

歷史脈絡下的 科學與技術

近代科學是指經過 16、17 世紀的發展，並在牛頓體系中得以完成的自然科學理論系統。這種科學不僅代表著一種新的認識方法，而且體現著近代的世界精神和思維方式。那麼，在這之前呢？

■ 王鑫、許玲玉

「科學」是一個外來語，是日本人對 science 的翻譯，按字面是分科之學。可惜這個譯名不能彰顯科學的意義，遠不如「格物致知之學」好。「科技」連接了科學和技術，創造了新意，已屬致用之學，與科學精神大異其趣。在電影〈當地球停止轉動〉和〈阿凡達〉中，都可以見到「科技」的作用，表現出人類科技的進步，以及對地球、星球的負面影響。電影裡的主要概念之一，竟然是「為了挽救地球，需要消滅人類」！

近代科學是指經過 16、17 世紀的發展，並在牛頓體系中得以完成的自然科學理論系統。這種科學不僅代表著一種新的認識方法（科學方法、認識論），而且體現著近代的世界精神（科學精神、科學態度）和思維方式（科學思維）。那麼，在這之前呢？

古希臘時代，「physics」和「nature」指的是同一件事。當時的智者熱中於探討自然的真相，追求宇宙的最終本體是什麼。不同的智者分別認為宇宙的本體是水、火、數（畢達哥拉斯）等。直到蘇格拉底，才把道德哲學帶入對話的中心。他認為不該只研究關於自然的問題，更應該研究人本身的問題。

蘇格拉底的學生柏拉圖更把理念論帶入，認為人經驗到的現象都是浮光掠影、表面現象。物的真像不是觀察、經驗可得的，只有抽象思考，如數學的探討方式，才能覓得至高無上的真理。柏拉圖看重關於價值的理型，對於樹木、牛、馬等自然界事物的理型則不大關心。

亞里斯多德卻有和他老師柏拉圖不同的想法，認為經驗的事實是成立的。他憑藉探索經驗科學的豐富資料，肯定現實世界，並建立一套經驗論哲學。他認為變化的表象世界必有它的道理，應加以解釋。他提出「四因說」，即質料因、形式因、動力因、目的因，來解釋一切事物。其中，目的因是一物存在的真正理由。至於在現象界裡，他認為物的基本結構是質料和形式。亞里斯多德肯定在自然界之外尚有上帝，只有祂能有完全的實現與形式。上帝推動宇宙變化，祂是哲學上的神。

亞里斯多德提出「第一哲學」的觀念。第一哲學又稱為「形而上學」、「物理學之後（metaphysics）」，或「神學」。它是超出所有能夠觸摸、能夠具體把握到的知識的，它是一切學問的前提。由於希臘哲學無法回答宇宙的最終本質（本體）是什麼，無法統一本質和現象，因而導致懷疑論的興起，給猶太教信仰的發展提供了溫床。第一哲學被借用，引導出中世紀的自然神學，上帝成為基督教世界唯一的真理。這種思想統一西方世界，直到文藝復興時代之後才見消退。

古希臘哲學的提問方式不可避免地要捨棄現象的紛雜世界，而去追求現象背後不變的本質，因而導致哲學家對世界做出本質和現象二元劃分。這個難題成為哲學思辨的主題，至今不衰。

亞歷山大大帝去世之後的希臘化時代，北非亞歷山大城的學者們支撐著希臘文化的餘脈，繼續發展科學，著名的學者如歐基里得、阿基米得和托勒密等。羅馬時代重工程技術，科學思維衰退。

中世紀前半段的哲學走柏拉圖主義的路線，代表人物是聖奧古斯丁（St. Augustinus, 354-430）。他用深思冥想的方

式發展了「心靈哲學」，以心靈的感受出發，統合了「信仰」和「知識」。他提出「相信以便理解」的口號，忠於宗教神學。奧古斯丁開創基督教的神學基礎，主張背負原罪的人們只能藉由神的恩寵才能夠得到救贖，而這段過程只能以教會為媒介才能夠完成。他是結合「信仰與理性」的人，融合了新柏拉圖主義和基督教，認為人應當學習謙卑，時時讚頌神。

