時見雄者獨處，不與他海狸來往。其所以爲此者，或者謂因其過懶，愆尤叢集，爲其羣所棄也。英國海狸已滅絕淨盡。俄國、西比利亞、坎拿大及北美爲海狸蕃殖之區。凡世上原有此獸之處，今其種絕滅已數百年，而其建築之遺跡，猶有存者。

互助 克魯泡特金 (Kropotkin) 氏著互助論 (Mutual Aid a Factor in Evolution)

謂獸之聚居，結羣，共作，等現象乃其常性使然，進化之一大原因也。動物有生存競爭，恃其爪牙之健

利，以淘汰弱劣，此天演派一說。動物亦有互相扶助，特結合之能力，爲種類之裨益。此又天演中必不可無之事也。肉食哺乳類，率獨行踽踽。其中亦有喜結羣者，有通力合作之本能，狼與胡狼是也。至於草食哺乳類，此性尤強。俄國之舒斯里鼠鷹隼等欲捕食之，徒以其結合之力較強，而卒不能加害。北美之麝鼠，及郊犬，恃互助以禦敵害，與舒斯里鼠略相同。

荒郊之中，坏土隆然，散見於陂坡起伏之間，上各有一郊犬蹲處，相對鳴嗥，若共話然。人一臨之，卽潛入窩中，倏不可見。迨人既去，彼復盡出。幼子互相扒抓，百般鬪戲，時學人立，顧影自矜。老獸在旁看護，以防意外變故。又於土堆間來往互鳴，頻頻訪謁，以通殷勤，儼然出入相友焉。達爾文謂獸類羣性最強者，其避免患害亦最易，其離羣獨處者，死傷最多。由此觀之，互助爲進化之正軌，人類之能首出庶物者，其以此乎。

哺乳類之殊異 兔類迅馳田間，而樹獼則蹣跚樹下。海豚遊戲於海，而蝙蝠則飛行於空。鼯鼠穴地而居，而松鼠則沿樹跳躍。餘若鯨魚，乃哺乳類也。居於大海，時沈於底。猴亦哺乳類也，居於森林，結巢其顛。羚羊居平原，河馬就河流，野牛，野羊，能聚居，海狸能結羣，海狗能以一雄而配數雌，而極熊



河 馬

非洲之普通河馬，近世獸類中之偉大者也。（體重四噸，長十四尺）。來比亞（Liberia）地方所產者，頗矮小。豬類與河馬最相近。河馬善游水，時入海中，能在河中踏河底而行。水下淹沒，歷十分鐘之久。所食純係植物，皮上無毛。鼻孔向上，於水中生活頗宜，所發之汗皆血色。

則隻身獨處，落落不羣。海狗隱匿於海岸之巖穴，而蝙蝠倒掛於房室之椽桷。冬季中狼類聚羣而處。鼯鼠毛色如雪，刺蝟入蟄以息。且同係哺乳類，而其中有食草者，有食蟲者，有食肉者。針鼹食蟻，海狗食魚；而獾類幾於無物不食。巢鼠之體重不過半錢，而象之長牙重至一百八十八磅。小鼩鼯體長不及二寸，而鯨魚體長約六十尺。鼩鼯週歲而死，而象壽逾百歲。其他類此者尙多，足見哺乳類彼此殊異之甚矣。而其相同之處亦甚多，不可不稍述之。

哺乳類相同之性質 哺乳類率有四足；其例外者，爲鯨魚、海牛等。此等獸僅其後足之遺痕尙存。袋鼠、跳鼠及高等猿類皆有兩足站立之勢。哺乳類率有頸部與尾部；其例外者，則爲鯨魚；其頸部已完全縮消。熊與家兔尾部最小，至於高等猿類，則無尾矣。

哺乳類率有體毛。鯨魚幼時，亦有體毛。其脣邊之毛終身存在。哺乳類皮膚中有汗腺，排泄水分及他廢質；有油腺，澤潤體毛（鯨類無有）；又有乳腺，惟在雌體能發生功用。

胸腹之間，有一隔膜，筋肉之薄層也。他動物無之。胸部（包括心臟與肺臟）與腹部（包括胃及他臟腑）因此隔斷。呼吸之時，此膜因之起落，能縮漲胸腔，爲肺臟空氣出入之助。

脊椎各節及各長骨之末端，皆有蓋骨。此其與他脊椎動物不同者。蓋骨與各骨節不相連。每一節脊椎前後兩面平圓。頸部脊椎，皆係七節，即長頸鹿及鯨魚，一頸部延，一縮短，亦具七節，惟有四例外耳。下顎兩邊，各爲一骨，與頭顱之鱗骨相樞紐。顱骨有二髀骨，與第一節脊椎相接。鳥類，爬蟲類只有一髀骨。耳鼓與內部聽覺器之間，有三小骨以聯絡之，所謂錘骨，砧骨，及鐙骨也。空氣震盪，可達於內耳者，恃此三骨。口腔與鼻腔之間，有腭骨，發達最完全。口中牙齒嵌於骨窩，上下共二行，卵生哺乳類，其肩帶之骨，含有烏喙骨。此骨在鳥體及爬蟲之體最發達。胎生哺乳類之烏喙骨，乃胛骨之一小部耳。

大腦兩半球較他脊椎動物格外發達，表面摺紋最富。心臟分四室。血脈溫度，率有一定。紅血輪形如圓碟。（駱駝之紅血輪爲橢圓形，與他脊椎動物相似，此爲例外）紅血輪發達時，胞核消滅，肺臟在胸腔中，可以搖動。（鳥類之肺，不能如是。）吸納空氣，肺臟主動（與鳥類相反。）聲帶在氣管之上端，（鳥類聲帶，則在下端。）除產卵哺乳類外，所有哺乳類之卵細胞，皆甚微小；而其幼子，皆係胎生。甫生時，身體之大致已具，飲母乳以生活，歷若干時期，而能行動尋食。其餘所有特性，皆足表示

其與鳥類，爬蟲類，雙棲類，魚類等迥異。此篇難以盡述。亞里斯多德謂鯨非魚類，習此學者，不能不欽佩其鑒別之精審也。

就近世哺乳類，依其目之次序而別之：（一）肉食類，（貓，狗，熊，海狗等。）（二）有蹄類，（馬，獾，犀牛，牛，羊，豬，河馬，駱駝，象等。）（三）猿猴。如此分類，可以表示進化之三大支。如爪牙堅利，感覺靈敏，動作又甚疾速，此肉食類進化之現象也。角蹄強勁，奔走迅捷，力能行遠，以尋草食，又能聚結，以圖自衛，此有蹄類進化之現象也。善於攀登，其手轉動自如，甚適於用，腦力尤活潑，此猿猴類進化之現象也。猿猴類（一名靈長類）之下，有狐猴，或謂之半猴，夜間出沒，行同鬼蜮，居於非洲及馬達加斯加之森林中。

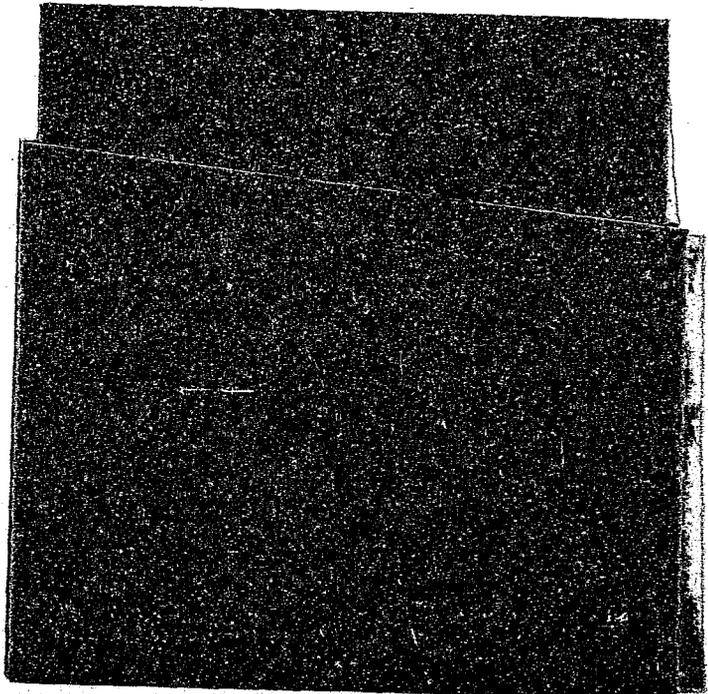
與肉食類相近而進化較淺者為食蟲類。（如鼯鼠，刺蝟，鼯鼯等。）此類中之蝙蝠，有飛騰之能力，由棲居樹上者演化而成。

齧齒類，哺乳類中之卑微者，其進化與食蟲類所循之階級迥然不同。屬於此類者，為鼠，鼯鼠，松鼠，豪豬，野兔，及家兔等。有齒之鯨魚，與露脊鯨魚，皆哺乳類之演化為海中生活者。其能居海，猶如蝠

蝠之能行空。此外尚有二普通之目：一爲海牛類（分二屬，一儒艮 dugong, 一爲海牛 manatee），二爲最老之無齒類（樹獼，狢狢，針鼹，鯨鯨）等。此殆爲古老之哺乳類，至今仍生存者。其演化最淺者，爲有囊類（率生於澳洲。）其尤下等者，爲產卵之一穴類，亦澳洲產也。

參考書目

- Beddard, *Mammals*, vol. x. of *Cambridge Natural History* (1902).
Flower and Lydekker, *Mammals, Living and Extinct* (1891).
Hutchinson, *Extinct Monsters* (1893).
Ingersoll, *The Life of Mammals*.
Johnston, *British Mammals* (1903).
Lankester, *Extinct Animals* (1909).
Lydekker, *British Mammals* (1896).
Nelson, *Wild Animals of North America*.



040176



2121.6

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(七)

湯姆生著
胡明復等譯



商務印書館發行

萬有文庫

第一集一千種

總編者
王雲五

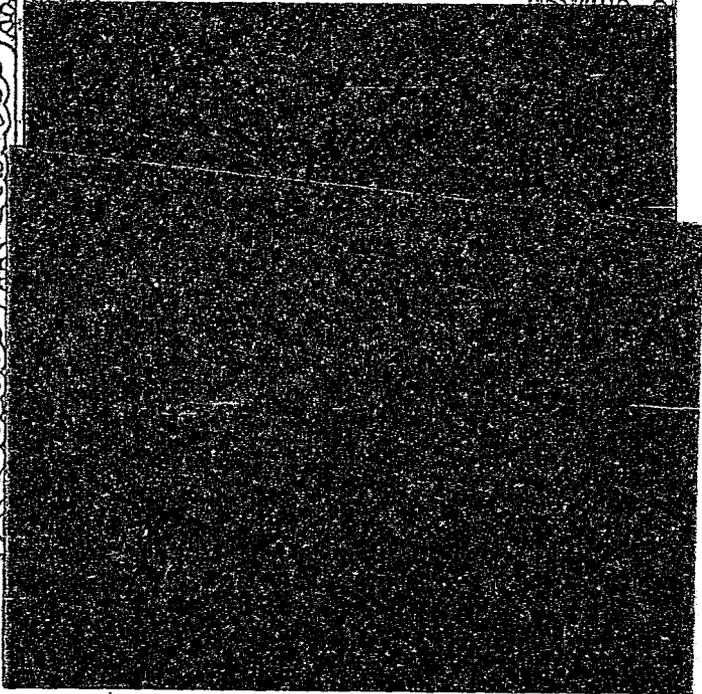
商務印書館發行

040177

網 大 學 科

(七)

譯等復明胡 著生婢湯



科學大綱

第十四篇 自然史之三——昆蟲世界

美國奧州大學昆蟲學碩士張巨伯譯
國立東南大學昆蟲學教授

昆蟲之瀰漫 動物界中以昆蟲之種類爲最多，曾經鑑定而有學名者，已達二十萬種，多數皆異常活潑。今僅舉一科之種類而言，或超過晝夜所見之星體。由此以觀，可知昆蟲各具特殊之能力，以適應於生存競爭之中；然其所以佔此優勝者，亦非偶然，各有自存之原因焉。蓋昆蟲有種種適應之能力，任何環境，皆可以生存自適，是以大地各處，分佈殆徧。如北極冰地，猶有蚊與蝶之出沒；如南美厄瓜多爾 (Ecuador) 之高峯，超出海面一萬六千五百英尺，亦有一種小蝶生息其中；他如沙漠，如巖穴，皆有昆蟲之踪跡；但生於巖穴者，往往色澤淡白，雙目失明，惟新近移於此者則否。淡水之中，

昆蟲亦夥；雖溫泉內亦莫不有之。有數種甲蟲，能生活於潮汐頻至之地。若汪洋大海，似不宜於昆蟲之生活，然水蠅科 (Halobates) 之昆蟲，仍能游泳於洋面，一遇暴風駭浪，則潛水下沉，可知地球之上，欲求一無昆蟲之處，誠寥寥也。

昆蟲自存之道 昆蟲爲有翅動物，能飛翔致遠，以故得推廣其生活區域，且利用時機，繁殖於新地。遇食料缺乏時，亦善用其翅，遷徙他處。其體軀之結構，極適合於各種環境。如感覺器官之觸角及複眼等，皆異常發達；口部各器之形式構造，悉能適用於種種食物。昆蟲於物競天擇中，實佔優勝地位。推原其故，大部份殆因其循環與呼吸各系，組織完備，能使其血與氣迅速週行於全體，常常以充分之滋養料，與新鮮之空氣，供給各器官。故昆蟲體內，常蓄多量之精力，能供無窮之活動，此乃昆蟲之特性也。謂昆蟲之血，有時不潔者，殆不可信，昆蟲得佔優勝者，尙有第二原因。蓋有許多昆蟲，於其生活史中，習性隨形態而變異，因而有嗜好之變更，可以免食料之涸竭。此形態與習性之改變，能使昆蟲於物競中得保其生命者尙有他因。以昆蟲得此可以渡過艱難之時，如當氣候不適，食物缺乏時，往往爲其蟄伏睡眠之時期。故許多昆蟲，以蛹之形態，潛居於保護周密之繭中，而度嚴冬也。

昆蟲之保護色 保護色亦爲昆蟲佔優勝地位之一要素。昆蟲之能安居於固有產地者，以其形態色彩悉適合於環境。動物之保護色，曾有專文述之，其中最顯著者，莫若昆蟲，不僅其色彩與環境有關，且其形態亦多與所處之環境相類，故易隱匿以避外敵。吾人苟非實地考察，恐不能知其保護色之奇特。如許多美麗之蝶，當其棲於植物時，極難分別其爲花爲蝶。又如許多蛾類，靜止時，以其暗淡之前翅，掩蓋彩色光豔之後翅，其形態直與石耳或樹皮相近似。

昆蟲之彩色，尙有他種功用，如警戒色與擬態，亦其自衛之最有效驗者也。有許多昆蟲，如蜂或瓢蟲等，色澤鮮明，光豔奪目，不惟不欲隱匿其身，反欲觸外敵之目。蓋此類昆蟲，別有自衛之道；或以毒刺，或以臭味，足以抵抗外敵；敵知其自衛有方，見其色卽懸想其刺與臭，不敢襲擊，故卽捨去。雖有時鳥類或他種外敵，未曾受過其刺與臭之害，一觸其目，卽欲攫而食之，遂爲所創，然從此不敢再加害。而具此警戒色之昆蟲，可以保存其種族矣。

昆蟲之系譜 昆蟲之系譜，不甚明瞭。吾人所知者，乃隸屬於種類最多之節肢動物。節肢動物

與環節蟲（即蚯蚓）頗有相同之點；然較環節蟲爲進步，以其發生節肢，而蚯蚓則無也。節肢動物中之櫛蠶（有爪綱）及其同類之蟲，分佈殆遍全球，實爲聯結蚯蚓與昆蟲之關鍵。其體軀細小而長圓，皮膚如絨，頗似蚯蚓。其排洩管與筋之排列，及空洞之附肢，實示吾人以蚯蚓式之結構。惟呼吸系之組織，及口部之附肢，則絕對爲節肢動物之特徵，蓋此種口部附肢，至昆蟲而特別發達也。

昆蟲普通特徵 昆蟲，櫛蠶，百足，蜘蛛，及蝦蟹等，同隸屬於節肢動物，常不易於分別。惟蝦蟹（即甲殼動物）以鰓呼吸，其餘皆以氣管呼吸。蜘蛛無觸角，其餘則有觸角，除昆蟲之外，體軀俱分作二部，或分頭胸部與腹部，如蜘蛛蝦蟹；或分頭部與胸腹部，如櫛蠶；或僅有頭部與胸部，如百足蠍類。而昆蟲之體軀則分爲三部：一曰頭，二曰胸，或名前軀；三曰腹，或名後軀。

昆蟲之皮膚，異常堅韌，由盾質（亦名赤丁質）(chitin) 之死皮組合而成。此盾質之堅硬，如獸之角，爲真皮所分洩。頭部之盾質環節結合爲一，成一完全保衛之甲，故不能活動。惟胸部與腹部之環節，爲柔膜所聯接，遂能自由活動。是以胸腹二部之環節，其界限較頭部爲顯明。以頭部之盾質既相結合，故界限亦隨之消滅；但飛翔迅速之昆蟲，其胸部環節，往往鑰合以成強固之基礎，使能速

飛。

吾人之骨骼，在體軀之內，筋肉包之；而昆蟲之骨骼，即其皮膚，在體軀之外，筋肉反爲所包圍。故人與昆蟲骨骼之構造，實絕對相反也。

昆蟲之頭 昆蟲之頭，形小而質實，以柔膜小頸與胸分離，故得旋轉自如。此種構造，在普通家蠅中甚顯明可見。凡昆蟲之成蟲，除少數下等昆蟲，及退化之昆蟲外，皆有觸角一對，複眼一對，口器通常三對，或有單眼一個至數個。複眼生於頭之兩側，向外突出，不能活動。每蟲僅有複眼一對，而每眼之功用，有時區分爲數部。如水生之豆豉蟲，一半用以上窺水面，注意外來之危險；一半下探水中，尋覓食料。許多昆蟲之複眼，雖不如是區分，然必集合無數相同之小體組織而成。每一小體固亦一視物之完全機關；但須與其他四周之小體共同合作，方可得外物之全影。各個小體視物之時，各得影像之一部，彼此互相併合，遂成一砌嵌之全影。此全影即轉達於腦，故複眼雖由千百小體所合成，而所得完全之影像只一個耳。普通昆蟲之視能，大概如是。但亦不能一概而論，如螢類之複眼，則各小體能得一完成單一之影像於眼內，並非各自爲用。

昆蟲之觸角，生於頭頂之凹窩內，形狀不一，由環節聯綴而成。節數亦多寡不一，約由一二節至許多節。觸角之外，附有感觸毛，與內部神經纖維相連。故為昆蟲最重要之觸覺機關，且與嗅神經相接，亦能嗅覺。至於聽覺之智能，至今尙罕有發見。口部有口肢三對（其構造亦與足相同，亦由數節而成），變成種種形狀，或作松針形，而適於吸收，或呈齒形或方形，而宜於咀嚼，同是三對口肢，而能變為數十種之形式，誠一最有興趣之事也。

昆蟲之足 昆蟲之足，生於胸部三節，有各種特殊形狀，以適應其各種習性。今以前足而論，有數種攀樹之硬殼蟲，其前足特別延長，以助上升；而螻蛄之前足則極短小，變為掘土鑽洞之利器，故其末節之構造，有如剪刀，可用以切斷植物之根。又如螳螂水斧蟲前足悉變鉗形，以之攫食，昆蟲之中足通常無大變更，惟有數種水生昆蟲，如風船蟲等，其中足發生特長，蓋用以作槳，游泳於水面。亦有許多昆蟲，其後足特別長大，宜於跳躍，如蝗，蝻，蚱蜢，及少數之硬殼蟲是也。蜜蜂黃蜂與數種硬殼蟲之足，尙有一小櫛，或刺毛小穴，用以清潔其觸角，如吾人之用櫛以理髮，且蝶類中亦有善用其弱小之前足，以刷拂頭之塵埃。蟻之好潔，尤為著稱，且終日營營，觸角偶黏泥土，稍得閒隙，即以前足所

備之櫛及刷以清潔之。其清潔之法，先以一足掠過其頭部及體，然後以他足去其污泥。是以蟻之好潔恐貓亦不若也。蟻且能互相洗刷，彼此相助以去其污，觀其彼此相遇時，觸角搖動，若互相致意者。昆蟲之足，尚有數種奇異改變。不能盡述，而與吾人有經濟關係之蜜蜂後足，不可不言，其後足脛節異常肥大，外緣附有許多長刺，作成籃形，用以貯存他足所刷下之花粉焉。

昆蟲之呼吸 昆蟲之呼吸，與人迥異，人則以鼻或口，而昆蟲則以氣門氣管。氣管分佈全體，無竅不至，無微不達，而其組織則與其他內部器官絕對不同。以昆蟲在胚胎中，其表皮向內凹入，變成管狀，遂爲氣管。如雞腸向內轉入，以表皮而作內皮，以內皮而作表皮焉。故氣管之外層，反爲眞皮，而其內層則爲表皮，此內層直與體軀之表皮相連接，均是盾質也。其較大之氣管中，此盾質內層，特別加厚，變成螺旋形之粗絲，使管常常拱張，不至內陷，空氣乃由各環節兩旁之氣門（或名氣孔）吸入，氣門直通於氣管，空氣遂可隨氣管而達於全體。

氣之吸進與呼出，悉經氣門；氣管之筋肉收縮，則濁氣呼出，反之則清氣吸入。濁氣呼出，原爲昆蟲之自動作用，清氣吸入，則反居於被動，悉與鳥類無異。氣管之分佈於體內，歧之又歧，由幹管而大

管，大管而小管，小管而枝管，任何微細之處，雖觸角之端，足之爪，亦莫不有之；是以體之內部常有充分之空氣也。此經緯交錯之氣管，或足以補救其循環系之缺點。以其循環系異常簡單，僅具心室與大動脈，水棲昆蟲則有種種方法以求養氣。有數種水蟲類至水面呼吸空氣，他如蜉蝣之幼蟲，則附有特別構造，以側鰓而行呼吸。又如龍蝨類，其氣門生於體背，每於涸水下沈時，其翅鞘與背之間，有一緊密部分，足以容納充分之空氣，能使其在水中停留至數分鐘。又如鼓蟲與數種水蟲，以氣泡法而營呼吸，其體密生細毛，下沈時，以毛帶入氣泡，足以備其在水中短時間之用。

昆蟲體內，除呼吸系外，尚有種種器官，如消化系，心室，排洩器官，生殖器官等等，悉如高等動物。惟有許多昆蟲，其體軀之微小，雖針眼之微，亦能容其匍匐而過，謂其仍有此種種器官擁擠於體內，實令人難信也。

昆蟲之行動 昆蟲之行動，大都異常活潑，且能用種種方法，以達其目的地。若螭蟻，若蛆，雖多不甚活動，以其無足，不若有足者之活潑。然仍可以行動自如，或利用其顫，或利用其刺毛，而體軀藉之以突進。或以口自啣其尾，忽然縱之，而體軀藉之前躍。或以游絲懸身，隨風飄蕩。他如蜻蜓之

幼蟲棲息於水中，爛熟水性，而能由其肛門噴出急激之水，以推送其體軀。是昆蟲之行動，其跳躍者如走獸，飛翔者如禽鳥，匍匐者如蛇蠍，游泳者如魚類也。

或問曰：蠅何以能行走於平滑直立之物，或峻峭之壁，而不下墜耶？曰：蠅之足附有小爪，故能穩站於直立之物，當其小爪着物時，爪與物之間，造成真空，以固定其足，所以不致受滑而下墜。亦有謂蠅之足能分洩膠液，使其足能黏於物上也。硬殼蟲之足，極爲強健，不若蛾蝶足之纖纖，故能疾走。尙有許多昆蟲，如蚤類，蚱蜢，蝗蟲等，固爲能跳躍之最著者。他如下等昆蟲之彈尾蟲等，雖無翅亦能跳躍，以其尾端有一跳躍器，由二條延長之缺，向腹彎下，不用時，則緊貼於腹，用時則向其所立之物一彈，即可前躍。其躍之遠，若以其體軀之大小相較，則已爲非常之遙矣。

昆蟲之進化不一，其由善於跳躍者演進而至於最初飛翔之昆蟲，則已爲一最顯明之進化階級。多數昆蟲，皆有翅一對或二對，用以飛翔，翅質輕而形扁，如扁平之皮囊，其上具有種種式樣，或且透明而軟弱，惟飛翔時，其翅上下振動，速率極快。曾經考察而計算者，如蒼蠅每秒鐘能振動其翅三百三十次，土蜂則二百四十次，黃蜂則一百一十次，蜻蛉則二十八次，蛾蝶則九次。可知其薨薨訖訖

之聲，悉由其翅之振動迅速有以發生也。蜂類有膜翅兩對，前翅與後翅共同合作如一器官，後翅之前緣，附有小鉤一行，適與前翅捲起之後緣互相鉤聯，儼成一翅。若蜻蛉之翅，雖不如是連接，而飛翔時彼此之動作，仍受一強有力之筋肉連絡，併合而動，其較大之蜻蛉，所以能遠翔者，悉此之故。當昆蟲飛翔之時，或藉其身之重量，用作爲舵，向前行駛，但多數昆蟲之體軀極輕，常爲風所飄蕩，不能如意前行，此蟲之所以不如鳥也。

今不問其翅之式樣若何，與其翅振動之速率若何；惟論昆蟲飛翔之總程每次所飛，罕有能飛至甚遠處者。間有少數昆蟲，一生只飛一次。如蜉蝣於午時方離水面，作戀愛之飛舞，比及薄暮，則已尸橫水面，了其餘生矣。

二

昆蟲之本能與智慧 昆蟲大半爲有本能之動物，其天賦之能力，使其能作貌似智慧之舉動，然彼實亦有幾分之智慧也。然其一舉一動，往往混合種種動作，令人無從分晰。每遇新境時，有許多舉動，或竟超出其本能之外，因其有適應新境之能力也。今舉一例於下，以明其本能與智慧，諒亦爲

讀者所默許也。

縫蟻通常生於溫暖之地，集葉爲巢，其共同合作之情形，令人欽佩；當其作巢之時，則以大顎爲針，然無線不能縫合，乃口啣幼蟲，使幼蟲吐絲代線，以之膠黏枝葉，使其巢結於樹上。有時二葉相離太遠，不易於並合而縫綴，遂不得不如卜寧（Bragdon）氏所言，而完全依賴合作之精神以爲之。以五六蟻造成一活練以聯之。甲蟻之腰，爲乙蟻之頸所啣，於是丙啣乙，丁啣丙，直至二葉爲蟻所接。至於時間之長短，似無關重要，惟求達其目的而已。有時二葉相離，較上所言者而更遠，則須造成數練，或合作至十數小時之久，務求將二葉聯合而後止，通力合作，互相爲用之例，恐無更佳於此矣。

茲將布拉文（Mr. L. G. Gilpin-Brown）氏所述其在錫蘭時目擊之狀況，錄之於下：

吾嘗見一蟻啣一幼蟲，緩行於巢外，似無定見。既而遇一小穴，即從而審察之，繞行穴之四週，試行其上，知爲小孔，乃開始工作。先以觸角徧探孔之邊緣，然後以口啣幼蟲之頭觸孔之邊，膠絲其上，乃至對面之緣，如法觸之，復往還於兩邊，每次必遣一絲，一而再，再而三，直至小孔盡爲絲所封閉。

歐洲南部有一種螞蟻名農蟻者，嘗取得類似苜蓿之種子，俟其硬殼破裂，甫將萌芽之際，即曝

之於日，不使其發生過度，然後運於巢內，嚼成粉團，造作小餅，復曝於日下，待其乾而藏之，以爲冬日之糧。此種心思，何等精細，然實際不然也。尙有一種螞蟻能畜養蚜蟲，如吾人之畜養牛馬。又有數種螞蟻恫嚇他種昆蟲使爲奴者，吾人更有何說以解之也。他如多種之白蟻及螞蟻等，能以木嚼成廣大肥沃之土地，以培富有滋養分之菌類用充食料，尤爲昆蟲中之有本能與智慧者也，有數種真蟻，亦有相似之習慣。

當孟夏之時，路旁植物，每見白沫聚積，西人名之曰鵝鳩唾者，實爲吹沫蟲之幼蟲所噴出，此泡沫含有少許糖液，少許醇質及蠟等，蟲打之成沫，用以抵禦外敵，避日燒燦，質而言之，此蟲卽以吹沫生存焉。又於路旁不遠之沙地，嘗見有綠色光豔斑蝥之幼蟲，鑽有小穴。在穴內爲種種奇特之動作，以口擲鬆泥於四壁，復以足平之。然後自踞穴內，以頭頂向上，成爲陷阱勢。若蟻或他細小昆蟲行經其上，彼卽忽然轉動，力擲受驅之蟲於堅硬穴壁，旋卽捕之而吮其血，血盡則急棄之於穴外。昆蟲世界，似此奇異之事，實有不勝枚舉者。

又有一種細腰蜂，遺卵於地穴內，復攫取蟬螟等以毒癱瘓之，然後貯藏於穴內，以備幼蟲孵化。

後即得食料，此種舉動，吾人又何以解釋？當母蜂往花外獵取昆蟲時，每探望一次，必以泥堵其口，然此時之泥，不甚精緻，僅足以蔽之，迨食料既貯滿後，即以口泥完全封閉其穴口，且啣小石向泥打擊，使其堅滑。準此以談，誰敢言昆蟲之不能用工具也？但此種舉動爲其本能，抑爲其智慧，則非吾人能武斷云云。（節錄湯姆生所著之動物生活之祕密。）

昆蟲之記憶力 吾人常見蜜蜂與螞蟻外出時，雖有時距巢甚遠，仍能識其路徑而歸。蟻之識路，則利用其觸覺視覺嗅覺諸器官，以識定目標。或兼用其筋肉動作之多寡及輕重，以識其歸路，此種動作，即名之曰『筋肉記憶』。有時或聯合種種暗示，逐漸增進其認識歸路之能力焉。日內瓦（Geneva）之楊教授（Prof. Young）曾作一至有興味之試驗，確知蜜蜂有認識其巢四週物境之能力。該氏試驗之法，於附近湖邊之蜂巢取蜜蜂二十翼，攜至距巢六十邁當（約合吾國二里半）之郊而釋放之。一旬鐘內即有歸巢者，其後陸續而歸者，共有十七翼，僅三翼則完全失蹤。次日復將此十七翼攜行舟中，於距其巢二千邁當（約合吾國六里半）之湖面而縱之。於是蜜蜂四向亂飛，卒無有一翼歸巢者，因湖面四週空闊，無相當之目標可以認識也。然亦有與此事實相反者，曾有許

多實驗證明蜜蜂具有方向之知覺，與鴿相若。蜂之目被蒙蔽者離巢雖遠，歸時亦能飛成一蜂線，直飛而歸。若蜂巢移住於新地，則蜂必審慎詳察其巢之四週，作有次序之巡視，漸漸認定其目標，然後遠飛。

昆蟲之智慧行爲 蟻類最顯著之特性，即爲其合羣之本能。以各蟻之生，非爲自謀，乃爲羣衆之公共利益。然蟻之所以孜孜不倦者，是否知有目的，抑屬於互相合作之天性，不能斷言也。

許多動物學家，謂動物爲本能的動作時，並不知其動作之意義或目的，此說殊難盡信。彼等當此說顯有困難之時，則謂此等動作暫受其智慧所支配。無論如何，此等動作之事實已堪驚異。

昆蟲界中凡好羣之昆蟲，其種種智慧之證據最著。

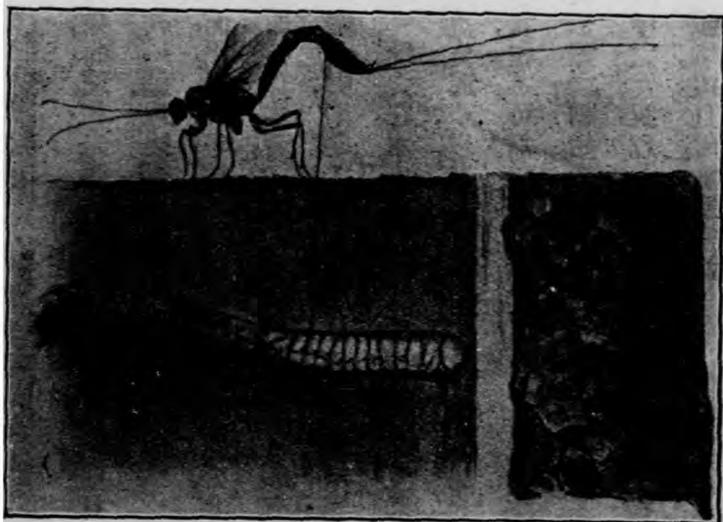
克魯泡特金氏之言曰，「智慧顯然爲社會性之要素。言語模倣與經驗爲增進智慧之要素。凡動物之能合羣者，皆受此數種要素之賜，其不能合羣者則反是，故凡一類之動物，其中最高等者必能合羣，如螞蟻，如鸚鵡，如猴等，其智慧均較其同類爲發達，其合羣性亦然。天演物競之中，最能合羣者，即最適於生存；蓋合羣爲進化之要素，直接言之，可以節省個體之精力，改良全種之境遇；間接言

之，亦可促智慧之進步也。」

昆蟲之有互助精神者，爲數頗衆，如埋葬蟲通常營獨立生活，惟遇有發見尸體時，則呼朋招侶，羣來葬之。許多蛾類幼蟲，能共同營結一網，以掩護其全羣，尙有一種枯葉蛾之幼蟲，當老熟時，則成羣結隊而離其就食之樹，入鬆土中而化蛹。許多蝗蛹亦常羣策羣力，以圖公共之利益，遷徙時，往往遇小溪之阻，不能竟渡，其無翅幼蛹，卽投身水面，於是攖枝搶草，互相啣接，頗有排列成橋，以渡羣衆狀況。在水中之蛹，偶有因時過久，呼吸不靈，則爬於他蛹背上，以行呼吸，直至完全渡過而後止。所歷之時間雖長，然蛹之溺死者甚少，以每蛹之在水中，爲時甚短也。此種合羣互助之精神，實表示社會之原始，而蜂蟻等之結合，猶較此而更爲進步，以其且知保護其子孫之安康也。據克魯泡特金氏之言曰：『若吾人假定其他動物之事實，在不可知之列，而僅知白蟻與螞蟻之生活，仍可以斷定互助（互助爲信託及勇敢之初步）及個體之創始能力（是爲智慧發達之初步）二者實爲動物進化之大要素，其重要遠在動物天演中之互競以上。』總之生存競爭，固屬生物解決環境困難之法，而合羣互助之利，正不亞於劇烈之競爭，或且優於競爭焉。

蟻譚

蟻垤之奇異 各類昆蟲之中，蟻之等級當為最高，蓋無有他種昆蟲，作彼此互益之同居，能如蟻之優良者。多數蟻之團體，其組織又甚精密，故吾人特以蟻羣表示昆蟲團體之特殊情狀。吾人於此得一團體焉，各個體有協作之生命，及行動如一體之能力。多數之蟻生活多年，一代之蟻能以致羣成功有益之技，教其後代；以種



馬尾蜂產卵圖

馬尾蜂用其針形之產卵管遠卵於大蠶蜂幼蟲之體內，幼蟲孵

化後，即食蠶蜂幼蟲。

之福利爲重，個體則可爲衆犧牲，或專司一職。蟻分三種個體，卽有翼之雌蟻，有翼之雄蟻，及無翼之職蟻，或不發達之雌蟻。職蟻復可分爲大，小，或大顎働蟻三種。蟻亦分工，勤忙職蟻於其穴之附近，築成一種蟻道，以備搜求糧食時期進出之用。蟻之覓路以嗅覺爲重，在穴內職蟻又有家務，保護幼蟻。供之以食，頻遷其室以得適宜之溫度，及咬破子房，俾已成全之蟻可以出外。



劫蟻噬蛇圖

當毒蛇脫皮時，爲羣蟻所困，蟻遍着其體，以鉗狀口器噬之。蛇極力振動，

不得擺脫，十五分鐘後，卒爲所殺，蟻遂盡食之。

互助及和諧似爲支配其羣之原則，但與他種有可畏之戰爭，戰爭亦以優良法式出之。蟻有團體動作之天性，鮮爲個體之攻擊，但爲保護其羣，蟻永不遲疑而犧牲其生命，有時此種戰爭狀之遠征，有確定之目的，卽俘獲其奴是。例如亞馬孫蟻 (Amazon ants)，其顎適於戰鬥，但不宜於和平時之生活，天性喜掌守其奴以充侍役。惠勒 (Prof. Wheeler) 教授說明之曰：「當在穴內時，蟻皆呆滯而怠惰，或數時之久乞食於奴，或清潔其體及磨光其紅色之甲冑，但一出穴外，彼卽呈現燦爛之勇敢氣象，及協力動作之能力。」偵察隊報告一褐色蟻羣之發見，侵襲隊卽隨其後，未幾全隊凱旋而還，其所獲多數之俘虜，成忠誠之奴僕。達爾文以爲蟻奴之由來，爲多數之蟻捕獲他種蟻類之蛹以充食物所致。所儲藏之蟻蛹或無意間養育之，如此種蟻在羣中無報復之意，但證爲有用，則蓄養奴僕之性習以成。

眞蟻如白蟻，常有客在其家。一種小蟋蟀，於此善於待客之所，得庇護及多量之食物。既求食於蟻，通常又復厚顏竊新飼之幼蟻之食料。甲殼蟲以有特別之香味，亦爲蟻所歡迎之客。追隨於蟻之後，冀分潤蟻所收穫之香甜物品。撫摩其蟻，至蟻釋放其渴望之珍珠而止。一種蟻帶小蟲於其體上，

食之護之，但蟻顯然無利益之可得，於此顯然可知蟻喜供養愛玩之物。

蟻所經營和平事業之一爲「畜牧」，其「家畜」爲小蚜蟲或綠蠅，以其體中能發生甜味之「甘露」而畜養之。初時蟻與綠蠅恐僅有同桌而食之關係，繼而蟻發見糖液，遂得舐吮綠蠅之習慣。一種蚜蟲之卵，於蟻無直接應用者，置之於其穴中，慎重保護之，不使受嚴冬之害，溫暖氣候至時，搬出穴外，而置於其所食之植物，以泥欄圍之。穩藏此種蟲卵六月之久，蟻於次夏可必得一美味食品之供給。非一真正深思遠慮之事而可注意者耶！

奇異之割葉蟻

北美有經營農業之蟻，耘地於其穴之附近，僅植物之生可食之種子者，始許生長；此種種子於相當時季收集之，咀嚼成粉，曝於日光而乾之，作成小乾餅狀而儲藏之。又一經營爲栽培菌類以充食物，此爲與白蟻相同之又一端。割葉蟻有此性習，在地下之穴內，其菌生長於由咀嚼之葉所成之海綿狀框架上，蟻不特能使不相宜之菌不生於其特別珍美之菌中，且能使所欲之菌不結子實以破壞菌之特別用途。

俾布增加吾人割葉蟻之智識不少，於其離奇之「叢莽之邊」之書中，曾述其自己在英屬基

阿那就蟻之一種名 *Ataa* 所觀察之事實。俾布在一時，幸而得觀一皇家隊伍之離穴，以預備蜜月的飛行之事。大形之王后，備嘗辛苦，爬行而至離真正入穴口甚遠之穴道，隨其後者，有比后甚小之諸王，但比之隨從王及王后左右之職蟻，則王身殊大。迨至土面，王后安止於其細長之足端，舒張其大翼，視之有若錐形之飛機。衆小職蟻立即聚集於后身，檢察各器官，潔其觸角，脛足，及網狀之翼。后容忍此檢查數分鐘後，振動其翼，擲去其勤忙之重載，緩緩飛入空氣中，而雄蟻隨之，不久而逝。

但在他一時，俾布能觀察其事較爲深遠，俾布見一后，自空中作長螺旋線而下地，休息數分鐘後，潔其觸角，開始用其顎骨以括砂，此爲一新羣之基礎，蟻后獨自工作至數日之久，在其口之下部囊中，藏有自老穴帶來之小菌球，蟻后以極審慮之態，植於土中而留意之。其過去生命之辛勞及飼養，已有足量物質儲藏於后之體中，爲產生極多卵之資。所下之卵之十分之九，后食之以充工作時之氣力。第一次幼蟲出外時，亦以多餘之卵充作食物。

職蟻分大働蟻，通常職蟻，及小職蟻三級。或依俾布之名，稱爲大中小三種。第一科之稚蟻，需六星期孵化，皆爲小職蟻，立即可保護其菌之責，擴大其穴，侍役於后及稚蟻，及司他種家內之事。搜求

食物及割葉之事，開始於大職蟻之孵化，大職蟻成羣而出，遍處搜尋，至覓得以前數百萬同類之蟻所踐成之蟻道時，盡循之而行，其天性使之上樹，盡散其蟻各上一葉。

穩立於葉上，職蟻以其後足之一作中點，割圓圈之一部分，以量其距離……職蟻不以剪裁法割葉，但洗其一顎之鉤狀之尖入表面之內，然後以他顎加其上，切穿葉片，其易頗可驚異……職蟻就葉邊以執持其小塊之葉，初極盡其能以下彎其頭，循葉之極邊，得機械上穩固之利益，當舉起其頭時，葉亦隨之而舉，高懸背上，不蔽其路。

此蟻由是得傘蟻之名。

俾布曾掘一大蟻穴，但蟻之集合頗為可畏，故掘時曾慎防其侵襲。初時僅有職蟻來前，少頃，大而獨眼圓頭之働蟻，成堆出而戰爭，攻擊俾布上油之皮靴。氏曾謂此種至死不放猛犬狀之握持，西印度人利用之以縫傷，置蟻之顎於皮膚對接之邊，然後剪去其體。如前所言，蟻運入之葉非為食用，但咀嚼成肉，用作菌生長之肥料；菌至少為穴內僅有之食物，三尺下，其大甬道逐段通入大如足球之室，室內實以軟白之黴菌，此為羣蟻所工作之目的物。一室之中，俾布發見成羣之職蟻，時正咀嚼

葉片使之成肉。

軍蟻生存之情狀

俾布所述可怕之軍蟻性習，亦至有趣味，既發見一穴於附屬外屋之天花板，此博物學家不憚受數猛烈之螫刺，置椅足於黑煤油消毒藥中，親自觀察之。距離此無數可怕蟻顎僅在一二尺之內，氏費數小時之久，以觀察其團體內之生命焉。

全部之構造，如基礎，垣壁，天花板等，皆為生活之軍蟻，其脛足舒張至極度，伸直其體，其兵器恆在預備戰爭之地位，其入口有組成簾狀之活蟻以防守之。近門之處，其邊加厚，連結於上端以成一隧道，凡回穴之職蟻及其捕獲之物，皆須經過此隧道。

回穴之兵蟻，落其所劫獲之物品於入口處，以待職蟻之處理，成羣職蟻立即圍繞於働蟻之身，以括磨掃除其體。働蟻不特承受其好意，且翻身以背臥地，以便利其事。

灑以蟻酸溶液，蟻團解體，破裂有若長形之花綵，移卵及幼蟲而他徙，次晨視之，約有三分之一之蟻，仍留守其幼蟲之將變為蛹者。職蟻忙於齧木為屑，及碎殘布斷塊，以作幼蟲輕薄之被護，此種被護似為幼蟲吐絲前必須之物，翌晨蟻之全隊失其蹤跡矣。

白蟻非與真蟻爲同類，但其成就之奇異與真蟻同。多產生於熱帶地方，於熱帶之非洲爲尤多。常羣集爲大團體，分居於多室之地穴，造成之蟻邱，其高倍人，甚爲堅固，人可立於其上，南非洲之電線桿木，多以鐵爲之，以防蟻之腐蝕。分功之精，同滋生於錫蘭之黑蟻。黑蟻常成大隊以行，有時其衆至三十萬之多，依計算，每一千職蟻有二百兵蟻。兵蟻之數視危險之程度而異。延長之職蟻隊，在二行兵蟻之間進行，其軍略亦異於尋常，有嚮導及偵察以搜求覓食之新路。竊行魚貫而前，態度極爲謹慎，緩步儼若貓行；如前行者察得稍有可疑之跡，卽現畏怯狀而退回，挈其勇敢之友於其後；有恐慌時，兵蟻可回復行列間之秩序，命令似由觸角而出，或震動其全身。卜寧教授曾述蟻三日之戰爭，黑蟻常與縫蟻 (Coecophylla) 作兇惡之戰鬥；當縫蟻逼近時，黑蟻輒噴出其分泌之液於其面，此液似能致縫蟻於狂亂。

四

蜂譚

蜂房 吾人又得一昆蟲團體生活於蜜蜂。蜜蜂之團體生活，無論屬於何種性質，但不能比之

於人之社會。蜂之動作純憑天性，而人則以智力為優勝之具。

蜜蜂之團體以永久為特性，蓋多數職蜂及后蜂能越冬也。蜜蜂之複雜團體生活，由其勤勞及儲藏食物之性習而成。儲藏所以使其團體能生存於不適之時季而成永久。當春復至地球，楊柳葦蕒之花垂垂於樹枝，及烏賴克斯，莖菜與藏報春送芳時，蜂世界亦回復其繁忙之生活，職蜂工作以掃除其巢房，及造六角式之新房，以備后蜂重行開始下卵之用。職蜂有出外以作花粉花糖之新儲蓄者，有為養育之職蜂，職在管理充滿幼蜂之房。初夏時，蜂房為一與盛繁忙之城鎮，其居民可分為三種。團體之首為后蜂，其為后也，非以其智力，蓋其所生諸女之腦及動作遠勝其母，但后為母蜂，僅后能繁殖及回復其人口。

后蜂 關於蜜蜂最特殊事實之一，為其團體心理上顯然倚賴后蜂之存在，如將后蜂取去，則此不良消息立即傳佈於蜂房，而呈奇異之解體。養蜂者重置后蜂於蜂房，則佳消息亦傳佈甚速，又成和協之情狀。研究者有謂后蜂有特別氣味，可以壯職蜂之膽。嗅覺於蜜蜂中甚為重要，無疑。

后蜂之專職為下卵，全房之生命有職蜂以維持之。職蜂靈動聰慧，但為不發育之雌蜂，其生殖

器系在不能發達之狀態。團體內之第三種爲懶惰之雄蜂，不事工作，僅覓自己之食，猶不足以滿足其食蜜之慾。有比雄蜂之在蜂巢，爲攸力栖茲 (Ulysses) 家中對於皮涅羅皮 (Penelope) 之求婚者：「彼等無恥耗費，油滑肥胖，安閒無事，自以爲尊榮之人，而又不自知足，終日宴飲，擁擠於游廊，阻塞交通，妨害工作。」但此喻非甚確切。雄蜂在蜂房之附近，常費其大部之時光作奮勇的飛行，以待后蜂之出，然往往失望焉。

蜂之勤勞 強健之職蜂當供給全團體之食糧，故極爲勤勞，以不息之精力，自朝至暮力作不已，採集花糖花粉作可貴之儲蓄。有謂職蜂之平均壽命，在夏季僅歷二月；後即腦變疲弱而無望。曾經計算，在五萬蜜蜂團體中，有三萬職蜂，設每職蜂每日外出十次，則有三十萬之花可檢。產一磅之蜜，須有三萬七千次所取得之花糖。

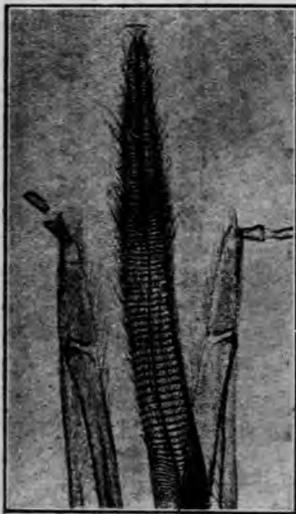
得花糖之法，蜂以舌刺入花管，吸取花糖至口內，由此轉入蜜囊，化糖爲蜜，儲於儲蓄房，以備穴內職蜂之用，亦爲幼蟲之滋養料，花粉則搓成小球，由蜂後足之小穴名花粉籃者，帶入蜂房。

普通以蜂之飛集於花，爲偶然之事，無所擇別，凡花爲蜂所猜度爲有糖者，下而吸取之，但事實

上如亞里斯多德所言：多數蜜蜂常例就一種之花以採取花粉及花糖，此於植物昆蟲均有利益。設蜂自一種之花，飛至他種絕然不同之花，則於搜求花糖之地位，必耗費時光。更進，蜂如在一時恆集於一種之花，則傳粉作用成爲有效，而花粉之耗費可免。蜜蜂團體之有彼此互助，固爲必有之事實，有時此種互助，即爲彼此指示可貴花糖之來源。

哺育房 在蜂房中，幼稚之

蜜蜂採蜜法



(1) 工蜂之長舌能吸收花液製造蜂蜜。



(2) 工蜂後足之花粉籃用以貯置花粉，帶回巢內。

職蜂繁忙於護守哺育房及侍衛后蜂。新孵化之幼蟲，飼以由哺育者吐出之一種糊漿，但不久即能用花粉及蜜較堅實之食物。幼蟲隨即吐絲成房，職蜂以多孔蠟成之小蓋以封其口，置之十三日以使蛹化，此後則又一代之職蜂，咬破其養育房之屋頂而出，加入蜂房之繁忙生命。后蜂下卵於較大之室，但此種卵未曾受精，發育爲雄蜂。時季更晚，蜂王房以成，后蜂下受精之卵於其內。此等受精卵與通常職蜂房中所下者無異。但孵化之幼蟲，侍育者不飼以咀嚼之花粉而以自其口吐出之『御漿』食之。此種食物之結果，使幼蟲不發達爲職蜂，但成爲『皇女』。

吾人當注意者，后蜂於作婚姻的飛行之時，自雄蜂承受多量之雄精，后蜂可用之以使次年或多年所下之卵受精。所下之卵之受精與否，全恃后蜂下卵時之如何運動其體而定。

分封 繁忙之蜂房，於是起特別之動作，即后蜂率領蜂羣而離巢是也。其離巢由於蜂房之太擁擠或由新生雌蜂在保育所攪擾時，后蜂因而激動所致；或由職蜂忽欲回復其以前無蜂房及母后制度之時，而破壞囚徒式之命令，可嘉之勤勞，冷淡，及柔順之性質所致；其真因誰能言之乎？但經常之事忽而破裂，工作停止，多數職蜂呈不安激怒之狀，飽吞蜂蜜；信號一至，其羣自蜂房成緊急，直

接，顫動，不斷之潮流而外出；外出後，立即分解四散於空間，其數十萬透明忿怒之翅，震擊空氣而成聲。

日光中狂樂之跳舞過後，羣蜂乃回至地面，於是思及將來之事，而營造一新蜂房。偵察隊四出，如一適當之新地發見後，職蜂立即在此營造新居，而后蜂下卵其中，一新市鎮以成。蜂巢中六角形之室，由來自蜂腹上小袋中柔軟蜂蠟之薄片而成，欲開始分泌蜂蠟，需多量之熱，蜂乃羣集成下垂之團，至一種奇異之汗分泌而出，蜂羣始散。其汗色白如雪，比翼之細毛更爲輕鬆。職蜂用生於一足節之二鉗，以除去其身上之蠟鱗，咀嚼成軟糊，然後模範之爲蜂房之柔嫩組織。

蜂房 蜂房爲世界奇物之一，雖異常脆薄，然能懸掛比蜂房重三十倍之重量於其上。一小塊之蠟，固著於蜂房之頂，以作基礎，層層之蜂房，自此向下及旁面生長而出，僅留一走道，備蜂羣進退之用。室之通常形態爲六角形，自個體言之，甚適於圓形之幼蟲，就全體而觀，則可免耗費地位，但蜂能適應特殊情形，如在必需時，蜂在特殊之角隅，亦造三角式，四方形，或其他種形態之蜂房。蜂房之方向不真在水平線上，但稍向上傾斜，以免薄蜜之傾瀉。模範軟蠟時，須用極精細之功，蓋蜂房薄紙狀

之壁，其厚僅一百八十分之一之英寸也。

交尾的飛行 分封之新團體正在生長甚速之時，老蜂房之生命仍繼續進行，事實上，則亦在

樹 蜂 生 活 圖 (一)



(1) 后蜂咬木使碎，製成軟塊用以製造灰色巢壁。

轉老還少之時。前后蜂諸女之一蘇醒而出，而存留之職蜂看護之。此蜂自皇家哺育房出現後，諸職

蜂爲之拂刷掃除及愛撫焉。被奇異之天性所驅使，此新蜂立即搜覓其他皇家哺育房，撕裂其室，覓得將來可爲其敵之諸姊妹，行暴虐之螫死。數日後，在明朗有日之天，乃出房作交尾的飛行。后蜂高

樹蜂生活圖 (二)



(2) 此蜂巢乃后蜂獨立營造，建於兩石之間，

圖中一石已移去，故能見其全巢。

飛於青天，隨從以自附近蜂巢而來之諸雄蜂，最強之雄蜂於空中追及之，與之交尾，交訖即死，而此

新娘的寡婦乃回入其房。

雄蜂之屠殺 蜂房之繁忙生命仍如前狀過其餘夏，后蜂繼續下卵，職蜂覓食及養育幼蟲，雄蜂仍享其安閒之生活。但一旦不事事者不得食並不得生之命令出，於是屠殺雄蜂之事乃開始，久歷艱難之職蜂，至終乃奮勇無情，盡殺諸雄蜂。

花漸凋謝，時日漸短而寒冽，蜂乃停止工作，預備冬季之長睡。但睡眠非確切之名詞，蓋蜂房之生命僅變遲緩，非全行停止也。羣蜂聚集成團，裹后蜂於其中，時鼓其翼，以保守溫暖之氣流，最近儲藏蜂蜜之處之蜂，傳送其蜜於其鄰，故食物流通於倦睡之團體，足以維持生命之火，預備回至春季時又發爲火焰。

蜂團結之程度視種類而異，數種之蜂，如割葉蜂則頗孤立，他種則有若干通力合作之性習，而有大分之獨立生活。

場蟄 場蟄 (humble-bee) 亦作團體生活，但其團體僅歷一季。后場蟄於秋季交尾的飛行後，爬入受日溫暖之堤岸，全冬蟄伏於穴中，春至而蘇醒，乃工作以預備其所希望之子息，分泌蠟質，

以造少數蜂房，下卵其中。后蜂一身須兼採集花糖花粉，掃除巢穴，搓揉蜂餅，及飼養與看護饑餓幼蟲之責。謂之后者，以其為全團體之母，但初時須作極勞苦之工。其第一次發育之蜂，皆為職蜂。此等職蜂完全發達後，乃交之以管理巢穴之職務，而后於是專營其母職。其團體與胡蜂同，於夏季之終解散。職蜂與雄蜂皆死去，僅留少數幼稚之雌蜂以度冬，以待次年之發達。吾人於此及多數同狀之例，殊難言其為一大家族，或一雛形之社會。

五

胡蜂之巢穴 單居之胡蜂 (*adiposa*)，雖其卵於死後方孵化，亦有預先供給其幼之天性。胡

蜂下卵於有庇護之處，而以其刺螫昆蟲之神經系機，使成麻痺，乃留此種不能抵抗之活蟲，以為其卵孵化後之食物。有羣居性之胡蜂，則有團體生活。其團體始於春季，止於秋季；冬季為不活動之時間。但后蜂於上季交尾後，蟄伏於牆壁之隙縫，或廢物堆之隱僻處所等隔離之地方，以度嚴寒之月。此時情狀成為靜伏，甚似其前在成蛹之時期。春至而醒，又極活動。其第一所注意之事，為選擇一營巢之地位，已倒樹木多節根內之穴可為當選之一處。蜂乃起始工作，自樁柱等物以其顎銼取木質

纖維。用其唾涎，搓揉成紙，以作造巢之資料。鋪展其第一層於其所擇之根，以作基礎，備懸巢之用。逐漸球相積，成一圓碟。繼以一柄，又成一篷蓋，以庇護其首層之房室。每室之中，后蜂下一卵，膠著之於房壁，蓋蜂房之口乃下向也。

數日後無足之幼蟲出，后蜂乃兼看護營造之職。幼蟲成熟後，乃有職蜂以經營日常工作，后始專於下卵之事。職蜂既擴充原有之巢穴，復新增一層，用柄懸之於舊有之蜂房，以後層層增加，而圓形之外被，亦以空內實外之法擴充之。此外被由多至十二層之紙爲之，既不透水，亦不傳熱，故幼蟲發達時必須生長之溫度，可以保留。外被之入口，常在此懸巢之足。而蜂房之口皆向此入口，故幼蟲皆在倒懸之室中養育之。

胡蜂之幼蟲，初時固著其尾於其卵殼，以維持其位置，突出其頭以得食；但後則用其顎及尾端一種吸引之足以爲把持之器官。如偶然落下，職蜂之看護者，或將如應除廢物而擲之於巢外。設幼蟲而能安然經過其倒懸幼蟲及蛹之時期，則完全發育之幼蟲，開始所爲之事，爲爬行而搜覓幼蟲，輕擊其頭，至發出一小滴液汁而止。此液汁，幼蜂極貪舐之。後乃預備助其母掌管家內之事。數日後

已達強固之境，乃出而爲搜求食物之旅行。母胡蜂亦探望其幼蟲，以得此美味之液汁。

胡蜂之工作及死斃 幼蜂之義務，初時以造紙築巢爲最要，蓋其巢繼續生長也。胡蜂向後工作，故得不踏於新黏之紙漿，模範其材料至適當之厚薄，用其觸角以試之。但一週或二週後，其唾腺已竭，乃棄其造紙之工作而作老蜂之事，看護幼蜂，飼以昆蟲之柔軟部分，間亦與以一啜之果汁或花糖，且慎重清潔幼蜂之體，故團體之繁忙生活，全夏進行無間。后蜂已下數千之卵，其產生之多數女蜂，擴充其巢，現在已有七八層之蜂房，包於一大灰色球之內，常加掃除，極爲潔淨，且留意其方興之世代。數職蜂雖從不受胎，有時亦偶然下卵，如后蜂所下未受精之卵，常發育爲雄蜂。

時當晚夏，職蜂在蜂房之下部，造較大之室。此乃皇家養育所，一科完全之雌蜂及雄蜂生於是，而不發育之職蜂則不再生。蜂種之將來，全恃此科雌雄得以延續，數週之間，乃發生大變化，——夏季仍在，胡蜂團體之發達已臻其極，誠一興盛活動之團體；夏去秋來，第一陣之冷信，即以誌蜂羣衰敗之開始，興盛繼以饑餓。無儲蓄爲退後之預備，鄰於死狀之麻痺，及精神之崩頹，乃破壞其巢內甚有秩序之事功；精疲力盡之職蜂死以數千計，母后亦隨之而薨。除幼小之雌蜂外，無有生存者。雄蜂

之壽命，亦僅延至與雌蜂交尾而止，後亦死去。惟預備次春建設新團體之諸幼后，得逃於此厄運；但精神崩亂，亦見於諸新后之中，蓋彼吞噬所存留之卵及幼蟲也。彼之所以能生存於嚴冬者，全恃此同類之肉。

六

生活史

甘藍白蝶 (cabbage white butterfly) 昆蟲食物相差懸殊，不特因種而異，即在一種生活中亦然；其獲得食物之法因之亦自然各異，而於關於口之附屬物構造爲尤懸殊。昆蟲搜覓其相當食物時，以嗅覺爲重，其司嗅之器，如微小嗅孔或剛毛，大都位於觸角之上。數種昆蟲當行近有強烈氣味之物質時，特別搖動其觸角；亦有無觸角之助，終不能覓獲其相當之食物者，例如除去埋葬蟲之觸角，彼即不知其惡臭食物之所在。一極特殊之例，可表示食物之變換者，於蝶類之生活史中見之，例如普通之甘藍白蝶是。其小而有彫刻紋之卵，其數甚巨，皆下於一種植物，此植物爲其幼蟲之食料。由卵孵化之幼蟲，爲蟲狀短足之小動物，綠色如其天然所棲息之處所，有單眼，短觸角，粗短

腹部副肢，三對有節之胸部附屬物，及適於食綠葉之強固顎骨。幼蟲所爲之事，僅食與生長，食葉甚

天蛾生活史圖



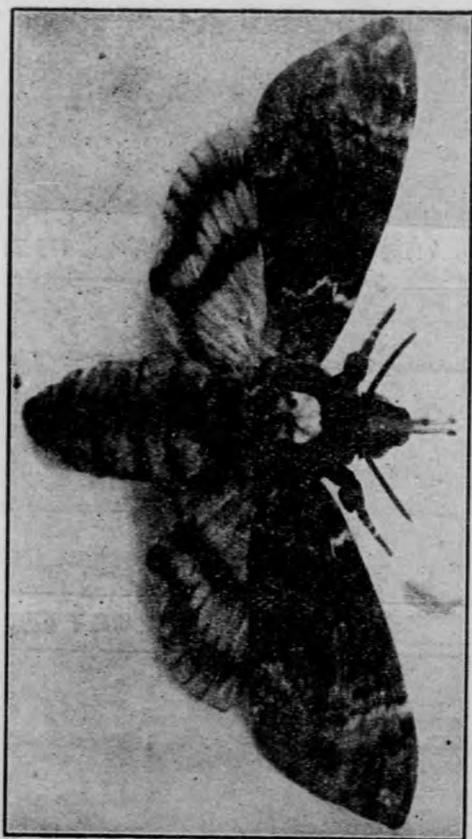
(1) 幼蟲嚙食馬鈴薯狀。



(2) 天蛾雄蛹 幼蟲老熟停止動作，而變蛹在蛹期內即變爲蛾，蛾成破蛹衣而出。

速，且幾繼續爲之；一日所食，可多於自身之重量數倍，但僅消化其食物之液體部分。其生長之速，至

破其不能擴張之角質皮而蛻脫之，此爲一疲勞及危險之方法，於是重食，重行生長而復蛻其皮。至



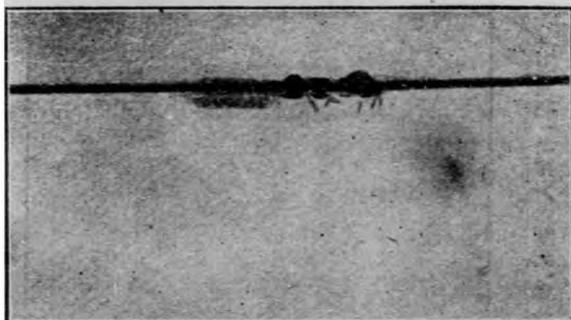
(3)天蛾胸部黃色，上附黑點，有知人之詭跡，故名屍首天蛾。

達其生長之限及蟄伏時期而止，幼蟲乃成一蛹。

蚊 之 生 活 史 圖



(1) 卵塊浮於水面，形如小筏，每塊約有卵三百。

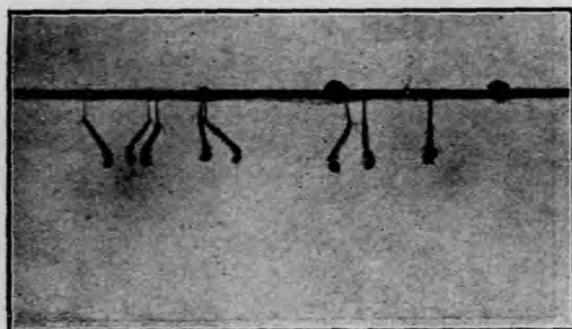


(2) 蚊卵四塊及甫孵化之幼蟲子叉。



(3) 六小時後，由此四卵塊孵化之子叉約有一千。

甘藍白蝶之幼蟲，以絲線懸於一靜僻之角隅，其尾固著於支柱之物，幼蟲之皮，即成其蛹之殼；但多數他種之蛹，如多數蛾類，尚有繭以為保護，或由顎骨分泌之純絲為之，或雜以葉苔，或他種外物，幼蟲於是經一大變化，此現象名變態。幼蟲之體，在繭內破裂而重成一新形體。改造既竣，具完全形態之

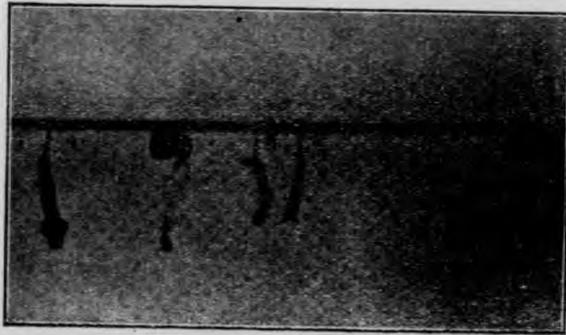


(4) 子子用其尾管伸出水面，呼吸空氣。

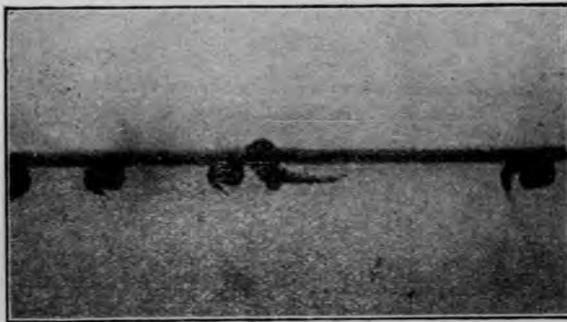


(5) 十日後子子已長成，然仍掛於水面，用尾以呼吸空氣。

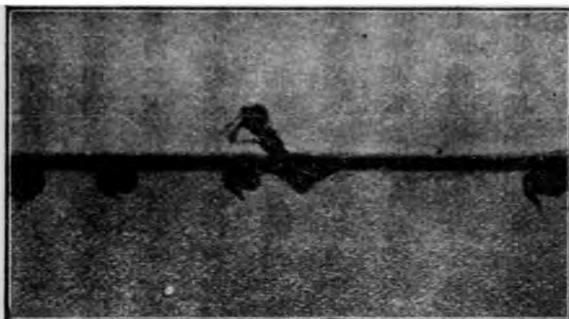
昆蟲始出，狀態乃與前全異。已蛻脫爬行幼蟲繭縮之皮，現成一極活動之蝶，於較短之時期內，作空中之生活，絕不生長，食物極少。其長吸管與幼蟲時期之強固顎骨絕異，用之以吸液體之花糖。覓食非其職務。蝶乃為愛情而生，於死去之前，蝶下卵於自己不能食用之綠色植物，但為其不及見之子息之相



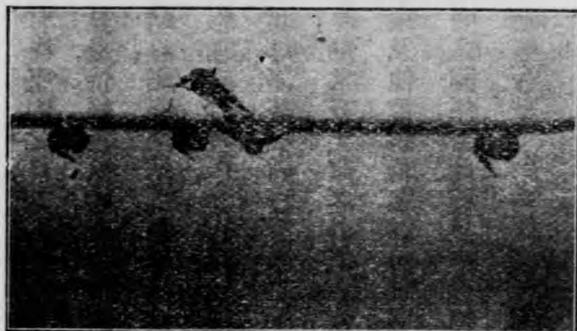
(6)十一日後子孓蛻皮而變蛹，蛹亦掛於水面，用前胸氣以行呼吸，圖中有一蛹正蛻去其幼蟲之皮。



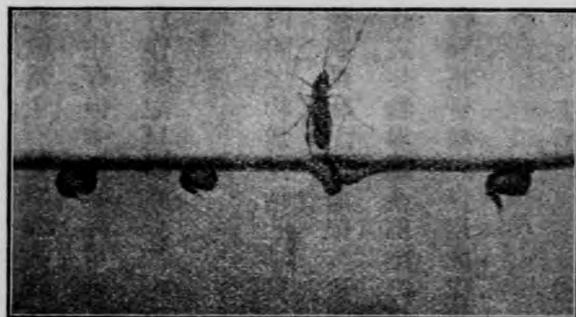
(7)十四日後蛹在水面裂其背殼，蚊即由蛹衣中飛出。



(8) 蚊既脫蛹衣，徐徐向水面伸出，從此以後，遂由水中生活變為陸地生活矣。



(9) 次將其翅及足從蛹衣中拉出。



(10) 二分鐘後蚊遂振翼欲飛矣。

當食料。

甲殼蟲 甲殼蟲概爲咬物蟲，有極堅固之口，其一對上顎，有時比較爲大，有銳利鋸齒狀之邊，多數甲殼蟲如象鼻蟲等，爲草食之昆蟲，恃綠色植物，或樹皮或木料以生存。但多數他種甲殼蟲則爲肉食者，吞滅無數之線蟲，盲蜘蛛之幼蟲，鋸蜂之幼蟲，及他種致害於農作物之昆蟲，亦有食已死動物之腐肉者，而如埋葬蟲，則其食死物也通力合作，其有用如清道夫。

重要之相互關係 他類昆蟲，其口部甚異，屬於吸蟲之一類，以液體之物爲食物，此等昆蟲，其顎無齒，不能割物，但有吸管，如蚊蟲等，則常有尖刺之針附之，能刺入被刺動物之皮而吸其血。花之花糖亦爲液體食物之大來源，蜂，蝶，蛾及他種動物之有吸口者，皆覓食之。生物界之全部中之最重要聯絡，或係花與其所歡迎之昆蟲間之關係，蓋此種昆蟲可使植物得異花受精之作用，此作用往往爲成種子之要件。

七

生命史 昆蟲之幼蟲，在殼內發育後，其孵化而出，有各種方法焉。數種幼蟲食破其殼而外出；

數種之蛆，在殼內蠕動伸縮，至擠破其殼而止；數種幼蟲，有特別器具專為破殼而用者。如蚤之幼蟲，有一暫時尖刺之器官在其頭，多數幼蟲之狀態，與成蟲絕異，其狀態可別為數種；幼蟲可極活動，長足，扁體（甚似下等之衣魚），如多數甲殼蟲之幼蟲，蜉蝣，石蠅是；或可似蟲狀，如蛾，蝶之幼蟲，蛆及各種蜂類幼蟲，其性習可不甚活動。多數昆蟲在其生活史中，有極大之變態可見，依變態之程度，昆蟲可分為三類：（一）無變態，幼蟲孵出時，即如成蟲之縮影，例如最下等之昆蟲，如跳蟲，衣魚。（二）居間之一類，昆蟲之表示一部分之變態者，此類昆蟲，能行動，在發育全期內無時停止食事，其變化為漸進的，經遞嬗之蛻化，昆蟲乃達成蟲之情形。其角質之外殼，不能擴大，故蛻脫乃必須之事。

例如幼蝗，自卵初出之時，其體淡白柔軟，有透明之皮以包之，蝗蛻脫其外膜，在日光中發達其精力，體乃堅固而黑，與其母之異點，僅在大小，色斑，及無翼耳。啣食植物，食慾甚強，生長，蛻化，每一脫皮，其體較前更大，更為鮮明，食慾更強，第三次蛻化後，其翼始可辨，蛻化時約需半小時，蝗停止食物僅數小時耳。無蟄伏或靜止狀態見於此『半變態』之昆蟲中。第五次脫皮後，蝗已成爲完全有翼之昆蟲，僅在一時柔軟無助，極易受傷，但不久即回復其強固活潑之狀態。

(二) 如有完全變態，則於幼蟲及成蟲之間，有一靜止成蛹之時期。在幼蟲時期，食慾極甚，生長速，頻蛻其皮，幼蟲所食之多，遠過於保存生命所必需，常儲藏若干為休眠成蛹時期之用。成蛹時期無外部之活動，但有內部之大變化。幼蟲組織破壞，其資料則用以構造一極異之成蟲組織。成蟲自蛹殼而出，形態與性習絕異，有翼能飛行。變態不僅在生翼，幼蟲與成蟲最大異點之一，在大多數之事例中，為食物及得食物之法。其相差既如此之甚，故自幼蟲至成蟲之過渡，決不能有外部之繼續活動，改造靜止之時期之為必要明甚。

八

昆蟲與人生 大多數之昆蟲，過其繁忙之生活，至死終與人毫無關係，但有極佳之顏色及花紋，以娛人之目，及其生活之法，足以發人興趣；然有為人之友，但人認之為敵者亦多。即對於蜜蜂，人亦常憶其體中之兵器而縮手，忘其釀蜜及為花傳送花粉之功。白蟻耕作土壤之力不減於蚯蚓，但為患於人之器具房屋之木材。昆蟲所成之膽脂及膠質紅染料，比較言之，價值甚小。蝗蝻與蜂，在東方可稱為佳餚，但蝗蟲能盡使一邑之綠色植物枯竭無遺；人播種於地，當盼望綠頭出現之時，

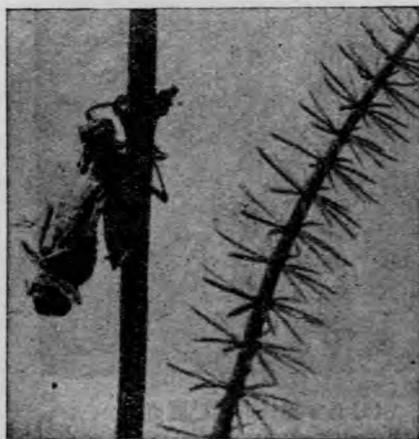
地球忽開，長面黃色之蝗蝻兵隊，乃幕天而至。

蝗蟲 無論何處，凡有蝗蟲之足跡，必受無數之損害，但損害之大，以蝗蟲之忽然成羣轉徙也。

蜻 蜓 蟻 蛻 圖



(1) 蜻蜒乃不完全變態，無蛹幼蟲，末次蛻皮之後，即變成蟲(參觀第二至六圖)。



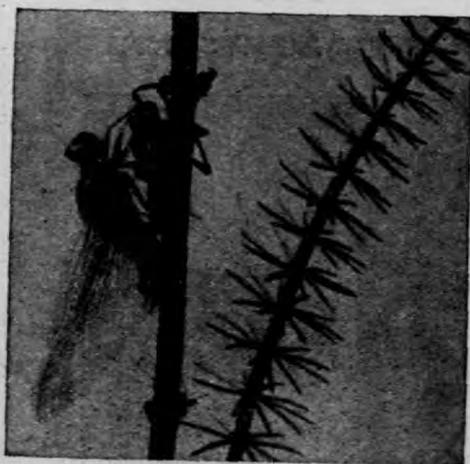
(2) 三分鐘後，除尾端外，均已蛻出。

在適宜之時季，蝗蟲孳生甚繁，在蝗蟲食物不足之年，隨成極大之羣，轉徙長程，於路上盡食綠色之

物。一種煙草者曾見一羣之蝗，飛集於種植四千煙苗之處，二十秒鐘後，已無一葉之存在。舊約全書以蝗爲埃及大疫之一。『蝗蓋覆全地之面，故地成爲黑色，盡食其地之草本植物，及樹木由冰雹所



(3) 少頃尾端亦脫離，遂展開其疊摺之翅。



(4) 五分鐘後其翅已展直。

遺之果實，全埃及之地，樹上無一毫綠物，田間無一草之存留。』

可怖之昆蟲（幼蟲及成蟲）除爲害於植物外，尚有爲害於人之健康及人之種類者。昆蟲之爲害於人之健康，其法甚多，有由咬嚼或螫刺以致傷害者，如某種牀蝨，蜜蜂，胡蜂等，可致發炎或寒熱病，有爲寄生之昆蟲，如蚤，蝨之爲真正寄生，或如蠅蛆之爲偶然寄生，蠅蛆有時能入胃中而致奇



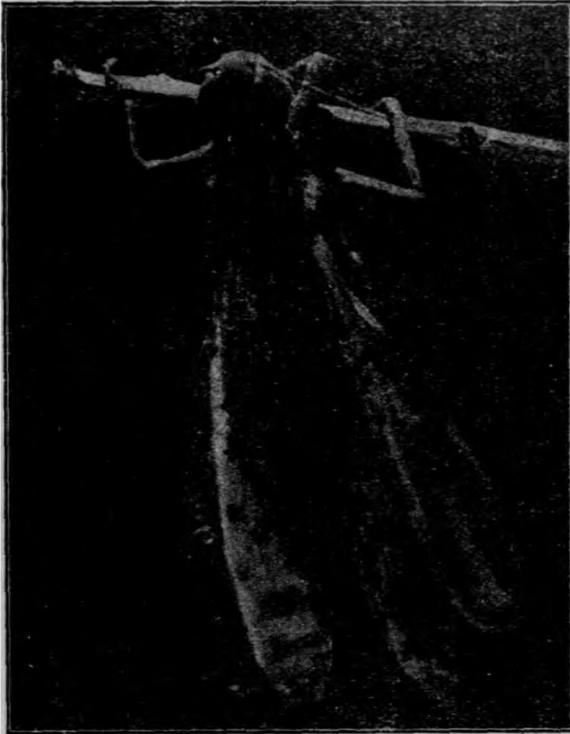
(5) 翅既乾即運用其肌肉提舉其身
作休息狀態如第六圖



(6) 蜻蜓既蛻皮後，遂展開其翅，
惟其殼尙在首側。

痛。昆蟲有爲傳染微生物者，最要者，昆蟲有爲致病生物發育之必須寄主，無此寄主，則此致病生物之生活不能繼續。

亞 細 亞 蝗

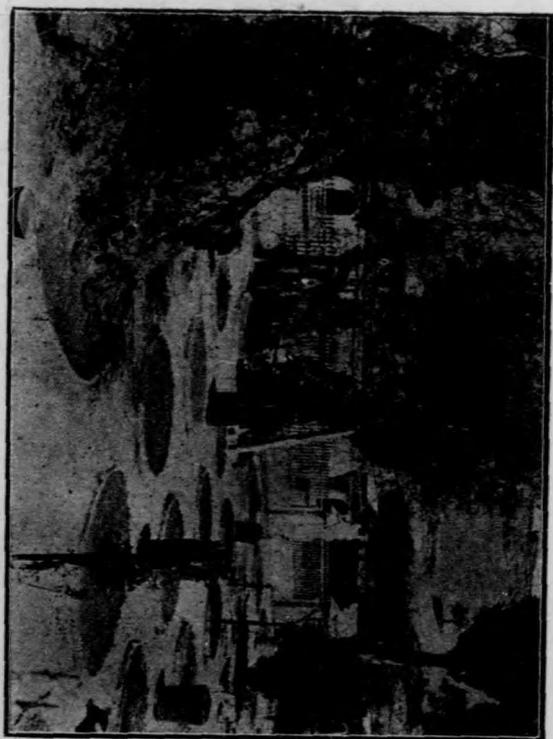


幼蟲經數次蛻皮後，即成有翅蝗，當蛻皮之初，
體極柔弱，經日光作用之後，旋即強健。

蝗蟲爲害狀況圖



(1) 密西馬尼 花園亦受蝗害之狀



(2) 寄西馬尼花園已受蟻害之景象

例如蚊蟲，不特以致瘡疾之原生動物入引人之血中；但致瘡之生物，無此昆蟲，其生命史不能進行；其生命史中之各時期，僅在人體及蚊體中方能達到，故滅蚊可以掃除瘡疾。又有昆蟲非為致病之生物所必要，但用之為傳染之媒介，如致鼠疫之細菌，經鼠之蚤而傳之於人，蚤咬人時，即將此病菌種之於人體，倘有他種傳病之昆蟲，簡單者如通常之蒼蠅，蒼蠅不能吸人之血，但其體有厚密之毛，特適於傳運微生物，如傷寒病微生物之類；此其故蓋由蒼蠅常自穢物堆積之處，傳微生物於吾人之食物。病之由昆蟲而致者種類甚多，如瘟熱之於蟲，睡眠病之於南非洲毒蠅，回歸熱之於蟲，及多數他種疾病。多數昆蟲亦影響於家畜，例如蜚蠊致牛之癩瘍及他種疾病是。

上列之例，可示人與昆蟲數種複雜關係，亦可指明生存競爭之數種現象。人之敵其數至多，人能馴養野畜，但其蓄養亦遭受責罰，蓋一吸蟲能掃空其羣也。人除滅大而可為其敵之食肉動物，但尋常之蒼蠅能傳微生物於其食物，至使死亡經各城鎮而傳佈。此處當慎重言之者，為有害昆蟲繁殖之傾向，將繼續為文明之危害，由此可知保存無數食蟲鳥類之重要，此類益鳥為保持自然之平衡者，但此問題當討論之於相互關係之一篇。

參考書目

- Ballard, *Among the Moths and Butterflies.*
Bastin, *Insects: Their Life-histories and Habits.*
Carpenter, *Insects: Their Structure and Life.*
Adwardes, Ticknor: *The Lore of the Honey Bees.*
Fabre, *Insect Life: The Life of the Fly, The Life and Lore of the Insect, etc.*
Later, *The Natural History of Some Common Animals.*
Lubbock, *Ants, Bees, and Wasps.*
Lutz, *The Field Book of Insects.*
Maeterlinck, *The Life of the Bee.*
Miall, *Injurious and Useful Insects and Life-history of Aquatic Insects.*
Sharp, *Cambridge Natural History* (two volumes on insects).
Sladen, *The Humble Bee.*
White, *Ants and Their Ways.*

第十五篇 心之科學

美國哈佛大學哲學博士 唐 鉞譯
國立北京大學心理學教授

新心理學——析心術

人心之所最難了解者，乃爲心之自體，此語似誕而實信。近年科學界之致力於此問題也，其猛銳殆爲前此所未有；兒童心理之特別研究，曾得多量之注意，而動物行爲之研究，亦有可貴之結果。近所謂新心理學者，其用力之處，大都爲變態心靈現象及下意識作用（指心靈活動在通常意識界以外之部份）；是中從事探討者實繁有徒，此則尤可注意者也。

吾人心中含有吾人所不察覺之元素；而此等元素之左右吾人之行爲也，其勢力往往較吾人所直接察覺之元素爲大。心理學中晚近研究，幾於全部爲此事之證明。人心之概念，事實上已經大變；按今日之所披露，人心之爲物，其博大複雜實爲吾人前此所未及料；今而後知吾人前此所視爲

心者，雖爲人心全體中甚可貴重之部份，而實乃其最膚淺者也。

感官 感官經驗爲吾人心靈生活之基礎。經多數長期之演化，吾人之感官以漸演成，而終有神奇器官——人類之腦——之出現。人心所以建設高級經驗——記憶、想像、思惟——之材料，全由感官而得。蓋感官者知識之門戶也。

以有眼耳等諸感覺器官，吾人乃能使身外之世界成像而集中於一點。此等器官之演化，以在本題範圍以外，今茲不能詳述。

感覺有待於一種物質的勢力，卽刺激之影響人身內部或外部之面或膜者。感覺之大多數，類有特別器官專供接受刺激而使其作用變爲神經衝動以達於腦，眼，耳，皮膚之各部等，皆此類之器官也。

自有視覺而人類之眼界大爲擴張，其心思之畛域隨之開拓；聽覺亦如之，聽覺者吾人特別感官之最後發展者也。吾人知各感官有所限制，未臻完美，其作用非萬無一失；然謂吾人感官之演展，已達極盛，無繼進之望者，則絕無根據也。

腦髓 腦髓之構造已略見生理學篇中。此處所當重提者不過如下。腦有數大部，每部有其特效之機能。腦之本部爲大腦，佔頭蓋腔之上部及前部之全體。大腦分爲兩大半球，一左一右，有多數神經纖維連絡之。大腦之表皮爲感覺與意志之樞。表皮爲灰色細胞質皺襞而成，其皺襞若展平之當方一呎半強。大腦皺襞之部（卽大腦表皮）其所含神經細胞之數，五六倍世界人數；其相互關係之複雜，非言語所能形容也。

小腦據頭之後方，其下爲延髓；其機能前已說明。神經系——大腦，小腦，腦梗脊髓，神經——之大要，此處不必再加敘述。『彼神奇之構造——人腦——乃京垓年代之結果；其歷史與生命俱始者也。』腦者各神經中樞之共和國；諸部各有其特殊機能而又一切互相照應者也。腦之諸部中，有其機能爲吾人所不知者；此等部份，吾人信其供記憶，判斷，想像之需。以有各種理由，吾人以爲其中一部爲記憶發語作用之中樞，又一部爲記憶語音之中樞，又一部司文字視像之記憶。

腦中無專爲智慧中樞之葉。有關智慧者非大腦表皮之任何一部，乃爲表皮之全體，吾人殆可謂爲神經系之全部，乃至身體之全部。腦之所以別於神經系之餘部，乃至別於身體之餘部者，以其

富於可塑性，以其能順應於學習，記憶，動作新組合之復起等之新方法耳。大才之所憑藉，其首要不為腦髓；即大智亦不爾。

一

演化中之心 試回顧初期茫昧中動物行爲之演化，將見其起原在於簡單生物之嘗試運動。此種嘗試運動，即最下等生物亦能之。

在某初期中，必有若干種對於刺激之特殊反應（不隨意的筋肉及神經之運用）業已成立，此等反應卒爲生物所保存；而似此根深蒂固之能力，其數亦漸增。生體有變化其反應者，每現堅持之狀態，是殆爲努力之簡單表現。再進則起似有目的之行爲。『自神經系成立，乃可有新式之組織，是爲任行爲中要職之反射動作 (reflex actions) 及轉應 (tropisms) 之組織而爲遺傳性之所得永遠保存者也。』反射作用者，下等動物體中神經細胞與筋肉細胞之機械式運動，動物以之得對重現之刺激作適宜之反應。轉應之階級視反射稍高；轉應者一動物全體之被迫的或必然的運動；被迫的或必然的云者，謂一切同類之生物，在同一生理狀態中，莫不起相同之行爲也。更進一級則

有本能的行爲 (Instinctive behaviour)。

此等行爲之最純粹表現，見於螻蟻、蜜蜂、與黃蜂。其在爲鳥類哺乳類，則其作用也多與智慧相聯絡。本能的行爲與反射作用之所同者，爲不學而能。爲有待於遺傳之神經的傾向，凡同種中之相似各個動物均呈近於同一之動作（見湯姆生所著有生物之系統 The System of Animals Nature）。

此等演化漸進而造極於智慧的行爲之歷史，吾人前此業已討論，且知其自存的效力之所在。今茲無庸更說。反射作用，轉應，及本能的行爲已成爲一切高等動物遺傳的稟賦之一部矣。

舍所謂心能與本能以外，吾人之遺傳的稟賦尙有何物乎？換言之，人心之原有性質爲何？此問題殊不易答。馬克杜加爾 (Dr. McDougall) 博士表此問題如下式：

舍構成本能之性向以外，人心之本有基礎尙舍他種性向乎？果爾，則諸性向之系統的聯鎖至何程度乎？

此問也，吾人不能答以否辭。各人之心，其原有之基礎，心能本能之外，所舍他種元素必當不少。

不然，成人之心所以遠勝最高等動物之心之故，將不能有充分之解說。人固有純從生理學立腳點以觀察心靈而信一切所謂心之構造可以腦之組織的構造充分解說之者；彼以爲人類本有稟賦之所以首出庶物者，大都或全然，由於嬰兒腦中有多數未經組織之神經髓質，供給將來漸進的組織之無限的可能。雖然，縱使吾人容納『心之構造可以神經傾向及其聯繫完全表寫』之設論，而謂心之組織，除本能外，絕無所謂與生俱生者，則吾人之所不能承認者也。

以上云云所關於吾人當前之問題者維何？特種活動，吾人所謂爲思惟、感情、意志者，是否含蓄於方始發展爲較複雜生體之生殖細胞（germ-cell）中，是已。生殖細胞者，個體生命之單細胞時期，一個心的形體，或形體的心之具體而微者也。彼已能變動，試驗，作種種自表之嘗試（關於內部之重新配列者。）

種子細胞如美術家之盲者；長成之生體，其明眼者也。種胞之畫稿，經長成生物之評飭，而後得呈其真相而顯其所長。

設變形蟲而有一種微渺作用與人心相當也，設阿彌巴覓食時運用此心也（此二設論不無



注 意

五十九

密雷 (Millais) 畫，名刺里 (Raleigh) 之幼時。圖中此未來之航海家方傾聽航海故事。注意之深，神情畢現，凡注意時，一切不相容之傾向均屏諸心界之外。

理由)，則種子細胞亦必有與心同類之物（此設論亦不無理由）以種子細胞發展終成有心靈之生物故（見湯姆生所著之有生物之系統）。

二

解說心爲何物，非心理學分內之事，而屬於哲學範圍。雖然，鼓舞吾人與會之大問題仍涉於心身間之關係。心者係與身懸殊而獨立存在者乎，抑不過『腦細胞之一種作用——神經受刺戟之一種產品乎？』

心與物 古今涉於心物關係之爭辯，刺刺不休。衆說紛紜，即



· 亞理斯多德

上古時代最精深之思想家，有以

亞氏爲古今學人之泰斗者。

陳其崖略，已足盈冊。

心身之關係，能言之而有幾分之確信者，尙無其人。有以心爲腦之直接產品而無分離獨立之存在者，此說可謂之機械觀（mechanistic view）。按此說，智慧之運用，心靈之活動，無一不由於生理的作用。一切思想：

無非腦中化學的或機械的變化之結果；特別觀念不過腦細胞之爆發或放射，情緒不過腦之一種作用，『灼烈而發光？』戀愛之情，求上進之情，恐懼之情，無一不可以純粹物質的變化（即發生此類思想之『蒸汽』，『德行之『馨香』者）說明之。

使吾人以爲在生之時，『一切心靈作用有其相伴之生理的作用也，則此等生理的陪伴——即各神經中樞所含分子之變化——若全然察知，將供給吾人以心靈作用之準確標識。』

然而所以發生思想感情之化學的或機械的變化究爲何事，至今尙無人能道。機械說，應用於心靈者，尙不過一設論，而又爲哲學所不袒助之設論也。

又有以心爲分立而存在之說。持此說者常謂心與身之關係乃爲平行：心靈之系與物質之系

不相倚傍而各自進行；『如兩列汽車並走於雙軌鐵道之上，或如兩道光線，射於同一無窮遠之點，就時間空間言之，均互相平行而進。』此系對於彼系全無交互之影響，各為閉關之局統而各有其自己之定律。使吾人貫徹此主張，則亦不能較第一說得多許之進步；何則，心靈系中之點無一不有物質系中之某一點與之對待，則適用於物質界之定律亦可以解釋心靈界之事變也。

復次則有靈魂說(animism, the soul-theory)謂一切方生之動物身中，無一不具一心靈；心靈與其所屬之有機體之間有極吃緊之關係在；生命之過程兼物質與心靈之性；演化之指引力乃在於各個有機體所具之心靈中；其在下等動物則為感情之驅率，其在高等動物則為情緒與意志之漸增力量及興趣與思想之漸擴範圍。援助及反對此說之辨證可以提出者甚多，然非今茲所能詳也。

有所謂兩面說(the two-aspect theory)者，亦經不少之討論；多數學者每因生物界事實而傾向此說。其說假定一『心而物的』存體——即吾人從兩面認識之實體；

吾人視生體為一整個；方其生存時，為一不可分解之心而物的存體……生物所以自紀之法

式有二。彼可自視爲佔空間而構造複雜，而時時燒損運動，脈搏之物；又可自視爲感覺，知覺，感情，願望，思想之樞機。然非謂思想爲一種作用，腦之代謝——卽神經細胞之生理作用——別爲一種作用也；實則祇有一「心而物的」生命，不過此一生命，吾人可從兩方面認識之耳。依此說，則大腦節制與心靈活動乃同一自然界事變之不同方面。吾人之所對乃一個「心而物的」存體——一個形體的心。或心的形體——之統一的生命。使兩面說而可持也，則其優點在於能予所謂「心靈作用」及「腦髓作用」間非常密切之相依關係以「相當之地位」。此說視上述兩種作用爲生體之繼續生命之兩方面，有同等之實在性者……客觀方面爲一生活整個之形體；主觀方面，其在人類者，則爲心靈之統一性也。

時至今日，前代之唯物論，已成陳跡；誠如羅素·伯特龍 (Bertrand Russell) 先生之所言，「若物理學不假定物質之存在（事實上殆如是），則舊式唯物論絲毫不能得近世物質科學之援助。」吾人前此於宇宙之根本組織篇中，已見物質構造之新說，各種元素之原子，確爲微點之電，電本何物，則非吾人之所知。然吾人於此知以何因緣，物理學者有視物質爲漸無實體性之傾向。此

種傾向蓋為化學者生物學者之所同。由是觀之，舊式之唯物論不復存在矣。

詹姆斯·威廉 (William James) 輩之見解，謂世界之「質料」非心靈的，亦非物質的，而乃一種「中態質料」(以不得姓名故云爾)；心靈物質二首均為中態質料之所造成。羅素於其所著之心之分析 (The Analysis of Mind) 中發展此種見解以討論心靈現象。某作者曾概括此問題，極為精當，錄之於下：

就令吾人能了解此複雜機括之一切化學的、物理的、生理的現象，對於解決此等現象之客觀與主觀的衝盪間之關係如何，吾人亦必無若何之進步。於此有哲學焉，於兩系現象——一為心靈的，一為物質的，互相適應，永久交感——均予承認，實為承認事實之真相，而不以似是而非之解決自欺欺人。使吾人假定一切物質的與心靈的現象有一形



詹姆斯教授

哈佛大學心理學教授，且為美國研究靈界現象者。

而上的本體——或有意識或無意識的——爲之基，而吾人所謂物質的與心靈的現象不過爲同物之不同方面，則此問題之困難可以稍減。此種本體終非科學之所能知；其存在之可能及其德性之討論，爲哲學之所有事。

三

心靈作用 心理學者，心靈之科學也，或較嚴格言之，可稱爲生物之行爲之科學；是學兼包意識之研究。

一切神經衝動之發生意識者皆趨於腦；就此義言之，腦信爲意識之樞機。然此事於意識起原之問題未嘗有所解決也。

意識有物質的基礎，此固無人致疑；然心靈狀態與神經質中份子運動之關係如何，則其去解答之期甚遠，猶如前此神經系之知識渺乎其小之時。陳舊之法，賦人心以種種所謂才能——知覺，概念，想像，推理，意志——以解釋此等才能所表之功用。實則心靈之構造，非有意志在此，良心在彼，而推理又在他處；其推理也，立志也，良心之發現也，均以全體而非專用一部思想，感情，意志非「雜

然前陳』如嵌石圖中之石子，可以任去其一石而無傷於其餘；彼蓋似人身之各機能，使無一切其他機能之合作，則任何機能均不能起者也（見格蘭澤耳 (H. S. Granger, Psychology 心理學)）。

描寫心靈活動之又一法，則視一一觀念。

能存在於兩種狀況，或兩種形式之中：其一，彼可為意識的觀念，或在意識之中；意識可視為透明之室，觀念魚貫而入，於短時中叨其光明而現活動；其他，彼可為無意識的觀念，藏於記憶之中——記憶者如冥府然，一一觀念或其魂魄，經意識光短時之照耀後，復歸於此，靜待機會，以再觀光明而起活動焉。在此陰府之中，諸觀念交相聯鎖為複雜之結合。如是互相連合而伏於記憶冥府中之觀念，實為心之結構；心靈活動維何，即各觀念現於意識時牽挽所有與其聯結之觀念而現出是已（見馬克杜加爾心理學）。

如言心之自體，則依圖畫的比擬，可視為由三層而成，其最高層可謂意識生活之區域。此如燦爛光明之地，其中一一事物均可察見纖毫。吾人求一己行動之理由時，通常向此地尋覓，惟以此法

求得之解釋多非耳（此當於下文論之）。由此清明區域稍下則為半意識的區域，吾人須努力乃



馬克杜加爾博士

哈佛大學心理教授，曾著重要心理書籍數種，中有

體與心，靈魂說之歷史及辯護一書。

Body and Mind, a History and a

Defence of Animism

能取用者也。舉例以明之，知識之不在心中而可憶得者，可視為藏於此區之內。此區之所含，有時須

大費氣力羅掘始能得之，有時毫末之激刺即可奏效。此層再下則爲無意識 (unconscious) 之區域，通常非意識的心靈之力所能及。上文之描寫自是比喻，以吾人不能以心爲佔據空間故。然此種分心爲層之法，頗有助力，能使吾人了解近代關於心靈之諸說。無意識域爲與重要原始本能相聯之心靈元素之中樞，而心力之大源泉也。對於無意識域中所起之活動，吾人無直接之知識；雖然，吾人可由觀察（此事觀下文可知）而推測幾許；據某數家云，由夢以推，所得尤夥。無意識者，實個人心靈生活之真正基礎也。

心靈現象，永不能單獨發生；其發生也，必爲一種複雜之組合。使吾人視心靈爲一切心理元素所織成之網，則其性質較易了然。一一心理元素，或如常稱一一觀念，方其入於意識，則牽引其他元素而至。舊時心理學者，呼此作用爲『觀念之聯引』（或簡稱聯想）(association of ideas) 以觀念之相引，吾人有料理日常生事之能。假令觀念無一能引起其他觀念，或能引起矣，而『亂雜無章』，則雖易事如橫越坦途，亦終不能成就。心理元素相聯合而成多少相膠結之統系者，謂之意結 (complex)，例如，某某見打字機或聞打字之聲時，必念及——或往往念及——辦公室；每聞花香，

輒迴憶兒時事蹟之類。此種聯絡即爲意結。心之內容之全部，可視爲由許多意結組成。諸意結所連帶之情緒能力，彼此相差甚遠。除多數由於教育、職業等而起之次要意結外，尚有所謂公共意結者。此類意結，皆以三大原始本能或本能統系爲中心，即號稱性慾意結，自我意結，及羣性意結者也。

意結之直接本於主要本能（如性慾）者，附有多量之情緒能力。個人性慾意結所含之實在心理元素，舍爲其遺傳的特徵所制約外，亦隨其後天經驗而異。自我意結附於營養及自存之原始本能者，其所含元素，大多數在意識平線之下；根於合羣本能之羣性意結亦如之——後之意結，在人生中有重要之作用，當於下文言之。

三大公共意結之中，自我意結最先起而最深固。人類對於『自己』之認識，即與此意結相連合。此強烈之意結往往發生種種不滿人意之表現，如貪婪及上人欲望之各種表示；然人類最富善果之活動，亦有發源於自我意結者。此種活動之一，爲創造之欲，即欲以個人之能力創製物件，或住宅，或詩歌，或哲學統系皆是。創造欲乃人類進步最有力原因之一，蓋無可疑。

羣性意結 第二之重要公共意結爲羣性意結，由於人類之好合羣，前已言之矣。人類進化史

中好羣性何時始發達，非吾人所知。然人之與同類聚居，可斷其必起自遠古，好羣性所予之利益，自是易見。此性挾某種與心靈生活有絕大關係之結果而俱至。高度之暗示感受性 (suggestibility) 卽爲此種結果之一個體，以其爲羣中之一份子也，必易感受來自羣中之衝動之暗示；否則不能與其羣爲協和之行動。彼不須對於其羣之命令爲絕對之服從。其在人類，此暗示感受性與理性相合而起極相歧異之表現。人類意見之大多數，實絕不含理性，而爲純出於羣中暗示之產品；然其文飾此等意見以理由，固自若也。其意見之中，頗有爲其所未嘗費力文飾以理由者。此等意見，彼視爲『顯而易見』——如美食之可口，無庸解釋；此類蓋挾本能之力而至者也。社會中所奉行之倫理法則，卽一組類此之信條。此等信條，隨時代而異，隨國土而異；然流行於一特別社會任何時代之信條，無論其性質若何，自奉行之者觀之，其有當於理，必顯而易見，無待證明也。

兩主要模式。吾人無暇細論三類原始本能之表現，姑略述兩模式之性質。是兩模式可以包舉一切人類；無論何人，不歸於此，則歸於彼。特洛忒 (Froster) 名之爲穩定式與不穩式。

人常謂穩定式爲一國之『脊梁』。此式之人，勇往，剛毅，而多成見。於其所處社會之法律習俗，

極端崇奉。其目的爲社會全體之所領會容納；其求達目的也，有百折不回之概。此輩對於倫理，政治，及一切其他問題，均有確定之見解；孰是孰非，彼等未嘗懷疑也。

此式人之大缺點，在於其不易感受經驗之刺激；對於任何問題，不能從嶄新立腳點觀察之一切關於久經容納，早已成立之事件——如道德律例，政治組織等——之探究的疑問，彼輩往往視爲非愚則惡，或兼二者。現有制度學說之大變革，無論其若何有益，非此輩好羣本能甚強之人（換言之，即羣性意結深固者）所能成就——惟不幸此輩佔大多數耳。

不穩式所有之品性幾正與穩定式之品性相反。不穩之人，雖或懷多種熱情，而成見則甚少。彼易爲新運動所牽引而加入，然亦易棄其主義而之他。彼雖多所營謀而不能持之以恆，以底於成就。彼蓋見譏爲意志脆弱者，每不肯容納社會對於一切問題之節制。其積極大優點，在易於感受經驗；而其一切煩惱亦根於是。以其常虛懷容納新印象，故每見異思遷。雖每爲穩定式人所輕視，然其智力實居後者之上。此二式者各有大弊；無論何式均不足以代表人之所能爲與其所應爲者也。

衝突 各種意結，彼此或不能相容，因之而衝突之重要問題起。心而具其所有各意結之完滿

調和，則其心必極端健康。然此類健康之心，甚不易覯。吾人所常見者，一人意結之中，有數種不相容；使二種以上同時並起，則彼此間之衝突生焉。常有一人之「利己」欲望，根於其自我意結或性慾意結者，與其所重視（以起於其羣性意結故）之社會道德律例相衝突。此等衝突爲小說家所最喜描寫之題目。例如，父親既欲報國而又眷戀其子，欲爲僧者既仰其宗教而又戀其家室，鍾情者既不能制其不法之情慾而又不能昧其道德心——此皆方寸分裂進退維谷者也。大多數人心靈生活之中，衝突均有重要之作用，而引起嚴重之結果。蓋衝突必須調停，而主要之調停法有二。一爲文飾，或稱合理化 (rationalization) 兩意結之互相衝突者，其一於無意識中佔優勝。其終結之行爲，則臆造理由以解釋之——實則此種理由與其真正心理的原因毫無關係，然可使其人不知其事爲可恥。是故有以公道粉飾其野蠻之報復欲望者；大傷人道之貪得——如見於無所忌憚之營業手續者——問爲者之理由則曰爲社會福利計，其最富能力之國民宜升於最高階級也；推之他種衝突，亦然。

其他重要調停逆意的衝突之方法，則爲壓抑 (repression) 兩意結之一。弗洛伊德 (Freud)

之研究大都關於此法；彼示此法之甚關緊要，已極著明。壓抑者立意置互相衝突之意結之一於度外也。然此被擯之意結，未嘗以此而消滅，已爲弗洛伊德所證明。此意結雖被壓抑而伏於無意識之域，然猶依舊活動；其表現其未滅之方頗多——自各種遺忘現象以至『協識脫離』(hysteria)病及病狂。有時被抑之意結使其人盡忘所有與此意結相關之事物。例如，某甲以赴某約或有逆意之事發生，遂忘其約；或未償還之發貨單，竟不憶及。此類皆健態遺忘，與以一事印象甚弱因而不憶及之順態遺忘有別。有時談說或書寫偶誤，亦爲有被壓意結之證；其誤用之語實與言者或書者之願望受壓抑而不得遂者相當。嘗有奧國下議院院長，以開會於事無益，蓄意欲其停閉，於宣告開會時，無意中竟言『茲值閉會』卽其例也。

四

析心術 弗洛伊德之學說 心理學中與維也納弗洛伊德教授之成績緊相連接之部，較爲晚出。此部大都關於無意識現象。無論弗洛伊德之說得失若何，其說至少亦爲吾人開拓廣大之研究範圍。弗洛伊德說之一部份殆已成立；然大部份，未得公共承認，不過視爲慧巧之設論而已。此

「新」心理學饒有趣味，以其與醫術及教育有關係也。

弗洛伊德氏心理學之主要學說，謂心之大部為無意識；此無意識之部，於吾人不知不覺之間，對於吾人之思想行為，行使其強大之勢力。氏又以為無意識之影響，於夢之成，尤為重大；後於是有釋夢之法。

弗洛伊德與其弟子及其批評者之研究，實使人心之作用，頓時明瞭；而吾人對於夢，狂，神話，藝術，宗教之見解，為之起非常之變革。弗洛伊德於處理主病為神經系之機能的錯亂之患者時，察知前此所視為其病之症候——如手足之麻痺，盲，聾，瘖等——常與其病之起源有一定之連繫；例如，患者之盲，或由其目擊非常慘痛之事而起。此種連繫，患者清醒時每不自知；惟有時受醫士催眠後，「吐露情實」亦有由患者所說之夢境而發見者；然通常，患者平時之意識，必對於一切發覺病源



弗洛伊德教授
所謂「新心理學」與弗氏
之名極有關係，其學說見
析心術段中。

之計畫，極力反抗。

弗洛伊德又發見常人亦有歷苦痛之經驗，後此永不復現於意識中者；然此經驗於其人之夢中起重大之作用，特經多少之『改頭換面』耳。無論爲常人，爲變態之人，若循序解釋其夢，終必見其起源於其人之願欲，以物質的，倫理的，或社會的阻礙而不得於醒時快遂者。夢者，蓋願欲之摹擬的快遂也。

本能的或有意的遺忘，弗洛伊德謂之爲壓抑。被抑之觀念未嘗消滅，常欲奪路闖入意識中。氏稱一切舊經驗被抑者之全體爲無意識。一願欲被抑入無意識時，其所隸之經驗全系同時被抑；吾人所以罕能憶及孩提時經驗者，職是之由。

吾人均有所謂下意識 (subconsciousness) 之經驗：觀念之出入於意識之中心，始則漸漸明瞭生動，繼則漸漸漫漶模糊，終則歸於一般混沌情感之中而無從了別。試舉其例：語似已在口角而少待乃始明了而出口者；吾有期約，長日不在心上，而屆期忽不召而自入吾意識中，吾立意次晨必於六句鐘醒寤，使吾心不失常，則次晨時鐘六鳴時或稍前，吾當自覺。在此等事例中，觀念或思想雖

似不在意識之內，而又不全落意識之外。此類現象即所謂下意識；某系經驗前曾在意識中者，脫離



【頑童】蘭西爾畫

意匠優美，可使研究心理學者得許多之啓悟。

主要或人格的意識而繼續生存於下意識之中，因緣時會則其影響又及於主要意識。

弗洛伊德以爲心中無意識之部，包藏暫伏不動之舊經驗及『被抑』之衝動二者以後者爲尤要。此類壓抑，乃吾人對於一種欲望或衝動之與他項利益相妨，因而吾人視爲不當滿足者之抵抗，或爲吾人所用以擋痛苦經驗於度外之努力。壓抑之作用不必經熟思，或爲無意識的壓抑，無論何類，壓抑之力可使舊經驗完全忘卻，或如某說，深避入無意識之域而生存於彼中。說者謂『無意識實包括多數湮沒於心界深處之衝動與記憶』，而此等衝動記憶常謀再入意識之中。不寧唯是，或謂雖吾人不覺其活動，此等衝動記憶亦多少能影響吾人之心靈生活；說者以爲被抑之心理傾向，得一部份之滿意者，由此術也。

五

心靈錯亂之實例 歐戰時醫學家對於軍隊病院所見神經病之醫案，含有多量此種變態心理研究之材料。各肢體麻木，病態癡念 (Obsession) 及無謂之恐懼等之如何治愈，曾經良醫之記載描寫。多數精神病，沿流溯源，知其由於逆意之情緒的經驗，遭壓抑而爲患者所遺忘者。患者此類遺失之記憶，經心病良醫設法使之復現於其意識中後則患者心地清明；以此法治精神病，頗多奇

驗。

至其所以奏效之故，說者謂使被抑之情緒的經驗再現光明而受患者第二度閱歷，即為消除過度之情緒之方法。患者因之，遂能對於此等經驗取嶄新之態度。茲引下列以為證。

以下所引已忘經驗之影響，離阜斯 (W. H. Rivers) 於蘭塞特 (Lancet) 雜誌中描寫之。楞泰因 (Valentine) 教授所著之夢與無意識 (Dreams and the Unconscious) 含有此例之提要，極為簡明，特轉載於下。

患者係一少年軍醫，未從軍前，已現精神病象。凡遇迫隘之處如隧道及小室，即起震恐。旅行時永不願取筒道鐵路；若偶在汽車中，則經隧道時必忽爾大懼。入戰壕時，長官授以一鏟，且告以如為土所掩埋，當以此鏟地求出；此際其痛苦萬分，可想而知。由是睡眠大受擾亂，日即羸弱，終乃以殘廢送回其家。醫者教其不復念戰事，惟涉想可意之境，然了無效。彼時有戰鬪之噩夢，驚醒後則汗流遍體，以為身已垂斃。此時遇離阜斯為之診治。離阜斯令患者追憶一切夢境，並記其憶及夢境時所連帶而起之舊經驗。尋患者得一夢，醒時伏臥追憶，忽憶及一事——此事發生時，渠約三歲，彼時大受

刺激；何以竟爾忘卻，彼實莫明其故。其事如下：

彼兒時常與其小友往近鄰一老者之所，往時必攜家中廢小物與老者。老者則以一二銅圓報之。一日，獨行，經陰慘之長巷以達老者之家。比其返也，巷門已自閉，不得出。適一犬向之狂吠，彼震懼甚，至脫險時乃已。

嗣又入夢，醒時連呼『馬康！馬康！』忽悟是乃老者之名。患者父母亦言彼時實有一老者名馬康，以販賣廢物爲業，居於患者所憶之所。

自追憶此事，復經離阜斯爲之解釋其所以過畏迫隘之故後，患乃大瘥。數日後竟不復畏迫隘之處；後則過簡道鐵路及隧道時亦不稍變。此時彼自信頓堅，至請離阜斯幽之於病院地室中以自明其已愈。於此有特點當注意者，卽經驗已完全遺忘者，似尙能影響有意識之心靈生活。其他含有趣味之點如下：原有經驗之情緒甚強，其擾亂之力甚猛；舊事由思念夢境而始憶及；意識的意志之力不能破除此種無謂之恐怖；可怖之經驗，雖被壓抑以至遺忘，而由屢起恐怖，得復入意識之中。此常存之恐怖，遇迫隘之所卽復起，蓋雖原有經驗已忘，而迫隘之情況與舊時所遭相似也。

醫案中類此者甚多。其他同類之研究，成績亦不少；近數年來，各種心病態之研究，已立於科學的基礎之上。至醫者之方法，非此處所及論；其原則隨症爲變，非一成不易也。

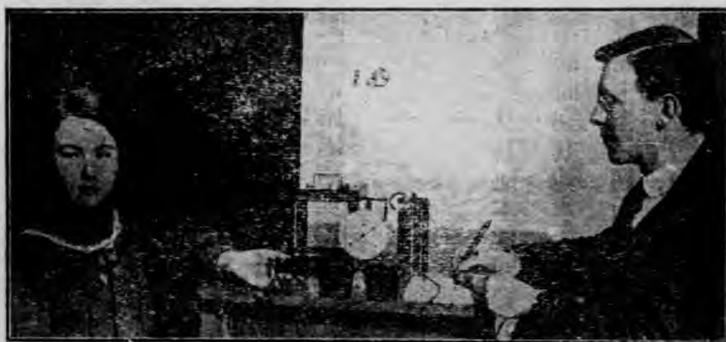
六

夢 對於析心術可用以釋夢一事，頗有主張甚力者，然不免言之過分。弗洛伊德假定夢爲被抑心向之象徵的表現；其一切學說之出發點，即在依此意以釋夢。持一切夢均爲被抑心向之下意識的作用所支配之說者，實無充分之理由；對於此題最有發言之資格者，類不承認此說。反之，謂凡夢皆無絲毫之意義，不過夢者之舊時經驗，串合失次而雜然再現於心中者，亦屬偏至之論，如布拉文 (William Brown) 威廉所云也。

雖然，因最近分析夢境之結果，而吾人知識爲之大增；今日已有一關於夢之學說，雖不能解釋一切之夢，然已足包舉夢之現象之極大部份，蓋無可疑。此說，略言之，卽謂夢爲被抑願欲之象徵的表現；願欲之被壓抑，乃由於其現於意識界時，痛苦卽隨之而至；何以相隨之因，自萬有不齊。上文已言，被抑之元素，未嘗喪其精力；彼等繼續活動，常若努力，作或此或彼式之表現。睡眠之時，意識與無

意識間之關梁，多少有所弛放。醒時被抑之元素，此時所受之壓抑力較輕。然此等元素，猶不能現其本來面目；其出也必以『化裝』——此種『化裝』多離奇不可究詰。以此方法，願欲得部份之滿意。弗洛伊德於其所著釋夢 (Interpretation of Dreams) 書中，示此類象徵的遂願之例甚多，且解釋此等夢境與患者所歷之變故爲今所不憶者所以聯絡之特種作用。惟其所舉之例，雖見意匠，而不能取信於人者亦不少。

夢亦有不由於被抑之願欲者。其爲晝間印象之草創的再現者頗多；然此類之夢，皆破碎不完。夢之首尾完具者，多有寓言性質，而爲心理元素被抑入無意識中者之象徵的表現。然就令如是，被抑元素，亦不能



倫敦府議會之心理員柏爾特(Cyril Burt)

以準確至一秒二百份之一之計時器測量幼兒思想之速度。

得完全如願：蓋壓抑之力雖稍弛，然猶仍舊活動，此力即弗洛伊德所謂『檢動力』（*control*）心靈能力，以某種緣由，不獲直接之滿意者，每覺間道以洩其鬱，此事之例饒有趣味者當求之於夢。美術品，就此方面言之，亦多與夢相似。有被抑之意結，根深而力強者，則夢中之實現，未必能滿其意。於是或起真正病態；『協議脫離』病，顛狂，人格之破裂（如見於某項兩重人格之著名實例者）往往為被抑意結之結果。歐戰時此類病症，層見疊出；蓋戰鬪狀況，使心靈起劇烈之緊張也。

某類夢境可受解釋之說，吾人可以承認，惟今茲不能更加討論；若謂弗洛伊德之壓抑說可以解釋一切夢境，完全滿意，則非吾人之所敢贊同。

尚有一說，其視夢也別具眼光。布拉文博士敘此說如下：

『夢之功用，乃以保護睡眠。睡眠為一種本能，與恐怖、逃奔及其他本能同類；其功用亦由生類演化之歷程積累而成。睡眠本能至夜間即起活動，然活動時與其他本能，傾向，以及外來刺激相衝突。於此主要人格解甲之時，願望、嗜欲、憂慮，往日之經驗——一切均為心之下級的而基本的元素者——盆湧而上，以求達於意識之域。使此等元素竟入意識中，則睡眠必將中斷，於是夢

乃出而居間，使此等衝動不害睡眠；蓋夢者實一種中立式之意識狀態也。一切種類之夢，其全部皆爲此說所并包。』

變態心理學，尙有其他方面，含吾人所未及論之下意識作用。所謂他心通 (telepathy)，天眼通 (clairvoyance)，顯魂 (materialization) 及其他屬於靈學經驗者皆是也。

參考書目

- Freud, *Interpretation of Dreams*.
Green, *Psychoanalysis in the Class Room*.
Lloyd Morgan, *Comparative Psychology*.
Low, *Psycho-Analysis*.
McDougall, *Psychology, Social Psychology, and The Group Mind*.
Myers, *Experimental Psychology*.
Tansley, *The New Psychology*.
Titchener, *Text Book of Psychology*.
Troter, *The Herd Instinct*.

第十六篇 靈學

洛爵士治 (Sir Oliver Lodge) 著

美國芝加哥大學哲學博士
陸志韋譯

讀此文者不得不生三種疑問。

第一，科學方法之疑問。洛治爵士乃物理名家，其研究靈學之方法，果亦如其治物理之嚴謹乎？洛氏以喪子而大變其態度，其侈談靈學，果未嘗感情用事乎？

第二，本文所引事實之疑問。鳳光現形等事，洛氏類皆得之傳聞。其果足以當科學方法之一考核乎？其亦為研究靈學之人所同信者乎？然本文內容猶非國內設壇歛貨，假託鬼仙者所可同日語也。

第三，靈學本身之疑問。心理學家能平心論事，且於精神研究之學造就不亞於洛治。而亦似洛氏之是非無抉擇者，有幾人乎？

譯者識

遠溯人類進化之來源，其始有機之物漸漸出自無機，利用複雜之化合物以形成生命而兼以營養之。次則生物循生存之階級而漸漸興起，至某時期而心與意識之雛形始現。此後不知何時竟

發現選擇之能力與善惡之分辨。此則已爲人類之特性，最爲顯然。既成人類，猶復階進不已，至於花開實落，美術於是創造，科學於是發明，而才藝出焉。

然而進步猶不止乎此。前此吾人之知有生命與心，僅知其能利用物質之性而已。或將疑二者既爲靈物，未始不更能利用以太之性。以太之爲物，充塞乎空間而不可執持。苟能利用，則其能傳達爲媒介，必較尋常任何形式之物質爲更完美，更無遮礙，或更能持久。蓋物之爲媒介，誠不能如以太之不能消磨，不能朽壞，亦不能消散而耗失其能力。此則塊然物質之爲分子所組成者，勢有所不能免。然而化學家與自然哲學家原不過爲此物質論定品性，而多方引入入勝耳。但今者物理家，化學家，與生物學家之分析物質，已入一佳勝之境，前程杳無涯限。實在之科學知識，自不以現象之超乎尋常而有所禁忌。或者新闢一途，別有創見，亦科學所許也。然世上果有脫離肉體之智慧，以利用以太乎？欲解此謎，須待將來。所無可疑者，生命與心必有所憑依以表現，始能在塵世間發展。廣義言之，是卽爲其『質料』。而心與物質之間必相互爲用，則更無可疑。

明定宗旨

知識之兩大支曰：心之研究與物之研究，每常分別討論。而考核事實者，復各異其

人曰，心理學家與物理學家。心物二者顯然爲不同之事，何以能有關係，能互相爲用，此永久之謎也。然此顯然分離者勢必併合，此其時矣。

心物互用之事，尋常知之過諛，故當抉出而鑒別之，以使特殊問題嶄然呈露。哲學家明知其困難，哲學之系統，大多爲欲解決宇宙全體之祕奧，而確立其潛藏之原理。然而狹義之科學未嘗欲爲此統一之舉。物質科學大致討論物質，有時不得已而言心，則假定心之活動必與物質相聯，或與相關，或僅爲其所發展。反而言之，心理學之爲科學也，目的不外乎討論一切心之作用，以及其局部自相關係之情形，而又詳述其若何利用身體上種種器官以接受而傳遞印象。至於一方面機械的波動，一方面感覺情緒，何以能互相變通，心理學初不欲解說，雖欲解說，亦未見其成功也。

然而世有一種事實，言者鑿鑿，近漸爲人所注意。就其表面觀之，似見靈之存在可與物質分離，雖其表現完全限於物質之機關，而其活動則否。心物二者要非不可脫離其關係。以太之媒介或以代物質。是則超乎吾人現有官覺之外矣。

所舉事例真相爲何，人或不能無疑。果其代表實在之事，則其可特與否，近理與否，勢必有所考

據。所謂心能獨立而活動，是否言之有故，必有定讞。廣義言之，此即欲對於心之活動，在諗知熟睹之範圍以外，再演出一種學理也。惟然，而研究者始能望其判斷現有之事實，果否心之存在，能暫時脫離肉體之機械，以獨立而永存。故可概論曰，欲斷定心物相聯之真相，以及其相聯之可能性，乃是靈學之目的。無論其可能之性，是否為普通所公認，即至探求入於怪誕不經之境，亦所願為也。

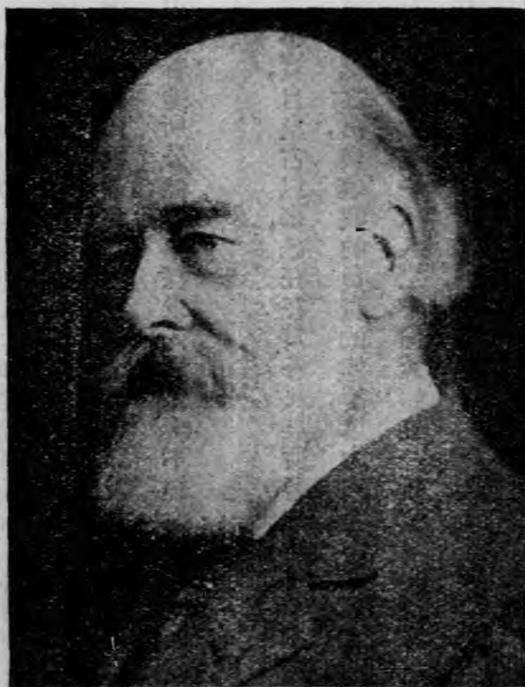
一

靈之研究 今所應考察之事實，自皇古以來，已在在為各民族所習知。然至早不過最近七十餘年間，始有一二人以上，以無成見，無迷信，與客觀的負責的態度，協力以考察之耳。

前此事實之觀察與徵集已大有成效。至一八八二年，倫敦始立一新會以為特殊之研究。欲步武物質科學駭人之進步，故竭力摹擬其手續。自此會（靈學會）（The Society for Psychic Research）成立後，靈學可謂已入於較為穩妥之前程。會中已刊行記錄三十一冊，雜誌二十冊。長是會者，為其名譽會員者，大有知名之士。一八九三年之會長巴爾福爵士（Sir A. J. Balfour）會於例會演說之末，隱謂會中已顯示『上天下地凡非今此科學的哲學所能夢想之事，今已超乎玄

談臆說，而爲確定之事實。」其意洵非誣也。

與其臆列前輩之姓氏，追溯其殫精竭力以求達真理之歷史，而擴佔篇幅，不如用以陳述主要的現象，較爲有益。此種現象尙須予以考察，或斥爲妄談，或成爲事實，未可知也。然關於此種現象之本原，意見分歧，各是其是，吾人最好不事武斷，更不思維持一主張以左右人；祇須將現象概述，其事既爲大多數人所習知，則雖鄉談曲說未始不蘊至理，且



靈學會會長洛治爵士，一九〇一年

藉此以指示種種方術，愈多愈善，庶幾怪誕之事可以理解而悟會。吾人之從事進行，當出以屢試屢驗之期望，凡宇宙間任何事物，甚至於顯然怪誕之象，知之既審，未有不能了解者。惟神祕與迷信則屬愚昧，是乃晦塞幽闇之區，非所語於文明開闢之境。然欲處理此種現象，雖已爲事實，亦非致力不可；蓋不得關鍵以連合其事實，則人必難於解悟，且非此不能謂符合科學之條件也。故必系統分明，條理有序，然後向之被遺棄而不屬於有組織之知識主體者，今乃得綜合而歸納矣。

二

研究之最先成效 靈學會之工作（實爲創始立會者之工作）首先見效於「他心通」（telepathy）（意即遠感）之發明，蓋即心與心間之思想傳遞，而顯然不用吾人所識之官覺者也。據精密之試驗，雖尋常傳意之道盡行隔斷，一個觀念，或一個視覺之像，或其他熟悉之意念，仍可傳之他人，僅須其人有接受之能力耳。其始此種試驗每二人在同一室內舉行。所用者惟瑣屑而可以攜帶之物件，以及圖形數之類。防弊之法甚嚴；完全掩目之不足，則以不透明之簾幕隔之。是則尋常得知圖形數目之法皆已除棄。此種試驗，靈學會記錄之前數冊中類能見之。



柏格森教授

(Prof. Bergson)

法國之有名哲學家，

一九一三年靈學會會員。

後乃推廣至長距離，以爲試驗，其法與前相類，或略有改變。此時在「配合相當」之人，所傳消息爲量仍遠超乎偶然之符合。此等證據至夥。述之或令人生厭。惟首要之事，能證明有此種能力，庶可不負試驗之勞。蓋此法實顯明心之傳達，可與日常所用之方法分離而獨立，靈學之端，始於此矣。從此聲音也，手也，耳也，目也，不能霸有心象傳受之具矣。

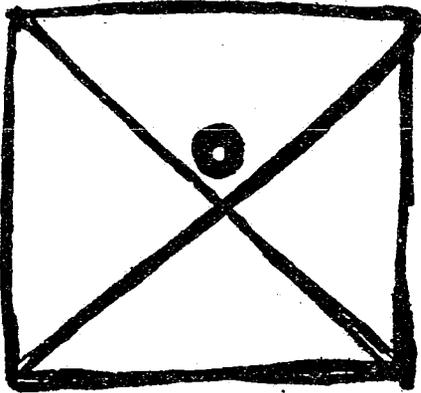


傳神者原有之畫



感覺者以巾蔽目而作此畫

此次試驗，與下述各種試驗，皆古斯里君(Mr. Guthrie)在利物浦舉行。同事者為柏亦爾君(Mr. Birchall) 諸人，皆與感覺者素不相識。



傳神者原有之畫



感覺者之造意

是圖為作者在克倫地亞(Carinthia)所得成績之一種。

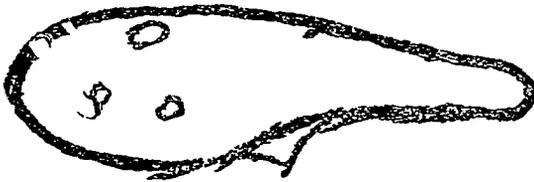
感覺者為一奧國婦人。

靈學會記錄之前數冊內，有同室傳遞思想之試驗數組。茲可爲重印其少數圖形如下。是皆由『傳神者』注視其圖，而『感覺者』同時蒙目在簾外畫之。所選皆其特有效者。惟爲考核證據起見，不可不研究全組而棄除偶遇之成功。

近來此項試驗之最饒興味者，或當推墨累教授在其家中所舉行之事。所傳遞者，不爲圖形，亦不爲任何客觀可見之物，而爲在場者一人所默想之行事或風景。例如下列有成效者數則，



傳神者原有之畫



感覺者之造意

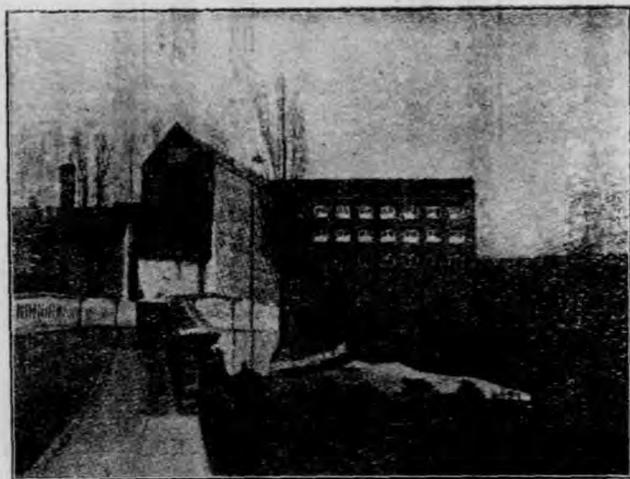
感覺者幾能立時答覆，謂『君之意思在海底有介殼及魚類在焉。』

繼復曰，『是一蝸牛，或是一魚。』乃作此畫。

長 距 離 之 試 驗

靈學會中有二女子，自知常能以他心通相默感，為欲試驗距離之能否隔斷神覺，乃於數百里之遙，每日擇一時刻，各詳述所見；將記錄寄至會中事務所，以資比較。結果其有意注視之景象往往不易傳達，而其四周接近之景象反常能傳達。

此圖不過在多數記錄中舉一例耳。



上圖邁爾斯女士(Miss Miles)所攝，乃一尉爾特州 (Wiltshire)，曼茲柏立 (Malmesbury) 地方之絲廠。感覺者藍茲登女士 (Miss Ramsden) 生平未至是地，且作圖時身在蘇格蘭。據其意想，邁女士之環境必如下述：『有一瀑布，狀似人所造成，廣而平，高不過二三尺，或為廠中瀉出之水。我又見一房屋，其為農家乎？旁有一白楊樹。又見土阜。似山而卑，新植之草木。』因畫右圖。



採自靈學會記錄第二十九卷。

傳神者默想：

「愛力斯脫與馬克多那爾在利物浦街之月臺上疾走，欲上一將離之火車。

移時感覺者朗誦曰：

「與火車站有關。似有一羣人在一大車站中。二幼童隨着衆人疾走。我意是巴錫爾」

……

試再舉一例。

傳神者所思之事：

「既抵沙伐拿利拉，比利時男爵與吾人同自車中出，步行過沙路見下次車來。」

感覺者之言：

「有人自車中出，有所尋求。或是望下次車來。我意是處爲一燥熱之地。我又隱然見其塗蠟之短鬚。似他國人也。此外非我所知。」

……
……
……
茲又舉一冒險之試驗，其成效大有可觀，直似戲劇。

傳神者所定之事：

『斯特靈堡 (Strindberg) 所著小說中之一景。一男子與一婦人在一燈塔內。男子仆於地上。婦人俯而視之，冀其已死。』

感覺者忖度：

「是乃一可怖之象，充乎怨恨、杌隉之氣。是書中事，非實事。是我未曾讀過之書，非俄文，非意文，然爲外國文。我不能知。有一圓塔，一婦人一男子在圓塔內。非梅德林之文，不類。我意其爲斯特靈堡所作。婦人俯視男子，似甚怨之；冀其已死。」

如試驗之設施果無弊竇，則吾人勢必設想一人之腦所以能影響他人之腦，或因有以太波浪之關係。然此徒爲假設之事，是非要未可知，否則此種現象純屬於靈；印象之傳達直接自心至心，不必有物質之接聯而自腦至腦。否則又有第三種假設，謂其間有第三者之智慧；雖非通常所承認，而

實在從中運使，自傳神者甲之心傳遞消息至感覺者乙之心。是則甲乙之間原不直接相連，乃由不能目睹不可捉摸之內從中調節焉。

其第三種解說，似覺荒誕不經，且依據上文所舉例子，此說尤非不可少。然觀念之傳遞要難以純粹屬靈的方法爲之解說。縱欲將其運用之法，定以規例，已非易事。故凡應用之假說，咸宜測驗試用，以見其果能行否。苟無媒介之傳遞而可能，則至少可以使人不致輕易而篤信完全無稽之『腦波』。夫假設之可行與否必待測驗，是爲科學中常有之事。苟非執持過堅，而致圓鑿方柄，則假說何害？識者謂有一神祕之法，不用語言而能互傳消息，遠自吾祖爲動物，爲野人時遺傳而來；惟現在爲文化所蒙蔽，因抑制而失其用耳。

三

據引例證 事之得自傳說者，本文亦逐條分舉，或綜合舉之。此諸事例以爲說明則可，以爲實事之證據則不可。欲舉實證，首須供出時間空間之詳情，而又參以旁證。凡有關係之文書案件，力所能致者，無一不須挾引之。其爲事繁而艱，勢必訪問證人，考據實地，尋求親筆之文件。總之欲詳盡，雖

爲必不可少之事，且有啓迪之功，然其搜集也難，其登記也繁而雜。欲記載此種證據，祇得求之於科學團體之記錄雜誌中，或其他嚴重刊物中。或將嫌其艱澀不堪卒讀，是則學術團體中記錄之通病也。蓋其目的不求易曉，而在整確可恃。是故下文隨處引證，雖實有文件可援，亦祇可視爲片面之宣言，至多不過有說明代表之用。至若證實之，或評判之，而取舍之，猶有所待也。

幻覺現形 神覺既藉試驗，而得大體之證明；尙有自生自滅者一類，前人早已疑其存在。歷史上，小說中，無數軼事，皆開端於此。今亦已考核而登之簿籍。自生自滅之神覺，猶是自生自滅之幅射作用，適與實驗發生之X光線相反。許多現形，幻覺，遊魂，（爲生人，爲死人，尤爲感情亢張，臨難遭險，瀕於死亡之人，）或皆委之此第二種之神覺。此與上論試驗所得者，雖皆爲思想之傳遞，而實大有分別。試驗時，傳神者之注意與意志力，注射於某種成績之實現（惟有意用力，能否有效尙無實據）。至於自生自滅之類，祇可謂無意識之心從中施展，印象之傳遞初非有意爲之。雖有所謂傳神者。初未嘗自知有此事也。譬如吾人暫時假設一傳神者，航海失事，或遇火災，其心潮洶湧，以致向所隱藏之傳遞神覺之力，此時突然發展，流入遠方戚友之心，變一印象，其活現也，能使遇險者之情景呈現。

於友人之想像中，若真以目官耳官輸送者然。凡能「見」一衣服淋水之遊魂，或隱然能「聽」其困苦之聲音者，即可以感覺者稱之。肉身之耳目未嘗使用，所用者心。然心之印像有時竟可視爲客觀的實在。甚至以爲遠道之人近在咫尺。故竟誤認爲感覺官體分所能及之事。

試舉一個例焉，有一兵士中流彈而死。時又一軍官坐帳中，頓見其形而聞其聲，呼而與之語，驚其長途往返何以若是其速。所見之形漫應而出，其服裝了然可辨也。黃昏時，軍官始知其素所認識之少年人曾未達目的而遇險死矣。大約即其現形時也。此事一九一九年六月靈學會雜誌中記之尤詳。惟此類事多不勝數，傳記中時見之。

說部中謂挨爾 (Jane Eyre) 能在不可能之距離外聽得羅徹斯特 (Rochester) 之聲音。此斷不能歸功於聽覺之銳利。假使實有其事，祇能歸之神覺之相聯耳。而此又可謂之他心通，或心心相印；蓋此非一方面之經驗，乃二人可互通者也；如斯刻爾夫人 (Mrs. Gaskell) 聞布琅的女士 (Charlotte Brontë) 言，書中所述蓋實有其事云。

人家譜牒中鮮有不載此等故事者。夫遊魂真能如物質之現形，已屬難信。况又加以淋水之衣

服，隨從之馬，以及其他怪象。此必難視爲客觀的實在。然試思一切印像皆由心造。當感覺者於駭怪之餘，雖不自知有承受之能力，實則固有緣能承受純粹精神的刺激，故遊魂之外，又能構出種種附麗之形象，凡此皆爲刺激所應有，且皆爲所引起也。知乎此，而雜信之理由卽不消除，亦當減弱矣。

此類事實爲數過多，大非偶遇二字所能解釋。前人以謹慎而敏銳之手段博採旁搜，已能將此語證實。世之平心尋求真理者最好先認有此種明顯之事實，然後再思神覺之說苟不當於事理，我能否創一較勝於此之解釋。蓋泛論神覺，雖或爲可通之解釋，要亦非在在可通吾人之目的，乃欲考據實在，非欲某事自表面觀之或然可通，卽已知足而不前也。

生人之遊魂可以一事爲例。某婦人有一子在太平洋上爲水手。一日忽夢（或是現形）其屹立牀前，衣服淋水。意謂此噩耗也，爰爲之服喪。六月後，其人無病而返。詢之，漸自承冒沉溺之險；曾自檣上墮水，幾不及救。據謂遇險之日期去遊魂之現形不遠。

塞汶夫人 (Mrs. Arthur Seyorn) 夢一物猛觸其口部而醒。同時，其夫在早餐前駛行昆尼斯香湖 (Lake Coniston) 上，舵柄轉，擊其口部。此亦神覺之不由自主而無意識者。此事實可信也。

四

死者之現形 茲復有最後之一步。生人之游魂可以體驗，固矣。死者之游魂亦有明確之傳記可稽。二者蓋不易確分界限，死之時刻不易定，而印像之傳遞又難保其不遲延也。要之死人之能出現，事無可疑。其果否能歸功於神覺之印像，從一脫離肉體之傳神者傳授而來，則爲一疑問。就其大體言之，明事者或以爲死人傳遞神覺，自是一可許之假設。

此等事跡，欲於史籍中舉一例證，而又爲詩人所傳述者，則有栖易克斯（Ceyx）者，溺死後，現形於其愛妻阿爾賽奧泥（Alcyone），因知其天祿已終。事載奧維德（Ovid）輪迴（Metamorphoses）一書第十一卷，爲文哀而豔，且詳情活現。所可注意者，游魂出現時，栖易克斯死已數日。詩人以爲此乃諸神之所特使，不過假死者之聲音容貌以令阿爾賽奧泥篤信不疑耳。

然神覺之範圍雖廣，仍不能概括一切。鬼神之出現如必事事以此解釋，立說必甚牽強。况鬼又可有一『定宅』。每聞人言某第宅某地方，向稱鬼祟。雖客來之人，不知有此傳說，從未聞是地有鬼作祟者，假使時辰湊合，亦能見鬼之形。

第一，吾人須審知傳說之並無乖謬，而鬼祟確是實事。有時證據雖大有可觀，而以視其他一種游魂（即可設想精神印像之傳遞者），則精粗立判。故吾人能不拘執，斯爲上策。鬼之定宅者又似有客觀的性質。顯然無傳神者發爲衝動以貽此神覺。况據傳說，鬼所能爲，似與純粹精神的印像不相侔合。（然欲證明此種經驗，確有客觀之象，則責任談說之人，或疑此等事純爲感覺者之幻夢，自非言之無理。）此處無須舉例說明。鬼神之談，誰不知之。捏造甚易，而欲記詳情則難。

夫使此種游魂確爲事實，世果有合理之假設以說明之乎？如謂心之於物或能獨立，非常之時即能脫離關係。此說果能助說明之易於瞭解乎？暫時就其大體論之，此固可能也，其道不出一二。

圓光 第一爲圓光 (clairvoyance or lucidity)，即自稱爲有精神媒介之力者，苟謹慎考察之，有時果見其能採取消息。其得自他人之心也，吾人雖不悉其所用何術，然猶可強名爲神覺作用。然消息有時竟能自尋常物件得之。例如已緘之信，已封之包裹，彼能窺其內容。不開之書彼能讀其斷片，此即歷來所謂『肚裏仙』 (reading with the pit of the stomach) 者，能天平蓋（丹田）出神，或以手指或以身上他種官體傳神，人每以爲是感覺過敏以致。一若皮膚某部向來不能

感受視覺印像者，在特別
情景時能之，或謂視覺之
銳利敏捷，此時有不可思
議者。欲下此半物質的詮
釋，其困難實無以復加。暫
時反不如不立解說，僅就
現象錫以名詞，謂之圓光，
然後繼續審究其事實之
爲愈也。

圓光最著之例，爲大哲康德所述。時瑞典京城斯德哥爾摩（Stockholm）有火，斯威敦堡（Swedenborg）氏在二百英里外見之，自宴會席上驚起，忐忑者二小時。及惶恐稍退，則又自慰而慰其朋友，謂火已撲滅；其故居雖類於危險，而幸免於災。越一二日，所言皆驗。



派拍夫人 (Mrs. Piper)

爲美國神媒之著名者。詹姆士教授爲介
紹英國，供靈學會之研究者垂二十五年。

至於隔離而能認識

文字之事，有時經文某章某節各能言之無訛。然此或徒恃記憶，至若某少年死於戰場，爲之神媒者竟斷然謂其家室中架上，舊藏學校課本第三冊第十七頁之末，有一語足以慰其母親；在神媒平生未嘗入彼室，其不能歸功於記憶明矣。事之類此者多，近來所傳受，所宣佈之「書籍測驗」中每常見之 (Lady Glenconner's Earthen Vessel)。



霍 姆 (Daniel Dunglas Home)

爲近來媒神中之最有力者。

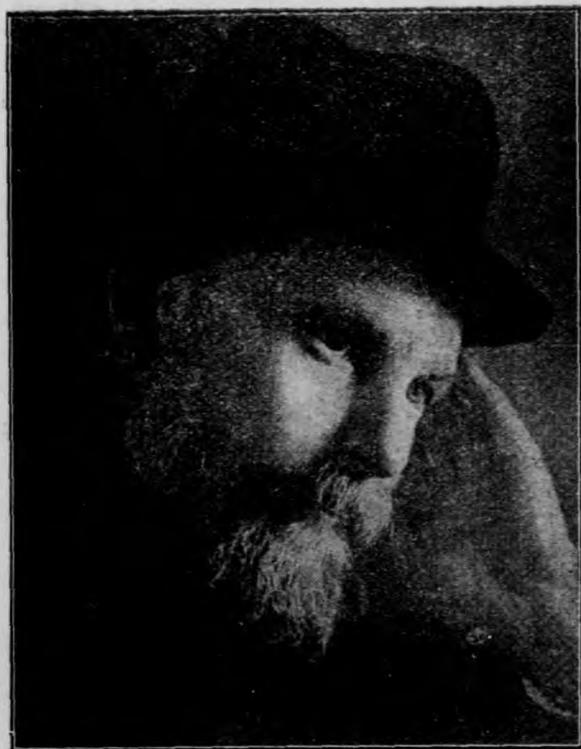
圓光之自成現象而不同於任何神覺者，頗難核證。如所得知識已存於某人之心，則神覺爲可

能而又最簡單之假設。且如某事某物，過去現在，未嘗入於誰何人之心，則神媒之得之也，似必甚難，或且不可能。反而言之，如包裹之內容前爲死者所已知悉，則消息每易獲得。本孫 (Benzen) 氏，小說中所構想包裹傳神之事大可舉以爲例。蓋顯然由實在經驗摹擬得來。事或偶然有之，而此僅隱約表示之耳。

揣測已封之包裹等物，其事每每失敗。然此種失敗猶如通常相反之結果，不能證明任何事理，且失敗之原因，或者由於記憶之自然消亡。故遺囑遺稿之記憶或祇能舉其大意，而不詳其字句。最著之例，有如亡友邁爾士 (F. W. H. Meyers)，在其死前十二年語時，曾書一語於信封之陰面以授予，後竟不能記憶所書何事。凡欲證明此種特殊經驗者，祇憶大意，似難盡信；其成績不得不視爲完全失敗也。

精神測量法 縱使上法而成功，果徒能窺測遺書遺物之內容，然此類證據之殘缺，實出乎常人意想之外。或云神媒每用所謂精神測量法 (Psychometry)，亦能窺探包裹之內容，摩弄死人或遠人所遺留之物，而知其來歷。正猶圖書館遠在他方，中有未開之書，而隔離之人能誦讀之。此等事

要亦圓光神力所能及者。在外表觀之，一似實在的事物確能發爲印象，以傳於他人。無論如何，定宅



邁爾士

靈學界博學有資望之人，一九〇〇年會長。

之鬼一時無從解釋，惟此處所提之假設或能濟事。其假設謂一室之中，苟曾有悲劇發生，牆壁用具

上皆留有痕跡，如在片上攝影留聲然。待具有相當能力之人，則可用精神測量法，重爲此種隱藏的印象發伏起蟄。其活現也，能使其人將前情再行構設；並能詳述此精神劇中有何角色，一若舊人復臨，在夢幻中活動者然。

此外惟有設想劇中之死人亦能重圓舊夢，而此夢又以神覺而傳之能授受之人。生人與生人之間，此等事似可發現。此夢寐之經驗，現在人非全不知曉。試於典籍中舉一例證，則有毛利厄耳 (George du Maurier) 所述易培會 (Peter Ibsen) 之非常之故事，可見經驗之活現而又美滿也。

五

成物 然而解說之駭人者尙不止此。或且傾於主張一種假設：謂非但物能用心；心之用物，竟可不令肌肉干預，而直接從一所謂物質的媒介攝取一種有機物，集合而顯出實在的容貌。其術名爲『成物』。此物質的現象既極罕有，證據須非常縝密。或則竭力主張，謂在適宜情境之中，此事實有。歐洲大陸之生理學名家，亦有無可如何，而承認此等事實確曾發現者。或又謂事須極大能力，故

必多人麤集，象乃易致。此種形勢，又使嚴謹的研究更難措置。况爲之媒介者雖無須高尚之才，然必須極大毅力。此等人才非隨時可得，又不能坐待彼精於研究之術者，隨其興之所至，而來一考較此無稽之事也。

所幸前此有力之神媒，與精於研究之人已偶然相逢。對此非常之象，至少已有一種記錄。嘉惠於吾人。卽在今日，能說明暫時成物爲實情者亦大有其人。有時目覩，有時手觸，有時範之以石膏白蠟，更有時爲之攝影。

不特此也，據謂此物質（或半物質）之流質，又能施展大力，以移動物件，而現所謂『神動』（telekinesis）（隔離而動）之象，顯然不待尋常之接觸。

假使成物之能力果能證實，則無論若何解釋，其能應用於說明鬼神之事，要無可疑。眼前或實有可見之事，手頭間或竟有可以執持之物。

然大陸上之觀察者，有在成物神動一方面鑽求最力而最有成效，而猶不願信此鬼神之說者，此不可不明言也。此輩研究科學者寧謂神媒自身，在無意識或受催眠等發生此不可思議之能力。

故彼輩必須設想有一種能力，能將媒介身上所散出之體質（所謂外質）（ectoplasm），重為排列其份子，然後能刺戟他人，而現出人形，或其一部份。又必須設想此種能力，能在四周對象上施展莫大之功。

精神攝影 無論如何，物質的現象，今亦為靈學所應研究。現在最通用之方法則為精神攝影。據謂媒介中有能影響攝影之作用者，使一不知名之鰥夫來攝一影，則往往能於本身之外，又隱約見其亡妻之形。父若母喪子者則兼攝其子。此所謂「分外之像者」。如果為一非常作用所產出，則其所以致此者，或者為精神獨立的感影於相片，而僅恃攝影器之透光以顯出真形乎？或者在攝影器之外設有一物，如生人攝影之常例，依光學之理而折射於相片乎？或二者各能實現而不同時乎？縱深信有此等事實者，今亦無從定論。非常之主動者既能玩弄物質以成人面，未始不更能玩弄相片上之化合物也。二者之假設同為不可能，又何分難易。

直接的書寫與語言 直接的書寫與語言，又為一奇異之現象，而證據且較為充足。勢必視為與成物同為一類之事，特尙未純熟耳。

世所謂自動的書寫者，仍由一尋常人執筆而書，第非有意爲之耳。此蓋純粹爲心的現像。其書寫也，必須運用肌肉，初無疑問；正猶尋常降神說事，必須運用神媒之聲音。欲於此等處證明非常之力，祇能考察所傳消息之內容。然神媒之中，據謂又有非常之人；其臨壇也，手不觸筆而筆自能書寫。有時情境適合，又能聽有人聲發生，不在神媒之喉口嗓子，或其身之四周，亦不發自壇前任何血肉之軀。此種現象名爲『直接的』。蓋非但內容之號召出乎尋常方法之外，而事之成功，又不能從物質方面以解釋之也。

六

看水術 純粹精神與半物質現象之交，又有看水神遊（即遊動的圓光）等等能力。

看水之能力傳說已久。某族姓中能代代相傳。無論其所用何術，其爲實用則無疑。一若其遠祖以飲水之有無，關係生死，因而具有此種能力者，其後人遂襲其法而用之。此與動物有歸巢識路之本能，同爲今人所不能了解。看水者手執一小樹枝，若地下遇所求之水源，或他種礦質，則樹枝搏動而旋轉。此種印像雖不識何自來，在感受者要不失爲真實。論其效果，則精於此術者確能在石田之

內覓得水源。蓋亦圓光之一類，與人之能見失物，或能讀不開之書，事相類也。



看水術

斯頓(W. Stone)始不自知有看水之術。其言曰，『我忽覺柱之轉動，爲狀甚詐。又聞人言，凡有種感覺，手中之柱必隨卽旋轉。我乃執意不使此轉動，奇哉，柱竟自彎而自折。』

神遊 神遊之真者爲狀不一，而輒與身體怯弱之情形相爲起伏。一若心物之間，其樞紐已解脫而猶未斷者。

病時神遊之例，可舉著名外科教授沃葛斯登爵士(Sir Alexander Ogston, I.L.D., etc.)

