

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編


科學大綱

(一)

湯姆生著
胡明復等譯

商務印書館發行





科 學 大 綱

(一)

湯姆生 著 胡明復 等 譯

漢 譯 世 界 名 著

序

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

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

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

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

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

民國十二年二月

王雲五

湯姆生原序

王雲五譯

大哲學家而兼算學家之來布尼茲 (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，而要足以證明來氏名言之一部分意義。蓋此書於適當的範圍內，可認爲許多小冊之圖書館，亦即許多科學之綱要也。

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

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

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

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；有趣味之智識尤善；科學的心理習慣之養成，乃善之善者也。近世哲學家和布豪斯教授 (Prof. 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，即在此信心之影響下成之。蓋生活非爲科學計，科學實爲生活計也。且自吾人觀之，個人觀物之科學習慣之養成，乃較科學自身爲重要。科學乃吾人之遺產；必有以用之，而後始可爲吾人所有也。

緒言

王雲五譯

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

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

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

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

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

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

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

雜與活動之度決非前此所能想像。從前習用之語如云『死』物『惰』質等等，今可束之高閣矣。原子 (atom) 新說之出世，殆無異與吾人以新宇宙觀。自然界之祕密久藏未露者，其將爲此說所啓闢也，殆可預期。從前以原子爲不可再分之微點，今有以知其不然矣。吾人更知原子之中尚有原子，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，乃近日銩質 (radium) 與 X 光線之發見，及許多精確完善之科學儀器如分光鏡 (spectroscope) 等觀察所得之結果也。

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

雖然，此電子之發見，不過增進近世科學趣味之許多革命的變化中之一種耳。

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

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

不得謂之有教育之人，此不待言者也。

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

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

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

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

類之繼續征服自然，亦得以共享其成耳。

科學大綱目次

第一冊

序

原序

緒言

第一篇 談天

- 宇宙之大——太陽系——天空中之星體——大宇宙之度量——一大宇之外復有他
- 大宇乎？——太陽系——太陽——太陽之氣層——太陽之面部——太陽中之黑斑
- 分光鏡與其效能——絕無僅有之發見——測量光速——太陽之壽命有窮乎？
- 行星——他星球亦有生物乎——金星——火星上有生物乎？——木星與土星
- 月球——死世界——月球之山嶺——流星與彗星——盈千萬之流星——某大

