
從格致到科學—— 西方科學傳入中國對科學教育的啟示

陳世文¹ 楊文金^{1*} 古智雄²

¹ 國立臺灣師範大學 科學教育研究所

² 國立東華大學 課程設計與潛能開發學系

摘 要

本文根據相關的史料研究，以格致到科學之詞彙演化為主軸，從格致意義的變遷、科學一詞的發跡以及科學課程的演進三個面向來探討近代西方科學傳入中國的歷程及其對科學教育所帶來的意義與啟示。研究顯示格致大致經歷三次意義的變遷：宋明儒學時期作為格物致知之解、明末清初時期為窮知事理與指涉科學之意的混用、以及清末時期作為科學的代名詞。學界普遍認定科學一詞約於十九世紀末由日本傳入，但對於該詞是「本土」詞彙或「外來」詞彙、以及誰最早使用科學一詞仍多爭論。而科學課程最早起源於教會學校，爾後歷經學堂、書院等機構，至二十世紀初的癸卯學制才納入學校課程中，初等教育的科學仍以格致稱之，而中等教育與高等教育的科學科目則類似今日學校科學科目的分類。最後本文梳理西方科學東傳過程中科學所經歷三個面貌的蛻變，追溯早期科學教育的推行概況，並提出這些事件帶給現今科學教育的啟示，使科學教育界對於西方科學傳入中國有更深的體認與省思。

關鍵詞：中國科學史、西方科學與中國、格致與科學

壹、前言

這三十年來，有一個名詞在國內幾乎做到了無上尊嚴的地位；無論懂與不懂的人，無論守舊和維新的人，都不敢公然對他表示輕視或戲侮的態度。那個名詞就是「科學」。(引自蔚素秋，1980，p2)

上述文章是胡適於西元 1923 年在《科學與人生觀》中回應張君邁與丁文江對科學與玄學爭論的一段內容。此段文章中透露出兩點訊息，一、從胡適的觀點不難看出科學在當時的中國社會已具高度的知識地位。二、文章開頭的「這三十年來」提供了科學在中國建立其知識地位的時間線索。回溯其時間點，「這三十年來」應指西元 1893 年至西元 1923 年之間，這表示科學在在十九世紀末至二十世紀初之間的

* 為本文通訊作者

知識地位快速崛起，達到其無上尊嚴的地位。此崛起速度在中國學科知識發展上雖不能言絕後但可謂空前，顯然地，西方科學東傳是相當精彩的一段歷史，然而這段科學史究竟留下什麼足跡，值得今日的科學教育回顧、探討與省思？本文將以「格致」到「科學」此二詞彙的變遷作為陳述主軸，從格致詞義的變化、科學一詞之發跡以及科學在學校課程的演進等三個層面來反映西方科學東傳的歷程，最後提出其對科學教育的省思。

長久以來，科學史一直是科學教育的研究焦點之一，美國哈佛大學校長 Conant (1951)即主張科學史應作為大眾教育瞭解科學的方法之一，而科學史融入科學課程也有助於提升學生的學習興趣(如 Klopfer & Wastson, 1957)以及科學素養(如 Duschl, 1990; Matthews, 1994; Rutherford, 2001)，時至今日，科學史仍是科學教育的重要研究議題之一，例如 2011 年美國科學教育年會 (NARST) 仍將其列為 15 個重要研究主題之一。不過目前科學教育中關於科學史的研究較偏重西方科學史方面，關於中國科學史發展的探討相對較少，對於西方科學東傳的歷史探討也不多見，在科學普及與重視科學教育發展的今日，本文對西方科學東傳歷史的探討相信可為科學史研究提供更為多元的面向。

然而，西方科學東傳的歷史是相當廣泛的研究議題，也是許多歷史學者相當關注以及多所爭議之處，本文旨趣不在於對這段歷史進行史學證據的考究或是解決爭

議的歷史問題，而是根據相關的史學研究資料作為基礎，聚焦在「格致」到「科學」之歷史變遷的主軸上，從「格致意義的變遷」、「科學一詞的發跡」以及「科學課程的演進」三個層面來探討西方科學東傳的歷程及省思。之所以從這些層面來探討是因為它們在西方科學東傳歷程中象徵重要的歷史意義。「格致意義的變遷」，反映出格致一詞在中國科學史上所具有的豐富歷史色彩，一方面它代表著中國傳統儒學思想的文化角色，另一方面，它更是橋接中國知識體系與西方科學文化的產物，因此，格致的詞義變遷，記錄著西方科學傳入中國的主要歷程。「科學一詞的發跡」則是代表了中國知識系統對於科學這個新成員的接納，中國傳統知識體系中並無「科學」這個成員，自然也就沒有「科學」這個名稱，然而「科學」一詞的現身的確為西方科學在中國的發展提供了重要證據，因此「科學」一詞從何而來也成為此段科學史值得關注的討論焦點。而「科學課程的演進」象徵著科學在中國歷史上不僅具有「科學」詞彙這個名份，更有實質性的身份。一個是否具有實質性身份的知識系統反映在它是否為學校課程的一員上。能作為學校課程中的成員表示了它獲得當代知識母體相當程度的肯定，成為知識傳承上不可或缺的要角。顯然地，科學是今日學校課程重要的一門學科，但科學課程由何而起？其如何納入學校課程之中？最早的科學課程又與現今有何異同？「科學課程的演進」的探討能提供我們對於這些問

題的瞭解。

本文除了用上述三個面向來銜接胡適回應科玄論戰的那段內容，以瞭解何以胡適在當時會指出科學在中國已具有至高無上之知識地位的時空背景之外，也提出西方科學傳入中國之歷程對現今科學教育所帶來的啟示，在鑑古知今中為科學教育提供關於科學沿革與發展更多的瞭解與省思。

貳、格致意義的變遷

「格致」一詞是近代中國科學史上具有代表性的詞彙，其意義變遷相當程度上反映出西方科學傳入中國的歷程，在西方科學東傳過程中有其不可取代的歷史地位。它最早在傳統經學中作為格物致知之解，在明末清初之際，它是科學在中國的代名詞，至清末民初，它已用於指涉西方科學之意，以下將細述各階段的意義變遷。

