

Prof. Thomson's Outline of Science

Vol. I

(Translated into Chinese)

Commercial Press, Limited

All rights reserved

中華民國十二年
十月
再初版

編 譯 者

(以姓名筆畫多少為序)

王 王 朱 任 竺 胡 胡 胡 俞 唐 徐 陸 陳 張 孫 過 楊 楊 熊 錢
王 經 鴻 可 先 明 剛 鳳 韋 志 巨 洪 探 肇 正 崇
盧 璣 農 雋 樞 志 驢 復 復 華 賓 鉞 曼 韋 楨 伯 芬 先 銓 釅 理 澗

此書有著作權
翻印必究

漢譯
科學大綱第一冊

(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

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

序

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

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

湯姆生教授，當今生物學大家也。其關於生物學之貢獻，言生物學者類能知之。而對於他種科學，復能多聞洽識，直窺堂奧。其著述等身，大抵皆淹貫宏博，淺顯清新之作也。然則湯氏於傳布科學之三條件，殆已備具無遺。本書之作者，舍湯氏外，當世亦更無適當者。湯氏猶不自滿足，於特殊問題，則請專門學者執筆，而自居於

編輯之列。則作者之難，與此書之價值，皆從可知矣。

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

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

民國十二年二月

王岫廬

湯姆生原序

王岫廬譯

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

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

然則此書之目的安在乎？一言以蔽之，在與明敏而好學的市民，以一束智慧的鎖鑰，使開其從未得入之門；此門之深閉固拒，一半固由彼未嘗窺見門內之珍寶，一半乃由不必要之術語的銜示，使彼望而却步也。此書於平常著作之習慣，概置勿顧；其引入一問題也，如與良友同行，歡然相語，不假儀式，而引人入各門智識之中。易詞言之，書中各論文，皆特爲學者作一種鄉導；學者循行既遠，自能不復需此。惟學者自行既遠，返顧來途，當於此『旅行指南』之小書，不至遽忘其功。此科學

大綱卽旅行指南之小書耳。每論文後之簡單參考書目，則但取足示初步之書而止。蓋每論文爲一智識探險之招請，其書目短表，則發軔塗徑之指示者耳。

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

緒言

王岫廬譯

一般人士對於近代科學之趣味，蓋已日深而月廣；證據繁夥，無容致疑。吾人試一考近世科學進步之廣博與曼衍，則知此科學之普及，乃事理之所當然。

雖然，誠使新智識之創造者，於宣傳其發見時，能稍求卑近，使凡民皆易了解；則衆人對於科學之趣味，猶不止此。遊戲行舟，亦有術語，習之者不以爲厭，蓋欲求簡明之科學的敘述，術語誠不可少也。然使敘述本旨，唯在事物之要點；則術語可減至最小限度，而仍不失其精確。此科學大綱蓋爲一般讀者而作；彼輩既乏時間，又無機會以行特殊之研究，而於科學之進步使世界日新月異者，則具有明敏之趣味；此書當爲其良好伴侶也。

近世科學勝利之歷史，實人類所足引以自豪者。科學能知遠空星球之祕密，分解最微之原子，預算彗星之復見，并預知由十數鷄卵中將孵化何種鷄雛；不寧唯是，科學又能發見風向之定律，而於疾病之失序中發見秩序。科學常如科侖布之航行，發見新世界，而以悟解力戰勝之。蓋知識者前知之謂，前知卽權力也。

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

近世科學之特性，在視全世界比從前爲較富生氣。無論何處，常由靜之狀態以入於動之狀態。故自湯姆生爵士 (Sir J. J. Thomson) 盧沙福教授 (Prof. Sir Ernest Rutherford) 索岱教授 (Prof. Frederick Soddy) 輩之新發明出，而物質之構造以明；乃知一粒微塵，其複雜與活動之度決非前此所能想像。從前習用之語如云『死』物『惰』質等等，今可束之高閣矣。

原子新說之出世，殆無異與吾人以新世界觀。自然界之祕密久藏未露者，其將爲此說所啓闢也，殆可預期。從前以原子爲不可再分之微點，今有以知其不然矣。

吾人更知原子之中尚有原子，前所視爲最簡者，今知其尙可分析。現今之原子說與物質構造論，乃近日鐳質與X射線之發見，及許多精確完善之科學儀器如析光器等觀察所得之結果也。

電子說之出現，又足使從前所深隱不見或揣度未定之事實，豁然呈露。此理論實與吾人以宇宙結構之新觀念。吾人得此理論，始漸知物質之本原與電象之意義，并有以知蓄藏於物質中之能力不可計量。此新智識所語吾人者，不特地球之原始與現象，乃至他行星恆星太陽之原始與現象，亦能有所說明。太陽熱之來源，既由此說而得新解，吾人因之更有以測定太陽之大概年歲。今日最大之問題乃是：此一切形式之物質，果否由唯一之原始物質蛻化而來乎。

雖然，此電子之發見，不過增進近世科學趣味之許多革命的變化中之一種耳。關於生物科學之最近進步，足使此科之面目一新，與化學及物理同。如內分泌（Hormones）或化學的使者之發見，是其一例。此物發生於楯狀腺，腎上腺，粘液腺等無管腺中而隨血行以周遍全體。據生理學家石塔林教授（Prof. Starling）及白理斯教授（Prof. Bayliss）之研究，此化學的使者之作用，在節制全身之『步調』，而使其功用得調和而順適；如是者吾人謂之健康。自內分泌發見以來，吾人對於人體

生理之智識遠非前世所能及；故謂內分泌之發見，有以改易生理學之全體，非過言也。

顯微鏡學者之忍耐力與其技術之進步，如『最高度顯微鏡』之類，又足以增進吾人對於目所不見生命界之知識。於前世所知之各種黴菌以外，又發見許多微生物，如睡病之微生物，其一例也。又許多重要寄生物之生命歷史及其怪異活動，亦經發明；祕奧既啓，則支配隨之。譬生命爲屋宇，則其甄石灰泥之複雜結構，今已豁然呈露，殆爲前此意料所不及。始於曼特(Mant)之試驗的遺傳研究，已開一新紀元；而最近生殖細胞之顯微鏡研究，復足以補益之。當今之時，不明曼特主義之主要且簡單的觀念與生物學之新塗徑者，不得謂之有教育之人，此不待言者也。

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

動物行爲之研究，可使吾人於心靈初現之情狀暫得想見，又最有興趣之探討

也。篤而言之，無論何種科學斷無視研究禽獸昆蟲之行爲習慣（卽其奇異之機能，適應及天性）更饒趣味者。夫某種動物具有某度之智慧，已不復爲吾人所否認；卽理性與智慧之分界，於何定之，有時亦難言也。

生理學與人類心靈的研究之新接觸；兒童與野蠻人行爲之精確研究；以及心理學家所用之新方法，皆吾人所當注意；蓋此數者皆爲新心理學所從出也。至靈學之所自鳴，雖近怪誕，而自不存成見之科學家視之，亦未嘗無承認之價值也。此書大旨，在與讀者以現今科學要點之簡明見解，使其能以明了之眼光，觀近世科學之進步；而於人類之繼續戰勝世界，亦解以寶愛之心共享其成耳。

湯姆生亞脫

目次

序

原序

緒論

第一篇 談天……………一一五八

宇宙之大——太陽系——天空之星體——大宇之度量——一大宇之外復有他大宇乎？——太陽——太陽之氣層

——太陽之面部——日中之黑斑——分光鏡與其效能——絕無僅有之發見——測量光速——太陽之壽命有窮

乎？——行星——他星球亦有生物乎？——金星——火星上有生物乎？——木星與土星——月球——死世界

——月球之山嶺——流星與彗星——盈千萬之流星——某大彗星——衆星羅列之大宇——星體之演進——星

體之年歲——星雲說——漩渦狀之星雲——星體之生死——變星新星死星垂死之太陽——大宇之形狀——吾

人所居之大宇一漩渦星雲也——天文儀器——天文遠鏡——分光鏡——參考用書

第二篇 天演之故事……………一一八〇

緒論——地球之起原——生物家庭之造成——最早之生物——星雲學說——地球之生長——生物家庭之造成——

地球上生物之起原——地球上最初之生物——天演最初之步驟——最初之植物——最初之動物——身款之起

原——雌雄之天演——自然死亡之起原——動植物之比較——陸生植物之肇始——原蟲動物——軀體之構成

——有性生殖之肇始——自然死亡之肇始——重大之獲得——動物行為之斜面——心意之天演——試驗與錯誤方法——反射之行為——所謂之感應性——本能之行為——動物之知解——父母保護之天演——大海之搖林——深海之處——淡水區域——陸地之征服——征服陸地生活之困難之方法——天空之征服——各世代之生物歷史——岩石中之紀載——化石之利用——地質學之時刻表——無脊椎動物之出現——古生物之世代(古生代)——陸生動物之天演——大兩棲類與煤層——兩棲類之獲得——聲音之天演——陸生之爬蟲——多種古代生物之滅亡——地質學之中世紀——中生代——飛龍——最早發現之鳥類——今生代——人類之上進——自然界之天演系統——寄生性——天演之證據及其所由來——天演中之進步——天演之證據——天演之原因——參考用書

第三篇 對於環境之適應.....一一一六

海灘——海藻地面——海岸生命之情境——劇烈生存之競爭——避逸——父母之愛護——海面——浮游生物場——游行及飄浮生物——饑餓與慈愛——深海——外界之情狀——生物之情狀——深海生命之適應——淡水——乾燥陸地——自水至陸過渡之困難及結果——空氣——參考用書

第四篇 競存.....一一一九

鳥獸之摹仿及假冒——顏色常久似環境——顏色之漸變——顏色之隨季變異——速變之顏色——避役——與他物相似——摹仿——假裝——別種隱避法

第五篇 人類之上進.....一一四二

人類與似人猿同出一源之解剖學證據——人類與似人猿同出一源之生理學證據——人類與似人猿同出一源之胚胎學證據——人類之世系——人類樹居生活之經過——試驗之人類——原始之人類——向後之回顧——人類之各族——人類天演之步驟——人類進步之要素——參考用書

第六篇 天演之遞進…………… 一一二七

人類天演之前途——天演之源……變異——植物之天演——小麥之稗史——動物之變遷——冒險家——凶蟹之生活——鮭魚之小史——鮭魚之解說——鰻之稗史——新習慣之創造——行動之試驗——結論

第七篇 心之初現…………… 一一四七

莫趨兩端——凡言本能者當心——一種萬應良法——魚類之感覺——魚類之趣事——鳥魚之巢——小鯉魚之心——兩棲類之心——兩棲類之感覺——保育後裔之試驗——爬蟲類之心——鳥類之心——本能的傾向——智慧與本能之合作——用機智——畫眉之砧——哺乳類之心——純粹技能——聯念之力——舞鼠之學力——學小巧——智慧何以止此？——以游戲爲嘗試——其他可見智慧之處——猿猴之心——銳利的感覺——手技——爲欲活動而活動——以敏捷勝——敏於學習——莎麗之事——栗齊之事——嘗試與差誤——摹仿——彼得之事——心之奔驟——『最終之人類』——返顧——身心之關係——結論

第八篇 宇宙之根本組織…………… 一一七五

原子世界——構成宇宙之原體——原子世界之奇妙——原子之能力——X光線及鐳之發現——克羅克司氏之發

現——X線之發現——鐳之發現——電子之發現及其對於根本觀念之改革——電子之發現——電子爲衆奧之
秘鑰——電子說或物質之新說——原子之組織——物質之新說——他種新說——將來——電爲何物之問題——
——雷之性質——電流之性質——發電機之作用——磁——以太及波動——可見限以下之波動——光……可見
及不可見者——電子及光——光波之分析——世界之命運——天之蒼色——無熱之光——『能』：各生命與
『能』相待之情形——能之狀態——熱爲何物——石炭之代替——能之消散——世界同溫之意義——物質以太
及安斯坦——潮汐之影響：月球之生成：地球速度之減少——地球之受月吸引——日與月之作用——月之起
原——地球速度之減少——晝夜之增長——參考用書

第一篇 談天

大同大學南洋大學算學教授
美國哈佛大學哲學博士 胡明復譯

宇宙之大——太陽系

一

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

〔牛谷姆 (Simon Newcomb) 云〕夫宇宙之構造與壽命，厥爲人智欲決問題中之最宏淵者。此題之解決，可認爲天文學最終之目的，自文化初開以來，已有無數學者之精力會萃於是。往昔之研究此問題者，僅從冥思玄想方面入手。至今日吾人雖得御之以科學之方法，究亦僅爲趨近解決之初步而已。……夫宇宙之壽命究若何？其將永遠保持今狀以至於無窮期乎？抑已含有破裂之因而終於分裂乎？不知幾千萬萬年後將一變而大異於今日乎？此種問題，均與星體是否

自成一完全系統之問題有密切之關係。使星體而果自成一系統，則吾人可假定其系統之大體自有永久存在之性質；苟其不然，則吾人不得不別求解決之途矣。

天空中之星體

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

天空星體之第二類，爲太陽系以外之衆恆星。星夜觀天，渺渺衆星，罔一非遠於太陽系內之諸星無數倍。而卽以太陽系內之諸星論，計其里數，已相距至遠。設自海王星軌道之一端，放一砲彈至軌道之彼端，須五百年方能達到。此極大之距離，在太陽系之內，除少數彗星之距離不計外，固爲最大，然以較諸天空衆星之距離，則渺乎其微。吾人習知最近地球之恆星爲半人馬星座之第一星(Alpha Centauri)

(中名南門第二星)距地已有二十五兆英里。若天空中最明之天狼星(Sirius) (即大犬座 α 星, α Canis Major) 則倍之矣。

吾人所屬之太陽系,可視爲若干行星團聚而成之一小星族,游泳於此無垠之太空中。蓋自地球至太陽系以外之一星,以砲彈之速,至少尚須行幾百萬年,而况衆星之間視衆星與太陽間之距離或且有過無不及乎。夫吾人所居之地球,蕞爾之小球耳,包以石殼,然石殼之厚達多數英里;汪洋之大海,僅其面上低窪之處而已。球外復包以彌漫無形之大氣,高三百餘英里,愈高愈稀,寢至於無。

吾人不遇狂風驟雨,則若安處於寧靜不動之世界中,其實不然。又如日月星辰之運轉,雖若從容徐進,自守其莊嚴之步驟,但一經天文家之考驗,卽知其景之非真。蓋日月星辰之轉移,由於地球之自轉,地球自轉每二十四小時一次,故其轉移若甚徐。實則吾人苟一思地球之大,卽知其運轉之必爲奇速也。

自轉之外,地球復有繞日之公轉,其速度達每分鐘一千英里以上。所行之軌道,爲一似圓之橢圓形,年行一周,共長約 580,000,000 英里。夫地球之體質,大於地球 333,432 倍,故其攝引之力甚大,能使地球不得脫離。蓋若一旦太陽忽然停止其攝引力,則地球行將直行遠飛,一去不返。此種直行遠飛之傾向,無論何時皆有之。賴

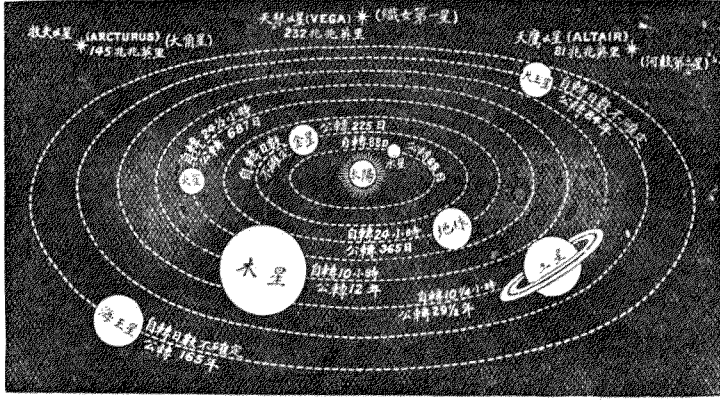
有此種之傾向，與攝引力相平衡，方能令地球永就軌道，周行不息。其餘諸行星之各有定軌，皆此理也。

與地球之繞日相類者，有月球之繞地。有時月球行經日地之間，日光爲所阻而不得見，斯有日蝕。有全蝕者，有一部蝕者，依其所蔽日光部分之多寡爲準。又遇地球行經日月之間時，日光爲地所阻，不得達月，則有月蝕（第二圖）。地球體積較大，故月蝕尤易。

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

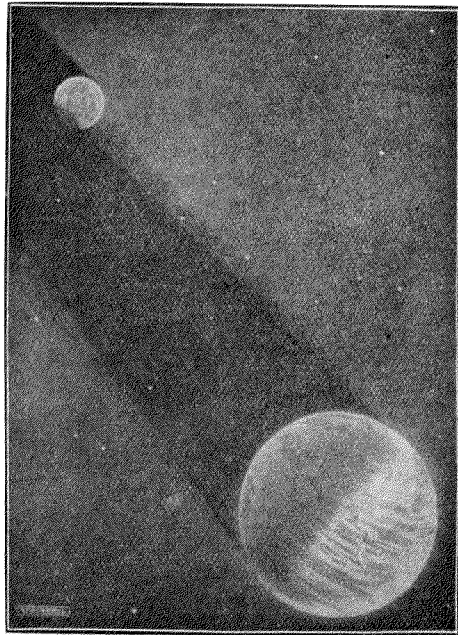
假使吾人可以騰空立於太陽幾萬兆里以上，俯首下視，則太陽系之全體當約略如下圖之所示（第一圖）。惟圖中之行星當僅如斑點之隱約可辨而已。（此圖未照比例，閱者注意。）假使吾人可以更上至幾兆兆里以上，則各行星當全不得見，太陽縮如一點，亦僅一星而已。故宇宙之大體，於此略見一斑。蓋太陽者，一星而已。衆恆星又各自一太陽也。太陽之所以見其大，惟以近地故。宇宙者，無數太陽

星體之集合，而其中之各有屬星環繞成一星族如太陽者，或者尚不少也



第一圖 太陽系之全圖

海王星之一“年”當地球上之165年。圖中所舉之諸恆星，皆在數十百兆里以外，可見太陽系之孤立於空中也。



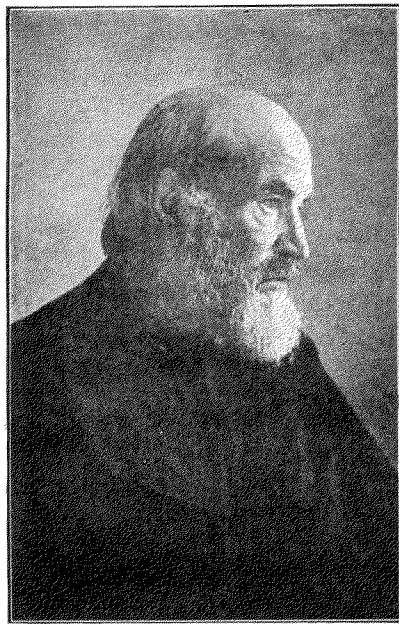
第二圖 月球行入地球影中之圖
圖示月球之半蝕。

二 大宇之度量

恆星之數目若干？試一觀星團之照相，即可知星數之不能盡計。第三圖示天河（MILKY WAY）中極小之一部分。此部分為天河中最密之一部。天河可劃分為若干區域。天文家就若干特殊之區域計其星數，因

而可以推測全體星數之大概。計算其總數，當在二十萬萬與三十萬萬之間。然而各星體之中間尙介有不可思議之距離。近世天文家最大之勝利，其即大宇之度量乎。夫太陽與各行星間比較的距離，天文家知之已數百年。若可測得任二行星間準確之距離，則太陽系以內之各距離無不立解。

今據最近之測算，太陽距地平均約 92,830,000 英里，因地球軌道非正圓形，故各時距離微有上下。據此數，則地球半年以後之位置，視現在之地位，當正在軌道之對面，有 185,000,000 英里之遙。若從



亞丹姆斯 (Professor J. C. Adams)

氏從天王星不規則之運動上推算得海王星，其星後經法國大算學家伐利哀 (Le Verrier) 推算準確，因而尋得。此為科學史上最奇發見之一。

此遙遙之兩點，測視相近之一恆星，則此恆星之位置，與其背後極遠之衆星相比較，當微有『變移』。僅此極微之『位置變移』，即能使天文家推算其星之距離。凡近地之恆星之可以示位置之變移者，均可以此法計算之。用此方法，吾人尋得與地最近之一星為二十五兆兆英里。其在一百兆兆英里以內者，僅得三十星而

已。

惟上之方法，不適用於極遠之星體。星體在五百兆英里以內者，其數不及數百，而在此距離，星體之「位置變移」(天文家謂之視差 Parallax)已極微，測量不得準確。故過此以外，天文家另創一法代之。天文家先審察各星之類別，乃就每類中比較各星光力之強弱而定其遠近。故天文家須有測光力之儀器。用此方法，經廿載之苦功，今人乃知天河中較遠之諸星，當在十萬兆兆 (100,000,000,000,000,000) 英里以外。

太陽約在大宇之中部，距大宇之中心約數百兆英里。其餘衆恆星，分佈四方，若密佈於一平圓之大圈上，其幅員之廣，自一端至彼端，縱以光速每秒鐘 186,000 英里之速率，須行 50,000 年方得達到。此即吾人類所居之大宇也。



哈佛大學天文臺攝影

第三圖 天河
注意星體之密集如雲。

一大宇之外復有他大宇乎？

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

吾人曾見天空中有『旋渦狀之星雲。』(下圖)星雲爲何，後當詳言之。且有天文家以此爲新造世界之『尙在醞釀中』者。惟天文家之意



尤基斯天文臺攝影
第四圖 仙女座 (Andromeda) 中之大星雲梅西哀
第三十一圖 (Messier 31)

見殊不一致，亦有視星雲爲獨立之大宇——名之曰「島宇」(Island-universes)——如吾人所居之大宇然，集合無數星體而成。試自天河之結構觀之，吾人習居之大宇確似爲一旋渦星雲，而天空所見之諸旋渦星雲，殆卽所謂「他大宇」者歟。

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

太陽系

太陽

一

次論太陽系與其附屬之各星體。

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

此最後之諸問題，導入於天體物理學；此學爲天文學中最新之一門，專研究

星體內部之物理的構造，成立不久，數十年前所意想不到者也。上之數問，用一分光鏡(Spectroscope)無不立解，且因其答案又引起種種饒有興味之他問題。夫星體之發育，自有其一定之程序。苟依各星發育之時代程度排列比較之，則星體世界演進之方法，可以略見梗概。夫太陽與衆星，不啻大熔爐，熱度甚高；大凡物質在高熱之時最易分解，成爲最簡單之形體，故吾人不難探索太陽與衆星中所含之質。分光鏡之功用卽在此。藉分光鏡之力，吾人可探知太陽與衆星之原質與成分也。

「夫分光鏡之力能窮窺至微如一毫克(Milligram)之百萬分之一之一點，故能發見新原質，斯亦奇矣；迺更能窮物質之究竟於幾兆兆里以外，測定其物體行動之速度，而僅作微細之差誤，吾人安得不嘆爲自有生民以來最精奇之儀器乎。」

近世天文學中之問題大略如此。解決此類問題，胥賴極精密準確之儀器與大算學家之聰明才智。是故天文之爲學，不論從何方面觀察之，或以其天然之現象而言，若夫體質之大，距離之遠，時間之無盡，或以其人事而言，如思想之精巧，精力之勞瘁，天才之多見，在在足以驚人，在科學中爲最莊嚴燦爛之一種學問，亦爲最古之一，豈不偉哉！

太陽系

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

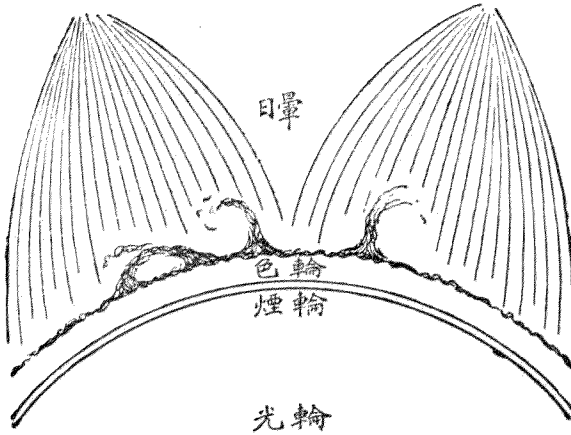
太陽

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

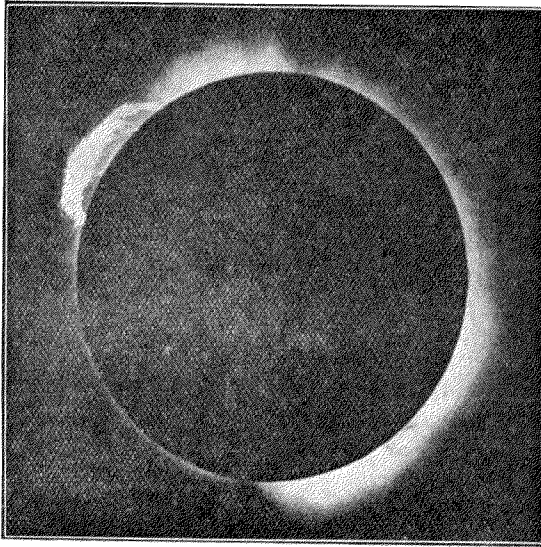
試觀卷首太陽之圖。圖示一日蝕之像；太陽之本體爲月球掩蔽，故不復光耀奪目；惟見銀色之日暈圍於球之四周。是爲太陽上之大氣，謂之日暈，高出球表外數百兆里，發爲銀色之光芒；大概此光之大部分爲日光受塵點之反射，惟在分光鏡中，則另見日暈中有原質一種爲從來所未曾見者，因而名之曰鐸（Coronium）。更視日暈之底部，又見紅焰之珥自球面四射。試一思太陽直徑有 866,000 英里，可以想見此珥燄之巨。後當再詳論之。

太陽之氣層

天文家分太陽之體為若干同心圓之層。各層包圍球核，如空氣之包圍大地然。太陽之光華，須透過此外包之各氣層。太陽之內核如何，吾人未由知之其可得見者，惟核外包圍熾熱光亮之氣層，天文家謂之光輪 (Photosphere)。



第五圖 太陽各氣層之圖
可與目次前之照相參觀。



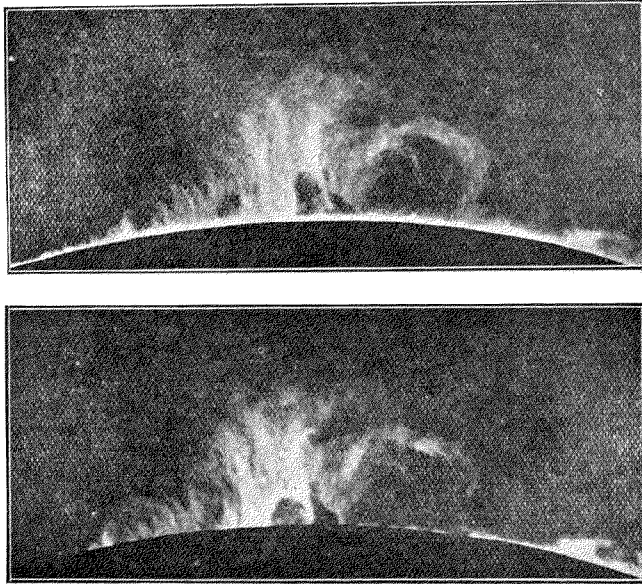
英國格林威區皇家天文臺攝影

第六圖 1919年五月二十九日日全蝕時日珥之圖。圖在巴西國 (Brazil) 蘇白拉爾 (Sobral) 城所照。
日暈亦頗明顯。

光輪之外，又有一層灼熱之氣層包圍之，謂之煙輪 (Reversing layer)。此層較內層爲冷，成一種煙霧之帷幕，厚自 300 英里至 10,000 英里。

煙輪之外，又有一層，謂之色輪。色輪 (Chromosphere) 厚自 5,000 英里至 100,000 英里——烈火炎炎，波浪起伏，宛如火「海」。其中氣質，以氫氣爲主。惟以下層光輪之白光強烈，透射此層，故不見其紅色。其最高之部有氫氣與鈣質氣之紅火向上透伸，其力至猛，高數千里。日蝕時所見之赤珥，蓋卽此也。

1919 年之日蝕，曾見一日珥於七小時內自太陽面上高 130,000 英里之處直昇至 300,000 英里以上。夫以烈火之柱，柱之徑大於地球之徑四五倍，上昇至每小時 60,000 英里之速，不亦奇觀乎。



尤基斯天文臺攝影

第七圖 日珥

上之日珥約高 60,000 英里。兩圖示 1919 年十月十日十分鐘內之變遷。

平時日光酷烈，故日珥雖大，鮮能目見；惟用分光鏡，則隨時可見之。自有分光鏡後，日珥爆裂之可特別紀述者，已有數起。昔教授楊氏 (Young) 有記載 1871 年九月七日之日珥一則：

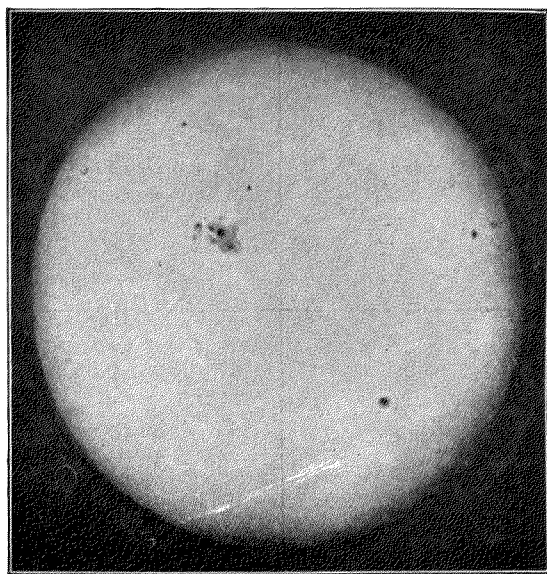
此珥自前一日之中午起迄無變更，低長鎮靜，不甚濃密光亮，舍體積甚大之外，平淡無奇。正午十二時三十分，珥稍輟，半小時後復來觀分光鏡，則見太陽之珥焰紛裂。太陽之大氣中乃滿貯飛質，其甚者高 100,000 英里。飛行之速，吾人遠在 93,000,000 英里以外幾能目辨，十分鐘內增高至一倍。1885 年正月三十日，羅馬教授塔啓尼氏 (Taccini) 見一大日珥高 142,000 英里——十八倍地球之徑。又見一珥，尤碩大無倫，以八大行星一一疊起，猶不敵其高。(一)

(一) 見 H. Macpherson 氏之 *The Romance of Astronomy*.

太陽最高之氣層，謂之日暈 (Corona)，瀰漫天空，愈高愈散——此層前已言之。前圖 (第五圖) 示太陽上之各層。吾人所見之皓日，其光須先透過此透明之各氣層也。

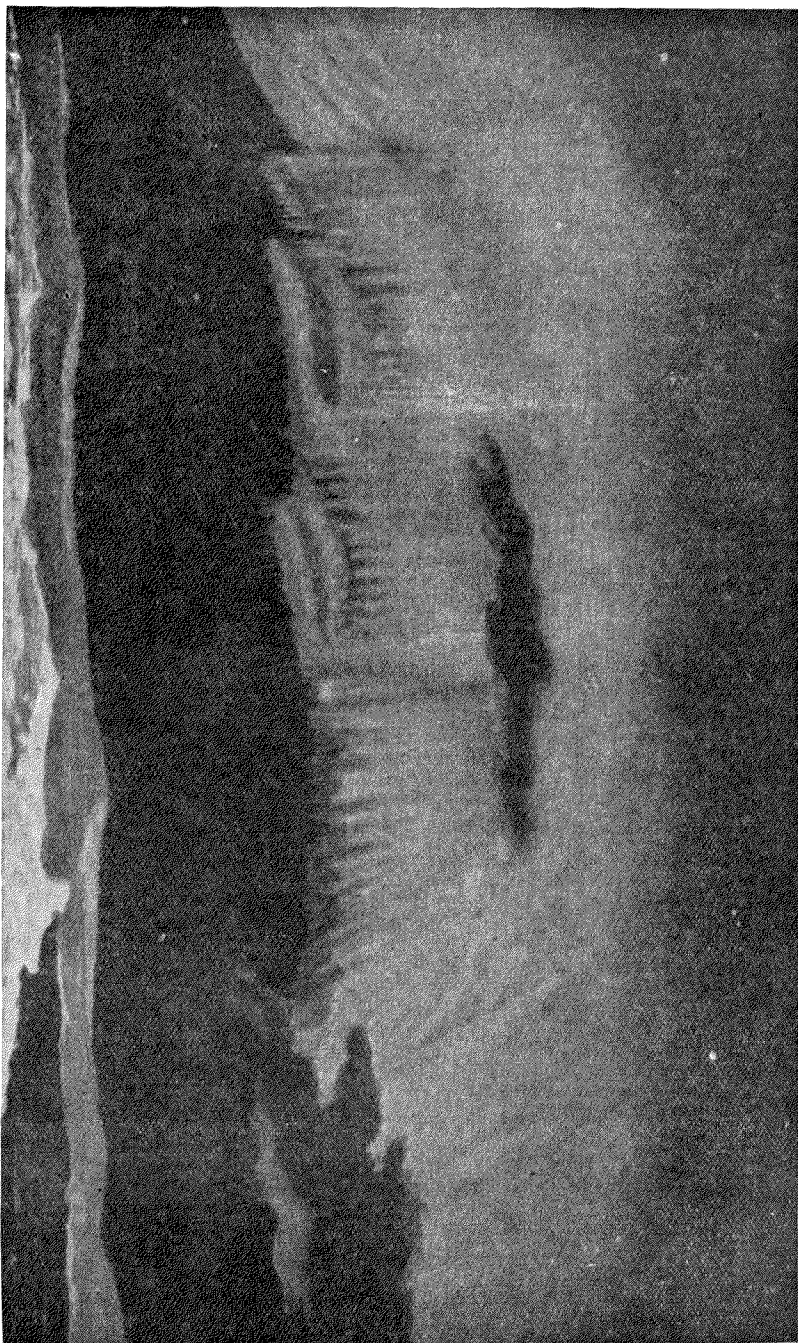
太陽之面部

今再論太陽面部之光層。太陽今人已信其非一固體。關於太陽之原質成分，大半由光層之觀察得之。試細視光層之面，刻刻變化，靡有已時。小片之浮雲來往流動其間，致面上光亮之度不勻，呈顆粒之狀。但所謂小片之浮雲，以吾人在 92,830,000 英里以外猶能見之，當亦非小矣。故光層必有極劇烈之運動。太陽之面，可喻之如一白熱金質蒸氣沸騰之瀛海。吾人今有一種儀器，可以減殺日光之烈度，使吾人得隨時觀察太陽面上之情狀。此種儀器後當再論之。此如『瀛海』之紅熱氣質與白熱金質之蒸氣，皆時有大暴變。想有不可思議之大量能力，自太陽體中噴出，將體外諸氣層紛紛裂為碎片也。



第八圖 1905年二月五日之太陽

圖示太陽之全體並其日斑。



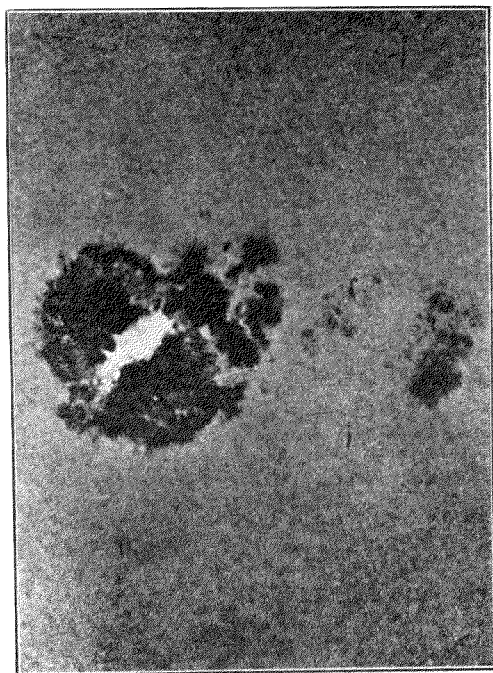
北 極 光

北極光 (Aurora borealis) 為天空中最高現象之一。顏色形狀、刻刻變化；有時光線揮灑如扇，有時金光層層如織錦。藍綠黃紅白各色配列，誠為奇觀。其起源之理，今尚未全明，惟知與地球之磁變現象有關，故與太陽上電力作用相連，無疑義也。

太陽面上之實在溫度，換言之，即太陽面上光輪內之溫度，不能確知，惟依精密之計算，當在 500°C 與 7000°C 之間。體之內部，其熱當更甚。究應熱至何種程度，吾人殊無從想像。惟無論何質，入之當無不立刻鎔化蒸發為氣。但其氣當與地面上所見之氣稍異。蓋太陽上有大壓力，氣受壓成濃漿矣。然此種情形，亦僅想像得之，蓋非今日人力之可以如法泡製者也。

日中之黑斑

太陽光輪之中，間有黑斑，謂之日斑 (Sun spot)。日斑之黑，因與四邊光亮之光輪相形而然。日斑有甚大者，廣數千方里。日斑究為何物，今尚不能確斷。惟形類太陽面上之大陷洞。或謂係太陽上之大旋渦。細視太陽之面，確似有旋渦狀之氣流上下起伏，流動不息。又日斑之四邊，多為巨大之火舌。



尤基斯天文臺攝影

第九圖 1905年七月十七日之大日斑

大凡關於日斑盡人所皆知之事實，即爲日斑與地球上磁場之暴變微有關係。磁場暴變時，電話電信爲阻，海船磁針易向，極光（Aurora）出現。有時亦可有日斑而無「磁變」者，惟日斑與磁變之確有關係，可無疑義。

尤可奇者，日斑出現之數目，每有一定之週期。其最顯著之一週期爲約十一週年。每週期之中，日斑之數遞增至極大，復遞減至極小，其增減之度極有規則。此層僅可有一種解釋。日斑之出現，必與太陽根本之構造及變化有深切之關係。若從此眼光觀之，日斑之重要可知矣。

自日斑之研究上，吾人知太陽面上各部之旋轉非同一直度。其「赤道」之部旋轉速於兩極。在南北緯四十五度處之一點，每旋轉一周，較在赤道上多二日有半。是故太陽決非固體也。

太陽爲何原質？吾人知太陽上有鈉鐵銅鋅錳諸原質，均爲氣體；不特此也，吾人知凡地球上所有之原質，太陽上均有之。奚由知之？

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

分光鏡與其效能

分光鏡，一種分析光色之儀器也。因其所得之效果極重要，故爲詳述之。凡欲研究一物質，可先將其物灼熱使發光；天空之星體類皆自能發光，故分光鏡在天文學上之效用極廣。夫所謂分析光色者，即依各色波浪之長短而分裂之之謂。凡所謂光，皆以太中極小之波浪，波浪長短異，則現不同之色。一種波長即彩虹中之一色。波浪之最短者呈靛青色，最長者呈紅色。虹即一種天然之分光作用也。（空氣滿貯水氣，日光折射，依其光波之長短而分析，是爲虹。）最簡單之分光鏡，即一三稜之玻璃柱。白光（如日光之類）透射玻璃稜柱，即分散爲如虹之各色。此種情形，任取一碎玻璃片，如破瓶塞之類，即可目見。假令以瓶代目，使各色照瓶上，則見各色排列有定序，一端自紅起，依次漸變，而黃，而綠，而青，而藍，而至彼端之靛青色。質言之，白色之光乃綜合各色而成者。各色相和，乃呈白色。此相和之各色，謂之原色（Primary colors）。如水之可分爲氫氧二質然，太陽之光可分爲若干原色。

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

他種光亦可如法分析。凡一物質經熾熱而發之光均可以分光鏡分析之，以辨別其各原質。蓋每一原質（在相同之壓力下與同類之情形內）有一種特殊之采色帶，每一金類質，有其特殊之顏色，故藉采色帶可以辨別各原質。吾人之知太陽內有鈉鐵銅鋅錳諸原質者，皆以此法也。

是以每一原質，受高熱而至發光，則自呈一種特殊之采色帶，而此種特殊之采色帶，即為吾人識別其質之憑藉，若人之有面然。至於其光之為試驗室中人所造，抑或來自極遠之星體，在分光鏡上殊無絲毫之區別；其光一入鏡中，吾人即可從其采色以判別其原質也。

凡高熱氣體之質，其采色帶皆為若干條紋之采色亮線，皆有定位，疎密有序；每一氣質，必有若干條特殊配列之顏色亮線。惟一種高熱氣質之光線，若先令經過一層同樣物質之冷氣，則其本有之顏色亮線俱變為無色之暗線，蓋熱氣之光為同質之冷氣所吸收故也。此種試驗之結果，得一重要之公律，凡同質之氣體，冷氣能吸收熱氣所發之光。

太陽之采色帶中有數百條之暗黑線。最初未明冷氣吸收光色之理時，殊未知如何解釋之。今則已明白。蓋太陽之光起自光輪，光輪與吾人之間復有一層氣體，

即所謂煙輪，熱度較低。光輪內一種原質之光經過煙輪，即爲其中同質之冷氣阻止。此種「阻止」作用，使采色帶中一質應有之顏色亮線盡變爲無色暗線。此理既明，則暗線之重要殊不減於亮線。而太陽之原質成分亦因以明顯。今知凡地球上所有之原質，太陽上均有之。甚且有一種原質先發見於太陽上，而後再發見於地球上者。今且確知惟日斑之中心爲太陽上最冷之處，溫度較低，可以有化合之物質存在。

其餘如衆恆星，彗星，星霧等之原質成分，悉以同法求得之。

絕無僅有之發見

1868年洛基猷(Sir Norman Lockyer)於日珥之光中見一種光色爲地球上已知之物質從來所未有，故斷爲一種未知之原質而名之曰氦(Helium)(今又譯作氦)從希臘(Helios)意云日也。1895年蘭姆賽(Sir William Ramsay)於礦石中發見一種新氣質在分色鏡示同樣之采色帶。由是言之，氦之發見於太陽上，早於其始見於地球者垂三十年；如一旦忽然覓得久失之寶，然在科學之偵探史中洵爲最可驚嘆之一章，其奇特動人，殊不亞於尋常之偵探史，可使吾人益敢自信所用方法

之不謬，而對於太陽與地球上原質之分析益有把握。今日暈中尚有一種采光，在地球上猶未尋得一同類之物質，此物今名鐳（Coronium），即取日暈（Corona）之意。

測量光速

顧分光鏡之爲用，尙不止此；此外尙有一新用法。吾人可用以測量光之速度。凡物體運動之與視線成直角者，苟非極微，察辨至易，知其物體之遠近，即可測定其速度。惟運動之與視線平行者，察辨與測算爲兩難。然分光鏡則能於極遠之距離探察星體之行動，並與吾人以計算途程之方法。假如有一光體，帶鈉質之光，迎分光鏡疾趨而來，則采色帶中鈉質之采色亮線必微改其固有之地位，微偏向近青蓮色之一端，其偏移之程度視其體運動之疾徐爲斷。物體之背分光鏡而遠馳者，其偏移之方向反是，趨近紅色之一端。用此法吾人可以查探計算各星體之運動，否則恐千年尙不得濟事也。又用此法吾人可以視察太陽上種種之劇烈運動，計算其速率，以證實太陽上吾人理想中應有之劇烈運動確實存在焉。

太陽之壽命有窮乎？

今再論太陽。

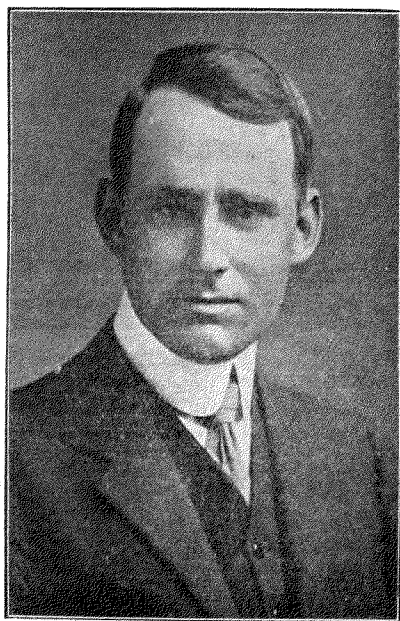
太陽之最顯著而最奇異之事，卽其能量之無窮。光熱放射，源源不絕。

偌大能力果何自來乎？觀夫赤烈之氣，源源自體中射出，高數千里，如遇火災。豈此真爲火災乎，與地球上之火災相類乎？此層科學家已有定論。蓋太陽面上之火，決非由於普通之燃燒，普通物質之燃燒，決不足以爲太陽光熱之主源。夫物質之燃燒，率由於原子與原子之化合。苟先知其可以發生化合之境遇，卽不難預斷其結果。若夫太陽之能力，則爲量之洪，盡吾人所知一切物質之燃燒作用及化學作用，不足以明白解釋之。假如太陽僅爲一種可燃燒物之集合體，則其中必具有普通燃燒作用之一切境遇，數千年之內其能量當已焚去不少，而放光放熱之能力必已銳減。然而吾人乃絕不見其有減少之形跡。不僅此也，且有可信之證據，可斷定太陽之年年放射如許大量之光熱者，已數百萬餘年。凡有新得之證據，可以闡明太陽之年歲者，無不指徵其年壽之尙有增無減，不亦更可奇乎。

且此熱能來源之問題，斷非僅謂太陽之本能始於太初成形之先，其後放射之

光熱，即其素所蘊藏之能力之一語可以了之。據可恃之計算，僅太陽球體冷凝之一事，斷不能垂久至數百萬年。易言之，太陽之能力，必另有來源，繼續接濟。姑不論其以前之能力如何得來，彼現在必另有來源也。

今日最滿意之解釋，謂太陽源源不絕之能力，由於物質引力作用，致太陽之體積縮小而來。物質之互相攝引，允為自然界中最奇之一事，果察物體之行動，確若物物相吸，事實昭彰，而牛頓僅就其情狀以製此律耳。今可不必深究其原理，但概括言之，宇宙之中，無有二物不互相吸引。假如太陽



愛亭頓教授 (Professor Eddington)

劍橋 (Cambridge) 大學天文學教授。英國最

著名之主張愛因斯坦學說者。

之直徑四週各縮去一英里，則其外殼上厚一英里之數百萬噸體質均向內沈一英里。不僅此也，其以下各層必皆向內沈有差，視其高下為準。其變雖漸，其所動之質量，不亦可驚歎！其所含之熱能，不亦可觀歎！天文家假定太陽光熱之放射與其體積之縮小有密切之關係，計算太陽四週每縮一英里需五十年。此論果確，吾人

可無用恐慌；蓋至太陽熱度太低不堪供養生物之時尙至少有數百萬餘年也。或謂多數流星之墜入太陽爲太陽熱能之來源。此論今已不成立。蓋流星爲量之微之一事，已足否認其說，他種理由可勿計也。太陽系中流星固極多，惟大多數環繞太陽成軌道，如他行星。至其斜行無則以至墜落太陽中者，爲數不足以當太陽所失之熱量也。

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

太陽中今尙不知其『放射性』原質之果爲分爲合。但太陽之爲一放射性物體則無疑若其質果得分，則太陽之熱力又多一來源，而其壽命益長矣。

行星

他星球亦有生物乎？

一

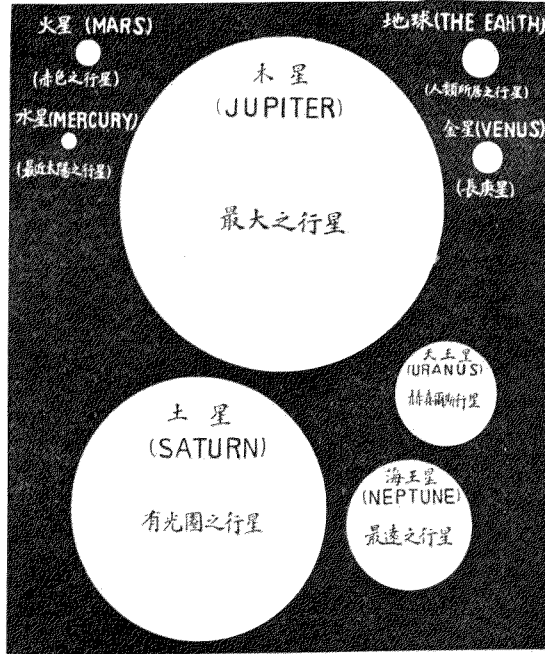
衆星之上斷不能有生物，此易明也。衆星熱逾洪爐，固體液體之物均不能存在，遑言生物乎。故生物惟行星上能有之，且在行星上亦有限度。夫衆星皆有附屬之行星如太陽者乎，抑或僅幾星能有之乎，此吾人不能確知。縱使能有行星，亦遠在數十兆兆里以外，渺乎極微，不得見矣。天文家有謂太陽爲惟一之星球有附屬行星者，惟其理由近於玄想，不足信也。大概星球之中，至少有大部分之星有附屬行星，故吾人可先考驗太陽系內之諸行星體，然後推想其結果及於其他衆星體。

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

金星

行星之最明者曰金星，亦名啓明與長庚，驟視之，似宜有生物者也。其大小與地球略等，亦有大氣，惟天文家則有謂其與水星有同樣之缺點，僅有一面向日，故兩面寒熱懸殊。此層尙不能必定。蓋金星面上有濃厚之浮雲與塵土，日光之返射極

亮，殊難得球面上固定之紋痕爲計算其自轉週期確實之目標也。然天文家亦多有確信已經得到完善之徵證可以確斷其僅得一面向日者。審如是，金星上難有生物矣，雖有空氣無用也。



第十圖 各行星大小之比較

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

火星上有生物乎？

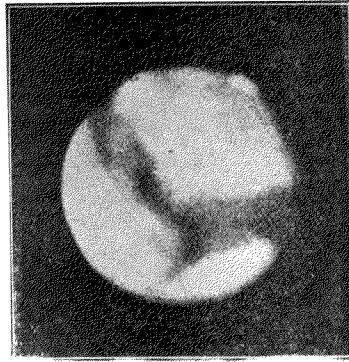
主張火星上有生物之理由曰，假如太陽系內之諸星球皆如前云由金屬質體冷凝而成，則愈小者冷凝愈速，故進化愈早。火星之質體小於地球甚多，其外殼之冷凝當早於地球幾百萬年。故火星上不有生物則已，有則當遠早於地球上。其生物之何若，不得而知，惟可信其進化之必趨向智慧；此吾人之所以傾信火星

上有高級智慧之生物也。

第上之理論，須假定空氣與水等諸要件皆完備，然二者恐未必能供給富裕。

慧爾 (Professor Percival Lowell) 畢

生研究火星，謂上有直線數百條縱貫球面，斷為種植之田，為「火



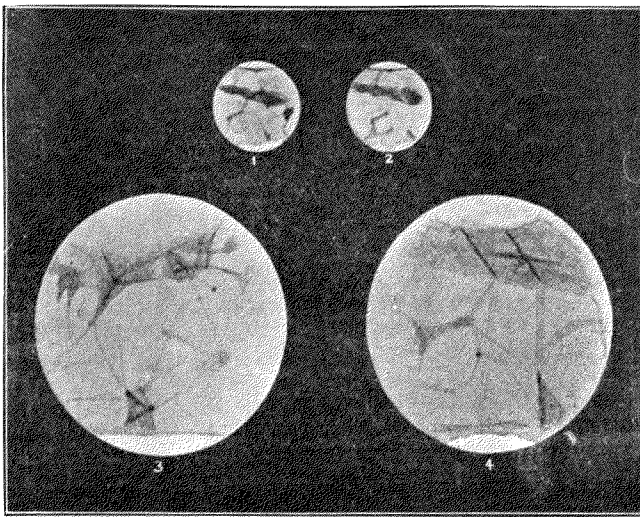
第十一圖 1909年十月五日之火星
圖示星體面上之黑影及其軸頂。

星上之人」開鑿運河以取水於

南北兩極海洋之徵。又一專家勞

哥靈 (Professor W. H. Pickering) 則以此為狹長之沼澤卑濕之地，受兩極濕風之

滋潤而致。球之兩極，有白色之頂蓋。入春似漸融化，四週之黑圈加闊。



第十二圖 火星

- 1} 陸慧爾 (Prof. Lowell) 所繪，以示火星上之諸運河。此 1907 年陸慧爾
- 2} 天文台斯立賓 (E. C. Slipper) 所攝之影也。
- 3 1914 年正月六日陸慧爾所繪。
- 4 1914 年正月二十一日陸慧爾所繪。
- 1,2 兩圖示火星之自轉。3,4 兩圖示火星之他面。又注意後二圖中兩極雪頂之變遷。

陸

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

有。今有人如謂何以精奇之儀器獨不能解決此問題，須知火星距地最近時亦有34,000,000英里，此最近之時僅十五年或十七年一次而已。且火星在極大天文鏡中之攝影極小。目力之感覺較影片爲靈敏，故天文家寧用目力，不用攝影。惟其如是，故意見頗不一致，易生種種爭辯也。

按1924年之八月，火星當復在與地球最近之地位，便於觀察，或可復有所得。世人相傳之「運河」，今已有數條用攝影照出。天文家對於火星上之有生物有懷疑者，殊不知生物有特殊之適應環境之能力。譬諸地球，昔日全球之溫度屬半熱帶性者，殆幾百萬年。夫然，動植物宜不能再受微寒矣，然今日南北兩冰極之動植物固甚多也。火星雖冷，苟其來也以漸，生物寧不能逐漸適應以自存耶。質言之，火星上之有高等生物並非不可能，今日雖尙乏交通之方法，將來或者竟能有消息傳來，以助吾人解決此種種之疑問也。

二

木星與土星

距日次遠於火星者曰木星。第火星木星之間尙有三萬萬英里之空間，而昔日天文家多以此三萬萬里中不見有一行星爲奇，今日已知此中有「小行星體」九百餘，直徑自五英里至五百英里不等。論者或謂此係由一行星破裂而致（此論與算理不合），或謂係一星體之質，但因受相近而極大之木星之引力，故不得凝聚成一體。

蓋木星極大，其攝引力之所及極遠。其體質大於地球1300倍，有附屬之月球九，四球尤大。最奇者，其中最遠之一月球環繞木星之方向，與尋常月球之環繞行星，行星之環繞太陽均相反。木星上無生物。

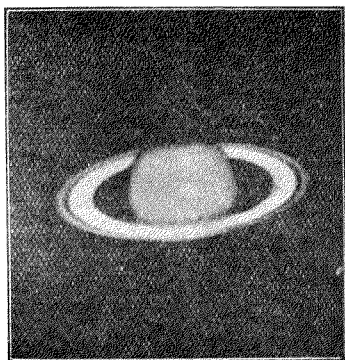
照相（第十三圖）中所見之面，爲包圍球體外之雲霧水汽等質。體似熾熱。雲片之邊上時見紅色，又見大紅塊（曰「紅斑」），直徑23,000英里，已有半世紀之久。體內或者係一液體或固體之心，惟大體則爲蒸騰之氣體，繞軸旋轉至速，每十小時轉一次。又似太陽，各緯度旋轉之速度不同。球之內體極熱，但不能自發光。金



第十三圖 木星
圖示星體面上之腰帶，大約爲雲霧所成。

星木星皆甚明，但非自有之光；蓋日光返照耳。

土星之情形略同。照相（第十四圖）上其面均水蒸氣，土星離日甚遠，故其水蒸氣必係內熱所致。體熱太高，故流水不能凝聚。如木星然，每十小時自轉一次，速度奇高，而為一沸騰疾轉金屬氣質之體。試以木星土星與太陽一比，當極有興味。惟兩星之體質較小，體溫較低耳。



第十四圖 1911年十一月十九日之土星

圖示星體四週大隊流星質所成之光圈。

球之材料，惟以距本星太近而未果成。土星上決不能有生物。

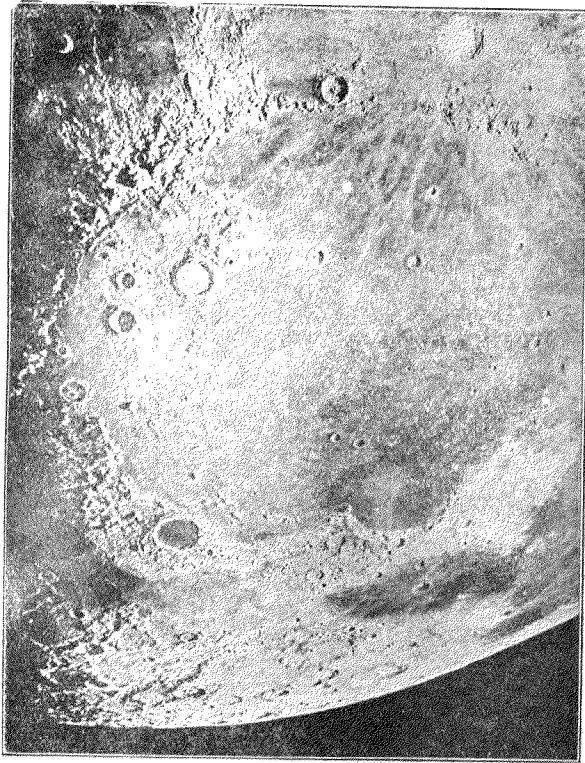
月球

是故行星之中，除地球以外，惟火星金星能有生物之希望；即在金星，其希望亦

甚小。然則行星附屬之月球中能有生物乎？月球大小不一，最小者如火星之諸月球，直徑僅約十英里，大者如土星之鐵丹（Titan），木星之伽尼米提（Ganyimide），直徑均約3,000英里。此類大月球上能有生物乎？今可就吾人習見之月球論之，當可概想其餘。

死世界

月球爲星體中最近吾人者。第十五圖之照相，示月球面之一部分，自一最大天文鏡中照得者也。此種天文鏡視遠如近，不啻移月球於五十英里以內而觀之。若倫敦之一城，在此球上當大如一墨團。又如徐柏林（Zeppelins）或笛伯洛獨格（Diplodocus）式一飛船，當大如一針尖，其行動隱約可尋。然吾



第十五圖 月球

圖示月球面上之一大平原與其若干圓口。此類圓口爲數數千，關於圓口之種種理論，見本文第34頁。

人於月球絕不見有此等景象。天文家或有以爲曾確見月球上有物體行動之痕跡者。劈哥靈 (Professor Pickering) 謂曾見火山噴裂之徵象。又謂似有種植之區，想爲下等植物，土質似鬆黏，可以吸水。又謂有極薄一層之空氣，時且見微雪。彼又指出種種微細變動之象，使多數觀察家折服。

然有多數事實足徵月球之無空氣。自月球之照相上即可見之。照相中之陰影處，四邊黑白分明。假使月球上有微量之空氣，則近邊處之日光必微散折而使陰影之邊緣模糊也。空氣之缺乏，當有種種奇異之結果。聲浪藉空氣以傳，無空氣，斯無聲。縱以流星直撞其面，將不聞聲息。又流星之來，因無空氣之磨擦，故不能如地球上流星經過空氣時之生光。將無飄浮之塵埃，無臭味，無暮光，無青天，無星光之閃爍。天色將永遠暗黑，星光不絕，無分晝夜。太陽之暈光，吾人所偶見而不一見者也，卽在日蝕時亦僅有二小時許得見之，今在月上可時時見之。太陽之赤珥亦然。審如是，斷不能有生物，又何有草木繁殖之景乎。

月球自轉一次約二十七日有零。故中有十四日爲連續之長夜，其所受之日熱當於此長夜內一齊散失，還其空中固有之寒度。長夜之後，繼以長日，日夜之間更無所謂曙光。次之十四日內，烈日照臨，無間介物質之吸收或折散之作用以殺其

光熱。然月球面之熱度則不必因此而暴長。其溫度或竟尙不及冰點。蓋無空氣，熱之放射無阻滯，失散極速。譬如地面上最冷之地即為高山之巔，距日固最近，然其受空氣之蔽護亦最少也。至於月球面日中之確實溫度，今尙不能決。或尙低於冰點，或猶高於沸度，均未可知也。

月球之山嶺

天文家多以為空氣之缺乏正可以解釋月球面之所以多

『圓形口』(Craters) 月球面上

有十萬上下之圓形陷口，今人

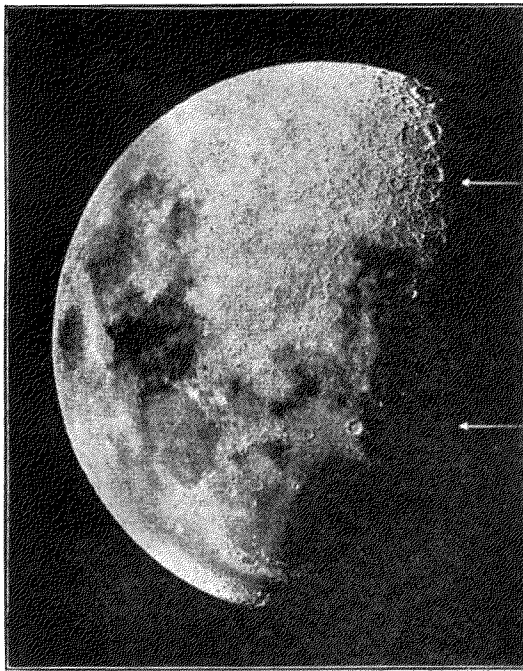
以為由於月球冷凝未固時為

大流星或小行星等衝撞所致。

或以為係月球未凝冷時體中火山氣之泡上昇時所留之遺跡。又有謂係已死火

山之噴口。惟地球上之火山噴口大都為杯形，而月球上之圓形口則如扁闊而淺

之碟形。如其最大之一口曰克拉維斯 (Clavius)，內徑 123 英里，而四週之壁壘高



第十六圖 九又四分三日之月球

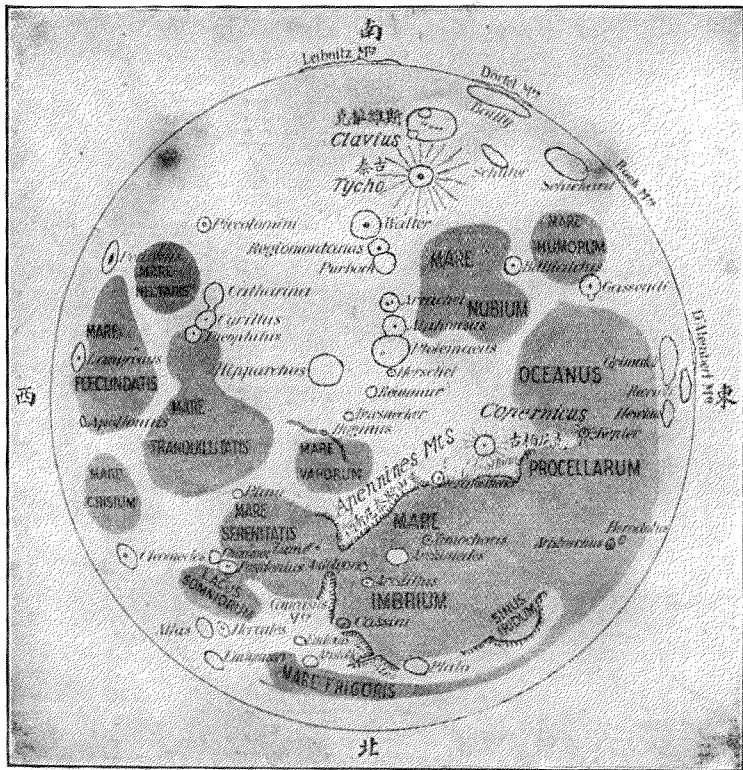
注意兩箭頭處之圓口(上,泰古Tycho;下,古柏尼格(Copernicus),均有奇異之“線”紋四射;又圖之右方示山嶺在初曉時之狀。

不及一英里也。

月球之山嶺 (第十六圖)

甚高，嶄巖嵯峨。皆如石質湧泉，高者有 26,000 至 17,000 尺。阿奔尼奈斯一山有三千壁立雄偉之怪峯。地球上之山，多經風霜雨溼，故逐漸剝削，而月球上則無之。故月內之山較爲『永久』。

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



第十七圖 月球上諸主要平原與圓口之圖

月球之諸平原昔日皆以爲大海，故有『海』(Mare)之名。

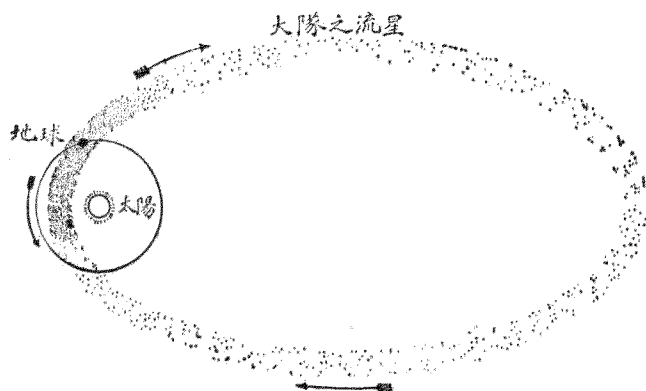
一二多氣之處，日間開放，長夜冰結而已。

流星與彗星

末當略述流星彗星等以結束太陽系。今人已莫不習知星夜天空有光橫飛，為外來一種鐵石之質，飛入空氣，因與空氣磨擦生熱而燃燒之故。其飛行速度約每秒鐘二三十英里不等。在離地七八十英里之處始行發光，蓋其處空氣漸濃厚多阻力，能使之熾熱發光也。至距地二十英里處，流星之質體已全消毀為氣體矣。

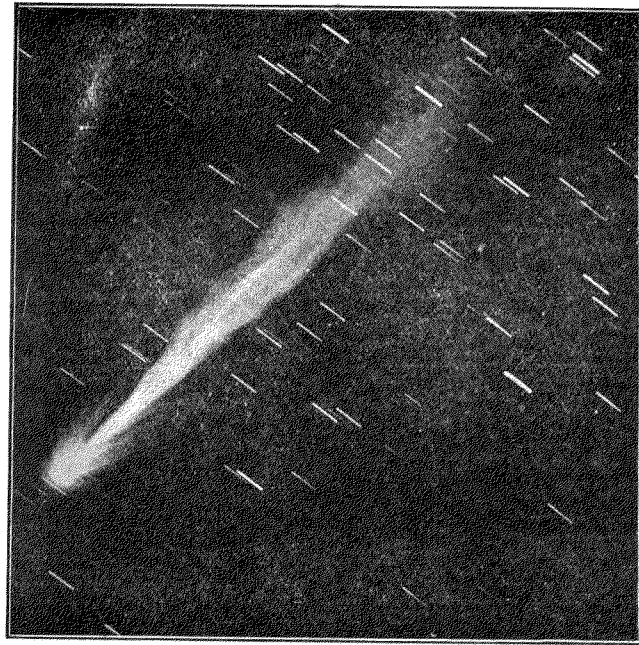
盈千萬之流星

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



第十八圖 大隕流星之圖並示地球之經過其流

、天空「空曠」之地至少如太陽系範圍內之空地，皆滿貯此種流星質。成羣結隊，如魚之泳於海。中有單獨者，亦有結伴者。單獨之質體即如上述之流星。其結隊者即成彗星之本體。彗星頭上最



格林威區皇家天文台攝影

第十九圖 1908年九月二十九日之彗星

注意其有分成數尾之勢(并閱後圖)。

亮之部曰核(Nucleus)，爲大隊之鐵石等質集合而成，有時廣袤數千里。此大隊之質體受太陽之攝引力，迫之環繞太陽而行。每自天空之遠處冉冉入太陽系而來。此時尚不得稱之彗星，以猶無尾也。及其既近，其速度加增。體中即有輕微之氣質放出，受強烈日光之逼迫，外曳成尾。故無論彗星在何位置，其尾必向後伸，與太陽相背

馳也。

某大彗星

第一篇 談天

彗星氣體之尾，於近日時往往極長。如1843年之大彗星，其尾長二萬萬英里。惟其質極稀薄。十九世紀中地球兩次爲其尾掃過，絕無影響。又尾部氣質至稀薄，故不能視爲白熾。氣質之光或者由於一種附帶之電力。無論如何，彗星行繞太陽甚疾，每秒鐘恆達三四百英里，然後復徐徐離太陽系而去。長者千年，短者五十年，必回來疾繞太陽朝賀一次。

衆星羅列之大宇

一

衆星羅列之大宇 (Stellar Universe)

廣漠無比，上既言之矣。太陽者，衆星之

一而已，或者猶爲其小焉者。星體之大於太陽者不知凡幾。其最大之一星如大人魯 (Betelgeux)，(臘戶座 α ，參宿四) 據最新之計算，其直徑三百倍於太陽。



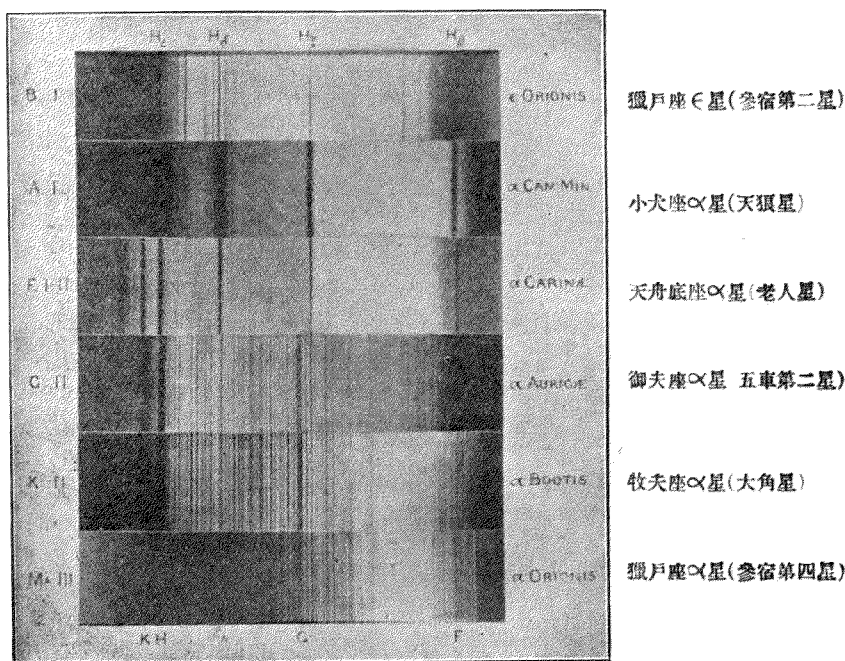
格林威區皇家天文台攝影

第二十圖 1908年十月三日之彗星
數尾今已分裂可數。

星體之演進

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

論星體之演進須明二事。夫原星之星雲，並非出於科學家之臆造。天空中除若干散漫無定形之星氣尙不計外，星雲之數達十萬餘。惟星雲之質如何演進以至成星之階級程序，則



哈佛(Harvard)大學觀象台攝影

第二十一圖 采色帶之各種

六種主要之星光采色帶。注意各采色帶中均有綫紋，表示各星體中之諸厚質。上之數種，每種代表一種特殊之物理及化學之情況。

多半出於理想。或者演進之途非一，種種理論均有可採之處。其餘如成星之如何凝冷演進以至於死滅之理論，亦正類是。

星球之光曾經分光鏡分析查驗者，今已有二十五萬，大別可分為十餘類，每類即代表演進中之一階級（第二十一圖）。

星體之年歲

列星之采色光帶大致以顏色為標準，大別有紅黃白三種。體熱之高下亦如其序，紅者最冷，黃者次之，白者最熱。故白光星可視為最年稚，其較老而冷者色黃，甚者轉紅，尤甚者光暗弱不能見矣——如烙鐵使冷，

顏色隨熱度而遞變焉。惟據最近之研究，紅色星有兩種：一種屬於最年老者，一種屬於最年稚者。大概星體初成之時，體溫似非極熱。初僅為暗紅色之大塊熾熱氣



威爾遜山(Mt. Wilson)天文台攝影

第二十二圖 獵戶座 ϵ 星(ϵ Orionis)(參宿一)南之星雲

圖示星雲中黑質(Dark matter)掩蔽後方之光。

質。嗣以分子間互相攝引之力，體積漸變小，溫度因加高。色亦轉黃。體積繼續縮小，熱度亦繼續加增，以至一最高之溫度。達此點後，體猶凝縮不止，惟熱度則不復增矣。因失熱甚多，故體雖縮而熱度反跌，色亦隨變。惟色變之次序與前相反，自白而黃而紅。及其成紅色時，其體質視初成之紅色氣體時已堅密凝縮甚多。故紅色星分兩類，其大小懸殊，不啻巨人與侏儒也。此論爲美國天文家羅素(H. N. Russell)所首創，能解釋種種之現象，故可信爲真焉。惟最初巨大紅色體若何產始之問題，今仍缺乏正確切當之答案。

最通行之學說爲星雲說(Nebular theory)。

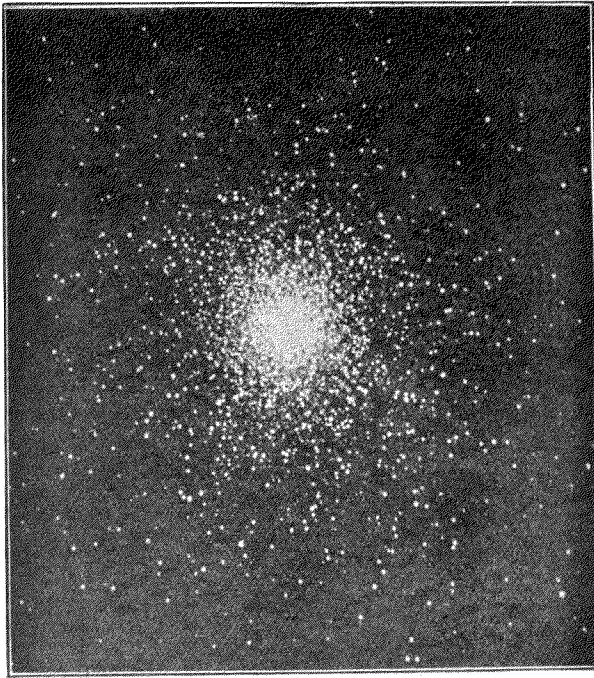
星雲說

二

星雲(Nebulae)者，如雲之一團，微亮，懸於天空，狀極類縷烟。其數極多，用攝影法與用天文遠鏡均可徵之，其數今已達十萬以上，而尚有絡續新見者焉。星雲非小。多數皆極大。其確實之大小不得知，蓋欲知其大小須先知其與地之距離也。惟有數星雲，其距離可以約略計算，故可略計其大小。然其體之大，使人難以盡信。蓋僅

