

最近自然科學概觀

序論 最近之自然科學

縱觀現代之自然科學，見吾人智能之偉大，實有足以自豪者。大達銀漢，小及電子，更揭破生命之神秘焉；而其組織之浩瀚複雜，理論之精微有序，則尤足令人驚歎。感自然之奇異，而窮究其神秘，雖爲人類生來之本能，然如今日之有系統的自然科學，乃成於長年日月之繼續的努力，回顧原始時代之人智，固亦未能脫於蒙昧的境域。

追溯科學之歷史，其起原頗古。最初固無所謂科學，惟感於日常生活之必要，漸有測地法及定曆法之發明，此即爲幾何學及天文學之起原；由此漸次發達，乃成如今日之以實驗爲基礎的純正科學。其後科學雖稍見進步，然亦不過爲宗教上之一種機具，而不能免其束縛。蓋當時之智者，皆爲僧侶故也。分離科學於宗教者始於希臘，然當時仍不知哲學與科學之區別；一切學問，皆稱爲哲學。即如太陽系之法則，或物質的構造等科學上之理論事實，亦無不與實在的本質，或絕對的

觀念等哲學上之題目，同認為思維之對象；然考查其對於自然界的物質或現象等之思想，則頗多與近代的解釋同其精神者。希臘帝國滅亡，中世之黑暗時代出現，此等學問衰滅殆盡；萬事皆支配於基督教，科學已視為不足道，後自文藝復興以來，學術界又漸放曙光，此時所播之種，至十九世紀大有百花繚亂之觀；而自然科學上亦應為者已盡為之，且漸以為自然界之神秘，無不可以觀察及實驗而揭破之者，今雖尚多未明，然亦不過為時間問題耳；物質常住，能常住，質量不變，原子不滅等法則確立，理化學上之根本的大綱以定。

生物學方面之進化論確立，生物之由來明瞭，人為神子之妄想以破；生命之現象，漸認為單位細胞之物理化學的變化，思想哲學亦漸傾於唯物論之極端，其影響更及於文學方面，而促自然主義之勃興。

十九世紀之科學的應用，絕非以前人之夢想所及；機械發達，促工業之進步，人類漸由農業而移於工商，遂惹起產業之革命。物質文明達於絕頂文化的恩惠，固徧被世界，而其弊害，亦愈趨愈著，人類之生活日難，漸呈錯雜紛糾之景象矣。

然至二十世紀之初，前世紀末葉所醞釀之革命的氣運，漸達完全之境域；十九世紀所已認為確立之諸學科，根本上漸呈動搖之象。自然界的物質已非如前世紀所想之簡單，進化之理論，亦非皆自然淘汰之可以說明。如此之波動，漸及於各方，新起之學說簇出，不知將伊於胡底。自然界之現象無不

可以科學而解決之夢想已破，漸悟科學之力亦有所不可及之境域，即人類之理智發達，致科學之極端進步，然一面則漸認科學之決非萬能，其力亦固有極限，而在思想方面，亦為由物質主義復趨於精神主義之轉期。

吾人既生於二十世紀之現代，固不能不略知新說簇出紛糾錯綜之自然科學界的最近現狀，尤不能不一考人類智能之所及，及其現今所已成之事功，本書之目的，即欲選擇最近科學界之代表的重要論說，而略述其大要，以明其及於吾人對於自然界的宇宙，物質，能生命等之概念或思想上之影響。

第一篇述對於宇宙之天文學上的最近解釋；其次四篇述對於構成宇宙之物質及能或關於時間空間之物理學上的最近歸趨；第六篇述可視為無機界有機界間的渡橋之膠質化學，是為得以理化學的術語解釋生命的現象之基礎；最後四篇則先述生物之進化遺傳，以明其本質，更及於關於生理，病理等生活現象上之最近的發見。

科學者，固以「真」為其標語，而以追求「真理」為目的者也；然吾人對於科學上之所謂「事實」與「假說」，則不能不有明瞭之區別，假說為說明事實時之想像的假定，隨時代之進步而進步，從古迄今，起仆相繼，已不知其幾經變遷；一時代雖以為真，因智識之進步而漸遭破棄者有之，所見超絕，不能為當時所容者亦有之，蓋假說不能如事實之一定不變，故無絕對的