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

第二冊

第二篇 天演之歷史……………

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

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

第二篇 對於環境之適應……………八六

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

深海——外界之情狀——生物之情狀——深海生活之適應——淡水——乾燥陸地——自水至陸過渡之困難及結果——空氣——參考書目

第三冊

第四篇 競存

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

第五篇 人類之上進

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

第六篇 天演之遞進

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

第四冊

第七篇 心之初現………

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

得之事——心之奔驟——『最後人類崛起』——返顧——身心之關係——結論

第八篇 宇宙之根本組織……………四八

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

第五册

第九篇 顯微鏡下之奇觀……………一

難睹之生物世界——微小動物組織之複雜——生機組織之複雜——生命之基礎——

——細胞之小宇宙——個體之原始——顯微鏡功用之廣大——超極顯微鏡——顯微

鏡下之美觀——參考書目

第十篇 人體機械……………一一五

體中退化之各質——取食之機關——消化之進行——消化之機關——生命液體——

——血脈之特性——心臟——血管——呼吸動作——神經消息——肌肉與骨骼——

神經系統——腦部——感覺機關——視覺——聽覺——合而孟之發見各腺體之奇

特——身與心之關係——感情與消化——快愉之影響——心理之康健——參考書

目

第十一篇 達爾文主義在今日之位置……………八二

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

第六冊

第十二篇 自然史之一——鳥類……

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

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

第十二篇 自然史之一——哺乳類……………六二

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

水獺——普通之兔類——哺乳類之遊戲——伶鼠——結羣之哺乳類——海狸——
互助——哺乳類之殊異——哺乳類相同之性質——參考書目

第七冊

第十四篇 自然史之三——昆蟲世界……………一

昆蟲之瀰漫——昆蟲自存之道——昆蟲之保護色——昆蟲之系譜——昆蟲普通特

徵——昆蟲之頭——昆蟲之足——昆蟲之呼吸——昆蟲之行動——昆蟲之本能與

智慧——昆蟲之記憶力——昆蟲之智慧行爲——蟻譚——蟻塚之奇異——奇異之

割葉蟻——軍蟻生存之情狀——蜂譚——蜂房——后蜂——蜂之勤勞——哺育房

——分封——蜂房——交尾的飛行——雄蜂之屠殺——場藿——胡蜂之巢穴——

胡蜂之工作及死斃——生活史——甘藍白蝶——甲殼蟲——重要之相互關係——

生命史——昆蟲與人生——蝗蟲——參考書目

第十五篇 心之科學……………五二

新心理學——析心術——感官——腦髓——演化中之心——心與物——心靈作用

——羣性意結——兩主要模式——衝突——析心術——心靈錯亂之實例——夢

——參考書目

第十六篇 靈學……………八四

明定宗旨——靈之研究——研究之最先成效——據引例證——幻覺現形——死者

之現形——圓光——精神測量法——成物——精神攝影——直接的書寫與語言——

——看水術——神游——傳物——靈魂不滅之證據——較簡單之方法——結論——

參考書目

第八冊

第十七篇 自然史之四——植物……………

植物生活之奇蹟——動物特植物爲生——微小植物之重要——植物生活之差異——

——植物共同之性質——有花植物之主要部分——綠葉之製造所——綠色植物之工

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

第十八篇 生物之相互關係……………六二一

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

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

第九册

第十九篇 生物學……………一

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

第二十篇 生物之特性……………三七

生物之全體觀察——有系統的紛繁個性——種類繁多——生命之衆多與奮鬪

第二十一篇 化學之奇蹟……………四七

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

第二十二篇 化學家之創造事業……………八五

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

第十冊

第二十二篇 氣象學……………

氣象變更之原因——空氣中之上下二層——上層空氣之測候——氣球行蹤之測定

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

第二十四篇 應用科學之一——電之神異……………四四

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

第二十五篇 應用科學之二——無線電報與無線電話……………八五

第十一冊

第二十六篇 飛行……………一

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

目

第二十七篇 細菌……………二一

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

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

第十二冊

第二十八篇 地球之構成與岩石之由來……………一

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

參考書目

第二十九篇 海洋學……………六三

海之成因——海水何以帶鹹味耶？——海之深度——海之溫度——海之壓力——

海之流動——海水之循環——海中之暴風——海底——深海沉澱物——海中生物

——海中之細菌——海之顏色——海中之冰——海之功用——海之末日——海中

之居民——大海動物——海鳥——大海之魚——深淵動物——海濱動物——參考

書目

第十三冊

第三十篇 發電發光之生物……………一

發光之植物——發光之動物——法拉第之貢獻——動物光之性質——螢之光較所

有人類發光之法爲優——動物光之各種色——各種發光之方法——撈採機出水之

候——海之發光——動物光之應用——動物之熱——動物電——有電之動物——

電鱈魚——電鰻魚——電鮎魚——生物學之結論——參考書目

第三十一篇 自然史之五——下等脊椎動物……………一二二

脊椎動物之重要性質——脊椎動物之先進者——海鞘類——蛞蝓魚類——圓口類

——魚類——兩棲類——爬蟲類——龜類——參考書目

第三十二篇 愛因斯坦之學說……………四一

事物果如其所見之相乎？——吸力新解——空間之曲度——相對論——第四量次

——實驗之證據——時之倒退——宇與宙之結合——大預言——參考書目

第三十三篇 季候之生物學……………六二

生命之節奏——生長之波痕——春季之生物學——動物之出蟄——海鰻鱧之故事

——鰻魚之旅行——鳥之來歸——夏季之生物學——夏日活動之勇猛——動物之

勤勞——鳥巢——父母之保護——秋季之生物學——秋季之果——種子之散布——

——葉之凋落——蚯蚓之工作——遊絲之飄蕩——預備度冬——旅鼠之故事——冬

季之生物學——冬季之潔白——蟄眠——蟄伏——凝結成之小體積——遷徙——

減數——淘汰——參考書目

第三十四篇 科學於人類之意義——生命與心與物質……一〇一

科學之目的——宇宙之曠觀——心之進化——美與真——生命與心與物質之關係

——生命與心與意志——生命之性質——心之素——物爲心乘——降生之階級

第十四冊

第三十五篇 人種學……一

一種包含多數支派——原始之人羣——吾人眼界之變遷——合而孟與人種學——

人種之造成——人種學與人口問題——人種必須衰滅乎——參考書目

第三十六篇 畜養動物之故事……一一一

馬——不列顛馬種——阿拉伯馬——牛——羊——山羊——豬——狗——育種中

之選擇——貓——兔——象駱駝與駝羊——鳥之馴養——參考書目

第三十七篇 健康學……五五

健康之界說——健康乃工作力量——食品之能力——各種食品之比例——生活素之重要——飲食中之快樂——肌肉過分發育之無謂——運動之調節——快樂與健康之關係——呼吸與循環——生機中之呼吸——身體之溫度——衣裳內之氣候——戶外空氣與光線——睡眠——神經部與生命之關係——精神之衛生——細菌乃疾病之重要原因——人工免疫性——參考書目

第三十八篇 科學與近世思想……………九七

科學之目的——科學之態度——科學之方法——科學之範圍——科學之分類——科學之限度——科學與感情——科學與宗教——科學與哲學——科學與生活——

參考書目

科學大綱

第一篇 談天

南洋大學及大同大學算學教授
美國 哈佛大學哲學博士 胡明復譯

宇宙之大——太陽系

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

大天文家牛谷姆 (Simon Newcomb) 云：

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

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

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

星無數倍。而卽以太陽系內之諸星論，計其里數，已相距至遠。設自海王星軌道之一端，放一礮彈，經直線而至軌道之彼端，須五百年方能達到。此極大之距離，在太陽系之內，除少數彗星之距離不計外，固爲最大；然以較諸天空衆星之距離，則渺乎其微。吾人習知最近地球之恆星，爲半人馬星座之第一星（中名南門第二星）（Alpha Centauri），距地已有二十五兆（萬萬爲億，萬億爲兆，下仿此）英里。若天空中明之天狼星（Sirius）（卽大犬座 α 星（ α Canis Major）則倍之矣。吾人所屬之太陽系，可視爲若干行星團聚而成之一小星族，游泳於此無垠之太空中。蓋自地球至太陽系以外之一星，以礮彈之速，至少尙須行幾百萬年，而况衆星之間視衆星與太陽間之距離，或且有過無不及乎。夫吾人所居之地球，叢爾之小球耳，包以石殼，然石殼之厚達多數英里；汪洋之大海，僅其面上低窪之處而已。球外復包以瀰漫無形之大氣，高三百餘英里，愈高愈稀，寢至於無。吾人不遇狂風驟雨，則若安處於寧靜不動之世界中；其實不然。又如日月星辰之運轉，雖若從容徐進，自守其嚴莊之步驟；但一經天文家之考驗，卽知其景象之非真。蓋日月星辰之轉移，由於地球之自轉；地球自轉每二十四小時一次，故其轉移若甚徐。實則吾人苟一思地球之大，卽知其運轉

之必爲奇速也。

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

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

其餘七行星之繞太陽，恰如地球，而其中五星復各有月球繞之，如地球之有月球然。夫太陽之體質，大於八行星體質之總和幾倍，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

