

新時代表  
史地叢書

現代科學進化史

主編者

吳敬恆  
蔡元培  
王雲五

著者 徐守楨  
校訂者 任鴻雋

# 現代科學進化史

## 第一章 總論

昔賢培根 (Francis Bacon) 與笛卡兒 (René Descartes) 皆謂人類智識，爲有機體，生長發達，具有機能；譬諸樹：真理研究，根柢也；種種科學，枝幹杈枒也。故科學之爲物，前進的，非固定的；動力的，非靜力的。今日之灼爛明煥，蔚爲大觀，豈果一蹴所可幾乎？其源極遠，其程極長，從萌芽以迄乎長成，有日光照臨焉，雨露潤澤焉，亦有暴風驟雨之摧殘焉。察其如何滋長，如何發揮光大者，則爲研究科學進化史所有事，是誠一極有趣味之探求也。

現代科學，從表面觀察，一十七八世紀來之產物耳。但其由來，遙乎邈哉！亦猶由動物進化以至近世之人類，正不知其已閱幾千萬年也。談現代科學進化者，輒溯源希臘 (Greece)。

希臘科學又多來自巴比倫尼亞 (Babylonia) 與埃及 (Egypt)。源遠流長，歷久彌光，洵不誣也。

赫克爾 (Ernst Haeckel) 生物發生律 (biogenetic law) 謂：個體發達，適爲全族發達之一縮影。舉揆人類，亦自吻合。其由草昧而進文明，與自孩提而至成人，又何以異？孩提之童，率好奇懷疑喜異，而古代人類亦然。於是晝夜之往來也，生死之遞嬗也，疾病康健之互爲長雄也，以及日月星辰之麗於天，風雲雷雨之發乎深山大澤，莫不羣以爲奇，思所以求其最簡易最自然之答案。由好奇心而涉及人生禍福，尤爲人所注意。巴比倫尼亞與埃及之天算所以獨早萌芽者，此其一因也。巴國位幼發拉的 (Euphrates) 底格里斯 (Tigris) 兩河間，埃國濱尼羅 (Nile) 河沿岸，均以農立國，欲適應實際之需要，必求天算之知識。每當四月，此幼底兩河者，受亞美尼亞 (Armenia) 諸山積雪之融溶下注而遂泛漲，至六月乃始霍然退去，巴國之民，不得不觀察天象變遷，以定民事耕耘收穫之期。埃及尼羅河，亦年泛一次，田疇淹沒，隴塍都無，不行重丈，界域何明，此更有需乎幾何學。詮釋西文幾何之字，原係

量地之義也。

雖然，之二古國者，其自然知識，在科學進化史上，僅屬片段的發現，以言系統，當讓希臘。希臘人一掃往昔工具觀念，故其研究科學也，爲真理，非爲應用。米利都（Miletus）者，希臘文物最盛之區也，七賢巨擘退利斯（Thales c. 640—546 B. C.）實生於此。氏爲首欲觀察自然現象以推見全體之一人。其以水爲宇宙根本要素也，頗思於變中求常，於萬殊現象中求一以貫之之原則，所謂理一分殊是也。繼之者有亞諾芝曼尼（Anaximenes c. 588—524 B. C.）有赫拉頡利圖斯（Heraclitus c. 540—475 B. C.）有琉息帕斯（Leucippus c. 460 B. C.）有恩拍多克利（Empedocles c. 455 B. C.）有德謨頡利圖（Democritus c. 460—370 B. C.）。其論萬有之原，亞氏謂之風，赫氏謂之火，琉氏謂之地，恩氏更以地水風火當之，所謂四大原素（elements）也。而德氏則又以不可見之微質或原子（atom）爲一切現象之基礎。此種抽象的推論，尋原窮委的趨勢，與夫整齊畫一的觀念，謂非俱胚胎於退利斯，得耶！其有功於學術界蓋如是。

退氏於天算，頗有所發見；能預測日蝕之期，認知月非發光之體，並應用三角之理，從金字塔之陰影，以求得其高度。但幾何學基礎之確立，乃不得不歸功畢達哥拉斯（Pythagoras c. 582—500 B. C.）。畢氏有「勾方加股方等於弦方」定律之發明，既精算學，又於物理學上亦多貢獻。聞打鐵之聲，即悟音之高低與弦之長短爲正比；如弦長爲2, 3, 及4, 即可得一樂音（tone），及其第五（fifth）第八（octave）二音，此物理實驗之權輿也。