價值。即在現代，亦復如是。今之視爲真理者，至於次代固難保其不成爲陳列於科學博物館之古物。然如此變遷不定之假說，固非毫無效用，隨一時代人智之進步，固能存在於此時代，於更近於真之假說未出現以前，可藉以解釋自然界之諸現象。

第一篇 宇宙進化論⁽¹⁾

第一章 天文學之發達

夜出戶外，仰望天空，則見光芒閃爍，星如棋布，此時此景，豈能禁人生宇宙，時間之幻想乎？茫茫大空，何爲其極？宇宙生成，歲月幾何？吾人此時之思維，固已超越科學之境地，而入於詩或哲學之領域，而星辰之世界，實自有史以來，即爲吾人思維及驚奇之對象。四季之變遷，晝夜之區別，爲隨伴地球公轉自轉等天文學上的現象而起之變化，而其知識，則對於循自然界之變化而起居工作之人類，有極重大之實用價值。古代民族及原始人種，皆觀測天體而知時節：以大空之面代時計，以星辰位置之變化代曆書。無論在實用上或思考上，天文學實爲人類科學最古之一種。原始時代，固已有種種宇宙之傳說，及觀測之研究，惟成爲純粹之有組織的科學，則在比較的近年。近年之天文學，爲最進步的科學之一，惟其發達，較他種科學爲略遲，此爲天文學之特徵，誠非得已。例如欲測一種天體之運動，須先觀測其相隔二時期間之位置變化，若星體之運動極緩，則兩時期間有相隔至數世紀者；由實際的觀測以

(1) Cosmogony

導出結果，既極困難，以所得之結果爲資料而創爲理論，其數學的計算之複雜，猶復倍之。天文學與可以自由實驗之學科不同：天體不能爲實驗之資料，祇可賴觀測之一途。直至最近，始發明改良種種研究方法，漸達自由自在之境域，其研究範圍，大有無限擴大之觀；如分光景之研究，爲其中之最主要者。

天文學有種種分科，大別之可爲二系：一記載現在之事實及原理；一研究其方法及理論。前者謂之記述天文學；後者又分爲若干門：論觀測法及器械使用法者，爲實地天文學；依球面三角術而定天體之位置及運動者，爲球面天文學；藉數學之力而論天體之軌道運動及曆之計算法者，爲理論天文學；從力學上論天體之運動定律者，爲天體力學；論天體之物理的性質狀態者，爲天體物理學（天體化學）；論宇宙之構造及星辰之發展方法順序者，爲宇宙進化論。其中對於吾人最有興味之問題爲宇宙進化論。今於說述其構造及發展之概念之前，先略述一般天文學之極普通的常識如次：天文學之由來，起於實用及驚奇之追求心；其始也，多帶神祕的色彩，不能脫離神或人之運命，而非純正的科學；前者如各民族特有之神話，後者如卡爾德之占星術及中國之周易。此等神祕的迷信，今尚有之，如彗星爲凶事之前兆，流星爲人魂之昇天等，猶爲無智人間所通有之信念。

埃及、巴比倫皆爲歐洲文明之淵源，而天文學之發達，則以巴比倫爲最早，西曆紀元前三千八百年，已有觀測天文之

紀錄。日蝕月蝕，既由觀測而知其週期，可以豫言，而分時間爲年月日時分秒之方法，亦始於卡爾德人。各星座之動物的名稱，皆爲卡爾德之神的表象，則其由來之古，可以想見。因豫言的占星術之隆盛，天文學日益發達，各行星之週期，亦已測定。卡爾德之天文學，其後漸衰，移於希臘，乃更有顯著之發達。

埃及之天文學的發達，雖較後於卡爾德，然因尼羅河之氾濫，而知一年之期間，金字塔位置之正確，直可擬爲天體觀測所，則其發達之跡，亦可窺而知。埃及之天體崇拜，爲其天文學之先驅，亦如卡爾德之占星術，天體觀測所以祀神。