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

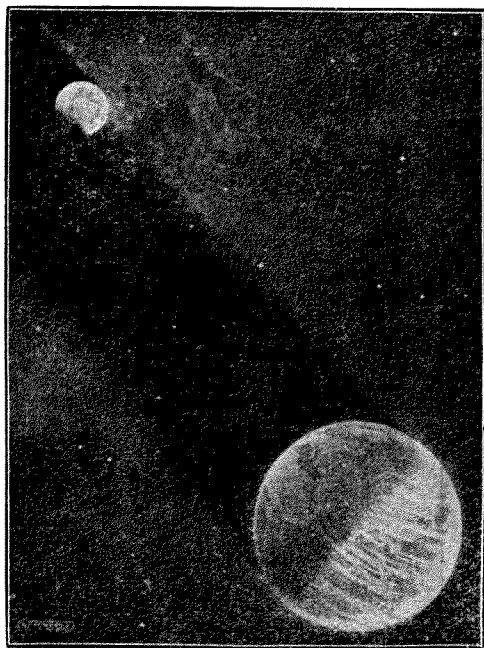
二

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

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

以內之各距離無不立解。

今據最近之測算，太陽距地平均約九千二百八十三萬英里，因地球軌道非正圓形，故各時距離微有上下。據此數，則地球半年以後之位置，視現在之地位，當正在軌道之對面，有一萬八千五百萬英里之遙。若從此遙遙之兩點，測視相近之一恆星，則此恆星之位置，與其背後極遠之衆星相比較，當微有『變移。』僅此極微之『變移，』即能使天文家推算其星之距離。凡近地之恆星可以示位置之變移者，均可以此法計算之。用此方法，吾人尋得與地最近之一星爲



第二圖 月球行入地球影中之圖
圖示月球之半蝕。

二十五兆英里。在其一百兆英里以內者，僅得三十星而已。

惟上之方法，不適用於

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

(天文家謂之視差 *parallax*)

已極微，測量不得準

確。故過此以外，天文家另創

一法代之。天文家先審察各

星之類別，乃就每類中比較

各星光力之強弱而定其遠

近。故天文家須有測光力之



第三圖 天河 (哈佛 Harvard 大學天文臺攝影)

注意星體之密集如雲。

儀器。用此方法，經二十載之苦功，今人乃知天河中較遠之諸星，常在十萬兆（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，若密佈一平圓之大圈上，其幅員之廣，自一端至彼端，縱以光速每分鐘十八萬六千英里之速率，須行五萬年方得達到。此即吾人類所居之大宇也。

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

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

大宇確似爲一旋渦星雲，而天空所見之諸旋渦星雲，殆卽所謂「他大宇」者歟。

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

太陽系

太陽

一

次論太陽系與其附屬之各星體。

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

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

夫分光鏡之力能窮窺至微如一麩 (milligram) 百萬分之一之一點，故能發現新原質，斯亦奇矣；乃更能於幾兆英里外，探求各種物質之真相，測定其物體行動之速度，而僅作微細之差誤，吾人安得不歎爲自有生民以來最精奇者之儀器乎！

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

莊嚴燦爛之一種學問，亦爲最古之一，豈不偉哉！

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

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

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

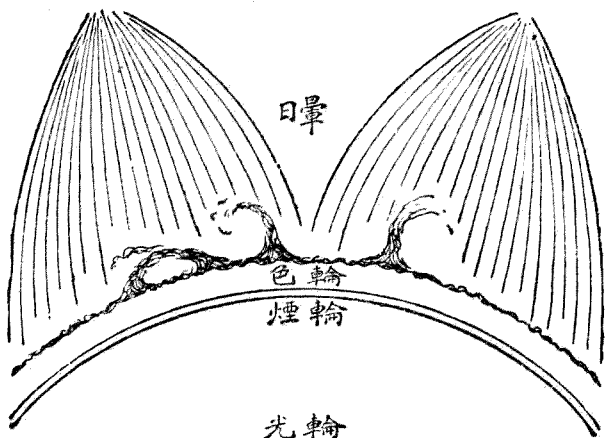
更視日暈之底部，又見紅燄之珥自球緣突出迸射。試一思太陽直徑有八十六萬六千英里，可以想見此珥燄之巨。珥燄之性質後當論之。

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

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

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

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



第四圖 太陽各氣層之圖

可與卷首之圖參閱。

數千英里。日蝕時所見之赤珥，蓋卽此也。

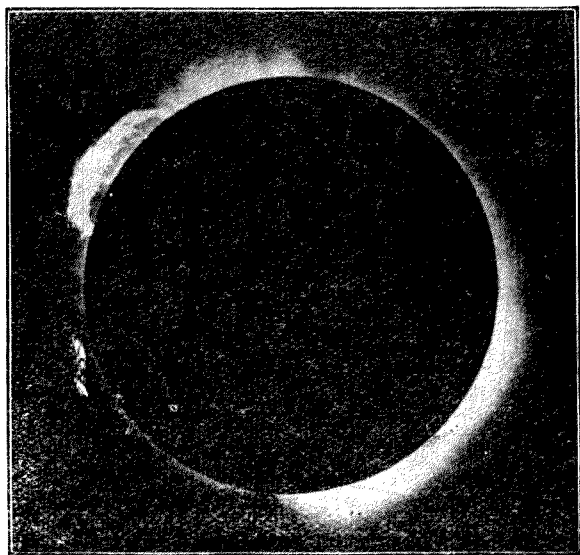
一九一九年之日蝕，曾見一

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

平時日光酷烈，故日珥雖大，

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

授 (Prof. Young) 有紀載一



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

日暈亦頗明顯。

八七一年九月七日之日珥一則：

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

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

二

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



第六圖 北極光 (aurora borealis)

