

西方科學哲學發展之初探

陳榮祥

國立高雄師範大學科學教育研究所

(投稿日期：91年4月9日；修正日期：91年8月7日；接受日期：91年9月9日)

摘要

本文首先是在說明何謂科學哲學，接著說明科學哲學的三大範疇。作者針對大家較為熟悉的科學哲學思想介紹其內涵，並且舉出其限制性與問題所在，以及產生演變的歷史因素。接著依照年代整理出西方的科學哲學主流。作者舉出兩個科學史的發展案例說明科學的發展並非依循固定的模式，進一步闡明演化論觀點。最後作者提出幾個研究發現，說明科學哲學的研究之趣味性及重要性：第一是有關哥白尼的死因問題，第二是提到愛因斯坦所具有的建構主義思想，第三是討論有關科學的客觀性之爭議，最後則是分析科學哲學對科學教育之貢獻。

關鍵詞：科學哲學、認識論、否證論、邏輯實證主義

沒有科學史的科學哲學是空洞的；沒有科學哲學的科學史是盲目的

~ 語出 Lakatos 「科學研究綱領方法論」 (1978, p.102；上海譯文出版社，1986，p.141)

一、什麼是科學哲學？

科學哲學 (philosophy of science) 是指對科學知識進行哲學上的省思，以科學本身為對象的研究。系統性科學哲學研究應該是開始於邏輯實證主義，科學哲學家在反覆思索之後，發現科學知識的發展並非累積式的，往往也沒有最後的真理。為何科學知識具有特別的可靠性？科學知識為何有特別的力量？研究科學哲學一般可用三大領域分類：

- (一) 本體論 (ontology)：探討的是宇宙萬物的本性或人的思考及認識對象的本體基礎 (熊東亮，2001)。研究關於有什麼事物真正存在，它們的本質是什麼？如機械論、科學唯物論、唯心論、自然機體論、化約論。
- (二) 方法論 (methodology)：我們用什麼方法？透過何種方式去認識世界？如歸納法、演繹法、否證論、研究綱領、懷疑論。
- (三) 認識論或稱知識論 (epistemology)：研究知識的本質、原則和知識的來源。如建構主義、經驗主義、理性主義。

二、主要科學哲學觀之論點

(一) 邏輯實證主義 (logical positivism) — 邏輯經驗主義

邏輯實證主義興起於維也納，以培根 (Bacon) 的歸納法和休姆 (Hume) 對經驗的主張作為發展起點，1940 年代之後改稱為邏輯經驗主義 (logical empiricism)。主要代表人物有萊興巴哈 (Reichenbach)、卡那普 (Carnap)、韓培爾 (Hempel)，在 20 世紀哲學論壇一度成為主流，在 20 世紀上半也領導歐美科學哲學界將近半世紀。在 1950 年代開始，邏輯實證主義遭受到波普 (Popper) 強力的批判。30、40 年代是邏輯實證主義鼎盛時期，50 年代之後由於受到波普和孔恩 (Kuhn) 等人的批判，而漸趨沒落。

邏輯實證主義相信客觀性 (objectivity) 是科學之重要內涵。科學之所以具有客觀性乃是因為科學知識是基於客觀的觀察和實驗所得到，因此不摻雜研究者之主觀因

素。科學理論與觀察之間具有密切之邏輯關係，運用歸納法可以得到理論（林正宏，民 77）。這樣的科學方法也正是科學知識有別於其他知識的特徵，科學知識因而是確定的、絕對的真理（Klee,1997）。爲了追求科學知識的確實性與尋求科學知識的可靠基礎，邏輯實證主義提出了「證實原則」。

邏輯實證主義相信科學方法是在證實（confirmation）某種理論。溫伯格（Weinberg，1995；1979 年諾貝爾獎得主）評論實證主義：「實證主義帶來的害處和它的好處一樣多…與機械論宇宙觀不同的是，實證主義仍保留了其英雄形象，因此會在未來繼續製造害處…十九世紀，原子理論已經成爲物理學和化學之一般語言的一部分，然而馬赫的實證主義學派追隨者卻因這些原子不能以任何當時可以想像的技術來加以觀測，而認爲此背離了科學的正當程序。」1910 年，原子理論幾乎已被所有科學家接受，馬赫仍說：「如果接受原子理論如此重要，那麼我將放棄物理式思考，我將不是一位專業的物理學家，我將奉還我所得到的物理科學榮譽」。