所著三次出遊經歷記 (Reminiscences of Three Campaigns) 一書中，所述南非洲之經驗。當其患傷寒時，其魂能自身體脫離而出；雖時必反其故居，而心實厭惡之。其後遊行漸受限制，時則其



此圖表示卜筮之柱，用以採取珍貴之金類。是類圖畫當以此爲最早。見阿基柯拉之礦學書，一五五七年出版。

圖之上面有人伐木爲柱。圖左者用柱測驗，下面兩旁觀者指點得寶之象，兩鑛人正在參考所探得之金類。

看護者正望其病之能復原矣。氏自述如下：

「我遊行時，輒有一種奇異之感覺。明知屋之四壁依然存在，而不能阻我之視覺。一切事物，入於感官，若皆為透明者。例如我明見皇家軍醫隊某外科醫生患病甚篤，狂呼而死。前此我不知



此圖見一六九三年法國所刊行之書內，

表示卜筮用之柱如何用法。

有此人，因其在醫院之又一部份也。我又見人掩飾其尸體，棄革屨而昇之出，悄悄然若惟恐吾之

之知其死。又似在次夜殯之公葬地。後此我據所見，告看護者。彼謂事實與我之幻想適相符合。而此苦惱人我竟不知其姓氏。

此類經驗情狀不一。垂死而復原之人，或暈睡初醒之人，每有能述之者。自覺其靈之出，如以一帶繫於物質的身體，又恐帶斷無從回返。參閱 (Hill 之 *Man is a Spirit*) 第四章。

有時回返正大非所願。蓋自由之景象，自足感人，遠勝於尋常與身體相聯，動輒爲所束縛箝制也。身體爲動物所遺界，雖進化史上具有深意，然而暢乎嗜欲，必難逃痛苦疾病也。

神遊猶是智慧之輻射，出自身體，達於遠境，又能及時攜回消息，此種現象確能示人以心物二者之能分離而獨立。有時例外之情景，又能示人以智慧之能依他物爲乘。如已完全脫離之有機物，或亦可依上文所謂外質而生存。

不能親接之人，既能以神之出遊而審知其起居狀況矣。乃又有所謂二人交感之事，卽不相親之人同時亦覺有遠客之蒞止，一若遊魂之出現。然則二人所感似不全屬主觀，而又不限於個人方面，惟事不多觀耳 (Myers's *Human Personality*)。

傳物 然此種共同的圓光，或猶是互通神覺之活現者耳。據謂事有全非神覺所能解釋者，則顯有物質之動，能搬移對象而易其位置，或自彼處帶來，或自此處攜去。所謂『傳物』之現象此其一種，因未必皆與圓光有關係也。據謂設壇時，聚衆人於一室，閉其戶或加扇焉；未經佩帶之物無端若能自他處傳來：例如一活鸚鵡，一塊漢玉，一埃及之珍奇古物等。

此等事言之不經，甚爲明顯。其果曾實現乎？且凡能申某說時某地確有此等事發生者，縱不欲愚弄人，其果能不爲人所愚弄乎。

然作假未必皆是欺詐。幻術之手藝，作假也，而非欺詐。其所以謀生，在能作假。如幻術者言能從帽中變出活兔，而結果不能，斯乃爲欺詐耳。故寬以責人者，寧謂媒介之下意識喜功過甚，不惜作假，初非有意欺詐也。

夫告發人之故意欺詐，非細事也。勢必有充實之證據。有時得之，固有合法之效力，然有時形似之證據實不足以服人。對於此等事及其他一切不易明白之問題，論者不可不慎也。作僞與欺詐顯然皆爲可能之事。現象雖不見有何弊竇，在理或不能免。所應研究者，此種欺詐之原因如已概行杜

絕，事實尙蘊有若干真理否？如以商業言，素負時譽之人我苟疑而毀之，執迷不變，終必自損我之營業。惟疑信以何處爲轉機，人之意見殊不一致耳。

或謂人之以神媒介爲職業者，每臨壇得銀半磅有奇，勢必有作僞之事。然而非職業之神媒，雖無貨財之誘惑，未必卽無作僞之目的也。金錢之外尙有他物，惟其誘惑較爲隱密而不爲人所共認，故能易免於猜疑。世若有士大夫寧犧牲名譽，不顧義理，習以造作謬言爲事；其欺人也不知將伊於何底，上智者或且不能逃其詐術。然欺人者無論若何狡猾，欲使靈學會中富於經驗而拙於感情之研究員篤信無疑，鮮有能者。或且謂靈學會之疑人，未免矯枉過正。以現在社會之無常識，而黨同作弊者又百端設陷阱以害人，猜疑實爲最穩當之態度，或爲唯一穩當之態度。然而猜疑爲冷酷之氣，雖爲善處之策，亦將使真實之現象難於發生。欲爲合理之研究，機會亦因而減少。此不可不承認也。世上無事發生，無事可以考較。徒事壓制現象，黠則黠矣，而觀察之機會必無從擴大；作用不明，雖欲改造學說，不可得也。

夫企業之基礎存乎信用。吾人於此等事如亦能稍示信用，不辭冒險，其效果必大。『不信者不

能救贖，』不冒險者必無所獲。

七

靈魂不滅之證據 以上所言物質的現象，迷離恍惚，茲不贅論；姑回述純粹精神之事例。於此吾人所得證據不獨爲神覺圓光之類。冥冥之中，若有操縱者在。死人又若能利用神媒之身體以語言。以書寫。其所作爲，大似自己佔有生活的機械。神媒之昏厥而睡，與催眠狀態雖不無分別，然有數點相同。催眠時，病人大概能感受施術者之思想意志，（惟木強者流前此每否認有此事實。）而神媒之昏睡或亦受第二人格之影響，或受他種智慧之操縱。血肉之軀雖不復陳現，然或謂此超脫血體者前此亦曾爲人世間人，今則欲借此間接的方法以證明其繼續存在；亦以寄語其家人，使知眷護未嘗或懈，恩愛未嘗或息。然能傳語恩愛，未必卽成證據。惟如聽者確未曾於不介意時洩漏消息，而彼能呼乳名別號者，或有少許證據的價值耳。有時欲證明人格之不滅，正須大費氣力。必將舊事重提，不嫌瑣屑，又必注重於個人之特性。然此等事每爲當事人所知悉，或事後爲某親近所能追憶，是則大可歸功於生人之神覺，又何以能顯其實在。傳自『死人』（靈魂如自覺其活潑踴躍，則『死

人」一名詞當爲其所厭聞？然則欲證其是，顯然再須有一重努力矣。其證明之法，遇可能時，死者每回述人所不知之事，冀其友人以證實之，而信其人之永存不滅也。

所傳消息，有時於人大有裨益。例如斯威敦堡氏能自己故荷蘭公使馬特維爾 (M. Martovilla) 氏得知某秘密抽屜之位置，而死者之家族尙不之知。內有一遺失之文件，乃婦婦所久覓不得者也。既得消息，則求文件以證實之。其法又使人特別滿意。斯威敦堡到時，正有少數人集於喪者之家，乃詳述所知，以鼓勵人爲最後一次之搜索。見康德之 (Traume eines Geistesforschers)。

更有時傳消息者顯出憂懼之狀，事若有欲補救而不可能者。例如某軍人陣亡，顯靈於一素不相識之人，求將其革囊追回，從中抽出某種信札文件而消毀之，蓋不欲其家人知之，而致債事。然則誰能爲此？終乃由傳消息者提出一故友之名字；渠與喪家關係素密，且力能實行此事者。因將消息傳出，如法施行，則所言皆確。而死者之代人受苦，處心積慮，至此當亦釋然解矣。

不特此也，有時骨肉之愛又大有證據的性質。例如某軍人已死，仍對於家庭宣佈其秘密婚約，姓氏地址不爽。且有所請求，謂如得此人，革囊中有一紀念物可以與之。革囊之封未開，曾無第二人

知有此物也 (Barrett, *On the Threshold of Unseen*, 一九四頁。)

且「彼方」傳消息者有時機巧特甚。若與生人鬪智，期在必勝者然。能同時異地，從互相獨立之神媒數人，傳出含有隱意之片言隻語，苟集合而比較之，則見其各相聯絡，大似一謎語之各斷片。消息之意義，因能了解，而某人之人格不滅，亦因而證明，此即所謂「經緯傳達」(gross coher-pondence)也。其所傳知識之淵博，有非當事之人所能企及者，惟死者當之而無愧。現代學者得此亦大足自豪。每聞人言傳語之內容不外糟粕，是誠大謬也。

上述方法，祇有苦心研究者始能知其繁雜，欲徒然歸功於生人之察觀容色，或事實之隨機湊合，殊不近理。蓋無處不見有其小心計劃也。誠心研究此蠻語之人，初亦有極端疑惑，終乃深信有不滅之人格能遞傳消息。一切解釋中，惟此當乎事理，而又能兼顧其他事實。然爲此偉大之假設，其困難顯而易見，既不當輕信之，更不當在未成熟時隨處宣佈。信仰非可勉強而致，蓋必親聞焉。

較簡單之方法 凡研究此種消息，關於物質上之作爲，初無困難。所應解釋者，精神操縱之現象耳。此操縱而傳達消息之智慧性質若何，果爲何許人，是則成爲問題矣。

有時神媒之手不用於書寫，而僅就所見字母中指出一組拼音之字；間或字母爲物所蔽，爲傳神者所不及見，爲便利起見，則用一符記以指出各字。字體已成形，不須書寫，祇須指點，表現之法自己較爲簡易矣。又有時一人將字母順序誦讀，而神媒手肌之動，祇須隨之擊節，或屢屢反掌，至所求之字而輒停止。更有時至所求之字而始一反掌。凡此變化皆甚瑣屑。所重要者，在消息之內容，以及由此而得某人靈魂不滅之證據耳。

然則吾人乃不得不謹慎將事焉。以一反掌一指點之功，亦能得到若干消息，其法甚易，雖神媒之力非常薄弱者，亦能自許有若干之成績。其能以自動書寫得之者尤不乏人。因此旁觀者每有指摘，雖未嘗口出謾言，而直謂所得盡是糟粕；或只在無意之中搜括自己之夢境耳。

且凡能受神覺之影響者，雖在夢寐之中，有時亦能自遠地之人，承受實在的印象。是則夢寐之功用亦能傳說實事；同於其他搜括下意識之方法，惟不若其爲機械式。蓋所得消息亦非主事者尋常所得知悉，待事後方能證實焉。

事之有無解釋，且不具論；其已實現則無可疑。然書寫，語言，拼字之法，愈祕奧者，大概愈無特殊

價值，正以其深奧難測也。此外又有最勉強之例證，則主事者幻想之運行似漫無限制，隨所見而濫言，下意識之詐術多不勝舉，大有非初學所能想像者。

八

結論 靈學所證明之事，最大者爲身心之可以分立。脫離尋常工具之後，心猶能存在，且猶能有某種之活動。靈魂不滅之可能與否，實與此事有深切之關係。因此可見，當腦部或其他尋常表部官體破壞，而後其入之心也，人格也，品性也，記憶也，未必隨而漸滅也。

夫心之作用與表現也，必恃有一種生理的官體。然其作用在他種情景之下，亦能獨立而存在，又能以神覺之法影響及於他人之心。假使兩心情景相同，事固易舉；而有時其影響且能及於脫離肉體之心。此等心者，不爲俗務所拘，固自靈於交感；且其受身體之阻障，亦不若尋常之拘束也。

吾人本以實利故，暫居此物質的環境中；腦與身體等工具，乃所以將吾人區隔而成爲個體。宇宙間無數影響，因亦與吾人隔斷。否則其攝引吾人，必將使目前之急務難於注意。此等工具要非吾人之主要部份，放棄之亦無不可。然當其存在，亦未始無用；因能將一般人完全區隔，以各發展其個

體的人格。蓋人與人間消息之授受，捨生理上有感覺與發動之官體外，別無他道，此吾人所同知也。惟其知之過審，故或且以此爲唯一可以思擬之方法。然世又有少數人焉，（其數目之大或出於尋常意想之外。）其隔離之器具不甚完密，其腦府若一漏卮。故印像能自精神世界傳來，直達於心，初不必經歷感官與神經組織，而達於腦部之中樞也。

此等人卽所謂神媒。其能力之發現，以外界無日常之擾動，隔離聲色，而退入幽靜之時，最具效驗。

歷來宗教界之聖人以及天才之人，亦曾有類似之經驗。神媒之默想，其情景與高尚有爲之創造相類。然在高尚之人，有價值之事物承在意識之中；經營之後，變爲偉大之發明，或爲不朽之詩歌圖畫。而所謂神媒，大概是尋常人之低下者。卽有一二才能超卓學問高博之人，祇是例外。是等人僅能於下意識中暫時領略神感，一現卽逝，而反爲他人所利用。蓋當其在下意識時有所傳述，必待旁人之諗識情景者爲之記錄而研究也。其所傳述，或以語言或恃書寫，每以狂喜出神之態度，描寫『彼岸』之情況，以及來生之樂事。英美兩國記載此類消息之書籍已刊行不尠。雖爲佳話，要無足

徵，故不爲靈學所注意。然在斯威敦堡，此等事已成一宗教之基礎。

現在科學所最注意之傳述，乃不出乎人世間之事。自皮相者觀之，既無重大關係，而又非佳話。因每嘗爲瑣屑，不能當此嚴重之問題。然我不知其所言果何所指也。凡爲私人或家庭之試驗者，其目的原欲證明某人人格之不滅；事之瑣屑反足以增證據之價值。此我已屢屢言之矣。蓋如所指定之事，爲歷史上甚或家庭中重要之事，勢必會於簡冊上留一記錄。則以圓光讀此記錄，已足與人格不滅之說並爲可能之解釋，而況其能引起其他較爲普通的猜疑乎？故欲證明人格之繼續存在，永遠記憶，而嫌事例之瑣屑者，卽非蠢極，亦不思之甚矣。證據如一鐵練，所傳消息，其適合者有如練中之環，一一相承接。假使研究之後，果見其能標證人格之繼續生存，不隨身體而滅；假使其能示人以宇宙之不爲逆旅，人壽七十不爲獨行之過客，其委化也不等於其未來，而不朽之將來，無窮之命運，隱伏於各人之前；又假使其能證明世上一切恩愛，權勢，希望，可貽來世，吾人爲善作惡必有報應，而人之品性能繼續發展，無有大變故；——又假使以作者之人微言輕，囁嚅若不能出口，而乃能傳達此種知識，則誰復敢嗤爲不潔之物，不足以登堂廟者乎？

本問題書籍繁多，下列擇其尤著者。

參考書目

Myers, *Human Personality and its Survival of Bodily Death*. (爲本問題最廣博之書。)

Lodge, *Survival of Man* (以一己之經驗爲尋常人說法。又特別討論神覺與暈睡之現象)。
Barrett, *Psychical Research* (Home Univ. Library) (作者又嘗論看水術以及其他非常之能力)。

Hill, J. A., *Psychical Investigations* (大概論不須暈睡之圓光，證明靈魂不滅)。

Hill, *Spiritualism, its History, Phenomena, and Doctrine*. (述前代媒介之事業)。

Holmes, J. H., *Is Death the End?*

Barrett, *On the Threshold of the Unseen* (作者爲靈學會之一創始者，此其近著)。

下列各書代表高遠之說法，且略示人以彼岸之情景。

After Death, by W. T. Stead.

Spirit Teachings, by M. A. Oxon.

Speaking Across the Border Line, by F. Hesop.

Claude's Books, by Mrs. Kelway Bamber.

(篇中圖畫凡非特別註明來歷者皆由靈學會特許印行。)

049177



2121.6

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(一)

湯姆生著
胡明復等譯



商務印書館發行

萬有文庫

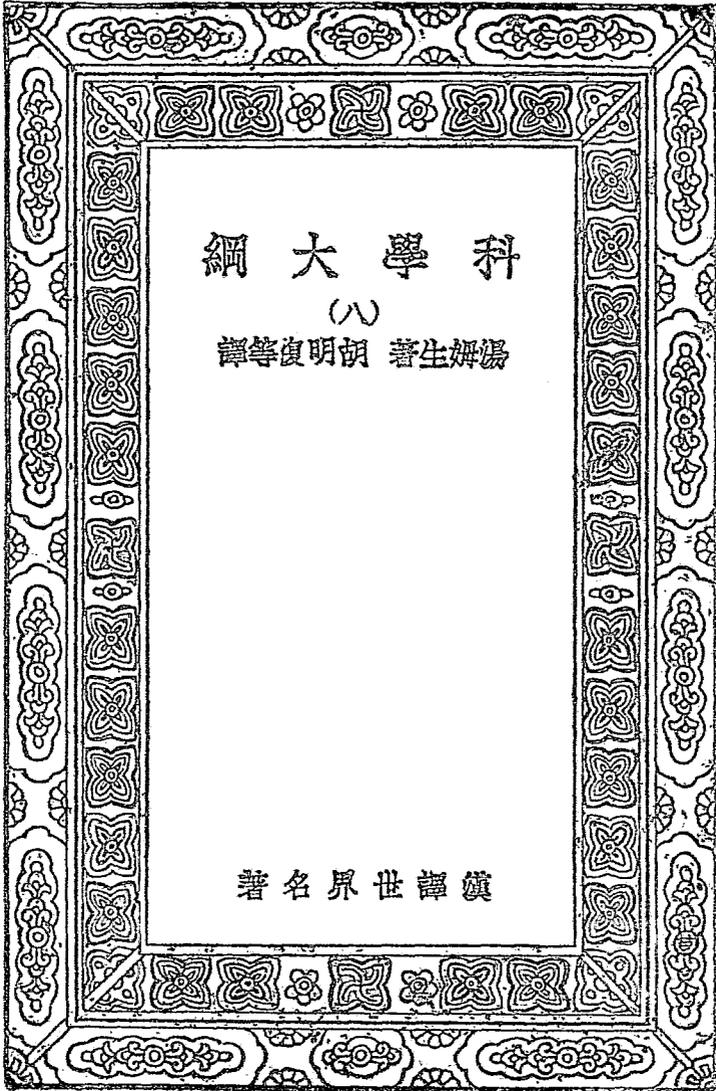
第一集一千種

編者

王雲五

商務印書館發行

04.0182



科學大綱

第十七篇 自然史之四——植物

美國哈佛大學哲學博士
國立東南大學植物學教授 胡先驕譯

植物生活之奇蹟

生物之系統可作一V字觀。一方面爲動物；他一方面爲植物；其基部爲簡單生物尙未定向何方發達者。一毛茛花與一蝴蝶平常甚易分辨，但驟觀之，吾人似不易見一野菌與一海綿之差異何在；在此V形系統之基部乃有多數原始生物，有時植物家認之爲植物，動物家認之爲動物。此類之原始生物之數種，每能示吾人以最初生物之狀況焉。

動物恃植物爲生。V形之比況有一種效用，可示知植物與動物雖同爲生物，然各遵不同之天演途徑。但若吾人表示此圖記之下部，有少許連合二者之枝幹，則意義更爲深長，蓋動物相聚生長經過極悠遠之歲月，各有互相利賴互相倚傍之處。第一，爲營養之利賴，蓋動物全恃綠色植物始能生存。固有多種動物互相噬噉，然推其本則動物終倚植物爲生。俗諺「肉皆草化」一語，於此有新意焉。第二，則有一根本上最重要之事實，一切生命所不可缺之氣，卽空氣中之氮氣，爲綠色植物所產出，蓋惟彼能分解碳酸氣也。在最初之地球上幾無氮氣，卽有亦甚少。第三，吾人思及天演史中最重要之一步驟——動物之移居乾燥陸地上，吾人立見植物之功用。不但綠色植物供給食物與氮氣，且能供給蔭庇藏匿之所，與動物以多量活動之機會。動物同時亦有還報之處，如蚯蚓之造成良好土壤，昆蟲之傳播花粉是也。

微小植物之重要 目前尙有不甚明瞭之一事，卽綠色植物所需以爲生者，常爲較簡單之化合物，如碳酸氣與水與礦物鹽是也。日光之能力經過一種綠色素（葉綠素）之屏障，爲植物所利用以分解碳酸氣之分子，而開始建造炭素化合物如糖類等。此爲世界最重要之工作方法，稱爲光

合作用，即利用日光能力之補助以建造炭素化合物是也。一囊之小麥，一包之棉花，田中之稻，動物之軀體，皆由之以得具潛能，即煤之能力，亦得之太古時代存儲之日光也。

吾人對於綠色植物占重要位置之物質循環，應構成一種最明顯之想像。彼炭、氮、氫、氧四元素，除已連合爲一種休止之羣體外，永遠變換跳躍無已時。動物軀體中生活燃燒所餘之炭酸氣，其呼出體外者，復能爲綠葉所獲得。千萬海鳥所排泄之氮素廢物，所以造成智利之硝酸鹽礦，此種鹽類所含氮素分子之散布於麥田中者，乃復另經變化而出現於麵包之膠質中。動物死後即沉埋土中，其屍體爲甲殼蟲所葬埋，又爲致腐之細菌，將其肌肉分解，成爲較簡單之化合物，而重由植物現身於生命循環之中。

在細菌篇中，將示知此類微生物於造成世界甚有關係。彼爲最小之植物，但彼等在自然界乃占不能估計之重要地位。若謂植物爲『出產者』，動物爲『消費者』，細菌乃『中人』也。

但吾人亦須承認淡水與海水中細微綠色植物之重要。矽藻藏身於雕鏤極美麗之矽質甲殼中，與之同等美麗之鼓藻，則無數羣聚於水面，與他種簡單藻類（同時亦有少數極細微綠色之動

物)同爲多種高等生物最重要之食物,彼等皆吸收空氣水與鹽類,皆能分解碳酸氣,釋放氮氣,造成炭素化合物,以爲高等生命之基礎。此細微之質點與大海藻同等重要。若「肉皆草化」而確,則「魚皆矽藻與海中細微藻類所化。」春日湖水面上,有時作綠色,甚或爲藻類所廬集,濃厚如羹湯。一桶之海水中所含此類細微之植物,其數之多,較吾人於清明之夜所見之星,尙有過之。

植物生活之差異 自微細生質——即美麗矽質甲殼中之矽藻——以至雛菊,自牆頭之牛膝草以至黎巴嫩 (Lebanon) 之大香柏樹,自吾人花園中之一年生植物,以至生活二千餘歲之加利福尼亞大稀桤,其差異之大可以想見。最初之植物或爲海水中單細胞之藻類,今日尙有多種。及沿大陸之淺海既成,附著之海藻乃始繁盛——雖附著於海底而猶可得日光。在海潮低落時,若能在大海藻中細心遊涉,極爲可欲之事,藻之大者往往長十數尺,斯爲太古時代之森林,彼等正如教會所云,當陸地升高時,亦能逐漸化爲陸生植物焉。

另有一支植物,其發達別取一方向,是爲菌類,如黴菌香蕈靈芝等,或生於生物死體之上,或寄生於生物之上。植物學家將細菌亦歸入此類,或另分一類。地衣爲一類奇異之複雜植物,由藻類菌

類植物合爲一體，以營彼此有利之共同生活。再高則有蔓延之蘚類植物，再上則爲苔、蕨、木賊與石松。種子植物之起源，或可追蹤至泥盆紀時代，但直至地質之中世紀，彼等始漸發達。蓋種子之成立，實爲天演史中一大進步。蓋此猶如動物之哺乳類，其由母體中生出者爲一幼植物，居於子房中若



美國加利福尼亞之大稀樅 (Sequoia gigantea)

有數株高至三百英尺，僅澳洲之大桉樹高可與之相抗。其生命較任何生物爲長。都德里教授 (Prof. Dudley) 有言曰：『所有已經考察之樹幹，其年齡皆在九百年以上，最老者有2425年輪，換言之，在西歷紀元前五百二十五年即已生存也。』彼能愈絕大之傷，如火傷之類。其法即將其生活之組織逐漸布滿其傷口，往往須數十年方能竣功焉。

干時，一若與其父母共營生活者然。松柏與蘇鐵銀杏等，較尋常開花之禾本科，如百合、黃水仙、蘭花、毛茛、虞美人、薔薇、吊鐘花、雛菊等爲低一級。有花植物之差異，幾無盡數，然皆可分爲極易區分之羣體，而追溯至少數之共同祖先。卽如所栽培之各種小麥，皆可追至今尙生於赫夢山之野麥。有花植物之各部，與植物之全支，亦皆可列成自然一貫之系統焉。

植物共同之性質 在黴菌香蕈所表示之各特性中，雖有少數極大之例外，而其共同性質所以合植物爲一體者，則尙有少數重要者在焉。彼等普通皆有一種綠色素，名爲葉綠素，僅菌類與奇異之有花植物，如兔絲子等寄生於他種植物上者爲無之。再則構造植物之原形質之單體，皆處於胞膜質之胞膜中，其公式($C_6H_{10}O_5$)與澱粉同。此種原形質常因處於有限之細胞膜中，此現象爲動物所無，乃所以限制植物之運動，而判定其日常之活動者也。植物再有一現象，卽無法以排除體中氮素之廢物是也。凡生命之動作，必有蛋白質之分解，而隨以造成氮素之廢物；此種廢物在高等動物乃由皮膚與內腎排泄之。但在植物則不能排泄此項廢料而積聚於體中，因之動作失其靈敏，而常處一種睡眠狀態之中，蓋植物從無完全清醒之時也。

上文曾言及植物營養所需之物，常在低簡化合物之階級，而能行光合作用者。但同時須申明正式植物，較正式動物之建造力爲大。彼能繼續儲藏多量之能力，每較其所能耗費者爲多。其造成多量之存儲養料，由於特種之營養代謝，食草動物乃取用此養料以保持其活動冒險之生活。吾人宜記憶除最簡單之植物外，餘皆不能運動。其種族之生存，常賴繁殖之增大，或贈其後嗣以多量之遺產，與其向下採取多量營養物之能力焉。

有花植物之主要部分 大詩人歌德(Goethe)爲首先觀見普通有花植物，包有中軸與附屬器官兩部分之人。中軸包括(一)向上生長尋求日光背向地心吸力之莖，與(二)向下生長躲避日光趨向地心吸力之根。附屬物爲枝上所生支柱於日光空氣中之葉，而正式之花則含有四輪變形之葉——花萼、花冠、小蕊、大蕊——後二項乃生產生殖細胞。春間觀察天師栗(Horse-chestnut)樹之萌芽，最爲有趣味之事。蓋此處能明示保護葉芽之苞，與普通五小葉之各階級。稍遲則觀察白睡蓮之花，亦甚爲有益，可見綠色之花萼逐漸化爲白色之花瓣，白色之花瓣化成產花粉之小蕊。當野生之刺薔薇在花園中變爲重瓣，不過示知彼應變爲小蕊之葉片，重返爲不生殖之花瓣。

耳。於此可見普通植物之構造較動物爲簡單也。

綠葉之製造所

至此吾人須對於植物之獲取食物，加以較詳細之研究。植物以其葉與根獲取製造食物之原料，綠色之葉自空氣中攝取碳酸氣，其根所吸收之原料亦極爲重要，是即由土壤中取得之水與礦物鹽類。水由土壤溶液中以入根，經過根之末端上所生根毛之薄膜。彼根毛者生命極短，根端刻刻生長，根毛刻刻更新。植物自地下水以吸取其礦物鹽，而空氣中之碳酸氣則緩緩滲入葉中。大氣中所含之碳酸氣約有一萬分之三，植物繼續吸收之，動物之呼吸與火之燃燒，則繼續產出之，二者互爲平衡焉。

綠色植物之工作

如上所陳，植物工作之原料爲土壤中之水與礦物鹽類，與空氣中之碳酸氣，綠葉者乃利用此原料以供製造之所也。

製造所中所作者何事，則製造生物所必需之化合物如澱粉、糖、與油脂等物是也。大部分有生命之物質爲四種最普遍之元素炭、氫、氮、氧所成，另外則有硫磷等元素，氮素化合物由植物根中所

吸收之溶液供給之，碳酸氣則由葉吸取之於空中。植物利用日光之力，以分解各種化合物，重建造為新式。其特性在含有多量之潛能，所有之生命皆賴一種特別物質名爲葉綠素者以生存，而此葉綠素惟植物能生產之。動物攝取植物所造成之有機化合物，重行建造爲其自身之生活物質，而用之以爲化學能力之泉源。植物則造成此項化合物。在大多數植物，其造成葉中綠色素所謂葉綠素者，常與日光爲緣，如上文所陳。所有植物皆能吸收空氣、水、與鹽類，皆能分解碳酸氣，釋放氮氣，使之重行游離飛散於空中，又能造成炭素化合物以爲高等生命之基礎。於此可見吾人生命所必需之氮氣皆出於植物之賜，在一無人工通氣之養魚缸中，若無適量之植物以供給水中之氮氣，動物必至於死，在全地球上亦同此理。世上惟植物爲能直接自無生命或無機體中，造成有機化合物（出產能力之物）者，每個生活之動物，於呼吸之時皆產出碳酸氣，而碳酸氣者即使通風不善，多人聚居，兼燃巨火之室中，令人沈悶欲絕之氣也。然同時又爲植物之食物，於此可知綠葉之製造所爲造成發生能力之化合物之處所。吾人習知力本不生亦本不滅，則植物所利用之力來自何所乎？

棉花一物，幾全爲炭水化合物名爲胞膜質者所成。若燃燒之，則其所含之炭素與空氣中之氮

氣化合。燃燒之結果爲碳酸氣、水氣、與極少量之礦質灰，但除此類物質外，同時復釋放兩種能力，是爲光與熱，此項能力存儲於胞膜質中，於此可知植物自碳酸氣與水之原料以造成胞膜質之時，必須獲得若干能力，與燃燒時所釋放之光熱相當。此項能力之來源，則日光也是。

日光之獲得

一綠色之葉僅有數層細胞之厚，中互多數葉脈，是爲運輸機關，水分由此運入葉中，造成之食物由此輸出葉外。其網狀之支脈可使水分散布於所有之生活細胞。

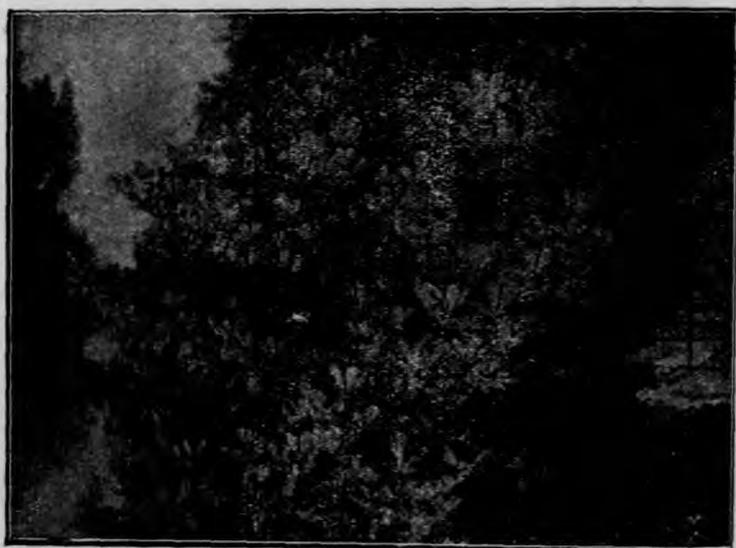


南美洲亞馬孫河之維多利亞花
(*Victoria regia*)

此圖所表示者，乃植於美國明尼蘇達(Minnesota)公園中者，其葉能載一小兒。在其原產地，徑可十英尺。

葉之下面（有時上面）有多數極微小之孔，是爲氣孔。其數極多，每一方英寸可多至十萬。由此種小孔中，水氣蒸發出外，炭酸氣則侵入之。氣孔與葉中多數氣道相通，使吸收之氣能達到所有之細胞。葉中之細胞爲建造食物之工作室。在其原形質之中，有多數圓餅乾狀之綠色體，是爲葉綠粒；其功用爲吸收與變換日光之能力。

葉之所以作扁形者，在得極大之吸收面積，而葉之安排地位，足以免互相遮蔽。牆上常春藤（*Arauc.*）之葉常作



天師栗 (*Aesculus hippocastanum*)

其葉之排列可使得多量之光線。天師栗之葉爲一種鑲嵌狀排列，小葉生於大葉之空處中，故可免互相遮蔽之病。

鑲嵌狀排列，大葉之隙處，小葉乃補充其間。樹之枝幹即爲支撐葉於日光中之具。所有纏繞攀緣支蔓之植物，皆同具此目的，即獲得日光是也。

如上所陳，知葉脈中之水與溶解其中之鹽類，由氣孔與氣道輸入之碳酸氣，皆以供葉中細胞之用。在細胞中有一種吸收與變化能力之物，是爲葉綠素。細胞中復有生命基礎之原形質，能利用原料與日光之能力，而將碳酸氣變爲炭水化合物一類之簡單化合物。在此種變化中，乃有氮氣釋出，亦由氣孔中輸出葉外。造成此項簡單之炭水化合物，爲植物營養之基本方法，亦即地球上生命現象之基本方法。蓋所有動植物體中之有機化合物，皆由此項炭水化合物以造成者也。

同時須知光合作用之方法，與生活燃燒之現象恰相反對，生活燃燒爲所有生命現象所從出。在此方法中，有機化合物與氮氣化合，分解爲碳酸氣與水而釋放所存儲之能力。此種碳酸氣之繼續出產，若無一相反之方法，將致空氣污濁不可用。因尋求此相反之方法，植物營養之理乃明。發明此事者，近代化學之一開山祖英國大化學家與哲學家普里斯特利 (Joseph Priestley) 是也。

食物之用途 植物葉之工作室中所造成之糖及其他食物，或爲葉自身消耗，或先輸至他處。

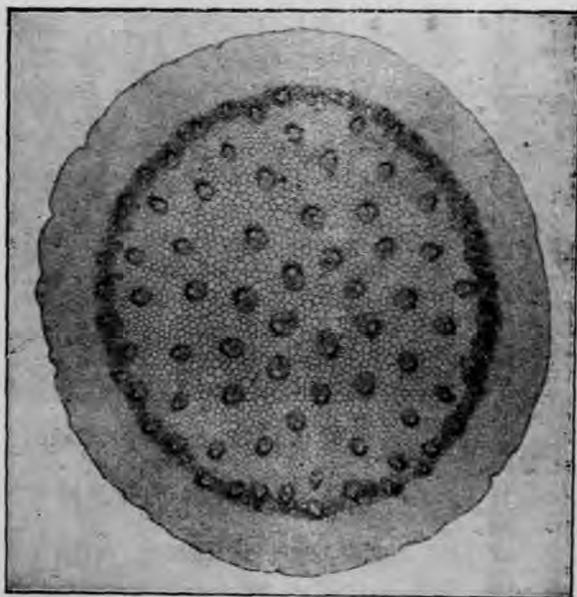
植物自身甚少運動；即運動亦甚緩。其體中溫度較環境空氣之溫度所高有限，故僅需動物所需能力最小之一部以供發熱與運動之用。大部分所需之能力皆供化學變化及生長之用，此種能力在



拍托里科(Porto Rico)左近阿夸狄拉
(Aquadilla)所種之椰子樹

此樹之彎曲或因爲風暴所致。此種棕櫚爲熱帶最重要食用植物之一，能供多種日用需要品之原料，其產物爲商業上重要商品。其原產地或爲南美洲，而逐漸爲原始人種移植於各處。

動物由氫化或燃燒以獲得之，多量之炭水化合物即消耗於此。此處吾人宜留意者，植物吸收氮氣，呼出炭酸氣，所謂呼吸之一現象，惟在暗處為能考見之。此作用在日光中當亦有之。但苟植物在日光之下，則呼吸現象乃為較活動而相反之光合作用所蔽，而不能見。炭水化合物復能由葉運至植物之他處，以為儲藏之養料，每每變為他種形狀。最普通之儲藏養料是為澱粉。儲藏養料為植物生活最特著之性質，與此性質有聯續之關係者，則為避免不適宜之環境，如在溫帶之寒冷時期，或沙漠區域



屠帚花 (butcher's broom) 莖部之截面

暗色之圓圈為輸導管，供輸導植物體中之水與食物之用。每束外面之明亮小點，為最大之輸水管，在此管束間之大細胞，是為基本組織。外面一暗色之圈，是為支柱纖維之所在。

之乾旱時期生機完全停止，入一蟄伏狀態是也。蟄伏之部分如球莖塊莖種子等平常皆儲藏有少量養料，一至環境適宜，植物卽利用此項儲藏養料以爲極迅速之生長，人類亦卽利賴植物此項養料以生存焉。

二

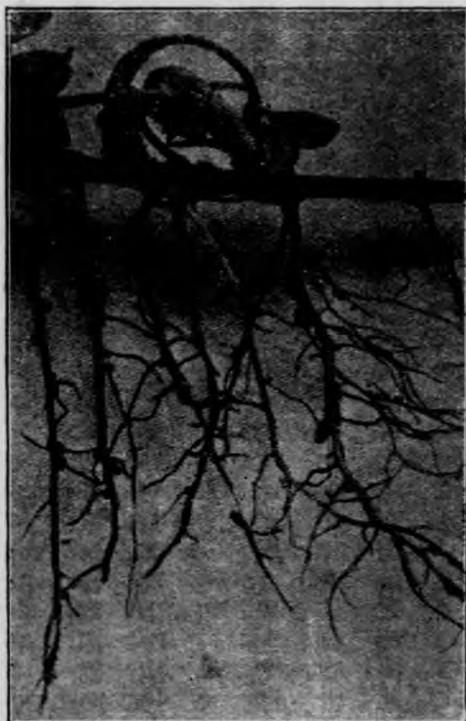
菌類之營養 但有多種植物無葉綠素，因而不能利用無機化合物以建造有機化合物，此類植物之最著者，厥爲多種菌類。其來源或出自藻類植物，包括各種形態差異極大之種類，如糖果上之藍黴，麵包上之黑黴，草原中灰黃色可食之野蕈，林木中彩色之毒蕈，小麥之鏽病，鵝莓之黴菌，馬鈴薯之疫病菌皆是也。所有上舉以及其他無數之菌，皆賴他種植物所造成之有機化合物爲生。有名爲死體寄生者，生於腐敗之有機物質之上，他一羣名爲生物寄生，則生於生活之寄主體上。可食之野蕈與毒蕈生於土壤中，略如普通之綠色植物，但必生於富藏有機化合物之土壤中，毒蕈多生於林木中腐植物上。可食之蕈多生於富含動物糞之草原上，麵包或果醬或鵝莓上之黴，其食料可不付而知，大凡菌類皆藉此現成之養料以爲生者也。

死體寄生菌，常有輔助細菌以分解已死之有機物質爲無機化合物，以供綠色植物利用之重大功效。有數種因其生活作用之副產物，故有直接之經濟效用，如酵母菌爲由糖造成酒精之菌，卽其例也。

但生物寄生菌之寄生於生活植物之上者，則每每有害。彼由寄主體中吸取其養料，同時復分泌毒質以殺死其寄主。此類菌乃爲植物病害之主要原因，吾人若觀察馬鈴薯疫病盛行之時，於一二星期內全區之馬鈴薯皆腐敗淨盡，庶可推知其爲害之烈矣。

地衣爲複生植物，繁殖於極不適宜於生活之石上或樹幹上而爲吾人所習見之地衣，乃一種複生植物；爲一種菌與一種藻共生爲一體，而長保有其特種形態者也。若無顯微鏡之助，其複生之性質無從得而知之。直至後來用精巧之技術將此兩種植物分開培養，再令之生於一處而重變爲地衣後，始克完全確定其性質焉。

生物寄生與死體寄生之有花植物 在有花植物中，有多種極有趣之死體寄生與生物寄生。英國植物中有鳥巢花 (bird's nest)，鳥巢蘭 (bird's-nest orchis) 與珊瑚根 (coral-root)，皆死



野白爪草(wild white clover)

之根稍放大用以表示小根瘤

此至小根瘤內，包藏一種特別細菌，能攫取空氣中之氮氣。爪草能藉此得氮化合物之供給，而土壤亦因爪草根及根瘤之腐爛而變肥。爪草族植物均對於土肥有重要影響。

體寄生。第一種屬於石南科。其他兩種爲蘭科植物，三種皆生於林木中腐植質土壤之富藏有機物質者。雖其關係尙未十分明晰，大約此類植物根中皆有一種共生之菌類，以助其吸取土中之養料。此三種植物皆全無葉綠素，鳥巢花作乳白色，其他兩種作暗褐色，即其葉亦大加退化，僅爲尖銳之鱗片。

較習見者則爲生物寄生，如柏寄生 (mistletoe)、兔絲子 (dodder)、列當 (broom rapese) 等。柏寄生只一半倚賴其寄主如樅或蘋果爲生，蓋彼有綠葉，能製造炭水化合物。

金雀草 (whin) 之故事 綠色植物亦可長久與上等植物共生。若吾人掘起一幼金雀花，而考察其根，則見其上生有極多之瘤。小者生小根上，大僅如針鼻；大者生大根上，大如豌豆；此由根內有一特種細菌，遂使根之組織發育逾常而生此瘤。細菌在土中自根毛侵入，繁殖極速，向內方進行，直至達到根之表皮細胞。在此乃繼續繁殖，由一細胞入他細胞，根受其刺激，組織亦逐漸增大。若將長成之瘦橫切，以顯微鏡觀察之，可見其細胞中有億萬之細菌，此類細菌曾證明能提取大氣中之氮素，永遠存在於根所吸收之水溶液中，而變化爲有機化合物。此養料之一部分爲寄主所利用，寄主則供給細菌以炭水化合物，此種最特別之合居，爲共生現象之另一例。

此類細菌根瘤，所有豆科植物如金雀花、豌豆、菜豆、大豆及其他多種野花及食品植物等皆有之。豆科植物約共有一萬一千種，全地球皆產之，其勝利祇須在近郊經行之人即能見之；或僅須涉足鄉村道塗數十步即足。在沼地或公地中，遍生金雀草，而路旁則金雀花叢生。其枝幹花實之茂盛，

乃與其貧瘠之土壤大不相類。其所以能得勝利者，即由於細菌所供給之氮素化合物有以致之也。

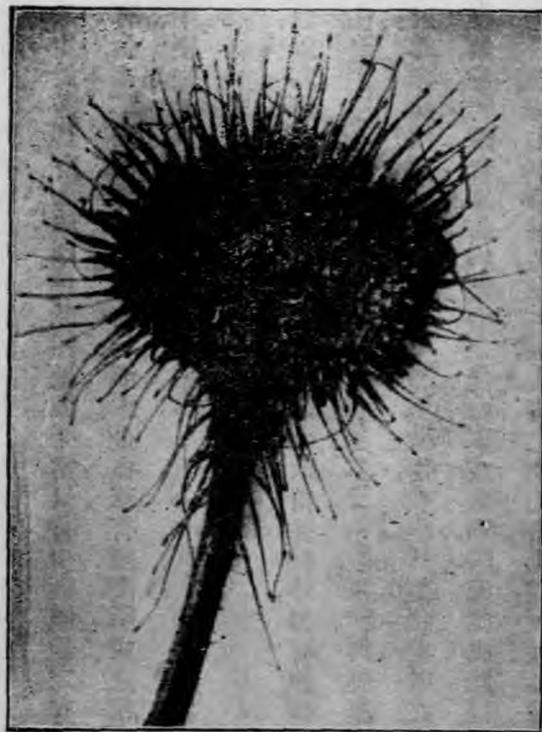
菌根菌 多種植物如樺木松樹與多種生於沼地之石南科植物，皆有一種與之共生之菌類名爲菌根菌（*root-fungi*）。有數次曾證明菌根菌能供給寄主以氮素化合物。最有確據者，厥爲石南科之灌木。此類灌木生於極貧瘠之沼地，在此類地域平常只有少數植物之有特種稟賦者，爲能生於其間。在公地則有金雀草，在沼地則有石南科灌木。金雀草有細菌所成之根瘤，石南科灌木則有菌根菌寄生其根中，使之能利用泥炭性土壤。

三

食蟲植物 在朝濕之沼地有三屬植物，除由土壤中取得養料外，另有他種弋獲食物之法。此爲茅膏菜（*Drosera rotundifolia* (sundews)）、捕蟲草（*butterworts*）與狸藻（*bladderworts*）。在英國每屬皆有數種。此類植物捕獲小蟲與小甲殼類動物，吸收其軀體腐敗之產出物，或竟積極消化之。彼等皆有葉綠素，蓋所需者爲動物體中之蛋白質或鹽類，因而養成此種奇異之習慣。

茅膏菜淡紅色之葉上遍生小棒形之分泌腺，生葉之中部者恆短，生近葉緣者則較長。在每腺

膨大之末端，嘗有一滴極濃厚之黏液，在日光中晶瑩奪目，故俗謂之爲日露草。此等黏液即供捕獲昆蟲之用，蚊蚋之類初被捕獲，力求擺脫，乃愈與多數腺毛接觸，而黏著愈固。葉



普通之茅膏菜(亦名日靈草)

其葉有多數棒形之毛，毛之頂端具極敏銳之觸覺，其上分泌晶瑩之黏液。一葉上有幾近二百此類之毛，砂礫木塊玻璃等物不能誘起其黏液之分泌，但被獲之昆蟲或小塊之肉則能之。(參看下圖)

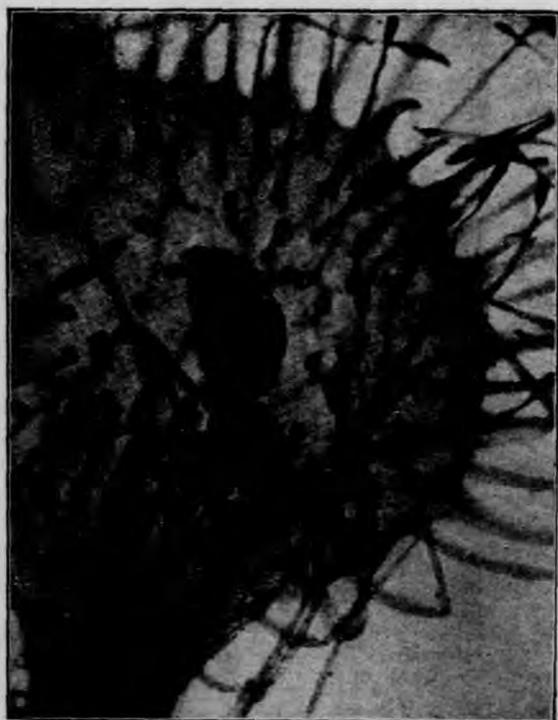
受固體接觸之刺激，與昆蟲軀體化學之刺激後，在葉緣之腺毛，雖本未與昆蟲接觸者，亦速向內屈曲。此種刺激傳布極速，彼掙扎之蚊蚋終至釘定於葉之中心。液體之分泌乃漸增加，小蟲先被溺斃，

終乃消化，數日之後，各腺毛乃重行舒張，露出一皺縮之軀殼，而是葉又可捕獲他蟲矣。

捕蟲草亦如

茅膏菜。利用一種黏性之液體以捕獲昆蟲。捕蟲草無腺毛，但其舟形之

葉之邊緣有多數向內卷分泌黏液之細腺。其消化力較茅膏菜為緩，但最後則昆蟲軀體柔軟之部分全被吸取，僅存外殼。狸藻則另有方法，彼生於泥炭窪之水中，其葉分為多數細線狀體，與多種水



茅膏菜捕獲昆蟲之狀

此圖表示茅膏菜之觸毛，其頂端之黏液有引誘昆蟲之效。若一不幸之昆蟲立足其上，此毛立即彎曲將昆蟲黏住。此處被黏者為一蟻，繼即隨以消化作用，數日之後，觸毛乃伸張，則僅存一乾殼之空殼矣。

生植物相同，有少數絲狀體之處，乃代以大約十分之一英寸之小囊。囊之前面有一門，其構造略如舊式之鼠籠，淡水中小甲殼動物欲入內時，門前遇有一叢短毛，必用力乃能入內。入內後門即關閉，自內無法能開之。彼乃在內回旋游泳直至餓死而後已，繼以腐敗細菌之作用，其軀體腐敗，逐漸為植物所吸收。

水瓶草 上述之英國食蟲植物雖已極奇異，熱帶所產，種類尤多而更精巧。苟參觀邱或愛丁堡植物園中之溫室，即可見此類之豬籠草 (*Nepenthes*) 與瓶子草 (*Sarracenia*)。多數之豬籠草產於馬來羣島，攀緣支蔓於灌木中，彼有大革質之葉，葉端則為鞭狀之卷鬚，卷鬚之末端，在已得攀緣於他物上之後，即發達為一瓶狀體。有數種大如半升之囊，數種小如婦女之頂針。在瓶口之上有一蓋，供遮防雨水侵入之用。其瓶中所盛之水為瓶壁顆粒狀細胞所分泌，瓶口邊緣之內面，有多數蜜腺，蜜腺之下則有一層蠟層，使之極其光滑。若一昆蟲為蜜汁所誘而立於此滑壁內，必至墜入液中，終至溺斃。在此後之緩慢消化中，蟲之軀體不為腐敗細菌所侵，蓋瓶中之液汁有殺菌性與消化性，故能保存食物使之不壞。



捕 蠅 草

第一圖表示其葉之刺毛開張。若昆蟲觸及此毛，葉之兩半在一秒鐘內立即閉合而將捕獲，如第二圖所表示者。

捕蠅草 最奇者厥為捕蠅草 (*Dionaea muscipula*)，為茅膏菜之近屬；亦如茅膏菜生水苔之中，但只卡羅來納 (Carolina) 產之。其葉長一英寸餘，各有一有翼之葉柄與一圓形之葉片，葉片之上，每半邊皆有二三長刺毛，在葉之邊緣有一排硬刺，若有昆蟲觸及其刺毛，葉之兩半立即閉合，為時不及一秒鐘之久。葉緣之硬刺，乃互相接合如鼠籠之齒，昆蟲即被捕獲。散得孫 (Sir John Burdon Sanderson) 爵士發見其葉閉合時有一種電力之變遷，一如吾人在緊張吾人肌肉時所

有之現象。隨即分泌多量之液汁，至溢出於葉緣之外，消化與吸收亦隨之而起。片刻之後，葉仍舒張如前狀。

四

植物與動物相同之點 若吾人從一棵樹返求至幼樹，再返至幼苗，再返至一種子與一胚珠，最後吾人必追至一受精卵，是為個體生命之起點。於此點樑樹與其枝上之松鼠乃相同，且在兩方受精之卵，皆分裂再分裂，造成數千之細胞，逐漸為分工之發達。但吾人可進一步證明植物動物不但在個體生命起始時，其細胞構造相同，即其生命之主要方法亦相同。二者皆示有營養及軀體內食物之分布，二者皆示有消化酵素與呼吸。光合現象固僅為綠色植物所獨有，而在植物界中亦無與動物腎臟相似之作用，然各種生物之相同處固甚多也。

驟觀之，似覺上說之結論，若加於動物最重要之活動，如行動與感覺，素為植物所缺乏者，必不可通。然吾人苟思及葉之起伏與花之開合，隨一日中日光之強弱為轉移，則知植物亦有運動。吾人苟復思及枝之趨向日光，根之趨向水分，或茅膏菜對於蠅蚋之觸動而起反應，卷鬚因細枝之接觸

而起卷曲之運動，則知植物亦有感覺。在遠東含羞草常生長極茂，若以一石子投之，吾人立見其葉下垂至休息之地位，此刺激乃逐漸傳布成一圈，如池中水面投石而起之波紋然。捕蠅草若以一小塊濕紙欺之，亦可使其葉閉合，但頃刻之間繼續欺之二次，第三次彼每不再受欺，此實記憶力之肇始，記錄其經驗以定奪其將來之動作者也。吾人不必細究植物運動之狀況，但觀有各種動物如珊瑚蟲或海參，在其半睡眠之習慣中，表示有植物之性質，吾人亦可云在多種植物中亦有動物之性質，多種美麗之蘭科植物，不啻能為夢中之微笑焉。

平常若能於異點之中，察知其同處，極為有益之事；然同時若張大其一以掩蔽其他，亦為謬誤。遲鈍為植物之本性，其獨立之營養方法實有以養成之。植物不必運動以取得其原料，彼僅須以根吸收自土壤中繼續緩慢供給之水與鹽類，及用葉吸取空氣中之碳酸氣。動物之取食，殆如獵人，其關聯之運動，日趨於完美，植物則知覺日趨於遲鈍，然在下等生物中亦有例外，如最簡單之藻類極其活動，海綿與海葵則為固定的，然動物植物真正之比較，實宜於松鼠跳踉於不動之樺木枝幹上見之。蓋植物之遲鈍，與動物之活動，實為基本之區別也。

植物之方術 植物之生活與活動之生活略同。每個植物皆與其特種生活之環境相宜，而在其體合中，可見與吾人所見於動物中同等之生存競爭。同等之生活性質如生長、繁殖、反應等，一方面有同等之競爭，而於互助有利益時，亦有同等之互助。植物亦如動物，有同等自謀生存之本能，同因環境與遺傳之要素，以定限個體之生命。植物亦有變種，三色堇之發生新變種，與動物之鴿正同。植物之繁殖，自全體觀之，皆受遺傳於其父母，其血統之遞嬗，世代之相續，一與動物相同。在植物界亦如在動物界中，自然主宰之重視其種族較其個體為甚焉。

植物利用其特種之方術，以求適合於環境，亦與動物相同。吾人可見凡植物之一動作，亦如動物之有實際功用。在後者動作為知識之行爲，在前者則由於遺傳之感應性。植物亦如動物能欺騙與引誘，豬籠草與捕蟲草一如蜘蛛之以伏阱陷物，茅膏菜則與京燕同能以餌誘取蟲豸，白蟻能射出一種惡毒之液體以拒敵，植物亦藉其毒質或惡臭以自全，每種皆自利以為生，絕無為他種而生者。必也可得利於他種，始有互助之事，若野薄荷頸項中滿貯蜜汁，以供蜜蜂之採取，亦由於蜜蜂能為之傳播花粉自此花至彼花故也。

根之功用 平常植物之主根皆向

下直生，主幹則向上直生。若一種子栽植時，適在合宜之位置，則根與莖照其原有之方向生長，若將種子平鋪或倒置，則根莖自然能彎曲至所應取之方向而生長，當吾人栽植種子時，不必爲之排正其位置，可令生長之植物自爲之，且在多種種子中，其胚本係彎曲，至萌發時必須伸直之者，此亦不限於幼植物時代，平常平置之莖，一二日後其正生長之末端逐漸彎曲向上，植物平常皆能爲極敏速之彎曲，



日本小盆景之根露出於外之狀

此種日本園亭藝術家之製作，係用小種子種於小盆瘠土中，而將其秧苗生育於極不良善之環境中，或用他種方法使之不能發達。如此可使百齡之松柏科植物高不過一英尺云。

此種運動，以外來之刺激而起。

『根向地

心生長之運動可認為尋覓養料，在土壤中不利於前進之點，植物之根常設法避去之。若根



印度大榕樹 (*Ficus benghalensis*)

在加爾各答有一大榕樹，其圍周有一千英尺。其枝生多數氣根，入土後乃長大如莖狀之柱。遠看之如一森林者，實乃一株樹也。

被有傷害，立時有一種刺激傳至生長點，根乃遠離其所受傷之區域。當前進之根尖行近含有大量營養鹽類之水地，立時折向該處進行，抵該處後乃發達與環境適宜之吸收細胞。』(刻涅植

物自然史 Kerner, Natural History of Plants)

吾人已知根在植物向土壤吸收養料動作中之地位。植物生長之根所最易感受外來之刺激者，厥爲根尖，其所表示感覺力之大之現象，極爲可驚。達爾文比根尖於下等動物之腦，曾有言曰：

『若謂根之尖端具有此種之稟賦，能指揮與之切近之部分，不啻下等動物之腦，不得謂爲言之過甚。蓋腦亦不過居於身體前端之內部，受感覺器官之印象而指揮各種動作者耳。』

但近代植物學家不取此種想像之言，而歸於所謂之感應性。

植物之根穿入地底之土壤，逐漸試往前進，行抵此處，趨遠彼處，幾於土壤之各部無不遍及。植物根之長度有時極大，葛拉克 (G. Clark) 曾估計大黃瓜之根，以其所分枝之長度計，不下二萬五千碼（十四英里），其言或不可盡信。

『紫雲英之根，據云可深入土中至九英尺，但多種莠草根更較能深入。款冬花 (Coltsfoot) 之根，生入二十畝上之深，在埃及與他處，金合歡 (acacia) 之根長至二十英尺以上，因而能獲得其所需之水，蓋在此等處所，水層每在極深之處也。』

一年生之樹之根系，其全長每達十二碼。

達爾文證示根之尖端若除去二十分之一英寸，再橫置之地面，彼不受地心吸力之影響，必向前直生，若先橫置數分鐘，再除去其末端，則數小時之後，根乃向下彎曲。彼乃得結論，以為反應雖在根尖之後五分之一英寸生長最速之處舉行，而感受地心吸力之影響者，厥惟根尖之末端，雖以後日極精密之實驗，亦證明其言之不誣。

植物之感應性 植物之感應性（亦稱轉應），與動物略同（參看第二篇第30頁）。植物之感受地心吸力，謂為屈地性，但在飛蛾之撲燄，覺此光之刺激者，為特種感覺器官之眼，促成其運動者，為特種運動器官之筋肉，而聯續二者，則有特種傳導器官之神經。根則無此項繁複與特別分工之構造，其感覺與傳導，皆藉普通之生活質，反應則由於上下兩面生長速率之變更，達爾文之比根尖於腦，蓋極有深意存焉。

後人頗有極慧敏之解說，以證明植物有一種最簡單之感覺器官，以感覺地心吸力，日光與接觸，在一羣根尖內細胞中，有多數甚大之澱粉粒，堆積於細胞膜之底部。若根平置地面，則澱粉粒堆落旁邊之細胞膜上，在斯時乃居最下部位，於是有人謂必澱粉粒落在真正之下部胞膜上。根始覺

其平衡。若墜落旁邊之胞膜，則植物立覺其異。根乃往下彎曲至澱粉粒回復其固有之位置，斯其平衡始得恢復。吾人確知在數種甲殼動物所以保持其平衡，在利用耳中所藏同等之砂粒，在根中實驗方法甚難，但此學說雖不得謂為完全證明，然頗有可信之價值，可謂在此類特種之細胞中，吾人可見植物所有最近似之感覺器官也。

植物之根何故下垂而莖則向上伸長乎？對此問題吾人尙無確實之答案，僅可云其天性若是也。多數植物學家以為他日吾人對於生活質之複雜構造成分知之較詳後，或能以物理化學之理以解說之也。現在所有之學說，尙無實證，而科學家之想像有時距事實頗遠也。

六

卷鬚 植物之莖，能撐持衆葉於日光中，但在多種植物，一軟弱之枝，必須纏繞於強健之鄰樹上，始能乘載其葉之重量。纏繞之運動，在吾國如忍冬，蛇麻草，旋花等植物極為重要，蓋有此較彼懸鉤子之僅藉其刺以攀緣石上，與鵝草之藉其鉤以攀緣懸鉤子之上者為愈也。在熱帶大森林中，多有此項植物名為蔓藤，繞樹而生，或互相纏繞，造成一種不能透入之虬枝曲蔓，終乃達森林頂端之

日光，以其所縊死之樹之軀幹爲支柱。史蒂汾孫 (R. L. Stevenson) 在其木人 (The Woodman) 一詩中曾將此種生存競爭，以極靈活之筆寫出之。此種纏繞運動，亦如根尖之運動，係隨地心，吸力爲轉移者。

有卷鬚之植物尙受一種影響，卽與硬物接觸是也。如蛇麻草之頂端，鬼櫻草 (bryony) 馬鞭狀之卷鬚，常作圈形之運動。此種運動純粹出於自動，不受外界之刺激，但若此卷鬚遇一枝一鐵線一葉或其他卷鬚，則爲此接觸所刺激，遂使距此較遠之一面生長更速，乃向此物而彎曲。當其彎曲時新部分繼續被接觸而受刺激，因而尖端全部皆緊纏支柱物之上。此後卷鬚之基部乃卷曲成一螺旋形彈簧，中部爲一二相反方向之扭轉，終乃長大而變爲木質。此彈簧能減輕風或動物經過時搖曳之力，因免其拽脫於支柱之物。達爾文 在其攀緣植物 (Climbing Plants) 書中，曾細述鬼櫻草在暴風雨中得力於卷鬚之效用，他種植物則每爲大風雨所摧傷也。

有卷鬚之植物較纏繞植物更宜於攀緣，後者以纏繞之故，至減少其固有長度三分之一，且止能利用近於直立之支柱物。卷鬚則能纏繞任何直徑不過大之硬物，卷鬚代表植物某部分之得有

新功用者。在麝香豌豆卷鬚爲頂端小葉所變，在數種巢菜則爲全葉所變。在數種熱帶之蘭科植物則爲根，在鬼櫻草則爲枝。

若吾人微微撫摩鬼櫻草卷鬚之下面，不久即見其反應。數分鐘之後，彼即向被接觸之方面彎曲，僅固體能引起其反應。微細之水流，暴雨之沖激，與半固體之膠質棍棒，不能引起其反應。此處爲精密調處之佳例，蓋與雨點以反應，於植物一無所利，甚且奪去其攀緣正當支柱物之機會。卷鬚僅對於彼有利之物之接觸而起反應，茅膏菜之腺毛，彎曲緊抱掙扎之蠅，亦由於此種刺激，不過外加昆蟲之化學刺激，因而動作更加速而劇耳。

光與其他影響 幼苗初離種皮之保護，柔嫩而幼稚，立爲其所至之世界中各種環境所影響。地心吸力非惟一之指揮主動者，根生長至與碎瓷片遇，受有微傷，乃趨避其受傷之來源，彼微接觸土壤之顆粒，而此接觸乃引起其前後微微運動，而從土壤中隙處摸索前進，及進行至一乾燥之處，乃屈向濕處。但莖條雖受土壤中此種種刺激，然至生出至空氣中時，復受光之指揮。

盡人皆知窗口之植物其莖條屈向日光，葉亦彎曲向前而平鋪之以獲取日光，日光能阻礙枝

所受於地心吸力之影響，而爲葉之運動之主要原因。其影響極其繁複，蓋非地心吸力之比，其強度與方向刻刻變更也。植物反應有日光轉移之速者甚少，惟彼葉柄有關節之葉爲能之。故大多數之葉至已成熟時，其與光所成之位置常有一定也。

七

含羞草 含羞草爲一強健之灌木，平常在溫室中，可高至數尺，每一秀美之葉有一葉柄關聯於莖部之上。此葉柄之頂端又有四小葉柄，各有兩行小葉，葉撐出莖上，小葉開張，若微搖此植物，葉柄立時下垂，小葉柄集合於一處。小葉向上閉合，全部綠色光障之架格乃完全傾倒。在天然狀況中，動物或暴雨每能引起同等之結果，其運動極速，數秒鐘之內，即能使此反應完竣，不久復有相反之動作，一刻鐘之後，此植物又恢復其原來之狀況。

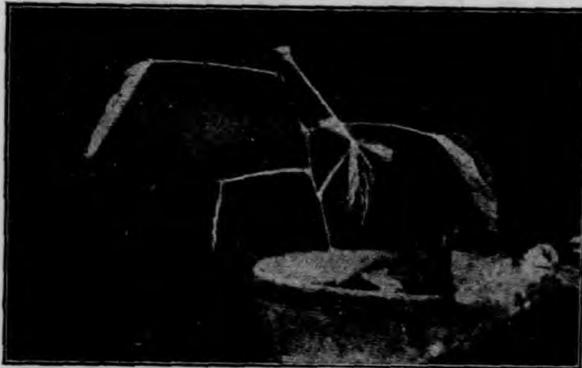
不必須劇烈之震動，僅須微觸葉柄關節之下半段，即足使之下垂。稍後則小葉柄集合，再則小葉依次成對閉合，若燃燒頂端之小葉，其反應之順序乃與之相反。若以刀割其莖幹，則與之最近之葉起反應，再則次近之葉隨之，以次推至更遠之葉。此震驚刺激繼續前進，其傳導之速率，約每秒鐘

含羞草

第十七篇 自然史之四——植物



(1) 當一葉之末端被觸或被傷，所有之小葉立即收斂，再則其小葉柄墜落，最後則正葉柄墜落。不久則鄰近之葉亦照樣收斂，用力震撼或以燃著之火柴置諸葉下，皆可使葉收斂。此圖表示其葉在日間張開之狀。



(2) 此圖表示其葉在夜間收斂之狀。一陣暴雨能在數秒鐘之內使葉收斂，圖片表示者為一幼苗。

進行一英寸。此較動物神經系之傳導，慢至千分之一，然較植物普通所能發達者，則已速逾百倍。此運動之自身較吾人眼睫之開闔為慢，然比之於倒置之根向下彎曲則速矣。

此種運動之性質，本與根莖之彎曲異。蓋賴葉柄關節下半部中之細胞內壓力驟然減縮所致。因之失其堅硬之性而傾倒也。此法能致迅速之下垂，且能使生長久已停止之後，尙能有此運動也。植物對於此奇異之運動有何利用乎？有人謂迅速之下垂能震落微小蝕害其葉之昆蟲；有人謂植物如此可免暴雨風雹之損害；有人謂食草動物可因其牧草地上陡然之變遷而驚異；復於閉合後令動物見其多刺之形狀，而有所厭懼。此種種解說未足完全取信，蓋其他六七種植物之葉，皆有此同等之運動，但不若此草之活潑，而皆不能藉此解說也。動物中嫌惡含羞草者，僅有山羊一種，乃非含羞草原產地南美洲固有之動物也。吾人且知繼續之運動，於植物反爲有害，若一植物每日運動十二次，繼續至五星期之久，僅能生長至從未作此運動者之三分之一之高度。其同化作用亦以之受損，且因繼續之刺激，其體質或至受傷。以必然之生長阻滯，與非必然之被食危險相較，得母後者優於前乎？

在他例則震驚運動乃有顯著之效用，捕蠅草之葉，若微觸其靈敏之毛，立即閉合。在天然狀況中，此接觸乃由於不謹慎之昆蟲所致。彼將立被其葉所壓迫，溺斃而消化之。矢車菊小蕊之花絲，若

以物觸之，立即收縮至百分之三十。結果則已散出花粉之花藥，往下收縮，向柱頭上之毛刷扯過，使花粉掃出暴露於外，以便昆蟲攜往他花。麝草兩裂之柱頭，能將花粉合閉之。此例以及其他之例，皆足證明運動有生理之利益者也。

植物睡眠乎？ 黃昏之後，紫雲

英之三小葉能向上閉合，雛菊之花亦收斂，鬱金香之花重變為蕊，酢漿草之葉亦下垂而閉合，植物蓋真能睡眠者。睡眠一名詞，用之已久，但不



酢 漿 草 (Oxalis)

其葉在『睡眠』位置中。其葉夜間收斂，因而可減少寒冷之害。但在極烈之日光中亦收斂，於是可免過熱之害。除此等最顯著之運動外，其小葉常為不規則之輕微運動。若劇烈搖撼之，其葉亦收斂。

甚妥貼，蓋此種運動與動物之睡眠，絕無關係。蓋植物既無所謂疲勞，亦無所謂休息，蓋實爲一種積極之運動，而非頹放之表現也。惟表面上夜已至時乃有此放弛之現象，頗似動物之真正放弛，與倦眼之下垂也。

鬱金香之花一如番紅花，當空氣漸涼時乃收斂，在日光之暖氣中乃重開。若以人工將溫度更換升降之，可使其花於一日中開闔數次，雛菊與金盞草之花亦在日光中開放，而合於暗處。夜紫羅蘭之花則在暗處開放，而於日光中閉合。金盞草之花可使其在二十四小時內開合三次，若有相當之光射之，可使之於夜間開放，日間收斂，但其情形較鬱金香爲複雜，蓋若繼續置之暗處，則仍按日夜常時而開斂，雖一花初在暗中開放而繼續置之暗處，從未有每日變遷之經驗者，亦能按期開合也。

至葉之運動，則由於自光處遷至暗處而起，但若將葉繼續置之光處或暗處，亦能有開合之運動。赤花豆可用種子在暗處與不變遷之溫度中萌發生長，在此種情況中，葉仍日開夜合云。

在此數例，可見植物自有一種周期之運動，與外境日光與溫度之變遷無關。但此時變遷，能增

重每日故常之動作，有時周期之運動，爲誘起運動之餘波，至從種子發生之赤花豆與在繼續黑暗之中開花之金盞草，則非可用此以解說之者。或大氣中電象日夜有所變遷，因而影響於植物，但周期性之遺傳亦有關係也。

此類睡眠運動之命意，尙未有確當之解釋。達爾文曾試爲證明在清明寒涼之夜，植物可避免過量熱力之輻射。其他研究者，則謂可用以避免露之聚集，在陰濕氣候中花之閉合，可免花粉爲雨所殘害，但皆不得謂爲定論也。

八

植物之自衛 卽在上文最短之考察中，已見在植物界中有限之運動能力，頗爲廣布。其感應性尤爲重要，蓋有此助力，植物始能排列其器官以求最適合於環境。葉莖根最後之位置，爲在植物生長期中各種影響平衡反應之結果。但運動之能事，平常皆有限而和緩，祇根於排列固定生物之器官，活潑之運動惟動物界爲有之。其最近於動物運動者，或爲印度恆河平原之旗報草 (*Desmodium gyrans*)，其小葉能繼續作圈形之運動，但尙無人知此植物何故如此忙碌也。

吾人曾言植物之生活與動物之生活略同，其須自衛以抵抗其天然之仇敵，亦與動物同。

多種動物純以植物爲食料，然植物中頗有極不願被食者，於是乃不得不有相當自衛之方法。否則食草動物自身亦有不利，蓋不久其藉以生存之植物將絕迹地上矣。植物抵抗方法之一種，卽爲毒質與致腐爛之液汁，其爲效頗大，但每每對於一種動物有毒者，他種動物仍能食之。如龍葵之葉爲一種小鞘翼蟲最重要之食物，但對於較大之食芻動物則爲毒劑。

吾人尙不知食芻動物何以能辨有毒與無毒之植物，多種植物有吾人所憎惡之特種臭味。又有多種植物則人類嗅覺神經對之若無臭味者，或動物之嗅覺乃能辨之。野動物之於危險植物，或以色香味辨別之也。

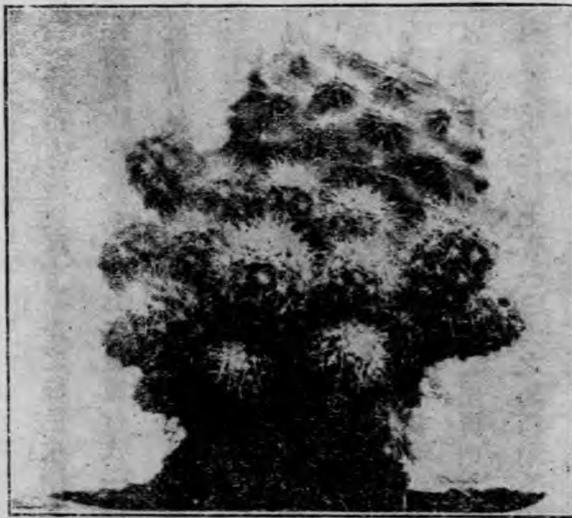
蕁麻等植物之葉有刺毛或剛毛以抵抗大食草動物之侵害，刺毛尤爲重要。若刺入皮膚之內，卽將自傷口注入一種毒質，引起極痛楚若燃燒之感覺。

在仙人掌一流之植物，其武器之種類甚多。單獨一種有時生有三四種武器，彼有大刺與小剛毛，或長或短，或肥或瘦，或有結，或光滑，或尖端平直，或有倒刺，形狀種種不一。植物平常皆有針刺等

物以自衛。

有數種花之蜜汁，能使蜜蜂酣醉，蜜蜂亦習而嗜之。厄力奧特 (Prof. Scott Elliot) 教授在其所著之今日之植物學 (Botany of To-day) 中，記載一最著名有關節唇之蘭類云：

『當彼昆蟲不經意走入此花經過其唇時，突被推之向前，投入液汁之中，迨彼掙扎爬出時，其翼盡濕，而不知不覺將花粉攜去，因以達傳粉作用。此事並無所謂殘酷之理存，蓋昆蟲仍須再入他花，並不受若何之害也。』



仙人球 (Mammillaria)

仙人掌仙人球等植物，生於美洲乾早地方。其刺為毛所變，供防禦動物侵害之用。

九

植物生殖之方法 在春初暖和天氣將至，生長怒發時，植物極能引人注目。吾人歡迎雪滴花，燕來花與紫堇純潔之色，然尤歡迎怒發之枝葉，滿布大地以百十等差之綠色也。樹木於此時開展其枝葉，根莖與球莖則由土壤中茁出新條，此類植物在其每年休息之後，重行入一活動之時期，同時百千萬幼苗齊由種子中萌發成新植物。於此可見一完全之新動機，在前此秋冬兩季生殖作用之結果，至是乃發達為新個體焉。（參觀第三十三篇季候之生物學）

花之意義 種子——核果之仁，蘋果之核——產自果實，果實乃花之終局，故在高等植物中，花為生殖最重要之器官。

花為何物乎？若吾人觀察一毛茛或一小燕來花，當見外方有一輪五個綠色萼片，合名為花萼，花萼者，在含苞時代供保護內部嫩弱部分，以後則保護完全開放之花之用。再則為鮮黃色花瓣所成之花冠，在花冠之內為多數小蕊，各有一柄謂之為花絲，上有一膨大之葯，葯中所含者為花粉。在最中心有多數小綠色顆粒，是為心皮，每心皮中有一胚珠（將來之種子）含有一卵細胞。

此各部分之形狀、顏色、數目、排列，在各種花中差別甚大。有花植物之分類，多以花之性質爲根據。在多種花中，有數部分缺乏或形狀大變，在鬱金香其花萼與花冠同具鮮麗之色，其三個心皮乃連合爲一子房而含有多數胚珠。在罌粟花、指頂花等多種花，心皮皆合爲一子房。在禾本科植物，花萼與花冠皆缺乏，或爲細微之鱗片，保護之作用，乃由細微之苞片任之，此苞片卽爲類似於秋牡丹下之三苞片者也。在榛樹有一類花但有小蕊，集合爲一金黃色下垂之穗，又有一類花僅有大蕊，集合成一羣芽狀體，每一芽狀體之頂端，有一叢紅色之絲狀物，在柳樹此兩類花各生於一株樹之上。

種子之秘密 在胚珠能發達爲種子之先，其所含卵細胞，必須由花粉粒與之授精；花粉粒墜落於柱頭之上，柱頭爲一潮潤承受之表面，有時載於長花絲之上，如紫蘇是；有時無蒂著生子房之上，如鬱金香是；花粉粒萌發成一小管，侵入花柱與子房之組織以達胚珠。在此受精作用之前，先有一甚長而繁複豫備之方法，在胚珠中先有一單獨大細胞，是爲胚囊，中含有少數細胞，其中有兩個最爲重要，兩個之一乃卵細胞，或雌性生殖體。

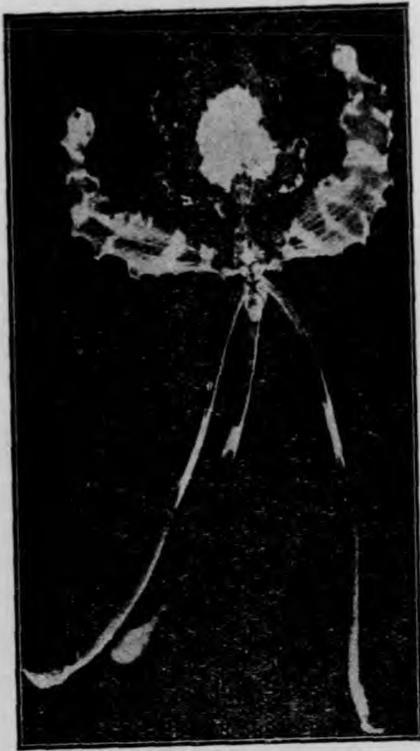
萌發之花粉粒，有三個細胞核，其一爲雄性生殖體，或謂之雄精。當花粉管達到胚珠時，卽攜其

所有物至胚囊，雄精與卵胞乃合而爲一。在每一精子中，皆含有其一親之遺傳性，精子連合之結果所成之受精卵，含有使新個體發達時具有其族類性質之主因之全部。彼卵胞受有受精作用之刺激後，起首分裂，發達爲一根一莖芽與二葉之胚，此各部分在浸透之菜豆或豌豆中極易觀察之，發達至此程度即行中止。種子成熟時，其嫩組織乃漸漸乾燥，是爲休眠時代。至是乃散布於外，高等植物亦如高等動物，能產生其幼兒，蓋眞爲胎生生物也。

花何故具有美色 於是吾人知子房者，爲含有雌性生殖體之器官，種子在其中成熟。小蕊則產生授精之花粉粒，花萼供保護之用。但吾人尙未言明花冠之功用；而在吾人美術之官感，則殊覺其爲花之要素，使之具有顯著之形狀顏色，有時且與以芳香甘味者也。彼蜜腺在數種花中，嘗附生於花冠之上，惟在他花中則生於大蕊小蕊之間焉。

花之形狀，尤以花冠爲甚，於傳粉作用有密切之關係，藉彼之力始得將小蕊之花粉傳至柱頭之上。

吾人於是知花之構造，有傳送花粉之作用，雖花之四部分各有其名稱形狀與功用，然皆有基



蝴蝶蘭 (butterfly orchis,
Oncidium papilio)

此蘭之花代表花瓣最精美之構造。此種西印度蘭花極似一蝴蝶，亦如英國之蜂蘭，每能將昆蟲駭走。結果則每每不得昆蟲為之傳粉而無從結實，此處之舉仿殊無效用。

本上共同之性質，蓋彼皆為葉，變成各種形狀，連合以達植物主要之目的，即為產生種子以發達為新植物，而於翌年再行開花結實也。所有花中各部分形狀地位之異點，所以使各種花具有其特種個性者，皆可歸納於在受精之先，所用以達到傳粉作用之各種方法焉。

但雖自全體觀之，美麗之花之差別，與昆蟲種類之差別或各種昆蟲傳粉方法之差別相契合，

然非謂惟昆蟲爲能傳粉也。在熱帶中多種之花，可由蜂雀傳粉，有數種吾邦所產之植物，如金色虎耳草，則由蚰蜒傳粉，水生植物如海中之蘊藻，淡水中之眼子菜等植物，則有浮水之花粉粒。此類數目固甚少，但與蟲媒植物以數目對抗者，則有具有極不顯著之花之植物，如樹木牧草等，皆藉風力以傳粉者也。

若食物之供給果爲花以實惠引誘昆蟲之法，則色與香卽爲引導昆蟲以揀擇其特種供給之來源者也。金雀花之金色，摩施，野紫蘇，野薄荷，石南科灌木之紫，葵，葵花或金盞花黃色之頭狀花，籬胡荽與山檀之一片白色，皆廣告內有佳饌之標記也。究竟昆蟲是否能辨別各種顏色，尙是疑問，蓋辨別色之本質於其反射光之程度，頗非易事也。在吾人官感，自以色爲花最重要之性質，但在昆蟲或以臭味爲重要也。吾人知昆蟲能辨別吾人所不能辨之臭味，或者各種臭味之差別，爲吾人粗鈍之嗅覺所不能辨別者，而昆蟲能辨之焉。

色與香固爲引誘昆蟲之指導，花之構造則所以限定何種昆蟲有利於某種之花，且每每限制其聚集花上之情形者也。故如籬胡荽之花，花蜜汁暴露於外，使蠅類及其他短喙之昆蟲，皆能取

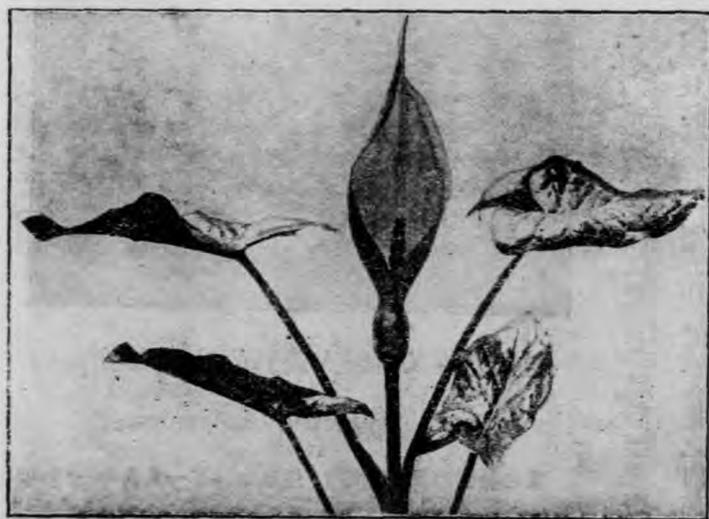
得之。其盛蜜汁之杯甚淺，大衆皆能取飲，蠅類乃翱翔其花序間，以傳播花粉，至在野紫蘇則蜜汁深藏於長花冠管底，僅長喙之蜜蜂爲能吸取之，且必須有一定方法以鑽入花之內部。花之下唇爲蜂



老虎七蘭又名婦人睡鞋蘭 (lady's-slipper orchis, *Cypripedium insigne*)

花之唇瓣即爲『睡鞋』。昆蟲如蜂等一入其中，必須用一特別方法方能出外，必須先接觸柱頭，後接觸花粉，因而達異花傳粉之目的。花有種種方法使昆蟲爲之效此種之勞焉。

駐足之所，立定後乃以首及胸鑽入花冠之喉部，於是乃與有樞軸棍桿狀之二小蕊下部相抵觸，因而致小蕊之上部彎曲着蜂之背，而糝著蜂背一限定地點以花粉。當此蜂再至較老之他花時，其先觸着者為分叉之柱頭，柱頭在此時代乃突出於帽形上唇之外，於是此花之花粉乃傳至彼花之柱頭。在野紫蘇一類之花，傳粉作用必須經此有定之完善方法，始能達到。故細小之蠅類不能觸動小蕊之機括，故於植物無效用。植物且在花冠頸部之半，生一圍

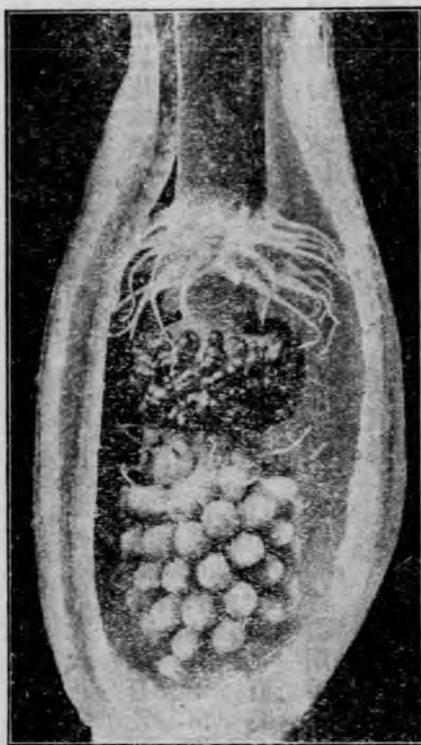


杜 鵑 芋

其花隱於一大綠色之僧帽內，在僧帽口內可見花軸棒形之末端。此棒之淡黃色與惡臭能引誘蠅類。其根可用以造成一種細澱粉，但極難除去其毒汁。

硬毛，以阻止蠅類吸取其蜜汁焉。

此種精密之構造，惟最繁複之花如野紫蘇、蘭科植物、柳穿魚、金雀花等具有兩半之均勢者爲有之。此種構造能使肥重之昆蟲得一駐足之所，且使昆蟲祇能從一方面鑽入花冠之內部，此種體合蓋以促成異花交配目的之得達，而於種子之數量與品質皆有裨益者也。蟲媒花顏色不必盡鮮



杜 鵑 芋

僧帽之一部割去表示內部之小花，其大蕊花生於下部，在小蕊花之前成熟。小蠅入僧帽之下部，乃爲上部一小蕊所變之毛阻不得出。至能生殖之小蕊發散花粉後，毛始枯萎，蠅乃逃去，而將花粉帶至他花。

麗，如杜鵑芋 (*onekoo-pint*, *Arum maculatum*) 之花，卽以臭如死屍之臭味，或其花軸頂端之棒之暗紫色引誘逐臭之蠅類者；蠅類入花後，卽被困於大蕊花間僧帽苞基部一圈小蕊所變之毛中。至小蕊花成熟時，此毛乃乾萎，而將蠅類釋放，其身上遍糝有花粉，乃逃入他花中。

世間亦有果品如香蕉等不必受粉始結實，甚且如懸鉤子、山柳菊等植物不必有有性生殖，種子可不由受精而產出之，平常則結實產種子皆須先受粉也。有時一種植物生長於異國者，須用人工爲之傳粉，在英國園中或溫室中之骨髓豆與桃樹，皆須用手爲之傳粉。紅紫雲英在新西蘭當未經輸入其所配合之野蜂時，皆不能結實焉。

風之傳粉 在風媒植物，其配合則另取一途徑。其花粉作灰塵狀，產出之量極巨，蓋花粉粒在空氣中達到其本種植物花之柱頭之機會頗少也。花粉粒平常皆甚小而輕，在松樹之花粉，則有二氣囊，尤利於飛翔空中，顯著之花冠至是乃無用，甚且爲障礙物。蓋能承接飛翔之花粉，使之不能達到柱頭之上，故花冠幾完全消滅。風媒花平常皆細小不顯著者也。小蕊生於極細之花絲之上，下垂於花外，顫動於空中，每一陣微風經過，卽震盪不已，柱頭亦露出於外——榛之赤色絲狀體，車前子

之羽狀物，禾本科植物之毛刷狀物，——簸盞於空中，以獵取飛翔之花粉。

異花交配之目的，每藉大小蕊花分生於不同之植物上以達之，有如白楊，或小蕊與柱頭不同時成熟，有如各種牧草與車前子。

異花交配之意義 異花交配在天演進步中極為重要，蓋藉此可將一種植物各個體所呈之新性質更番連合，庶以產出無量數之新品種，以供天演之淘汰。在天然狀況與在園圃中同，用雜交之方法，可使天演之進步加速，且異花交配，常能產強健之子胤，最著者為玉蜀黍，達爾文之報春花，亦其一例也。但此現象多由於遺傳性更換排列，非由於所必需之刺激。世間固有多種植物不需異花交配，復有多種於不能達到異花交配之目的時，亦能勉為自花交配也。

香紫堇在葉間秋季所成熟充滿有種子之蒴果，非產自春間所放之花，雖其花利於昆蟲之傳粉，但不知何故昆蟲極少趨之者。彼乃產自藏於葉間之小花，此種花形如小芽，從不開放，其柱頭取得本花小蕊所產之花粉以受精。

種子之重要 種子平常皆認為有花植物生殖體，但若據上文所述之方法，則知真正之生殖

體爲卵細胞與雄精，當卵細胞受精於精子細胞後，新個體乃肇始，所有以後之事件，皆新個體發達之步驟，種子不過爲一時期，至是發達乃暫行停止。

造成種子時生機之潛伏，有兩種功用：一爲豫備一休眠時期；一爲豫備傳播之用。柔弱之枝葉，不能禁受極端之氣候，無論爲北方冬令之嚴寒，或爲乾旱區域長期之旱曠，皆非枝葉所能禦。常綠植物之葉，固能生存於冬季，但闊葉樹多半落葉，僅留裸露之枝於風暴之中。草本植物則死去，餘留根莖、行莖、球莖等深埋於土壤之中，以度嚴寒。但種子爲植物生活史中最奇特之休眠時代，以乾燥之故，其生活之活動，減至於最低度，其細密之種皮與之以保護，能抵抗遠在嚴冬所有之溫度以下之酷寒，亦能抵抗甚高之熱度。多種種子能保全其生命至數十年之久。種子能延續植物以度過最不適宜之環境，在多數植物，此爲惟一之休眠與有抵抗力之時代。

同時一種族中個體之傳播，亦爲最重要之功用。植物在萌發之後，即固定於土壤中，惟在此時代乃能有飛行之機會，此成熟之種子，所以自母體中散布於外也。

植物之旅行 植物有各種旅行之方法，當金雀花之莢果成熟時，其將乾燥之組織收縮之速度不同，內部乃生一種張力，至一有定時期，平常每在日光甚烈之時，其莢之兩半連合處乃裂開，於是作一微響，卷爲兩螺旋體，將種子射出於數尺之外，其距離固不甚遠，但已能免其種子直下墜落於本叢之下而萌發之擁擠。同時馬蟻爲食其小橙黃色之油脂體之故，乃將其輸至他處，此則能運至甚遠之處，若埋於蟻垤中不過深，則其得較佳萌發之機會，且可增加。

多種植物賴動物以傳播其種子，鵝草之刺果，爲一被有倒鉤刺之乾果，常附着於經過之羊與兔之毛中，水鳥自一沼地飛至他沼地時，蹣跚之上帶有泥土，其中或有五六種植物之種子，但最宜於動物傳播者乃爲肉果，其美色既可引誘動物之來，其肉質又可供動物食料，此類果如蘋果、櫻桃、鵝莓等之種子，皆有硬殼爲之保護，可由動物食道中經過而不爲所消化。同時萌發之幼苗且受有動物排泄物之利益，晝眉食柏寄生之漿果，而擦去其喙上之種子於其所立足之枝上，當種子上之黏液乾燥時，種子即固着其上，第二年春間即在其所需要之地位而萌發。

風與水之流動，能將種子攜往甚遠之處。達爾文示知多種種子每浮於海水之中數星期之久，

仍能萌發。在熱帶地方海濱茄藤樹之沼澤，皆藉洋流以傳播推廣者。內地植物之種子當順河流沖下時，或藏於枝幹之罅隙中，漂過大洋而殖民於新大陸焉。

槭樹、松樹、秦皮樹種子之翼，可使種子迴翔於空中，乘風之力以達於甚遠之處所。功用尤大者厥爲蒲公英、薊、之果上，及柳樹、棉花、柳葉菜之種子上之毛。劉寄奴之輕微種子祇須有極微弱之氣流，卽能使之浮於空中。有人云日光所引起空氣之旋流，搏於種毛之上，復使周圍之空氣增加熱度，卽在十分靜寂之空氣中，亦能使之上升焉。

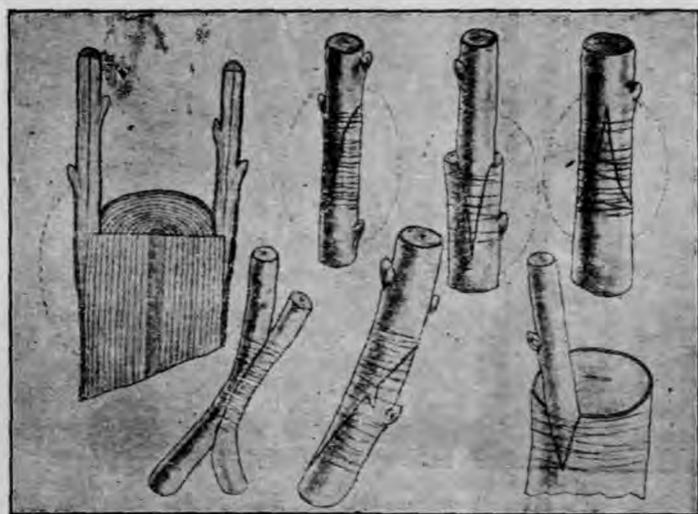
植物之隨風與水飄流者，散布之廣，尤不待言。漂浮於緩流中與附着水鳥毛羽上之浮萍，全世界皆產之。劉寄奴一屬植物共有二千種，最初發源之地，乃在玻利非亞之安第斯山，彼一路發生新種，循此大山脈前進，直至遍布於世界，此等旅行，足以使瑪可波羅 (Marco Polo) 與得魯日蒙 (De Rougemont) 望塵莫及也。

營養體繁殖 園丁之繁殖植物，常不用種子而另有他法，彼可插枝或插葉，接枝或接芽，插枝所以能成功者，由於割處易於生根之故，再細究之，則由於植物器官完成之不周密，而分離之部各

能獨立生存也。在接枝則尚須加以能與砧木之組織連合之一種能力，此非真正之生殖，蓋非由受精卵胞而起之新生物也。吾人可稱之為營養體繁殖。

在天然狀況中，與此同等之方法亦嘗見之。在接骨草與翻白草，其行莖生根發達成新植物，終則其相連之一段死去，而與母體分離。蕨類、秋牡丹、蔓根草

(Couch Grass) 之根莖分枝，每枝即為一新植物，球莖與塊莖，如綿棗兒燕來花等萌生幼植物。水生植物分枝極繁，一遇斷裂，即獨立生活。一八四〇年之頃，由美



接 枝 之 方 法

兩枝之形成層，能連合為一，接枝之法遂得以成立。用此法吾人可使佳良花果生於強健砧木上，以取得充分之水分與鹽。

洲所輸入英國兩三處地方之水紫蘇 (water thyme)，現已遍布全國，有時在各地且爲航行之大障礙。此植物大蕊小蕊花異株，輸入英國者，僅爲大蕊花植物，八十年之中未結一實，其巨量之繁殖皆藉營養體以爲之也。

此類植物似完全不需有性生殖之方法，究竟是否能永遠如此繁殖，抑爲生活力繼續之故，有時尚須有性生殖爲之



樹木外科術

近日之樹木外科醫將樹木之腐爛部分剝去，因而延長有價值之樹木之壽命。剝去之後，乃以殺菌劑與水洗之，而實之以水門汀泥。其所以能用此法者，由於樹身中大部分之木材無輸導水分之能力，若樹幹強固，去之殊無害也。腐爛之木除去，可免腐爛區域之擴充。

補助，吾人現尚不知，但重要食用植物，如香蕉，用營養體繁殖至數百年甚或數千年之久，可謂異事矣。

下等植物之生殖 下等植物之生殖方法，與有花植物不同。球果植物如紅豆杉、松樹、樅、香樅、檜樹種子不爲果所包圍，其胚珠裸露於球果鱗片之上，即紅豆杉之漿果，亦不過一肉質之托，僅包圍種子之下部。

再低一級，在生存之植物中，則有蕨類植物，包有木賊、草石松等，此支植物不產種子。

在蕨之葉背，吾人可見多數微小之孢子囊叢，每一孢子囊中含有多數孢子，一孢子爲一單獨細胞之生殖體，當孢子萌發時所產出者，非蕨而爲一綠色原葉體，長僅四分之一英寸。在原葉體之下面，乃產生卵細胞與精子等生殖器官，精子有顫毛，在表面之薄水層中顫動前進，以達到卵細胞而授精。受精之卵乃發達成一新蕨，蓋蕨之一單獨生活史必分爲兩時期：一爲有性之原葉體，一爲無性而產孢子之蕨植物，是爲交替之兩世代。彼天演史之旁支苔蘚植物亦有同等之現象。平常所見之青苔，爲有性世代，彼寄生其母體上之孢囊則爲產孢子者，在苔與蕨，其休眠時代皆爲孢子。

十一

植物界天演之正支，係自蕨類植物以達於有花植物，於此逐漸演進各種植物器官，以求適合於一潮潤土壤乾燥空氣之生活，如吸收根毛，根，導水組織，吸光之葉，與支撐葉於空中分枝之莖，生殖之方法亦逐漸變遷，直至最後有花植物之一時期，原有之情形，幾不可辨。迨植物完全脫離其所導源之環境（意指水譯者註），受精之先須受粉，逐漸因受昆蟲之影響，造成今日吾人所知之花。

葉之脫落 有一類植物為一年生，他類則為多年生。一年生植物開花結子之後，即枯萎而死，多年生植物則能生活數年之久，在此類植物與喬木或灌木，所儲藏之澱粉脂肪等養料，皆以供來年春季發生新葉之用。百合洋葱存儲其夏間所聚積之養料於球莖中，他種植物則儲藏養料於地下之塊莖或塊根中，吾人可以討論植物一年之活動終了時所常有之落葉現象，結束此生活植物之研究。湯姆生教授在其所著之自然史之研究 (Natural History Studies) 書中，有一節論之最詳。

「植物之生活有如海潮，在春間則潮大漲，表示於外者為莖之怒發，葉之葱蘢。至夏間則已

達最高之水標，羣花競開，萬蕾爭放。至秋令則潮漸落，滿枝垂有纍纍之果實，多量之種子，寶藏之以供來年春間之用。可云此潮之各時期皆有其特種之顏色，金黃與嫩綠爲早春之色，橙黃、赤、紫爲夏令羣花之豔彩，至秋令則如火如荼之霜紅，豔麗乃超越春夏花葉之上，所謂「霜葉紅如二月花」是也。平常潮落時，夕陽返照蔚藍之水上，呈金碧錯雜之天孫雲錦狀，亦如植物之有秋葉焉。

在全夏季間，植物之葉，曾爲極繁重之工作，其繁重常出於吾人理想之外。憑藉日光之補助，造成多量之糖與更複雜之炭素化合物，存儲於植物之各部。至秋間則生機停，液汁之運輸極少，葉乃漸死。其死也半由於夏間工作之勞頓，如蜜蜂然，半亦由於環境之改變。且爲植物自身計，葉死亦佳，否則其所作事之功，且將由彼自身以毀壞之也。

但在葉就死之先，彼先須將其所造成之養料，盡量輸入植物體中，在冬令尙未交時，葉中時有糖類及其他貴重養料輸入莖部。

至是葉已死去，室空如罄，所賸餘者不過爐中之餘燼，然此餘燼乃有如此之美色，或黃或橙

黃，或紅或紫，如燒空，如爛錦，所以使就槁之秋葉得名者也。黃色由於葉綠素分解之故，較美麗之色則由於別種之色質，爲葉之勤勞生活之副產物或排泄物。

最終則葉離樹而墜落，或久久搖曳於枝頭若不忍遽別者，終乃爲風所吹落，回旋而墜於地上。但樹毫不受此每年落葉之害，而葉則變色破碎，爲菌所侵蝕，蚯蚓所瘞埋，再加以細菌之助力，以變爲腐植質，而供來年幼苗之用。』

參考書目

Bose, *Life Movements in Plants*.

Bower, *Botany of the Living Plant and Plant Life on Land*.

Darwin, *Insectivorous Plants and Movements and Habits of Climbing Plants*.

Farmer, *Plant Life*.

Geddes, *Chapters in Modern Botany*.

Harvey-Gibson, *Outlines of the History of Botany*.

Herrick, *Wonders of Plant Life*.

Jones and Rayner, *Plant Biology*.

Kerner and Oliver, *Natural History of Plants*.

Müller, *Fertilization of Flowers* (translated by D'Arcy Thompson).

Scott, *Evolution of Plants*.

Timiriazeff, *The Life of the Plant*.

第十八篇 生物之相互關係

美國意大利諾大學植物學士 錢崇澍譯
國立東南大學植物學教授

自然之平衡——寄生生物之特殊性習 多數博物學家每有『生命之網』之觀念，但無有如達爾文之真切者。此觀念生物界圖本之中心點。『生命之網』云者，乃謂無一生物能自生自死；每一生命無不與他生命有連帶之關係。哲學家陸克會云：萬物皆為大自然系統中餘他部分之僕從。

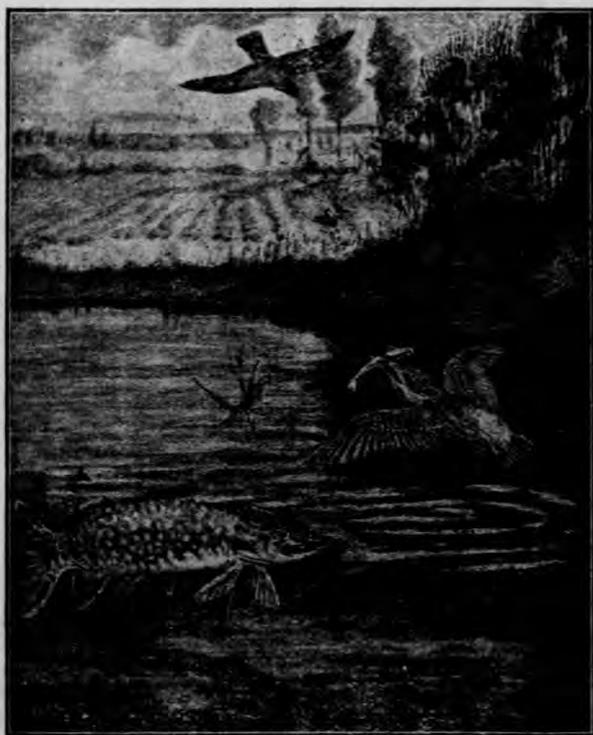
自然之平衡 吾人已知綠色植物，用空氣、水、與溶解之鹽類為食物，及利用日光之能力，在葉內之製造所，造成炭水化合物矣；各種動物皆仰給此種產物以生存，草食動物直接倚賴之，肉食者則間接倚賴之。凡肉皆草之一語，於生物學上有深義焉。此為自然平衡之一例，蓋一地面必須有充量植物材料，始能使動物生存無礙也。

自然平衡之又一例，為氮與二氯化炭之關係。僅少數人知空氣中之氮，為綠色植物所造成，綠

色植物於日光中常分解二氯化炭及發放氯氣於空氣中。此氯氣為動植物所用，使體中含炭之物質常得氯化與燃燒。

營養之相互關

係 營養之相互關係，為活動自然界系統中所包含之一事，一生物常仰給他生物以生存。動物食植物，或食他種動物，有時食動植物之產品，如落葉蜜蜂等是。物質常由一形態運行



此圖可以表示種類不息之競爭，一蠅輕飛於河中之水面，一小魚自水中躍起欲捕之。其背後下面有鯽注目於小魚，但為捕魚鳥所攫取，而鯽乃失其犧牲物。上有一鷹飛翔，預備急下攫取捕魚鳥，而魚與鳥將以次為鷹所犧牲。

至他形體，周流繼續而不息，此任舉何例而確者也。血肉循環之變化，至無窮盡。鱈魚吞油螺，油螺噬海蟲，海蟲又食游行於水中之微生物。一車之廢，傾入於湖；細菌即腐敗分解之爲簡單之物質；此種細菌及物質乃轉爲無數滴蟲之食料，較小之介類復捕滴蟲而食之，鱒魚則又隨介類之後。此等營養相互之關係，於實用上極爲重要也。

最不顯著之植物，或動物於自然經濟上極爲重要，即吾人所謂生命平衡者是也。蚯蚓非在自然界之關係上，常視爲不足輕重之物乎？然其重要可考察而知，如無蚯蚓，則植物之生長將遠遜於今日。觀下述之數語，可知懷特 (Gilbert White) 之視蚯蚓爲何等重要可貴矣。

『蚯蚓形體雖小，於自然界中雖視若無足重輕，然苟失之，將成可悲之缺陷。植物無之，生長不良，蚯蚓實爲輔助植物生長之利器；土壤之多孔而疏鬆，使雨水及植物之纖維能流通於其中，地面植物之莖桿能插入地下，及下層無數之土塊能翻至上層，實胥蚯蚓是賴也。土壤而無蚯蚓，即成堅冷而失發酵作用，其結果即成貧瘠不毛之土。』

達爾文於幼年學生時代，在愛丁堡地方，已開始研究蚯蚓之工作，於一面積中，計算蚯蚓所成

孔穴之數，地面排泄物之重量，及運入孔中之葉數。達爾文堅忍性成，蚯蚓之研究終其身而不息，至一千八百八十一年，卽其逝世之前一年，其傑著蚯蚓造成腐植土乃發表於世，用以證明蚯蚓造成地球上沃壤之功。

今姑舉達氏書中三四事。不列顛一英畝之地，平均有蚯蚓五萬三千，於荒蕪之舊地，則可有五十萬，平均計之，每一英畝之土之由蚯蚓體中通過者約十噸，而蚯蚓之爲此已越數百萬年矣。依此而計其排泄物之增加，每十五年可在地面積三英寸之厚，故蚯蚓常使土壤繼續循環轉運而不已。一久耕之地滿載燧石，名爲石田，設任其自然不加干涉，則三十年後，一馬可自其地之一端，馳至他端不觸一石云。

達爾文之結論如下：

「當吾人遠眺一草蕪之廣場，覺其地風景之美，由於地勢之平坦，然吾人當憶地勢之平坦，實由於蚯蚓自起伏不等之狀，逐漸平之所致。苟吾人思及任何曠野，上層土壤之全部，皆已經過蚯蚓之腹，而每數年則將重經其腹一次，豈非可驚乎？耕鋤爲人類最古最有價值之發明，不知遠

在有人類以前，蚯蚓早施耕鋤之事矣。除下等動物如蚯蚓者外，尚有他種動物，於地球歷史上，佔同等之重要位置如蚯蚓與否，則實爲一疑問。

故蚯蚓能增進植物之生長，亦爲分解巖石之一重要原因。能使腐植酸下降至深層而起溶解作用，其排泄之在山坡者，則因風雨而流下，以增漲遠離山谷之沖積土。

生存之相互關係 地球上生存相互關係之最要者，莫如多數



蚯蚓工作之時

蚯蚓關於農業之工作有四。搗爛土壤於其胃中，土壤溶液易於作成。在土中掘穴，易使土壤通氣及輕鬆，故細根易於生入，雨水亦易沈下。以其所排泄之土蓋於土面，於久長之時間內，常翻轉其土。蚯蚓亦埋植物之葉於地下，一部分爲食料，其餘則腐爛而成腐植質，達爾文謂蚯蚓對於葉之工作，其法極靈妙，但有時拖入羽毛，恐爲盲性之所使耳。

種子植物與昆蟲之關係（參看第十七篇自然史之四——植物）。昆蟲自一花之花粉傳送至他花，植物不特僅得受精而已，且得雜交，以增進種子之收穫及性質。花子房內所含之卵，苟不與花粉中之雄性細胞核相交配，則可成種子之胚珠，將無由發達而成種子，即亦無萌發之力。數種植物如豌豆者，能自花受粉；數種植物如松柏等，則由風以遞送花粉，但大多數之花，其花粉全賴昆蟲傳遞，並由試驗證明此為最善之法。

貓與紫雲英

達爾文曾述世所傳誦貓與紫雲英 (Cats and Clover) 之故事，以表示花與

昆蟲之關係（昆蟲亦有加害於花者）。達氏以紗布袋封一百紫雲英之花球，空氣與日光仍得由袋而出入，昆蟲則無由以入花。以紗布袋包封之花，無一成熟之種子可得，而花球之無紗布袋者，則得二萬七千之優良種子。蓋有土蜂以行雜交也。故土蜂愈多，則次年紫雲英之收穫愈佳。

但田鼠嗜食土蜂白色之幼蟲，故田鼠愈多，土蜂愈少，而次年紫雲英之收穫亦愈劣。

在村落之附近，田鼠較曠野為少，蓋貓雖不食田鼠之肉，然多捕殺之。故貓愈多，田鼠愈少，田鼠愈少，則土蜂愈多，土蜂愈多，則次年紫雲英之收穫亦愈佳。推而論之，紫雲英愈多，則牧牛之草場愈

富，而英人所嗜之燻炙牛肉不可勝食矣。鄉村老婦愈慈愛，則貓亦愈多，此又利於紫雲英之生長，故貓、紫雲英與牛有相互之關係存焉。

紫雲英亦有不藉土蜂以成種子者。此或由於自花之受粉，或由他種昆蟲爲之傳遞花粉所致。但其重要事實，可由新西蘭等處之例以表示之。

紅和蘭翹搖之例 新西蘭農人首種紫雲英

或紅和蘭翹搖之時，種子失收，蓋是烏無土蜂也。農人於是輸入土蜂而急速繁殖之；紫雲英之種子，即成爲商業上之重要品矣。其後再輸入美洲產之長吻土蜂，紫雲英之收穫更增，蓋長吻易入花管之下部也。一千八百十二年，其一洲於六百十英畝之面



紫雲英之花密聚成頭狀，其花之已由蜜蜂爲之傳粉者，皆向下垂屈

第四花頭僅有一花直立。右之花頭，則諸花全已垂下。於生命之網之各種相互關係中，似以花之與其適宜之昆蟲爲最重要。

積，平均每畝得紅和蘭翹搖之種子一百五十八磅。

種子之分佈 種子之分佈，其重要殊不減於花之傳粉作用，此又可自達爾文之研究見之。當鳥足着溼時，常有土粒黏附其上，此等土粒可含有植物之種子及小動物或小動物之幼蟲。鳥至他處洗除其足，土粒中之種子復得落下，因而散佈焉。下為達氏種源論中之語。

羊鬚草已成熟之花球



(1)

(1)羊鬚草已成熟之花球起始開花。菊類植物之花球，如蒲公英薊等，自無數小花集成。每小花之基部為一堅果狀之子房，傳粉後，子房內發達一種子。每果實上有毛一叢，當果實預備散佈時，為受風之用。羊鬚草果實之毛易感濕度，依空氣中濕氣之多少而變更其位置。

『多數事實，可指明土

壤中含有種子。試舉一例，牛

頓教授 (Prof. Newton)

曾以受傷不能飛之紅足鷓

鴣 (*Caccabis rufa*) 之腿

贈余，其足上有堅硬泥丸黏

附之，其重為六盎斯半。此土

藏三年後，始碎而溼之，置於

玻璃下，有八十二植物由土發生，其中十二為單子葉植物，有普通燕麥，至少有青草一種，其他之

七十二為雙子葉植物，自發生之幼葉考之，至少含有三種植物。』

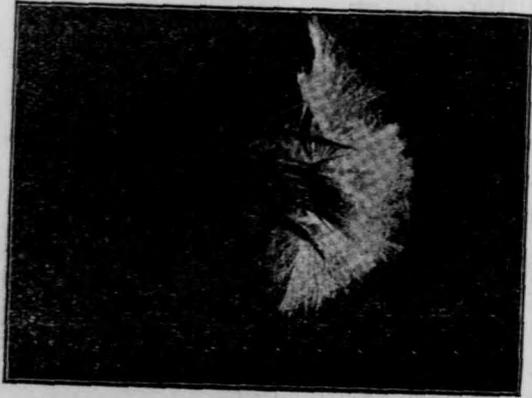
當鳥死後在地面腐爛時，或被散克克斯登鞘穀蟲 (*Saxton-beetles*) 埋入地下，其嗉囊中未

消化之種子，亦即植於地下，與其原產之地可相離甚遠。



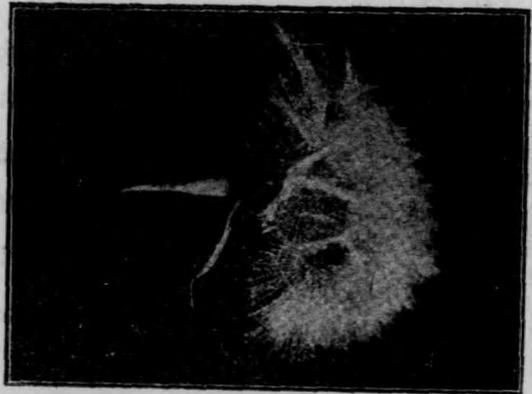
(2)

(2) 羊鬚草成熟花球一日後之狀。



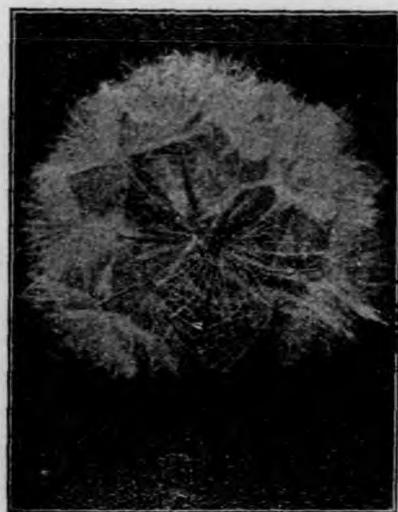
(3)

(3) 羊鬘草成熟花球之第三日。



(4)

(4) 羊鬘草成熟花球之第四日。



(5)

(5)羊鬚草成熟花球全開之狀。
其果實已預備爲風所飄送至遠離之地而下種。當花球成熟之時，空中濕氣能使花球全閉以使乾燥。果實上繖形之毛，形同蒲公英，甚爲美麗，適於風所吹送。甚爲顯然。

蟻與種子 蟻極喜種子之殼含油或食料者，如莖菜、桔梗之一種、木犀草紫莖等。有時蟻僅食種子外部含有食料之部分，故自蟻穴捨棄之種子，仍有萌發之能力，更進，當蟻搬運種子時，多有遺落於道者。威斯 (E. F. Weiss) 教授曾置烏蘭克斯豆及金雀枝種子於蟻道，此二種子均含有食料，立爲蟻所選取，其他之種子則置而不顧，故烏蘭克斯及金雀枝之分佈，蟻與有力焉。



埋葬蟲之試驗

一死鼠置於山胡椒之枝上。埋葬蟲於鼠身上，用跳擲搖動拖引之法，卒能自樹枝上拖下。

淡水貝類及柳蠶 一生物恃他生物以延種之又一例，可於淡水貝類及柳蠶之相互關係見之。不列顛之淡水貝類，產卵於中夏，但不釋放於體外。而發育於筐狀外鰓之穴內，隨成針頭狀二殼

之幼蟲，名格牢愷地亞 (Glochidia) 至次年之初，始離母體而外出。設非有魚如柳鱗者緩過其旁，幼蟲猶不即外出也。幼蟲外出後，游於水中，閉其雙殼，吐出細弱膠質之絲，幸者得附着於柳鱗，即微鑽入於魚體。後復生一大變化，得墜於泥中時已遠離其產生之處所矣。歐洲大陸有別脫林魚 (Rhodeus amarus)，其事尤奇，此魚以其產卵之長管，注射其卵於淡水貝類之體中。魚卵發育於貝類之鰓穴內，經若干時始外出。故淡水貝類有賴於數種之魚，而別脫林魚則恃淡水貝類，此即相互關係之意。此種關係於生物生活史中，可舉數十例也。

生物之互助 一生物之附生於他生物之背者，為常見之事，而尤於生物叢集之地如海灘者為甚，例如石生茗荷兒之附於蟹殼，或管生蟲類之附於海螺是。此種生命現象謂之附生，動物植物均有附生者，例如海藻之生於蟹體及老龍蝦，與綠藻之在樹枝之粗毛是。附生之動物或植物，因之可有散布游動之利益。而負擔者有時似僅為重荷，但通常則無甚關係，亦偶然有利用附生物而得保護者，如擬態節中之所論是。

雖鳩類有活潑性之鳥，常與鱷魚生有趣味之合夥關係，如以前希羅多德 (Herodotus) 報告

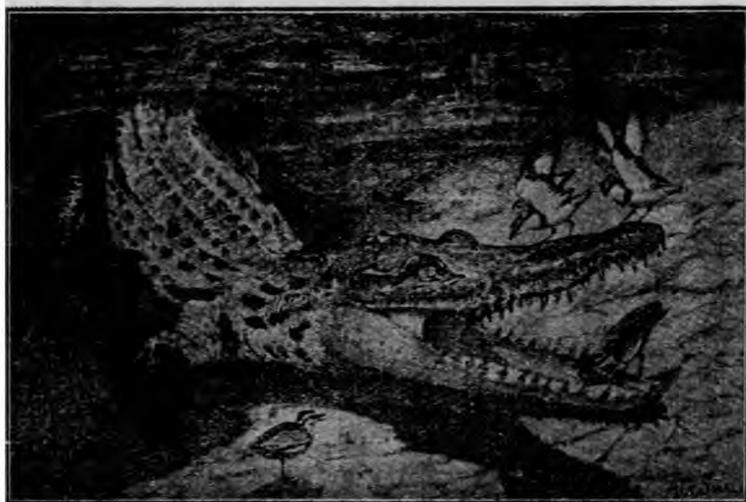
中之所述。

『此鳥以有觀察，多疑，易於感動，及喧嘩之性，與遠聞之鳴聲，較之他類不警醒之生物，最適於作巡望之用。凡覓食之獸或人類近之者，莫能逃其多疑之觀察；河中之帆船划船，均足以引其注意；凡有所見，輒大聲以鳴』（參看布利姆之自北極至赤道（Brehm's from North Pole to Equator））

此鳥產於鱷魚所棲息之尼羅河（Nile）沙洲。常棲於鱷魚之背以拾水蛭，有時且自鱷魚齒間以啄取少量之食。亞當斯博士（Dr. Leith Adams）謂現在埃及人於希羅多德所述之事又增廣之。

『彼埃及人謂雌鳩類之鳥於鱷魚體上捕食水蛭之外，有時偶入鱷魚之口，蓋鱷魚有時曝日於沙洲，其顎常開也。有時鱷魚偶入睡鄉，其顎忽下垂而閉，此鳥於口中，此鳥立即用其角狀之距以刺鱷魚，一若促醒其記憶者然，鱷魚乃啓其顎以釋放之』（參看尼羅河流域之博物筆記（Notes of a Naturalist in the Nile Valley, 1870））

與鱷魚有關係之鳥似有二種，均屬雉鳩類，一爲黑頭雉鳩 (*Pluvianus aegyptius*)，一爲距翅雉鳩 (*Hoplopterus spinosus*)。此事已足表示合夥生活矣，但小鱗之游行於大水母繖體下以得庇護，獸棲鳥之棲於牛身以潔其皮，及鯖之與鯊同游，亦有足述之價值也。吾人之述此種共同生活初無所難，而此種合夥營生，又於不知不覺之間而入於更確定之關係。例如微小之蠅奴得馬鬣蛤之庇護，而食料亦於是取給焉。



鱷魚鳥及其同居之鱷魚

此爲異類動物外部同居之一例，鳥之利益，爲得寄生於鱷魚背上及口內之水蛭及他種寄生物。鱷魚自鳥所得之利益，爲此鳥極爲警醒，當有危險相近時，輒作大聲而飛去。

欲定庇護之終與協作之始，則天然難有確定之界線。印度洋有顏色鮮明之魚，長約二寸，名安姆飛柏林 (Amphiprion) 與一大海葵 (Discosoma) 共棲。此魚居於海葵觸角之間，稍受驚恐，即退入海葵之食穴，如自海葵取出即斃。班斐爾 (Banfield) 於其我之熱帶海島 (My Tropic Isle 1910) 一書中曾云『其逃逸之速宛如光線，捕捉最難。如激動之，海葵之摺襞驟形縮入，成不可破裂之狀態。』魚之利益顯然可觀，蓋既獲庇護，又得食料也；然他方之利益則何如？小魚常因試探或無意而游近海葵，多數海葵即刺捕之，但此種海葵則不以此加諸安姆飛柏林。有以爲海葵用此顏色鮮明之魚，爲引誘之餌者；更近似者，則此魚游動於海葵之間，可常保水之流通，殊有用於海葵。

二

同棲 上節討論二種截然不同之生物，共同棲止，互得利益，此種現象名曰『同棲 (commensalism)』語之原義爲同桌而食，亦意同伴最佳之例，見之於寄居蟹及海葵。數種之寄居蟹，藏其柔弱之尾於油螺或他種之貝類，而置海葵於貝殼之上。一大貝殼之頂，可有二或四之海葵。寄居蟹之利益，在有海葵以隱蔽其體，及海葵之能刺。寄居蟹有每一大缺上固著一海葵，一若兵器者。

然。海葵之利益，在得移動其體，與分享寄居蟹豐富之食料。在此互得利益之同棲中，有多數富於趣味之點。如寄居蟹而失其侶，則行動遲緩而示不安狀，至復得一同類之物而止。當寄居蟹生長太大，不能容於其貝殼時，必須移居而遺棄其海葵。但有能自其遺棄之貝殼，移取海葵而置於新殼者。設海葵離其同伴，則稍後能自固其體於行過其旁寄居蟹之足，逐漸行至其頂。海葵有永不與寄居蟹分離者，寄居蟹之於海葵亦然。

除海洋動物外，同棲亦常見於陸生之昆蟲中。俾布 (William Beebe) 近述一微小盲目之蜚蠊，此蟲居於阿塔 (Atta) 食葉蟻之地下巢中。空偉大働蟻之腹，而不為害於蟻巢。同棲之例之見於此書之他處者，不重述於此。今試再述共生之例。

共生 共生亦同居之意，但專指二不同類之生物，體內同居而互得利益者。例如綠藻之生於海中小蟲名 (Convoluta) 之體內，使蟲得成一種植物的動物，而得共生極良之結果。

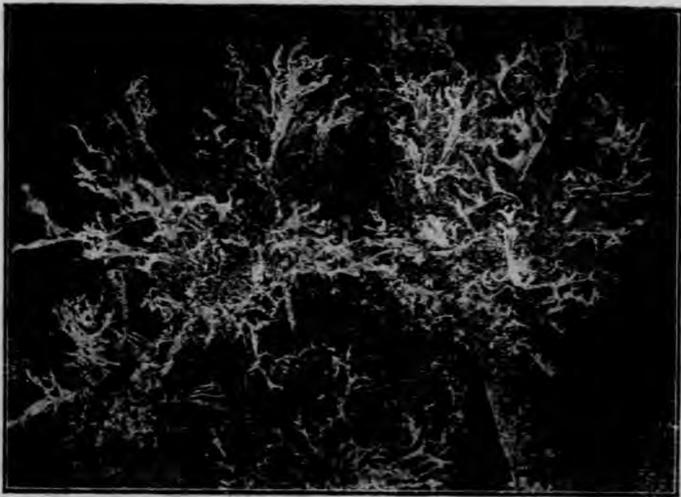
地衣之共生 大植物學家得巴力 (De Bary) 始以共生之名施諸異類植物之組合為一者，如樹幹及巖石上常見之地衣是。地衣之構造較形態尤為奇異，蓋由二種植物組合而成，前已論及

之矣。(參看本卷第十七篇第十四頁)

研究地衣，不能不引起吾人之趣味，蓋地衣既爲造成土壤之先鋒，又能庇護及飼養作生存競爭先驅之動物。於天演中，地衣又爲共生之前驅者，不尤有趣味耶？

石南植物之共生 普通皆知石

南植物生長於他種植物難生之貧瘠土壤。荒蕪澤地，土多酸性，植物之根難以生長。土中亦乏淡質之供給，蓋細菌不能生存於有泥炭之環境也。蚯蚓於他處能造土壤，而於此土則同細菌。但



英國尋常之地衣 (*Evernia prunastri*)

此地衣通常生於老樹及板垣上，上面青灰色，下面白色，分枝如帶。地衣之菌，吸收雨水及自其附生之面吸收無機物質。藻則成於綠色細胞，製造炭水化物，爲菌所利用。

石南植物常茂生於山嶺及荒蕪之澤地，果何恃以致此乎？蓋有菌與之共生也。此菌之菌絲，不僅侵入其根之細胞，且遍佈於其莖葉之中，即子房亦有之。此菌為石南植物與土壤之居間物；能吸取水分及有機物質；或亦能固定空氣中之氮。總之，石南植物與其侵入之菌，已成和協之共生。石南植物無此菌，則不能生長，可見和協程度之深矣。雷涅博士 (Dr. Rayner) 謂「石南植物之生長於貧瘠土壤之問題，已經解決，但以犧牲獨立之價換得之。」石南植物之種子萌發後，菌則侵入，如土壤而無此菌者，則其幼苗不能生根，非一可注意之事實耶？但得相當之菌，即能依常態而生長。石南之強盛，及其種類之綿延，端賴乎與之共生之菌。至其詳則論之於上篇。

三

人與生命之網 設世界生物而成一連結之大系統者，則人欲有所為於此活動世界，當注意明察此事實，此實人類之所常有事也，苟欲駕馭自然，必先求知生命之網而尊敬之。人類因昧然於此，或輕忽視之，遂致地球之上，擾亂無寧日。今試述數事，以示人類之過失及其成功焉。

一 人常擾亂動植物之自然。在一千八百六十年時，人以免輸入澳洲，以其地無天然之敵，此

種適應環境之生物，大爲繁殖，而素稱肥沃之大地，乃變爲不毛之瘠土。歐洲麻雀之輸入美國約十餘次，半欲用以驅除榆樹之害蟲，亦略有成效。但麻雀自身，反成美洲之大害物，爲害於農作物至巨，又逐去本土之益鳥。美國由麻雀一年所致之損失，爲數頗巨。

人固不常作此等愚事。果木經人力而輸入南非洲，小麥輸入美洲；歐洲之火雞來自墨西哥，新西蘭之羊則由蘇格蘭輸入之。此處宜注意者，則人類之成功，以家畜及栽培植物爲大，蓋對於此種生物，早已有駕馭之能力矣。

二 有時人類雖不必推廣生物之產地，而由獎勵其生長以致惡果者，例如處置各種殘廢之物或食屑之不經意，或由奢侈浪費之故，致獎勵鼠之繁殖，致成凶惡之徵兆。現在僅不列顛之一地已有數百萬之褐色鼠，其損害不僅囿於破壞各種儲藏物品而已。污穢不潔之害，尤甚於其所竊食。且鼠身生有一極危險之人體寄生生物，其學名爲 *Trichinella spiralis*，豕爲其第二之寄主，適成人鼠傳染之居間物。又印度鼠蹊腺炎疫病之微生物，學名爲 *Bacillus pestis*，於不列顛曾名『黑死病』者，亦多少產於鼠身，鼠蚤由鼠血以吸入之。鼠斃後，蚤躍出鼠身，傳此疫病之微生物於

人體表示相互關係之錯雜，莫善於此例矣，尤為明瞭者，印度地方之多畜貓者，此疫之發見殊少。蓋貓多則鼠少，鼠少則鼠蚤自滅，而疫病亦少。

三 人擾亂自然之平衡，

有多數事實適成優良事業成功之代價。馬鈴薯病蟲 (Dory-

phora decemlineata) 有時

發現於不列顛，初僅限於北美

西方之中部，飼於一種有毒之

茄屬植物，以有天然之敵，孳生不繁。自馬鈴薯（與有毒茄屬植物同屬）之輸入，及馬鈴薯之逐年



鼠之雌蚤(放大)

蚤為無翼之昆蟲，自其長足可知其有跳躍之大能力，異於大多數之昆蟲。蚤身之高遠過其闊，雄蚤之大遠遜於雌蚤，卵下於罅縫中。其幼蟲蛹等之變態，皆於是處完全之。幼蟲食有機物質之零片。當成蟲咬人時，其口注射一種分泌物，使發癢；但刺入之口部，可染以微生物，可增加刺激，亦能致病，例如熱帶地方之鼠蚤已吸染有鼠疫細菌之鼠血，若咬人，即可將疫病傳之於人。

推廣，馬鈴薯病蟲乃得繁殖之機會，漸向東方蔓延，而其天然之敵，亦失抵抗之力。此蟲每年向東而行，至大西洋海濱而止。已試用多種防治之法，但勝利常歸此蟲，而繼續橫征其苛稅。但無敢歸咎於人者。

四 有時人之破壞自然，僅爲

偶然之事，可於傑撥色蝶（*Oenaria clispar*）之例見之。博物學家特魯微洛特（*Trouvelot*）於一千八百六十九年，因作科學的研究，自歐洲輸此蝶於美洲之麻省，少數幼蟲偶然逃逸，特魯微洛特雖竭力補救，然終不能盡數捕回其逃蟲，而蟲害於是蔓延無已。褐尾蛾之輸入，亦無法



馬鈴薯甲殼蟲之放大以示其翼及翼鞘

成蟲之雌者，其長稍短於半英寸。每翼鞘有直形條紋五，以此有十線蟲之稱。雌蟲每季下卵自五百至一千。每次下卵之數十至四十，叢集於馬鈴薯葉之下面。北美馬鈴薯之栽培未推行於西方之前，此蟲取與馬鈴薯同屬植物之葉爲食料。此蟲於一千八百五十九年始行蔓延，一千八百七十四年已達大西洋海岸，故每年蔓延之速率約八十八英里。

可以制止，其孳生於美國，乃成樹葉零落之大患。

試再述一可嘉許之例。魯爾教授 (Prof. R. S. Lull) 於其有機進化論 (Organic Evolution) 書中有曰：

『自然平衡被人破壞後而仍得恢復之一例，可於一種介殼蟲從檸檬幼樹偶然自澳洲輸入美洲之加省見之。介殼蟲在加省蔓延之廣，爲害之大，雖用各種機械法以防治之而無效可觀。後在澳洲搜得其天然敵蟲金花龜，輸入加省，其結果則不僅介殼蟲減少而已，且幾至絕跡。金花龜全恃此介殼蟲以充食料，故亦繼之而死，現在介殼蟲與金花龜並皆蓄養，以備他日此害再發時之用。』

輸進天然之敵，以治外邦引入之有害生物，已試行多次，而皆獲良果。

五 人之干涉自然，有時由於減除，而不由於培養，試觀下述之語。

『澳洲有故事可作吾人之教訓。墨累河 (Murray River) 沼澤之某地，數種之鵜常數千成羣以游行，以其有害於漁業，遂大加殘酷之殺戮，鵜乃減至數百。但魚不特無進步，且較前益少。

後乃發見鵜大都捕蟹鱧及他種生物之吞噬有用魚類之卵及小魚者以爲食。故鵜之殺戮，乃使漁業衰敗。非使之進步也。顯然可見之要點，人類應先知生命之網之事實，然後可對於生命之網施劇烈之干涉。』

鳥之重要 自然平衡之一危險，爲昆蟲之繁殖。昆蟲種類既多，繁殖力尤大。孳生過庶，常於一有限之面積內發生危害，如蝗蝻之襲擊是。此種普遍之禍患，由於氣候之變更，或食蟲動物而成。此中之最要者，莫如食蟲之鳥。今不能作簡明之計算，但專家有謂設無鳥至六七年之久，已足使活動之自然界，入於暗淡無光之終期，將見世界爲昆蟲之大屠場，彼此吞併窒息而巳。此爲生物學上反對捕滅食蟲鳥之原因。此等之鳥，足增加自然之美麗，亦爲反對任意捕殺之一有力理由。

人不能以除滅爲易事，當舉行屠戮勦絕之前，不可不經慎重之考慮。毒蛇固當屏除，但安知毒蛇之除滅，反足以致騾鼠及其他多種蛇所嗜食之毒物繁殖乎？松鼠爲害於幼樹，以故多消滅松鼠之會，懸賞以購此美麗鼠類之頭，而頭乃滾滾而入。但有時滅鼠會以斑鳩孳生太多而反應解散，蓋斑鳩多食穀類，農人之損失太巨。通常食草之松鼠，食斑鳩之雛。



野 貓 (*Felis catus*)

英國野生之貓族代表，僅此野貓一種。現已少見，僅存在於蘇格蘭島之僻處。此貓與屬於熊類之松貂有別，亦不同於家貓之流於野生者。其身體及四肢較家貓爲長，其尾亦較粗短而不尖。自各種情形觀之，家貓大概出於埃及之貓，學名 *Felis castris*。



松 貂 (*Mustela martes*)

松貂屬熊族，頭及體之長約八英寸，尾長約有一英尺，外毛長，褐色，內毛短，黃灰色，性溫和警覺，勇於捕食他種動物。但現時在英國，則較野貓尤少。

人於無意之中獎勵家鼠，人亦於無意之中摧殘野物。推廣農業，疏導沼澤，斫伐森林，荒蕪曠地，成美麗之球場。故野貓漸少，松貂亦致絕跡；鷓鴣稀見，羽領鳩不作巢於不列顛。所希望者，衆人有重醒之一日，知如鷓鴣鴛等之生物，當爲國家所寶貴，有真實保存之價值，不應以無知或貪殘而犧牲之也。

四



鷓 鴣

鷓鴣食食魚，但須知其所喜食之魚，種類甚多。如加害於有用食魚之卵之鰕蟃等亦食之，亦能遏止他種食魚 邪之動物如蟹等。自人類之利益着想，有時生命之網甚爲複雜，對於一鳥之應獎勵或防止，頗爲困難，兩面常覺均可袒護。在中國與日本，鷓鴣爲漁人用以捕魚，置一革圈於其頸，使所捕之魚不能吞下。鷓鴣通常營巢於石岸之礁石，當飼其雛時，其雛之頭深入其母之口。

相互關係之衆多

郎刻斯忒(Sir Ray Lankester)曾總合多數人與動物之實用關係，其

所論諸點，頗有足述之價值：(a)吾人有因其肉而捉捕動物者，如野兔、家兔、鯪、鯪等魚。亦有因其不可食之部分而殺之者，如鯨魚之油及骨，蚌之珠及珠母是。(b)動物有可蓄養而利用之者，例

如豕之肉，牛之肉及乳；馬之運輸，犬之守夜；蜂之蜜，蠶羊之衣織，種種皆是。有時其用可爲美術上之飾品者，如時辰鳥、金魚是。蓄養愛玩之物，自貓至白鼠，自鸚鵡



忍冬植物纏繞於榛之莖

榛莖之未被忍冬植物纏繞之部分，生長較粗，致有如絞扭之態。此種相互關係非爲寄生，忍冬僅用榛莖爲支持物，因得上升以得光及空氣。熱帶森林中纏繞植物極多，林中大樹有因纏繞植物其上而死者。

至捲毛犬，亦屬於此類。(c) 動物有輔助人之事業者。肥沃之土，大都由蚯蚓而成，土蜂能為紫雲英傳粉。業漁者全恃海中之微小甲殼動物，甲殼動物又恃藻及滴蟲。(d) 動物有為人類行止之阻障，及破壞其試驗者。毒蛇之嚙其足跟，蚊蟲之致黃熱病皆是也。有時蚊蚋蔓生，使人生成一重荷，



一叢動植物生於一貝類之外部

此動植物，初視之似海藻；然細察之為一種小管狀動物或珊瑚類之團點。此為外部附生之例，動植物僅附生於貝類之外部，適如苔類之附生於樹上。

而易使人類抑鬱失望者，爲微小之十二指腸蟲，其幼蟲自穢土而入人之皮膚。現知此寄生蟲之生命史，已可防範其可慘之侵襲矣。上古史中之人類視爲勁敵者，爲偉大之動物，如獅虎等類；而現今可懼之敵乃微小之物，有微小之極，非顯微鏡不能見者。(e) 除動物之直接阻礙人類者外，有無數生物，爲其牧羣，農田及園圃之敵。短尾蚶有時致疫病；斑鳩掠食優良種子；葡萄蚜蟲致害於葡萄園；馬鈴薯病蟲侵襲馬鈴薯；害蟲之數以數千計。人家畜常爲多數寄生生物所侵襲：馬有馬腸蟲，牛有牛蠅之幼蟲，羊有羊腦中條蟲，而豕則尤有多數內部寄生生物。(f) 動物亦常致患於人之永久物品，及儲藏之物。熱帶之白蟻，蛀蝕各種木製物品，且足以阻障多數事業。



中縫之鳥嘴已死於下蠅肉

象爲害於穀倉至巨，而鼠爲最可厭之物。靈魚及衣蟲消除較易，抵抗蜚蠊則甚困難。(g) 有有益之動物，能殺除上述三節之動物(d, e, 及 f) 如刺螺之食蛞蝓，疾飛鳩之捕食綠蟲，瓢蟲之消除綠蚜蟲，及姬蜂之下卵於各種幼蟲是。

前於天演之遞進篇中，已論及立契 (James Ritchie) 氏之傑作人類對於蘇格蘭動物生活之影響 (The Influence of Man on Animal Life in Scotland) 書中所論諸端，如人類自有蓄養、破壞、輸入、消除、保存、栽培後，數千年中之變化，語皆簡明而合於學理。最要之點，爲生物之生滅，不特直接影響於自身，且與各種動作皆有至遠之關係。

鷗產生地之故事 舉一可以三反，故吾人於立契書中，採取一事以示生活相互關係之複雜。皮布爾州 (Peablesire) 地方附近西林吞 (West Linton) 有黑頭鷗 (Larus ridibundus) 一羣，集於白苔之地一千八百九十年，白苔爲一石南植物生長之澤地，泥炭水分在其下層。一千八百九十二年或一千八百九十三年，少數之鷗來集於此並獎勵之，一千八百九十七年，其羣鳥數已衆，一千九百零四年，計算之，其數可有自一千五百對至二千對之多。鷗集合地之植物，生一極大之變更，

石南植物已有粗糙之青草以代之，而燈心草植物與酸漿植物以次遞嬗而生長。此等植物之變更，固有鷓鴣侵入所致。貧瘠之土，僅具共生性之石南植物始得生長，今則食料之殘餘及排泄物以肥沃之。更進，數千蹠足攪爛其表面之土，及無數叢密之巢築於其表面，皆足以保存土壤面層之水。總之下層泥炭及其所含深層之水，均運至上面而成泥澤。

猶有他種變化生焉。石南植物生長時，松雞時履其地，今則一去不返矣。梯兒鴨以泥澤及燈心草植物之引誘，乃呈現於景物之前。當鷓鴣在最盛之時期，有梯兒鴨一羣，其數七十，故松雞去而鷓鴣至。

十五年後景物又變。人復干涉其地，於一短時間內，即自白苔逐鷓而去之。村人僅見無用之酸漿植物，以無粗亂之草可割而失望。其地之以鷓鴣卵飼雛雉者，亦以無松雞而失望。於是逐鷓之聲以起。一千九百十七年之夏，其地已一鷓難覓矣；酸漿植物幾絕跡，粗亂之草起以代燈心草植物；即石南植物亦已托足其間；梯兒鴨已杳而松雞復來。數年之中，人類輕施干涉，已見一循環之變化。此故事有似達爾文之圖式，可用達氏之語以結束此故事：

『如以細小及暫時人力之干涉，可以使自然變化生一起伏如斯之甚者，吾人對於所有人類勢力之總量之留極深固印象於自然世界者，當作何等之想象。此種印象，非數年，數百年，乃數千年，以至數萬年，而歷久不磨。』

此種及他種相互關係之故事，可爲吾人實用上之借鏡者，卽對於其自身所附屬之系統，欲加干涉，當以極慎重之態度出之。

五

寄生物之特殊性習 一生物生長於他生物（寄主）之內部或外部，由之而得食，其生命史與之生不可分離之關係，且其影響有害而無益者，吾人謂之寄生。但欲作確定之界說殊爲難能；多數寄生物，除出於尋常情形外，爲害於寄主極小。寄生物非侵入寄主之可傷部分，殊不爲重要，而外部寄生物且可潔寄主之皮膚。寄生物可成共生生物，如石南植物之與其寄生菌是。寄生自寄於外部之蝨蚤起，至生於內部之條蟲十二指腸蟲止，有多數之程度。寄生物亦有一重要之分別，有生長於寄主之食道中，如十二指腸蟲分潤腸中已消化之食物；有生長於生活組織中，如肝臟之吸蟲，攝取

羊肝之血。寄生物之殺寄主，非其利益；蓋將截斷生長之道也。致人睡眠病之寄生物，似不如人體內部肉食滴蟲或食人之獅之甚。茲所當知者，寄生物常欲自生而亦不欲害之生，非移至一新寄主不習慣於是者，無特別現象之發現。睡眠病寄生物之傳染於人，僅爲其生活史中一偶然之事，非謂其生活史之尙未明瞭也。

吾人當用正

當之眼光以視寄生物：寄生爲一種



蜚蠊身上附帶之壁蝨

一蜚蠊可有二十餘之壁蝨行動於其身上，用其長爪及有爪之四肢懸著於蜚蠊之身。此圖以示壁蝨之下面，其口器如常例由一對鑷子狀之大顎及一對小顎而成，壁蝨無眼。

避免生存競爭之法。寄生生物之發見寄主，適如數種動物之發見巢穴。其發見必在食物充足及庇護周妥之處；而常含有危險之生活史。一甚有趣味之事實，爲數種之動物，如甲殼類及昆蟲，僅雌性者爲寄生，此似指示寄生性習，有時關係於下卵及保護雛小。

寄生生物之適應 天演不常爲進步的，此可於寄生生物之適應表示之，鳥類之適應亦然。寄生生物有反退之傾向，但其逆行對於其安易黯淡生活之情形爲有效之適應。試就條蟲之事以觀之。條蟲著其頭於腸壁，其身浮於腸中半消化之食物中。

『條蟲除醫生及驅蟲藥外安全無敵；浮於食物富裕之所，其帶狀全體，均可吸收食物；能生存發育於至少氧氣中，有奇異抵抗力，能不爲寄主所消化；有頭有筋肉之固著攝引器，其數種且有鉤，故得固著於腸壁。溫度適合，生活安閒，無需乎感覺器官；有下等神經系，故知覺冥頑。經濟學家所謂物質上安全安泰者，其條蟲之謂歟』（見湯姆生所著生命之奇妙）(Thomson, The Wonder of Life, 1914 p. 301)。

條蟲之生命固爲安閒，然由他方面言之，實屬退化。無感覺器官；其神經系又甚下等而無腦。筋

肉系成於光滑肌肉細胞；收縮遲緩，無口，無食道。生殖系雖複雜，然常自身受精，此於動物中甚為少見，亦一退化之證。條蟲有生卵至八百萬之多者，生殖繁多，固為內部寄生物之常性。對於此點可用二種眼光視之。食物之富裕及刺激，如寄生物之所常有者，足致個體生殖繁多之傾向。此為個性及生理上之現象。寄生物之需二種寄主者，延種問題甚為困難，吾人可斷言生物體質上有生殖繁多之能力者，為生存競爭中之得勝者。多數動物之既入寄生之門者，不能使其嗣續復逸出其界，此固無可疑者也。故彼終其世於附託之所。所可異者，寄生物之於傳種之事成功頗多也。犬約有四十種寄生物；人與豕則更多。動物之不選食物者，其食道中之寄生物，恆較限定食物者為多。生物之體質有易於引誘寄生物者；例如歐洲之槲屬之樹，有百種致蟲瘰之蠅。

使人驚異者，不特一寄主所有寄生物之數，即一種寄生物之在一寄主之多亦然。例如一松雞之腸中，可有一種十二脂腸蟲至一萬之多，微小之幼蟲由吞石南植物之花葉而入其體。

又有一有趣味之點，一特別寄生物，常限於一種之寄主，寄生不能適應不同之環境，為其原因之一。寄生物之需二種寄主，以完成其生命史者，其成年時期之寄主，多數為食其幼蟲時期所寄生

之寄主之動物。例如犬食兔，寄生於兔之膀胱狀幼蟲，乃發達爲犬之條蟲，同例，鼠之膀胱狀幼蟲，成貓體內之條蟲。人體二種最普通之條蟲 (*Tenia saginata* 及 *T. solium*) 自食未煮熟之牡牛及豕肉所致，蓋牡牛及豕，乃膀胱狀時期之寄主也。

肝臟寄生蟲之幼蟲，非侵入一種特別淡水蝸牛 (*Lymnaeus truncatulus* 或 *Minutus*)，不能發達於不列顛，如侵入他種，則不能發育。此卽生活史之特性或個性之意也。但同種肝臟寄生蟲之幼蟲之在他邦者，能利用他種淡水蝸牛。如吾人考察前此未曾研究其寄生物之哺乳動物或魚之食道，吾人常發見新條蟲或新十二指腸蟲。孤離可以輔助造成新種，此例或可表示之。適如奧克尼之貽 (*Orkney mole*)，聖啓爾達之鷓鴣 (*St. Kilda wren*)，檀香山顯然分隔之谷，每地有不同之陸地蝸牛，故各種不同之寄主，各有異種之條蟲。肝臟寄生蟲及十二指腸蟲各顯然不同寄生物之種，或本爲一種，以環境及食物之不同，因而稍有變象耳。此爲一重要試驗之機會。

寄生物之對於寄主，究有何種確切之作爲乎？有自其腸吸收多量已消化之食物者；有透入其食道之壁者；有因毀害其四周之組織而發炎者；有阻塞其交通之道，卽血管亦有被阻塞者；致外特

鳥 (Isle of Wight) 蜂病之壁蝨，除吸蜂血外，復阻塞其氣管，其筋肉遂不得空氣；羊腦中之條蟲，壓抑其腦及脊髓，致劇烈運動狂亂之病；數種條蟲及十二指腸蟲分泌毒質，數種特別甲殼類之寄生物，如散苛林奈，破壞雄蟹之生殖器。總之，寄生物之影響甚為多端。

六

寄生物之奇異生物史 寄生物有可使人厭惡者；吾人視之不能不有所畏忌。吾人知寄生物不能為自身之保護。更進，多數之寄生物極不美觀，此有時亦可為退化之痕驗。一遲鈍飽食之動物，概無可悅目之紋理。櫛寄生固甚美麗，但此為半寄生，可視為例外。吾人對於寄生物之畏縮，亦半因其可致危害。十二指腸蟲及寄生於表皮下之絲狀蟲，皆能致災禍。多數寄生物之生命史中，有數時期其奇異頗類無稽虛構之談。試舉肝臟寄生蟲以為例。

肝臟寄生蟲 (*Distomum hepaticum*) 生於羊或他種哺乳動物膽汁管之分支中，形同一扁平之葉，長約一英寸，攝飲肝中之血，以致腐肝病。肝臟寄生蟲如大多數內部寄生物，生殖極繁，每蟲能下五萬之卵，與自己所生之雄精交配，自身受精於動物中甚為罕見。其發育時有殼之卵，乃入膽



致羊類腐肝病之二口蟲

此葉狀或錢狀之蟲，長約一英寸，最闊之處約半英寸，其厚有如褐色之厚紙，其色稍有變更，紅褐色或灰黃色。成蟲生於羊之肝臟中（有時亦生於牛，馬，鹿，及他種哺乳動物），吸血以生。其幼時之生命史，須經過小淡水螺，名椎實螺，於此可見一生命相互關係之佳例。

汁管，由此入腸，終乃下地。設此等卵而下於乾燥之地，如道路者，不久即死；如下於溼潤之地，如溼草中，則繼續發達若干時。然苟無由以達水池者，亦即斃命。故牧地之疏導，已有減少羊腐肝病之效果。在水池中，一極微小梨狀有纖毛之幼蟲，自卵殼出，游行其中，甚為活潑。幼蟲有二微小之眼點，但無口以食物。故僅能繼續游行於有限之時間內，其時約為八小時。

幼蟲在水中游行時，自與多數物品相接觸，如枝條、岩石、水草及小動物等，但苟不與池中最普通之小淡水蝸牛相遇，一無反應。苟與之遇，立即入蝸牛之體，呼吸之孔為幼蟲入體最便利之門。吾

人不知何以此微小無腦之幼蟲，僅與此種蝸牛接觸後，方有特別之感覺而生反應，亦僅此種蝸牛，方能完成肝臟寄生蟲之生活史。此種反應乃其種性，至其真確之原因，則尙待研究。設水池中而無此蝸牛，卽有而幼蟲不與之相接觸，則過八小時自由游行之後，亦靡有子遺矣。

幼蟲在水蝸牛內，失去其纖毛及眼點而成一孢果，果內發生孢子細胞，隨變成五至八之他種形式之幼蟲，名雷提 (Reite)，此種幼蟲，以同法而更成八至十二之雷提，所生之雷提，又成十二至二十之第三種幼蟲，名塞卡利 (Cercaria)。塞卡利終成幼小之肝臟寄生蟲，有雙裂之食道攝引器與生殖器開始發生。又有一運動之尾，在此時期，苟淡水蝸牛爲水鵲鴿所吞噬，則此寄生蟲之運亦終，此爲肝臟寄生蟲完成其生活史之又一危險。

有尾之幼蟲，自瀕死之蝸牛擺搖而出，游行於水中，羣上草葉，旋失其尾而成殼，有若微小之白點，設日光使草枯謝，則全部故事於此告終，其生命史之繼續，全恃食有小白點草葉之羊。塞卡利幼蟲由羊之食道經膽汁管而入肝，成熟於少數星期之內。充分發育之寄生蟲，有於行生殖後死於羊之肝內，亦有自肝入食道，而死於土中。最重要之普通事實，爲肝臟寄生蟲之生命史有繼續完全失

敗之危險，設非生殖繁多，肝臟寄生蟲久已滅跡矣。

珠與寄生生物 珠蚌（或淡水貝類）之殼與其緊貼殼之內面之皮或膜之間，有時有刺激性之外物如砂粒者夾入其中，其皮乃分泌層層之珠母或螺鈿於此侵入之物之四周，而一種之珠乃成。但此非真珠，常附着於其殼，而有一外物於其中心，此外物有時不透明。

如於蚌殼上透一細孔，而以一珠母之圓粒滑入於其殼及皮之間，則可得較佳之結果。封其孔待珠之生長。因珠之中心為珠，故珠之性質較為平均；但此法永不能成最佳之珠。

一較前進步之法，為以小塊之生活組織引入蚌內，久之此等組織外包以同心之珠母層而成寶貴之珠。此法似尚有進步之餘地。

珠之成於天然者，則迥異於是。於普通可食之蚌中，其珠可由皮細胞所成之穴圍於一侵入肝臟寄生蟲而成。皮細胞因寄生蟲而分泌一柔嫩同心珠母之殼，珠心既為一極柔弱微小寄生生物之遺體，故珠殊不透明。同理，博物學家有信東方珠蚌所成之佳珠，由包圍侵入體內條蟲之幼蟲而成，但無確實之證明耳。

珠常由包圍一物質名貝質者之核而起，頗有可信之理由。貝質爲皮所分泌，爲鈣質之殼之基礎。於通常造貝殼之時，稍遇擾亂，其皮囊即分泌明列貝質之小球體，成真珠之中心，由多層同心之螺鈿乃造成珠。

相互關係之理論方面 天演論中，對於天然淘汰之說，常起疑問，即天然於生物之纖小精微之性質，何以能擇別是也。此等精微之辨別爲生物之特性，對於此合理的疑問，達爾文特注重生命之網以答之。蓋於逐漸發達及至複雜之相互關係中，有異常精密之篩，能辨別極微小變更之增損。一顯然微小之新變更，可用已成立之相互關係之系統以試之。言語習慣之不同，可以定一種之存亡。

又一疑問爲天演之進步。天演固有退步，有昏暗之道，有已絕跡之種，然就生命之全體而言，生物常依時而緩向上進。此何故歟？此爲一極困難之問題。但答語之一部分，可不於生命之網之逐漸加複以覓之歟？已成立者有相互關係之外部系統，且其系統漸加複雜，花與昆蟲之關係可爲一例，此即成一篩可擇別各種之變更。在人類之進步中，凡人種之所得，均有外部之記錄，普遍自然界，常

有相互關係之外部系統，此即吾人所謂生命之網。

總之，生命之網之觀念，應成吾人思想之習慣，此甚為重要。此為以科學的眼光視物，尊重其相互關係，視天然（人生亦然）若一顫動之系統，其相互之關係，精密而可必。相互關係，除影響於吾人理論外，於實用上亦甚重要。如欲文明之長久保存及進步，吾人當更留意於生命之網，於社會上當更留意於各種新奇之交接。不知規則，不能競技，此種規則，即含認明生命之網之意。吾人為系統中之一份，此中之關係，非一動作之第一第二結果可入計算，應注意者，乃結果之總量也。

參考書目

- Beneden, *Animal Parasites and Messmates* (International Science Series, 1876).
Darwin, *The Origin of Species* (1859) and *The Formation of Vegetable Moulds through the Agency of Worms* (1881).
Dendy, *Animal Life and Human Progress* (1919)
Gaye, *The Great World's Farm* (1893).