回教興起，占領北非之後，阿拉伯人傳承了古希臘文明的菁華，在西元 800 ~ 1,000 年間達到興盛期。

8 世紀前後到 16 世紀的中世紀前期，士林哲學（scholastic philosophy）成為主導的思想。這段期間，基督教會壟斷思想文化，教會推行的信條和準則是「啟示高於理性」、「知識服從信仰」，科學成為「教會恭順女」，因而導致歐洲科學技術長期停滯。

西元 9 和 10 世紀，君士坦丁堡七世提倡學術和藝術，翻譯阿拉伯文獻。十字軍東征又促進了東西交流。於是，古希臘文明轉台至文藝復興前期的義大利。

中世哲學後半段的士林哲學走亞里士多德主義路線，代表人物是聖多瑪斯·阿奎那（St. Thomas Aquinas, 1224-1274）。他以亞里斯多德哲學為基礎，建立大規模的基督教世界觀，並訂立士林哲學的主旨。

他以思辯的方式開展了主知主義的實在論，以理性為工具，透過因果原則的層層推論，認定「信仰」和「知識」應分開討論。他確定神學高於哲學，提出「存在先於本質」，鼓吹教皇是上帝在人間的代表，位於世俗君主之上，而封建等級的劃分是上帝的安排。他的神學著作經過教會編輯，成為基督教神學的典範，權威僅次於《聖經》。

文藝復興時期，西方人士開始用批判的眼光檢查希臘哲學，或用新的實驗方法尋找自己的道路。

西元 1200 至 1225 年間，亞里士多德全集翻譯成拉丁語之後，教會、修道院、學校等都必須修習這些文獻，因此歐洲傳承了古希臘文化。當時也出現了城市大學，這些中世紀大學是市民社會的直接產物，出現各種手工業同業行會、商會等自治團體，他們更渴求知識。

文藝復興時期，西方人士開始用批判的眼光檢查希臘哲學，或用新的實驗方法尋找自己的道路。肯定人的價值、表達人的思想感情等人文主義思潮興起後，破除了人們對宗教神聖不可侵犯的信仰，培養了自由研究的精神，引導人們深入觀察和研究自然界。文藝復興時代，認為經驗與理性一樣重要，但經驗在先。此起彼落的新發現，如哥白尼的日心說、伽利略的力學實驗等，為啟蒙時代開啟了方便之門。

在文藝復興時代，科學和哲學未分。由於文藝復興謳歌人性的解放、呼喚理性和自由，大航海時代又帶來了造船和製圖技術，激發了西方人探索自然的熱潮，極大地鼓舞了人們征服自然、利用自然的勇氣。文藝復興和地理大發現時代的重要成果之一，是促進近代自然科學的產生。達文西（1452-1519）以實驗為基礎的科學思想和他對實驗、經驗的尊重，尤其被後人稱道。