實證主義的另一危害是當湯姆森（Thomson）發現電子並爲之命名之際，同一時間在柏林的考夫曼（Walter Kaufmann）也完成相同實驗，他的實驗甚至比湯姆森更爲精確，但是考夫曼是實證主義者，他不相信物理學家有必要思索他們所無法觀測到的事物。如果湯姆森不願意對當時無法直接觀測到的粒子之概念認真研究的話，也許他永遠無法完成他的實驗（發現電子）。

對實證主義最戲劇化的揚棄，是在於夸克理論的發展。1960 年代蓋曼（Gell-Mann）提出夸克理論，這在當時根本無法實際觀測，然而歷經 30 餘年，科學家已經觀測到 5 種夸克。

（二）波普（Popper）否證論（falsificationism）

否證論的代表人物是波普（Karl Popper）。自 1950 年代以來，邏輯實證論的觀點一再遭受嚴厲的批評，最早表示異議的是波普。波普的「科學發現的邏輯」一書德文版於 1934 年出版，但是影響力不大，直到 1959 年出現英譯本之後影響力才發揮。波普的科學哲學觀點是新的科學哲學與邏輯經驗論脫離的關鍵。就波普（1959）而言，很清楚的，當一個關鍵性實驗「證偽」了理論，則科學家應當拋棄它。對「關鍵性實驗」的力量有太過於單純的信念，要不是「證實」就是「證偽」了理論，這樣的信念仍影響許多教科書的作者。

（三）孔恩（Kuhn）科學歷史主義（historicism of science）

孔恩 (Thomas S. Kuhn) 於 1962 年出版「科學革命的結構」。孔恩是哈佛大學物理博士。他在科學史的研究當中發現，邏輯經驗論者的看法和科學發展的史實並不符合。

孔恩 (1970) 認為涵蓋性的理論不需要僅僅因為「證偽」的關鍵性實驗就要被更換，但是因為社會或是心理因素，在科學領域之外，往往還是會很大程度地影響個別的科學家或是科學社群。孔恩也把科學史當中的概念改變看成主要是「革命」或「派典轉移」，其往往是在一段短的時間內發生。

(四) 拉卡托斯 (Imre Lakatos) 的研究綱領

拉卡托斯 (1970) 是波普的學生。一方面吸取孔恩科學史的研究成果以及波普的一些觀點，企圖做出一些調和。拉卡托斯認為否證論並沒有建立一個可靠的否證基礎，他認為波普的理論只是一種素樸的否證論。以科學史單一案例的觀察或實驗不能否證科學理論，任何理論也不是孤立存在的，而是相互關連的。理論具有嚴密的內在結構，非單一「異例」就可全部駁倒，是以拉卡托斯提出一種精緻的否證論。

評價任何理論都必須連同它的輔助假設、背景知識或初始條件，拉卡托斯將此理論系列稱為**科學研究綱領**。科學理論系列或研究綱領能夠說明科學理論的「韌性」與科學知識發展的延續性。拉卡托斯認為科學革命的過程並非像孔恩所說只是人們心理上 Paradigm 的轉變，而是有客觀邏輯規則可循。

拉卡托斯採取介於波普和孔恩 之間中性的立場，強調並非關鍵性實驗本身導致了概念改變。拉卡托斯認為一個理論的拋棄並非導因於「一個理論和新實驗之間的衝突」，而是導因於**和另有理論之間一個開放性的辯論**。一個理論之所以會被捨棄，只有當它的擁護者逐漸瞭解另一套理論的好處而繼續堅守他們自己的理論的壞處時。

(五) 勞登 (Laudan)

孔恩的科學歷史主義，似乎有點將科學推向非理性之路。勞登企圖證明科學仍然是合乎理性的，是知識領域之中最可靠並且也是進步最大的一門學科，不論他製造了多少問題，依舊是我們最值得信賴，最可行的一條途徑。

勞登認為以往科學哲學所主張的進步，多半基於純粹經驗主義的標準，然而這與科學發展史上的證據相左，因而他特別提出概念性問題在科學發展史上所扮演的舉足輕重之角色，重新建構了一套科學合理性的模式。不過與其說是「合理性模式」，還不如說是「進步模式」與「問題解決模式」。基本上勞登的理論是一種實用主義。其

