

論 概 想 思 學 科

著 清 兆 何

行 印 館 書 印 務 商



論 概 想 思 學 科

著 清 兆 何

行 印 館 書 印 務 商

緒論 略述科學與哲學之關係及本書之組織……………一

上編 科學思想發展之概況……………二

第一章 泛敘西洋文化之理智精神……………二

第二章 希臘之科學思想……………一八

第一節 希臘思想之特質……………一八

第二節 宇宙哲學概要……………二四

第三節 理論幾何學之成立……………二八

一、希臘數學發展簡史 二、數學之對象與範圍 三、連續與無限 四、歐氏幾何原理 五、評價……………四〇

第四節 理論天文學之系統……………四〇

一、宇宙論派 二、幾何學派……………四五

第五節 力學、醫學、及生物學概況……………四五

第六節 本期結論……………四八

第三章 文藝復興時代之科學……………五二

第一節 中古情況及十字軍東征之影響……………五二

第二節 文藝復興時代之情況……………五四

第三節	對數、符號代數學及解折幾何學之發明	五五
第四節	新天文系統之發見	五九
第五節	實驗物理學之成立	六二
第六節	醫藥化學、冶金化學、及陶業化學之興起	六五
第七節	動植物學、解剖學、與生理學之成立	六七
第八節	佛朗西斯·培根之貢獻	六九
第九節	笛卡兒之影響	七二
第十節	本期結論	七六
第四章	十八世紀之科學運動	八〇
第一節	各國科學會之勃興及現代新興之知識階級	八〇
第二節	微積分學之發明	八二
第三節	牛頓之理論物理學	八七
第四節	鹿瓦西之化學	九一
第五節	生物學與地質學	九三
第六節	理性哲學之趨勢	九六
第五章	十九世紀之科學思想	一〇五
第一節	本期進步之全貌	一〇五
第二節	數學之理論趨勢	一〇七
第三節	物理學之革命思潮	一一四
一、機械自然觀之成立		
二、熱學之物理觀		
三、分子說與原子說		
四、電子說		
五、相		

對論 六、量子說 七、本期觀感

第四節 生物學上各派理論之評述……………一二七

進化論 機械論及目的論

第五節 心理學之派別趨勢……………一三四

第六節 社會科學之進步情況……………一四二

下編 科學之哲學……………一五五

第一章 總述上編……………一五五

第二章 統觀科學之種類……………一六一

第一節 現代科學演進分化之情況……………一六一

第二節 科學分類問題……………一六五

第三節 吾人擬提之分類系統……………一六九

第三章 統觀各類科學之闡理方法及結構形式……………一七六

第一節 現代應用科學發達之情況……………一七六

第二節 理論科學構成之方法……………一七九

第三節 理論科學組織之形式……………一八三

第四節 歸納演繹兩派之爭平議……………一九一

第五節 附述滿演生論科學之闡理……………一九五

第四章 統觀現代各科對於宇宙自然之解釋……………一九八

第一節 科學之哲學考查……………一九八

第二節	論數學之功用及其性質	二〇二
第三節	近代之自然科學及自然主義	二〇三
第四節	宇宙有定論	二〇九
第五節	統觀無機的自然科學之原理	二一二
第六節	統觀有機的自然科學之原理	二一六
第七節	大自然界之層次體系及全部的科學主義	二二二
第八節	科學主義派之自然觀及哲學之價值觀	二二七
第九節	人在宇宙間之地位與工作	二三二
第十節	科學之價值	二三七

附錄		二四一
----	--	-----

論科學與權力		二四一
--------	--	-----

略述科學與哲學之關係及本書之組織

一

西方科學與哲學之關係素極密切。自其發展歷史言，希臘初期，一般宇宙哲學家，亦即自然科學家，原無科學哲學分立之事。斯時研究方法稍形粗疏，各思想家多只有玄想思辯之法。當其探索萬物原始之問題，純採籠統全局之觀察，既未將「有生類」與「無生類」劃清論述，亦未將「心理問題」與「物理問題」分別研究，只有一元的解釋，囫圇吞的欲將整個自然界與人生界包攬而說明之，尙無科哲分工研究之迹象。稍後因研究漸精進，且因各人對於宇宙探擇之觀點不同，探索之對象有別，有偏於數理天文方面者，有偏於社會人事方面者。觀點既殊，成就互異，於是各隨興趣所之，即漸由哲學的普遍思辯中發展出天文學物理學以至倫理學上各方面之問題，而成爲各科分業之嚆矢。如披打哥拉斯學派即偏於數理天文方面之探索，而詭辯派及蘇格拉底則偏於社會人事及道德論理之研究。又如柏拉圖雖於數學之研究發明深多貢獻，但其心力興趣之所注，乃在發揮其辯證學 (Dialectics)，視爲一切學問中之王冠，專論究「實在」之最高原理，及至真至美至善之理型觀念，是偏於形而上學及知識論方面者。惟至亞理士多德，因天才卓越，興趣廣博，不僅對天文物理生物諸多自然現象，以及倫理、政治、文藝等問題，皆極熱心觀察研究，且富思辯玄想，對抽象普遍之理論，尤好窮探冥索。

故彼曾深入希臘學術各部門中，加以系統說明整理，使各獨立成科以發展：如將論理學、形而上學、倫理學、政治學、修辭學、詩學各著成專書，為前古所未有；並有多本關於天文、氣象、物體運動、生物分類及心靈分析之著述，亦垂為後來天文學、氣象學、物理學、生物學、心理學獨立成科之權輿。亞氏並有一偉大之學術分類計劃，將一切學問盡分為理論之學、實用之學及創作之學三大類。理論之學，為專事尋求普遍必然之真理者，如物理學、數學、及最高哲學（*Prima philosophia*）三者是。實用之學，為專研究指導實際生活有關之學術，如倫理學、政治學之類是。創作之學，為專研究文藝創作之規律，如詩學、修辭學是。此三類學問中，亞氏特別重視理論之學，因其純為「不計實利的知識」組成之全體，其研究目的，純為真理而求真理；且其所獲之結論，能成為普遍必然之知識。其餘兩類所獲之結論，多為或然的知識，不定的意見，即居於次要地位。且於三種理論之學中，亞氏尤推「最高哲學」。因謂物理學或自然哲學所研究者，僅為自然界中無機物類與有生物類之動靜法則或變化原理；數學所研究者，亦僅為事物所現一般的形相和數量之性質關係，是皆偏於研究一部分「存在」之現象者。惟最高哲學，則深入研究及於「存在之真體」（*Being as such*），論到各科之基本假定，以及通乎一切存在無不真確之最高原理等。故最高哲學，為理論諸學中之最高者，且為統攝一切學科之最高學問，與柏拉圖所創之辯證學相似。其他各科如數學、物理學、生物學、心理學等，僅研究存在之此一種類或彼一類之特徵者，當日統稱之為次級哲學（*Second philosophy*），即皆隸屬於最高哲學之內。最高哲學，因成為科學之科學，後世稱為形而上學，或簡稱哲學。至於各次級哲學，後世稱為「特殊科學」（*Special sciences*）。於是西方科學與哲學之分途發展，至亞氏手中即達於明確顯著之地位，並永垂為後世之模範。

由是可知哲學原為科學之前驅，科學係由哲學之廣泛思辯中分化發展而來。哲學基於人類好奇求知之情趣，紛向宇宙萬有及人生感覺各方面探索研究。初因方法粗疏，所提出各種可能之解答，多無定論。及後研究精進，漸明宇宙現象極為複雜，非分門別類研究之，將無法探明其內蘊，於是即將研究領域漸固定及方法漸確

切者，立爲特殊科門以發展。如幾何學、天文學、物理學、生物學、心理學之紛由宇宙哲學思辯中分出成科是。可謂哲學是對未知現象作冒險的探索思索，是圍攻真理的第一道戰線。科學則爲既攻克之領土，爲哲學將其勝利之果實分門散給而成者。

不特此也，哲學又爲一切科學發展之最後歸趨，爲人類知識之總匯，有如江海之容納百川。因各科紛離哲學而獨立發展後，各科專家固可在其專門部分內，獨自致力，易於鑽深致遠，以期獲得多少確定之結論成果。但各科對於宇宙，即令人感到備得局部之認識，而有片面分析之偏缺。且各科常無暇計其結論與他科之結論有何關係，並時有互相衝突或互相雜揉之弊。於此，求能將各科所得之結論設一總匯，明其關係，觀其會通，俾吾人能以推知所居之宇宙爲何，並臆測其中之人生應具何目的者，則仍賴哲學。斯賓塞即曾謂：「科學僅是一種局部統一的自然物之知識，哲學則爲較完全統一的思想。」蓋哲學原爲愛智之統稱，表現人心一種無厭求智之精神，以盡力探索人類知識之全景，企求一貫的思想與深遠的識見，以引導吾人逼近各種問題之最後解答爲目的。故哲學常不安於科學之分析或皮相之識度，而是力求推顯至隱，由分而全，隨時設法集合一切科學之知識，造成統一之體系，以期能窮盡萬化之本源，深澈人生之關係，使學之者之全我人格，得以日趨於偉大。

哲學與科學之因緣關係既如此，故在西方著名之哲學家即莫不曾精習科學。著名之科學家，亦絕無拒修哲學者。如古代之柏拉圖，即曾於數學有深造。亞里士多德曾精於百科。在近代如笛卡兒爲近代哲學初祖，但亦兼爲解析幾何學之發明者。萊布尼茲爲近代最大之形而上學家，且亦爲微積分學之創建者。至於康德在早年，即甚熱心研究牛頓物理學，歐氏幾何學，及世界地理學等。其純理批判一書，研究認知能力之先驗方式，即欲證明「純粹數學如何而可能」，及「純粹自然科學如何而可能」等問題。蓋諸大思想家之初心，多爲研習科學。後因研究益精，或由科學引發其哲學上之新觀念，或由科學證立其哲學上原擬之假設，於是即漸超趨所攻之特殊科學，進而建立一概括廣博體系偉大之哲學。吾人苟不明瞭此等思想家所專精之科學，即常不易明瞭其哲學

系統中心意義之所在。

迨至近世，哲學與科學之交流，尤愈形密切。各科學因方法之謹嚴切實，進步甚速。分觀宇宙部分現象之各科，如數學、物理學、化學、生物學、心理學、以至社會科學等，皆有極高度之發展。各科內部，均能聯貫統一，自成嚴密的理論系統。近代哲學，因利用各科所獲之進步、進而考察各系統間之關係，即甚獲裨益，而常在改進其觀點。如近代物理學者，能以物質之基本組織及原子之新理論、陳列於世人之前，即已將哲學上之宇宙論另從新觀點以立論。又自相對論之發明，亦已大變哲學對於宇宙空時之見解。再如進化論之發生，不僅闡明生物種類之進化，天體之進化，地質之進化，且對於人類精神心理之機能，與夫社會之組織機構等，皆可由是說明其起源，規定其發展，亦使近代哲學對於整個世界與人生取得更為深切廣大之解釋。故近世各專門科學所獲之結論，常即為哲學研究之重要資料。哲學之理論系統，每因取得科學無限之新發明新進步以為資證，而愈形充實鞏固。他方面同時許多開明之科學家，亦知不忽視哲學，而常師取哲學研究之方法與意見，以發揮其最高思辯之與會。且常因此發生一種自覺，各對所專攻之科學，由反省其目的、根據、範圍、及價值限度等，因而擴充成一種科學的哲學者。如潘嘉烈 (Poincaré) 之於數學物理，杜里舒 (Driesch) 之於生物哲學，滿演生 (Meyerson) 之成立科學的哲學者，即最著者。故在過去，雖曾有某種科學和某派哲學間發生衝突，如自然科學與理想主義派之衝突，但真正之科學與真正之哲學，却永遠完全合作。且細觀人類知識之進步，常是向內容充實與系統完美兩方面發展。而欲內容充實，則全賴博研科學，常須深入各科之中以汲取其最進步之結論。但既博之後，又須有提綱挈領之力，即總覽全局將知識之質提高，使變成有遠見有系統之思想。而此項提高之訓練，則全賴哲學。故在人類知識之光圈中，科學可供給無數知識之光源，而哲學則似中心之焦點。一切知識光線都應向此點集中。講哲學而無科學，即成爲無內容實體之靈魂，與詩詞之幻想相同。講科學而無哲學，將成爲無統一性的集體，或無靈魂之物體。故哲學與科學兩者，於構成充實光輝之思想系統，實無可偏廢。尤以在人類文化發展方面，哲學與科學同爲供給一切建設能力之必需品。如近代科學，即供獻人類以

許多物質力量。工業文明之偉大進步，即爲自然科學應用之所賜。近代哲學，即將思想之自由與方法賦與人類，多次釀造啓明運動，大量喚起人類之自覺，使人類知道對於宇宙秩序人生目的，文化理想，及社會進步等遠大問題，時起作深切之探討。近代人類多能明瞭乾坤劇場之偉大，自我發展之重要，社會進步之價值，及文化理想之應提高等，並曾對此等新觀念發出無限新信仰與新責任心，而爲一切偉大創造之本者，即皆受近代哲學之所賜。近代科學實已極精緻的「武裝」人類，供給人類以無盡的能力與勇氣。近代哲學亦已發揮無數有價值的人生理想，進步觀念，指示人類以偉大宏遠光明燦爛之前程。過去世界文化之曙光，得力於哲學或科學之開發者已甚大。此後科學與哲學密切合作，供獻力量，則對將來文化之前途，更有無限度之開拓，自可斷言。

二

科學與哲學之關係，及科學哲學兩者與人類文明進步之一般關係，既如上述，故本書之論究科學，除詳陳西方學者如何奮其心智在科學方面之創造與成就外，並特詳及科學與哲學如何互相發生之關係，及與當代文明如何互相影響之關係。科學雖非西洋文明之全體，但爲西洋文明進步之一最重要因素，則可斷言。西方近代之進步，實先在科學方面創有偉大之成就，然後傳其影響於各方面。科學先在人心燃起理智之炬光，釋明自然界無數變象，解除人類無限之無知與愚昧，並應用其理論造成各種新奇技術，製出無量數精巧便利人生之工具，以改善物質生活社會關係以及人們自己。後來其影響更擴大，從自然研究以至語言研究，舉凡政治、經濟、戰爭、實業、教育、以至道德、詩歌、宗教等，無一不被科學心理所侵略支配。故科學實爲西方智慧之最大寶庫，如能明析西方科學進步之情況，即不難透視西洋文明發展之全局。

本書分上下二編，上編述科學思想發展之概況，欲詳究產生現代科學及一切科學方法之經過。現在所有之科學，表面觀之，似僅爲十七十八世紀以來之產物，但一考其由來，則遠在二千年前之希臘，即已有無數偉大

先驅者，奠定數種科學之基石。以後每一時代，皆有無數科學家專心致志，參透自然之奧祕，完成無數特殊的貢獻。即如印度人，阿拉伯人，對於古代科學之發展，亦有殊勳。故追跡古今大科學家，勞心焦思所建功業之全局，並詳究各民族歷代通力合作以降服自然之武功，不僅可以窺見人類思想生活較真實的情形，足資吾人今後進步之借鏡，並可統觀各種科學發展之情況，而得一普遍的認識。故本編所研究者，為各時代中各種科學如何發生，憑何種潛力而起，且如何傳播，所發明之原理為何，所用者是何方法，以後如何發展，如何變遷，最後達於何種目的等問題。在研究此等問題之中，作者尚發覺一中心觀念，即西方向來在科學哲學上之一切進步發展，似皆源於其能重視唯理主義（Rationalism）之故。西方歷史雖已綿延數千年，然考其文化之高潮時期，亦僅在古希臘覺醒時代，及自文藝復興以後之近代。在古希臘覺醒以前之時期，希臘本土即純為其傳統迷信及幻想神話所支配。在其境外，如巴比倫、埃及及諸古國，亦皆重實用而輕理性，薄智慧而崇神道，尚無所謂理論科學及系統哲學之產生。漸降至公曆紀元前第六五世紀，希臘殖民地時與東方諸古文明國交涉往來，得習其天文、曆數、幾何、技術等，忽激起一批好奇心求知之思想家，漸由其神話迷信之生活中覺醒，提出宇宙生成萬物由來之根本問題，羣起探究，確信其理性智慧，是可闡明此類問題，有如自視為一「宇宙之解釋者」。經二百餘年之努力，於是思辯哲學及推證科學即逐漸由是產生。至希臘衰亡羅馬繼起，不復再有愛智愛美之精神，科學哲學之火炬，漸闌淡無光。而基督之宗教思想亦即乘虛而入。基督教義，武斷迷信，專事壓迫理性，以愚民為事，遂成為中古千年之黑暗時代。幸經十字軍多次之東征，意外引起古學之復歸，及新學之輸入，逐漸震醒歐人久已入睡之心靈，於是千年伏流之希臘思潮，得乘時復出而演現為文藝復興之近代。文藝復興者，實即復活希臘人崇拜理智之精神，以為人類稟有天賦的理性，可能推知萬事萬物之原理。其時人生學派發起之一切運動，如重理性，尚自由，愛好自然，熱心文藝，讚揚樂生享美之心情，提高懷疑求知之興趣等，幾無一不與希臘覺醒時期之精神相似。自此「理性之神」，在近代睜開睡眠以後，即高視闊步，如飢如渴，探視一切，分析一切。其活動方向移向信仰界，即將一切傳統權威，宗教迷信，從根摧毀，使人感到只

有相信自己，只有自己的思想能力，始能替自己工作周旋，而令自己偉大，由是造成近代人個性自尊主義 (Modern Individualism)。其活動方向移向自然界，即成立各種自然科學，分頭升天入地，鑽至宇宙各部現象中，發露出無數自然法則之祕密結構，投射無限光明，將固有世界大加改變。其活動方向趨於社會政治，即引發近代各民族國家之自覺運動，促進各國在社會治政方面之努力改造，使人類生活愈得接近於正義公平之理想。……總之，近代歐洲之一切偉大進步，可謂多自唯理主義之運動促成之。故本編論析歷代科學之情況時，即隨處揭發此項理性主義所引起之一切活動，以明西方進步精神之所在。

下編則欲綜合各科，構成一有系統並能囊括全體之科學觀。因晚近科學研究之風，已由普及日趨於專門，分工極細，專精極狹。各門專家常以致力於一部分事實現象之研究分析惟恐不及，不易有努力於科學全體之認識。此非批評科學專家，因其必如是自限研究之範圍，方可望獲多少固定之成果。惟人類對於宇宙真相之認識，除能知其部分外，常更望能觀其全體。人雖多不能詳細精通一切實證科學，如古代亞里士多德之所為，但對此宇宙之大，文化之全，學海之富藏，人世之全景，尙無時不有人希望得一兼容並包之深見遠識，以展拓個人之思想胸襟，滿足好奇窮理之情趣。且此項統觀全體之研究，並非毫不可能，哲學中有「科學之哲學」一部門，即係致力於此項知識全景之工作。而歷代許多學者，即早有為之。如古代亞里士多德著形而上學 (Metaphysics) 一書，為統攝一切科學之最高學問，曾發露一宗普遍原理，綜合各部門特殊知識而一貫之，成立一極統一有序之宇宙觀，即為此項研究之開始。近代佛郎西斯·培根 (Francis Bacon) 在其學問之改進 (The Advancement of Learning) 中，亦曾搜集一切學問，重作估價，有鑄人類知識於一爐之計劃。十八世紀笛德羅 (Diderot) 等，即本培根計劃，編著百科全書 (Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers)，以概論當時所有之哲學、科學、文學、藝術等，廣收人類知識努力之成績，詳訂各門應有之範圍，示人以求知之門徑。至十九世紀中葉，孔德著實證哲學教程 (Cours de philosophie positive) 六巨冊，先概論古今學術進化之跡，發明人類思想三階段之歷史公律，並區分科學應有之種類，逐類加以剖

析，自數學、天文學、物理學、化學、以至生物學、社會學、把握各科相互之關係與系統，將人類所有知識學術之全體作出大成一貫之綜合，亦爲此項最有創見之工作。又如科學批判之風，自康德創立以來，即已深入於數學及自然科學各部門中，以批評各科之基本假定與其方法爲要務。其目的在使各科能明其認識範圍僅有如何之限度，自覺其所據之基本假定僅有何項之根據，及其所用之方法僅具何種有效之價值。如因果、如質力、如目的與手段、如自由與必然、如身與心之關係等觀念，往往含義模糊，互相矛盾。皆須加以批判分析，窮究其源，詳探其果，確定其有效之限度，闡明其可信之根據，始免於獨斷之謬。此種科學批判，並曾引起許多科學專家如馬赫（Mach）、如高斯（Gauss）、如潘嘉烈（Poincaré）、如杜里舒（Drüsch）等，發生一種大自覺，自起對所專攻之科學深自反省，詳評其所具之目的、工具、價值、與限度，而成立近代之數理哲學，自然哲學，生物哲學，尤爲科學思想界之特色。孔德曾言，近代科學研究，常因分工過細，專精過狹，各門學者常有不自覺的誤認所專精之一部即可作獨立全體，而有持偏概全之弊。因著實證哲學，作綜合全局之研究，欲提倡一種「統觀的精神」（un esprit d'ensemble），以補片面分析之缺。孔德以後，各國學者即多承其規模，仿百科全書之體製，以論述科學。作者素感孔德提倡「統觀」之見，對於治學指導，極爲重要，因略師其意，並參綜各家之見，於下編成立「科學之哲學」，試作一「科學之統觀」。是編之目的有三。第一、在統觀科學之種類。因自現代科學方法昌明，西方學者對人類所有一切知識經驗，皆力求能適用科學方法，加以組織整理，使各能成爲「學」（science），於是萬科林立，百家爭鳴，極五花八門之大觀，實晚近學海之妙相。青年學子，欲於此茫茫學海之全景及其中各部門之種類關係，求有相當之認識，即常苦無從問津。吾人於此，即欲將近代科學各部門略加分類，部署出一簡單之規劃，以區分出孰爲基本科，孰爲附屬科，孰爲理論部，孰爲應用部，並闡明各科彼此間之關係與系統，庶使人類學術之全景，可簡明的展露於吾人之前。第二、在統觀科學之結構形式及其構成之原理與方法。因科學之成立，係有一定之對象範圍爲其內容，及一定之組織方法原理程序爲其法式。如物理學之內容對象，爲研究聲、光、熱、電、力等現象之性質，及此類現象變化之定律，

至物理學絀繩構成之法式，則係有一定之原理與一定方法程序。各科所究之內容對象，雖彼此各殊，各有其獨立之領域，但各科如何整理其內容材料，使成爲科學之形式，則普遍相同。下編第二目的，即在剖析科學結構之形式及成立之原理方法，以明各種知識如何能變成爲系統科學之普遍法式。第三、於論述上列兩點之後，即欲在理論方面進而統觀現代科學對於宇宙自然全體與各部所作之解釋，以求建立一合理的世界觀。因宇宙之神祕萬能，巍然在外，其幽晦神奇，原曾令各民族在原始時代之幼弱理智無法加以詰究，而只有祈禱於超自然之神力下，如孔德所稱神教時代之思想是。但至近代科學發達，已能逐漸鑽入大宇宙之深處，揭露其無數奧秘法則，並能成立各種實用科學，分別開發利用其無量豐富之寶藏。此座神奇無比之宇宙大鏡，已爲近代無數好奇科學家分析解剖，幾將其各層繁雜組織，祕密結構，盡置於人類之理解力及控制力中，此實爲近代科學上最光榮之事。故此類科學的宇宙觀，非唯未曾將人類地位減低，如少數誤解科學者之所信；反之，實已把人類變成宇宙的觀察者、揭幕者、先見者、甚至爲宇宙的立法者。但各門科學常僅由不同之觀點，提供吾人以世界之片面圖像，其引導吾人所得之世界觀常僅爲片斷宇宙之一面。如何研究各派科學家理解世界之公式，密評其認識自然所能有之限度，俾能配合現代哲學，設立一總匯以觀其會通，使吾人得以推知宇宙之全體，則爲科學之哲學中，尤爲急切需要之工作。下編第三目的，即欲於此方面努力審評各門對於片面宇宙所得之原理，由顯推隱，由分而全，以期能成立一知識的總匯，俾吾人得以推知所居之宇宙真相爲何，並臆測居此宇宙之人，生尙應具何目的。柏拉圖有言「哲學家爲愛知識之全部者」，此種修養，對一般專研一部淺嘗輒止之學人，或亦堪爲心胸見解上之一種補劑。

杜倫 (Durant) 在其哲學故事之首章中，曾云，「現代科學發達，論據材料之多，學理種類之繁，有如威蘇委士 (Vesuvius) 火山噴出之熔岩，四面八方向人拋來，將吾人心神圍困，有逼人思想氣悶窒息之感。」故在現代急需有一種綜合的思想，會通的研究，將繁衍重重分歧迷亂的科學，作一全局有序之觀察，示人以學術全景之綱領。各國學術界因常有所謂「百科全書式」之演講，一方教人以專精一科之法，他方又教人總覽學

術全體之道，務使學子思想得有頭緒，心胸得以開闊，俾得進睹宇宙之大，文化之全。如孔德(Comte)、陸宰(Lotze)、馮德(Wundt)諸儒所作之演講，用歷史與哲學之眼光，以衡論學術廣大區域之全局，皆甚符合培根所倡「鑄各種知識於一爐」之意。本書之作，即係採仿此類體制。上編即採哲學與歷史之眼光，以闡述各部門科學演進之情況。下編則由邏輯之觀點，以述科學之種類及其結構之方法體系，並用哲學綜覽全局之方法，以審評匯論各派科學所建之自然觀，期能成立一審慎周詳之見解。

自民國二十八年教部劃一大學課程，規定大學文法兩院二年級學生，對「科學概論」或「哲學概論」兩者，必修其一，作者即在中大承乏講授科學概論一課。歷年講授，常本上述旨趣發揮。時值抗戰書籍缺乏，曾印發講義。此書即係將講稿屢加整理而成者。惟西方科學浩繁宏富，有如一座迷樓。本書所述亦不過此座迷樓之一種解剖探發而已。

民國三十二年雙十節，序於沙坪壩。

本書脫稿後，蒙至友徐仲年教授代為攜至重慶市圖書雜誌審查處審查，復向商務印書館接洽出版，厚意雲情，銘感無似，謹此誌謝！

三十二年十一月二十八日

上編 科學思想發展之概況

第一章 泛敘西洋文化理智精神

一

一 民族文化之發展，有其特殊最深的理想要求在。僅觀歷史表面人事之論變，即常難明一文化發展之全局。人類的意欲理想，有似一種植物果實內部所藏的果仁，為推進植物生長發達之要素。又似一宗美酒，一種高等興奮劑，能把人類的溫度提高，能把生命的活力加強，使發出高度的創造活動。所謂時代思潮或時代精神，其底蘊即不外是一時人類所特別感悟到的崇高理想，為舉世人心嚮往追求之目標，能誘導人類的冒險進取精神，使發出無限創造力與組織力，以表現業績於各方面。如不認識此種歷史幕後真實力量之所在，即常難明一種文化特殊發展之由來。

歐洲文化，廣博宏富，氣象萬千。自其哲學、科學、美術、宗教、技術、工藝、以至政教組織，無一不發皇樸茂，蔚為大觀。尤奇者，其文化各部門，莫不富有生氣，日在更新進步之中，極鮮衰弱停滯之象。世界他系文化，如埃及、印度、阿拉伯等系，未嘗不在人類史上，曾光耀一時。但僅如一個火山，在忽然為巨大的爆發出現後，即忽然殞滅，不復再有更生發展之望。歐洲文化則不然，竟是一條大河，汪洋恣肆，令人驚其源頭無限深宏，流行不竭。又似一株大樹，奇花豔卉，年年盛開，令人感其生力無限豐富，青鬱常春。此系文化，何以如此特別富有生力？何故能如此富有發展之機能？吾人追本求源，實不能不歸功於其思想界歷來所浸潤闡發的一種普遍精神，即所謂唯理主義（Rationalism）之精神，精於發揮理性智慧之全能大用，因以獲得如

是之良果。

考歐洲文化高潮時期有二，一爲古希臘時代，一爲近三百年時代。古希臘覺醒時代，係發源於二千六百年前，盛於伯里克兒（Pericles）之統治。初時僅由小亞細亞、西西里等殖民地城市，與東方諸古文明國交通往來，得知埃及、巴比倫之算術、測量、天文學、紀年法、鍊丹術、圓周度等學問技術，因而激起一批思想家，勃發好奇求知，批評比較之慾，由其傳統迷信幻想神話之生活中覺醒，漸露新興民族之氣象。及至大波斯之後，一時國力發皇，人心振奮，大似一位年力旺盛之青年，躍然出現，自視極高，自尊心極強，有一種特殊的自覺，自覺其個己的智慧與能力，極爲旺盛，可憑以表現世界各部之光明，脫離野蠻黑暗之世界。其思想家對於舊日流傳之成規遺教，神話傳說，皆覺支離矛盾，不堪爲訓。惟信自己覺醒的理性智慧，始足爲一切生活之南針。故極崇愛思想，尊重學問，矜眩知識，嚴智愚之分，視頭腦清楚者，始可管理一切，惟光明能統治一切。其崇拜日神阿婆羅（Apollo），即取其爲光明與理性之象徵。又崇拜智慧之神雅典拉（Athena），因視爲雅典城邦最適當之保護者。希臘人如此崇愛理性與智慧，故其結果，亦能如其所期，在學術上產出高深的理論，在文化上放出特殊的異彩。如其超越的玄學，抽象的數學，謹嚴的邏輯，數理的天文，在人類思想史中，實爲一偉大之奇蹟。且其聰敏智慧，不僅能發展在外界自然之上，即轉而考慮人生行爲準則，研究社會政治制度，分析文學美術之律則等，無一不創出有光明燦爛永垂不朽的理想典型在。觀雅典神廟巴特龍（Parthenon）壁柱上所刻「泛雅典遊行大會」慶祝光明智慧戰勝野蠻黑暗之紀念，即可想見希臘人自於其理智成就之一斑。

希臘以後，中經千餘年之黑暗時代，而至文藝復興。文藝復興者，實即復活希臘之唯理主義，高揚理智作用，以反抗中古之宗教信仰。蓋自希臘衰亡，羅馬繼起，即不復再有愛智愛美之精神，而惟崇尚實際與武功，流入極端肉慾放縱，與驕奢殘忍。於是反動起，而產生基督福音，爲救時之良藥。基督以身殉道，精神極爲壯烈感人，經三四百年而教大盛。但其後流弊極大，武斷的教義，荒亂的教皇，專以愚民爲事，遂成黑暗時代。幸經百餘年之十字軍東征，長期搖撼歐人久已入睡之心靈，於是千年伏流之希臘思潮，得乘時橫決而出。

在十六世紀之初，理智之神，即起始睜開睡眼，脫穎而出，被揭爲當代偉大解放之標語。一般頭腦覺醒者，由希臘古籍拉丁古籍之研究，發覺一從未見聞之學藝清新境界。並見大地自然，乃一可供人類發揮思想活動，及獲得一切幸福之世界，並非污濁塵世。於是頓悟人類實偉大，人生有權威，不能再信宗教獨斷教義之束縛，遂發爲人生學派之運動(Humanistic movement)。重理性，尙自由，愛好自然，熱心文藝，樂生享美之精神極富，懷疑研究之興趣甚強。在此期間，曾引起新舊之衝突，極爲激烈。但傳統權威及宗教勢力雖大，終不能敵理智利刃的批評分析。在長期鬪爭之後，個性伸張之觀念，及人類中心之思想，終於戰勝一切壓力，獲得自由自在的發展。且理智活動之方向趨於自然界，則立出各種自然科學，專事剖析自然，詮釋物相，有囊括宇宙之概。其方向趨於政治社會方面，則造出近代民族國家，民主政治，及民生爲本之經濟組織，愈近於人類正義平等之理想。近代歐洲之偉大，實自是型成之。

二

理智者，乃人心的意識閩中最明覺，最光亮之部分，富有好奇求知之衝動，對於一切晦暗不明，朦朧模糊，漆黑無光的外來刺激，有追求根究的自然要求。且其機能，愈用愈強。苟善用之，常能奮其智光，析明物理，擬構假說，詮釋事因，令人獲到無窮意外的發見發明，增進人類無限的精神與勇氣。此種如飢如渴，欲揭穿一切奧祕，欲發見一切新奇之心理，實爲人類最高尚之心理。希臘人因甚富有此類極不平凡之心理，故會產生一羣富於思考，心思極細，及智力充足的哲學家，幾何學家，懷疑派，及辯證學者。皆對於理智之運用，特別熟鍊，特別技巧，造成一特長於純粹思考之民族。其哲學家多能超越現實具體的經驗世界，進探形上抽象的原理，抱有一種知識上的信念與勇敢。一般學者，亦喜概念式的思想，欲將無窮事物現象，悉納入有限簡單概念下，以便作抽象的思維。其結果，產出結構極爲空靈的幾何學，能由感覺界中的圖形，推出無數普遍抽象的定理。產出柏拉圖的觀念論，能超越變化無常之現實世界，發揮出一理想體系之真實存在。尤以其自然

哲學，能超脫宗教迷信之束縛，不再希望或恐懼有何超自然之神靈在，僅認宇宙為一大機器，其中各部，可由人類理智分析其構成之原素，及各部配合之法則，以便從少數原理，演繹組織出其全部體系。雖其所擬構宇宙四原素（水、火、土、風）之說，頗似無稽，但在神權思想極濃之古代中，希臘學人能發揮出一物質宇宙觀，（如其原子說），及自視為「一宇宙的解釋者」，實足見其思想之卓越。且因深於理智的訓練，培養出一種長於邏輯與幾何的頭腦，每遇一切事物，有似另具慧眼，常能看出其所具的幾何性及邏輯性（如其排列、安頓、比例、配合等）。能在一切物相中，識出其密秘組織的輪廓，內在的骨架，線條的計劃，及實在的姿態。一切的關係，一切的廣袤，在希臘學人觀之，全是些簡單清楚，有意義，有綱領，可尋的東西。在製作方面，亦力求比例適稱，配置勻和，形式整齊，色彩鮮明，如其雕像藝術所表現和諧之美是。在精神道德方面，亦一切以理性為主。定人類之法律者是理性，定創造活動之法則者是理性，定普通人生觀者，亦是理性。故總觀希臘全部之文化，實代表着一種不可逾越的偉大和光明，及一種不易倖得的簡易、純潔、和完善，處處皆充滿着理性與智慧的形象。

但希臘人之發展理智，尙僅在抽象的理論玄想方面，對實際應用，則甚忽視。換言之，希臘人似僅知進求理智本身興趣之滿足，未曾注意理智對於人類生活之實際效用。故雖富有知識，雖能部署知識，使成系統，但未曾施用其知識。近代歐洲人則不然，不僅完全復活希臘人之純理興趣，對抽象理論，極有貢獻，且能生面別開，發揮理智的實用興趣，在自然科學，物質工具，及知識效率諸方面，多所注意，因而獲得無限控制自然之權能，為希臘人所未曾夢見。誠以理智之機能，亦如其他器官，原為保衛有機體生存發達之用，在助有機體適於趨利避害，高瞻遠矚。惟人類之理智，特別發達，長於思考研究，即物窮理，不僅能製造工具，發明技術，以滿足人類生存之需要，且能昇華為純理興趣，專為知識而求知識，構成各種抽象高深的純理科學，及形上玄學。如在近代歐洲開幕之初，即有加利列（G. Galileo, 1564—1642），佛郎西斯·培根（Francis Bacon, 1561—1626）及笛卡兒（Descartes, 1596—1649）三大天才，頗能分別由各方面，啓示理智之各種潛能妙用。加

利列提倡實驗方法，以補助理智本身之不足，親用其法掃除亞利士多德力學之謬誤，並奠立近代實驗科學之基礎。倍根則發表新時代新人生之趨向，應在建立人生之王國（The Empire of Man），於征服自然之上，指示人爲自然之統治者，與解釋者，（新工具之開端語）。並發表改進學問之計劃，確定實驗方法，以爲達到此項目的之工具。笛卡兒則發揮理智如何能先分析後組織之方法，以爲任何混亂晦塞之問題，只須先析出構成全體之簡單分子，再由諸簡單分子，用演繹法逐步推究，將之重新組織，還復本原，即可將問題弄得「明白與清楚」（Clair et distinct）。且謂「明白清楚」，即爲一切真理之標準。凡違反此標準者，即須加以懷疑。惟以自我思想中所直覺爲極明白清楚無可懷疑之知識，及由此等知識演繹而得相互因果之結論，始足認爲確識眞知。笛卡兒可謂完全復活希臘人崇愛光明顯著及邏輯系統之純理精神。加利列及倍根，則更配合以實驗與實證之精神，及權能功利無限追求之精神，共同領導現代歐洲人，以暢發理智之全能大用。加利列雖因違反宗教迷信，被羅馬教皇鞠訊，但其歿後未百年，其科學方法，即已征服全歐知識界。倍根雖不甚見知於當世，但至十七、八世紀科學革命成功之後，得法國百科全書派爲之宣傳，世人即知其偉大。近百五十年來，各種應用科學之特別發達，物質文明之特殊躍進，可謂純爲實踐其「知識權力戡天役物」之訓言。至笛卡兒「我思故我在」之名言，更直接指示文藝復興以後之歐洲人，在用革命手段脫離中古千年傳統成見之鎖鍊後，處此廣博無涯之世界中，不僅無一物足堪信賴，且無一事不令人懷疑。惟有各人自己的思想能力，始可替各人自己周旋，替自己工作，以建立各人自己的宇宙、上帝、人生、科學、藝術、和事業。人的一切真實存在，全賴自己的思想而顯著。世界的一切莊嚴法相，亦惟賴各人的思想能力，將之認識把握。笛氏蓋深信人類「理智之光」（The Sun of reason），是可照耀一切，洞若觀火，無一能逃出理智光圈之外者。並深信其發見之解析方法，具有無上權力，有似一把邏輯總鑰匙，只須人能忠實履行其歷程階段，並同意於「明白清楚」之標準，則此世界上的一切實在，莫不可以剖析明白之。其解析幾何學之發明，理論物理學之建立，以及人類情緒之分析，德行規範之訂定，即皆用此方法成就之。其影響之大，不僅深入科學方面，即文學、藝術、生活思想各方面，

亦莫不受其「明白清楚」之標準所支配。至今數百年，此標準仍垂爲拉丁文化之靈魂。故加利列、培根、笛卡兒，實爲近代歐洲揭幕之偉大代表。由此三人身上，吾人即可看出整個近代歐洲人之特性。近代歐洲人，是喜提倡真理，崇尚學問。許多學者，在每一新奇現象下，常能熱烈追求其隱藏的自然法則，不惜實驗與推理並用，總想把世界各部分，研究得明白清楚而后已，（加利列、笛卡兒之精神）。且深信人生在此世界上，是只有好命運，而此好命運，是藏於能力與學問之中。只須人能爭取科學教育，獲得確切有效之知識學問，充實其智慧能力，即可自由利用自然界一切物資力源，以發揮個人之權力慾與支配慾，其極可望成爲宇宙之統治者，（培根之信念）。在中世紀時，人是自視爲罪惡深重者，自生下世，即拜倒於上帝之前，虔誠爲教士之奴。近代歐人則不然，高視闊步，不再上信神祕的天國，下信恐怖的地獄，亦不再內視自己爲柔弱無能者，而是自覺有如上帝，有一種無比的天賦才能，把眼光直射大地，橫掃一切。視此世界是一個不竭的酒國，優美可愛，可供人盡量的狂飲。視此世界是無限之大，無窮之富，人可加強自己的智慧能力，從心所欲，以建築一切有用、有益、有服務價值的建築物。人的理智，可以盡量站在自己的立場，不憂不懼，不迷不惑，馳逐世間，支配一切。故自十六世紀以至現在，歐洲人精神的表現，純是在唯理主義之指揮下活動，其權力超過一切。其初是發見他自己是一個能思想的東西（如笛卡兒），一個富有理智的動物。以後便開始一切工作，一往直前，銳利無比，無堅不破，無遠弗屆。上天、下地、入水、探光，大究無窮之大，小探無窮之微。凡自然界的定律，藝術的法則，以人類自己的關係，無不盡力探索之。

三

由上二節所述，已可略明西方進步精神之所在。西方文明發展進步之歷史，可謂多爲理智創造之歷史。其哲學、科學、技術、機械、以及社會組織、工業文明等，無一不是其歷代民族天才智慧創造之花，其豐富宏博，大可供吾民族之欣賞研究，而取爲借鏡。

本編即欲專述西人奮其理性智慧在科學方面之創造與成就。但如上述西方歷史雖已綿延數千年，而其理智覺醒之高潮時期，亦僅在公曆紀元前第六五世紀之希臘及最近二三百年的時代。故其科學哲學思想，亦僅以在此兩期產生爲最豐富。本編所述，因亦特詳於希臘與近代。希臘之科學思想，盡列於第二章。近二三百年的時期（第四章），自十九世紀以至於今，爲科學在理論方面及應用方面並臻極盛時期（第五章）。在各期中，凡與科學有關之哲學思想，自亦博採旁及，以明各時代精神旨趣之所在。

惟本編所述之科學發展概況，與普通流行之科學史稍異。普通科學史，重在陳述科學發明發見之諸多事實，重在引證考據之精詳。本編旨趣，則重在思想方面之闡發，偏於理論系統之陳述，故對引述史事，以能釋明科學思想發生之情況卽是。因吾人所關懷者，不在僅以能知許多科學發明發見之故實，尤在企圖探發產生各種偉大發見發明之原動力爲何。換言之，在欲探究產生各種科學事實之思想，係如何發生，如何發展，如何形成一定之理論系統，以至曾發生何項影響等問題。吾人在緒論中已云，本編之目的，在乘歷史與哲學之光，以衡論科學之全局。蓋吾人之本意，在一方求明各科發展所據之哲學基礎爲何，他方並欲指明各時代哲學思想發展所據之科學基礎又爲何，俾在「下編」統觀科學之種類與方法，並審評各派科學的自然觀時，得有確切之資證而已。

第二章 希臘之科學思想

第一節 希臘思想之特質

設科學之定義，如吾人今日所稱係指「研究客觀存在的事物，求明其變化的必然規律，以轉化成爲一種有系統組織的學問」而言，則在人類史上，首先能構成此項有系統組織之學問者，實爲古代之希臘天才。在希臘以前，雖已有巴比倫、埃及等古國，文化水準甚高，但僅堆積有無數實用的常識，具體的經驗，尙無成爲理論系統的科學。及至公元前五六百年之希臘，始產生一批特殊聰慧思想家，能從各民族之實用知識中，提鍊出多宗富有原理的知識，加以系統整理，創出數學、天文學、力學、生物學等科，樹立科學體系之楷模，垂爲後代發展之基礎。故言技術知識之發展史者，可遠溯至遠古石器銅器諸時代，但如述科學思想之發展史，則惟始於希臘。

希臘人之天才，在富有自由思想，活潑精神，其想像思致之力，極敏捷豐富，故能創立數理諸科。溯其學術思想發生之搖籃地，本起於小亞細亞、西西里等殖民地。約當公元前第七世紀之際，此等城市，爲希臘交通東方諸文明國之要道。時埃及、巴比倫諸國，已有數千年歷史，文化水準甚高，如算術、測量、占星學、煉丹術、紀年法、圓周度等學問技術，皆極發達。希臘比之，實甚幼稚。但以文化幼稚之希臘人，驟得接晤此等高度文明之國家，反易激起其好奇、求知、比較、批評之慾，由其神話幻想生活中覺醒，富有新興民族之氣象。初時其殖民地各城市，因無政治獨裁之束縛，又乏宗教權威之禁錮，思想極爲自由，批評精神與自由探攷之風極盛。繼以大勝波斯之後，國力發皇，人心振奮，發露其人類第一次最大覺悟，自覺其知識及能力，可以表現世界各部之光明。故在紀元前第六五世紀之交，希臘民族之炬光，卽由殖民地而雅興城市，發皇展露，

耀如月星。其第一位大思想家泰爾士 (Thales, 624—548 B. C.)，即起於小亞細亞之米勒答 (Miletus) 城，因遊埃及、巴比倫諸國，得習東方幾何天文之學，頓引起其研究宇宙形態之興趣，第一步即能打破神話、迷信。與舊說，從根本追詢宇宙所由組織構成的不變原素為何。自此問題提出，引起一時學者羣起推究，各展所思，遂構成各種體大思精的宇宙觀，垂為後代各種科學闡理之基礎。原埃及、巴比倫諸古民族所積之學藝思想，內容雖豐，仍多不離實用經驗之範圍，尙少「因果原理」之討究。即對宇宙自然人生事變，偶有驚奇之感，強加思索解釋，亦多以實用利害之感為中心，且雜以感情想像之談。如其神話故事，談述宇宙萬物之變化生滅，則持萬物有靈論 (Animism)，不僅視日、月、五星、風、雲、雷、雨之變化，皆具有神靈作用，即一切木石蛇鼠等，亦皆視有神靈。故其觀察天象，即認羣星之出沒，係與國家民族及人生禍福有關，而成立迷信的占星學 (Astrology)。其對疾病醫藥之術，亦多雜以神怪之見，而祈靈於魔術與符咒。至其由測量土地大小，及計算倉谷容量之經驗中，發明種種幾何定理，亦僅具有公式結論，以供實際應用，並無理論的證明，令人僅見其然，而不明其所以然。總觀古代巴比倫、埃及諸民族所有之知識文化，概含實用經驗之意義，並多神祕難解，富有近代社會學家萊危布魯 (Lévy Bruhl) 所稱「前邏輯」(Prélogique) 之思想，多有未合邏輯法則之處。其經驗材料雖多，但理論上極少有貢獻，未能發展出正式科學之形式。(詳見 Abey Rey: *L. science orientale, avant les grecs, 1931*) 惟此諸古國所積之經驗材料，傳至希臘，曾激起希臘人好奇求知研究整理之熱情，經數百年無數天才之思索探討，即逐漸發明其原理證據，而分別產出幾何學、天文學、物理學、生物學等，秩然有序之科學。故一考古東方諸國之文明如何與希臘文明交替之歷史，即無異見到一幅人類「常識經驗」，如何轉化成爲「科學知識」之歷史。在巴比倫原僅有卜察禍福吉凶之占星術，至希臘人手中，則轉化成爲數理的天文學。在埃及原爲度量土地面積之測地術，至希臘人則發展成爲理論的幾何學。在諸國原用符咒魔術以治病者，至希臘人則轉化成立實驗的醫學。在諸國對於宇宙起源，萬物變化，僅有神話式迷信式之解釋者，至希臘人則成立宇宙論及本體論的形而上學。希臘人建造科學理論之功，實極偉大。可謂自有希臘學者，

人類思想中，始知有尋求原理建立理論科學一事。

至希臘學人何以能有此轉化常識成爲科學之功，此或由於兩因素。一爲國際的因素，一爲地理的因素。所謂國際的因素，如柏拉圖遊埃及，及埃及高僧會語之曰：希臘是個幼稚國家，尙無可據之歷史，亦無精深之文化，故尙不爲尼羅河流域淵博之士所求全責備 (Durant: *Story of philosophy*, p. 20.)。因當時埃及、巴比倫諸古國，已有二、三千年之文化，希臘比之，實甚幼稚，僅如幼童之比成年人，故頗受東方諸國之輕視。但希臘人似乎即因深受此類輕視之刺激，尤以數經波斯侵略之威嚇，頗能激勵奮發，知恥有勇，不僅在武力自衛方面，能合力戰勝波斯，而且在精神思想方面，在學術文化方面，尤能力求表現偉大，力求有以超過其他民族。亞里士多德曾謂「波斯戰爭以後，希臘人自負成功，進衝得更前了，要以一切知識爲活動之領域，而追求更廣大的學問」(Politics, 1311)。柏拉圖亦云：「吾國人深愛知識，實爲吾國人之特色，如斐尼基人與埃及人，則以愛貨財爲特色」(The Republic, tr. by J. O'Connell, 1874, pp. 462, 557)。可知此期希臘人之精神志趣，何等特殊！何等高尚！故諸古國所積之知識經驗，一經傳至希臘，即被其極爲高昂的思想興趣，加以分析鍛鍊，而蒸溜出、結晶出、各種極爲合理，極有系統之科學與哲學。至其地理影響，則因希臘島國，氣候極佳，常在天光明爽之空氣中，島內矗立之羣峯，皆色彩鮮明，輪廓清楚，其蜿蜒曲折之海岸，亦線條清晰，海光豔麗，故生斯息斯之希臘人，即易養成一種銳利明晰的感官，活潑空靈的頭腦，能在一一切物象中，特別注意其簡單綱領，及密秘結構。對於物象之邏輯性及幾何性，能有特別的敏感。其能創立幾何學、論理學等科，實無足怪。且此島國上，又無火山、地震、颶風等天然可怖的災害，尤易激發人們的自信心，客觀心，及控制自然之信念。故其人民樂生享美之心情極富，好奇心研究心極發達，且好逞冥思玄想，有窮探宇宙奧秘之豪氣，養成一長於純粹思考之民族。

其初時，哲學與科學尙未劃分。其思想家無論所思爲科學問題，或哲學問題，多能超越感覺現象界，進探形上之原理。在他人對於環境事象之認識，只須辨明清晰，適應得宜，能達致用，即告滿足者，希臘學者則多

能更進一步，起起實非經驗之限制，再尋出其根本原理，以求得理性的滿足而後已。希臘民族，實可謂別具慧心。其哲學家自巴門尼德（Parmenide 516—480 B. C.）以來，即認世界應分兩層。一爲肉眼（感官知覺）所見者，只是外界變化無常繽紛雜多之現象，幻而非真。另由心眼（理性）所見到者，爲現象內部潛存不變的實體，始真而非幻。柏拉圖（Plato, 427-347, B. C.）亦將人類知識分爲兩類：一爲知覺與意見（The perception and opinion），價值甚低。因「知覺」，是指常人對於事物形色所獲之印象，其認識常是皮相的、主觀的、鮮能深入事物之至理。至於「意見」，則指一般人所有之常識見解多是未加反省分析而得之判斷，涵義不清，似是而非。在此類膚淺知識之外，柏氏以爲尚有一高級之知識，稱爲觀念或理型（The Ideas or the archetypal Ideas），此爲思想在現象界中研究推證而得之定律原理等。所謂理型，係指潛存於事物中之理，（按柏氏原視理在事外，此則認理在事中）爲事物所倚以成形之模型規律，如事物所具之不變類型，結構法則或變化公式等是。此類理型之知識，始是普遍必然，永恆真實之理，爲科學哲學所宜探尋者。以後亞里士多德（Aristotle, 385—322, B. C.）更深切發揮此義，在其形而上學（Metaphysica）之開端，即感別人類知識之高低深淺，謂最淺低者爲感覺經驗，稍高者爲技術知識，更高者爲原理的知識。人類由感官知覺以認識外界事物，區別其性相異同，考察其效用大小，積久而成之閱歷經驗，雖在實用上功效極大，而在認識上之程度則甚低，因其所知於物者甚淺，僅見到事物之表面性相，未能洞見其深藏原理。至技術家能製作器物，以應世用，必先深明製作器物之原理，故技術知識，即遠比普通經驗爲高。例如治病，常識經驗，僅知由偶然經驗中，發見甲有某病，某藥可以治之，乙有同樣之病，某藥亦可治之，於某藥如何能治某病之理由或原因，即毫不理解，而技術的醫師，即常能明疾病之因及治療之理。故亞氏謂發明實用技術者，常是高人一等。而能發明審美器物（如美術作品）者，又比發明實用工具者爲更高，因其能不爲實利（utility）所限，有高尚純潔之情趣。但如更能超越一切經驗實用之限制，純抱爲真理而求真理之精神，爲滿足理智好奇之慾，而窮探及於宇宙萬象之普遍法則及一切事物所具變化生滅之原因或理由，獲到一種純粹理論的知識（theoretical

Knowledge)者，即爲再高級之科學真知。此項知識，爲真實智慧 (Wisdom) 之所在，亞氏計其內容共有三科：即數學、物理學、形而上學三者是。可見希臘學人，多是輕視感覺經驗，不重實用常識，務於經驗常識之外，追尋另一高玄抽象能滿足理智要求之理論知識。其精神志趣似專在努力於智慧學問方面，要求超過東方只重實用兼崇神道諸古文明國家。各思想家，各具理智的勇敢，各逞私智以探求宇宙萬象之「根本原理」或「真實本體」。其水、土、風、火四原素之玄想，以及象數原子之推論，精粗淺深，雖各不同，然總合觀之，實爲希臘學人之偉大成就。近代科學中許多理論，即係由希臘人玄想所積之寶庫中得之。

希臘學人因有探本窮源好學求知之精神，故在人類思想史中，曾發明出一套思維推理之法則，成立邏輯 (Logic) 一學，樹立永久的科學理想。如亞里士多德所著之前後分析論 (Analytica Priora and Analytica Posteriora) 即係一本最古而且永垂不朽之邏輯教科書，頗能代表希臘學人之理想。亞氏在後分析論上卷 (Book, I. Ch. 2. 14. 31.35)，於嚴斥感覺的知識如何膚淺錯亂後，特立科學真知之標準，謂科學真知，應能洞見事物生成變化之原理，並應能引用原理以證立未知的特殊事物生成變化之由來。換言之，科學真知，應是「證明的知識」(Demonstrative knowledge)，應是已證明爲真或可證明爲真的知識。視惟原理的知識，始爲真知。惟能經證明而得之理，方是實理。但成立推證的知識之方法須如何？亞氏即在前分析論中詳述其所發明之三段論式 (Syllogism)，視爲最能指陳一特殊命題如何可隸屬於一普遍原理下即得證明之方法。凡能經三段論式證立之命題，能令人不僅見其然，且能明其所以然者，即爲推證的知識，而可稱爲科學真知。例如「三角形內各角之和爲二直角」一道理，專憑感官知覺用圓規直尺實際測算，固可見其總和確爲一八〇度，但如此即僅令人見其然，而不明其理。必如幾何學家引據「平行公設」及已證明橫截平行線所得錯角相等及同位角相等諸定理，推證其確爲二直角，始可稱爲科學真理。希臘人即甚推重如是演繹推證而得之知識，視爲最能得到理智的滿足。亞氏並在後分析論中，進述如何尋求少數基本原理，以演繹出一串極有系統的真理之條件。依其所論，由三段論式推得之理，固係真理，但仍僅爲個別的真理。如何部署許多個別的真理，再組合爲一極合邏

輯成有體系之學問，則甚重要。在普通常識，僅爲零星片斷的堆積，即因缺乏系統的組織。而在成體系之學問中，不僅每一命題之成立，皆須有謹嚴的證明，且合所有之命題，亦須能彼此相連，原委相生，前後相承，有序有意，始足以構成一合理的連貫。亞氏分析此項體系成立之道，謂須有一組基本命題爲基礎，由之即可望推演出一串極爲合理之命題。此項基本命題，須本身極合邏輯，且爲數須少。計分爲三項：一爲公理 (Axioms)，爲本身明白，令人一見即明之理，爲任何思想推論所必遵照之原理。彼在其形而上學中討論之「不矛盾原理及排中原理」即屬此。(在其後歐氏幾何學中，則提出等於同量之量亦互等及全大於分等公理)。二、爲假設 (Hypotheses)，爲每科所特有之基理，不能移用於他科者。(如歐氏幾何中之平行公設是)。此項基本假設，在每一科中可稱爲最高前提，能用以綜合全部內容所有之命題使得成一貫之說明。三、爲定義 (Definitions) 爲陳述事物精蘊 (Essences) 之命題，可用爲推證事物其他特性之出發點，如幾何家由點、線及各種圖形之定義，以推證各圖形之定理是。亞氏以爲任何部門之學問，苟能尋出此三項要素，用爲前提或原始出發點，即可據以構造其理論系統。因凡前提原理爲必然者，則由之以推得之結論亦爲必然。公理、基本假定、及定義、三者，或係本身明白之真理，或由思想慎重確立之基本命題，皆爲極合邏輯，用爲推證之前提論據，即可望由之得出必然而正確之結論。且可望由第一種必然的結論，以演繹出第二種必然的結論。由第二種必然的結論，以演繹出第三種必然的結論。如是連續前進，即可望演繹至極複雜而艱深之命題，組織成一前後互相連貫之思想系統。亞氏此項理論，即係以當日之幾何學爲例。希臘幾何學之形式體系，即純由一組爲數甚少之公理、公設及定義出發，以推論證立所有之幾何定理，並即由簡至繁，將各定理組織成系統。此外對自然界有生類及無生類之研究，亞氏則發揮其在生物學上發見之分類定種方法，充分運用。其法謂研究自然現象，可先求分類，先分析事象因素，抽其共相，列成種類 (Species)，立爲普遍概念，以爲概括事物之本；再就各類之相似者，抽出一較高之類，名之曰總類 (Generes)，以總攝無數相似之類。如是推而上之，則無限特殊事實，可列入一類中。無限相似之類，又可列入高一級之總類中。自然物象雖無限紛繁，但列入爲數有限高低有

序之分類表中，即簡而有序，有線索，有理趣，並可按三段論式的精嚴演繹，以明各物象在天然秩序中之地位。蓋希臘學人深信首尾萬端之事象，皆有邏輯的秩序，可歸於一種公同的本體，包括於幾個確切原理或普遍概念之下，以明其系統關係。因認科學之目的，即在變化無常之事象中，尋求一系不變之關係，明其結合之要素，及要素構成之法則，立為原理，以便根據少數原理，從原到委，演繹出一系真理，以達再建自然之目的。其數學之成立，固係完全貫徹此理想。其天文學、物理學之建設，亦在實現此科學理想。希臘學術之偉大光輝處在此，但其弱點亦伏於此。茲試就其宇宙哲學、數學、天文學、力學、醫學、生物學等分別論之。

第二節 宇宙哲學概要

希臘科學思想之發達，實導源於其宇宙哲學。在其前如東方埃及、巴比倫諸古國，僅有經驗常識及迷信神話之堆積，不能成立理論科學者，即因無一正確的自然觀之故。如其對於偉大自然景象之變化，及整個宇宙之成因等，皆信由神統治，非人力可能詰究，自不能產出剖析自然之科學。及至希臘，因有一批宇宙哲學家，富有理智的勇敢，能從其傳說神話之迷霧中覺醒，對此無限乾坤之本源，神奇萬象之奧秘，具有窮探深究之豪氣。故至後來，即能導出剖析宇宙自然之科學哲學。此輩自然哲學家，雖無何種確切可據之研究工具與方法，僅憑思辯玄想，穿鑿私智，即欲造作臆說，強斷事理，至今觀之，其野心固極粗樸可笑，其見解固多空玄無據，但其全憑思辯，即欲超越經驗及迷信之限制，以深探事物之究極原因，欲以可理解的單純概念，去展開事物現象之總體，其大胆卓識，實於後來數學、天文、物理、諸科之成立，有激發啓導之功。亞里士多德曾稱此輩宇宙哲學家為物理學者，舉以別於其前之神話學者。因此輩反對神話，欲用「原理」「原因」等名詞以解釋自然，純為無神論者。其形上理論，實為科學之前導，茲約述如次。

(1) 宇宙實體論 (The theory of cosmic substance) 首提出宇宙問題者為泰爾士 (Thales, 622—548, B. C.)，因其曾遠遊埃及、巴比倫諸國，得習知東方諸民族所積天文幾何之知識，遂於宇宙自然變化之理，激

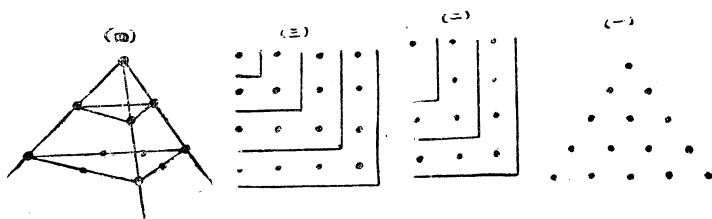
起探索之念，發覺萬象之變化生滅，並非無常，必有其不變之原素在，爲生滅變化之所本，決不能無中生有。此項不變原素，認爲卽物之實體，爲一切物象所由成。具其數應只爲一種。此惟一實體爲何？泰爾士答爲水。謂萬物之生也以水，其死也以無水，水實爲萬物之根本。水變化，始產生一切。

自「宇宙實體」之問題提出，當時卽會激起無數學者思考之興趣，舉以爲一時討論之中心。皆欲於宇宙萬變之中，探索其根本之不變原素爲何，以爲釋明萬變之本。如阿納西米尼 (Anaximene, 560—500 B. C.) 則舉空氣爲萬物之根本原素，赫拉克里特 (Heraclite, 563—470 B. C.) 則主張此根本原素應是火，而恩拍多克兒 (Empedocle, 490—424 B. C.) 則更主張實體之數非一，應爲水、火、土、風四者。此種種答案，雖似無稽，但皆是研究外界現象，欲求得一根本之說明。後來「原子說」卽由是出。

(一) 數理的宇宙論 此爲披打哥拉斯學派 (Pythagorean School) 所主張。此學派初本爲宗教神祕團體，信奉輪迴之說。繼因政治失敗，披打哥拉斯 (Pythagoras, 572—500 B. C.) 及其信徒，皆轉移興趣於數學天文方面，努力於學術研究。此派異於前派之處，卽其理論，非由物理出發，而是由數學出發，不究物質之本體，惟注意物質結構之比例關係，及統理世界之和諧秩序。其結果發明「數」始爲萬物成形之所本，成立一「數的哲學」，認爲一切物象之結構，必按一定「數目關係」以型成。如音樂聲詞之和諧，卽由於樂弦振幅有一定「數的比例」。天空星象能現秩序和諧之美，亦由列星之位置與運行，皆有一定「數學關係」。再推之一切現象，凡成爲有秩序之和諧，必其在定限內之變化是有一定之比例。凡能組成個體定型之物，必其成分之配合，亦有一定數目秩序。故認數目比例，實爲萬物內在之常德，「數」實爲世界之原始。並推之幾何形體，亦覺皆可以數之關係表之。如其會將數分爲奇偶兩類，而研究得三角形與連續整數之和相應，長方形與連續偶數之和相應，正方形與連續奇數之和相應，金字塔形則與連續三角形數之和相應，其溝通「幾何圖形」與「數目關係」，實甚奇妙。茲分敘如次頁下圖：

蓋此派發明一種「空間的原子說」(Atomisme spatial)，視空間可由積「點」而成，點爲空間位置之最小單位。面積點即可成「線」，積線即可成「面」，積面即可成「體積」。故凡占有空間大小之幾何形體，皆可化爲線與角之關係以研究之，亦卽最後皆可化爲「點」之關係以理解之。而點原是可計數的，因點之觀念，原是由觀察天空星點之研究得來。披打哥拉斯學派會研究古巴比倫人之觀星學，由考察羣星在天所列之幾何形狀，因而悟出積點而成空間之學說。空間既可視爲點之積，而點原是可以數目表示的，則謂一切幾何形體，皆可化爲數目關係研究之，實爲極合邏輯。故此派對「形」與「數」之關係，努力研究，會認一切幾何圖形，皆可由一、二、三、四諸數表之。視「點」爲一，因「點」係單一不可分者。「線」爲二，因線可由二點連接成。「平面」爲三，因三點連成之線，可合成一平面。四點合成之面(三角面)卽爲「體積」。合一、二、三、四，可得完全之數。合點線面體，卽得一切之形。可見每一數，皆有一定之空間。空間的一切形，皆可由不同的「數之方式」構成之。

此項「數的實在論」，雖稍覺神祕空玄，但其將幾何圖形，化爲數量去研究，實與近代數學思想相吻合。



(一) 圖所列之點，可連接成三角形，亦卽爲連續整數之和之表示，吾人今日可用公式表之爲

$$1+2+3+\dots+n=\frac{1}{2}n(n+1)$$

(二) 圖所列之點，可連接成長方形，亦卽連續偶數之和之圖解，吾人今日則用下公式表之。

$$2+4+6+\dots+2n=n(n+1)$$

(三) 圖所列之點，可連接成正方形，亦卽連續奇數之和之表示，吾人今日可表之如次：

$$1+3+5+7+\dots+(2n+1)=n^2$$

(四) 圖爲金字塔形，亦卽三角形數(卽(一)圖)之表示。

(其詳載 A. Feynond, Histoire des sciences, p. 121.)