北極光為天空中曠麗現象之一。顏色形狀，刻刻變化；有時光綫層層如扇，有時金光層層相摩如飄錦。藍，綠，黃，紅，白，各色雜列，誠為奇觀。其起源之理，今尚未全明，惟其與地球之磁變現象有關，因而與太陽上電力作用相連，則無疑義也。

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

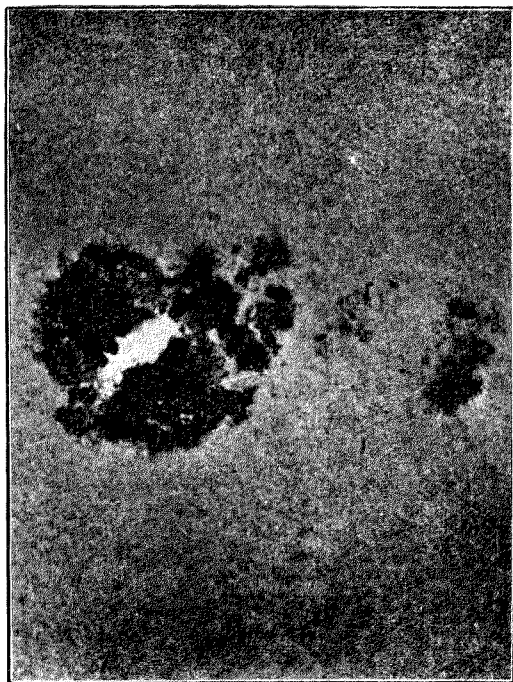
太陽面上之實在溫度，換言之，即太陽面上光輪內之溫度，不能確知，惟依精密之計算，當在 5000°C 與 7000°C 之間。體之內部，其熱當更甚。究應熱至何種程度，吾人殊無從想像。惟無論何質，入之當無不立刻鎔化，蒸發為氣。但其氣當與地面上所見之氣稍異。蓋太陽上有大壓力，氣受壓成濃漿矣。然此種情形，亦僅想像得之，決非今日人力之可以如法泡製者也。

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

有大氣流上下流動。又日斑之四邊，有巨大之火舌。

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

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



第七圖 一九〇五年七月十七日之大日斑
(業岐茲天文臺攝影)

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

自日斑之研究上，吾人知太陽面上各部之旋轉非同一速度。其『赤道』之部旋轉速於兩極。距赤道四十五度處之一點，每旋轉一周，較在赤道上多二日有半。是故太陽決非固體也。

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

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

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

長者呈紅色。虹卽一天然之分光鏡也。（空氣滿貯水氣，日光折射，依其光波之長短而分爲各色，是爲虹。）最簡單之分光鏡，卽一三稜之玻璃稜柱。白光（如日光之類）透射玻璃稜柱，卽分散爲如虹之各色。此種情形，任取一碎玻璃片，如破瓶塞之類，卽可目見。假令以屏代目，使各色照屏上，則見各色排列有定序，一端自紅起，依次漸變，而黃，而綠，而青，而藍，而至彼端之青蓮色。質言之，白色之光乃總合各色而成者。各色相和，乃呈白色。此相和之各色，謂之原色。太陽之光可分爲若干原色，猶水之可分爲氫、氧二質然。

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

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

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

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

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

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

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

其餘如衆恆星，彗星，星雲等之原質成分，悉以同法求得之。

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

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

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

太陽之壽命有窮乎？

三

今再論太陽。

太陽之最顯著而最奇異之事，即其能量之無窮。光熱放射，源源不絕。

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

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

今日最滿意之解釋，謂太陽源源不絕之能力，由於物質引力作用，致太陽之體積縮小而來。物質之互相攝引，尤爲自然界中最奇之一事，試察物體之行動，確然物物相吸，事實昭彰，而牛頓（Newton）僅就其情狀以製此事之律耳。今可不必深究其原理，但概括言之，宇宙之中，無有二物不互相吸引。假如太陽之直徑四週各縮去一英里，則其外殼上厚一英里之數百萬噸體質均向內沉一英里。不僅此也，其以下各層必皆向內沉沒有差，漸下漸少。其變雖漸，而其物質變動之大，不亦可驚歎！其所含之熱能，不亦可觀歎！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



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

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

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

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

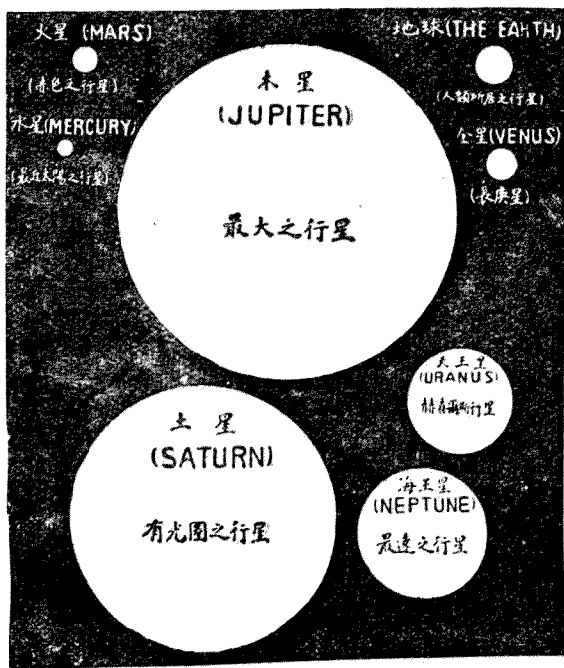
太陽中今尙不知其『放射性』原質之果爲分爲合。但太陽之爲一放射性物體則無疑。若其質果在分裂中，則太陽之熱力又多一來源，而此來源，可以用之不竭者也。