中國之天文學的發達爲時亦最古，紀元前二千六百年之黃帝時代，已作天干地支而定曆法。春秋中有紀元前二千三百年堯之時代已定春分秋分日蝕月蝕之紀載。降至周代，觀測方法更爲精密，黃道傾斜之測定，其正確實堪驚歎。1280年元帝忽必烈卽位時所造之器械，較之泰西，有三世紀之進步，至十七世紀，西歐文明移入後，乃漸爲所凌駕焉。

各種科學，皆至希臘而始大成，天文學亦然，而其源則發於卡爾德。愛奧尼亞之哲學者亞諾芝曼尼於紀元前五百年，始創說天空爲球形之穹蒼，以地球爲中心而迴轉，其說雖誤，然在當時，則較以地球爲無底無界者，已高一籌。畢達哥拉斯⁽¹⁾出，旅行埃及及東洋，始以地爲游動於空間之球體。其後以地球爲更依中心之軸而自轉者，其人漸多，而創純正之太陽中

(1) Pythagoras

心說以說明地球之運動者，則爲亞歷山大之亞里斯他克⁽¹⁾氏之假想，雖尙不充分，然在古代，則最爲正當，祇因當時之人智未進，遂爲所埋沒，而讓太陽迴轉於周圍之地球中心說，猶廣續至十數世紀。即希臘大哲之亞里斯多德，亦以地球爲世界之中心。喜帕卡斯⁽²⁾於紀元前一百三十年時，又以歸納法述地球之中心說。其後天文大家托勒密⁽³⁾亦仍敷衍其說，則其勢力之大，可見一斑。

古代文明沒落，基督教全盛之黑暗時代出現，自然科學，萎靡不振，天文學亦何能幸免。後希臘之天文學復興於亞拉伯，由摩爾人傳於西班牙，爲歐洲天文發達之首魁。英國德國亦漸復興古代之研究，而近代天文學則開端於文藝復興期後之哥白尼⁽⁴⁾。哥白尼之前，勒翁納得達芬奇⁽⁵⁾已以地球與其他天體相同，而稱之爲星，與月球相同而反射日光，惟此種頭腦之進步，祇爲精神的，而非具體的。

哥白尼 (1473-1543) 爲近世天文學之鼻祖，唱地球與其他行星皆以太陽爲中心而迴轉之地動說，以破十六世紀地球中心說之妄想。當其游歷意大利時，得知畢達哥拉斯之太陽中心說，以不完全之器械觀測之，遂於1530年完成其研究，而與以最後的決定。太陽系之構造，亦漸次明瞭，所貢獻於天文學上者誠非淺鮮。十七世紀發明望遠鏡後，天文學之研究，

(1) Aristarchus

(2) Hipparchus

(3) Ptolemy

(4) Copernicus

(5) Leonald da Vinci

日益進步。最初製成完全之望遠鏡而為偉大之發見者為伽利略⁽¹⁾。氏生於哥白尼死後約二十年，以其望遠鏡證明哥白尼說之正確，故頗有名。以地動說為反於基督教之教義，於法皇前命其取消時，氏雖陽從，而陰則小聲囁嚅言曰：「奈何其實際是動的」，為一有名之逸話。牛頓宇宙引力發見之先驅，亦為伽利略氏，惟其題材，則取於泰岐布刺⁽²⁾及刻卜勒⁽³⁾。二氏與伽利略約略生於同時代。布刺雖亦感於哥白尼說而行觀測，然不幸夭折，未有所成。刻卜勒繼其後而研究之，遂發見關於行星軌道之有名的刻卜勒氏定律。依此法則，加以力學的解釋，而發見宇宙引力之大法則者為牛頓⁽⁴⁾。適生於伽利略死亡之年。牛頓觀蘋果墜地而思及引力，固盡人皆知，然地球若吸引蘋果則未必不吸引月球，太陽之於地球及其他行星，未必不吸引之使迴轉於軌道。氏既證明蘋果墜地與月球迴轉於軌道，皆循同一之原因法則，歡喜之極，幾至不能見其計算之數字。由此與達爾文⁽⁵⁾進化論並稱之科學史上的大發見及刻卜勒氏定律，行星運動，遂完全得其解釋。牛頓定律之最後的實證，為1846年之海王星的發見。由天王星之引力的關係及軌道之研究，於實見之前，既豫想其外側有一如何大之行星，計算其位置，而以望遠鏡實測發見之，實可謂人智之最高表現。依牛頓定律而繼續研究者有蘭格倫日⁽⁶⁾，西門⁽⁷⁾及拉普拉斯⁽⁸⁾等。