且諱鬱不是抽象的，而是具有一定的實在性，爲一切物體成形之本，即確立一種「數理的宇宙觀」。如此視數學能爲參透天文物理之密鑰，實樹後代自然科學發展之基礎。

(二)宇宙原子說 此說創於陸西勃 (Leucippus)，而大成於德摩克利圖氏 (Democritus, 460—370 B. C.)。德氏博聞強識，喜數理天文諸科，曾遠遊埃及、波斯，爲希臘中期最大系統哲學家之一。爲人性極樂觀，心思開朗。其宇宙哲學，極明瞭而一貫，視此世界純如一架大機器，縱如何神奇變幻，皆可持其學說以理解之。其立說蓋謂宇宙之內，不外實物及空虛兩部，一切實物，即存在於空虛中，如物體運動，生物成長，皆爲不能離空而有。而一切實物，經用理智分析至最後，實可設想純由無數不變「原子」(Atoms)在無限空中按一定規律配合而成之產品。因按無中不能生有之理，宇宙間一切變化生滅，必有所本。在變化現象之底，必潛存有一不變實體 (Substance)，爲變化世界出生之源，此在德氏以前，已爲泰爾士輩所闡明。惟前人視此不變本體爲水、火、土、風之類，德氏則以爲即水、火、土、風亦皆由另一最根本的不變原素所構成。此終極原素特名之曰「原子」(Atoms)。原子之本身爲不能再分割之終極微粒，能歷萬劫而不磨，其數量是不生不滅永恆一定，僅形狀上有大小方圓之異，性質上有圓滑粗糙之別。由此類不變原子按不同的數目作不同的配合，即可望產生出宇宙內萬象。有如西文僅由二十餘固定字母，即可拚造出千萬字彙相同。故謂宇宙間萬象森列，形形色色，雖極繽紛錯雜，而細審之，將見不外爲所有的不變原子由不同的數量及不同的配列造成之結果。即精純之物爲火，亦可視由圓滑易動之不變原子所合成。至靈魂是依附生物身體活動之物，則爲最精純如火一類之原子所集成，其運動能貫徹全肉身，因而造出生命之現象。德氏並推謂宇宙間如有神，則神亦必同爲原子所構成，因在永恆的宇宙中，並無何物能具有例外之特權也。最後並推論知識之起源，謂人類一切知識，皆由感官獲得，而感覺之生，則由外物發出微末部分，觸及五官，感動靈魂而起。如視覺之起，即由外物影相印於空氣中，再由空氣傳達於眼，動及靈魂原子而成。故謂吾人五官所覺知事物之聲色嗅味，僅是外物觸於五官之狀態，係物之外表幻相，並非其真實本體。吾人惟依着理智去思考推究，始能理解萬物之本相，純爲原子之結

合也。

德摩克利圖此項原子學說，雖完全缺乏自然研究以作證，僅憑思辯虛構，有似童話，但其立說，簡明易曉，實較柏拉圖之數論及柏拉圖之理型論，尤爲近於事實之本質。故此項物質機械的宇宙觀，及勇敢簡明的無神論，頗能使古代希臘人從其神話奇蹟之迷霧中解放其視線，把世界研究，導入富有實證科學意義之解釋。如大醫學家西頗克拉特（Hippocrate, 460—380? B. C.）即根據原子理論以明人身之健康疾病，有其自然原因在，並非有何種神鬼物魔作祟，因而創立希臘實驗的醫學（詳後第五節）。又如伊壁鳩魯（Epicurus, 310—270, B. C.）在德氏逝世後約半世紀，即引據原子的宇宙論，以建設其幸福的人生論：謂人類幸福的主要障礙，爲畏懼神祇並畏懼死後的種種，由德氏之自然哲學，輔助我們，運用觀察和推理，即可從超自然的信仰中解放，而得到精神上的寧靜。及至近代如大化學家道爾頓（Dalton, 1766—1844）因欲解釋化學上定數比例及倍數比例兩定律，亦以物質必爲獨立之小點所組成，始爲合理，因正式引用德氏之理論。故原子說至近代更成爲化學闡理之靈魂矣。

第三節 理論幾何學之成立

數學一科，在西方學術史中，素稱爲百科之王。此項成就，全由希臘學人樹其基礎。希臘學人輕視實用，獨尊理論，故對實用算術（如商業運算之數），及實用測量（如土地測量），皆極輕視，認爲無學術上之價值。務於實用算術（Logistica）之外，另成一數目哲學（Arithmetism），於實用測地術之外，另構成一理論幾何學。惟數目哲學，除柏拉圖外，少有人繼續發揮。僅對理論幾何，則有極卓越之成就。第一、其發見極豐富，除舉世皆知卓然不朽之歐氏幾何學外，在第阿坊德（Diophante）之著作中，即已發見代數之雛形。在阿婆羅尼（Apollonius, 260—200 B. C.）之遺書中，即已發現解析幾何之基本觀念。在阿幾默德（Archimedes, 287—212 B. C.）之遺著中，即已發見無限小量之運算。爲近代微積分之本。幾於近代數學全

部的體系，都從希臘幾何學中脫胎而出。第二、希臘之幾何理論，界說極明晰，證理極精妥，系統極嚴密，能引人由具體的，與實用的「形」與「數」，以達於抽象的，概念的形數之關係，完全實現柏拉圖所擬想的觀念界或純理界，在人類思想體系中，實如一座金字塔，或一座完美雕像，永存不朽。茲分述其發展及內容如次。

(一)希臘數學發展簡史 希臘人之數學興趣，係由埃及人之實用幾何，及斐尼基人之商業運算所引起。其初，係由極南小亞細亞、西里里等殖民地之學人，先與東方諸國通商往來，得知此類實用數學問題，引起好奇研究之熱心。其後，即傳播此項研究於雅典，繼續發揚光大。如泰爾士，即起於小亞細亞之米勒答城 (Miletus)，自幼經商埃及、巴比倫諸國，得知東方幾何天文之學，首發起「理論幾何學」之研究。披打哥拉斯，亦起於小亞細亞之沙摩斯城 (Samos)，後設學會於義大利南之克羅通城 (Croton)，講數理天文之學，在「理論幾何」與「數目理論」方面，永奠不能磨滅之基礎。緣東方諸國所積之數學知識，極爲豐富，但多偏於實用。如在亞默斯 (Ames) 約紀元前一千七百年時代埃及人之古書中，尙可察見埃及人所有計算倉谷容量及面積之法甚多。其所研究之面積，已有正方形，長方形，兩等邊三角形，兩等邊梯形，圓形等。又在埃及國之建築上，亦可發見幾何方法之存在。如康托 (Cantor) 察見埃及人之建築寺院，依南北之向作一直線，在此線上作一直三角形，使其邊爲 $3 \cdot 4 \cdot 5$ 之比，則東西之向，即可由直角之他一邊定出。此法在公元前二千年前，埃及人已知之，且相傳由於神授，每年曾有一紀念會特別慶祝。此外關於體積之度量法，亦有許多發見。惟惜皆僅有單簡之定理形式，並無證明之法，令人見其然而不明其所以然，頗與吾國周髀算經中所述者相似。是蓋多由實際經驗中獲得者。及至希臘學者見之，力思證明其理，始加以質的改進，提高其程度，俾達於科學真知之形式。

希臘學者之優點，在長於抽象思考，能脫離感覺經驗及實用利害之限制，深入純粹理論方面，去作無限的探索。如泰爾士即能以抽象分析之力，將一切幾何圖形，分爲「線」與「角」之關係研究之。蓋視由直線與角

度之分解配合，即易求出幾何的邏輯證明。曾發明對頂角相等，兩等邊三角形之底角相等，直線，平分圓形等定理，而且皆加以合理的證明。相傳泰氏遊埃及，埃及王聞其長於幾何學，特請當面測其金字塔之高度，泰氏即執手杖，利用日影西斜時，塔影與杖影所成之兩直角三角形，按相似形比例之理，即推出塔身之高。自有泰氏成立「線與角之幾何學」，於是實用幾何，始得第一步轉化而成理論幾何學。

至披打哥拉斯之偉大貢獻，在立出數理的宇宙論，已如上節所述。在數論方面，則能排除實際運算，專論數之特性，如前述奇數偶數之幾何性是。且能組織學會，鼓勵會員，共同在數理天文方面致力。會員有新發明，皆用學會名義，公諸於世，不得歸名一己。其學會會歷二世紀之久，人才輩出。對於希臘數學之進步，貢獻極大。

正當披打哥拉斯學派努力建設理論幾何學之時，曾有一批富於懷疑精神的詭辯家，羣起非難。如三大問題，即爲此批反對派所提出。三大問題者，即（一）求三等分一角或一弧，（二）求一立方體之二倍體積，（三）變圓形爲方形。詭辯派之意，在指明當日幾何學家所設之條件——僅用尺與圓規，爲無能。如對此三問題，僅用直尺與圓規爲工具，即無法能得解決。此外並有對披打哥拉斯派所持「數的宇宙觀」，「點的幾何觀」，尤根本加以非難。如下（3）節所述再龍之辯，即最著者。於此亦可見幾何學理論，當時發達已普遍，成爲各派思想之中心問題，雖在皮翁派，亦能深入此中三昧。

在詭辯派不久之後，幾何學反大見進步，有兩大學派發生，皆爲提倡幾何研究者。一爲雅典學派，以烏島上之西頗克拉特（Hippocrates de Chios, 460—? B. C.）及柏拉圖等爲代表。一爲克尼德學派（The School of Cnide），以攸多克沙（Eudoxe），亞里斯特（Aristee）爲代表。

西頗克拉特原爲一富翁，因被盜，往雅典上訴，不得結果，遂以研究哲學數學自遣，卒於幾何學上成立一學派。其特點在打破披打哥拉斯學派將數學知識保守秘密之傳習，而主張幾何教育，應能公開普及。曾首編幾何學教本，爲後來歐氏幾何原理之先河。並提倡用文字或符號以代表一直線或一圖形，發明「圓與圓相比亦如

其直徑平方相比」之定理，並曾解答出二倍立方體之問題。

柏拉圖 (428—348. B. C.) 對於數學之推進，尤爲努力。柏氏之時，被打哥拉斯學派已有百餘年之歷史。柏氏中年遊義大利，得交該派學者，盡習其數學天文之學，深喜己所倡之「理型世界」(The world of Ideas)，可由幾何學得一確切之實證。後柏氏在雅典成立學院 (Academy)，卽額其門曰「不學幾何學者，無入此門」。蓋視幾何學可爲其哲學之預備。幾何證理之研究，能訓練人由具體的經驗事物，悟出抽象的概念，由綜錯複雜之現象，發見普遍的通則。柏氏之理型論，或卽由幾何學之基本概念啓發而來，亦未可知。除鼓勵幾何學之研究外，柏氏並努力促進幾何學中所用邏輯方法之改良。曾發明數學分析法，教人由結果反求原因，由未知尋求可與已知相連之關係，使不知不覺之邏輯，變爲顯明合理之邏輯。此外並確立數學推理之條件，在以少數縝密之「定義」及「公理」爲本。並發明「點爲一直線之始」，「兩量等於同量則互等」等公理。其學院中著名幾何學家甚多，如賴翁 (Léon) 及唐第阿 (Thendios) 二人，曾以改編西頗克拉特之幾何教本著名。

攸多克沙 (Eudoxe, 408—? B. C.) 較柏拉圖稍晚，爲一最著名之幾何學家。歐氏幾何原理第五卷，幾全爲其所發明。並立出累黍法 (Method of exhaustion)，後爲阿幾默德用以求圓面積，成爲微積分之前驅。

後希臘爲馬其頓兼併後，在政治上失去自由獨立，但其學術空氣，仍隨亞歷山大之帝國發展，而由雅典傳至其他城市。就中以亞歷山大城 (在尼羅河口) 最爲著名。在紀元前第三世紀時，托勒米 (Ptolemy) 王朝，在城中建一大學術院 (Museum)，內供奉學術之神 (Muses)，招集學者，講學其間。並建兩大圖書館，藏手抄之書 (Manuscripts) 約六萬冊，以供人參考研究。故一時著名學者輩出，如歐克立德，阿幾默德，阿婆羅尼，卽最著者。

歐克立德 (Euclid, 306—283 B. C.) 生當托勒米一世之時，(約當吾國東周赧王時)，在亞歷山大學術院中，講授數學數十年。其所著幾何原理一書，總匯被打哥拉斯學派以來約二百餘年間無數幾何學家之發明，整理成功爲一極合邏輯，極有系統之學，實爲古來罕有之一大系統家。古代思想，至今尙足以規範近代學術思想

者，除亞里士多德之工具論外，即推歐氏之幾何原理。吾人將在下(四)節中詳析之。

阿婆羅尼 (Apollonius de Perge, 260—300 B. C.)，亦在亞歷山大學院教學，著圓錐切線論 (Section conique) 極著名，蓋認直線與圓之外，即應研究到圓錐曲線。其書直傳至十六世紀，始為笛卡兒發明之解析幾何所掩蓋。

阿幾默德 (Archimède, 287—212 B. C.) 亦在亞歷山大學院講學，為一著名之數學家與機械學家，精應用幾何，發明求圓面積、球面積、球體積之法，並求出圓周率 π 之值，為歐氏幾何所未有。其求圓面積之法，即攸多克沙所立之「累黍法」，並用以求拋物線橢圓之面積。惜此法因受詭辯派之反對，人多疑之，致未能充分發展。阿氏除數學外，於力學方面，貢獻尤多，曾將槓桿原理，演成數學公式，樹立靜力學之基礎。並發明浮力法則，為流體力學中一著名定律。〔詳後(五)力學〕。阿氏曾有一豪語，表其對於槓桿原理之心得曰：「如能在空間給我一支點，則我即能將大地轉動」。於實用機械方面，又曾發明引水機，轆轤起重機，及飛箭擲石等。希臘學者多重玄想而輕實驗。惟阿幾默德，則理論與實驗，皆能兼長。惜不幸於紀元前二一二年，當其故居西拉古斯城 (Syracus)，為羅馬攻陷時，被亂兵所殺。相傳亂兵衝入時，阿氏尚正研究數學，欲求亂兵緩刑數時以便解決其數學上之重要問題，亦不可得。希臘人之學術炬光，此後亦在羅馬人之野蠻武力下，整個滅熄，而流入中古之黑暗時代。下數節再將希臘數學之特點數種析述之。

(二)對象與範圍 數與形兩者構成之關係，極為複雜，雖近代算學甚發達，亦未能盡探其底蘊。希臘人在此複雜關係中，取材則有限制，即視數的科學(算術)，與空間的科學(幾何學)，皆宜以概念的「形」與「數」為研究的對象。柏拉圖曾謂算術與幾何，不能以變化無常的經驗實物為材料，應向高深的觀念中，去研究數與形之本體。故就幾何學言，其所研究之圖形，並非具體實物之形，而是概念的，由界說構成的形，可由直尺圓規繪出之。如所論之圓形，並非肉眼所見之圓，乃以一定長直線為半徑，在一定點上，旋轉一週而得者。其所論之圓錐形，亦非肉眼所見之圓錐，乃由直三角形繞其直角一邊旋轉一週而得者。其他點、線、面、

體等，皆非實際具有的，而是思想抽象構成的。其作圖與實際測量法異，而是一種推理的手續，或理論的順序，在指圖形在理論上是存在，且可證明其存在。故凡直覺所見之圖形位置，必加以分析，明其構成之重要原素，務期由理性另構造一「概念的形」以代替之。如分析得圓之要素為直線、等距離、中心點三者，即可憑思想造出圓之界說曰：圓者，乃是一平面形，以一定點為中心，以定長直線作等距離運動而得之圖形。（歐氏幾何第一卷第十五定理）。如是界說得之圖形，將其成立之要素與條件，完全表出。令人見而理解。並可逆而分析其屬性，成為若干定理，施以精嚴證法（Demonstration），明其必然關係。使成為永久普遍之真理。蓋希臘人之研究幾何學，並非為實用，而是為理性的滿足，在證明由感覺的圖形，可以推出普遍的真理。詳言之，在證明超越變化無常之感相，可以發見理智之體系，或思想的實在而已。

其論「數」亦然。如披打哥拉斯將實際演算之術（Logistica），與純粹理論的數論（Arithmetica）分開，視前者講論實物之數，只講商業運算，無理論的價值。惟後者論數之理，研究數之特性，明其奇偶關係，及配合法則，始有意義。披比之意，研究數，不是為演算之便，而是為明事物之法相。他攷得宇宙秩序，和諧美麗，均係以數為其根。如音樂之調和，基於一定數之比例。天象之有常，亦基於行星軌道距離之有定數。換言之，其數論，並不是普通之算術，而是一種形而上學。至第阿坊德出，更將算術完全脫離實際數的計算，用純粹分析法，及一種符號形式，以究抽象的數，遂成為代數學之祖。

（三）連續與無限 希臘學者，不僅對於數與形之研究，能確立一定之範圍對象，且能造出一種理論，將連續的形，與不連續的數溝通，成立一種數理的宇宙觀，為科學闡理之基本。緣自泰爾士等輸入加爾德人（Chaldaeans）之天文學，製有列星表，詳載天上星點之數及位置圖形。披打哥拉斯派繼之，見天象羣星運行之軌道與距離，有一定之數，遂想到「數為萬物成形之本」。並由天空星點佈置之形，又想到「點」應為空間之單位。積點可成直線，積線可得平面，積面可得立體，空間實為點之積，因成立其「空間的原子論」（Brunsvig: 'Les Trièpes de la philosophie mathématique; Livre I. Chap. III.'). 此種見解，實甚崇高。因

空間的形，既可化爲點之積，即可化爲數，而可論究其量的關係。一方就幾何學言，線爲點之積，面爲線之積，體爲面之積，則線、面、體、之運算，可用微積分法處理之，而微積之理論，本可由此成立。他方面，空間已可化爲點，化爲數，而一切自然現象之表現於空間者，如天文物理等現象，即可用數學去研究其關係。於是算術、幾何、天文學、物理學，即可望得一貫的說明。此種數理見解，雖近代之萊布尼茲 (Leibniz)，牛頓 (Newton)，亦未能過之。惟惜如此精妙思想，中途忽爲冉龍 (Zeno)之辯所難倒，而阻其發展。其言曰：如視空間爲點之積，時間爲瞬之積，運動爲由一點至他一點之積，則只有兩種結論。即或者，空間 時間、運動、三者，可分至無限，或者分至最後仍有一不可再分之極點在。但一、如持空、時、運動，可分至無限之說，則一動體欲由 A 點走到 B 點，即爲不可能。因 A B 線既可分割至無限，則據理，欲由 A 到 B，須先走 $AB \frac{1}{2}$ ，而在走 $AB \frac{1}{2}$ 以前，須先走 $AB \frac{1}{4}$ ， $AB \frac{1}{8}$ ，……。結果，動體是不能動的。二、如不採分割至無限之說，而視時空運動剖分至最後，仍有不可再分之極點，則又可舉飛矢不駛之說以難之。因欲計飛矢之行程，須就飛矢投影於空間上計其在空間所生各點之積。而飛矢在最初一刹那 (即無限小的時間)，停在一點，本是不動。如第一刹那不動，則第二刹那亦不動，推至無窮刹那亦不動。冉龍由是結論曰：一幾何形體，並不是點之積，時間並不是瞬之積，運動並不是由一點至他一點之積。至在數學方面，連續的形，與不連續的數 (或無限的數)，即不能調和。幾何形體，即不能化爲「點數」(Les nombre-points) 以計算之。換言之，微積分所論之無限小量，在理論方面不能成立。(Raymond: "Histoire des sciences exactes et naturelles dous l'antiquité greco-romaines, pp. 125—134")。

但希臘學者，雖因冉龍之辯，對無限小量之存在，不能理解，而在實際解題時，如攸多克沙 (Eudoxe)，阿幾狄德 (Archimedes)等，用累黍法 (exhaustion) 求得一圖形之圓周，爲外切於此圓或內接於此圓之正多邊形其邊數增至無限時之極限，即爲微積分運算極限之本。惟因希臘人蔽於重視有限，懼思無限，而冉龍又過重思辯，誤視無限小量爲不存在，以每一刹那 (即無限小) 爲零，遂至有飛矢不駛之辯。阻礙微積理論之成

立。近代「極限」之觀念發明，人皆承認無限小量之存在，始將微積分發揮光大之。

(四)歐氏幾何原理 (Les Elements d'Euclide) 披打哥拉斯派對於數學知識之發明傳授，原重保守秘密。後有幾何學家西頗克拉斯特 (Hippocrates de chios, 470—375 B. C.) 起而反對之，主張公開教授數學，並編製幾何教本，以樹立幾何教育之基礎。柏拉圖繼之，並提倡改正西氏之教本。於是有賴翁 (Leon)，唐第阿 (Thandios) 等，起而試編幾何學教科書。但在此等嘗試之作，或失之收集漏缺，或失之證理欠當。及歐克立德 (Euclides, 309—283 B. C.) 出，廣搜前賢發明豐富之學理，精密之證式，集其大成，編成幾何原理 'Elements'。書中概念極明確，系統極嚴密，論斷極精密，將希臘幾何之完全形式，表現於人類思想體系中，儼同巨塔，巍然矗立不朽。其結構之完善，至今仍為純理科學之模範。

此書不僅表示歐氏為一幾何學大師，且為一邏輯學大師。全書之內容共十三卷：卷一，論直線、三角形、平行四邊形、及直角三角形、斜邊平方等於其他二邊平方和之定理。卷二，論幾何的代數。卷三，論圓形。卷四，論內接於圓及外切於圓之多角形。卷五，論量的比例。卷六，論相似形。卷七至卷九，論算術之理，如質數、分數、輾轉相除求公約數等。卷十，論無公約量（即無理數）。卷十一及十三，論立體形。如此豐富之內容，皆係歐氏以前約三世紀之幾何學家所發見揭露者。但其材料，原是散漫的，缺乏系統的連貫。至歐氏秉其邏輯天才，始將之整理成爲一極有系統之建築物。其結構形式，係選取一組明白清楚爲數不多之基本命題，置爲推論之前提或出發點。先用以證立簡單圖形之定理，然後按由簡至繁之次序，由簡單定理，再推論至繁難圖形之定理。如是推至最後，各定理即互相連貫，構成一無限延長之「系列」(Linear series)。在此系列間，每一定理與其前後之定理，皆可顯出邏輯上的關聯。每一推論步驟，皆可以前瞻後顧。而統其全部觀之，各部分定理，遂合成一種融貫之思想，如一嚴密和諧有機的建築物，永垂爲科學上之體系「模式」。故此書不僅表示歐氏爲一幾何學大師，且爲一邏輯學大師。其全部組織系統，全建基於所選取之基本命題上。此等基本命題，計分三類：一爲公理 (Axioms)、二爲公設 (Postulat)、三爲界說 (Definition)。公理者，爲本身

明白之理，令人一見即明，無庸加以證明，但可普遍引為證立其他未明定理之前提根據。如其書之第一公理曰「等於同量之量亦互等」，即為最重要的基本公理之一。其次如「等量加等量，其和相等」，（公理二），「等量減等量，其差相等」（公理三），即可順序推出。在全部數學中，一切「等量關係」之推論證明，即皆以此條基本公理為根據。至第八公理曰，「全大於分」，亦為重要公理之一。一切「不等量關係」之推論證明，亦皆以為根據。其次如「公設」，其真確可信之程度，雖不及公理之自明，且不能加以證明，但在推證時，亦為最不可少之基本假定。如平行公設謂：「過一直線外之一點，只能引一直線平行於原直線，」從來即無人能加以證明，但為推證三角形內角之和時所必引據之前提。又如「兩點間可作一直線」，「以任何一點為心。及任何距離為半徑即可作一圓」兩公設，即為作圓及在一直線作等邊三角形所不可少之基本假設。至界說，則在將經驗圖形之特性或其構成要素提出，以為該圖形之指標，俾能為推論證明之確切對象或資料。例如謂「點者可有位置而無大小」，「線者可有長短而無粗細」，「三角形者，乃由三直線在一平面上相交而得之形」之類是。在有圖形之確切界說後，即可據公理公設為前提，以推論證明圖形所具之不變關係或永恆性質，立為定理。而已證立之簡單定理，又可用為前提，以推證更繁複定理。如由平行公設以證得三角形內角之和為二直角後，又可據以進推得多角形（設為 n 角形）內角之和為 $2R(n-2)$ 度角是。如此由簡至繁，由已明推未明，於是歐氏全書之邏輯體系，即穩固建立。

至其證立每一定理之法（Demonstration），精嚴謹密，尤多可述。據黎孟教授之研究，（Reynond; Histoire des sciences Grécoromaine; Deuxieme partie, 5. Les éléments d'Euclide），希臘幾何學家對於證題之法極考究，原曾分為七步驟。第一、為序題（Profase），先將一幾何問題之「所與」及「所求」表出。第二步、設法作圖，將題意重述，名為承題（Lecthese）。第三步、即將問題化為更簡之形式，名為換形（L'apavage），第四、將問題分解（La resolution），明其原素為何，尋其可能為達到證明之條件。第五、為正式構圖（La construction），將第二步作圖工作正式完成。第六、即立證（La demonstration），在引據已明之理，或公理

或公設，以證立題理。第七、爲結論 (La conclusion)，即結述全部證理。此種證題手續，實過繁密。後柏拉圖等曾將之簡化。至歐氏之原理中，即變爲著名之分析法 (La Demonstration analytique) (由第三第四合成) 與綜合法 (La Demonstration synthétique) (由第一、三、五、六、七諸條合成)。二者之外，並另添入歸謬證法 (La demonstration par absurde)。分析法者，係取所欲證立之結論爲研究之出發點，假定其爲已知，以反去追尋足以證其爲真之定理。其情形設有 A 命題於此，欲證其爲真，可尋其是否可由 B 命題推出。如其果能由 B 推出，而 B 適爲已明之定理，則 A 卽由已明之 B 而得證明，但如 B 亦爲未明，尙可進求 B 之前提 C，先以明 B 爲真，然後再證明 A 爲真。此法係由結果反求原因，如抽繭、如剝蕉、最後以析得問題所依以成立之根據爲止。例如求證二圓至少可有一公切線之法是。綜合法則反是，係由已知條件出發，直接推證所求之結論。此是直從已知推未知，直從原因推結果。如直證二邊三角形有二角等之例是。至歸謬證法，爲伊利亞特學派 (The Eleatic School) 所發明，原用以證立其所謂永恆實體係不生不滅無始無終者。後幾何學家，卽引以證題，亦甚有趣。其法係將原設之理，故意視爲不真，則由是推得之結果極爲謬妄，卽令人迫得不能不承認原設者爲真。其理係謂設一命題之相反命題包含自相矛盾，則原命題爲真之必然性，卽得證立。如三角形兩邊之和必大於他一邊之例，假設其不大於他一邊，則見其結果將與「二點間之最短線爲直線」之公設相矛盾，因而不得不承認原設命題之爲真。總之，在歐氏全書中，任何幾何命題，皆必經上述三種證法之一證立後，始得成爲定理。各定理既皆如是證立後，卽按由簡至繁由淺入深之天然次序，排列綜合。其系統之嚴密條貫，如天衣無縫，令人無可增損於其間，實爲人類思想中卓絕千古之作品。

但歐氏書中表現之邏輯系統，並非個人之獨創，乃是希臘一羣天才思想之結果。亞里士多德以前之思想家，卽已蘊釀有此類思想。至亞氏作前後分析論卽爲此項邏輯思想之大成。尤以後分析一篇闡釋推理論證之原理與方法，詳細精密，直可視爲歐氏幾何學一書之「方法論」。當吾人僅讀歐氏之原理時，固佩全書體系完美精密，但實不知其秉何密鑰造至此境。而歐氏個人對此點，亦未嘗有所披露。只覺其鴛鴦雖綉出，金針則長

隱。但若一讀亞里士多德後分析篇，即悟歐氏之思想，實由來有自。此篇先析明推證的知識（*Demonstrative knowledge*）與經驗的知識（*Empirical knowledge*）之區別。謂感覺經驗所得之知識，僅見及事物之皮相，不能深識其構成之理由或原因，常幻而不真。推證的知識，乃是有原理，有前提，能按三段論式推得之知識，即甚真確可靠。科學的知識，應盡爲推證的知識。以後即論推證科學（*Demonstration science*）構成之先決條件應有三。一、須有可爲一切思維推論所必遵照之普遍原理，如不矛盾律及排中律，二者即可當之。此二律亞氏即稱之爲「公理」（*Axiom*）。二、須有爲各科所特具之基本假定（*Hypothesis*），不能移用於他科者，此即相當於幾何學中之「公設」。三、爲界說，係用以指明每科之對象範圍所具精蘊（*essences*）或特質之所在，俾可爲推論證明之確切資料，如算術中「單位」之界說，整數分數等之界說是。亞氏暢論任何部門知識，必能在其中尋出此三條件，始可望發展成爲系統演繹之學。歐氏生於亞氏之後約八十餘年，必曾精讀亞氏之前後分析篇。故謂其幾何原理即爲亞氏分析論孕育之產物，亦無不可。

故希臘人之邏輯思想，係集大成於亞氏之前後分析論。希臘之幾何學思想，則集大成於歐氏之原理中。前者闡明演繹邏輯之法式，後者構成演繹科學之前例。兩者同爲代表希臘民族天才在學術上不朽之作，垂爲百代思想之權輿，中經二千餘年無人能增損於其間。直至十九世紀末季，先有非歐派幾何學產生，繼有數理邏輯興起，始將此兩學，略加修正與補充。

（五）評價 由上數節所述，可略明希臘數學在其思想上之價值地位，其幾何學既爲概念的、抽象的、理論證明的、直觀可解的、而又能超經驗以存在，不爲經驗所限制，遂使其學人所寤寐追求之永恆真理，原型觀念，合理實在等，在幾何學中，得達實現。使無此項理論幾何學，則希臘人之學術理想，亦僅爲空談幻想而已。惟至今觀之，其一般幾何學家，雖極卓越，仍多弱點。曾使其數學發展大受限制。第一、幾何作圖之法，可有兩種，一爲利用直線圓形（即用直尺圓規）以作圖，一爲由一點按一定法則運動而得之軌迹。而希臘學者，則選取第一種，以爲由直尺圓規作成之圖，易得直覺的明白，簡而易證。（近代幾何學則取第二種）。但

其結果所能證明之圖形，則甚有限。例如「三等分一角」，「化圓爲方」，「二倍立方」三大問題，當時即不能用直尺圓規作圖證明之。立體之形，雖希臘人極聰敏，能想出用平面形自轉以產生之，（如用直三角形繞直角一邊旋轉而得圓錐形，用長方形繞一邊旋轉而得圓柱形，用圓形自轉而得球形，用平面橫割圓錐而得橢圓形，雙曲線形，拋物線形，）但對更複雜之曲線形，如求方曲線，即無法理解之。（近代則有投影幾何。）據理，以希臘人推理力之強，其幾何學應能擺脫直尺圓規之限制，另發明其他器械或方法，以作更繁更廣之圖形。而卒不能越此限制者，則由於柏拉圖等輕視奴隸所用之器械，不願用直尺圓規以外之器械以作圖。且亦由於希臘人之天性，極喜簡明之理，視由直尺圓規所作者，只得直覺了解，且便於加以邏輯的界說，及合理的證法，不似用其他器械或其他方法而得之圖形，不易施以邏輯的論證。故攸多克沙（Eudoxe）曾謂正多邊形之邊數增多至無限時，即可漸近於圓，本爲極限之理所可許，但詭辯派安第坊（Antiphon）則難之曰：「正多邊形原爲無數直線合成之形，如謂正多邊形之邊數增至無限時，即可漸近於圓，是即謂直線可等於曲線，如何可通。」（詳見 Reymond: 'Les Principe de la Logique Critique Contemporaine.' pp. 3—4）此即可見希臘人過重思辯的缺點之一斑。

第二、希臘人因過於信任理論，輕視感覺，雖感覺明見其爲正確者，亦必再加理論的證明，如歐氏幾何學中，有許多簡明定理，憑感覺即明瞭者，亦必再加證明，實覺煩瑣迂拘。觀其斤斤於分別公理與公設，謂公理爲本身明白之真理，公設則僅有經驗的明白，即爲最著之例。（近代幾何學家則無須如此分別，而同視爲一些無可界說的原始概念。）因其過講理論，重視邏輯，故其證法，亦常覺失之呆板。如「三角形有兩邊相等，則與等邊相對之角亦相等」一定理，欲證明之，只須將三角形旋轉即可，而歐克立德則必將之分爲兩三角形以證之。近代人常覺移位法（deplacement）與旋轉法（rotation），證題較便，而歐氏則避而不用，務保其呆板證法，求易合於邏輯，至爲直尺圓規所困，不能發展出新姿態。

第三、希臘學者對於「數的無限」，及「形的無限」，常避而不講，視無限數，無限遠點，無限長的直

線，及無限廣的面，皆爲不可思議。此蓋蔽於其傳習主張「有限空間」之說，視無限爲「不完全」之表示。且亦由於過信邏輯理想，誤認「無限」爲不合理性。（直至十七世紀笛丹克（Desargues）輸入無限之說於幾何，始創出近代數學之新局面。）

第四、希臘數學之發展，僅偏於幾何學方面，算術與代數，則居於附庸之地位。此亦因希臘人喜幾何之直觀，易於明瞭。不似算術代數，偏重程式，難於分析。（不料今日之高等幾何，則視有迹象之圖形，爲妨害謹嚴，阻礙推廣，反以解析式爲主體。）

可見希臘之數學思想，重在有限空間之中，分析有限的形與數之性質關係。其研究數學之目的，不在窮空間之性相，亦不在爲實用之便利，而純是如柏拉圖之意，視數學爲一種媒介，可引導學者超越變化無端之感覺經驗界，進入於普遍真實之理型界。因數學推理，善教人由其體而抽象，由特例而通例，由經驗常識以入於哲學真知。故視數學爲一種訓練思想最佳之方法，爲超達形上必經之階梯。然亦因有此項數學理想，故希臘人，頗能表示其理智之強，遠超過其他重實用、輕思想、崇神道、薄智慧之東方諸國，而爲首知從事純粹知識生活之民族。雖其過重玄理，不講致用，僅知發揮數學與邏輯之關係，未能如現代深知數學致用於物理之關係，未將運算與實驗密切合作，以建設自然科學，然其豐富之發明，近代科學已深利賴之。不僅近代之代數，解析幾何、微積分、整數論，俱由希臘人播其種子，即後來十七世紀羣星軌道法則之發見，亦基於其割錐曲線之研究。希臘科學之不朽者，即僅此部。

第四節 理論天文學之系統

希臘之天文學，自始即脫離占星術之迷信色彩，而具科學的解釋。在其前之埃及人與加爾德人之觀天象，係起於迷信利害，其動機在占星晨之出沒，卜其對於國家禍福與個人運命之關係。希臘人則由另一方面發展，純本好奇求知之衝動，專攷核宇宙構成之原素，及羣星運動之法則。其大胆卓識，實遠邁埃及、巴比倫諸民

族。

原希臘之天文學家，初期多爲宇宙論者，後期多爲幾何學家，故其天文學可分爲宇宙論派，及幾何學派。

(一)宇宙論派 爲希臘初期自然學者泰爾士等所創立。其思索宇宙根本質素時，即不視宇宙有何神祕之性質，而僅視宇宙如一架機器，可分析其內部構成之原素，及各部配合之關係，純持一物質的宇宙觀。當各人尋得一種質素時（如泰爾士以爲是水，赫拉克里特(Heraclite)以爲是火，阿納西米尼(Anaximene)以爲是氣，……)即據以說明宇宙之構造，及日、月、五星之生成。更有綜合各說而倡水、火、土、風四原素之恩柏多克兒(Empedocle)，曾想像世界之外層爲空氣，其上爲火質，構成光明之半球，空氣下爲黑暗之半球，天體常在旋轉中，光明的半球轉過來爲晝，暗的半球轉過來爲夜，大地初爲泥土，次排出水，再蒸出汽，日輪收集光明半球之光輝，四方返照，月則反射日輪之光，日蝕則由月適在地與日之中而成……云。此種臆說，至今雖覺幼稚可笑，然其能超過原始人神話迷信之思想，而另尋合理的解釋，已可見希臘人理智力之強大。至披打哥拉斯派，則倡天球音樂之說，謂宇宙爲一球形，外圍以火，中央部亦爲一團火，在中央火之周圍，有十大天體，一爲恆星世界，次爲五大行星，再次爲日、月、地球，最後爲地屏(Antitherie)，除恆星外，日、月、地、五星八者。皆繞中央火而轉，恰成八音階數，當各星繞行時，發出之聲即成爲音樂之和諧，……云。其想像天體系統，如是和諧美麗，亦足令人驚歎希臘人思想之豐富。披打哥拉斯派又持天體有真動假動之別，頗爲柏拉圖等所贊同，主張天文學家應在感覺現象所見天體假動之後，去尋求天體真動之規律，理解宇宙之和諧。希臘人如是喜鑿私智，求明物理，雖無真確觀察作據，但已能將感官所見之天象，多所說明。

黎孟教授，曾約述初期希臘人之天文見解如次：一、希臘人視宇宙是一有限而又極完全之物；因如謂宇宙爲無限，則何以在一日二十四小時之有限時間內，日、月、五星能繞行無限之空間一週？故謂無限爲不可能。二、宇宙既是有限，且爲一球形，有一中心點，則地球由最重土質構成，即宜居宇宙之中央。三、又謂宇宙由

兩部構成，一爲天界，一爲地界。天界爲第五種原素 (quintessence) (以太) 構成，羣星居其上，不生不滅，爲完全常住之境。地界萬物由水、火、土、氣四原素構成，有生滅變化，爲不完全無常住之境。四、日、月、五星之動，永遠是有規則的，齊一的，則其動必爲圓形。如爲直動，則其離中央必時遠時近，而有互撞或遠離之結果，故不合理。此數種見解，仍支配着後期希臘及中世紀之思想，直至十六、七世紀哥白尼之新天文學出，始被推翻。

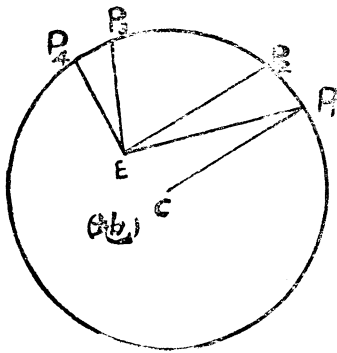
(二)幾何學派 此派鮮言宇宙之構成，僅研究天體羣星佈置之機構，及其運動之法則。且係以幾何學爲武器，因成立幾何的天文學。因此派多是幾何學家，視天文現象爲幾何問題之淵藪，其天文學亦可謂是一種應用至天文之幾何學。

因希臘人自加爾德人得到渾天儀 (Polos) 及日晷儀 (gnomon)，即用以測時間，定節季，示天體之動向，明羣星之位置。又後來在克服亞歷山大城時，獲得巴比倫之天象記載年表，積天象之觀察甚富，漸引起學人研究羣星的運動與週期之興趣。至攸多克沙 (Eudoxe 408—320 B. C.) 時代，即發見羣星之動有不規則之情況，(以前視天體之動爲有規則的)，有時停止，有時逆行然後前進。於是學者各逞巧思，擬出種種幾何形體，以明羣星經天之形式，欲將其不規則運動之現象解釋。最著者爲攸多克沙之同心球層系統 (Système des Sphères homo-centriques)，擬想宇宙係由若干大小不同之球層合成，日、月、五星，各附麗一球繞地而轉。此說亞里士多德曾採取之，並附以傳說，謂恆星所附着之球，即爲宇宙最外層，名第一天界，爲最有規則最完滿常住之世界；其次五星、日、月所附麗之球，構成其次各層之天界。亦爲圓形運動，爲完滿常住者；惟地層，則變化生滅無常，爲不完全無常住之境。並謂哲學之目的，在能賞鑒此恆星世界，與眞宰接近。此種宇宙觀，遂爲後來中世紀出世思想之本。顧同心球層之說，約過百餘年，至紀元前第三世紀之末，又漸露缺點。即火星與金星在羣星中，常見其與日接近，無法解釋。於是有海拉克立德 (Heraclide de Paise) 者，起創局部的日中心說 (Héliocentrisme Partiel)，謂如設想火星與金星係繞日而行，即可說明此二星特別與日接近；至日與其

他各星，仍視爲繞地而行，即與感覺經驗相合。同時有亞里士他克 (Aristarque de Samos, 280—? B. C.)，思想尤爲深入，擬構全部日中心說之系統 (Un Systeme héliocentrique)，謂設想太陽居宇宙之中心，永靜不動，宇宙之極爲球形，仍爲恆星所住，其他地、月、五星，繞日而行，則地球自轉一週而晝夜分，地球公轉一週而四季成，即簡而易曉。此說至十五世紀時，大爲哥白尼所引稱。惟惜當時人蔽於舊說，深信地上之物，變化生滅無常，天上諸星，永恆不變，以爲如探日中心說。視地與羣星同繞日行，則地將與天上諸星相等，即不合於舊說。蓋舊說深信地層由土質構成，比諸星爲最重，應居宇宙中心。故終希臘之世，以迄中世紀之末，日中說永無人過問。

又攸多克之天文觀，傳至紀元前第二世紀，有喜攸克 (Hipparque) 者，由測日中時之竿影，見時有長短推移，得知自春分迄夏至有九十四天，自夏至迄秋分僅九十二天，而太陽於此兩季間，跨星越宿自西徂東所行之程，均爲九十度，漸覺攸多克之同心球層說，不能說明一星運行何以有遲速現象，因另創偏心圓周 (Systeme excentrique) 之理。謂諸星固爲圓形運動而繞地球，但地應不在圓形中心，而在中心之旁。由地以觀等速運動之羣星，即有視線角度大小之不同。視線角度小時，即覺星之行速。視線角度大時，即覺星之行遲。如圖：

但偏心圓周之體系，雖能解釋一星運行有遲速之現象，而仍不能解釋一星之逆行現象。於是大數學家阿婆羅尼 (Apollonius de Perge) 又設想日、月、五星繞地而行之軌道，應爲兩重圓形。行星先繞一點而自轉，成第一圓，名外擺線 (epicycloide)。而此圓心又繞地而公轉，成第二大圓名擺線 (Tychoide)。當

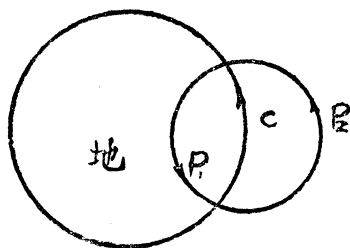


設 P 爲行星，由 P₁ P₂ 向 P₃ P₄ 作等速轉動。但因地球 E 不在中心，而在中心之旁，則自地上觀行星，即有視線角度大小之不同。在 P₁ P₂ 時，角度小，覺其行速。在 P₃ P₄ 時，角度大，覺其行遲。

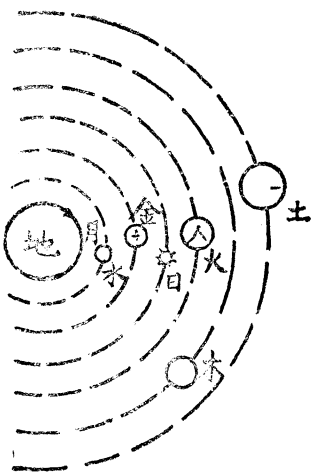
行星自轉方向與公轉方向相同時，自地觀之，即覺其向前進行；反之則覺逆行。是爲外重圓之理論 (Theorie des epicycles)。如圖：

此數種幾何假說，極爲繁密，頗能將時人憑直覺感官所見之雜錯天象解釋。至總合各說成一系統者，爲托勒米 (Ptolemy, 140—1 B. C.) 著「天學大成」 (Almagest) 一書，將同心球層，偏心圓周，及外重圓各理論，用幾何方法，細論天球旋轉及日月經天之現象，成立希臘天文學之完密系統。其成績堪與歐氏幾何比美。如圖：

(三)由上所述，可知希臘後期之天文學家，視宇宙天體，如一大機器，其各部結構，可用數學描寫之。彗星運行之軌道，及往來出沒之速度，可用數學計算之。無異視上帝爲一幾何學家，其所造之宇宙，皆按一定幾何之理以表現。且其幾何學，亦即希臘人所構造之幾何學。其想像力之豐，析理力之強，實堪敬佩。至若哥白克 (Hipparchus) 觀察天象之勤，記載之精，以及亞里士他克 (Aristarchus) 之日中心說，簡明合理，尤可視爲十六世紀哥白尼與蓋伯力之前驅。惟惜希臘人蔽於「有限空間」及「天界圓滿」之說，誤信天體之運動，



地在第一圓之中心，P 爲行星，大圓爲公轉軌道，小圓爲 P 自轉一點而行之軌道，(爲小圓之中心。P₁ P₂ …) 爲 P 自轉時必經之地位。如自轉行至 P₂ 時，與公轉 C 進行之方向同，則爲前進。但至 P₁ 時，則爲逆行矣。



與地上物體之動不同，其軌道必爲圓形而有規則的等速運動。以爲如天體不爲圓形運動，而爲切圓運動者，即將動向無限去，不符於「有限空間」。「圓滿天界」之說，故認爲不對。雖亞里士他克之日中心說，如何簡明合理，亦不得希臘人之信任。但亦可見希臘人之天文體系，仍不脫其科學理想及邏輯形式，總想由一公認的最高原理出發，（卽有限空間天界圓滿之說），以演繹出其結論。他們的理想，是要一個美麗好看，富有藝術組織的世界，體系精美，有如歐氏幾何學，或如一座雕像然。惟惜憑直覺與空想而成之空間觀念，不符物理真象，遂使其全部體系，根本爲後來哥白尼及蓋伯力（Copernicus）所摧毀。

但無論是宇宙論派，或幾何學派，其立說之初，原抱試探之態度，用以試解感覺所見之矛盾。其理論純是一種假說，並未有認爲絕對真實者。其思想原極活潑自由而豐富。不料其後中世紀時人，泥於古說，以爲古人已盡知宇宙天體之本相，無庸後人再用思想，篤信古人之假說而墨守之，一切學問，全趨於模仿記誦，遂使希臘人優美活潑之思想空氣，中途消歇，實可惜也。

第五節 力學醫學及生物學之概況

希臘人之科學理想及邏輯形式，除於數學及天文學中表見之外，在阿幾默德（Archimedes, 287—212, B. C.）之力學中，亦能充分見之。阿氏爲一著名工程師，有橈輪引水機，戰器等發明，且精於算學。昔人對於槓桿機械，只知實用，罔識其理，至阿氏則尋出靜力學之普遍原理，且仿歐氏幾何學之體制，尋出數條公理以演繹推證之，成爲有系統之理論，亦極能表現希臘人之科學理想。阿氏對於靜力學之貢獻，爲槓桿法則，及浮力法則。其槓桿法則，原由實用天秤之經驗得來。但其陳述此理，則力仿歐氏幾何。先立出兩原始命題，以爲證明此理之本。第一命題曰：兩物之重相等，且距支點之距離亦相等者，則平衡。第二命題曰：如兩物之重相等，距支點不相等者，則不平衡，其距支點較遠之一端則下墜。此兩命題係由對稱原理（Principle of Symmetry）推出，極爲明白，可稱爲自明公理。阿氏由此兩公理，繼推論兩物之重如不相等者，必距支點之距

離有相當比例，始可得平衡。（即重者距支點較近，輕者離支點較遠），如圖，設重物 A 大於重物 B，則兩者平衡時離支點之距離如次：

公式即爲 $重 A \times 距 1 = 重 B \times 距 M$

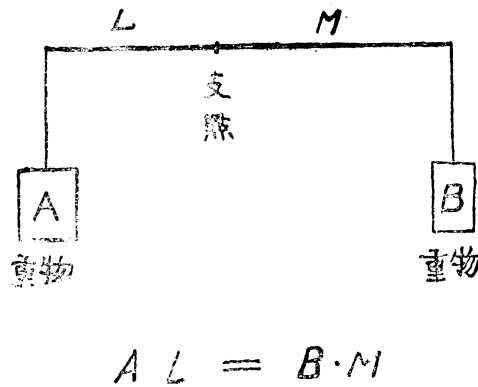
此公式可由天秤稱物實驗證實之。由此公式，可利用槓桿，藉極小之力以舉起極重之物。故阿氏曾謂如在空中有一立足點及支點，則大地亦可舉起。

至浮力法則，則係阿氏由沐浴時發見。相傳西拉克斯

(*SYRACUSE*) 王用金製一王冠，恐工匠舞弊，即命阿氏設法決定金冠內所有之金有多少，阿氏久思不得其法，後在沐浴時，發見身體浸入水中，即輕浮水面，立悟解決之法並演成理論，立出兩命題。一曰一物投入於同密度之液體中，可全部沒入，但浮而不沈。二曰一物浮於液體上面而得平衡時，必先將一部分液體排除，此被排除之部分，即等於該物體之重。

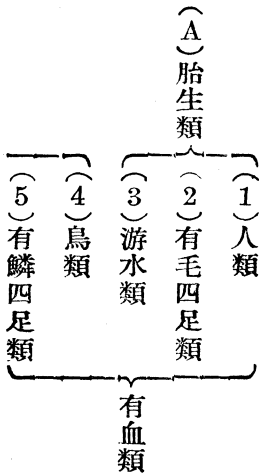
阿氏發明此兩條力學法則，流傳至今，仍能成立。惜彼僅限於靜力平衡之研究，對於動力學則未論及。此或因運動現象，甚為複雜，不易尋出簡明公式詮釋之，使合於當時之邏輯要求。如再龍菲羅運動之辯，令人對動之觀念不易理解，即最著之例也。

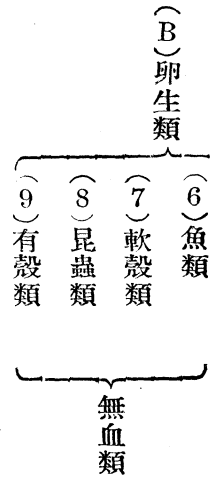
其次希臘之醫學，亦頗具科學之特質。在希臘之初期，亦如其他原始民族，知識淺陋，觀念渾噩，以為人身疾病，係由神鬼物魔作祟，惟以祈禱符咒魔術等法治之。至紀元前四世紀之際，始有海頗克拉特 Hippocrates 460—380, B. C.) 出，為原子論大家德摩克利圖氏 (Democritus) 之大弟子，應用其師之科學精神以研



究病理，發明人身疾病之原，有其自然之原因，並無何種超自然之神祕作用在。依其所見，人身之內部，由血液、胃液、黃胆汁、黑胆汁、四者配合適當，即為健康，苟有一種過度或不及，即生疾病。診斷之道。由詳細觀察各人之排泄、呼吸、消化、睡眠、體溫、等情況，而記錄之，比較之，即可發見何者為常態，何者為病態。治病原理，則重天然療法，以人身內力為本，以為人身內部，自有一種能力，奮進求生。只須於寒暑變化，飲食起居各方面，珍攝得宜，雖偶感疾病，人身內力，自能順其求生之勢，自療疾病，恢復健康。故其治病，非惟不祈靈於迷信符咒，且少信賴藥石。並指出醫學的倫理，謂「愛藝術者能愛人類，而愛醫術者尤為愛人類。」蓋視醫業為人類至高之仁術也。海氏將其前代束縛醫學之一切無稽理論，廓而清之。代以自然科學的解釋，樹立實驗醫學之基礎，亦為希臘學術中一重要之進步。

至於生物界所有動植種類，極為紛繁，原不易尋出其種類之秩序。但至大哲亞里士多德因自幼富有觀察天才，對生物之研究，素感興趣，又得弟子亞歷山大皇帝為之廣收生物品種，供其研究，故曾著有動物史(Historia Animalium)等書，樹立生物科學之基礎。亞氏富有解剖之興趣，曾解剖動物五十餘種，詳細比較其器官形態。其著名的生物分類法，係以生殖式樣，血液有無，及棲息處所三者為標準，即頗有解剖實驗之證據，其分類可約述如次：





亞氏並考得自然界之物類，有組織「形式」完美，構造極為複雜者，如有生物類是。亦有毫無組織無何形式可述者，如無機物質是。於是即由物體組織構造之繁簡，所成形式之高低，以定萬物發展之等級，其說頗能指明萬物進化之趨勢。如謂無機物質，組織無一定形，本身毫無自發自動之能力，即視為「存在」中之最低級。有生物類，本身有一種自生自長自發自動之機能，且能發展完全成一定種類形式，即認為有高一級之存在。而在有生物類中，復因內部自發能力之不同，又再區別出不同之等級。如植物僅有吸收營養發展個體及生殖傳種之機能，而動物則除此等機能外，尚另具感覺與運動之本能，有避苦就樂之自然趨勢，故謂動物遠比植物為高。至於人類除具足植物及動物所有之性能外，尚另具有特殊高尚之理性，豐富卓越之智慧，故謂人類為宇宙間獨得其全之靈長，可代表着「世界理性」之極致。亞氏並謂低級之物類，常求向高級發展，似以發展成為高級存在之形式為職志。如無機物質，似以發展成有生物類為目的。植物，又以發展成為動物形式為目的。動物，又以發展成為人類為目的。此項「趨向目的發展之宇宙觀」(The teleological Development of universe)雖在純屬機械作用之無機界中不能適用，但在生物界，則頗能說明生物由低級進化至高級之趨勢。且其形而上學所持世界進程是物質由低級形式發展至高而更高形式之理論，亦可由是得到部分的證實。

第六節 本期結論

由上所述，可知希臘人之研究學問，極有系統，極有秩序。其算學、天文、力學、生物學、醫學、皆能卓

然成科，各有其統一之原理，以包羅貫串其範圍內散漫無歸之事實經驗，使成爲一有機組織的系統知識。希臘學者，實首知學問之道，不在經驗常識之堆積，而在能發見事實經驗之秩序法則及其統一之原理。故能於埃及諸民族所實用之土地測量，倉谷計算諸術中，發見各種幾何定理、公理、立爲系統幾何學；能在巴比倫諸民族所習用之占星迷信諸術中，探尋宇宙構造之基本原素，發明羣星運行法則，而成立理論天文學；能在實用機械，及日常游泳之現象中，發見槓桿及浮力平衡之理，樹立靜力學之基礎；能於巫醫符咒治病之術中，發明自然的病理，科學的醫理，成立實證醫學；能於草木禽蟲品類萬殊之中，發明秩序分類之法，以立生物學之基礎。總而觀之，希臘各種科學，皆起於常識，發生於能將古東方諸國歷來儲積之不實不盡，而又無甚規則秩序之知識，化爲簡明真確，而又有秩序，有原理之思想。

希臘科學能有如此卓越之貢獻，實由其歷來哲學思想浸潤甚深之故。自泰爾士成立阿屋寧學派（The Ionic School）以來，大思想家輩出，一方對於當時流行及過去留傳之思想與舊說，加以批評懷疑，務解除廓清其武斷迷信而後已；他方又能建設許多新理，以代替舊說，俾漸擴充爲真理。其建設新理之道，即在由雜多現象中，尋其精義，抽取共同之點，立爲簡明而又概括普遍之原理；並由是再進求其最高而難明者。柏拉圖會謂研究算術、幾何學、天文學，辯證法諸科，皆在能有極多抽象之知識，整理爲最好之秩序，以引學者之心靈智慧，按步就班，擺脫感覺界偏僻含糊混亂不清之意見，引入於永恆不磨而又能融貫調和之真知。得到最高不滅之真理後，即可定爲前提或公理（今人稱爲假說），視爲推理之出發點，用演繹法向外引伸，由隱而顯，由一理以貫串他理，將散漫無歸之理論事實，闡釋之，統整之，即成爲一組條理明晰而又系統清楚之理論科學。其理論之完美，有似一座雕像，極美麗和諧之觀。希臘初期諸大哲學家的宇宙理論固多如是，其後來幾何學、天文學、力學、醫學，諸科之成立，亦能如是。蓋希臘之哲學與科學，原少可分之處。其初期之哲學，實無異其科學之幼年，其後來成立之各科學，即無異其哲學之成年也。

西方之學術文化，自有希臘學者之貢獻，始有一最高轉點。（十六七世紀文藝復興爲第二最高轉點）。古

代近東各國之一切學問，無不經過希臘人之洗鍊，而哲學化、理論化、系統化、科學化。故其高尚深遠的形上思想，精嚴透關的科學體系，在人類思想史中，實爲一偉大之奇蹟。

但延長三十年的伯羅波尼西戰事 (Peloponnesia war, 430—400 B. C.) 不僅將雅典在伯里克兒 (Pericles) 時代所成就的政治經濟文化基礎，盡行摧毀，即斯巴達之武力，亦大被斲喪。故至後來馬基頓鐵騎侵入，即無昔年與波斯戰時同仇禦侮之情形。全部希臘，即被敵人侵入，加上一條無情的鐵鎖。及亞歷山大死後，希臘人亦未能乘機圖謀復興，一變其淪陷命運。且不出多年，並再淪爲羅馬之一省。於是以後，希臘人即永不再是偉大自由之民族了。其民族精神與活力，因迭受外族蹂躪，即永銷沉，不能自拔。其光芒萬丈之學術思潮，遂在羅馬之朝曦中，暗淡下去，趨於衰歇。

然除政治變遷之嚴重影響外，希臘學術之本身，亦有許多缺點，爲其繼續發展之障礙。第一、因希臘學者太重視抽象理論，輕視理論之實施應用，於是一方面，在抽象思想的領域中，似已達到可能性之終點，窮盡其超越的邏輯範圍，少有更新的东西可思或可尋，遂呈盛極而衰之現象。他方面，對於抽象理論之實際效用，少注意發揮，遂使科學理論，僅能滿足人類理智方面的興趣，未能用以改造自然環境，征服物質障礙，以增加人生實際生活之福利，顯示科學之功能，致使科學研究之興趣，傳播不廣。科學思想之產生與發展，固賴少數天才專家之能勤苦不懈，有高尚之興趣，能視求知求學爲人生最高貴之事業，僅求滿意於心，不爲世俗虛榮祿利所動。然科學對大多羣衆之傳播，則必有實際功利顯現，始能推動其模仿趨從之興趣。希臘極多模範的純粹科學家，但極少講應用之學者，(阿幾默德氏爲極少之例外。) 故使其抽象理論，孤立發展，極度而止，不獲事功效用之激勵，不得羣衆熱心之扶持，自不能不中途衰歇。第二、希臘學者過於崇拜有限世界中不變的邏輯，極好抽象的思致，對此無限變化的自然世界，未能運用實驗觀察之方法以處理之，故其結果，只在玄想方面，產生出超越的玄學，抽象的數學，想像的天文，謹嚴的邏輯，而未能自然物理界方面，產生出實驗科學。其數學僅能與邏輯生同化的關係，未能與物理的實驗瞻測，發生合作。近代之科學家，即能修正希臘人之

缺點，深知實驗爲求知之利器，並能連合數學與實驗，成立最新的科學方法，重視量度、計算、瞻測、分類，又能製造種種精密實驗之儀器，去作窺天、探地、研究無生界與有生界之大業，故能成立各種自然科學。又能以實驗室中所揭露之新知識、新效果，實施於實業界，成立各種應用科學，將世界全部改造。故希臘人所播各科學之種子，在二千年前，雖曾枝葉扶蘇，然其發展繁榮，開花結實，利用厚生，則僅爲近代之事。此義吾人將於下數章詳述之。

本章重要參考書

- (一) Reymond: Histoire des sciences exactes et naturelles dans l'antiquité gréco-romaine.
- (二) Branschvieg: Les Etapes de la philosophie Mathématique.
- (三) P. Bontroux: L'ideal Scientifique des mathématiques.
- (四) G. Milhaud: Etudes sus la pensée scientifique chez les Grecs et chez les modernes.
- (五) J. Sageret: Le système du monde.
- (六) L. Robin: La pensée grecque.
- (七) 張子高: 科學發達史 (中華)。
- (八) 黃凌霜: 西洋知識發展史綱要。
- (九) 王璧如譯: 希臘文明之潮流。
- (十) 伍光建譯: 泰西進步論。
- (十一) 曹丹文譯: 初等算學史。
- (十二) 沙玉彥: 科學史。

第三章 文藝復興時代之科學

第一節 中古情況及十字軍東征之影響

自亞歷山大征服四方，希臘文化，隨之遠播，科學之火炬，即由希臘本部，移植至亞歷山大城，而產生希臘後期之亞歷山大學派。(歐克立德即學派中人物。)但至公歷紀元前二一二年，羅馬人陷西拉古斯(Syracuse)城，阿幾默德死之，希臘西部唯一富有科學思想之殖民地，即被消滅。再至公歷三十年，埃及復併爲羅馬一省，亞歷山大學派更隨而消亡。羅馬民族，注重實用，對於純理科學之研究，不感興趣。故除武功、政治、商業、國道、等特別發達外，科學之火炬，在羅馬即甚暗淡無光。及基督教盛行，教會挾其神祕主義，及獨斷主義，以維持宗教權威，錮蔽人心，於是科學思想，更無發展之自由。約一千年的中世紀，即純入於黑暗時代。

惟在此千年長夜之中，不絕如縷的科學火炬，仍在阿拉伯人手中，稍現其光芒。在第七世紀時，阿拉伯人挾一種新奇武力與信仰，(寶劍與可蘭經)，席捲巴勒斯坦、敘利亞、埃及、波斯、並沿非洲北部，直入西班牙，成一回教大帝國。當公歷六四一年時，阿拉伯人侵入亞歷山大城，希臘之書籍文物，曾因戰禍損失殆盡。但自第八世紀以至第十世紀，諸阿拉伯王，忽大設學校，振興學術，廣搜希臘古籍，譯成阿拉伯文，譯述約百年。並在京城報達(Bagdad)大學中，廣延希臘學者，講學其間。於是歐氏幾何，亞里士多德之著述等，有阿拉伯之譯籍，得以流傳於不墜。尤以西回教帝國，自第十世紀至十三世紀時，在西班牙 Cordora 等大城市，廣設大學及圖書館。一時歐洲學者，聞風嚮往，遊學其間，得以研究曾被遺忘之希臘、羅馬學術。故可謂文藝復興之工作，自第八世紀時，即已由阿拉伯人開始。

且因通商印度，阿拉伯人又得識印度之算術代數等，加以吸收。至今流行之阿拉伯數字，即由印度傳來。代數學「Algebra」一名，即由阿拉伯學者阿爾克里斯米 (Al-Khwarizmi) 所著 (Al 'djabr ou' al monkabalah) 一書之名譯來。(此書名，前一字爲「回復」之意，謂移項於方程式之他端，後一字爲「對銷」之意，謂棄方程式兩端相同之項，使一端之大者，得以存留，係作者綜合希臘與印度之代數而成。故阿拉伯人雖起自蠻荒，而其對希臘學術及印度學術所具活潑愛好之興趣，裨益後來歐洲學藝復興之機運實不少。

但「其興也忽，其亡也勃」。阿拉伯人因富有由戰爭獲得的掠奪品，及由海陸貿易贏得的商業厚利，競以奢華相誇，不久國勢即頹弱，復返於原始之半開化狀態。在學術方面，因其人民傾向神祕幻想，篤信魔術方技，常把實體看成幻影。如將天文學變爲占星術，將醫學視爲調和媚藥之術，將化學變爲鍊丹術。其第十世紀以後之文化，呈着幻夢的奇觀。不數百年，即烟消雲散。其學者雖曾由實驗室中得知蒸餾結晶之法，並發明硝酸鹽酸等物，但其目的僅在尋求孤立的事實，不知尋求一般的原理。其實驗僅在表示手續靈巧，希望能由無中生有而已。

及至十一世紀中葉，東回教帝國衰亡，土耳其人撫有波斯，攻取東羅馬之小亞細亞，侵入敘利亞，占領耶露撒冷，虐待基督教徒，引起歐人之公憤，羣謀聖地之恢復，遂組織十字軍東征。自一〇九六年至一二七二年，爲役凡九次。經此百餘年之戰爭，東西交通，往來頻繁，歐人心胸，遂大爲開拓。從前生活只限於堡邸及教會之範圍者，至是則大改觀。其結果在政治方面，爲王權政治增加，封建貴族衰落，中產階級崛起，自由都市勃興。在經濟方面，則爲對外貿易發達，經濟慾望增加。在文化方面，則在第四次東征時，(自一二〇二年至一二〇四年，) 占據君士坦丁堡，攜回希臘、羅馬之典籍甚多，漸引起希臘古學之復歸，及東方新學之輸入，於是近代進步之曙光，即漸展露。至十二世紀以後，歐人求知慾即漸增強，紛將阿拉伯文及希臘文之著述，譯成拉丁文。於是古代之文學哲學及科學，即次第輸入歐洲。且各國大學，紛紛勃興，(巴黎大學在一一五〇年成立，牛津大學於一一四〇年成立，劍橋大學於一二〇〇年成立……) 圖在教會學校之外，另謀新學

之輸入，及脫離神學而研究醫學法學等科。斯時人甚重視拉丁文，又由拉丁文，引起希臘文之復活。於是荷馬長詩，柏拉圖、亞里士多德、伊壁鳩魯之精妙思想，清辭佳句，及希臘之數學天文等，漸得歐人之了解，促成希臘思想之向西流注。當時之人遂漸知在宗教範圍以外，尚有一富有藝術哲學科學之世界在，是為文藝之復興。此時期約自十五世紀以至十七世紀。

第二節 文藝復興時代之情況

歐洲自希臘文明衰歇之後，沉睡約千餘年。至十五世紀中葉，忽然由義大利發生一種覺醒運動，轉瞬傳至德、法、英各國，而普及全歐。其生氣勃勃，一往直前之精神，有似一位壯年人，在清涼夏夜長久睡足之後，至次晨破曉日出，即伸展四肢，充滿着活力與熱情，崛起迎着晨曦，努力工作一切，遂開闢出近代文明的全新局面。此運動約經兩世紀之久，至十七世紀中葉，始告結束，可分為四期以觀之。

第一期、為古典文學復興時期。其精神純為希臘、羅馬文化的熱情崇拜。如義大利則復興拉丁古典，將羅馬詩人及羅馬英雄的世界觀恢復。在德國則復活希臘古典，爭得思想上的自由解放。兩者皆欲揭發希臘、羅馬之古典主義，發揮古代之文學，修辭學藝術及自然哲學等，以代替中古傳來之經院哲學。此期之古典文學家、頗與古希臘之哲人派 (sophists) 相似，有漫無限制的自我狂熱，有銳利無匹的辯證方法，且有互相攻擊批評的癖好，富理智的及懷疑的習慣，持道德上的主觀論及宗教上的無神論，其宏文雄辯，常一瀉千里，洵洵不絕，富有無限熱烈的胸懷，故頗似當代的代言人。如柏特拉威 (Petrarch) 落筆萬言的書信——留贈後人的信 (Letter to posterity) 即可為代表。此一時代之慾望和需要，皆可由此輩之言論思想中見之。故此期古典文學家，不僅能供給當時藝術家以整個的知識材料，且能供給當代以一種新的世界觀，使人類精神在感情上及理智上，獲有深刻的發展。

第二期、即過渡到神學爭論，以宗教革命之暴風雨為代表。其勢之烈，曾一時將其他學問興趣壓倒，尤以

德國爲甚。路德之倡宗教改革，在將基督教腐敗之外衣（教會及教皇，）一掃而光，以恢復原始基督之精神。故視聖經中一字一句，皆極真實，極神聖，而以信心爲一切獲救贖罪之根本。其在宗教上復古之精神，頗與當時古學復興之精神相應。其對歐洲之影響，在將一切思想生活和信仰，完全通俗化，由天上搬到地上，使獲到無限解放。

第三期、則爲自然科學時期。自古學復興後，希臘人研究自然之精神亦告復活，時人極富研究自然之興趣。於是各部門自然科學，即在許多研究家的靜悄研究室中，漸取得活力。至蓋伯力（Kepler）加利列（Galileo）出，即達光輝時代，而取得支配思想之主導地位。

第四期、爲新哲學創造活動時期。以培根（Bacon）、笛卡兒（Descartes）爲代表。蓋自十五世紀中葉古學復興以來，爲期百餘年，在人類各種精神生活中所導入之大解放，已漸有成熟之果實，可以收穫、故在十七世紀最初十年，培根出現了。至十七世紀中葉，笛卡兒出現了。近代哲學科學進行之方針，即由二人奠定其基礎。

而統觀此四期之總精神，皆在渴求新知，在欲尋獲一種新的文化標準，以爲脫離中古導入現代之寶筏。不過第一期係求此標準於古學之中，揭出希臘、羅馬之典型，舉爲當代人類學行之圭臬。宗教革命之精神亦是，在復活原始基督之真精神，以反抗當時之腐敗教會。但爲時稍久，即漸發覺古典主義，及聖經格言，鮮有能適合此簇新時代之環境者。故至最後兩期，即另產生新的科學知識，及哲學思想，樹立新時代的獨立文化之楷模。在新舊兩派潮流長期互鬪之後，近代流行的自我伸張之觀念，及人間中心之思想，終於戰勝一切傳統權威。並由科學引出近代工業文明，征服自然，使近代人類能若臨萬有，造成無限的偉大。本章以下各節，即將此期之新科學及新哲學產生之情況約述之。

第三節 對數、符號代數學 及解析幾何學之發明

在文藝復興前期，恢復古學，成爲一時風氣。故在數學方面，亦極多翻譯介紹古代數學之工作。如歐氏幾何學，在十三世紀時，由阿拉伯文譯爲拉丁文。阿拉伯數字，則自十二世紀起，由義大利商人開始採用。此後即漸流行於歐洲。但初期多事抄襲註釋，鮮有卓越的創見。及至十六、七世紀，時人思想，爭以脫離舊學派及宗教之束縛爲務，於是算術、代數、幾何、各部門，忽有極新的進步。

如算術能成爲一種科學，即係文藝復興後期之貢獻。在希臘時，只幾何學極進步，算術一科，則少成績。因希臘、羅馬之記數法極不便，致運算之理論及法則，不易發展。及印度整數記數法輸入，此新記數法，能離讀數法而獨立發展。故初期雖遭羅馬記數法之排斥，但不久即取得勝利，而大普及流行。一四八九年，有危德莽 (Widman) 著算術一書，創用「+」號及「-」號。一四九九年，義人派塞奧里 (Pacioli) 著算術大觀，創用「x」號，且於乘除之法，多所發明。於是算術四則之規模，即漸成立。至一五八四年，比人司蒂文 (Stevin) 又發明十進小數之法，便於計算利息，所作算學零簡一書，亦極普行於歐陸。

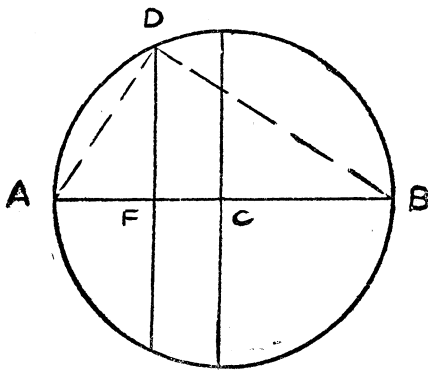
此外，在演算法上尚有一最大之發明，爲一六一四年拉比爾 (John Napier, 1550—1617) 出版之對數通解是。那勃拉斯 (Laplace) 稱道此項發明，能減省演算之勞，可爲天文學家延年益壽之助。因天文須用三角運算，而所算之數目常極大。今得對數之法以御之，實極簡便。故對數與望遠鏡，同爲天文學上兩大利器，前者便於運算，後者便於觀星。

其次，代數學一門，在此期間，亦有捷足之進步。一、爲三次方程式解法之創見，一、爲符號代數學之發明。在十六世紀時，義大利盛行數學辯論競賽，學者常公開爭解難題，各逞才能，成爲風氣。在一五三〇年，有人提出三次方程式 $x^3 + px^2 = q$ ，義人達達里亞氏 (Tartalia, 1499—1557)，宣佈其能解，但祕其法。而同時有弗羅里達 (Floridas)，亦自稱能解三次方程式，於是達達里亞即要求與之公開辯論。至一五三五年，有人提出難題三十，期五十日內能多解者勝利，而達達里亞於兩小時內即解完各題，其對方尚一題莫解，達氏之名遂大噪。達氏以後，繼續研究三次式，終於一五四一年，得一普遍之解法，譽滿全議。自三次式解法成功，

激動一般學者，致力於高次式之解法。如費阿里 (Ferrari) 努力求解四次式，亦告成功。其他學者，則推求四以上之高次式解法。直至十九世紀，始有挪威青年學者阿伯爾 (N. H. Abel, 1802—1824)，用一精密之法，證明屬於五次或再高次者，即不能求得代數之根。

現代的符號代數學，係由法人韋德 (Vieta 1540—1603) 手中成立。韋氏原業律師，暇習數學自遣，於一五九一年，印行「解析技術」一書，將運算分爲數目的運算 (Logistica numerica)，及文字符號的運算 (Logistica speciosa) 兩種。昔人運算，專用數目，惟對未知數，始用文字符號代之。至韋氏則大加改革，創用符號以代表一切未知量及已知量，(用子音字母代已知數，用主音字母代未知數)，將昔人運算數目之法，(即算術四則)，施用於符號，遂成立近代符號代數之學 (Modern Algebra)。氏並引用達達里亞等發明之法，立出方程式論，創用代替法，以消去含 X 之項，化雜二次式爲純二次式。並對三次式及四次式之解法亦加以研究。故其推進代數學之功，實堪與哥白尼在天文學中之貢獻比美。

至幾何學一門，自希臘末期以來，已長期無何進步。但至一六三七年，突有笛卡兒之發明解析幾何，即成爲劃時代之貢獻。其法係巧妙的運用代數方法，以表述幾何圖形；並創用坐標系，以表示代數與幾何元素之對應關係。原古代希臘幾何學家，已知在半圓弧上，以圓徑爲底邊而作之圓周角形，常爲直三角形，如圖 ADB 三角形是。而由圓周上 D 點 (亦即直



$$AF \cdot DF = DF \cdot FB$$

$$\text{亦即 } DF^2 = AF \times FB$$

此比例關係，無論在半圓弧上任何一點引垂直於圓徑之垂線所得之結果，皆相同不變。

徑上兩線AF與FB有一定之比例關係如前頁圖下：

但希臘幾何學家，僅見及此而止。笛卡兒之天才，則能由此更進一步，一方面悟到此圖上垂線與圓徑之關係，有似經線與緯線之關係，可由是創縱橫座標系。他方面又想到上述之公式，可用代數式之語言表示之；因經緯線之量是常變的，可用變數 x ， y 表之，（ x 表緯線量， y 表經線量），而圓之直徑常是一定，可用常數 a 表之。如是則上述希臘人所得之公式，即成爲

$$AF = x, \quad FB = a - x$$

$$x(ax) = y^2$$

今設如垂線垂直在圓心 O 上，則此時之常數，即爲半徑 R ，縱線量即爲「 $R-x$ 」，緯線量即爲「 $R+x$ 」，依公式即得

$$(R-x)(R+x) = y^2$$

$$\text{亦即 } R^2 - x^2 = y^2$$

$$\text{化得 } y^2 = \pm \sqrt{R^2 - x^2}$$

此即爲圓形之代數表示。而由此公式又可求出圓之圖形，因：

$$\text{如 } x = 0, \quad \text{則 } y = \pm R$$

$$\text{如 } x = \pm R, \quad \text{則 } y = \pm 0$$

當 x 逐漸由 0 變到 $\pm R$ ，則 y 即逐漸由 $\pm R$ 變到 0 。

而將其中間所得之點連接之，即得出圓之幾何圖形。非惟圓形可如此研究，即橢圓形，拋物線等亦可如是研究之。（詳 F. Hoëffer: *Histoire des Mathématiques*, p. 391—399）

笛卡兒由是指明其座標系，既可表示一幾何圖形之位置及其變化，而一函數式之變化，又可於座標系上尋出相應之軌迹而圖解之。當研究一曲線時，即可不必如古法由直觀圖形着手，而可改用代數方程式以解之，代

數式，即可爲一切幾何圖形之簡單說明，爲其抽象的表示。而由代數式，所得之幾何圖形，又可視爲代數問題之幾何的解釋。故此法發明後，一切幾何學觀念，力學觀念，皆可翻譯於一代數式中，而一切代數公式，又可製成幾何圖形。此在物理學上，醫學上，地理學上，經濟學上，統計學上，皆可用到，實一科學研究之重要武器。且在人類的思維推理上，此法又可補直覺經驗之不足。如平常吾人所說之空間，是指直覺認識，心理構象，有長廣厚三度的空間。而由解析法，則空間的度數，在坐標系中可隨度數的多寡而定。如直線可用一次式表之，平面可用二次式表之，長廣厚三度空間，可用三次式表之，如是推廣，即可打破度數的限制，少自一度二度，多自四度五度，都是空間。故解析幾何比歐氏幾何，又極便於推廣，意義極豐富，實爲近代數學開一新奇之局面。

考笛氏之坐標系觀念，實由新天文學、新地理學得來。當時新天文學、新地理學，爲實用方便計，任意選定參考點及線，以定空間某點某形之部位，而有經度、緯度、高度、方位度等之設。笛氏卽由赤經、赤緯之觀念，想出坐標系統，用三進空間，以表自然現象變化之迹象與定律，使之現於一永久固定之線網中。自然物象所具千頭萬緒縱橫旁午之線索，皆可強迫入於此抽象的人爲的系統內，而得到明確觀察與說明。自有此項魔術式的坐標網，在表面似毫無理性的自然實在之前一罩，科學家卽將其位置、形態、及變化之規律，置於人類思維理解力之內，而將之控制支配。此實爲近代人類理智戰勝自然的一種新奇武器。

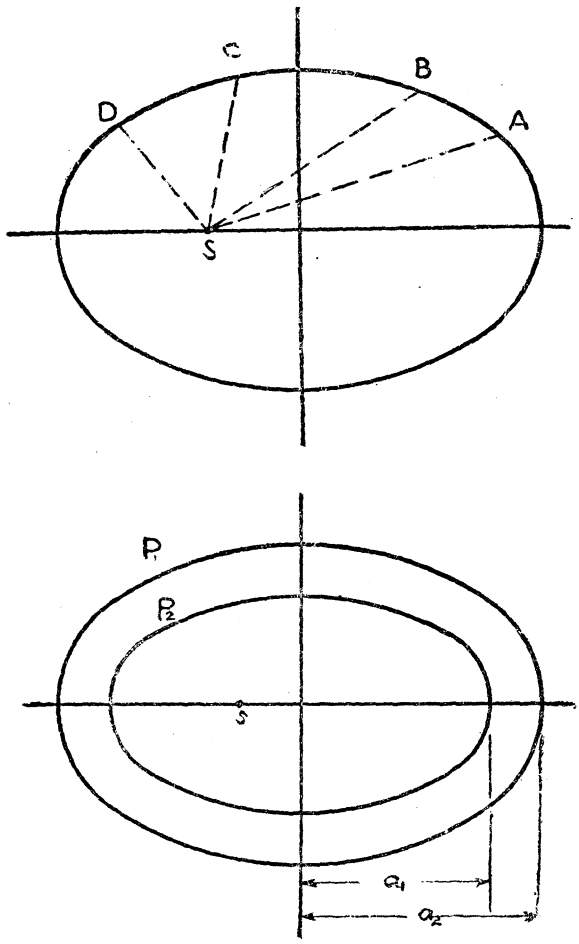
第四節 新天文學系統之發見

文藝復興之前期，天文學方面，亦只有翻譯註釋之工作，極少特殊之貢獻。但至文藝復興後期，思想界漸活潑有生氣，於是天文學界忽產生數位偉大天才，成立近代天文學。因古學復興之後，希臘幾何學派的天文學，在十五世紀時，漸引起時人熱心的研究。於是古代亞里斯他克之日中心系統得重視於世，大爲哥白尼 (Copernic 1473—1573) 所贊賞。哥氏生於德俄交界之唐市 (Thorn)，幼年學醫，至二十一歲時，因慕義大利

爲古學復興之中心地，特遊學其間約十年，極好數學與天文，因得識亞里斯他克之說，著「天體運動論」(Les *Revolutions des corps célestes*)發揮地動繞日之理。哥氏著此書，多憑推想。因當時觀天儀器，極爲簡陋，觀察多誤。氏僅恃推理，成立「運動相對論」，謂觀測者地位有轉移之時，則所測之物體方向，必隨之而變。吾人所見運動之變遷，或起於觀測者之自身，或起於所觀測之物體，或起於兩者相對之運動。故從地上各處以觀月，其方向在各地即不同。自地望其他行星，亦係隨時變易其方向。因推定地球之轉動，必如亞里斯他克之說，有自轉及公轉之現象，始能說明晝夜所由分(自轉)，四季所由成(公轉)。但亞里斯他克雖在千餘年前，想出地動繞日之說，因未能佐以學理，徵之事實，故未見信於世。至哥氏即發揮其說，佐以事實與理論。初時尚未敢刊佈其書，恐受宗教異端裁判之禍，僅有一青年天文學家，名萊梯(*Rheticus*)者，從數學年，略爲宣傳。哥氏年老，始將大著付梓，於一五四三年出版行世。其說約經百年，再得加利列、蓋伯力、牛頓諸巨子之研究，始成爲舉世公認之真理。顧在一六〇〇年有布魯諾(*G. Bruna, 1578—1600*)因信太陽中心之體系，宣傳哥氏之說，即在羅馬受焚刑。一六一六年，羅馬教皇，即下令禁讀哥氏之書。一六三二年，加利列刊佈兩種重要宇宙觀之談話，擁護哥氏之說，即爲教會鞫訊。但後來「從宗教中解放科學」及求「思想自由」之呼聲，終隨新天學之產生，而完成文藝復興時期之偉大使命。

十六世紀之天文學，除哥白尼之地球繞日說極爲光輝外，尚有蓋伯力(*Kepler, 1571—1630*)發現行星法則之偉大。溯自托勒米完成其嚴密的天文體系，極合於中古宗教出世之思想，早已深入人心。故雖有哥白尼之書出，而十六世紀一般天文學家如泰軻(*Tycho Brahe, 1546—1601*)等，仍持模稜兩可之見，主張天體繞地球，行星繞日，以調和哥氏與托氏之說。泰軻爲當代極享盛名之天文學家，受丹麥王之禮遇極隆，從事觀察天象二十餘年，所測日、月、星辰之次數以千計，精確邁前人，著有「觀星錄」大著。但因囿於成見，未能發揮新理。但幸有其徒蓋伯力，得其觀星紀錄，參照哥白尼之理論，加以二十五年之研究，卒發見行星三律。蓋氏自考察火星之運行着手，曾竭盡種種幾何方法，以爲計算之標準，試驗圓形運動之行星系統，作無奇不有