- Gaddes, *Chapters in Modern Botany* (1893)
- Keeble, *Plant-Animals* (1910).
- Kerner, *Natural History of Plants*.
- Lankester, *The Kingdom of Man* (1907).
- Mill, *The Realm of Nature* (1892).
- Müller, *Fertilisation of Flowers by Insects* (1883).
- Newbiggin, *Man and his Conquest of Nature* (1912).
- Ritchie, *The Influence of Man on Animal Life in Scotland* (1920).
- Semper, *Animal Life* (1881).
- Shelford, *Animal Communities* (1914).
- Skene, *Common Plants* (1921).
- Thomson, "Man and the Web of Life," in Dendy's *Animal Life and*

Human Progress (1919).

Thomson, *The Wonder of Life* (1914).

Thomson, Margaret, *Threads in the Web of Life* (1910).

White, *Natural History of Selborne* (1788).

040182



21-21-G

萬有文庫

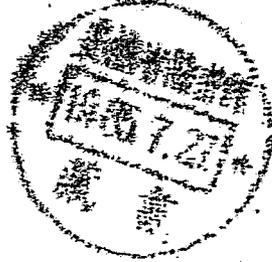
第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(九)

湯姆生著
胡明復等譯



商務印書館發行

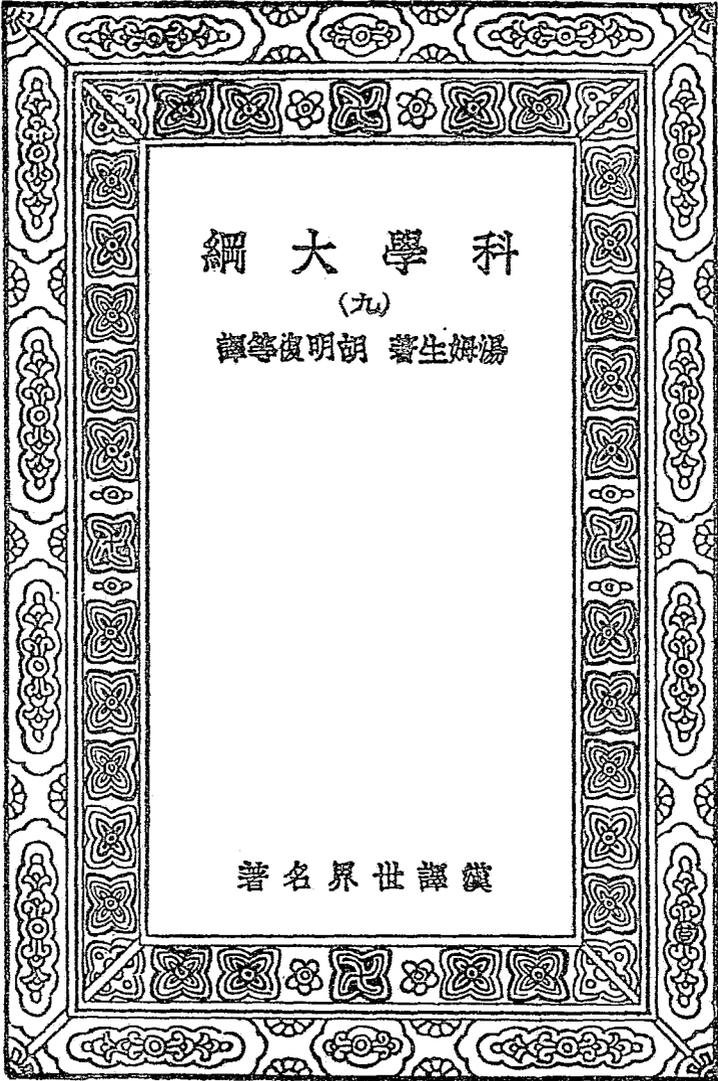
萬有文庫

第一集一千種

編者
王雲五

商務印書館發行

040183



科 學 大 綱

(九)

湯姆生 著 胡明復 等譯

漢譯世界名著

科學大綱

第十九篇 生物學

赫胥黎 (Julian S. Huxley) 著

美國哥倫比亞大學生物學碩士
國立東南大學動物學教授 陳 楨譯

生命之性質——生殖——復發——無管腺

生物與非生物 生命之真相如何？此問題發生已久。人智初開時，以爲宇宙間一切事物皆具人性，以爲風，河，鳥，獸皆有生命靈魂如人類，甚至如福耳特耳 (Voltaire) 云，『依己之形以造上帝。』凡此種種以己度物之思想，曰物人同體主義。自科學及理性方面觀之，物人同體主義實爲思想之罪惡。欲明物之真相，必先拋棄一切成見，一切本能的思想法，然後苦心勞思，從

事於堅密正確之理想與實驗乃可。

持物人同體主義者以爲一切生物之所以生活，皆因其體內含有生命之靈。靈在則生，靈去則死。然近代研究之結果，使其相反之學說愈爲可信。其相反之學說卽生物體內並無生命之靈，生命二字不過爲一名詞，用以指一種有特殊複雜的構造物之種種表示耳。

如以一小室佈置成一大量熱器，使一動物或人居其中，供以食物而計其工作與發散之熱。另取等量食物燃燒之，亦計其熱量。二者所發生之熱必相等。能力不生滅之原理可以行之於汽機或電機，亦可行之於犬體或人體。生物體內實無特別之生活力，爲非生物所未有者也。

生物之化學成分亦然。其所含之化學原質非特無非生物界所未有者，且爲非生物界所常見之物。生物體之大部爲炭、氫、氮、氧四物所組成。此外，常見之物有鐵、磷、硫、鈉、鉀、鈣、氯、碘、氟、磷、碘、質或亦在上列之內。

前人曾以爲生物與非生物可因其化學製造之能力而辨之。化學物品中如澱粉、糖、蛋白質、尿素等皆自生物體內生成者；故前人以爲此等物之製成非藉『生活力』不可。然至十九世紀中，味

勒 (Wöhler) 發明一法可用非生物製成尿質於玻璃管中。其後人造之有機物月漸增多，因而有機物爲『生活力』製成之說不能成立。

自生物體內分出之化學物中以蛋白質爲複雜，其分子爲數百千之原子所組成。此等分子初則互相聯合，成爲比較的簡單化合物，曰銹基酸；多數之銹基酸又互相聯合而成種種不同之蛋白質。斐西耶·愛彌爾 (Emil Fischer) 氏已發明一法，可使許多銹基酸聯成一甚複雜之化合物。以非生物用人工製成蛋白質之方法，不久定可發明也。

生物與非生物之分別實無科學的標準。二者之物質相同；其工作之方法，力之變換亦同；所不同者惟在組織之方法耳。生物爲常物之一種，惟有特別複雜的組織。讀者如疑吾言，試思同爲二十六字母，可因排列之不同，而或爲文章，或爲廣告。

生命起源問題至今尙未能解決。據吾人已知之事實推之，大約星氣凝成地球時，溫度漸降，非生物中產生一種新化合物，可以生殖已體，與感受刺激，此即生物也。由此而與他生物發生，換言之，一切生物非特從一共同之始祖發源，且同由非生物發生。

心靈能否自非生物發生 然則心靈何自來？人與高等動物皆有心靈。心靈可否亦來自非生物？倘吾人擴大物質二字之定義，未嘗不可以心靈亦發源於非生物。近代心理學說皆以爲自覺非心靈之唯一的發展，乃其最高發展。此外，尚有低級者，如兒童之知覺與催眠術及心理分析中發現在下意識下之心靈。由此觀之，一切生物皆有如心靈者在。更進而言之，雖非生物中，亦有與心靈相等者也。誠如是，則吾人當從帕刻 (G. H. Parker) 之言，擴大『物質』二字之定義，因物質之性質包含心靈在內也。

欲使上說易於了解，特設一比喻。吾人皆知筋於收縮時常發電少許。腺之分泌亦於同時發電。一切生命現象或皆有電之變化附之。然尋常所發生之電量極微，無益於多數生物。惟電鰻及數種魚類，體內筋肉之一部，變更成爲一積電機官，能積微無用之電而利用之。換言之，電之變化爲一切生物所皆有而必量有；惟此數種生物具有特殊之機官，能增大其變化而利用之。設電爲心靈，積電機官爲腦，則可知一切物質皆含極微少之心靈變化，惟數種經天演而具有特別機官曰腦者，能積

此微小之變化爲心靈而利用之。

生命起源論 關於生命起源問題，除上述學說外，尙有其他理論。一說以爲地球上之生命來自他星球，生命之種子可附隕石自他星球運至地球，然此等學說僅能推此問題至地球外，實非真能解決之也。

地球上現在之狀

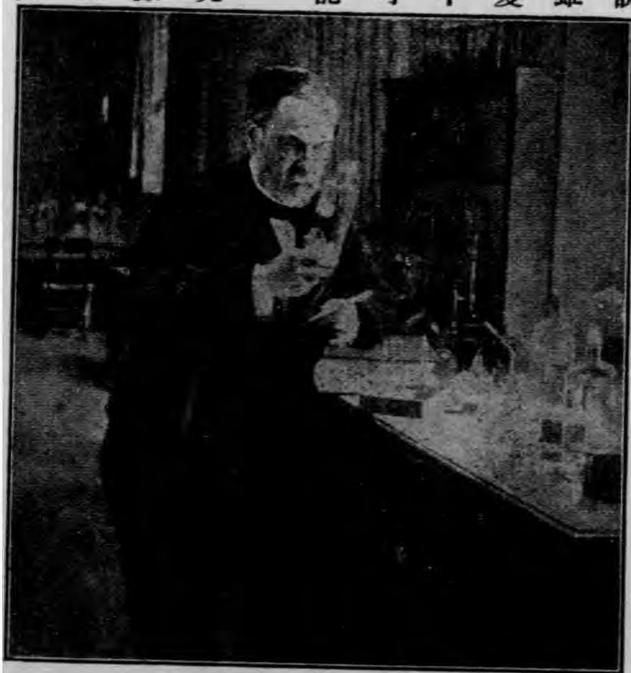
况已與生命初發生時不同，生命之自然從非生物發生，已不可見。此近代種種試驗之斷論



池水一點在顯微鏡下現出之狀，
內有各種單細胞植物及其他物體。

也。生命可於現代自非生物發生之說由來已久，原人皆信之。科學界中至十九世紀中葉之後始無有信之者。通常所信之死屍變蜂說，實來自聖經及味吉爾 (Virgil) ；雖至今日，村夫 仍以爲馬鬃入塘，可變爲鰻；腐肉生蛆之說至十八世紀中經雷第 (Redi) 之試驗，始知其不可信，蓋腐肉之上若蔽以網，則蠅不能入而生卵，以變爲蛆也。

顯微鏡之發明，使科學家發現一向所未知之生物世界；其中有原生動物，單細胞植物，霉，細菌等微生物。科學家初以爲此等微生物可從

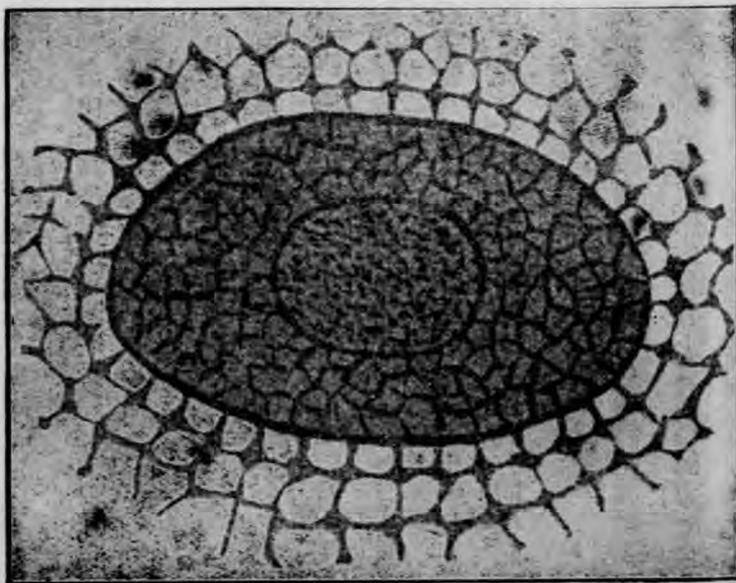


巴 士 特

法國之大科學家，其一生事業，始從事於化學，繼研究生命發源問題，後復在細菌學及天然免病學中爲先導之試驗。

也。生命可於現代自非生物發生之說由來已久，原人皆信之。科學界中至十九世紀中葉之後始無

非生物自然發生；後經法之大生物學者巴士特（Pasteur）及英之大物理學者丁鐸爾（Tyndall）等之精巧試驗，始證明微生物亦不能自然發生。倘以尋常易生微生物之物置器中，塞以棉絮，然後煮沸之；冷後，雖經久不腐，微生物亦無從發生；蓋器內之微生物已滅盡，而器外者無從入內傳種也。棉絮塞口，可使空氣之流通無阻，而微生物之種子不能入內。巴士特證明一切腐爛與微生物發生，皆由於空氣中運入之微生物種子所致。因此及其他研究，細菌學及其實用法得以成立。科學家探求真理，不計實用，其



牛之神經細胞核與核外原生質之一部。

所得結果往往爲人類增無窮之實用的利益，巴士特之貢獻卽其例也。

一切生物皆自古生物產生；自萬兆年前地質史中生物痕跡初發現時至今日，生命之環未嘗間斷。

二

原生質與身體之構造 十九世紀之大生物學家曾爲原生質作一定義曰：「生命之物質的根基。」此物爲一切生物體中之生活部分，體中非生物如髮，骨之堅硬部分，儲積之脂肪物或澱粉等，皆原生質活動所產者也。自顯微鏡中觀之，原生質爲半液體，粒狀無色之物，其外觀似甚簡單；然自化學方面觀之，實極複雜。下等生物如變形蟲等，僅爲一塊裸體未分工之原生質；但一切高級動物精巧機關之所能者，此等未分工趨異之原生質皆能爲其大概。例如此等原生質有同化能力，能以死物製成生活分子，以異物變爲己體。

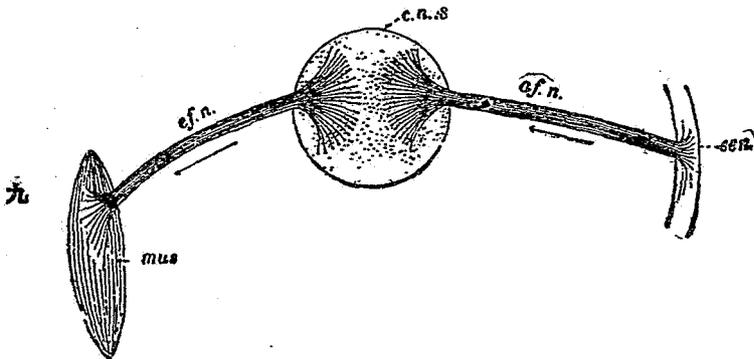
不特此也，此未趨異之原生質且可感受刺激。機械的激刺使其收縮，強光烈熱使其損傷，化學品有攝引之者，有拒卻之者，電流可使其自一定之方向前進。因原生質有上述種種能力，故自其天

演而成之高級生物，有複雜之感覺機關。因變形蟲之原生質能感光之刺激，故高級生物之眼可以演進而成。反之，無線電浪不能感動簡單原生質，高級生物亦無接受此浪之機關。

變形蟲消費氮氣，發出碳酸氣，可行動，生長，與生殖。此皆原生質之基本的性質也。生物界中幾近一兆數之種類，皆自原始的原生質演化而成，無論其為動物或植物，鯨魚或跳蚤，橡或菌，帶蟲或飛鳥，細菌或百合，水母或蟻羣，蚯蚓或哲學家。

三

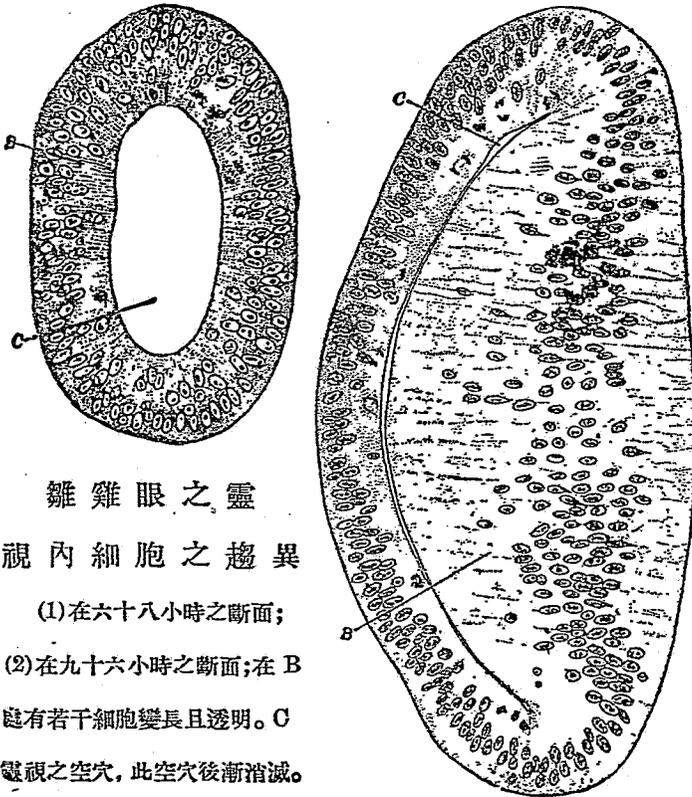
生命之單位 吾人已知一切物體——如銀幣一枚，清水一杯，或鹽一粒——皆極微之物質的單位曰分



反 射 弧 之 圖

af. n. 收感神經；c. n. s. 中央神經系；ef. n. 放射神經；
mus. 筋肉；sen. 司覺面。

子者所組成。生物體亦如是，惟其單位非分子，乃細胞也。如取人體或動物體而解剖之，則知其為各種機官所組成。此等機官有胃，腦，手等，各司一職，共為全體服役。倘進而解剖機官，則知各機官皆為多種似純體的組織所組成。例如胃官之內部為分泌組織，外部為筋組織，聯合各部者為結締組織，貫穿各部者有血組織及神經組織。



雞雛眼之靈
視內細胞之趨異
(1)在六十八小時之斷面；
(2)在九十六小時之斷面；在 B
處有若干細胞變長且透明。C
靈視之空穴，此空穴後漸消滅。

若取似純體的組織置顯微鏡下窺之則見其實非純體，乃多數單位名細胞者所組成。血中細胞各自分離獨立，其他組織中之細胞則互相連接。常人多以人類發源於猿類，猿類發源於其他低級動物爲難信。殊不知無論何人，其身體皆自微小之細胞發生趨異而成。

高級生物皆自一細胞發生；在人類則此細胞爲受精後之卵，其直徑不過一百二十五分之一英寸。自卵至成人之發生，乃此細胞之增多，遷移，與變更形狀。

發生之初步爲分裂一卵，成多數同樣之圓形細胞。其第二步乃排列諸細胞爲三層，此三層爲一切高級生物所共有。

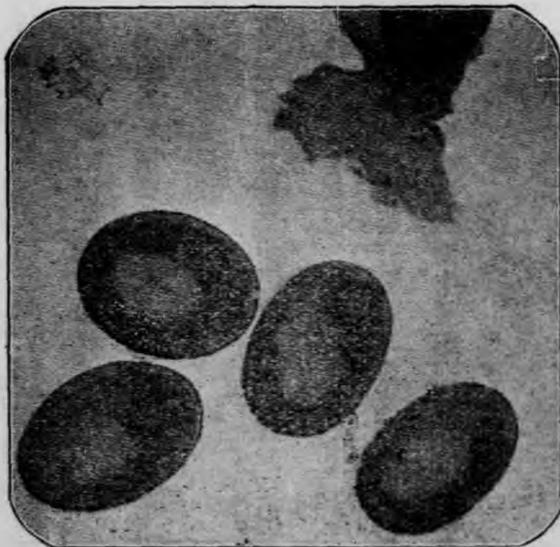
其後，此三層細胞漸變爲諸重要器官。外層變爲將來之腦，脊髓，眼，耳，鼻，皮膚；內層變爲將來食道與肝，脾，甲狀等腺；中層變爲將來之血系，腎，筋，骨及生殖細胞。惟生殖細胞與其他組織無密切關係。

此時多爲將來之機官，雖略可辨別，然尙不能工作；因其中細胞尙未趨異爲組織也。迨各機官中同樣之圓形細胞漸變爲種種形狀不同之細胞，卽成組織，各司一事，然後各機官可以工作矣。細

胞變化之重要者，略述之如下。

血細胞 血細胞有二種：一種甚活動，狀如變形蟲，能常變其形，亦能吞食雜物，此類血細胞曰白血球，又曰食細胞。另一種為紅血球，血液因之而有紅色，其狀如球內含紅色之血質。血質易與氧氣及碳酸氣聯合，故為呼吸作用之運輸器。此等紅血球生自長骨髓中，經久消損後乃歸入脾而消滅。

體內空處需平坦之裏面，其裏面之細胞乃變成扁形，互相砌合，成一平面。腺之內部須製造及發出種種化學品，其中細胞乃變成長形，內含分泌液。



蛙之四紅血球與一白血球，此白血球包

圍一已經消損之紅血球(放大六百倍)。

組織之儲藏食料者，其細胞張大胞膜，以包含油點等物。雖堅硬如骨亦為細胞所製成。例如軟骨中有圓形細胞，製成類似玻璃的膠狀物多層，附着於其周圍。骨內則有細胞製成含石灰之硬物。聯合各機關之締結組織，其大部分乃微細之纖維所組成；其纖維有強韌者，有可伸縮者，皆締結組織中分散之細胞製成者也。

吾人所食之肉，其大部分為筋，筋亦細胞之所成也。平滑筋，如膀胱中之所有者，其細胞甚長，具有波色長腺。筋之另一種曰橫紋筋，吾人肢中有之，其工作受意志之直接管轄。內中細胞甚大，且多細胞核，在顯微鏡中觀之，此類細胞中多橫紋，為明帶與暗帶相間而成，此橫紋為快速伸縮所必須。昆蟲之翼振動極速，而其筋中之橫紋亦最發達。

外皮又曰皮膚，其細胞之唯一命運為犧牲己體以利全體。皮膚之下層為圓形細胞所組成，此等圓形細胞繁殖極速。所產生之細胞皆向皮膚之表面進行，及其將近表面時，其固有之圓形漸變為扁形，後乃變為角狀物，最後則成皮屑而消散。皮膚之上無時不有此等皮屑之散失，因其為量甚少，無人注意及之。倘綳帶縛體日久後，偶一開視，即可見其中所堆積之皮屑也。皮膚以此法自新，其

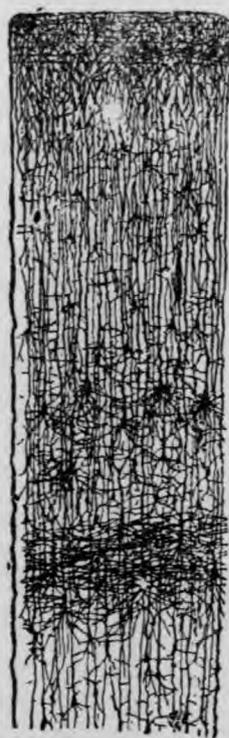
外層之舊者時時脫去，新者時時自下層變成。吾人之指甲及髮，亦如皮膚之時時有細胞變爲角狀物，惟在此則角狀物體較爲永久。

腦細胞 心靈所在之機關爲腦，腦亦爲細胞所組成。腦細胞及脊髓細胞之發生最爲奇異。胚胎中之腦細胞原爲簡單圓形，與其他細胞同。其後此細胞發生伸出物，爲數常爲二，此等伸出物常分枝，有時甚長，其最後之細枝有連接於筋細胞或腺細胞者，有連於感覺機關如眼耳或皮上之觸點者，有連於其他神經細胞之分枝者。因此等分枝之相連，而身體中各器官能互相感應，如電話之於城市。傳達使命至筋及腺者爲動作神經細胞，此等細胞有一短枝在脊髓中與數別種神經細胞連接。另有極長之神經纖維延至筋細胞，連接足筋之神經纖維，長達數尺。

最異常之細胞爲在前腦中者，此等細胞位於思想所在之處，其互相連接之複雜可於圖中見之。因其連接複雜，始能有奇異之意念連貫。

生物之生殖亦細胞之事也，專司生殖之細胞成於生殖機關中，成熟則散出。成熟之初，雌雄二種生殖細胞同爲圓形，內含大細胞核。成熟時雌生殖細胞，不變其形狀，祇增大其體積，以儲蓄蛋黃

粒爲胎之食料。雄生殖細胞則不增大其體積，而變更其形狀爲雄精，其細胞核變爲雄精頭部，其餘部分則變爲長尾，尾之擺動使雄精游泳而達卵。



人類前腦部中之許多細胞與連繫絲之圖
(放大多倍)

四

身體爲一大細胞國 細胞之體積極小，每立方米蓋之人血中，含有紅血球五兆，幾與倫敦人數相等。每人身體中平均約有血七磅，如是則上述之數必須乘三兆次，始得一人體內紅血球之總數。他種細胞數目之大與紅血球等。

由此觀之，身體乃一極大之細胞國，其中細胞人口數千倍大於全世界人類之人口數。思想之

一變須得極多數腦細胞之通力合作，肢之一動須千萬筋細胞之縮小，心之一跳使萬兆之血細胞旋轉而入血管。凡此細胞皆各爲生命之單位，與單獨生活之細胞如變形蟲草履蟲相髣髴。積此無量數之細胞爲一體，而強迫之使其互相諧和，通力合作，以利全體，實爲生命天演之最大成功。強迫之必須與難行，又因瘤之生長見之。瘤內少數細胞不遵全體之命任意繁殖，其他細胞因而受損，以致全體滅亡。

五

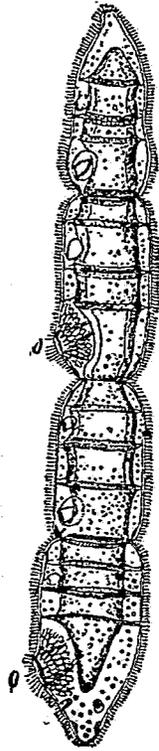
生殖 生殖之最要特色爲相同化作用，同化作用者，以其周圍之簡單物化爲與己體相同複雜物之謂也。原始生物之同化作用，速於其相反者，其身體內新分子之造成，速於其舊分子之消費，結果卽爲長大。

然長大體積，不能同時長大相比例之面積，譬如增多人口，不能同時增多相比例之入口與出口貿易之便利。因此發生之困難，爲一切生物所皆有，自低級生物至高級生物之天演中，頗多專爲免此困難之方法。

雖然最低級生物實未嘗以此困難為重要。及其感受體積過大困難時，此等生物可以分裂身體解決之。此一體分裂為二之專門名稱曰雙分。細菌，單細胞動物及植物，高級多細胞生物體內之細胞，皆以此法繁殖。

此等最簡單之生殖法無需兩性，亦無消失之物，所有者惟全體分為二部，每部重行組織成爲二個全體。

多細胞生物之簡單者，亦常以分裂為普通生殖之法，蠕蟲之中多有以此法生殖者。有時其分裂後之子體互相連接成長鏈（見圖）。



由裂殖所生之
扁形蟲，彼此接
連如鍊狀，惟尚
未生長完全。
O, O, 口部

天演愈進，而分裂法之實行愈難。例如昆蟲墨魚等物之體甚複雜，若以分裂為生殖法，則分裂後之半體變為整體極難且緩，在此變化中其行動必不能靈敏，終必至為其仇敵所捕。

故複雜生物必須有別種生殖方法。其一種爲發芽，珊瑚蟲及其他腔腸動物，蠕蟲，脊椎動物之退化的親族海鞘多行之。

發芽生殖實爲不相等之分裂，母之全體無變更，其體之一小部變爲一小全體，此全體曰芽。未長成之芽常連附母體，有時芽又生芽，相連成鏈，新單體之生成甚速。

分裂生殖之困難，可因發芽生殖免去其一部。然動物之有複雜的骨架者殊難行之。不特此也，最高級動物之普通身體組織，已失去其無限制長大之能力，而發芽生殖則非有此不可。

雖然，多細胞動物及植物之生殖，常與其兩性相連。兩性須二細胞之聯合，因此，多細胞動物體中必須分離二細胞，此二細胞相聯合後乃繁殖長大爲一新多細胞生物。

然單細胞動物亦有兩性交配，例如草履蟲之非兩性生殖爲分殖。每日分裂一次或二次，如是分裂可繼續數月或數年。有時此無限之繼續分裂爲接合所中斷。接合時，草履蟲兩兩成對以口相接，二者體中之液體物自口相通。其細胞核（細胞核爲遺傳性質之負荷者，前章已言之矣）經複雜之方法而分裂，分裂後其幼核之一移入其相配之草履蟲體內，而與其中者聯合。此後二草履蟲

乃分離從事於分裂。

多數或一切單細胞動物及植物，皆有草履蟲式之接合，惟細菌似無之。接合之法有時似較簡單，二生物初則相緊連合其身體，然後聯合其細胞核，終則二者合為一體。然無論如何，凡為接合，皆有來自二生物之細胞核之連合。

兩性之事以接合為最簡單，其可注意者有二：一，兩性之連合可無需性之不同，相連合之二細胞曰配子，二配子可以相同。二，原始生物中兩性非與生殖聯結。

在多細胞動物則不然，其配子永為二種，一為雄配子，又曰雄精，一為雌配子，又曰卵。前者常極小，甚活潑，分頭尾。頭部內含細胞核，尾部之擺動使其游泳。後者頗大，有時甚大，不能行動，內藏食料以供將來胎之生長。

多細胞動物生長至一定程度後，其體內可產生多量之微小配子。產生此等配子之時期甚久，每一雌海膽每年所生之卵數約與倫敦之人口數相等。任何高級動物，其一生所產之雄精數，不特多於現在人類之總數，且多於自人類初出現至今日人口之總數，故此等動物之唯一生殖法乃兩

性生殖。

多細胞動物之身體較小壽命較短者，頗難實行兩性生殖。雌體甚小，故每次所生產之卵不能多。倘無雄者，則雌數倍增而生殖者衆。故動物之中倘其身體因過於複雜不能實行分裂與發芽，又因過小難行兩性生殖，尙有一法可以生殖，此法曰單雌生殖。

有母無父 單雌生殖之卵無須與雄精連合即可發生。兩性生殖之要點爲二細胞核之連合，故兩性之卵非受雄精入內之刺激不能發生，所以確定二細胞核連合之必行也。單雌生殖之卵無需雄精之刺激，成熟即發生。此亦生殖爲無限長大之一例也。

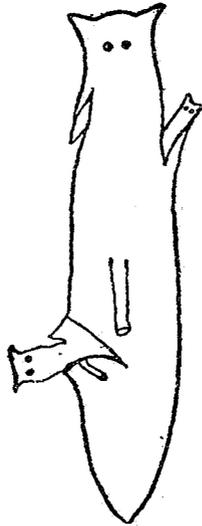
木虱，水蚤，輪蟲等皆行單雌生殖於夏間，至秋則產生雄者。在他種生物，有時可以人爲方法使兩性之卵不受精而發生。雄蜂皆自未受精之卵發生，有母而無父，受精之卵則發生爲蜂后及工蜂。總結前言，生殖皆爲長大之結果，皆爲生物之一部脫離餘部變爲第二生物。天演之初，此分離之部與餘部大小相等；天演漸進，則分離之部漸小於餘部，愈進則愈小。兩性之事初與生殖相反對，後乃與之聯結。

六

復發 非特生殖為無限生長之變相，復發亦如之。吾人因人體及尋常易見之高級動物皆無復發，故以復發為奇事。實則在最低級生物中復發為必需，而且不得不有者也。任何動植物之形狀及結構皆為其體之組成與環境相均衡之結果。非生物亦如是，設以水銀一點置碟上，其所成之形狀約如球，所以如是者，因水銀與空氣交界處及與碟交界處之表面張力使之然也。倘分此一球為二部，則每部各自成一小球。水銀點如為生物，則可曰其形狀為圓球，其全體之任一部能再組而成一全體形狀。

吾人如以一微小之單細胞

生物分切為二部或多部，其中之一部如含有細胞核且不過小，則可再組其體以得均衡。換言之，此全體之一部可以改組成其種類之普通的全體形狀與構造。不特此也，此一小小全體且可生長，此



復發之圖釋

一扁蟲受割致生額外之兩頭兩尾。在伸縮喉端之口見於體之中部，另有一新喉道及一新口與在體左方之頭相連接。

則爲水銀球之所不及。在此等簡單生物中，復發爲再組與長大二者之結果。

雖在多細胞生物，亦有如上述之無限的復發。水螅莖之任一一段，扁形蟲體之任一塊，皆可再組而成一新全體。

產生新頭 大生物之復發頗複雜，此可於扁體蟲見之。扁體蟲之一塊如與其餘體相離，則先復發一頭部。頭部成，則其餘各部皆受其節制，而自首至尾以次復發。由此觀之，身體之任一部位似能管制其後各部，如於體旁割破少許，則被割之處，常受大震動，因而不爲其首部管束，別生一新頭。有時被割之處能長大，惟新長之組織仍受舊者之影響，其結果乃產生新尾。用上述之法可製成多種怪狀物，有多頭者，有多尾者，有二頭相背而無體者。不特此也，以人爲的方法，且可變更動物之指極性例，如水螅莖之一塊在尋常僅復發一頭於其前端，然如使其過稀毒或麻醉劑，則全塊失其趨異之各部，而變爲不成形狀之一團。如以此團改置清水中，仍可復發；惟其所復發之頭部不在前後兩端，而在其上面之養氣供給最多處。

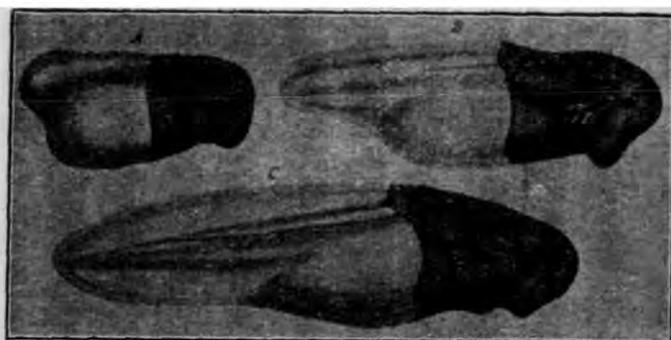
最奇者乃海綿水螅等物，雖分至其組成之單位，仍不失復發重長之能力。如以海綿切成細塊，

然後以最細之絲篩濾過之。除海綿之細胞外無他物可過篩之細孔，凡過篩孔者皆單獨細胞或數細胞連結之細塊。此等細胞及細胞團，初則落水底成薄膜，後乃相連合爲多數小球，大略如海綿胎。最後每一小球內之細胞各自重行排列於適當之處，使小球組爲一小海綿而成生物界可證實之奇事。

七

奇異之試驗 此外奇事，尙有接體試驗，亦因生物之再組能力而有者也。蚯蚓數段之接爲一體頗易，以此法可接成非常長者；非常短者；中段之前後顛倒者；此等蚯蚓皆甚健全。尤異者爲哈禮孫(Harrison)之奇異試驗。此君以新孵蝌蚪之前半段與別種蝌蚪之後半段相接。此連合之物能生活，生長，且可變體成一尋常之蛙。其異常之處惟顏色半淡半深，蓋所接二種蛙之色不相同也。

植物接體之連合有較前述更密切者。文克勒(Winkler)以芋屬植物之一種接於別種植物本幹之上，待其完全連合後，切幹視之，所見二種植物交接處發生之芽，乃混合二種之組織而成者也。其內層爲一種，外層爲別一種。此連合的植物，接體的雜種，頗健全；惟因二種組織之長大速度不



此圖為表明一種蝌蚪之前端被割而以之接生於別一種

蝌蚪之後端其各時期生長之狀

相等，故外皮不能密附於內心，葉形屈縮，此外無他異常之表示也。

動物愈演進，則復發之能力愈減。斷去蟹或蝶螈之一肢，尚可復發一新肢以補之；若切斷其全體為二，則皆死矣。動物能復發體之一部以補所失，不過多，亦不過少，初視之似甚奇異；然如以均衡視之，則易了解。均衡因失體之一部而擾亂，非至所失者復發不能使均衡復原。

如變更內部之機器或外部之環境，則均衡可不必如前，而結果非尋常所得。例如扁形蟲之復發時，若溫度過低，則不生新頭，過高則新生之頭大於尋常者，此因外界變更而生之異常結果也。因內部變更而生之異常結果，以蝦類之試驗為最奇。蝦類之眼生於柄上，腦之司視部分，位於柄

端。如祇切去眼，則復發一新眼以補之。如眼與柄中司視之腦部同割去，則復發者非眼，乃一觸角，與其固有之觸角同。欲得此結果，其復發之神經非與腦之餘部相連不可。可見腦之各部對於決定復發者爲何物極有影響。

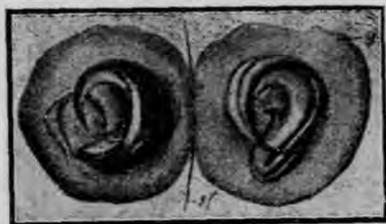
與上述試驗相似者，有蝶螈眼內鏡之生長，亦證明身體之一部可影響他部之例也。眼之發生爲混合的，眼中有感覺之部，卽感光膜，成自腦之杯形伸出物曰眼杯者，鏡乃杯上外皮之增厚變成者。種種試驗已證明鏡之生成於適當有用之處，乃因自眼杯發生之化學的影響（與無管腺之影響無異）加於皮上之故。如將杯上之皮割去，而以他部之皮或他生物之皮接補之，則此新接於其上者亦可生鏡。如將此眼杯割去，接入他處如尾部，則頭部不復生鏡，而尾部之皮生鏡於眼杯之上。一部感動他部之影響，爲胎之發生所必有，發生中種種由簡而繁之變化多因之而生。

八

棄尾救生 最高等動物不能發生其所失之大者。鳥及獸所能復發者惟在小部損失。有時此原始的復發能力因特別情形而保存於一部。例如蜥蜴不能復發其失肢而能復發其失尾，蓋因蜥

蜴逃避入隱處時其尾易爲他物所獲也。其尾之脊椎爲特製，可以隨意收縮其筋，而斷之以棄尾。除尾外無他機官可以復發。此動物棄尾以救生。

上述之限制復發能力於一部，不特見於天演中，亦可於個體發生中見之。例如蛙不能復發其失肢而蝌蚪能之，蝌蚪不能割斷爲二部各自成全體，而最初發生時期中之卵能之。以線繫水蜥發生之卵而收縮之，可分之爲二部，各自發生成一完全之水蜥。一卵本應長成一水蜥，因被分爲二而成二水蜥。此試驗與人有關。人類之雙胎有二種：一種爲二受精之卵所成，故長成之二人相似，如普通之兄弟姊妹，不必同爲男或女；又有一種雙胎曰相等雙胎，爲一受精之卵因偶然原因分爲二部，各自自成爲一人，故二人極相似，幾不能辨別之，二者同爲男或女，相等雙胎本應爲一人，因偶然而成二人。



試驗的胚胎學

以人工使水蜥一卵雙生，乃係於一水蜥之卵分爲兩個時，以一線繞繫而繫之，將此兩細胞隔開所致。

si, 線, g, 凝漿膜。

前文有高級生物皆行兩性生殖之言，然此祇限於已長成者。至於發生之初，雖最高級生物亦可行非兩性生殖也。哺乳動物之一次產生者，普通皆各自從一受精之卵發生。然得克薩斯玃每產必有四，四者皆自一胎發芽而成。在玃狨則相等胎爲尋常之生殖法，在人類則爲偶然。二者皆無限的生長及再組能力之結果，此一切生物發生之初期所共有者也。

與上述者有關之另一問題爲瘤，瘤內少數細胞不遵全體活動之節制，任意行無規則的生長。不特此也，此等細胞退化爲原始的形狀，其長大與繁殖之能力增，而實行普通工作，以與其餘細胞合作之能力減。

高級生物體中之精細的均衡，可於鼠之自然瘤見之。司來女士 (Miss Slye) 以雌鼠之生瘤者分爲二組，以一組與雄者交配，別一組則不配以雄者。後組之瘤生長甚速，約經一月鼠即死。前組則不然，當其生殖不息時，瘤之生長幾等無有；生殖一停，瘤即長大。換言之，瘤與發生之胎爭食料，胎勝，故無餘食以供瘤之長大。

吾人對於瘤之問題，現雖距完全了解之期尙遠，然自復發管制與被管，發生中長大能力之漸

滅，動物各部之互爭等事實所得之大意，已足為將來研究進步之初步。

九

老死 單細胞生物，行分裂生殖可謂為無死，至少可謂為無屍。個體條現條滅，倘無意外事，則組成其體之質，可以經生長與分裂之長流，綿綿不絕。在多細胞生物惟生殖細胞為此長流。此外之身體經若干時後，雖無意外事，亦不能免一自然之老死。大概言之，天演愈進，則個體之生命愈長。此延長之生命由於生長時期之延長者少，由於長成時期之延長者多。低等生物之長大為繼續的，以死為終點。然在高等生物，則長大時期終止較早，其後尚有一時代，其體中之變化減至最少，不足因生理的變更，而擾亂其應用所學於生命之事業。

低等動物之中，趨老之變異為可逆的，且可以試驗方法阻止其進行。例如單胞生物之分裂與個體之消滅，似因體積增大之所致；若待其增至滿格的體積時，割去體之一部，則可停其分裂至無限之久。再者，扁蟲除有非常之復發能力外，且可忍耐長久之饑餓而不死，饑不得食則以漸減小其體為生活之資，體積漸減時其活動反漸增，此漸增之活動，似為返幼之表示。若使扁形蟲饑飽之

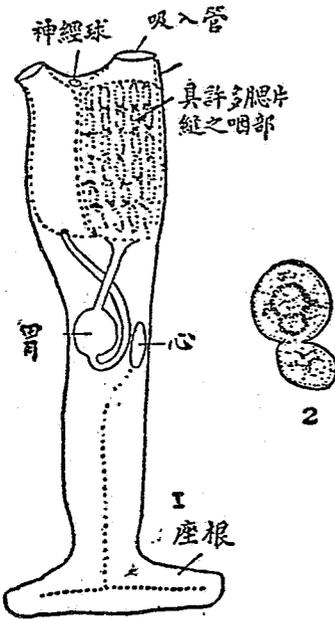
可稱此法為反趨異。例如海鞘之一種，雖為久居動物，然頗複雜，有腮孔，心，胃，腸，神經系及生殖系。如其置於不適宜而不足以致其死之景况中，則此物縮小，漸不透明，體內各不同之細胞漸變為同樣，直至最後變為一團白色不成形之物，內含者惟有少許圓袋及一堆散細胞以代表其原有之複



受餓之扁形蟲

上圖表明扁形蟲因受餓之故，致體積縮小之狀。

1. 未經長期受餓之前；
2. 已經長期受餓之後。



退回生活 (其解釋見本文)

1. 一通常被囊類之個體。
2. 同上動物之已經反異趨者。

時代相間，以免其達滿格的體積，則可免其老。柴爾德 (Prof. Child) 教授曾證明此不老之現象，可經久至試驗者不復忍耐以繼續試驗。

休息時代 別種動物另有一非常之退回生活，其法為回返簡單，因其與趨異相反，故

雜。若以此物再置於清水中，則再發生爲一通常之海鞘，較原來者稍小。此等反趨異之方法，於許多單細胞動物及細菌甚爲重要。因其可以引至休息時代以渡過難關也。更有進者，反趨異後之發生，似可重復爲之，此等生物可恃以生活至無限之長久。

高級動物不能行此反趨異之方法。雖然，昆蟲或一切涼血動物之生命可以低溫度延長甚久。據洛厄布 (Loeb) 教授之研究，美國小果蠅之壽命在通常溫度中爲五十四天，在攝氏三十度溫度中爲二十一天；然若在攝氏十度溫度中，則可延長生命期限至一百七十七天。

熱血動物如鳥獸，在長成時代中無生長，生命期限，不能以上述方法延長之。長成期中之生命爲一極靈之平衡，平衡一亂，則老期至而死繼之。

有趣之試驗 與上述有關者，爲近年來一新發現之事實，此事實爲全體雖不能免死，而其一部分組織多爲可能的長生。生活動物組織之一塊，可以精細方法取出養活於滋養液中，數日換滋養液一次。卡勒爾 (Carrel) 在紐約曾自未孵出之雞胎中，取出一塊締結組織而養活之，可養活之時間甚久，較雞之通常壽命更長。尤奇者，乃塊內各細胞長大及繁殖之速率並不減緩。由此觀之，吾

人不得不信平衡及各不同組織之互相反應互相遏制爲死之引導。設食料與地位不缺乏，則無遏止之繁殖可無限的延長。

自實用方面觀之，惟延長全體之生存爲最要。如欲延長全體之生命，必先研究何種機官爲維持長成生命之平衡者，然後於其將衰時設法輔助之。

十

無管腺 吾人對於上述問題之知識尙極稀少，然大概不外二重要機官。一爲無管腺，一爲神經系；其中知尤重要者爲腦。無管腺爲頃注一種分泌液入血液之機官，此等分泌液又曰激液，甚有影響於身體之長大，工作之速率，與各部之合作。例如腦內黏液腺有大影響於長大，於骨架之長大影響尤大，巨人似因此腺發達過度所致。甲狀腺液可稱爲生命火之通風，通風如不足，則火不旺而生一種病曰黏液瘤，其病狀爲身體與心理之懶惰；倘甲狀腺液過多，則引起過度之消費（食量雖亦增），脈跳之增加，神經之過敏。生殖機官之一部曰間隙組織，其功能如一腺，所產之一種分泌液，有影響於一切與兩情有關之身體性質，與激動兩性之本能。維也納(Vienna)之司坦納(Steinach)



大長於影響之腺液黏

其者左在。所生胎一係大二圖上
黏液之部分已移去。

曾研究鼠之轉老還幼，以鼠之有老邁表示者經過外科術以激動其間腺，或以幼鼠之生殖機官接於老鼠體中，其結果體內其他無管腺皆被激動還復其固有之活潑，而將衰之腦與心靈亦皆還原其幼年之生活。此君以此法使鼠之壽命延長百分之四十，雖此結果尚需別種生物之研究以助證之，又需長久之試驗以定其是否可行之於人類，然關於延長壽命問題，已發現一研究之

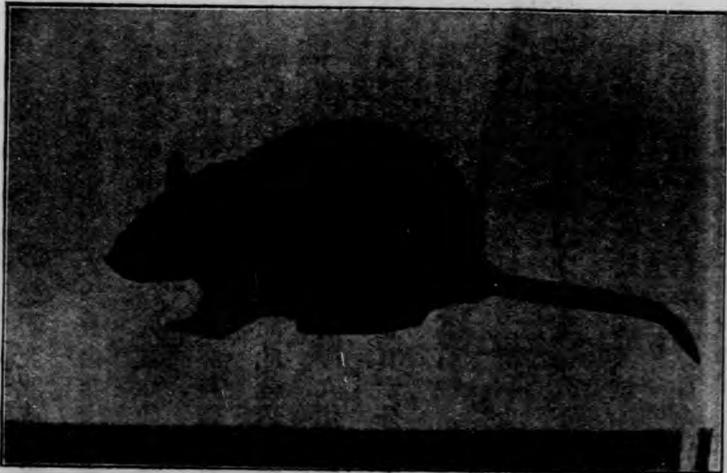
新門徑。倘得人才，經濟，時間（因其為費工，費財，精細之事業，）以從事於哺乳動物體內複雜機官之精密研究，則生物學中革命式的新發現，在希望之中。

此等研究至多可以延長壽命，最後仍必有一死。與此問題有關者尚有俄國科學家麥奇尼可

老 鼠 還 童



圖中之鼠已顯年老衰弱之狀，此類鼠可用外科刀術激動其間隙腺，或將幼鼠之生殖機關接生於其體中，可使之還為幼年之狀。



此圖與上圖為同一之鼠，惟此為經過司坦納的外科刀術而後還童之狀。



甲 狀 腺 缺 功 症

上圖在左者(a)，尙未經用甲狀腺提液醫治之時；
在右者(b)，已用甲狀腺提液醫治後。

夫 (Metchnikoff) 之研究，此亦不可不
論及之。此君研究人之真由年老非因疾
病及意外事之自然死。人之如此死者甚
少。據此君之研究，凡真自然死，皆爲無痛
苦的與不可怖的。人之如此死者如經長
日後之長臥。不特此也，陷擾人生之疾病
與意外事可以人力防止其十分之九，誠
能實行，則自然死可不爲有福者偶得，而
爲普通人類與生俱來之權利。

關於生物學之研究，吾人正脫離神
話時代，經過觀察時代而入試驗時代。由
此而往，更將入未嘗夢及之生命管制時

代。因種種研究，吾人已知最可怖之死將來可以免，最希望之壽命延長，將來可以得，此乃有忍耐性的工作之報酬。

關於遺傳問題，與門得爾學說於達爾文主義在今日之位置篇中討論之。

參考書目

Child, *Individuality in Organism* (Chicago, 1915).

Huxley, *The Individual in the Animal Kingdom* (Cambridge, 1912).



麥奇尼可夫

麥奇尼可夫為俄國之科學家，彼在巴黎巴斯特學院擔任繼續巴斯特所進行之工作。其所發現血液中白血球有吞食異物之能力，或為其成名之最大原因。

Metchnikoff, *The Prolongation of Life* (London, 1910).

Minot, *The Problem of Age, Growth, and Death* (London, 1908).

Morgan, *Regeneration* (London and New York, 1901).

第二十篇 生物之特性

美國意大利諾大學植物學士 錢崇澍譯
國立東南大學植物學教授

生物之全體觀察 吾人可如解剖學家之所爲，分解一動物爲數部分，如助以顯微鏡，則分解可至極精細之域；又可研究各部分之生理作用，由是可知生物之體，實爲一錯雜之機器。蛾之透明之卵，經一再分裂，漸成幼蟲；更奇異者，則幼蟲復能成蝶，此胚胎學家之事也。研究古生物者，則搜求化石，以期得自遠古者爲發明現今生物之明鏡。上述諸方法，固爲初究生物者所必要；但有不盡相宜者。吾人尤須有一生物全體之觀念，以窺生命之全。設一天文家專注力於望遠鏡，而不知衆星燦爛之天，吾人作何想像乎？生物學家之必須知生命之全，較天文家爲尤要，蓋生命之活動，更變化無定也。吾人非自各方面以研究，決無由以達之，故不事解剖而自生物全體之印象以研究生物之特

性。今試自湯姆生所著生物界之系統 (J. Arthur Thomson's System of Animate Nature) 而一考其說。生物界之所呈，實至奇偉。其生物，小自至微之滴蟲以至偉大之鯨魚，小自生於牆壁之薄荷以至黎巴嫩 (Lebanon) 之松柏。海網初起，生命之衆多難以指數。又設行於酷熱之草地，昆蟲撲面，宛若雲霧。同類之中，其形體之差異，個體之衆多，皆足以發人富厚之想像。生物生存競爭之何等劇烈；對於環境之若何適應；



生命之繁多

藤壺，此種不能行動之軟體動物，遮滿石上，暴於低潮。當潮來時，藤壺以六對彎屈之肢送食粒於口內。潮退時，其四殼閉合，成壁壘狀之頂蓋。赫胥黎謂此等動物以頭固著其體，以肢彈食物入其口。幼蟲在海中能自由游動。

種類譜系相關之如何精微；生物變異之若何恆定；其華美之何等普遍。此種繁複之思潮經過後，吾人更可作較深之想像。此較深之想像，實爲生物學造成哲學一部分之資料。

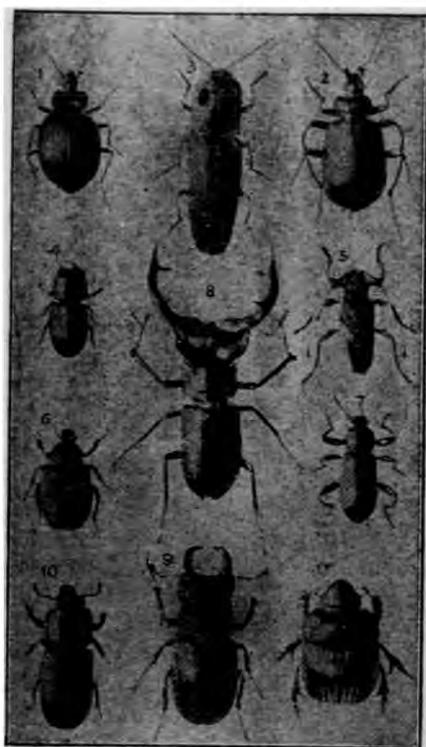
有系統的紛繁個性

種類繁多 當吾人新至一邦，或未有經驗之人新自海中撈網而一察之，奇異紛錯之思想，油然而生，儼如天方夜談中之阿拉丁（Aladdin）穴驟然發見者然。但尋常人多失此覺察，蓋日常所見，易於忽視，而多數生物又隱藏難見也。有一顯著之植物，必有二十之不顯著者；有一易見之動物，必有百數難見者。吾人之所注意者，不在個數，而在個性與物種。生物之種，平均計之，脊椎動物至少有二萬五千種，非脊椎動物約十倍之。植物之種數亦如之，種子植物之雙子葉類，不下十萬種。達爾文於十二方英尺芝生之地，發見有不同種之種子植物二十種；自海底取出之石塊，動物之種數亦如之。

研究海洋動物之熱誠及精密，已歷有年所。斯賓塞曰：『欲計海中生物，其事至無窮盡，其數之

多遠過於陸地，即天上所有，亦不足以比其多。天空星辰雖曰難數，然較之海中生物猶爲易事。其孳生之繁，數目之巨，種族之多，實堪驚人。『詳知海中生物情狀者，當深然其說。

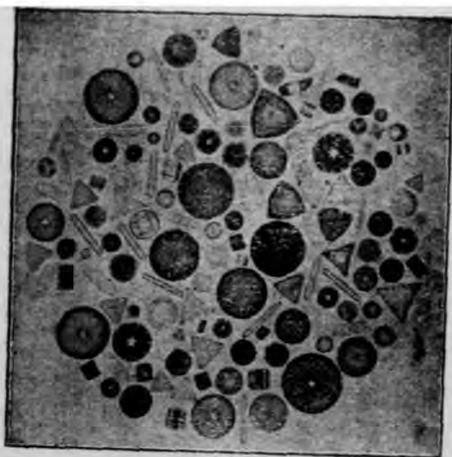
生物之個性或物種，乃一極困難之問題；但由自然之全體而觀，則物種至繁，而其個性均絕對不相連續，較之前此達爾文派所假設者尤爲恆定，此吾人必須計及之事實也。林尼阿 (Linnaeus)



生命繁多之又一表示
 華盛頓附近所採集鞘翅類之甲殼蟲。

1. 食納半之甲殼蟲； 2. 爬行樹木捕食蛾蝶類幼蟲之甲殼蟲； 3. 一特異之叩頭蟲類，其幼蟲捕食錐木蟲之幼蟲； 4. 台蟲； 5. 長角蟲，在松樹皮上極不顯著； 6. 俄革臭味蟲以臭同俄革故名； 7. 暗黑蟲，孳生於松木中； 8 及 9 鍬形蟲，雌者頸大，雄者頸小； 10. 培轉蟲，鑽入朽木中，父母護育其幼甚至，成蟲幼蟲之鳴聲亦特異； 11. 螻蛄蟲之一種，飛於夜中，常喜撲燈。

曰：「物種多若天意，」種之佳者當如
一明確之意念無疑。就他端比較之則

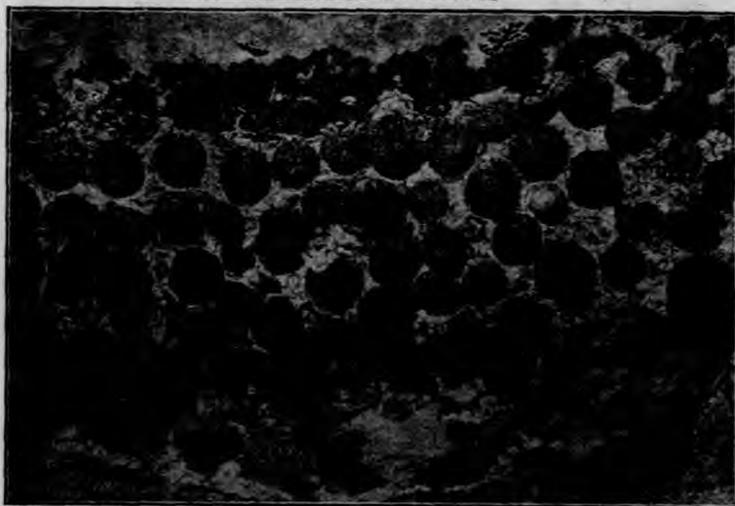


一羣硅藻

種如一化學原質，但程度較高耳。歌德
(Goethe)所以「天之唯一目的似為

第二十篇 生物之特性

海中有紛繁之生命。上圖表示硅藻之種類，乃微小單細胞植物之有矽質骨節者。如將此類列為一圓圈，其直徑僅為一英寸八分之一。秋季繁殖至盛時，在一方英碼內，一種硅藻之數，可至七十兆。



朋多爾 (Bundoran) 地方石塘中之紫色錐孔海膽

此種海膽穿穴於石炭時代之石灰石中而居，有時被生於石上之鈣質海藻永遠封閉於其穴內。有時穴之一旁完全成於鈣質海藻。穿穴之法未詳，恐為化學作用。此節倘待研究。

四十一

個性，然又不注意於個體。」設吾人以『生物界』爲人，則彼至少當爲一理想極富，又復非常精熟於運用材料之美術家。

生物個性雖多，然非紛亂若神怪，有合理之系統存焉。物種固單一而不相連續，各有其特性；然皆如一個體發育時變化之順序，而可作合於論理的分類。林尼阿之作『自然系統』，全未依據於天演理論，凡分類之以自然稱者，雖皆根據於所謂『血統關係』。然吾人所欲知者，則有秩序的分類，實在在可能。歌德曰：『每一作用，固有其本身之要素；每一現象，固有其特別之性質；然種種差異實可合於一。』

生命之衆多與奮鬥 第二之印象，爲生物之衆多與其圖存之決心。生物中如象，金鷹，墨西哥衿麻，繁殖遲緩，然不足以概大多數之生物。大多數之生命潮流，皆常有決堤防而洋溢之趨勢。即罕見之生物，在適宜情境下，亦有此傾向；例如一罕見無翼生存於冰河之昆蟲，近沙摩泥克斯 (Chamotik) 冰海之一支流中，其數之多，等於大不列顛及愛爾蘭之人口。下等生物以其數之衆多而不由智力以生存者，其孳生力之強大，實出於意料之外。由一至微之滴蟲，於一週之末，其數可至百

萬；海面生物有時於一加倫之水中，其數可有二十五萬之多。不列顛有一熟知之星魚 (*Luidia ciliaris*)，至少生二千萬之卵；但不以普通動物目之。

如吾人不疏伐所栽培之作物，則滋生之數之巨，當爲吾人所熟知。地面不久將爲莠草所佔據，海中將爲魚所滿載，而天光將爲昆蟲所遮蔽，時疫，蝗蝻，麻雀，兔，田鼠之重逢，卽所以指明此等可能之事之易見之於事實也。一千九百十八年之元日，不列顛一千萬對能繁殖之鼠，至是年終，除百分之九十五死亡外，計算之有四千萬對之多，其次月則



蜻蛉屬之動物，其翼若網而美麗。蜻蛉似爲飛行昆蟲中之最佳者，能以翼捕殺有害之蟲。

又增加一千二百萬對。林尼阿曰：『三蠅食馬，其速如獅。』其言不猛烈可味耶？武德勒夫 (Wood-
gill) 教授曾於一千九百零七年至一千九百十二年五年之間，考察尋常拖鞋蟲之無性生殖，中有
三千零二十九之拖鞋蟲，每四十八小時，其繁殖過於三數。細密計算之，而知於五年之時間，由繁殖
所生之原形質，其體積可一萬倍於地球。此繁殖之能力，必須入於吾人生物之觀念中，而生命之衆
多，自亦成爲吾人對於生物界之一部分印象。湖中秋季繁殖至高時，於一方碼之地，可有七兆通常
之『硅藻 (Melosira varians)』，故其水儼如一有生之藪。

吾人當憶一顯著之事實，即吾人所討論者，非如沙粒，但爲個體，各有其特性而不同於他物。門
得爾於是作結句曰：『其相類似，若二豌豆。』

個體複雜與完整之程度，相差殊甚。多數之『浸液蟲 (infusorians)』雖常誤稱爲『單細胞』，
然組織複雜，其生活亦非單一。『車輪蟲 (rotifers)』未嘗大於『浸液蟲』，而有時其體有一千個
細胞，柳鱗有百萬細胞，鳥之細胞則有萬萬焉。以始成完全個體之海綿，與『僧帽水母 (Portuguese
Man of War)』分功之錯雜，介於個體羣體之間，與精小機警之鸚鵡較，其異同何如，至爲明顯。近

時研究此問題者赫胥黎氏，嘗謂吾人在自然界中，常見有獨立之系統，協作之部分，及相連續之度量，此乃個體也。『雖永無完全之界限，永無絕對之獨立，永無完全之協作，然其系統及趨於同一之勢則常存在。』凡個體無論何物何狀，皆成單一完全之體，體之種種部分，皆通力合作以保持相互之關係。如逾越此界限，則如赫胥黎所云，乃成個性。

生物除種數及個體繁多外，尚有一奮鬪之性質，生物皆與各種阻障相戰。地球上凡可生長之處，皆有生物以充滿之，自然厭真空，於此可見。動物曾發見於一萬英尺高之羅徹峯 (Monte Rosa) 之冰雪中；海洋之底深至六英里，亦有動物之存在；吾人殊難言何種困難為生物所不能戰勝者。昆蟲常有生息於熱可炙手之溫泉中；南冰洋小湖中，有輪蟲或他種小蠅類生於十五英尺之冰下；美洲大鹽湖，則有鹽蝦及二三他種之動物；魚類有能緣木者；常棲息於陸地上之物如蜘蛛等類，有生於水中者；細普力 (Arthur Shipley) 曾明示即在一石南之乾燥枝上，亦有擾攘之衆生。生物之充滿於每隙穴，棲息於非常之處所，得勝於困難之境，對於非常急迫情形之適應，與空間（例如移住）及時間（例如蟄伏）之利用，皆所以使吾人得生物奮鬪之想像。生命乃永久及前進者也。

舉凡滋蔓侵佔適應抵抗圖存等，生命無不具備焉。

北美利加洲之大稀樅樹（見本卷第十七篇自然史之四——植物第四頁插圖）可爲生命韌強之一例證，蓋此種大樹，已知其生長逾二千餘年矣。最老之一樹，當砍伐時已有二千四百二十五年輪，其生長必始於耶穌紀元前五百二十五年無疑。都德里（W. R. Dudley）教授曰：『在年輪之深處，吾人得有遠在盎格羅薩克森人種發源之前之記載；即最早希臘人之自由平等諸戰爭，亦瞠乎在其後；其他如森林之大火，年代之變化，旱魃水潦等，亦記載靡遺。』故在吾人生命之觀念中，必不可忘卻此等偉大強毅之能力也。

第二十一篇 化學之奇蹟

美國理海大學化學學士王 璣譯

吾人新至博物院者，一見羣物羅列，罕不驚眩：珍禽異鳥，數以千計，各不相同；木之異者，數以百計；至於礦物滿架，聯廚相接，有若寶山；而人造之物品，例如合金織品，醫藥食品，尙不與焉。雖所見者，偶有色相相符，令人莫辨；然大部分皆互殊有別，實可詫異。此不獨在博物院爲然，卽在村間閑步，河上釣游，縱目所見，亦不能不歎造化之萬殊也。

化學原質之揶揄戲 彼和藹之博物院長，或能引吾人至一貯鳥之所，詳爲指示，以明彼萬殊者，或由於少數之不變者穿插而成。有如擲骰，骰數不多，然能成盧成雉，變化無窮；又如八音，生成萬調。彼或引吾人至貯礦物之所，指明彼種種殊異之物，亦由少數絕對的不同者所化而成。正如數個

優伶，粉墨登場，而萬狀畢集矣。

在此博物院中，或復有一厨，中所貯者，爲羊皮紙一，木片一，木壺一，內盛以膠，上加木栓，橡皮擦字器一，假象牙杯一，內盛以水，鉛筆一，硫化橡皮之筆管一，吸墨紙一，糖與澱粉各少許，或更有不同之物百，例如金剛石，亦在其中。雖各物之不同如此，然該厨仍可加一標題曰：厨中之物，皆爲炭，氫，氮三原質所成。

世界之萬物無窮，然真正不同者，不過八十餘之化學原質。此理常人聞之，莫不以爲化學中之最大奇蹟。不知英文字數雖多，而字母不過二十有六；牙牌之數有限，而牌戲之變無窮。化學之理，亦復如此。

字母中既有如Q如Z者，不經常用。故八十餘原質中，亦有稀少寡遇，博物院之標本，含之者甚少。彼所謂『希土 (rare earth)』者，其中雖有可充人生之要用者；然在此擾攘人寰中，建築製器，絕少參與。例如鉅 (antimony) 者，但於殊方絕域，偶一見之耳。世界所有不同之物，即拘謹計算，其數亦在二十五萬之上。然就科學化學言之，此芸芸者，不過由八十餘極不同之物變聚而成，所謂化學

原質者是也。蓋每換一花樣，即得一有定性有個性之新物體。有若畫家，但用數種顏色，以作多數彩繪。又如稚子之萬花鏡，內不過置數枚有色之玻璃，隨手旋轉，花樣百出。雖以上所舉者，乃靜的變遷；然借此可以明何以少數原質，互相穿插，可得如是之結果。原質中所謂有愛力者，變化尤多。泛言之，即吾人由普通經驗與精密科學，可得下之結論。即由少數有羣性之原質，可得巨量之族類。以十指可數之原質，即能造成一新世界。今日化學家且皆信所謂原質者，又不過為一單純之物質所成而已。

一

在本書之宇宙之根本組織一篇，關於今日物理學家化學家所熱心研究之問題，已行詳細討論。吾人因以得知何以所有物理化學所觀察之現象，俱可視為物質乃基本的純一之表示。簡言之，依最後之分析，所有物質，皆可認為有相同之組織。物質之原子皆由陽電與陰電組織而成。原子之最簡單為氫電子，由負電一單位名曰電子(electron)者，繞一陽電之原子核，名曰陽電子(Proton)者而成。自各原子所得之電子無不相同。氫原子有電子一，氦原子有電子二，鋰原子有電子三。電子

之數遞加，其他原質之原子遂因之而成。故所有物質，其本性似皆可認為屬於電的。且原子者，今已視為可以崩解，不復如昔日之稱其不可分割與不能再破壞成較簡單之物矣。今日已不信八十餘之原質，有八十種之原子，各具不同之性質。今日所信者，各原質之性質與品格，全視其原子中所含陽電子與陰電子之數目與位置而異。此見解以為所有原質之化學性質雖異，然用以造成之材料則同。故今日對於物質之組織，宇宙之間架，其思想已完全改變。目前最大之問題，即為原子之內容機關是矣。

化學家之職務，即在探索各化學原質性質之神祕，為之作成有條理之統系。今日吾人因化學家而知各物體之原子，可以排成一定之次序；且知其構造之複雜，以次遞增。較重之原子，似由較輕之原子進化而成。

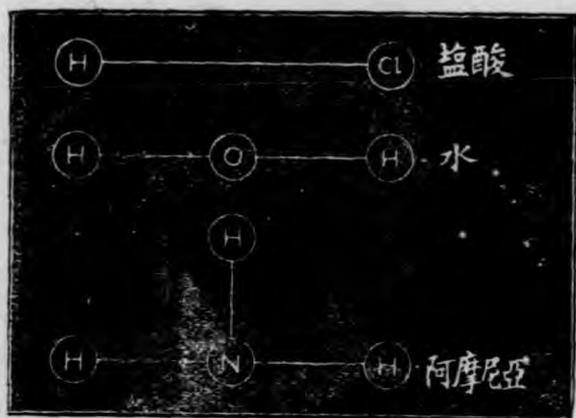
物質之狀態 『同一之物質，遇相當情形時，能以固體流體氣體之三態存在，此理人知之甚悉。當自一狀態入他狀態時，該原質之形狀與體性，亦經可注意之變遷，此事亦為人所熟知。吾人今信此變遷與各原子或各分子相隔之距離及運動之速度有關。當在氣體形狀時，分子之平均距離

甚大，故其互引之力不見緊要。及至溫度低降，分子之距離與速率俱以減少。迨遇相當情形，分子互引之力漸著，其結果湊聚緊密，遂顯液體形狀；然此時仍保持若干之運動自由。溫度愈降，則愈減少，及達一階級，分子團結更堅，成固體之狀況；此時每個分子之運動自由更受節制矣。因固體能抵抗外加之壓力與引力，於是有言分子之距離大則互引，距離小則互推者。雖關於原質之各態互遷，吾人能加以普通之解說；惟欲得此等現象之完全解說，吾人必先詳知原子之構造，及原子與原子間之力性與力量焉。』（錄拉得福德 Sir Ernest Rutherford 爵士語。）

一化學原質能與他原質一原子或多原子相化合，此理人人知之。一原質之一原子，能與他原質之若干原子化合之數，化學家名之曰原子價。氫一原子與氯一原子化合，其結果為鹽酸。氮一原子與氫二原子化合，其結果為水。氧一原子與氫三原子化合，其結果為酒精（即阿摩尼亞。）

其化合法可以圖表明之如下頁之插圖。

每一結合，即表示一化學過程，即經過一化學變化，其所產成之物完全不同，不復含有前二原質之特性。



各物體之造成，亦復如此。諸原質之存在，多以互合之
 情狀。有時其互合情形，極為複雜。例如水一分子，但由氫二
 原子，氧一原子組成。而蛋白中有蛋白質者，乃由七十二炭
 原子，一百一十二氫原子，十八氮（即淡氣）原子互相合
 合，以與一硫原子化合。生物體質之原形質，乃由蛋白，炭水
 化合物，脂肪混合而成。其化學物理之關係，皆極複雜。吾人
 所謂生物質原形質者，大概實無此物，不過為一複雜與駁
 異之系統，各化學反應，同時並起於其中。當生命進行時，蛋
 白之造成與破壞，兼趨並進。雖然，此中奧謎，今尚無人猜着
 也。

生物學家中有抱一種見解者，云原生質中含有絕對的生命，分子造成與破壞，皆由此物操其
 秘鍵。郎刻斯忒 (Sir Ray Lankester) 爵士嘗稱此無上之生命柱石為『普拉斯托琴 (Plastogen)』

對於彼之功用有言曰：『此物雖以其化性與體性言，可與他物體並舉。若其效用之複雜與偉大，則超過其他遠甚。全動植界生命之創造，莫不由之。得之者即得一忽然之新現象。吾人對之，真可目爲不可思議。雖然，水在低溫度之忽化爲冰，在高溫度之忽化爲汽，吾人縱能懸想其變化之機械作用，而實亦一不可思議之事。物之本性，固非吾人所能解說。吾人雖能爲之分類，爲之整序，對於其內裏之機關，爲之作一較完滿之揣度。但以吾人目下所有之智識，尙不能窮追極究以求物之何自始也。』

二

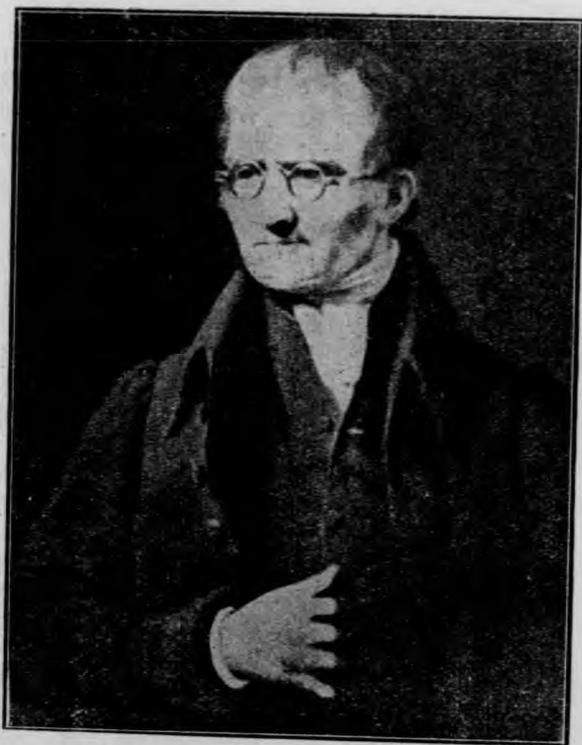
在天然情狀中，或有爲氣體者，如氫，氯，氮，氧，等等。有爲流體者，如汞，溴等。其餘多數皆爲金屬，如金，鐵，銅，鋅等，盡屬固體。對於各原質之分布，梅爾多拉 (Meldola) 教授有言曰：

『吾人所居之地面若是其大，而其成分之四分之三，俱爲氮與砂，二非金屬所合成，且其一半爲氮，不可不謂之奇。苟一回想地質之化學事實，見地面之所以固定者，皆由其礦物成分之一大部分有氣體之氮與非金屬之砂加入而成，吾人愈當嘆化學變化之奇偉。地質家所研究之全

地面，其百分之九十九，但含八十餘原質中之二十餘原質。於是可知所研究之材料，爲不易得矣。」

混合物與化合物 混合物如沙和糖，如鐵末和石灰，與化合物之糖與石灰，其有緊要區別，於理甚明。混合物不勻靜，可分成不同之成分。化合物則永遠勻淨，雖成極細，仍復相同；直至化合物破壞變成其原組體，然後不同。用水則糖被溶而與沙分，用磁則鐵被吸而與灰分。至於欲裂一分子，則必用較嚴猛之手續而後可。

雖然，謂混合物與化合物常易於辨別，則又不然。空氣視之固極勻淨，然固爲混合物。由氮分子一大羣，氮分子更一大羣，二氯化炭與水蒸汽分子一小羣湊合而成。物之最勻淨者似莫如水，然自然界之純水，固不可得，無不含有不淨物於其中。取涼水一杯，置諸溫室，即見氣泡叢生，凝着內壁。即此可見氣與水之混合。苟水中不含氣，則動物在水中，將不能呼吸。蓋水雖爲氫氧所成之化合物（ H_2O ），然動物不能使之分成原質，一若植物之能分解溶於水中之二氯化炭（ CO_2 ）。完全純淨之物體，雖廣告中時有之，惟實際殊不易得，惟想像中有之。故某研究家嘗言，化學者，討論實不存



道爾頓約翰 (John Dalton)

五十五

道爾頓約翰生於一七六六年，卒於一八四四年，為英國最大化學家之一。其父為貴格教徒之織工，彼因發展原子理論著名。彼創言原子為物質之小顆粒，不能再分，凡同原質之原子相同而等重，異原質則否。化合物為不同原質之原子，依數學比例化合而成。彼對於汽體及蒸汽，曾為緊要之研究。道爾頓乃一等之發明家，因好學之故，竟不暇娶妻。

狂之物之科學也物體含纖微之不淨物，每有緊要之實用，其影響於該物之性質者，每堪注意。麥羅 (Mellor) 博士於其可欽佩之近世無機化學 (Modern Inorganic Chemistry, 1920) 中有言曰：

「維維安(Vivian)言，銅但含銻千分之一，則最佳之銅，變爲最劣。克爾文(Lord Kelvin)爵士言，銅但含銻千分之一，其傳電性即銳減，甚至不適用於海底電線。奧斯丁(W. B. Robert Austin)言，金若含銻五百分之一，則不能以鑄金幣，因略加鑄壓，即行粉碎也。」

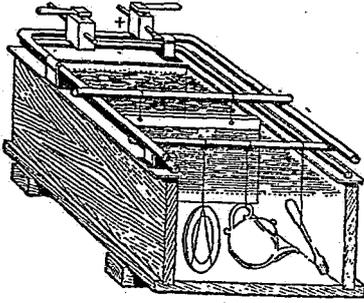
分子與原子 混合物大概能以機械手續分成爲原有之各部分，惟欲破裂一化合物使成原組體，則不能不超越簡單機械方法之範圍。吾人舂槌鹽粉，使之細而復細，然每鹽顆，仍不失其爲鹽。苟吾人能取最小之鹽顆，若破此顆，即不成爲鹽，則此顆名曰分子，破後所成之部分則爲原子，即鈉原子與氯原子。食鹽一撮，爲巨億之食鹽分子造成；而食鹽一分子，又恃各原子爲磚石以造成其屋舍焉。

請再言原質。凡物體之分子，由一種原子合成者，其定義爲原質。雖然，鈾(uranium)與鈦(titanium)皆爲原質，然皆能變成與已不相同之他原質。但普通之意義，仍謂原質爲單純及勻淨之物體。

通電於水，則水分解成氫與氧。氫氣泡聚於一電極，氧氣泡聚於他電極。此爲事實。於是有理論，

言在水中氯之游離原子趨一方向，氫之游離原子趨他方向。此說頗有根據，或不當僅以理論視之。希臘謂旅行者曰「伊洪 (ion)」，今謂電解時趨往電極之細顆亦曰「伊洪」(亦名離子)。故伊洪者，乃游離之原子與原子團，當電解物(如水之類)之電離，即生伊洪，且信其含有相反之電荷。凡一分子分裂，即成二種伊洪，陽伊洪趨陰電極，陰伊洪趨陽電極。此二種伊洪，皆具有量相等而性相反之電荷。伊洪之具陽電荷者為陰電極所引，具陰電荷者為陽電極所引，遂各失去其電荷，而成普通之原子。伊洪流動之速度，曾經測量。最重之伊洪，其速度似最大。或信游動遲緩之伊洪，其進行時每挾多數之溶劑分子焉。

以上所言，雖極為理論的，然其實際應用於鍍銀等等，則又人人知之。今有銅瓢，懸以銅絲，置諸銀鹽(如氯化銀與氯化鉀所製之溶液)之溶液中，則此銅瓢可成一極，



電鍍槽之圖，表示細小器具在槽內如何懸掛以備電鍍之狀。

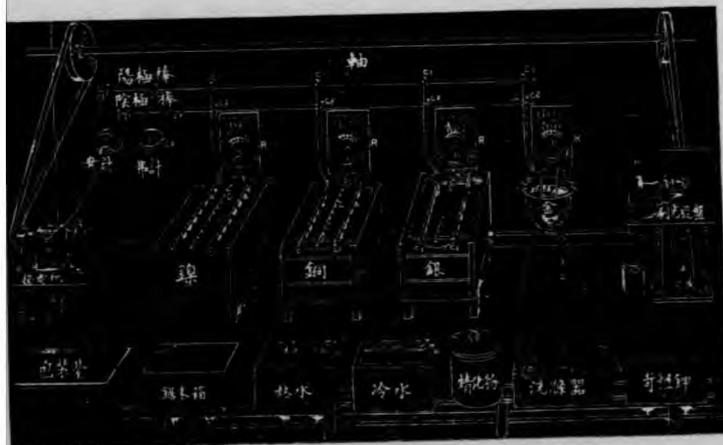
將欲電鍍之器具，用金屬絲懸諸銀鹽之溶液中，使成陰電極。然後通弱電流於此溶液，或電解物之中，則電解物即分解，陽電子之銀，即凝着於器具之上，而陰電子則聚於陽電極之銀片，使銀復溶。如是則電解物之濃度不變。

即為陰極。取銀一片，以為他極，即為陽極。於是通弱電流於此溶液，而銀之陽伊洪，遂凝着於銅上，而成鍍銀之瓢。金賽特 (C. T. Kingzett) 在其通俗化學辭典 (Popular

Chemical Dictionary) 對於化學變化有

言曰：

『衣食之貨，建築之材，以及百技衆藝，無不倚賴天然或人致之化學變化。推而至於動植物質之生長與朽敗，亦復如此。舊物破壞，即為建設新生命之食料。化學變化能使物質與環境，互相適應，蓋受相當之影響，因舊得新，與前迥異，不啻創



電鍍工廠佈置及其導電設備之全圖

凡各種電鍍之原理俱相同，即因電解作用，使鹽類之溶液分解。金屬電子如錳，銅，金，銀等分着於陰電極，或器具之上。多數物件，可於同時電鍍。且同量電流，可於同時使多數電槽起作用。器具於電鍍後，乃加以磨光。

造也。』

化學之變化 化學乃研究世界之各種物質，並其互相作用之變化。加熱於鐵條，則鐵條延長，然冷時復縮。吾人謂此爲物理之變化，因其自始至終鐵仍爲鐵。然置鐵於門外使銹，則謂之化學變化，因鐵已成與前不同之氯化鐵，并具甚不相同之性質。蓋鐵銹非變相之鐵，乃鐵與氯化合而成極不相同之物也。故有一次化學變化，卽如骨牌之一次互相穿插，而得新對偶。對於此等交易，不啻如美國俗語所云：『其初餅人有餅，童子有錢，迨交易後，則餅人得錢，童子得餅。』此等變化，在全世界進行，不舍晝夜。雖然，物理與化學之界限，極不易辨。鈾之與銻，鈷之與銻，其化學性質之不同，卽視其所含電子多少不同之物理數量也。

不可見者之證明 化學家所研究之材料，每多爲目所不能見者。吾人所吸之空氣，當乾淨時，卽不可見。氫，氮，及二氯化炭，雖皆爲目所不能見，然其存在之真確，固與鉛，鐵，硫黃，及金剛石相等。**腓力** (Professor James C. Philip) 教授有言曰：

『氣之爲物，或爲無嗅，或爲無味，難於感覺，有若神鬼。至於用目觀察，更屬不易，當其飄忽遠

颺，而觀者或尙以爲方在眼底也。」

俗語有云，見然後信。化學家對於其不能見者，深信不疑，究何以故？

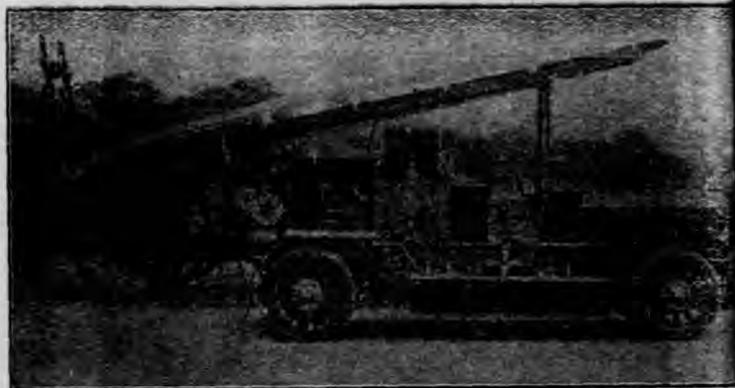
曰，不可見者，其所作爲，能令之可見。氯令鐵鏽，二氯化炭通入石灰水，令生乳狀。投鼠於含一氯化炭毒氣之礦窿，能令鼠死。破爐燒炭有毒氣漏出之危險，人多知之。入潛水艇者，每攜白鼠以探測一氯化炭；但今所用者，已有較良之法矣。

覆一杯於盆水之上，雖力壓之，不能盡下。無他，杯中之氣抗水之升也。疾風暴起，雖不可觀，力能扶人。創立近世化學之拉瓦節 (Lavoisier)，用更可信之法，以測不可見之物，即用天秤是也。物不可見，重量仍有。即以氫氣論，較諸空氣尙輕十四倍半，故能高舉氣球，然亦有重量。化學對於不可見者，如何證實，固不必多爲援引。但近世科學變不可見之氣體成可見之液體與固體，則不可不一言及焉。

三

氣體之液化 近世科學對於氣體之情狀，不啻爲之作一活現之圖繪。馬克斯維耳 (Maxwell)

Maxwell) 教授曾以一羣飛翔之蜂，喻平靜之空氣。雖狂蜂個個東穿西插；然以一羣言，或則停留不進，或則緩蕩空中。惟與蜂羣微有不同者，即各分子之互相衝撞。蓋分子游動經小距離，即復相撞。依馬克斯維耳之計算，氣體分子每秒互撞之數，當在數千兆。在馬克斯維耳之著名分子討論篇中，曾言及阿摩尼亞氣味從開瓶至充佈全室所需之時間。彼云：阿摩尼亞分子之速度，每秒鐘約六百



救火汽車化學救火機及救火梯

近世之救火機，皆以汽車載運。其中不但置有力之吸水筒，用汽車之前輪轉動之。且載有救火梯，與化學救火機。觀於上圖，即知化學救火機乃置於駕駛者座位之後。此發明之要點，即為令水及碳酸氣體同時放出。二氯化炭氣體生之法，或在圓筒中令硫酸與重碳酸鈉混合；或則將製成之碳酸氣，用高壓分置於一鋼鐵圓筒內。當救火時，以水對火，即能放出二氧化碳氣體。此氣較重，故能覆於燃熱之物體上，使氧氣不入，火焰撲滅。當救火機達失火地點，即用化學機撲滅，則普通之火，皆可用小量之水救息。若大火則當用有力之水筒撲滅之。

密達；然不能以此速率充佈房中，蓋因與空氣分子互撞，故至延緩。阿摩尼亞之分子與空氣之分子排擠推壓，互相拋擲，方向時變，有如野兔馳跑，雖速，每多迴繞，故無進步。但逐漸逐漸，阿摩尼亞氣體，仍必充佈全室。

至於液體，

則與氣體異，幾無自由之路程。



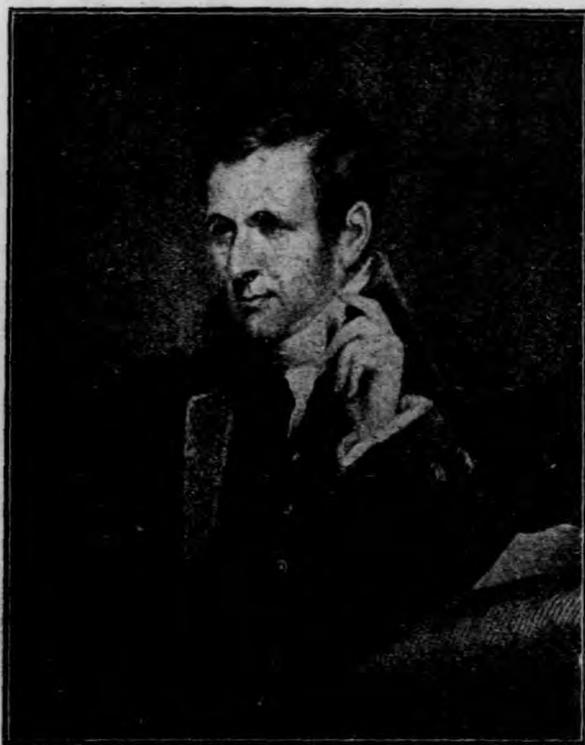
法 拉 第

生於一七九一年，卒於一八六七年，英國最大科學家中之一人。其父為一鐵工。於一八一三年在皇家學會為德斐爵士之助手，其後在該處任講演與實驗逾五十年。其心思奇偉，人格可愛，其對於氣體之凝結及電磁之研究，皆極緊要，而可以紀念其最高之天才。其所著之燭燭的化學歷史 (Chemical History of a Candle)，人人知之焉。

各分子之相接觸極密。至於固體，則幾全失其運動之機會。

蒸汽之能凝爲流水，流水之能凍爲固冰，人人知之。冰復能成水，水復能成汽。飽和之蒸汽，在七、八十度攝氏表則爲氣體。故水之存在，可有四種狀態，其各態之互變皆極常見，獨至氣體之液化，則人俱以奇異視之。

在十九世紀之初年，腦斯莫 (Northmore) 及其餘學者，用高溫度使亞硫酸液化。但有進步之氣體液化的研究，實始於一千八百二十三年。當時法拉第 (Faraday) 及德斐爵士 (Sir Humphry Davy) 以高壓力使氯、二氯化炭、阿摩尼亞，及他氣體液化。其後提陸利耳 (Thilorier) 使液體二氯化炭揮發時，能得極冷，使未揮發者凍成雪狀之固體。凡氣在一定溫度，無論加如何大壓力，不能使之液化。故當取低溫度方法未發明之前，斷不能使氯、氮等氣液化。此法所以爲近世科學之大造就也。自此方法發明之後，低溫度可得，使分子湊合，有如加熱使分子散開之易。於是氯氣等皆受征服。一八九八年，得華教授 (Prof. [Sir James] Dewar) 使氫氣液化。替爾登 (Tilden) 教授有言曰：



德 斐 爵 士

生於一七七八年，卒於一八二九年，爲一著名之化學家。曾爲倫敦皇家學會之教授。當時法拉第爲其助教。德斐最早承認電在化學之功用，極爲緊要。且發明鉀，鈉，鋇，鎢，鈣，鎂諸原質。其所創造之礦工安全燈，活人甚多，盛傳於世。

六十四

利。此勝利乃在英國皇家學會得之，其最初告成功者，厥爲法拉第，誠堪滿意之佳話也。」

「以所謂永久氣體 (Permanent Gas) 者之難於征服，乃以繼續攻擊之故，竟得最後之勝

原質之互變 中古時期之化學家即點金術家，其目的在求所謂哲學家石者以之變賤金屬

如鉛者爲黃金。且有自信其
搜尋爲有效者。因當時化學
幼稚，不足以祛解其謬見。腓
力教授有言：『置刀於膽礬
（即硫酸銅）溶液中，取出
後即狀似銅，點金術家見之，
必謂鐵變爲銅，而不爲其他
解說。但吾人知其不然，不過
溶液中之銅分出而凝着於
鐵之表面。同時有相當之鐵，
變成溶液，以保持其均勢耳。』



鑄鐵堅而且脆，不如熟鐵之可假接，因鑄鐵含他種物質頗多，而生鐵則幾爲純粹之鐵也。

不可互變，有若當時生物學家信物種之爲固定。一原質既爲一原質，則不能成他原質。但自二十世紀之新發明出，此見解之改變，已爲人人所知。鈾能一部分變銑及他原質之事實，已行證明。此種變化，天然發生，鈾之原質，即一部分崩解而繼續成小量之銑 (radium) (或先變成鎊 ionium)。又自他種善變之放射原質名鈷 (thorium) 者，亦能遲緩成少許之銑。鈾與鈷皆能發



孟德來夫(Mendelyeov)

一著名之俄國化學家，生於一八三四年，卒於一九〇七年。其名將永與週期律並傳，言明各化學原質之關係，彼使化學之全科學，更覺豐富，對於物理化學有關係處尤然。

生氦 (Helium) 原質。氦原質最初在太陽中見之，地球上惟含有鈾釷二放射原質之礦物亦含氦氣。此等原質互遷之最後出產物爲鉛。故有活潑放射性之原質，可用以測地質之時期，不啻如一時計也。索岱 (Prof. Frederick Soddy) 教授解之如下：



索岱教授，近日化學家最著名之一人。索岱對於物理的化學有大貢獻，爲拉姆則爵士 (Sir William Ramsay) 及拉得福德爵士 (Sir Ernest Rutherford) 之門徒。二人之發明，索岱皆參與焉。爲牛津大學化學教授之一。不但對於新智識多有造就，且對於培根所謂人格之救濟者，亦極爲注意焉。

「鈾礦含鉛之量，每鈾百分有鉛一分，即表明過去之時間爲八千萬年。但礦中若本含有鉛，

則此計算或不精確。惟多採礦物研究，可得較確之結果。又鈾礦中每鈾一克，若含氦氣體一立方呎，即表明過去時間爲九百萬年。氦之原質既爲氣體，又不能成化合物，則當初必不存在，且易逃散。以此計算地質時間，當有緜無贏。若以鉛計算，或未免過高耳。用此新法以計算地質時間，石炭紀之壽，當爲三萬五千萬年；而最老之太古紀石，當爲十五萬萬年。」

放射作用之難題，已在他篇中討論之；但本篇所能言及者，不過略爲點綴。雖然，由所已言者觀之，化學原質不變學說之必須改正，則已明甚。索岱教授爲研究放射作用者著名之先鋒，其言吾人曾一引證，今復引其總述之語如下：

『放射原質，因天然互變之過程，而成他原質。當其進行時，繼續成多數不穩固之仲產原質，直至穩固原質成功而後止。』

以比喻言，原質互變與生物進化，固極相似也。

四

生物之化學 八十餘原質中，其存在於生物者，有二十九原質。而此中不常見者，又有十二原

質。其常在者，爲氫，炭，氮，磷，硫，鉀，鎂，鈣，鐵。至鈉，氯，矽 (silicon)，亦常見。而碘 (iodine) (見於棕海藻及軟骨腺)，錳 (manganese) (所有動植物俱稍含之)，溴 (bromine) (棕海藻及動物俱微含之)，氮 (Houline) (骨及少數植物含之) 諸質，亦非不經見者。

其第一最著之事實，卽原質之存在於生物體者，亦必常見於無機界。其第二最著之事實，卽生物體中之最要及必需之原質，爲氫，炭，氮。若動植物之蛋白質則除上列四要素外，亦有硫質。至於造核蛋白質，如細胞核之色素，又含磷。

至於生物質所含之原質，其構造固無特異之點。據化學家言，當洪荒之世，地球漸冷，在其表面，水與二氯化炭特多。有此景況，殊適宜爲建築生命之基礎。其所以適宜者，以有炭質之富於結合力，水之富於溶解力，氮 (由二氯化炭放出) 之富於刺激力。加以三者之皆有吸引力，能抽引其他原質，如鎂，鐵等，以供其新變化焉。

對於生物中常見之原質，今可分別略加注意焉。氫伊洪在呼吸及胃液消化時皆極緊要。氮則於生活燃燒時爲能力之解放者，且爲吸引力有用原質之媒介。水則爲生物體最要之成分 (約佔

百分之七十餘。氮則與炭、氫、氧及少許之硫化合以成蛋白質。生命者無他，蛋白之造成與拆毀之循環而已。生物質之能爆裂不息，即由於氮，因其不安於與他原質化合，而易於分離。炭則特別富於化合物。炭化合物之已知者，不亞十萬。且因炭之成二氯化炭，使空氣中氧氣之來源，更爲充足。

炭之特殊能力 炭之化學頗饒興趣，因其有特殊能力，不但與他原質化合，并與本原質化合，故能聚集多數原子，以成一分子。生物體之建築，即藉此等分子，爲其基礎。苟全炭原子無此二性質，則地球上必不能有生命，如吾人所現有者。惟因炭能與他原質如氫、氧、氮等化合，生成種種化合物，其複雜程度，各不相同。造成動植物體之物質，皆由此等化合物構造而成。

就以上所言觀之，生物品皆以炭、氮、氧、氫四原質爲基礎。由此四原質複雜交換而生物界成矣。『地球上之生命，必倚賴於下列二要素，頗爲可異之事實。其一即爲倚賴空氣中之二氯化炭氣體，其量之微，不過佔萬分之三四。其二即爲倚賴二氯化炭內炭原子有與他炭原子化合之天然能力。在此情形之下，既有相當之能力，又有能使此能力變化之相當媒介，使之變爲炭化合物之化學能力。如是則爲生命基礎之複雜成分，非但可生，而且必生矣。』（見穆爾之生命之本

原及性質) (Benjamin Moore, Origin and Nature of Life)

變化能力之媒介，在前章已言之，卽青色之植物細胞，更有其所含之綠色物質，名曰葉綠素者爲之助。

關於炭尙有可注意之有趣事實，卽地面上存在之炭，其形狀大相懸殊也。其變態凡三，外貌既不相同，對於人類之價值亦迥異。其黑暗者爲木炭，其似黑鉛者爲石墨，其透明而結晶者爲鑽石。其狀雖異，其質則同。然以人力製造鑽石，雖努力有效，而不能營業得利。蓋向天然來源採取，雖費資巨，較諸在實驗室製造猶覺其賤也。

生命現象之節制 炭，氫，氮，硫之化合物，名曰蛋白質者，其硫分雖少，然爲必需之部分。至於磷則爲成『色素』所必需。色素者，輸送遺傳性質之要素也。人身組織以腦與骨之極不相同，而其成就之必待於磷，則一也。

就生物學觀之，金屬之最活潑者，當推鉀。其鹽類在節制生命現象時，佔緊要之位置。鎂爲葉綠素之必需成分。鐵雖葉綠素之成分中不含之，然其造成時，亦倚賴焉。血所仗以採取外界氧氣之紅

色質，其成分中必含鐵。生命過程之或急或緩，鈣之化合物亦司其事。諸如此類，吾人固不難繼續枚舉；但上所列者，已足明各種原質在生命職務之利用，固方法繁多也。

五

物質之循環 爲科學開一新紀元者，厥惟物質循環之意見，與物質不生不滅之意見相輔而行是也。此意見之由來已久。希臘哲學家赫拉頤利圖斯（Heraclitus）有詩句曰：『無物不流；』但此意見之證明，則在十九世紀。吾人論血液循環者，必舉哈維（William Harvey）之名；故論及物質循環說復活之功，亦當舉利比喜（Justus Liebig）人之知此大化學家者，每將其名與牛肉茶並舉，未免貶其身分耳。

高山白雲，凝著寒石，結爲水點，合而成流，注則滿澗，溢則成溪，合溪成江，由江入海，此理人人知之。日光蒸海，吸水成霧，騰霧成雲，又在山矣，此理亦人人知之。世界循環，乃竟如此。然但言水之始末，未免舉例太簡，請擇較善之事實。

氮之循環 所有生物質俱含炭氮化合物，其名曰蛋白質，例如雞卵之白體，麵包之膠質。換言

之，即所有生物，俱不可無氮之供給。動物之得氮，或自食他動物得之，或自食植物得之。故對於氮之供給問題，目前可暫不注意。所當問者，即植物何自得氮。普通之正當答案，即爲植物以根吸收土壤內之硝酸物等。空氣雖富於氮，佔體積五分之四；但此寶庫，植物無由得入。惟其中尙有數種藉寄生細菌之輔助，當空氣中之氮被雨帶至泥內，與細根相接觸時，能取而用之。

除數種特別例外，植物俱賴土壤內之氮化合物以爲生。土壤內何以有氮化合物？吾人知空氣遇電，則成硝酸與亞硝酸銹，爲雨帶入土壤。植物利用硝酸物較多，有各種土壤細菌，即能變亞硝酸物爲較有用之硝酸鹽。然同時亦有他種土壤細菌，其作用適與之相反。生物界所用之氮，除由雷雨及豆科植物自外界取得外，現代衆生不啻賴前代衆生之遺骸以爲活。即供民食之五穀，亦賴肥田之牛糞馬溺，復化而成也。

如以上所舉，用以說明物質循環之例，尙可廣爲推引，用他原質以明此意義。但吾人當知參與此大循環者，不過少數之原質。因原質之存在於生物者，不過十餘；而原質之造成地殼百分之九十九者，其數亦不遠逾十餘。此書之要事，即在言明科學中新萌發之思想。化學界原質在其無窮變化

中屢易伴侶，亦此思想之一也。

接觸劑 今日討論化學者，與前數十年討論化學者，似有完全不同之空氣。所謂接觸作用者，亦在此改變中之一新名詞。普通人或尙有未之前聞者。其意義究屬何如？

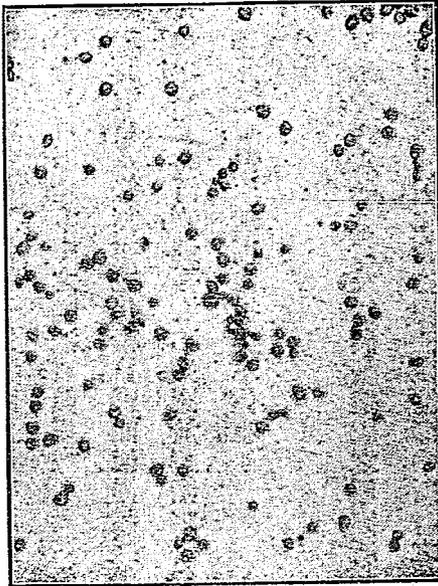
當坎 (R. K. Duncan) 教授有言曰：「器皿之中，今有一物，狀似靜鈍；但以其存在之故，能令一作用進行，或不進行。凡物之具有此控制力者，曰接觸劑，其作用曰接觸作用。」

此中特別之點，卽施接觸勢力之物體，不以其所作爲而改變其本體，可屢用不壞。小量之鉑，能使巨量之氫與氯化合，而仍不失其效用。當坎教授曾舉一明瞭之例如下：

「氯化鉻爲一奇異之物體，能以二狀存在，一能溶，一不能溶。其不溶之紫色結晶體，能久處於水中，而無變化。若加少許之氯化第一鉻，雖其量之小，僅及 0.00025 克，此紫色之結晶，卽急沒水中，溫度升高，而成靛青色之液體。以纖微痕跡之接觸劑存在，卽忽然解放紫色結晶體之潛藏愛力，使之溶解。其事之奇，不啻如擲鹽一磅，使紐約全島，遽然消沉也。此例爲物理的接觸作用，因氯化鉻之化學變化，先後如一，不過化成溶液而已。」

酵素 與接觸劑相合，而仍易爲之分別者，厥爲酵素。酵素生於物體或生活細胞如消化腺之類，酵母細菌，皆酵素也。酵母細胞，其直徑不過爲一寸之三千分之一，而能作如許化學變化，豈非世界難解之奇蹟。有機酵素亦如無機之接觸劑，以小量而致巨量之化學變遷，且以極快之速度。酵素之數多若軍隊，其作用之奇，有若幻術。凡化學變化在實驗室須用強藥品及高溫度以成之者，酵素

竟能於不知不覺中，急速成之。已非生物，而爲生命所必需，常以膠性形狀存在，能致各種之變化。惟一酵素但能爲一變化。建設與破壞，皆資倚



酵 母 植 物

酵母細胞，能生酵素，使糖變成酒精，與二氧化碳。故製麵包時，與生麵相和，不但其氣體能使粉發，且生少許之酒精，使其味較佳而易化。酵母有數種，有普通養成之啤酒酵母及麵包酵母，有野生於葡萄果皮及土壤間之酒酵母。發酵由此等酵母之事實，由巴士特證明之。每個橢圓形之細胞，乃一細小無顏色之植物，其大小爲較長之直徑不過爲一寸之三千分之一。

賴。在一定溫度中，酵素致某變化最速，且易受他物體之影響。酵素亦有兩個聯合作者。

於有機酵素之中，吾人可舉唾液中之唾液質，能變澱粉爲糖；及胃中之胃液質，可變蛋白質爲胃化蛋白質；及脾中之脾液質，及綠葉中之化糖質，俱能使固體澱粉變成液狀而可運輸之糖。有機酵素有何作用，吾人知之；然究爲何物，則吾人不知。關於酵素之研究，其未解決之問題極多，故黑暗多而光明少，雖事實日見繁多，但原理則尙捉握不住也。

六

結晶體 關於結晶體，吾人已曾言及。結晶體造成之原因，所知頗淺，其討論極爲複雜，非此書所能言。結晶之科學，在研究原質與化合物在一定情形中所有之幾何學形狀。結晶之構造，即由各小羣原子依一定之格式，成相當之佈置。例如石鹽之結晶，即由鈉原子與氯原子造成。每一氯原子，繞以六鈉原子；每一鈉原子，繞以六氯原子。如是佈置，以成模範之石鹽結晶體。二原子之距離，約當一寸之萬萬分之一。

多數化學物體，當其自流體或氣體情狀變成固體形狀時，即行結晶。例如過飽和溶液蒸發，即

得結晶體是也。萬物在相宜環境，皆有變成相稱形狀之趨向，已成由統計得來之真理矣。

鑽石 化學體在自然界中，以結晶體情狀存在者，其數頗多。鑽石，其一例也。鑽石爲最純淨之結晶炭，鑽石中每一炭原子，爲四炭原子相稱式的圍繞，佈置於四面體之各隅，使全結晶體成一繼續不斷之分子。故有人言鑽石之堅固，與其密度之高，皆由於此。

結晶體之所以饒於興趣者，因其形狀之有規則，面與角之完全，及透明與光亮。凡完全之結晶體如鑽石者，爲透明而無色；惟有晶光閃灼，照耀人目耳。但最貴寶石每有灰棕黃諸色，因其有折光與散光諸性，故鑽石能放金藍紅諸麗色。至於紅如紫玉，綠似翡翠者，則殊不易得。多數寶石之顏色，實因其含有少量之不淨物而成。近日化學家之意，以爲繼續研究結晶體之造成，能使電子與原子構造之關係因以明瞭。

膠體 尚有一事實甚屬緊要者，卽所謂物質在膠體情狀者究何意義？一八六一年時，蘇格蘭化學家格累謨 (Graham) 見物體有穿過羊皮紙甚易者，有則滲透甚緩者。彼呼後者爲膠體，前者爲結晶體。蛋白與膠皆爲膠體，鹽與白糖皆爲結晶體。但有時一物而可成二體，故言物之膠性或晶



庫林南(Cullinan)大鑽石

爲世界最大之鑽石，一九〇五年，發見於南非洲。當其未加雕琢以前，重約一磅有半。其大小約如圖中所示。未琢時之形狀極類冰而不類大鑽石。鑽石即結晶炭之最淨者。

性爲較善。且膠性情狀，或爲液體，名曰膠溶；或爲黏體，或竟似固體，名曰膠滯。凡物體之在膠性情狀者，必爲超等顯微鏡所能窺之固體顆粒，或爲流質之細點，懸散於他固體液體或氣體之中也。研究膠體情狀之性質，在化學已證明其緊要；而對於生理學家，尤有基本之關係，因生物質皆在膠體情狀也。貝理斯 (Prof. Bayliss) 教授有言曰：

『原生質當其在生活狀

况時，有液體之性質；惟其中則含細顆之固體，與不溶解之細點液體，能自由運動。」

多數之生活現象，其生命的物理基礎，皆就膠體性質之範圍也。

吾前曾言多數稀少原質，雖於人類甚要，然皆靜匿於遠方。

希土原質及其應用 鐵爲常見，而金則比較稀少。欲得二兩許之鎔 (gallium)，一大化學家會用六百磅之原料。但鋁則易得。化學原質何以一半若是之稀少？即能舉其名者，其人亦不多。當坎教授曰：

『銀 (lanthanum)，鐳 (europium)，鉬 (erbium)，鏷 (neodymium)，鑷 (gadolinium)，銻 (thulium)，鏷 (praseodymium)，釷 (terbium)，鎳 (ytterbium)，鐵 (samarium)，銻 (holmium)，鈾等金屬，誰曾聞其名？更無論見其物。但此等僻名之代表一原質，正如硫，磷，鉛等等有其特別之性質，對於人類卽有種種致用之可能性也。』

多數原質何以如是之稀少？此簡單問題，吾人尙不能答。或因其時常變成他原質，故稀少；或因其由他稀少原質變成，故亦稀少。一可注意之事實，卽爲有十餘之稀少原質，每一處存在，儼如一家



居禮夫人 (Mme. Sklodowska Curie)

居禮夫人與其夫居禮教授在巴黎發明釷原質。由瀝青礦內提出氯化釷。釷在瀝青礦內之成分，不過百萬分之五或十。居禮夫人復定釷之原子量及其他緊要之發明。

鈇與一分之鋸。此二原質之互相提攜作用，頗為神秘，其理論頗不易明；而其實效，則得明亮之光。

今請述較易之事實，即此等稀有物對於人之用途。當十九世紀之末年，韋爾士(J) (Carl von Welsbach) 得一優異之思想，以棉花罩浸於稀少原質如銀等中，然後取出，熱之於煤氣燈，欲以增加燈之亮度。其法繼續改良，惟其原理則未改變。昔用棉花罩者，今代以麻纖維；昔用銀者，今代以九十九分之

一八九七年，格丁根 (Göttingen) 之納兒斯脫 (Nernst) 教授，表明以稀少原質（如鈦與鎢 zirconium）製成細絲，在普通溫度不通電，若熱之即為導電體。雖以火柴之光照之，亦能使傳電。於是吾人有所謂納兒斯脫燈者，其燈比普通炭條燈為佳；惟其缺點即為複雜而易毀。他種稀少原質，俱曾加以實驗，知其各有優點。故燈有用極稀少之銻 (osmium) 為細條者。『銻在科學中為極有抵抗力而不易變之固體，』故可日久不壞。尚有一種燈條，以堅如鋼而不易銹之原質名曰鈿者製成。鈿出於南達科他州 (South Dakota) 及澳洲，為礦物名『古侖拜』者之一部分。最近而最有效之燈條，則為稀少原質名鎢者製成。雖有極優良之燈如炭燈者，固無須稀少原質。但吾人若知前所謂稀世之珍者，今皆常見於房屋與街衢之燈泡；昔日學者之玩具，今已成日用之常物，則當覺其奇而趣也。雖然，吾人今日製造燈火之法，尚不若螢光之經濟也。

吾言及此，不能不嘆人類製光術之進化。故此事實可視為人類進化之符號。克魯克司 (Sir William Crookes) 爵士在法拉第所著之蠟燭之化學史中有序曰：

『人類自燎薪為光，以至製燭，其時何其遠？其變遷何其巨？人類在家庭中，其夜間所用光照

之法，即表明其在文化中佔若何階級。遠東之國，注油瓦盆，燃之爲光。伊特刺斯坎（*Ituracans*）民族之燈，狀則美矣，用則不適。北極之民，採取鯨油，焚煎熊脂，騰煙滿室，光則無有。於是有高堂蠟炬，光照神壇。今則有沿街氣燈，通明達旦，不啻各自述其歷史也。若使燈能解語，彼必能詳述彼如何服務人類，使之安居愛家工作與禱祀也。」

以上所言者，固皆甚善。然尙可加以數語。即今所用者又有稀少原質，取諸天涯海角，求致不易，製成細絲。以其堅固異常，能抗電而成光明。加以各發明家之眼界廣闊，心思敏銳，他日燈光更爲美滿，可預言也。

氮之歷史 氮之最早發明，即以分光鏡窺太陽而得。二十五年之後，乃於地球上見之。科學之研究與發明，每生一極緊要而不及預料之結果，於氮原質可以明之。如此類者固正多也。

氮原質以化學性質言，頗不活潑。其對於他原質，皆以冷淡態度相向，不與化合，與氫（*hydrogen*）極相似。由此即可知氮之不能受燃燒也。因此關係，而生奇異之歷史。除氫氣外，氮爲氣體之最輕者；而與氫不同之點，即在不受燃燒。當此次歐戰時，交戰國皆欲得一種氣體，可裝飛艇。德國徐柏林飛

艇之大缺點，即其所裝者爲極易燃燒之氫。有頭腦清晰之熱心家，向協約國提議用氮，此誠爲可感謝之事。惟氮之製造，費用浩大。所幸得克薩斯省有氣井，其中出氮。於是建大工廠於其上，用液化方法，取此天然氣體內之氮，成效卓著。阿波特 (Mr. O. G. Abbot) 君曾敘其事曰：

『斯事之進行，極守秘密，即其名亦秘而不宣。工廠之圖像，皆題爲氫之製造所。實驗之目的，亦相傳爲製造戰用毒氣，或爲製造特別揮發油，以供飛機之用。作爲種種之隱蔽，以防敵人之得知真相。其事進行極速，當和約簽定時，氮之氣體停貯於紐約船塢，待運至法國，以供法國裝氣球之用者，凡十五萬立方尺焉。當時方在計劃大增產額。若歐戰能延至一九一九年之夏季，則協約國所用之瞭望氣球與飛艇，皆將利用氮氣。對於敵人砲火燃燒之患，將不至受若何影響矣。』

此一事不過引爲最後之舉例，以明化學界與人生，其密切之關係，遠而且深。後之若此者，更將增益無窮也。

參考書目

Duncan, R. K., *The New Knowledge* (1906) and *The Chemistry of Commerce*.

Fischer, Emil, *Chemical Research and National Welfare*.

Meldola, Raphael, *Chemistry* (Home University Library).

Mellor, J. W., *Modern Inorganic Chemistry*.

Ostwald, W., *Introduction to Chemistry*.

Phillip, James C., *The Wonders of Modern Chemistry*.

Soddy, Frederick, *Matter and Energy* (Home University Library).

第二十二篇 化學家之創造事業

美國彭林大學化學碩士
國立東南大學化學教授 孫洪芬譯

燃燒意義明瞭之日，卽近世化學創始之時。當是時也，法哲拉瓦節 (Lavoisier) 說明燃燒之物，與空氣中之氮合，而放出碳酸氣。彼更藉精細天秤之力，證明被燒物質體重之增加，適等於四周空氣中所失之分量。此等發見，在今日或不足以驚人；然於化學史上開一新紀元，則洵無疑義。蓋拉氏於彼時已澈知在種種化學作用之中，僅物質之種類變更，而其重量則絕無變易也。

物質不滅 右述之事，卽所謂物質不滅是也。其理於化學爲基礎，且爲精確之試石。蓋自斯以後，舉凡化學作用，如度支然；其收入與支出，無一不應適合。所發生之變易，縱令極五花八門之致；而發生化學作用之物，其本量恆不變。且因本量與重，在在成爲一定之比例，則此意直可概括之曰，凡

在繼續的化學變化中，最後之重，必與最初之重相等。拉瓦節最著名之實驗中，有一則係以水蒸汽，通過燒紅鐵屑，而收集自水所成之氫氣。作此實驗時，拉氏對於所用之物如水，如已起作用及未起作用之鐵屑，如管口所發之氫氣，無不仔細量之。結局則收支適合，不餘不欠。至今日則吾儕知此項收支之必須適合，否則實驗不能作為有效。夫固體之冰，成為液體之水，轉而為空中之霧，更變而為冷峰上之雨；變態萬殊，而不生



拉瓦節之呼吸實驗，坐於案頭作筆記者為拉夫人

拉瓦節 (1743-94) 以實驗證明物質不滅，故羣尊為近世化學之祖，在種種化學作用中，物質之性可變，而其總量不改。拉氏說明呼吸之真意義為吸氧以助氫化，而吐出無用之碳酸氣。當大革命時，拉氏死於斷頭台，死時羣衆噪曰「共和國不需哲人。」

不滅則一也。蓋人類之力，對於物質，無鉅無細，既不能由無而有，亦不能由有而無。構成胰泡之原質，與構成花剛石者，同一不可消滅。誠哉，無物質之可以毀滅也！

凡在大博覽會之入場處所，必有兌換銀錢處。其工作自朝至暮，無時或輟。忽而一來賓，以金鎊易辨士，以便購券入場；忽而一電車收費人，以辨士易整幣，以期輕而易帶。凡此瑣屑，不勝枚舉。然使此兌換處奉職員役，細心從事，則每日日終結算，必爲無贏無絀。蓋進出之幣式，無時或同；而幣額之多少，則始終不變。化學之工作亦然。凡結果有量之物，開始時必已存在；而著手所用之品，於竣事時亦等量均存。然則化學家之創造事業安在？

原質之性不變。進一步言之，物質俱有極奇異之穩固狀態。近人用分光鏡，測知最遠恆星中，有若干原質，與地球上業經發現者同。且此等原質，無論在地上，或在他星中，其性質毫無差別。天狼星中氫氣分子之行動，與倫敦實驗室中者彷彿相似。天空中與地球上之傢具式樣，儘可自由變動。然其構成物之性質，則亘古不殊也。自輻射質分解言之（參看本書卷一第八篇宇宙之根本組織一文），此類論斷，誠不能決爲必是；然就大體言之，則馬克司維耳教授（Prof. Clerk Maxwell）

於一八七三年在其分子論 (Discourse on Molecules) 中所發表之言論，仍爲適用。馬氏之言曰：『歲月更易，萬物變遷。天體毀變之災，有已臨者，有未至者。舊系統毀，而新者基之。然而此各系統所從出之分子（近世化學家謂之原子），爲物質世界之礎石，仍無破損。蓋今日之各種分子，與被創造時之分子，其數同，其量同，其重同也。』

由此觀之，所謂化學家之創造事業又安在？

人造生機物 以創造者目化學家之第一理由，可於人造物昔所謂生機物者見之。普通又謂之綜合化學。其發達之程序，允推爲近代科學史中最有趣味之一事。

勝利之進步，實始於一八二八年，是年也，**味勒** (Wöhler) 發現**特酸銦** (ammonium cyanate) 之溶液，加熱蒸發，卽自變爲**尿素**。此發現之重要，果安在乎？曰，**尿素**者，含氮之動物排洩物，而自身體中隨尿濾出者也。凡生物所產之物質，昔謂之生機物，便溺皆屬焉；今**特酸銦**之製法及來源，不限於活物，而變成**尿素**，乃若是之易。化學之所以爲利器者非耶？自斯以後，自活物取得之物，卽不能獨樹一幟；蓋**味勒**之實驗，固明白指出生機物之一種，不僅自活物可以取得也。且也，同時（一八二六至

二八年)痕涅爾(Henry Hennell)以二炭烯(ethylene)(炭二氫四)製成酒精;於是酵母自古以來之權利,由另一途徑,毫不借重生物,而完全取得之矣。當時固無人注意此二重要之進步。蓋味勒及痕涅爾二氏,俱爲先時之人物也。然而二氏驟然爲綜合化學家之領袖,則絕無疑義矣。

勝過自然 靛青爲通用染劑,前此取之於靛草,今則人造之矣。土耳其紅亦然,前此取之於茜根,今亦人造之矣。凡尼林(vanillin)爲製造糖菓必需之物,前此取之於凡尼拉(vanilla)香豆,今亦人造之矣。冬青油爲醫藥用品,前此取之於鹿蹄草,今亦人造之矣。曩昔繪事家用於沉鬱畫幀上之墨,悉取自烏賊魚之袋;此袋者,烏賊用以放射墨汁,以掩護退路,而求全於敵者也。近世繪事家所用之烏賊墨,乃非從烏賊袋取來,而爲一純粹人造之顏料。依此舉例,一極長之名單,不難立就。蓋糖也,咖啡也,水楊酸也,及其他複雜之品,人造者可以什百計。且其數與年俱進,化學家誠可謂勝過天然矣。

本題最有趣味之點有二:一屬理論方面,一屬實用方面,屬乎理論方面者,人造有機品之方法,與天然者通常不同;例如人造法或需大熱,此在植物或動物體中,決無可能之希望也。

吾儕春游林中，見酢漿花葉，與其透明鈴狀之白花，堪稱二美。摘數葉嘗之，其味微酸，與兒時所愛之酸滴糖相似。酸味存在，由於草酸鹽；蓋成於酢漿花生活期內之化學作用者也。吾儕現不問酢漿葉中之草酸鹽若何而成，惟知其製成之法，決不與擅長化學幻術之化學家在實驗室中所用者相同而已。

關於第二點，純為實用問題。夫靛草既生靛青，烏賊既生海墨矣；則人又何必仿造天然，以推倒天然品自豪乎？此答誠難，惟於人造品之費料廉而產量大者，則利便固顯而易見。例如停止衄血之腎上腺素 (adrenalin)，產於獸之腎上腺內，厥量極微。取供醫藥，須屠牲畜



以煤製煤氣，除氣體外，尚有水之磷精（即阿摩尼亞）溶液 (ammoniacal liquor) 及煤膏。二者受熱，蒸發而為氣體，以入於冷凝器中，其餘存蒸發瓶者為焦煤。

煤膏受乾蒸餾後，平均每噸產水磷精（即阿摩尼亞）液五加倫，粗輕油六加倫，輕油二十六加倫，中油十七加倫，重油三十八加倫，瀝青一千三百四十四磅。所有炸藥，醫藥，染料及消毒劑，俱自此項原產物中提製。

瀝青約等膏重百分之六十，此膏含物約二百種。安比內辛 (anthracene) 用以製安尼林染料，極為可貴。

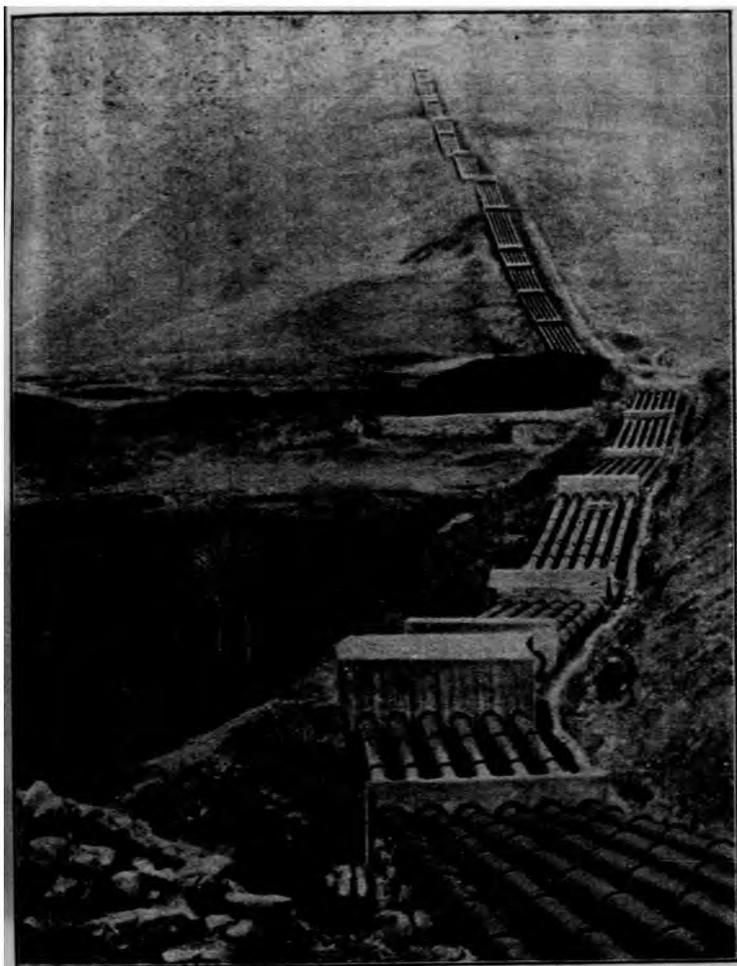
無數。今化學家能以人造法製備之，則以簡單原料，製為貴重用品。經濟上之神益，何可限量？化學家取得創造者之徽號以此。

煤膏染料 化學家不僅以模仿自然為足也。更進一步，而自製新物矣。適當之例，可於煤膏產品得之。吾人俱知製造煤氣時，其剩餘物為焦煤與煤膏。煤膏之味臭色黑，曩昔以為可厭之副產物；今則知為染料藥劑之寶藏，香精炸藥之源泉，羣呼之為世界最有用物品之一矣。



天然石油井自地中湧出之圖

圖為巴庫石油井之一，油射出後，燃於空中，火燄高約二三百尺，上罩濃烟。石油之地質原起，現難決定，比較的近於情理之學說，為埋藏地下大堆植物，受天然蒸餾而成。



鋁之用途甚廣，如汽車之軀幹，及烹飪用器皆是。所從出之礦石為鐵礬土，受化學作用而成氯化鋁，再以冰晶石為助溶劑，受電解而鋁出矣。發電原動力之供給多為水力，上圖為六管水道，運水以驅發電機，每管直徑三十九英寸，長可一英里。餘係阿該爾州 (Argyllshire)。金洛克利芬 (Kinlochleven) 鋁廠所敷設。

於此即發生合理之問題曰，煤膏何以爲若是之寶藏，而如斯洛孫博士 (Dr. Stosson) 所謂『幸運神之奇幻袋』乎？答此問題，可作二點：(甲) 煤膏爲複雜有機品之混合物，在昔太古之世，草木暢茂，遺跡爲煤；而此混合物者，即成於斯世。(乙) 化學家能以幻術變易原產物，使成爲新奇之品是也。煤膏受複蒸餾後，產出之物，若石炭酸，消毒劑也；若假樟腦 (naphthalene)，藏衣用之祛蟲物也；其他若益精 (benzine) 等，爲數尙夥。迨取得十數無色液體或固體後，餘剩者，斯爲



傾燭入模之圖

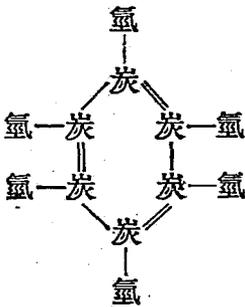
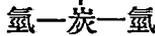
蘇格蘭土產品，其一爲石蠟油。燭廠每自未經煉製之石油中，加冷提取石蠟，以供製燭之用。有色之燭，則加安尼林染料所製者也。

圖中爲大規模的傾燭入於模型。先溶燭料爲液體，傾入模中，其四周可任意以冷水或熱水環繞之。初傾時四周爲熱水，迨傾燭既畢，易以冷水，燭遂成爲固體。

吾人通常熟識之瀝青。

化學家以分子爲單位，所謂一物質單獨存在之最微量也。分子之圖，習常以互聯之數個原子表明之；例如氫之分子（氫二），可狀之爲（氫—氫），每原子各有一手，以相維繫。炭原子狀以四

手（—炭—），故最簡單之炭氫化合物（沼氣），其圖乃爲（氫—炭—氫）亦可爲炭氫四。煤膏



產物益純 (benzene) (益精另爲一物) 之程式，爲炭六氫六，令人難於索解。蓋以六個一手之氫與六個四手之炭相合，乃能適合彼此之需要，誠不易明瞭也。此疑問後經德國化學家克可爾 (Kekulé) 釋明。渠意爲益純之分子，係屬輪形，或一等邊六角形。在此形中，炭原子互相結合，

氫原子環於四周，略如右狀。

節如左：

爲說明此解釋之重要起見，茲引斯洛孫博士所著創造的化學 (Creative Chemistry) 之一

「吾人不必設想盆純之分子，其形狀恰如圖解，吾人所知者，則此學說可以適用是已。夫適用者，固科學家所希冀於任何學說者也。應用此學說，已造成千百數有益人類之化合物。蓋近世化學家，非發見家，乃發明家也。彼端坐於書案之側，作一克可爾輪形，或等邊六角形，旋塗去一氫，而代以一個硝基；繼塗去硝基之二氫，而代以二氫；



舊式 新式
德斐安全燈

此安全燈爲爵士所發明，以防礦中煤氣燃燒之用。有爆發氣體存在時，則紗網內部四周有火燄，其熱爲網導去，使火燄不致傳於礦內氣體。

更隨其意之所向，增入若干原質，或開鏈與輪形炭化基若干個；其工作彷彿建築師之計畫屋宇，先製所欲得物之圖，乃起入實驗室，按圖製之。」

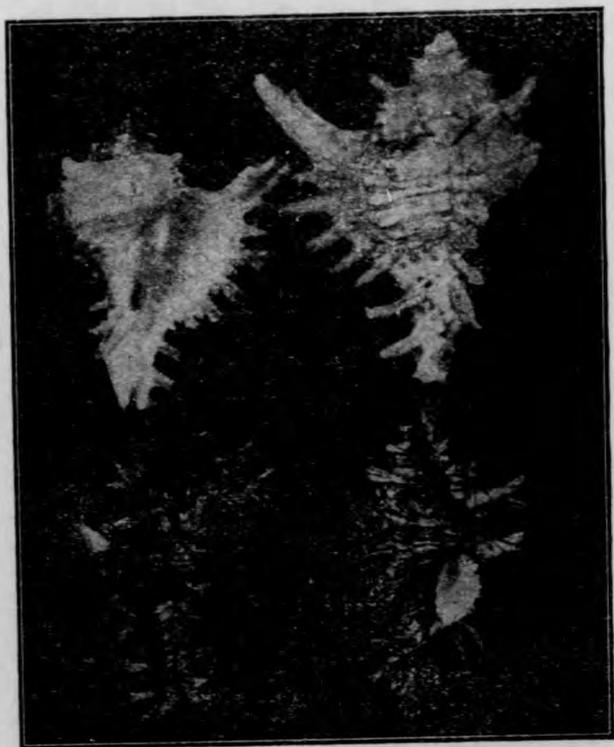
化學家所製之物，或含有若干聯線。例如化學名稱爲兩個一炭烷基團——雙偶氮——乙竝
因哂精——六亞硫基——乙竝因哂精——六雙亞硫基鈉(sodium-ditolyl-diazo-beta naphthyl-
lamine 6 sulfonic-beta-naphthylamine-3,6 disulfonate)。而商界之簡便名稱，卽鮮明之剛果
(Congo dye) 紅染料是。

總而言之，煤膏所生類於盆紉之原產物約以十計，衍進而得類於安尼林之半熟品三百，再進而爲各種深淺之染料數千。其歷史至有趣味，茲爲略述如次：

最初之發見數則，無足輕重。至何夫曼(Hoffmann)在利比喜(Liebig)實驗室中，研究化學，始證明鮮明之染料，可自煤膏產品中，類於安尼林之物製得。安尼林者，津寧(zinn)自靛青中取得，其發見已有若干時者也。厥後何夫曼應英倫皇家理科大學之聘，至倫敦講學，生徒中有十五齡童子，名拍琴(威廉亨利) (William Henry Perkin)者，何氏使之仿造金雞納霜。於一八五六

年，乃發明一紫色染料爲安尼林染料中之第一種，蓋當時世界未知之物也。十年以後，續發明製造土耳其紅之法。蓋至彼時爲止，土耳其紅，俱取自茜根也。當斯業隆盛時，法國每年植產茜根，約百萬噸，供採取染料之用。自拍琴氏發明人造方法後，則如斯洛孫所言，「法之茜區，改爲他用。卽法軍之紅袴，英軍之紅掛，亦悉倚賴德製之紅染料。蓋自一八七八年以後，匪獨茜根，卽胭脂蟲之營業，亦幾全爲「偶氮紅」所攘奪矣。」斯氏此言，蓋指曩昔英軍服所用紅料，悉取自最初產於墨西哥之胭脂蟲也。

煤膏染料以外，化學家之創造事業甚多。吾儕不能於染料發達史久加陳述。第知土耳其紅之命運，卽爲靛青之命運；靛青植物者，來自印度，與英之菘藍相似者也。亦知此命運，又爲泰里安紫色（Tyrian purple）之命運；泰里安紫色者，始採自地中海之一種海螺者也。旁搜斯例，蓋猶衆焉。吾人深惜何夫曼返德，此幼稚之工業，亦與之俱返，此則不能不歸咎英人之缺少想像力與先見也。「降及一九一四年，德製染料，佔全世界所產者四分之三而強；且更以其半熟品，供給他人製爲染料，」可謂盛矣。



海 螺 殼 之 染 料

海螺種類甚多，惟地中海之二種，特能供泰里安紫色之用。小殼可直接擊碎，較大者則先將海螺曳出，而後壓碎之。在泰里安岸上現仍有大堆螺殼可見。

染料之用途，不僅可染神父正之袍，軍人之制服，社會黨之領結，及閨秀之彩帶也。如所謂茶青

色) (Flavine) 染料，且可殺膿中之微生物，其效頗速。又如與染料相關之品，更有所謂煤膏膏劑者，(譯者按六〇六及九一四皆此類也) 如阿斯匹靈 (aspirin) 之治頭痛，芬內西丁 (Phenacetin) 之祛內熱，蘇孚內爾 (sulphonol) 及佛洛內爾 (veronal) 之催眠劑，悉已造福無量，譽播人口也。

人造之香精 人造二字，絕不含輕視意義。蓋化學家所造之靛青，初不必劣於靛草所產之靛青；自煤膏製成之麝香，初不必劣於麝臍之出品也。吾人誠知人造品所用之方法，與天然者不同。然而自化學上視之，最後所得之品，固二而一也。或者天然品上，常有極少量之雜物，據而不去，以故常保存其特殊個性。如木版與鋅版之不同，生鐵門與熟鐵門之迥異。然總括言之，人之於香精，及其他之重要物品，其初也，力求天產品；其繼也，順天然之性以爲己用（如廣植花林是）；其卒也，更進一步，乃專力於創造事業；即如玫瑰花之主要成分，爲『吉雷紐爾 (geraniol)』，橙花精之主要成分，爲『內洛利 (neroli)』，在現時，俱可以綜合法製得之也。

嗅覺與味覺，猶姊妹然；而香精之歷史，亦卽爲香料之歷史。卽如凡尼林香料，曩昔取之於天然產品之凡尼拉豆；自一八七四年綜合成功以後，今日之凡尼林，多以人造者代天然品矣。吾人所有



揀提數百萬朵之玫瑰花



蒸餾橙花以供香精之用

之惟一抗議曰：天然品與人造品之競爭，應令其機會均等。請審美家審定二者之生理作用，心理作用，是否相等，可也。吾人照審定之真值付價，亦可也。惟以人造之吉雷紐爾，與玫瑰精混合出售，則大不可。

人造之橡皮

印度橡皮，爲樹膠之一種。存在於似乳之植物汁中，而以大戟及無花果類之樹，尤爲豐富。採取之法，於樹上割裂一口，汁即流出。此類樹現今推



在普陀美約 (Putumayo) 區域自橡皮樹割皮取汁之圖

先在樹皮上割裂一口，下繫鐵罐。樹膠流出，即墜入罐內。收集樹膠若干後，置於一大盆中，以瓢盛之，在煙上燻熱，則乳汁之樹膠，立即變爲橡皮。所用發煙之物，則烏魯魯立 (Urucury) 棕櫚之塊屑是也。

植甚廣，向所視爲非其生長地者，今已爲種植區域矣。橡皮之用，吾儕知之甚審。如車輪，如禦水物，如

雨鞋，如熱水瓶，如注射器，如瓶塞，如賽鳥木器具，種類極多，不能備舉。現幾將其從前命名橡皮即磨擦品之意，完全忘去。更有一樹膠質，名格搭白查 (Gutta-percha) 者，可供防護海底電線及製造哥爾夫球 (golf-balls) 之用。

置橡皮於曲頸甌中，加熱蒸餾，即變為類於揮發油之液體，其名曰「愛索普林 (isoprene)」。綜合化學家之問題，即為如何製備此愛索普林，且使之變為橡皮。此事之歷史，殊為奇特。吾儕於此，僅能言愛索普林，有數法可由人工製得（如自山薯發酵之酒油製取是）；既得之後，亦有數法，可由人工變為橡皮（如置鈉與愛索普林於一器中使之乾燥是）。在一九一二年，紐約城曾陳列人造橡皮之汽車輪盤二具，且皆曾行程數千里者。然此問題，科學上雖已解決，而工業上則否。蓋自山薯或松節油中，提取愛索普林，俱甚不經濟也。現用方法之最有希望者，莫如將焦煤與石灰，同熱於電爐中。二者化合為二碳化鈣，以此化物與水混合，即發生二炭炔 (acetylene) 氣體，此氣體可用化學方法，製為愛索普林，再變遂為橡皮。然自經濟上言之，則自植物採取之橡皮，仍較為獲利也。

製糖 原人之識甜味也，大抵得之於果與蜜，後乃漸知自蔗壓汁之法。甜蔗何以自遠東運入

西印第羣島，及拿破崙扶助甜菜糖工業之歷史，洵屬可詠可歌，然與本文無關也。吾儕知綠葉植物，俱能製糖。然除甘蔗甜菜外（即楓糖亦不足道），其餘製成糖量，或存果中，或由蜂採；其直接產出者，甚爲微細，無採製之價值。化學家區分各種天然糖，既畢其事，乃製造天然品中所無之糖數種。更改良提煉之法，使此養生之品，可以純潔。斯洛孫博士之言曰：『白糖乃合乎理想標準之食物。其價廉，其質白而潔，易於攜帶，能持久，味美而不含雜質，無微生物寄生危險，富於滋養力，溶度大，消化吸收俱甚易，不烹可食，且無渣滓。其不足之點，卽爲太純。惟其純也，故人不能單獨食之而生活。』從事實言之，每日食糖逾量，殊爲危險；而消化機關有疾之人，更不宜服食。於是創造者之化學家，乃起而相助。美之倫孫（Ira Remsen）（後曾爲霍布金司（Johns Hopkins University）大學校校長）於煤膏衍化品中，創作一物，名之曰糖精。味濃於糖數百倍，而實非糖，絕無滋養價值。然加諸茶與咖啡中，其味殊美；且與不能服糖之病體，毫無妨礙也。

二

化學幻術 吾儕在幻術試演場中，見施術者，以縐巾變爲兔，再變爲鴿，殊覺樂之不倦。然在化

學實驗室中，真正幻術，較此爲多。化學師洵一變幻家也。其所操術士之杖，一揮而使腐臭之油脂，變爲久經藏貯之固體；再揮而腥臭之魚油，臭味全去，可用以製皂，或作食品。曩者化學師以牛脂製爲充乳油，今則椰子，棉子，花生，大豆之油，俱爲製作什錦乳油之原料。蓋獸脂之位置，幾盡爲植物脂肪所攘取矣。吾儕注重之點，一則爲化學家小施其術，可使熟悉之物，睹面不相識。二則爲精美之乳油，不自牛身，亦能取得也。

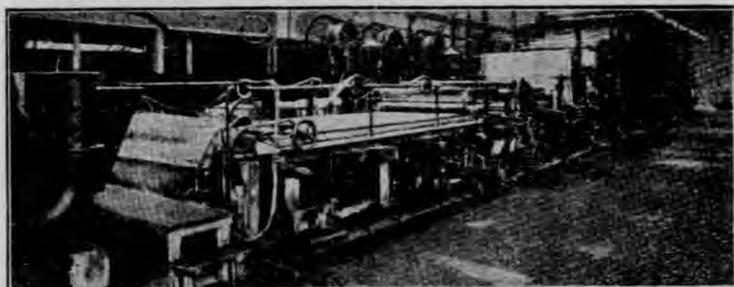
木材質之變化 植物細胞之垣，爲木材質所構成，此質爲炭水化合物之一，與澱粉係同一程式（炭六氫十氧五），硬則爲木材矣。吾人食品，如青菜之屬，俱含有木材質；然其裨益身體之處，則甚微渺。其重要之處，乃於他方面見之。如煤之構成，如木之質料，俱有賴於木材質。而化學家變化物質之起點，亦間有本於是者。蓋化學家之能力，雖可以自無機原質，如炭，如氫，如氧，如氮，構成一物；然如有捷徑焉，無待取材於最初，固亦樂用之也。

木漿爲近世製紙之最要原料。設以紙一片，就顯微鏡下，細加視察，其所見甚細之纖維，悉爲植物細胞餘剩之物。其他用途，如飲盃，飯巾，繩索，旅行篋等，亦在在皆是。若與他物化合而成之物，如起

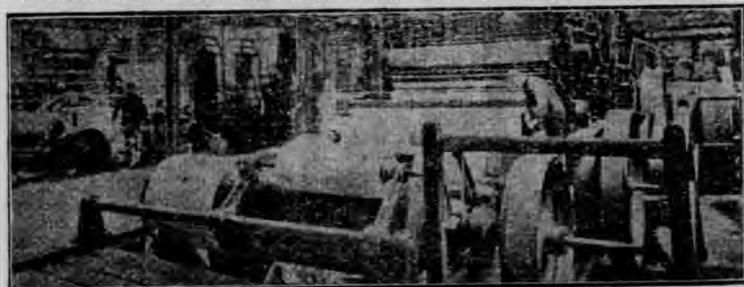


木 漿 製 紙

圖中圓形者為調漿器，在此器中，木漿或草漿與水混合，經調漿器之攪動，破碎成爲乳狀物。再加提製，以去雜物及塊之未碎者。



以抽水機將漿液運上鋪銅絲細網之造紙機，有機向前轉，同時亦左右搖動，漿液中之水分，由網中濾下，而因此機前後左右並動之故，木材纖維，遂互相纂組。再後此銅絲網經過一吸水器，纂組之纖維，失去其殘餘之水，變而爲紙。已成紙張，繼續前進，以毛氈托之經過熱捲筒上，乃完全乾燥。



造紙機「乾燥之端，」表示已成之紙，分爲若干不斷的長捲。印刷機上所用，卽此等紙捲也。捲之長者，展開可有紙五英里（約二萬六千餘尺。）

光棉紗，及人造絲，則更重要矣。

斯洛孫博士曾就此點，舉諾貝爾 (Alfred Nobel) 割手故事以爲證曰：

『諾貝爾者，瑞典化學家，而主張非戰者也。一日在實驗室中，自割其手。此化學家常有之事，無足異也。繼乃溶火藥棉於酒精及以脫中，以塗手之傷處，此亦化學家習常所爲也。雖然，諾貝爾於此，乃不似常人及其他化學家之植立搖手，以糞藥膜之乾燥，而憶及所研究吸收硝基甘油 (nitroglycerine) 之問題。蓋以火藥棉溶液，性黏而易乾，乾後則變爲硬膜；設與硝基甘油相混合，而能凝結，寧非幸事。於是保存其用剩之火棉溶液，更以硝基甘油加入。果也，一剎那間，卽變爲膠膏狀之物矣。』

此膠膏物者，近世戰爭中最初所用之炸藥也。此外又爲救傷劑中之『新皮』且可爲照相及影戲底片，以供吾儕之娛樂。推廣言之，則木屑堆中之木材質，可以爲韃底，可以爲車墊，更可爲人造象牙之澆洗用具，及他物若干種。

捕氮 生物之體質，其一部分爲氮炭化合物，如蛋白，如乳酪，如麥膠，皆是也。此類物質，統名之曰蛋白質。欲生物體質之生機繼續不止，則每日食品中，必須有含氮之物，以供給需要之氮量。動物不能利用蛋白質以外之含氮物，而蛋白質惟自動物或植物之身始可取得。若植物則取氮於硝酸鉀及相類之鹽於土中。故土壤中氮鹽之供給，不可或缺。此種供給，一部分爲天然的。例如枯枝朽幹，墜落地面，蚯蚓之屬，帶入土內；抑或么麼生物，一朝死去，甲蟲埋之於土，積時累日，完全分解；更如穀類餘梗，耕入田內，洩勃肥料，播之隴畝，逐漸變化，成爲硝精。植物乃吸收之，以助生長矣。

就另一方面言之，木與煤之燃燒，皆使固定之氮，返而入於大氣。又若火藥之用，亦爲損失固定氮氣之一道。卽如小礮彈一發，雖僅用火藥一鎊。其損去之固定氮量，則與大氣三百萬畝所含之氮相等。故彭格教授 (Prof. Punge) 有言：『鎗礮之彈，無論是否命中，而殺生則等。蓋個體死後，自其朽爛之肉體中，發生相等之新生命。故生命方面，不因個體之死而有所損失。惟損壞已經化合之氮，實爲減少生物共依之資本。』此其言爲定量的生命觀念，蓋失去領袖人材，其生命的等量，無從計算也。

綜上所言，農夫最重要問題之一，即爲維持土壤內化合氮量之供給。最簡易之解決法，在植物中會略述及，即多種莢類植物是。此類植物之根，有小塊莖生於其上。此中之微生物，能用吾儕現時未知之方法，吸收空中之氮而固定之。設此種植物之全部或一部，耕入地內，則土壤對於其後之他種植物，滋養更茂。此法雖佳，微嫌過緩。故農夫施肥，多用智利產之硝石。然智利硝石，爲價既昂，復不能取之不竭。故化學家發明，就本國製造硝石之法，至爲重要。今日瑞士之山谷，有『一端爲冰山，而另一端爲百分九十八之硝酸』者。蓋化學家發明，自稀薄之空氣中，直接製取肥料，而間接增加食品之產量也。

吾人知閃電通過空氣時，能分離氮氣之原子，而使之互相化合，以成氮化氮。此進步之初基也。化學家代以極大之電弧，而以甚高速度，驅空氣行乎其間。蓋電弧之溫度絕高（約華氏表六千三百度），苟速度不高，則所成之物，將不旋踵而爲此高溫所分解。設就近有天然之瀑布，或其他水力，以供給發生電弧之能力，則自空氣中採氮之代價，其廉也明甚。

德意志之天然水力不及瑞典挪威諸國之大。於是另取一策，以固定空中之氮。即世所共知之

哈柏法 (Haber process) 是也。此法所用之原質爲氮與氫，化合後爲鹵精。所用之接觸劑，非電爐，而爲一靜默工作之稀有原質如鈷，如銻，如鉑（卽白金），皆各具不可思議之媒介能力，使與之接近之原質，彼此起化學作用。雖然，哈柏法非易事也。在所用原質未與接觸劑接近之前，須經過若干手續，使之純潔。迨鹵精既化成，又須另藉一接觸劑之力（鉑絲網），改變爲更爲有用之硝酸，卽阿斯特瓦德法 (Ostwald process) 是也。要之自空氣中，擷取原料，其限度在今日可謂極廣。若氮則用於工業，助二炭炔之燃燒，發生高溫，以供鍛接之用；若氮則如上文所述，以供製造肥料之用。故二種原質，每年採取之量獨多。此外若氫 (arsen)，若氫 (neon)，亦自空氣中取出，用以製造優美之電燈泡。

在離去肥料問題之先，不能不略述精氮氫基 (cyanamide) 之製造與功用。本文前章，曾言及以電流通過焦煤及石灰之混合物，則鈣與炭相合，而成爲二炭化鈣。加水，卽發生二炭炔氣體。設加大熱於二炭化鈣，並同時以氮氣流通其間，則氮乃固定，而成爲精氮化鈣 (calcium cyanamide)。其狀如石，可用爲肥料（俗謂之石灰氮）。若更以精氮化鈣，受逾量熱之蒸汽，則發生鹵精。復由鹵精而化爲硝酸，由硝酸而變爲肥料。其究竟，則食品產量之增加是也。

雖然，上文所述，僅就一事言之，非全論也。蓋自最初之火藥以至最近之「TNT」，無論爲硝石硫酸同研而得之粗品，或化學製造之硝基甘油，棉花火藥，及硝基代之煤膏產物，凡戰爭所用之炸藥，咸有賴於硝基之分崩性。蓋氮與其他原質不易相合；而既合之後，雖稍經震激，便有脫離關係之趨勢也。

鉀鹽之供給 植物營養料最要之一，厥惟硝酸鉀。此物之硝酸部分，現可自空氣取得，不必掘之於智利國之鳥糞叢中。但鉀之成分將何所取之？實一要問。斯洛孫之言曰：「產麥一噸，須自土中吸取氮四十七磅，磷酸十八磅，鉀鹽十二磅。」果爾，則農夫之事業，不第須彌補氮之銷耗，且同時須注意於磷及鉀矣。世界農業上需鉀之量，洵至鉅也。（譯者按，磷酸礦物，各國俱有，不虞其匱乏，故著者略而不言。）

鉀鹽之天然來源首推德國斯塔斯佛特（Stassfurt）之岩鹽礦。蓋億萬年前，海水滲入，迨後逐漸蒸發，此結晶體遂排列整齊，存留石內。在一九一三年，美國農夫，自德購入岩鹽，可百萬噸，價值美金二千萬元以上。由此觀之，鉀鹽之供給，須向他方面尋覓，其理明甚。（譯者按此指與德宣戰後言。）

化學家負前驅之責，尤屬無從旁貸。普通礦石，含鉀者甚多，如螢石，如花崗岩皆是。所難者，必取之易而費用廉，斯爲合用也。斯洛孫氏常以其超軼之筆，形容此事曰：『農夫有鉀鹽，封鎖於砂鹽之內。譬之商人，將保險箱鎖鑰，遺之家中。雖經濟能力，不至破產；而卽期兌票，則不能照付。吾人所需要之鉀鹽，如須現款，始可通行也。』現時所用鉀鹽，有取自木灰者，有取自甜菜蔗糖剩下之濾汁者，亦有取自海葦者。總之，則此問題，除德國外，在他國無一解決者耳。

化廢物爲富源 如右所述，化學家有創製新物者，如迷蒙精 (chloroform) (俗稱哥羅方) 是也。有以人工新法，製備天然品者，如靛青是也。此外則化學家之聰明才智，每致力於化無用爲有用之事業。請舉數例，以證明之。數十年前，人咸以棉子爲無用之物，棉花旣得，則其子亦焚之或棄之而已。若今日，則棉子之用，不下數十。壓餅可飼牲畜，榨油可供人食。更如紙，如油灰，如肥料，如胰皂，如油漆，如無煙火藥，皆是也。卽微如番茄子，前此爲罐頭公司所拋棄者，現加壓榨，可得百分之二十之良好食油。化學家乎，誠社會新經濟之先導者矣！

結論 化學家之創造事業成功史，乃科學史中最輝耀之一部分，而備具奇蹟者也。斯洛孫博

士曾於一九二一年著作一書，名之曰創造的化學。讀之如新奇小說，引人入勝。著者是篇，獲益匪淺，願以之介紹於讀者諸君。茲篇所述，僅能舉化學家成功之例而已。約而言之，前此稀貴之天然品，今以發明人造之故，乃量多而價廉；前此用罄，或因政治變動而不能購取之物，今以新法製造之故，乃用簡易之原料，即能製得，且不必限於特殊之產地；今所綜合，而前人未見者，不下千百；昔為廢物，而今為富源者，又至繁夥；擴而充之，前途止境，實難預計。即或以為生理化學之新發明，將使人類之麵包問題完全改變，亦非妄臆。蓋研究化學之宗師，始注意於分析，近並及於綜合，即此已足使世界無論為惡為善，俱完全一新也。

參考書目

Findlay, Alex, *Chemistry in the Service of Man.*

Hendrick, Ellwood, *Evergman's Chemistry.*

Philip, James C., *Achievements of Chemical Science.*

Sadtler, S. S., *Chemistry of Familiar Things* (New York).