一、傳統儒學的格致

中國在未稱呼「科學」此名稱之前，「格物致知」可說是科學的前身。「格物致知」源自於《禮記·大學》篇的「致知在格物。物格而后知至，知至而后意誠，意誠而后心正，心正而后身修，身修而后家齊，家齊而後國治，國治而后天下平」。文中的「格物、致知、誠意、正心、修身、齊家、治國、平天下」稱為「八目」，其中「格物」居於八目之首，由此可見，欲「致知」須先「格物」。

然而，何為「格物」、「致知」？東

漢鄭玄在《大學注》中提出對格物致知的解釋，其提到「格，來也。物，猶事也。其知於善深，則來善物。其知於惡深，則來惡物。言事緣人所好來也，此致或為至。」，此處的格物致知之意表示人之所知喜好將影響事情的發生。另外，朱熹於《大學章句集注》亦云：「致，推極也。知，猶識也。推極吾之知識，欲其所知無不盡也。格，至也。物，猶事也。窮至事物之理，欲其極處無不到也。」，又言「所謂致知在格物者，言欲致吾之知，在即物而窮其理也。」，由此可知，「格物」的意思是指「窮至事物之理」，而「致知」則是「推極自身的知識」，據此說法，「格物致知」係指「窮至事物之理以推極自身之知識」，而要推極自身知識，先需窮至事物之理。

此時期的「格致」代表中國傳統經學思想中對事物的認識論，同時也蘊含了道德觀點，透過對外在事物探求理的悟知，從而建立儒家強調之道德修養之意涵。簡單來說，格致的意義是指窮究事物而推展自身知識，以科學教育的觀點來看，此處的「格」可視為探究自然世界之理的一種手段，雖然它表示了當時中國瞭解自然事物之理的方式，相當於西方科學中所講求的探究方法，不過這種方法的意義並未明確，未能如西方科學中明確指出觀察、假設、實驗、驗證、結論，從而建立學說、定律及理論等具體結構與步驟。格物作為八目之首，理應具有相當的重要性，但要「如何格？」卻未有明確意涵，使得做法

上莫衷一是，明代儒者王陽明欲從自然草木之間「格」出至理，但其格竹致病的事件卻顯露出當時中國對認識事物與建構知識方法上是相當抽象的。

二、明末清初的格致

到了明末之際，傳教士開始將西方科學引入中國，但當時的西方科學被作為傳教士建立其社會地位與吸引人們瞭解宗教教義的工具，顧長聲（2004）明確指出「傳教士採用的另一手段，就是介紹西方科學以達到在宮廷立足和傳教的目的。利瑪竇初到肇慶，就介紹數學、地理、天文等方面的知識以引起人們的好奇，然後取得機會結交朋友，轉而論證天主教教義，引人入教。」。由於中西宗教文化思想的差異，西方傳教士初到中國傳教的過程並不順利，甚至不敢明言其傳教目的，康明昌（2008）也提到「1583年利瑪竇與羅明堅神父獲准入居廣東肇慶。他們自稱來自「天竺」，不敢正面回答傳教的目的。他還帶了許多西方用品，如聖母像、地圖、星盤、三稜鏡，還有歐基里德的幾何原本」。顧長聲（2004）描述「他（指利瑪竇）穿上了和尚的法衣，稱教堂為寺廟；為了能吸引人們到教堂，在接待室裡陳列了從澳門帶來的當時西方所製造的時鐘、時晷、渾天儀等物。」，由此可見，因為科學作為傳教工具的緣故，使西方科學儀器與著作得以藉由傳教目的傳入中國，例如上述的星盤、三稜鏡、時鐘、時晷、渾天儀等科學器物以及對中國近代科學史影響深遠的

《幾何原本》著作。

歐幾里得的《幾何原本》包含了平面幾何、比例、數論、無理量論及立體幾何等內容，該著作傳入中國的時間甚早，據張祖林（2000）的研究指出其於13世紀已與阿拉伯算學一起傳入中國，但西元1607年由利瑪竇口述和徐光啟筆授的六卷《幾何原本》中譯本則普遍被認為是中國最早完整接觸西方科學理論的著作，是近代中國科學革命之標誌（李國發、江獻，2005）。提到《幾何原本》傳入的原因，除了其在中國西方科學發展史上佔有重要地位之外，該著作中還提到了「格致」不同於傳統儒學意義的變化。徐光啟在《幾何原本》所著《刻幾何原本序》內容（見圖一）寫到「顧惟先生之學，略有三種，大者修身事天，小者格物窮理，物理之一端，別為象數，一一皆精實典要，洞無可疑，其分解擘析，亦能使人無疑，而余乃亟傳其小者，趨欲先其易信……」。從「大者修身事天，小者格物窮理……而余乃亟傳其小者」內容來看，徐光啟雖未明確寫出「格致」二字，但其已區別「格物窮理」與「修身事天」二種不同學問，趙冬（2007）認為徐光啟所指之格物窮理之學不同於傳統儒學中格物致知之意，而是融合當時中國傳統科學與西方科學內容的意義。金觀濤與劉青峰（2004）的研究亦發現明末清初之際，「格致」之意義已由原本所認為窮知事理的道德觀點，逐漸演變成具有指涉包含如天文、數學、物理等窮物的理論知識及水文、博物等實用知識。顯然地，「格

致」一詞的意義在明末清初之際已開始有所轉變。

是指當時由西方傳入的科學知識，與傳統儒學時期與明末清初時期所指的格致意義不同，第二次「格致」意義的變遷顯示清末民初時期雖仍以「格致」稱呼科學，但是「格致」已明顯傾向科學之解，如梁啟超在《飲冰室合集》中多次使用「格致」表示「科學」之意，其提到「吾有以闢君之所學，泰西格致之理，導源於希臘，政律之善，肇矩於羅馬。」（梁啟超，1989a，頁 132）與「倍根常曰格致之學，必當以實驗為基礎；又曰，一切科學，皆以數學為其根。實為後世實驗家之祖。」（梁啟超，1989b，頁 8）。梁啟超使用格致一詞來表示科學，並出現格致與科學混用之情況，顯見當時使用格致指涉科學的情況已漸普遍。