之變幻，終不見合。後忽改試以橢圓，一經實際測算，即巧合無間，於是千古天文之奧祕，即被揭露。其第一律曰：「行星繞日，係遵橢圓軌道而行，太陽則居橢圓之一心。」古代所傳天體爲圓形運動之說，至是始被放棄。但行星運動之疾徐如何，蓋氏繼續研究之，又於一六〇九年考得火星之速度，係視距地球之遠近而異，近地球時則速，遠地球時則遲，如圖表示火星在等時內運行於軌道上之狀，在A B處離地球遠則行遲，在C D處離地球近即行速。蓋氏考得S A B之面積，恰與S C D之面積等大，因得出第二律曰：「日與行星之聯繫線，在同一時間內，行經同面積」。自此律出，從前希臘人認行星有等速運動之說即被打破。最後至一六一九年，蓋氏又研究得行星離地球近者所需繞地球一週之時間，比之行星離地球遠者所需繞地球一週之時間爲少。如圖，設行星 P_1 繞地球一週所需之時間爲 T_1 ，行星 P_2 繞日一週所需之時間爲 T_2 ， T_1 自比 T_2 爲久，因 T_1 之軌道，遠大於 P_2 之軌道。蓋氏且考得此二者間有一種數學關係，即兩行星繞地球週期平方之比，恰



如其軌道長軸立方之比 ($T_1^2 : T_2^2 = a_1^3 : a_2^3$)。因成立第三律曰：各行星旋轉率乘方之比等於行星距日平均距離之立方比。各行星在空間，能不互相衝撞者即以此律故，是為著名之行星和諧律。

哥白尼之地動說，固已驚世駭俗，令近代人得一新的宇宙觀。但蓋伯力之發見三律，明晰精確，尤能激發近代人以知識透視宇宙，征服自然之意志。宇宙雖如何宏大，無邊，蓋伯力持數學為探測之武器，即能闡明其有一定的數理結構，可置於人類智慧之理解下，而得窺其秘奧，此事何等奇特，何等偉大。然此實可視為希臘天才思想之千年伏流，至蓋氏之本身而再顯現者。因希臘幾何學家自披打哥兒氏以來，素視天體如一大機器，其各部結構，可用數學描寫之。造物主無異是一大幾何學家，其所造之宇宙，即係按一定幾何之理以表現者。蓋伯力幼喜數學天文，早年即已浸潤於希臘思想中，一若認定數學即是一把揭露宇宙秘密結構的金鑰。故在一五九六年，即曾用二十面體，十二面體，八面體，四面體，及正方形，以互相套合，使一多面體接於一球之內，次以另一多面體切於同球之外，連續相間，以定各球之距離，而設想太陽靜居中心，各行星即沿各球之大環運行，並以二十面體與十二面體間球形之半徑，設為地球軌道之半徑，忽發現此等行星之距離，粗合於天文學家之觀察，因著宇宙之玄秘一書，遍贈識者，得見稱於泰軻，而為其助手。後得泰軻之精確觀星錄，再竭盡種種幾何方法，以試探羣星之動象，遂得發見橢圓軌道之法則。但希臘幾何學派的天文家，僅富於想像，未曾有精密的天象觀察以為推算之本，故其結果，僅是穿鑿私智，造作同心球層及偏心圓周等臆說，以強斷星球系統。蓋伯力則因有泰軻二十餘年之精確觀星錄為據，復有高深的數學思想，將數學推理與觀察結果，作美妙的配合，故能發見正確的天文法則。蓋氏不僅能復活希臘人數理的宇宙觀，且能運用數學以整理觀察。綜攬觀察與數學兩種武器，治數學與天文於爐，其所賜於後繼者，實甚偉大。

第五節 實驗物理學之成立

自十一世紀亞里士多德著述輸入歐洲，其物理學亦盛行於時。但亞氏所論者，多屬運動事象，如區別天上

之動與地面之動，直向運動與圓形運動等，純爲玄學空論。至十三世紀，阿拉伯人所倡之實驗方法盛行，漸有許多開明的學者，發覺實驗方法，可爲發見新理之利器。如羅哲倍根 (Roger Bacon, 1214—1292) 卽甚重視實驗，曾用實驗發明火藥用於戰爭之法，並主張一切知識，皆須有實驗爲根據。十四世紀有奧康 (Guillaume D'Ocarn, 1300—1350) 用實驗證明亞氏所謂一切運動皆有發動主體之謬，指出惰性公例之普遍存在。褒里丹 (Jean Buridan, 1300—1358) 由實驗分析得力之大小，與速度及物重有關，並指出物體下落有加速運動現象。後來基爾伯 (Gilbert) 及加利列之大發見，可謂卽爲此期實驗學風薰陶之結果。

基爾伯 (Guilherme Gilbert, 1540—1603) 爲伊利沙伯女皇之御醫，於磁學大有貢獻。因自羅盤針輸入歐洲，極便於航海之用，早已引起學者研究之興趣，但仍少有發明。至基爾伯因熱心實驗，得出地球磁石之理論，將昔人視磁針恆指南北係由北極星主宰之說打破。繼又發明磁石同極相斥，異極相引之事實，及人造磁石之法。最後更研究得電與磁石之區別，發見磁只能對於帶磁性之物發生作用，電則對於任何物體俱呈作用。自是電磁學一章卽告成立。爲物理學開一豐富之領域。

至加利列 (Galileo, 1564—1642)，則不僅能用實驗法多所發明，且能創立近代實驗物理學，尤爲十七世紀科學史上最光輝之一頁。加氏智慧絕倫，素喜數學，又有觀察實驗之興趣。十八歲時在畢斯 (Pisa) 教堂中，見燈之擺動，燈索短者，擺動比長者爲速，遂回家實驗，發見繩之長短，與擺動之次數，有一定之比例，近代鐘擺之發明，卽導源於是。加氏又登畢斯之斜塔上，嘗衆用大小兩鉛球同時下落，證明亞里士多德所謂重物下落比輕物下落爲速之謬，將古傳來亞氏之物理學根本推翻。在第十六世紀末葉，荷蘭玻璃工業發達，有放大鏡出現，加氏取而施以改造，於一六〇九年，造出放大三十倍之望遠鏡，用以窺天，發見月球之面有凸凹與地球無殊，並發見木星土星之衛星及銀河，係由無數恆星所集成等。自是以後，望遠鏡卽成爲天文研究之利器，其功績與顯微鏡在微生物學之貢獻相等。加氏並由實驗，發見物體下落之距離與經過時間之平方成正比，及加速度不隨物體之輕重而異等公式，奠定近代「動力學」(Dynamics)之基礎。

加利列之奇特，不僅在其善用實驗以發見許多真理，尤在其能指出「自然法則」(Natural Laws)一觀念，樹立近代自然科學之基礎。古代人類，知識未開，多視宇宙間形形色色，皆有神靈之作用，以為欲生活於此世界，惟有所禱此類神靈。及至希臘時，一羣自然哲學家出，打破此種神教迷信，視萬物之生滅變化，皆有一定之原理在，並無神靈之作用，遂顯出一大進步。但希臘學者所想的宇宙四原素(水、火、土、風)，純為玄學空論，未能切合事理。亞里士多德之求種類 (Species and genus) 概念，將宇宙萬物，概括為若干種與類，原可用以求出物之系統條理，但其說被採入神學方面，亦極鋼鐵蔽人心。柏格森於其創造的進化一書第三章中，曾概論古代知識論與近代知識論之區別，謂古代只有亞力士多德之種類概念，至近代知識論，始有科學公例，或自然法則之概念。而考近代首先標示自然法則之概念以為科學研究之目標者，則為加利列。加氏由天象之觀察，及物理之實驗，發覺自然法則，即自然現象的生滅變化所具的秩序規律，為自然的祕密所在，自然不能捨去之。吾人苟能忍耐的加以觀察或施以實驗，必有探得此等法則之一日。一旦此等法則被發見，即可執以命令自然，征服自然，可不必如原始人類專事祈禱自然。加氏並親用實驗法，在物理現象中，發掘出多條自然法則，以為世倡，建築成近代實驗物理學之基礎。自是以後，一般學者，漸知非惟天文物理方面，有公例法則可尋，即生物現象，心理現象，以至社會人事之變化，亦莫不認為有公例法則可尋，故紛紛成立生物科學，心理科學，社會科學等，造成現代百科叢立之壯觀。

加氏不僅能明白揭露自然之主體即為自然法則之觀念，且於發見自然法則之方法，亦有異常精確的指示。自阿拉伯人傳入實驗方法以來，歐洲學者，固漸知實驗為發見新理之利器，但實驗之結果，須如何整理，始能精確而不誤，則未有確論。至加氏則主張實驗應與數學合作，實驗之時，應注意權量 (Measurement) 的考察，實驗的結果，應為數量的表示，應整理成一定的數學形式，然後物理變化的關係，始得確切透關的說明。過去學者，雖知注重實驗，但少結果，一方固由於無明確的自然法則之觀念為目標，他方面亦因不知運用數學以駕御實驗，故不能得出一定的法則公式。自此兩點由加氏明晰透澈之腦海中迸出，各種自然科學始得循一定

的坦途以前進。世稱之爲近代自然科學之始祖，加氏實可當之無愧。

在一六一六年，哥白尼之書，已爲教皇下令禁讀，但加氏因得望遠鏡以觀天體，深覺哥白尼之說，切合真相，毅然於一六三二年發表「兩種重要宇宙觀之對話」，欲使天文真理得大白於世。後觸教皇之禁，受異端審判，被禁於佛洛郎斯（Florence）城，時年已七十，直至老死。實近代科學發展史上一極動人之事變。

但加利列因久居佛洛郎斯城，所培植之學術空氣，至爲濃厚，致死後不久，於一六五七年，即發展出一實驗學院（Accademia dei Lincei）於佛洛郎斯，爲弟子托爾習里（Torricelli）等所組織，以繼續發揮光大加氏之遺訓爲目的。院中學子曾從事若干重要的物理實驗，如溫度與比重之測定，大氣壓力之實驗，毛細管之測驗等，卽最著者。實驗學院中並出一刊物名「智識」（*Ossequi*），作者不具姓名只用以發表公共研究之結果與發明，與古代披打哥拉斯學會之組織相似。不幸至一六六七年，學院被解散。但其學風自是卽遠播各國。近代實驗科學之發展，卽由是繼續增高。故加利列雖比佛郎西斯倍根少三歲，而其聲名與影響，則遠高過之。倍根之天才，在能啓示近代自然科學應循之途徑，但未躬行實踐，無何成就，直至十七世紀科學革命成功之後，始有人認識其偉大。加利列則不然，在科學上既能親自開路，躬獲偉大之成績，又能直接發生影響於當時學者，理論與實踐並著，實爲學術史上一至稀有之人物也。

第六節 醫藥化學、冶金化學、及陶業化學之興起

化學之先驅爲鍊金術（Alchemy），發源於古代埃及，至希臘、羅馬漸盛，中古時，阿拉伯人尤喜之，十二世紀時，盛行於歐洲。歷代各國君王，多聘鍊金術士於朝中，羅哲、倍根亦爲愛好者之一。其爲術，在利用人類貪利之心理，而難以片面的觀察，及誤解的學理，以爲可以無中生有，可由賤金屬製出貴金屬。其初期以尋求點金石（Philosopher stone）爲目的。其後期則兼求長生不老之藥，而轉入製藥時期。但其目的雖未達，而因重視試驗之故，由手續之靈巧，常意外的發見許多新物質，啓發後世學者知以實驗爲發見新理之捷徑。如鈹

錒二原質之發見，鹽酸、硝酸、硫酸（無機酸）炭酸銻、硝酸銀（鹽類）等之製成，及各種實驗室之設置，即為鍊金術士之貢獻。故佛郎西斯培根（Francis Bacon）曾加以評價曰，鍊金術士正如古寓言述某人遺囑其諸子至葡萄園中掘金子，結果金雖未掘獲，但掘出無數葡萄根，從而獲得茂盛之葡萄。鍊金術求金及長生之目的雖未達，而近代化學，即由是逐漸發展而成，為效亦不小。

鍊金術傳至十六世紀，即起革命，轉變成為醫藥化學。因十四五世紀，時疫流行，羅馬派及阿拉伯派之醫術，皆束手無策。於時有巴阿塞爾（Paracelse, 1493—1541）崛起，創立新醫學，名 Chimie（化學的醫術），當衆將古代及阿拉伯之醫書焚燬，謂皆無用，主張惟有臨床實驗，始能知病源所在，並惟賴化學方法，始可發見治病特效之藥。巴氏斥鍊金術士之目的錯誤，不明化學之真效，惟在製藥療治疾病。曾發明錫之化合物，可治某種傳染病，砒霜及銅之化合物，可治皮膚病，又考得空氣為生物所必需，且為燃燒之要件。其徒赫爾孟（Von Helmont, 1577—1644），繼續發揮其說，謂人生健康，亦多惟化學是賴。如水，即為生命之基本要素，一切生物必賴以資生。赫氏亦試驗燃燒，由燃燒橡樹發見剩餘之灰外，大部分化為一種木質精氣（Esprit sylvestre，即炭酸氣），目雖不見，但可由天秤確知其存在，並發見此氣在不通氣之礦穴地道中亦有之，人遇之可被昏迷，觸火可發生爆炸。於是十五、六世紀時，人視礦穴常有山鬼樹魔作譴於人之迷信，即被打破。自是以後，學者遂漸注意研究至目不可見之物。巴氏師徒，實為迷信化學過渡至理論化學之始祖。

十六世紀除醫藥化學外，冶金化學及陶業化學，亦漸萌芽，兩者皆起於當時工業生產之需要。因十五、六世紀時，英、德諸國鑛業漸發達，有德人亞谷里哥納（Agricola, 1480—1555），原習農學，後遊義大利改習醫藥與化學，於一五三一年，得為一鑛廠醫生，於暇時對於採鑛冶金之術，忽感極大興趣，悉心加以研究，著地穴之成因、化石之性質，及舊金屬與新金屬等書，詳論火山石油等礦之分類，猛烈攻擊鍊金術士對於金屬之誤解，為近代採鑛冶金學之始祖。至於陶業化學，則由法入巴里塞（Palsay, 1510—1589）發明。巴氏幼習

造有色玻璃，極聰慧，原爲一美術技師。後於一五三九年，忽得一種塗釉土，極感興趣，想設法造出精美陶器，遂潛心研究，約十六年，於調治原料、造窯、製爐、塑模型等，皆苦心經營，終發明精美陶器，並著《結晶學、土壤學、地質學》等書名於世。可見近代化學，已在此期革舊出新之過程中，逐漸展露。

第七節 動植物學解剖學與生理學之成立

自哥崙布於一四九二年發見南美洲，攜帶黃金棉花奇獸等勝利品，歸返西班牙，遂激起歐人航海遠游之興趣。一四九八年，格馬 (Dasio da Gama) 卽取哥崙布航行相反之方向，繞道好望角而達印度，將歐亞之海道發見。一五一九年至一五二二年，麥哲倫 (Magellan) 又有完成環遊地球一週之壯舉。至是歐洲人遂覺地球世界，實極廣漠無涯，富有無限的異寶奇珍，遠非歐洲之舊世界小天地可比，一時心花怒發，紛向海外發展，以探求黃金及土地。各國原是閉關自守者，至是皆由愚昧中覺醒，紛紛獎勵通商航海探險之術，不惜派人奔走天涯海角，遠探荒烟蠻地。其在知識方面之反應，則爲鼓動好奇求知之心，組織學術遠征隊，擴大研究界限，伸張探討精神，把整個宇宙圈，皆包括在研究之內。於是地圖學、地理學、宇宙誌、航海學等，如雨後春筍，逐漸產生。而動植物之研究，亦隨此種偉大運動，獲得別開生面之進步。

在十五世紀以前，植物之研究，因與農業有關，已略有端倪，但尙未成立爲學。動物之研究，則尙無之。及至十五、六世紀，因受海外擴展之影響，對於遠遊有空前未有之熱烈興趣，學者漸知遊歷、探險、採集動植物標本等，爲促進科學研究之新法。於是或隨傳教士，或隨外交官，分赴新大陸及亞洲各國，搜集材料。如羅瓦兒服 (L. Rouwolf) 久遊埃及，於一五八一年著「埃及博物誌」。伯龍 (Pierre Belon 1517—1564) 則由希臘走遍近東各國，於一五五五年著「希臘、埃及、小亞細亞及其他東方諸國之風土誌」等，卽極有名於時。同時搜集海外動植物，將之移植移養，設立各種動植物園，博物院等，又成爲一種風氣。各國政府，紛撥經費，擴充此項設備，以便科學者之研究。故在十五世紀初葉，被時人所知的植物，尙不過五百餘種，至十六世

紀時，即特別加豐，達六千餘種。

此期之搜集既富，學者即進而研究分類之法。如簡斯蘭 (Gorral Gesnel, 1514—1565) 立出「自然秩序」與「人為秩序」之分，謂人為的秩序，係任擇一種特性，為動植物分類之標準。自然秩序之分類法，則應以全部特性為標準。但自然的分類固佳，一時不易達到。人為的分類法，雖少價值，但有之，可使學者初步得資以更進多知各種動植物之特性，並可由是希望進達自然分類之階段。故簡氏於植物。首在花果方面去尋分類之標準，而有隱花植物，與顯花植物之分。又著「動物史」一書，首論水族，次論鳥類，再次論魚類，最後論蛇類，在當時，人稱為動物百科全書。又有羅倍爾 (Matten de L'obel, 1538—1616) 則以單子葉及雙子葉為植物分類之標準。此外從事動植物分類者甚多。實開後來林納 (Linnaë) 分類學之先河。

此期之解剖學亦有進步。在中世時，人體解剖，為宗教所禁。及至十五、六世紀，人體之雕刻與油畫盛行，藝術家需要了解生理各部骨骼筋肉之結構，故人體解剖之研究，為大美術家文西 (Leonard de Vinci) 及米顯昂格羅 (Michel-Anglo) 等所提倡。一五二五年，都耶 (Albert Durer) 即著「人體各部之對稱」一書，最為著名。同時醫學方面，亦重視解剖。此期產生大解剖家丸善爾 (André Vesale, 1514—1564) 精於活體解剖極負時譽。又有烏師胆悉 (Kustache) 由胎兒解剖起，以解剖至成年者，欲由是發見各器官發展之過程。此外從事解剖學者尚多。故至十七世紀，即孕育出哈維之偉大貢獻。

英人哈維 (William Harvey, 1578—1657)，初在劍橋大學習文藝，後遊學義大利，改入巴都大學習醫，得師大解剖家法布里修 (Fabricius) 時法氏正研究靜脈管之活舌作用，哈氏從之，遂萌血液循環之想。一六〇二年，學畢返英，懸壺問世，生活甚佳，但稍得暇，即繼續研究血液循環之現象。經二十餘年，至一六二五年，時年近五十歲，始發表其心與血液活動論 (The movement of heart and blood)。全書僅七十八頁。但其揭露動物生理之密祕，實與蓋伯力之發見天體之密祕相等。其說似由推理而得，然亦根於分析動物心跳及束縛血管之試驗得之。如將犬之動脈割斷，則見血噴出，其噴出與心之搏動同時。將總動脈縛住，則見心房充

滿血液，積而不流。又將犬腿縛住，見其腫脹。後割開一口，即見動脈血從近心一端流出，靜脈血從相反一端流出。於是遂推定（a）心臟爲搏動之總機關。（b）血液由心流入流出，其量數與速率，皆有一定，可以測定其數量。

在哈維以前，人皆認生機現象，玄妙萬端。有倡氣靈（Pneuma）之說，以爲身體內各種變遷，係有氣靈爲之主宰者。及哈氏血液循環之理發明，於是血液如何輸入營養於身體各部，及如何輸出原生質消化之廢物於體外，先得以明瞭。後而呼吸之真義，腺體之排泄，體素之化學變化，以及一切身體各器官之機能功用，皆逐漸一一揭露其祕奧。於是近世「實驗生理學」，即由是奠定確切之基礎。

第八節 佛郎西斯·培根之貢獻

由上述各科學孕育滋生之情況，可明文藝復興之於歐洲學術界，有如驚蟄時季之春雷，一震之下，萬蟄俱動，萬卉齊開。各種自然科學，在古代原無何項影響可言者，至是皆躍然湧現。一大羣覺醒的人，生趣昂然，突起於各方面，各就情趣之所在，及環境之所遭，奮其思想智慧，自去開闢學術新園地，造出百科突出之壯觀。但此期之學者，因在披荆斬棘之時，率多盲目摸索，新舊混戰，見解多支離破碎，對思想界之整個全景，鮮能得統一的認識者。在此百家爭鳴聚訟之中，獨能把握住整個時代精神之主潮，且能對此「知識之大樹」各枝，立出全局的規劃者，先有佛郎西斯·培根（Francis Bacon, 1561—1626），後有笛卡兒。

考在十三世紀以至十六世紀之時，新舊兩派勢力之壁壘已立，舊勢力日在動搖之中，新勢力則在方興未艾之境。此時之人，幾無不捲入新舊漩渦，不入於此，即入於彼，鬪爭之激烈，實爲前古所未有。即以信仰一端而論，宗教革命，即將全歐浸入血泊中者百餘年。培根即生於十六、七世紀之交，於一切新舊思潮，皆深切感受，但能加以精嚴的審評，幾盡將此時代之新趨向與新精神，集於一身而發揮光大之。此時代之精神爲何？即前節所述，一、爲「自我之覺醒」，或稱「新人生之發見」，一爲「新大陸及新宇宙系統之發見」。時人對此

兩項新潮之了解與承受，或只見其一而不見其二，或只見其偏而不見其全。至能認清人與自然兩者之正確關係者，更不多觀。惟培根，則能指明此新時代新人生之趨向，在建立「人之王國」(The empire of man)，於征服自然之上，在確立「人類爲自然之統治者與解釋者」(Man as the minister and interpreter of nature)。(新工具之開端語)。其說頗能指明人類並非如中古宗教之傳說，自視爲神之罪人及教會之奴隸。人類生於宇宙間，應當自覺其是萬物之靈長，當爲萬物之主人翁。無限廣大的宇宙，僅是人類發展馳逐之場。無限瑰奇的自然萬象，僅是人類發展自我之工具。所謂順應自然或聽命自然，乃是人類在未覺醒時代之見解，自當根株絕盡。人類與自然之關係——主從的關係——既如是，即可進明學問之真義，不是爲一種裝飾，乃在能剖析自然，供給人類以征服自然之能力工具，俾完成其建設王國之目的。培根審評希臘、羅馬之古學，及中古流傳之偽科學(如占星學，鍊金術等)，謂皆不足以負此任務。惟有新興的自然科學，始能剖析自然，發現其構成之要素，及各要素結合之法則，以爲再建自然與克服自然之本。因擬作學問之大復興(Grand Instauration of the Science)一書，闡明如何破壞傳統及建設新學之途術。

其書共分六部，惜只完成兩部。其敍言，先論科學研究之功用，應在能供給人類以新的權力與工作。學問之目的，不在只求個人心理的娛樂滿足，如倡「爲學問而學問」者之主張；尤不當專爲爭辯取勝；應當着眼於人生的利益與效用，務期求得人類統治自然的知識。故他大聲的疾呼，「希望以後的人類，不要將科學研究，限於人類機智的小室中，而當在大自然中去追求。不當再走到書本傳說及權威中去，而當深入大自然界將自然審訊，探出其真相實理，以便將自然管束。」其書——第一部名「學問之改進」(The Advancement of Learning)先指出學術一向受了何種輕蔑。次即旁徵博引，以說明學術之優越。並條陳學問的種類，不僅將舊有者條分縷析，重加檢閱，指出缺點何在，改進之道爲何，並將應有而尙付缺如者列出，詳密履勘其領土，規劃其開墾之法，促使世人注意，希望在知識之總量上大有增加。其目的不僅在追溯既往，而是求孕育將來。第二部名「新工具」即指出哲學自新或邏輯之第一要務，在先作「理智的洗滌」，蕩盡一切偏執成見，始可提

出悟性求知之新工具。故書中列出四種錯誤的成見 (Idols of the tribes)，起於人類感情慾望的束縛。人常喜作種種不經之談，強斷事理，不願在事實方面去經驗觀察。如通俗迷信神話傳說，及希臘人信天體必爲圓形運動等即由是產生。二、爲洞穴的成見 (Idols of the cave)，起於個人的癖性偏好。如極端好古者與極端趨新者之不相容，愛好特殊事實者與愛好抽象理論者之常相輕視，即皆係一孔之見。三、爲市場的成見 (Idols of the market)。如文字名相之爭，註釋真妄之辯，多係言之無物，爭無實據。四、爲劇場成見 (Idols of the theatre)，此指古代傳來的種種哲學系統，各在扮演自己所創造的世界劇，多係空想玄談，少有可資益世利人者。凡此四者，皆由歷史傳下的錯誤，須先根株掃除。至於時人研究學問之方法，或則有如螞蟻，只知事實材料之收集，而不知消化整理，雖多而無關宏旨；或則有如蜘蛛，只知憑思想演繹，專恃自己的材料，織成蛛網，無法另外發見新知，皆非善於治學者。必如蜜蜂之方法，不僅能採集百花香蕊，且能加以改造，製釀出甘芳之蜜。培根在此書下卷，即提出新的求知工具，主張以歸納代替演繹，用實驗代替玄想，既不專恃理性的抽繹，亦不專事收集與記憶，而是注重實驗與歸納，務將材料消化之，改造之，完全置於人類的理解力中，以期發見新理。其主張要點：第一、在細心用力擴張「經驗」，盡力在「特殊」中去觀察實驗。第二、在考察清楚特殊後，即須設法歸納出普遍定律。既得通律之後，即可用以控制特殊及用爲發見其他特殊之工具。培根深信由此方法之進程，必可望發見「大自然」結構之方式及其組織詳情。其結果必能令人運用自然諸力以利人生，完成知識是權力之理想。在培根以前，二世紀，攻擊中古偽科學及經院哲學者亦不乏人，但皆無新方法新哲學以代替之。至培根則能指出學問之道，不能單在書本上做工夫，當改向大自然中求發見，不能再用空想玄談，而當用觀察、實驗、收集、比較、去審訊自然，去歸納出自然公律。故培根生此思想龐雜之時代，不僅富有批評破壞之功，且富有積極建設之力。

惟惜培根過於熱衷名利，中途奔競政界，既未完成其「學問大復興」之全著，亦未能如加利列專門研究學術躬用其法以從事發明發見，其哲學雖富有新見解但其所訂之歸納三表，極不切實用。其科學知識，極不完

全，其行爲生活，與其哲學理想，極不相應。初本欲在新思想方面，爲一長期戰士，後復變爲一無聊之政客。其內心在愛科學，愛智慧與愛虛榮俗利之間，時起衝突。故一方在思想上表現出一種偉大崇高之計劃，同時在私慾上又表現熱中貪利的卑下弱點。且終因受政治失敗之嫌，（並非光榮的失敗），其說並不見知於當世。其著述經一長時期，不爲人所樂道。直至十七、八世紀，科學革命漸成功之後，始有法國百科全書派爲之宣傳，後人始知其偉大。

但培根實聰慧逾恆人，其能將十六、七世紀時代曖昧的新興思想，分析宣揚，能將新興科學之原則，定成公式，並揭露新世界的新變化，首定出人類偉大的前程，實可稱爲時代的先知。其推尊「創造發明」爲人間最光榮高貴之事業，已爲近代學人採爲人生最高發展之理想。其控御自然征服天行之觀念，影響近代西洋思想極大，一洗過去聽天任命順應自然之傳說。其 *New Atlantics* 一寓言小說，描述在一理想島國之上，其統治者富有科學新思想，創立一梭羅門宮（Solomon's House），招集無數哲學家、地質學家、天文學家、經濟學家、建築學家、工藝發明家等於宮中，共同商討統治自然征服天行之工作，以實現科學改造世界之理想，頗能預言未來世界之一切景相，實爲二、三百年來大隊學人在知識發明及反抗愚昧與窮困之鬪爭上所懸爲努力實現之一偉大目標。如大數學家達郎伯（D'Alembert）爲「百科全書」所作之序言，即在發揮其科學分類之見解。波伊兒（Boyle）等之努力建設科學會，即圖實現其「科學合作」之箴言。故培根於科學研究，雖不及並世及後起之人，但其登高疾呼，喚起學者從事破壞及建設之精神，則頗有潛力達於後世。

第九節 笛卡兒之影響

笛卡兒（Descartes, 1596—1650）對近代之影響，吾人在「導論」中已略述及。笛氏與培根、加利列、三大天才之貢獻，各有不同。加利列爲一純粹科學家，躬親創定近代實驗科學之規模，但於哲學則少措意。培根爲一純粹理論家，對於哲學目的，與科學方法，有偉大傳播之功，但極少科學實際上之工作。惟笛卡兒則爲一

幾何學家而又兼愛形上學的人，於數學有解析幾何之偉大發明，於哲學又有近代哲學始祖之尊號。

在研究態度上，笛卡兒與培根兩人，同對古代之傳統學說，抱反對之態度。兩人皆以懷疑一切開始。但培根係由外部的經驗，去打破四種成見，以導出真理之發見。笛卡兒則由內心發揮思想之力，去打倒傳統權威，建立新哲學。笛氏在思想上之革命性甚大，其方法論 (*Discours de la Methode*, 1637) 中，曾述自古傳來之學問，如歷史、神學、哲學等，多是「建於泥沙之中」，極乏穩固之基礎。因主張對一切事物，不應輕信爲真，宜先加以「方法的懷疑」(*doute methodique*)，作一番有效的防腐工作，必俟自己用思想分析，得有明白清楚之認知，毫無懷疑之餘地後，始可加以確信。」其說頗能指示當時歐人在文藝復興大覺醒之後，既發覺中古千年傳統極多謬誤，無一物足堪信賴，自惟有反求諸己，自奮其思想能力，去重新創建一切。蓋笛氏深信人類的「理智之光」(*Lumiere naturelle de la Raison*) 是可燭照一切，理解一切。凡有「存在」應無能逃出人類的智光圈燭照之外。人生在此廣漠無涯之宇宙中，除自己以外，除自己的思想能力以外，實無一物足堪信賴，無一事不令人懷疑。惟有自己的理智，自己的思想能力，始能替自己工作，爲自己建立一切有價值的信仰學問和事業。其惟一條件，只須人肯自己運用思想，時時思想，並有方法善用其思想。近代歐洲人，極富獨立自尊及自由創造之精神，大部即受笛氏理智哲學之影響。

笛氏對其所創之方法，抱一種狂熱的信念，認爲可有無上的權力，有似一把邏輯的總鑰匙，能開發此世界的一切奧秘。誰能善用此方法，誰即能望得此世界。其法在認爲欲得真理必須先把晦暗含糊之問題，一步一步，分析成比較簡單之成分。然後再從分析得的簡單成分，再一步一步按照秩序前進，由簡推繁，由已知推未知，一直至將原問題完全了解爲止。可謂「先分析後組織」即爲此法之精神。先把研究的事物解剖開，分出構成全體的各種分子，找出複雜現象所由成的簡單元素，然後再用綜合的演繹，按其正當秩序，再把各種分子或元素逐步組織還復本原。前一步驟，爲剖全體而觀其部分。後一步驟，爲合各部分以觀其全體。凡對一切研究，若能實行此兩步驟，自不難悟出宇宙萬物之結構，發見其複雜內部之祕奧。近代歐洲科學研究之能日起有

功，異常進步，可謂即由實行此方法所致。

惟笛氏所倡之分析，並非實驗的分析，乃是抽象的分析是思想上的分析。其法係得自數學，而擴用之於哲學。換言之，其法尚非實驗科學之方法如培根在新工具論中所倡者乃是一種純理科學之方法，是數學與哲學的方法。故其出發點並非是事實之觀察實驗，乃是用思想在事物中抽象的尋繹一組自明之理 (La Verité de l'Evidence interieur) 以便據以一步一步的往前發見結論。所謂自明之理，乃指「理智之光」所明白見到者，為個人內心的直覺 (Intuition) 所明白清楚的認其為真者，如數學家之認識其數學公理與定義是。「明白與清楚」 (Idée Claire et distinct) 之觀念，是可由直覺一見而明，因其本身即具直覺性，有直接呈現其真相之可能性。苟有此類「直覺其為明白清楚之理」為前提為依據，再按照不矛盾之邏輯原則，由已知推證未知，即可望將未知未明之理按其邏輯的聯繫，引入於明白清楚之域，而為已知已明者之必然結論。並可依同理，由一明白清楚之結論，再推證出次一明白清楚之結論。如是前進，最後即可望構成一長串之演繹。故演繹推理之真確性，即在推論歷程中之每一階段，皆有直覺為明白清楚之命題為依據。每一關節處皆可直覺其能前後一貫毫無矛盾。換言之，每一長串的演繹，直可視為一串的理智直覺。笛氏視由是而得之知識系統，其全部布局，皆有明白清楚之理為逐層之基石，且每層皆能得「理智之光」明照承認，自極堅強鞏固，決不似玄談空想，而有建於泥沙難經風雨之患。

笛氏此項方法，純由數學得來。如歐氏幾何學之全部建築，即係以少數自明公理及明確定義為基礎，由簡至繁，逐步推證出其全部定理。歐氏幾何學之體系，即有如長山之蛇，處處皆應，節節皆靈。笛氏所發明之解析幾何，亦係按此方法成立。笛氏並深信此法不僅可用以建築數學，且可用以建築新的哲學，可用以探明宇宙之真實結構及人性真義所在。如文藝復興時代，歐洲人已普遍認知「大自然」之真實可愛，乃人類活動馳逐之樂園，並非如宗教家之謬言，盡是「污濁塵世」。但此「大自然之結構體系」為何，雖以培根之明，日言實驗歸納，亦未能揭露其要義。惟笛卡兒則能用其思想的分析法，發覺自然世界所表現於感官知覺中之形形色色。

(如聲色嗅味之性質)皆不外爲物質所具之體積 (Extension) 與運動 (Motion) 二者綜錯變化之結果。因一切物體經分析至最後皆有一定之大小形狀，占一定之空間位置，有一定之體積。至一切物性，如聲色嗅味等，經分析至最後，亦皆不外是物質運動之結果。(如聲，起於發聲體之振動及傳聲空氣之波動。色起於以太的波動。冷暖起於分子運動等是。)而物體運動之法則，是可以力學研究之。物體之大小形狀，空間之容積廣袤，是可用幾何學確定之。則發展數學與力學兩種，即可望將萬象紛列之自然界，說明其機械的結構，自不必再用傳統神學上目的原因之解釋。且一切物象所顯現之性質 (qualities) 既可化爲運動與容積之數量關係 (quantities)，一律平等無差別，則古代亞里士多德及中世紀所持階級的宇宙觀，視世間物類，係按品位等級及價值高低以配列之說，亦不攻自破。笛氏此項機械的自然觀，既有科學爲確證，又極合近代人類平等之願望，故頗爲十八世紀唯物論者所宗師。

至人性之本質爲何，笛氏亦由其方法，分析得「自我」有真實的存在，其表現之特質爲能思想。「我思，故我存在」，即爲笛氏所遺之名言。人固爲一靈與肉之複合體，但靈與肉之區別何在，心與身之本質爲何，常人除遵迷信傳說外，鮮能有正確之理解者。經笛氏之分析發覺人心與人身，本質全不同，即「精神的我」與「肉體的我」，係全度着不同之生活。人身或生理的我，是占有一定之形相及方所，且有不可入性爲他物所不能侵佔，又具有各部感官知覺，能接受外力激觸或內心指導而生種種動作，如飲食、呼吸、行動等。故人身實爲一自動機器，如鐘錶之活動然，其動純受制於「必然性」，但可爲心靈所指導運用。至人心或精神的我，則具有自由意志、能自覺、能自主、能思想、能懷疑、能判斷、能領悟、能自發命令、能自提要求。此皆可由內心自己反省而知之。尤以人心所具「良知之光」，能照澈萬物，創造一切，更可表現心體之全能大用。如道德理想之創造，藝術文化之擴展，科學技術之發明貢獻等，莫不係以此能思想能自覺的「心」或「真我」爲基礎。但在近代能首將此心之真實實用明白揭示於人，提高人類之覺悟與自信者，則當推笛氏。

總而觀之，笛氏之思想在時代上所生之影響甚大。如其所倡方法的懷疑，實爲一大膽的哲學，欲把已往所

遺留之一切信條，從新估價。故初尚僅爲學術上的懷疑，但次即發展爲宗教上的懷疑，道德上的懷疑，法律上的懷疑，乃至一切生活皆陷於方法的懷疑，遂造成十八世紀之大變動。又其由「自我認識」反省分析，以導出自我之真實存在，亦開後來浪漫派唯心論之先河，以「探求自我」，分析個性，解釋內心生活之大本爲務。從來哲學家之努力約有二大趨勢，一爲科學派之趨勢，以建設知識哲學爲務。一爲倫理的或道德的趨勢，以闡發自我的道德性，建立正確的人生哲學爲務。笛卡兒頗重視其科學研究，數理研究及其機械的自然觀即富有前一派之精神，而同時又提出主觀意識之分析，意志自主之理論，故又兼具後一派之趨勢。

吾人前述自文藝復興以來，人類史上有兩大新發見，一爲新宇宙系統之發現，一爲新人生態度之發現。如哥白尼與蓋伯力之成立新天文學，及哥倫布之發見美洲，即爲此期人類對外界之宇宙之大發見。由古學之復興，引起十六、七世紀人類之大覺醒，自覺人類自己有無限的智慧和能力，可以表現世界各部之光明，可各奮其思想良心，去自由認識判斷，是爲人類新自覺之發現。笛卡兒即頗能綜合此兩大新發現於其心物二元之哲學體系下，而給以本質的詮釋。謂此無限廣大之宇宙自然，不外是物質容積與運動兩者綜錯變化之結果，可由數學物理學以理解之，實能擴大人類對於宇宙自然之認識與控制。至謂人類最高性質，則爲自我能懷疑、能思想、能分析、能覺悟，尤能洞見新時代的新人生態度之本質。笛氏如是詮釋我物兩界，闡出近代思想上唯心物之爭，一元多元之辯，產生無限豐富之哲理，實與古代泰爾士 (Thales) 提出尋究宇宙之問題，因而引起希臘學者對「一多定變」發生無窮之思辯，結出希臘哲學空前鮮茂之花，可同一比美。

第十節 本期結語

由上數節所述，可知學藝復興之舉，實爲歐洲精神界之春雷，一震之下，萬蟄俱動，萬卉齊開。專就科學而論，在十五、六世紀之交，忽有一大羣新思想家，突起於各方面，各據一科，推動其發展，使達於相當之高度。如在數學方面，有對數與符號代數學之發明，使運算更得便利而精確。尤以解析幾何學之創立，爲自然科

學增一偉大之利器。天文方面，有哥白尼、蓋伯力發見之星球新系統，使近代得一無限廣大之新宇宙觀。物理學方面，有加利列及其實驗學派之努力，近代實驗物理學，始得以成立。在化學方面，有巴塞爾、赫爾孟師徒之醫藥化學，阿谷里哥納之冶金化學，及巴塞之陶業化學等，然後化學一科，始脫離迷信的鍊金術，而成爲科學的研究。在博物學方面，有無數自然學者，從事科學的遠征，奔赴世界各國，收集或移植移養新奇的動植，以爲比較研究之資，因而成立動植物分類學，及比較解剖學。由於無數動植物園，古物陳列館、圖書館、實驗室等紛紛設立，尤使普通有志於學者，皆有機會以學習一切，研究一切，觀察一切。至於器械技術方面之進步，有裨益於學術者，如印刷術之發明，愈促進思想之交換普及。如航海術之精進，愈促進各民族文化之溝通同化。如望遠鏡之成功，在天象之觀察上，闢出無限新境界，皆爲此期之偉大貢獻。吾人研究西方學術思想之發展，至希臘衰亡，入於中古千年長夜之中，覺有「山窮水盡」之歎。不料至十四、五世紀，千年伏流之學術思想，忽重放光明，至十五、六世紀即奇葩異卉，雜然並開，諸種科學，以奇蹟幻景的姿態，發展起來，實令人有無窮興奮之感。

細考十六、七世紀之學風，頗富革命之精神，皆以反對中古偽科學及古代之玄學爲務。自「方法論」觀之，希臘以前如巴比倫、埃及諸民族，僅有粗樸的經驗，常識之堆積，並未將所獲的知識作成系統化，實無法論可言。希臘人爲好思想之民族，其科學理論，深受其哲學之影響。其初期對於自然事物，係用直觀把握之，欲由直觀透視事物之本體。其後思想漸形嚴密，注重分析，崇尚知識的邏輯論證，漸蒐集從前由直觀所得的發見而組織之，使成合理化，遂成立演繹主義。吾人前章述其幾何學、天文學、力學之系統化，演繹化，即可概見。披打哥拉斯之研究數學天文等，並非爲實際應用，純爲理論的興趣，即富方法論之意義。至柏拉圖、亞里士多德、歐克立德發展出演繹法，重視論理的必然性，形式的嚴密性，由是而有建設無矛盾的系統思想之可能，實爲希臘人之偉大貢獻。至中世紀則僅有宗教獨斷主義之束縛，阿拉伯人則僅有散漫不成系統且偏迷信的實驗研究。直至十三、四世紀，希臘之直觀主義及演繹主義始漸恢復，尤以演繹主義成爲經院派哲學之中

心。但至十五、六世紀，因新世界之發見，人心漸較古希臘人爲實際，非僅不爲空想幻美所陶醉，且對於經院學派的一切體系一切概括，多深惡痛絕，而特喜新奇的，及反證的事實，醉心於思想自由，於是展出近世經驗主義之曙光，重視觀察收集實驗，剖析自然，以期發見自然之奧祕爲務。在實行方面，如加利列及其實驗學院之所爲，在理論方面如佛郎西斯培根在「新工具論」中所提倡，皆在放棄理性空想及舊形式邏輯所講的界說推論之規則，而將古代之玄學系統，及中古偽科學，一律用觀察實驗之法肅清之。於是天文學、物理學、化學、解剖學等，即根本從玄學與宗教中解放出來，而得自由自在的發展。

其次就「學問之目的」言，此期尤有極大之改變。希臘學者之研究，重在理智好奇心之滿足，對實利效用，極爲輕視。中古宗教出世之觀念盛行，亦極輕視實用。直至文藝復興末期，學術空氣，即一反昔人之態度，漸重視科學研究對於人生實際效用，各科漸兼向實用技術方面發展。如化學之由鍊金術轉變爲醫藥化學與冶金化學，動植物學之同時注重園藝飼養及食品之培植，解剖學之同時留意於醫術之改進等即最著者。尤以佛郎西斯培根，在理論上發揮科學之實用真價，指出科學之本身不是目的，僅是人類征服自然之工具，爲改善人類生活之武器，對於近代影響極大。古希臘人原視哲學家 (*Philosopher*) 爲愛智者之稱，哲學之目的，在探明自然之理，使好奇心求知之心得滿足，是純理智的態度。及至培根則視哲學家乃是利用知識的人，哲學爲研究征服自然之學，其態度係以奴隸對待自然。求學之目的在實用，在獲得生活發展之能力，故有科學是權力 (*Scientiaest Potentia*) 之名言。因此近代人甚重視發明家，重視技術之發明能力，因惟發明家始能造出征服天行操縱自然之工具，以實現人類統治之目的。培根的「人治」 (*Regnum Hominis*) 名論，一方既打倒中世紀之「神治」思想，又修正希臘重理論而輕實用之態度。雖在當時不甚見知於世，但至十八世紀以後，此種見解，即完全普遍於歐人之心。近百年來，實用科學，極爲發達，科學萬能之呼聲，遍於全世界，可謂即爲培根精神之普遍表現。

故近代科學與古代科學之別，即古代於方法上，僅重抽象推想，不重實驗，只能成立理論幾何學，而不能

成立自然科學。且於目的方面，古代不明科學對於人生之功用，故應用科學不發展。近代科學則不然，對於求知之法，則知實驗應爲一切理論之根據，視無實驗作證之推理，必爲空疏，故能建立各種自然科學。又深知科學之眞價，在能爲人生謀福利，故無數應用科學，得以紛紛產生。此由於古希臘人有如天真爛漫好奇心充溢之孩童，幻想甚多，實利觀念尙薄，故對於宇宙自然，只富探究思索之興趣，尙無奴役自然之野心。近代歐洲人則如一血氣方剛戰鬥力亢盛之青年，幻想減少，實際精神發達，故富統治宇宙征服自然之意志。而文藝復興，卽爲此新時代之轉點。

但此期之科學家，亦有其缺點。卽在此披荆斬棘之時，學者多無統一之見解，無全局之認識，常意見紛歧，喜作無益之聚訟。或只重博聞強記，所知雖多，無關宏旨，不能把握着統一綜合之關鍵。此期過後，至十七、八世紀，始漸入於合理時期，各種自然科學，始漸完成理論系統。

本章重要參考書

- Felix Sartaux: *Foi et science au Moyen Age.*
Paul-Antoine Cap: *La science et les savants au XVIIe Siecle.*
Figuier Louis: *Vies des savants illustres de la Renaissance.*
Cushman: *History of Philosophy.* Vol. II, ch. II.
Francis Bacon: *Novum organon.*
Lyler: *A discourse of the Baconian philosophy.*
Foullée: *Le systeme de Descarts.*
Fridell: *A Cultural History of Modern Age.* Vol. I.

第四章 十七八世紀之科學運動

第一節 各國科學會之勃興及現代新興之知識階級

近代科學運動，自文藝復興以後，即蓬勃發展，有一日千里之勢。屈指自加利列之歿（一六四九年）以至於今，不及三百年，科學即已普及全歐，並改變了全世界。雖不能謂科學即是代表現代西洋文明之全體，但近代文化各部門，無一不受到科學的支配，則可斷言。

此二百餘年來之科學運動，可有兩期之不同。第一期約百數十年，起自加利列之歿，以至十八世紀蒸汽之發明（一七六四年）。此期之科學，在實用方面，雖尚未發達，但在理論方面與概念方面，則已極為光明。各科之中，皆漸發見有統一綜合之原理。如數學、物理學、化學、生理學、各科，皆各能成立其完密的理論體系。及至次期之百數十年，則更有劃時代的發展。因蒸汽機之發明，各種新奇機械為用於世，可將自然克服，將大地改造，於是人們競將科學理論，應用以改進技術工藝，增加生產數量。在理論科學之外，各種工程學（technology），農學，醫學等，極為發達。各種技藝專門學校，為數之多，遠超過大學之數。各專校所收學子，亦較大學學生人數多十百倍。其結果遂完成近代之工業革命，將現代人類的物質環境，社會生活，以及人們自己，大加改造。吾人可稱自文藝復興以至蒸汽機發明時期，僅為科學供給人類以「智慧之力」的時期。其後期則科學兼能供給人類以「實用之力」。倍根曾謂「科學是權力」，蓋即指此「智慧之力」與「實用之力」兩者而言。本章即繼述十七世紀中葉以來科學發展之情況。

自加利列歿後，學術界有一最大運動，為各國科學會之勃興一事。自十五、六世紀大覺醒以來，歐洲學者之好學興趣，頗與古希臘學者之好奇求知相似，對於自然之探究，極為愛好。且最喜留心時事，對於各種問

題，皆具同等熱心。對一切新問題，新思想，極喜彼此商量，過從極密，或函牘往來不倦。羣皆感覺探究此大自然之事業，決非任何個人所能勝任，非集合多數天才通力合作不為功。於是集合同志，設立學會之舉，應運而生，曾為一時學術界上之偉大運動。首先成立者，為一六零二年之羅馬學會 (Accademia dei Lincei a Rome)、加利列即為會員之一，惜不久即散。至一千六百五十年，加利列之弟子托爾習里 (Torricelli) 等追念加氏在科學事業上之偉業，欲繼續光大之，於是羣起成立一實驗學會 (Accademia dei Fimments) 於佛洛郎斯，集會員多人，秉遵加氏遺訓，共同從事許多重要的物理實驗。惜至一六六七年，此會又被解散。但此種合力推動科學之工作，即由義大利傳播至他國。如英國至一六六二年，即由波伊兒 (Robert Boyle) 等奔走營謀，在查理二世手中，成立倫敦皇家學會 (Royal society of London)，以倍根在「學問之改進」中所述者為據，以發展科學合作之業。且於一六八八年，會中增設圖書館，博物館，實驗室等，以供普通人利用。英皇查理二世，為霍布士 (Hobbes) 之學生，極熱心於物理研究，亦自設實驗室於巴金漢宮。一時貴族僧侶爭仿之，各以其餘暇，從事於力學光學等之研究，發揮其無關利害的好奇心，於是英國即應了倍根的預言，走上自然科學進步之途。其在法國，於一千六百三十五年，亦由大博物學家麥斯命 (Meissner) 等先集合多人，共作物理實驗，至一六六六年，此團體即發展成為巴黎學會 (Academie des Sciences de Paris)。會員初時多為數學家，繼即有物理學家，植物學家，化學家，解剖學家等。至德國，曾因宗教革命後，政治不統一，且困於三十年戰爭，科學研究之運動，一時稍遜於各國。但至一千七百年，亦由萊布尼茲 (Leibniz) 之奔走努力，成立柏林學會 (Prussian Akademie der Wissenschaften)。此外各國設立學會者甚多，皆視為科學家聚會討論之最善場所。而大部份之目的，則在以數學方法，去運貫諸自然定律，以「促進物理的、數學的、和其他實驗的學問。」亦有將古希臘學者之理論與方法，重加實驗，以明其是否有據者。考希臘時代，亦曾有學會之設，如披打哥拉斯學會，即最著者。惟披打哥拉斯學會，係以研究數學及天文之玄理為目的。近代科學會，則在將數學方法與天文觀察及物理實驗，作組合的研究。自大塊之物，如日月羣星之最能動目者起，以至極微之物，如原

子、分子，凡足爲數量的膽測者，皆在研究之列。故近代之科學會，對於自然之研究，頗能收包圍自然，及運用自然諸力，以改善人類生活之效。

又在文藝復興之季，宗教權威與新興科學之衝突，極爲激烈。如布魯諾 (Bruno, 1578—1600) 宣傳哥白尼太陽中心之體系，主張一種泛神論，即在羅馬受焚刑。加利列亦因贊成哥白尼之學說，於七十歲時，受羅馬教皇之鞠訊。及至此期，人類漸明新科學思想，是有理由可信爲真之見解，可以解除人類的無限愚昧與無知，於是上自帝王、貴族、僧侶，下至普通階級民衆，皆對新興科學，引起熱烈之愛好。又從前科學之著述，係用拉丁文字去發表，普通民衆，難於接受了解。至是時，則各國爭用其國語去講述。各國科學會、圖書館、實驗室、普遍設立。各大學爭設科學講座，廣收學子，不分性別與階級，凡有求知興趣者，皆可自由爭取科學的修養，視爲一種高貴之事業。於是其結果，科學思想，遂漸打倒神學思想。從事科學研究的知識階級，勢力日益加大，逐漸起而代之。在昔係教會僧侶，把持文化。不僅哲學、科學、藝術、皆在僧侶手中，即政治、經濟、農工各業，亦多受其支配。及至近代，則由新興的知識階級，即科學家的企爾特 (Child)，取而代之。兩者之組織雖不同，而其支配時代之勢力則一。在近代，科學萬能之呼聲，普及大地，幾於一切階級，一切職業，一切生活，莫不聽命於科學家而受其試驗。所不同者，僅現代之知識階級，缺少一位教皇而已。茲將各科之理論發展分別述之。

第二節 微積分學之發明

近代自然科學之能特殊發達，除因善用觀察實驗方法外，尤係得力於近代數學，即解析幾何與微積分之應用是。

解析幾何學爲笛卡兒一人之獨自天才所發明，已於上章略述之。至微積分則非出於一人之力，而係許多天才之合力造成。在希臘時代，大幾何家攸多克 (Eudoxe) 用累黍法 (Exhaustion) 以解化方爲圓，取外切於圓

或內接於圓之正多邊形，將其邊數增至無限時，其極限即可近於圓，是爲微積分運算極限之嚆矢。惟在理論上，希臘人因有冉龍飛矢不駛之詭論，以爲每一刹那，飛矢是靜止的，即每刹那（無限小的時間）是等於零，於是無法理解無限小量之存在。僅在實際上，仍不能不有時採用無限小之計算法，如阿幾默德用以研究化圓錐爲方錐，化圓柱爲方柱是。及至十七世紀，有一羣數學家，忽再起而研究無限小之計算法。如義人賈瓦里亞（Cavalieri, 1588—1647）有連續無限小之幾何研究（De geometria Indivisibilium continuorum），法人斐馬（Fermat, 1601—1665）有極大及極小之運算法（Methode de Maximo et Minimo），牛頓之師巴羅（Isaac Barrow, 1630—1677）有求切線法之發明（The method of tangents）等，皆於微積分增進無數新觀念。至十七世紀之末，即有牛頓成立流數法（The method of fluxion），及萊布尼茲完成微分運算（Calculus of Infinitesimal）。而尤以萊布尼茲創立之微分符號，（即 $dy dx$ 之符號，在一六八四年製定），及運算方法，遠較牛頓之流數法爲便，遂爲後世普遍的採用。

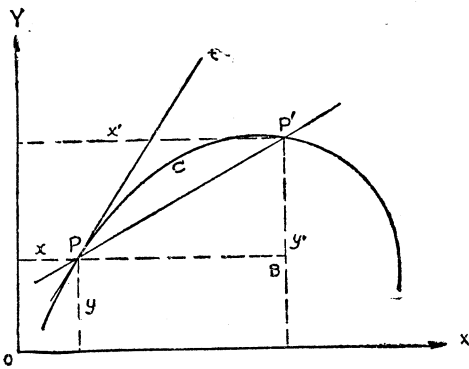
牛頓爲一數學、天文、物理家，係在實際上由力學方面着想，而發明流數法，但在普遍理論上甚少發揮。萊布尼茲（Leibniz, 1646—1716）爲一純粹數學家，自幼酷嗜柏拉圖主義，於哲學會有偉大之貢獻，故對所發明之微積分學，不僅於符號及運算方面有極卓越之創見，且在理論上尤有精切之解釋。

在十七世紀中葉，顯微鏡即已發明，世人在極小的世界中，漸發見有豐富的奇蹟，故對無窮小的細微上，頗引起研究之興趣。微積分能在此時期發明，即係此種心理之產品。昔冉龍之詭辯，在誤認無限小量是不存在。不知一切無限大，實莫不由許多無限小連續所積成。故萊布尼茲謂全體是部分連續之積，「一」是「多」的連續之積，宇宙是無窮單元（Monads）連續之積，（其單元說即係原子說之修正）。休止可視爲無限細小的動，黑暗可視爲是無限細小的光。譬如海浪的嘯聲如吼，亦不過若干極小的浪互相衝擊之聲所集成，每一細浪之聲固甚小，不能使我們聽見，但不能即視爲等於零，視爲不存在。又如人心意識的統一，亦不外由無量數不清楚的微小知覺（indistinct infinitely small perceptions）所合成，在吾人意識闕之四週邊緣及深處，實有

無數掩蔽穩藏晦暗不明的微小感覺，構成隱意識之內容；此等微小感覺，雖極軟弱無力，一時未走進意識的光圈之內，但決不能視為不存在。如此推而廣之，則在幾何學中，一條曲線，亦可視為由無數最小直線合成。一條直線切於一曲線上之切點，即可視為一最小之直線。萊布尼茲因從幾何方面着手研究任意一條曲線上的隨便一點引一切線的普遍方法，而發明微分運算法 (Calculus of Infinitesimal)。

笛卡兒已知用幾何方法表示一個數學的函數。如函數 $y=f(x)$ 的幾何表示，就是一條曲線，如圖中之 C。今欲就曲線 C 上任意一點引一切線，其法即在求出曲線上任意一點的切線和橫軸交角 O 的正切。即是微商 (Differential coefficient)，亦名導微函數 (Derived function)。故萊布尼茲稱微積分為切線的正逆方法 (Direct and indirect method of tangent)。

導微函數之作用，是非常玲瓏的，在幾何學上既可表示曲線上一點的切線和橫軸交角之正切，而在運動方面，又可表示運動的速度。因一條曲線，既是一個函數，亦可表示「一點」運動之情形。設函數是表示運動時，則其導微函數，就是表示每剎那間運動所有之速度。例如欲計算無限小變動之速度，可用 Δt 表示極小極小的時間的間隔，在這時間內一個運動體所經過的路亦很短，可以 Δd 表之，則在 Δt 間隔內的平均速度 m 應為



$P'B = y' - y$ ，設為 K ， $PB = X' - X$ ，設為 h ，則割線 $P'P$ 和橫軸交角之正切為 $\frac{y' - y}{x' - x}$ 即 $\frac{k}{h}$ 如 P' 與 P 漸接近，即 y' 漸近於 y ， x' 漸近於 x 時，則割線 $p'p$ 即變成切線 tp 切 c 曲線於 p 點，可得下式

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{k}{h} = \tan \alpha$$

$$M = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

使所測定的時間是非常之小，可近於 0，則 $\frac{\Delta d}{\Delta t}$ 即變動得極微。設 V 為在時間的間隔和相應的空間都近於 0 時的平均速度之極限，則得

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

而找尋 $\frac{d}{dt}$ 的極限值的計算法，即為導微函數法。

故導微函數，是表示函數變化的最善法，可指出那函數何時漸漸變大，何時漸漸變小，何時來得快，何時來得慢。如函數 $y = f(x)$ ，其導函數 y' ，即為

$$y' = \frac{dy}{dx}, \text{ 即 } dy = dx \cdot y'$$

dy 和 dx 都表示無限小量， dy 呼為 y 的微分， dx 呼為 x 的微分。此為萊布尼茲之偉大發明，可應用至各色各樣的計算上，為計算無限制相近數的理論之善法，如計算無限小變動之速度是。

且導微函數又可推廣求其二次導微函數或其高次導微函數。例如欲求一個運動的「點」在一刹那間的「加速度」，即係應用二次導微函數法以計算之。自有了一次和二次導微函數法以為用，則對運動之情形，即更知得明白清楚。此在物理學中應用極廣。故微積分成為近代物理學之台柱。

微積分法之發明，比之解析幾何，為用尤廣。雖在概念方面，微積分不如解析幾何之明白清楚，但笛卡兒的「明白清楚」，只能用至「有限」，不能應付「無限」，無法擴大理智之進步。如微積分則能推算至「無限」，可由極大推至極小，亦能由極小推至極大。凡一切連續發展的變動，皆可應付處理之。就其無限小之觀念言，（如視宇宙為無窮單元 (Monades) 之積）。顯然與原子論之自然觀相合，而能將之運算。再就其研究連

續運動之速度言，尤爲切於自然變化之描述。因宇宙間一般現象，莫不是連續推移的變化，而爲一種連續有規則之形式。微分術能精密計算自然現象之連續變化，實達人類理智控制自然之最高峯。

總而觀之，近代數學異於古代數之處，即在笛卡兒介紹代數方法於幾何中，而創立解析幾何，及萊布尼茲之運用無限小量之觀念以創立微積分學。此二者實將數學之領域，推廣無限。自是以後，學者即不復墨守希臘數學之舊法，而爭用新工具去自由開拓新園地。古代幾何學家所研究之直線、平圓、球體、圓錐、等定理，皆可由是推廣至無窮盡之各種曲線及面。在此等無窮盡之曲線及面中，自然物象及其變化，皆可表現於吾人觀察之下，而加以精密的測定。自邏輯觀之，此實爲一種大會通 (Generalization)，增進一般概括性，可使人類理智應付特殊問題之能力加高，將研究之區域推廣。故自有笛卡兒、萊布尼茲、牛頓以後，百年間之學者，皆努力探發此開闢之新領土。十八世紀有達朗伯 (D'Alembert, 1710—1783)，尤拉 (Leonard Euler, 1707—1783) 拿谷朗日 (Lagrange, 1736—1813) 拿勃拉斯 (Laplace, 1749—1807) 等大數學家，繼續發揮，遂使此新園地日趨繁榮，成立純粹分析學。一方尋求其可能應有之普遍通則，他方考其對於力學、天文、物理、各方面之應用。諸大名家，皆以爲幾何、力學、天文、物理等，皆不過是分析術中之一問題，只須能創立一抽象數學，發揮盡善，則所列之分立問題，即可迎刃而解，故羣以努力發見分析術之通則爲務。果經尤拉以函數爲分析術之基礎，將前人之法，會萃而貫通之，即化繁爲簡，得出普遍之法則，完成微積分之體系。至拿谷朗日再加發揮，運用分析學原理，去闡述實驗力學，即成立解析力學 (Mecanique Analytique, 1788)，可以解牛頓「算理」中之各問題。於是古代阿幾默德及近代加利列視靜力學及動力學可爲數學之附庸，至是即完全證實。又得拿勃拉斯能以算理窺見宇宙全體系，成立其「天體力學」 (Mechanique celeste)，更見分析術整理天文學之功。於以見數學愈能向極端抽象思想中上升，即復愈能回向地上具體事實深入，此實爲分析學最澈人心腑之事。古人之數學方法，多爲綜合法，每遇一問題，即個別解決之，不思研究包孕此小問題之大問題。無論爲幾何學或力學，皆是注意於分立問題之特性，不力求其較爲普遍概括之通則。今十七、八世紀之分析學者，則以

爲一種特殊問題，不過是一小問題，應有較高較大之問題在。若能解決大問題，則小問題即可解決在內。此意原由萊布尼茲倡之，謂普通的算術與幾何，只是淺俗的度量運算，應尚有一種理想的超越的高等數學在。其後之數學家，即頗能遵其遺規，貫徹其理想，完成此項高等數學，使成爲幾何學、天文學、物理學之利器。故吾人展讀十七、八世紀之分析學發展史，彷彿活現了披打哥拉斯及柏拉圖對於數學之美夢；即最高的最抽象的法式 (forms)，反爲控制具體事實之最佳武器。令人不勝驚歎此期之數學天才，何以竟能創出思想上如此最完備之科學。

第三節 牛頓之理論物理學

自加利列提倡用觀察實驗新法以研究物理，並主張一切物性 (The qualities of things) 之考察，均應從數量 (quantity) 方面着眼，使觀察實驗之結果，能用數字表示之，可受一種數學公式的駕御，於是十七世紀之物理學，在實驗方面，及在實驗與數學合作方面，皆有異常之進步。實驗之風，在英法兩國，尤爲盛行，公私實驗室，紛紛設立，各爭設計自造器械，自作實驗。如略有所發見，國家即引以爲榮，故產生許多業餘實驗家，發明發見甚多。如市長居禮開 (O'tho de Guericke) 以公餘之暇，從事真空之實驗，於一六五四年發明居氏半球 (hemispheres)。如數學家巴司噶 (Pascal, 1623—1662) 於一六四八年在 Puy de Dome 山上證實空氣壓力之說，以後並發見流體中壓力平均播散之原理。如波伊兒 (Boyle, 1626—1691) 由空氣壓力之試驗，求得氣體之體積與壓力成反比，與溫度成正比之著名公式，皆爲此期之著名貢獻。故自加利列之主張盛行，物理學中各部門，皆有澈底之革興。如聲學在昔時只憑聽覺所感爲據，至是則改由發聲體之振動數及傳聲空氣之波動數以立論。光學在昔時只憑視覺所知以爲斷，至是則改研究光波之理論。熱學在昔僅恃觸覺所感者爲據，至是則改研究物體熱時之膨脹率。力學亦不由主觀經驗所識之力如努力抵抗力等以立論，而只考察力之結果，定其運動量。如此將一切物性之研究，改爲數量的實驗瞻測，實爲近代物理學取得最大改革之第一步。

但加利列之實驗物理學，尙僅是富有零星的發見。及牛頓一出，始更將實驗物理學推向系統方面發展，使零星的發見，得以統一於普遍定律爲歸宿。尤自牛頓以後，數學方法發達，可應用微分方程式及偏微分方程式，駕御實驗之結果，使物理學得到一更精良之利器，於是即發展出數學的物理。

牛頓 (Isaac Newton, 1642—1727) 生於加利列逝世之年，及長，能將加氏之實驗物理學，發揮光大，成立理論物理學，實爲科學界之盛事。氏自幼即喜讀數學、天文、物理之書，與天文家哈列 (Edmund Halley, 1606—1742) 友善，同致力研究行星問題。於一六八七年，(即清康熙二十四年時年四十五歲)，出版「自然哲學之算理」(Philosophia naturalis Principia Mathematica) 爲物理學開一新紀元。全書純仿歐氏幾何學之體製，先有定義、有公理、奠定動力學之基礎，然後入於本題。其莊宏嚴整之形式，十足具備希臘演繹式與雕像式之風味。但其內容精神，又略與希臘作品的精神異趣。因其全書所據之大前提——萬有引力說，並非是自明的，而是由歸納的方法，根據當代加利列、蓋伯力諸大學者所實驗發明之法則以推出。故其全書甚完美謹嚴，係根據當代學人所積之觀察實驗，以達到普遍的一般的法則，再籍數學的演繹，由普遍法則，以推論諸多事實，且能推至無遠弗屆，實爲自然科學極合理想典型之作。其書之「序言」極簡，僅述其欲以數學應用於自然研究之意。並謂自然物理之變象，純起於運動。運動者，是在一定時間內，物體變動其位置。此爲一力作用之結果，可就其方向與速度定之。如欲明白自然變化之情況，當以闡明動力之法則爲第一義。以後「開端」，即如歐氏幾何學，先立定義，次述公理。其定義一，係界絛物體之量，爲其體積與密度之乘積。定義二，界絛運動之量，爲物體之質量與其動時速度之乘積。定義三，係界絛物體之惰性。定義四，界絛外力之作用。定義五，界絛向心力之影響。在此五定義後，即進述三公理。一、謂凡物動者恆動，靜者恆靜，不受外力，其態不變。二、謂運動之改變，隨所受之外力而定。三、謂凡有一作用，必有一反作用，且主動力與反動力相等。此三公理，即著名之牛頓三律。既述定義與公理後，其書第一卷即論所用之新幾何方法。第二卷論固體之直線運動，流動體之擴散運動，及圓錐曲線等。第三卷爲全書精華，詳述萬有引力之理。自蓋伯力發見行星三律以來，本

已引起時人紛論引力問題。且多已知物體由天空下落時之加速運動，係由地球之引力而來。然尚無一人能用數學公式表出引力之形式。牛頓在此書第三卷，闡述引力法則，且明定其關係爲物體質點互相吸引，其引力之大小，與兩者之質量乘積成正比，與其距離之平方成反比，可用公式如次：

$$G = K \frac{mm'}{r^2}$$

牛頓在一千六百六十年，（時年僅二十四歲），即已研究引力問題。且已定出引力公式，曾用以計算月之軌道，謂由力之組合法則，假定月是受地球引力吸向地球下落，而此下落運動，與月向前的直線運動所成的切線方向，即可組成月的軌道。但此時因所知地球之大小不精確，故所計算之結果，與月之運動，不能恰相符合，牛頓遂暫擱置之，改研究數學光學等。至一千六百七十年，有法人皮卡（Picard）發明經緯測定器，實測得地球比前所知者更大得多。牛頓聞此修正，即復取十餘年前之運算再推究之，結果極爲精密，（時一六八五年），於是此千古物體運動之普遍法則，即一旦宣露。此法則不僅可應用至地球表面的物質上，即應用在一切日、月、星、辰上，俱無錯誤。故近代天文學，先得哥白尼而開羣星繞日之系統，次得蓋伯力而明羣星運行之法則，今再得牛頓之數學與引力說，即永樹立天體機械學之基礎。但牛頓之態度極謙謹，在其書中，毫無誇辭，僅述蓋伯力所發明之行星三律，可在其引力的數學公式下，得到演繹的證明而已。

故牛頓力學，頗能將加利列發明之實驗力學，及哥白尼、蓋伯力之天文學，綜合出一普遍公式。能將歷代堆積之無限學說思想與實驗臆測，錘鍊成片，團聚一點。且由此一點中，又可發出分向各方之思想，籠罩一切。其三大定律，實成爲劃時代之力學成果。在其前，力學所發見之定律，僅限於個別物體或部分力學之研究。至牛頓，則把力學由特殊推至一般，舉爲解決宇宙全般的力的作用及運動法則，且極精密確切。此實爲最博人喝采之事。

其書出版，除其知友大天文學家哈列（Halley）應用以觀測彗星，卒發見彗星確係按期來臨（每隔七十五

年即出現一次)之事外，時人鮮能了解。直待半世紀後，有法國佛祿特爾 (Voltaire, 1694—1778) 拿谷朗日 (Lagrange, 1736—1813) 拿勃拉斯 (Laplace, 1749—1807) 等，爲之闡發宣傳，始大見稱於世。佛祿特爾係一文學家，富有當代革興之思想，撰述牛頓宇宙觀之大意，流行法國，但係持爲攻擊教會推翻迷信謬說之利器。至能發明牛頓之真價值，推闡其學說之奧旨者，則爲大數學家拿谷朗日，及大天文學家拿勃拉斯。拿谷朗日之解析力學 (Mecanique analytique)，頗能解決牛頓算理一書中各問題。拿勃拉斯之天體力學 (Mecanique celeste)，則能表彰引力範圍之大，結果深遠，舉凡自然界之變象，皆可以此說解釋之。如宇宙間凡所能見諸天象之形狀、大小、運動，與其所行之軌道，及地球面上人所能見之各種動象，如光線行差，光線屈折，潮汐變象，大氣壓力，以至物質分子之力，皆可用牛頓力學實寫之，測算之，大部完全符合，有時亦得近似。尤以斐晚黎耶 (Leverier, 1811—1877) 由其理論，於一千八百四十六年推出海王星之存在，更令世人深信宇宙之組織，確如一個依照牛頓定律製成之機器。雖十八世紀有人研究牛頓，純以反駁爲目的，亦深覺其爲無懈可擊。直至本世紀之初，始有愛因斯坦之相對論出，而略爲修正之。

然牛頓力學能有「籠罩一切」及「確切精密」兩大特色，實大得力於近代數學。牛頓秉承加利列及笛卡兒之數學精神，並親發明流數法及二項式定理以爲推論之武器，故能將蓋伯力之行星三律演繹之。其後拿勃拉斯著天體力學，能將牛頓原理，推證天體各部之引力，及地球上諸物體變動之法則，則由於「偏微分方程式」之運用。蓋物理定律，必用數學公式表示之，始能在思想上得到精確之形式。又必得高等數學方法分析之，始能在推論上得到深遠的結論。米樓教授 (詳 Mineur: La loi mecanique et l'Astronomie 一文) 曾述天文物理運用數學之進步階段曰：最簡單階段，爲用「數字」以表述所觀察記載之結果，如希臘天文家喜拔克 (Hipparque) 觀察得春分至夏至爲九十四天，自夏至迄秋分，僅七十二天是。及至加利列時代，則不僅以用數字表述觀察實驗之結果爲已足，且須能表述兩量變化之關係。如物體下落之法則，謂墜體經過之距離，與經過時間之平方成正比，可表爲：

$$D = f(t)$$

之形式。物理定律，能發展至此階段，即可達預測未來變化之目的。因可運用「函數計算法」，由某變數之值以定函數之值。但至牛頓時代，物理定律，更在於表述某定系統在 t 時之情狀，與其在 $(t + dt)$ 時之情狀之關係。換言之，定律者，是由某種同樣的原因，發生同樣的結果。如牛頓發明之力學定律曰：既知物體在 t 時運動之速度及位置，則由動力法則及引力法則，即可算出同樣物體在 $(t + dt)$ 之速度及位置。定律發展至此形式，則需要微積分爲計算之武器，（牛頓所用之流數法，即其本人所發明之微積分法），需要一個微分方程式，或一系誘導積分法表示之。故用牛頓式定律以計算實際變象，所用之數學方法，遠較前爲複雜，因須先定所計算物體之數目、質量、位置、原始速度、及其相互之關係，然後將微分式化成積分。既得其積分式後，始可如加利列之方法，由變數之一定值，以計算函數之值。然亦因此，故牛頓定律，能超越純經驗事實之限制，進而綜合說明多數貌不相關之現象。如萬有引力之數學公式，能綜合演繹蓋伯力之定律，潮汐之漲落，羣星之動象，並能揭露向所不知之事物，而推廣自然知識之範圍。因數學既有分析能力，又有綜合能力，可以綜合任何事實，而又不拘於任何事實。於此可見必數學進步，而後天文、物理始進步。必有高等數學，然後科學家始得深入許多高深問題，而推算時間空間所不能直接觀察實驗之事。故十七、八世紀之實驗家，常有攜其實驗結果以請求數學家，解證其物理問題者。而數學家如拿谷朗日、達朗伯、尤拉等亦對物理問題極感興趣，常在物理學中發見許多新的數學問題。培根僅知高呼研究自然，提倡歸納，然全不知數學之重要。使無十七、八世紀新的數學，爲更豐富之工具，以分析自然，即決不能產生出近代之自然科學。

第四節 鹿瓦西之化學

十七世紀下半期以來之化學，雖有波伊兒（Boyle, 1626—1671）之著懷疑化學家（The Sceptical Chemist）以駁斥鍊金術，有布里斯特立（Joseph Priestley, 1733—1804）由養化汞加熱而發見養氣（一七七四年），有

克文底西 (Henry Cavendish 1731—1781) 以金屬加酸而發見輕氣 (一七六六年)，並用輕養二氣攙合，通以電火而得出水 (一七八〇年)，以及其他化學家之零星發見甚多，然皆不明此等原素之本質真相。及至鹿瓦西出，化學始得一空前之進展。