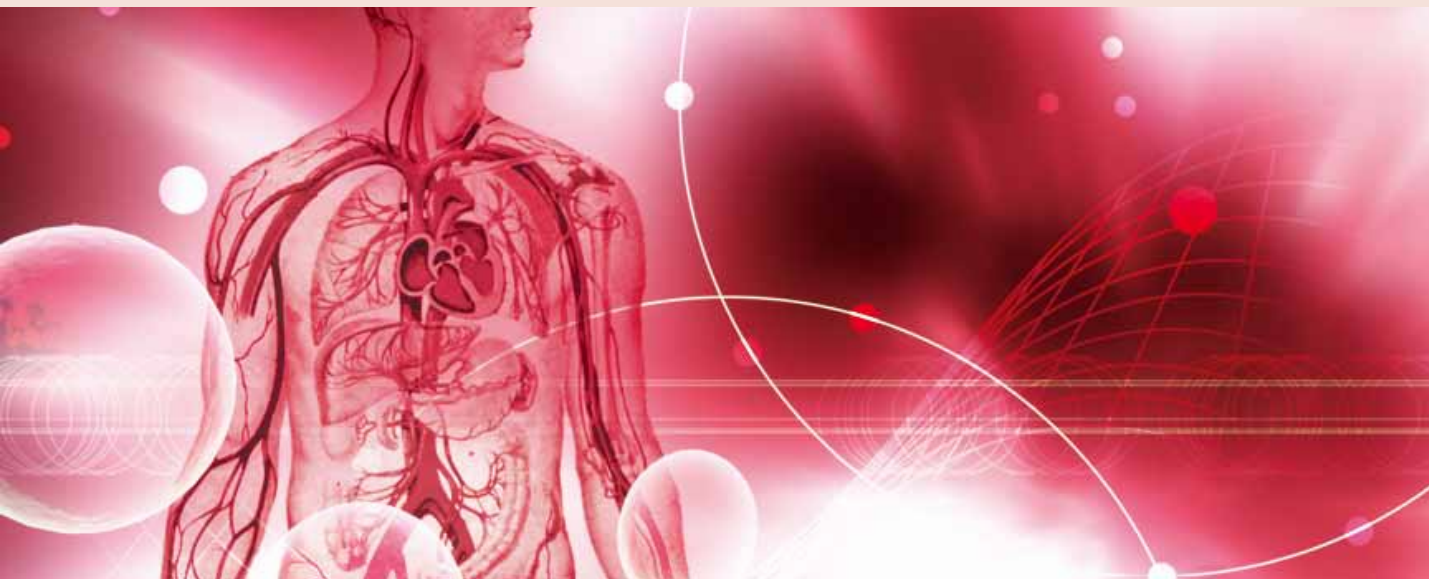
哥白尼（1473-1543）的《天體運行說》主張宇宙的中心是太陽。他的理論在哲學、物理學上的衝擊，引起舊時代觀念的崩潰和新的思想潮流，引發宇宙觀念的改變。亞里斯多德和托勒密的地心說終於擋不住觀察所得的證據而趨崩潰。開普勒（1571-1630）的天體運動三大定律，更落實了哥白尼的理論。

16、17 世紀是「啟蒙時代」，英國人培根（Francis Bacon, 1561-1626）提倡理性（註：古希臘時代所說的理性和啟蒙時代後所說的理性不同）和嚴謹的實驗方法。他是近代歸納法的創始人，又是將科學研究程序加以邏輯組織化的先驅。

培根強調以正當而嚴謹的方法研究自然，反對亞里士多德在《工具論》一書中的演繹法；他提倡歸納法，強調經驗要先於結論而做；認為三段論不能保證前提和結論的真理。不過，培根的歸納法對假說（研究的出發點和指導原則）不夠重視。他認為要認識客觀世界就應該擺脫各種假象，但是他也指出人類的本性中有著不利於客觀認識的因素。

維薩留斯（1514-1564）提出《人體結構》，注重實際解剖的結果勝於雄辯。哈維（1578-1657）提出《動物心血運動的解剖研究》，他是生理學之父，發現血液循

16、17 世紀是「啟蒙時代」，培根提倡理性和嚴謹的實驗方法。他是近代歸納法的創始人，又是將科學研究程序加以邏輯組織化的先驅。



維薩留斯（1514-1564）提出《人體結構》。（圖片來源：種子發）

環理論。伽利略（1564-1642）最早使用自製的望遠鏡觀測天體，他堅持以實驗為基礎，倡導「現象觀察，邏輯判斷，數學演繹，實驗驗證」。

笛卡兒（Descartes,1596-1650）著《方法論》、《哲學原理》等，也是西方近代理性主義哲學的奠基人之一。他提倡懷疑論方法，拒絕接受任何教條主義，全面挑戰各種思考習慣和自然而然的看法，把先哲和神學擱置一邊。他的思想代表從古代的本體論過渡到近代的認識論或知識論，在他看來，舊見解都來自感官，而感官是不可靠的，只相信理性主體的自我，人的理性成了萬物的試金石。笛卡兒是一個二元論者，把靈魂和肉體看作完全獨立的兩種實體。