就其外觀之平面面積而論，雖以太陽系之全體為其度量之單位，猶嫌微小不便。即令光線自一端行至彼端亦須若干年。其體之偉，誠不可思議也。

星雲似有兩種，其一種又若為彼一種之初形，惟此層亦尙未能確斷。



加拿大維多利亞(Victoria, B. C.)天文台攝影

第二十三圖 武仙座(Hercules)中之星團

此星團之遠，其光須行 100,000 年方能到地球。

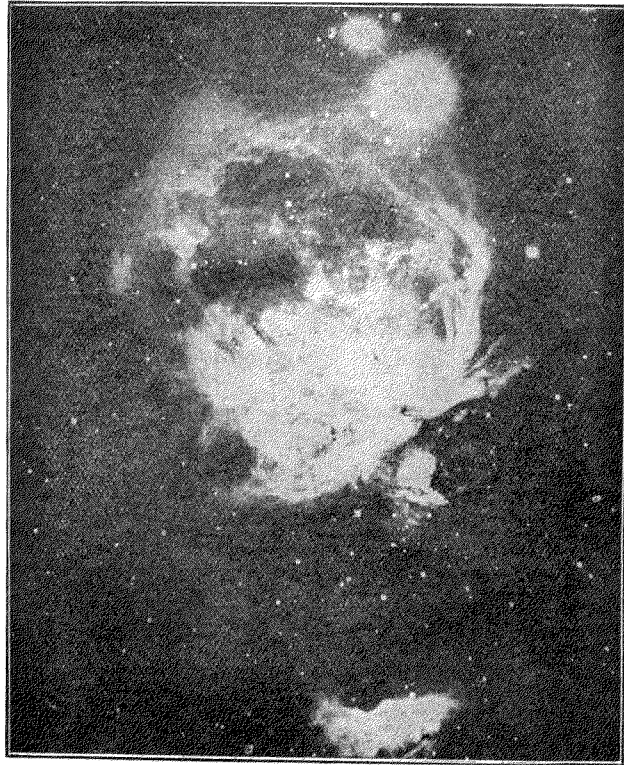
熾熱發光，且得保持其熱力，光力歷久不絕，殊難想像。謂為因電力作用而放之冷光，如北極光(Aurora borealis)然者，或者近之。

初形之一種似為極稀散之氣質。其稀散之至何程度，殊難得正確之觀念。真空管中之餘氣視之似猶濃厚。在尋常氣壓下一立方寸之空氣猶含物質多於數百萬立方寸之星雲氣。雖極遠之星光透射此氣，不為損其明。最可奇者，此氣有光。光之何來，末由知之。惟以極稀散之氣質，處於極寒之空中，謂能

星雲說謂星體之生成。肇始於上述之「火霧」(Fire mists)。星雲中物質相攝引之力究爲其中惟一或主要之原動力與否，不得而知，惟普通則以爲其中質點相攝引，故渙散如「火霧」之星氣就其中質密濃厚之數處凝縮團結，因而放光熱。偶或有流星之類之外質衝入其中，亦能爲引力之中心而催促其凝縮，但其體質太散，動力至微，其凝縮必甚緩也。

旋渦狀之星雲

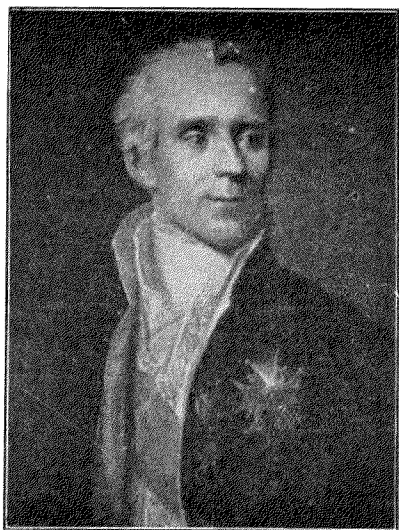
此凝縮之氣質，漸即開始旋轉，股流岐分，各復自結中心核。全體之結構成一旋渦，中心質最密，股流中各有若干凝縮質之結核。除若干不成形之星雲氣外，天空中有如頃述之「旋渦狀」星雲十萬餘座。其中發育之程



尤基斯天文台攝影

第二十四圖 獵戶座(Orion)內之大星雲
天空中最奇偉之星雲也。視全太陽系大不可思議倍。

度不一，方位亦各不同——有正對地球者，有斜對者，有橫立而僅見其邊者，不一而足。故星雲之假設似有證據。惟吾人不宜武斷。關於旋渦星雲之性質，辯難極多。天文大家中，有謂旋渦星雲係另一宇宙，其大略如吾人習居之大宇宙者。無論如何，其結構必甚大，苟謂正在凝縮造星體，則必為多數密集之星體——所謂星團是也。惟此龐大神秘之物體，殊無補於太陽系如何原始產生之問題。故拉伯拉斯(Laplace)



拉伯拉斯 (Laplace)

古今最大天文家之一人，首創星雲學說者。

之星雲假設，用以解釋太陽系之原始者，今尚未為衆所公認。此中難以理解闡明之處極多，在此問題正當窮究力索之時，自以暫留斷語為是。惟宇宙之產始於熾熱之氣質，則大致可信。

星體之死生

三

變星新星死星垂死之太陽

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

變星中之一種，自怪物(Algol)(即英仙座 β 星，中名大陵五)一星得名，尤饒興味。怪物(Algol)星每隔三夕，光必減弱數小時一次。近世天文家知此星實爲一雙星，共繞一公心圓轉，每隔三夕，其暗弱之一星即行入彼星與地球之間一次，因致『星蝕』。此星昔多以爲死星於行經活星前藉活星之光而顯之一例。然近年天文家發明一種測光之物，曰『硒質池』(“Selenium cell”)，其驗光作用視照相更靈敏，方知此久以爲已死之星今尚生氣勃勃。此外怪物星尚有一趣事。怪物星之兩星距地數百兆兆里，然而吾人可以測算其體質與其間之距離，斯亦奇矣。

星體之生死

死星 (Dead star) 不能確知；死星無光，故目不得見，宜也。惟垂死之星既若是其

多，年歲之老幼不齊，既若是其甚，則星之死者當亦不少。雖然，宇宙之全體，不必卽「老朽凋謝」，或亦有主張之者，惟吾人對於全宇之知識尙淺，殊不能卽下此斷語。科學家尙不知宇宙爲有限，爲無限，爲暫時，爲永久；不有事實爲先導，彼不肯空思冥索也。彼所知者，此龐大之星雲氣卽爲無量數未來世界之胚胎，而空間以太中或者尙在結新胎也。

最後之問題爲「新星」(New star)之誕生。新星之發見，每數年必有一聞；其事之新雋，殊遠甚於常人所能意想。發見之情形大致相同。設云某星始現於1901年，吾人苟一思其距離之遙，乃知此「炎炎之光」實發生於十六世紀馬丁路得氏(Durthen)之死時！夫光線之來，每秒鐘行186,000英里，然而須三百年方得達到。道遠如彼而光猶得見，其光之烈必甚可觀。卽以十倍地球體積之石油置諸彼星，縱火焚之，其光尙不能及如是之遠。然而新見之星，數日內其光可增數百倍，不亦奇乎。此類之星可視爲死星之復活，亦卽宇宙內天體新陳代謝之方法，立論殊雋永。蓋新星之發見，大多突然出現於天空無星或星稀之部。數日之內，其光卽大明。自分光鏡上窺察之，知此極遠星光之驟現，爲大量白熾氫氣質之突然噴湧，其力至猛，速率達每秒數百里。惟數月之後，其光卽沉，而於星之四週則見有星雲。準是可

謂將死已死諸星可以忽然一部或全部復變爲星雲。亦有天文家謂此由於與他星相衝撞，或因與太陽相接近，其結果遂如前章所述。惟多數之公意，則謂由於死星或闇弱之星之侵入星雲中，磨擦而氣化（至少有一部分）之故。

顧疑難之點極多，論者紛紛，莫衷一是，或甯謂由於固有之黑闇星雲之偶然熾燃。總之，此類問題最易引起種種之臆測，而事實尙未能十分明瞭也。但以一千兆兆里以外之星火，今日得分析考察之，確知其爲白熾之氫氣質，亦足以自豪矣。

大宇之形狀

四

吾人所居之大宇一旋渦星雲也

吾人所居之大宇，形奚若，廣幾許？此問殊堪駭異。此無殊於問一巴西大森林中之昆蟲，曰此林何林何大。然人類之智慧形偉，殊不難對答其問，且其所取之方法亦正類乎森林中昆蟲所可取者。假如森林之絕爲長圓形，昆蟲居於近中心之一樹。若樹之疎密略等，則在長狹之兩方向其樹木當視若較密，而在扁平之兩方向當若稍稀。此卽天文家用以測視大宇形狀之法。天空中有一大圓，其星數獨密，遠

勝於與之垂直之一大圓。此大圓即所謂天河 (Milk Way) 者是也。試一數天空之星數，則見愈近天河星數愈多。自天河左右旁下，則星數遞遠遞減，直至與天河垂直之大圓處，星數為最稀少。故天河可視為天宇之赤道線，而與之垂直之諸線，則直指南北兩軸頂者也。

吾人之大字，其形略如一雙凸面之透 (Lens)

鏡，太陽居於中心之附近。凸鏡之四邊遠處，或竟在邊外，則羅列天河之諸星。宇內之星皆有運動，惟其運動非無一定之規則，為可奇耳。星之運動可推測者，大多

數屬於相反而交流之兩大流。兩流相對之速度約為每秒鐘二十五英里。兩流之星，參雜相間；並非一流在內一流在外可判然劃分者。惟兩流之星，多寡不同。兩流之



立克 (Lick) 天文台攝影

第二十五圖 1914年三月二十三日之大旋渦星雲
此係旋渦星雲之正面形。注意其中心之核及核外相向對流之兩股。質體自核外流以入股乎，抑自股內流以入核乎？無論如何，星雲中必有相向對流之兩股流也。

星數之比約爲二與三。天文家多謂每一旋渦星雲卽如吾人所居之一大字，上已言之，今觀前後兩圖（第25、26圖），以上述大字畧如雙凸透鏡之理參酌之，可見旋渦特異之形跡顯然。如后髮星座（Coma Berenices）中之星雲爲一旋渦形，其面與地平垂直，僅見其邊影，其形恰如扁平之雙凸面鏡，與吾人所居之大字相似。又獵犬星座（Canes Venatici）中之星雲爲與地正對之一旋渦形，自其形式可明辨其旋渦式之運動。無論其旋轉運動之爲向內向外，當在其中部生出相反運動之兩大股流，恰如上述吾人習居之大字。抑又有進者，除上述諸事外，復有充分之理由，可謂天河中亦具雙股流之旋渦結構。天河（第22圖）中復多黑團之吸光質體，其形與在后髮星座（Coma Berenices）中之星雲股流（僅見其側面）內所見之黑斑相



威爾遜山天文台攝影

第二十六圖 一旋渦星雲之側形

注意中心雙凸面鏡頭形之核並四週股流之橫斷其面。參觀文中論星雲與吾人所居星字之相類似。

太陽系				
星名	距太陽之平均距離 (以一兆里計)	繞日之週期 (以年計)	直徑 (以英里計)	衛星之數
水	36.0	0.24	3030	0
金	67.2	0.62	7700	0
地	92.9	1.00	7918	1
火	141.5	1.88	4230	2
木	483.3	11.86	86500	9
土	886.0	29.46	73000	10
天王	1781.9	84.02	31900	4
海王	2971.6	164.78	34800	1
太陽	—	—	866400	—
月	—	—	2163	—

第二十七圖

恆星之距離		距離 (以光年計)
勾陳一	Polaris (北極星)(小熊座α)	76
五車二	Capella (御夫座α)	49.4
參宿七	Rigel (獵戶座α)	466
天狼	Sirius (小犬座α)	8.7
南河三	Procyon (小犬座α)	10.5
軒轅十四	Regulus (天獅座α)	98.8
大角	Arcturus (牧夫座α)	43.4
南門二	α Cenlu (半人馬座α)	4.29
織女一	Vega (天琴座α)	34.7
小麥琪蘭星團雲(Smaller Magellanic cloud)		32,600} 略
武仙座中之大星團(Great cluster in Hercules)		108,600} 估

第二十八圖

上表中之距離僅為近似之數，時有修改。‘光年’(Light year)即光線於一年內照每秒鐘186,000英里之速率所行之程。

若。故吾人所居之大宇爲一旋渦星雲之設論，殊有可信之證徵。此論果確，則度量物質宇宙之標準當益擴大。蓋僅此人類習居扁平雙凸面形之一大宇，自中心直至天河之邊已二萬兆兆里有餘，自心至兩軸之極，又爲此數之三分之一。假使每一旋渦星雲卽一獨立之大宇，大小與吾人類之大宇相若，而星雲之數又在十萬以上，則全體物質宇宙之洪大，其真不可限量乎。

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

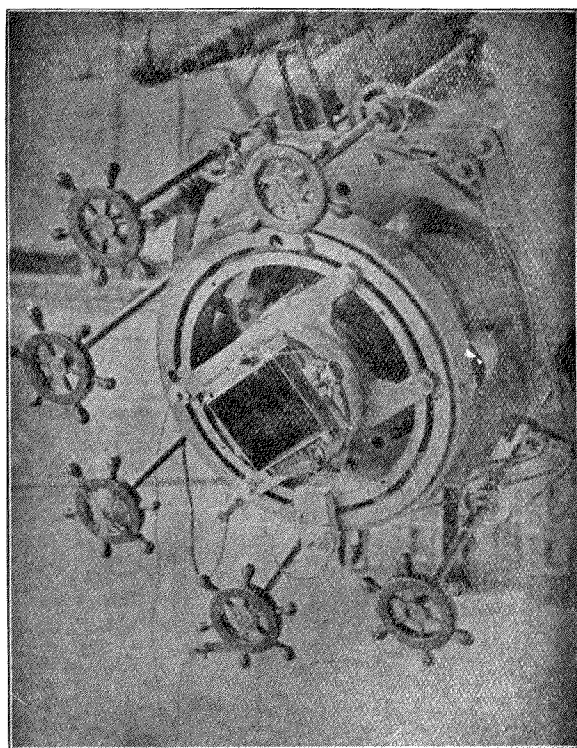
天文儀器

一

天文遠鏡 (Telescope)

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

遠鏡之製造始於何時何地，論者不一；惟天文上之遠鏡，則自意大利之大科學家加里雷倭 (Galileo) 始。加里雷倭以其自製之粗劣小遠鏡，發見太陽上之黑斑，月球上之山脈，木星上之四大衛星等。惟加里雷倭之遠鏡殊粗劣，遠不如今之稍精



照伯斯東 (H. J. Shepstone) 攝影
尤基斯天文台四十寸徑折光遠鏡中之雙兩照相片匣 (Double slide plate holder)

圖頂之小遠鏡為“探尋之鏡”(Finder)；大遠鏡之視域狹小，難以辨識所視部之在天宇之何方。小遠鏡視界較廣，探尋目的物較容易也。

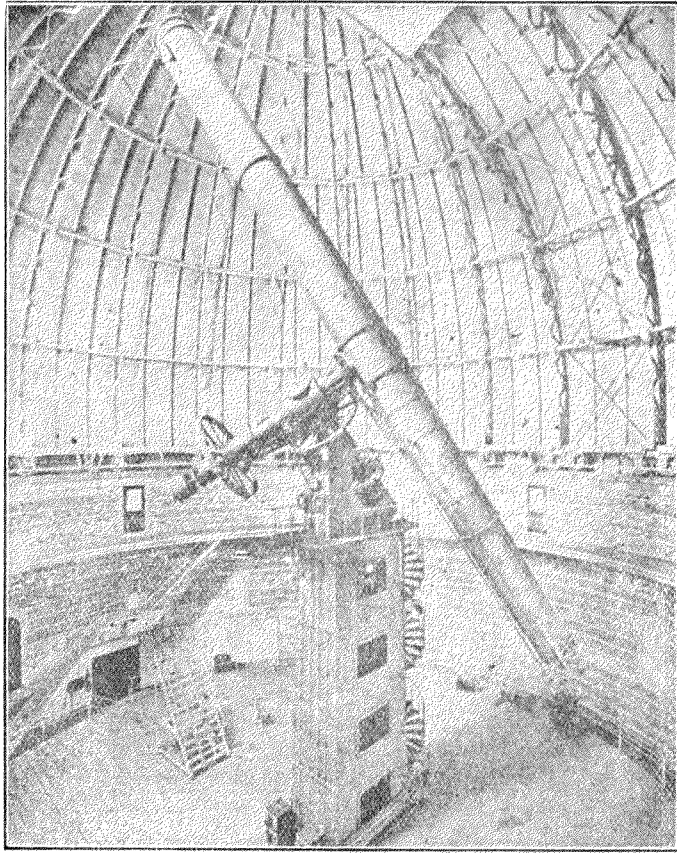
而己。讚賞之一章。惟近代之天文遠鏡僅自十九世紀始；其前則僅足供歷史上之鑑賞

製之尋常雙眼遠鏡 (Binoculars) 考遠鏡製造之歷史，自最初最小最粗劣之遠鏡，以至今日美國加立福尼亞州 (California) 威爾遜山 (Mount Wilson) 大天文台之極大遠鏡，誠為人類進化史上最可驚嘆

十九世紀中遠鏡製造之進步為從來所未有。於大遠鏡之製造尤多加注意，世界各國復爭先恐後，競製最大之遠鏡。且國際競爭之外，復有不同方法之互相競

爭遠鏡有兩種，每種各有主張者。此兩種謂之折光鏡與迴光鏡 (Reflector)，今試略言其原理。折光鏡 (Refractor)

即尋常通用之遠鏡。為一長管，兩端有大小透鏡頭 (Lens) 各一，小者即目視之端，故曰視鏡 (Eyepiece)。大鏡頭之功用猶如眼球。專用以收受外來之光線，使之集中



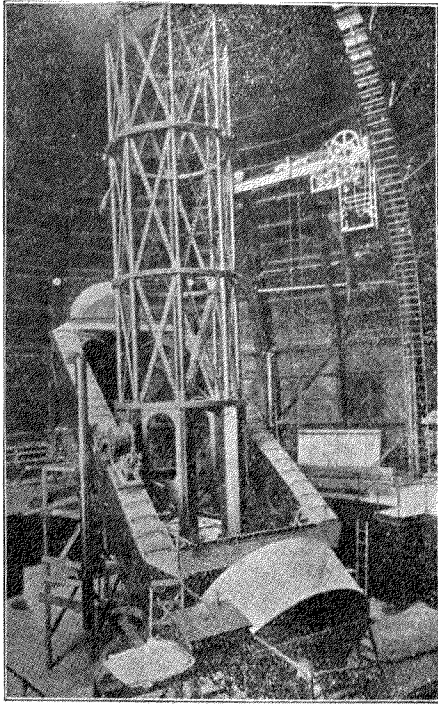
尤基斯 (Yerks) 天文台四十寸徑折光鏡

(世界最大之折光遠鏡。大鏡頭重 1000 鎊，鏡管長 62 尺，重 12,000 鎊。轉動之各件共重約 22 噸。)

威爾遜山 (Mount Wilson) 天文台之迴光遠鏡之一百寸徑迴光鏡——今世最大之迴光器也——重約 9000 鎊，轉動之各件共重約 100 噸。

加拿大維多利亞 (Victoria, B. C.) 相近之領地天文台 (Dominion Astrophysical Observatory) 新裝之七十二寸徑迴光鏡，重約 4,500 鎊，轉動之各件重約 35 噸。

於管內之一焦點，因得一強光之小影，故鏡面愈大，其光愈多而影愈顯。視鏡則放大其影。迴光鏡不用大鏡頭，而以一大大迴光鏡置其底以代之。迴光鏡面，彎折適度，使光返射，集於一焦點，得一小影，再用視鏡放大其影。故折光鏡與迴光鏡主要之分別，即在收光方法之不同。鏡之力量視其收光之多寡。如四寸徑之遠鏡，其力四



顯伯斯東(H. J. Shepstone)攝影。

威爾遜山天文台一百寸徑遠鏡

鏡係迴光式：世界中最大者也。迴光鏡裝在遠鏡之底部。

倍於二寸徑者，蓋受光之多寡視鏡之面積，而面積則與直徑之平方為正比也。

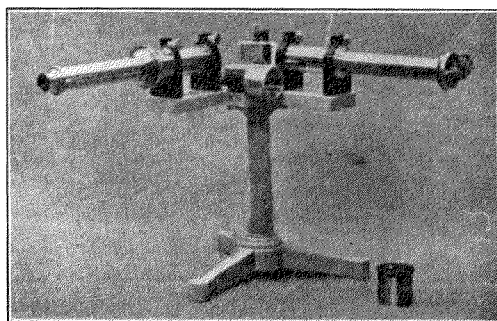
今世最大之天文遠鏡為迴光式。大迴光鏡面較大折光鏡頭製造較為容易；造價亦輕。惟大迴光鏡面易不靈，鏡面微有不平即得歪差之影，較大折光

鏡頭尤甚。且折光鏡之處理視迴光鏡為靈便。職是數因，故折光鏡仍有用者，惟最大之尤基斯(Yerkes)天文台遠鏡視威爾遜山(Mount Wilson)天文台之大迴光鏡，大小相差甚多。尤基斯大折光鏡直徑僅三尺四寸，而威爾遜山大迴光鏡則有

八尺四寸也。

惟天文遠鏡之力量，尙可更用他法擴大之。蓋卽用照相片以代目力之注視是也。今日之天文家，不復時時握鏡凝視。彼用一照相片代之。照相片之妙處，在光力之可以疊積。闇弱之光，目力所不勝者，雖凝視久之，仍不得見。惟用照相片代之，則微弱之光積漸成影。卽光之極闇弱而不能立刻感動影片者，積久之後，影自清楚可辨。故用此法，雖最優天文鏡中目不能見之星，可以照相片視之矣。

此種用照相片之天文遠鏡，專用以探查天體者，皆裝置於「赤道之平面」內。換言之，鏡皆特別裝置於一與地軸相平行之柱上，繞柱作與地球自轉相反之旋轉，使得得隨星轉移，不受地球自轉之影響。鏡之運動與一時計相連，對準後，時計開動，鏡卽常對一星，隨之轉動。如國立之諸大天文台，若英之格林威區皇家天文台 (Greenwich Royal Observatory)，法之巴黎大天文台，皆另有轉鏡儀 (Transit) 儀爲一小遠鏡，雖無上述一種之特別裝置，但因其製造之



近世直視式之分光鏡 (A. Hiler, Ltd. 造)
光線自一遠鏡射入，過三稜鏡，分裂爲采色帶，而以又一
遠鏡視之。

精巧，可以爲精密之測量。如航海通書(Nautical Almanac)之編纂，胥賴此種儀器。此種遠鏡不隨列星移轉。先將鏡固定，令各星經過鏡前，鏡之視鏡上有平行細密之線若干條，於每星經過每線時記其時候。因其可隨時固定，故於測量星體之方位視普通隨星旋轉之大遠鏡爲正確精密。轉鏡儀之視測及紀錄殊乏味；全無奇特之事；一星僅視若一點而已。但此種觀測，殊爲近代天文學之基礎，否則英之航海通書(Nautical Almanac)與法之歷書(Connaissance du Temps)皆將失其大部分之功用矣。

二

分光鏡

分光鏡之原理，上已略述之，此器可用以探查星體內之原質，故於天文學中另闢一新境域。最簡單之分光鏡，卽一三角稜形之玻璃柱。惟三稜柱須極大，否則不能得充分之散光作用。散光作用愈大，則光色之分析愈清，於爲精密之分析時，此層極重要。欲增加散光作用，可聯用數三稜柱，使一柱之光復入第二柱，如是遞折。每經一柱，光色微折散，積多則折散大矣。惟經過若干稜柱，則被吸收之光極多，故

原來之光若非極強，則所得之采色帶極暗弱模糊，難以明晰。

欲增加散光作用，又有一法，即用散光線格 (Diffract on gratings) 以代三稜柱是也。此爲一平面之玻璃片，上以金鋼鑽頭劃若干極細極密之平行紋路。如紋路極細密，則起散光作用，使光色散折成采色帶。今有之散光線格，製造極精奇，每寸內劃線數千條，各線間之距離須分配極準。惟用此法，光之損失亦甚大。

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

參考書

(下列諸書可備有志深究天文學者之參考。)

Ball, *The Story of the Heavens.*

Ball, *The Story of the Sun.*

Forbes, *History of Astronomy.*

Hincks, *Astronomy.*

Kippax, *Call of the Stars.*

Lowell, *Mars and Its Canals.*

Lowell, *Evolution of Worlds.*

McKready, *A Beginner's Star-Book.*

Newcomb, *Popular Astronomy.*

Newcomb, *The Stars: A Study of the Universe.*

Olcott, *Field Book of the Stars.*

Price, *Essence of Astronomy.*

Serviss, *Curiosities of the Skies.*

Webb, *Celestial Objects for Common Telescopes.*

Young, *Text-Book of General Astronomy.*

第二篇 天演之歷史

國立東南大學生物系主任植物學教授
美國加利福尼亞大學植物學士 胡先驕譯

緒論

地球之起原——生物家庭之造成——最早之生物

一

天演之觀念爲開闢多數門戶之祕鑰，爲此世界燦爛之解釋，能將往代之光明被之於今日。無論何物，自天演之眼光觀之，皆爲古物，各有一歷史在——各有一自然史，使吾人能略知其所以形成之理。吾人祇能言『略知』，蓋雖天演之事實已昭然若揭，然吾人僅初識其所以致之之原因也。

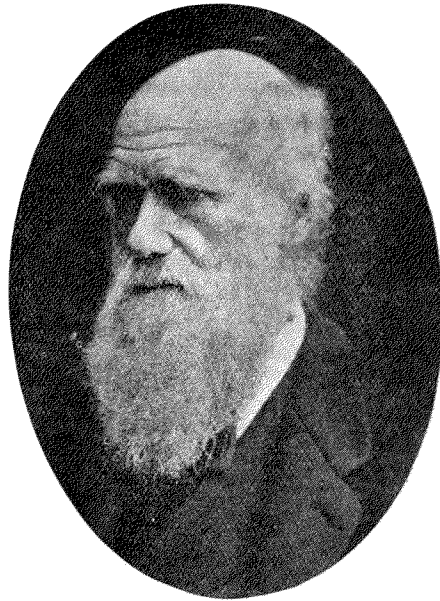
天演之觀念起源甚古，希臘哲學家已有此議論，但直至近代，始成爲吾人知識之一重要部分。在今日已成受有教育者之常識。此觀念在未加於動植物之先，已加之於太陽系及地球之發源，逐漸乃推廣至語言風俗與典章制度。至近年，則天演觀念已加於化學之原質，蓋已發現鈾能變爲銑，銑能產生氫，而鈾之變化完竣

後所得之固定產物爲鉛，於此可懸想所有之原素或皆爲無機天演之結果焉。與之同等重要者，則爲將天演觀念不但推廣至外界，且加之內部之世界。蓋與身體及腦之天演並行者，尙有感覺感情觀念想像力之天演也。

有機天演之意義，謂現在乃過去之子嗣，與將來之父母。此現象非爲一種權力，亦非一種原則，而爲一種方法——

形成之方法。其意義以爲今日之動物與植物及其間所有細微之互相關係，皆由一種自然可知之方法，自前此比較爲簡單之種類關係中產出。而前此之種類關係之所自出者，則又更爲簡單。如此繼續往後推求至百千萬年之前，直至生命起源之初，如在重霧中，無跡象可尋焉。

吾人之太陽系統，最初爲一種星雲，吾人固可謂之日與衆行星之天演。但彼爲同樣之物質改變其分配與形狀，故最好用創始等一類之名詞。與之相同者，如人



達爾文 (Charles Darwin)

最大之自然科學家，使天演思想成爲智慧之常識，其所著物種由來一書，使世界之意義煥然一新。

類之制度，昔日亦與今日有別，吾人可云都市或政府之天演。但人之行爲皆有目的，其理想與觀念常有以操縱其行爲，指導其成就，故最宜用佳良之歷史一舊名詞，以包括人爲其有知覺之主宰之一切社會形成之順序。在太陽系創始與文化之歷史間，乃有有機天演之一大歷程。發達一字宜用於個體之造成，如雞雛之出於卵等。

有機天演爲種族變遷之一種繼續的自然歷程，朝一有定之方向，繼續前進不已，於是新個體以起，先得立足，繼而繁孳。



居維葉男爵 (Baron Cuvier,
1796-1832)

建立近代比較解剖學之一。其智力覺異於常人，其至巴黎時，僅爲外省一少年，終乃爲法國高等教育局長，而得受有帝國之封爵。彼反對天演意義，但有解剖學天才。



赫胥黎 (Prof. Thomas Henry
Huxley, 1825-95)

最著名之動物學家之一，其教授與說理之能力一時無兩，其對於使科學爲普通教育與社會崇拜之物之功極大，其主持天演學說之勇氣與精密爲一時之冠。

有時與其所自出之族裔同時生存，有時乃取而代之。吾人所畜養各種之鵠與雞，爲自今日尙生存之石鵠與林雞，幾經天演之歷程而出者；但在天然之狀況，則大多數今日之種類所自出之原始族裔，久已滅亡，有各種且無從查考焉。天演爲一或來或往之一長遠歷程，或現或滅，一如最佳之音樂焉。

二

地球之起原

當吾人用科學之言語時，決不能言『最初』二字，蓋吾人不能知曉，亦不能懸想衆物不出於更前存在之物也。但吾人可予一限制，而研討在太陽系中地球之起原。若因此探討，而將日與行星追至星雲，亦祇追及一相對的起原。此星雲之起原尙須探討。卽在物質之先，或尙有一無物質之世界。若吾人取昔人之言，認『最初之物爲心』，吾人或得解釋，或試解釋一大真理，但已逸出科學之範圍矣。

星雲學說

科學家最偉大之想像之一，厥爲星雲學說。此說爲著名天文學家拉普拉士氏 (Laplace) 在一千七百九十六年所創，以爲太陽系最初爲一極大然燒之體，向其

中心緩緩旋轉。當此白熱之雲氣世界漸冷，旋轉之速率漸增時，此收縮之體乃分出一旋轉之環，終則此環斷裂而凝結成最遠之行星。中心收縮之本體繼續分裂，繼續凝結，成其他之行星與地球等。最中之體，卽日是也。

拉普拉士此說，康德在四十一年前已思及之，拉氏言時頗加以科學審慮：認為一種「猜度之辭，而宜加以凡遇非觀察算計之結果皆所宜取之懷疑態度者也。」後日之研究，證明其所懷疑者之非謬，蓋已知最初之星雲不必盡熱，亦不必爲氣體；且拉普拉士各環繼續，自本體分裂，與旋轉氣體狀之環能凝結成行星之說，皆有難通之理也。

故一極熱之氣體狀星雲自爲一單體旋轉之懸想，終爲他種懸想所取而代之。



一極大之螺旋星雲

拉普拉士最著名之學說，爲認行星與地球皆由極大之螺旋狀星雲所成。

洛克葉爵士 (Sir Norman Lockyer) 在一千八百九十年指明現今地球每日獲得之隕星以百萬計；在太古時代，此種之增加，其速率與體積或遠在今日之上；地球即以此法造成！隕星之墜落固屬事實，但仍須先有一中心以吸收之，此中心以何法造成，即一大疑問也。且隕星散布無定所，四處分散而難集合為單體。張伯倫教授 (Prof. Chamberlain) 有言，『隕星或為早年造成太陽系時爆裂之產物，而非太陽系所自出，』誠不誣也。此外，尚有數種學說以解釋太陽系之所由造成，但自專家之眼光觀之，則以張伯倫與毛爾登 (Moulton) 所創者為最合理焉。據此說，最初一大星雲體凝結為日，嗣因受他星吸力之影響，各行星乃被吸出，以成瘦結狀之螺旋形星雲體，此種螺旋星雲體在今日天空中固甚易見也。



在斯加波羅 (Scarborough) 地方墜落之隕

石現存自然科學館中

重約五十磅，為一石類之隕星。

最重要者爲此『瘦結』，蓋爲吸收飛散之質點之中心。起初分裂之部分之飛散於空中者，各循一新軌道以繞日，是爲類似行星之小行星。此等小行星乃逐漸爲此瘦結所吸收。

地球之生長

此新生之地球——張伯倫學說之『地球瘦結』——其直徑大約爲五千五百英里。但因逐漸吸收小行星之故，至在其赤熱之末期，其直徑乃爲八千一百英里。自後則日縮，因分期皺縮之故，乃造成各大山脈，至今日其直徑乃爲七千九百零八英里。但在其皺縮之時，地球更有多種之變動。

地球內部鎔質之煎沸，每每使之噴射出冷結之地殼之外，結果則較輕之物質趨向地面，較重之物質則向下沈。故陸地多爲麻石等較輕之物質所成，而海底則爲玄武岩等重物所成。在有限之面積內，海常變爲陸地，陸地常變爲海，但各大洲與海洋區域之分別，或肇始於極早之時代也。

外面之石球或爲大地較爲穩固之外殼，在最初時代或厚約五十英里。此時地上尚無大氣，而水之積聚成今日之海洋，亦在極長之年代之後。水自地球之本身

產出，至雨水將裸露之岩石上之鹽質溶化，而使海水變鹹，則又在若干年代之後焉。古時大陸之地殼經風與水之侵蝕，乃產出造成沙岩泥岩等水成岩之原料，至今此種岩石已厚至五十英里矣。

三

生物家庭之造成

研究此在太古時代粗糙慘寂荒涼之世界，何故乃變為可使柔弱之植物所謂為生命者萌發生長，蓋一極有趣之事。世界固有極頑強之生物，但大多數皆不能禁耐暴烈之環境。大多數生物皆宜有溫和之氣候與和善之反應。故在最早之大气中所充滿之小行星微塵點，如張伯倫所云，外以障日光強烈之輻射，內以障地球熱力不平衡之輻射，乃極為重要，是乃為生命最初之豫備。但大氣中尚無游離之養氣；與之同等重要者，則為池塘湖沼海洋之出現。在太古之世，地球或全為水所包圍；水乃為生命之第二豫備。蓋水能較任何液體溶解物質為多而濃；夏間不易自一池塘中蒸發罄盡，冬日亦不至完全凍結；為各物質最流動之乘載物與機巧之分解物；而占生活物質成分百分之八十者也。

另一重要之事實則爲在漸涼之地球上之大氣中，氫氧炭三種原質極其充足（成水氣與碳酸氣），蓋此三種極奇異之原質，具有多種極特別之性質，極易成種種之反應與關係，使之變爲極繁複與駁雜，因而適於造成易於型範與滲透之構成生物之物質。無機世界之砂土岩石，即逐漸變遷爲生物可居處之家庭者也。

地球上生物之起原

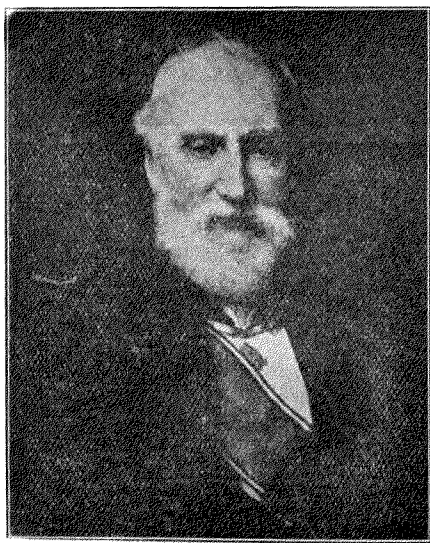
在地球歷史之前數章，無吾人所能想像之生物能生存其上。其上溫度過高，既無大氣，亦無表面之水。直至無人能知之某一遼遠時代，生物始出現於地上。其如何出現之情形無人知之，但研究其可以出現之理，亦極有趣之事也。

自古以來，即有一種答案：以爲地球之質點，或自來即賦有一種爲科學所不能究詰之生命。此說固將此問題解決，但不免失之過驟。第二種學說則爲亨母何次 愷爾文男爵 (Helmholtz, Lord Kelvin) 諸人所持，以爲微末之生物或來自他世界，居隕星之裂縫中，或雜於大宙之微塵質點中，因而傳布至地球上。蓋種子每能生存於長期之極低溫度之下；細菌之孢子能耐甚高之溫度；植物種子與動物精子在休眠狀態中能禁受長期之乾旱與着氣之缺乏。故如裴塞諾 (Bethelot) 所云，只須

分子未起首解散，所有生命之活動可以暫時停頓，直至復得相當之環境時，生機始重行發動。故經過一長期之旅行，以達於大地，非不可能之事也。但愷爾文之學說之短處在將生命起原之問題由地球上推宕至他處，初不能解決之也。

第三種學說以為地球上最初之時或有一種最簡單之生物，由無機物中產出之，由於半流質之炭素化合物經酵素之作用而成。此說之所以可信，由於近世有機化學家能用無機化合物以造成脛酸，藍澁，柳酸，咖啡精，葡萄糖等物之故。吾人固不知在自然界之大實驗室中，何物可代彼慧敏化學家之職，但似天壤間有一種由簡趨繁之趨勢。電子造成原子，原子造成分子，小分子造成大分子焉。

關於有生命物質之造成，有各種詳細之解說，當於另一章中討論之。就今日吾人所知生物界之情況，似無自然發生之現象；所有之生物，皆出自前已存在之生



愷爾文男爵(Lord Kelvin)

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

物；其偶有持反對論者，多由於試驗之疎忽。但須知承認所有生物皆出於前已存在之生物爲實驗所得之結果，初無例外之事實爲一事，而謂在往古與來今，此理終古不磨，則又爲一事也。

即使有機化學家之技藝日進，而化合物如蛋白質一類者，可用人工造成，或吾人更能明曉簡單之生物可由無機化合物造成之或然步驟，亦不至使吾人通常對於生命之觀念有所改變，不過使吾人對於平常所謂無知覺之死物更能增加其價值耳。若果地球上之微塵點在荒古之時自然產生原始之生物，若生物果如字面上所說爲地與日光所生，則全世界覺更爲貫串，更有生氣，而無機界之呻吟掙扎之原因，亦更易了解也。

四

地球上最初之生物

吾人對於地球上或包圍地球之水中最初之生物，僅能爲一懸忖之想像。但今日生存之最簡單生物如數種細菌與單細胞之原生動物，尤以彼尙未明晰變爲植物或動物之原生生物爲甚，可爲吾人懸忖之基礎。雖無人能加斷語，但以爲最初

之生物，爲生活物質之微滴，略似今日之細菌，但能恃空氣水分與礦物而生存之學說，則殊有可信之理也。由此來源乃產出單細胞之海水中生物，能製造葉綠素或類似葉綠素之色素，因之能利用日光之能力以分解碳酸氣，而行光合作用以造成糖類與澱粉等炭素化合物。此微小之個體或爲胞膜質之細胞膜所包圍，其吸收之能力乃表現於其鞭毛搖擺之運動，以此能在水中迅速游泳進行。今日尙有多種此類生物，居住於水中，但亦有少數單細胞植物在潮溼空氣中能使樹幹甚至階石變爲綠色。闕巨教授 (Prof. A. H. Church) 以爲地球歷史中有一大章，卽爲在彼浸漬全世界之水中，麇集有無量數，此類爲植物界之始祖之綠色鞭毛蟲之時期也。

在另一方面，或由天演成一簡單吞噬他物之生物，不能自行利用空氣水分與礦物鹽類以造成有機化合物，但能吞噬其鄰居。此種生物不爲胞膜質之細胞膜所包圍而裸露於外，其原形質能自由伸縮成各種形狀，如溝中之變形蟲，或吾人之白血輪，以及其他變形蟲狀之細胞之形狀，是爲動物界之始祖。於此可知最初之植物，與最初之動物，皆自最單簡之原生物所產出。然其體皆極微小，此時若有具有科學概念之人生存其間，將慨歎地球上之絕無生物，實則海中已爲生物所

齋集，但目不能見耳。最簡單之生物與赫胥黎所謂爲生命之物質基礎之原形質，將於此書後部生物學一章中論之。

天演最初之重大步驟

最初之植物——最初之動物——身體之起原——雌雄性之天演——自然死亡之起原

一

動植物之比較

姑不問如何有此現象，但有機天演最初之重要步驟，是爲生物之系統中分爲動植物兩大支，此蓋全自然史中最重要之區分也。

正式之植物有葉綠素，能於一低簡化合物階級中之空氣水分與礦物鹽中取得營養，利用日光之能力，以行光合作用。其細胞包裹於胞膜質之胞膜內，因而其運動之機會乃大減少。彼造成之養料遠出於其所能消耗者之上，其生活乃遠較其進入爲儉。彼無法能排除其體中所積聚之硝素廢物，或因此故，彼乃遠較動物

爲遲鈍也。

至動物則生存於一較高之化合物階級上，所賴以爲生者，爲炭水化合物（如澱粉與糖等），脂肪與蛋白質（如麩質酪素等），或爲他種動物所造成，或爲植物所造成。其細胞無胞膜質之細胞膜，且大多數皆無任何種之細胞膜，大多數皆有無限制之運動能力。動物消耗養料之率，約與其製造能力相等。若吾人取一種植物與其同重量之動物相較，各取其建設之營養化學歷程與其消耗之營養化學歷程而比例觀之，卽見在植物建設之比例，較消耗之比例爲大也。換言之，卽動物取植物所勤苦工作而得之軍火，爆炸之爲運動與工作之用；而動物界之全系統，皆恃綠色植物之光合作用以存立者也。

此種易於爆炸之生命之結果，卽爲動物體中易積有爲生命之火之灰燼之確素廢物，動物除去此項廢物之方法頗爲靈巧，卽腎（俗名腰子）之濾器，使全身之血濾清，不致令此項廢物如在植物體中結晶或沉澱於體內，致使流通器官阻滯閉塞。不甚運動之動物如海參等則無腎，是爲最能證明此理之特例，因其無腎以排除廢物，故運動甚緩慢也。以上所舉，實爲動植物之基本區別，然例外者亦頗有之。動物有具植物性者，如附生之海綿，珊瑚，海參，沙嚙等，植物亦時具動物性如根

莖葉，有時花之各部分能運動是也。但最重要之事實，則爲生物系統最初之分支，動植物之區分，實爲一切高等生物之所倚賴，而人類則尤甚焉。文化之繼續，人類與動物之營養生存，甚至吾人所需以呼吸之養氣，皆賴綠葉之實驗室以得之，以利用日光之助力，將炭酸氣與水與礦物鹽類造成生命之養料焉。

二

陸生植物之肇始

最初之時，地球上曾經過極長之時期，全爲水所淹沒，其時原始之植物厥爲一般海洋中之簡單鞭毛蟲（Flagellates）嗣以地殼收縮之故，乃致海底有升高降下之處，在多處彼堅硬之海底上升至極近海面，使浮飄之植物起始附著其上，而同時不至不能獲得日光。此乃闕巨教授所認爲固定植物之所以肇始，而爲天演史中極重要之步驟也。或在此種最早之植物中，動物得其初次之成功。當此海底繼續升高時，大陸乃漸漸出現。上說之附著植物是爲海岸所生之海藻之遠祖，若吾人於落潮之後，涉足於此種僅在此時暴露於外之叢莽之中，亦可見荒古時之狀況，斯真爲原始之森林也。

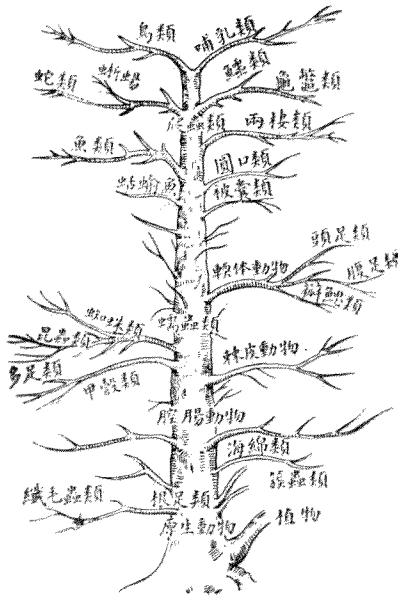
原生動物

動物之較海綿動物腔腸動物更為低下者，是為原生動物。此名固謂『最初之動物』實則其中之最簡單者，僅能使吾人揣知最初之生物有若何之簡單耳。蓋今日之大多數原生動物皆極複雜，決不能認之為最初之動物。雖大多數皆非顯

微鏡不能見，然每個體皆為完全之一動物具備有吾人體中同具之基本作用。其與高等動物異者，為非為多數單位之細胞所組成。彼等無細胞，無組織，無器官之如平常字義所訓者，但其內部之構造極為複雜，遠

出於造成高等動物之組織之普通細胞之上，彼蓋未造成軀體之完全生物也。

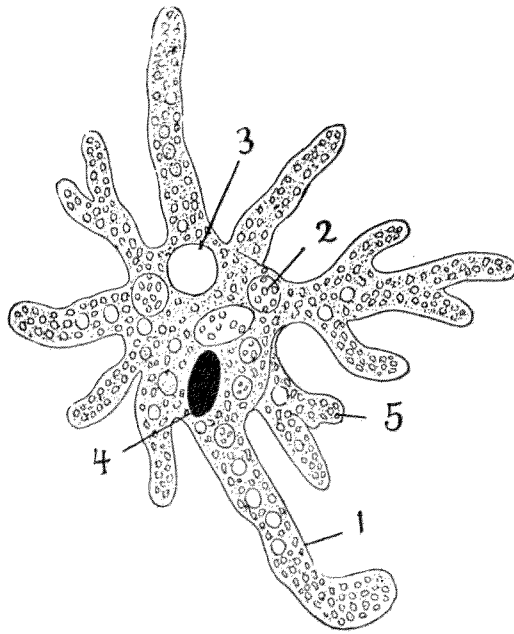
在鴻濛遼遠之往古中，有一時期，其惟一之動物厥為原生動物一類。故吾人可斷言天演史中之一大步驟，是為產生三大類原生動物：(甲)最活潑之種類如草



動物之源流樹

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

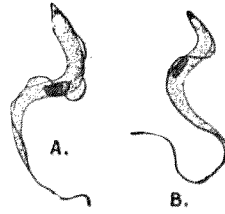
鞋蟲等，使海中發燐光之種類如夜光蟲等 (Noctiluca)，致睡死病之種類如極可畏之睡病蟲 (Trypanosome) 等。(乙)運動極緩慢之種類，如寄生人類而為蚊蟲所傳染之瘧疾蟲等。(丙)亦不過於活潑亦不過於遲鈍之根足類具有能伸縮之原形質者。變形蟲 (Amoeba) 一類在天演界頗占優勝，包括有變形蟲與造成白堊粉之白堊蟲 (Foraminifera) 與海洋中具有極美麗之矽質殼之放射蟲 (Radiolarian)。在複細胞動物體中，亦有與此類動物相類之細胞，名為變形蟲細胞。最著者為白血輪，在體中巡行，遇有侵入體中之細菌，則吞噬之消化之，若有何物須毀壞重建之，則白血輪擔負此種責任，此外尚有種種功用。



變形蟲之圖樣 (大加放大)

變形蟲為最簡單之動物，可令吾人懸想動物最初之始祖之狀況。其形狀似一小塊不整齊之灰色膠狀物，其直徑約百分之一英寸，平常爬走於池塘中泥上或草上，用其伸出之根足(1)吞嚙食物。其食物穴(2)含有其所吞之食物，由其收縮穴(3)以排洩體中廢料。(4)為細胞核，(5)為細胞中之顆粒。

睡病蟲 (*Trypanosoma
Sambianse*) 之圖
(大加放大)

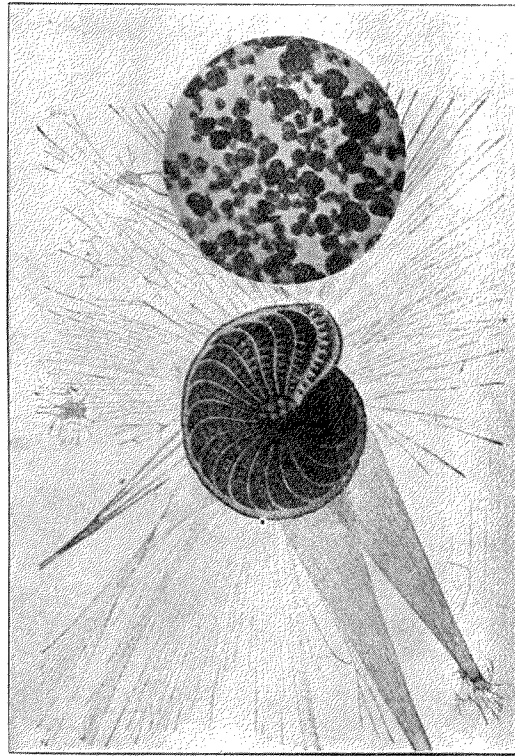


此顯微動物致非洲最可畏之睡死病。此病近年來蔓延日甚，故研究益形重要。此病蟲為賊賊埋所傳，人被此蠅所嚙，即得此病，病蟲居人血中。

三

軀體之構成

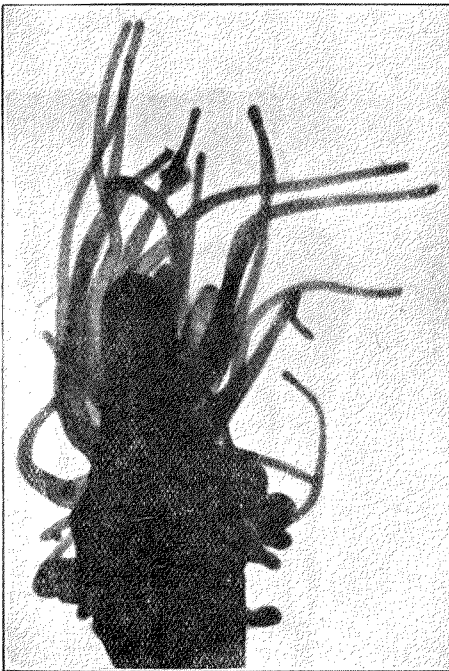
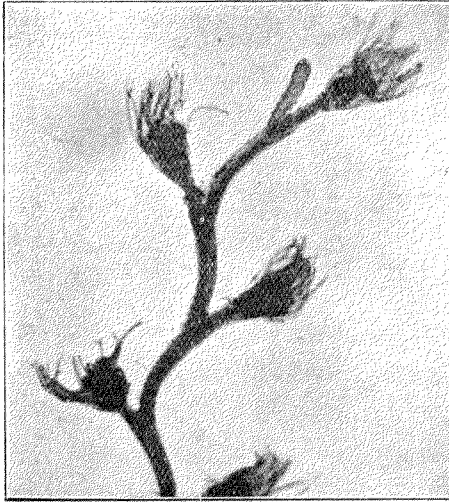
大自然科學家阿夏集次 (Louis Agassiz) 有一次曾云：在有機世界中，最大之分限，厥為單細胞動物與多細胞動物。但此分限至海綿、水螅及簡單蠕蟲逐漸天演至有軀體後已不復存在。此種軀體之構成實為最有趣味之事，而亦天演史中一



此圓體表示一羣造白堊之白堊蟲，每蟲不過大如最小之針鼻

此種動物造成多佛 (Dover) 及其他地方之白堊岩之由古時海水中升高者。

下方為一普通白堊蟲 (Polystomella) 之放大圖，表示中間之殼與四圍射出之原形質網，其中多數小顆粒輪流旋轉，即用以為獵取吸收食物。

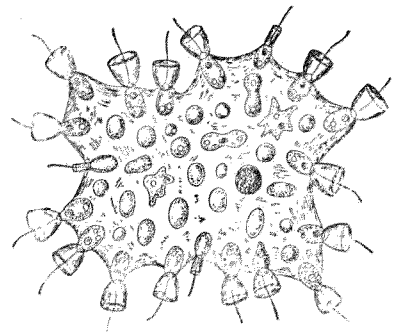


植物狀動物名爲 Obelia

爲一羣小水螅之羣體，在下方放大圖表示其多數能刺之頭足。

大步驟。其所以致此者，固無人知之。但亦非絕對不能理解者。

當一普通之原生動物分裂成二個或數個，以達其生殖之目的時，其子體各各分離。但有數種原生動物，其子體不全分離，連合爲一體。故如生溝渠中之團藻 (Volvox) (此物植物學家認爲植物，動物學家認爲動物，今所用者爲植物名) 爲一

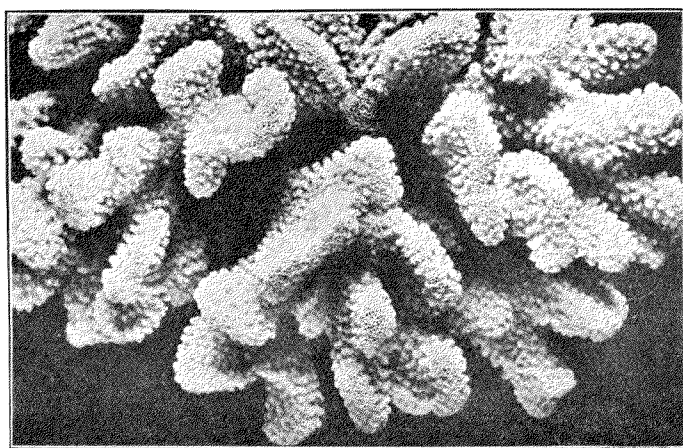


原始海綿 (Proterosporgia)

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

極美麗之綠色球，爲一千至一萬細胞所組成之羣體。蓋彼幾構成一軀體矣！但在此構成羣體之原生動物，或其他與之相類之種類，其各個細胞皆爲同式者，至真正之多細胞生物則有各種細胞，以行其分工作用。又有數種原生動物，其細胞核在一細胞中分成多個細胞核，此可見於浴鴨池中之大變形蟲 (*Pelomyxa*)，或居於蛙之食道後半部之美麗貓睛蟲 (*Opalina*) 中。若此類原生動物之細胞質各以一部分圍繞一細胞核，則不啻一肇始之軀體矣。若再加以分工作用，如將生殖作用之雄精細胞與卵細胞與軀體細胞分開，則尤似肇始之軀體矣。

彼有軀體之動植物或卽由上之方法之一種演進而成。於此有兩點須注意，第一，軀體之構成，與其體之大小無關，不過惟以此法始能造成大軀體耳。故如輪蟲 (*Rotifer*) 類中之 *Hydrina* 共有九百餘細胞，而原生動物除如團藻之羣體外，只有一細胞，然

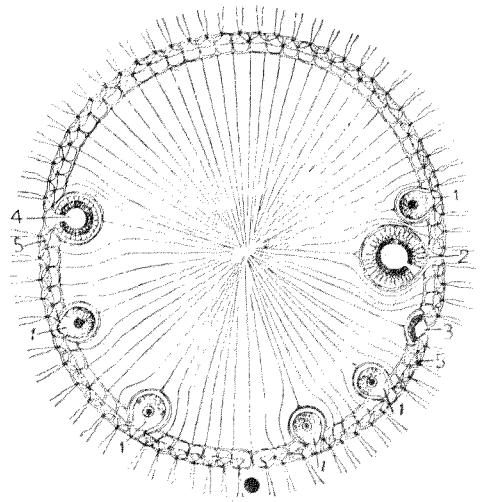


一塊造珊瑚礁之珊瑚，爲多數小海葵狀之珊瑚蟲之羣體所成，各個體由海水中造成一石灰質之骨骼或甲殼。

二者之體積相若。第二，則所有之複細胞動物，自海綿至人類，在最初之時皆爲一『單細胞』，是爲受精卵，由此而分裂增加蛻變以成其軀體。固非謂平常任何單獨細胞皆能發達爲一蚯蚓，一蝴蝶，一鷹，一人，而爲含有若干年代之豐富遺傳之細胞。但最有趣而宜牢記者，則爲所有之多細胞動物，尋常皆不以發芽或他種營養體繁殖法生殖，而必肇始於一受精卵。受精卵分裂而成多數連續之子細胞，可謂爲原始動物最初造成軀體時所成之子細胞之羣體之遺跡也。

有性生殖之肇始

生浮萍上之水螅常用發芽法繁殖。其母體上發生子體之芽，與之同一形狀；繼則營養發生一種障礙，而子體與母體分離。大海葵或能分裂爲二至數部分而成



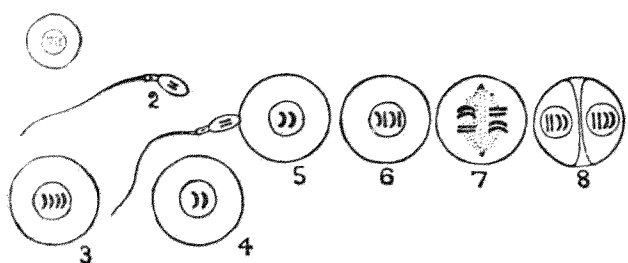
團藻 (Volvox)

團藻生於溝渠水塘之中，爲最早有軀體之生物，爲一含有一千甚至一萬細胞之羣體；但其細胞僅有一種。在多細胞動物，細胞有多種，各有不同之功用。每一平常細胞(5)有二鞭毛。子羣體當在母羣體中發生(3)(4)(2)。生殖細胞之發達在(1)表示之。

獨立之動物，是為無性生殖。其生殖也，以其體之分裂為二至數部分，而不產生雄精細胞與卵細胞。在動物與植物，此種無性生殖，殊為習見之事。但此法頗有不便之處，蓋在生理上觀之為不經濟，而至體中各器官關係極密分工極細時，此法尤為不便。故吾人決不能思及一蜜蜂或一鳥能以分裂或發芽之法繁殖也。且若無性生殖為惟一繁殖之方法，則母體以分裂所受之損傷，必至逐漸遺傳於後代也。

分裂為二至多部分為舊式之繁殖法，天演史中之一重大步驟，則為發明一較佳之新法，是為有性生殖。此法為在受精卵發達成軀體時，將一部分細胞預儲為生殖之用，而與造成普通之組織或器官無關，但繼續獨立，以供繼續其凝結於受精卵中之全部遺傳性之用。此種細胞與體中其他部分無關，為將來成熟之動物生殖細胞所自出，產生雄精細胞與卵細胞。

此法有甚大之利益。(1)下代之產生不甚耗費，蓋散布精子細胞於水中，自較分裂軀體之一半



表示個體生命之圖式

(1)未成熟之精子細胞有四染質體，以四棍狀物代表之。(2)成熟之精子細胞含有二染質體。(3)未成熟之卵細胞有四染質體，以彎形之棍狀物代表之。(4)成熟之卵細胞有二染質體。(5)精蟲與卵配合輸入其二染質體。(6)受精卵有四染質體，二出於母體二出於父體。(7)染質體之排列於赤道盤，各縱裂為二，由精蟲輸入之中質體亦分裂為二，各居細胞核之一極。此與卵之分裂有極重要之關係者。(8)受精卵分裂為二細胞。各有二父性二母性染質體。

爲易也。(2)可同時產生多數新生命，而此點在生存競爭極劇烈，而父母不能照料時，極爲重要，否則常有滅種之虞也。(3)精子細胞不易爲母體所受之惡影響所侵害——除非極劇烈之傷害，如毒物等，方有時能影響於生殖細胞也。(4)更有一利益卽爲造成兩種精子：一爲卵細胞含有多量之建造材料，且常具有一遺傳於胎兒極富營養物之卵黃；一爲精蟲或雄精細胞，能游泳於液體中以覓就甚遠之卵，而達其引起變異之異體交配之目的焉。

四

雌雄性之天演

有機天演之另一大進步，厥爲分成兩生理羣，雄者產生雄精子，雌者產生卵。此種區分，在細胞之內部組織中已有之，故緊相倚傍之兩卵細胞，一發達爲雄體，一發達爲雌體。據律都教授 (Prof. Oscar Riddle) 之研究，鴿乃有兩種卵，一種產雄鴿，一種產雌鴿，有不同之卵黃造成與其他生理上之區別。

在海膽每每兩個體之外狀幾無區別，但一爲雌體，有大卵巢，一爲雄體，有與之同大之辜丸。此處，其生理差別不影響於軀體之全部，但惟生殖器官有異，或於更

爲精細之生理學研究時，能發現其血液或營養代謝中有異也。至大多數動物，則雌雄個體有極顯著之表面區別，雌雄孔雀雌雄麋鹿之區別，固吾人所習見者也。此處則最重要之產精細胞與產卵胞者之區別，乃瀰滿於全身，至引起雌雄男女骨骼行爲一切之差異。雌雄性之表現，有時以自生殖器官輸入血中而循環於全體之分泌液爲樞紐，而藉以操縱角冠美麗之毛羽或聲音舞蹈之技能之發達者也。有時雌體亦蘊蓄有雄體之性質，但卵巢中之分泌液能制止其表現。關於此種分泌液，以後尙將詳言之。

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

五

所有之生物何以幾皆不免於死亡？此大可研究之問題也。美國加利福尼亞州之大稀樅樹曾生存至二千年之久，然終亦死亡。龜有活至百歲者，海葵有活至六十歲者，亦終於死亡。軀體死亡之終不可免，究有何意義乎？

自然死亡之肇始

平常死亡可分爲三大類。(甲)大多數動物皆遭慘死，或爲他種動物所食，或因環境之重大變遷而致死。(乙)當一動物入一新區域，或與他種生物起新接觸，每每爲微生物或較大之寄生物所侵害；對於此項未習之寄生物，動物每每無抵抗之能力。動物對於多種舊有之寄生物常能任其生長而無大害，至新寄生物常足以致命，非洲賊賊蠅 (*Tsetse-fly*) 嗜人時所傳染致睡死病之原生動物 *Trypanosome* 爲害之劇烈，吾人所習知者也。在多數動物，苟寄主之身體強健，寄生物爲害不大；若寄主之體就衰，則寄生物乃大得勢而能致害主於死，如所謂之『松鷄病』是也。(丙)但在慘死與微生物(或寄生物)所致之死外，尚有自然之死。此可謂爲取得軀體之代價。有取得之價值之軀體必極繁複而分工極細，且必有長存之內部組織，久經動用，逐漸變爲陳舊衰弱者；非細胞內之原形質能變衰老，而爲支撐原形質之軀幹——生命實驗室中之內部陳設，體中固有各種返老還童之方法，如休息，補繕，變遷，重行組織，皆以抵抗衰老之影響，但最後則衰老終不能免。自然死亡之另一甚深奧義，厥爲生殖作用之生理消耗，在多數動物，自蠕蟲至鰻魚，其死亡皆發生新生命之代價也。最奇異之事厥爲最簡單之動物，如原生動物，乃無自然之死亡。其軀體比較爲簡單，能以休息補繕之故，以抵補其消耗。彼等不積欠惡債，

且其分裂軀體爲二或多數之繁殖法，在生理上消耗亦極不大。原生動物永不死亡之幸福，在多種簡單之多細胞動物，如水媳扁蟲等，亦能享之。此爲天演史中最有趣之一章，蓋演進有避免自然死亡之法也。如珊瑚礁中之巴羅羅蟲 (Palolo worm) 至釋放精子時，其體開裂，但頭部固著珊瑚罅隙中，從容分出一新軀體焉。

與避免自然死亡方法之天演所宜同時討論者，爲逐漸成立與本種最有利之壽命限度，與生活史之點逗，使能合宜於各種環境。

六

重大之獲得

在海葵水母等動物，其體之均勢爲輻射狀者，即無所謂左右，其體可由多數方面分爲兩半也。此種均勢利於固著或飄浮之生活。但至蠕蟲則起始有用其體之



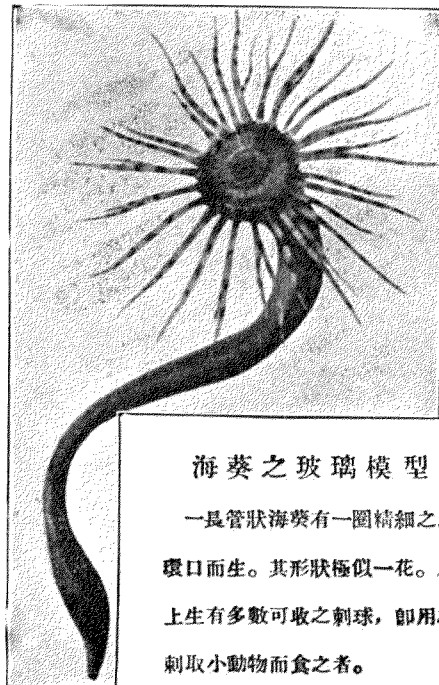
綠 水 媳

此小水媳生淡水中，長半英寸，頂端有一圈足環口而生。其下部在用一種無性生殖之發芽法以增殖其子嗣。當其足與小生物相接，則將其刺傷而吸取之入口。

一端，以向前運動之極有利益之習慣。自蠕蟲至於人類，大多數動物皆有二列之均勢。彼等皆有左右兩半，只能從一面將其體分爲兩半。此種均勢宜於較輻射狀動物更爲勞動之生活，宜於獵取食物，避免仇敵與追逐配偶。同時以二列均勢之成立，頭中之腦亦應運而生，蓋在數種簡單之蠕蟲，腦已開始發生也。

在其他逐漸天演之重大獲得，吾人可分辨以下各種：如甚爲發達具有感覺器官之頭，內部面積之增大，如食道之消化與吸收壁之成立，收縮極速長形之筋肉與筋肉附著物之起源，血之造成，使爲一種體中分布之媒介物，體中各部分皆從之取得其所需，而輸給其所造，皆是類也。

另有一種極重要之獲得，據吾人所知，僅脊椎動物所獨具者，則爲內部分泌腺如胸腺腎上腺之類。此種器官製造極奧妙之化合物分布於血中，以達於全體，對於節制調和種種生活作用大有影響。一類謂之刺激液(Hormone)，能刺激器官與



海葵之玻璃模型

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

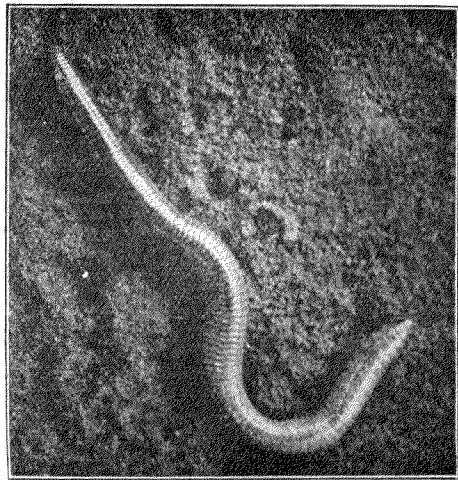
組織增加其活動。一類謂之節制液(Chalone)，能限制器官與組織之活動。數種能節制生長，數種能急速改變血之成分與壓力，數種能使體中之某部分之待時發達者急速發達。故如在適當之時期，哺乳動物之母體之乳房乃由休止之狀態中變為活動是也。天演史中此種有趣味之結果於此書之另一部分中當更討論之。

動物行爲之斜面

一

天演。在吾人繼續研究各世代高等動物之逐漸演進之先，宜略事研究動物行爲之

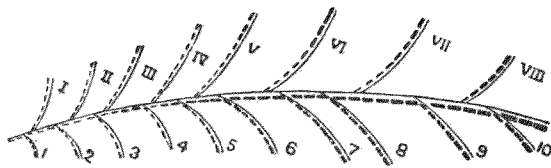
心意之天演



蚯 蚓

蚯蚓始有將其體之一端永向前面進行之真習慣，而自蚯蚓上至人類皆有二列均勢者也。

人類肇始於一極微細之受精卵細胞，其中蘊蓄人類遺傳之長期結果。處胎九月之長期，以與母體生理密合之故，亦如在睡眠中過去，無人能言未誕生之胎兒之心意如何也。卽至誕生之後，心意之發達雖極神奇，然亦極緩慢。最初在受精卵與胚胎之初期，完全無神經系，神經系蓋由最簡單之起點逐漸發達而成者。但心靈不能來自外方，故無論如何，吾人不得不承認其可能性，在個體發生之初卽有之。各種特別之心靈現象如思想，感情，意志，爲吾人最習知之經驗，爲吾人感覺以外之活動，此數者之可能性之必蘊蓄於生殖細胞中，亦猶牛頓之天才必蘊蓄於一極愚劣之嬰兒體中也。在個體中爲然者，在種中亦然。生物之活動之一種，吾人所謂爲心意者，亦有一逐漸天演之歷史在。吾人不能指定一點，云在此以前無所謂心意。實則有生命卽有少量之心意，卽植物亦有之也。若更爲精確之解說，可云吾人所謂爲生命之一種活動，皆有少量內部或心意之狀態焉。



動物行爲之斜面圖式

正中之線表示生物之生命。上面者爲有創始力之活動；下面者爲無知覺之活動。

上面 I 有力之活動。II 簡單之試驗。III 試驗與錯誤方法。IV 無知解力之試驗。V 經驗之學習。VI 連想之學習。VII 知解之行爲。VIII 理智之舉止。

下方 1 對環境之感應。2 記錄之反應。3 簡單之反射活動。4 繁複之反射活動。5 感應性。6 記錄之諧節。7 簡單之本能。8 聯屬之本能。9 受有知解影響之本能活動。10 高階級(人類)之半覺行爲。

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

但生命活動舍由生物之本體施影響於環境外，生物尙能被外間之環境所影響，是爲盾之兩面。若吾人欲見生命之全體，吾人必須認明所謂生活現象之兩方面；若吾人不能領悟天演包括對於環境逐漸變爲有利之靈敏，能多利用其影響，避免無益之刺激，多開知識之門戶，則失去動物生活一重要部分矣。鳥之世界較蚯蚓之世界更大而更美；世界對於鳥之意義，較對於蚯蚓爲多。

試驗與錯誤方法

簡單生物在一定限度內能施動作於環境，同時亦能對環境而起反應。動物對於環境每有一定之反應，有時數次，有時一次，如草鞋蟲行近一種不適宜之環境，立將其顫毛之運動變易方向，向後退縮，略轉移一方向，仍向前方進行。若此次不再遇不適宜之環境固佳；若再遇之，則退縮轉移如前狀，直至覺得一出路始已，否則此種刺激能致之死亡。

在草鞋蟲對於各種問題皆只有此一種答案，但在他種原生動物則能有數種反應。當動物有數種反應可以更番試用時，此動物乃在用一種試驗與錯誤方法則又進一階級矣。

此處乃有求滿欲望之努力與反應之試驗，當此生物受有其所欲得之利益之經驗而先給與適宜之反應時，則為學習之嚆矢。

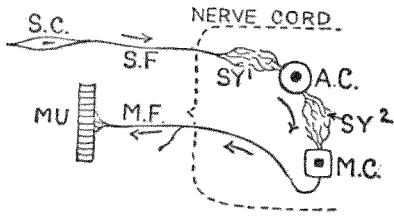
反射之行爲

在簡單之多細胞動物如海葵等，吾人初見反射行爲之肇始，下等動物大部分之行爲，皆反射行爲也。反射行爲者，在動物之發達時，其體中之筋肉細胞與神經

細胞有一種預定之排列，使對於常遇之刺激為一種適宜正當之反應。當蚯蚓露其半體於外，而覺有畫眉之足步震撼時，在吾人能稱之為反射之行爲之先，立即收縮入孔穴之內，其間果有何事發生乎？

蚯蚓表皮之某某感覺神經細胞為土地之震動所刺激；此消息乃傳遞至與被

刺激之神經細胞相連之感覺神經纖維，而達於中樞神經。感覺神經纖維與各枝中介關連細胞相聯絡，此種細胞又與司運動神經細胞相連。前項刺激之消息乃移至此處，由司運動之神經細胞乃發出一種衝動，傳達於其所生之一司運動神經纖維，轉達於肌肉，肌肉因而收縮。此種經過，若須費上方



表示在無脊椎動物如蚯蚓中之簡單反射弧之圖式

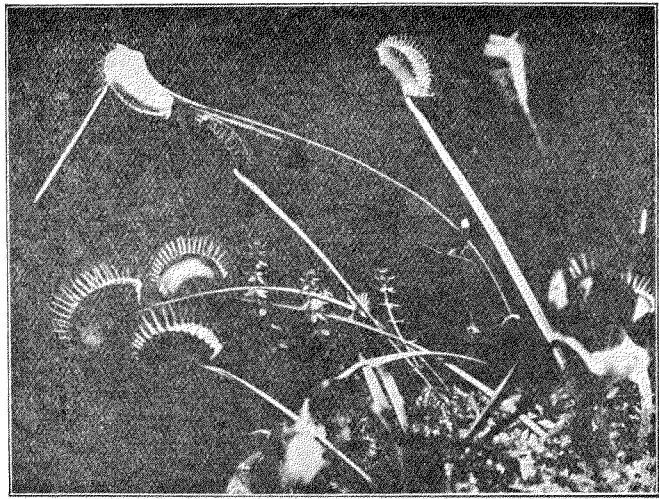
- (1) 一在表皮上之感覺細胞 (S.C.) 受一刺激。
- (2) 此刺激循感覺神經纖維 (S.F.) 而進行。
- (3) 感覺神經纖維在神經 (Nerve-cord) 中分枝。
- (4) 其支與傳導細胞 (A.C.) 之枝密接 (S.Y.1)。
- (5) 傳導細胞之他枝與運動神經細胞 (M.C.) 之枝密接 (S.Y.2)。
- (6) 一衝動乃隨運動神經纖維而進行。
- (7) 運動神經纖維乃與近表面之肌肉纖維 (M.F.) 接觸。肌肉纖維運動，此反射作用乃完成。

敘述或僅言其大略之時間，則在蚯蚓將無甚大用。但運動反應幾於立刻追隨感覺之刺激。此種反射行爲成立之佳處在反應之能力為先天的，不須學習而後得，即使有腦，此種反射行爲亦不須腦先受刺激。且動物亦不須起意志之作用以行之，然有時以更高之神經中心點之節制，能使自然之反射感應制止不行，如在嚴

肅之境况中，吾人制止噴嚏與咳嗽是也。天演之方法，係在造成立能運用之反應。吾人若逐漸上溯動物界之各支，則見各種反射動作，非常複雜而勾連，拔茅連茹，有其一必牽及其二。於是而成一串之動作，如捕蠅草一類之食蟲植物之捕取昆蟲，其動作頗似反射動作，但植物無有一定之神經系也。

所謂之感應性

在動物心意之斜面較高之階級，則有所謂感應性 (Tropism) 者，即動物對環境起一種必然之運動，對於地心吸力，壓力，水流，濕度，熱，光，電，接觸之面之刺激，使其全體為一種生理上平衡是也。當一蛾飛過一蠟燭時，其近光之眼受光較強，因而引起一種生理上之不平衡，而影響於神經細胞與肌肉細胞。結果則蛾



捕 蠅 草

世界最奇特之植物之一，能用其葉之一部所成之機括以捕取蟲類。圖中所表示者為以一細莖觸之，而被接去挾持之狀，其葉上有六有觸覺之毛。若昆蟲落於葉上而與其一毛接觸，立即引起運動，葉之兩半速即閉合，其葉緣上之齒亦交絡起，以免昆蟲之逸出，繼即分泌消化液。

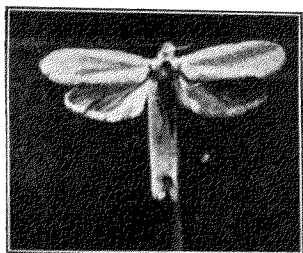
自動更改其飛翔之方向，以使兩眼皆受同等之光度。其爲此也，每每致自投入火中。

蛾之投火，固爲蛾極不幸之感應性，但火燄爲其環境中人爲之物，不能盼動物能與之發生體合者。感應性爲動物行爲中重要之元素。

二

本能之行爲

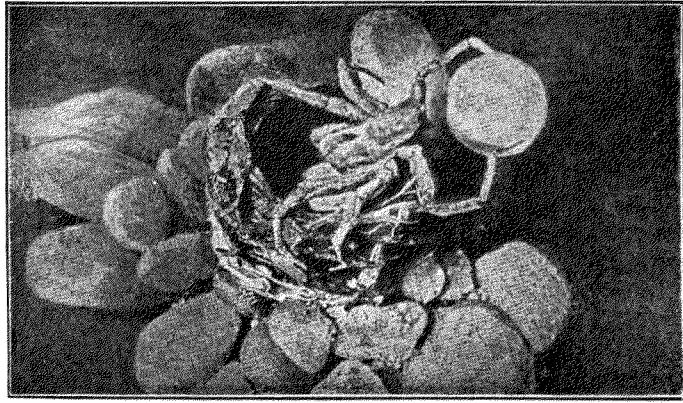
更上階級，則爲本能之行爲，在蟻，蜂，蜜蜂等，乃達於極奇異之程度。本能的行爲之表現，全仗先天之稟賦，絲毫不須學習，與練習經驗無關，惟二者亦能增益之；本能行爲爲一種中所有同性之各個體所同具（雌體之本能，每每與雄體所具者不同，）而爲與其生活史中之某特別情形有極重要之關係者，有時一生僅有一次。如玉加花蛾之雌蟲，自繭中生出時，正在玉加花鐘形花開放之候。彼飛至一花，採取少量小蕊上之花粉，揉成