鹿瓦西 (Lavoisier, 1743—1794) 之貢獻，不在有奇特之發明，而在有確切權量之科學精神，有系統整理的研究方法，頗能廓清既往，開拓將來，而為近代的化學開山。其廓清既往之功，為著名的關火質論。當十八世紀初葉，盛行火質說 (Phlogistic theory)，謂物之能燃燒，由於藏有火質，當燒時，火質即逃出，只賸下餘灰。如名科學家波伊兒即主張之。鹿瓦西則覺火質論者，僅注意物體性質異同，不知研究其數量之變化。氏於一七七〇年，用天秤為武器，將錫裝入有空氣之瓶中，權其重量，封緊燻之，見錫成灰，權其重量不變。但將瓶開啓，即見空氣衝入，再權之，即見重量增加。且增加之量，適為所用之錫與所成錫灰兩者重量之差。乃確定金屬燒成灰，有吸收空氣之作用。如依火質說，則開瓶時當有火質逃出，瓶量應減輕矣。因於一七七七年向法國科學會提出「燃燒論」文謂：(一)物體能在空氣中燃燒，燒時不是火質流出，而是物質與養氣化合。(二)金屬經燒後所加之重，等於所吸收養氣之重。氏並由燃燒之理，演繹得單體與化合物之區別，將時人見解澈底改變，謂金屬與養氣化合而成灰，則金屬為單體，養化金屬即為化合物。

此外鹿氏又一更大之貢獻，則為其由實驗得出物質不生不滅之原理。即由天秤之實驗，察見反應之前與後，原物質與生成物質之總量，是相等不變。此條原理，為化學闡明之靈魂，可除盡一切迷妄。古希臘之原子論者，曾主張宇宙間無中不能生有，一切物質之量都是不增不減，一切變化都不過是原子的結合與分離，但並無法證實之。近代牛頓視物質之重量與其質量(為體積與其密度之乘積)有一定之比例關係，海景 (Huggens) 亦知重量為測定物質之重要因素，然皆不知由化學方面入手。至鹿氏用天秤化驗，始確定物質在化合之前與後，其重量不增不減，此在化學上，則確立定量分析法，及定性分析法之基礎。在哲學上，則確定唯物論之說法，證實物質為宇宙萬物之本體，萬物之多樣性，皆不出於物質單體的數量、大小、形狀，及配列的多樣性之

鹿氏以後，化學之運動，約有三趨向。一、繼續發展其燃燒之理論，於是養氣之研究極占重要。二、發展其應用天秤之分析化學。三、在尋求物質之終極元素——新原質，此俟至後再述之。

第五節 生物學與地質學

十七、八世紀之學者，常喜用「自然史」(Natural History)一辭，中文有譯爲「博物學」以名自然物之研究，其意謂研究自然界萬物之現象，與研究歷史相同，凡山、川、陵、谷、草、木、禽、蟲，皆有其起源、成長、之歷史可述。如簡斯蘭(Gesner)研究動物，有動物自然史(Histoire Naturelle des animaux)之名著。康德研究天象，有天體自然史(Histoire naturelle des ciel)一書。其他研究植物現象者則著植物史。研究地球構造者，則著地球史。至十九世紀英人赫胥黎(Huxley, 1825—1895)，覺自然史一辭，徒亂人意，遂將研究動植物之部，改名生物學(Biology)，將研究地球構造之部，改稱地質學(Geology)。

吾人前章已略述自哥侖布、麥哲倫等探發新地成功以後，歐人海外發展之興趣，極爲熱烈。航海通商，探險殖民，遍五洲。於是同時亦激起一批冒險而有遠見之博物學者，爲增加自然界之知識起見，不避艱險，遨遊絕域，深入自然界之大工場，探察南北極各帶之奇異動植，並考察各洲山川形勢，水陸分佈之情況等。其初之目的，純激於好奇求知，以多識於鳥獸、草木、之名爲務。其工作爲採輯標本，分別種類，寫實形狀，以資識別。於是有標本室、博物館之建設，以陳列動物骷體，及死物標本，其繼且有動物園、植物園之設，移植各洲活的動植物於一處，以資研究。最後更有水族館之設，以研究水產動植物。至十七、八世紀，除如上法研究動植物之形態外，並用顯微解剖之法，以明動植物內部之構造。其初解剖學係屬於醫學之用。至是則以解剖學附屬於生理學，以爲析明動植物生理構造之助。且此期之自然學者，常能以美妙之筆，將世人素不關心之自然事物，寫述得斐然成章，令人讀之，增高無限研究之興趣。如法國生物學家畢封(Buffon, 1707—1788)所

著之自然史，敘述動植物生活組織之情況，常附以有關之故事。不僅富有科學意義之事實，且饒具文學寫實之意味，故時人讀之，頗能引起愛好自然景物與探究動植生活之熱心。惟此期之研究自然尚僅限於敘述階段，(Descriptive stage) 未達說明階段 (Explicative stage)。如觀察、分類、解剖、比較等，僅在求得精確的記述。至成立學理，以說明自然之因果變化，則至十九世紀始有之。茲將此期之自然學分爲生物地質兩部約述之。

(A) 生物學 自十七世紀顯微鏡發明，且物理化學極進步，動植物學家漸引用兩者以研究動植物內部之生理構造及生活狀況，於是動植物之顯微解剖學，形態分類學等亦大爲進步。

顯微解剖學，十七世紀時，在動物方面，有著名三傑。一爲馬爾丕基 (Marcello Malpighi, 1628—1694)，精於蠶之解剖。二爲沙馬登 (Swammerdam, 1637—1680)，精於蜜蜂之解剖，於昆蟲生活史之研究極爲著名。三爲李旺哈克 (Antony van Leeuwenhoek, 1632—1728)，長於觀察動靜脈之毛細管，以小雞之翅，白兔之耳，蝙蝠之翼膜爲材料，發見動靜脈管之構造相同。此皆屬於單體的顯微解剖者。及至十八世紀則更進至比較解剖。如法人維克達冉 (Vick d'Azzyr, 1748—1794) 研究鳥類及哺乳類之構造，比較其異同，所得結果極優異。至羅維耶 (E. D. Cuvier, 1769—1823) 則更由下等動物以至高等動物，一一作比較的解剖，以明其繁簡不同之程度，規模之大，實爲前無古人。其結果不僅有助於醫學，且對於動物之分類有大貢獻。

至植物之顯微解剖，在十七世紀，有英人佛克 (Robert Hooke, 1653—1703)，以顯微鏡觀察植物之組織見稱於世。谷柳 (Grew, 1628—1713) 考察植物根莖之構造，年輪之形狀，毛細管之作用等，自是即有「植物結構學」發生。至十八世紀，並有「植物生理學」出。先爲巴海弗 (Boerhaave, 1668—1738) 研究植物之組織成分，將植物之葉烘乾，收集其水蒸汽，察其含有不同的油和精，再燒葉成灰，發見灰內含有各種鹽類，因而尋出植物所需以生長之土壤，爲食鹽、明礬、硼砂等。同時有赫爾 (Stenhen Hales, 1671—1751) 於一七二七年著植物靜力學發見葉之功用，等於動物之肺，有吸炭吐養之作用。並有荷人 (Jean Ingenhansz) 於一七七七

十年刊佈植物實驗一書，述其根據布里斯特立 (Priestley) 發見養氣之試驗，證明植物在日光下能清潔污濁空氣而吐出養氣，在陰暗處則反之。並考得老葉較嫩葉吐養為多，水生植物較陸生植物吐養為多。

至生物分類學在此期，亦有特殊進步。在前期之自然學者，僅知廣集標本，而於定名分類，則漫無方法。往往同一動物而命數名，或本屬異種，而記述雷同。學者病之。至十八世紀，忽有瑞典學者林納 (Carl von Linné, 1707—1778)，本其廣博的觀察，精深的學識，創立雙名制 (The binominal nomenclature)，以代替前此其他的繁複記名法。雙名者，一為屬名 (Generic name)，一為種名 (Specific name)。屬名用一拉丁名，種名用一拉丁形容詞。二者拼成一學名 (Scientific name)。屬名表其性質，種名示其類別。例如獅、虎、豹、貓，可同用一屬名 (Felis)，以示其同屬。屬名之後，各附以種名，示其各為不同之種。即獅之學名為 (Felis Leo)，虎之學名為 (Felis Tigris)，豹之學名為 (Felis Pardus)，貓之學名為 (Felis catis)。如此命名定種，即可將同種動物產於異國者，及或同在一國而有不同之俗名者，皆以一學名統稱之。大可化繁複為簡單，彙混亂為整齊。林氏實為善於運用亞里士多德所立屬與種 (Genus and species) 之分類法，及定種命名之邏輯方式，以創定億萬生物之學名者。氏用其法以從事動物分類，於一千七百三十五年，刊佈自然系統 (Systema Naturae) 一書，頗能指明自然界雜亂無序之生物，可以各歸其類，聯成系統。惟其所定分類之標準，多係人為的，少天然之根據。如對植物係以花瓣花蕊之異同為標準，對動物係以心臟血液呼吸生殖之異同為標準，並無解剖學、生理學、及胚胎學之根據。故其後有茹西 (Jussieu, 1748—1836)，於一七八九年刊佈植物誌，即改以子葉為分類之標準，將全部植物，分為無子葉類 (包括隱花植物)，單子葉類 (分為三門)，雙子葉類 (分十一門)。瞿維耶 (Cuvier) 亦由解剖學之立場，於一八一六年，刊佈動物分類，將全體動物分為四型，即脊椎型，軟體型、節肢型、輻射型。兩者皆能脫離人為分類法 (Artificial classification)，而入於自然分類 (Natural classification) 之階段，為十九世紀進化論成立之本。

(B) 地質學 吾人前章述十五、六世紀時，英德諸國鑛業發達，已有大礦學家亞谷里哥納 (Agricola,

1490—1525)，研究地穴之成因，及化石之性質等；開啓地質之研究。及至十七世紀，鑛務愈發達，掘地挖山，漸見地層構造之不同，並發見動植物之化石，遂愈引起學者熱心研究地壳之變遷。如德人魏蘭(A. G. Werner, 1750—1817)，因家中世業鐵鑛，少習鑛學，常探求鑛產之地理分佈情況，於一七八七年出版其地層構造及岩石層次之論文，由在地層中發見鹹水動物及淡水動物之遺骸，推斷地球爲古洪水沖積而成。並謂今日許多鑛地之岩石，尙可察見其爲海中之化學沈澱物，足資佐證，是爲水成岩派(Nephtunist)。氏又謂一國財富之發達與否，其地藏資源之肥瘠，實關重要，因提倡經濟地質學(Economic geology)。約在同時，又有蘇格蘭人哈同(James Hutton, 1726—1797)於一七八五年刊行「地球論」一書，謂地球乃供動植生長之場所，其成就至此，實不知經過若干年代。可由高山之巔，以至低海之濱，詳察地面變遷之狀，明其多由於水力風力之影響。氏初期亦信水成派，但後見水成岩中之花剛石有樹枝狀之細脈，伸向地內，遂設想水成岩成後，其中有孔隙，花剛石受地心熱力熔解，其液體卽循孔隙上行凝固，而成現狀。並推斷地球內部必有熔熱之部分，是爲火成說者(Plutonists)。總而觀之，昔人多視大地爲上帝所造，其造化之工，人類不能理解。今魏蘭、哈同等學者，純用化學及力學以說明地球之成因、構造、及其本身與生物在過去變遷之情況，正式成立地質學一科，亦可見此期歐洲研究自然之學者，不僅已是上窮列星，橫探大地，且復下及黃泉，深入地心，舉凡自然造化之迹，幾無一不爲理智之光所探照。

第六節 理性哲學之趨勢

吾人於上章已約述歐洲近代之哲學思想，係由培根、笛卡兒樹其規模。二人頗能本其慧心，指出新時代之精神，在求思想之自由與解放。雖在方法上略有不同，培根係用外界的經驗，去破除成見，發見新理，而笛卡兒則由理智的分析，去脫離權威，探尋真知。但在態度上，二人皆反對古代以來之傳統學說，努力另闢徑，頗能將思想自由之要義與方法，具體的示予當代人類，令人讀其書者，即可感到一種新時代之來臨。培根以

後，英國許多思想家，都循同一途徑，繼續發揮其經驗主義及實證主義之體系，以反抗經院哲學及形而上學。如十七世紀末葉之洛克（Locke, 1632—1704）即最著者。在大陸方面，笛卡兒學派，亦多能勇敢的運用笛氏方法，把以往所遺留下來之道德、宗教及社會制度等，從新加以估價。故個人理性之判斷力量，在十七、八世紀時，頗能充分發揮，曾造成普遍的啓明運動，雖在二、三流之思想家，亦多富有創造的勇敢性，一切皆以理性爲指歸，不藉宗教，不憑政府。一切是非善惡，學說制度，皆以理性爲最高裁判。一般人亦多知爭取思想上之解放，及良心上之自由，趾高氣揚，凌厲奮發。前期尚以古人爲圭臬者，今則多加鄙夷。昔以教會信條爲準則者，今則全以良心感情爲本。一切成規舊制，皆被重加估價，或根本掃除。歷史上之束縛已無，一切以現實爲本位。此項極端理智的精神，原發動於英國，在思想上洛克可爲代表。其後則推及法德，運動極烈。法國可以百科全書派爲代表，德國則以康德尤能集理性哲學之大成。

洛克爲一著名自由主義之哲學家，亦爲自然科學之熱心愛好者，曾努力提倡人人皆有自由觀察思想之能力。英國哲學家，多在實際活動之生活中，獲得豐富的世間知識，而又能熱心於抽象問題之解決。洛克即是一位。當時新舊教之鬥爭，極爲激烈，如一五七二年新教徒聖巴多羅妙（St. Bartholomew）等二千餘人，一夜盡被殺。以後全歐因宗教問題而被浸入血泊之中者數百年。洛克目睹此項驚心動魄之時代悲劇，因想研究人類信仰意見之淵源，及其衝突之解決方法。其「人類悟性論」（Essay Concerning Human Understanding）一書，早在一千六百七十年擬就計劃，但遲至一千六百九十年始出版。氏考得當時政治宗教之爭，多引用天生知識作護符。如謂上帝之觀念，即係天賦，禁人批評研究。此書第一點，即證明人類並不具任何先天的觀念。人心原如白紙，空無所有（Empty tablet）。惟獨感覺經驗，始爲一切知識之來源。人惟由觀察外物而得觀念，再經內心反省，始整理出系統的知識。又經院哲學，重視普遍命題，認爲人心所固有，洛克亦反對之，謂吾人使用悟性時，意識所最知道者，並無普遍命題。僅是些特殊個體。兒童在未學知「矛盾律」之前，即只知甘不是苦。常人對於某數種真理，具有普遍的承認，並非其先天已於心，因世間實無一人在未聽他人稱述之前，

即知此項真理者。至於倫理原則，道德觀念等，更純由各民族各教派在時間的延續中，及羣衆的公認中，漸次產出。所謂良心，亦不過是各人對於一己行動所持之意見，純由後天經驗獲得，並無何種先天普遍性在。故洛克對當世大聲疾呼，勸人們應「張開雙眼，注意真實的世界」。

洛克持後天經驗及具體事實之說，以反對一般籠統含糊之謬說成見，實與笛卡兒之用「方法的懷疑」，及「明白清楚之標準」，以肅清傳統權威見解之迷誤，目的態度全相同。普通哲學史中所稱理性派與經驗派之如何鬥爭，可謂僅是表面。其實經驗與理性，只是互相補益，互相提攜。因感官經驗，固爲知識之來源，應爲一切信仰可靠之領導，但僅信賴感官，不僅所知甚淺，且亦易犯錯誤。感覺經驗，必再有理智或思想爲顧問，始克臻於確切精密。至推重思想，信賴智光，固足令人獲得明白清楚之真知，但如無感官供給豐富之經驗材料，則空洞的智光，亦難產生有效的知識。故感覺與理智，經驗與思想，實相輔相成。且在十八世紀解放運動極烈之情況下，推重思想與推重經驗，兩者純是二而一，皆是無條件的信仰自己。或擴大自己的經驗，或發展自己的思想，皆在提高自己的理智能力，以期發現光明，消滅盲信，皆爲反抗宗教教條及傳統玄學之武器。故當時法國百科全書派學者，多歡迎英國之經驗主義，而兼採笛卡兒之思想方法，都想以個人的理性，來判斷真與假。皆深信人類之進步，惟依賴科學。皆承認一切知識是由後天獲得，係來自經驗。一切進步，俱應由教育與法律之改善以達目的。

故十八世紀之神學與玄學，在培根、笛卡兒兩派哲學思想合流之下，遂退縮至最小的領域內，（僅限於討論上帝存在靈魂性質等問題）。惟科學則進步極速。不僅數學獲大進步，即物理學、化學、生物學、地質學、諸科，亦皆有驚人進展。一般學者，只要現象能允許，莫不力思採用實驗方法與數學公式以研究之，務使宇宙獲得理性的解釋而後已。而且所謂理性的解釋，多係以機械學原則爲據，以推行於各科之中。時人並以機械的解釋，應用至人生上，及宇宙上。結果遂以爲宇宙，全似一架機器，皆按科學的定律去運轉。其一切變化，可以事前推出，絲毫不爽。因之此期基督教之宇宙觀及人生觀，盡被排斥，而代以機械的宇宙觀，及進步

展的人生觀。如一七七零年何爾巴赫 (Holbach) 出版自然之體系 (Système de la Nature) 一書，謂自然世界除物質與運動之外，並無其他。一切東西，皆爲物質與運動變化之結果。世界只是無限因果法則的連鎖，自然只是一套公律的系統，並無其他最後目的。過去人類對於自然之認識有缺憾，曾幻想出若干神靈，於是生出許多無謂的恐懼或希望，實爲誤解。恐懼與無知，實是最初引起人類想到上帝觀念之原素。只須科學進步，即可使此類神學的本能消滅云。又如龔多塞 (Condorcet, 1707—1788) 在其人類精神進步史綱 (Esquisse d'un tableau historique des Progres d'esprit humain) 中高唱理智與科學進步之歌，對於十八世紀之哲學與科學，亦表示無窮之熱望。氏確深具遠見，謂科學重要利益，不在物質方面，而在其能破除人類偏見，使脫離許多愚昧與無知。如過去宗教迷信之猖獗，即純由於人類昧於自然現象之法則。又如社會政治組織之不良，即由民智不發達之故。苟人類知識愈進步，自愈能脫離黑暗而進於光明與自由，可在真善美之大路上，放步前進。龔氏並細舉歷史進化之階段證明之。雖身陷獄中，行將就刑，(因參加大革命爲羅拔士比黨所陷)，亦對人類之命運前途，極爲樂觀。以爲科學之進步可無止境，則人類生活之改善，以及人類本性之改良，皆有無限可能之希望。惟須待努力者，即科學教育，應速使普及，知識與道德的文化，應不分階級，使人人當有一份。龔氏之見，實能提高時人無限的責任心與自信心。

但當時反抗或懷疑此項新思潮者，仍不乏其人。如神學家固痛恨時人誇言人的自由與人的偉大，斥爲虛妄的驕傲，不明人類之腐敗與罪惡。即科學家如巴司噶 (Pascal, 1623—1662)，亦甚懷疑理智的萬能。在其思想 (Pensées) 一書中，曾謂自人的觀點來看科學，如數學一科，固甚覺其邏輯系統完美無缺。但自無限之觀點來看科學，即覺人心之靈，所知極爲有限。人雖知道無限事物，無限時間空間及數目，但實不能明瞭其性質，不能構成其適當概念。故與無限之事物相比，此有限的人，即爲無限空間時間的事物所吞沒。人雖有思想，但人的思想，是有一定限度，不能了解其所從出的無限，亦不能了解吞沒他的無限。(此與莊子以有涯逐無涯相似)。人實是關閉在一個「無知」之境界中，而時欲逃脫出此境界，但其智力終屈伏於一定的條件之下。欲得絕

對完全之知識，實不可能。其結論甚至謂理智慾與好奇心，是與享受慾及貪得心，同一罪惡，同是可領導心靈陷入無底深淵。故要求人類應由理智再歸到信仰，由科學再歸到宗教。

但巴司噶之懷疑，僅可代表十七世紀前半期之思想。及至十七世紀下半年期，牛頓之萬有引力學說，已經揭露。再經十八世紀諸大天文、物理家，如拿谷朗日，如拿勃拉斯，推闡其奧旨，表彰引力範圍之大，無遠弗屆，舉凡宇宙間所能見諸天象之大小、形狀、運動、軌道，排列系統，以及地面上人所能見之各種動象，莫不可以窺探而預測之。此項貢獻，一時學術界奉為偉大福音，無異高揚人類理智勝利之大纛。對一般靈疑科學萬能及咒理智缺點者，實作一深刻的諷刺。

自希臘以來，舉世漸知人類抽象思想之構造能力極偉大，如數學與邏輯兩者之成就，即為明例。及牛頓成立萬有引力理論，又證明人類思想所構造者可極切合於經驗界，如由引力原理可演繹得行星軌道星體大小光線行差及潮汐變象等。是故大哲康德 (Immanuel Kant, 1724-1804) 當聞及休謨 (Hume) 稱因果律之認識純起於感覺經驗，並視因果間之必然性是由習慣構成，即大感駭異。因為最廣的經驗，常只涉及有限事例，不能涉及一切場合中之一切事例。單由經驗習慣以觀世界，將僅見其為紛亂斷滅，無條理，無本體，無永恆，無何普遍妥當之規律可尋，無法產生出如數學物理學中具有普遍性與必然性之定理及定律。經驗派主張一切知識皆起源於感覺，完成於習慣，與理性派之主張知識純發於人心中之天生觀念，實同為獨斷。康德因潛心考察科學真知之前存條件，發見人心理性有一種特殊組織綜合之能力，其作用極偉大。惟此項組織綜合之能力，始為科學之真實製造者。其一七八一年出版之純理批判 (Critique of Pure Reason) 一書，即專發揮人心認識能力偉大性之所在。康氏將人心中所具當作「知識力」解之理性，分為兩部，一為感覺力 (Sensibility)，一為悟性力 (Understanding)。感覺力能供給吾人以知識之有關材料，悟性力則可將感覺所攝取之有關材料加以組織整理，使成為普遍妥當之系統知識。其書中超驗感性論 (Transcendental Aesthetic)，批判吾人之感覺力，即指出感官並非全係被動的收受外界印象，如照相機之攝取物相然，無絲毫斟酌損益於其間者，反之，感官自身

實具有一種天賦的直覺力，一種先驗的時空形式，能將外來印象加以剪裁選擇，加以組織陶鑄，方將物相構成出具有意義的「現象」，使爲吾人所知覺。設吾人之感覺力，不具有此項先驗的時空形式，即將無法將外界紛亂的刺激印象，統一整理，使成爲有意義的現象。但單由感覺力構成之現象，仍是零星的，個別的，僅爲經驗的粗製品，尙待悟性之努力加工泡製，始可望構成具有普遍妥當性之科學知識。故康德在批判感覺力之後，即追究悟性力如何綜合諸多感知加以判斷加以推理之前存條件。康德於悟性能力中，復區別出判斷力 (Faculty of Judgment) 及最高理念力 (Ideas) 兩者。其書中超驗的分析 (Transcendental Analytic) 即推究悟性之判斷力，發見其中亦有先驗形式或範疇，爲構成科學知識之工具。悟性中之範疇 (Categories)，乃悟性自身具有之條理，可稱爲吾人認知的法則 (The laws of our knowing)。蓋外界投來之印象，本係雜亂無章，生滅無常、無條理、無秩序、無本體，無永恆。而科學終能發見事物有定量、有定性、有因果、有統一、有法則者，乃由吾人主觀之條理，將其範疇製造而然。此等性量秩序，統一原理，因果法則，皆不宿於被知者 (自然物) 中，乃宿於知者認知理性之自身中。設人心悟性中無此項先驗的範疇或統御原理 (Regulative Principle)，作用於感官知覺所獲之印象或材料上，加以綱維整理，加以綜合連貫，即將如低能之人，雖常具有精巧的感官，亦終無法獲悟因果原理一類的普通知識。至超驗的辯證 (Transcendental Dialectic) 中，則更詳述悟性中最高觀念力之作用，稱其爲包涵一切判斷總體的能力，爲嚴格狹義的「理性」，其性質相當於「物如」 (Thing-in-itself) 或純粹的靈魂，其機能在將判斷力所構成之無數普遍命題，安排整理，使歸成系統。此爲理性中最高的綜合力，最高的系統力，爲構成科學之最高能力。故依康德之批導，科學知識，並非如經驗論之說法，純是人心被動的接受外界印象而成，反之，乃是由人心理性中各部機能參加合作，各本其天賦能力或先驗形式，作用於外來印象，幾經艱苦整理，而後構成者。詳言之，吾人所認知的事物，並非事物之本真，而只是事物的現象或呈現體。吾人所獲事物的知識，乃是吾人理性的製作品。吾人如何製作知識？其過程即由吾人理性中之感覺力，戴上時空形式的眼鏡，以觀看事物，知覺事物。此等被直覺力的時空模型所模鑄過的事物，自非事

物之本真，而只是事物的現象。組成此現象者，一方面固爲印入感官的事物，但最主要者，乃是感覺自身，亦即是我們自己。因我，乃是感官知覺的主體。由感覺力鑄成之事物現象，並不存於吾人之外，因現象乃吾人性中感覺力之產物，自只存於吾人之內，其存在不能超越吾人理性的直覺形式之限制。且當吾人感覺力或「直覺的理性」組成了，產生了或創造了現象，吾心中悟性的判斷力或「理論的理性」，即自去決定感覺現象間的交互關係，俾感覺現象變爲數量，變爲性質，變爲因果。換言之，即將悟性自身所具之法則或先驗範疇，加於感覺的宇宙上。最後並由最高的「理念力」即「綜合判斷的理性」，再加以組合整理，即成知識系統。故至此時所知者，尤非事物之本真，而純是理性自身的創造品。此時所認識的宇宙，純是現象的宇宙，是吾人的感覺與思想所重鑄與改變了的世界。至在此現象界外之本體，即非「純粹理性所能知覺所能抵達矣。吾人所有之科學，即莫不是經過如是繁複歷程而得產品。」換言之，即莫不是經過感覺判斷與最高推理力之合作品。如物理科學之構成，即係由外部感官，憑其先驗的直覺，或時空的形式，先將感官印象安排，組成一系列現象，供給我們；同時又由悟性力，憑恃其先驗範疇，將此現象形成概念，形成判斷，形成科學的命題；末了更由最高的理念力，於「宇宙的觀念」之下，將一切概念與判斷，包蘊而綜合之，即成立其理論系統。至於心理科學之構成，則是由內部感官，先將一套內感事實，供給我們，然後由悟性力出馬，將內感事實，形成概念，末了再由最高的理念力，在「靈魂的觀念」中，併合這些概念即成心理科學之理論系統。（Weber, History of Philosophy §62, Kant.）

由是可知康德與巴司噶之見解不同。康德不僅毫不懷疑人類理性之功能，反之，且深能指明人心理性能力偉大之所在。人類求知識的「純粹理性」，經康德之闡發，即顯見成爲經驗世界之創造者與立法者。此經驗世界供給吾人感官之一切印象，原是漆黑一團，雜亂無章的多面形。而吾人終能在其間組織出無數條理與秩序，發見其統一之原理者，即由吾人之「純粹理性」本其感覺力與悟性力所有之方式法則，作用於事物現象之上，加以經營組織而然。從前人視知識是受制於外界物體，至康德則指出整個世界，必須按着人及其理性之法則

來管約，此實與哥白尼在天文學上之發見相似。人的理智能力，固是自然生成的，但理性智慧，並非由自然中得出定律，而是替自然代為規定。吾人之理性，是把自身所有之法則格式，將自然界事物，一一加以組織，方變成一幅可以供人理解供人賞鑒的圖畫。這個世界，原似一個曠野，其中能產生甚變，純全賴人們自己去開闢拓植。吾人今日可能認知與理解的經驗世界，可謂純是吾人的理智能力，自己開闢的世界。是以吾人如真覺悟自己理性是偉大，則面對此經驗世界縱是如何巨大，亦將不能令人膽怯而退縮。因依康德之說，吾人確能憑恃理性自身所有之方式或法則責諸宇宙而使之就範屈服。例如數學、天文學、物理學等科在近代所貢獻統制自然之成績，即足標明人類理智能力所獲之最高勝利。

康德對人心能力除在認識方面發見「純粹理性」之能力外，並在實踐方面發見有「實踐理性」，即「自律的意志」是道德行為之發令者，能為個人自己立下道德的定律，並能命令個人去履行此項道德，視為當然之義務。其實踐理性之批評一書（*Critique of Practical Reason*, 1788），即闡發實踐理性如何能為個人自己立法又能令個人自己去守法之情形。又有判斷的批判（*Critique of Judgment*, 1790）一書，闡明人心判斷力能造成「美」，謂美亦是由事物與主觀方式的相關而生，並非由於事物之本質。換言之，美亦是屬於我們的判斷力。判斷力若不存在，則美亦不存在。

康德合此三書，即完成其著名的絕對精神論（*Absolute spiritualism*）。在純理判斷中，指出人類心靈中之知識力，能將其自身法則，制御現象界，使現象界倚恃此心靈而顯現。在實理批判中，指出人類心靈中之意志，能為自己創造一個道德的世界。在判斷之批判中，指出人類心靈能依其情操美感力，創立一個美的世界。科學、道德、美術、三者，皆非自然生成之物，乃人類無限精神力奮進創造之花。可知人類在真善美三者之大道上，如能有何成就，即純為人類自身奮力創造之結果。康德所生之時代，正是文藝復興以後，全歐人，完全脫離中言千年黑暗迷信之束縛，而入於大覺醒之時代。舉世漸知此宇宙及大地，實是廣漠無涯，而又無限優美，可供人類自由馳逐，自由開拓，有似一個不竭的「酒園」，可供人盡量去狂飲。所可慮者，僅是

人類的智慧能力，能否開拓此無涯世界，並能否管理此整個世界。如巴司噶之懷疑理智萬能，即爲明例。今得康德作此三書，證立人的理性乃是此經驗世界以及道德美術世界之立法者與創造者，並特別闡明此經驗世界，乃是一個工作的曠地，人類可加強自己的智慧能力，盡量站在自己的立場，自得自滿，不迷不惑，去支配一切，去隨意發揮。此種「囊括宇宙」的精神主義，直是一種「英雄主義」，頗能堅定人的心志，教人把眼光直射前面，橫掃大地，將此世界據爲己有。統觀近代歐洲人努力之成績，即深受此項精神理想之厚賜。

本章參考書

- Husserl. Evolution intellectuelle et religieuse de l'Humanité. Tome, II. ch. III.
Figuiet, L.: Vies des Savants illustrés des dix-septième Siècles.
Hofer: Histoire des mathématiques. Livre 6.
Volklinger: Etapes de la Physique.
Brunschvicg: Les Etapes de la Philosophie mathématiques.
Brunschvicg: La Causalité physique; 4e partie.
Weber: History of Philosophy; tr. by Thilly; §62. Immanuel Kant.
Levy-Bruhl: History of Modern Philosophy in France.
Figuiet, L.: Vies des Savants illustrés du XVIII siècle.

第五章 十九世紀之科學思想

第一節 本期進步之全貌

十九世紀之科學，因廣收前賢播種之成績，在理論方面及實用方面，皆極燦爛。在理論方面，各科皆發展出相當完善的中心原理，可據為最高思想點，以包羅貫串散漫無歸之事實於一系統下，而成立各種哲學的綜合。此類綜合，可令人如居高臨下，常可將世界大部分景象，一覽而知。已不似前數世紀時，各科僅限於零碎的、部分的、或片斷的、事實與定律之發見整理。如物理學中先有機械的自然觀，繼有電子論、相對論，生物學中亦有進化理論等，即最著者。至在實用方面，本世紀科學所表現征服自然之功業，尤為偉大，百餘年間所成就之物質進步，遠超過以往二、三千年所積之成績。

十九世紀以前，科學僅在理論方面特別發達，在應用方面尙鮮有表現。十八世紀之末，蒸汽機發明，為用於世，工業革命，首在英國紡織業界取得勝利。至十九世紀，即蔓延於歐美各國，世人爭起利用科學知識，以改良機械，組織工業。科學家亦多關心於實用，常欲將其實驗室中所揭露之新知識新效果，施於實業工藝。各國競爭獎勵創造發明。每感天然生成之物不敷應用，或不適應用時，即欲運用科學知識加以製造。於是百餘年來歐洲人遂於自然造化所造之物外，另造出無數更適應需要的人為之物，成立近代之工業文明，將地球大加改變。昔時倍根及十七、八世紀學者所擬想用科學以征服自然改造社會之事，至是即完全實現。世人對於科學萬能之期待，亦漸蔚然得到滿足。

但十九世紀學者雖多注重實用，尙無輕視理論，墮入淺薄實效之危險。許多大科學家，常立志遠大，有其學術高尚之理想。雖處崇尚物質虛榮，一切以實用為歸之環境，亦毫不氣餒志搖，常視發展所學有如敬事上帝

之虔誠。故十九世紀新學理之發明極多，且非如前數世紀所有之發明揭露多出於偶然的機巧，乃是在實驗室中長期堅苦研究，由批導層層繁複之自然物組織，發露其深藏之潛力，加以整理節制而得者。如電學、化學等之進步是。故總觀十九世紀科學進步之全貌，約有三大特徵可得而述。第一、爲在方法上，學者多以努力求得「實證的」及「確切的」知識爲務。因欲得「實證的」知識，故會充分發展實驗室之研究，務使一切理論學說，皆須有實驗上的證據。並因欲求「確切的」知識，故會充分運用數學方法，無論所研究者爲無機之物質，或有生命之現象，常在力求精密的權量測算，務將所得之結果，設法運用代數公式或幾何圖形表示之，使所不至流爲渺茫不清之思想，而又便於由數學方法連續推廣，俾可推闡至人目所不能見之事實。如婁晚黎耶(Le Verrier, 1811—1877)之能用預言以發見海王星，即由數學方法推得。門得列里夫(Mendeleeff, 1834—1907)之能預見新原質所處之地位，即由於能用幾何方法，布置各原質，製成週期律表，算出空格，以爲將來發見新原質之地位。故十九世紀科學家所得知識之曙光，其光線常多經過聚爲一點之算式。舉凡由實驗觀察所得四散之知識，四散之光線，莫不力求聚於此點，以便融貫推廣，演繹引伸。此點若愈能明晰，愈能清楚，則從此射出之光即愈濃，愈能令人深窺其中之奧妙。故不僅天文學家、物理學家、化學家、力將觀察實驗所得者，構成公式化，即研究生物現象者，如孟德兒(Mendel, 1822—1884)之研究生物遺傳律，與研究心理現象者，如費希勒(Fechner)之研究刺激與感覺之關係，皆力謀將所得之結果，聚於一定之算式內。至社會科學之注重統計調查與概算，亦在追跡各先進科學進步之趨勢，力求取得確切之內容。惟惜力學、物理學、化學以後、由生物學、心理學以至社會學，所處理之事實現象，其性質愈趨複雜，聚光之法，即愈不易完美，其公式愈不確定，愈欠分明，愈多錯誤。

第二、在理論上，十九世紀各科之學者，常以尋求知識之統一連貫(The Unity of Knowledge)爲務。因各科已有數世紀研究之成績，所積之材料既多，即需有系統整理之工作。而整理之道，在能尋求最高之統一原理，定爲中心觀點，以包羅散漫不相關之事理置於一系統內，俾得一綜合的說明。科學理論發展至此形

式，即可得到一貫的理解，不至再如昔日僅事一枝一節之解決。故在十九世紀中葉以前，各科的發見發明，僅如一串小波。至十九世紀中葉以後，則各小波即漸合成極大之波。在各大波峯上，吾人即可見到各種偉大的包羅一切的理論。且至十九世紀末葉，不僅數學、物理、化學、諸先進科學，各成立其偉大的理論系統，展開出各種科學的一元論，趨向於組織一種自然哲學，即新興科學如生物學、心理學、社會科學等，亦莫不向理論系統之途邁進，各爭完成其自身之體系。

第三、至十九世紀末葉以來，各科忽又多起革新之思想，新理新說，雜然並興，競求生面別開，以改造方成之理論系統爲務。如在數學中，「非歐派幾何學」之發明，頓將數千年來世人奉爲金科玉律之歐氏幾何學，令人根本改變信念。又如物理學中，機械的自然觀完成未久，即有熱學的物理觀，電磁的自然觀，相對論的宇宙觀，紛紛崛起，有取而代之之勢。在生物學中，機械主義的進化論方得勢，忽又有生機主義之勃興。故十九世紀末葉入於二十世紀來之科學新思潮，頗有波瀾壯闊之大觀，實充近代人類知性發展之極致。本章僅略就各科思潮波峯之所在約述之。

第二節 數學之理論趨勢

十八世紀爲數學鼎盛時代，世人視爲思想上最便於推廣說明之利器，爲開發天文、物理、力學、等自然科學之密鑰。古時披打哥拉斯所擬想數理的宇宙觀，及十七世紀笛卡兒所倡普遍的數學 (Mathématique universelle)，欲將數學概括其他一切科學之理想，至十八世紀「分析學」成立即告實現。但至十九世紀，學術高潮漸轉變。在新興思潮中，數學之重要性大見減少，已無往日領導百科之聲勢。在極震動十九世紀之主要思潮中，不僅如文學上的浪漫主義運動，哲學上的唯心主義或理想主義，皆非數學之產物，即許多新興科學，如地質學、生物學、進化論、社會學、等之發展，亦皆與數學無關。惟對於天文學、物理學、機械學等科，數學尙爲重要之利器，仍保持相當之影響，且能轉次影響及於各種實用工程學 (Technologies) 而已。

但數學本身在十九世紀中之進步，無論在實用方面或理論方面，仍極偉大。在「實用方面」，如實用數學，因應天文學、物理學、機械學、統計學、及各種實用工程學之需要，發明之新理新法，為數甚多。祇因材料專門，吾人於此實無能力述及。再就「理論方面」之發展言，如純粹數學所包括之數論、式論、羣論、函數論、行列式論、投影幾何、及非歐派幾何等，尤極瑰奇豐富。亦因其過於專門艱深，宜由專家論列，吾人於此亦無能力詳及。惟在理論方面，十九世紀之數學發展，其中有一派趨勢，重在「覆驗全部數學基礎」，「確立基本原則」，及「擴張數學領域」，其結果對於哲學及邏輯方面之影響甚大。吾人於此僅欲就此數點研究之。

吾人於第一章中已約述古代數學，係發源於古埃及之測地術。紀元前約六世紀時，此術傳至希臘，始有泰爾士及披打哥拉斯等加以理論的證明。中經柏拉圖攸多克等之發揮，內容益富。至紀元前前三世紀歐克立德之手中，再為選定明確界說、公理、與公設，展出謹嚴證法以證明各項定理，並將各定理部署整理，於是即成為極合邏輯之體系。可謂幾何學之發展，在埃及時為實驗階段。至紀元前六世紀時之希臘，入於理論證明階段。至歐克立德，則為系統綜合階段。近代數學之發展亦復如是。不過古代幾何學係起於測地，近代數學則起於測天。近代由哥白尼指出太陽中心之系統，再經加利列及泰軻 (Tycho Brahe) 之觀測，蓋伯力之力求計算，引起笛卡兒由天文上赤經赤緯之觀念，想出坐標系統，以貫通代數與幾何之關係，於是發明解析幾何。牛頓亦因欲測天體之動及地上一切物之動，於是發明微積分（其流數法即微積法）。此與古代數學起於實用之情況相似。以後再經十八世紀數學家如尤拉，如拿谷朗日等，羣起探發此新闢之數學領土，繼續發見各方面之無數新問題、新定理、而解決之，推廣之。此可相當於古代攸多克等之工作。及至十九世紀，有柯希 (Cauchy)，高斯 (Gauss)，威斯圖樂氏 (Weierstrass) 等大數學家，努力於部署整理十七十八兩世紀之新理新法，考察數學闡理之基礎，創造謹嚴有力的證明，即相當於古代歐克立德之建設幾何的邏輯系統。

柯希 (Cauchy, 1789—1857) 為十九世紀最大數學家之一，為巴黎學派之領袖，於分析學及函數論，有偉

大之改造工作。在其前之研究極限、積分法、及連續函數者，多用直觀法 (Intuition)，缺乏謹嚴的證理，且只有少數特殊方法。柯希因先致力於幾何，發覺古代幾何法，何等謹嚴，近代數學法極爲鬆懈，遂欲設法以古幾何學中之準確方法，將近代各部門數學重新改造。其結果，遂開出微分方程理論之領域，且求得最簡而又普遍之法，將其推廣。將前代尤拉以來儲積極多之分析學知識，及許多有用之公式，作有系統的解決，以代替前人枝枝節節的研究。自有柯氏出，函數論之地位，因以增高，函數之種類，得以辨明。其後學者如 Abel (1802—1829)、Jacobi (1804—1851)、Riemann (1826—1866) 等，皆能繼續柯氏之數學思想，於分析學及函數論之發展，有大貢獻。

高斯 (Charles-Frederic Gauss, 1777—1855) 爲德國學派之領袖，對於數目之學或數論，(Theory of number, or Arithmetics) 有劃時代之研究。在希臘末期即第阿坊德 (Diophante) 時代，尙只知道有正整數及分數。笛卡兒則引入負數之觀念。至高斯則引入虛數或複數之研究，將吾人計數及度量之系統，大事推廣。高斯視算學爲百科之王，尤推「數論」爲算學中之王。因數論在純粹數學中爲唯一真確之科學。且高斯極重視數學推理的邏輯根據，不僅審評代數之根本原理，且同時審評幾何及力學之根本原理。每當進至深奧研究時，即往往折回，考查原理，遂成爲哲學派的數學家，故世稱之爲數學神使者 (Mathematical oracle)，自高斯以後，德國即以抽象數學聞於世。威斯圖樂氏 (Karl Weierstrass, 1815—1897) 即爲最著之後繼者。威氏之研究時期，約分爲二，自一千八百四十八年至一千八百五十六年專研究已知函數，得出許多特別問題之解法，並得出分析函數之一普遍原理。後自一千八百六十九年起，即專致力於清晰界說，重新建築數學思想之全部，欲將十八世紀中葉以來由實用所發起各種不能並立之數學意想免去，而代以謹嚴有力之證明。其法，在本高斯之數論，以研究數學全部之基礎，考得分析學中所用之各種數，(如負數、有理數、無理數、實數、虛數)，皆可以正整數爲基本而發展出。因成立數學的整數論 (The Arithmetisation of Mathematics)。其後弗勒格 (Fregé) 與羅素 (Russell)，即由是進而研究數之性質 (The nature of number)，並發見數學家視爲構成全部數學

的基本之自然數，無限數等，皆可再由邏輯的「類」概念界敘之，遂成立數理邏輯 (The logistic theory of mathematics)。(讀者欲詳悉近世數學進步史實，請閱 D. E. Smith 著西洋近世算學小史，為段育華、周光瑞合譯，商務出版)。

再總觀其他諸大家努力之成績，吾人可發覺有三大觀念，實為近百年來數學思想活動之指標，即複數 (The complex number)，連續 (The continuous)，與無限 (The infinite) 三概念是。複數首由高斯等在算術代數中加以研究，柯希則運用之於分析學中，造出複變數，汪斯脫 (Von Staudt) 又致力於虛數的幾何解釋，於是近代計算及度量之系統 (The system of numbering and measuring) 即得推廣無限。結果，近代人對於「數」之觀念，大與古人不同。古披打哥拉斯學派，原視數為萬物之實在法相，謂自然界實物之關係，如天上星點之數目位置，地上實物之數目形狀，皆有一定的數目關係，是皆就正整數或「自然數」而言。因正整數能明確表述實物之數。但自然數可能應用之範圍極有限制，不能推廣，僅能適應希臘人所持「有限的宇宙觀」。至近代發明之負數、虛數、變數等，雖是「人為數」(Artificial number)，是些人為的符號，僅由一定的法則以推得，並無何項直觀的實物為依據，但其功用極宏，可將計算之系統，推廣至於無限，而又極富「思想經濟」之效，實極能適應近代人「無限的宇宙觀」。故古代人持數的實在論 (The Realm of number)，並否認無理數等之存在，實有獨斷之嫌。十九世紀末葉以來，數學家如布爾 (Boole) 如潘嘉烈 (Poincaré) 等，深加反省，即多持數的唯名論 (The nominalism of number)，視無論何種數，皆是人為的符號，與其他語言文字的符號相同，只是一種方便規約 (Commode conventions)，可按一定的律則以表示之，推論之。無須何種直觀的實物作依據。如是以觀數學，且可明其符號公式，何以能為用無窮。如代數的符號公式，用一種解釋，可代表算術中之數目，用他種解釋，又可代表幾何問題，再用第三種解釋，又可代表力學、光學等物理問題。更如布爾及羅素等數學家，另創一種解釋，用以代表邏輯的關係，另成立代數式的邏輯，(The Algebraical logic)。名詞符號之意義，可隨人意規定之。

至「連續」與「無限」兩概念，尤爲高等數學之根本。如函數之研究，即發起於欲計算自然現象之連續變化。當變化爲無限小量增加時，函數亦有無限小之變化相應，即可用以計算時空之連續變化情形，而可盡其真相。因天然物之變，多是隨時間及距離而變。如羣星吸力之大小，則隨空間之距離而變。墜體之速率，熱物之變冷……等，則係隨時間之久暫而變。此等相待而變之連續現象，即可以函數表之。至「無限」之研究，尤爲近代數學之特色。如古代幾何學，僅研究及有限的直線與平面，近代幾何學（如解析幾何與投影幾何），則須討論此線此面可推至於無限之可能情形。古人僅討論有限整數之性質，近代則論及無限級數及「超限數」(transfinite number)等。「無限」與「連續」之推究，皆是超越直觀物形之限制，純憑理智之構造與推理能力，自由盡量向可能之範圍內發展，實極符合近代人無限追求之精神。

又高斯發起「審評數學基本原理」之問題，在幾何學中引出新奇之進步，尤爲十九世紀末葉數學界空前之特色。原歐氏之幾何中之平行公設，爲其全書證明所據最要基本命題之一。但此公設之本身，既非如公理之能本身明白，又無法加以證明，僅有亞里士多德所稱經驗的明白，實未能令人滿意。故歐氏以後約二千年之間，時有學者欲將此公設證明，或用直接證法，或用歸謬證法，但皆歸失敗。至十九世紀之初，高斯等注意考查數學之根據，此問題愈引起世人注意。但昔人所用之直接證法，或歸謬證法既皆失效，遂有人欲試將此項公設改變之。俄人羅巴度維斯基 (Lobatschvisky, 1793 - 1856) 於一千八百三十八年，著幾何之平行公設論，即首謂歐氏幾何中平行公設之不能證明，並非證法不完全之咎，實此公設本身之真或假，尙有問題之故。因毅然試放棄此公設不用，另設「由直線外一點可引許多直線平行於該直線」以代替之，其結果仍能得出一串極連貫之命題或定理。不過此串定理，是異於歐氏幾何學所述者。例如其推得三角形各內角之和，是小於二直角，其差適與三角形之面積成正比例。此項結果，不足爲異，因平行公設已棄而不用之故。又至一千八百五十一年，有數學家黎芬 (Riemann, 1826 - 1866) 欲由分析學出發，以求構造一空間的普遍概念，引用乘積概念 (multiplicity) 及高斯的曲率概念 (curvature)，並另假設「經過直線外之一點，不能作一直線平行於已知直線」。

結果亦能造出一部極為連貫但與歐氏及羅氏各異之幾何學。在此新幾何學中，證得三角形各內角之和是大於二直角。黎莽並將高斯的曲率概念，由平面擴至空間，考得在三度、四度、五度……等空間中，將遇着有曲率為常數之空間。在曲率為常數之空間中之面，即有一部分可移至他部分上，而無變形之處。而在一個三度的變化中，只有三種空間，有此特質。即空間有兩點間之距離為如下之公式者：

$$ds^2 = \frac{dx^2 + dy^2 + dz^2}{1 + \frac{a}{4}(x^2 + y^2 + z^2)}$$

在此公式中，設 a 為零數則為歐氏幾何空間。設 a 為負數，則得羅氏幾何空間。設 a 為正數，則得黎氏幾何空間。（詳見 Reymond 著何兆清譯邏輯之原理及現代各派之評述，第八章第一節）。

自此兩種非歐派幾何學產出，證明歐氏幾何學，並非唯一的空間之學，即將數千年來世人所奉為絕對真理之歐氏幾何學，令人從根本改變信念。並令人漸悟世間並無所謂絕對必然普遍之真理。自是以後，數學家對於數學公理及系統，漸發生熱烈研究之興趣，常希望由是可闡明幾何學所需以構成及發展為一科學之一切概念的邏輯組織。如一千八百八十二年有莫里茲、巴息 (Moritz Pasch)，立出適於建設此類公理之規則數條：(一) 先明白立出一組原始概念。有此等原始概念後，始可邏輯的界敘其他概念。(二) 又明白立出一組基本命題 (或公理)。有此等基本命題，始可邏輯的推證其他命題。後希爾伯特作幾何原理 (Hilbert: Fu damentals of Geometry) 一書，即循此法，將構造幾何學必需之一切公理，作系統的收集，分為五類。一為結合公理 (Axioms of connection)，二為順序公理 (Axioms of order)，三為平行公理 (Axioms of parallel)，四為合同公理 (Axioms of congruence)，五為連續公理 (Axioms of continuity)。此五類公理，不能視孰為最根本。但任意選取數種，即可構成一系統的幾何學。所選之公理不同，則所構成之幾何學亦異。而自邏輯觀之，皆同一有效。例如阿幾默德的連續公理謂一量自身加上無數倍，即可使等於一定量 $nA \approx B$ 。設否認此公理而保留

其他，即可構成一種非阿幾默德幾何學。由是可知幾何學之形式，是表現在一廣大的假定演繹之系統中。(Un Vaste Systeme hy pothetico deductif)。其所據之基本命題，既非如前代經驗派之說法，視為存於經驗實物中。亦非如觀念論者之說法，視一切幾何形體，皆是隸屬於一個超越感官的觀念世界，可有永久不變之價值。更非如康德之說，視幾何真理是建基於先驗的綜合判斷之上，由空間直覺的一種先驗型式保證其穩固。(詳 Reymond 著邏輯之原理及現代各派之評述第八章第二節)。依大數學家潘嘉烈 (Poincaré) 之見，幾何學所據的基本命題或公理，亦與虛數變數相似，僅是一組方便的規約 (Conventions commodes)，純由人心的理智構造而成。人心理智，可由其自身構造出數學的定義公理等。當其構造一系統時，只按思想法則，求其本身一貫 (Consistency) 不生矛盾即可，不必詢問其是否與直觀經驗相符合。故幾何學可不只一種，能有多種。在各種可能的幾何系統中，吾人則擇其較為方便者用之。此項數學新觀點，對於近代思想，影響極大。在知識論上，指明真 (Truth) 與實 (Reality) 不必一致，可各獨立不倚的存在。如歐氏幾何學與各非歐派幾何學，皆能成立其自身一貫極合邏輯之體系。自邏輯觀之，不能謂孰種幾何學比較為真，因各種幾何學皆極合邏輯，皆可同視為真。惟應用至實際空間上，尚無一種能完全代表實在之空間，僅有較為方便實用與否之不同。如吾人在實際生活上，則以歐氏幾何學為用較便。但在相對論之推理中，則以黎氏幾何空間為適用。故十九世紀末葉，即有人本主義與實用主義之哲學思潮勃興，引非歐派幾何之成立為論據，視一切知識學理，僅可視為一種可以證實的假說，其價值不在其本身，僅問其應用時能否發生實際效果。如在實用上，能有思想經濟之效，或其他實用之效者，即可稱為真理，此派思想，曾在知識論上開一新局面。

本節參考

(1) Brunschvicg: Les Erapes de la Philosophie Mathematique; Deuxieme Partie, Periode Moderne.

(11) Meitz 著伍光建譯十九世紀歐洲思想史第十三章算學思想之發展。

第三節 物理學之革命思潮

物理學在十八世紀時，雖已有牛頓力學及其他發見發明，但各部分尚各自孤立並未密切連絡成體系。及至十九世紀中葉，各種發見發明，忽如一串小波，逐漸互相聚合，構成無數大波。在各波峯上，令人看到多種包羅一切之理論。如先有機械的自然觀，繼有熱學的物理觀。入本世紀又有電磁的自然觀，以及相對論，量子論等新理新說，前呼後應的相繼出現，實為自然科學最大之成果。茲擬約述如後。（參考 A. Rey: La theorie de physique）。

一、機械的自然觀之成立

此項自然哲學，係將力學原理推廣而得。自牛頓將加利列由實驗發明之情性公式擴張為三大律，復經拿谷朗日，拿破拉斯等學者推廣之，將固體動學、固體靜學、流體力學、彈體力學等合為一體，於是力學先統一。其次聲學考得聲之成因，係起於發聲體之振動，及空氣之波動。如聲之強度，即由於浪動之高，聲之音調，由於顫動次數之不同，而此項振動波動之現象，亦可以力學原理推究之，於是聲學可併入力學之內。又其次光學在牛頓主張光子說時，本欲採力學之解釋。至楊格 (Thomas Young, 1773—1829) 於一千八百零二年，發表波浪相生相剋之律，採用海景 (Huyghens) 之光波說，主張有一種物質名以太者，質極輕妙而彈性極大，瀰漫宇宙，無處不在，所謂光者，即此項以太週期擺動之結果。後法人佛也斯勒 (Fresnel, 1758—1827) 充分運用數學方法，於一千八百十九年將楊格之說，詳加研究，能推出屈折現象，極為自然，並能預先指出偏光後光線的干涉現象，能在何種情況下發生。且有實驗證明其不誤。最後並推得光波為橫波 (Transversal vibration) 四向擴散，不似水波為高低之縱波。再至一八五〇年有法人富科爾 (Leon Foucault 1819—1868) 謂如按光子說則光速在水中與在空氣中之比，應為三比四，如按光波說，則應為四比三，而由反射光法實測得之結果，為

四比三，證明光在稀媒質中確較速，至是光波說正式完成，光子說永被廢棄。光之現象，遂可以波動力學解釋之。於是光學亦如聲學可併入力學之版圖。至於電、磁、與熱三者，昔人原視為與聲、光二者為根本不同之物，不能化為動以研究之。但電磁學自安培 (Ampere, 1775—1836) 於一千八百二十三年發明電流能生磁力之現象，電與磁先合為一。後佛拉德 (Faraday, 1791—1861) 於一千八百三十八年發見磁力線，證明電之作用，與媒介物有絕大關係，並無牛頓所持之遠隔作用在。遂探當時以太媒質為有固體彈性之理論，把電磁現象，作以太媒質中之極化作用解，於是電磁的力學理論，亦漸告成功。至於熱學，自一千七百八十九年龍佛 (Rumford) 見挖鐵管時發生極大之熱量，證實熱由運動而生，熱乃是一種能力，並非一種物質，於是昔人所持之熱素說 (The caloric theory) 遂被消滅。至一千七百九十九年，達維 (Davy) 將兩冰块互相摩擦，見冰能溶化，同時熱量亦增加，於是世人漸由熱是「力」之觀念，引起變熱力為「工作」之意思。至一千八百四十三年，大實驗家朱爾 (J. P. Joule) 求出熱與工作之當量，證明有多少動力，即能生多少熱。其後郎肯 (Rankine) 更確定熱為分子運動速率之結果，其熱度係隨分子轉動速度之平方成正比，與其彈性成反比，於是熱學正式併為力學之一部。昔笛卡兒所預言的力學的物理觀，至是可謂完全實現，僅尙無人能作統一之說明。

至一千八百四十七年，赫姆霍茲 (Helmholtz) 即綜合諸說，專為學理之研究，作「能力常住」一論文，宣讀於柏林科學會，統論自然界中所有聲、光、熱、電、磁諸現象，皆由運動而生。而運動之主司非他，即為能力 (Energy)。能力為一種永存之物，其形有動能力、潛能力、熱能力、電磁能力、化學能力等種類，且各有互換之可能，可由此變彼。而互變後，彼此間有一公量存在。故能力之量實不生不滅，惟能力之形可永遠流轉的互變，而演成萬象。可謂宇宙間一切現象之生成變化，皆由能力之互換而生。自然界中一切現象，皆無非是能力變換之事例。故能力常住一公式，可視為一切現象變化之總結束。但能力常住之公式，僅為「動能力及潛能力之總和不變」一道理之普遍化。此公式實指示一切能力皆可視為機械能力之變形。如熱力、電磁力等，皆可由動能力產生。動能力及潛能力之當量，固易推求。即熱能力、電磁力等之機械當量，亦可計算。於是一切

物理現象，只要能化為運動現象，用牛頓三律駕御之，即得解決。可謂一切自然律皆基於力學。一切物理現象，皆可以能力常住一原理解答之。是為十九世紀轟動一時的機械自然觀。

本節參考

A. Bordaunx, *Histoire des sciences aux XIX siècle.*

二、熱學的物理觀

然能力常住之原理，僅說到任何現象中能力的總量一定不變，僅述一變化之前後，能力與工作間有當量之關係，既未說到能力本身是何性質，亦未提到變化進行之方向為何。殆至熱力學等二律發明，始指出能力變化有一定方向。又至電子說及量子說昌，始更論到能力之性能真相。茲先敘述熱學第二律之解釋。

約在一千八百二十四年，卡羅 (Sadi Carnot, 1796—1832) 於「火之動力」一文中，指出每個熱力機，須有一凝冷器，將熱變冷。並指明熱力變為工作時，有一定方向，有由高溫變至低溫之趨勢，與水流之由高至低相同。至一千八百四十九年湯門孫 (W. Thomson) 繼續研究此問題，闡明一組體自高溫降到低溫時，發生一些有效工作之外，餘則消耗於摩擦，歸於無用。若欲將此工作復變為熱，歸還此組體，使溫度由低還至原狀，必另增加能力始可。後克羅西優 (Clausius, 1822—1888) 即運用數學方法，將此理製成一函數式，遂成為熱動學中之第二律，亦名為能力消耗之原理 (The law of entropy)。此律表示熱學現象，是與機械現象不同。機械現象是可回復的 (reversible)，有週而復始之情形。如日月往來，寒暑代謝，即自古如斯。而熱現象則不可回復 (Irreversible)，常有一往不返之趨勢。故機械的力，可變為熱，但熱變為工作時，則必有一部分熱移到低溫體去，不能變為工作。且宇宙間此種一往不復之現象亦甚多，如已射出之彈，不能復返槍筒。已生之雞雛，不能再歸回卵殼。人老不能復壯，既壯不能復幼。一切歷史事變，即是不能重演的。實則宇宙萬象之能活動，即全以此律為本。因一切能力須在不同的平面上，方有發生工作之可能。詳言之即一物所有之

能力，和其周圍能力之差數，必要很大，始能發生有效之作用。例如火車頭蒸汽之溫度與壓力，必比周圍空氣之溫度與壓力高百餘度，始能發生作用。又如雷電交作，風來帆動等，皆是能力自不平以趨於平時所發生之作用。不然設各種能力常在平衡狀態之下，毫無變化，則萬物即將停止活動，宇宙亦幾乎息矣。昔希臘哲學家赫拉克利特 (Heraclitus) 曾觀察得宇宙萬象，常是永遠流動，常是往而不返，去而不復。曾取譬謂躍足長流，抽足復入，已非前水。後人聞其言者，莫不稱爲卓見。實則赫拉克利特尚僅見到事物之然，未能明言其所以然。今熱力學證明機械之力生熱後，即有一部能力消散，致由所生之熱，不能回復原有機械之力。則可知許多現象之不能還復本原，以及歷史之不能復演，亦可以能力消散之理解釋之。故能力常住一定律，固爲自然現象變化之原理，但能力消散之現象，亦爲一切「可能」變化之基本原則。兩者雖貌相反，而實同爲了解自然界複雜變化之指導觀念。後者可闡明自然物理除力學的現象外，尚有熱學之現象在。此則赫姆霍茲所未見及，而爲卡羅及克羅西優所特別見到者。

或慮能力消散之原理果確，則宇宙能力，即將發生大問題。因依此律之意，宇宙的能力永自不平以趨於平，則宇宙自最初時候，必有最高之平面與最低之平面在，始能發生變化。如太陽之熱力，遠高於地面之熱力，始能滋生動植，作育萬物。由此推理，則最後宇宙能力必會變至同一平面上，或全體變爲等熱，或全體變冷，而無工作可言時，豈非宇宙末日將至乎。但科學家可答之曰，此項推理，雖似可能，而事實尚不如此。因由歷史觀察，太陽亙古失熱於天空，依其失熱之速率計，每年應低數度。而自有人類歷史以來，太陽熱度，仍無大變，可知其所失之熱，必有補償之所。據實驗考得鐳放射微粒以至變爲他種原質時當發生極高之熱，（每公錢鐳變換時可發生二千九百兆加里之熱）。安知太陽體中，不有此類放射原質存在。則其所失於無限天空之熱，即可取償於無限原子。自然造化，自有其相生相尅之道。宇宙末日之慮，僅屬杞人之憂。

三、分子說與原子說之成立

除上述兩種自然觀外，在十九世紀之物理化學中，尚有分子與原子兩種理論，對於透視物質之組織構造，

貢獻甚大。

分子說 (Molecular Theory) 係爲修正原子說 (The Atomic theory) 而成立。約當英道爾頓 (Dalton, 1766—1844) 引用古代原子說以解說化合物各成分有一定比例之時，即有法人甘魯沙克 (Gay-Lussac) 於一八〇五年發見「氣體與氣體化合時，凡參與化合之氣體，其體積互爲簡單之比例」，如二容積的氫與一容積的養化合，即成二容積的水，此種現象，即非原子說所能理解。義人阿佛加德羅 (Avogadro) 遂於一八一一年想出「分子」一物，以補充原子說之不足，謂一分子應是由數原子結合而成。如氫與養，即常由二原子結合成一分子。原子結合如有變化，則分子構造亦隨起變化。「物體」的終極，可視爲分子，而「物質」之終極，則可視爲原子。一切物體，可視爲由無數分子組織成。而物質，則由原子合成。尤以組成氣體之分子，常是運動不息。氣體之分子運動如加速，即見生熱，可見熱確爲物體分子激烈運動之結果。自分子理論成立後，用以解說許多物理現象，實極方便，且甚圓滿。如物體之體積有漲大或縮小之現象，可視爲其分子間之距離有大小之故。一物體爲透明他物體則否者，可視爲分子之距離在前物中爲大，在後物中爲小之故。置食鹽少許杯中，不久即見全杯水皆鹹，可視爲食鹽分子在水中擴散所致。佛拉德發明之電解術，將電流通過酸類或鹽類溶液，即見酸或鹽被分解爲兩部分，各朝電流之方向或反向而集結於兩極，成爲離子或帶電的原子，此尤可證明原子合成分子之說爲不誣。此外如加壓力於物體見其體積縮小，可視爲由於其分子間原有多少間隔之故。物質有附着力，凝集力，及化學親和力等，可視爲分子間有引力之故。且由於分子與分子間有引力，物體因有位置能。由於分子能運動，物體因有運動能。熱能使物體膨脹，即在將其分子之間隔加大，將其位置能加高。又如植物學家布隆 (Brown) 於一八二七年發見植物花粉在液體中能呈蜿蜒的運動，永不停止，後經化學家柏朗 (Perrin) 詳加研究，用顯微鏡考察其他膠質的溶液，亦皆發見有細微如塵埃狀之粒狀物，浮游液中，常在運動，永不停止，並可計算出此類微粒之數目，此種永動現象，世稱爲布隆運動 (Brownian movement) 即僅有分子組成物體之說始可解釋之。故物理學者視物體之終極爲分子，並非空幻之論，實可用以窺見一般物體結構

變化之妙。

但原子理論之透視物質結構，尙更超過分子說之觀點。約自鹿瓦西歿後數年，卽有化學家布魯士特 (Prof. Bosc) 於一七九九年發見氫與氧化合成水，其成分之比例有一定，道爾頓爲求解明此項現象，遂於一八〇三年恢復古代原子說，以爲必設想物質係由極微小之不變原子構成，各原子皆有一定重量，獨立自足，不能再將之分解，亦不能再將之毀壞，則合數原質而成一化合物，或分解一化合物使還原出各原質時，各原質配合之成分必按一定比例之理，卽可得而解。自是以後，再經許多化學家如 Berzelius (1779—1844) 如 Cannizzara (1803—?) 等紛由實驗室中發見無數新原質，並分別測出各原質之重量，成立原子量表，於是原子理論卽告成功。自原子說提出，不僅定數比例之定律，倍數比例之定律，物質不滅律，及量的代替律，皆可得說明，且可將宇宙間恆河沙數之物質，統歸爲九十餘原素，按一定原子數量配合組成之。一切化學現象，皆視爲各原素無數原子之機械變化。其闡理之簡便精妙，實爲近代科學思想上最開心之事。

惟近代化學雖由原子說能將千差萬別之物質，化爲九十餘原素，但此九十餘原素仍各自分別，尙未得到根本統一之說明。故入二十世紀，電子說興，原子說又有再進一步之理解。

四、電子說之成立

前說力學的自然觀，係以堅實可觸之物質爲實在之代表，以物質的不可再分質點——卽原子，爲終極要素，用其中心受力而起之運動，按牛頓力學來說明自然現象。此項原子力學之說法，頗爲一般信奉唯物論者所尊崇，以爲物質原子，卽爲宇宙萬物之最後實體，已可得科學上之證明。但自放射性原質如鐳、如釷等相繼發見後，引出原質蛻變之問題，於是昔日視原子爲物質終極要素之議，卽根本動搖。

自一八九〇年，居禮教授 (Curie, 1859—1906) 及其夫人，由鈾所從出之瀝青礮中，提出一種自具放射性之物質，其名曰鐳 (Radium)。同時經其他學者如路慈福德 (Rutherford) 於一八九九年考得鐳若受磁力作用，則所放射之光線，卽有一部分被吸引向磁力彎曲，名爲 α 光，另一部分被磁力排斥向相反面彎曲，名爲 β

光，還餘一部分不受影響，直立如故，名爲 γ 光。鐳在放射出若干 α 粒子及 β 粒子後，即變成鉛。且見凡與鐳同族之原質，皆是永久變遷不息。當此類原質變遷時，每原子即放射 α 粒子或 β 粒子，或者同時放射，即蛻變成新原質。最奇者，爲鐳放射出之三種光線，適與一八九五年郎琴 (Rontgen, 1845-1923) 在真空中放電之實驗所得之三種光相同，即鐳所放射之 α 線，適與真空中放電所發之陽極光相同，鐳所放射之 β 線，適與真空中放電所發之陰極光相同，鐳所放之 γ 線爲一種輕快的以太波動，適與真空中之X光線相同。而真空中放電之試驗，是人爲的，屬於電學。鐳之放射，是天然的，屬於化學。今兩者有此巧合，自引起學者想在理論方面尋求一種解釋。於是一九一三年由波耳 (Niels Bohr) 等提出電子構成原子之假說 (Electron theory)，謂原子尙非物質之最小單位，原子是一種複雜體，由若干電子合成。以後並得若干有力實驗之證明，於是昔之物質觀，假定原子爲終極要素者，至是遂爲電子說代替，改用電子微粒來作物質之終極要素。

物理學家探究電子構成原子之原理，至今已發見不少證據。最著者如冉芬 (Zeeman) 之折景術。冉芬用分光器將輝線景之光源，置於一極強之磁極下，即見一條輝線分成數條，最簡者亦有二、三條。此種現象，世稱爲冉芬效應 (Zeeman Effect)。此可見原子內是有電子存在，故當輝線景光線接近磁力，其內之電子，即受磁力作用，而影響到景上。光即原子內電子振動所發生之能媒波動。其次，如放射能之研究，亦可明原子核之變化。因放射作用，即是由原子核發生。原子核極小，居電子輪中心，屬陽性。電子極輕屬陰性。電子以不同的距離及不規則的軌道，環繞核心運行，即構成中性的原子。但中性原子，若遇外來影響，將電子撞擊，使其逸出舊軌道，即發生能力上的變動，而起放射作用。放射時，帶陽性的核，即成 α 粒子射出，帶陰性的電子，即成 β 粒子射出，以後即蛻變爲其他原質。

依化學週期律表之位次，每一原質，可給以一相當號數，如命氫爲(1)、氫爲(2)、鋰爲(3)、…鈾爲(92)、此等號數，稱爲原子序數。據波耳之研究，原子內輪上電子之數目即與原子序數相等，核內陽電荷或質子 (Proton) 之數，亦與原子序數相等。如氫之原子序數爲(1)、其輪上之電子及核內之陽電荷亦各爲(1)。

如鈾之序數爲(92)、而考其輪上之電子與核內之陽電荷亦各爲(92)。故現時物理學已能確知原子並非物質之最後單位。一切物之原子，均由若干電子迴轉於原子核之周圍而成。而原子核又由若干電子與若干質子合成。原子之構造情形，由上述各種研究，即令人漸明其內蘊。

原子之構造既明，於是週期律及一切化學性質，亦可得而解，即原子之性質，係以原子係數爲週期函數，電子軌道即表週期。如氫氣僅有一類軌道，爲第一週期，自鋸至氦凡八原素，均有兩類軌道，爲第二週期。……以下如此類推，可至第七週期。故用此說解釋週期律，既簡單，又自然。舊時化學自道爾頓 (Dalton, 1766-1844) 探原子說，將千差萬別之物質，化爲九十餘原質，已盡化繁爲簡之能事。但九十餘原質，終各分別，仍未得到統一之說明。今電子說，視電子爲物質之終極元素，將性質不同的原質，盡變而爲由性質全同的電子構成。原質的差別，僅係電子數目和配置的不同。於是一切性質的差別，均可化爲數量的差別，此實爲一最進步的物質觀。(詳鄭貞文譯羅素著，原子說發凡，商務印書館)。

溯舊自然觀，最初係以物質爲一切現象常住實體 (Substance)。後經物理家指出物質的變化，純爲能常住一原則之結果，遂改用能力以代替物質。但仍視能力爲機械的能力，以機械的運動爲一切現象之基礎，如前述機械的自然觀是。今由電子說，則自然現象之基礎，已不是物質質點的運動，乃是電子的運動。電子運動，乃是「力的波動」，並非「物的波動」，原子不過是一個能力可能放射的區域。當物質受熱其分子即起運動，原子內之電子亦引起振動。愈受熱，則分子運動愈烈，原子內電子之振動亦愈烈，因而引起周圍能力的波動而成輻射熱。振動再強，則成紅色，更強成黃色，以至白色。在白熱物體發出之波動中，各種波長均有。故光及一切輻射熱，皆不外是電子的振動能，傳到能媒上而成的波動。電磁波亦爲由電子振動而成的波動，不過光波短電磁波長而已。故今日所謂能力實體說，乃指電磁能力而非機械能力，惟電磁能力始爲一切能力之來源。物質原子並非恆常不變，惟電磁能力始對一切現象爲常住不變。且機械的自然觀，以力爲物體運動之原因，物體與力，各不相同，仍未得統一之說明。今電磁的自然觀，則以電磁力爲根本，其中心則爲電子。電子既爲構成

物質之要素，而電磁力又可化爲物質間作用的力，於是所謂物質也好，能力也好，最後均化爲電子，均化爲電力的中心，實極簡明之至。故舊時之唯物論，今後將永被電磁力論取而代之。

五、相對論

相對論，是牛頓以來物理學上一最大之革命思潮，爲二十世紀開幕期科學史上最光輝之一頁。此理論不僅能將科學上許多新奇發見，綜合說明，且能預測許多天文變象，巧合無間。故舉世推爲人類思想之最高發揚點。內容甚深奧，純爲愛因斯坦 (Albert Einstein) 個人運用數學方法與邏輯思想之產物。吾人於此僅能述其梗概。

在一九零四年，愛氏即發表其特殊相對論。至一九一五年，又發表其普遍相對論。對於舊物理學中許多基本理論，澈底加以改弦更張，另闢新徑。惟因其應用之數學，極爲堅深，且立論過奇，世人鮮能理解，故未見稱於世。但愛氏由其理論演繹，能預言恆星光線經過太陽附近時，因受太陽引力作用，不能一直進行，必生彎曲。並計算出光線彎曲之程度，即恆星之外觀移動 (Apparent Shifting) 應爲一·七五秒 (角距離)。至一九一九年五月二十九日，英國皇家學會日食觀測團，由分在蘇伯拉 (Sobral) 與樸林西卜 (Principe) 兩處觀測全部日食時所得之結果，證實愛氏之預言，完全與觀測符合，於是此新奇學說，始震驚全世界。其立說之要點，約謂一切事物之變動，皆是相對的。所謂時間與空間的標準，皆爲不一定。如火車之運動，係對地球言，地球之運動，又係對太陽言，但太陽亦是在運動中，故空間不能找出一絕對固定之標準點。就時間言，如地球自轉一週的時間爲一日，繞太陽一週的時間爲三百六十五日。其他行星如依地球上的時間標準，則水星繞太陽一週之時間僅爲八十八日，海王星繞太陽一週之時間則爲一百六十四年。地球上的人，用地球做標準，水星、海王星上的人，亦可各自用水星、海王星做標準，故時間之標準亦不一定。至以太媒質是絕對靜止之說，雖在光學及電學上曾達到效用，似未嘗不可採爲絕對標準，俾宇宙的運動，能用以太媒質來決定。但邁克爾遜 (Prof. Michelson) 之著名實驗，證明以太媒質並不存在。(註一) 故愛氏遂將牛頓的之絕對空間及絕對時間之說放棄，