所謂問題又可分為：

1. **經驗性問題 (empirical problem)**：一些在概念上較為人所熟悉，也較為原型的問題。例如觀察到一個重物掉落到地面，我們追究它到底如何以及為何掉落，這就是提出了經驗性問題。
2. **概念性問題 (conceptual problem)**：經由某些理論所展現的問題。一種比經驗主義所能做到的，更為豐富的問題解決理論。概念性問題是理論的特徵，他們的存在絕對無法脫離那些將他們展現出來的那些母體理論，他們甚至沒有經驗性問題偶爾所擁有的有限自主性。

(六) 建構主義 (constructivism)

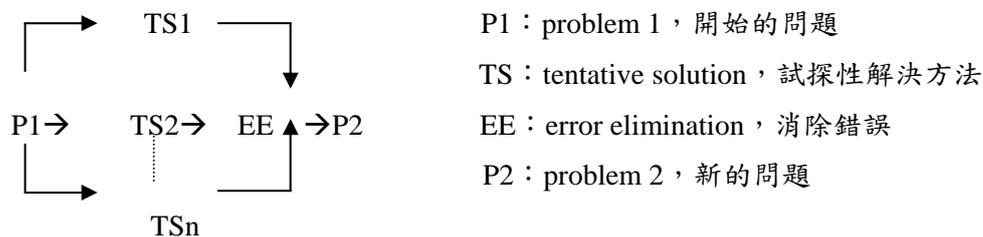
建構主義顯然受到孔恩的影響，認為科學知識的演進無法獨立於人的存在。也就是說沒有絕對真理的存在，沒有「絕對客觀」的觀察與推理。一切觀察都是「theory laden」（理論蘊含），不可能沒有任何成見地觀察外部世界。建構主義受到孔恩影響，強調科學學習無法擺脫人類自身內部心理和外部社會的影響。

建構主義認為知識是由人（或是說人類）所建構出來的。建構主義派別甚多：

1. **Radical constructivism**：強調內部心理的影響（有如 *gestalt psychology*）
2. **Social constructivism**：強調外部社會的影響（例如 *paradigm 轉換*）
3. **Human constructivism**：強調知識是個別性的、動態地人類建構。建構，本質上是一種人類的適應過程。若是知識的學習是一種含攝（*subsumption*）過程，就是弱重建；若是知識的學習引起學習者意義理解上重大的轉變，稱為強重建。

(七) 演化觀之科學哲學

演化認識論（*evolutionary epistemology*）之概念最早是由波普提出。波普於 1972 年出版「客觀知識」一書提及演化認識論。其演化認識論概念如下圖（Popper, 1972/1989:p313）。



當生物之期望遇到挫折，或原有之知識陷入難題的時候，問題於是產生，生物會針對問題情境提出各種試探性的問題解決方案，方案可能不只一個，也很難保證哪一個一定正確，因此必須將錯誤的解決方案排除，保留尚未被否定的方案，未被否定而保留下來的方案將來可能還是會產生新的問題。這是一種開放性的演進模式。

「tentative」一詞不但有試探性的意思，也有暫時性的意思。

在各種試探性解決方案 (TS1, TS2...TSn) 之間，存在著類似達爾文所謂的優勝劣敗之生存競爭。能生存者必須經過嚴格的否證之考驗。

涂爾明 (Toulmin, 1972) 也強調歷史上概念的改變是逐漸演化的 (非革命的)，是漸進的、精緻化的。發生於科學家的概念改變並非純粹是一種智力過程，而其實也包含了社會磋商 (social negotiation) 的歷程。對涂爾明而言，主要典範是在觀念的市場 (marketplace of ideas) 競爭成功的結果，獲勝者能夠證明其解釋潛力 (explanatory potential) 會比另有觀點 (alternative views) 更為健全 (robust)。