行星

他星球亦有生物乎？

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

恆星之上斷不能有生物，此易明也。恆星熱逾洪爐，固體液體之物均不能存在，遑言生物乎。故



第九圖 各行星大小之比較

太陽系內之諸行星體，然後推其結果於其他恆星。

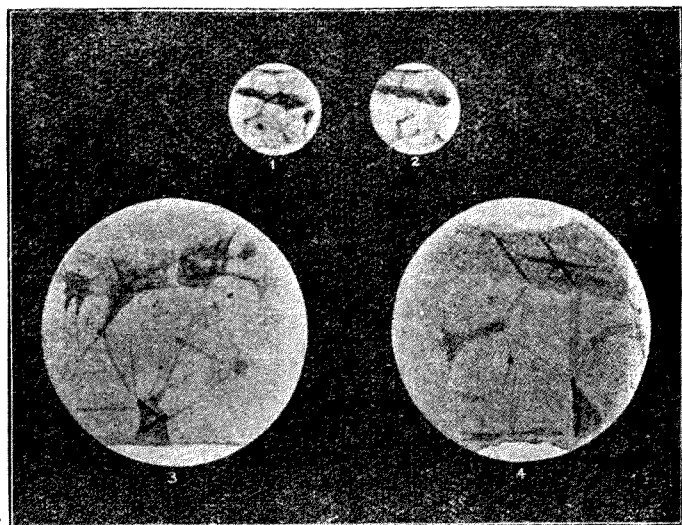
論行星上有無生物之問題，可先屏除天王海王兩星勿論。兩星恐太熱。最近太陽之水星亦勿究。吾人可確信水星自轉之週期與其繞轉太陽之週期同，故球之一面永對太陽。其對太陽之面熱度永高於沸度，其背太陽之面永在冰點下之二三百度，二者皆不宜於生物也。

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

今論火星；吾人須先說明何以世人對於火星上生物之問題獨多種種之臆測，又何以世人每有謂火星上不有生物則已，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元。故火星上不有生物則已，有則當遠早於地球上。其生物之何若，不得而知，惟可信其進化必趨向於更高之智慧。



第十圖 火星

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

此吾人之所以傾信火星上有高級智慧之生物也。

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

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

今如有人謂何以精奇之儀器獨不能解決此問題，須知火星距地最近時亦有三千四百萬英里，此最近之時僅十五年或十七年一次而已。且火星在極大天文鏡中攝影猶極小。目力之感覺較影片爲靈敏，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。

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

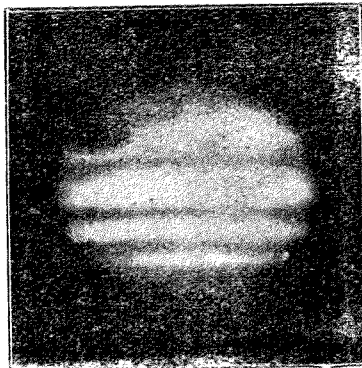
『運河』今已有數條用攝影照出。天文家對於火星上之有生物抱懷疑者，殊不知生物有適應環境之特殊能力。譬諸地球，昔日全球之溫度屬半熱帶性者，殆幾百萬年。夫然，動植物宜不能再受微寒矣，然今日南北兩冰極之動植物固甚多也。火星雖冷，苟其來也以漸，生物寧不能逐漸適應以自存耶。質言之，火星上之有高等生物並非不可能，今日雖尙乏交通之方法，將來或者竟能有消息傳來，以助吾人解決此種種問題也。

二

木星與土星 距日次遠於火星者曰木星。第火星

木星之間尙有三萬萬英里 (300,000,000 miles)

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



第十一圖 木星

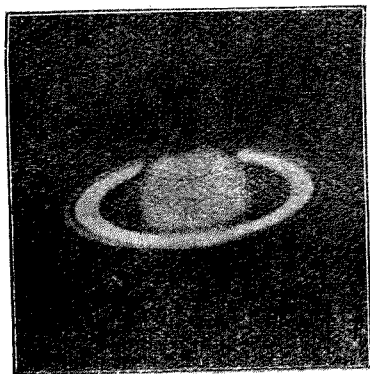
圖示星體面上之腰帶，大約爲雲霧所成。

體之質，但因受相近而極大之木星之引力，故不得凝聚成一體。

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

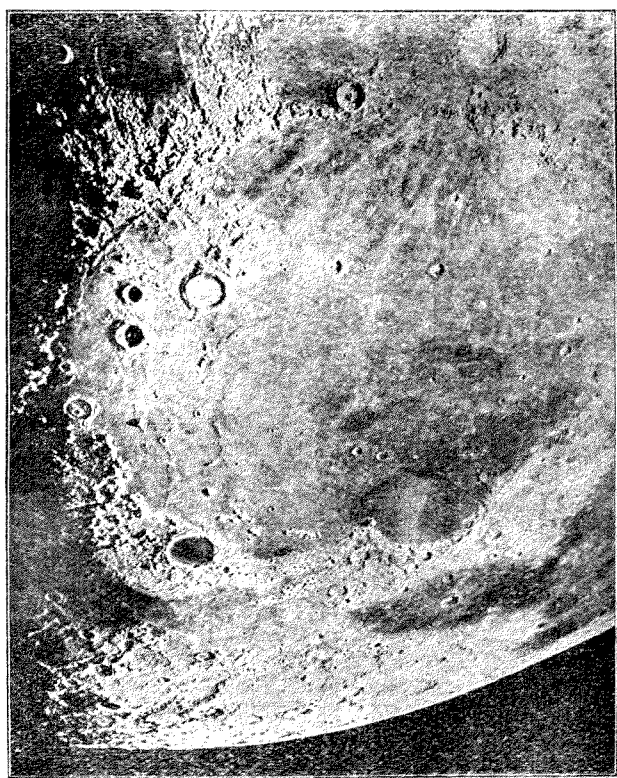
攝影（第十一圖）中所見之面，為包圍球體外之雲霧水氣等質。星體似熾熱。雲片之邊上時現紅色，又現大紅塊（曰紅斑 red spot），一直徑二萬三千英里，已有半世紀之久。體內或者係一液體或固體之心，惟大體則為蒸騰之氣體，繞軸旋轉至速，每十小時一週。又似太陽，各緯度旋轉之速度不同。球之內體極熱，但不能自發光。金星木星皆甚明，但非自有之光；蓋日光返照耳。