並假定以太媒質實不存在，而主張吾人所考察宇宙間的運動，無一不是相對的。並取消歐氏之三進空間，而採閔可斯基 (Minkowski) 時間與空間不能分立之觀念，將昔人測時間之方法，重行改造，倡時空合一之說，另在測空間所用之三元外，把時間想作第四元。用數學方法表之，即為時間的座標軸，是和其空間的三座標軸互相垂直，不過時間的座標軸是虛的，不是實的，只能用心眼觀之，不能用肉眼觀之。此四元分開看，即是上下前後、左右、早晚，舉例言之，如活動影片傳給吾人之感覺，是空間的，是三元的。但當一張快接一張傳給吾人的感覺，則是時空合一的，是四元的。愛氏名此四元的單位為宇宙線 (Worldline)。在空中任一質點的宇宙線，實際是代表這質點在空中運動的完全歷史。若各質點皆用一宇宙線表示，則這些宇宙線受引力作用，即當彎曲（因質點互相吸引之故），如氣球之被擠而生變形。故太陽用引力吸引地球，即知引力可使宇宙變形；換言之，即時空皆因受這力的作用而生彎曲。故愛氏推論，地球運動軌道所以為曲線者，並非為受太陽的直接受吸引，而是太陽把時間和空間纏住了，地球為要在這纏住的時空中尋求最短徑的出路，故生出現在所有的軌道。且依愛氏之定律，各行星繞太陽旋轉，其軌道雖是橢圓，但行星繞日將到一周之前，行路稍有偏差，第二週轉的橢圓，與第一週轉的橢圓，不是一個。如是遞次前進，行星運動的方向亦逐漸變動，橢圓軌道，亦漸漸移轉，經過幾百年後，橢圓軌道的方向，與最初的方向，即大差了。從前天文學家觀測水星軌道，見其每一百年前進五百七十四秒，其中五百三十二秒，知係受行星之萬有引力而生，但其餘四十二秒，用牛頓定律，永算不出，無法理解其由來。今得愛氏之原理，則水星週轉一周，軌道必移前若干，且可推定其移前之距離係等於水星速率之自乘，和光速率之比乘其一週之距離。用此公式計算，恰得四十三秒之數，與觀測所得之結果巧合無間，是又為相對論另一驚人之勝利。（詳文元模君譯美國哈樓著從牛頓到愛因斯坦商務版）。

自牛頓原理成立以來，二百餘年間，物理學中任何偉大理論，皆不出牛頓學說範圍之外。不料至二十世紀，忽出現愛因斯坦之相對論，其概括說明之可能範圍，較更為廣大，更為精密。不僅牛頓定律所能說明之現象，相對論是能說明之，即牛頓定律所不能說明之許多異常現象，如考察比地球引力更大之引力，和速率與光

速相近之物體運動等，相對論亦能說明之。即牛頓定律之本身，亦可包括於相對論之內，而可得到更圓滿之說明。於是天文學研究的對象，從此即可由太陽系擴大至整個宇宙，此實爲人類思想史上最偉大最光輝燦爛之事。而此項理論，純爲愛氏個人運用數學方法與邏輯推理之建築物。此亦可明人心能力實偉大，只須善加運用發揮，真可望達於「窮盡宇宙萬物之表裏精粗，而無不明」之境地。

惟相對論不能包括說明之現象亦不少。如電磁現象，即不能由相對論釋明。又生命現象，及精神現象。亦不能化入空間而演繹之，因生命及精神具有超空間之性質也。

六、量子說 (The quantum-theory)

二十世紀有二大學說，大變從來科學之面目，其一爲愛因斯坦之相對論，其一則爲蒲朗克 (Planck) 之量子說。而相對論所治者爲最大之量，爲望遠鏡所不能見之極大距離。量子說所治者，則爲科學上既知之最小之量，爲顯微鏡所不能見之極小之距離。因相對論係由天文學及光傳播於天文學上之空間之研究而起。其最有價值之勝利，則爲預測水星近日點之運動，及恆星所發之光通過日之附近而彎曲之現象。量子說則係蒲朗克由光及輻射熱之研究，發現某種作用現出的能力，由於不可分的終極單位構成，此項不可分的能力單位，蒲氏稱爲量子 (Quantum)。量子是一個能力的最小單位。在高溫度下之固體，其內部分子即作極激烈的不規則運動，其分子內之電子亦隨起激烈的振動，成爲能媒內的電波，輻射出去，爲光爲熱。當各種輻射發出時，即有無數量子，源源射出，散佈空間，如散彈然，爲不連續的狀態前進。若輻射爲光，則有光量子 (light quantum) 出現，蓋光即由無數粒子式的光量子組成。當光由一點四向傳播時，「發射能」在光源之周圍，即非如舊說係均等分佈。反之而是爲有限的能量子，在空間一處一處的散佈，爲間斷的或不連續的散播。至吾人尋常看見的光，是連續而非間斷者，則因光內量子太多不能細看之故。

波耳之相應原理 (Bohr's Principle of correspondence) 謂在量子爲數甚多時，尙可用古典力學之法則支配其活動。但如僅爲少數量子或單數量子，即不能適用古典力學，必得另用量子法則支配之。故古典力學與

量子力學尙可在一實驗中並存不背。且在量子數目很大時，用古典法則，方近乎真理。惟在量子數目小時，始另用量子法則。

考量子說不僅用於各種輻射波長之能量分佈，非常適合，且愛因斯坦用以解釋光量效應，非常成功。又波耳講的原子構造模型理論，亦大有賴於量子之假定。

但「光量子說」是與「光波說」不相容，因波動是繼續的，如一串流水然，而量子之自然行動，則不是繼續的。如採量子說爲自然哲學的新認識論，即將與從前之自然觀相反，蓋從前是視「自然決不跳躍」(Natura non facit saltus)，牛頓即建立於此信條上，而認運動或宇宙間一般現象，莫不是由前一狀態去決定其次一狀態，而爲連續的活動。今設以量子說爲自然現象之共通原則，即不能不接受自然恆作跳躍之主張。如此則微分方程式亦有不能適用之憂。此對從前的自然觀，即將引起大變化。(詳周昌壽譯日人田邊元著最近自然科學第五節之二)。

此外海森伯 (Heisenberg) 據量子說又造出一驚人理論，名無定原理 (Principle of Indeterminie)，於一九二七年發表。其說謂對任質點，在同一時內，只能確定其位置，或確定其速度，決不能二者同時確定。例如原子內電子的運行速率和位置，如能決定其速率甚準確，則同時對其位置之決定即難準確；反之，對位置若測得準確，則對速率即測得不準確。其故，因測定原子內電子之位置和速率時，必求助於光量子，而光之速度與波長是成反比例的。因之，用長波光線時，測速度固準確，但測位置即不準確。而用短波光線，測位置固準確，但測速度又不準確。如是，即覺過去因果律主張一切可有精確預測之效應，在量子力學中即變爲不可能。從而公認爲真之因果律，即將失其普遍效用。

惟在事實上，所謂不連續的自然觀及無定原理，亦僅對極小之量而言，如對顯微鏡不能見之各種輻射能量是。至對較大之量，則連續的自然觀，古典力學，及因果律等仍未失效。

七、本節觀感

由上所述，可知近代物理學，已使吾人多能了解宇宙之性質及物質之構造。如相對論之產生，大改變吾人對於時間空間之見解。原子電子理論之成就，大助吾人明瞭物質之基本組織。今日人類對於物質世界之概念，確已有相當深切之了解。至如「電磁的自然觀」之反「機械的自然觀」，「不連續的自然觀」之反「連續的自然觀」，「時空合一的相對論」之反「絕對運動說」，有似物理學之見解，紛紜不定，實則此乃顯示科學的學理，總是有改進的。舊的理論不充足，即須有新的更充足的理論來代替，方能顯出進步。且此亦顯示物理學的體系是與幾何學不同。幾何學的體系與定理，可以互相矛盾的並存，如歐氏幾何學與非歐派幾何學可同時存在。至體系不同的物理學，則不能同時並存，必向着「統於一」之途邁進。因幾何學是純理構成之體系，只要本身一貫即可。物理學之理論，除須本身一貫外，又須能與事實相合，須能預測事象之變化。物理學之出發點固以事實為本，而其終結理論亦須以事實為證。理論假說，雖可有多種，而事實則始終如一。故自然科學，恆須向着統一的理論去求發展。蒲朗克曾指明物理學發展之趨勢，在求統一說明世界形象。其理論須漸次脫離感覺中人為的要素，(Anthropomorphism of sensations) 而達於萬人共通的體系。物理學家之選定假說，不能完全隨意，須有統一說明事實的保證。如一假說對於統一定律為必要而且充分，又能極合於事實之真相，始有真理之價值。因自然科學之最高目的，在求能「統萬殊於一理」也。

惟在近代，因觀察實驗之術極進步，發見發明極多，致吾人關於事實之知識，擴充極大，和在文藝復興時季一樣。其結果是各種統一事實之理論，常在推陳出新，出現極速。每個理論，只見在一短時期內能彙集所知之事實而統一說明之。但如發見更新之事實非舊理論所能說明應付，即須迫得另尋一更新之理論，以為更進一步統一說明之本。如機械的自然觀之須「讓國」於電磁的自然觀，及絕對運動說之須「讓國」於時空合一之相對論即係此故。故在現代科學中，即發明理論之人，自身亦不敢自是，常存懷疑之態度，自視其理論，僅是一種假定的說法，所謂「包含萬有之綜合」的理想物，為形而上學家所常寤寐追求者，已一層一層的往前移遠，似乎如夸父追日，已出乎吾人能力限度之外。故有人遂以為在如比世界中，除一層層內發明「可以催到舊

理論」之新事實外，似乎無何有永久價值的東西可以保留。並以爲世人的智慧，或將因逐漸懷疑而疲倦，而變成失望和疏懶。實則世上亦不乏樂觀之學者，以爲物理學史上所指出許多理論的新陳代謝，非惟不應令人沮喪，反之，乃示人類之卓越處，即在好奇求知之心，應無止境。且示自然科學以及形而上學之最高價值，即在常能追求現象之最後解釋，以擴大人類之心胸與眼界。

總之，在現代自然科學中，新事實之發見，常能帶給人類許多新權力、固甚鼓舞人心。如對於天然物力物質之制伏運用，已進步無比，且將來尚有無限可能，固足令人極爲樂觀。但新理論之能繼續產生，將人類之智力視限，向前開拓無限，尤其有無上之精神價值也。

第四節 生物學上各派理論之評述

吾人從物理學轉到生物學，將覺如從一大宇宙轉至一小世界。因晚近物理學所治者，乃整個的宇宙，而生物學所治者，僅占大地上一部分之生命現象。但此項生命現象，性質極複雜。生物雖爲宇宙自然之一部，而其生活現象，則有非物質科學之簡單法則所能完全解釋者。

生物科學之發展，約可分爲記述的 (Descriptive) 與說明的 (Explicative) 兩階段。記述階段，在搜集生物，作系統的分類。如前數世紀歐洲之自然學者，常作科學的遠征，奔赴各洲採集動植物標本，充實博物院，及寫實生物之狀態構造，而詳爲分類是。但單純的記述分類，僅爲初步之研究，未能達於普遍的認識。必再進求支配生物種類之定律，理解其形態構造之由來，達到說明階段，始克盡科學之使命。

而十九世紀之生物科學，在記述與說明兩階段，皆有偉大之貢獻。在記述方面，因此期學者，多跳出博物院實驗室之外，深入自然界之大工場，以研究此時之世界及從前之世界。如馮保德 (Humboldt, 1769—1857) 曾作冒險之遠征，遊行天下，爲大規模之自然考察，約六十年，於一八五九年出版「大世界」(Cosmos) 一書，描寫鋪敘之景象，即遠邁前代。又如達爾文 (Charles Robert Darwin, 1809—82) 亦爲一遊歷廣闊家，曾隨獵

大號 (Beagle) 航行南美，考察異域自然景象約五年。此外如佛克 (Hooke) 於一八三九年出發南極，赫胥黎 (Huxley) 於一八四六年，出發澳洲，皆為著名之科學遠征。初時所研究者，尙偏動植物方面，以後連山川河嶽之形貌，地理氣候之差異，以及水陸之分佈，地層之構造等，皆在考察之列。故從前所謂單純之分類，僅在求其系統，寫實物狀者，至是則有聯合地質學、地理學、醫學、解剖學等，而成立思想上更為廣大之天演說之趨勢。

生物學家在多方搜集物種之後，對於生物形態之記述約有數方面。或由解剖方法，以研究生物形態之構造，或由組織學求明物體內部之組織，或考地質史上之化石以明古生物之形態。至欲究明生物形態構成之由來，則屬於生理學。生理學為生物科學中之基本科，專究有機體各器官之機能功用。至分類學、解剖學、古生物學等，則須得生理學之原理始能說明其內容。而本世紀生理學之進步，大得力於兩方面。一、為細胞說 (The cellular theory)。自一八三八年息來登 (Schleiden, 1804—1881) 之植物細胞論文公佈於世，及次年其同門修旺 (Schwann, 1810—1852) 又公佈動物細胞之論文，皆證明細胞為生物構造之基本原素，且為一切生活現象之基本單位，於是生物學家，即發見形形色色，性質各別，種類萬千之生物，其根本組織，只為一元，即皆出於細胞。一切生物軀體上之複雜構造，亦皆為細胞分化和集聚之結果。每個生物所有營養、生殖、感覺、運動、等機能，莫不可由無窮細胞體之活動中窺識其祕奧。此項「生理的原子說」，解釋生物之構造及生活現象，實簡單而又自然。二、為進化論 (The evolutionary theory) 之發明，對於整個生物學之建議上，有重大之意義。在昔分類家搜集排列形形色色之生物界，未遑研究其由來，僅如古董家之收藏器物，不問其與文化變遷有何關係，實有玩物喪志之嫌。自進化論出，始漸將頭緒紛繁之生物界，尋出其彼此間之血緣關係，並可說明物種之起源及其形體構成之自來與發展。可謂自有進化學說，生物學始有一貫之理論系統，可和物理學、化學等同列為純正科學之一門。

在進化論未明以前，西方學者對於物種問題，不外兩種解答。一、為柏拉圖學派之想法，以為宇宙內某處

(按即隱指在上帝的智慧裏)必有無數物種之模型存在，爲世間一切物類所由模仿以成形者。此類物種模型 (specific types) 永存不變，世間無數生物即係模仿此類模型以長成。二、爲亞里士多德學派，謂宇宙間並無永存某處之物種模型，所有真實存在之物，僅是無量數個體。不過在許多個體中，可發見在形式 (form) 上有許多相同之結構，而可歸爲同種。此等形式，亦是永恆不變，惟決不能離個體而獨立存在。但兩說皆同認物種爲不變者。

但物種不變，僅可就某時代有高度組織之生物言，如微生物或下等動植物，即顯見種類形式甚爲混沌，非任何邏輯的概念綱領可能將其規定。且每見生物之生活條件如有變化，生物之種類形式，亦隨發生變化，而有變種或雜種之產生。如古生物學，即指明在地質史上，物種形式變化甚大。物種既可變，則如何說明物種改變演進之理，即爲進化論之研究目的。

首究物種改變之理者，當推拉馬克 (Jean Baptiste Lamarck, 1744—1829) 於一八〇九年出版之動物哲學 (Philosophie Zoologique)。此書提出三原則，以明物種改變之原因。一曰、外界環境之作用，如氣候環境有寒熱、溫三帶之不同，即常能將居此三帶之同種動植物，深刻的改變其皮膚毛髮肌肉之組織。二曰、機能之用與不用，即生物器官之機能，常因愈用愈強，且能由久用而能鍛鍊出新的機能型構，反之，如久廢不用，則器官機能，亦將萎退。例如鐵工多用腕力，該腕部肌肉，即較常人爲發達。家鴨多走少飛，野鴨少走多飛，兩者之足形即大異。三曰、個體在生活過程中獲得之特性常能保留遺傳於後裔。拉馬克持此三原則，以明生物之變種，確曾將許多昔人視爲不可理解之現象，化爲光明。例如鳥生翼而魚生鰭，兩者之功用極相同，即可推知鳥與魚必發於同種因遭環境之變遷，一則迫得常居水中，一則久棲樹上，各爲奮力適應新環境，即迫得逐漸自變其肢體組織，再經多代遺傳，即各變爲今日之形狀。

但環境影響力及有機體能對生存條件逐漸適應之理論，僅可釋明生物的若干演變現象，尙未能解說全部事例。至一八五九年達爾文 (Charles Robert Darwin, 1809—82) 之物種由來 (The origin of species) 一書，

對於生物普遍演進之理，即有更深刻之發見。達爾文乃一遊歷廣闊，觀察豐富而又富於思考長於歸納之學者，於一八三〇年，得隨獵犬號航行南美，考察殊方異域之生物，發見許多雖為地理隔絕而仍種類相屬之動植物多種，即引起探索此類生物如何演進之興趣。嗣因見有飼養白鴿者，能由選擇良種交配，獲得更良之新種，其法不外利用生物之變異性與遺傳性兩條自然法則。變異 (variability) 法則，指小雛生後，常與其父母有大同小異之處，俗謂「一娘生九子，九子九個樣」是。遺傳法則，指個體所獲之特性，常能傳於後裔。農夫遇見家畜後裔所生之變異，認為優良，即保留交配，經數代遺傳，即獲優良新種。達氏因思野生動植物之能變出新種，當亦不外遵循此兩條自然法則。所異者，家畜之選擇留良，由於人意，而野生動植物之選擇，則必由另一自然之力為之主司。因竭力探究此項自然力之真相，(不迷信由於神之智慧)，曾數年未得其解。後於一八三八年，忽得讀馬爾奢士之人口論，述人口可為幾何級數增加，而食物則僅為算術級數增加，粥少僧多，鬥爭即起，因頓悟「生存競爭」(The struggle for existence) 及「天然淘汰」(Natural selection) 兩者當即為宇內億萬生物自然蕃衍之主要原因。因查無論何種生物，莫不蕃殖甚強，若不加以限制，將歷時不久其種類即可望佈滿全球。但世間生物，不只一種，且食物有限其增加遠不能與生物之蕃殖力相應。於是各為生存計自不得不以慘烈之競爭。競爭之結果，固為強者得勝，但考強者如何產生，即知各分子於競存過程中，常能發生特殊之變異，如足捷、筋強、頸長之類，再由遺傳將變異之有利者傳之後代，即成為新種族之性質。其他分子之變異，無有利特性，不能為生存之助者，即被淘汰。故自然競爭 (Natural competition) 即為促進物種變異之主因，而「自然淘汰」由自然之力，擇留變異性之適於生存者，淘汰去其不適者，即頗與園藝或家畜飼養者有意擇種留良以改進物種相同。「自然」雖無如人類之「意志」，但自然之大力，如環境、氣候、土壤、食物、資源等等天然限制，即常能機械的擇留生物之適於生存者，而淘汰其不適者。在自然力機械支配之下，生物軀體所起偶然之變異，宜於適應環境，即被留為「自然之選民」，而繁殖出新種；反之，其所生之變異，不利於適應者，即無法綿延其種類。今日所存千萬品類之生物，即為如是自然鐵律之產品。故生物與環境，似時呈相反對

之狀態，一方，億萬生物，各爲其種，常有大量的生產，並能各爲其生，隨處發生不同之變異；但他方，自然大法，即機械的司選擇之權，大量淘汰，留良去弱。吾人只見宇內萬物，生殖雖繁，而結果仍能並育同存，無一過庶者，即此有限生存空間所表現之自然法則，能司適當調節之故。每個生物，縱有千百倍的生產，但在自然鐵律支配之下，即常僅有少數由偶然機會，獲得有利之變異及適宜之環境而獲生存，其餘大量的不幸者，即被自然淘汰。故大自然界中，似表現有兩種相反的活動力，互相作用，但又能互相調節，即一方是生物有洋溢的生產及競爭不停的發展，而他方則爲自然力之限制，時作痛苦的毀滅，僅令少數獲到生存，是爲達爾文之天然演化論。

統觀達氏立說，純係放棄種種充滿慾望幻想之神話，而代以基於廣大證據之見解，視一切生物，以至人類進化之程序，皆爲自然力作用之結果，並能巧妙的結合他人已經證確之觀察使動植物全部自然史皆能與其理論發生關聯，得到統一之說明。且「自然競爭」「自然淘汰」之原理，不僅可用以說明生物現象，即推之人類所有各種心理機能之形成，各種社會組織之形成，以至各民族之興衰，文化之消長，亦莫不可執此兩條原則解說之。故達氏之學說，已成爲支配近代極有力之思想。

此外近代生物學，在理論方面，又發展出兩大學理，一爲機械論 (Mechanism) 一爲目的論 (Teleology)。機械論者，視生物體爲一架機器，一架物理化學的機器，欲純用物理化學之原理，說明其複雜機構。首先領隊探索圍攻此類生命機器者，爲十八世紀大化學家鹿瓦西及其繼承者。鹿瓦西於一七八二年曾著一論文，用其養化燃燒之理，以說明動物之呼吸營養及發熱等問題。以後「分析化學」及「有機化學」進步，更用以研究生物機體之組織與生活現象。同時用物理學、力學之利器，以解說生物器官之機能功用者。亦常獲有大進步。如哈維發明血液循環之理，即係應用力學之解釋。至飲食、消化、呼吸、排泄、運動、適應等現象，皆可雜用物理學化學之原理以說明之。又細胞學家，以細胞之分化與聚合說明有機體之生活與構造後，復將細胞之生活構造，歸於理化說明之內，亦屬此派。故「生物物理學」及「生物化學」，已頗風行於近世。

但機械觀引導吾人所得之世界全圖，亦祇係事實本質之一面。在物理學中，機械的自然觀，雖盛行多年，終因未能解說之事象甚多，已爲電磁觀起而多所補充修正。在生物學中亦然。運用物理化學之概念，僅能說明生物之物質基礎。至於生命之特性，則非機械觀所能完全理解。例如生命在細胞中，一經化學分析，即已化爲烏有，所餘僅爲死物質。雖有生物化學家宣稱原形質爲生命有機體所由構成之原料，可於有機化學實驗室中製造之，但事實上其所製造者，僅爲能接受生命之物質，並非能製造出生命。自巴士德 (Pasteur) 由實驗室推翻「自然發生說」，(Spontaneous generation)，已證實由物質自然產出生物爲不可能。故至今細胞學家承認細胞只由細胞發生，生殖學者亦承認生物必自生物產生。至天然淘汰之機械進化說，亦只能由消極方面說明外界環境之力及生物之被動性，不能指明生物之自動自發性。故至十九世紀後期，生理學家即漸探目的決定論，以補機械觀說明之不足。

至目的論並非承認自然界有何種造物主的計劃，僅謂各生物體自有其內在的「目的性」存在。費爾休 (Virchow) 在其原子與個體一演講中即云：生物個體之構造與物質原子之構造全不同。生物個體，是一個統一的結合，在其結合內，一部分，是向同一目的的合作，如依同一計劃動作。此項內部共同的目的，即爲內在性的目的，而同時又是一個外部的標準。生物的發展，決不能越過此標準以外。故生理學家分析器官之構造與活動時，固可用物理化學之原理，說明其一部分現象，但就器官在整個有機體中呈獻之作用言，則不能不兼用目的論之說法。在有一機體中各器官之機能結構及種種活動，莫不在協同維持一共同目的：即生命之發展是。亞里士多德所謂全體先於部分之原理，實可用來說明有機體各器官協同合作之關係。蓋有機體是一整個的，有全體性 (As a whole)。此整個非部分之聚合，乃是有機的統一。各部分 (器官) 之性質，係由全體性所規定。每種器官之型成，並非純由偶然，毫無所爲即生出，而實爲維持整個有機體之生活要求，始由同樣的細胞，分化發展成各種特殊型構，分別供職，密切合作，以表現協同拱衛之活動。康德在其判斷之批判中，曾就生物有機體考察，謂我們的理智，雖欲把全部自然物當作機械看，但生物即難如其他自然物一樣可用機械的解

釋。因生物不是部分的機械的集合，而是由全體產生出部分。詳言之，即有機體各部是依全體而存在，全體即是部分的目的。故大生理學家克羅班那 (Claud Bernard, 1815—1878) 原欲專用物理化學之實證方法，將生理學改造，使完全脫離一切玄學觀念之解釋，但至晚年，亦覺「支配觀念」(L'idée directrice)。為理解生理現象所不可少，且認各器官之機能功用，須受全體目的之支配。達爾文原亦持極端的機械說者，但對眼之構造，亦覺非持目的論不能理解。試問眼器官構造之複雜精巧，謂其非為助有機體高瞻遠矚趨利避害之目的而生，僅由機體上偶然變出，豈非奇蹟神話。故晚近生理學者多信每一器官有一功用之說。至今動植物身體上任何一腺一毛，莫不可以解說其功用，即係按此原則以明之。

生命因有特殊的秩序法則，為物理化學概念所不能了解，故杜里舒 (Driesch) 曾倡生機論 (Vitalism) 以明之。杜氏用科學實驗，研究海胆 (Sea urchin) 之卵細胞，見雖用壓力破壞其位置，結果能依然發展成一全胎。如將海胆之卵，切之為二，結果仍各能發育成功為海胆，不過體形較小。即再切分為四，亦各能發育成爲海胆，不過形體又更小。可見生物細胞有其生理上之個性，能趨向一定形 (Type) 而發展。一羣細胞，其中每個皆有發展成一完全生機體之可能。且生物體有一種再生力 (Regeneration)，如蟹足斷後，仍能自力再生八足，恢復原狀。凡此種種特性，皆不可以物質比擬，杜氏因採用哲學之眼光，立和諧均能系統 (Harmo-nious equipotential system) 以解說之。均能者，謂各細胞皆具有同一發生成爲完全形態之潛力，有機體雖被切去一部，他部細胞因具有此項潛力，仍可起而代行其職責。觀於生物之卵細胞，可發展成爲極複雜之生物，且當細胞分裂時，任取其一或二，皆能成全胎，即爲各細胞中有此項平均能力之明證。至各細胞既未失其單獨之性質，而又能彼此協和，相需以生，更足表現其有和諧的均能系統。此系統無論如何，不能以機械學物理化學解之，因此即爲生命特質之所在。生命似有一種自律性，(Autonomy of life) 有一種自發自創之能力，能利用物質以構成活的機體，又能控制物質活動之方向，使結成一定型，以實現一定之目的。蓋目的云者，即求達於全體性之謂。「全體」爲一特定之結合，具有一定的調節力，能使物質其支配下，爲無數次的表現，一代一

代的傳下去。全體有損傷時，自身亦能調節之。（詳 Driesch: The science and Philosophy of organism）及杜里舒來華演講錄）。

杜氏充分發揮生物特具之目的性及全體性，在生物哲學上之貢獻甚大。其說係假定生命是一種力，富獨立創造性，與物質同等實在。生命並非由物質發展而出，乃係流入物質之內，利用物質，以組成有機體者。常人所見之有機體，乃係生物與物質之組合物。此在唯物一元論者視之，大為不快，認為將使生物學由科學解釋，退入玄學解釋。且斥其不能拿出證據，以說明生命之由來。但因杜氏之立說，係由科學實驗證明唯物論解釋之不足，然後用哲學的假說以補足之。其立說曾將許多機械論所不能解說之現象，加以較圓滿之說明，故頗為晚近學者所推許。至生命之存在，究係於原始構造地球時即與物質分子俱存？抑係在地球成形進化期間，漸由物質產生？至今任何學派，皆只有假定可能的臆測，並無確切之證據。即唯物論者由星、雲演化之說以推生命為物質後起之物，亦不能「拿出證據」，因生命如在過去地球史上由物質生出，何以至今並無何種遺跡可資證例。故此項問題，尙待將來科學去探究。

總之，生物世界，種類紛繁，原極龐雜。但自文藝復興以來，一般自然學者，解剖學者，分類學者，胎生學者，古生物學者，分別由各方面加以觀察、比較、搜集、寫實、至今歷數百年，不惟已能將此雜亂無章分佈各洲之自然物，分門別類，成爲系統，且能立出學理，說明其起源與發展，已使生物一學成爲體系完密之科學。此實爲近代自然科學進步上最快心之事也。

第五節 心理學之派別趨勢

自科學初在天文學及物理學，繼在化學及生物學方面獲得偉大之成就後，至十九世紀末葉，即傳其勝利方法於心理研究及社會研究兩方面，於是此兩科又相繼發展各成爲正式科學之一門。

人類對於心理現象之注意，由來本久，只因方法不精，極鮮成就。孔德所倡人類思想三時期說，實可用以

說明心理學發展之情況。如原始人對於生死夢覺之現象，極爲驚疑，曾創「心爲靈魂」之說，以釋夢境與覺境之不同，謂覺時爲靈魂在身支配活動，夢中爲靈魂暫時出遊。又常將靈魂與生命混爲一談，謂生爲靈魂下凡人胎，死爲靈魂去不復返。並附以「輪迴轉劫」「永生在天」等神話，傳爲宗教信仰，至今猶深入流俗心中，是爲神學時期之思想。至如希臘初期自然哲學家，用玄想思辯，推論宇宙萬有，連靈魂在內，謂皆出於水、火、土、風四原素，或如德摩克利圖創立原子說，視精神與物質，皆同出於原子，則進爲玄學的解釋。自是以後，或主精神一元論，或主心物二元論，凡主唯物一元論，歷代皆有，皆欲解釋靈魂之本質，及身心之關係。但因方法不精，鮮有能脫離神學與玄學之窠臼者。直至十九世紀之末，觀察實驗之法輸入心理學，始逐漸將之改造成爲實證科學之一。

精神現象，變化複雜，無形無聲，不可捉摸，非若物理、化學、生物等現象之具體而單純，可以實指示人。故人類之熱心研究精神生活，雖從來不亞於研究物質，而結果進步極緩。至近百年來能稍獲有捷足之改進者，則由於能應用自然科學方法之故。如聯想學派之始祖休謨 (Hume, 1711-1776) 能發見聯想三律以說明觀念與印象之如何聯合者，即由見牛頓發明力學三律，足以說明物界一切變化，遂想到心界亦應有其定律法則可求。因將洛克所倡之經驗說繼續發揮，謂吾人一切知識，皆來自感官，一切經驗，皆爲感覺之積累，人心之內，純爲觀念與印象之集合。其聯合之原則，即按相似 (Resemblance) 時空相接 (Contiguity in time or place) 與因果關係 (Causality) 三者，機械的互相發生聯繫。其說傳至十九世紀再經穆勒父子 (James Mill and John Stuart Mill)，斯塞賓 (H. Spencer, 1820-1903) 等發揮光大，於是向視爲複雜難名之心理變化，至是亦漸覺其有因果可求，有定律可尋。又如馮德 (Wundt, 1832-1920) 之成立構造派心理學，詹姆士 (William James, 1840-1914) 之成立機能派心理學，則係得力於生理學、神經學及進化論之助。馮德原習醫學及生理學者。以後轉入心理學，以爲精神不能脫離身體而存在，人始終爲一心身平行之動物，每一意識之活動，同時必隨以腦髓之活動。故以生理研究爲起點，由外而內，用分析實驗之法，以考察心的內部狀態所緊

連的外部生理狀態，求能探發支配精神生活之公律。蓋吾人精神生活之本性，雖不易捉摸，然因精神常係不斷憑藉感官與運動以與外界接觸，自可根據感官與運動之結果，以推定精神生活之真相。馮德由是前進，分析得一切精神作用，皆由簡單之感覺與感情積累而成。簡單感覺與感情互相聯合，即產生知覺，簡單知覺又互相聯合而構成一切複雜之精神現象，因建立其構造心理學 (Structural Psychology)。詹姆士亦如馮德，原係習醫學及生理學者，以後始轉研究心理學，惟其所獲之結果大異。詹姆士亦主張心不離腦，一切心理現象，皆有神經系統為基礎，但彼並不大膽主張精神即為物質延展進化之結果，亦不主張找尋精神現象從何原素構成。僅假定心身有相互影響關係，先求助生理學以釋明精神現象如何發生。如由實驗考得有意識有審慮的選擇動作，係發源於高等神經中樞之大腦，反射的機械的動作，係發源於脊髓及無中樞之神經是。次即用內省法及敘述法，以捉摸「意識流」(Stream of consciousness)之真實過程，描述其細微變化，最後並運用生理進化之原理，以明心之一切活動機能，亦與其他生理器官同，純為保持生命與發展生命之工具。吾人之心，並非獨立存在之實體，實為有機體在悠久歷史中適應環境之產物。一切感覺，一切情緒，及一切意識活動，皆可視為有機體適應環境的表現。是為機能派心理學 (Functional Psychology)。又有行為心理學者 (Behaviorism)，為瓦特生 (John B. Watson) 所提倡，更嚴格遵守生理學之宗法，一反舊心理學所持之對象與原則，以為心理學，只當研究生物體的行為動作，至所謂意識或心全為主觀的不可捉摸，無法加以實證，遂推廣動物心理之研究法，以研究人類心理，視人亦為動物之一，人心之研究，亦如動物心理之探究，可由其行為觀之。行為者，指身體所表現之動作，如恐懼時，身體在外部則毛髮悚豎，在內部則汗腺分泌，是皆可加以觀察實驗者。一切行為，皆可以刺激與反應解說之。如能明何種刺激能引起何種反應，即可預斷 (Predict) 人類的行為。又如能明何種反應，能被何種刺激引起，亦可設法控制人的行為。故行為主義者之論題，不外研究 (一) 刺激的性質和種類，與生物體接受刺激之器官，(二) 反應的性質和種類，與生物體反應的器官，(三) 反應的訓練和改變，(四) 反應的效能如何因環境情況而受影響等。以上數派，為近世號稱科學的心理學，皆努力脫離玄學之

羈絆，以求躋於自然科學之林者。於研究之對象，皆限於精神活動或行爲之分析，而不追尋精神之實體。於目的則重找尋普遍定律，不重主觀意見之表述。於研究之範圍，不僅對精神現象之本身，凡與精神現象有關之生理學、生物學，皆在研究之列。至於方法，則極端拋棄昔人所用之思辯與冥想，而採用外觀實驗，與人可能之內省。故極複雜微妙難於捉摸之心理現象，經此諸大家之探測，已漸能將其變化形式，納於決定論 (Determinism) 之鐵律中，而使心理學成爲實證科學之一。

但諸家之貢獻，僅各見到心理現象之一面，未能發見精神生活之全景。如構造派以感覺感情爲心理之原素，視人心純爲若干原素之複合體，則全爲抽象的說法，並不符於實際的心理經驗。至如詹姆士之機能心理學，雖能描述出意識歷程如流水不可分析，但其主要問題，僅在採取生物學觀點，解釋感覺、注意、等等有何適應上的功用，議論散漫，少精密科學之價值。至如行爲派心理學，以生理學、神經學爲基礎，專研究有機體之全體行爲與刺激兩者相互之關係，固極富有科學之價值，但其將心廢去，視心理學之領土，限於行爲之研究，未免狹隘。且不承認有何「非物質元素的意識精神」等作用存於人類之組織中，視人全爲肉體，即人類高深之思想，僅爲喉頭筋肉蠕動之結果，則令人難解。人者，乃一有肉有靈有軀體而又有入格之動物，可由其外形觀之，亦可由其內心觀之。譬如教師對於學生，固可由外觀察，視之如一機器，或如巴夫羅夫 (Pavlov) 之試驗犬，視之爲一純粹動物，爲一複雜之自動機、無理想、無目的，其一舉一動，純按生理的機械因果法則解說之。但此種科學的看法，一切同情美意俱無，必難深入學生之心理。如反之視學生爲一富有理想欲望之青年，視爲一富有目的意義之中心，而用同情之眼光，設身處地，深入其內心深處以觀之，則所瞭解者，必更爲深切動人。實則一切精神歷程，固有其生理的或神經的條件，但心理現象與生理現象，仍各有其範圍，不能盡將精神現象之原因，完全推到生理界。亦如上章所述生理現象，不能全化爲物理化學之解釋。

故柏格森 (H. Bergson, 1859—1939) 在其時間與意志自由及物質與記憶兩書 (商務印書館有譯本)，即係另用一種直覺法，一種同情的智慧，一種深遠的眼光，一種藝術家力求接觸情感悟生命之方法，以深入吾

人意識之內部，透視精神生活之真髓。既不用舊式內省法之將精神歷程，強爲割裂分析，亦不將精神活動之公律，引至一個機械的概念。據柏氏之研究，腦或神經系統，並不構成意象 (Images)，亦不潛藏意象，腦僅爲一個從最簡單反射以至最複雜適應之行動的機器。一切精神原素，不可盡尋之腦中，當於記憶中求其真相。記憶者，爲過去經驗之儲積，其形式有兩種。一爲機械的或習慣的記憶，係附麗於行動之機體上，純爲有機體的一種習慣動作，有一定之部位，有固定之反應，不受時間之影響。一爲自然的記憶或純粹記憶，爲生命經歷之自然保存，爲過去精神生活之印象，構成的無數記憶影象，(Memory-images) 留存於記憶中，無固定之痕迹，但極富有生命，極爲活躍，能保留其發生之次第狀態。在注意力集中時或精神緊張時，即突然躍現於當前之意識中，以指導行爲，解釋知覺。例如讀書，苟逐字逐句分析，再反復背誦，即造成機械的記憶。如爲快讀，僅吟味其意義，使與舊有之觀念融爲一體，即成爲純粹記憶。此類純粹記憶，是一種生命的自然經歷，不須與某種動作相結合，極爲活潑自由，爲構造吾人精神生活之要素，能融合吾人之性格中，爲吾人個性人格之內容。吾人之意識作用，能理解當前刺激，辨識其意義者，即係以過去之純粹記憶投入，加以解釋而成。由外界之刺激，或由內心之注意力，即能將過去精神狀態全部集中喚起，能將往事挾其固有之色彩以再現於意識界中，甚至能將吾人固有之人格品性，及此心理人格帶有之全部內容，完全顯現。在此最後階段，即爲吾人真性真情之表現，常能感人極深，動人極切。許多文學藝術作品，常存不朽，即多係富有個性，富有精神意義之作。故柏氏以爲吾人之精神自我，可分爲二。一爲表面的我，一爲內心的我。表面的我，爲社會生活，傳習道德，及科學概念所薰陶而成。其動作與思想，多爲機械的，是由習慣構成，貼近於肉體「行動層」。聯想派、構造派、及行爲派所發見者，即此表面之我。在其下則爲內心的我，深隱於「記憶層」。其中包含之觀念與意象，極爲糲糊、不占部位，但極爲活躍，能構成一有機的活動，爲個人品性人格之所在。此內心的我，雖爲個人過去歷史所構成，但不爲過去所限，而日在變化發展創造前進之歷程中。如滾雪球，愈滾愈大。又如川流，愈前進收集支流愈多，即愈形增大。柏氏在其一九二三年出版之道德與宗教之兩個源流一書中，即指出

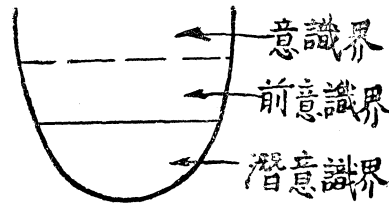
此內心的我，是一個開展的心靈，常抱着熱烈的要求，前進的精神，欲將一切物質利害之限制打破，以追求一種新進步，或由自身創造出值得珍愛的東西。其表現於道德方面，常發出純潔崇高的願力，無限的同情，熱烈博大的「愛」力噴溢四出，洒遍衆生，平等無差別。且常能用有效而悲壯的行動，連同整個「生命」獻之人類，樹立人極。故此內心的我，常能發生極大的吸引力，動人極深，感人極切，能鼓動一世之人心，使同向着「新命運」(Destinées Nouvelles)之途邁進。從來許多宗教家、道德家、及社會改造家、能創出新宗教、新道德、新社會、即係本此種精神而致。但此內心的我，常易受社會習慣之壓迫阻滯，而為表面的我所遮蔽。柏氏主張惟有另用一種直覺法，用一種深遠的洞識(Insicht)，一種同情的智慧，以探內心深處，始能於「表面的我」之裏面，發見此自由，活躍求進不已而又瞬息自新之真我在。

柏氏之心理學，確能別開生面，指出人類精神創造機能之真相，予人以無限奮進之鼓勵。只因其直覺方法力求脫除理智的分析，另採一種慧觀以洞察內心，富有玄學的意味，常為科學派所反對。實則人的性質品格，除一部分為其身體之生理所決定，如「科學派心理學家」所述者外，大部分確與各人之記憶有關。記憶為吾人由意識所獲才智技能之蓄藏室。吾人所有之知識見解，所抱之宇宙觀及人生觀，大半決於吾人過去生命之經驗，決於個人之歷史記憶，此在人人皆可自省而知。人愈老，記憶所占之決定力愈重要。老人幾全在其記憶中。度日。柏氏之說，實為心理學上之重要發現。

此外如福洛伊德(Sigmund Freud 1856—)之心理解析(Psychanalysis)獨標新幟，發起研究人類之感情生活與潛意識之本性，亦在晚近心理學界放一異彩。其方法既異於生理派的心理學所用之實驗法，亦異於柏格森派之直覺內觀法，乃是用一種自由聯想法，一種綿密細緻的觀察，以探發受試者感情生活之全部意義，並佐以極富有見解之假說。其結果，發掘得潛意識界(Inconscient)為人類精神生活之實體，頗足震驚一世。福洛伊德以為精神實體可有三界，一為自我所居之意識界(Conscious-self)，二為命根(Libido)所在之潛意識界，三為介於兩者間之前意識界(Preconscious)。可圖表之如次

下圖將意識與「下意識」(subconscious)分爲不同之平面。「前意識」與「潛意識」兩者同爲「下意識」，其異點則在前意識爲意識界之極端邊緣，有進入意識界之可能，類乎通常所說之記憶。蓋記憶亦爲下意識的，但有隨時喚起之可能。至於潛意識則在最深層，與最上層意識界中之自我勢不兩立，爲先天後天性慾埋藏之處，爲被壓迫的慾望本能，以及一切傷心往事的關鎖處。壓迫力很多，如社會的習慣風俗道德法律等，常將個人慾望之不符於全體幸福者，控制壓迫，不使表現。此類被壓迫之慾望，並非被消滅，而實伏藏於潛意識中，仍能發生作用，可成爲低等鬱結 (Inferiority complex) 甚至可成神經病。依福氏之見，人類之人格，可譬如冰山，僅小部分出現於意識之水平面上。大部分則在水平面下，而爲潛意識之心。但此爲一重要部分，常欲衝出意識界，以求得自由表現。故吾人有意識之思想與慾望，大部分即發源於潛意識之激力。個人意志有時且不能自由支配，不能負責。又睡時之夢，即係潛意識乘維持常態之神經管束休息時而躍入於意識界中，大肆活動者。但此潛意識中之「鬱結」，常欲高尚其願望，有時能轉變向文學、藝術、宗教方面表現，即產生一種陶淑作用 (Sublimation)，能將卑劣之慾望情感，變爲高尚偉大之情操理想。如許多偉大詩人或音樂家，當想入非非之時，不假思索，縱筆直書，將個己心靈之蘊藏揭發無遺，常可成爲萬年不朽之作品，即爲其潛意識高尚轉變之流露。故福氏謂美術之重要，在能使人之慾望，造成幻想，免受實際生活限制之苦。又許多學人之縱意尋求知識，亦多在補償其未能遂意之本能活動。可謂人類精神上諸事業，多係一種補償方法，用以補償本能之未能如願者。

由福氏之心理分析，可知人類精神生活之實體，乃在潛意識方面。並可知決定吾人之生活行爲信仰者，不是光明的理性，而是潛意識中暗昧不明之慾望本能。「理性」僅爲本能之工具，僅爲慾望之奴僕。許多理論，純是爲個人的希望，作合理之辯護者。其說影響於近世人心極大。令人對於理性的產物，如科學真理、政



治、法律、道德之原理等之真價，發生懷疑，視為作偽。反之，對於本能直率之生活，則與以高價，以為及時尋樂，發舒天性，自由表現自我，尙是心理健康之條件。於是「知識真理的懷疑論」，「道德權威的虛無論」，以及「現實生活之樂享論」等，皆隨福氏之說，泛濫於舉世人心。福氏之心理分析，實為現代思想界之一彗星。

此外又有全形心理學（Gestalt Psychology），亦反對舊心理學所用之分析法，謂心的作用，是一複雜的整個，有全體性，不能加以分析。因其整個的性質和作用，並非是合各部分作用之總和。在全體中的作用，和獨立分開的部分所含的作用，是不相同。科勒（H. Kohler）教授曾謂「全形」是一種「能」的秩序。行為在感覺場中成為全形，與物理學上電磁場之成為全形相等。每種全形有終結（Closure）的傾向。任何行為，向目的之傾向，即是表示向終結之傾向。因此「有目的之行為」，即不純粹與物理的歷程相等。精神的實在及其在自然界的地位，應由是判明。因主張心理學應從全體情況（whole situation）着想，不能用分析法去作破碎的研究。具有全形的心靈法則，一經解剖，即將失其真相。故此派攻擊構造派及行為派甚烈，反對一切心理現象之解釋，皆求之於感覺之分析中。謂由部分的分析，決不能解釋全體。事物全體所具之形式與個性，決不能求之於部分中。例如一曲音樂，即具有一種特殊全形。如將樂曲中的單音，一個一個分析，即不能得樂曲的特性。現此派對於心理學上之改革，亦生極大之影響。

總而觀之，心理現象，本極複雜難究，數千年來，鮮能出神學玄學解釋範圍之外。但至最近半世紀，心理學者分由生物學、生理學、神經學、及病理學之觀點出發，以探察此微妙萬端之心態，實已有偉大之成就。在此最近之半世紀中，初期僅係殫精竭力於感覺感情等心理原素之分析，及意識歷程之描述。後則展至本能慾望之探究，及完形之考察，並深入於無意識，及潛意識之內。且先僅為個人內心之自省自察者，後則兼用外觀或實驗。故心理學，雖為新興之科學，但觀其發展方向，由外而內，研究範圍，由狹而廣，實可期其在不遠的將來，必能將人類精神生活之法則，闡發無遺。

本節參考書

G. Dumas, *Traité de Psychologie*; Tome I.

蘇新城譯：近代心理趨勢。

崔載陽：近代六大家心理學。

第六節 社會科學進步之情況

由上數節所述，已可略明近代科學研究，在數學、天文學、物理學、化學、生物學、心理學諸方面所獲之成就。本節再進一述近代社會科學發展之情況。

社會科學全爲十九世紀之時代產物，在前各時代，固不乏遠大思想家，對一國之政治經濟法律道德等實際問題，常作高瞻遠矚之討論。如古代柏拉圖之著其共和國，亞里士多德之著政治論，以及吾國周秦時代儒法名家所發表之治國理論，卽最著者。但此等理論，如非爲解釋傳統權威辯護社會舊制之作，卽多係個人主觀發抒烏托邦組織之議，鮮有能憑科學客觀精神，究明人類社會生活之法則者。求其能將全部社會現象分門別類，逐類作專門蒐討，成功各種極有系統之社會科學 (Social sciences)，並進作綜覽全局之考察，尋求整個社會之共通法則，成立一概括綜合之社會學 (Sociology) 者，則僅至十九世紀始有之。

在十七、八世紀之際，由宗教革命、美國獨立、法國革命、以至工業革命等偉大事變，先後繼起，歐洲各國舊日社會制度生活所據之原則與信仰，盡被根本破壞，舉世人心，逼得競起思維政治法律、宗教信仰、以及一般經濟生活之全部改造問題，於是數百年間，討論時代問題之專著，卽如雨後春筍，紛紛產生，成爲社會科學成立之嚆矢。如洛克之政治論、盧梭之社約論、孟德斯鳩之法律精神、龔多塞之歷史哲學、百科全書派之無神論等，卽最著者。且當時各國之國家發展情勢與社會要求，彼此不同，因之反映於解決時代問題之思想，常

各有偏長，此尤有助於特殊的社會科學之推進。如英國在近代因大憲章成立最早，國家秩序穩定，其思想家不必勞心答覆「何謂社會及整個國家如何改造」等問題，只注力於國民經濟生活之發展，及社會上各種和平工作之研究，因之，遂產生自由主義的經濟學，及兼利主義的道德學。如亞丹斯密之國富論、黎加圖之政治經濟學原理、及邊沁之道德與立法原理等書，即為劃時代之名著。至如德國，則因渴求國家內部之統一，而又適得佛烈德大帝為啓明運動之英主，治績昭著，故其思想家對當代流行之政治革命及社會改造等運動，亦不感興趣，惟重歷史研究，以找尋國家民族過去之光榮及未來之聲譽為務，故特盛行歷史哲學，發揮國家主義，如費希特、黑格爾等，即其代表。至於法國，則因流血革命數十年，自專制君主，封建貴族，教會制度，以至一切社會信仰，皆被推翻，有全部重新改造之需要，故法國熱心研究社會改造問題之人士，為數特多，所討論問題之方面，亦較為廣博。如前述盧梭、孟德斯鳩百科全書派之流外，尚有聖西門 (Saint-simon) 即為近代社會主義 (Modern socialism) 之創始者，其徒孔德 (Auguste Comte, 1798—1857)，又為科學的社會學 (Socio-logy) 之正式建築者。總而觀之，時至近代，世界風雲變化激烈，各國人心皆極緊張振奮，急於探索人類各方面社會生活之正當法則及歷史文化之前途命運，故最適宜於社會科學之孕育發展。

但在十九世紀前，各國研究社會問題之學者，大都尚只抱有改造社會之實用動機，或由道德宗教之立場，或由種族利害之觀點，或由人類自由平等之願望，侈談「理想的社會應當如何」，實鮮有能本科學之客觀態度，探究「社會成立及發展之條件因素實為如何者」。對一國社會之組織機構，尙未充分研究，以求先明其「體」，即欲侈談改造改進之計劃，而專致力於「用」，此將與學醫者未精人體生理解剖之學，即欲侈言治病，或與學工者未習物理機械之學即欲侈言建築製造相同。故此類社會改造家所擬之計劃方案，多是閉戶造車，不易合轍，僅流為空談幻想。孔德有見於此，因發揮實證主義 (Positivism)，欲成立一種實證的政治哲學，實證的道德學，及一種實證的社會學。其一八三〇年至一八四二年完成之實證哲學講義六卷，及一八五一至一八五四年完成之實證政治學之體系四卷，即在闡明政治道德之原理，及社會生存發展之法則，求足以說服

人心，指導行動。「實證」之義，在指一切研究，應能根據事實，以探明事實所屬之公律，俾吾人得有公律的知識，以管制所欲支配之現象。實證方法，純是觀察實驗歸納之法，一反過去神學迷信及形上學空想之研究方式。如十七世紀以來，天文學、物理學、化學、生物學諸自然科學之捷足進步，即純受實證精神與實證方法之厚賜。各科中因實證方法之充分運用，已將過去所有「自然的神學觀」及「自然的形上學觀」廢棄，而代以「自然的實證觀」。但在社會文化現象之研究上，雖至十九世紀，不幸尙盡充滿神學及形上學的解釋，未能進於實證之階段。孔德因立志推廣實證方法於一切社會現象之研究上，欲使政治、道德、宗教、以至歷史文化之研究，亦能進於科學實證之域。其法，在由科學分類入手，將基本理論的科學，分爲六種，即數學、天文學、物理學、化學、生物學、社會學是。此分類之次序，在表明每科研究之現象，有普遍性遞減及複雜性遞增之關係；並表明社會現象，最爲複雜，但「社會學」在科學分類表中，亦有其地位。因科學之內容簡單者，所需要研究之方法工具亦簡，致成立亦較早；對象愈複雜者，研究之困難愈增加，即須內容較簡之科學先進步而易進步。如數學所研究者爲「形與數」之性質關係，現象最簡，但其普遍性最大，天文學物理以下諸科，皆須用數學爲研究之助，而實際上數學之完成亦最早。其次天文學，其內容即遠較複雜，故天文學須待數學先進步而後進步。物理學、化學之內容又更複雜，故會長期沉於神學與形上學之陷阱中，直至十七、八世紀，始得進於實證階段。又次如生物、生理之學，內容又更複雜，必待物理學化學先進步，而後得以獲進步，故成立又較晚。至於社會學之內容，包含倫理、政治、歷史、文化等現象，最爲複雜，直至十九世紀初葉，尙不脫離神學派與形上學派之議論解釋。但因現象較簡之生物學、化學、物理學等科，皆已先後成立，諸科所用計算觀察實驗比較之法，大可爲研究之助，孔德遂以爲如再加上歷史的方法，即可希望在社會倫理政治與歷史事變之研究中，發見其變化生滅之必然關係，立出一定之公律，使「社會學」進爲實證科學，亦如生物學、物理學、化學之成爲實證科學然。孔德畢生，即努力於完成此項使命，曾創用 Sociologie 一名，特別於基本科學之分類表中，以明其必有。並於一八四二年完成實證哲學第五及第六兩卷，發揮社會靜學 (Statique sociale)，及社會

動學 (Dynamique sociale)，以示實證的社會學已告產生。「社會靜學」者，在研究社會結合之秩序法則，亦即在闡明古代亞里士多德所稱「作用分開與力量結合」之法則，如研究社會上各種機關組織如何日漸增加，如何會分工益精作用益密，而同時又能聯合集中，以表現統一合作之理是。(該書僅第五章講社會靜學。)[社會動學]，則是一種歷史哲學，在探發社會進步發展之趨勢公律。(自第六章至第十二章共七章講社會動學)。依孔德研究，人類的思想及一切學術文化之發展，皆曾經過三期定律，初為神學期 (Theological stage)，繼為形上學期 (Metaphysical stage)，三為實證期 (Positive stage)。在神學期，人類觀點極為幼稚，以為宇宙現象，不受常律支配，而是受許多神的管轄。此項原始思想，孔德論之甚詳，分為三度變遷。在初期，人類純信拜物教 (Fetichism)，對低級自然物如木、石、蛇、鼠之類，有時視之亦如人類，其一切活動亦如人之具有意志，然有時敬之如神祇，以為其活動係有神力為之助，顧有時為生存需要，亦常與之搏戰，戰勝即立於鞏固地位，而獲一進步。但對稍偉大之自然物，覺無力加以支配，即視為神靈化，而祈禱崇拜之；如視天際星球為神，視山川河嶽亦皆具有神靈，加以祭祀祈禱，是為多神教 (Polytheism) 時代。但所信之神如多，各民族易起信仰上之衝突，而引起宗教之戰爭，鬥爭久，即漸產生一神教 (Monotheism)，構成統一的宇宙觀，及統一的神權。統觀歐洲由古代以至基督教之成立，即純為神學期之統治。殆人智漸進，神的解釋，不能滿足人心，於是形上學的解釋出。孔德視形而上學是一種消極的哲學 (Philosophie negative)，只長於批評神學，瓦解迷信，至其所提供之理論，常多空玄無據；如見物質之能結合，認為其本身係有一種「親和力」 (Affinity) 在，見動植物之能生長，認為係動植物本身有一種「生力」 (Vitality) 為之作用，而對自然本身如何賦有此項隱秘能力。仍無法理解。故至近代，人智漸進，始明過去兩期思想或則「追問物之本性是甚麼及為甚麼」，或則探詢「物之本體為何」，皆是不可解決之問題，僅陷於神學或形上學之迷陣中。實證期之思想，只宜觀察各種現象，尋獲其定律，並求聯合此等定律而加以分類。因有定律的知識，即可統制自然，其他問題可不過問。神學期思想祇是發生於人類孩童時代，因每個人的幼年，總是神話家。形上學期思想，則可發生於人類青年時

代，因每個青年總是個形上學者。至實證時期的思想，則適合於人類壯年時代，因每個人入至壯年，知識經驗漸成熟，自能明白人神同形說之無稽，及形上學理論之可疑，而惟滿意於精確的數學及實驗的自然科學之解釋。孔德並謂試究各門科學發達史，即可明瞭三期定律支配歷史之情況。在西方古代及中世紀之歷史中，神學及形上學，不僅會普遍的供給世人以自然現象之解釋，及宇宙整體之觀念，並會供給人類以行為之規則及訓練。至近代自然科學發達，實證精神首先普遍的表現於自然科學中，孔德本人即欲將之推廣至社會學方面，將政治、道德、藝術、宗教等部門，同超脫神學形上學之解釋，使皆成爲實證的研究，以完成歷史上之學術使命。故孔德社會動學之作，頗能闡明此項歷史發展之情況，對於近代思想動向之指示，貢獻極大。孔德深信其實證社會學成立後，世人即將知不應只研究「我」，且應研究「我們」。昔蘇格拉底所稱「知你自己」的訓條，即應改爲「知你的社會與歷史」之口號所代替。人類的行爲，不僅爲太陽系中的天文定律及地球上的物理化學定律生物定律所決定，並特別爲社會定律所決定。人能愈認清此類定律，即愈能獲到完善的生存發展。（詳見 Lev-Brühl: History of Modern Philosophy in France, ch. 13）。

可見孔德之實證主義，純以建立實證的社會學，及實證的道德學、政治學爲主。在其前之學者，常僅有片面的普通立法，宗教立法，或工商立法，之討論，實鮮有如其能對人類全體社會之起源，組織及發展，從各方面會作如是兼容並包之研究者。故英國斯賓塞 (Herbert Spencer, 1820—1903) 即深贊同孔德之實證精神及其整個社會學見解，且亦奮力研究此學。其一八九六年出版之社會學原理，即頗能由雖不完備而實廣博的歸納，尋出一普遍原理，以闡釋社會全體現象。斯氏係採用生物學之觀點，比擬人類社會爲一高級有機體，謂生物有機體上有一器官系統，社會有機體上即有一相似之組織機構與之相應。如生物有機體以細胞爲組成之單位，社會有機體則以個人爲組成之單位。生物有機體上有營養系統，在社會有機體上則有生產機關。生物有機體上有循環系統，在社會有機體上則有商業交易機關。生物體有神經系統以指揮全體之活動，在社會有機體上，則有政府管理之統制機關。……由此類比論，分析人類社會，即易見其組織結構之系統、歷程、及其功用。故謂社會學

研究之主題非他，在闡明「社會團體之發生，進步、結構及機能」(Principle of sociology, 1910, Vol. I Part, II)。斯氏此項努力，在社會學之發展上，貢獻亦大。

然孔德與斯賓塞二人，雖富有科學實證之精神，而其構造社會學之方法，仍多不脫籠統的綜合演繹，極缺乏精細的分析歸納。因人類社會生活現象，內容極為複雜，一方既為宇宙現象之一部，他方又自成一富有歷史意義的文化實體。社會之生成發展，一方有賴於宇宙內物理的及生物的作用影響之處甚多，同時其自身又包含有許多不同的文化因子，如經濟的因子，政治的因子，科學的因子，宗教的因子……等，以及此等因子間產生的相倚而變之關係。吾人如真欲了解整個社會，自非先求明構成社會的一切「力量」和「因子」，以及此等力量與因子間所產生相互影響之關係不可。而孔德與斯賓塞之社會學，皆表現對於此等複雜的社會因子力量，並未詳作個別的分析，即逕取「人類全體」或「社會全體」等大問題為中心概念，而侈作大膽的綜合概推，自不免仍蹈玄學空論之失。故自十九世紀後期，許多社會學家，即另闢蹊徑，注重研究個別的社會因素，專從某一方面或某一觀點，以探察社會之複雜關係，從而創立一家之言，成為社會學中之特派者甚多。此等特殊學派之研究，有似數學家由變數以定函數之法，先求出某種重要的社會因子，視為變數，而視其他相關的社會現象為函數，專去尋求此項因子所能發生之各種影響。其結果，雖似片面的分析，但常極深刻透闢，對於透視複雜的社會現象，極有大助。且若此類特殊研究稍多，關於構成社會生活之各種重要因子或變數，皆被一一掘發，詳探其可能發生之一切關係影響，則對於整個社會之了解，自極有益。茲舉述晚近著名之數派如次：

(一)如法國社會學家斐不勒(Le Play, 1806—1882)一派，提倡社會學之研究法，應在尋求構成社會現象之基本單位為何，而加以定量的分析。依其研究，人類社會組織之最簡類型即為家庭。家庭為撫育幼孩使成為「社會分子」之最先環境，為改造「生物的人類」使成為「社會的個人」之基本場所。家庭中包藏着社會生活的一切特徵和因子，如能分析清楚，明其組織情形，與結構因素，即可望進明一社會的整個類型，及其組織情形。因家庭的基本功能，在於獲得維持一家之生活資料；而家庭的組織，係受生活方法(即工作)所決定。家

庭「工作」之方式，又受所處的地域環境影響所決定。故地域 (Place) 工作 (Works) 與人民 (People) 三者，可有因果相連之關係。如能析明家庭所在之地理環境，即可望證明一家之「經濟生活」及「財產形式」。由析明一家之經濟生活及財產形式，即可證明其家所屬之「組織類型」。由家庭之組織類型，又可證明由家庭所產生的「人民式樣」。再由這些人民式樣，又可決定其所屬超家庭組織之集團類型或政府方式。例如其徒德摩郎氏 (Demolius, 1852—1907) 在「環境如何創造社會類型」一書，即由此項觀點述超家庭以外較大之社會組織情形，謂草原人民，舉家逐水草而居，自易產生「家長式的家庭組織」(Patriarchal family)，成為游牧部落；其財產即盛行家庭共產，個人之生活行動，純受家長之管制，須以先輩之遺風習俗為嚮導，少自發自動之機會。此等游牧部落或大行商隊 (Caravan)，如得一強力領袖為主，即易將整個民族男女老幼，組成一支強大軍隊，對內集權專制，對外遠征侵略，以拓成大帝國，如成吉思汗之能侵入歐洲是。但如草原人民，由和平或侵略之方式，散佈至森林地區，須以游獵為生，即成獵者部族。森林生活，淒清孤寂，僅能產生孤立而野蠻的個人，不易維持家長式的家庭，因只見有「非固定的家庭」(Unstable family)，並實行原始共產制，如南美洲之土人是。但如草原人民散至濱海區域，可以漁業商業為生，其人民即將習於進取遠征，富於獨立自治，其結果即易產生單獨式的小家庭制 (Particulist family)，勵行個人產業，愛好自由聯合，厭惡集權專制，實行民主政治，如歐洲薩克遜族 (Saxony) 之創出英國社會制度與歷史是。至居平原民族，即將見其經濟方式多為農業，其人民安土重遷，其家庭即為家長制或「半家長制」，其習俗必尊老敬長，安於保守，缺乏進取，其政治體制，必為封建專制。蓋何種人民即有何種政府也。故此派原舉家庭為研究中心，但由分析家庭與所在地域之關係，由分析家庭類型與其經濟組織及財產形式之關係，並由研究各類型家庭之起源發展，摹述其社會職能，最後即達於透視一民族之生活歷史。其間之邏輯因果，井然有條，實極富有創見。

(11) 次如柯斯特 (Adolphe Coste) 於一八九九年發表客觀社會學之原理 (Le Principe d'une sociologie objective) 一書，專以人口因子為重要變數，欲進窺由此因子所成之函數，結果亦多貢獻。據其研究，社會文

明之進步，純是人口數量增加之結果。因人口增加，社會上交互作用頻繁，即易發生變遷，如集團體積加大，生存競爭劇烈，即易引起生產技術之改進，招致分工協作之增加，促進知識經驗之交換，加速財富國力之進步。其結果，對於社會各方面，影響甚大。在歷史上人類第一次偉大的社會組織，即在人口衆庶之地，如尼羅河流域、恆河流域等處產生。第一次燦爛之文明，即在人口稠密之希臘、雅典及中國本部突出。羅馬在西方造出第一次偉大的軍事統一，亦純原於人口衆多之故。過去原始人類之能由漁獵和自然生產之收集階段，進至農業牧畜階段，又由農業及手工業之原始階段，進至較善的機器製造及農業工藝化之階段，即純以人口的增漲爲促進之主因。反之，如人口數量減少，或有效階級之生育率減退，即易招致民族的衰落，如今日蒙古、西藏之種族是。不特此也，苛瓦利斯基 (Koralevsky) 著「現代風俗與古代法律」一書，表明各種民族之風俗德型，不是偶然產生，亦是經過多人無數錯誤試驗所獲之結果，與人口因子亦有直接或間接之關係。如在人口過剩之集團，即會產生防制人口增殖之習俗，而視避孕墮胎或遲婚爲當然。但在人口減退之國家，即將視此等行爲爲非道德，法律即加以制止。各民族之法律、道德、風俗、習尚，即常隨其國家之人口政策而異。

(三) 至杜爾幹 (Emile Durkheim, 1858—1917) 著「分工論 (De la Division du Travail, 1893) 一書單舉「分工」爲社會之基本現象，而企圖找尋由是項「因子」所成立之函數，其所得之結論，亦極富有創見。在杜爾幹以前，如亞丹斯密已知分工爲發展生產增加財富之道，孔德亦已知分工爲增進合作孳生社會連帶關係之條件，但求能發揮分工精義，以明社會連帶關係之原因、形式及其結果，並進而創立一種歷史哲學者，則推杜爾幹此書爲最有貢獻。依其研究，由一社會中分工之繁簡，常可明其社會進化之階段，窺察其中個人行爲心理之狀況，揣知其道德法律之傾向，社會團結之類型，政治制度之方式，以及一般經濟組織之情形。如在古代，社會分工缺乏，職業簡單，各人工作大致相似，經濟環境彼此略同，於是羣中各個人之信仰、意見、志趣、態度行爲，即無形造成相同一致 (homogeneity) 之趨勢，而構成一強有力之集體意識 (collective consciousness)。此項集體意識，能存於個人意識之外，並能對於個人意識 (Individual consciousness)，表現一種拘束性

(constraint)、強迫性、規範性、或權威性，有強迫個人服從集體要求之力量。個人偶有異言異行，與衆不同者，即將視爲異端，而有被拘禁壓迫之虞。故在此期之社會中，個性之價值不被重視，惟集體之統制，支配一切。在法律方面，則以「刑法」爲多，目的即在壓制或拘罰社會上之異端，至於「民法」即毫無力量。此期社會表現之團結關係，則純爲機械的連帶 (Mechanical solidarity)，羣中各分子，純爲血族的自然結合，並無自由意志作用於其間。其政治體制常多爲專制形式，其經濟組織，常多行公共產業，因集體意識，權威甚大，民主政治與個人產業極不易於滋長也。惟此階段在時間變動中稍久，常有生齒日蕃，人口密度增加之現象。人口過庶之後，苟工作種類仍無法加多，職業性質無法分化，羣中分子常操同類職業，即將引起劇烈競爭，謀生不易。故每當人口過庶競存劇烈之際，羣中智力優越分子，即迫得奮力發明新奇的生產技術，創造更佳的工作方式，使職業得有了新的分化發展，生活得有了新的生機出路。若發明愈多，分工愈繁，則社會上許多新變遷，亦卽由是觸發，如在現代之工業社會，發明品種，千型萬態，工作形式，複雜難名。其結果，表現於個人之行為心理方面，因擇業可隨興趣，工作趨重專精，個人極易展其所能，於是前期所現個人精神道德上之類似性，卽漸減削，各人之嗜好習尚仰意見，可隨所專之職業環境而形成千姿萬態，集體意識的控制，亦漸無曩日之強力，各人之個性，易得伸張發展之自由。其表現於法律方面，如「刑法」卽逐漸減少，「民法」則漸見得勢，因在個人主義發達之社會中，個人自由增加，刑罰卽少應用，社會統制鬆懈，只有幾種行爲的領域，略有法律之限制，各人的行動，多可以當事團體的自由契約爲基礎。且分工緊密後，各人所供之職司，常僅爲一小部分之特別工作，不能獨立自足，亟需與其他部分合作，始能表顯效用，故此期社會所表現之團結關係，已非機械的，而是發於各部分之互相需求，情切合作，以構成一有機的連帶 (organical solidarity)，希冀由是提高其經濟生活。至在政治方面，則傳襲的政治地位將減退，政府與公民之關係，漸由契約（憲法）來規定，政治職能，日趨於專門化。其表現於經濟方面，爲私人產業制盛行，經濟的個人主義發達，提倡「門戶開放」制，允許各人得加入任何職業。並因獎勵專業專精，容易造出專材，於是特殊技材的傳襲勢力減弱，

各個人皆可自由達於適當解放之境。故由杜爾幹之說，亦可明「分工」一變數在社會歷史變遷上可能表現之影響。

(四)又如達德 (Gabriel Tarde, 1843—1904) 則由心理因素去觀察，以個人心理特徵作發端（變數），而視社會現象爲其派生體，從而加以說明，其結果亦極富有創見。蓋謂人類社會異於其他動物社會之處，在人類的結合非純爲「肉體的人」之集合，而是由於人心的結合。人類的社會現象，在性質方面，是由於諸個人心理的交互作用，構成其本質。各個人心中之信仰慾望理想等，常互相交換，互相影響，始產生種種社會歷程，而促進羣體生活之發展。據達德在其社會法則 (Les lois sociales, 1898) 中，描述此項心理交互作用之形式，約有三種法則。一、爲模仿法則 (lois de l'imitation)，二、爲對抗法則 (lois de l'opposition)，三、爲適應或發明法則 (lois de l'adaptation ou de l'invention)。當某個人心中創發一種新觀念或新信仰，適能合於時代需要時，即易爲旁人競起模仿，趨從同化，並可逐漸擴大，由近而遠，由少數個人而到集體羣衆，構成一模仿波，傳播及於整個社會。但在模仿波傳播之歷程中，如忽遇其他發明中心生出第二種模仿波，或第二種以上之模仿波，結果即構成對抗現象。由對抗即會發生數種可能之結果：或則數種模仿波有同樣強度而性質又不可調和，即互相抵消而同歸毀滅；或則由較強之模仿波將較弱之模仿波消毀；或則數種模仿波可以互相適應互相補充而另構成一新的發明發見，但第一、二種結果，隨生隨即消逝。惟第三種結果如發生，又有極佳影響，即成爲對抗作用之最大收穫。因任何適應或發明，莫不是由於個人心中兩種以上之觀念或信仰，爲「幸運的結合」而成。若無多種觀念信仰相激相盪，相摩相助，即難望生發出新的觀念新的信仰。故對抗或衝突實爲適應與發明之母。而適應與發明，即爲社會歷程之第三形式。但當一種新興的「發明」產生之後，一種新興的模仿波又隨之而起，傳播出去，如遇見其他模仿波，又可同樣發生「對抗」，再由對抗而引起其他新興的發明。故達德視發明爲社會變遷之源泉。凡能創造一宗新觀念，新信仰，或新的行爲形式，恰合於時代要求，即將如一塊巨石投於人海之中，立刻發生一種模仿波，爲羣衆趨從仿效，使社會得到一新的進步。此模仿波傳播出去，

直至遇見第二種發明中心所引起之模仿波時，又發生衝突。此時數種對抗之模仿波，如不互相消滅，即易互相生發，而創生出另一簇新的發明，完成另一新的進步。如此不斷的「發明」，「模仿」，「對抗」，而又發明，便成爲社會生活發展之無限動力。而各個人「內在的精神力量」及「社會需要」，亦即爲此項動力之母。故由達德之說，可明個人心理因素在社會變遷上之重要性。

(五)至如經濟學派，則以「經濟因子」爲一種獨立變數，而企圖找尋其對於其他社會的影響或相互關係。此派中，尤推馬克斯 (Karl Marx, 1818—1883)，竟能由是發揮出一種史觀——唯物史觀，以解釋社會歷史發展之現象，對於現代社會之改造，發生極大影響。由此派之研究，經濟生產的性質和情形，乃是決定其他一切社會現象之重要因子。因生產條件如變遷，常能引起財富與產業分播之相應變遷。由財富與產業分播之變遷，又可引起各種社會的分化。如階級間相互關係，家庭組織，以及政治組織之變遷。而後層各種變遷，旋又決定社會關係法律制度等相應的改變，甚至如社會的德型、風俗、禮儀、態度、觀念、信仰等，亦可隨之引起相應之變革。故此派視經濟組織，實爲社會結構之真實基礎。在其上層的建築，則爲政治法律之組織。而在政治法律組織之上層，始有相應的哲學、宗教、美術等觀念形式。如馬克斯在其政治經濟學批判中即云「……生產關係的綜和，造成社會上的經濟結構。而社會的經濟結構乃是法律與政治等上層建築所基以建立，並爲相應於社會意識的確定形式之基礎。故物質生活的生產方法，可以決定社會的、政治的及精神的歷程。不是人的意識決定人的生存，而是人的社會生存，決定人的意識。」〔英譯 A contribution to the critique of Political Economy tr. by stone. P. 11. N. Y., 1904〕。馬氏在資本論中復暢論人類歷史的進化，由於社會進化，社會進化，由於經濟進化之理，重復證明經濟生產力，永爲社會變遷之決定因素。並曾由此項社會觀，確立改造現代歐洲社會之原則，宣傳階級鬥爭，社會革命之說，曾極激發一世人心。如蘇俄革命之成功，即得力於此項理論之指導者甚大。

此外尚有地理學派、人類學派、宗教學派、政治學派等，或持地理因子說，或持人種因子說，或以宗教力

量爲主要原因，或以政治力量爲主要原因，用以說明各民族社會之歷史變遷發展，皆能持之有故，言之成理，自成一派學說。此類專題研究，在近半世紀曾構成社會學界之大觀，對於闡明人類社會組織演化之法則上，極多貢獻。（詳見俄人（Sokolin）著，黃文山譯，當代社會學學說）。