三、西方重要哲學思想

為了讓讀者有一更完整認識，底下作者依照年代整理出希臘時期以來西方一些重要的哲學思潮，而所謂科學哲學的系統性研究，一般的看法則是開始於邏輯實證主義。

表 1：希臘時期以來西方重要哲學思想

時代	主要哲學觀點	代表人物	主要觀點	形成背景
希臘時期 (西元前 7 世紀~前 2 世紀)	理性主義 演繹法 經驗主義 (Empiricism)	柏拉圖 (427~347 BC) 畢達哥拉斯 (570~500 BC) 亞里斯多德 (384~322 BC) Democritus	柏拉圖(Plato)不重視觀察，而花費許多精力在理論的洞察方面。 畢氏認為世界是由數學支配的。 Aristotle 重視觀察和推理的組合，但是仍偏理性主義。 感官觀察才是知識的主要來源和最後鑑定者。	理性主義才是主流。 希臘的奴隸負擔了所有的勞力工作，因此市民生活相當悠閒，因而偏愛理論。
15 世紀		哥白尼 (1473~1543)	地動說奠立現代天文學的基礎，1543 年「天體運行論」出版可視為現代科學的誕生年。 哥白尼的數學素養很好，而且他也是透過觀察行星運動提出地動說。	14 世紀義大利的文藝復興
16 世紀	經驗主義 結合理性主義 與經驗主義	培根(1561~1626) 伽利略 (1564~1641)	經驗主義者逐漸從希臘的理性主義和中世紀的神學思考中解放。 將實驗、觀察與數學結合起來，1600 年布魯諾因為提倡地動說被燒死。	基督教陷於分崩離析。 實驗方法大大的成功，1609 年伽利略發明天文望遠鏡。

西方科學哲學發展之初探

17 世紀	歸納法 理性主義 自然機械觀	培根(1561~1626)1620 年在「新工具」一書中提出 笛卡兒(1596~1650) 牛頓的「自然哲學的數學原理」(1687)	認為經驗主義和歸納法可以一致，強調歸納推論對經驗科學的重要。 強調數學的重要，數學才是明辨真偽的真正知識。我思故我在。 客觀世界並非與感覺事實相對應，「真理」是由神印在我們的心靈上，理性的真理乃是由神所創造。 系統的觀察實驗結合理論以及用數學的描述在牛頓的「原理」得到大綜合 世界是 material 的位形的連續。	微積分的發明 牛頓力學的建立及成功以後，可藉由牛頓力學成功的 預測未來 ，特別是有關天體的運動。
18 世紀	科學唯物論 決定論(也是一種極端唯物論) 唯心論 懷疑論 理性主義	Lagrange 的「分析力學」(1787) Laplace (1749-1827) 休姆(Hume) (1711~1766) Immanuel Kant (1724~1804)	物質世界可以用牛頓力學的「力」與「質點」以及一些運動的規律加以完整描述。 若有人能知道質點所有的每一個位置和動量，並解出所有的方程式，則他可以知道過去和未來的所有事件，並精確描述其細節。 歸納法不能保證科學規律的確實性，相信經驗主義 確有先驗的 (a priori) 真理存在。 <u>康德</u> 宣稱他已經在數學及數學物理當中的原理原則當中找到了綜合的先驗真理	法國大革命，拉瓦錫死於斷頭臺。 18 世紀末誕生了現代化學
19 世紀	自然機械論		科學的發展在本世紀逐漸產生工程的應用，大大地影響人類的生活，更加深人們對於牛頓力學的信仰。因為物理及化學的成功，以及工程的應用，使得唯物論居於最高的統治地位。電磁波發現後，機械論開始受到馬赫批判，相對論出現後，唯物論開始沒落。	19 世紀電磁學大發展，使物理學成為科學的典範。生物學受到物理學家歧視。 19 世紀中 Darwin 提出演化論
20 世紀初	邏輯實證主義	石里克 (Schlick) 卡那普 萊興巴哈 韓培爾	提出 證實原則 ，只有可以檢演出真假的命題才有意義。這種檢驗可以透過邏輯分析來進行，或是用事實來檢驗。傳統哲學上的「形而上學」命題是無意義的。科學和非科學的界線在於它能否被「證實」。	牛頓力學的成功，電磁學的成功。在量子力學(1925)出現後，邏輯實證主義於 30~40 年代達到巔峰。
1930 年代	否證論	波普 John Watkins	科學之所以有別於非科學，主要在於它是可以被「否證」，科學不是被「證實」。	愛因斯坦的相對論指出了牛頓力學的錯誤。1919 年愛丁頓日全蝕觀測，證實了廣義相對論的預測。

