

漢 譯  
科學大綱

OUTLINE OF SCIENCE

原 編 著 者

英 國 湯 姆 生 教 授

(Prof. J. H. THOMSON)

IV

上海商務印書館印行

# 漢譯 科學大綱

## OUTLINE OF SCIENCE

原編著者

英國 湯姆生教授

(Prof. J. A. THOMSON)

譯述者

錢崇澍 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 熊正理 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 楊肇釀 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 楊肇釀 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 楊肇釀 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 孫洪芬 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 張巨伯 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 陳積 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 陸志 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 徐章 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 唐曼 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 俞寶 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 段育 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 胡復 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 胡復 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 胡復 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 胡復 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 秉志 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 竺可楨 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 任鴻隽 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 朱農 美意士 諾士 利士 意士 諾士  
 王璣 美意士 諾士 利士 意士 諾士

編輯者 王岫廬

上海商務印書館印行

Prof. Thomson's Outline of Science

Vol. IV

(Translated into Chinese)

Commercial Press, Limited

All rights reserved

中華民國十三年一月初版

編 譯 者

(以姓名筆畫多少為序)

王王任竺胡胡胡俞唐徐陸陳張孫過楊楊熊錢  
王經鴻可先明剛育鳳韋志巨洪探肇正崇  
盧璣農馬楨志驢復復華賓鉞曼韋楨伯芬先銓燻澍

此書有著作權翻印必究

漢譯 科學大綱第四冊

(全四冊定價大洋貳拾元)

(外埠酌加運費匯費)

發行者 商務印書館

印刷所 上海北河南路北首寶山路 商務印書館

總發行所 上海棋盤街中市 商務印書館

分售處 商務印書館分館

北京 天津 保定 奉天 吉林 龍江  
濟南 太原 開封 鄭州 西安 漢口  
杭州 蕪湖 安慶 蕪湖 南昌 漢口  
長沙 常德 衡州 成都 重慶 瀘縣  
福州 廣州 潮州 梧州 雲南  
貴陽 張家口 新嘉坡

# 目次

## 第二十七篇 細菌……………六一

最早之顯微學家——雷文鶴之貢獻——繆勒爾之成績——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——巴司台早年之發明——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——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——疾病為細菌所致——細菌傳播之方法——土壤中之細菌——糞尿為肥料與傳染病之來源——參考書

## 第二十八篇 地球之構成與岩石之由來……………五九

地球之內部——火山之爆發——地球面上海陸之分佈——地震與間歇泉——小岳之成造——阿爾魄司山之生成——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——粘板岩石——寶石——珍珠——金剛石——參考書

## 第二十九篇 電之神異……………三九

電世紀——傳遞之易——何為電流——發電機——電路——發電廠——電流之分佈——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——電燃照——電生熱——參考書

第三十篇 發電發光之生物……………一一二一

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為優——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——電鰻魚——電鮎魚——生物學之結論——參考書

第三十一篇 自然史之五——下等脊椎動物……………一一七

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

第三十二篇 愛因斯坦之學說……………一一一

事物果如其所見之相乎？——吸力新鮮——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

第三十三篇 季候之生物學……………一一二七

生命之節奏——生長之波痕——春季之生物學——動物之出蟄——海鰻鯉之故事——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

第三十四篇 科學於人類之意義——生命與心與物質……—一五

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

第三十五篇 人種學……—一八

一種包含多數支派——原始之人羣——吾人眼界之交遷——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

第三十六篇 畜養動物之故事……—二〇

馬——不列顛馬種——亞拉伯馬——牛——羊——山羊——豬——狗——育種中之選擇——貓——兔——象駱駝與駝羊——鳥之訓養——參考書

第三十七篇 健康學……—二八

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

第三十八篇 科學與近世思想……—二〇

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

第七篇

細菌

藍開士脫爵士 (Sir E. Ray Lankester) 著

國立東南大學植物學教授 胡先驕譯  
美國加利福尼亞大學植物學士

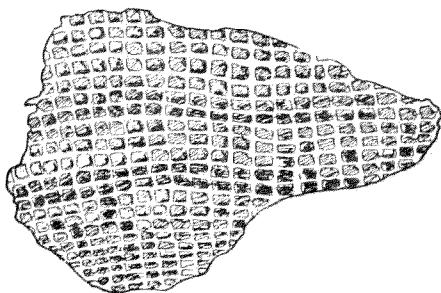
細菌：遍布世界之發酵腐爛與致病之微生物

最早之顯微學家

顯微鏡者，爲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爲耳。白林黎 (Pliny) 固嘗詔吾人以盛水之玻璃球收聚日光，與用此球爲取火鏡之用；但用玻璃擴大鏡爲觀察物象之用，實始於十四世紀。其時有敏慧之意大利人（有人謂羅傑傑培根 Roger Bacon 亦用之）用之以爲年老人衰弱之目光之助，稱爲眼鏡 (Spectacles) 今日仍用其名。拉非爾 (Raphael) 在一五二〇年所繪羅馬教皇利阿第十 (Pope Leo X) 之像，手中亦持一手執之擴大鏡，示以助讀置於其前之書冊者也。

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——在六六五年造成之一複式顯微鏡爲一七英寸長之管，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蓋理略 (Galileo) 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，仍遵其軌範；惟鏡頭則已大加改良而進步。虎克發明其顯微鏡後曾著一書，名曰顯微記錄 (Micrographia) 附以精細之放大圖，記載其所觀之蟲，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，蓋此爲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



第一圖 軟木之細胞，切成薄片，放大二百倍之狀



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。

再過一百五十年，細胞一名詞，乃不加之於空細胞膜，而加於內部生活之黏

液狀體，此乃有機體之構造

與作用之細胞學說之創始

人席來敦 (Schleiden) 與施完

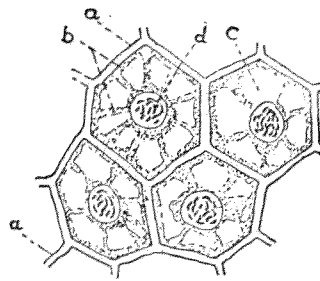
(Schwann) 所主張者也（觀

第二第三圖。）吾人現稱植

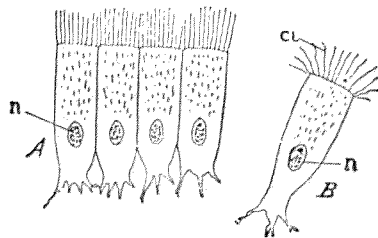
物與動物細胞中此種之黏液狀體為原形質。

### 雷文鶴之貢獻

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，



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。

甚且不及。在十七世紀之末三十年，荷蘭德而夫特（Delft）地方商人雷文鶴（Anton van Leeuwenhoek）——稱爲顯微發明之始祖——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畫寄往其時初成立之倫敦皇家學會，五十年中（自一六七二年至一七二一年）彼有五十次通信刊登於理學雜誌中，後乃被舉爲會員，而得會中之出版物。此類出版物包括韋羅貝（Willoughby）所著之魚學，此書之印行需費極巨，致會中經濟困難，不能印行牛頓之數學原理云。

雷文鶴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，丹麥國柯烹哈根（Copenhagen）之繆勒爾（O. F. Müller）——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—Aerivitalia 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，齎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，或爲顯微學家特別培養，存貯於器皿中以爲觀察之用之水中。

雷文鶴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之微生物，彼稱之爲浸液微生物。

在今日頗難鑑定雷文鶴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。但雷文鶴與繆勒爾之有名後繼人愛樂保格 (*Ehrenberg*) 在一八三八年以爲雷文鶴曾鑑定二十八種浸液蟲，而繆勒爾氏則發現一百餘種。雷文鶴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  
繆勒爾之成績

在雷文鶴之後一百年，繆勒爾之著作頗受偉大之林奈 (Linnaeus) 影響，對於生物之命名，先立屬名，再附以種名於其後。繆勒爾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，每能爲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，而仍用其所命名之名云。

此類生物有一大部分，爲今日所稱爲細菌者；但繆勒爾曾因外部之形似，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爲複雜之內部構造，與其他種之 *Vibrio* 性質大異。彼曾將幼稚之線蟲，與愛樂保格所稱爲 *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爲 *Tra-  
cheleocerca* 者，皆歸入此屬焉。

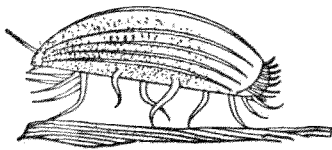
繆勒爾將此種類混雜之 *Vibrio* 屬與其他四屬 *Monas*, *Protens*, *Volvox*, *Euchelys* 並列，認爲最下等或組織最簡單之浸液蟲。其 *Monas* 一屬包括 *M. termo*, *M. atom-  
us*, *M. punctum*, *M. lens* 四種，皆爲極微細之球形種類，今日殆無法鑑定之。繆勒爾  
之 *Protens* 一屬包括 *P. diffuens* 一種，在昔日卽有人名之爲 *Protens* 微生物者，今日  
考知，乃爲一種變形蟲。

其第二種經繆氏名爲 *Protens tenax*，而曾將其形狀之變更更詳細繪畫者，實爲  
一種 *Astasia*，爲繆氏之時所未知之屬。繆勒爾將 *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 *Euchelys* 屬中，繆勒爾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，繆勒爾曾覓得十三屬，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，能用之以鑑定其種類也。

此類浸液蟲包括有 *Paramecium*, *Kolpoda*, *Bursaria*, *Vorticella* 等屬；但繆勒爾亦曾將多種小環蟲與輪蟲 (*Rotifera*) 誤收入原生動物中。彼曾立輪蟲中 *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（其圖表示其為輪蟲）與鐘狀之原生動物（其圖示知為此類）歸入於其 *Vorticella* 屬中。彼知一羣有趣味之有顫毛原生動物，今名為 *Hypotricha* 者，此類動物以其腿狀之運動器官為特異，繆氏亦曾繪其圖。（第四圖）但彼同時亦將寄生扁蟲 (*Finke*) 微小之有尾之幼蟲，歸入浸液蟲類，而名之為 *Cercaria* 今猶沿用之焉。

繆勒爾不但為吾人研究微生物之歷史中之前鋒，與為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

統歸為細菌類名者，彼且擔任將此類生物與多種浸液蟲，按林奈之雙名法，定種名屬名之艱鉅責任。如彼所指出，林奈在其著名之自然系統 (*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



第四圖 原狀生動物之  
名為 *Euplores harpa* 者  
為一種較大有顫毛之浸液蟲，在引毛  
口內之槽之周圍有多數纖細顫毛，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。

類中，而加以紊亂之形容詞，稱之爲 *Chaos infusorium*，則繆氏之功尤爲偉大矣。繆勒爾企圖清理此「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

在繆勒爾之著作後五十年（一七八六年），另有一大顯微學家愛欒保格將 *Ehnerberg* 其有名之著作 *Die Infusionsthierehen als vollkommene Organismen* (Leipzig 1838) 刊行。愛氏生於一七九五年，在繆勒爾死後九年誕生，其時所用之顯微鏡較繆氏所用者爲佳，但視安密西 (*Amici*) 與立斯特 (*J. Jackson Iister*) 著名外科醫生，立斯特男爵之父，發明改造合成對物鏡之鏡頭後尙相去甚遠也。

愛欒保格曾聚積與發表論文二十年，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，多數曾加以彩色，一切皆其自畫，皆能代表其顯微鏡下所見之微生物也。此書之範圍與繆勒爾所著者相同，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。

愛樂保格將浸液蟲——彼包括所有止水池，泥淖，與海中無論淡水或鹹水之微生物於浸液蟲——分爲兩大區，*Polygastrica* 與 *Rotifera*。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。此類生物雷文鶴在一六七六年首先發現，愛樂保格曾爲一百六十九種之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。

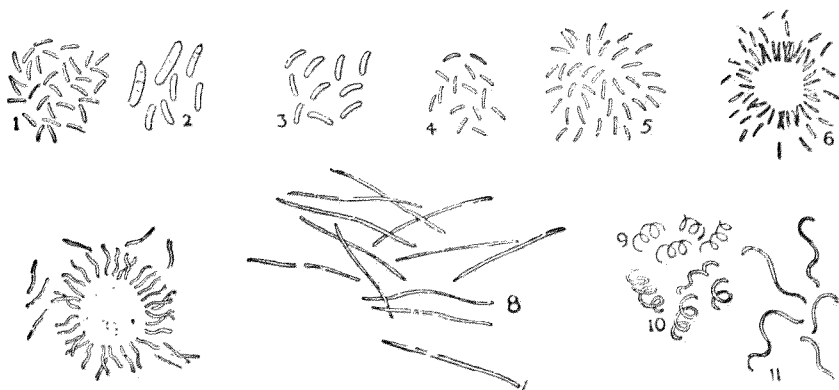
但其『多胃蟲』不但與輪蟲之構造大異，而較之大爲簡單，且包括一極複雜之集合，其中除多種有顫毛之微生物外，包括有全部之矽藻與鼓藻，與一類半似植物半似動物之鞭毛藻，與繆勒爾之變形蟲 (*Amoebae*——*Protus*) 與 *Monads* 與 *Vibrions* 焉。

吾人固不能不欽佩愛樂保格著此大書之忍耐與技術，但其學說認彼稱所爲『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，在其書中乃認為有此類構造。同時在較大之種類中，誠有此種內部構造。在愛樂保格之混雜之『多胃蟲』中如鐘形原生動物，彼曾為精確之繪畫者，實含有繆勒爾之 *Vibrio* 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。愛樂保格提高之為一科，稱之為 *Vibrionia*，其中包括五屬 *Bacterium*, *Vibrio*, *Spirochaete*, *Spirillum*, *Spiridiscus* (觀第五圖及其解說)。

*Bacterium* (*Bacterium*) 之名出現於科學記載中，此為第一次，此後乃繼續存在，而為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



第五圖 愛樂保格所定之學名如下：1, 2, *Bacterium triloculare* (2較為放大)；3, *Bacterium enchelys*；4, *Vibrio lineola*；5, 6, *Vibrio tremulans*；7, *Vibrio rugula*；8, *Vibrio bacillus* (在今日則將稱之為線狀菌矣)；9, *Spirillum volutans* (放大三百倍)；10, *Spirillum volutans* (放大八百倍)；11, *Spirillum* 較不卷曲者。

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。愛樂保格所下 *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* 一名稱係繆勒爾氏起始用爲一種 *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 *Vibrions*。至彎曲與螺旋狀之線形種類，愛樂保格乃歸之於 *Spirillum* 與 *Spirochaete* 兩屬中。

因愛樂保格之力，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，此後吾人祇須追論柯恩 (*Cohn*)、巴司臺 (*Pasteur*)、柯克 (*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 (Abiogenesis) 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——驟然於雷文鶴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。此愛樂保格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』

英國哲學家尼德姆氏（Needham，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，再一派入則以爲聚水與空氣與適當之溫度與動植物之遺體始能發生此等生物。十八世紀之末，此兩說爲大眾所公認爲『自然發生』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，猶太與亞拉伯之哲學家，咸認植物動物可時常由無生命之腐敗動植物遺體陡然發生，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。

大詩人彌兒敦關於此種生命起源之見解，曾作佳篇詠之，其時人羅威聚 (Northwich) 之布郎爵士 (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。同時羅士 (Alexander Ross) 云：『布郎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，即可見尼納士河 (Ninus) 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。

但此時雷文鶴氏正用顯微鏡以發現極大之微生物世界，意大利詩人勒第氏 (Redi) 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。同時大醫學家哈衛 (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，以勒第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，尼德姆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司巴蘭查利 (Spallanzani) 復用勒第之方法，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。司氏乃決定此類微生物之「卵」飛騰於空氣之中，瓶打開時，此種卵乃躡入此液體中，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（如勒第之生肉試驗），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。

如司巴蘭查利所云，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，所謂例外者如柯恩（Ferdinand Cohn）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。

司巴蘭查利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。平常瓶中含有一半水分一半空氣，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。此事實與司巴蘭查利之預計相符，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，亦猶勒第所試驗之蠅，不能躡入鐵絲網也。

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。至一八三七年施完 (Theodore Schwann) ——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，證明司巴蘭查利之說。施完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，無生物能躡入瓶中。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蓄集；蓋空氣中之微生物未嘗經過甚熱之瓶頸而被殺死故也。

施完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

不生長，非由於空氣中養分之不足，而其試驗之程序，亦可謂完全無能矣。

至此時期，以愛樂保格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；故此時施完僅稱其浸液中或防止其不得侵入浸液之微生物爲浸液蟲，殊爲可異之事。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，爲明晰之分別。彼謂此類生物之孢子，有時亦由大氣中之塵埃內驕入之，彼對於麥酒中酵母菌內所謂『常見之顆粒』（雷文鶴在一百五十年前所發明）有重要之觀察，彼證明其爲植物，而記載其生長與發芽生殖之法。

施完對於此問題之貢獻，在彼認定含浸液蟲之浸液之腐敗爲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，彼因以爲腐敗爲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。彼又推論以爲酵母菌之將糖變爲酒精，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，使此化合物之名爲糖者分解，其賸餘之物則爲酒精與碳酸氣。於此施完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合所致，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

在施完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。雷文鶴以及其他記載浸液蟲之人——包括愛樂保格在內——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，一二日後卽腐敗而發生惡臭。此類後發生之種類，全爲極微小之棍形及線形或球形種類之爲愛樂保格所稱爲

*Vibrionia* 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——較大之浸液蟲始漸出現。此等生物之孢子與乾燥體等，不及 *Vibrionia*（吾人所稱爲細菌者）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爲浸液蟲一羣（林奈稱爲『紊亂類』）者，在浸液中乃依次先後出現，而爲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

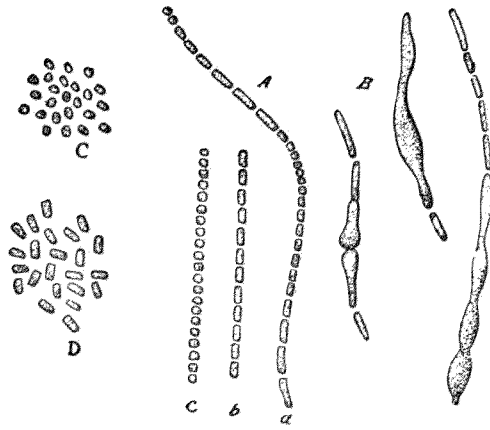
將細菌歸入植物之功績，非任何一人所能專有，但在一八四〇至六〇年之間，彼研究藻類與菌類，尤以研究細微之絲狀藻類與黴菌之植物學家，得普通生物學家之承認，將 *Vibrionia* 與鼓藻矽藻由愛樂保格之浸液蟲中分出而歸入『植物界』。

納般何士特 (Rabenhorst) 辜清 (Kützinger) 與賴格里 (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 (Oscillatoria) 者相近之植物。同時動物學認定以構造上之關係，彼輪蟲類 (Rotiferans) 亦不能認爲浸液蟲之類，如愛樂保格與繆勒爾所主張，而必與較高之環節動物相提並論也。結果則繆勒爾首創而愛樂保格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，齊波德 (Von Siebold) 乃名之爲原生動物 (Protozoa)。

### 巴司台早年之發明

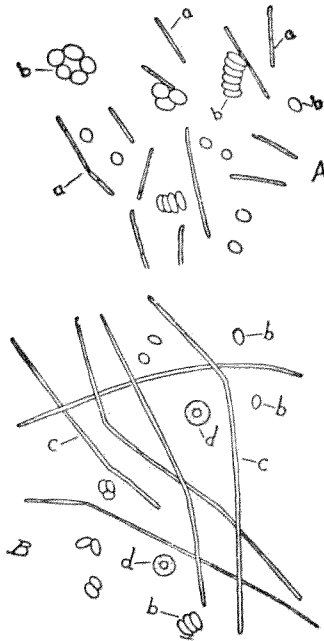
當關於細菌之性質與活動之新理解逐漸發達，其與細弱之絲狀顫藻多數相似之點逐漸證明之時，法國大化學家巴司台 (Pasteur) 對於此項微生物之研究，與其學說之成立，使學者視此物爲發酵作用之主因，而爲研究開一新紀元。巴司

台證明尿素之分解爲亞母尼亞，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細菌所致（觀第六圖）。



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; c, 小球菌; B, 此種或其他種細菌中常見之扭纏生長; C, 脫離之小球菌; D, 脫離之短桿菌(放大九百倍)。



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。

第一次發現一種致病之細菌者爲法國病理學家德文 (Davyine) 在一八五四年彼覓得患脾熱病或疽病 (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蓄集, 而斷定其爲此病之原因 (觀第七圖) 再後 (一八六三年) 巴司台乃研究此病, 進而研究發明他種細菌病 (雞瘟病 Fowl cholera

蠶病 *pebrina* 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焉。



第八圖 疽病細菌之在動物體外培養之線狀生長，變為分隔之段落，每段落中生一抵抗孢子

右方見有三個分離之孢子，內兩個由孢子之頂端萌發，試以此種孢子之萌發與芻草細菌之孢子比較，在後者由中部橫出萌發。

### 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：(1)發明與應用顯微鏡；(2)自然發生或自無機物發生之學說；(3)發明一廣大之微細浸液蟲世界；(4)初用細菌之名；(5)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；(6)發明細菌為他種發酵之主因；(7)發明細菌為多種極劇烈之人類與獸類疾病之主因；(8)證明細菌與多種藻類植物（藍綠藻）之構造生長與營養相同，而不能認之為動物。

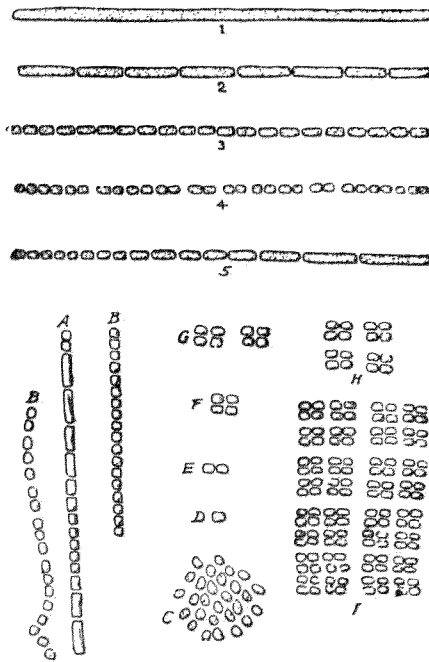
吾人於此可就本篇之窄小範圍內，略述吾人今日關於細菌之知識。此種知識

在近六十年內進步之速，至為可驚。現在已分為數科研究，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，皆日孜孜於此，而因其重要與新奇，今日之細菌學已變為一獨立科學矣。

## 五

### 各種之細菌

細菌在今日認為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為藍綠藻 (Cyanophyceae) 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。故二者又合稱為裂殖植物 (Schizophyta)。細菌之特性在其各種化學活動，與其各種所謂「發酵

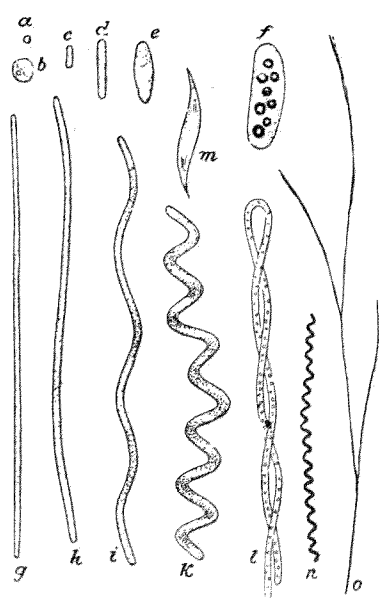


第九圖 Bacterium merismipedioides 之各種形狀

此種為曹甫夫 (Zopf) 在柏林之淡水與腐敗污泥中所考得者。1, 未分段之線狀體; 2, 長段落 (桿菌); 3, 短桿菌; 4, 球菌或圓形之段落; 5, 一線狀體所分之三種形狀。A, B, C, 線狀體分為球菌; I, 獨立之球菌; D 至 H 造成板狀羣體之各步驟; I, 不甚大之羣體中含三十二四分細胞。試與第十七圖相較。

作用，其構造與生活史與酵母菌及微菌異，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菌集之微細獨立之棍棒形生物。平常每闊

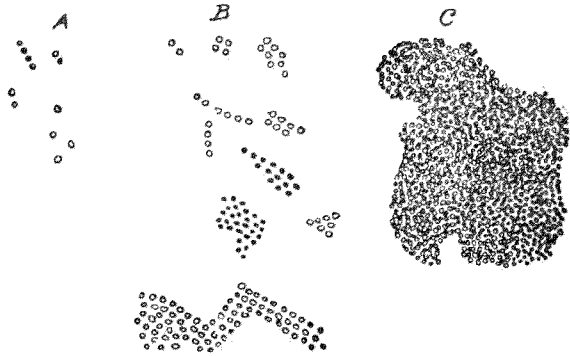


第十圖 細菌單體所成之各種形狀

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)。

五萬分之一英寸( $\frac{1}{2} \mu$ )長二萬五千分之一英寸(1 u) (觀第九圖)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，皆稱爲桿菌 (bacilli) (第十圖 c 至 f)，而 bacterium 一名，昔日加於較長之種類者，今日乃用爲細菌之通名。有數種桿菌，生至較長時，不



第十一圖 或稀或密集合之小球菌  
每一小球菌之直徑，大約五萬分之一英寸，腐敗物中此類細菌極多。

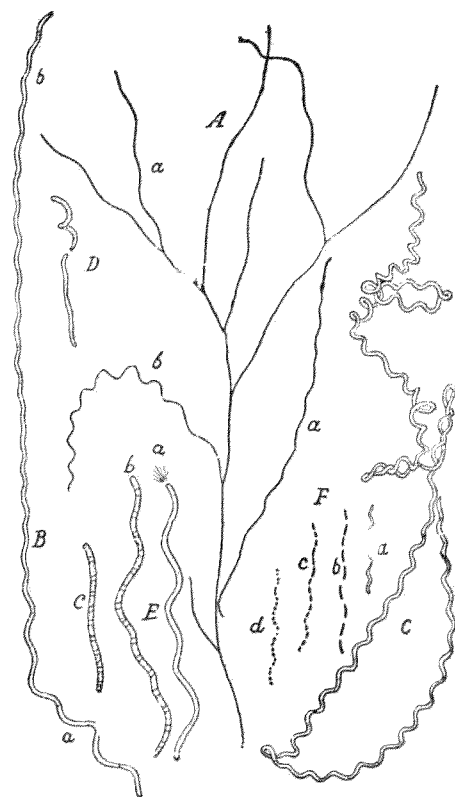


分裂爲二，而繼續伸長變爲細瘦直立之線狀體，則稱爲線狀菌 (Leptothrix form) (第十圖 g.) 再則此種線狀體或不直立而微彎作蛇形，則

稱爲顛狀菌 (Vibrio form)

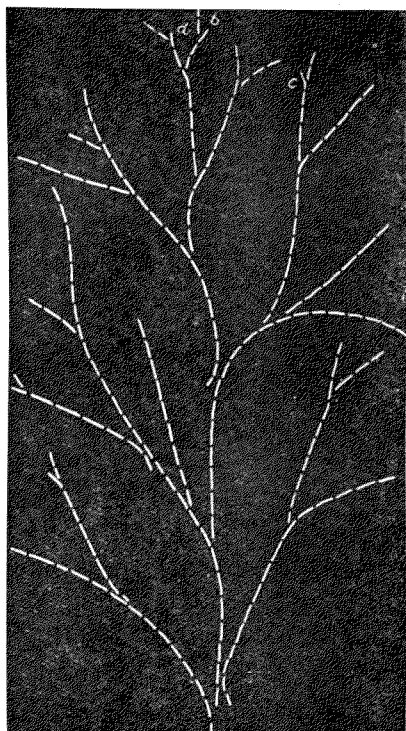
(第十圖 h 至 i.)

本爲繆勒爾加於一般細菌之名，今則惟限於此類微彎曲之種類。此種生長與彎曲再進一步卽爲或鬆或緊紐結之螺旋，



第十二圖(甲) *Cladothrix dichotoma* Zopf 各種之形狀

A, 分枝之植物，其枝常帶顛菌之狀；a, 與螺旋菌之狀；b, B, 一枝之作二種狀態者；C, 甚長密紐之螺旋狀枝；D, 一枝之分出一螺旋菌者；E, a, 未分段之枝；b, 枝之分爲桿形段落者；c, 枝之分爲小球菌形段落者；F, 螺旋狀之枝；a, 未分者；b, 分成長桿菌者；c, 分爲短桿菌者；d, 分爲小球菌者。

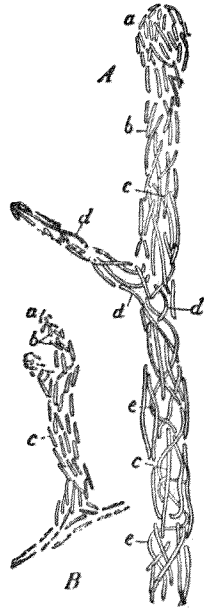


第十三圖 河水中細菌之爲名 *Cladothrix dichotoma* 分枝生長之狀

圖中表示桿菌狀之羣體，與其挂脫於一旁 (a, b, c, 處所表示者)，而仍爲膠質鞘所持之假分枝之狀，放大六百倍。

而稱為螺旋狀菌（第十圖 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（觀九，十二，  
 十三，二十三圖）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，柏林之柯克（Koch）乃稱為讀點狀桿菌（comma-  
 bacillus）也（觀第十四圖。）

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



第十二圖(乙)  
 Cladotrix dichotoma 所成之細  
 菌團之一部(觀  
 圖 F)

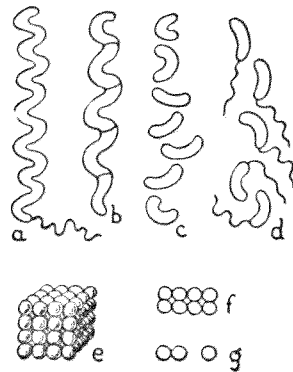
內包括各種形狀各種  
 大小之分段：a, 短桿菌；  
 b, 長桿菌；c, 線狀菌；  
 d, 顫狀菌；e, 螺旋菌。

狀菌 (coccus form)（第十圖 a。）小球菌用橫裂法繁殖甚速，而成甚大之羣體。  
 （第十一圖）所以致桿菌或線狀菌分裂為小球菌之原因，在今日尙不明瞭。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，或有自由成為自小球菌至線  
 狀菌螺旋狀菌之能力（觀十二二十三圖。）如酵母菌經人認為浸於水中分枝而  
 構造複雜之微菌退化之一支，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（文羅格拉士忌 Winogradsky）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，即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，則稱爲變態之形狀（involution forms）（觀第六圖。）

## 繁殖與運動



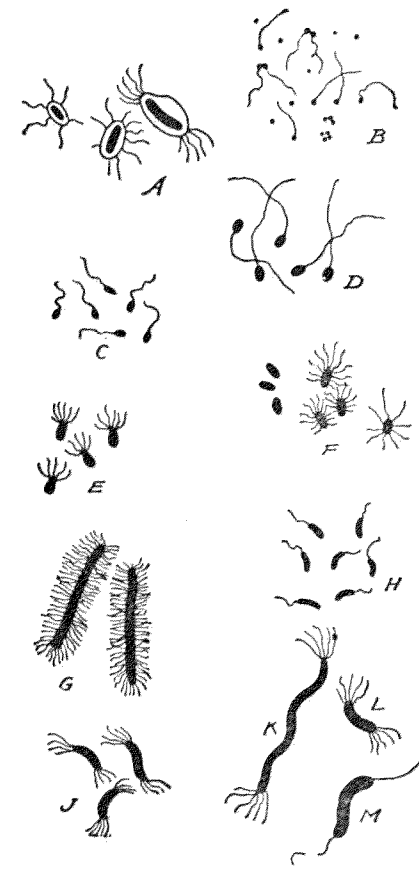
第十四圖 霍亂病之螺旋菌

a, 螺旋菌狀之生長時代，有一顫動之鞭毛，用之以爲螺旋狀之前進運動；b, 螺旋菌已失去鞭毛，不能運動，且分爲若干段落；c, 各段落分離成讀點狀之個體，故柯克與立一讀點菌之名；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，其在人腸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。

小球菌與桿菌生長與繁殖之速率頗為可驚，有一種普通細菌（第二十三圖）平常生於芻草之浸液中，名為芻草細菌。在每半點鐘之久，即生長大至一倍而分裂為二。故一個此項之細菌，在五點鐘內可變為一千零二十四個，至十點鐘則數逾百萬，二十四點鐘則為萬萬計矣。

桿菌，小球菌與螺旋菌，在液中結成濃厚游泳之雲狀體（稱為齧集時代）在其中游泳極速；但有時亦不運動，而下沈為不運動之質點（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。



第十五圖 深染色之製作表示各種細菌之顫毛排列狀況

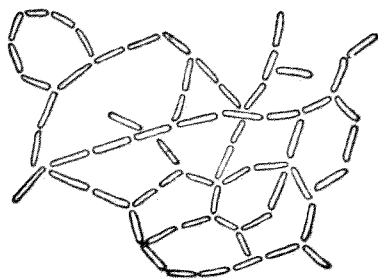
A, *Bacillus subtilis*. B, 有一單獨顫毛之小球菌。C, D, 綠色膿水中有顫毛之大卵形細菌。E, 一種較大分泌色素之細菌，一端有一叢顫毛。F, 腸熱病之細菌，有多數周身生長之顫毛，生活時此項顫毛不能見（觀二十五圖）。G, 一種大細菌；周身有多數顫毛；H, 柯克所記載之霍亂病之讀點狀細菌；J, K, L, M, 各種之螺旋菌，表示兩端之顫毛。

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，即失去顫毛。此種顫毛，僅在近年染色之技術極精，

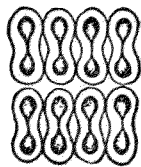
而用最高倍之顯微鏡時，始有法可以察見。蓋其毛極微細而透明，不用人工染色法，決不能辨別之也。第十五圖所表示者，即將各種細菌用極濃厚之染色法染得者，此種顫毛或一個或數個或多數，或生細菌之一端，或兩端皆生，或生滿遍體。此種顫毛之運動，與他種小質點之在水中之運動所謂布朗運動 (Brownian movement) 者大有區別。

### 膠質時代

各種不同之細菌，有一共同生活生長之特性，即在每細菌之個體上，每每發生一層膠質膜是也。此種膠質或極薄，僅足使已分裂之細胞不連接為一（第十六十七圖），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。

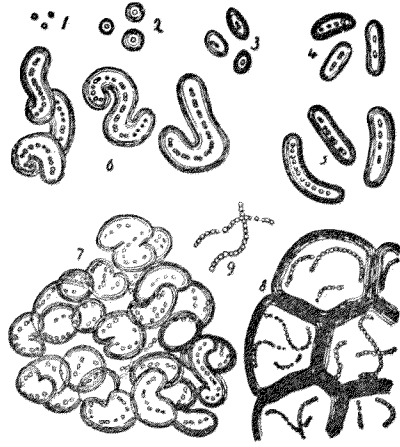


第十六圖 如綠藻中之水網 (Hydrodictyon) 之網狀物  
為有多種形狀之桃紅色細菌 (*B. rubescens*) 所成。



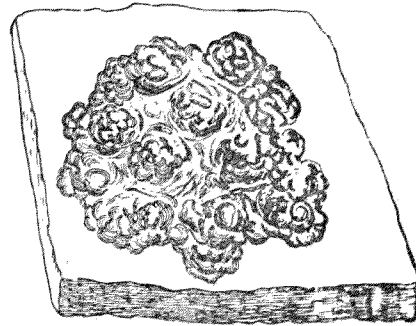
第十七圖 球菌未完全分裂時所成之餅乾狀或8字狀之形態  
柯恩初時以此種形狀為某羣細菌所獨有，為立 *Bacterium* 一屬名，此圖表示八個8字形單位作牌狀排列，互相膠黏，為桃紅色細菌所成。

下部之線狀體乃繼續伸長，遂成分枝之狀（第十三圖）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



第十八圖 *Leuconontoc m. senter* oideskienkowski 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)，變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(*Nostoc*)與 *Anabaena*。



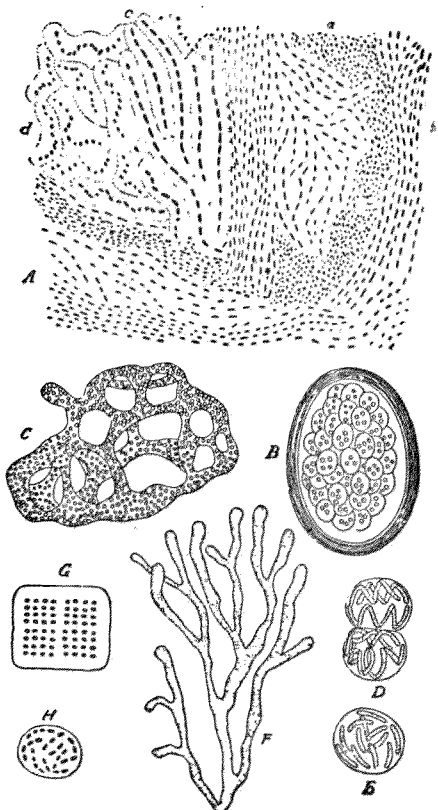
第十九圖 生於一片甘藍根上之細菌團

膠質所包被之細菌，甚似葛仙米與 *Anabaena* 成鍊形。

將發生膠質之細菌裹於其中（第十八圖）。如是之膠質團有時可大至數英寸（第十九圖），有時竟可填塞其所在之玻璃瓶。此種膠質團名為細菌團 (*Zoo-sphaera*)，而植物學家每稱之為細菌團時代。但此英文名稱，含有發源於動物之意，易於發生誤解，應稱為 *Zoogloea* 焉。