玉加花蛾

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

一丸狀之小球，藏之領下，彼再飛至一較老之玉加花，產卵於子房中之數胚珠中，



蜘蛛晒卵

有一種蜘蛛名爲 *Lycos* 在其巢邊將頭朝下，以其最後之一對足舉起其含有卵之繭向日。此種奇特之行爲可助卵孵化。

但在產卵之先，彼必將領下之花粉球置之柱頭之上。花粉萌發成花粉管，花粉管中之細胞核乃與胚珠中之卵細胞配合，種子乃得成熟；而玉加花蛾所用以爲其子嗣之襁褓者，不過全數種子中之一部分。於此吾人可見玉加花蛾出蛹之時，毫無玉加花之經驗；然能本其本能之作用，爲一羣貫串之動作，以達繼續其種族之目的焉。

自生理上觀點言之，本能之行爲，甚似一串複式之反射動作，但有數例，吾人有理由相信其行爲尙雜有警覺而輔以努力之迹象焉。此見解可證於特殊之例之脫離向來之轍迹，以應付例外之情況者。同時須注意，即在蟻蜂與蜜蜂大多數之動作皆爲反射之行爲者，但有時亦遵試驗與錯誤之正軌，而在鳥類與獸類，其知識之行爲有時亦代以本能之行爲。或者本能行爲無不多少雜有知識；知識行

爲亦無不稍雜以本能也。昔日以爲本能之行爲本導源於知識，本能爲墜落之知識之理論，頗有可信之理，且觀於平常習慣之知識行爲可不需個人之知識控制，益可信其說之有徵。惟其說必以尙未證明之後天習性可以遺傳於其種族之學說爲根據，則爲其缺點耳。吾人幾可斷言本能爲天演史之另一塗徑，與知識有異，與算學家或音樂家天賦之神悟相近，而與鑿而不舍之知識鑽研相距甚遠者也。

動物之知解

行爲之斜面更上之一階級，是爲狹義之知解。此類包括之行爲非認定動物能爲一種明顯之推論，不但受經驗之益，且能用意思以學習，則不能解說之。此種知解行爲表示甚大之個體差異；其性質極易受範，可以經種種改變，非若本能之有一定之軌迹，非將個體之天性澈底變更，則極難移轉者可比；知解行爲非如本能行爲不受特種情形之束縛，但須有領解各種關係之能力耳。

至若能以普遍之意思爲試驗，除感覺之推論外，尙有概念之推論，則爲有理性，但在人類之下，尙未見有此種能力也。雖在人類，吾人亦不能謂完全有理性之行爲，但人類時時刻刻有理性之可能性耳。

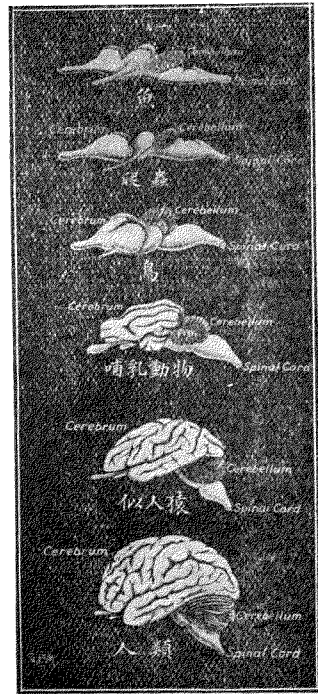
動物之本能與知解，在此書之他部分更將以實例明之。吾人此處所講者，不過爲行爲之天演之普通問題。在知解之上與下之階級，皆有一試驗行爲之正支，天演之目的之一部，是爲使動物發育一種

可遺傳之有效力反應之能力，其優點在使反應迅速，而令生物得以向上發展也。在天演史中，動物嘗表示行爲繁複與技巧之增加，同時能自制亦較能自由；至其行爲之內部，如試驗，學習，思想，感情，意思等，則日趨於重要。

三

父母保護之天演

哺乳動物爲分爲多數階級之天演趨勢之最高點，具有產出已經發達至一完備之程度之胎兒，增加父母之保護，減少子嗣之數目之趨向。英國有一種星魚名



此圖表示自魚至人之腦之發達

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

Luidia 者，每年產卵二百萬枚，海鰻鱧及他種魚聞產卵至數百萬之數。此等動物證明撒卵法之解決存活問題。多種動物生產能力極大，其撒布水中巨數之卵，可抵償幼年巨數之死亡，且可不須父母之保護焉。

但有他種動物，其生產能力較小，乃取另外一種解決此問題之方法。彼所行者，為父母之保護，雖以生產量之經濟，亦得達保存種族之目的。此為特著於高等動物之天演趨向。斯賓塞爾因之立一定律：謂動物家族之衆多與頻數，與此動物天



Peripatus

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

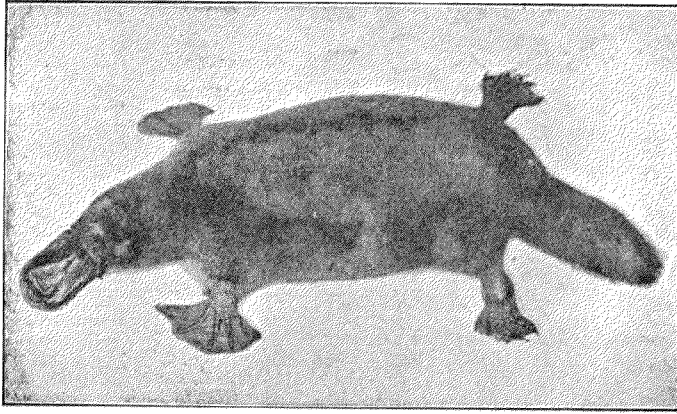
演之程度為反比例云。

父母保護其幼兒使得安全，有多種不同之方法，其方法即為胎生。其幼兒直至已經發達至一程度，能獨立生活時，始離母體。此法為幼兒為一佳良之預備，其死亡之機會因之大大減少。換言之，即動物之向減少產生子嗣之數之方向變異者，若同時向增加父母之保護方向變異，亦可立足於生存競爭之中。在別例則或取相反之方法。

在一最有趣之古代，有遺留動物名為 *Peripatus* 者，當

胎生現象已登峯造極矣。

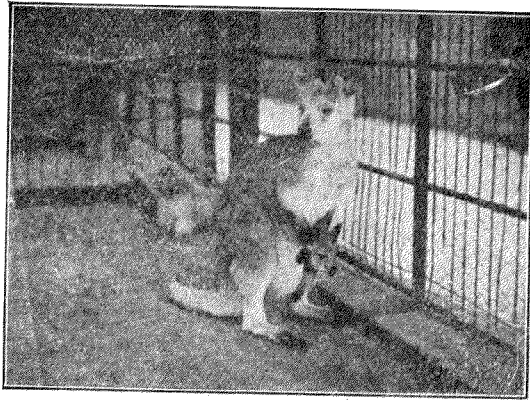
第二篇 天賦之歷史



澳洲之鴨嘴獸

澳洲之鴨嘴獸(Platypus)為最簡單之哺乳動物之後裔。其物具有爬蟲類之性質，為卵生動物，其卵頗大，血亦不甚熱，甚能游泳。以水中小動物為食，亦能掘穴而居。

其覺今日之世界過於嚴酷時，其對付環境之困難之方法，為將其幼子寄之母體內至數月之久，直至完全長成，始行產生。每次只有少數胎兒，雖其間不無特例，如夏間之綠蠅雖胎生，而子嗣亦極繁多，但普通之例，則為胎生者家族必小。有花之植物，另為一例，蓋雖亦表示一種胎生現象，其種子即為胚胎，一個體有大多數之花，因而有極大之家族。胎生現象最佳之例，厥為陸生動物，此處幼兒之危險最多，至哺乳動物則



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

最有趣味之事實，厥爲三種最低下之哺乳動物，如鴨嘴獸及兩種有蜆毛之食蟻獸，皆產卵，是爲哺乳動物之卵生者，至再高一級之有袋類，則若尙未到期而產生者然，在大多數種類，皆藏幼兒於一外面之袋中；至其餘之胎盤哺乳類，則胎兒處胎之時期較長，而產母與胎兒生理之關係，亦更加密切焉。

四

另有一方法可以觀察天演方法之莊嚴，是爲駕馭應付一切，能以生存之地域，爲一種繼續之征服環境。

(一) 動物最初立足之處，爲海岸之富於刺激情況之區域，爲水淺日光充足，沿緣大陸，叢生海藻之隄岸。此種海濱帶爲一和美之環境，鹹水淡水空氣大陸互相接觸之處，具有極有刺激之變遷，充足之養氣，河流攜下與海藻社會中極豐富之養料。

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

大海之搖牀

(二)大海之住宅，包括一切距海岸淺水區域較遠之處，大洋海水之受有充足日光之區域。此種區域，或為最易於生活之住所，既不擁擠，又復平均，而無量數浮於海中之微細藻類，復能供給動物以充分之食料。此等藻類一變而為甲殼動物，甲殼動物乃為魚所利用，而更高等種類如食肉黿鼉及有齒之鯨等復資魚類以為生。大海或為一切生命原始之搖牀，或如闕巨教授所言，先有一長期之海洋生活，始有多量之淺水區域，致飄浮植物能附生其間。多種海岸動物如蟹與星魚之類，皆將其幼年時代託生於較為安穩之海洋搖牀中，直至其體已甚強壯有力時，始回至其誕生之地之較為勞苦之情況。吾人或可斷言彼為動物原始之搖牀之榮譽，或為海岸與大海之間之區域所享受焉。

深海之處

(三)生命之第三住宅為深海之海底，其區域占地球面積之大半。此等區域極其寒冷，不啻永久之冬季；極其黑暗，不啻無窮之長夜；僅時有螢光動物不時作閃光而已。海底之壓力，亦非常之大，在一萬五千英尺之下，每一方寸之壓力每至二噸半之巨。此等區域，極其靜闕而無聲響，環境之單調殆不可耐；且海底無植物，必

須互相吞噬；最終則賴自海面下沉之瀕於死亡之原生動物爲食。此種環境驟觀之，似極不宜於生活，但亦有多數動物生於其間，於是可見動物天性之神奇，雖如深海洋之困難，亦能征服之焉。移殖於深海一層，或爲比較爲近今之事實，蓋其間之動物界，甚少古昔之種類也。此種移殖可斷爲海濱動物所爲，蓋追尋食物，逐漸下降，逐漸遠離海岸之斜坡而入於深海之底焉。

淡水區域

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

陸地之征服

(五) 陸地在各時代，數數爲海水或淡水中動物所侵入。第一侵入陸地者爲各

種之蠕蟲，結果則造成良好之土壤，再則爲呼吸空氣之節肢動物之侵入，結果則造成花與昆蟲間之關係，再則爲呼吸空氣之兩棲類之侵入，結果則爲天演爲陸生之各種高等動物，與知解與家族親愛之發達。在此三大種侵入之外，尙有小侵入，如造成陸生之蝸牛蚰蜒等者，可見在水生動物中，有一極廣闊而確固征服陸地之趨向焉。

居於陸地，有種種之意義。第一陸地上所有之養氣，較水中所能溶解者爲多。但空氣中之養氣，較難於獲得，尤以皮膚變爲堅硬，較爲保護周到時爲甚，而在陸居動物，則必須有如是之變遷也。因之引起內部呼吸面之發達，如肺是。養氣乃由此處吸收入血中。在大多數動物，皆血行至外面以吸收養氣；在昆蟲乃適得其反：養氣被吸收至內部以達血液，或將養氣之大部分，達到養氣燃燒之生活組織。在昆蟲體中乃發達有一分支之氣管系，將空氣吸達其全身各細微之處。此種透徹之流通空氣，或卽昆蟲極爲活潑之生活之祕密。蓋血從不能一刻使之不純潔者也。征服陸地復引起一種支撐運動之重要，如撐舟然，其體之前進，必藉一槓桿撐抵於硬底之上。結果則除少數特例外，大多數陸生動物之體皆變爲緊密，易爲四肢所舉起，或用他種方法，使無過大之面積匍匐地上。動物之如水母者，固易爲水

所浮起，但決不能生於陸地之上。如蚯蚓蜈蚣蛇等貌似之特例，亦不難解釋之。蓋蚯蚓乃鑽入土中，一路食土而出者；蜈蚣之長身，有多數堅硬之足以支撐之；蛇之進行，則以多數腹部之硬鱗片，各與其多數肋骨之末端相連，故運動亦甚便也。

征服陸地生活之困難之方法

侵入陸地之後，動物乃受一種限制，即僅能在一平面上運動，即運動於地面之上是也。此乃與水中生活大異，在水中動物或上或下，或左或右，在長闊高三方面可作任何角度之游行。故在陸生動物危險倍多，除有他法以獲得安全外，其行動必須迅速精當，可不言而喻。此陸生動物之所以發達有極精細之長條形之筋肉，而地上爬行之鞘翼蟲所有之筋肉遠較游泳海中之龍蝦所有之筋肉為多也。

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

遷居陸上之另一結果，即為卵或幼兒不能聽其自然，不加保護。在水居之動物，為水所圍繞，則卵或幼兒散處水中，其害尚小。在陸地若自由散卵或產兒，則多數

之卵兒必被他種動物所吞食。陸生動物因之亦有多種保護之方，如埋之土中，藏之巢內，或在產生之前後，長期攜帶於母體中，如此則幼兒可免危險。而亦惟在小家族為能行之，於此乃有逐漸演進之父母保育及其相類之情感。

最後，則可由地上之危險，使吾人了解：何以多種動物穴居土中，而他種則居於樹上；何以有多種仍回至水中，他種乃飛翔於空中。於此吾人可發疑問：苟陸居既有如此之危險與困難，何以必須移殖於陸地乎？其答案為好奇心與需要乃發明之父母也。動物之離水，或因池塘乾涸，或因孳乳過密，或因仇敵過惡，或因好奇心與冒險性有以致之，而好奇心與冒險性，尤為進步之一主因。



表示各種飛騰之方法

上為隼，有被有羽毛之翼，為真能飛者。次為狐蝙蝠，有皮狀之翼，亦真能飛者。三為飛松鼠，有皮狀之鼓風膜，能自彼樹飛騰至彼樹，但不能真飛。下為飛魚，用其尾跳躍時，其胸鱗即供鼓風之用，用此法可效海鰲之狀飛騰。

天空之征服

(六) 生命最後之大住所，厥為天空，征服之者為昆蟲，翼指龍，鳥與蝙蝠之類。彼等之造就，可謂大成功，然須知其間頗多失敗，每每所成就者，不過鼓動於空氣中而已。此例最著者為各種

之飛魚，能自水中躍出至頗高之處，而向前飛竄至數碼之遙，只須將其胸鰭緊張或微微扇動，即能飛竄。復有所謂之飛蛙 (Rhinophorus)，能在樹上由此枝竄往彼枝。而東方之飛龍 (Draco volans)，則飛翔較為便利，在哺乳動物則有飛袋鼠，飛狐，猿等種類，皆能鼓舞於空中：凡此皆表視征服天空之努力，而人新



居英屬圭阿那之何鵲鳥 (Hoatzin)

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

近亦得其解決之道者。

飛翔能力之優點至爲顯明。飲啄於地上之鳥若遇食肉動物相侵害，立可振翼於空中；追逐飲食可極迅速，可至極遠之地。其卵與幼兒可庋藏於安全之處。當鳥類遷徙時，以飛翔之故，時間與距離皆可減少。多種鳥類不知嚴冬之爲何物，太平洋中之金千鳥，其遷徙嘗自檀香山至亞拉斯加，然非僅見之例也。

各世代之生物歷史

一

岩石中之紀載

吾人何以知各支之動植物在何時成立於地上乎？吾人何以知其出現之時期與其演進之順序乎？其答語則爲：可讀岩石中之紀載。在甚長久之往古時，地殼有時上升爲陸地，有時下降爲海底；而陸地之表面，復屢經掀舉爲大山脈與和緩之陵谷。陸地之高處，復屢爲各種狀態之風水所剝蝕，剝蝕之結果則成爲泥土，而爲水沖洗入江海；在他處復沖積而成泥岩沙岩等水成岩。如是原有之地殼，幾經毀

壤而重造，若按地質學家之說，將所有之水成岩合計，其厚乃至六十七英里。但在大多數地方，一處只有一部分此種岩石，蓋此等沖積在一時一處只有少量也。

化石之利用

當沖積土以年累積時，當時植物動物之遺體每被湮埋，此等物乃變為化石，吾人即以之研究古代之歷史。地質學家將各種證據細心貫串之，即能斷定各種水成岩石造成之次序，如云泥盆紀為兩棲類發源之時代是也。同時地質學家能利用化石以研究數經紊亂之岩層本來之次序。蓋無論何種簡單動物之化石，其造成必在較繁複之動物之化石之先。此處初無能使人迷惘之疑竇，蓋各岩層造成之次序，瞭然可見，吾人可斷言魚生在兩棲類之先，兩棲類生爬蟲類之先，爬蟲類生鳥類哺乳類之先。在數例如化石之馬與象，其精確之演進歷史，皆已研究明晰矣。

若繼承之各岩層，含有在其造成時所生活之各種動植物之完備遺體，則研究岩石之紀載，極為易事，但多種動物之體過軟，不能成為良好之化石，多種或被他種動物所食或融化，多種為熱與壓力所毀壞，故岩石之紀載不啻為火毀盜劫或

幾經散失之藏書樓也。

二

地質學之時刻表

地球與其上居民之悠遠歷史，平常每分之爲若干世代。故如吾人之分人類之歷史爲上古史，中古史，近世史，吾人亦可分地球之歷史全部爲古生代，中生代，今生代。

地質學家不能詔吾人以天演史確鑿之年代，但能語其大凡。其估計年代之方法之一，卽爲估計海中所有之鹽分，須經過若干年始能積至現今之多量。此種鹽類皆由於地球上起始降雨之後，逐漸由岩石中溶解而出者也。將近今每年海水增加之鹽分之數，以除海水中鹽分之總數，吾人考知海之壽命至少在一萬萬年以上。但近來每年鹽類積儲之量，或較在古昔多數地質時期每年積儲者爲大，故上舉之巨大年齡，或竟遠在其真實年齡之下，亦未可知。第二估計之方法，則爲考求水成岩須經若干之時期，始克造成之，如砂岩泥岩等，其總厚乃在五十英里以上。第每處水成岩之厚不過一英里，此種岩石必須經過長久之時期始克造成，

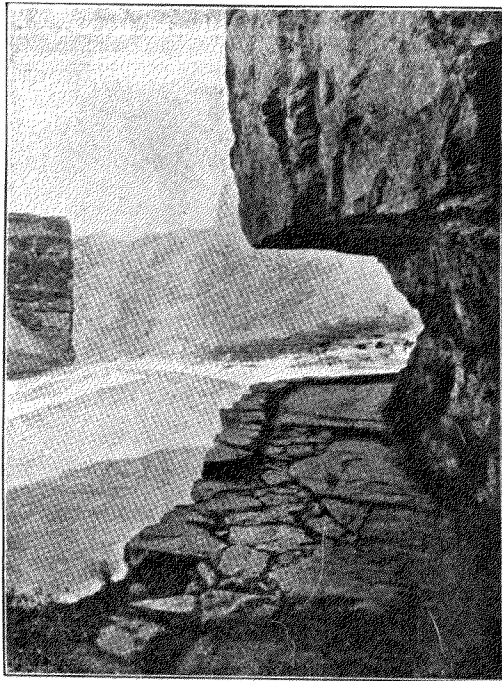
可不忖而知也。造成水成岩之材料，蓋由地殼風化而得，而現在地殼每年風化之速率，亦可估計而得。故地球上全部水成岩造成之年代亦可估計而得也。此外，尚有他法以估計地球之年齡與各世代之長短，但皆不能得精確之數焉。

第五十五頁所示之各世代表中所稱爲在甘布利亞系以前之世代約等於三十二英里厚之岩層；而以後所有有化石之各世代，統計約等於二十英里厚之岩層。就本身而言，已爲一可怪之事實，或在甘布利亞系以前之世代，占有三千萬年，古生代占一千八百萬年，中生代占九百萬年，今生代占三百萬年，合成總數爲六千萬年。

無脊椎動物之出現

最可怪之事爲至少地質時代

太古生代與原古生代)已過去一半，方有肢體堅硬可爲化石之動物出現。在原古生代



石灰岩山峽

在此類岩石中發現有多數已絕種之動物之化石。

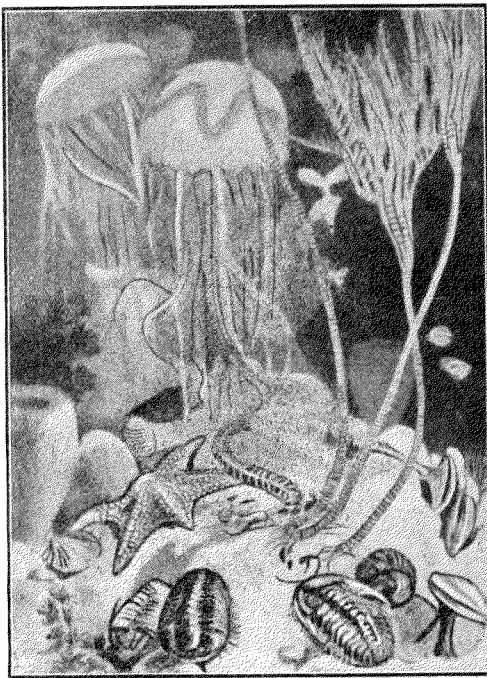
之後期，始有單細胞之海生動物（放射蟲）之矽質甲殼，與輾轉原始泥土中之蠕蟲之遺跡。故可斷言岩石之紀載關於最簡單之動物，言之不能詳也。

最老之岩石中動物之直接跡象甚少之故，固由於原始動物之體之軟弱，但同時須記憶古代之岩石屢次受壓力與熱力重大之變遷。故即使有少量動物之遺跡，亦被泯滅矣。若問吾人既不見或偶一遇見動物化石，何以竟敢謂有生物生存於其時，吾人可指明多量石灰之積聚，可證明有石灰藻類之存在，而鐵之積聚或為鐵化細菌活動之結果也。古代墨鉛牀亦能證明古代植物之繁茂。

三

古生物之世代（古生代）

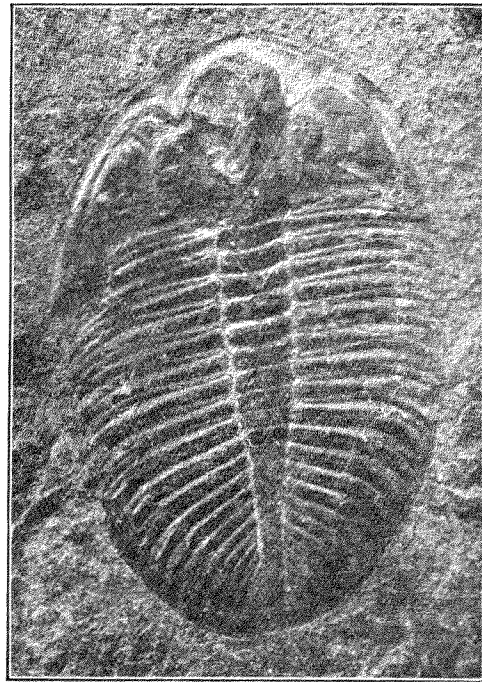
甘布利亞世紀為各大支無脊椎動物如海綿，水母，蠕蟲，海參，腕足類，三葉蟲，甲殼動物，軟體動物等成立之時。海中之殖民已肇始在三千萬年以前之



甘布利亞時代之動物

海綿(Sponges), 水母(Jelly-fish), 星魚(Star fish), 海百合(Sea lilies), 水蚤(Water fleas) 三葉蟲, (Trilobites)。

說，頗為可信，蓋阿思般教授(Prof. H. F. Osborn)已指出在甘布利亞世紀海岸海面



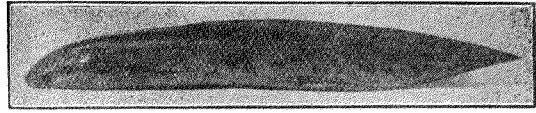
三 葉 蟲

三葉蟲為古代海濱動物，自上甘布利亞紀至石炭紀皆盛產之。今日無此種動物之直接子嗣。彼為節肢動物，與甲殼類或王蟹有關，能卷縮於其有環之甲殼類。

與海底皆已為動物所移居也。在鄂多維先紀則有多數當時頗為繁盛之三葉蟲一類動物，為節肢，有觸角，身體分節之海生動物，有多數之附屬物與一角素之外殼。在古生代之末期，乃完全滅亡。尤有可紀者，則為有多數肉食之烏鰂魚，為古代海中之惡物。但在此時期，最初之脊椎動物開始出現，是為天演界一大進步。換言之，即真正之魚類已出現，逐漸乃取烏鰂魚（只為軟體動物）而代之，自為海洋中之主人。

在西魯利亞(Silurian)紀海中殖民已極盛，陸地殖民亦於茲肇始。蓋西魯利亞岩石中有化石之蝸，是為能用內部之面呼吸空氣之證。在西魯利亞紀之末葉，氣候變為乾燥時，魚類之與吾人之泥魚或兩呼吸魚(Dipnoi)之有肺與鰓者有關係

之種類乃開始出現。此亦為能利用乾燥空氣者，亦如今日之泥魚，在炎熱之時期



甘比之泥魚 (Protopterus)

此魚能用其鰓以呼吸溶解於水中之養氣，復能用其游泳囊所變成肺以呼吸乾燥之空氣。蓋乃有兩種呼吸之動物表示天演進行之程序。在一年中之旱季七個月中，彼蟄伏泥中，由一通表土之管呼吸空氣。當水充滿此池後，乃重用鰓以呼吸。吾人每將藏有魚在內之泥巢攜至英國，至釋放之後，游泳甚為活潑云。

池水乾涸後，用肺呼吸也。今日之泥魚或肺魚只有三種：一生昆士蘭 (Queensland)，一生南美洲，一生非洲，但皆為極有趣之『活化石』。將魚類連至兩棲類。第一次之侵入陸地，或為數種冒險之蠕蟲所為，但第二次之侵入，則為呼吸空氣之節肢動物，如上說之原始蠍是也。

泥盆紀包括老赤砂岩紀，為地球歷史中最重要之時期。蓋此為有花植物與陸生脊椎動物成立地球上之時期。吾人每易發現 *Thrinopus* 之泥盆紀足印，是為最初發現之兩棲類足印，可證明陸地之第三次侵入。兩棲類或導源於泥盆紀之一支肺魚，但直至再下之世代，兩棲類始漸重要。當兩棲類發軔之初，泥盆紀海中乃發達多數鯊魚裝甲魚之類。

太陽系之成立
地球之漸冷
建造時期
大氣與海洋之造成
大陸與海底之造成

太古生代人 地球上開始有生物

原古生代人 多種無脊椎動物開始

古生代

甘布利亞世紀

鄂多維先世紀

西魯利亞世紀

泥盆世紀

石炭世紀

白爾米亞世紀

殖民於海中

魚類開始發現

陸生動物開始發現

兩棲動物開始發現

昆蟲之肇興

爬蟲類之肇興

中生代

三疊世紀

二疊世紀

白堊世紀

恐龍類之爬蟲肇興

鳥類與能飛之爬蟲肇興

原始哺乳動物有花植物與高等昆蟲之肇興

今生代

始新世與後始新世

中新世與最新世

後最新世與冰期

高等哺乳動物之肇興

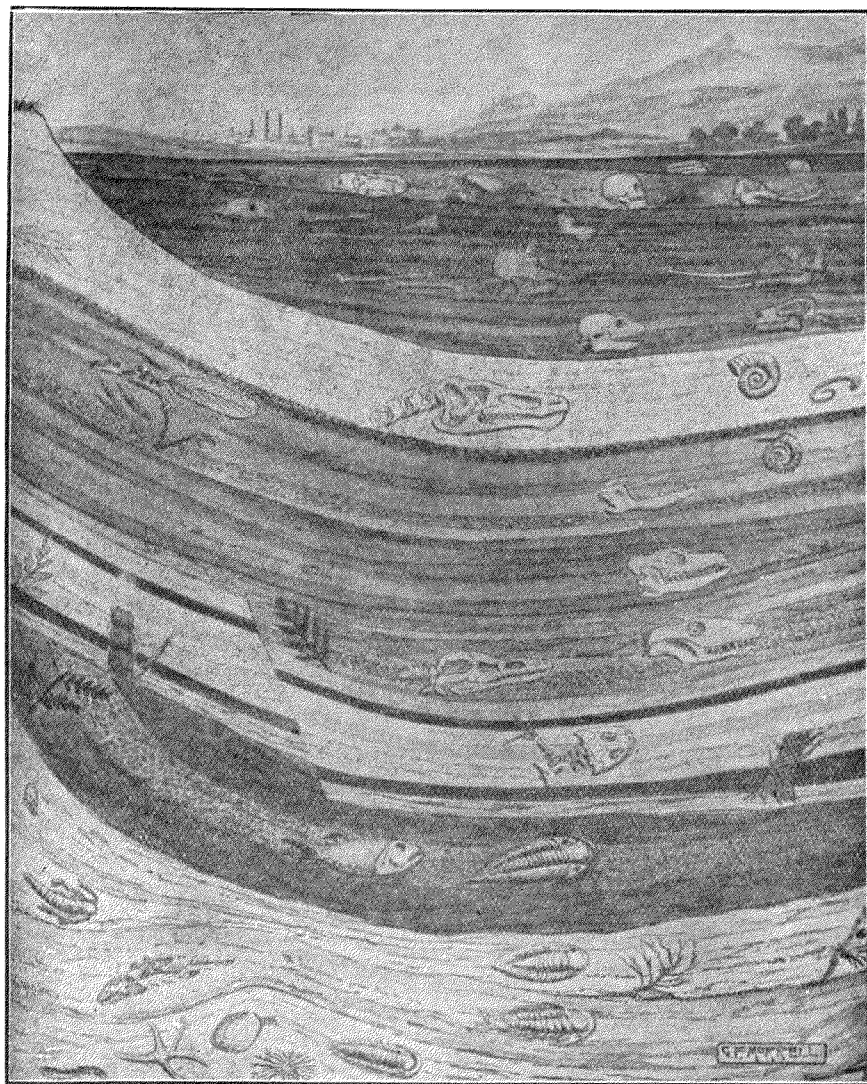
人類之出現

最後之大冰期

近今……人類之文化

陸生動物之天演

第二篇 天演之歷史



表示地殼之各岩層與其中之化石之圖

下面赤色者爲泥盆紀，中有魚與三葉蟲。藍色者爲石炭紀，中有大兩棲類。淡紅色者爲白爾米亞紀，中有爬蟲類。再上藍色者爲三疊紀，初有哺乳動物。再上黃色者爲二疊紀，初有鳥類。再上白色者爲白堊紀，有大爬蟲。再上則爲始新世中新世各岩層，有各種進步之哺乳動物。最上則有人類與毛象。

大兩棲類與煤層

在石炭世紀，天氣甚爲平和，沼澤卑地中，植物生長極盛。無泥盆紀氣候之嚴酷，蓋不啻一長夏然。其時無吾人今日所見之樹木，但有石松木賊等植物之森林，視今日存在之石松木賊，蓋不啻巨無霸之俯視僬僥人焉。在此類森林中，節肢動物之侵入陸地者如蜈蚣，蜘蛛，蝸與昆蟲等多乃無藝，原始之兩棲類即藉此類動物爲食。昆蟲之出現，乃引起一種極重要之新關係，蓋昆蟲爲有花植物異花受精之媒介，自此時起，花與其媒介乃相並而演進。致異花受精蟲媒較風媒爲穩妥可靠，異花受精較自花受精能使植物生長繁茂而多變異。或在此時有美色之花乃漸達其誘致昆蟲之使命，其效用等於動物界之美色，至是亦開始破除地球上數百萬年來木賊石松樹無際之綠色之岑寂。在石炭紀之森林中，亦有各種蝸牛，表示侵入陸地上之小支，彼亦爲兩棲類所吞噬。有數種兩棲類乃極其龐大。平常每世紀皆有其巨無霸，在石炭紀中則兩棲類之名爲曲齒蝶螈 (Labyrinthodonts) 者，有數種乃幾大如驢。在此時期巨量之石松森林之孢子與枝葉等，積聚而成今日之

煤礦，數百萬年之後，乃供吾人取得此巨量可追溯至日光之能力之用。即在該時，動植物之生死，已非絕與他人無關者。

兩棲類之獲得

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

肉之舌相似。逐漸至蝌蚪變爲蛙時，筋肉纖維乃變強，而至完全成長時，乃能將舌射出以獵取昆蟲。此或爲兩棲動物全支數百萬年所經過之歷史之重現。(四)兩棲類之另一獲得厥爲聲音，亦如在吾人由於空氣迅速經過緊張於喉頭之薄膜（音帶）所致。最有趣者，前此數百萬年地上乃闐寂無生物之聲音，僅有風濤之怒號，雷震與山崩之聲音而已。除數種昆蟲之樂器所作之音樂外，在石炭世紀之初年，最早之聲音乃出於兩棲類，兩棲類之聲音乃最早之生活聲音，亦爲有機天演最重大之步驟之一也。

聲音之天演

聲音最初之利用，或肇始於蛙與蟾蜍，爲生殖時雌雄呼應之用。平常春間蛙聲閣閣，頗有深意存在，且每每僅在雄者聲音始得完全發達。若吾人向前觀察，完全置兩棲類於一旁，則見聲音乃爲母呼兒之用，以助其兒之求安全，如鳥類之母作警戒有危險之聲後，其雛即潛伏不動是也。往後，則聲音或變爲幼兒之呼聲，如尙未孵出之鱷魚，在深埋土內之卵殼中作聲，一若告其母已屆將卵掘出之時者。再高，則利用聲音爲表現感情之用，如鳥類之唱歌，每每在生殖期間之外尙有之焉。

更後，則用聲音以表示各種物體與各種之感覺，如『食物』『危險』『家庭』『怒』『喜』之類。最後，則語言用之社會交際之媒介，與使吾人能為理想之助之符號焉。

二

陸生之爬蟲

在白爾米亞世紀，爬蟲開始出現，或吾人應謂之開始自奮。換言之，即脊椎動物分出一支，完全離水，而不用鰓以呼吸，此在兩棲類之幼年，猶未脫盡之積習也。未孵化未產出之爬蟲，藉卵殼下之一維管膜向外面吸收乾燥之空氣，以供呼吸之用。最有趣者，此種維管膜在兩棲類為自食道後半部生出之一不重要之小囊。此種胎盤與一供保護用之另一生於細嫩之胚胎上之羊水囊乃天演史中之一大進步。於此胎兒乃完全與水與鰓呼吸隔絕，而此兩種胎膜，羊水囊與胎盤，不但在爬蟲類為有之，即鳥類與哺乳動物亦具有之也。故又稱高等脊椎動物為胎盤動物，而謂下等脊椎動物如兩棲類魚類及更簡單之種類為無胎盤動物。

最宜注意之事，為所有爬蟲類鳥類哺乳類之胚胎皆有鰓口，可證明彼等皆導源於水生之遠祖。但此類胚胎之鰓口全不司呼吸之用，且全無鰓，惟最近始在數

種爬蟲與鳥類之胚胎中，發現鰓之遺跡。在高等脊椎動物，此種鰓口完全無用，僅其一口變爲自耳通至口之後部之咽喉管。當僅其一有用，且已改變其功用之時，其餘三者仍復存在，則其理由舍天演學說外，殆無法能解釋之。此物示知一極長世系遺留之影響，與個體發達時必須重歷本種天演之趨向。其重歷本種天演之階級也，僅能爲凝結短促之表現。蓋本種數百萬年之經歷，而在個體中，僅須數星期即完全經過焉。

在白爾米亞世紀，彼石炭世紀之溫暖氣候，乃爲一嚴酷之氣候所代，最後乃有一大冰期，自南半球遍布於全球。於此石炭世紀之植物界乃逐漸凋落，其代之而興者包括有蕨，松杉，銀杏，蘇鐵等，此植物界直至中生代之末尙極繁盛焉。白爾米亞冰期經過數百萬年之久，在南半球遠處極爲嚴酷，其時之世界與今日大異，歐洲與北美洲相連，非洲與南美洲相連，澳洲與亞洲相連。或在白爾米亞冰期，多種昆蟲，乃將其生活史分爲兩大部分：一爲飲食，生長，蛻皮，未成熟之蠕蟲時代，一爲較不嗜食，不生長，不蛻皮，生翼，合宜於繁殖之成蟲時代。在此二者之間，則爲靜闕保護周密之蛹蟲時代，或利用之以爲度嚴冬之方法者，蓋動物生機停頓時存活較易也。

多種古代生物之滅亡

吾人不能不在離去古生代之末期與其長久之冰期之先，一考大部分古代生物之滅亡，尤以植物與無脊椎動物爲甚，有多種已完全滅跡。古代生物與現存之生物，有三種關係：(甲)有數支古代生物在今日尙有其代表，其種類或多或少，有數種變遷甚大，有數種變遷甚微。如甘布利亞與鄂多維先世紀腕足類之 Lingule，則有其近支之 Lingula 存於今日。此乃世間少數極守舊之動物之一。(乙)有數支古代動物在現今已無其族類，但有幾經變形之後裔，如王蟹 (Limulus) 可認爲已經滅絕而爲海蝸所屬之種類變形之後裔。(丙)完全滅絕靡有子遺之種類，如三葉蟲 (Trilobites)，葡萄蟲 (Graptolites) 之類，在今日毫無與之相近之種族焉。

試向後觀察此數百萬年之期間所謂爲古生代者，吾人能認爲其特性者爲何物乎？在甘布利亞世紀，則爲各大支無脊椎動物之成立；在鄂多維先世紀，則爲原始之魚類與陸生植物之肇興；在西魯利亞世紀，則爲呼吸空氣之無脊椎動物與泥魚之出現；在泥盆世紀，則爲原始之兩棲類之產出，由彼乃發生所有之陸生高等動物，而有花植物亦於此時成立；在石炭世紀，則爲石松森林與呼吸空氣之昆

蟲與其近族之繁盛；在白爾米亞世紀，則為爬蟲類與一新植物界之代興。

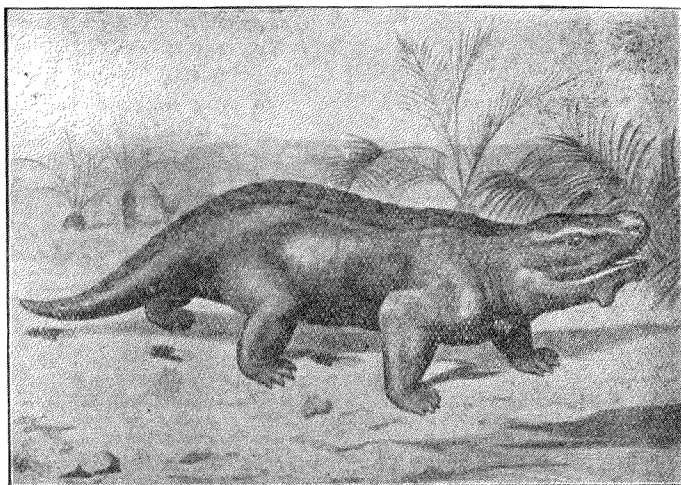
地質學之中世紀

一

中生代

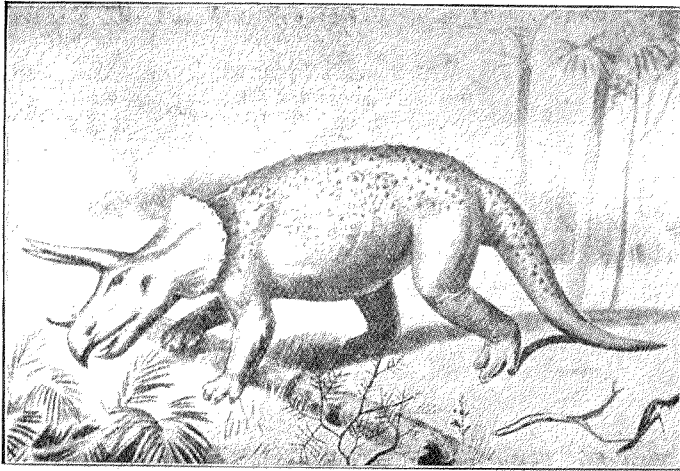
自其大者而言之，中生代可稱為爬蟲之黃金時代，亦為在白爾米亞世紀已經成立之松杉蘇鐵等植物最發達之時期。但在松杉蘇鐵間，吾人近今之有花植物亦逐漸出現，亦如大爬蟲中之有鳥與哺乳類也。

在三疊紀時，白爾米亞時代繁盛之爬蟲生活，仍照常繁盛。除尚存之龍鱉外，尚有魚形龍，蛇頸龍，恐龍，翼指龍等種類，此在中古代之末期皆完全滅迹者。而此諸族中尤以在三疊紀



巴利龍(Pariasaurus)：一種三疊紀時食草爬蟲
全體長九英尺。(骨殖在南非洲好望角發現)。

時恐龍之發生爲重要，蓋或在此極強健而易於變遷之族裔——有數種爲兩足動物——範圍中，鳥類與哺乳動物之遠祖逐漸發生。此時無論其爲陸上或海中，



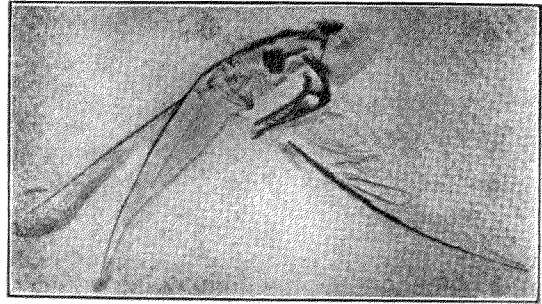
三角龍(Triceratops)：--種極巨之爬蟲(骨殖在美國衛阿明州 (Wyoming) 之白堊岩層中發現)。

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

皆以爬蟲類爲魁率，有多種軀體乃極偉大。若當時有動物學家目覩其盛，若彼竟能預測爬蟲類尙不能代表生物之極則，則真可謂有遠見矣。

飛龍

在二疊紀時，爬蟲類尙能繼續其光榮。其發達分爲多支，各適合於不同之居所。故海中有各種魚狀之蜥蜴，陸上則有多種龐大無倫之龍類，與行走迅速之鱷魚類，而三疊紀時肇興之飛龍，至是乃有多種而極爲昌盛。其翼爲其極長之指間之皮所成，其小者大僅如麻雀，大者則廣逾五尺。背上脊椎之結合一如吾人之鳥類，爲使扶搖空氣有力之體合，



翼指龍之化石

其翼係其極長之外方一手指間之皮所成。其長尾供保持均勢及轉移方向之用。翼指龍小者僅如麻雀，大者展翼大至十五英尺，為最大之飛翔動物。

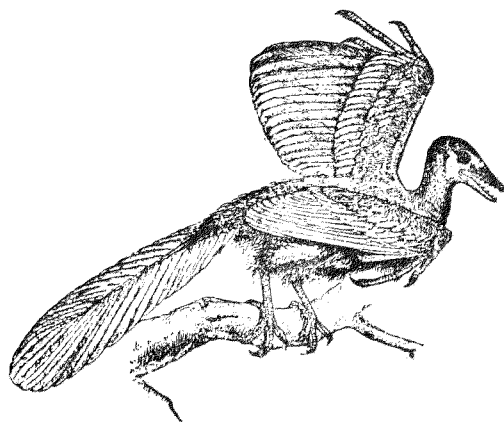
但胸骨僅有微微之突起，可證明其飛或不能遠。在吾人今日之鳥類，吾人知飛行之能力，以此種胸前突起發達之程度為比例，蓋此突起發達，則宜於飛行之筋肉之發達也。在善走之鳥類，此突起乃極不發達，如駝鳥即其一例；在穴居鸚鵡 (*Stringops*) 等退化鳥類，此突起亦為極有趣之退化。

最早發現之鳥類

二疊紀之尤足紀念者，厥為其岩層中會有兩具極佳之最早發現之鳥類之化石。此化石乃在巴伐利亞細質之石印石礦中覓得，除胸骨外，其餘所有之骨皆存。雖其羽毛亦留有極顯明之印象。此最早發現之鳥類——其構造已極進步，不得謂為原始之鳥類——大僅如一鴉，或居於樹上。最有趣者，厥為其具有顯著之爬蟲之特性，使人不得不承認天演學家之議論。其上兩顎皆有齒，今日之鳥則無之；有一甚長蜥蜴狀之尾，今日之鳥亦無之；又其三指皆有爪而成為未成器之翼。換言之，即非如今日之鳥之將腕骨之一半與全部

之掌骨合爲一體也。在多種爬蟲如鱷魚之類，其腹部皮下有一種特別之骨穿過之，謂之『腹肋』；然在此發現最早之古翼鳥，亦有此項腹肋，今日之鳥類則絕無之。吾人無證據可斷言飛行之翼指龍爲鳥類所從出，二者乃循不同之方向進行，其翼之構造，亦絕對不同。鳥類之翼之祕密，厥爲其有毛羽。或鳥類乃出於某種兩足之恐龍，或行走迅速之恐龍，有時乃在地上效飛躍之運動。稍後，則有一時期居於樹上，而有頻數之枝與枝間之運動，最後，乃始能飛行。最有趣味之事，即飛行問題曾經四次之解決：即昆蟲，翼指龍，鳥類與蝙蝠四者；而各循迥然不同之趨向以發達焉。

在白堊紀最顯著之事實，厥爲巨大爬蟲之衰落，有花植物之趨新，小哺乳動物之繁殖。少數白爾米亞世紀之爬蟲如犬齒龍，其形狀極似哺乳動物，或自此類族裔中，至三疊紀時正式之哺乳動物始逐漸演進。三疊紀初期之哺乳動物，吾人知之不詳，惟知其臼牙之上部有多數小突起，但

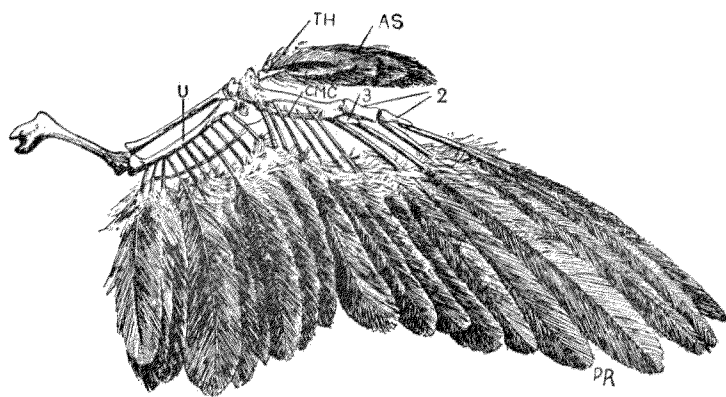


古翼鳥 (Archaeopteryx)

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

至三疊紀之末期，哺乳動物乃逐漸繁盛，其與今日之樹鼯類相類之樹居小食蟲動物，至此時乃分成多支，各具有向今日各支動物如肉食哺乳動物，有蹄哺乳動物與猿猴類分歧之傾向。在上白堊紀哺乳動物分支益繁，其體合能征服各種之居所，此種發達，至今生代進行仍不已。

對於在三疊紀時最早之哺乳動物之遺骸乃在二疊紀時最早發現之鳥之前發現一事實，殊無困難可言。蓋雖吾人平常每置哺乳動物於鳥類之上，（吾人亦哺乳動物，安有別種安置之理？）但有多種構造，證明鳥類在哺乳動物之上，如骨骼，筋肉，皮膚之構造，呼吸系統等是。實則鳥類與哺乳動物出於天演史不同之各支，第共出於已滅亡之爬蟲類始祖耳。且吾人不能言二疊紀時所發見之古翼鳥為最初之鳥，不過為最初發現之鳥耳。無論如何，吾人可信鳥類之成立在哺乳動物之



鳥翼表示其羽排列之狀

最長之羽(PR)生兩指(2)(3)與掌骨(CMC)上，第二等長羽生前肢之尺骨(U)上，

另有一叢羽(AS)，生拇指(TH)上。

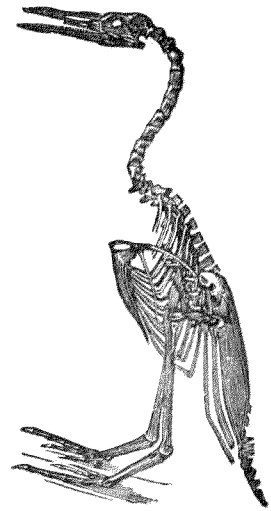
前。

向後觀之，吾人或可以蘇闕教授 (Prof. Schuchert) 之言概括中生代，其言曰：『中生代爲爬蟲之時代，但小哺乳動物與有齒之鳥類乃在存儲其知解與強力，以備取爬蟲而代之，松杉與蘇鐵亦漸讓有花植物占優勢焉。』

二

今生代

在始新世，大腦之近代哺乳動物乃逐漸取小腦之古代哺乳動物而代之，同時則地上生有多量之禾本科植物，而有大段之草原。藪澤乃代以草原，食葉之動物代以食草之哺乳動物。草原之擴充亦以使昆蟲與鳥類得更豐富之天演機會。在後始新世陸地繼續升高，氣候更爲乾燥，食草動物之區域更爲擴張。中新世爲哺乳動物之黃金時代，而有阿思般 (Osborn) 所謂之『體合之分支』之多數佳例。



已滅亡之不能飛而有齒之
無翼鳥 (Hesperornis)

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

其時有飛翔之蝙蝠，鼓風之有袋類動物，攀緣樹上之樹獼、松鼠等動物。行走迅速之有蹄類，穴居之田鼠，水居動物如鴨嘴獸，水獺，海岸邊之海獅、海牛，大洋中之鯨魚等，其中有數種能深沒入水至十五尺之下。吾人最宜注意者，爲動物皆有征服一切處所與取得一切機會之傾向，而在各時代，各支動物皆有向此發展之經過。最著者厥爲哺乳動物重行爬蟲類所有之試驗。於是乃起所謂不相關之種類貌似之情形，如鯨之似魚是，其理由則因不同之支派對於同等之環境具有同等之體合也。阿思般教授指明哺乳動物可取十二種居處帶任何之一，而在每一種居處帶中可有六種不同之食物。生物猶如大河所發之洪水，幾於無孔不入也。

三

最新世爲一較爲嚴酷之時代，氣候較爲嚴酷，競爭較爲劇烈。各大陸舊日相連之處斷絕，而在他處重行接起，地域上之分布乃大起變更。陸爾教授謂最新世爲一『極不寧謐之時期。』『全世界有多次動物之遷徙，新競爭因之而紛起，較弱之族裔乃始現嚴酷生活之影響。在此時有一最重大之事件，卽人類之猿猴類之始祖逐漸變爲人，爲天演史最高之一章是也。』

後最新世爲一淘汰之時代。大陸繼續增高，冰期漸至，間以不甚嚴酷之冰期間時期，冰川以時向北漸退。多種動物，如毛象，毛犀牛，刀齒虎，穴居獅，穴居熊等，皆已滅亡。他種向來分布甚廣者至是乃限於極遠之北方，或散處於各高山之頂，如雪鼠是，在今日僅散處於雪綫之上之高山。多種北半球之鳥或在此時乃學得移徙之方法以避冬令之嚴寒。

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

至人類與人類之社會，出現天演史乃登峯造極。

人類之上進

人類與一切動物異者，爲其有造成概括之意義，而用以指導其行爲，控制其舉

止之能力。此與其發達語言以爲思想之工具，有密切之關係。少數動物有單字，但惟人有語言。少數動物表示有感覺之推論，惟人有概念之推論。是爲理想力。多種動物有愛情而勇敢，忘身而能作苦，但惟人能思及其責任與必然之動作，以理想指導其舉止，而其理想則因其爲社會中人，而受有種種之影響焉。

除有甚大之腦，大約三倍於大猩猩之腦外，人有多種獨具之特性。人類直立以行走，將足蹠完全平鋪於地上，有一下頰與完好之足踵，廣額與不突出之面部，比較平均之齒，無特著之犬齒，比較裸露之軀體。

但雖人類與一切動物有別，然其與一切之動物同出一源，殆無疑義。在人類與似人猿有一切皆同之構造，惟人非出於現存之任何種猿類耳。除腦外，無一種解剖上之區別，可稱爲有基本之重要。人之軀體不啻一古物之博物院，富藏傳自人類以前之始祖之遺物。在其日常軀體之作用與其患病之時，人類之世系常常呈露。如達爾文所說，卽人面貌之表現，有時亦非人類所獨具。有少數化石將人與似人猿之遠祖之關係更爲連絡密切。

達爾文人種源流一書之末段結論極爲有理，句云：

但吾人終須承認雖以人類所有之美德，對於最卑下之生物皆有同情心。其仁

愛不但推至他人，且推至最卑下之生物，其智慧等於神靈，能窺測太陽系之構造與其運行之方，雖以如此奇偉之能力，人類之軀體尙載有其卑下來源之印象焉。

自然界之天演系統

天演史另有一方面極爲明顯，因而每被忽略，是爲各種生命互相牽連之相互關係。如花與採花之昆蟲互相牽連，互相倚賴。多種鳥類食果而爲之散布種子。淡水中之小螺螄爲羊之肝扁蟲幼時之寄主。蚊能傳瘧疾於人，賊賊蠅則傳布最可畏之睡死病。淡水之螳若無鱗魚無意之助力，幾不能存在，而淡水中歐洲鱒魚若無淡水螳無意之合作，亦不能存在。各種生物間有多種互有利益之合作，有時則僅一方有利，如植物上之蟲癭，得利者僅爲造癭之昆蟲是也。在相近之動物，亦有共造殖民地村落與社會者。營養之連鎖，有時連合一羣動物，如鱈魚食油螺，油螺食蠕蟲，蠕蟲食海中之有機物。其間有一種不斷之輪迴，而物質乃繼續由此體而變爲彼體。此類之例，足以示知生命之網，彼動物界互相關連之系統之意義。林奈 (Linnaeus) 曾稱自然界之系統，蓋指各支派部科屬種之次序之關係，但吾人得以

稍知較爲活動之自然界系統，生命之相互關係之網，則多受達爾文之賜。此種關係當天演愈進步，則愈形複雜，至人類則複雜臻於極點。蓋不啻將有生命之自然界連爲一體，而爲記錄進化之步驟之外面方法；此乃一種天演之淘汰機，新變種賴以淘汰，而免生物自峭拔之進化階梯墜落者也。

寄生性

有時此種生物與彼種生物之間之相互影響，乃向退化之方面進行。此例見於多種之內部寄生生物，蓋生活極易，全恃其寄主以得食，不須努力，全無危險，無勉之以振作之刺激，自日趨於退化也。可見天演未必全屬於進步，全恃生命天演於其中之情況而定者也。當情況過於安樂，動物固能與之相合，如人體中之鈎蟲是，但必致滑落於天演階梯之下焉。

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

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

天演之證據——及其所由來

一

天演中之進步

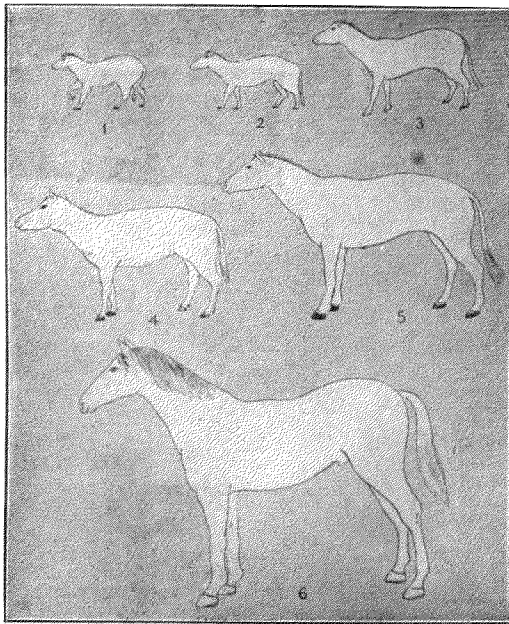
天演中固亦有墮落退化之現象，但總其全體而觀之，則進步之事實殆不可掩。數百萬年中生命逐漸上進，若吾人以高等動物如鳥類與哺乳動物與其前人相較，吾人必須承認其較有控制之能力，較能自主其命運，心靈較爲發達。自全體言之，天演有變爲穩固之趨向；即避免變換與紊亂，而趨向和諧與進步也。即在鳥類與哺乳類之肇興，吾人已可辨天演之程序趨向於人類所最重視之控制，自由，領悟，愛情諸美德之表現。各世代動物之進步常屢受挫折，但自全體觀之，仍有趨於美滿自由適合之生命之傾向。於研究此種有機天演之主要事實，殊能予人類以

多量教訓與獎勵也。

天演之證據

吾人可云在此論文中皆視天演為確定之事實，但其證據何在？吾人或可坦白答言天演之理想，認現在為過去之子嗣而為未來之父母，其不能證明也，與地心吸力律相同。所能言者，即此說為一種鑰匙，一種觀點之適合於事實者，幾無有一種鎖不能以此鑰匙以開之也。

但若取天演學說所能圓滿解釋之事實，為天演學說之證據，則此類證據殊夥。先有歷史上之證據；如魚出現於兩棲類之先，兩棲類出於爬



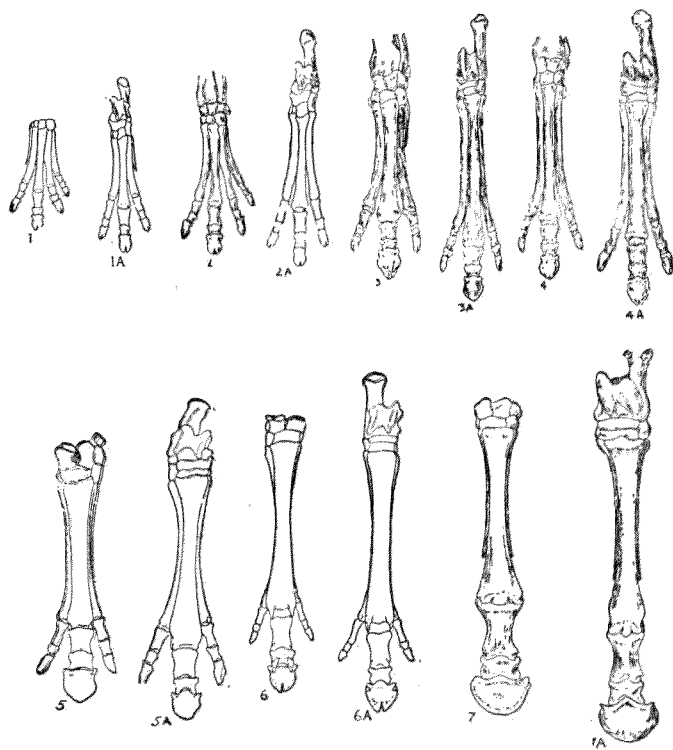
馬之天演之六時代表示其軀體逐漸之增大

- (1)四指馬(Eohippus) 高約一英尺，在下始新世產北美洲。
- (2)另一種四指馬(Orohippus)高逾一英尺，在中始新世產北美洲。
- (3)三指馬(Mesohippus)大如綿羊，在中後始新世產北美洲。
- (4)另一種三指馬(Merychippus)在中新世產北美洲。但每足祇有一指著地，惟其餘之二指之遺跡尚極顯著。
- (5)最初之一指馬(Pliohippus)，其肩部高約四十英寸，在最新世生北美洲。
- (6)今日之馬，每足皆以其第三指馳驟。

蟲類之先，爬蟲類出於鳥類之先等等，單簡者先出，繁複者後出，寧非最重要明顯之證據？古代生物學家曾發現鳥鰂魚極完備之化石系，使吾人幾能目見天演之進程序。馬與象與鱷魚之世系，亦足使人深信天演，但在他種動物，頗有無天演之端倪可尋者。如脊椎動物之如何發生與何自發生，固無人能言之也。

再則有胚胎學之證據，蓋個體之

發達，每似其本種天演歷史全部縮短之重現。哺乳動物之鰓口可證明其遠祖為水居動物，而用鰓以呼吸者。鹿角之天演歷史曾經研究，今日赤鹿之角亦為其往

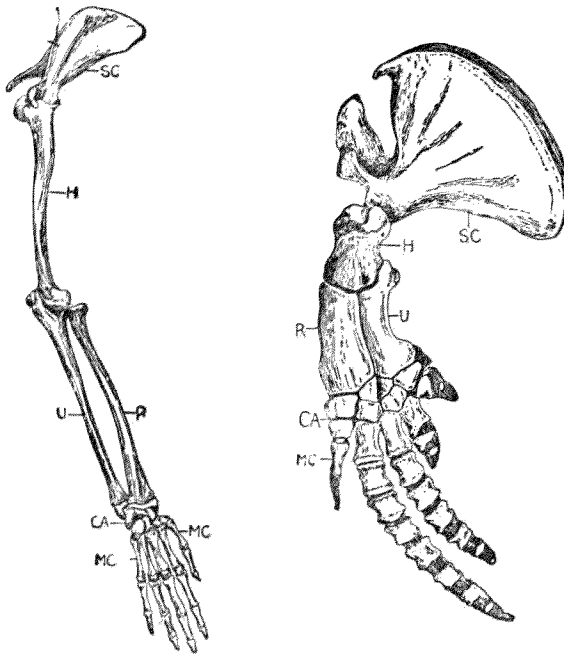


圖式表示今日之馬之祖之前後肢天演之七時期，自最早發現之馬起至今日之馬止

1 與 1A, Eohippus 之前後肢；2 與 2A, Orohippus 之前後肢；3 與 3A, Mesohippus 之前後肢；4 與 4A, Hypohippus 之前後肢；5 與 5A, Merychippus 之前後肢；6 與 6A, Hipparion 之前後肢；7 與 7A, 今日之馬之前後肢。注意足指之縮短與不見。

史之重現。又如此目魚一類左右不稱之魚類個體之發達，幼時兩眼各居常魚之地位，後乃逐漸移至一半，而側身游泳或休息，亦可證明其遠祖為左右相稱之魚也。

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

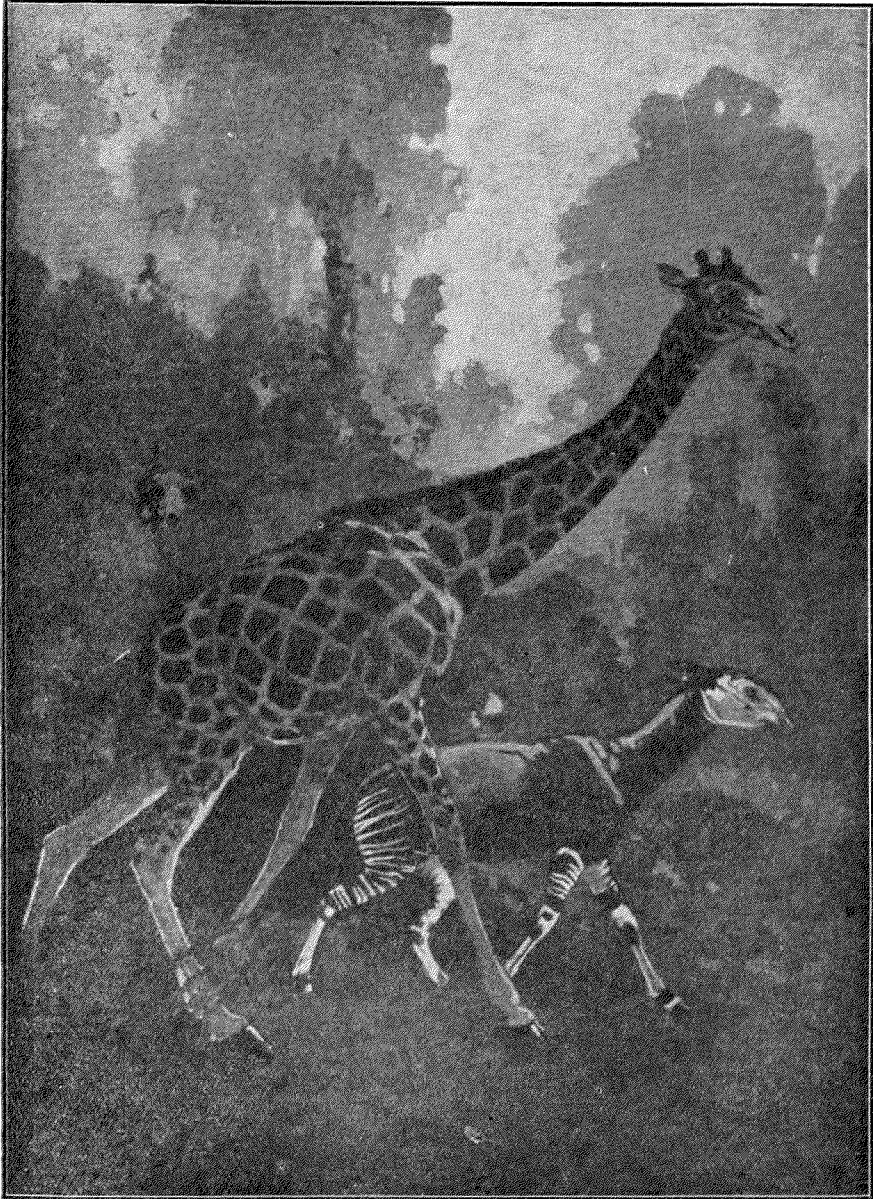


(A) 猴之前肢

(B) 鯨之前肢

何謂同體？即構造大致相同，而外形或大不同也。

此現象以 A 猴之前肢與 B 鯨之前肢較即可知。其功用遠不相侔，但其骨相同。SC 為肩胛骨，H 脛骨，R 橈骨，U 尺骨，CA 腕骨，MC 掌骨，再下則為指。



阿 客 獵 與 長 頸 鹿

阿客獵為動物界一大發明，可使人知長頸鹿之祖先作何形狀。阿客獵在一千九百年始為莊士敦爵士 Sir Harry Johnston) 在中非洲發現。此動物恐在彼地森林中已生活有不可究詰之年代也。

二

天演之原因

若有人問曰：『天演之事實固聞命矣，天演之原因果何在乎？』此答案乃至不易爲，不但此爲所有之科學問題中之最大者，即研究之程度亦極膚淺。蓋天演之科學研究，僅肇始於一千八百五十九年物種由來印行之時也。

在生物體中，常有多量可以遺傳之變異，是爲天演之原料。此種變異爲生殖細胞發達爲生物時內部變異之表現於外者。但生殖細胞何以有變異？或因生活物質過於繁複，自來即易於變遷；或因彼爲多數遺傳性之總匯，其中不免有排列之更張；或因生殖細胞有極易變遷之環境，如血液，體中空隙處之液與海水等，能侵入體內以達於生殖細胞而引起變異；或因環境之重大影響，如氣候與居所之變遷等，每能達體內之生殖細胞，而引起其變易。但吾人於每語之前，必須加一可憎之『或』字。且所有之多細胞生物皆照普通方法生殖，即起於精子細胞與卵細胞配合之受精卵，此種受精方法所引起之變遷，每致遺傳性有必然之新連合與新排列。猶如吾人之徙紙牌，第爲生活之紙牌耳。至個體所受於後天養育習慣環境

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

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

參考用書

Clodd, *Story of Creation : A Plain Account of Evolution.*

Darwin, *Origin of Species, Descent of Man.*

Depéret, *Transformation of the Animal World* (Internat. Sci. Series).

Geddes and Thomson, *Evolution* (Home University Library).

Goodrich, *Evolution* (The People's Book).

Headley, *Life and Evolution*.

Lull, *Organic Evolution*.

McCabe, A. B. C. of *Evolution*.

Metcalf, *Outline of the Theory of Organic Evolution*.

Thomson, *Darwinism and Human Life*.

Wallace, *Darwinism*.