1962	歷史主義	孔恩	科學革命在於 paradigm shift，一般科學家做的都是「常態科學」，在 paradigm 指引下工作。科學家並沒有發現自然界的真理。也沒有越來越接近真理（張巨青,1994,p.15）	有關科學史的研究
1970 年代	研究綱領（邏輯與歷史結合）	拉卡托斯的「科學研究綱領方法論」	精緻證偽主義，被否證的理論有上訴機會。科學研究綱領包含四部分：「硬核」、「保護帶」、「正面啟發法」、「反面啟發法」。理論具有「韌性」，可修正波普的否證論。	認為科學的事業是一種合理性的事業

四、由科學史案例看科學理論動態發展

下面舉出兩個科學史例子說明科學發展並無標準的方法或模式，科學知識獲得的方法有時是很戲劇化而難以捉摸的。

（一）西方原子理論的發展

Leucippus（西元前 450）與 Democritus（西元前 410），是最早形成原子論理論基礎的學者，提出了有關於原子理論的要點。Democritus 和 Leucippus 時代以後支持和反對原子論的人之間出現了熱戰。反對派首要人物就是亞里斯多德（Aristotle，西元前 350）。亞里斯多德的主要爭論點是這種微小而不可感覺的粒子沒有真正存在的可能性，至於真空的存在似乎還有一點道理。

中世紀時原子論顯然又被否定，亞里斯多德反原子論的立場顯然得到支持。它的哲學幾乎在所有科學和思想領域都被接受，不但在天主教教會，在許多阿拉伯哲學家之間都是如此。提到真空的概念，大部分學者都接受亞里斯多德的原則，就是說真空其實不太真實而且「自然厭惡真空」。

17 世紀開始時明顯又走向原子論。這是以符合某些實驗為立足點，不過根源仍是來自於微粒哲學觀點。伽利略的學生，托里切利（Torricelli，1608-1655）對大氣層空氣所進行的實驗，導致第一個氣壓計的發明，其表明了氣壓計頂端的真空的自然形式。托里切利的論證，以及後來對空氣壓力的解釋，激起了一股風潮並傳遍整個歐洲的科學家。顯然托里切利的實驗挑戰了亞里斯多德主張的「自然厭惡真空」。

帕斯卡，（Pascal，1623-1662）持續了托里切利的實驗，並且顯示在山上測量時氣壓計中水銀的體積和在山谷測量時比較短，並且在玻璃管頂端留下的真空更多。這個作用於氣壓計有關空氣壓力實驗的重大突破性（以及接下來的實驗藉由 pump 能夠產生某種程度的真空），造成一個局面，說明了經過 2000 年的反對之後，何以原子論

變得更容易被接受，因而成為科學思考的中心思想。

波以耳（Boyle，1627-1691）繼續托里切利和帕斯卡研究的路線進行空氣彈性的實驗。波以耳在摘要中寫到（1660）：

我要說的看法是我們生活周遭的空氣有一個彈簧或是彈力（ibid,p.281）…這個說法應該再進一步說明，設想靠近地表附近的空氣…就像是軟綿綿的羊毛……由許多纖細而具彈性的毛所組成；每一條都像是小小的彈簧，本身是彎曲或捲起；但也像是一條彈簧，仍然竭力讓自己能夠伸長（ibid,p.282）。

直到 20 世紀開始以前，粒子的動能模式並沒有被普遍接受。後來愛因斯坦以分子觀點提出對布朗運動的解釋。反原子論者最終的投降宣言，算是化學家歐斯特·華德在 1908 年版『化學通論概要』所說：「我現在相信我們最近已經擁有物質之不連續或粒子狀態的實驗證據，而這些正是原子假說數百年來或數千年來所探尋未得的。」他所說的實驗證據，是指布朗運動的測量以及湯姆森（J.J.Thomson）的電子電荷測量。

（二）早期的量子力學發展

量子力學理論是在 1923~1927 年這段時間建立起來，兩個等價理論—矩陣力學和波動力學，幾乎同時被提出。量子力學問世不久，薛丁格（E. Schrodinger）從德布羅意（L.V.de Broglie）的物質波假設出發得到量子力學波動形式，並且他還證明，這種所謂波動力學內容上與矩陣力學完全相同。量子力學的數學形式雖已找到，但其物理意義尚不清楚。1927 年海森伯終於從他堅信是正確的量子力學數學形式中得出了**測不準關係**。它和玻恩的波函數幾率解釋一起，奠定了量子力學詮釋的物理基礎。