Slonson, Edwin F., *Creative Chemistry*.

Soddy, Frederick, *Matter and Energy* (Home University Library).

Tilden, Sir W. A., *Chemical Discovery and Invention in the Twentieth Century*.

040183



2121.6

萬有文庫

第一集一千種

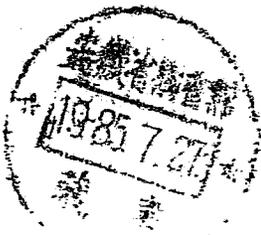
王雲五主編

科學大綱

(十)

湯姆生著

胡明復等譯



商務印書館發行

萬有文庫

第一集一千冊

總編者
王雲五

商務印書館發行

04018E

科 學 大 綱

(十)

湯姆生 著 胡明復 譯

漢 譯 世 界 名 著

科學大綱

第二十三篇 氣象學

美國哈佛大學哲學博士 竺可楨譯

近世氣象學之目的，在研究環繞地球外部之空氣，且發明空氣在地球上周流之定理。此等定理苟能完全熟識，則風雲晴晦，不難預料於事先，而氣象學將成爲有極大價值之一種科學矣。

人類在地球上之居住面積，幾完全爲氣候狀況所限。雖今日人類差可適應任何種之氣候，然世界最冷之地，或則絕無人跡，或則人烟寥落，如北部西比利亞其明證也。氣候對於各人種之性情，常有顯著之影響，與夫遠大之關係。在地球之古代歷史中，數經冰期，遂致氣候有劇烈之變遷；當冰川盛時，歐洲北美之大部分，均淹沒於冰區之下，高山峻嶺，均成爲冰川之中心。迨自冰期而入溫期，

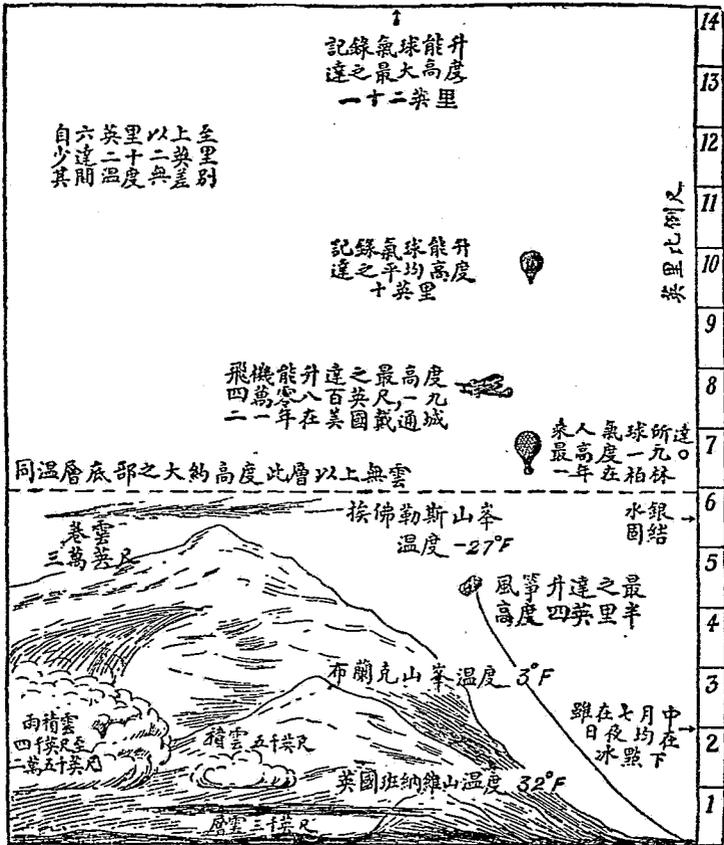
冰川溶解，成爲巨河大川，流入於湖海之中。迄今此等湖海，已成陳跡，或變爲沙漠，或涸爲沼澤。此等變遷，遠在古代，今則地球上貿易風帶內，雖以沙漠著，但自人類有史以來，殊無全球逐漸趨向於乾旱之確證，且間有足爲相反之左證者。如在中央亞細亞氣候固日臻於乾燥，但非洲撒哈拉 (Sahara) 沙漠中，則昔年不堪耕種之石田，今乃反足滋生草木也。

一

氣象變更之原因 氣象之變更，由於空氣之紛紜不定。空氣愈紛亂，則氣象之更變也亦愈劇烈。空氣之所以紛紜不定者，其最要原因，爲地球各處所受太陽之光與熱有多寡不同之故。餘如地球之自轉與公轉，地球面部海陸分布之不勻，地面高度之不同，而所受日光有多寡之別，以及空氣之爲氣質，故其體積，氣壓，溫度，均易生更變，凡此種種，皆足以助空氣呈紛亂之現象。

今氣象學之數學或理想方面，雖極爲世人所注目，但氣象學進步最速，實在其實驗或觀察方面。蓋各種理想，全恃觀察之結果以爲後盾，使事實與理想能相符合，則其理想始有價值。是故世界文明各國，莫不有氣象測候所之設立，而此等機關，在各國又多屬於政府。其責任在於記錄氣候上

之各種要素，以為預告風雲晴雨，以及統計上之用。英國政府司觀測氣候之機關，名氣象局，屬於航空部。



空氣與測量空氣之方法

圖中所示係著名山岳之高度，以及各種主要雲類之平均高度。各種空中探險方法，以及所達最大高度亦表示於其中。圖中虛線為北緯五十度左右之上同溫層與對流層更迭之處。

空氣中之上下二層 地球之外，環繞四周者皆空氣。空氣由數種氣質混合而成。其最要氣質，在下層爲氮與氧。碳酸氣與水氣雖有，而所占成分甚微，至於氫（argon）則更鮮矣。在上層空氣之成分，或有不同，氫與氦（helium）均存在於上層空氣中，依最近之說，則以氫爲尤多也。

若以溫度而論，則空氣可分爲上下二層。下層空氣之溫度向上低減極速，在上層則不然。以科學家研究所能及之地而論，則上層空氣之溫度，不因高下而生參差也。

氣象學家因名上層空氣爲同溫層（stratosphere），下層空氣爲對流層（troposphere）。自地面上升，高度愈大，空氣溫度愈低；迨達對流層與同溫層之交，若更復上升，溫度不再下降。此中變更，常極迅速，然亦有徐緩者，但對流層與同溫層更迭之處，不難推測而知也。同溫層離地之高度，因時因地而有不同，如在北緯五十度，其高度約距海面七英里左右。同溫層與對流層中，空氣之溫度，均非一定，時有升降。二層之所以不同者，則在同溫層中，空氣溫度不因上升而低減，在對流層中，則空氣溫度能因上升而低減也。是故昔人有謂上升愈高，則空氣溫度愈低者，其言要未足信，同溫層實爲近今之發明。試略述此驚人發明之由來。

上層空氣之測候 對於上層空氣之研究，極爲近今科學家所注目。在各國要重測候所，其測候上層空氣之利器均惟輕氣球是賴。所用之氣球有兩種。其大者稱爲記錄氣球 (recording balloon)，中貯微小而極精巧之儀器，曰氣象儀 (meteorograph)，上升時挾之以俱。氣球一入空中，逐漸上升，直至爆發破碎而止，其中所貯之氣象儀乃下降墜地。氣象儀籠以竹製之匣，且球破後，球衣在空中飄轉翹翔，不卽驟下，故氣象儀雖隨球衣墜地，但往往得以無恙。儀器上繫有懸賞通告，凡人拾得此器，可向附近郵政局繳還，并可得若干報酬也。氣象儀中所記錄者爲氣壓、溫度及濕度。各種記錄均在一長方形之銀鍍金屬牌上，其大小僅如通常用之郵票耳。故欲知所得之結果，須於顯微鏡中檢得之，但甚精確可恃也。

第二種氣球則較小，輕氣裝入後，其直徑亦不過十八英寸至二十四英寸。球衣以橡皮製，染作深灰色，使易於觸目。此種氣球名爲探風氣球 (pilot balloons)。各國氣象臺每日施放若干。其內裝輕氣，入空中而後，其行蹤可以經緯儀 (theodolite) 測定之。測定之法，或二處同時觀測，或一人觀

測亦可。如二處同時觀測，則二地相距，必須在半英里以上，其間距離即成爲基線，測定氣球之地位，即以此線爲標準。二處預先約定時間，同時觀測，每分鐘觀測一次，記氣球在空中之傾角及其偏角。『即氣球方位與基線所成之角。』自此等記錄，即可求得每分鐘氣球所在之地點。若以一人觀測，則較爲迅速，其法即假定氣球上升之速率爲恆定，直徑十八英寸至二十四英寸之氣球。據近來實驗之結果，其上升速率，約爲每分鐘四百五十英尺，至五百英尺。知氣球之高度、仰角、及方位角而後，則其所在之地位，不難即時以算尺 (slide rule) 求得之。此法較爲簡捷，故各國測候所多樂用之，因用此法觀測，事竣而後，其結果亦可了然於胸中矣。

氣球行蹤之測定 氣球上升時所循之途徑，極無一定。而尤以英國東部濱海各測候所測定者爲奇幻。蓋英國東部常有海風，能挾氣球以西向入內陸。迨氣球上升達一處，超出海風之上，爲海風影響所不及，則其風又多來自西方，故氣球乃復折而東向，時或飛越原測候所；東入北海中，直至極其遙遠之處，乃失其所在。氣球所經之途徑，亦有作廣大之弧形者，則常轉向右方，或則作非規則的螺旋形。要之其所取途徑之作直線者，蓋寥寥也。此蓋由於各層空氣中之風向，頗不一致，近地面

之風向往
往與上層
風向相反。
空中交通，
與風向有
莫大之關
係，航空者
苟能升入
一定高度，
乘風而行，

則其欲達目的地也，必可收事半功倍之效矣。

驚人之新發明 探風氣球雖微小，但往往在極高處尙能見之，普通在二萬英尺以上，自經緯



探風氣球將上升時之景象

在觀測者之後，爲一特製之經緯儀，以備觀測氣球所循途徑之用，其法即每隔若干分鐘測定氣球之速率及方位一次。以此法所得之結果極有價值。普通探風氣球能達四英里之高，但有時能升至六英里之高，而始不見其蹤跡者。較大之測量氣球則可以升至十四英里之高。空氣達一定高度後，則其溫度不復下降，其理即由測量氣球所發明。

儀之天文鏡中，猶能窺見探風氣球。亦有能達至三萬英尺以上，始失其所在者。較大之測量氣球，則騰空更高。蓋自所得之記錄，足以推知其所升之高度。離地面十四英里以上之溫度及氣壓，竟有用此法以測得者。此等記錄，予科學家以極驚異之事實。蓋昔人常以爲自地而上升，愈高則亦愈冷，直至空氣外界而後止。但自氣球所測得之結果而論，則知自地而上升，其初焉溫度固逐漸下降，但至一處即止，過此更上，則溫度不復下降，直至測量氣球所能達之高度，尚無更變也。在北緯五十度左右，同溫層離地面之高度爲七英里，在赤道上則其高度爲十英里，至南北極則僅五英里而已。

由地而上升，溫度逐漸低減，迨達一處而溫度不復下降，是實爲對流層之最高處，而爲同溫層之底部也。在對流層內溫度逐漸向上低減，故炎熱之空氣，得以上升，因熱空氣較冷空氣爲輕故也。但在同溫層內，則無此等現象。蓋空氣荷上升，則氣壓減少，而體積膨脹，體積膨脹，則溫度下降，而使較附近之空氣爲冷，空氣冷則重，即足以阻止其上升矣。

同溫層所以能存在之理由，雖尚未洞悉，但其影響所及，實至重且要。蓋空氣中各種紛亂之現象，多由於溫度高下不均而生。同溫層中各處溫度既相等，故此等現象僅能見諸同溫層之下。雲霧

但能成於對流層中，各種風暴以及天氣之變遷，亦惟於對流層中始有之。

生物適存之地帶有限，上升愈高，溫度愈低，其結果足以使高山之巔，終年積雪，雖在赤道之上，亦復如斯。是以搏搏大地，百物暢茂，然其足以適於動植物之生存者，僅限於極狹窄之空氣層內。此空氣層之厚，在赤道不過三英里，緯度愈高則愈薄，直至北極圈與南極圈，則雖在海平面亦復不適於生物之繁殖，故在極圈左右，此層空氣已無厚薄之足言矣。全球空氣惟在此層內，始有冰點以上之溫度。

三

氣壓與溫度 空氣中之擾亂，由於溫度與氣壓之變遷。溫度為氣象學上之基本原數。地球面部所受之熱量，全來自日球，蓋日球輻射光與熱，達於地面，則能增益其溫度。但地面各處性質不同，故其所受之熱量亦有異。大陸之溫度易於增高，海洋則不然。日光經空氣而後，空氣不因之以加熱，但與炎熱之地面相接觸，則空氣之溫度乃能增高。大陸海洋均能傳導熱力於其附近之空氣，此所以在中午或夏季時，陸上之空氣遠較在海上者為熱也。但水雖較大陸為難熱，但亦難冷，是故達冬

季，或子夜，則大陸上之空氣，又較海洋上爲冷矣。

大氣爲各種氣質所混合而成，已如上述，但各種氣質均具同一性質，即熱則體積膨脹，冷則體積減縮是也。反而言之，凡氣質體積膨脹時其溫度即低減，體積收縮時，則溫度即上升。如氣質之一部壓力增加，則其中有若干氣質必流向他方，氣壓較低之處，在大氣中，此等氣質之運行名爲風。

設地面一處受熱較多，則其溫度必較附近各處爲高，溫度高則體積擴大，而使上層空氣受重大之壓力，夫如是，則其上層空氣所受之壓力，較附近各處同層內之壓力爲大，於是空氣即流向他方，氣壓之較低者。但他方受此加入之空氣以後，其近地面之氣壓，必因之以增加。結果則在地面受熱較多之處，其氣壓反較四旁爲低，遂使地面上各方空氣，均流向溫度較高之處，如是流行不息，遂成爲風。

此等空氣之流行，可以設一喻以說明之，置爐於室中，積薪其內而焚之，洞開窗牖上下兩部，則室中之熱空氣，將自窗穴之上部流於外，而戶外之冷空氣，則將自窗穴之下部流入也，此雖小事，可以喻大矣。

地面各處局部之空氣流行，雖時見不鮮，特其最要者，實能廣被全球，成爲系統，日球既爲地面
上熱力惟一之發源地，故亦爲支配空氣流系統之最要主宰。在赤道上，所受日光較他處爲多，至高
緯度，則同一地也，冬夏兩季所得熱量，復相差遠殊，因之以生寒溫熱三帶之差別，冬夏寒暑季候之
不同，而全球空氣流系統之形勢，乃於是乎成，凡各種天氣與其變遷，莫不與空氣流系統息息相關
者也。

四

空氣中擾亂之影響 在空氣下層，即對流層中，所生之擾亂，極爲複雜，本書限於篇幅，不能詳
述。但其本來面目，可於世界空氣流系統，及地面上氣壓溫度之分布窺見一斑也。在赤道附近爲無
風帶，是實爲地球上氣流之最要來源。此處炎熱之空氣，向上升騰，外溢而往兩極。下部空氣上升而
後，南北兩方之空氣乃吹入以代之，此等接濟來自北回歸線與南回歸線之附近。

但地球自轉，日夜不息，此等運行對於風能生一極可驚異之影響。乘電車者，若於電車轉角時，
在車中向前而行，則必不能直前自如，而傾向一方。此蓋由於乘車者雖欲逕往直前，而其足下之電

車，乃適轉向他方也。地球上之風亦猶是耳。當風吹向一方時，其下之地面乃適移向他方，其結果，對於地面而論，亦足以使風轉向。蓋吾人四周之空氣，實隨地球以移轉，猶乘電車者隨車而前行也。但風在地面上自由行動時（猶之人在車中自由行動），地球之方向，時時更迭，故風向亦若隨之而變矣。在北半球地球自轉，能使風轉向右方，在南半球，則使其轉向左方。

貿易風(Trade winds) 因上述原因，所以凡風之自北方或南方吹向赤道者，未幾而變爲東北風或東南風，此等風，名爲東北貿易風（北半球），與東南貿易風（南半球）。自赤道上升之空氣，達高處而流向兩極，復因上述原因，在北半球折向右方，而在南半球則折向左方。故熱帶中上層之風向，在北半球爲西南，而在南半球則爲西北。此等上層風名爲反貿易風。反貿易風至回歸線附近，乃復下降而成一無風帶，即所謂回歸線無風帶是也。北回歸線以北在北溫帶中，地面多西南風。南溫帶內則多西北風。至空氣上層則無論南半球與北半球，其溫帶均多西風。南半球溫帶中西風之盛，著名於世，航海者均視爲畏途，因風猛浪高，使扁舟撼盪於海洋中，故南緯四十度左右有『撼盪四十』(rolling forties)之稱也。在北溫帶中則風殊不如在南溫帶之有定向。南北溫帶

之所以有此差別者，由於南半球多海洋少大陸，而北半球則海陸參半之故。海陸對於所受日光影響之不同，已如上述，大陸雖易熱，但亦易冷，海洋則反是。時當炎夏，則北回歸線以北，及南回歸線以南之海洋中，氣壓高而溫度低，在大陸之上則有極高之溫度與極低之氣壓。迨暑往寒來，大陸之上，溫度下降，而成高氣壓，海洋中則溫度較高，而成低氣壓。此等冬夏兩季之變遷，在北半球較南半球爲尤厲。

五

印度之季風 冬夏兩季氣壓高下之更易，生一重要之現象。現象惟何，卽『季風 (monsoon)』是也。在印度季風之來，每歲有一定之時期，儼如節候，至足奇也。冬季印度之風，來自東北，蓋亞洲之東北，時爲高氣壓，空氣由高氣壓吹入印度，故其風冷而乾燥，一至夏季，則亞洲之高氣壓變而爲低氣壓，以波斯俾路芝斯坦 (Baluchistan) 爲其中心，而高氣壓則移向南印度洋中，在馬達加斯加 (Madagascar) 島與澳洲之間。當空氣自高氣壓流向低氣壓時，在北半球有轉向右方之趨勢，故高氣壓雖在印度之南，但風至印度沿海時，已成爲西南風。此西南風未達目的地以前，飛越廣闊無涯

赤道上之海洋，故滿含水氣。迨達印度西岸，則適遇綿亘於馬拉巴（Malabar）海濱南北之山脈，橫阻於前。西南風欲越此山嶺，則非上升不可。空氣上升，則氣壓低減，體積擴大，而溫度因以下降，原有之水氣，乃不復能包含於其中。蓋空氣溫度高，則其能收容水氣之量大，溫度下降，則本有之水氣，必且凝結而出，初爲雲霧，繼爲雨露，此所以印度之西南季風，常能使印度西部海濱得傾盆大雨也。印度東部之孟加拉（Bengal）灣，地亦濱海，且如阿撒母（Assam）之南部，以及緬甸濱海等處，亦有高峻山嶺，橫梗於前。來自海洋中之西南風，至此亦逼迫而上，故孟加拉與阿撒母之沿海雨量亦獨多。越濱海一帶山嶺而過之空氣，仍不乏水氣，餘留於其中，迨達喜馬拉雅（Himalaya）山，乃始悉數凝結而出矣。故喜馬拉雅山之山腰及山麓，亦爲多雨之地。阿撒母省南部之拆拉朋齊（Cherrapunji）稱爲世界雨量最多之地，每年平均有五百英寸云。

六

氣象記錄方法

氣象測候機關之組織 凡世界各國政府之設立有氣象測候機關者，其計劃大抵以中央測候所爲主要機關。舉凡天氣之預告，警報之分布輸送，各種統計之調查，及其核算，均由中央測候所執行之。與中央測候所相連絡或附屬於其內者，尙有若干之氣象臺，氣象電報通知所，及氣候所等，其責任均在記錄氣象上之要素。所謂氣象臺與氣象電報通知所者，均須於每日在一定時間，測定氣壓，溫度，等等，卽時電知中央測候所，中央測候所得各方同時報告而後，乃將其結果繪之於圖上，老於斯事者，卽能按圖索驥而決定圖上各處一二日內之風雲晴雨也。在英國傳送氣象電報時間，爲上午七時，下午一時，與六時，間亦有在上午一時另送一次者，所用點鐘，均以格林維基 (Greenwich) 天文臺之時刻爲標準。

氣象報告由電報傳送者，普通爲氣壓，溫度，風向與風力，濕度，視遠度 (visibility)，日光，雨量，雲量，晴陰雨晦，以及各種專門記錄。欲得上述各種要素，在較大之測候所，備有極精確之儀器，以司測量。較小之測候所中，則除有若干儀器不能省略外，其餘如風向，風力，均可以肉眼測定，聰穎練達之觀察者，其肉眼所測定之結果，極爲精確可恃。



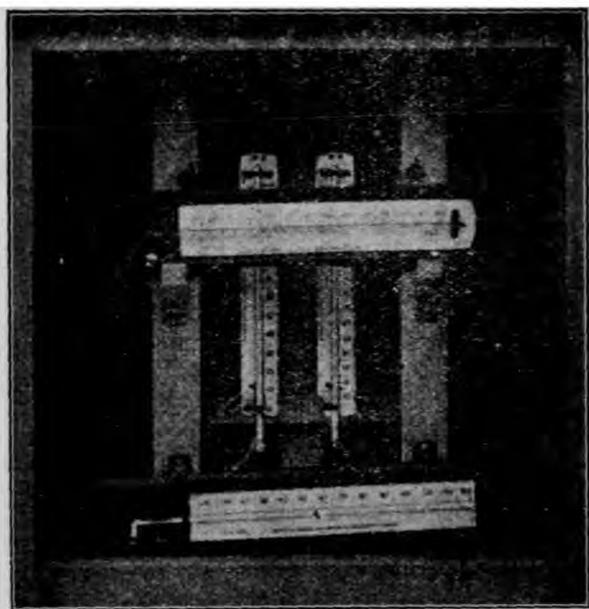
虹

虹霓燦爛之光彩，由於日光經雨點受折光反射而來。是故虹霓之見也，必在太陽之相對方面，當太陽近地平線時，則虹作半圓形。如太陽離地平較高，則虹所成之弧較小亦較低。但虹之周徑則無差別。虹有兩種：明顯者曰虹，又稱主虹；暗淡者曰霓，又稱次虹。虹之色紅在外而紫在內；霓之色則適相反，紅在內而紫在外。虹霓所成弧內之天色較弧以外之天色為鮮明。虹霓顏色之濃淡及其多少至不一定，視乎雨點之大小以為差別也。

記錄之儀器 記錄氣壓之儀器爲氣壓表 (barometer)。表係一玻璃管，依英國標準，長爲三十六英寸，管之圓徑爲四分之一英寸，或二分之一英寸。表之上端封閉，而下端則洞開，插入於盛水銀之玻璃瓶中。製表法先將玻璃管滿盛水銀，然後將管倒置，以手指或其他物緊塞管之開口一端，使水銀不能逸出，而空氣無從乘隙以入。置開口一端於盛水銀之瓶中，乃將塞於管口外之手指取出，則管中水銀必將下降，至管中水銀面與瓶中水銀面高下相差約三十英寸而止。管之上端無水銀處爲真空。管中水銀之所以不能悉數流入瓶中者，乃由於瓶中水銀面之上，有空氣壓力，足以抵制之也。由是可知管中水銀柱之重量，等於同一大小面積上空中空氣之重量也。普通所謂氣壓表之升降，即指表中水銀柱之長度或其重量增進或減縮而言，亦即指等重量空氣之壓力增長或減縮也。換言之，則氣壓表中水銀柱之壓力，實等於空氣之壓力。

利用照相術以記錄氣壓 主要氣象臺上，均備有照相機式之氣壓表。其法即以普通之氣壓表，置於光源方面，於背光方面置有照相機。以照相鏡正對氣壓表，照相機內有滷溴 (bromine) 之紙緊貼於一圓筒上，筒內有一鐘，能使圓筒於二十四小時內輪轉一次。水銀爲非透光體，故一日中

氣壓高低之變遷，可於滲溴記錄紙上覘得之。由此法所得之記錄，名爲氣象圖 (barogram)，其精確無倫，按此圖以列表，則氣壓變動之形態，可一目了然矣。



記錄溫度之史蒂芬孫百葉箱

儀器藏於特製之箱內，內貯寒暑表四枚。其中二枚直立者，爲乾寒暑表與濕寒暑表；乾寒暑表記空氣真正之溫度，濕寒暑表所記之溫度較低。其餘二枚橫置者，爲最高寒暑表與最低寒暑表，記在一定時間內之最高與最低溫度。

此外尙有二記錄氣壓之儀器，卽空盒氣壓表 (aneroid) 是也。此表係一小而薄之圓盒，爲金類所製。其面部起伏不平，內部空氣盡行抽去，故盒內係真空。盒外空氣壓力之或增或減，足使盒之外部或抑或升。此等抑揚升降之運動，以若干槓桿傳導於

盒面部上之示針。針能左右移轉，面部四周刻爲若干等分，視示針所指之度數，即可知氣壓之高低。空盒氣壓表雖較水銀氣壓表爲便利，且易於攜帶，但其精密與靈敏則遠遜也。

測量空氣溫度之儀器，卽爲溫度計（卽寒暑表）。此器爲一般人士所習見。寒暑表係一玻璃管，管內之孔極細，但至其下端，擴大爲圓形或長圓形之球。球內與管中之一部，均盛以水銀。溫度高，則球內之水銀卽漲，而管中水銀柱因之以增高。若溫度下降，則球內水銀減縮，而管中水銀柱卽因之以下降。

同蒂汾孫百葉箱 (Stevenson screen) 氣象測候中，備有寒暑表若干枚，以爲測各種溫度之用。此等寒暑表，置於特製之箱中，名曰史蒂汾孫百葉箱。箱之大小，東西長二十英寸，南北廣十三英寸，自頂達底深十四英寸，箱蓋有兩層，中有餘地足以容空氣，箱之四周均圍以百葉窗，箱底亦能透空氣。其法要能使箱中與箱外之空氣易於流通，但同時不能使日光射入。百葉箱須置於草地上，離地高四英尺，其地須空曠，不爲樹木居室所隱蔽，務使寒暑表能記錄真正空氣之溫度。百葉箱之內外，均塗以白漆，使寒暑表不致直接受日光之影響。

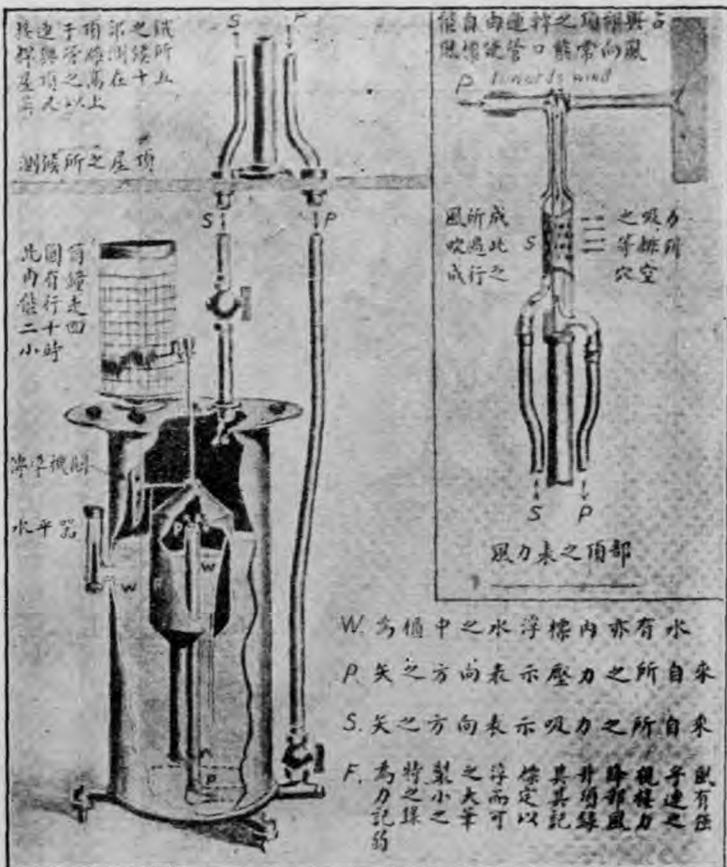
箱內普通有寒暑表四枚，二枚直立於架上，其中一枚下端之圓球包以紗布，此紗布與綿製之燈心相連，放入貯水之杯中，綿製燈心因毛細管吸力，引水至紗布上，使之濡濕。此卽所謂乾濕計 (dry and wet bulbs)。其中乾寒暑表記空氣真正之溫度，濕寒暑表所計之溫度較低，此蓋因濕寒暑表之圓球，裹有濡濕之紗布，水分蒸發，而損失熱量之故。乾濕二表相差之度數，視乎天氣之燥濕而定。天氣愈乾燥，則二表相差亦愈大；因蒸發較速也。是故苟將乾濕二表之溫度，互相比較，則空氣濡濕之程度，不難覘知，是爲比較濕度。凡有霧之日，乾濕二表之溫度相差無幾，而降驟雨之時，則往往有相去懸殊者，足知降雨之時，空氣未必盡濡濕也。

百葉箱中之其餘二枚寒暑表，則平放於架上。此二枚寒暑表之結構，與前所述者略有不同，用以測定在一定時間內最高溫度，與最低溫度，故名爲最高寒暑表，與最低寒暑表。

七

風之記錄法 測定風向及風力之機械，在英國定爲標準者，係英國皇家學會會員戴英司所發明之氣壓風力表。此器最近出者與普通所用者，略有不同，特其原理則一也。表係一鋼製之桿，高

自十五英尺至八十英尺不等，視乎其所視之環境而定，鋼桿之上端，附有能自由運行之占風標。標為一開口之管，其口常



測定風力之方法——戴英司氣壓風力表

(Dines pressure tube anemograph)

風力強弱有更變，則其所生之壓力即有不同。壓力大小之更變，由表之頂部自氣管中傳導而下，及浮標內部之水面上受有壓力，則浮標上升，而與浮標相連之筆乃記錄於紙上。吸力所以增益表之功效。

向風，風來自何方，則口轉向何方。此外另用氣管，將占風標所受風之壓力，傳導於室內記錄之儀器上。所謂記錄儀器者，係一浮於水上之空盒，稱為浮標，其旁附有記錄用之筆，風之壓力增加，則浮標上升，風之壓力低減，則浮標下降，且同時使附帶之筆，隨之上下，而記錄於紙上。是故風之一緩一急，均能傳諸筆端，而記錄於紙上。所記錄之圖，狀如一



魯濱孫風力計 (Robinson anemometer)

圖中半圓形之杯有風即轉動，故照相時須一人以手持之，風之速度即以杯轉之次數計之。杯之下為占風標，能記錄風之方向。右方下部之儀器，為坎柏爾·斯托克斯日光計 (Campbell Stokes sunshine recorder)。

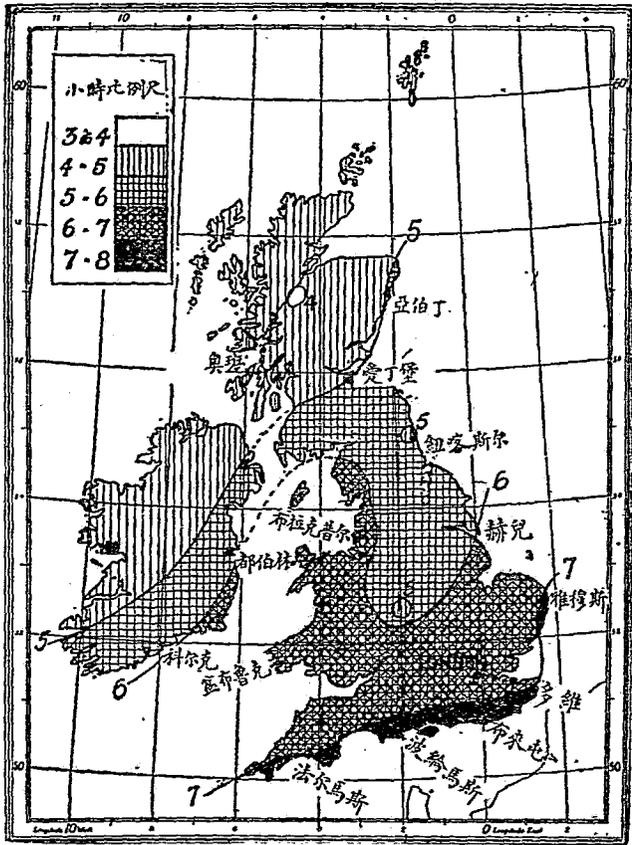
上升，風之壓力低減，則浮標下降，且同時使附帶之筆，隨之上下，而記錄於紙上。是故風之一緩一急，均能傳諸筆端，而記錄於紙上。所記錄之圖，狀如一

帶，其中點即爲當時風之平均速度。用此法，則每陣風無論其時之久暫，均能表示於圖上。當狂風怒發時，設其平均速度爲每小時五十英里，但風之來也時急時緩，當其緊急之際，常可達每小時八十英里，迨此陣風經過而後，其速度或且降至每小時二十英里。在英國記錄上最速之風，爲每小時行一百一十英里，係民國九年一月二十七日當風暴橫亘愛爾蘭而過時，在岐爾底（Quilly）在愛爾蘭之西南，測候所得此記錄云。

氣壓風力表，除能記風之緩急及速度外，并能表示風所自來之方向。蓋占風標能指示風向，已如上述。占風標之運行，由相連之鐵桿以傳達於室內記錄儀器上，其法亦以筆繪於記錄風力之同一紙上，特風力圖在紙之上端，而風向圖則在紙之下端耳。

戴英司氣壓風力表未發明以前，魯濱孫杯狀風力計爲英國測候所最通用。是器之計風力也，僅計每小時風前行之里數，但亦能並記風向。

雨量之記錄法 在一定時間內所降之雨量，可以量雨器（rain gauge）測定之。量雨器之頂部形如漏斗，上端有極尖而深之口。雨水自此漏斗式之頂蓋，流入接雨瓶中，自此卽可以刻劃有度



陽曆七月每日平均日照時數

上圖表示英倫諸島在七月中平均每日所受日光之時數，以喀利多尼亞 (Caledonian) 運河左近印味涅斯州 (Invernesshire) 一帶所受日光為最少。島之北部在夏季晝雖長於南部，但每日所受日光數乃反向南增進，東南沿海一帶所受日光之多，尤足注意泰因河 (Tyne) 與黑國間，則日光驟減，半由於工廠林立煙霧騰空之故。西北濱海一帶雨量之所以多者，因受西方海中所來濡濕之風有以致之。

數之玻璃杯量得雨水之多寡。如以英寸計算，須量至一英寸百分之幾，如以耗 (millimeter) 計算，



日照計所得記錄之小影

圖中黑線為日光所燃焦之處，當日光猛時，則記錄紙被燃作隙穴，如圖所示。直列之白線為鐘點線，觀圖可以知自上午十時半以至中午，日光繼續照臨，無時或間，自中午以迄下午一時，則時照時隱。

量至一耗十分之幾。若欲得一較為詳密之結果，則必須用量雨表 (Hyetograph)，或自計量雨器

(self-recording rain gauge)。自計量雨器之種類頗多，然大都

以浮於水中之瓶，接受雨水，雨水之重量，使瓶沈下，而與瓶相接之筆，即可以記錄之。及瓶中水滿，則記錄之筆已達記錄紙之底部，此時引起虹吸管作用，使瓶中之水盡行洩出，筆亦上升，又足為接受雨水之用矣。

日光之記錄法 記錄日光之儀器，最通用者為坎柏爾·斯

托克斯日光計。計係一金屬製造之架，狀作半圓式弧形。架上置一水晶球，具有普遍鏡 (universal lens) 之作用，使水晶球之焦點，適達於弧形架之內部。架之方位、角度，須視所在地之緯度而定，要能使日球所成焦點進行之線，與架之邊緣相並行為度。架之內，有孔道三，可插紙板於其中。水晶球所聚之日光，射於紙板，能使

焦灼，但不使燃燒。在溫帶內冬夏春秋四季日球之高度不同，故須鑿有三孔道；以爲插入紙板之用。一爲冬季，一爲夏季，而一則爲春秋兩季也。當日光照臨時，能聚日光至紙板上燃之使焦。故一覽紙上焦爛之遺跡，則一日中日照時數，不難計算矣。

八

旋風之暴動

旋風與反旋風 旋風(cyclones)與反旋風(anticyclones)之名稱，凡屬留心氣象報告者，皆耳所熟聞。二者皆係不規則的變遷，發現於空氣中，即在於上述普通空氣流系統之內者也。

在熱帶內之旋風，其名稱因地而異，或稱赫烈根(hurricane)或稱捲風(whirlwinds)或稱颶風。其發也驟而狂，往往災害隨之。熱帶旋風，其範圍不廣，循一定之路線而行，美國之托耐陀旋風其所經之路線，長不過十英里，幅廣僅數百碼耳。但在此帶內森林五穀以及人爲之建築物，均摧折無遺，其力之猛，實足驚人。

在溫帶內旋風雖較多，但不及熱帶旋風之狂暴，溫帶旋風所占面積亦較廣，其直徑常達一千英里。

熱帶旋風之生成，大抵由於大陸上各處炎涼不同，溫度高處，空氣即向上升騰，而風暴於是乎成焉。至於溫帶旋風之成因，至今尚無定論，氣象學家有以爲兩種溫度不相等之空氣互相接觸，爲其最要原因者。亦有信同溫層（即空氣上層）中溫度變遷有以使之者。上述各種原因，大抵皆足以使地面氣壓有高下之別，因以生狂暴之風也。

旋風與反旋風之成造 空氣猶之水也，水自高趨下，自山趨谷，空氣則自高氣壓以趨低氣壓。但因地球自轉之故，在北半球之風往往轉向右方，已如上述。空氣既不能自高氣壓直達低氣壓，而斜向右方，於是乃成一旋流狀之系統。在高氣壓之四周，旋流之趨向與時計上分針所行之方向相等，低氣壓之四周，旋流之方向，與時計上分針所行之方向適相反。各種天氣之變遷，風雲晴雨之遞嬗，莫不由於此兩種旋流系統之作用。此等旋流系統之名稱，在每日氣象預告上業已司空見慣。低氣壓系統昔常稱爲『旋風』，近則簡稱之曰『低』(low)，或『風暴』(depression)。高氣壓系

統則名爲『反旋風』或簡稱曰『高』(High)反旋風普通視爲良好之天氣，至旋風來時，則天氣惡劣，而暴風雨隨之。

大多數旋風或風暴之生成，及其發達，常限於一定區域之內。此區域卽自美洲五大湖起，經大西洋，而達歐洲西北部。旋風之數，在冬季較夏季爲多，蓋時常冬季，則坎拿大中部奇寒，但同時歐洲西北部之挪威，因墨西哥灣洋流之作用，及來自海洋溫暖之西南風，使其溫度極爲和暖。是故北美聖羅凌士灣 (St. Lawrence) 雖在挪威之南約一千英里，但其溫度反較挪威沿海低華氏二十五度也。此外發源於巴芬灣 (Baffin Bay) 沿臘布刺多 (Labrador) 海濱一帶之寒流，及來自格林蘭 (Greenland) 冰原上之寒風，皆足以使附近區域內之溫度狀況，杌隉不定，而易於生成風暴。北美洲所成之風暴，大多數移向東北，而往格林蘭。英國之風暴則多取源於大西洋中，抵大不列顛諸島而後，或則繞道向東北往挪威，或則橫互島國，而至波羅的海 (Baltic Sea)。

試進而述風暴行經英倫諸島時天氣變更之情形。設風暴未來以前，數日之間，惠風和暢，天無片雲，全國氣壓均高。一日晨起，愛爾蘭島上西部測候所中之觀測者，忽遙見西方天際發現馬尾雲

(mare's tail) 或卷雲 (cirrus) 卷雲離地之高約可五英里，初在天邊，漸漸移近而達天頂。此等卷雲，由疎而變密，遂成爲層狀之白幕，太陽映照此雲而過，則成爲「暈」(halo)。同時風轉向而爲南風，氣壓乃始下降，初甚徐而後漸急。此時天空陰雲密布，作鉛灰色，日球尙隱約可見，惟光芒遠滅耳。此等滿布天空之陰雲，名爲「高層雲」(alto stratus)，其高實不過初時卷雲之一半，雲之低降，足以知空氣中水氣凝聚之漸加多也。未幾，而氣壓之下降愈速，南風加競，而更低之「雨雲」(nimbus) 亦於斯時發見，乃始降雨矣。嗣後風力愈猛，直成烈風 (gale) 或暴風 (storm)。「英人 Beaufort 分風之強弱爲六種，依其強弱程度而列舉之如下：(1) 微風，(2) 和風，(3) 疾風，(4) 烈風，(5) 暴風，(6) 颶風」風之速率每小時達四十英里以至七十英里，同時雨亦驟降。復經若干時而後，氣壓之下降漸緩，尋而完全終止，風力亦漸衰，自南風變爲東南風，俄頃又忽轉爲西風或西北風。此時氣壓乃開始上升，雨勢漸殺，旋即停止，西方乃復見青天。繼而西北風加緊，風力與初之南風不相上下，氣壓上升極驟，雲霧四散，而天日重見矣。雖間有繼以短時間之陣雨者，但未幾而天朗氣清矣。雨過而後，西北風之速率雖不亞於其初之南風，但溫度則遠遜矣。此何以故？依挪威著名氣象學家佩裘

克泥 (Berkeas) 之說，各種風暴均由於兩種空氣流來自不同之方向，互相接觸而生。氣流之一，來自南方，和暖而濡濕，因其橫渡大西洋而來也。一則來自北極方面，故寒冷而乾燥。二者相遇而後，和暖之空氣，因溫度較高故較輕，為北來之空氣所推逼而上升，挾其所含之水氣以與之俱。此和暖之空氣，被迫向上，升至高處，則氣壓低減，而溫度遂因之以下降，（其原因已於上節述及）一部分之水氣乃凝結為雲霧，終且結而成雨。蓋冷空氣所能含之水氣，不及熱空氣之多也。

以上所述，為風暴中心掠觀測者之北而過時之情形。若風暴中心，取道於觀測者之南，則溫度相差不致如上述之懸殊，且風向之更易，亦適相反，初為東風，漸變為北風，終轉而為西北風。（我國長江流域冬季風暴經過時情形，亦與所述者相類似，所不同者，尙有三點：（一）風暴初來時，為東南風，而非東風或南風，且風力甚弱；（二）未幾即變為東北風，且風力較猛，雨雪隨之；（三）氣壓上升後，雨雪不即停止，往往氣壓初升時為風雨最大之時。——譯者識。）

英國西部海濱之多雨 英倫諸島之西部，均有山脈橫互，足以梗阻西來之風，迫之使上升，而雲霧雨雪，因以成焉。英倫諸島西海岸之雨量，較東海岸之所以豐富者，一則因西岸山岳衆多，而一

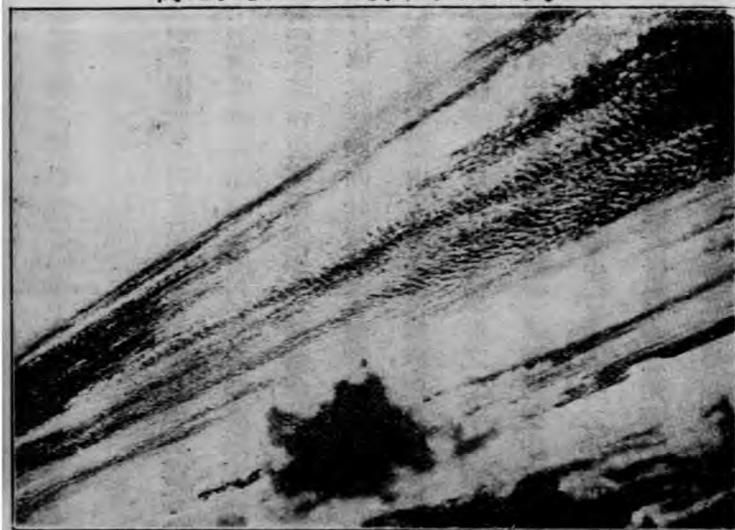
則自海洋吹來溫而且濕之西風，或西南風，均在此處登陸之故也。

九

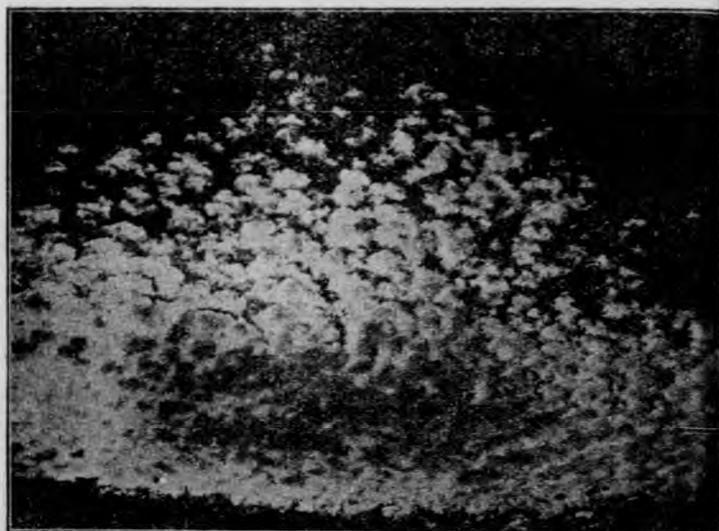
雲 由蒸發而入於空中之水氣，能凝結成雨固也，但此外尚能呈他種形態。各種雲霧亦由於水氣凝結而成。蓋雲霧非他，乃集合無數極微渺之水點或冰針而成，其所以凝結爲水點或冰針者，莫不由於溫度低減，空氣中不復能包含原有水氣之故。歐西天空無雲影之時極少，舉目四望，每見有雲霧點綴於其間。雲雖變態萬端，奇形百出，但亦可依其狀態而分爲若干種類。有狀如鳥羽者，爲卷雲，即普通所謂馬尾雲是也。能浮沉於空中，高約五英里。卷雲由冰針集合而成，因在五英里之高度，溫度常在冰點以下也。各種豔麗之現象，時由於卷雲而成，如日月近旁環形之光華，所謂暈者，即其一種也。較卷雲略低，散布天空作斑點狀或魚鱗狀者，爲卷積雲及高積雲，素稱爲雲中之最美觀者。其排列分布，整齊可觀，實至足驚異者也。雲塊之大者，列成廣而直之平行帶。雲塊之小者，雜於白色大雲塊之間，作翹翹起伏之狀。此等雲常能於日月四周，現一周徑較暈爲小之光華，色與虹相類，即所謂光環是也。此等現象，惟於天氣晴朗時有之。或則淡灰色之雲滿布天空，是爲高層雲。日月雖



纖細如絲網之卷雲爲最高之雲。其平均高度適與世界最高之山埃佛勒斯頂峯不相上下。



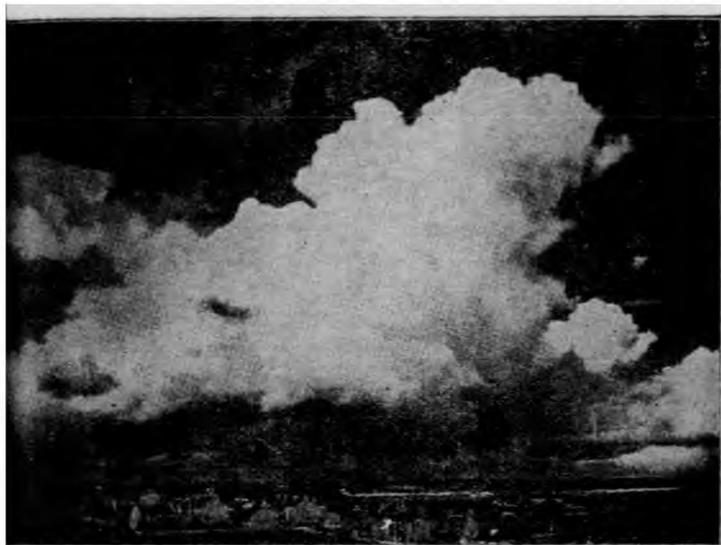
圖中卷層雲之間夾以卷積雲，其下部作黑色爲積雲，其高度乃在卷層雲與卷積雲三英里之下也。



斑點若魚鱗之高積雲



夕陽西下時層積雲之狀態
圖中白色者為卷雲，遠高於黑色之層積雲。



積雨雲，係濃厚之雨雲，狀類積雲。

爲所隱蔽，但猶能自雲中映照而出，特不甚明亮耳。馬尾雲之後，常繼以高層雲，而高層雲又往往爲風暴之先驅，故足爲將雨之朕兆也。

雷雨與冰雹

較高層雲更低，拔海面不過一英里之高，有渾厚圓形之雲塊，是爲積雲，卽夏季所常見，散布天空狀若羊毛之雲塊也。雲塊之中部爲灰黑色，而邊端則爲銀白色。積雲由於地面空氣因受熱而上升，至高處溫度下降，水氣凝結而成。雨雲則爲深灰色之雲塊，其邊際殘破不齊，雨雪卽由此而下降。至於高大無倫之積雨雲，或雷雨雲，常能發育極速，自頂及踵往往達三英里之厚。積雨雲實爲極濃



普通積雲中部深黑色而邊端則銀白色

厚之雨雲，特其外表則宛若積雲。積雨雲雖易於生成，但亦易於消散，爲夏季雷雨時冰雹雨水之源，是以積雨雲常足爲雷電之先兆。電閃者爲積留於雲中雨點上電氣之放射，放射時所發生之影響，觸於吾人耳鼓時，卽成雷聲矣。但光之速率，其迅速幾乎百萬倍於聲浪之傳播，故電光雷聲，雖同時發生，但吾人必先見電閃而後聞雷聲。電閃之放射，或在雲與雲之間，或在雲與地球之間。

除上所述者而外，尙有各種雲類，爲世界各處所常見，但本書以限於篇幅，不能贅述。至於雲之來蹤去跡，種種變態，往往有令人百思

而不得其解者，亦可得而言也。

『高懸於火山頂上偉大之雲塊（即洪保德氏之火山雲）(Humboldt's volcanic cloud) 時發光輝四射之電，當其向地面下降也，由山坡飛滾而下，迅速無倫，其速率之大，迥非地心吸力或風力所能爲功。其下焉，視若受有一種魔力，大抵爲極高之電流作用云。即尋常一般雲類之移行流動，亦莫不受有電流之影響也無疑，特影響至如何程度，則殊難斷定耳。此外最高之雲，即卷雲，狀若微茫之絲，其組織往往錯雜紛紜，頭緒千萬，亦非僅風所能爲力。即卷雲之動作變遷，亦殊費思索。要而言之，與雲相關之各種問題，疑竇甚多，欲一一解決，祇能待諸異日，蓋科學家對於雲之研究，至近今方始發軔耳。』

雲之成因，亦不易明瞭，欲詳爲解析，則讀者必於熱力學一途，已具有根底而後可。蓋此問題亦頗複雜也。若僅欲靜心辨別雲之種類，察其變遷，併由雲之種類變遷，以預料未來之天氣，則人人能爲之。此種研究，不特極有興趣，且亦有應用之價值也。

霧之成因 當溫暖之空氣，吹渡寒冷之海洋而過時，則空氣之溫度，因之以低降，其中一部分

之水氣，即凝結爲霧。是故霧者非他，實爲近地面之雲也。山谷中因晚間發散熱量，而溫度下降，至翌晨亦能生霧或露，其成因實與上所述者同一理由也。至冬季則水氣凝結之時，空氣溫度在冰點以下，故不降雨而降雪或霰，不垂露而結霜，若空中有濃霧著於樹上，即成爲冰，是爲霧凇 (st. l. ve r thaw)。

雹之大者若剖而驗視之，則知其中之冰雪分爲若干層。此蓋由於雹之成焉，必有猛烈之空氣流，時上時下，忽降忽升，挾雹以與之俱。當其降也，則雹之外沾有雨水，及其升也，則水結爲冰，故雹升降若干次，其內部即結有冰若干層。

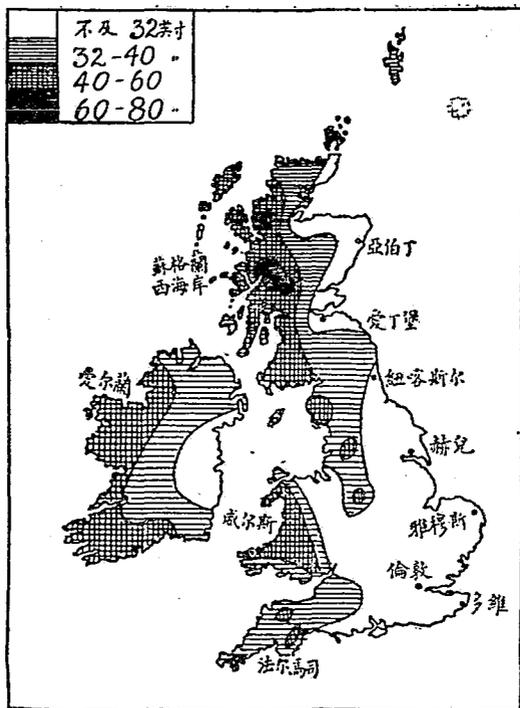
空氣中含有無數之微塵翹翔上下於其間，因其極爲微渺，吾人初不知其存在也。推厥其源，則沙漠中之沙粒，海洋白沫氣化之鹽分，工廠中之煙灰，留星之餘燼，以及草木之花粉，在在皆足以增多其數，而使其分布於空中。設無此等微塵，則空中即不能有賞心悅目美麗之顏色。蔚藍之青天，將一變而爲黑色，而日月星辰，則將愈益明顯。蓋天之所以青者，實全賴微塵，微塵之小，直不可思議，而以上層空氣者爲尤甚。微塵能反射太陽光中之青色及藍色光線，使之廣布四方，而天因以作青

色也。

雲霞之顏色；極光 (aurora) 清晨薄暮時之曙光，均由於太陽映照高層空氣中之微塵所以致之。日升日落時各種豔麗之色彩，亦均由於日光受折射 (diffraction) 及散光作用而成。空中之微塵及水點，對於光線有選擇的能力。藍色青色光線，最易於為微塵水點所反射，綠色光線次之，而以紅色黃色光線為最難反射，此所以夕陽西下，或旭日東升時，日球常作紅色或黃色也。虹霓之色，由於日光經雨點受折光反射作用而成。蓋日光中含有各色之光波，雨點之作用與三稜鏡相類似，能使日光中各色光波分離而見其本色。

但雲霞虹霓之色彩，均不足以敵極光之美豔奪目也。所謂極光者，於高緯度在冬季無月之晚時能見之。其光閃爍不定，其色或紅或黃或綠，或作玫瑰紫。極光離地高約五十英里，其內容性質，雖科學家尙未能十分明瞭，然大抵係日球傳來之負電子所成。當日斑最盛時，極光亦獨多。依近今之調查，則知極光之多寡，與日斑之大小盛衰，以及磁暴 (magnetic storm) 之發現，有密切之關係，或者三者起於一源，亦未可知。昔人有信極光為風暴之預兆者妄也。

和之天氣。但此等變遷，為數甚微，斷非常人不恃儀器之助者所能覺察也。



英國每年平均雨量之分配

英倫諸島因西部多山，兼之西南風極為盛行，故西部雨量較東部為多。

定期的氣候變遷

常聞人言，謂某處之雨量比前加多，或某處天氣較昔和暖，此均係無稽之談。依近時觀測，則知雨量溫度，雖在各處時有增減，視乎日斑之多寡為轉移，每十一年為一循環，自乾燥溫和之天氣，變為潮濕寒冷之天氣，復回為乾燥溫

以英國而論，則一年中天氣之溫涼燥濕，全視乎風暴所循之途徑而定。如風暴所取之道較平時爲北，掠蘇格蘭之北而過，則英國天氣必且乾熱而少雲，因受大西洋中高氣壓之影響也。若風暴路線較平時爲南，則英國天氣卽將寒冷而多雨矣。

物極必返，於天氣亦然。苟一歲溫度過低，則翌年之溫度大抵必甚高。如英國在一九一一年之夏季，天氣酷熱異常，迨一九一二年之夏季，則極涼爽。一八七九年之十二月，歐洲寒冷逾恆，及翌年十二月，則天氣非常溫和。此兩月之溫度，在歐洲中部一帶相差至法倫氏二十度之多云。要而言之，則天氣之變遷，非爲濡緩而有定期的變遷，乃爲急促而無定期的變遷也。

關於天氣之歌謠 有若干關於天氣之歌謠，爲吾人所習聞，此等歌謠中，頗有科學的根據，未可以其俚淺陳腐，而遂忽之焉。如風暴將來時，雲霞之變遷更迭，殊足恃以爲降雨之預兆。（按我國歌謠中，亦有以一定雲類爲天雨之預兆者，如管窺輯要云：『雲勢若魚鱗（卷積雲），來朝風不輕；』又『雲氣如亂穰（卷雲），大雨將至旁』等。）老於航海者，則所知之諺謠尤多，如云

『風背日馳不足恃，頃刻將見去復回。』

則殊足以表示風暴將來時風轉向之形勢。此蓋得諸歷年之經驗，可以科學之理論解釋者也。又「晨曦有隕，牧童之誡」亦極近理。此歌謠之意，若謂晨起而下陣雨，則將連綿終日。揆之近世科學上之觀念，實亦不誤，蓋陣雨由於上升之空氣流而成，而空氣非至中午以後，上升不力，若午前而有陣雨，則有背乎常，故往往能繼續降雨，至於下午或直達子夜也。（詩云「朝隕於西，崇朝其雨」實與科學理想不合。楚辭謂「虹霓紛其朝霞，夕淫淫而霖雨」則近似矣。）

日月近旁之暈，大都足爲天將有風雨之兆。蓋暈由於卷層雲中之冰針反射及折光而成，而卷層雲則常見之於風暴之前也。但無風暴而成暈者，間亦有之。

有若干歌謠，在此處甚靈驗，而在他處則否者，如多山嶺之地，山巔上雲之聚散消長，足爲未來天氣之徵候，此則山嶺之地所特有者也。

「朝霞不出門，暮霞行千里」（語見范成大詩中）亦爲普通之歌謠，但不甚足恃。蓋在各種情況之下，天邊均能有霞，非具有氣象學智識者，善爲研究其霞之所自來，則此說實不能應用也。

但歌謠中亦有若干，全屬齊東野人語，無研究之價值者。如云新月與天氣有關，則爲一般人所

深信，但依研究調查之結果，則知全無根據。（詩云，『月離於畢，俾滂沱矣，』亦與此相類。）更可笑者，則有信聖斯尉廷生日（St. Swithin's Day）。天氣惡劣，則以後六週每日均將有雨者。（斯尉廷生日爲七月十五號，此種迷信，我國亦極多。朝野僉載所謂『春雨甲子，赤地千里，夏雨甲子，乘船入市』等是也。）不知英國氣候，夏季乾旱，而秋季多雨，聖斯尉廷生日在季夏，適當乾旱二季之交也。

要而言之，則古來相傳之歌謠，實有研究之價值，謂余不信，試一覽應華茲君（Mr. Richard Inwards）所著天氣歌謠（Weather Lore）一書，則讀者亦當首肯矣。

參考書目

Clarke, G. A., *Clouds*.

Geddes, A. E. M., *Meteorology, an Introductory Treatise*.

Lempfert, R. G. K., *Meteorology and Weather Science*.

McAdie, A., *Principles of Aerography*.¹

Milham, W. I., *Meteorology*.¹

Moore, W. L., *Descriptive Meteorology*.¹

Pick, W. H., *Short Course in Elementary Meteorology*.

Salter, M. de C., *Rainfall of the British Isles*.

Shaw, W. N., *Forecasting Weather*.

¹All these books are American.

第二十四篇 應用科學之一——電之神異

美國麻省理工大學電工碩士 楊肇熾譯
國立東南大學電工教授

電世紀 吾人之世紀，電世紀也。近年以來，因電之實用而發生之影響，不得謂非現世人生之一大奇觀。現代文明之有賴於電工科學，固非一時所能見及。現世生活中之重大問題，莫不亟待解決以求進步，而電工科學之所解決者亦已多矣。佛來銘教授 (Professor J. A. Fleming) 研討電之問題已五十年，其言曰：『電工將來有無限之可能；一旦實現，則吾人目前之成績雖云偉大，亦不免爲陳舊之歷史。』夫過去半世紀之紀錄已足驚異，而吾人所樂聞者，名家如佛氏，竟謂此後五十年電之問題尤可耐人深長思也。

空間時間昔所視爲交通之障礙者，今則幾於消滅；能之傳遞，電力發生及分佈之發展，俱示人以偉大之可能。吾人於本書前數篇中，已見物理家與化學家研考原子結構所達之地位，以及此等

研考如何變更吾人對於物質之基本觀念。拉得福德爵士 (Sir Ernest Rutherford) 有言曰：自發見電子爲物質原子之流動部份以來，電學上所受之影響甚廣，而多數電學問題之攻研，亦以此爲起點。在此發現以前，電雖爲吾人所習用如僕隸，而實爲一種神祕之力，其特性初非吾人所通曉。顧至於今日，昔所視爲神祕之電磁力，已爲吾人所明瞭者，蓋不鮮矣。

電在現世生活中所造成之改革，其致力也靜，其收功也積漸而恆，其影響所及復廣而且溥，無惑乎常人於現世電工科學之工作，鮮能了解其範圍與偉績也。今設以活動影片機演五十年前所爲之事，及今日以電所爲同一之事，兩兩相較，則用電之勝利赫然見矣。一千九百二十二年三月，英國電工程師會舉行五十週紀念慶典，前此不及五十年，人僅視電工程師爲一顯耀之表演者，往來各市展覽其出品已耳，在上述之大會中，墾涅狄爵士 (Sir Alexander Kennedy) 謂猶憶一千八百九十年上下兩院初用電時，曾竭力要求售電者務設法勿使燈光閃爍，在議長宴會之際，此點尤須注意云。洛治爵士 (Sir Oliver Lodge) 述英國第一電車行駛激急，初無控制，以致撞入肆店陳列窗中而後止。哥達爾明 (Godalming) 實爲英國第一鎮市之用天鵝牌電燈者；厄味瑟德君

(Mr. S. Evershed) 謂當時關於電之知識殊為缺乏，竟以電纜置諸陽溝中云。



愛迪生托馬斯(Thomas A. Edison)

氏為美國著名電氣工程師及發明家，入世之初，僅一鐵路
上售報童子。非電界之發明中，吾人拜其賜者，為留音器及活
動影戲術。渠為電界人，第一滿意之白熱燈為其所造，發電機
及電報電話器具為其所改進，鍊鐵蓄電器為其所發明。

現代之人，

於電之層出神
異，適為同時，或
已見慣不驚。然
大多數關於電
之知識，實亦微
甚，而能解釋電
能之發生，傳遞，
及利用之原理
者，更寥寥矣。電

力所為各種神異，更僕難數。巍巍落機山 (Rocky Mountains)，橫貫美洲之快車越焉，電驅之也；

阿爾卑斯 (Alps) 山，八百噸重之列車逾焉，電挽之也；以每秒十八萬六千哩之速率，越大西洋而遞信，電爲之也；都市所需之光與熱，電供之也。昔者以水底電纜傳信，已無遠弗屆，今則併可廢去。英倫之人苟欲與居巴黎者對話，固無須線與纜，而在地面者亦可與匿於雲中之飛艇司機者交談也。

今之工業巨擘有爲完全屬於電工程者，而各種工業中電工程無不居其一；以煤礦言，則斬煤，運煤，通氣之機，胥以電動也；以新式鑄鐵廠言，則法氏表六千度之高溫，電爐所生也；以工肆言，則凡金屬合金之鎔接，電弧 (electric arc) 爲之也。

在製造工廠中，昔用蒸汽力，以機械傳遞之法如鋼軸皮帶，使動各部機器者，今幾全代以電動機矣；巨舶之行駛，昔用蒸汽機，今則由汽輪之機械能變爲電能，施諸電動機以鼓輪破浪，亦大告功矣。吾人烹飪以電，澆洗以電，掃除以電，卽牙醫修齒之鑽，亦莫不以電也。電磁鐵所發之力可舉十噸之鐵；工人之目苟爲鋼片嵌入，醫士則以磁鐵吸取之。電之爲用廣矣哉！

傳遞之易 電力在今日大爲通用，其故在能力之屬於電者，傳遞分佈，經濟甚省，效率甚大也。距離若遠，能之傳遞實爲電所壟斷。設有巨量之能須傳諸百哩以外，其介有三，受壓空氣，受壓之水，



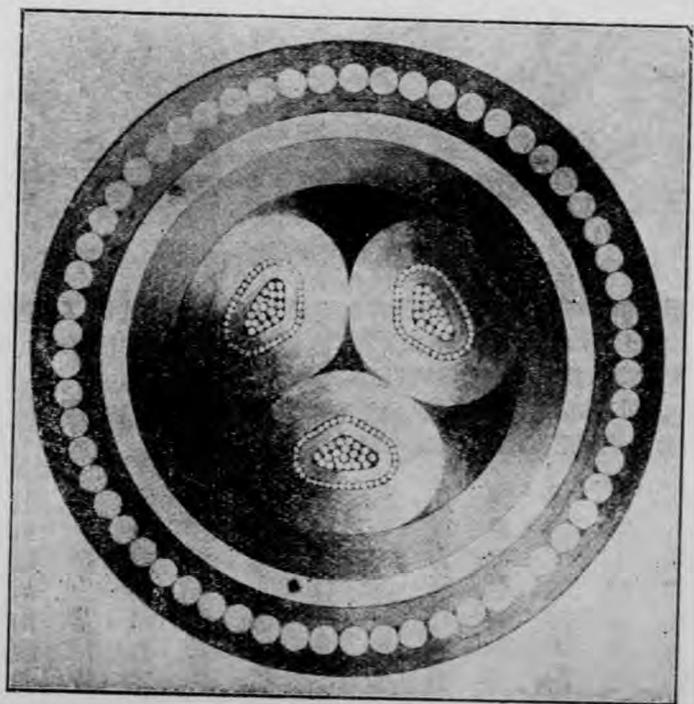
水電纜之安設

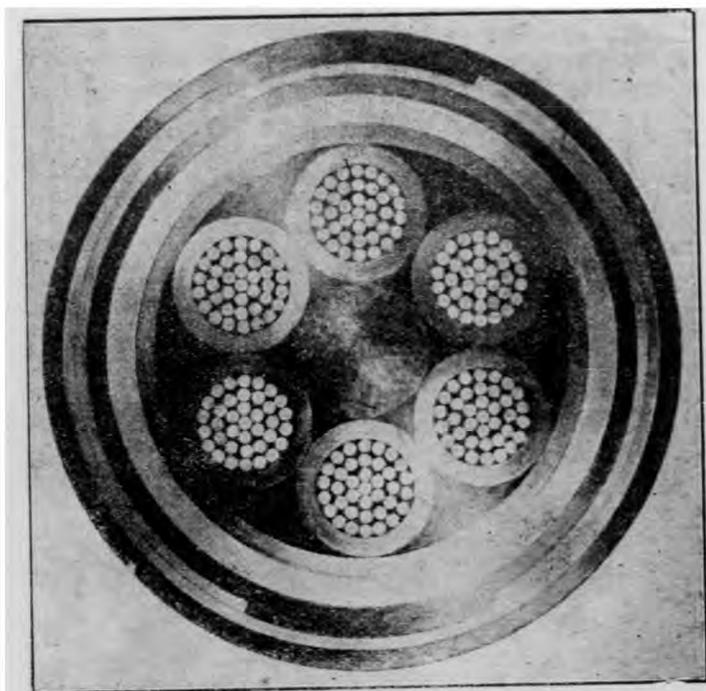
上圖示紐約至紐芬蘭水底電纜引至岸端之一。纜既抵岸，即置於溝中直達纜站，由是接於通常架空之電報線。本圖為在紐芬蘭之克柯爾科弗地方，以多人運纜上巖，每人所擔重量約數英尺之纜。最大號之纜，每英里約重六十二噸半，且以特別方法製造，使其能於淺水中有抵禦冰山撞割之力云。

及電是已。用受壓空氣，則需口徑甚巨之管；製造、安置、保管費皆不貲。用水力傳遞，亦需巨管，且必深埋地底以免凝凍。電能之傳遞，僅用細小絕緣之導體，或藏於地，或架以桿，斯可矣。導體可任意變其趨向，且可屈之撓之，以合於自然情狀，而不致損其效率。以管運流質，苟遇變向屈撓之處，則效率減少為不可避免。且也，巨川、深谷，以及其

他自然障礙，導體所能易於超越迴避者，其於管路則呈無窮之困難焉。

傳遞之術既省費而多效，於是發電之廠皆建於情勢適合發電之地，產生巨量電流，以分佈於各處，所及廣而且遠，以視各處自設電廠生小量之電力僅供當地之用，其需費實較廉也。發生電能之原料，或用於轉運之燃燒物，如煤與油，或用廢氣瀑布，惟後二者必就所在地而利用之，不能遷移如志也。在某種情形之下，運煤至需用能力之區，較之傳遞電流，或為經濟；但中央



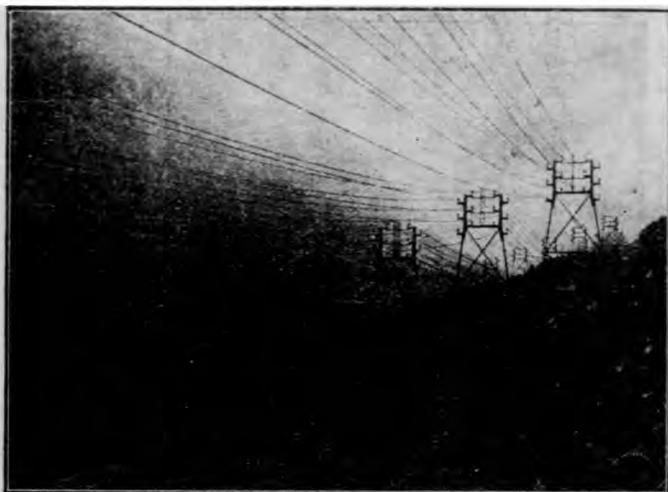


地底傳遞電流裝甲纜之剖面

纜中導體係錫包銅線若干根纏成者。其絕緣係蠟紙，或橡皮帶，用煤膠化合物浸過之黃麻，硫化地瀝青或其他材料。圖中白環為鉛製之鞘，闊約八分一英寸。加於纜上之法，引纜使經壓鉛機，機擠鉛出以環於纜，成一無缺之殼。鉛鞘可絕潮濕，惟易受損壞，故於其外再包以黃麻，更加混汞鐵線甲（視右圖）或互啣鋼帶（視上圖），此外復加一層黃麻。

五十

發電廠，苟佈置妥善，則發生某定量之電力，其需費之省，以視若干獨立小廠，其差甚鉅。就鐵路言，機車用煤五至七磅所作之工，電力廠只須兩磅足矣。若夫廢氣，或為煉鐵爐所洩，或為天然之熱所蒸，所含之能必於



用架空導線傳遞電力之神異

圖中所示六十導線成爲二十道三相電路，以一萬弗打電壓，傳遞二十萬匹馬力。鋼製支架與裸導線間之絕緣爲有電阻甚高之大號瓷製絕緣體。圖中導體俱以鋁製，蓋傳遞線所常用也。現在傳流之壓已至二十二萬弗打，爲電力之用，傳遞距離已達二百英里云。

所在地變而爲電，否則無所用之。是故冶鐵廠之往往成爲分佈電力於各方之中心（從一煉鐵爐之廢氣可得四千馬力），而富於地熱量之區，亦日形重要。是在拉達勒羅（Lardarello）爲意大利服爾忒刺（Volterra）附近之一火山區，是處地底之水蒸氣可以管引至地面，使發一萬匹馬力之電，然後傳至勒格渾（Leghorn），佛羅稜薩（Florence），比薩（Pisa）等處。使無電，則雖有天

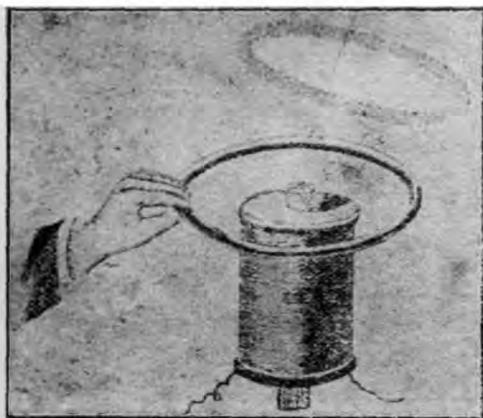
生之水蒸氣，其不能以管引至以上諸處，亦明甚矣。

一

何爲電流 電與磁之品性及其相互關係，凡爲吾人今日所知者，已於前章詮釋，茲不贅敘。凡

用電之機器如發電機（卽以機械力發生電流之機器），電動機，感應圈，以及其他，莫不以電磁鐵爲本原。現世電報電話，亦皆以電磁鐵爲至要之物品也。

以一通路線圈移之使近或使遠一磁鐵。（換言之，使橫經一磁力場），則有一電流應感而生；此法拉第（Michael Faraday）無上光榮之發現也。第一發電機之告成，實亦法氏一手之功云。夫何爲磁力場乎？所謂電流者，電子從原子至原子之流也。置鋅於銅上，吾人卽得一微弱電流；鋅之原子頗易與其電子分離，



圖示一異向流電磁鐵，以手置一銅環於其極上，苟一釋手，則環卽受強大之拒力，自躍起於空中。

子離錳，即通行至於銅之原子；電子之通行是謂之流，換言之，電流者，一原子以其電子給諸其鄰之謂也。設以化學品浸錳銅於中，錳徐徐溶解，復以銅線接錳與銅，則電子之流較爲迅捷，即得一強流（參看第四冊第八篇九三頁），由是知銅爲良導體。吾人又已見電子之動未有不產生一相從之能場者（參看第四冊第八篇九七頁）；因有電流，磁力是生，厥徑爲圓，而環於線，其結果使能媒中發生擾動。是故環繞電流路之空間俱爲磁力線所充滿，而吾人即得所謂磁力場矣。

是故法氏產生電流之法，即以一絕緣銅線圈使之旋轉於馬蹄形磁鐵兩極之間。吾人第一磁鐵電機，實法氏之賜，因而損益，以達今日之地步；飲水思源，數典者所不宜忘也。

「凡摩托車俱有一法氏磁鐵，用電花燃點圓筒中所貯之石油汽與空氣之混合物。法氏草創之磁鐵機係於皇家學院之試驗室中所製，以一圓銅盤旋轉於一強磁鐵兩極之間，今日電燈廠電力廠中之碩大電機，皆法氏此機之苗裔也。」

銅線中如何發生感應電流，有一最單簡之例。以一通常人人所見之馬蹄形磁鐵，直立其兩極，置銅線環之一節於兩極間而上下移動之，即得一感應電流於線環中矣。

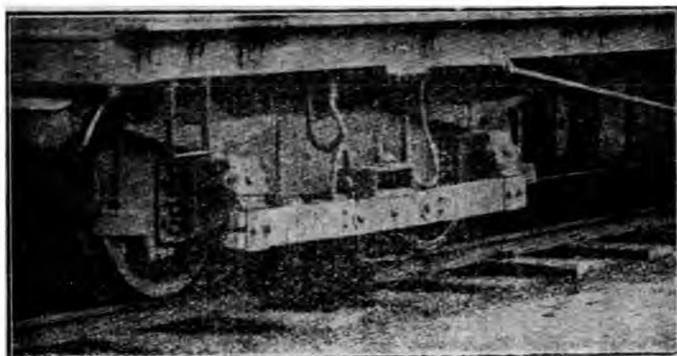
前言於磁極之四圍有能媒擾動狀態，換言之，即有一磁場。有銅線割此磁場時，則電子以甚大速度自銅線中一原子自由行至其次，而電生焉。如線環爲靜止而移磁場使橫過線環，結果仍與前相同；要點在磁場及線環有相對行動。電流之方向視線動之方向而定。當線向上移動時，則環中電流遵一方向；而向下移動時，即取反向。此種電流名曰交流 (alternating current)，蓋當導體換易行動時，電流祇取任一方向也。此種簡例可詮釋普遍原則，且吾人前已言之，法氏即由此發見，以構造第一發電之機械者也。

發電機 簡言之，所謂發電機者，即以一線圈或數線圈纏繞於一鐵心上使成一鼓狀發電子 (drum type armature)。（此在發電機內之名，若在電動機則此物又名電動子）而永久磁鐵則易以一具或數具電磁鐵，使能產生甚強之磁場。發電子係裝於一動軸上，以高速率旋轉於兩磁鐵之間；不然，則發電子爲靜止，而磁鐵繞之旋轉。有一點須注意者，發電子線圈不完全代表前述之原始線環，蓋諸線圈只成電路之一部，而其大部則爲靜止之線，傳電流於需要之區也。倘發電子自身旋轉，其與電路靜止部份之交通須用電刷（以金屬片或炭塊爲之）緊按於金屬環上，環則接

於發電子線圈，隨發電子旋轉焉。

此機可以比一圓筒，以其兩端接於一水管之兩端。卽如一吸水機之活塞，在圓筒內往來行動，迫水使往來於管中，在發電機則驅動電能使往復經過傳電之路，其方向之變換，每秒鐘次數頗多也。

於此吾人須申明有若干用途，交流電殊爲不便。達內摩 (dynamo) 一詞，普通祇用爲直流發電機之號，此種發電機之特點，在設計使之驅電流於圓路中繼續依一方向進行。此電流謂之曰直電流 (direct current)。在電動機中，其發電子恆爲旋轉部份。連發電子於傳路之電刷，則並非按於各別之環，而按於一圓筒形鼓上，此鼓隨發電子旋轉，且順其軸長，分爲若干絕緣片段，每段又連於若干發電子線圈。電刷與鼓接觸之各點相距爲一半圓，是故設鼓有十二段，則在任何時鼓與刷接觸之點爲第一及第七段，或第二及第八，餘類推。此分段圓柱體名曰整流子 (commutator)，其詳細不能於此盡述，只略言大概。在電流改向之際，整流子之旋轉使每對弧段遞次接於刷上，於是每刷俱連於一線圈，圈中之流係取所需之方向，而電路之靜止部份，便可免去反向之流矣。再用線



電列車如何承接電流

圖中可見兩輪之間有一熟鐵鞋，與路軌接觸，其兩端上曲，車動即曳之與路軌相觸而行。兩軌之間另有一條絕緣軌（圖中不可見），亦有相似鐵鞋與之接觸，流即自此以入電動機，然後從車行軌上之鞋（圖中可見者）而出，車行兩軌用鏈相接以當迴路或負導體。

圈及永久磁鐵之例，則整流子之效用等於在線圈變換上下移動之時，翻轉其面，使線圈每次皆以同面切割磁場也。

電路 保持電流，路必全通，換言之，電流之通，僅在兩極之間，猶之在通常初級電池中，流從鋅片起，經過一線而回至炭片；使其路被割，則流亦即止。今試就一發電機及其外路言之，機由一刷傳流於外路，復經他一刷以受之；換言之，假設路為全通，如在路中何處有一缺口——即路為斷者——則傳電之必要條件未能畢具，發電子將施施然旋轉，並不發生電流，不過處於激發狀態中而已。雖然，苟路一全通，則流即暢行，其量視

發電機之速率爲增損。倘速率增加無限，則導線阻力將使之發熱以至鎔化。通常之所謂「電路」類皆處於已斷或不通狀態中。路中一部份之固定導體相距甚近，以故當有需要，其間即可連接。在電車路上，其導體之一爲一架空絕緣線，其他爲鐵軌，用爲地線及回歸線以返於供給之電源。架空傳流導體之本身並非危險。雀鳥歇翅其上，儘可無虞，修理電車架空電線之工匠，以赤手處理，亦復安全，蓋其工作之臺絕緣於地也。但設有一人同時觸於導體及接地或他一導體，則電路全通，即可立時致死。

在用於運輸之直流電路中，通常將陽導體絕緣，而以鐵軌爲回歸線或陰導體。

二

發電廠 在考慮如何從發電廠將電力傳遞及分佈至需用地之問題前，當先觀一大電廠之工作。參觀之人苟非專家，往往不易明瞭產生此等鉅量電力之大概。廠中既寂靜無事，又無行動可見，游覽者眼光中蓋無可以激動好奇之念者。倫敦主要之中央電廠有三：一在拆爾息 (Chelsea)，一在伍德巷 (Wood Lane)，一在泥斯敦 (Neasden)。地底各路鐵道俱從此數廠接受電力以載。

乘客，乘客之數每年約五萬七千一百萬人。所需燃料之量至鉅；祇言一廠爲發生電流所用之煤，每年亦不下二十六萬噸云。

在各廠中吾人可見蒸汽臥輪 (steam turbine) 驅動偉大之直流發電機及交流發電機。拆爾息廠所生電力約七萬八千啓羅瓦特 (H.P.) (約十萬匹馬力)。電流即從諸廠供給於散佈倫敦之二十七分廠；於此諸分廠中，變爲直電流以給各路地底鐵道，電氣鐵路，及電車路之載流鐵軌。

電流之分佈 電流之發生大半爲交流式，其電壓 (voltage) 在三千弗打 (volt) 以上。電學中所謂弗打，亦猶氣體液體之壓力，所謂『每方英寸若干磅』。在廠屋之側面，或在另一室中，即可見一電鑰屏 (switchboard)，屏上置各種量電表，以計量電流之大小，並有各式手柄電鑰以節制電流而指揮之。

有多數發電機之處，可分爲若干部，每部各自有電鑰屏。如一排蒸汽鍋爐之各個，由其自有之枝管及活瓣以供汽於總管，每部之發電機亦由電鑰屏諸鑰送電流於一副短度匯流導體，此類導

體名曰匯流桿。

此匯流桿復與其他電鎗相連接，則發電廠中之電流可傳至他導體而分佈於各處；如有數部發電機，則大都具有互相連接之設備，庶幾必要之時可收互爲挹注之用。合諸電鎗屏而言，可以比於船橋，爲艦長發令所在處；蓋卽司機人竭其心思手足以指揮待用之強力之中心也。一具槓杆之動作卽可傳數千馬力之電流至於各點，近者在發電廠之內，遠者則百千里而遙矣。

局部分佈之電流可由發電機直傳至總線，嗣始加以變更，如後所述。就遠處之分佈言，電流先送達變壓器，使其電壓增高，或如電界中人所謂『升級』。電壓愈增，則因導體抵抗所生之傳遞耗損愈形減少；換言之，電壓愈高，則以同一耗損而導體可愈小。導體之值甚鉅，故傳遞距離加遠時，多增加電壓以求節省。二十年前，五萬弗打已視爲甚高之壓；今日則傳導之線已用二十二萬弗打，而電界中人猶期有更高之電壓也。

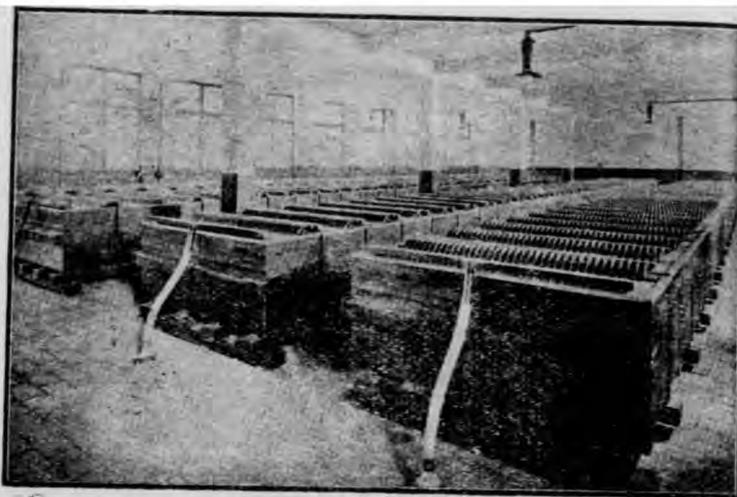
長距離之電流既離增高變壓器，卽經高懸桿架之線纜，倏忽之間，已超山越水，橫草原，巨沙漠，抵於遠處之廠以待分佈。惟達於鎗屏之前，須用『降級』變壓器減低其電壓至於適宜之度，鎗屏

則分流於各路，或者送至分廠變爲直流以應電車及附郭鐵路之需。（變交流爲直流之機器，在隧道站中即可聞其營營作響。）或者供給動力以備工廠之運用；或者更經小變壓器以供給小區域內燃燈生熱之電能。既達終止之點，電流尙可通於各種器具使之適合特殊之用途。

三

電之積蓄 積蓄電力以供商用，唯一方法，係用蓄電池（storage battery）。池分爲若干電瓶，每瓶中有若干版，版載化學物，浸入（名電解物）中。諸版互相連接以成二組。甲組之版與乙組之版相間爲列；每組接於一線端。如直電流從外源送經池中，則引起版上化學物與電解物間之相互作用，於是電能遂變爲化學能。故池中電瓶，就作用言，實爲初級蓄電器，倘許電流經過電路與送入池中之方向相反，則其化學能可復變爲電能，而版上化合物亦將返其原狀。每瓶可蓄之能量，全視版之大小。一單瓶之電壓固有定限，而以多數電池串聯相接，任何電壓皆可得也。

曩者蓄電池頗多不利之點，最甚者，即其對能量而論，重量頗大，且安全充電放電之時率甚遲緩也。近年以來，已有重要之改進，蓄電池重量及其充電時間，俱可望大減，故自具蓄電池及電動機



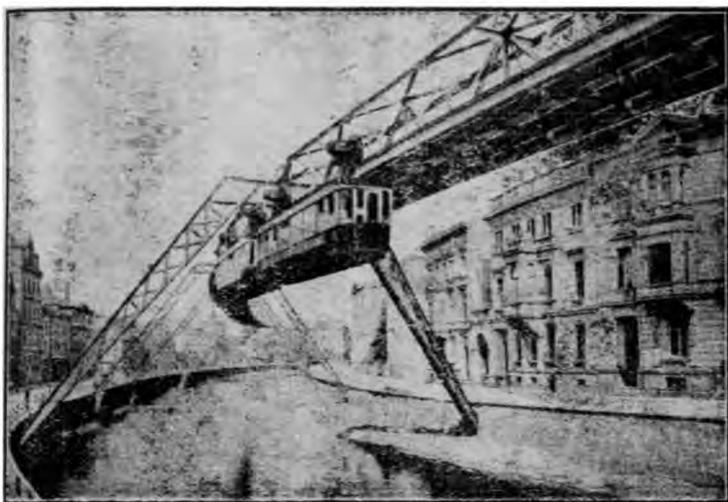
蓄 電 器

上圖所示之裝置，發生電力廠中多見之，其功用亦猶煤氣廠中之蓄煤氣器。賸餘之功能，儲於蓄電器，當廠之外來需要最大或有損壞停止之時，即可應用。負荷輕微之時，蓄電器可任電廠之全責，而發電機竟得止息之機。

之車輛，其用途大有推廣之勢。此種車輛固具優點，而其速率及行動範圍尚屬有限。用新蓄電池之車，能行一百五十英里始須復行充電，而復行充電，不過數分時而非數小時之事矣。即在鐵路，新蓄電池可生饒有興味之發展。九十噸之蓄電池一具估計有八千馬力之能量（與一千馬力繼續使用八小時相當量）。如許能力可供特別快車一列自倫敦駛至愛丁堡之用。

四

電之運重 一電列車，或一列車



奇特之電氣鐵路

圖為德國巴門易北非爾鐵路 (Barmen-Elberfeld Railway) 之一部。自首至尾路軌支於架上。架間距離約三十碼。跨武泊河 (Wupper River) 及沿途市街。車廂以大鈞懸於在軌上行駛之電動機關。每廂可容乘客五十，滿載時重約十四噸。全路計長八英里半，且曾達到每小時行約四十英里之高速率。

以電機車運之，視通常蒸汽列車有一較大之便利，即能迅捷達到滿量之速率也。蒸汽列車由靜止開行，其每秒鐘速率之增加，不過每小時五分二英里至每小時半英里；以言電列車其加速率係每秒每小時一英里至每秒每小時一又三分一英里，故在半分時後，其行動速率已達每小時三十至四十英里矣。市中及近郊區域中，停車既數，運輸復繁，正需如此迅捷之速率，蓋由是車之平均速率

可以較高，列車間之時距較短，而一路線之載運容量大加。據由蒸汽改為電運鐵路之記載，其規定速率已增加百分之二十至五十。倫敦區鐵路當以蒸汽運駛時，在一軌道上每小時運駛列車數至多不過十八；而現今電列車在最繁忙時，可以一分半之時間開行於兩站之間，即每小時可開四十二列車。

近郊電車可省去另一機車，蓋開行之電動機係分佈於各輛車中也。通常每隔一輛車下有電動機二，各有二百馬力，故一列六輛之列車，即有一千



電力運輸橋

此橋橫跨麥爾西(Mersey)及曼徹斯特(Manchester)通船運河，其塔柱中間之距離為一千英尺，蓋為同類橋中之最大者。在圖中較近之塔之右方，可見一與之接近之車，以纜索懸於運駛於橫樑底邊之滑輪上車頂有一小屋，司機人在焉，以控制驅使滑輪之電動機。每次可載六百乘客，從此端達彼端，需時約二分鐘。

二百馬力之推行力。電動機之分佈猶可較爲均勻，但無論如何，較諸等長之蒸汽列車，電列車之工率實較高，此亦理所必然。蓋在新設蒸汽運駛之鐵路，斜度過高，卽不敢用，而在電軌，工程師輒用之不疑。速率既大，斜度復高，能力之需要亦隨之增加矣。所謂複單位列車管轄制者，每一單位供給適當比例之能力，以故無論若干輛車俱可銜接而不致減其速率之能量。同時所有各電動機，一若集中於機車，莫不受司機人完全之管轄也。

強有力之電動機 發電機所生能力之大部份終爲電動機所消納，由是復變爲機械能力，以成工作，電動機之用途無數，且日見增加，俱緣其易於接合電路，清潔堅實，而應用又甚融通也。論其巨細及工率，小者如牙醫之鑽，几上之扇，以及地氈去塵之帚，莫不用之，大者則驅動輾鋼之機，鼓行巨大之船。航海者所用之迴旋指南針 (Gyroscopic compass)，雖與鋼鐵相近，而無甚影響，電動機改革之功也。以言開鑛，則砍碾，通氣，排水，運遠，皆電動機爲之，凡人所能達之處，固亦無深弗屆也。安於抽水機上，卽可隨潛水人以入將沉之船艙；當歐戰時，船隻因潛水抽水電機而浮起者甚夥，苟無此機，則將永沉海底矣，戰時戰後，船之已沉而復起於水面者，亦其力也。南非洲邊界之金鑛，安置電

動抽水輪由鑲軸之底激水
使至地面（歷程最長者約
半英里），在經濟上之貢獻
實莫大焉。

美國加利福尼亞州祇
農業所用之電動機，總量已
達十九萬匹馬力，而稻業則
全賴電動抽水機以資灌溉。
製造廠中調帶機軸繁複之
制已易為直接機器工具之
電動機。扛重電機能玩視百
千噸之重載。電起土機則一



拆爾息城羅茲路發電廠之內部

此廠佔地約四英畝，供給電流於都市區，及除去倫敦中部所有之地底鐵路。其設備有發電機十具（圖中可見其八），以帕孫茲氏蒸汽臥輪為原動機，其最大總產額約八萬啓羅瓦特（即十萬七千匹馬力）。其發生之電流為一萬一千弗打交電流。分佈於各工廠，於此變為六百弗打之直電流以爲列車電動機之用。每年燒煤約二十六萬噸，俱從駁船以自動機器起運，至於架空之盛卸斗，然後飼於鍋爐。

掘而舉數噸重之泥土或碎石，每分鐘可二三掘。電動橫軸轆轤則牽最大船隻使過巴拿馬運河之閘，殊爲易事；又能曳引船舶車輛使上傾斜之面。電之運重，在運輸上，已收革新之果，而於吾人日常生活影響復非淺鮮，究其根由，實電動機爲之。約而言之，無論何處苟須動作，如其可能，電動機未有不儘先致用者也。

五

電之偉績 鐵路幹線之用電，在英國尙屬幼稚。在歐洲及合衆國則已甚發達。瑞士、奧國及意大利正用電於長段之鐵路，而經過阿爾卑斯山隧道數段鐵路之使用電機車，歷時已久矣。最長完全用電之鐵路則在美國，泊夫用電之術出，而長途運重之方改；較易行走之段已用五千噸之列車，預料猶有更重者出現云。

電機車之龐然無儔，電工程之成績偉大，自以美國爲特著。其間天然及他種情形均要求大力之機器。強大之馬勒特 (Mallet locomotive) 蒸汽機車有重逾四百噸者，吾人已習聞之，而電界中與之勢均力敵者，聲名猶未甚彰也。



經過阿爾卑斯之電列車

自聖哥忒德鐵路(St. Gothard Railway)改蒸汽爲電運後，其穿過阿爾卑斯長九英里之隧道，已較前迅速而安穩。圖中所示，方出隧道之機車爲波勿利(Brown-Boveri)式，有四百五十馬力之電動機四。此機車能曳三百噸之列車以上每三十八尺高一尺之升降度，且於此種情形之下，能達每小時三十英里之速率，其短時期之工率，亦有二千五百馬工率。另一隧道名爲新普倫(Simplon)，長約十二英里，於一九〇六年完工後，其運輸事業即以電工作。

六十七

距今不久，在
伊利(Elis)地方
舉行一無偶之電
及蒸汽之競賽。以
用於紐約中央鐵
路拖『有限』列
車強有力式之現
世蒸汽機二部互
相連接；再用於
芝加哥密爾窩基
及聖保羅鐵路
(Chicago, Mil-

Waukeeg, St. Paul Railway) 極西段作相同之務之電機車一輛；使二者互爲推曳。其初電鍵未閉，電機車爲蒸汽機驅使倒行，毫無難阻，迨及電流既通於動機，蒸汽機即漸次停止，未幾而竟循軌倒退，其入汽喉管猶然大張。嘻！是誠來日之預兆哉！

各種試驗中尙有一極饒興趣者，先以蒸汽機驅電機車使前行，少時，然後反電動機之連接，使其用若發電機，反給能力於導體中以返於發電廠，其發生之量有時約二千六百匹馬力以上，於是蒸汽車與廠中原動機相對抗，當然不敵，遂漸停止矣。

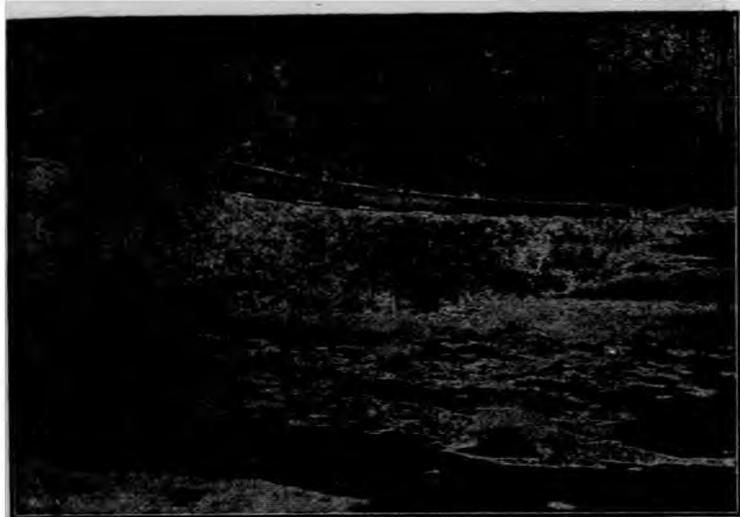
現在美國已有長段用電之幹線鐵路，其載客運貨之機車皆以電動，機量大至四千匹馬力。此等龐大怪物，在多山之區所演成績至堪驚詫，諾福克(Norfolk)及『西方鐵路』用二電機車引曳三千二百五十噸重之載煤列車，而上行於百分之二之傾斜度，其速率且倍於以前用三部最大馬勒特蒸汽機車時之速率云。類此之事甚夥，茲僅舉其一端而已。電機車力量絕偉，其妙處在總重量之大部份俱專供使車輪旋轉之器具，良以其能量來自外源而非由一重大之鍋爐也。

攀登落機山 用電之幹線鐵路段數最長者，厥惟最近完工橫跨美洲之芝加哥，密爾窩基，及



蒙大拿州十六英里長之山峽

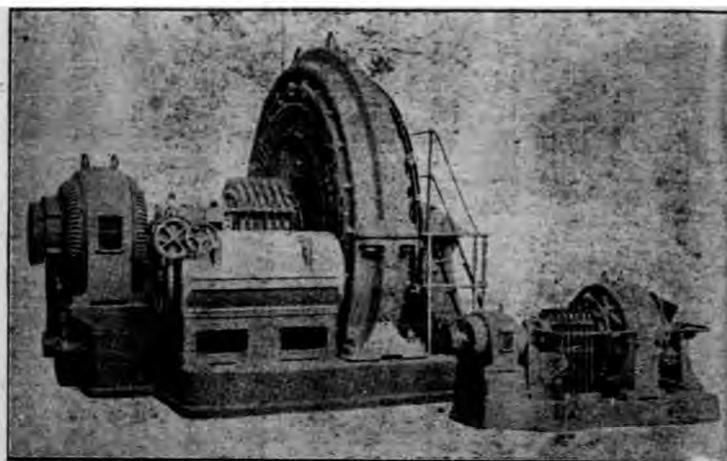
芝加哥密爾窩基及聖保羅鐵路沿途風景之一。該路爲世界最大之用電鐵路，長亘美國所經四大山脈，有秀麗之柏而特 (Belt)，壯偉之落機，林深菁密之比忒魯特 (Bitter Root)，及雪覆山巔之喀斯喀德 (Cascade)。



橫經落機山迅急若飛之電列車

上圖爲芝加哥密爾窩基及聖保羅鐵路極快列車之一，名曰「奧林皮恩」，以奇偉之機車曳過路軌在落機山中所達最高之點（在蒙大拿州）。自遠視之，苟無自架空導體取流之承流器，機車與車輛幾無從分辨。本路六百五十餘英里所用之電機車，實爲近來製成最強有力之引曳機，可以曳三千二百噸之載重，以每小時十六英里之速率，上百分之一之升降度。

聖保羅鐵路。諸段中之落機山段長四百四十英里；喀斯喀德山段由奧忒羅（Ohello）至他叩瑪（Tacoma）長二百一英里。兩段中間地勢較平長約二百英里不久亦將用電，若然，則連續不斷八百英里之長，俱可以電力行駛矣。此諸段中有衆多長而且厲之傾斜度，甚銳之曲線，深艱之遼道，蒸汽運重備極困難，而在冬季爲尤甚，在必須停車之處，蒸汽列車竟



迴旋變流機

通常發電廠所生電力俱為交電流，以高壓分佈於各處。此種電流必需變為直電流，始能供推動電列車或街車之直流電電動機之用。先用變壓器降低其電壓至適宜之度，然後傳於所供給區中各點之分廠，以經一種機器名曰迴旋變流機。圖中示變流機大小各一，其能量為三千啓羅瓦特〔及三百啓羅瓦特〕。

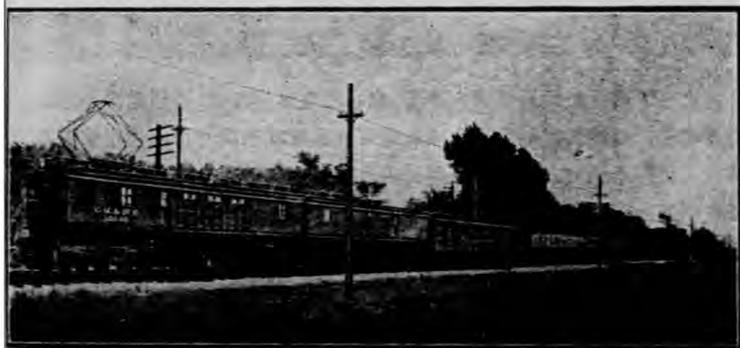
有冰凍之虞。自用電後，行駛時間已較前減三分一云。

各段所需電力係由數中央發電廠供給，以十萬至十一萬弗打之交流電傳遞至各分廠，沿路約每三十英里有一分廠，電壓於此降低，且變為三千弗打之直流電，以飼於架空之導體。凡屬用電鐵路雖其電壓及距離各有不同，於普遍原則，固大都相同也。

現在曳引列車上山地傾斜度所需之電力，大都取給於他處瀑布

之重量。以水輪機及電力廠爲介，即產生所謂平衡上舉之效果。瑞士之瀑布，依此迂曲之方法，以開動列車行經山巔隧道，且攀登高峯，幾達成格弗老山 (Jungfrau) 之頂，所不及者僅數百英尺耳。在缺少燃料之區，天然即以多量雨雪彌補其缺。今人既知瀑布之應用，於是『白煤』竟可以代黑煤矣。

人之知用電路線，僅限於近郊鐵路者，每以爲電之曳重較慢於蒸汽。其實鐵路上最高之速率——每



引曳客車之電機車側面圖

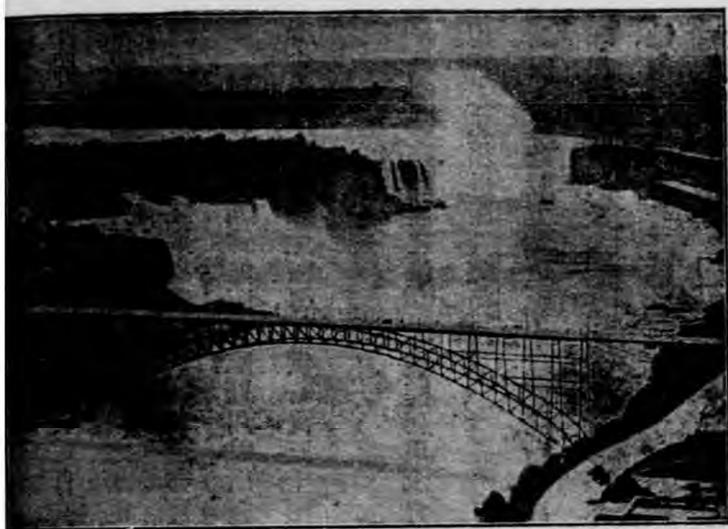
以電機車曳重，乘客之便利大增，蓋舉蒸汽運轉所不能免之煙塵掃而除之矣，不寧惟是，此類機車以視其較舊之敵，尙有其他堪以注意之便利。無須預備，立時即可開動，一也。可以較高之速率，較小之費用，曳倍重之負載，二也。低溫度非特不減其效率，且有增益，三也。省去煤水之站與車，四也。無須特別注意，即行數千里之遙，亦不過問一察視，五也。圖中機車可發三千五百匹馬力，重二百五十噸，可以每小時二十五英里之速率曳九百六十噸之列車，上百分二又十分二之升降度。若在平直軌上，則可於一小時內驅等重列車行六十五英里。

小時二百三十一英里——在一九〇三年已爲一電機車所達到。辯者猶可謂當時試驗之情狀非常。蓋其路軌爲特製者；然幹線鐵路之用電者，其特快速率約每小時六十英里，亦爲尋常路軌上經濟工作所能達之最高速率，懷疑者蓋亦可以已矣。

在必須用煤爲能源之處，則用電所得燃料之經濟，實毫無問題。上所述及之跨洲鐵路，其一年所省之量，依可靠之報告，可供一萬三千噸排水量之海船二百七十艘，從美國至法國往返一次。

六

從瀑布而發之電 大規模利用水力以產電力之所以可能者，實由於發電機與電動機之功用。吾人只須赴耐亞嘎拉瀑布 (Niagara Falls) 即可見落水之能力成爲電力之變換，其規模至爲宏大。於此數方英里之中，以水開動之發電廠，多於地球上任何其他相等之面積，其情形至合於理想。溝通伊利及安剔釐阿 (Ontario) 兩湖之耐亞嘎拉河，沿流僅數英里，已直落三百三十英尺餘，內包瀑布自身降落之一百五十九英尺。每一秒鐘，水自岩層投入在下之渦塘，多於二十二萬立方英尺。以單簡數學之計算方法，即可求得此落下及流動之總位能約八百萬匹馬力。



耐亞嘎拉瀑布瞰視圖

由此莊嚴諸瀑布經過之水量，每秒鐘約二十七萬五千立方英尺，而其能力則有六百萬馬力。已取用者現達五十萬馬力，以供電流於與英倫諸島相等之面積。已著手諸工程完功時，此數且將加倍云。

最大水力計畫，莫如以一流經坎拿大領土之運河連威蘭河 (Welland River) (入於瀑布上之耐亞嘎拉河) 與琴茲吞 (Queenston) 之大發電廠(在瀑布下數英里)。如此即得三百零五英尺之降落，而在瀑布自身之降落，竟不過一百五十英尺也。

七十四

二十年來，耐亞嘎拉河旁建築之發電廠數起，先後俱收成效。或居瀑布之上，或居其下，從瀑布所取水量，發生豐而且廉之電流，足供半徑一百英里中之城市，而並不損其天然之美。現在祇耐亞嘎拉瀑布一處，已供五十萬匹馬力，為坎拿大及美國諸城市燃照及運重之用；迨其全部計畫實現時，此數

且將倍增云。

凡不悉工程學者，於未參觀耐亞嘎拉之前，必以爲於此當有在平常河流所見點綴風景之水車，其不同者或較大耳。其實此等水車渺不可見，所用之水動機——水輪機——俱藏於發電廠屋頂之下。共有八廠，各具殊異特點，但俱依某種定理：從較高處引水，經過名爲水棟之鋼管，以至於較低處，遞經水輪機，然後注放於瀑布下之河中。其如此注河之速率，較之直落，相等距離所得之速率，爲大少矣。欲得十足之下落，耐亞嘎拉瀑布之計畫如後：通過岩石，掘長方大直坑，深一百五十英尺有餘，其下水輪機在焉。又鑿長隧道，以引在水輪中既完工作之水，使離坑而去。餉水於輪機之水槽，係附置於坑之旁面，而輪機則各以長軸接於發電廠中各個發電機之轉動部，自坑以視發電廠，蓋高乎在上矣。

工程偉績 在耐亞嘎拉關於各種原動力計畫已告成之偉績甚夥，於此不能悉數，茲僅略述至堪注意之二洩水隧道。二者俱鑿石而成，一長七千英尺，一長二千英尺。長七千英尺者，論其剖面積，爲世界最大隧道之一，其出路則位於坎拿大境內耐亞嘎拉瀑布水簾之後，亦別饒風趣，分觀諸

計畫，則最近者亦爲最動視聽者，以其利用之瀑布，已過三百英尺，蓋倍於昔所經營者矣。在此計畫中，瀑布爲一長十二英里半之運河所變轉，運河則遠在瀑布上方，從流入耐亞嘎拉河之威蘭河，導水至琴茲吞附近下灘之下方，在此正建一巨大發電廠於水邊。此廠能容四萬匹馬力之電機十部。運河之修造，所挖掘之土石（以石居多）約有三萬五千一百萬立方英尺之多；而經由新道之流既大且急，竟使威蘭河在其與耐亞嘎拉相交之點及其入運河口之間，反其原有之流向。

水輪機如何工作 在耐亞嘎拉所用之水輪機，吾人僅能於此作簡略之敘述。前一段所述安於坑底之輪機，有一固定直立之大室，形若圓筒，水槽（鋼管）即放受高壓之水於其中；又有一直軸穿過筒之兩端，附直徑大於筒之圓盤二，盤在筒外且幾觸其兩端。循盤之周緣，安數圈直立之標片，疊蓋圓筒，與近筒兩端空隙所安數圈之引導片相對。水經導片向外湧出，以有效之角度，擊於水輪之標片，即激動圓盤使之旋轉，而軸亦隨之。其行動標片之外有數個堅實之環，可由一自動節制器升之降之，以節制流水之速度及輪機行動之速率。

在瀑布下方諸發電廠中之輪機，則安置之法異此。法將輪機置發電機旁，同在一層地板，其軸

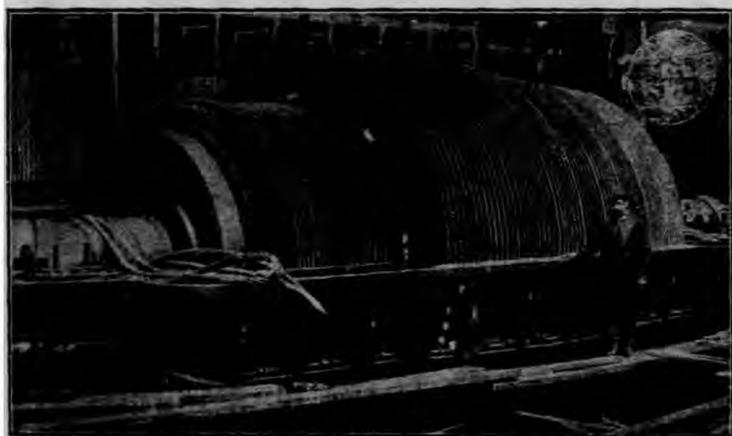
平直而短。水入一內面開洞之環形室，經過導片，以達內輪之標片，於此變水流之方向，然後以與軸平行之方向傾洩之。

耐亞嘎拉水輪幾無少於五千匹馬力者；產一萬匹者甚多；最近之機有達四萬五千匹馬力者。諸輪所開動之發電機有爲現今之最大者，每具重量約三百至四百噸。

拍爾登水輪 (Pelton wheel) 雖不用於耐亞嘎拉諸廠，而在採用高壓力水之發電廠中，其用頗廣。此輪爲一大盤，循其周緣勻佈一對水杯。一股之水以高速率從一嘴管噴出，以擊一對水杯間之刃形分限，於是析爲左右兩流，緣杯之內面而過，當反其流向時，即傳所有之能力於水杯，水杯遂以水股速率之半向前行動。最足稱道之拍爾登水輪廠當推瑞士富勒 (Fully) 所設之廠。再此引水自一湖下流，經一長三哩之管，途逕雖短，水已下落一哩——約六倍於巴黎愛斐爾塔 (Eiffel Tower) 之高度——以故在管下端之壓力已逾每方吋一噸矣！水離嘴管之速率約每小時四百哩，水輪之直徑雖有十二呎之大，亦爲其所驅動，每分鐘旋轉五百次。急流之水對其路由之變更，能呈甚大之阻力。三吋直徑之水一股，受每方吋五百磅之壓噴出，縱以鐵槌擊之，亦不斷也。

蒸汽輪機 常用電力大半仍由蒸汽發生，與發電機同軸之蒸汽臥輪機即與水輪機相當。

帕孫茲式 (Parsons type) 之蒸汽臥輪 有一平置之長筒，安於軸上，置於堅強殼中，軸則自殼之兩端穿出。殼與筒間之環形空處，逐級增大，以筒為分級者也。空處滿安曲線片若干列，筒上則安與之相間之片若干列，二者之間復安若干列於殼上。筒上諸片之尖，恰可不觸於殼上，而殼上諸片，則正不觸於筒及其他



帕孫茲氏蒸汽臥輪之旋動部

在電力廠中，蒸汽臥輪起而代往復式活塞蒸汽機，以其能與發電機同軸，且能以高速率開動而無劇烈之顛動也。本圖所示為一臥輪，其外蓋之上半，已經移去，其轉動部則顯露之。多數扁片從轉動部突出成排，猶一圓刷之剛毛。此等扁片，與從外蓋向內突出成排相同之固定扁片相間為列。蒸汽由外蓋之一端，經過外蓋與轉動部之空間，以至他端，屢次被導射於行動扁片上。其壓力強，即傳迅速之轉動於轉動部。

曲片。在大輪機中，曲片以百千數，其長則自一英寸以至一英尺有餘。蒸汽自機殼較小之端放入，蜿蜒以經多列之引導片及行動片，每行動片受一旁推力，此力由筒及軸傳至發電機。蒸汽大漲之後，或直接至於冷凝器，或至另一汽輪復事工作。蒸汽輪機之均衡至佳，雖每分鐘旋千次，甚或過之，而極平穩，以錢幣一枚，以其邊立於機殼上，亦不致傾倒也。

七

水力之重要 十年以來，世界上所探得及發展之水力，其規模實爲近世工程現象之最堪注意者。現在所用之水力，已三倍於十年前。發達最速之區，自推昔時仰給燃料於他國，而實自有『白煤』以代黑煤之諸國。法蘭西在一九一五年有七十五萬匹馬力，現已增加八十五萬匹馬力；瑞士在一九一四年有八十五萬匹，現有一百五十萬匹；西班牙在大戰前僅有十五萬匹，現則加至九十萬匹，且正計畫更增二百萬匹馬力。坎拿大、美國、意大利、日本、挪威、瑞典、印度俱有相同之發展；於此諸國中，雖頗有富於煤產者，而水力亦正使其工業情狀變遷甚速也。世界可以應用水力之總數，估計約有二萬萬匹馬力。凡屬估值自不得據爲確證，蓋在未嘗開拓之區，縱有測量，當然不能完全，而

即於此諸區內，或可冀有最大之發展也。今僅總數中之二千五百萬匹馬力歸於實用。願即今由利用水力所得之經濟，已甚明顯。在大號最良蒸汽廠中，產一匹馬力繼續一年之久，須煤九噸。故苟欲用煤以發現由水所生之能量，每年需煤二萬二千五百萬噸，此數約等於英國所有煤礦每年之產額。依此計算，全世界水力之總數，已超過一九一三年全球產煤所能供給之能量矣！

水力之發達，或將影響及於世界工業之重心，蓋工業率趨赴於動力價廉之區。瑞典一國可以借喻。在其北部鐵礦頗豐，昔所開採，僅供美國熔鍊及其他產煤之國。但瑞典雖窮於煤而富於水力，現已應用於電爐，爐變礦苗為鐵為鋼，於是瑞典因處境既佳，遂得於世界鋼鐵商場角逐爭雄矣。挪威以多瀑布，亦新在工業中為重要。又如巴西（估有二千六百萬匹馬力），英屬之基阿那（Guiana），贊鼻齊流域（Zambezi Basin），新西蘭（New Zealand），以及其他厚於天賦之國，孰能謂其不以落水之能力，而於將來獲得工業重要之位置哉？

八

電燈 吾人有賴於電燈者至切，此人人所曉，毋待縷贅。茲僅述其如何發光。如通電流於能受

極高熱度而不熔之細絲中，因遇耗阻，遂生熱焉，熱之一部復變爲一種能力，其名曰光。依此方法即得白熱燈，蓋不過一根極細鎢絲裝於玻璃泡中，泡中空氣全行抽盡，庶燈絲爲電流燒至白熱時，鎢金不致與氮氣化合。空氣既盡，吾人復放入與燈絲無影響之惰性（卽不善化合）氣質少許，此種燈名曰充氣燈。惰性氣之加入可使燈較爲經濟，蓋每用一單位之電流，其所發之光則較多也。是故製造充氣燈有至數千燭光以代弧光燈。弧光燈中有炭桿二接於電路，然後移使兩尖相觸。電流既通，尖變白熱，如卽令使稍稍相離，則白熱炭原子從此尖躍過罅隙以達彼尖，成一不斷而發光極強之流，厥名爲弧，以其分子之路線屈曲也。一弧光燈具有諸器件，炭根逐漸燒去，則自行移近使兩尖距離不變，更電路既斷，則移使相觸，以便重用；及乎電流既通，則分之相離，以使成弧。弧光燈雖較白熱絲燈爲煩瑣，而發光較強遠甚，且其光發自一小面積，以透鏡及反射鏡聚其光線於一點，頗能精確，又能放射成一發光極強之光束，諸如探海燈及電影片映射器之所需者。燈塔所用之弧，強者至九千萬燭光。在成格弗老鐵路（Jungfrau Railway）一車站中，曾有一燈所射光束，可見於六十英里外。離站三十五英里之吞城（Thun）街市，竟可藉以讀新聞紙，此燈迄今或尙存在云。

在廉價發生電流之區，電燈爲人工發光術之最便利而最低廉者固矣，然自科學眼光觀之，去盡善猶遠也。發光電流，耗散爲熱者，約居二十分之十九；其全賴乎煤者，煤中能力僅百分之一實變爲光。曾有人謂：苟吾人變能力爲光，克如螢火之經濟，則只須垂髻之童，旋一手柄，即可供一中等城市所須之光云。由是觀之，電力發光術之領域，其有待於開闢者甚廣也明矣。

電爐 爲生熱之用，電之效率，比較爲高，蓋電能易變爲熱也。電機之大者，其困難之一，卽爲令其各部俱涼，以免絕緣燒燬。家用電生熱諸器具，係用線，或薄層金屬，或他種材料，通過足量之電流，使其燃紅，而熱生焉。電輻射器，多爲烘暖房室之用，其計畫及構造，初不異於白熱燈，不過以線繞於耐熱物上，卽露置於空氣中。電製之熨斗，燙板，滾水壺等等，其導體則埋置於雲母石或石棉中，緊接於一金屬蓋上，熱經蓋以達須熱之物。凡烹飪或生熱工作，其不能以電爲之者甚鮮。是故今日電竈燙板而外，他如燒焊器，膠壺，盪足器，燃雪茄器，床被等，莫不用電生熱。飛機駕駛員高翔數千丈，全賴手套及衣服中所藏絕緣線網，佈熱於全身。熱之來源，係一小旋進器所開之電動機，苟非如此，其不受凍而僵者幾希。

由電力所變之熱，僅一小部分用於家事。巨量之電力則用於電熔爐，以製吾人所用之鋁，及產生二炭炔（acetylene）氣之炭化鈣，人工磨擦物，以及含氮（由空氣中取出者）之肥料。電熔爐今亦用以熔鐵，鍊爲上好之鋼，其產量以百千噸計。電熔爐之原理，不過就弧光燈及家用耗阻生熱器擴大之而已；統而計之，諸爐繼續所用之馬力，蓋有數百萬匹也。

電熱尙有一重要部分，卽爲鍛接。當處分重大機械之修理時，電流實爲工師無價之助手。其多所贊助之例證，大戰時爲尤夥。拘留於美國港口之敵船，往往於拋棄之前，輒損壞其鍋爐使歸無用。倘在昔日，唯一補救之方，卽將已毀部分易以新製；惟既有電弧之助，斷者卽可復續，缺者卽可重補。續部之處堅而且牢，以故機械雖有毀傷，縱不能令其形狀如新，亦可使之具新機之效用。於是在短時間中竟令敵人以爲必失鬪力之大艦，再航海上以致用焉。

在製造程序中，鎔接亦可取貫釘而代之。船甲之鋼板，已無須一釘卽可相連；鎔接之船隻，已經效用。日用諸品爲電鎔接者甚多。欲爲一鎔接，須將應連部分，被緊壓於二棒端間，二棒接於一電路。電流所生之熱，遂鎔此部分令其混合於棒間面積。又設欲附加一短棒於厚板，且須從板支出。昔時

必於板上鑽洞，今則割螺旋線於其中，然後割螺旋於棒上，只須緊按棒於板上，通一強電流以經兩部；數分鐘時，二者即合而爲一矣。

參考書目

- Bell, *Electrical Power Transmission*.
Fleming, *Fifty Years of Electricity*.
Gibson, *Electricity of To-day*.
Glazebrook, *Electricity and Magnetism*.
Hobart, *Electric Motors*.
Kapp, *Electricity* (Home University Library).
Lodge, *Electrons, or The Nature and Properties of Negative Electricity*.
Walmsley, *Electricity in the Service of Man*.

第二十五篇 應用科學之二——無線電報與無線電話

美國意大利諾大學物理學碩士
國立東南大學電機教授 熊正理譯

無線電報及無線電話，在應用科學中爲最幼稚，當其初出，已足驚人，近年進步，更能震世耳目。無線電郵，跨山越海，行數百萬里，曾不瞬息剎那，風馳電閃，尙難方物。某著者嘗爲極妙形容之言曰：『自斯二事發明，吾人遂得縮地術，地球雖大，縮之不過如一大講堂，坐客交談，互以無線電傳言，所謂遠隔千里，猶近在咫尺。』譬人在大西洋海船上，據牀高坐，尙可娛聽巴黎、倫敦之音樂。飛行家駕駛騰空，高出雲表，有時雲霧迷漫，東西不辨，然可遙詢地下，夷然出險。故無線電之有功於飛機，亦猶磁針之有功於航海也。

今美國私人接無線電者約百萬。一年之間，增人數六十萬。每日郵電，絡繹不絕。商賈翹首以望證券股票之漲跌，婦媪側耳而聽百物零星之市價，都人士女，赴約出遊，又得預知天氣之晴雨。交通



無線電俱樂部

近年無線電俱樂部盛興，於美尤發達，會員千百人，各以無線電器聽音樂

或談話。

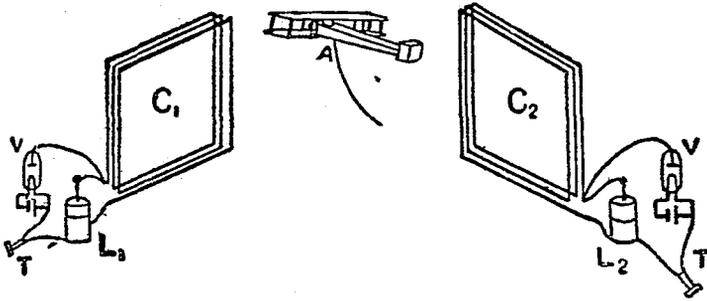
之便太過，供求之勢相懸殊，自非加以限制，無以應付人人，而尤以無線電話為尤急。推原其用，本為傳散世界新聞，商業消息，且傳播音樂，供公共之娛樂。馬可尼公司 (Marconi Co.) 每星期傳播音樂一次，英國用無線電話者約八千人。是故千里之曲，在家可顧，或良友遠隔，有發電之具，則可與之交談。在英國者可至郵電局，與海船上客談話，以無線電話送遞。吾人可預料將來火車上亦必裝無線電。此非向壁虛造之言也，美國馬可尼公司曾作一度試驗，

火車速度每小時六十英里，長途蜿蜒自始至終，無絲毫差池。夫火車速度，比之飛機已爲緩慢。飛機每小時行二百英里，猶能接電，則火車之能接電更何待言。誠以電浪速度每秒十八萬六千英里，與光無異，久爲物理學者所證明，以飛機火車速度方之，甚蔑如也。

自無線電發明，航海更加一重保險。一九一四年歐釁未發以前，海船失慎，賴無線電呼援得生者，至少五千人。大戰之時，德國潛水艇襲擊協約各邦之船，沈沒之數，不知多少。溺者賴無線電之救得慶更生，亦復不可勝數。其在戰時，功績尤著。然收發之具，並不龐大，一長廣高俱不過十八英寸之匣，即足容之。兵士帶至戰壕，前線與後防呼應靈便。尤有異者，海港戒嚴，暗浮水雷，歸船回港，或值大霧，或當黑夜，不辨標識，易遭危險，此亦可藉無線電以探求生路。

『法用兩電線圈，一在港內，一繫船尾。沈水中，每圈接一電話。如近港沿海底線，則電話聲音響亮，如船誤途，則必有一寂然無聲者，利用此法，雖深夜大霧，不致誤觸水雷』（見 J. A. Fleming, Fifty Years of Electricity）。

美國將軍司拉夫忒 (Slaughter) 嘗言，自對德宣戰後，凡美飛機，俱裝無線電話，以便互通聲



用無線電定飛機地點法，左右為收信電台

$C_1 C_2$ 為定向架，凡發電所依架之平面，則接電最靈，與架成直角，則最不靈。設發電所為一飛機，其電波自尾線 A 散出，轉動兩架，至接電最靈之度，循兩架方向伸出交點，即飛機所在矣。

氣。一九一八年五月，以三十九機組織一飛行隊，在空中練習，其司令官直以口令指揮，無線電話之奇如此。故學習飛行，進步迅速，當停戰之日，萬眾歡呼，飛機數千，翱翔太虛，此種大觀，豈不當歸功於無線電話也哉？

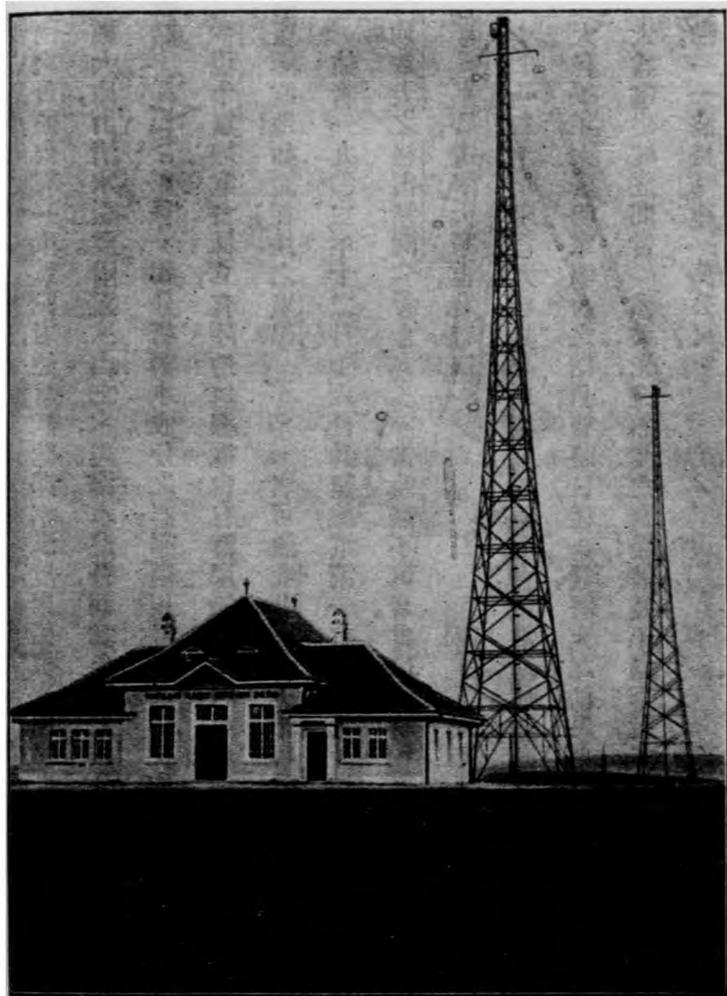
提坦尼克 (Titanic)，英之最大商船也，造成之費計一百一十七萬金鎊，壯麗華美，有海上宮殿之稱。一九一二年四月由英赴美，渡大西洋，中途誤觸冰山，全船沈沒，死者一千五百餘人，其得救者僅七百餘人，舉世震悼。嗟夫！使在今日必不至是，且此七百人得生還者，亦無線電之功也。今大西洋之北，有專司巡查冰山之船，定其大小地點，以無線電通告諸海船，每日至少二次。其經費出自各國，凡有大西洋航業關係者，為

比例之負擔。尙有一事堪記者，往日試驗洋水溫度，以偵探冰山，然此尙欠準確。冰山者自大冰分裂，此種大冰，由清水凝成。附近冰山之水，與海水混合，則其含鹽之成分較平常海水爲少。近人發明驗鹽器 (salinometer)，爲分析鹽水成分之器，亦須用電；以之偵探冰山，更靈驗不爽。

現今無線電台林立，有陸地無線電台；有海岸無線電台，專與海船通電；有強力無線電台，以傳電至極遠地；如設在法之里昂 (Lyons) 者，可通北非洲及五千哩外之越南。

往者一九〇二年十二月十六日爲無線電第一次直越大西洋之日，自英之波爾度 (Poldhu) 至坎拿大之格雷斯灣 (Glace Bay)，當時無不驚奇。會幾何時，相形已有天淵之別。今英人佛來銘 (Fleming) 電學大家也，嘗言曰：

『二十年來，吾人已見全球徧立無線電台，電浪所屆，激蕩半球，其馬力數千，雖一器一械，皆大科學家大發明家嘔血之結晶，費時日，耗金錢，研究之結果也。三十年前，包繞地球之以太（以太爲電磁波之間質），僅被光波熱波之驚擾，波長不過黍粒，五官所能感覺。今則極受大波之撼動，一「波長」逾一萬公尺。』



馬可尼公司紐百倫 (New Bern) 電台之高塔

塔高三百英尺以懸天線。

馬可尼公司，有大無線電台三，一在波爾度，一在克立夫騰（Olden），一在卡那貢（Carnarvon），其第三台與美國新澤稜（New Jersey）電台通。巴黎之無線電台，一在愛斐爾塔（Eiffel Tower），高一千尺，以懸天線，全世界著名者也。

凡值發電，電波四散，求如平常有線電報，專趨一向，雖日後可望達此目的，此時尙覺困難。且無線電話尙難達過遠之地，非力不足也。紐約倫敦之間，未嘗不無精良可靠之器，特事不經濟，不能應商業之用。改良裝置，減省經濟，必有成功之一日。

一

無線電報之興起，非如哥倫布之得美洲，偶然發現者也。科學史上固有因偶然發現之事，起學問上革命，如銑之發現是已。至於無線電報，則淵源於科學，發軔之人，如馬克斯維耳（Maxwell），赫芝（Hertz）等，皆物理學家，於電流及電磁之理多所發明。無線電報之原理，其基礎在電磁波上，欲通其理，須了解此數公之思想，讀其書而探其微妙。實言之，當通物理學最重要之一部，所謂「電磁輻射論」是已。普通物理書所言電學，大抵多論電體，少論電體以外之空間。如言電流在線內，罕

及線以外空間之事，夫電流線內，其流之大小，發熱之多少，雖線路如網，皆可依定律推算，誠可謂奇。然線以外之空間，雖目不能觀，手無所觸，然同時亦起特別奇境，則爲馬克斯維耳所發明。自斯發明，物理學遂開一新紀元，無線電因此出焉。

據近世電子論 (electron theory) 言，電流由於電子之行動，電子者極微不可分又荷負電之微塵也。凡由帶電之體有四射若輪輻之電力線，電流之周圍有環繞重重如輪之廓者，名曰磁力線。凡電子行動，則爲電流，同時即發生磁場。物理學者疑鐵成磁，亦由電子環動，其軌道平行，與螺圈之通電流相似。吾人可圖擬力線之狀，若無數急張之線，發自正電體，抵負電體。線勢欲縮，故正負電互吸，若兩體各荷正電，或各荷負電，則互相推拒，其力線亦互相推拒。設想一電子，其力線四射至無限遠，電子之外凡力線所經過之地，俱爲電力場，力場之強弱，視距離電子之遠近。電子在銅線上行動，則成電流，亦同時發生磁力線。電子動，力線亦隨之動，而其長無限。然力線非如堅硬之輪輻。電子之行動決不能同時傳至力線之全長。近者在先，遠者落後，故力線屈折，儼如浪形（參觀圖一）。此種屈曲之動，自中心延線前進，其速度與光齊。磁力線亦重重展佈，如石子投水，水圈四散，其速度亦與

光齊，故名曰電磁波。電力線與磁力線兩重前進如上所述。無線電之基礎即在於是。

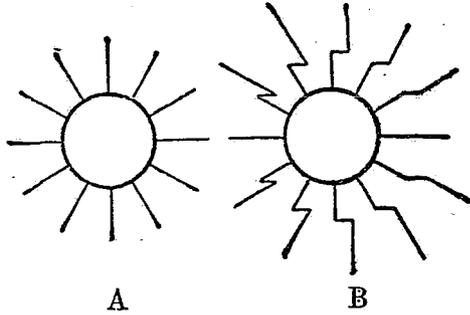
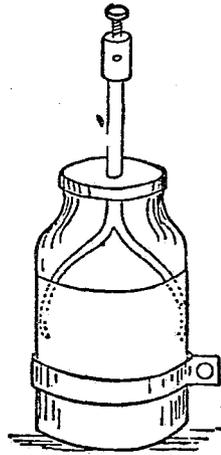


圖 一

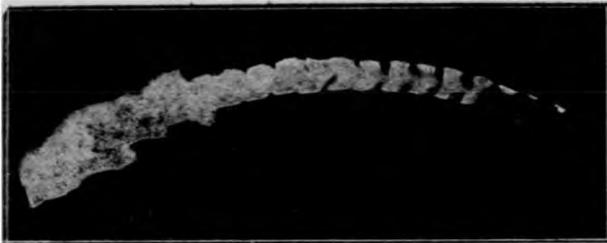
A 爲靜電體狀態，其力線輻射而出，B 爲動電體狀態，力線曲折如波動，速度每秒一八六，〇〇〇英里。



圖二 來丁瓶

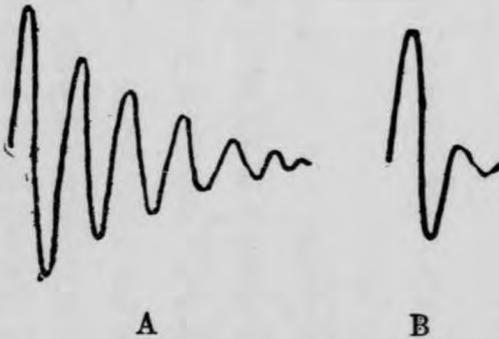
瓶係玻璃製成，內外皆塗錫箔。瓶內置白銅桿一，接觸內箔，桿上有一銅球，桿與瓶口隔離。將外箔與銅球相連，瓶即放電。若二者不使相觸，相距少許，則得一顫動火花。電流在空氣隙中前後跳躍，遂成一光耀之火花。是器爲無線電儀器中所必需。

電磁波亦名以太波，物理學家謂以太爲傳波之間質，猶空氣爲傳聲之間質。是說也，初頗風行，今人則多疑之，本書前曾言（參看物質以太，與愛因斯坦 (Matter, Ether, and Einstein) 第六



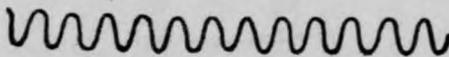
圖三 顫動火花拓影

此影以旋轉像片攝取之。所謂顫動火花者，電流往復運行而生者也。影中每一小段白光即電流之一躍，前後兩躍之間，即黑暗之空隙。



圖四 減幅波

A. B. 俱減幅波，其波幅逐漸减小，A 不甚減，B 則大減。



圖五 不減幅波，即連續波

不減幅波之強度永為均等。其產生法較減幅為難，惟為無線電話所必需。至無線電報，則亦可用減幅波。

八頁)以太純為設想，無試驗確證以明其存在。有尙信其說者，謂以太瀰漫宇宙，無物不入，凡輻射

之能，出傳空間，必藉以太爲媒介，光線熱線之傳佈，亦由以太之振動。其不信是說者，另有一解說，謂能之傳播，由分子之振動，此分子非他，即電子是已。物理學家布拉格 (Bragg) 謂兩說各有價值，其兩種作用之實際，似可略爲確定。惟二者關係尙未全明，或中有關鍵，可以互通，尙俟將來開啓。雖然，此無關本篇之旨，姑置弗論可也。

凡電子變其運動，則發生電磁波，譬如真空管內發生之電子，迸觸管面，或於其經過之路，設一金類之片，則發生極小之電磁波，即所謂 X 光線。若使無數電子亦如此變其運動，衆力並舉，聚小成大，則波強可以行遠。更用相當電具，使可觀可聞，無線電之原理不過如此。故第一要義，當考究何法，能使無數電子同時振動，發生強波。

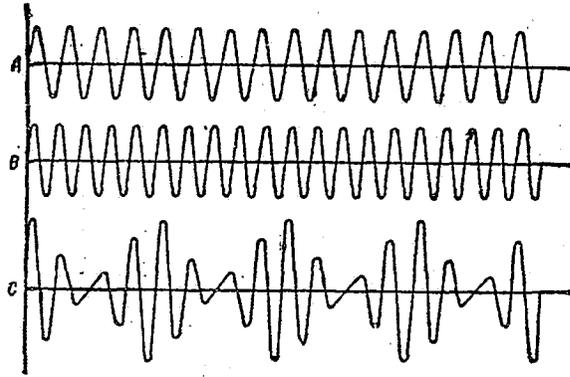
初學物理，知用來丁瓶可以發生極速之電振動，來丁瓶者一種蓄電器，能貯電久不散失，以玻璃瓶爲之，內外俱黏錫箔，箔高約如瓶三分之二（圖二）。設內充正電，則外感生負電，中間玻璃受電感如張急弦，弦之兩端，繫於箔面。箔之用，令電展散均勻，倘內外兩面，接一銅線，電流湧出，如水決隄，其勢兇湧，又如馳馬驟停，騎者仍欲前衝。弦力一弛，不僅彈回原點，更加反動，勢如擺之往復，經數

次始息。吾人謂來丁瓶被放，依舊解說謂正負電相消，依新解說，則謂兩箔電子無差也。放電不必待一線直接兩箔，設線中斷，兩端各有兩小球，其間力場甚強，亦能驅電超躍，發現火花。星火閃爍，非僅由電子一次跳躍，其實往復數次方息，有如珠跳玉盤，每一個火花皆由電子跳躍一次。試用轉鏡窺其搖影，若僅一個火花，當祇見一條光。若電子不是跳躍往復，則光如一片。今所見者，光條明暗相間（圖三），足證明電之爲顫動。每振動一次，則力弱一次，故光之強度遞減，如單擺動，此種振動，即名曰減幅振動（圖四）。若振動力不因振動減小，如鐘擺藉彈絲之力，此種振動名曰連續或不減幅振動（圖五）。以太受此種振動，俱軒然生浪，惟傳行之遠近有殊，於後當更論之。

二

由上節所言，可進而述無線電波傳遞之原理。法用一來丁瓶，以相當裝置繼續充電，一面復以一線圈，及一星火隙，成一電路。來丁瓶充電至滿，即放電而生振動電流。以太雖受振動，然不克傳遠，猶在土室發聲，聲浪不能逸出。法拉第嘗發明兩線圈相近，其一有變電流，則其二亦發生變電流，此即著名感應電流之試驗。故當來丁瓶電路之線圈，對面置一線圈，第一圈有振動電流，則第二圈亦

發生振動電流。第二圈一頭埋入土中，一頭上接天線，如此電磁波可以行遠，不似來丁瓶路之閉置



節拍電流之振幅

兩種振動一A-B周波率少異，合成如C。此波形狀不若

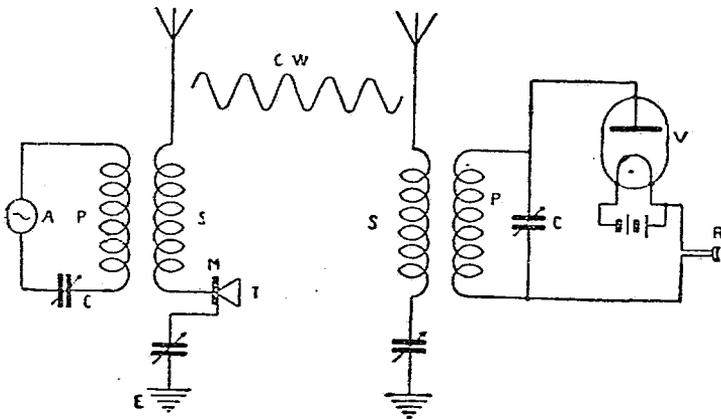
A B之整齊有最高點大於前者之振幅。

也。

天線之最簡單者，以一長銅線，高懸桅桿上，惟繫結處必用不良導體。振動電流由第一線圈換至第二圈，每秒次數在百十萬以上。電子之運動變，則發生小電磁波，合無數電子之振動，則併合成大波，自天線輻射而出，其速度與光相同。波之電力與磁力成正角，又各與波動之方向成正角，試伸手以三指擬之，可得其狀。

考無線電之送發器要件，其一為送電於來丁瓶之高壓電源，此或用感應圈，則電源為尋常電池，或用發電機，則電源為交流。此電流須經過一上級變壓器，使電壓變高，蓋欲充電於凝電瓶非高壓不可

也。高壓器又先經過一鎊，爲開闔之用。其二爲凝電器，如來丁瓶，或數個來丁瓶相連，或以玻璃片兩面黏錫箔，亦可代來丁瓶。其三有兩圈相對，一圈連來丁瓶，其第二圈上通天線，下入土中，其效用已詳前節。惟第二圈尙須加接一圈爲『協調之用』，再通天線。協調之義，俟後言之。故電路有二，一爲正路，凝電器與線圈是也。一爲副路，天線與線圈是也。正路之間，尙有一火花隙，其最單簡者爲兩銅球，或閉在匣內，或全體外露。設電報生須發電，先連結正副兩路之各件，次協調適當，電池與感應圈或交流與變壓器亦連好。按鑰則電堆聚蓄電器上，火

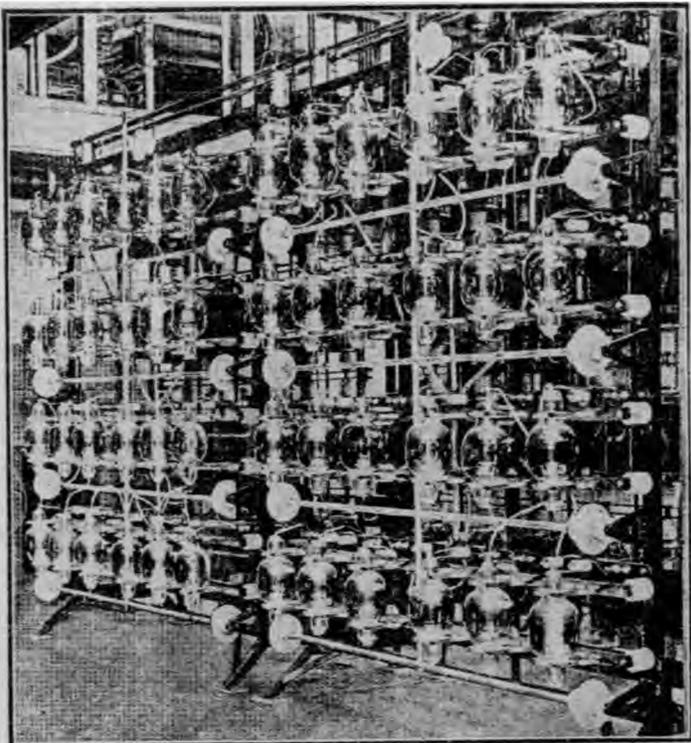


無線電話收送器連接圖

左爲送器，右爲收器。左A爲高周波率發電機，P與S爲正副感應線圈，爲凝電器，T爲話筒。發送處散出連續電波CW，隨話筒中之語音抑揚，由天線射出。右V爲真空管，R爲聽筒。按實用發生連續電波器爲三極真空管。

花一發，則發生電波。由第一圈換移至第二圈，於是電波由天線輻射而出矣。以按鑰之久暫，電波啣接相隨而有短長之別，其長短之別，可爲電報之符號。平常電報之符號爲點線，拼合成字，無線電報亦用之，點由於啣接暫短之波，線由於啣接較長之波。故拍發電報，不論有線無線，其按鑰手法無異。

發電報之法既明，次當考究收電報之法。據法拉第著名之感應電流試驗，凡銅線割切力線，則發生電流，不論銅線動，或磁力線動。天線散出之波既爲電力與磁力，故設遇銅絲與之交割，則銅線亦發生振動電流，其振動率與原來者無差。惟發電台之天線上其電流強，收電台之天線上其電流弱，故收接器必須特別靈於感覺。今所用者爲電話聽筒，然以之直接天線，電流振動率太高，聽筒薄片不能與之相應，故必無效。若加連一電活門，則靈驗矣。電活門之作用似抽氣筒之活門，僅能開放一面，空氣入者不能出，出者不能入。電活門之作用，使電專趨一向，變交流爲直流。常用活門爲整流晶，晶之種類甚多，通用之晶爲矽化炭(carborundum)，氯化鋅(zincite)，硫化鐵(iron pyrite)等等。晶有特別電性，卽所謂活門之作用，故以晶連接聽筒，振動電流自天線經過整流晶，至聽筒專趨一向，不復往復顫動。於是聽筒發音，長短有節奏，短音由於啣接短列之波浪，長音由於長列之波浪。



卡那賁馬可尼無線電台之世界最大真空管活門組

凡四十八後加八，共五十六，凡接收極遠電報，須極靈活門，法以數十活門相連。

長音短音，隨發電人按鑰之久長而變，西文之字母，中文之數目，即長音短音所拼成也。

近數年來通行之電活門為真空管，此為最新發明，其單簡者似一電燈泡，惟電燈泡祇有一燈絲，此則燈絲之外尚有一圓筒，以金類為之，

與燈絲完全隔開。燈絲一通電流，白熱發光，電子自燈絲射出。電子本帶負電，若圓筒另接電池之正極，燈絲接負極，則電子被吸，令圓筒與燈絲之間可通電流。若圓筒接電池之負極，則電子被推拒，電



真空管活門

流因以不通，故其作用正如整流晶，可以之代承電話聽筒。振動電流自天線收來，使圓筒之電位爲正，則電流得入聽筒，使圓筒之電位爲負，則電流無從入聽筒。此全恃電子之作用，而其靈敏便利，得未曾有，故一時風行。考其初起，源於純粹科學之研究，其後應用於無線電，而其效大著。佛來銘有言：「真空管之用，尚不限於偵接電浪，即發生振動電流，及擴大電流，無線電報器具等亦用之而大有

改革，非復舊日面目。今發軔之初功效已彰，前途尙未可限量也。』

三

無線電報所用之波長無定，視其所用如何。平常海船所用者，波長約二千英尺，波行速度約十萬萬英尺，故波之周波率每秒五十萬次。周波率與波長爲反比例，若大無線電台發出電波，自六千英尺至二萬英尺，波長二萬英尺者，其周波率每秒五萬次。

無線電之器具，連合通路，或爲正路，或爲副路，要各有其自然周波率，如絃管之音，高低視其長短而定。取線懸球，是爲單擺。若頻推擺球，每秒次數與擺之自然周波率相應，用力雖小，而球之擺動甚壯，否則用力雖大，擺動尙微。擺之自然周波率，視線之長短而異。又如軍隊過橋，步武整齊，使其足步頻率，與橋之自然周波率相符，橋有折斷之虞。電路之自然周波率，大抵視其線圈及礙電器之大小而定。故加減二器大小，猶變更單擺之長短，使收受電路之長短，調度恰當，與發來電波周波率相合，則響應最靈。電話聽筒，聲音最亮，吾人謂之兩方協調。協調之義，亦猶調絃，更張絃之長短緩急大小，則音高低如意。無線電台林立，波長短不同，故能收甲台之電，未必能接乙台，因與甲台協調者未

會與乙台協調也。利用協調之法，故可擇收一無線電報。若雙方須守祕密，則預約一定之波長，故調協電路，與來波相應，猶琴師調絃與笛並奏，須發音高下相同，方能合樂。

四

無線電報之理既明，其電話之理亦易曉。聲之傳播藉空氣波動，尋常電話發聲筒與聽筒俱有一薄片，隨空氣振動。薄片之後，有無數炭屑，以此通電流。當話筒薄片振動，炭屑疏密變更，其電阻大小隨之而變，故電流之強弱，亦隨之而變。此變電流由線至聽筒，藉磁力作用，亦使聽筒薄片振動，激蕩空氣，原來聲音又重出矣。無線電話不藉線傳變電流，惟藉電波耳，且不能用減幅電波，必用連續電波。當話筒連接於無線電之發送電路時，振動電流間接受聲波之抑揚，電波發出，曲折不爽，收電者持聽筒，聞人聲音，與平常電報無異。惟平常話筒電流甚小，此則電流較大，易致燬壞耳。故其構造困難，現有數種，可以合用，如串連幾個電話筒，並以水冷之，亦一法也。

英物理學家洛洽爵士 (Sir Oliver Lodge) 言：『無線電話之奇，遠軼無線電報。蓋電報不過緣機械的繼電器，發出簡陋之點線符號，欲使機械的動作，能隨人聲微妙之變動，舍利用電子，何由

奏效。今人以之，假電波爲媒介，遂使千里外可以對談……電波之周波率，每秒數百萬，豈人耳與器械所能與之相應，亦惟電子能之耳。倘使除外來電波外，就地另發生電波，祇須旁設一小真空管，爲發生振動電流之用。設二電波周率相差數百，於是交湊而成節拍，間接使空氣振動則發樂音矣。外來電波受人聲之抑揚，雖交湊亦不爽其原來曲折，故持聽筒，歷歷可聞。」

節拍之法，初尙不知採用。始用電活門，爲整流晶之類。後人發明真空管，美人福勒斯特（Lee Forest）又加以改良，用之爲擴大器。此以電子爲繼電器，數真空管相連，則初振動雖微，可以加強百千倍。故發電話時，自第一管經過之電振動，其振動受人聲間接之抑揚，尙毋庸以之感動天線，傳以太，且先激刺第二活門。第二活門職在擴大，令振動之強電波，可以橫越大西洋，此可於幾分之一秒時得之。至是電波雖以波動之範圍擴大而致微弱，然不失原來面目，聲波振動之狀，仍然保存，可以重發，更藉增強之法，使之易於聽聞也。

參考書目

Bangay, *The Elementary Principles of Wireless Telegraphy.*

Bucher, *Practical Wireless Telegraphy.*

Fleming, *The Wonders of Wireless Telegraphy and Waves and Ripples in Water,*

Air, and Ether.