第三篇 對於環境之適應

國立東南大學植物學教授 錢崇澍譯
美國意大利諾大學植物學士

前數章所論，已示吾人天演方法何以能使各種生命悉臻優勝之域。但對於動物之棲息處所，或動物之家，復須詳細論之，以明各處所之特別情境，及動物經久期競爭之後，何由而獲得及能深固成立各種保存自身及延種之適應。生物已分佈於全球之面及地面之水中；有戰勝於地下者，有戰勝於空氣中者。如前所言，生命所棲息之處，可分爲六類，每類有特別動物以居之，即海灘，海面，深海，淡水，乾燥之陸地，及空氣是。海下之深處無植物；空氣中之植物僅爲浮游之細菌，雖樹木亦嗜空氣，附生於樹枝之蘭似更甚，然不作空氣植物論；其他四類之棲息處，則動植物兼有，且彼此協作，成有趣味及精妙之相互關係，此問題於他章論之。

一 海灘

海藻地面

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

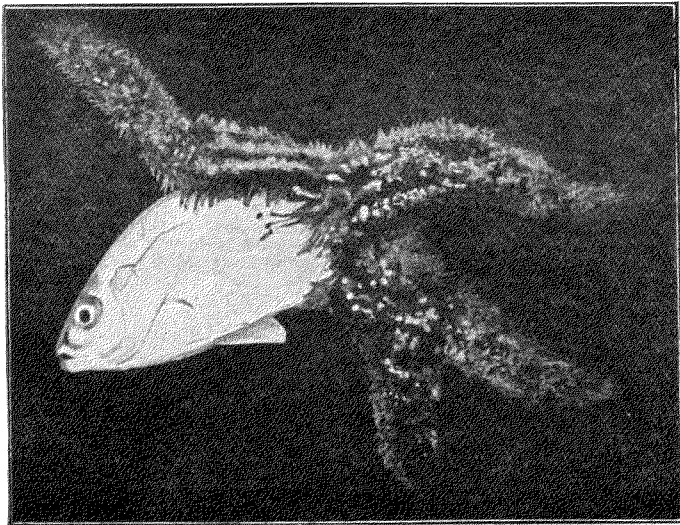
海岸生命之情境

如前節界說所定之海岸面積，非生命之大巢穴；其地約佔九百萬英方里之面積，與全地球一兆九千七百萬英方里之面積較，僅為一小份耳。但甚長，約有十五

萬英里，以有海灣，峽江，河口，峽口等，而曲折特甚。如深水逼近峭壁，則無海灘可言；而他處比較淺水之灘，與其生於水底之海藻，可向外推廣至數英里。海灘之性質相差殊甚，依岩石之性質，內地河流所帶下之物質，及潮汐所打上之物質而定。海岸時有變化，其上部於潮上潮下時相異極大，又有升沈變遷之由於暴風雨，淡水漲溢，風飄砂粒，及遲緩之水平變化者。海灘為動物之密集處所，蓋海岸比較為狹，岩石中之隙裂孔穴無一不視為珍貴之區。

劇烈之生存競爭

海岸生物既多，則生存競爭自烈，蓋生物常為環境困難所限制。食物之競爭，以海岸微小之物易為潮流衝刷而去，及順坡而下沈，而益加劇烈。除直接競爭外，如饑餓寄居蟹之間相爭外，生物之欲得一飽，亦大難事，尤艱於覓物。此於行動遲緩之生物益信。例如麵包海綿動物，或他種海岸海

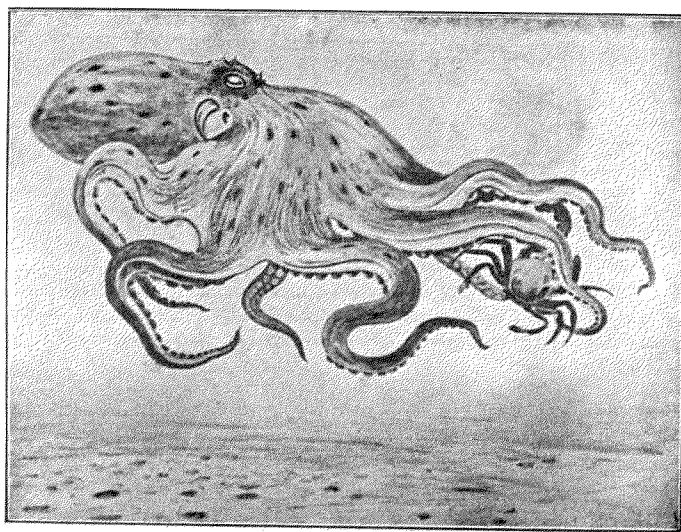


海盤車(Asterias Forreri)捉捕一大魚之攝影
其適於吸引之管足緊握其魚。

綿動物，必須揮動多量之水，經過其複雜之孔道，方能自水中獲得充量之微生物。或有機小粒，以作食料。食物競爭劇烈之程度，可自動物之營養相互關係以作指標。海岸生命之關係，幾盡可以食之一字以表示之。一磅石魚需十磅油螺以成其體；一磅油螺需十磅海蟲；一磅海蟲需十磅海屑。物質之循環若此，常自一體而轉至他體。

除食物競爭外，有立足地及空氣之競爭。對於疾行潮汐之競爭，及對於碎擊者之競爭，強佔被逐之危險極大，而肢體之損斷成爲常事。至於甲冑之種類，如海膽刺蝟狀之刺，蟹之甲殼，蠍之殼，種種不同，而惟數種之兵器如海葵，如刺之細胞，海膽之折葉，寄生蟹之鉗，章魚捉捕之觸手及鸚鵡狀嘴者足以勝之。

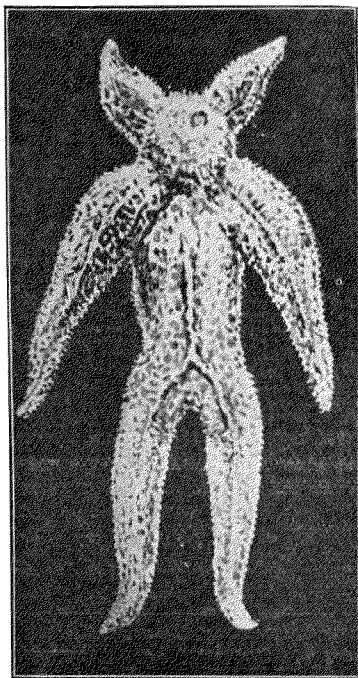
避逸



八觸脚之章魚時正捉捕一小蟹
此種軟體動物嗜嗜甲殼類動物，用鸚鵡嘴狀之顎骨以咀碎之。其唾液能
麻痺所捕之動物。其體之一面跟下有漏斗管，行動時水自管中力噴而出。

吾人於生物常因保護其生命而逃避，又得見生存競爭之劇烈，構造或性習之適應，常有重複之變化。海盤車常被捕，而有或失其肢體，或失其生命之困難；以反射作用，乃棄其被捕之肢而逸。其所失者，復逐漸再生以補足之。蟹常修補其所折之足；自足根易斷之處脫去其足，於預先防止出血之處復生一雛形之新足。此種適應之法，謂之有意反省，毋寧謂爲自然反應，此種適應名曰自毀之適應。

此書他處，曾討論保護作用之擬態；但在海岸則擬態尤多。但保護生命之避逸，尙有他法焉。砂蚤之數種及與其相近之種類，能忽然停止運動，表示一種難解之僞死現象，以避其敵



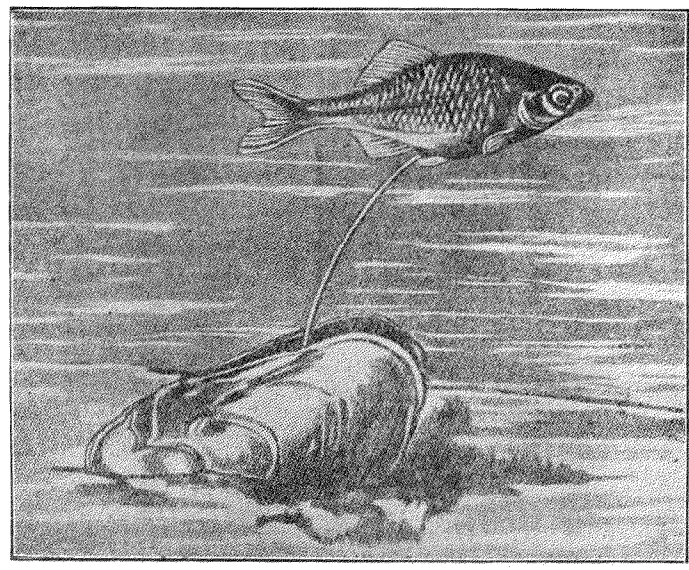
一通常之海盤車已失三臂而復生之
最上之臂，重生時變成複臂。

之目。烏賊自其墨汁囊發放黑色墨汁，能投射細粒於其敵之目。數種無擬態之海岸動物，如蟹一類之物，則熟於迷藏之戲；數種滑皮之魚，或鰻魚逃於似乎無孔之石隙中，以其皮甚滑，故難於捕捉。最狡詐者，恐莫如寄居蟹之性習與海葵爲互利之共棲，海葵掩覆寄居蟹，其作用如高築之礮臺，而寄居蟹則予以運動及多餘食

物之報酬。所述諸例，已足示海岸生物之有各種異常之逃避法。

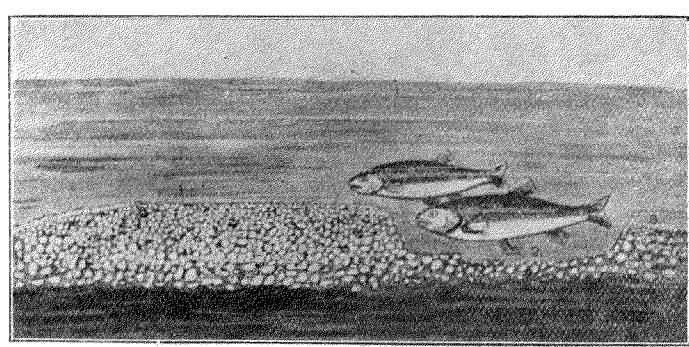
父母之愛護

依達爾文之意，生存競爭為活動自然界經濟上之一大事實，不特包括競爭而已，凡各種盡力於為苗裔得幸福，使入世之始，即有一優良之起點者，均屬之。故自食物地位之競爭至父母之愛



鱸特魚 (Rhodeus Amarus)

大陸魚用其長放卵管，下卵於淡水軟體動物之內，其卵孵化於軟體動物軀板內。



Semotilus Atromaculatus 之下卵所

造此下卵所之時，雄魚以口自河底啣取石塊，堆之成堤。其構造能使卵下於石隙中，保護周備，不能被水冲下。

1, 石堤; 2, 下卵所; 3, 沙丘。箭頭示水流之方向。魚之在上者為雄，其下為雌。

護，初無勉強不接之跡。海蛭，學名 *Pontobdella*，乃一有趣味綠色有瘤狀突起之生物，喜附於扁平之魴魚，下卵於雙殼軟體動物之空殼中，作一星期之保護，且去其泥以防發育之阻礙。海岸海盤車發育之順序，通常其幼經過一幼蟲時期，自由游行於空闊之水中；但在不列顛有一種海盤車，其已完全發育之幼魚爬行於其母體上。海蜘蛛之父，以其卵著於其體之二肢；海馬之雄置其雌之卵於其腹面之皮囊中，帶之游行以期安全，至孵化而止；海岸池沼中雄芒背蟹以海藻作巢，其雌下卵於巢中，而雄任保護之責；雄竹麥魚時保守其淡紅色之卵，其雌下卵於海岸在沼之隱僻處，而又發生一種香味之物質，以逐去其侵入者。雄竹麥魚時復揮動其腹鰭及尾，以供給空氣於發育之卵。一有趣味之點為海岸動物之愛護其雛，以雄者為多。但母之愛護亦不少。

海岸之動物，可以代表自單細胞之原生動物至鳥如鸚鵡及哺乳動物如海豹。各大類動物在海岸漁獵中，幾無一不可顯然視為在學徒之地位，其學習已至幾百萬年之久，且深印於機體中，故海岸當然視為一大學校，凡忍耐堅毅警醒諸種



大海吸鰻可長如人臂產卵
於淡水
用其能攝取之口，自一地除去
石塊，堆置於四圍，故下於此圍中
之卵，不易為水所沖去。

性均於此學得之。

二 海面

異於狹溢，擁擠，及困難之海岸情境有寬廣，闊大，及比較平易之海面情境，海面云者，謂遠陸多光海面之水也。多數小生物於海面五十尋之水中為最多，故海面字義所包者甚廣。深至二百五十尋，光已極微，就動物所棲息之海面言之，其界與光同止。海面之植物近水面較多，深至某處則生物幾完全為動物。動物之以時而升沈者不少；有於日間升至水面者，有於夜間升至海面者。最有趣味者，為極柔弱之櫛水母，一浪之激揚已足粉碎之。稍有風雨之預兆，即沈下至風雨勢力所不及之處，洋面波平如鏡，須數小時之久，方能自下層平靜之處誘之上升。

浮游生物場

欲知海面生活之經濟，吾人必須承認無數之微小單細胞植物，蓋此等植物為供給食料之基本物也。與之有同等之性質者，尚有無數具葉綠素之微小動物，或已與單細胞藻類共生之動物。此種綠色之植物或動物為生產者，用日光之能力，

及自空氣，水與鹽類而製造炭水化物。動物之仰食於此等生產者，或他種動物者，謂之消費者。介於此二者之間，有海面細菌，能自己被他種細菌所腐爛之動植物死體中取含淡物質以製成硝酸鹽，重為植物所利用。此種居間之生物甚為重要，蓋能使物質循環無已也。

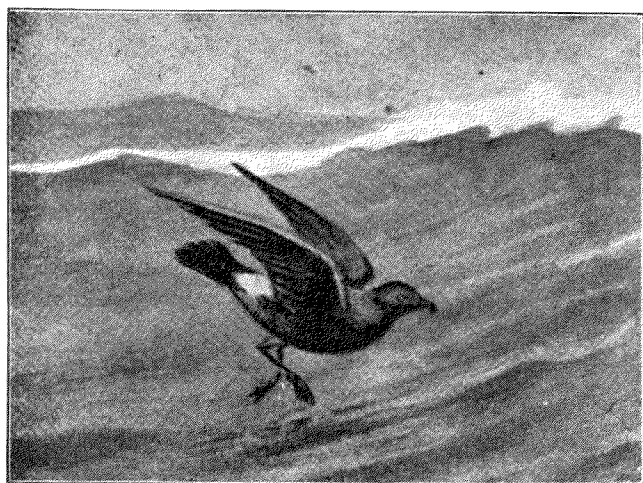
浮游生物場（墨雷 Sir John Murray 之命名）常自海岸水中收取資料，蓋海岸情形適於單細胞藻類之繁殖，亦常有某量之無生命海屑，自海藻海草之地面掃出也。

游行及飄浮生物

海面動物因便利而分為自動之游行動物與被動之飄浮動物。游行者包括大小之鯨魚，如猛烈海燕一類之鳥，食魚之海龜，蛇婆，如鯖鯢等魚，有鬚鯨類所食之有殼翼足類或海蝶，數種活動之鳥賊或槍鯛，各種海面之車鰓及其同類，數種如透明毛顎類之蟲，及如夜光蟲一類之原生動物。夜光蟲在夏季黑暗時，使海浪閃光。生命中一極特異之例為海暈，一無翼之昆蟲，與溪溝中之水暈同類。常見於離海岸數百英里之外，浮掠於海面；暴風雨至時，則沒入水中，以水面之死動物為食。

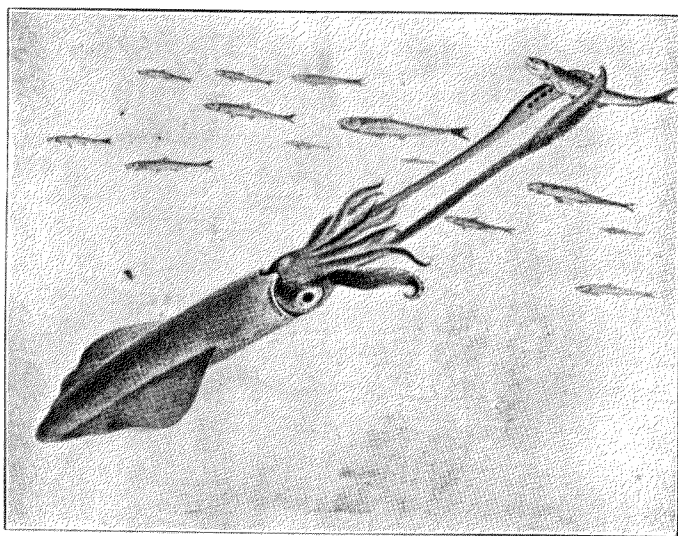
物。

飄浮動物或輕易之游行動物（此二者原無明確之界線）以硬殼放射蟲，數種



海燕之一種(Procellaria Pelagica)

此海面之鳥除作巢外，絕不至陸地，為最小之蹠足鳥，長約四英寸。殼長，飛行時其足亦觸水。棲息於大西洋，常作巢於不列顛西岸外之島嶼。



十足烏賊捕魚之時

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

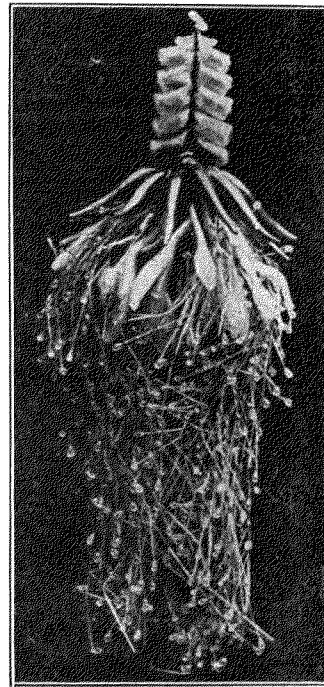
成白堊之動物，例如抱球蟲 (Globigerinid foraminifera) 水母，管水母，僧帽水母，櫛水母，無數之微小甲殼類，與固著不動之石勃卒同類之奇異動物薩爾帕，及常浮水

面行動遲緩之河豚魚等爲代表。

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

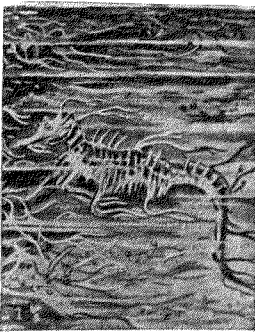
饑餓與慈愛

饑餓多見之於海面，而尤於飄浮動物稀少處爲甚，飄浮動物，各處相差極甚，大部分地中海之飄浮動物，比北海爲稀少。南太平洋巴達各尼亞之西，飄浮動物極少，成『海中之沙漠』，故幾無漁業。北方漁業之興盛，例如大西洋鱈魚叢集之淺洲，由於浮游生物場之富饒，及飄浮動物中



海面懸囊水母之複雜羣體與僧帽水母同類

羣體中分功極細。其頂爲浮游者；次爲司防護或攻擊者，有毒絲胞；其中爲司營養，生殖，及他種功用。體爲半透明之藍色。海中游泳或沐浴之人，常被此種動物及其同類所螫刺。



馬尾藻中之龍落子

以其皮有如藻葉狀之附屬物及其色，此種動物能隱藏於馬尾藻海之浮於海面之藻中。

微小生物衆多所致。

當鬚鯨張口衝過水中時，其口內懸垂之鬚板，宛如一偉大之篩，數百萬之小魚

或他種微

小動物盡

吞入其口

中，此特饑

餓明顯可

見。

海面有

饑餓亦有

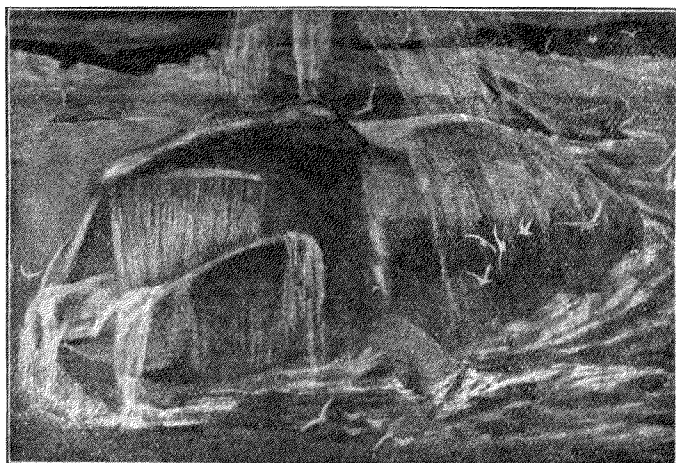
慈愛。鯨之

愛護其幼。

已臻極高

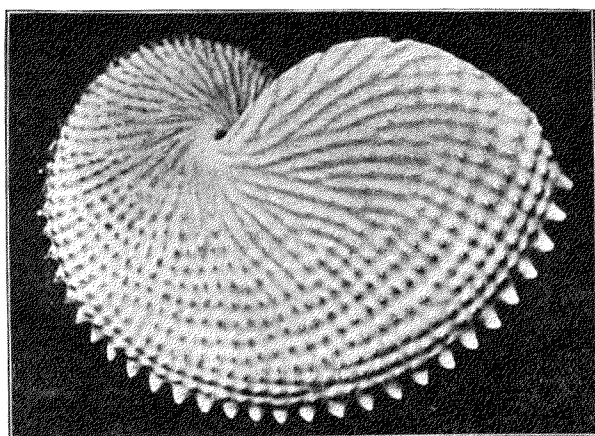
之程度，母缸魚庇護其卵及其雛幼之柔殼，可謂為世界最美麗之搖床矣。

海面除永久棲息之動物外，尚有海岸動物之在幼蟲時期者亦暫來居住。海岸



格林蘭之鯨

示頭頂之二鼻觀及由口蓋下垂之鯨鬚板。



缸魚海面之動物

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

與海面動物有甚有趣味之互惠存焉。海岸供給營養資料及在大水中速於繁殖之微小生物。但事實之重要有不減於此者，爲開廣之水乃多數柔弱幼蟲之安全養育所：例如蟹、及海盤車、籐壺及海膽之幼蟲，於海岸及淺水之粗暴戰亂之情形下，不能一日生存者也。此種幼蟲於經過根本變更及得精力後，方由各種方法而回至海岸。

三 深海

深海包深淵之底及水層之附近海底者而言，與他種生物棲息處所皆大異。深海所佔之地面過於全球面積三分之一，而生物衆多。自鋪設海底電線，吾人始慎重注意於深海，但首令吾人對深海有一種新世界之印象者，乃張倫傑 (Challenger) 游行（一千八百七十三年至七十六年）之結果也。

外界之情狀

海洋平均之深度爲二英里有半；而多數地方比較爲淺，故海洋之深度必大。有數處可深至六英里，即哀萬立斯脫峯 (Mount Everest) 亦可被湮沒而無跡。在此深

度壓力甚大，即深在二千五百尋，每一方英寸已有二噸有半之壓力。溫度在淡水冰點之左右（華氏二十八至三十四度），蓋兩極之冷水常繼續下沉，而尤以來自南極者為甚。除發光動物所有適宜之光線外，深水中極為黑暗。雖極靈之感光片在五百尋之深，稍顯光跡，但日光在二百五十尋已幾消滅矣。深海為一絕對安靜之世界，海底絕無景物之可言。一深，冷，黑暗，寂靜，單純之世界！

生物之情形

在深淵之底某數部分，之生物或較他部分為多，然生命之分佈無深度之限制。凡撈網可及之處皆有生物可發見，如原生動物，海綿動物，珊瑚，蟲，海盤車，海膽，海百合，甲殼類動物，酸漿介，軟體動物，海鞘類動物，及魚類等，皆可為動物分佈之代表。深海既無光，自無綠色植物，而所有動物，又不盡能彼此互相吞食，故食物必自外供給之。海面微生物因溫度之變更或他種原因被殺後，乃下沉於海底，而作海底動物之食料。此種多餘之食料，海層，及各種之鹽類，



海參類動物微小透明之幼
稚時期

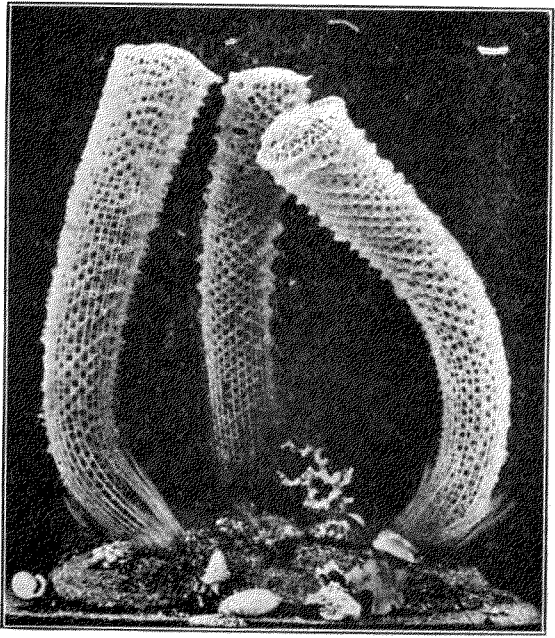
用圖中環繞於體之纖毛游行海面，過游行時期後，生一極特異之變化，乃固着於比較水淺之海底。

沈澱於海底，成一種軟泥，其質有如夏季之牛油。
 海底似無細菌，故無腐爛作用。沈下之物，即大如鯨之屍體，必為饑餓之動物咬



深 海 之 景 物

示深海大口魚，二毛頭呈在長柄之端，一海蜘蛛用其高蹄狀之足行於軟泥之上，一陽遂足及數種深海珊瑚。



偕老同穴之硬骨生於日本深海之海綿動物

細而消化之，而大多數之骨則溶解於水中。惟鯨之耳骨鯊魚之齒，則能永存。

深 海 生 命 之 適 應

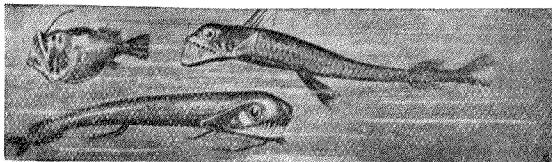
對於大壓力之適應，深海動物之體通常極爲滲透，故水常通過其體，例如偕老同穴爲一種硬海綿，輕受一小孩之指觸，即可破碎。但內外壓力相等時，則無破裂之虞。對於海底易被局悶軟泥之適應，多數深海活動之動物有極長高蹠狀之足，而固著不動者，則有長莖以高舉其體。莖之他端埋於泥中，對於黑暗之適應僅動物所發之光，爲目可利用，動物之觸覺則大爲發達，有趣味之發光問題將討論之於他處。

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

四 淡水



深海之大腹魚以貪食著名
有時可吞噬魚之大於己體者，使其胃大爲凸出。



深 海 魚

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

淡水之面積以全球較之則極小，約佔百分之一，但面積雖小，種類極多，如深湖，淺池，大河，緩澗，礁湖，沼澤，及他種是。淡水雖遠隔，而動物則大都相同。此特殊之事實，半由飛鳥之泥足帶多數小生物自一分水界至他分水界；半由數種淡水動物乃爲海洋或海岸動物侵入河流或沼澤者之苗裔，其體質相宜之數種移植後乃得生存；亦半由數種之湖，成於古時之海，同性同狀之動物於變更後仍能生存。

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

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

（一）對於乾旱之困難，多數淡水動物有蟄伏之能力。例如非洲棲息於池沼之魚，可在泥中生存半年之久，而多數小甲殼類動物則耐旱之能力可至數年。（二）

水近冰點則膨漲，淡水動物在池沼中是以而得逃避冰凍之危險。較冷之水浮於水面成保護之冰層，較暖之水留河底而不凍，動物棲息其中。(三)動物有各種把持，鉤纜，固著之法，以減少被冲刷至海之危險，危險極大時，亦能減少其發育時之幼稚時期。

五 乾燥陸地

在動物生命史中，有欲出水而登陸者，已屢見不一見；而多數動物已告成功，其尤著者爲(一)蟲，(二)空中呼吸之節肢動物，及(三)兩棲類動物。

思及動物得勝於乾燥陸地之事，吾人必須承認植物預備之功。設陸生植物而不能生於乾燥之土，以供給食物庇蔭及濕氣者，則陸地早荒冷而不能立足矣。未有植物之先，不能有蚯蚓，蓋蚯蚓以腐爛植物之葉等爲食物也，但蚯蚓之報酬極速，於世界各處造成腐植土，在地中穿掘得開通土壤，用其排泄之泥糞以循環其土質，及磨碎物質於其食囊中——成世界最要之磨機。

更有一重要觀念，無論海洋或淡水，凡水邊之生活均爲陸地艱苦生命之必要預備及過渡經驗。凡在陸地所稱爲美滿者，皆開始於水岸。吾人試於自水至陸所

有之歷程而研究之。前於天演篇中已約略討論其旨，一甚有趣味及重要之論題也。

自水至陸過渡之困難及結果

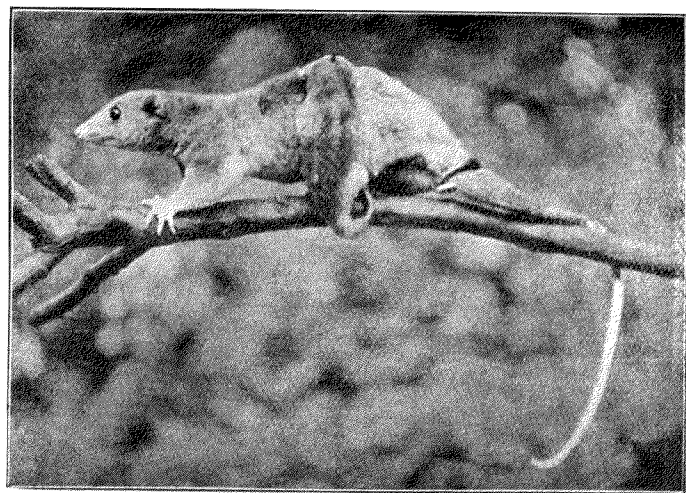
離水至陸，動物失去運動之自由，蓋陸地動物大都限於地球之面也。故運動必須極速，極簡捷，與此有關係者，為動物必須有精細橫紋及收縮敏速之筋肉，有時此種筋肉增加而成無數各別之機器。吾人於行路時，自舉起足根至重安置於地，於半移之時間內，已運動五十四筋肉。更進，敏捷有節制之運動，尤需進步的神經系統，蓋腦於有思想作用之前，久已為節制運動之器官矣。自水至陸之過渡，亦含有身體更成堅實之需要，已免去在地面阻力太大之弊。動物之如水母者，決不能生於陸地；數種陸生動物之延長其體，如蜈蚣蛇等，皆有特別之適應，而不廣張其體，為陸生動物之例外。

陸地晝夜冬夏之變化，較海洋更為顯明。故上陸後對於蒸發，失熱，及他種危險之需保護，更為重要。動物體外有種種保護之法，如厚皮，角質層，甲殼，或毛等皆是。多數動物於冬令之前，已預加增其保護，如加厚其毛皮，或於皮下積儲一層之脂

肪。

但表皮之增厚或保護，有全部或一部分失去表皮呼吸作用之弊。陸地可用之養氣較水中為多，但得之之法則較難。養氣吸入體之內部而入似肺一種之器官，體內必須有濕潤之面積，然後可以得養氣，其重要可知。最良之解決法可於有氣管之節肢動物見之，如橈蠶，百足蟲，多足蟲，及昆蟲等，以有分枝之氣管，故空氣可流通至任何孔穴，任何部分。大多數動物以血就空氣，昆蟲則以空氣就血。桓螯已自海岸移植內地，自叢生於鰓蓋下之脈管，以吸收乾燥之空氣。

在陸地安置雛幼及卵，較水中更難。水可立即用以養育其稚，而陸地則乾旱，極低極高溫之變更，及饑饉銳目之敵等危險，必須避免也。以故陸地動物有種種之法，以藏其卵或雛於穴中，巢中，或草本植物及樹上。數種動物於生育後，仍帶其幼於身上，如負子蟾及袋鼠亦



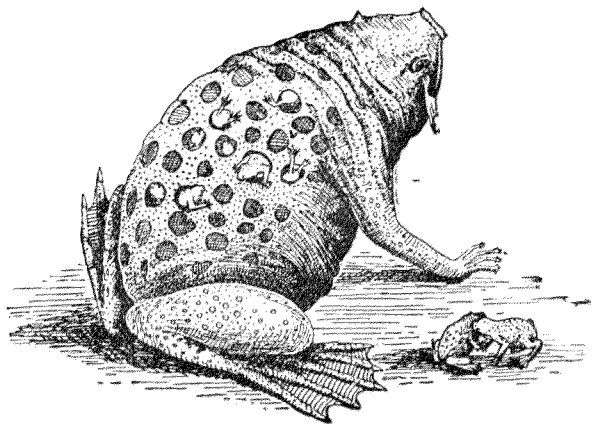
絨毛兔及其帶在體上之稚
其稚之一附於母體，用其旋捲尾繞於母體。

有延長其妊孕之期，其幼得以在母體內安全發達，而於有胎盤哺乳動物中，則母子之關係尤爲密切。至有趣味者，爲一開路之動物名櫛蠶，介於蠶與昆蟲之間，帶其幼於體內，幾一年然後生育。上文所討論已足以示陸地之得勝，於天演上有大效果。自兩棲類以上之侵入陸地，可謂爲較佳腦力之開始，動作更有節制，及更高家族生命之表示。

六 空氣

動物無純粹生存於空氣中者，但多數昆蟲用其大部分之成蟲生命於游離空氣中，在夏季長日中自黎明至薄暮，除至其巢以昆蟲哺其幼蟲外，其飛行無一刻停止。蝙蝠在活動時期，亦宜名之爲空中動物。

空氣爲生命最後所戰勝以爲棲息所者，研究其何以取勝之法，一至有趣味之事也。（一）空氣生命已超越陸地生命根本之困難，蓋陸地生命限制生物，僅運動



負子蟾卵孵化於其背上之小袋中

於一平面，即地面是也。飛行之能力如動物之游行於水中，又回復其普遍運動之自由。當貓已竊行而前，將捕殺麻雀時，麻雀忽而飛入空中，吾人以是知飛行之增加安全不少。(二)飛行之能力亦新闢動物捕獵之機會，及開闢新地，與探求水源之利益。(三)安置卵及其雛幼於大多數之敵所不能及之巢中，亦一極重要之點。白頭鴉之巢搖曳於樹頂，可以表示一有光彩試驗之頂點。(四)最大之利益，為有移殖他處戰勝時間（可避免乾旱之夏及嚴冷之冬），及戰勝空間（可自一處捷行至他處），有時幾有環繞地球之可能。動物所獲得之物，如飛行力之重要者無幾。飛行蓋新自由之門鑰也。

飛行之問題如前某章所論，已在四時期中解決之。但每時期所解決，各異其法。四種解決可於昆蟲已滅跡之翼手龍，鳥，及蝙蝠見之。更進，如前所言，動物已有無數之欲作飛行而仍為光榮的失敗者，其最著者為飛魚，緊張其胸鰭而作遠躍；飛樹蛙指趾間之蹼成傘狀；飛龍肋旁之皮，張於五六能動甚長之肋骨；各種飛行之哺乳動物，如袋鼯，鼯鼠等，能在樹間作突進狀之跳躍。

昆蟲之翼乃扁平空心之囊，生於身體上部第二第三環節部分，名胸部者之兩旁，有強有力之筋肉為之工作，有幾丁質之肋條以支持之。在肋條內可通有氣管，

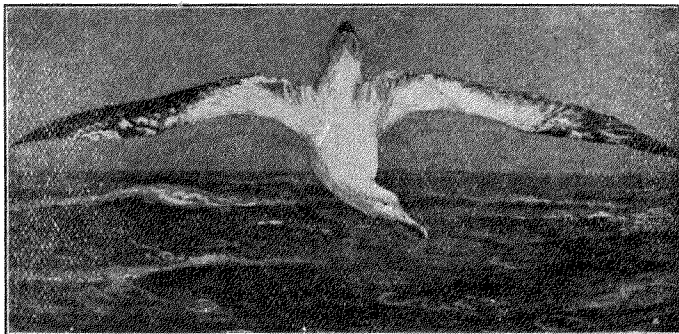
血脈，及神經。昆蟲之構造極輕，氣體交通亦極周密。昆蟲飛行之原理乃用輕而有彈力之翼，極速揮擊空氣所致。多數昆蟲於一秒之時間，其翼揮擊空氣多至二百餘，故吾人所習聞之營營之聲，可比之以飛機推進機之翼急轉時所發之聲。於一短時間內，一蜂之飛可超越一鴿，但少數昆蟲能作極遠之飛。昆蟲易爲風所吹揚及吹回，蜻蜓及蜂可爲昆蟲中能飛二三英里者之例，但此爲例外。通常昆蟲短程之飛，於人生爲一重要之事實。蓋可限制有害昆蟲分佈之區域，如蠅蚊之爲傷寒病及瘧疾之媒介是。最下等之昆蟲（跳蟲及衣魚科蟲）無翼之痕跡，而蝨蚤等之無翼乃由退化所致。一有趣味之事實爲數種昆蟲於全生命中僅在交配時飛行一次。昆蟲有翼之天演至今尙未明瞭，但昆蟲於實行飛行之前，似先能跑跳及突躍。

已絕跡翼手龍之黃金時代在地質學時代之白堊紀，此後即消滅而無傳。一摺之皮自身旁最外延伸甚長之指而擴展（通常比於吾人之小指）自此接連於後足乃及其尾。

翼手龍似不能飛遠，蓋至多其胸骨有一弱龍骨突起；以他方面而言，數種之翼手龍，其背面脊椎骨之融合甚爲顯著，此如飛鳥然，必用爲其翼揮擊時鞏固之支

點。此種古生物之大小，自小同麻雀起，大至自兩翼尖之間，其擴張有十五至二十英尺之廣。於諸飛行之動物中，以此為最大矣。

鳥解決飛行之法，以羽毛為中點，羽毛成一聯結之風車以鼓風。此問題將分別論之。翼手龍及蝙蝠之翼為蹼翼或膜翼，而鳥翼之前亦見有一小蹼膜，但鳥之膜翼無關重要，而鳥之翼則為天演上之發生物，其前肢發生羽毛以作飛行之用。羽毛通常可比之於爬行動物之鱗，但僅為通常類似之物，二者之有如何過渡關係，則未之知也。前已言之，鳥發源於二足之恐龍，鳥之能高升，極似以在地上能跳躍為始，撲其有鱗之前肢，而用其長尾，如袋鼠狀以平穩其體。其第二步似為樹上之學習，在此時間，得自上突下之精巧技能，此猶可見之於今日之鳩。自鳩舍滑流至地，其狀態頗為近似。鳥御風之技能已臻極點，而信天翁及兀鷹之帆行空中，則尤奇異高妙，無有能及之者。不鼓動其翼，有時順風，有時逆風，帆行可至半小時之久，繞船以行，及在天空作螺旋狀之徊翔，似能利



信天翁：南海之大洋鳥

此鳥之翼擴張時，二翼端之間，其大可至十一英尺，能繞船舶帆行，不一撲其翼。

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

蝙蝠之蹠翼所包不止前肢。雙摺之皮始於頸旁，經前肢之前面，越其大指，轉後接連於其延長之掌骨及指，重至體旁而連於後肢，如有尾者亦接於尾。甚有趣味者，為蝙蝠之骨骼，其輕有如鳥類，其胸骨亦有龍骨突起，使胸前筋肉著生於較善之地位，背之脊椎骨亦合一如鳥然，使飛行時有穩固之基礎。此種對於同狀需要之同狀適應，見於不同類之動物者謂之輻合，乃極有趣味之研究也。蝙蝠除與鳥同有之適應外，尚有多數獨有之適應。蝙蝠以有多數神經之端在其翼及耳鼻四周之特別皮葉，故於薄暮飛行時，不與樹枝及他種阻障物撞擊。有謂此係得其高音回聲之助，但蝙蝠之有極精美之感觸性固無疑義。通常蝙蝠僅產一子，其對於飛行之適應顯然可知；又食蟲蝙蝠後齒之銳利如山峯之頂點，亦為對於咬碎昆蟲之適應。

吾人觀於鳥類飛行之勝利，已臻移轉之極點；或陸地動物如通常哺乳動物之蝙蝠等，能飛行空中，迴旋如意；即屢試而為榮偉之失敗，如動物之無翼而能突躍者；不能不於生物因求福利而作奮鬪之印象，特別注意也。

上文所論，已足表示多數動物各因其生息之地對於特別之困難而有何種之適應；但困難及阻礙之發生無時或已，故適應亦繼續而起。吾人之視點天然而至常見之保護擬態，此為次篇討論之問題。

參考書

- ELMHIRST, R., *Animals of the Shore*.
- FLATELY AND WALTON, *The Biology of the Shore* (1921).
- FURNEAUX, *Life of Ponds and Streams*.
- HICKSON, S. J., *Story of Life in the Seas and Fauna of the Deep Sea*.
- JOHNSTONE, J., *Life in the Sea* (Cambridge Manual of Science).
- MIALL, L. C., *Aquatic Insects*.
- MURRAY, SIR JOHN, *The Ocean* (Home University Library).
- MURRAY, SIR JOHN AND HORT, DR. J., *The Depths of the Ocean*.
- NEWBIGIN, M. I., *Life by the Sea Shore*.
- PYCRAFT, W. P., *History of Birds*.
- SCHARFF, R. F., *History of the European Fauna* (Contemp. Sci. Series).
- THOMSON, J. ARTHUR, *The Wonder of Life* (1914) and *The Haunts of Life* (1921).

第四篇 競存

國立東南大學動物學教授
美國哥倫比亞大學生物學碩士 陳

楨譯

鳥獸之摹仿及假冒

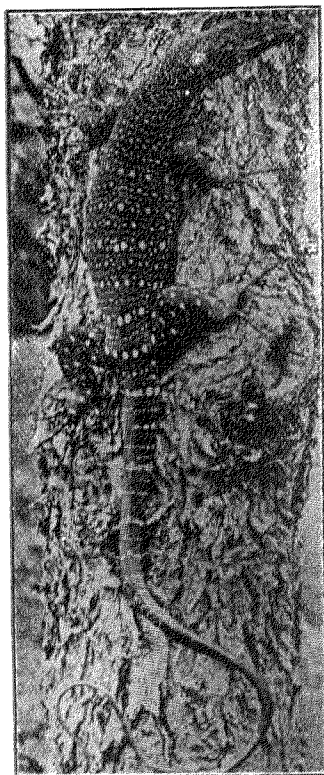
一

設某地發現一動物，細察之，必可尋見十動物。其所以如此者有二故：一因動物常隱居於黑暗之區，如地下，物中等；二因動物常假冒其環境，或有他法以使其自身不易爲仇敵所見。此假冒爲動物所常有，方法有種種不同。動物之所以常有此假冒者，因生存競爭甚烈；生存競爭之所以如此之烈者，其原因有四：（一）動物常有生殖過繁之趨勢，低級動物尤甚；（二）生物界之滋養環境中，一生物恃他生物爲生，而他生物又恃別生物爲食，其最後來源，則爲植物；（三）一切強壯動物皆喜亂撞，或爲強者所傷，或欺弱者；（四）生物之環境常有變更，能應之者生，不能應之者亡。以上四者之中，前三者爲動物有假冒之最要原因。雖強有力之動物，當其休息時或哺養幼稚時，亦利於穩藏不易見。然則此種種之隱避法假冒法等如何天演；此問題爲吾人所欲研究者也。

顏色常久似環境

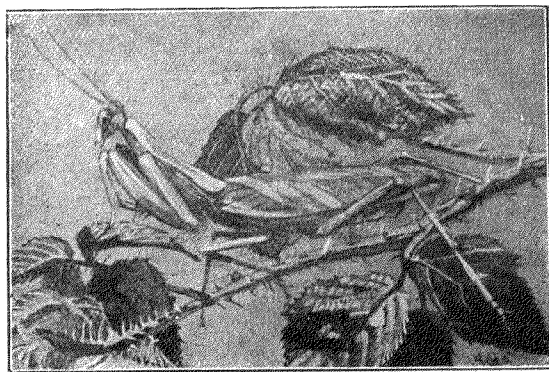
動物之生活於沙上，其皮毛之顏色為淡褐，例如沙上生活之褐色蛇及蜥蜴。綠色之蜥蜴似草，綠樹蛇似樹枝，豹班似林中葉下之光，虎紋如叢草，野兔雉鳩與田中之土色莫辨；雖蠢大如驢，在昏暗光中，亦易聞而不易見。

生物學者曾以螳螂作一試驗，其法取螳螂之綠色者，以絲線繫之於綠葉之上，又取褐色者繫之於枯葉之上，二者皆能免為鳥所見。如以褐色螳螂繫



善變巨蜥

巨蜥為現代生存蜥蜴之最大者。圖上所見為澳洲產，長達四尺，色褐，有黃點。體積雖大，然在適宜之背景，如樹皮上，並不顯著。



螳螂

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

於綠葉之上，或綠色螳螂繫於枯葉之上，則爲鳥啄去。另一試驗，以雞雛爲之，白色或黑色之雞二百四十隻，與有斑點之雞六十隻，共散於田中。其中爲鴉捉去者共二十四隻，惟有一鷄爲有斑點者；設非有斑點者，因其色能避鳥目，則爲鴉所捕者，絕不止總數二十四分之一也。觀以上二試驗之結果，可知動物之與環境相似，甚有利益。在自然界之嚴厲競爭中，其離最安全之顏色最遠者必歸淘汰。雖然，吾人不可不慎重，有不可不知者三。（一）動物可似其環境，而不因之以得保護，例如海中之劍虫，其身體極透明如玻璃。深海動物如劍虫體之透明者甚多；然此實因體內含水極豐，其比重與海水等。身體雖透明不易見，然



(甲) 保衛色使動物不易見

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

不能因此免爲其巨大仇敵所食。(二)靈巧之生物似能尋一與身體最似之環境以自隱。蜘蛛常自藏於地底之中，因其可以不顯其體也。或者棲止於與己體相似之環境，較爲安適。(三)珊瑚礁旁海中之魚類多鮮明顏色，其不同之花樣亦甚多。通常之解說爲礁中迷路僻境甚衆，故生活於礁中之魚甚安全，無需與其環境相似以隱體。此等解說雖未必全非，然曾經步行礁上，及著泅水衣入海考察動物之自然科學者，則以爲每種魚各有其適宜之環境，有宜於日間出外者，有宜於夜間工作者。有時同一地點，可於不同時間，供不同之魚之生活。



(乙) 保衛色之又一例

岸旁水中有游魚，其顏色極似背景。灘上石龜臥碎石間，甚不易辨識之。

顏色之漸變

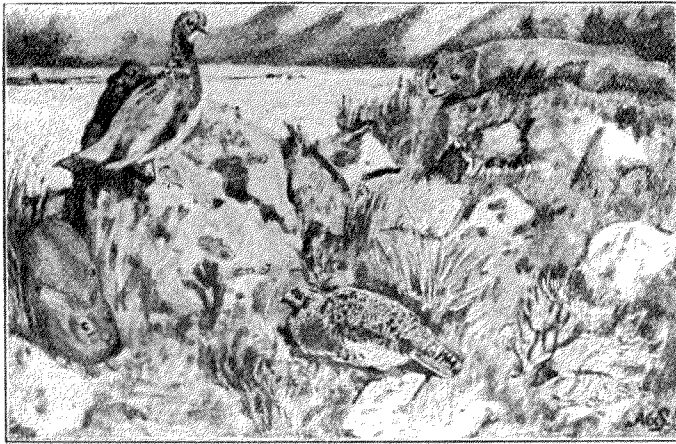
尋常所見之岸蟹有多種不同顏色及斑點，其幼者之變異尤甚。有綠，灰，紅，褐等色，往往與其所處之石洞相調和。以蟹作試驗之結果，證明若使一蟹處於與其身體之顏色不同之處，則脫皮後，其新皮之色即與其環境中石及海草相似，不脫皮，則舊者不能與新境遇相合。幼蟹常脫皮，故幼蟹之異色尤多，不特可保護其體，且易於捕他生物於不備。長大之蟹不甚恃顏色以衛體，故不常脫皮變色。

普爾吞教授 (Prof. Poulton) 曾以玳瑁蝶之幼虫作試驗，其法以幼虫育於不同之環境中，在黑色環境中化蛹者則色深，在白色中化蛹者則色白，在金色盒中化蛹者，則色金；其他顏色亦如是。環境顏色之影響於幼虫，似在一最易受激刺時代，此時代為幼虫之最後十二小時前二十小時。靜止不動之蛹可因顏色之變化，安度危險時代，不易為其仇敵所見。有此變化之生理，至今尙未能明瞭。

顏色之隨季變異

雷鳥每年脫皮三次。夏，羽上面之赤褐色甚富，至秋季則其背漸變為灰色，至冬季則其羽毛幾全為白色；因其中無絲毫之色質，而含多數之氣泡也。此潔白之羽毛可以不顯於雪中，使人不能辨其體於數步之內；而金鷹之餓眼亦無所用其銳。鼬有褐色者與白色者，褐色者換其毛即成白色者，野兔亦如是，白鼬之毛除黑

色尾端外，餘皆白色；冬季野兔除耳端為適色外，餘毛皆白色。兔毛等之轉白，因為消失色質所致，人髮之變白亦然。據馬起聶可夫 (Metch)



隨季變換顏色：北司堪笛乃維亞 (North Scandinavia) 之夏景

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



候衛色：北司堪笛乃維亞之冬景

圖中有善變野兔，柳松雞，北極狐，數者皆白色，不顯於雪中。白色之功用除似環境外，且可維持體溫，為生理上所必需，因其散熱最少也。

nikolff) 之研究，生物體內有游動如變形蟲之細胞曰食細胞者，可爬入毛髮之內，取其中之色質而出。色質所佔之地位成爲氣泡，故現白色。一切動物皆無白色色質；白色之成皆因許多小結晶體之平面或氣泡之返光。

雪漫平野時，山兔每因其白而避狐口；然在綠野之上，則白色反爲衆視之的。故白色有利亦有害。白鼬除獵者外無仇敵。當落雪時，其白色可以助其偷捕松雞或兔；然白色之長成或非爲保護，乃因生理之原因。鳥獸等熱血動物當冬際嚴寒時，因防止寶貴體熱之散失，其毛色最宜於白，因此外顏色皆易散熱也。體溫度爲鳥獸所特有，有之者必兼有種種方法以維持之，使歷久不變。維持體溫方法爲內部之自動的調正機關，使筋內所發生之熱與皮及肺中所散失者相調和，內熱之重要功用爲便利體內化學變化之平穩的繼續。體溫降則化學變化緩，在冬伏哺乳動物固無恙，然在其他動物則頗危險。由此觀之，白色之裘乃因鳥獸之生理的必需而生成。

三

速變之顏色

有骨扁體魚如比目及鱒等能變其體之顏色與花紋，以適合其環境中之沙與石子，甚至使人雖知其所在而不能尋得之。此類魚雖有時能移置沙子於其背下以蓋體，使露出沙外者，惟有二眼。然其有變更已體以適合所在水底之能力，亦斷然無疑；如以此類魚置於不自然之池底上，則其體之色紋亦隨之而變。此類魚甚適口，常爲其仇敵如鵝及水獺等所求覓，故其摹仿環境，定有利於其生命之保全。此摹仿新環境之變化可於數分鐘內完之，有時一分鐘已足。

扁魚自隱法之生理已略知大概。其皮內有許多可動的色質細胞。此等細胞之大小形狀與地位可以變更，魚之色紋變更，卽此等細胞變更之結果也。然則色質細胞何以變？此問題第一步之回答，爲盲目之扁魚不能變其色。環境之顏色與斑紋必須感動其眼目。此等感動之結果經視覺神經與腦，自腦而後，不經脊髓，而經交感神經節鏈。此後循脊髓中發出節制皮膚之神經而達皮膚。此消息既達皮膚內有色細胞，則細胞變，而魚之色紋與環境同。凡此種種經過，自視覺神經之受感至有色細胞之變更，費時極少。本書數行未及讀完，而扁魚已與新環境不分矣。

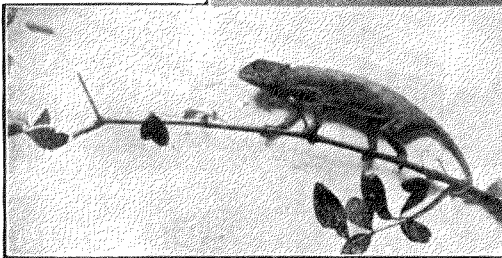
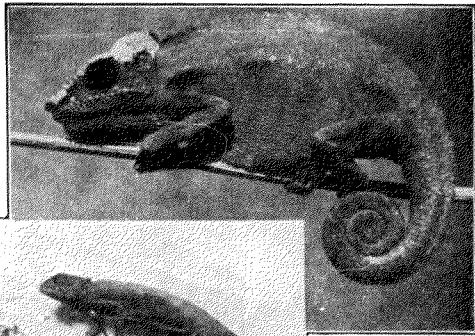
墨魚亦有此等速變顏色之能力，雖變色有時可助其自隱，然通常則爲神經受感激之表示。伊孛龍蝦之速變甚巧，在褐色海草上，則爲褐色，綠色上則爲綠色，紅

色上則爲紅色，此外之別種顏色亦然。

甘不爾教授 (Prof. Gambel) 云：色素之混合乃按照其背景，故配成之顏色花紋極似環境。蝦網一掃，得臥蝦極多。設取顏色不同之蝦與水草置一碟水中，則蝦各尋其與己體顏色花紋極相似之水草。伊索龍蝦之幼者及長者皆仿其環境之顏色。至夜間，各色伊索龍蝦皆變爲透明天藍色；愚鈍之狀態亦變爲神經不息；稍激動則跳去，且常游泳於食料植物間。至曉則天藍色退，而晝間之顏色生。

因此甘不爾教授云，動物之顏色可表現其神經之節奏。

避役



多 疣 避 役

上圖之多疣避役甚著，故脹大其體。有時不欲顯著，乃縮體，而適合其顏色於環境。下圖之避役突然伸出極長舌以捕蠅。

顏色速變之最著者爲蜥蜴，蜥蜴之中尤以避役爲最。此奇異之物乃非州特產；然安達留西亞，阿拉伯，錫蘭，及南印度亦有之。此等生物適合於樹上之生活，其獵捕昆蟲極謹慎而有效。可伸出之舌端有一粘棒，能射出長約七英寸。手及足皆分裂，便於穩握樹枝，長尾善捲鈎如猿。如其不欲爲他物見，可隨意使其身體之兩邊收縮而變狹。有時則不自隱而反自顯。其肺，氣囊，及身體皆脹大，咽喉亦膨脹，身體之兩邊搖動，同時發聲以表其性情。其顏色變更之能力最足注意，變更之方法則恃內皮中色質細胞之伸縮，及廢物曰鳥糞精所成之透明粒及結晶體。能變成顏色之衆多，除伊索龍蝦外，一切生物皆不能及。故事云：有一避役在褐色盒中爲褐色，綠色盒中爲綠色，藍色盒中爲藍色，格子布爲裏之盒中則死。北美州之蜥蜴（愛奴立司 Anolis）常因浮雲過空而變更其翡翠綠。

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

克樂司蘭德博士 (Dr. Cyrle Crossland) 曾見一避役爲犬所攻，乃轉向而張其淡紅之口，同時急變其色爲深黑。其結果則恫嚇者勝，而犬去。在天然之綠環境中，此計之效力尤大。自不可見之中，忽一變而爲顯著之黑色，與張大之紅口，必足使仇敵驚退。

四

與他物相似

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

然則蜘蛛因何利而似鳥糞？或者因其可以避他物之注意；然尙有一原因。鳥之排洩物似能攝引一種蝶，或者福卜司博士所見之蜘蛛可因此而捕蝶。助證此說者，有卡本圖博士 (Dr. D. G. H. Carpenter) 之觀察。此君曾見一形似沙上鳥糞之蟲止於沙上鳥糞之上，捕得一來食鳥糞之藍蝶。



圖中之鳥曰麻鴉，其顏色為褐與藍綠，極似其周圍之蘆葭，常緊啄縮體，使其身似蘆葭一束。圖中幼麻鴉生方數日，已能效其親之摹仿環境矣。



枯葉蝶 (印度產)

翅之上面甚顯著，下面之顏色花紋則似枯葉。其體止於樹枝上時，二翅相合，上面隱即下面顯，與一枯葉無異。翅脈如葉脈與葉之中肋，翅上斑點如葉上之菌點。圖上A為蝶之上面，B為蝶之下面，C為樹葉。

直翅目昆蟲之一種曰行棍蟲者，其長狹如乾枝，其肢之伸出成種種枝形之角。此奇異之昆蟲在日間則靜止；受驚動，或突換新環境，則變硬。如取之置掌中，則兩邊搖動片刻後，即僵硬不動。此變硬之習慣，可使其體不因受驚顫動為仇敵所識。身體的假冒更加此奇異之習慣，以完全其欺詐。

枯葉蝶之翅上有顯著顏色，下面如葉。當其休息時，二翅相合，露其下面，極似枯葉。翅脈似葉脈及中肋，翅上白點如葉上地衣之斑點。多種幼蟲常以後捲翅及口吐之絲粘着已體於樹枝上，而伸出如一短枝。老昆蟲學家魏爾先生(Jenner Weir)云：彼於修枝時，常誤認幼蟲爲短枝而剪斷之。昆蟲有似利刺者，有似軟苔者。蜘蛛有似枝上小瘤者，有似一塊地衣者。海馬之一種遍體有纓狀物，極似其周圍之海草。形似他物之動物如蜘蛛之類，常能選擇適當位置，以冒充他物。關於環境之選擇，尙有多加觀察之必要，以研究尙未充分也。

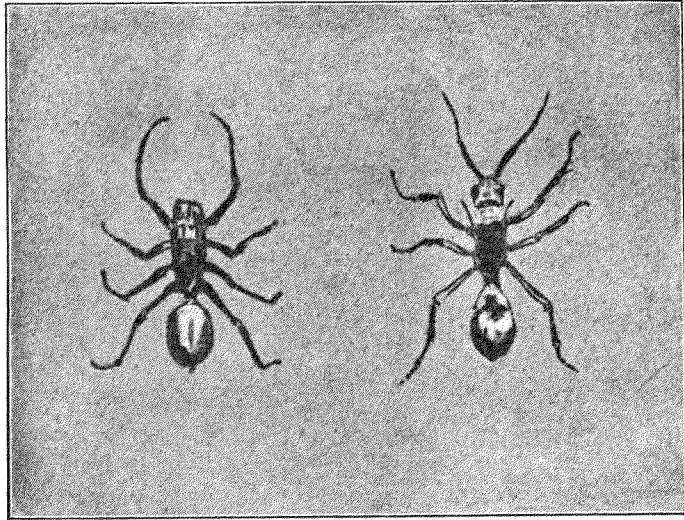
五

摹仿

二羣動物同居一處，一爲大羣，一爲小羣，二者之形狀雖相似，然實非同類。大羣



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



小蜘蛛與蟻之保衛相似

圖中左為一蟻，右為一小蜘蛛。蟻為可畏之生物，蜘蛛似蟻，或可借其形以自衛。蜘蛛有足四對，無觸角，蟻有足三對及觸角一對。

之動物，有特別保護法，例如不適口。小羣無此特長，因其形狀似大羣，且享受大羣之利益，故謂之為摹仿者。大羣則為被摹仿者。被摹仿者因有不適口，或能刺劣名，為鳥所捨棄。摹仿者雖適口，而無刺，然亦為鳥所不取。因二羣之形狀相似，鳥目不能辨別，誤認摹仿者為被摹仿者也。摹仿之為事實，有時斷然無疑，然有時似為偶合，非真摹仿。例如背次先生 (Mr. Bates) 云：彼常誤以蜂鳥蛾為蜂鳥而射之，此實非摹仿之好例證也。通常缺乏者為試驗

的證據。例如不適口被摹仿之蝶之生活較安全，而適口之蝶則為仇敵所虐待。此外尚需證明被摹仿者與摹仿者實同居一處。甲蟲與蛾有似黃蜂者，此等摹仿或有利。蜂蠅似小蜜蜂；無毒蛇有極似有毒蛇者；瓦勒斯君 (Mr. Wallace) 以為遠東

之弱怯黃鳥摹仿一種強有力之僧鳥。偷模範為不適口的，拒絕的，危險的，而摹仿者與上述相反，則此摹倣曰『背次的摹仿』（因背次先生得名）。另有一種曰

『木樓的

摹仿』（因

木樓先生

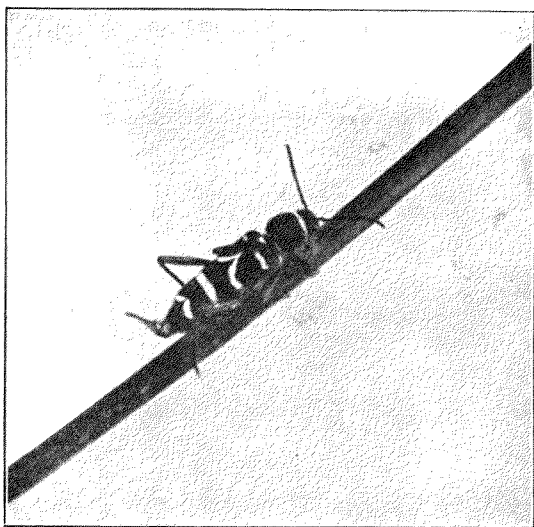
Fritz Mill-

er 得名）

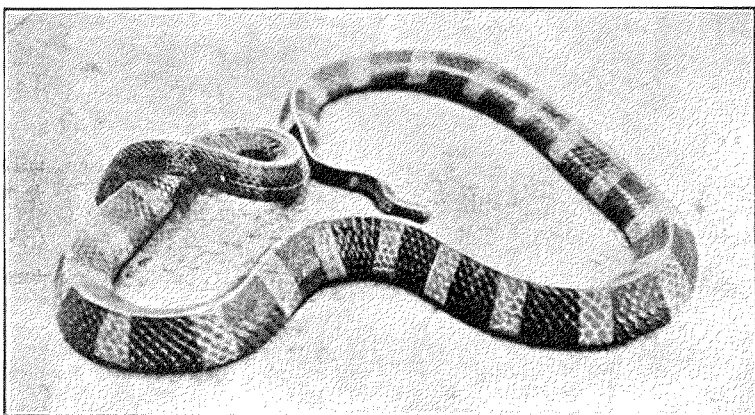
其摹仿者

亦不適口。

此等摹仿



似蜂甲蟲，當其在枝上行動時，見者疑其為黃蜂



黃黑帶蛇。甚毒，體上有黃帶與黑帶相間。

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

為互助的，可以使共同之仇敵捨摹仿者及被摹仿者而不驚動。此解說無不合理之處，然信之者不可不持評判的態度。與上述有關者為『警戒色』與前言之假冒正相反。臭鼬鼠，四喜鵲，珊瑚蛇，可巴毒蛇，鮮色樹蛇等動物，非

逃避的，乃強莽的。瓦勒斯之解說，以爲此誇張與顯著之功用如廣告，使無經驗之仇敵得一深印象，以後可不再擾有『警戒色』之動物。無論如何，設一動物之可畏與安全如黃蜂及珊瑚蛇，則此物可任有何種顏色。

假裝

蘇格蘭歷史中有一段寫一軍隊斬樹而進，假裝樹林以隱其行動。此段歷史曰『白爾南 Binnam 之行林』。與此類似者，他國亦有之。不特此也，海岸旁亦有之。有數種之假裝，似經深思而後行者。沙蟹取海草一塊，齧之而擦於背或腿上，使附著於硬毛上。海草在蟹上繼續生長，不久，使蟹背成一植物園，而蟹不可見。此假裝甚有效，然蟹欲長大，必須脫皮，皮脫則假裝去，而需重製新者。蟹在岸邊之聲名甚劣，他物多知其爲貪食好戰之物。今因背被海草或海綿等不爲他物注意，自可得許多利益，例如偷捕他物及逃避仇敵。

如取狹啄蟹而清潔之，則不久蟹又重複取物以蔽體，此舉動爲本能的。雖每種蟹各有其不同的願取爲假裝之海草，然倘無所願者，他物亦可代之，雖顯著之物如有色布，亦願取而加諸背上。假裝之方法各種蟹不同，有以鮮色不適口，內藏火

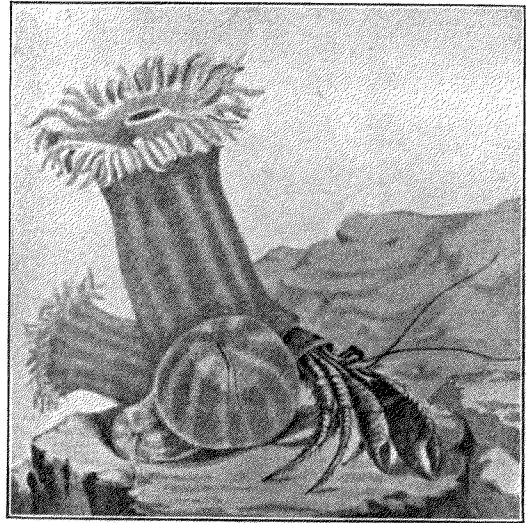
石針之海綿爲假裝品者；有切海啣之被囊，而置諸肩上者；有旋轉於蚌殼中者。隱居蟹塞其輓尾於海螺蛾螺等空殼中，又取海葵附於其借居房屋之上，海葵善刺，有利於隱居蟹之保衛。甲殼類動物且有帶海葵於大爪中，如持武器者，足證上說之不謬。然隱居蟹捕得之物食而未盡者，可供海葵以食料，故隱居蟹亦有利於海葵。二者互相輔助，各得其利。此等事之專門名詞，曰同餐相助。海葵之自隱居蟹所居殼上移下者，初則不豫，繼則靜候，待隱居蟹經過其側，即握之而移上其殼背。

六

別種隱避法

此外，尚有多種不易分類之假冒法。墨魚一羣游泳於海中，極美麗可觀。其行動與變色皆同時而一致。小鯊魚突來攻擊之，各墨魚乃於同時自墨囊發墨。清水之中頓生黑雲，胥克生教授 (Prof. Hickson) 云，墨魚散灰於其敵之眼，幼墨魚出卵後一分鐘即能爲之。

金絲黃雀等鳥能以苔蘚地衣等廢物以假裝其巢，使不易識。巢外且有蛛網少許點綴之。



隱居蟹與其同伴海葵

隱居蟹蓋其軀尾於蛾螺海螺等物空殼中，又取海葵置於其借居之殼上。海葵蔽蓋其體，又能刺，隱居蟹因而得保衛。隱居蟹能行動，易得食物，海葵藉其力而遷移，得其餘食，故亦利於居殼上。此等互助之專門名詞，曰同釜相助。

南美洲林中之樹獼以灣手足指掛其身於樹枝之下，循枝緩行，背向下而腹向上。因其為夜行動物，故無多危險，然當日間靜止時，其蓬鬆之毛狀如林中苔蘚地衣，使其體不易辨。增長此保衛的假冒之效力者，尚有生活於其毛上之綠藻，與潮溼氣候中樹幹及門柱上所生之綠藻同。

夏初路旁草葉之上常見有杜鵑唾。其狀甚顯著，然而一切生物皆不驚擾之。此必為一種假冒，乃小蛙躍蟲無翅幼蟲時代製成者。此蟲以其利口穿破植物之皮，而吸其甜汁，久之甜汁流於全身。乃上下數次，以打甜汁，如人之打蛋然。後又加入此蟲食道中之酵質，及皮上之臘少許於甜汁及空氣之混合體中。此四者混成之物狀如肥皂，可耐長日之熱。

除上所述者外，尙有其他假冒。實則假冒之事極多，足證生命非易為之事業。惠

特門 (Walt Whitman) 云：動物之中無勞役與哀鳴，地球上一切動物無一不快樂者。此言雖近是，然尙有一事，亦爲事實。此卽一切生物如無盔甲武器與權詐，必另有方法以保全其生命；否則滅亡。此方法之一種卽假冒，吾人已例證其天演矣。



蛙 鵲 唾

圖之中央有白物一團，卽蛙鵲唾也。此物之形狀爲肥皂沫，爲蛙躍蟲之幼蟲所製成。此幼蟲居其中，藉白沫以避日熱與仇敵，待成熟乃出，而成有翅之蛙躍蟲。

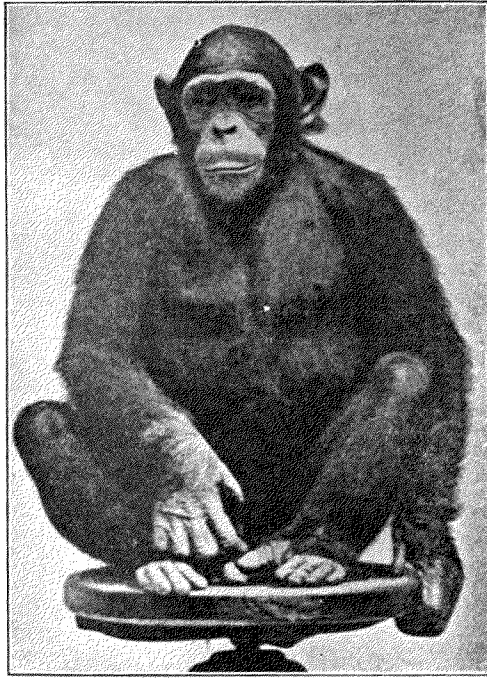
第五篇 人類之上進

國立東南大學生物系主任植物學教授
美國加利福尼亞大學植物學士 胡先驕譯

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

人類與似人猿同出一源之解剖學證據

人類身體之構造與似人猿——如大猩猩，猩猩，黑猩猩，長臂猿等——極為相似。每一骨，一肌肉，一血管，一神經，人與似人猿皆吻合無間。彼守舊之解剖學家與



黑 猩 猩， 坐 狀

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



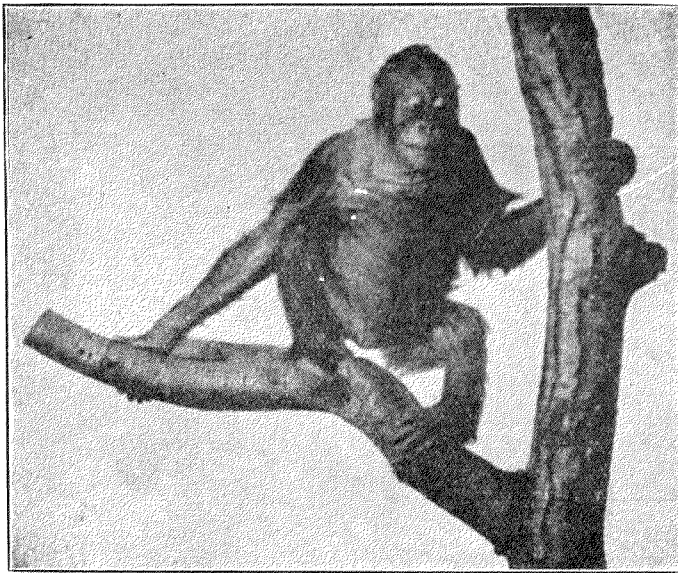
黑 猩 猩， 表 示 其 行 走 之 能 力

注意其臂之長與其腿比較之短。

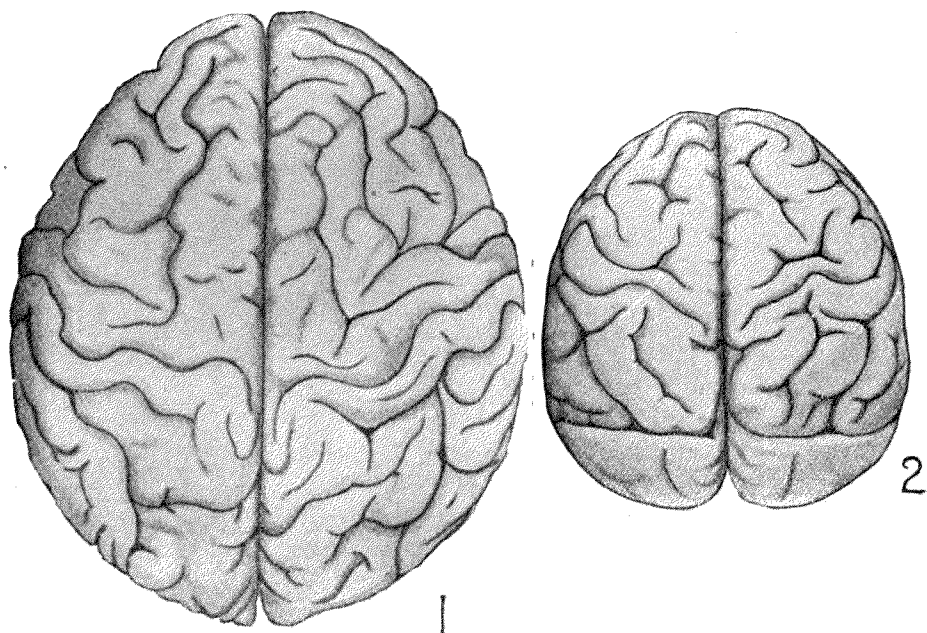
溫爵士 (Sir Richard Owen) 曾有言云：「在彼等之間，有完全符合之構造。」其間固



長臂猿之頭顱與齒皆較他種似人猿爲簡單、但其長肢極合於樹居之生活

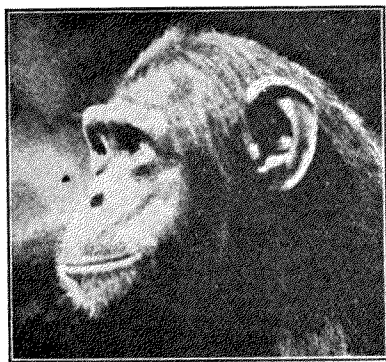


猩猩有一高而圓之頭顱與一長臉



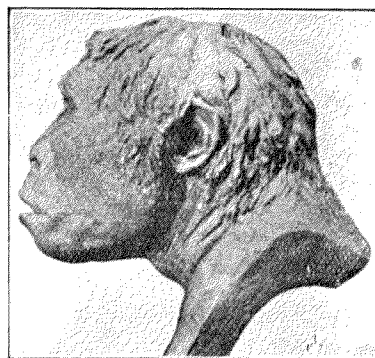
人腦 (1) 與黑猩猩腦 (2) 之表面觀

人腦較大較重，較似屋頂狀，有較多較複雜之摺文。



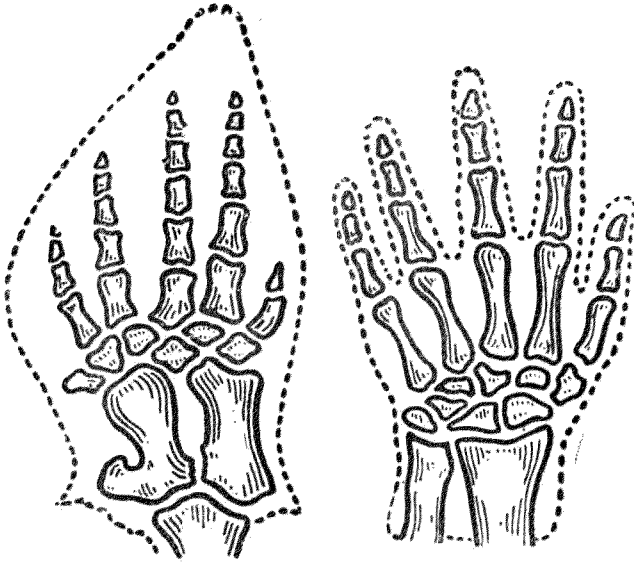
黑猩猩頭部之側面圖

(試與右方之圖作比較。)



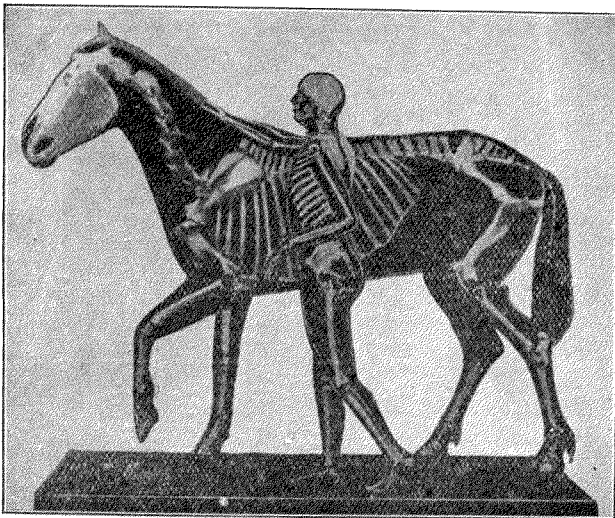
爪哇猿人由頭蓋骨重造之頭部

之側面圖



鯨之鰭與人之手
二者之骨與其排列皆極相似，而二者之結果大別。鯨指骨數目增加為一特異之點。

自有不同之處，但皆無大關係，惟人之腦則甚大有時三倍於大猩猩之腦。人類之腦平均重四十八英兩；而大猩猩之腦，最重不過二十英兩。人之腦蓋之容積至少不在五十五立方英寸之下；在猩猩則為二十六立方英寸，在黑猩猩為二十七立方英寸。吾人固非謂人之特性可以數量計之，但為思力之中心之腦即以容積重量計之，亦遠在似人猿之上也。

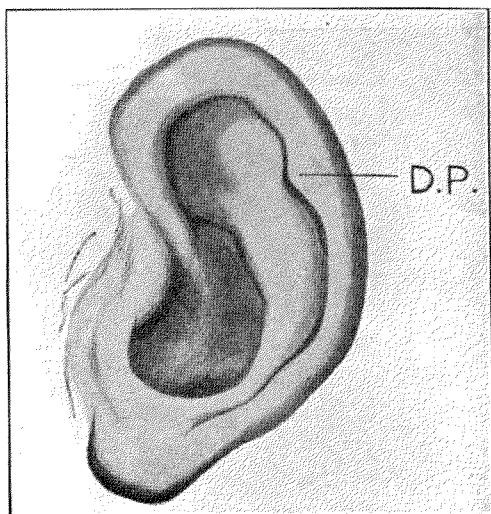


人與馬之骸骨之比較

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

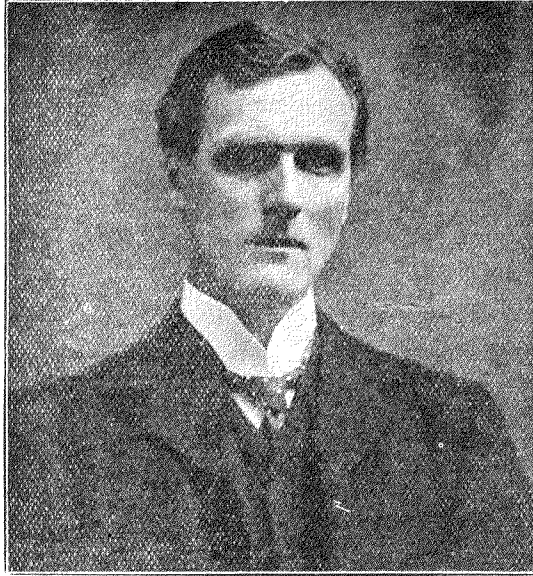
在嬰孩時期已過之後，惟人爲能完全直立；其載有重腦之頭，不如似人猿之向前垂墜；或因其直立之故，發音之器官亦較爲發達。與似人猿較，人有較大較直立之頭，較少向前突出之面部，較小之顴骨與眉稜骨，較整齊之牙齒。至下頰則爲人類所獨具。惟人之足蹠爲能完全平鋪於地上，其大脚指與其餘之小脚指平列，且較猿類有一更大之足踵。頭之形狀之變遷與腦之增大有關，而嘴部面部之縮小，則由於手可不供支柱身體之用，而漸變至便於取物以入口也。

吾人素知人類之衣服常有昔時之制度，雖其功用已早消失，而尙留存至今日者；如早餐服背後腰間有二鈕扣，蓋昔日以之扣衣角者；又袖間亦有鈕扣，亦昔日供挽卷袖口鈕著之使不脫落之用者。人體亦有同然之處，蓋不啻一古物陳列所焉。有數解剖學家，曾記載有百餘此項退化之器官，雖此數或過高，然其名單之長可以想見。在人之內眼角有一極小之附屬物，——在數種民族較他種民族爲大——是爲退化之第三眼睫之遺跡，供清潔眼珠之用，在多數哺乳動物皆甚大而極發達者也。如在牛與兔，吾人極易見之。在人與猿猴則爲無用之退化物，其所以退化者，則由於在人類與猿猴，上睫運動較爲靈便之故。人類之有退化之第三眼睫一事，卽足證明其與他種哺乳動物之關係，但此不過衆證之一耳。有數種在討



人耳上之達爾文點(有D.P.為記)
 在幼稚之猩猩，其與達爾文相合之處
 尚在耳之尖端也。

論人體文中曾論及之，但吾人可於此言及耳廓之退化肌肉，是人之與吾人習見於馬騮逐腹部飛蠅時抽搖皮膚之肌肉相同者；及人之尾閭骨，是在生七星期之胚胎且較腿部為長者。吾人雖不必全信大小腸接連處橫生出之盲腸完全無用，然可斷言其為日趨於退化之器官，蓋在人類極早之遠祖，此必為甚大而有用之腸也。在多種哺乳動物如兔等，此盲腸在體中乃為極大之器官，其蟲狀之附屬物生於甚遠之末端。在人類則惟此附屬物尚存在。尤有趣者，在猩猩，此物乃較人類所有者為長，此物且如一般之退化器官，其形狀大小常有差變。此種差變之壞結



人種學教授開士爵士之像

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



八

長臂猿，猩猩，黑猩猩，大猩猩與人骸骨之比較

果有時乃爲人體之害；盲腸炎之所由來卽以此故也。達爾文以爲此類退化之器官如英文中無音之字母，如 leopard 字中之 o，doubt 字中之 b，reign 字中之 s。此等字母已無用，但足以詔吾人以此數字之歷史。人類之退化之器官亦能昭示人類之譜牒。此等器官必爲歷史與天演之遺跡。舍是，蓋無法能解說其所由來也。

男子常較女子多在耳之內緣上有一錐狀突起，此物極其有趣。蓋爲下等哺乳動物尖耳之末端退化所成者，此點名之曰『達爾文點』。蓋達氏所發明，而謂爲『在人類青年時期危險紛亂之日所遺留之表徵』者也。