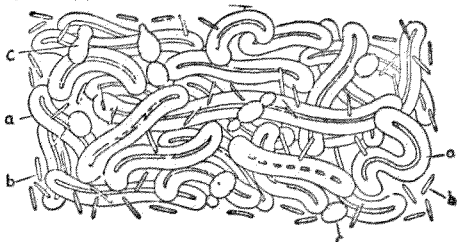
大多數細菌——但非一切之細菌——在生長時期中每每發生多量之膠質團，各種不同之細菌，所發生之膠質團之形狀及密度，亦各各不同（第二十圖）。

最普通者為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，是稱為細菌皮 (mycoderma) (第二十圖 a)；此外則有球形、分枝或網狀之細菌團 (第二十圖 c) 每種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，為薑味麥酒植物 (ginger beer plant) 為細菌與



第二十圖 各種細菌所成之細菌團

A, 皮膚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, 膠質團中之錨菌; F, cladotrix 狀之樹形膠質團中為小球菌; G, bacterium merismopedioides 之牌狀膠質團; H, 膠質團中包有分裂為短段落之螺旋菌。



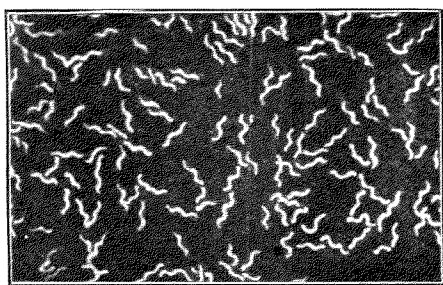
第二十一圖 薑味麥酒植物之一小塊

表示 (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 (第十九圖); (b) 散處之桿菌; (c) 酵母菌, 此為三種不同之植物之共生現象。

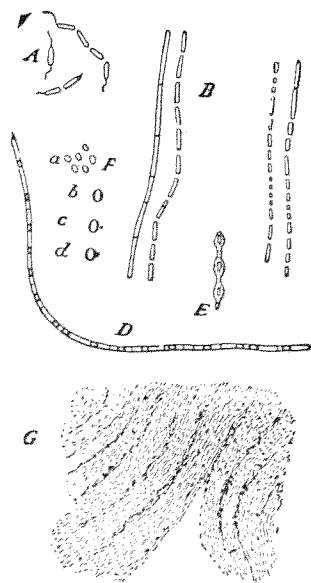
酵母菌合組之膠質團 (第二十一圖); 又如「醋母」與馬乳酒酵母 (Koumiss Ferment) 皆是也。此皆由於各種細菌之共生而成, 與地衣之為菌與藻類共生者相同也。

### 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



第二十二圖 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。



第二十三圖 柯恩諸人所稱之  
芻草浸液細菌 (*Bacillus subtilis*)

A, 自由游泳之桿菌，每一端有一顫毛(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(比較二十三, 二十四兩圖); G, 膜狀膠質包括多行芻草細菌

之原形質，收縮成卵圓形密厚能折光之體，外爲其特種孢膜所包裹。此種孢子有抵抗乾旱與高溫之能力，而非平常桿菌或似桿菌之段節中含有物所具者。此種孢子即爲抵抗孢子，有數種曾於第八, 二十三, 二十四三圖中表示之。吾人不能



將細菌分爲產孢子與不產孢子之種類，蓋吾人不詳知彼從不產生孢子之種類，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、二十三圖）。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。卜克勒（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（第八圖），而芻草桿菌由卵圓形孢子之中部萌發（第二十三圖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），每懸忖線形菌之一節，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（第十圖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，或即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，與其所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，爲炭氫氮氧四種元素所成，而另有少量之硫與極少量之磷酸鹽，石灰，與鹼類。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

有水分子，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，變為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，而為細菌學之基礎；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（Dewar）考得液體之含有使屠肆之肉與死魚發生燐光之細菌者，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燐光。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。白蘭克山頂之空氣，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，將曾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，（爲立司特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，各置一於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，是爲該種之純粹培養，細菌學家乃可用之以研究培養之。上述者爲細菌學家方法之大概，其工作之困難，在時刻需要精密之注意，使之無他種細菌羈雜其中，不可存僥倖於萬一之想。

### 化學品之影響

除營養問題外，細菌之生長每爲各種化學品所制止，或竟爲之殺死，有時僅須少量卽足有此影響。有數種細菌在僅微呈酸性反應之液質中卽不能生存，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爲防腐劑。此等物爲天然環境中所未有，爲人所製造以制止細菌之破壞作用之用者。最近佛能敏 (Fleming) 發現人之眼淚與其他分泌液中，亦含有殺

細菌之物。(Proc. Roy. Soc. 1922)

在數種細菌，必須有游離之養氣，以供其生活與化學作用之用，是稱爲喜氣的 (aerobiontic)。另有一大羣細菌，僅能繁生於無游離養氣之處，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——炭氫氮氧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，施完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氧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，氧氣，與游離氮氣，炭酸氣，融解於各種天然水中者則爲炭酸氣，亞母尼亞，炭酸亞母尼亞與硫酸鹽。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氧素，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氧氣焉。

## 酵素

細菌亦如動物，完全不能以亞母尼亞與炭酸氣爲食，固有數種細菌能由一種



簡單之化合物例如酒石酸化亞母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，即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氧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。微小之細菌不能吞嚥食物，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，厥惟使食物變爲可融，而彼重要之有機原素，變爲較蛋白質爲簡單而可滲透之化合物，滲透入細菌細胞之中，而爲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。第一步爲一特種細菌將肉中之蛋白質，變爲較蛋白質僅稍簡單之化合物，此時殊不發生惡臭，此類之化合物名爲駝明（Ptomaines）。有

數種若人食之，則爲最劇烈之毒物。以他種細菌之力，駝明乃分解爲各種有惡臭之化合物，如茵多 (indol)，糞臭素 (scatol) 等。此類化合物之構造與性質，皆已詳細考定，大都爲妨害多數動物之毒物。他種細菌繼之而工作，造成亞母尼亞，氫硫與炭酸，於此蛋白質乃被分解爲簡單之化合物，大半以炭酸與亞母尼亞爲主，將尿素分解爲亞母尼亞之細菌，亦在此類之中。最後則另有一種細菌，使亞母尼亞氧化成亞硝酸鹽，於是又將有機元素變爲穩固之礦物狀況，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，穩固之炭酸氣與亞母尼亞，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，氧化作用所耗去之氧氣，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氧氣於大氣中，使不至因與各種易於氧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，一大部分尚不得稱為確定焉。

### 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，或發生熱與燐光或否，彼再進而考知用何種化學藥品可使之染色，若有顫毛，其叢集之狀若何。

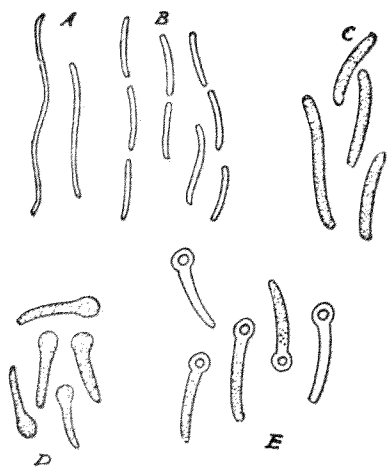
爲方便計，每一種細菌，皆立一學名，此種名單甚長，據極持重之專家計之，共有三十屬一千種之多。但現在無學說能窮其發源蛻嬗之迹，或斷定其各種是否如

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，尚有多數相類之作用。在植物遺體堆積之池沼中，有數種細菌其工作為分解胞膜質與植物之木質纖維，而釋放沼氣（ $\text{CH}_4$ ），硫化氫與磷化氫（第二十四圖）。由酒與麥酒（即淡酒精）造成醋與醋酸，為另一種細菌活動（第六圖）。又如由牛乳造成酪酸，由某



第二十四圖 *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, 彎彎，能游泳；C, D, E, 造成抵抗孢子之三時期，使此細菌成棒形。

種糖類造成乳酸，亦爲細菌所致。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，爲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。數年前孟捷斯脫博物院中多數極可貴之海中貝殼，爲酪酸細菌所侵，多數全變爲粉；細加研究，則見其皆變爲酪酸化鈣焉。

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，以混雜故而變爲黯淡。有數種細菌，其自體卽有色素，如生於麪包上之 *micrococcus prodigiosus*，每使麪包現染血之顏色；當其忽侵入人家之麵包時，每引起無謂之驚恐。他種使乾鱉魚與乳酪變紅色，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等色，有一種卽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，又如使各種烟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，使之繁盛與衰減。

乾酪之製造，全仗產乳酸之細菌，作於用犢胃汁造成之凝乳上。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為重要者，則因有時造成『苦乾酪』、『紅乾酪』、『腐乾酪』與『毒乾酪』而乳油亦可變為油狀與蕪菁味，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)發生平常稱爲螢光之無熱之光。平常芻草，廢棉，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

同時燐光卽無熱之光，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 (*Glowworms*) 之類，皆能發燐光。取任何量海水，若用適宜之方法，極易培養多量發燐光之桿菌，可養之於瓶中至任何時期，而使培養之液體（如肉汁，）搖動於大氣中之氧氣中，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，間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燐光。最奇者爲居在潮標之上富有海藻之海岸邊之沙跳蝦，體中寄生發燐光之桿菌，此菌先在布郎 (*Boulogne*) 繼在奧士特韓母 (*Oistreham*) 與瑙曼底 (*Normandy*) 地方發見，但在英國海岸，從未之前聞。此種燐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。此種燐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燐光細菌，其能引吾人注意而與其他一般細菌不同者約有兩點。一爲能產生發燐光之物質，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？發此等燐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物無益，寄生物每每隨寄主死去，在大多數寄生現象，在一定時間之後，寄生物與寄主間常保持一種平衡，寄生物不極端孳生致使寄主大受損害；蓋寄生物所利者非寄主之死亡，而爲寄主繼續供給寄生物以養料也。故致沙跳蝦於死之發燐光細菌，實爲不可解之謎焉。

海水中之細菌，常爲特別之種類，此問題尙未細加研究，然據云，海洋深處絕無

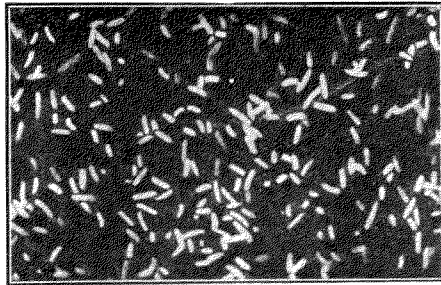


細菌，而以此等處以無如在土壤中或地球上淺水中所含之千百種奇異之細菌之故，亦無腐敗之現象焉。

### 致病之細菌；疾病爲細菌所致

燐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爲原生動物者，卽爲動物而非植物也。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，腸中之含有物爲腐敗細菌之最佳培養地，人與獸類腸中之含有物有一半爲此類細菌，其種類甚繁，皆須俟他日更爲詳細之實驗與研究。此類細菌之大多數，皆不爲害於寄主，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

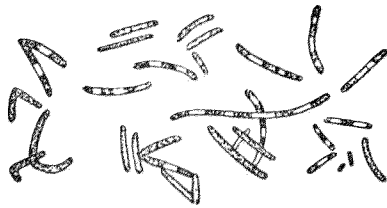
方霍亂，痢疾與各種腹瀉，皆證明為有定之細菌所致。（第十五頁，二十五，二十六圖。）口腔中有各種細菌，（桿菌，線狀菌，螺旋菌）為牙齒腐爛與齒痛之主因，彼致尿素分解為亞母尼亞之細菌有時侵入膀胱中而引起疾病，被極危險之肺結



第二十五圖 生活之腸熱病細菌

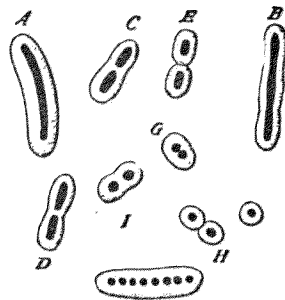
法國巴黎孔曼丹醫學博士(Dr. Commandant)

用黑背景聚光法所攝之影。



第二十六圖 柯克之結核菌 (bacillus tuberculosis)

此取於人類結核之染色切片中。



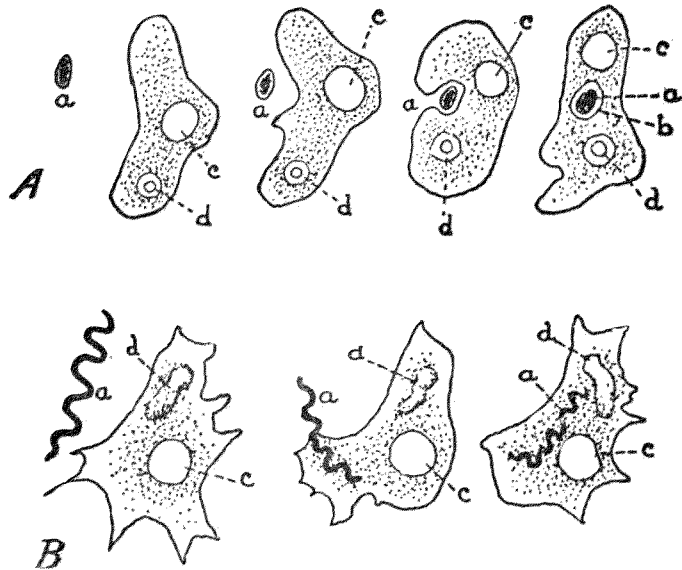
第二十七圖 肺炎病之細菌(由鼠肺中取得)

其甚厚之膠質包被甚為特別，圖中所示者有長形圓形兩端之形狀，直徑放大一千倍。

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，為純粹之培養，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，有各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 (tetanus) 細菌自傳染之土壤中傳入傷口中者，若無敗血病 (septicæmia) 細菌與之俱，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



第二十八圖 A 變形蟲 (amoeba) 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微小細胞之狀，吞噬後乃用“酵素”以消化分解之。白血輪所吞噬者爲一螺旋菌，或爲致病之種類而由此撲滅者。c (b)，圍繞變形蟲所吞噬之食物之液汁；(c)，原形質中盛液計之空穴；(d)，細胞核。

菌必致爲白血輪所殺，（觀二十八圖與其說明）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，立司脫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裹創法與加意之清潔，以期將傷口面上之細菌，驅除罄盡。

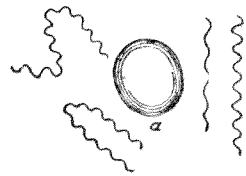
## 九

### 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，曾經試驗證明爲由蝨傳染入人體中，但尙未能分離之。黃熱病由於一種微生物，或爲一種細菌，爲一種蝨（*Stegomyia fasciata*）

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（第三十圖）所致，爲普通之壁蝨嚙人所傳染，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（*Pulex cheopis*）自鼠傳染於人體中。

致病細菌有時爲曾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，而爲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卽其例也。白魯士將軍（General Bruce）發明此種病菌生



第二十九圖 *Spirillum obermeieri* 致間斷熱病之細菌  
 人血中生活之菌，a，赤血輪，放大一千倍。

於馬耳塔（Malta）地方取乳之山羊體中，於山羊身體爲害甚小，或竟無害，並傳染入乳中而爲人所飲，尤以海陸軍病院爲甚，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（*pyemia*）與丹毒（*erysipelas*），白喉（*diphtheria*）馬鼻疽（*glanders*），各種傷風（*catarrh*），與重傷風（*influenza*），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 (tuberculosis) (第二十六圖) 在一千八百八十二年爲柯克所發明，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——爲白根 (Bergan) 地方之韓生 (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，四十年前璠威白根地方之癩病院中有二百五十患癩之人，今日則在璠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，麻痘，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。

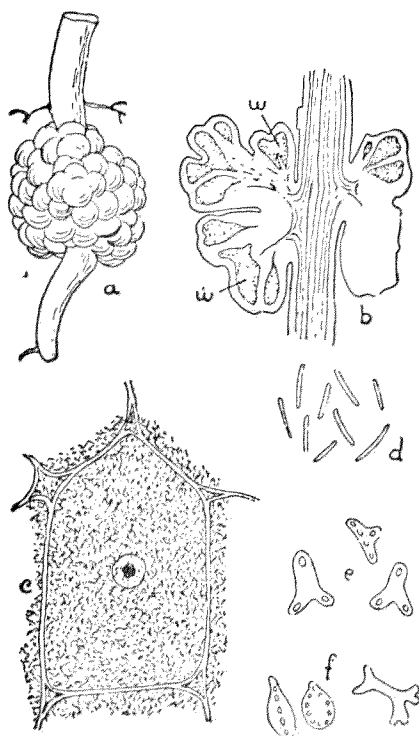
## 土壤中之細菌

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，硫黃細菌乃氧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*），西昔利（*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炭酸化鐵之天然水中，細菌之外部乃爲一厚層赤褐色之氧化鐵所包，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氧化所致。

硝化細菌對於供給綠色植物所需之氮素化合物，極關重要，彼為天然水與土壤中重要原動力之一，而須認為農學與所有綠色植物之栽種之基礎也。一類名為亞硝酸鹽細菌 (nitroso-bacteria) 能將蛋白質最後腐敗分解而成之亞母尼亞變為亞硝酸鹽；但亞硝酸鹽非綠色植物所需，彼所需者為硝酸鹽。另有一類細菌名為硝酸鹽細菌 (nitrate-bacteria) 者，立即隨硝酸鹽之後，將亞硝酸鹽變為硝酸鹽。但



第三十圖 細菌侵入豆科植物之根部之狀況

a, *Bacterium radiculum* 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。

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。(第三十圖) 此種細菌名為

另有一類極奇特之細菌能直接攝取大氣中游离未經化合之氮素變為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，



*Bacterium radiocolum* 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，與將亞硝酸鹽變為亞母尼亞與游離氮素。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畢生之研究，現曾設有甚大之工廠，收集糞尿利用各種細菌如腐敗，腐化胞膜質，造成亞母尼亞，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，則須用臭氧氣或綠氣以清潔之。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，此類細菌即 *bacillus coli communis* 與 *B. enteritidis* *sp. rogenes* 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，而未曾發覺，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

以上所陳即詔讀者以關於施完之『浸液蟲』愛樂保格之 *vibronia*，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

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，此條爲已故之瓦德教授 (Professor 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。讀者亦須參讀顯微鏡學季刊第 xiii 及 xvi 卷 (一八七三及一八七六年) 中藍開斯脫 (Lankester) 所著之『桃色菌』篇。左夫 (Zopf) (Breslau 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) (Jena 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——帕司特 (Pasteur) 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。彼統稱之曰細菌 (microbe) —— micro-bionta 之略字——因名稱簡便，遂爲一般人所用焉。



# 第二十八篇 地球之構成與岩石之由來

國立東南大學地學系主任 竺可楨譯  
美國哈佛大學地理科博士

## 地球之內部——火山之爆發

### 地球之成因

本書發端諸章，曾略述近今科學家對於地球之成因，以及混沌初闢時一切情形之理想。地球之始，必與其餘七行星同起源於一龐大無倫之螺旋形星雲 (spiral nebulae)，此等螺旋形星雲，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勃拉斯 (Laplace) 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 (Professor Chamberlain) 所述，則拉勃拉斯之理想如下。

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，即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 (earth's crust)，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

溫度低降，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 (Meteorie theory)，此說謂星雲之初，雖係氣體，但日後成爲散布之流星，所謂行星者即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 (planetesimal hypothesis)\* 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 (Solar System) 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（即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，其始大抵為熔岩（lava），或凝結，或沸騰，迭相為變。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（granite）等之物質，乃上升，而鹽基性如玄武岩（basalt）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。

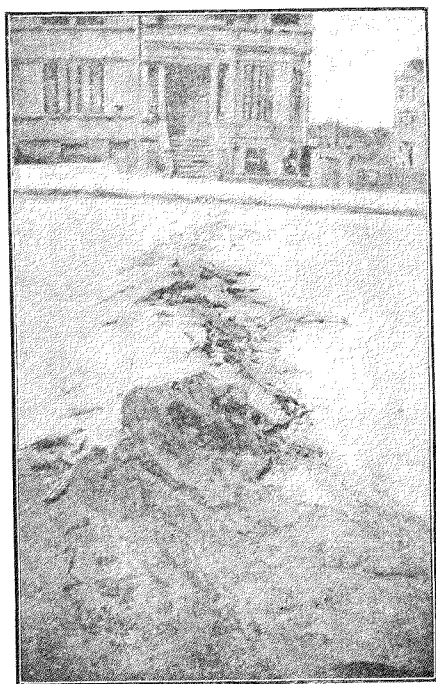
\*譯者按此說有二名，在英國稱爲流星說，美人則多稱之謂無限小度行星說。

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，故吾人無從覘知。地球中心之離地面達四千英里之遙，而世人所掘最深之坑，不過六千五百英尺，尙不及一英里又四分之一也。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，非恃科學的研究方法不爲功。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



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。

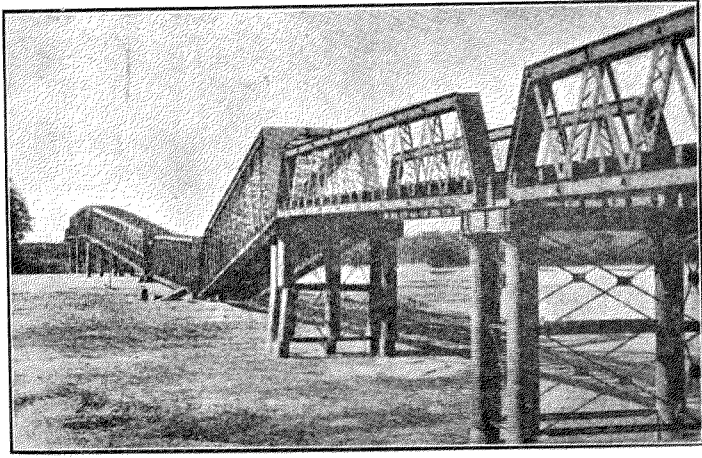
吾人所知關於地球內部之狀況，

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』(Principal waves)，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 (transverse waves)。

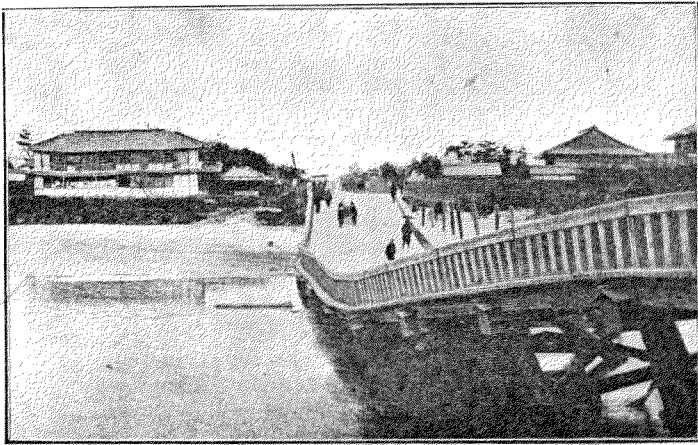


waves) 其速率不過縱浪 (longitudinal waves) 二分之一。所謂縱浪者，實為地震各波浪之先驅，凡有地震時，首到之震動，此為縱浪，故又名為「先驅浪」 (first precursor)。地震之所以能表現地球內部之情狀者，實由於此等先驅浪也。研究縱



在日本地震之結果

地震後岐阜與大垣間長良川鐵橋之小影。



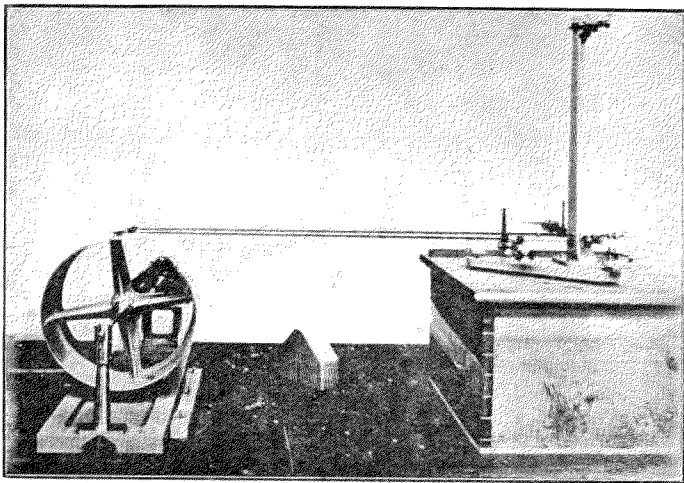
日本莊內川批杷島橋傾圮後之情況

橋已陷入河中，彎曲作蛇形。

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。美國地質學家卑萊佛里司 (Bailey Willis) 討論『何謂實地』 (What is Terra Firma?) 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

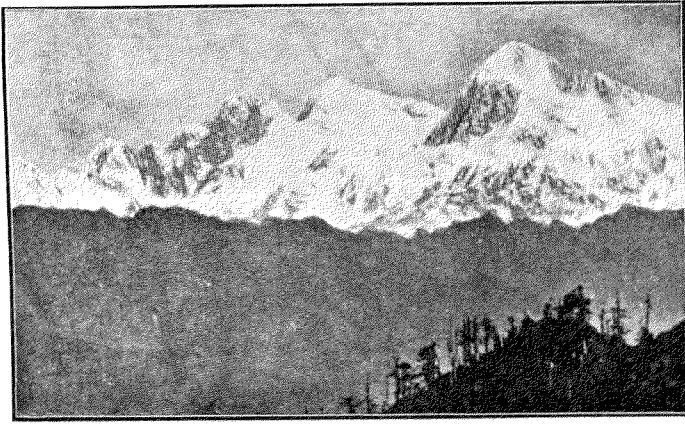


地震儀 (seismograph)

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。

山嶺而不碎爲齏粉者乎？『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？試更述卑萊佛里司對於此點之意見。

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



喜馬拉亞山與其頂峯愛佛拉司 (Everest)

喜馬拉亞山之頂峯卽爲世界最高之一點，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 (marble) 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閣萊教授 (Professor Gregory) 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，仍不能變為液體或氣體，且證明其極為堅固，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，其溫度即不難推測，因此吾人斷定地球內部之溫度，必在攝氏九千度以下，大概不及四千度。』

## 二

### 地球面上海陸之分布

研究地球之形容面目，即研究地球海陸分布之狀態，實為一極有興趣之問題。英人盧星格林 (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 (tetrahedron) 者，即一立體形，其四面均為三角形。大西洋，印度洋，太平洋，及北冰洋，即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，則其狀態偪肖世界上之海洋。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 (families) 而亦同種 (species)。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，而恆爲大陸者，但不多見耳。昔人常謂北大西洋中有所謂大西洋 (Atlantis) 之存在者，柏拉圖 (Plato) 關於有史以前大西洋之著述，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，則亦曾見天日而嶄露於海面之上者也。當歐洲石炭層 (coal measure) 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

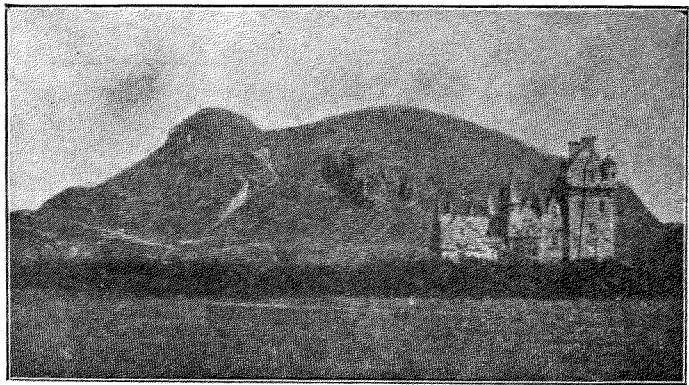
物，地質學家因此推測當時上述各處，實相連合，而成一偉大絕倫之洲，名爲『哥特華納大陸』(Gondwana Land)。但依新近威棋納教授 (Professor Wegener) 之說，則謂在當時上述各洲，相距實較今日爲近，南美洲，南冰洲 (Antarctica)\*，澳洲，印度諸地，可以南非洲爲中心，而加附於其上，如吾人之排七巧板然，使成連綿不絕之大陸，而同時其面積遠不如普通所臆想『哥特華納大陸』之巨。威棋納教授并謂大陸之上，多輕鬆之岩石，如花崗岩等，而海洋之底，則多重實之岩石，如玄武岩等。是故大陸之所以得高露而顯其頭角者，實由於其物質較輕，而浮升之故，猶冰山之浮於海水中也。直至地質學上離今未遠之一時期，卽第三紀 (Tertiary epoch) 中，此島合之大陸，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，爲每年五十英尺。岩石之在移動大陸之前方者，往往被推逼使成皺襞之狀，南北美洲西岸之落機山 (Rockies) 與安提山 (Andes) 卽由是而成。而此類山脈之所以特多火山者，亦以是也。

\*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。

## 火山

英倫諸島，受地震之災害甚鮮。至於火山 (volcanoes)，則固未之聞焉。但此不過

目前之狀況耳，在地質歷史上，英國固常有地震與火山也。島上各處岩石，幾無不



蘇格蘭愛丁堡之埃燒座

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霍溪流剝蝕此則巋然獨存。

(Snowdon) 及楷豆埃列司 (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。蓋以冷却公轉，及他天體吸力諸故，地脉常發生變形力 (strain) 與應力 (stress)。地殼

山活動之中心。如北柏維克牢 (North Berwick Law) 本爲一主要之噴火口，蘇格蘭首都愛丁堡 (Edinburgh) 附近埃燒座 (Arthur's Seat) 及堡岩 (Castle Rock) 諸地，昔曾爲一極大火山，洛克司堡 (Roxburgh) 之哀爾塘山 (Eildon Hills) 與克賴特灣 (Firth of Clyde) 之剛貝 (Cumbraes) 亦均爲火山之遺址，此猶不過舉其大略而已。此外如維夏山 (Cheviot Hills) 及湖沼區域 (Lake District) 昔日曾爲火山帶，而威爾斯 (Wales) 之司諾塘

一有變動，則岩石必緣斷層而移易，所謂「斷層」(Fault)者，即連綿一致之岩石，忽折裂而生上下之移動也。裂谷 (rift valley) 即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，炭根系介湖 (Tanganjika)，以及非洲諸大湖，即成於此等裂谷之中。地球之形容面目，實多由於此等上下移行之動作所造成。依格列閣萊教授之說，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，其底部即受有極大壓力，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 (folding) 之類，有密切之關係。在近今時時爆發之火山，可以意大利之維蘇菲雅 (Vesuvius) 爲代表，自有紀錄以來，維蘇菲雅之第一次爆發（在西歷紀元後七十九年），毀滅龐貝 (Pompeii) 城，使成一片焦土。地中海內司忒朗波里 (Stromboli) 火山，自荷馬 (Homer)



時代以來，即時顯其活動。

### 維蘇菲雅火山爆發時之情形

英國藍開司德爵士 (Sir Ray Lancaster) 曾目擊維蘇菲雅火山爆發時之情形，茲特引其所述如下。

維蘇菲雅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。爲地殼所封閉而蟄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，爲一八七一年維蘇菲雅爆發時之景况。

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。維蘇菲雅所成之雲，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，即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。須臾其溫度即降低，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，即奔騰而出，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) 即古時之噴火口，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，以便一覘火山口之內容。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，僅露維蘇菲雅山以及那泊爾 (Naples) 附近諸山之頂峯於空際，宛如島嶼之矗立於海洋中也。

藍開司德爵士於翌年又親睹維蘇菲雅火山之大爆發，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，則其廣已達六英里，三日以後，以溶岩流凝結成爲固體。其面部之波紋，則尚仍其舊，遙望之宛若瑞士山中之冰河 (Glacier) 但面部一英尺以下，仍甚熾熱，置木桿於其中，則立即着火。\*

\* 此段所述見藍開司德所著 *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即上節所述，由於岩石沿斷層之各種移動也。

歇泉間 (Geysers) 者，即溫泉之能噴水上升



新西蘭羅托盧 (Rotorua) 之衛曼姑 (Waimangu) 間歇泉

間歇泉 (Geysers) 或溫泉，爲火山作用將熄滅處所特有之現象。間歇泉以北美洲冰州及新西蘭爲最著。圖中噴水高達一千五百英尺云。

飛入空中如噴水池者也。多存在於火山活動區域內，其熱力即取源於火山。世界最著之間歇泉在美國懷倭敏 (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。但美洲愛斯蘭 (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。

### 三

## 山岳之成造

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。苟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？

此蓋由於地球內部尚儲有極大之原動力，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，為堆積山岳(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。大西洋中之塔納里夫

山(Teneriffe)，日本之富士山(Fujiyama)，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

大利之維蘇菲雅火山，即其明證。昔日維蘇菲雅山之噴

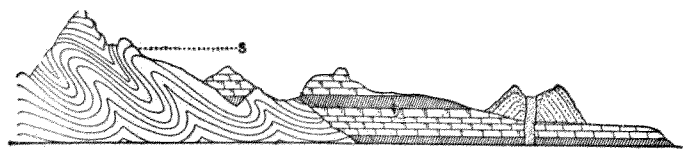
火口，遠大於今日，但以受爆發之影響，而一旦毀滅，迄今

其陳跡尚有可尋者。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

(neck)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(accumulation mountains)，由於火山衝破平鋪之地層而成。

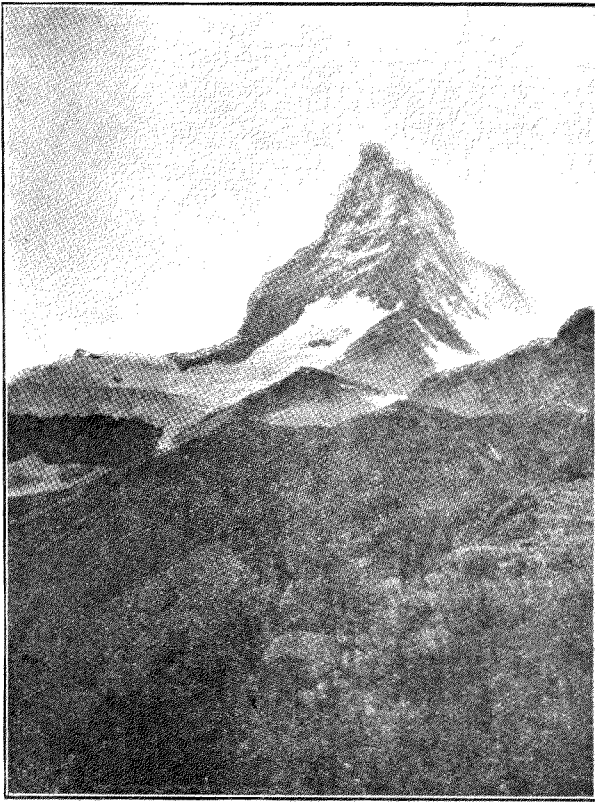
山爲最重要，但冰河之前端，亦能積有堆石，蓋冰河挾石塊以俱行，及至前端冰河溶解，則岩石卽積聚成邱陵矣。

但世界重要之山岳，均非由堆積而成。至於綿亘千里之山脈 (mountain chains)，則更非堆積所能爲功矣。地殼中物質之擁擠與傾軋，實爲其主要原因。如在地殼堅硬處，則大塊之岩石卽因受排擠而高聳，或至於傾側一方。如在地殼柔軟處，則岩石卽爲壓力所彎曲，而成爲波狀之起伏。

### 曲摺山岳 (folded

mountains) 爲沿地殼

軟弱處，岩層所成綫紋狀之起伏。沿大陸之邊際，地面沉降，遂成爲盆狀之陷穴，此卽所謂海洋是也。自



麥透霍峯 (Matterhorn)

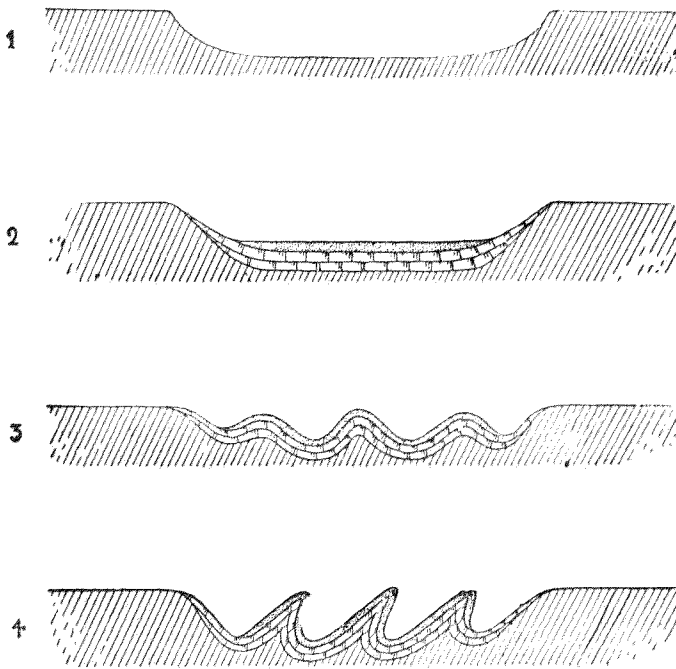
此著名之阿爾卑司山峯，高凡 14,705 尺。偉大之冰河，自其山坡下垂，頂峯尖銳如針，足以表現風霜剝蝕之力。其頂峯嚮爲人跡所不至之處。一八六五年芬褒 (Edward Whymper) 率欲探險隊造其巔；但下山時失足而死者凡四人，近來登峯造極者，頗不乏人，不復視爲畏途，但山中時有不測之風暴，葬身其中者亦常有所聞也。

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 (sandstone) 與粘土 (clay)，魚蟲貝介類之遺骸，積聚而爲石灰岩

(limestone)，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，則但緊持兩端而壓偪之，則中部自生起伏。如兩旁之壓力不大，則起伏作波紋狀，如兩旁之壓偪甚劇，則