矩陣力學和波動力學是等價的東西，為何矩陣力學後來逐漸棄而不用？曾謹言（1995）提到：「當時物理學家對矩陣代數很陌生，接受矩陣力學不太容易，幸好不久薛丁格的波動力學也提出來了，而在波動力學當中出現的是大家熟悉的二階偏微分方程，分立能階的問題表現為在一定邊界條件下的解微分方程問題，對這點物理學家特別感到欣慰，薛丁格隨後還證明了波動力學和矩陣力學的等價性。」

五、科學史哲值得學習

筆者接觸科學史哲的學習斷斷續續大約有五年時間，下面筆者列舉個人近年來研讀心得當中，覺得對自己影響比較大的一些發現，說明一位學習科學教育的人，值得花些時間，好好研讀科學史哲。

(一) 哥白尼之死

在我國小六年級（12歲）時，看到教室布置後面有九大行星運轉圖，開始對天文學產生嚮往。小時候不知道哪一位老師告訴我們：「哥白尼提出地動說而被教會的人燒死，當時的人都認為是地心說，可是後來證明全世界的人都錯了，哥白尼才是對的」。於是我就想：「如果全世界的人都錯了，哥白尼才是對的，這樣子成立的話，即使被燒死也在所不惜。」直到民國89年春天，我在一次在偶然的機會讀到一段科學史文章這麼寫：「哥白尼生於1473年2月19日……當他重病之際，用顫抖的雙手觸摸『天體運行論』的封面，不久後離開人世，這一天是1543年5月24日」（馬文蔚等，1999）。第一次警覺到我也許讀錯了科學史。

蘇明俊（2001，簡訊，159期）也提到哥白尼是病死：「手稿在1543年出版，當實立刻轟動整個歐洲，書名叫做『天體運行論』（De Revolutionibus Orbium Coelestium，作者按：其實意思是天球運行論），朋友形容新書交到哥白尼手上時，他只剩下一口氣，5月24日哥白尼因腦溢血去世，使得哥白尼永遠沒有機會看到序文，後人還以為懦弱的序文是哥白尼寫的。」英國的網站也提到：

「On the revolutions of the heavenly spheres (De revolutionibus orbium coelestium, Nuremberg, 1543). Copernicus is said to have received a copy of the printed book for the first time on his deathbed. (He died of a cerebral haemorrhage. 大腦出血)」
(<http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Mathematicians/Copernicus.html>)



圖 1：捷克的哥白尼郵票

圖 2：哥白尼畫像

其實被燒死的是布魯諾（G.Bruno，1548-1600），布魯諾宣傳哥白尼的學說，而被宗教裁判所燒死在火刑柱（1600年2月17日燒死在羅馬的鮮花廣場）。顯然是我搞錯了哥白尼的歷史，所以我開始心生警惕，以後不要因為固執己見（競爭理論，非主流派）而被眾人（主流理論，主流派）圍剿。偉大的哥白尼並沒有被燒死。

其實哥白尼的日心說（地動說），本身也有許多問題。而哥白尼之前，托勒密（Claudius Ptolemy,西元150年）的地心說（太陽繞地球旋轉），維持了1400年之久，其計算相當精準，在某些定量研究方面托勒密計算結果比哥白尼計算更精準。例如哥白尼計算地球和太陽距離為722萬公里，實際是14967萬公里。哥白尼發現自己的理論計算結果竟然不如托勒密的理論。哥白尼理論的優點是在於計算過程簡單很多。

「日心說」還有一個問題。因為地球有質量，是以太陽—地球會形成two-body系統。大至行星運動，小至原子核的 α 粒子散射都可用two-body系統計算，（冉長壽,1992, p.228~240），two-body必定繞著質心彼此互相運轉，但是因為太陽質量很大，所以質心靠太陽比較近。況且地球繞太陽之軌道是橢圓形而非圓形，是以哥白尼理論也有一些錯誤存在。

（二）愛因斯坦具有建構主義觀念

讀過愛因斯坦的文章，才知道原來愛因斯坦是非常早期的建構主義人物。他確實是一位建構主義者，他早在1938年「物理學的進化」一書初版（Einstein,1960/1988）就提到：