惟須注意者，此等一家之言，有所見，亦常有所蔽。因此類學者，易傾向一元論，常欲執一因以明萬殊，卽有「以分代全」之虞。例如經濟學派，謂經濟因子在社會的組織變遷中，恆占重要位置，本無不可。但如把經濟條件，視爲唯一的原因，而把其他因子看成結果，都由經濟因子所決定，如唯物史觀派之所宣傳，卽爲武斷之見。因在社會現象之領域中，所謂片面的倚賴，或單因單果之關係，極爲罕見。事實上常是許多性質不同的因子，相互倚賴，相互交織，構成社會生活的繁複內容。任何種社會之成立，莫不是由地理環境、經濟狀況，政治組織，以及宗教、風俗、倫理、科學等重要因素或變數組成。而且此等因素或變數，常是互相影響，互相依賴的，互相作用的（Interactions）。其間所表現之關係，並非簡單因果之關係，而是無數因素交織成繁複的函數關係（Functional relationship）。有如無窮的蛛絲結成之網。並無孰爲唯一原因，其他一切皆爲其創造或派生之結果。譬如宗教現象與經濟現象卽是互緣的，不能視某種純是他種的函數，而專作片面的解釋。唯物史觀之宣傳，固是錯的，但如某些宗教社會學家，竟以經濟現象祇是宗教因子的函數，亦爲大誤。社會構成及發展之許多因素，常是互相牽連。每一現象常是受一系列的其他條件所影響。故在社會學中，因果概念不能適用，必用變數及函數之觀念取而代之。社會的研究，應該是「綜合的」，應該注意其「相倚與相互之關係」（Interdependent and correlations）。

故從方法論上講，社會學之研究，應是先分析綜合之形式，先將社會構成之各種因素，分別發掘，且一一視作「變數」，分別去迹尋其某領域內可能發生之影響，然後再合觀其全體相互之關係。學者可無妨分別從地理學、生物學、心理學、人類學、歷史學、政治學、經濟學、法律學、以至宗教學，各觀點，去觀察社會，找覓材料，先成立各種特殊的或個別的社會研究，然後再謀綜合全局，尋求全社會的共通原則。如此研究

方式，雖覺繁而難治，但觀現代社會學界各派聚訟紛紜入主出奴莫衷一是之情形，則將來必有高一級的綜合理論，足將各派觀點融貫統一，成立一周詳而有系統之社會學通論，則似毫無疑問。

下編 科學之哲學

第一章 總述上編

吾人由上編四章分別概述希臘科學與近代科學發展之情形，縱覽各種基本理論科學所經萌芽胚胎，以及發展成熟之迹，約得數點觀感如次：

第一、就希臘科學思想與近代科學思想之發展過程言，吾人深覺孔德歷史哲學所稱之三階段定律，謂人類知識之發展，係由神學階段，轉至形而上學階段，而達於科學階段，即頗能分別說明西方科學在此兩高潮時期產生滋長之情況。就古代言，各民族在原始時代，經驗淺狹，知識幼稚，對大自然界一切現象之變化生滅，無法理解，但感駭怪驚奇，遂擬議種種不可思議的神力來解釋，從而對於宇宙開闢，萬物起源，造作出無數有趣的神話，是為神學階段之思想。如古希臘之初期，即純為此類神話奇蹟之迷霧所籠照。但人類知識漸進，經驗漸廣，思想稍深者，即漸發覺神話解釋之不足，而另尋求合理之解釋，遂漸入於哲理思考之時期。如希臘在紀元前六五世紀啓蒙時期產生之一批宇宙哲學家，幾何學家、辯證學派，及無神論者，皆富有好奇求知批評比較的革興精神，一方將傳統的政教、風俗、神話，迷信攻擊破壞，他方另提出許多抽象概念，及潛存人心內部的許多理想來解決，是為形而上學時期。依孔德所見之形而上學，乃是一種消極的哲學 (Philosophie negative)，與其所提倡的實證哲學或積極哲學 (Philosophie positive) 稍不同，此是一批思想革命家之理論體系，其功能，在消極方面批評陳舊思想，打倒傳習迷誤，但常破壞有餘，建設不足，其在積極方面所提供之意見理想，常多空玄無據，不切實際。惟此派之批評精神，對於舊制度舊思想，頗有摧腐消毒之功，而對新制度新思潮，又常有孕育孵化之效。故孔德在其實證哲學第五十五講中，曾有趣的將形而上學與革命聯合，另稱之為革命

的形而上學。穆勒亦曾謂孔德所稱之形而上學派，乃是包括一切帶有改革意義的革命派激烈派民主黨自由思想者懷疑派及消極的批評派而言。(J. S. Mill: *Auguste comte*, pp. 77—78)。故無論在宗教上在政治上或在哲學上，西方之形而上學家，多是崇拜理性，富有革興思想，有一種自信的態度，常信自己的理智能力，是可認識一切，解決一切。當其興趣趨於研究自然時，常有窮探深究之豪氣，能提供一宗形上理論，以解釋宇宙萬有，建設一合理的世界觀，用以代替神教傳說之迷誤，如希臘之宇宙本體論派，數學派，及原子說派（上編第二章第二節）即係抱此態度。觀其毫無實證憑據，僅憑思辯玄想，穿鑿私智，即欲造作種種假說，以解說萬物，強斷事理，雖覺膽大粗疏，但其學說，卒能將當代思想由神話迷信中解放，轉變至合理思考方面，並能闢出一「機械的世界觀」，示人以神奇宇宙，僅如一座複雜機器，可以人智了解其秘密結構，因而導出理論幾何學，數理天文學，及實驗醫學等富有原理之科學，即為希臘形而上學之偉大成績。苟希臘無此一批革興思想家，則其科學將無由滋生長成，實可斷言。及希臘亡入羅馬，基督一神主義盛行，哲學變為神學僕婢，科學之火炬暗淡無光，整個歐洲，復淪入神權之統治中，是為中古之黑暗時代。殆至十六、七世紀，希臘、羅馬之古學輾轉輸入，一批富有革命性之思想家，紛紛產生，對傳統舊說，大肆批評分析，始令人心逐漸由迷誤中覺醒，如撥雲霧而見青天，形成歐洲近代獨立形上學時期。此期如白魯諾 (Giordano Bruno, 1518—1630)、如培根、如笛卡兒、如霍布士等，皆為近代思想界之最大解放者，對於摧毀宗教權威，改造傳統舊說，皆有盛大之功績。白魯諾在十六世紀時，是第一位形上學者，大膽宣傳哥白尼學說，主張「宇宙是無限」，發揮一種泛神論 (Pantheism)，以反對天國與地界之迷信區別。其遊歷各處之演講，光明透闢，曾把當代人士，引入驚奇駭怪之中。其在羅馬焚骨成灰，身殉真理，死而無悔之壯烈精神，尤足激動一世人心。至於培根與笛卡兒對於當代之影響，吾人在上編第三章第八節、第九節中已分別詳述。他如霍布士 (Thomas Hobbes, 1588—1679) 所持機械的與唯物物的解釋，非獨用於物質世界，且曾推進一步用至心理科學與社會科學之領域，對於當時英國民族之精神思想，影響亦甚大。總觀此階段之歐洲思想史，實屬一極複雜之歷史，在此歷程內，原有屈從宗教

權威之生活，經過當時無數哲學家之批評與抗議，卽一變而達於自覺自主之境。此期哲學之主要點，在求個性之伸張，與自由之擴展；並在努力啓發個人智慧，發揮一種「科學的唯理論」，引導時人向兩方向進展。一方，側重研究外面世界之分析，注重深入自然界之大工場，提倡自由研究自由試驗，以探發其奧秘究竟，因而產出無數自然科學。另一方，則重在發露個人意識生活中所包涵之一切精神興趣，如自由批評是非善惡之興趣，自由思考研究之興趣等，意在直訴理性，指出理性之大力，是可能發見宇宙一切奧秘。概觀白魯諾、笛卡兒、斯波羅莎、以至萊布尼茲，莫不是表示同一趨勢，在運用個人理性作萬能武器，以破滅過去所有之權威信仰。諸人所倡之形上學系統，莫不是對過去權威作反抗，而與科學發生密切之關係。是以近代之自然科學，精神科學，以至社會科學，卽在十六、七世紀之哲學空氣中，孕育滋長，而造出顯著驚人的成就。

故吾人如暫捨棄孔德在其歷史哲學中所舉之一般事例，而專取其三階段定律，用以觀察希臘科學與近代科學之滋長情形，不僅可理解科學發展之真正原因，並可瞭然於哲學與科學之相生關係。

第二、由上編各章，又可略明各門基本理論科學之發展，亦皆經歷三階段定律。且各科完成其三階段之早遲先後，確亦如孔德所述，係按各科複雜性遞增之程序。卽科學內容對象簡單者，完成之時期亦較早，對象複雜難治者，達於實證階段卽較遲。如幾何學在古埃及時期，原爲測量土地大小，計算建築容量之術，且亦雜迷信神話。埃及人卽視直三角形斜邊平方等於其他二邊平方和之定理，由於神授，每年有一盛會紀念之。及傳至希臘得被打哥拉斯學派，發揮空間原子說，及形數關係論等以解說之。（上編第二章第二節之（二）及第三節）逐漸擺脫實用及迷信之色彩，而轉入於直觀作圖抽象研究之時期。自是以後，幾何學卽步入科學研究之康莊大道，學者輩出。至紀前三世紀，卽孕育出歐克立德之幾何原理，其系統極精嚴完密，永垂爲百科之模範。至天文學，則因對象遠比幾何學爲複雜難明，自始卽爲帶有迷信之占星術。及希臘宇宙哲學家與幾何學家發揮機械論與唯物論以釋宇宙之結構，始漸入於合理解釋之時期。但因天體爲圓形運動之假說，空玄無據，故在中世紀，仍長久浸於神學玄學之擬議中，直至十六世紀，哥白尼、泰柯、蓋伯力先後繼出，（上編第三章第四節）

始將斯學正式轉化為實證科學。又次如物理學與化學，內容又較天文現象為複雜繁難，致更長久沈於神學迷信及形上思辯之迷霧中，直至十七世紀，加利列、牛頓始將物理學轉變為實證科學。（上編第三章第五節及第四章第三節）再至十八世紀，鹿瓦西始將鍊金術改造為理論化學。（上編第四章第四節）又如生物科學與心理科學之內容對象，又遠比物理化學為複雜，費力更多，進入實證階段又更晚，直至十九世紀上半期，始有拉馬克及達爾文等諸學者先後繼出，改進生物科學，完成其理論系統。（上編第五章第四節）心理學，則至十九世紀末季，始有構造派，機能派等，起而改進，始達於實驗之境。（上編第五章第五節）最後社會科學，因社會現象最為複雜，在上古中古時代，純為神權或君權神授等說所支配。雖近代初期，有霍布士、斯波羅莎（Spinoza）諸人，用實證態度以研究社會政治，如治幾何學的線面體然，但此等研究，仍多屬形上學派之議論。直至十九世紀末季以至本世紀初葉，社會學者輩出，始將此科推進至實證階段。（上編第五章第六節）蓋內容現象複雜者，處理亦困難，所需研究之工具亦較多。誠如孔德所云，常須內容簡單之科學先進步，而後得有取法借助，以獲進步。如天文學即需數學為武器，故須數學先進步而後可望進步。生物生理之學，又遠比物理化學之內容為複雜，且常須運用物理化學原理解釋，故亦必待物理化學先進步，而後得有憑藉以進步。最後如人類社會現象，最為複雜，常須引用理化科學生物科學及心理科學以解釋人類社會所處之自然環境與心理環境，故亦須待內容較簡之諸科學先進步，而後得資以進步。

由是可略明歐洲宗教神權與其實證科學兩者在歷史上之關係，實為彼消此長之關係。即在神學勢力鼎盛之際，科學火炬即黯淡無光；反之，如宗教迷信之解說逐漸衰落，則科學心理與科學方法，即逐漸抬頭，侵入各部門知識，而擴大其解釋之領域。在古希臘時代，西方思想，係在初期覺醒，神話迷信尙張，科學心理幼稚，故僅能在抽象的幾何學中，表現其理智的成就。至文藝復興後，歐人心靈入於第二次的大覺醒，宗教神權勢力衰落，實證方法始得向天文學、物理學、化學，逐漸深入，逐漸擴展；至十九世紀，並逐漸將複雜難治之生物界現象，以至人類心理活動現象，與社會發展現象，一一加以實證的研究，而使之成為理論化與科學化。但在

各科能得脫離神權束縛，以入於實驗研究之期間，莫不深賴哲學之批評思辯，與其所提供之合理世界觀，以摧毀神學，領導科學，始得造成今日之盛況。統觀歐洲之學術思想史，實無異一幅哲學爲科學先驅之歷史，或哲學與科學合力向神學奮鬪勝利之歷史。其文化高潮時期，如在希臘與近代所造成之種種光明與進步，實無一不得力於哲學與科學之合作貢獻。

第三、由上編縱視各門科學所經萌芽、胚胎、以及發展成熟之迹，又可令吾人得明人類知識之進步，常係向廣博與精約 (The extension and condensation) 兩面進展。人類有天然好奇求知之心，由日常閱歷，再加潛心研究，常可使知識之量，日積日富，向廣博之途邁進。但既博之後，又須有提綱絜領之力，將知識之質提高，始可轉化成爲有系統之思想。前者重多學而識，有如泰山不讓土壤，河海不擇細流，以成其豐富廣博之內容。後者則有如測量，地面愈大，愈須有居高臨下之點，以總覽全局。惟此兩種功夫，廣博易而精約難。人誠能終生困學不厭，自不難獲得相當廣博之知識。但精約之見解，則常賴不世出天才之貢獻。如上編所述每科思想之發展，每見其莫不係歷數百年或數十年無數學人之蘊釀，廣積無量數不成系統之知識，待有天生之奇才異能出，始將其過去人類所蓄積之經驗知識，鍛鍊出光明，簡約之成爲精要獨到之真理。試觀歷史上極著名之學者，如古代亞里士多德之成立系統哲學，歐克立德之完成幾何原理，近代笛卡兒之發明确析幾何，萊布尼茲之發明微積分，牛頓之發見萬有引力理論，達爾文之成立進化論，以至愛因斯坦之成立相對論等，莫不皆係各抱有一個偉大之心靈，能將其前人所積之經驗材料，作適當之發揮，始成爲時代思想之揭露者。誠以人類之學問思想，其聚積有如積薪，必俟堆積稍多，始一燃而發生大火。人類之經驗閱歷，蘊藏必至相當豐富，一旦遇有天生之奇才異能出，始能將被囚禁或被潛藏之思想，加以解放，而揭露其光明。惟吾人尚須特別注意者，卽此類天才之貢獻，亦非是僥倖可致。試一考各大科學家之傳記，卽見其莫不是立志遠大，用功極苦；或則專心致志，只求滿意於心，不爲一時之利害得失所搖動；或則環境極爲艱苦，往往令旁觀者心灰氣沮，而當事者之勇氣，仍毫不稍餒，竟視所學有如奉祀上帝之虔誠。如加利列之被鞠訊，不改所信；白魯諾至受焚刑，死而無

悔；蓋伯力之飢寒困頓，餓死旅途，哥白尼著書完成，不敢問世，以及許多屢受環境困厄，宗教迫害，仍毫不動搖志氣者，不可勝數。是可知一大學者在學術上之成就，除能利用時代所積之知識資本外，尤須賴有道德上精神上之偉大氣概，及個人學術上之不朽理想在。吾國青年學子，如能多讀此類學者之生平傳記，考其成功之迹，必大有助於個人學術之觀摩與修養。

但上編僅是鳥瞰科學發展之外貌，尙未深入透視科學之結構法式，尙未細論各科之種類關係，且未評定由各科結論所成立之自然觀。本編「科學之哲學」或「科學之統觀」，即欲對此數問題作一精詳之論述。至此項統觀之目的，吾人已於前緒論中詳言之，即第一、在統觀科學之種類。第二、在統觀科學之結構形式及其結構方法。第三、在論述上二者之後，即欲在理論方面，進而統觀各基本科對於宇宙自然全體與各部所作之解釋，以求建立一合理的世界觀。以下各章，即分別陳述之。

第二章 統觀科學之種類

第一節 現代科學演進分化之情況

潘嘉烈 (Henri Poincaré, 1854—1912) 在其科學之價值 (La valeur de la science, 1905) 第六章中有云：

『數十年前，地球上人類之狀況，與今日人類之狀況，迥不相侔，人所共知也。當太古時代，混沌初開，人類孤立於大自然界之中，一任其低昂顛倒，所見所聞，皆不可思議，遂以爲宇宙之運行，變幻無常，形形色色，無非神靈之作用，故欲生活於此世界，惟有祈禱神靈之意而已。縱令祈禱不得其效，歸於失敗，亦必再接再厲，儼如向當局請願者，雖嚴被拒絕，仍不忘其請願也。』

『然吾人今日則能命令自然，而非祈禱自然，蓋吾人已窺見其祕密之一班，且蒸蒸日上進時發見其新祕密故也。吾人所用以命令自然者，卽自然之法則或定律是也。此法則或定律，乃自然之物，自然不能捨去之。吾人不求自然變易其律則，反之，惟自進而服從其律則。質言之，吾人欲命令自然，惟順從自然始能耳。』

『以定律法則之存在教吾人者，第一卽天文學。初注意觀察天空之雅典人，卽已知此等恆河沙數之光點，并非烏合，實有如紀律森嚴之軍隊。其紀律爲何，彼固未之知，然仰觀燦爛之羣星，見其調和之美，已足以知其秩然有序矣。卽僅如此，進步已不可名言。其後漸知此規律者，則爲喜拔克 (Hipparchus)、托勒米 (Ptolemie)、哥白尼 (Copernic)、蓋伯力 (Kepler) 諸人，至牛頓出而倡萬有引力之法則，吾人遂於自然界中，得一最古、最精、最簡單、最普遍之律則，至於今日，猶莫之能易。

『仰觀如此，俯察亦然。地球上之事物，自皮相觀之，雖似毫無秩序，然吾人以研究天空之所得，推

而廣之，即能發見其有調和存焉。惟地球上之世界，雖亦有條不紊，遵從不變之律則，然其律則，繁難愈甚，驟視之，多似矛盾。若吾人不先習於天空之有序，必以地球上之事物，爲混沌、爲偶然、爲變幻無常而已。

『若非天文學家成功於前，以堅吾人之信念，則物理學家，因屢遭失敗，必被世人排斥，而終陷於意氣消沈之境。幸有天文學者所成就之事業，明示自然實依規律法則而行，故彼等得以不疑，惟力探其律則爲何物，即可。且深信但能忍耐，終必有探得之一日。卽有懷疑者，彼等尚有求其假以時日之權利也。』（潘氏書有文元模譯本此卽取文譯一二三——一二四頁）。

由潘氏之言，可明人類認識宇宙之有秩序，係由天象之觀察得來，以後始推及於地球物理方面。但人類在原始時代，原視此世界是一個充滿神奇蹟的世界，不能理解其奧祕，不敢預測其變化。以後究因何能由「神奇蹟的自然觀」，一躍而至有規律有秩序的自然觀，且能創立天文學、物理學，潘氏則未說明。此點似仍以孔德在三階段定律中所提「形而上學的自然觀」，頗能溝通兩者之發展趨勢。因在充滿神話迷信之時代，人類對大自然界中各種景象之變化生滅，皆信有神力在支配，非人力可能詰究，不敢正視自然，自無由產出剖析自然之科學。及時代漸進，有天生之奇才異能出，富理智的勇敢，抱窮探宇宙奧祕之豪氣，不信神力，不畏權威，另提示一種新而合理的自然觀，領導學人放膽深入大自然界之工作場，以剖視其結構法則，自能產出各種自然科學。如前述希臘因有一批宇宙哲學家，能提出多宗形上理論以解釋宇宙自然，卽孕育出幾何學、天文學等科。蓋形上思想，除如孔德所述，富有消極的批評的作用，能瓦解神學之迷信外，對於人類智慧，尙富有積極指導之作用。最要者，如其常能闢出一合理正確的自然觀，以代替神話的自然觀，揭示人類思想以自由馳之廣大園地，並常能提出許多有效的研究方法，激發人類之求知慾與研究慾，示人以自由研究之機會，此對於科學之分化發展，卽貢獻極大。試觀歐洲在十六、七世紀之際，因能復興希臘人之宇宙觀與學術觀，卽有如春雷一震，萬卉齊開，突產出無數好奇求知之士，崛起於各方面，自尋觀點，自訂方法，紛在大宇宙中，放膽探

求有效之知識，而盡拋棄過去學術之成規束縛，完全代以自由探討自由研究之興趣。學者祇須能發見一新觀點新園地，即可自由產生一門新科學，毫無信而好古述而不作之拘束。十六、七世紀之符號代數學、解析幾何學、新天文學、新地理學、實驗物理學、醫藥化學、冶金化學、動植物學、生理學、解剖學等新興科學，即在此求知熱烈之時代氣壓下紛紛產生。且以後百科叢立之壯觀，亦即由是奠定其基礎。

至十七世紀後，因承文藝復興之餘緒，科學之分化發展，即愈趨繁富。其分化情勢，在對同一實在，分由不同方面考察之，研究之，因而更易滋生出無數特殊科學(Special sciences)。例如研究人體，既有解剖學研究人體之組織構造，復有生理學闡發人體各部之機能功用，表面上兩者固同為研究人體，但實際因研究之觀點不同，所支配之材料亦極顯差別。解剖學之觀點是靜的，係專剖析人體外形及內部之奇妙構造；生理學之觀點則是動的，以研究人體全部或某部之機能功用為目的。但合兩者所得結果觀之，自比籠統不分時之研究所得，遠為周詳而深透。此有如攝影，對同一風景區，可因取景之觀點不同，所攝得之景片即各自差別。但由另一角度言，因取景之方面愈多，則對該景之攝取自亦愈為周詳。因能有多種特殊科學，以研究同一實在，即表示不僅一面深入，而是由多面圍攻，則無論對任何現象，自不難由是盡其「表裏精粗」，而達於深刻透闢之境地。故西方近代學人，無論所研究的是宇宙中之無生界，或有生界，或社會人事現象，莫不是力求解析入微，分頭尋求適當之觀點，盡力鑽研，務求澈底認知而後已。試觀研究「無生界」，即有地質學、地理學、氣象學、物理學、化學、礦學等科。各科雖同以無生界為研究對象，惟因觀點不同，故各科之成就亦各別。但無生界之豐富內容，亦因而愈得顯露其奧秘。對「有生界」之研究亦然，亦有動物學、植物學、古生學、比較解剖學、普通生理學等科。各科雖同以有生界為對象，亦因注重點各不同，所成之貢獻亦不同，但有生界之一切生活法則，亦因是而愈得瞭解清晰。最後對於人類社會之生活情況，亦有社會學、政治學、法理學、經濟學、歷史學等科。各科研究之對象雖同，亦因觀點不同，故所獲之認識亦不同。但社會生活之複雜規律，則因是而得被透視無遺。總而觀之，近代無數特殊科學，即按此項多方面分化之途徑而益趨繁富。其結果，就數量言，科學之部

門，即得增多無數種類；且人類對於宇宙萬象之探究，亦愈得擴張其範圍。就知識之品質言，能對同一現象，自各方面力求深入，則透視實在之成就，自能巨細畢舉，而又能呈無堅不破之觀。

及入十九世紀後，科學之發展，因再受分工法則之支配，尤分化愈細，門類益增。分工法則，初僅爲實業經濟界所特有。現代生產事業，部門極複雜，一人欲操某種事業之全部，已不可能；除集中智力或體力於某業之一部分，力求專精外，即無他法。以後此項分工法則，即分別侵入各方面。如在行政上司法上之種種職務，亦逐漸趨於分業化與專精化。科學上之職務亦然。康多爾在其科學及科學家史 (De Candolle: Histoire des sciences et des savants. 2^e édition. Paris, p. 263) 一書中，即云「現代，已不是以廣博的哲學爲唯一學

問之時代。科學已分化爲許多部門，各有其特殊之對象方法與精神。在萊布尼茲及牛頓時代，每一大學者，常有三五頭銜，如爲天文學家兼物理學家，或數學家兼天文學家及物理學家，否則即用普通名目稱之爲哲學家或自然科學家，而且這些稱呼，有時還不夠，許多數學家或自然哲學家，同時又是博物學家或詩人。及至十九世紀，此類現象即漸減少，學者非但不能再同時治幾種不同之科學，而且常有一生學問，甚至不能包括一科之全部。許多專家的研究領域，常只限於某一類中諸問題之確定範圍，甚至於只研究諸問題中之唯一問題。」蓋在萊布尼茲、牛頓時代，社會生活尚簡樸，功利主義未盛行，學者可能純爲知識而求知識，專求普遍學問，保持高尚教化。及入十九世紀後，因工業革命之影響，大規模工商事業勃興，社會生活蛻變極烈，科學研究，即漸由理論趨於實用。無數實用科學，紛紛產生。同時因職業競爭激烈，效率主義盛行，社會獎勵專門專精之貢獻，各個人皆須從速養成適於擔負一種確定工作之能力與訓練，無暇追求較廣博之學問。於是學術風氣，即大轉變。昔日崇尚純粹學理之探發者，今則一變爲功利速效之追求。昔日講究無所不包之學問，今則一變爲分工極細，專精極狹，學者常有不恤終生只研究一小部分事實，安於小就，限於實用，蔽於一曲。此項風氣之結果，在科學本身上，遂使學術研究，益趨於特殊化，專門化，實用化。學術之種類，因之日益增多，名目紛繁，遂演成今日百科林立之大觀。

第二節 科學分類問題

由上節，可明現代科學如何能日趨於特殊化與專門化之故。各科之特殊性與專門性，在所研究之方面資料，是實在特殊的一小部分，常爲極有限之一局部，決不涉及及其他。如生理學或解剖學，只各研究人體之一部，決不涉及地層構造或行星引力等問題。此種進步，在量方面固易增加科學之門類，在質方面亦易促進學者之專精與深入。但在另一方面觀之，現代科學，如此分工過細，專精極狹，易使人過注目於一部分特殊的存在，而將觀點視綫限制，致眼光常有未見到其他部分存在之情形。此在愛好全整世界觀之人，即將覺不能滿足人類心智廣大之要求。此外又使一部分初步從事學術工作之人，驟睹現代百科紛立之情狀，如入百戲之場，騁奇鬪巧，常有茫茫學海，令人不知所從之歎。如欲解決此兩類問題，計惟有研究科學之分類。

在西方學術史上，科學分類，曾有一種魔力，使許多大學問家爲之眩惑。古代如亞里士多德，近代如佛郎西斯·培根，如孔德，如斯賓塞，以及其他無數學者，即曾費許多時間心力，盤算知識之分類。因由分類，常可闡明學術工作之統一趨勢，與進化情形。故每當一代學術思潮達於燦熟之後，或在一新時代開展之前，即常有大學者，起作科學分類，將已有之學術，分析整理，算一總賬，或對未興之學術，計畫開發，確立繼往開來之基礎。如亞里士多德，曾將希臘學藝，加以分類，逐類整理，使成系統，完成一代集大成之工作，即爲總匯時代思想之佳例。亞氏在其形而上學中(Metaphysics. A. I. and E. I.)，曾將古代所有之知識學問，分爲三大類：第一類爲理論之學(Theoretical sciences)，謂其目的專在求永恆真理，不計利害實用，純是爲知識而求知識。第二類爲實用之學(Practical sciences)，謂其目的純在研求指導生活有關之學術。第三類爲創作之學(Productive sciences)，謂其目的在研究文藝創作之規律。在此三類中，亞氏特別推重第一類，謂其價值極高，純爲不計實利的知識(Disinterested knowledge)組成之全體；其所得之結論，概是普遍必然之真理。其部門即自然哲學、數學、及最高哲學(The first philosophy)三者是。亞氏曾詳論此三者產生之經過，

謂皆起於希臘天才好奇求知之衝動，先是在天文、物理、自然界方面，觀察推想，求明其變化生滅之原理，遂成立自然哲學。次則思想漸深，更探究及於抽象的形與數之性質關係，遂成立數學。最後思想更爲高遠而深入，以窮探存在之真體（*Being as such*），各科之基本假定及萬物之最後原因等，是爲最高哲學（即形而上學）。最高哲學，爲理論知識之最高者。其次兩科，則爲理論知識之較低者。至對第二類實用之學，僅研究與生活實用有關之學術，其結論且多是或然的知識（*Probable knowledge*），不定的意見，亞氏則視爲次要，並未詳分其內容；惟至後來，由其門徒爲列入倫理學、政治學、經濟學等科。第三類創作之學，亞氏亦未細論，僅由後人爲列入詩學（*Poetics*）及修辭學（*Rhetorics*）。自有亞氏規定之分類，希臘學術之全體，即得系統的表現其全部輪廓規模，永垂於世，成爲後來歐洲各學發展之基礎。

其次，如佛郎西斯·培根，生值十六、七世紀之交，正中世紀之收束，新時代在開幕之際，作學問之改進一書，於上卷略陳學術一向如何爲人輕蔑以後宜宣揚其重要外，第二卷即注力於學問之分類，一面將已有之學術，羅列分析，重加估價，一面探究應有而尙付闕如者爲何類，特別提出，促人注意。其目的不僅在計數家珍，追溯既往，而是在計畫將來，指出荒蕪未闢之學術園地爲何，指示開發，期於人類知識之總量，大有增加。雖其分類標準，係按當時誤解的心理學，謂人心機能，可分爲理智的、想像的、及記憶的三種，而將學問亦區分爲理智之學（包括物理學、形而上學等科），想像之學（爲文學戲曲等），及記憶之學（歷史）三大類，並無正確之根據。但吾人一讀其書，總覺其全心全力，欲由學問之分類，重奠各科之基地，並在每一門下，予以適當之材料問題，要求從速號召公私之智慧能力，從事解決，即頗能令人感奮。培根曾自稱其分類「可指出學問之新世界」，即可見其對此問題期望之大，其力之宏。故至十八世紀大數學家達朗伯（D. Alembert, 1716—1783）爲百科全書作敘言時，即重引培根之意見，視其分類，可示當代學人正確修學之門徑。

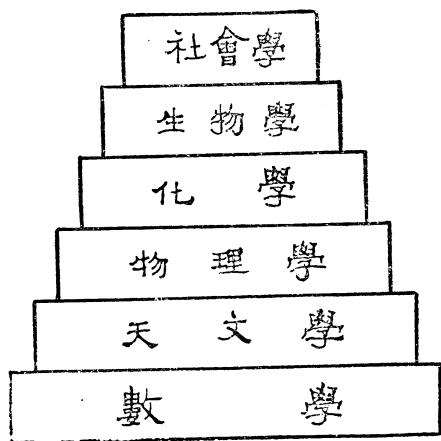
再次，如凡德目睹十九世紀前期之科學，自無機界以至精神界，自理論方面以至實用方面，莫不表現充分

專精與分化之能事，卽感到現代科學，門類過多，專精過狹，各門專家，將不免易蹈蔽於一曲安於小就之弊，因亦欲由科學分類，尋求一種統觀學術全體之方法。孔德因所處時代，遠盛於亞里士多德及培根之時代，故其所抱綜論學術之理想雖同於前入，但其所成立之分類，則頗具創見，較之前賢，遠爲精密而有秩序。其卓越處，在所定分類之標準，不僅能指出各科之對象有複雜性遞增及普遍性遞減之情形，且合全體觀之，又可顯出各科之間有漸進之相關性。卽考得每科之對象簡單者，所需以研究之方法亦簡單，但其所得之原理，則普遍性甚大；反之，對象複雜者，所需以研究之方法亦複雜，但其所得之原理，則普遍性甚小。如數學，其所鑽攻者爲「形與數」之性質，及其關係定理，在各科中爲最簡單者，故成立最早，能依自身條件（卽計算）以發展，無需憑藉他科以爲助。但數學之理，則概括性甚大，可應用至一切有形之事物上，被稱爲最基本之科學，能爲一切自然科學之基礎。至自然現象，可分爲無機的與有機的兩大類而研究之。無機的現象，比較有機者爲簡單，故無機現象之研究，是在有機研究之先。無機的現象，包括兩大類，卽天文的與地層的。而地層上物體之研究，又可分爲物理與化學兩類。故孔德緊接於數學之後，卽列天文學，謂其真理係建基於算術的。幾何的與力學的真理上，但有其一羣特有的新加事實，非僅計算所能爲功，故天文學除用計算法外，尙須加用觀察法。至緊接天文學之後，卽爲物理與化學，亦各有其特殊新增之性質，非僅計算法與觀察法所能爲功，必再增用實驗法，始能使人能在此部獲得確切之定律，以供人類之預測與準備。至有機現象，亦可分爲兩大類，一爲個別的，如生物學研究動植之分類及生理等是；一爲集體的，如社會學所研究之社會現象是。故緊接在物理與化學之後，則爲生物學，其現象又較物質爲更複雜，除借助數理化之原理與方法外，尙須加用比較法，或用全體解釋個體，或用個體解釋全體。最後居於科學分類之最高層者，則列社會學，因其研究之現象爲最複雜，兼合無機的與有機的，故成立最晚，除借用數理化及生物諸先進各科之原理與方法外，尙須加用歷史法，始能了解社會全體之意義。以上數學、天文學、物理學、化學、生物學、社會學六者，卽孔德所區分的六種基本的抽象科學，亦卽其所立著名的基本科學之階層觀（L' *Hierarchie des sciences*）。可圖表之如次：

在此分類表中，由下層而上層，可顯見每一基本科在實證方法上常有新的增加，省略任何一科，將使以後科學之組織大受影響；且由此表，可令人明白爲學之次第，應自實在之最低級（數與形）開始，以漸次達於最高級的複雜社會。達到社會學以後，普遍的實證精神，始告實現。由此統觀科學之全體，亦可明整個的宇宙自然與人類社會，如何可被全體科學解決處理之情形。

由上研究，可知各大學者，確由科學分類，頗能在百科雜陳之學海中，清理出一定之秩序與系統。且可知人類知識各部門，縱如何分別化與特殊化，尙非是絕對孤立各不相謀者。培根即曾譬喻「知識如大樹」，各部門知識，實如大樹身上之一枝或一幹，只須部署得宜，分類適當，一方即將見各種特殊科目，在此知識大樹上，將各有其適當之意義與位置，他方又可見到各部門如何彼此相關之脈絡線索，以構成此知識大樹之完整性及連續性。

惟各代學者所抱之興趣常不同，即在同一時代，對於知識分類，亦難有一致之見解。如孔德之分類，在現代已可稱爲極有系統極合邏輯之作，但斯賓塞 (H. Spences) 雖一方推重其社會學及實證主義，而他方則對其分類表示異議，謂各科之間並無如是之邏輯關係。斯氏因著科學分類一書，主張科學應另分爲三組，第一組爲具體科學，所研究者具體事物，如天文學、地質學、生物學、心理學、社會學是。第二組爲抽象科學，專研究抽象的形式關係，如邏輯與數學是。第三組爲抽象而兼具體之科學，專研究形雖具體可抽象論定其法則關係之事物，如力學、物理學、化學等。而在德國黑格爾 (Hegel)，則採兩分法，將人類所有之學術，逕分爲兩



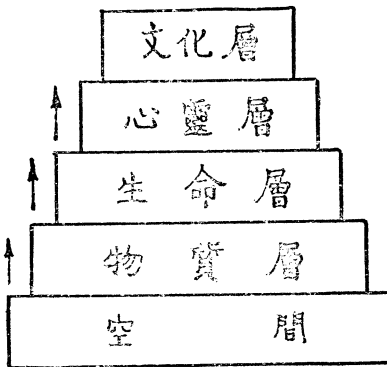
大類，一類爲自然科學，如物理學、化學、生物學等屬之，一類爲精神科學，如論理學、心理學、倫理學、教育學等屬之。此兩分法，蓋受心物二元論之影響，以人與自然，係相對峙，由研究人類之精神活動，則得各種精神科學，由研究外界自然萬象，即有各種自然科學。黑格爾以後如馮德（Windt）、如文德爾（Windt-band）等，仍宗其說，僅略將精神科學之名，或改稱文化科學，或改稱價值科學。可見各國學者對於學問之分類，意見並不一致。惟此種紛歧，尙無傷於分類本身之重要性，因分類之方法愈多，愈能推陳出新，則推至將來，即不難有一最自然最進步之分類法出現於世。

第三節 吾人擬提之分類系統

由上可明科學分類之問題，極爲古今學者所注重，且可見各時代學術發展之情況不同，各國學者之傳統見解不同，各家個人之觀點，看法不同，因而各人所得之分類亦不同。作者歷覽諸大家之分類後，亦覺各有短長，無一堪稱完全滿意者。因就吾人觀之，西方百科林立之情況，實須有另一分類法，一方能將各種科學，羅列條舉，分門別類，指出孰爲基本科，孰爲附屬科，孰爲理論之部，孰爲實用之部，如一學科指導表然，庶可示人以進窺豐富學海之門徑，而他方此分類又必爲一廣大的架格，能提供一計劃，包括各部門知識，以造成思想上的統一。基於此種特別觀感，故吾人對於科學之分類，因另提一重新部署之計劃如次。

第一、吾人以爲欲在現代百科叢立之中，獲得一提綱挈領之分類，非先明各科所分觀之宇宙自然，有何項層次系統不可。換言之，欲得一確切的科學觀，宜先有一確切之宇宙觀爲基礎。苟先明悉宇宙結構之層次系統，則分別研究宇宙各層結構之若干科學，自可「若網在綱有條不紊」的羅列舉出。而今且欲明世界結構之層次系統，亦並非不可能之事。僅由上編各章，歷述各科發展之情況，已可略見近代科學對於大自然界各方面所獲之知識，足提供吾人以廣大之見解。如見先有數學天文諸科，推出宇宙星球之規律系統，繼有物理化學地質諸科，析明大地無生界中物質能力之變化法則，再有生物生理諸科，闡發有生界動植物生活演進之情況，最後更

有心理社會諸科，析明人類內心生活與社會生活之律則。而合各科之結論觀之，即可略窺大自然之輪廓結構，係由無機物質，有生物類，以及人類社會，組成其豐富神奇之內容。尤自十九世紀進化論盛倡以來，天體進化論，地質進化論，生物進化論，以及社會進化論，先後出現，互相配合，即組成一「歷史發展的世界觀」，指明宇宙全體，並不是靜止的或自古如斯一成不變的，反之，乃是連續演進的。其組織系統，乃是一體而具多層發展之結構。即始有太空星雲，先演化出各種星球，星球之一為地球，其上先僅有大地河山之物質層，繼演化出有生之物類，在生物中又再進化出具有高尚心智之人類，最後更由人類進化出文化社會，以增益宇宙之豐富內容。吾人僅據此項科學常識，亦可暫得一清明的宇宙結構圖畫如次：



此項層疊的宇宙秩序觀，吾人於以後第四章第七節中將再深論。茲舉以論定科學之種類，即頗有按圖索驥提綱挈領之益。先就空間而言，空間為一切物體現象雜列顯現之場所，萬物所具之形狀大小，數目多少，以及方位所在，動向所趨皆可於空間求之。而專抽象的研究空間所現的「形與數」之性質關係者，即有幾何學、代數學、分析學等科。至在空間演現出之無生類，其內部充滿物質及能力交互演變之機械現象，即為物理化學地質等科，專究其變化之定律法則。再上之生命層，為飛潛動植之世界，其組織生成，除以物質及物力為重要之資料外，另具有其生理結構之特殊法則，表現生長發達遺傳進化諸特性，非單純的物質層之機械性所能比擬，故又為超物質之一層；而特別研究此層現象者，即有動植物分類學、生理學、解剖學、胎生學等科。再上之心靈層，為特具有神經系統之高等動物所

可見的心靈現象；如動物之知趨利避害，即因賦有心意作用；人類之能理解外界，認識自我，控制環境，指揮

行動等，則更由高等之心智作用司之。此類心意作用，與單純的生理現象不同，故又爲超生理的一層；而專究此層現象者，則有動物心理學、人類心理學等科。至最上之文化層，則純爲自然之外一種人造之物，如科學、藝術、道德、宗教、國家組織、社會機構、以及一切典章文物、政教風俗等，皆屬之。人類因心智發達，手腦精進，常能應生活上之要求，於自然造化不全之物外，另造各種極洽心願之物，即積成文化。故文化層非自然生成的，乃是優秀人類之心靈創製品，其性質大異於其下各層之現象，而爲最高一層之實在。其下各層，謹爲文化層發展之廣大基礎。而專究此層之秩序法則者，卽有各種社會科學：如政治學、經濟學、歷史學、或文化哲學等科。

且按宇宙結構秩序之層次以區分現代科學，又易發見各科之地位與系統，甚符於孔德所論各基本科有漸進相關性之原則。如研究抽象空間層中形與數及空間諸關係之幾何學、代數學、分析學等科，其對象在各層現象中，確最簡單而普遍，故數與形的科學，一方能獨立自足以發展，他方又爲一切科學所必需。至研究物質層之物理學化學，其對象卽較複雜，除借用數學方法外，尚須多用觀察實驗歸納之法始可望獲得確切之定律。再次爲研究生命層之動植物學、生理學、進化論等科，其內容又較物質層爲複雜，故生物生理諸科，必待數理化諸科先進步，得其原理與方法爲借鏡，始易獲進步；但其本身除用數理化方法外，尚須加用比較研究法。再推之研究心靈層之心理科學，其內容又較生理現象爲複雜，亦須有待於生物生理諸科先進步，然後有進步；但其本身除用諸先進科學之方法外，亦須加用心理特有的內省實驗諸法。最後研究文化層之諸社會科學或文化科學，欲達認清各種文化結構及社會制度之成因與發展等，除運用各自然科學之原理與方法，以爲研究之助外，尚須加重其本身應有之歷史方法。蓋在宇宙演進的程序中，由下層事素綜合構成上層事素時，上層現象之性質，卽常有一部新創的性質，不全受下層所決定。換言之，上層現象雖據下層爲發展之基礎，但其本身常另具有比下層更新之特性。因之，在下一層中可說明者，在上一層中未必可說明；從而研究上層複雜現象之科學，除用下層先進諸科之原理方法以爲借鏡外，尚須另尋其自身應有之原理與方法，始能釋明其範圍內之現象。

例如生物科學，不能純用下層物理化學之公式去複述。而在生物科學中，亦不能發見啓示其上文化層一切問題之密鑰。不過物理化學對於有機體之研究，確有許多幫助，亦猶生物學的資料，也可給社會科學以許多暗示。故各層科學有其前後互相依賴之處，亦有其獨立成科之特性。而合全部觀之，自研究空間性之數學，歷研究物質層之物理化學，及研究生命層之生物生理諸科，以至研究心靈層之心理學，最後達於研究文化層之諸社會科學，即甚顯見其間有由簡至繁，遞進相依之關係；而合全體觀之，又可見其能形成一線相承之進化秩序，表出連貫一致之體系。並又明示吾人如何可以全部學術，去理解全部宇宙之情形。（詳後列分類系統表）

第二、除上述一點外，吾人以爲在各層級科學中，尙可按論理說明的秩序，再區別孰爲基本科，孰爲附屬科，以明各層內之諸科門，尙有普遍與特殊之差別。孔德在其分類中，原曾有抽象科與具體科之分，謂具體科所研究者，爲實際具體存在之事物，以敘述 (Description) 詳盡爲主；抽象科所研究者，爲存在事物之抽象法則或普遍定律，以說理 (Explanation) 周詳爲要。但兩者並非絕對孤立，乃是相輔相成者：即具體科，必得抽象科之定律原理爲前提論據，始得滿意之說明；而抽象科，又必得具體科供給以事實證驗之資料，其理論始有根據。吾人所稱之基本科，原卽孔德之抽象科，所稱之附屬科，原卽孔德之具體科。至不採抽象與具體之名，寧取基本與附屬之別者，則以在論理上之說明順序，須先能發見抽象的普遍原理爲前提，爲根據，始可望將其體分殊事物之變化生滅，加以說明；故對講述普遍原理之抽象科，即改稱爲基本科，以明其特性乃在發見一般的法則，普遍的原理，以爲概括特殊事實之本；至具體科內之分殊事物，須得基本科之法則原理，始有適當之說明者，即稱爲附屬科。故附屬之意，並非謂其在價值上較低，僅謂其在論理之說明次序上，是推演的，是在基本原理之後，雖其材料是極爲繁複而特殊。如是，則研究空間形數之算術、代數、幾何、微積分學，卽爲基本科，係專究形數之抽象關係，及其普遍原理；至理論力學、天體力學等，則爲附屬科，因其必憑前者之原理爲基本前提，爲推證工具，始可發揮其涵義。其次，研究物質層之物理學與化學，一則專究能力變化之普遍法則，一則專究物質分化化合之普遍法則，卽爲物質層之基本科；至如地質學、礦物學、氣象學、海洋學等，

須運用物理與化學之原理，始各能釋明範圍內之具體殊事者，即爲附屬科。再次，研究生命層之諸科學，當以生理學爲基本科，因其專究有機體發生與進化之原理，並開發各器官之機能功用；至如動植物分類學、解剖學、及古生物學等，須得生理學之原理，始能說明其所以然者，則爲附屬科。再次如研究心靈現象之諸科學，應以心理學原理爲基本科；其他如兒童心理學、青年心理學、社會心理學等，專究一部分之特殊心理現象，其說理必以心理學原理爲根據者，則爲附屬科。最後，研究社會文化諸科學，吾人當從孔德之意，以社會學 (Sociology) 爲基本科，因其專究社會集團之組織形式，及文化生活之發展規律，作者擬改稱之爲「羣理學」；至如政治學、經濟學、歷史學等社會科學 (Social sciences)，分別研究社會之一部特殊現象，須得社會學原理以說明者，即爲附屬科。由是，則每一層之諸科學，即甚顯見其彼此間有基本與附屬之相倚關係。

但基本科與附屬科皆是專講理論的，以尋求真知爲目的，雖其理論有普遍與特殊之差別；在此等理論科學外，尚有許多應用科學，亦應在分類表中有其地位，故第三點，吾人主張應仿亞里士多德，在各層理論科學之後，再敍列一組應用科學 (Applied sciences)。理論科學，誠如亞氏所言，乃不計利害的知識組成之全體，其目的純是爲知識而求知識，不雜功利之見，故又可稱爲純粹科學 (Pure sciences)；其特色在於發見一般的法則，並且依據所得之法則，以概括所有特殊事實。應用科學，則係研究與生活實用有關之學術，其構成純係應某組人生實際需要，在基本科及附屬科中，收集一切有關的原理與事實，組成一種極合實用的技術知識；其目的純是爲求實用，在引用科學原理於生產製造上，改良生產工具，加強製造能力，使自然界所有之物質能力，盡量爲人利用。故先就研究空間形數關係之各種數學言，其性質原是抽象的，純理論的；但至現代，在各種理論數學之後，亦曾發展出多宗實用數學：如統計學、商業數學、工業數學是。次在物質層中，綜合數學、物理學、化學、地質學諸科原理與事實而成立之實用科學，則爲近代極爲發達無數著名的工程學 (Technologies)：如土木工程、機械工程、電機工程、航空工程、採冶工程等，此類實用科學，皆係各探數學物理化學之一端，應用至一小範圍內，以制取物質或物力，使爲人類服役使用。再次，在生物層中，亦可綜合生物學生理學之原

理與事實，以組織成多宗實用之學：如醫學、園藝學、牧畜學、水產學、物種改良學等科，皆各能貢獻人生日用。再次，如研究心理層之科學，在其基本科與附屬科之後，亦已發展出多種實用科學，如教育心理學、職業心理學等是。最後在文化層中，應用社會學、政治學、歷史學等科之原理，以謀改造社會者，亦有各種實用經濟（如農業經濟、工業經濟等），實用立法等科。

總而觀之，吾人由上述三項部署標準，即可得一科學分類系統表如次：

此表左端，列出宇宙之結構層次，右端即列科學之種類，對各層展開出無數科學：先區別其孰為理論之學，孰為實用之學；次在理論之學內，按論理說明之順序，再區別出孰為基本科，孰為附屬科。如是，即可表明每一層內之諸科學，均始於探究其範疇內之普遍定律或抽象原理，實現「窮理致知」之理想，而終於應用原理至實際生活需要上，完成「致用」之目的。而合各層觀之，即構成如下之知識圖表。在此圖表內無論任何一種新興科學，當可按其性質，在此表中求出所應列之地位。

有此表，吾人即可按由右端至左端之順序，進論各類科學之性質。如下列第三章，即先概論應用科學之組織情況，次析述理論科學組成之方法，及其結構之模式。第四章，即綜評各科原理，以明吾人對此宇宙全體，如欲得真切之認識，須有許多高

宇宙之層 次系統	科學之種類系統	
	理論科學 基本科	實用科學 附屬科
文化層	辯論學 (即在會說) 歷史學 經濟學 政治學等	實用立法學等 行政學 社會教育等
心靈層	心理學 青年心理學 兒童心理學 動物心理學等	教育心理學等 職業心理學等
生命層	生理學 解剖學 植物學 動物學	水產學 園藝學 醫學 畜牧學 養育學 藥理學等
物質層	化學 物理學 氣象學 海陸地 學 學 學	各種工程學 土木 機械 工程 等
空間	數學 (算術 代數 幾何) 理法力學 天文學等	各種實用數學 統計學 工業數學 商業數學等

深的科學教養；應知此座宇宙，同時是物理的、生物的、心理的與社會的。必同時由數理化諸科學，由生物生理諸科學，及由心理諸科學及社會科學各觀點，以考察之，始可望盡明共玄祕奇奧。

第三章 統觀各類科學之闡理方法及結構形式

第一節 現代應用科學發達之情況

現代盛行之應用科學 (The applied sciences)，與普通所稱實用知識不同。普通所稱實用知識，多指原始的技術常識或淺薄經驗而言，其內容多由實際閱歷中得來，僅知其然而不明其所以然，似是而非，極少學理的根據。近代之應用科學則不然，係由純理科學中取出一部分有關實用之原理，應用至一組材料上，從事實現一組人生需求之目的。其構成固亦如原始技術係從人類之實用需要上着想，但其取材特別富有學理之根據。試分析每種應用科學，即見莫不係以一種或數種的理論科學為基礎。例如近代極為發達之各種工程學：如土木工程、機械工程、採冶工程、造船工程、化學工程、電機工程、航空工程等，莫不係將近代極為發達之數學、物理學、化學等理科之定律原理，應用至一特殊實用之事實上，逐漸發展而成。又如近代之醫學農學等，亦莫不係應用生物學、生理學、解剖學以及物理化學等科之原理以構成。根茂者實大，源遠者流長。近代各種極進步之應用科學，莫不植根發源於數百年來極為發達之各種理論科學中，故遠非一般原始的實用工藝、實用醫術、或實用農藝等極少學理為據者所能比擬。

吾人於上編述科學發達情況時，尙見距今百五十年前，歐洲學者之努力僅限於各種純理科學方面，以能探發宇宙各層現象所具之定律法則，擴大人類理解自然之奧祕，即告滿意，鮮有注重科學之實際應用者。但至近百五十年來，應用科學極為發達，即另產生一新奇的技術時代為其前所未有。此技術時代，肇始於一七六五年即英人瓦特 (Watt)發明蒸汽機之年。瓦特因富有數學物理學之修養，而又熱心於實用機械之研究與使用，忽於昇年發明第一架蒸汽發動機，使物質構成之機器，在經過一系列有規則之運動後，即能發生非常偉大之

動能力，可用以完成各種有效之工作。其後有人陸續發明紡紗機、織布機，運用蒸汽為動力，成立大規模之紡織廠，實行以機器代替向用人力勞苦操作之事，於是舊日手工紡織之簡陋方法，即全被傾覆。因機器應用之結果，使生產量大增，同時成本及人工又極節省。繼以鍊鋼之新法發明，製造機器之原料更便利，於是機器之使用，立即廣佈於交通生產各方面。工業革命之潮流，隨即蔓延於各國各處。以後又因電力機及電力散佈之方法普遍使用，內燃機等相繼發明，更愈促進生產工具之進化，能力來源之進化，及交通輸運之進化，使近代生活機構，全部改造。試一考其何以至此，則知莫不是由於善用數學、力學、熱學、電學諸科而獲之成績。其次在農業方面，由應用生物科學造成之技術，雖不似工業可有掀天動地之革命，但效果亦極可觀。例如發明硝酸鹽為普通植物之重要營養素後，人造肥田粉普遍應用，對於糧食之增產，貢獻異常偉大；而考此項發明，則純由植物學家 Hellriegel 及 Wilmsh 二人於考察豆類植物根瘤中之微菌，發見其有轉化空中淡氣或亞摩尼亞為硝酸鹽以為滋養之作用，因而悟出。（時一八八六年）。又如病蟲害專家 Meyer 於一九二六年發見害蟲白蠅身上有一種捕食白蠅之微小寄生蟲，因即設法培養之以消滅白蠅，白蠅為害大減，農作物之收穫即大增。自是並有專講消滅蝗蟲之學，及專講消滅稻葉斑點症或微病菌之微菌學等，皆於農業有極大貢獻。再次如應用生理學及胎生學造成之技術，則為近代醫學及優生學表現之成績。應用心理科學造成之技術，則為精神病治療法，教育心理測驗，及職業心理指導等科之貢獻。研究運用社會科學原理之技術，則有如國家主義之培養，人口政策之實施，行政效率之考察，民衆宣傳術之運用等，皆能促進社會組織，增強社會力量。總而觀之，十九世紀以來之世界，純為技術競勝之世界。各國政府皆在獎進利用科學知識，改良實用技藝，提高生產及組織之能力，以發展國民生活，且引為保障國家民族生存安全之重要工具。昔之科學家謹抱窮理致知之興趣者，至是亦須關心實用，常思將其研究部實驗室中所揭露之新知識新效果，施於實業工藝方面，以求造福社會，利人濟世。許多抽象學理及自然法則，皆逐漸踏上人生實用之階段，引入文化價值之世界。故可謂歐洲學者在十八世紀以前，僅是在純理論之探發時代，其成就僅成爲自然之解釋者。及十九世紀後，實用科學發達，學者與

趣，漸由學理而進於實用，由科學而改善技術，由技術而達於控制自然界中各層現象，以便利人類之發展。人類到此境界，方真做到大自然之主人翁。

近代實用科學在文化上及實際生活上貢獻如是宏大，故吾人於科學分類表中，必列各種實用科學，表明其為理論科學開出鮮茂之花，為人類知識最後結出之宏果。同時亦可指明理論科學，乃是一切應用科學之母。人類之求知，最初目的固在求「明理」，但實重在求「致用」，時在謀將各種純粹理論，發展成為利用厚生之具。此譬如一株大樹，就樹之本身言，樹固無為人用而後生長之意，但樹長成後，人即取來製造器物，實為最自然之結果。故「知識大樹」之生長，雖係起於人類好奇求知之高尙心理，但一朝此知識大樹長成後，即謀用以利人濟世，亦為極合理之舉措。惟近代歐美人心理，因甚重視實用之故，常有偏於崇拜淺薄功利及供俗物質之傾向，對於純粹愛智求真之高尙精神，漸不加重視，亦為過當。

以上略明近代實用科學發展之情況。自方法論觀之，實用科學雖由純理科學演變而來，但其構成方法則稍不同。先就目的與態度言，純理科學家，目的常注在求得真理，並謀能將所見之真理公諸於世，求得世人之承認，即告滿足。實用技術專家則不然，其目的純在謀致用，謀將過去已發明之學理，巧妙的施用於實業工藝，以改造生產技術，造福人類社會。因之在態度上，純理科學家常有大公無私精神，以宣傳其所發見之真理。技術專家則不然，苟於機械技術有新奇之發明創造，則常祕而不宣，必求專利。尤其關於國防武器之機械祕訣，各國政府更為極守祕密。所謂「科學無國界」者，就純理科學言尚可，就實用科學言則無是處。實用技術上之機械祕訣，乃實用科學家經過長期痛苦經驗而得。各發明人皆不願舉以示人，他人欲模仿抄襲，亦苦不易。

但新奇技術之發明歷程雖不易知，而其所據用之基本原理，則常可設法理解。因考無論何種新奇發明，莫不是建立於一種或數種基本原理科學之原理上。其構成常係按「實用綜合法」，以某種實用目的為中心，綜合各科中與此目的有關之定律原理而綜錯運用之，以創製一新奇便利之技術形式。一般實用科學專家，即常能指

出從何種定律原理及何種方法，即可達到某種發明創造之目的。例如世人所驚贊的航空器、無線電、炸藥、軍器、醫術、藥物、人造橡膠、人造肥田粉等，固極巧奪天工，但一考其原理，即知莫不是由數學、物理學、化學、生物學、生理學諸基本理科之定律原理，綜錯變化而成。可謂一切新奇技術之發明創造，皆不外是諸理論科學之公式學理巧妙的在實用上開出鮮艷之花。吾人今後欲謀「技術自給」，既難於抄襲模仿，自惟有由培植其根源或創造力着想，由提倡研究各種理科之學入手。以下專講理論科學。

第二節 理論科學構成之方法

在前述之科學分類表中，基本的理論科學，計有數學、物理化學、生理學、心理學、羣理學五類。過去學者如斯賓塞，曾將之約爲具體科（如生物學、心理學、羣理學），抽象科（數學），及具體而兼抽象之科學（物理學化學）三大類。而德國學者，又喜將之分爲自然科學（物理學、化學、生物學）與精神科學（心理學、羣理學）兩大類。至今觀之，斯賓塞之分法，極不妥當，世實無絕對抽象或絕對具體之科學；因極抽象之數學，亦常需具體事實爲例證，極具體之生物學，亦常能發展出與抽象數學相同之公式，如遺傳律等。至如自然科學與精神科學之分，雖較近情，似亦爲過時之分類，已不切於現時科學發展之情形。過去心理學與羣理學被列爲精神科學，乃因此二科進步最遲，不足與其他自然科學平行併立；現在外國許多大學中，心理學與羣理學，尚列於文科哲學系內，即尙保留舊日之觀念。但自十九世紀末季以來，實驗方法發達，心理學中，普遍運用實驗法，於是科學派的心理學家，即模仿過去數學、物理、生物諸科脫離哲學而獨立成科之情形，主張將心理學脫離哲學而列入自然科學之中。至於羣理學或社會學，亦因得孔德、斯賓塞等實證哲學家之研究，發見人類社會之生活現象，原亦爲自然存在之物，與其他生物之生活現象相同，因漸視研究人類社會現象之羣理學、亦應併於自然科學之林。如是則由物理學、化學、生物學、以至心理學、與羣理學，皆各有一定客觀存在之自然物爲研究之對象，皆同以求明其範圍內之自然法則爲目標，自可總稱之爲研究自然之科學（Science de la nature）。

僅數學一科，稍與諸自然科學異趣，因其研究的形與數，常非自然實在之物，而是另一抽象的或觀念的存在體，僅爲人心可理解，可用界說規定其意義。如代數學家所論之虛數與函數，即僅有符號的存在，可由邏輯推論，規定其意義，並無實際的存在。又如幾何學中之圓形三角形等，亦非實在之形，僅是觀念的，假定的，可圖於紙上，而抽象論定其性質之形。蓋數學的真理，是不受事實經驗之限制，亦不求合於自然界。其任務僅在發表其一身一致之理論系統而已。因此法國果不羅（E. Gohlot）教授，在其一八九八年出版之科學分類

Essai sur la classification des sciences）及一九二二年出版之科學系統（Le système des sciences）兩書中，即主張將上述五層基本理論科學，逕分爲純理論的數學，與尙經驗的自然科學兩大類。並謂此兩大類之區分，亦僅係就所研究之內容對象作區別，如捨對象內容之差異不論，專就其組織之形式，及運用之方法言，尙可進見數學在表面上雖總是理論演繹的，自然科學雖祇是實驗歸納的，而自其發展之全程觀之，此兩大類科學亦僅發展之程度有早遲之不同，蓋在組織方法歷程上，則甚相同一致，並無何種根本之差別。其相同一致之處，並不在強將數學另作解釋，俾列爲自然科學之一，如許多經驗學者之主張，而是由各科學的發展過程史上，看出純理論的數學，其初期原始之情形，亦曾經過極繁複的實用試驗及歸納歷程；至於以事實經驗爲本之自然科學，亦非永限於運用觀察實驗歸納之階段中，當其發展至相當高度時，亦將變成演繹的體系。果不羅教授因研究得一科學發展之公律（Loi commune de développement de toute les sciences）曰，一切理論科學，其研究之對象內容，雖彼此各殊，但其發展之過程，與組織之形式，根本則一：即皆是始於經驗歸納，而終於理論演繹。例如數學中之幾何學，在古埃及時，原爲測量土地大小，及計量倉庫容量之術，其中許多公式定理，皆由實際經驗闡歷中歸納而得，尙無證明之理；及傳至希臘，首由泰爾士、披打哥拉斯、彼多克沙、西顏克拉斯特、及巴拉圖等幾何哲學家，逐一加以理論的證明；再傳至歐克立德，始正式組織成爲演繹系統之形式（參閱上編第二章之三希臘數學簡史）。又如算術一門，初期僅爲商業實用上計算之術，原名 Logistica，爲古亞尼基商人所習用。及傳至披打哥拉斯，始於 Logistica 之外，另立一種理論的數目學，名爲 Arithmetica，專論數之

性質原理，後來始發展成算術。至如近代解析幾何與微積分之發明亦如是，古代幾何學，起於測地，而近代幾何學則起於測天。當哥白尼指出太陽中心之天體系統，再經加利列、泰柯之觀測，蓋伯力之努力計算，遂引起笛卡兒由天文上赤經赤緯之觀念，想出坐標系統，以貫通代數與幾何之關係，於是發明解析幾何學。牛頓亦因欲測算天體之動，及地上一切物之動，於是發明流數法，為微積分之張本。此與古代數學起於實用實驗之階段相似。及後再經十八世紀數學家，如尤拉、如拿谷朗日等，相繼起而探發此新闢之兩大數學領域，連續發見各方面所藏之無數定理，而證立之，推廣之，即相當於古代波打哥拉斯、彼多克沙等之工作。再至十九世紀，有柯希、高斯、威斯圖樂氏等大數學家，努力於部署整理十七十八兩世紀之新理新法，考查數學闡理之基礎，創造謹嚴有力之證明，使成系統，即相當於古代歐克立德之建設幾何系統。（詳上編第三章之二，第四章之二，及第五章之二）。故吾人今日在學校中所習之算術，初等幾何學，解析幾何學，及微積分學等，其完整的演繹形式，不是原始即有的，而是後來建築的。其原始時代，亦曾經歷實用實驗歸納之階段。至以實驗為本的自然科學，亦有建築成爲演繹系統之可能，因其進展，在由觀察實驗歸納，發見無數自然法則，增加無數新知後，其本身內部，即自起求將所有之舊知與新知，調整成爲合理的系統。此種進展方式，可由科學史及現時所有之科學中找出證據。如靜力學，在初期僅由人的筋覺，認識力之存在，由許多實用機械如天秤、水車、戰器之類，認識力之形態。但爲時稍久，即有阿幾狀態，由實用機械中，發見一普遍的槓桿法則，並由沐浴時身浮水上之經驗，發見浮力法則，即漸進於理論形式。至動力學，在亞里士多德之物理學中，曾見其已在苦心研究物體運動之種類形式，但尚未成立正確之定律。至十六世紀，加利列由精密實驗，發見物體下落之正確公式，並釐定惰性之原則，始樹立動力學之基礎；但物體下落何以會有加速之理，仍未得證明。直至牛頓成立引力量論，並將惰性原理發展爲三大定律，用以綜合推證天上行星之動，及地上一切物體之動，頗爲有效；其後繼者，續將牛頓法則推廣至各方面，將固體力學、流體力學、氣體力學、以及天體力學等，皆可統一說明之；至拿谷朗日手中，完成分析力學一大著，於是純粹演繹的理論力學，即告成功。故力學，雖始於實用經驗，及其

發展成熟，仍可成爲抽象演繹之體系。非惟力學如此，卽物理學全部亦然。物理學在今日，除有「實驗物理」代表其尚在運用實驗歸納方法外，另已成立「理論物理學」，亦可脫離實驗，純採數學之方法，以組成其抽象的理論系統。至近代化學，原由古代之鍊金術發展而成，鍊金術原重手續靈巧，無中生有，欲由賤金屬變出貴金屬，純爲淺薄實利觀念所支配；及至近代初期，漸變爲醫藥化學、採冶化學、陶業化學等，由迷信而轉入實用。及十八世紀由波伊兒、克文底西、鹿瓦西等大化學家之發明貢獻（參閱上編第三章之七及第四章之四），卽漸成立化學理論，但尙限於實驗歸納之階段中。如對各原質，除由實驗，考知其物理性質爲何，化學性質爲何，鎔解度如何，硬度若干，及傳熱傳電之性質爲何外，尙無法確知各原質何以會有此種種特性。最近有原質構造之研究，其目的欲由原子電子方面，去窺察原質構造之奧秘法則。如有成果，則將來理論化學，或亦能如數學、力學、物理學，可成爲系統演繹之形式。至如生物科學，因其成立，遠比數理諸科爲晚，尙大部在分類、比較、解剖之敘述階段（Descriptive），僅小部分已有一定之定律原理，可爲說明（Explicative）之本；總其全部觀之，離演繹系統之完成形式尙遠。再如心理學與羣理學兩類新興科學，發展幼稚，今尙在觀察實驗統計調查之敘述歸納階段中，鮮有普遍妥當之定律原理，故離成爲演繹系統之程度更遠。但預測生物學、心理學、羣理學諸科，將來如發展成熟，亦必能達同一之形式：卽成爲理論的演繹系統之形式。故由果不羅教授之研究，可知理論科學中抽象的數學，與實驗的自然科學，研究之內容材料雖不同，但就其組織成爲科學之方法程式言則全相同，卽物理化學、生理學、心理學、羣理學諸科，現雖有尙停在實驗的階段，但其發展結果亦將變爲觀念的、抽象的、演繹的、與數學相同。吾人由是卽可明理論科學之構成方法，卽是始於應用實驗歸納法，而終於應用純理演繹法。

至理論科學之發展全程，何以必須始於歸納而終於演繹之理，果不羅教授在其兩書中，並在其一九一八年出版之論理學（*Essai de la Logique*）中，亦詳言之。蓋謂人心之靈，對於宇宙事物之認識，不僅要確知其然，且須要透澈理解其所以然之理（*L' intelligibilité*），始能得到理智的滿足。而自「論理學」觀之，由事

物之觀察實驗以歸納得者，僅爲事物所具之常然關係（Des Rapports constants），或經驗定律（Des lois purement empirique）。此等常然的事物關係或定律，在實際生活上，固有大用，常可爲助人預測事變之武器，但在理論上，即僅能令人確見其然，不能令人明其形成之理由。如欲進而明其形成之理，尚須再用演繹法以推闡之，蓋演繹者證明之謂也（Deduire c'est démontrer），即證明一問題如何能成立，或說明一事物生滅變化之因果，係如何過程之謂也。而欲證立一問題，或欲說明一事象形成之理，必須能尋出證明所據之前提，或另構造假說以爲說明之根據。如不能引出可作前提之已知原理，或不能臨題構造可作論據的假說，即無法將歸納得來之不變定律，加以演繹的證明，指陳其形成之所以然。故果不羅曾另下一演繹推理之界說曰：演繹者構造之謂也，（Deduire c'est Construire）。如古埃及及人曾由測量土地及建築金字塔等實用技術中，歸納出直角三角形斜邊平方等於其他二邊平方和之定理爲用甚宏，但埃及及人僅知此定理之確然，而不能證明其所以然，乃相傳由於神授，每年有一大會紀念之。直傳至希臘被打哥拉斯手中，經構造出公理、公設、並引用許多已知定理將之證明，始令人得到透澈理解之滿足。又如物理學中，加利列由精密實驗歸納得物體下落之加速公式，固亦令人確見其然，無可置疑，但人心總覺尙未知其何以必有加速下落之理。直至牛頓立出引力之理論，並定爲公式，將伽氏定律，推證演繹之，始令人豁然貫通。在重實用而輕理論，及崇神道而薄智慧之民族，固以發見事物所具之常住律則，足供實用，即告滿足。但在愛智求真好奇窮理之士觀之，決不以實用經驗上之滿足爲止境，必再超越淺薄實用經驗之限制，進求更澈底的認識了解，獲得理智的滿足而後已。演繹推理之活動，即表示人心追求澈底理解事物因果之精神。理論科學，異於實用技術之點，即在以能深明所研究事物之理爲職志，故必以能得全部達於演繹之境爲合理想。

第三節 理論科學組織之形式

上節既明各種理論科學之發展方法，皆是由歸納而進於演繹，即可進論由此方法組成之科學形式。茲先舉

物理學爲例。物理學發展至現代，在實驗與理論上所積之材料甚富，並有許多物理專家如馬赫 (Mach)、如杜耶門 (Duhem)、如潘嘉烈 (Poincaré) 等，曾反省分析此科之組織方法 (詳 A. Rey: *La théorie de la physique contemporaine* Aleu, 1923)，闡明其體系結構。茲可分爲三層觀之，一、爲事實之觀察實驗，二、爲因果定律之發見，三、理論形式之構成。先就事實之觀察實驗言，物理學之基本工作，在收集事象，剖究其因果關係，期能尋出定律，故精密的觀察與實驗甚重要。尤以物理現象的因果關係，綜錯複雜，常非肉眼可一見而知，必有器械爲助，且須極艱苦的設法將事象之原狀改變而實驗之，始易明其真相。故物理學非僅爲觀察科學，而是實驗科學，須有精巧實驗，始能透澈認清事實之真相，而造成堅固不搖之基礎。

其次爲定律之發見。僅有事實之收集，不能成爲科學，亦猶只有木石磚瓦之堆積，不能稱爲房屋。故物理學者，在得到精密的觀察實驗，及詳細記錄之後，即須再進一步，用歸納方法，推明事象變化之因果關係，立爲定律，製成公式，以爲統攝事實及預測新事實之用。因定律公式，常能代表無數貌似不同之事物而說明之，有似一個方程式，常能代表一條曲線而說明其意義。由定律之光線以觀察事物，縱事物如何紛紜錯雜，常可令人知其係由某幾種原素之關係演變而來，頗有思想經濟之效果。如加利列由實驗求得物體下落定律，擺動公式，笛卡兒由實驗求得光線屈折返射之公式，卽爲佳例。故物理學家雖重視經驗事實，但最大目的，則在求超越個別經驗及特殊事實，深入其底蘊，期能發掘出簡明定律，以擴張人類之理解力與控制力。且在許多經驗定律獲得之後，尚須依着自然秩序，向前分析，期再能推出形式更簡概括更普遍之公律，最後並望能推得一個最高公式，以包括一切。如加利列之物體下落公式，及蓋伯力之行星法則，被發見後，牛頓卽更進一步，發見萬有引力之理論，以統括說明之。物理學發展至此階段，所見到的宇宙自然，始非如外表所現，純是紛紜聚積，反之，乃是無數定律組成之系統。在此項定律系統內，極易包舉概括實在世界之大部景象，而得到原委的說明。

最後則爲理論形式之構造。因由複雜事實之觀察實驗，以至定律系統之發見，僅屬於實驗物理學之部。尙

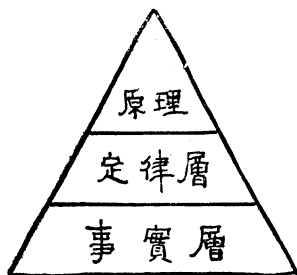
有理論物理學，則已非單憑經驗所能爲力，須再用理智的系統力，構成普遍命題，釐定確切定義，製造方便符號，並須用邏輯的組織推演，求將所發見之一切定律關係，統一表現於一數學形式之系統中，始合理想。如牛頓所著自然哲學之數學原理，將實驗推得之各種力學定律，採仿歐氏幾何學之結構方式，加以精鍊整理，先鑄造成公理與定義，再運用數學方法，推演出全部建築，使成爲一形式完美極合邏輯之體系，卽爲理論物理學最佳之例（上編第四章第三節）。自邏輯觀之，實驗物理學，多在歸納階段；理論物理學，始達於演繹階段。科學必由歸納再進至演繹之形式，始稱完備。如僅有實驗的報告，而無形式上的理論系統，以演繹綜合之，卽難免有零碎散漫之嫌，無法進明整頓全體。故就整個物理學言，實驗之部與理論之部並重，無實驗之部，則理論系統便無根據；如無理論，則實驗之部卽無統一之目的。就科學史觀之，實驗方法之運用，自在理論形式之先；但至近世，物理學之精神，則已是達於以數學演繹的形式爲重之階段。如電學中佛拉德（Faraday）由實驗得知電之作用，須有中間媒介物，將昔人所持「遠隔作用無須媒介」之說打破，但因數學根底甚淺，未能將其所發見之材料，及所創立之根本概念，確切的表示之。及其徒馬克斯威爾（Maxwell）運用數學方法，發揮其說，成立一套微分方程式，不僅能確切表述電磁現象，並能將光學現象包入，指出光波卽電磁波，同爲以太的振動；後來赫茲（Hertz）加以實驗的證明，馬可尼又由是造出無線電，得到無限實用效益，卽愈證明馬氏理論成就之偉大。故近代物理學之精神，多在運用數學的分析，以發揮其理論形式。其內容固愈遠於經驗，而愈趨於抽象，但其功用則甚大，不僅能以少數命題，演繹出無數事實經驗，富有思想經濟之效，且最好之理論，常能擴大推理之範圍，預測出新事實新結果，成爲科學上的先知，如相對論是。物理學必發展至此階段，始合理想。