山嶺成造之四步驟

(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。



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。

## 阿爾魄司山之生成

歐洲主要之摺曲山岳厥推阿爾魄司 (Alps) 其成立之，發軔遠在第二紀 (Secondary Era) 之初期。時則阿爾魄司目前駐足之地，尚爲一盆狀之海洋也。歷經第二紀無數萬年之時間，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也，均在此渺茫久遠之時期地中海中沉澱逐漸積聚成沙岩頁岩 (shale) 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，即現時所謂地中海 (Mediterranean)，而阿爾魄司山一帶劇烈之摺曲，亦於同時開其端倪。阿爾魄司山之曲摺，傾向西北方，使岩層橫倒



班拿阿爾魄司山之高峯

圖中左方爲玫瑰山 (Monte Rosa, 高15,217尺) 係阿爾魄司山中之第二高峯，賴司堪峯 (Lyskamm 在圖之中央(高14,889尺)，圖之右上角則爲勃賴忒霍峯 (Breithorn, 高13,685尺)。偉大之哥納冰河 (Gorner Glacier (在左方) 即自此等山坡下垂。上圖係在麥透霍山峯 (Matterhorn) 上向東所攝之影。

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，則因受傾軋而變為粘板岩 (slate) 與片岩 (schists)，花崗岩中之礦物，則因受壓迫而成為平行狹長之細片。

摺曲成立之最後結果，足使受傾軋之岩石，顯露於海面之上，而達阿爾塊司山現有之高度。但未幾風霜雨雪，即施其剝蝕之效用，而於地質學上所謂比較的短時間內，即已大改其面目矣。阿爾塊司山最高之頂峯（如白山 Mont Blanc 麥達項山 Matterhorn 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，則亦能成為平原。歐洲之俄羅斯大平原，即其例也。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，則不久川流即鑿

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，均被冲刷以去，僅餘堅硬之高峯峻嶺矣。凡小岳之成立，由於上述之原因者，名爲剩餘山岳 (relict mountains)，爲昔時大塊高原之殘餘也。

### 蘇格蘭之山岳

蘇格蘭與瑙威之山岳，多爲剩餘山岳。在地質學上最初時期，瑙威蘇格蘭間卽成有摺曲山脈，宛如今日之阿爾魄司山。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，卽阿爾魄司山尙爲其先進也。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。審察瑙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 (original)。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。

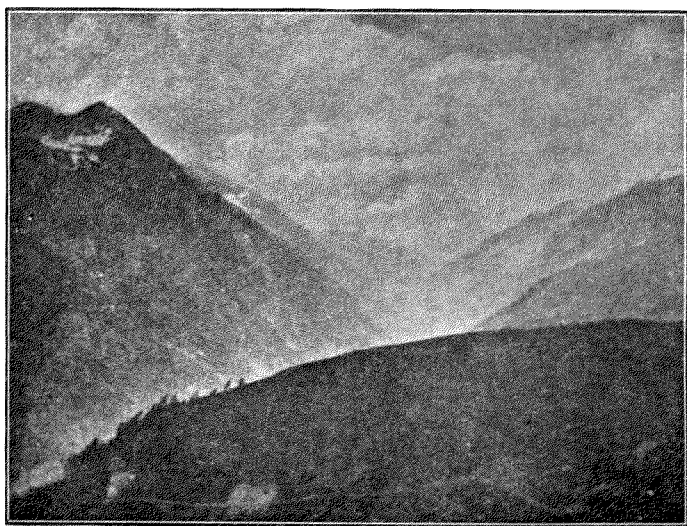
其二則由於破壞或剝削而生成者，如剩餘山岳，即其例也。此等山岳昔日曾爲高原，迨後因受風霜川流之剝蝕，柔弱處盡被冲刷以去，僅遺堅硬之岩石以爲殘餘，爲剝蝕之紀念品而已。

### 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。司梯芬 (Leslie Stephen) 謂白山之肩部，『有若干巖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) 之牯嶺山 (Coolin Hills)，雪莫尼 (Chamonix) 之阿該耶 (Aiguilles) 山其明證也。

在歐洲阿爾魄司與其他高山之巔，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，即天寒時池沼川流面部所結之冰。至於藍冰，乃作顆粒式而為積雪所變成之冰也。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（*Glaciers*）之稱也。所謂冰河者並非為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。因冰河極為堅實，故不易全體溶解，而常能下行達於雪線（*Snow line*）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，為其所挾帶而下降。迨達



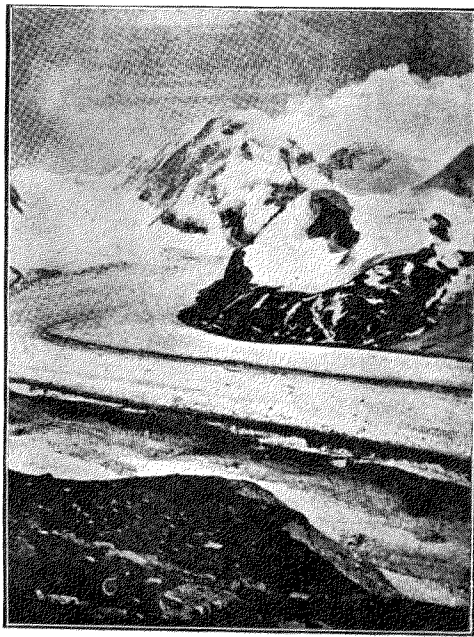
模範的冰河河谷

射麥（*Zermatt*）上游尼古拉（*Nicolai*）河谷之風景，麥透霍山峯在攝影者之後方。江河所成之河谷係狹窄屈曲作 V 字形，冰河所成之河谷則較直而作 U 字形。現時冰河已退向上游，自哥納河流出之維司魄河（*Visp River*）乃流於河谷中。

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 (Moraines)。泥沙之細者，爲冰河溶解所成之川流冲刷以去，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，較爲顯露，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 (Striae) 也。

凡此種種遺跡，如堆石，搔痕等，雖冰河消滅而後，至今日仍不難認辨，而追憶當時之景況。如蘇格蘭之高原，卽不少此等遺跡也。蓋在地質學上最後時期，卽冰河

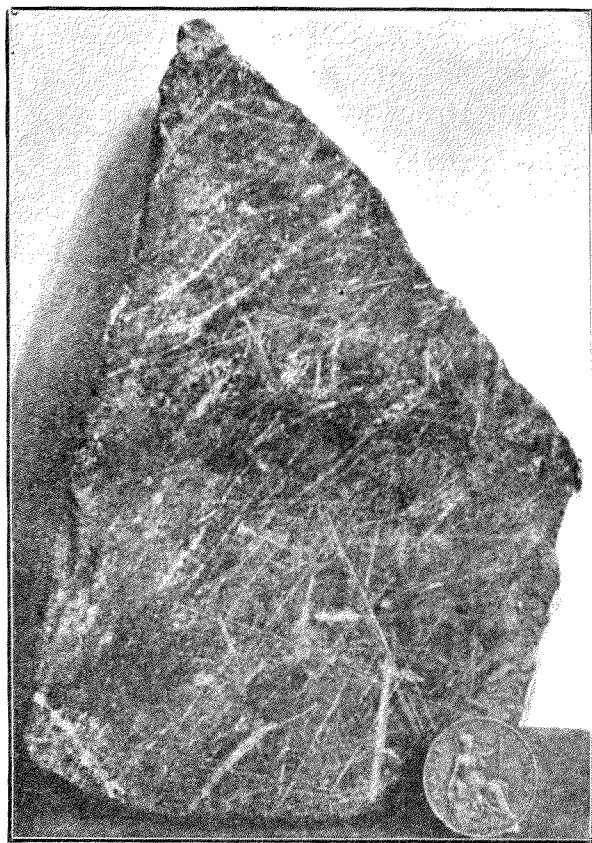


哥納冰河 (Gortler Glacier)

終年積雪之地，則雪因時落時結，遂致凝成冰。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，卽所謂冰河是也。圖中哥納冰河係阿爾卑斯山中第二大冰河，在攝影時廣約一英里。

時期(Ice Age)中，北歐之全部，英國泰晤士(Thames)河以北，以及北美洲加拿大之全部，盡爲冰河掩蓋，其情況不啻今日之南冰洲大陸(Antarctic Continent)及格林蘭(Greenland)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，卽山岳，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，則岩石卽因之以時漲時縮，遂致碎裂。更經風沙不停之磨擦，而其消滅乃益易也。

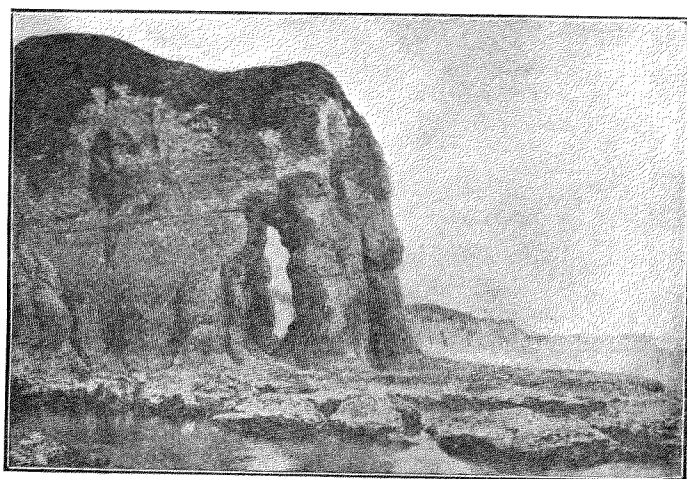


冰河所留之遺跡

圖中石塊表現冰河之磨擦作用，使石塊之面部光滑。同時面部留有細長之搔痕，係由冰河底部所挾堅硬之沙礫刻畫而成。此標本在康嫡唐縣(County Down)石炭紀岩層中覓得，足以證明該時英國曾有冰河。

山岳之地，則寒冷之氣溫與冰霜，實為剝蝕之先導。岩石碎為沙礫而後，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，溫利之福安 (Föhn) 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，積久而復成為岩石。嗣後若海底重遭變故，則又可隆起成大陸，或摺曲為山岳，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。山岳之建造可分為三時期，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，亦可分為三時期，（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，即為山岳建造之第一期。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



愛爾蘭海濱波浪衝擊之結果



即經一度之緘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，未必即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

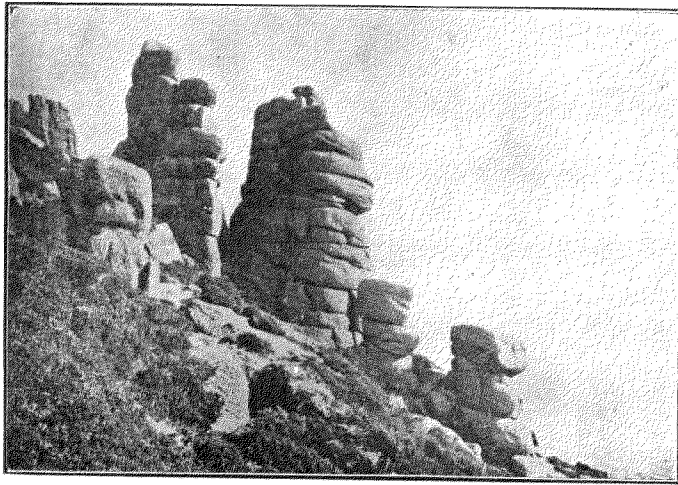
### 花崗岩

建造大陸之材料，多爲花崗岩（Granite），而世界若干山岳，如歐洲之白山亦爲花崗岩山。即都市各建築中，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 (Quartz)。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，因酷熱而溶爲液體，嗣後溫度低減，乃復固結而成岩石。

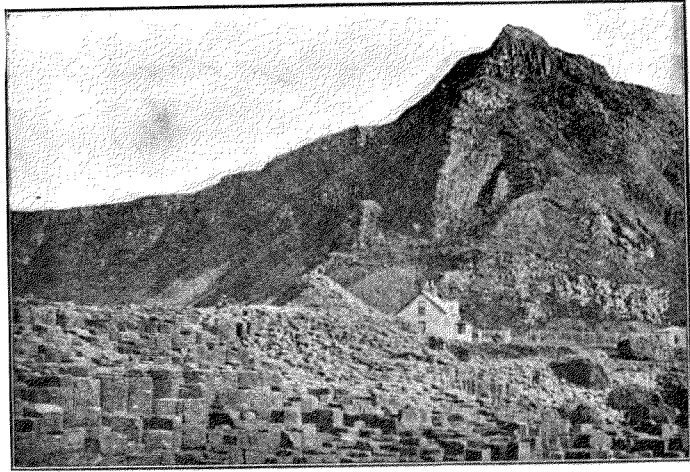
吾人對於地殼已畧知其底蘊。至於地殼以內之岩石，因其溫度極高，故若外部壓力不過大時，此種岩石卽呈流質之狀態。此等液體性之岩石，不時衝騰向上，而突入於地殼之中。若達於地面，則流溢爲溶液，而呈火山噴發之現狀。若半途梗，則卽在地殼內部冷縮，而凝結爲岩石。此



愛爾蘭芒納 (Murne) 山之克維泰堡壘  
(Castles of Kivvitar)

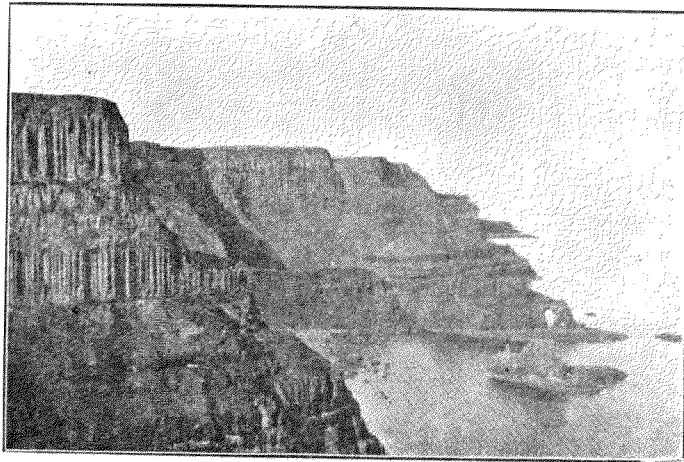
此等“堡壘”乃係矗立山坡之花崗岩石柱。空氣風化作用已足使岩石中天然節理顯露。

等隱藏之行動，初本無從探悉，迨日後面部岩石盡為風霜所剝蝕，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。



愛爾蘭之脫里(Antrim)縣之巨人道(Giant's Causeway)

此聲聞全球之巨人道成於初新統(Eocene)時期，係地殼裂縫中所洩出之溶岩凝結而成。岩石係玄武岩(Basalt)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。



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(Red Ochre)，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。

## 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，往往分裂爲二。是故置透明之結晶如愛斯蘭石 (Ice-land 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。

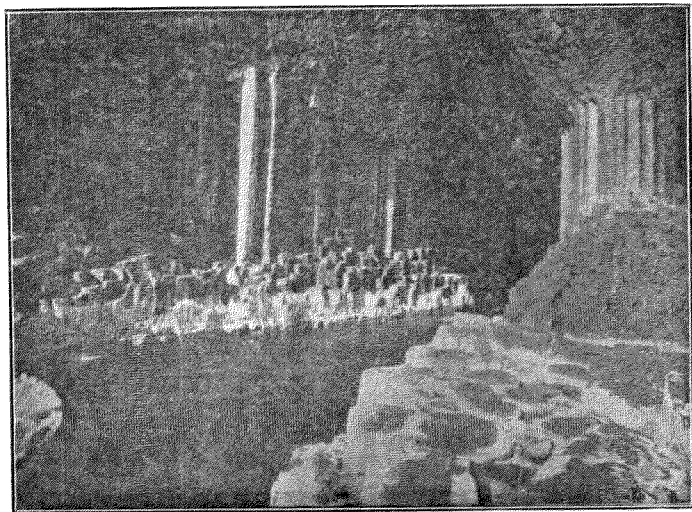
當結晶生成時，如各方均能自由發展，則必成爲幾何式的形象。其中合若干平面，各平面互相連接，夾以相當之角度，測其所含角度之大小，亦可以檢定礦物之種類。在花崗岩中常含有雲母，其平直之面部，能反射光線。特熔岩凝固時，其中結晶，鮮能自由發展。是故結晶雖能保守其他項固有之性質，獨於其形狀則否，如在花崗岩中各種結晶互相排擠，遂致擁塞不堪，而均不能得充分之發展也。

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，盡為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。其初自炎熱無倫地球之內部，衝騰而上，迨為地殼中岩層所梗阻，則逐漸冷却，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。

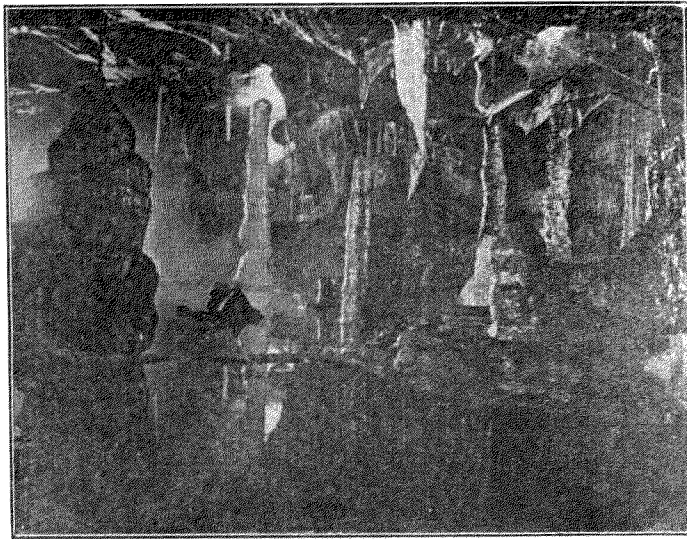
## 沙岩



英國西勃列提司島斯塔法(Staffa)之芬高洞  
(Fingal's Cave)

上圖足以表示原成岩依其節理(Joint)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。

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，均能破裂山嶺之岩石，破碎而後，川流飄風，挾之以俱下，若遇冰河，則磨擦使成齋粉。且水之作用，不僅為物理的，而亦為化學的。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，即能漸漸碎為細粉，沖刷成泥。石英因較長石為堅硬，不易腐爛，遂碎為細粒而成沙。凡山間花崗岩露之處，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，是即為花崗岩剝蝕之初步矣。



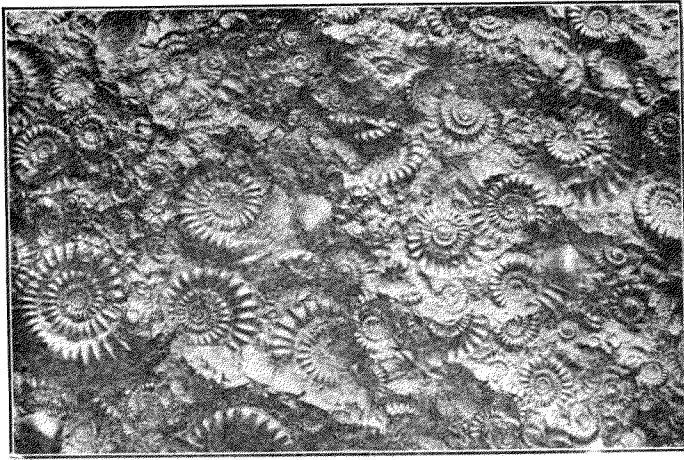
英國聖馬利縣(Somersetshire) 乞達之殼克司洞  
(Cox's Cave)

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 (Stalagmite)。鐘乳石若與石筍上下相連接則成石柱。

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。雨量豐沛之地，溝壑中滿載沙礫，匯集成爲川流，以注於江河中，最後乃冲刷以入於海洋。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，并能冲刷河底之泥沙，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 (Sediments)，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 (Strata)。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 (Silica)（石

英即為矽酸之結晶)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(Fossils),在地質上極有價值,蓋岩石中苟有化石發現,則不難自埋



菊石 (Ammonite) 之貝介

此標本得諸英國約克縣 (Yorkshire) 蕭忒倍 (Whitby) 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 (Cuttlefish) 及鸚鵡螺 (Nautilus) 頗相近似云



化石標本

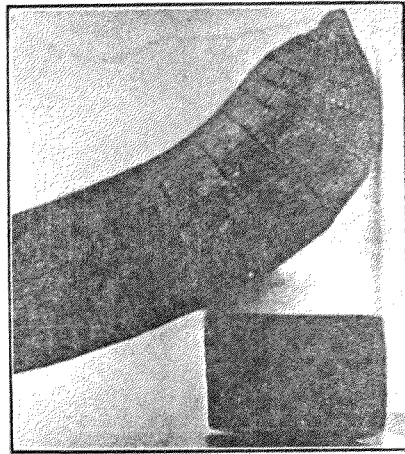
此化石名 *Extracrinus briareus*, 係得諸英國南海岸拉按列箕 (Lyme Regis) 地方。現今海百合類 (Crinoids 或“羽星” (Feather Stars) 類雖為水族中之甚著者,但在地質學過去歷史中其數且遠過於今日也。

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，實含有兩種物質，一為沙粒，而一即膠質也。沙粒多係石英之碎屑，具有稜角，而為殘破之結晶，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



筆頭草之化石 (Fossil

Horsetail) 或石葦 (Calamite)

上圖為石葦之莖，類似現時之筆頭草，惟已絕種，其發育最盛在石炭紀時期，高岩喬木，為煤層中之主要物質。沿莖之縱軸，有線狀之排列，莖復橫分為數段，每段之邊緣枝葉發生作輪形。現今南美洲尚產高三十英尺之筆頭草，頗足與昔日之石葦媲美也。

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。但非爲屑岩，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，即稱有機的。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，而其他氣質之成分則較少耳。煤在空中，一經焚燒，則其

中之炭與氫即分離，而空中之氧，乃與炭素結合，而成炭酸氣，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。喬治司梯芬孫 (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) 及柏海炭 (Boghead coal)\* 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。無烟煤 (Anthracite) 則變質更甚，爲潔淨而有光澤之煤，其光澤偪似金屬，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。

\*譯者按 (cannel coal 本作 Candle coal 以誤傳誤遂成習慣。Boghead 係蘇格蘭地名。

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 (Horsetails) 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) 適爲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，大抵爲枝幹所成，而有光澤者，則爲花實所成者也。煤層之下，多爲頁岩，又稱『底粘土』 (Underlay)，其中尙存有石化 (Fossilised) 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-balls)，其中埋有極佳之化石。

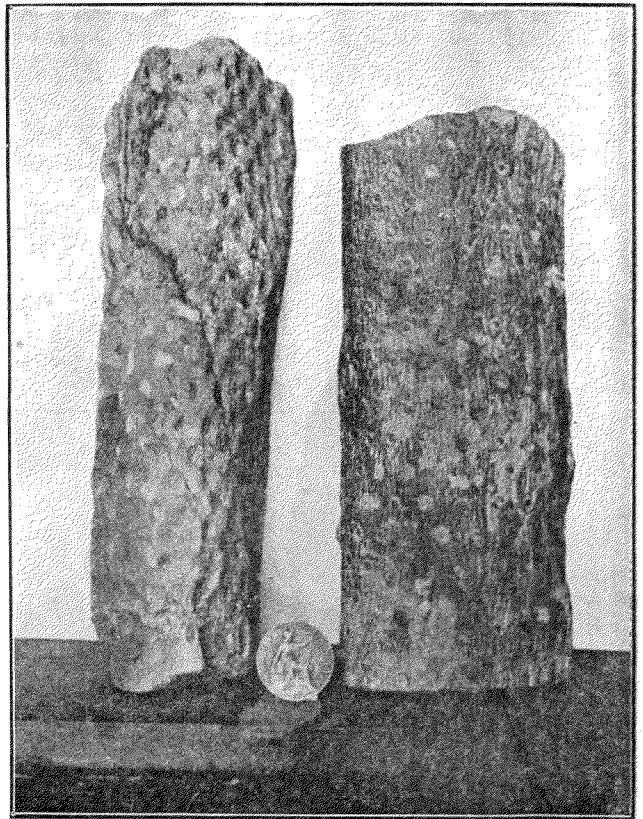
煤雖以石炭時期所成者爲最著，但按之實際，則各時期所成之岩石中，均具有之。昔日結成煤層之植物，大抵多滋生於濱海低窪之處，如今日美國東南部佛洛列達 (Florida) 省沿海之叢藪，卽其例也。草木枝幹枯朽而後，堆積沼澤之中，附近之河流，亦能挾腐枝破葉以注於此等叢藪之內。嗣後陸地逐漸下降，窪地沉陷爲海底，而沙礫沉澱乃掩覆於此等植物遺體之上，經若干時期而後，卽成爲煤矣。苟海底重復上升，則森林叢藪，又可蕃殖，如爲時甚久，則第一層石炭之上，又結有第二

層石炭矣。但煤層亦間有爲浮木以及淡水湖沼中叢藪所結成者。

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，具備虹蜺所含之一切色，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 (Chalk) 爲純白柔軟之岩石，其成分幾全爲碳酸石灰 (Carbonat of lime)，間亦雜有少數不純粹之他種礦物質。白堊爲軟體動物 (Molluscs)，海百合 (Sea-lilies)

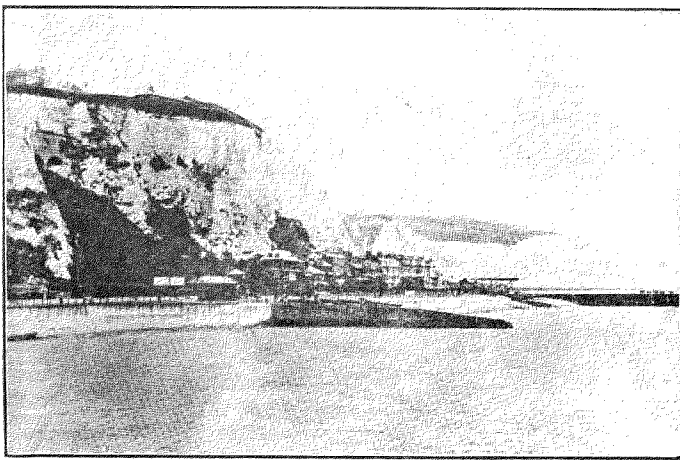


煤層中之植物化石

昔時植物之遺體迄今已成爲煤。上圖爲石 紀時植物 *Sigmarilla elegans* 之莖與根，得之於愛爾蘭安脫里 (Antrim) 縣波萊堡 (Ballycastle) 地方。

海膽(*Sea urchins*)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,即原生動物(*Protozoa*)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(即石膏)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陀浮(Dover)海濱白堊巉岩之旁,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



英國陀浮(Dover)之巉岩

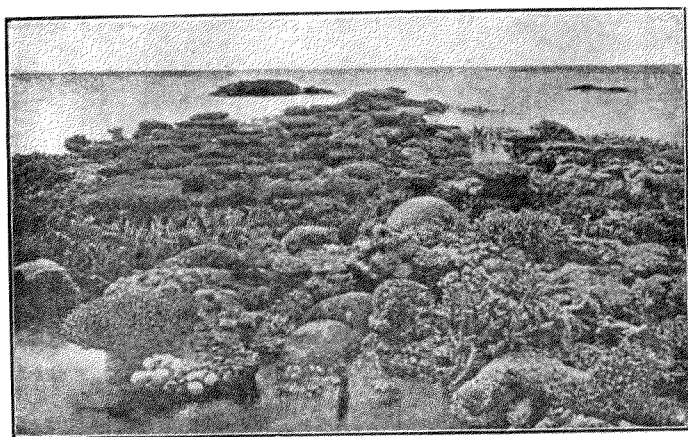
圖中白堊岩層本在海底積成,上升而成海濱之巉岩。其中白堊係昔時海中無數貝介類之甲殼堆積而成。

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 (J. Arthur Thomson) 教授已於『動物生活狀況之研究』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，蟄伏於石灰及燧石所成，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污泥中。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



珊瑚礁 (Coral Reef)

上圖係澳洲之新月礁 (Crescent Reef)，為大堡礁 (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。

漸升高。雖其進行甚緩，但積羽沉舟，集腋成裘，經若干年月而後，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 (Shark) 生時，橫行海中，亦一世之雄也，但死後一身無長物，惟其齒能亘久不變。海蝶 (Sea-butterflies) 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，此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踪跡矣，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，卽剩爲渣滓而成沉澱，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。德意志司塔司福 (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（爲不純粹之鋁化矽酸 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）石灰之化石物；（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

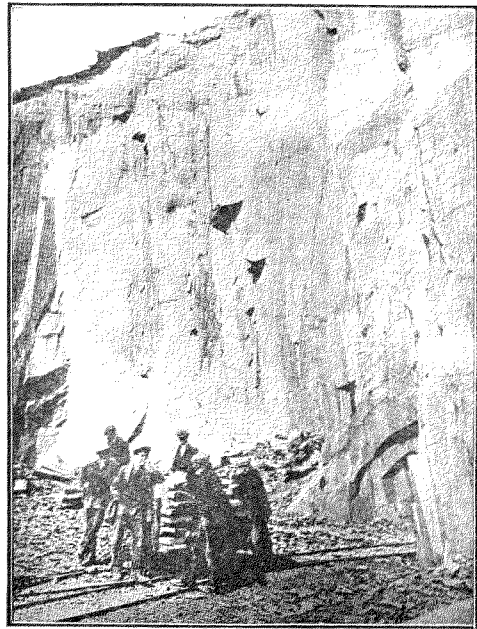
次成岩亦能大改其舊日之形容色相，如吾人所習見之粘板岩（Slate）可劈開爲薄片，作爲寫字石板之用。粘板岩實爲粘土固結後變質而成，是故應與上所述之沙岩頁岩同列一類，屬於次成岩中之屑岩，因其爲他種岩石之碎片細末所合成之故。花崗岩中最要之礦物成分爲長石，長石經化學上之作用，則成粘土。蓋花崗岩爲風霜所剝蝕則破碎，而其中之長石乃腐爛，未幾卽爲溪流所挾，以至於江

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，均受偪壓，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 (Alph. amorphie rocks)。

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



粘板岩石岩

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。

## 寶石

寶石與岩石不同，岩石中含有若干礦物質，而寶石則僅爲一種礦物質。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究，大部實結晶學（Crystallography）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

國詩人羅斯金 (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 古名紅喇) 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，或氧化矽之結晶。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，石英鮮有能成純粹完好之結晶。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 (Rock Crystals) 紫石英 (Amethyst) 或褐石英 (Cairngorm) 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（古名碧瑯）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。苟受熱，則黃晶與電氣石均能吸取灰塵或紙片，宛如自來水筆之筆套，受磨擦以後，能吸引灰塵或紙片也。矽酸不但能成石英，且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，其角度足使反射之光因之以分解也。是故苟吾人碎蛋白石爲齋粉，則其色澤光彩，卽歸于無何有之鄉。此等色澤又名爲『物理的色澤』（Physical colors），如螺蚌之色澤，黃鐵礦（Pyrite）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，均由於面部崎嶇不平，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（Jadeite）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，名爲纏綠瑪瑙（Onyx）\*。

\*譯者按依章鴻釗所著『石雅』第三十四頁謂文采黑白相間者，名爲馱子瑪瑙，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（Red coral）與造礁之珊瑚實爲同類，琥珀（Amber）乃古時樹脂之化石，炭矸（Jet）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，即珍珠 (Pearl) 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 (Oyster) 及蚌類 (Mussel) 介殼之內，係數重碳酸石灰，圍繞一沙粒而成（觀前圖）。世界文明先進之國，如埃及、印度、中國、秘魯莫不視爲珍品。是故甲台兒 (W. R. Catelle) 在『珍珠』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：即綠柱玉，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，以其時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 (Beryl) 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。其成分均爲氧化鋁，所不同者，其顏色耳。紅寶石（Ruby）色作深紅色，藍寶石（Sapphire）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』（Pigeon's blood）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。昔人常以爲

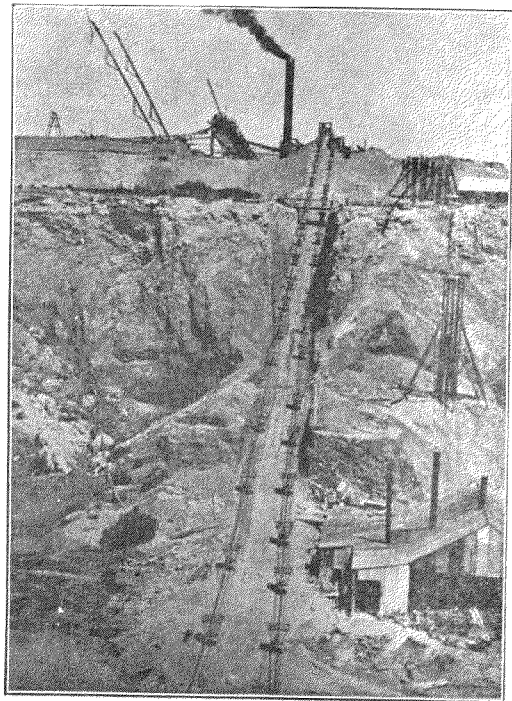
金剛石能亘萬劫而不毀，故遂以『壓德蠻』(Adamant)或『堅無敵』(The Unconquerable)之名加之，殊不足以副實也。以化學之成分而論，則爲純粹之炭質，未與其他物質化合。是故世界最珍貴之寶石，其物質乃與烟鹵中之煤屑，鉛筆內之石墨(Graphite)相若，所不同者，金剛石爲結晶，而煤炭與石墨則否。換言之，卽分子安排之不同耳。豈不異哉？凡各種有機化合物中，皆含有炭質，炭之化合物，其數之巨，遠勝於其他各種化合物之總數，則炭固普通常見之物質也。卽尋常吾人口中所呼出之氣，亦含有炭酸(Carbonic acid)，每人於一小時內所呼出氣體中之炭素，若聚而成爲金剛石，則重當達一百開(Carat)，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，人爲之寶石，竟成事實。特製造甚難，所費甚巨，結果僅爲一極小之金剛石，故所得尙不足以償失也。特由此製造之方法，足以知炭質變爲金剛石時，必須經巨大之壓力。世界金剛石之產地，當推南非洲爲最著，其礦產所在之地，係一種火成岩，爲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。此種母岩，南非洲人稱之曰『藍地』(Blue Ground)，爲鹽基性之岩石，具有各種奇異之

礦物質。其中顆粒膠結極堅固，開掘而後，須露諸天空亘十二月之久，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。

金剛石亦有見諸積成岩者，如巴西 (Brazil) 之沙岩，及非洲之散沙中，亦時見其蹤跡。蓋金剛石既堅硬易常，其母岩石塊風化碎裂而後，金剛石獨得保其完璧，離母岩成沙礫，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』 (Rose) 式，或作『寶光』 (Brilliant) 式，視其平面之多寡及各平面間所成之角度而定。雕



南非洲肯堡萊 (Kimberly)

金剛石礦之隧道

此處金剛石發現於所謂“藍地” (Blue Ground) 中，係煥散細碎之灰沙及熔岩，蓋為火山所噴出者也。

琢後所呈之形態，全非金剛石之本來面目，蓋其天然之結晶，實爲等軸系 (Isometric System) 中之八面體 (Octahedron)，合兩稜錐體 (Pyramid) 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，則能發燐光 (Phosphorescence)。依英國物理學家克樂克爵士 (Sir William Crookes) 之說，則謂各種能發燐光之物，以金剛石之感應最爲靈敏云，金剛石非均爲白色，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，甚至頽垣之中，鷄吭之內，均覓有金剛石，蓋昔人之視金剛石爲凡品，而敝屣棄之也久矣。



肯堡萊礦工於砂礫中選覓金剛石

“藍地”白礦中掘出後，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，故其形式結構卽有異也。

至於著名金剛石之歷史，亦有足述者。如『大蒙哥』(Great Mogul)昔爲印度皇之所有，現已完全失其所在。『庫益拿』(Koh-i-noor)又稱『燦爛之山』(Mountain of Light)，本與『大蒙哥』同屬一主，已歷經數國君侯之手，甚有因之傾國而受縲紲之累者。但其致禍召凶之能力，似已告終，蓋近已安放於英國皇家溫德莎(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。凡讀開白令(Kipling)所著『王之杖』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)。原有重量凡三千二百二十開，卽英稱一磅半也。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魄司山之神龍亦然，苟人能

邂逅神龍於山中，而適值其歟聲大作時，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 (Zodiac)，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

- Arber, *The Natural History of Coal* (1911).  
Cole, Grenville, *The Growth of Europe* (Home University Library) and *Common Stones* (1920).  
Davies, *An Introduction to Palaeontology* (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, *Text-Book of Geology*.  
Scott, *The Evolution of Plants* (Home University Library).  
Streeter, *Precious Stones and Gems*.