刻幾何原本序

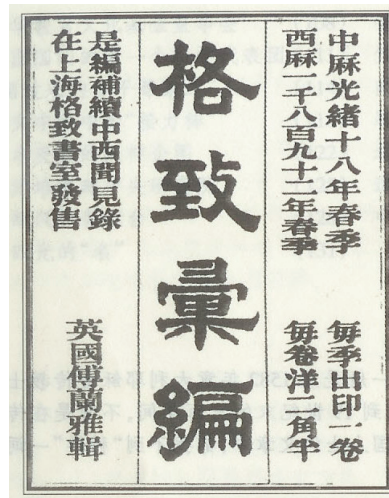
唐虞之世自羲和治歷、聲司容、后稷、工、虞、典、樂、五官者、非度數不為功、周官六藝、數與居一焉、而五藝者、不以度數從事、亦不得工也、襄曠之於音、般墨之於械、豈有他謬巧哉、精於用法而已、故嘗謂三代而上、為此業者、盛有原本、本師傳習之學、而畢豐於祖龍之焰、漢以來、多任意揣摩、如盲人射的、虛發無效、或依倣形、如持蠶蠟、得首失尾、至於今、而此道盡廢、有不得不廢者矣、幾何原本者、度數之宗、所以矯方圓平直之曲、盡規矩繩墨之用也、利先生從少年時、論道之暇、留意算學、且此業在彼中、所謂師傳習者、其師丁氏、又絕代名家也、以故極精其說、而與不佞游久、講譚餘晷、時時及之、因請其彙數諸書、更以華文、獨謂此書、真可謂高深之形、固百家之學海、雖實未竟、然以當他書、既可得而論矣、私心信、蓋不用為用、乘用所基、真可謂高深之形、固百家之學海、雖實未竟、然以當他書、既可得而論矣、私心自謂、不意古學廢絕二千年後、顧猶補綴唐虞三代之闕典遺義、其裨益當世、定復不小、因借二三同志、刻而傳之、先生曰、是書也、以當百家之用、庶幾有義和股墨其人乎、猶其小者、有大用於此、將以習人之靈才、令細而確也、余以謂、小用大用、實在其人、如鄧林伐樹、棟梁榱桷、恣所取之耳、顧惟先生之學、略有三種、大者、修身事天、小者、格物窮理、物理之一端、別為象數、一皆精實典要、洞無可疑、其分解壁析、亦能使人無疑、而余乃亟傳其小者、趨欲先其見信、使人釋其文、想見其意、理而知先生之學、可信不疑、大

幾何原本 原序

圖一、徐光啟之《刻幾何原本序》(引自王雲五主編，1937，頁 1)

三、清末時期的格致

西元 1840 年之後開始了中國第二次的西學東漸，近代西方科學大規模的傳入中國，然而當時中國對於西方科學的稱呼，仍沿用「格致」一詞。此時期「格致」已多表示科學之意涵，如圖二所呈現的 1876 年英國傳教士傅蘭雅在中國創立的《格致彙編》，這是中國史上最早發行的科學刊物（樊洪業，2000），該雜誌辦刊的要旨是介紹自然科學基礎知識、工藝技術、科技人物傳記等內容給社會大眾（趙冬，2007）。由此可知，《格致彙編》相當於今日的科普讀物，甚至可能是中國科學史中科普讀物的濫觴。此外，從刊名與內容來看，《格致彙編》的「格致」顯然



圖二、中國最早發行之科學刊物—《格致彙編》(引自樊洪業，2000，頁 2)

綜合上述的變遷脈絡，「格致」一詞大致經歷三個階段的演化，分別是宋明時期指涉傳統儒學的「窮理致知」思想、明

末清初逐漸指涉科學的用法、以及清末明顯偏向科學的意義，作為科學在中國的代名詞。「格致」意義的變遷大致反應了西方科學東傳的發展方向，從開始的儒學思想到最後指涉科學之意，甚至科學一詞的出現取代了原來格致指涉科學的用法。雖然「格致」一詞被「科學」取代，但此詞並未從歷史中消失，遲至今日，「格致」這個詞彙仍出現在日常生活中，如臺北市「格致國中」、陽明山的「格致路」、以及學校建築的「格致樓」。這些「格致」究竟是指傳統儒學的格致思想或是指涉科學之意不得而知，但是現今仍有沿用「格致」來稱呼「科學」的例子，如臺南大學格致樓的樓誌提到「吾國科學成就之宏偉，史傳所載，翔實可稽……臺灣省政府有鑒於科學教育之重要……顏曰格致樓，期諸生毋忘先哲之科學成就，并以超軼歐西為志……」。此處的格致有指涉科學的意涵，也為「格致」至「科學」的歷史變遷留下見證。

參、科學一詞的發跡

在中國歷史上還未出現「科學」這個詞彙之前，「格致」被用來稱呼科學，但隨著西方科學知識在中國日漸普及，格致這個在中國歷史上具有多重意義的詞彙已不足以用來指涉一個全新的知識系統。王國維（1997）指出「言語者，思想之代表也，故新思想之輸入，即新言語輸入之意味也」，一個詞彙通常代表著一套思想，而新思想的傳入，也必然會引進新的詞

彙，當科學這套知識系統不斷進入中國之際，意味著某些新詞彙的創生，「科學」一詞就在此脈絡中進入中國。

一、「科學」一詞從何而來？

提到「科學」一詞，我們容易聯想到「賽先生」這個熟悉的詞彙，「賽先生」稱呼科學的用法來自於陳獨秀（1915）在新青年雜誌《罪案之答辯書》一文，其提到「但是追本溯源，本志同人本來無罪，只因為擁護那德莫克拉西和賽因斯兩位先生，才犯了這幾條滔天的大罪。」，文中「賽因斯」先生所指的就是科學，也就是後來普遍稱呼的「賽先生」。但顯然地，「賽先生」一詞是由譯音而來，與「格致」相同的是，它是中國稱呼科學這套知識系統的名稱之一，但並非現在「科學」這個用詞，也就是中國在出現「科學」一詞之前並無適切對應「science」之用詞，「格致」與「賽先生」等詞雖然被用於指涉西方科學，但是當西化腳步加速之後，中國必然需要一個新的詞彙來指涉此知識系統。子曰：「名不正則言不順，言不順則事不成」，科學在中國確實需要正名，然而現今指涉「science」的「科學」究竟從何而來？