紀元前四八〇年，薛西斯（Xerxes）戰勝波斯（Persia）後，雅典遂起執希臘諸邦牛耳。商業繁興，富庶無比，民生燕娛，人長安佚，乃皆從事於學問。於是文學美術，頓有蓬勃之觀。即以科學言，雖當時尙以無特殊儀器，足資攻進，較諸文藝，自然遜色，然算學科學，亦未嘗無所發明也。

斯時醫學一科，尙未成立，故人有疾病，治療方法，一惟祈禱。及希波革拉第（Hippocrates c. 460 B. C.）出，始以疾病爲自然的現象，而非超自然的（supernatural）現象，乃諄諄詔人以注意病人本身的觀察與研究。氏又謂人有自然治療的能力（vis medicatrix

naturae) 苟有疾病，能自攝養，固無需乎湯藥。後世尊爲醫學鼻祖，良非無故。

伯羅奔尼撒戰爭 (Peloponnesian War 431—404 B. C.) 後，雅典在政治上，既失重心，乃益致力於學術。於是哲學大家，如柏拉圖 (Plato 427—347 B. C.)、亞里斯多德 (Aristotle 384—322 B. C.) 等相繼輩出矣。初，希臘哲學，惟就地球、星體與宇宙等，加以探討，換言之，卽一種自然的哲學 ("nature" philosophy) 也。自柏氏出後，皆趨變易，其大部乃注重於心性之觀察與推理。柏氏嘗謂：官覺感人，應專着力於意象。居恆榜其門曰：「不諳幾何者，毋入此內。」雖其注重算學的本意，全爲訓練意想之正確，而後世算學的哲學 (philosophy of mathematics) 乃實自此發軔矣。柏氏高足，亞里斯多德，創演繹 (deductive) 之法，而邏輯學 (logic) 始趨入條理之途。氏雖主實物本體 (reality of concrete things) 論，同時亦兼取其師之長。嘗謂：科學之爲物，在求事物之共相，非求事物之各相，故必須先立普通原則，而後可返求諸實物。又謂：在求解答以前，務先認清事實，設所擬學說，與所觀察事實，不能銖兩悉稱也，亦惟棄所擬而就所觀察之爲得。此種主張，亞氏亦

有時不克躬自實行。其唱導墮物速率與其重量成正比也，則去真理，未免甚遠。又氏於天文，主張地球中居宇宙，靜止不動，而日月星辰，皆環拱以行，殊屬迂拙。雖然，氏之好奇的，懷疑的，率真的精神，亦大足爲後世學者所取法，未可一律少焉。

自紀元前三三〇年，亞歷山大（Alexander）征服希臘，希臘文物，乃移植於埃及。其新都亞歷山大里亞（Alexandria）繁華壯麗，盛極一時。有學術院（Museum）焉，建於紀元前三〇〇年之際，中供學術之神（Muses），以爲表率，規模壯大，藏書宏富。各方碩儒名宿，咸來講學，遂成文化中心，歷七百年不衰。其最傑出之科學家，有歐幾里得（Euclid c. 330—275 B. C.）焉，有阿基米得（Archimedes 287—212 B. C.）焉，有喜帕卡斯（Hipparchus c. 146—126 B. C.）焉，有托拉密（Ptolemy c. 140 A. D.）焉。歐氏著書十三卷，實集幾何學之大成，數千年來研究算學者，莫不宗之。阿氏精算學，且諳工程，而浮力之發見，功且與牛頓（Newton）相埒。喜氏既創春秋分變遷（precession of equinoxes）之論矣，又因有補於天文之觀察，而有三角學之發明。托氏搜集當時流行諸天文學

說，加以討論，成叢書（Almagest or Syntaxis）八卷，確立地球中心說（geocentric theory），而以周轉圓（epicycles）說明星體之運行，即所謂托拉密系（Ptolemaic system of astronomy）是也。

總之，現代科學基礎，希臘人實築成之。其對於自然現象，輒爲自由的探討，唯理的詮解，益以證實根據，再三觀察，有條理，有系統，雖時時運用演繹，以資研求，亦惟人人共認之原則是承，蓋已具有真正研究科學的方法矣。