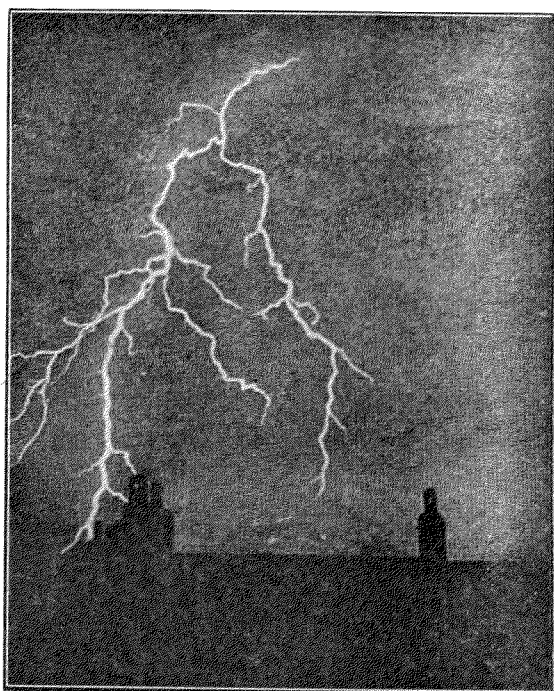


# 第二十九篇 電之神異

## 電世紀

吾人之世紀，電世紀也。近年以來，實際用電所生之非常改革，不得謂非現世人生奇觀之一。現代文明之有賴於電工科學，固有非一時所能意及者。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。傅勒明教授 (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

美國立東南大學電工教授  
美國麻省理工大學電工碩士  
楊肇燦譯



屋頂上攝取之叉形電閃

電閃之消電，與由電機所發之爆相類似，惟影響較大萬萬耳。電閃即一電爆，其長可以里計；或經由雲中以至地面，或由此塊雲以至彼塊雲。有一著名之專家，曾估計一閃之平均時間約五百萬萬分之一秒鐘，其平均能力約二千五百萬萬馬力。

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。一夫過去半世紀之紀錄已足驚異，而吾人所樂聞者，名家如傅氏，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。盧塞福爵士 (Sir Ernest Rutherford) 有言曰：自發見電元 (Electron) 爲物質分子之流動部份 (Mobile constituent) 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。顧至於一日，昔所視爲神祕之電磁力，其爲吾人所明悉者，已不鮮矣。

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，鮮能了解其範圍及偉績者也。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。一千九百二十二年之三月，英國電工程師會舉行五十

週紀念(Jubilee)慶典，前此不及五十年，人僅視電工程師爲一顯耀之表演者，往來各市場展覽其出品已耳。在上述之大會中，甘勒第爵士(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。洛奇爵士(Sir Oliver

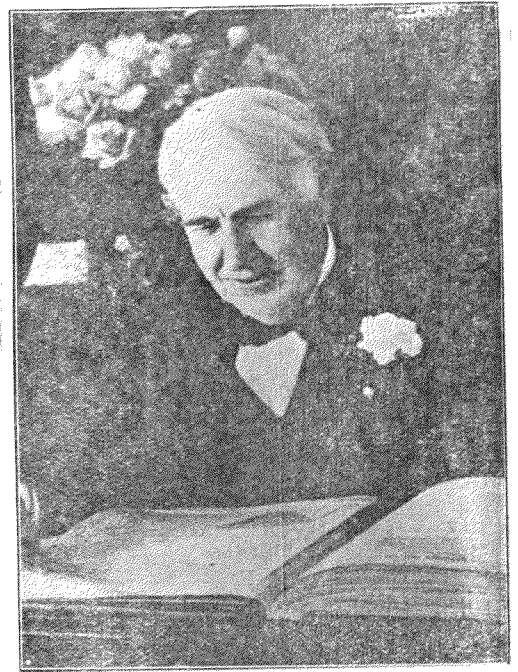
Lodge) 述英國第一電車行駛激急，初無控制，以致撞入肆店陳列窗中而後止。哥

達爾明(Godalming) 實爲英國第一鎮市之用天鵝牌電燈(Swanlamp)者；艾勿歇

君(Mr. S. Evershed) 謂當時關於電之知識殊爲缺乏，竟以供電纜置諸陽溝中

云。

現代之人，於電之層出神異，適爲同時，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。電力所爲各種



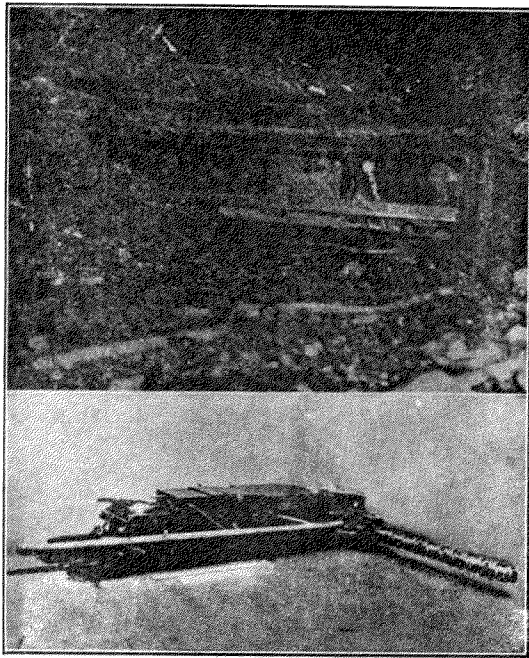
愛迪生湯麥斯(Thomas A. Edison)

氏爲美國著名電氣工程師及發明家，入世之初，僅一鐵路售報童子。非電界之發明中，吾人拜其賜者，爲留音器及活動影戲術。渠爲電界人，第一滿意之白熱燈爲其所製，助電機及電報電器器具爲其所改進，鑲鐵蓄電器爲其所發明。

神異，更僕難數。巍巍洛機 (Rocky Mountains)，橫貫美洲之快車過焉，電驅之也；阿耳布斯羣山，八百噸重之列車逾焉，電輓之也；以每秒十八萬六千哩之速率，越大西洋而遞信，惟電可達；都市所需之光與熱，惟電可供。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部；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，則華氏表六千度之高溫度，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



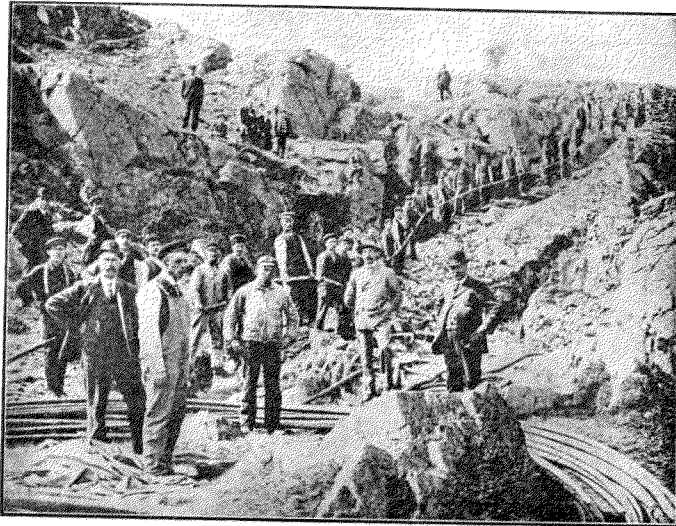
電 砍 煤 機

每年出產數百萬噸之煤，胥由電動機開動之砍煤機而來，每機給出之量，十二月中可至一萬五千噸。其類別甚多，有係特別計劃者，可用於礦工難施斧斤狹促之地。上圖示已安妥之砍煤機，礦工自其兩端探視。機之本身則於下圖可見。右端之長棒，插短籤，既使旋轉，同時又與以往復行動，遂可任砍煤之工作矣。

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為電能，施諸電動機以鼓輪破浪，亦大告成功矣。吾人烹飪以電，浣洗以電，掃除以電，即牙醫修齒之鑽，亦莫不以電也。電磁鐵所發之力可舉十噸之鐵；工人之目苟為鋼片嵌入，醫士則以磁鐵吸取之。電之為用廣矣哉！

### 傳遞之易

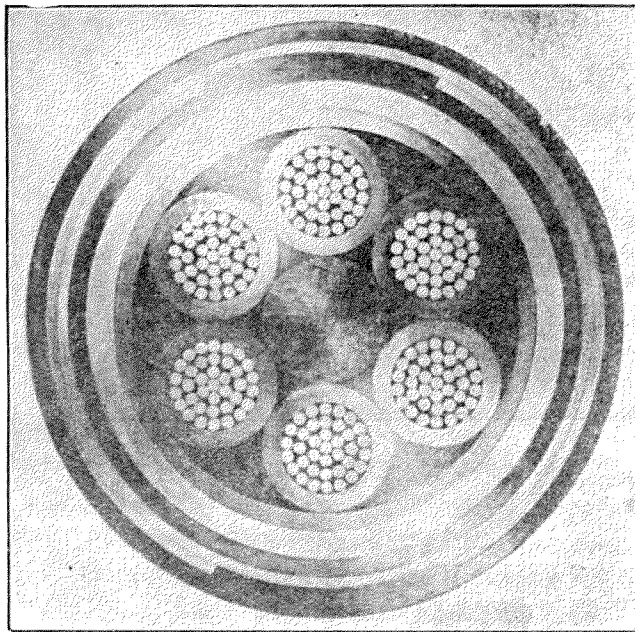
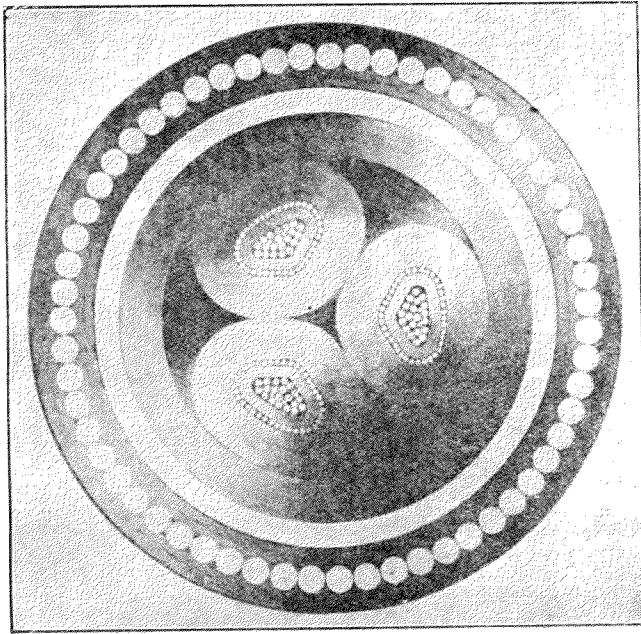
電力在今日大為通用，其故在能力之屬於電者，傳遞分佈，經濟甚省，效率甚大也。距離若遠，能之傳遞實為電所壟斷。設有鉅量之能須傳諸百哩以外，其介有三，受壓空氣，受壓之水，及電是已。用受壓空氣，則需口徑甚巨之管；製造，安置，保管費皆不貲。用水力傳遞，亦需巨管，且必深埋地底以免凝凍。電能之傳遞，僅用細小絕緣之導體，或藏於



潛水電纜之安置

上圖示紐約至紐芳倫潛水電纜引至岸端之一。纜既抵岸，即置於溝中直達纜站，由是拉於通常架空之電報線。本圖為在紐芳倫之克柯爾可勿地方，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刺之力云。

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，

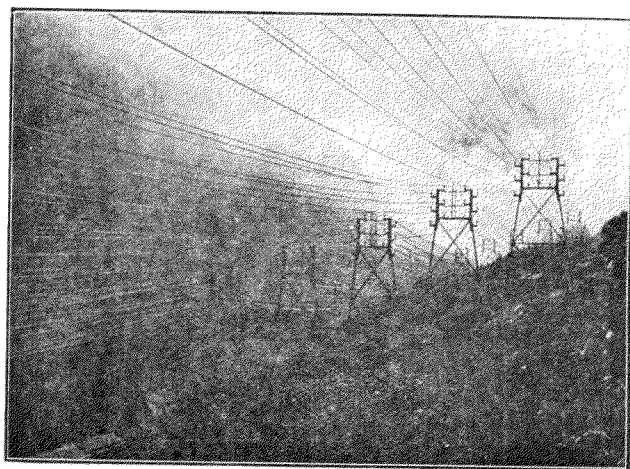


地裏傳遞電流裝甲纜之剖面

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，用煤膠化合物塗過之黃麻，硫化地氫青或其他材料。圖中自環為鉛製之鞘，闊約八分一英寸。加於纜上之法，引纜使經壓鉛機，機磨鉛出以環於纜，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，更加混水或線甲（視上端圖）或互腳綳帶（視下端圖），此外復加一層黃麻。

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，於是發電之廠胥建於情勢適合發電之地，產生鉅量電流，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，或用可以轉運之燃燒物，如煤與油，或用餘廢之氣 (Waste gases)，及瀑布之水，惟後二者必就所在利用之，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；但中央發電廠 (Central power stations)，苟布置妥善，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。若夫餘廢之氣，或為煉鐵爐所洩，或為



用架空導體傳遞電力之神異

圖中所示六十導體成為二十道三相電路，以一萬弗爾特電壓，傳遞二十萬馬力。鋼製支架與裸導體間之絕緣為有甚高耗阻之大號瓷製絕緣體。圖中導體俱以鉛製，蓋傳遞線所常用也。現在傳流之壓已至二十二萬弗爾特，而為電力之用，傳遞距離已達二百英里云。

天然之熱所蒸，所含之能必於所在之地變而爲電，否則無所用之。是故熔冶之廠 (Smelting plants) 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 (Terrestrial heat) 之區，亦日形重要。是以前達勒羅 (Lardarello)，地屬意大利一火山區，近於福爾特拉 (Voltterra) 地底之水蒸氣以管引至地面，使發一萬電馬力，然後傳至勒格好恩 (Leghorn)，佛老倫斯 (Florence)，皮沙 (Pisa) 等處。使無電，則雖有天生之水蒸氣，其不能以管引至勒，佛，皮諸處，亦明甚矣。

## 一

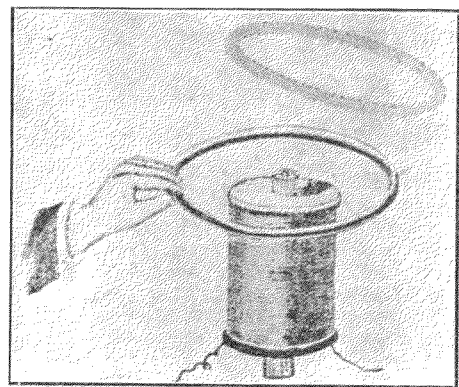
## 何爲電流

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。凡用電之機器如動電機（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，亦胥以電磁鐵爲至要之物品也。

以一通路線圈 (Closed coil or ring of wire) 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，此法勒第 (Michael Faraday) 無上光



榮之發現也。第一動電機之告成，實亦法氏一手之烈云。夫何爲磁力場乎？所謂電流者，電元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元分離，電元離鋅，卽通行至於銅之原子；電元之通行是謂之流，換言之，電流者，一原子以其電元給諸其鄰之謂也。設以化學品浸鋅銅於其中，鋅徐溶解，復以銅絲接鋅與銅，則電元之流較爲迅捷，卽得一強流。（參看卷一第八篇四十三頁。）由是知銅爲良導體。吾人又已見電元之動未有不產生一相從之能場



圖示一異向流電磁鐵，以手置一銅環於其極上，荷一釋手，則環卽受強大之拒力，自躍起於空中。

（Attendant field of energy）者，（參看卷一第八篇四十六頁。）因有電流，磁力是生，厥徑爲圓，而環於線，其結果爲能媒之內動（Ether strain）。是故環繞電流路之空間俱爲磁力線所塞滿，而吾人卽得所謂磁力場矣。

是故法氏產生電流之法，卽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。

凡氣動車 (Traction, motor-bus, or motor-vehicle) 俱有一法氏磁鐵, 用發電爆 (Electric spark) 以燃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內動狀態, 換言之, 即有一磁場。有銅線割此磁場時, 則電元以甚大速度自由自銅線中一原子行至其次, 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。此種電流名曰異向, 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, 構造第一發電之機械也。

## 發電機

簡言之，所謂發電機者，卽以一線圈或數線圈纏繞於一鐵核上，使成一鼓形電樞（此卽電機內該部之名；）而恆固磁鐵則易以一或數具電磁鐵，使能產生甚強之磁場。電樞係裝於一軸上，以高速率旋轉於兩磁鐵之間；不然，則電樞爲靜止，而磁鐵繞之旋轉。有一點須注意者，電樞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。倘電樞自身旋轉，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，環則接於電樞線圈，隨電樞旋轉焉。

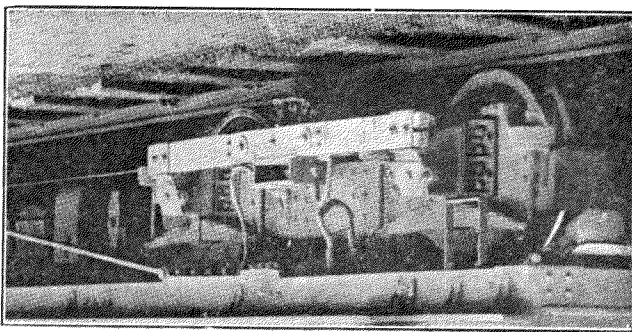
此機可以比一圓筒，以其兩端接於一水管之兩端。卽如一吸水機之活塞，在圓筒內往來行動，迫水使往來於管中，發電機則以驅電能往復經過傳電之路，其方向之變換，每秒時次數頗多也。

於此吾人須申明有若干用途，異向流殊爲不便，動電機 (Dynamo) 一詞，普通祇用爲特種發電機之號，此種發電機之特點在設計使之驅電流於回路中繼續依一方向進行。此電流謂之曰單向流。在動電機中，其樞恆爲旋轉部份，連樞於傳路之電刷，則並非按於各別之環，而按於一箇圓柱形鼓上，此鼓隨樞旋轉，且順其軸長，分爲若干絕緣弧段，每段又連於若干電樞線圈，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。此分段圓柱體名曰換流器，其詳細不能於此盡述，只能略言大概。在電流改向之際，換流器之旋轉使每對弧段遞次按於刷上，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。再用線圈及恆固磁鐵之例，則換流器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，假設路爲全通。如在路中任何處有一缺口——即路爲斷者——



電列車如何承接電流

圖中可見兩輪之間有一熱鐵鞋，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。

一則電傳遞之必要條件未能畢具，電樞將施施然旋轉，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，其量視動電機之速率爲增損。倘速率增加無限，所生阻力且終於使導體生熱以至鎔化。通常之所謂「路」，一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，用爲接地及加保導體（“earth” and bonded conductors）以返於供給之源。傳流之絕緣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絕緣導體及接地或他導體，則路遂全通，即可立時致死。

在爲運重用之單向流路中，通常以陽導體爲絕緣者而以鐵軌爲迴路或陰導體。

## 二

### 發電廠

在考慮如何從發電廠將電力傳遞及分佈至須用地之問題前，當先觀一大電

廠之工作。參觀之人苟非專家，類難於產生鉅量電力之大觀。特加注意。廠中既無忽促之迹，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切而西 (Chelsea)，一在伍德巷 (Wood Lane)，一在泥斯敦 (New-castle)。地底各線鐵路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。所需燃燒料之量至鉅；祇言一廠為發生電流所用之煤，每年亦不下二十六萬噸云。

在各廠中吾人可見汽輪驅動偉大之動電機及異向流發電機。切而西廠所生電力約七萬八千千瓦特（即約十萬馬力）。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，變為單向流以給各線地底鐵路電鐵路及電車路之載流鐵軌。

### 電流之分佈

電流之發生大半為異向式，其壓在三千弗爾特以上。電學中所謂弗爾特，亦猶氣體液體之壓，所謂「每方英寸若干磅」。在廠屋之側面，或在另一室中，即可見一電鍵屏，屏上置各種量電表以比量電流情狀，並有各式手柄開動電鍵以節制

指揮電流。

有多數發電機之處，則可分爲若干部，每部各自有電鍵屏。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鍵屏諸鍵送電流於一副短度滙流導體，此類導體名曰滙流板。

此滙流板復與其他電鍵相連接，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，則大都具相與連接之準備，庶幾必要之時可收互爲挹注之用。合諸電鍵屏而言，可以比於船橋 (bridge of a ship) 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含有數千馬力之電流至於各點，近者在發電廠之內，遠者百千里而遙矣。

爲當地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。就另一方面言，電流先送達變壓器，由之使其電壓增高，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，五萬弗爾特已視爲甚高之壓；今日則傳導之線已用二十二萬弗爾特，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，即經高懸杆架之線纜，倏忽之間，已超山越水，橫草原，亘沙漠，抵於遠處之廠以待分佈。惟在達於鍵屏之前，須用『降級』變壓器減低其電壓至於適宜之度。鍵屏則分流於各路，或者送至分廠變為單向流以應電車及附市鐵路之需。（變異向為單向流之機器，在隧道站中即可聞其營營作響。）或者供給動力以開動工廠；或者更經星羅一區之小變壓器以輸給燃照及生熱之電能。既達終止之點，電流尚可通於各種器具使之適合特殊之用途。

### 三

#### 電之積蓄

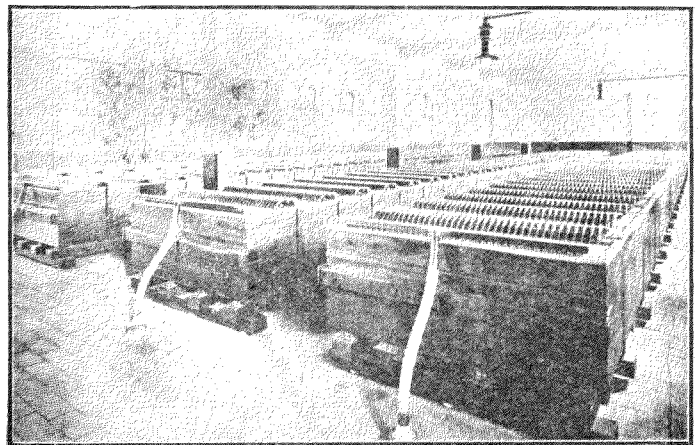
積蓄電力以供商用，唯一方法，係用蓄電器。器分為若干電池，每池中有若干版，版載化學物，浸入液（即名電解物）中。諸版互相連接以成二團。甲部之版與乙部之版相間為列；每團接於一線端。如單向流從外源送經池中，則版上化學物與電解物間之相互作用起，於是電能遂變為化學能。故器中電池，就作用言，實為初級蓄電器，倘許電流經過電路與送入池中相反之方向，則其化學能可復變為電能，而版上化合物亦將返其原狀。每池可蓄之能量，全視版之大小。一單池之電壓



固有定限，而以多數電池串聯相接，任何電壓皆可得也。

曩者蓄電器頗多不利之點，最甚者，卽其對能量而論，重量頗大，且安全積電消電之時率甚遲緩也。近年以來，已有重要之改進，蓄電器重量及其積電時間，俱可望大減，故自具蓄電器及電動機之車輛，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尙屬有限。用新蓄電器之車，能行一百五十英里始須復行積電，而復行積電，不過數分時而非數小時之事矣。卽在鐵路，新蓄電器可生饒有興味之發展。九十噸之蓄電器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）如許功能可以特快速率開一列車自倫敦至愛丁堡。

#### 四

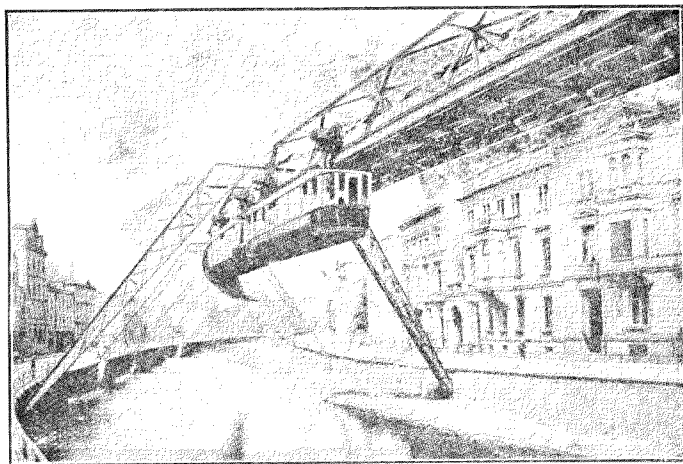


蓄 電 器

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，卽可應用。負荷輕微之時，蓄電器可任電廠之全責，而發電機器竟得止息之樂。

## 電之運重

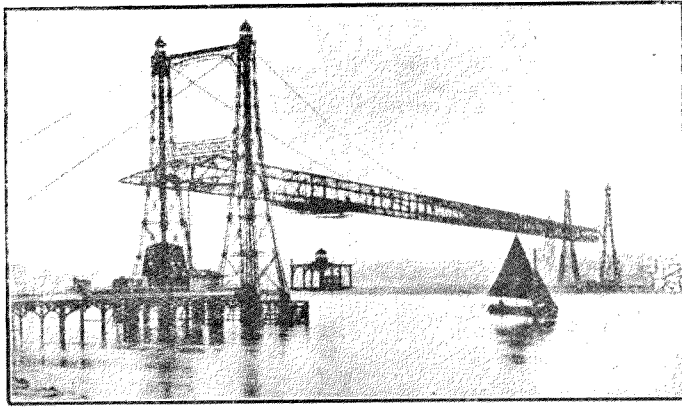
一電列車，或一列車以電機車運之，視通常蒸汽列車有一較大之便利，即能迅捷達到滿量之速率也。蒸汽列車由靜止開行，其每秒鐘速率之增加，不過每小時五分二英里至每小時半英里；以言電列車，其加速率係每秒每小時一英里至每秒每小時一又三分之一英里，故在半分時後，其行動速率已達每小時三十至四十英里矣。市中及附市區域中，停車既數，運輸復繁，正需如此迅捷之速率，蓋由是車之平均速率可以較高，列車間之時距較短，而一路線之載運容量大加。據由蒸汽改為電運之路線之記載，其表列速率已增加百分之二十至五十。倫敦區鐵路當以蒸汽開動時，在一軌線上每小時傳運



奇特之用電鐵路

圖為德國巴門愛耳德費爾鐵路(Barmen-Elberfeld Railway)之一部。自首至尾路軌支於架上。架間距離約三十碼，跨勿泊河(Wupper River)及沿途市街。車廂以大鉤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。

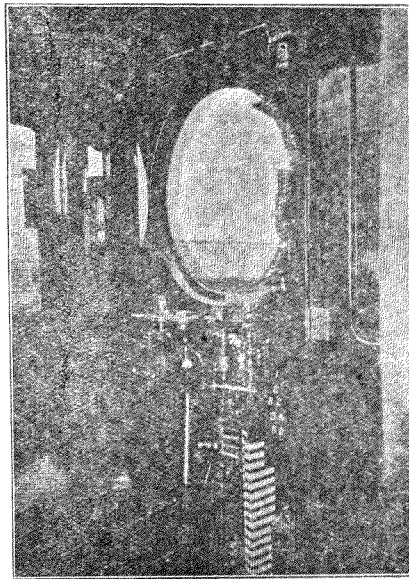
轉運列車數至大不過十八；而現今電列車在最繁忙時，可以一分半之時距開行，即每小時可開四十二列車。



電之運輸橋

此橋橫跨質塞(Mersey)及滿切斯特通船運河，其塔柱中心之距離為一千英尺，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，從駛於橫梁底邊之運重機，懸之以纜。車頂有一小屋，司機人在焉，以控制驅運重機之電動機。每次可載六百乘客，從此端達彼端，需時約二分鐘。

附市電列車可省去另一機車，蓋開行之電動機係分佈於各輛



“死人之手柄”

圖為一電列車開機房之內部，示開機之制轉器(已去圍蓋)，器頂有一手柄，亦猶蒸汽機車之節制器。此柄名曰“死人之手柄”，蓋因設司機人忽然罹病或以其他緣由失其把握時，則手柄自動彈回原位，電流遂被從電動機截止，而扼輪器亦立即應用，此種預防，實大有功於乘客之安全也。

之列車，即有一千二百馬力之推行力。電動機之分佈猶可較為均勻，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。蓋在新設蒸汽開動

車中也。通常每隔輛車下有電動機二，各有二百馬力，故一列六輛

之鐵路，斜度過高，即不敢用，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。

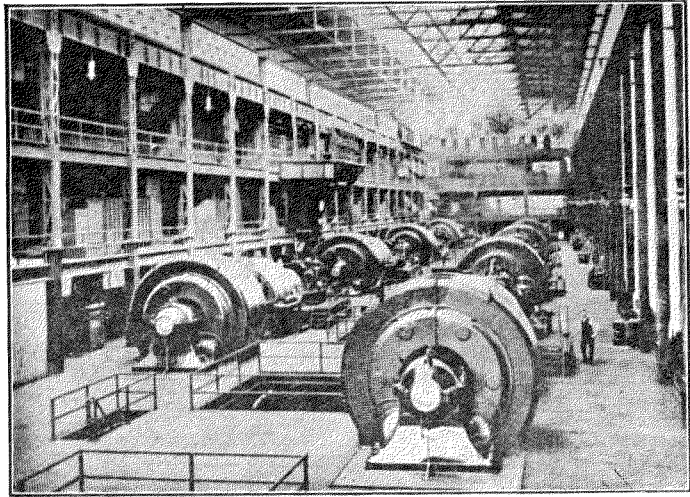
### 强有力之電動機

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，則砍礮，通氣排水，運遠，胥電動機爲之，凡人所能達之處，固亦無深弗屆也。安於抽水機上，即可隨潛水人以入船艙；當歐戰時，船隻因潛水抽水電機而浮起者甚夥，藉曰無之，則沉沒矣。戰時戰後，船之已沉而復起於水面者，亦其力也。南非洲邊之金鑛，安置電動抽水輪由鑛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。

美國加利芳尼亞州祇農業所用電動機，總量已達十九萬馬力，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爲直接機器工具之電動機。扛重電機則玩視百千噸之重載。電起土機則一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



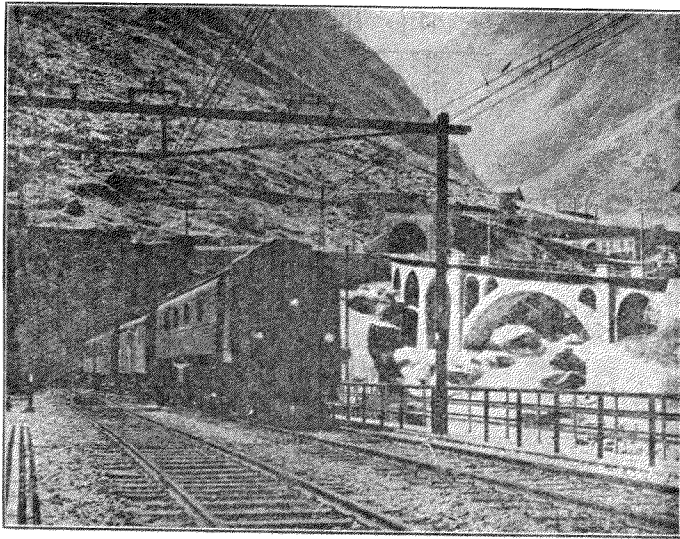
切而西城勞池路發電廠之內部

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裏鐵路。其設備有發電機十具（圖中可見其八），以帕爾生氏蒸輪爲原動機，其最大總給出約八萬千瓦特（即十萬七千馬力）。其發生之電流爲一萬一千弗爾特異向流，分佈於各工廠，於此變爲六百弗爾特之單向流，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。

## 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。意大利正用電於長段之鐵路，而經過阿耳布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，用電術出，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(Mallet)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。



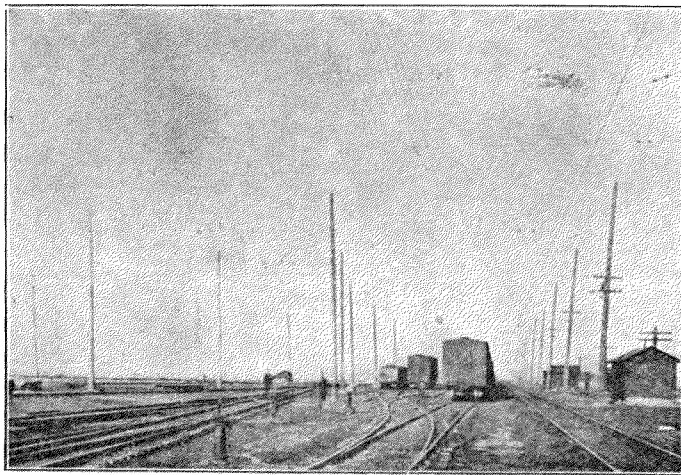
經過阿耳布斯之電列車

自聖高塔德鐵路(St. Gothard Railway)改蒸汽爲電運後，其穿過阿耳布斯長九英里之隧道，已較前迅速而安穩。圖中所示，正出隧道之機車爲勃耶波勿利(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。另一隧道名爲普勃龍(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。

距今不久，在伊利（Erie）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；再以用於芝加哥，彌瓦克，及聖保羅鐵路（Chicago, Milwaukee & St. Paul Railway）極西段

作相同之務之電機車一輛；使二者互為推競。其初電鍵未閉，電機車為蒸汽機驅使倒行，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！

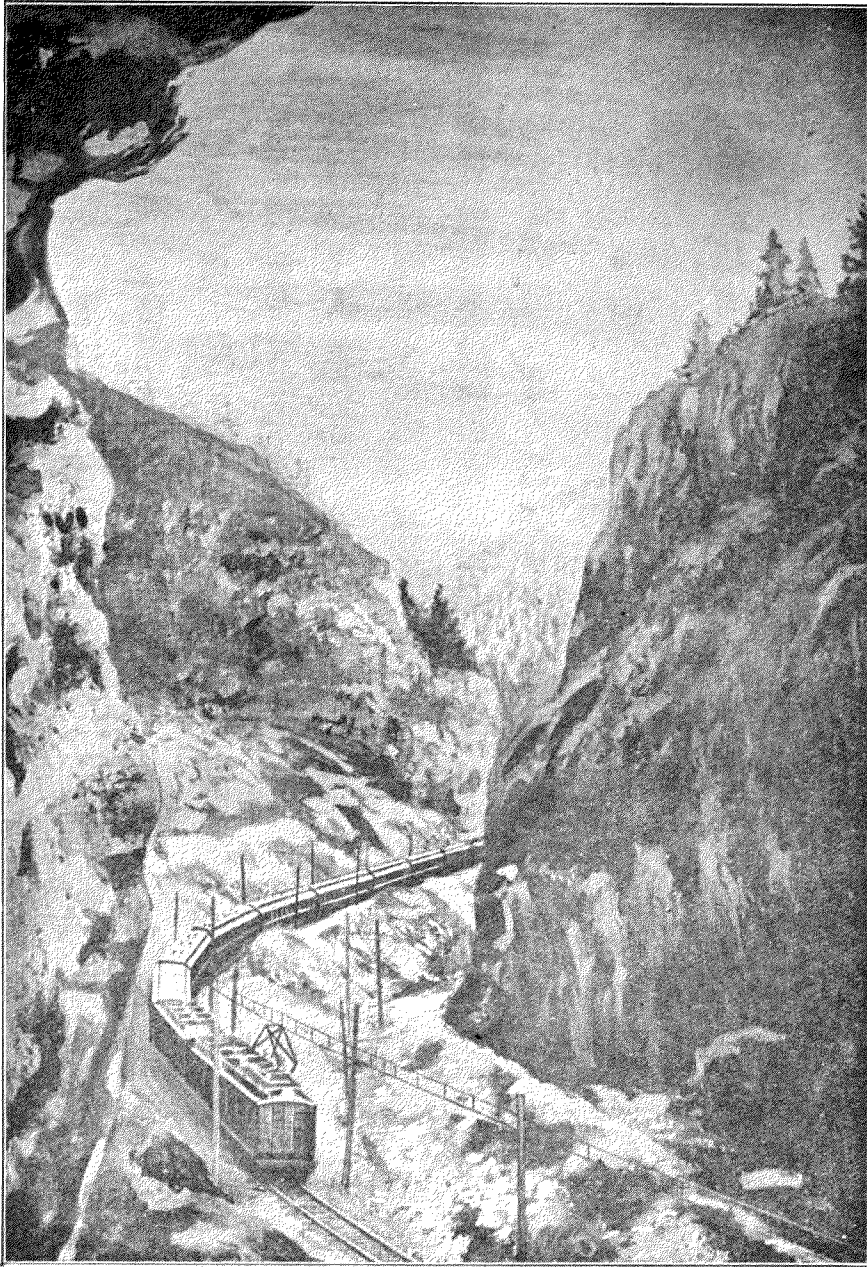
各種試驗中尚有一極饒興趣者。先以蒸汽機驅電機車使前行，少時，然後反電動機之連接，使其用若發電機，反給能力於導體中以返於發電廠，其發生之量有時約二千六百馬力有奇，於是蒸汽車與廠中原動 相對抗，當然不敵，遂漸停止矣。



蒙丹納州(Montana)巴特城之用電車場

芝加哥彌瓦克及聖保羅鐵路之一景。此為一巨大之開礦中心，所有運貨車場中之移車讓線務皆以電為之。圖中可見架空導體從垂曲纜懸下，而纜則復由其他橫巨場中播於堅柱杆上之纜。電流則發於水電廠以十一萬弗爾特之電壓傳遞之於沿路之分廠中，變為三千弗爾特之單向流以為機車之用。本路上長距離電曳重之成功，實於鐵路歷史上開一新紀元。

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



蒙丹納州十六英里長之山峽

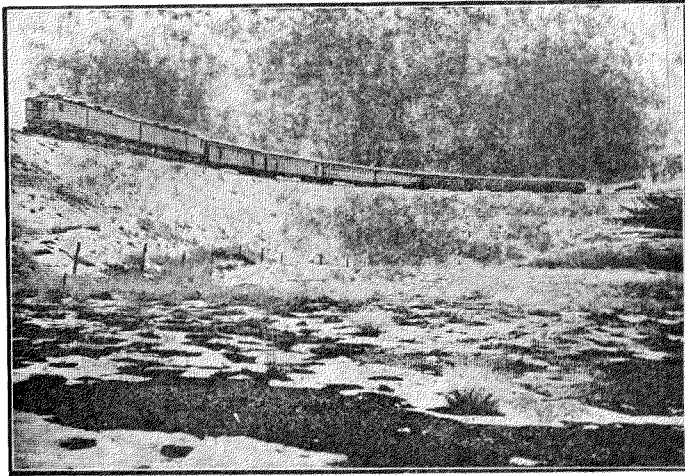
芝加哥瓦克及聖保羅鐵路沿途風景之一。該路為世界最大之用電鐵路，長巨美國。所經四大山脈，有秀麗之倍而特，壯偉之落機，林深菁密之畢德路特，及雪覆山嶺之卡斯開德。