(1) Galilei Galileo

(2) Tyche Brahe

(3) Kepler

(4) Newton

(5) Charles Darwin

(6) J. L. Lagrange

(7) Simon

(8) Laplace

而拉普拉斯則倡「星雲說」⁽¹⁾以解說太陽系發展之徑路。其後天文學日益發達，學者輩出，人數過多，不遑枚舉。自十九世紀發明攝影術，夫牢因和斐本生⁽²⁾，克希荷夫⁽³⁾等完成分光器而應用於天文學以來，又起一大革命焉。

第二章 望遠鏡及分光器

天文學所用之重要器械爲望遠鏡，分光器及攝影機。若無此等器械之發明，決不能有現在之進步，可敢斷言。茲略述其前二者如次：

望遠鏡爲放大物體而使現於近處之器械，可以見肉眼所不能見，或雖見而不能明之種種天體狀態。實際不藉望遠鏡之力則不得見之星體，其數遠多於肉眼所能見者，而尤以星雲，殆皆爲望遠鏡的天體。

望遠鏡發明於何時，自古雖有直接間接之紀錄，而實際始作於十七世紀之初，則似較正確。即1608年造於荷蘭，發明者雖稱三人，實則初作者似爲力拍社⁽⁵⁾，其後製造甚多，漸徧布於歐洲。

然伽利略之著書中，有一段紀載云：當1609年，彼於意大利之柏尼斯聞望遠鏡發明之談時，即依光線屈折之理，想出器械之構造；由柏尼斯歸巴地亞之翌日，遂嵌凸面透鏡於鉛

(1) Nebular hypothesis (2) Fraunhofer (3) Bunsen (4) Kirchhoff

(5) Lippershey

管之一端，凹面透鏡於其他端，而造望遠鏡。初造者祇能三倍天體之直徑，後擴大為三十三倍，遂於1610年發見木星之衛星，而見前人所未得見，後更證實此衛星迴轉於木星之周圍。為時未久，又發見太陽之黑點而確認其自轉，以證明哥白尼說為真理，且得見月球表面之山谷焉。此望遠鏡復經伽利略大加改良，且為種種偉大之發見，故普通稱為「伽利略式望遠鏡」，即用凹凸兩透鏡者。

1611年，刻卜勒始由理論實驗兩方面，論用二個凸透鏡所造望遠鏡之優點，其實際製作者為申涅⁽¹⁾，而一般應用，則在十七世紀之中頃；比之伽利略式，視野甚廣，故為一般所樂用。其後海亘史⁽²⁾始作焦點距離為12呎之強力望遠鏡；於1655年，發見土星衛星中光輝最大之星，後喀西尼⁽³⁾又以此鏡發見土星之第三，第四，第五三衛星。刻卜勒式所見之像，不如伽利略式之明顯，故不得不加長焦點距離，為其缺點。卜拉德賽⁽⁴⁾等作一望遠鏡，其接物透鏡之焦點距離為212 $\frac{1}{4}$ 呎，於1722年十二月二十七日，以之實測金星之直徑。此等長焦點之望遠鏡為無筭式，形極奇妙。

此時尚不知併合二玻璃片以造透鏡，故所見之像皆呈七色，而周圍不甚顯明。透鏡之面不用球形而用拋物線形，則可免球面收差。應用此理以造望遠鏡者雖亦有之，然未能成功。牛頓於此時始發明反射望遠鏡而造成之，氏於1666年發