笛卡兒的科學和哲學思想，不僅支配

著 17 世紀，而且對後世有重大影響。他提倡理性，反對盲目信仰，以懷疑為武器，反對經院哲學。「大膽懷疑，小心求證！」笛卡兒說，只有一件事是我們無法懷疑的，那就是「我思故我在」，指的是我們正在「懷疑」這件事的「懷疑本身」象徵我們的存在。笛卡兒構思了新的形而上學取代中世紀的士林哲學，他的心物二元論徹底推翻了基督教會的神創說。

牛頓（1642-1727）是劃時代的科學家，他的萬有引力定律、慣性定律、加速度定律、作用力和反作用力定律，以及《自然哲學的數學原理》等為科學建立了扎實的根基。牛頓指出自然科學家面對各種事物時，先要通過實驗和觀察進行分析，然後用綜合的方法得到普遍結論，並立為原理，再用這些原理解釋自然界的現象，並且證

笛卡兒的科學和哲學思想，不僅支配著 17 世紀，而且對後世有重大影響。他提倡理性，反對盲目信仰，以懷疑為武器，反對經院哲學。

工業革命之後，出現了跳躍式的科技進步，資訊科技、生物科技、奈米科技紛紛出籠，也帶來了深層的社會變遷，如泛商業化、壟斷性企業和消費革命。

明這些解釋的正確性。這就是整個近代自然科學的基本研究模式。

18世紀啟蒙運動時代，科學主義盛極一時。科學被看做關於自然的經驗陳述和形式陳述的集合，是在時間中某一時刻構成公認的科學知識的理論和數據，是典型的已完成的產品。科學是由科學家的活動或行為構成的，也就是說，它是人類的一種活動，而不論這種活動是否帶來了關於自然的「真」的、「客觀」的知識。

科學又有廣義、狹義之分。廣義的科學包括人類和自然互動過程中形成的一切系統性的知識體系；狹義的科學指建立在數學和實驗基礎上的、系統化的、具有嚴密邏輯性的知識體系。科學家堅持不但要知其然，還要知其所以然，要遵循循序漸進的、科學的模式。從事科學研究的人，遇事問為什麼？習慣用一定的方法，通過一定的途徑，系統性地繼續提出問題。

技術和人文主義是不能分離的，因為技術是把科學應用到人與社會的需要上。20世紀的人文主義及文化包括了科學和技術。

17、18世紀的歐洲人以自然科學研究的成果為基礎，改良各種生產技術，相繼發明了許多機器，如鐘表、抽水機、織襪機、手搖紡紗機、印刷機等。其中以英國人薩維利（Thomas Savery）在1698年發明

的蒸氣機最為重要。到了18世紀中葉，瓦特改良蒸氣機，使蒸氣機能與其他機器如織布機、紡紗機等並列，成為推動各種生產的動力機，帶動「工業革命」。

工業革命之後，又出現了跳躍式的科技進步，資訊科技、生物科技、奈米科技紛紛出籠，也帶來了深層的社會變遷，如泛商業化、壟斷性企業和消費革命。在資本主義引導下，人類社會終於「窮到只剩下錢」，更出現貧者愈貧的現象。18世紀的工業革命到了19世紀，發展成爭取科技人才的科技革命，武器科技發展領先。

演變到21世紀，已經是消費革命時代，消費主導了科技發展。壟斷性大企業已經成為新霸權，啟蒙時代以來發展的自由民主和科學、技術，已經構成威脅地球永續發展的怪手。

王鑫

中國文化大學地學研究所 /
臺灣大學地理及環境資源學系

許玲玉

成功大學資源工程研究所