希臘衰替，羅馬（Rome）代起。羅馬者意大利半島中古國也。其人重實際，上功利，真正的科學興趣，乃不重視，故在學術界中，求其能如亞里斯多德或柏拉圖之科學哲學大家，喜帕卡斯或托拉密之天文家，阿基米得之算學發明家，德謨頡利圖之自然哲學家，希波克拉第之醫學先進，蓋渺不可得，惟軍事學及土木工程，乃多所發明耳。於時有建築大家維特魯維阿（Vitruvius 85—26 B. C.）著建築學（De Architectura）十卷，中古工程學者，咸奉爲宗範。有夫龍提那斯（Frontinus c. 40—103 A. D.）搜集關於羅馬城自



來水工程的程序與材料，勒成一書，亦爲不可多得之著作。其在科學史上，差足稱述者：一爲普林尼（Pliny the Elder 23—79 A. D.），以先見船桅，後見船身，證明地爲球形；一爲格林（Galen c. 130 A. D.），解剖動物，以研究其神經之作用，著作甚富，於解剖學上，亦頗重要焉。

羅馬式微，蠻族來侵，古代文物，備遭蹂躪。然自基督教東來，君士坦丁帝（Emperor Constantine）以爲國教後，教勢日盛，科學更就凌夷。當是時，咸以爲有耶教福音之默示，科學的探討，實等贅疣，而聖經上一字一句，均奉爲金科玉律，未敢稍持異議。以故爲科學而求科學者，竟至闕其無人，而宗教上一種僞科學（pseudo science）的學說，漸以形成，此尤爲真科學進程上之一大障礙。

羅馬陷落，甫及半稔，查士丁尼帝（Emperor Justinian）乃通令全國，封閉學校，凡希臘之所探討者，禁不許問，而其人民乃惟基督神學之是奉。昔日燦爛莊嚴之文化，遂致漫漫長夜，莫睹光明，互歷三世紀，一無進展，即史稱爲黑暗時代（Dark Ages）者是。至第八

世紀末葉，查理大帝（Charles the Great）始命重建學校，附麗各寺，以教神學，兼及文學、算學、音學等科。但其執成見，忽實驗，務繁瑣，蔑原理，相沿成風，即非不利於科學，寧得有補於科學！以此爲學，其不能發達，不待言矣。

雖然，自黑暗時代，以迄西歐文藝復興，時亦久矣，而希臘文化，終得保存，不至滅絕。間嘗考之，亦有數因：其一，古代學術，雖經政治軍事之紛擾，其小部份仍得直接流傳於意大利；其二，摩爾人（Moors）侵入西班牙（Spain），因得間接傳來；其三，由君士坦丁堡（Constantinople）經意大利，輾轉輸入，故雖遭莫大劫運，而餘風遺韻，不致盡泯。吾人於此，不得不一述阿剌伯之科學。

穆罕默德（Mohammed）於六二二年，自麥加（Mecca）逃至麥地那（Medina），不十載，其門徒已盡爲宗教狂熱所驅使，而創建強有力的國家於阿剌伯半島（Arabian peninsula）之上，而敘利亞（Syria）、美索不達米（Mesopotamia）、波斯（Distant Persia）、北非洲（North Africa）及西班牙半島等亦以次征服。至七五五年，其國又分

爲巴格達 (Bagdad) 爲首都，以西班牙之哥多華 (Cordova) 爲首都。其在西班牙者，非純粹之阿剌伯種，雜有北非洲之摩里得尼亞 (Mauretania) 人，故稱爲摩爾人云。

巴格達位於幼發拉的河上，東介印度，西毗希臘，之兩國者，皆古代文化中心也，耳濡目染，成就益宏。其最初所研究者，大都爲算學及醫學，繼攻亞理斯多德學說，而有東方的亞理斯多德派 (Orientalized Aristotelianism) 之創立。溯自查士丁尼帝封閉學校以來，希臘書籍，盡散國外，阿剌伯各君主，宏搜廣集，大事譯述。亞理斯多德之巨著，在亞魯嗎蒙 (Caliph Al-Mannun) 時代譯成，而天算醫學等科，亦均有譯本，流行於世。其在巴格達建設之科學院 (House of Science)，附有圖書館與觀象臺。又於中國印度，亦時有所取材。學術之盛，莫可與京。其時亞爾科里斯邁 (Alkarismi) 任職觀象臺，校閱托拉密之著作，於八三〇年，成代數學 (Algebra) 一書，大爲後世所誦法。有奧爾哈增 (Al-Hazen 965—1038 A. D.) 於光學造詣頗深，反射定律 (law of reflection) 彼實創之。且研究球形與