二

人類與似人猿同出一源之生理學證據

人體每日之作用，幾完全與似人猿者相同，且人與猿共患同樣之疾病。人類所特有之病之細菌，亦能侵害猴類，如肺癆病之細菌是。達爾文示知人類各種姿勢與面貌之表現，皆可於猴類中見之。發怒時上脣簇縮，露出尖牙，所謂切齒之一舉動，亦其一端，惟此性在他種哺乳動物亦有之，——如犬是，而犬乃距與人同源之似人猿甚遠者也。

若以人血注射入犬甚或猴類之體中，則有仇害他血之性，能毀壞其紅血輪；但若注入黑猩猩體中，則可以和諧混合。此真可謂人類與似人猿有血統上之關係矣。但有更精巧之試驗。若將人血注射入兔之血清，二者可以混合，而成一雲霧狀之沈澱。若以似人猿之血注入兔之血清，亦起此種同等之沈澱。若以美洲猴之血注入之，則在甚長之時間始微起昏沈之狀，而無真正之沈澱。若以與人類相去最遠之『半猴類』所謂狐猿者之血注入之，則不起反應，或起極微之反應。若注以與似人猿絕無關係之哺乳動物之血，則全無反應。故如最著名之人種學家施華白教授 (Prof. Schwabe) 所言：「於此試驗，不但證明照字面解說人與猿類有血統關係，即其與各大羣猿猴關係之親疏皆可於此試驗證明之，初無疑義之可能。」吾人於此可懸想，假如達爾文能目擊此類之試驗，其欣喜將如何也。

人類與似人猿同出一源之胚胎學證據

在個人之發達，人類似重經歷其世系之歷史。其在胎中九月發達之程序極近似各種似人猿胎兒發達之程序。在荒年或圍城中所生之嬰兒，有時似尚未發達完全，而面貌行爲亦嘗有類猴之處。吾人苟至育嬰堂一觀彼受有障礙阻滯或紛

擾之發達，嘗令人懷於顛墜於天演之峻絕梯階之下之可慮，即在成人每有重大之神經擾亂，如『礮彈震驚』之類，亦爲返於獸性之表徵。吾人習見普通之嬰孩，每有可驚之握力能表現其往史。魯濱孫博士 (Dr. Louis Robinson) 之精密試驗示知生三星期之嬰兒攀緣於平列之棍棒上，能自懸其體至兩分鐘之久；有多次從不表現愁苦之狀，必至握力不足將墜落時，始行啼哭。此種堅強之握力證明有一時期，嬰兒必須攀緣於居樹間之母身上也。人類之尾，在成人，其四五脊椎連合爲一，生於脊骨之下，謂爲尾閭骨，平常皆藏於肌肉之下，但在胎中則尾露出體外，且能自由運動。又胎兒生長直至第六個月，身上尙全滿被有頗長之胎毛，至誕生之前，則已脫落。此爲平常發達必經過之一階級，可認爲人類天演史中一時期之重現。吾人更有一印證，即今日完全無毛之鯨，未生之胎兒亦有密生之毛；故對於人亦可加以同等之推論焉。

同時吾人須知平常所流傳對於此現象不經意之解說，以爲人之胚胎發達時，有一時期似一小魚，稍後之一時期，則似一小爬蟲，再後則有一時期似一小原始哺乳動物，最後則似一小猿猴；有二大謬誤。此說第一謬誤爲所能與人胎作比較者僅爲魚與爬蟲與哺乳動物等等之胚胎，而非長成之魚與爬蟲等。其相似之處

爲胚胎之構成。當人胎初具脊椎動物之重要性質，如脊椎與腦時，即可與下等脊椎動物之胚胎發達至此之時期相比。至稍後之時期，如其心在將變成哺乳動物四房之心時，則可與鼈之心相比，鼈心蓋從未多過於三房也。其要點在造成體中之器官，如腦與腎等時，人類胚胎所經過之歷程，與低下之他種脊椎動物之胚胎所經過之歷程極相吻合，但在以後繼起各時期，則距此等動物愈遠，先距最低下之動物較遠，逐漸而及於較高之各羣。人類之胚胎從不似一小爬蟲，但其發達之器官，曾經過與下等動物所經過之同等時期極相似之時期，亦即以表示其在遼遠時代出於下等動物也。

其第二謬誤爲每種動物包括人類，自始卽有其個性，此卽其所獨具之性質。可謂之爲種性，卽每種動物但爲其自體而非他物也。故在人胎之發達，雖與猿猴哺乳動物之胚胎，甚至在最早時期與爬蟲與魚之胚胎有極相似之處，然究須認定吾人所研究者，自始至終，爲人胎，而具有其獨擅之特性者也。

無論何人，皆肇始於一單獨細微之卵——一受精卵，斯爲百千萬年來之一大寶藏。在此百二十五分一英寸之生活微體中，乃蘊蓄有吾人所不能夢想之奇秘，包括人類所有之遺傳性，其父母祖先以及其極長未成人以前之世系之遺產。達

爾文嘗謂蟻類針孔大之腦，爲世間最神祕之質點，但人類之卵尤爲神奇。其所蘊蓄之可能性較任何物質爲多；然苟不受精，則不能生活。受精卵分裂更分裂；造成一細胞球，一細胞囊；逐漸則分工現象爲其常；造成神經系，消化系，肌骨系，骨骼等等，逐漸進行以達於所謂分化之域。在貌似之簡單中乃產出顯明之繁複。在二千年前，亞里士多德已發明在孵化之雞卵中不久卽生有跳躍之心！此則在無生命之世界所未有者也。在發達之人胎中，在其食道上形成一骨骼狀之棍形物，謂之爲背索。此卽下等脊椎動物惟一之支柱中軸。最奇特者，此物並不變成爲脊椎動物最主要性質之脊椎。此背索爲原始脊椎動物之支柱中軸，如鰕螭魚（*Lancelet*）八目鱒魚（*Lamprey*），卽此類動物也。在八目鱒，甚易解剖；分出之，爲一長軟骨狀之棍形物；其外則圍有一鞘。在大多數之魚與所有之高等動物則變爲脊骨。最有趣者，則背索雖在此數支動物之長成時，僅爲退化之遺跡，但在彼等之胚胎，從未有不具此物者。卽在人類胚胎中，亦有此支柱軀體之原始中軸。此物倏現倏滅，至成人則僅有微末之蹤跡。除或能於爲其替代物之脊骨之發達予以一種刺激外，吾人不能言其有何功用。此物僅爲一創始之支柱物，但爲往史最佳之遺跡焉。

再舉一例，卽足充分證明陸爾教授（*Professor Tull*）所謂在處胎之黑暗中成

就之奇異變遷，云能於極短之期間，將人類遠祖在地質往史黑暗時代所經過之大天演步驟重演一過者。在人胎之頸旁有四對裂縫，名爲內臟裂口，自食道之頂端向外面開裂。其來源極易證明。蓋與魚類與科斗之鰓同等者也。但在爬蟲類，鳥類與哺乳類乃與在魚類與兩棲類異。此裂口乃與呼吸無關，實爲完全無用之物，惟其第一裂口乃變爲連耳管與喉之耳喉管，其第二三裂口則與一奇異器官名爲胸腺者之發達有關耳。然此類鰓口至今尙存在於人體中，乃將其遠祖在數百萬年前居於水中之歷史，猶保存之焉。

證以所有此類各種之證據，吾人可斷言人類出於似人猿之一族，而翹然孤立於衆生之上。達爾文人類之世系結論云：『吾以爲雖以人類所有高貴之美德，對於最墮落者皆有同情心，其仁愛不但及於他人，且推及最微賤之生物，其似神聖之智慧，至將太陽系之組織與其運行之祕皆窺破之——雖以如此偉大之能力——吾人尙須承認人體中猶稟賦有其低下來源不可湔伐之跡象焉。』吾人須知此觀點所承認者，不過人類與高等猿類同出於一祖。彼以人類出於猿類之說爲可憎厭者，須記憶此學說所包括之意義不止於此，蓋人類出於經過數百萬年試驗淘汰所成就之族譜，爲全生物界呻吟勞苦之結果焉。關於人類之智力，藍開

士脫爵士 (Sir Ray Lancaſter) 曾云：『學者意見，有認人類爲在自然主宰豫定計畫之逐漸開展中能自闢蹊徑者實亦不謬。』然無論如何，吾人須以意見遷就事實，不可以事實遷就意見。一方面人類超處萬物之上，與之子然有異，固爲一種事實；一方面人類由有進步之似人猿之一支，進化而來，亦一種事實也。自然學家已曾發掘人類遺骸之洞穴，與人類化石之巖石，既已不少；但足令人神王，則吾人所發見者，乃爲上進之歷史，而非後退之歷史也。巴士恪 (Pascal) 之格言極有至理。彼云：

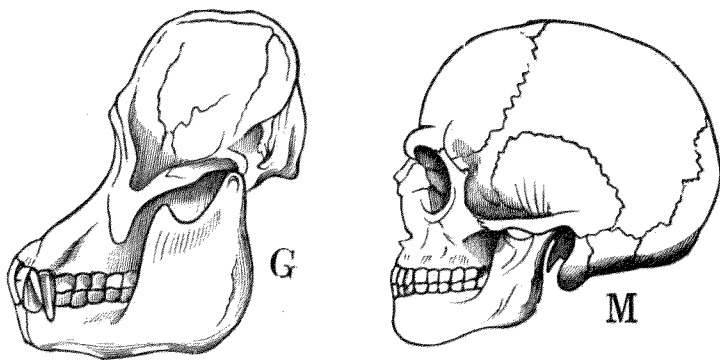
明白詔人以其與禽獸若何相似，而不於同時告之以人類偉大之美德，乃極危險之事。然但告之以人類偉大之美德，而不令之知其卑賤之來源，亦非得策。使之兩無所知，則其害尤大。若使人承認此兩種之事實，斯極有利益焉。

三

人類之世系

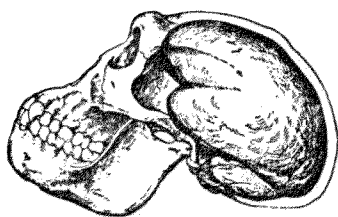
吾人所舉列解剖學，生理學，胚胎學事實之證例，皆指明人類與猿猴血族上之關係。此類動物，吾人謂爲猿猴部，今所欲知者，爲此部動物於何時何自而生。巖石

之紀載乃解決第一問題：猿猴類大約在第三紀之始新世之初元，禾本科漸遍布



人與大猩猩骷髏之比較，M爲人之骷髏，G爲大猩猩之骷髏
注意大猩猩骷髏面部之突出，大眉稜骨，平塌之腦殼，巨大之下顛，大而尖銳之大齒。注意人骷髏極發達之額，隆起而大之腦殼，喙之失去，下頰之顯明，以及其他性質，以別入與似人猿。

種證據以證明之，在
今日上述
之各處，尚
有多種猿
猴子裔焉。



爪哇猿人之骷髏與其腦殼爲馬格刺哥 (J. H. McGregor)

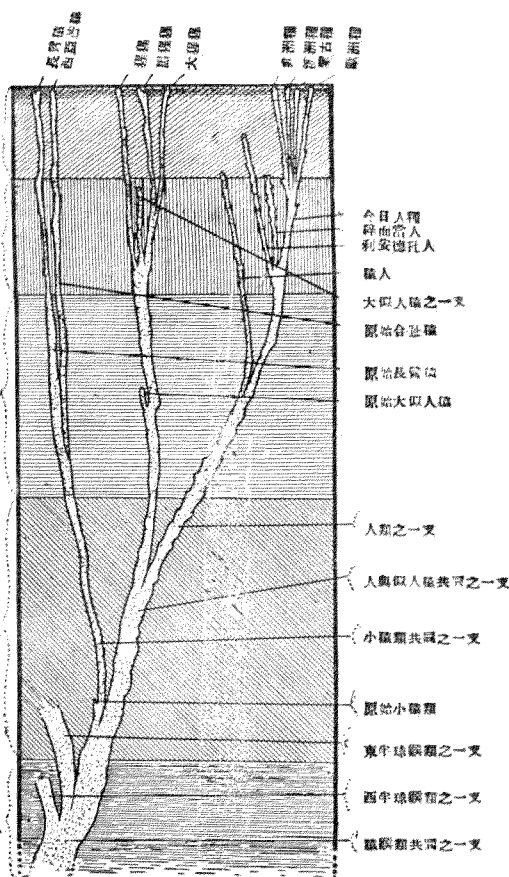
由所發見極少之遺蛻重造者

此重造模型表示一平塌之額與

顯著之眉稜骨。

於大地時發生。其始祖策源地爲兩半球之北
部，逐漸遷移至非洲，印度，馬來羣島，南美洲等
處。在北美洲不久猿猴類即滅亡，稍晚在歐洲
亦然。在第三紀之下新世，此等處重爲南部之
猿猴所移殖，至第三紀之上最新世時，猿猴類
重行滅亡，人類乃出。對於陸爾教授以爲在亞
洲，非洲南部與南美洲，猿猴類在第一次向南
大移殖後，有繼續不斷之天演之學說，頗有多

至第二問題：猿猴類何自而來，則其答案多屬於懸忖。但食肉類與猿猴類或同



擬議之人類與猿猴類系統樹

於一普通之食蟲類之說，殊為可信。此部後分為兩支，一為狩獵於地上之食肉者，一為居處樹上食果者。食蟲動物如鼯、樹鼯、刺狨、鼯之類之為易於變化而前進之哺乳動物，固無疑義也。

後此之發達，厥為自

猿猴類之正幹分出多枝。第一為南美洲之猿猴自成一類，再則為舊世界之猴類如馬喀克猴與狒狒之類。再過若干世紀至第三紀之漸新世，正幹上乃分出現在之小似人猿，如長臂猿，西亞芒猿所代表之一支。更後，乃發生大似人猿，大猩猩，黑猩猩，與猩猩等。所賡者為一支普通半人類之族裔與所有之猿猴皆不同者，吾人

之遠祖亦包括在內。此半人類之族究於何時發生，尙無確說，有謂出於第三紀之中新世者，有謂出於第三紀之上最新世者。有人估計在五十萬年以前，有人估計在二百萬年以前！實則年代之問題尙無科學之論斷能決定之也。

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

人類樹居生活之經過

於此吾人可研究人類巢居生活之經過與其遷居地上之歷史。姜士教授 (Prof. Wood Jones) 曾詳細證明人無直接四足之遠祖，而其所屬之猿猴族裔自發生之初卽居樹間。彼證明人類最近之遠祖所具之特性，皆由於長期樹居生活中得來。樹居之第一利益爲養成兩腳直立之姿勢時（非如樹獼等四足之姿勢），手乃得運用之機會。兩腳爲支柱與攀援樹枝之器官，手則自由可向上攀援，或懸挂枝上，摘取果實而持之入口，或抱持幼兒於胸前。如此，自由之手乃變爲具有普通而非

具有特別功用之器官焉。

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

樹居生物之另一影響卽爲頭向左右振轉之能力之增加，此能力對於聆聲察物有莫大之利便。又使胸背變爲扁平，而胸膜之運動逐漸無與於肋骨之運動而與呼吸有關。觸覺日變爲重要，嗅覺之功用日減；腦之受手與耳目之感應之部分較其受嗅覺器官之感應之部分逐漸變爲重要。最後，則因必需抱持幼兒以行動於樹間之故，使家族關係加重，而宜於溫和性情之發達。

有人或謂此說對於樹居之影響過於重視，今日尙有多數樹居之動物，其冥頑不靈如故也。對於此批評有二答語：一爲半人類始祖樹居天演之結果，有以使腦

益發達而爲人類適於生存之豫備；二則由半人類以變爲人類，或與重返於地上生活有密切之關係。

陸爾教授所著之有機天演(Organic Evolution)書中曾謂，在三世紀之中新世與上最新世，地球上之氣候有以迫半人類之後裔離樹而居於地上，不知不覺取得於人類繼續發達極端重要之步驟。陸地之增高與繼之而起之乾旱有以使森林之減少，因而迫猿人返至地上。『而結果，人類乃代興。』

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

有人謂自半人類變爲人類，其中經過甚大不連續之變異，如今人所謂爲突變者，而此突變多關於腦與發聲器官之發達，其說固甚有理。但在得有樹居之利益，強迫降地之刺激，與進化之腦與發音器官外，吾人尙可察見他種輔助之以成功之附帶原因。或因無強盛之膂力，乃使之倚賴機智；嬰孩時期之延長能輔助其父母溫和之性；族類感情之強盛有以助成家庭與社會生活之進化；此在原人中多半皆卑下不發達者也。俗諺云：『非人造社會，而爲社會造人』蓋深有至理焉。

以下所述者，則爲各支原始人類之出現與其逐漸上進爲今日之人類。

四

試驗之人類

以上所述，爲半人類之淘成與其逐漸之變爲人類；自猿與人類之遠祖變爲人猿，由人猿變爲人類。但此種淘汰現象實已更進一步，蓋在今日之人類之先，尙有

數支人類也。

(1) 最早者爲少量化石所

代表之猿人 (Pithecanthropus

erectus) 在爪哇化石中覓得者。

推究其時代，約在第三紀最新

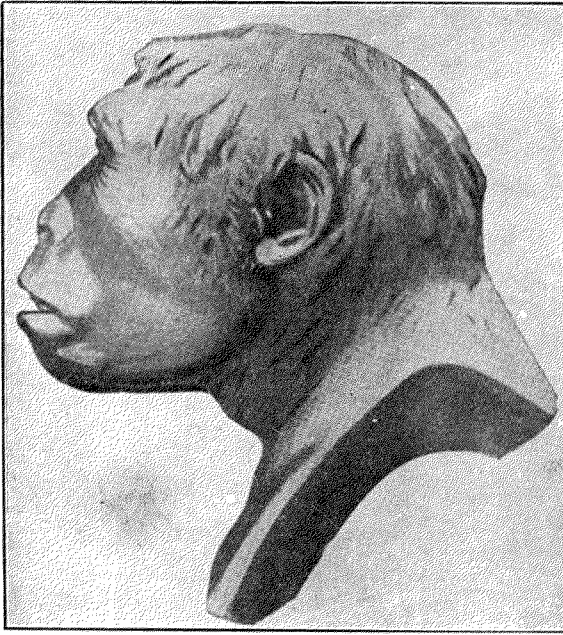
世之末或冰期之初；以年計，或

在五十萬年以前。其骨與數種

已滅絕之哺乳動物之骸骨在

一處覓得。最不幸者，此猿人所

留存者僅爲其骷髏之上部，一



爪哇猿人頭顱側面圖——人類上進正支之最早一旁支

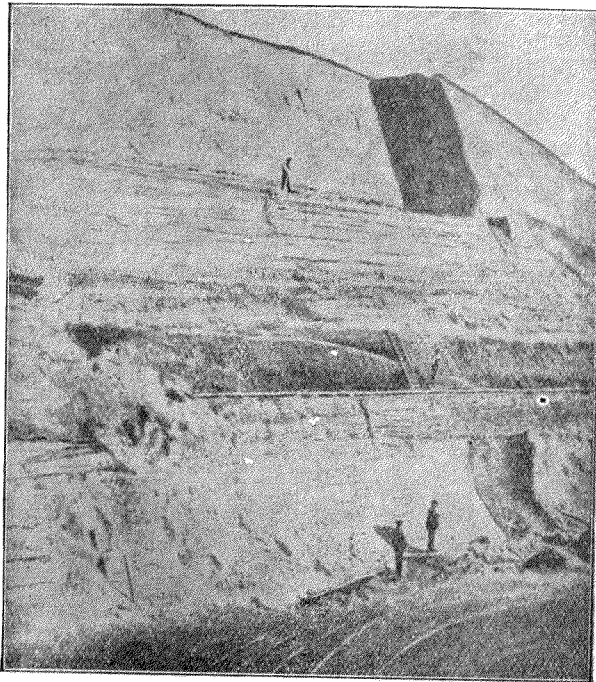
所尋獲者爲一頭蓋骨，一脛骨，二齒，似存在於後最新世之幼年 約五十萬年以前。



爪哇人頭顱面貌之重造

脛骨與二白齒，故專家對此之意見常不能符合。有人謂此爲大長臂猿之遺骨，有人則謂屬於人類以前之猿人，有人以爲屬於旁支之原始人類。開士爵士 (Sir Arthur Keith) 云：『猿人者爲一身材姿勢以及各部分俱似人，獨腦不似人之物。』其脛骨證明其高約五英尺七英寸，較今日人類之平均高度約短一英寸。其骷髏示知一低平之頭顱，凸出之眉稜骨，腦之容量約當今人三分之二。此遺骸爲杜波瓦 (Dubois) 於一千九百九十六年在爪哇中部突林里 (Trinil) 地方覓得者。

(2) 第二支則爲海得堡格人 (Homo heidelbergensis) 爲薛騰札克博士 (Dr. Schoetensack) 於一千九百零七年在海得堡格附近發現者。但其遺骸僅存有下顎與其齒。與之俱者有多種在歐洲久已絕跡之動物，如

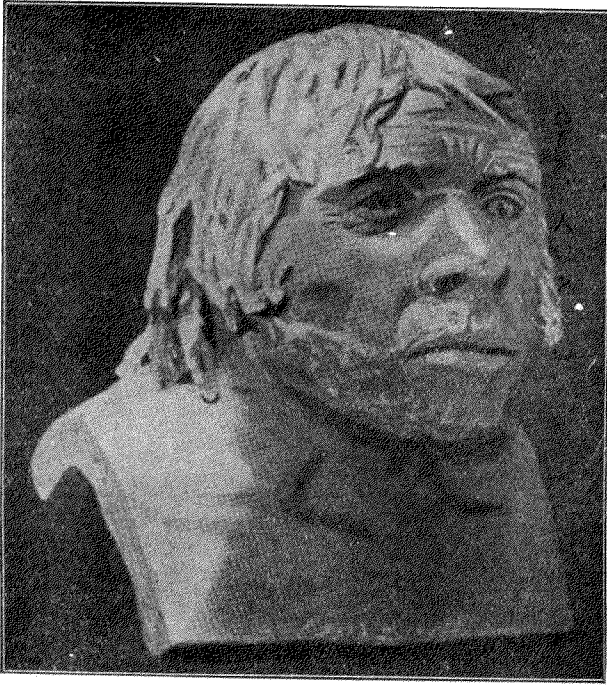


海得堡格附近毛爾地方之沙穴爲海得堡格人種下顎發現之處

有一白×處卽海得堡格人下顎發現之處。

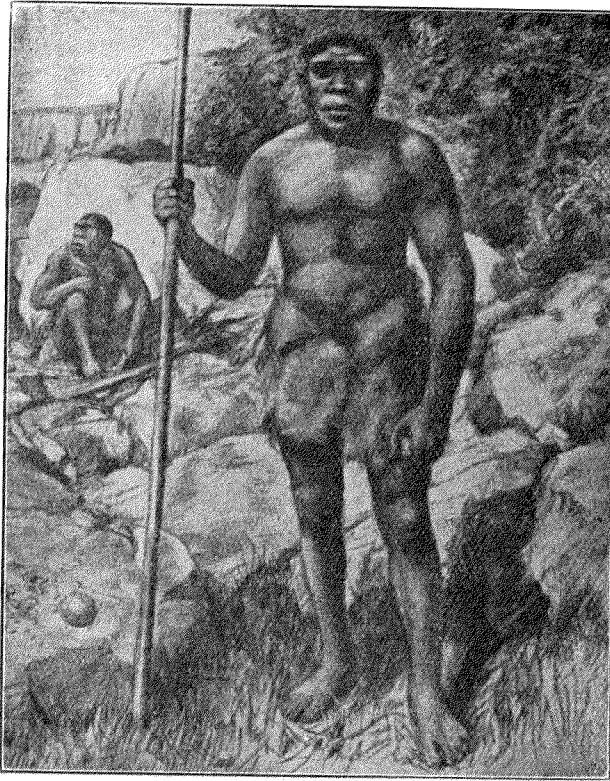
象，犀，野牛，獅等。以其情形觀之，其年代約在三十萬年以前。其旁且有最粗簡之石器。其齒顯然屬於人類，其牙牀骨則介乎人與猴類之間。蓋其下顎乃缺然無有。據多數專家意見，海得堡格沙洞中之下顎所代表者，爲人類上進正統之一旁支之低簡族裔也。

(3) 于八百五十八年，在距杜塞多夫 (Dusseldorf) 甚近之利安德托山谷，發現



下白峨聖 (La Chapelle-Aux-Saints) 之利安德托人
此種人在第三冰期間時代至第四冰期生於歐洲。此種後忽然滅絕，爲今人一類如克羅馬拿人所代。多人認利安德托人爲另一種。

一種利安德托人 (Homo neanderthalensis) 之骸骨，此種人大約發生於第三紀最新世。有數學者謂利安德托人在二十五萬年以前居於歐洲。在比國司派地方 (Spy) (故謂之司派人，在法國，在克羅梯亞 (Croatia)，吉布那他 (Gibraltar)，亦陸續發見，故對於利安德托人知之較詳。其肢體頗鬆弛，身材短而姿



和勒士脫(A. Forestier)所重造之羅得西安人(Rhodesian man)之圖，其骷髏發現於一千九百二十一年。

注意其突起之眉稜骨，突出之上唇，大眼眶，位置恰當之頭與強健之肩。

蹲下之人係在用石碎種子，其碎種子之石器置在其右方。

態蹣跚；但手藝頗精，其所造石器甚精工而有特別之式樣。已知用火；葬埋其死者極有敬禮，以各種器物殉葬，若以供其長途旅行者然。其腦甚大，但其眉稜骨大而突出如猿類，其上下顎亦極粗厚，其『軀體之構造頗多猿類之性質。』在多種要點，其構造皆與近今之人類異，而與似人猿相同，因之可斷為人類正統旁出之一低簡族裔。赫胥黎認利安德托人類為今日人類之低單族裔，但專家之意見似與

哥爾委(Galway)

之金維廉教授一

(Professor William

King)一在一千八

百六十四年所主

張之意見相同，以

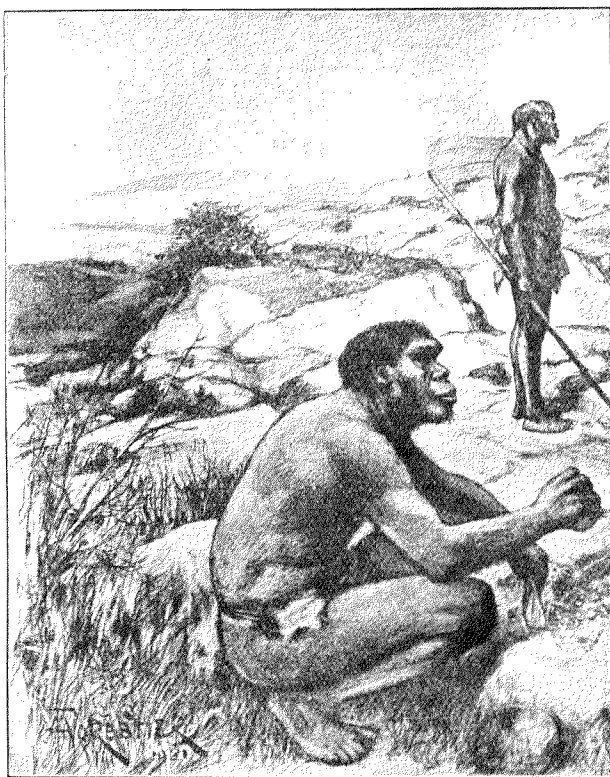
為利安德托人代

表人類上進之正

統旁出之一人種。

在第四冰期之末，

此種乃忽然不見（如數種今日野蠻之民族；）但頗有事實證明，此種人尚未盡



和勒士脫所重造之羅得西安人之圖其骷髏發現

於一千九百二十一年

立於前方之人手持一木棒，表示直立之姿勢與直足，其左手持一石器。

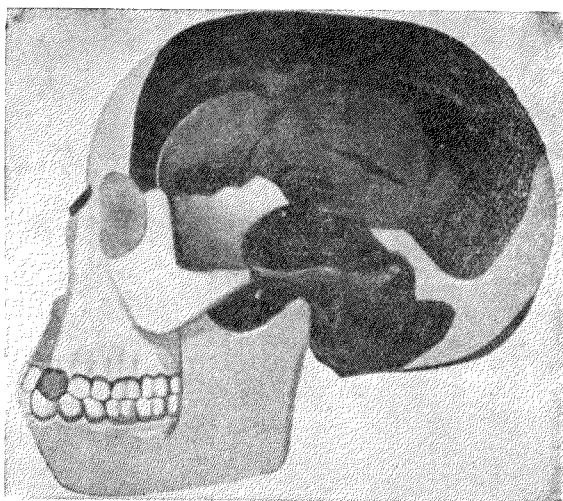
在左方坐著之人之後，可見入洞之門。此種新發現之羅得西安人可視為利安德托人種之南方代表，或在利安德托人種與今人之間已滅亡之種族。

滅亡時，今日之人類已出現為其後繼人焉。

（4）另外

有一正統之旁支，是為一千九百二十年在蘇塞士（Sussex）所發

現之辟而當人（Piltdown man）所留存者為頭蓋之殼，證知其腦甚大而顱額甚高，無利安德托人與猿人突出之眉稜骨。同時發現一齒與下顎之一部，但此兩物或屬於猿類，蓋與其頭蓋骨之情形相去甚遠也。辟而當人代表在英國所覓得最古之人類，吳德洼德博士（Dr. Smith Woodward）為之另立一新屬（Eoanthropus），以為



辟而當骷髏所獲得者僅有黑色之部分包括腦壁之一部與鼻骨

有人認與之同時發現之下顎之一部與一犬齒亦屬於此種人。此種骷髏為一千九百一十二年在蘇塞士之鄂母士樂土中發見，平常認為較印安德托人為早。有人謂辟而當人生於第三冰期間時代，約在十至十五萬年以前。

辟而當人與今日人類天演之系統相去甚遠。若所發現之牙與下顎誠屬於辟而當人，則為人類與猿類性質極奇異之連合。至由頭蓋骨而得對於腦之觀察，開士爵士云：

所有今日人類之腦之緊要性質，皆可於此腦型中見之。有數點固須認為低簡；但其構造之情形，與今人之腦，幾無分毫之差別。只須略為更改，即足使之完全為今人之腦。雖吾人

對於人腦之智識極為有限——有大部分區域吾人不能斷定其確切之功用，——但吾人可斷言構造如此之似吾人之腦，其所被感應之外境，亦必與吾人同。辟而當人見聞思感與睡夢，要與吾人大略相同也。

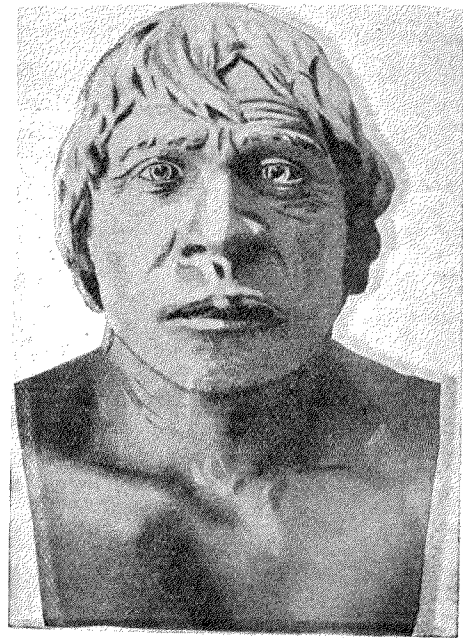
據最保守之估計，此種人亦生在十五萬年以前，有謂在二十五萬年前者。對於人類發源之時期，言人人殊，初無定論；惟所可知者，厥為數十萬年以前近

今之人類與其他古代人類大有異也。其予吾人之普通印象極大。在荒古之世，猿猴類已向他部哺乳動物中分出；發生多數試驗之支裔，結果則產生多種之猴；自後則將猴類撇之於後方，正支仍繼續前進，復產生各種大小之似人猿。再則彼等亦撇之於後，正支復爲他種之試驗，是爲

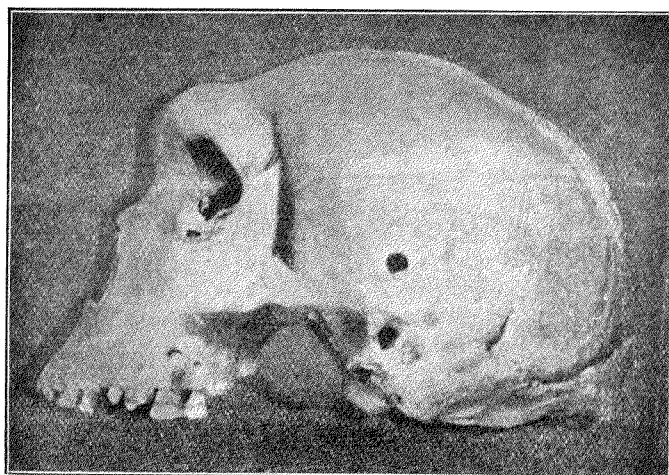
吾人所發見之爪哇，海得堡格，利安德托，辟而當各人類。此諸種皆非至佳之產物，僅代表試驗之人類，各雄長一時代而終於滅亡。蓋吾人之前鋒，而非吾人之遠祖也。人類之正支繼續前進而發達，至今尙無能預言此後更有若何驚人之進步焉。

原始之人類

今人式之古代骸骨曾發現於多處，如多當（Dordogne）之孔博恰白（Combe Capelle），肯特（Kent）之加來山（Galley Hill），白立各德（Perigord）之克羅馬郎（Cro-

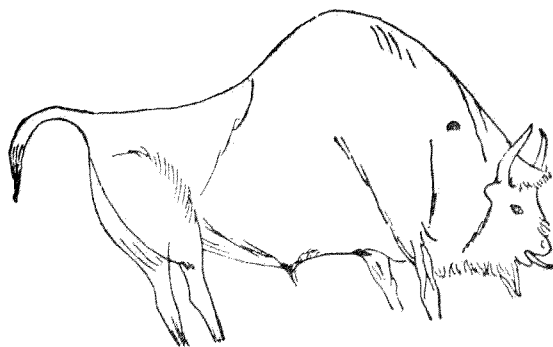


辟而當人生在利安德托人之前或生在十至十五萬年以前



一千九百二十一年在北羅得西亞之破山洞中所發現
之史前骷髏

宜注意者，爲顯著之眉棱骨與厚大之臉。頭顱不如今人之隆起，但其腦量遠在人類最低量之上。牙表示最有趣之腐爛狀況，爲史前所無者。此種人或爲前此僅在歐洲發現之已滅亡之利安德托人之非洲代表。



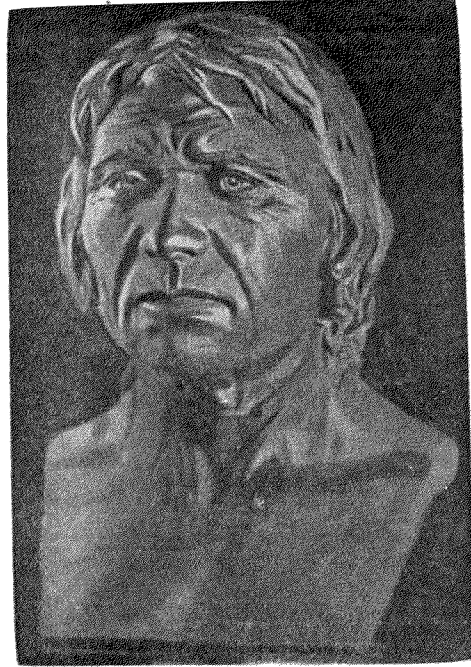
食草之野牛畫極精細繫於北西班牙阿爾登末
拿洞牆壁之上

此爲克羅馬拿或獐鹿人所作，在冰期後上後最新世之時，約在二萬五千年以前。其作此圖畫鐫刻時，必用火炬之光。

Magnon) 律衛拿 (Riviera) 之孟湯 (Menton) 等地方皆發現此等骸骨；尋常皆謂爲『穴居人』或『古石器時代人』其頭顱甚大，額甚高，下頰極明顯，其他形狀亦如今人。彼等始爲真正之人類之與吾人相同者。其在法國與西班牙洞穴之石壁上所作有精彩之畫，證明其有藝術思想與技能。其所雕刻裸體之石像亦曾經覓



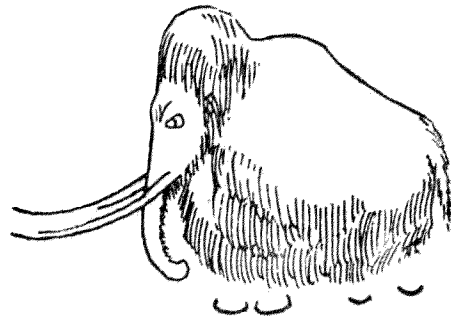
照片表示在般河 (Beune) 邊之方德泉 (Font-de-Gaume) 洞之窄口。全洞之牆密鑿有各種圖畫；在左壁上為二彩色之野牛像。此大美術館中有八十餘圖，表示野獐鹿毛象之類。



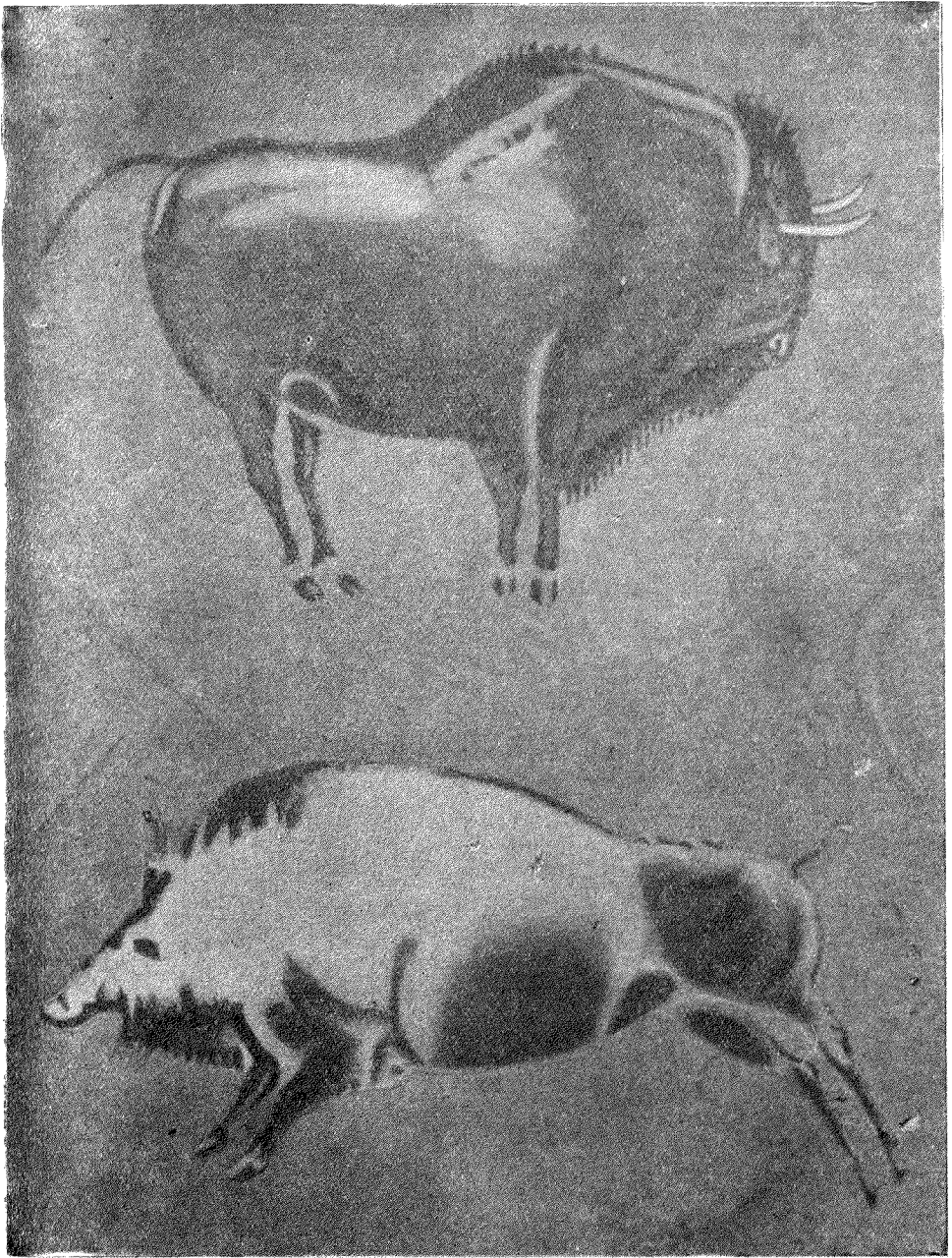
克羅馬拿人代表一強壯賦有美術性在上後最新世居於法國之人種，約生於二萬五千年以前。

此種人或與利安德托人先後同時，甚或互有婚配。或今日尚有此種人種在，但此種之全體則已衰弱，而自東方移殖之民族重布於歐洲。

得。其繁複之葬埋風俗，證明其有死後之生命之信仰。彼等造各種石器——刀、鏟、雕刻器等，所謂古石器時代之器具，表示極有趣之技巧等差與式樣之特性。此等穴居人生第三



方德泉洞牆壁上之毛象圖。毛象之時代在中後最新世，為利安德托人尙盛之時，或遠在三萬年以前。



西班牙北部阿爾登末拿洞 (Altamira) 頂之圖畫表示一野牛與一奔跑之野猪
此種美術圖畫，長約二英尺，為克羅馬拿人 (Cromagnardo) 又名為獾鹿人所繪。此種人
生冰期後之上後最新世之時，在新石器時代人種之前。

第四冰期之間，與穴居熊，穴居獅，穴居靈貓，毛犀牛，愛爾蘭麋鹿，及其他今已滅絕之哺乳動物同時，其時代約在三萬或五萬年以前，有人謂更早遠焉。此種古石器時代穴居人類大腦之骷髏，竟無一種形狀可指之爲低簡。其牙齒之形狀大小，與其後一千代之子裔相同，且亦患齲瘍焉。此種歐產強健之古石器時代之穴居人，曾與利安德托人同時並存，當無疑義；而利安德托人之滅亡，或因此種人直接間接有以速成之。最奇異者，則此種人似無久占歐洲之能力，逐漸消滅，至今日或僅在零散之區域尙有子遺耳。此族人漸滅後，歐洲或爲亞洲民族所移殖。平常一強健之種族，初無天賦之生理缺點，可斷其必有衰落之一日——多種動物常溯源於數百萬年之前，——但在人類歷史上之事跡，則每每一種民族經過一極強盛之發達與成功之時期後，卽隨以一衰落之時期，有時竟漸滅至不成一種族。此種族漸滅之原因，常不明瞭，有時由於環境，有時由於稟賦，有時由於競爭。有時則因輸入一種疾病，如瘧疾之類，有以致之。

在冰期過去之後，大約在二萬五千年之前，古石器時代之文明乃爲新石器時代所取而代之。彼製造粗劣但有時甚美觀之石器之人，乃爲造琢磨石器之民族繼承或取代之。蘇格蘭最早之居民，則屬於新石器時代之文明者，在大冰川之冰

田退盡之後，乃自歐洲大陸遷至此島。其骨殖嘗與『五十尺灘』相連，是灘在今日雖高而乾燥，在新石器時代初年固爲海岸也。對於新石器民族，吾人知之頗詳。彼爲獵人，弋人，與漁人，無畜養之動物與農業。其身體矮小，較今人約低二三寸；其生活極其活潑而勤苦。同時在南部，開士爵士爲吾人描寫一在肯特之苛得蘭姆（Coldrum）新石器時代社會，其時代約在四千年以前——不過地質時代之數秒鐘而已。此社會則爲農民之前鋒，其人之頭顱與腦皆甚大，較今日英國人平均高度（五英尺八英寸）則低兩寸；其牙齒與上顎較今日之習於柔軟食物者，更堅強而大；其關於死生之信仰，與其同時居於歐洲西部南部之民族略相同。最有趣味者，爲其設立直立之大石時所表示之偉大工作能力（或與其日歷及信仰有關）與其割治顱骨之技巧。肯特地方最早之人羣社會約肇始於四千年以前，而尙有證據示知新石器時代民族生存於更遼遠之時代——或在三萬年以前；然在該時代人類已非在幼年也。

在人類可驚異之上進史中，吾人更須新開一章，是爲金器時代。在今日猶可謂在繼續中焉。在新石器時代後期，金屬已漸爲人類所利用，蓋此等時代每每更相重疊也。銅器用之最早，白銅次之，鐵器最後在東方製銅之肇始約可追溯至西歷

紀元前四千年，在新世界亦有一最早之銅器時代。在英國銅礦稀少之區域，吾人之難覓得一銅器時代之蹤跡，固自不待申言之也。

在史前之時代，其原始冶金家似曾試取各種金類於一爐而冶之，白銅則爲銅與錫共冶而得之合金。在埃及，巴比倫，希臘，歐洲，皆有證據示知各有一白銅時代。鐵不得爲人類首先利用之金屬之原因，極難索解，但事實上證明鐵器時代肇始於西歷紀元前第二千年之中葉。其利用自埃及漸傳播於地中海區域，而達於歐洲北部，或則鐵之利用，首在富有鐵礦之歐洲中部發見，而漸被於南部，大約自波羅的（Baltic）隨琥珀販賣而南行。金屬較石更宜於造器械，工具，武器等，金屬之發現與利用之有大影響於人類之上進，固無疑義也。然有時亦能使之下達焉。

向後之回顧

向後回顧，吾人可分辨以下諸時代：（1）猿猴類之分出，其與他種哺乳動物之區別，在有甚大之腦，自由之手，羣居與甚喜談說之傾向。（2）小猴與新世界舊世界猴類之分出，留存一似人猿之一支，爲已滅亡及今日似人猿與人類所自出。（3）由此共同之遠祖，乃分出似人猿與半人類之族裔。（4）由此半人類之族裔，

(據開士與其他專家之意見)乃發生試驗之人類,如猿人,海得堡格人,利安德托人,及蘇塞士最早之民族之爲辟而當頭顱所代表者。其細目究竟相合與否——海得堡格人或在利安德托人之先或在其後——初無重要之關係,其大約之進化轍迹固瞭然可觀也。(5)無論如何,最後之結果則爲今日之人類(*Homo sapiens*)之演進,固大異於利安德托人也。(6)最後則各支原始民族之紛起,逐漸以考察宇宙間之事物,惟良好者之是從。先有古石器時代之人,能造粗簡之石器,爲一強健之民族,但終爲更新之試驗所取而代之。此新民族或爲老幹生長點端分出之一枝,或爲在一較低之水平面更爲單簡之族裔所抽出之新枝。(7)古石器時代人恰當四大冰期前後繼續之頃,或人類在此冰期與冰期間頗得艱苦與安樂交疊之佳影響。至冰川已漸退盡,新石器時代人乃漸得勢。(8)最終則爲金器時代。至此點,吾人宜更留意一事,卽有感情之人類是也。詹姆斯教授 (*William James*)之言曰:

此等半獸類之史前弟昆,其骨肉皆與吾人同,與吾人同被此神祕之宇宙所包圍。彼等乃生於斯,死於斯,歷經困難,繼續掙扎,雖束縛於極可畏之罪惡與情慾,陸沉於極黑暗之蒙昧,盡惑於極可怖與怪異之幻夢,然在其以爲無論何種之

存在皆較不存在爲愈之堅強信仰中，乃能堅確達到最深奧之理想，而於切迫之毀滅之齒牙中，救得光被吾人所居世界之生命之炬焉。

人類之各族

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

故吾人可分別數種明晰區別之原始人種：最著者爲非洲種，澳洲種，蒙古種，與

高加索種。羊毛狀之髮之非洲種，包括黑人與最低簡矮小之叢林人（Bushman）。波磔或鬃曲之髮之澳洲種，包括德甘（Deccan）之叢莽民族，錫蘭之衛打人（Vedda）色芒人（Semang），與澳洲未開闢各區域之土人。直髮之蒙古種包括西藏人，安南人，中國人，臺灣土人，太平洋羣島土人，北方自日本至辣勃蘭（Lapland）各民族。高加索種包括地中海各民族，鮮母族（Sinites）斯干丁拉衛之北方民族（Norics）阿富汗人，阿爾般人（Alpines），日本之蝦夷，以及其他多種民族。

今日之學問最難者，即爲人類各族之研究。其主要原因，爲在昔時各民族遷徙極爲頻繁。此種與彼種交婚，至有各種極奇異之血統混合。若吾人首先分成『動物』之各種族，如羊毛狀之髮之非洲人，直髮之蒙古人，鬃曲或波磔之髮之澳洲人，與高加索人，最後吾人乃見代之而興者，爲由各種族混合而成之各民族，各爲文化，而非血統之弟昆焉。白特利教授（Prof. Hinderer Petri）云：『在今日所謂之人種之意義，僅包括一羣人類，其同化之速率，較外來分子加入所引起之變遷之速率爲大者耳。』然精確之人種學更進步時，或能辨別造成任何民族之各種性。蓋人類種族觀念極強，雖不能設立科學之界說，吾人仍深信其存在焉。以此故，有人問英國水手戴哥（Dargo）爲何等之人，彼之答語則爲：戴哥者，爲一種全不類我輩

之人也。

人類天演之步驟

吾人深信真正人類，由於多數巨大變異，能引起大而繁複之腦，與有思想之辨論能力而來。在哺乳動物他支之天演，其腦常不時增大與變繁，馬與象卽其佳例也。同時以鳥與爬蟲較，亦有同等之進步，無論何人但聞鳥聲之美，卽知其較爬蟲高出一階級也。此種腦之進步，何自而來，無人能言之，但知神經系之進步，爲動物界演進之重要趨向。於此有二說以解釋之。一爲處胎之時期延長，而胎兒之生理與其母之生理有密切之關係，使高等哺乳動物能較下等哺乳動物有更佳之腦，如食蟲類，齧齒類，而尤以有袋類爲甚，其處胎之時期皆甚短也。第二，吾人知個體之腦之發達，嘗爲某種無管腺（尤以胸腺爲緊要）之內部分泌所影響。若此腺之功用錯亂，則小兒之腦之發達立被阻礙。或此類分泌液之增加——其故亦不可知——在人類之遠祖，有以刺激腦之發達焉。

苟有向佳腦變異之趨向，加以因警敏，遠見，親屬之感情，父母之保護，而得有酬報之一種天然淘汰方法，吾人不難懸想人類所以進化之道。吾人不可以亞里士

多德與牛頓爲標準，須知彼爲人類呻吟掙扎特別之佳結果。吾人須思普通之人，與今日之野蠻種族，與荒古時代吾人之遠祖，吾人須記憶人類之進化，多賴外部之社會遺傳，而非賴變遷極緩之天然遺傳也。

向後觀之，吾人不能不承認人類之進步。希臘大詩人依士奇刺士 (Peschylus) 之描寫野蠻人，誠非誣妄。彼云：

第一，彼等視不知所以視，聽不知所以聽，如夢中之形體紛然淆雜而無序，不知編籬築屋以蔽風日，不知匠作，蟄居如蟻，棲身於日光不到地底之洞穴中。彼等不知冬令將至之徵候，亦不知花香之春日，亦不知纍纍結實之盛夏；獠獠狃狃，不知所爲。

今試以此景象與今日之人類之地位較。彼爲各種天然力之主人，日求有以節省利用其富源之道；彼已羈勒電力於其車轆，而使以太爲其郵使。數千年來所不能利用之富源，亦能開發之，如獲得空氣中之游離硝素而利用之是也。自電報與無線電發明，縮地術已無足稱，其航行之區域，乃擴充至海底與天空。各種疾病皆逐漸被其征服，最新出之遺傳學已漸能操縱其所畜養之牲畜與栽培之植物，尙未產生之子嗣之性質。雖仍具有種種過惡，其道德乃向正當之方向進步。其前進

之趨向，在使真美善共萃於健全之身體，使之日覺其軀命之可樂焉。

人類進步之要素

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

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

若吾人欲明晰思考人類進步之要素，吾人必須追憶生物學之三大要義：即生存之生物，與其環境，及作用是也。在人類是為（1）生活之人，即其父母與祖先之產物，軀體與精神遺傳之新表示；（2）環境，包括氣候土壤，及其所生之動植物；

(3) 各種之活動，職業與習慣，所有人與其境地間之感應與反應。總而言之，吾人所須考問者，爲人羣地域與工作三者，卽勒白來 (Le Play) 學派所稱之 *Famille Lieu. Travail* 是也。

自人羣言，人類之進步，倚賴其種族之品性，尤著者如健康體力，心地之清潔警敏，與不可缺之合羣性等。世間最重要之原素，爲彼好善而有力之人物心中之明瞭觀念。軀體與精神之健康，其在各民族或一族中之各支派之殊異，亦如在各個人之顯著，且可遠追於種性之差變或突變，與此種或此支所經過之天然淘汰。過於康樂之環境，不但無刺激使之有新發展，且無進步所不可缺之淘汰焉。

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

自工作言，文化之種類常視其主要職業，或爲漁獵，或爲耕種，或爲畜牧，爲轉移；後代之各種實業，至少於個人大有型成之影響。但吾人亦只能言人類之進步之要素，永遠包括人羣地域與工作三者。若進步須繼續穩固進行，則必須認明三者

之重要關係：三者非他，謂人羣有更加適合之身心，在工作或閒暇時，更加進步之習慣與作用，與極廣義之更加改良之環境是也。

參考用書

Darwin, Charles, *Descent of Man*.

Haddon, A. C., *Races of Man*.

Haddon, A. C., *History of Anthropology*.

Keane, A. H., *Man Past and Present*.

Keith, Arthur, *Antiquity of Man*.

Lull, R. S., *Organic Evolution*

McCabe, Joseph, *Evolution of Civilization*.

Marett, R. K., *Anthropology* (Home University Library).

Osborn H. F., *Men of the Early Stone Age*.

Sollas, W. J., *Ancient Hunters and their Modern Representatives*.

Tylor, E. B., *Anthropology and Primitive Culture*.

第六篇 天演之遞進

國立東南大學農科農藝系主任
美國康南耳大學科學士農碩士
過探先譯

天演爲種族史之別名，乃生物變化，世代不已之現象。以其定理而論，現在爲過去之子女，將來之父母。古昔動植物之組織及行爲，常較今世所生存者爲單簡，愈古者，愈單簡，——最初之生物，單簡至何程度，惜吾人未能知也。天演者，種族循一定之方向以變遷，新種因之而發現，生存及興盛，或與原種族並育而不悖，或相代以繁衍焉。

化石之憑證，雖有時不免爲人所誤認，然決非虛僞。據化石之記載，吾人知地球上某時代之脊椎動物，祇有魚類。魚類演進而生兩棲類，匍匐於陸地之上。兩棲類演進而生爬蟲類，攪擾於原野之中。如蜥蜴，如海蛇，如地龍，如飛龍，其較著者也。鳥類及哺乳動物類似由大恐龍(Dinosaurs)演進所生。遞進迭傳，遂生各種鳥類及各種哺乳動物，終而發生人類。是乃動物界天演之縮影。天演是否尙在遞進，爲吾人應行討論之問題。

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

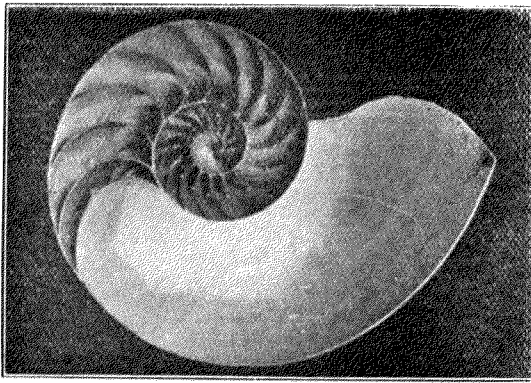
人類天演之前途

人類之身體，或不容有極大之變遷，然如食管之過長，牙齒之太密等類，決非無改進之餘地。如少壯之延長，康健程度之增高，抵抗疾病力之增大，均關於元氣方面，似有改進之必要。智慧及制馭環境之改良，亦爲正當之希望。人類之腦力，顯見尙未盡量利用，新進步之變異，發生不絕。尤爲重要者，凡新變異既經出現於優良之兒童，社會環境均應扶助其發展，不可抑止以殘傷之也。則人類天演之前途，庶有希望焉。

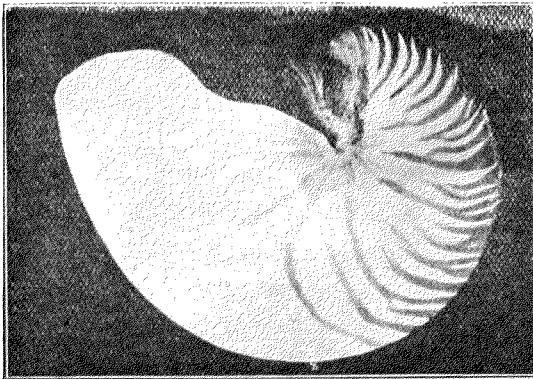
天演之遞進，在動物界然，在植物界亦然，是又不可不知者也。

天演之源……變異

通常大自鳴鐘長針之移動，已不易見，假設鐘須百年一鳴，則針之移動，更難知覺，無怪一般之人，常以鐘針是否移動，爲辯難之問題。生物逐代之變異，往往如此。有如冰川之流動，因其進行之遲緩，或爲人所不信。若古燈蛤 (Lamp Shell)，若鸚鵡螺 (Pearly Nautilus)，歷代常少變異，若鳥與蝶，則常見新異之發見焉。



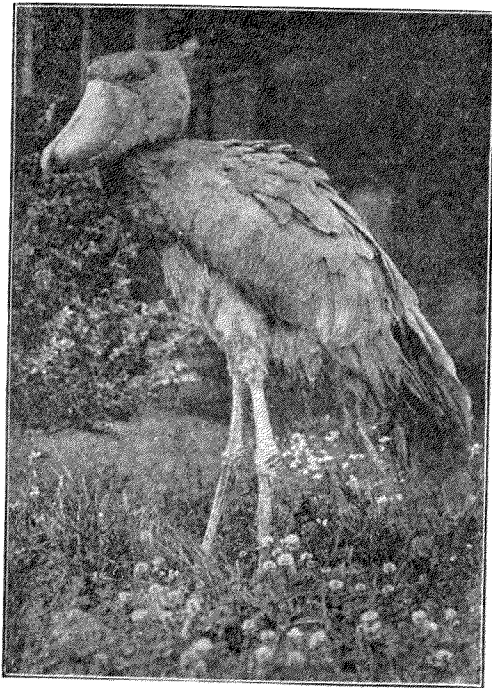
鸚鵡螺之剖面照相圖



鸚鵡螺之外面照相圖

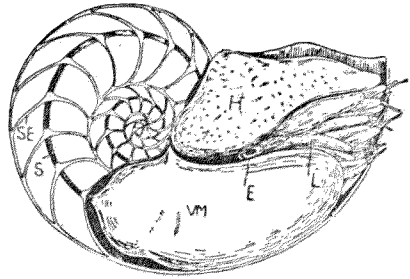
螺之原產地爲印度及太平洋。常蟻行於淺水之底，然有時亦游泳於海面。

植物中之月見草，動物中之香
 蕉蠅，為方在突變時期最著名
 之種族，可為生動變異之佐證。
 英格蘭(England) 深色種族
 之椒色蛾(Peppered Moth) 漸代
 灰色之種族而繁殖，西印第鳥
 (West Indian Island) 之蔗田鳥
 顏色亦漸變黑。據潘內脫教授
 (R. O. Punnett) 計算『如一
 羣之中，新種類雖僅居百分之
 一，而其生存之機會，如能大於
 原種百分之五，則不至百代，原
 種勢必滅絕，被新種類取而代
 之矣。』此種現象固已亙古今
 普遍於天下，而生物界之表面



靴 嘴 鳥

此鳥頗凶猛，從不與他鳥為伍。據密喜爾博士 (Dr. Chalmers Mitchell) 云，此鳥之血統與蒼鷺、塘鵝、海鷗等，頗為相近。其形式則介於蒼鷺與鵝之間。



鸚鵡螺 Nautilus pompilius
之剖面圖

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

隨之而變易矣。

吾人心目之中，常留新奇變異之影像：如聰敏之侏儒，音樂之英才，長於計算之少，尾長十尺之雄鷄，鬃鬣拖地之奇馬，無尾之貓，白羽之黑鳥，銅色之椴樹，裂葉之屈菜等類，均能常見，程度微小之變異愈覺普通矣。此種變異爲天演之原料。吾人實顯然立在變化無盡泉源之前。是謂天演之遞進。

試取普通動物如海蟄者而考察之，頗有興趣焉。夫海蟄適居於大海之中，其游泳也，縮其碟式之身體，水則從凹處而放出。其尋食也，則張其縞唇，伸其邊鬚，掠取微細介殼類之動物。論其生活之歷史，頗多艱險之經歷。因其於少時爲停止時期，常寄附於海石或海草上，隨波以逐浪。然海蟄究爲興隆之動物，分布甚廣，頗能適應其環境。其種族之古，更無疑義。海蟄之顏色及大小，變異極大，即內部之組織，亦多不同。通常之大如湯碟，亦有大至二尺對徑者，組織上之變異，係出於本性，較顏色大小之變異爲更重要。海蟄之組織部分，常以四計，或爲四之乘數：有縞唇四，胃中消化線四束，生殖器亦四。體盤之邊有知覺器八，分岐及不分岐之食管各八。然其組織部分爲六，或五，或三者，亦爲常見之物。雖在較爲固定之海蟄種族，亦有天演之泉源存焉。

植物之天演

椰菜之種類繁多，有花椰，白茅，甘藍，鬚葉之分別，實則皆自野椰菜所生變異之分枝也。園中貴種之苹果，非自道旁極平常之林檎而來乎？吾人雖不能盡知現有各種植物之由來，但吾人確能深信人類利用其變異，育成新種，繼續不已，如月季花，菊花，馬鈴薯，及五穀是也。耕種植物之天演，尙繼續進行於吾人之目前，盤朋克（Luther Burbank）之創造，如軟核之李，鮮肥之漿果，無刺之仙人掌，大瓣之雛菊，皆最著之例也。

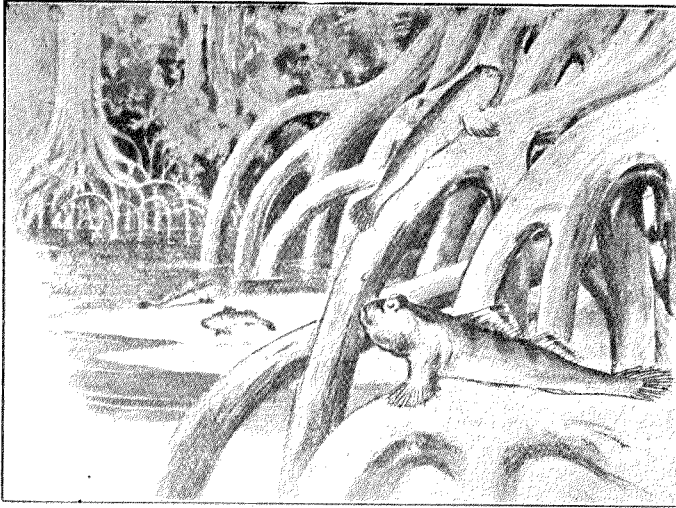
家犬之起源有三時，其祖先亦有三種：一曰狼，二曰野狗，三曰狗豺（*Cynote*）。故家犬之系統，甚爲複雜。其他家畜之系統亦然。蓋一種家畜，既爲人類飼養之後，卽能固定其多數之變異，成爲新種族也。二百以外之家鴿種類，均自野鴿所產生，鷄之種類甚多，其祖先爲印度（India）及馬來羣島（Malay Islands）之藪鷄。人工之育種，已揭開野兔皮毛之複雜，使之分離，成立多數之顏色種類，可於家兔種類之繁多見之。除顏色種類以外，尙有長毛種，垂耳種，以及其他之式樣焉。是皆天演遞

進之證據也。

小麥之稗史

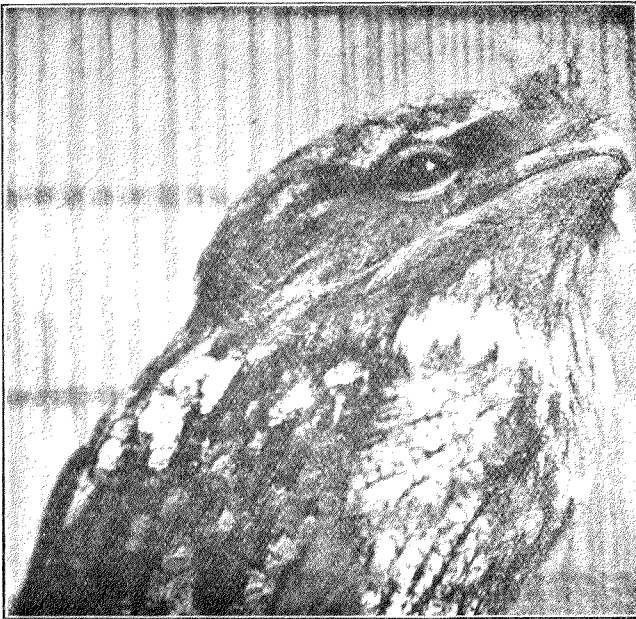
小麥在太古新石器時代 (Neolithic)

已為人類所種植，初次之收穫，在一萬五



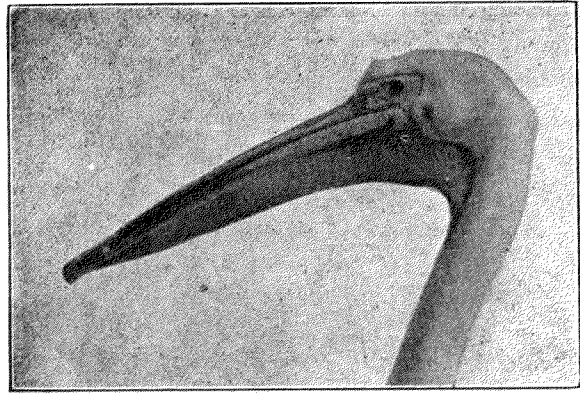
泥魚躍 (Periophthalmus) 產於熱帶之非洲及澳洲西北部之河口

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

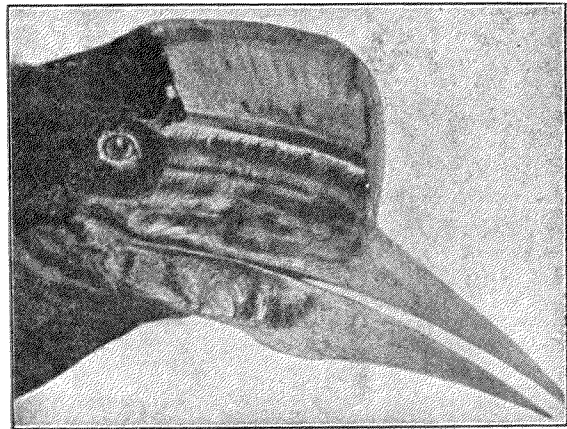


澳洲之蛙嘴魚 (Podargus)

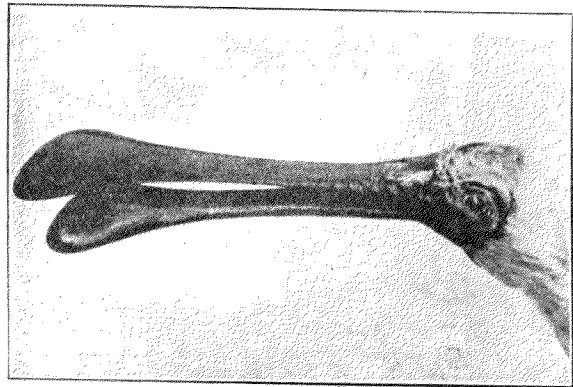
與英國鵝頗相似。口極闊大，甚合吞食昆蟲之用。日間寢於樹枝之上，毛有斑，深黃色，故不易見焉。



塘鴨之喙適於捕捉及儲藏魚類之用



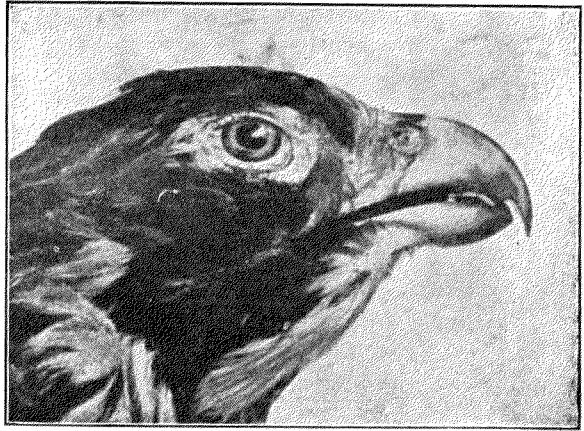
犀鳥之喙適於鑿洞樹上為巢之用，又能搗碎各種食物



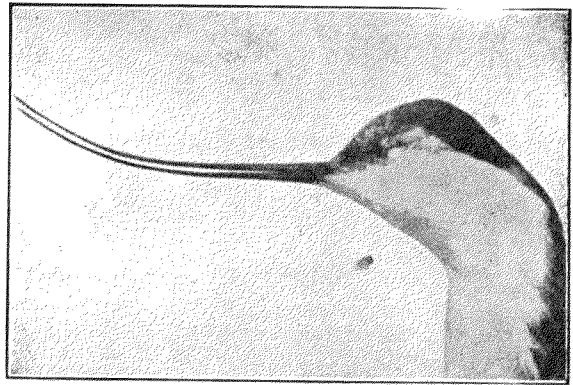
匙嘴鳥之喙適於分篩泥土及捕捉小動物之用

千年至一萬年之前。古時巴比倫（Babylonia）埃及，地中海羣島（Crete）希臘，羅馬之文化，大半恃小麥之出產，底格里斯（Tigris）以及幼發拉（Euphrates）兩河間之肥沃平原，蓋其栽培最廣之區。埃及及最古之墳墓中，曾有麥粒之發見，掩沒於地下者，蓋已六千年於茲矣。然小麥之歷史，或更較古於斯。

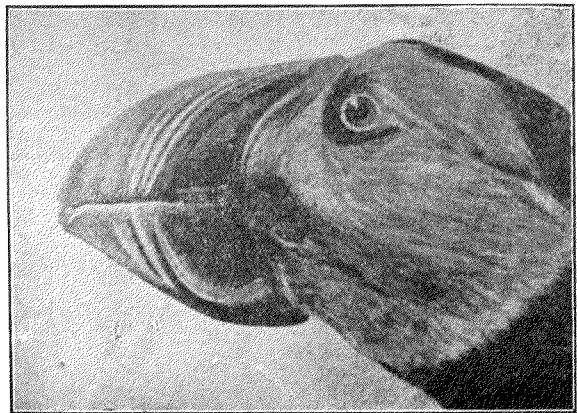
漢望山（Mount Hermon）之乾燥河礫山麓尙有小麥祖先之存在焉。其學名為



杓水鳥之喙適於杓水及捕捉微小動物之用



鷹喙適於捕捉及撕殺各種小動物之用



海鷗之喙適於捕捉海面附近之小魚持之以返巢中之用

Triticum hermonis, 變異之能力, 今猶如昔, 太古新石器時代所栽培之愛滿 (Emmer) 小麥即其所自出, 而愛滿即現今各種小麥之祖先。吾人不得不設想新石器時代之人, 初見其種子之大也, 摘其穗, 脫其粒, 去其芒殼, 嘗其滋味, 而決計賡續栽培之焉。

此乃小麥稗史之起端, 復經無數之變異, 人工之選擇, 而興隆之新種次第發生

不絕。羅馬詩人伏奇爾 (Virgil) 稼穡歌曾謂，欲得優良之種子，必先選擇豐大之麥穗；但麥穗適當之選擇，優劣系統之分離，至十九世紀之初，始爲蘇格蘭某州官所注意。此種育種之方法，盛行於近世，進步更多。

歐洲大戰之際，助協約國制勝食糧問題之困難者，其效力當首推產量豐富，成熟期早，品質優良之侯爵小麥 (Marquis wheat 侯爵乃品種之名稱)。此種小麥，坎拿大 (Canada) 及美國栽培甚盛。近十年來，增加國家之富，甚非鮮少。其經過之歷史，爲天演遞進最好之證據。當一千九百十七年之時，北美之侯爵小麥，出產額在二五〇〇〇〇〇〇英斗（每英斗計重六十磅）以上。然此種之來源，固皆出於一千九百零三年，桑團斯博士 (O. E. Saunders) 在坎拿大鄂達瓦 (Ottawa) 試驗場中選得之一粒種子。

侯爵小麥之發見，有裨於人類殊爲不少；吾人不必更詳爲說明，可照一千九百十九年蒲勒氏之小麥論 (Buller's Essays on Wheat) 考求其種族之來源；以一反三，是在讀者。侯爵小麥之父本，爲中歐之笛氏紅小麥 (Mid-Europe Red Rife)，品質優良，殆無倫比。其母本則爲系統駁雜，並不著名之印度紅小麥 (Red Calcutta) 三十二年以前，自印度輸入坎拿大者也。父本之祖先乃自波羅的海 (Baltic) 運至格拉斯

哥 (Glasgow) 貨物之一部份，一千八百四十二年，有人送與住居坎拿大安別厘阿 (Antaris) 城之笛氏作爲貨樣。笛氏自此貨樣，選得一粒種子所生之植本，育成笛氏紅小麥，而桑團斯更以之與印度紅小麥交配焉。交配之結果，發生種類甚多，數幾及百，經桑團斯再行詳細考察，悉心研究，觀察各穗之異同，及其後裔之性狀，劣者去之，優者繁殖之，繼續不已，始成世界著名之侯爵小麥。十數年來，侯爵小麥之出產，滿谷而盈倉矣。乃在一千九百十四年至五年之冬間，其種子尙儲於大如信封之紙袋中，亦趣談也。

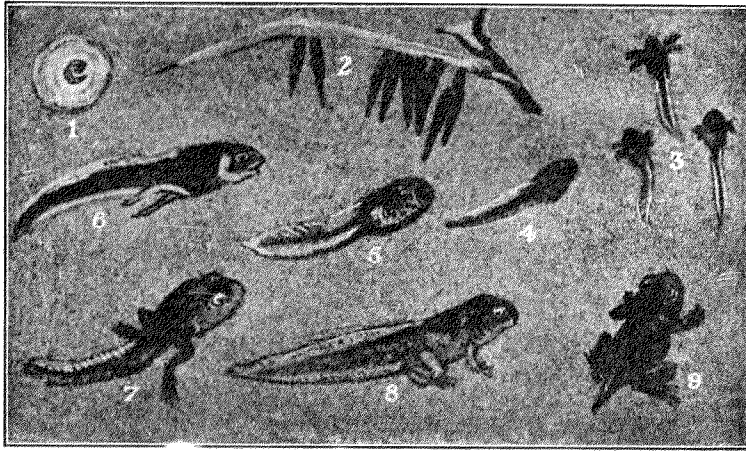
從漢望山之野生小麥，進化而成世界最重要食糧之作物，是乃天演遞進之實據。

二

動物之變遷

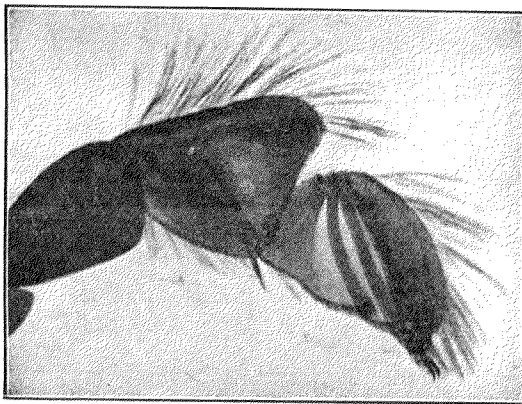
天演最確之證據，無有過於各處動物歷年之變遷。博物學專家立謙 (James Ritchie) 曾著人類於蘇格蘭動物之影響 (The Influence of Man on Animal Life in Scotland) 一書，可以作吾人之參考。立謙氏之言曰，同時代之同地方，動物常有