040188



21-21-6

萬有文庫

第一集一子種

王雲五主編

科學大綱

(一)

湯姆生著
朗明復等譯



商務印書館發行

萬有文庫

第一集一千種

總編者
王雲五

商務印書館發行

040189

科 學 大 綱

(一十)

湯姆生著 胡明復等譯

漢 譯 世 界 名 著

科學大綱

第二十六篇 飛行

美國康南爾大學機械工程師哈佛大學商科碩士國立東南大學工程管理工程教授 楊 銓譯

飛行問題之解決，實爲今世紀科學最大勝利之一。自神話時代易卡刺斯 (Icarus) (古雅典神匠之子) 因飛行過近太陽致死，飛行一事已刺戟人類之幻想，嗣後飛行之歷史代有增加。至二十世紀乃有人類第一次乘重於空氣之摩托鼓動機而飛行之日，一九一四年八月發生之大戰更與飛行以進步所需之刺戟，使由少許熱心者之嗜好而成爲今日之利器。無數之青年，於一九一四年之秋未嘗夢想及於飛行者，數月之間皆成奇功震世之偉人，若波爾 (Ball)，比沙普 (Bishop)，馬克頓 (McCudden) 輩 (以上三人皆著名之飛行家) 皆是也。戰爭告終，飛行竟成日常習見之

事。吾人行且見奧爾科克 (Alcock)、斯密·羅斯 (Ross Smith)、凡里涅微爾德 (Van Ryneveld) 等，飛渡大西洋而至澳洲與南非洲矣。

第一次飛行成功之飛機爲來特 (Wright) 弟兄所造，一九零三年十二月十七日來特·奧微爾 (Orville Wright) 乘之飛行歷十二秒，同日更作三次之飛行，最久者歷五十九秒，行八百五十二英尺。此機所裝之引擎僅有十六匹馬力，飛行之速度約每小時三十五英里，後來氏弟兄嘗屢爲數英里之飛行，惟至一九零八年來特·威爾柏 (Wilbur Wright) 在歐洲舉行多次之飛行展覽，始聞名於世。今日吾人所有之飛機，其引擎之總馬力有達一千五百匹以上者，飛行之速度在每小時二百英里以外。

三大飛行 自來特弟兄第一次飛行後之二十年中，飛渡大西洋，飛達南非洲及飛達澳洲皆告成功。其中第一爲奧爾科克氏及布拉文 (Brown) 氏，由紐芬蘭渡大西洋而達愛爾蘭之飛行。此行歷時約十六小時，而舟行之尋常航期則爲六日，惟此舉但可以展覽成績之性質視之，橫渡大西洋之定期飛機運輸，恐未必能成事實。此種事業將來或將以飛艇任之，試憶R三十四號（飛艇之

名)由紐約至諾福克(Norfolk)歷時三日,僅當尋常郵船所需時日之半。以言商業航空,有一事必當記憶,即苟以飛機作極長不輟之飛行,必須帶極大量之石油;然飛機之載重有限,苟大部之重量爲石油所據,則所載之乘客與貨物必極少,而商業之作用失矣。若欲石油之量充足,同時能載較多之乘客與貨物,則飛行之程必減短,大約二百五十英里爲飛機航空運輸程之經濟限度。

第二次創立新紀元之飛行,當推斯密·羅斯與斯密·岐司(Keith Smith)由英格蘭至澳洲之行。此行於商業航空頗有直接之重要,以其性質非同大西洋飛行之近於遊戲,蓋其行程皆能按時,極有準則也。先預定一行程表,因機器之精良,竟能準時不誤。全程共歷三十日,此行所遇主要困難爲行程組織之缺乏,由倫敦至印度沿途皆比較安好,蓋由英格蘭經法意,希臘至埃及,更由此經巴力斯坦(Palestine),美索不達米(Mesopotamia),波斯海灣而至印度,沿途皆有極完備之組織也。既過印度,設備缺乏,惟經過地方之機關皆力助其成,此行程之第三段實爲至困難者。

繼此之飛行,則爲凡·里涅微爾德氏與布藍德(Brand)氏由英格蘭至南非洲之行。由英格蘭至埃及間行程較爲簡易,過此則本程之困難以起,著者於由英格蘭至埃及,及由埃及至印度及由

開羅(Cairo)至卡普坦(Cape Town)即(好望谷城)諸路之組織皆多所爲力，此線之最困難者實爲中部，植物之森密至非雇用多數之黑人芟除草木不能得停機之所，當工人闢地至航空站之他端，其着手開闢之部分，植物已長至數尺之高，其生長茂密可以想見。惟用繼續不斷之工作，始得阻其生長，此外尚有一困難，卽爲白蟻之存在。此類白蟻能以極大速度成自三英尺至十英尺高之邱，邱極堅硬，往往須用炸藥及火藥始能移動，一切機械皆不能得，坎坷之地惟有以砍倒之樹幹，使大隊黑人推以進退，以轆之使平。在各航空站之間遇飛機毀壞時，熱帶森林常使安全之登陸無望。其他經歷之困難則由於中非洲高原之炎熱。因欲節省勞力，航空站皆從簡小建築，熱與稀薄空氣常使飛機非有極長之奔駛不能升起，往往須擴張航空站，始能使飛機飛去。從事此次飛行之四機，其中三機皆於中途毀壞。凡里氏與布氏則卒告成功，惟當其抵卡普坦時，所乘之機已非初行時之原物矣。

空氣航程中之氣候 今世飛機於上述大飛行外更能爲驚人之成績，載重可至二十四噸以上，飛行速度達每小時二百哩，遠可以千哩不停，高可齊埃佛勒斯山(Mt. Everest)（在喜馬拉雅

山脈中，爲世界最高之山。每日飛行由歐洲之此端達彼端，由大西洋達太平洋而越合衆國。

氣候之狀態實多爲飛行家之厄，惟今於各地報告之組織及抵禦困難之法皆極有進步。當飛行之際，惟一之氣候真危險厥惟迷霧。往往遇狂風時，過峽之輪舟須在海港避風，而飛機則能安行於倫敦巴黎之間；惟當國中大霧漫空，則飛行又別一問題矣。所難者不在空中飛行之受阻，以駕駛者雖當大霧仍能於空氣中控制飛機裕如，其危險乃在不能窺見下方。蓋苟遇不得已須登陸時，將不能擇安全之地而下降，此霧中飛行之所以危險也。即使行程全達一如平時，無被迫之降陸，駕駛者亦苦不能辨別航空站，時或與屋宇及藩籬相觸，或欲及地而超越目的點。

倫敦巴黎間航空程中所用之氣候報告制度，至爲簡單。報告由中間各站隨時以無線電送出，張貼於沿途各航空站，駕駛者於開始各飛行之前，關於途中各點流行之氣候狀況常能得正確之報告。飛行一如他事，人與機當並重，所遇困難往往須駕駛者有奮勇技巧與謀略始足以當之。試舉一例，某次當一九二一年之冬，倫敦巴黎線上之氣候極陰霧，在巴黎之航空站所得之氣象消息謂沿線皆爲霧掩，惟稍晚或有清明之望。有三飛機，二屬英，一屬法，皆決意一試，滿載乘客離勒部耳熱

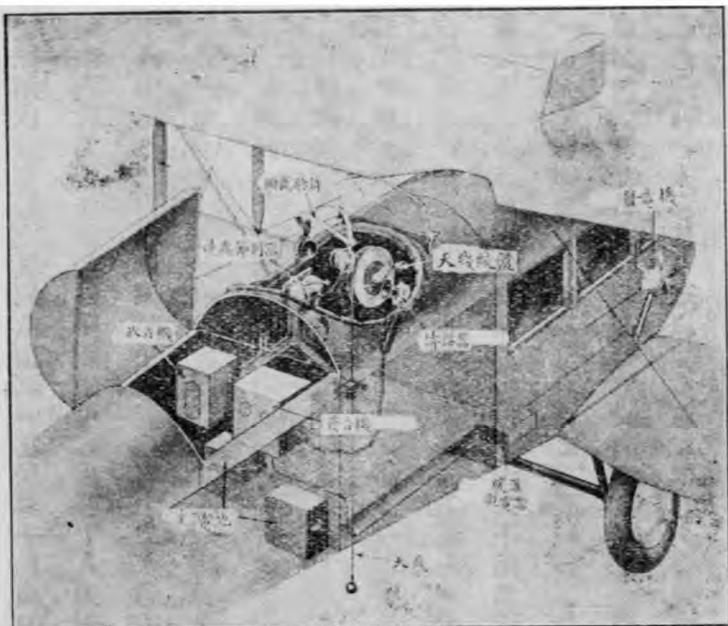
(Le Bourget) 航空站而去。法機飛駛未及全程三分之一止於菩哇 (Poix)，以駕駛者不能勝此種飛行之艱挫，蓋飛時僅偶一見地，苟一旦機壞，將不知停降何所也。二英機則繼續行程直達海峽，時霧亦愈低，兩機過水幾與水面之舟桅相觸。亨得里·佩治 (Handley Page) (飛機名) 之駕駛者瑪金叨斯 (Mackintosh) 以爲去地數尺既如是濃霧，則稍高當亦不能更惡，遂折轉機鼻向霧滿之空氣中上昇數千尺。他一機則繼續緩行摸索過海峽直至近佛克斯墩 (Folkstone) 處超越海岸。是時駕駛者已幾爲疑懼所困，幸已竟其行程中最要之一部分，載其乘客過海峽，在林普納 (Lymne) 降地。

霧中之降地 瑪金叨斯藉羅盤與無線電之助，同其所載乘客飛行直達克壘頓航空站之上。彼藉從下方所得之無線電信號，知已在停機場場之上，因節止氣機，推轉其飛機之鼻向下，以冀去地愈近霧亦愈薄，彼或能見站而漸漸降地。其高度表降至三千呎，二千呎，一千呎，以至五百呎，而彼仍包圍於濃霧之中，彼從無線電繼續與地上之人問答，此輩方謀導彼達地也。當亨得里·佩治盤旋在復求一瞥地面俾能下降而不可得之際，地上摩托車之聲固清越可聽也。向空燃放火箭以作嚮

導亦終無功，彼輩所能爲力者亦惟有靜候而希望萬全耳。侍於摩托病車之人已發動機器準備爲最初救傷之助。時霧深直達地面，瑪金叨斯欲驅機安降，殆不可能；而乘機之九人，衝撞之禍尤難倖免。飛機嗡嗡之聲繼續者約二十分鐘，機去遠則聲亦漸微，及機藉無線電之導復回航空站，則聲亦漸強。最後機聲忽由怒吼而變微吟，佇候之職員皆愕然相顧，隨時待聞傾擊之聲。此大機忽現於霧外，安全降地於稅所之側。飛機之門既啓，乘客魚貫而出，毫無受驚之狀，一若不知曾經危險者，且深訝種種喧擾之所爲何事也。

無線電與民事飛行 無線電報與無線電話當然爲近世飛行之要素，民用駕駛人於飛行之前必藉無線電報與電話以偵知其沿路之氣象狀況。當其飛行每小時約百哩時，須用無線電從空中報告其行程。苟夜中降地，需地上燃燈爲助，則彼更將以其到時預報。若在霧中飛行，則藉無線電爲路上之嚮導，彼且可用無線電話與他機之駕駛者接談。將來飛機必可完全由地上用無線電節制，而原動力亦可由地面之站傳遞於飛行中之機，飛行之將來與無線電蓋不可分離者也。

良好商用飛機之第一要件在其廉價載重之能力，易言之，所載重量當力求其增，而機重則當



飛機中無線電話與無線電報機械之佈置

天線繞於一鼓上，駕駛者欲收發消息時則放出之。言語可由此種機械傳達至五十哩以上，所需電流由一發電機供給，而此機則由經過飛機之激湧空氣推動之。欲免除引擎可畏之聲，觀察者皆戴盔，電話接收者則以印度橡皮盃覆耳。

使其減。第二要件則為速度，其次則為緩降，俾在任何地點遇強迫登地時可使機安全下降。至上升力之速，操縱之靈易，與飛達極高之能力，在商業飛機之計劃上皆不須過問。

今日（一九二二年）

最良之商業飛機中，D.

H. 三十四號（其名所

以紀念創製者得哈味蘭

(De Havilland) 氏也，

號數則依氏創製之機以次編列，當居其一。此機中裝置四百五十四馬力之納披爾引擎一具，所載除駕駛人與僕役而外，閉艙中可容乘客十人。另一機爲D口二十九號。此爲單翼機，裝一四百五十馬力之納披爾引擎，閉艙中可容乘客十二人。屬於D口系之飛機最足表示商業飛機設計之進步，機力如前，而收費之載重量則有加。其能如此者全在飛機本身計劃之進步。

在他國（指英國以外）則以法曼（Farman）所造歌利亞（Goliath）爲今日商業飛機中之良模。此機於駕駛者及機匠之外能載乘客十二人，裝置二百六十四馬力之沙姆生（Salmson）引擎兩座。多數人之意見以爲引擎之添多可以增加安全。此實一可辨論之點，蓋雙引擎之飛機絕少能僅以一引擎飛行者也。製造家每宣言謂此類飛機可以一引擎飛行，然實際上載重既滿，雙引擎之飛機苟非兩引擎齊用或齊停者，十九不能駕駛。

飛機在軍事上用爲攻守利器之重要，雖日益加增，無可疑議，然其極大前途實在民用方面，此亦無可疑者。今日方摸索以行，他日者有更佳之飛機，更良之空氣學識，更善之組織，更多之社會贊助，必能使吾人滿佈全球以航空線之網。有一極近情理之希望，即在不遠之將來，一切郵件皆將由



布里斯它爾飛機之一部分

此爲一極難得之照像，在布里斯它爾飛機公司所造之單翼機一具，雙翼機三具，偉大之四引擎三翼機一具。在今日單翼機雖重復入時，總以雙翼機爲最流行。三翼機比較上最少。單翼式之構造自較低廉，益以新式高舉重翼之計算，早日單翼機之缺點多不復爲患。

空中傳遞，多數之長途旅客交通亦將借徑空中。至重貨之輸運與短程之行旅交通，則爲另一問題，大約在未來之若干年中，此類交通業之大部分仍將以舊法行之也。

空中寬路 在民用飛行成爲日常事業之前，第一

事須作者爲航空必行路線之測定。在各線中須備預防不測之小降落場，各場之距離約由十里至二十里，俾飛機遇任何意外時，皆能有一空場降落。航空站當裝置地上燈火，俾夜行飛機之駕駛者得與日行者同一便利。從前有人主張以輕氣球或探夜燈爲空中行程標識者，皆可無須，以今日定向無線電與精確地圖之進步，任何駕駛者皆能尋路裕如也。

空中尋路之法甚多。第一爲由駕駛者以其地圖與

所經過之地相比較。此爲最簡單最準確之法，惟僅能用之於氣象清明能見下方之時。第二法則爲在飛行之前，先預定正確之羅盤地位，然後完全藉羅盤之指導進行以達目的地。所不幸者空氣之潮流常驅飛機逸出航線之外，故專走羅盤行程之駕駛者，常須以地圖與地面比較以糾正其位置。第三而又最新者，是爲用無線電尋向之法。藉無線電之力，地上之站可以應駕駛者之要求而送出信號，駕駛者誌電流之方向於地圖。此諸線之交點卽爲其當時之位置。

有一嚴重問題足以困用私家飛機者，是爲航空站之設備問題。一航空站大足以供應各式飛機者至少當有六十英畝之面積，故欲求人人皆自備一航空站，其不可能殆不待言。有謂每村當各備一降落場，凡用私家飛機者苟欲飛行，可往航空站。

飛機如何飛行 飛機之所以能飛，其法與支持紙鳶於空中相似。紙鳶當風，藉一線之牽掣而得空氣壓力，風則吹紙鳶使去，而線則持之使歸，其結果苟風與牽力皆不變，則紙鳶必逐漸升高。在飛機中此牽掣紙鳶之線則代之以空氣螺旋（卽如電風扇狀之鼓風器）。紙鳶苟遇壓力之中心變更時必傾斜顛倒，飛機亦有同一之現象使之被撞。鳥類亦有同一之困難。白嘴鴉遇有風之日，常

傾斜失其均勢，苟不重行作勢，則落地必不利。在空中嘗見其以身順應因氣壓中心驟變而起之撞擊。

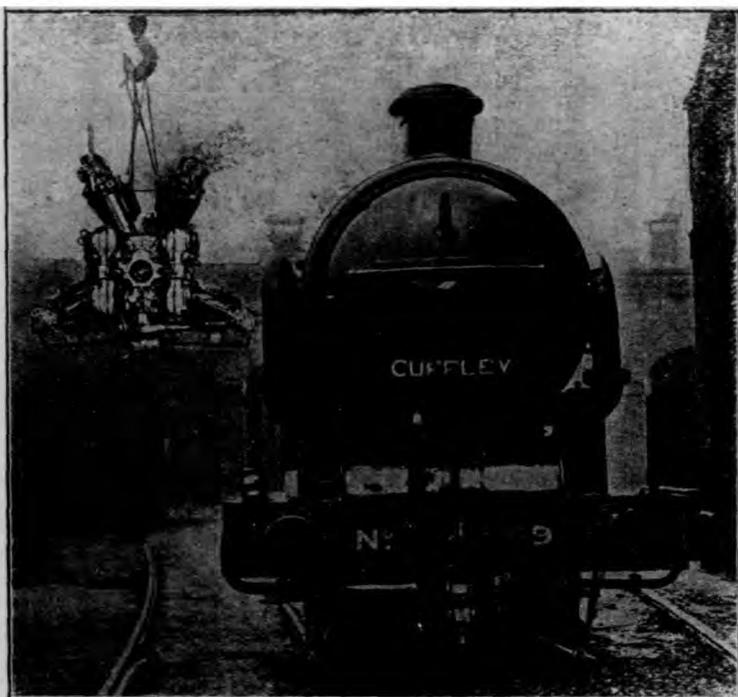
就飛行而論，翼爲飛機之最要部分。翼之單組雙組或更多則視機式，如單翼式，雙翼式，三翼式等而定。翼面略作弧形，弧之頂點離翼之前邊較後邊爲近。翼之厚度亦不一，以其由前邊至弧之頂點突然加厚，然後漸薄以達翼之後方也。飛行之時翼非絕對與飛行之途徑平行，但稍偏斜使風可以吹及其底面。繞翼之氣潮，施壓力於其底面，施吸力於其頂面。所謂翼之「舉重力」者約三分之一爲吸力，三分之二爲壓力。因欲繞翼常有氣流，故飛機必裝置摩托——一內燃引擎，其構造之原理與摩托車之引擎相似。此引擎旋轉空氣螺旋，使之推挽諸翼經過空氣，以造成所需之舉重力。

駕駛者之所爲 飛機之節制至爲簡單。駕駛者所用共有兩槓桿，一爲上升之節制柄名「喜桿」(Joy-stick)，專管昇高器與翼扇，一爲舵桿，近飛機之底板，駕駛者運之以足。此外尚有爲引擎而設之尋常開關鍵及燃燒與節氣機關，現在所用之引擎多屬內燃式。

內燃航空引擎之原理，可述之如下。各引擎式樣雖異，皆以四程或鄂圖循環(Otto cycle)爲

原則。引擎之舉動可分爲四大作用。每一作用佔活塞之一程。第一程吸進石油氣與空氣之混合物入筒。第二程當活塞移動進筒卽壓縮氣體。在壓縮將至最高之先，由磁力發電器或電池產生一電火花，更藉火花栓而導之入筒。此電火花使被壓之氣體爆裂，更藉已燒氣體之膨脹驅活塞復下氣筒，所得能力則傳遞於一旋轉有序之飛輪。活塞之第四舉動，則驅逐已燒氣體出筒。至第五程則諸作用之循環周而復始矣。以上諸程之名稱依上述次序爲引入或吸進程，壓縮程，燃燒或動力程，與驅逐程。空氣引擎大別之有三式，曰靜筒，輻射筒，與旋轉筒，最後者亦曰旋轉式。

上昇時，駕駛者開放引擎，至飛機在地面行動達充足速度時，然後緩引節制柄向己，因以移動昇高器使飛機昇入空中。及已達充足之高度時，微移節制柄向前，使飛機平鋪而以平底飛行。轉向時，駕駛者同時一面以足踏於舵桿上以動機舵，一面向同一方向移動節制桿。節制桿此動在運用翼扇，使飛機微微偏傾於一翼尖之上，故其轉動較平轉僅用一舵時易而且穩。及旋轉既畢，遂反其動作，飛機復歸於平底。下降時駕駛者節閉引擎，同時推節制柄向前以動昇高器，使飛機下傾以溜趨地面。至去地不過數尺時，彼乃輕輕移回節制柄使飛機復處平行位置。及引擎停止，螺輪旋轉極



一具一千匹馬力納波爾所造『克白』飛機引擎重約一千七百磅與一具一千匹馬力之機車重約數噸之形體比較

最後之飛機引擎或將出於新式樣——大約爲電摩托，其動力或將由地面之站用無線電傳遞。

十五

慢，機之速度亦失，遂輕落於地，更沿地行以至全停。

溜行可在任何方面，惟降地則必在『上風』飛機降地之速度視式而異，有至地每小時約行三十哩者，亦有每小時約行百哩者，平均大約在每小時五十至五十五哩之間。

遊戲 航空之技巧在有經驗之駕駛者視之皆極簡單，苟演之得法，機必不受計劃者所未預料之挫壓，行動之平順與節制機關之不受急撞皆極重要。飛機之鼻端下縱者，改正必當從緩。苟駕駛者突將節制器扳回，因驟來之挫迫，機之要部必受損傷。

航空遊戲通稱之爲航空戲，其方法因機之式樣略有不同。概言之，常演之主要技巧爲迴旋舞，循環舞，與旁傾舞。

作旋迴舞時，駕駛者節止引擎，扳回節制柄，力推機舵。舵向左則作左迴旋，相反則得相反之結果。欲跳出迴旋，駕駛者當集中一切節制，俟深縱既畢，輕將節制柄推回，至機重行恢復平底爲止。

作循環舞時，駕駛者輕推節制柄向前，使機鼻下傾速度遂加，然後緩緩將節制柄扳回，則機之鼻端向上而環行。當機從循環下降時，駕駛者逐漸將節制柄移中，有數種機更須用舵節制，以防機之搖擺由環頂跌出。

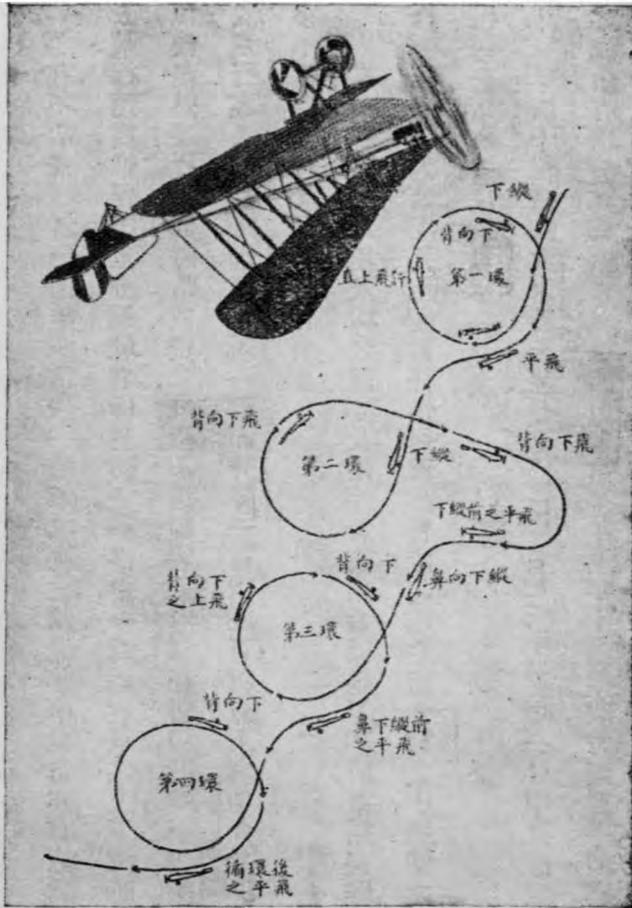
作旁傾舞時，駕駛者如欲向左旁傾，則推節制柄向左而持舵居中。及飛機開始傾滑時，移舵略偏右（或向上）以防機之左轉。欲機平正，駕駛者推節制柄向右略前，舵仍居中。一切遊戲大抵不

外上述三種技巧之聯合或變化。

在不常飛行者「迴旋」常生一種不愉快之感覺。其來也苟非有意爲之，大抵由於陷滯或驟失飛行速度，惟絕不危險，駕駛者極易防止。「撞擊」爲遇空氣之上下流時所感覺之微搖運動。當氣候炎熱飛行稍低時，常感覺之，惟微小之撞擊則無論在何種狀態下皆所不免。其甚者如遇雷暴或飛行經過沙漠時，飛機每因一擊而升降至百呎或百呎以上者。卽如此極端之例亦絕無危險，至多不愉快而已，此又不待言者也。

空中之戰 軍用飛機之需要及條件與商用飛機絕對不同。軍用飛機之預備戰爭者必能飛行極速，以極大速度昇至極高，任作何舉動皆能運用靈速。大戰之中，因機之飛行能力而使駕駛人得保全生命者，已數見不一見矣。

第四十三分隊武來特大佐 (Cap. H. W. Woollett) 一日中打落敵人飛機六具，建大戰中之成績，有賴於其飛機之卓越能力者實多。在上午十點半彼方領導一偵察隊，見一德機超越之，發鎗三十排，見敵機迴旋落地而毀。當戰鬥時，大佐同時受多數他機之攻擊，彼毫不遲延卽迅速昇於



循 環

學習者最初習之簡單遊戲。機鼻略傾下以增加速度，然後輕輕將節制柄拉回，使機上昇同時翻轉。再將引擎節退，節制柄緩緩向前，機遂落而下縱，由此更趨於平。當循環時駕駛者不須縛繫於座，以離心力可使之不離也。

攻彼者之上，突向一兩座機縱下，隨行隨開鎗，致此機亦毀裂。然後再起昇於敵人之上，環行以遠避兩具來攻之福刻斯（Hokers）機，以直上爲防，再向一阿爾巴特羅斯（Albatross）機之尾縱下。開火約五十排，此機遂着火墜地而碎。大佐乃歸。同晚之下午五點彼復往攻敵機十三具，絕對自信其駕駛之技能，且知其機之靈便必能勝其所攻之機。彼先放鎗三十排射入一敵機，此機遂顛覆墜裂。再昇高，周旋於剩餘十二機之間，以避免敵人之子彈，最後彈中又一阿爾巴特羅斯機爆裂，此機遂旋墜毀裂。彼乃圖歸，過戰線時見另一敵機在其上，此次仍藉其機之飛昇得勝其敵人而毀滅。其是日之第六機。此日之工作卽大戰之成績，足證空中速度——昇高與運用之速度——之必要。

又一例足示運用靈速之價值者乃於皇家之飛戰隊中馬克勞德（McLeod）大尉之得維多利亞十字勳章見之。彼在五干英尺之高度受八德機之攻擊。此諸機由各方面向之突下，勢極猛。馬氏所駛者爲一兩座機，彼以神巧之飛行使其觀察者得還射敵機，打落其中之三，失其駕駛力。馬氏然後以機環行更向一第四機突縱，當是時，馬氏已受傷五次，不顧也。不幸剩餘五機中之二機已飛越其上，由上方開火，擊中石油箱，機遂着火。馬氏爲火焰所灼，攀越離座，而至左底葉，遂立於其處，倚

護傷穴而達節制柄，使機爲極偏之旁傾，吹火焰離己及觀察者，是時觀察者幸能不離座，且向敵人開火不使復近，直至安抵地面。

如此類之例表現者，運用靈巧之價值，實勝於其他一切也。

人與機 戰時駕駛者之心理實一饒有興趣之研究，在戰時即受精密之考驗。所發見者，單座式間諜戰機駕駛者中之最有成效者，皆富於衝動性而輕忽之人，肯冒險，絕無危害之觀念。此類人可以獨攻十二敵機無所顧慮，在空中狂怒如瘋犬之遇物即噬。不列顛駕駛者之爲各方前線所畏懼，由於此輩實較其他爲多。

兩座戰機之駕駛者則需稍謹慎矣，蓋彼縱自忘其身，不能不爲其觀察者計也。二人而能合作順利者，實一最難得之聯合。偵探與炮機之駕駛者爲全軍之腦部，其職務在偵察報告與推決。此輩尋常均由間諜保護，惟遇必要時須能於航空戰爭中自保。

所餘之種類即炸彈機之駕駛者，須在炮火中有極大之持久力與冷靜頭腦。彼等須僵坐駕駛重機至數小時之久，且須當炮彈與機關槍之炮火不稍畏縮，同時其觀察者則拋擲炸彈。

欲求一兩座式戰機之代表，『布里斯它爾戰士』(Bristol "Fighter") 在世界飛機當居第一。此機載駕駛者與觀察者各一人，裝置二百七十五匹馬力之羅爾斯·羅益世 (Rolls-Royce) 引擎一具，或三百匹馬力之赫斯潘諾·蘇伊薩 (Hispano-Suiza) 引擎一具，其滿足速度為每小時一百二十四哩，於二十一·三分鐘間可昇高至一萬英尺，其能達之最高度則為二萬英尺。其軍備為一機關槍由駕駛者施放，其子彈經螺旋輪向前發，另一機關槍由觀察者施放，能旋動，應付機之後方全部。其能使駕駛者從空氣螺旋之旋葉間施放機關槍之一種構造非常靈巧，名曰君士坦丁涅斯科 (Constantinesco) 間斷齒輪。藉槍與飛機引擎間之一種關聯，槍之開放可適在螺旋葉片不礙彈路之時。螺旋輪之旋轉率為每分鐘七百五十轉，此種結構之靈巧可以想見。

欲求單座機之代表，可舉索普韋斯·司奈普 (Sopwith "Snipe") 為例。此機產生於大戰將終之時，裝置二百匹馬力之本特力二迴引擎 (Bentley rotary 2. engine) 一具，其滿速度為每小時一百三十五哩，昇高可以八·八分鐘達一萬英尺。其軍備共有三機關槍皆從空氣螺旋之葉片間放出。駕駛者全恃機之飛行能力以避免後方之攻擊。

欲求一可爲代表之炸彈機，可舉維刻斯（Vickers）所造微賣（Vimy）。此機載一駕駛者，一放槍者，一擲炸彈者，此外尙有一千一百四十六磅之炸彈。機中亦裝留伊斯（Lewis）槍四具，二置機鼻，二置機腹，以備受攻時防衛之用。機中雖有三百六十四匹馬力之羅爾斯·羅益世引擎兩具，然行動不速，每小時僅能行一百零七哩，昇高一萬英尺需二十三分鐘。

有一事或爲讀者所樂知者，卽大戰時在不列顛飛機中載機員最多者爲亨得里·佩治 V 一五〇〇式，專爲彈炸柏林而造者也。此機長一百二十六英尺，裝羅爾斯·羅益世引擎四具，載一駕駛者，一觀察者，兩擲彈者，兩放槍者，共六人，此外尙載重二百三十磅之炸彈二十四枚。

由一九一六年七月至一九一八年十一月十一日，不列顛飛機在西部前線所擲炸彈之總重量共六千四百零二噸，最重之彈，重一千五百磅。德國炸彈之最大者重二千二百磅。同一時期中，皇家飛戰隊在西部前線打落敵機六千九百零四具，標鳶輕氣球二百五十八具。此外攝影四十萬一千三百七十五張，對地上德國軍隊放機關槍軍火一〇，二三八，一八二排。

飛艇 更言飛艇，吾人乃發見不列顛今日奄有世界最大之飛艇隊與最大之飛艇。其中推前

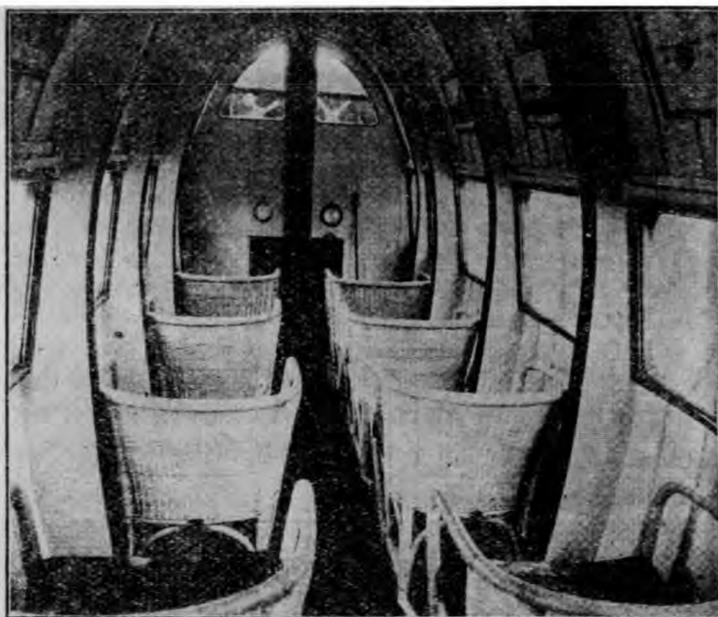
德國徐柏林 (Zeppelin) L 七十一號爲現存諸艇中之最大者。L 七十一號以外吾人尙有前徐柏林 L 六十四號，至純粹不列顛飛艇則有 R 三十三號，R 三十六號，R 八十號與不完全之 R 三十七號，最後之艇爲不幸艇 R 三十八號之姊妹艇。諸艇中惟三十六號現在裝置爲乘客之用，其設備除容艇員二十七人以外尙可載乘客五十人。乘艇者皆供有日間可摺之榻箱，餐室與客座皆備桌椅及其他一切之便利。

此類之艇乘之旅行由英格蘭達澳洲，中途在摩爾太 (Malta)，埃及亞登 (Aden)，印度及新加坡停頓，歷時尙不到二星期。此種交通事業果成完備之事實，則沿途各站皆將樹立泊桅，惟兩端有艇倉。有一事須記憶者，卽一所貯藏飛艇之倉長約在二三百碼之間者，所值當在十萬金鎊以上。此外尙須有艇員數百人以移此航空之巨物歸倉或遷之出外。

建一泊桅，所費約在二萬五千鎊以下。最新式之桅爲一間架之塔，上置一易於旋轉之頂。由旋轉之頂可放出一纜，當飛艇行近時由艇鼻更放出第二纜，然後以兩纜相結用一蒸汽絞機收緊之，遂漸牽飛艇使近，至艇鼻安入泊桅旋頭之凹節中爲止。其安置甚巧，艇搖蕩時鼻端常佔上風，可安

然抵禦每小時四十至五十哩速度之風。泊桅較入倉
 尚有一優點，即泊艇所需僅五六人已足，而解纜之手
 續尤簡。乘客與貨品皆由升降機載至桅頂，故旅行者
 絕不感覺不便。不列顛所有飛艇之實在大小如下表：
 飛艇之將來 論飛艇之將來，敢斷其必為長途
 遞郵載客及運貨之用，而飛機則將用於一千哩以下
 之途程。全程更將分為二百五十哩長之段落。飛艇苟
 作如由英格蘭至澳洲之飛行，其段落至少當每次一
 千哩。同樣吾人可組織一飛艇運輸至南非洲。更一渡
 太平洋至加拿大，此加拿大之程或可繼續渡太平洋
 而至澳洲，如是吾人可得一環繞地球之不列顛飛艇
 運輸。

飛艇名	長度	立方容量 (以立方英尺計)	引擎種類	舉重 (噸)	程限 (哩)	速度 (每小時哩數)
R.33	639 英尺 5 英寸	1,958,600	350 馬力森皮姆引擎五具	59.4	5300	68.5
R36 與37	672 英尺 2 英寸	2,101,000	260 馬力梅巴 克2具 350 馬力森皮姆所造 『哥薩克』三具	63.8	4000	65
R80	530 英尺	1,250,000	260 馬力梅巴 克引擎四具	38.5	6500	65
L.71	743 英尺	2,420,000	260 馬力梅巴 克引擎	78	6000	75



維刻斯所造微賣機中之乘客艙

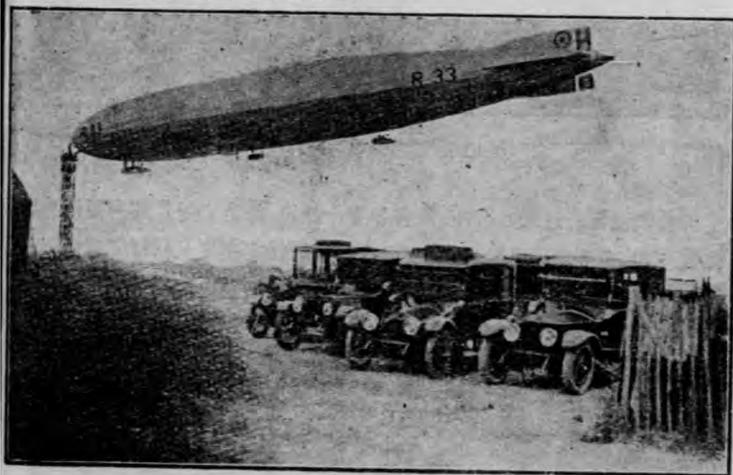
近世飛艇皆有封閉之客座。每客各有一靠椅。每客之旁皆裝有可任意開閉之窗。有談話管以通駕駛者，更有儀器示客所達之高度及所行之速度。近世飛艇中綽有餘地，雖纖弱者流，亦可以旅行安然無礙也。

世界上最著名之飛艇飛行或將推R三十四號渡大西洋來回之旅行。去程約三千哩，以百零八小時十二分鐘行之，所載船員中職員八人，其他二十二人，司各脫(Scott)少佐為領袖。去程之中極多驚擾，尤以近紐芬蘭舟入雷暴為甚。回程之時間較佳，全程僅費七十五小時三分鐘。



維刻斯所造外輕水陸飛機

此機足為飛機構造革新之徵，以其下降宜水亦宜陸也。底車可由駕駛者之意收置機身之旁。裝置一四百五十馬力納拔爾造之利翁引擎，速度約每小時一百十哩。駕駛者之外，可載四乘客。



R 33 停於克壘頓之泊桅

飛船不復藏於高價之艇倉，皆代之以百二十英尺高之泊桅。乘客與貨由升降機上桅，沿一遮蓋之舷路入飛船。在克壘頓之桅已暫拆卸，俟飛船輪運恢復後重建。



飛機抵克壘頓之狀

載客由四人至二十四人之大機，日飛行於多數歐洲都城之間。克壘頓航空站爲航空路程中之不列顛終點，每日皆有不新之來去。客與貨現在皆載於同一之機，惟新載貨機已在建築中。

飛艇之造法 飛艇共分三

大類：不堅硬式，半堅硬式，與堅硬式，故其構造當然大不相同。第一式爲一大包後附一車。第二式之包則堅之以梁。第三式則全爲間架工程，內貯多數氣袋，此全體更附於一堅硬之龍骨，客艙與引擎房皆載其上。

堅硬式最重要亦最能發達，徐柏林與不列顛之R式皆屬於此類，後者實爲徐柏林之模倣。R三十三號有木心梁構成之船身，

其全長爲六百三十九英尺，直徑七十九英尺。船身內置三角船骨，造成船之主要穿廊，內貯水，砂與石油等櫃，炸彈庫與船員居室等。船身之內共有氣袋十九，中約貯二百萬立方英尺之氫氣。在船骨之前端懸一舟室，是爲節制艙，前進之引擎卽載於此。在舟之中段懸兩翼室，各載引擎一，近尾部有一較大之車，中貯兩引擎及附屬之節制機關。舵與昇高器則位於船身之尾端，更在後車之後。

飛行之安全 以飛行爲不安全與不可靠實爲謬誤之觀念。由一九二〇年十月至一九二一年九月之十二個月中不列顛民用飛機所載乘客共四一，九五六人，所行約五五三，七〇〇哩，機在空中所費之小時數爲六，七七六。在此時期中乘客之喪命者四人，受傷者二人。由一九二一年四月至九月（所考查時期之半）所載三一，八五三人中喪命者一人，受傷者一人，而此兩意外之發生皆不在定期航程而遇於游賞展覽之時。失事率依此計算，載客每千人中喪命者〇・〇三人，受傷者〇・〇三人，每行三二，二〇〇哩有一意外，以時間計，每飛四一五小時遇一意外。上述數目殊不足爲民用飛行特別危險之徵，苟與他種運輸業之意外比較尤爲顯著。一九二〇年中不列顛之街市意外共五七，七四七次，中二，八三七次危及生命。一九一九年鐵道意外共二四，九一五次，中九三

二次危及生命。此等數字或將使用鐵道者爲之震驚。

以言飛行之穩妥，觀數目可以深信，若更憶及飛行，今日尚在幼稚時代，假以時日，必可盼其效能逐漸增加，則此說尤確。一九二一年至九月止在倫敦巴黎間不列顛航空運輸之終程無阻滯者，其數如下：正月百分之六二·五；二月百分之七·六；三月百分之九五·四；四月百分之九四·八；五月百分之九四·七；六月百分之九一·七；七月百分之九三·八；八月百分之九四·八；九月百分之九三。此數殊不甚惡。若更念及其中多次過海峽之輪船因天氣太劣不能成行，而飛機乃能安然往來於兩都城之間，則上說尤爲顯著。

飛行之將來 五十年後之飛機或將與今日所用者大不相同。一種之螺旋飛昇機可以直昇直落，翱翔平飛者，或將充分發達，使航空運輸直入城市之中心，而降落於屋頂或其他狹小之地面。今日所有對於螺旋飛昇機之觀念，乃以一裝載駕駛者及乘客之機身附於兩個或兩個以上對向橫旋之空氣螺旋，俾機得以直上直落。然僅此其用甚微，必能完備至直飛以外更能爲前行與旁行之平飛。足以困難計劃者之問題甚多，惟假以時日，終將解決也。

有示高器者隨時可示駕駛者以去地之真高度，則霧中飛行之危險可減。有自動降地機械與空氣制動器，則航空道之安全將更增加。更大馬力與更多式樣之引擎與改良之汽輪，乃至用無線電由地站傳力之電動機皆將見諸實用。靜默之空氣螺旋，無聲之引擎，與震動之減少，皆足增加乘客之安適。自動發動器可以減發動之工作，速度必將大增，尋常旅客往來之機，皆將爲每小時數百哩之飛行。降地之燈光必將改良，飛機之穩妥亦必增進，故夜間飛行將與白日飛行同一簡便。防落傘或其他之安全器可以保乘客時時之安全。以上所言，皆將於相當時間中實現。吾人在今日必當安步前進從事於發明之事業，勿忘飛機之科學方在幼稚，且當知未來之進步，必將使今日之成績爲後人所小視。此又毫無可疑者也。

參考書目

Holt Thomas, *Aerial Transport*.

Pratt, *Commercial Airships*.

Wallis, *The Design of Aero Engines*.

Wimperis, *Air Navigation*.

第二十七篇 細菌

郎刻斯忒爵士(Sir E. Ray Lankester)著

美國哈佛大學哲學博士
國立東南大學植物學教授 胡先驕譯

細菌：遍布世界之發酵腐爛與致病之微生物

最早之顯微學家 顯微鏡者，為近年觀察生物之構造與性質之工具，以此治生物學，斯可免三百年前之孤陋，與其無根之懸揣之病也。最可注意者，在希臘羅馬時代，即用簡單之玻璃或結晶體之擴大鏡以觀察事物，亦未之前聞；不過其珠寶上精細之雕鏤，恐非有擴大鏡之助不能為耳。普林尼(Pliny)固嘗詔吾人以盛水之玻璃球收聚日光，與用此球為取火鏡之用；但用玻璃擴大鏡為觀察物象之用，實始於十四世紀。其時有敏慧之意大利人(有人謂培根 Roger Bacon 亦用之)用之以為年老人衰弱之目光之助，稱為眼鏡，今日仍用其名。拉斐爾(Raphael)在一五二〇

年所繪羅馬教皇利奧第十(Pope Leo X)之像，手中持一手執之擴大鏡，示以此助其讀書之用。此後二百年之久，彼有學問之人，始能將此簡單之眼鏡，改爲最早之複式鏡頭。一方造成望遠鏡，一方造成顯微鏡。最初造成之複式顯微鏡——一長管：其一端爲一接眼鏡，一端爲一對物鏡，

——其效用在自然科學家手中，反不若形狀靈巧之簡單

鏡頭之大。虎克 (Robert Hooke) ——倫敦新立之皇家

學會書記——在一六六五年造成之一複式顯微鏡爲一

七英尺長之管，一端有一接眼鏡，一端有一對物鏡，此鏡接

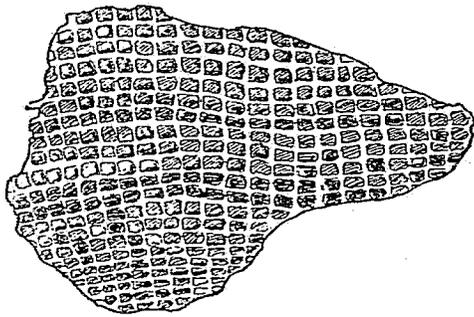
於一球上，球接於直立之座之球腔中，可轉移至任何角度。

虎克之顯微鏡係將意大利人在二十年前所造之顯微鏡

之機括改良而成者。此種顯微鏡有人謂首創於伽利略，而

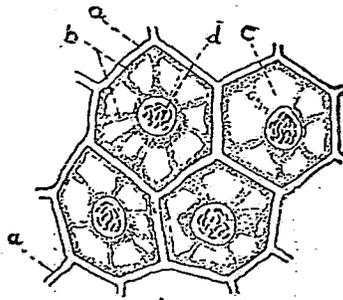
爲最先見於記載者。

虎克所造之顯微鏡之要點，在今日之顯微鏡，仍遵其



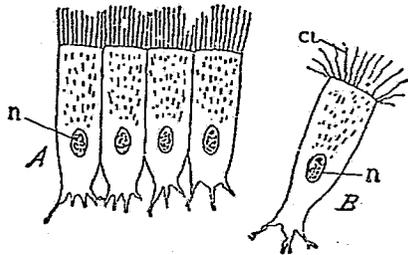
第一圖 軟木之細胞，切成一薄片，
放大二百倍之狀。

軌範；惟鏡頭則已大大改良而進步。虎克發明其顯微鏡後曾著一書，名曰顯微記錄，附以精細之放大圖，記載其所觀之蚤，蚤，蠅，以及醋中之線蟲，與其他雜物。其所繪軟木之放大圖，最聞名於世，蓋此為關於植物細胞組織最早之觀察（第一圖）。此乾燥之死組織，含有細胞膜之已失去其原形質而代以空氣者，虎克比之於蜜蜂所造之蜂房。彼微小含有空氣之空隙，極似封閉之蜂房，故英文細胞之原名『cells』，即蜂房之謂，而至今猶認為植物組織之單位也。



第二圖 植物組織之切片，表示六角形之細胞，內含原形質。

a, 細胞膜; b, 原形質; c, 含有液質之細胞穴; d, 每細胞中之細胞核。



第三圖 柱形細胞，外生顫動之顫毛ci，各含一細胞核n。

A, 一行柱形細胞; B, 分離單獨之有顫毛細胞。

再過一百五十年，細胞一名詞，乃不加之於空細胞膜，而加之於內部生活之黏液狀體，此乃有機體之構造與作用之細胞學說之創始人士來登（Schleiden）與司旺（Schwann）所主張者也（觀第二第三圖）。吾人現稱植物與動物細胞中此種之黏液狀體為原形質。

雷汶胡克之貢獻 最早之複式顯微鏡雖能放大多倍。然不甚能用之於發明事物，蓋每每使所欲放大之物形狀改變而模糊，故起始複式顯微鏡之功用不能過於簡單之擴大鏡，甚且不及。在十七世紀之末三十年，荷蘭德佛特（Delft）地方商人雷汶胡克（Anton van Leeuwenhoek）——稱為顯微發明之始祖——用一種顯微鏡以單獨大如豌豆之鏡頭，由彼磨成適宜之形狀與曲面，而安於二鑽眼之銀片之間成之，觀察生活於水中與其牙縫中之微生物。一六七二年彼乃將其所觀察之記載與圖書寄往其時初成立之倫敦皇家學會，五十年中（自一六七二年至一七二二年），彼有五十次通信刊登於理學雜誌中，後乃被舉為會員，而得會中之出版物。此類出版物包括耐羅比（Willoughby）所著之魚學，此書之印行需費極巨，致會中經濟困難，不能印行牛頓之算學原理云。

雷汝胡克之觀察包括一廣大區域，包括人與鳥血中之紅血輪，毛細管與血在其中運動之狀。犬與鳥之精蟲，筋肉組織之橫紋纖維，輪形之原生動物及其乾燥後之存活與飛散，酵母菌之似球形小物之羣體，以及其他重要事物。雷氏以其甚小之簡單鏡頭爲此種種之觀察，殆非具有高度之精巧與忍耐不克臻此也。然此時雖有確定之事物發明，但以單式與複式顯微鏡光學配合不完善之故，對於所觀察事物之情狀每至不完全或錯誤焉。

卽在一世紀之後，丹麥國哥本哈根（Copenhagen）之米勒（O. F. Miller）——生於一七三〇年——用極工之技術以觀察記載繪畫其國池沼與川流中淡水蠕蟲及其他生物時，其顯微鏡之高倍鏡頭尙不可恃。雖其圖繪畫雕刻極工，然對於最小之生物，尙不足據以爲信焉。彼在一七八六年刊行一書，名曰水陸之浸液蟲學（*Animalia Infusoria—Fruviahilia et terrestria*），用浸液蟲之名（至今仍用此名，惟對於其意義有所限制），以記載尋常目不能見，藉顯微鏡而始得見。麇集紛爭於植物動物腐敗物浸液中之生物，此其第一次也。此種浸液蟲生於天然水中，或爲顯微鏡學家特別培養，存貯於器皿中以爲觀察之用之水中。

雷汝胡克在將其所造之顯微鏡試用於皇家學會會員之前時，曾注意於此種百十萬水滴中微生物，彼稱之爲浸液微生物。

在今日頗難鑑定雷汝胡克所記載與繪畫之各種微生物，蓋其所用之顯微鏡比較力弱而復不真確，故其圖亦不能真確也。但雷汝胡克與米勒之有名後繼人哀倫堡 (Ehrenberg) 在一八三八年以爲雷汝胡克曾鑑定二十八種浸液蟲，而米勒氏則發現一百餘種。雷汝胡克大約曾見多種極普通極微細極繁多之生物在今日稱爲細菌者，而記載其特別之運動；但彼未將其所見之種類加以學名，與詳確之界說。

一

米勒之成績 在雷汝胡克之後一百年，米勒之著作頗受偉大之林尼阿 (Linnaeus) 影響，對於生物之命名，先立屬名，再附以種名於其後。米勒曾將其所觀察之浸液蟲分爲各種，再將所命名之各種分爲各屬，如此分別之各屬各立一名，其中所包括之各種彼此相互之關係，必較與他屬中各種之關係爲更密切。故如彼曾立 *Vibrio* 一屬，在此屬中，包括數種彼曾觀察與繪圖之種類，如

Vibrio lineola, *V. rugula*, *V. bacillus*, *V. undula*, *V. serpens*, *V. spirillum* 之類是也。此類微生物皆極微小，毫無結構之線狀生物，每能為突進或波動之運動與前進。吾人在今日尚能據其圖以鑑定其種類，而仍用其所命之名云。

此類生物有一大部分，為今日所稱為細菌者；但米勒會因外部之形似，將數種顯微鏡下發見甚小而非極微之環蟲歸入『*Vibrio*』屬中。但據今日改良之顯微鏡示知，吾人知此類生物有更為複雜之內部構造，與其他種之 *Vibrio* 性質大異。彼曾將幼稚之線蟲，與哀倫堡所稱為 *Bacillaria paradoxa* 之奇特生物，與其他植物如池沼生物學家所習知之鼓藻與矽藻，以及鵝頸狀之原生動物名為 *Trachelocerca* 者，皆歸入此屬焉。

米勒將此種類混雜之 *Vibrio* 屬與其他四屬 *Monas*, *Proteus*, *Volvox*, *Euchelys* 並列，認為最下等或組織最簡單之浸液蟲。其 *Monas* 一屬包括 *M. termo*, *M. atomus*, *M. punctum*, *M. lens* 四種，皆為極微細之球形種類，今日殆無法鑑定之。米勒之 *Proteus* 一屬包括 *P. diuturnus* 一種，在昔日即有人名之為 *Proteus* 微生物者，今日考知，乃為一種變形蟲。

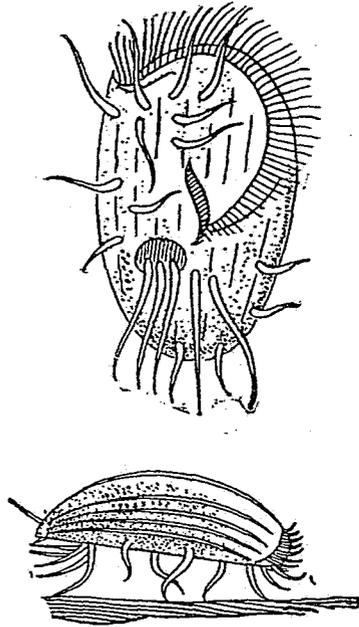
其第二種經米氏名爲 *Profens tenax*，而曾將其形狀之變更詳細繪畫者，實爲一種 *Astasia*，爲米氏之時所未知之屬。米勒將 *Volvox* 之名稱最著名之球形羣生生物之在今日仍用此名者，與其他少數微細之生物，雖外狀相似，但現在歸入相距甚遠之屬中者。在 *Enchelys* 屬中，米勒歸入少數不明瞭之種類，不能據其圖以鑑定其爲今日何種生物。至於較大之浸液蟲，米勒曾覓得十三屬，共有多種。皆一一繪有詳圖。其中一部分屬於原生動物，在今日謂爲顫毛蟲 (*Ciliata*)。蓋其體上生有顫動之毛，謂之爲顫毛 (觀第三圖)。此類顫毛蟲之名，今日尙沿用其舊，蓋其所繪之圖，能用以鑑定其種類也。

此類浸液蟲包括有 *Paramecium*, *Kolpoda*, *Bursaria*, *Vorticella* 等屬；但米勒亦曾將多種小環蟲與車輪蟲誤收入原生動物中。彼曾立車輪蟲中 *Brachionus* 一屬，其所繪之圖極精，至今仍依其舊名；但彼曾將他種動物 (其圖表示其爲車輪蟲) 與鐘狀之原生動物 (其圖示知爲此類) 歸入於其 *Vorticella* 屬中。彼知一羣有趣味之有顫毛原生動物，今名爲 *Hypotricha* 者，此類動物以其腿狀之運動器官爲特異，米氏亦曾繪其圖 (第四圖)。但彼同時亦將寄生扁蟲

(Fleke) 微小有尾之幼蟲，歸入浸液蟲類，而名之爲 Cercaria 今猶沿用之焉。

米勒不但爲吾人研究微生物之歷史中之前鋒，與爲第

一自然科學家能精確繪畫與命名於極微小之生物在今日統歸爲細菌類名者，彼且擔任將此類生物與多種浸液蟲，按林尼阿之雙名法，定種名屬名之艱鉅責任。如彼所指出，林尼阿在其著名之自然分類 (Systema Naturae) 書中，曾表示一種煩惱之態度，將此類微小動物不加分類而統歸之於『蟲』一大類中，而加以『紊亂』之形容詞，稱之爲 Chaos infusorium，則米氏之功尤爲偉大矣。



第四圖 原生狀動物之名爲 *Euplotes harpa* 者

爲一種較大有頭毛之浸液蟲，在引至口內之槽之周圍有多數纖細頭毛，又有腿狀之突出，下方一圖，表示動物側面在木塊上行走之狀。

米勒企圖清理此『紊亂』之物使成條理，雖以其爲此等研究之前鋒，自不免有失敗之處；然其成績之可貴，可於其多種之記載在今日猶得稱爲精美而確實，與其所定之多種學名，今日之自然科學家猶尊重而沿用之一事見之焉。

二

細菌名稱之初用 在米勒之著作後五十年（一七八六年），另有一大顯微學家哀倫堡將其有名之著作 *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen* (Leipzig, 1835) 刊行。哀氏生於一七九五年，在米勒死後九年誕生，其時所用之顯微鏡較米氏所用者爲佳，但視阿米奇 (Amici) 與力斯特 (J. J. Lister)（著名外科醫生力斯特男爵之父）發明改造合成對物鏡之鏡頭後尙相去甚遠也。

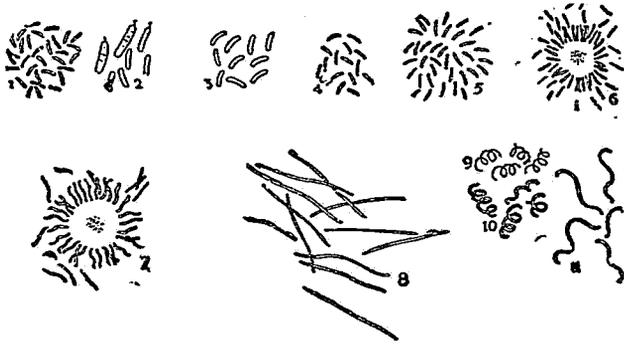
哀倫堡曾聚積及發表其觀察二十年，終乃刊行其偉大之浸液蟲名著，共有六十四圖版，含精圖一千五百，多數會加以彩色，一切皆其自畫，皆能代表其顯微鏡下所見之微生物也。此書之範圍與米勒所著者相同，惟更擴而大之，表示五十年中絕大之進步，一方面顯微鏡之能力增加，一方面

新發現定名與分類之微生物之數亦增加焉。

哀倫堡將浸液蟲——包括所有止水池，泥淖，與海中無論淡水或鹹水之微生物——分爲兩大區，多胃蟲 (Polygastreae) 與車輪蟲。彼謂前者之內部組織含有多數消化器官，故名爲『多胃蟲』。後者較大，內部之構造較爲繁複，有一特別雙層或其他輪狀之器官，其上有多數之顫毛。此類生物雷汝胡克在一六七六年首先發現，哀倫堡曾爲一百六十九種之車輪蟲作精美確實之圖，雖未完全包括今日所知之特異種類，然已包括其大部分。此類生物，爲一天然之支派。

但其『多胃蟲』不但與車輪蟲之構造大異，而較之大爲簡單，且包括一極複雜之集合，其中除多種有顫毛之微生蟲外，包括有全部之矽藻 (diatoms) 與鼓藻 (desmids)，與一類半似植物半似動物之鞭毛藻，與米勒之變形蟲與鞭蟲 (monads) 與波動蟲 (vibrions) 焉。

吾人固不能不欽佩哀倫堡著此大書之忍耐與技術，但其學說認彼所稱爲『多胃蟲』之下等生物，有多數胃腸與分泌器官，以爲此等器官可在較大之種類中察見，惟在最小之種類中但可見爲微細之顆粒，則大謬誤。因有此種謬誤之見解，乃使其多種『多胃蟲』之記載與圖書，失其真。



第五圖 哀倫堡所定之學名如下：1,2, *Bacterium triloculare* (2較爲放大); 3, *Bacterium enchelys*; 4, *Vibrio lineola*; 5,6, *Vibrio tremulans*; 7, *Vibrio rugula*; 8, *Vibrio bacillus* (在今日則將稱之爲線狀菌矣); 9, *Spirillum volutans* (放大三百倍); 10, *Spirillum volutans* (放大八百倍); 11, *Spirillum* 較不卷曲者。

確，使彼本無可與高等動物相比之內部器官之生物，在其書中乃認爲有此類構造。同時在較大之種類中，誠有此種內部構造。在哀倫堡之混雜之『多胃蟲』中如鐘形原生動物，彼曾爲精確之繪畫者，實含有米勒之波動蟲一屬，包括所有幾無構造而具線形在浸液蟲中最微小而最繁多之種類。哀倫堡提高之爲一科，稱之爲 *Vibrionia* 其中包括五屬 *Bacterium*, *Vibrio*, *Spirochaete*, *Spirillum*, *Spiridiscus* (觀第五圖及其解說)。

細菌之名，出現於科學記載中，此爲第一次，此後乃繼續存在，而爲多數最簡單最微小

棍棒形生物之通稱，亦即本文中專欲討論者。由此名乃發生細菌學 (bacteriology) 一名稱，加諸研究此類生物之專門科學；蓋因此類生物爲各種重要而普遍之化學作用稱爲發酵腐敗與疾病者之主因，故世人極重視之，而加以特殊研究也。哀倫堡所下 *Vibrionia* 之界說，爲『線形動物，有多數消化器官，或明瞭或不明瞭，無食道，裸露，無足，其身體之無構造與 *monads* 同，嘗因自動的不完全之橫裂，造成線狀之鏈。』彼稱其細菌一屬爲『*Vibrionia* 科中之動物，以其自然之分裂造成一堅硬或強韌之線形鏈。』彼認別三種細菌 *B. triloculare*, *B. enchelys*, *B. punctum*。至 *Vibrio* 一屬，彼以爲與細菌差別之處在其微有彈性，彼認別有 *V. tremulus*, *V. subtilis*, *V. rugula*, *V. prolifer*, *V. bacillus* 數種。*Bacillus* 一名稱係米勒氏起始用爲一種 *Vibrio* 之種名，亦如 *Bacterium* 一名，多年之後，漸得較廣較普遍之意義，在今日乃用之以包括多種不同之棍棒形 *Vibrios*。至彎曲與螺旋狀之線形種類，哀倫堡乃歸之於 *Spirillum* 與 *Spirochaete* 兩屬中。

因哀倫堡之力，吾人今日乃至將彼所稱爲 *Vibrionia* (今日多用 *Bacteria* 一屬名)

之微細生物，另分爲一羣之時代，此後吾人祇須追論科因 (Cohn)，巴士特科和 (Koch) 以及大多數近日之學者之貢獻，示知此等細菌實爲微小之植物，與淡水中常見之藍色線形之水藻，稱爲藍綠藻 (Cyanophyceae) 者相近。而關於生物之營養作用，甚而生物之生存問題，彼等乃有根本的重要活動，以其爲腐敗及多種生活或方死物質之化學作用之主因也。由此所生之化學物質，或爲他種生物之重要食料，或以其美味或其他性質爲人所珍視，其中多種於人類或其他生物爲有毒，且幾爲一切傳染病之原因焉。

三

自無機體發生之學說 在追論關於細菌智識與興味發達史之先，吾人宜略知發現地球上之天然水中蘊集有數千百萬小生物——驟然於雷汝胡克初期觀察以後爲顯微鏡所發見——之一事，對於當日深思眇慮之窮理家心中，有何影響，因而知細菌學成立之情形焉。

用顯微鏡以陡然發現目不能見之偉大生活世界與在同一半世紀中用望遠鏡以發現銀河之白雲狀物爲百千萬分離之星，有同等之奇異。此哀倫堡與其前人所倡導者也。自往古至今，關於

生命之起源與生命之特性，常有世代相傳之浪漫神話，今乃陡然發現，生物中有細似目不能見之微塵者，遍生於地上所有之水中，而自池沼海洋之乾燥粉碎之塵埃中，爲風遠播於天涯海角焉。

自然發生 英國哲學家尼丹 (Needham) 氏 (一七五〇年) 與其他諸人以爲天然水中有一種『生殖原性』因以產生各種浸液蟲，再一派人則以爲聚水與空氣與適當之溫度與動物之遺體始能發生此等生物。十八世紀之末，此兩說爲大衆所公認爲『自然發生』(spontaneous generation) 之兩重要學說，在今日則稱認生物由無機物產生之說爲自無機體發生學說。今日雖信此事在往古確曾有之，惟謂今日亦然，則殊無證據也。

古昔希臘，羅馬，猶太與阿拉伯之哲學家，咸認植物動物可時常由無生命之腐敗動物遺體陡然發生，且以爲海岸河岸所積儲之泥沙，每能由此法發生爲新奇之鳥獸，而海洋之水能以一種神祕方法，產出多數之魚與蠕動爬行之生物，有時且能產生較大之獸類。故對於地球上生命之起源，頗覺無難解之奧義；不過在今日常人以爲人跡所未至之隱僻區域所常見之奇事，在昔日乃普遍發生於全世界耳。

大詩人密爾頓關於此種生命起源之見解，曾作佳篇詠之，其時人挪利支 (Norwich) 之布牢溫爵士 (Sir Thomas Browne) 曾信鼠可由麥倉中自然發生，但頗致疑於由泥滓塵土中腐敗而生之說，與螺螄雁爲螺螄所變，而螺螄則爲木材所變之說。同時羅斯 (A. Ross) 云：『布牢溫爵士對於乾酪與木材中產生蛆蟲，牛糞中產生鞘翼蟲與蜂，腐敗物質之變爲蝴蝶，蝗蟲，蚱蜢，螺蚌，鰻魚之類，固可取懷疑態度；但彼僅須一赴埃及，即可見尼勒斯 (Nylus) 河中之泥所變之鼠，滿坑滿谷，爲居民之大害也。』於此可見自無機物發生說爲當日流行之意見。

但此時雷汝胡克氏正用顯微鏡以發現極大之微生物世界，意大利詩人雷迪 (Redi) 氏乃以科學方法證明腐肉不能生蛆，法用大口瓶一，置肉於其中，以薄鐵紗網封其口，及其腐爛，蠅尋臭至，不能入瓶，乃產卵紗網上而去，因以證明蛆乃自蠅卵中生出，而非自肉生云。同時大醫學家哈維 (Harvey) 乃發明一切生物皆肇始於卵之定律，即肇始於前此生存之動物之生殖產物，而將自無機物發生之學說，完全打破矣。

在十八世紀中，以雷迪及他人之簡單觀察與試驗之故，至使較大之生物能自無機物發生或

自然發生之謬見，逐漸消除。但此時顯微鏡乃發見一目所不能見之世界，尼丹諸人乃謂此類微生物能自然發生，彼等之言若曰：『較大之生物，固須由雌雄配偶而生；但此新發現之微生物，則爲自無機物發生者，而較大之生物，則由此微生物蛻化而來者。』其時意大利之天主教神父斯帕蘭紫泥 (Spallanzani) 復用雷迪之方法，以研究此新問題，彼示知若將天然水之富有微細之微生物者燒熱至沸點，則此類生物皆被殺死，若再將此瓶嚴密封固之，則此水澄清，即貯至數星期之久，其中亦無有生物；但若將瓶打開，而將此液體露於空氣之中，則數小時之後，此種浸液微生物又盈千累萬矣。斯氏乃決定此類微生物之『卵』，飛騰於空氣之中，瓶打開時，此種卵乃孳入此液體中，而微生物得因以孳生云。

四

長期之辨論 此辨論直繼續至於今日，因以導吾人以考知此類浸液微生物生活所必須之情況，與此類生物繁多之各種類，以及防止此類微生物侵入各種液體之含有動植物液汁或乾製之動植物質者之方法。液質之經此法製造者，謂之爲曾經殺生。欲考知空氣中之塵埃是否含有此

類微生物之種子，須先取一種芻草，草根，果實或肉類之浸液（如雷迪之生肉試驗），用熱氣殺生後，再以供給空氣中所傳播之微生物種子之生活營養。彼實驗家必須先豫備一種無生物之培養液，然苟使微生物得以侵入，則又能得以營養者焉。

如斯帕蘭契泥所云，任何浸液若熱之至沸點至五分鐘之久，其中之微生物，除少數例外，皆被殺死，所謂例外者如科因在一八七〇年所發現，在乾燥堅固情形下生存之稱爲細菌之微生物或其生殖孢子，此類富於抵抗力之孢子須在沸水中煮至三點鐘之久，或先浸溫水中數點鐘，再浸入沸水中，始能殺之云。

斯帕蘭契泥認此沸過之浸液中所發現之微生蟲，必爲自空氣中傳染得來，而他人另爲曲說以抵之。彼等以爲微生物之自然發生，視瓶中空氣之特種化學性活動情形爲轉移。平常瓶中含有半水分一半空氣，若將空氣燒熱而封閉之，則空氣變爲稀薄，不但將固有之微生物殺死，且將有機物浸液之化學作用能力毀滅。但任何精細試驗未嘗證明將已殺生之浸液，用棉花濾過而不含有微生物之空氣通入，亦能有發生微生物之能力。而試驗所證明者，則爲未經濾過之空氣，能使浸

液中發生微生物。此事實與斯帕蘭紮泥之預計相符，認定未濾過之空氣中，含有塵埃與生存而未乾燥之微生物或其生殖孢子。此物一經濾過，即無由侵入浸液中，亦猶雷迪所試驗之蠅，不能入鐵絲網也。

十九世紀初年，自然發生問題仍在繼續辨論之中，無試驗以解決之。至一八三七年司旺——首創有機物構造與作用之細胞學說，發明胃中消化酵素之名為胃液酵素（pepsin）者及用物理學家之方法以研究動物機體之人——始用較為精密之實驗方法，證明斯帕蘭紮泥之說。司旺用一有水平管狀之長頸瓶，盛將試驗之浸液於內而熱至沸點。彼不封固其頸，但以火熱之，使瓶冷後空氣入內之時，無生物能孳入瓶中。如此則瓶中之浸液，經數星期之後，亦不發生微生物。蓋使瓶頸永遠燒至赤熱，即可永遠不發生微生物；但若將火除去，而令未熱過空氣入內，則此浸液不久即有微生物孳集；蓋空氣中之微生物未嘗經過甚熱之瓶頸而被殺死故也。

司旺更用化學分析證明經過赤熱瓶頸之空氣所含養氣量，實與平常空氣無異；以一蛙置瓶中，用經熱空氣冷後供給之亦能健全生活。此足以證明微生物之不生，非由於空氣中養分之不

足，而其試驗之程序，亦可謂完全無缺矣。

至此時期，以哀倫堡諸人用顯微鏡研究之力，關於各種浸液蟲之形狀與性質之知識乃大增；故此時期司旺僅稱其浸液中或防止其不得侵入浸液之微生物為浸液蟲，殊為可異之事。彼從未記載其所觀察之浸液蟲之形狀，但彼曾於此類浸液蟲與黴菌（微小分枝線狀之生物之屬於菌類者）間，為明晰之分別。彼謂此類生物之孢子，有時亦由大氣中之塵埃內闢入之，彼對於麥酒中酵母菌內所謂「常見之顆粒」（雷汶胡克在一百五十年前所發明）有重要之觀察，彼證明其為植物，而記載其生長與發芽生殖之法。

司旺對於此問題之貢獻，在彼認定含浸液蟲之浸液之腐敗為浸液蟲生活與營養之作用，彼謂浸液蟲由植物之浸液中攝取化學原素以供其營養之用，因之使溶解於浸液之中之有機化合物分解而腐敗，彼因以為腐敗為生活而非死亡之結果。蓋若無生活之浸液蟲，則此項浸液必能永保其澄清，在無限之時期中，永不更變。彼又推論以為酵母菌之將糖變為酒精，亦由於酵母菌同等之生活與生長作用，由糖中攝取其所需之原素，使此化合物之名為糖者分解，其賸餘之物則為酒

精與碳酸氣。於此司旺乃初創發酵爲生活之生物活動所致。而認定腐敗與酒精發酵相同，前者由未定名之浸液蟲所致，後者由於酵母菌所致。所說乃與當時流行之說相反，普通人皆信腐敗爲養氣之化所致，一方引起腐敗，一方則使微生物由無機物自然發生云。

浸液之精密研究 在司旺於彼略無分別統稱爲浸液蟲者之發生腐敗現象有短期之研究後，其當然之第二步驟，則爲一八四〇至六〇年之間，用較進步之顯微鏡，以精密研究關於腐敗現象之浸液蟲。此種貢獻，亦逐漸而得者。雷汝胡克以及其他記載浸液蟲之人——包括哀倫堡在內——在研究微生物世界之時，曾考察（a）天然之浸液，如溝渠池塘中之水漿；（b）用死樹葉，芻草或動物死體，浸於玻璃杯瓶水中之人爲浸液。各種鐘形原生蟲，較大之顫毛蟲，與輪蟲等，以自然積聚之長期浸液中爲最多，如溝渠或池塘之水中與有時存貯於玻璃器中數星期之久之人爲浸液中皆有之。

但當討論「浸液蟲」自然發生之問題時，乃專用人爲浸液，而以高熱度將所有之生物殺死，再暴露於空氣之塵埃，或與未殺生之物如玻璃棒或人指等接觸。數點鐘之後，此浸液中卽有如雲

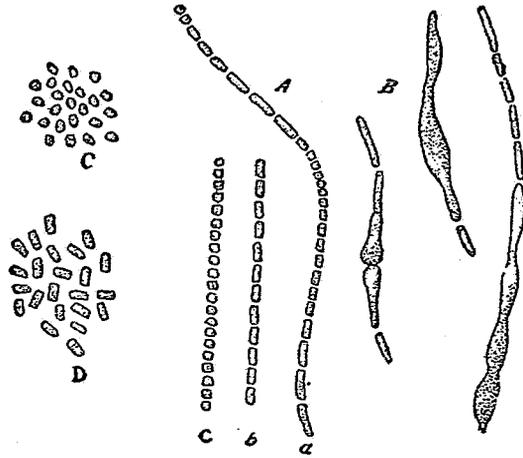
之微生物繁生，一二日後即腐敗而發生惡臭。此類後發生之種類，全為極微小之棍形及線形或球形種類之為哀倫堡所稱為 *Vibronia* 與 *Monadina* 者。在此浸液中，初時彼較大之浸液蟲殊不可見，亦與腐敗現象無關。

直至新鮮之浸液腐敗之末期——數日或一月之久——較大之浸液蟲始漸漸出現。此等生物之孢子與乾燥體等，不及 *Vibronia*（吾人所稱為細菌者）之孢子之繁多與普遍。彼必待細菌發生極夥，如牧草之於食草動物，能供給較大之種類食料時，彼等始能繁殖。在關於自然發生問題之興趣未極濃厚之先，無人設想各種顯微生物統稱為浸液蟲一羣（林尼阿稱為『紊亂類』）者，在浸液中乃依次先後出現，而為其生活史中之各時代。而最早出現之種類與後來出現者之差別，不啻植物與動物之區別也。

細菌歸入植物界 將細菌歸入植物之功績，非任何一人所能專有，但在一八四〇至六〇年之間，彼研究藻類與菌類，尤以研究細微之絲狀藻類與黴菌之植物學家，得普通生物學家之承認，將 *Vibronia* 與鼓藻砂藻由哀倫堡之浸液蟲中分出而歸入『植物界』。

拉盆何士特 (Raabenhorst) 辜清 (Kutzing) 與內革利 (Nägeli) 爲研究多數微細植物之形態及分類學之人。以彼等研究之深，乃將昔日紊亂之『浸液蟲』一羣，分散而重行排列。彼等研究之最奇結果，厥爲證明引起腐敗之生物，Vibrionia 或細菌，並非原生動物，其性質與營養皆異於動物，而爲與極微細水藻名爲顫藻 (Oscillatoriae) 者相近之植物。同時動物學認定以構造上之關係，彼輪蟲類亦不能認爲浸液蟲之類，如哀倫堡與米勒所主張，而必與較高之環節動物相提並論也。結果則米勒首創而哀倫堡因襲之浸液蟲之名破裂，植物學家將細菌，鼓藻矽藻取去，動物學家將輪蟲取去，所賸者爲自然成一羣之極微細之單細胞動物，至一八六〇年，錫波爾德 (von Siebold) 乃名之爲原生動物。

巴士特早年之發明 當關於細菌之性質與活動之新理解逐漸發達，其與細弱之絲狀顫藻多數相似之點逐漸證明之時，法國大化學家巴士特對於此項微生物之研究，與其學說之成立，使學者視此物爲發酵作用之主因，而爲研究開一新紀元。巴士特證明尿素之分解爲阿摩尼亞，由於羣集而生之一特種甚簡單之細菌所致；而葡萄酒與麥酒之變爲醋，亦由於發生至數百萬之醋酸



第六圖 醋酸發酵細菌(Bacterium aceti)

A, 普通線形生長之含有鍊形孢子者; a, 或長或短之桿形細菌; b, 更短之桿菌; 小球菌; B, 此種或他種細菌中常見之扭腫生長; 脫離之小球菌; D, 脫離之短桿菌(放大九百倍)。

細菌所致(觀第六圖)。

第一次發現一種致病之細菌者

為法國病理學家達凡(Davaine)，在

一八五四年彼覺得患脾熱病或痘病

(人與他種動物亦能患之)之羊之

血中，有無數之棍棒狀之細菌寄生物

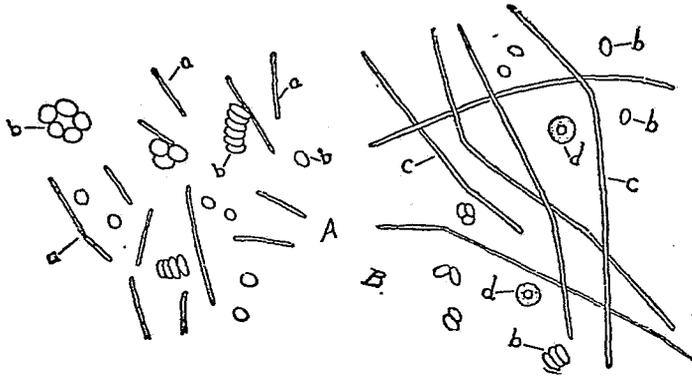
屬集，而斷定其為此病之原因(觀第

七圖)再後(一八六三年)巴士特

乃研究此病，進而研究發明他種細菌

病(雞瘟病(fowl cholera))，霍病

(pebrine)等等)。巴氏之研究，大都趨重於治療其所研究之病之一方面，使之最終滅絕於人體或家畜體中之外，或對於細菌與酵母菌有益或有害於人之造酒造醋工業，發明其進步改良之方法



第七圖 疽病之細菌 (Bacillus anthracis)

(a)散處之桿菌不能游動；(b)紅血輪；(c)線狀菌之生長；(d)無色之血輪；A，取自受病之兔血中；B，培養三點鐘以後之生長。

焉。

使吾人對於細菌有今日之知識之步驟

吾人至此曾將研究細菌致引起今日理論上與實用上重要貢獻之步驟，述其梗概，今更總而論之，可分為以下各步驟：(一)發明與應用顯微鏡；(二)自然發生或自無機物發生之學說；(三)發明一廣大之微細浸液蟲世界；(四)初用細菌之名；(五)用試驗證明無機發生說之無稽，而發明細菌為腐敗之生活要素；(六)發明細菌為他種發酵之主因；(七)發明細菌為多種極劇烈之人類與獸類疾病之主因；(八)證明細菌與多種藻類植物（藍綠藻）之構造生長與營養相同，而

不能認之爲動物。

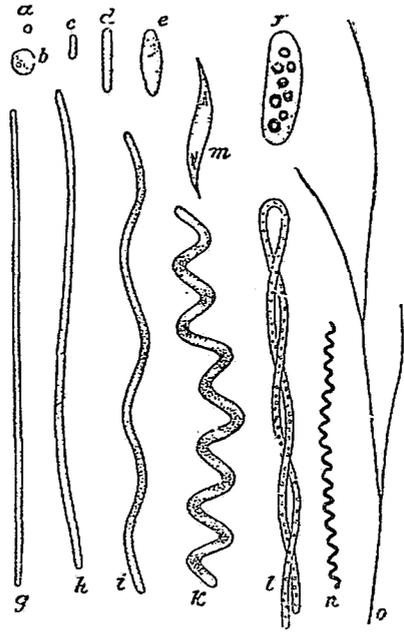
吾人於此可就本篇之窄小範圍內，略述吾人今日關於細菌之知識。此種知識在近六十年內進步之速，至爲可驚。現在已分爲數科研究，在大研究所中有數千特別訓練之人，從事於此項研究。有名之化學家，生理學家，衛生學家與病理學家，皆日夜孜孜於此，而因其重要與新奇，今日之細菌學已變爲一獨立科學矣。

五

各種之細菌 細菌在今日認爲一區甚小棍棒形圓形或線狀水生植物，與水中普通之藍綠色植物名爲藍綠藻者有密切之關係。其形狀構造之簡單，與其生理及生活史，與其分橫裂法繁殖，二者皆同。故二者又合稱爲裂殖植物 (Schizophyta)。細菌之特性在其各種化學活動，與其各種所謂『發酵作用』，其構造與生活史與酵母菌及黴菌異，而彼等則產生使各種糖化爲酒之酵素者也。

細菌之得名，由於其平常爲數百萬廣集之微細獨立之棍棒形生物。平常每間五萬分之一英

寸 (1/2 吋) 長二萬五千分之一英寸 (1 吋) 但常有一羣中所有之細菌皆有七八倍於上說之長而較闊者。此棍棒形者，無論或長或短，皆稱為桿菌 (Bacilli) (第八圖 c 至 f)，而細菌一名，昔日



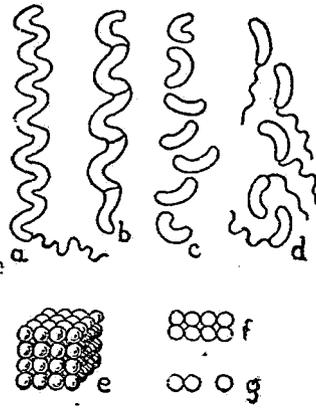
第八圖 細菌單體所成之各種形狀

a, 小球菌; b, 大球菌; c, 短桿菌; d, 長桿菌; e, 卵圓菌; f, 甚大之短桿菌之含有硫黃顆粒者 (桃紅細菌); g, 線狀菌; h, 頭狀菌之微彎曲者; i, 頭狀菌之甚彎曲者; k, 紐合之螺旋菌; m, 甚短之螺旋菌; n, 密紐之螺旋菌; o, 樹狀之細菌 (由假分枝所致)。

加於較長之種類者，今日乃用為細菌之通名。有數種桿菌，生之較長時，不分裂為二，而繼續伸長變為細瘦直立之線狀體，則稱為線狀菌 (sep-

tothrix form) (第八圖 g)。再則此種線狀體或不直立而微彎作蛇形，則稱為波動菌 (vibrio form) (第八圖 h 至 i)。波動菌本為米勒加於一般細菌之名，今則惟限於此類微彎曲之種

類。此種生長與彎曲再進一步即為或鬆或緊紐結之螺旋，而稱為螺旋狀菌（第八圖 k 至 n）。此類線狀之生長，不論其為直為曲，每每現有甚短之段落，略似或長或短之桿菌，有時竟分裂為多數此類之菌，有數種螺旋狀菌分裂為多數微彎之小段，如霍亂病之螺旋狀菌即屬此例，因之發現此菌之人，柏林之科和乃稱為讀點狀桿菌（comma-bacillus）也（觀第九圖）。



第九圖 霍亂病之螺旋菌

a, 螺旋菌狀之生長時代，有一顫動之鞭毛，用之以為螺旋狀之前進運動；b, 螺旋菌已失去鞭毛，不能運動，且分為若干段落；c, 各段落分離成讀點狀之個體，故科和乃立一讀點菌之名；d, 一羣讀點菌發生原形質所成顫動之尾（如一單獨之顫毛用此顫動而游泳）；e, *Sarcina ventriculi* 之立方形羣體，其在人膠中能使霍亂病易於發達；f, 同種菌之兩行小球菌；g, 同上分離之球菌。

桿菌，顫狀菌，螺旋

狀菌，有時可橫裂收縮

如球形之個體，則名為

小球菌（micrococci），

或球狀菌（coccus

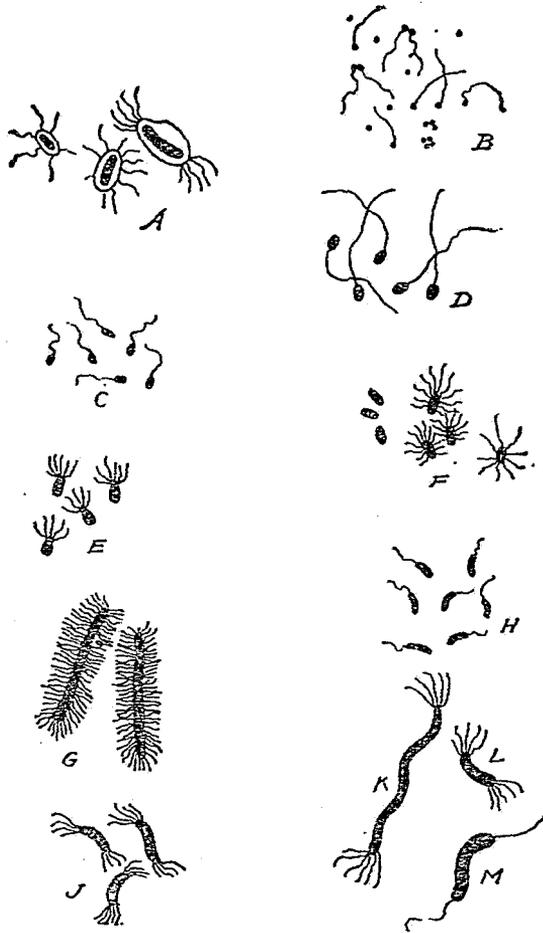
form）（第八圖 a）。

小球菌用橫裂法繁殖甚速，而成甚大之羣體。所以致桿菌或線狀菌分裂為小球菌之原因，在今日尚不明瞭。或有多種小球菌僅能發生此種，而既已久不由桿菌產出，逐漸失去其伸長為桿菌或線

狀菌之能力。但多種球狀菌與桿狀菌之祖先，或有自由成爲自小球菌至線狀菌螺旋狀菌之能力。如酵母菌經人認爲浸於水中分枝而構造複雜之黴菌退化之一支，不能生長至其所自來之種類之大（就今日研究之結果而言），多數小球菌與桿菌亦失去其長成線狀體之能力，而永成爲小球狀體或小棍狀體之形狀。但亦有多種有此種二變異之生長，尤以彼生於溝洫池塘之中，而未有特種之體合如寄生生活者，爲能保持其生長變異之能力也。吾人甚難在種種變異之情況中，隔離而栽培一特種之細菌，使之能於直接觀察之後，斷言此種形狀係由彼種生長而成。有少數細菌學家，如文諾格拉士思（Winogradski），曾將某特種形狀之細菌在顯微鏡下觀察至數星期之久，見其生長繁殖而不變形狀，乃遽武斷無論何種細菌，卽生於新異之營養與環境中，從無改變形狀之事，則殊爲無據之言也。

有時在非常之培養化學狀況中，有奇特膨大畸形之細菌，則稱爲變態形狀（involution forms）（觀第六圖。）

繁殖與運動 小球菌與桿菌生長與繁殖之速率頗爲可驚，有一種普通細菌（第十六圖），



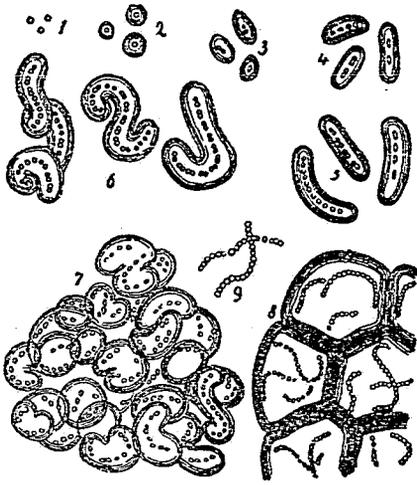
第十圖 深染色之製作表示各種細菌之顫毛排列狀況

A, 芻草細菌。B, 有一單獨顫毛之小球菌。C, D, 綠色膿水中有一顫毛之大卵形細菌。E, 一種較大分泌色素之細菌, 一端有一叢顫毛。F, 腸熱病之細菌, 有多數周身生長之顫毛, 生活時此項顫毛不能見(觀二十五圖)。G, 一種大細菌; 周身有多數顫毛; H, 科和所記載之霍亂病之讀點狀細菌; J, K, L, M, 各種之螺旋菌, 表示兩端之顫毛。

平常生於芻草之浸液中，名爲芻草細菌 (*Bacillus subtilis*)。在每半點鐘之久，卽生長大至一倍而分裂爲二。故一個此項之細菌，在五點鐘內可變爲一千零二十四個，至十點鐘則數逾百萬，二十四點鐘則爲萬萬計矣。

桿菌，小球菌與螺旋菌，在液中結成濃厚游泳之雲狀體（稱爲麤集時代），在其中游泳極速；但有時亦不運動，而下沈爲不運動之質點（休止時代）。其運動由於其表面上有極微細之原形質絲，在水中顫動所致。此種顫毛，水中之原生動物亦具之，在高等動物細胞之濕潤表面上亦有之。（第三圖。）細菌至將休息之時代，卽失去顫毛。此種顫毛，僅在近年染色之技術極精，而用最高倍之顯微鏡時，始有法可以察見。蓋其毛極微細而透明，不用人工染色法，決不能辨別之也。第十圖所表示者，卽將各種細菌用極濃厚之染色法染得者，此種顫毛或一個或數個或多數，或生細菌之一端，或兩端皆生，或生滿遍體。此種顫毛之運動，與他種小質點之在水中之運動所謂布拉文運動（*Brownian movement*）者大有區別。

膠質時代 各種不同之細菌，有一共同生活生長之特性，卽在每細菌之個體上，每每發生一

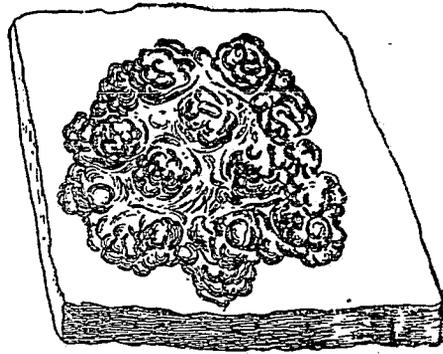


第十一圖 *Leuconostoc mesenteroides* 之蛙卵狀生長此種細菌生由甜菜根取糖之木槽中

此種生長由微小之球形孢子(1),發達一膠質之包被(2)(3)而得,再則分裂為一羣小球菌(4),(5),(6),淺而積聚多量之膠質物(7)(8)而有害於糖質,(9)為兩串小球菌中部各隔以一大球菌,試以之比較與之有關係但較大之藍綠藻如葛仙米與 *Anabaena*。

之膠質團有時可大至數英寸(第十二圖),有時竟可填塞其所在之玻璃瓶。此種膠質團名為細菌團(*Zoogloea*)而植物學家每稱之為細菌團時代。但此英文名稱,含有發源於動物

層膠質膜是也。此種膠質或極薄,僅足使已分裂之細胞不連接為一,此與一種名為 *Cladotrix* 者,尤有重要關係。蓋此菌有一種假分枝法,其線狀體之末段脫卸於一旁,而為膠質薄膜所黏著。下部之線狀體乃繼續伸長,遂成分枝之狀。正式之分枝為細菌之所無。再則此膠質或為甚厚而透明之膜,或多個細胞之膠質膜連合為一膠質團,而將發生膠質之細菌裹於其中(第十一圖)。如是



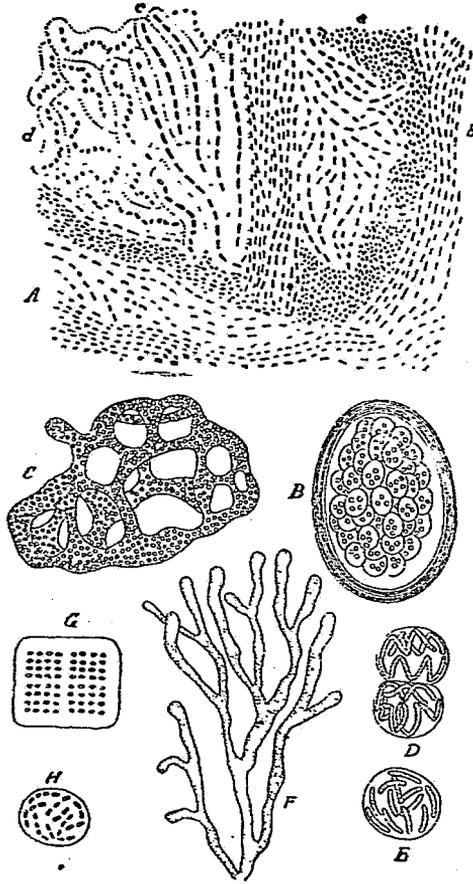
第十二圖 生於一片甘藍根上之細菌團

膠質所包被之細菌，甚似葛仙米與 *Anabaena* 成鍊形。

之意，易於發生誤解，應稱爲 *Oenogloea* 焉。

大多數細菌——但非一切之細菌——在生長時期中每每發生多量之膠質團，各種不同之細菌，所發生之膠質團之形狀及密度，亦各各不同（第十三圖）。最普通者爲在細菌生活之液體之表面或稍下之處發生一層有抵抗力之薄膜，是稱爲細菌皮（*mycoderma*）（第十三圖 a）。此外則有球形，分枝或網狀之細菌團

（第十三圖 c）每每各種化學作用不同之細菌集合在一膠質團之中，而成一各種細菌互助之羣體。最著之例，爲薑味麥酒植物（ginger bear plant）爲細菌與酵母菌合組之膠質團（第十四圖）；又如「醋母」與馬乳酒酵母（*Koumissferment*）皆是也。此皆由於各種細菌之共生成，與地衣之爲菌與藻類共生者相同也。

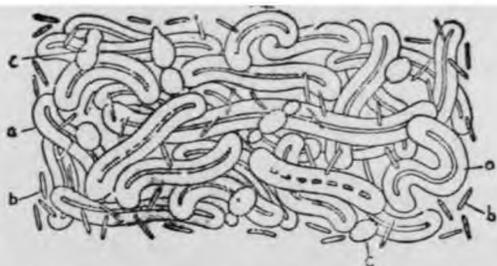


第十三圖 各種細菌所成之細菌團

A, 皮狀之生長包括數種細菌; a, d, 小球菌; b, c, 短桿菌; B, 卵形之膠質團, 包有桃紅色大球菌; C, 同種細菌之網狀膠質團; D, 膠質團中之螺旋菌; E, 膠質團中之桿菌; F, cladothrix 狀之樹形膠質團中為小球菌; G, bacterium merismopedioides 之脾狀膠質團; H, 膠質團中包有分裂為短段落之螺旋菌。

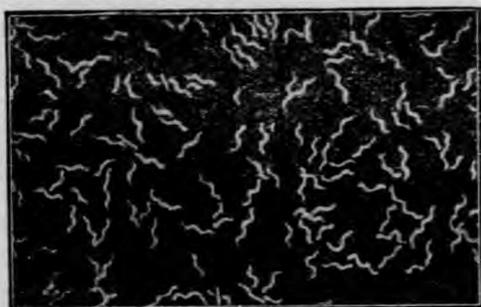
細菌之生殖 細菌中無類似配合之現象, 亦不產生雌雄孢子, 雖所有細菌皆用簡單分裂法

繁殖, 但尚有大多數細菌產生一種有抵抗力之生殖孢子, 名為抵抗孢子 (spores)。在尚未考知之或種營養狀況之下, 彼桿菌或線狀菌或螺旋菌之一節中之原形質, 收縮成卵圓形密厚能折



第十四圖 薑味麥酒植物之一小塊

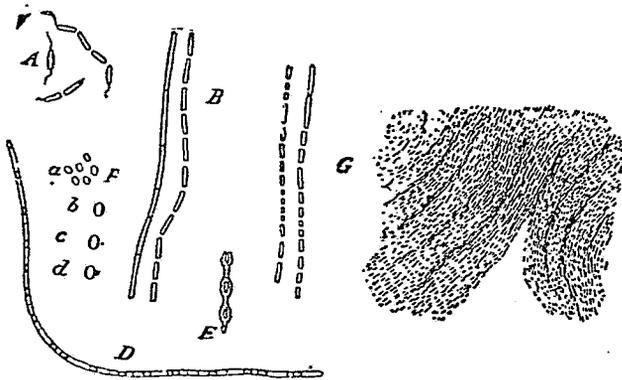
表示(a) (a) 彎形之桿菌與鍊形之短桿菌，包被於膠質中，甚似喜糖之 *leuconostoc* (第十一圖)；(b) (b) 散處之桿菌；(c) (c) 酵母菌，此為三種不同之植物之共生現象。



第十五圖 生活之糞水中螺旋菌

巴黎孔曼丹醫學博士用黑背景聚光法所攝之影。

光之體，其外為特種孢膜所包裹。此種孢子有抵抗乾旱與高溫度之能力，而非平常桿菌或似桿菌之段節中含有物所具者。此種孢子即為抵抗孢子，有數種曾於第十六、十七二圖中表示之。吾人不能將細菌分為產孢子與不產孢子之種類，蓋吾人不知彼從不產生孢子



第十六圖 科因諸人所稱之芻草浸液細菌
(*Bacillus subtilis*)

A, 自由游泳之桿菌, 每一端有一顯毛(同時觀十五圖A); B, 線狀菌之分爲桿菌; C, 線狀體之分爲較短之段落; D, 線狀體其段落中已成抵抗孢子者; E, 孢子之有膨脹膠狀物包裹者; F, 放出之孢子; a, 未萌發者; b, c, d, 正在萌發之中, 注意其由中部橫生而非由極端萌發(比較第十六, 第十七兩圖); G, 膜狀膠質包括多行芻草細菌。

之種類, 而敢斷言其不產生孢子也。芻草桿菌與致痘病與脾熱病之桿菌, 爲產生孢子之種類之佳例, 其形狀亦甚相似(第七, 十六圖)。在或種情況中, 彼等皆能生長爲線形體, 其抵抗孢子產生爲一行。畢希勒(Buchner)嘗以爲痘病桿菌實爲寄生於血中之變相芻草桿菌, 但用最高倍之顯微鏡, 觀察其孢子萌發, 乃發現一確定之異點, 新生之痘病桿菌由卵圓形孢子之一端萌發, 而芻草桿菌由卵圓形孢子之中部萌發(第十六圖F)。

六

細菌之原形質 各種細菌, 無論其爲球

菌桿菌或線狀菌其原形質之構造以其體過小之故，甚難鑑別之，吾人以之比擬他種簡單生物（如酵母菌細胞）每懸付線形菌之一節，或分立之球菌與桿菌，具有正式細胞之構造；中部有一細胞核，爲有一定構造之中部較密之體；大部分爲易於染色之重染生質（Chromatin）之顆粒與絲狀體，在正式之細胞（第二、三圖）中，細胞核爲較稀之原形質所包，原形質之中，另有各種顆粒與空隙內盛細胞液，但久經詳細之研究，證明細菌與平常之植物細胞不同，無真正之細胞核，僅多種有重染生質粒。在數種亦曾發現深藏之染色體，細菌之外部原形質較內部爲密，重染生質與他種化學性之顆粒，與硫黃細菌之硫素顆粒，皆分布於外部原形質中（第八圖F）。數種藍綠藻（與細菌相近）之細胞中亦似無細胞核，惟在他種，則有一不整齊之可染色體，或卽代表普通細胞中胞核，亦未可知。細菌細胞內之構造，不能表明其爲化學作用主因之所由，與其顫毛生長脫落之理。吾人於此已將細菌之形態與構造略述其大概，茲將再略述其與環境之關係，與其在內繁殖之有機物浸液之化學性質。第不能細究其化學問題，蓋如此必將牽及最複雜最新奇最困難之有機化學問題，則已逸出本篇範圍之外矣。

乾燥之影響 細菌亦與他種生物同，其與死物或無生物異者，厥惟組成其體之化合物，爲炭氫氮四種元素所成，而另有少量之硫與極少量之磷酸鹽，石灰，與鹽類。此類化合物成爲一種滑而流動之物質，名之曰原形質。原形質欲有生活作用，必須飽含有水分，但有時亦能禁耐乾燥而入一蟄伏狀態（如輪蟲與樹懶之類所表現）。故吾人可見若環境濕潤或浸於水中，則細菌能活動，生長生殖與運動；若在乾燥之狀況中，則較嫩弱之種類死亡，但亦有能禁耐乾旱，變爲硬殼之抵抗孢子而存活者焉。

熱與冷之關係 多種細菌能在攝氏零度之海水中孳生，且有人示知在最低之溫度中（液化輕氣之溫度——攝氏零度下二百五十二度），其活動固然停止，但與之無損。惟溫度高至攝氏五十五度時，則多數細菌皆致殺死，在溫泉中之細菌，有能繁生於攝氏七十五度之高溫者。所有不生孢子之細菌，若致之沸水中（攝氏一百度）立時死亡，但產孢子之細菌之孢子，若已乾燥而陳舊，能抵抗沸水之溫度至三點鐘之久。較幼而濕潤之孢子較易於殺死。抵抗高溫之事實，與製造殺生之浸液與培養基，以培養分別各種之細菌於實驗室中，極有關係，而爲細菌學之基礎；與製造果

品菜蔬魚肉之罐頭食物以供食用之成功與否，且於昔日研究（今日已棄置）自然發生問題，亦極關重要焉。

光之關係 今日已確切證明直接之日光能殺死多種之細菌，暴露之蓄水池與淺湖與淺河之水中，平常皆甚少致傷寒病脾熱病以及其他易爲日光殺死之致病細菌。德哇考得液體之含有使屠肆之肉與死魚發生磷光之細菌者，即使之凍於液化空氣之溫度至數月之久，若不暴露於日光之下，細菌不致有絲毫之損傷；若日後將冰融解，則細菌重行活動而發磷光。在此凍結狀況中，無機械或化學之原因，能加損傷於細菌，但無法以抵抗日光中紫色光線破壞之影響，雖凍結之後，他種原素不能侵害之；但光能穿入，而以其光浪之震動，原形質之分子，乃被破壞而分裂。

地心吸力之影響 有人考知繼續劇烈震動其所居之液體，能致害於細菌，而空中或水中質點之下降，能使大氣之上部無細菌，亦能使止水中之大部分無細菌，尤以極微細之礦質沈澱（如克拉克使水變軟之方法中所用者）爲能挾飄浮之細菌而下沈。

聖保羅大教堂頂上之空氣，每一立特含有八個細菌，其墳場中之空氣，則每一立特中含有七

十個細菌。布蘭克山頂之空氣，一百立特中不見一個細菌。細菌不能長久飄浮於空氣之中，彼與塵埃同爲風所傳播；但若無交通無風之處，如鄉間僻靜之室或草原，其空氣幾全不含微生物，反是一切之表面上皆積聚有細菌，尤以水面與人指上爲多。

平常考驗空氣中含有細菌之法，將會經量過之一定量空氣，通過一盛有曾經殺生與溫（非熱）膠混合之營養液，再傾於曾經殺生之玻璃碟中，以蓋覆之，使之凝固，空氣中所含之每一細菌皆被裹於膠質中，就其地位而繁殖，變成一細小生長之塊。

在一定量之空氣中所致之生長塊，可以計算，而其所獲得之各種類可以鑑別，在一量過之定量之水中所含之細菌，亦可以此法估計之。

爲考定細菌種類與分離（爲細菌學家最重要之事）之真確計，分減之法，較膠質碟之法爲優。在分減之法，（爲力斯忒男爵研究牛乳之細菌學，欲考定普通牛乳中所含之細菌種類，而分離之以供研究用時所用之方法）先將一立方米釐之液體所含之細菌，平鋪於方形之玻璃片上，以顯微鏡觀察而計算之，假設算得每一立方米釐所含者，約爲一千個細菌，於是乃以一千立方米釐

純潔殺生之水和入一立方米釐液體中，而攪動之，如此則所得之液體，每一立方米釐中，含有一個細菌。若用刻度之滴管，滴出一米釐之液汁，其中或含一個細菌，於是可用此法滴出五十立方米釐之液體，各置於一已殺生之培養基管中。在數管中，或不能傳染，在數他管中，或傳染有二三種細菌，但在多數管中，僅有一細菌傳染，是為該種之純粹培養，細菌學家乃可用之以研究培養之。上述者為細菌學家方法之大略，其工作之困難，在時刻需要精密之注意，使之無他種細菌孳雜其中，不可存僥倖於萬一之想。

化學品之影響 除營養問題外，細菌之生長每為各種化學品所制止，或竟為之殺死，有時僅須少量即足有此影響。有數種細菌在僅微呈酸性反應之液質中即不能生存，他種別無此影響，石灰，石炭酸，綠氣，碘素，各種金屬鹽類，各種煤精染料皆有殺細菌之能力而稱為防腐劑。此等物為天然環境中所未有，為人所製造以制止細菌之破壞作用之用者。最近佛來銘 (Flemin) 發現人之眼淚與其他分泌液中，亦含有殺細菌之物（見一九二二年英國皇家學會會報）。

在數種細菌，必須有游離之氯氣，以供其生活與化學作用之用，是稱為喜氣的 (aerobiontic)。

另有一大羣細菌，僅能繁生於無游離氧氣之處，是稱爲畏氣的 (anaerobiontic)。細菌在其所生之腐敗之動植物屍體上，與土中所含之有機物質與浸液（如池沼中之水與淤泥等）中之化學變化，大要視其需游離養氣與否爲轉移也。

七

細菌對於其環境尤其對於有機物之活動 細菌最著之化學作用，爲使蛋白質——炭氫氮氮硫五種元素所成之化合物，而爲組成動植物之肌肉與軀體之柔軟部分之原料——分解而腐敗，司旺示知蛋白質浸液之腐敗，無論其爲在天然池水或土壤中，或爲人造之肉湯中，必藉彼與他人所稱爲浸液蟲之生長與繁殖，此浸液蟲在今日則稱爲細菌以別於他種微細生物。此種腐敗之主要現象即爲發生惡臭與細菌之迅速生長與繁殖，細菌所致之腐敗，即爲細菌營養之初步，可況之於動物胃腸中蛋白質之消化。當細菌生長與繁殖時，必先吸取有機元素如炭氫氮氮硫等於原形質之中，而用之以重造新原形質。此等元素，在空氣中爲在穩固之礦物情況，如氫氣，氮氣，與游離氮氣，炭酸氣，融解於各種天然水中者則爲炭酸氣，阿摩尼亞，炭酸阿摩尼亞與硫酸鹽。凡生物皆須

此五種元素爲食物，但惟綠色植物，能吸收其在此礦物狀況中者，而同化之，造成複雜之化合物，其最重要者，厥爲蛋白質。實驗示知綠色植物之此種特性，全恃日光與其綠色部分之作用，其中之綠色素稱爲葉綠素者，爲此作用中之要素；而釋放原形質所需之游離氮素，亦其作用之重要部分也。無論何種動物，皆不能將此在簡單狀況之有機元素造成蛋白質，動物須絕對倚賴其所捕食之他種動物所造成之蛋白質，或植物之葉，根，與果實，種子之蛋白質，以得其所需之有機元素。故葉綠素與日光爲將游離或簡單化合或變爲礦物質之有機元素造成複雜之蛋白質與原形質不可缺之中介物，同時有以使大氣中充滿生物所不可或缺之氮氣焉。

酵素 細菌亦如動物，完全不能以阿摩尼亞與碳酸氣爲食，固有數種細菌能由一種簡單之化合物例如酒石酸化阿摩尼亞中取得其炭素與氮素，但彼等之大多數（如動物）皆須利用較繁雜之化合物，而以類似動物食道牆壁上之細胞所分泌之胃液酵素，脾液酵素等之酵素分解而消化之。動物所食之肉，一入胃中，卽爲分泌酵素之細胞所包圍，而被分解與消化。吾人此處不能細究酵素之性質，但可說酵素爲含有炭氫氮四有機元素之有機化合物，而具有化學家所稱爲接

觸媒之性質者。微小之細菌不能吞噬食物，彼等並無胃腸，但反而言之，彼等乃能侵入食物之內，而將其體中所分泌於外之酵素，侵蝕食物，視彼被消化之食物之性質與細菌之種類，以分解之至各種程度。此種消化之重要結果，厥惟使食物變為可融，而彼重要之有機原素，變為較蛋白質為簡單而可滲透之化合物，滲透入細菌細胞之中，而為其生長與生殖之原形質所同化。

腐敗 當一死體或一塊獸肉腐敗之時，有多種細菌以次工作，每一種細菌使分解達一步驟，而分泌一特種酵素。第一步為一特種細菌將肉中之蛋白質，變為較蛋白質僅稍簡單之化合物，此時殊不發生惡臭，此類之化合物名為駝明 (ptomaines)。有數種若人食之，則為最劇烈之毒物。以他種細菌之力，駝明乃分解為各種有惡臭之化合物，如茵多 (indol)、糞臭素 (skatol) 等。此類化合物之構造與性質，皆已詳細考定，大都為妨害多數動物之毒物。他種細菌繼之而工作，造成阿摩尼亞、氫硫與碳酸，於此蛋白質乃被分解為簡單之化合物，大半以碳酸與阿摩尼亞為主，將尿素分解為阿摩尼亞之細菌，亦在此類之中。最後則另有一種細菌，使阿摩尼亞氯化成亞硝酸鹽，於是又將有機元素變為穩固物狀況，斯能供綠色植物營養之用。

有機元素之循環 於是可見細菌爲有機元素普通循環不可或缺之要素，假使能將世上之細菌完全滅盡，則不久地球上將全被動植物死體堆塞，而有機元素將被蔽錮於其中。存在之礦質，穩固之碳酸氣與阿摩尼亞，必有一日全被用罄，無以供綠色植物之用。因之亦無新蛋白質造成，氮化作用所耗去之氮氣，亦無從補充之。現存之死蛋白質不能分解，生命之傳統，終至中絕。細菌以其腐敗作用，乃獨擅將成爲複雜化合物之蛋白質之有機元素，變爲較簡單穩固之狀況之能力，使綠色植物再吸收之而造成蛋白質，同時復釋放生命所必須之氮氣於大氣中，使不至因與各種易於氮化之物連合而繼續減少。

與蛋白質腐敗有關之各種細菌大多數皆被分離，其形狀與其特種之化學作用，皆已研究詳盡；但因其體之過小，與其易於混雜，且有相互之關係，一大部分尚不得稱爲確定焉。

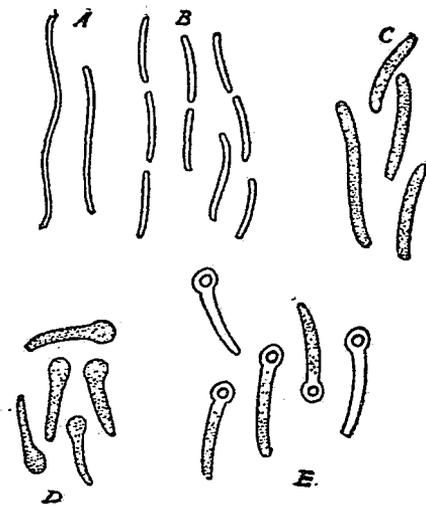
細菌之種類 吾人尙未能十分確定排列細菌於一定之種與屬，而指定每種之特別活動與生活史，今日細菌學家僅能言某種之化學作用，由於其所分離所純粹培養之或長或短或直或曲之細菌——桿菌，小球菌，線狀菌或螺旋菌所致。而此種種細菌，彼考知其能否化其生於其上之膠

質爲水，能否分泌色素與螢光，或需氧氣，或畏氧氣，或生孢子或否，或發生熱與磷光或否，彼再進而考知用何種化學藥品可使之染色，若有顛毛，其叢集之狀若何。

爲方便計，每一種細菌，皆立一學名，此種名單甚長，據極持重之專家計之，共有三十屬一千種之多。但現在無學說能窮其發源蛻嬗之迹，或斷定其各種是否如高等之動植物有繼續不變之性質，亦不能證明每種細菌所特著之化學作用，於此種細菌，有何利益，在生存競爭中，某種某族細菌之得以生存之理，亦不能以此類特著之化學作用解釋之也。

八

細菌之各種活動 此處僅能略舉細菌之數種最重要最奇特之活動，特別注重於有關於人類幸福者。近年來以各種工業與衛生專家之研究，經鑑別定名之細菌種類數乃大增，除腐敗蛋白質外，尙有多數相類之作用。在植物遺體堆積之池沼中，有數種細菌其工作爲分解胞膜質與植物之木質纖維，而釋放沼氣（ CH_4 ），硫化氫與磷化氫（第十七圖）。由酒與麥酒（即淡酒精）造成醋與醋酸，爲另一種細菌活動（第六圖）。又如由牛乳造成酪酸，由某種糖類造成乳酸，亦爲細



第十七圖 *Vibrio rugula* 使植物堅硬部分造成纖維之胞膜質分解之細菌

A, B, C, 微彎, 能游泳; C, D, E, 造成抵抗孢子之三時期, 使此細菌成棒形。

菌所致。在每一種作用, 其細菌之種類, 皆經詳細鑑定與繪圖, 而洞悉控制其作用之方法, 為在今日創立大工業如造醋與使酒與麥酒不變酸等所不可缺之知識。酪酸與乳酸之酵素, 對於牛乳事業極其重要, 如使牛乳變酸與造乳油乾酪是。數年前曼徹斯特博物

院中多數極可貴之海中貝殼, 為酪酸細菌所侵, 多數全變為粉; 細加研究, 則見其皆變為酪酸化鈣焉。

多種細菌生長時發生色素, 若非用純粹培養法, 則所分泌之各種色素, 以混雜故而變為黯淡。有數種細菌, 其自體即有色素, 如生於麵包上之 *Micrococcus prodigiatus*, 每使麵包現染血之

顏色；當其忽侵入人家之麵包時，每引起無謂之驚恐。他種使乾鱈魚與乳酪變紅色，另一種自體有
色素之細菌，厥爲桃紅色細菌 (*Bacterium rubescens*)，生於舊池塘中之敗葉枯枝上，與海岸邊
高出潮標之池沼中，使培養之之膠質，染有黃色而帶螢光之細菌，河水中常有之，他種則使培養基
染成藍紫綠色，有一種即使膿水變爲藍綠色者也。

由各種藍草中取出藍靛之重要化學作用，乃由於一種天然生於藍草葉上之細菌所致，又如
使各種煙葉有其特種之風味之酵素，亦爲一特種細菌所分泌，茶與可可之風味亦然，此類細菌可
用適當之方法，使之繁盛與衰滅。

乾酪之製造，全仗產乳酸之細菌，作用於贖胃汁造成之凝乳上。乾酪與乳油成熟之後期，其特
別風味，全由於各種特別之細菌所致。在牛乳中製造乳酸之桿菌與小球菌之曾經鑑定記載者有
一百種之多；製造家加意培養，使牛乳與乳酪發生各種特別風味之各種特別細菌，以達其所需之
目的。細菌對於乳牛業之尤爲重要者，則因有時造成『苦乾酪』，『紅乾酪』，『腐乾酪』與『毒
乾酪』，而乳油亦可變爲油狀與蕪菁味，或苦味。凡此種種弊病，皆由於特種之細菌所致，若知何種

情形能促進，何種情形能制止此類細菌之活動，則可免有此項意外之損失也。此地或彼方所造之乾酪之特著風味，由於多種細菌與數種黴菌之合力所致；此種混合，幾於每地皆有不同，而亦各地所特著，某專家研究在一種乾酪上，有八十種細菌之多，其易起種種變異，於茲可見矣。

鞣皮——將生獸皮浸於液體中使變為熟革——亦為一種工業之倚賴細菌作用者。有多種細菌在各時期各引起其相當之變化，惟其詳細歷程，今日尙不深悉也。

以上所舉者，僅為製造食物及工業用之動植物產品中以細菌作用為重要原因之數例，今日以研究之愈詳，使之愈能為人類所控制者也。

細菌之活動，有二確定之結果：(a)發生熱；(b)發生平常稱為螢光之無熱之光。平常芻草，棉，與麥芽糖之發熱，皆由於發酵所致。在或種大氣狀況之下，能發生多量之熱，致起燃燒現象，謂之「自然燃燒」。

發光之細菌 同時燐光即無熱之光，亦由其他數種細菌發生所致。多種海中動物如微小之 *Noctiluca* 水母，海環蟲，甲殼類，與貝殼類以及昆蟲中之螢與宵行蟲 (*glowworm*) 之類，皆能發

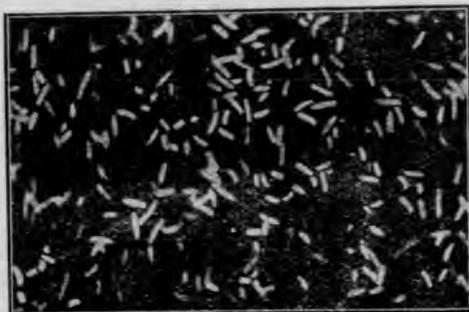
磷光。取任何量海水，若用適宜之方法，極易培養多量發磷光之桿菌，可養之於瓶中至任何時期，而使培養之液體（如肉汁），搖動於大氣中之氮氣中，發光如煤油燈。現在已經分別鑒定者，有多種發光之細菌，大都出自海中，或海邊城中屠案上之獸肉爲此類細菌所侵，致夜間發極可怖之光。垃圾中之獸骨與肉屑，在暄暖潮濕之氣候，有時亦爲此類細菌所侵而發磷光。最奇者爲居在潮標之上富有海藻之海岸邊之沙跳蝦，體中寄生發磷光之桿菌，此菌先在布倫（Boulogne），繼在奧士特韓母（Ouistreham）與諾曼底（Normandy）地方發見，但在英國海岸，從未之前聞。此種磷光桿菌侵入沙跳蝦之血中，繁殖極速，致使此小蝦在夜間發光如宵行蟲，不留神之人嘗誤認之。夏日夜間步行於沙灘中，不難立獲得十許。且爲細菌所侵之蝦，不但不能跳躍，以此菌之故，幾至不能爬行，故極易捕獲。此種磷光細菌在沙跳蝦體中所起之化學變化爲有毒者實乃爲一種疾病，受害之蝦，死亡極速。自物種由生存競爭適者生存而來之觀點言之，此種生長繁殖於沙跳蝦血中之磷光細菌，其能引吾人注意而與其他一般細菌不同者約有兩點。一爲能產生發磷光之物質，一爲此物質有毒能致此小蝦於死。發光如宵行蟲或毒死此無害之小蝦，於此種細菌有何利益；然則此種

極似有害於其自己生命之特性何自而固定於此寄生細菌之中乎？發此等磷光以引起他種動物之注意，初無益於此種發光之細菌（即於他種海中發光之生物亦殊無益）。彼所需者，不過適量之素習之食物，彼在蝦之血中固易於取得也，即將其寄主殺死，亦與細菌無益。平常殺死寄主皆與寄生生物無益，寄生生物每每隨寄主死去，在大多數寄生現象，在一定時間之後，寄生生物與寄主間常保持一種平衡，寄生生物不極端孳生致使寄主大受損害；蓋寄生生物所利者非寄主之死亡，而為寄主繼續供給寄生生物以養料也。故致沙跳蝦於死之發磷光細菌，實為不可解之謎焉。

海水中之細菌，常為特別之種類，此問題尙未細加研究，然據云，海洋深處絕無細菌，而以此等處以無如在土壤中或地球上淺水中所含之千百種奇異之細菌之故，亦無腐敗之現象焉。

致病之細菌 磷光細菌出產毒素之性質，乃引吾人以討論致病之細菌，此種研究在今日醫學上占極重要之位置，今日考知幾於所有人類與動物之傳染病，與多種植物之疾病，皆由於多種不同之細菌寄生於動植物體中所致。僅有少數傳染病如瘧疾等，可追至微小生物之名為原生動物者，即為動物而非植物也。有多種細菌僅生存於動物表皮上之分泌物——死的有機物——中，

除發生惡臭之腐敗外，並無他害，多種細菌由口中遍布於食道之表面上，又有由外部之孔竅侵入，遍布於膀胱與呼吸器官之表面上者，腸中之含有物為腐敗細菌之最佳培養地，人與獸類腸中之含有物有一半為此類細菌，其種類甚繁，皆須俟他日更為詳細之實驗與研究。此類細菌之大多數，



第十八圖 生活之腸熱病細菌

法國巴黎孔曼丹醫學博士(Dr. Commandant)

用黑背景聚光法所攝之影。

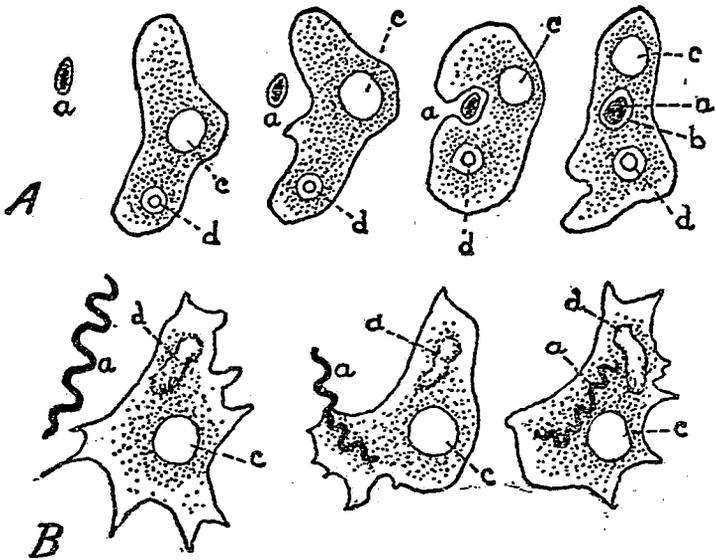


第十九圖 科和之結核菌

(*Bacillus tuberculosis*)

此取於人類結核之染色切片中。

皆不為害於寄主，且或能助寄主之消化，彼等亦時常分泌少量之毒素，寄主頗能禁受之。但有時（因寄主身體之特種狀況，或特種有害之細菌之侵入）腸中分泌毒質之細菌孳生過多，引起致命之疾病，如腸熱症，東方霍亂，痢疾與各種腹瀉，皆證明



第二十圖 A變形蟲與B脊椎動物之白血輪相比較

在二者之中，食物 (a) 皆可見，且可見其生活之原形質吞噬小細胞之狀，吞噬後乃用「酵素」以消化分解之。白血輪所吞噬者為一螺旋菌，或為致病之種類而由此撲滅者。(b)，圍繞變形蟲所吞噬之食物之液汁；(c)，原形質中盛液汁之空穴；(d)，細胞核。

為有定之細菌所致。(第十
十八、十九圖。) 口腔中有多種
細菌，(桿菌，線狀菌，螺旋菌)
為牙齒腐爛與齒痛之主因，彼
致尿素分解為阿摩尼亞之細
菌有時侵入膀胱中而引起疾
病，被極危險之肺結核細菌，平
常由肺中侵入，有時亦由胃腸
中侵入，有一種腐敗細菌竟由
鼻中侵入於面骨之氣道中云。

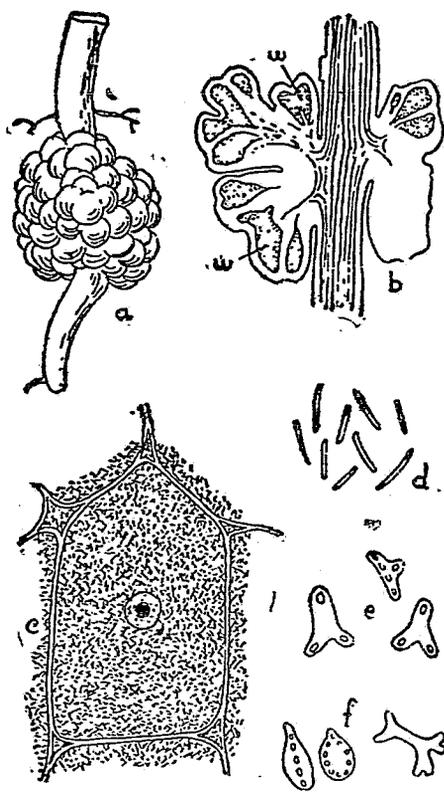
欲證明某種疾病為某特
種細菌所致，細菌學家皆承認

先須將所疑之細菌，爲純粹之培養，再以之接種於絕無此病之健全動物體中。若考得細菌在被接種之動物體中繁殖甚衆，而所設想爲此細菌所致之病證現於此動物體中，結果則此病或爲此種細菌所致；但仍須幾經試驗於不同之情況之下，方能斷定其無誤也。多種致病之細菌，或爲孢子，或爲積極活動而正生長之時代，能長期或短期存活於土壤或水中，因而自一患者傳染於他患者，如腸熱病，霍亂，痘病，以及其他種細菌皆然。惟普通致腐敗之細菌有時能致此類致病細菌於死，有多種致病之細菌須得他種細菌之合作，方能爲害，如極可畏之破傷風細菌（*tetanus*）自傳染之土壤中傳入傷口中者，若無敗血病細菌（*septicæmic bacteria*）與之俱，以引誘白血輪，而使破傷風桿菌能繁殖於傷口中而分泌極易吸收之毒質，則破傷風細菌必致爲白血輪所殺（觀二十圖與其說明），而不能分泌其可畏之毒質。另一種在此次大戰中極多之傷口傳染病名，爲毒氣死肉症（*gas-gangrene*），爲三種或四種細菌合作所致，力斯忒發現外科割治或敵人創傷之傷口所起之極危險之腐敗，皆由於傷口之組織中，有發生毒素之細菌生長所致。彼乃首先創用世界著名之殺菌藥創法與加意之清潔，以期將傷口面上之細菌，驅除罄盡。

細菌傳播之方法 致病細菌侵入動物之體中之方法，極關重要，生活之組織平常爲皮所保護，細菌之不能由有軟而可以滲透之粘膜之天然孔竅侵入體中者，必須由意外之傷損處，或附著於蠅蚊蚤蝨等刺破皮膚以吸取血液之寄生蟲方能侵入乾燥角質之皮內，致瘋狗咬病之細菌，雖

尙未能精確鑑定，但已證明其爲由患有瘋疾之狗或他種動物咬傷之處，侵入人體。瘋狗咬病之病菌生存於患病動物之口涎中，彼致牢獄熱病 (typhus, jail fever) 之病菌，曾經試驗證明爲由蟲傳染入人體中，但尙未能分離之。黃熱病由於一種微生物，或爲一種細菌，爲一種蚋 (Stegomyia tritaenata) 嚙人皮膚而傳染，其微生物尙未能分離，戰壕熱病之細菌爲蝨所傳染，間斷熱病 (又名饑荒熱病) 爲一種能運動之螺旋菌於人血中生活之所致，而爲普通之壁蝨人所傳染，此類中最可畏昆蟲所傳染之病菌，——其形如普通之短桿菌，別無異狀——爲致歷史上最著名之鼠疫，此種病菌，由於一種游行之蚤自鼠傳染於人體中。

致病細菌有時爲會傳染疾病之高等動物所致，傳病之動物，自身並不受其體中之病菌之害，



第二十一圖 細菌侵入豆科植物之根部之狀況

a, *Bacterium radiculolum* 所致之豆科根瘤自然大; b, 根與根瘤之縱剖, 表示為細菌所侵之組織; w, c, 組織中之細胞, 放大多倍, 表示內部密集之細菌; d, 被侵之細胞中之桿菌狀之細菌; e, f, 不規則形狀之細菌。

而為於人或他動物有大害之病菌之來源, 致馬耳塔熱病細菌之歷史即其例也。布魯司將軍 (General Bruce) 發明此種病菌生於摩爾太 (Malta) 地方取乳之山羊體中, 於山羊身體為害甚小, 或竟無害, 並傳染入乳中而為人所飲, 尤以海陸軍病院為甚, 則極其危險。此事發明之後, 對山羊管

理大加注意，今日此種可畏之病，幾已全滅迹，有時少數人毫不受傷寒或霍亂之毒之影響，而常爲傳病之來源，每由其洩便中將此於彼無害於人極危險之病菌傳至他人，各種血毒病 (pyæmia) 與丹毒 (erysipelas)，白喉 (diphtheria)，馬鼻疽 (glanders)，各種傷風與重傷風，皆經證明爲特種細菌所致。致重傷風之細菌尙未確知，故目前尙不易防禦，但希望他日有完全掃滅之一日。楊梅毒爲一種螺旋菌所致，肺癆病 (第十九圖) 在一千八百八十二年爲科和所發明，能侵入各種之器官與組織，若繁殖過多，則能毀壞肺與各種腺以及其他被侵害之器官，其毀壞之歷程雖不迅速，但難幸免。與肺癆病相近者，厥爲癩病，其進行尤爲緩慢，此種致病之細菌在一千八百七十一年——在發明肺癆病菌之前十一年——爲卑爾根 (Bergen) 地方之罕森 (Hansen) 所發明，癩病細菌由已傳染之病人體中侵入傷口或破損之處以入人體，此種皮膚之傷損，多由於不適宜之食品，如常食乾魚，與缺乏新鮮肉食與菜蔬所致。凡在飲食改良進步之處，癩病即逐漸消滅，四十年前挪威卑爾根地方之癩病院中有二百五十患癩之人，今日則在挪威全境不過四五十人。昔時西歐全境，包括英倫三島在內，患癩病者甚多，各處皆設有癩病院，禮拜堂亦特設有癩病者之出入門，

吾人希望肺癆病以及他種結核症，日後亦能同樣消滅也。

詳論上舉之細菌所致人類重要疾病，非此處篇幅所許，僅能略舉其名，此外如猩紅熱，麻疹，天花，皆可斷定其爲細菌所致，惟致此數種疾病之細菌尙未發現與分離之，以供研究之用耳。

十

土壤中之細菌 最後有三大區細菌，其在水與土中之化學作用極其重要，此處須略論之，是爲硫黃細菌，鐵細菌與氮素細菌。硫黃細菌最特別之性質，厥爲其倚賴氫二硫爲生，此種氣體在池沼中由各種細菌侵蝕分解胞膜質，或植物遺體之木質，與沼氣同時發生，硫黃細菌乃氯化此等水中之氫二硫氣，攝取硫黃而存儲於其原形質之中。止水之池沼中極多桃紅色或紫色之硫黃細菌，成葡萄酒色之薄片，此類細菌他日尙須爲詳細之研究。在發生氫二硫氣泡之天然溫泉中，有多數無色甚大有特別之形狀與生長之硫黃菌，包括有形態區別甚大之種類。如球菌，線狀菌，與螺旋菌（名爲 *Beggiatoa*），西西里（*Sicily*）島中第三紀岩層中多量純硫黃礦，卽由於此類硫黃細菌所致。

止水池沼中之黑色淤泥，由於氫二硫對於土中之鐵化鹽類起變化而成，爲黑色之硫化鐵所致。鐵細菌繁生於含有可溶解二碳酸化鐵之天然水中，細菌之外部乃爲一厚層赤褐色之氯化鐵所包，有時自來水管全爲此種沈澱物所被滿，由於一特種細菌之化學變化與氯化所致。

硝化細菌對於供給綠色植物所需之氮素化合物，極關重要，彼爲天然水與土壤中重要原動力之一，而須認爲農學與所有綠色植物之栽種之基礎也。一類名爲亞硝酸鹽細菌 (*nitroso-bacteria*)，能將蛋白質最後腐敗分解而成之阿摩尼亞變爲亞硝酸鹽，但亞硝酸鹽非綠色植物所需，彼所需者爲硝酸鹽。另有一類細菌名爲硝酸鹽細菌 (*nitrate-bacteria*) 者，立卽隨硝酸鹽之後，將亞硝酸鹽變爲硝酸鹽。但另有一類極奇特之細菌能直接攝取大氣中游離未經化合之氮素變爲綠色植物所能吸收利用之氮素化合物，此類氮素固定菌廣布於可以耕種之土壤中，且彼等能侵入一重要生產食用植物之豆科中植物，如大豆，豌豆，紫雲英，苜蓿之類之根上，而生存於其在支根上所引起之根瘤中 (第廿一圖)。此種細菌名爲 *Bacterium radicleolum*，能使豌豆大豆等植物攝取同化大氣中之游離氮素，此事實曾經用大舉之試驗證明之。氮素固定菌能在綠色植物

體外用適當之營養液培養之，曾經培養多量賣為商品，以供輸入於缺乏硝酸鹽之土壤中之用。此處尚須順便聲明者，即另有一類細菌尚在研究之中，能將土壤中之硝酸鹽變為亞硝酸鹽，與將亞硝酸鹽變為阿摩尼亞與游離氮素。堆肥久貯，則硝素化合物漸減少，即此故也。

糞尿為肥料與傳染病之來源 此兩問題曾經各大研究所中多數化學家學生之研究，現會設有甚大之工廠，收集糞尿利用各種細菌如腐敗，腐化胞膜質，造成阿摩尼亞，亞硝酸鹽，與硝酸鹽等種類之作用，使之變為最適宜於植物營養之用，此種工業極重要，日見發達。

他一項研究，即在使河港之水保有適當之清潔，使在人煙稠密之處用為人類飲料時，不致發生疾病。由河港中汲取為人類養料之水中，每每含有腸熱病霍亂痢疾等致病細菌，尤以在河岸旁之大城市其人類糞尿用糞尿管或他法輸入河流中者為甚，立法機關曾用法律減少過度之污染，今日自來水公司所供給之水，因另有排除糞尿之法，大部分可免污染，再用沈澱（克拉克方法）沙濾，與暴露於日光中之法，可免含有逾量之細菌，在較困難之情形，則須用臭氯氣或綠氣以清潔之。自蓄水池流往各處所經過地方之水，其中所含之細菌之數目與種類，皆須詳細考查記錄之，尤

以爲人類或獸類糞尿所污染之特種表徵細菌之數目（每一立方公分）爲重要，此類細菌卽 *Bacillus coli communis* 與 *B. enteritidis sporogenes* 是也。爲城市村落中居民糞尿所污染之水，或含有腸熱病霍亂等病之細菌，而未會發覺，實爲危險，故一發覺飲水有污染，執政者立即設法制止之也。

十一

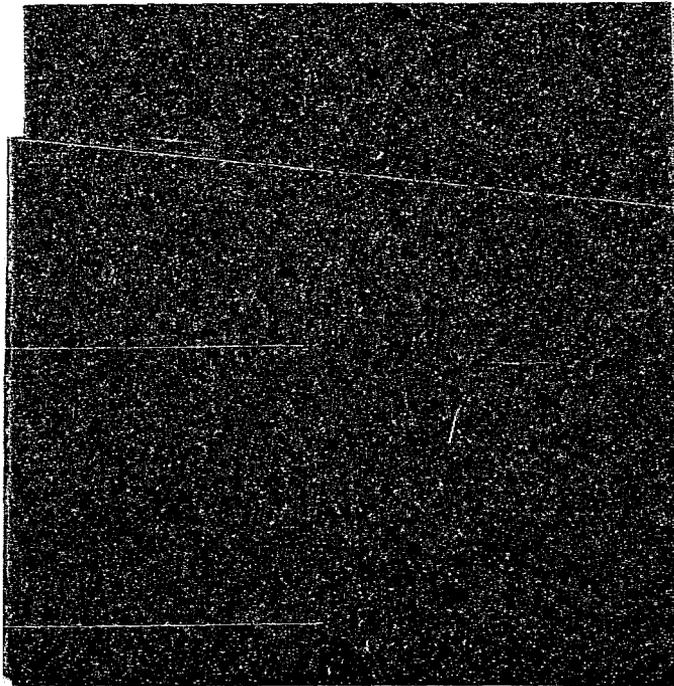
以上所陳卽詔讀者以關於司旺之『浸液蟲』，哀倫堡之波動蟲，已經積聚而尙在發達，極其紛繁而最爲重要之各支知識之大略。因人類工業與衛生之實地需要，產出關於多數特種細菌之生活狀況與化學作用多量詳細之知識，但與疾病以及工業無關之細菌，則比較無人注意，將來必須研究此類較爲普通之種類，吾人方能對於此類最可驚異無處不有之生物之來源與生活史，有更明瞭之了解也。