四千馬力。此等龐大怪物，在多山之區所演成績至堪驚詫。腦福客(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以上百分之二之傾斜度，其速率且倍於以前用三部最大馬勒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，其祕密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，彌瓦克，及聖保羅鐵路。諸段中之落機山段長四百四十英里；卡斯開德(Cascade)山段由奧塞羅(Othello)至塔可麻(Tacoma)長二百一十一英里。兩段中間地勢較平



橫經落機山迅急若飛之電列車

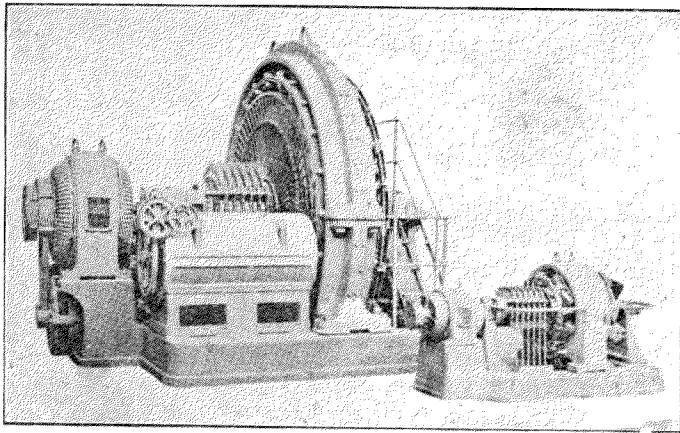
上圖為芝加哥彌瓦克及聖保羅路極快列車之一，名曰「奧林皮恩」(Olympian)。以奇偉之機車曳過路軌在落機山中所達最高之點(在蒙丹納州)。自遠視之，苟無自架空導體取流之承流器，機車與車輛幾無從分辨。本路六百五十餘英里所用之電機車，實為近來製成最強有力之引曳機，可以曳三千二百噸之載重，以每小時十六英里之速率，上百分之一之升降度。

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，深艱之邃道，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，以十萬至十一萬弗爾特之異向流傳遞至各分廠，沿路約每三十英里有一分廠，電壓於此降低，且變爲三千弗爾特之單向流，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。

曳引列車以上山地傾斜度所需電力，現

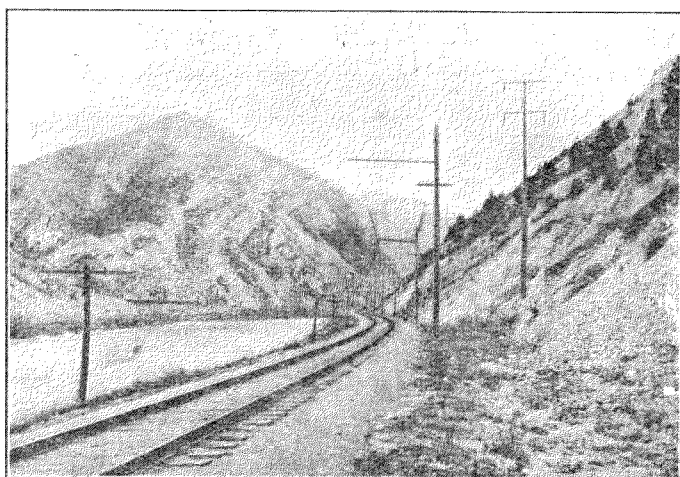
在大都爲他處瀑布之重量所供給。以水輪機及電力廠爲介，即產生所謂平衡上舉效果。瑞士之瀑布，依此迂曲之方法，以開動列車行經山巔隧道，且攀登高峯，幾



旋 動 換 流 機

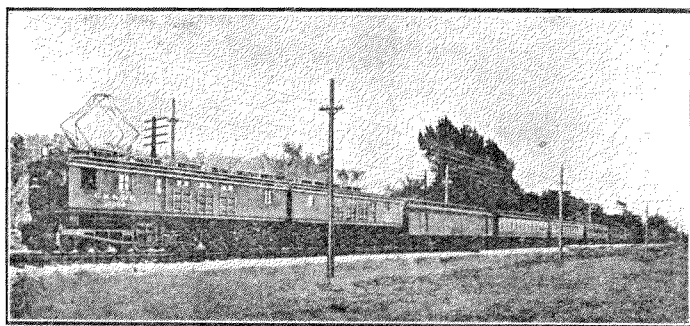
通常發電廠所生電力俱爲異向流，以高壓分佈於各處。此種電流必需變爲單向流，始能供推動電列車或街車之單向流電動機之用。先用變壓器降低其電壓至適宜之度，然後傳於所供給區中各點之分廠，以經一種機器名曰旋動換流機。圖中示換流機大小各一，其能量爲三千“千瓦特”及三百“千瓦特”。

達榮格弗勞山 (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。現今人知瀑布之應用，於是「白煤」竟可以代黑煤矣。



蒙丹納州傑弗生河 (Jefferson River) 峽之中

芝加哥彌瓦克及聖保羅鐵路用電段在落機山中一部之圖，此線沿途經過三大山脈——落機山，畢德路特山及卡斯開德山——所達最大高度在第一山脈為五千七百六十八及六千三百二十二英尺，在第二山脈為四千一百五十九英尺，在第三山脈為二千五百六十四英尺。以所有強有力之電機車曳重大列車以至山巔，殊為易易也。



引曳客車電機車之側面圖

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，尚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。

凡人關於用電路線之經驗僅限於附市路軌者，且以為電之曳重較慢於蒸汽。其實鐵路上最高之速率——每小時一百三十一英里——在一九〇三年已為

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最高之速率，懷疑者蓋亦可以已矣。

在必須用煤爲能力根源之處，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

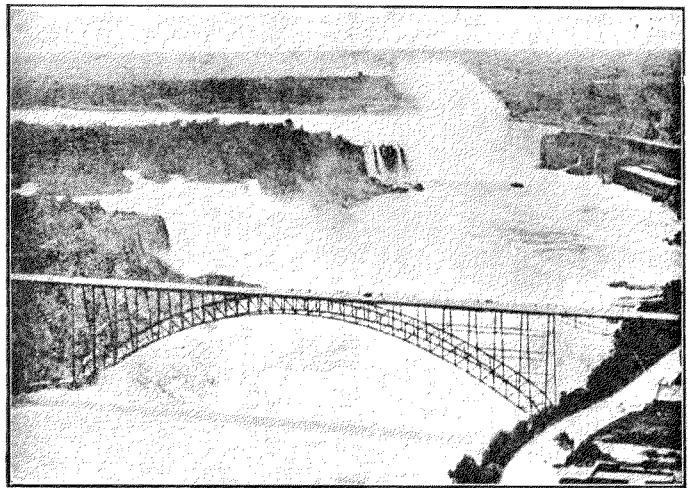
### 從瀑布而發之電

大規模利用水力以產電力所以可能者，實由動電機與電動機。吾人只須赴奈阿加拉瀑布 (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。串通伊利 (Erie) 及昂達里阿 (Ontario) 兩湖之奈阿加拉河，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，水自層岩投入在下之渦塘，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混合之位能約八百萬馬力。

二十年來，奈阿加拉河旁建之發電廠數起，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，復不損其天然之美。現在祇奈阿加拉瀑布已供五十萬馬力，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，於未參觀奈阿加拉之前，必以為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，經過名為水棟之鋼管，以至於較低處，遞經水輪機，然後注放於



奈阿加拉瀑布瞰視圖

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索蘭河（入於瀑布上之奈阿加拉河）與昆斯敦之大發電廠（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。

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，奈阿加拉瀑布之計畫如後：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。飼水於輪機之水槽，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

在奈阿加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奈阿加拉瀑布水簾之後，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，從流入奈阿加拉河之韋蘭河（Welland River），導水至昆斯敦（Queenston）附近下灘之下方，在此正建一巨大發電廠於水邊。此廠將容四萬電馬力之機十部。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，竟使韋蘭河在其與奈阿加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

在奈阿加拉所用之水輪機，吾人僅能於此作簡略之敘述。前一段所述安於坑底之輪機，有一固立直立之大室，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，即開圓盤使之旋轉，而軸亦隨之。其行動標片之外有數個堅實之環，可由一自動管轄器升之降之，以節制流水之時率及輪機行動之速率。

在瀑布下方諸發電廠中之輪機，則安置頗異，係在發電機旁，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曳之。

奈阿加拉水輪幾無少於五千馬力率者；產一萬者甚多；最近之機有達四萬五

千馬力者。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。帕爾登水輪 (Pelton Wheel) 雖不用於奈阿加拉諸廠，而在有受甚高壓力之水之發電廠中，其用頗廣。此輪爲一大盤，循其周緣勻佈對對水杯。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，卽傳所有之能力於水杯，水杯遂以水股速率之半向前行動。最足稱道之帕爾登水輪廠大致當推設於瑞士富勒 (Fully) 之廠。再此引水自一湖下流，經一長三英里之管，途逕雖短，水已下落一英里——約六倍巴黎愛佛爾塔 (Eiffel Tower) 之高度，——以故在管下端之壓力強已逾每方英寸一噸矣！水離嘴管之速率約每小時四百英里，水輪之直徑雖有十二英尺之大，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。三英寸直徑之水一股，受每方英寸五百磅之壓噴出，縱以鐵槌擊之，亦不斷也。

### 蒸汽輪機

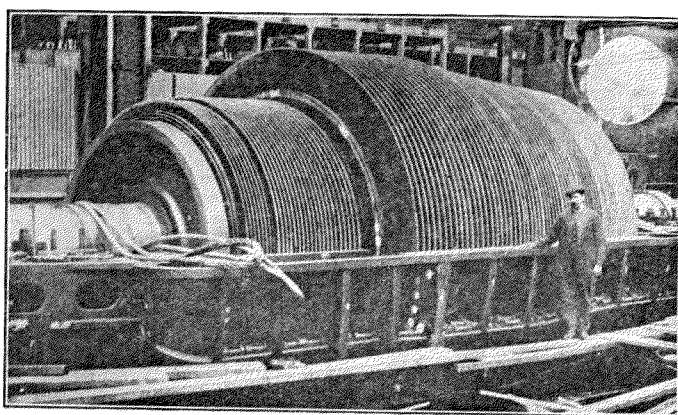
常用電力大半仍由蒸汽發生，與發電機同軸之蒸汽輪機卽與水輪機相當。

帕爾生式 (Parsons type) 之蒸汽輪有一平直頭之長笛，安於軸上，置於堅強殼



中，軸則自殼之兩端穿出。殼與筭間之環形空處，逐級增大，以筭爲分級者也。空處滿安曲線片若干列，筭上則安與之相間之片若干列，二者之間復安若干列於殼上。筭上諸片之尖，恰可不觸於殼上，而殼上諸片，則正不觸於筭及其他曲片。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，此力由筭及軸傳至發電機。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



伯爾牛氏蒸汽轉輪之旋動部

在電力廠中，蒸汽轉輪起而代往復式活瓣蒸汽機，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。本圖所示爲一轉輪，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爲列。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。

## 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，而實有『白煤』以代黑煤諸國。法蘭西在一九一五年有七十五萬馬力，現已又加八十五萬馬力；瑞士在一九一四年有八十五萬，現則有一百五十萬；西班牙在大戰前僅有十五萬，現則加至九十萬，且正計畫重增二百萬馬力。坎拿大、美國、意大利、日本、腦威、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。而卽於此諸區內，或可冀有最大之發展也。今僅總數中之二千五百萬馬力歸於實用。顧卽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，此卽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！

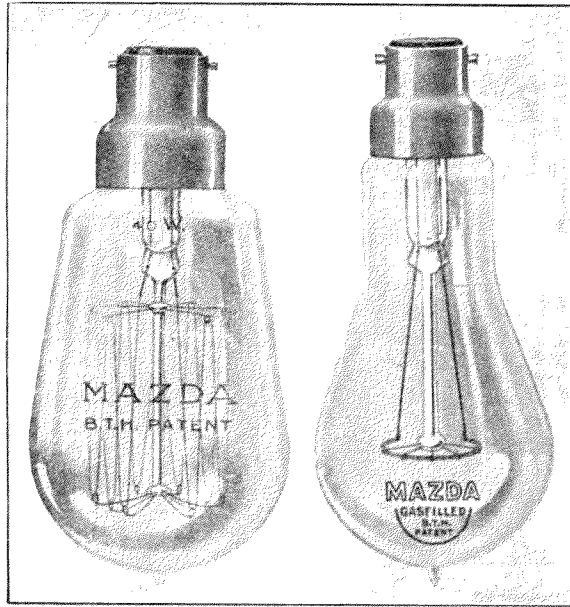
水力之發達，或將影響及於世界工業之重心，蓋工業率向動力價廉之區趨赴。瑞典一國可以借喻。在其北部鐵礦頗豐，昔所開採，僅供美國熔鍊及其他產煤之國。但瑞典雖窮於煤而富於水力，現已應用於電爐，爐變礦苗爲鐵爲鋼，於是瑞典因處境既佳，遂得於世界鋼鐵商場角逐爭雄矣。腦威以多瀑布，亦新在工業中爲重要。又如巴西（佔有二千六百萬馬力），英屬之歸安那（Gurama），桑柏西流域（Zambesi Basin），新錫蘭，以及其他厚於天賦之國，孰能謂其不以落水之能力，而於將來獲得工業重要之位置哉？

## 八

### 電燃照

吾人深有賴於電發之光，人人所曉，勿待縷贅。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，鎢金不致與氣化合。空氣既盡，吾人復放入與燈絲無影響之惰性氣質少許，此種燈名曰氣灌。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。是故製造氣灌燈有至數千燭光以代弧光燈。弧光燈中有炭棍二接於電路，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：炭棍逐漸燒去，則自行移近使兩尖距離常無舛誤；流路既斷，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，以透視片及鏡聚其光線於一點，頗能精確，又能放射成一發光極強之光束，諸如探察燈及電影片放射器之所需者。燈塔所用之弧，強者至九千萬燭光。在榮格弗勞鐵路一車站中，曾有一燈所射光束，可見於



電白熱燈

電白熱燈有一金屬線，線端引出於燈頂之外，以便接於燃照電路。欲通過該線之電流，所遇之耗阻甚大，於是燈絲卽變白熱而發光甚強。

左方之燈，有一甚長甚細之線，上下往復，繞於從一居中玻璃梗突出之蛛形線鈎。燈泡中之空氣，於封口前卽行汲盡，空氣不存，則線無燒沒之虞矣。右方之燈，其線甚短，成爲一部分之圓；其泡則略含無影響於燈絲之氣質。“灌氣”燈較諸他種效率頗高；其比量較大者，多用於街市燃照，以代弧光燈。

六十英里外。離站三十五英里之盛城 (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，電燃照爲人工燃照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，克如土螢之經濟，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，電燃照術之領域，其猶有待開闢者甚廣也明矣。

## 電生熱

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，即爲令其各部俱涼，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，或其計畫及構造，初不異於白熱燈，不過以線繞於耐熱物上，即置於空氣中。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，溫足器，燃雪茄器，床被等，莫不用電生熱。飛機司機高翔數千丈，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。宏量之電力用於電爐，以製吾人所用之鋁生阿西台林氣之炭化鈣，人工磨擦物，以及含氮（由空氣中取出者）之肥料。電爐則用以鎔鐵，鍊爲上好之鋼，其產量以百千噸計。電爐之原理，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，蓋有數百萬也。

電熱尙有一重要部分，卽爲鎔接。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。拘留美國港口之敵船於離船時，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鬥力之大艦，再航海上以致用焉。

在製造程續中，鎔接亦正取貫釘而代之。船甲之鋼板，已無須一釘卽可相連；鎔

接之船支，已經效用。日用諸品爲電鎔接者甚多。欲爲一鎔接，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。又設應附加一短棒於厚板，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

- 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*.





# 第三十篇 發電發光之生物

美國立東南大學植物學教授 胡先驕譯

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。

此為能力不滅之要義，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為彼種而已。

## 發光之植物

最常見之一事，即爲挂曬之乾魚，有時在夜間發生燦爛之光。在死獸肉上，亦時有同上之現象，此在亞里士多德時代即已知之。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，即其活動之副產。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。亞里士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 tomentilla*) 之根，亦爲發光之菌絲所侵入；山毛櫸與櫟樹之葉腐爛時，有時在暗中地上發光，亦即此故。山毛櫸葉之下面有黃白色小斑點，即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，俗稱爲燐光，但此名當廢；蓋生物所發之光，與燐殊無關係。

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，則或由於沼氣或燐化輕然燒所致，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

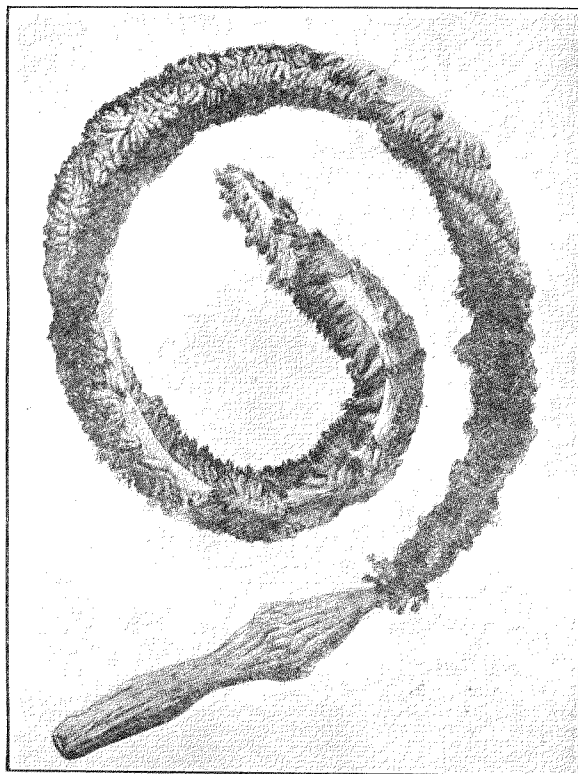
### 發光之動物

動物之發光，為一種甚廣佈之現象，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 (Noctiluca) 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 (Sea-pen) 與『葡萄牙兵船』

(Portuguese men-of-war)

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，

動物之發光至魚類為止。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



一極美麗之海筆 (anthoptilum)，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，最奇者為其造成羣體之數百水螅，各長約一寸。

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。

動物光之性

質如何，此為亟須研究之問題。

波葉爾 (Robert

Boyle) 在一六

六七年證明朽

木與死魚之發

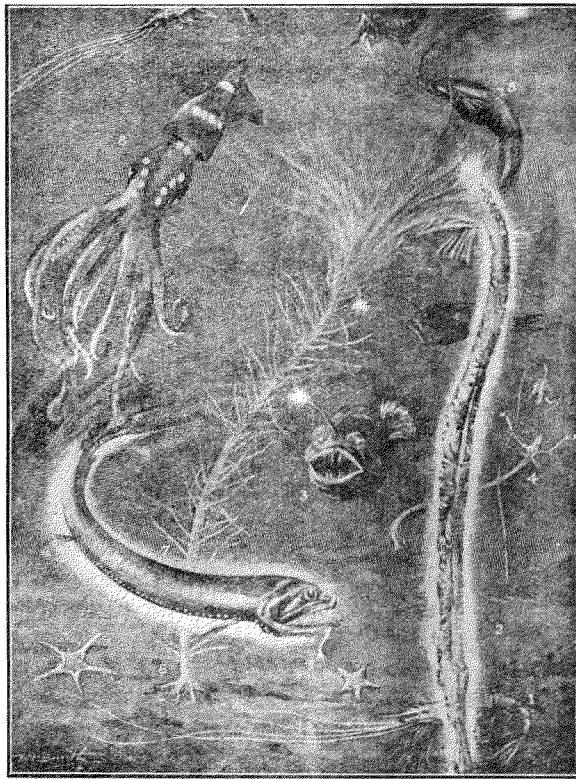
光，必需空氣，此

即證明發光為

一種養化或然

燒所致也。在一七九四年意大利自然科學家司巴蘭嶠利 (Spallanzani) 示明發光

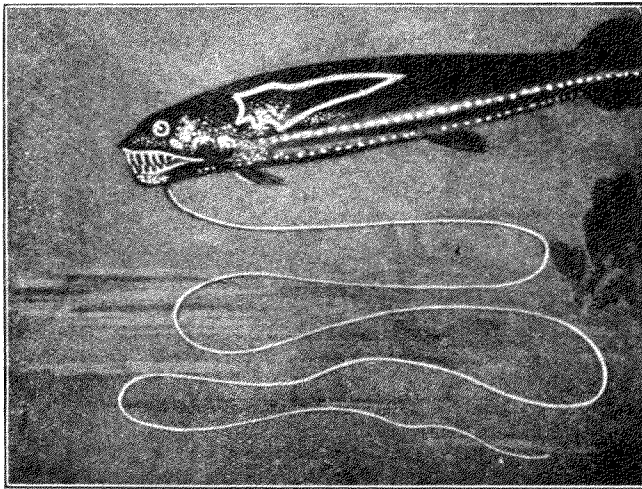
之水母之曬乾部分，若重濕以水，能重行發光，此即證明發光一事不得謂為完全屬於生活現象，而為一種化學作用；但精研之，尚能知之較詳焉。



深 海 中 之 景 象

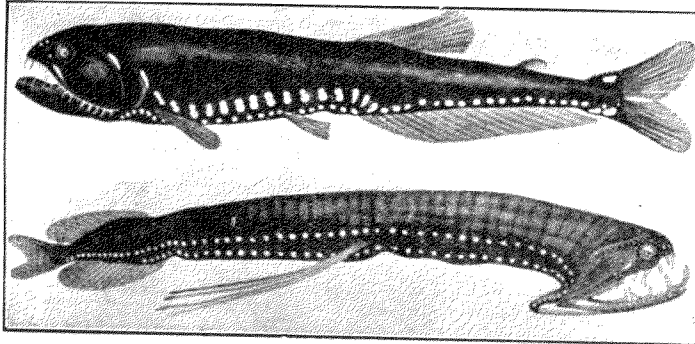
(1) 深海中之蝦，有極長之足與觸角。(2) 一極大之海筆，其基部固著於泥中，在海筆之右，有其美秀之近屬名為 *umbellula*，為一羣小蠅生於一長柄之柄上者。(3) 一深海中之一小魚 (*melanocetus*)，在一長柄之末端，有一發光之器官。(4) 印度洋中一種深海魚 (*stylophthalmus*) 之幼稚式樣，眼生於長柄上。(5) 深海底之魚，有一極長突出之喙。(6) 一美麗之海百合，其基部固定，在長柄之頂，有十羽狀之臂。(7) 另一深海之魚，有多數發光器官。(8) 一烏賊魚 (*Lycoteuthis diadema*)，有整齊排列之發光器官。

至一八八七年法國動物學家杜布哇 (Raphael Dubois) 曾將一種發光之雙殼  
蛻為一極有趣之試驗。此蛻名為 *Pholas*，能穿穴於海邊之礁石中，杜氏將此雙殼



一種極奇異發光之魚 (*lanprotoxu flagellilarba*)，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。最奇者為其唇下長  
觸鬚，圖中觸鬚屈於體下，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。



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，腹部尚有淡紫色者。下部之魚 *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。

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，但可養化之物質尙存；故當兩浸液混合時，復能發光片時也。

杜布哇教授之試驗，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蜆，一種海邊小甲殼動物，名爲 *Cypripina* 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之結果。一爲光酵素 (Luciferase)，一爲光素 (Luciferin)，光酵素有酵素之作用，使光素養化或助其養化加速，因而發光如在其他迅速之化學變化然。

### 法拉第 (Faraday) 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；然此外尙有未舉之重要研究與重要研究人也。此數步驟爲：

- (一) 波葉爾示明發光須有養氣；
- (二) 司巴蘭曉利示明發光與動物之生命無關；

(三) 杜布哇幾決定在雙殼蛻中，發光為一種類似酵素之物，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



色雷巷 (Surrey Lane) 之風景，其籬上至綴以爬於其植物上之發光宵行蟲

在特殊適宜之地方，此蟲極為繁多，宵行蟲 (lampyris noctiluca) 屬於鞘翼蟲區，歐洲之整與之相近。

蟲 (glow-worm) 之發光為有趣，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『手與為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。彼所得之結論為 (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) 發光之物或為此蟲之分泌物；(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。



## 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，能使各種物質發生熐光與螢光，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，爲藍黎教授 (S. P. Langley) 與弗黎 (F. W. Verry) 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 (Acyonarian 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 (Copepods) 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，數種烏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（chemi-photic），在眼中則為由光至化者（photo-chemical），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

光燄，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，則有特別之器官，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 (pyrosomes) 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，逐漸由各方面向中心分布，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

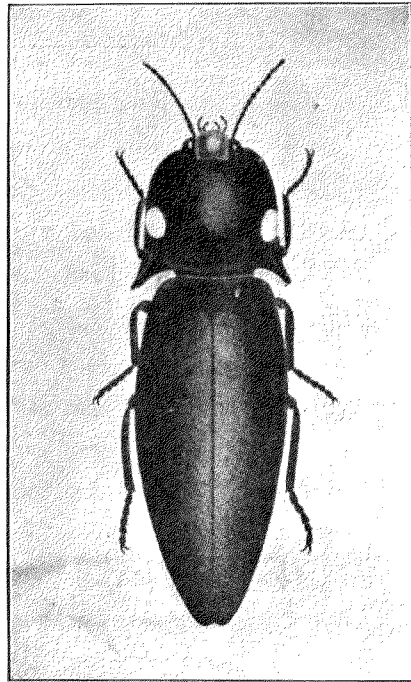
當一動物分泌一種發光之物質，或以軀體中某部分複雜物質養化而發光時，此光或與此動物之日常生活無甚關係，或僅爲較重要之生活作用之副產物，而爲軀體營養代謝之旁支，故無人欲研求各種細菌或螢卵發光之有何用處，至動物發達有繁複之發光器官，則情形大異，而可斷言其必有一種作用，但所解釋之說，要爲懸想也。

(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胛合之記號，如蟾蜍魚 (porichthys) 僅在生殖時期發光，卽其例也。在宵行蟲中，英國種 *Lampyrus noctiluea* 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 (*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，兩性之互弄其光，似與胛合有關，但亦不能遽下斷語也。在波耶拿 (*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，但見彼迅即趨就之，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，雌蟲之光較為久長，而斷續之時間距離亦較長。



一種螢

此為美洲熱帶之一種螢，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。

在一大錫蘭螢 (*Lampyrus 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，厥為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。動物熱之主要來源為筋肉

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。

凡生活皆須有養化或然燒作用，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，此時不吸收養氣，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，變爲工作，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肪之養化而得；在此作用中，消耗多量養氣，排出炭養二，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，其筋花生反應性之微微收縮，亦能產生熱；且若筋肉收縮時，若不變爲外部之工作，其能之一部亦將退化爲熱也。

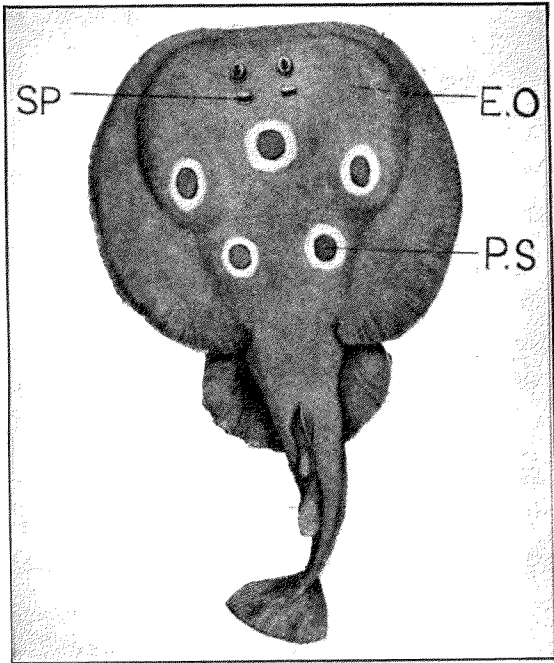
## 六

### 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 (Venus fly-trap)，將其葉閉合以捕獲昆蟲時，亦有電力變遷，與吾人收縮

肌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 (Nitella) 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係，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。



一小電鰻魚 (torpedo ocellata)，產地地中海，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，在眼後有二呼吸孔 (S.P.)，水即由此入，水向外流之開口在腹面，背面有數個奇特如眼狀之色素點 (P.S.)。

地中海之電鰻魚 (torpedo)

電鰻魚

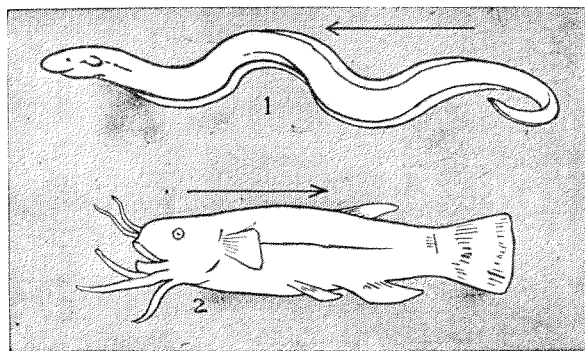
屬其皮光滑，長約三英尺，闊二英尺。在其頭前與鰓間，下貫其體，有二發電器官，形略似扁腎，每器官含有數十萬（可多至五十萬）透明直立之電板，各

各隔開。每一電板皆由一肌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，向腹部之一端為負電極，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，甚至於死。繼續發電，可使電力減輕，最有趣者，即平常之鯰魚在尾之分半處，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

在鄂倫哥(Orinoco)亞瑪孫(Amazonas)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，其身長五分之四為尾，在尾之兩邊，各有一極大之發電器官，為筋肉組織所變成，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，電震為自尾流至頭部者，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



兩種電魚

(1)電鰻魚(*gymnotus*) 其電震如箭線所示，係由尾部發往頭部者，其體長之五分之四為尾，在其兩邊，各有一大發電器，其電震之強，有時可震倒人或殺其俘虜。

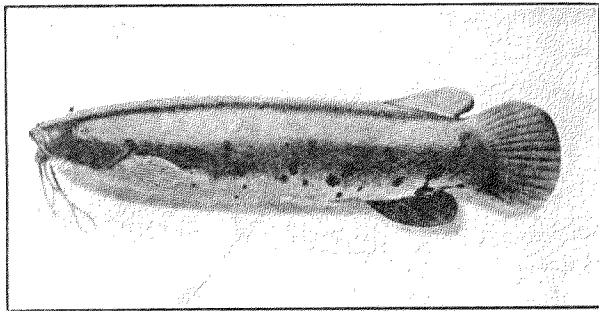
(2)電鮎魚(*malopterurus*) 其電震如箭線所示，係由頭部發往尾部者。

虜。尼羅河中大頭之鱧鮠魚 (Mormyrus)，亦有發電器官，生於尾部之兩邊，亦如常例為筋肉組織改變而成，惟其電震頗弱。

### 電鮎魚

與一般發電之魚類異者，為非洲熱帶諸河與尼羅河下游中之電鮎魚 (malopterurus electricus)。為一種慢性畏光之動物，長約三尺，能發生力能殺他魚之電震，其發電器極為奇特，為皮腺改變而成，在魚之全體上皮與筋肉之間，成一層油脂狀之被膜，控制之者，為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，若人跣足踐履於電鮎魚電鮎魚之上，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，其發電器皆為筋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，不過平素為體中重要變遷之附屬現象者，在



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，在皮與筋肉之間，而為皮所變化者。

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，（在電鰩魚，爲時僅一秒之小部分，）最有趣者，木鼈精平素以刺激神經系至引起動物筋肉之抽搐者，亦能使電鰩不斷發出電震，直至於疲敝而後止也。

### 生物學之結論

關於動物之發光與發電，尙有甚多難解之理。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

- Bayliss, W. M., *Principles of General Physiology* (1915).  
Harvey, E. Newton, *The Nature of Animal Light* (1920).  
Holder, O. F., *Living Lights* (1887).  
McKendrick, J. G., *Life in Motion* (1920).



# 第三十 自然史之五——下等脊椎動物

國立東南大學動物學教授 陳 楨譯  
美國哥倫比亞大學生物學碩士

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

溯自亞里士多德之時（西歷紀元前384—322），於動物中已有有脊骨動物（即脊椎動物）與無脊骨動物（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軟體動物、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咸在身體之背面，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。此卽所謂機官代替是也。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，緣以顛片，當呼吸時，水即由此縫流過。在爬蟲類，鳥類，及哺乳類之動物，此等顛縫不作呼吸之用，且並無他用，僅成耳氣管，自耳道通至口部之背面。惟顛縫則可作為脊椎動物重要特徵之一。因在無脊索動物中，從無此顛縫之結構。近時發現在少數之鳥類及爬蟲類之胚胎時期，有顛縫之微跡，此復可顯明古代動物之結構如何繼續衍至今。（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顯縫開裂，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 (Iodoform) 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，及有顯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*。除狹義之腸顛類外，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，如一雛形之蝌蚪，有一腦及脊髓，一顯明之脊索，二顯縫，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，為蛞蝓魚 (lancelet) 所構成，如 amphioxus (蛞蝓魚之一種)。彼等為梭狀之海內動物，體長約二寸，半透明，喜臥於細沙中，而其口突出。口邊有帶纖毛之觸毛，繞之成圈，此魚即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為何物。惟其為真正之脊椎動物，則無疑義。因彼有脊髓，背索，及鰓罅，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，即圓口類 (cyclostomes)，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。此為古代之動物，頗似與一化石名 *palaeospondylus* 者有關係。此化石見於蘇格蘭 *Caitness* 之紅砂石層中，為一小動物，體積與蝌蚪相仿，惟此為一古代脊椎動物生活最有興趣之遺骸。更古之種類則為已絕種之下口類，亦無鰓，於 *Silurian* 石紀中見之，如 *pericthys* 及 *pteraspis* 是。彼等為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 *Silurian* 石紀之先，即距今數千萬年前也。

八目鰻 (*lamprey*) 為一鰻狀之動物，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 (*Petromyzon marinus*)，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，然有時附於魚身，以口鑽孔，穿皮而吮其血肉。膠盲鰻 (*myxine glutinosa*) 為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；受激刺時則

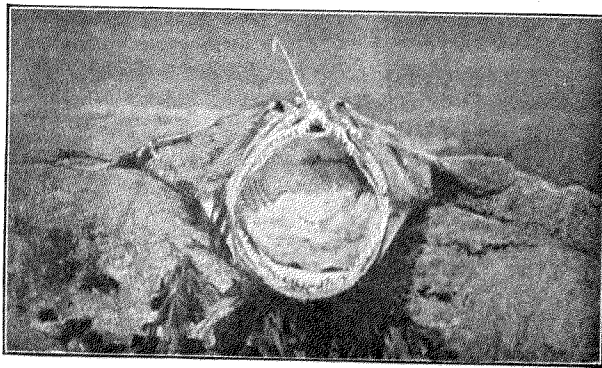
由皮部分泌許多黏液質，故舊日之自然科學家為盲鰻「變水為膠」之說。彼頗似先為雌性而後成雌性盲鰻。頗貪餌食雖漁人網內之魚有時，亦不免為其所食。有時被釣之魚，竟有三或四尾盲鰻在其體內。

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 *bdellostoma* 有一中國漁人曾憤怒而言「Every hook——one sliiklostome」(即「每鈎皆有一盲鰻」) 彼蓋曾在 Monterey 自霍勃京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為魚類。彼等適於水中生活，無殊於鳥類之適於空氣中生活。魚類可再分之為三亞綱，即



鮟鱇之正面全圖

鮟鱇不甚適於游泳，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，其上有餌垂搖於水流中。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。

(1) 軟骨魚類，口部在腹面，如鯊魚與魴魚。

(2) 多骨之魚，其口部在首端，如鱈，鮭，鯡，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，如非洲河中之多鰭魚 (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。間有如魴類等，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，如魴魚類。其體自上而下成扁平形，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」(Guanine) 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。鮫鰈或名釣魚，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 kurtus 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，惟在軟骨魚及胎生硬骨魚類，如 henny 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。如鱈類之一種，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。此卽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

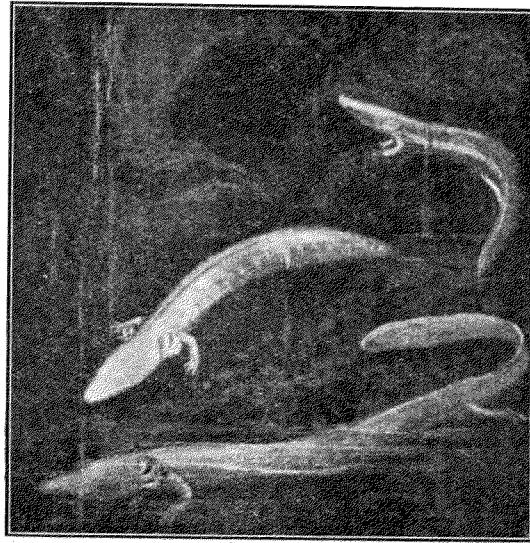


梭魚用其水均衡之浮囊作呼吸作用之輔助器官。而在彼三種之泥魚，即肺魚，則其此種結構可以肺名之。關於此點與其多細胞之皮膚腺（魚類之皮膚腺幾全為單細胞者），其初始之三心房心臟，及最初出現之一大後靜脈管，頗以較高脊椎動物之不共全，大靜脈管，此介居其間之泥魚已趨向兩棲類之途徑矣。

### 三

#### 兩棲類 (Amphibians)

蛙，蟾，蝾，水蜥，及蝶螈類皆為人所不甚注意。惟如日本之巨蝶螈 (*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），則為近世兩棲類中之巨大奇特者。美國巨大之牛蛙 (*Rana catesbiana*)，常以極粗之聲鳴於池中。其體僅長七寸。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 Devonian 時代始（最初有陸地動物足跡