(1) J. C. Scheiner (2) Huygens (3) Cassini (4) Bradley

見白色光線之七色，其屈折率皆各異，斷定從來所用屈折望遠鏡之難於改良，以爲欲除色收差及球面收差，須作反射望遠鏡以代之，以錫銅合金爲最良之反射材料，而講求磨光之方法，氏之最初所試，已完全實現其希望。

其後學術進步，雖可以併合異質玻璃而成之透鏡，免除色收差及球面收差；然自英之赫瑟爾⁽¹⁾造極優秀之反射望遠鏡而成就其著名之研究以來，聲名漸著，故現今各國之天文臺，殆皆爲此反射望遠鏡所獨占。完全而且甚大之透鏡，不惟難於製造，且不便運搬，故口徑大而又極明瞭者，頗不易得；然在反射望遠鏡，則無此弊，而明瞭確切，尤其特長。

望遠鏡之發明，既促天文學之進步，而分光學之研究，又齎與革新的結果。日光通過三稜鏡，則分爲紫赤等若干色，此因構成日光之各種有色光線，其波長及屈折率皆各異也。光線通過三稜鏡所生配列之色，稱爲分光景⁽²⁾。分光景因發光體之物理的狀態而各不同：即由白熱固體或液體所發光線之分光景，雖各色皆相連續，而由白熱氣體所發光線之分光景，則除現色於特別部分外，餘皆暗黑，前者謂之連續分光景⁽³⁾，後者謂之輝線分光景⁽⁴⁾。可生連續分光景之光線，若中途通過某種氣體，則光線爲所吸收，而生現有黑線之分光景，謂之吸收分光景⁽⁵⁾。分光學之最初的重要研究者爲夫牢因和斐，氏先知

(1) William Herschel

(2) Spectrum

(3) Continuous-spectrum

(4) Line-spectrum

(5) Absorption-spectrum

太陽光線之分光景有無數黑線，後更精勤努力，漸能定其圖上之位置，取其中最要之九線，各附以 *A, B, C* 等之文字，今稱爲夫牢因和斐⁽¹⁾線。白熱的鈉蒸氣所生光線的分光景之輝線，與氏所命名爲 *D* 之黑線全相一致。此等黑線之意義，頗爲其後多數學者間之難題，直至本生及克希荷夫出，始能完全理解。連續分光景上之黑線，因光線通過某種元素之高熱蒸氣時，其與此元素燃燒時所發之單色光線相同者爲所吸收而生，其位置與此元素的分光景上所現之輝線全相一致。故太陽光線的分光景之黑線，若與實驗室中所作某種元素之輝線分光景的位置相一致時，卽以示太陽附近有此元素的蒸氣之存在。夫牢因和斐線之意義既如上述，後由克希荷夫及其他學者之研究，而發見地上所有元素之四十餘種，皆存在於太陽之周圍，於是天文學上遂起一種革命的研究，卽存在於無限遠的天體上之元素物質，亦可以間接的知其存在。自此以來，天體化學之學科成立，星之分光景的研究，漸趨極盛；由此研究而知太陽及其他恆星，皆成於與地球相同的物質，而與星雲說以一種根據。今由分光景之型，可大別恆星爲四種。如此之型，所以示宇宙星辰，已達其繁榮之極點，而漸次衰微而成闇黑之變遷階梯。

分光器初雖祇用以考察存在於天體之元素，然由其後之研究，而知同元素之分光景，又常因其單獨存在，或與他元

(1) Fraunhofer's Lines

素相化合，及白熱發光體之溫度壓力等物理的狀態，各不相同；今則不惟知元素之存在，且可應用之以察天體之物理的狀態。

分光器之更重要的應用，爲星雲之研究；以低度望遠鏡觀之，其狀如雲之星雲，後以強度望遠鏡觀之，漸知爲無數恆星之集團。英國之著名天文學者赫瑟爾，以爲若用適當強度之望遠鏡以觀測之，星雲皆可分解爲星團。然自依分光景之研究，而知白熱氣體所發光線之分光景現有輝線以來，漸知星雲之中真有氣體物質之存在。由此觀之，哥白尼之星雲說，固又得一種根據，而即以強度望遠鏡猶不能識別其各個星體者，亦有時可觀某分光景之連續而知爲星團。