參考書目

讀者對於此問題願加以深切之研究，可參閱第十一版大英百科全書之『細菌學』條，此條

爲已故之窩德教授 (Prof. Marshall Ward) 所撰，爲英文中最普通之論文，羅列早先之重要著作可供參考者，極爲豐富。讀者亦須參讀微鏡學季刊 (Quarterly Journal of Microscopical Science) 第十三及十四卷 (一八七三及一八七六年) 中郎刻斯特 (Lankester) 所著之『桃色菌』 (A Peach-coloured Bacterium) 篇。曹甫 (Zopf) (北勒斯勞一八八五年) 之 Spaltpilze 爲一極有價值之短而明晰之論文，同時密格拉 (Migula) (耶拿一九〇一年) 之細胞之組織 (System der Bakterien) 仍爲討論此問題最詳細之著作，對於一切有關係之學問，皆與以完備之參考。關於細菌學之工藝及商業各方面之特別小冊子，在英美兩國皆有刊行。

註——巴士特於其所研究具有發酵作用之各種有機物並未用名義與敘述以區別之。彼統稱之曰 *microbe* —— *microbionta* 之略字——因名稱簡便，遂爲一般人所用焉。



040189



2121.6

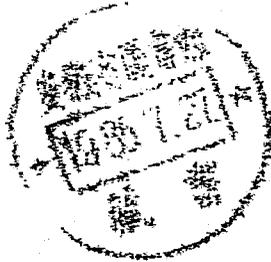
萬有文庫

第一集一千種
王雲五主編

科學大綱

(二十)

湯姆生著
胡明復等譯



商務印書館發行

萬有文庫

第一集一冊

編者

王雲五

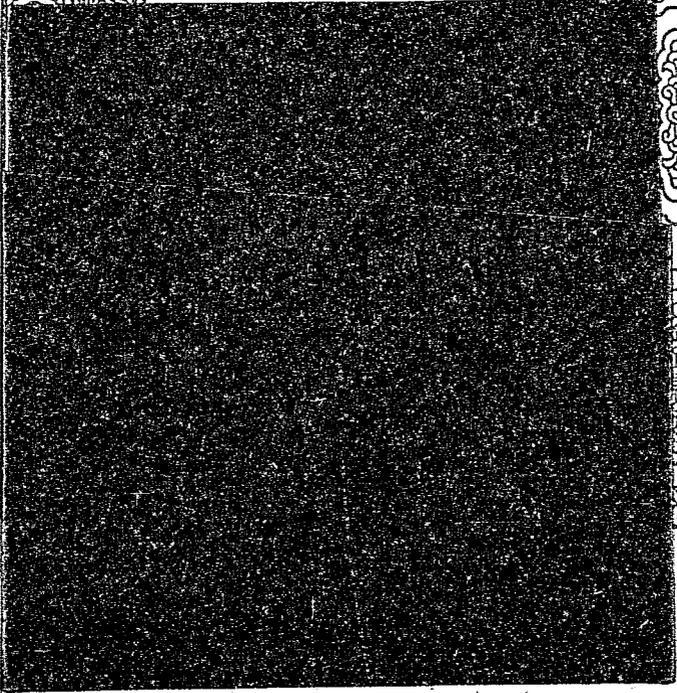
商務印書館發行

040194

網 大 學 科

(二十)

譯等貞明胡 著生姆湯



科學大綱

第二十八篇 地球之構成與岩石之由來

美國哈佛大學哲學博士 竺可楨譯

地球之內部——火山之爆發

地球之成因 本書發端諸章，曾略述今科學家對於地球之成因，以及混沌初開時一切情形之理想。地球之始，必與其餘七行星同起源於一龐大無倫之漩渦星雲，此等漩渦星雲，現今天空中尚指不勝屈也。

關於地球及其餘行星成因之學說，最要者凡二，其一為法國數學家拉普拉斯所創，謂各行星由於星雲中排擠而出之環狀氣體所成。據美國地質學家張伯倫教授所述，則拉普拉斯之理想如

下：

「地球最初，本係一氣體之圓球，後漸成爲液體，但其外部仍爲炎熱之空氣所包圍，不特現今海洋中之水，固盡在空氣中，卽在高溫度易於氣化之固體，亦雜於其間也。嗣後地球面部熱量逐漸發散，遂凝結爲固體，而成地殼，水氣成雨下降而廣被全球。當是時，世界固一片汪洋，無所謂大陸存於其間。迨溫度降低，地殼收縮，而陷穴於是乎成；水性趨下，羣集低窪處，陸地乃始顯露於水面之上，而風化之作用，以及岩層之成造，乃始開其端倪云。」

其二爲流星說，此說謂星雲之初，雖係氣體，但日後成爲散布之流星，所謂行星者卽由是等流星逐漸積聚而成。試再引張伯倫教授之言，以說明其理。

「推想地球最初時之情況，與前說相反者，爲無限小度行星說。（譯者按此說有二名，在英國稱爲流星說，美人則多稱之爲無限小度行星說。）依此說地球最初爲無數流星，各自游行於特殊之軌道中（故此說認定地球之初卽爲固體，）因逐漸互相併吞結合而成地球。其面部之水與空氣亦非本有，爲日後積聚而成者，故地球，空氣，與水三者，皆積少成多，由小至大，無經過一

高溫度時期之必要。由始成以至後期，水與空氣仍源源而來，足以抵制同時間地球所遺失之水與空氣也。』

構成地球之物質，與太陽系內其他行星上之物相類似，所不同者，各種物質成分之多寡耳。原始之時，地球面部爲氣體或液體，月球卽由地球之面部分離而成獨立之形體，潮汐之摩阻力，足令月球離地日漸遙遠，上章已言之矣。初成地球之直徑，據科學家所推測，不過五千五百英里。因吞併鄰近之星雲物體或流星（卽張伯倫教授所謂無限小度之行星），而漸加大，直至其直徑達八千一百英里，地球之生長時期，乃始告終焉。

生長時期告終而後，其體積乃反減縮，至今日而其直徑乃僅七千九百英里，蓋地球之所以減縮者，厥有二故，一由於外部溫度之下降，一由於內部之固結。地球面部，其始大抵爲熔岩（*lava*），或凝結，或沸騰，迭相爲變。而沸騰之作用，能使各種物質互相類聚，輕者上浮及巔，重者直沉於底，故酸性如花崗岩等之物質，乃上升，而鹽基性如玄武岩等之物質則下降。迨外部溫度低降而後，乃凝結成爲厚達五十英里堅硬之地殼，掩蔽地球內部，使其熱量不得外泄，世界各大洲概係較輕之岩

石，如花崗岩等所構成，至於海洋底部，則多爲濃密之玄武岩。要之地殼爲岩石所成，而岩石之奇妙，乃在其構成物質之互換與配合也。

地球之內部，恐係一金屬所成之核，但其外爲五十英里厚之地殼所包圍，故吾人無從窺知。地球中心之離地面四千英里之遙，而世人所掘最深之坑，不過六千五百英尺，尙不及二英里又四分之一也。如欲以此例彼，妄測其內容，直等坐井觀天耳。是以欲洞窺地球內部之狀況，非特科學的探究方法不爲功。大概自地面下降，其始也溫度之加增，與岩石性質之更變，均甚漸而有定，迨達一定深度而後，則情形迴變，是實爲地殼與金屬所成地核之交界處矣。

地球之內部 吾人所知關於地球內部之狀況，多賴研究地震之波浪與火山之爆發而來。由地震之波浪，吾人始悉地球內部物質之堅韌，且其堅度愈近地心而愈大，蓋由於地球外部之壓力，迫壓內部物質之分子，使其互相接近之故。地震時其震動之波浪，自地震中心向外四散，以傳於全球，宛似具有彈性之波浪。當地震劇烈時，能發生『主要波浪』，使地面受極大之搖動。此等主要波

浪，循地面而行，入地不深，又稱爲橫浪，其速率不過縱浪二分之一。所謂縱浪者，實爲地震各波浪之先驅，凡有地震時，首到之震動，此爲縱浪，故又名爲「先驅浪。」地震之所以能表現地球內部之情狀者，實由於此等先驅浪也。研究縱浪之速度，則知其

所經之路線，往往直貫地球而過，其入地之深，常可於其速度中推測之。世界各國多設有地震測候所，其中所備儀器非常精密，而觀測亦極勤謹，故凡遇地震，其地點，強度，以及各種有關之事實，不難洞悉。且研究地震波浪前行時之狀態，則可以數學上之理想，測定其傳導時在地中所經之路線，以



舊金山地震後街道破裂之狀況

破裂之結果足以表現地震時地殼中之漲力與變形。

及其前行之速率。如是則地球內部之情形，亦不難推想而知。其所得結果，已如上述，自地面以達五十英里之深，是為地殼，五十英里以下，則為地球之核，其物質與外部不同，多為密度較大之金屬。亦有信地殼與地核之間，夾有薄層軟而易溶之物質者。此層甚薄，故地球之堅實，不因之以減少也。

使地殼下部誠有此薄層，則恐非為液體，而僅為易於變形之物質耳。美國地質學家維理思·貝力 (Bailey Willis) 討論『何謂實地？』時，嘗設問曰，『大陸，山嶺，海底，固立足於何處乎？』『世界固有岩石，其堅固足以抵禦大陸山嶺而

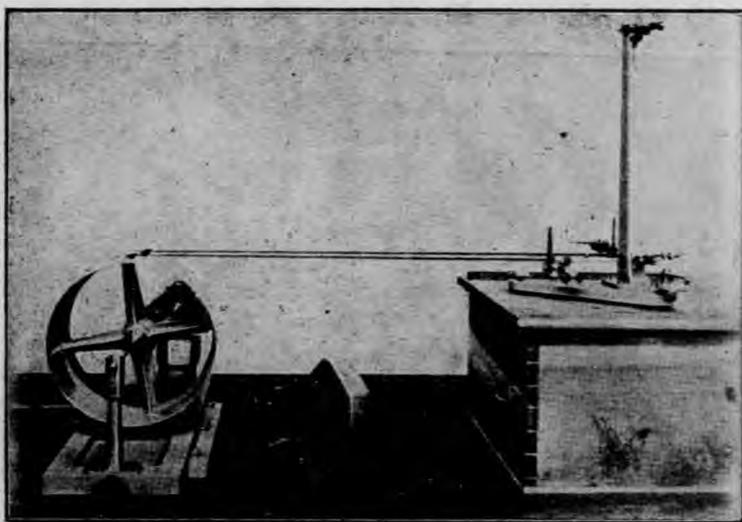


日本地震時莊內川枇杷島橋傾圮後之情況

橋已陷入河中，彎曲作蛇形。

不碎爲齏粉者乎？」小峯之高，達三英里以上者指不勝屈，卽高達五英里者，亦數數觀，其力豈不足以破碎無立足之地乎？試更述維理思對於此點之意見。

以亞洲之高，則其重量斷非在其底部之岩石所能擔負。揆之其餘各大洲，亦莫不然。是故吾人可以意想，在底部之岩石，已近腐爛之狀況，或已經腐爛亦未可知——特所謂腐爛云者，非謂岩石已成粉末，蓋大陸海洋之底部，同在地球之內，連爲一致，斷不容其或有破碎也。岩石之力，雖不足以勝負擔山岳大陸之任，但同



地震儀 (seismograph)

世界各國觀象臺用圖中所示極精密之儀器以測量地震，地面苟略有微震，此等儀器亦可覺察。地球內部之形態，雖直接不能測知，但研究地震波派之速率，則地球內部之情況亦不難窺其一斑矣。

時復不能碎爲小塊或細末。此種相類情形，曾經幾度之實驗，證明大理石以及最堅固之花崗岩，苟置諸高壓力之下，能變其形狀，但同時仍不失其爲完好之固體也。在此種情形之下，岩石幾與蠟相似，能具任何形式，所不同者，岩石仍極堅硬耳。

地球之內部溫度極高，此可自火山及溫泉等現象窺其一斑。且探礦時掘坑愈深，則溫度愈高，亦足以知地球內部之炎熱。地球內部之溫度，依英國地質學家格列高里教授之說，則謂其「必在攝氏寒暑表數千度以上，但地球內部之物質，雖受此高溫，仍



喜馬拉雅山與其頂峯埃佛勒斯

喜馬拉雅山之頂峯即爲世界最高之一點，計拔海面二萬九千零二英尺。世界最深之海其深度略過此數。二數相加，自最高之山峯以達最深之海底，約十二英里，較之地球半徑四千英里之數，渺乎小矣。

不能變爲液體或氣體，且證明其極爲堅固，實因在極強大壓力之下，分子被束縛不易流動之故。當物質受高溫時，由其物理上性質之變遷，其溫度卽不難推測，因此吾人斷定地球內部之溫度，必在攝氏九千度以下，大概不及一萬千度。』

二

地球面上海陸之分布 研究地球之形容面目，卽研究地球海陸分布之狀態，實爲一極有興趣之問題。英人格林·羅狄安 (Lothian Green) 於四十年前，已說明世界各大陸之分布，其形勢宛如四面稜體形之邊端。所謂四面稜體形者，卽一立體形，其四面均爲三角形。大西洋，印度洋，太平洋，及北冰洋，卽在立體三角形之面上。科學家曾以數學之理，證明若一四面稜體形，其面部能吸引水於其上，而全面積七分之五盡爲水掩，則其狀態偏肖世界上之海洋。且依幾何理，凡球體之物，苟其體積收縮，而同時面積之大小不稍減，則其形式必成爲四面稜體形。但地球因自轉極速，故其邊際不尖銳如稜角，而狀較圓鈍。

世界各大洲相去萬里，隔以重洋，但其動植物不特同科而亦同種。今日固如此，卽在地質學上

各時期中，亦莫不如此。此非足以證明現在大陸之爲水所分離者，昔曾互相連繫乎？同一地而幾經滄海桑田之變者，蓋屢屢也。間亦有歷經地質學上各時期，而恒爲大陸者，但不多見耳。昔人常謂北部大西洋中有所謂大西洲（Atlantis）之存在者，柏拉圖關於有史以前大西洲之著述，以及其人民文化程度高尚之諛辭，雖未足徵信，但介於歐美二洲之間，遠古以前，曾有大陸立足其處，可謂毫無疑義者也。

要而言之，高岸爲谷，深谷爲陵，並非爲古人之妄想，乃極普通之事實，屢見不鮮者也。英國全部，幾於無處不經滄海桑田之變。今日之大陸，大都昔時曾爲海底，而今日沿大陸一帶之海底，則亦會見天日而蘄露於海面之上者也。當歐洲石炭層積成之時，澳洲，印度，南美洲，及南非洲，均生有若干同類之特殊植物，地質學家因此推測當時上述各處，實相連合，而成一偉大絕倫之洲，名爲「哥特華納大陸（Gondwana Land）」但依新近威棋納教授（Prof. Wegener）之說，則謂在當時上述各洲，相距實較今日爲近，南美洲，南冰洲（Antarctica）譯者按南極附近嚮稱南冰洋，但近來發明其地非爲海洋而爲大陸，故又稱爲南冰洲。）澳洲，印度諸地，可以南非洲爲中心，而加附於其上，

如吾人之排七巧板然，使成連綿不絕之大陸，而同時其面積遠不如普通所臆想『哥特華納大陸』之巨。威棋納教授并謂大陸之上，多輕鬆之岩石，如花崗岩等，而海洋之底，則多重實之岩石，如玄武岩等。是故大陸之所以得高露而顯其頭角者，實由於其物質較輕，而浮升之故，猶冰山之浮於海水中也。直至地質學上離今未遠之一時期，即第三紀中，此烏合之大陸，忽而瓦解。南北美洲離舊大陸而浮向西方，降至今日，此游離之趨向，仍未少懈。格林蘭離歐洲而漸遠之速率，為每年五十英尺。岩石之在移動大陸之前方者，往往被推偪使成皺襞之狀，南北美洲西岸之落磯山 (Rockies) 與安第斯山 (Andes) 卽由是而成。而此類山脈之所以特多火山者，亦以是也。

火山

英倫諸島，受地震之災害甚鮮。至於火山，則固未之聞焉。但此不過目前之狀況耳，在地質史上，英國固常有地震與火山也。島上各處岩石，幾無不足以證明昔時火山之存在，蘇格蘭西部諸小島，多為火山岩，而在某一時期，蘇格蘭中部曾為火山活動之中心。如北柏立克羅 (North Berwick Low) 本為一主要之噴火口，蘇格蘭首都愛丁堡附近亞脫座 (Arthur's Seat) 及堡岩 (Castle Rock) 諸地，昔曾為一極大火山，洛克斯堡 (Roxburgh) 之伊爾頓山 (Eildon Hills)

與克來德灣 (Firth of Clyde) 之坎布累 (Cumbraes) 亦均爲火山之遺址，此猶不過舉其大略而已。此外如哲維倭特山 (Cheviot Hills) 及湖沼區域 (Lake District) 昔日曾爲火山帶，而威爾斯 (Wales) 之士諾典 (Snowden) 及卡得易德立 (Cader Idris) 諸山，亦在火山活動中心之附近造成者也。

自有地質歷史以來，火山之作用，有時極爲活動，而繼以長時期之休息。蓋以冷卻公轉，及他天體吸力諸故，地脈常發生變形 (strain) 與應力 (stress)。地殼一有變動，則岩石必緣斷層而移易，所謂『斷層』 (fault) 者，卽連綿一致之岩



蘇格蘭愛丁堡之亞脫座

上圖代表火山岩所成之岩塊，此等岩塊由溶岩凝固而成極堅硬之岩石，故其附近較軟之岩石雖盡被風霜溪流剝蝕此則巋然獨存。

石，忽折裂而生上下之移動也。裂谷 (rift valley) 卽因斷層陷落之地面而成，其地較近旁各處爲低。地中海西部死海，紅海，坦干伊喀介 (Tanganyika) 湖，以及非洲諸大湖，卽成於此等裂谷之中。地球之形容面目，實多由於此等上下移行之動作所造成。依格列高里教授之說，則云：

『在地質歷史上火山之所以時而活動，時而休息者，其故由於地殼內變動有多寡強弱之不同。地球體積減縮，則地殼勢必沉降，但其沉降也以漸。故地殼一時能適應內部收縮，而不致有火山爆裂，迨經若干時後，地球內部之容積減縮至一定程度，地殼力不能支，乃復起變動。但地殼爲堅實之固體，一有變動，岩層必且折裂斷碎。岩石沉降之處，其底部卽受有極大壓力，此壓力足使內部炎熱而易於流動之岩石，自斷層裂罅中竄逸而出，於是火山之活動，乃復開一新紀元。』

是故火山之活動，與地球面部之各種動作，如斷層，摺曲之類，有密切之關係。在現今時時爆發之火山，可以意大利之維蘇威 (Vesuvius) 爲代表，自有紀錄以來，維蘇威之第一次爆發（在西歷紀元後七十九年）毀滅潘沛依 (Pompeii) 城，使成一片焦土。地中海內斯多倫波利 (Stromboli) 火山，自荷馬 (Homer) 時代以來，卽時顯其活動。

維蘇威火山爆發時之情形 英國蘭加斯德爵士 (Sir Ray Lancaster) 曾目擊維蘇威火山爆發時之情形，茲特引其所述如下：

『維蘇威頂峯所成之火山口或陷穴，上部係一穴孔，漸下則成爲管狀之隧道，以與內部深不可測之岩漿及水汽相通。至於下部之岩漿，是否爲局部的貯蓄抑地球內部若干英里以下，均係岩漿，則目前尙不能解決。所可知者，則地殼所生之重大壓力（地殼厚自五英里至二十五英里）能阻遏其下部溫度極高之物質，使不得變爲液體或氣體，其內部之熱力，或由於地球初成時本有之高溫，或由於地殼溫度降低體積減縮時所生之壓力而成，與本題殊無關。爲地殼所封閉而墊伏於內部溫度極高之物質，至地殼發生裂隙時，壓力頓去，遂化爲流質或氣體，乘隙沖騰而出。此種驟脫壓制之氣體，勢力極大，擲岩石，挾沙礫，若決安全瓣，直衝霄漢，山陵爲之搖動。』

以下所述，爲一八七一年維蘇威爆發時之景況。

『余等徒步行向觀象台，蓋是晚余等即擬在火山上下榻也。遙見白熱之溶岩兩支，自山腰流出，其闊各約二十碼，前行愈近，則見灼熱之石塊，自噴火口騰湧而上，歷歷可數。每次石塊騰湧

而上時，必有洪大之聲，隨之以起。是晚適值天氣晴朗，惟空中有潔白之雲，高懸於火山之上，蓋由於火山口噴出之水汽所凝結而成者也。余等時聞雷聲隱隱，復見雲中電光閃爍，作慘綠色，與火山口內炎熱之物質，所反照於雲中之赤色，互相輝映。於是遂有疑火山之中，實含有火者，此火山名稱之所以由起也。特火山爆發時，燃燒作用，間亦有之，由於容易燃燒之氣質存乎其中也。火山口之噴發水汽，約每三分鐘一次，但至爆裂劇烈時，則每秒中內則可噴發若干次。且其勢力極猛，使炎熱而透明之水汽上衝，高入雲霄。迨至上部溫度低降而後，乃成爲形似松柏之雲塊。維蘇威所成之雲，往往高達七英里云。

「余等仍復前進，向溶岩流注之處而行，溶岩流之前端，宛若冰河，高約二十英尺。雖漸漸前移，而進步極緩，忽流忽止。自此以上二百碼，卽爲溶岩自火山噴出處，當其初出，熔岩極炎熱而作白色，奔流如水，但爲量實無幾。須臾其溫度卽降低，而面部遂作黏性，外部凝結，成皮而後，足以阻梗溶岩之前進。每隔數分鐘，凝結之皮，因受內部溶岩之衝擊牽引而破碎，乃自面部紛紛下滾，互相擊撞，作聲如無數磁器一齊破碎。同時內部熾熱之溶岩，卽奔騰而出，前行數英尺，但未幾面部

復凝結，而又不能前進一步矣。余等并見兩支溶岩流，漸漸前行接近，合而爲一，有若干樹木，因適當溶岩流之衝，乃遭焚燒，嗣後余等更緣火山所堆積之灰沙而上，逐漸行近火山口之邊際，此處紅熱之岩塊，驟降如雨，火山震裂之聲音，使其外部之蘇馬山 (Monte Somma) 卽古時之噴火口，亦爲之響應，而余等立足之地層，震撼搖擺，不啻一葉扁舟，受海浪之激盪者然。

『當余等升山將達頂部時，灼熱之岩石，方自余等之左邊下降如注。余等遂決擬繞道右方，冒險更上達噴火口之南面，以便一覬火山口之內容。迨達火山口之邊際，余等方窺灼熱之溶岩沸騰於其中，忽焉驚人一鳴，全山搖撼，數百枚燦爛如星之岩石，自火山口飛騰而上，高達四百餘英尺。但幸而不出余等所料，此等飛升之岩石，下降時均墜於余等之左方。余等急飛奔而下，直達火山口下三百英尺之地，始敢稍憩，戲以香烟自紅熱之爆出岩塊中，取火以爲笑樂，而待東方之熹微，天色既曉，則見白色之雲，迷漫於天邊山下，僅露維蘇威山以及那不勒斯附近諸山之頂峯於空際，宛如島嶼之矗立於海洋中也。』

蘭加斯德爵士於翌年又親睹維蘇威火山之大爆發，溶岩自山口下注，至六英里之遙，直至山

麓平地，沿途并焚毀村落。二當其初自山口溢出時，溶岩極狹，迨達平地，則其廣已達三英里，十日以後，『以溶岩流凝結成爲固體。其面部之波紋，則尙仍其舊，遙望之宛若瑞士山中之冰河，但面部一英尺以下，仍甚熾熱，置木桿於其中，則立即着火。』（此段所述見蘭加斯德所著 *Secrets of Earth and Sea*）』

地震與間歇泉 火山爆發之結果，固足以生地震，但大多數劇烈之地震，與火山活動無直接之關係，而實由於地殼中之變動，卽上節所述，由於岩石沿斷層之各種移動也。

間歇泉 (geysers) 者，卽溫泉之能噴水上升飛入空中如噴水池者也。多存在於火山活動區域內，其熱力卽取源於火山。世界最著之間歇泉，在美國歪俄明 (Wyoming) 省國立黃石公園 (Yellowstone National Park) 內。其中有一間歇泉，能噴水至一百五十英尺之高。但美洲 埃斯蘭 (Iceland) 以及新西蘭 (New Zealand) 各處之間歇泉，其噴水也，發爲永久繼續，源源而來。當其噴發時，沸熱之水，直上飛騰，但旋即停止。經若干時而復噴發，其噴發休息，時間常有一定，凡間歇泉之存在，皆足以爲火山活動，已臻於衰頹時期之表示。



新西蘭羅托盧 (Rotorua) 之衛曼姑

(Waimangu) 間歇泉

間歇泉或溫泉，為火山作用將熄滅處所特有之現象。間歇泉以北美洲冰洲及新西蘭為最著。圖中噴水高達一千五百英尺云。

山岳之成造

三

於下節述及沙岩之成因時，吾人將知風霜流水均足以剝蝕岩石，使成沙礫。溪

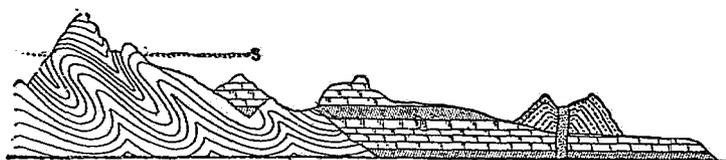
流江河，能挾沙礫以入海。而此等剝蝕力與搬運力，尤以在山岳之中爲尤著。荷風霜流水之剝蝕與搬運作用，繼續進行，永久不息，則大陸上之高山峻嶺，必有減削成爲平原之一日。全球面積，海洋占其大部，大陸僅占全面積四分之一而強耳。且世界最高之山峯，若置諸海洋中最深處，能沒頂而有餘。岩石沙礫，既日趨於下，而海洋又若是其廣大，則世界大陸之所以不完全剝削，以沉填於海底者，抑又何也？此蓋由於地球內部尙儲有極大之原動力，足以生造山岳，一方減削，則他方復聳起以代之，使失之東隅者不難收之於桑榆也。

山岳成造之方法，種種不一，其中最簡單者，爲堆積山岳 (accumulation mountains)，即由於地面上物質堆積而成，如火山即其例也。所謂火山者，乃因沙礫石塊，在火山口外疊積成層，作圓錐形。沙礫石塊之中間有夾以溶岩者，即自噴火口流溢而出者也。大西洋中之騰涅立夫山 (Tenariffe)，日本之富士山，以及他處莊嚴高聳作圓錐形之山岳，其組織莫不如是。但火山之壽命，朝不保夕，陡然爆發，則數百年積聚之功，一旦盡棄，如意大利之維蘇威火山，即其明證。昔日維蘇威山之噴火口，遠大於今日，但以受爆發之影響，而一旦毀滅，迄今其陳跡尙有可尋者。火山之熄滅而不復

能爆發者，則久經風霜雨水之剝蝕，必且大受減削，僅餘堅實之岩頸矗立於地面。此岩頸即為昔日地球內部岩漿上升之孔道，迨今日則已固結為岩石矣。各種堆積山岳，以火山為最重要，但冰河之前端，亦能積有堆石，蓋冰河挾石塊以俱行，及至前端冰河溶解，則岩石即積聚成邱陵矣。

但世界重要之山岳，均非由堆積而成。至於綿亙千里之山脈，則更非堆積所能為功矣。地殼中物質之擁擠與傾軋，實為其主要原因。如在地殼堅硬處，則大塊之岩石即因受排擠而高聳，或至於傾側一方。如在地殼柔軟處，則岩石即為壓力所彎曲，而成為波狀之起伏。

曲摺山岳 (Folded mountains) 為沿地殼軟弱處，岩層所成綫紋狀之起伏。沿大陸之邊際，地面沉降，遂成為盆狀之

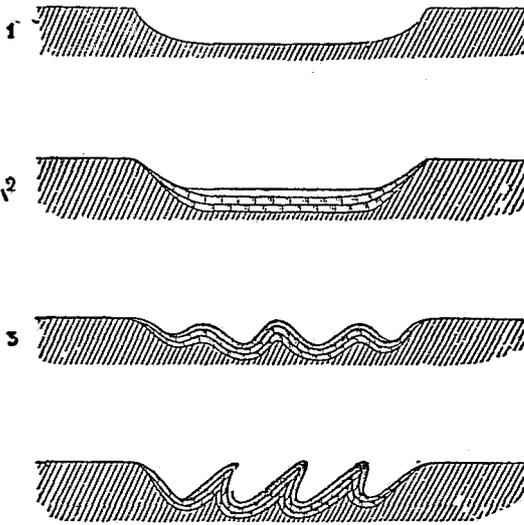


山岳之種類

上圖表示一理想上之山岳，其歷史如下。最初成者為左方之摺曲山岳，嗣後地面逐漸下降，迨海面達圖中 S 線，山坡山麓乃積有平鋪之岩層。大陸復上升而新成岩層遂一變而為高原，風霜之剝蝕隨之，因有剩餘山岳 (relict mountains)。圖中摺曲山岳之右方，有二剩餘山岳，更右則為年代更近之堆積山岳，由於火山衝破平鋪之地層而成。

陷穴，此即所謂海洋是也。自大陸下降之江河川流，挾其所剝蝕之泥沙，以匯注於海洋中。日積月累，海底之沉澱遂成爲沙岩與粘土，魚蟲貝介類之遺骸，積聚而爲石灰岩，長此不已，則滄海勢必有填成爲大陸之一日。但同時海底之沉降，亦仍進行不息，故足以抵制沉澱之堆積，此陷穴之所以難填也。職是之故，柔弱而深厚之沉澱，乃因以積成。

嗣後第二步，卽爲此新成岩石之受排擠而生曲摺。其排擠之壓力，非來自上下兩方，而來自邊旁，猶之吾人欲使一紙板生彎曲，則但緊持兩端而壓偏之，則中部自生起伏。如兩旁之壓力不大，則起伏作波紋狀，如兩旁之壓偏



山嶺造成之四步驟

(1) 陷穴成於兩大陸之間，(2) 沉澱堆積於陷穴之上，(3) 新成之岩石生摺曲，(4) 摺曲傾向一方且有斷裂之勢。此後之第二步，卽爲摺曲岩層之上升，而成大陸。

甚劇，則波紋愈緊，起伏愈高，甚至有縐紋之頂部傾側一方，而倒於第二部縐紋之上者。

阿爾卑斯山之生成 歐

洲主要之摺曲山岳厥推阿爾卑斯，其成立之發軔，遠在第二紀之初期。時則阿爾卑斯目前駐足之地，尚為一盆狀之海洋也。歷經第二紀無數萬年之間，哺乳動物與鳥類之初發現也，顯花植物之滋生也，現代已經絕跡之巨大爬蟲類之繁殖



班拿阿爾卑斯山之高峯

圖中左方為玫瑰山(Monte Rosa)(高15,217尺)，係阿爾卑斯山中之第二峯，賴司堪峯(Lyskamm)在圖之中央(高14,889尺)，圖之右角上則為勃賴忒霍峯(Breithorn)(高13685尺)。偉大之哥納冰河(Gorner Glacier)(在左方)即自此等山坡下垂。上圖係在馬特賀輪山峯(Matterhorn)上向東所攝之影。

也，均在此渺茫久遠之時期中，海中沉澱逐漸積聚成沙岩，頁岩，與石灰岩，厚達數千尺。第二紀之後爲第三紀，此時南部之大陸沉降爲滄海，卽現時所謂地中海，而阿爾卑斯山一帶劇烈之褶曲，亦於同時開其端倪。阿爾卑斯山之曲摺，傾向西北方，使岩層橫倒積疊，幾復與水平面相平行也。

因地層曲摺而生之巨大壓力，足以使岩石變其性質。如粘土與頁岩，則因受傾軋而變爲粘板岩與片岩，花崗岩中之礦物，則因受壓迫而成爲平行狹長之細片。

摺曲成立之最後結果，足使受傾軋之岩石，顯露於海面之上，而達阿爾卑斯山現有之高度。但未幾風霜雨雪，卽施其剝蝕之效用，而於地質學上所謂比較的短時間內，卽已大改其面目矣。阿爾卑斯山最高之頂峯（如白山（Mont Blanc）馬特賀輪山及其餘諸峯）均係年代極老之岩石所成，度其初，此等岩石必尚有深厚而年代較輕之沉澱覆蓋於其上。但歷經風霜而後，年代較幼而軟弱之岩石，盡被剝蝕，僅餘蒼老之岩石，矗立於地面上矣。要之現時之山陵邱谷，未必悉與摺曲原有之起伏相符合，地面之崎嶇高下，實多賴川流冰河剝蝕之力也。

苟風霜川流永得施其剝蝕之效用，則山嶺之最後命運，必減削而成平原，但平原之成，不盡由

於剝蝕。沉澱之堆積，年代久遠而後，如無他種變故，則亦能成爲平原。歐洲之俄羅斯大平原，卽其例也。特平原無論如何坦直勻齊，其所受風霜川流剝蝕之影響，終不一致，故平原若因地殼之變動升舉而成高原，則不久川流卽鑿河谷於其中，而地面乃崎嶇不平。年代久遠而後，河谷近旁之岩石泥沙，均被沖刷以去，僅餘堅硬之高峯峻嶺矣。凡山岳之成立，由於上述之原因者，名爲剩餘山岳，爲昔時大塊高原之殘餘也。

蘇格蘭之山岳 蘇格蘭與挪威之山岳，多爲剩餘山岳，在地質學上最初時期，挪威蘇格蘭間卽成有摺曲山脈，宛如今日之阿爾卑斯山。但嗣後經風霜剝蝕，削爲平原，旋平旋起，已數次矣。故二處山岳之岩石，雖可稱爲世界最古之一種，但山岳成立之年代，極爲幼稚，蓋生成於地質學歷史上最後一時期，卽阿爾卑斯山尙爲其先進也。當昔日地殼騷動時，此蒼古之岩石，因其堅韌故，雖受兩旁之壓迫而不能彎爲摺曲，僅全體岩層傾側一方而已。審察挪威蘇格蘭河流之修短，已足斷定此傾側之岩塊，在歐洲方面較諸向大西洋方面爲長且平也。至於二處山岳高下起伏之形勢，則全由於川流與冰河之作用而來者也。

綜而言之，山岳之造成，舉其要者，不外乎二道。其一卽由於建設而生成者，是爲原成的。屬於此項者，如圓錐式之火山，由於泥灰堆積而成，摺曲山岳由於地層之一部，受邊旁之壓逼而生起伏，雖成因不同，而其爲建設的山岳，則一也。其二則由於破壞或剝削而生成者，如剩餘山岳，卽其例也。此等山岳昔日曾爲高原，迨後因受風霜川流之剝蝕，柔弱處盡被沖刷以去，僅遺堅硬之岩石以爲殘餘，爲剝蝕之紀念品而已。

山岳之消滅 風霜剝蝕最劇烈之處卽爲山岳，可無疑義。石塊破碎而後，不能立足於峻峭之山坡。故山坡之傾斜急者，其面部無泥土以覆蓋之，遂致如牛山之濯濯，且孤立之山峯，最易受剝蝕之影響。雷電不時亦能碎裂山峯之岩石。史梯芬 (Leslie Stephen) 謂白山之肩部，『有若干岩石面部均滿綴以形似玻璃之圓珠，可爲常觸雷電之證。』雖然雷電雖暴烈亦偶一見之而已，剝蝕岩石最要之主動力實爲風霜。岩石孔隙裂縫中苟貯有水，則一經凍結，凝固成冰而膨漲，其漲力甚巨。散布於山坡之石片，以及滿載於溝壑中之砂礫，大都均由此生成。凡經風霜剝蝕之山峯，均尖銳如針，司開 (Skye) 之科嶺山 (Coolin Hills)，沙摩泥 (Chamonix) 之阿該耶山 (Aiguilles) 其明

證也。

在歐洲阿爾卑斯與其他高山之巔，因氣候寒冷異常，故積雪終年，極爲深厚；下部之雪，因受上部之壓力而堅實。且此等積雪，時而溶解，時而凝結，遂致成爲冰塊。山居之人，鑑別冰塊有黑冰與藍冰之別。所謂黑冰者，卽天寒時池沼川流面部所結之冰。至於藍冰，乃作顆粒式而爲積雪所變成之冰也。因其自身之重量，與上部積雪之壓力，此藍色之冰塊，乃自山巔之雪田中，徐徐向下，自山坡以達於山谷，宛如一固體之川流。此所以有冰河之稱也。所謂冰河者並非爲無數破裂之冰塊聚集而成，乃連綿一氣整塊之冰也。其所以能結成一氣者，則多賴溶解與凝結之力。往往山谷中滿載冰塊，自此岸以達彼岸。因冰河極爲堅實，故不易全體溶解，而常能下行達於雪線之下，綠草如茵之平原上也。其流行之緩，與河流速率比較，相去不啻天壤，恐尙不及河流速度萬分之一；時計上分針前行之速度，或可與之相比擬耳。山谷兩岸之石塊沙礫，往往墮於冰河之上，爲其所挾帶而下降。迨達山麓或平原而後冰河溶解，而其所挾之石塊乃堆積爲邱陵，是名堆石（moraine）。泥沙之細者，爲冰河溶解所成之川流沖刷以去，此所以源自冰河之川流，往往極爲混濁也。

冰河對於山谷之剝蝕作用，與川流絕然不同。山中泉流能鑿削溝谷，使作V字形，上部廣而下部狹，兩岸則傾斜。泉流所取之道往往宛轉曲折作蛇形。冰河剝蝕之痕跡，較為顯露，如刀斧之削闢然，凡其所經山谷，均作U字形，兩岸壁立，而底部甚廣。且所取之徑，其直如矢。冰河雖能磨平山巔銳利之尖峯，而使岩石光滑，但同時往往於岩石面部，遺留其平行細長之搔痕也。

凡此種種遺跡，如



哥納冰河

終年積雪之地，時溶時結，遂致凝固成冰。經年歷歲而後，冰既增高加厚，乃遂漸漸在河谷或山坡中向下移行，即所謂冰河是也。圖中哥納冰河係阿爾卑斯山中第二大冰河，在攝影處廣約一英里。

堆石，搔痕等，雖冰河消滅而後，至今日仍不難認辨，而追想當時之景況。如蘇格蘭之高原，即不少此

等遺跡也。蓋在地質學上最後時期，即冰河時期中，北歐之全部，英國泰晤士河以北，以及北美洲坎拿大之全部，盡爲冰河掩蓋，其情況不啻今日之南冰洲大陸及格林蘭也。至於當時氣候之何以如此嚴寒，則尙非吾人所能洞悉。

是故岩石最易破裂之地，不外三處，即山岳，沙漠，以及海濱之巉岩是也。沿海矗立之岩石，因受浪濤之猛搏，與海水所帶沙石之琢磨，極易於挫折。當狂風怒號時，海浪擊石，其壓力可達每英方尺二噸之巨云。在沙漠中，日間受猛烈之日光，炎熱異常，達晚則溫度驟降，氣溫既忽高忽下，則岩石即因之以時漲時縮，遂致碎裂。更經風沙不停之磨擦，而其消滅乃益易也。山岳之地，則寒冷之氣溫與冰霜，實爲剝蝕之先導。岩石碎爲沙礫而後，則地心吸力，與夫徐緩之冰河，傾盆之大雨，冰河溶解後所成之川流，溫和之福安風，隨隨皆足以挾之而俱下。迨達平原或湖底而後，此等沙礫乃作長時之停留，但其最後目的地，則仍在海洋。既入海洋，則受海水之鑑別，精粗輕重，各歸其類，卒乃沉降於海底，積久而復成爲岩石。嗣後若海底重遭變故，則又可隆起成大陸，或摺曲爲山岳，而剝蝕之循環乃又開一新紀元矣。

是故山岳之建造與其破壞，成一不絕之循環，永久輪迴，無時或止。山岳之建造可分爲三時期，即（一）岩石之建造與堅定，（二）岩層之曲摺，（三）地層之升舉。而山岳之破壞，亦可分爲三時期，（一）岩石之剝蝕，（二）岩石破碎而後，轉運於他處，（三）新岩石之建造。足知山岳破壞之第三期，即爲山岳建造之第一期。然則山岳忽生忽滅，代相傳遞，將伊於胡底乎？每經一次生滅之循環，地球即經一度之減縮乎？地球面部是否逐漸變爲圓鈍，抑鋒芒漸露歟？如大陸是否有離散之趨勢？凡此種種問題，皆非目前所能決定。地球如此其高厚也，面部山岳之升降，不足以增損其直徑之大小，猶之九牛一毛，不足以



愛爾蘭海濱波浪衝擊之結果

爲重輕，特其爲地球歷史上重要之一種現象，則可斷言也。以吾人所知，則歐洲山岳，已四經建造破壞之循環。但吾人所能稽察第一次之建造與破壞，未必卽爲地球有生以來最早之循環，而目前之建設與破壞，亦未必爲其最後一次也。

四

花崗岩 建造大陸之材料，多爲花崗岩，而世界若干山岳，如歐洲之白山亦爲花崗岩山。卽都市各建築中，亦常有利用花崗岩者，故其形容狀態，吾人已熟睹之。試述花崗岩之由來。

苟吾人取小塊之花崗岩而細審之，則知其集合若干種類之礦物而成。因其結構甚粗，故其中重要之礦物質，不難辨認也。平扁若魚鱗，閃爍作光者，是爲白雲母 (muscovite) 或黑雲母 (biotite)。不透明作灰色或淡紅色，而占石中之大部，並使岩石全體亦作同類之光澤者，是爲長石 (feldspar)。顆粒大小無定，透明如玻璃者，是爲石英。自化學上觀之，此三者之成分，亦可得言。石英爲矽與氧之化合物，而雲母與長石，則矽、氧與其他金屬如鈉、鋁或鐵之化合物也。花崗岩之結構雖粗，但極堅實，不易侵蝕。花崗岩所建築之屋宇，能歷久不圯，卽其明證。蓋含於其中之各種礦物質，團結牢固，不易

分散。說者遂謂花崗岩之成，乃由於大塊岩石，因酷熱而溶為液體，嗣後溫度低減，乃復固結而成岩石。

吾人對於地殼已略知其底蘊。至於地殼以內之岩石，因其溫度極高，故若外部壓力不過大時，此種岩石即呈流質之狀態。此等液體性之岩石，不時衝騰向上，而突入於地殼之中。若達於地面，則流溢為溶液，而呈火山噴發之現狀。若半途梗，則即在地殼內部冷縮，而凝結為岩石。此等隱藏之行動，初本無從探悉，迨日後面部岩石盡為風



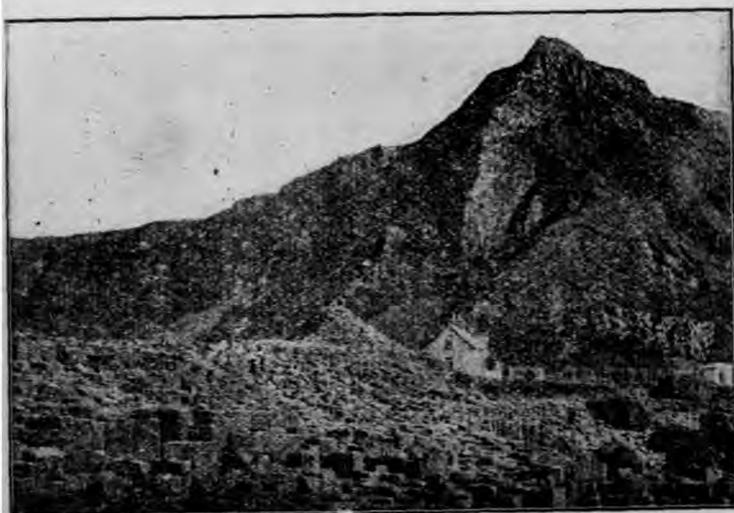
愛爾蘭芒納山 (Mourne) 之克維塔堡壘

(Castles of Kivvitar)

此等「堡壘」乃係矗立山坡之花崗岩石柱。空氣風化作用已足使岩石中天然節理顯露。

霜所剝蝕，而深埋於內部溶而復結之岩石，乃始得露於天日，而示吾人以地殼內部之動作也。

結晶之生成 當溶岩因溫度降低而結成固體時，其中礦物即凝為結晶體。凡礦物結晶時，其中分子依一定之秩序而排列，每種礦物之分子排列均有其特點，且常能保守其個性，與他種礦物之結晶絕然不同。礦物結晶而後，分子之排列既極有條理，故各種結晶，亦有相同之點，如光線透過結晶時，往往分裂為二。



愛爾蘭安德靈縣 (Antrim) 之巨人道
(Giant's Causeway)

此聲聞全球之巨人道成於漸新紀 (Eocene period) 時期，係地殼裂縫中所洩出之溶岩凝結而成。岩石係玄武岩類。其所以成六角形之柱狀者，殊費研究，目前雖尚無定論，但大抵係溶岩凝結時冷縮所致。每根柱中復以其節理可分為數段。

是故置透明之結晶如埃斯蘭石（一名冰洲石 Iceland spar）於物上而觀之，則所見之物，均現重複。特各種礦物結晶，分裂光線時，二支光線所成角度，有大小之不同。若吾人能以極精密之方法，量其間所成之角度，則礦物之種類，不難由此以檢定也。

當結晶生成時，如各方均能自由發展，則必成爲幾何式的形象。其中合若干平面，各平面互相連接，夾以相當之角度，測其所含角度之大小，亦可以檢定礦物之種類。在花崗岩中常含有雲母，其平直之面部，能反射光線。特熔岩凝固時，其中結晶，鮮能自由發展。是故結晶

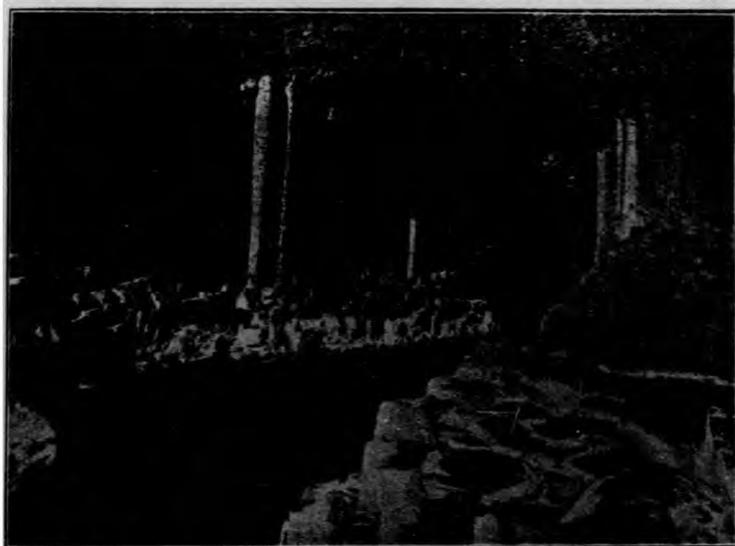


魄利哀司金 (Pleaskins) 巨人道

圖中柱狀之玄武岩分作數層，乃係數次噴洩溶岩之結果。兩層溶岩之間，夾有紅土，乃由第一次噴發與第二次噴發兩時期間生長之植物腐爛而成。

雖能保守其他項固有之性質，獨於其形狀則否，如在花崗岩中各種結晶互相排擠，遂致擁塞不堪，而均不能得充分之發展也。

結晶之大小，要視乎溫度下降之驟緩而定。溶岩溫度下降愈徐緩，則分子安排之時間愈久，而結晶亦愈大。是故當火山噴發溶岩至地面時，其溫度下降極速，故其結晶亦極微渺，非肉眼所能睹，亦竟有全不結晶者。此等凝固之溶岩，即稱玻璃，其中各種礦物，均未離散。換言之，則玻



英國斯塔法 (Staffa) 之芬加爾洞 (Fingal's Cave)

上圖足以表示原成岩依其節理而分為若干長柱，岩石為細而黑之玄武岩，其凝結時不在地面之上，而在於兩層年代較老之岩石中。洞口高六十英尺，洞深八十碼。

璃狀之組織，即足以爲溶岩凝結迅速之證，——此種凝結或者在萬萬年以前。

反之，花崗岩中結晶頗大，是即足以知花崗岩凝固時，必甚徐緩也。且其理亦不難推求而知，蓋花崗岩凝固時，不在地面，而在地殼中也。凡花崗岩今日之顯露於地面者，其初必深埋於厚層岩石之下，迨上部岩層，盡爲風霜川流所剝削以去，而埋藏於內部之花崗岩乃始得見天日。綜上所述，則花崗岩浪漫性的歷史，不難推測。其初自炎熱無倫之地球內部，衝騰而上，迨爲地殼中岩層所梗阻，則逐漸冷卻，而成極大之結晶。但各結晶因受擠迫而不能得充分之發育，遂致互相併合，花崗岩之所以不易於破碎者，職是之故也。

花崗岩經長時期之埋藏而後，若一旦露其頭角於地面，則風霜雨雪，即施其剝削之效用，而侵蝕其面部之岩石。如在山嶺之地，則花崗岩既無泥沙草木以障蔽於其上，更易於受風化之影響。冰霜雷電，均能破裂山巔之岩石，破碎而後，川流飄風，挾之以俱下，若遇冰河，則磨擦使成齏粉。且水之作用，不僅爲物理的，而亦爲化學的。不僅能破碎轉運岩石，而亦能溶解岩石。如水中含有酸類，如碳酸，或植物所成之有機酸，則其溶解之力尤大，因是之故，花崗岩中之長石，即能漸漸碎爲細粉，冲刷

成泥。石英因較長石爲堅硬，不易腐爛，遂碎爲細粒而成沙。凡山間花崗岩蟲露之處，其附近必積聚有若干破碎之石塊，更下則將見地面散布有稜角之沙粒，是卽爲花崗岩剝蝕之初步矣。

在沙漠中既乏川流，故破碎之岩片，不能冲刷以去，但飄風則能挾之以俱行，使沙礫互相磨擦，去其稜角而呈光圓之顆粒。雨量豐沛之



英國索美塞得縣(Somersetshire)拆德(Cheddar)

柯克斯洞(Cox's Cave)

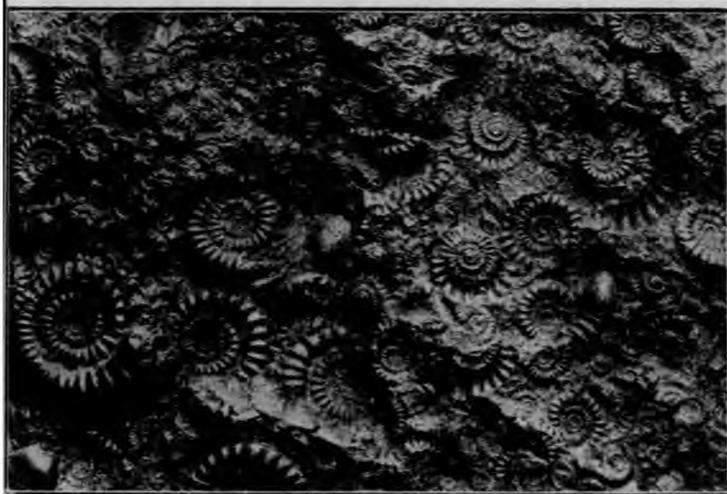
全球各處地面有石灰岩之處地下必多洞穴，洞穴之頂部垂懸有若干之鐘乳石(stalactite)，狀若冬季簷際所懸之冰條，此等鐘乳石乃由於滿含石灰之水，參透頂部之岩石，水氣化而石灰則遺留於上，若石灰水滴於洞底，水氣化之後，則成石筍，鐘乳石若於石筍上下相連接則成石柱。

地，溝壑中滿載沙礫，匯集成爲川流，以注於江河中，最後乃沖刷以入於海洋。故在溫帶中各處，河流實爲剝蝕地面最要之工具。蓋河流不僅能侵削河岸已也，并能沖刷河底之泥沙，使下部之岩石顯露，而當剝蝕之衝。凡河流挾帶泥沙之量，視乎其容積與速率而定，是故川流之下游，其所挾泥沙之量，往往不及其在上游時之多。因在上游時，川流較速，迨達下游則流行紆緩，所挾帶一部份之泥沙，即在河底積爲沉澱。特泥沙之大部份，則仍與海濱風浪所擊碎之岩石，同擯諸海中而沉於海底也。

凡泥沙在水中，因受地心吸力而沉降，遂成爲沉澱，沉澱堆積之狀況及速度，時有更變。如於廣大區域之內，沉澱遍布於其上，累積至一定厚度而後，苟泥沙之來源忽有更變，則下層之沉澱即與上層之沉澱判然有別。此等形態組織不同之沉澱層，在地質學上名爲岩層。獸類之遺骸，沉於海底而後，若不久即漸爲沉澱所覆蓋，而深埋於其中，則不至於完全腐爛，而日後仍可辨認。但沉澱固結成岩石而後，獸類遺骸之骨骼，經長久之時期，則往往爲酸類所溶解，而僅流一模型於石中，其原有之物質已消失，而難於溶解之礦質如矽酸（石英即爲矽酸之結晶）等，乃起而代之。其外貌雖未嘗改變，而按之實際，則已非故物矣。此等化石，在地質上極有價值，蓋岩石中苟有化石發現，則不難

自埋藏於岩石中獸類蕃生之時期，以推算岩石之壽命也。地質學家之所以能計算岩石之年代者，賴有此也。

如上所述，則沙岩之成因，即不難解矣。在山岳或河流上游之岩石（如花崗岩）因受剝蝕而碎為沙粒，經川流之冲刷，而注入海洋，下降遂成沉澱，此等沙粒若固結成岩層，即為沙岩矣。至於沙粒之所以能固結為岩層者，半由於日後所成沉澱覆蓋於其上受重大之壓力所致，半則由於水中含有礦物質，能膠結沙粒，使相團結也。是故所謂沙岩者，實含有兩種



菊石 (ammonite) 之貝介

此標本得諸英國約克縣里阿司紀 (Liassic) (侏羅紀之初期) 之岩石中，標本之大部係菊石之化石。菊石乃水族，已經絕種，與今日軟體動物類中之烏賊及鸚鵡螺類相近似云。

物質，一爲沙粒，而一卽膠質也。沙粒多係石英之碎屑，具有稜角，而爲殘破之結晶，雖破碎而其結晶之規模仍可辨認。此外雲母與長石之碎片，亦往往有之。至於膠質則係石灰，矽酸或粘土，常呈紅黃綠等色，其色彩多原於各種礦物中所含之鐵質。甚至村落城邑，天然景象，常帶有本地岩石之色彩。沙岩與花崗岩之辨別，顯而易見，沙岩易受斧斤之雕削，花崗石則不然。二者之組織紋斑，亦復不同，若並陳而比較之，則其異點可立見。但沙岩與花崗岩所含之礦物，則往往相類，是足知差別不在於其成分，而在於其成因矣。

凡岩石之在地層深處，由液體之凝固而成如花崗岩者，名爲火成岩或原成岩（igneous rocks）。岩石之在地球表面部，由若干碎粒集合而成者，名爲次成岩（Derivatives）或積成岩。苟此等碎粒，由於風霜川流剝蝕而來，如沙岩中之沙粒然，則其所成之岩石，又名爲屑岩（Detritic），因其爲岩石剝蝕所剩之殘餘所結成也。

五

煤 自地質學上觀之，則煤亦爲一種岩石，與沙岩花崗岩等耳。大陸之上，煤雖不及沙岩與花

崗岩之普遍與衆多，但經濟上之價值，則遠勝之。煤亦爲次成岩，因其成於地面之上，且爲若干固體之顆粒所積合而得。但非爲層岩，蓋其中顆粒非爲他種岩石碎裂之粉屑也。煤非他，乃爲植物枝葉根蒂腐爛之餘燼，凡岩石之爲動植物遺骸，或渣滓所積成者，則其成因，卽稱有機的。以化學之成分而論，則煤之大部份爲炭，炭與氫（輕氣）及他種氣質，已相結合，與普通植物成分相類似，所不同者，則煤中炭之成分較多，而其他氣質之成分爲較少耳。煤在空中，一經焚燒，則其中之炭與氫卽分離，而空中之氫，乃與炭素結合，而成碳酸氣，與氫相結合而成水。因此種化學上作用，而熱力於是乎生。試問此等熱力果何由而來乎？此無他，昔時植物所收吸日熱蘊藏於煤中者是也。現時植物能吸取日光中紅色橙色光波之熱力，古植物之作用，亦與今同。斯蒂芬孫·佐治 (George Stephenson) 謂汽機之能載重致遠者，推其原，實由於日光之力，非過語也。

由植物腐爛變質所成之煤或石炭，種類不一，吾人日常所用者，不過其中之一種而已。如泥炭 (Peat) 爲未經變質之植物遺體，見於沼澤之底，雖至今日，植物仍能蕃生於其上。褐炭 (lignite) 則雖已變質，但其中木質纖維之組織，仍得辨認。燭炭 (cannel coal, 譯者按本作 candle coal, 以

誤傳誤，遂成習慣。）及柏海炭 (Boghead coal, 譯者按 Boghead 係蘇格蘭地名。) 則無光彩，成分中氫多至百分之七，燃燒時，火光如燭，故稱燭炭，其中木質纖維，雖在顯微鏡之下，亦不易辨認。白煤則變質更甚，為潔淨而有光澤之煤，其光澤似金屬，但不易燃燒。上述各種煤炭，其中炭素之成分與重量，依次遞加。但其中最重而含炭素最多之無烟煤，其成也非必歷經以上所述各種煤炭時期，蓋各種煤炭實全視乎其所含之物質，與夫變成時環境如何而定者也。

煤炭積貯時期中最普通之植物，厥推鳳尾草 (fern)，以及高大若樹之草類，頗似現時之筆頭草 (horse-tail) 及石松 (club-mosses)。特現時之筆頭草與石松均甚微小，若與石炭時期相較，則其大小相去直不啻霄壤矣。石炭時期 (carboniferous age) 適為顯花植物發現於地球上之際。石炭中往往有帶狀之結構，與岩層相並行，其間有光澤之煤層，與無光澤者互相間疊，此殆由於石炭變成時各部物質之不同。其中無光澤者，大抵為枝幹所成，而有光澤者，則為花實所成者也。煤層之下，多為頁岩，又稱『底粘土 (underclay)』，其中尚存有石化之根蒂，以及石炭所由成之各種植物遺體。石灰岩沙岩，以及鐵礦，與煤層亦有關係。煤礦中常發現塊狀之石灰岩，稱爲『煤球 (coal

Ballycastle) 其中埋有極佳之化石。

煤雖以石炭時期所成者為最著，但按之實際，則各時期所成之岩石中，均具有之。昔日結成煤

層之植物，大抵多滋生於濱海低窪之處，如今日美國東南部佛羅里達 (Florida) 省沿海之叢藪，即其例也。草木枝幹枯朽而後，堆積沼澤之中，附近之河流，亦能挾腐枝破葉以注於此等叢藪之內。嗣後陸地逐漸下降，窪地沉陷為海底，而沙礫

沉澱乃掩覆於此等植物遺體之上，經若干時期而後，即成為煤矣。苟海底重復上升，則森林叢藪，又可蕃殖，如為時甚久，則第一層石炭之上，又結有第二層石炭矣。但煤層亦間有為浮木以及淡水湖



煤層中之植物化石

昔時植物之遺體迄今已成為煤岩。上圖為石炭紀時植物 *Sigmarilla elegans* 之莖與根，得之於愛爾蘭安德靈縣巴列加斯爾 (Bally-castle) 地方。

沼中叢藪所結成者。

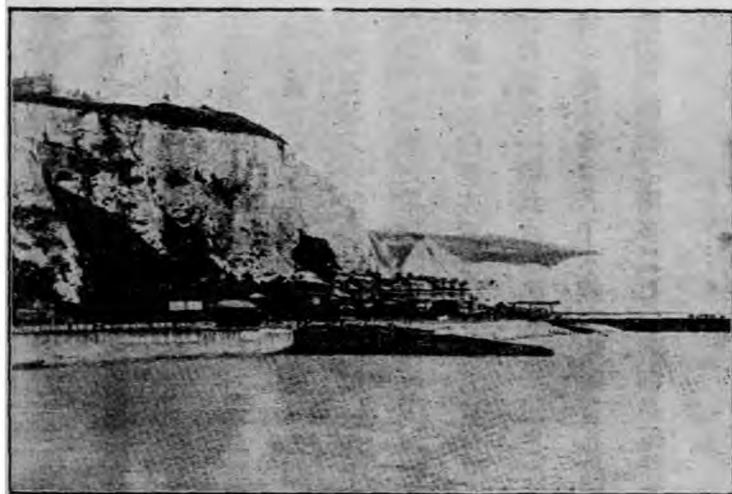
無論石炭造成之步驟如何，其含有浪漫性之歷史則一。舉凡粗硬漆黑之煤塊，推其原，均爲古時奇花異草之遺跡，其中並藏有當時花草所收吸之日光熱力也。蓋依上章所述，則煤炭可以製成各種顏料，具備虹蜺所舍之一切色，卽以化學成分而論，亦與光輝四射之金剛石無絲毫之別也。

白堊 白堊爲純白柔軟之岩石，其成分幾全爲碳酸石灰（carbonate of lime），間亦雜有少數不純粹之他種礦物質。白堊爲軟體動物，海百合，海膽等之介殼遺骸，積聚而成。但其中尤要者，爲一種極簡單動物之貝介，係屬於有孔蟲（Foraminifera）類之單細胞動物，卽原生動物是也。原生動物之貝介，細似針鋒，但其狀態，則艷麗絕倫。由是觀之，則白堊亦爲一種有機的岩石，但與石炭有別。因一則僅含炭，而一則兼含石灰，一則爲植物之餘燼，而一則爲水族，動物之遺體也。海水中所含之碳酸石灰雖無幾，而其中之硫酸石灰（卽石膏）則頗多。有若干水族動物，如有孔蟲等在相當環境之下，可以化學上作用，改變石膏爲石灰之能力。凡動物之需多量石灰者，則必僅能蕃生於氣候溫暖而水極清潔之處。

苟吾人立足於英國東南多維 (Dover)

海濱白堊巖之旁，則所目睹者非他，乃昔日微渺絕倫之有孔蟲所留紀念品也。此等有孔蟲，大多浮游於當時海面之上，迨死後，其甲殼即逐漸下降，而達海底，成爲沉澱。即在今日廣大區域之內海洋底部，此等沉澱之積聚，仍進行不已，其重要與夫其進行之步驟，已於他章述及，茲不贅。

珊瑚島之造成 除白堊而外，尚有他種石灰岩，亦係軟體動物，海百合，珊瑚，及不造白堊之有孔蟲等介殼所積聚而成，雜以碎石與沙礫。珊瑚島 (coral islands) 之構成，湯姆生



英國多維之巖

圖中白堊岩層本在海底積成，上升而成海濱之巖。其中白堊係昔時海中無數貝介類之甲殼堆積而成。

教授已於動物生活狀況之研究(The Study of Animal Life)一書中詳述之，茲摘錄其要如下。

「海中生物紛紜，來往擾攘，不啻入五都之市，其中有數千百萬微渺之生靈，墊伏於石灰及燧石所成之外表麗都之貝介內。但因溫度高下之更迭，或他種環境之變遷，生靈之受塗炭者，亦不可以數計也。死亡而後，其介殼即沉於海底，而埋葬於深不可測之汗泥中。海底火山，其頂部之不能顯露於海面之上者，受此等貝殼之填積，乃逐漸升高。雖其進行甚緩，但積羽沉舟，集腋成裘，經

第二十八篇 地球之構成與岩石之由來



珊瑚礁

上圖係澳洲之新月礁(Crescent Reef)，爲大堡礁(Great Barrier Reef)之外部，足以表示珊瑚蟲之共同生活及造石作用。至於珊瑚成造島嶼之方法已於本章述及。

若干年月而後，足使深埋海中之火山，逐漸升近海面，而珊瑚乃得棲息於其上，而成珊瑚島之基礎焉。所可異者，則微渺如塵之生物，能建設崢嶸堅勁之海島，而巨大無倫之鯨魚，物故後，其遺體反溶化於水中，能保持其原形而留作後世之紀念者，惟其耳骨而已。鯊魚生時，橫行海中，亦一世之雄也，但死後一身無長物，惟其齒能互久不變。海蝶之介殼雖柔弱，但其身後之成績，反遠過之。至於微渺不可目睹之水族動物，則其建設之功尤為偉大。因此等沉澱之堆積海底，乃得上升，渙散之碎骨與貝介，結合而成穩固之基礎，迨上升達一處，海水已淺，珊瑚即能駐足而滋生蕃殖於朽骨腐尸之上矣。』

珊瑚當生存時，體質柔軟，依附於碳酸石灰所成之骨骼上，集合羣衆而作公共生活。每個珊瑚蟲 (Polyp) 之最要部份，即為胃與口，口外環生有若干觸手 (tentacles) 以全體而論，珊瑚宛若花卉，枝幹花瓣具備，洵奇觀也。珊瑚島之發展，僅限於向外與向上兩方面，在中心之珊瑚，往往受其同類之擁擠，不能得充分之滋養料，而圍困以死。惟在邊端之珊瑚，乃始能得盡量之發展，所以在海面上珊瑚島往往作環形也。島成而後，剝蝕作用即隨以起，故其西部，遂有薄層之泥沙。海中風浪，亦能

挾沙礫，而增積於其上，於是草木滋生，飛鳥羣集，不久而此新露於海面之陸地，已爲動植所遍布矣。『綜而言之，其初無量數之海族介類累積其甲殼於淹沒海中火山之頂部，基址既定，珊瑚蟲乃構營巢穴於其上，遂得露頭角於海面而成島，未幾而島上卽有蜂鳥花草之蹤跡矣，豈非極可驚奇之事實哉。』

由化學作用而成之岩石 蓄海水於池中，海水蒸發而後，其中所溶解之鹽，卽剩爲渣滓而爲沉澱，含有食鹽及硫酸石灰。在地質歷史上，海水蒸發而廣大區域遂埋藏有石鹽者亦數數觀。此實由化學作用而變爲岩石者也。德意志斯塔斯佛特 (Stassfurt) 地方著名之石鹽，卽由海水蒸發而成。

白堊層之底部，往往有燧石，亦由化學作用而生成。所謂燧石者，乃一種不純粹之矽酸（矽酸之結晶卽爲石英），卽爲白堊層中，滲漏之水，蒸發而後，所餘之沉澱。此等矽酸非取給於石英，蓋石英幾於完全不能溶解於水中，其來源蓋在含有矽酸之動物骨骼中，如海綿及放射蟲 (Radiolarians) 亦爲一種單純細胞或原始動物，其骨骼較之有孔蟲更爲細碎柔軟之類。海水中所含之

矽素爲量無幾，但放射蟲具有變換尋常之粘土（爲不純粹之矽酸鋁 *silicate of aluminium*）爲燧石之能力，此卽其骨骼中所含矽素所由來也。

綜上所述，吾人不難分次成岩爲若干類別。所謂次成岩者，卽爲集合他處之物質，而重復結成者也。若以成分而論，則可分爲五大類：（一）粗粒之石英或矽酸；（二）微點之粘土；（三）炭之化合物；（四）石灰之化合物；（五）燧石類之矽酸，或由於其他自化學作用而成之物質。若以其造成之手續而論，則又可分爲三大類：（甲）爲碎屑所成者係無機的岩石之顆粒；（乙）爲有機體所成者，如動植物之遺體；（丙）受化學作用而成者。以上三者互有密切之關係。依上所述，岩石之分類，疑若極爲簡單明瞭，但按之實際，則岩石中往往份子複雜，成因各殊，欲爲詳盡之解析，殊非易事也。

粘板岩 次成岩亦能大改其舊日之形容色相，如吾人所習見之粘板岩可劈開爲薄片，作爲寫字石板之用。粘板岩實爲粘土固結後變質而成，是故應與上所述之沙岩頁岩同列一類，屬於次成岩中之層岩，因其爲他種岩石之碎片細末所合成之故。花崗岩中最要之礦物成分爲長石，長石經化學上之作用，則成粘土。蓋花崗岩爲風霜所剝蝕則破碎，而其中之長石乃腐爛，未幾卽爲溪流

所挾，以至於江河冰川之底部，此粘土之所由成也。純粹粘土其成分應為矽酸鋁，但往往含有其他雜物，如沙粒石灰之類。粘土沉積而後，凝固成頁岩，頁岩可分裂為薄片，每片均與岩石中之層理相並行。

當地殼內部生劇烈之變動時，粘土或頁岩若經重大之壓力，則其原有之層理即消滅不可辨認，而成粘板岩。其中每粒礦物，均受偏壓，被擠作片狀，而岩石則較頁岩更易分為薄片，此等經高壓力而變成之岩石，名為變質岩 (metamorphic rocks)。



粘板岩

此等粘板岩其初本為粘土，由年代較老之岩石破碎腐爛而成。後經極大之壓力，乃變為堅硬之岩石，其中顆粒已重新安排，成為粘板岩，其中薄層極易於分裂。

關於粘土，尚有一要點，吾人不可不知，即其不易透水。故雨後雨水蓄貯於其中，不致漏沉深層，使植物根蒂不能收吸。且粘土因其柔軟，故易於腐爛成泥，可使田畝盡為膏腴之壤焉。

六

寶石 寶石與岩石不同，岩石中含有若干礦物質，而寶石則僅為一種礦物質。故吾人不能以研究岩石之眼光，推而施諸研究寶石。且岩石之中，礦物之結晶，往往不能得充分之發展，使各方均臻美滿，故此等結晶，極不整齊，且含有雜質，斷不能與寶石相提並論。蓋寶石者，乃各個礦物中之結晶最完好，而成分最純粹者也。依前節所述，則知當礦物結晶時，其中分子排列成一定之隊伍，每種礦物之結晶，均有其確定之特性。研究岩石時，辨認各種礦物之方法，首在於結晶對於光線之反應。迨研究寶石時，則各礦物質所呈之形式，乃成爲最應注意之點，是故寶石與礦物之研求，大部實結晶學也。

何謂寶石？寶石之價值將由何種性質而品定之乎？此實爲極有趣味之問題也。以大概而論，則可答之曰，純潔無瑕，不包有他種液體與固體於其中，實爲寶石之要素。此外則晶瑩透澈，光彩奪目，

顏色美麗，都爲可貴。而堅固不移，具有不易受化學作用之性質，尤不可少。且欲在市場得善價，則寶石必須良好，而易受琢磨，但良好之寶石不可多見，因多則不能爲可居之奇貨也。至於化學成分，則與價值固毫不相關。均寶石也，簡單如金剛石，爲純粹之炭質，複雜如電氣石（tourmaline），則英國詩人納斯欽（Ruskin），至稱謂『其化學成分，儼若中世紀醫生所開之藥方。』又如紫石英（amethyst）爲石英之一種，世界隨處皆有石英，岩石成分中石英幾占其半。反之，綠柱玉（emerald）（古名祖母綠）爲希罕之化學原子所合成，此等原子全球僅三四處有之。二者之礦物質雖一則普遍如彼，而一則希罕如此，但其爲寶石則一也。

罕見之寶石具有光彩而堅牢，如剛石，紅寶石（ruby）（古名紅璣）藍寶石（sapphire）（古名瑟瑟）者，其爲人所重視，固無論矣，若聲望較次之寶石，則其價值常視乎風尚而轉移。

寶石中聲望之較次者，以石英爲最著。石英非他，卽爲矽酸，或氯化矽之結晶。其爲各種酸性火成岩，與沙礫之主要成分，上文已述及矣。在花崗岩中，石英鮮有能純粹完好之結晶。完美無疵之結晶，惟於火成岩之穴竅中見之。此等穴竅，由於火成岩所含之氣質竄逸而成。尋常半透明之石英，可

稱爲毫無價值。但瑩潔之水晶、紫石英、或褐石英 (carnegorn)，則常用以爲寶石。火成岩穴竅中除含石英而外，尚有希罕之礦物質，如黃晶 (topaz) 卽其一也。此等礦物質與竄逸之氣體，必有密切之關係，可無疑義。黃晶之堅硬，不亞於金剛石，透明而呈各種光色，但無玫瑰色者。若有之，則其色必爲業珠寶者所塗飾，以投人之所好也。電氣石 (古名碧璽) 之光色，種種不一，而其成分亦殊無定，普通多爲黑色。桃紅色與綠色者價值最昂。亦間有同一寶石，而紅綠二色同時並顯者。黃晶與電氣石有一相同之特點，卽二者對於電氣均具有一特別性質。荷受熱，則黃晶與電氣石均能吸取灰塵或紙片，宛如自來墨水筆之筆套，受摩擦以後，能吸引灰塵或紙片也。

矽酸不但能成石英，但可與水化合而成蛋白石 (opal) (古名驪珠) 蛋白石種類不一，亦有用以爲寶石者，但其性質頗與他種寶石大相逕庭。因寶石多堅硬，而蛋白石則柔軟，寶石多爲結晶，而蛋白石則否。蛋白石之色澤，類似『珍珠母 (mother of pearl)』，而光彩過之，由於面部遍布微小之隙穴，其角度足使反射之日光因之以分解也。是故荷吾人碎蛋白石爲齋粉，則其色澤光彩，卽歸於無何有之鄉。此等色澤又名爲『物理的色澤』，如螺螄之色澤，黃鐵礦之金光，孔雀羽毛上

紅色或藍色之光華，以及煤油浮於水中時所輝映之異彩，均於面部崎嶇不平，使白色之日光，因之以分析爲若干顏色也。但紫石英之所以呈紫色者，其理正復與黃種人之所以作黃色者相同，蓋因一染有紫色之物質存乎其中也。此等物質，雖爲數甚微，至定量分析所不能解析，但已足以使寶石之全部，染有其色矣。依吾人所知，則紫石英之所以作紫色者，以其含有錳，而翡翠石 (chrysoptase) (或綠玉脂) 之所以作綠色者，以其含有鎳也。

瑪瑙 (agate) 爲玉脂 (chalcedony) 中之美麗者，其成分亦係矽酸。其中分爲若干層，各層顏色互異。推其成因，蓋由溶解於水中之矽酸，在岩石隙穴中之四周凝結而成，每次結一薄層，自外向內，年久而後，隙穴乃爲充塞。其中心時有石英之結晶，設吾人剖切瑪瑙而觀其內部之組織，則知其中斑紋，作同心圓狀。各層顏色不同，卽爲凝結時之層次也。凡瑪瑙中斑紋黑白相間者名爲纏絲瑪瑙 (Ouzel) 譯者按依章鴻釗所著石雅第二十四頁，謂文采黑白相間者，名爲截子瑪瑙，紅白雜色如絲相間者，名爲纏絲瑪瑙。

珍珠 次成岩中之礦物，與火成岩中者相類似，但經河流海洋之衝激，次成岩中礦物質之能

保其完璧者，蓋寥寥也。但由動物或植物之作用，新礦物質亦能生成，竟有爲人所重視者如紅珊瑚，與造礁之珊瑚實爲同類，琥珀乃古時樹脂之化石，炭膽 (Jas) 爲煤之一種，凡此皆寶石也。但各種寶石之由有機體作用而生成者，有一物焉，其價值遠非同類之寶石所能望其項背，而足與金剛石與紅寶石並駕齊驅者，其物非他，卽珍珠是也。碳酸石灰爲極普通之礦物，如白堊，石灰岩，大理石等等，雖均爲碳酸石灰，而世人視爲無足輕重者。獨碳酸石灰而成爲珍珠，則光華奪目，聲價十倍矣。珍珠作球狀，成於牡蠣及蚌類介殼之內，係數重碳酸石灰，圍繞一沙粒而成。世界文明先進之國，如埃及，印度，中國，祕魯莫不視爲珍品。是故加台兒 (Castell) 在珍珠 (The Pearl) 一書中有謂「歷來世界文明各國，均以珍珠惟華胄能佩御」云云。珍珠較之其他寶石，柔弱易毀，但世人之需求仍不因此之以稍減，甚至業珠者，盡畢生之力，以研究人造珍珠之製法及其出產，亦有事先置雜物於軟體動物之介殼中，以期刺激使產珍珠者。

寶石中之貴胄 除珍珠而外，寶石中之貴胄凡四：卽綠柱玉，藍寶石，紅寶石，及金剛石是也。此四者，皆堅硬異常，晶瑩透澈，光彩奪目，世人每以爲若重量相等，則金剛石之價值，遠駕於他種寶石

之上者，誤也。金剛石價值之所以高者，以其鮮有大塊之結晶發現耳。

綠柱玉（又名祖母綠或綠晶）係礦物質柱玉之一種，光亮而作綠色。柱玉之第二種，即爲藍柱玉（aquamarine）（又名藍晶）。綠柱玉之大而佳者，希如鳳毛麟角，即小而純粹無疵者，亦不數數觀。綠柱玉之顏色極不一致，同一石中，各方色彩之濃淡互異。市間普通所售之綠柱玉多爲贗物，大抵石榴石（garnet），電氣石，以及他種礦物所僞充者也。

紅寶石與藍寶石爲同樣之礦物質，即鋼玉石（corundum）是也。其成分均爲氯化鋁，所不同者，其顏色耳。紅寶石色作深紅色，藍寶石之顏色雖不一致，但大抵作藍色。二者均極堅而重，且與綠柱玉相若，多見諸岩石之曾經受大壓力或高熱度者。紅寶石色澤之深淺，自玫瑰以達朱紅，但以呈『鴿血』之色者，尤稱上品。且紅寶石之顏色，亦視乎玉匠雕琢時雕刻之方向而定。紅寶石之完好而佳者，其珍貴舉世無匹，視等重之金剛石，尙貴三倍云。

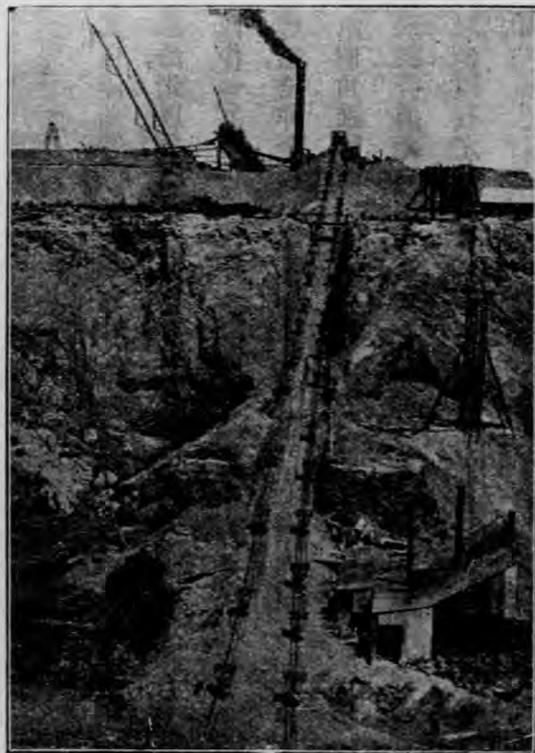
金剛石 金剛石不愧稱爲寶石中之王，不特因其價值之昂，與夫聲聞之著而已也。即其物理上與化學上之性質而論，在寶石中亦當首屈一指。因其對於光線有反射及折光作用，故其光彩色

澤，不易效顰。且以現時所知，物質之堅硬，莫能出其右者。特易於斷碎，若置諸電弧燈之高熱度中，則可全體焚化，惟不能溶解耳。昔人常以為金剛石能互萬劫而不毀，故遂以『壓德蠻 (adamant)』或『堅無敵』之名加之，殊不足以副實也。以化學之成分而論，則為純粹之炭質，未與其他物質化合。是故世界最珍貴之寶石，其物質乃與烟鹵中之煤屑，鉛筆內之石墨相若，所不同者，金剛石為結晶，而煤炭與石墨則否。換言之，即分子安排之不同耳。豈不異哉？凡各種有機化合物中，皆含有炭質，炭之化合物，其數之巨，遠勝於其他各種化合物之總數，則炭固普通常見之物質也。即尋常吾人口中所呼出之氣，亦含有炭酸，每人於一小時內所呼出氣體中之炭素，若聚而成為金剛石，則重當達一百開 (carat)，價值二萬金鎊云。

所不能解者，則何以日常所習見之炭，忽一變而成傾國傾城之寶石？此中原因，深足研求。降至近世，以科學之方法，人為之寶石，竟成事實。特製造甚難，所費甚巨，結果僅為一極小之金剛石，故所得尚不足以償失也。特由此製造之方法，足以知炭質變為金剛石時，必須經巨大之壓力。世界金剛石之產地，當推南非為最著，其礦產所在之地，係一種火成岩，為昔時火山管脈中之熔岩與灰沙。

說者遂謂地球內部之炭質，因火山作用而上升，凝結於火山之脈管中，乃成金剛石云。此稱母岩，南非洲人稱之曰『藍地 (blue ground)』，為鹽基性之岩石，具有各種奇異之礦物質。其中顆粒膠結極堅固，開掘而後，須露諸天空，巨三二月之久，使得飽經風霜之剝蝕，裂為碎塊，則其中所含之金剛石，不難拾取矣。但亦有謂金

剛石原於有機化合物，而沉積於水中者。要之金剛石之成因，至今實尚無定論也。



南非洲慶伯利 (Kimberley) 金剛石礦之隧道
此處金剛石發現於所謂『藍地』中，似總散細碎之灰沙及熔岩，蓋為火山所噴出者也。

金剛石亦有見諸積成岩者，如巴西之沙岩，及非洲之散沙中，亦時見其蹤跡。蓋金剛石既堅硬異常，其母岩石塊風化碎裂而後，金剛石獨得保其完璧，雖母岩成沙礫，順溪壑江河而下，以入於沖積土中。

天然所見之金剛石，其色澤光彩，並無燦爛奪目之處，形式無定，且多不透明者。但一經玉匠之雕琢，則立見其本色。雕琢之法，先以金剛石刀剖裂為若干片，然後磨於附有金剛石末屑之輪齒上。金剛鑽所呈之形態不一，或作『玫瑰』式，或作『寶光』式，視其平面之多寡及各平面間所成之角度而定。雕琢後所呈之形態，全非金剛石之本來面目，蓋其天然之結晶，實為等軸系 (isometric system) 中之八面體，合兩個角錐體而成。除硬度及光彩而外，金剛石尙有其他特殊性質，如磨擦而後，或顯露於光線之後，則能發磷光 (phosphorescence)。依英國物理學家克魯克司爵士之說，則謂各種能發磷光之物，以金剛石之感應最為靈敏云，金剛石非均為白色，其顏色實無定，亦有作深紅或深藍色者，特希有耳。

著名金剛石之歷史 關於金剛石之開採，過去之事實，頗有浪漫的性質，昔人初不知金剛石

爲珍品，故在南美洲巴西人用以爲博奕之籌碼，南非洲人則以供孩童之玩弄，甚至頹垣之中，雞吭之內，均見有金剛石，蓋昔人之視金剛石爲凡品，而敝屣棄之也久矣。

至於著名金剛石之歷史，亦有足述者。如『大摩哥 (Great Mogul)』昔爲印度皇之所有，現已完全失其所存。『庫益拿 (Koh-i-noor)』又稱『燦爛之山 (Mountain of Light)』本與『大摩哥』同屬一主，已歷經數國君侯之手，甚有因之傾國而受繲綫之



慶伯利礦工於砂礫中選覓金剛石

『藍地』自礦中掘出後，碎成沙礫，礦工即在其中拾取金剛石。金剛石爲炭之結晶，係純粹而未與他種物質相化合，是故以化學上之成分而論，金剛石與燈罩上之烟煤，鉛筆中之石墨實相等，特分子之安排不同，故其形式結構即有異也。

累者。但其致禍召凶之能力，似已告終，蓋近已安放於英國皇家溫座爾 (Windsor) 寶庫中矣。此外金剛石之造成流血殺身之慘事，如『關忒 (Pitt)』或『攝政 (Regent)』者，尙不可枚舉。凡讀吉卜寧 (Kipling) 所著『王之杖 (The King's Ankus)』一書者，當猶能記憶因牧象用棍上所鑲之寶石，遂致一晚而殺六士之故事。降至近日，南非洲人之以一石之細故而凶終隙末者，亦屢見不一見也。特世界二粒最巨之金剛石，卽『至尊 (Excelsior)』與『寇列南 (Cullinan)』雖爲尤物，而獨得免於覆國亡身之慘。是二者均在一九〇五年，得之於南非洲之脫蘭司華 (Transvaal)。原有重量凡三千二百五十開，卽常衡一磅半也。長四英寸半，廣則爲二英寸又四分之一，工匠分切而雕琢之，得金剛石之大者九枚，小者凡百餘枚，其中最大之二粒，其體積之巨，實爲並世所無者也。二者現均爲英國皇家所有。

各種寶石均有誕妄之事實，神奇之傳聞，與之相聯，金剛石自亦不能逃此例。如昔人嘗以蟾蜍之首，載有寶石；又謂出沒於歐洲阿爾卑斯山之神龍亦然，苟人能邂逅神龍於山中，而適值其馴聲大作時，則冒險以攫取其首上之寶石，富貴不難立致。若不幸而神龍驟醒，則自必有性命之憂矣。亦

竟有信寶石之神能，爲不可思議者，如起死回生，拯人於患難，轉敗爲勝，操縱於疆場，激起男女之愛情，使好其所惡，而惡其所好。要而言之，世人迷信均以爲寶石具一種魔力，或妖或祥，或惡或善，殆未有中立者。甚至七曜各日，一歲中各月，黃道十二宮，與曆書上每天值日之神，均有相當之寶石與之相配合，足知昔人對於寶石浪漫性的各方面均已思慮周遍。所未能注意者，爲科學方面之浪漫性，卽寶石之成因與其結晶之性質是也。

參考書目

- Arber, *The Natural History of Coal* (1911).
Cole, Grenville, *The Growth of Europe* (Home University Library) and *Common Stones* (1922).
Davies, *An Introduction to Paleontology* (1920).
Dwerryhouse, *The Earth and Its Story* (1910).
Geikie, James, *Structural and Field Geology* (1908) and *Mountains*.

Gregory, *The Making of the Earth* (Home University Library).

Lake and Rastall, *Textbook of Geology*.

Scott, *The Evolution of Plants* (Home University Library).

Streeter, *Precious Stones and Gems*.

第二十九篇 海洋學

美國意大利諾大學地質學學士 徐韋曼譯
國立東南大學地質學教授

海之成因 地球歷史中，有一時期，並無海洋。因此幼稚地球之表面熱度過高，不容水分存積於盆地。且當時實無盆地之可言，蓋幼稚地球之表面，無論何處，皆無皺褶，而平坦如餅也。故若彼時地球果爲一致之圓球體，（在任何一點觀之似乎平坦，）則決不能有海洋。且熱度過高，水分必蒸發成汽，不得凝結爲水，故海洋亦不能成。此外尚有一種要素在焉，惟此要素須加詳論，非本篇所能及。簡言之，即逐漸發育之地球，體積初時甚小，即障其周圍之氣體（即大氣，）亦不能保持。故環之之液體（即水界 *Hydrosphere*，）尤難存留也。迨及地球之直徑，漸次增加，始有大氣——與今日之大氣不同，氮分甚微，吾人現在空氣中之有氮，大抵皆含葉綠素植物作用之功。及地球長至極限，漸冷而漸縮，石質之外殼以成（即石界 *Lithosphere*，）當其初凝時，騰沸漂蕩，經久始定。或因騰

沸之結果，物質之輕者，上升而成『大陸』，其重者，下沉而爲海床。而大洋盆地之成，或因在某一面積，受此重質之壓，復加後來水量之重，幅員日見擴大也。海底之一部，有時上托而成陸，陸地之一部，有時下降而成海底，但地質學家意見之趨向，咸信現時海陸所據之地位，與初成時，大抵相同。對此問題，各家意見紛歧；或云大陸出現之前，地球全面，一概爲海洋云。

然則所有之水，何自來乎？地質學答之曰：『來自地球之本體。』吾人觀地上沸泉，或火山噴出之汽雲，即可溯得海水之起源。以意度之，在寒武紀以前，地面已存現在海水容量四分之一或二，其餘則爲後來所加者——由地球本體壓出，宇宙萬象之更迭，恆賴水流循環之不息。海水蒸發以成霧，霧升而成雲，雲騰至高冷之山或入空氣之冷層，則爲雨雪。雨雪下降，注集於泉源，泉源集爲溪澗，溪澗匯爲江河，而仍注入海。成此循環之動力，厥惟太陽，設無太陽，則雨水河流，均無以成矣。

海水何以帶鹹味耶？平均計算，海水每百磅中含鹹味物質三磅半。此物質之大部，來自乾燥陸地之巖石，受雨水浸潤，融化於水，而流入海；換言之，卽大陸常向海中流行也。海洋之底，有時上升，如多維之聖質石巖等。此種變遷，可謂海中物質上升以償陸地之所失。此種桑榆之收，現在進行者，

亦復不少；尤以珊瑚島爲最著。珊瑚島之成，常據海中火山之兩肩，前已論及，茲不復贅。所有珊瑚巖石，皆碳酸鈣所組成。其成島也，半係漸次上升，半由堆積以出海面；而碳酸鈣之成，乃由珊瑚蟲及其附生之動物，吸收海水中之鈣質鹽類而成。總括海底上升之陸地，與大陸所失及淡水所棄者相比較，爲量至微也。

江湖水中所含已融化之鹽類，及其他固體物質，與海水相同；惟海中所含者，多於江湖幾二百倍，故有『淡』水『鹽』水之分。海水中鹽類之成分，食鹽（氯化鈉）占百分之七七·七，氯化鎂占百分之一〇·八，硫酸鎂鈣鉀之成分，與氯化鎂相等；其餘千分之七，則爲碳酸鈣，碳酸鎂，碘化鎂，及少許之其他鹽類。海水中碳酸鈣量之少，不得不使吾人驚訝而懷疑者。海中動物之有石灰質外殼者，不可勝計，而海中僅融有碳酸鈣千分之三，然則組成彼外殼之碳酸鈣，何由來耶？此則不可不加以解釋者。蓋組成外殼之碳酸鈣，乃取自硫酸鈣，其量較多（百分之三·六），受動物纖微之化學作用變化而成也。海水中之硅質，少於江河，又何故耶？因被硅質海綿攫去，以構其硅質骨骼，而一部則爲飄流海面之一種微細植物名硅藻（diatom）者所用。

每海水百磅，含鹽類三磅半，此乃海水之平均鹽度。海面各部之鹽度，並不相同；蒸發力強盛之區，鹽度必增（如紅海），而雨量豐饒或雨多風少之區，則鹽度必減。故海水之鹽度，與氣候有關係者也。

海水鹽類之成分，與陸地動物血液中之者相比較，至饒興趣，因兩者常相附合。如將海水中之鈉，鎂，鈣，鉀，氣，各質之百分數，與血漿相較，其數為鈉三〇・五及三九，鎂三・七九及〇・四，鈣一・二及一・〇，鉀一・一一及二・七，氯為五五・三七及四五・〇之比。其成分之相似，甚為顯著，尤以鈉鈣與鈉之比例為最。故馬卡楞（Maclellan）及昆頓（Quinton）二氏意謂，在寒武利亞紀海生動物之原生質，與海水之組織相平衡。故白理斯爵士（Sir William Bayliss）之說，謂『若取海中有週流循環系之脊椎動物，移置陸地，則其血液中之鹽類成分，與其所脫離之海水相同。』至於現在兩者之不同，蓋自寒武利亞紀而後，海水成分，曾經變遷之一說，或可解釋之。吾人血液之成分，則為遺跡之僅存者矣。

海之深度 全地球面積約一萬九千七百萬方英里，大洋湖海，則占此中百分之七十一（即

一萬四千萬方英里。由陸居者之觀察，海洋之面，平光如鏡，實則至爲差異。非但海底具深淺之別，即海面亦凹凸不平。其理由固甚複雜，最昭著者，莫如受大陸吸力之吸引，致使海水沿岸而堆疊。例如印度洋之水面，因其沿邊受喜馬拉雅山之吸引，故中央較低也。

地球上可航

行之區域，其已測量者，不下數千處，吾人知其平均深

度約二英里半。深度在千尋以下者，不過占全數百分之十六；在二千至三千尋間者，占全域之半。墨累·約翰爵士(Sir John Murray)以『深淵』名深於三千尋之水槽穴窟，盆地，及溝渠等。故在



約翰墨累爵士

爵士乃察楞澤船中博物學家之一，繼爲察楞澤報告之編輯。人極活潑，而具研究科學之天性，好學不倦，並能制勝種種困難，亦海洋學家砥柱之一也。爵士曾發見聖誕島 (Christmas Island) 之礦產，並熱心於科學事業，如建設米爾破脫 (Millport) 海站。爵士亦研究深海沈澱物之重要人物，所著之海洋學 (Oceanography) 及海之深淵 (與恤脫 Hjort 同著)，均當世傑作也。

太平洋西北者，有『察楞澤深淵 (Challenger Deep)』(五千二百六十九尋)及民答那峨 (Mindanao) 附近之『史惠亞深淵 (Swire Deep)』(五千三百四十八尋)。墨累爵士描寫此駭人聽聞之深淵——六英里，又四百英尺——謂：『若能將世界已知最高之山，(喜馬拉雅山之埃佛勒斯峯高二萬九千零二英尺)置於太平洋中此項深淵內，則其山巔，可被淹沒，沉淪於三千零八十七英尺之下。』自埃佛勒斯峯之巔，至史惠亞深淵之底，其垂直距離，為六萬一千零九十一英尺，即十一英里半。此實為地殼不齊整之極限矣。



摩納哥公爵阿爾伯特

(Albert, Prince of Monaco)

爵士生於一千八百四十八年，為老練之海洋學家，曾主海洋考察隊多次，其結果皆載於極大之彙報。渠至巴黎設一海洋學會，而建美觀之博物館一，及實驗室一於摩納哥，對於海洋科學，功績甚偉。

海之溫度 二百五十尋之下，熱線已失，故大部分海水之溫度甚低，即在熱帶地方，上層之溫水，亦至薄也，惟海面之水，有天然調和能力。若溫度增加，則蒸發迅速，以遏制其驟長，若溫度下降，則有一層蒸氣，以護水面，防其驟落。故每一海洋，除表面一層外，溫度甚爲一律。惟異地之水，則迥然不同矣。墨累及穆勒(Mull)二氏謂：『在任何一處，海水在五十尋以上者，每年溫度之變遷，大約爲法氏表二度；在百尋以下者，毫無週年變遷之確證也。』

照墨累爵士之計算，凡海洋之深度，在五百尋以下者，其平均溫度，當在華氏表四十度以下，如此者，實占海洋全部百分之八十七。然在最深處，其溫度當更低，幾與淡水之冰點（法氏表三十二度）相去無幾，可謂永久冬季疆域。『熱帶海底所撈之軟泥，甚爲寒冷，吾人握之，頗覺不適。』此溫度之低冷，大抵由南冰洋之冰水潛來所致云。

海之壓力 取木一塊，附以重物，沈之海底，再行拽出，則此木不復能浮，蓋木中所有微細罅隙，均被海水所浸入而充滿之矣。由此浸透而重之木塊，吾人可以深信海壓力之大。照計算所得，在二

千五百尋處，每一方英寸所受之壓力，等於二噸半，可爲巨矣。然脆弱骨格如僧老同穴（Yonns's flower-basket）（見卷二第三篇第九九頁插圖），能巍立於深海之底。且其環週之動物，有曾居陸上者，介殼亦至纖細，而不受此項壓力之影響，其理何在？此種矛盾處，又何以解釋之耶？

壓力乃水重所致，水亦受壓而自擠其分子，使之密緻。若用一開口之玻璃器皿，漸沉海中，水立即充入。因其內外壓力相均衡，故無影響。更將一瓶，盛水幾滿，塞以軟木，沉之深海。其結果，非軟木被擠入瓶，即瓶碎爲齏粉。

所謂『布卡南試驗（Buchanan's experiment）』者，可用以啓發吾人之智識。此試驗之由來，乃因當察楞澤船探海時，（一千八百七十三年，）將寒暑表二座，放入海中，至三千八百七十三尋，因受壓力過大之故，兩表均碎崩。於是船中之物理家布卡南氏用一玻璃管，密封兩端，裹之以布，更置於一圓柱形之銅盒內，再將銅盒兩端，各鑽一孔，以便水之貫入。將此盒放入海中，至三千尋，然後拽起，則銅盒內有玻璃管之部，表面凹凸如錘擊，而玻璃管則變成類似白雪之物一包，裹於布內，蓋玻璃全壓成粉矣。

墨累爵士目擊此試驗，其說明如下：

「當封密之玻璃管下沉時，似乎一時尙能抵禦壓力，率以壓力過重，不能久持，以致驟然破裂。又因動作太猛，遂成齏粉。此種崩潰，甚爲疾速而完全，故海水不及由銅盒兩端之孔衝入，以充滿玻璃管破後之空所，致使銅盒外牆內陷，以成內外之均勢也。因此種變化，適與爆裂相反，故名之曰「壓裂」。」

無論何體，沉之深海，有罅隙者，立即爲水分所充滿。有罅隙而水不能直達者，如不透水之部，則被壓裂，而形體亦因之而改變。至航海者普通所信，謂人身及船隻之下沉，「至一定之水平」，即漂懸不沉，實無左證。蓋無論何物，均下沉至底也。

深海魚類，有時追捕食物出其常界。因外界壓力之遞減，魚鰾因之而漸漲，魚之比重，亦大爲減小。此時魚雖畢盡全身之力，奮力下潛，徒見「向下輾轉」，瞬息即斃，蓋因各器官之過於擴大也。此之謂爆裂。

一一

海之流動 海水之爲物也，流動永無寧息。雖無風吹拂，亦常有『微波』。因水之彈性頗強，能使暴風所成之波濤，鼓盪悠遠，一如銅鑼受震，聲波悠悠不息也。潮汐前已論及矣，其成也，乃受日月吸力之吸引。有時二者協策操作，有時背道而馳。吾人所習見潮汐之長落，於每二十四小時五十分鐘內，必各現二次，實爲世界二大潮汐波浪之海岸現象。此種波浪互相追隨，環行地球，漾漾不息。赤道潮汐波浪，若途中無障礙，則每一小時，可行一千英里。惟此非海水行動之速度，乃波濤起伏，顫動之速度也。『飄盪分子，爲風吹拂，恆成波浪，移動至速，人卽馳奔，亦莫能及。但其行雖速，其根本固未動，所滾滾者，不過水之分子往來顛蕩耳。深海之水，及其微波亦然』（摩里（Maury）及西門子（Simonds）語。）潮汐之波動，及所常見之漲落，與潮流不同。後者生於海濱，其行最速，（每小時自六英里至十一英里，）故有名之曰『競濤』者。

若封塞一海，僅通小口，或圍以島隄，則彼影響寰宇之潮汐，亦不能影響及之。卽其漲落，亦不可覺，無潮之地中海，卽其例也。有時海岸形狀，能使潮流滂渤，造成奇觀，若芬地港（Bay of Fundy）之潮，可升至七十英尺，布里斯它爾海峽（Bristol Channel）之潮，四十尺是也。當潮水之衝入河



細黎島之赫兒港(Hell Bay, Scilly Isles)

海濱波濤濺花之美麗，無與倫比；而所含之科學意味，亦甚深。風擊水，而使一部分下陷，而近隣一部，則被擁起，惟重力常使之復成平面，故其結果，則成波浪起伏，連續不止。如在淺處，下部與海底相抵觸，故進行遲緩，而其上部，向前顛覆，以成泡沫。有時風吹浪頂，成爲旋波。諸如此類，種種現象，眩迷複雜，非數言可以說明者。(參觀可尼虛博士 Dr. Cornish 所著之波浪)。

道，鼓盪而前，成一危險之高潮，白沫水牆，有時壁立十尺以上。

既已談潮，吾人不可不注意潮之漲落與許多海濱動物之體質有關。此事殊為重要，因多數動物之始祖，似皆經過海濱生活者然。歷代潮沙反復進退之影響，非僅及海濱動物，有時竟及後來變為深海之動物。在洛斯科夫地方 (Roscoff)，潮沙退落時，常有一種小綠蟲名旋蟲 (Convoluta) 者，居於平坦之海灘上，及潮滿，則蟄藏沙中。若將此蟲移



易爾夫刺昆 (Ilfracombe) 地方之克不斯東山
(Capstone Hill)

沈寂之日，潮汐似乎追波逐浪而來；然其所動，實僅波浪形體，各自之本體，僅升降而已。如入近岸之淺水，潮汐風浪可轉為流，下部與海底相抵觸而延遲，上部則衝成波煙，微風常拂去波頂。如被恆風所吹，常使海水一層，滑過浪前。海水除此地平流動外，尚有垂直流動。

至試驗室，置之高瓶內，半裝以沙，半充以水，則此小蟲，初時尙依外面潮汐之漲落，而上下移動，故潮汐之進退，成爲生物之進退矣。

當潮流前行之時，若遇一石島，則分二股，當其復合，有時成一漩渦，——一巨大怒濤之洄漩。其例之最佳者，爲朱辣海峽 (Sound of Jura) 之高利力金 (Corrievreckin)，是地也，有二急流，一自北來，一自西來，相遇於一巨石，石成稜錐形，陡立水中，(自一百尋至離海面十五尺，)使二流成一真正之洄漩流動，一如河流之水，遇石而分，而於石之前端，成一小漩渦也。吾人咸以漩渦爲危物，殊爲失實。彼墨西拿海峽 (Strait of Messina) 中之卡立布狄斯 (Charybdis)，每日必吸入海水，並吞滅海上航行物三次，此非漩渦，乃『陷海 (chopping sea)』也。蓋潮流水急，每當漲落，必易其方向，而海風適斜搗之所致。此實危險，然非漩渦也。他如羅佛敦諸島 (Lofoden Islands) 間之美爾斯特綸 (Maelstrom)，亦甚著名。此乃競濤，而非洄漩，平常且可航行者也。

三

海水之循環 地球上海流循環之重要，猶人體血液之循環也。海水之循環，乃直接或間接受

太陽之影響，致有溫度密度及風向種種之變遷。此種問題，詳究非易，今姑簡分為二。一為水量體積之『垂直』流動，其行遲緩；一為表面水層之『水平』漂泛流動，其行較速。吾人常談之墨西哥灣流 (gulf stream)，乃洋流 (oceanic current) 中之主要者。穆勒博士 (Dr. H. R. Mill) 則謂『此種洋流，似乎獨立，自成一己之現象，實僅表面循環大系統之一部耳。北大西洋之水，向時計針向旋轉，而南大西洋之動向，適與相反。』北大西洋旋轉之中心，有一



灣流與他水之界限分清

由上圖可見灣流與較冷海水之界線。灣流起自墨西哥海灣，經佛羅里達海峽，成一極強之熱水河，寬五十英里，每小時能流五英里。在哈得拉斯角 (Cape Hatteras) 附近，流轉向東，直跨大西洋而過，散分數支，向北流行，以至美國及挪威海岸。主幹則向南流，在加那列 (Canaries) 附近，與北赤道潮流相會合。此北赤道潮流，乃由非洲海岸吹來之貿易風所致。

部分，瀕停不動，成薩加索海（Gallegoso Sea）海面沉寂多藻，面積有數千方英里之大，遠處海岸所衝刷之海藻，恆漂泊至此，不復他遷。其位置亦不甚更易，今日之位置，與當哥倫布初次赴美洲時所遇之地位，初未變更。此外尚有同樣之不動區域四，而薩加索海，其最大者也。

海中之暴風 海中暴風，言之使人驚心動魄，穆勒博士云：

『水面之一部，受斜來風向之迫壓，因以低陷，而其鄰近之水，則成水脊，是謂波濤。波濤進行之形式，有如滾棒一排，導風馳騁。然亦僅此形式向前漾動，至波頂之水分子，向前移動，固甚疾速，而波槽則背向而行，其進退距離，適相抵消。故此如滾棒之波濤，僅舉落其上之船舶也。』

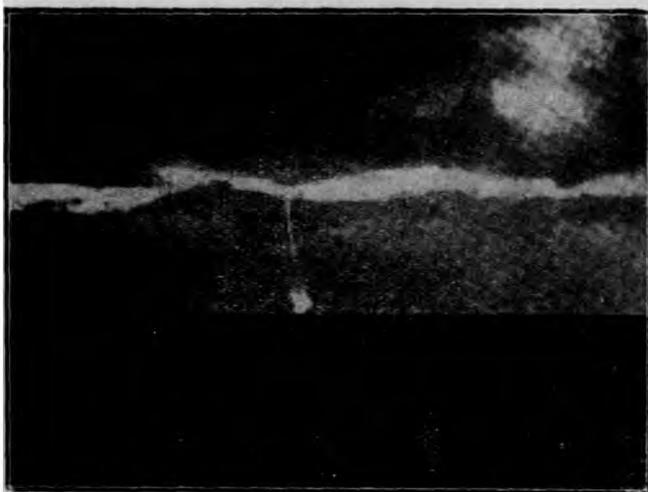
當波濤行至淺處，其下部與海底接觸，因而阻滯，而其上部，則彎穹若燧石山洞，然後衝散，以成浪花。此項浪花，具有巨大之侵蝕能力，——炸裂巨石，力擲使碎，或夾沙礫為武器，以劈擊懸崖。穆勒博士云，兩波頂間之距離，最遠者為四分之一英里，而高度短不逾五十英尺。然細黎諸島（Isles of Scilly）中之一，上有燈塔，塔中有鐘，為百尺高之巨濤所襲奪，此則鮮有者矣。最大之波濤，影響亦極淺，大抵在百尋以下，即不可覺矣。

水面之薄層，受風吹拂，能成種種波濤。地震及火山噴發，亦常興波作浪。有時兩風異向而來，遇於一處，則成旋風，旋風乃空中之洄流也。海上之旋風，能致『水柱』(water-spout)。

水柱者，乃雲氣圓柱，起於海面，直與天吻，盤軸而轉，其中心之壓力甚低，而移動於大海水面者也。柱底之水，受激最烈，一如騰沸。但其所被吸起者，不過波浪上部之水被風引高耳。

四

海底 詳測地球之形狀，可分之爲三大區域。第一，大陸區域，包括(甲)隆起之平原，其平均高度，約高出海面二千二



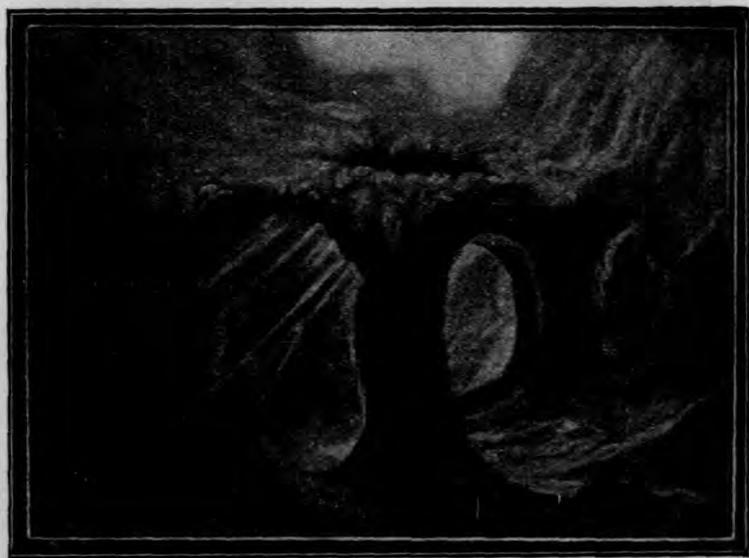
水柱

如海上有旋風，『水柱』立成，一水柱者，乃一迴旋之雲柱，起自海面，上與天接，向前行動，如陸上之旋風然。在此空氣旋渦之底，海水猛被搗攪如沸騰，而浪花有時成一實質之體積。水柱行至陸上，成爲暴雨。

百五十尺。(乙)大陸島嶼，周圍之淺水沙洲，此種島嶼，乃由陸地分出，與大洋島嶼不同。蓋大洋島嶼，乃海底火山所成，而可爲珊瑚礁之基礎者。(見本卷第二十八篇地球之構成及岩石之由來篇中。)

第二爲大陸斜坡，自淺水沙洲，直至海底，約占全球六分之一。

第三爲深海區域，即深海之底，爲一大平原，面積約一萬萬方英里。此區域之形態，至爲一律，沙丘起伏而已。間有海底火山，向上隆升，有時竟出海面；或間有水槽及盆地，即前所言之深淵也。



海底風景——海牀上之玄武岩隧道



風景畫家之新世界——在海底——乃藝術家普立拆德(Prichard)君所繪，此圖乃普君衣潛水衣在海底所繪者。

此圖表示海底峭石，乃水下十六尺處之海中「風景」。

現世之科學家，咸信海洋底下之地殼（或石界），『爲斷層裂縫等所劃分，一如大陸。沿此斷

層裂縫等處，火山可以活動，氣體亦能發出，而重大成塊之熔化物質，亦可由此流出』（墨累語）陸上地殼，經探礦及打鑽，竟達地下數千尺，故地質學家，頗知地下所蘊藏者爲何物。至於深海地殼，雖經撈網，究不能穿透沉澱，故其淹沒之地殼，祇可推測，而無從觀察矣。若以海洋火山噴出之物質，與大陸火山噴出之物質相比較，或可略得其端緒。蓋前者，似乎質重而帶鹽基性，而後者，質輕而帶酸性也。（參觀地球之構成及岩石之由來）故大陸地殼，有上升之趨勢，而深海地殼，有下沉之趨向也。

深海沈澱物 在海濱之水淺區域內，及大陸斜坡之上部，其底部之沉澱物，至爲複雜。視海岸之岩石，河流沖積之物質，及海上動植物種種性質之不同，各處之沉澱以異。故有塊礫砂泥及有機物質等之別。

在深海之底，則彙集有細粒輾泥，大都爲海面微細生物之灰質或矽質遺物下沉所組成。故抱球蟲輾泥 (*Globigerina ooze*) 乃一種生於海面之有孔蟲 (*Foraminifera*) 所積成。其甲殼之小類如針端，而其所積成之沉澱物，可與疇昔之堊質沉澱相比。抱球蟲輾泥，常呈淡灰色，有時中夾鐵

質，則轉為紅，如為錳質所染，則現褐色。此種軟泥所覆之地甚廣，在平均深度一萬二千英尺處，則覆有四千七百七十五萬二千方英里。他處則有『翼螺 (winged snails)』，翼足類 (pteropods)，或矽質放射蟲 (radiolarians)，或矽質硅藻——均生於海面，死後下沉者——種種生物甲殼所成之軟泥。成軟泥之種類殊異。與此等生物遺體相混合者，則有火山灰燼之粉末及隕鐵，或來自海面，或海底本有者。有時竟有陸地之岩石，遷運至此，已成細末，皆沉澱海底。

生物軟泥之外，占海底五千五百萬方英里（幾與地球上陸地全部之面積相等）之大面積者，為『紅泥』，紅泥堆積極為遲緩，皆不能融化之渣滓，及海中灰土最後之



深海沉澱；微細動物之外殼，死於海面，而下沉至海底之軟泥中

1. 純粹堊質軟泥，乃生於海面之小動物外殼，有孔蟲下沈所成。
2. 混雜軟泥，中含各種動物之外殼，及外殼之碎片。
3. 純粹放射蟲軟泥，——溫度之變化等，能殺此種海面生活之細小動物，而其火石質之外殼，沈至海底成此軟泥。此殼內部之內，乃深淵動物之食料。

形狀也。陸上水成岩石，能追溯其爲古時軟泥者，惟白堊是。然尙未見有與「紅泥」相當者，其理由何在，今尙不明。

五

海中生物 海中生物之數，或超過其餘世界所有生物之總數。斯賓塞氏嘗論海生種族之繁殖云，「其所產之種族，實超過陸生者遠甚，」非謬語也。海中動物之狀況，於環境之適應篇中，已詳論及，今僅略述其組織而已。太陽光線，可射透海水至五百尋爲止，而光化線 (actinic ray) 所及之處，則較深。所以受太陽影響之區域，範圍甚廣，此之謂生產區域，卽一海中生物之漂泊場所也。此場所中所有之物，在淺處固以有機質碎屑爲重要，——此等有機質碎屑，大抵潰裂於海濱巨大之葉藻，或由江河沖積於此，——然大洋中，則以極微之綠藻爲更昭著。由綠藻之光化作用，能利用空氣及海水中之原料，構成複雜之炭化合物質。此種綠藻，常爲小動物之食料，照前所論，自硅藻至鯖魚，其間吞食變化之程序頗長也。海中含綠葉素生物，能氮化海水之表面，使合宜於普通動物如甲殼類及魚類等所居住。除有機物質及硅藻外，海中常有瀕死之小動物及塵灰，由海面下降，以至於深

海，一如連綿大雨也。

彼繁盛之各種細微生物，常能連接成一營養鏈環，最足使人注意。厚特曼爵士 (Sir William A. Herdman) 云：

『下之數點，吾人應當記載。布藍特 (Brandt) 氏於每滴基爾海灣 (Kiel Bay) 之水中，獲得硅藻二百個。又據恨生 (Hensen) 氏之計算，在歐洲北海或波羅的海中，每一平方米達，硅藻之數，竟達數億。而每一立方英寸之波羅的海水，約有槩足類 (copepod) 動物一個（一種細小之甲殼動物），而青魚每年所消耗之槩足動物，約爲一千兆。波羅的海之某漁場每十六方英里中，所有之槩足類動物，足供五億三千萬尾六十格蘭重青魚之食料云。故斯賓塞氏云，「在生育之繁茂，數目之浩大，及族種之衆多，無與倫比。」可謂洽當矣。』

海中之細菌 郎刻斯忒爵士其於細菌篇中，曾詳論微生物之於海洋，具有莫大之關係。除深海之外，凡有有機物質處，必有此物，其數之巨，誠不可思議。至於深海，吾人尙未知其有細菌。統言之，凡在生冷之水，細菌殊不見，而在淺水，或冷熱洋潮接觸處，則甚繁殖。繁於生物之「泥帶」爲其重

要彙集之所。該帶離岸不遠，卽有機質碎屑下沉而成細泥之所也。

細菌在海中之功用大約有三：有能變動物之碎屑及排泄物，爲炭酸亞摩尼亞者，——用腐爛及發酵方法，——有能直接被海中植物所利用者，有時先受氯化作用，變成硝酸鹽，或亞硝酸鹽，則利用更易。此乃硝化細菌之作用。凡此等細菌繁生處，海中之微細藻類亦必盛茂。此外尚有一種，其功用適與前所述者相反。此種細菌，能將硝酸鹽還原爲亞硝酸鹽，亞硝酸鹽爲亞摩尼亞，更變亞摩尼亞爲氮氣。故其作用，乃減少能入生命循環之氮量。蓋生物吸收純粹氮氣之方法，僅二三種，卽如有根結核菌植物之類。

海之顏色 海之顏色，變化無窮，誠足使人神馳，蓋其景象永不停留，瞬息萬變也。此種顏色，半受天空之反照。『然卽天空陰暗，亦可見其藍靛各色，北冰洋之水，卽日光明朗之日，亦不呈深藍色。故海水藍色，非僅爲天空反照所致也。』(泰 Farr 氏及馬丁 Martin 氏著作第六百三十三頁) 取一長管，滿以蒸溜水，常呈藍色，若略加雜物，則變爲綠。故海水之最藍或最純潔者，如墨西哥灣流是。水之呈綠色者，或夾有雜物，如北冰洋是。海中雜物，大都爲漂流之微細生物，如紅海之紅藻，及混

雜海中之江河淤泥，中國之黃海，是其例也。海水鹽度之不同，及所溶化氣體體量之互異，亦足變海水之顏色。淺海受珊瑚礁海底種種顏色之反射，海水顏色亦因之以異。

發電發光生物篇中，曾論海面及深海均常發燐光。當船隻破浪而前，其行跡常現火光，上下浮沉，忽暗忽明。划船黑夜航行，其雙槳有若滴落無數火星然。發生此種火光之有機物，除燐光細菌外，尚有種種動物，——自下等動物，以至魚類均有之，——其燦爛陸離，殊難描寫也。

大海中有一種小甲殼類動物，名土坊（*Oxyridina*）者，曾經詳細研究；其發光作用，常與發酵作用同時並進。此種發酵作用，能使發光體氯化甚速。然與動物身體之生理組織，含有何種意義，暨此光與動物之日常生活，有何功用，則不得而知矣。

海中之冰 北極之海，冬間常為厚冰所蓋覆。海中之冰，因含有鹽質，故比淡水冰為重，然尚能浮泛，以持依士企摩（*Esquimos*）人及探險家之雪車。潮汐及其他之潮流，常能衝之使碎，成為大塊浮冰。此種浮冰，常堆成小山，北冰洋之夏季，太陽不落，則其冰場，碎成塊冰，向南流行，陸續不絕，漸流漸化，以歸烏有。北冰洋及南冰洋之冰基，均沿陸地而生，形如緣邊。其本原，半為陸成，半為海成。冰山

則與前所言者不同，蓋此乃斷自冰川之下端，故爲淡水所成。冰山之體積最大，高出海面恆一二百尺。然此僅其總高六七分之一耳。有時水下之一部，融化較速，則因上重下輕而顛沛，更易上下之位置。當冰山之向南行，爲害於航行至巨。慘劇中之最大者，莫過於太嘆尼克 (Titanic) 船之毀沉（一千九百一十二年四月十四日）。此役所沉沒之人口，至一千五百七十人之多云。冰山之爲物，如一偉大之海島，其直徑恆達數英里。又爲沉澱物之重要轉運者。及其融化，則與海水之鹽度及溫度，均有莫大之關係。至氣候之影響，能深入內地，如美洲之臘布刺多 (Labrador) 及諾法



冰山

冰山乃海濱冰川之殘落部分。有長及數里而甚高。如水下之一部，逐漸融化，則上下倒置。日光之下，光耀奪目，陰蔽之部，蒼灰如珠，罅隙中則呈深藍。其體積之偉大，結構之豪麗，勝於埃及之金字塔；而威嚴正大，則超過於獅身人首之神像也。

斯科細亞 (Nova Scotia) 二處是也。

海之功用 海有種種方法，能使地球更合於居住。「赤帶太陽」之熱氣，海水能吸收而廣佈之，更能利用兩極冰冷之水，深海嚴寒之冰，使酷熱轉冷。風亦起於海，種種益風害風，均由此來。無數重要水流循環，亦以海為中心，而江河亦起於海，而終於海也。海洋亦能取給——吸收及還原——大氣之氣體，使空氣之組織一致。故海洋實普遍之清算所，宇宙萬象之洗滌場者也。所有塵屑岩礫之類，衝刷至海，統皆捏成同一形狀。所有陸上磨擦撕扯之結果，至此皆沉澱於海底，以後或可更變為岩石。海洋非但供給人類以豐饒之收穫，且為一極大之學府，供人研究者也。

海之末日 地面本無海，前已述及，所有組成水之原素，均含於鎔岩地殼之礦物質內。後來熱空氣中，始有水蒸氣，再後地球漸成水陸共有時期。設此後太陽熱度之供給，日漸減少，則地球終將變成冷體如月球，或竟過之。屆時全海之水，將凍結如硬石。而此凍結之海面外，將包有一層四十尺厚之液體空氣。如不受他物之影響，則此種現象，必有出現之一日也。

海中之居民 在對於環境的適應篇中，曾略說海中動植物之生活。海中之動物，因其所占區域之不同，故可別爲三類：即海濱動物，大海動物，及深淵動物。植物亦然，如海濱植物之最重要者，爲海藻及大葉藻。其殘落之碎片，常向海中流行，以供淺海海底無數魚類介殼類甲殼類及蟲類之食用。至於大海植物，則有漂泊無定微細之藻類，以供較爲細弱動物（如甲殼類）之食用。其他則於死後，沉至不生植物之深淵。

本篇既說海，吾人勢必將海中動物，詳加討論。今當先從「大海」說起。

大海動物 描寫大海動物，以鯨魚爲較適當。每一時期，有一時期之巨物，今日之巨物，厥爲鯨魚，因抹香鯨 (sperm whales) 及露脊鯨 (right whales) 二種，有時長達五十尺，或有比比此更長者也。齒鯨 (toothed whales) 及鬚鯨 (whalebone whales) 是否同科，即是否同一祖先，似乎尙不能斷言。蓋表面相同，輒易使人盲從，而對於詳細構造之不同，反疏忽之。鯨魚或曾進化「二次」。無論其進化爲一次爲二次，其祖先必來自陸地，如其後腿之遺跡，似足以證之。幼鯨之哺乳，決不能起自海中。觀夫鯨類種種海中生涯之適應，至臻盡善，可知其開闢海居之祖先，變更其居留地時，當在

數百萬年前也。

鯨魚身體各部，適合於海中生活者甚多：例如體形若魚雷，皮膚光滑，進行時可減少抵抗力；尾部扁平而有鈎，可用作一種推進機關；前肢所成之闊鰭，可使身體平衡；鯨油則用以保存寶貴之溫度，又可使全身易於浮泛；有蓋之鼻孔，生於頭之上部，則當一出海面，立可吸收空氣；至於寬闊之胸膛，偉大之肺腑，特別之乳房，致使幼鯨每次得吮飲暢飽，及單胎生育等性，均適應於水中生活者也。

齒鯨以海中魚類及墨魚為食物，而鬚鯨則食一種輕體介殼，通常稱為海蝴蝶者是。鬚鯨捕捉食物時，必大張其口，向前猛進，則食物被擒於鬚板之鈍端。當其猛進時，如無救急方法，必至淪沒。其救急方法惟何，即能將噴口狀之氣管移轉，以與上顎之鼻孔後部相連接，故水無流入歧途之患。

初視之，鯨若無毛，但在鼻腮及皮膚各部，常見毛髮叢生；且許多鯨胎，前身現有無數毛根。由此觀之，現代鯨魚祖先之有毛髮，一如其他之哺乳類動物，可以斷言。更可奇異者，現在存留之毫毛，有時可作以前生活之證據，蓋此種毫毛，實用以為感觸機關者也。露脊鯨之神經系，至為繁雜，有時一根毛髮內，有神經纖維四百枝。鯨魚實為天演進化守舊者之明例，——古時之構造，如為有用，必保

存之。反之，如爲無用，則必完全受淘汰而失蹤。鯨之無耳殼及眼皮，或是故歟。若干鯨胎，有二扣狀之凸體，似卽爲後腿之終跡。而大西洋北部之露脊鯨，深埋其股骨遺跡於身內，——長僅五英寸，——亦頗可注意也。

鯨之噴霧，爲航行者所常見。此乃用過之空氣，用力由鼻孔噴出，有時或五六次連接而噴。在此氣中，常含水汽，在冷空中，此水汽凝成水點。有時因吹噴過疾，則帶浪花與俱。鯨之噴水，實無其事。故密爾頓 (Milton) 氏謂『由鰓吸水，由鼻噴出，』一語，乃誤會也。露脊鯨能潛居水下至二十分鐘之久，此乃呼吸空氣動物中之絕無僅有者。鯨之力大無窮，今記其一，足以證之。有一鯨，一晨在喃塔刻特 (Nantucket) 附近被擊，卽向海行，並拽一船，中有六人，相持七小時之久，終被脫去。而此六人，盡力划搖，經五小時方抵岸云。

七

海鳥 海鳥之種類繁多，今當擇其二而討論之，——企鵝 (penguins) 及善知鳥 (puffins)。比企鵝奇怪之動物，殊不多觀，但其對於環境之適應，則甚可驚訝。犧牲其翅，以成堅強之闊蹼，以助

涸泳，擊水以行，如二彈漿，並能助其潛沒，常至十尋之深，散步嚴冰，瀉滑雪上，均其技能，並能攀登石壁，有時竟達七百尺之高。當其孵卵時，常榜腹四星期，又能在雪堆中生活，數週不死也。久之，企鵝發見遠處之南冰洋海岸，因以居留，然其不能飛翔之性質，常使之漂流海面。

尚有一鳥，恆常年居海面者，乃善知鳥。海鳥類 (Auk) 中之奇怪者。

善知鳥 (坦增德 (Townsend) 博士記) 乃莊嚴談諧並俱之古怪動物。其軀幹矮壯，其頸項短縮，而飾以黑領圈。面則莊重如鴉。喙特大，燦爛如錦，類喬裝蹈舞者之假鼻。兩腿兩足則呈橙紅色。將此種種奇異之外形，集成一鳥，觀其徘徊地上，誠足使人捧腹大笑也。

初夏時，善知鳥蟬集於峭懸海岸，以擇偶或生育。據牛頓教授之計算，赫布里底 (Hebrides) 一隅，其數當在三百萬左右。卵白色，產於一碼長之罅隙內。其孵化之期，約為一月，而幼鳥須受撫育飼喂至四五週之久，方能自立。吾人常見其父母，用其大喙，同時噉數魚，(噉魚時，狀如犁鋤之頭鐵。) 然何以能增魚之數，而不使先捉者墮落，殊不易解。或當牙床張開時，用舌或口中之刺，以保留之。歟。大海中，亦有爬蟲類動物。最可注意者，乃食魚之龜，例如玳瑁，蟾龜，及梭龜等。此種龜類，雖在海

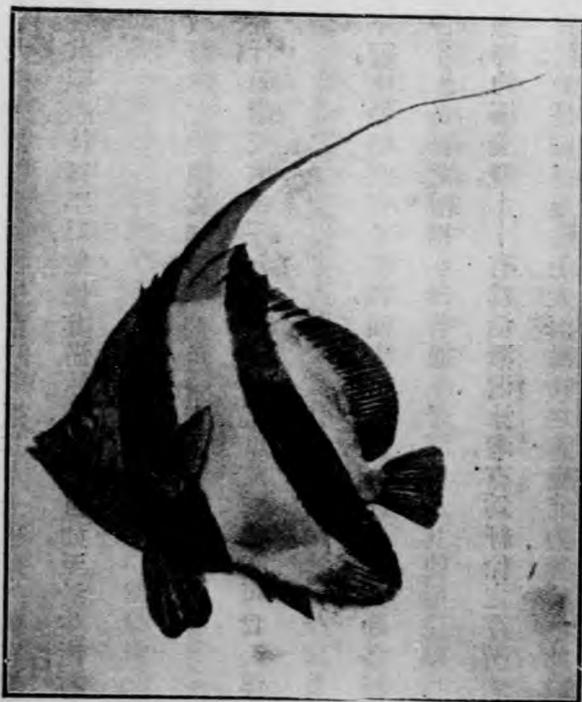
中生活，然至生產時期，必須回返沙岸，與陸蟹之必須在海中生產者，正復相同。因天然歷史之定例，——除少數可表白之例外，——大抵如是，即當動物生育時，須返其本土也。此外尚有真正之蛇婆，其為陸上一種蛇類之後裔無疑。其軀體後部平扁，能使其游泳時，進退自如。至於生產，有數種亦須返至海岸。

大海之魚 大海之魚類，為數繁夥。有所謂文鰭魚（飛魚）者，若被金鎗魚（tunny）所追逐，常飛掠水面而過。有時順風向而飛行，如信天翁（albatross）然。青花魚及鯡魚亦可為大洋魚類之特殊者，至於無脊椎動物，其類更繁，——美觀之海蝸牛或鬚鯨愛食之海蝴蝶，虹魚（argonaut cuttlefish），其搖床之美觀，為天下冠。甲殼類則有千百種，而大海昆蟲則僅一科。他如各種透明蟲類，美麗壯觀之櫛水母類（ctenophores），奇異之僧帽水母，普通水母，泗鐘，及其他原生動物，——如石灰質之抱球蟲，及矽質之放射蟲等，均極美觀，——有為活潑游泳者，有為紆徐之浮游者。此中尚有無數幼蟲，僅在水中過其初期生活，漸長則返至陸上。大海動物之適應能力無窮，例如設法獲得浮性，免被波浪擊損，助其得食，及使幼者得完美之發育等是。今當舉例以明之。普通之藤壺（alip-

Barnacles) 孵化後，其子成微細之幼蟲，游泳海面，後即自附於浮木或木船上。其頭之前部，長成一
 輻韌之莖，在莖之一端，則為此
 甲殼動物全身之主體。藤壺之
 全體，藏於一五瓣灰質盒內。六
 雙精巧小足，捲曲其中，時時舒
 出鼓搖，以送食物入口。普通之
 藤壺如是，但尚有一種 *Lepas*
fascicularis，其歷史與此不
 同。

此種藤壺，常附於小塊
 之殘落海藻上，——有時為

羽毛或木片，——殼瓣之構造甚輕，而含灰量亦微，故宜於浮游。此種浮游藤壺之體質雖輕，然因

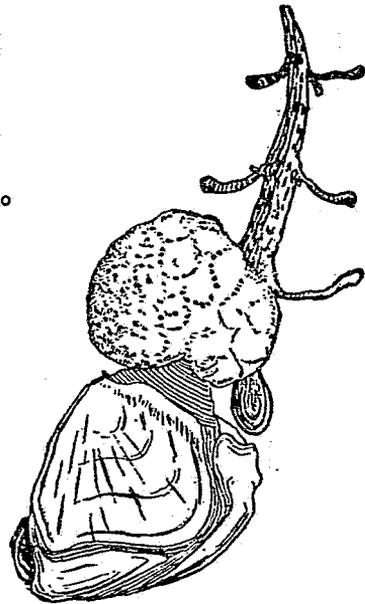


珊瑚魚

珊瑚礁中最美麗魚類之一。藍綠，金黃，光耀悅目。

其生長發育之故，常增其重，以至不能浮泛。倘不設法補救，則必逐漸拖沈於海面之下。其補救之法，至爲精密。乃由附莖之下端，主要身體之上，分泌一種膠質浮標，形圓而含氣泡，以助其浮行海面，誠適應之卓越者也。

深淵動物 生物窩巢之新奇，莫如深淵。深淵者，指深海之底，及其附近黑暗無光之一層而言也。其深度有時達六英里，受水重之故，壓力至巨。在二千五百尋處，每平方英寸，受壓二噸半；水亦極冷，約在淡水冰點左右。除發光動物發出之閃光外，則爲完全黑暗。深海景象，乃鎮靜無聲，形態一致，不生植物。海雖深，動物亦不辭勞苦，隨之而居，故深淵動物，亦頗繁盛。動物對此特殊之窩巢，適應彌週。海百合及海鋸之長莖，自舉其體，以出輭泥之上。海蟹之長腿，及蜘蛛蟹，均適於輕緩之步履，因在



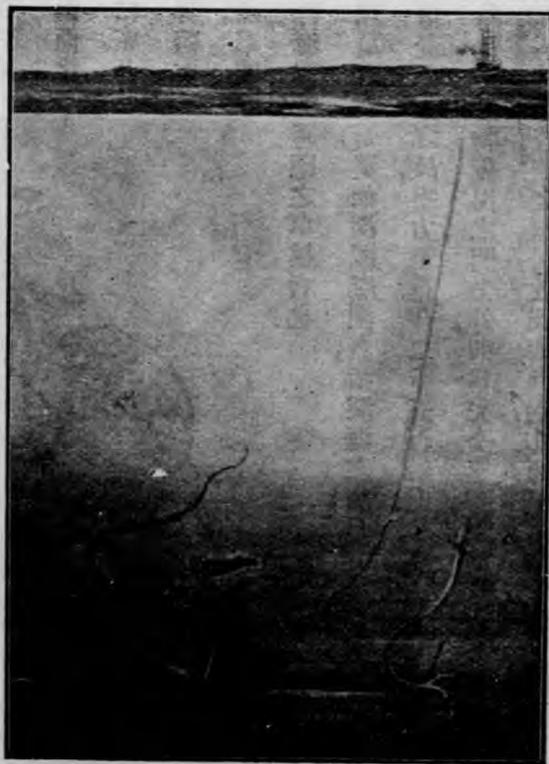
漂浮藤壺

此種藤壺經過幼穉游泳之時期後，即附於一殘落之海藻或他物上。如因其發育過盛體重不能浮泛，則自製一種浮標以自持（見圖中華部）。

黑暗世界之下，故發育種種精妙非常之感觸機體。體質常多孔，充滿以水，故水之壓力雖大，亦不之覺矣。彼使人夢魘之深淵魚類，巨目猙獰，或即合於利用磷光之用。深淵動物之胎生者甚多，而其在陸居之親屬，則皆卵生，——是或亦一種適應，以防禦軟泥之覆壓其卵歟。

深淵既無植物，則較大動物之生存競爭，

必定更烈。許多深淵魚類之有齒，即證明其有兇猛食肉性情。何以此類魚中，有口甚大者，固易解釋。



深淵之底

圖中見一撈網，正被拖拽，長腿之甲殼動物一（前部），深淵之奇魚三（左端），及一一碼長之蠟形蟲，底部深入軟泥，而頂上則為有纏纜之水電。

亦不之

蓋彼等得有良好之機會時，必飽餐而後已。有時腹部具有伸縮力，而體之下部，能膨脹，故所吞之量，與其身體之大小相比較，似甚大也。當大海面如鯨魚等之大動物死後，屍體沉至海底時，因其肌肉中之水分均被壓出，故逐漸結實。結隊成羣之甲殼類動物，如等足類動物 (Isopoda) 等，蝟集其身，咬成細塊，深海之底，初無腐爛物也。然食料之大宗，非全賴此偉大之動物，乃賴海面小動物，死後繽紛下落者。即在深淵，物質之循環，亦復與他處相同：魚食甲殼類動物，甲殼類動物食蟲類，蟲類則食軀泥中之有機物質。因其在高壓力低溫度，永久黑暗諸情形之下，生活機能，或可遲緩，故食品缺少之虞，不若吾人所慮者之甚。有軟弱之骨，有柔嫩之肉，皆表明其行動不猛烈。行動既不猛烈，食料問題，亦因之較易解決。

深淵之風景，吾人可設喻以描寫之。其黑如中夜之船港，除星辰及



一種深淵幼魚之放大，此魚生於印度洋之最深處

目生於長莖之端，光性神經及四目筋，長與相等。頭前之黑點，或為鼻孔。此魚之長大者，尙未覓得，或即有望遠眼魚之一族，即其目軸比他族特長也。

磷光外，昏暗無光。海鰓成床，由軟泥上升，與其他長莖之海百合等，振搖孌娜如燈塔。有時在此固定動物之間，藏有赤色之甲殼類動物，逡巡如小竊。有腿長如高蹻者，有戴長觸角者，以探深遠之幽隅。再有墨魚及真魚，大都行動遲緩，時時排列海底，如海船歸就晚餐者然。

八

海濱動物 天然歷史所謂之海濱，乃指光亮較淺之水，海藻生長處而言。此處之動物，種類駁雜，變化無窮，萬物雜處，而烈於生存競爭，——地盤及食料之競爭，反抗狂暴風浪之摧殘，及仇敵之嗜慾。

海濱動物，幾應有盡有，蓋海濱昆蟲及蜘蛛亦有之。海豹亦可謂海濱哺乳動物，蓋彼等非但於生產時，來至岸上，即平時亦上岸休息。由此可見，其脫離陸上生活，不如鯨魚為完全，然於種種方面，尚力求其適應於海中生活。圓錐形軀體，利於捷速之游泳，想種種方法以減少磨擦；後腿向後，及短尾均便於鼓進；伏匿水洋時，鼻孔可以緊閉；鬚髯機警，用以暗中潛探；目之構造，亦合於幽暗之環境，油脂使之輕浮，並可用以保持體溫；暴風不能捕魚時，又可用助消耗；齒端向後斜傾，便於握持光滑

之擄物也；其適應之周，一至於此。

普通海豹，每小時可泳十英里，此僅海豚行速之半。除轉舵時，前腿必緊伏於胸際，游泳則全賴強壯之後身及後腿，——不能旋轉之偉力推進器，在陸上之行動，則殊委蛇。海豹敏於聽，常聚聽鮮有之響聲，如音樂等。且具有良好之腦。性亦親熱，而好嬉戲。至於偶匹，海豹取多夫多妻制。小豹生產之日，即可入水。惟須在陸休息及撫育也。

北極白熊亦海濱動物之一種，常臥冰上，以伺海豹之出現。據一北極探險者云，有一白熊，舉臂猛擊，則將一海豹自海中提出，砰擊拋擲於冰上，卒碎其頭骨。海象亦北方動物，用其長牙，鑿掘海濱之雙殼貝。尚有古僻之哺乳動物，如儒艮及海牛等，均海濱動物。海牛曾自北極移入內地，直至博學家之樂土，即美國佛羅里達之厄味格雷咨 (Everglades of Florida) 地方，今幾變為淡水哺乳動物矣。

羣集於海濱之鳥甚多，大都僅來一季。凡淡海濱之鳥，吾人常思及海鷗，燕鷗，鷺鷥，千鳥，鷓鴣，及蠣鶻之類，——蠣鶻能用其敏捷之嘴，將蠟貝自石上啄下。可食之食海藻龜類，不能離岸過遠。尚有

加拉巴哥島 (Galapagos) 之海蜥蜴，常至海中游泳，並常潛伏於叢藻之中。

海濱魚類有蝦虎魚 (fatherlasher)，玉筋魚 (sand eel)，海梟，及棘鰭魚等。其最特殊者，爲鰻魚 (gunnel)。此魚甚難捕捉，因其常紆入石縫，即使獲得之，終必用力由手中滑出。石勃卒 (sea squirts) 亦羣集於海濱。此物之發育至奇，始則有脊椎，終則退步，成一種難於別類之動物，數碼之外清潔沙中，常有數種玉鉤蟲 (Balanoglossus) —— 乃脊椎動物與蟲類間之一種接鏈（常謂已失蹤）。

海濱介殼之數，似乎無限——多齒茹素之玉黍螺，離岸不遠，攀附石上之贻，織紋螺，食肉之鵝螺等。瓣鰓類則有鳥蛤，蛭，蚌，蛤，海扇，及竹蛭等，而皆以微細之生物，及有機纖維爲食物，用鰓飄蕩，以送入口內。章魚爲無脊椎動物之最高等者，潛匿於亂石之間，以伺蟹類。其體之大，有時足爲人患，如聳俄 (Victor Hugo) 氏之傑作，海中之勞動者 (Toilers of the Sea) 中所描寫者然。

海濱又爲甲殼動物羣集之區，蟹，龍蝦，小蝦，大蝦，異足類等足類，藤壺，水蚤等，均是。其甲冑及武器之設備，張詞虛飾，以及種種適應，均可驚異！如一墮石，偶傷蟹之一足，足遂不能再長，因犧牲之，如

自行切斷者然，別於傷處，另生一微小之新足。此外尚有『現在化石』，即北美洲海岸之鱉，古代種族之遺種，而節肢動物中之立普凡營克(Rip Van Winkle)也。其呼吸用『葉鰓』，乃世界動物中所僅有者。此種形式，自三疊紀已有之，——即數百萬年——現則用以喂豕。

海盤車，蜘蛛人手，海膽及海參等，海濱均有之。其生活大都如蟹，亦實用其反動方法，——有一股之生活力。至於羣蟲，有漫步者，有不動者，有環節者，無環節者，形態不一，至難想像。人所共知者，為沙蠋及突緣沙蠋，漁人掘以為餌者。沙蠋對於海濱之工作，與蚯蚓在草地所作相同，——即使泥土疏通。再下者，有珊瑚，海葵，似植動物，海濱海綿，微細之有孔類，及纖毛蟲類，無論何處之動物，無有如是之具有深趣者矣。各地各物之互易，同地各物之殊別，其變化無窮，危險百出，皆足使人心迷而神往。以一混雜紛繁，變化無窮之窩巢，而滿佈以全動物界之代表，生存競爭當然敏烈，而淘汰選擇，必常川不止。海濱又具有卓越之刺激環境，故試驗種種變形之機會甚大。此種變形，乃動物所常冒險嘗試者。海濱之刺激性質，乃歷來磨練動物之要素，以助生物之進化者也。海濱乃適應之儲庫，——處處與饑餓逼迫，慈愛逼迫之限制及困難相適應。主要動物之系統，大抵曾受海濱學校之訓

練，即在人類，吾人亦能聞古潮之回響也。

參考書目

- Challenger Society, *The Science of the Sea* (London, 1912).
Herubol, *Sea Fisheries* (London, 1912).
Johnstone, *Life in the Sea* (Cambridge Manuals, 1911); also *The Conditions of Life in the Sea*
Mill, H. R., *The Realm of Nature* (University Extension Series).
Murray and Hjort, *The Depths of the Sea* (London, 1912).
Murray, Sir John, *The Ocean* (Home University Library).

040194



21.21.6.