土星之情形略同。攝影（第十二圖）上其面均



第十二圖 一九一一年十一月十九日之土星
圖示星體四週大隊流星質所成之光圈。

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



第十三圖 月球

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

極有興味。惟兩星之體質較小，體溫較低耳。

土星在天文鏡中最為美麗，外有月球十枚（惟其中之一尚有疑問），「光圈（rings）」一套。光圈者，大隊之流星質——多為鐵石之碎塊，種類大小不一，日光為其反照，故有光圈。厚約數英里，闊自土星球面數千英里處起，直至十七萬二千英里以上。天文家有謂此係星體內噴出之火山質。或又以此為另組一月球之材料，惟以距本星太近而未果成。土星上決無生物。

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

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

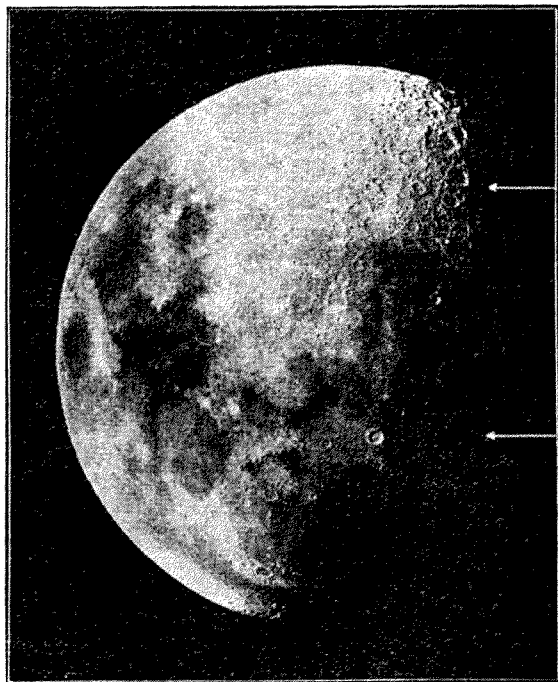
其行動隱約可尋。然吾人於月球絕不見有此等景象。天文家或有以爲曾確見月球上有物體行動之痕跡者。畢克靈教授謂曾見火山噴裂之徵象。又謂似有種植之區，想爲下等植物，土質似鬆黏，可以吸水。又謂有極薄一層之空氣，且時見微雪。彼又指出種種微細變動之象，使其他數觀察家折服。然有多數事實足證月球之無空氣。自月球之攝影上即可見之。攝影中之陰影處，四邊黑白分明。假使月球上有微量之空氣，則近邊處之日光必微散折而使陰影之邊緣模糊也。空氣之缺乏，必有種種奇異之結果。聲浪藉空氣以傳；無空氣，斯無聲。縱以流星直撞其面，將不聞聲息。又流星之來，因無空氣之摩擦，故不能如地球上流星經過空氣時之生光。將無飄浮之塵埃，無臭味，無暮光，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

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

照臨，無間介物質之吸收或折散之作用以減其光熱。然月球面之熱度則不必因此而暴長。其溫度或竟尚不及冰點。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。至於月球面晝間之確實溫度，今尚不能決。或尚低於冰點，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』月球面



第十四圖 九又四分三日之月球

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

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

月球之山嶺（第十四圖）甚高，巔巖嵯峨，皆如石質湧泉，高者有二萬六千至二萬七千尺。亞平寧（*Apennines*）一山有三千壁立雄偉之怪峯。地球上之山，多經風霜雨雪，故逐漸剝削，而月球上則無之。故月內之山，較爲『永久』。

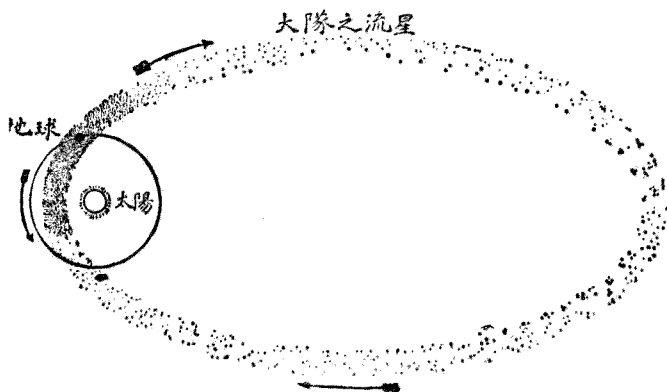
月球之起人興趣，正惟以其爲死世界。蓋與吾人以一極好之例，可以預卜地球或其他冷凝球體未來之究竟。吾人不知月球上究曾經有生物與否，惟即使有之，當亦不能十分發達。充其量，當亦不過數種下賤之植物，散見於一二多氣之處，日間開放，長夜冰結而已。

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

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

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

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



第十五圖 大隊流星之圖並示地球之經過其流

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

某大彗星 彗星氣體之

尾，於近日時往往極長。如一八四三年之大彗星，其尾長二萬



第十六圖 一九〇八年九月二十九日之彗星(格林維基皇家天文臺攝影)

注意其有分成數尾之勢。

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

衆星羅列之大宇 (Stellar Universe)