蔣勁松（2000）指出日本在明治初期將德語的「wissenschaft」譯稱為「科學」，意指基於技術訓練的分類學問。爾後，日本赴法學者西周時懋有感於西方的science分成諸多學科，與中國傳統儒學講求綱常倫理渾然一體的精神有所不同，故

將 science 理解為「分科之學」，並於西元 1874 年將 science 用日文漢字譯為「科學」（樊洪業，2000）。甲午戰爭之後，康有為、梁啟超等知識份子認為我國應該學習日本變法圖強之經驗，於是 1897 年於上海成立「大同譯書局」，盼以翻譯介紹日本書籍以圖變法成功，同年康有為出版所編之《日本書目志》，其中列有「科學入門」與「科學之原理」二部份，其中使用了「科學」一詞。因此，若欲追溯「科學」在中國歷史上的出現，應始於 1897 年康有為的《日本書目志》（樊洪業，1988，2000；周程，2009；趙冬，2007）。

二、對「科學」一詞的爭議

由於西方科學東傳在中國歷史上具有重要意義，因此科學一詞的發跡引發許多學者的關注與探討，對於「科學」從何而來的問題也有所爭議，目前對於「科學」一詞的爭議主要有二：一是科學究竟是「外來」詞彙或是「本土」詞彙？二是究竟誰是使用「科學」一詞的濫觴人物？

對於第一個的問題，目前學界普遍認為「科學」一詞是由日本傳入中國的外來詞彙，但部份學者對此看法存有異議，如金觀濤與劉青峰（2004）指出「科學」一詞早於康有為「日本書目志」使用前便已出現，馮天瑜（2008）亦支持科學是「本土」詞彙的觀點，其指出宋朝陳亮於《送叔祖主筠州高要簿序》中寫到：「自科學之興，世之為士者往往困於一日之程文，甚至於老死而或不遇」，其中「科學」一

詞意指「科舉之學」。此處的「科學」雖非指今日所稱之西方科學，但科學一詞已在中國史籍中出現，並非外來詞彙。不過近來周程（2009）的考證發現陳亮一文中並未出現「科學」一詞，而是後人將「自科學之興」誤植為「自科學之興」。由此看來，科學是外來之詞似乎是日前較被普遍接受的說法。

即然「科學」被視為外來詞彙，那麼究竟由誰傳入也成為史學考究重點，多數學者認為「康有為」是第一位用引入科學一詞的人，然而，學界對於康有為是否為中國歷史第一位使用「科學」的人仍有質疑，旺暉（1997）指出嚴復在譯著《國計學甲部》中即使用科學一詞，但朱建發（2005）指出該譯著問世時間不詳，因為西元 1897 年《天演論》出版時，嚴復仍使用格致一詞，至西元 1902 年《原富》一書中才使用科學，因此無法認定嚴復是第一位使用科學一詞的人。朱建發（2005）也反駁樊洪業（1988）認為康有為是使用科學第一人的說法，認為樊洪業所指的《日本書目志》是原版毀損而再刻印的版本，無法得知原文內容，而支持王國維在《東洋史要》譯本的序中明確使用科學一詞，在形義上均指西方科學。然而近來周程、紀秀芳（2009）對誰先使用「科學」一詞又提出新證據，其在北宋李昉等人編纂的《文苑英華》中發現唐末羅袞的《倉部栢郎中墓誌銘》中已出現科學一詞，其意為科舉之學，因此科學一詞是「本土」詞彙，只是至清末之際又作西方科學之解，因此

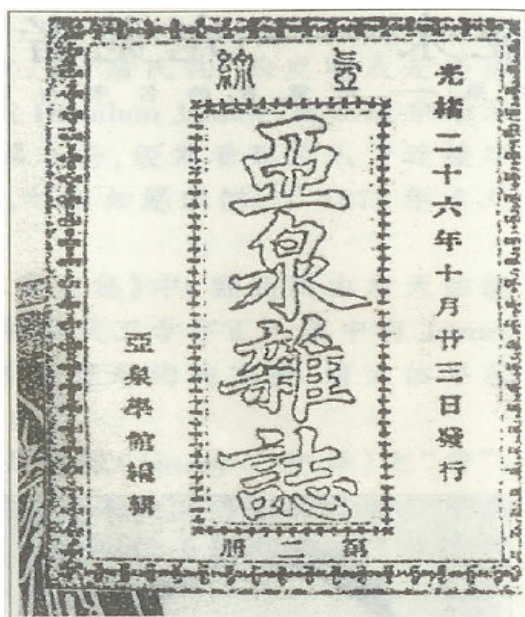
科學一詞發跡又回到本土或外來詞彙之爭的原點。

由上述探究可知，「科學」一詞在中國現跡的二種爭議至今仍多所紛云，不過總結來說，這些問題可分為二個方向來討論：第一，若科學是「本土」詞彙，它在形態上沒有改變，但詞義上並非指涉今日所言之西方科學，而可能是科舉之學的簡稱或是科舉一詞的誤植。第二，若科學是「外來」詞彙，那麼對於誰傳入中國仍方爭未休，但考量這個問題需要先就詞彙的形態與詞義來界定，使用「科學」一詞但並非指涉西方科學之意義是否能算是傳入中國？還是使用「科學」一詞，同時此詞亦指西方科學之意才算是傳入中國？除此之外，爭論歧異亦肇因於清末戊戌變法之際，梁啟超、康有為、王國維等諸多知識份子發表之書籍或譯著年代相近，加上戰爭動亂之因，使得一些原著流失或損毀，增加史學考證的困難。然而暫且不論科學是本土或外來詞彙？或是科學一詞由誰引入？科學一詞曾在戊戌變法之際曾由日本傳入中國是不爭之事實，甚至樊洪業（2000）指出「方程式、微積分、體積、數學、電流、電子、蒸汽、溫度、短波、陽極、原子、固體、有機、紫外線、生物學、內分泌、神經、動脈、解剖、傳染病、遺傳、消化、細胞、作物、化石、冶金學、火成岩、地質、石油、放射、信號、配電盤、機械、系統、構造、法則、定義、～性、～論、～率」等現今熟知的科學相關詞彙也在當時從日文移入中文。