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(三十)

湯姆生著

胡明復等譯



商務印書館發行

萬有文庫

第一集一子種

總編者
王雲五

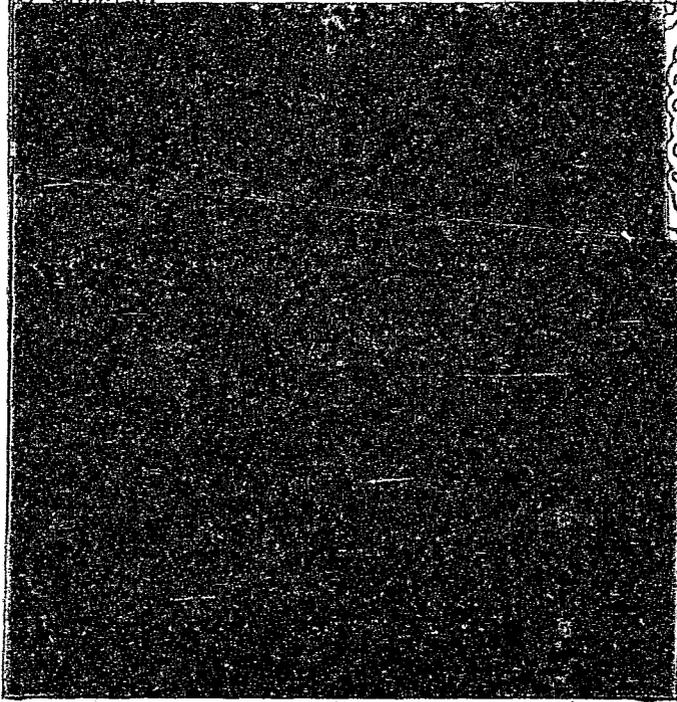
商務印書館發行

040195

科 學 大 綱

(三十)

湯姆生 著 胡明貞 譯



科學大綱

第三十篇 發電發光之生物

美國哈佛大學哲學博士 胡先驕譯
國立東南大學植物學教授

前一章曾證明能乃作工或變更一物體運動之狀況之力。能之形式不一，如熱，光，電，運動能，地位能，化學能皆是也。此各式之能可互相轉變，可由一體傳至他體，但能永不滅。燃燒之煤所發出之能，可運轉發電機而生電，電復可用為街燈，但

無論能可轉變形式，或傳於他處，至若何程度，其某定量之某式能不見之後，立有等量之他式或他數式之能同時發生。亦如物質不滅，無人能造成或滅去任何小量之能，且因能乃宇宙之大主宰，故無人能不報酬而有所得也。

此爲能力不滅之要義，而當念及彼如電鰻等能發電流之動物，與螢與細菌等發生燦爛之光之動植物時，所應記憶者也。無有生物能產生新能，彼等不過能將此種之能變爲彼種而已。

一

發光之植物 最常見之一事，卽爲挂曬之乾魚，有時在夜間發生燦爛之光。在死獸肉上，亦時有同上之現象，此乃亞里斯多德時代卽已知之。但發光之原因，則直至近代始被發現。蓋爲一種細菌所致，此種細菌生於魚與肉上，所發之光，卽其活動之副產。今日所知發光之細菌有三十種，最普通之一種爲 *Bacterium phosphoreum*。此菌生於各種之地位，包括人體之創傷在內，因此每致引起種種迷信之解釋。

除細菌外，有數種黴菌與蕈菌亦能發光。在歐洲南部有一種最知名之發光蕈菌 (*Agaricus olearius*)，生於西洋橄欖樹之下。此外尚有他種亦能發光，在數種僅菌絲能發光，在他種全菌蓋皆能發光。亞里斯多德視爲有趣之發光朽木，由於一種菌類之菌絲所致；一種翻白草 (*Potentilla tormentilla*) 之根，亦爲發光之菌絲所侵入；山毛櫸與櫸樹之葉腐爛時，有時在暗中地上發光，亦

卽此故。山毛櫸葉之下面有黃白色小斑點，卽爲發光菌類菌絲所在地。在腐敗之木與樹葉，發光由於蕈形菌絲，非由於細菌；但必須細加研究，方能斷定某處發光由於蕈菌而非由於與之同處之細菌焉。蓋如在另一文中所舉示，在多種情境中，細菌皆有所染指也。此種光，俗稱爲磷光，但此名當廢；蓋生物所發之光，與磷殊無關係。

在幽邃之石罅中，每生有所謂發光之苔；但其光實由於表皮上一種透鏡狀之細胞反射日光所致。此種透鏡之構造，實爲盡量吸收所能獲得之少量光線之體合，蓋光爲綠色植物最切要之物也。至其發光之晶瑩狀況實爲偶然之現象，與貓眼能在暗處閃爍無異；蓋貓眼亦不能發光，不過能反射光線也。其能反射，由於其眼之背面有一極發達之鏡狀層，其功用不在使眼能在暗處發光，而在使貓當夜獵之時，能利用所有最微弱之光也。

此類貌似之發光，在吾人觀察海岸之淺水窪時亦可見之。彼海藻蕩漾於潮水中，所有光怪陸離之變色，非常可玩。褐變爲紫，紫變爲金，是爲一種物理現象，其理頗難言，但與光之出產無關。其中有兩種現象：一爲暈光，由於海藻表皮之物理構造而得，如孔雀羽毛上之彩色然；一爲螢光，則由細

胞內所含物質之特性而來。

至於在沼澤區域所嘗見能運動之光，則或由於沼氣或磷化氫燃燒所致，但尙未能確定。又有水手有時在桅頂上所見之聖厄爾摩火 (St. Elmo's fire)，則由於低雲中刷狀放電所致也。

二

發光之動物 動物之發光，爲一種甚廣佈之現象，惟世人不知之耳。據近日所知，不下三十部動物有發光之能力，其分布似無理由之可言。在各種浸液蟲中有夜光蟲等，能使海水在夏季短夜中發光，在有刺動物中，如大海中固著之海筆，與僧帽水母，在各種海中環蟲，星魚與脆星魚，多種甲殼動物與昆蟲，數種魚鈎貝與二三種軟體動物，在繁複之海鞘，如火焰蟲 (Pyrosoma)，其光可藉以誦讀者，以及多種深海之魚皆有發光之能力，動物之發光至魚類爲止。所謂發光之蛙，細考之乃由食有多量之螢所致。又屢有人謂鳥類如鷺鷥能發光，或因其毛羽上雜有發光之細菌與蕈菌，或由觀察不正確而誤耳。在少數淡水動物如一種斑蠅 (harlequin-fly) 之幼蟲，亦能發光，但普通意見，謂動物發光，僅在海中與在陸上也。



一極美麗之海筆產日本洋外深海中

高約三英尺

其龐大之基部固著於泥中，其莖部直立如第二圖所示，此圖中卷曲之狀，非其本相，最奇者爲其造成羣體之數百水螅，各長約一寸。

動物光之性質如何此爲亟須研究之問題。波義耳 (Robert Boyle) 在一六六七年證明朽木



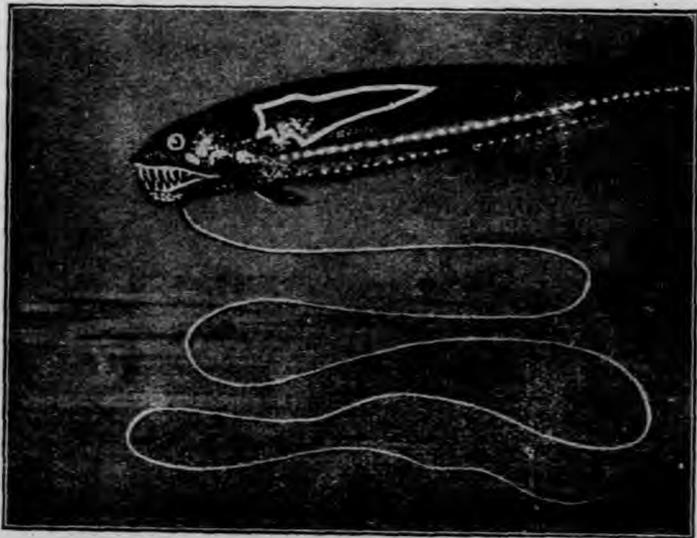
深海中之景象

(1)深海中之蝦，有極長之足與觸角。(2)一極大之海筆，其基部固著於泥中，在海筆之右，有其美秀之近屬名為嫩形蟲，為一羣水媳生於一長鞭之柄上者。(3)一深海中之一小魚。在一長柄之末端，有一發光之器官。(4)印度洋中一種深海魚之幼稚式樣，眼生於長柄上。(5)深海底之魚，有一極長突出之喙。(6)一美麗之海百合，其基部固定，在長柄之頂，有十羽狀之臂。(7)另一深海之魚，有多數發光器官。(8)一烏賊魚，有整齊排列之發光器官。

與死魚之發光，必需空氣，此即證明發光為一種氯化或燃燒所致也。在一七九四年意大利自然科

學家斯帕蘭紫泥 (Spallanzani) 示明發光之水母之曬乾部分，若重濕以水，能重行發光，此即證明發光一事不得謂為完全屬於生活現象，而為一種化學作用，但精研之，尙能知之較詳焉。

至一八八七年法國動物學家杜步亞 (Raphael Dubois) 曾將一種發光之雙殼蜆為一極有趣之試驗。此蜆名為 *Pholas*，能穿穴於海邊之礁石中，杜氏將此軟體動物之發光組織作一熱水與一冷水浸液，使之靜立直至光已滅盡時，光滅後若此二液混合為一，則復能發光。杜

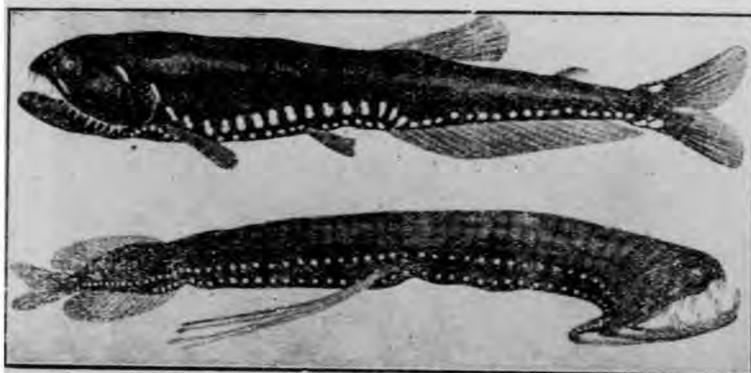


一種極奇異發光之魚產愛爾蘭西南部深海中

此魚長約七英寸，其小點與彎曲之闊帶皆能發光，最奇者為其臀下長觸鬚，圖中觸鬚於體下，非其本來之狀況，或為伸直向前者，長逾其體數倍，為深水中探險之具。

氏因而創一學說以爲有一種酵素一類之物，爲熱度所毀滅，因而熱水浸液中無之者，若與另一種物質混合而養化之，即能發光。在冷水浸液中，其發光之物質爲酵素所用盡；在熱水浸液中，酵素已被毀滅，但可氯化之物質尙存；故當兩浸液混合時，復能發光片時也。

杜步亞教授之試驗，曾經哈維教授 (Prof. Newton Harvey) 證實而擴充之。此學說在研究最詳之三種動物光如穿穴之雙殼蛭，一種海邊小甲殼動物，名爲 *Cypridina* 者，與鞘翼蟲之名爲螢者皆極適合。按此說，則發光須有水與空氣，而爲兩種物質互相影響



兩種深海魚

上部一種 *Gonostoma polyphos*，長十英寸，深黑色，無鱗，有多數發光器官，如白點所表示者。最上一行發光器官作綠藍淡紫諸色，下一行作赤色橙黃色，在尾部者赤色，腹部尙有作淡紫色者。下部之魚名 *Photostomias guernei* 則較小，此處則畫至同等大，其體作天鵝絨黑色，有一千五百發光器官，其下顎關節之突出頭外，使之呈奇特之張口。

之結果。一爲光酵素，一爲光素，光酵素有酵素之作用，使光素氯化或助其氯化加速，因而發光如在
其他迅速之化學變化然。

法拉第之貢獻 凡一問題之科學解決之歷史鮮有簡單者；關於此問題之粗悉其大概，吾人
可舉示以下各步驟；然此外尚有未舉之重要研究與重要研究人也。此數步驟爲：

(一) 波義耳 示明發光須有氯氣；

(二) 斯帕蘭察尼 示明發光與動物之生命無關；

(三) 杜步亞 幾決定在雙殼蜆中，發光爲一種類似酵素之物，與一種能發光之物質合作所致，
此說曾經哈維教授證實之。

但雖吾人作此短史，亦不能不提及法拉第之試驗。彼在一八一四年即以宵行蟲之發光爲有
趣，而作有多數之試驗。彼欲『斷定發光是否與此蟲之生命有關』，彼又考知『手與爲人體感覺最
靈敏之部分之下脣皆不覺其熱』，凡此皆足以證明其試驗之天才過人也。彼所得之結論爲：(a)
宵行蟲體內有一種化合物，有發光之能力，但與蟲之生命無關；(b)發光之物或爲此蟲之分泌物；

(c)發光須有空氣；(d)在普通發光之狀況下，此蟲有控制其發光之能力。

三

動物光之性質 物體之因高溫度發出光線者謂之白熱，但因他原因而發出光線則名爲發光。所有動物光皆冷光，蓋不僅不爲高溫度所產出，且爲完全無熱之光，故螢之光實爲最廉價之光，蓋其能不耗費於生熱也。若人類能仿效螢之發光法，則所得當非少。且動物光全爲目所能見之光，無內赤與外紫光線；然其作用與普通之光無異，能感照相片，能使各種物質發生磷光與螢光，能使植物幼苗向之彎曲，亦能使葉發生葉綠素。

螢之光較所有人類發光之法爲優 最有趣者，爲蘭格力教授 (G. P. Langley) 與味立 (H. W. Vervy) 二人論文中之一語，證明螢之光，爲最廉價之光，意謂在此蟲發光時能之變換，較在他種發光時能之變換爲較經濟也。

據吾等所陳說，吾等可再聲言造物之產出此種廉價之光，其所耗之能，僅及燭光所耗者四百分之一，而與電光或其他已發明最廉價之光（此論文係在一八九〇年所作），較其價不啻

廉百千倍，故吾人未嘗不可希望發明一種方法（此法現已存在而有小量之施用），以獲得較現在所有出產光之方法更大百十倍之結果也。

動物光之各種色 動物光有各種色，惟吾人不能知其命意之所在；且在同一動物體中，先後可變為赤藍綠各色，則尤不能究詰其所以然也。宵行蟲與脆星魚之光作綠色，意大利螢之光作藍色，愛神帶（Girdle of Venus）與數種沙爾勃司（Salps）之光作赤色，數種阿西央那雷珊瑚（Aleyonarian coral）之光作紫丁香色，有人謂燈籠蠅（Lantern Fly）膨大之喙，能發紫光，但此蟲非真能發光也。

各種發光之方法 動物之光或僅產於含有發光物質之細胞中，如海中之夜光蟲與宵行蟲是也。或則體中分泌一種發光之物質遍布全體，且散布於海中或留於地上，此乃見於數種小甲殼動物者，當發光之物質未分泌於體外時，並無光可觀也。

但在多數動物如數種魚，數種鳥賊魚與數種高等之甲殼動物，其光皆出於固定繁複之發光器官。最奇者，此類器官構造每似眼球，在發光之細胞之前，每有一透鏡，有時有三個，在其後有一反

射器；在發光器之周圍與反射器之後，每有一黑暗之包膜以遮蔽動物自身之肌肉，使不受光之刺激；再則有一刺激與控制之神經。凡此種種皆極似眼，眼亦有透鏡，反射器（所說者為在暗處發光之貓眼）與為暗筐之有黑色素之包被也。哈維教授云，在發光器中，能之重要轉變，為由化至光者，在眼中則為由光至化者；發光器官之神經為具刺激與控制性者，其職在將消息外傳；至眼之神經，則為感覺的輸入的，其職為將消息內傳至腦中者也。此處倍宜注意發光器官與眼相似之點，蓋在眼中光能可直接變為化合能恰如綠葉之試驗室也。至發光生物最特著之事，則為化合能可直接變為光能，不須經過熱能之階級，亦不需外加之熱為之助也。

撈採機出水之候 德和林侯爵 (Marquis de Folin) 為法國深海探險隊領袖之一，曾敘述在探海船上之生物學家當撈採機在深海底拽出時欣愕之狀，其中有多種灌木狀之珊瑚動物，發散

光焰，較其時用以工作之二十火炬之光尤強。有數珊瑚被攜至熄燈之試驗室中，其時不啻在幻天之境界，吾人得見宇宙之奇觀。所有珊瑚之主要枝條之上，皆射出最燦爛之光燄，忽盛忽

衰，不可方物，由淡紫變深紫，由赤變橙黃，由淡藍變各等差之綠色，有時白熱如然燒之鐵，普通之光爲淡綠，他色僅偶爾發生，迅即重返爲綠色，繼則光刻刻減少，動物亦逐漸就死，在十五分鐘之後，全變爲枯死之枝矣。但在其光正盛之時，吾人立於六碼之外，猶能辨別報紙上最細之字焉。

在珊瑚蟲，其光爲遍布於全體者，在他動物，則有特別的器官，故一種烏賊魚有二十發光點。『如發光之寶石，或作深藍色，或作深紅色，或作天藍色，或作銀色。』

海之發光 在赫胥黎『響尾蛇』艦游記中，曾有一段關於海中火燄蟲發光之良好記述。

是時天清無雲，但亦無月，海波不興，當船緩進之時，淺灘之下，有無數小火柱，在暗海中，放射其忽隱忽顯之藍光，直至目光所及之處爲止，誠沒世不忘之巨觀也。

火燄蟲浮於甚深之處，幾費心力，始獲得數個，置之一桶海水之中，其光斷續發射，短期之黑暗與短期之燦爛相間。其光自一端之一個體發生，逐漸由各方向中心分布，迅即遍於全體，如是繼續燦爛至數秒鐘之久，隨乃黯淡而終於全羣體變爲黑暗而後已。無論在何點，摩擦力可使

之發光，而遍布於全體，然亦惟初獲取時爲然，以後則摩擦僅能使被摩擦之處發光而已。

四

動物光之應用 當一動物分泌一種發光之物質，或以軀體中某部分複雜物質氯化而發光時，此光或與此動物之日常生活無甚關係，或僅爲較重要之生活作用之副產物，而爲軀體營養代謝之旁支，故無人欲研求各種細菌或螢卵發光之有何用處，至動物發達有繁複之發光器官，則情形大異，而可斷言其必有一種作用，但所解釋之說，要爲懸想也。

(1) 在數種動物，發光或爲驚退來相侵犯者之用，若間斷發光，或所以淆亂敵人之心目，當海筆忽然發光時，他種動物必趨避之。不暇。(2) 在他種動物，發光或爲引誘黑暗深水中之動物前來而捕食之之魔術，一種深海魚之發光器生於下垂於口前之鬚狀器上，或卽此故也。(3) 在另一類動物中，光或供引路之用，能使深海之魚，在暗中辨別道路；但此說僅能加於其燈光懸於適當處所之例，然非普遍如此也。(4) 在多數例中，其發光器有一定之式樣，如在魚體之兩邊是也；在黑暗之海中，此種式樣可使其族類易於互相辨認。(5) 在數例中，事實每能證明發光爲胙合之記號，如蟾

蝻魚 (porichthys) 僅在生殖時期發光，即其例也。在宵行蟲中，英國種 *Lampyris noctiluca* 之雌蟲無翼，而爬行於草岸之上，彼較圍繞其上之雄蟲更爲燦爛，其斷續發射之光彩，在成蟲身體後部有多數氣管之兩層細胞中，但在幼蟲與卵中亦有之。

螢爲與宵行蟲近屬之鞘翼蟲，其成羣上下飛翔於夏夜空氣中之雄蟲，爲吾人在溫暖之區所習見者也。在意大利之

螢，名 *Luciola italica*，

其雌蟲爲比雄蟲較爲小眼弱腿之動物，但亦有翼與光，彼平常不易見，惟在引誘一羣燦爛之雄蟲時，爲能見之。在吾人觀之，兩性之互弄



一種螢

此爲美洲熱帶之一種螢，在其體之上下面，皆有發光之處，上面發光之處在圖中以白色表示之。此圖較其體大約兩倍，在數種螢中，兩性之閃光，與配合似有關係。

其光，似與眸合有關，但亦不能遽下斷語也。在波倫亞 (Bologna) 附郭之草原中，晚間可見有雌螢散布草地之上，多數雄蟲則在其頂上飛翔，似雄蟲之近前，能刺激雌蟲發生強烈之光彩，雄蟲似能見其記號，此類之事固甚難證明，但見彼迅即趣就之，飛翔不已焉。同時每不止一求婚者，每每多數雄蟲圍繞之，在地上成一圈，而光彩互相閃爍，雄蟲之光閃動較速而時短，雌蟲之光較爲久長，而斷續之時間距離亦較長。

在一大錫蘭螢 *Lampyrophorus tenebrosus*，其幼蟲亦發光如有翼之雄蟲與無翼之雌蟲，其光之色如碧玉，似雌蟲以光招致雄蟲。最可異者，厥爲雄蟲每當飛近雌蟲時，反將其光關閉也。

五

動物之熱 若以一寒暑表插入蜂房中，可見溫度之增長。此熱何自而來乎？蓋百千蜂筋肉之運動，有以發生熱能，而蜂房中空氣溫度因之增高。動物熱之主要來源爲筋肉之活動。在極冷之日，吾人每見馬車夫以臂敲擊其體以取暖，彼乃以體操使血液循環增速，同時亦使筋肉工作增速，因而產出多量之熱。蜂爲冷血動物，其體中溫度之變遷，常與環境之溫度相若，蜂所產出之熱，流轉於

空氣中，在冬季若其蜂巢非一圍閉之房所，則其熱必至於耗散也。但馬車夫爲熱血動物，其體中之溫度有定，在寒冷之氣候，彼能增加其體中所產之熱量，同時復減少皮面上熱之損失，蓋寒可使皮中血管收縮，熱之損失因以減少，而人現畏寒之狀焉。反之，至夏日狗乃將舌吐於外，以增加熱之損失，動物中惟鳥類與哺乳動物有節制熱之產生與消耗之能力，是謂熱血。節制熱之神經中心，在腦之摺皺體 (*corpus striatum*) 中，此處可乘便說明發寒戰，由於神經系之命令，使筋肉爲不規則之收縮以產生多量之熱所致。

凡生活皆須有氯化或燃燒作用，一部分動物熱由於體中不斷之化學作用所致。但此僅熱之全體之最小部分，大部分之熱，皆在筋肉之中，即軀體不運動時，筋肉亦能產生熱。如吾人睡眠時，除心與呼吸有關之筋肉外，其他筋肉皆不運動，然亦能產生熱，即其例也。睡眠時所產生之熱較醒時所產生者爲少，盡人皆知，在冬令若無充分之衣被，睡眠時若何之寒，在雪中睡眠有若何之危險，與動物若何注意於尋覓溫暖安居之地也。

在一筋肉之收縮，有兩步驟。第一爲物理之變化，每一纖維，變爲短闊，似一彈簧放鬆之狀，此時

不吸收氮氣，呼出炭酸，亦不發生熱；但由筋肉質中分出乳酸。筋肉之儲能，以收縮之故，變為工作，乳酸之分解與此變換有關。但欲恢復其儲能使筋肉能繼續收縮，則必須使此乳酸恢復至原有地位，此種恢復須有能，此能則由血糖或帶有脂油之氯化而得；在此作用中，消耗多量氮氣，排出炭酸，二而熱亦產出，此乃動物之熱產生之主要來源也。但同時須注意即在休息之熱血動物，其筋肉生反應性之微微收縮，亦能產生熱；且若筋肉收縮時，若不變為外部之工作，其能之一部亦將退化為熱也。

六

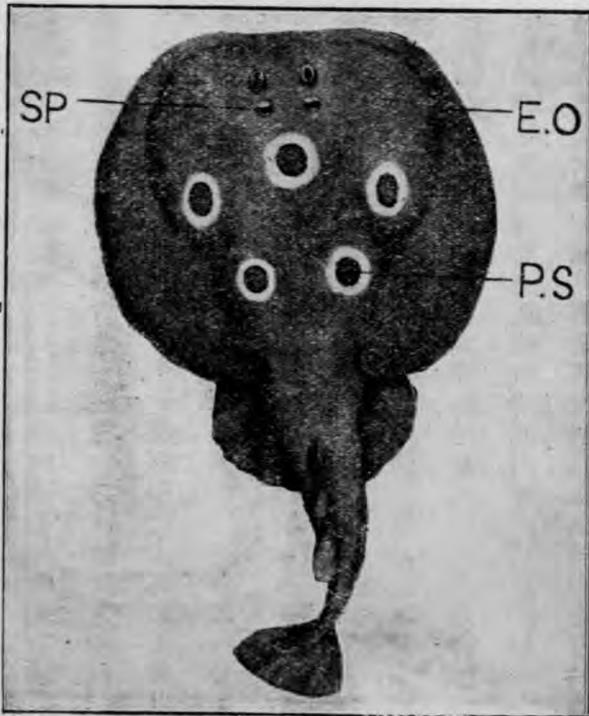
動物電

有電之動物 電之變遷，與動物各部，如筋肉，神經，眼之網膜，腺等之活動有關，又如食肉植物之捕蠅草，將其葉閉合以捕獲昆蟲時，亦有電力變遷，與吾人收縮筋肉時電力之變遷相同，此生命作用統一之佳例也。含羞草之運動，石藻細胞內原形質之流轉，甚而至任何植物綠葉中炭素化合物建造時，皆有電力之變遷，似電力之變遷，與普通一切生命作用皆有關，故吾人於研究在此種能

之變遷最顯著而有用之特種動物，如電鰻之發出電震時，宜記憶此事實也。

電鰻魚 地中海之

電鰻魚(Torpedo marina, Orata)為魷魚(skate)之近屬，其皮光滑，長約三英尺，闊二英尺。在其頭前與鰓間，下貫其體，有二發電器官，形略似扁腎，每器官含有數十萬(可多至五十萬)透明直立之電板，各各隔開。每一電板皆由一筋肉纖維與其神經末端組織而成。若魚受有刺激，則電板之向背部之一端為正電極，向腹部之



一小電鰻魚產地中海圖中所示者為其背面
其大發電器官(E.O.)生於腦與胸鰭之間，在眼後有兩呼吸孔(S.P.)，水即由此入鰓，水向外流之鰓口在腹面，背面有數個奇特如眼狀之色素點(P.S.)。

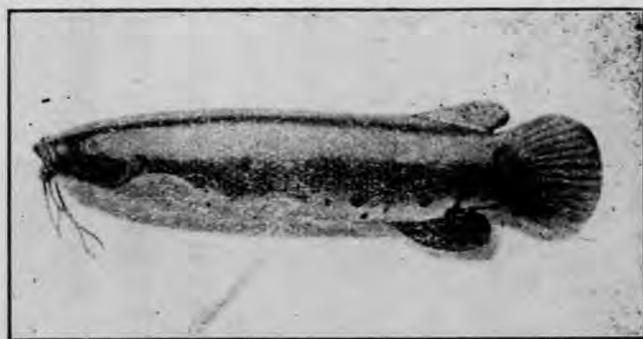
一端爲負電極，而不斷發生電震，自下面達頭之上面，若以手捉此魚，立見有甚明顯而痛苦之電流經過臂中，其電力之強，可使行近其旁之動物麻痺，甚之於死。繼續發電，可使電力減輕，最有趣者，即平常之鯀魚在尾之分半處，亦有二較小之發電器官，或者此器官乃在進化之中也。

電鰻魚 在奧利諾克 (Orinoco) 亞馬孫 (Amazon) 及其相近諸河之淺處以及鄰近之沼澤中，有一種電鰻魚 (*Gymnotus electricus*)，其電力之強，可震倒牛馬等大動物。魚每長至八英尺，重五十磅，其身長五分之四爲尾，在尾之兩邊，各有一極大之發電器官，爲筋肉組織所變成，由脊髓中有多數神經通入其中，其直列之筋肉柱之前後端，各有不同之電負，電震爲自尾流至頭部者，當電鰻將其身彎曲使頭與尾與他魚之各部分接觸時，即發生一強電震，其電之發生，或由反射，或由有意繼續發電，可使電力減輕，但最強之震驚，能殺死其俘虜。尼羅河中大頭之鱗鮐魚 (*Mormyrus*)，亦有發電器官，生於尾部之兩邊，亦如常例爲筋肉組織改變而成，惟其電震頗弱。

電鮎魚 與一般發電之魚類異者，爲非洲熱帶諸河與尼羅河下游中之電鮎魚 (*Malopterurus electricus*)，爲一種慢性畏光之動物，長約三尺，能發生力能殺他魚之電震，其發電器極爲奇

特，爲皮腺改變而成，在魚之全體上，皮與肌肉之間，成一層油脂狀之被膜，控制之者，爲脊髓前端兩旁各一大神經節細胞上伸長之單獨神經纖維，其電震之力可高至五百瓦特，若人跳足踐履於電鰻魚電鮎魚之上，魚身發出之電震，可使之顛蹶焉。

相傳有五十種魚能發電，但只有數種曾經詳細研究，在曾經研究之種類，除電鮎魚之外，其發電器皆爲肌肉與其神經之末端改變而成。所宜注意者，平常肌肉之收縮與腺之活動皆有電力變遷，不過平素爲體中重要變遷之附屬現象者，在發電器官，乃爲其主要作用耳。發電器官所發出之電，不爲電流，而爲少數之電震，（在電鰻魚，爲時僅一秒之小部分，）最有趣者，木鱧精平素以刺激神經系至引起動物肌肉之抽搐者，亦能使電鰻不斷發出電震，直至於



電鮎魚

其發電震之能力，僅微遜於電鰻魚，其發電器包裹全身，在皮與肌肉之間，而爲皮所變化者。

疲敝而後止也。

生物學之結論 關於動物之發光與發電，尚有甚多難解之理。在多種動物，直不知其發光有何功用；在多種發電之器官，其功用亦不可解；普通之解釋，爲最初不過爲重要生活作用之副產物，存在既久，偶遇生活環境中，有以使之發生競存之價值時，乃逐漸發達增長以達於今日之域也。

參考書目

- Bayliss, W. M., *Principles of General Physiology* (1915).
Harvey, E. Newton, *The Nature of Animal Light* (1920).
Holder, C. F., *Living Lights* (1887).
McKendrick, J. G., *Life in Motion* (1892).

第三十一篇 自然史之五——下等脊椎動物

美國哥倫比亞大學生物學碩士
國立東南大學動物學教授 陳 楨譯

動物血統樹之上端，分歧爲鳥類與哺乳動物之兩支。此兩類動物，皆可自久已絕種之爬蟲類中查出其根源。鳥類與哺乳類已各有專文論及之，今將討論此甚有興趣之下等脊椎動物。因此等動物可爲表示進化之實例，故本篇將自最低式論起，以次遞高。

脊椎動物之重要性質 溯自亞理斯多德之時（西曆紀元前三八四至三二二年）於動物中已有有脊椎動物（即脊椎動物）與無脊椎動物（無脊椎動物）之別。彼時已察得哺乳動物，鳥類，爬蟲類，兩棲類，及魚類有甚多共同之點，如具脊骨及紅色血等。此等動物，顯然特成一系，與構成無脊椎動物界之輕體動物，蜘蛛，昆蟲，環節動物，海膽，珊瑚蟲，海綿，及單細胞動物，有甚大之異點。

以上所述古時所得之異點，至今日仍繼續存在，惟近時學者之眼光，已有三種變遷。

第一，今之學者已更明瞭於何者爲關於脊椎動物與非脊椎動物間最深切而重要之異點，非僅如昔之膚淺也。此等異點爲：(甲)許多非脊椎動物，如龍蝦或昆蟲，皆有一甚發達之神經索，但此神經索乃在是類動物身體之腹面。另有一環狀神經線圍繞食道，將此神經索之前端與在頭部背面之腦聯合。在脊椎動物則不然，全神經系之重要部分成在身體之背面，成爲腦與脊髓。(乙)在脊椎動物脊髓之下面有一支持骨幹，卽爲自內胚層所成之脊索，此脊索乃由胚胎時期之食管背面之中縱部凸出分離所成者。在低等之脊骨動物如蛞蝓或八目鰻等之體中，此脊索爲支持身體之樞軸。惟在大多數之魚類及所有較高之動物中，則以更善之物代之。此更善之物，卽爲自中胚層所成之脊骨。此並非謂脊骨乃由脊索所變成者，脊索不過如一種短期的支持機關，其後乃爲由胚胎異源所成之較永久的機關所代替。此卽所謂機關代替是也。此具多數脊椎之脊骨，卽爲舊式脊索之代替者。

較高動物之胚胎中，恆有脊索之形現出。雖於胎胚時期以後，此脊索僅留一甚微之遺痕，然不可謂非古時動物之器官。在今日仍傳衍生存之一好證例。雖以人類如是之高，然對於脊索之一點，

亦不能完全脫離關係也。(丙)在魚類與蝌蚪中，食管之前部有裂隙，緣以頰片，當呼吸時，水即由此縫流過。在爬蟲類，鳥類，及哺乳類之動物，此等頰縫不作呼吸之用，且並無他用，僅成耳氣管，自耳道通至口部之背面。惟頰縫則可作為脊椎動物重要特徵之一。因在無脊索動物中，從無此頰縫之結構。近時發現在少數之鳥類及爬蟲類之胚胎時期，有頰縫之微跡，此復可顯明古代動物之結構如何繼續衍生至今。(丁)尚有一甚深之異點，即脊椎動物之眼，在開始時，為自腦向外所生之物，而無脊椎動物之眼，則為自皮部向內生成之物。(戊)許多無脊椎動物皆有一甚發達之心臟，惟皆在背面，而脊椎動物之心臟則在腹面。故如將無脊椎動物置於脊椎動物之地位，必須將其反置，即以底作面，始可將神經索置於背部，將心臟置於腹部。因此故，遂引起一種理想，謂脊椎動物，或係從一種以背部游泳之無脊椎動物所進化而成者。此種理想，初視之頗近於怪僻，然無論如何，已可表示近時學者研究上之第二種變遷，即已研究到脊椎動物之系譜矣。

有甚多學者持一種假設：謂下等脊椎動物為一種環節動物之後裔，此假設雖未證實，然甚近理。第三種變遷為承認魚類並非最低之脊椎動物，在魚類以下尚有無齒之八目鰻與盲鰻，及已經

絕種之無齒之下口類。此等動物以下猶有蛞蝓，較蛞蝓更簡單者，有石勃卒，最下等者為許多如蠕形動物之腸頭類。此類動物，幾介於脊椎動物與無脊椎動物之間。今將以此脊椎動物進化之程序中，最低式之脊椎動物，作研論之開端。

一

脊椎動物之先進者 腸頭類（意即以腸胃呼吸者）確係古代式之動物，且散佈生活於世界各處。通常此等動物多在海邊，鑽食含沙之泥，彼等大約可謂為脊椎動物進化主要程序上之一歧線。蓋彼等既為如蠕形動物之脊椎動物，亦為如脊椎動物之蠕形動物也。自其喉部至體之背面，有許多頸縫開裂，且另有一極可注意之事，即其體腔發達之情形，與自蛞蝓魚類所見者極相似。其體長自一寸至數英尺，顏色鮮明，常有一種奇特如海碘芳（Iodoforn）之氣味。其所食者為微生物，及沙泥中之有機物。雌雄兩性分體，以全體而論，則在口之前部有鑽孔之吻，在口之後有一堅固之項圈，及有頸縫之部分與一彎繞之後部。在吻內有如脊索狀之小支持幹，且在背部與腹中部皆有一神經線，有普通之一屬名曰 *Balanoglossus*。除狹義之腸頭類外，尚有其他之過渡式類，其明著

者如奇異之 *Cephalodiscus*，爲 Challenger 旅行隊所發現。此類動物，甚可表明多數反對進化論者論調之錯誤。因彼等所持之理由爲在進化之程序中，凡過渡之環紐悉未見之。然觀上述之數式動物，亦許其不在進化之直接途徑中，惟其爲過渡的，則無可疑也。

海鞘類 在此進化程序中之第二階，爲被囊類及海鞘等。其中有大多數，狀如兩口之皮質水瓶。在脊椎動物中，以簡單之海鞘爲最不似於脊椎動物，然自其生活之始，卽爲一游泳自如之幼蟲，如一錐形之蝌蚪，有一腦及脊髓，一顯明之脊索，二頭縫，一腹部之心臟，及一自腦部發生之眼。此幼蟲爲一脊椎動物，已無疑義。惟其中之大多數，皆以其頭部堅附着於海藻，石，或介殼上，而成爲不倫不類之物，在此時期以後之生活，頓呈一退化甚速之現象。被囊類殆至脊椎動物生活之門口後又失其正途矣。其始期之生活甚佳，惟不能按其幼期之情形以繼續維持其初始之狀態。間有少數如海槌頭 (*Appendicularia*) 之類，則在其全生活期，皆保有幼蟲之性質。有許多之被囊類皆成羣生活，其間亦有自由游泳者，如管狀之杯海鞘，有時竟達二或三尺之長，且發光甚明。在大海中有如玻璃之薩爾帕類，則自成一組。此種動物有時接連成長練形。

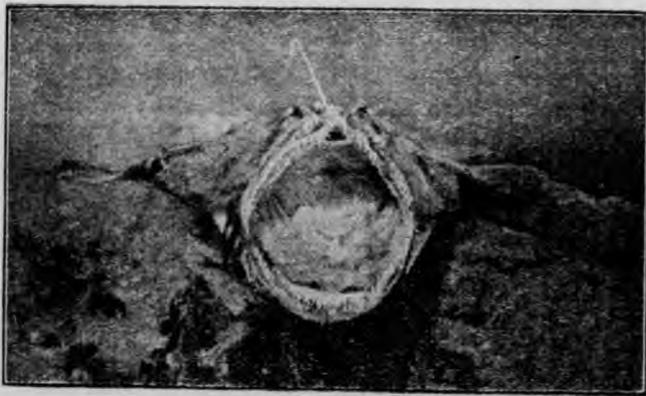
蛞蝓魚類 尚有一類下等脊椎動物，爲蛞蝓魚 (Lancelet) 所構成，如 Amphioxus (蛞蝓魚之一種)。彼等爲梭狀之海內動物，體長約二寸，半透明，喜臥於細沙中，而以其口突出。口邊有帶纖毛之觸毛，繞之成圈，此魚卽用其觸毛將水中之微小生物及食物之碎塊拂入口中。蛞蝓魚有時自沙中出，而自由游泳於各處。此類魚乃古代已有之生物，故得有此長時期，使其能於許多大海中蕃衍甚普。此類魚在消極方面有許多特點：如無頭骨，無牙牀，無四肢，無腦，無眼，無心等。致使讀者將詫異以彼所有者果爲何物。惟其爲真正之脊椎動物，則無疑義。因彼有脊髓，背索，及鰓瓣，並有數點與被囊類相同。其相同之點，復非表面相似也。

圓口類 在論及魚類之前，尚有一小類，卽圓口類，以八目鰻及盲鰻代表之。如此「魚」之一字，指通常所見之魚類而言，則此類動物不能包括於魚類以內。因此類動物無鰓，無翅，無鱗，且有奇特之鰓袋，及僅有唯一無偶之鼻孔。此爲古代之動物，頗似與一化石名 Paleospondylus 者有關係。此化石見於蘇格蘭蔡司涅斯 (Caithness) 之紅砂石層中，爲一小動物，體積與蝌蚪相仿，惟此爲一古代脊椎動物生活最有興趣之遺骸。更古之種類則爲已絕種之下口類，亦無鰓，於息梳紀中見

之，如 *Pterichthys* 及 *Pteraspis* 是。彼等爲已發現之脊椎動物中之最古者。由此事實觀之，脊椎動物之系譜始於息琉紀之先，即距今數千萬年前也。

八目鰻爲一鰻狀之動物，具軟骨之骨骼，簡單之頭骨，角質之牙，及七對鰓囊。體積較小之種類，生活於淡水中。一碼長之八目鰻，其大部分之生活史咸在海中，惟升入淡水河中產卵，產後即死。

此類動物之幼稚者，雖不能見物，然通常以『九目』名之。在此幼蟲之時期有兩三年，八目鰻食蠕形蟲，小魚羣或動物之死體，然有時附於



鮫鱧之正面全圖

鮫鱧不甚適於游泳，惟因其體色與海藻色相合之故，極宜藏臥於海藻中。彼張其具齒之脣，其上有餌重搖於水流中。乃靜俟經過之魚或有入其界內者，一觸其餌，即足使其下顎立合而急嚙之。其向後彎之齒，可使被誘者易進而難逃。

魚身，以口鑽孔，穿皮而吮其血肉。膠盲鰻 (*Myxine glutinosa*) 爲一奇異肉色鰻狀之動物，長約一英尺，居海之深處。有許多特殊之點，如目部則已退化不能自腦部發達長出；受刺激時則由皮部分泌許多黏液質，故舊日之自然科學家爲盲鰻『變水爲膠』之說。彼頗似先爲雄性而後成雌性盲鰻。頗貪餌食，雖漁人網內之魚，有時亦不免爲其所食。有時被釣之魚，竟有三或四尾盲鰻在其體內。

有時此類魚放出多量之膠質，致阻礙漁人之施網，或將魚餌食去，漁人甚患之。美國加利福尼亞省所產之盲鰻，屬 *Pdellostoma*。有一中國漁人曾憤怒而言『Every hook——one silklostome』(即『每鉤皆有一盲鰻』) 彼蓋曾在蒙德勒 (Monterey) 自霍布金司實驗室學生學得此魚之學名也。

二

魚類 脊椎動物首達勝利之生活者爲魚類。彼等適於水中生活，無殊於鳥類之適於空氣中生活。魚類可再分之爲三亞綱，即

(1) 軟骨魚類，口部在腹面，如鯊魚與魷魚。

(2) 多骨之魚，其口部在首端，如鱈，鮭，鱒，鰻魚等。

(3) 爲一小組之具雙呼吸器者，如肺魚等。此類魚有一肺，故介於魚與兩棲類之間。

此等魚類皆有已絕類之祖先，並有尙生存而與化石相似之種類，如非洲河中之多鱗魚 (Polypterus)，與北美洲之鱗骨魚 (Lepidosteus)，帶有甚佳之練狀甲。

大多數之魚類，皆形似魚雷，甚適於其迅速之游泳。其游泳之法，如以櫓行舟。魚體之後部幾全爲筋肉，故行時能將其每邊之水遞次推離一部。間有如魷魚等，其尾部已用作兵器者，以其成對之前翅作游泳之用。在普通魚類，則前翅作調節勻重之用。又有奇形之魚，以適於特別環境之生活者，如魷魚類。其體自上而下成平扁形，以腹面臥於海底。又如扁形魚，如比目魚等，在其早期之生活中，其兩面經過一種壓扁之過程。當其靜止及游泳時，或右或左，有一面向下。其向下之面無光，色素消失，並因堆積如銀狀之『官寧 (guanin)』廢棄物而發光。其在下面之眼，繞角向上移，與在上面之眼相近。又有脹大之河豚，則適於上浮海面。圓柱體之鰻類，則適於紆入泥中之縫穴。飛魚能飛躍海

浪之上；而奇特之海馬，具能鉤捲之尾，則適於其悠暇之生活於海藻之間。

魚類又有各種不同，以適應於其各種取食之法者。如鯊魚爲極強之肉食動物，乃具強大有力之腭及多數可怖之齒。鮫鱧或名釣魚，蛙則具有釣桿與垂搖之餌，及一巨大之闊口，緣以向後彎之齒。齒之基部有樞紐可轉動。如此則使被誘者進入甚易而逃出極難。青花魚之食物爲海中之甲殼類。鯉魚多食植物。大多數之魚類，生產力甚盛，有時產子竟達數兆。亦間有進化至父母養護子女（多爲父的）之程度，而爲經濟的生產者。如絲魚能營巢，海馬將發長之卵藏於皮袋內；新金尼（New Guinea）之 *Kurruus* 魚則負一雙式肉核於其頭頂上，帶至各處。大多數之魚，其受精作用皆在體外，雄魚放射精液於已產出之魚卵上，惟在輭骨魚及胎生硬骨魚類，如 *Bleddy* 魚則爲體內受精，其卵在母體內孵出。

多數魚類生活之一定限度，遠減於獸類，魚類之生活，不若獸類之有定限。如鱧類之一類，有時體長達一碼。在魚類中，甚鮮見有體肌生長衰老之徵。魚之年齡，以其鱗及耳骨之輪線記之。在魚類中，始有骨，腭，成對之肢體，真正之齒，成對之鼻孔，及他種之形體。所有魚類，皆有鰓片。此即在因其頭

壁上之羽狀贅肉，血液卽在此贅肉上暴露於外面。其暴露之面積甚大，藉得水中之養氣。惟其中少數之魚類，如梭魚用其水均衡之浮囊作呼吸作用之補助器官。而在彼三種之泥魚，卽肺魚，則其此種結構可以肺名之。關於此點與其多細胞之皮膚腺（魚類之皮膚腺幾全爲單細胞者），其初始之三心房心臟，及最初出現之一大後靜脈管，頗似較高脊椎動物之不共全，大靜脈管，此介居其間之泥魚已趨向兩棲類之途徑矣。

三

兩棲類 蛙，蟾蜍，水蜥，及蝶鰻類皆爲人所不甚注意。惟如日本之巨蝶鰻 (*Cryptobranchus*)，恬靜生活於清冷急流之暗處，有時體長竟可達五尺三寸（英尺），則爲近世兩棲類中之巨大奇特者。美國巨大之半蛙 (*Rana catobiana*)，常以極粗之聲鳴於池中。而體僅長七寸。如以後腿伸出可達十寸。多數之生存兩棲類，其體軀皆甚小，此乃事實。故吾儕須返溯至炭石期中，始可尋得此類動物之巨大者。此種動物似自泥盆紀時代始（最初有陸地動物足跡之時代），惟彼等發達甚盛之時紀乃在炭石期中。自彼以後，又漸退化成一種柔弱，無護甲無武器及胸部不甚發達之生物。

然吾儕不可不注意於古代之兩棲類，以尋得多數新結構之來源。如初次出現之手指及足趾，真正腹面之肺，鼻孔與口部相通，一有三心房之心臟，及一易動且為筋肉所成之舌。除少數外，其餘之兩棲類，在其幼稚之時期，多用腮片以呼吸。有時在全部生活史中，始終皆有此結構，如 *Dalmatian* 穴中之盲螈 (*Proteus*) 是。惟所有長成之兩棲類，除少數之變常水蜥外，其餘皆有肺，其皮膚亦能營皮膚呼吸之作用。蛙類在冬季休息時者，可作證例。兩棲類最有興趣之點，即其為脊椎動物中在陸地生活之初始者。此冒險上陸之數種步程且復顯於現今個體之生活史中。

爬蟲類 蜥蜴，蛇，龜，鱷，及新西蘭之生活古鱷蜥 (*Sphenodon*) 可代表今日之爬蟲類，彼等皆有已絕滅之祖先。鱷蜥至今仍繼續蕃衍其種類外，其餘有多類之古生爬蟲已停止傳衍，如飛龍類 (*Pterodactyls*) 已絕種，中生代之魚龍 (*Ichthyosaurs*) 及蛇頸龍 (*Plesiosaurs*)，大概亦皆絕種。中生代恐龍類中數種類之血統由進步及雜異的祖先進化，仍傳流於現代鳥類及哺乳類中。然在血統系樹上尚有他支之爬蟲類，並無若何之發展。大約在石炭紀中兩棲類之祖先，乃進至爬蟲類。在二疊紀中則爬蟲為優勢之脊椎動物。

新西蘭之鱷蜥自成一目，亦即此目中之僅延存者。在其體中第一可注意者，乃自間腦（視經室）上頂向上所生出之松子形體，爲生物學者承認，謂有視眼之明顯證據，如複雜之網膜是，此種甚稀見之動物，長約一二尺，乃保存於近新西蘭海岸之數小島內。藉其隱避動物之習慣，得以延存至今。通常居於穴內，以昆蟲，蠕蟲，及他種小動物爲食。夜間始出，有時讓其穴與海燕類共居。卵產於暖沙地，約十枚。甚可注意者，即卵必需逾一年始得孵出。鱷蜥之發成亦如他種古式動物，於動物學研究方面，有甚大之興趣。

各類之鱈魚，皆爲強大而厚甲之爬蟲，居於熱帶之河中。在陸地時，笨重而強倔，以魚類及小哺乳動物爲食。



鱷蜥 (tuatara)

新西蘭之鱷蜥當可謂之「一生存之化石」，因其在今日爲其古代新紅砂石紀蕃盛之爬蟲類中唯一代表者。再者彼有一發育不全之第三眼或 cyclopean 眼深入腦組織中，產卵（約十枚）於沙中，最可注意者即卵需一年始得孵出。

生長甚慢，而無明顯之限度，故體可生長甚長。常伏於水邊，以伺獲各種動物。獲得後即將其淹斃，蓋鱷魚自己當口中滿水時，亦能呼吸。因彼將其氣管口向前移，而接於鼻孔之後端，即在口後部骨管之末端也。當彼淹斃此被獲物之動作時，乃將其鼻孔起出水面；空氣可以流通不絕，以達其肺部，而水不能錯道被吸入肺中。凡鱷魚皆有一四心房之心臟，如鳥類及哺乳類所有者然。惟彼等仍係冷血動物，在脊椎動物之非哺乳動物中，彼為生齒於齒槽中之唯一之動物。且若一齒被毀，則有另一齒以代之，繼續不已。換言之，即有許多組之齒也。卵如鵝卵，埋於土中，藉日光之熱以孵出之，有時以腐植質助卵之孵化。間或母鱷因聞孵出幼鱷在卵內之鳴聲，而將卵掘出者亦有之。印度之鱷魚有時體長可達十八英尺，有一種大鱷魚



印度之鱷

此類爬蟲（有時可達十八英尺長）常潛伏於河水淺地近徒涉處或游泳之處，伺機以攫人或獸類而拖之入水中。除可懼之脰及齒外，其尾亦為一強有力之兵器。而堅強之甲，有時竟能禦鎗彈。

體可長達二英尺。

龜類 龜類爲動物中負甲最完全者之一，僅犴狴類較之尤甚。龜體裝於一上拱圓下平之甲殼內，並能將其頭尾及四肢引縮一部分。龜類甚難受傷，其生長甚慢，舉動遲鈍，且有強韌之體質，而能耐長久之絕食。其體中組織以局部生命之強固著名。如龜體之各部作羹後，其心部尙能繼續跳動二三日之久。

蜥蜴類成一極雜之目。此目之動物，行動甚活潑，惟喜曝於日中，其中有多數體色鮮明。又有他種則體色與其直接之環境相



象龜

此類爬蟲可長至甚大，且能活至多歲。彼等遲鈍之生活，食植物蔬菜，行動遲慢，質厚甲殼，其易受傷之部份，則可以任意縮於甲殼之內。

適。大多數之種類，當爲敵所捕時，皆能棄尾而逃，此後經若干時，尾復生出，大多數皆產卵，惟尙有少數如不列顛之棕色蜥蜴，則爲胎生。唯一之有毒蜥蜴，爲墨西哥之毒蜥 (*Heloderma*)，避役 (*Chamaeleons*)，則適於喬木中之生活，且因其顏色之變更，而甚有名。美國得克薩斯 (*Texas*) 及亞利桑那 (*Arizona*) 省之角蟾 (*Phrynosome*) 有許多奇特之點，如被激動過甚，則眼皮出血。遠東所產小體之飛龍，因其延長肋骨上所展出能收放之皮質傘狀物，故能飛行於樹林間。如蛇狀之慢行蟲及蚓蜥 (*amphisbenas*)，則適於地中之鑽孔之生活。在脊椎動物中恐無他目如蜥蜴類之如此雜異者。

爬蟲類中特化最高者爲蛇類。蛇類除蟒蛇屬與王蛇屬及他少數之種類有腰帶骨之初形及後腿之遺跡數點不計外，可謂全然無肢。並且無肩帶骨或胸骨之跡。彼等以連於腹面鱗甲之肋骨，行於地上。且可自將其蜿蜒之體，猛伸直而得向前急進。然彼等亦能泳水爬行及鑽孔。口部甚闊，適於捕食大於其頭之食物。其雙歧之舌，爲敏感之觸覺機關。一對唾腺可變成毒腺。毒牙爲疊牙而成之凹線或溝，以灌毒液，體內各機關適於此甚長之形體。包圍角質鱗片之皮膚，最外層可以退去，自

頭至尾將內面翻向外面如黏合之脫皮。大多數皆生卵，惟阿得 (adder) 種之毒蛇及其他數種則為胎生。

以上所述為關

於低等脊椎動物即以蠕形動物之腸腮類，海鞘類，蛞蝓魚類，圓口類，魚類，兩棲類，及爬蟲類之考究。高等熱血脊椎動物，鳥類與哺乳類，即自此最後者之爬行類中進化而出者也。

參考書目

第三十一篇 自然史之五——下等脊椎動物



蟒蛇

此類之蛇能長至極大。並不毒，惟以其強大之身體緊繞其所獲物而殺死之。

Günther, *The Study of Fishes* (1880).

Osborn, H. F., *The Origin and Evolution of Life* (1918).

Pyeratt W. P., *The Story of Fish Life* (1905) and *The Story of Reptile Life* (1905).

Regan, C. Tate, *British Freshwater Fishes* (1911).

Thomson, J. Arthur, *The Study of Animal Life* (4th edition) and *Outlines of Zoology* (7th edition).

第三十二篇 愛因斯坦之學說

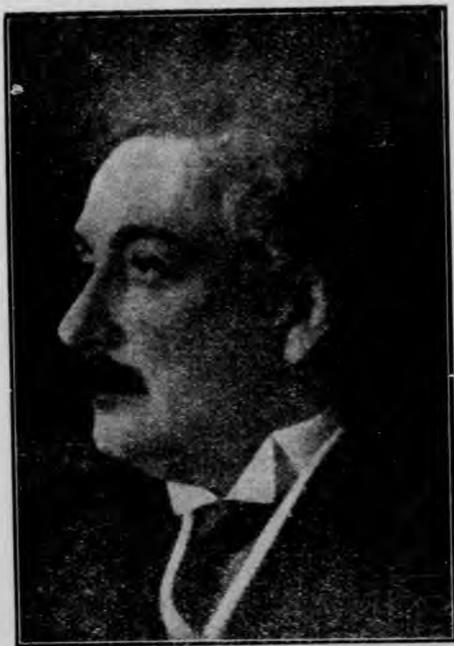
美國加利福尼亞大學化學碩士 段育華譯
國立東南大學算學教授

事物果如其所現之相乎 試一涉思愛因斯坦 (Einstein) 之奇想，何令吾人對於事物之觀念顛倒如是耶？平行之線，永不相遇，二點之間，直線最短，吾儕所習知者也。然按之愛因斯坦之學說，吾儕之所謂直線者，實一橢曲之弧，其理後當詳說之。今爾試揮筆伸紙，畫一直線，在爾視之，筆尖於紙，一秒間行一英尺之直路耳。但使有人自太陽望之，則見其實為空中之運行，不特爾手腕之動路已也，地球繞軸之弧亦括之，且更有大於此者，則地球環日之大弧亦與焉。爾之視為甚短之直線者，彼將謂為四十英里之曲弧矣。是果孰是而孰非耶？曰皆是也。蓋運動之距離，與其直曲之度，皆相對者也——視乎觀察者之如何耳。

運動也，方向也，相對者也——視乎觀察者而異也。謂一物獨存空間而運動殆無意義，蓋所謂

運動者，必有所趨與所離者焉。今有二物於此，並行而異速，自速體視之，則見其遲進之體若倒退然。願自外界觀之，二物乃相隨而同向。果孰是而孰非耶？曰皆是也。運動也，方向也，相對者也——視乎觀察者而異也。

坐於火車中，閉戶塞窗，車之行直，其速均等，寂然不稍震蕩，爾即用任何機械之術，亦無由而得察此車之停止。蓋爾之能識別運動者，非藉外物比觀不可。又使爾啓牖探視，見一車掠爾而過，爾今得覺察運動矣，然亦未能遽辨所見之車之動耶？抑所乘之車之動耶？當此之時，爾或以爲二車相隨，或背道而馳，或皆靜止，而莫得其真。何以故？運動皆相對故。



愛因斯坦

精深遠到，世界僅見之科學學說創造家，一八七四年生於德，十八歲已抱此說之想，二十七歲即印行相對專論。

上之所述，皆引言耳——繼此以往，將見其有關於愛因斯坦之持論焉。

空間者，亦相對者也。使從空間中，取物物而盡出之，不復假以他物，則所謂太空者，果何物乎？太空者不可思議。世固無絕對之空間也。使吾人可察之，大字，忽焉凝縮，聚爲一橘，吾人將亦莫由而得覺悟其改變焉。蓋吾人之所用以度物者，皆依同比而縮小，太陽距地，猶是九千三百萬英里，而如故也。無他，大小相對者也——視乎觀察者而異者也。

空間之生，實由於度物之尺。物體之位置，亦以量度而定之；蓋吾人之所能度者，不過此點上一物在彼點上他物間之距離已耳。

時間亦猶是也。果實有乎使斯世而未嘗有事，吾不知時間將爲何物，是故時者因事而後著。時之生於鐘錶，亦猶空間之生於丈尺。絕對空間不可思議，絕對時間亦不可思議。使吾人以下之懸擬爲有當也，則大謬矣。

二。

兩現象間，時間之短長，與空間之大小，無論觀察者之爲何人及其情狀之何若，而皆同一無

時間不可直接計度——必以空間之運動而計之，如鐘上之針，環動之星是也。願運動與空間，皆爲相對，而無真實之存在，既如上述矣。二者皆視觀察者而異，故時間亦然。

向使有魔物焉，無端而惡作劇以自娛，使一切宇內之現象，其進行較常度遲至千倍，吾人亦莫由察覺其變遷焉。曩吾之鐘之計一小時者，今將千小時焉。吾人之壽命，亦必千倍於前昔，而莫能自覺矣。

吾人行將見時間空間之於愛因斯坦學說，不過事物之一種性質而已。

尙有一事：『一物之量次 (dimension)，其形狀，及其所占領之空間，皆視速度爲依據；』即謂任何物件之大小，形狀，皆因其所運動之遲速與方向而有殊異。

愛因斯坦學說中革命最烈之一部，即爲關於牛頓吸力公例之事。

吸力新解 愛因斯坦謂吸力爲空間之性質，非如牛頓之所謂一種力。蓋雖無吸引之力，而吸力之影響，依然可以存在。愛氏曾舉一甚有趣之例以明之。設一小屋寂然孤懸於太空之中，乘客在焉，無有重也——蓋其足無下壓力也。使彼擲一球於空中，將升至屋之頂際，而即懸焉——蓋無吸

力引之使下也。重物之繫於彈秤者，亦不能使彈秤下延也。今若假設此小屋向上運動，依墜體下落之例，增加其速度。如是，則此屋之址，將上壓於乘客之足而有重矣；且將趨進而及於所懸之球，儼然此球之下墜矣；彈秤上升，因重物之惰性而延長，將適計其重量矣。是乘客者，殆無可能之實驗，得發現此小屋，爲運動，抑爲靜止於吸引物之表面，如吾人之所想像者然。此其人有不誤認爲吸引之力者乎，吾人之有是錯覺也，亦以此。

此卽愛因斯坦之「等值論」。蓋謂吸力不僅有一種之解釋也。且由是而愛因斯坦完全新造之解釋，啓其端焉。

牛頓謂蘋果墜地，爲地球吸引之力，愛因斯坦則以爲此下墜之故，乃因空間有物，卽生襞積，猶凹鏡內之空間，無有直線，物之動於其中者，動路必爲曲弧也。設有人獨坐一室，中惟一几，擲球於地，見其常向此几而趨也，輒曰几之吸力，不悟此室中心下凹，如淺鍋之形，有以致之，几之於球，蓋不相涉者也。蘋果下墜正同是理，初無與於地球，特自吾人視之，若是而已矣。吾人當知空間有彎曲，萬物應循之動路爲曲路——所謂萬物者光亦在其中。愛因斯坦之學說又謂吾人經驗所得之自然現

象，乃宇（空間），宙（時間），物質三者結合之真體之表現也。此三者合一，始為真體。萬物皆動於宇與宙之中，循其可能之直軌，運動者宇與宙之位置之同時變遷耳。愛因斯坦學說之釋吸力也，則曰宇宙因物體之存在，而生之變積是也。至於物體之所以致此變積之故，則未之及；蓋認吸引為宇宙之性質，而非一種自然界之力而已。

按愛因斯坦吸力之見解，地球繞日之橢軌，非由於力之作用，乃宇宙因太陽之存在，而生變積，遂使於最短時間中，必由之空間動路，即為所見之橢軌也。如是則吸力云者無必要也。



星光曲線示空間為物質（日球）存在所屈曲，愛因斯坦吸力論即根據此事實

馬克斯維耳光之電磁學說，亦謂有如干之曲度，但據愛因斯坦學說所推則倍於舊說。今之觀察適合愛說。故此實驗為愛說鐵證。

物質之存在者愈多，空間之彎曲也亦愈甚。是故太陽後方之星，其光經過太陽近處，屈曲顯然，如火車之行於曲軌之狀，以射至吾人之目中或攝影箱也——意謂當日蝕時，若設法屏除日光之閃耀，則吾人猶得見後方之星，而攝取其影也。星之位置，因光曲而現偏移——其偏移之度，愛因斯坦嘗推算得之。至最近日蝕之時，星所現之象果如其所預言云。

—

空間之曲度 愛因斯坦學說中最難解之一事，厥為空間有彎曲是也，此曲空間中之所謂「直線」者，非向之歐幾里得之所謂直線也。試先執其較簡之形而論之，其理自易見矣。

設有一物，生存於二量之空間，即僅有長廣而無厚薄之謂——如一種靈敏之片魚。假令其所居者為平面——如是書紙片之表皮。則其所建造之幾何，必為歐幾里得之幾何矣。譬如兩直線不能圍繞一空間，至少須有三直線（三角形）始能圍之。其直線可引長至無窮遠，且可作甚多之線，互相平行。今試將此扁民移置於球面上。其所建造之幾何奚似，可得而論矣。

初吾人須記憶此扁民無第三量空間之觀念。且不能出入於此球之內外。舍此球面亦無任何

空間之智識。則所謂直線者爲何物乎？其人將曰：兩點之間，最短之線是也。吾人試取二點於球面，以最短之線聯之，令此線常居球面。則自吾等三度空間之眼光視之，其人所謂直線者，乃一段之圓弧耳。且其人亦不能更作直線與之平行。又使吾人取二點於球徑之兩端，則經過此二點，可作無數之半圓弧，皆爲等長，且皆爲聯此二點之最短線。易詞而言，自扁民之眼光視之，經過此二點，可作無數之直線。且此諸線之任何二線，皆能圍繞一空間——猶地球上自北極至南極二經線之圍繞空間也。凡此直線之性質，皆與歐幾里得之公理相矛盾。故其所推演之幾何，必爲非歐幾里得之幾何矣。

使其人爲絕巧之幾何學家，必謂其空間有彎曲——如吾人所見者。且或能依其所作之形，而得測知其空間之曲度。今愛因斯坦之欲吾人所爲者，即懸想吾等之空間亦有類似於是者也。實際之測驗已明示吾人空間之幾何非爲歐幾里得之幾何矣。故吾人亦得依此比擬而言吾等空間之曲度。

吾人之空間與球面之空間尙有一重要之類似。球面之直線，若引長之，其形維何？將環球一周，

復至原處也。換言之，將非爲前進不已之線。球面之曲度，使之繞回也。故其所居之空間爲有限之空間——蓋不可以直去無窮也。同時又爲無界之空間——蓋無有邊緣也。此扁民能游泳於其空間，永無不能前進之阻礙。雖爲無界，特非無窮。愛因斯坦謂吾人之空間亦然。其言曰：吾人之空間有限之空間也；星光之前進，迨徧繞大宇，必復至原處。然而吾人之空間，亦爲無界。蓋吾人亦能任意行動，將永無所謂『窮途之哭』者矣。特其進行既遠，卽行其自以爲甚直之路，必有復至原處之一日也。

二

上之所述，乃曠古未有之創聞，愛因斯坦所貢獻於斯世者也。請更卽其說而稍詳論之。

相對論 愛因斯坦之相對論，其殆斯世所僅見，用數理以馭物質宇宙之現象之最精深遠到者乎？雖其立論，深奧難明，而其目的實與吾人以較簡單無詭辨之宇宙觀。吾人之知覺，至爲複雜，其發達亦至高，吾人每易忽之。吾人之心靈，實表示數千百年之發達。觀念之視若至簡者，乃至繁之抽象；人類之製成是念也，蓋以爲必如是始覺便利耳。今吾人姑以爲真而信之，然於其人爲之構造固

未嘗有所變易也。欲知此複雜之觀念之如何製成，須先剖析分辨之，以至於其最原始之成分而後可。

愛因斯坦學說之特點，在置吾人於未有空間，時間，物質諸念以前，以至於最原始之真體，即吾人所本之以構成如是之空間，時間，物質諸念者也。今請揣其本而言之，其說自易明矣。試設一羌無經驗之靈性，忽焉置之於斯世之場野。其最初所覺察者，即此場野及其中凡物之全體。吾人且將設此靈性爲人類之靈性，少頃始能辨物。隨卽辨認此場野之一部與其他部，且將覺其本身與此場野爲二物矣。又設此靈性具有軀體，以爲其致思之中心，於是始有彼此之分辨矣。使此靈性適見一花，花中有蜂。花之與蜂，初爲一渾然之個體現於彼處耳。有間，其蜂飛出而集於此靈性之手。則向之個體一部，昔在彼而今在此矣。又使此蜂螫刺其手，則其事之發生，必在此蜂與此花合爲一體之後。此也彼也，先也後也，空間時間之觀念於是起矣。且此手中之蜂，原在花間者也，使其悟此，則物體占領空間與時間之觀念，由是生焉——蓋空間有不同處，時間有不同點，其理一也。如是推之，物質之概念亦成矣。

第四置次 吾人非敢謂上之所述，恰如一靈性將原始之真體分析爲空間時間物質之程度，亦非謂此卽造極於人類之靈性，所必由之路也。不過予學者以提示，使知愛因斯坦學說合空間時間物質三者爲一體果有何義耳。使此義一明，則本學說之大綱，自易得矣。至於其詳，倘非算學專家不能企及也。此學說之所確認者，謂實有之真體非空間的，非時間的亦非物質的，乃三者合一而成。分析此原始之真體而爲絕不相關之空間時間物質者，吾人耳。且吾人之所以如此分析之者，或因如是始便於處理真體，或因吾人之心靈，固未足以與語他法也。請先討論空間時間之分析。試取一立體，有長廣厚如立方者。言其存在，究合何義？小說家衛爾斯嘗著『時間機』之故事以論之，其成書尙在愛因斯坦學說之先云。

時間之過客問曰：

『一頃刻之立方能存在乎？』

斐爾培曰：『吾不解爾言。』

『不曾經過一刹那之立方，果真有存在乎？』

斐爾培默爾尋思。

時間之過客乃繼續而言曰：

「任何實物必有四種方向之延展：有長有廣有厚且有久暫……量次有四，前三者爲空間之三平面，其第四則時間是也。特前三與後一常易引起一種非實有之分別，以吾人之知覺，適與時間自生至死皆爲同一之進行也。」

此文解釋之明澈，殆無以復加。其後，時間之過客且曰：「時之與空間本無殊異，特吾人之知覺隨時間運行而已。」愛因斯坦學說則謂以科學之眼光觀之，時間與空間之三量（長，廣，厚）無實質上之差別，科學者，初無與於吾人因境而殊之感情也。始末之分，似較前後上下左右之分，更爲基本。但時間之入於自然現象，與空間實同一轍，愛因斯坦曾證明之矣。此卽所謂世界有四量之說也。一事之發生，必有其處，且有其時。兩事之分離，不僅空間之位置異，時間之位置亦不同焉。凡此皆初步耳，卽如衛爾斯其人者，尙能於愛因斯坦之前而見及之。獨是愛因斯坦則能使吾人有大進者焉，彼嘗發爲一問爲未曾經人道及者。分離兩事之空間與時間之間隔，對於人人，皆同一乎？抑有異乎？

試卽此問題而考慮之，假爾方爲百碼之競走，旁觀者或備有極精密之錶，少頃評判人宣告爾跑過百碼之時恰爲十一秒。意謂在爾離出發線，與爾胸膛觸目的處之帶條，兩時之間，其空間之間隔爲百碼，與時間之間隔爲十一秒也。將千百之旁觀者咸以爲然乎？常識曰然，是誠然也。今更設當爾競走之時，有航空人乘飛機，以每小時百英里之速，適過其處。又使其人攜有甚精之儀器，以測爾所跑過之路與所需之時。將其所見，與靜立諸旁觀人同一結果乎？常識曰然，然而愛因斯坦則以算學證得之曰否。不特爾所跑過之路，非爲百碼，卽所需之時，亦非十一秒也。故其人必謂彼評判人之測驗，空間時間，兩皆不合矣。是說也，驟觀之有不愕然驚者耶，然其故果何如乎？夫空間時間，本爲一體，吾人判而二之，以自便耳。若謂人人所分析之結果，必無殊異，惡有是理，事勢一也，人異而意見恆殊。一政客演說，一人視之，謂爲大政治家忠告其愛國之國民；他一人視之，或以爲一惡徒欲以煽惑一般庸愚之輩。吾人之釋之也，則曰是二人者，必其教養不同，智識懸絕，地位各異，諸種原因，有以致之也。今吾人之分析此空間時間之個體也，豈遂不因外緣之改變，而有所歧異乎？愛因斯坦曰：視乎運動；運動之情形不同，則分析此空間時間也自異。但足以致可覺之差異者，其運動必甚劇烈也。

前文嘗謂某航空人使其備有極精之儀器，將與評判人所見不符。實則其儀器若非較吾人所能製者，精密之度高出百萬倍，恐未必與評判人有意見上之如何衝突也。吾人在地球上所能達到之速度，皆不足以使空間時間之測驗有何差異，蓋吾人未能於每秒鐘行數千英里之速度也。此即常識以爲上述之設喻，人異而測驗恆同之故。在實用上誠有然者，但就科學上言之則非然耳。事之對於靜止之觀察者如是，對於行動之觀察者實不如是也。特此行動之觀察者，其速度非爲每秒間數千百英里不爲功，否則，雖以吾人最良之器械，猶不能知其差異也。以算學之理推之，某航空人將謂此百碼較百碼爲短，而此十一秒較十一秒爲促也。惟其差異，如前所云有非吾人之儀器所能識別者耳。縱令此航空人，能於每小時行六萬七千英里，即地球繞日之速，其評判人之錶，不過於一日之間，若失去二萬三千分之一秒。而一英里之長度，縮去僅一寸之十七兆分之一而已。

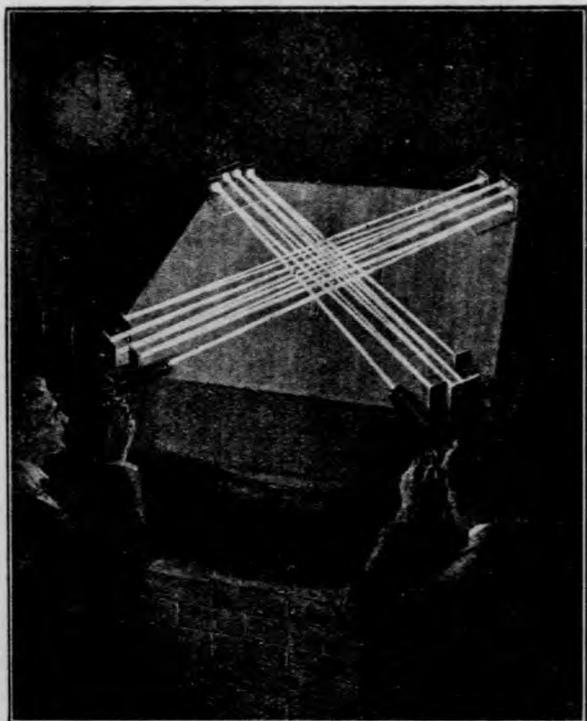
雖然，此種差異，當速度變大時其增加也甚驟。譬如每秒行十六萬一千英里，即與光甚近之速度，其錶每日將失去十二小時，而一英尺僅長六寸而已。迨至速與光等，則其錶若未嘗動，而其尺則縮爲烏有焉。此所以光速爲理論上絕對之限度，無更大之速之可言。

此等結果，驟觀之未有不以為大奇者。爾將曰：「一秒自為一秒而一尺自為一尺。」然爾既知空間時間，本非真體，真體者，二者之合也。使吾人能發現一種空間時間合一之測計法，無論行動若何情狀，此種合一之測計，所得必人人無異，由是愛因斯坦學說之疑竇可以盡祛矣。分之則異，合之則同也。

三

實驗之證據 吾人方欲辨明之理，乃竟有甚奇之試驗以證實之，即光之速度，無論觀察者行動若何迅速，其測得之數值，必為同一是也。證明此理之實驗，最精細而最著名者，厥為邁克爾孫 (Michelson) 與摩黎 (Morley) 之試驗。欲知此試驗奇異之結果，先設一鳥，由火車之一端，飛至他端。火車靜止，鳥飛若干時而過；車向鳥而駛則是費時必少；車背鳥而駛則是費時必多；三者皆事理之固然者也。但邁克爾孫與摩黎以光易鳥，測得於上述三種之情形所費之時間皆恰同無稍異。此何故耶？惟愛因斯坦之學說可以解之，吾人蓋自火車而測此飛鳥之距與時也。但如是所得之時距，皆因吾人之運動而改變，其變動之度，適與所生之差異等效而互消，故於光速之測計，情異而數同。

也。且無論此車之如何迅速，其理常真。吾人當知愛因斯坦之學說驟見之雖甚可奇，實有試驗之確



邁克爾孫與摩黎著名試驗之裝置

地球如舟，以太如海，此實驗蓋欲測地球對於以太之速也。法以環槽盛汞，浮板其上，上置多鏡。燈光射至銀膜，析為互垂之二部，乃用顯鏡驗之。本欲發現其經過以太動速之差。顯甚可怪者，所謂速差，終不可得。轉換諸角皆然。（參觀下圖。二圖相關之理，本文論之甚明。）

證，豈僅為算學上之妙理哉？凡於是說而徘徊疑慮者，吾則曰：「唯，爾將何以釋此試驗乎？」

時之倒退 欲使吾人之

心靈不爲成見所束縛，則請一

讀法國天文學家佛蘭馬理翁

(Flammariou) 之科學奇談。

略謂：一人死於一八六四年，其

靈魂依思想之速度，飛至御夫

星座（即我國五車星座）之

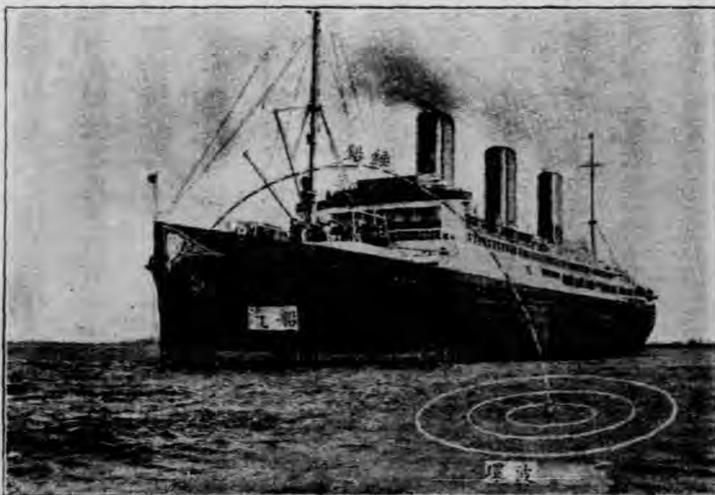
一星，距地爲七十二光年，見其

居民，以其如遠鏡之眼，方踞坐

以觀法國大革命之故事，蓋其

事之光至是始抵其地也。是人

之靈魂，乃更遠颯，以甚大之速，



舟在海中測其自身之運動（比較邁克爾孫摩黎關於以太之實驗）

牛頓謂：諸物運動，無論其所動之空間爲靜爲動，其互相對待之速恆同，且引舟中人物爲例。『但若不限於舟之本身，得任意利用舟海二物以爲實驗，則其事乃大異。使舟人擲鉛錐於海，環波四出；尋常舟子，皆知其錐線之入水點，將不留存於環之中心。是點自環心前進之速，即爲舟速。地球泛於以太海中，用類似之實驗，宜可以發現其經過以太之速度』。——引甄斯(J. H. Jeans)書中所述(參觀前圖)。

追光而過之，於時所見，歷史事蹟之發生，莫不自終而至始，一若電影戲片，倒退演出之狀。

吾見滑鐵廬（Waterloo）戰場，死屍僵臥地上。其旁，拿破侖據鞍勒馬，退騎而至。繼則死軍忽然還生而躍起。同時馬亦復活，騎兵跳登馬上。及二三千人皆已還生，乃重整隊伍，於是兩軍始激戰。法陣中心，則爲法帝，其衛隊亦已復活，日終無死者，且無傷者，卽衣履亦未嘗有破裂之事。二十萬將士，死裏重生，自戰地從容步去，狀甚整齊。是役也，非執拿破侖而服之，乃還之於帝位云！

四

愛因斯坦之學說，尙不止此。且更進而預言曰：物體行動愈速則愈重。顧其增益之量，亦非尋常速度所得見。卽於每小時六萬七千英里之速，一磅之物質，增量不過二百兆分之一。然於每秒十六萬一千英里時，則倍之——卽增重一磅也。迨至與光齊速，則爲無窮重矣，如是吾人復見光速之爲無上之速也。物體之以甚大之速進行者，正不乏其例。譬如陰電極之射光，與銻質所發出之微點，速度之大，有非尋常所能見及者，其增益之重，不難測算得之，於是愛因斯坦之學說又多一度之實驗之證據矣。使吾人所居之世界，尋常運動皆與光速不甚懸殊，則愛因斯坦之學說，吾人殆早已知之，

間如蛛網，物質存在其間，無所牽涉乎？抑物質遂無若何之影響以及於空間與時間乎？欲得此問題之正解，凡哲學上若干之假設須先屏去之。蓋吾人往往造成一種假設，固不問知之與不知之也，且即未嘗習哲學之夫，亦往往犯之，大抵皆出於一種複雜之觀念爲人類祖先所遺留者。愛因斯坦之發此問也，乃指丈尺鐘錶所得測計之空間時間而言，純爲實驗的，非無根之幻想也。

試先即牛頓之說而觀之。牛頓之運動第一公例曰：凡物無外力之作用，其運動爲直線，且爲等速。彼何以知之耶？更何處可得一物不受任何力之牽制者乎？地球上當然不可得見，蓋地球爲旋轉之大體，地上之物，莫不受有地之吸力，與其旋轉所生之離心力。是故牛頓之公例，非實驗上之公例。其說似頗近理，且爲數百年來科學上所承認，蓋由於其立論，乃與吾人對於空間無意識之假設，若有合焉者也。吾人恆假定歐幾里得之幾何可適用於實際之空間。

再即其效而言之。仰觀天空，行星之旋繞，非直線也。何以故？牛頓曰：『力之作用使然。』且謂不受束縛之自然運動，始爲直線。故運動若非爲直線，則謂之爲非無束縛——必有力以屈曲之。則是以從不經見之運動，名之曰自然之運動，而於所習見之運動轉爲之創一『力』字以解之。吾人並

非欲蔑視牛頓之奇功，蓋欲另闢一說以明是理耳。據此新說，則凡所見之行星運動，即爲自然之運動，無待「力」字以爲解釋；動於其所欲動之路，非被迫而出於其常軌，因是軌者即其自然之常軌也。或謂其動路非直線！愛因斯坦曰，否，直線運動，在歐幾里得之空間爲自然之運動，吾人之空間必爲非歐幾里得之空間也。

大預言 今有二說於此。牛頓謂空間爲歐幾里得之空間，自然之動路爲直線，繞日之行星動於歐幾里得之空間中，其不動於直線者，則以「吸力」引之向日之說以解釋。愛因斯坦則謂空間非爲歐幾里得之空間，無須「力」字以爲解釋，行星運動實爲此種空間本然之運動。二說孰是，視乎實驗。使愛因斯坦之說而真，行星之動僅由於其所居之空間，則是此空間之影響，凡物皆然。光之射線，亦必如物質之動路矣。反是固無可能也。其說且謂物質能影響空間，一若由歐幾里得之形，因物質而現皺襞，故近日之處，皺襞尤甚。光之近日，必離直線而偏斜。愛因斯坦之學說，且已預定此偏斜之度。英人嘗於日蝕之際，用攝影法以驗之。所得結果，適與愛因斯坦之說脗合。此種鐵證有非任何學說所能預料者矣。

不寧惟是。距日最近之水星，其運動每呈異狀，爲牛頓吸力公例所不能解。歷代算學大家嘗潛思數世，而莫得其說。愛因斯坦之學說出始渙然矣。則又一甚異之實徵也。愛因斯坦學說之大略如此，至於其詳，非是篇幅所能及矣。

總之，愛因斯坦學說，所詔告吾人者，謂世間有一種最原始之實體，特非尋常言語所得而形容耳。吾人之心靈，嘗取其一斑而認別之曰物質。繼乃分析其他而爲此物質所存在之空間與時間。故卽謂此物質宇宙之全部，爲吾人心靈之所自爲，殆非過言也。

參考書目

Dingle, *Relativity for All*.

Einstein, *Relativity*.

Nordmann, *Einstein and the Universe*.

Schlick, *Space and Time in Contemporary Physics*.

Slosson, *Easy Lessons in Einstein*.

Thirring, *The Ideas of Einstein's Theory*.

第三十三篇 季候之生物學

美國哈佛大學哲學博士
國立東南大學植物學教授 胡先驥譯

生命之節奏 人與動物賴植物以爲生，植物則賴日光以爲生，但因地球季候之關係，吾人所得日之光與熱之量，乃時有不同。故夏令與冬令之熱量乃六十三與三十七之比。除深海底等無季候之處外，生物須以其軀體適應於此變易之光量與熱量，故季候生物學之職責，在研究動植物之生活所以適應於春夏秋冬四季外境期候之方法，但因生物自身亦有其軀體之節奏與期候，問題乃變爲複雜。盡人皆知作苦之後，必須休息睡眠與飲食，耗費多量能力之後，必須繼以一存儲多量能力之時期。生命之歷程可以營養代謝一名詞包括之，其作用又分建設與破壞之營養代謝兩種。前者爲建造之化學作用，後者爲破壞之化學作用，二者必須更迭行之。蓋生命之作用同時包括消耗與修繕，發散與存儲，活動與恢復也。有時此種作用顯著，有時則爲他種，有時爲飲食，有時爲工作，

此時期專重生長，彼時期則重生殖焉。故如舊約傳道書中有云：

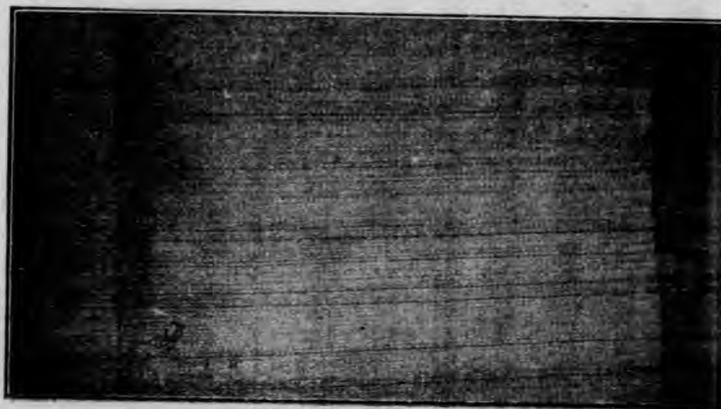
每物皆有一季候……一時破壞，一時建設……一時拋散石子，一時儲積石子……一時得，一時失，一時保存，一時拋棄。

即彼居於深海之下之動物，離生存於單調之環境中——永世之嚴冬與永世之長夜——亦有其內部之節奏，如工作與休息，生長與生殖之更迭是也。凡生物之本性，即爲有節奏者，其動作自來即爲不繼續者；但其內部之變遷，常須適應於外部之期候，如在北極一帶之夏日，則雖長晝不夜，吾人亦須睡眠；但在晚間睡眠較爲安適，蓋至夜間，多種在日間刺激吾人神經系之外物可以避免也。總而論之，生命爲有節奏，而適應於季候與其他外境之期候如潮汐等者也。

生長之波痕 吾人若細察一大稀樅鋸斷之幹部，可計算其記載年齡之年輪。吾人試察美國加州之大稀樅有二千四百二十五年輪，則知其降生乃在西歷紀元前五百二十五年也。但何以能分別每年之生長乎？何以年輪不混合爲一片乎？則因夏間發達之木與秋間發達之木組織有異，而二者之交錯至使生長之區別顯露於外。

吾人在鮭與他魚鱗上之圓紋，亦可見其有春夏之別；其耳石 (Otolith) 之橫斷面，亦有同等之表示。故在所有之生物體中，皆有生長漲落之波痕。如蜘蛛殼與龜甲上之平行線，響尾蛇尾上之響片，海膽刺下之環帶皆是。蓋各種生物皆有自記其生長期性之痕跡也。

內部節奏與外部期性之關係，有時甚為直接，以光合作用必賴日光，故綠色植物日間極為活動，夜間乃漸休止。多種植物細胞，如簡單藻類等日間則生長，夜間則分裂，在他處則關係較為間接，而奧妙難察。如在陽曆十月十一月，月在弦之日與其前一日，薩摩亞島 (Samoa) 之珊瑚



松木生長之年齡

在春季生長迅速之時，木質細胞較夏間所生者為大，早生之木，其重要功用為輪導水分，晚生之木，其重要功用在於使莖部堅強。此兩種木質之參錯——圖中濃淡之帶——使吾人能計算樹之年齡。但有時有一仲夏輪，而熱帶植物無年齡。

島中，大沙蠶 (Pilolo worms) 必按時腐集是也。

千百萬此類環蟲自其所居之石罅中，以尾部向前爬出，全身震動極烈至僅首在石罅之內，後段乃落於水中，如米粉在湯中之狀。此種無首之蟲身內含有多量精子與卵珠細胞，此類細胞散布水中以億萬計，故其水中受精之目的易於達到。此種腐集，在日出之前少時開始，大約半點鐘後即已竣事。

關於大沙蠶，有極有趣之事實。此蟲腐集之時間甚為準確，故土人咸習知之；知其在十月為小腐集，十一月為大腐集。土人或取此蟲生食之，或炙食之，視為珍品，岸上之蟹屆時亦至海邊以分其餒餘。在此處月光與日出有一種奧妙之刺激，同時有極多量之種子散布。但最奇者則為動物之生殖，每至身死，而大沙蠶獨獲免。其首部仍居石罅中緩緩以重生其新軀體也。

有時外部之期候使動物軀體受有極強烈之印象，至雖其外部之刺激已去，動物仍呈其連帶之變遷，如布勒塔尼 (Brittany) 平沙灘上之小綠扁蟲 (Convoluta)，即為最佳之例。當潮落時，蟲全爬出，平鋪沙上如綠茵。當潮來第一浪打及其身，彼乃立時退入隱身之處。但蓬 (Poln) 氏曾證

明在寂靜之水池中，絕無潮汐之影響，此蟲仍表示其平常之節奏，時上時下，視潮之漲落而動作。可見外部之期候，有時深留印象於生物軀體之中也。

一 春季之生物學

春季為發生之時期，蓋在一休息時期之後，隨以一更新之發動。種子休伏於土壤中，發酵作用在內部進行，預備取用其中密藏儲積之食料。細菌休眠，孢子亦破裂胞膜而活動，濕氣逐漸吸收，幼苗萌發，而表示根莖之微末運動（觀植物篇中）。

在冬季休息而為強韌苞片所包裹之芽，至是乃開始發展，即春季日光之暄暖，使生活



第一圖 至陽歷三月二十五日
七葉樹之芽苞乃起首開坼

此種芽苞在前一年夏季間生成之後，即保護其芽，此物不透水復為不良導體，其開坼也，由於其內嫩葉生長之壓力所致。

物質活動；細胞分裂而為極複雜而有秩序之排列；水狀之液汁由根部或由所存儲之莖部上升，芽如種子，為前年夏季所造成，亦如種子在甚小之範圍與保護



第二圖 六日之後最後一對苞片亦開放

當芽伸長之時，可見葉與苞芽逐漸之蛻變；蓋苞片為葉基所變，而有保護作用者。

周密之包被中，有甚多之蘊蓄。葉芽中之幼葉，每每紐作密螺旋狀，至枝生長時，葉亦表疎鬆之螺旋排列，在前者螺旋即密集之意，在後者可免葉互相重疊之害。在花芽中所有花之各部皆具體而微，春令一至，花乃豔發。布利姆 (Brehm) 曾述亞洲草原風景霎時之變換云：

由彼貌似不毛之土壤中，草本與球根之植物乃射出如箭，芽盡發展，花爭開放，草原迅即燦爛如被錦。一望無際者，皆鬱金香，或黃或暗紅，或白或紅白相間，自近處觀之，花固三三兩兩

叢生者，但全草原皆遍布有此項花也 (Brehm's North Pole to Equator, 1896, p. 95.)



第三圖 十日後第一對葉幾將放開其小葉

葉為對生之掌狀複葉，即其小葉排列如指之在掌上也。



第四圖 此為第一圖中之枝在陽歷五月三

日之狀

其羽狀複葉微覺乾旱而入休息之狀態，其美麗白色燭臺狀之花序亦已出現。

花之所以能霎時出現，致沙漠地立時變為花園者，蓋因花芽在前一年夏季已生成，而植物體中積儲有養分，尤以春間之花所常有之球莖根莖塊莖等為甚故也。

早春所開之花，每每甚簡單，如楊柳之柔荑花序是也。多種作苞片狀，亦若在開放時陡遇外界



第五圖 至陽歷七月十七日開花之
枝之基部已有三個小果
其種子作苦味，但含有多量之澱粉，在土耳其，
以之養有肺病之馬，再則研之成粉，供胰阜之用。



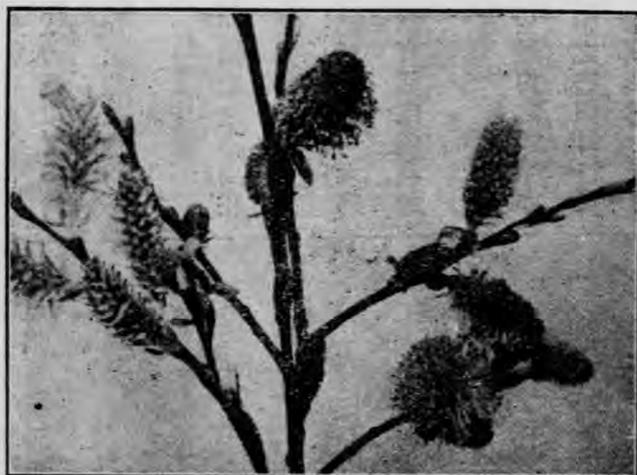
第六圖 至陽歷九月十七日果已長
大外有有刺之殼

之阻止者，此類簡單芽狀之花，常在早春開放。吾人曾言及草原上之鬱金香之豔色，吾人亦知早春

之花如海仙花 (Hyacinth) 與鳶尾 (Iris) 之美麗藍色；但自全體觀之，春花之色多縞素，多黃白色，如雪滴花，燕來花是也。其故或爲早春之花受日光較少，其生活作用不如日後發生之植物之強，因亦不能如彼之有深色。或亦因早春之花多藉風媒，此等在昆蟲尚未活動時開花之植物，其向美色方向之變異，不易達強烈之度也。

動物之出整 在動物界中

亦有如在植物界中之春期活動，



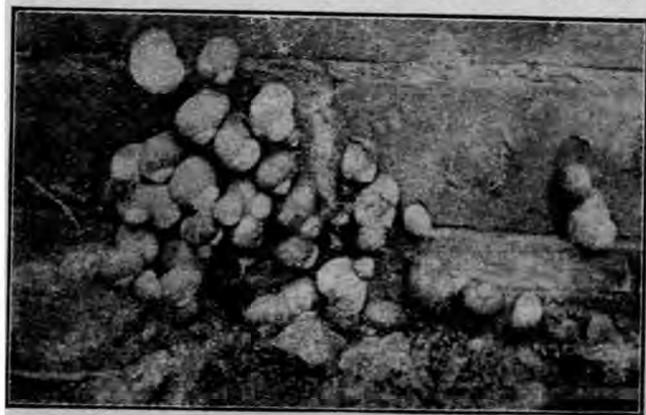
春初最早之花之一

棕柳之大小蕊柔荑花序。左方一枝所生者爲大蕊花，右方者爲小蕊花。兩種花各生於一樹上。其花極簡單，小蕊花僅有小蕊，大蕊花僅有大蕊，各生於苞片之中軸，無花萼與花瓣。然其花幾全爲蟲媒，惟其族類皆爲風媒耳。格林蘭尚有風媒之柳樹，但不過爲表示天演方向之標記耳。昆蟲如蜜蜂、蜜蜂，皆貪嗜其花之芳香與甘液，而爲之傳播花粉。

最常見者，厥為土蜂之后蜂。出蟄之後，飛向柳樹之柔荑花序以採取花粉與甘液，以供給其在有苔之河岸中所造之育嬰室之需。彼蟄伏若死以度冬，為前一年大家族中之幸存者。平常入蟄之蜂，無慮百數十，惟年幼之后蜂為能生存焉。

多種昆蟲之度冬，不在成蟲，而在蛹蟲之時期。在有蔭蔽之區，彼伏居於保護周密之包被中如僵屍，其入此等狀況之先為蠕蟲，至是其軀體至少有一大部分起重要之變化；至春日出蟄時，乃為有翼之成蟲，如蝴蝶是也。

同時彼伏居於古井之底深閉於殼內之蝸牛，亦起而活動，而蟄伏於池塘岸畔洞穴中之蛙，眼耳鼻皆固閉，僅用皮膚以呼吸。其心之跳躍甚微，至是亦爭



蝸牛蟄眠於有遮蔽之牆下以度冬

其殼之口為一不傳導之石灰質與黏質所成之片所遮蔽，呼吸亦自其中行之，蝸牛之生活作用，乃減至最小限度。

出。雄蛙鳴聲之健，雌蛙產卵之多而且速，皆證明彼等之能力在冬季皆未曾耗費也。其餘在冬季冥睡之動物如刺蝟，田鼠，鼯鼠，蝙蝠等，至是亦醒躍。

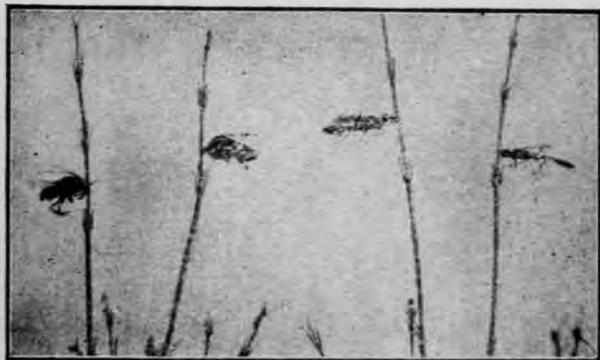
春季爲稚弱當陽之時期，如幼植物，幼芽，花蕾，科斗，小鳥，小羊，皆春季最觸目之物也。在池塘河海中微生物繁殖尤速，一單獨之浸液蟲在一星期之末，可產生一百萬子嗣，若春日暄暖，或可遠踰此數。吾人在另一文中曾敘及甲殼蟲以浸液蟲爲食，魚則以甲殼蟲爲食，世界卽以此牽率而進行焉。

春季最有趣之事，厥爲在冬季清淨之水中，至是乃發生多數之生物。彼蟄伏度冬之雌蚊蚋，在春間乃產生二三百雪茄煙狀之卵，浮於水上，作筏狀。由此乃發生子了，頭向下，尾向上，或翻騰至水面，或下沈至水底，游泳極爲敏捷。彼等覓食，生長，蛻化，最後乃變爲形狀大異於夙昔之蛹，頭部向上，飄浮水面，不進飲食，三四日之後，蛹皮破裂，有翼之蚊蚋乃飛出，頗經危難。就此一事而論，已有多種生物學之奧義。先有蚊蚋幼蟲居水中而又呼吸乾燥空氣之體合，再則有多量養料之存儲，以供一甚短而活動之空中生活之需。其主要之目的爲生殖，再則有驚人之生殖率與幼兒死亡率，然雖如

此，生存者尙繁多如雲，足供移徙北歸之鳥之食料。且同時與人類生活有關；彼傳染瘧疾於人體之蚊，亦即其一種也。若以融化之白蠟傾入池中，則水面結一薄層，蚊蚋之子不能呼吸而溺斃，瘧疾亦因之而減少。又有多數小魚以子為食，則又不啻輪中之輪焉。

蚊蚋之生活史約占一月之期間，夏間世代相續至秋盡而止，與之相反者，則有蜉蝣之生活史。其幼蟲常半生於水中至三四年之久，而空中之生活，僅有二三日，有時祇有一日，於是又有一生物學原理，即一部分之生活史在某一狀況之下，可延之甚長，在他一狀況之下，則促之甚短，要以適於生物各種生活狀況為準則。

至吾人起而研究所習見之蛙之生活史——約為時三月之久——則又有一生物學原理，即復現 (recapitula-



昆蟲之蟄眠

蛇蟻與黃蜂之入蟄眠狀態也，以口咬緊於植物莖部之上。

tion) 是也。其意即謂在個體之發達，常有種類發達之歷史復現於其中。當科斗初從卵中孵出，而出於保護膠質之外，其形狀無異於最簡單之脊椎動物，無肢體，無腮，其自腦中生出之目，尙未達於表面之外，至已生長一月，科斗乃有一兩房之心，一如魚類，并有類似魚類之循環系統，其腮固與魚異，爲自皮外發生者。但在原始之魚類，如非洲之泥魚 (African dipnoan)，亦有外部之腮。至已生長兩月，則科斗已生肢，而同時用肺與腮呼吸，一如非洲之泥魚。蓋個體之發達，用一簡式將種類之天演史復現一次；然自始發生之科斗，卽爲兩棲類而非魚類，如無鱗之迹象可尋，卽其證也。

亦有多種蝴蝶與蛾，在成蟲時代伏蟄，出蟄後乃在春間配合，因以發生早生而爲害於圃丁之幼蟲。彼蠕蟲狀之幼蟲，較之有翼之蝴蝶，大相懸殊，在他種動物中殆無其比。彼蠕蟲狀之身，合於咬齧之口部，極小之觸角，簡單之眼，三對有節有爪之腿與五對無節無爪之後部假腿——幾於無物不與蝴蝶異。彼爬行之幼蟲，嗜食如老饕，而翩翩之蝴蝶，僅吸食花中之甘液，甚或絕食，是爲營養與生殖兩時代之對峙。惟其有幼蟲之積聚養分，斯能發生日後之蝴蝶。其所以有此項懸絕之變遷者，則由於古昔氣候之變遷，致高等昆蟲以在卵與成蟲兩時代之間，有一甚長之幼蟲時代爲有利故

也。在幼蟲時代，積聚有多量存儲之養料，至此時代之末，軀體已完全長成時，大變化漸漸開始，後乃在靜闕而宜於度冬之蛹蟲時代中完成之。但彼表現造成幼蟲之某種遺傳性之發達，何以忽能改變方式而表現造成蝴蝶之他種遺傳性，則殊不易索解也。

海鰻鱺之故事 在塞汶 (Severn) 與其他南部之河中，海鰻鱺至春日乃溯流而上，至陽曆六月底則布精已完竣，再遲則更北徙。此類海鰻鱺乃龐大之物，長如人臂，粗如人腕，甚柔軟而滑。若「魚」字有些須之意義，則海鰻鱺不得謂之魚。蓋無牙無肢無鱗，且有一不成對之鼻孔，與特別之腮囊，與平常之魚腮大異。彼為原始脊椎動物之代表，其天演史上之地位遠在真魚之下，蓋在有齒與無齒之動物間，有一極大之界限也。一如其他之古式動物，海鰻鱺極有研究之趣味。

老魚擇河流迅速之處為巢，先以吸盤式之口除去石塊；若石塊過大，則雄魚與雌魚協同取去之，繼將此石疊而置之。上下游若隄壩然，斯生置其間之卵，不至為急流冲刷而去。布置妥貼後，雌魚乃在此石巢中產卵，其發達甚速，惟其幼稚時代則甚長，卵大約在兩星期後孵化，至一月左右長僅半英寸時，即離巢而游泳於緩流之中。彼等翻騰於泥沙之中，以他種水產為食，後乃長成為鄉間小

兒所稱爲九眼魚，每每誤認爲幼稚之鰻魚，實乃與之無關也。有一小事實可表示其體合作用者，卽幼海鰻鱺之皮能分泌一種消化液汁，能將生於止水中之細菌殺死。九眼之名，甚難索解，蓋幼魚并無眼也。但有八腮孔與一將來生眼之處，或此卽鄉村博物家所認爲九眼者歟。

九眼魚過三四年單調之幼年生活外，乃開始生長，其軀體乃發生顯著之變化，所有幼年之性質，皆已不見，如蹄鐵狀之口之類，而發生成年之性質，如顯露於外之眼之類，此種變化，常在秋間發生。

淡水中亦有此類九眼鰻鱺，惟上文所討論較大之海吸鰻 (*Petromyzon marinus*)，則其生活史之大部分皆在海水中。至此偉大之海鰻鱺在海中從事於強暴活潑之生活——執捕魚類，將其有齒之活塞鑽入他魚之皮中，——兩三年（其期間無定）後，乃回至河中，以造成其石巢而散卵。最特異之事，卽彼等在散卵之後卽死去，一如尋常之鰻魚。此處偉大之海鰻鱺，乃似彼細弱之蜉蝣，新生命產生之時期，卽老生命死亡之時期云。

鰻魚之旅行 春日幼稚之鰻魚自海中溯河流而上者，不可以數計。彼等長約二英寸半，粗約

如甚粗之毛織物針。彼等傍岸而行，但日光一刻尙存，彼必逆流而上，至日落之後，彼等乃潛伏石底，直至天明。其繼續之移徙，一部分表示一種本能之衝動，惟在光中爲有之，一部分表示一種感應性。蓋幼鰻魚自然移動其軀體，使其體之兩半，受有同等之水流壓力也。鰻魚之故事，在他章中已詳言之，姑不具論，此處所須言者，則爲此時之幼鰻，已生長一年半，其前此之生活，則爲浮近海面刀片狀透明之物，後乃溯流而上，而居靜寂之處，所與池塘中，至五至八年之後，其尙生存者，復回至海中，而爲大鰻。

鳥之來歸 春季最可喜之變遷，厥爲遷徙之鳥類，如燕，杜鵑，夜鶯等之遷徙至南方度冬者，至是乃來歸（觀鳥類篇中）。每每成長之雄鳥先至，有時如歌鳥，其雄鳥先擇定一地城，雌鳥乃後至。未成長之幼鳥，其來最後，平常此類夏季客鳥之來，爲時極準確，如礁石上之善知鳥，卽其例也。尤奇者，如燕等每能回至其前一年巢居之處，冬令之岑寂，至是始已，鄉間到處皆有鳥聲矣。

二 夏季之生物學

夏季爲能力積儲與消耗最多之時，不但生命之焰然燒最烈，且開始保存其餘燼以供其來年

之需；蓋生物之特性，在能用加速法以積儲能力，即除供給日常之生活外，且能積儲之也。

夏日活動之勇猛 夏日最重要之活動，亦爲最寂靜者，即綠葉之製造糖與澱粉與更爲貴重

之物質是也。結果則爲多量食料之積聚，如麥田即其一例也。一部分此種造成之食物消耗於來年生長，如造成之芽是，一部分存儲於根莖與種子中，一部分之糖則輸至花中成爲引誘昆蟲之甘露，與造成果品之液汁，再則一部分直接爲動物所食，而入新異之輪迴。

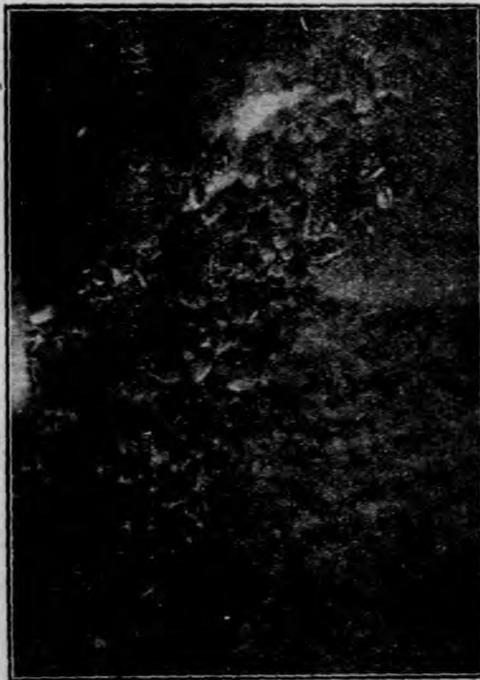
夏令爲最著之開花季候，一如春季之爲發葉季候，至氣候日趨於暄暖，日光日趨於鮮明之時，花之顏色，亦日趨於豔麗，昔日之氣候學家以爲每年中花之顏色之次序，與虹霓色之次序相合，亦有真諦存焉。

若工作之意義，爲將物質與能力自此方式變至他方式，則綠色植物甚能作苦，而與彼迴翔花間吸取花中之甘露，變爲蜂巢中之蜜之蜜蜂相同者也。如在植物文中所指示，研究花所以引誘昆蟲之方，或爲鮮麗之色以悅其目，或爲芳香以感其嗅覺，或由昆蟲爲前次吸食甘露之回憶所驅使，蓋極有趣之事也。亞里斯多德在二千年前已注意一重要之事實，即：

蜜蜂之採蜜，不由此種花遷至彼種花，僅限於一種，如紫羅蘭是，在未歸巢之前，決不遷至他種花。

對於此說固有例外，但

亞里斯多德所見，乃普通之事實；此種習慣能使花粉得傳至所應到之處，不至隨意散布也。此處乃有多數生物學奧義，即異花受精之目的，賴此世界最重要之關係而得達（觀生物之相互關係篇中）與花與昆蟲間最精巧之相互體合是也。二者之體合，不啻手與手套之密切。



兩蟻放牧花蝨，視之為乳牛，以其分泌之甘液為食

蟻至秋間每取花蝨藏於地中，且保護花蝨之卵，其關係直與畜養無異。

動物之勤勞 動物生活之兩重要旨，即爲自爲與爲人，二者有時皆須有極大之勤勞，換言之，

即物之造成或運開，或捕獲與皮藏，或由一形式變爲他形式是也。當吾人思及一蟻垤，一蜂窩，一鳥巢，或一獾穴，吾人必承認動物之勤勞。再懸忖狩獵一事，獾之獵也以獨；在冬令狼之獵也以羣；鷹之獵也以日；鷓鴣之獵也以夜；有數種大蜘蛛躍捕其食品，但大多數則設阱與結網；天牛蟲之幼蟲捕物以捕機；蟻獅之幼蟲以陷阱；黃鼬之逐兔，全恃其迅速；但貓之捕鼠也，則行幾無聲。至於捕魚：鵜鶘則以羣，鷺鷥則以獨，水鷓鴣則閒行，有時且在水中用翼爲之助；漁鷹之捕魚也以爪。以言畜牧：有數種蟻視花蝨如乳牛，甚且保護其幼兒，以言耕種：美國得克薩斯之農蟻，常將一小圓區域中之雜草耘去，僅留針草，蓋其種子爲蟻所嗜也。尋常之蟻與白蟻（觀昆蟲世界文中）皆能培養某種菌類，由之以得其重要之食物，彼割葉蟻割取樹葉之目的，在嚼齧樹葉使爲其所嗜食之某種菌之培養基。當割葉蟻之后，另開一殖民地之時，即攜帶一小團此類之菌，使得重新在新居中發生。至如皮藏，吾人當思及松鼠存儲多量之核果，與蟻之倉廩，蜂之巢蜜，掘土蜂刺傷之幼蟲，再則有巢穴隱蔽之所之造成，最著者爲白蟻之垤，高逾於人，以口唾與泥造成之，內部且襯以嚼爛之木，再則有懸於樹

上紙狀之蜂巢，一層之下復懸一層，四周皆爲不透風雨之牆垣所包圍，以是種種觀之，動物之勤勞，殆無疑義也。

鳥巢 吾人不必侵入述鳥之文之範圍，此處僅須鄭重聲明造巢在生物學上之重要關係，造巢大部分爲本能之行爲，但在特種情形與遇有特種物質時，智慧適應之迹象亦了然可觀。其巢之種類，常視鳥而異，故畫眉與黑鳥爲最近之血族；但二者所造之巢乃大異。最簡單者爲海鳩（guillemot），竟不造巢，最精妙者則有織巢鳥與鷓鴣之巢。巢之天演，蓋以產卵於地上，有莫大之危險；又胚胎與小鳥之發達，皆須有不良導體之物質所能保存之溫度；且母鳥孵卵之長期間，亦須有安適之居處，而有巢亦能使哺育幼兒較爲利便；且每每卵與幼兒必須匿於祕處，以免猛敵之眈視，幼鳥復須避烈日之曝曬，與傾跌之危險焉。最後則鳥巢之研究，每能證明在生存競爭中，父母保護之天演，其重要與堅利喙爪之天演同，馬吉利雷教授（Prof. MacGillivray）曾在長尾小鳥（long-tailed tit）美麗之巢中，數得二千三百七十九根毛羽焉。

父母之保護 鳥類中最著之父母保護，在一切動物界中皆有之，而以在夏間爲尤著，今試引

三數關於此項事實之敘述於左：

吾輩坐於石南科灌木之中，環顧叢莽，每見一母蜘蛛腹間帶一絲質之囊，運動極速而巧，此爲藏卵之『繭』，不多時卵卽變爲小蜘蛛矣。母蜘蛛之執其繭使貼胸部也，常用其腿之基部；但有時縛之以絲，雖其思想與吾輩所謂爲思想者異，但其外狀頗似甚重視其繭者。若吾人故欲奪去其繭，則彼必極力抗拒，若已奪去之，而置於較遠之處，則彼仔細尋覓之；其尋覓似全仗嗅覺，蓋其目力殊不



獵蜘蛛 (*Dolomedes mirabilis*) 之攜帶其絲質之卵
蜘蛛之繭，與幼蟲之將至蛻變時圍繞其自身所作之繭大異。二者皆爲絲質，但蜘蛛之繭爲母蟲造成，以盛其卵而日後以盛小蜘蛛者，蓋不啻一可搖動之搖牀或窠巢也。多種蜘蛛藏之於適宜之偏處，他種則攜帶之於體下。

佳也。其所攜帶者乃其家族，直至其子嗣已產出，東西奔竄，似其母之具體而微時始止。他種蜘蛛則在叢莽間爲絲狀之窠巢，或營巢於石與樹皮之罅隙中，他種則將其美麗之繭——或白或紅或微綠——藏於懸鉤子之葉所製而以絲縛裹之屏障。水蜘蛛則在池底建一絲質之潛水鐘，而養育其家族於其中，阱門蜘蛛則在地中掘一深穴。

早夏時三刺之雄巢魚——其體作鮮豔之紅綠色——造一酒桶狀之巢於海邊淺池或淡水塘中，造法以其腎中分泌之黏線，黏合海藻或淡水中之植物，而於其中作成一空處，乃誘一雌魚入其中產數卵。至此雌魚去後，則繼以他雌魚，蓋巢魚乃多妻者，於是巢魚乃保護其巢，驅逐其他之雌魚與較大之他種魚不使之近，此時其性質甚爲暴烈，至小魚孵化之後，巢已半毀，然雄魚仍保護其家族，若一幼魚偶嬉游出外，則雄魚以口啣之而歸。

蜂類以殺害害蟲之故，在自然界經濟中占重要之位置，多種之蜂不但殺害蟲之自身，且殺害其幼蟲，彼在路旁土堰上掘洞之掘土蜂，每將刺傷之幼蟲與其相類之物置之其所產之卵旁，使蜂卵孵化之後有新鮮之肉可食。但至此時母蜂已死，不能自見其功績，此種習慣或在曩日其母之壽

命較長時養成者也。在其他肉食之蜂類，如非洲之怒蜂，其母每日攜刺傷之幼蟲以飼其幼子——有時僅有一幼子——則更有個人之感情存在焉。在第三類食肉蜂，則母蜂將捕獲之蟲殺死，而以口嚼之成醃，以此與其幼子，而由幼子口中取回一滴液汁，此乃其母所心悅之酬報也。

夏令生物學最顯著之特性，厥為各階級——營養，本能，智慧——之特殊活動，一方面謀自身之幸福，一方面謀其子嗣之幸福，生活之勤劬有時過甚，如工蜂生命之短促與其腦中基部分細胞常因過勞而失其常度，即其明證也。勤劬過甚之另一證，可見於熱帶地方數種動物夏間之伏蟄，如馬達加斯加 (Madagascar) 之騰納食蠅獸 (tanrec)，至夏間乃與休伏蟄伏無異，此類動物有甚多之特性，如其背上之毛，有時變為刺，彼不能如其近親刺蟬之能蜷縮，乃以之用力刺入欲侵害彼之動物之皮中，再則其生產能力為哺乳動物之冠，有時一胎乃產胎兒至二十一個之多，但此乃順便之舉例，夏季之要義為活動也。

三 秋季之生物學

秋季之果 雖秋季為一年潮流轉變之候，然在生物學上重要之印象，尚為生命之豐富也。當

吾人觀察果品之衆多，無論爲在果園之中，或在籬落之下，皆得有該種印象。春季發葉，夏季開花，秋季結實，冬季休伏，斯乃植物平常之生活史，果爲已完全成長之種子箱，有時附有遺留之花蒂或花之他部，當昆蟲已盡其職責，而可能性之胚珠中間有一正發達之胚，逐漸變爲真種子時，蜜腺乃關閉，有餘之糖液，乃輸入果中，如核果漿果是也。但亦有多種果如莢果，蒴果，小堅果，堅果等之不作肉質者，果於生果之植物有何功用乎？

對此簡單問題之答案之重要部分，爲果之爲用，係爲種族而非爲個體。果能保護種子，有時且能助種子分布，蓋在果乾燥而開裂如枯葉，或粗糙而易掛於動物毛革之上時，卽有此用也。或則其甘味與美色能引誘饑餓之鳥與食果之獸。驟然觀之，被食之利益似不明顯，然須知食下之種子，常不至消化，而每爲食之之動物傳播於遠處也。種子含蛋白質甚富，果中則甚少此項可貴之氮素化合物，其中或有糖；但糖較蛋白質爲簡單而不含氮素，假如不食其種子，吾人必須食一磅半葡萄，兩磅草莓，兩磅半蘋果，四磅梨，斯能得一雞卵或一掬豌豆中所含之蛋白質。此點證明果中所含之物，乃歸於耗費，而種子中所儲藏之物，則可貴之遺產也。

種子之散布

富人在收穫之時，自然乃散布種子，在晴明之秋日，金雀花之莢，爆裂之聲可聞。

多種之萌，其開裂不如是之劇，有時以食種子之鳥之助而得開裂，至粗糙外殼之果（實際上或與種子無異，）則附著於狐兔一類動物之毛革上，後乃逐漸墜落。他種如蒲公英與薊之瘦果，則以其剛毛爲風所吹播，至鐵線蓮有羽毛之小堅果，則糾結成球，在空中浮動如美麗之波，



金雀花之莢之爆裂

金雀花之莢，在陽曆八月成熟，而由綠色變爲黑色，在午日炎熱之時，乃爆裂作響。其莢之兩半，扭轉如螺旋，其種子每每射出數尺之外，其爆裂由於莢膜中兩層木質，細胞不平均之收縮所致，此乃散布種子之一種機械方法也。

『如空氣中之銀蛇。』有數種鳥類能消化其所食之種子，但多數食果之鳥，皆不消化種子而排泄之於外，種子經過其食道中，非惟無害，且有益焉。他種種子，如本書生物之相互關係文中所稱，以雜

集於水鳥足上之泥中以分布於遠處，此外尚有他種散布種子之方法，故如落花生以其莢鑽入土中，而生於牆上有美麗常春藤狀之葉之柳穿魚，將其種子藏於罅隙之中，雖可用自動之感應性以說明之，然其行為頗似動物也。

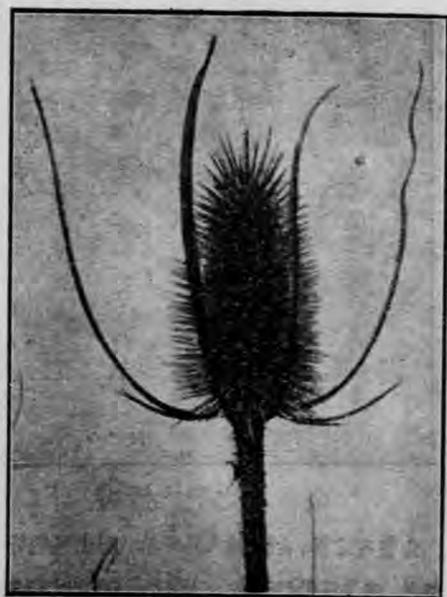
秋季種子之散布，予吾人以一

生命豐富之印象；但在他方面則為死亡之衆多，彼使種子不能萌發之機會固甚多也。

騰尼孫 (Tennyson)

對於自然之豐富曾有句云，『五十種子中，或一能結實；』日後彼曾云，彼應改『五十』字為『千萬』也。

達爾文會考得普通斑蘭可有三十子房，各有六千二百種子，假定每子房中有四百壞種子，則一植物可有十七萬四千種子，如此可鋪滿一英畝之面積，至第二代則可鋪滿盎格爾栖 (Anglesey) 全



續斷之果球用其有彈性之苞片不等之收縮將其果射出

續斷之硬而彎曲之苞片，可供刷起毛織物之絨毛之用。

島，第三代則可鋪滿全地球矣。然此乃絕無之事，蓋使種子不得成功之機會甚大也。驟觀之似過多耗費，但一部分之淘汰反爲有益，蓋此種簸揚篩汰之事，吾人所謂天擇者，實進化之一奧理也。

葉之凋落 全夏之中，綠葉爲積極活動之中心，但至秋季則就衰，葉乃漸漸凋落，彼等以生活作用之勞苦而呈衰敗之象，其細胞日就老罷，且葉之死亡，正爲減少蒸發葉面之方。蓋至秋間土壤日變寒冷，根之吸水量亦日減，不如是則供不應求也。

但在葉落之先，彼必將其中所含之一切有用之物，輸入生彼之植物體中，如糖，葉綠素，以及較爲貴重之物，甚至於原形質之自身，皆輸入莖與根中，在乾枯之葉中，除灰質外幾全無物，再則惟餘留之美丽。當葉綠質退去之時，所餘者厥爲黃色之顆粒，於是全樹乃燦然如黃金，每每有排洩之色質出現，如紫紅色素(anthocyanin)(花與果中亦有之)即使懸鉤子，藤類與蛇葡萄之葉現其美麗之秋色者也。再則用種種方法使葉之基部與枝相連處成一易於分離之線。在此線中發生一木栓層，使葉得以脫落，而造成一保護之斑痕，秋風一起，則萬千木葉，蕭蕭而下，復歸於土而增土壤之肥料焉。

蚯蚓之工作 在秋季吾人可見蚯蚓之工作，彼將葉曳入其穴中，使之變為腐植質，再則以其胃中所研為細粉而排洩於外之泥土，掀出土面。以其瘞埋掀騰之故，彼乃造成世上最肥沃之土壤，此問題在他文中已詳言之，茲不贅。

遊絲之飄蕩 無論在何季候，皆有飄蕩之遊絲，惟以秋間為最著。蓋在生物學上之要義觀之，遊絲之飄蕩，蓋以使小蜘蛛自繁殖過密之區散布於各處，而繁殖過賸之時則為在夏季孳生之後也。其事極奇特有趣，先是少數小蜘蛛，尤以在幼時者為甚，在一有微風之清晨，立於棍柱之上，或高大植物之頂端，彼以首向風來之方，使其絲——每每四絡——自其紡線中飄出，此種液汁之絲，見風即變硬，風亦起而飄蕩之，再則小蜘蛛之身離開其所立之處，平常以腹部向上，隨風飄蕩，以其絲為鼓風之具。此事在他文中曾詳言之，此處所得而說者，則在相當之清晨，數千之小蜘蛛為其空中旅行之時，草地麥田或竹籬之上，常挂有多量之蛛絲，即俗所稱為雨絲是也。此無翼之航空家，可為風吹至數里之遙，有時竟被吹至海中，然除此一點外，其被動之遷徙，每每成功也。

預備度冬 秋季之生物學，大部分可包括於預備度過嚴冬之意義，植物至是乃開始積儲，動

物亦然，體內體外皆有積儲，樹芽乃有其堅硬有時傅漆之保護鱗片，動物則發生甚厚之茸毛，落葉乃植物犧牲易被傷害之部分而蟄伏之一佳例。吾人所稱爲夏令客居之鳥，於是乃南遷於較溫暖之地，而除真正之遷徙外，尚有他種之移徙。真正之遷徙，謂全體自生育之區遷至度冬之所，以圖休息，度冬後生存者來年仍由該處起程遷往生育之區者也。其中固亦不鮮例外之事，如淡水之鰻遷徙入海，撒卵後即死去之類，但平常之遷徙，皆全體季候之移徙而仍來歸者也。

旅鼠之故事 秋季旅鼠 (lemming) 之羣體移徙，與真正之遷徙異，布利姆嘗記載一暄暖之夏令，每使其數大增，至不可計算，且不能存活。

至是乃漸覺食物之缺乏，最後其安樂之生活乃變爲恐慌，平素勇敢無畏之行動，乃現不安謚之表徵，不久則皆覺將來之可危而幾變狂易。於是乃羣集而起首移徙。多數之鼠同時有此衝動，而由彼等將此衝動傳於他鼠，於是列隊而行，自高山至於低地，如水流之就下，大衆皆向一方向進行，惟亦以地域與環境之情形而改變。最後乃極長之隊伍，而彼此緊接，至一若後鼠之頭乃置於前鼠之背上者。此等輕微生物繼續之踐踏，竟能使苔原之苔茵現有目所能見之轍跡，其遷

徙之途程愈長，其進行之速率愈大，一路進行凡遇可食之植物，皆食之惟恐不速。但彼等之數過多，雖新至之區之食物，不過數小時即食之罄盡，在前之少數雖能得食，在後者每無所得，饑餓與時俱增，進行亦因而加速，無論何種險阻似皆可以超越，無論何種危險皆輕視之，就死者每以千計，若人擾及其羣則從人之足間竄去，彼對於烏鴉與其他肉食之鳥毫無畏懼之狀，遇有草堆則齧而穿之，逢山與石則超越，遇水則游泳，甚且能過廣闊之湖與海股，其後亦隨有一羣惡意之獸，如狼，狐，貪狼，貂鼠，鼬鼠，以及拉布人 (Tapps) 與撒慕耶人 (Samoyedes)。猶惡之犬，鷹，鴟，雪鴉，烏鴉等，皆在此移徙之大羣中，捕獲無能之鼠以為食，而變為脂肪，鷗與魚則以渡水之鼠為食，疾病與瘟疫亦所不免，由疾病瘟疫而死者，或較所有其他之仇敵所殺害者為尤多，屍體暴露於道旁而腐爛者以萬千計，為波浪所漂沒者亦以萬千計。

有時餘賸之羣鼠行抵海邊，彼追隨記錄於愚魯平滑之腦中直往前進之本能命令，對此亦欲逕渡之，北海與波羅的海之浪乃捲之而去。旅鼠之進行始已，其生齒問題亦以解決。

四 冬季之生物學

冬季爲一年潮落之時，自根本上言之，以日之熱力減少，生命之化學作用亦漸變緩。而光之減少，則將綠葉之製造作用施以制止，溫度之低減，使多種動植物柔軔之部分須有保護或被吸收，否則必至於死，霜凍之地使多種動物必須入蟄，食物之減少，風雨之橫暴，日之短促，皆使鳥類必須向南遷徙，在此一切之背後，尚有作苦後必須休息之生理上需要。

冬季之潔白 冬季生物學最有趣之部分，或爲各種生物對於此同一問題——嚴寒，食物之稀少，與暴風雨——所有各種不同之解決方法，最巧妙之方法之一，厥爲如松雞與山兔，哈得孫灣之旅鼠與北冰洋之狐之變白，與褐色之鼬鼠之變爲純白，變白之法，多由於發生一新無色之裘，有時則由於各毛髮之褪色，在新生之白毛或白羽與褪色之毛羽中，其色素之地位，則代以氣泡，光由氣泡之表面反射，使毛之外面潔白如雪，多種北方動物如北極熊，白鯨，冰島鳶，雪鷓鴣等，則四季皆作白色。此類動物之白乃永久的，他種則爲暫時的，在所有諸例中身體中自有不生色素之趨向，但溫度之低減，或亦爲色素不發生直接之原因，吾人須記憶達爾馬縣洞 (Dalmatian Caves) 中之淡白色蝾螈 (Proteus)，在暗中永無色素，在日光之下，則色素發達甚速，在英國南部鼬鼠亦能保

存其固有之色，或有時偶有不變色之鼬鼠，其故殊不可知。至冬毛之變白，或為種性之期候使秋季所生之毛不發生色素，或為嚴寒直接影響於身體內部之化學作用，與皮下血液之循環，則尚不可知，而有待於他日之研究也。

當吾人在雪地中幾誤踐於松雞之上時，吾人每易重視白色之保護作用，使白色之動物，不易與四境之白雪分別，吾人固不能否認此說；但山兔在無雪為背景之區域，特易引人注目，亦有以使吾人對於此點略取懷疑態度。吾人且知鼬鼠之變白，殊無躲避仇敵之必要。若謂變白可使被捕之動物不易覺察，則在無雪之區域，白色反易引起一般動物之注目，總而論之，松雞與鼬鼠短期之變白，以及雪鴉、北極熊之永作白色，必有較此更深之意義也。生物學上啞謎之答案，則為熱血動物在寒冷之區域，最經濟之衣裳乃白色者，蓋不易散失其可貴之體溫也。故自生理上觀之，白色為最適宜之衣裳，以其能保存體溫，使體中之化學作用能迅速平穩而進行，在甚熱之環境中，白色衣裳復有優點，蓋其吸收外界之熱較他色為少也。

蟄眠 對付冬季之另一法厥為蟄眠，當無進入之時，唯一救濟之方厥為減少消耗，故蝸牛以

一變硬之石灰質，與黏質之片，將其殼閉合，而匿居於古井之牆垣上，蟄伏以度冬令之數月，僅微微減少其體量與消耗其組織，當外境之溫度降至冰點時，園中蝸牛之心，每分鐘僅跳動四下，而在夏季則每分鐘跳動四十下也。此時之蝸牛不得謂為生活，僅可謂為不死；然已有莫大之功用矣。同樣之睡眠狀態，可見於蛾蝶之蛹蟲，每每在冬季藏匿於僻處，如植物之種子然。但須知在此二例中，體中仍有變化，尤以冬盡春來，寒江漸解之時為然也。

長成之蛙，以昆蟲與幼蟲蚯蚓，蚰蜒諸物為食；但在冬令此物皆不可得，於是蛙乃居於堤岸之穴中，或居不用之排水管內，甚或裹於泥中（惟不常見），而入一種睡眠狀態。惟此與僅數種哺乳動物所有之真正蟄伏有異，同時龜與鼈亦居乾沙或濕泥之內，睡過全冬。有數種龜若養於人工加熱之區，則可不入蟄眠狀態，惟此種擾亂其自然之節奏，每使其軀體亦起奇異之擾亂，蟄眠之另一例則為無肢之蜥蜴，每每五六隻蜥為一團於生苔之堤岸上，草堆或石堆之罅隙中亦每每見有毒蛇成羣之團結。冷血動物如爬蟲兩棲類與魚類，其體溫常與其切膚之環境之溫度相近，故匿居於較空氣為暖之窟穴中，實為有益之事。其軀體雖僵直，尚無妨礙，惟心若凍結，則不能復生矣。觀此，吾

人對於平常生活者之衆多，不得不致疑，尤以平常生活極爲勤勞者爲甚。彼昆蟲居於寂靜而保護周密之蛹中以度冬，其生存固在意中。但吾人須憶及成長之黃蜂之后居於老樹中，或成長之土蜂之后居於苔岸中者，其保護固不若是之周密也。

蟄伏 在哺乳動物文中曾稍討論真正之蟄伏，如在刺蝟，田鼠，鼯鼠，蝙蝠等皆論及之，此處僅須言其大概。數種哺乳動物，如上文所述者，其熱血尙有不完全之處，即使熱量產出與消耗適應之力（惟鳥與哺乳類爲有之）能常存有一定之體溫是也。蟄伏之哺乳動物，即不能保存其體溫者，寒天一至，則按照體中自然之節奏，不爲無謂之抵抗，以其本能尋得溫暖安適保護周密之處而蟄伏。蟄伏之處之溫度，嘗較外界爲高，故蟄伏之獸類雖墮入爬蟲類之冷血狀態亦無危險，若彼蟄伏於曠野則必致死，但彼自知擇庇蔭之處蟄伏也。

凝結成之小體積 植物如鬱金香海仙花之類，其度冬又另有一法，即全身凝結成較爲密集不易傷害之體是也。植物之落葉，亦如軍隊當見逼過甚時則棄其外壘也。最有趣者則爲用其浮於水面莖上之小捕機以捕小甲殼動物之狸藻，秋間其頂芽積儲有多量之養料，下墜而沉於池底較

暖之水中至春間養料耗去之後，其體亦輕，乃上浮而發生新植物，此與水生動物名爲蘇苔蟲者將保護周密之芽墜落以度冬，而羣體之他部則死去相類者也。又如河與湖中之海綿至秋間腐爛，但非全部死去，有一羣細胞名爲芽胞者乃出現於就死之體中，各各密集而包於互相吻合之美麗絞盤狀砂質之尖刺中，新海綿卽由此芽胞發生，雖彼等非世所習知，然用此種凝集包圍之方法以度冬者，其例尙夥也。

另一解決之方法，在秋季生物學段中已言及者，卽爲儲藏養料，松



狸藻

狸藻爲生於水中之植物，有爲特種葉所變成，而用以捕獲小甲殼蟲等動物之囊。狸藻無根，其數年生一次之黃色花生出水面之上。其頂端之芽含有多量養料，至秋季乃下沉至水底，至春間養料耗盡變輕，乃上浮於水面而發生新狸藻。

鼠之積聚多量之堅果，即與農人智慧舉動相若之本能行爲，而蜜蜂積儲之習性，即其羣體可以度冬之理由，最有趣者則爲地中海之一種蟻 *Aphenogaster sardoa*，此蟻居於地下之穴中，但不積儲。

其親愛之表示，爲其密集一處。彼造成一生活之球，蟻與蟻以齒與足相銜，而將卵與幼蟲與蛹置之中間。其組合直似野蠻社會之雛形，而爲女統者。一球中有三百至一千之蟻，雄蟻不可見，研究之僅見有一后。至冬令則此球甚堅硬，雖被掘發，亦不輕於放釋。至夏間則球甚柔軟，每能屢次毀去而重造。

在此簡單之社會，其羣居生活僅知集合爲一團；然已開蟻垤之先河，迨日後知有儲積之預備，則羣居生活更爲複雜矣。

遷徙 最妙之解決方法，厥爲避去冬季；如遷徙之鳥類，真所謂不知有冬季者，此在鳥類文中已詳及之，此處僅須略涉以完此問題之研究。大多數北溫帶之鳥皆有自其產卵之區域——平常每在較冷之處——遷往南方較暖之休息區域之特性，對付冬令最佳之方法，厥爲完全避去之。但

平常亦爲相對的，如鵲鳥僅須自高沼地遷至海濱，夏雞僅須自亞伯丁州 (Aberdeenshire) 遷至愛爾蘭。有多種在北極地方產卵之鳥如冬畫眉 (fieldfare)，赤翼鳥 (redwing)，雪雀 (snow bunting)，大北潛水鳥，小企鵝之類，皆以英國冬令爲溫和，而爲英國之客居鳥云。

滅數 此外解決冬季問題之另一方法，可見之於空闕之蜂巢，其生齒之數驟減，僅留幼后存活，在樹身中空處蟄眠以度冬。在秋盡之季，蜂巢中有極可哀之悲劇，凡未孵之幼蟲，概被食去。此種大舉之殺戮，不過爲迅至之寒天所致之死亡之先兆，或則此種之饕餮，足以助幼后以度饑寒無食之冬令也。同樣之解決方法，在他種動物亦見之，如土蜂夏季之大社會，亦僅有幼后能度冬也。

淘汰 於此可見冬季生物學，最顯著之表徵，厥爲淘汰，冬令固爲休息之機會，但亦爲淘汰之機會，冬令之睡眠與休息，常爲來年春季間積極活動所必需；但其較深之意義，則爲每年冬季之淘汰，適以使每年春季有進步之天演也。

參考書目

Allen, Grant, *Colin Clow's Calendar* (1883).

Beebe, *The Log of the Sun* (1906).

Burroughs, John, *Signs and Seasons* (1886).

Cassell's *Admirable Nature-Book* (1908).

Hammerton, *The Sylvan Year* (1896).

Miall, *Round the Year* (1896).

Rennie, *Aims and Methods of Nature Study* (1910).

Thomas, Edward, and others, *British Country Life* (2 vols).

Thomson, *The Biology of the Seasons* (1911); *The Wonder of Life* (1911) and *Nature*

all the Year Round (1920).

White, Gilbert, *The Natural History of Selborne* (1788).

Wichell, *Nature's Story of the Year* (1904).

Wood, J. G. and Th., *The Field Naturalist's Hamabook* (1879).