拋物形之鏡，而知靈視（*lenses*）有擴大之力。氏殆爲光學之鼻祖焉。

自亞歷山大里亞被奪於阿剌伯，學者大半走集君士坦丁堡，斯時也，干戈雲擾，人心不寧，委心學術者寡，雖有老宿，何濟於事。及摩爾人侵西班牙而據之，實挾阿剌伯之文化以俱來。九十兩紀，學術之盛，首當推此，基督教諸國，咸望塵莫及。故當時之西班牙，可稱爲回教科學的黃金時代云。

雖然，阿剌伯人亦何嘗真好科學哉。喜玄驚幻，是其特性，凡百事物，一與接觸，卽含有神祕氣味。其習天文也，則流爲術數占卜；其習醫學也，則放爲金丹呪祝；其習化學也，亦借爲求長生致富有之塗術。雖其間或有所發明，而科學眞指，爲所失去，蓋不少矣。

西班牙文化之將衰也，歐洲內部，以受十字軍東征之影響，頓有革故鼎新之觀，蓬蓬勃勃，不可一世。蓋軍行所至，接觸生焉，眼界爲所擴大，思想爲所激變，而篤學之念，好奇之心，因以大盛。在十一二兩世紀，昔日僧侶的學校，漸形成近世之大學，如巴黎（*Paris*），波倫亞（*Bologna*），撒列諾（*Salerno*），鄺斯福（*Oxford*），岡布里治（*Cambridge*）等處

均是。雖其初稔，多攻邏輯哲學及神學，而未嘗注意於科學，然而一線曙光，實由此而起矣。

羅馬人於科學本少發明，其著作家所援引而參證者，一出希臘。智慾既啓，直接閱讀之念，自漸發生。雖希臘原稿，不可求得，而阿剌伯譯本，固儼然在焉。十二世紀間，希臘典籍，漸由阿剌伯文譯出，職是故也。托勒密叢書，既經譯爲拉丁文，而歐幾里德幾何原理（Elements）在十一世紀已有譯本，其首五卷，在十四紀以前，有多處大學，且已用爲教本矣。求知熱誠，蓬勃一時，誠爲前數世紀所未有也。

在此時期，科學家之翹楚，當推羅哲爾培根（Roger Bacon 1214—1294）。羅氏謂：求知不外二途，實驗與辨論是也。辨論也者，問題之解決賴焉；苟能辨，又可令人不得不承認焉。但是術也，祇憑口說，未有實證，以云心安理得，戛乎其難，故真理之發見，舍實驗末由。卽如由原理推得之算學結果，雖似無需乎實驗，然無實驗，真正的觀念亦不能得。試舉等邊三角形爲例，無論講解如何明晰，亦不過爲一種想像的信念耳，若作相交二圓，而於其交點至一直線之二端，畫二直線，其印象乃深入於腦海，而絕無懷疑之餘地。故氏提倡實驗科學（ex-

perimental science) 其功用惟證實 (verification) 一語，足以盡之。雖不爲當世所容，致遭繯絏，然其貢獻於後來之科學界者，實非淺鮮。

是時各國大學中，最重要之書，除聖經外，厥惟亞理斯多德氏各著作，足徵其在智識界勢力之偉大。但大都譯自阿剌伯文，其間未免錯誤百出，且加以回教與基督教之曲解附會，其真義全已失去，乃大不利於科學之進步。

文藝復興運動，實開始於意人佩脫拉克 (Petrarch 1304—1374)。佩氏以崇古的精神，作澈底之研究，搜集古籍，保存古跡，提倡古文字，綜其生平，惟古是崇。然佩氏之崇古也，一以『人』爲中心，決不肯以古學附會聖經，因之希臘學術，始漸漸重放光明矣。又君士坦丁堡被陷後，學者抱殘守缺，俱逃意國，由是希臘原稿，遂爲世人所重見，而思想自爲一變。至其他如火藥羅盤針及印書術，更藉阿剌伯人之手，由中國以達於歐西，而用兵航海讀書之法，皆闢一新天地。及哥倫布 (Columbus) 發見新大陸，馬丁路得 (Martin Luther) 改革基督教，人心大爲解放，革新之機，尤磅礴而不可遏矣。