三、科舉與科學的抗衡

科學與科舉並非只是上述詞義誤用的情況，還具有彼此抗衡的歷史情結。在西方科學東傳之前，科舉在中國紮根已久，科舉以傳統四書五經為考試內容，考生除熟識四書五經之外，其他學問均視為雜學（樊洪業，2000）。可見早期西方傳教士傳入的科學在科舉制度下被視為雜學。雖然清末之際西方科學發展逐漸成熟，科舉選才的思想仍深植人心，認為通過科舉而入仕才是正統之途，其地位高於留學返國的學望成就，當時留學英國的嚴復就是一個鮮明的例子。劉平、彭是文（2005）指出嚴復返國後多次參加科舉鄉試，但均名落孫山，雖然其瞭解西洋知識，但缺乏科舉歷練，被當時士大夫群體排斥。鍾叔河（1985）提到當時中國駐英大使張德彝所言「國家以讀書能文為正途……余不學無術，未入正途，愧與正途為伍，而正途亦間藐與為伍。人之子孫，或聰明、或愚魯，必以讀書為要務。」。後來樊洪業（2000）解釋文中讀書的「書」是指四書五經，能文的「文」是指八股文，「正途」即是透過科舉考取功名。當時留學歸國的學者出任官職，不僅認為自己並非依循正統的官途入仕而感到慚愧，在官場上亦矮人一截且受人藐視。西元 1900 年杜亞泉所創立的《亞泉雜誌》也暗諷了這樣的社會眼光，《亞泉雜誌》介紹格致、算學、農業及工藝等科目的知識，被認為是中國第一本發行的綜合性自然科普刊物（蘇力、姚遠，2001），「亞泉」二字蘊

含著當時中國看待科舉與科學的地位。曾敬民（1992）提到杜亞泉所云「亞泉者，氫線之省寫；氫為空氣中最冷淡之原素，線則在幾何學上為無面無體之形式；我以此自名，表示我為冷淡而不體面之人而已。」。由圖三中也可以看到「亞泉雜誌」幾個字上方寫著「氫」與「線」二字，其用意在此。是故，亞泉二字暗喻當時學習科學是懶惰無用而且不成體面之事，反映中國社會仍瀰漫「尊科舉而貶科學」的思想。



圖三、中國最早發行的科普刊物《亞泉雜誌》（引自樊洪業，2000，頁30）

清末之際，科學雖然仍難抗衡科舉在中國的傳統地位，不過它也開始建立其勢力，此可由當時學校課程科目與科學雜誌創辦二方面略見端倪。在學校課程方面，陳學恂（1986）指出我國於西元 1903 年的第一套官方學制「奏定學堂章程」中，即

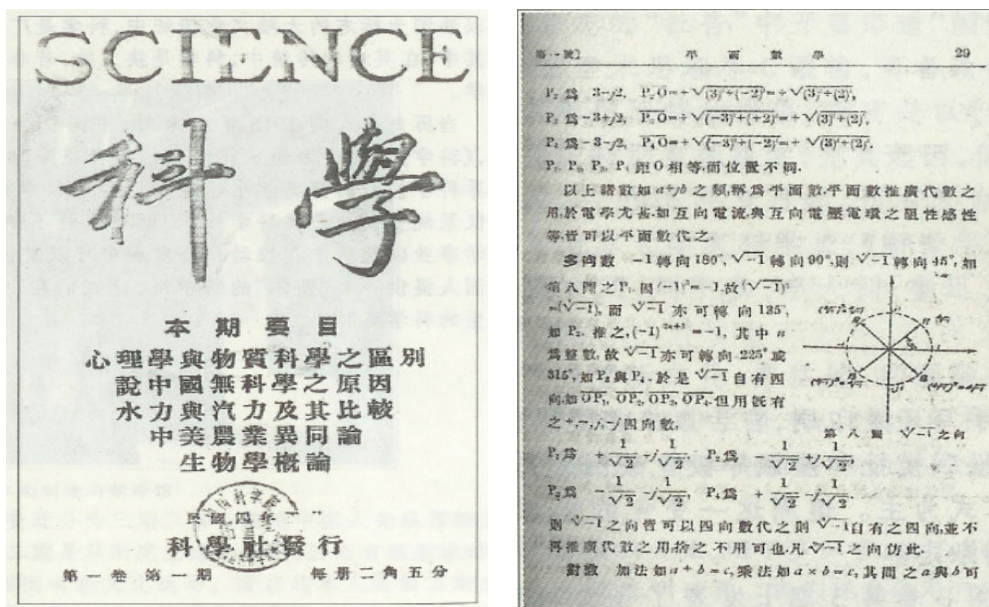
在大學堂等級規劃醫科、格致科、農科、工科等科學科目，其中格致科下分算學門、物理學門、化學元素門、星學門、地質學門及動植物學門等，而傳統儒學則被例為諸多學科中的一科「經學科」。在科學雜誌興辦方面，任鴻隽、趙元任等人於西元 1915 年創立「科學」刊物（如圖四所示）的封面已見「科學」一詞，該刊物主要介紹各項數理知識，其編寫版面亦將中國傳統由上而下的直寫格式更改為現今西方由左至右的橫寫格式。這些跡象顯示西方科學不僅在中國持續發展，同時意味著中國從對西方科學器物的仿效開始轉化成制度與思想層次的落實與推廣。