非唯物理學一科之組織結構是如此，其他能成爲理論的自然科學，亦莫不如此，莫不是以一定範圍內之事實材料爲研究對象，運用實驗歸納之法，求於其中發見普遍定律，最後更構造假說，成立原理，按演繹方法，以統率整理其範圍內之紛紜事實，散漫定律，使轉化成爲極合邏輯的知識系統。惟各科之成立，遲早不同，完

密程度，精粗稍異，故各科表現此項結構形式，即不盡如物理學之完整。就數學一科言，完成最先，早已脫離由事實以至發見定理之階段，吾人今日所習之數學，即僅見其係以一定公理公設及定義為系統演繹之起點，以推證各定理，並由簡單定理，推證至繁複定理。至生物科學，則見其同時有敘述之部與說明之部；敘述之部，如收集材料，整理標本，加以比較分類，並由實驗以求發見各種定律，即具體表現其由事實而至定律之歷程。說明之部，在構造學理（如進化論，如生機論）以謀系統的說明全部生物現象，即表現其由定律而至原理之階段。惟更較晚進步之心理學與羣理學，則見其至今尙正忙於收集事實及尋求定律之階段中，所有原理，尙嫌脆弱不足。但預料其將來成熟時，亦必具足如數學物理之結構。

故吾人確信化學家柏特洛 (Berthelot) 之言，謂科學乃人類理智的精緻建築物，其結構乃是一金字塔形之體系。其基層係立於有定範圍之事實材料上。由各科專家，在其範圍內之事實材料上，苦心研究，即發見多宗定律以構成其塔身。繼復由淺低定律，再進尋出普遍性更高綜合性更大之定律，以至最後獲得一最高原理，以系統的綜合說明全範疇內之事物與定律，即構成其塔頂。可圖表之如後：

惟各時代學者之注重點常不同。如古希臘學者，因力反古埃及人及巴比倫人所有重實用輕理論崇神道薄智慧諸積弊，即曾好高騖遠，力求一種不能感覺經驗到達之理。自伊利亞特學派 (The Eleatic School) 以至柏拉圖，皆視經驗及感覺的一切認識，祇是假相，真理惟存於純粹的理念及邏輯的推論中，故對現象界散漫蕪雜之事實，視為不值研究，另假定有可作一切事物最高根源，如「宇宙理性」或「理型世界」之類，以為探究之目標。其長處固在知道找尋普遍而抽象之真理，並能造出種種哲學系統，以理解宇宙內事物之全相；但其缺點，即在偏於論理的思考，與空玄的想像，而忽於尋求知識之事實根據，不知觀察實驗與點滴研究之重要，故只能產生形而上學及理論幾何學，而不能產生



實證的自然科學。中世紀學者，墨守古代成訓，亦視特殊的事實，可從一般的原理，演繹推出，故特重視普遍原理，而忽究特殊事實。及文藝復興，許多由古傳來之一般原理，淪於信譽全失之地位，於是時人突發生一種新精神，專事歡迎新事實，對於特殊事件，頗感強烈興趣，而懷疑普遍理論之妥當性，及形上學系統之真實性，視自然界事實現象之探察研究，始為發見真理之唯一淵泉。如培根即主張人類的科學，應重新奠定基礎，認為吾人不欲認識大自然界之真理則已，如欲認識，即不能由古人書本中得之，亦不能從任何「前定的觀念」或「先驗的玄想」中得之，應由自然現象之觀察實驗得之。此種反古運動，頗能彌補過去之偏弊。

但所謂尊重事實，決不能如普通常識之所為。普通常識，多由實用觀點，對特殊事實之有實際效用者則注意之，無實效者則忽略之，鮮有根於好奇求知之觀點，以普遍探究事實之性質真相者。每見常識經驗甚富之人，其所知常無關宏旨，在其視線下之世界，僅是雜多事實，紛紜堆集而成之世界，鮮有能認知在紛紜變化的事實現象之後，尚有其不變之原素或調和統一之秩序在。科學家則不然，在常識所見實物界(The world of things)之外，尚另見到一個潛存其內的定律法則的世界(The world of laws)。科學雖與常識同源，或逕由常識精鍊而成，但其所知，即與常識大別。科學家對於特殊事物之研究，不在其實用性，全在希望其能投射光明於普遍定律之發見上。科學家之心中，對於特殊事物之注意，是與對於普遍定律之注意，雜糅配合，故其運用精細的觀察，艱苦的實驗，即在希望透過混雜的事物現象，以發見其應有之定律法則，立為公式，俾在理論上，供給人類以深識遠見，並在實用上供給人類以控制事物之更大權力。故潘嘉烈(Poincaré)曾云，複雜事實，僅如許多孤立的點，意義混沌，科學家由分立事例中，發見事實種類全體所屬之定律公例，其作用即如連結許多孤立的點，以成一意義明白之曲線。事點雖繁雜難明，但如已連成曲線，製成定律，即簡明有序；再舉以概括新事實，即常若網在綱，有條不紊，有執簡御繁之益，極思想經濟之效。

由此可明科學研究，必由客觀事實選尋其一般定律之價值意義。然科學闡理之工作，尚不能以此為止境。因由經驗歸納得來之事實定律，在理論上尚係各自孤立，不相聯屬，僅令人見其然，而不明其所以然；且各定

律之普遍性與綜合性有程度大小之不同，有比較特殊者，有比較普遍者，如何將散漫孤立之定律加以解釋，聯絡貫通，並如何將諸多特殊定律統括入普遍原理之下，使成系統，即爲每一門理論科學所應有之工作。故富有系統思想之科學家，每見所專攻之科門，積有相當豐富之零星定律後，必勞心焦思，推進其研究，追尋更高而可說明一切之原理。其法常係運用思想，構造一些假定的學說（Hypothesis），以試探察各定律能否由是可以得到統一的解釋；若所立之假說，能將各方面之事實與定律，演繹說明之，系統綜合之，又能執以預測未經發見之新現象毫無例外，即可立爲最佳之科學「原理」（Theories or principles）。如光之爲物，吾人由經驗所直覺者，僅見有屈折定律，返射定律，及干涉消長之現象等，至光線本身，究係何物，何以會有屈折返射干涉消長之現象，則無法由經驗直接知之，於是牛頓即臆造光子說以解之，視光爲一種微粒；而荷伊景（Huyghens）則臆造光波說以解之，視光爲一種波動之結果。後來僅光波說能圓滿的統一說明屈折返射及干涉等現象，即成爲光學中不朽之理論。

或謂實證科學，應注重經驗，排斥想像，故牛頓曾有平生不作假說之言，孔德亦斥此等思想爲玄學空論。實則不知牛頓、孔德所排斥者，乃是毫無證據之假說，如玄學空想或神學不經之談是。至近代科學上所用之假說，則係有證據有價值者。如潘嘉烈在其科學與假說之導論中曾云：「人們試略加思索，即可知假說在科學中所占之地位。如算學家即捨此莫由，實驗家亦復如是。懷疑此種建築於假說上的科學是否堅固者，乃是膚淺之見。……吾人細察其任務，將見其不特是必需的，而且是合法的。不過假說可分幾種：有時是可證實的，一經實驗證明，即成爲真理之淵藪；有的外似假說，而實是一種隱藏面目的定義或規約；最後一種，即常見於數學中，及與數學相關之科學中，此類科學，常以此而愈得真確。」蓋科學的假說，一方雖由科學家自由想像擬構而成，但他方必求與所研究之事實能相配合。若由假說演繹出來之結論，與經驗事實有不能一致之處，即不能成立，而立被廢棄。尤以自然科學家之選定假說，不能隨意，須有統一世界一切形象之保證。必一假說之立，對於統一定律爲必要，而且充分切合事實真相，始有成爲原理之價值。

於此，又可略明一問題，即由假說構成之原理，是與事實定律之性質不同。蓋「定律」係表述一現象與他一現象間之不變關係，可自經驗事實歸納得來，是自然律之確切描述。其性質雖是超越經驗，但有化爲經驗的可能性。而由假說構成之「原理」，則係肯定廣大現象間之普遍關係，常非經驗所能直接認知，僅能由理智想像擬構而得。因之自然律可一成不變，無論何時何地皆如此；而由假說構成之原理，則可改動修正。如光子說爲光波說代替，而能媒波之理論又爲電磁波之理論代替，以及機械的自然觀爲電磁的自然觀代替等是。吾人對於任何科學之原理，固可信其對於一部分現象爲確實，不爲經驗所推翻，但如發見新事實新定律非舊說所能完全統一說明者，自可另立更佳之理論以代替之。故馬哈 (Mach) 視科學之原理，只是一種方便的符號或規約，是一種速記術，爲思想之經濟而成立者。蓋此類原理，係人唯心構造用以附加於事實定律之上，將之排列整理者。其任務要在廣大的現象中攝取許多貌似孤立不相統屬的分子，聯繫貫通，使成系統，令人可由是得一綜合的自然觀。每一科學，必能有此項「統萬殊於一理」之工作，始可成立偉大之系統，而達深遠概推之目的。有如直達高峯之後，始可發見許多未曾見過之景象。故潘嘉烈曾贊物理學中「能力常住」一原理曰：「宇宙一機器也，其構造之複雜，決非工業上之機器所能比擬，其各部皆深藏不可得見，然吾人僅觀察其可見之運動，借能力常住之原理以爲助，即可推出一種論斷，無論其內部構造如何，均無不適用。此外他種原理，功用亦與此同。」由是可知科學原理，雖有虛構杜撰之嫌，而在思想之應用上，却有超特非常之價值。如原子說，原係古希臘人的不經之談，但自然科學則正運用之。又如所謂無窮小 (Infinitely small magnitudes)，本是一矛盾觀念，既是無窮小，即不能有量，但高等數學則全建立於其上。他如幾何學，全建立於有位置無大小之點，無粗細之線，及無內容之空間上。代數學全建立於符號上。但皆有極大的效用。推至一切科學之理論系統，莫不爲人類理智的虛構杜撰所組成。愛廷頓 (Eddington) 有云，科學闡理，係由一理論再上至另一理論，一層一層上去，但至最後所得之最高理論，却在我們的心中，並非世界所實有，實爲確論。

至是，吾人可合前節而總述各種理論科學構成其塔形體系之方法歷程如次曰：各種理論科學，莫不是以其

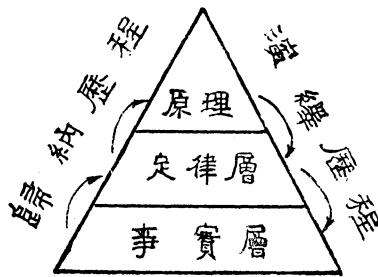
範圍的事實現象為研究出發點，期能發見其中之定律；其方法係用觀察實驗，先將事實現象，加以精密分析；如能歸納出有蓋然性之因果關係，再概推一般實例而得確證，即可立為定律。但此等定律之概括程度常低，因其離粗樸事實不遠，且常各自孤立不相統屬；歸納推理，尙可在此等低級的散漫定律之上，提供一概括較高說理較透之假說或原理，以演繹綜合之。如是推而上之，最後若可確立一最高原理，即為達到科學塔形結構之頂點。得此頂點之最高原理後，即可若網在綱，系統的演繹出各個定律之互相關係，並釋明各個特殊事實之根據，而達普遍統一的認識。可試圖表之如次：

在通俗常識所見到者，即僅為事實層。最富常識之人，亦常僅有事實層的「點線知識」。至定律層，則須稍有科學訓練之人，始能了解。再至頂層之原理，即非一班淺嘗輒止者所能通解，而為每科之碩學通儒所努力探究者。合觀此塔形的知識體系，可令人見到每一科學所應有之廣度與高度為何如。每種科學，自其範圍內盡量發掘材料，收集材料，即在開拓其基層廣度。及至繼續處理材料，判斷材料，尋求其定律關係，最後更發明最高原理，以解釋全部事象，使得系統的說明，即係發展其上層高度。學者對於一科，如能循序漸進，潛心鑽研，即可望由其事實現象之基層，升至定律法則之中層，最後更進明其最高原理，以達於頂層。及造至此境，即將盡窺一科之廣度與高度。並將見所包攝之景象，極為偉大。如近代之數學、物理學、生物學等，即皆有高瞻遠矚之能事。將如賈生惜誓篇中之黃鵠：

一舉兮知山川之紆曲，

再舉兮知天地之圓方。

所舉愈高，所見之景象亦將愈廣博而真切。倍根有言，人類可在學海之中，尋求一座聳立的高塔，以使自已得



以據高臨下，俯視一切。如近代之物理學、生物學，以及其他理論科學之發展，即頗能有此景象。

第四節 歸納與演繹兩派之爭平議

在思想方法上，希臘理性哲學家，多推重理性的演繹推論，而輕視感官經驗的認識。如冉龍 (Zeno) 重視理性之真，感覺之妄，至創立種種詭論，以否認直覺親知及常識經驗之真實，即為名例。至十六、七世紀，經驗派又極端反抗傳統思想，遂主張觀察實驗敘述歸納之法，始為唯一獲得正確知識之密鑰。平情論之，兩派皆有過激之處。因理性派方法，專重演繹，甚至如普通形式邏輯家，只管推斷，不問前提，只管演算，不問直覺，只問由如是前提能否產生如是結論，却不問由如是前提生出之結論是否真實不虛，即甚失之空疏。至經驗派方法，偏重歸納，亦不無失之膚淺。今就感官知覺言，固為獲得一切知識材料之重要淵泉，但單憑感官經驗，實不能建立科學知識之系統；因科學知識，不單是經驗事實之收集敘述，而是要由膚淺經驗及粗樸事實中，鍛鍊整理出富有意義之定律原理。此項整理事實及擴大經驗意義之活動，即純屬理智思考之工作。故潘嘉烈曾云：「經驗只能告知吾人以物與物間之關係，至物與空間之關係，或空間各部之相互關係，則非經驗所能論到。」又云：「經驗僅為個人的，而自經驗產出之定律，則為普遍的；經驗僅為近似的，而定律則為精確的；經驗常是起於綜錯混雜之情況中，而定律之陳述則須除去此種紛紜錯雜。吾人欲由經驗得一定律，非先行理性的概推不可。」(Poincaré: *La Science et l'Hypothèse*, p. 101) 潘氏為十九世紀末季一數學物理名家，由其言可知經驗不僅在數學中無大作用，即在物理學中之作用亦甚淺，僅能提供物理知識之原料。至如何由經驗材料以至發見定律，並推廣定律以至成立原理，則尚賴理智之概推思索。理智的思考及構造，並不在將經驗事實之內容性質改變，而是在設法消除感官之差誤，以愈求明事實之真相；或在構造簡明符號公式，以描述愈大量之事實，俾作雜亂經驗之代替；甚或在求將多數散漫定律，綜合於一最普遍之原理下，使便於控制與思維。蓋科學知識，並非由物象印於人心而成，而是由人心作用於經驗之結果；實如康德所述，經驗只能供給

吾人以知識之材料，尙須待理性提供知識之形式，始克有成。

故在十七、八世紀時，雖培根、洛克，及法國百科全書派，皆提倡經驗主義，盛道歸納邏輯，而同時起而糾正此項偏重之弊者，亦大有人在。如萊布尼茲 (Leibniz) 卽針對洛克之經驗哲學，大事批評，並對培根之旨信實驗，力加非議。曾云：「培根在一切研究上，都予實驗以高價，但關於實驗之意義，似非深知；他把實驗看作一種機械，視爲一經推動，卽會行其所當行。不知在自然科學上，一切研究都是演繹的，先驗的；實驗只是思想過程的輔助手段，實驗如有何種意義，必在實驗之前須有思想。」萊布尼茲之言，實能深見近代科學之三昧。因晚近在自然科學上，許多新發見，除極少數由於偶然的啓示外，大部分則出自有目的的觀察，有計劃的實驗，幾經艱苦研究，始克有成。不然，如盲目摸索，無確定之目的計劃去指導觀察與實驗，卽將如釣昏水魚，必鮮成果可期。而研究計劃之確立，則純賴理智的想像力構造力，先立假說，推定結果，然後由觀察實驗證驗之。故十六、七世紀之科學家固多是先做實驗，後得定律，但已多勞而無功者。因之至十九世紀，科學家從事研究問題，率多是先有假設，後做實驗。如理論物理學，更常藉重數學，由數學推得新的定律，隨後始略做試驗以資佐證。歸納試驗，在近時科學研究上，確已不及演繹推理之佔重要地位。尤在高級的科學，或科學已發展至較高之階段，卽甚藉重演繹的推理，並尤重視數學的演繹。羅素亦曾云：普通所謂發見事實的歸納法，只在科學未成熟時有用，至成熟的科學，都要變爲演繹的；卽使用到歸納試驗，亦不過用以證驗 (Verify) 演繹推理之結果而已。此與上節果不羅所述科學在幼年時是歸納的，其成年時是演繹的，實爲同一深見。

以上係略述歸納與演繹兩法在應用上應有之分際或限度。茲再一評近代人對於事實與理論之態度。古希臘人甚重視理論，因視理論常可投射出光明於事實之上，而闡釋其意義。近代人因發見古代傳來之理論多不能兌現其票面價值，遂存反古態度，極端推重事實，而尤重視新事實。因每發見一新事實，卽常能帶給人類以許多新權力；如電磁現象之發明，卽提供現代人類以無窮無盡之力源；許多化學原質之發見，又大爲工業文明進步

之要素：如氫之用於飛航，氦氫等之用於電燈炮，鋁之用於飛機汽車，鎂之用於鍊鋼，銑之用於醫藥治療，最近新二三五號鈾(Uranium)之發見，又將於工業上發生一種大改革，諸如此類，不勝枚舉。至在生物界中許多新植物新動物及新微生物被發見利用後，對於農業學術貢獻極大，尤不可勝數。總之，近代人因愛好權力，崇尚實用，而新奇事物之發見，無論其屬於無機界或有機界，常為實用權力獲得之淵泉，故甚鼓舞人心，對於大自然中任何事物，觀察試驗甚勤，發明發見亦多，在事實界之知識擴充極大。同時見統一各種事實之理論，如由古代傳來者固多不符事實，即現代成立者亦常新陳代謝，變化極速；如上編第五章第三節述十九世紀來物理學界之革命思潮，機械自然觀方成立不久，又為電磁觀、相對論、量子說等起而代之，遂令現代人士，感覺在如此世界中，除發明一層一層新事實足以推倒舊理論之外，即別無何種更有價值東西可資保留。並令人心對於理論之追求，漸感疲倦與失望。實則近代之進步，得力於新事實之供給權力處尚多，而得力於學理提供遠見深識之處亦不少。常人重視實際功利，畏懼高深思想，遂至只歡迎新事實，而懷疑理論之妥當性，以為疏懶之掩飾。但在稍偉大之科學家，即察見其雖處此崇尚實用功利及物質虛榮之世，亦必有其高尚之理想在，決無輕視實用而墮入淺薄實效之危險。因真科學家，必少遊心於世俗利害，其心志所專，常在學理方面，設想簡明公式，以敘述自然界之秩序，並常謀建立一種思想系統，以圖匯合萬種現象為一體。吾人稍多讀近代大科學家之傳記，即可知現代真正的科學精神之所在，決不似通俗之所見也。惟學者個人之癖性常不同：有專愛經驗事實，崇尚試驗歸納，而無心匯論其結果者；亦有偏好原理之討論，崇尚演繹，而厭棄事實之探究者。前者獨尊經驗，雖煩不厭，其貢獻常為發見大小各不相續之事實，但其態度，常輕視理論，斥為空疏。後者則偏愛系統，而無興趣於瑣細事實之觀察實驗，僅留心於理論之演繹。人能兼具二種特性者，實不多觀，此實一無可如何之事。惟此兩類偏才，皆同一重要。多有重視事實愛好實驗之學者，然後科學之內容廣度，可望加豐，天然界之奧秘，可望多所發見。多有愛好系統演繹之學者，然後科學之深度或高度，及綜合匯通之力，可望增進。無前者，則事實之觀察實驗，無人從事，科學之理論，將無堅確之基礎。無後者，則科學之理論系

統，將無由形成。例如上編第三章之四述泰柯與蓋伯力師徒二人，則爲科學史上最著之佳話。前者爲一堅忍觀察家，曾數十年致力於天文現象之觀察記載；後者則爲一系統家，善將其師之記載，運用數學公式，加以整理，卒發見行星軌道爲橢圓之定律。無前者，則後者之行星定律無由成；無後者，則前者之觀察成績亦無大用，兩人實相需而成也。不過在科學史上，常有發見雖多，而理論較少之人，如在實驗室中及天然界中，子子終身，以求科學進步之無數學者，雖亦有造於科學，其名常多隱晦不彰。至才思豐富，眼光銳敏之理論家，常具特殊想像與綜合之本能，於絕不相類之事物中，每能察知其關係，發見定律，造成理論，雖於事實無所發見，反常享不朽之榮名。如牛頓一生，於事實幾無所搜求，其於學術界之大貢獻，惟在理論。至其理論所據之事實，反常取給於他人。聞其在青年時，本已應用數學計算，造成引力理論，但因據時人所信地球表面每度爲六十英里之說以計算月球軌道曲度，結果不確，牛頓雖心知時人所信地球表面度數有誤，但亦不加試驗以證其說之真否；直待數十年後，經一不著名之學者，以實測證明舊說之誤，每度差誤幾至十英里，牛頓始重新整理其久棄之問題，而發見此新試驗與其理論，極相符合，至是始發表其引力理論。但此從事實測改造舊說以供給牛頓製造定律之人，則被人忽略不著，黯然無聞。誠以科學著作之功能，原在使稍有見解之人類，皆能了解其說法之明白簡單，有序有意，成活潑有趣之知識，決非乾枯煩瑣之物。是故科學家之職務，非在專事堆聚許多事實，而在能建設或選擇一組基本觀念，以將複雜事實，納入簡單之範圍中，貢獻極有條理之說明。僅有事實之搜求，而無系統之理論者，非真正之科學家，世人自不加之注意也。如 Maxwell, Avenarius 等，皆近代著名之科學家，然諸人平生少致力尋得何種事實，惟言定律或理論，則可稱巨霸。至於事實理論二者兼長之學者，科學界中亦不乏其人，如達爾文、赫姆哈慈 (Helmholtz)、居禹耶 (Cuvier) 等即最著者。惟此等二者兼長之天才，實不多觀。常人則多有所長短，長於此者，或即弱於彼矣。

就科學研究之本身言，上述兩種人才，皆同一需要，自不宜有所輕重厚薄。人之興趣不同，非人人能爲高玄之演繹，與穩固之理論。只宜各就興趣之所在，力求科學之進步，無論其所貢獻爲特殊事實之發見，抑爲理

論之建樹，皆於科學，同爲有功。吾人亦不必斤斤求事實歸納於系統家，或求理論演繹於實驗家也。

第五節 附述滿演生論科學之闡理

由上數節可略明各種理論科學構成之形式與方法，吾人於論述此問題時，常引近代名家之說爲據，就中暗引滿演生之說尤多，茲特介紹滿氏學說之梗概，以爲欲求深切理解科學原理與方法者之一助。

滿演生 (Meyerson, 1859—1933)，原爲法國一化學專家，後轉移其興趣研究科學進化史，考察科學把握實在之情況，頗能闡明人類理智活動之法則。先於一九〇八年出同一與實在 (Identité et Réalité) 一書，由各種科學之結論，推求科學推理之重要歷程，引證極爲豐富。繼於一九二一年出科學之闡理 (L'Explication des Sciences) 一書，批評孔德之實證主義，指明科學重要理論之起源，及演繹推理之歷程，聲名大著。以後續出相對論的演繹 (La Deduction Relativiste) (一九二五年) 及思想之路徑 (Du Cheminement de la Pensée) (一九三一年) 兩書，以見其說之結果，亦可表見於相對論，及各種實證科學中。滿氏以一科學專家，而能長期沈潛於哲學史及科學史中，以明古今來科哲思想之系統，實爲最近最博學而又最有深見之一學者。

其目的，在尋求科學構思之路徑，並評訂由是思想途徑所尋得之原理。其說法係由常識、科學及哲學三方面去觀察之。謂吾人在常識感覺中，遇見外界新奇之現象，即常起卽物而窮其理之感，可見「窮理」爲人心之自然要求。惟常識所認識者甚粗淺。科學卽由常識出發，追求更精深的認識。常識所見，僅爲感覺的物，科學所發見者則爲物之種種關係定律與結構。科學之結論，常極爲抽象，離常識感覺極遠，但所知則能離主觀而獨立，而愈近於實在。近代科學家如愛廷頓 (Eddington) 輩，認科學理論，純爲理智構造之產物，而懷疑其所代表之實在性者，實爲大誤。至科學之職務，不僅是現象定律之敘述，而尤在因果原理的說明。如孔德輩主張科學限於現象定律之探究，反對實在本體之推求，甚至反對研究星球之組織構造等，實亦偏見。滿演生因發揮科學闡理之法，謂科學之闡理，純用演繹推理。因由經驗，只能得到事實前後相續之定律，令人惟見其常然，

而實不能理解其所以然。故科學家在用歸納得到事實之特殊定律後，必再更進一步，闡明此類定律成立之理。換言之，必再用演繹推理，進求足以釋明經驗定律之原理。演繹推理，爲人心理智最高的構造作用，能超越經驗事實之限制，用合理的想像，以擬造足以說明經驗定律之理由。如構造光波說以釋明光之屈折反射及干涉之定律是。滿演生由科學發達史，推出科學家演繹推理之密鑰，即不外古希臘理性哲學家所示異中求同，或變中尋求不變原素之方法。蓋「不變原素」爲構成事物之要素，可爲理解事物變化生滅之基本。例如遇一化合物，如能尋出其構成之原素，即可得完滿的說明。又如研究一作家之作品，如能尋出作者之基本觀念，則作者所有各部分著述之意義，亦易得完全之了解。當尋得變中不變之原素後，據以推論變化之現象，其程序即係「由同推異」，由同一不變之原素，以說明表面極爲差異之現象。例如物體燃燒與鐵生銹兩事，表面雖極不同，而由養化原理，則可指明其爲同一作用之結果。故滿演生謂科學演繹或闡理之機構，即不外是異中求同，及由同推異之法則 (*Le schéma d'identification*)。換言之，所謂科學的說明，即在尋求因與果中之公共原素，而又同時指明因與果貌似相異而實相等之理由。此項別異同之法，可於各種科學推理上印證之。先就數學言，數學之演繹一定理，或證明一方程式，即在設法由同推同，由異而同，指明一公式前後兩端之數量，在形式上雖不同，而實可相等。如披打哥拉斯之證直三角形之斜邊平方形與其他二邊平方形能相等之方法，即爲佳例。次如力學中之基本公式爲惰性律，則爲加利列由因果相等之理推出，即謂凡物靜者恆靜，動者恆向一方而動。後半頓即據以發揮成爲三大定律。蓋由因果相等，則見在前後時間之變化中，必有不變者存在，此不變之原素，即爲永恆的動或永恆的靜。又次如能力常住一公式，爲物理學中一基本原理，其意亦係按因果相等之理，指述能力之形雖有聲、光、熱、力及電磁現象之不同，但其量則一定，且可由此變彼。又次如物質不滅之法則，爲近代化學闡理之靈魂，而細考此律之意，亦在指明物質之分合變化雖如何奇妙，而仍有其不變之原素在。此不變原素即物質之重量，可以天秤定之。至如生物之分類定種，亦係在變中尋求不變之種型。故總而觀之，一切科學之闡理，皆不外循古希臘哲學家巴門尼德 (*Parménide*) 所示「異中求同，變中尋求不變」之

名言以進行。蓋天下之物，莫不有理。一事象之形成，決不能無因而至，或無中生有，此爲有思想之人，心所同然。今萬象演變於時間空間中，千形萬態，亦不能無中生有。希臘學者，卽想其必由某種固定不變之原素構成，因創出宇宙本體（*Cosmic substance*）之說，以爲吾人運用思想之目標。其結果，產出古代物質一元之原子說，及近代能力一元之電子說。可見人心理性好同而惡異，喜永恆而惡變遷，愛統一而厭雜多，故其天然願望，卽在變中求尋不變。

最後滿演生更指明人心理性，雖有「化異爲同，引萬變入於不變」之天然要求，但外界實在之性質，實過於雜多，常有非物質一元或能力一元之系統所能完全把握者。故科學家雖抱宏願，欲將全部外界，尋出合理之解釋，而其實際，是常遇見不合理的（*Irrationals*）及無法可解之現象，將其困阻。如生命之能創造進化，卽非物質一元論或能力一元論者，所能完全解說。可見科學之願望雖宏，而其能力則有限制，只能闡明宇宙一部分之現象。科學家必再認清此點，庶少大膽獨斷之弊。

第一節 論科學之哲學考查

近代科學，對於宇宙內各種秩序法則，實已所知不少。此神奇無比之宇宙，對於知識幼稚之原始人類，原僅漆黑一團，以爲除有全智全能之神外，將無人能窺察其奇妙之組織結構。不料自有科學，尤以自有近數百年來進步極速之自然科學，紛在宇宙各部發露出無數自然法則，探明其結構程序，投射出無限光明，燭照此世界中許多深藏奧祕，此實爲近代科學上最偉大最光榮之事。

但近代科學之貢獻雖多，而引起偏僻武斷之處亦不少。每見科學專家，以宇宙偵察者之使命自負，對宇宙之祕密，謀得一深切理解之時，世人固不勝感佩其力大心雄，有開鑿混沌之功。但當少數專家，鑒於科學成功之大，即不覺自鳴得意，直捷取用某一科學之特殊結論，以偏概全，大膽的推至其應有之範圍外，即露武斷曲解之嫌。如赫克爾 (Haeckel) 發揮其一元哲學，截取物理化學之原理，欲將生理現象及精神現象盡行包入，即曾造出許多不經之談。又如在十九世紀科學萬能呼聲甚高之中，常有許多專家，不容許他人對其範圍內之題目，作任何判斷。有化學專家，不容生理學家侈談化學，有物理學家不容化學家侈談原子力學，尤其是有許多科學專家，常不耐哲學家侈談科學。此種態度之不當，郎格在其唯物論史中已概乎言之。(Lange: History of Materialism; Second Book, Second Section, Ch. 1) 郎格謂譬如一雙鞋子，在若干點上，固應以製鞋家爲最適當之判斷者，但在若干點上，亦應以購買人爲適當之評價者，並在其他若干點上，更應以解剖家、雕刻家、藝術家爲適當之判斷者。尋常工業上之產品，即不僅純由製造家之觀點批評，亦應由消費家之立場批評。科學亦然。近代科學，因能分工專精，固有許多專家，在其特殊部門內，建立許多特殊卓越之發見，但專

家們如竟因此而否定他人對其專題，陳述意見，或竟至否定以求自然綜合觀爲目的之哲學工作，即將陷於大謬。

故在近代思潮中，會有許多思想家，力本思想自由之真義，從事科學批判之工作。或則考查各科之基本假定，審評其出發之根據；或則疏證各科之結論，釐訂其應守之範圍；或逕反省分析人類之認知能力，考察其限度，務求得一合理可信之基礎。凡此種種審查科學原理之工作，即屬於科學之哲學。其最終目的，一方固在闡明各科之立場限度，他方亦在求能總匯各科之正確結論，以成立一合理的世界觀，並使各科研究發明之材料，各能得其所應得之地位。因各科常以分析專精過甚，容易固執於特殊，而流爲武斷。各科之定律原理，在時間空間上使用得當，其所含之真實性，固遠出常人想像之外。但如應用失當，推論至其應守之領域外，亦易犯以偏概全之弊。科學之哲學中，有「科學之批判」與「科學之綜合」，即在努力從事論究如何適當應用科學定律原理之工作。哲學本係表現人心一種求知無厭之精神，以竭力探索知識全景，企求一種深遠的識見，引導吾人得逼近各種問題之最後解決爲目的。故對一切科學一切知識，皆是不憑信仰，不存成見，務將其本身性質，組織方法，構成原理，應用範圍，以及吾人主觀認識之能力限度等問題，加以審思明辨而後已。此種探究，常能提供許多新的可能，小之引導個人由其曲學成見中解放，脫離狹隘偏私之目標與興趣，大之並可左右時代思潮，引導自然科學達於正確研究之途徑。

故在西方科學與哲學之關係，常極密切。在其歷史上，哲學家之闡理，即常在科學家研究之前，或在其後。如古希臘初期，即係哲學爲科學之前驅，先有一批宇宙哲學家，如泰爾士、如披打哥拉斯等，發起研究宇宙之本源及事物之究竟等問題，以後始孕育出數學、天文、物理、生物等科。其在近代，亦尤有培根、笛卡兒等，或努力爲科學定進行之方針，或爲科學立觀測之原理，以後始逐漸產生各種自然科學及社會科學。及至十九世紀，各種科學之「體與用」，已漸臻備著之後，亦有一批思想家，由哲學立場，以推廣科學之理論，或評定科學之價值，一方可使哲學開拓無限新問題新領域，他方便科學之義蘊益得發揮深透，此實爲近代思潮之大

觀。

本章以下各節，即欲根據近代「科學批判」與「科學綜合」之思潮，將各種理論科學對於宇宙自然所取得之認識與理論，作一公平的檢討，明定各科應有之價值地位。其程序即按前述之科學分類表，先析論數學之性質與功用。次論述無機的自然科學在一般思想上，及在物質宇宙之解析上所有之貢獻。第三即述論無機的自然科學與各有機的自然科學之關係。第四、在指明自然律之多元性。第五則欲於科學的自然觀之外，更提出一哲學的價值觀，以補科學的自然觀之不足。最後則提出人類在宇宙中之地位與工作一問題，以明科學之價值，及可能擔負之使命。

第二節 數學之功用及其性質

數學是一體系極為完美而又功用極宏之科學，其他各科，皆應取為模範。先從實用言，自天文學、理論力學、物理學、化學、實用工程學、以至生物統計、經濟統計之技術，莫不深賴數學方法為輔導研究之利器。蓋紛紜萬狀之自然現象及社會現象，如單用觀察實驗及採集之手續，而無數學方法駕御其結果，則所得之知識，即將渺茫不清，不能達於精確之境。故近代學者，無論研究任何現象，多測重定量的分析測度，務求明其種類形相，及變化之數量關係，以便進立公式表示之，或用幾何圖形解說之。凡能運用數學組成之定律公式，如物理定律，或化學公式之類，即甚確切精密，而又便於概括綜合，可用以預測未明之現象。例如牛頓之萬有引力公式，既能包舉地面上之物體下落，月繞地球，及羣星繞日之現象，而說明之，計算之，又能預測未明之星體，如婁晚黎耶 (Leverier) 用以推得目不能見之海王星，即足見其能籠罩一切。又如門得里夫 (Mendeleef) 之化學週期律，能以幾次序布置各原質，製圖預留空格，以為將來求得新原質之地位，且以後果能如其所預期，亦為最佳之例。蓋數學方法，既長於分析，又便於概括。科學家如能藉用數學方法以思索自然之理，自會深感其極便於連續推闡，分析入微，又能綜合許多貌不相關之事實，而會通之。試觀近代各種最進步之科學，其所得

之曙光，即多是經過聚爲一點之算式。此點愈明晰，愈清楚，則從之射出之光亦愈濃密，愈能助人窺見事物之奧理。自天文之簡單定律起，以至物理化學之複雜定律，更推至少準確性之生物定律，心理學說，及歷史社會事實，莫不是在設法運用數學方法，以綜其四散之知識，俾能鑄成確切公式，以爲演繹概推之用。有如此圖撮集四散之光線，集於一點，俾能從此光點，復向外投射，燭照一切而不誤。惟惜除力學、物理學、化學以外，歷生物學、心理學，以至社會學所處理之生物現象、心理現象、及社會現象，皆極變化複雜，聚光之法，即愈見其漸欠完美，其公式愈不確定，愈不分明，易多錯誤。

計從來對於數學一科深感興趣者，常有兩派：一爲實用派，一爲哲理派。實用派，重視數學之效用，重視其在天文物理機械諸方面應用之功績。哲理派則異是，重在考察數學體系之邏輯結構，及數學真理之性質。就推進數學之成績言，哲理派之貢獻尤偉。如古代埃及、巴比倫，僅有許多實用的算術歌訣及實用測量術，至希臘因得披打哥拉斯等發起數目哲學、幾何哲學，成立一種「數理的宇宙觀」「點的空間論」，始將數學之價值地位，提高推進。使無希臘學者高玄的興趣，以窮探數與形之形上理體，將不能產生古代之數學，實可斷言。近代亦然，如無理性派哲學家如笛卡兒及萊布尼茲之數學天才，則解析幾何學及微積分學或將尚未產生。

在哲學家，能對數學常感興趣者，多僅理性派。自希臘巴門尼德發覺感官經驗所得之一切認識，祇是假相，認真理或實在，惟存於理性之發見中，即樹立唯理論之旗幟。其後繼者，皆認理性的思維推論，始爲發見真理或實在之唯一淵泉，故甚重視概念的探討，邏輯的論證。而數學一科之內容，能從純粹理性之抽象思考中演繹推論出，即甚合於理性派之論理要求。且此派素認定這個宇宙，是可用先天理性所推得之原理來規範。而數學所討論之公式，雖不賴經驗建立，不求合於自然界，但自然現象，常能承受其約束，許多數學理論，常能變爲實際事物之重要形式，此尤爲理性派所心悅。披打哥拉斯即盛贊數學觀念，極能表現真與美。柏拉圖即盛道數學之最高作用，在能引導人的智慧，脫離實際事物之限制，以轉向光明的理念界。曾額其學院之門曰，

不學幾何學者無入此門。亞里士多德在後分析論中，詳論真正的科學知識，應為推證的知識，而其所舉之實例，即以數學為模範。又如笛卡兒在方法論中，自述研讀歷史、神學、及傳統哲學之時，隨處皆覺諸科多如建築於泥沙之中，極乏堅固不搖之見地，令人懷疑滿腹，衆難塞胸；惟讀數學一科，則感其理「明白清楚」，系統井然，因即師取數學方法，發揮成爲「先分析，後組織」之著名方法。至如近人羅素氏，則謂正當看去，數學不但是有真理，且有無上的美，有冷靜而純樸的美，如雕像一樣，雖無圖畫音樂之豔裝，卻極純樸而崇高，莊嚴而充實 (Russell: *Mysticism and logic*, p. 60)。羅素並崇愛數學中之永恆真理，謂其頗與柏拉圖之「原型觀念」(Archetypal Ideas)及斯披羅沙之「永恆秩序」(Eternal order)相似。因主張哲學，亦應如數學一樣的完全。

實則自邏輯觀點言，數學之定理，論證皆極精確，各理連貫，又極有系統，實堪爲各科之模範。惟就運用數學以表現實在之情形言，設似希臘天文學家中之幾何學派，以爲上帝是一幾何學家，其所造之宇宙，皆按幾何定理以表現，且其幾何學亦即希臘人之幾何學，則有獨斷之嫌。又如笛卡兒，提倡「普遍的數學」(Mathématique universelle)肯定數學爲貫通自然萬象之密鑰，亦有言過其實之處。因自相對論產生，即證明歐氏空間，不能絕對適用。又十九世紀興盛一時的生物學、心理學、地質學，很少受到數學之效用，亦證笛氏之數學主義爲非普遍必需。尤自「非歐派幾何」產生以後，不僅將康德所倡「時空的先驗直觀說」，及數學原理是如何普遍而必然特性，盡行推翻，且反證明無論是「歐派幾何學」或「非歐派幾何學」，皆無何種客觀必然之性質。於是昔時持「理性法則」或「數學法則」，亦即「自然法則」之論者，至是皆改變信念。昔日持數理的實在論 (Realism) 者，至是多改抱名目論 (Nominalism) 之態度，咸認數學知識，與其他之名詞符號相同。僅是些方便規約 (Conventional conventions)。其定理皆是由一種基本假設推來，基本假設若變，則所推得之定理，涵義亦變。故數學真理，亦只是假定的真理。

誠以數學本非論究「存在」之科學。如幾何學、代數學、微積分學等所討論之形、數、量、連續、無限小

量等，皆非自然界實存之物，而純是人心理性抽象而得的共相，只有概念的存在。其涵義全不能由感官經驗窺察之，僅能由思考之力，理解其性質，推知其真義。故數學對於事實界，原不發出何項斷言，不能由數學產生何種自然哲學。數學家並不重在考察事實界之法則唯何，僅在其範圍內，闡發其自相一致之理論系統而已。惟數學是論究量的科學（Science de quantity），對於一切可能有之量，常欲詳究其性質關係。而量者，乃一切有形之物所必具。任何實存之現象，莫不具有一定之量，表現一定之形與數，故可用數學方法駕御之。且一切實物現象，自其性質（quality）觀之，自覺雜多歧異，種類萬千，極少同點可以把握。但如能「化性質為數量」觀之，即將見性質紛異之物象，亦常有「公量」，表示其關係。例如聲音之性質，有樂音噪音之不同，但如化為振動數量，或波動數量以研究之，即易明其比例關係。顏色亦然，就其性質言，可有青、黃、赤、白等無數種類，但如化為光波數量研究之，即易辨其異同之處。又如在無數原素相化合中，能知其最簡的數目關係，如定數比例，及倍數比例，則化學即有化繁為簡之妙用。故量者，實雜多現象之一寶繩也。實物現象，縱如何彼此歧異，而用量定之，即常能聯之矍矍如貫珠。數學為精於論量之科學，故一切實物現象所表現之量，自易包於數學語言之範圍，而可推定其關係。各種自然科學，皆須依數學為研究之利器者，即以此故。

第三節 近代自然科學與自然主義

近三百年來之自然科學，因研究方法，精密確切，在自然之剖析與征服上，已獲得無限驚人之成就。茲暫不提科學在物質文明進步上之功績，僅言科學理論在一般思想上及哲學資料上之貢獻，影響已極偉大。如進化論發明，對於生物演進之複雜情形，即已得到許多光明燦爛之解釋。相對論產生，即已大變近代人士對於空間時間之見解。電子說成功，能將物質內部之組織原素，及構造情形，陳列於世人之前，尤為博人喝采之事。幾於所有宇宙之結構問題，物質之基本原素及組織法則問題，生命之起源與進化問題，以及心靈意識之內蘊問題等，為歷代思想家認為極難解答之謎者，至是皆可在各種自然科學中，獲到新解釋。此項成就，遂令近代人

士，發生一種極樂觀之態度與幻想，以爲科學如再進步，則完全達到理解宇宙人生各方面問題之境地，似已不在遠。並認形而上學中各種難題，亦可用科學將其全部或一部分解決之。縱現時尙未完全達到目的，而將來必可達到，並非不可能之事。

在此樂觀之空氣中，即有一部思想家，逞其玄妙思想，或以無機的自然科學（如物理學、化學）之原理爲本，或以有機的自然科學（如生物學、進化論）之原理爲據，執着一原理以推概萬殊，將世界各部自然現象，作普遍統一的解釋，遂成爲哲學中之唯物主義（Materialism）或自然主義（Naturalism）。

唯物主義與自然主義，在性質上原無大異，唯着重點稍不同。唯物主義，測重以物質爲說明宇宙萬象之基礎，如古代之原子說是。自然主義則特重宇宙變化歷程之機械性，以一種或數種自然科學原理爲說明之本，以自然法則爲一切事物的最後解釋，並以一切人與人的理想，均被視爲自然之產物，而欲全用自然科學之公式名詞解釋之。如斯賓塞之機械演化論，及赫克爾之一元哲學是。但兩者所抱之目的，皆在破除迷信，拋棄上帝之假設，否認此世界是由任何全知全能之神所創造與治理。至所據之原理，古代唯物論者，則由玄想思辨構成之宇宙四根及原子學說，以爲解說宇內紛紜萬態之本。十八世紀之唯物論，則係採用無機的自然科學原理爲據。十九世紀之斯賓塞及赫克爾，則兼採無機的自然科學及有機的自然科學之原理，即物理學、化學與生物進化論，以建立其說明之體系。

此類學說，簡明易曉，對於當代之傳說迷信，常有啓蒙解放之功。如古希臘宇宙哲學家，設想水、火、土、風爲構成宇宙萬物之四原素，並發展出原子學說，建立一純物質的宇宙觀，即曾引導當代之希臘人，從其神話奇蹟之迷信中解放，而達於一思想光明之境。（上編第二章第二節）至十八世紀法國百科全書派所倡之唯物論，構成一種透闢而合理的科學世界觀，用以反對當時腐敗教會及傳襲專制，亦曾令一代人心，極感興奮。如一七四九年拉美脫理（Lametrie）出人機器（L'homme-machine）一書，推廣笛卡兒所立「動物機器」之說，謂分析人身至最後，將見其純是一座物理的必然法則支配着之軀體，一個機械的結構品；人的心意作用，常隨

其軀體狀態而轉移；一切意識生活，推至究極，亦不過是感覺的組合物。如是，則特權階級常自誇言如何神祕偉大之處，即根本消失其意義。又何爾巴哈（Holboell）於一七七〇年出自然之體系（*Système de la Nature*），根據物理學、機械學之原理（此爲十八世紀之時髦科學），謂此宇宙間，惟物質及其運動能概括一切事物；一切東西，全由物質得生，且最後仍歸到物質去；至於人，亦不過是由物質組成到可以有感覺思想之地步而已。這個宇宙，既不受神的統治，亦不受任何機遇的支配，僅受必然不變的自然法則之支配。自然法則，乃事物本身自具之法則，既不知愛，亦不知憎，既不能由人力自由改變，亦非一種暴力強加於事物之上。許多人無端替自己造出若干神靈，於是生出許多無謂的恐懼和希望，這是完全忽視了自然，缺乏深切認識之故。故認每個人應拋除癡想，休望於所住世界之外，超自然之上，可尋到何種最高實體，能賜予幸福。應知盈天地間，只有一種真理，從不損害吾人，且只爲吾人解除無限愚昧與無知，此即科學之真理。各人惟有尊敬自己的理性，精治科學，研究自然，學習自然之法則，方能自拔於痛苦，擺脫歷代專制暴政與教會僧侶所設置之一切成見束縛。此書所倡之自然主義，曾爲一時代之福音，喚醒無限人士得自宗教迷信中，及以宗教爲堡壘之一切暴政中，獲到解放。

及至十九世紀中葉，因物理學中能力不滅法則之發見，可以普遍說明聲、光、熱、力、電磁各現象，同時化學方面，在十八世紀發見物質不滅之法則，頗能助人理解一切物體構成之原素及配合之關係，成爲化學闡理之靈魂，於是畢希勒（Ludwig Büchner, 1824—1899）即綜合此二法則，構成一種自然哲學，於一八五五年發表力與物質（*Kraft und Stoff*）一書。謂力與物質二者，是一而一的東西；物質實爲構成萬象之基本質素，其作用即能力；能力表現，即爲事物之各種變化，物質乃能力之保持者。世界萬物，被分析至最後；即見純由物質及其能力綜合構成。有生之物類，亦只物質在適當配合之境遇下自發而生。至精神意識之作用，亦必預想有機體之存在，爲有機能中腦神經系全體作用之表現。統觀此世界，除物質與能力外，即無有所謂神，亦無有所謂最後因。此書對德國十九世紀前期盛行之唯心論，曾爲一有力之反擊。

但十九世紀，不僅無機的自然科學極爲發達，即有機的自然科學，如生物學，亦極進步。尤以進化論之研究，在此時期，最爲引人入勝。在天文學方面，自十八世紀末拿破拉斯 (Laplace) 著宇宙之系統，擬定星云演化之說，以明太陽系之成因及演變，成立天體進化論，即常爲談宇宙洪荒者所樂道。在地質方面，有黎爾 (Lyell) 於一八三〇年，出地質學原理，成立地質進化論，說明地球演變之歷史過程，及古代生物演變之迹。在生物方面，先有拉馬克 (Lamarck) 於一八〇九年出版動物哲學，發起研究生物演進之理；至一八五九年，又有達爾文之物種由來一書出，永遠奠定生物進化論之基礎。於是即有斯賓塞 (Herbert spence; 1824—1902)，起而綜合各種散漫的進化理論，並引據力學、物理學、化學之原理，成立宇宙哲學，約其大旨於一八六二年出版之第一原理 (The first principles) 中，理論系統，尤稱壯麗。其書先係發揮一種不可知的實在論 (Agnostic Realism)，批評形而上學夢想認識「絕對」，視爲不可能之事。認一切超經驗的形上問題，如物質之最終極原素爲何，神是存在何處等，皆爲不可知者 (Unknowable)。故主張科學應避開形上的研究，將此類不可知問題，存而不論，惟注意力於經驗範圍內，專究一切可知之事物，始有成果可期。並謂哲學亦當如科學，避開此類不可知之問題，認清其職務，僅在尋求統一的認識，在將各科所獲之結論，匯合而研究之，以求得一普遍統一之原理。蓋科學重分門專攻，常注意力於其所謹守之範圍內，僅能求得局部統一之知識。而哲學，即須綜合各科所獲之結論，力求可以統一全部現象之原理。哲學如不能尋到此項基本原理，即無法綜覽各科或說明各科所獲之特殊理論，以完成其普遍概括之任務。斯氏此書之第二部分，即暢述其所成立之原理。其原理爲何？即由生物科學取得之「進化」或「發展」觀念是。斯氏素富尋求事物源委之興趣，故能對進化一名詞，頗有特殊之會心，視爲欲認識任何現象，苟不自其進化發展之過程觀之，即將無法盡知其真相。且其概括會通之能力極驚人，頗能用進化發展一概念，將許多表面極不相關的事實，如自然科學上的事實，心理科學上的事實，以至社會科學上的事實，加以聯絡貫通；能將整個宇宙，自天體以至地球，自無機以至有機，自下等生物以至人類社會，皆置於此簡單概念下，而說明其發生與發展。曾使進化之觀念，在十九世紀之思潮中，造成一

主要勢力。

何謂進化？據斯氏之解釋，凡事物由散漫無定的單純狀態，進於凝聚的有定的分化狀態，而同時其所有之運動，亦經歷同一之變化，即爲進化（第一原理第二部第十七章）。總其特徵，約有三點。一、就最簡的形式言，「進化即是凝聚或集中」，是從薄弱的聯繫，過渡到強鞏的聯繫；如從星雲凝聚成太陽系，從部落種族凝聚成國家是。二、「進化亦是分化」，即隨凝聚相伴而起，必有結構與機能之分化，由同而異，由簡而繁，由疎而密，始有進化之特徵；如在太陽系內，即自然分化出各種星球，在地球上而又自然分化出各種生物，在有機體內亦自然分化出各種器官是。三、爲「協調現象」，即結構與機能分化後，不能各自孤立，不相關涉，反之，而是隨着前進的分化，同時自然增加各部分的相互依賴，以組成一協合的體系；如太陽系內星球運行極和諧，有機體內各器官極能彼此適應，社會內分工發展之各種機構，能彼此協調是。且當全體之凝合作用，與各部分之分化作用增加時，各部分之運動，即相隨減縮，有如國家之權力日張，個人之自由活動即漸受限制。總而觀之，任何事物現象，經歷連續變遷，能從不確定不協合之簡單混同狀態，經凝聚分化，而進至成爲較確定較協合且較複雜之統一狀態，即在進化之漲潮中。且此進化之潮，亦非能永漲不已者。依斯氏觀察，萬物進化至相當高度後，即達平衡（Equilibrium）。到達平衡後，又有轉入衰化之象。因按能力消散之定律，每一運動，在各方面阻力之下，遲早即要停歇。故事物現象，每在演進達於平衡階段後，即漸表現從凝合返於離散，從分殊返於混同。如生物個體由生而長，是在進化漲潮中；及變老而死，則在衰化之退潮中。推之一切事物現象，莫不是由成而盛，復由衰而毀。故斯賓塞之宇宙哲學原理，可謂純爲一進化與衰化之普遍公式（A Formula of Evolution and dissolution），是一本赫然偉大的劇情，可以道盡宇宙星球動植生命以及人類社會之興亡變幻，實爲十九世紀自然主義中一極壯麗之系統。

此外又如生物學家赫克爾（Ernest Haeckel, 1834—1914），亦富哲學綜合之興趣，喜對各種科學，加以哲學的概括。在十九世紀最後十年，曾成爲德國自然主義之最有力的解釋者。其一八九九年出版宇宙之謎（Die

welträtsel) (馬君武譯爲赫克爾一元哲學中華出版)發揮自然的一元哲學，銷流甚廣。其立說，態度稍涉偏激。當時曾有著名生理學者黎芬 (Femie Dubois Reymond)，作兩次著名之演講（一係一八七二年在來比錫一係一八八〇年在柏林科學會），提出宇宙內有七不可知之問題，即生命之由來，理性與語言之起源，自由意志之真相，自然程序之配列，物質能力之性質，運動之起因，以及意識作用之淵源七者，爲世間七謎，非現代科學所能解決。但赫克爾態度極勇敢，稱此七謎，皆可解答於兩條基本法則之下。此二法則，一爲「實體之法則」，亦即物質與能力之法則。謂現代科學，已證明物質與能力二者，皆不生不滅，爲構成宇宙萬象之最後實體。凡一切可施權量之物體，其生滅變化之情形，無論如何複雜，無一不可以物質不滅一法則理解之。又一切能力之變換活動，無論爲機械的能力如聲、光、熱、電之類，抑爲有機的能力如生命力及意識力之類，亦莫不可以能力不滅一法則說明之。而物質與能力二者，實即同一實體 (Substance) 之兩面。除此法則之外，再加上「普遍進化之法則」，即可推知生命可能從物理化學之特殊結合下出現，先是形成有機原生質 (Protoplasm)，以後即進化成爲有感覺作用的精神原生質 (Psychoplasm)，最後又從精神原形質，進化出具有大腦神經系之神經原生質 (Neuroplasm)。蓋生命，可視爲有機原形質的能力之表現；「不自覺的心」，可視爲精神原形質的能力之表現；而「自覺的心」，可視爲大腦的聯想中樞的能力之表現。試觀察下等動物，以至人類的最高認識力與意志力，將見是從感受性與反射動作，經歷長久的精神變遷，逐漸發展進化，而現出自覺的思想，與自覺的目標。吾人可自上向下看，將靈魂賦予物質原子，視靈魂係潛伏於物質原子中之一種力；亦可自下向上看，承認心靈只是一種力的特殊表現，此外即無他物。二元論哲學所持三大中心教條，如意志自由，靈魂不朽，及上帝存在之問題，即甚覺無稽。因謂宇宙內一切，實莫不受實體與進化兩大鐵律之統治。故堅稱被解放的心靈，將祇崇拜自然，祇崇拜住於自然殿內之真理女神 (Weber and Perry: History of Philosophy. §70)。

約而言之，此類由自然科學發揮成之形而上學，因常引用一二種科學原理爲據，披有科學之外衣，故亦稱爲「科學主義」 (Scientism)。其立說在以自然爲本，以造化爲師，而排斥一切超自然超科學的假定，故甚

簡明易曉，接近常識。而且此派學者，多膽大心雄，其理論常有囊括宇宙推倒一切之氣概。如對唯心論哲學，宗教神學，以及傳統道德，國家組織，市民生活等，常能由其立場作勇敢的批評，故曾成爲西方歷史上多次革命思想或啓明運動產生之泉源。

惟精細觀之，此項自然主義，對宇宙社會人生各方面之推論，多誇張而誤解，常有強不知爲知之弊。茲擬將此類學說之長處及短處，在下數節略述之。

第四節 宇宙有定論

欲明自然主義優點缺點之所在，當自所根據之科學原理觀之。而近代科學所成立之原理甚多，可分爲一般的原理，及特殊的原理兩大類。且在特殊原理之中，又可再分出無機的自然科學之原理，有機的自然科學之原理，及社會科學之原理等。本節先審評科學中之一般原理。

克勒松 (Cresson) 教授，在其哲學系統 (Los systems philosophiques) 第二部第一章中，曾論近代科學所提供之一般原理，其概括範圍最普遍，而又最富哲學之意味者，當推宇宙有定論 (Le Determinism universel)。此條原理之意，在認定「凡天下之物，莫不有理」，認定此宇宙之組織結構，及在此宇宙內一切事物現象之生滅變化，莫不有其一定之原因與法則可以推尋，世間決無「無中生有」之物，或無因而至之事。十八世紀蘇格蘭哲學家蘭德 (Thomas Reid, 1710—1775) 曾將其意明訂爲兩命題曰：宇宙萬象是受固定法則（或定律）統治的 (The universe is governed by stable laws)，宇宙萬象是受普遍法則（或通律）統治的 (The universe is governed by general laws)。第一命題，在指陳統治宇宙內萬物之自然法則或定律，是固定不變，是前後齊一；故在時間中某一物之變化程序，吾人如確見其演現於此時者，即可決定其必演現於異時。科學定律，常有彰往察來之效者，即以此故。第二命題，指陳一物之自然法則，是對該類事物之全體，普遍有效，毫無例外；故吾人如能確知其一例之內容要素爲何，即可推廣至一般，概括其全體。而科學定律常有

舉一概百之功能，極收思想經濟之效者，卽以是爲據。此兩命題，深能表明萬物所具規律秩序之意義。

「宇宙有定」或「萬物有理」之說，在科學發展史上，曾爲促進研究精神之最大動力。但其能得世人之明認，則僅爲科學進步後之事。何謂其曾爲促進研究精神之最大動力，因科學家必抱萬物有理之信念於心，始能對艱苦繁鉅之研究工作，如窮年累月之觀察實驗，與冒險探索，不致稍因失敗而灰心，或稍遇難而氣沮。不然，如無此項信心，而懷萬物是否有理可尋之疑念，或竟迷信神道，視萬物之理乃神意所定，非人力可能詰究，卽將誤認一切研究爲勞而無功，一切努力皆屬徒然。如原始人類，迷信萬物有神，只知祈禱；中古人士，冀達天堂彼岸，惟事誦經，卽不能產生科學。必如文藝復興時季少數學人，悟神權迷信之無稽，堅信大自然是有一定秩序規律可尋，抱無限強烈之求知慾與研究慾，一往直前，以探發宇宙奧祕爲職志，始能研究有功，發見不窮。蓋在心理上，必對萬物之理，抱「信其必有」之念，認一切努力不致蹈空，始有「入虎穴探虎子」之精神，能甘冒一切試嘗錯誤之煩，以深入紛繁迷亂之自然現象中，而探獲其一、二法則或真理。

但「宇宙有定」「萬物有理」之說，在十六、七世紀時人之心，尙僅是一條未經證明之信仰。當時天文、物理、博物諸科，方在萌芽，尙無相當豐富之結論，足以證明宇宙確是有定，萬物皆爲有理。此期一班覺醒稍深理智發達之人士，對此宇宙，僅懷一種信念，一種發於本能的信念，信其必有秩序法則可尋，可以代替昔日所持「神治」之信仰。而在一般神學家，及智力稍淺之人，卽甚反對此項新信仰，認爲果如是說，則上帝之權力何在，善惡報應將有何着落。故當時教會，對科學研究之壓迫，甚爲激烈。如加利列曾被教皇鞠訊，白魯諾竟在羅馬受焚，卽爲科學殉道之動人故事。此項衝突鬭爭，歷時甚久。終因新天文學、力學先成功，如證明萬有引力一法則，確爲自然界中最古最精最簡單而又最普遍之法則；繼有物理化學之進步，證明大地上一切物質能力之紛繁變化，皆有其確切定律公式可求。於是宗教迷信衰落，自然法則普遍存在之說，始漸大白於舉世人心。

殆至晚近，各種科學愈進步，能愈將昔人視爲不可理解之現象，一一逐漸窺見其祕奧，卽愈證明宇宙有定

萬物有常之說爲不誣。例如昔人原視彗星出沒爲無常，風雲變化是不測，殆至天文學、氣象學成功，此類「無常」「不測」之變象，即一一變爲有常有定，而可預言彗星在何時出現，未來天氣之情狀爲何。其次如物理學、化學、地質學精進，證明物質界一切現象之演變，皆非偶然，實極有定，已令人深信縱欲預測人類將至何時燒完地球內最後一塊石炭，或預測水期何時將再危脅大地等，並非不可能之事。即如有機體之生理現象，原甚神祕難明。但自生理學進步，已令人深知有消化定律、呼吸定律、循環定律等之存在。又自解剖學精進，發見生物各器官之形態，有一定互連帶之規律 (Cuvier's law of correlation)，並能令研究古生物者，由化石內遺留之一齒一骨，即可推知該生物在古代屬於何種何類。再推之心靈生活及社會生活，原極變幻詭譎，尤難決定。但自實驗心理學進步，發見聯想律、學習律、制約反射律等，可能說明一部心理活動，逐漸證明心理現象，亦係有定。又自社會學、經濟學等進步，先後發明分工定律，合作定律，供給需要均衡律，土地酬報遞減律，劣幣驅逐良幣律等，各能支配統治一部署實現象而說明之，亦漸證明社會生活現象爲有定。故自天文學、力學、物理學、化學、地質學、氣象學、生理學、以至心理學、社會科學，先後成功，先後將宇宙結構之系統，大地物質界之組織構造，生物種類生活演變之法則，以至人類精神生活社會生活之法則，逐漸闡明，於是宇宙有定萬物有理之信條，初僅表現爲一種本能信仰之形式，爲少數學人努力試驗探發者，終得普及舉世人心。從前人類祖先，對此神祕巍然之混沌乾坤，神奇宇宙，除祈靈神力之外，視爲永非人力可能理解詰究者，至是皆被科學化爲無數定律法則之系統。且自應用科學發達，將此類定律法則控制支配，以增進人生福利，造成近代之科學文明，證明人類能在此宇宙中，獲得其所需求之一切，更能堅定人心，對此類宇宙大法之信任。人類能成爲自然界之主人翁，實純以能認識此類宇宙大法爲本。

故在哲學方面，十七世紀之斯披羅沙 (Spinoza)，即早具慧心，認清此理，引以建立其莊嚴的形而上學及人生哲學。在其名著倫理學中，謂此大宇宙，可分爲兩面看：一爲表面所現變化紛綸生滅無常之現象界，一爲其內部潛具的永恆秩序不變法則構成之實體界。凡現象界所有一切分殊個體，表面縱極紛繁無序，而考其實，

將見莫不有一定永恆秩序，將其聯繫統治。此項永恆秩序或自然法則之系統之於宇宙萬物，實有如機械學法則與數學法則之對於一座橋樑之構成，爲撐持組成其結構之基礎。因謂宇宙如真有所謂「神」，則此神決非如世人迷信爲有意志能福善禍淫之神，而僅是此宇宙所具偉大的自然法則之系統。宇宙大法之本身，並不顧及人類之意志，不知所謂愛憎，亦無所謂美醜善惡，而純依其必然程序以運行。世人實不能憑私好私惡，去妄評自然，更無需妄對自然發生無謂的希望或畏懼，造出無端之迷信。人如能真能對於宇宙各種自然法則之永久必然程序，研究愈多，認識愈深，得到一種「切適觀念」(Adequate Ideas)，足以「通識天地造化之機」，自能超越一切成見利害之束縛，脫於被動，達於自由主動之境地，而獲到最高之幸福。

斯氏此項碩見，極合近代科學證立之世界觀，故頗爲其後一般自然科學家所樂道。斯氏以後，不僅一般自然主義者，愈奮力發揮自然秩序普遍存在之說。即精神主義者，亦鮮不信宇宙萬象爲有定。且隨科學日進，克服「不可知」(unknowable)之實例愈增多，於是人類崇信不可知之議愈減少，愈信此大宇宙內，只存有「爲人未知」(unknown)之景象，決無不可知者。此對堅定未來學人求知之心，更有無限影響。

但宇宙有定，固無疑矣。惟係定於一類法則乎？抑係定於多類法則乎？堅信定於一類法則者，如赫克爾之一元哲學是。堅信定於多類法則者，如摩根(C. Lloyd Morgan)一派所立之層創論是。兩派皆有科學原理爲依據。顧欲明定誰是誰非，並求澈底瞭解此問題，惟有再深入各科之中，探明其最高原理爲何，審評其可能說明之限度何在，並指明其須待補充之點爲何，則最後公平而全整之自然觀，或會躍然出現。本章以下各節，卽力謀實現此一目的。下節先析述無機的自然科學。

第五節·統觀無機的自然科學之原理

無機世界，盡爲物質，種類紛繁，變化複雜，一切動植有機種類，盡生息託迹於其間。人類欲得生存發達，非先求明此物質世界之構成因素與變化法則不可。此物質大塊，冥頑不靈，原始時代之人類，卽無法理解

之僅有種種童話式或神話式之解釋。雖至希臘，有水、火、土、風，宇宙四原素之說，及原子象數之理論，以明物質世界之結構秩序。但無何種實驗爲證，僅屬玄學空想。直至十六、七世紀後，實驗方法，進步甚速，物理學、化學，得有空前之成就，始漸次將此原屬漆黑一團之物質世界，認識相當深透。

察各無機的自然科學發見之定律中，最爲十九世紀思想所推重，且被引爲建立哲學理論之依據者，當推化學中物質不滅一律，及物理學中能暈不滅一律。如前節述畢希勒會引此二律推概至有機界及意識界，構成一自然哲學，卽爲最著之例。但此二律之效應，是否卽如畢氏及一班唯物論者之所期，則尙待討論。

先就物質不滅律言，此原係古希臘學人設想之理，以爲萬物之種類千百，流轉變化無常，必係發於一種本身不變之實體，一種足爲構成萬物之基本原素 (The ultimate elements)。德摩克利圖會擬議此項基本原素，應是一羣不可再分之固體微粒，而稱之爲「原子」(Atoms)，其本身必不生不滅，不可再分，始能歷萬劫而不磨；且其數量是永恆一定，不增不減，僅形狀有大小方圓之異，性質有圓滑粗糙之別。宇內萬物，可視爲由此類不生不滅不增不減之不變原子，按不同數量，作不同配合以構成之。卽生命與靈魂，亦可視爲由精純如火一類原子所構成。並曾推謂宇宙間如真有所謂「神」，則神亦必同爲不變原子所構成，而決無例外。此項「物質結構的宇宙觀」，「合理的無神論」，簡明易曉，曾爲伊壁鳩魯所激賞，引爲建立其樂天倫理學之根據。惟惜其立說，純由思辨玄想構成，尙無實驗作證。直至十八世紀，鹿瓦西運用天秤爲武器，以分析一物體在化學變化前與變化後之重量，發見其常不增不減，於是物質不滅之理，首在重量不變上得一實驗的證明。後至一七九九年，化學家布魯士特 (Proust) 發見輕與養化合成水，其成分之比例有一定，常爲一比八，立出定數比例之定律，於是引起道爾頓 (Dalton, 1766-1844) 之注意，謂必恢復古代原子說，設想化學原質均由極微小而具自足性之原子構成，且各原質之原子質量有一定，在發生化學變化時，只改變原子結合之方式，對質量不生影響，始可理解數種原質化合成一物時，各以若干原子按最簡比例數配合之現象。而以後化學實驗進步，復能精密測定各原質之原子重量，立出「原子量表」，證明不變原子，並非空想之物，於是物質不滅之理，卽在

原子之理論與實驗成功上，得到確定之證實。自原子說成立後，不僅化學對於一切物體，作定性與定量之分析，極爲便利，大足增進人類操縱物質之能力，且令人相信一切自然物之知識，分析至最後，亦可以其原子的機械作用（即原子的位置與運動）說明之。如人類的思想行動，及一切精神生活，亦認爲僅是大腦原子運動之必然結果，是爲唯物論的自然觀。

實則原子理論，就其能透視物質界之結構組織言，確有窺見造化玄祕之功能，但其理論限度，亦僅止於說明無機物質，如欲急遽用以推至生命現象及精神現象，謂生命與精神，亦爲物質原子及其特殊運動所組成，則其爲幻想與獨斷，將與神學家之妄論並無二致。因唯物論者，至今並未能有何法證明由物質原子可以造出生命與精神之實例。且物質原子本身是永恆不滅乎？輓近放射性物質之發見，反根本證明其非。例如與鐳同族之原質，常因放射而變遷，當其原子放射出若干 α 粒子或 β 粒子後，即變爲另一原質。路瑟佛 (Rutherford) 於一九〇八年，即發見鐳放射出五個 α 粒子後，漸變成鉛。故放射性原質本身之生命，是能以放射而崩壞減少，反證明物質是可毀滅 (Annihilation of matter)。物質不滅既本身動搖，則據以推論自然界生命現象以至意識現象之說法，自更難成立。

其次，就能力不滅律言，此爲一種力學的物理觀，係物理學發展至十九世紀中葉始完成之理論，能將大千世界顯現之形形色色，如聲音、如光色、如冷暖、如電雷交作等現象，皆統一而說明之，實爲一條概括甚富之原理。在物理學初期，對聲、光、熱、力各現象之研究，原全憑人類感官之認識能力爲基礎。如研究聲音，純以聽覺爲基礎。研究光色，純以視覺爲基礎。研究寒暑冷暖之變化，純憑手指皮膚之觸覺爲基礎。研究力之大小動靜，亦全以人身筋肉所感之阻力動力爲基礎。但對電磁現象，人身無特殊感官認識之，初期即無電磁學一部門。但由五官感覺所知於物者，僅爲其聲色嗅味等性質 (qualities)，變化不定，既極膚淺，又易錯誤。直至十六、七世紀，物理研究，始漸有新方法新觀點出現。一、爲加利列提倡物理實驗，主張實驗結果，應爲數量表現，與數學密切合作，庶易精確表出自然法則之程序。二、爲笛卡兒之物理哲學，主張由物體之容積大小及

運動數量上，去確定物之性質，將一切由感覺所得性質上的差別，盡化為容積及運動數量之差別，實行「以物觀物」，始可把握物理之真相。自是以後，物理學研究，即踏入一新階段。如聲學之研究音色音階，即不單憑聽覺所感立論，而改由發聲體之振動數，及傳聲媒質之波動數，去定其性質。光學之研究光與色，亦不單憑視覺，而改由光波之長短立論。熱學之研究冷暖，亦不單憑觸覺，而改由物體之膨脹度，及分子運動數立論。力學之研究力，亦不單憑筋覺，而改由運動量立論。聲、光、熱各現象，皆可化為運動數量研究之，其結果自較前期為進步，可有客觀不變之價值。而專究運動之原理者，為力學。力學自十八世紀牛頓發明三大定律後，即漸將一切剛體運動，流體運動，氣體運動等統一說明之，已繼數學之後，成為相當完美之科學。至十九世紀，許多物理學家，遵循笛卡兒之物理觀念，推廣力學原理，用各種不同之動，去解說聲、光、熱、電等現象，頗有成功，遂漸形成力學的物理觀，然一時尚無簡明之說法。及後由達維 (Davy) 試驗，而知熱能力與動能力可以互變。由朱爾 (Joule) 之研究，並知熱能力與動能力(即工作)之互變，有當量之關係。由柏特洛 (Berthelot) 之研究，而知熱能力可與化學能力互變。由佛打 (Volta) 之試驗，而知電能力與化學能力可以互變。由法拉德 (Faraday) 的電磁感應試驗，而知電與動能力可以互變。由各項著名實驗，證明自然界所有光、熱、力、電等物理現象，皆是各種能力互變之結果。於是學者如赫姆霍茲 (Helmholtz) 等，遂想到光、熱、電之形式種類雖繁，將不外是宇宙間一種永存之物——即能力——之部分表現。此項永存能力，將是一切變動或一切工作之主司。其量之總和，可是不增不減，不生不滅，但其形可有種種，能由此形變為彼形。且此項能力互變現象，實例甚多。如工廠用蒸汽力發電，當蒸汽推動發電機，是為熱能力變為動能力；在發電機中因切線之割切而生電，則為由動能力變為電；及電傳至電弧上，因空氣之抵抗而生熱發光成聲，是為電能力變為熱、光、聲。故宇宙間一切形色之變化生滅，可視為純由能力之互換而生。是為能力不滅律之自然觀。(詳上編第五章第三節 [A]) 潘嘉烈 (Poincaré) 曾贊此律曰：「宇宙，一機器也。其構造之複雜，決非工業上人為機器所能比擬，其各部皆深藏不可得見。然吾人僅觀察其運動，由能力不滅原理以為助，即可推出一種論斷，無論其內部構造如

何，均無不適用。」是亦可知此律之價值。

故能力不滅律在物理學中，融會貫通各部物理現象之效能，實與物質不滅律在化學中之效能相同，皆各能將範圍內所發生之現象，綜覽而說明之，實為近代無機自然科學上之偉大成就。但其效能之限度，亦與物質不滅律相同，僅在物質的機械行程內為有效。因能力不滅律之解釋物理現象，在將聲、光、熱、電諸力，皆視為機械能力之變形。如有不能化為機械能力者，即將難於理解。例如生命力與精神力，即不能化為機械能力解說之。生命力與精神力，皆有自生、自長、自發、自主、自由創造之功能，決非純受惰性法則支配之機械力所能比擬。而畢希勒輩竟貿然將生命力與意識力化入能力不滅法則之內解說之，自極武斷。

總之，近代物理化學，成就甚宏，確能將構成此無機世界之一切物質成分及能力作用，精密剖析，不僅已提供人類以無限操縱物質之能力，且其理論深宏透闢，使人在大自然之理解上，得到無限深見遠識，實為科學界之盛事。但物理化學之功能，亦僅限於解析無機物質界。如欲將之推論至生命現象及精神現象，則已超越其應守之範圍，即易陷於獨斷。因生命現象與精神現象之研究，乃屬於有機的自然科學。

第六節 統觀有機的自然科學之原理

有機的自然科學，包含生物科學及心理科學兩大類。此兩大類科學，比之數學、物理、化學諸科，成立較晚，可稱後進。在科學發達史上，凡較後進之科學，初期常是引用先進科學之原理與方法，以為研究之資助。此類借鏡先進科之方法，固甚便於扶植推進新興之科學，但對於後進科之獨立性，亦常發生阻礙之影響。如生物心理兩類科學即如此。茲先論生物科學，後論心理科學。