中國之羅盤針，(註一)發明最古，黃帝時，卽有司南車之製。印版(註二)始於後唐長興

中，活版創於宋慶曆中。火藥(註三)之爲用，隋時業已大著。以言天算，發達亦極早。試略述之。

史記曰：黃帝起消息，正閏餘。虞書曰：期三百有六旬有六日，以閏月定四時成歲。孔氏注

云：一歲十二月，月三十日，正三百六十日。除小月六爲六日，是爲一歲有餘十二日。未盈三歲，

足得一月，則置閏焉。此爲最初之定閏法。歐洲朱理歷法 (Julian calendar) 三百六十

五日四分日之一，每四歲之小餘成一日。考諸中國，與周髀所載「三百六十五日者三百

六十六日者一」之制正相同。周髀謂：地法覆槃，滂沱四隕而下。大戴禮曾子謂：如誠天圓而

地方，則是四角之不揜也。此主地圓之說者。易乾鑿度謂：坤母運軸。書考靈耀謂：地恆動不止，

而人不知。譬如人在大舟中，閉牖而坐，舟行而人不覺。此又唱地動之說者。漢時談天體者有

三家，一曰蓋天，(註四)謂：天如蓋盆，以斗極爲中，中高四邊下，日月旁行遶之，日近見之爲晝，

日遠不見爲夜。二曰宣夜，(註五)虞喜曰：宣明也，夜幽也，其術兼幽明之數。郝萌記曰：天無質，

仰而瞻之，高遠無極，眼瞽清絕，故蒼蒼然也。日月星辰，浮生虛空之中，其行其止，皆須氣焉。三

曰渾天，葛洪曰：天形如雞子，地如其黃，地居天內，天大地小。蓋天宣夜均不傳，獨渾天之法，世爲臺官所宗。至張衡之渾天儀，虞喜之歲差法，在天文史上，頗有價值。元初靈臺觀測用器之精，尤爲當時歐洲各國所望塵莫及。乃學者狃於成見，六合之外，存而不論，惟疇人子弟，官宿其業，致天文之學，未能盡量發展，甚可惜也。

中國算學，在紀元前十一世紀，已極發達，近今流傳諸書，以周髀算經及九章算術爲最古。周髀以勾股之法，度天地之高厚，推日月之運行，而得其度數。其首章述周公與商高問答，實勾股之鼻祖。勾廣三，股修四，徑隅五。旣方其外，半其一矩，環而共盤，得成三，四，五。趙君卿曰：勾股各自乘併之，爲弦實，開方除之，卽弦也。九章算術爲周禮保氏之遺法。劉徽曰：周公制禮，而有九數，九數之流，則九章是矣。一方田，以御田疇界域；二粟米，以御交易變異；三衰分，以御貴賤稟稅；四少廣，以御積羈方圓；五商功，以御功程積實；六均輸，以御遠近勞費；七盈不足，以御隱雜互見；八方程，以御錯糅正負；九勾股，以御高深廣遠，實均人事必需之算法。繼之者有孫子算經，魏劉徽之海島算經，唐王孝通之緝古算經等，對於平方根立方根比例諸法，各有



所闡明。宋秦九韶著數書九章，元李冶著測圓海鏡及益古演段，解答方程，大爲進步，於是有天元一術。成宗時朱世傑之四元玉鑑出版，中國算學，殆已達登峯造極之境。嗣後日就衰替，罕有發明。歐法輸入，亦僅致力於圓周率之測定，數方程之解法，及對數論之探討而已。

中世紀千年間，全歐人心，見拘宗教，無自由之可言，目無所見，口無所道，甚不幸也。文藝復興，翳蔽漸去，昏迷漸除，其努力奮鬪以脫教會之羈絆者，厥以德國之宗教改革爲最先。德人挾其宗教上獨立自由的審判之新慾望，以探討科學之真諦，而哥白尼（Copernicus）刻卜勒（Kepler）里替卡斯（Rheticus）輩，乃相繼而出，遂執科學界之牛耳。意大利者，文藝復興發軔地也，文學美術與科學，亦頓呈光明燦爛之觀，他邦難與抗衡而爭席。斯時英法二國，乃皆未聞有所謂大科學家之產生。此其故，蓋因物質的興盛亦爲科學進步之要素；生計窘迫，何暇研求學問？當時德意二國，商務繁盛，人民富庶，宜其好學之風，遠勝他國也。希臘之天文學，至喜帕卡斯與托勒密，可謂已甚發達。惟欲於百尺竿頭，再進一層，非備具三條件不可。一須得更精良之儀器，而又以慎密及長時期的觀察行之方可。二須改良計