分光器之最後的應用，爲可以知天體之運動。其理論的原理，甚費解而難盡，茲從省略。因分光景黑線之偏差，可以知發光體以何速力而遠近於地球。更應用攝影術於分光器，則雖爲肉眼所不能見之微弱分光景，亦可明瞭認識而便於研究。由此觀之，吾人之智能誠足驚異，而分光景研究之範圍，更將開拓於無窮焉。

第三章 天體之種類及其性質

游動於宇宙間之無數天體，可因其特有之性質，區別爲若干種類：最初之區別爲白熱天體⁽¹⁾及闇黑天體⁽²⁾；前者能自發

(1) Incandescent Bodies

(2) Dark Bodies

光而映於人目，後者則因附近白熱天體之光的反射或其引力的關係而知之。

白熱天體，含恆星⁽¹⁾及星雲⁽²⁾二者。太陽，亦爲恆星之一，普通皆爲球形，有顯然之周邊。星雲反是，形不規則，周邊亦不一定，體積甚大，粗觀略似雲霧。星雲非望遠鏡不能見之，肉眼所得見者，不過一二而已。星雲爲宇宙構造及進化上極有興趣之問題，後當稍詳述之。星雲與恆星之間，無截然之境界，祇爲有階級的變化。

爲研究之便宜上，亦可區別爲太陽系之天體及太陽系外之天體。太陽系比之宇宙全體，固極微小，然於吾人，則有極重大之意義，而實際吾人所知之闇黑天體，殆皆屬於太陽系。太陽系，由輝耀於中心之太陽，迴轉於其周圍之行星，行星周圍之衛星，及無定位之彗星，流星等而成。滿布於天空之一切恆星，是否亦如太陽系周圍之圍繞以行星，固爲當然起於腦海之問題，然因距離極遠，故無由知其詳細之構造。白熱天體之恆星，與闇黑天體之行星，可依其閃爍與否而區別之，即行星之光，直射如芒，而恆星之光，則點點閃爍，其閃爍原因，由於大氣之振動。

茲取恆星的代表者之太陽，而考察其性質如次：太陽之研究，已行於古來之多數學者，故其研究之結果，有種種變遷，茲舉其最近之數字的結果如次：太陽距地約爲九千二百八

(1) Fixed Star (2) Nebulae

十三萬哩，而距其最近之恆星半人馬座 α 星⁽¹⁾爲其二十七萬倍。二倍太陽與半人馬間之距離，其間所有之星不過六個。

太陽並非靜止，隨以多數行星，以每秒十二哩半之速力，約略進行於天琴座 α 星⁽²⁾之方向。此速力爲坎麥爾於1902年由二百八十個恆星之運動方向及速力歸納而得之結果。最初研究太陽之運動方向者爲赫瑟爾，與現時所得之結果，無大差異。最近所發表者爲1899年之鈕坎⁽³⁾及1901年之卡普廷⁽⁴⁾。然自最近二大星流說⁽⁵⁾倡導以來，其根據似又動搖。

由地球觀之，太陽之光度，爲恆星中最明之一等星的光度之 10×11 倍。若想像其在距離最近之半人馬星上觀察，則較一等星之光度稍明，約可視爲第0.7等星。若更由平均視差爲一秒之星上觀之，則較五等星猶稍暗，僅能爲肉眼所得見。太陽之分光景爲有無數夫牢因和斐線之連續分光景，即爲吸收分光景。若依星之分光景的分類法言之，則爲所謂黃色型星（如後所述），似已過其全盛時期。太陽中有地上元素四十餘種之存在，就中以鐵，鈉，鎂，鈣，氫等爲最著。其表面溫度約近於六千度。

太陽之直徑，約爲地球赤道直徑之109倍即八十六萬四千哩。其重量約爲地球之三十三萬二千倍，而密度則較地球爲小。太陽之自轉週期，研究結果頗多，約爲二十五日。

(1) α -Centauri(2) α -Lyra

(3) Newcomb

(4) Kapteyn

(5) Theory of Two Star-Streams