(一)生物科學。就生物科學發展過程言，人類之研究動植物，初係起於農業、種植、牧畜、醫藥實用之需要。先求多識於鳥、獸、草、木之名，即在謀獲得多量有益人類之動植物種類。故初期之研究方法，偏於敘述的 (Descriptive)，以收集有用的動植物品種，加以分類或定名，俾便識別而已。及後研究稍精，漸知進求說明

動植種類生存發達之原因，即入於說明階段 (Explicative stage)。但有機體之生活現象，奇妙複雜，不易理解，故在說明初期，即嘗引用先進諸科，如物理學如化學之原理，以謀開啓解釋生命玄祕之門徑。如一七二七年植物學家赫爾 (Stephen Hales, 1671—1761) 著植物靜力學 (Vegetable statics)，謂按靜力法則，可以窺見植物綠葉之作用，有似動物之肺，可吸收空中一部分氣體。至一七九六年，名醫尹金浩慈 (Jean Ingenhousz) 刊佈植物之營養 (on the nutrition of plants) 謂參照大化學家鹿瓦西之化學實驗，可發見植物綠葉在日光下吸炭吐養，在陰暗處則吐二養化炭。二書皆在指出物理學化學，可為闡明生物生理學之助。及入十九世紀，物理化學進步極速，動植物生理學家，運用物理化學新法，以闡釋有機體之生活現象者愈多，且愈見成功，於是「生物物理學」「生物化學」之名漸盛行。例如動植物皆有營養作用，能不斷吸收外界有用之物質，以造成其自身有用之原形質，為生長發展之資料，本為一奇妙難明之生活現象。但自「生物物理學」「生物化學」觀之，此項生長現象，僅為物質的新陳代謝作用之結果。如植物之能吸收水分空氣，造成澱粉，以為養料，乃由於日光在葉綠質上發生光合作用 (Photo-synthesis) 之故。日光本身，原含極大之動能 (Kinetic Energy)，為地球上一切生活能力之源泉。當日光射至葉綠質上，由其光合作用，將葉綠質吸收之水分與空氣，組成炭水化合物之澱粉，此時日光之動能，亦即變為潛能 (Potential Energy)，潛存於所製成之養料中。以後植物能開花結實，以及動物食此植物後能發生種種活動，皆為所製養料含蓄之潛能，在動植物體中，轉變為動力熱力作用之結果。如此解說有機體之生活現象，實甚自然。並推之呼吸作用，循環作用，分泌作用等，亦莫不可以物理化學作解。故自「生物物理學」「生物化學」成立，近代生物學中，即盛行極為樂觀之「機械論」(Mechanism)，以為生物機體，實是一架機器——一架物理化學的機器，其各部機能及繁複構造，莫不是服從物理化學法則之決定，而可作科學實證的說明。

但單憑物理化學原理，能否釋盡生命的一切特性，實大成疑問。因物理化學方法，只長於分析，便於將整個有機體，分解為各器官與機能，以明其構成原素，及機械活動；對於綜合，則為所短，從未見有人能綜合

同樣原素以構成一有生命之機體。例如細胞是生命之起點，爲一切有機生活之原始單位，一切生物之形體，皆由細胞分化集聚而成，此已爲細胞學所闡明。但如將賦有生命之細胞，置於物理化學實驗室中分析之，即將見其僅餘氫養淡硫等無機原質，而細胞中之生命，卽全化爲烏有。雖有生物化學家，宣稱細胞內之原形質，爲構成有機體之基本原料，可望於「有機化學」或「膠質化學」之實驗中製造之，但事實上其所製造者，亦僅爲能被生命接受之物質，決不能造出生命。故細胞學家費爾休（R. Virchow）宣稱「細胞僅能由細胞發生」，已永成名論。且自巴士德（Louis Pasteur）之著名實驗推翻「自然發生說」（Spontaneous generation）指出由無機物質自然產生物之說爲不可能，更確證生物必自生物生出。（如下等生物由細胞分裂而繁殖，高等動物則由生殖器官生出。）蓋生命有種種特徵，永非物質機械所能比擬。如生物有完整性（As a whole），有再生力（Regeneration）。雖最小之生物，亦能發展成一完整之個體。苟身體上某部受傷，或完整體被分割，亦常能自力恢復原狀。如蚯蚓被切爲兩段，不久每段仍能發展成一完好之蚯蚓。蟹足被切去一、二，不久亦能再生補成完整之形。此種現象，即非物質機器所能有。又生物有全體統一性，其機體上各器官，皆各表現一定之機能功用，協同拱衛全體之生命，一若各器官之長成與活動，皆爲實現全體生存之目的。許多事實，皆可驗其非如無機物，可由各部分機械的聚合而成，反之，而是按亞里士多德所謂全體先於部分之原理，由全體產生部分，由全體生活之意欲，創造各器官，使分別供職，協力合作，表現有機的統一，以完成全體生命發展之意志。故大生理學家克羅班那（Claud Bernard, 1815—1878），原欲專用物理化學方法於生理學，使脫離一切神學與玄學解釋，完成一實證科學，但至晚年，亦覺「支配觀念」（L'idée directrice 爲理解生命現象所不可少。認爲如欲理解有機體內各部複雜器官及所表現之精妙機能，非加用目的論（Teleology）之說法不可。卽有機體上之各部分，是依全體而存在，全體顯爲部分之目的。例如眼之構造，精巧複雜，若謂眼非應有機體生命發展之要求而發生，非爲助全個有機體趨利避害高瞻遠矚之目的而長成，純是由偶然的變出，豈非奇蹟神話。故拉馬克（Lamarck）曾立「慾望創生器官」及「用進廢退」之說，以明生物形體之由來及進化。如水鳥何以足趾

生時，可視爲因「欲」游泳自如，常用不息使然。馬蹄何以僅由中趾發達而成，可視爲由於奔走避敵常用不息使然。有機體雖是自然界之一部，但其構造及作用，確有一種內在的、無自覺的合目的性。試觀蟲媒花之香形態，與蜂蝶之器官結構，能彼此互相適合，精巧無比，能不謂爲遵循內在目的而發展成形乎？故在有機體中，一切「因果關係」，實常受一種「目的原理」支配。生物學之闡理，除用物理化學原理解釋一部分現象外，尚有許多更重要之現象，非加用「目的原理」解釋不可。此外杜里舒 (Driesch) 由實驗考得海膽之卵，被切爲二或四而培養之，仍各能發展成全胎，證實生物體除具物質因果法則之外，尙具生命之自律性 (Autonomy of Life)，(即生命自發自主，自求發展之特性) 故特於機械論之外，另建立生機論 (Vitalism)，承認生命是一種獨立創造之原素 (Entelechy)，是一種活躍奮進的生力，能流入物質而與之結合，以組成有生命之機體。(詳上編五章四節) 柏格森 (H. Bergson) 亦憑哲學眼光，建立生命創造之說，謂生命能自求生存，能自身恢復創傷，能照自身意志鑄造環境，其特質有似一種衝力 (L'Élan Vital)，能不斷向前向上向外衝進。有機體可視爲生命所設，用爲發展之工具。當生命力順其本性，向前奮進，遭遇冥頑不靈之物質充塞載途時，即能躍入物質之中，吸取一部爲原料，構成適當之機體，以爲發展進步之工具。茲可設想宇宙之中，原是富有大量生命力，其特質爲追求自新不停之發展，有如泉水之向上流出不斷。當宇宙大量生力，穿入物質，加以組織，構成發展之工具，即出現爲各種有機體。各有機體能有新陳代謝之作用，能有生長、發達、生殖等現象，即因此項生命力爲主司之故。宇宙內生物賦有此項創進不已之生命力，故能向前分途奮進，創生新器官新形體，而繁衍成新種，永無止境。而工具在某時爲適用者，至異時未必適用，故在地質史上，許多巨大生物遺骸，如中生代之大爬蟲，即爲生命在進化過程中所遺留失效不用之工具。……如此解說生命，固爲機械論者所不喜，但生命之存在，事屬顯然，豈能誣枉。科學闡理，固不能「無中生有」，但亦不能「化有爲無」，抹殺事實。而生機論派與目的論派之說法，即頗接近生命之真相。

總之，生物科學，原以闡明一切正在活動正在演進之生命現象爲目的，有其獨立之領域。生命體含有物質

基礎，含有物理化學之過程，自可有生物物理學，及生物化學，以釋明此項過程。但生物學，並不因此即為兩者之組合。生物學應於生命現象內，尋求其本身特具之原理，決不能因生物物理化學之成功，而遽變為物理化學之附屬科。機械論之說明，僅為移植物理化學於生物學園地之初步結果。機械論所不能釋明之現象甚多，即應有其他特殊原理，如目的論或生機論，起而補充說明。生物學如欲成爲獨立自主之科學，非向此途發展不可。

(二)心理科學。現時心理學亦如生物學，常有被先進科蹂躪其獨立之處。因心理學爲研究心的科學，從來皆以人類之心爲研究對象，力求探明人心表現及活動之法則。而人類生活有兩方面、一爲生理的，一爲精神的。生理現象，由於近代生物學與生理學之進步，闡明其真相奧理已不少。惟精神現象，變化複雜，極難捉摸，進步極緩。自十九世紀末季，一部分心理學者，即採用自然科學之觀察方法與推理程式於心理學中，欲將內界心理現象之研究，縮爲自然現象之研究，而使心理學包入生物學或生理學中，俾得隨生物生理諸科同進於自然科學之林。此種努力，固有相當成就，但對心理學本身之進步，仍貢獻無多。如馮德由醫學與生理學而轉入心理學，即採用科學實驗方法，曾一時在實驗心理學中放一異彩，但其結論，視心之內容，係由無數簡單原素綜錯形成，成立一種「原子心理學」，即甚遠違精神生活之真相。至機能派採用進化生物學之觀點，視心的作用亦如其他器官，爲有機體在適應環境過程中產生，因而視「心理學應爲專究心的歷程或功用」，闡明心身機體 (Psycho-physical Organism) 對於環境刺激所生之適應動作，此於解釋心理各種機能之發生發展，亦有相當成效，但「心理機能」與「生理機能」兩者之關係究如何，仍無確切之說明。至行爲派廷玉張將心理學研究，完全限於考察人身對於刺激之反應行爲，而排斥意識心理學及內省心理學，將意識本能思維想像情操等棄而不論，視爲皆不外是生理現象之結果，如謂思維活動係起於喉頭筋肉蠕動之類，即更大膽而獨斷（上編第五章第五節）。人的心或意識，是一原始事實，顯然存在。人不僅在感官上能應外界刺激，而有知覺印象感情等，構成前後參差性質複雜之個別心境，且常能由內心構成各種系統的思想，道德的判斷，審美的情操等。無

論何人，皆可自省而知。而對此等豐富真切之心境，行爲論者，竟欲加以否認，將心根本取消，視人僅爲一單純的生命有機體，只有各種反應刺激之行爲，不承認有何足以影響行爲之心或意識存在，其武斷狂悖，實與唯物論者相同。唯物論者即視人僅爲一單純的肉體自動機，一切意識活動，或精神工作，皆不過是此肉體自動機在演進程序中之副產物。此類理論，不僅大貶人類之自尊心，增加人類之自卑感，且亦遠離心理事實之真相。吾人試觀在實際生活中的人，其生活行逕，即莫不是有一定之目的、計劃或理想爲指導，絕非單純肉體自動機，僅爲機械反應之活動。人是一面能受動，一面又能主動，不僅能自己決擇利害，審慮是非，可自由翱翔於事物必然律動之外，將物質加以操縱控制，使爲人類服務，且常能振起個人人格之權力，內心之奮發，以克制一切本能衝動之束縛，打破習慣惰性之鎖鏈，而求得一自由高尚之發展。真正研究心的科學，自應分析此類複雜豐富之心理歷程，尋求其變化活動之韻律，安能逕以不理之態度了之。

故統觀近世所謂「科學派的心理學」，並非真能將心之研究，置於科學之境地者，反之「而僅是或將物質科學成功之方法，勉強移植於心理學之園地中，或將心理現象，武斷化作生理的解釋，甚至化作物質的解釋，致所成立之心理學，令人僅感覺其爲「生理學之附屬科」，或僅爲「物理的心理學」而已。如構造派鑑於近代自然科學之成功，在能尋求物質構成之終極原素，析明自然界之組織原素及其結構定律，即欲師取其意，將心化爲感覺感情之複合物，而不知人心並不是一堆心理原素之集合體。至於行爲派，欲將一切心理現象之原因盡推到生理界，視一切心理歷程均有生理的條件，如大腦神經系統之類爲基礎，一切精神活動，均欲由生理上的表現，如內部腦與神經之活動，及外部身體之各種行爲姿態等觀察之，而不知心理與生理，各有範圍。許多高等精神現象，即絕難純用腦活動歷程及行爲姿態來說明。譬如作戰，謂指揮官之發佈命令，運籌決勝，純爲其身體某部肌肉運動之結果，而其筋肉運動，又僅爲神經活動之結果，與其人之心靈智慧學問思想無關，豈非怪論。故把人的行爲，或純視爲大腦原子運動之必然結果（物理的解釋），或純視爲向心神經流轉換爲離心神經流之結果（生理學的解釋），其餘即不能作進一步之說明，皆爲膚淺之談。苟深加分析，即知心理與生

理，或心與腦之性質，根本各別。柏格森在其物質與記憶一書中，即曾述明神經系統並不構成映像 (Images) 或觀念 (Idées)，亦不潛藏映像與觀念；一切精神原素，不能求之於腦中，因腦僅為一從簡單反射以至最複雜適應之行動機器總體。腦是具備物質之各種條件，如重量、容積、形狀、大小等，且亦服從物質之定律；心則不然，其所表現之精神現象，既無重量容積大小等，且為非空間的 (Non-spatial)，不能以任何物質定律純墨之。程子曾謂「道通天地有形外，思入風雲變化中」。心思作用如是微妙，安能以生理或物理法則解說之。人之性質，一部固為肉體生理之組織所決定，但大部則為精神心理之組織所決定。吾人之感官、知覺、悟性、判斷、理念系統，以及一切道德義務之啓示，藝術創作之靈感等，皆為心靈之真實內容，構成人性之最高本質，實不能用任何生理名詞可以解說之。行為派之心理學，實只見到人性之一面，且只為最低的一面。

至如內省派，欲由內觀法或直覺體驗法，以進探精神生活之實在性能，心理分析派，欲發掘人類感情生活之本質，及潛意識之內容真相，以及完形派之欲闡明心靈法則之全體性與完形性等，研究目標，則較行為派真切確實（上編五章五節）。惟各派所獲之成就，仍未達到一般人所期望的心理學。在本世紀內，心理學界或會有幾個如加利列、牛頓、達爾文出現，將心理學安置於穩固之基石上。但此種能符一般人期望之心理學，必是一種「生物學」或「生理學」，則可斷言。

總而言之，有機的自然科學，有其獨立特定之範圍對象，不能任意併入無機的自然科學之內。且縱同屬有機，而心理學亦決不能併入生物學或生理學之中。各科之獨立範圍，皆有其不可移易之根據。

第七節 大自然界之層次體系及全部的科學主義

由上兩節分析，可明宇宙萬象固為有定，但非單純定於一類法則，僅為一類科學所統括，如科學一元論者之所期。反之，宇內萬象，可分出物質層、生命層、心理層、及精神層；各層有其特殊獨具之秩序法則，不能強此易彼，更不能視前層與後層，可有何種因果之關係。生命現象不能盡用物理化學之定律公式解說之，亦如

心靈現象不能盡用生理法則說明之。吾人所居之實在世界，實爲一體而其多層結構秩序之組織。其多層之情況，及各層彼此間之相互關係，爲宇宙論(Cosmology)上之主要問題，古今學者多論究之。古代亞里士多德即曾構造「形式與質料之理論」(Theory of form and matter)，以析明此宇宙自然之內部情況。形式者，指事物組織結構表現之一般模式；質料者，受形式範疇而成物體之資料。凡具體存在之物，莫不有其存在之形式，及其組成之質料。但事物存在之程度，則全在其結構形式上表現之；即存在之程度高者，其在形式上表現之組織結構亦較完全，低者其表現之結構形式即多偏缺。如自然界中之無機物質，其組織結構常無定形無定式，其一動一靜全受惰性法則之支配，純由外力作用改變其形態，絲毫不能自動。有生物類則不然，無論動物植物，其個體之結構，常有一定之特型，其種類之生長，常有一定之模式；且其生長自胚胎始，即具有一種內在自發的潛能，能自動吸收外界物質之適用者，加以同化，改造成爲發展個體之營養；能從胚胎，由隱而顯，由微而著，發展成其種類應有之形式；並能自力生出組織極爲複雜之器官，發揮特殊卓越之機能功用，表現各種極爲和諧之統一行動。凡此種種，皆非無機物質所能有，故有生物類表現之存在程度，即遠比無機物質爲高。又在生物類中，如動物與植物，亦於形體之組織構造上，顯出存在程度之差別。如植物僅有營養及蕃殖之機能，一以維持個體生存，一以綿延種族生命；而動物則除包涵營養及生殖兩作用外，心理上尚另具有感覺運動之機能，趨利避害之行動，故動物生存之形式，又比植物爲高。至如人類，除包涵有植物及動物之一切性能外，尚另具有極特殊的心靈結構，表現各種極有價值的精生活：如富有求知能力，可能創立各種科學理論及哲學思想；富有道德判斷能力，可能命令個人履行神聖義務，負荷崇高使命；並富有審美能力，可能創作種種藝術作品，以表現人類最高之生命情趣；因之人類在宇宙萬類進化之階梯中，即顯見其組織構造之形式較爲完全，成爲獨得其全之靈長，而居於最高一級之地位。亞氏天才卓越，學識廣博，其由萬物存在形式之精粗繁簡中，定出萬物之品位，頗能顯見宇宙雖爲一體，但其結構秩序，實爲多層之秩序。試由簡而繁，逐層遞進，自無定形無組織之物質層，進至有個體結構，有種類特型，及能生長發達之植物界，再進至有知覺運動，能趨利避害之

動物界，最後達於具有特殊心靈意識，及能創造科學藝術之人類，即顯出一天然進化高低之階梯。此項層次的宇宙觀 (The hierarchy of the universe)，至今日猶覺莫之能易。

惟至十七、八世紀，因天文物理諸科先發達，「機械的自然觀」先盛行，許多科學主義者，曾一時誤認物質及其機械法則，即爲萬物最後之實在，以爲一切生命現象與心靈現象，皆不外是物質爲各種繁複不同之表現，均可一律平等以機械因果之法則解說之，遂成立一種「唯物主義」，一種「新齊物論」，力圖將此項層次的或階級的自然觀打破，以符合近代社會要求平等之願望。如笛卡兒雖曾發見心靈與物質爲兩種性質根本不同之實體，但仍視動物爲一付自動機器 (L' animal-machine)，其生活運動各現象，皆以物質的機械法則解說之，先成立「局部的唯物論」。其後繼拉美脫理 (La mettrie, 1709—1751) 更進一步，肯定不僅動物是機器，即有思想之人類亦不過是一付自動機器，一付較更複雜的機器 (L' homme-machine)，謂人的一切精神作用，莫不基於物質的腦髓運動而生，當不能外於機械法則之解釋，遂成立一「極端的唯物論」。十八世紀法國啓明時代百科全書派，即多採取此項論旨。如何爾巴哈即謂自然界一切現象，經分析至最後，除物質及其運動外，即將不存有何種更爲真實之物；宇內一切，莫不是由物質產生，且仍莫不最後歸到物質去；任何變化，皆不外是無窮因果相生大鏈索中之一環，同受必然法則之管束；一切生命現象，精神特質，莫不可化與物質平等齊一。此項思想，直至十九世紀各種有機的自然科學，如前述生物學、生理學、心理學逐漸發達，始漸證明爲不確。在生物學中，即引出新生機主義之反對 (上編第五章第四節)。在心理學中，引出全形派及直覺內省派之批評 (上編第五章第五節)。而在宇宙論方面，亦引出「自然法則多元論」及「宇宙層創論」，力圖糾正斯賓塞及赫克爾一派機械論之武斷。茲略陳後二者之意如次：

「自然法則多元性」爲法國哲學家布圖阿 (Emile Boutroux, 1845—1922) 所發揮，氏先後著自然法則之偶然性 (La contingence des lois de la nature, 1874) 及自然法則之觀念 (L' idée de loi naturelle, 1894) 兩書，指陳自然界之秩序規律，實有多種，可區別爲多層自然法則；凡在某一層中可以說明者，至另一層中，此

同一法則，卽未必可說明，而常遭遇偶然意外之事物在。因歷考各種支配自然現象之法則，其必然性(Necessity)莫不是有一定限度，在其範圍限度內，自然法則固成爲支配事實現象之鐵律，而表現必然之效應，但如踰越其範圍限度，卽將遭遇偶然的(contingent)例外，而有不能完全解說之可能。(偶然者，有然有不然，可能之例外甚多。)如無機物質界之現象，純爲「物質不滅」及「能力常住」兩大法則所支配，其生滅變化，全可按因果相等之理解說之，而毫無例外；但如持物質層之機械法則，超越其範圍，應用至有生物類之生活現象上，卽將見其效應大減，因生物之生理構造、生活現象，並非單純物質之產物，而是冥頑不靈之物質外，另含有許多新質素，如生物之自動生長力、種類蕃殖力、目的活動力、複雜適應力、及其歷史過程等，皆係在物質必然性以外之新創獲，自不能全用物質機械之法則純墨之。又自生物的「自然生活境界」，進至人類的「道德生活境界」，亦將見人類許多忠義行爲，高潔思想，永非單純的生物法則所能瞭解；例如愛生惡死，各顧其私，生物之情，但人卽可有殺身成仁之行，有捨生取義之事，可爲主義而犧牲，可爲理想而奮鬥；此種超越生物本性，另拓人生境界之行爲，卽純爲人類進化發展至最高度之創獲。惟有由人類之精神法則上，方可解說其價值意義。故自然法則之一元觀，如機械論者或新齊物論者之所見，對於宇宙人生之真實性，只見其偏而不見其全，極多武斷曲解之處。

至「宇宙層創論」則爲摩根 (Conwy Lloyd Morgan) 作突創的進化 (The Emergent Evolution) 一書，根據近代各種無機的及有機的自然科學結論，指明宇宙進化可分爲若干階層。物質爲最底層，其組成之資料爲分子、原子、電子，機械論卽稱霸於此界。在物質層之上，則突現出生命現象，以有機細胞爲組成資料，由細胞分裂，發展出無數組織器官，以構成有統一形式之生物個體；其生長發達遺傳進化之現象，另有生物法則爲約束，不能以機械法則釋明之。而在最高級之有機體中，又突現出心意作用，另表現一個「精神生活的世界」，可用感覺、感情、理性、意志等名詞傳述其性質；在此世界，亦另有其法則，其特質大異於外

界物理之法則，卽所謂心理法則或精神法則是。故謂宇內萬象之排列，可視如一座高塔，先有物質層，繼產出

生命層，最後發展出心靈層。逐層前進，層層相生，是爲進化。且由逐層相生之結果，後層現象，即常迥異前層，而另有許多新性質、新關係、新結構、新形式，爲其前層所未有。此等新獲得之性質關係結構形式，非惟不能爲前層之法則所決定，而須受另一類法則安排支配，且新生層之現象，因其進化程度較高，常能包含舊層之一切性質而將其支配控制，使服從其意欲傾向。如動植物雖較物質爲後起之現象，且純依無機物質爲資生之材料，但決不從屬於物質，反之，而是高據物質之上，能支配物質，組織物質，範鑄物質，使適於一己之用。心意現象亦然，心意雖爲有機體發展至高級程度時而突現，但心意作用，不僅能直接爲一身之主宰，且能以身爲工具，隨其意志，改造物質，征服天行，將人置於宇宙中心之地位。唯物一元論者，縱如何固執生命與精神係後物質而產生，爲物質之副產物，亦不能抹殺生命與精神在突創進化歷程中贏得之各種新品質、新特性、及其能支配低級現象之事實。

總之，科學主義派或自然主義派，主張信賴自然法則，極力提倡科學，反對一切迷信與虛玄，其立場本無大誤。惟如所提倡者，僅係「局部的科學主義」，而非「全部的科學主義」，不以全部的科學，去分別認識全部的宇宙，而欲以「一部分科學之原理」，去籠統解說全部宇宙，致流爲極端的唯物一元論，即有武斷及近視之嫌。此實際世界之結構，本系多層的。分別解析各層現象之科學，亦爲多類的。任何一元論者或新齊物論者，欲化多元爲一元，齊萬象爲一類，不僅在宇宙論上犯「法則混淆」之錯誤（Confusion of laws），即在方法論上亦犯「分析與概括之錯誤」（The error of analysis and generalization）。如唯物一元論者常將分析無機物質之方法，用以分析生命現象及精神活動，其分析結果，即多遺誤。又其持無機的自然科學之原理，用以概括生命及精神之事實，而武斷生命與精神，皆不過是物質所作繁複不同之表現，其概括亦甚疏失。吾人真欲獲得一真切的自然觀，實應有各種高深的科學教養，有「百科全書式的訓練」，總合各科之觀點，以觀照宇宙內萬象，自無機以至有機，自感覺以至精神，自事實以至價值，逐層剖視其真際，且復統觀其全體，庶幾得以盡觀宇宙之大，人生之全。換言之，吾人對於宇宙人生之觀察，應同時是物理科學的、生物科學的、心理科學的、

及社會科學的。許多局部的科學主義或一元主義，實所見甚隘。

不特對宇宙人生一類大問題之考察應當如此，即對任何特殊事象之考察，亦當如此。例如一朵玫瑰花，固可以物理化學之原理考察之，亦可以生物學、生理學之法則解說之，並可憑心理學美學之觀點評價之。對同一事實現象，能在幾種科學之下加以考察，其所得之判斷，始較周全而深透。在各種科學分別由不同觀點以考察世界，提供世界之片斷圖像後，則力求綜合各科所得世界之片斷圖像，以圖構成一周密而有系統之宇宙觀，自爲人類心智最高之適當要求。哲學工作，常圖分析批判一代之科學思想，加以適當之綜合，即在力求實現此項高尚要求也。

第八節 科學主義派之自然觀及哲學之價值觀

偏執局部的科學主義，不僅對生命與精神之事實，有執偏遺全之弊，即對自然界表現之許多價值意義，亦有極端漠視之嫌。如唯物論者固執於物質科學之機械法則，將整個自然界，認作僅是一個永受無窮機械因果決定之世界，其中一切現象之發展活動，皆認爲是機械的、盲目的、隨便的、偶然的、無意義的，並無其他何種新奇結構可資注意。在此種觀點下之世界，既無何種道德上的理想聖神在，亦無何種值得詩歌贊美之境界，只不過一個純物質的塵俗世界而已。不惟人類一切有價值的希望與信心，疑懼或畏敬，足爲倫理宗教之基礎者，皆從如此世界中消逝，即詩人藝術家所歌賞的美景，所渲染的對象，所創造的一切藝術之光，皆可在這純功利的物質世界中幻滅。試問如此簡單平凡的世界觀，不講絲毫倫理價值，不談任何人類精神需要，寂寞空虛，尙能滿足人心否？無怪歌德當閱讀何爾巴赫自然之體系時即大感不快。「大呼自然無所謂系統，自然是有生命，是由一個無人能知的中心，綿延到人不可知的境界。」蓋依何氏，此世界中除物質及其運動所表現之現象外，即不存有何種更爲真實之物，此對於當時啓明運動，力圖消除宗教迷信及教會專制，固有大助，但其結論，竟將自然界中許多高尚富麗景象，如陽春烟景大塊文章之類，亦盡視爲不過物質及其機械運動所表現之產物，並

無何項詩意美趣可言，能不令人乏味？自然界中之無窮景象，原如 *Iliad* 之詩或李杜之名句，直覺閱之，可令人感到無窮之興奮。但如固執於機械學之法則，把大自然界一切，盡化為無生氣無靈性之物質，及物質所表現無方向、無形式、無美趣、無目的之運動，是何異把 *Iliad* 之詩，盡還原為二十餘字母之盲目拼湊，或把李杜之名句，盡分解為字迹墨痕之任意亂塗，對於詩人所表現的宇宙人生之情趣，盡視為虛無，豈不荒唐大謬？故何爾巴赫之書，雖極震動一時，而歌德對之，始終堅持反對之態度，在德國，另發起一種爭取精神進步之狂飈運動，提倡「自然的詩歌觀或藝術觀」(A Poetic or artistic view of nature)用以代替「自然的機械觀或唯物觀」。舉世皆知歌德此項運動，對近代精神，曾生極大之影響。

誠以機械觀所認識了解者，常僅此繽紛世界之一部，而不見其全景。其所採取之認識方法，常為機械學、物理學、化學、所用之抽象法，務將自然現象，設法分別隔離，祇注意抽取其中某一特性或某一原素而研究之，假定其餘皆不變。例如物理學家，當研究一物體的運動規律時，暫置其他光熱電化等性質於不問；當研究及光熱等性質時，又可不過問其他，由如是方法之認識所得，自非具體事物之全部性質，而僅為其抽象的結構形式，或空洞骨架；其所構成之概念，常僅是些簡單公式，抽象符號，或方便的速記術，便於表述自然現象之外表，使人獲得思想經濟之效用而已。自然界現象，本係複雜繁多，而由是法所得者，即只有一種概括的認識，符號的陳述，非惟不能教人洞悉事物之本性，反令人離開具體個別的事象愈遠，而純走入數學的抽象世界。至若蒼穹之無極，物象之豐饒，萬有之綜錯生動，以及山川陵谷所表現無限之聲色，無窮的變化旋律等，在在足以啓發人類心靈之美趣，提高生命之情調者，而一入研究無機的自然科學家之眼底，即為其抽象的研究方法限制，先在主觀心理上排除情感，專憑理智，繼在對象上專事化繁入簡，其結果，即僅得到此世界的一些形式結構，及抽象骨架，至真實具體，而又極富生機之一切品質(qualities)，即盡為所謂科學方法所蒸濾排除。

試問如此一個抽象不實純淨無瑕的世界觀，毫無生命情趣或價值理想可言，尙能激發人類高尚生存之情趣乎。至如斯賓塞所宣傳之普遍進化論，雖係綜合十九世紀無機的與有機的自然科學之原理，為其立說之根據，

但其實際，固執於無機的自然科學之基本法則，以進化純爲機械變化之自然結果，其結論仍與十八世紀之唯物論相同。因其視此乾坤劇場一切演變之材料，皆不外是物質能力與運動三者不同之分配；而物質能力運動三者變化之法則，又不外是物質的不滅律，物力的永存律，運動的節奏律，及諸力之平衡律等。斯氏綜合此等定律以觀宇宙，即斷言凡物由混沌進至確定，由散亂進至凝合，由簡單進至複雜之變化，即爲進化；反之，進化達於平衡後，復自然徐徐由凝合返於離散，由分化返於混同，即爲衰化。整個乾坤所演一切大劇情，皆不過是機械的進化與衰化之循環無窮云。此項學說，既不能說明發展或進步之意義，亦不能指出萬物有由低向高之運動，仍不過把此世界看作徒然的，無意義的，不具有絲毫合理的秩序計劃或目的而已。因談進化或進步，必根據一定目的關係而言。除了趨向某目的而進展，即無所謂進步。一物盲目的在空間亂跑，走來走去，仍走不近一個甚麼東西，即無何進步可言。反之，如係向一確定點，或向一目標而運動，則近於目標者即表現進步。故必有一「目的論」，方能談「進化哲學」。今斯賓塞之「機械進化論」，排斥一切「目的觀」，其結果即無何標準可定進化。如試問人何以高於馬，常人或可說因人不喫草，能思想，又有藝術科學之故。但如再問何以藝術科學即比喫草爲高，按機械進化論之說法，即將無辭以對。或者斯賓塞可答謂人之所以爲高，因其組織結構較更複雜。但如再問何以組織結構較複雜者便是高，機械的進化論，仍無標準可答。自然斯氏未嘗不可說，萬物存於宇宙間，本是平等無差別，所謂高低，只不過是人的一種看法，把近於我們自己者認爲較高，把遠於我們者認爲較低，而從絕對觀點論之，尙何高低之足言。但果如此說，則此世界終成混沌一團，表明一切發生的事情，都是毫無目的，毫無理由；一切價值，皆成幻想，一切賢愚、美醜、善惡、皆可等量齊觀，尙何有結構複雜者即爲較高之可言乎。且如一切既皆等量齊觀，則吾人又何必爲較高之事物而奮鬥。善惡既皆同量，人類又何必努力行善去惡。生在如此毫無價值標準之世界中，人生僅如蜉蝣之寄大地，一切努力皆是空虛，一切奮鬥皆是徒然，尙有何生活價值意義之足云。

人者，實爲一有肉有靈，有物質需要，又有精神需要之複雜動物，既須顧全肉體方面之實用需求，尤須滿

足精神方面之價值理想。如近代之自然科學，在實用事物方面，固甚普遍增進世界人類之生活福利，把這座星球，改造得相當舒適。但如限於機械論者之所見，固執於「物質科學之世界觀」，蔑視一切生命情趣與精神價值，則科學所造給人類的實用功德，將如麵包蘋果一樣，僅令人感到一種生理的滿足，決不能引出人類高尚生存的意趣，不能激發人生向上之興會。

故在科學之後，欲對宇宙人生問題，求得一較廣大正確之見解者，常須研究哲學。蓋哲學之本務，在不斷覓取人類所有一切學問一切經驗，而綜覽之，審評之，以成立其兼容並包之見解；不僅對各專門科學之結論，各派之思想，即科學以外，如社會改造家之意見，藝術家之興趣，宗教家之信仰，神祕家之幻想，戀愛家之情緒，以至整個時代之風尚、習慣、困難、危機、真理、錯誤，皆應在研究考察之列。哲學思想之特徵，在不執著真理之一面以趨於極端，而常欲包羅真理所有紛歧衝突的各方面，以造成一統一之體系。故哲學探究之問題，不似常識經驗限於實際利害之計較追求，亦不似科學專限於現象定律之探究，而是常思超越任何專門分工之拘束，盡力廣覽博搜，以窮究人類精神興趣或理想價值之所在。如對宇宙，即常追問此宇宙究純為原子電子之偶然機遇集成乎？抑尚可按一定目的計劃而發展乎？對於人生，即常問：究係「人生無根蒂，飄如陌上塵」乎，抑人類尚有永恆價值，不朽精神，可長留於天壤之間乎？又善惡美醜之問題，對於宇宙是重要乎，抑僅對於人類社會為重要？此類問題，在安於常識生活之人，固未夢到，而在科學家素為實證積習所限者，又或認為形上虛玄，不值探究。實則此類形上問題，最能觸及人類心情深處。如不稍獲適當解答，即將令人感到失却努力生存之最後根據。如穆勒 (J. S. Mill) 雖為十九世紀著名之經驗學者及功利學者，但亦曾提出問題曰：「吾人對於普遍的世界秩序，究應抱何種觀念，庶幾人類生活之道德目的始可實現。」(Mez: *European thought in the nineteenth century*. V. III. ch. V.) 此類廣大問題之提出，極能令人感奮，發人深省，解脫個人無數自私偏狹之見，使達於另一廣大自由之境界。

故哲學每在總覽科學對於宇宙自然所得之研究後，常須再進探發人生之真義及天人之際等問題。如追問人

類最高之本性爲何？人生之價值意義何在？人類對此宇宙自然之適應應抱何項態度？對於歷史文化發展應負何種使命？此等問題，爲科學所不暇詰究者，即在哲學深究之列。科學每重分別專究宇宙之一部分現象，哲學則力求綜合觀察其全體。科學僅以析明自然爲已足，哲學則兼求闡發人生，根據人生之真義與價值，以衡定自然界事物之真不真、善不善、美不美、有用與無用。蓋科學僅重「客觀的剖析自然」，哲學則尚須「理想的說明自然」，評定其價值。因自然界中每種事實現象，一方其本身有一定生成變化之理，而同時又常堪爲實現人類某項理想目的之手段或工具。人類努力科學，僅可探明事物自身之理。至事物可能表現之最高價值爲何，即須再有哲學研究之，庶或能望「盡物之性」。

誠以人，生來即是一個富有智慧富有理想的動物，是一個價值的渴慕者與追求者。人不能如禽獸之類，可安於自然生活，純受外界物質環境之機械支配，而不能自拔。反之，人當知識力漸充實，生活力漸豐富，即會思超越自然環境平凡醜惡之限制，及一切隱秘黑暗宿命勢力之支配；或按照科學藝術之理想形式，以改造此粗陋世界，使成爲一美化舒適之環境；或按照道德法律之理想規範，以領導此獸欲橫流之人類社會，使達於一富有入道意義之社會秩序。人類所處之世界，實爲一富有各種價值意味之文化世界。文明愈進步，人類所表現之欲望，所追求之價值，亦愈繁多而豐富。哲學中有「價值論」一部門，即在深究滿足人類最高發展最高願望之一切價值爲何，而詳加以敘述分類，並明定至真至善至美之標準規範，懸爲世人努力趨赴之鵠的。蓋哲學必如此，始能予人以深見遠識，使知超然立於一切盲目黑暗勢力之上，而發出無窮無盡之創造力。

故哲學所提示的世界觀，比常識與科學所見到者爲深廣，常更能滿足人類之最深願望與要求。如常識所見到者，僅是一個繽紛繁亂，其中是一無有關係的許多事物物之世界（The world of things），只覺其中變化紛乘，無法應付。但經科學深入研究，即發覺此實物世界，並非漆黑一團，在其底層，實有一定的秩序規律，受一定自然法則之支配。實物現象，縱如何混亂紛繁，而其秩序形式，變化規律，則永恆不變，前後齊一，普遍潛存於實物現象中，能支配實物之變化生滅。故科學所見到之世界，是一種「形相的或法則的世界」

(A world of laws)，遠比常識所見到者爲真實而深透，永成爲常識的真理。但哲學，則更超越常識及科學所見到兩層世界之外，另看出物與人之根本關係，發見自然雖與人之精神相反，而實爲人類理智實現其自身志願之領域，人類可於其間，依據理想願望，創造一價值的世界 (A world of values)。如可利用科學技術以改造自然，使表現成一富有真善美各種價值意味之人文世界是。人類惟生活於富有各種價值意味之文明世界中，始能獲到生活之真趣。

總之，人類對此客觀世界之硬壳，固須用科學打破之，鎔化之，但尤須用哲學改鑄之，理想化之，務使此世界，能成爲人類精神內容之一種燦爛圖表而後快。

第九節 人在宇宙間之地位與工作

由前數節討論，可見近代科學對自然界現象之剖析，固已日進精微，但對人性尊嚴之認識，則微感日趨暗淡。在昔神道思想發達時代，各民族皆信天神上帝之存在，並自視爲天神寵子，或力求天人合德，或盛倡梵我如一（波羅門），或向耶和華求恩典（舊約），情雖迷信，但視人可接近神，人性可進於神性，人類在萬類中，尚佔相當尊嚴之地位。溯自新天文學成立，首證明天體是以太陽爲中心，無數行星皆繞太陽而行，於是神教天國之說，即首先存在之根據。繼以數學、力學、物理學、化學發達，先在宇宙論上，構成一種機械主義或唯物主義的自然觀，於是繼在人生論上，亦造成一機械的與唯物的人生觀。如十八世紀盛行人是機械之說，視人不過一付自動機器，一付由物質組織到可以有感覺思想之機器。此說不僅將宗教家所稱「永生在大靈魂不滅」之說，根本掃蕩，即常識所見到人類精神道德上許多高貴品質，亦認爲不過是一種物質的或生理的特殊表現，而受到無限貶值之嫌。次如十九世紀末季，進化論盛倡，許多生物學家，稱述人類亦如其他動物，是由下等生物逐漸演進而來；胎生學家，復證實此項進化過程爲不誣；人類學家，亦尋出人猿同祖之許多根據。此類研究，指明人類之起源或出身，非惟不高，且極低下。又至本世紀，心理解析說盛行，謂人類一切「有意識

之思想慾望」，皆發源於其「隱意識中暗昧不明之本能情慾」，而為所決定。個人之意志、行為、信仰等，大部常為隱意識中之「低等鬱結」所左右，而不能自由支配，自己負責。世人所稱之「理性」，僅是表面的，是「非理性的本能慾望」之工具僕奴。許多由理性構成之理論，僅是為個人下意識中衝動要求之辯護者，虛偽不實；反不如本能直率之生活，尚是心理生活真相之所在。此說在高揚人性中本能獸性之重要，而低視人性中之理性。凡此種種，或由天文學推翻天國信仰之虛幻，或由物理化學推證人類本質應不出於物質，或由生物學進化論說明人類起源不高，甚或由心理解析術指明人性本質不惟不近於神性，且極遠於理性，而應同於獸性。其結果，皆不僅有損人類之自尊心，且反增加人類之卑賤感。許多人即曾受此種學說空氣之影響，自承微末貌小，貶抑自尊情緒，放棄向上發展，以為人生真相既不過如此，簡直與物質機器或畜生無別，又何必空事努力！縱令頹廢放縱，道德淪亡，精神虛脫，亦何所惜！影響所及，確有「生心害政」之嫌。實則此等研究，對於人性本質之認知，並未得其全真，僅有片面分析之弊。人類與萬物，就其同點粗看，固覺人亦芸芸萬物中之一物，形體生活，並無大殊，但就其異點細看，則見相差之處甚多，人乃萬物中之最進化者。如物質即僅有形體而無生命，草木雖兼有形體生命，而無知覺運動，禽獸雖兼有知覺運動，而無道德禮義，不能產生科學藝術文化，惟人類，則一切性能皆兼有之，實為獨得其全之靈長。試舉人類身心之性能而論，人因腦系特別發達，心靈知慧優越，自由創造之能力極高，常能將「必然性之物質」，改造為適用工具，以為進步發展之資。其他高等動物，如鸚鵡、猩猩之類，即無同樣自由創造之智慧能力，而僅恃天賦幾種機械本能，以為活動之武器，其生活純近於「必然性」，全受自然環境之支配。故人類之進化過程，可不似其他動物，祇委之自然造化，反之，而是能依其智慧，自由創造；能依其意志，自由決定；能認知一切自然現象之結構法則，而加以因勢利導，控制使用；能在自然生成之物外，另創造科學藝術，社會道德等文化事物，以改進生存條件。人在宇宙萬物進化之階梯中，實高居於超越之地位。自然主義者，縱說明人類本質如何低微，僅是物質組成的機器；或證明人類起源如何藐小，僅是下等生物之後裔，亦何能損於人類在進化階梯中所獲之優越性能，及所居之獨

特地位乎。譬如人類之心靈，在其處於最初狀態中時，固不高於任何下等動物之感覺知覺，但其後逐步進展，上升至成一「能自覺」「能思想」「能創製一切」之心靈，即非任何其他生物所能比擬。安能以人與他物，出自同源，即斷其發展結果，亦永為平等，而抹殺其所獲一切特殊性能乎。人類因進化程度甚高，身心結構異常豐富複雜，有其物質基礎，有其生物基礎，有其心理基礎，尤有其特殊的(1)精神性質。人雖為動物之一，其生理及心理方面之肉體組織，知覺運動，以及粗淺智能等方面，雖亦同於其他動物，但人比獸類仍多一點東西，即精神上的自覺能力，理智能力，倫理意識，自由主宰等、高級本性，遠非其他生物所能比擬。唯物論者僅見到人類之物質基礎，而忽視其他；進化論者僅見到人類之生物起源，而忽視其他；心理解析論者，亦僅見到人性中低級之獸性，而忽視其高級之理性；是皆陷於科學局部抽象分析之弊者。此類片面分析，遺其大而取其細，實為持管窺天之見。如舉人類全部性能以與其他任何生物比而觀之，即將見他物多僅得其偏，惟人類實得其全；將見萬物雖競存於宇宙間，各謀遂其生，各私愛其種，但因進化程度高低之不同，低者即必然為高者所征服利用。人類進化程度最高，智能最強，能認識一切，控制一切，並能創造一切，故始終成為宇宙之中心與統治者。

在昔神權勢盛時代，人類知識幼稚，因襲成見，固曾受神學家之愚弄，自承滿身罪惡無能，虔誠拜倒於上帝之前，甘心為教士之奴，盲目屈從，委瑣不振。但自經十六、七世紀歐洲文藝復興獲得大覺醒之後，科學進步，先對上帝戰勝，近代人類，即高視闊步，不再上信神祕的天國，下信恐怖的地獄，而是自覺有一種天賦無比的才能，有如上帝，可代替上帝之地位，而成為宇宙之中心，可為度量一切之標準。近代初期各大思想家，即莫不承認此項覺悟之重要，而努力加深人性功能之探究，期能發揮人生最高之意義，指明人類工作使命之所在。如佛郎西斯·培根，即昌言新時代之趨向，應在「建立人之王國，於昌明科學，及征服自然」之上，大聲疾呼人類，應成為「自然之解釋者與統治者」。笛卡兒則發揮「我思故我在」之名論，激勵世人，應信賴自身「理智之光」，各竭其思想才能，替自己工作，以建立自己的科學、藝術、宇宙、上帝、人生，和一切事

業。雖十七、八世紀時尚不乏懷疑或反抗此項新思潮者，如神學家即痛恨時人「不信上帝之存在，動輒誇言人類的自由偉大，發出虛妄的驕傲，不明人類之腐敗與罪惡性」；科學家如巴司噶（Pascal），即甚懷疑人類理智之萬能，而直要求再由理智歸到信仰，再由科學皈依宗教。但十八世紀康德，即更發見人心能力之偉大，指明人乃是經驗世界之立法者，整個世界，必須按着人及其理性來管約。因發覺人有「純思的理性」，能替現象界立下可能的定律，替自然界代為規定，俾表現出一種普遍必然的秩序。人又有「實踐的理性」，能為自己立下道德的規律，使行為生活有所遵循。故謂人不僅能替自己造下道德的有情世界，能為自己立法，使自己守法，而為自己的主人翁，且能為自己造下物理的有法世界，為世界立法，而成為世界的主人翁。近代人類既屢經此等「蛇的誘惑」，覺悟其地位與使命之重要，安能再輕信唯物論派所信奉之「物質神」，而甘貶損其已獲到之各種本身價值乎。

故在近代思潮中，自然主義派雖披科學外衣，固執於各科之片斷分析，武斷人生之本質為物質，生活之基本為肉感，精神之原始為情慾本能等，但他方面理想主義派哲學，即努力揭櫫高等精神生活之特質，人生真義之所在，以抵制現代人偏對低級價值之重視。如費希德（Fichte）即由康德之「意志自律說」（Autonomy of will），指明人心能自律自主，自決自動，自立行為規範，自定生活使命，即為「道德的我」（Moral ego）或「精神的我」之所在。此道德的我，一朝能自覺悟，即常能發出「無上命令」，激動全部心力，振勵奮發，向一崇高之理想目的邁進，不能自己。人類之真價，即在有此種崇高的覺悟，能為忠義目的而犧牲，能為道德理想而奮鬥。叔本華（Schopenhauer）亦指明人類心中之意志，「求生存之意志」，乃是宇宙人生之泉源，是推動一切發展之力量。人世間一切事業活動，莫不是為人類「求充分生存之意志」努力之產物。尼采（Nietzsche）則更強調人類不僅有生存意志，且有「權力意志」，有爭取偉大權力之要求，以為創造發展之工具。因生存意志，一般生物亦有之，故在生物中，生存競爭即激烈；至於人，尤在富有自覺性，不安現實平庸生活，力求創新出奇之「超人」，即更抱有爭取權力之意志，時在謀獲權力，將自我「強化」「美化」，從事生活高潮之掀起，

以便擔負創建種種堅苦卓越事業之使命。人類文化之能日新又新，不斷進展，即純賴此類超人精神之貢獻。至黑格爾（Hegel）則指出人類實有一種「絕對精神」（Absolute spirit）時在努力不絕的活躍奮進，一方對阻礙生命自由發展之一切事物，不斷的加以反抗，控制征服，他方又能時作自我批評，自我辯證，自我否定，常欲超越其「現實的自我」，以求達於一更高級的新我，實現自己的意志，完成最高的發展。人生之能日新又新，能由小我而變成大我，由故我而發展出新我，即由於此心，時在一無窮矛盾遞進之歷程中，時在一不絕運動發展之蛻變中，向前追逐，不能停留，以求升入高一級的存在。此項永恆奮鬥掙扎之精神，不停息的追求前奔，實爲造成豐富人生，加深生命經驗，使個性人格，得以日趨廣大高超之根源。歐根（Eucken）亦謂「精神生活」之特質，在其能活動無休息，奮鬥無止境，向未來努力邁進，永不知足知止，極不安於現實，無論對於自然或社會，皆時起不滿之感，而力求超越目前，向一高遠之理想奮進。人類科學藝術道德工藝之能隨時更新，進步不已，即純係建立於此項精神能力之上。……此等理論，即頗能抵制自然主義派之偏見，揭發人類精神之真價，鼓動向上發展之興趣，令人讀之，如宛對一面鏡子，照見了世界生命及自己的本性，活現出無限動人的壯麗。故會激發無數人心，喚起深切自覺，提高生活目的，俾各盡其己的，努力於個性之開發，人格之光輝，理想之追求，視爲人生無上之命令。試一觀近代科學藝術，及社會改造各方面，所產生無數偉大的復興運動，即知莫不是由人類無上精神能力所結晶貢獻。

總而觀之，在自然論上，吾人實同意自然主義者或唯物論者之意見，接受自然科學分析之結果，視自然爲一有定的機構，其中一切現象，莫不依着嚴格的因果法則以進行，純是機械的盲目運動。但在人生論上，吾人則寧同意理想主義派之深見。因人雖爲自然之一部，屬於生物之一種，不能外於自然界的普遍法則而生活，顧因人類進化之程度甚高，智力優越，才能卓異，確能在萬變之大流中，自主自動，自由左右其間，自擇工具，自定方向，自決目標，自爲主人翁，而不必如其他生物，純受機械的物理法則或自然的進化法則之支配。因果鐵律，雖極嚴格管制着萬象之變化活動，但人類之心靈智慧，終能超越其限制，理解此類鐵律而遵守之，運用

之。如在常人，即知觸電必死之理，而知所趨避。水力工程師，了解各種水力法則之後，即可運用以建造自來水等工程。人類確因心靈生長特異，精神智慧優越，創造能力偉大，進取意志堅強，能克服自然之束縛限制，而獲得肉體及精神上之無限解放與自由。自然科學縱證明人類如何藐小，而人類總能憑着自身之優越性能，達於偉大之境地。「人物等量齊觀之宿命論」，實爲錯誤。人類與萬物，並育於宇宙間，並非平等並存，毫不相害，反之，而是高者據存於低者之上，低者僅爲高者發展之工具。植物即據存於一切無機物質之上，動物又據存於植物與其他物質之上，至於人類，則更高據於動、植、礦三界之上，可能改造一切動植種類，開發各種物資力源，作爲實現其自己意志理想之工具。人類在空間時間上，取精用宏，實如一浩大之軍隊，可運用一切能力資源，向前衝逐，開拓洪荒，征服自然，創造文明，永成爲宇宙之統治者。昔邵康節曾云：「人者，物之至，聖人者，人之至也。人之至者，能以一心觀萬心，以一身觀萬身，以一世觀萬世；能以心代天意，口代天言，手代天工，身代天事；是以能上識天時，下盡地理，中盡物情，而通照人事；能彌綸天地，出入造化，進退古今，表裏人物。」至今觀之，邵氏之言，毫未過當。人類在宇宙間之地位工作，當莫逾於此者。

第十節 科學之價值

由上數節討論，可明各種特殊科學所講者，都是真理，但僅爲局部事物之真理，而非全部事物之真理。強將局部真理，用於全部事象之上，即變爲錯誤。設能指明局部之爲局部，及局部真理在全部事象中之適當關係，俾在空間及時間上，皆使用適當，則全部科學表現之價值，將遠非常人所能想像者。

就思想方面之普遍影響言，科學發見各種自然現象之定律原理後，已成爲思想上最要之抽象利器，不僅可供給人類理智，去推論和發見許多人目不見之事實，且能建立一正確的世界觀，使近代人類得到一較爲正確之生存觀念。在科學未明之世，人類智力微弱，不能理解客觀世界之變化規律，而把握其真相，遂無法控制自然，改善生活，惟事祈靈於一種超自然之神力，以求稍能解脫生活之痛苦，如古代原始人類，及現代尙未開化

之民族是。自科學進步，古代神祕的宇宙觀，即爲近代機械的自然觀代替。世人漸明整個世界，縱如何偉大，皆可按科學原理加以改造。過去任命不任力之觀念，即漸根本消除。近代人類之世界觀，可謂係高揚「人本主義」，抱着人爲宇宙中心之觀念，對宇宙自然，純持奴視之態度。認爲世界一切有生類與無生類，皆應服役於人類之願望目的。

至在實用方面，科學所表現之事功，確亦偉大。如工廠、機車、飛機、無線電、以至一切工業技術，皆不過是理化科學的思想能力之表現。現代之農業、醫學、藥學、清潔衛生等，亦不過是生物科學的力量之表現。此新奇技術時代，肇始於瓦特發明蒸氣機之年（一七六五年）。初時用此新動力以抽水，及代替向用獸力或人力操作之事，極感便利，於是即有人採用於紡織工業方面，實行以機器代替人工，而造成工業革命。自是以後，人類對於機器之使用與發明，熱情益增，進步愈速。繼以電力機、煤油機等先後爲用，皆極五光十色，巧奪天工，遂促進生產製造及交通工具之進化；使近代社會之生活機構，完全改觀。過去人類所受自然界許多限制、災難與痛苦，即大被解除，而由科學技術，賜予人類生活以無限之光明、快樂與自由。因之，文化在現代之意義，已不專指精神教養方面，而反就一切勝過野蠻時代之生活方法與工具而言。在古代文化中，如希臘時代，尙是哲學數學藝術占優勢。在近代文化中，則爲應用科學實用技術占優勢。近代完成之工業文明，即爲近代人所最驕傲者。

故科學在現代世界，雖非文明之全體，但爲全部文明促進之主要動力，則毫無疑問。近代科學遲遲之國家，因不能利用科學，改進其生產技術，雖素居於富饒肥沃之地區，亦無法改良其生活，使脫於野蠻困苦之形式，且更無法避免其他強國掠奪侵凌之慘禍。欲圖生存於現世，計惟有急起直追，努力研究各種科學，從速改進生產技術，庶可望化腐臭爲神奇，提高文化水準，及生存實力。遠例如德國在十九世紀初葉，及日本在十九世紀末葉，近例如蘇俄在最近二十年，即皆莫不是賴提倡各種科學，改進生產技術，始各將其國家，由衰敗野蠻絕望荒涼之境況，轉變入於文明自由與興盛之地位。吾國今日之困苦情況，與德、日、蘇各國未強盛時之情

況無殊。吾人今後，如能急起直追，努力於科學工藝之提倡發展，以爲吾民族衰弱之補劑，或可望與列強競雄於世界。

惟科學之效用價值，亦非絕對有利無弊者。各種科學，尤以實用科學，能被善人利用以造福人類，亦能爲惡人利用以爲害人類。近代因科學教育，傳播甚速，人類智力邁進，善與惡兩方面，遂皆同沾科學雨露而滋長，各表現其真正之面目。致科學之本身，亦不能擔保其應用，即能確到善的功利主義之結果。如近代盛行侵凌弱小之帝國主義，似是而非之國家主義，快樂自私之功利主義，以及迷信神權之宗教鬪爭等，皆在激發人類相互仇視之卑劣心理，而將科學用於作惡。故在科學之後，似應有一種規定利用科學之力量，使能向善與美兩方面發展，始可望表現其正當之價值。關於此理，作者曾於抗戰開始之年（一九三八年十一月），作科學與權力一演講，有相當發揮，曾載於時事新報學燈第一期，特附錄於下，以補充本節未盡之意。

空白页

附錄

論科學與權力

(一)

科學能使人獲得無限的真知，亦能供給人類以無限的力源。

在原始時代，人類生活幼稚，大抵與動物無殊，除全靠其本身固有筋肉之力以活動，求得需要的滿足外，尚不知使用其他之力。但人類是富有理智的，在與自然羣獸爭存稍久之後，即漸獲經驗，知於使用自己筋肉之力外，尚可另闢出有效的力源。如折枝作杖，擲石攻敵，甚至馴服獸類，「服牛乘馬，引重致遠」等，漸將簡單的物質之力及獸類之力使用，以節省自己的勞力辛苦。人類自闢出此等新力源，及發明簡單機械以馭用此等力源後，其能力即驟加大，漸能改造自然物質環境之障礙，而有牧畜、耕稼、舟車、宮室、文字、書契、禮樂等發明，達於文化昌明之境。

但此尚指科學未明以前之狀態。至近代科學發明，技術改進，可爲人用的力源，突又大增。自蒸汽機、電力機、石油機等，爲用於世，從前爲人力畜力所工作之事，皆爲此等新奇的自然力取而代之。此等力源廣大，不僅用之極便，且可用之不竭。人類挾以克服周圍自然之障礙，更節節勝利。不但將大地改造，化許多腐臭爲神奇，極神工鬼斧之妙，並且克服海洋深底，以至天空外極所包含的一切。宇宙間龐大無限的自然力，多已爲現代的科學技術自由操縱，使其能從宇宙此方流到彼方，以供役使。有似小說中所述的魔術師，手持魔術杖，即能自由的御風使電，縮地移山，將此現實不如意的世界，隨心所欲的改變。近百五十年來，由科學力量所造成的文明，實較之過去數千年全人類所成就者，尤爲宏偉。

科學何以能有如此宏效？此則由於科學的「體」與「用」使然。科學的初興，原在探求知識，在求知自然現象所具的一般法則或公例。公例者，爲支配一類特殊事物變化生滅的因果法則。凡事有始者，必有其因，即「凡天下之物，莫不有其理。」自然界中現象，貌雖萬殊雜陳，毫無秩序，實則條理萬端，至蹟不亂。組織經緯，蔚爲大觀。科學方法，即用觀察實驗，精密的分析特殊事實，探索其因果關係。如能提示出某個有蓋然性的公例，再得多數事例的證實，則公例即可成立，令人可據以彰往察來。又此等直由事實推出的公例，其概括性甚低，因其離開粗樸事實不遠，科學方法，尙可在此等低級公例之上，再用歸納，提供一概括較廣之公例以統括之。於是在其下各低級公例，即可被其綜合。如是推而上之，最後可望求出最高公例。如加利列發見物體下落爲加速運動的法則，係由少數事例推得。同時蓋伯力觀察行星運動發見三律，亦爲概括性甚低的法則。至牛頓則集合二人所發見之公例，再包括中世紀卜林所觀察待的潮汐法則，綜合於萬有引力一最高原理下，闡明地面潮漲係受日球月球吸力的影響，行星軌道爲橢圓，係受日球及他星球吸力的影響，物體爲加速的下落係受地心吸力的影響。引力理論，概括包羅，如是宏富，至成爲天文物理學中最高公例者，垂二百餘年。直至本世紀初，始有愛因斯坦的對相論發見，其概括性又比牛頓引力法則爲更高，不僅包羅演繹萬有引力一律，且能應用於一切物質，應用於光，應用於各式的能，將電磁說，光帶學，光壓的觀察，以及其他精微的天文觀察，皆統於其系統下。

由此可見科學公例的概括性，有高低廣狹之殊。概括性低而狹的公例，離粗樸事實不遠，但已能表述事實變化的因果結構，其形簡單，而其用則能包括無數同類的雜多事象而說明之，令人有執簡馭繁之益，頗獲「思想經濟」之效。又在此概括性甚低而狹之諸公例上，再推出概括性較高而廣之公例，以綜合演繹各低級公例而系統的連絡貫通之，此較高公例，使人愈獲取精用宏之益。如是推而上之，科學知識的莊嚴大廈，即有如巍峨的金塔，其底層是自然界中無限雜多的事實現象。科學方法，即在此底層的事實現象上，歸納出諸低級公例。又在此等低級公例上，再推出形式更簡而概括性更富的高級公例。如是建築上去，至於塔頂，可望有一最高公

例，總攝以下各級公例而系統之。於是世界全部自然現象的結構和機制，即可用此塔形的公例系統以把握之，透視之。例如近代天文學，自成立其天文法則的系統後，舉凡宇宙羣星的週遊聚散，去留伏逆，皆可據法則以推，毫髮難爽。近代物理學亦然，自成立其精密的物理定律系統後，舉凡聲、光、熱、電的變化，皆可由人智理解其祕奧。人類在此無限的時空宇宙中，雖極爲微弱渺小，但自成立天文學、物理學及其他自然科學，能把握着宇宙各層現象的因果法則系統，其智慧即能放出萬丈光芒，透視宇宙無限廣漠的繁複組織結構。亦若宇宙萬象，係按人類理性的範疇以演現者。康德深贊人心能力之偉大，即在於此。

且科學不僅能滿足人類好奇求知的衝動，解除人類的愚昧無知，並令人一旦愚昧消除，智力大增，即會發生新的希望要求，依其所知，以改造其物質環境，社會關係，以及他自己。試觀近代人類自有科學的新智力以後，即施之於實用，成立各種工程學。如瓦特應用算學、物理學的原理，再加精密的研究實驗，於一七六五年發明第一架蒸汽機，用以抽水，於是物質經過一系列有規則的運動，即成爲有效工具，可用以代替向用人工手工操作之事。再過三年，即一七六九年，有人即仿以製成紡紗機及織布機，於是一七八五年，Nottingham地方，即成立大規模的紡織廠，實行以機器代替人工，奠定工業革命之基礎。以後再用蒸汽於交通，而有輪船火車之發明，將時間與空間的隔離縮短，使世界人類的生活機構，全部改觀。最奇者爲電力的發見，全爲科學研究而出的知識，缺乏科學訓練者實不會想像其存在；其公式極艱深，但其爲用比蒸汽力更爲宏偉，不僅能發出大量的動力，且能生熱、發光、成聲，能由此處引到他處，供人自由運用，不受空間地域的限制。至光波即電磁波的理論，本爲馬克斯威爾的一種數學推論。後黑爾茲(Hertz)加以實驗，得出人工製造的電磁波，亦原爲學理的興趣。但馬哥尼即進而運用其原理，造成無線電，爲近代最精妙的傳達工具。至在化學方面，因有機化學及無機化學應用至工業技術上極爲進步，於是向來人類依賴爲用的許多天然產物，漸可有化學製造品代替之。如人造橡皮之代替天然橡樹，人造絲之代替天然絲，人造淡氣肥田粉之代替天然肥料等。天然所有者，爲量有限，終有用竭之一日，如有科學製造品之代替，則來源無窮，可用之不盡。其他在醫藥方面，衛生方面，

農業方面等，莫不深受應用科學之厚賜。科學技術在許多方面，實能巧奪天工。從前人類生活所受自然物質的限制，至今已大部分為科學的智力所征服改善。

可知科學的思想，根本是力的思想，能供給人類以理智之力及實用之力。領有科學思想的人，必能有意或無意的獲得力的供給。力之來源，即是自然現象的一組因果法則。只要能竭誠研究科學，即能在個人的了解上增強智慧之力，在實用上獲得控制自然之力。至於近百年來，歐人對於科學實用之力，特別崇拜，尤使「應用科學」特別發展。因應用科學改進技術，能直接產生供給人類大量具體的權力，曾使近代人心理上生急劇的改變。在百五十年前的人，曾以能研究「事實之實然為何」，為光榮，至近百年來，則以能研究「事實之可改變為何」為上乘。因視研究事實之實然為何，僅令人得理性的滿足，不若研究事實之可改變為何，能獲具體的力之實用。近代人崇拜權力，崇拜功利，常視物的重要性，不在物的內在性質，而在其工具價值。視萬物盡是工具，視任何一件東西，只是一種力的工具，或為製造工具的工具，又復轉為製造更加有用的工具。如是以推至無窮，似乎宇宙萬物，無不為人而生，無不可為己用。如此心理，實為「力之愛好」的極度發展。為科學技術征服自然所生之結果。

(二)

以上所述，為科學的力量在人類社會上所表現的效用。此種效用，能普及全世界，豈非人類馨香禱祝之事。但不幸「科學之力」，非人人所能有，實僅一部份人占有之。於是挾有科學之力者，於征服自然之餘，忽挾其餘威，轉以壓迫人類中缺乏科學之力者，遂造成一種特殊的權力階級。

權力是甚麼？在積極方面言，是號令他人順從己意以作事的能力。消極方面言，是禁止他人違反己意而行的能力。前者為令行，後者為禁止，兩者皆需要力的示威。而令行或禁止之方式，可有兩種，一為力征，一為理服。力征是強制的服從，是暴力的專制壓迫。理服是精神的感化，是將對方心理改變，使有「中心悅而誠服」的情態。而一人對他人力征或理服的權力，是與其能力成正比例。能力大者，其令行或禁止之效亦大。

但兩種權力相較，理服爲人所歡迎，力征則爲罪惡淵藪。

科學者，卽富有理服及力征兩種力，實爲人類權力之大源。在歐洲三百年前科學初興時代，宗教及傳統，對於科學之迫害甚烈。加利列曾因宣傳哥白尼的天文學說，被羅馬教皇鞫訊，幾處以極刑。但新天文學、新物理學，終戰勝宗教與傳統，蒸蒸日上。加利列沒後不及百年，科學卽已征服全歐知識界，而達毛羽豐滿之境。此則由科學的見解，極值得人們熱忱擁護，是爲科學理服之例。但最不幸的，自近百五十年來，科學的「理服之力」，似已完盡其使命，不復爲人所重視。惟科學的「力征之力」則爲舉世崇拜，極爲猖狂橫決。其形演變爲二大暴力，以表現於現世界中，卽經濟制度與國際戰爭是。

自科學應用於工業，改良技術機械，完成工業革命後，於是近代的生產制度，突大進步，能集中大量的資本，部署大量的勞工，以從事大量的生產，及製造大量便利生產的種種工具。其演變結果，爲前代的手工業，盡爲機器工業吞沒，小企業盡爲大企業所合併。此種大規模的工業生產組織，并未能令人人享到幸福，僅是拿着新的偉大力量，給予少數握有大權的人，任其支配全社會。而此輩握有資本大權者，多奸利性成，貪婪無厭，又極缺乏人道理想。既「貪天之功以爲己力」，篡竊無數科學家辛苦發明的工具機械而利用之，又襲前代非工業時所遺留的私產制度，將大量的生產工具如土地原料及種種發明專利權等，巧取豪奪，據爲己有，毫不聞放。於是大多數缺乏生產工具的人，都窮而無告，迫得出賣勞力，爲此輩握有資本大權者作牛馬，一任其顛倒低昂。甚至一國的政治立法大權，亦可被此輩操縱，曲從其意，如英美各國的富豪政治是。此輩忘却科學技術，爲無數天才的辛苦發明，乃全人類的公物，其福利應爲人人所共享，而乃利令智昏，沉迷於個人主義及功利謬想，挾持人類公物，爲競爭獲利的工具。且因籠有經濟權力，享盡物質福利，其心理亦盡爲「權力崇拜」及「物質崇拜」所佔領。一切人道理想，道德觀念，盡爲淹沒。其評衡一切價值，不以人爲本位，只着眼於實利經濟。視他人的智力與體力，亦如其他物質，僅計其能否爲其生產致利的工具。在科學未明時代，人類雖有貧富之差，但相差之害，并不如今日之甚。現代富者因挾有科學所供給的力量，握着全社會的要害，卽如虎添

翼，濫用其經濟全力，爲害極烈。大多數缺乏工具的人，只得爲其經濟權力屈服，苟延殘喘。科學初興之目的，如培根及百餘年前法國百科全書派所歌頌者，原爲增加人類對自然界的征服力。今其演變結果，大多數人類，反爲其力所征服，豈非科學之不幸！

至近代國際戰爭的慘烈，更直接爲工業主義和機械創造的產物，間接爲科學應用的結果。在人類歷史上固無時代不有戰爭。但戰爭動機的複雜，破壞的慘烈，則遠不逮今日。當工業初興時代，歐洲各國只有國內同業的競爭，尙少注意外國的同業。及到後來，各工業國出品過多，生產過剩，一方遂在國內採用保護政策，抵制外貨，一方則向非工業國去掠奪市場，爭拓殖民地，於是國際戰爭時起。及至最近，除爭奪商業市場外，又以原料爲最大目的，如煤鐵石油等開採權之爭奪是。爲求爭奪勝利，於是各國競爭擴張軍力，日講戰爭攻守方法，不惜大量金錢，擴充戰備，使日益機械化，科學化。故近代國際競爭，其爭點爲市場及原料，而又附以純乎好得統治權的心理。煤鐵石油等原料，由科學技術之進步，不僅爲經濟財富的基礎，尤爲軍力的基礎。使一國具有此等資源，而又有工業上的技術，以用之於戰爭，則此國卽能以武力占有市場，而直接侵略最不幸之國，且美其名曰「傳播文明」。實則侵略戰爭，毀滅極大，結果常所得不償所失。若稍念及人道，並稍愛惜物力，未嘗不可避免。只因現世尙有許多非工業國家，又極富資源，無科學技術能力以自開發，遂啓各工業國軍政領袖的野心慾壑，欲以非工業國爲「外府」。如吾國與西班牙之同被帝國主義者侵略是。此等工業國的當局，多爲大流氓，不明人類文化的真正使命，在使人道日彰。只以權力在身，卽思濫用。如希特拉突併奧捷等國後反毫不慚作的宣言「暴力卽正義」。試問希特拉的暴力何來，卽來自德國的科學與工業。是以現在世界的兩大患，爲資本階級及帝國主義者。而站在此兩大勢力的後面，自身雖似無善無惡，而實爲惡勢力所由滋長者，則爲科學之力。

(三)

以上所述，並非根本毀謗科學，吾人之意，僅在指明科學權力，掌握非人，卽會演變出上述諸不幸結果。

並在指明百餘年前歐人對於科學所起許多快心的幻想，應再有其他思想糾正。現在科學與工業，已成爲人類最大權力的基礎，實無其他任何力量可能比擬。欲根本反對科學與工業者，有似因噎廢食，非迷妄即愚昧。宗教家之詛咒科學，僅見其迷信難解。盧梭之唾棄工藝，返於自然原始狀態，僅見其拘於感情幻想。今日無科學工業的民族，縱實行了極端的共產制，在極困苦的物質環境下，人民亦無何種幸福。何況處此國際鬭爭劇烈時代，科學與工業興盛的國家，盡是些強盜國家，是帝國主義者。如無相當的科學工業，培植國力，決不能生存自主。

現在世界的大患，不在科學本身之力能爲害，乃在握有科學與工業之權力者，毫無道德理想只知擅權縱慾之爲害。「水能載舟，亦能覆舟，只看用之如何，」科學亦然。使掌權者的意旨爲善，則科學的進步，自有無窮之利。若掌權者的意旨爲惡，則挾科學之力，爲害自不可勝言。科學僅是人類的最良工具，其價值全視所向一目的而定。工具本身，無善惡可言，惟用工具的人類目的，始應負一切善惡之責。故現代人類的急務，乃在如何打倒暴力，使正義日彰。在如何發揮人道理想，以領導科學之力，使能表現至善的價值。百餘年前的科學家，只注意於科學工具發明，實少計較到工具應有一種道德理想爲指導，始有至高之價值。故近代社會改造家，多揭明目標，發揮人道主義，謀將現社會的政治制度及經濟制度，加以改造，務以人爲本位，務使一切物質工具及權力制度，置於人道觀念之支配下，使爲人類之利而不爲害。

但欲打倒或抵抗強權暴力，非有超過或相等的力不可。現代資本階級及侵略國家的暴力，純由科學工業而來。則欲打倒之或抵抗之，實非速備科學工業之力不爲功。故現代澈底的社會主義者，對資本階級的戰略，不是斤斤於分配公平的爭執，而重在勵行國家資本制度，將重要的生產及交通工具，如土地、鑛山、鐵路及其他大企業等，收爲國有國營，將人類社會之公物，由壟斷者手中奪出，以杜私人濫用之弊。同時勞動者並努力爭取科學教育，爭取技術，增進工作能力，以爲國家全體服務，俾不再奴役於私人的惡勢力下。至被壓迫民族之稍覺醒者，其對侵略國的抗爭，亦不再空言和平公理，而惟埋頭於科學教育及工業訓練，以增殖自身抵抗之

力，始可免於危難。凡攬有權勢者，無不欲維持其既得的權力，而反對推翻現狀。故欲推翻之或抵抗之，自非空言人道侈談公理所能收效。惟有以毒攻毒，與打擊者以打擊，方可望其覺悟公理、人道之意義。

故本文之意，首在指述科學力量之偉大，次述現代強權暴力滋長之由來，末述抵抗暴力之道。作者謹向全國青年高呼吾人欲伸張公理人道，圖謀自決自主，非可空想獲得，須從速爭取科學教育，爭取生存實力！（一九三八年十一月重慶沙坪壩）

中華民國三十三年八月重慶初版
中華民國三十四年十一月上海再版

科學思想概論一冊

定價國幣肆元伍角

印刷地點外另加運費

(· 52703 滬緞紙)

* 版 權 所 有 *
* 翻 印 必 究 *

著 者 何 兆 清

發 行 人 朱 經 農

印 刷 所 商 務 印 書 館

發 行 所 商 務 印 書 館

各地
商務印書館

上海河南中路