一

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

星體之演進 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)』狀中之星雲，其爲質皆一也。

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

星球之光曾經分光鏡分析查驗者，今已有二十五萬，大別可分爲十餘類，每類卽代表演進中之一階級（第十七圖）。

星體之年歲 列星之彩色光帶大致與其顏色相當，大別有紅黃白三種。體熱之高下亦如其序，紅者最冷，黃者次之，白者最熱。故白光星可視爲最年稚，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。初僅爲暗紅色之大塊熾熱氣質。嗣以分子間互相攝引之力，體積漸變小，溫度因加高，色亦轉黃。體積繼續縮小，熱度亦繼續加增，以至一最高之溫度。而星體乃作白色。達此點後，體猶凝縮不止，惟熱度則不復增矣；因失熱甚多，故體

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

今最通行之學說爲星雲說（nebular theory）。

星雲說

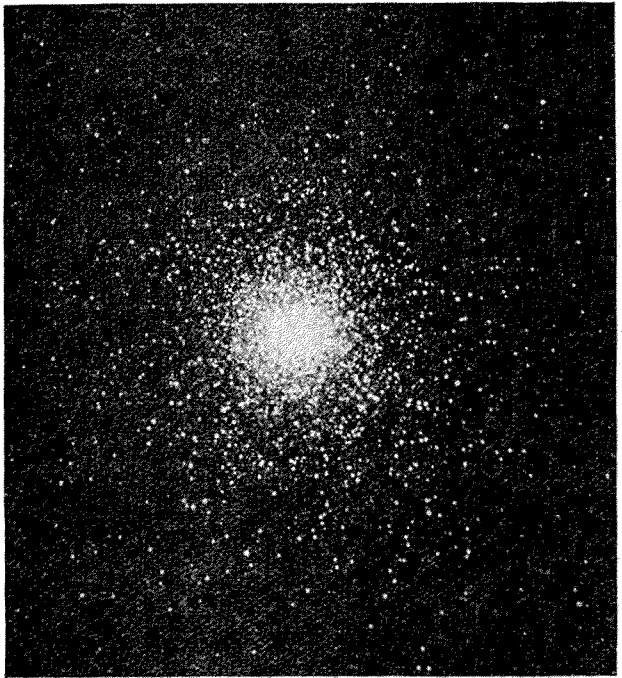
二

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

即令光線自一端行至彼端亦須若干年。其體之偉，誠不可思議也。

星雲似有兩種，其一種又若爲他一種之初形；惟此層亦尙未能確斷。

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



第十七圖 武仙座 (Hercules) 中之星團 (加拿大維多利亞 (Victoria B. C.) 天文臺攝影)
此星團之遠，其光須行十萬年方能到地球。

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

星雲說謂星體之生成。肇始於上述之『火霧』。星雲中物質相攝引之力，究爲其中唯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



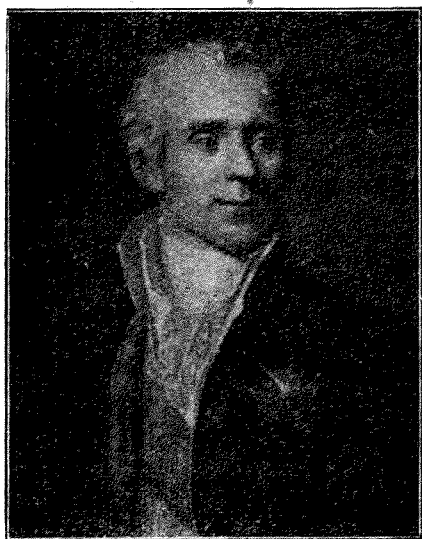
第十八圖 獵戶座 (Orion) 內之大星雲
(業岐茲天文臺攝影)

天空中最高奇之星雲也。視全太陽系大不可思議倍。

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

旋渦狀之星雲

此凝縮之氣質，漸卽始開旋轉，股流歧分，各復自結中心核。全體之結構成一旋渦，中心質最密，股流中各有若干凝縮質之結核。除若干不成形之氣體星雲外，天空中尙有如上所述之『旋渦狀』星雲十萬餘座，其中發育之程度不一，方位亦各不同——有正對地球者，有斜對者，有橫立而僅見其邊者，不一而足。故星雲之假設似有證據。惟吾人不宜武斷。關於旋渦星雲之性質，辯難極多。天文大家中，有謂旋渦星雲係另一大宇，其大略如吾人習居之大宇者。無論如何，其結構必甚大，苟謂正在凝縮而



拉普拉斯

古今最大天文家之一人，首創星雲說者。

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

星體之死生

三

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

變星中之一種，自怪物 (A) ¹⁰¹ 卽英仙座 β 星；中名大陵五 (一星得名，尤饒興味。怪物星

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

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

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

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

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

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

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

大宇之形狀

四

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

南北兩軸頂者也。

吾人之大字，其形略如一雙凸面之透鏡 (Lens)，太陽居於中心之附近。凸鏡之四邊，或竟在

邊外，則羅列天河之諸星。在此鏡內之星皆有運動，惟其運動非無一定之規則，為可奇耳。星之運動可推測者，大多數屬於相反而交流之兩大流。兩流相對之速度約為每秒鐘二十五英里。兩流之星，參雜相間；並非一流在內一流



第十九圖 一九一四年三月二十三日之大旋渦星雲
(立克 Liek 天文臺攝影)

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

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



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

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

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

第二十一圖

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

恆 星 之 距 離

(星 名)	距 離
	(以光年計)
勾陳一 Polaris (北極星) (小熊座 α)	76
五車二 Capella (御夫座 α)	49.4
參宿七 Rigel (獵戶座 α)	466
天 狼 Sirius (小犬座 α)	8.7
南河三 Procyon (小犬座 α)	10.5
軒轅十四 Regulus (天獅座 α)	98.8
大 角 Arcturus (牧夫座 α)	43.4
南門二 α Cenlu (半人馬座 α)	4.29
織女一 Vega (天琴座 α)	34.7
小麥琪蘭星團雲 (Smaller Magellanic Cloud)	32,600
武仙座中之大星團 (Great Cluster in Hercules)	108,600