「物理學的概念是人類智力的自由創造，它不是（雖然表面上看起來很像是）單獨地由外在世界所決定。」（p.22）。他一再重複：「人的思維創造出一直在改變的一個宇宙圖像」（p.6）

愛因斯坦在Science（Einstein,1940）也發表一篇「理論物理的基礎」，當中提到：

「所謂科學是試圖將我們混沌多樣的感覺經驗納入一個在思維方面具邏輯一致性的體系。在此體系中個別經驗必須能夠與理論結構連結起來，如此方式得到的統合是單一（unique）而足以信賴的。感官經驗是給定的主題材料，用來詮釋它們的理論則是人爲的（man-made）。那是歷經極為艱辛的的調適過程才獲得的結果：一個假定的、根本沒有終點的、充滿質問與懷疑的歷程。」所謂理論是「man-made」，就是「人爲」的，「人類建構的」之意。

「所謂物理是指包含這類把概念建立在測量上的自然科學，其概念與命題的特性

往往會用到數學公式。所謂物理的領域因而可以定義為我們的知識中所有可以用數學術語加以表示的那一部份。隨著科學的進步，物理學的領域大大地擴展，要說其範圍有何限制，恐怕也只能說有方法本身的限制。」

(三) 科學的客觀性

一般都認為比起人類其他文明，這三四百年來，科學確實進展非常快速，科學哲學既然是對科學本身加以研究，自然會想要說明科學的優越性究竟何在？邏輯經驗論者和科學家及社會大眾一樣都認為科學的**客觀性**乃是重要因素之一。邏輯經驗主義的科學哲學主要在說明此種客觀性的來源和基礎。此派哲學家的看法認為科學之所以具有客觀性乃是因為科學理論是建立於**客觀的事實或證據**之上。

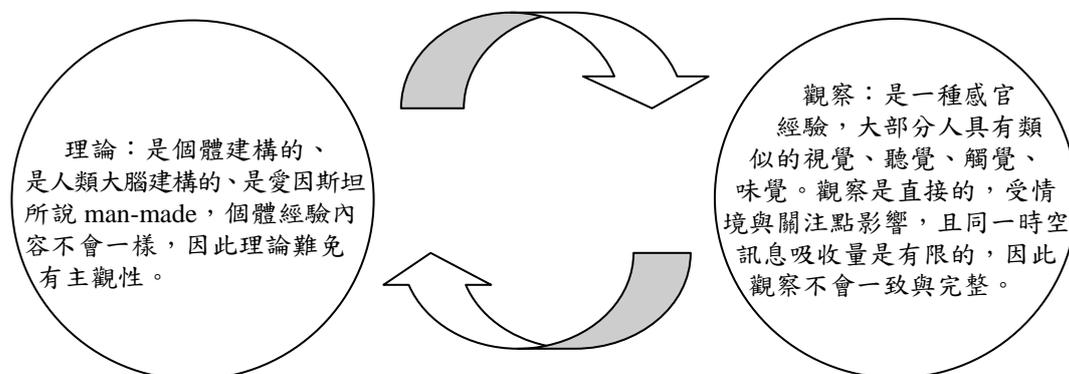
然而，自從孔恩以來，科學哲學一直摻進一種相對主義的觀念，孔恩在「科學革命的結構」最後一章提到：「我們可能必須明示或暗示地放棄這種概念，即典範的改變將使得科學家與那些從典範中學習的人們越來越接近事實」，言下之意，否定有客觀事實的存在。溫伯格（1995）認為客觀性不必然要來自於觀察：「如果我們拒絕談論任何無法直接觀測到的事情，那麼原子論或更多自然界的一般法則永遠無法得到重視」。底下作者提出一簡圖說明理論與觀察的關係：

論影響個體注意力及觀察內容

隨著個體先前的成長經驗，大腦中已形成的理論架構

是個體適應環境的經驗所得，利用此理論架構

可以解決個體若干問題，因此理論有其固執性



注意力不同得到的訊息內容不同

大腦因為得到不同訊息、及腦中原有資訊結構不同

因此得出不同的理論結構及內涵（不同的詮釋）

是以如盲人摸象、摸出的結果不同

圖 3：觀察帶有理論—蘊含 (theory laden) 示意圖

(四) 科學教育的理論基礎

近年來科學教育之研究在國內發展迅速，除了原有三所師範大學進行的科學教育研究，各師範學院也紛紛成立科學教育研究所，相關的科學教育論文數量倍增。然而在科學教育領域並無較具權威的教科書，此現象應是「科學教育」領域尚未建立堅實而系統化之基本理論，一些觀念或是來自於認知心理學或是來自於教育學，甚至來自社會學，而來自於科學教育本身研究之成果或發現，屬於基礎理論者較為缺乏。科學哲學之地位可作為科學教育之基本理論。