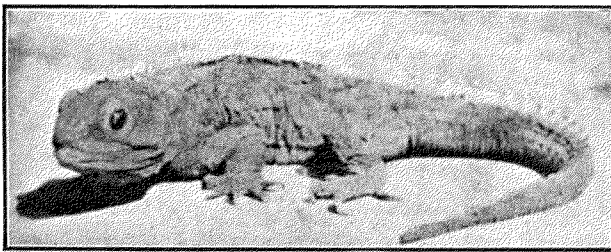


盲 螈

此奇形而居於黑暗地下水中之動物，最始發現於近 Trieste 之 Adelsberg 洞中。為盲目之水蜥，約十英寸長，為透明肉白色，且有永久之珊瑚紅色顯片。露於光中，即使皮部發生紅色。

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 *dalmanion* 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 (Reptiles)

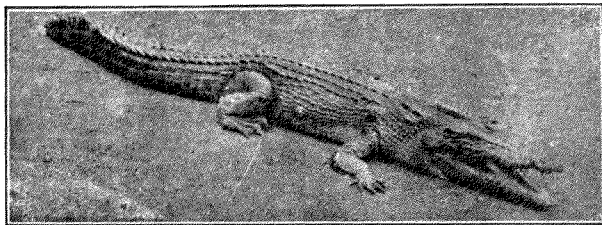


鱷 蜥 (*tuatera*)

紐西蘭之鱷蜥當可謂之“一生存之化石”，因其在今日為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。

蜥蜴，蛇，龜，鱷，及紐西蘭之生活古鱷蜥(Sphenodon)可代表今日之爬蟲類，彼等皆有其已絕滅之祖先。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。

紐西蘭之鱷蜥(Sphenodon)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，為生物學者承認，謂有視眼之明顯證跡，如複雜之網膜是，此種甚稀見之動物，長約一二尺，乃保存於近紐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，及他種小動物為食。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



印度之鱷

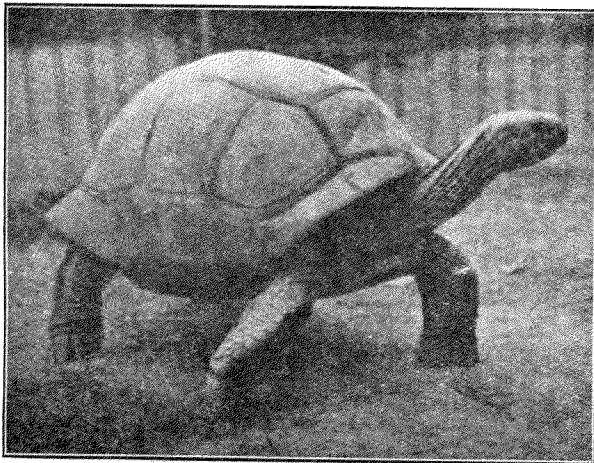
此類爬蟲(有時可達十八英尺長)常潛伏於河水淺地，近狹澗處或游泳之處，伺機以攫人或獸類而拖之入水中。除可懼之髒及齒外，其尾亦為一強有力之兵器。而堅強之甲，有時竟能禦鎗彈。

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。各類之鱷魚，皆為強大而厚甲之爬蟲，居於熱帶之河中。在陸地時，笨重而強僵，以魚類及小哺乳動物為食。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。



斑龜之爭鬪

各種之龜居於暖帶之海中，彼等游泳甚活潑，且上岸產卵，並將軟殼之卵埋於沙中。



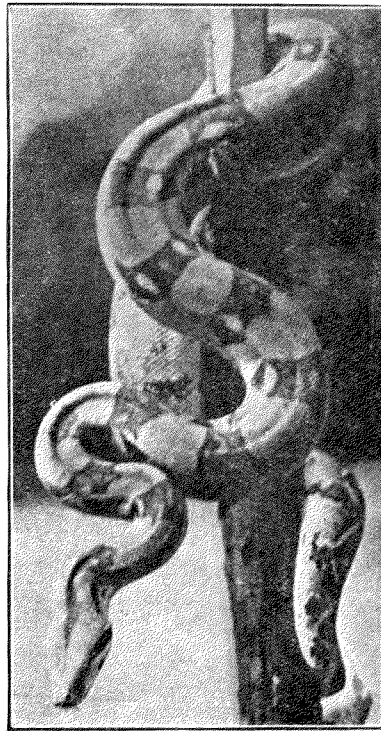
象龜

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，其易受之部份，則可以任意縮於甲殼之內。

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。間或母鰐因聞孵出幼鰐在卵內之鳴聲，而將卵掘出者亦有之。印度之鰐魚有時體長可達十八英尺，有一種大鰐魚體可長達二英尺。

## 龜類

龜類爲動物中負甲最完全者之一，僅玃狻類較之尤甚。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



蟒 蛇

此類之蛇能長至極大。並不毒，惟以其強大之身體緊繞所獲其物而殺死之。

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，惟尙有少數如不列巔之棕色蜥蜴，則爲胎生。唯一之有毒蜥蜴，爲墨西哥之 *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。Texas 及 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 (*amphisbaenas*)，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 (*ophidia*)。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，爲敏感之觸覺機官。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，體內各機官適於此甚長之形體。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 *adder* 種之毒蛇及其他數種則爲胎生。

以上所述爲關於低等脊椎動物卽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，卽自此最後者之爬行類中進化而出者也。

### 參考書

- Gunther, *The Study of Fishes* (1880).  
Osborn, H. F., *The Origin and Evolution of Life* (1918).  
Pyeryft W. P., *The Story of Fish* (1905) and *The Story of Reptile Life* (1905).  
Regan, C. Tare, *British Freshwater Fishes* (1911).  
Thomson, J. Arthur, *The Study of Animal Life* (4th edition) and *Outlines of Zoölogy* (7th edition).



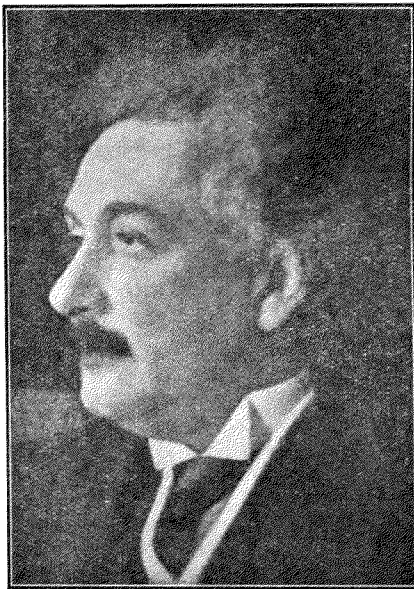


## 第三十篇 愛因斯坦之學說

前國立東南大學數學教授  
美國加利福尼亞大學化學碩士 段育華譯

### 事物果如其所現之相乎？

試一涉思愛因斯坦之奇想，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。今試設爾揮筆伸紙，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



愛因斯坦(Einstein)

精深遠到，世界僅有之科學學說創造家，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。

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。顧自外界觀之，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行止。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。

上之所述，皆引言耳——繼此以往，將見其有關於愛恩斯坦之持論焉。

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。使吾人可察之大宇，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。

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，而皆同一無二。

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。顧運動與空間，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恩斯坦學說，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。

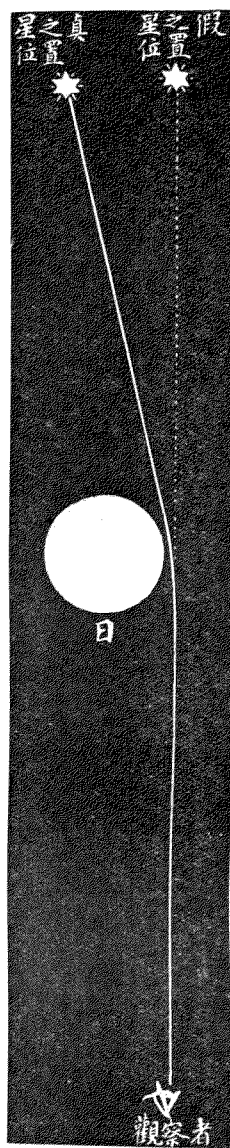
愛因斯坦學說中革命最烈之一部，即爲關於牛頓吸力公例之事。

### 吸力新解

愛因斯坦謂吸力(Gravity)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。

此即愛因斯坦之『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，啟其端焉。

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，卽生變積，猶凹鏡內之空間，無有直線，物之動於其中者，動路必爲弧也。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。吾人當知空間本有彎曲，萬物應循之動



星曲線示空間爲物質(日)存在所屈曲。愛因斯坦吸力論即根據此事實。麥克斯威爾光之電磁學說，亦謂有若干之曲度，但據愛因斯坦學說所推則倍於舊說。今之觀察適合愛說。故此實驗爲愛說鐵證。

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，始爲真體。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；蓋認吸引爲宇宙之性質，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，卽爲所見之橢軌也。如是則吸力云者無必要也。

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。

一

### 空間之曲度

愛因斯坦學說中最難解之一事，厥爲空間有彎曲是也，此曲空間中之所謂「直線」者，非向之歐几里得之所謂直線也。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。假令其所居者爲平面——如是書紙片之表皮。則其所建造之幾何，必爲歐几里得之幾何矣。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。

初吾人須記憶此扁人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，其人之所謂直線者，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，皆與歐几里得之公理相矛盾。故其人所推演之幾何，必爲非歐几里得之幾何矣。

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。今愛恩斯坦之欲吾人所爲者，卽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几里得之幾何矣。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。愛恩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，愛恩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。隨即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。有閒，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。

#### 第四量次 (The Fourth Dimension)

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，尙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，究含何義？小說家威爾斯嘗著「時間機」之故事以論之，其成書尚有愛恩斯坦學說之先云。

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。」愛恩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，愛恩斯坦曾證明之矣。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，卽如威爾斯其人者，尙能於愛恩斯坦之前而見及之。獨是愛恩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，然而愛恩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？愛恩斯坦曰，視乎運動，運動之情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。此卽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，卽地球繞日之速，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。

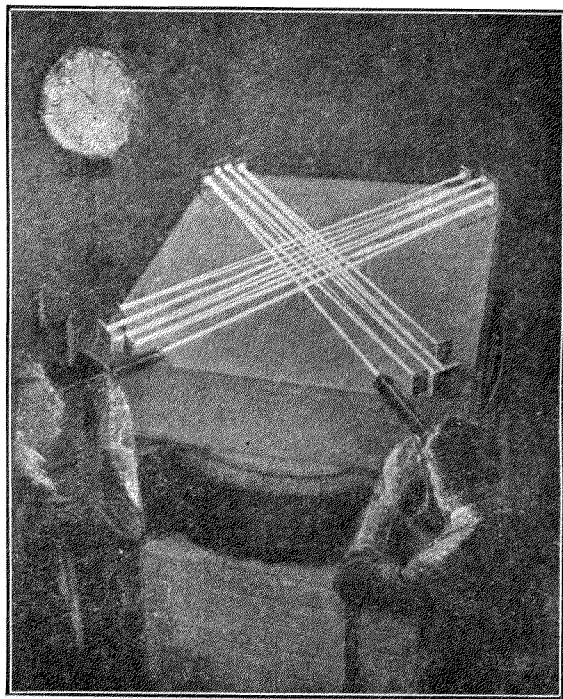
此等結果，驟觀之未有不以爲大奇者。爾將曰「一秒自爲一秒，而一尺自爲一尺，」然爾既知空間時間，本非真體，真體者，二者之合也。使吾人能發現一種空間時間合一之測計法，無論行動若何情狀，此種合一之測計，所得必人人無異，由是愛因斯坦學說之疑竇可以盡祛矣。分之則異，合之則同也。

### 三

#### 實驗之證據

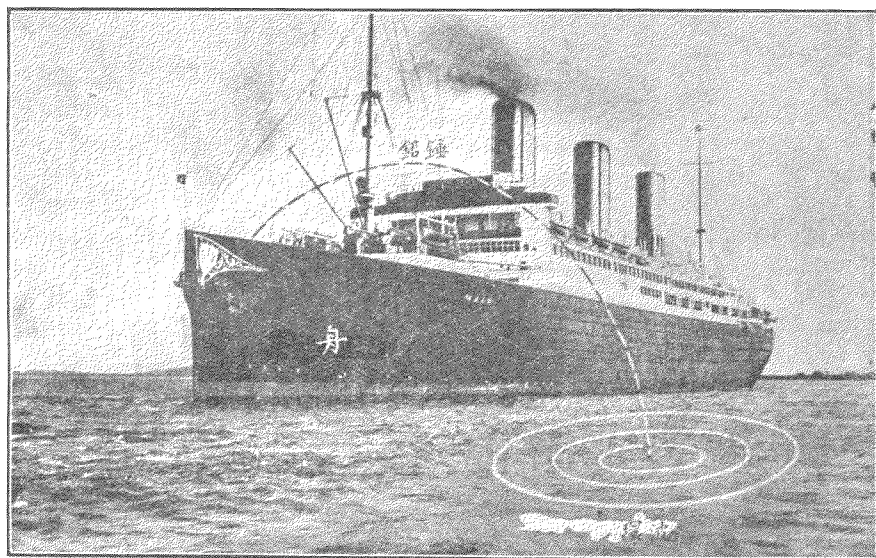
吾人方欲辨明之理，乃竟有甚奇之試驗以證實之，即光之速度，無論觀察者行動若何迅速，其測得之數值，必爲同一是也。證明此理之實驗，最精細而最著名者，厥爲買可遜與摩里之試驗。欲知此試驗奇異之結果，先設一鳥，由火車之一端，飛

至他端，火車靜止，鳥飛若干時而過，車向鳥而駛則其費時必少，車離鳥而駛則其費時必多，三者皆事理之固然者也。但買可遜與摩里以光易鳥，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？惟愛恩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。吾人當知愛恩斯坦之學說驟見之雖甚可奇，實有試驗之確證。豈僅爲算學上之妙理哉？凡於是說而徘徊疑慮者，吾則曰『唯爾將何以釋此試驗乎？』



本篇所提及買可遜與摩里著名試驗之裝置

地球如舟，以太如海，此實驗蓋欲測地球對於以太之速也。法以環槽盛水，浮板其上，上置多鏡。燈光射至銀膜，析爲互垂之二部，乃用顯鏡驗之。本期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。）



舟在海中測其自身之運動(比較買可遜里關於以太之實驗)

牛頓謂：諸物運動，無論其所動之空間為靜為動，其互相對待之速恆同，且引舟中人物為例。“但若不侷於舟之本身，得任意利用舟海二物以為實驗，則其事乃大異。使舟人懸及鉛錘於海，環波四出；尋常舟子，皆知其錘線之入水點，將不留存於環之中心。是點自環心前進之速，即為舟速。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。”——引甄斯書中所述。(參觀前圖)

時之倒退

欲使吾人之心靈不為成見所束縛，則請一讀法國天文學家佛蘭馬梁之科學奇談。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，距地為光行七十二年，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，乃更遠颺，以甚大之速，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。

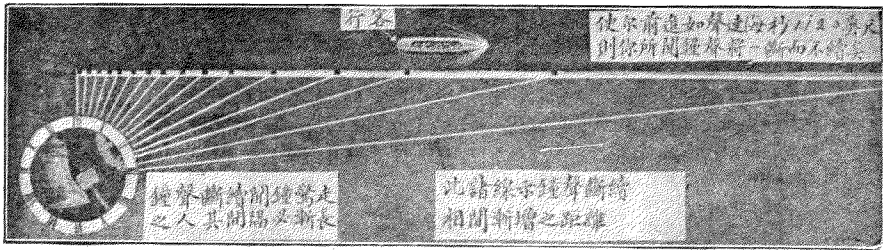
吾見瓦達奴 (Waterloo) 戰場，死



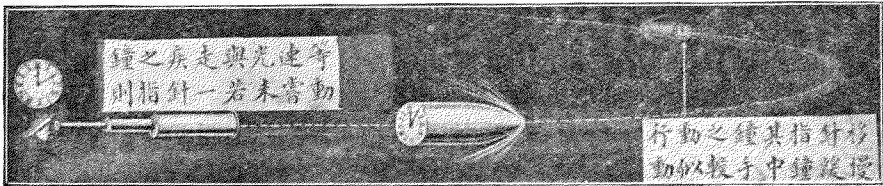
屍僵臥地上。其旁拿破侖據鞍勒馬，退騎而至。繼則死軍忽然還生而躍起。同時馬亦復活，騎兵跳登馬上。及二三千人皆已還生，乃重整隊伍，於是兩軍始激戰。法陣中心，則爲法帝，其衛隊亦已復活，日終無死者，且無受傷者，卽衣履亦未嘗有破裂之事。二十萬將士，死裏重生，自戰地從容步去，狀甚整齊。是役也，非執拿破侖而服之，乃還之於帝位云！

#### 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，與銑質所發出之微點，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，且將視若平易，而無所驚奇駭異矣。



此圖乃欲明行速大於聲速者，將永不間斷續聲響之故——蓋聲速不足以及之也。下圖示光之例，正同是理，觀此愈易明。



此圖乃欲明行動之鐘，其指針所現之移動。鐘之疾行如光速，其指針必視若未嘗移動。

## 宇與宙之結合

前此所述，乃所謂相對專論，愛因斯坦一九〇五年所創者也，其時愛因斯坦始二十七歲。嗣是而後，彼乃大伸其說，以括入吸力之理，稱爲相對通論，且由是而得知歐几里得之幾何之不適用於吾人之空間如前文所云也。愛因斯坦之相對通論，殆人類心靈獨建業之最偉大者乎。雖然，依據上述之理，其主要之意義，尙可得而言之。吾人既知空間時間無分立之存在，二者合一，始成真體。

繼此遂生一大問題：物質能離空間時間而獨存乎？試更精切言之。將吾人懸想空間時間如蛛網，物質存在其間，無所牽涉乎？抑物質遂無何如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，固不知知之與不知之也，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。愛恩斯坦之發此問也，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。吾人恆假定歐几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。則是以永不會見之運動，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，蓋欲另闢一說以明其理耳。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，因是軌者卽其自然之常軌也。或謂其動路非直線！愛恩斯坦曰，否，直線運動，在歐几里得之空間爲自然之運動，吾人之空間必爲非歐几里得之空間也。

## 大預言

今有二說於此。牛頓謂空間爲歐几里得之空間，自然之動路爲直線，繞日之行星動於歐几里得之空間中，其不動於直線者，則以「吸力」引之向日之說以解釋。愛恩斯坦則謂空間非爲歐几里得之空間，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。使愛恩斯坦之說而真，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，一若由歐几里得之形，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。愛恩斯坦之學說，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，適與愛恩斯坦之說脗合。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

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.*



### 第三十季候之生物學

國立東南大學植物學教授  
美國加利福尼亞大學植物學士 胡先驕譯

#### 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

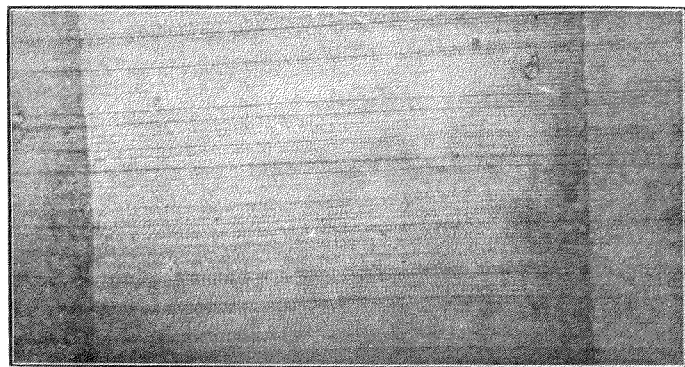
吾人若細察一大稀樅鋸斷之幹部，可計算其記載年齡之年輪。吾人試察美國加州之大稀樅有二千四百二十五年輪，則知其降生乃在西歷紀元前五百二十五年也。但何以能分別每年之生長乎？何以年輪不混合爲一片乎？則因夏間發達之木與秋間發達之木組織有異，而二者之交錯至使生長之區別，顯露於外。



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，皆有生長漲落之波浪。如蠨蛸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迹也。

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。如在陽歷十月十一月，月在下弦之日與其前一日，薩摩島之珊瑚島中，巴羅羅環蟲必按時齧集是也。

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



松木生長之年輪

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，其重要功用為輸導水分，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，而熱帶植物無年輪。

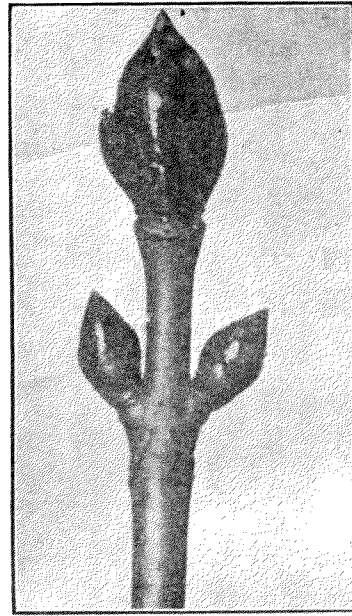
億萬計，故其水中受精之目的易於達到。此種齧集，在日出之前少時開始，大約半點鐘後即已竣事。

關於巴羅羅蟲，有極有趣之事實。此蟲齧集之時間甚為準確，故土人咸習知之；知其在十月為小齧集，十一月為大齧集。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，而巴羅羅蟲獨獲免。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，如白列顛尼 (Britany) 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。但博恩 (Bohn) 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

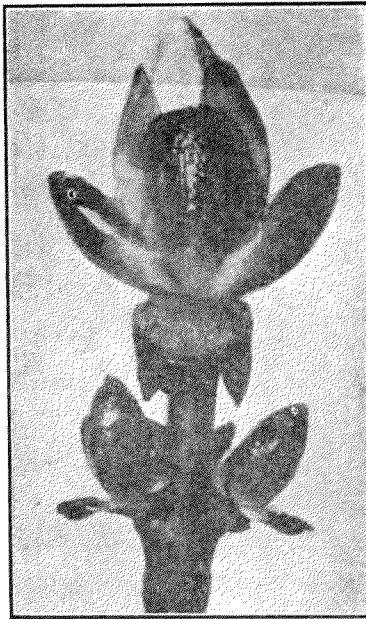
春季為發生之時期，蓋在一休息時期之後，隨以一更新之發動。種子休伏於土壤中，發酵作用在內部進行，預備取用其中密藏儲積之食料。細菌休眠孢子亦破裂胞膜而活動，濕氣逐漸吸收，幼苗萌發，而表示根莖之微末運動（觀植物篇中）。



圖一 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。

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，使生活物



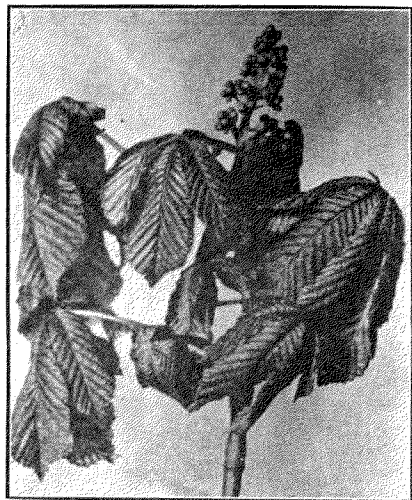
圖二 六日之後最後一對苞片亦開放

當芽伸長之時，可見葉與芽苞逐漸之蛻變；蓋苞片為葉基所變，而有保護作用者。

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

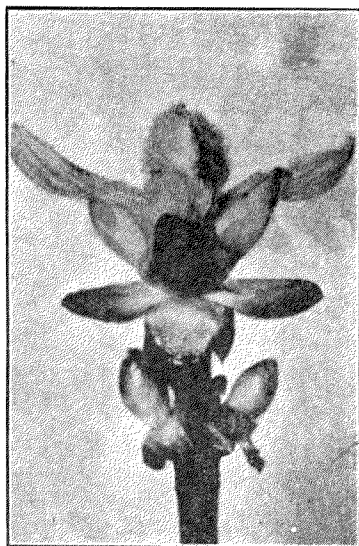
可免葉互相重疊之害。在花芽中所有花之各部皆具體而微，春令一至，花乃豔發。

六



圖四 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，其美麗白色繡蓋狀之花序亦已出現。

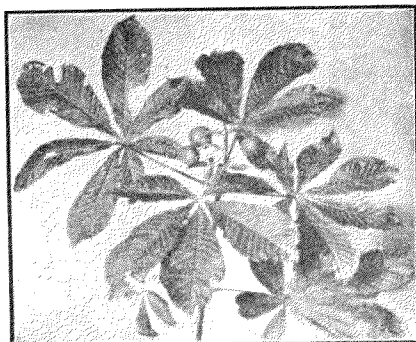


圖三 十日後第一對葉幾將放開其小葉

葉為對生之掌狀複葉，即其小葉排列如指之在掌上也。



圖六 至陽歷九月十七日果已長大，外有有刺之殼



圖五 至陽歷七月十七日開花之枝之基部已有三個小果

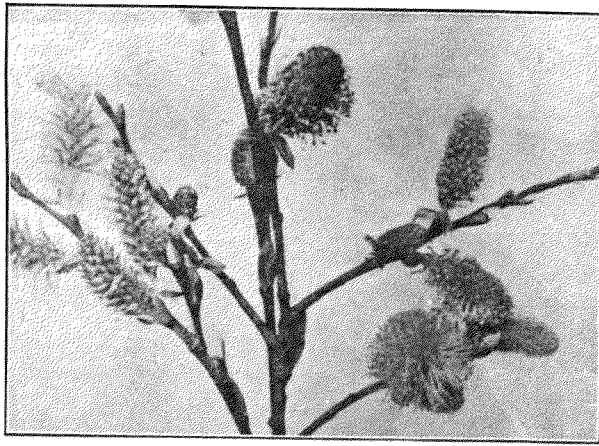
其種子作苦味，但含有多量之澱粉，在土耳其，以之養有肺病之馬，再則研之成粉，以供驢阜之用。

白蘭姆曾述亞洲草原風景雲時之變換云：

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。

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。其故或為早春之花受日光較少，其生活作用



春初最早之花之一

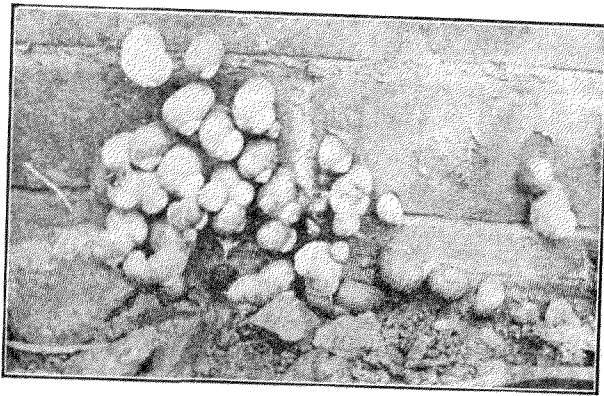
棕柳之大小柔荑花序。左方一枝所生者為大蕊花，右方者為小蕊花。兩種花各生於一樹上。其花極簡單，小蕊花僅有小蕊，大蕊花僅有大蕊，各生於苞片之中軸，無花萼與花瓣。然其花幾全為蟲媒，惟其族類皆為風媒耳。格林蘭尚有風媒之柳樹，但不過為表示天演方向之標記耳。昆蟲如蜜蜂、蝴蝶，皆貪嗜其花之芳香與甘液，而為之傳播花粉。

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，此等在昆蟲尙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。

### 動物之出蟄

在動物界中亦有如在植物界中之春期活動，最常見者，厥爲土蜂之后蜂。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，爲前一年大家族中之幸存者。平常入蟄之蜂，無慮百數十，惟年幼之后蜂爲能生存焉。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，其入此等狀況之先爲蠕蟲，至是其軀體至少有一部分起重要之變化；至春日出蟄時，乃爲有翼之成蟲，如蝴蝶是也。

同時彼伏居於古井之底深閉於殼內之蝸牛，亦



蝸牛蟄眠於有遮蔽之牆下以度冬  
其殼之口爲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。

起而活動，而蟄伏於池塘岸畔洞穴中之蛙，眼耳口鼻皆固閉，僅用皮膚以呼吸。其心之跳躍甚微，至是亦爭出。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，齧鼠，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。由此乃發生子叉，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，亦卽其一種也。若以融化之白蠟傾入池中，則水面結一薄層，蚊蚋之子孑不能呼吸而溺斃，瘧疾亦因之而減少。又有多數小魚以子孑爲食，則又不啻輪中之輪焉。

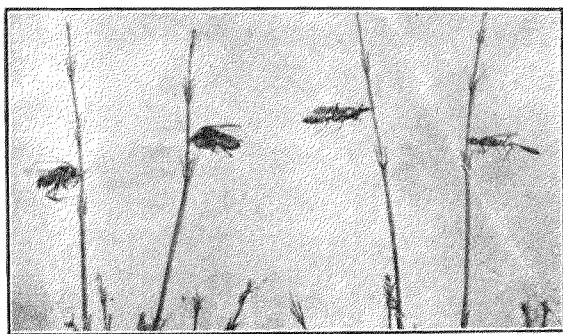
蚊蚋之生活史約占一月之期間，夏間世代相續至秋盡而止，與之相反者，則有蜉蝣之生活史。其幼蟲常半生於水中至三四年之久，而空中之生活，僅有二三日，有時祇有一日，於是又有一生物學原理，卽一部分之生活史在某一狀況之下，可延之甚長，在他一狀況之下，則促之甚短，要以適於生物各種生活狀況爲準則。

至吾人起而研究所習見之蛙之生活史——約爲時三月之久，——則又有一生物學原理，卽復現 (Recapitulation) 是也。其意卽謂在個體之發達，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 (Dipnoan, Protopterus) 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，即為兩棲類而非魚類，如無鱗之迹象可尋，即其證也。

亦有多種蝴蝶與蛾，在成蟲時代伏蟄，出蟄後乃在春間配合，因以發生早生而為害於圃丁之幼蟲。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，是為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為有利故也。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



昆蟲之蟄眠

蜜蜂與黃蜂之入蟄眠狀態也，以口咬緊於植物莖部之上。

性，則殊不易索解也。

### 海鰻鱺之故事

在西華安 (Severn) 與其他南部之河中，海鰻鱺至春日乃溯流而上，至陽歷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為九眼魚，每每誤認為幼稚之鰻魚，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種類 (*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（warbler）其雄鳥先擇定一地域，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，如礁石上之海鳴（puffin）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，不但生命之燄然燒最烈，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生長，如造成來年之芽是，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液，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。



夏季

樹密生葉，水生植物之枝葉，生出水面。

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液，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液之回憶所驅使，蓋極有趣之事也。亞里士多德在二千年前已注意一重要之事實，卽

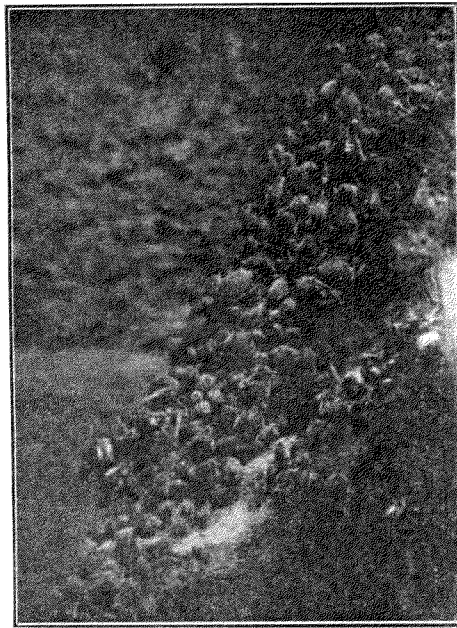
蜜蜂之採蜜，不由此種花遷至彼種花，僅限於一種，如紫羅蘭是，在未歸巢之前，決不遷至他種花。

對於此說固有例外，但亞里士多德所見，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，卽異花受精之目的，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。

### 動物之勤勞

動物生活之兩重要旨，卽爲自爲與爲人，二者有時皆須有極大之勤勞，換言之，卽物之造成或運開，或捕獲與皮藏，或由一形式變爲他形式是也。當吾人思及一

蟻塚，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：獺之獵也，以獨；在冬令狼之獵也，以羣；鷹之獵也，以日；鷗鴉之獵也，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：有數種蟻視花蟲如乳牛，甚且保護其幼兒，以言耕種美國塔格薩司之農蟻，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。當割葉蟻割開一殖民地之時，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



兩蟻放牧花蟲，視之爲乳牛，以其分泌之甘液爲食

蟻至秋間每取花蟲藏於地中，且保護花蟲之卵，其關係直與畜養無異。

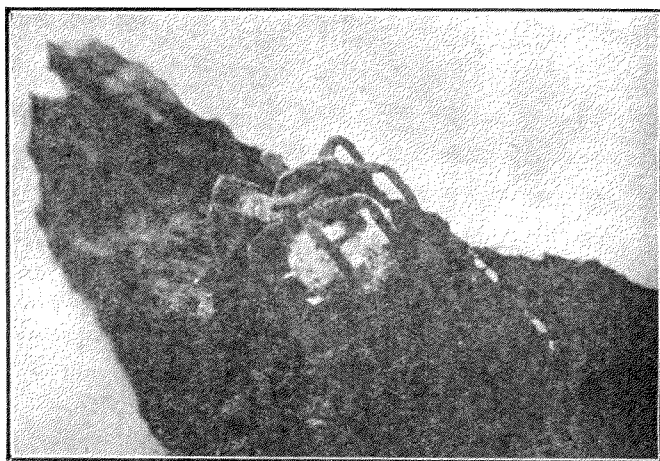
人當思及松鼠存儲多量之核果，與蟻之倉廩，蜂之巢蜜，掘土蜂刺傷之幼蟲，再則有巢穴隱蔽之所之造成，最著者爲白蟻之塚，高逾於人，以口唾與泥造成之，內部且襯以嚼爛之木，再則有懸於樹上紙狀之蜂巢，一層之下復懸一層，四周皆爲不透風雨之牆垣所包圍。以是種種觀之，動物之勤勞，殆無疑義也。

## 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。最簡單者爲短翼鳥 (chiffchaff) 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，幼鳥復須避烈日之曬晒，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，其重要與堅利嘴爪之天演同，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。



獵蜘蛛 (dolomedes mirabilis) 之攜帶其絲質之卵  
蜘蛛之繭，與幼蟲將至蛻變之時圍繞其自身所作之繭大異。二者皆為絲質，但蜘蛛之繭為母蟲造成，以盛其卵而日後以盛小蜘蛛者，蓋不啻一可攪動之搖牀或窠巢也。多種蜘蛛藏之於適宜之偏處，他種則攜帶之於體下。

### 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，而在夏間為尤著，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，此為藏卵之「繭」，不多時卵即變為小蜘蛛矣。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為思想者異，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，驅逐其他之雄巢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，而以口嚼之成醢，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，如馬達加斯加之騰納食蠅獸 (tenreco)，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，彼不能如其近親刺蝟之能蜷縮，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。

## 秋季之生物學

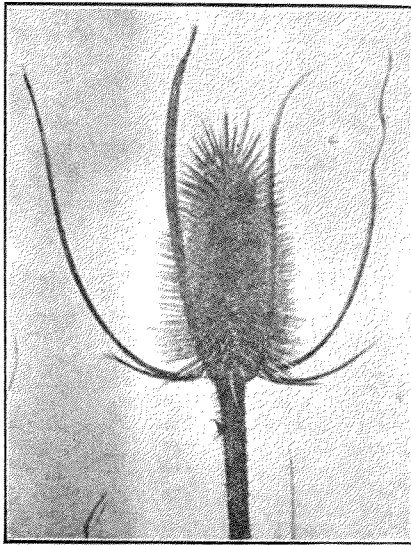
## 秋季之果

雖秋季爲一年潮流轉變之候，然在生物學上重要之印象，尙爲生命之豐富也。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，或粗糙而易挂於動物毛革之上時，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。

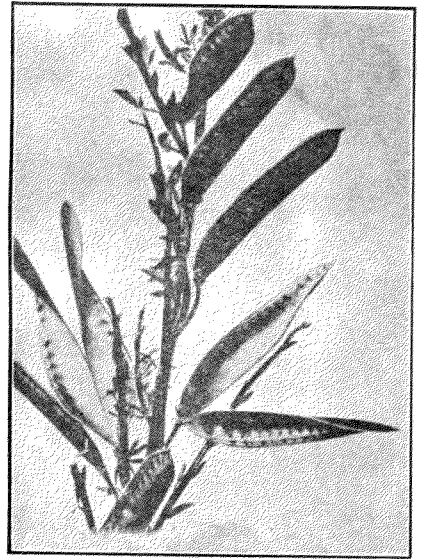
## 種子之散布

當人在收穫之時，自然乃散布種子，在晴明之秋日，金雀花之莢，爆烈之聲可聞。多種之蒴，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，『如空氣中之銀蛇。』有數種鳥類能消化其所食之種子，但多數



續繼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。



金雀花之莢之爆裂

金雀花之莢，在陽歷八月成熟，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。

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，如在生物相互關係文中所稱，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，然其行爲頗似動物也。

秋季種子之散布，予吾人以一生命豐富之印象；但在他方面則爲死亡之衆多，彼使種子不能萌發之機會固甚多也。丁尼孫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』字爲『千萬』也。達爾文曾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，至第二代則可鋪滿安古色 (Anglesey) 全島，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，再則惟餘留之美色。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(anthocyan)（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，使之變爲腐植質，再則以其胃中所研爲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，惟以秋間爲最著。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，而繁殖過賸之時則爲在夏季孳生之後也。其事極奇特有趣，先是少數小蜘蛛，尤以在幼時者爲甚，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，見風卽變硬，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，以其絲爲鼓風之具。此事在他文中曾詳言之，此處所得而說者，則在相當之清晨，數千之小蜘蛛爲其空中旅行之時，草地麥田或竹籬之上，常挂有多量之蛛絲，卽俗所稱爲雨絲是也。此無翼之航空家，可爲風吹至數里之遙，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，尙有他種之移徙。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，撒卵後卽死去之類，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，布染母 (Bryant) 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。