肆、科學課程的演進

從西元 1903 年清朝政府頒布的「奏定學堂章程」開始，科學才列為學校課程的一員，同時分化成許多專業的科學科目，不過在正式進入學校教育課程之前，科學已先在民間開始紮根，最後才傳入正式學制之中。

一、非正式學制的科學課程

金林祥（2000）指出中國的科學課程首先現身於教會學校之中，中國最早設立的教會學校為西元 1818 年由 R. Morrison 創辦的英華書院，當時即第一次將聖經譯成中文，並印刷成冊廣為散發，當時教會學校的辦學目的是為了教導中國人識字以瞭解聖經的教義，達到傳教目的。不過當時也有許多科學科目納入教會學校課程當



圖四、《科學》雜誌的封面與內容（引自樊洪業，2000，頁3、頁72）

中，王紅信（2001）指出教會學校除了對學生進行宗教薰陶外，也傳授一些自然科學和社會科學方面的知識，科學科目就有生物、化學、數學、物理等。可見當時教會學校的科學課程是日後正式學校科學教育課程的啟蒙基礎。

在民國實施新學制，將學堂改為學校之前，清末類似「學校」的教育機構主要有書院、義學、社學及私塾四種（熊明安，1999）。西元 1875 年，已有少數書院開設科學課程，如張煥綸等人於西元 1878 年在上海成立正蒙書院，即有格致、數學等學科出現（陳學恂，1986），可見在官方正式實施科學課程之前，民間的書院及教會學校等機構已開始教授科學相關課程，換言之，西方科學課程在中國教育史上的開端可說是民間先於官方。

二、學堂制度的創辦

在教會學校之後，接續而起的是學堂科學課程的發展。洋務運動之際，各地陸續成立由官方辦理之新式學堂，學習西方科學技術，其中著名的學堂包括西元 1862 年的京師同文館、西元 1863 年的上海同文館等外語學堂；1866 年的福州船政學堂之軍事學堂、西元 1876 年的福州電報學堂及西元 1893 年的天津醫學堂等科學技術學堂。金林祥（2000）指出這些學堂已大量開設自然科學與實用技術課程，包括物理、化學、天文輿地、醫學生理、航海、軍械、電磁學、地質學等現代科學的分類科目。

這些新式學堂雖然成為學習科學知識的先驅，但數量上仍然偏少，難以達成全面推實西方科學的教育目的。西元 1883

年，清朝政府開始效仿西方國家之教育制度，將各地書院陸續改為小學、中學及大學。這可說是我國現代教育學制的雛型(熊明安, 1999)。西元 1899 年在康有為奏請之下，清朝政府成立京師大學堂及添設中學堂、小學堂，此雖因戊戌政變而停滯，但是此制度卻是現今正式中小學堂的起源(余書麟, 1961)。

三、正式學堂章程的實施

在教會學校及學堂之後，科學進入了學校正式課程之中。西元 1902 年，清朝政府頒布「欽定學堂章程」，此學制雖經頒布但未真正實施，究其原因為清朝守舊勢力對新學制的反對(徐宗林、周愚文, 2008)。西元 1903 年，官方另頒布「奏定學堂章程」，又稱「癸卯學制」，此為我國最早的正式教育課程(司琦, 1981)。該章程明訂各級修習階段及年限，其學制

主要分為三段七級(金林祥, 2000)，如表一所示，三段為初等、中等及高等教育，而七級則為蒙養堂、初等小學堂、高等小學堂、中學堂、高等學堂、大學堂及通儒院等，其中科學課程已列入初等及高等小學堂的課程當中，當時稱為「格致」，主要介紹動植礦物及自然現象(司琦 1981)。到中學教育階段已分博物、物理、化學等科目，高等教育階段更進一步細分更多不同科目，現今科學課程之分科情況於當時已大致完備。

此學制中的科學課程架構蘊涵二項重要意義：第一、最早的正式科學課程仍以「格致」稱之。在此學制的初級教育中，科學仍以「格致」一詞命名，但其意義是指西方科學而言，而非傳統儒學之義，由於此學制實施於西元 1903 年，依時間推算，「科學」一詞應已傳入中國，但可能尚未被普遍接納與使用，而暫以格致代之，

表一、奏定學堂章程的學制架構

| 教育階段 | 學習分級 | 年齡 | 年限 | 科學課程名稱 |
|------|-------|-------|-----|-------------------------------------|
| | 蒙學堂 | 3-7 | 4 | 無 |
| 初等教育 | 初等小學堂 | 7-12 | 5 | 格致 |
| | 高等小學堂 | 12-16 | 4 | 格致 |
| 中等教育 | 中學堂 | 16-21 | 5 | 博物、物理、化學 |
| | 高等學堂 | 21-24 | 3 | 物理、化學、動物、植物、地質、礦物 |
| 高等教育 | 大學堂 | 24-27 | 3-4 | 星學、物理、化學、動物、植物、地質學、電氣學、應用化學、土木學、機械學 |
| | 通儒院 | 27-33 | 5 | 屬研究院性質，未限定科目 |

如魯迅曾於《吶喊》中提到「在這學堂裡，我才知道世上還有所謂格致、算學、地理、歷史、繪書和體操」（徐秀榮，1997，頁3），顯示了以格致稱呼科學課程的史跡。第二、癸卯學制可說是科學課程在中國教育制度中的正式立身，其中，除了初級教育以格致稱呼科學之外，中級教育與高級教育中的科學課程已分化成許多科目，這些科目的名稱亦類似於今日中學階段與大學階段所包含的科學科目，可見在百餘年前最早實施的正式科學課程已有相當程度的完備規模，金林祥（2000）認為此科學課程依不同教育階段分設不同科學科目，此課程設計與規劃架構為西方科學知識的傳播帶來了正向助益。

伍、西方科學傳入中國之啟示

本文所述之格致意義的變遷、科學一詞之發跡以及科學課程的演進等面向大致見證了西方科學在中國的歷史發展。首先，「格致」是西方科學東傳歷程之代表性詞彙，它最早反映傳統儒學的認識論思想，其次逐漸轉變含有科學之意思，成為西方科學在中國的代名詞。其次，學界發現「科學」一詞約在十九世紀末由日本傳入，但目前對於該詞是「本土」詞彙或「外來」詞彙、以及誰最早使用科學一詞仍多爭論。而科學課程最早起源於教會學校，爾後歷經學堂、書院等機構，至二十世紀初才納入學校課程中，也就是自西元1607年徐光啟的《幾何原本》問世算起到西元1903年的癸卯學制實行，科學經歷近三百