筆者認為近年來風行之建構主義教學，其根源實來自於知識論看法之轉變與認知心理學之發現，而對知識論之轉變影響最大者為波普之否證論與孔恩之典範遷移理論。若能深入瞭解科學哲學之發展與演變，必更能理解科學教育中建構主義思潮之內涵，對於從事科學教學工作的人，應該更能掌握本身教材教法之運用，改善「邏輯實證主義」對教學產生之限制，使教學更生動活潑，共同發揮師生之科學創造力。

參考文獻

- 王又如（譯）（1995）：**西方心靈的激情**（原作者：Richard Tarnas）。正中書局。
- 冉長壽編著（1992）：**質點和系統的古典動力學**。徐氏基金會出版。
- 仰哲出版社（譯）（1996）：**物理學和哲學**（原作者：Heisenberg）。（原著英文版出版年：1958）
- 汪益（譯）（1994）：**物質與意識**（原作者：Paul Churchland）。遠流出版社。
- 李醒民（譯）（1987）：**科學的規範**（原作者：Karl Pearson）。大陸華夏出版社。（原著出版年：1892）
- 吳定遠（譯）（1994）：**科學的哲學之興起**（原作者：萊興巴哈）。水牛出版社。（原著出版年：1951）
- 林正弘（1989）：**評「當代西方科學哲學」**。中國論壇（1989，27：12）， p.32-36。
- 郭沂（譯）：**物理學的進化**（原作者：愛因斯坦與英費爾德）。水牛出版社。（原著出版年：1988）
- 舒偉光、邱仁宗主編（1990）：**當代科學哲學述評**。水牛出版社。

- 程實定（譯）（1989）：**客觀知識**（原作者：Karl Popper）。結構群出版社。（原著出版年：1972）
- 傅佩榮（譯）（1981）：**科學與現代世界**（原作者：Whitehead）。黎明文化事業。（原著出版年：1925）
- 張巨青（1994）：**邏輯與歷史—現代科學方法論的嬗變**。淑馨出版社。
- 張啓陽（譯）（1998）：**宇宙觀革命**（原作者：N.Spieberg & B.D.Anderson）。寰宇出版社。
- 張蔡舜（譯）（1995）：**最終理論**（原作者：Steven Weinberg）。牛頓出版社。
- 熊東亮（2001）：**當代科學哲學的省思**。景文技術學院學報，p141~145。
- 黎惟東、錢志純（譯）（1986）：**方法導論—沈思錄**（原作者：笛卡兒）。志文出版社。
- 蘇明俊（2001）：**哥白尼**。簡訊，159期。國立自然科學博物館。
- Arya, A. P. (1990), *Introduction to classical mechanics*, Prentice Hall.
- Minzes, J. J., Wandersee, J. H. & Novak, J. D. (1997). *Teaching Science for Understanding*. Academic Press
- <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Mathematicians/Copernicus.html>

The Evolution of Western Philosophy of Science

Jung-Shiang Chen

Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

Abstract

This paper tries to explain what is “philosophy of science” in the opening. Then the author list three categories in the study of science philosophy. The author focus on some familiar thoughts of philosophy of science and introduce their content, then point out their problems and limitation, as well as illustrate historical causes that result in evolution.

In the next section, the author list a table that show the main stream of western philosophy of science in accordance with Age. The author take two examples of history of science to illustrate that the development of science does not follow fixed model, hence this intensify the view of evolution. In the final, the author propose some topics to show the importance and interests about the studying of philosophy of science : the first is talking about the death of Copernicus, the second is showing the constructivism concept of Einstein, the third is talking about the debate of objectivity of science, the last is analyzing the influence of philosophy of science in science education.

Key words : STS, Cognitive Style, Science Learning

Key words : philosophy of science, epistemology, falsificationism, logical positivism.