第 二 十 二 圖

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

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

天文儀器

一

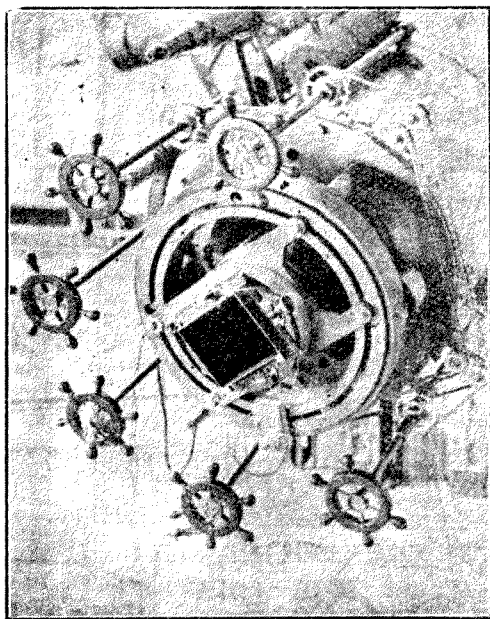
天文遠鏡 (telescope) 近代所用之天文儀器，爲世界機械製造中最精巧之作。近世大天文臺中，儀器共約二十餘種，惟其中以二種爲最重要，實爲近代天文學之基本儀器。此二物卽天文遠鏡與分光鏡，無此二物，不能有天文學也。

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

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

十九世紀

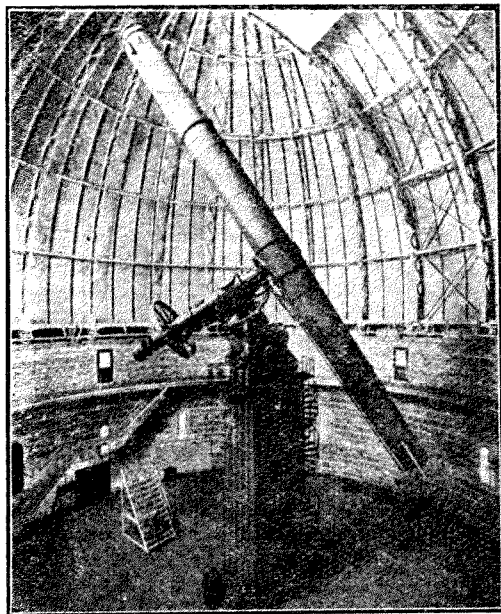
中遠鏡製造之進步爲從來所未有。於大遠鏡之製造尤多加注意，世界各國復爭先恐後，競製最大之遠鏡。



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

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

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



第二十四圖 業岐茲天文臺四十吋徑折光鏡

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

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

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

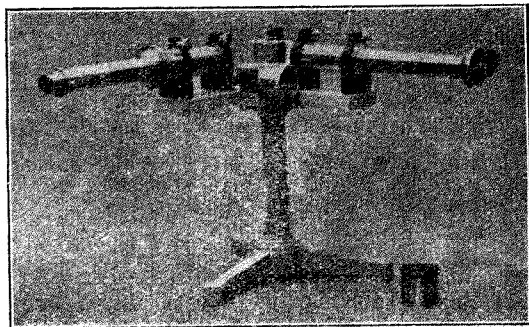
小透鏡各一，小者即目視之端，故曰視鏡 (eyepiece)。大鏡頭之功用猶如眼球。專用以收受外來之光線，使之集中於管內之一焦點，因得一強光之小影，故鏡面愈大，其光愈多而影愈顯。視鏡則放大其影。迴光鏡不用大鏡頭，而以一大迴光鏡置其底以代之。迴光鏡面，彎折適度，使光反射，集於一焦點，得一小影，再用視鏡放大其影。故折光鏡與迴光鏡主要之分別，即在收光方法之不同。鏡之力量視其收光之多寡。如四寸徑之遠鏡，其力四倍於二寸徑者，蓋受光之多寡視鏡之面積，而面積則與直徑之平方成正比也。

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

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

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

此種用照相片之天文遠鏡，專用以探查天體者，皆裝置於『赤道之平面』內；換言之，鏡皆特別裝置於一與地軸相平行之柱上，繞柱旋轉，與地球自轉之方向相反，使得隨星轉移，不受地球自轉之影響。鏡之運動與一時計相連，對準後，時計開動，鏡即常對一星，隨之轉動。國立之諸大天文臺，若英之格林維基皇家天文臺，法之巴黎天文臺，皆另有轉鏡儀 (transit) 儀為一小遠鏡，雖無上述一種之特別裝置，但因其製造之精巧，可以為精密之測量。如航海通書 (Nautical Almanac) 之編纂，皆賴此種儀器。此種遠鏡不隨列星移轉。先將鏡固定，令各星經過鏡前，鏡之視鏡



第二十五圖 近世直視式之分光鏡 (A. Hiler, Ltd. 造)

光線自遠鏡射入，過三稜鏡，分裂為彩色帶，而以又一遠鏡視之。

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

二

分光鏡 分光鏡之原理，上已略述之，此器可用以探查星體內之原質，故於天文學中另闢一新境界。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；常作爲精密之分析時，此層極爲重要。欲增加散光作用，可聯用數三稜柱，使一柱之光復入第二柱，如是遞析。每經一柱，光色微折散，積多則折散大矣。惟經過若干稜柱，則被吸收之光極多。故原來之光若非極強，則所得之彩色帶極暗弱模糊，難以明晰。

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

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

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

參考書目

(下列諸書可備有志進求天文學者之參考)

Ball, *The Story of the Heavens.*

Ball, *The Story of the Sun.*

Forbes, *History of Astronomy.*

Hinks, *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.*
- Youngs, *Textbook of General Astronomy.*