年的時間方成為中國知識系統中的一員。再回顧上述文中胡適所指的「近三十年來」應指自西元1894年的甲午戰爭至西元1923年科玄論戰的這段時間，在這短暫的三十年時間，科學更加速發展至崇高無上的地位，可見科學在二十世紀初的中國社會已成為重要的一門顯學。

從最初作為傳教目的之新穎學科到成為高度知識地位的顯學，西方科學在傳入中國的歷程中也帶來一些啟示與省思。首先，西方科學傳入中國經歷了不同歷史面貌的蛻變。自十九世紀中期的洋務運動開始，中國即打著「師夷長技以制夷」的口號，開始引入西方科學的知識與技術，其間成立許多軍事學校，並發展軍事技術以達富國強兵之目的，因此此時中國學習的是西方科學的技術。甲午戰爭失利之後，中國開始一連串新制度的革新，如教育制度上設計京師大學堂，軍事制度上採西方軍事訓練，學校課程訂立新的學制等等，雖然此時期是以日本為仿效對象，但實質上仍以學習西方科學為主體。從各種制度的改革不難看出中國學習西方科學不再只囿於技術層面，更涵括了制度的層面，此時中國學習的可說是西方科學的制度。到了二十世紀初的五四運動期間，科學成了中國文化復興的主體，從陳獨秀（1984）「德先生與賽先生可以救治中國政治上、道德上、學術上、思想上一切的黑暗。」的論述可知科學在經歷技術、制度的面貌之後，更成為中國思想文化復興運動的要素之一，此時西方科學帶給中國

的是一種思想。由此可見，西方科學在中國經歷了技術、制度及思想等三個層次的蛻變。因此，西方科學傳入中國並非只是科學知識內容的傳入，更帶給中國在技術、制度及思想等多元層次的歷史意涵。

其次，再進一步思考可以發現中國學會了西方科學的技術與制度，但卻未學好西方科學所講求的科學精神。當時中國人民草率敷衍的處事態度，與西方科學講求精確嚴謹的精神形成強烈對比，胡適於民初所撰的「差不多先生傳」中即寫到差不多先生是中國全國人的代表，並使用「不清楚、不分明、不講究、不精明、不細密」等詞彙來指涉當時中國人缺乏西方科學精神的人格特質，任鴻隽（1915）在《科學精神論》一文亦指出中國應該重視科學精神的涵育，由此可見，大約百年之前，中國文化思想上即出現培養西方科學精神的呼籲，此與今日科學教育界強調科學精神的理念不謀而合，這也顯示科學精神是西方科學相當重要的內涵，一切科學知識與技術應以講究務實、精準與求證的科學精神作為基礎，缺乏科學精神的支持，再多的科學知識與技術可能只是徒具表象。對於學校的科學教育而言，培養學生的科學精神也是重要目標之一，但科學精神不像科學知識與技能具有實質的教育內容，在涵育上相對困難，如何在科學知能之上，亦兼具科學精神的發展，甚至推展至社會大眾之科學素養的提升，是未來科學教育值得著力之處。

此外，科學進入到學校課程中成為一

門知識學科，必然也帶動了科學教育的發展。回顧當時科學教育的實施相信能從中獲得一些啟示。清末民初期間一連串的科學改革奠基了今日科學教育發展的基礎，朱華（2008）指出近代中國科學教育發軔於十九世紀中期的洋務運動，吳洪成（1993）指出洋務運動時期對於西方技藝的學習稱為西藝教育。到了戊戌變法時期，教育已開始注重實務觀察與操作，湯志鈞（1981）指出康有為在《物質救國論》中主張基礎教育應增設機器與制木二科，且購買橋梁、鐵軌等模型供兒童習之，並於《戊戌奏折》中提到「宏開校舍，俟教以科學，學校盡開，徐廢科舉」（樊洪業，1998）。另一方面，嚴復則是提倡實事求是的科學方法來教學（王棊，1986），他提出科學的二點教育功能，一是科學知識的傳授作為學校教育的主要內容，二是在教學過程中導入科學的方法論（譚會恒，2006）。由此可見，雖然晚清之際，康有為與嚴復未明確提出「科學教育」一詞，但他們倡導科學方法的理念與作法，為後來的科學教育提供了正確的方向。另一位對中國科學教育啟蒙作出重要貢獻的先驅是前面所提的任鴻隽，他（1915）指出「科學方法者，首分別事類，次乃辨明其關係，以發見其通律。」，並於西元1924年在《科學教育與科學》一文中首次使用科學教育一詞，且寫到「問今之科學教育，何以大部份皆屬失敗，豈不曰講演時間過多，依賴書本過甚，使學生雖習過科學課程，而于科學之精神與意義，仍茫未有得乎？」，

可見任鴻隽不僅提倡科學方法，更強調科學精神的重要性，並認為過多科學知識的灌輸是造成科學教育失敗之主因。綜上可知，這些科學教育的先驅，在近百年前已為當時科學教育的發展作出諸多貢獻，並針砭當時科學教育實施的問題，回顧這些觀點不難發現過去科學教育所面臨的問題似乎仍發生在現今的科學教育中，我們宜檢視這些歷史的教訓，避免重蹈覆轍過去科學教育所發生的缺失。

最後，在建國百年之際，本文從格致到科學二詞的變遷作為主軸，回顧西方科學傳入中國的歷程，並提出其對科學教育帶來的意義與啟示，期望科學教育之士對於西方科學在中國的發展能有梗概的瞭解，並能體認自身在科學教育上負有承先啟後的歷史責任，在鑑往知來中檢視過去的歷史意義，為下一個百年的科學教育奠定更穩固的發展基礎。