爭競不息之情形，而其變遷之狀況，恍如潮流之湍湧，互為因果。有暫時及局部之變異，有不息之紛擾，及「天然均勢」之恢復。某年田鼠為虐，次年則松鷄流行；某地甲蟲大盛，他處則鼯鼠為害。以部分論，固有徬徨不已之現象，而其全部則順從自己之途徑。如潮流然，內部之波浪，或前或後，而固另有流力，攜其全部以前進。考其原因，大都由於天時之變遷，天時為動



蛙之生活史圖

1, 未孵化以前之形狀; 2, 初孵化之蝌附着於水草之上; 3, 表明外面之鰓; 4, 外面之鰓已經吸入; 5, 已滿一月之蝌表明內面之鰓; 6, 已生後足之蝌蚪; 7, 生前足時之狀態; 8, 四足已完全之狀態; 9, 幼蛙。



轉旋蟲之後足適於水中之行動
足尖扁如扇狀 關閉極速。前進之時，扇狀物合聚一處，
阻力因以減少，而得前進焉。

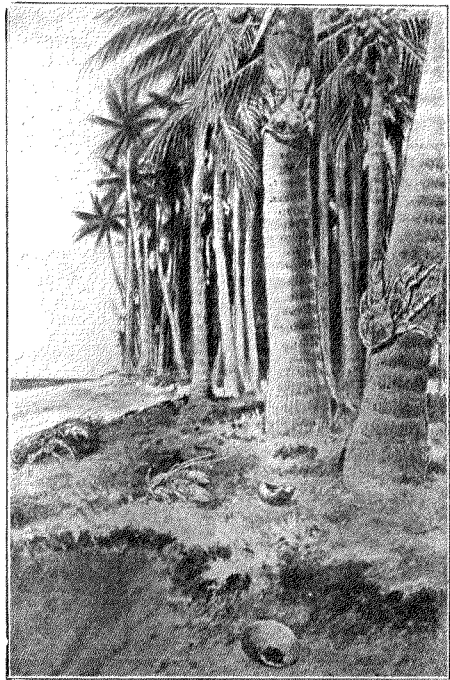
物舞蹈之音調，然動物自身所起之新變異，亦爲天演之本源。吾人誠不必追尋已經絕種之古時動物，即可得動物區系之漂流真象，然爲便利說明天演起見，請注意蘇格蘭自冰紀（(Great Ice Age) 以來之變遷焉。

約在九千餘年以前，蘇格蘭

爲長首，方腮，短肢之伶敏獵夫漁人所居住。其時蘇格蘭爲若何之情形乎？

『蘇格蘭乃卑濕之邦，有短矮之樺木赤楊柳樹森林，有肥渥之草地，有雪頂之高山。河港入於內地，較現時爲遠，海水之高，與五十尺之海岸相平。平原叢林之間，潛居麋鹿野牛野豬野馬等類，爲歐洲大野貓黃熊及狼所食滅；故在今日動物區系中，已不可多見矣。藪澤之中，鷺鷥之呼聲不絕，大陸之上，鶴鷓之叫合常聞。』

此則立謙氏所描寫之蘇格蘭最初之情形也。



大凶蟹 (Birgus Latro) 攀登椰樹而破其果子

原產地爲印度洋及太平洋中之島，常見之於高原，能呼吸乾燥之空氣。

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

然就天演而論，尙應注意於人類間接之障礙。斬荆棘，闢草萊，建橋梁，藏匿鼠蟻，於不覺，皆足以影響動物界之變遷。人固常爲有益之舉，如將藪澤汗水，排泄靡遺，瘡蚊絕跡，而蘇格蘭遂無瘡患。

實際所得之結果如何？人以爲各種動物之數目，必行減少矣，實未必然。蘇格蘭自有人居以後，鳥獸之絕滅者，不下十四種屬，若以總數目而言，則輸入之紅鹿，松鼠，兔雉，鼠蟻之屬，有過之無不及也。所受之變遷，在於本質，不在數量；僥倖者，易以侏儒，大者代以小者。所以吾人得一深刻之想像，天演未必均是進化，况以人力左

右之乎。天演之事不啻如篩物然，所得之精粗，視篩之性質如何耳。立謙嘗謂野生動物界之大小，日形低下，不但如此，即其本質亦日見衰敗；否則兔雀、蚯蚓、毛蟲之繁育，鼠蟻、蟋蟀、蟲虱之增多，如何能代蘇格蘭古昔之動物，如鹿、麋、狼、黃熊、大野貓、海狸、鶴、鵬、鷺、鷺，其他絕滅及將亡之種類而繁殖也。是皆吾人所見天演之遞進。

三

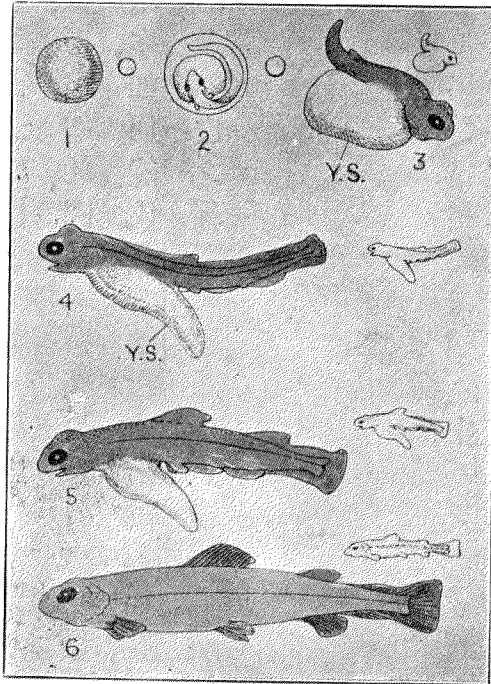
冒險家

水陸之有動物，已數千萬年於茲，在此時期之中，不乏尋覓新邦，征服自居，或搜求幽處，聊以爲家之冒險家；今猶常見焉。有機必乘，固天演方法之一也。蜘蛛有居於蟲草之籠中，候補失足下墜之飛蟲以爲食；亦有棲於地中海沿岸石罅之中，或管形介殼之內，結網於洞口，藉避海水而營其生活者。美麗之鹵水蝦，慣居於英屬鹵海之中，竟覓得新居於北美烏臺 (Utah) 之鹽湖 (Salt Lake)。有見於樹上之蚯蚓；有攀緣於南美安第斯 (Andes) 山谷湍流中石上之埃奇魚 (Arges)。司各脫勇敢之探險隊 (Scottia Voyage)，曾見北極之水鳥，於冬季遷居於南極圈內，英倫三島，常爲亞州沙漠之松鷄所侵入，似有尋覓新居之意。北美洲之雕鳩，見於英倫者已二

三次，蓋已越大西洋而西矣。動物界此種冒險之舉動，與天演關係甚大，雖有安土重遷，寄食敗糲以自甘者，一部分動物之勇往直前，無時或息，吾人不可不知也。天演之事實，尚有較上節所述之奇異證據，更為重要者，則各處之動物，每思襲取各種之居處，如土中，樹上，水及空氣之內是也。有穴居之兩棲類，爬蟲類，鳥類，及哺乳類之動物；又有樹居之蟾，樹居之蛇，樹居之蜥蜴，樹居之袋鼠，樹居之獺，樹居之剪豬；除鳥以外，習於樹居之動物，固亦不可勝計也。此種習慣往往引起絕大之影響。蓋支持地面之足，易而為攀援樹上之手，與猿猴進化之關係如何，誠足激動吾人之想象力也。

凶蟹之生活

印度洋及太平洋之珊瑚島，有陸地蟹焉。鰓之上部，有懷血之簇，以之呼吸大陸之乾燥空氣。體長及尺，螯極壯大，

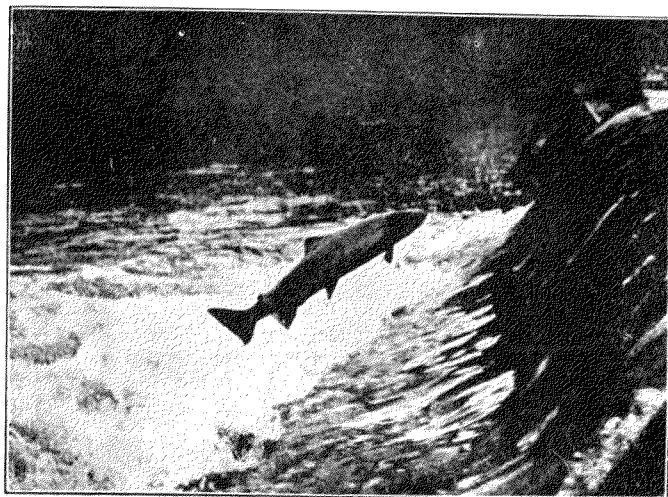


鮭魚生活史之前一節

1. 已經精受之卵，在河底石礫中見之。
 2. 卵中之胚胎，將近孵化之狀。
 3. 初孵出之小魚，負有卵黃Y.S.
 - 4-5. 小魚漸大，卵黃漸小。
 6. 六星期以後之小魚，始自尋食，因卵黃已盡也。
- 右邊之圖形，表示天然之大小。

在左者尤甚。凶蟹以其壯大之螯，椎擊椰樹之眼洞，剝削其外皮，至成一洞及髓層而止；常藉介殼，以蔽其柔軟之胸部，因凶蟹爲寄生蟹之一種也。此種奇異之探險家，有時竟至山巔，尋攀柳樹，然每年必返海洋以生殖。孵育之方法，如普通之岸蟹。自卵孵出之幼蟲，遊泳於水中，若干日後，乃停止於岸灘，而匍匐大陸之上。水鼈產卵於河灘，而返居大陸以爲家，而凶蟹則習居於旱地，返海岸以生殖也。凶蟹與椰樹之關係，最覺有趣，椰樹非珊瑚島之土產，乃於哥倫布發見美洲以前，由馬來由航海人從墨西哥所輸入。故凶蟹居於椰樹之習慣，乃近來之成功，是乃天演最良之憑證。

鮭魚之小史



蛙魚跳躍瀑布之狀

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

晚秋及初冬之際，鮭魚產卵於河中。母者激動其尾於沙礫之上，營成淺槽，而產多數之卵於其中。陪侍之雄者灌之以精，母者復以沙礫深蓋之。循此手續，至卵盡而止。過三四月之後，卵乃孵化。初出之小魚，潛藏於礫石之間，不能游泳至遠。因負有卵黃甚重也。約八星期以後，所負之卵黃，消化已盡，約寸長之小魚，始成羣結隊而自防衛。既及一歲，幼鮭之大，約及四寸。再過一年，長可二倍。二歲前後，幼鮭呈銀色，常於五月中游泳入海，食鱮白魚以自肥。至三歲有半，乃溯河源而上以產卵。鮭魚之生殖，常爲一次，蓋生產之後，往往力竭而死，或爲獺等所食也。若以北太平洋之鮭魚（屬於 *Oncorhynchus* 非 *Salmo*）而論，於生產以後，無一可以復返於海者。長成之鮭魚，雖有時不免貪釣者之餌，然並不求食於淡水之中。最有趣者，鮭魚之舉動，似有記錄者然。此種記錄，在其鱗片，因河異而各不同。試詳察鱗片之圈線，可知其年紀之大小，何時曾到海中，已經產卵與否及其他種種事實。

鮭史之解說

凡動物往返於二處之間，以其一處爲生殖之所者，則生殖之所，常爲該動物之原生地。慣居河川上流之板魚，必至海濱以產卵，可知板魚本爲海中動物，近來方

得樂居淡水之習慣。板魚之親類如鹹水扁魚撻沙魚等，固全爲海水動物也。雖然，生殖之所，亦決不能斷定其必爲原生地無疑。有數種屬於海鱸科之鱸魚，生活於鹵海支流之中，然至少有二種，已遷殖於淡水之中而永居矣。鱮白魚亦爲海水動物，然與之同屬於一科之青魚，常生殖於河川而族於斯焉。

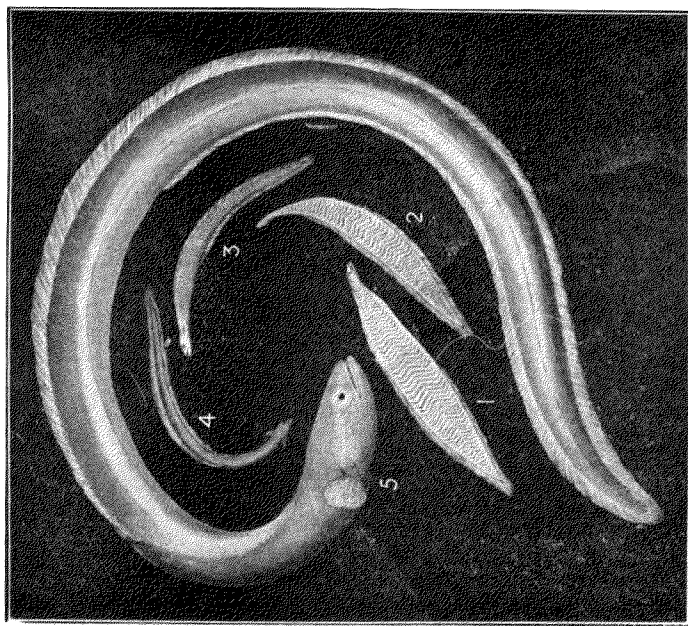
故鮭魚之生活史，解說有二。鮭早爲海魚而建居於淡水之中，一說也。鮭爲淡水之種族，而赴海以營食，又一說也。以鱒魚論，河湖中之隊羣，常有海水鱒魚之加入，或返於海，或留於淡水之中。以嘉魚論，大多數之種族，永居於北方深冷水之中，但亦有北海之種族，入於河以生殖者。此種事實，雖足以證明鮭魚原爲海中動物。然上述兩說，各有其理，暫可不必考求，鮭魚已制勝兩種境域以爲家，則吾人所應注意之重要事實也。是乃鮭魚天演之遞進。

鰻之稗史

夏初之時，每見幼鰻成羣結隊，溯河川而上。其日期之早晚，視河川與大西洋相去距離之遠近。前進之幼鰻集合，恆達數千以上。以其個體而論，長不過如吾人手上之第一指，厚則不過如粗壯之挑織針。逆流而上，爲其本性，身之兩旁，同受潮流

之刺激。故沿直線而前進。日落之後，幼鰻乃潛入礫石之中，或岸灘之下，休息以待。且逐日前進，直至河川之最上流，或沿小川及水管以達於隔離之池塘而止。鰻之向前心理，一往直前，有時竟入近於瀑布之草澤，或旅行於潮濕牧場之中。

幼鰻生長於緩流之河川，或池沼之中者有年。雄者五六年，雌者七八年以後，身長約在一尺半至二尺之間，乃呈怪異不安之景象。蓋始達於成長之期矣。眼變大而身現銀色，遂入於海。其自池沼返於海也，必蠕動以過潮濕之草原。進行常在夜間，且甚驚擾。北冰洋太冷，北海太淺，均非適居之所；故必須赴蘇格蘭西面赫布里底羣島（Hebrides）以南之深淵鰻之產卵，似在深黑之水中，然尚未有人見其初產之卵也。甫經孵出之小魚，為小刀片式之



鰻 (*Anguilla Vulgaris*) 之生活史圖

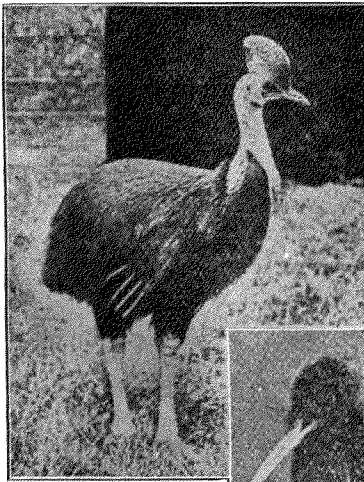
1. “軟頭魚”即鰻初孵出時之別名；2及3. “軟頭魚”身變短而輕；4. 約及一年之幼鰻，即從大海而入於河流者也，長可三分之二英寸；5. 長成之鰻。

蜎，體部除眼以外，均極透明。數月之後，方達三寸左右之長，浮沉游泳，隨其所至。此種小魚，俗謂之軟頭魚，蓋未明瞭鰻之生活以前所起之名也。身部漸短，由刀片式而變成圓筒形。在此變化時期，不進飲食，身重亦減。既變成粗如挑織針，長約二寸有半之銀鰻以後，遂向遠岸及河川而進行。吾人在初夏所見之成羣幼鰻，蓋已一年有半矣。波羅的海東部河川所見之幼鰻，必已經過三千里之路程。鰻之成長及產卵，決不在淡水之中。故歐洲北部河川中所見幼鰻，均自大西洋而來，亦有遠自西班牙羣島而來者。試問幼鰻如何能渡越來因河（Rhine）之瀑布，而至君士坦思（Constante）湖，在大西洋東邊之種族，如何能制勝耐亞嘎拉大（Niagara）瀑布之障礙，頗有研究之興趣；但最應注意之事實，即為鰻魚習慣之不一：無論深水大海，淺灘河流，池沼草原，均嘗試焉。普通之鰻魚，蓋為深海之動物，而移居於淡水之中者，富有冒險之精神，而竟獲成功。生殖以後，不能復返，為鰻魚成功史中之缺點，以生殖而喪其身，似無疑焉。德國詩人葛德（Goethe）之言曰：『死者，乃天然對於生命繁殖最妙之消息，』非虛語也。

四

新習慣之創造

澳洲有著名之泥鰻 (Neoceratodus)，游泳之鰾，易而為肺，至水面以噴水，排濁以吞鮮，并具普通魚類之鰓，以司呼吸。澳洲之泥鰻，屬肺魚類，身長一碼以上，其祖先為中古時代侏羅紀 (Mesozoic) 之塞納脫答斯 (Serranodus) 魚，蓋五百餘年矣。坤士蘭 (Queensland) 之泥鰻，為古物之一，數百年以來，變異極少。吾人亦可以之為天演惰性之例證。雖然，泥鰻之組織變遷不大，而泥鰻實足以彰明天演之遞進，因其為學習呼吸乾空氣之魚也。泥鰻不能離水而生活，然能樂居於腐植泥潭之內，在污濁不堪滿儲魚類死體之水潭，常見泥鰻，猶現活潑強健之景象。吾人除非以魚鰾之來源為肺



食火雞

頭上有盔狀物，羽毛
鬆細如獸毛，翅有黑硬
毛數根，不能飛，惟足
善走。



新支蘭之長嘴鳥，形狀習性均
奇突，惟不能飛

則泥鰱之呼吸乾空氣，固猶在學習中也。是乃天演遞進之證明。

鷗之本性，捕魚而爲食；然近年來英國之鷗鳥，在夏時常變而爲蔬食之動物，挖蕪菁，吞芋藷，停止於田內而啄食穀粒。相類之試驗，見於鳥類者尙多；最著之例證，莫如紐西蘭（New Zealand）之鸚鵡，此種鸚鵡，有肉食之習慣，棲於羊之臀背，去其毛，剝其皮，而啄食其肥肉。然自紐西蘭牧羊事業發達以後，鸚鵡變易其肉食之習慣，而爲蔬食果實之動物，不復爲羊羣之害。鸚鵡蔬食新習慣之創造，確有日期可考。天演之遞進，不啻在吾人之目中。吾人應行記憶者，動物習慣之變易，足以使其有試驗組織之新變異，是否適用之機會，所謂組織之新變異，爲本性上之變異，自生殖質而來，非受境遇之影響所致；因境遇而起之變異，其遺傳尙少充分之證據。

行動之試驗

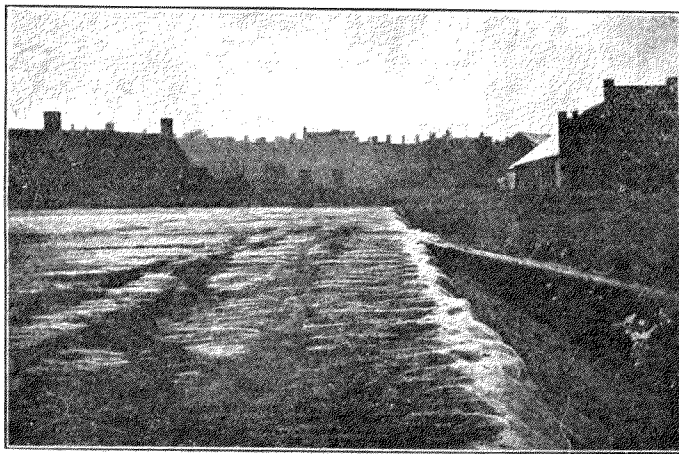
最有趣味之事，無過於考察動物之各種行動方法，或拖曳，或跳躍，或撐爬，或游泳，以及此四種行動方法之變態，無所不有。最奇者爲澳洲之抖動蜥蜴（*Chlamydosaurus*）近方試驗其兩足之行動，行動之時，立以後足，向前搖擺行走，數尺卽止，宛如初學步行之小兒也。

冒險之興趣，曾引起與鷓鴣同類之泗鳥，行走於水面之下。如飛魚，飛蛙，飛龍，飛鼠等類，均能飛躍於空氣之中。此種試驗，雖多失敗，孰謂非創造新行動方法之始



澳洲之抖動蜥蜴現方試驗其兩足行動之習慣

行時立以後足，搖擺前行，不數步而褶其頸於頸圈之中以止焉。



蜘蛛遊絲之地氈

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

點乎？

最富有冒險精神之動作，莫如蜘蛛在空中之行動。當秋季晨光熹微清風徐吹

之時，升登於門楣欄杆，或牧草之上，昂首迎風而立，吐出三四枚之長絲。順風飄揚，

水 蜘蛛 生 活 狀 態 圖



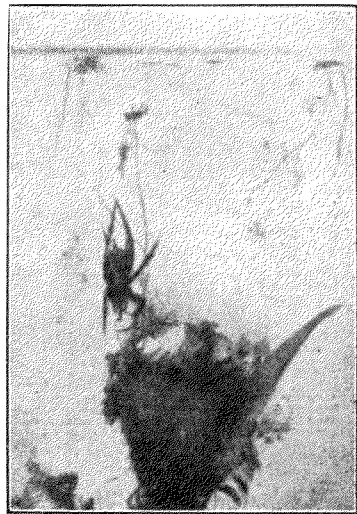
蜘蛛方離其所居之潛水鐘，將升
出水面以掠取空氣之狀。



推出其身足於水面之上，然後再返
入水中之狀。



擱滯空氣於其細毛之狀。



方至潛水鐘之狀。

藉圖寄足之機會。風起則解放其絲，藉絲以達他處，雖無羽翼，而能行動於空中。無

數之遊絲，沉落於地上，有如「薄紗展覽」之大觀。達爾文當航行考察之時，曾見

無數之吐絲蜘蛛，吹至船上，其時船已離岸六十英里矣。

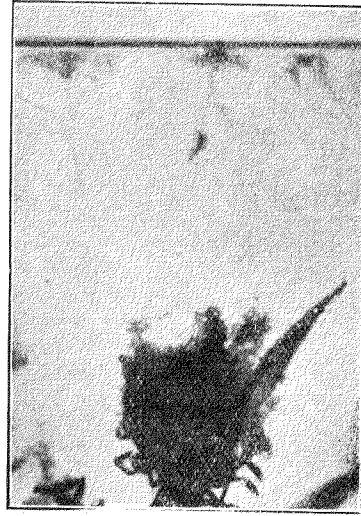
新方法

吾人雖不能確知行動方法創造之日期；然有數種奇異之發明，尙可見之於今日。如蜘蛛爲陸地呼吸乾空氣之動物，而亦有慣居水中之水蜘蛛。有數種海灘之蜘蛛，雖爲淡水所刷洗，猶能生存；然不如水蜘蛛 (*Argyroneta laticans*) 之奇突。水蜘蛛之母者，已戰勝水中之境遇無疑。每在水面之下，結成扁形之絲網。從一特設之垂線，來往於水面之上下。絲網得空氣之浮力，隨成半圓之球形如是往返。

水蜘蛛生活狀態圖



自帶水鐘旁而走下之狀。



在入口刷去其氣泡之狀。

者數次，至半圓形之絲網，變成潛水鐘之式樣，滿儲空氣而止。在此巧妙創造物之

中，母蜘蛛產卵而孵育。生存競爭劇烈，另覓新境界，最爲相宜，此乃吾人從水蜘蛛所得之一般意趣也。蜘蛛分布甚廣，普天下無蜘蛛者，惟兩極耳。乃有富於冒險精神之蜘蛛，不惜爲遷居之動作，而特試驗尋覓新殖民地於隣近水面之下以爲家焉。水居之問題，固爲陸居動物之所不易解決者，而水蜘蛛竟能解決之，且極有效果而美滿，信奇觀也。

結論

上述之例證，不過舉大文章中之一小部分，以爲代表耳。苟能明瞭生物之變異，耕種植物及家畜之變化，各處動物種類之更造，新居處之尋覓，新習慣之養成，以及各種新方法之創造，尙有不信天演之遞進者乎？天演之遞進，有如川流之不息，何能有遏止之期耶？

第七篇 心之初現

國立東哥倫比亞大學心理學系主任
美國芝加哥大學哲學學博士 陸志韋譯

宇宙如一部進化史，循讀至動物界心之出現一章，興味蔑以復加，而苦不易解。蓋『心』之爲物，不可見，不可量，僅可以推想而知。論者乃不免以自性妄擬簡單動物之性。

一

莫趨兩端

凡走極端者，或則以不思辨故，以人性泛界一切動物，如稱尋常野兔爲『兔阿哥』，或則以動物爲自動的機械，無所容『心』，亦無所用『心』。二者皆非所宜。去今未久，傳信鳩 (Passenger Pigeon) 驟然絕種。曾憶衛德孟教授 (Whitman) 自巢中移其卵，未數寸而置之，鳥即現不愉之狀，以喙置其腹下，若有所索而不得。其棄卵雖近，而不思歸之原處；未幾，竟然捨去。即此可知鳩類之心與人類之心斷然有

所不同。反而言之，於此有一異犬，攜一盛卵之籃，口含其環以行。至一堤下，道阻不前，則置籃於地，自堤之窪處推而出之，乃一躍而過。若此犬者，誰復敢諡爲自動的機械？

凡言本能者留意

人之直接知識僅能及於一己之心。故凡欲知動物之心，祇能出研究動作之一途。於此首當注意者，生物之作爲苟具有效率，則在進化史上輒若有大勢力，使此種能力刻記而不忘。因此某種能力變爲生成之事，成遺傳之一部分，觸機卽發。嬰兒之初生不待教而能呼吸，非如後來步行等動作之必待學習。故其能爲呼吸之動作者，天成也，銘刻於內也。

換言之，神經細胞與肌細胞每於遺傳上預定結構。故其發動有如心搏之易。豕生一二分鐘已能爬行近母以吮乳。其不須學習，猶人之於咳嗽噴嚏然。動物具有種種能力，其功用幾於全備，而又顯然爲靈敏之事。此等生成的結構中，簡單者名爲反射動作，其較爲複雜者則爲本能行爲。在自然情景之中，此生成的能力固無虞其不適用。然普通秩序一旦有變，有時竟全不適用。此則研究者所不可不慎也。

鳩孵空巢，經日不去，或其卵在二寸之外而不知歸之原地，此其例矣。雖然，職是之故，而謂鳩之拙笨不可名狀，則又非理。試思其能自遠歸巢，是何等成就。凡論動物，不當以尋常秩序之擾亂，其本能行爲之失敗，因有所軒輊。本能之銘刻深者，敗事時百不得一；而其固定不易之性，於動物實有大利。凡物得此，其進化乃可更上一層，始能自由嘗試。故其『奴於本能』，即所以博得安寧，以進而開闢新境，而求食求樂。人以己力造成習慣，而自納於範圍，亦猶是理。蓋非此，不暇有所建白，永無以爲人類謀利益也。

夫觸熱而屈指，見樹枝之搖動而閉目以避其撞擊，非有意爲此動作也。哺乳獸第一次就母吮乳，其情或強近乎是。西利比（Celebes）島之丘鳥（Mound birds）有產卵於海邊火山之熱灰中者，有在一堆腐草中者。其雛出卵，立自此異巢中支撐而出。設非具此生成之能，則惟有悶死耳。且本能之觸機，可一而不可再。向使鳥之支撐，未盡力而休止，亦惟有滅種耳。同例，鼈卵產於海邊沙灘之上，小鼈孵出後，以本能故，就水而歸。鱷魚之類，有埋其卵在沙土腐草之中，深至二尺許者，其生處可謂奇極。鱷魚之破卵而出，其狀有如經三星期孵化後之雛雞。其出也，即依本能發音，聲似吹管。時母鱷魚守候於上，聞聲而爲發其重覆，否則生而葬於邱墓耳。夫丘鳥，

鱷魚與鼈之初生，咸憑本能而動作，爲不學而能之事。故凡見其動作而許以悟會之能者，無稽之言也。然動作雖不經悟會，非無待於努力，且或蘊有一部分之覺知。惟人爲萬物之靈，所恃者智慧，故於本能動作之精神方面，雖欲窺見一斑，要非易事也。

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

二

一個有用定律

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

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

謹遵此律，乃可概言脊椎動物中心之若何發現。

魚類之感覺

魚類無眼簾，故不能閉眼。惟其眼球殊形發達，故視覺精銳，尤利於移動之物。除脆骨類外，耳之外竅已全消滅。凡音波與其他波動之較粗者必先經肌骨而後刺戟內耳。內耳亦殊發達，惟其主要功用不在聽覺而在持身體之均衡。然魚類之有聽覺，時亦顯而易見。設有人在池之一邊震一鈴或吹一口笛，水面不見有人影，則見魚羣來就食。魚類之於聲音，雖大都不甚注意，非必以其耳聾也，蓋可聞聲而無可激動，不生反應。可見聲音於此種動物無生死關係耳。魚類中如鯊魚 (Bullhead and dogfish) 之類確有嗅覺，能以鼻孔察知自遠傳來之纖弱物質。他如鱈魚 (Cod)

之類，則其覓食半恃味覺，能就近感受多量之物質。味覺官體之位置可在口內，亦可在鰭上。在此階級，嗅味二覺猶未完全分別。又硬骨類之兩側必有旁線 (Lateral line)。旁線之主要功用，在使動物覺知水中壓力之變異，與凡低緩的波動。然則魚之皮膚可適應壓力，其耳可適應波動之速率較高者，而旁線之功用，則介乎二者之間。

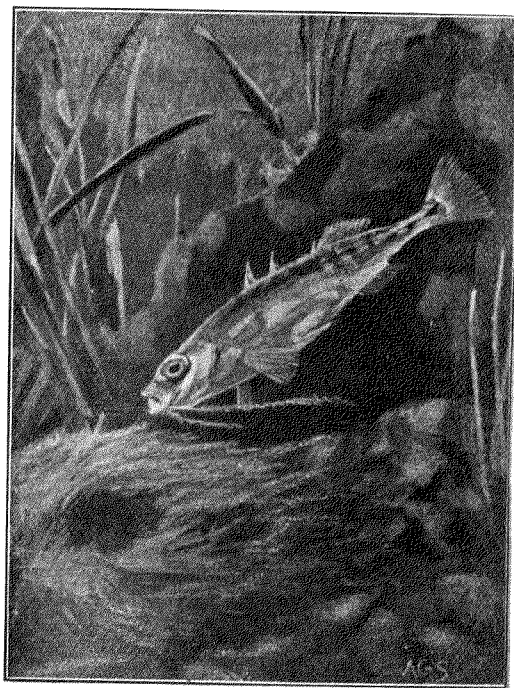
魚類之趣事

尋常硬骨魚之腦，其組織甚陋。夫大腦半球之進化究竟為智慧之府，此時尙未發達。脆骨類中，如鱈魚 (Starks) 鯊魚 (Starks) 之類，其腦較為可觀。夫以腦之組織而論，吾人對於硬骨魚如鱒魚 (Trout) 鰻魚 (Eel) 小鱉魚 (Haddock) 小青魚 (Herling) 之類，所期不可過奢。惟其動作之可人意者在在而是，請舉數例焉。

巢魚 (Stickleback) 之巢

巢魚之有二刺或三刺者，可生存於淡水或海水之中。其十五刺大魚，則全為海洋動物。此三類中皆雄魚結巢，第一第二類在淡水或鹵水中，第三類則在近海岸

淺水中。小巢魚用水草之梗葉作巢。大巢魚用海藻與似植動物 (Zooplytes) 編織之後，以膠質之線繞之。所可奇者，此線爲腎臟所分泌，一若暫時的病情變爲常態，且以致用焉。此時雄魚自巢中游過，往反數次，中成一空房。乃出引雌魚入巢，或誘或脅，前往後繼。雌魚行經巢之二門，稍留片刻，卽產子於其中。雌魚去，雄魚據巢而守之。他魚有侵入者，雖其大非耦，每被驅逐。及孵化既成，雄魚之忙更甚。必晝地而守衛之，至小魚能行動活潑而止。巢魚壽命不長，生育或祇此一次。其族類之競存，未始不以有慈父也。夫使結巢之行爲，一朝發現，已如今日形式之完備，則吾人必許此魚以極大精神的能力。然試思此種秩序經過種族上長期的變化，其進步甚遲，而又屢遭危險；於此乃不敢有所妄許。卽如膠質之分泌，其始或爲病情的變異，其功用或偶然發現。凡動物能有



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

機巧以利用此種變異，其生存必易。又以遺傳之故，而此種秩序銘刻於身。故巢魚非智，不可以貌相也。

小鯉魚(Minnow)之心

欲領略魚類之動作者，必經試驗而後腳踏實地，如白女士

(Miss Gertrude White)之研究美

國小鯉魚與小巢魚，殊饒趣味，可資參考也。其法先以魚置人造環境中，使習而安之，而後使之學習。以小布包二，一包肉料，一包棉花，懸於豢養器之兩面。鯉魚雖游近布包，似未嘗察見。巢魚則自始即咬。其游近肉包者猛進如矢，含而曳之，若甚受激動。其游近布包者，去物約二寸許，已掉尾而去。既見他方之魚有所爭逐，隨入其羣，此亦魚類之常習也。然鯉魚雖無意於「神怪的小包」，祇須水中或水面有移動之物，其能察見更捷於巢魚。此二種淺水魚之求食，大半賴有視覺，已無可疑。



一雌巢魚入雄魚所結之巢，散子而出。巢魚一雌多雌，每二三雌魚同用一巢。巢上雄魚正在守衛之責，驅逐他魚。

此後魚類又學習色彩之聯念。先以蝸牛，蚯蚓，獸肝等物割爲細塊，置鉗上餵之。鉗不入水，以防觸覺之影響。魚必自水中躍起就食。又以有色之紙片切成圓形，套在鉗端。故魚之所見，實爲一片圓形之色彩，中有一塊肉。如是預習一星期左右，魚類已習見此種有色圓形。見則羣趨水面，跳躍而起。此後時時以紙爲餌，以代食物。魚類祇見圓形，跳躍如故。然使紙餌永與青色之圓形同用，而肉餌常用紅色，（或青紅倒置，）鯉魚中有卽能辨別真贋者。無論二色之同時陳列，或間迭陳列，均百無一失。然則其去心之發現當不遠矣。

訓練數次之後，鯉魚與巢魚各已辨別食物與色彩之關係，且欲成他種聯念。有一種幼蟲不宜食用，屢試之後卽不復顧問。不久，又能知試驗人或他人之臨近，爲投餌之兆。然則魚類在日常生活中，能養成有用的聯念而抑制無用的反應，當無可疑。天賦以種種不待學習而有用的動作，且如上述又有養成聯念之能力，而其感覺之銳利，在某方面又臻極高程度，魚類所需者功在一簣耳。而此區區者乃非復其所能有。其上下四方游行自在，其所以生存之媒介物純一而不變，又能載其體重，其食常豐厚，不須奮力而得，無之亦可持久，且其生育繁盛，天死之數雖多無礙，精力未衰卽遇強暴，幾無一老死者，凡此皆魚類所以競存。心理上，其受之於天

者原未嘗厚。故其腦利於用而不利於思。其精神常滯留於極低地位。

然人之評論魚類，亦不可見其尋常而忘其全體，是猶量人者，目光不出日常慣例之範圍，未有大誤也。當知沙門魚（Salmon）能上瀑布，鱒魚之巧能逃釣者之技，熱帶海岸上之泥鰍（Mudskipper）能爬行石上或蔓根樹（Mangrove）之根上，以捕陸上之小生物；又當知鰻魚之一生如何冒險。且有時魚之瞻護家族，其法可異，尤以雄魚爲甚。海馬（Sea horse）藏卵於胸袋，刺鰭魚（Kurtus）帶卵於頭頂，圓鰭類之笨魚（Cockpaddle）則於沿岸積水中擇一隅而曝之。

三

兩棲類之心

在舊紅沙石期或泥盆期之末（Old Red Sandstone or Devonian），進化史上有一大事，兩棲類之出現是也。其始代表是類者爲狀似魚，較現在所見蛙類蝦蟆類之蝌蚪尤爲顯著，兩棲類之出自魚類無疑也。其進步之速，半係勉強出水上陸之故。其身體上柔軟之部，以不顯於化石之形，後人已不能復悉。惟據現在代表此門之生物而言，彼時兩棲類當已生長各種重要官體，如手指，足指，三房之心，位於胸前之

肺，耳鼓，聲帶，以及可動之舌等等。動物進化至此，具有握手能發大聲，則已開二種門徑。泥盆期以前，昆蟲之類或已能鼓翼作聲，惟喉口發音，則自兩棲類始。發音之第一義原爲屬性之呼喚，有如現時之蛙鳴。而究竟則在心之進化上佔一極要位置。蓋音之意義以時漸廣，始變爲父母之呼喚，嬰兒之叫號。又廣則藉以認識同類，變爲有用的工具，黑暗中與叢林深邃處，其用尤大。進化之旋螺又一轉，而音之爲用乃足以發表種種情緒，如喜樂，驚懼，嫉妬，知足之類，皆非直接在屬性循環以內之事。終則動物能發爲『語言』，以表白情緒爲未足，故又以代表『食物』、『仇敵』、『家室』等蘊蓄在情緒中之事，此可推測也。後此人類，既出動物之『言』，又變爲思想授受之媒介物，構言成句，而斷語出焉。溯其濫觴，不猶出於兩棲類之鳴聲乎？

兩棲類之感覺

蛙類有明目。而蝦蟆之目俗且以爲有寶石光。蛙之捕蠅，一搖舌之功耳。可見其視覺之精密也。（蛙舌前部結而後部懸。）且蛙類之能辨青紅或紅白亦爲試驗所證明之事。更可奇者，蛙之皮膚能覺熱又能覺光，非如人之祇能覺熱。尤葛斯教

授(Prof. Yerkes)之試驗，曾以蛙置簡單迷路中。蛙欲歸至水池，必行經迷路。在第一次左右分歧之處標二紙片以示路，白色正路，紅色斜路。及蛙已認識正路，尤葛斯乃將紙色交換，見蛙之迷惑，知其學習深矣。

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

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

保育後裔之試驗

兩棲類於保育後裔之法，若屢經嘗試而猶在尋求新法者然。是不可不深許也。

尋常蛙類以水爲育兒之所，產卵一堆，有時多至千餘。蝦蟆則產卵二行，或在水草之間，或繞於其上，而能事已畢，初無所謂保育之責。徒以生育之繁，故不覺夭喪之禍。其所以解決保種問題者，僅恃此散子之能。然使有他法以保育後裔，同時減少產子之數可也。如歐洲大陸上時見有看護蛙 (Nurse Frog)，或曰巡蛙 (Olytes)。其雄者能將二十至五十子，裝置成一串，在後肢之上部。晝伏穴中，夜則出而覓食，且爲其子得水氣。三星期後，蝌蚪將出，乃一躍入池，因釋其生育之勞，家族之累。又有完全水性之蘇利南蝦蟆 (Surinam toad, Pipa 譯註在東印度羣島之 Guina)，其雄者能將卵嵌入母背，爲數可至一百。背上之皮成襞如數，一一覆卵。久之，完全孵化之小蝦蟆自襞中躍出。

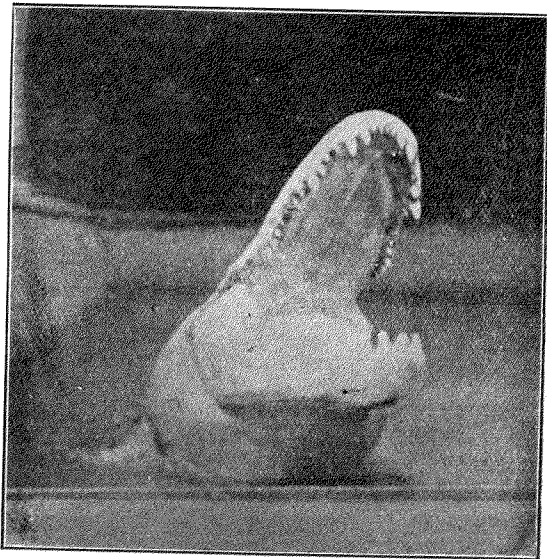
南美洲之樹蛙有名背竅類者 (Nototrema)，其雌背上有一袋，卵在其中發育。所可異者，子之出現，形狀不一，以種族而異，有爲尋常蝌蚪者，有形似父母而小者。他如達爾文蛙 (Darwin's Frog 卽智利國之鼻皮類 Rhinoderma) 之雄，養子於聲囊內，爲數十至十五。故其囊膨脹，終則小蛙出自父之口中，真奇觀也。所述各事，如能矯正以兩棲類爲毫無生趣之謬見，則言非無用。無論其精神方面作何狀態，其已屢經嘗試無復可疑。故兩棲類之富於保育之法，而同時其產子之減少，亦進化秩序上

之一轉機也。

四

爬蟲類之心

蛇之狡詭，夫人知之，而言之不易成理。爬蟲類之智慧，吾人所能見者，一鱗一爪而已。舉凡蛇，鼈，蜥蜴，鱷魚之類，爬蟲之種族浩如烟海，然其內在生活祇此涓滴耳。蓋爬蟲類之厚生致用，利在本能而在智慧。譬如美國之軟甲龜，幾盡人而知其游水時能奮力撲擊。其疾走可以避人之追逐。又在河中恣意獵食蝦類與昆蟲之幼蟲。入冬則蟄居泥中。有時乘木塊浮行水面，遇驚即竄入水中。有時曝於河岸或淺水之處。其產卵也，擇時擇地，皆極機巧。埋卵後，其雌能覆之以土而踐之使固。凡此動作無一不有其效。其他爬蟲類能



鱷魚思食而欠伸

圖中可見多數錐形之齒，生在顎骨之缺內。

與此比擬者不虞以十數。然其性質幾全部分爲本能之慣例，僅見有效率努力而已。

此外，爬蟲類有時確能自遠處回尋故居。其能識人亦無可疑。白氏 (Gilbert White) 謂『有某老婦參龜三十年。龜見日常施予之人，知盡力蹣跚而前，見他人則絕不介意。』此外，又有數種記錄，能證爬蟲類實有學習之能。尤葛斯曾研究一鼈，其性愚蠢而喜隱避，造暗巢於溼草內。故人可利用其嗜蟄之性，在其巢前造一簡單迷路，使擇路而行。迷路形似一匣，中有數隔。此鼈遊行不息，至三十五分鐘偶然尋得出路。二小時以後，即能在十五分鐘內歸巢。第三次試驗其途徑漸直，無目的的游行亦漸減少。第二十次試驗僅須四十五秒。第三十次四十秒，且其徑甚直。至五十次需時三十五秒，而其徑尤直。此種步驟原不得謂有若何價值，然確爲學習。能以經驗而學習，已在動物動作之進化上佔一重要位置。

爬蟲類之比兩棲類，其動作更能自主，且稍覺其改變之易。人有以蛇類爲玩物者，其所記述隱見爬蟲類感情生活之漸富。若傳言可信，則夫婦之情，亦兆端於此。所不可不慎者，凡經長期之適應，身體上組織已變，而後發爲動作，勢不得視爲智慧。譬如蜥蜴之無肢者有名慢蟲 (Slowworm)，執其尾則棄之而逃，蓋其體上已

成一積弱平面，一掣卽裂。此反射動作也，非反省動作也，猶人之觸爐炭而縮指也。非洲蛇類之食卵者，名爲厚盾類（*Dasyptelis*），得鳥卵輒全吞之，而破之以脊骨。其脊骨在咽喉之間伸入體內，成爲利刺。卵之精華不失涓滴，而反其破殼。異哉觀止矣。然而非智慧。

五

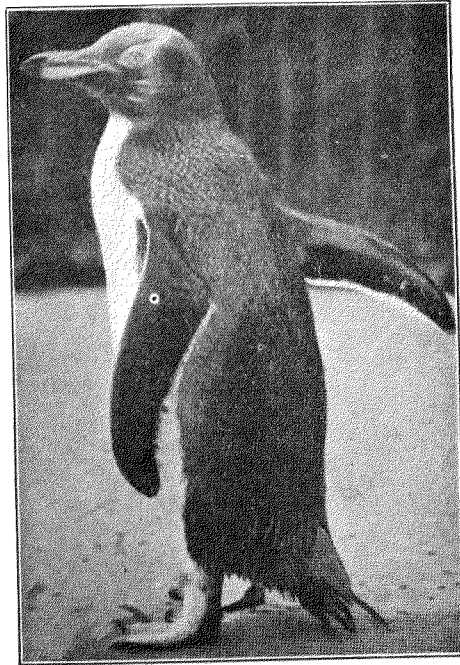
鳥類之心

鳥類中視覺聽覺之發達特甚。夫感覺之爲用，不特可爲生成有效力之事發動其機，且亦所以供給智慧之原質。古之哲言謂智慧之內容，未有不入自感覺。雖爲一偏之論，要不損爲真。輪船過，白浪起，海鷗能從中啄食餅屑，其精其捷每爲人所驚異。此特一例耳。鳥類之運目，能於瞬息間變其焦點，其才無以復加矣。

鳥類中聽覺之精，去視覺不遠。樹枝有裂聲，守衛之鳥卽驚叫以警同類。竹鷄等鳥，生甫二三小時，一聞母鳥切急之叫聲，告以危險，卽懾伏地上。如寄育於家鷄，雖母鷄喔喔之聲至於發狂亦未嘗介意。其靜伏也，不自知其何以故，服從前代之遺勢耳。故其動作出自本能。惟此所欲言者，爲其聽覺之晰辨之性。卽鳥之所以有鳴

聲，亦足爲此事之證。鳴聲者，情緒之術也，以聲表情也。雄鳴以悅雌耳，耳之馴雅可知矣。

視聽之外，觸覺亦甚發達。惟喙上之



黃冠白頭鳥
其翼因久不飛而變爲撲擊之具用力甚大，其足之強亦大可觀。白頭鳥(Penguins)大都產於極南。



白頭鳥奇禽也

其翼已變爲撲擊之具，遇水能游，遇積雪能用爲橇。每當生育之時，白頭鳥能遠自數百里外歸至生處，不須途徑也。一至南冰洋之海岸，選能擇地而居，每在峭壁之上。中有數種一分鐘能蹣跚行一三〇步，每步六寸，一小時行二里。

感覺，至啄木鳥之撥土壤以探目所不見之蚯蚓，已造絕頂。味覺似不甚發達。鳥之食物不待咀嚼，惟有時不堪入口之物，如蝦蟆毛蟲之類，棄之惟恐不力。鳥之觸覺，人鮮有知者；然亦不無一二可證之事，

獵禽類之能夜出是也。至鷹類之逐腥膻，顯以視而不以嗅，嗅覺之用或不至若是其鮮。若遇黑夜或迷於森林，能鼻翎腺所分泌之油，或可藉以認識同類。此大可試驗者也。此外，鳥類尚有他種感覺，例如溫冷覺身體持平覺之類。至前人急於『解釋』妄擬候鳥之所以識路，賴有磁覺，屢次試驗，未見有此發明。鳥類至大之事，要在視覺聽覺。此則其知識廣闊之路也。

本能的傾向

水鳥如沼鴨 (Coof) 之類，初次墮水，大都即能游泳。同例，雛鷄之啄食不須教學。飛蛾之小者，初生之鴨能捕而得之。一聞警叫，雞鳩 (Plover) 伏地。所可異者，鳥類本能之量殊有限制，遠不及蜂蟻之類。蜂蟻之腦雖『小』，似儲有無數天賦之技能，



樹上繫一棉線之軸，啄木鳥啄之

圖中可見尾上之羽抵住樹木，以分其爪之力。樹上又見原啄之穴中儲木質。有時破其殼而食其仁。攝影者以棉線之軸中繫一孔而置木質焉。啄木鳥一見而知其用意。

而鳥類之有限制，或正所以爲智慧留餘地也。此後日常生活，在將爲智慧所操縱。摩根教授謂其在試驗室內所馴之鷄雛，聞其母喔喔之聲，近在戶外，絕不知是何意義。渴而欲飲，能啄試驗者指頭之水，而足涉盂中，反不知所盛者爲水。後在水中，偶啄其足指，始悟水之爲物，能投其所欲。乃舉喙向天而飲。有一二次，竟飽食紅絨，以爲『蟲』也。

夫本能之傾向，鳥類非一無所有，惟較蜂蟻爲有限制耳。其故由於腦之進化，至此已漸得藍開斯德爵士

(Sir Ray Lancaester) 所謂『可學之性』。鷄雛之學習神速，動物之心自始屈服於遺傳係屬之下，至此漸能解脫。夫小鳥非能一無失誤（如食紅絨之誤），然一誤再誤之事，非所常有，故易受經驗之益。我爲此言，非謂動物之腦小者，如蜂蟻之類，絕不能受經驗之益，而全無智慧。二者之分域，非固定不移。我意昆蟲之尋常生活

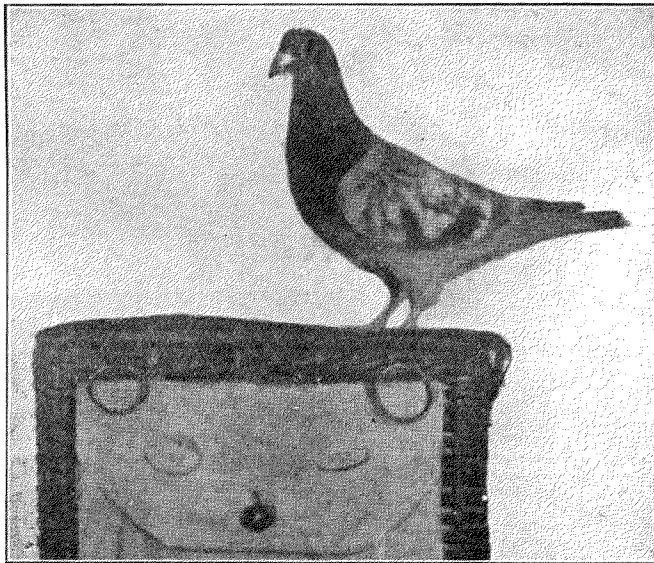


鴉之一種兀立門杆上
此鴉有大腦，甚活潑，能學習而善鳴。

祇須有本能銘刻於神經系，已大足應用。因此可學之性發達甚微。且我言鳥類能脫離本能之專制，非謂其在在能引動智慧，而蜂類則動作如刻劃，萬難爲此也。譬如鳩鴉空巢，去卵僅二寸許而不知注意，可見鳥類如遇某種情境，或尙不能脫離本能之羈絆。鳥類之特長，一方面仍以其本能之多，而同時恃智慧以學習，其量又甚可觀也。

智慧與本能之合作

摩根教授曾豢養二沼鷄 (Moorhens)，自幼卽與其同類隔絕。泅水是其本能，或在盆內，或在溪中；然未嘗能泳。一日，沼鷄之一游行於約克泉 (Yorkshire) 河之潭水中。忽有一犬自岸而下，狂吠而奔是雛。轉瞬之間，沼鷄已一泳而沒，須臾復出。陡岸之下僅見其頭出水面。此爲是鳥泳之發軔，已能純中規矩。

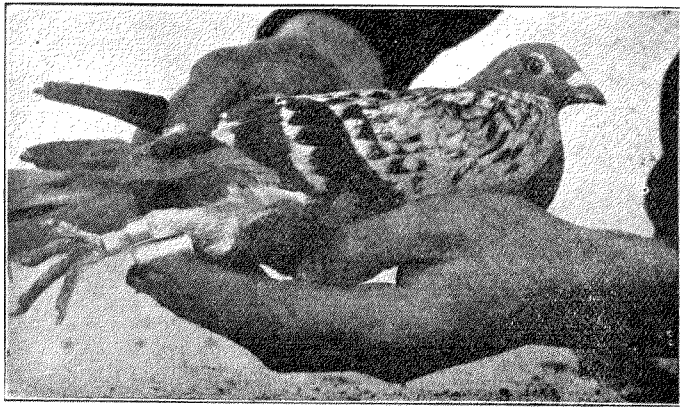


鳩 之 路 識

此爲青斑鳩之雌者。大戰時(一九一八年九月)曾於二分鐘內飛二二英里，以救駕飛器之人。

此事之意義，蓋彰明較著。沼鷄有遺傳（本能）之能，可泅可泳，惟後者不如前者之易於引起。而此鳥享有二月泅水之經驗，或預於游泳發生影響，僅無機可觸耳。一旦有事，雖鳥見犬之驟至，又聞其味聲，情緒上有所激動，或又隱約能悟境遇之危險不可測。此時智慧與本能合作，鳥之游泳正合時宜。

鳥類之生，已具有某種有效的趨向，如爬，啄，泅，泳，飛翔，俯伏，結巢之類。其與蜂蟻之別，一則專恃本能，一則遺傳的天性上必和以個體之栽培。二者合成勝事，名之曰鳥類之動作。摩根之鷄豔毛蟲而嘗試之，知其不堪入口，數次之後不復顧問。鷄始生數日，其學力進步神速，即生可代表『大腦』種與『小腦』種根本上之差別。蓋一則本能之稟賦雖微，而大可教育，一則如蜂蟻之類，本能豐富，而不善學習，亦不喜學習。正如藍開斯德所言，此二種腦在進化史上背道而馳，不當直接比量。『小腦』類至蟻而造絕頂，其本能動作已甚完備。『大腦』類之造極，在馬，在犬，



傳 信 鳩

大戰時用傳信鳩甚得力，書信於薄帶上，繞於鳥腳，如此相片所示。

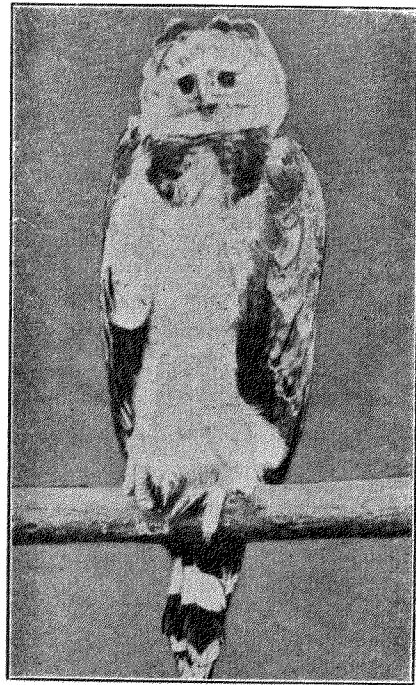
在象，在猴。鳥類之可異者，以有如許本能，復與如許智慧相合。鳥之結巢，能用新材，能擇新地。且有時其變換食品，足爲此事之證。氣（Kea）鸚鵡入紐西蘭而食羊。

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

用機智

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

畫眉之砧



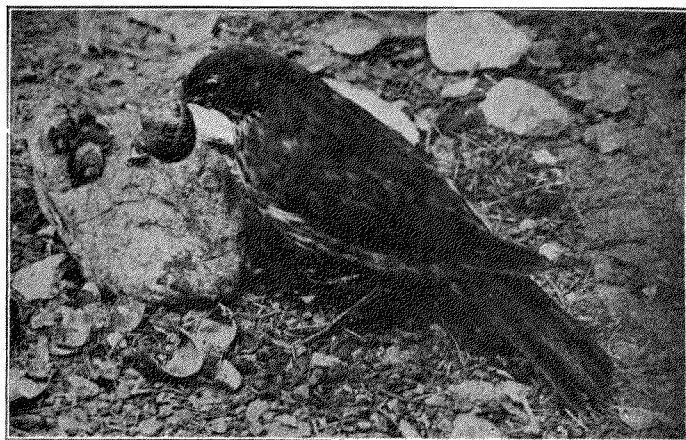
女面鷹

女面鷹(Harpy eagle)之產地，北自墨西哥，南至巴拉貴與墨利未亞，其雅潔高傲，有如西班牙之公子。其居或在樹上，或巖上。其強暴能食哺乳獸。腹部大都白色，而胸前微灰。其背則深灰色。

畫眉口含木上之蝸牛而碎之於石，若以椎擊砧。觀其動作而事理可明。曾有一外，漸蠕蠕而行。鳥乃啄其兩角。蝸牛被啄，引首而藏，鳥又不知所措。如是反復數次，鳥之驚怪日深。時或啄之，時竟舉之以喙。至第六日始真有進步，擊蝸牛而竭力掙之，如掙一大蟲。旋又一一舉而叩之於地。十五分鐘而破其一殼。以後更無難事。據此試驗，畫眉實有以物叩地之傾向。其能用石爲砧亦不待教導。嘗試既久，自能應付疑難之境。倘在自然環境之中，事或可以摹倣而成。然規之試驗成績，動物界摹倣之功用，遠遜於常人之意料。故事雖可能，未可必也。

六

哺乳類之心



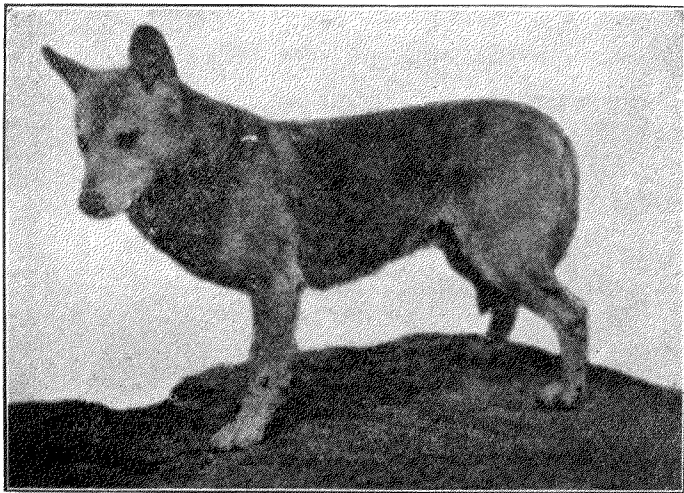
畫眉用砧

畫眉以喙含蝸牛之殼，叩之於石而破之，而嘗其味焉。石旁每見有無數破殼。

凡論哺乳獸者，見牧犬之以驅羊競勝，象之助人伐木，馬在鐵道岔路搬運車輛，不覺心許其智。實則此等事實非盡成於動物之心，強半出自人力。反之，凡人研究兔類或荷蘭豬（Guinea pig）之類，鄙夷之每過其實。蓋此種齧齒動物，其智原在哺乳獸中材之下。兼以豢養之餘，生活閉塞，而其材更蠢。同例，家羊不能與野羊較，且不能與羔羊較。如欲於哺乳獸之智慧，下一折中之論，則訓練之功，豢養之弊，皆非所當重視也。

本能的傾向

水獺有齒如鑿，以齧樹木，留其中心，以待風之吹折。樹枝倒地，則取而用之。鼯鼠能造巢。松鼠能建倉儲果。人見此種動作，究當作何感想耶？動作之類此者，實不可勝舉。其基本為本能，其在神經細胞與肌細胞，生成有此傾向。惟在哺乳獸中，復有若干注意伴之而起。此其所以靈敏也。動物



澳洲之野狗一名定呀（Dingo）或曰是本地產或曰家犬之放逸者

野狗害羊甚烈，又以極能伴死著名。有人曾獵得其一，以為死矣，而棄其皮之一部分，乃知其未死。

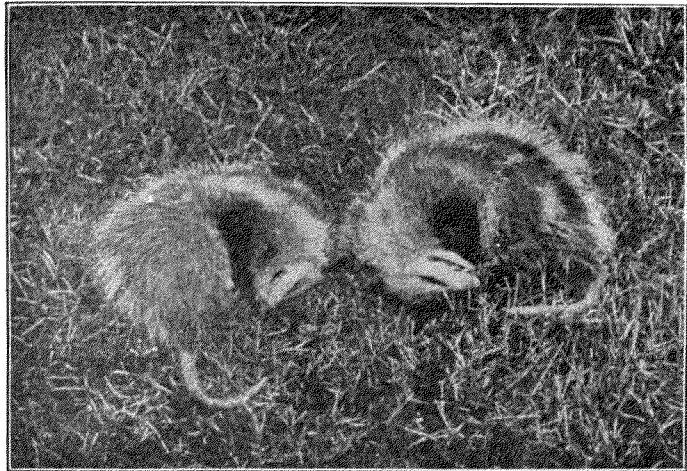
車輛，

因此脫離本能慣例之勢不復與蜂蟻爲侶



獼

獼猴對徑盈尺之樹，留其中堅，以待秋風之至，爲竟其功，不欲枉費力也。



二 尾 撲 素 之 伴 死

尾撲素 (Opossum 此言野獸) 爲袋獸類之棲於樹者。能肉食，亦食昆蟲。僅產於亞美利加大陸，北至合衆國，南至巴塔各尼亞 (Patagonia)。其無袋者育兒以背上，兒以尾繞母尾。性甚敏捷，尤以能伴死著名。

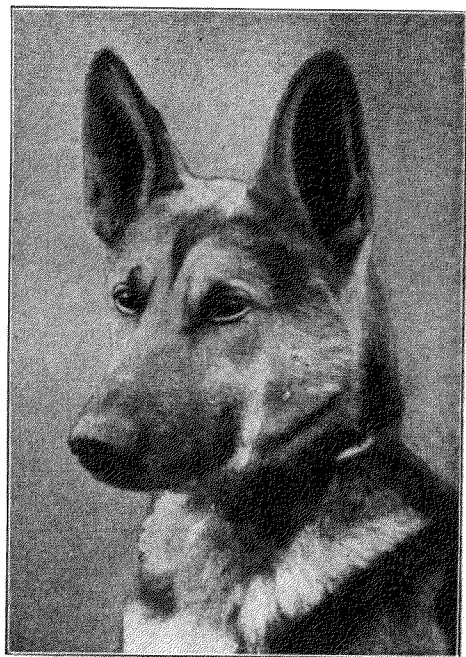
純粹技能

本能的趨向爲一類所同具。其發表也，亦完全平等。惟技能之養成，當視個體之

機會何如。二者之間雖難截然分界，然技術與尋常慣例要不可相提並論。聞印度之瓊那河（Junna）上有摩師拉（Mathura）城。其地河中多神龜。進香者投以食物，則見有平滑之龜甲處處浮起，斷續若成浮橋。其地之神猴（Sannopitheus entellus）乃不顧橋之震盪浮滑，冒萬險而出，以掠得一齋。以龜背之動搖而猴能履之，此景此情，不啻為動物之純粹技能寫照也。即此可見冒險之精神，嘗試之意志。凡動作之翻陳出新，其動機信在此矣。

聯念之力

華真教授（Prof. J. B. Watson）曾研究一雜種犬（Bull terrier）名阿斯俾（Jasper）。其智足以知語言與事物之關係。其主人能自隱處發令指導之。譬如曰：『至旁室為我在地取一紙來，』阿斯俾頃刻而致。又能為同類之事，凡以數



亞拉斯加之狼犬

是獸感覺甚銳而智慧甚高，戰時大有功用。（圖中之犬名亞諾 Arno von Indetel，戰時在大陸上供用，一馴練的警犬也。）

十計。亞范培來爵士 (Lord Avebury) 之犬名萬 (Van)，每能從箱內少數紙片之中隨時選出一 *Ten* 字或 *Out* 字。某種白地黑紋之物已與某種欲望之滿足成爲聯念。犬馬之類時見有奇異之動作，能以足叩地，馬則計數以答算學問題，犬則以舉圖上之物名。凡此皆恃聯念之敏捷，能使叩地之數隨教練人之隱示而變。所無可疑者，哺乳獸有養成聯念之能，而深淺有所不同。所成聯念時或精密異常。譬如犬，貓，馬等平時於主人之舉動顯無興味，及至有一細事發生（如從釘上取鑰），其反應乃如觸機而發。此人人所知也。其事之重要，可以野外生活說明之。狐也兔也，水狸也，松鼠也，每聞環境中有某種聲音，則知某事之可爲。蓋自小即已學得此種聯念。森林術中，此爲初步。如學字母，其各母則聲音薰臭是也。

舞鼠之學力

舞鼠 (Dancing mouse) 爲日本種。其身多異態，半規管祇有一對發達。故鼠性善舞，無故旋轉不已。偶自外歸穴，必側行而前，不能如他獸之正視。惟尤葛斯教授曾以審慎之法，證明其性雖怪癖，而頗可教誨。其法以鼠置歧路之前。二路各有符號，或一明一暗，或其色彩不同。甲區可逕通鼠穴，誤選乙區，則觸以微弱之電流以示懲

罰，不得不繞道而歸。甲區之佈置時在鼠左，時在鼠右。此爲必然之勢，否則位置之固定即成隱示。試驗之後，知舞鼠能以學習而識正路。又其他哺乳獸，如白鼠、松鼠之類，效果亦復相同。此雖不見有依觀念而學習之事，其能以經驗而學習無疑也。受養者有如此成績，自然生活中更無慮矣。

哺乳獸如貓鼠之類都能學爲開箱取物之事，又能覓路至迷津之中央（Hamp-ton Court maze），若探寶藏。有時箱之啓閉大非易事。中儲食物以勵成功。啓之者必循序漸進，一一啓其關鍵。然哺乳獸中能解決此類問題者爲數非鮮。其無用動作脫除殆盡。錯誤減少，而終抵於成。且一次解決，其效果能銘刻於心，歷若干時不變。凡此皆彰明較著者也。正如人之學習手藝，不事思索，惟恃經驗而學習，無所用觀念與反省。依常人之見，貓鼠不能有迷路之觀念，且不能有想像，惟其能學習則一也。

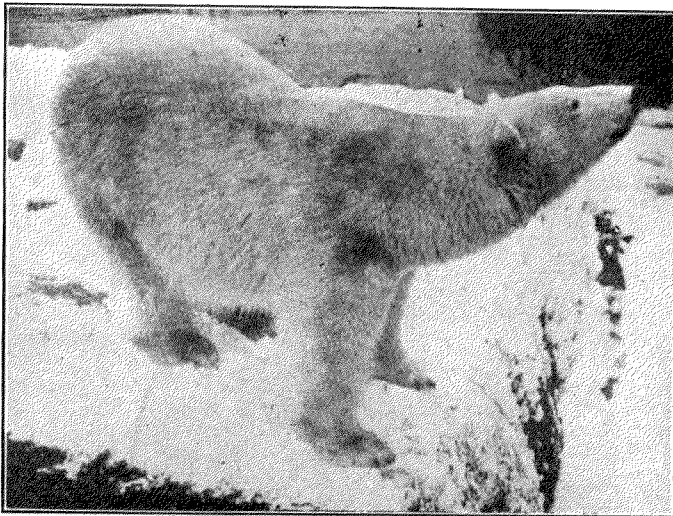
學小巧

哺乳獸之靈敏者，苟誘導得當，每能學爲機巧之事。其動也，或不自知其所以然。然此則非人力所能斷定。動物之行爲，雖以訓練純熟，貌近乎智，實尙不足以語此。

孟屈斯脫 (Manchester) 城之美景園 (Belle Vue Gardens) 有一異象，觀者有憐而與以銅幣者，則受而藏之。旁有一自動機器，每得一分錢，以鼻捲入器之隙內。器轉有餅出，以酬觀者。如與以半分錢，則擲而還之，若甚鄙夷之者。驟然視之，豈非幾於上智之行爲哉？夫象之智慧能於此種情景有所悟會，原無可疑。惟事出於小心訓練，歷時已久，大都習慣順應而已。其置錢於隙內，須反覆教導也。其能辨一分錢之有用與半分錢之無用，須反覆教導也。故其智不可以貌取也。

用機智

愛丁堡 (Edinburgh) 極美之動物園中，白熊每於其水居之半島上據石而坐。觀者投以麵包，浮於水面，熊一躍而獲數枚，直易事耳。然又發明一新易之事，則以巨掌撥水，沿半島之岸成一急流，運麵包至



北極之熊

熊有大力，一舉掌而自水中掣一海狗，塊然擲之冰上。其大宗食物爲海狗。兩性不同遊。入冬則掘地爲穴以居，而未嘗蟄。其居窟中，且有能以掌撥池中之水，使成急流，而輕易得到浮在水面之麵包。是則純爲智慧之事矣。

岸。事雖簡易，隱然可見智慧。蓋已能集舊經驗而創方法矣。所謂『以知覺推想』之方，其在斯乎。

淺草之野，一日大水，見有牝馬驅羣駒至高岡之上，環而守衛之，以免於水患。又聞人言，有一異犬泅而渡河，能隨潮汐而異其出發之地。此則悟會情景之變遷而與之俱變也。北極之狐善避陷阱。他種野哺乳獸間亦有能爲此者。象之足能爲雜技，其術更神。

七

智慧何以止此？

既知動物有技術與聯念之力，又認其有充分的本能以受經驗之益，若甚有智慧，乃進而量哺乳獸之動作。凡見其腦部組織之精微者，自必有大期望，而一部分之失望因有所不免。試問以狹義言之，哺乳獸中智慧之表現何以祇見此絕無僅有之事？

答曰：哺乳獸對於尋常生活之情景積久而漸能適應。日常生活以尋常的問題來，彼則以有效的反應往。又何必再事嘗試？競存之後，在普通環境之中，所存者惟

見有效率。即最高的動物，能具此聰明足矣。故哺乳獸大都異常有效，尙不免蠢鈍。其心的預備雖足以應付日常情景而有餘，以言冒險嘗試，或對於自然界之興趣，則見其窮矣。哺乳獸所求者，安全而已。

以上言其大較，然亦有以濟其窮者，亟當述其一二奇事如下。

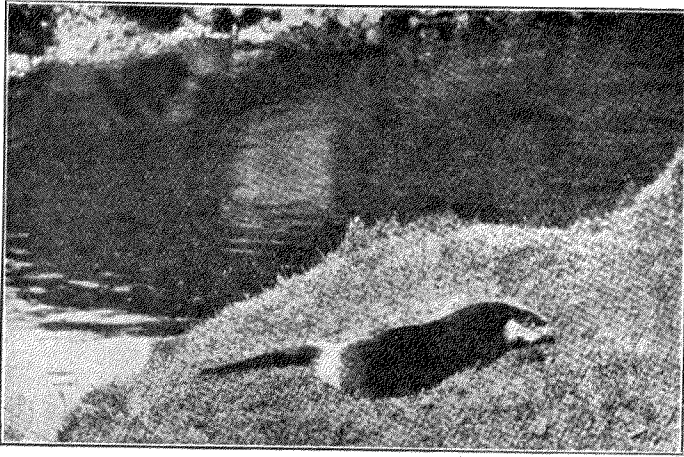
以遊戲爲嘗試

綿羊山羊之羔，與駒，犢，小狐之類，性善遊戲。凡以哺乳獸之能事爲不可不知者，當於此三注意焉。動物當幼稚時，固習未成，無所顧忌。一類之能事，每可以此時爲斷。且其遊戲每含有嘗試性質，顯然可觀。

近今生物學家皆以動物之遊戲爲幼稚時之工作。動物每有顯著的遊戲期，實與生命有關。蓋爲將來正當生活預施訓育，亦自然界升堂入室之門也。動物之能嘗試，以遊戲期爲不可多得之機會，雖失敗而無大患。故遊戲者，自然界所以爲動作之變化留餘地。動作有差異，進化始有所寄託。故曰，欲知哺乳獸之可能性者，當於遊戲窺之。

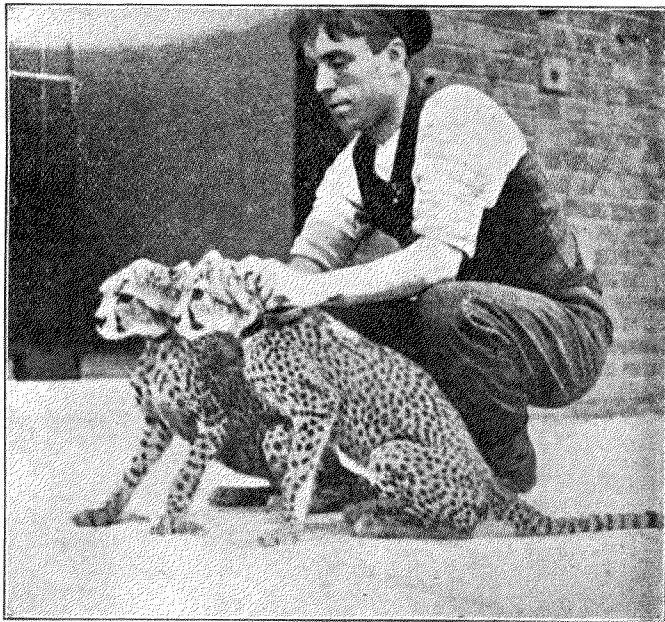
其他可見智慧之處

松鼠之聰明止於其所必須有。而水獺之類或並此而無之，故其種絕滅殆盡。慣常不變之效率病在膠滯。惟上言哺乳獸幼稚時之遊戲其可能性如無盡藏。其他



尋常水獺

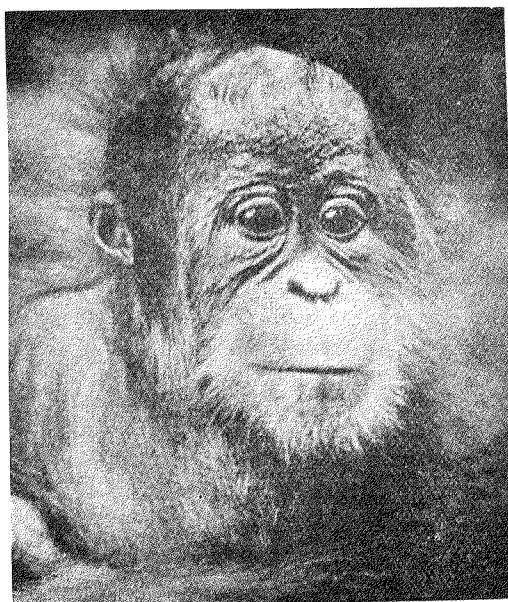
以機詐善變而言，是獸當首屈一指。不儲藏，不蟄居，僅以機智競存，而善教其子。水獺為遊行獸，所居每不止一處。有時一夜行四十餘里。