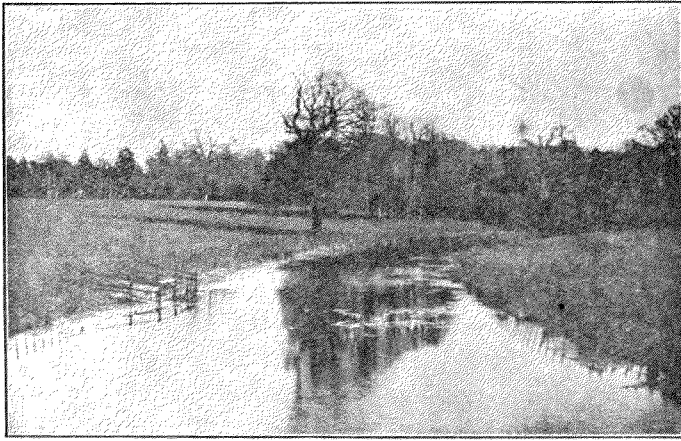
至是乃漸覺食物之缺乏，最後其安樂之生活乃變爲恐慌，平素勇敢無畏之行動，乃現不安謐之表徵，不久則皆覺將來之可危而幾變狂易。於是乃羣集而起首移徙。多數之鼠同時有此衝動，而由彼等將此衝動傳於他鼠，於是列隊而行，自高山至於低地，如水流之就下，大眾皆向一方向邁行，惟亦以地域與環境

之情形而改變。最後乃成極長之隊伍，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，一路遄行凡遇可食之植物，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 (Lapps) 與薩摩葉至人 (Samoyedes)。獾，惡之犬，鷹，鵬，雪鷗，烏鴉等，皆在此移徙之大羣中，捕獲無數之鼠以爲食，而變爲肥腩，鷗與魚則以渡水之鼠爲食，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爲尤多，屍體暴露於道旁而腐爛者以萬千計，爲波浪所漂沒者，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。

## 冬季之生物學



### 冬 季

樹已無葉，水生植物出水之部分已死去，平常僅餘根部植於泥中。

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，使多種動植物柔輒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，尙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，赫貞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，冰鳥，鳶，雪鷗，鴉等，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，吾人須記憶大馬縣洞中 (Dalmatian Caves) 之淡白色蠟螈 (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，或爲種性之期候使秋季所生之毛不發生色素，或爲嚴寒直接影響於身體內部之化學作用，與皮下血液之循環，則尙不可知，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；但山兔在無雪爲背景之區域，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，以及雪鷗、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，蚰蜒諸物爲食；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，蟄眠之另一例則爲無肢之蜥蜴，每每五六隻蜷爲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，故匿居於較空氣爲暖之窟穴中，實爲有益之事。其軀體雖僵直，尙無妨礙，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。

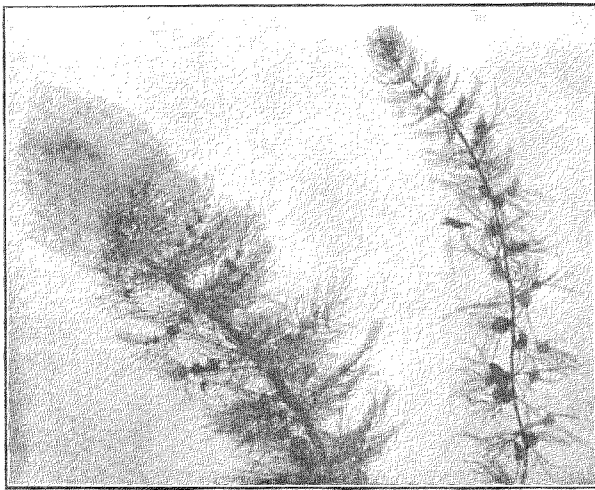
### 蟄伏

在哺乳動物文中曾稍討論真正之蟄伏，如在刺蝟，田鼠，齧鼠，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，其熱血尙有不完善之處，即使熱量產出與消耗適應之能力（惟鳥與哺乳類爲有之）能常保有一定之體溫是也。蟄伏之哺乳動物，卽不能保存其體溫者，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，卽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



狸 藻

狸藻爲生於水中之植物，有特爲種葉所變成，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，至秋間乃下沉至水底，至春間養料耗盡變輕，乃上浮於水面而發生新狸藻。

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，此與水生動物名爲蘚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矽質之尖刺中，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，松鼠之積聚多量之堅果，卽與農人智慧舉動相若之本能行爲，而蜜蜂積儲之習性，卽其羣體可以度冬之理由，最有趣者則爲地中海之一種蟻 *Aphaenogaster sardoa*，此蟻居於地下之穴中，但不積儲。

其親愛之表示，厥其密集一處，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；然已開蟻塚之先河，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，如鷓鴣鳥僅須自高沼地遷至海濱，夏雞僅須自阿白丁 (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。

## 減數

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，凡未孵化之幼蟲，概被食去。此種大舉之殺嬰，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

於此可見冬季之生物學，最顯著之表徵，厥為淘汰，冬令固為休息之機會，但亦為淘汰之機會，冬令之睡眠與休息，常為來年春間積極活動所必需；但其較深之意義，則為每年冬季之淘汰，適以使每年春季有進步之天演也。

### 參考書

- Allen, Grant, *Colin Clout's Calendar* (1883).  
Beebe, *The Log of the Sun* (1906).  
Burroughs, John, *Signs and Seasons* (1886).  
Cassell's *Admirable Nature-Book* (1908).  
Hamnerston, *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* (1914) and  
*Nature all the Year Round* (1920).
- White, Gilbert, *The Natural History of Selborne* (1788).
- Witchell, *Nature's Story of the Year* (1904).
- Wood, J. G. and Th., *The Field Naturalist's Handbook* (1879).



第三十篇 科學於人類之意義——生命與心與物質

洛奇爵士 (Sir Oliver Lodge) 著

國立東南大學心理學系主任  
美國芝加哥大學哲學博士 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。真哲學之眼光，必視此爲廣，必能縱目四顧，思欲窮物之廣大高深，而窺測超於知識之大實在。

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，然尤必求盡忠於真理。追求真理，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。誣蔑真理之神，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。

## 宇宙之曠觀

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，細察物質，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尚非最終，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，其混合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，卽其能爲生物（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，足以質射有此種節制，）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

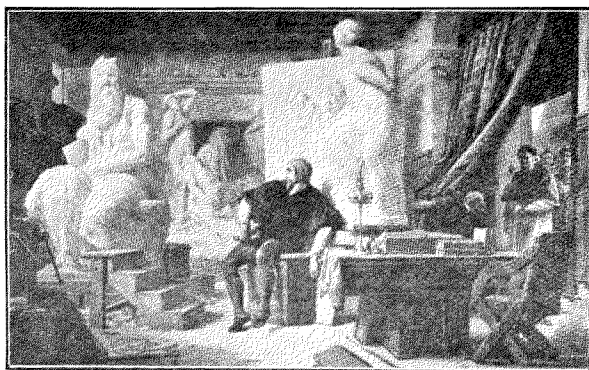
然則科學果能包籠萬有之全體乎？否否不然。科學範圍之外，尙有美術文學之領域，與夫唯善唯美之全境。凡以科學家自命者，此境非特許不得入，凡以人類自居，則莫不有可入之權利。藐視此境者必至自害，其哲學大似枯骨；而在他人原可肉白骨而起死人也。（科學與萬有其他部份之關係，讀者欲聆偉論，應讀湯姆生

教授 Prof. J. Arthur Thomson 之科學入門 Introduction to Science, 書在家庭大學叢

刊 Home Univer-  
sity Library 內)

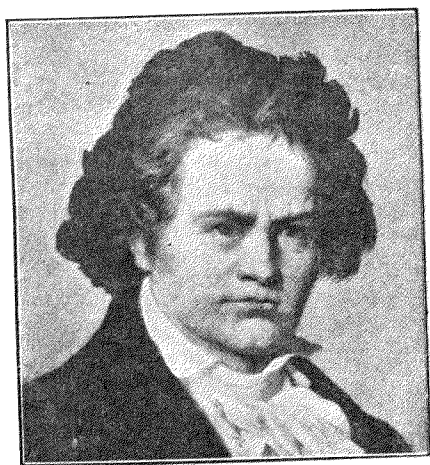
人之精神善

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



米格爾安琪樓 (Michael Angelo) 在館

露默生 (Emerson) 曰：“今人尙覺米格爾安琪樓之勢力，一人而戴四冕——建築，雕刻，圖畫，詩歌。”

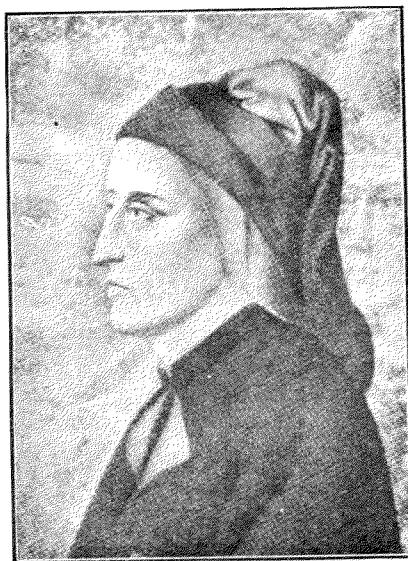


貝多文 (Beethoven)

貝多文為音樂大家，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。”

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。蓋凡人此境，所達到者不為發見而為創作。非此創



但德 (Dante)

雪萊 (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。”

作，美術品無由產生。科學家對此惟有俯首而已。若莎士比亞 (Shakespeare) 但德 (Dante)，米格爾安琪樓 (Michael Angelo)，貝多文 (Beethoven) 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



克衣志 (John Keats)

克衣志曰：“美是真，真是美。人世所知惟此，所應知亦惟此。”

上言盡心追求真理者終或領悟善與美。敬以求美，或能逕由直覺而入真

理之境，此則克衣志 (Keats) 已簡括言之矣。至若立意求善之效，則可見之於古聖

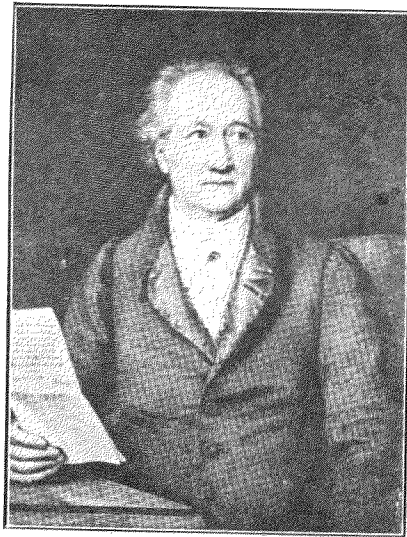
人之功德與神悟。其蘊義之廣，似猶非吾人所敢定論。然則灌漑人心者不止一流，引人步履以登臨者不止一徑。所趨雖殊，所造則一。凡路會歸於羅馬；如能切心探訪，凡道直通於真理。蓋真理之大，超乎一人意想中以爲可能之事，猶如天香氤氳，非一人或一組人所得壟斷也。真理之爲物，既隱而微，亦光而大。脫穎而出，則其美麗爲人想像所不及，其華耀過於任何人所思擬之事物。

三

生命與心與物質之關係

生命與心與意志

誠如此論，吾人又何以能默認科學之



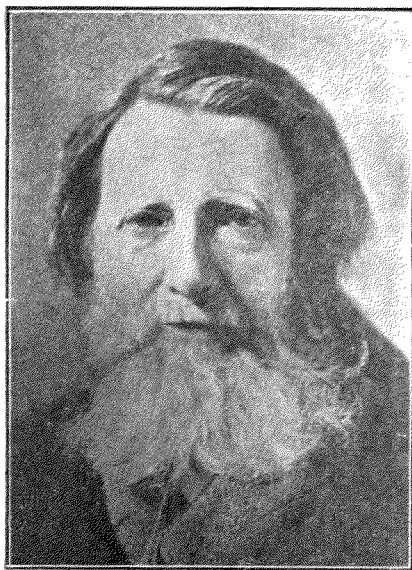
歌德 (Goethe)

安德諾 (Matthew 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。

唯物論，而以科學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。拉波拉斯 (Laplace)

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，有奈端偉大之學理。以哲學論，亦未完全，此即彼自身亦深知之。故於書末贅言，不憚據理申說彼之篤信有神。惟純粹以數學推算，彼已化諸天爲秩序矣。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。自奈端死後，願已大償。奈端於有神之說，中心誠服。拉波拉斯信有神否，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。



羅思金 (John Ruskin)

其近代畫家一書有云：“一花之祕密，非吾人所能盡知，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



推納 (J. M. W. Turner R.A.)

羅思金曰：“推納終必與倍根 (Bacon) 齊名，此則形之科學家，彼則質之科學家也。”

尤著者耳。故其證悟以經驗以上之事物爲材料，而尤自幾於無窮盡，無始終。

#### 四

### 生命之性質

然則吾人於此運化之理，名爲『生命』者，所知幾何？曰，所知極微。

據巴斯德（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，仍不失爲化學作用。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』果爲何物，自古至今杳無定論，非我所敢武斷。然謂爲萬物之真實基本而可永存的一相，當無不可。此則人所應知也。此種觀念，至少可用爲研究之線索，他日或得良果，今則僅爲一可通之假設耳。就其大體而論，我甚覺其近理。以我觀之，生命雖恆爲塵世物質之一功用，其尙有他種狀態，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，雖一現卽逝，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，能分別恩讎，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。譬如炸藥之盲目，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，則引爲恥辱而大悲。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，尙可以機器琴表示一二；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，覩其襞縫，憬然想見其人。軍旗已破，其寶貴或猶足以飾聖堂。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，可以吾人之身體爲例。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。音樂家之靈魂亦可秘藏於其曲稿中，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，或月光在湖上之縐紋，而歸功於物質之能力，化學物理諸作用（即吾人所知物質與以太之波動），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。



# 第三十人種學

前國立北京大學教育科教授  
美國喬治華盛頓大學碩士 朱經農譯

世界現存之人種同出於一源，由單一種 (species) 號爲 *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-love) 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 (mulattos) 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，如歐洲萊因河畔所發現之內安德塔原人 (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原人、海德爾白格原人 (Heidelberg)、孽特砍色羅布猿人 (Pithecanthropus) 均自一共同之先祖傳出。

附註一 海德爾白格原人之骸骨發現於德國境內。

附註二 擊特砍色羅布猿人之骸骨發現於爪哇境內。

### 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。

E. G. Conkling) 之言云：

(Prof.

按照孟德爾遺傳原理 (the principles of Mendelian inheritance) 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『二之五乘』<sup>(5)</sup> (2) 推算，此五項互殊之性質，兩兩相配，可得三十二種組合，卽其孫輩，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『二之十乘』<sup>(10)</sup> (2) 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』 (cultivated plants) 及家畜中者相同；生種起粹變或漸變（惟全新性質如何起源尙未能確知耳）由選擇而行淘汰，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

有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。

### 原始之人羣

人種學者通例，分原有人羣為三大支派，即黑種，黃種，白種；然此不過為便利起見，非於學理上有確切之根據也。每支派復為若干種族，每一種族復分為若干民族。每民族復分為族系，每一族系復分為若干血統。

(一) 黑色人種亦稱『尼格羅』種，黑色之膚，捲縮之髮，扁平之鼻，厚唇，突眼，大齒，狹臀，長頭為其特殊之形質。然黑種之中復



蘇魯人 (Zulu)

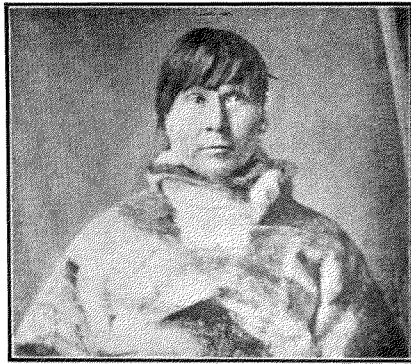
從非洲東部意領馬利蘭之南端，畫一不規則之線直達非洲西部之卡拉羅，則將真尼格羅人與班都人分開，該線以南為班都人所居，班都人復分為無數部落，無數種族，其中最強盛，最喜爭鬪者實為蘇魯人。

有種種派別，其所包含者，有非洲尼格羅，南非布西蠻 (South African bushman) 各種小黑人 (Pygmy races)，各種麥浪尼西亞黑人 (Melanesians)，及澳洲黑人等。(按

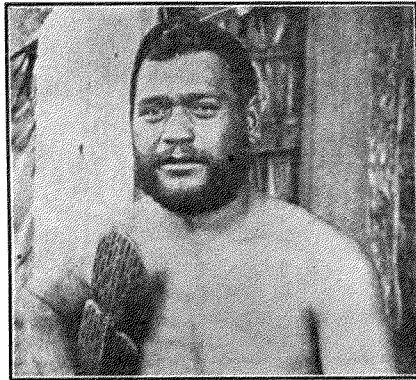


澳洲黑人之髮並不捲縮。

(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，棕色波裏尼西亞人 (Brown Polynesians)，冒理人 (Maoris)，愛斯克摩人



愛斯克摩人的真代表



冒理人

吾人平常以為冒理人乃純粹之波利尼西亞種，其實不然。彼等遷入紐西蘭曾與完全不同之各人種相混合，試觀其顛蓋骨，即可見其顯著之痕迹。

(Esquimaux) 及美洲紅人均屬黃種，而變異最甚者，即北歐蠟拍人 (Tapps) 芬蘭人，匈牙利之馬嘉人 (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，美鬚髯，顴骨藏而不露，鼻高而狹，齒細，臀闊，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

阿爾怕人 (Alpines) 短小而黑之地中海濱人；在亞洲則有印度亞利安人 (Indo-Aryan) 及其他種族。上文列舉之龐雜無次，顯而易見；故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。然而人皆承認波斯人之類似英人，實較南非洲之火吞托人 (Hottentot) 之於英人爲甚，且英人以爲阿拉伯人之



印度人

印度人爲印度境內無數人種之一。其住所實限於印度河及恆河流域。



阿拉伯人

阿拉伯人居阿拉伯，米蘇魯及大米亞之一部，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，即哈德冒特及雁門之山居者，具道陰人之中亦能見之。

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『申，漢，夾』之說（“The Shem, Ham, and Japheth” view）吾人發生疑問，實有正確之理由。然此三派互異之點固甚顯著真切。阿收克衣斯（Sir Arthur Keith）有言：

『羣居於非洲中心之人種，其形質實爲吾人所深謔；吾人一見光澤無毛之黑膚，彎卷之髮，扁平之鼻，睜張之黑色巨眼，重厚之脣，閃光之齒，強大之顎，即知其爲尼格羅人。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，一見黑人即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（即亞利安或高加索式）則又與黃黑兩種不同，觀其蒼白之皮膚及其面部之形狀，吾人即知其區別，薄脣與高狹之鼻尤爲其特徵。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亞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。

## 二

### 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」(the ductless glands of internal secretion)，腺中釀成兩種有效之化學傳遞者，謂之「合而孟」(hormones) 與「卡龍」(chalones)，灌輸於血液之中。粘液體 (the 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。粘液體過於膨脹，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，其結果或成天閹而癡肥。

阿收克衣斯曾言，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爲大。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，卽在其他脊椎動物之演化上亦有同樣之影響。

吾人對於此種發引興會之妙想，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，可為各種形態之原因，而此種形態之差別，往往言之過甚，認為種族間深切之界限。就他方面言，吾人亦不應因阿收克衣斯指示途徑，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』(metabolism)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，承認各人種顱骨，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『申漢夾忽』之學說改觀矣。

### 三

#### 人種之造成

人種學研究人種 (races) 而非研究構成國家之人民 (nationalities) (以下略稱

國民所謂『人種』乃指一支種 (sub-species) 或一變種 (variety) 而言，即由個人結合成羣，有共通之特性，有共通之祖先，其對內之共通性實較對於其他人種爲多。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 (families) 成『社』 (communities) 集社成『族』 (tribes) 集族成『宗』 (clans) 集宗成『種』 (races)。凡此數者均包含『親屬』 (kinship) 之意，不過相親之程度略有等差耳。至於『國家』 (nation) 國民 (nationalities) 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，然其中國不必含有『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。在冒理人入居紐西蘭 (New Zealand) 以前，已有幕略理人 (Morioris) 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；世上固常有人先哥倫布

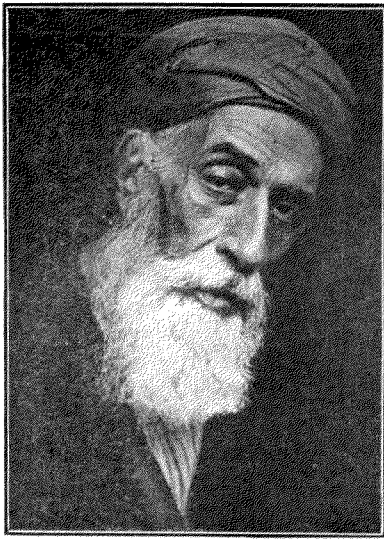
而發現新大陸。吾人所欲問者，即人類何以能為哺乳類中分佈最廣之動物？其答案必曰，因人類有強大之頭腦，故常好動不息，性喜冒險，能使生活適應環境，能制御『自然』以供人用。然而人口增加所生間時重來之壓迫，氣候及其他環境之變遷不定實為激刺人類冒險性之原動力。人類非多產性之動物，然其父母愛子之心極強，翼護之力亦大，故生一小兒，不數傳而成百子千孫，結一小團體，不數稔而蔚為大國也。棄殺嬰孩 (infanticide) 或極高『死亡率』 (death rate) 可以制止人口增加之壓迫，然而最銳利之促進器或為環境之變遷，例如天氣亢旱常使人不得已而移居。亨汀敦教授 (Ellsworth Huntington) 及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，以為人類在新氣候中獲得後天的變化，此等變化遂流傳而為人種之特性。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 (East) 及瓊斯 (Jones) 兩博士曾依據生物學評判此事，其言曰：



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。

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

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

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亞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 (Huxley) 嘗言：『人口問題實如希臘時斯芬克 (Sphinx) 之謎語，今日之政治家尙無歐迪布 (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。

### 人種必須衰減乎

對於人種衰減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，新奢侈品者，尤其無望。新舊接觸，不必皆有惡意的戰鬪。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。即羅馬久立愷撒（Julius Caesar）亦覺人衆日見缺乏，而興「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」之一任鈎蟲病之作崇正同，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，即爲埋葬古人之大墓，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

- Clodd, E., *Story of Primitive Man*.  
Conklin, 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 Sociological 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, *Civilisation 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).

Letourneau, *Sociology Based upon Ethnography* (1881).

Sergi, *The Mediterranean Race* (Contemporary Science Series).

Taylor, Isaac, *Origin of the Aryans* (Contemporary Science Series).

Taylor. Edward B., *Anthropology* (London, 1881).

## 第三十 畜養動物之故事

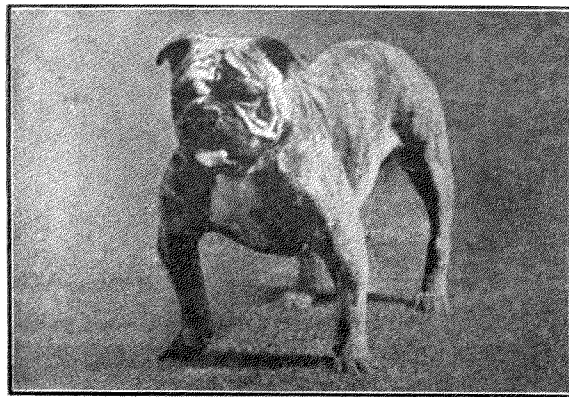
美國立東南大學植物學教授 胡先驕譯

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、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。

千萬年之畜養，在一點上，未嘗改變此數種動物固有之性質，卽其肉供食之特

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為大。觀各種牛羊犬豕馬之各變種，即足以證明此言也。此各種類常被舉為表示『育種家之技術』之佳例，一若育成此種之人，先有一種見解，能預想其育成之種各重要性質最後發達之狀況者然。然為昔日之英國牛狗 (Bulldog) 育種者，決不料其成為今日之形狀也。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，僅為控制其牲畜之交配，因而助長在彼眼中以為有異於平常狀況，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，彼為前代育種家所選擇之種類，始有可驚之進步也。



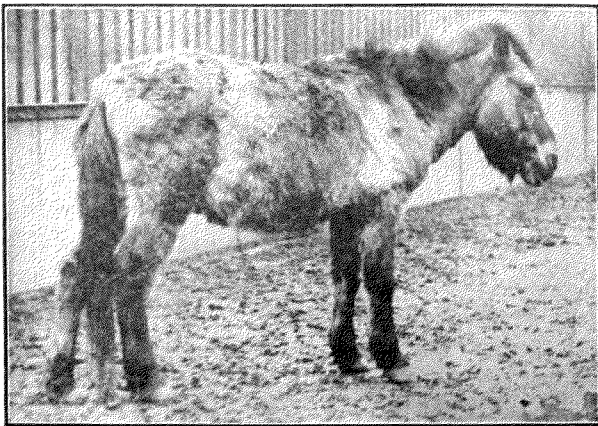
牛 狗

牛狗為犛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。



# 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，爲四肢細弱之種，高約十五手，有一廣額與尖面，其白齒亦有特異之處。此類可以西驊騮 (*Equus sivalensis*) 代表之，亞拉伯馬或爲此類之後裔也。他種則發源於後始新世，爲一較小，較肥重，四肢較粗壯之動物，在今日爲蒙古之野馬 (*Equus przewalskii*) 名曰達班 (Tarpán) 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)，外赫勃來笛司 (Outer Hebrides)，愛斯蘭 (Iceland)，菲羅 (Faroes) 至西



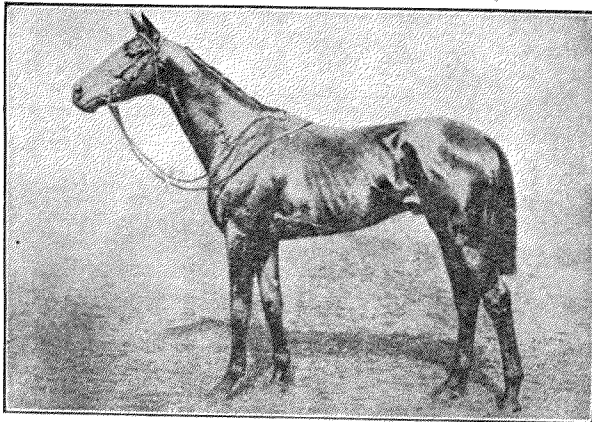
蒙古野馬

“達班”馬，爲西歐各種馬所自出。

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，而馬為最後畜養者，此說已為人所共認。然須記憶現已覓得套有繩狀羈勒之馬頭之雕刻，而證明其為古石器時代所作。且在此時代——或僅在特殊適宜之地點——馬為主要食品之一種，在梭魯突(Solutre)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。彼彫刻羈勒之馬首圖之阿律納先人(Aurignacian)，亦為增加此堆骸骨之人也。

馬為在新石器時代所馴擾，固為無疑之事。實；第或用為乘騎，或用為負重之牲畜，則無人能知之耳。或則初畜養時，目的在食其肉與乳，後乃用之為負重之牲畜，最後乃用為駕車之用。但在此時，雖散處之民

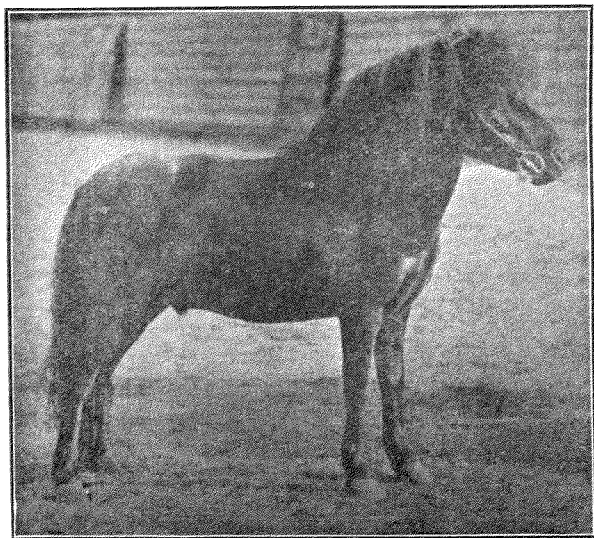


柿色馬(在一八九六年寶比地方得勝後所攝之影)  
此馬在一八九六年曾得 St. Leger，在一八九七年得 Ascot 金杯與 Eclipse Stakes 諸獎。其父為聖西門(St. Simon)，其母為白迪打(Perdita)，其主人為英王愛德華第七。

族每用馬爲乘騎，然古代之埃及人，敘利亞人，希臘人，羅馬人，不列顛人，皆用之駕車而不用爲乘騎也。

## 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，爲歌特蘭 (Shetland)，威耳斯 (Welsh)，新森林 (New Forest)，打特母 (Dartmoor)，厄克母 (Exmoor)，岡納馬拉小馬 (Connemara pony) 等。在蘇格蘭南部另有一種較大者名爲夏羅威 (Galloway)，英國南部昔日負載之馬，卽由此類小馬中較大者孳育而成，同時亦用以供乘騎之用。彼偉壯駕車之馬名爲克勒夫蘭栗色馬 (Cleveland bay) 者，則發源於約克夏 (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



歌特蘭小馬

英國土產中最小之馬。何時何法輸入歌特蘭，殊不可考。

近屬者則有約克夏驛車馬，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，有人謂此種爲凱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。

色和克馱馬 (Suffolk Punch) 爲極著名特異之種。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第 (Normandy) 輸入英國東部各府者。

### 亞拉伯馬

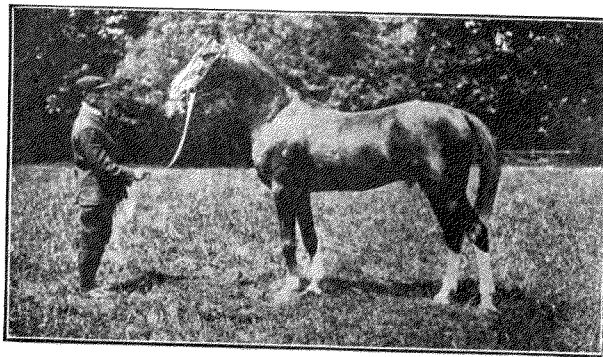
如上文所言，亞拉伯馬爲較西方「冷血馬」更老之族裔，而發源於印度最新世之西驕，故宜認爲另外一種。但雖如此，此種動物在畜養之馬之天演史中，有絕大之影響，蓋久經證明幾於無一西方之馬種，不以雜有亞拉伯馬之血而大加

進步也。

在十字軍之時，亞拉伯，巴勃（Barb）與突厥——後兩種爲亞拉伯之後裔——三種馬皆經先後隨時輸入英國。此種輸入，初爲斷續無目的者。自詹母斯第一至安尼女王朝——恰爲期百年——亞拉伯，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，其後裔卽爲今日賽跑之馬所自出。跑馬爲英國之特產，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，卽爲保存此佳種也。

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（*Pottou*），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



亞拉伯牡馬

今日英國之跑馬，卽由土產英國牝馬與亞拉伯牡馬配合而生。

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 (Hinny)。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。在印度彭耶勃 (Punjab) 邊界郡縣中，以山地須用騾裝砲隊之故，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。

## 二

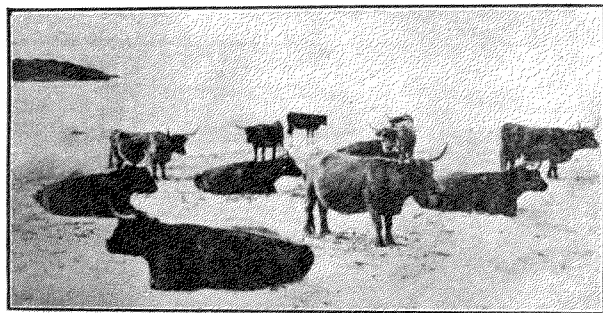
### 牛

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，如齊鈴威 (*Chilins* ham)，查特來 (*Charley*) 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。黑彭百樂 (*black Pembroke*) 或威耳斯矮種 (*Welsh runts*) 黑色與赤色高陸牛 (*highland cattle*) 或克羅 (*Kyloes*) 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，卽肉用，乳用與駕車用者是也。第一類中歐特蘭爲最佳之種，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。克黎 (*Kerry*) 種，產乳較不列顛任何牛種爲多，與



高 陸 牛

此爲四高陸牛，與彭百樂 (*Pembroke*) 同爲大不列顛土產，發源極早。

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克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涼 (*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。加士狄涼 (*Castilian*) 與安得魯相 (*Andalusian*) 牡牛，與供鬪牛用之刺哇拉 (*Navarra*) 牡牛，則導源於大野牛者也。

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息撒牛 (*Hissar cattle*)，有極大之角與下垂之耳。

非洲土產之牛，屬於駝峯一類，然有數種如尤甘德 (*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。馬得拉 (*Madras*) 之力爾葛律



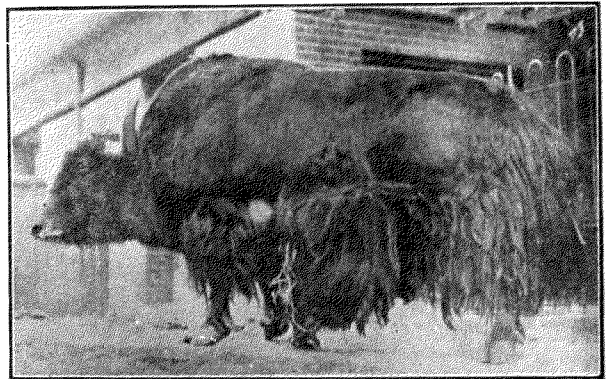
山(Nilgin)上之托打人(Totkas)畜養大羣此項之水牛以供取乳與乳油之用。在各平原地方，則多用爲耕作與負重之獸。

最後爲人所馴擾之野牛，爲西藏之犛牛(Yak)，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



野犛牛之經畜養者，僅納土蒲高原(Ruspu Plateau)有之

野生者體較大，有較長之角。

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尙保存有原有之硬毛。畜養尙發生他兩種變遷。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。

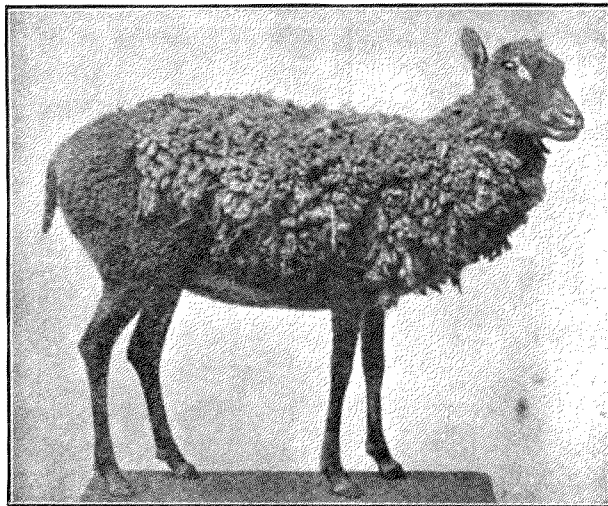
爲比較計，吾人可於茸毛種之茸毛大爲發達者中舉一二例，如麥倫樂 (Merino) 與蘇格蘭黑面羊是。其毛皆下垂至地上，但後一種之茸毛僅宜於造氈毯而不宜於織呢。

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，爲波加倫 (Bokharan) 或阿司突拉甘 (Astrakharan) 敦巴 (dumba) 羊，其乳羊之皮，卽爲著名之阿司突拉甘皮也。此羊爲波加拉 (Bokara) 與噶吉次 (Kirghiz) 草原與波斯之土產。

雖大多數英國之羊在今日皆無角者，但有多種如挪伏克 (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，如聖吉爾打 (St. Kilda) 羊，其角增至三對，在瓦拉莊 (Wallachian) 羊，則變爲極長之螺旋形，如極大之開瓶塞之螺旋器然。

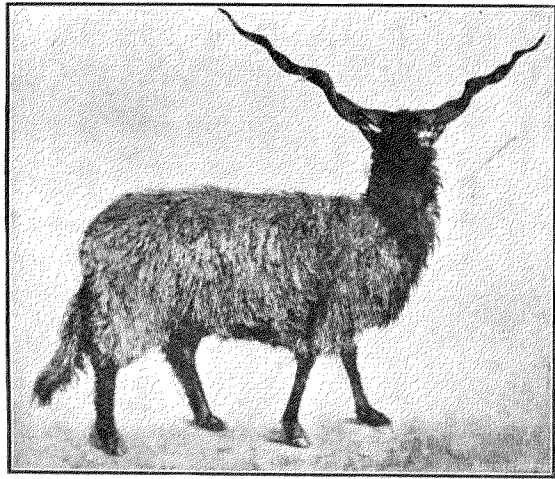
如上文所言，家羊之尾，每較野羊爲長，有時且甚長。在數種尤有一特性，卽滿載脂肪，有時如在普通之羊，可重至四十磅。亞拉伯人甚嗜之，切爲薄片而炙之，視爲美饌。此種羊尾，不下垂至大腿之下；但甚闊，有時闊至一尺。但在好望角大尾羊，則其肥尾較長，有時可拖至地上，但從不能闊如敘利亞之羊尾。