參考文獻

- 王紅信 (2001): 簡論中國近代教會學校。 **邢台師範高專學報**, 16(4), 29-30。
- 王栻 (1986): **嚴復集第三冊**。北京: 中華書局。
- 王國維 (1997): **靜庵文集**。瀋陽: 遼寧教育出版社。
- 王雲五 (主編) (1937): **叢書集成初編: 幾何原本**。上海: 商務印書館。
- 司琦 (1981): **中國國民教育發展史**。臺北: 三民書局。
- 任鴻隽 (1915): 科學精神論。載於中國科學社主編, **科學通論** (頁 1-10)。上海: 中國科學社。
- 朱建發 (2005): 最早引進科學一詞之中國人辨析。 **吉首大學學報: 社會科學版**, 26(2), 59-61。
- 朱華 (2008): 論任鴻隽的科學教育思想及其實踐。 **蘭州學刊**, 177(6), 127-131。
- 余書麟 (1961): **中國教育史下冊**。臺北: 臺灣省立師範大學出版組。
- 吳洪成 (1993): **中國近代教育思潮研究**。重慶: 西南師範大學出版社。
- 李國發、江獻 (2005): 《幾何原本》的傳入及對中國數學發展之影響。 **曲靖師範學院學報**, 24(3), 52-55。
- 汪暉 (1997): **汪暉自選集: 科學的觀念與中國的現代認同**。南寧: 廣西師範大學出版社。
- 周程 (2009): 科學一詞在近代中國的傳入。 **中國社會科學報**, 33 (4), 1-2。
- 周程、紀秀芳 (2009): 究竟誰在中國最先使用了“科學”一詞? **自然辯證法通訊**, 182(4), 93-112。
- 金林祥 (2000): **中國教育制度通史—第六卷**。山東: 山東教育出版社。
- 金觀濤、劉青峰 (2004): 從「格物致知」到科學、「生產力」—知識體系和文化關係的思想史研究。 **中央研究院近代史研究所集刊**, 46, 105-157。
- 徐秀榮 (1997): **魯迅小說合集**。臺北: 里仁書局。
- 徐宗林、周愚文 (2008): **教育史**。臺北: 五南圖書。
- 康明昌 (2008): 「幾何原本」四百年。 **數學傳播**, 32(4), 16-29。
- 張祖林 (2000): 論《幾何原本》在中國的傳播及意義。 **華中師範大學學報 (自然科學版)**, 34(2), 245-249。
- 梁啟超 (1989a): **飲冰室合集第一冊**。北京: 中華書局。
- 梁啟超 (1989b): **飲冰室合集第三冊**。北京: 中華書局。
- 陳學恂 (1986): **中國近代教育史教學參考資料上冊**。北京: 人民教育出版社。
- 陳獨秀 (1915): 罪案之答辯書。 **新青年**, 6(1)。2009年12月15日取自: <http://zh.wikisource.org/zh-tw/%E3%80%8A%E6%96%B0%E9%9D%92%E5%B9%B4%E3%80%8B%E7%>

- BD%AA%E6%A1%88%E4%B9%8B%E7%AD%94%E8%BE%A9%E4%B9%A6
- 陳獨秀 (1984): **陳獨秀文章選編 (上)**。北京: 三聯書店。
- 曾敬民 (1992): 杜亞泉。載於杜石然編著, **中國古代科學家傳記** (頁 2055-2056)。北京: 科學出版社。
- 湯志鈞 (1981): **康有為政論集上冊**。北京: 中華書局。
- 馮天瑜 (2008): “科學” 名詞探源。 **中國科技術語**, 10(3), 78-80。
- 熊明安 (1999): **中國近現代教學改革史**。重慶: 重慶出版社。
- 趙冬 (2007): **近代科學與中國本土實踐**。北京: 社會科學文獻出版社。
- 劉平、彭是文 (2005): 嚴復與科舉。 **長沙理工大學學報**, 20(3), 79-82。
- 樊洪業 (1988): 從「格致」到「科學」。 **自然辯證法通訊**, 55, 39-50。
- 樊洪業 (1998): 從科舉到科學: 中國本世紀初的教育革命。 **自然辯證法通訊**, 1, 23-26。
- 樊洪業 (2000): **科學舊蹤**。南昌: 江西教育出版社。
- 蔚素秋 (1980): **科學玄學論戰集**。台北: 帕米爾書店。
- 蔣勁松 (2000): 從前現代的格致學到現代的科學。載於劉東主編, **中國學術** (頁 1-43)。上海: 商務印書館。
- 鍾叔河 (1985): **走向世界: 近代知識分子考察西方的歷史**。北京: 中華書局。
- 譚會恒 (2006): 科學教育思想研究綜述。 **沿海企業與科技**, 1, 145-146。
- 蘇力、姚遠 (2001): 中國綜合性科學期刊的嚆矢《亞泉雜誌》。 **編輯學報**, 13(5), 258-260。
- 顧長聲 (2004): **傳教士與近代中國**。上海: 上海人民出版社。
- Conant, J. B. (1951). *Science and common sense*. London: Oxford University Press.
- Klopfer, L. E., & Watson, F. G. (1957). Historical materials and high school science teaching. *The Science Teacher*, 24(6), 264-293.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Duschl, R. A. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press.
- Rutherford, F. J. (2001). Fostering the history of science in American science education. *Science & Education*, 10(6), 569-580.

投稿日期: 100年06月27日

接受日期: 100年08月25日

The Impacts and Implications for the Introduction of Western Science to China

Shih-Wen Chen¹, Wen-Gin Yang^{1*} and Chih-Hsiung Ku²

¹Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

²Department of Curriculum Design and Human Potentials Development, National Dong Hwa University

Abstract

Based on the literatures of history of science, this study sheds light on the impacts and implications of the introduction of western science to China with the context from 'Ge-zhi' to 'science' in terms of the evolvement of the meaning of Ge-zhi, the genesis of the term 'science' in China, and the development of science curriculum, which is supposed to provide more insights of the history of science in China for science education academics to facilitate deeper understanding and rethinking about the relationship between China and science in science teaching and science education research.

Keyword: history of science in China, science and China, Ge-zhi and science