獵豹之幼者

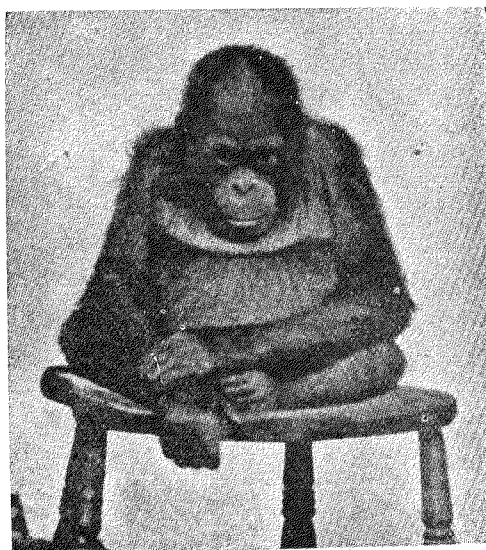
獵豹一名溪筵 (Cheetah)，其性易馴。自古以來供人獸獵之役。產於印度，波斯，突厥斯頓與非州。

事實有與吾人以同一感想者，可視下例。(一)哺乳獸如犬馬之類已與人發生合作的關係，其心之能事迥非尋常所能企及。然使人之庇護過於周至，而動物之



野人之乳兒

圖中可見其耳之小，其性之溫和。老野人見有人侵入其乳兒，能以刺果樹枝等物擲擊之。



野人

野人之居處大都在蘇朋答嶽與婆羅洲之森林中，暫時結巢。其體大而重，其狀若不勝憂其腹果，其色黃而機，其動作謹而緩。

受豢養者又被動成性，則智慧反至消退。（二）水獺（Otter）之類生涯活潑。其環境複雜而艱難。試一究其機智，實有足以驚人者。（三）猿猴類出，前肢成握手，腦府之進步漸大，且能多用『語言』。於此明見有新奇之事發現新奇者何，曰不息的好事心，曰窺探環境之欲，曰不知足的嘗試之傾向。庶幾乎其有理知矣。

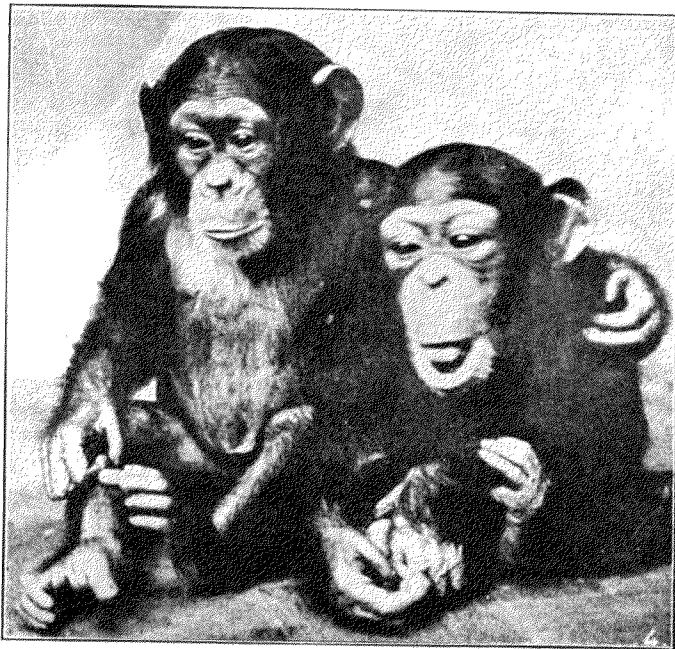
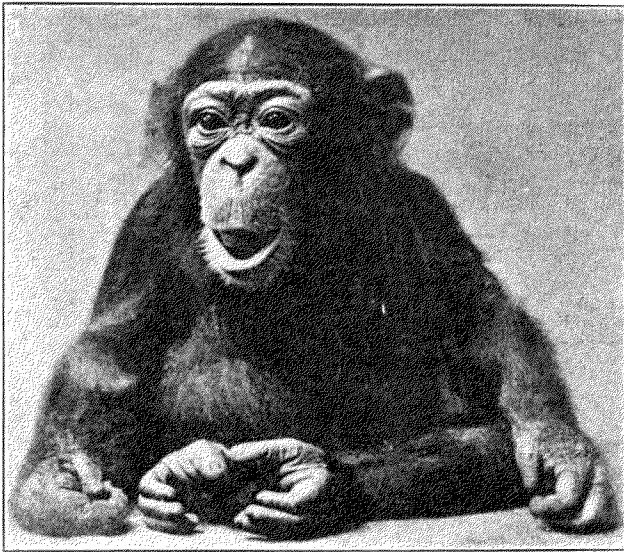
猿猴之心

八

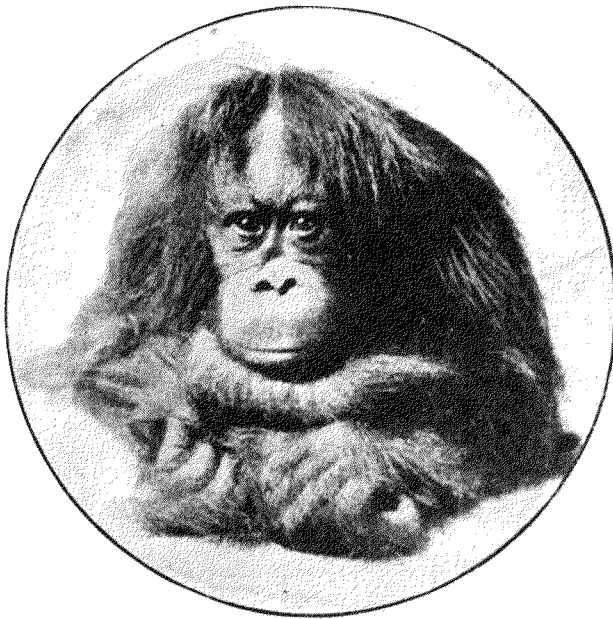
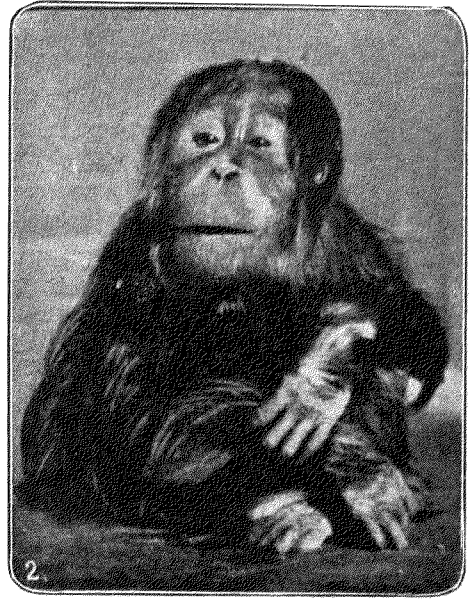
自大尾似松鼠之美毛猴 (Marmosets) 至大腦的半人猿 (Chimpanzee), 相去不以道里計。短鼻類 (Simian) 之各等階級, 所造大有不同。

銳利的感覺

請自其最原始者始。猿猴具有最優的感覺設備, 尤以視聽觸三覺爲利, 此無可



疑也。其目官之軸已如人之前向，故其視野之大部分為兩眼所同有。以較其他哺乳獸，猿猴類之能見實體更覺周詳。故能多以目視而少以鼻嗅。且其視覺不特能知物之明暗，又能辨其色彩而認其形式。譬如有二箱於此，大小同而形式異。如一箱之內常儲可欲之物，則猿猴類能依聯念而知所



- 1 野人
- 2 半人猿
- 3 半人猿之乳兒
- 4 野人之乳兒

達爾文之名著情感之表示 (The expressions of the emotions in man and animals 一八七二) 中，曾謂尋常人類面部之表示每能於猿類或他種哺乳獸見其雛形。其書又示人表示之動作若何重要，蓋為母子夫婦親族之間傳意之媒介。

圖中可見猿類之性情各不相同。半人猿常活潑歡喜，而易於學習。野人性亦溫和，惟一居檻中，每不勝憂鬱。然圖中之大野人似無此態。半人猿野人二者，又各與猩猩之內鬪大有分別。

取捨。如以小字或他種符號畫於紙片之上，學習後亦知辨別。見紙上有『是』字即來就，有『否』字則棲止如故。且森木之生活以敏捷爲生死關頭。物之驟然動者彼必反應如響。環境內一有新象當立能分辨。凡此皆言其視覺之精利也，而其聽覺亦不亞乎是。

手技

手技之諳熟，手眼之相應，又爲猿猴類與其他哺乳獸之一大分別。此自然之厚賜，蓋出於猿猴類前肢之解放而成握手。不必再用以支持身體，而變爲攀握援引之具。凡稍審猿猴類之性者，莫不知其於此新工具運用不遺餘力。偶見刷柄有旋螺，則旋入旋出不已。其喜破壞，亦一種解剖術也。

爲欲活動而活動

商戴克教授 (Prof. Thorndike) 論猿猴類，最注目於其心身兩方面活動之強度，信爲中肯之言。其身如能力之儲藏所，一觸即發。商戴克教授謂貓犬之類，鮮有所作爲。縱無所事事，亦能積久不厭。惟有食物恩讐等刺戟，能決然引起活潑的反動。然性情所趨，祇圖實利。不投其所好，可絕無舉動。『至於猴，則見者不能屈指計其

動作，不知其所反應者爲何刺戟，不能思擬其倉忙之所以然。惟見其事事留意，爲欲活動而活動耳。」

至其心之活動，亦復類是。其性質爲非常注意。見其試驗的態度而知進化之旋螺至此又高一曲。除人以外，無復可與倫比，蓋已隱見有科學之精神矣。雖然，我不信動物之任何性質可一躍而現。上述哺乳獸如羔羊，小貓，小犬之類能寓嘗試於遊戲。而其長成亦有大似吉百令（Kipling）所述之蒙古斯獸（Mongoose）（譯註一種灰色爬行獸 *Herpestes griseus*），以好事成性，終其身以探求物理爲事者。惟至猿猴類，則其不息的嘗試始成習慣，高出尋常。且恆以其世界爲新奇的世界。前段所引之心理學家又謂曾見一猴偶觸一突出的鋼絲而使震動。此後數日間反覆爲此戲何慮數百次。弄玩之外，他無所取。卽此已足以供其心之消遣。『其所得酬勞，祇在有此心的生活。』猴類之腦，『完全柔順，通體運用。凡事可使活動，每事可使活動。』

以敏捷勝

上言不息的探求與不事實利的活動。與此交相起者，又有敏捷之性。非特其運

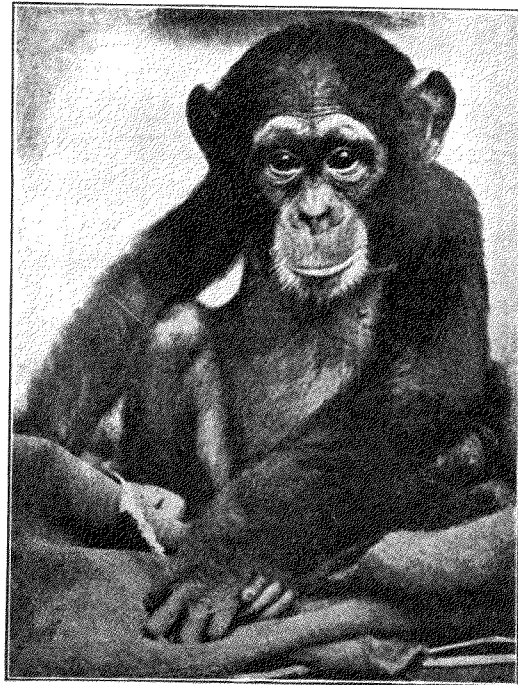
動之捷，抑亦敏於知覺，敏於設計。猿猴類大都如是。蓋叢林之生活，死生如反掌，其能醞釀此種性質宜也。常言人之警飭者不爽毫黍（Being on the spot），本意其指此歟？譬如胃猴（Bonnet monkey），爲印度之低鼻類（Macaque），與產於吉白拉太之石（The Rock of Gibraltar）上者爲近種。霍姆司教授（Prof. S. J. Holmes）曾謂「其知覺之銳，動作之捷，欲逃避時或達到他種目的時，其應變之敏，動物界中鮮有能與此獸倫比者（名栗齊 Lizzie）……其知覺判斷之速，遠勝於我。每在我意料不及之時驟變注意，隨其所欲而施之實行。我嘗置蘋果落花生等物，意欲待其學爲某事，以獎勵之。乘我不備，已被竊取不少。其技之神速有若此者。」

敏於學習

凡欲明動物之動作者，不可不知藍開斯德爵士所舉「小腦」類與「大腦」類之分別。「小腦」類富於生成的本能，而拙於學習。「大腦」類則稟賦於天者少特殊的本能，而其可學之性特盛。「小腦」類造極於蜂蟻之類。「大腦」類造極於馬，於犬，於象，於猿猴。一切動物中惟猿猴敏於學習。所謂「學習」，謂能以有用之法聯絡彼此，見物陳於感官，而即引起一相當的動作也。

莎麗(Sally)之事

讀者或尙憶羅馬納斯博士(Dr. Romanes)所試驗之莎麗。莎麗者，動物園中之半人猿也。教以數草莖之法，向索某數則以某數應，至五而止。如得正數，則給以水菓少許。所答有誤，則不受其所獻之草。莎麗求五數時，能將草莖一一拾取，含之於口，至五數，乃握而呈之。教以六數至十數，無大成績。自莎麗觀之，「六以上」爲「多。」最奇者，如所求爲五數以上，每見其折一草爲二，露其兩端，作爲二草。可見其計數之能或不止於五，惟其忍耐則盡於此矣。折草之法，似以省時，顯爲智慧之事。雖其導師未嘗肯納一兩折之草，作爲一草，仍屢試不已。此所見者，已非聞「五」聲而聯舉五數之事矣。



半人猿

半人猿爲非洲之猿類。居赤道之森林中，活潑而好遊戲，且善學習。

栗齊之事

霍姆斯教授參栗齊於檻中。前有直木，使能探臂於外。檻前置一木板，上有一蘋菓，在栗齊力所不及之處。惟板邊有一直釘，栗齊見而握之，移板近前而得蘋菓。『初無須嘗試差誤之法。一見板釘與蘋菓之關係，直接能發生相當的動作。』其先世（在森林中，）見樹菓之累累然，或已知攀其枝而摘取之。然此種簡單試驗自有深意。尤以栗齊之學習他事，仍必逐漸淘汰無用的動作而保存其有利者。試以一落花生置油瓶中，而加以軟木塞。以示栗齊，則立依齧噬異物之本能，以齒啓塞。然終不知倒持油瓶使落花生外墮。其初偶然得果。習練之後，自較初時爲易；惟從未見其發明適宜之法，以償所欲。『惟其努力過殷，故其心專注於所欲之目的，而不見所以達到目的之法。蓋絕無所謂思慮，而其動作不辨輕重。其事之漸趨諳熟，顯以其無用的動作在無意中淘汰。』謂之學習，原無不可；惟其階級甚低，初非以觀念而學習，且不純以嘗試而學習，祇爲經驗的學習，雜亂的學習耳。

嘗試與差誤

猿猴類之稟賦較厚者，其動作之造就亦較高。自來試驗此類動物，大都以開門

啓箱爲事。據其成績，可見其嘗試之竭力專注，與其無效動作之能銳減。且問題一經解決，卽能牢記。金南門(Kinaman)教二低鼻猴學走迷路(Hampton Court Maze)，事或非能記憶不成。據謂其行過半途，輒鼓脣作聲，若有『這一次對了』之態。亦一趣事也。

猿猴類能開門啓箱，或依一定序而啓『連環箱』之關鍵。雖不免嘗試差誤之法，而其學習之速，顯非貓犬所及。商戴克教授又教人注重一事，尤饒隱意。謂猿類之一捨棄無效動作而選擇適當動作，事之神速，有時竟若叱咤立就。人類在同等作爲中有所選擇，其力亦不能過是。『商戴克之猿猴，其造就更有高於此者。其能啓一八月前所學習之謎箱，不再假嘗試，則已將解決之法銘刻於心矣。』

摹倣

杜白林(Dublin)之動物院中，常見有二半人猿自洗其儲物之架，絞濕布如人狀，若戲爲洗衣婦，寫照者然。有見而嘆曰：『甚哉，其能摹擬也！』夫半人猿之能摹倣與否，我不得而知。惟曠觀試驗成績，令人不欲如尋常解事者以摹倣爲重要之事。猴之解謎有時既失望而去，固嘗有見其伴侶之成功而再行嘗試者。然仍必自覓

途徑。即問題之簡單，如以棒探物之類，示以方法，每無所裨益。霍姆斯教授曾置食物於猴籠之前，『以棒觸之。隱示棒以功用，可以移物近前。如是反復多次，栗齊毫不顯有用棒以圖自利之意。』『工具』之觀念，或非胃猴所能有。然吾人於此又不可不慎。霍白好斯教授 (Prof. L. J. Hobhouse) 曾有一猴，同為低鼻種。乃能以時學習，用一彎棒，大有效力。

彼得 (Peter) 之事

猿猴最靈敏者，或當推奏技之半人猿，名曰彼得。威得梅博士 (Dr. Lightner Witmer) 曾為書其行述之大概。彼得能溜冰駕自行車，能穿針解結，能吸紙煙，能串珠，能轉旋螺針，能以鑰啓鎖。惟其時彼得所思何事，無從探息。其見事之速，事實上似仍未見能超越具體嘗試之範圍，即羅馬納斯博士所謂知覺的推想。猿猴雖智，鮮見有推理之能。其工作遊戲均未用概念。推理為人類之專長。人與猿猴之間，雖難固定界限，然此則為不易之論。

心之奔驟

哺乳獸如獺，狐，銀鼠，兔，象之類，其心腦中之潮流，蓋不知若何複雜也。試以河水

爲喻，其急流高下，最低者爲食色，是爲基本嗜好。有時折爲漩渦，亦能現於水面。次則爲原始情緒，例如世仇之驚忌，後裔之愛護是也。再次則爲本能的傾向，生成能爲敏捷之事，不待學習。然哺乳獸中又有智慧的活動，明見有知覺的推想，而生活且大有節制。其他一切動作，每與智慧同時發現，若必托庇以行者。

再高，則個體之經驗，留有痕跡，是謂記憶。習慣銘刻於內，種種消息激突於外。有如雨點電塊之打河面。其沈入水底者，則猶事物之饒有意義者也。高等動物之心有如兒童之心，其觀念不甚明晰；狹義言之，皆無所謂推理，而可學之性特盛。其所異於兒童之心者，則全以其有某種反應，大可致用，而效率可觀也。

「最終人類起」

人類之腦較高等猿類之腦尤爲複雜，而其形更大，（如猩猩 *Gorilla*，野人 *Orang*，半人猿 *Chimpanzee*。）然人類智慧之大進步，似不僅以腦部組織之故。其內在生活已自涓滴變爲江河，時或怒潮洶湧。夫智慧之用，僅爲知覺的推想，有如按圖論事（繪畫的論理），動物或亦能之。有概念的推想，斯爲理知，卽以普通觀念密爲嘗試也。動物雖慧，似不能超脫瑣事之範圍。至於人，則在深密處如以『概念』奕一局

棋。(譯註原文論“Particulars”與“Universals”之別，或當譯作「區」與「同」)智慧的动作，有想像足以濟事。理知的動作則非概念不可。然知覺與概念之區別，或祇在聯念高下之不同，可分量而不可別類。以犬之敏捷，當不僅能於所知之人一起有記憶之像，或更有「人」之普通知覺。惟人乃有「人」與「人類」之概念。以概念爲嘗試，斯爲理知。

立論至此，如陷大澤中者，以小心爲上智。再舉一事足矣。人類智慧之進步，自智慧以至理知，蓋包藏於言語之中。言語之發軔於動物，其始僅數言而止。至人乃成其功。惟所異者，尙不在辭類，而在連辭成句之習慣。因以表示決斷，而人與人間始得溝通。夫僅言辭之增加，已大有利益。至能以言辭爲概念之符號，以思想爲戲，則其效果更大。而最要之一步，或在以語言爲與人度量短之具，藉社會的交通，證個人之經驗也。且有語言，而過去世界之成功乃易於刻載於我身之外。希臘語之 *Logos*，可譯爲「言」，又可譯爲「心」，非無因也。

九

返顧

縱觀動物之動作，始見一傾斜平面。外物戟觸於簡單生物之身，簡單生活以嘗試之法應付環境。自始卽有此二重作用，一自環境受刺戟，一以反應變環境，以動作之效率而生物受淘汰，已不知幾萬世矣。其間進步之法，一則爲知識之開闢新路，感官之數，容豈爲五。一則爲最普通之法，嘗試，探測，親證。如人之啓戶者，歷試諸鑰，至成功而止。故知識途徑之大通而能分別應事，進步一也。嘗試之法漸見警飭，更有節制而更顯毅力，進步二也。居二者之後者，又特有一種生活力，能將過去之學習，銘刻於有機體之內。此種銘刻，在個人生活中，是記憶習慣，在種族生活中，則爲反射本能。

身心之關係

動作有身心兩方面，而其間關係爲難解決的問題。然非吾人分所當避。

(一) 大思想家有教人以心之實在，而身體神經爲其工具。如樂人之奏樂，樂器如有毀壞積垢，則其樂不能如前之美，而樂人固無恙也。此說以心之大體爲能獨立。用之於己，不失爲美談。用之於有智慧的動物，如鴉如象之類，論者乃自知其不當。或者心之解放爲漸成之事，人類之進步雖遠，尙未達其究竟歟？

(二) 思想家又有教人以內在生活，如思維感情之類，不外爲身體神經之返響，非實在重要的作用。人之生理的生活爲物質與力所組成。其湍流上漩渦內有浪花出焉，則觀念也。自常人觀之，此說大不近理。我明知觀念感情意向等等，爲我經驗上最清楚最實在之事。與我一身体戚相關，不能轉變爲物質與力。非僅鐘鳴也，而其所以鳴也。

(三) 其他學者，則謂最合乎科學的主張，不如承認身心兩種活動，其要相等，互爲經緯而不可解組。動物之生命爲唯一實在之事，而此爲其內外兩相，如球之有凹凸，盾之有表裏。有機體之生命常爲一，時或顯然爲有心之身，時或爲有身之心。所最要者，二相之中不能離棄其一。物質與行動不能以詭辯而化爲心。吾人之自知有心，既毫無疑義，故曰，最初有心可也。何謂最初，雖未有定義，要不逃亞里斯多德所言，最終所有，莫不於最初具有雛形也。

結論

吾人見動物之成績，如犬，如狸，如馬，如兔，而嘆其神異。試問其何以至此，則曰，通常不外二種作用：一曰凡事嘗試，二曰善事保存。偶有差異發現，則嘗試以見其功。

個性突出，則必經淘汰。若於隱密處借得一籌，則擲之以博成敗。故有差異而經淘汰，因嘗試而記成功，心之所以漸化而猶日進不已也。

第八篇 宇宙之根本組織

國立東南大學物理系主任教授
美國哈佛大學哲學博士 胡剛復譯

原子世界

昔者東方民族，亦嘗有研究宇宙之根據問題者矣。其言曰：宇宙雖大，不能自舉。故非有大象負之不可；而大象則又非碩鼃不能載。然則碩鼃果何所依？彼哲固未之究也。設更循此而往，雖遍萬物，吾知其不能解決此問題者仍如故。古人蓋知難而退歟。不獨此也，一般古人仰視天穹，俯瞰大地，既未見其碩大散漫，故亦未與之以一定之寄託。蓋皆不求甚解之流，非經科學上精密之考驗，而後云宇宙不必有所依據也。夫物在空間，非受引力，本不自墜，即受絕大之引力，每因其原有繞動之速度，而不致攝出常軌。凡地球之不墜入太陽，以及星球相吸後之不相凝聚者，皆以此。宇宙星體之不必另有寄託者，亦以此。古人未必明此理也。故論宇宙，不必論其寄託，或根據問題；而當詳究其結構。宇宙之爲物質所構成，已不成問題；而物質

唯何，尤不可不一研究之。物理化學素爲研究物質與能力之學。二者異途同歸，互相闡發。故欲明物質之結構者，莫不有待於是。而此二者所與吾人萬物根本性質之觀念，實爲人類思想界闢一新紀元焉。

一

構成宇宙之原體

物質爲何之問題，由來已久。二千年前小亞細亞之希臘科學家已首先討論之矣。夫碾石爲塵末，此塵固組石之原質也；分瓢水爲涓滴，凡此涓滴皆瓢水之組織成分也。苟有良好之工具，則分解必可愈趨精密；然充其量，必不能越一最小之極限。斯時物質皆成微粒，而不復可分。此希哲之所謂「原子」(Atom)也(原文最小原素微粒之意)。

希哲觀念往往頗有至理，原子之觀念亦然。物質之爲原子所組成，近代科學上已成確切不移之定論。然因當時科學幼稚，雖有觀念，每苦不能運用，徒貽膚淺之譏。按希人所云：凡原子之表面圓而滑者不易相凝，故相合必成液體或氣體。凡原子表面粗糙不平，互相「鈎結」不易解者，相合則成固體。鐵石之原子皆其中之

固結頗不易解者，故雖強有力者，徒手亦不能分裂之。希人之宇宙觀，蓋謂混沌之中，千萬原子在無限之空間與時間中經無限之激動與集合，而吾人之世界則偶得之一種平衡組織也。

此種觀念之簡單膚淺，固不待論，自亦不能持久。原子之說，淹沒不聞於世者千餘年，至十九世紀之初，多爾頓氏 (Dalton) 出，始復有生氣。氏，英之孟鳩斯德 (Manchester) 人，當代大化學家也。原子說得多氏乃脫離臆斷之範圍，而變成科學上合理的假設。十九世紀之物理化學莫不以此為基本觀念。洎夫輓近，科學進步更盛，原子已不復為物質之最小原體。然其根本觀念仍然存在。原子雖非最小，仍不失為化學上各原質之最小具體組織，亦即釐定其物性者，故仍未可全廢。原子至小，大者不過占一髮之百萬分之一。故雖以今日最精之顯微鏡猶不能見。然其重量大小皆可得而度量之，且可證明其為萬物之基體。原子說之確鑿可靠者如此。故吾人雖承認有更小於原子之物質之存在（即電子），仍不得以原子為構成宇宙之基本，今日新發現者，原子亦非絕對不可分者耳。

雖然，吾人果具洞徹萬物之寶鏡，而細察物質內部之構造，則原子之排列亦非如牆磚之勻稱整齊。夫原子必先相羣而成較大之一分子，一然後方可合組而成

物體。蓋原子不能單獨存在，故每次分子分裂以後，其原子必互相結合以利存在。故氧氣三原子自合而成一分子之臭氧(O₃)；氫氣二原子與氧氣一原子相合，而組成一分子之水。必先如此，方可合成物體。原子之於分子，亦猶磚之於房屋也。

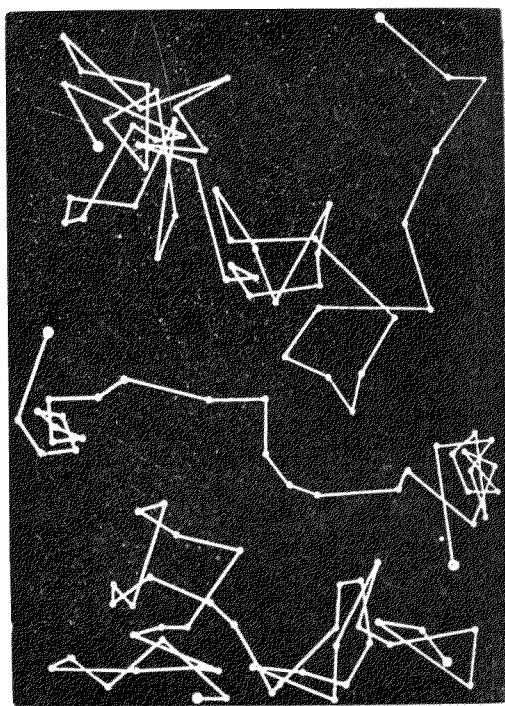
般憑此觀念而更推演之，則可得以下有用之簡單想像。液體之內，分子間無甚大之「黏力」，故僅能成體，而不能如固體之有定形。各分子行動時，互相交錯，或互相超越，黏力既小，故往往為熱力所克而不能自主，以致自相分散。故置水於爐，則分子不久必飛散而成蒸氣，而壺口吁氣矣；然遇冷，則仍能凝結，而復成水滴。

氣體之內，分子各有完全自由，并具劇烈之運動，而不相團結。如必欲使其分子稍有凝聚，而彷彿液體內之狀態，則必先用冷却之法，減少其進行速度。此即近代科學家液化氣體之方法也。就空氣而論，在普通溫度中，無論用何方法，吾人絕對不能使之液化；然若遇奇冷，則空氣不受壓迫，而自動的變為液體。設千萬兆年後，日熱漸減，地溫降至今日月球之溫度，約至冰點以下二百度之譜，則所有大氣當全然液化，而成三十五尺深之液態空氣之海洋，而覆於固態冰洋之上。

固體之內，分子互相團結。一吋厚之鐵，非加二十五噸之強力，不能分裂之。然雖堅而仍未實也。若置金塊於水銀中，則水銀為金所吸，而入於其分子之間，如水之

入海棉空隙然。故即最堅之物體，亦僅可以搭架喻之，不能視為全然「堅實」也。且并此搭架中之條子，亦非固定的。各分子仍各有劇烈之震動，惟大致仍不能脫離其平衡位置耳。吾人苟具觀驗物質內容之特能，則雖最堅之鋼鐵，其千兆分子皆各據其自有之地盤而震動，彼此并不相連屬。

雖然，此種分子之運動，間接的亦可使之可見焉。蓋英國微生物學家李拉翁 (Brown) 已發現浮游渾液中之物質微粒有恆動之事實矣。試以強顯微鏡驗之，則見浮子振動甚烈。最初各個自為不相連屬之馳驅，繼而相碰反射，有如臺上之彈子。此類碰撞，每秒鐘可數千次，熙熙攘攘，永無已時。微子之間，碰撞不絕，似為通例，竟無寧者。此種現象，今日已知其所以然。液體分子，攻擊不已，故微粒亦運動不止也。夫分子微小，固不能見，然其運動影響所及，却能使較大之



李拉翁行動

上圖為實地觀察所得之結果。微粒之物質在液體中受分子之衝撞，則生不規則之行動，如此圖所示。此為李拉翁行動。此例確證物體內分子常動之說。(李拉翁，英之植物學家，發現此行動者也。)

浮體亦受擾動，而於顯微鏡中表示之。此分子間不停之運動，即所謂字拉翁行動 (Brownian movement)，亦即分子運動之左證。

二

原子世界之奇妙

近世物理化學家對於原子分子世界探險結果之美滿，實為科學上最大光榮之一。即將鐳 (Radium)，電子 (Electron)，及其他驚人之發現完全除外，而僅就其對於普通物質上研究而論之，其魄力及興趣已不亞於天文。二者蓋皆具有同等之根基，其成功端賴於精妙之儀器，及精密的算學上之理論。雖佑克立得 (Euclid) 及亞基美德 (Archimedes) 復生，亦將贊嘆其立論之精密。故其所得結果，雖如原子分子之微秒，無一不足使讀者贊嘆觀止，吾人斷不可忘其實為人類刻苦切實思想之結果也。

研究所得結果之奇妙如此，而其大部分之原理則稍事解釋，亦尙可明顯，讀者不必全賴他人之詔示也。試取黃金椎之為箔，夫人而知之矣。苟知其原來體積及展出面積之大小，則粗淺之數學已足計其厚薄，而無實地度量之必要。今取一唾

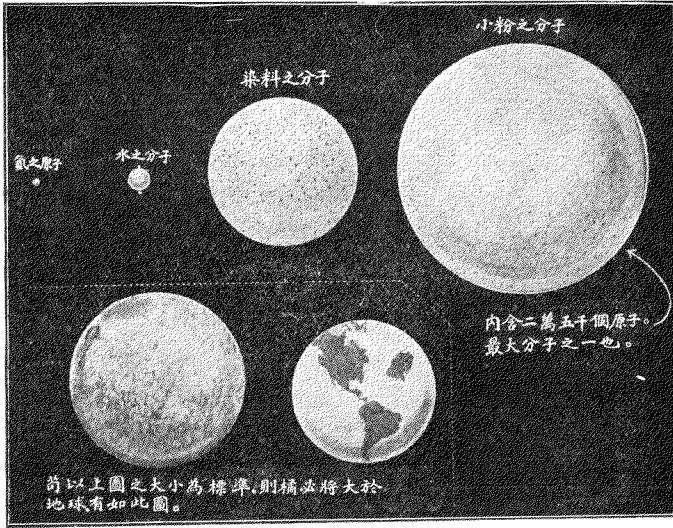
(Grain) 重之金，事實上可碾成七十五吋見方之金箔，是則其厚薄必爲 $\frac{1}{367,000}$ 三十六萬七千分之一吋，卽此印書紙之厚薄之千分之一也。然此箔必仍含有數層之分子，則可斷言。

不獨此也，最薄之金葉，尙屬太厚，不能爲吾助，故當捨而返觀吾人幼時所常弄之玩物。今試細驗胰液內所吹出之氣泡，則必可見其具有純黑點狀或條狀之面積。此卽泡膜最薄之處。若更細研究之，則或用光學上之方法，或用電學上之方法，其所得厚薄，皆同在 $\frac{1}{3,000,000}$ 三百萬分之一吋以下。然考其黏力，則膜中分子，在最薄處至少亦當有二三十層。故分子之直徑，當遠在三百萬分之一吋之下。

若更進而驗水面上之油漬，則知其厚薄實更小於胰泡之膜。法國潑蘭(Perrin) 教授，今世原子學之泰斗也，曾作一實驗，而得五千萬分之一吋厚之油層。其法先取定量之油，而傾之水中，再吹輕灰於其上，使油面所及區域皆得爲所標記，然後計其面積及其厚薄。此種油層至少亦有二分子之厚薄。故每一油質內分子之直徑，必遠不及萬萬分之一吋。

此外，研究方法不可勝數，而結果皆同。一喱重之靛青能染清水一噸而有餘。故此中至少必有數千兆分子，方敷分配。一喱之麝香能使全室生香，至數年之久，蓋

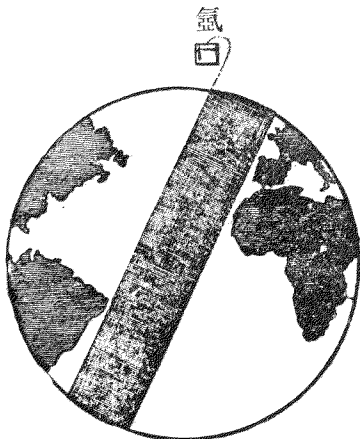
確切之統計者。苟細加核比而取其最可靠之平均，則分子之平均直徑，可斷定為



分子之比較的大小

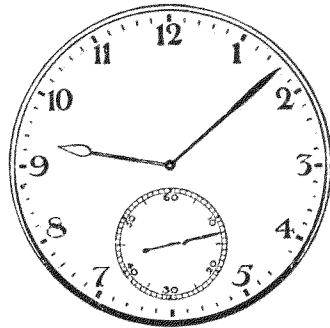
原子為化學元素之最小質點。兩原子或二以上之原子集合而成一分子，故分子為物質之一部分。水之一分子，為氫二原子氧一原子所合成。各種物質之分子，因其組成之原子種類及數目之不同，而大小亦異。一澱粉分子所含之原子至少有二萬五千云。

分子亦不可見，上圖示分子之比較的大小。



不可思議之數量及小至不可思議之質點

分子極小不可思議。然其蕃庶，亦不可思議。設取一立方呎中所含之分子而列之使成一線，則其長可繞地球二百週(每立方呎為立方吋之十五分之一)。



何為一兆

凡論窮小之物，每苦不能想像科學家告我之無窮大數量。例如一兆為一百萬。欲得實際上之了解，可取時計而說明之。一百萬秒即二百七十六點鐘，亦即一星期四日十四點鐘。一兆兆(Billion)秒，即三萬一千七百三十五年(美法之Billion為一十兆)。

緣其分子飛散室內之故。然統計所失，每年曾不及其原量三百萬分之一。凡此諸法，以及十百他法，皆足證明物質原粒之微小，而其中尤有數種，特能與吾人以更

不及一百二十五兆分之一吋 $\frac{1}{125,000,000}$ 。每立方呎空氣之中（大小與西童所玩之白石彈子相仿，）實含三千萬兆兆之分子，而原子爲分子之成分，必尤小焉。夫各種原子之輕重大小往往大不相同，後章當更詳之。今所欲言者，卽其小者每四萬萬箇列成一直線，其長僅足一吋。（華人四萬萬，苟左右排列成一直線，當可繞地球五週，卽前後列，亦可三週。）金之原子，比較的已爲極大極重之原子，然至少必集一下三十個零之大數，方可衡一克蘭姆。西書句讀用之一「點」符號中，已可容直排之氦原子五百萬個。原子之小也可知。

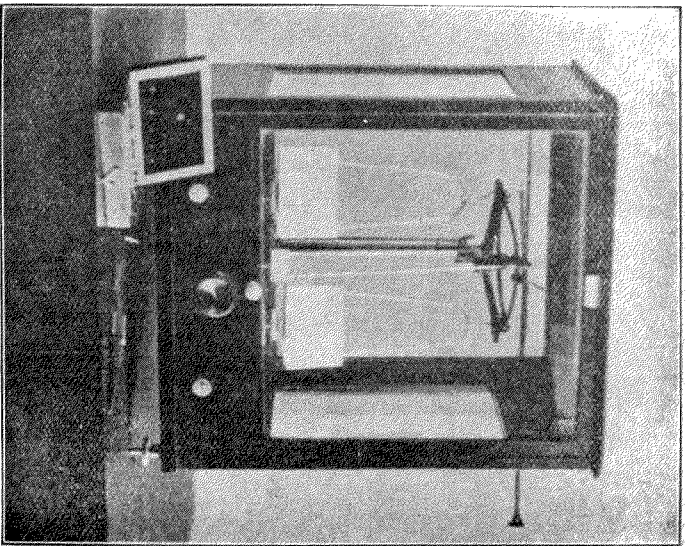
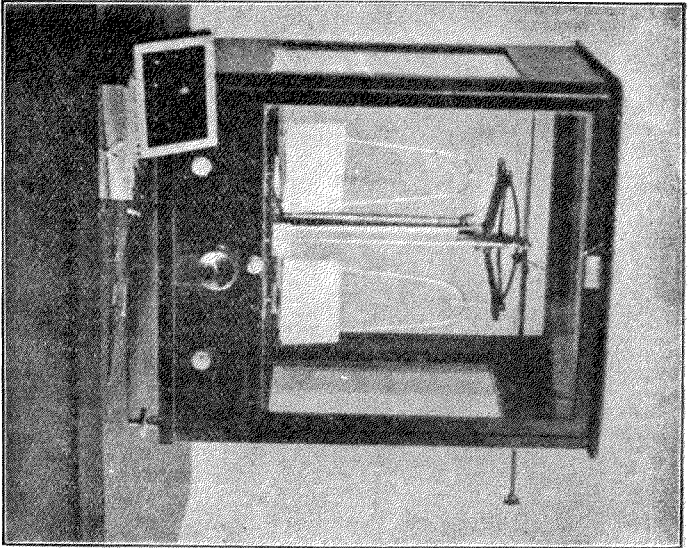
原子之能力

普通物質原子之奇妙，尙不止此。鑠及他物更無論矣。讀者想已熟聞「原子之奇能」及其萬一得用後，吾人所可希望之偉大利益，且必已知近二十年來，又發現更深奇之能源。然斷不可忘原子本身所具之能，偉大已足駭人。夫物質原子皆常在劇烈之擺動或迴轉狀態中。舉凡吾人手中所握之寒鐵，地上所拾之瓦片，以及囊中所出之銅圓，皆因其含億萬兆原子之行動，而含有碩量之潛能；然苟不經實際上之變換，如質射性物所已表現者，則吾人每苦不能想像其總能之偉大。其

詳當見之於下章。

分子之運動，已可於靛青漫溶液，及麝香之散播全室二事見之。同理，凡百氣體，皆能發展而充斥任何「空間」。故氣體爲高速微粒所組成，其理亦自可想像。物理學者曾加以精密之考驗，量其能與速度之大小，而得以下之結果。在零度（冰點）時，氧之分子，每秒鐘平均行五百餘米突，即約過四分之一英哩之遙也。氫之分子飛行速度復四倍於此。故較之快鎗所發彈子之口徑速度更速三倍。即吾人夏日所最不满意之不流通之室中空氣，其分子飛行之速度亦過之。其飛行於空間也，每經二十萬分之一吋，則必與他分子爲一度之相碰。且每碰必偏其行徑。故每秒鐘內因碰受偏者，實五千兆次。設果能制止氫氣分子之運動而應用其動能，如吾人已用之汽能，或乃亞格拉(Niagara)瀑布之水能，則每克（即每磅二千分之一）重氫所含之能，已足舉六百七十磅之物高三呎四吋而有餘。

前所云者，每以鎗口速度爲比較之標準。然三十年前，則此鎗子之速度，已幾視爲不可測。其實亦非甚難。若置二障於鎗子之行程中，一近鎗口，其他稍遠。更用電線通連之。并裝入一極精密之計時器。則彈子連穿二障之時，必能自記其飛行所經之時間。



微 量 物 質 之 探 驗

左圖中有紙二片，恰相平衡。圖中天秤有虛人之靈，感度。以鉛筆書一小字 Atom（即原子）於二紙之一，而復秤之，則其所加之微量，已足使天秤失其平衡而得右圖之結果。分光鏡所能發現之物質，其微尚不及此鉛筆字之百萬分之一。

然此種實驗，苟與今日物理家化學家之精確實驗相比，未免相形而見其簡單膚淺。傑亭生氏 (Charles R. Gibson) 嘗衡完全相等之二紙於天秤上。繼復用鉛筆書一小字於其一而復衡之。卽此小字，已足使其器具失其平衡。分光鏡所能發現之物質，較此更小四百萬倍。若用驗電器，則其靈敏度較分光鏡又高出百萬倍。尤不可思議矣。測熱之時，若有電抗測溫計 (Bolometer)，則足使最精密之溫度計，相形見絀而等於殘朽。所記溫度，準確可至百萬分之一度。書中所述各種神奇之進步，蓋胥賴此類多量之精密儀器而得者也。

三

X光線及鐳之發現

克羅克司 (Sir William Crookes) 氏之發現

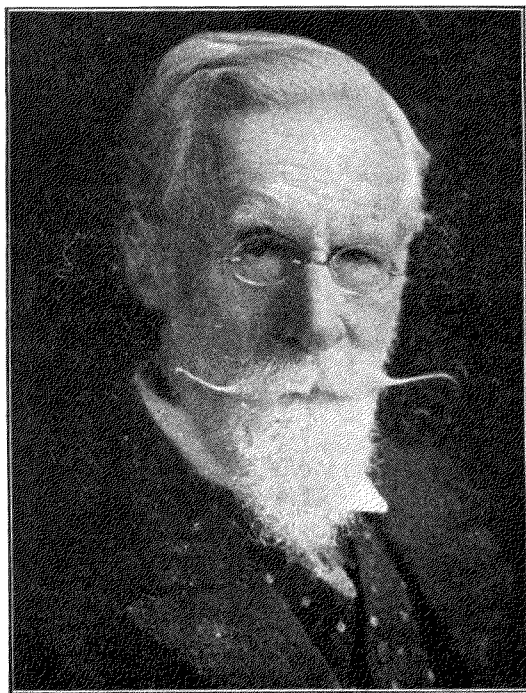
原子雖神祕，而較之更重要而更神祕之近世物理學上諸新發現，則僅能作一導言而已。今日新發現，可質言之曰「電子之神奇」。蓋吾人對於物質宇宙之探視，實因一千八百九十八年鐳之發現而趨入更重要而最有趣之一途矣。

質射性原質發現之後，物性學上又添一重要分子。至於鐳及X光線發現後之

影響，當詳之於後。

科學界之泰斗盧沙福氏 (Rutherford) 之言曰，近世物理學，已除去原子分子實存問題之最後疑障。凡愈趨精密之考驗，皆證實物質之爲原子所構成，更無疑義。惟今之原子，與希臘先哲所云，略有不同。非復『不可分裂』而實爲更小之質點所構成者耳。

原子爲更小原粒所構成之發現，實最足使吾人愉快。蓋此爲十九世紀之科學家所夢想顛倒，而未能證明者也。昔者化學家承認物質中之原子，共有八十餘種。然八十餘種之複雜，亦非所願。科學固當以簡單及齊一爲目的者。故證以今日所發現物質之一源問題，或可謂已有甚大之進步。往日化學家因無分析『原質』



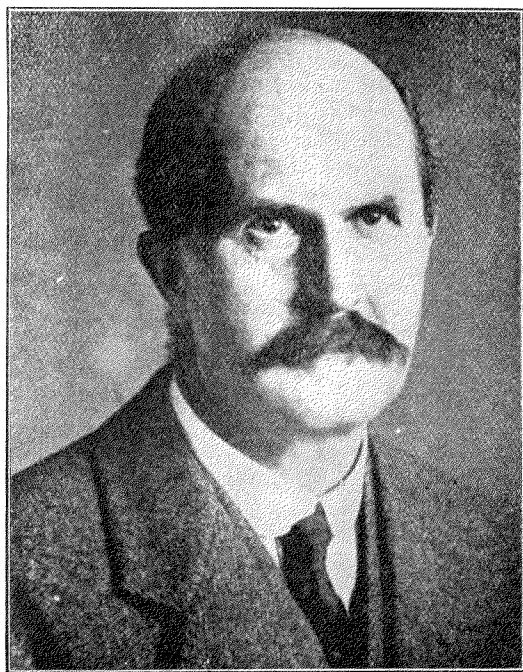
克羅克司爵士 (Sir William Crooke)

克氏作稀氣管(即真空管)中之放電實驗。稱其現象爲‘第四種物態’。克氏所見實爲電子之飛行。惜未能完全了解其實驗之實在性質。

之能力，故勉認其爲「不可分」。然其中亦頗有主張後日必能發現一種構成各原子之公共新元質者。故多爾頓氏復活原子說之後，即有普拉德（Prout）氏之主張，時則十九世紀之初葉也。其後著名天文學家賽啓（Father Secchi 基督教徒）復倡原子自以太中蛻化而出之說，頗能風靡一時。克羅克司氏亦嘗名其理想中之元質曰質素（Proton），至於其他學者，亦多有主張以氫氣爲構成一切原子之原素者。

十九世紀末葉之種種重要發現，以鐳之發現爲最後歸束。然推其源，實皆發軔於八十年左右克羅克司教授所作之精美基本實驗。

千八百六十九年之發現，凡電流通過真空管時，其管身玻璃，往往發奇特之綠色燐光。然真空管中之空氣，雖大部分排除幾盡，而終苦未能全去。克氏試驗之時，

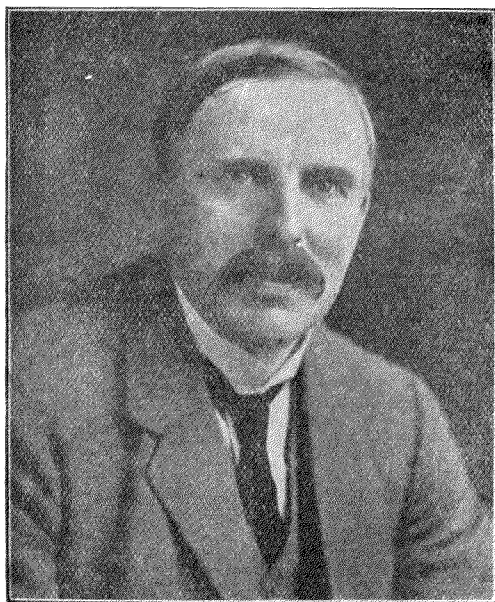


布拉格（爵士）教授
（Professor Sir W. H. Bragg）

今日最著名科學家之一。

取法特精，故其所得結果亦獨重要。克氏管內氣壓之低，曾達一氣壓之二千萬分之一。若以電花通過之，則陰電極上，忽放出一種射線，而其射跡所經管中稀氣皆發微光。同時管底玻壁，於射線所觸之處，亦生美麗之螢光。此類奇異不可思議之射線，克氏當時曾假設其為物態之第四種。蓋吾人所習見者，僅有固液氣三態而皆非是也。

克氏此時實已盡發數千年來未見之祕密，顧於此線之實在性質猶未能明其概略。必復經二十年，始由完全獨立之各種實驗，而得確鑿之證明。此種射線，實為飛行絕速之負電微粒所成，其速度每秒鐘達一萬或十萬英里以上。不獨此也，其質量之微，僅及氫之原子之千八百分之一。夫氫之原子，固向日所謂最輕之物質原子也。而此種微粒（又名「電子」）厥體尤輕，由此可知電子必為原子之一部。



盧沙福爵士(Sir Ernest Rutherford)

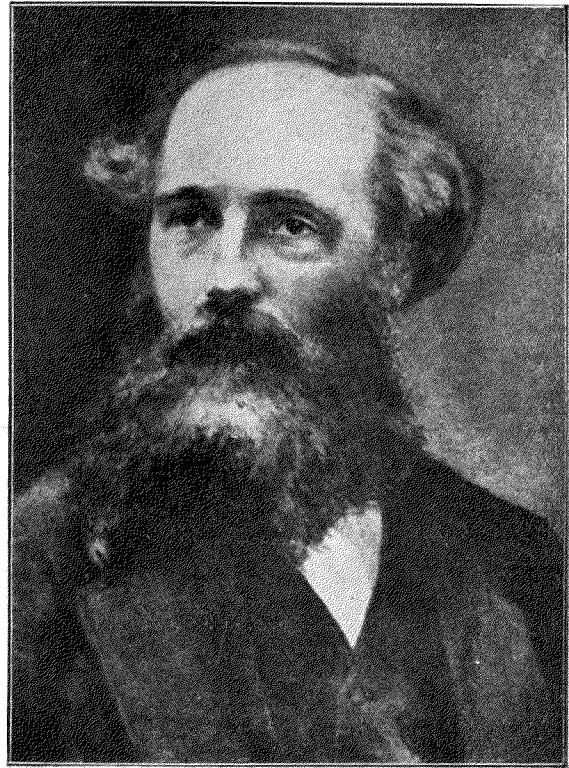
今日物理學泰斗之一，現在劍橋大學(Univ. of Cambridge) 繼湯姆生(Sir J. J. Thomson)為卡文迪許教授(Cavendish Professor of Physics)。近世原子組織學說之大部份皆出其手。

分由原子分裂而後得者而克氏管中之原子，必常在分裂狀態之中。然當時學者，未敢有此想像。故克氏亦僅云氣體微子為電力所驅，觸壁而生此狀。亦即普通物質之暫時入於輻射狀態者也。同時又一大科學家勒乃 (Jennard) 氏，曾於管壁之上，加嵌薄鋁一片。而此種奇特射線，竟能穿行無阻，宛若穿戶。故勒乃曾斷定其為以太中浪動之一種。

四

光線之發現

此後研究發現互為因果。茲暫不論其歸束，而先敘述克氏發現後又一方面之



馬克司威爾 (James Clerk Maxwell)

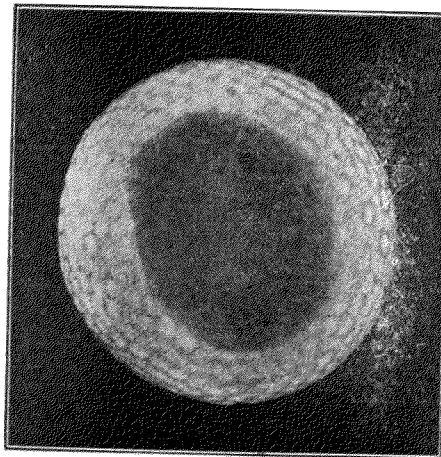
古今最大科學家之一。馬氏首倡光之電磁說，引起理學上之大革命。凡近世之研究，直接或間接的皆發軔於其著作。氏與法拉特 (Faraday) 二人十九世紀中為科學界開新紀元之主要人物也。

大進步，一千八百九十五年倫得根（Röntgen）氏之發現X光線是已。時倫氏方從事研究勒乃之實驗，一日於其「真空管」（又名「克氏管」）外加塗黑物一層，以利觀察。無意中，見左近案上所置之化學藥品小瓶，亦忽自放光。再加考驗，始知此為管中某種射線穿透黑層觸瓶而發。此種射線且有穿透木石骨肉及任何不透



X光攝影之一

歐戰中受傷兵士手。注意手中之榴彈碎末。

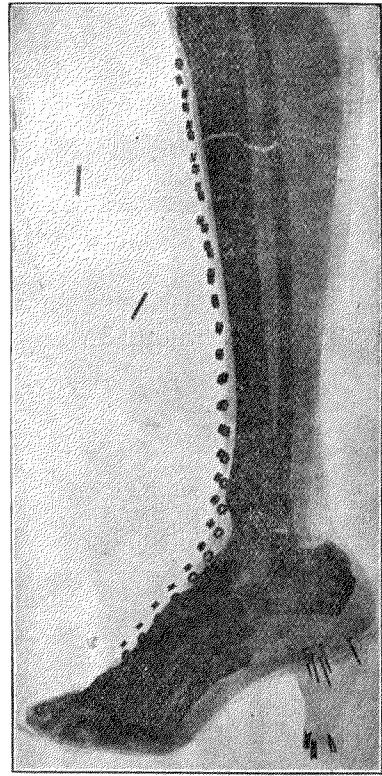


X光攝影之二

古夫(Golf)球。注意球核並不勻稱。

明之物體之能力。故以後亦能應用於人身骨格之攝影，或孩提誤吞銅元後之尋探，或隔石攝影等魔術。而其應用上之重要，不久亦為一般人所公認。
X射線究為何物，洵甚有興味之問題。以性質言，斷非物質，或微粒，故或為一種

另具穿透特能之光。夫光之本非簡單，而有多種之區別，吾人已自分光鏡之實驗而知之矣。然其波長雖大有不同，要其為以太中之波動，註而具同樣之性質，則可無疑。以後當更有所言以證明之。倫氏所發現之X射線亦然。確係光之一種，惟其波長特短，且具穿透障物之特能，此則與吾人向日所見之光，微有不同耳。X光線之實際應用頗廣。茲姑置不論，而先論其X光線發現以後對於學術界上之影響。



X光攝影之三

注意此足精美詳盡。即微小如鞋帶頭之銅包皮，及鞋跟上之細釘，亦皆明晰可見。

註 晚近學說，似已無以太存在之必要。然物理學說，歷史上與以太之觀念交錯特多，不能分離。故於此類淺說之中，不得不假設其存在，而并論及之。至於最近對此問題觀念之真相，當詳之於安斯坦 (Einstein) 學說之章。

當一般人士贊歎觀止之際，殊不知科學家正在追溯已得之線索，窮究克氏等心目中物質祕奧問題，而苦未得要領也。迨一千八百九十六年裴格雷爾 (Becquerel)新發現出，吾人始得稍窺質射性之堂奧。

當一般人士贊歎觀止之際，殊不知科學家正在追溯已得之線索，窮究克氏等心目中物質祕奧問題，而苦未得要領也。迨一千八百九十六年裴格雷爾 (Becquerel) 新發現出，吾人始得稍窺質射性之堂奧。

物質之中，有具熾光性者。苟曝之日光中，則其後雖在暗處，亦能繼續發光片時。故X光發現以後，裴氏曾有此類物質或能放射X光之假設，乃進而爲精密之研究。某日，取鈾之一鹽，原擬先曝之日中，而驗其以後能否發射透障攝影之奇光。嗣以當時日光太弱，暫時包紮，而擱置案上。詎料鈾鹽，竟不待日光而自發暗光，且穿透障物而留一十字架影於附近之乾片上。（十字架與乾片，本同置一處，預備留影之用者。）準此，則曝日與否，於鈾體之發光，毫無關係。而其尤奇者，此類射線，自鈾體發出，日夜不息，竟無片刻之停頓。且與倫得根射線，具同樣之透障能力。然則此物殆能常川自發X光線者歟。噫，亦奇矣。

鐳之發現

同時居里氏教授 (Prof. Curie) 及其波籍夫人，亦從事於此研究。首先發現鈾類礦質，往往有放射力更強於純鈾者。故對於此類射線，頗疑除鈾之外，別有更強之源。乃取多量之礦物而精密分析之，并選其中放射力特強之某種瀝青礦 (Pitch-blende) 而著手提煉之。迨最後不放射之部份刪除殆盡，始由八噸礦物之中，淨提新物質約半茶匙。放射能力超過純鈾者百萬餘倍。且暗中自能放光。因名之曰鐳

(Radium) 或亦作銽。

近世理化之學之新發展，莫不以此重要發現爲其起點。各國試驗室中，亦莫不以爭得鐳鹽爲榮。（純鐳太貴，不易得也。）從事研究者，亦羣萃其智力於此新原質。研究既廣，收効亦宏。經年之中，復發現放射性物質多種。因統名之爲質射性物質。（此名之理由見後。）今日吾人已知，無論何物何態，幾皆可質射之性。換言之，即任何物質之原子皆能分裂而發出強有力之微小電子。電子發現之後，吾人各種根本觀念，皆爲之一變。

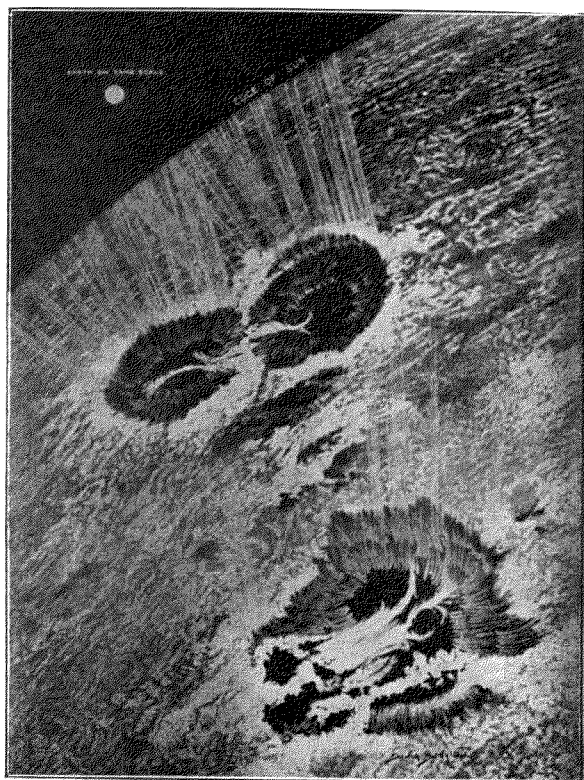
原子今已不復爲最小而不可分之元粒。事實上，原子隨時自然分裂，而放射其本體之一部份於宇宙間（故稱質射性）。吾暫不論其射出電子之實在性質，及其發現之程序，但欲使讀者知電子之蕃庶慣見，固亦有出人意外者。凡灼熱之金屬，以及普通電弧等，莫不放射之。夏日之雷電，吾人所最習見者也。然每一發，必有無量之電子與之俱出。即天空星體，亦皆有巨量之發射，充斥於宇宙之間。蓋素不疑其能分之原子，今皆自行分裂，而以其結果詔示吾人矣。即如太陽，不獨直接與地球以多量之電子，且其所發之紫外光，尤能間接使地面上物質之原子，生最有力之電子放射。吾人從此當知苟不幸而無大氣之吸收，則全量之紫外，或其他

暗光，當全及地面，而使一切金屬，盡爲其所分裂。近時之「鋼鐵文化」或竟致不能存在。此雖似過言，然亦未可盡非也。

吾書鐳出以後，研究所得種種驚人之發現至此，實已越過應講之程序。夫居里夫婦所得之結果，僅爲探險中之最後大線索。至於如何順此線索而進求原子中心之形態，及其所含巨量之新能，以及如何可曉然於物質之構造，及電與光之性質，當詳論之於下章。

電子之發現及其對於根本觀念之改革

鐳之發現，影響於科學界者，雖深且遠。顧其發展，亦有程序，而煞費時日。鐳出以



太陽中之電子射入地球

太陽中之黑斑，有種種理由，可假定其爲偉大之電子渦動。太陽無時不發射巨量之電子於空間。其中一小部份入於大地而生種種電象。

後，舉世思潮，皆爲其所控制。醫術界上，得此尤欣慶天賜。然科學家則視之爲饒有興味而極不可解之現象，且僉以是爲一切自然界中祕奧之一種默示。故當代碩學咸集注全副精神於此研究。而湯姆生，盧沙福，蘭姆賽 (Ramsay)，索岱 (Soddy) 諸人，尤其佼佼，足稱絕代者。諸人用最精密之儀器，（其儀器之優越，較之今日最大海輪 *Aquitania* 與羅馬木舟之比，尤有過之。）竭無量之心血，五年而後暴其隱祕。不獨範一切物質於一例，且舉宇宙間所有諸力而統一之，說明之，以得亙古未有之了解。

五

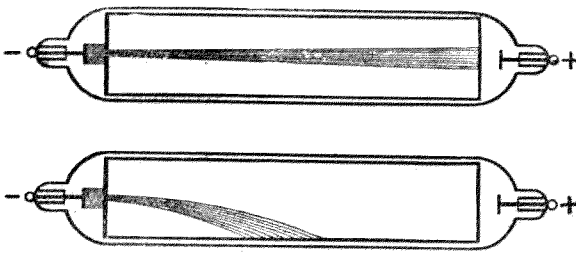
電子之發現

鐳所發出之射線，極似克羅克司管中陰極所發者，且同呈原子分裂之現象。此爲物理學家不難發現之事實，然原其研究之始，鐳鈾諸物所發射線，必先大別爲三。盧沙福氏稱之爲 α β γ 三射線。 α β γ 者，希臘文之首三字母也。茲當專論與此處所論最有關係之『 β 線。』註

註 射線現已證明爲荷正電之氦原子。出發速度每秒鐘一萬二千哩。 γ 射線爲波動，而非物質。通常能穿透一尺餘厚之鐵板。故甚似一種有強透性之 X 射線。

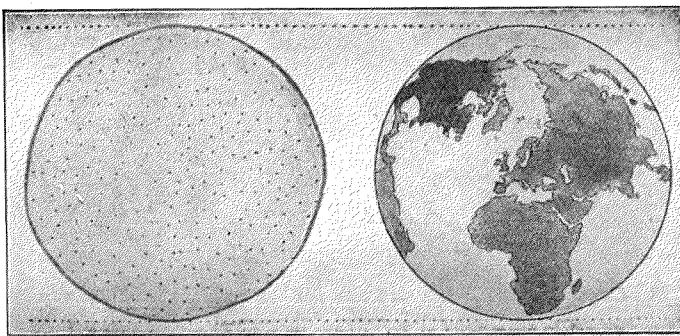
「β射線」之發現，為科學史上最有趣之事實。克氏對於其真空管中射線之擬想，至此方為證實。惟其為一般物質之公有性質，而非第四物態，則與克氏最初觀念微有不同耳。電子可自任何原子中射出，且必脫離原子，先得單獨之存在，而後其個性始明。故電子實極蕃庶，而隨處可見，且必為組織任何物質原子之必需成分。

布拉格先生 (Bragg) 之言曰：
「電子苟非有甚大之速率，則不能有單獨之存在。其速率至少必在光速之三百分之一，即每秒鐘六百餘哩。以上否則若



稀氣管(真空管)內之放電

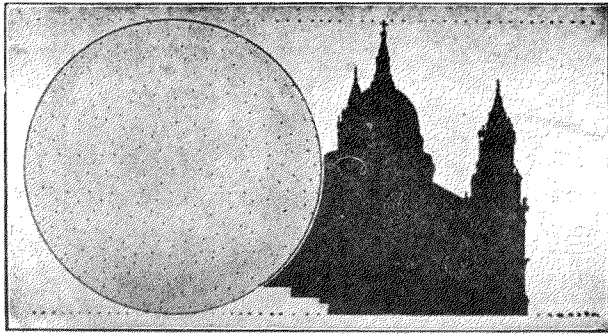
管中空氣排除幾盡。以其「一」「十」兩端，與陰陽二電端相接，則管中即生放電作用。通常放電，射線直行，如第一圖。若遇磁場，則為偏折，如第二圖。此種放電作用，與鐳發之射線性質相似（見後鐳射線之偏折圖）。以此知二者實為同一現象。電子之特性，亦由此種實驗而發現者也。



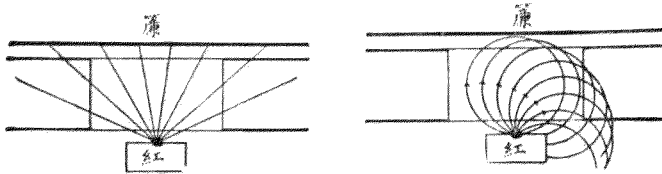
原子與電子大小比較圖

原子太小不可見。「○」字大之氦泡，已含數百兆之原子。而電子則較之最小之原子，又小一千餘倍。此種大小之測定，已見篇中。若將此泡放大，至與地球相等，則「原子」之大，僅等於一網球。

遇原子，必為所吸，而不復能出。『普通電子之速率，每秒鐘達一萬至十萬哩。飛行之時，其行程每為附近磁石所偏折。故可斷其性質必為陰電。且由此而得更有重大之發現，并得一種駭人聽聞之新計量。讀者苟未經相當之訓練，或不明其真相，

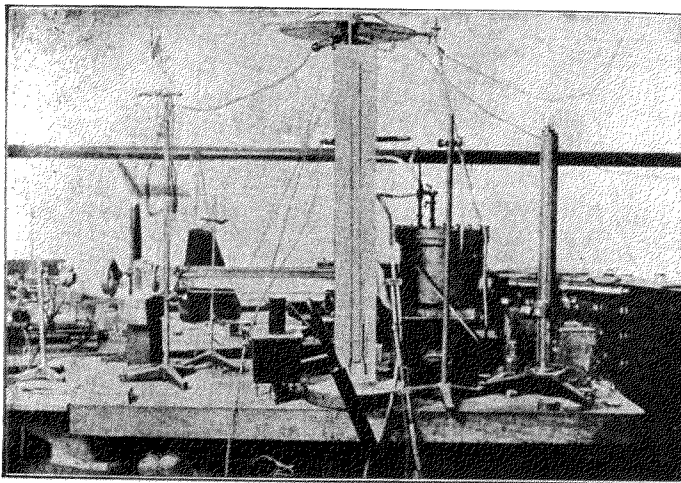


如以原子為聖保羅大禮拜堂 (St. Paul Cathedral)，則其中電子僅大如鎗彈。



鎗射線之磁偏折

鎗射線擊瓶生光點，如左圖。加入磁場後，射線偏折，如右圖。射線苟不含電荷，斷不能有此現象。吾人對於鎗射線中所含之電荷之知識，皆由此類實驗而得者也。



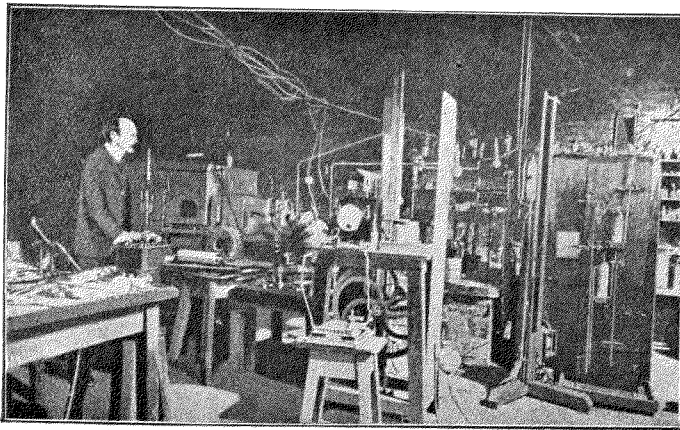
密理根教授 (Prof. R. A. Millikan) 計電子之儀器

吾敢決其必且有目之為荒誕虛構者矣。測驗之法，先於真空管底，裝一化學藥品

小瓶，繼復障其陰極射線，使僅留一線達瓶，以發燐光，然後取磁石而偏折之，且精量其瓶上燐光偏移之度。苟節制磁場之強弱，而知此偏度，更知電子之電荷與其質量之比例，則其速度亦可計。若同時更用電場偏折之法，則速度與電子荷質二量之比，皆可直接測定。按諸實測，鐳之 β 射線，及真空管中陰極所發之最速電子，其速度幾與光等，即每秒鐘十八萬六千哩是也。

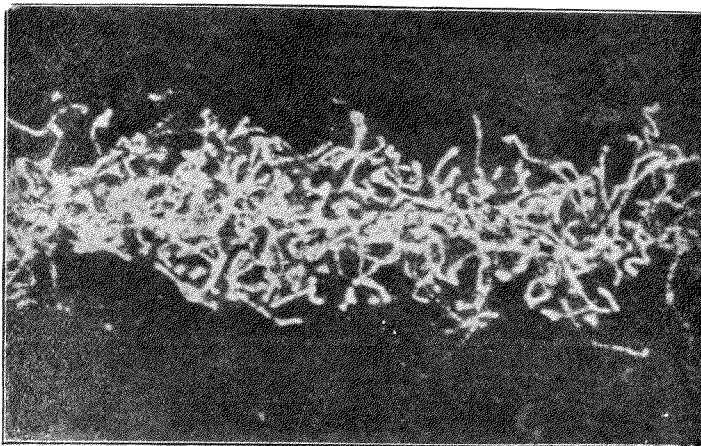
電子速率，

經甚多之實驗而確定。若更作他種實驗，則并得計其質子之大小。茲當略述



湯姆生爵士教授 (Prof. Sir J. J. Thomson)

氏為實驗上發現電子組成物質者。(劍橋大學之卡文迪許實驗室)最有名之科學家也。所造假設，皆有深遠之想像力，而實驗方法，亦層出不窮。

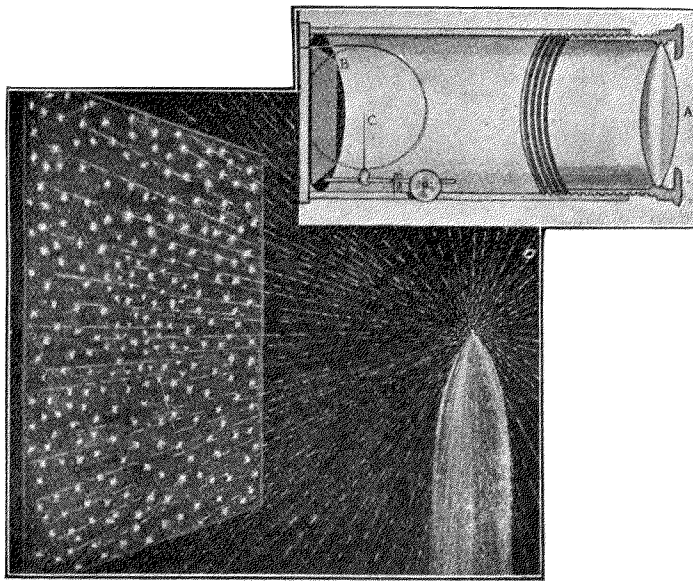


X光經過空氣時所生之電子

此圖證實電子之為一種個體。電子脫離原子時，或穿透物質，或直線飛行於空氣中。此圖顯明電子與原子相碰而得之迂迴行跡。

其中一法，俾讀者亦得了然於科學家進行研究之方法，及其得此驚人發現之經過。

讀者當知大城之中，每有重霧。蓋大城之中，必多塵烟。而此塵烟，每為凝結水氣之微核也。準此原理，則可作下列之實驗。先於諸管中儲過飽和之水氣。復引入不同量之微塵，而驗其凝霧之多寡。則水珠之數，視微粒之多寡，以為進退。故塵粒雖不可見，然因其附着之水珠而亦可得計。今若以電子為塵粒，則電子之數，亦自可計。又法，先注 β 射線於藥瓶上，而以顯微鏡細計其瓶上燐光之星閃次數，則其電子亦可數。若更得其水滴或小瓶上所受之總電量，則每一電子



使不可見者成為可見

鐳發“ α ”“ β ”“ γ ”三種射線已見篇中。“ β ”線即電子。此圖示研究此線之方法，及如何能使不可見者變成可見。右角圖示“星閃器”(Spintharoscope)，使鐳之射線擊瓶可見。

鐳之射線，發射方向不一。其中擊瓶之一部份，每擊一次，生一度之星光。而此類閃星皆以擴大鏡驗之。

A 為擴大鏡，B 為亞硫酸銻瓶，C 為細針。於其尖端，置錘一細點。下圖示放大之針及瓶。

之陰電荷必可計。因而亦得計其質量。

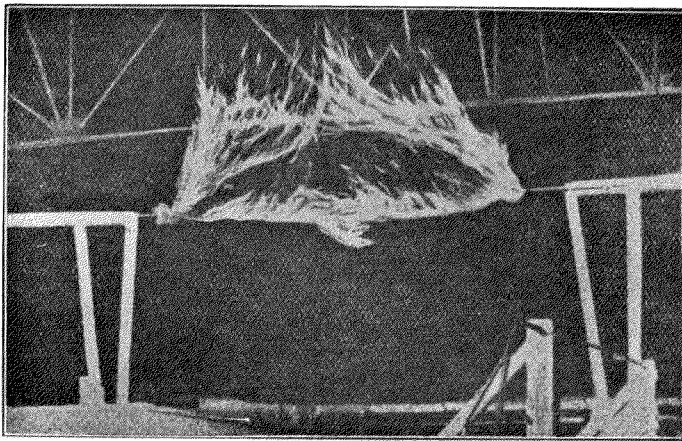
約言之， β 射線或陰極射線之性質，皆曾經全世界學者最精密之實驗而後底定，其結果皆同。每一射線中，必有無數電子。而電子之小，遠不逮最小原子之千分之一。據最近之考驗，其質量僅為氫原子質量之一千八百四十五分之一。此中除電荷之外，更無他物。故稱之曰「電子」。

電子為衆奧之祕鑰

電子為單獨存在之電荷，所占容積極小。且其「質量」，全由電性而來。此類電子，實為物質祕奧之緊要關鍵，大半問題，皆得由此解決。電子速動，則成「電流」，即以前認為自然世界上最不可解現象之一者。

騰根教授 (Prof. R. K. Duncan) 曰：「神乎科

學也。試取此撮食鹽而驗之，外觀何等簡單，而其所具特性之複雜，有非前人所能



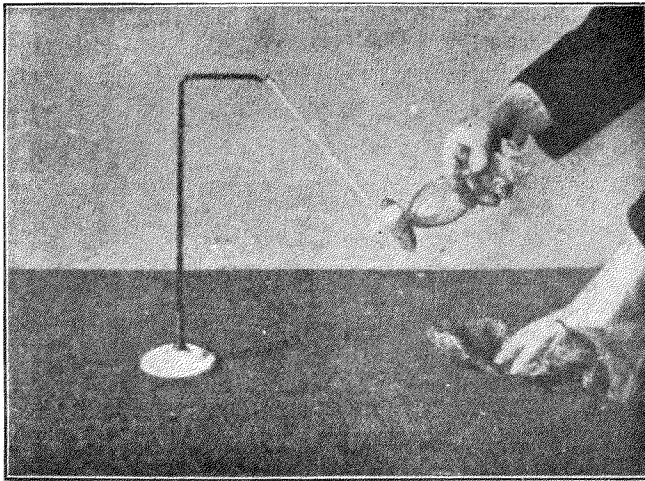
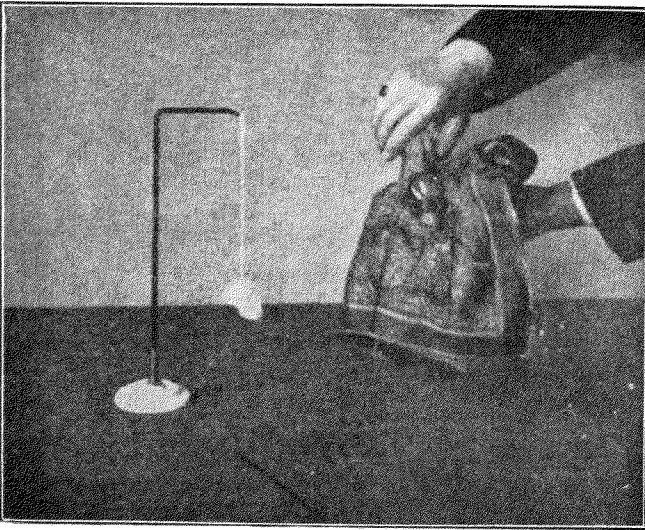
極大無倫之電華