聖吉爾打“梭亞”(Soay) 牝羊

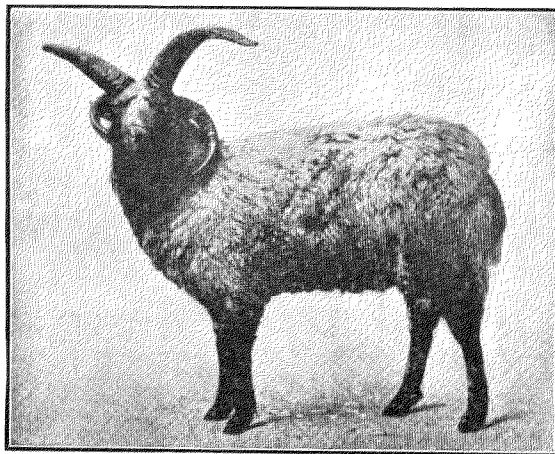
此爲甚小而極原始之一種，牝羊肩部僅高二十四英寸，牝羊更小。

與此相反者，則為由西  
北利亞南部  
至噶吉次草  
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



瓦拉莊牡羊

此種特異之羊，僅匈牙利與中國西北產之。



四角之巒司羅丹 (Manx Loaghtan) 牡羊

此羊與歇特蘭羊關係甚密。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。

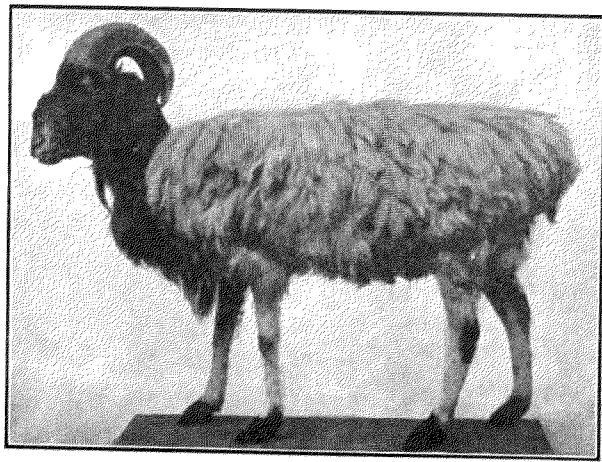
脂肪，重三十至四十磅。此種脂肪半為液體，半為固體，為俄國燭油之大宗，以色列人祭祀時所用肥羊之臀，證明在聖經時代巴勒士丹 (Palestine) 養有肥臀之羊。此類羊之色亦甚奇，其頭頸與腿皆作黑色，其餘軀體則作白色。此類羊亦無角。

英國羊種普通分為長毛，瘠土，高山三種，但此外另有最有趣最原始之一種，此即不知名之生於人島 (Isle of Man) 上之鼠色羊。與此相類之種在外赫勃來笛司，梭亞 (Soay)，聖吉爾打 (St. Kilda)，歇特蘭，再北至菲羅，愛斯蘭各處皆有之。此類羊

有三種特性，即其軀體小，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。

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），在喜馬拉耶山道中供運載鹽與礮砂之用。此種無論牝牡皆有角，牝者有時有四角。另一種喜馬拉耶羊，名爲巴維爾（Barwal）羊，爲洪尼亞羊之近屬；但其腿頗短，彭耶勃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，當兩牝羊相抵之時，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，即在阿克萊（Orkneys）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。



印度尼泊爾之獨角巴維爾羊  
其貌似之獨角，實由兩角之被育種者以人工壓成者。

## 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。在拉答克 (Ladak) 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安哥拉山羊 (*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。結果則在巴勒士丹雖極荒僻之區，其森林亦被毀盡；在聖海倫拿島（St. Helena）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，一變而爲磽确不毛之地云。

#### 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，在森林中所殺之野猪與其乳豚，早已爲初民所知矣。

吾人畜養之猪，亦出於兩源，野猪爲北歐各種猪之遠祖，南歐、亞洲、非洲之猪則導源於一種馬來猪，或卽「領猪」(Collared pig—*Sus vittatus*)之後裔也。

以一萬年之畜養與懶惰，無怪今日之猪，其靈活與知覺，皆較其野生之親屬爲遜。牡猪之牙，雖尙銳厲，然較之野猪則退化甚大。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。凡野猪在幼年，皆有縱長花紋之皮，家猪則從無此項花紋，亦無需此種隱晦身體之具也。除生多量之脂肪外，家猪與野猪異者，爲其耳之增大與面之縮短，如約克夏「中白」種與勃克夏(*Berkshire*)種是也。另有一種特異之「硬蹄」猪，其蹄之前兩指生一肉鞘之內。此種僅美洲有之，美人以爲其可抵抗猪熱病，但無證據示知其果有此優點也。最後之異點，家猪之尾，皆扭作半圓狀，至何以如此，殊難解釋也。

## 五

### 狗

最早狩獵之民族亞戚連人(*Azilians*)，雖不喜藝術，但樹文化最重要之基礎，卽



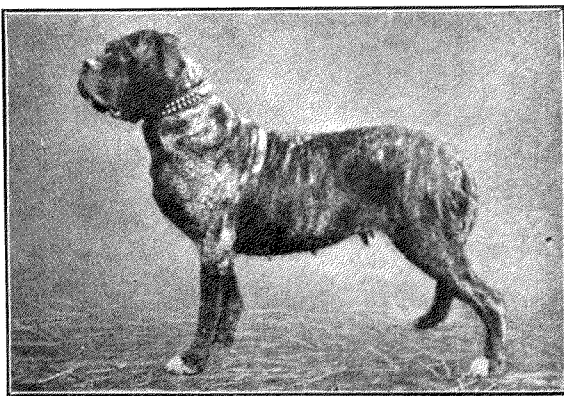
馴擾動物是也。彼輩或以野獸常遭狩獵，逐漸減少，或變為警敏之故，乃畜養獵狗以助其狩獵。雖其所畜養者僅獵狗一動物，然已為最佳之剏始，於人之將來命運大有影響。雖吾人不能斷定何時，最初之獵狗遵其主人之命齧捕一鹿；然可知者，七千年來狗乃人類最親密之伴侶與僕役也。

最早之狗吾人可斷言其為狼，稍後則有事實證明豺亦被收入其列。今日之狗，即發源於此兩種。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。

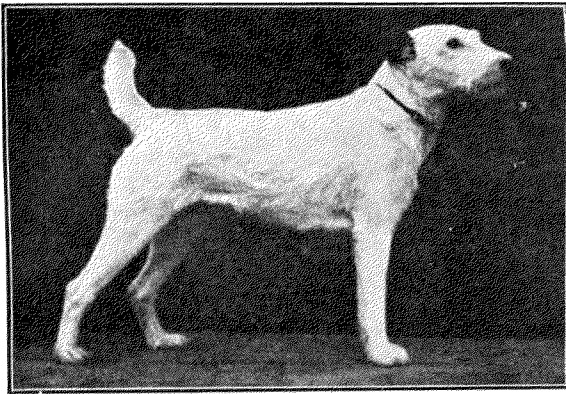
昔人欲畜養一類狗以供特別之用，或以求得特別之變異者，頗有顯著之成效。在今日吾人可



獒

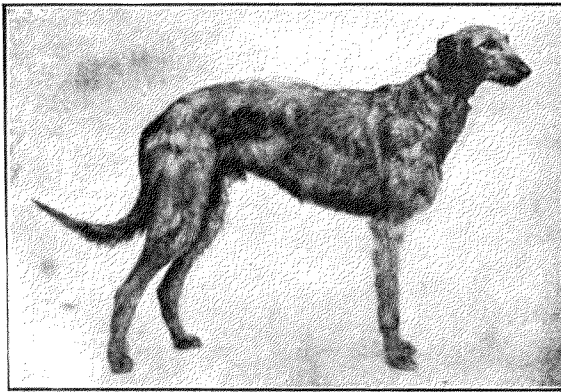
獒或為英國最古之狗。其祖先在凱撒未侵入英國之先，即已繁盛。但今日賽會場中之獒已逐漸變劣，面部大加縮短。

分別狗為六大類：即狼狀狗，尖嘴獵狗 (greyhound)，卷毛獵狗 (spaniel)，獵狗 (hound)，獒 (mastiff)，獵狐狗 (Terrier) 是也。在狼狀狗中吾人有厄士契摩狗 (Eskimo)，牧羊狗，哥利牧羊狗 (Collies)，巴雷亞狗 (Pariah)，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，愛爾蘭獵狼狗，與大波蘇亞狗 (Borzoi)。卷毛獵狗其大者有牛芬蘭狗，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，獺獵狗，短足獵狗 (Dachshunds)，指示獵狗 (Pointers)，達爾馬仙拉車狗 (Dalmatian carriage hound) 諸種，其嗅覺極為發達。



剛毛獵狐狗

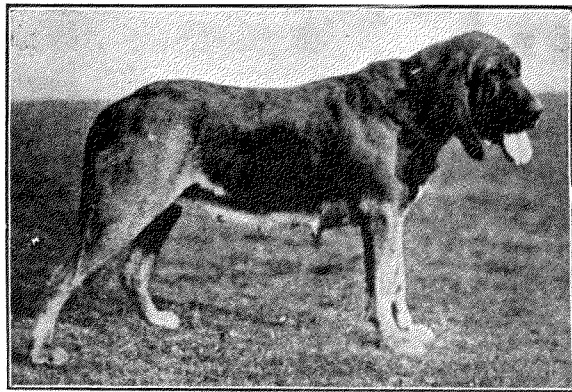
剛毛獵狐狗為比較近今之種類，英國獵狐狗一類，發源僅在一百三十年前，其祖先作黑色與褐紅色，與今日賽會場之獵狐狗大異。在昔日與今日，其功用在於捕狐，今日之獵狐狗，無論為剛毛或平毛，皆作白色而有黑斑。



蘇格蘭鹿獵狗

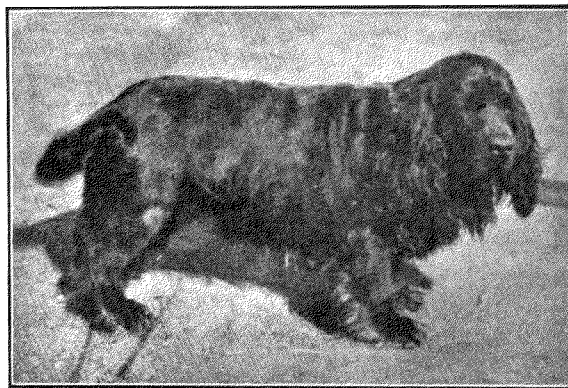
鹿獵狗為最早之種，其來源不詳悉。有人謂其為愛爾蘭獵狼狗直接之後裔。

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，厄士契摩狗，牧羊狗，哥利牧羊狗，巴雷亞狗。厄士契摩狗供彼奇狀衣裘之民族駕橇於雪中之用。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。巴雷亞狗雖為人類所憎惡，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，為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



血獵狗

血獵狗發源於極古之一種聖許赫 (St. Hubert) 狗，血獵狗在今日頭部與面部大有變遷。



確克爾毛獵狗 (Cocker spaniel)

此種發源甚早，由此種乃發生供玩弄之小毛獵狗，此狗本有供獵山鵪之用者。

其圖像。人類以喜於狩獵之故，至有成極多種之狗，有數種之行爲，表示其智慧甚爲發達，如覓牲狗 (retriever) 指示狗是也。

至牛芬蘭狗之近支名聖鉢拿狗 (St. Bernard) 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，其貌極獐惡，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，血獵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脾合之故，人乃能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，一若幻師符錄之所召。如近日有成在賽會中最著稱之牛狗，卽其例也。其祖先爲有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孳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 Island) 土人。土人嗜狗肉在豬肉之上，據辜克船長 (Captain Cook) 之言，南太平洋之狗味，決不遜於英國之羊羔也。厄士契摩人喜食狐，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，為期在西歷紀元前一千年。其時極珍視之，認之為神聖動物，至以藥物保存其屍體。今日大英博物院中，尚有此項貓骸焉。

貓之視狗，為極不易變易之動物。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為新種類。故雖以三千年之畜養，吾人尚無多種顯然各別之種類也。固亦有斑貓，玳瑁貓——幾全為雌貓——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，有一點不但極為有趣，亦極難解釋，即其皮之斑紋，表示顯著之兩大類是也。在一類頭有直列之斑紋，身上則為橫列之斑紋，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，略卷為螺旋狀，此類為真正斑貓。其英名 tabby 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野兔 (*Lepus cuniculus*)，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，彼或曾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。又如長細軟毛之安哥拉兔亦為原始野兔最奇異之變形，而法蘭達巨兔 (Flemish giant) 軀體之大，亦極可驚，其牡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，嘗為環境所範圍；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，為亞拉伯駱駝，在今日已無野生者，故不能說明畜養之種何自而來。至白克突利亞 (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 (Yonouks) 人珍視



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，卽駝羊 (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

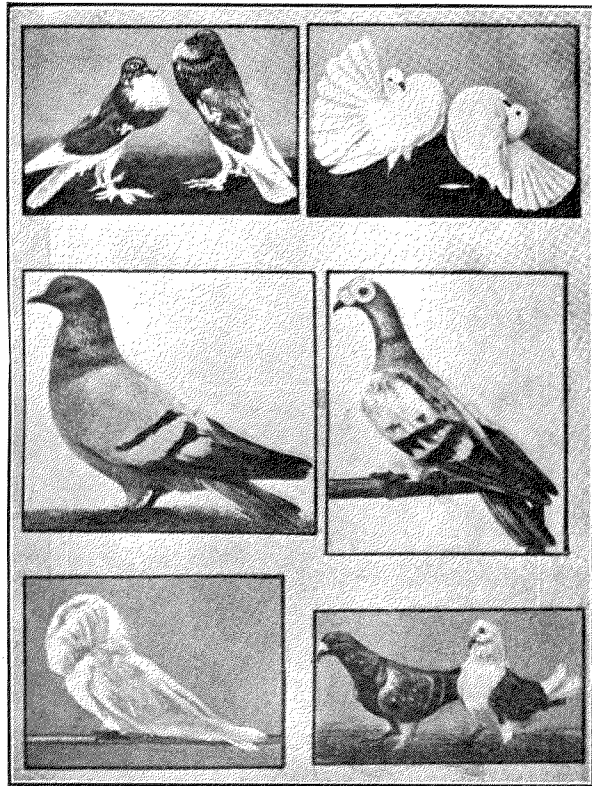
自哺乳類轉至鳥類，吾人可見人類亦曾爲最重要之征服，但直至其生活已比較爲固定之後，人始著手於馴養空中之飛鳥。游牧時代，隨牛羊以遷徙，不但便利，且爲必不可少之事。但在此種時常遷徙之情況中，決無法以運輸此項有羽毛之畜類也。

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。

其後，所有畜養之  
鳥在育種家中，  
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，  
火雞 (turkey)，與孔  
雀代表之。至各種之鴿，乃比較為近今之增加物也。

普通之雞為印度叢莽雞 (Gallus bankiva) 之後裔。此種鳥極易變異，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。



### 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；甲可兵 (Jacobin)；安特章白 (Antwerp) 與短嘴鴿。

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，在數種中即其形式亦已改變矣。

### 參考書

Darwin, *Animals and Plants under Domestication*.

Lane, *Rabbits, Cats, and Cavies*.

Lee, *Modern Dogs*.

Low, *Domesticated Animals*.

Lydekker, *The Ox and its Kindred; The Sheep and its Cousins; The Horse and its*

*Relatives*.

科學大綱 卷四

Tegetmeier, *Pigeons*.

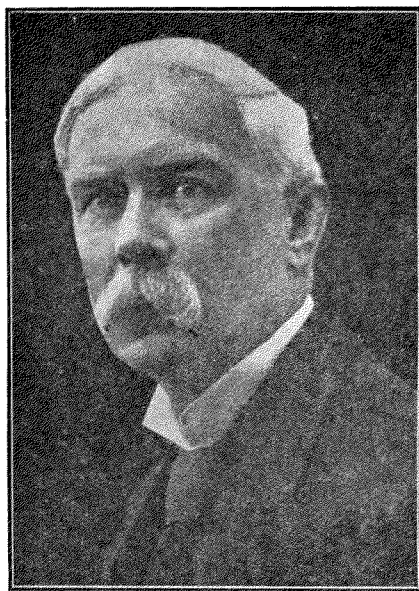
Wright, *Illustrated Book of Poultry*.

# 第七篇 健康學

美國約翰文義大學醫科教授  
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。歐撲克拉底斯(Hippocrates)，歐洲醫學之鼻祖也。



湯姆生教授 (Professor J. Arthur Thomson, M. A., LL. D.)  
氏爲阿堡定大學博牧學教授。亦即科學大綱之總編輯。

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。」但在歐撲克拉底斯時代，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。其時亞里斯多德(Aristotle)解釋腦質乃

似海綿，可使血液涼爽。其比擬似是而非，亦未諳生理學之一語也。逮該倫（Galen）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。

### 健康乃工作力量

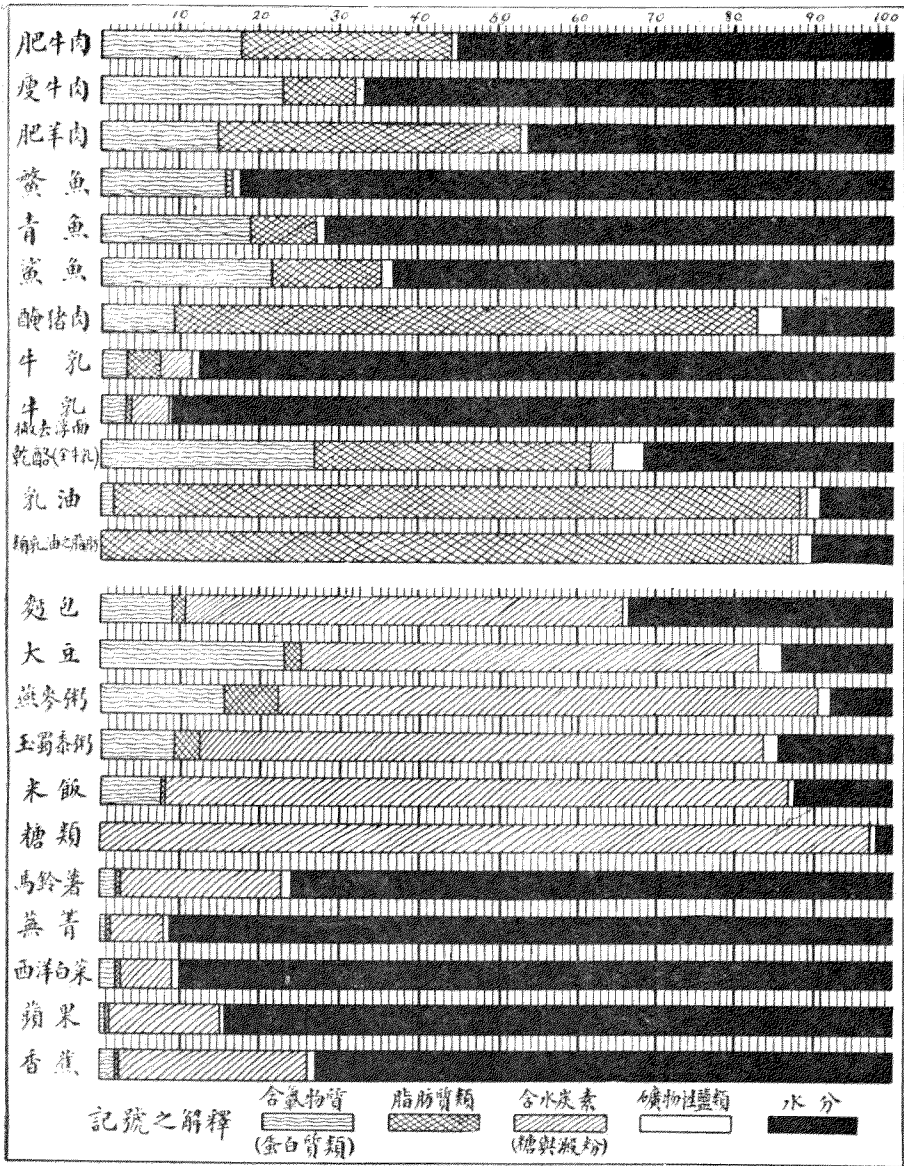
健康乃工作力量。此項概念，根據化學與生理學思想而來，確無可疑。因人生之活動，養分之吸收，廢物之排泄，實依化學生理以及其他相關之學理而發展。倘以體溫表置於人之舌下，設其人溫度，變為法倫表一百零二度，則知其已出健康之軌道。猶機器之火力太過，不能得完美之工作矣。如或聽察一人之心臟，覺其瓣膜有損漏，則其工作亦不能完全有效；猶抽水筒之活塞，有罅漏矣。倘吾儕試驗一人之血，知其有病，不能吸足氧氣，則其健康之虧損，猶爐火不得燦爛之焰也。倘吾儕於病者之靜脈中，診得有微生物，則知其元氣必已虛耗。倘診得一人之脈息，一分鐘得一百四十次，則知其健康已失常度，而不宜工作矣。苟有人焉，失去一臂或一

腿，或眇一目，其體溫在法倫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，仍可稱之爲健康。蓋其康健之常度未失，卽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，誠爲奇妙不可思議之物。其所需燃料，猶機器然，燃料之大部分爲炭質，亦與機器所需之燃料相彷彿。但此爲食品中之炭素，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），發出二氧化碳（卽炭酸氣）。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，（卽脂肪、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，作爲食品。在體質中，氧化時，變爲實在之能力。其變化情形，與煤之發生熱力，在火爐中，漸歸氧化者相等。凡一種原質，與氧氣化合，如炭素然，科學上名之爲氧化。氧化者，燃燒之程序也。燃燒之際，熱力與能力並散。倘置灼熱之



尋常食料之成分表

此表足以指示讀者，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，何種富於含碳水化合物，何種含水分較多，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。讀者閱表項數目字，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『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。



炭，於一瓶氧氣之中，則氧化甚速，而燃燒甚烈。倘以食品中之炭素，與吾人紅血輪所蘊之氧氣相接觸，則氧化甚緩，而燃燒亦遲。故人體之溫度，僅達法倫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

### 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>	<p>有內出作脂肪糖粉 於體發之脂除素與 亦能儲藏(乙)作肝糖 其儲藏之(甲)即變作 即變作(甲)即變作 使人增胖(乙)除素與 脂肪類外含水化或肝 脂肪質可在肝內化或 白質可名肝粉即動物 以應不時之需</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>(一)造成各組織或修補消耗 或扶助生長 (二)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 (生活素又名維他命)	<p>分量上雖為至微然在健 康之維持中實不可少</p>	

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，為發生能力與熱力之物質，以供身體中之諸動作也。

品中之炭素，乃十萬年以上此獸所吞嚼者。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。金襴納所飲之羹，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，使之氧化。其產生能力之多寡，即以氧化時發生熱力之高下爲差。

計算熱力之單位，名之爲加羅利。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，燃燒於氧氣之中。一克蘭姆之炭水化物，能產生熱力，四零十分之一加羅利；一克蘭姆之脂肪，則九零十分之三加羅利；一克蘭姆之蛋白質，則四零十分之一加羅利。

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

於舉起重量四百二十五零十分之五克蘭姆，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氧化時，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，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。且須供給氧分，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，與呼吸作用之氧化能力。蓋食品中之炭素，若缺乏氧氣，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。

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，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

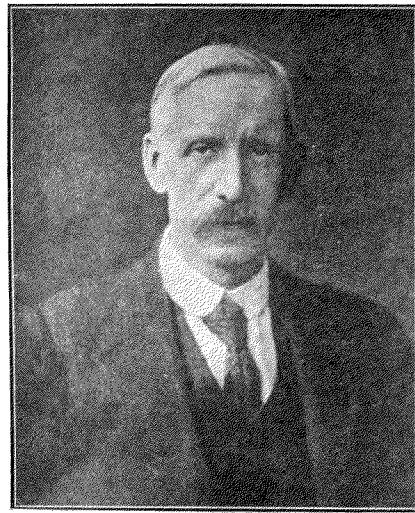
生活素爲食品之重要輔助品，此乃晚近之新學說，與加羅利學說並駕齊驅者

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，定為公式。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。

生活素均係植物界中之原質，有能抵抗壞血症者：昔日船艦中人，不得菜蔬以為食，往往發生壞血病也。

有能抵抗脚氣症者：印度人食米，以舊法磨，可保無恙；若以機器碾去米衣，而脚氣病即有猖獗之勢。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。



霍布金教授 (Professor F. Gowland Hopkins, F.R.S.)

氏為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。

在圍攻克脫 (Khat) 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。戰爭爲偶見之事，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，必須充分應付其饑慾與味慾。饑與味，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，名拍夫洛夫

(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，拍夫洛夫稱之爲『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。

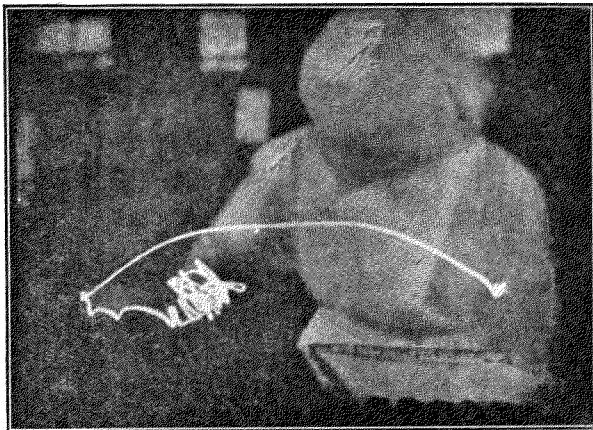
人之健康，不在於肌肉之異常發育，不在於膂力之過分增進，以及肌肉中忍耐之過分久長。故以發育肌肉爲求健康，乃無謂之舉也。蓋偉大之肌肉，縱能發展其力，亦不過數年間事耳。而其所發展之力，均與健康無涉，抑且耗費重要器官之



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，以爲萬能。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，亦却步不前矣。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。故人之膂力，在限度以外，不足以竟大功。擲節膂力，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，在於節省吾人之能力，以供高等工作之用，不必躬自斫木與挑水也。今平常之人不必爲肌肉而虛耗心臟，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。



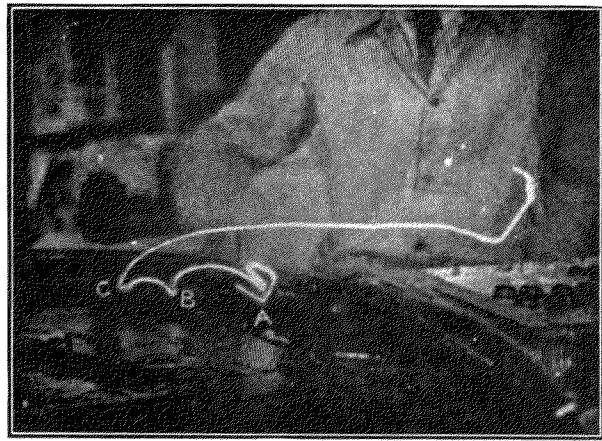
動作之科學的研究(一)

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。工人雖有經驗，而無需的動作仍不能免，因缺乏有規律之訓練也。

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，興奮腸胃消化之功，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，使適合於精神與社交之效能。乙則但求消化之強如鴛鳥，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



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。應用此種方法於工藝程序中，產額可增多，疲勞亦可減少。

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，而每有盈餘以爲高等目的之用。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，卽最强壯之人，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，或亦不得爲不當。酒之爲物，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，依賴食品爲燃料；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，即氧化炭素時發出之能力。炭素之所以能氧化者，乃空氣中之氧氣，由紅血輪之色素，運入各機體中。此項作用，全賴呼吸時，血質經肺而輸入氧氣，且能輸出二氧化碳（即炭酸氣）。此二氧化碳者，乃身體各組織中之廢物。即炭質經氧氣之燃燒而成，非呼吸不足以出之也。除氧氣之存在與氧化作用以外，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？而金褒納煮齒成汁而飲之，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。氧氣之運入多，而炭酸氣（即二氧化碳）之排泄亦多，且其心臟之搏

擊亦加速而轉強。氧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，氧氣之吸入，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，則其餘二器，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

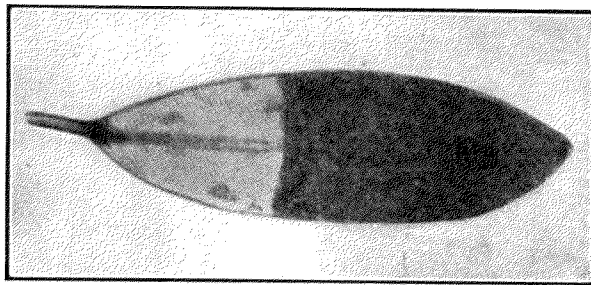
近年以來，學者對於呼吸運動，競相研究，著作日出而不窮。呼吸一事，乃自動之作用，自從呱呱墮地，以至生機斷絕，此項作用，無一刻之停頓。其調節之道，由於神經性反射作用，與化學性反射作用合併而成。倘每日僅有數分鐘之呼吸運動，實

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，苟能增進肌肉之氧化作用，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，是否在戶外清氣之中，能得多量之氧氣？苟在適宜之境地中，此項運動，可以增進氧化作用，以及生機能力之發展。從普通勞心者方面觀之，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，常在法倫表九十八度零十分之四之度數。是以肌肉能力增進之時，



城市中樹上之一葉

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。

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，肌肉能力不加則已，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，當滿注熱血時，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，即令胃慾減縮，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桑給巴爾（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，必至於萎弛。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氧化，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，且有關係水份之蒸發。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，倘有潮熱停滯之空氣環繞之，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。醫家常

令病癆者，日夜安臥於流通空氣中。能如此，則氧化作用，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，雖尙未確悉，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，尙有一重要份子，與健康極有關係者，睡眠是也。人能絕食數星期或月餘，尙能倖存於世。若缺乏睡眠，雖爲日不多，亦不能生活矣。不得睡眠者，其能力驟然萎縮，即使食品多進，氧氣充足，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。但睡眠爲精力繼續上所必需，其關係腦部與神經系，尤爲緊要。

睡眠中知覺或全失或半失，其原因甚爲複雜。如一部分血管之寬弛，消耗物之

屯積，以及感覺之疲勞障礙，均屬致睡之原因。在睡眠時期中，重要器官，司職甚微，惟氧氣之吸收獨多，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：或由於消化不良，或由於熱病，或由於體力腦力之疲勞，或由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，因工作太多而失眠，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，乃為根本治療之法。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，實為睡眠程序中之緊要初步，除刺激而外，循環器中苟有增加腦血之情形，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，有時為憂煩，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。有時為一種問題，急待解決，而不得其當，亦可令人憂煩。憂煩，乃人不能免者。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，永續堅持不為功。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，常以失眠為憂，愈憂其失眠，則愈不能安臥。失眠之為害尚微，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。

煩惱令人失眠，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，亦為不合衛生，無非自損其健康，自戕其能力耳。蓋人之能力，既受挫折，即不能傳入於重要器官中，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，以蠲忿釋悵，提起精神，趨向高尚作用。勿任微細煩惱，潛滋暗長，以勞敝我之精神也。

蠲忿釋悵，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，則舉凡快樂之感動，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，實與生理學相符契。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，尙不足以取效，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，與氧氣於此神經系統，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，與肺臟之呼吸，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，供給不貲，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，與為人造福之能力，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，善得休憩，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，其為重要，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，名之為工場疲勞學，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，則吾人可在工人自身，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

## 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，卽發生危險之熱症，攻破身體之內膜，而於組織中，釀成劇烈之傷損。今細菌學尙在幼稚時代，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。有爲細菌所釀成，有爲原蟲（卽單細胞之微蟲）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，爲崇而成。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（卽

爛喉痧，又名紅痧，瘡子（又名麻疹），天哮噲，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，而尚有傳染之力，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，使脈絡與血液中，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，



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。

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。

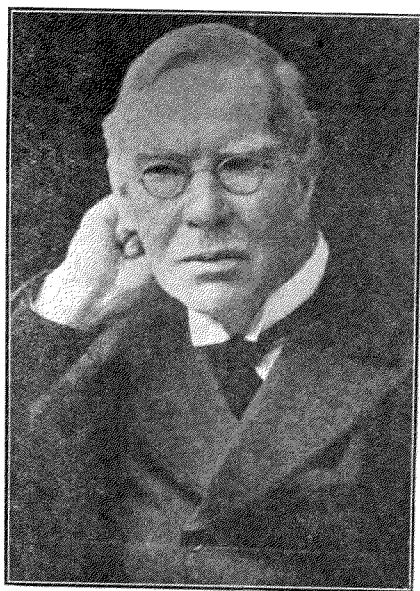
但有時不能達上列之佳境，自外面侵入之細菌，倘其數過多，則有反客爲主之虞。白血輪在戰爭中，倘爲細菌所斃，其體積必至渙散，而所含之抗毒素，亦必逸出，與細菌相接觸。細菌之因是而斃者，必然不少。但設使其增殖力過大，而有勇往直前之勢，則白血輪亦必增加其數，向前迎敵，吞噬細菌，或臨時造成抵抗菌毒之物質，以作保護大體之計畫。倘細菌愈戰愈勝，攻至較大之血管，設或白血輪不能防其侵略，遂令衝入血管，一往直前，害及全體，釀成敗血症，生命必至夭亡矣。可見手指上一針刺之傷，可貽性命之憂也。

上文已述人體中有自造抵抗菌毒之質。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菌細胞之併吞者，名之曰調理素。此調理素乃辣脫(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，名之爲「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。咸納（Jenner）發明牛痘，較鼻苗之法爲

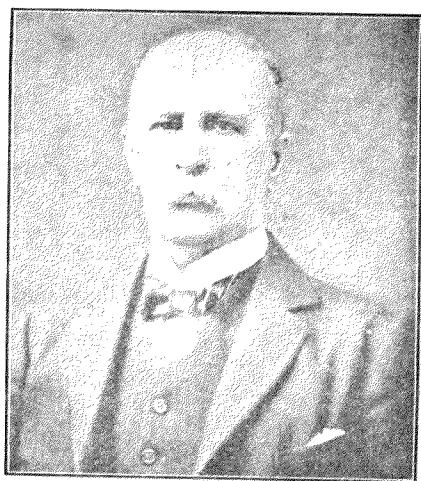


辣脫 (Sir Almooth Wright)  
氏爲免疫學專家，於菌藥治病上發明獨多，血中調理素之存在，亦氏所證明者。

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，今可利用種苗之法，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。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以製造之，蓋動物所產出防病之素，與人



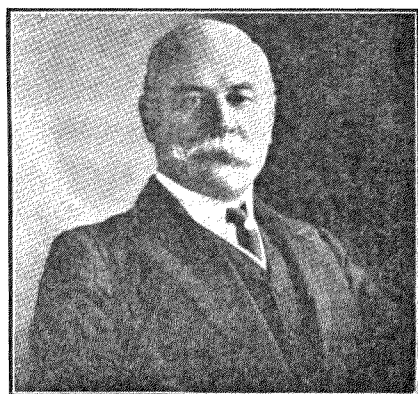
俄斯嵐 (The Late Sir William Osler; Bart.) 遺像  
氏曾為牛津大學醫科教授，能善用科學研究方法，適應於治療技能。



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。今有一要點須明曉者，即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



脫里夫司 (Sir Frederick Treves,  
Bart. G.C.V.O.)

氏爲近世外科手術學之鉅子。

有特異之難處也。

### 參考書

- 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* (Human 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).

## 第三十 科學與近世思想

前國立北京大學理化教授  
美國哥倫比亞大學理化碩士 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，并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，不屬私見，不雜感情之智識也。然各種科學亦非可以一概論。如牛頓之 *Principia*，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，卽在發現最簡，最完全，而又無矛盾

弊病之敘述的公式而已。亞里士多德有言：「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。鄒應廷教授 (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。」皮耳生教授 (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，克耳徐霍夫 (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，如法勒第所謂「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，始無處不然。愷爾文有言，「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，而馬克斯威爾至以「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，使人一覽中卽知許多度量之結果，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，因可以最單簡之方式代表之。唯當此力求單簡時，常有忽略某事之懼。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，卽所謂定律是也。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一；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，生物科學，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按之智識，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：

學	學	學	學	學
社會	心理	生理	物理	化學
學	學	學	學	學
學	學	學	學	學
學	學	學	學	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	普通科學	特別科學	合成科學	應用科學
玄學	社會學	人種學	歷史學	經濟學
邏輯學	心理學	美學	人類學	教育學



數表出，更無充補及未知因子之必要。然今之生物學家，則以爲研究明確之生活行爲如貓之躍者，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。即在較爲精確之科學中，此限度亦所不免。吾人研究力學，幾若物體僅爲引力所支配者，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，爲『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』、『原生質』、『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，而囫圇不可析之事物愈少，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，固常偏而不完也。

(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。

不甯唯是，於此數種限度之外，尙有他類限度爲吾人所不能免除者，一爲官感之限度，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。又不甯唯是，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。故哥白尼之說，經克勃拉（Kepler）之改革而愈進，克勃拉之說，又經牛頓之改革而愈進，而牛頓之說，近又爲安斯坦所改進矣。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。如索得教授（Prof. Soddy）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，生物界卽出於無生

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，從一曆書以至化學天秤，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，則如伍次沃茲（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，不但爲發揮所從出，亦且爲攝受所從入。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。故在心內爲願望理想，發之於外則爲動作；在心內爲感情情緒，發之於外則爲美術；在心內爲理智的試驗，發之於外則爲科學之成績。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，或視其所得爲互相冰炭，則非所語於哲學之態度矣。

科學爲非情感的，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。二者爲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——若牛頓誠破壞克慈之虹然——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，加以繁曠，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隔戶，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，而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（沙羅門之屋 Salomon's House）所在，乃爲原因之智識及物

之隱祕運動，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。斯賓塞爾有警切之言曰：「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，則蘄以科學之光，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啟發，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

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).