第三十四篇 科學於人類之意義——生命與心與物質

洛洽爵士 (Sir Oliver Lodge) 著

美國芝加哥大學哲學博士
國立東南大學心理學教授 陸志章譯

人力之所不能全及者，世凡有三事，曰真，善，美。三者具足，斯爲圓滿。能具足者，斯所謂神矣。以吾人能量之有限，已致志於一事而猶有餘力者，蓋鮮。使能保守寬大之胸懷，則盡心力於一途者，或尙可冀於其他二事略邀『天賦之功』也。

科學之目的 科學最切近之目的爲真理。信仰科學者每流於拘泥此一種目的，以此自封，而萬有之富所以畀赤裸事實以意義，以價值者，彼反未之見焉。故知識之累積雖多，而所得宇宙觀竟是茫昧。知識之真確，限於一定範圍。總萬物而觀之，其不完全或正可引人入迷也。

然研究科學而褊狹如是者，非哲學家也。間或自命爲哲學家，囂囂然以爲自家田地之外，一切

都可否認。眞哲學之眼光，必視此爲廣，必能縱目四顧，思欲窮物之廣大高深，而窺測超於知識之實在。

科學家分科專治，而不至褊狹者，惟恃此耳。人欲稍知萬物之豐富，必其胸懷能容納宇宙之各方面，然尤必求盡忠於眞理。追求眞理，是科學之專職。凡是科學家必不許於審察事實略有疏忽。眼光之窄可憫也，而猶可恕也。誣蔑眞理之神，不可恕也。

然宇宙諸相中，何者最能銘刻於科學家之心，可隨時代而變。萬有之界限與品類，實紛紜而詭譎。人類對此，不但欲分別彼此，逐一思量，研究者且必自別爲各系，每系專注於一門。

以此科學分裂爲若干門類。致力於一門者不悉其他門類中所爲何事。境遇如斯，何能有廣大之哲學？惟有時時出於幽谷以縱觀四野者，乃能有助於哲學家，哲學家之未嘗入於幽谷者，事實之儲備未免太乏，而吾人則又積累過豐。故兩方面每不能互相諒解，而時至齟齬。

—

宇宙之觀 吾人已目蔽於專門之研究，而稍不明瞭。然試竭力張目四顧，究何所見耶？

宇宙之空間無限，中有物質一團團成球形，或熱而發光，或黯然而冷。其分佈也非偶然，而實依定律。其動可以公式計算，其位置約可預知。如更用精確之器，細察體質，則見爲原子所合成，其大小與作用可知。且此所謂最終所得之原子，尙非最終，實又合他物而成，其名爲電。電之爲物，亦爲極微之點，其循律而動，又若摹倣大塊物質者然。故原子之中，煥然一有規則，有秩序之世界也。如再研究其四圍顯然無物之空間，又見其實非空曠。中含一物，能運使零塊絕離之物質，而團成一宇宙。且能在彼此物質問題之間傳達波動與力。凡此物質與以太之研究與其諸多派演，皆屬於物質學，卽歷來所謂自然哲學。

一塊塊一點點之物質之動也，有極繁之律。欲解說而研究之，須有一抽象的科學以計其形數，是名爲數學。用此則可根據少數實現的經驗，而建設廣大的學理。此種作用可表明腦力之神奇，但亦是冒險。謬誤忽略，每不能免。因此凡有演繹，必以實驗觀察試測而嚴證之。基本上數學可分爲二部，一隸於數，一隸於形，卽算學與幾何是也。代數爲解決問題之一種補助的方法，職在化難爲易。此外吾人又可研究原子之若何組合，其混成分子時具若何型式，其組合後現何複雜的性

質，自然哲學之一大枝，名爲化學者，以此而成。

複雜的分子又以某種集合，表示實在之一種新現象，即其能爲生物（有機體）之物質的基礎也。化學物理之作用發生於此集合之中，然徒恃化學物理之公式概念，決不足以對待生物，視其動作與生長可知矣。

於此化學物理諸作用若爲一物所節制而利用，是謂生命（或寧謂其分子構造之複雜，足以賡射有此種節制），如是而有生物學。地球上一切能力莫不得自太陽。自受生命之影響，則化導而生各種結構，如海貝，蜂房，樹葉，鳥巢。此類徒恃物理化學之作用必不能生。雖其進行無處不依以太物質之律，然所謂生命也者，又以其活動補充之。其結果爲一有植有動，有花有鳥之世界；有美，有生活，有本能之非常的世界。所謂快樂，當亦不外乎是矣。

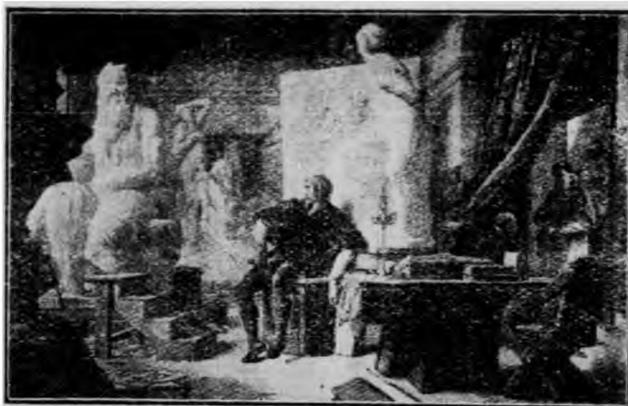
心之進化 再進一步，則此理更明，因生命漸化而爲心也。自有心而我從一己之經驗，親切覺知有憂樂，痛苦，恩怨，以至思慮，願欲，感激，信望等事。雖人之見解不必盡同。而事物之總和中此爲必存之實在，無可疑也。因此有心理學一科學與其他發展，上而至於人之精神探幽搜冥之處。此在實

行方面名爲宗教，其理論方面則神學也。

以上數種可視爲主要科學，此外有輔助者多種，各從事於宇宙之一部分。如地質、地理、氣象學，皆屬於地；而論人事者，則有歷史、社會學、人類學、考古學。生物學固已分爲多枝，如生理學論動植各體作用之狀態，而解剖學言其構造。又動物學與植物學皆論生物之分類，與其習慣。此外又有他種科學從事於實際應用，例如工程、醫學、農學。論形數之抽象科學名爲數學，前已論列。物理學之一分枝名爲天文學，亦所當知。

二

然則科學果能包籠萬有之全體乎？否？不然。科學範圍之外，尙有美術文學之領域，與夫唯善唯美之全境。凡以科學家自命者，此境非特許不得入，凡以人類自居，則莫不有可入之權利。藐視此境者必至自害，其哲學大似枯骨；而在他人原可肉白骨而起死人也。〔科學與萬有其他部份之關係，讀者欲聆偉論，應讀湯姆生教授之科學入門 (J. A. Thomson, Introduction to Science) 書在家庭大學叢刊 (Home University Library) 內。]



安極樂邁克爾 (Michael Angelo) 在其館中之像
愛默生 (Emerson) 曰：『今人尙覺安極樂之勢力，一人而戴四冕——建築，雕刻，圖畫，詩歌。』



貝多芬 (Beethoven)

貝多芬爲音樂大家，或可謂一切音樂大家之最著名者。嘗謂『音樂是精神生活與感覺生活間之神保。』

人之精神善遊刃於詩歌，文學，美術之間，而於科學之探幽搜冥，審慎研究，反非所長。其運直覺

也，可一躍而知究竟。又喜逍遙於想像之中，毫無牽挂。其於音樂、圖畫、建築、詩歌之美，不但有享受之權利，亦且能盡創造之功力。其成就如大樂章 (Sonatas)，大堂廟 (Parthenons)，大神劇 (Divine Comedies)，引起人類之無上興趣，而亦人類之最高創作也。蓋凡入此境，所達到者不為發見而為創作。非此創作，美術品無由產生。科學家對此惟有俯首而已。若莎士比亞，丹第 (Dante)，安極樂·邁克爾，貝多芬其人者，由愛而見善，真，美三者並存之原理，其於不變之實在，亦窺見一斑矣。

故詩與科學之間，原無衝突，宗教科學之間，原不當有衝突。欲達真理，不止一途，科學特其一耳。
美與真 上言盡心追求真理者終或領悟善與美。敬以求美，



丹第

塞萊 (Shelley) 曰：「起歐羅巴於沉夢者，彼為第一人。……主持復興之大人物，彼實號召之。」

或能逕由直覺而入真理之境，此則岐次已簡括言之矣。至若立意求善之效，則可見之於古聖人之功德與神悟。其蘊義之廣，似猶非吾人所敢定論。然則灌漑人心者不止一流，引人步履以登臨者不止一徑。所趨雖殊，所造則一。凡路會歸於羅馬；如能切心探訪，凡道直通於真理。蓋真理之大，超乎一人意想中以爲可能之事，猶如天香氤氳，非一人或一組人所得壟斷也。真理之爲物，既隱而微，亦光而大。脫穎而出，則其美麗爲人想像所不及，其華耀過於任何人所思擬之事物。

三

生命與心與物質之關係



岐次 (John Keats)

岐次曰：「美是真，真是美。人世所知惟此，所應知亦惟此。」

生命與心與意志 誠如此論，吾人又何以能默認科學之唯物論，而以科家之擯棄宇宙間種種他相，而專注於力之定律，物質之動者，爲理所當然乎？答曰：此科學之職守也。自然界之全體，必依此種基本律；其尙依他律與否，於此可不問也。如擯棄他事而有利於當前事業之進行，其擯棄爲完全合理；非可與唯物論之哲學之承認某事而否認他事者同日語也。拉普拉斯建數學的世界系統，拿破崙詰以上帝何在，拉氏答謂彼不必有此假設，其說是也。彼僅依物質與力之律以推演其學理耳。其成功雖奇，然以言囊括萬有之哲學，則固未嘗全備也。前乎此而深乎此者，有牛頓偉大之學理。以哲學論，亦未完全，此卽彼自身亦深知之。故於書末贅言，不憚據



歌德 (Goethe)

亞諾爾特 (M. Arnold) 贊云：「他上了孤獨的路，望着自然的大計；不使上帝像人太過，或是人太像上帝。」

理申說彼之篤信有神。惟純粹以數學推算，彼已化諸天為秩序矣。不特此也，其所企望復蘊蓄甚豐：「但願自然界其他現象亦可用如是思惟，從機械學原理演繹而得。」蓋甚望物理學之其他各部分，凡屬於原子動與電子動，及凡屬於分子之構造變動一切繁雜之事，皆可如是整理也。自牛頓死後，願已大償。牛頓於有神之說，中心誠服。拉普拉斯信有神否，我不得而知，要無大關係。其成功不在哲學，神學，而在數學。且其名言，有謂自然界之現象，過去未來，前可推測，後可預期；祇須先知某種事實，而有超人之數學的技能，以追隨每個原子之路，而推定其過去之軌道，預言其將來之軌道耳。



納斯欽(John Ruskin)

其近代畫家一書有云：「一花之祕密，非吾人所能測知，而亦非吾人分所當知。惟科學之探求，應常止於美之愛，知識之準確，常止於情緒之柔。」

假使宇宙純爲機械性質，絕無生命，心意等事，屢入其間，其言固近乎理。自世有我的意志（自由意志），而純粹機械之計畫不復完全。惟無擾雜之原因，預言始生效力。用拉氏之籌畫以預言，其能確當，亦祇限於非生物界，或下等生物界耳。

物之向上進化，至何時始現自發的活動，世無定論。以我所見，室內懸物，羣蠅相逐，繞之而行，其途徑恐不能據物理之事實，依純粹機械之理，推測而得。果然，則物理機械之理，雖能施行於植物界，一入動物之階級，在極低之處，已現有不可度量之事。然或將疑吾言矣。

生命原不違反化學物理之任何一律，蓋莫不運用而補充之。宇宙有力，彼則導引之。故能鑿海峽以通兩洋，造棧道以聯二國。能植森林，灌大漠，而變氣候。能改河道，穿山洞，而多方創造文化。循動



忒涅 (J. M. W. Turner)

納斯欽曰：「忒涅終必與培樹齊名，此則形之科學家，彼則質之科學家也。」

物之階級而下，生命亦能採蠟以造蜂房，啄玉蜀黍而成鳥羽（近而視之，其構造極奇）且恃白菜之葉以生存者，復能長成蝶翅之美。

至於人之精神，超絕身體物質之羈絆，而漫遊於智慧想像美妙之境，特生命之尤著者耳。故其證悟以經驗以上之事物為材料，而尤自發於無窮盡，無始終。

四

生命之性質 然則吾人於此運化之理，名為『生命』者，所知幾何？曰：所知極微。

據巴士特（Pasteur）之發明，凡前人所謂尋常化學作用，其間須歸功於生物者實多。有生物，仍不失為化學作用。惟現受一種化導，大似化學家在試驗室內能預導種種變化，或且能造作也。依細微生命之力，無意之中，乃有發酵消化等事。農業以利以成，疾病以生以滅。

『生命』果為何物，自古至今杳無定論，非我所敢武斷。然謂為萬物之真實基本而可永存一相，當無不可。此則人所應知也。此種觀念，至少可用為研究之線索，他日或得良果，今則僅為一可通之假設耳。就其大體而論，我甚覺其近理。以我觀之，生命雖恆為塵世物質之一功用，其尚有他種狀

態，可斷言也。我爲此言，因我見生命時即時離，時臨物質而使之活，而時則去而他適，猶我見玻璃片上露珠之隱現。露之爲露，必依一實體之平面。自野蠻人觀之，其來無由，其去無蹤，若爲實體之分泌，而完全隸屬焉。吾人所知，幸不止乎此。其顯形爲霧露，雖一現即逝，其存在則悠久而連綿，爲不可見，不可卽，而超乎感覺之狀。卽此簡單現象，能近取譬，或亦足以領會降生命成肉體之事（Incarnation）也。

生命之表現至較高處，如所謂心與意志，其理正同。此二物自身非力，而能用力，且導之於預定之途。有如射擊，彼爲射者，能分別恩讐，亦能注意遠在物質之勢力範圍以外之事；能具最終目的，而預計將來。譬如炸藥之盲力，止能爆發，不能增減；惟其應用之法與所欲得之效果，則實一可以思量的問題，而亦可前定也。

心之素 物質有能力，其狀爲永存的動，而又爲外力所衝激。然物質與能力各無自主之能，以化導而節制。能力有大小而無方向，亦不含有有定向之原質。以此而論，能力正猶物質。其保持定量而不變，亦猶物質。苟有能定方向之影響間接藉物質之力而加於其上，能力亦可承受之。

欲改變一塊物質之行徑，則必有外力以動之。物質自身不能活動，純爲頑物。無生之物質須有壓力在後衝激。在前之事物彼實一無所見。故不爲未來所影響，不履行預設之計畫，亦不追求預定之目的。

生物之具有心靈者，與此大不相類。飢也，外物之號召也，見有物在前而起之期望也，其影響每不可捉摸，而在生物則大有勢力。動物之慧者，推而強之，則引爲恥辱而大恚。善誘導之，或其聞有號召而油然從之，則生適當之態度。

心之素，計畫與意向而已。人有否認宇宙之有任何計畫與意向者，然人類自身既已具有此德，說者將何以自解。吾人既知自身有化導之力，則竟以化導之事與智慧的約束爲充塞乎宇宙之元素，而或亦貫通於物質，豈不較近於事理乎？

物爲心乘 物質者，心之工具也，乘也。降生成肉體者，心與現在所見事物之統系互相爲用之狀也。化導之性，於此備焉。縱塊然無生之物質原亦可以表現心性，祇須其布置之靈慧耳。卽如山上之路，亦儼然有人性；能引導而有方向，實智慧之表現。自身雖爲頑物，然能直指究竟。

方向非能力之一種作用。風琴發音，其能力得自風箱，動之者或爲一機械式的引擎。然樂音相續而成曲調，並奏而發諧音，則預定於音樂家統制之心。且不必有彈琴者，因作譜者之心，尙可以機器表示一二；然則音樂可謂降生於一圈紙上，隨時可從機器中出現。同理，美術家之想像，以成作品而得物質之形。圖畫建築，一旦毀損，祇須畫者造者之未死，可重起於灰燼。換言之，其思想可再得物質之形。凡同情之人，因見其形之美而起類似的觀念。

是故唯物論自有其真理，惟難於領會，難於言說耳。物質可沉浸於生命之中，處處與生活相聯。譬如逝者之人格，時可牽留於敝衣之上，覩其襤褸，憬然想見其人。軍旗已破，其實貴或猶足以飾聖堂。其爲象徵固也，然或不止此意。我敢信個性之痕跡能牽留於世上之物，浮泛以至不可識別。然具有適當能力之人，能測度其爲何種痕跡矣。

唯物論自有深理。凡有祭禮，其物質一方面，如基督教聖餐之類，皆以此理爲其基礎。譽之過神，非也；棄之過盡，亦非也。且宇宙全體，可以數量；一切事物，皆有多少。輻射磁電等事，其初發現時，顯然限於一特種之物質，今乃知其爲多種物質所共有，特度量有不同耳。

物質之於心也，使成肉體而又揮發之，其亦猶是乎。

降生之階級 降生有各階級，其最成熟者，可以吾人之身體為例。吾人降生於此，或猶未盡能事。人格之全體，未嘗顯露於塵世，事或可信。此蓋所謂「闕下之我」之學說之一部分也。

降生有各階級。妙手傳神，則畫者之人格包藏於圖畫之內。凡故意毀傷一名畫者，其罪幾於殺人，蓋不及時而猝然隔絕靈魂與身體也。音樂家之靈魂亦可祕藏於其曲稿中，待知音者解釋之。

故物爲心之乘，而心則勝物而超乎其上。譬如色料各分子之間有黏力，以成一片圖畫。如黏力離叛而互相抵，則圖畫解散無餘。然黏力不造圖畫。又如一大禮拜堂之建築，不能違反頑物之力；然徒知頑力者，不知有禮拜堂。主持之者，計畫之者，手或未嘗觸其一石，或竟先事而死。其爲象徵也，又代表多世紀以前被殺之一人（譯註：指耶穌也。）死與時烏能勝之？

吾人偶見日落，或月光在湖上之縵紋，而歸功於物質之能力，化學物理諸作用（即吾人所知物質以太之波動），果能自信已窺物理之大全乎？智者靜觀自然界之現象，覺其代表心之思想；大哉未知之心，超勝現象，而半降生於其中。爲此想者，非一人也。

040195



2121.6

萬有文庫

第一集一千種

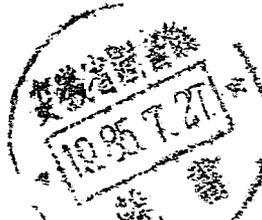
王雲五主編

科學大綱

(四十)

湯姆生著

胡明復等譯



商務印書館發行

萬有文庫

第一集一千種

編者

王雲五

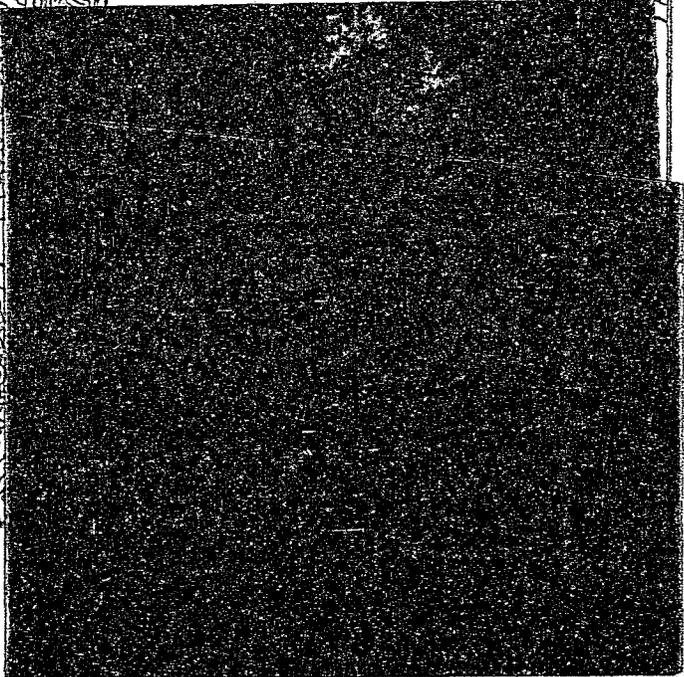
商務印書館發行

04020C

科 大 學 綱

(四十)

湯 炳 生 著 胡 明 復 譯



科學大綱

第三十五篇 人種學

美國喬治華盛頓大學碩士 朱經農譯
國立北京大學教育學教授

世界現存之人種同出於一源，由單一種號為 *Homo sapiens* 者，發生變態，而分爲數支；猶之今日之鴿類，其種雖繁，溯其本原則皆由其始祖山鴿 (*rock-dove*) 所產生；爲此說者實有正確之理由。據吾人之所知，凡異種之人血統相混，則產生混血之新種，而此混種復能生育，例如黑白兩種相混乃生母拉多 (*mulattoes*) 人，此其理由一。人種雖支派紛繁，其間非有截然之界限；每兩種之間常具共通之點，參差啣接，不無線索可尋，此其理由二。在宇宙演化之中，異軍突起，產生可愛可喜之新支派如今日之人類者，其發現恐不能多過一次，此其理由三。似乎在『今日之人類』產生

以前，先已有數種「暫試式」的原人，如歐洲來因河畔所發現之內安德塔爾原人（Neanderthal man）者存在，其後或歸於消滅，或融合於他族之中。似乎今日之人類與內安德塔爾原人、海德爾堡原人（Heidelberg man，此種人之骸骨發現於德國境內）、擘特砍色羅布猿人（Pithecanthropus man，此種人之骸骨發現於爪哇境內）均自一共同之先祖傳出。

一種包含多數支派 人類不同之支派其數甚繁，但此種現象在下等動物界中亦常見之，有屬於同種之生物一羣，偶與外界隔絕；其家族之間，或逐漸發生變化，或驟起急切之變化；此種變化層出不窮，選擇與淘汰亦因之而起。其中變種有與其生活特殊狀況最相適合者，漸露頭角，超越於同儕之上。此變種後自相配合，世代相傳，其新生之特性遂有鞏固之基礎；其餘不適時宜，因而退隱之各特性乃受淘汰，而新支派遂得成立。倘使人類之本色，原為棕色，則照上文所云，世界各地儘可有黑色或白色人種一再發生。吾人應知，人類或因遷徙，或因侵略，將互相隔離之障礙移去，則有使人種混合之傾向，其結果，或「順序混合」，或「錯雜混合」，而生種種新民族。凡同種相配，則增進穩固與統一之象；凡異種相配，則變異之程度增高，但父母之間特性相差太遠者不在此例。吾人每

易輕量此種變幻之可能。空克令教授 (Prof. E. G. Conklin) 之言曰：

按照門得爾 (Mendel) 遺傳原理，父母之間，如有一項性質，互相殊異，則其孫輩可分兩組，每組代表一方之特殊性質；例如父母二人，一人之髮直，一人之髮捲曲，則其孫輩可以分爲兩組，一組之髮直，而他組之髮則皆捲曲；又如父母二人，一人之眼碧，一人之眼褐色，則將來所生孫輩，或爲碧眼，或爲褐色之眼，極易區爲二組。由此類推，父母之間，若有五項性質兩兩相反，則照『二之五次方』 (2⁵) 推算，此五項互殊之性質，兩兩相配，可得三十二種組合，即其孫輩，因特殊性質配合之互異，而可分爲三十二派也。倘父母之間有十項性質，兩兩相異，則照『二之十次方』 (2¹⁰) 推算，其孫輩因性質配合之互異，而可分一千零二十四派。人類各種之間，互異之點遠在十項以上，故突然變化之性質雖不甚多，而於兩方子孫之配合，逐漸變易之性質，則實層出不窮，數至鉅也。此等混血之種族，內部自相配合，保持各項性質之某種組合，而成特殊之支派，與他派帶有別種組合者，分道揚鑣。

在人類中流行之現象，與在『人栽植物』及家畜中者相同；生種起猝變或漸變（惟全新性

質如何起源尙未能確知耳。由選擇而成淘汰，由同種相配而使特性固定，由新血混入而使遺傳之各項性質變更其組合；於是新異之特性隨時加入；嗣再行淘汰，再行同種相配。人種構成之來歷，此其大綱也。



蘇魯 (Zulu) 人

從非洲東部意領索馬利蘭之南端，畫一不規則之線直達非洲西部之卡拉巴，則將真尼格羅人與班圖人分開，該線以南爲班圖人所居，班圖人復分爲無數部落，無數種族，其中最強盛，最喜爭鬪者實爲蘇魯人。

原始之人羣 人種學者通例，

分原有人羣爲三大支派，卽黑種，黃種，白種；然此不過爲便利起見，非於學理上有確切之根據也。每支派復爲若干種族，每一種族復分爲若干民族。每民族復分爲族系，每一族系復分爲若干血統。

(一) 黑色人種亦稱「尼格

羅】(Negroid)種，黑色之膚，捲縮之髮，扁平之鼻，厚唇，突眼，大齒，狹臀，長頭爲其特殊之形質。然黑種之中復有種種派別，其所包含者，有非洲尼格羅，南非布西蠻(South African Bushmen)，各種小黑人(Pygmy races)，各種美拉尼西亞黑人(Melanesians)，及澳洲黑人等(按澳洲黑人之髮並不捲縮)。



愛斯克摩人的真代表



毛利人

吾人平常以爲毛利人乃純粹之坡里內西亞種，其實不然。彼等遷入新西蘭曾與完全不同之各人種相混合，試觀其頭蓋骨，即可見其顯著之痕迹。

(二) 黃色人種亦稱蒙古人種；肌膚帶黃色，髮黑而直，闊面，高顴，小鼻，目深而細長，齒之大小適中，顛骨之形式不一，此其特殊之形質也。華人，西藏人，日本人，暹羅人，緬甸人，棕色坡里內西亞人



印度人

印度人為印度境內無數人種之一。其住所實限於印度河及恆河流域。

(Brown Polynesians) 毛利人 (Moors) 愛斯克摩人 (Eskimos) 及美洲紅人均屬黃種，而變異最甚者，即北歐拉布人 (Lapps) 芬蘭人，匈牙利之馬扎兒人 (Magyars) 土耳其人，亦皆隸於黃種。

(三) 白色人種亦稱高加索人種，髮柔而直，美鬚，顴骨藏而不露，鼻高而狹，齒細，臂闊，此其特殊形質也。

然白種所包含之民族極多，自淡色髮雪膚之北歐民族直至膚髮黯黑之南歐人均屬此種。故在歐洲，則可分為長軀金髮碧眼之北歐人 (Nordics)，矮胖而黑之阿爾卑斯人 (Alpines)，短小

而黑之地中海濱人在亞洲則有印度雅利安人 (Indo-Aryan) 及其他種族。上文列舉之龐雜無次，顯而易見；故其所謂原有人種分爲黑黃白三支派，在科學上並無正確之意義，殆不言可知。然而



阿 拉 伯 人

阿拉伯人居阿拉伯，美索不達米之一部，紅海沿岸，波斯灣東岸，及非洲北部，其種族之純粹，長頭，狹長面，鷹鼻，瘦長身材。此族特出之代表，居南阿拉伯，即哈達拉毛及也門之山居者，貝督英人之中亦能見之。

人皆承認波斯人之類似英人，實較南非洲之霍屯督人 (Hottentot) 之於英人爲甚，且英人以爲阿拉伯人之營求可以了解，而中國人則神祕不可知也。

吾人眼界之變遷 三十年前，人皆以爲『本原人種 (Primary Races)』(吾人未嘗用此名)可

分黑黃白三派；咸言此三派，可以代表人類最初之三大支。吾人對此所謂『瑟謨，哈謨，雅弗』之說 (“The Shem, Ham, and Japheth” view)，吾人發生疑問，實有正確之理由。然此三派互異之



紅色印第安人

美洲印第安人昔時所佔領土極廣。彼等之語言，文化雖多歧異，然其體格外貌，非常一致。記載故事之書，及早年來自英國之拓殖家已使吾人熟知北美之印第安人或紅人；然彼等親屬之居南美洲者亦極有趣味，惟種種方面不如北美紅人之有畫意耳。

點固甚顯著真切。岐司爵士 (Sir A Keith) 有言：

「羣居於非洲中心之人種，其形質實爲吾人所深諳；吾人一見光澤無毛之黑膚，彎捲之髮，扁平之鼻，睜張之黑色巨眼，厚重之脣，閃光之齒，強大之顎，卽知其爲尼格羅人。彼黑人自有其特種之姿勢，特種之身材，特種之肢體配合，特種之聲音，特種之腦部運用，雖一毫無經歷之人，一見黑人卽可以知其與亞洲東北部之蒙古人種截然不同；蓋蒙古人之皮膚，毛髮，眼睛，頭腦，聲音，姿勢，身材，及肢體之配合，亦自有其特性，與其他人種有顯然之區別也。中歐之人（卽雅利安或高加索式）則又與黃黑兩種不同，觀其蒼白之皮膚及其面部之形狀，吾人卽知其區別，薄脣與高狹之鼻尤爲特徵。吾人日見高加索式之高鼻，故習以爲常，惟有蒙古人與尼格羅人始能領略此雅利安世界中隆準之特別丰姿耳。」

倘此三人種特殊形質之顯著果如此「大專家」所指示，則吾人儘可認上文所述爲人類根本上三大派別之明徵，又何必再行躊躇？對於此問題之答案極有趣味。

一一

合而孟與人種學 在本書中常常提及一種「無輸送管之內分泌腺」腺中釀成兩種有效之化學傳遞者，謂之『合而孟(hormones)』與『卡龍(chalones)』，灌輸血液之中。腦下腺 (pituitary body) 附着於腦之下部，偃臥於頭蓋骨底之上，其大小約如一成熟之櫻桃，其中分泌一種物質，可以控制人身之生長。黏液體過於膨脹，則使人體有變態的發展，面部及肢體均生重大之變遷；或使青年變成不健全之長人，或使其四肢過於長大，不能相稱，或使其性慾機關發育不全，其結果或成天闊而癡肥。

岐司爵士曾言，吾人有正當理由可以認此項黏液腺為調節人身生長之機關中一種重要關節，對於定奪人類之身材，狀貌，皮膚肌理，及毛髮之性質等有直接之關係。而毛髮，肌理，身材，狀貌等等皆為種族特質之表現。當吾人將人種主要支派（即蒙古人，尼格羅人，高加索人）互相比較之時，可以看出高加索種腦下之黏液腺實較其他兩人種為大。據吾人知識之所及，謂多數歐人之所以鼻準高聳，眉骨有強大之傾向，頤部顯著，身材趨於長大，體量趨於厚重，皆由於黏液體之作用，實目下最妥洽之說明。

在吾人承認此種學說之全部以前，對於各人種腦中之黏液腺非有正確之比較不可，蓋科學須從計量下手也。但此種觀念自是巧思。其意非謂歐人隱然乃患『黏液腺脹大病』者，不過人類形質所起之變化有由於『無管腺』發育歧異之所致者耳。有數種已經絕滅之巨大脊椎動物，實有較大之黏液腺，此說亦有所根據。此種調節機關動作及發育之不同，不僅在人種演化上占重要地位，即在其他脊椎動物之演化上亦有同樣之影響。

吾人對於此種發引與會之妙想，不能再加敘述，但有數事可以注意：（一）由生殖器官發出之『合而孟』具有支配人體多種形質之大勢力；（二）腎上腺之分泌物能影響人身上色素及毛髮；（三）橫跨氣管在『喉頭隆起（Adam's apple）』後之盾形腺能影響皮膚，毛髮，頭骨及骨骼；（四）有兩種矮人，其短小皆因調節生長之機能不完全；（五）一種變態的兒童，俗稱爲『蒙古式白癡』者，並非回復蒙古人之故態，（此種蒙古人，吾人臆想中假定其古時曾住歐洲），實因盾形腺作用擾亂之結果。設人體構造易於感應，則內分泌機能之變異，可爲各種形態之原因，而此種形態之差別，往往言之過甚，認爲種族間深切之界限。就他方面言，吾人亦不應因亞脫岐司指示

途徑，使吾人對於人種之異點較易了解而流於輕視各種間之差別。男女性之差異，所關深微，雖根本上或因『代謝作用』之遲速與節度彼此不同；或因『次等性徵 (secondary sex characters)』之實現，有賴生殖機關，依適當時間，放出『合而孟』給予發動之刺激，然其影響之遠大初不因此而少減也。

雖然，承認各種人顱骨，皮膚，毛髮，顏色之差別，與『無輸送管之內分泌腺』遺傳上之變異互有關係，此種見地亦甚高明；而同一族類（例如小黑人）似能於人種演化所歷之各途徑中，或地球上互相睽隔之各區域內，屢屢發現，此亦吾人所能想見。近代科學，已使舊日『瑟謨，哈謨，雅弗』之學說改觀矣。

三

人種之造成 人種學研究人種，而非研究構成國家之人民（以下略稱國民）。所謂『人種』，乃指一支種或一變種而言，即由個人結合成羣，有共通之特性，有共通之祖先，其對內之共通性質較對於其他人種為多。然在今日，種族之相混歷時已久，欲求一純粹之人種實覺甚難。集家成『社』

集社成『族』，集族成『宗』，集宗成『種』。凡此數者均包含『親屬』之意，不過相親之程度略有等差耳。至於『國家』，『國民』等名詞，乃一種政治的概念，表示一種社會結合，在地理上有同居之關係，且有幾分心理的一致，能相團結者，然其中不必含有『親屬』之意味也。統一國家之內，或包含幾個不相同之人種，然亦有一國之內只有一人種者，在此等國家之內，『國家』與『人種』，幾成爲相通之名詞，異語而同義，瑞典人種其一例也。但人種學所研究之『親屬結合』，與尋常之政治結合，社會結合，必須加以區別，其義固甚明也。

各人種構成之原因，其最重要者，則爲人類常有移徙之傾向，此處令人起一疑問，即人類何故佈滿全世界？即在有史以前，人跡已徧全球，在毛利人入居新西蘭（New Zealand）以前，已有幕略里人（Morians）先在該處；而美洲在有印第安人（Indians）以前，業爲『築壘人種（Mound Builders）』所居；世上固嘗有人先哥倫布而發現新大陸。吾人所欲問者，即人類何以能爲哺乳類中分佈最廣之動物？其答案必曰，因人類有強大之頭腦，故常好動不息，性喜冒險，能使生活適應環境，能制御『自然』以供人用。然而人口增加所生間時重來之壓迫，氣候及其他環境之變遷不

定實爲激刺人類冒險性之原動力。人類非多產性之動物，然其父母愛子之心極強，翼護之力亦大，故生一小兒，不數傳而成百子千孫，結一小團體，不數稔而蔚爲大國也。棄殺嬰孩或極高『死亡率』，可以制止人口增加之壓迫，然而最銳利之促進器或爲環境之變遷，例如天氣亢旱常使人不得已而移居。罕亭吞教授 (Prof. Ellsworth Huntington) 及其他學者曾經明告吾儕，氣候之變遷與差異於人羣演化有重大之影響，或促人遷徙，或迫人開創，或淘汰與選拔，或且激起各種變異。舊時學說，以爲人類在新氣候中獲得後天的變化，此等變化遂流傳而爲人種之特性。此種舊說，不易擁護。在一新境域中，種子細胞上發生新變異，其中不甚適宜之變種即被汰除。各人種之成立，吾人所見者乃間接之適應，非直接之適應也。

人類之流離遷徙，由於冒險之精神，人口增加之壓迫，及氣候變遷之驅使，於是而有適應環境之變種。然尚有一重要原因，不可置之不論，即歷代進行不息之人種衝突。人類離散分佈，最初不過爲人與『自然』之衝突，其後逐漸加入人與人之衝突。強種之陵滅弱種者屢屢見之；被征服之人種，得最後之勝利者亦屢屢見之。欲於短狹之限度內，估計人類生存競爭各種法式之價值，誠逆理

之舉，然而否認人種衝突爲一種淘汰人類之工具，則亦誤矣。

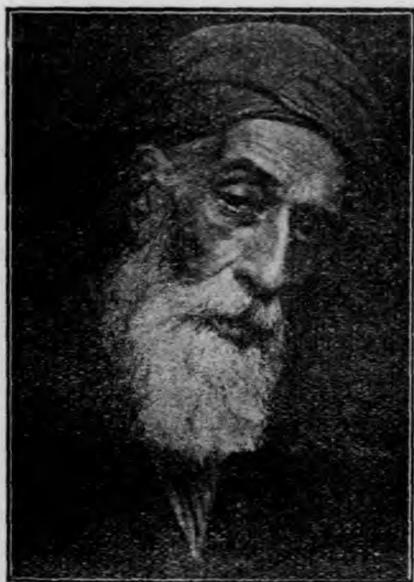
離散，遷徙，劫擄，征服殖民，常使人種混合或血統相雜。其有益之限度何在，吾人尙未詳知。人種之聯合，若其特性之差異過大，則結果每易使人失望。故世人常有反對雜種之偏見。依斯（E. S.）及準茲（Jones）兩博士曾依據生物學評判此事，其言曰：

異種之混合，由於遺傳律之作用，常使『經多年選擇，而卒互相融合，且於所處之環境相適，能使其種久存』之遺傳上『特性複合體』分散。因各項原質分成數組而遺傳，故混合異種時，極難得一種新結合，與舊時人種之中材相等，或更較前優越者，而反產生許多種族中之庸材，則混種之舉不免有得不償失之虞矣。

然而另有一種事實，似已爲歷史所證明，即不同之人種，苟不相差太遠，則彼此混合，常得甚佳之結果。英國本土實爲含有北歐雅利安許多各異之種族血脈而變化甚多之人民所居，而所謂猶太種者亦由煩複之混血人種集合而成。故在一強國之內，好種相混，實有良好之希望。

人種學與人口問題 各人種繁殖力之強弱不同，故其作用在人類演化中爲一重要原素。吾

人常聞『黃禍』及其他種禍之說，其實現在黃種人數之增加並不甚速，其生產率固高，其死亡率亦高。又如在美國境內，黑人增加之速度不及白人之大，因黑人之死亡率較白人爲高也。繁殖力強



猶太人

就體格論，猶太人分兩大派，及此二派之混血兒。其一派頗似阿拉伯人種，圖中人即屬此派。其他一派則似阿西利亞人，其鼻特別不同，常人稱之爲猶太鼻。

弱之不同（各人種中有繁殖力強於他種者），必引起人羣各種爭競，其事甚明或促成戰爭，遷徙，與殖民，或引起人心不安，社會擾亂之現象，有時對於人羣之風化道德有極大之影響。吾人對於現

代社會演化情形，加以觀察，實有深趣，試觀經濟狀況常使一種族實行一夫多妻制，而他種族則行一妻多夫制，一區域中拋棄女孩，而他區域中則歡迎之不暇。

然除種族繁殖力強弱問題之外，地球表面亦有人滿爲患之虞。世上每年死者約四千萬人，而生者遠超過此數。有人估計現時全球人口約十七萬萬，其中白人約占三分之一。在文化較古之國中，近年來人口生產率大半低減，然死亡率之降低亦甚顯著。文化愈發展，則保衛健康之效率愈增，而人類之壽命亦隨之加長。統計家預料全球充塞之日期，雖各持一說，然世間固將有人滿之患也。

赫胥黎嘗言：『人口問題實如希臘時斯芬克士 (Sphinx) 之謎語，今日之政治家尙無厄狄帕斯 (Oedipus) 其人者，對於此謎能作相當之解答。人口繁殖過速，其爲禍可驚可駭，有如怪物當前，其他疑難，皆覺無足輕重矣。』

然有兩種建議，實爲吾人所應注意。(一)科學發達，人類制御天然富源之能力增加甚速。在許多事業中，人類之收穫逐年增豐，而所需成本亦逐漸減少。此種能力日進不已，吾人尙不知其止境。(二)以最開明妥善之方法，節制生育者日見增多。

人種必須衰滅乎 對於人種衰滅之難題無惟一固定之答案。(一)有時一人種對於文化較高之民族圖謀反抗，實處於必敗之地位，而此較高文化含有新武器，新機械，新疾病，新奢侈品，尤其無望。新舊接觸，不必皆有惡意的戰鬥。若彼此不融合，即和平之對待，亦足致人死命，觀近日非洲中部諸族之事蹟，即可了然矣。(二)有時好侵略，喜作亂之民族或國家（此種國家尤屬常見），沈溺於軍國主義，國內忠勇之健兒死亡太多，元氣不易恢復，苟遇氣銳人衆之新興民族，或爲所征服，此種新民族，稱之曰蠻人，亦屬自然，尙非完全不當。即羅馬朱理亞愷撒 (Julius Caesar) 亦覺人衆日見缺乏，而與『安得猛士』之歎。(三)有時衰敗之原因，或緣銳氣之衰落，愛奢侈，懷安逸；輕視生物學上良種盛家之理想，是以或流於庸碌或專求快樂或歸於軟化。既無遠見，又乏知識，故不免於淪亡。(四)有時，吾人以爲致命之打擊『出自天意』。世間常見旱災之久延，農業畜牧，歸於失敗，膏腴之地化爲荒土，於是迫於饑寒，流離遷徙，每成慘劇，然亦偶有因禍得福，而收好果者。有時『天意』之表現，或在日常生活之中引起一種新恐慌，——例如一種新寄生生物之侵入。所以學者有謂，傳播瘧疾之蚊類飛入希臘，實爲希臘光榮衰落之原因。人皆知今日各種族每任可以避免之

寄生物病所苦而不自救，與「異教徒」之一任鉤蟲病之作祟正同，不過異教徒較可原諒耳。

然此並非謂依據生物學，人種有衰落及死滅之必要。動物之世系，有如古木，上有無數枝條業於千萬年前枯死。含有化石之山岩，即為埋葬古人之大墓，其中所藏不僅歷代之祖先，實有無數淪亡之生種。然而古代各種動物有至今日而益臻強盛，方興未艾者，人類又何必不然？苟人類實際承認保持身心健康有爭存之效力，則其能愈益強大，亦將與其他動物同。

參考書目

- Clodd, E., *Story of Primitive Man*.
- Conkling, E. G., *The Direction of Human Evolution* (London, 1921).
- Deniker, J., *The Races of Man* (Contemporary Science Series).
- East, E. M., and Jones, D. F., *Inbreeding and Outbreeding, Their Genetic and Socio-logical Significance* (Philadelphia and London, 1920).
- Gomme, G. L., *Ethnology in Folklore* (1892).

- Grant, Madison, *The Passing of the Great Race* (New York, 1918).
- Haberlandt, M., *Ethnology* (The Temple Primers, London, 1900).
- Huntington, Ellsworth, *Civilization and Climate* (New York, 1915); *The Climatic Factor* (1914); *The Pulse of Asia* (1907).
- Keane, A. H., *Ethnology* (Cambridge, 1906) and *Man, Past and Present*.
- Keith, Sir Arthur. *The Differentiation of Mankind into Racial Types* (British Association Address, Bournemouth Meeting, 1919).
- Lebourneau, *Sociology Based upon Ethnography* (1881).
- Sergi, *The Mediterranean Race* (Contemporary Science Series).
- Taylor, Isaac, *Origin of the Aryans* (Contemporary Science Series).
- Taylor, Elward B., *Anthropology* (London, 1881).

第三十六篇 畜養動物之故事

美國哈佛大學哲學博士
國立東南大學植物學教授 胡先驌譯

馴擾野生動物之技術，發源於遠古，遠在有文字之先。以種種證據考之，犬或爲人類征服自然之最先例。犬之馴擾，約在舊石器時代之末期。其時人類尚以狩獵游牧爲生，但已有葬埋死者之習，且對於死後生命至少已有模糊觀念。人死之後，其簡單兵器與其狗，皆與其尸骸共埋一處，一若尙能供其在冥中之用者。吾人所以能得對於畜養家畜起源時期之唯一證據，惟此習俗是賴。其時人類瘞埋之處，今僅發見狗之遺骸，可見最初馴擾之動物，亦僅有狗一種。溯其起源，或因捕獲豺狼之幼子以供兒女之玩弄，不期竟大有助於文化之進步也。

至新石器時代，石斧與他種石兵器之表面，皆已磨礪，光滑美麗。其人亦由游牧變爲定居，所有平安時代之技術如造陶器，耕織，與畜養動物等，皆逐漸興盛。彼圍繞古代初民之野牛、野山羊、野

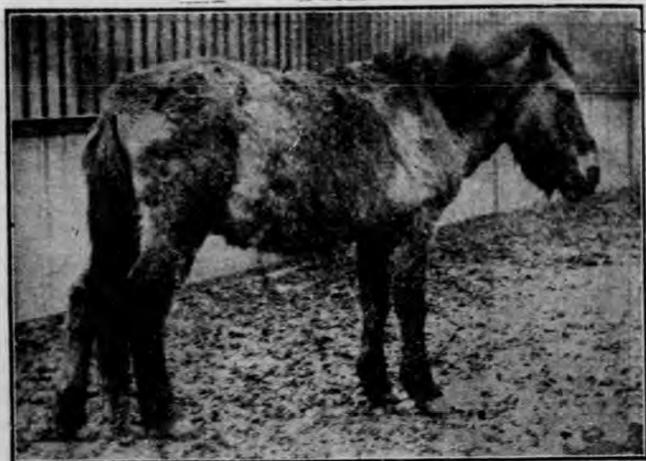
豬等，似皆幾於同時被人類畜養，而永久供給肉乳皮革之用，甚且供力役焉。



牛 狗

牛狗爲獒之上古代分出之後裔。但自「誘牛鬪」之日以降，其軀體日變劣，至今日竟不能任其祖先所任之事矣。

千萬年之畜養，在一點上，未嘗改變此數種動物固有之性質，即其肉供食之特性是也。各動物仍能保存其固有之性質與風味。彼牛羊豬雖同居於一處，食同樣之食物；然因其天性上深微固有之差別，有以使畜養得不同之結果。但其形狀大小以及成長之速率，以人類管理之故，發生極奇異之變遷，至使吾人家畜之各變種，其相互之差別，較多種野生種類間之差別爲大。觀各種牛羊犬豕馬之各變種，即足以證明此言也。此各種類常被舉爲表示『育種家之技術』之佳例，一若育成此種之人，先有一種見解，能預想其育



蒙古野馬

「達班」馬，爲西歐各種馬所自出。

成之種各重要性質最後發達之狀況者然。然爲昔日之英國牛狗 (bulldog) 育種者，決不料其成爲今日之形狀也。若彼能預料其變遷之趨向，必將惶急無措，吾人固知今日之牛狗，決不能勝任其遠祖所能之工作也。實則育種家所能者，僅爲控制其牲畜之交配，因而助長在彼眼中以爲有異於平常狀況，因效用或美觀，而有培養之價值之變異。在彼生存之時，決不能得顯著之真實變異，必待數千百代之後，彼爲前代育種家所選擇之種類，始有可驚之進步也。

一



柿色馬（在一八九六年德被（Derby）地方得勝後所攝之影）

此馬在一八九六年曾得聖勒澤（St. Legor）獎，在一八九七年得亞斯科（Ascot）金杯諸獎。其父為聖西門（St. Simon）其母為拍伙塔（Perdita），其主人為英王愛德華第七。

馬 吾人有理由可信今日畜養之

馬，不但發源於數種野生之馬，且出於兩大各別之系統。一種發源於最新世，為四肢細弱之種，高約十五手，有一廣額與尖面，其臼齒亦有特異之處。此類可以西驢（*Equus sivalensis*）代表之，阿拉伯馬或為此類之後裔也。他種則發源於後始新世，為一較小，較肥重，四肢較粗壯之動物，在今日為蒙古之野馬名曰達班（*Tarpan*）者。此說證之以在法國與他處穴居人洞穴中石器時代馬之雕像而益信。在史前時代，此類之馬似不止一種，今

日存在者，爲適纜所舉戈壁沙漠中之蒙古馬與喀爾狄小馬 (Celtic pony)，後者包括各種小馬，自岡納馬拉 (Connemara)，外赫布里底 (Outer Hebrides)，挨斯蘭 (Iceland)，菲羅 (Feroes)，至西挪威皆是也。

人類在新石器時代以前，除狗以外無畜養之動物，而馬爲最後畜養者，此說已爲人所共認。然須記憶現已覺得套有繩狀羈勒之馬頭之雕刻，而證明其爲古石器時代所作。且在此時代——或在特殊適宜之地點——馬爲主要食品之一種，在梭魯突 (Solitude) 著名石洞外所積之多量廢物，可以證明此事。此洞至多可居五六家族，但其入口處，有二大馬骨之牆保護之，其一長百五十英尺，高十英尺，其一長四十英尺，高五英尺，估計含有十萬馬之骸骨。彼雕刻羈勒之馬首圖之阿律納先人 (Aurignacian)，亦爲增加此堆骸骨之人也。

馬爲在新石器時代所馴擾，固爲無疑之事實；第或用爲乘騎，或用爲負重之牲畜，則無人能知之耳。或則初畜養時，目的在食其肉與乳，後乃用之爲負重之牲畜，最後乃用爲駕車之用。但在此時，雖散處之民族每用馬爲乘騎，然古代之埃及人，亞西利亞人，希臘人，羅馬人，不列顛人，皆用之駕車



馬 小 蘭 得 設

英國土產中最小之馬。何時何法輸入設得蘭，殊不可考。

而不用為乘騎也。

二十六

不列顛馬種 此處不能詳述不
列顛馬種之歷史，所得言者最好之種
類，為設得蘭 (Shetland)，威爾須
(Welsh)，新森林 (New Forest)，大
得模爾 (Dartmoor)，厄克斯穆耳
(Exmoor)，岡納馬拉小馬 (Connemara pony) 等。在蘇格蘭南部另有
一種較大者名為加羅威 (Galloway)，
英國南部昔日負載之馬，即由此類小
馬中較大者孳育而成，同時亦用以供
乘騎之用。彼偉壯駕車之馬名為克利

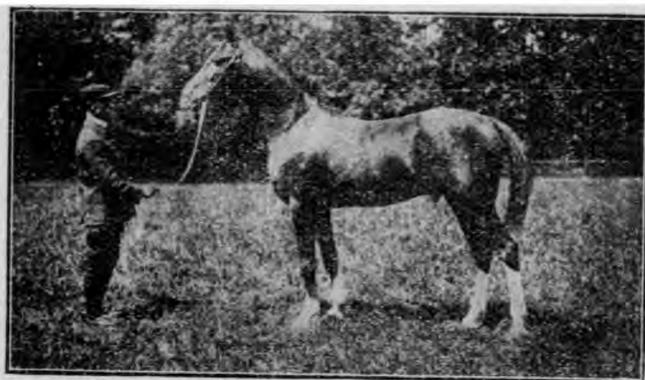
夫蘭栗色馬 (Cleveland bay) 者，則發源於約克州 (Yorkshire) 之北雷丁 (Riding) 地方。其早年之歷史無人知之，惟信其爲外國馬與本地馬雜交而生。與此種爲近屬者則有約克州驛車馬，其軀體較爲細瘦，不幸此兩種在今日皆有滅種之虞矣。

英國肥重之種類中最有名者，或爲夏馬 (Shire horse)，爲英國中世紀之大馬，有人謂此種爲愷撒時代不列顛人駕車之馬之後裔也。

較小之克來得士得 (Clydesdale)，乃夏馬之在蘇格蘭者，爲發源較晚之種。在一七一五年輸入一法蘭達 (Flemish) 牡馬，與土著之馬配合，而生此種。

薩符克馱馬 (Suffolk punch) 爲著名特異之種。其與上述兩種異者爲有一大頭，短而彎曲之頸，低而厚重之肩，直背與短肢。此種爲有力之馬，但僅宜於耕作之用。其發源無人知之，但皆信爲數世紀之前由諾曼底 (Normandy) 輸入英國東部各府者。

阿拉伯馬 如上文所言，阿拉伯馬爲較西方『冷血馬』更老之族裔，而發源於印度最新世之西驢，故宜認爲另外一種。但雖如此，此種動物在畜養之馬之天演史中，有絕大之影響，蓋久經



阿拉伯牡馬

今日英國之跑馬，即由土產英國牝馬與阿拉伯牡馬駢合而生。

證明幾於無一西方之馬種，不以雜有阿拉伯馬之血而大加進步也。

在十字軍之時，阿拉伯，巴勃(Bab)與突厥——後兩種為阿拉伯之後裔——三種馬皆經先後隨時輸入英國。此種輸入，初為斷續無目的者。自詹姆士第一 (James I.) 至安 (Anne) 女王朝，——恰為期百年——阿拉伯，巴勃，突厥，三種馬乃經多數輸入以供改良土產之跑馬之用。早日輸入之牡馬乃取與牝馬相配，其後裔即為今日賽跑之馬所自出。跑馬為英國之特產，今乃傳播於全球矣。

不但此也，在此時期跑馬之牡馬，曾經不斷利用之以供改良小馬，駕車馬，乘騎以及重壯之馬之用，吾人今

日所以必需賽馬之遊戲者，即爲保存此佳種也。

畜養之驢，爲北非洲野驢 (*Equus asinus africanus*) 直接之後裔；雖有黑色與白色之變種，然其形狀與顏色與野生者皆無大異也。所有家驢中最大之種爲波土種 (Poton)，其大者竟與駕小車之馬相若。在西班牙亦如在東方，驢之育種法，極爲考究，結果遂至發達成多數特異之種，較英國所有者更爲美觀而有用。在英國則除小兒或農家乘騎外，無有以供乘騎之用者；但在英與其他畜驢之處，甚重視驢乳，古昔東方，常豢養大羣之母驢專以供取乳之用焉。

騾爲牡驢與牝馬雜交之產物。相反之交配——牡馬與牝驢之交配——所產之子謂之牡馬騾 (Mule)。不列顛羣島，絕少用騾者，但在西班牙，則因其步伐之穩，山地區域極珍視之。在印度旁遮普 (Punjab) 邊界郡縣中，以山地須用騾裝礮隊之故，用騾極多。(此次歐戰中，曾輸入多量之騾至各戰線以供輸送輜重之用)。除步伐穩妥外，騾較馬更強健而耐勞，與其軀體之大小爲比例，且能如驢食較次之芻草，病亦較少。騾與牡馬騾皆如普通特異之種之雜交，不能生殖，故無生產新種之可能。



高 陸 牛

此爲西高陸牛，與盆布魯克同爲大不列顛土產，發源極早。

二

牛 吾人所宜記憶者，不列顛最早畜養之牛（在新石器時代已有之），爲一外國種之喀爾狄短角牛（*Bos longifrons*）。此種之發源無人知之，其骨殖固全歐洲皆有之；然爲畜養之牲畜，無野生者可尋也。在不列顛羣島中，當英國民族未至之先，此種爲唯一畜養之牛。西歷紀元五百年後此種新民族或攜來一種發源於歐洲大野牛（*Bos primigenius*）之牛，或在今日尚存之大森林中，捕獲大羣之大野牛。無論如何，今日吾英多數之牛種皆導源於此也。

昔日曾以爲最有名之白色公園牛，如契令干（Chillingham），查特來（Chartley）等種，爲大野牛直

接之後裔，在今日則以此種爲可上溯至畜養種之一，而亦爲大野牛之後裔。黑盆布魯克 (Black Pembroke) 或威爾須矮種 (Welsh runts)，黑色與赤色高陸牛 (Highland cattle) 或克羅 (Kylces) 與長角牛，皆人由原始種大野牛所育成之各著名牛種也。

以昔日育種家精密選擇之故，至造成三大類不列顛畜養之牛類，即肉用、乳用與駕車用者是也。第一類中設得蘭爲最佳之種，惜其體較小，其成熟時較他種爲早，其肉味之美，無論何種皆不能及，此種亦有能產極好之乳者。刻立 (Kerry) 種，產乳較不列顛任何牛種爲多，與其身體之大爲比例，但吾英大多數乳牛皆爲『短角乳牛』一種。

英國各種牛固導源於喀爾狄短角牛與大野牛，在大陸上則各種牛皆出於印度駝峯牛，駝峯牛復出於馬來之班丁牛 (Bos sondiacus)。

有極大之角黑棕色之波多里亞 (Podolian) 與匈牙利牛，與其同類北西班牙牛皆出於駝峯牛，大都供駕車耕作之用。卡斯提爾 (Castilian) 與安達盧稷亞 (Andalusian) 牡牛，與供鬪牛用之那瓦 (Navarra) 牡牛，則導源於大野牛者也。



野犀牛之畜養者，僅納士浦高原有之。

野生者體較大，有較長之角。

印度駝峯牛與歐洲之牛異者，爲其肩頂上之肉峯，有時可重至四五十磅，在印度視爲珍品。且有一極大之額垂肉，其鳴聲重濁。平常駝峯牛名爲『擇布』(zebu)，此字之來源不可知，印度初不用之也。此種動物在印度用以代馬。有數種如西北諸省之喜薩牛(Hisar cattle)，有極大之角與下垂之耳。

非洲土產之牛，屬於駝峯一類，然有數種如烏干達(Uganda)與著名之突熱克角牛(Cape Trek-oxen)則峯已失去，在此種與東蘇丹之紐爾(Nuer)牛，其角每每甚大。

與以上所舉之野牛異者，爲印度大水牛，其肩高至六英尺，有極大外突之角。此種動物之馴擾種族，在

印度，錫蘭與馬來羣島皆有之。瑪德拉斯 (Madras) 之尼爾基里山 (Nilgiri) 上之托打人 (Todas)，畜養大羣此項之水牛以供取乳與乳油之用。在各平原地方，則多用爲耕作與負重之獸。

最後爲人所馴擾之野牛，爲西藏之犛牛 (Fak)，乃美洲兕牛 (Bison)，最近之親屬。大都供負重與乘騎之用，亦供堅苦之土人食肉與取乳之用。西比利亞近亦畜養之。在此處亦如在西藏，無此物之助，幾不能旅行也。

三

羊 最初畜羊之人，實爲人類之大恩人；但吾人不能立碑爲之紀念，蓋除知其生於新石器時代外，從不知其爲何民族也。今日欲追尋其源流尤爲困難，蓋牧羊之技術，顯有二處相距甚遠之發達中心，吾人今日所有之羊亦來自二源，爲歐洲之牧弗郎 (Ovis musimon)，與亞洲之烏律爾 (Ovis vignei)，故無人敢斷言首先之牧羊人爲亞洲人或歐洲人也。

但人不僅馴擾羊而已也，且改變其形狀，較改變牛馬爲甚。今日思及羊必連想及羊毛。在吾人眼中，羊爲產羊毛之動物；但野羊則不然，其體遍被硬毛，一如羚羊與山羊，但在外面硬毛之下，另有

一層茸毛。他種動物如海狗亦有之。以經長期畜養之故，茸毛乃大發達，在今日僅面部與腿上尚保存有原有之硬毛。畜養尚發生他兩種變遷。一爲家羊之腦較野羊大加減小，一爲尾部大爲加長，故幾於各種皆須將尾截去。但家羊亦有無茸毛者，如非洲長腿羊與阿比西尼亞（*Abyssinia*）長鬣羊是也。

爲比較計，吾人可於茸毛種之茸毛大爲發達者中舉一二例，如美利諾（*Merino*）與蘇格蘭黑面羊是。其毛皆下垂至地上，但後一種之茸毛僅宜於造氈毯而不宜於織呢。

雖在今日幾不能設想若世無羊毛，何以度日；但在何時何地，人始創培養羊毛業之議，實無法以知之。大約始於以獸皮爲衣之民族，而此民族必居於冬氣凜冽之區者。以嚴寒之刺激，動物之已具茸毛者如羊類，其茸毛倍能發達。當彼太古游牧人民發明此種有厚茸毛之獸皮較普通有長硬毛之皮爲暖時，彼卽迅將專育茸毛最厚之種也。

一種特異之羊毛，爲布喀刺（*Bokhara*）或阿斯脫刺罕（*Astrakhan*）之敦巴（*Dumbar*）羊，其乳羊之皮，卽爲著名之阿斯脫刺罕皮也。此羊爲布喀刺與啓耳基茲（*Kirghiz*）草原與波斯之



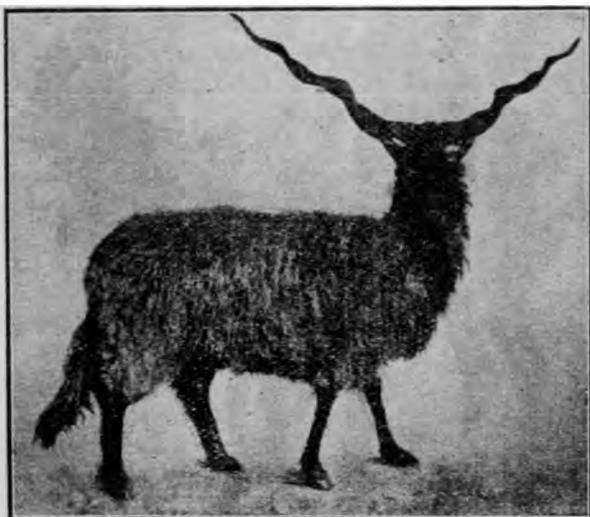
聖啓爾達『梭亞』牝羊(soa ewe)

此爲甚小而極原始之一種，牡羊肩部僅高二十四英寸，牝羊更小。

土產。

雖大多數英國之羊在今日皆無角者，但有多種如諾福克(Norfolk)多塞特(Dorset)，與蘇格蘭羊皆有甚壯觀螺旋狀之角。關於此類武器在畜養狀況中，曾發達有極可怪之性質，如聖啓爾達(St. Kilda)羊，其角增至三對，在窩雷啓亞(Wallachia)羊，則變爲極長之螺旋形，如極大之開瓶塞之螺旋器然。

如上文所言，家羊之尾，每較野羊爲長，有時且甚長。在數種尤有一特性，



窩雷啓亞牡羊

此種特異之羊，僅匈牙利與中國西北產之。

卽滿載脂肪，有時如在普通之羊，可重至四十磅。阿拉伯人甚嗜之，切爲薄片而炙之，視爲美饌。此種羊尾，不下垂至大腿之下；但甚闊，有時闊至一尺。但在好望角大尾羊，則其肥尾較長，有時可拖至地上，但從不能闊如敘利亞之羊尾。

與此相反者則爲由西比利亞南部至啓耳基茲草原，有大垂耳之羊，其尾退化成一小突起，而後腿積儲有多量之脂肪，重三十至四十磅。此種脂肪半爲液體，半爲固體，爲俄國燭油之大宗，以以色列人祭祀時所用肥羊之臀，證明在聖經時代巴力斯坦 (Pa-

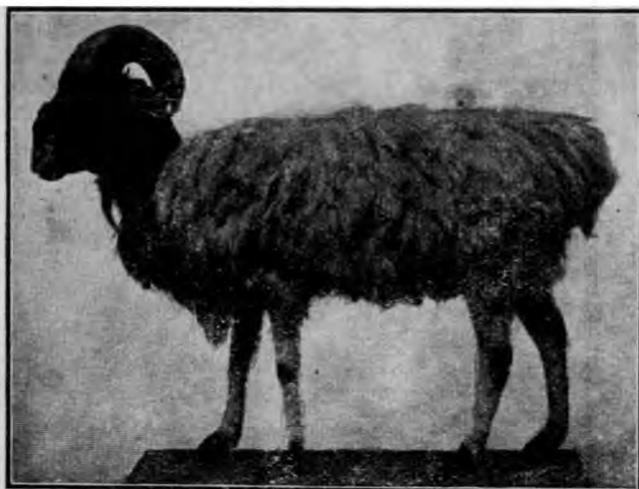


四角之蠻司羅丹 (Manx Loaghtan) 牡羊

此羊與設得蘭羊關係甚密。其體甚小，此乃由於其僅生於山頂瘠土之故。在英國草原，其體能增大。

Testine) 養有肥臀之羊。此類羊之色甚奇，其頭頸與腿皆作黑色，其餘軀體則作白色。此類羊亦無角。

英國羊種普通分爲長毛，瘠土，高山三種，但此外另有最有趣最原始之一種，此卽不知名之生於人島 (Talo of Man) 上之鼠色羊。與此相類之種在外赫布里底，梭亞，聖啓爾達，設得蘭，再北至菲羅，挨斯蘭各處皆有之。此類羊有三種特性，卽其軀體小，尾短，作褐色是也。且其角之數目有增加之趨向，有時可多至三對。



印度尼泊爾之獨角巴維爾羊(unicorn Barwal ram)

其貌視之獨角，實爲兩角之被育種者以人工壓成者。

在大多數地方，育羊供剪毛取乳食肉之用，皮則供爲皮紙之用；但有一種高大長腿之羊名爲洪尼亞(Hunia)在喜馬拉雅山道中供運載鹽與礪砂之用。此種無論牝牡皆有角，牡者有時有四角。另一種喜馬拉雅羊，名爲巴維爾(Barwal)羊，爲洪尼亞羊之近屬；但其腿頗短，旁遮普與印度他處用之爲鬪羊，常使之與其同類或他種動物鬪。此印度之鬪羊，極以勇敢著稱，當兩牡羊相抵之時，其聲可聞於二三百碼之外，其抵觸之劇烈可見矣。

最後爲證明羊如何能受畜養之影響計，吾人可另舉一例，即在奧克尼(Orkney)地

方以無他種食物故，土人以小魚之攤乾於石上者養一種鼠色羊，以食物改變之故，此種羊當潮落之候，竟每行至海灘以海藻爲食云。

山羊 彼自命易於分別山羊與綿羊者，若真使之討論此問題，將見遠非其能力所能企及；至少今日之科學家，尙無圓滿之解決方法焉。卽以畜養之山羊綿羊而論，辨別已非易事，至若欲於野山羊野綿羊間，畫一界線，則其困難，匪言可喻。但此處吾人所欲知者，僅爲畜養之山羊，不必討論其困難之理由，徒滋糾紛也。

吾人確知最早畜養之山羊，出於現存之野山羊 (*Capra aegagrus*)，生於地中海島上，**小亞細亞與波斯**。

最奇特最有價值之畜養山羊，爲喀什米爾或西藏肩巾山羊。發達有甚厚之茸毛，彼著名之喀什米爾肩巾卽以此織成。在拉達克 (*Tatak*) 與西藏，此種羊畜養極多，爲一長角垂耳之動物，其色自白色至黑色。與之有同等價值者爲小亞細亞之昂哥拉山羊 (*Angora goat*)。此種爲一大動物，有長螺旋狀之角，略似馬克何 (*Markhor*) 羊。有長而下垂之耳，有時長至一尺。但其價值在其細

長絲狀之白毛，有時長可下垂至地上。此種毛可用以織造一種毛織物名爲摩哈爾 (Mohair)。有人謂此種羊爲馬克何山羊之後裔；若此說不誣，則可證明畜養之山羊發源於兩種云。

畜養動物種性之固定，可於敘利亞與特班 (Theban) 兩種山羊見之。此兩種羊爲古埃及人所重視，嘗繪之於畫壁上，而保存其屍體，故可斷言此兩種羊發源於數千年之前，然絕無變易，殊可怪也。

在某種情況之下，山羊可變爲一極可畏之動物，能將廣大區域之經濟情形改變，此則由於其喜食灌木與幼樹之枝葉之故。結果則在巴力斯坦雖極荒僻之區，其森林亦被毀盡；在聖赫勒拿 (St. Helena) 島上亦然。在他處牛與駱駝亦爲同等之破壞事業，使最初茂盛之森林，一變而爲礫确不毛之地云。

四

豬 無論吾人行至何處鄉里，俱有牛羊與豬，幾不能思及其一而不連想及其三，蓋此三種家畜皆自石器時代起源而直傳至於今日者也。吾人不能設想此三種家畜，皆同時馴擾者，且有證據

示知豬爲最後畜養之物。但當人類已知畜養牛羊之利益之後，卽不欲輕視其育種家之責任。其揀擇或由於直覺，或由於畜養各種動物以爲試驗，而選其最適於畜養者，則無人知之。豬被馴擾，實爲可慶之事，其肉味之美，在森林中所殺之野豬與其乳豚，早已爲初民所知矣。

吾人畜養之豬，亦出於兩源，野豬爲北歐各種豬之遠祖，南歐、亞洲之豬則導源於一種馬來豬，或卽『領豬』(collared pig)之後裔也。

以一萬年之畜養與懶惰，無怪今日之豬，其靈活與知覺，皆較其野生之親屬爲遜。牡豬之牙，雖尙銳厲，然較之野豬則退化甚大。其牝牡兩性皆發達有易於增加脂肪之趨向，而其有硬毛之皮，則因之而退化。凡野豬在幼年，皆有縱長花紋之皮，家豬則從無此項花紋，亦無需此種隱晦身體之具也。除生多量之脂肪外，家豬與野豬異者，爲其耳之增大與面之縮短。如約克州『中白』種與八克(Berkshire)種是也。另有一種特異之『硬蹄』豬，其蹄之前兩指生一肉鞘之內。此種僅美洲有之，美人以爲其可抵抗豬熱病，但無證據示知其果有此優點也。最後之異點，家豬之尾，皆扭作半圓狀，至何以如此，殊難解釋也。



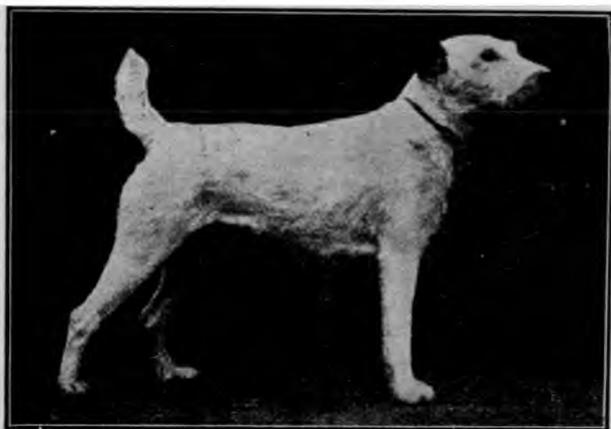
獒

獒或爲英國最古之狗。其祖先在愷撒未侵入英國之先，卽已繁盛。但今日賽會場中之獒已逐漸變劣，面部大加縮短。

五

狗 最早狩獵之民族亞威連人 (Azilians) 雖不喜藝術，但樹文化最重要之基礎，卽馴擾動物是也。彼輩或以野獸常遭狩獵，逐漸減少，或變爲警敏之故，乃畜養獵狗以助其狩獵。雖其所畜養者僅獵狗一動物，然已爲最佳之剏始，於人之將來命運大有影響。雖吾人不能斷定何時，最初之獵狗遵其主人之命齧捕一鹿；然可知者，七千年來狗乃人類最親密之伴侶與僕役也。

最早之狗吾人可斷言其爲狼，稍後則有事實證明豺亦被收入其列。今日之狗，卽發源於此兩種。苟記憶此事實，吾人當易於了解昔日之記錄與今



剛毛獵狐狗

剛毛獵狐狗爲比較近今之種類，英國獵狐狗一類，發源僅在一百三十年前，其祖先作黑色與褐紅色，與今日賽會場之獵狐狗大異。在昔日與今日，其功用用在捕狐，今日之獵狐狗，無論爲剛毛或平毛，皆作白色而有黑斑。

日賽會中所表示各種之狗，有層出不窮之變易也。

此處所謂狼，不僅歐洲狼一種，且包括印度狼（*Canis pallipes*）與北美洲狼（*coyote, Canis latrans*）。當東方之僑民在石器時代初移居於瑞士，成湖居村落時，即攜有由印度狼發生之狗。此種狗與自歐洲狼發生之亞威連狗雜交，尤易促成新種之天演。

昔人欲畜養一類狗以供特別之用，或以求得特別之變異者，頗有顯著之成效。在今日吾人可分別狗爲六大類：即狼狀狗，尖



蘇格蘭鹿獵狗

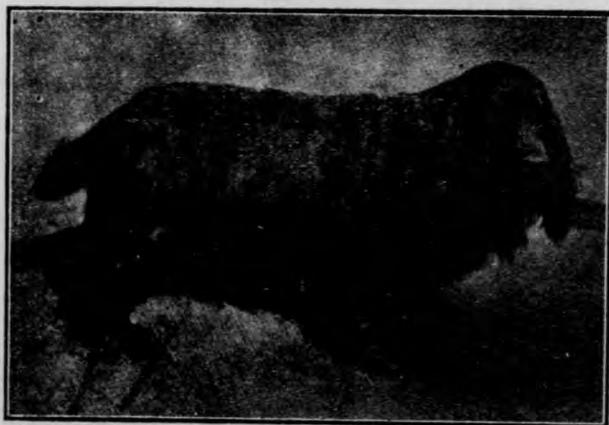
鹿獵狗爲最早之種，其來源不詳悉。有人謂其爲愛爾蘭獵狗間接之後裔。

嘴獵狗 (greyhound)，卷毛獵狗 (spaniel)，獵狗 (hound)，獒 (mastiff)，獵狐狗 (terrier) 是也。在獵狀狗中吾人有依士企摩狗 (Eskimo dogs) 牧羊狗 (sheep-dogs) 哥利牧羊狗 (collies)，佩立亞狗 (pariah dogs)，生於東歐，亞洲，非洲等處。尖嘴狗中則有英國與意大利尖嘴獵狗，獵鹿狗 (deer-hound)，愛爾蘭獵狗 (Irish wolf-hound) 與大波蘇亞狗 (Borzoi)。卷毛獵狗其大者有紐芬蘭狗，其小者有無用之北京哈吧狗，與日本卷毛狗，以及水獵狗與田獵狗。獵狗羣中則包括血獵狗，鹿獵狗，狐獵狗，獾獵狗，短足獵狗 (dachshound)，指示獵狗 (pointers)，達爾馬



血 獵 狗 (blood-hound)

血獵狗發源於極古之一種休伯特狗 (St. Hubert)，血獵狗在今日頭部與面部大有變遷。



科刻毛獵狗 (cocker spaniel)

此種發源甚早，由此種乃發生供玩弄之小毛獵狗，此狗本育供獵山鵲之用者。

提亞車狗 (Dalmatian carriage hound) 諸種，其嗅覺極爲發達。

此種甚長之名單，讀之甚覺可厭；但苟思及此乃表示七千年來人類控制血與肉之成就，則頓覺其有新意義矣。今試再誦一過，冥思此各種狗之形狀，依士企摩狗，牧羊狗，哥利牧羊狗，佩立亞狗。依士企摩狗供彼奇狀衣裳之民族駕禱於雪中之用。牧羊狗與哥利牧羊狗，其驅使羊羣之能力，乃在人類之上。此種主僕間同情心若何之親密，可以想見矣。佩立亞狗雖爲人類所憎惡，然在東方驕陽燦金之街市上，仍能立足。彼敏捷文秀之尖嘴獵狗，爲專畜以供冬日寒天獵兔之用者。其祖先有直立之耳，其他性質與之無別。埃及人最愛之，每保存其屍體，而在豐碑之上，以鮮豔之色繪其圖像。人類以喜於狩獵之故，至育成極多種之狗，有數種之行爲，表示其智慧甚爲發達，如覓牲狗 (Petriv-
ever)，指示狗是也。

至紐芬蘭狗之近支名聖伯爾拿 (St. Bernard) 狗者，則另有一職業，卽爲在高山頂端風雪中尋覓救援失路之人是也，此狗卽以此長著名。

狗不動人愛憐者少，多種且極喜人愛憐之；但亦有爲人所不喜者，如血獵狗是也。但亦人類育

之使然，其貌極猶惡，其性極凶暴，人育之以供攻殺其鄰人之用，故無論良民或罪犯，皆畏之如蛇蝎。但爲表示人類控制或引導天演之能力起見，血獸狗誠可驚異之動物也。

育種中之選擇 畜養狗之性質，誠爲表示人類心靈有微妙半覺之感覺之佳例。以精密選擇育種之獸與巧爲配合之故，人乃能役使自然，使出產恰如其所欲之狗。其狗之形狀構造與性情，皆與其所希望者極近似。無論或爲供其特種利用者，或僅以形狀奇特，供其玩弄爲目的者，皆應念而生，一若幻師符籙之所召。如近日育成在賽會中最著稱之牛狗，卽其例也。其祖先爲育成專供野蠻凶惡鬪牛之遊戲用者，與今日所謂之牛狗，極少相類似之處。今日之牛狗爲笨重彎腿可憐之動物，不能行一英里之途程，呼吸器官甚弱，牙齒亦壞，絕對不能供鬪牛之用。今日唯一之優點，厥爲其醜陋，使之得變爲今日『完善』之狀況，歷時至一百年之久。在育種之人，耗費心力以育成此種，舍證明育種家若恆久葦育動物之有傾向於足以娛人之奇特變異者，能得若干成就外，殆無他用。在牛狗固然，在玩弄之狗，如北京哈吧狗，猴面狗，與長毛之馬耳笛士小獵狐狗 (Maltese terrier)，亦莫不然。

今再略述『菜狗』，在西方人心目中，頗以此爲甚可怖之食物。今日食狗者僅有中國人與社會島（Society Islands）土人。土人嗜狗肉在猪肉之上，據庫克船長（Captain Cook）之言，南太平洋之狗味，決不遜於英國之羊羔也。依士企摩人喜食狐，石器時代人亦視爲珍饈，可知喜食狗肉起源甚古也。

六

貓 石器時代人不能自詡爲有家庭，蓋其時尚無貓故也。蓋畜養之貓，爲純正之家庭動物，生活極爲懶惰，除間捕獲一二鼠類供嬉戲外，對於主人之豢養毫無報答也。

當文化大進，人類有固定居處，而開始畜養玩弄之動物時，貓乃出現。究其馴擾，始於何時，甚難言之。但在古埃及及第二十王朝時，貓已大盛，爲期在西歷紀元前一千年。其時極珍視之，認之爲神聖動物，至以藥物保存其屍體。今日大英博物院中尙有此項貓骸焉。

貓之視狗，爲極不易變易之動物。其世代相承，形體之構造，幾如機器之產品，後先一律，因之育種家不能利用其新性質發達爲新種類。故雖以三千年之畜養，吾人尙無多種顯然各別之種類也。

固亦有斑貓，玳瑁貓——幾全爲雌貓——黑貓，白貓，長毛貓，異色之暹羅貓，與禿尾貓之分；但其形狀骨相皆同，僅有表面之區別，且皆發源於數種不同而極相近似之野生祖先，如埃及貓之類，是也。

在畜養之貓中，有一點不但極爲有趣，亦極難解釋，卽其皮之斑紋，表示顯著之兩大類是也。在一類頭有直列之斑紋，身上則爲橫列之斑紋，此乃導源於歐洲野貓與埃及貓者，在他一類，其體腹脅之處，有闊斑紋，略卷爲螺旋狀，此類爲真正斑貓。其英名 *striped* 卽以一種花紋類似『波紋絲』者而得名也。各色之貓，皆可有此花紋，雖以此二大類雜交，其一羣乳貓中，可互呈此兩類形狀，但不混合，有呈斑紋狀者，有呈水絲紋狀者，殊無法以解釋之也。

七

兔 吾人在此篇中所欲討論者，不在畜養之動物，而在動物之畜養，蓋科學大綱之爲書，所重視者爲原理，而非細碎之事實也。故如論畜養之兔，吾人不必歷舉各種之兔之名——此乃育種家之事，卽在彼所注意者，亦不過一二種也。故吾人所應注意者，有數問題，第一所畜養者何故爲此種兔而非山兔，第二吾人所有之家兔何以發源於此種普通野兔，而非出於他種野兔，甚且須問何以

竟至畜養兔類。

對於此數問題，無適當之解釋；但吾人可設想人類因畜養野牛野羊，而考知獲得永久之牛羊肉之供給之利益時，乃試驗畜養各種之野生動物，或欲從而獲得生活之所需，或僅喜畜養鳥獸以供其玩弄，彼或會同時畜養野兔與山兔，後考知野兔易馴，山兔難馴，故舍彼取此也。

若謂兔在太古已爲人所畜養，無事實可供證明，然今日已發達有奇特之種類，如垂耳兔之類，在野生狀況之下決不能發生者也。此種兔，軀體之大，遠在其祖先野兔之上，其耳之大尤無倫，可長至二十八英寸，闊六英寸。若野兔之耳，每一運動必至下垂至地，則此兔必不能生存也。又如長細軟毛之昂哥拉兔亦爲原始野兔最奇異之變形，而法蘭德巨兔 (Flemish giant) 軀體之大，亦極可驚，其壯兔有時重至十四磅以上。

八

象駱駝與駝羊 象與駱駝駝羊之畜養，證明前所主張之說非誣，即人之選擇畜養動物也，嘗爲環境所範圍；換言之，即人類常選擇生於其旁而最易馴擾之野獸而畜養之也。

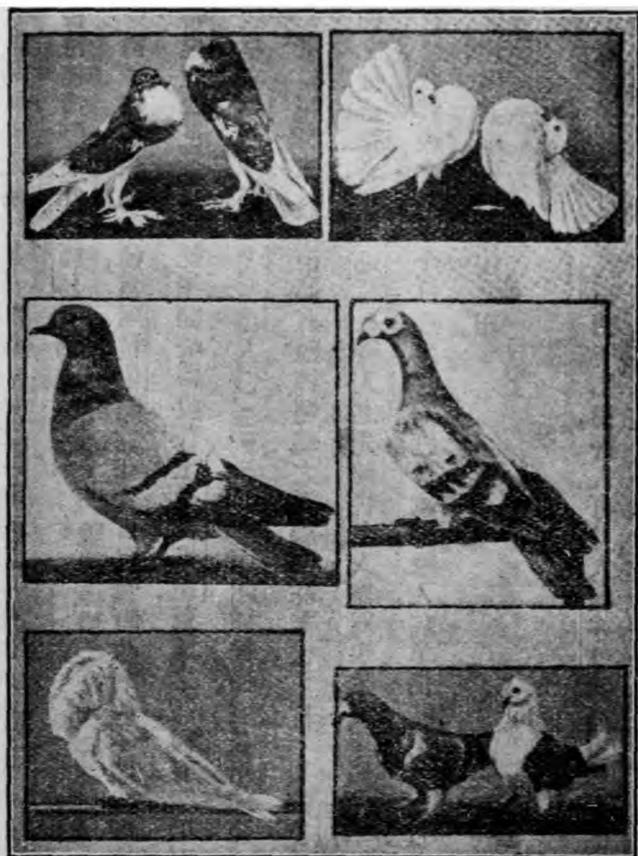
世間所有之兩種象，僅印度所產之一種可以馴擾，即此種在畜養狀況中，亦鮮能生殖，故其來源嘗恃捕獲野象。此獸極易受馴擾。

兩種駱駝中之一種，爲阿拉伯駱駝，在今日已無野生者，故不能說明畜養之種何自而來。至巴克特里亞 (Bactrian) 雙峯駱駝，傳說在土耳其斯坦荒遠之區，尙有少數野生者。兩種不但能生殖，且能雜交。小亞細亞之尤勞克人 (Younouk) 珍視此種雜種，遠在兩純種之上也。

南美洲西部與極南部，有數種駱駝之近屬，即駝羊 (Llama) 與祕魯羊 (alpaca) 是也。此爲野生種之被畜養者，在西班牙人侵入之先，祕魯土人無馬牛羊，彼全賴駝羊一物以得肉與乳與紡織之材料，及負載之用。在今日雖馬牛羊已自歐洲輸入，駝羊仍能供其舊日之用焉。祕魯羊不能供負載之用，但其毛可織極佳之布。

九

鳥之馴養 自哺乳類轉至鳥類，吾人可見人類亦曾爲最重要之征服，但直至其生活已比較爲固定之後，人始著手於馴養空中之飛鳥。游牧時代，隨牛羊以遷徙，不但便利，且爲必不可少之事。



家 鴿 之 天 演

所有各種之鴿，皆出於野生之石鴿，或『藍石鴿』，為育種家選擇所致。換言之，即在數百年中，或擇此特別發達之性質，或擇他性質，使與同具此性質者相配合，因而產出多種完全不同之種類。

自左至右：凸胸鴿；扇尾鴿；石鴿；傳信鴿；羅各賓(Jacobin)；安特衛普(Antwerp)與短嘴鴿。

但在此種時常遷徙之情況中，決無法以運輸此項有羽毛之畜類也。

人類最早之試驗，或爲馴養鴨與鵝。在彼時亦如在今日，水鴨爲最易馴養者，灰色雁亦然。二者相較，則以水鴨爲更易變遷，此所以鴨之種類甚多，其構造大小顏色之差別，遠在鵝之上也。

鴿之征服更在其後，所有畜養之鴿概出於石鴿。此鳥在育種家手中，發生極大之變遷，如圖中所示者。

吾人所畜養之供食家禽，可以雞，珠雞 (*guinea-fowl*)，火雞 (*turkey*) 與孔雀代表之。至各種之鴿，乃比較爲近今之增加物也。

普通之雞爲印度叢莽雞 (*Gallus bankiva*) 之後裔。此種鳥極易變易，與藍色石鴿同。昔日與今日所知種類之多，直非臆想所及。關於顏色毛羽之變遷，幾於應有盡有，即柔軟之部分如雞冠與項下之垂肉，亦發達成奇特之形狀。今日畜種家之目的，在發達最有實用之種類，故注重在育成極佳之食肉品種與產卵極多之品種。但有一事爲人力所不及，即在食肉品種中，全體中所最宜於食用之胸脯肉，乃日趨於輕減。此種筋肉，爲供給飛行之用者，在無窮之世代中，此種筋肉擱置不用，故

退化極速。無論如何『選擇』皆無法以補救之。補救之方，或爲設法使此家禽多運用其翼也。

在此短文中，不能述及人類所畜養以供美術玩好之無數鳥類；但可舉白燕一鳥以概其餘。此鳥在今日變遷極大，僅鳥類學專家能認定其與野生種之關係，在數種中卽其形式亦已改變矣。

參考書目

Darwin, *Animals and Plants under Domestication*.

Lane, *Rabbits, Cats, and Canaries*.

Lee, *Modern Dogs*.

Low, *Domesticated Animals*.

Lydekker, *The Ox and its Kindred, The Sheep and its Cousins, The Horse and its Relatives*.

Tegetmeier, *Pigeons*.

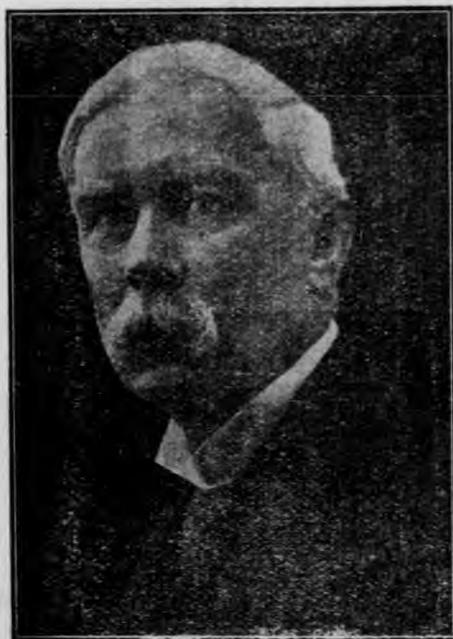
Wright, *Illustrated Book of Poultry*.

第三十七篇 健康學

美國本雪文義大學公衆衛生
學博士聖約翰大學醫學教授俞鳳賓譯

健康之界說 健康二字之意義，包含甚廣；未能以簡單界說規定之。依古義而言，所含之意有限；今者健康之範圍，漸推漸廣。昔之所謂健康，但求無疾苦傷痛而已；至於生命之機能，有深奧之關係者，未之及也。希波革拉第（Hippocrates）歐洲醫學之鼻祖也。其解釋健康之意曰：『體中液質之分量與效力，得其均，而配置又得當，是謂健康。』但在希波革拉第時代，生理學一科，尚在初期，故學說亦多武斷；有如靜脈與動脈之區別，尙未闡明；神經與腱筋亦未分判。其時亞理斯多德解釋腦質乃似海綿，可使血液涼爽。其比擬似是而非，亦未諳生理學之一證也。達格林（Galien）研究以後，關於健康之生理學說，漸明於世。至於今日，生理學究極精微，占科學界之重要位置。而醫師與科學家，所用健康一名詞，實有的確不磨之生理學觀念存乎其中。人之全體，乃依化學與物理的定則所

組成。其能力之發展，既得融洽，而效用復大者，即謂之健康。此得於功能之共濟，不僅在臟腑之完備也。



湯姆生教授 (Prof. J. A. Thomson)

氏為亞伯丁大學博物學教授，亦即科學大綱之總編輯。

健康乃工作力量 健康乃

之軌道。猶機器之火力太過，不能得完美之工作矣。如或聽察一人之心臟，覺其瓣膜有損漏，則其工作亦不能完全有效；猶抽水筒之活塞，有罅漏矣。倘吾儕試驗一人之血，知其有病，不能吸足氧氣；則

工作力量。此項概念，根據化學與生理學思想而來，確無可疑。因人生之活動，養分之吸收，廢物之排泄，實依化學生理以及其他相關之學理而發展。倘以體溫表置於人之舌下，設其人溫度，變為華氏表一百零二度，則知其已出健康

其健康之虧損，猶爐火不得燦爛之焰也。倘吾儕於病者之靜脈中，診得有微生物，則知其元氣必已虛耗。倘診得一人之脈息，一分鐘得一百四十次，則知其健康已失常度，而不宜工作矣。苟有人焉，失去一臂或一腿，或眇一目，其體溫在華氏表九十八度十分之四，其心臟聲音清亮，其血液純粹無疵，其脈息一分鐘得七十二次，脈力充足，仍可稱之為健康。蓋其康健之常度未失，即工作之能力依然仍在。由此觀之，吾人對於健康之概念，與健康之測量，悉本於生理程序之推究而確定之也。

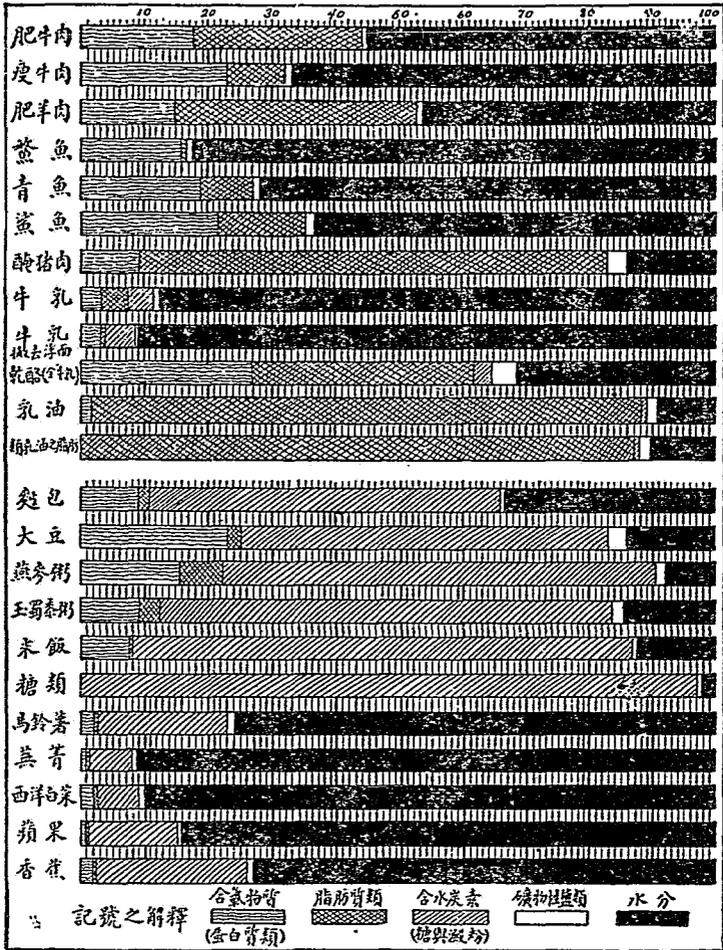
食品之能力 自物質上觀察能力之發展與調節，則動物之生命機體，誠為奇妙不可思議之物。其所需燃料，猶機器然，燃料之大部分為炭質，亦與機器所需之燃料相彷彿。但此為食品中之炭素，非煤中之炭或油中之炭素也。

陽光射入綠葉室內（參觀植物篇），發出二氯化炭（即炭酸氣）。此項炭素，與食品中之炭素相同。陽光之功效，可鼓動炭素，使之發生新能力。俟其造成澱粉質時，此項能力，仍不消滅。（即脂肪、糖類、蛋白質等，凡自澱粉質間接而造成者，亦同此例。）動物得之，作為食品。在體質中，氯化時，變為實在之能力。其變化情形，與煤之發生熱力，在火爐中，漸歸氯化者相等。凡一種原質，與氯氣化合，

如炭素然，科學上名之爲氮化。氮化者，燃燒之程序也。燃燒之際，熱力與能力並散。倘置灼熱之炭，於一瓶氮氣之中則氮化甚速，而燃燒甚烈，倘以食品中之炭素，與吾人紅血輪所蘊之氮氣相接觸，則氮化甚緩，而燃燒亦遲。故人體之溫度，僅達華氏表九十八度十分之四而已。其變化不限於熱力之發展，且有機械電化等能力，油然而生。無論如何，原力之發生，實自陽光而來。蓋炭素中，預蓄之力，悉本於陽光。故吾人之身體，不啻陽光所造之機器。其紅光之來，在九十三兆英里以外，其放射之期，殆歷一兆年矣。

當金褒納 (Gimbernat) 以古巨獸之齒，煮成湯汁，而飲啖之。此食品中之炭素，乃十萬年以上

下表足以指示讀者，在一覽之中，可明曉何種食料，富於蛋白質類，何種富於脂肪質類，何種富於含水炭素，何種含水量較多，何種含固體較多，何種有礦物性鹽類之存在。每一長行，代表該項食料一百份。讀者閱表頂數目字，可知每種成分得百分之若干。表中之色別，在表下說明。倘將此表，與『各種滋養料在人體中之效用表』相對照，可以指明何種食料，富於蛋白質類，而可以造成各組織，與修補各組織，何者富於脂肪，或含炭素，而可發生熱力與肌肉能力也。閱者宜參考食品之輔助物二節，可知生活素（即維他命）之重要，但生活素不能以分量計算耳。



尋常食料之成分表

各種滋養料在人體中之效用表	
水分 . . .	<p>身體內各種組織所必需 皮膚肺臟腎臟諸器官 無水分不足以資排泄 故水之供給宜每日充分</p>
鹽類 . . .	<p>各組織成分內所必要之品 各組織健康生活中所不可缺</p>
蛋白質類 .	<p>造成各組織或修補消耗 或扶助生長 在燃燒時可發出能力與 熱力</p>
脂肪質類 .	<p>在燃燒時可發出能力與 熱力</p>
含水炭素類 (糖類澱粉類等)	<p>在燃燒時可發出能力與 熱力</p>
輔助品 (以滋養及名維他命)	<p>分量上雖為至微然在健 康之維持中實不可少</p>

上列滋養料在人體中如有
餘剩之質能儲蓄於體內
以供將來之用亦能發出
能力與熱力其儲蓄之作
用有二(甲)即變作脂肪
組織使人增胖(乙)俟脂
肪質類外含水炭素與蛋
白質可在肝內化成肝糖
又名肝澱粉即動物澱粉
以應不時之需

此表說明各種滋養料在人體中之效用。食品(即滋養料)乃造成
各組織，修補各消耗之原料，為發生能力與熱力物質，以供身體中之
諸動作也。

此獸所吞嚼者。其時獸所食者，或係鳳尾樹之類，得日光下照而生存。其原力蘊蓄之久，乃有史以前之事也。金褒納所飲之羹，不僅得巨獸齒牙之膠料，且得有史以前樹木中之澱粉質，與有史以前日球所發之紅光也。今吾人之一日三餐，雖非有史以前之資料；而一飲一啄，以及動作生活，皆本於日球之紅光射線；如麵包，奶油，牛排，薯粥之類，均有賴於陽光。即吾人一眨眼之動作，亦不能脫離太陽光中紅射線所與之原力。蓋食品中之炭素，早已蘊蓄日光之原力也。

自化學上言之，食品分爲三大類：（一）爲炭水化物，如澱粉與糖類；（二）爲脂肪，如奶油之屬；（三）爲蛋白質，如雞蛋白與肉類。一切食品，均可用燃燒之法，使之氮化。其產生能力之多寡，即以氮化時發生熱力之高下爲差。

計算熱力之單位，名之爲加羅利 (calorie)。一個加羅利，即一克蘭姆之水，其溫度升高一度（百度表之度）時，所需之熱力也。試將以上三類食品，燃燒於氮氣之中。一克蘭姆之炭水化物，能產生熱力，四又十分之一加羅利；一克蘭姆之脂肪，則九又十分之三加羅利；一克蘭姆之蛋白質，則四又十分之一加羅利。

熱力亦爲能力之一種，可變成他種能力，如肌肉動作之類。一加羅利之熱力，等於舉起重量四百二十五又十分之五克蘭姆，至一米突之高。如許能力，卽一加羅利之熱力。故欲計算熱力與肌肉能力，卽食品在體質中逐漸氯化時，所供給者，亦非難事。若令人入一特別小室，設法計算加羅利，卽可測量其所發生之熱力與他項能力。顧此種數量與食品在體外燃燒時，所洩出之熱力，實相等也。

由此觀之，吾儕倘能查得一人所發之各種能力爲幾何，則可計算其所需之食品爲若干也。一切生活與動作，無不消耗能力：如呼吸作用，思想作用，手工運動之類，均須消耗能力者也。欲計算平均食料中，得若干加羅利，亦屬易易。在大戰以前，英國人平均所需之食品，當蓄能力三千四百二十。二加羅利，在大戰之時，皇家學會食品調查員，計算平均人員，應須三千三百九十加羅利之能力。可見前時食料之配置，甚爲得當也。

使心臟搏動，各器官及各臟腑運用如常，體溫得保常度，則所需之熱力單位平均之數，爲二千八百三十六加羅利。倘供給有餘，則其餘之加羅利，發揚於肌肉動作中矣。肌肉動作中，所用之加羅利殊有限，百分中僅以二十分應用於肌肉工作中，其餘，則爲分散熱度時所消耗。百分之二十，似屬

少量；但以汽機較之，則此項比例，已覺其大矣。

各種食品之比例 自上文觀之，人欲求肌肉能力之發展，似可計加羅利之多寡，而盡量食之，即爲養生之道，其實未盡然也。世有徒知加餐，以求得偉大之能力，可謂愚矣。

蓋吾人進食，必須選擇種類，配置得當，使其量與消化器、呼吸器、循環器之可能性相適合。勿隨心所欲，進食無度。須計及炭水化物、脂肪、蛋白質之相當比例。其至要之關係，不僅供給燃料，使機體鼓動而已。且須供給氮分，以促進新陳代謝之機能。身軀之所貴，在於自能生長與修補虧耗也。

飲啖之時，宜審量消化機關之能力，以免食而不化之虞。更須斟酌血球、心臟與呼吸作用之氮化能力。蓋食品中之炭素，若缺乏氮氣，爲之燃燒，則無益於人生也。人欲進多量之食，以求能力之偉大，則必各部機體，皆特強而有效力。否則，多進食品，徒增虛耗而已。偉岸丈夫在二十四小時內，可消化一萬加羅利之食品而運用之。然非人人所能。可進如許多量之食物者，實寥寥罕見者也。

人之於食，不必日日權量加羅利之多寡，而後飲啖。蓋權量食品，不如權量體重之爲愈也。倘其體重，較常時大增，此乃飲食過多之明徵，或不肯勤勞之現象也。倘其體重，日見減削，苟非疾病爲祟，

乃消耗自身體質之景象。必須增益其滋養料，使能力發展之時，不至虧其根本。人苟稍具常識，略用省察功夫，得科學原理之引導，則應進何食，應納何量，以適其宜，不難自定。人之患莫大於疏忽，不自審量，任意恣取。作事辛勤者，往往乏暇省察飲食之當否；直至骨瘦如柴，能力虧耗，不能工作，悔之晚矣。

一

上章已言，食品分三大類：（一）曰炭水化物；（二）曰脂肪；（三）曰蛋白質。此三類者，乃基礎食品，可供給能力於人。但基礎食品之外，必須有輔助之品以利消化，以佐運用，使基礎食品得以發展其能力。故於飲食之中，宜加水分，宜增鹽類，宜包含生活素（又譯爲維他命）。尋常食物中，如牛乳、肉類、麵包、菜蔬等物，均含上列之三項輔助品也。

生活素之重要 生活素爲食品之重要輔助品，此乃晚近之新學說，與加羅利學說並駕齊驅者也。生活素在食品中，所占之分量極少，不足以供給能力。但其存在，與我人健康之保持，體質之發育，生命之延長，關係至密而不可缺者也。今此物雖不能以分析之力，而標示之，亦未能依化學之例，

定爲公式。但食品中之有無此質，以及缺乏此質時，發生何種敗象，則今日之學識，均能考明矣。



霍布金司教授 (Prof. F. G. Hopkins)

氏爲劍橋大學生物化學科教授，其學識足以促進此項新科學，使醫學與生物學得大進步。氏對於生活素（維他命）之研究，居先發明之列。

壞血病也。有能抵抗腳氣症者：印度人食米，以舊法磨，可保無恙；若以機器碾去米衣，而腳氣病即有猖獗之勢。蓋米衣去之太盡，則必釀生斯疾。以鴿試驗，與人類同，而補救之法遂明。有能抵抗軟骨症者：鰵肝油中，含有此質；其於生理上之發育，以及軟骨症之防免，均有關係也。

上列諸種生活素，均散布於各種食品中。凡食各種食品者，不拘泥於一二類，則可盡得之。苟其

偏食一種，或妄行限制，則食量雖多，而每有缺乏生活素之害。

在圍攻克脫 (Rice) 地方時，英國兵隊曾感受壞血症，印度軍隊感受腳氣症，足以見生活素缺乏之關係。戰爭為偶見之事，即在平時，一國之中，亦宜注重民食之供給也。

吾人於嬰兒養分之喂飼，軍隊糧餉之發給，以及貧民食料之賑施，均宜注意於生活素之存在。誠以非此，不足以保持健康。雖糧食之多，加羅利之富，蛋白質，炭水化物，脂肪類之充滿，不足以替代生活素也。

飲食中之快樂 人生各機關之康健，係乎飲食。倘食品過多或不足，或消化不良，則其能力之發展，即有限制，而人亦不能享健康矣。消化作用，始於人之嗅覺與味覺，而其終點，在於化成膠樣融液，即生物之原形質。

消化不良，往往不在於消化機關之弊病，而在於他種原因。吾人欲得正當之消化作用，必須領略飲食之愉快。人若不得飲食之愉快，則於別種事務，亦不能有愉快之趣味。欲得飲食之愉快，必須充分應付其嗅慾與味慾，嗅與味，苟能充足，則其人有流涎之自然。其實涎之分泌，即消化作用之起

點。俄羅斯科學家撲夫羅福 (Pavlov) 者曾云味與嗅，可使胃液溢出。若胡亂進食，不從愉快上着想，每致消化不良。

身體患病之原因，每由於不知領略飲食之樂趣。細嚼可以增人之能力，且增健康。因嗅覺味覺，可間接鼓動其消化機能也。由嗅覺味覺促成之消化液汁，撲夫羅福稱之爲『精神性液汁』。此項液汁，實有助於初步之消化也。食堂中缺乏新鮮流動之空氣，亦可釀成消化不良之症。若無流動之新鮮空氣，則呼吸與循環，必生障礙。假使呼吸器，循環器，俱有障礙，則分泌之程序滯，消化之作用亦緩矣。

肌肉過分發育之無謂 多數人用尋常之消化力，即可供給能力，至適當之程度。肌肉過分發育，與肌肉能力之大擴張，實未必有大益。以能力言之，人之肌肉，遠不如蚤虱，蚱蜢，甲蟲與蟻之善能發展也。

人之健康，不在於肌肉之異常發育，不在於膂力之過分增進，以及肌肉中忍耐力之過分久長。故以發育肌肉爲求健康，乃無謂之舉也。

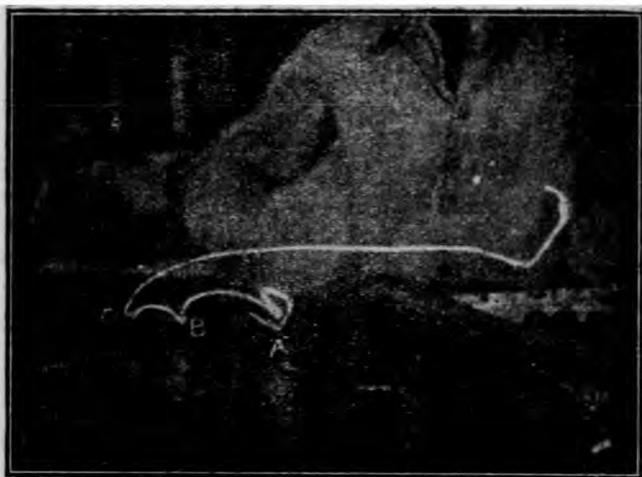


動作之科學的研究(一)

此乃糖果廠內浸漬部中浸漬橙古律時所攝之影。圖中白線，乃工人持器時，動作之痕迹。「人雖有經驗，而無需的動作仍不能免，因缺乏有規律之訓練也。」

蓋偉大之肌肉，縱能發展其力，亦不過數年間事耳。而其所發展之力，均與健康無涉，抑且耗費重要器官之工能，以及炭化物質之潛伏力也。

在古昔時代，肌肉之能力，確乎有生存競爭之關係。人之能挽大弓，揮巨斧，荷重負者，其生活上較優於四肢無力之人。然當時之人，亦未嘗重視肌肉能力，以為萬能。且獸類之力，十倍於人者，人亦得制服之。近世戰爭，利用鎗礮，毒氣，機關器械，則徒恃肌肉者，亦卻步不前矣。今之人欲增進其兩臂之力，祇須加增食品中之炭素，至數百加羅利而



動作之科學的研究(二)

此乃與上圖同樣工作之表示。惟諸動作，曾經分析研究，而減至最簡易，最不疲勞之度。應用此種方法工藝程序中，產額可增多，疲勞亦可減少。

已。今利用煤者，足以供力於人，等於千百手足之多。今利用油者，駕摩托車，一小時可當步行十小時之遠。故人之臂力，在限度以外，不足以竟大功。擡節臂力，用得其宜者，即可享健康之幸福。蓋健康與大力，實無重要關係也。

煤與機器之利用，在於節省吾人之力，以供高等工作之用，不必躬自斫木與挑水也。今平常之人不必為肌肉而虛耗心臟，與他種器官之能力，則當利用肌肉之能力，以保攝重要器官，而尤要者，莫如腦府。人能以肌肉運動（即體操），充

足其呼吸之量，鞏固其心臟之能，增進血液循環之力，與奮腸胃消化之功，凡此作用，無非求裨於智育美育之生活耳。近世對於健康之概念，不僅以健全為滿足，更宜注意於生命之功效。假如甲以融和各部能力，便適合於精神與社交之效能。乙則但求消化之強如駝鳥，膂力之偉如公牛，腦力之靈巧如荷蘭豬。二人相較，甲之健康，實遠勝於乙也。

運動之調節 運用心思之人，所需食品，不必過多。其所需之量，祇須於維持呼吸，循環，體溫三者以外，稍稍增加，則已足矣。是以多數人士，除手藝之輩外，往往進食過多，有過於肌肉操作，心智運用之所需者。但社會中，亦有肌肉過勞而無裨於智能之發展者，茲姑勿論。吾人所宜知者，既進中和之食品，多寡相稱，苟能繼以中和之運動，輕重得宜，則各種能力之發展，可以勝常。如有一人，能習為跳舞，競走，游泳，擊球等藝，或履行別種遊戲，則其肌肉之運用，適足以增益消化，呼吸，循環諸能力。雖其使用肌肉時略有消費，而每有盈餘以為高等目的之用。人之運動，苟適可而止，未疲而輟，則全體受益，并可增加潛蓄之能力。世之徒用心思者，有時似無需乎運動。但吾儕宜知，即最強壯之人，亦不能盡免肌肉之運動，謂可使其身心各部，不受絲毫影響與阻礙也。

快樂與健康之關係 上章言多數人，飲食恆過於所需，其食量較多，而工作不相稱，乃常見之事。但吾人不能過於謹飭，而去食慾之快樂。飲食不僅供給熱與力，亦能左右人格，而調和性情。食慾不足者，恆懷怒氣；養分充足者，恆發熱誠；身軀肥胖者，其心地常寬，而有知足之態。故吾人不能徒計能力之效用，而有時且須犧牲一份之能力，以實求些微之快樂也。與其康健而不快樂，毋寧快樂而稍減健康。蓋快樂雖不能造能力，而可得能力舒展之效。果如此說，則飲酒少許，聊以娛樂，或亦不得為不當。酒之為物，滋養之價值甚微，飲之者每減少能力，甚至有促其年壽者。但在悲苦鬱悶之境遇中，可以使身心活潑，而樂暢生機。人體之各機關，依賴食品為燃料；在生機阻滯之時，所賴以靈動者，惟快樂耳。

二

呼吸與循環 食品，運動，健康三者之關係，已略述於前，食品與運動，不能脫離呼吸與循環，而專論之，亦已表明之矣。食品可增進心臟與肺臟之工作，心臟與肺臟亦可督促食品之效能，此乃互相維持之一證也。人體之能力，即氯化炭素時發出之能力。炭素之所以能氯化者，乃空氣中之氮氣，

由紅血輪之色素，運入各機體中。此項作用，全賴呼吸時，血質經肺而輸入氮氣，且能輸出二氯化炭（即炭酸氣），此二氯化炭者，乃身體各組織中之廢物。即炭質經氮氣之燃燒而成，非呼吸不足以出之也。除氮氣之存在與氯化作用以外，一切能力，均可謂根於日光之能力而來。日光能力者，潛藏於一切炭質中，而常存不散也。潛藏於古巨獸齒中之日光能力，已經年月若干，其誰知之？而金褒納素齒成汁而飲之，而化之，乃變成熱力與動作矣。

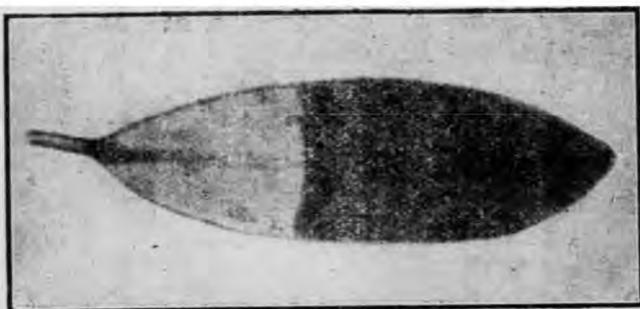
循環與呼吸之調節，乃自動性之調節。人當努力運用肌肉時，其呼吸能自然增速而加深。氮氣之運入多，而炭酸氣（即二氯化炭）之排泄亦多，且其心臟之搏擊亦加速而轉強。氮氣得以深入各組織中，炭酸氣亦因之大為輸出。在劇烈運動中，氮氣之吸入，十倍於尋常，炭酸氣之排泄亦然。由是而知，人生肌肉能力，不僅在於食品所供給之能力，而亦需賴於呼吸與循環之動作也。

人雖有完善之消化能力，設或心肺俱病，功用有損，則不能得完全之能力矣。消化器，循環器，呼吸器三者，鼎峙而立，必須共濟，方克奏效。其中設有一器，發現虛弱之徵，則其餘三器，不能獨善偏榮，故消化不良者，其心肺雖強，亦不免互相牽制矣。

健康之真諦，在於能力之共濟。人之不能享受健康者，什九因能力之不共濟也。人之普通生活，不在進食之多，發力之猛，而在於各部機關之工作，得展效能與共濟作用，使身心俱暢，而躋於樂境。此項程序，人人皆可得之，但須飲食有節，運動適宜，呼吸調和而已。飲食與運動，二者上文言之已詳，茲更將呼吸一事，益加討論焉。

生機中之呼吸 近年以來，學者對於呼吸運動，競相研究，著作日出而不窮。呼吸一事，乃自動之作用，自從呱呱墮地，以至生機斷絕，此項作用，無一刻之停頓。其調節之道，由於神經性反射作用，與化學性反射作用合併而成。倘每日僅有數分鐘之呼吸運動，實與呼吸器之全部效能，關係至微。苟欲行之有效，須在清鮮空氣中，實行肌肉運動。無論何種運動，苟能增進肌肉之氯化作用，則並能增速其呼吸，且可加深其量。但此項增速與加深，與自然之呼吸動作，不可相提並論，因為時甚暫故耳。然在生機活潑之中，亦未始無補助之效力。

行呼吸運動者，宜自審其心臟與肺臟之能否勝任，以及其所處之地位，是否在外清氣之中，能得多量之氯氣。苟在適宜之境地中，此項運動，可以增進氯化作用，以及生機能力之發展。從普通



葉上之一樹中城市

此圖表明城市內煙霧瀰漫空氣混濁之影響，葉上煙塵，一半已經拭去，以資比較。

勞心者方面觀之，生機能力與思想能力輸出之平均數，乃最宜注意之點也。

身體之溫度 呼吸機能之維持心思與膂力，不能徒恃肌肉運動。更有重於此者，即身體之溫度，與皮膚中之反射作用也。在人體中，食品之能力，百分之八十，用於發展熱力，使身體之溫度，常在華氏表九十八度又十分之四之度數。是以肌肉能力增進之時，熱力亦必增進。若欲體溫常在平均度數，則身體上必須有散熱之機能，否則熱度太高矣。例如肌肉能力之發展，增至二百加羅利，則熱力之發生，當增至八百加羅利。此溢額之熱度，若不引之出外，或放散，或蒸發，則人體之溫度，必然大增矣。換言之，飢肉能力不加則已，苟有加增，則體溫必高，而散熱必速。倘散熱不如增熱之

速，則人必病熱而危機暗伏矣。吾人幸有天賦之能力，身體中有散熱機關，且可散之務速。散熱之一種重要機關，即為皮膚。皮膚中之血管，當滿生熱血時，其熱可飛散於空氣中。蓋皮膚能發汗，在汗液蒸化之時，其熱即可舒散。但逢氣候酷熱，及溼度甚濃之際，則皮膚之散熱力，必受阻滯。此際之化散與蒸發，均不能達充分效能。即吾人在此境遇中，不能多發能力，此乃天然之節制。蓋在熱度溼度俱高之候，吾人之胃慾不强，而身體之各機關，亦自然緩弛。由此知溼熱氣候，既有限制吾人能力之自然發展，若必奮力作工，則有熱力內蓄之患矣。

衣裳內之氣候 人生不快之感，胃慾之阻礙，能力之疲乏，精神之困頓，倦眼之朦朧，究其原因，雖不止一端；然其主要者，實由於氣候之不宜；或因衣裳外氣候之不適，或因衣裳內氣候之未當，或因衣裳內外之氣候，皆不適宜。在熱帶上，溼度溫度俱高之地，人之不適，大半由於衣裳外之氣候所致。但不在熱帶中者，溼度溫度，應屬合宜；但其衣裳不適當，即皮膚與衣裳中間之空氣不合宜，亦可發生不快之感。

與健康上至有關係之氣候，即衣裳內之氣候。在英吉利人民中，多數不知衣裳之調節，是以衣

裳內之氣候，彷彿與熱帶之氣候相同。熱度高，蒸氣濃，且絕無流通性，其皮膚上宜乎有不快之感。蓋熱力不能外散，身軀必至過熱，或消化器官因以停滯。此兩害之中，天然使之取其爲害較輕者，卽令胃慾減縮，而人顧怨懟不已，亦可謂不知感恩者矣。

幸而多數人士，常生活於兩種氣候中。蓋軀幹臂腿，雖在潮熱之境，而其面頸腕手足踝，均露於外，自與衣裳內之氣候不同。究其實在，面頸腕手足踝，可稱爲散熱之機關，乃保身之必要。苟無散熱機關以保其身，則多數英吉利之男女，雖在倫敦，其軟弱猶如僑居於非洲東部之贊稽巴（Zanzibar）地方也。假使吾人既著襯衣，又著絨衫，外袴，外衣，復著大衣，遮蔽全身，并面手與頸，俱在籠罩之中，則精神能力，必至於萎靡。所幸軀幹之外，更有他部常露於外，作爲散熱機關，以保全其康健。近時婦女作時世之妝，露其頸胸，未始非散熱之一法，或足以增其能力。但上述散熱機關，實不足以盡其能。吾人苟欲得偉大之健康，必須使燃料亦得充分之氯化，而全體必須有充分之散熱效能。吾人游於山嶺，憩於海濱，每覺精神健爽，而謂空氣更換之效。其實空氣何嘗更換，山海間之空氣，與尋常之地空氣相似。其所異者，乃山嶺與海濱，時有微風，使空氣流動，吹入衫袖間，驅出潮熱之氣，增加散熱

作用耳。苟無充分之散熱方法，無論爲身軀之器官，或摩托車之引擎，均不能完全奏效。吾人屋內之空氣，與衣裳內之空氣，均以流通爲貴，能流通，則精神彌覺健爽，而辦事能力，亦因之而發展矣。

衣裳內氣候之重要，不僅散熱關係，且有關水份之蒸發。在尋常境地中，熱度與運動，苟在常度，則於二十四小時以內，每人皮膚上分泌之水份，得二十盎斯。若運動加劇，熱度驟增，則一人於二十四小時以內，其皮膚上可分泌四十盎斯之水份。倘衣裳內之空氣，溼度已達飽和之地位，則蒸發水份之力，必然阻滯，而皮膚內分泌之能，亦必因此而沮梗，則組織中水份之壅塞也必矣。人身汗腺，何止數百萬個。一身之汗管，倘相銜接，可達二十至三十英里之長。苟有阻礙，不能暢其分泌之功，則健康必大受影響。凡御緊密之衣裳，或厚重之雨衣，精神必失愉快，因空氣不流通之故耳。人若常居於過分潮熱，空氣停滯之室，而不常開窗牖，則衣裳內之空氣，亦必過暖過溼。通風換氣之法，不專在流通室內之空氣，更必使衣裳內空氣流通，方爲合宜。合宜之換氣法，乃保護生命中之一要事也。

衣裳內之氣候，與能力之發生，亦大有關係。自性質上觀察之，皮膚與腦經，相依爲命。皮膚上之感覺，傳達於腦部，能發起其衝動，調節其作用，而遙制一切重要器官。冷水沖洗皮膚，使人吸氣較足；

冷風吹於人身，能振起昏暈，皮膚上之激動，可使新生嬰兒得充分之呼吸。皮膚之感覺，傳達於腦部，腦部即發出調節力，以調節皮膚中之血管，使之收縮或擴張，至於合宜之度，以適配外界空氣之寒暖。但皮膚四周，倘有潮溼停滯之空氣環繞之，則皮膚不能得流通空氣之刺激，亦不能得冷熱之刺激，於是皮膚中失其傳達之能力，而腦部亦不能增速呼吸，或增加血壓力矣。腦部既乏刺激，必至惰於司理呼吸與血壓力之職務，而此項重要功用，漸失其效力。設有人焉，時常裹蔽皮膚，不接觸天然有益之激動，則其身心能力，決不如常得流通空氣刺激者，常得寒暖刺激者，常得光線刺激者之壯健也。

戶外空氣與光線 結核病之治療，利用戶外空氣者，乃根據生理學之真詮，在上節已述之。家常令病癆者，日夜安臥於流通空氣中。能如此，則氯化作用，因之而奮興，重要機關之能力，因之而增進。不獨循環器與呼吸器之功用得以發展，抑且分泌與排洩機能，以及化學順序，用以抵抗病菌及毒素之能力者，亦得以暢其作用。陽光在物質上之作用，雖尚未確悉，但據近時之研究，吾人自覺陽光之重要，蓋血液中之化學順序，實可隨陽光之多少而轉移。是以工場中灰烟障礙物之消除，與

人生之康健，其關係之鉅，有出於吾人思想所及者矣。

三

睡眠 今於生活機能中，尚有一重要份子，與健康極有關係者，睡眠是也。人能絕食數星期或月餘，尚能倖存於世。若缺乏睡眠，雖為日不多，亦不能生活矣。不得睡眠者，其能力驟然縮萎，即使食品多進，氮氣充足，亦無補於事。睡眠何以如此其重要，尙未能洞悉其故。自理想言之，消化，循環，呼吸三者繼續進行，則能力可發至無限度。但睡眠為精力繼續上所必需，其關係腦部與神經系，尤為緊要。

睡眠中知覺或全失或半失，其原因甚為複雜。如一部分血管之寬弛，消耗物之屯積，以及感覺之疲癆障礙，均屬致睡之原因。在睡眠時期中，重要器官，司職甚微，惟氮氣之吸收獨多，而使用則甚少耳。

人欲享受健全之精神，則不可缺乏酣睡。日間能力不足，倦眼惺忪，大半由於深夜勞神，睡眠太少所致，人之一臥即入睡鄉，而能足其睡眠時間者，乃天賦之本能，宜利用之，不宜減少睡時，以增補

日間之工作。但有時完全健康之人，其睡眠鐘點，往往不足。常用腦力者，每能發展其能力，不在乎睡眠之充足與否。人生睡眠之需要，人各不同。凡患實際上之失眠症者，則其膂力與腦力，必然大減。患此症者，必須推究其根原而調劑之。失眠之徵，往往係病狀而非病症也。

失眠之原因：或由於於消化不良，或由於於衰病，或由於於體力腦力之疲勞，或由於於精神能力之過分充足。倘能發見原因，必先去之，而後能安臥。安眠之藥，每生毒害，勿用爲宜。苟有人焉，腹中儲滿食物，胃臟之神經，終宵傳達消息於其腦，使腦經紊亂，而不能入睡，若徒用鴉片性之安眠劑，強其麻醉，有百害而無一利。倘失眠之原因，爲食品之停滯，不易消化，則就枕之前，不進飲食，斯胃中無宿食之積，而得安睡，亦無需於安眠劑也。苟有人焉，其不能睡眠之故，在於腹中乏食，則就枕之前，稍稍進食，以免枵腹而臥，則易成睡矣。苟有人焉，其失眠由於於精力過壯，運動太少，則鼓勵其體操，便可安睡。苟有人焉，因工作太多而失睡，則宜減少工作，注意休息，足矣。神經上之刺激，無論喜怒哀樂，使人有懸念作用者，輒費通宵思索，以致不寐，貴乎調和其性，而於臨臥時，更不宜念及之也。若其秉性躁急，易受刺激，因此而患失眠者，尤必陶淑其性，漸養成寧靜冷淡之態度，乃爲根本治療之法。刺激往往使心

臟搏擊太捷，而腦部之血，不能減縮。蓋減縮腦血，實爲睡眠程序中之緊要初步，除刺激而外，循環器中苟有加增腦血之情形，亦可令人不寐，而調劑之法，在於睡前之溫浴，或睡前略飲溫熱之沸水耳。

失眠之原因，有時爲憂煩，此不易治也。憂煩乃一種不愉快而帶刺激之思想，足以纏擾精神。有時爲一種問題，急待解決，而不得其當，亦可令人憂煩。憂煩，乃人所不能免者。大多數之人，其身世中，每有無窮之問題，待其解決，而解決之法，非聚精會神，永續堅持不爲功。在夜深人靜之時，諸問題每來襲思想之徑途，遂入半寤半醒之境界中，鼓動腦府，以致終宵不寐。因憂煩而不寐者，治療非易，惟有於日間放開胸襟，不任愁思之攪擾耳。

失眠一事，亦可令人憂煩。蓋終宵不寐之人，常以失眠爲憂，愈憂其失眠，則愈不能安臥。失眠之爲害尙微，因失眠而憂煩者，其害較甚。故失眠者，苟能靜臥，以其心思寄託於愉快事物上，而常懷哲學的解釋，則所失較少。若必輾轉反側，或怒憤填胸，或自悲身世，則所失較大矣。

憂煩令人失眠，今已述之矣。但與失眠無涉之事，如預計禍患之將臨，日在惶恐困難之中，亦爲不合衛生，無非自損其健康，自戕其能力耳。蓋人之能力，既受挫折，即不能傳入於重要官器中，斯消

化不良，或其他種種病狀相繼而至矣。須知人之本分，或對於一己，或對於一羣，宜常抱樂觀。且宜培養一種能力，以獨忿釋情，提起精神，趨向高尚作用。勿任微細煩惱，潛滋暗長，以勞敵我之精神也。

獨忿釋情，乃精神作用，為意志之教育所可造成。人在戶外生活中，暢其生機，自樂其樂，每能開拓胸襟，減少心境之纏擾。而在不合衛生之境遇中，其生活力已屬微薄，則排遣煩悶，較為難事。人生不僅憂煩足以傷生，舉凡一切不愉快之感觸，均可毒害健康，如恐懼、怨恨、嫉忌、失望等，均可壓制生機，而擾亂其功用。人之失志沮喪者，必失其胃慾。在印度地方，竊案中之嫌疑犯，欲辨其有罪無罪，先令其嚼乾飯，倘其有罪，則必惶恐而涎液不能分泌，乾飯難以下咽矣。

使一切憂愁煩惱，果能限制生機，則舉凡愉樂之感動，天然得其反，而足以增進健康也，明矣。昔有詩云：

『天懷開展，終日怡怡；方寸抑鬱，瞬息神疲。』

觀於此詩之旨，實與生理學相契符。又諺有之曰：『人能自樂者，不啻常坐於筵席中。』亦與生理學相合。吾人若徒用抵抗工夫，以抵抗拂逆之感觸，尚不足以取效，必常憶快樂之經歷，以寬展其

胸懷，而輸出其多量之能力。故非康健，不能得快樂，而非快樂，亦無以增進健康也。

四

神經部與生命之關係 徒恃能力，不能造成健康。各種能力，必須和衷共濟，方能奏效於智識精神之發展。各種能力之所賴以共濟者，神經系之功用使然也。故人也者，神經系統足以代表之。在英國皇家外科學院中，曾有人焉，將人體之全部神經系，自身體中解剖而出，倘吾人能供給食料，與氮氣於此神經系統，不亦可以成一入乎？但腦經一離人體，而各機關與各組織，盡失功用，決不能成爲人。人之思想力，感覺力，調和力，與肌肉運動之共濟力（隨意與乏意之作用），均根原於大腦，小腦，脊髓，與神經，以及司理特種感覺之神經的組織。倘神經系統缺乏此項階級制度總機關，則一切動作，不能取效，而生命之延長，亦屬不可能矣。苟無精妙之調節方法，以及共濟作用，則血液之循環，則肺臟之呼吸，即不能持久。此奇妙之制度，半由意志所管轄，以吾人意志所及，能間接及於意志所不能直轄之各機關。（苟無間接關係，則此健康學之作，亦覺其贅矣。）且因神經部有種種間接關係，人每能左右其自己之神經系統。唯然，因神經系統，有共濟之能，故人自能營養，不僅營養其心臟。

肺臟，且可因營養心肺之效，間接營養其腦府與諸神經。故神經系統，雖居高位，較他系統為顯著，能指導他系之生活方針，並管轄他系之工作效力。然其存在，常依賴於其他系統之健康，而神經系之健康，又因增進消化，呼吸，循環諸系統之作用，以互相維持。在疾病時，神經系統之抵抗力，最為偉大。祇須食品與氧氣，供給不乏，神經系每能堅持到底。他臟腑或雖營養不足，而神經系之虛乏必居於最後。此理關係至重。倘神經系首當其衝，先受虧損，則全體之各種功用，勢必立致於紊亂之境。猶一國之無政府然。昔者麥司文奈 (McSwiney) 絕食之時，其心思清澈，神志湛然，直至於終了之期。由此見神經系統之抵抗力，果能堅持到底也。

但吾人不可不知神經系統，亦易為血液中毒質所攪亂。其知識能力，又易受挫。所謂毒質者，如熱病毒素，或酒醇，鴉片，印度麻毒素之類是也。神經系統之衛生上特點，繫乎腦府之特異功用。腦府，即思想機關也。腦府既為思想機關，其健康不僅恃空氣與飲食，而亦有賴於平素之教育。腦府之資糧，為書籍與思索，不僅取資乎麵包奶油而已。有時書卷中之一章一節，可檢束身心，至數日之久。有時電信中之佳訊，僅僅數言，而可舒展其心力，至數千加羅利之多。腦府之調劑力，引導力，自動力，以

及自造幸福，與爲人造福之能力，均可藉教育而擴大至於數千倍焉。

精神之衛生

腦力心思之衛生，與身體之衛生，二者並重，不可偏廢。古諺云，健康之精神，常寓於健康之身體中，非虛語也。吾人宜利用生理學之智識，與心理學之智識，以維持健康。心思與精神，亦宜如身體之善得運動，善得休息，而於智識與感情上，亦必善得一種適當之滋養品，方可躋於健康之境。神經系之衛生，其爲重要，不言可知。近時有精神衛生之研究會，發起於國中，藉以增進此科之研究，並傳布關於此項學問之知識。在工場中，吾人發明一種幼稚之科學，名之爲工場疲勞學。此疲勞一名詞，並非尋常困倦之說，乃含蓄一種效能減縮之意義。在此科學中，用生理與心理之觀察，而推究各種問題。如勞力之節省，煩複之免除，調節之得當，職業之選擇，輪班服務之配置，工作中之休憩時間，工場狀況之改進等等。倘於上列諸問題，能多加研究，即吾人可在工人自身，增進幸福與快樂，而於工廠出品，亦可加多其產額也。

神經系統之失去健康，每因刺激過甚，神經之固有能力，消費而耗竭。或因其人之神經能力，異常虛弱，而刺激中所傳遞之消息，不能得正當之反應。即有之，亦覺其艱窘，而效力闕如。自第一說而

言，神經能力既耗，其人必成神經性，或神經過敏，易於發怒，而暴躁之狀，或與疲乏之態，常相間而至。自第二說而言，其人神經衰弱，耗損殆盡，常感疲勞，自覺毫無生趣，無自動之心，無熱誠之力，若是，則各種生活程序均受迫，而失其效能。與此兩說，有連帶關係之疾病，即歇斯梯利 (Hysteria) 也。

神經過敏與神經衰弱之二種狀況，殆與生俱來者為多。蓋神經之為系統，較他系統尤多得之於天賦。人有秉性易受刺激，亦有秉性異常鎮靜而不靈敏者。此兩種狀況，均可由意志教育以轉移，或由衛生計畫之設施而改良也。正當之衛生方法，每可使神經浮動者，漸至於鎮靜之地位，而神經衰弱者，亦可得能力之儲蓄，過於其常度也。

吾人日常談健康無論其為精神之健康，抑或身體之健康，須知健康之為狀況，尚無標準之可言。蓋世無絕對之健康，祇有相對之健康也。人各自有其健康之境，亦各有其程度之差。故人必須自尋其健康之途，而自定其健康之範圍。三匹馬力之引擎，當然不能舉起飛艇，亦不能鼓動戰艦，惟用於自動腳踏車（即摩托自由車），則能發生效力，而行動自如矣。人之健康，所以有失敗者，恆因奮力過度，或心思妄用，或膂力疲勞所致。猶用三匹馬力之引擎，以鼓動三百馬力之工作，可見健康之

試驗與證據，不能徒計工作之多，而宜察效力發展之平易與否，及日常事業之快樂與否以爲衡。人非機器。故其工作不能以加羅利計算其價值，而當以感情之作用與其工作所與工作者及其同伴之快樂合併計之也。

五

細菌乃疾病之重要原因 吾人在健康學範圍之中，不應論及疾病，但近年醫學之發達，日益進步，對於人體之智識，亦日新月異。今欲稍述疾病與健康之關係，不得謂爲越出範圍也。

無管腺之發明，與其調劑內部之功用，已於他部份述及之矣。在生物學一篇之中，論及無管腺，乃一種器官，能分泌內液，直接供給於血內。多種之內液，有奇妙不可思議之能力，所以管理身體之生長，工作之速率，以及各機關之調和。身體中不愉快之狀況，每因一種無管腺，或他種無管腺失其分泌，而血中不能接受其供給，於是人體之全部化學作用，因之錯亂。欲治其錯亂之症，祇須飲服動物中該種無管腺之分泌物。例如甲狀腺之萎縮病，祇須用動物中甲狀腺之分泌物以補救之。

細菌學說，已於前章申述之。吾人於微生物之真相，日加研究，漸明其致病之原。實爲近世醫學

中大勝利之一事。因而知病原微生物之爲物，有百害而無一利。侵襲人體，散布毒素，而演出無窮之患害。此微生物猖獗之時，即發生危險之熱症，攻破身體之內膜，而於組織中，釀成劇烈之傷損。今細菌學尚在幼稚時代，多數微生物有致病之害者，尙未確實發明。然特殊微生物，數年前不在嫌疑之列，今已在細菌學家之化驗室內，證明其生世者，不下數百種矣。

微生物傳染而成之疾病，不勝枚舉。有爲細菌所成釀，有爲原蟲（即單細胞之微蟲）所媒介。爲細菌所釀成者，如結核病，傷寒症，白喉風，破傷風，脾脫疽（炭疽），霍亂，細菌性赤痢，流行性腦脊髓膜炎之類，每症有一種特殊之細菌，爲祟而成。爲原蟲所媒介者，如瘧疾，睡眠症，阿米巴性赤痢之類，乃由特殊之原蟲所成。至其他種疾病，有明知爲微生物所造成，而未能分析試驗，確定其種類者，如猩紅熱（即爛喉痧，又名紅痧），瘡子（又名癩疹），天哮嗆，流行性感胃是也。上列諸症之病原微生物，或因體積過小，以致不易尋見。據近今之研究，確已明曉上項微生物，可以經過精細之濾筒，而尙有傳染之力，其體積之么微，可知矣。

幸而吾人身體中，有兩種攻守之能力，以對付病原微生物。第一種，即血液中之噬菌細胞（即



噬菌細胞（即白血輪）在細菌攻襲時保大體之現象

此圖表明白血輪在肺細胞中吞去煤塵之現象。此項煤塵由呼吸而飛入，乃外界物之一種。

白血輪，善於包圍而并吞細菌者。其第二種，即體質中之抵抗力，可消除菌毒，而維持健康者。且吾人可引用各種方法，以增加天然防禦之效力。得此效力之增加者，不僅疾病可瘳，并可終身不染此症，即染之亦第屬輕症。譬如有一人焉，以污穢之針，刺入皮膚，於是凶惡之細菌，藉此媒介，而潛入體中，游行於血內，繁殖至速，自數千增至數百萬，使脈絡與血液，發生種種變化。如是則人體之內彷彿有戰事之發生，即噬菌細胞，與外來之細菌，相衝突而決鬪也。白

血輪在戰鬪細菌之時，能自脈管中衝過，其數甚多，自數千至數百萬，衝至細菌騷動之區，白血輪之體積柔軟，漸漸自變其形式，將細菌逐一包圍，直至一血輪中，包圍十個，五十個，或一百個以上之細菌而後止。倘白血輪之環境適宜，情狀舒展，則細菌一一受其吸收而消滅。所有溢出之液，亦均被吸收，而血之循環，遂回復其常度矣。

但有時不能達上列之佳境，自外面侵入之細菌，倘其數過多，則有反客為主之虞。白血輪在戰爭中，倘為細菌所斃，其體積必至渙散，而所含之抗毒素，亦必逸出，與細菌相接觸。細菌之因是而斃者，必然不少。但設使其增殖力過大，而有勇往直前之勢，則白血輪亦必增加其數，向前迎敵，吞噬細菌，或臨時造成抵抗菌毒之物質，以作保護大體之計畫。倘細菌愈戰愈勝，攻至較大之血管，設或白血輪不能防其侵略，遂令衝入血管，一往直前，害及全體，釀成敗血症，生命必至夭亡矣。可見手指上一針之刺傷，可貽性命之憂也。

上文已述人體中有自造抗菌毒之質。此項物質，種類不一，抵抗疾病中之毒質者，名之曰抗毒素；直接能消外來之細菌者，名之曰溶解素與凝集素；能間接使細菌易受噬細菌胞之併吞者，名之

曰調理素。此調理素乃來特 (Almroth Wright) 所發明，能於暗中促進白血輪之噬菌力，以對付

特種之細菌類也。

人工免疫性 傳染病之



來 特

氏為免疫學專家，於菌漿治病上發明獨多，血中調理素之存在，亦氏所證明者。

徑不少。倘病原細菌，能發生一種毒素，或數種毒素，在身體中若能自造抗毒素，則不難消融菌毒。但自造之程序，每需時日；而菌毒素，苟發生甚速，必至不可收拾。於是吾人所欲詰問者，即身體中能否

中，吾人有患之而發生抵抗力者，每可免於復染。此雖古人所已知，但今日尚不能全明其底蘊。一患不致復發者，名之為「後得的免疫性」(即人工的免疫性)。在此學說中，吾人於攻滅病原微生物上，闢出門

預造抗毒素乎？抗毒素能否在身外預製，待應用時即注射之乎？

第一問題之答覆，在科學未發明以前，早已披露，中國人用鼻苗種痘之法，以防天花。數百年以



俄斯嵐 (Sir William Osler) 遺像

氏曾爲牛津大學醫科教授，能善用科學研究方法，適應於治療技能。

前，已見推行之效。凡種之者，可資保護，發生較微之疾，以杜絕兇險之天花。此法在十八世紀，始推行於英國。勤納 (Jenner) 發明牛痘，較鼻苗之法爲尤穩。其法自牛身之痘，取得其漿。蓋漿中有一種么微生物 (virus)，種入臂上，能發生牛痘，可使其人不染天花。但必須覆種數次，庶可終身無虞。天花乃可懼之傳染症，今在英國已絕迹，乃牛痘與衛生行政之功也。

近世發明病原微生物以來，某病由某種細菌所致，漸漸明曉。於是疾病情形，已有改革之趨勢。

傷寒一症，今可利用種痘之法，而得防免，其法用傷寒細菌，加溫度令其枯斃，而後注射於人體。此項程序，即利用少數毒素，引入人體。蓋細菌既已枯斃，在體中當然不能增殖，即其毒素亦無加多之患。



德里佛斯 (Sir Frederick Treves)

氏為近世外科手術學之鉅子。

在近時大戰爭中，軍隊出發之前，均用抵抗傷寒之注射法，兵士得免傳染，成效頗巨云。但此項人工免疫性，經數年而即失，宜重行注射也。

今欲將全數人民，實行防病之注射法，以抵抗多數疾病，在實際上有不可能之勢。惟發明愈多，則在人體外抗毒素之製造，日見增加。用人工之力或化學之法，以製造抗毒素，乃屬於不可能。惟吾人可借用動物之體質而製造之，蓋動物所產出防病之素，與人體中自造防病之素相同。所

異之點，即將已斃之細菌，或其毒素，不注射於人體，而注射於動物中也。

馬類乃吾人製造抗毒素血清類所常用者。因其體積大，而易於處理。細菌或毒素，可一再注射於馬體，逐漸加增其分劑，而馬之健康，不至有礙，直至馬血之抗毒，或抗菌素，至於充足之地位，乃逐次抽出其血液。馬血既已抽出，令其凝結，乃去其塊，而用其血清。使血清歷清潔程序與試驗程序，而後施用於病人之體中，喉風抗毒血清，乃最著名之一例也。

喉風抗毒血清，乃一種抗毒素，可以抵抗人體中微生物所發生之毒素，惟不能直接使微生物斃命耳。欲斃微生物，須用防腐消毒藥劑，敷塗喉部內之傳染處。在別種症件中，血清之引用，其效力有不僅限於抵抗毒素，抑且能抵抗細菌也。

今於此問題，不欲窮加搜索。惟傳染病中，能用人工免疫法，以施預防或治療者，其數日有增加。今有一要點須明瞭者，卽免疫力係特性而非通性，對於某病所發生之一種免疫力，在別病上無假借之效能。各病之免疫力皆不相同，在科學中各有特異之難處也。

參考書目

Bayliss, W. M., and others, *Life and Its Maintenance* (1919).

Councilman, W. T., *Disease and Its Causes* (1913).

Foster and Shore, *Physiology for Beginners*.

Harvard Health Talks, e. g.:

Brackett, C. A., *The Care of the Teeth*.

Chapin, C. V., *How to Avoid Infection* (1917).

Stiles, P. G., *An Adequate Diet*.

White, C. J., *The Care of the Skin*.

Hill, Leonard, *The Science of Ventilation and Open-air Treatment*, Parts I (1919) and

II (1920).

Keith, Sir Arthur, *The Engines of the Human Body* (1920).

Macfie, Ronald Campbell, *How to Keep Well, Air and Health, and Romance of*

Medicine.

Mackenzie, Sir Leslie, *Health and Disease* (Home University Library).

March, Norah H., *Towards Racial Health* (1915).

Metchnikoff, E., *The Nature of Man* (1903), *The Prolongation of Life* (1910), and *The New Hygiene*.

Parker, G. H., *Biology and Social Problems* (1914).

Popenoe, P., and Johnson, R. H., *Applied Eugenics* (1920).

Thomson, J. Arthur, *The Control of Life* (1921).

第二十八篇 科學與近世思想

美國哥倫比亞大學化學碩士
國立北京大學化學教授 任鴻雋譯

爲科學下一定義，非易事也。今姑以科學爲根據觀察試驗，及就觀察試驗所供之與件而加反省所得之有統系之智識。則所謂科學智識者，凡深造有得之研究家，能取其觀察試驗而再爲之，加以精細獨立之考究，無不可爲之覆按。是故科學非他，即可覆按，可互曉，不羈私見，不雜感情之智識也。然各種科學亦非可以一概論。如牛頓之原理，可謂完全科學矣，然其互曉之範圍必至有限。爲天文學者，欲不雜私見，當非甚難，然非所論於人種學矣。

科學之目的 一科學之成立，視乎選擇與分離方法之如何，質言之，卽事物某方面之隔離是也。唯然，故地質學家之本務，不在關心風景之美麗；天文學家之本務，不在欣賞天象之雄奇。卽研究生理學者欲從心理中析出代謝作用，已非易事，然主觀的生活之研究亦非此科主旨也。科學之目

的無他，即在發現最簡，最完全，而又無矛盾弊病之敘述的公式而已。亞里斯多德有言：『科學之始，起於由多數經驗中，成立一普通觀念，此觀念須能僅舉一切同樣之事例。』是故科學者，乃繁複之統一，與一致之發現之謂也。鄱應廷教授 (Prof. J. H. Poynting) 之言，則謂在科學上「吾人解釋一事，不求知其「何故」發生，特求知其與他處發生之某事「如何」相似而已。更質言之，吾人但能歸納此事於某已經發明之定律中，則解釋之能事已畢。」披爾遜教授 (Prof. Karl Pearson) 更爲之說曰：

萬有引力定律，乃就世間一切質點，對於他質點變其運動之「如何」而爲之單簡敘述。此定律未嘗告吾人以各質點「何故」如此運動；未嘗告吾人以「何故」地球繞日作曲線運動也。彼所求者，乃在以少數短字，包舉觀察所得無數現象間之關係。彼能以意念中之縮寫，表示吾人感覺之定程——所以形成物質世界者，因之思想亦得節省。

此種以敘述爲科學主要性質之見解，克希荷夫 (Kirchhoff) 論力學目的之言尤信。克氏以爲力學目的，在「以最簡單的方法完全敘述自然界之各種運動」此當世所奉爲名言者也。不

明科學之目的，在歸納事物之現狀歷史於單簡方式之中，於是『科學與宗教』、『科學與哲學』及與此類各問題之誤解以起。科學之最初目的，不在『解釋』，但能於某處言，『此爲某定律之特別事例』，『此爲彼之結果』而已。凡事物之『何故』，卽所謂宇宙之意義或本意者，非科學所欲過問者也。

科學之態度 凡一問題欲加以科學的研究，則必有一定之理智態度，此態度不必遂爲唯一之正當態度也。是故對一問題，有從美術方面以研究之者，有從詩情方面以研究之者，亦有純全由實利方面以研究之者，此其態度之合理，正不亞於科學研究者。科學態度發達之程度不同，而以下列諸端爲判：（一）崇尚事實（包括高度之精確與不雜私意）；（二）審慎結論（包括論斷時之不自是與懷疑）；（三）力求明晰（包括不喜隱晦，模稜及無結束等）；（四）着意於事物相互間之關係，能由表面上各個分離之現象，見其爲一統系所不可少之部份。當智識之體猶未成熟，不免有半影部份，不易摸捉，如法拉第所謂『可疑之智識』者。吾人之所有事，乃在放乎中流，無所不可之寬，與一無所可之嚴，胥失之也。

科學之方法 科學研究之第一步爲搜集事實，而此非精確，忍耐，不偏，不爲感官與心思所誤，不以推想混觀察，不可也。其第二步則爲對於事實爲確實之紀錄。科學始於度量，殆無處不然。克爾文有言，『大凡科學上之最大發明，舉爲精確度量及整理數目長久忍耐工作之報酬。』人品之一種特質於此可見，而馬克斯維耳 (Maxwell) 至以『度量求精確與行爲求公平，爲吾人所尊爲人類最高尚性質』其意可深長思也。

第三步則爲排列與件使成可用形式。最單簡之例，莫如以與件畫成曲線，使人在一覽中即知許多度量之結果，如動植物某特別性質差變之範圍，嘗以曲線示之是也。此時之與件或須與他種事實相比較，得其共同分母，因以最單簡之方式代表之。唯當此力求單簡時，常有忽略某事之權。唯然，當以反射作用視動物行爲時，吾人或未注意及『心』之一物；又當以化學及物理事實解釋生理作用時，吾人或忘『生命』意義也。

第四步爲發現無數同類現象中同一之點，即所謂定律是也。凡定律必有相當之公式，此公式之發現，或得於靈明之偶發，或得於多數試驗之結果。牛頓『由墜落之蘋果以到墜落之月球』得

於科學想象力之飛躍；至近世之原子科學，則由試驗許多近似之公式而得者也。

自然律者，卽人類敘述因果一致之公式，使彼知其一卽知其二者也。各自然律之位級亦非同；其精確與概括之度既殊，卽所用之名詞，亦依時而異其義。科學不但爲人類之事，亦且由人性爲推，乃至當時社會之情況亦可於科學中見之。如生物學，不甚精確之科學也；其暫用之觀念，如『生存競爭』之類，亦由觀摩人事而來；由此固可得有用暗示，而謬誤之險亦隨之。平常以科學爲純屬客觀性，實亦不必盡然；吾人不能逃避人性之色彩，與不能逃避吾人之影正同。然使有人焉，於科學之主觀性主張過甚，如現代某大哲學家之言，『科學真理乃人心之剗造與外界自然物完全無關』，則於自然秩序之科學敘述之特性，卽其發見之可爲具通常理智之人所覆按，且可倚爲預測之根據者，不免有熟視無睹之憾矣。天文家能預定彗星復返之時日，曼特學者能預言雜交兔子之形狀，可以見吾人所發見之公式，其去客觀之實際，雖不中不遠矣。

科學之範圍 稱科學者必加以形容詞，如云物質科學，物理科學，自然科學，生理科學，心理及道德科學，社會科學，抽象科學，此非無故而然也。各種科學精確之度懸殊，化學與物理學之爲精確

科學不待論矣；若至生物及其行爲之探討，社會與其相互關係之研究，將見精確之度量與記錄皆有所不易，分析多不完全，公式不過暫定，覆證之試驗亦難於着手，而預測之事乃大半爲任意之測度而已。方法觀念及公式之發見，關於質力之學者誠較關於生物及人類區域者爲進。精確科學譬猶太陽系，而新起之科學則如星雲，然夢之研究，正可與石之研究同爲『科學的』，要在勿以私見蔽證據，并以知之爲知之而已。科學實包含一切有方法的觀察及實驗而得之可互曉可覆接之智識，并能以單簡一致之公式表示之。然各科學非同同一科學也。

關於科學符號之應用，亦不能不有一言。如原子一物，近世物理學家已告吾人以其實在矣；然數年以前，仍不過一種符號，爲研究時一種假設而已。通常習用之科學名詞，大多數仍不脫符號階級。如染色體 (chromosome) 固爲可見之物，至如所云『性因 (gene)』、『要因 (factor)』夫誰見者？然此種性因在近世遺傳學說中固視若筌中之核，必不可少者也。以四手代表炭素原子之四化合能，極爲便利，然固無人謂炭素原子有四手也。此種奇異任意之符號，生命絕不長，唯於預測及節制有便利時，則遵用之。而此具暫時性之符號，由試驗之結果，漸具實在之資格，如原子者，在科學

史中其例固屢見不一見也。

科學之分類。事實之類有三：卽事物之區域，生物之境界，人類之疆國是也。簡言之，亦可稱爲無生界，生物界，與社會界。物理學、化學，根本科學也，所研究者爲物質世界之質與力。生物學以生物之生命爲其領域。至社會學則有事於人類之社會及其行爲，其學似少而實老矣。物理學與化學，實際上不能分離；生物學與心理學，殆似彼不可捉摸之活動吾人所稱爲生命者之兩方面；社會學所研究者爲各種人羣，其全體之現象有非各部份之總和所能代表者。此五根本科學者，依次分之，有如下表：

物	社
理	會
學	學
化	心
	理
學	學
	生
	物
	學

由此表中可見生物學適居正中地位，彼雖有其獨立之方法與觀念，一半亦據物理化學爲基

礎，一半又爲心理學社會學所依據也。又每一普通科學，皆有其分科細目：如生物學包含植物學動物學；天文學之大部份應歸入物理學，礦物學之大部份應歸入化學是也。又有所謂合成科學者，應用數種科學之方法觀念以成一特別科學，如地質學，地理學，人類學是也。如地理學殆似一圓與四五他圓相交，而成一體。復次，有所謂『應用科學』者，驅策多數普通科學，以爲解決實際上特別問題之用，即凡有關於工藝技術者是已。故農學醫學工程學及較新之教育學，皆應用科學也；以此之故，亦不得謂其科學性質有異他科。赫胥黎嘗云，應用科學非他，即純粹科學之用於實際問題者是已。

然有不可同年而語者，則爲抽象科學。抽象科學所研究者乃爲抽象觀念或命題之關係，而於實際內容之如何，非所容心。彼蓋演繹的而非歸納的；理想的而非實驗的；其所有事者，方法而非觀察也。算學爲抽象科學重要部份，而統計法，圖表法，邏輯學，亦屬此中。玄學中之批評範疇論與研究解釋之自身者，有人亦歸之抽象科學，然非定論也。

於是吾人可作一科學智識之統系圖如下：

抽象科學	玄	學	邏	輯	學	統計法及圖表	算	學
普通科學	社	會	學	心	理	學	物	理
特別科學	人	種	學	美	學	動物學植物學	天	文
合成科學	歷	史	學	人	類	學	地	質
應用科學	經	濟	學	教	育	學	工	程
	醫	學	醫	學	醫	學	冶	金
	學	醫	學	醫	學	學	農	學
	史	學	史	學	史	學	太	陽
	史	學	史	學	史	學	系	史

觀此圖當注意者，各種科學不唯其題材各殊，即目的與方法亦迥不相同。同一題材可由各科學研究之，故有人體之化學物理學，亦有人體之生物學。一雞雖可由解剖學、生理學、胚胎學、心理學，各方面研究之，尙不能盡其題中之底蘊。蓋科學之門類雖多，而各爲了解自然秩序及人類生活之努力之一部份，合之則爲互相關係之智識體，彼此之間，宜互相提攜，惟能承認彼此之地位與限制，其成人乃愈有望也。豆幹之化學物理，誠重要矣，然合此二者不能成豆幹之生活史，更無論種豆幹之功矣。故謂自然科學唯一能盡宇宙間之事物變動而包括之，且可以算術公式理想運動之術語

表示之，則陷於多數巧問之病。是殆欲以虛偽之單簡加於事實也。夫今之化學家似乎無所不能矣，然不能語吾人以貓之何以躍。杜爾璧教授 (Professor Dolbear) 有言：『科學上所謂解釋，蓋指對於某現象之機械的前因，盡數表出，更無充補及未知因子之必要。』然今之生物學家，則以為研究明確之生活行為如貓之躍者，於機械的因子之外，必有其他原因，如生物所具記憶與利用經驗之力，皆不能不計及。各科學之關係，蓋較統一尤重也。

科學之限度 人之知也無涯，而吾人之所謂科學則不能不有一定之限度，此義至要，宜加了解。(一)科學方法僅能應用於事物之抽象方面，故有其自賦之限度。在理智上吾人不能離生物於環境，猶不能離洄漩於河水，然當研究生物學時，則常視魚若與水無涉，視鳥若與空氣無涉矣。此種方法在分析的解剖時實大有益。即在較為精確之科學中，此限度亦所不免。吾人研究力學，幾若物體僅為引力所支配者，實則在實際之觀察及試驗時，吾人絕不能屏電磁各力令不發生關係也。換詞言之，科學之所從事者，為『理想中之統系』，其目的在將事實之某方面，立意令與他方面分離，而又以實用上方便之法，代表之是已。

(二)科學以「記號」或觀念爲工具，而此種記號或觀念常不易於明瞭。如「生物」、「原質」、「遺傳」、「能」、「化合力」、「引力」、「惰性」、「物質」等名詞，皆有不可思議之處。雖觀念之分析愈進，而囿固不可析之事物愈少，然科學中之「X」固尙夥也。

(三)再一限度，則爲原因結果之關係。一檯球與他一檯球相碰，是爲驅進之因；一火花使火藥爆發，是爲釋放之因；又留聲機之發條一開，亦能使圓盤旋轉而得音樂。然唯在第一場合，原因可爲效果之解釋；在其他場合中，其效果皆略具於事先矣。自其大多數之場合言之，凡科學所能言者，不過「若有此則亦有彼」而已。所謂原因之解釋，固常偏而不全也。

(四)再一限度則爲物之原始，今日猶在五里霧中。生物學家作始於最初之生物，然彼最初之生物復從何來乎？化學家作始於原素，然彼原素之歷史又何如乎？科學家之研究，必有所從始，而在此從始之先，常有未經究及之事物在。是故科學之限度，爲研究科學時所取偏而不全之觀點；爲所用記號之根本的祕奧；爲除機械部份外原因解釋之不完全；爲原始之不易明瞭。設此必要之限度，皆能了然於心，則科學之範圍與目的不至屢屢爲人誤解矣。

不寧唯是，於此數種限度之外，尙有他類限度爲吾人所不能免除者，一爲感官之限度，雖以精巧儀器之助，得稍補缺憾，而不完全如故；一爲過去事實之紀錄，其可信賴之度亦至有限也。又不寧唯是，凡科學上之公式及定律，在當時若至當無以易者，及智識增加，剩餘之現象爲研究者注意之後，常有重加整理之必要，此吾人所宜知者也。故哥白尼（Copernicus）之說，經刻卜勒（Kepler）之改革而愈進，刻卜勒之說，又經牛頓之改革而愈進，而牛頓之說，近又爲愛因斯坦（Einstein）所改進矣。科學殆如數學上之漸近線，能漸近某線而除在無限遠外不能與之相交。有時一科學之結構且以一新發現而須全部變換。如索倍教授（Prof. Soldy）對於放射性之發現，嘗有言曰：

『自然能力根原之存在，直至十九世紀之末，科學中幾無人夢想及之。……此新發現（指物質之放射性）所關之境地，在科學史中蓋絕無僅有也。』

有時一新觀念亦足以改變一科學之前途，而令世界爲之一新，如生物天演論是也。

最終尙有一義，爲吾人所不可不知者，科學家信此世界中嘗有一時，凡地球上之事，無不可就物質運動之名詞以公式代表之，而無復餘蘊。乃經若干年代而有生物出現——此新事實乃非新

公式不可。又經若干年代而有略具智慧之生物，能自決其行程；此爲實際之一新方面，非有一新科學不可。又經若干年代而人出焉。——其物具自覺心，有言語，理性及社會遺傳。蓋世界愈進，生物界即出於無生界，而社會界又出於生物界。如是題材之演化既日進不已，科學亦必日進不已。

科學與感情

吾人之生活如三稜鏡，乃爲（一）動作，（二）感情，（三）智識三面所合成，與古言之手心腦三者正相應。此三者各爲一出路，由（一）則至動作世界，由（二）則至美術，音樂，宗教儀式，文學種種世界；由（三）則至思想紀錄於外之世界，從一石圈以至航海通書，從一地圖以至戶口統計，從一歷書以至化學天秤，皆此類也。所可幸者，世人性情各殊：（一）者偏於實用，其竟極之病理狀態，則爲極端之事實及物質之主義，然是乃動作之人，欲事之能行，物之能成，非此等人莫屬也。（二）者偏於感情，以感情應物；其竟極之病理狀態，則爲感情用事；然是人也，嘗具美術特見，不爲詩人卽爲先覺者，乃吾人之世界所賴以改造及變動者也。（三）皆偏於理智，彼之職務，在知而不在行，彼能發見原因，一致，定律，唯發見事物之祕奧是務。其竟極之病理狀態，則如威士（Wordsworth）所云：『講植物於其母之墓上，』而對於『傲慢』之哲學亦時肆譏訕；雖然，

改變人類生活，與以新自由及完滿，亦非此新智識之創造者莫屬也。

求智之人對於己身經驗，常決然欲得一較完備綜合之觀點，此即彼之哲學也。吾人今所欲言者，大多數中此種觀點之決定，乃由其性情之所近而異。性情有偏於實用，情感，科學之不同，即古人所云手心腦三者，不但為發揮所從出，亦且為攝受所從入。蓋生活猶屋之穹窿，常有凸凹兩面，有主觀方面亦有客觀方面也。故在心內為願望理想，發之於外則為動作；在心內為感情情緒，發之於外則為美術，在心內為理智的試驗，發之於外則為科學之成績。凡此皆人性發展上自然而且必要之表現，吾人亦唯從此三途得窺見實在之一二。設於此三者主此奴彼，或視其所得為互相冰炭，則非所語於哲學之態度矣。

科學為非情感的，非人身的，斯固然矣；且其分析解剖之方法，偏重事實之態度，常若易與美術的統一及詩的解釋相抵觸。然唯此處，忍耐與虛心最當注重，亦唯此處科學之限度最宜勿忘。詩人之詩決不當與科學家之公式相抵觸，彼等所用之語言既各不同，吾人感情所知之實際，或非科學分析所能發見。吾人對於美景之快樂，決不得謂不如地質智識之真實。二者為窺見實在之門戶一

也。

科學使小祕密消除而大祕密即繼之而起。彼若減少一可樂之對象情感上之價值——若牛頓誠破壞歧次 (Kants) 之虹然——則且以倍相償。古來詩人對於世界之權能，廣大，事物，有序，變動不息等，常有極深大明顯之印象，近世科學更於此數者之外，加以繁隨，複雜，一致，互關，與演，化諸印象，則益覺可驚矣。科學不唯擴大情感之牖戶，且掃除之使能攝受多而且清之印象。世界有許多大道，唯科學能引致之，人能見此大道而後心境與之俱遠。彼以科學與情感為相水火者，是誤解科學者也。某哲學家有言，科學乃真人文之一，非過語也。

科學與宗教 科學目的在發見具體事物之定律，而以最單簡之方式表示之。此種方式或為直接經驗之與件，或為此等經驗之引伸，而可加以覆驗者。宗教則不然，無論實用，情感，與理智，彼所承認其為較高一層之實在，非官感經驗所能及者。彼所見者為不可見之世界，而於斯世之謎與以光明。彼所用之語言，非科學的語言也，此二者亦不能同時并用。宗教觀念為超世的，面科學觀念則為經驗的。宗教目的在解釋，而科學目的則在敘述。宗教之解釋與科學之敘述不容相矛盾，而又不

可等量齊觀。此非謂思想之中，應有嚴密區隔，使觀念不得相通也，乃謂一宗教觀念之形式——如云世界創造——必與已成立之科學統系相吻合，而宗教之解釋與科學之敘述，乃在兩極不相同之『講論世界』中也。

科學與哲學 哲學之觀點爲綜合的，爲無所不包。換言之，一哲學統系，乃以解釋的態度，反省吾人經驗中一切與件之結果。科學與哲學事本相輔，科學家得哲學而後能知科學之限度，與其所據以爲始之論點，其確實至何程度，且於科學之最後概念得有嚴格之評論。反之，近世哲學，不可不於科學研究之結果盡量的加以容納，故一精密的哲學統系，必備受多種科學結論之影響，如能力不滅律，生物進化說，與關於遺傳之顯著事實，哲學家皆不能熟視無睹也。哲學誠無指定科學事業之權，顧其職責則在使科學之結論與由實用，倫理，審美，宗教經驗所得之結論相融洽。經驗與觀察之科學終而哲學始斯固然矣，然不得謂哲學之結構，必以科學所與之材料建造之而不容加以修飾。哲學的評論與綜合的觀點所以爲要，亦於此可見。是故遺傳研究之結果，不必遂爲粗疏之命運主義，生理化學研究之結果，不必遂爲偏狹之機械生物觀；動物行爲研究之結果，不必遂以『心』

之一物爲完全無用，而不必加以注意。略舉數例，凡以見哲學對於科學概念大有其評論之機會，而科學家之大多數欲自任此事者，乃多茫然寡據也。

再舉一例，如能量不滅律，蓋由物質試驗之變化而得者也；然不得以是遂謂「心」與「身」（如此兩字可爲科學或哲學上之名詞）之互相作用能否發生重要結果之問題，全無討論價值。而此問題之答案，或他相似之問題較此措語尤妥貼者之答案，必於吾人對於世界對於人生之哲學或玄學的理論有所影響，可無疑也。

同樣，彼生物學家之生物天演公式，所謂現在爲過去之子將來之父者，在哲學上視之，則此天演觀念不能不加以抉別，而且其事匪易；彼於承認當前之情式（即現在生物界所嘗演進之普通情狀）與承認天演作用上原因之特種說明，不能不嚴爲分別。天演之普通事實，確定而不可移者也，而天演原因之研究，則比較的爲後起，而有待於論定。

科學與生活 科學之第一目的爲知，而智識即權力也。培根有言：

『吾人之基礎（撒洛蒙之屋（Solomon's House））所在，乃爲原因之智識及物之隱秘

運動，且將擴大人類之領域使至無所不及。』

此二者蓋有不可分離之關係。凡科學無不起源於實際問題之具體經驗，雖數學亦不能逃此公例，而在他一方面，吾人今日生活之狀態，其最大之改變乃由於最毗理論之研究。如無線電信，電話，飛機，鑄質，防腐劑，抗毒素，光系分析法，X光線等，皆得於抽象的科學研究。如使功利主義，持之過急，其結果乃適得其反。即置此不論，吾人以爲培根之分科學效果爲具直接的實際功用 (fructifera) 與與人光明 (lucifera) 二者，實較有益。培根之言曰：

『光之自身，實較其許多用處爲優越美麗，同樣，對於各物之本形，能慎思明辨，無罔無僞，無誤無亂，此事之本身，乃視一切發明爲尤高尚。』

昔之持消極態度者，常謂憂愁與智識之增加相比例，今則科學能左右生命之信仰，已取舊觀念而代之。斯賓塞有警切之言曰：『科學以爲生活，非生活以爲科學。』孔德亦有名言云：『科學乃先見，先見即權力。』數語皆足代表近世觀也。

培根作學術之進步 (The Advancement of Learning) 時，其意尤爲明顯，其言曰：『如思

想與行爲，能聯結較爲直捷與密近，則智識之爲物亦必愈爲人所尊崇與歡忻。』末乃言科學之目的『應在求一富藏使可以增進人類之境况，而爲造物者之榮光。』然此猶培根時代之言也，今能截然認爲近世理想者，則靳以科學之光，普遍應用於人生問題：如身與心之健康也，教育也，農業也，道德觀念之發展也，天然富源之經濟的開發與使用也，強種學也，優境學也，無一不有待於科學。夫身體爲百病所叢，然有可信賴之醫術，則有病者不致束手。人生情形，亦正相類。有科學之應用，無遠弗屆，而人生之痛苦亦未減矣。世界寶藏正待科學之啓發，設使宅心仁善之人能秉科學以爲暗室之燭，則不及百年，健康之程度亦可大增。富與健蓋真進步之先決條件也，而所謂真進步者無他，卽生活中真美善之較完滿實現，而生活自身所由以更滿人意者也。

參考書目

- Gregory, Sir Richard, *Discovery, or the Spirit and Service of Science* (London, 1916)
Hill, Alexander, *Introduction to Science* (London, 1899).
Lankester, Sir E. Ray, *The Kingdom of Man* (London, 1906) and *The Advancement*

of Science (1890).

Morgan, C. Lloyd, *The Interpretation of Nature* (London, 1905).

Pearson, Karl, *The Grammar of Science*, rev. ed. (London, 1911).

Schuster, Sir Arthur: and Shipley, Sir Arthur, *Britain's Heritage of Science* (London, 1917).

Thomson, J. Arthur, *Introduction to Science* (London, 1912); *The Control of Life* (London, 1920); *The System of Animate Nature* (London, 1920).

編主五雲王
庫文有萬
種千一集一第

綱大學科

冊四十

譯等復明胡 著生姆湯

號一〇五路山寶海上
五雲王 人 行 發
路山寶海上
館書印務商 所 刷 印
埠各及海上
館書印務商 所 行 發

版初月十年九十國民華中

究必印翻權作著有書此

The Complete Library
Edited by
Y. W. WONG

THE OUTLINE OF SCIENCE
BY J. A. THOMSON
TRANSLATED BY MINFU HU AND OTHERS
PUBLISHED BY Y. W. WONG

THE COMMERCIAL PRESS, LTD.
Shanghai, China
1930
All Rights Reserved

040200



21 21.6