此為實驗所得之大電華。超越十尺以上之距離。蓋百萬伏電位差之放電也。

由此見可電子之能之偉大。

臆想者。蓋舉凡今日所謂已證實者，於古人思想史中，皆未曾一見其端倪也。此鹽常自其表面，發射每秒可繞大地五週（即十萬哩）之高速電子。而此電子質量之小，則較之科學上所知之最小原子，尚不及千倍。不寧唯是，電子皆荷陰電，能穿

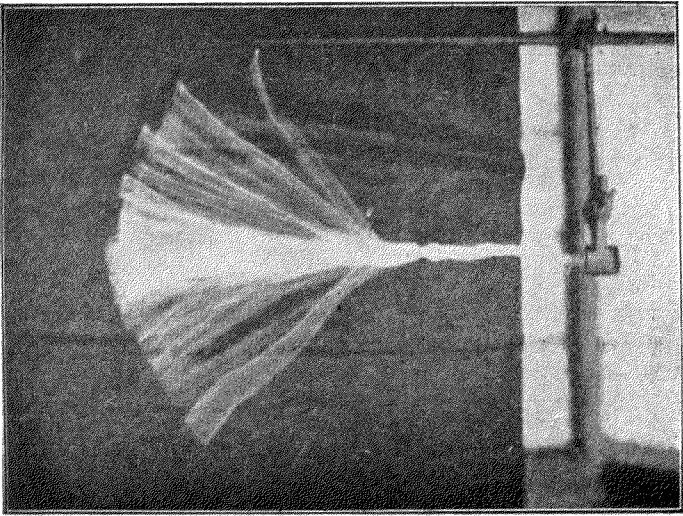
透任何
障物，而
不顧密
度以外
之一切
物性。且
觸物則
使發光，
遇片則
能留影，



普通物體間電之吸引

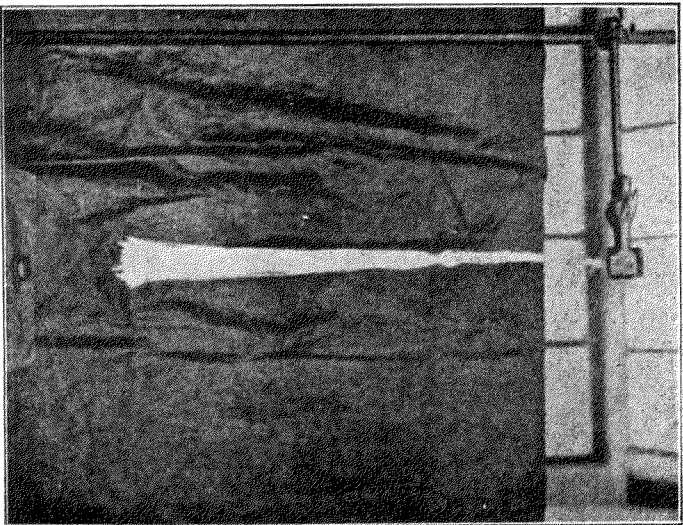
取極乾燥之普通玻璃花瓶，而以絲巾力擦之，則玻璃被電，而能吸任何輕體（例如羽毛），如圖所示。

遇氣則使傳電，遇汽則使凝霧并發生化學作用，及一種特別生理作用。鐳之β射線對於人類之貢獻，前途實未可限量也。



絲綫被電之狀

絲綫中各線，被同種之電，互相排斥而成扇形



經鐳射線照過後絲綫失電之狀

鐳線經過空氣時，必生游離作用，而導去絲綫上本有之電荷。故絲綫各線相合而復原形。

六

電子說或物質之新說

原子之組織

對於以上結論，凡數理化專家，皆無異議。原子無論自動被動，皆能發射電子，或分裂而成電子。故原子之內心復含電子。而原子電子，皆各有單獨之存在，已可完全證實。

然苟欲指示電子之如何組成原子，則科學家必逸出事實而入於極艱難之理想範圍。試取書中『O』字而喻之。『O』字大之氫泡，必含數百萬兆之原子。且相隔頗遠，而各有繞動。有如跳舞場中之士女。設執物理學者而詢以每個原子之中，究竟電子若何分配，則彼必不能有具體之答覆。勢必用其想像力，而先加相當之猜度或假設，然後就事實上之旁證，而定其取舍。

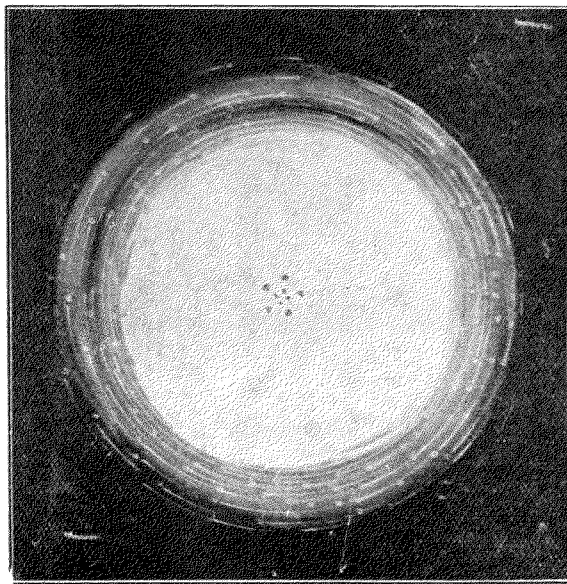
原子組織之學說，經二十年來澈底討論之結果，可大別其重要者為二。最初湯姆生爵士 (Sir J. J. Thomson) 曾假定電子旋轉於原子心核之外，而自成圓套，有如大蒜之包皮。然此說不符事實。故盧沙福 (Sir Ernest Rutherford) 等，乃創行星制之原子說，各電子繞心而動，如行星之繞日。然則其中心果有為電子所拱衛之微

核乎。夫電子爲單獨存在之「陰」電荷，且於原子之中，爲甚速之繞動，誠如上述。故原子之中心，可假定爲「陽」電之核。因其吸引之作用，而使電子循軌以持其平衡。非然者，電子且離心飛散矣。陽核今名曰元核 (Proton)。由此可知原子之內，必有陰陽二部份，陽者爲核，而陰者爲電子。

若按近年來蘭格謀耳 (Langmuir)

所創之新說，則電子並不繞動。而於距核有定之處，常作劇烈之振動。

雖然，吾於此處專論事實，而願以相持未下之說，留嚮專家。夫物質原子爲陰荷之電子及陽荷之元核團結而成，今日已爲定論。卽如電子之常在劇動或變形狀態之中，以及原子之潛藏巨大能力，亦已認爲不必辯之事實（此點容當論之於後。）茲所欲舉者，爲又一重要發現。對於吾人物質真相之了解，或更有臂助也。



電 子 說

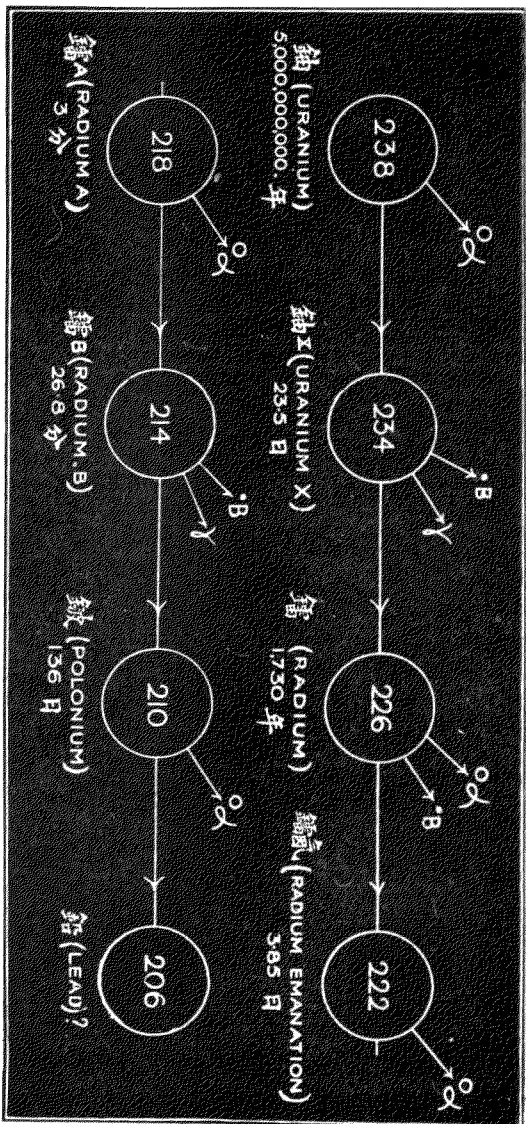
物質原子，爲電子所組成。原子猶一雛形太陽系。電子（陰電之質點）繞動於陽電心核之外，已如篇中所述。圖爲原子，其中外圈白點爲繞動之電子。電子遷移於原子間時，具極大之運行速度。

數年前，英國少年英俊之科學家（惜已歿於歐戰，）名摩士萊（Mosley）者，證明物質原子重量大小之次序，亦代表其原子組織之複雜程度。即云原子愈重，則其所含電子亦愈多。故自輕原子以至重原子，電子之數逐漸增加，而原子組織亦益形複雜。約言之，摩氏試驗曾列舉各種原子，最輕者氫，最重者鈾，其間皆有一種特別規律。若以氫爲一，氦爲二，鋰爲三，而順序排列之，以至於鈾，則鈾當爲九十二。故宇宙之間，大概有原質九十二種，而今日所已知者爲八十七種。摩氏之數，即原子中所含電子之數，亦即與原子數有同一次序之數也。

七

物質之新說

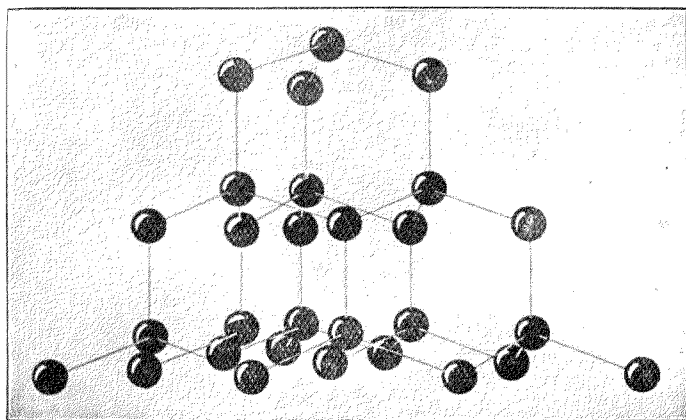
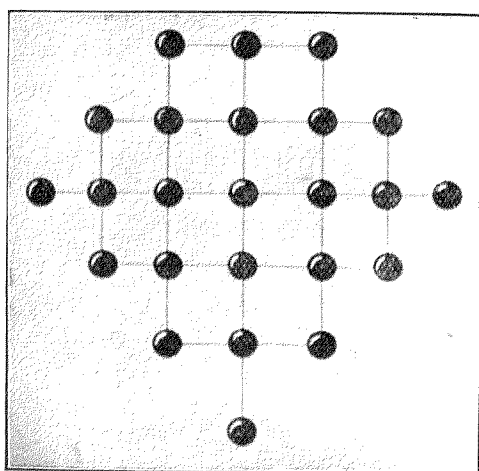
物質之新說，大概如此。宇宙間任何原子，必爲電子及元核所構成。自最小之氫（僅一電子繞動於正核之外，）至極重而複雜之原子如黃金（具有多數之電子及複雜之陽核，）陰陽二電子以外別無他物。故物質亦僅爲電之表示。原子相合而成分子，已如上述。分子原子爲組織宇宙之原料，吾人軀殼，大地，星球，以及宇宙，皆莫不爲所組成。分子原子之於宇宙，猶磚之於屋也。



原 子 之 分 裂

鈾之原子放射一 α 粒，成釷X，此物發射一“ β ”粒及“ γ ”線成釷。釷復經顯中種種變化而終至於鉛。其中實射性極分裂有緩速。鈾分裂極慢。5000,000,000年後方與釷A三分鐘後得同等之分裂地位。原子每過一度分裂，必遞減其原子重。鈾為238，而鉛則僅為206。原子分裂，已詳見篇中。

雖然，築屋者不僅用磚。故分子原子之外，必尚有他種基本的存在物。各種之能，是其例已。因此又起數種重要複雜之問題。不寧唯是，八十餘種之原子，組織各有不同，故其複雜尤甚。能之問題，可於後章論之。今所欲言者，電子及物質組織問題上，雖已有多量之發現，物理學者，雖已似有完全說明陰陽二電之希望，然陰陽電子究為何物，則仍未知也。按之某種學說，凡組織原子之正負電子，皆為瀰漫萬有之以太中之特別中心點，或騷擾點。而各態之能，基本上亦即組織物質之最初元體之各方面觀而已。



金剛石中原子之配列

此二圖為金剛石中原子配列之模型。(二方面看法)由金剛石中之X光色系之研究而得之結果也。

質射性發現以後，所生之重要有興味問題，尙遠不止此。質射性原子皆逐漸分裂，鈾其一例也。故質射性者，原子自己分裂改變之表示也。事實上，原子分裂，由複入簡，自重至輕。鈾變鐳，鐳變他物，遞嬗爲變，以至於鉛。每新變之原子，必較前者爲輕。然此類變換極慢。故苟云物質或皆自有質射性，或皆可使有質射性，殆非臆斷。然則宇宙間之物質，果將盡趨分裂而至於最簡之原素乎？不可不問也。

雖然，此外尙有他方面之斟酌。質射性發現而後，吾人對於物質不變之觀念，已爲所革除。質射性物分裂而日趨簡單，固矣。宇宙之間，將另無合構之舉動乎。複雜原子，既可分裂而成簡單，則簡單原子，亦何獨不能合組而成複雜。宇宙間此二種變化大概或皆同時存在也。

地球之上，今日所有八十餘種不同之原子，是否皆爲無機天演之結果，由複至簡，而以無窮時前組織原子本身之原始基素爲其最後之歸束，抑將亦有一種自簡入繁，與有機天演同成一例之無機天演乎。換言之，有機天演是否即繼此種無機天演而起者。此皆甚有興味之問題。讀者猶憶天體章中，吾人亦曾有此種天演之表示。此處限於篇幅，不便深究，且研究上尙無充分之根據，俾吾人得有一定之簡單歸束。然概言之，旁證此說之事實，似正在逐漸增加中。今日學者已頗有篤信

無機天演說之已能充分成立。揆其性質，重原子恰似從輕原子中所產出，其複雜者，似爲簡單者演化而成。證之以上摩士萊之發現，原質似確實可逐漸合組而成也。

八

他種新說

今當略述質射性發現後之又一新思想。曩者愷爾文氏 (Lord Kelvin) 曾有地球存在，不過二千萬年之說。顧其得此結論也，必假設「地球似出爐之麵包，逐漸減熱，而有可計之冷却率。且必假定太陽之所以能繼續輻射熱能，實全賴其自身體積之縮小。」當時愷氏並不知有鈾及質射性之存在。今者由質射性物之發現，而又添一無時不射熱之重要分子，則愷氏理論當然失其依據。地球逐漸冷却之假設，似不可必，或竟能逐漸增高溫度，亦未可知。一千九百廿一年，英國學會 (British Association) 開會之時，雷萊教授 (Prof. Rayleigh) 曾云，近世新發現，已使吾人斷定地球上之有生年限至少爲一千兆年，而地球自身之歷史年齡，則更數倍於此。地殼之中，「因鈾之分裂而逐漸加熱，故地球並不冷却，如前人所云者。」概言之，今日

所得之結果，與地質學上所估計者，頗相吻合。至於極真確，有範圍，而普遍吻合的實數，則今日吾人尙無相當之知識以解決之也。

吾人不已云物質之外，尙有他種基本之存在，而生他種複雜問題乎。宇宙之間，共有三種主要個體：曰物質，曰以太，曰能；此外更無他物。此篇已詳物質，而尙未及以太及能。夫宇宙之內，並無真正之靜止。猶之物質界中，雖至微亦無所謂生滅，亦猶之以太瀰滿所有空間，而無所謂真空也。凡組織大地之質點，無一不永久在劇動狀態中。能者，『所有生命之公共必需品也。』凡茲三者，物質，以太及能，雖各有獨立之存在及性質。然究其實在，恐亦不過此惟一宇宙之各方面觀，或神秘法相而已。

九

將來

吾草此篇將終，擬再舉一實例，說明此種知識不獨於思想上極爲神奇，將來或亦有同樣重要之實用。夫電子之由原子放出，速率有時達每秒十二萬哩。洛奇爵士 (Sir Oliver Lodge) 曾云，每七十分之一噸重之鐳，每秒鐘放射千倍於鎗子速度

之電子三千萬個。勒蓬教授 (Prof. Le Bon) 并計得具此高速槍子發射時所需之火藥，爲一百三十四萬桶。且云，每一最小法國銅元（較之英之一法錢）尤小，法錢 Farthing 爲最小銅幣，一便士之四分之一。——之中，實含八千萬馬力。數磅物質之中，所含能力，較之百萬噸煤所能發者，尙有過之。即氫原子內之電子，若有電爐中所能致之熱度，則每秒能繞動一萬萬兆兆次。

今人皆將問「他日科學發達，吾人果能盡發此蘊藏能力而應用之乎？」苟假定其爲可能，則以後可無庸開掘，轉運笨重之煤炭，亦可無烟灰之患矣。原子中能力之發現，皆在原子根本改組之時。而尤可幸者，其所藏之能，大部隱沒於與物質互相團結之電子之中。否則「地球將早已爆裂而成氣體星雲矣。」今日學者，每信吾人將來必有能發，能制，能用此原子能之一日。布拉格 (Sir William Bragg) 氏曰「鄙見他日原子能必將供吾人之需要。而人力之節制，或非數千年不爲功，或亦明日即成事實。此蓋物理學之特色，研究與無意之發現，往往同時並進，而互相爲用也。」半塊破磚，蓄能或與小煤田相埒。此種夢想，前途固多荆棘。然洵如洛奇之言，古人對於蒸氣及電之能否爲人所制，固亦如吾人今日對原子能之全無把握，而曾一再懷疑也。「今日科學是否發現已臻極點，此後果不能更有所發明乎？」

科學家對此問題，皆抱絕大希望而知自勉矣。下列數語，爲索岱所發表，尤爲扼要。氏爲今日研究質射性物最有名望學者之一也（見英國出版之一千九百十九年十一月六號自然界（Nature）雜誌。）

人工改造物質成立之希望，已與日俱增。昔者古人對此，曾有一種特別感覺。似此事苟能成功，人類將得甚大之實力，而竟奪造化之功者。然近來則知物質之改造，尙遠不如物質問題解決後所生之節制原子無窮蘊能問題之重要。故今日之問題，已非如以前方士式，或煉金式之徒生不良影響，而實具一種確切不移，足以復振宇宙之大希望也。

苟希望得成事實，則全世界經濟及社會方面，必將有極大之改組。茲當先述電子發現後對於電之性質及其應理解上之新供獻，然後再論以太、光及能之問題。

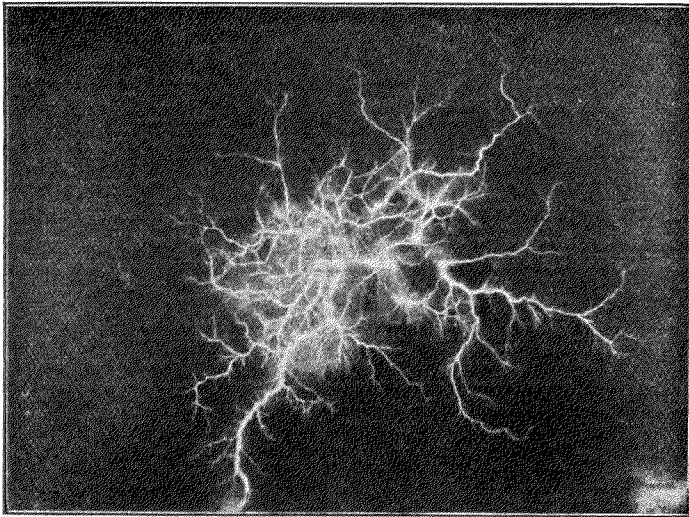
電爲何物之問題？

電之性質

自然界中至少有一種現象，卽最近如二十年前，仍認爲最不可思議現象之一。

然由今日之新發現，已能大部份得其解釋。本世紀之初，吾人輒呼今日爲「電之世界」，然自然界中，吾人所最不知者，亦卽此電。夫呼人之電鈴，運客之車輛，以及照耀之燈光，莫不惟電流是賴，而電流究爲何物，反鮮有知之者。當時僅能含糊擬想其爲行動銅絲中之一種流體，蓋以水之流動管中爲喻也。今則吾人已可假定所有電流皆爲速動於原子與原子之間之電子。銅線或他物，特其原子所由寄託者耳。

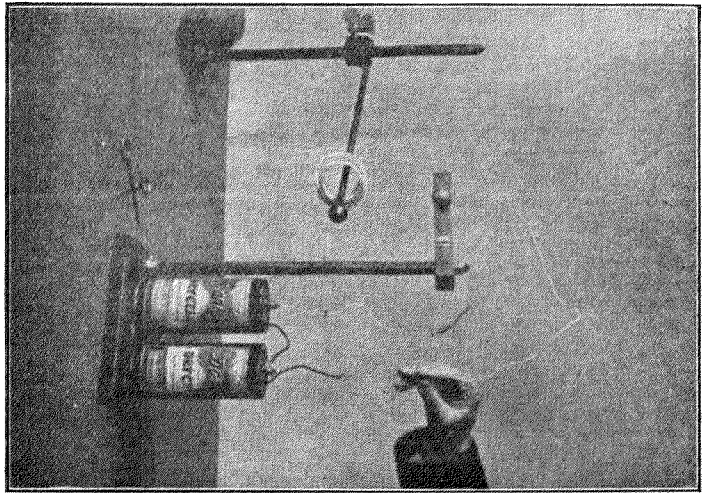
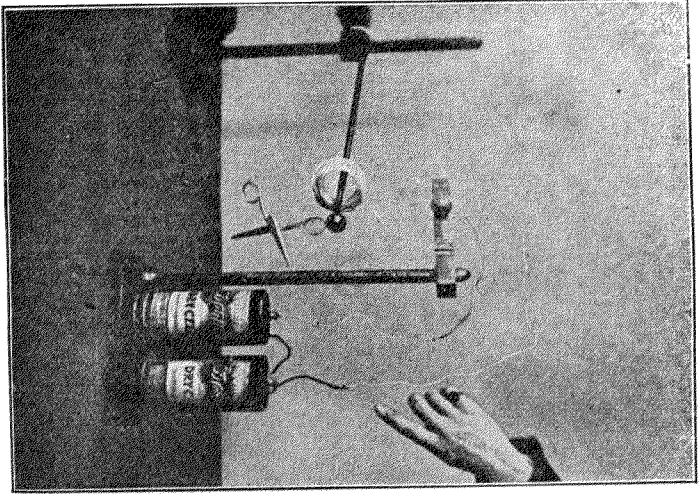
吾人當明曉此新電說之原理，及其如何應用於吾人所習見之各種電象。夫物質原子之心核爲陽電，註故能保持數箇陰荷之電子於平衡狀態之中，已如上述。此雖能說明一部份之電性，及其與物質之關係，然對於基本實際，困難仍舊。今則吾人已知電亦有最小之原粒，如物質然。故凡電荷，皆集合多個恆定電荷之電子



電 華 之 一

電華者，二極間電子飛動所生之現象也。二極間之以太，因電荷之關係而緊張。

若張力過一定限，則生放電作用。



電子流在其周圍以太中所生之擾動

左圖，電流經過銅絲匝卷，發生磁場，使鐵變為磁，而吸緊鐵釘。

右圖，電流甫去，以太中失其擾動，鐵釘失磁，鐵釘亦下墜。

而成。且學理方面，曾有主張陰陽電爲以太中左右旋轉之渦動，或環動者。然此說困難孔多，吾人尙不敢加以可否，而將留贈諸後來學者。

註 陰陽往日亦作『負』『正』。然『正』『負』二字，習用昔日電爲流體時代之名詞。其含過多之電液者爲正，不足者爲負。今則以原子之已失去邊緣電子者爲陽，得超出常數之電子者爲陰。蓋承認電有兩種性質也。

十

電流之性質

然二種電性之發現，實使吾人得有頗好之電象理解。每一原子之邊緣電子，皆能自第一原子移至第二原子。若集多數之電子而移動之，則成電流。故電流實爲電子之流。試取吾人家用電鈴中之電池，而細考之。

最初『電池』爲一片鋅，一片銅，及居間之化學溶液所合成。當時毫無電子觀念，僅知鋅銅相觸，能生微小電流之事實。若以今日觀念解之，則比較上鋅爲易落電子之原子，而銅則否。故電子脫離鋅之原子，卽與銅之原子作新結合。此種行動，卽爲『電流』。吾人雖不知銅鋅對於電子，何以有愛憎，然其確爲事實，而爲電池之基

本作用，則無可諱言。不寧唯是。若同置鋅銅於某種溶鋅之化學溶液之內，而聯以銅絲，則電流尤強，即電子之流更強而更急。無他，藥品劫奪鋅之原子之後，委墜落之電子而不顧，故鋅之電子之與銅相結合者更多。此當然之理也。

今日之電池，則由鋅，炭，及鹽化銻液所成。然其原理仍同。電之流，實爲電子之流。惟當一再申明，電子非如水之原子，不能全部流動。讀者亦曾見孩提之玩磚者乎。若直立各磚而倒其居首者，則第二磚亦倒。繼而三磚亦倒，進而四，而五，以至於居末之一磚。外觀之，似全線上成一種具形之運動。然細驗之，則每磚所動者幾希。電子之流動於原子中時亦然。自一而二，而三，逐漸傳遞，以成電流。惟其行動至速，故其全體浪動亦至速。電子行動之迅速，蓋已如上所述者矣。

然如何使此電流得相當之強度，而足呼鈴。此實不可不追究之事。此處當僅及其原理，若其變換電能爲聲，熱，光諸能之機械結構，則非吾人所願問，容當留之工程之章。夫鋅固易拋棄電子，銅亦樂爲媒介，而使之前進，故電子得逐漸進行於多數金屬之中。惟銅爲最好之「導體」。故鋅炭之間，銅線儘可延長，以至於前門，或至於同一環線內之電鈴。苟來客至門按鑰，則二線相觸，而電子流動於環路內，以生電流，復藉鈴之機械結構，而使鈴得發聲焉。

銅爲最良導體，較鐵更好六倍。故電工業中常用之。反之，物質之中，亦有甚能阻止電子之遞進者，此類物體，概名曰「絕緣體」。蓋云其與電子無緣，不願爲其驛站也。該項原子不易放棄其電子。玻璃，硬橡皮，及白磁，皆甚好之絕緣體也。

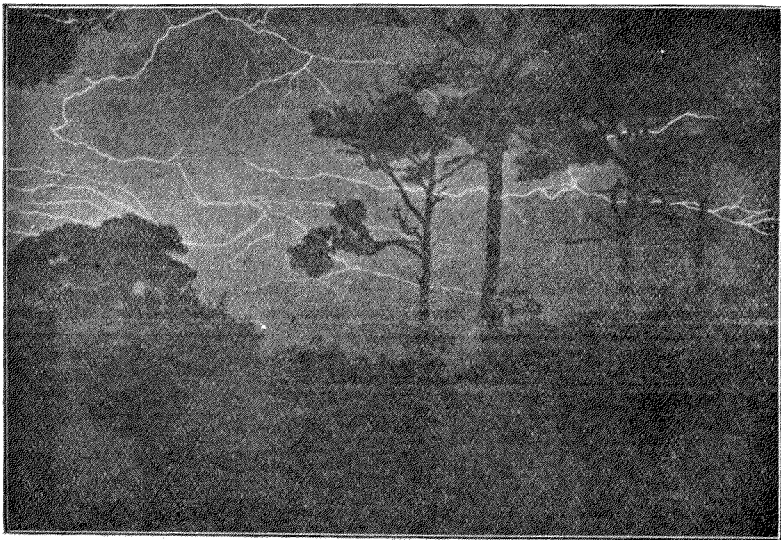
發電機之作用

雖然，近代工業中需用之電量至巨。雖合數個電池，尙不能有此供給，故由他種方法發生之。凡電子流動線中之時，線外必生磁場；亦即線旁以太之中生一變動也。確切言之，電子行動所生之能，必藉線外以太之媒介，方得傳播他處。故通常欲得大規模之電流，必用「發電機」。發電機者，以機械能換得電能之器也。近代發電機確可擬想其爲抽電子之機，如索岱教授所云。此際限於篇幅，不能詳述，要其原理，不外乎大圓銅絲旋轉於強磁極之間。此即「發電機」之大概組織，亦即電流之所自發生。夫磁本與電不同，異點已詳後章。今所欲言者，強大磁極之旁，必有極大之以太擾動。故苟有任何銅質，忽然入於場內，則必生電子流。今銅圓之動甚急，原

子之入磁場亦驟。故一瞬間，即能放棄無數電子而成電流。不獨此也，銅圓出磁場之時，亦有相似之變動。惟其電流方向，與前相反。放取銅

圓而轉之，則有極強之換向電流，即所謂「交流電」者是也。電機師於必要時，另用他機，使得適當之換向而成直流。

是以電流之意味，即原子間電子之傳遞。然有時亦有少數電子，真能為大規模之行動，而自甲體衝至乙體者。電車中所習見之電華，或電弧是已。其尤美麗偉觀者，當推自自然界中之雷電。太陽熱度甚高，故恆放射多流之電子於空中。其中一部份，入於地球，因而於大氣高處，發生陰陽二種之游離原子。海面蒸發上昇之水氣，觸其陽者，尤易凝為水滴，下降而成雨。大氣高處，因此失去一部份之陽電，而常帶「陰電性」。雷雨之時，陰陽二雲，同時存在。其一有過量之電子，其他則苦不足。故其間情勢



電 閃

雷雨之時所見之電閃，為二物體間(二雲或雲地之間)最激烈而最奇觀之「逼迫放電。」(Disruptive discharge)。雷雨時之攝影，本不易得，此片尤精美。其中請特別注意“交叉”及“浪紋”式之電閃。每一閃僅為一秒鐘之十萬分之一。

益張，終至二雲或雲地之間，發生一驟而且強之電子放射，而得一偉大之電花焉。

十一

磁

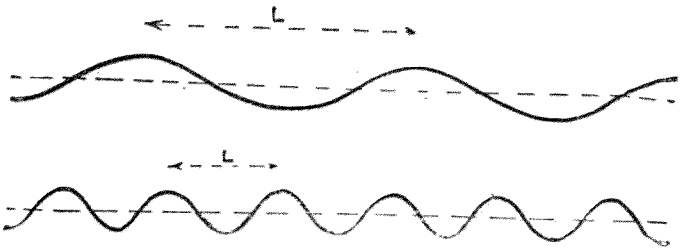
電流爲電子之流，已如前述。然電流皆有磁場。其左近以太之中，必含多量之能，吾人謂之『電磁能』。吾人通常凡遇磁鐵吸引他種鐵塊，皆稱之爲磁。設垂銅絲，使穿紙版，而於紙版之上，更置鐵屑，則電流通過銅絲之時，鐵屑必成圓圈以拱衛之。即電流所生之磁力，每於線外成圓形之分配，而生以太之擾動也。即最小如電子。當其單個行動之時，亦必於其左右發生『磁場』。蓋凡電子行動，無有不附帶此項能場者。而非俟此能場完全消滅於以太之中，其行動亦不止。近時論磁者，僉以爲所有磁性之發生皆若此。磁性皆由物質原子中電子之旋轉而生也。茲以限於篇幅，不能道其詳細，亦不能說明何以鐵等諸質，竟與其他原質相異若此。然要言之，其緊要關鍵，當仍繫於電子學說。此說雖一時尙不能稱爲已往證實。然已能有理論上相當之基礎，以爲將來研究之良導。地球本身，亦一大磁，否則指南針將失其用矣。且其磁頗受太陽上黑點爆發之影響，此皆熟聞之事實。然近已證明黑點爲

甚大之電子漩渦，且有極強之磁力，故日球上之電子作用，與地磁之變更，必生因果之關係。至其如何相關之詳，則今日尙在探究中也。

以太及波動

以太及波動

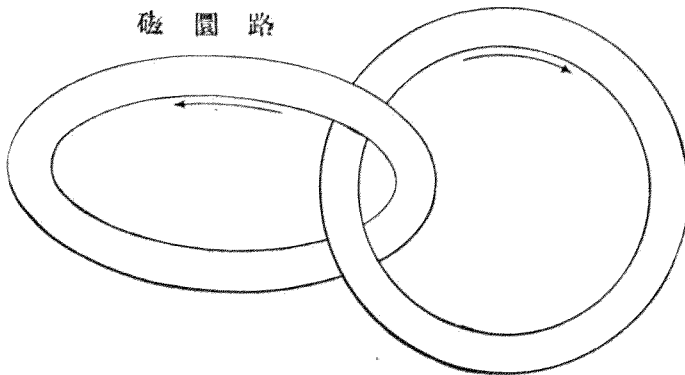
物質世界，處於無涯以太間質之中，此爲今人普通之設想。夫今日物理學家固已有放棄此種觀念者。然無論以太之觀念，是否後日全可放棄，要其入於科學家之腦筋者既深，則性質上苟不假以說明，



光 波

光爲以太波動。光之波長不同，而光色繫焉。深紅色光（最長）波長 $\frac{7}{250000}$ 吋，深紫色波長 $\frac{1}{67000}$ 吋。此圖表示二種不同波長之波動。波長者，波頂至波頂或波底至波底間之距離也。

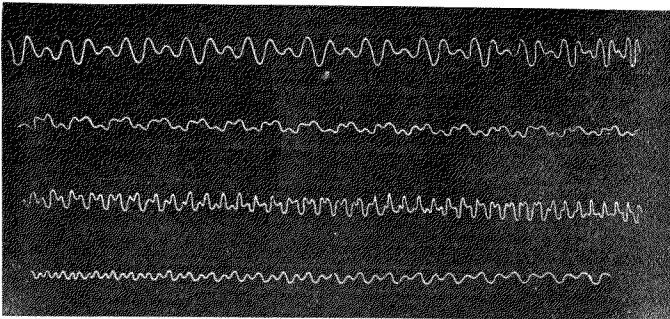
電 圓 路



電 流 之 磁 圓 路

電流在圓路中，順圖中箭頭而行，則於其附近之空間，發生圓形之磁圓路如圖所示。此即電磁鐵及發電機之原理之基礎。

吾人斷不能了解物理之科學也。以太之假設，即由解釋光學現象，及能之飛渡空間而始作。光行費時，已成不易之論。故日出必八分鐘後始能見之。此即陽光飛渡日地間九十三兆哩所需之時間也。光行不獨需時，且進行必為波動。夫聲為空氣或水，木諸傳聲物中之波動，吾人已習聞之矣。若置電鈴於玻璃瓶內，而去其空氣，則鈴聲必減弱，而終至於淹滅。此空氣稀薄已過限度，而聲浪不能進行於真空之結果也。然鈴雖不能聞，而仍可見。由此吾人知真空之中，光亦能進行。而此種不可見之傳光間質，即為以太。以太之為物，直瀰漫萬有以及一切物質矣。吾人與星球，遙隔不知幾百萬兆哩。其間無物質之存在。然星光之來，雖或須數世紀之久，而仍能達。由此可知此種普遍間質，即傳光之媒體。凡數千世紀來煤田所蘊藏，而今日應用於駛行輪車，炤熱城市，以及供給近代生活上種種需要之巨能，皆出太陽之賜，而非以太，仍不得達。故苟無此種普遍遞能之間質，世界將陷入停滯而



波 形

波動間或有甚複雜者。上圖示數種頗複雜之波動，凡此波動，均能自簡單波動合疊而成。

無生氣之狀態，可斷言也。

光爲波動，吾已屢言之矣。以太傳遞振動，故其性質，得以膠質固體設想之。然光波極微。吾人於沼池中所習見最小之細波，波頂與波頂之間，相距每不逾一二吋。而大於最長之光波者，已數十萬倍。吾云最長，卽云光中復分諸色，而各色波長皆不相同也。紅色光波最長，紫色波最短，最長之深紅色波，長二十五萬分之七吋。長於最短之深紫波（長六萬七千分之一吋）約一倍。然以太所遞之波動，實不僅視官所能覺之光，此外尙有短不可見而能起攝影上化學作用者。因此證明極紫之外，更有他種暗光，其波長每有僅及紫光之半者。此外尙可發現更短之暗波，以至於X射線。X射線者，光之最短者也。

可見限以下之波動

反之，吾人可作他方面之推演研究，而知以太亦能傳更長於光波之其他波動。若用某種特製之乾片，則可發現波長五倍於紫外之波動。凡長逾可見限者，吾人覺其爲熱。輻射之熱（如火旁之射熱）亦然，蓋以太中之波動也。惟長逾光波，故僅能以觸官覺之。其更長者，觸官且不能覺，而必恃儀器。此卽無線電報所用之電磁

波也，其波長輒以哩計。故光、熱、及電磁波，性質皆同，所異者，其波長耳。

光——可見及不見者

光既爲以太傳遞之波動，則波動之本身，果何自起乎？夫既有神速之波動，則必先有極速之振動物在。而此振動物，又非原子陽核外繞行絕速之電子莫屬。電子爲外力所驅使，而增加其速度，或振動率，斯其波動之起源也。

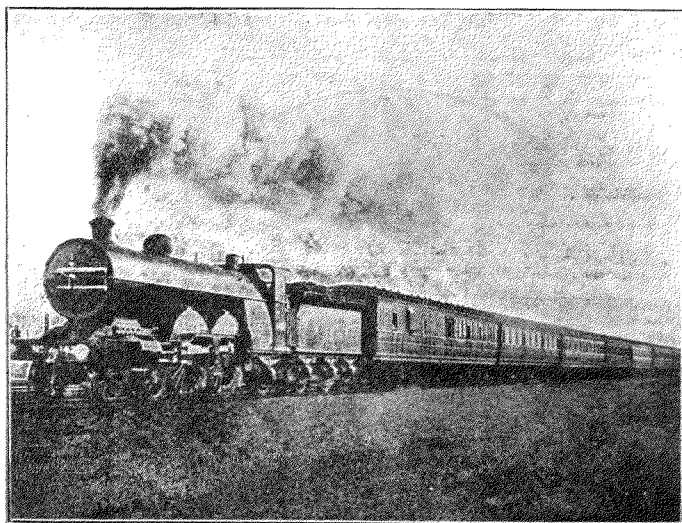
電子及光

凡物皆恆在劇烈振動狀態之中，即冷鐵塊中之質點亦然。故雖不能爲神經所感覺，或記錄，吾手中之冷鐵棒，固無時不輻射其波動於其四週。此徵之於前見物性之章，而無庸更以爲異。若置之爐火之中，則熱炭之質點，亦將遞其劇動之能於鐵桿，而逐漸增加其質點之振動率，漸至吾手神經，亦覺其爲熱。設復置之爐中而更熱之，逾五百度，則鐵桿暗紅，隱約可辨。斯時分子振動更劇。波動亦更短速，遂爲視官所覺。此即所謂可見之光也。然此光仍不合攝影之用。設更加熱，則電子發出他種合組白光之波動，而其繞動之速，每秒漸達數百萬兆週。若更熱之，使達「藍熱」一則常光之外，更添可起照相作用之暗光。此外尚有種種更短之光波，以至於

穿透骨革木石之X射線。

光速大於聲速六十萬倍，二百五十年前已有證明。木星之外，尚有衛星，因繞動之關係而時現時沒。然木星離地最遠之時，其衛星沒後復現之時刻，較之木星最近地球時，由實測而預計之數，晚十六分三十六秒。由此可知光行需時。而此十六分三十六秒，即光波渡行地木間溢出距離之所需。當時距離未有精測，故所得光速太小。今則已有充分之知識，而光速亦易定矣。

雖然，光速之實測，苟能於試驗室中之，當然更足愉快，此即一千八百五十年之成績也。其法射光使過齒輪之隙，而反射於輪後鏡面。光行雖速，仍需片刻。故齒輪苟得相當之速轉，吾人得於此一剎那間，移入旁齒，以阻其光之復返。若轉動更速，則更可移入鄰隙，使其光線得入而復出於鄰隙，以入驗者之目。齒輪之旋轉率



光之速度

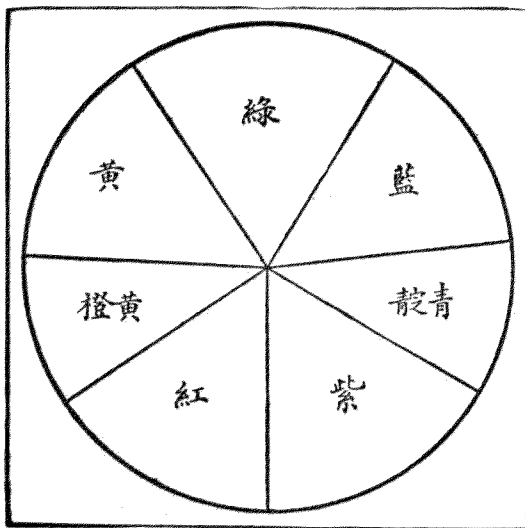
每點鐘駛行六十哩之火車，必十七日半，始能繞地球赤道一週(25,000哩)。

光速十八萬六千哩，繞地一週，僅須七分或八分之一秒鐘。

既知，則光速又可計矣。若最短之光波，長六萬七千分之一吋，而光速為每秒十八萬六千哩，則每秒達目之紫光波動數，約為八萬萬兆。可得而計之。

光波之分析

電子所生之波動，其波長過三萬五千分之一吋者，必隱約可見。其更短而更速者，則逐漸呈紅，橙黃，黃，綠，藍，靛青及紫色之光。而每色之特別感覺，即其特有波長之表示。若混合之，則得白光。日光即其一例。白光透玻璃時，光速減小。若斜射之於三稜形玻璃，則不同長之光波，必自相分離，而得七色之彩。蓋光亦猶運動會中之作「障礙賽跳」者，因其進行速度之不同，而得分等第焉。讀者不難作一實地試驗。置三稜鏡於日光與目之間，而直接證明日光之分色。或更可作下列之實驗。於圓輪上，依其各色應有成分之多寡，畫七色（如圖所示）而急轉之，則此輪必呈灰白，而原



牛頓之調色轉輪
文 見 彩 圖

有諸色，皆不可辨。若去其一而旋轉之，則不復爲灰白，而另呈六色相和之他色。物體間或有選擇透光之作用，此亦可以實驗證明之。若置此物體於日與白光之間，則凡遇僅透紅光之物，其所見之光必紅。而僅透紫光者，所見亦必紫。

世界之命運

索岱教授，曾發表一極有趣味之設想。若將來日之光熱，俱非今比，則將成如何之世界。其答案曰：「人目受數千萬年日光之熏染，而定其官能。故對於日光中最富之光波，吾人今日亦有最敏銳之感覺。若讀者稍假片刻，作一杞人憂天之推想，（此類思想，昔時雖甚普通，今日經質射性之發現，已受根本動搖。）而計無窮年後，日熱漸退對於地球之影響，則將來或有日球僅發暗紅之光，或甚至無光之一日。然此時世界亦未必定入黑境。地球上，苟尚有未曾凍死之人類，則彼等亦必仍見有天日。無他，人目隨境地而異其官能。今日之藍，紫，即將來之紫外，而不可見。反之，今日不可見之暗熱，即將來之光。而黑闇無光之熱體，於彼等目中，必且能大放光芒也。」

十二

天之蒼色

前章中已見光波之如何分色。此爲人造分光鏡之效用。然自然界中，固亦恆有分光之作用。虹卽其最習見之一例，蓋水滴生分光之作用也。蚌殼或街衢上及水中之油漬，皆發異彩，則緣其面層厚薄之不同。卽如大氣，亦恆有不息之分光作用。高層空氣之分子，恆取日中之藍波而散播之，以成藍蔚之色。此皆可於實驗室中，隨時用玻璃管及塵烟以證明之。日出時，阿爾白 (Alps) 山頂之紫霞，以及日沒時西方之晚紅，皆足表示日球將近地平之時，光波每因厚層大氣而受不同之屈折，以自相分離矣。

自然界之面目不一，每因對於光波之吸收反射取捨各有不同，而織成其異彩之霞裳者。若光全爲物所吸收，則呈黑斑。反之，完全反射，則呈白色。而物質之斑斕，皆其電子之不同振動率有以致之。凡電子受百萬兆之各色光波，則其吸收最甚者，或爲其較長部份，或爲其中段，或亦爲其較短部份，而其與吾人以色彩，則皆可必也。此外間或有受光以後尙能繼續自己發光者，亦有發僅能照相之「暗」光者。又一類物質，則與光波作共諧之振動，而聽其透射，玻璃是已。

無熱之光

物體之中，亦有能發無熱之光者（即『燐光體』）此為科學中極切實用問題之一。苟能得無熱之光，則『煤氣之賤』必可銳減。何則，今日所有之光源，皆有大部份之能，消耗於無用之熱波及紫外波中，而其消耗成分，恆逾百分之九十。吾見夏日之螢火，及已死之鱈魚（Herring）之發光，每神馳而願知其祕密，苦未能得也。就今日知識之所及，燐為惟一物質之有此性質者，然有奇臭，而不合吾用，洵可歎已。今日人工之光，不獨因消耗太多而不經濟。且其光色亦復不佳。吾人每於燈光之下，製辦衣料，而翌晨每恨其色澤未能如本性所欲。無他，日光中所見之色，燈光中每付之缺如也。

紫外更短而速之光波，即所謂『紫外光』攝影者所最珍貴之光也。光之穿透紅橙色簾者，於乾片上不能發生化學作用，凡稍知攝影者，皆能道之。緣其『不能透射』藍色，或『藍外』之光，而銀鹽微粒，則非此藍光，不能起化學作用也。此外植物之所以發育，以供吾人薪材食物之用者，亦全賴此光輸能『綠素』（Chlorophyll）之作用。草木之所以大張其枝葉，而欣然向榮者，亦以欲爭得陽光之故。凡今日煤

田之中所有巨量之潛能，皆數千萬年前之大森林所吸收之日光也。

又射線爲最高而居於極端之光波。由其穿透之能，吾人可斷定其波長之必爲極小。然此類射線，雖有極奇之性質，仍不能保其祕密，而逸出研究之範圍。彼物理學者，近時固已作極精美之實驗，發射又光於晶體原子之間，而測得其波長爲千萬分之一耗矣（每耗僅爲二十五分之一吋）。

光亦受引力之驅使。此爲最新發現之一，輓近日蝕時所得者。凡自星體發出之光線，經過日旁，必因吸力之關係而爲其所偏折。愛定登（Eddington）教授謂光亦有質量。光之以磅計，亦猶糖之以磅計耳。每年地球所受之日光，共爲一百六十噸。

「能」各生命與「能」相待之情形

由上節所言，吾人已知宇宙根本個體之一爲物質矣。其第二個體，重要不亞於物質者，爲「能」。因世間現象無不有待於能力，雖生命亦不能外，故欲世界之繼續存在，則「能」必不可少。人力不能創造或毀滅「能」，與其不能創造或毀滅一質點正同。此說待吾人討論何爲能力之後當愈明白易曉也。

「能」之不受毀滅，與物質同，其狀態之不一，與物質又同。不寧唯是，吾人對於電

之陰陽兩種質點，爲一切物質之起源者，尙昧然莫知其奧，於能之真正性質亦然。雖然，「能」祕奧之難知，今已不若昔日之甚。此能之真性之明豁，又近世科學進步，披露自然界神祕之一證也。蓋自十九世紀以來，始知「能」爲明晰永久之一物，與物質同也。

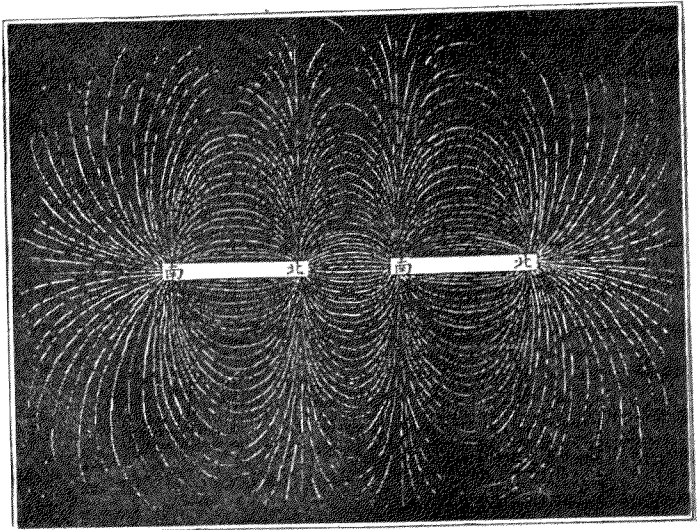
能之狀態

能之有各種狀態，如墜石之能，木柴或石炭或其他種物料燃燒之能，人之知之，已不知其幾千百年矣；唯此各種狀態之能，在實質上實爲同物，則爲前人猜疑之所未及。謂能與物質同，有一定之量，又不能創造與毀滅，前世紀科學之造就所能以與吾人者，此觀念固其一也。



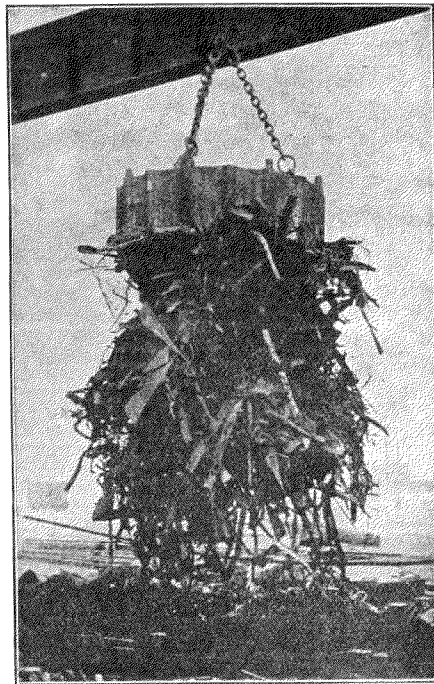
乃亞格拉瀑布(Niagara Falls)

此瀑布落水能力之大駭人。今大電力廠中已用之而發數千馬力之電能。凡一百五十至二百哩內之大城市，俱藉此能而駛行其電車。



磁 鐵

此圖示二磁鐵間之力線自一磁北極達他磁之南極，亦自本磁北極至本磁南極。此等事實皆可於圖中見之。北極者，磁鐵懸空間時自己指北之極也。



磁 鐵 之 能 力

此圖示鳳凰牌(Phoenix)之電磁鐵，起卸鐵道貨車上之廢鐵。此磁鐵徑五十二吋，起重二十六噸。同式之磁鐵，徑六十二吋者，起重四十噸。

爲吾人所注意者，莫如運動之能；例如滾石，流水，墜體等等。此種運動之能，吾人稱之爲動能。位能爲物體因其位置而具之能，換言之，即其可獲動能之本量，如崖端之石，是其例矣。

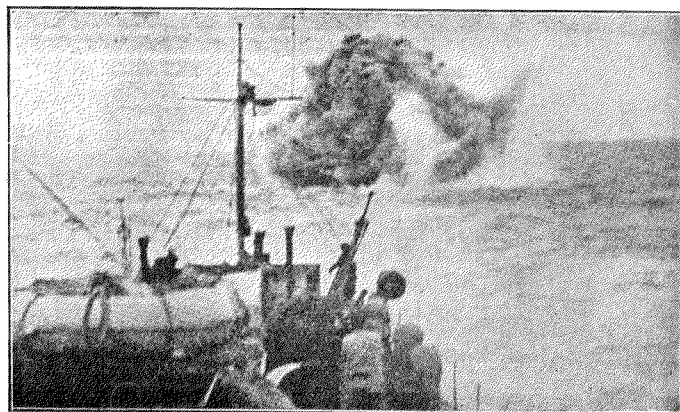
能之狀態既殊，一種能，可直接的或間接的變換爲他種能。例如燃炭之能，可變

對於此問題之高深研究，非此篇所能及，茲所言者，特其重要方面而已。能之狀態，通常有二，即動能與位能是也。平常最

爲熱，而熱能又可變爲機械能，如蒸汽機關所表現者是。如是吾人得變換「能」由一物體至他物體。如乃亞格拉大瀑布之能，乃爲大電廠供給能之用，又其例矣。

熱爲何物

能上有一重要事實，即各種能均有變成熱能之傾向。是也。如墜石擊地，即行生熱；瀑布之足，常較其頂爲暖，——因墜下之水，擊地生熱，而多數之化學變化，常與熱之變化相偕。「能」在木柴中，可永久匿藏，但一遇燃燒，即行放出，而其結果亦即爲熱。鐳之原子，或任何質放射性物之原子，一經毀壞，即行生熱。「每一時間鐳所發生之熱，足使與己同量之水，由零度熱至沸點。」然熱究爲何物乎？熱者非他。即分子動是已。前章已言，無論何物，其分子之運動常繼續不息，其運動尤激烈者，其物體尤熱。如木柴或炭中目不能見之分子，燃



能 之 變 換

能之一例。水雷爆發時先生化學作用，後生機械作用。即化學能變爲機械能是也。數十噸之水，皆因此而得劇動。

燒時即劇烈激動，由此激動而生之以太波，自吾人之感官言之，則爲光與熱。故動與熱能之表現，即得於分子之繼續運動而已。

一種狀態之能消滅，必有他種狀態之能出現，此理之真確，已屬無可致疑。其最初證明一定量之機械能，可變換爲一定量之熱能者，則爲佳爾 (Joule)。彼嘗作一攪水機器，使水激動生熱，而此攪水機器則爲下墜之重量，或旋轉之飛輪，或其他機械方法所引動。如是一定量之機械能用去，同時一定量之熱發生。此兩者之關係，常有一定。凡自然界有一物理的變化，即能有一次之變態，唯世間能之全量，則依然不變。此即能不變之定律也。

十三

石炭之代替

試思近世文明所用能大部分或全部之來源爲何乎？石炭是已。石炭紀之大森林，一變而爲現今之炭層。當石炭燃燒時，發生化學變化，於是熱能出現，而現今文化於是賴焉。此閉置炭中之能，從何得之乎？吾人之答語曰：得之地球。蓋自數千百萬年以來，日熱之能，即由石炭紀中之無量數植物，復經各種微妙之方法而變成

位能，至今仍沉埋於巨量之僵化森林中也。

自吾人現在之智識言之，石炭儲積之取竭，即與世界文明之告終同其意義。除炭外尚有能源，爲人所已知者，斯固然矣。水落之能，是其一例，如亞格拉大瀑布，則已用之以供給大發電廠之能矣。其次海潮之能，似亦可以利用，此亦動水能之一例。又日熱能亦有思直接利用之者。唯此等能之來源，方之石炭，皆微末矣。最近大英科學協會開會時，雖有提議深鑿入地以期利用地中之熱者，此議或未易實行。最有效之石炭代替物，其爲原子內之能乎。此能之源爲無窮盡，蓋吾人所已知者。如使原子內之無量電力，能爲吾人所解放與節制，則石炭供給之漸次減少，當不復爲現今有心人所懼矣。

蓄藏炭層之能，既有時可盡，吾人復不能新創之以爲供給。吾人前者曾言「能」之不能毀滅矣，但雖不能毀滅「能」而可使之不適應。用此重要事實之意義，請於下節詳之。

十四

能之消散

「能」可至消散。但既不能毀滅，則必仍存在，消散之後將何往乎？此問題發之甚易，與以最終答解較難，而在作此書時，本不期讀者具有高深物理智識，則尤不能涉及現今物理學及化學家所發明之困難理論。吾人可升高鐵片之溫度至於白熱。但若停止加溫，鐵片之溫度亦即下落，至與四周溫度相等。此溫度之下落，即為能之消散，然此能究何往乎？一部分之能，固由傳導關係傳於與鐵片相接之他物體，但其最終結果，則放射於空中，為吾人所不能追究。蓋溫度相等之熱能為不適應用之能，而此放散之能，即加入此無窮儲藏之中矣。茲所宜知者，設使凡為物體之溫度皆同，吾人即不復有熱之經驗；蓋熱之流行，常由高溫物體至低溫物體，其效果足使暖者寒而寒者暖。最終兩物體即為同一溫度。某物體熱度之總量，唯其運動分子之動能可以量之。



冰 上 沸 騰

若置一壺之液態空氣於冰塊上，則起沸騰作用。蓋冰對於極低溫之液態空氣比較的甚熱也。

由今之可知者言之，即使全世界之熱能，未全放射於無窮無盡之空中，而世界必有歸於等溫之一日。蓋使此物體較他物體暖，此物體之熱即向他物體傳導，至兩物體有同等溫度爲止。此時兩物體尙以吸收作用，含有若干之熱能，但就兩物體間之作用言之，此能已不能應用同一原理，可用於多數物體。欲熱能之可應用，必先有不同溫度之衆物體。如使全世界俱爲同一溫度，則熱能之量雖仍極大，而其『能』已非吾人所得應用矣。

世界同溫之意義

世界同溫之意義爲何？此未可以易言也。蓋使世間之能，歸於無用，即今之世界不復存在。而熱之放射，交換不已，即世界同溫之趨向，亦日近一日；果使此日一達，雖分子內之運動，未必盡息，而其能則不能利用。由此觀點言之，雖謂世界日趨毀滅，非過言也。

誠使物質內之分子運動全息，其物質之溫度即爲絕對零度。絕對零度者，世間最冷之度也。分子運動停止之溫度，已經推知，爲攝氏零下二百三十七度。世間無物體能在較此尤低溫度之下；世間無較此尤低之溫度。除非自然界中有一爲吾

人現今所未發見之方法，能更新已用之能，則今之太陽系，必有沉於絕對零度之一日。太陽地球以及世間各物無時不放射熱線，而此放射不能繼續以至無窮，蓋熱之傾向爲放散，而其結果則可使世界同溫也。

但自理論上言之，亦未嘗無避此定律之一法。設使此熱源之雜亂分子運動，能使之歸條理。則一物體之熱能，即可直接加以應用。據許多學者意見，生物體中消化方法之某部分，確無能之消失，食物之化學能，直接的變成工作，而未常有熱能之耗散。故此自然定律所謂能，雖不可毀滅而有歸於無用之傾向者，最終或有法以逃避之，未可知也。

能之最初儲藏所，是爲原子。自然界能之供給，舉得之於日，星，地球原素中之原子。吾人遂不能發明一術，將日就短少之能之來源加以充補，或使現藏於同溫度下之無用之能，重爲人用乎？

由現今形勢觀之，似乎後來者將見一最有趣味之競走，即科學進步與自然供給減少之競走是也。能之流動，由原子儲蓄所以至等溫之熱力消耗海，常有其自然之速度，足使生命在供求相應之嚴酷定律下，爲完全之進步，此定律非他，即生物學上所謂生存競爭是也。（原注見索岱教授之物質與能力）

於此有一事可云確定，即能爲實際之個體，與物質同，且不能創造與毀滅。物質及以太，乃能之承受者，或能之運載者，是也。曩者曾言此個體之實際爲何，吾人亦所未悉。或者此不一其形之能，即組成物質之原始個體之各種表現：帶電質點之爲一切物質之本原，又吾人所已明者也。吾人此時所欲得答之問題，乃電爲何物是已。

十五

物質以太及安斯坦(Einstein)

科學戰勝天然之最終結果，科學上最高之綜合，無過於發見組成物質原子之陰陽電質點，爲無所不在之以太中某種震動之起源或中心；而吾人所謂之各種「能」者（光，磁，重力等等），乃以太中此種電子團所誘起之某種波動或變形而已。然此亦奇異不可企及之夢想而已。一千九百年，拉摩(Larmor)曾謂電子爲以太中之小漩；又以此種漩渦，可具兩不同之方向，似於電荷之有正負兩種亦容易說明。然其中困難之點仍覺甚多，而電子之性質，終歸於不可知之數。最近學者之意見，則謂電子爲「陰電之環，以極高速度，環其軸而運轉」，然此亦不了之語也。

至陽電之單位，吾人所知者尤少。吾人此時但知近世思想趨向最終一致之普通路徑，即當視爲滿足矣。

吾人言『一致』矣，但如謂以太爲求此種一致之唯一根基，或視以太爲其對世界哲學之一重要部分，則其誤甚大。以太不過意想中之一種個體，吾人與以極不平常之性質，而覺其於解釋物質上極多便利。其物爲有彈性之固體，密度極大，充滿宇宙之間，以每秒十八萬六千英里之速度，傳達星球間之光波；然同時最密固之物質通過其中，若無物焉。

數年前以欲發見以太故，曾行一極精微之試驗。設以太而果存在，地球繞日運行時，必經過以太海，而每個試驗室中必有以太流，正如舟行過靜止空氣中，則生風也。一千八百八十七年邁吉爾生 (Michelson) 與莫萊 (Morley) 曾擬發見此事。理論上光線與以太流之方向相同者所行速度，必與其方向相反或橫斷者之速度不同。然彼等試驗之結果，乃不見有異，即多數他人之試驗，亦同一失敗。此非遂足證明以太之不存在也，以吾人尙可設想吾人之試驗器，適照光之轉變之比例而縮短；然而以太之存在，無法證明，則爲不可滅之事實。經士 (J. H. Jeans) 曾言：「自天然現象觀之，似無此等物之存在。」即光與磁之現象，經氏亦以爲無須以

太，而謂以太假設，竟可拋棄。其拋棄以太觀念之第一原因，即在無法以證明其存在，如安斯坦之所示者是也。如使誠有以太，則地球通過其中，必有術以發見其運動。顧實行試驗之後，雖所用方法極其精密，而終苦於無運動可發見，上文已言之矣。至安斯坦出，與吾人以空間時間觀念上之大革命，而後知是等運動，無論所用之方法如何，斷無可以發見之理，而平常所用之以太觀念，乃非拋棄不可。關於此點，下節更當詳論之。

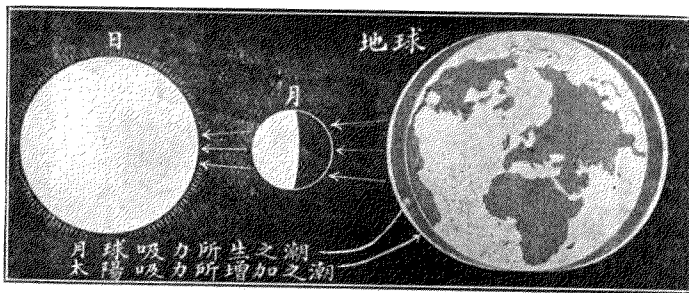
潮汐之影響：月球之生成：地球速度之減少

十六

至比較的近世以前，切實言之，至近世科學完全發達以前，潮汐實爲天然界最大神祕之一。此洋水往復之有一定規則，果將用何術以解釋之乎？在昔人之饒想象力者，觀此有信而且韻之潮水漲落，則以爲大獸之呼吸，似亦無須深怪。其後知此有規則之運動與月球有關，然於解釋上亦未見進步。何則，月球去地頗遠，其運行究與地球上水之每日變動有何關乎？傳聞古天文學家有失望於此神祕之解釋，投海以死者，似非虛語也。

地球之受月吸引

然對此歷代相傳之神祕與以相當解釋者，是爲牛頓引力大律功能之一部分。自其大概言之，吾人可信萬有引力之定律，至少能應用於此點。蓋牛頓固云月對於地球上之每質點，皆發生引力矣。設吾人想象地球表面之某部分，爲太平洋所在者，適轉而與月相向，則月之引力，與地面鬆軟流動之水相作用，其水必隆起而成山陵。此時地球全體，雖同受吸引，而流體之水，必較固體之地殼易受影響，固體之地殼，則但略起微潮耳。又以水之性質，非能固着，地球受吸，其背面之水，必有退後之傾向，則亦隆起而成潮，又事之至易明者也。設使地球表面全爲流體，則每日旋轉之間，此兩潮即周流地面一次。是故在地面之一定部分，每日必有高潮兩次。此海潮引力說之最簡概要也。



潮汐之原因

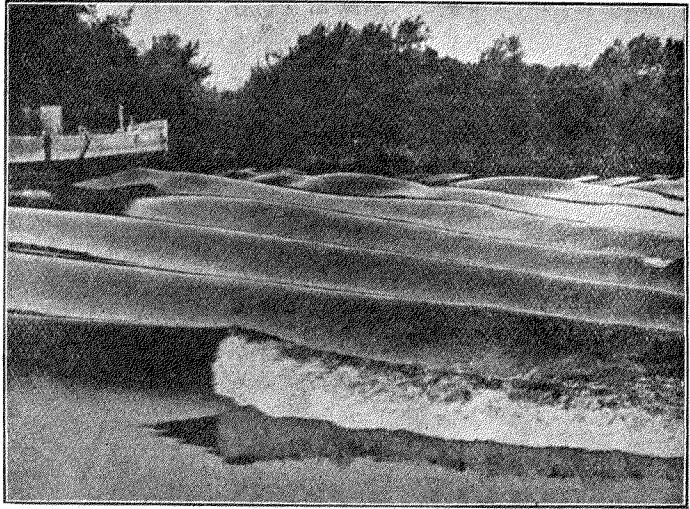
海潮爲月之吸力所生。日之吸力亦有同一作用，然比較的影響較小。地球全體爲月所吸。但團結不固而較易流動之水，尤易應此吸力，以生潮汐。固體之地殼雖受影響，微弱不足道也。潮汐并有減小地球旋轉速度之能力，詳見篇中。

然實際觀察之現象，決不如是簡單，即關於海潮之完全理論，亦不與上節所述單簡形式相類。凡人居近海口，悉知最高潮鮮與月過子午線之時間相吻合。其相差之度，早晏常數時間。例如倫敦橋（London Bridge）之高潮，常爲月過子午線後之時半，而杜布倫（Dublin）之高潮，則爲其前一時半。故實際觀察之現象，決非單簡，其詳細則已研究無遺。今世界各海口之高潮時間，蓋無不可先期豫報之，無或爽者。

日與月之作用

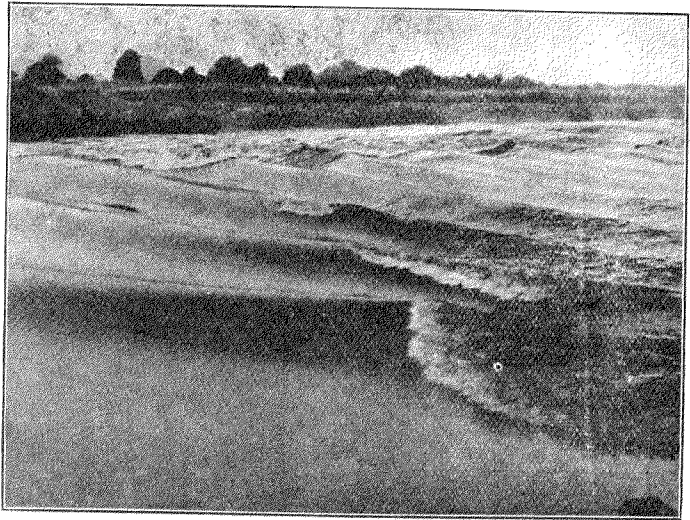
欲解釋潮汐理論之全部，誠非本篇範圍所能及，雖然，今有一最明白易曉之因子，不能不加以注意。如月球以引力而發生潮汐，則以日球引力之強遠過月球，必能發生潮汐，且能發生較高之潮汐，當在吾人意計之中。然謂日球能引起潮汐，固有然矣，謂日球能引起較高之潮汐，則未必然。就事實上言之，日球引起潮汐之能力，實不如月球之半。其理由則以引起潮汐之事，距離爲尤特別重要。日之質量大於月二千六百萬倍，而其去地之距離，則較月遠三百八十六倍。此距離之遠，實足以抵消質量之大而有餘，而其結果則如上文所言，月之力量較大於日二倍有餘。

也。有時日與月同力作用，於是有所謂大潮，有時二力相反，於是又有所謂低潮。此種作用，又以其他因子之參加而愈形複雜，以是各地潮勢之高低，亦相差極巨。故在聖赫令納 (St. Helena)，潮之起落為三呎，而在封底海灣 (Bay of Fundy) 則在五



英國赤倫忒 (Trent) 河上藹奇 (Aegir) 海神之游跡
(其一)

圖示極整齊之河潮。天朗氣清，毫無風波也。潮波之所以呈此直立狀態 (見此圖及下圖)，實緣河水下流甚急，阻止海潮之倒灌，因此增加其波前之傾斜度。凡例外之大潮，皆為日月二者相助之作用。詳亦見篇中。



英國赤倫忒 (Trent) 河上藹奇 (Aegir) 海神之游跡
(其二)
大潮

十七

月之起原

雖然，與潮汐相關者尚有一事，較吾人上節所言之理論，尤為重要而有趣。查理士達爾文，進化說大家也，其子佐治達爾文爵士 (Sir George H. Darwin)，則用潮汐以發明太陽系生成之理。至吾地球與月球之關係，尤足用潮汐之理為之說明。當億千萬年以前，地球旋轉之速度，較今極大，而月離地之近，則幾與地球相連接，此殆事之無可疑者。此荒遠年代，正月與地球分離之時，亦即地球拋月使成獨立體之時也。蓋地球與月，原為一體，特以旋轉之速，使之裂而為二：一為吾人現居之地球，一即月。此非妄言，乃研究潮汐所得之結果。吾人第一所欲問者，為潮汐所生之能力。試沿地球上海線一觀，此能之證驗，隨處可見。江灣由潮以成，岩石由潮以碎，而巨大物體，且由潮以起運動。此能於何得之乎？能與物質同，不能於無中生有，然則此巨大消耗之可能，果從何得之乎？

地球速度之減少

此答解甚單簡而極可驚。即潮汐能力之根源來於地球之旋轉是也。以地球質

量之大，二十四小時中自轉一周，殆與極大之飛輪無異。又因其旋轉之速，故其能之儲藏亦極富。然即極巨極速之飛輪，如其有所工作，或僅抵抗其支柱之摩擦力，亦不能消耗能力不已。其結果唯有漸歸緩慢，此無可逃之數也。依同理，地球之旋轉，既供給潮汐之能，即潮汐之結果，足使地球旋轉漸歸遲緩。潮汐之作用，恰與地球旋轉之制止機相似。巨量之水，爲月所吸引，遂於地球之旋轉上，生一種阻礙功效。此種功效，以吾人通常標準計之，誠極微小；然小則小矣，而繼續不已，天文學上之算年，以百萬爲數，經數千百萬年之後，此微小而不絕之功效，乃發生極可注意之結果矣。

然潮汐之作用，當有一層爲算術上必至之效果者。潮汐之起源，由於月與地球之作用，斯固然矣，同時潮汐亦對於月而起反動。潮汐既能減少地球旋轉之速度矣，同時亦驅月球使之遠離。此結果雖若可異而實不容致疑，蓋此爲動力原理之結果，此原理亦無可致疑，唯非略具算學智識不易明了耳。由此可得數有趣之連系如下。

因地球旋轉之速度，繼續減少，可知從前地球之旋轉必較迅速。在無量數年前，必有一時一日時間僅爲二十小時者。再前則每日僅十時，更至不可思議之年

代以前，則地球自轉一周，僅三四小時，亦意中事耳。

至此吾人且暫停止，而轉問月球之情狀。吾人已知現今月球漸與地球愈遠。反之，即地球之日愈短時，月球之離地亦愈近。吾人迴溯愈遠，得見月球去地愈近，地球之旋轉亦愈速。至吾人上文所言，地球自轉一周僅須三四小時時，月之與地幾若吻接。此極可珍異之事實也。人人知旋轉飛輪有一極限速度。過此速度，則離心力之大，勝於飛輪中各分子之固着力，其飛輪即將灰散。吾人曾以飛輪比擬地球，又嘗迴溯地球之歷史，至其旋轉速度為最大時。吾人并知此時月之與地，幾於不分，此其結論如何，已無所用其抗拒。在更遠年代以前，地球曾為飛行之碎塊，其碎塊之一，即月是也。以潮汐理論，說明地月統系之生成，其大略如此。

晝夜之增長

當月球初與地隔離之時，必與地球同其旋轉。月繞地一周之時間，正如地之自轉，換言之，即一月與一日之長相等也。至月球離地漸遠，月球繞地一周之時間加多，於是一月之長短，亦相當的加長。又因地球自轉之速度減少，故一日之時間亦加長，唯月之增長率，遠過於日之增長率耳。寢假一月之長，等於二日，三日，以次增

加，最後至一月等於二十九日。至此以後，一月中之日數又漸減少，以至現今之數目，仍須繼續減少，至日與月之長相等而止。至此時代，地球之旋轉將極遲緩。潮汐之止動作用有使地球之同一方面常向月球之傾向；即地球自轉一周，須與月球繞地一周之時間相等。設除地與月之外，無第三者之干預，則此即為最後情形。無如月與地之外，尚有日球之漸應加注意也。月使一日之長等於一月，而日球之傾向，則令地球旋轉愈加遲緩，使一日之長等於一歲。其致此也，則在令地球一自轉之時間，與其繞日一周之時間相等。以有月球之作用在，此事固難望成功；然日球之力，固能使日長於月也。

此事言之若可異，而在火星之衛星中，則已不乏實例。火星之一日，較吾人之一日約長一時有半；但其兩小衛星當發見時，其在內者，以七時四十分繞火星一周。是則火星一日中，其月之一，能環繞火星三周有餘，而在火星上之居人言之，即一日中乃三月有餘也。

參考書

Arrhenius, Svante, *World in the Making*.

Clerk-Maxwell, James, *Matter and Motion*.

- Daniel Alfred, *A Textbook of the Principles of Physics.*
Darwin, Sir G. H., *The Tides.*
Holman, *Matter, Energy, Force and Work.*
Kapp, Gisbert, *Electricity.*
Keloin, Lord, *Popular Lectures and Addresses, Vol. i, Constitution of Matter.*
Lockyer, Sir Norman, *Inorganic Evolution.*
Lodge, Sir Oliver, *Electrons and the Ether of Space.*
Perrin, Jean, *Brownian Movement and Molecular Reality.*
Soddy, Frederick, *Matter and Energy and The Interpretation of Radium.*
Thompson, Silvanus P., *Light Visible and Invisible.*
Thomson, Sir J. J., *The Corpuscular Theory of Matter.*

