

# 如何看待歷史上的科學事實？

洪萬生

台灣師範大學數學系

## 1. 何謂「科學」？

研究科學史或科技史，正如研究一般的歷史一樣，都必須立足於史實。由於史實涉及事實 (fact)，因此，後者如何認定，就變得十分重要。就一般史而言，史實的認定當然依賴了史家的技藝或素養，但是，文獻的「收藏位置」(譬如官方檔案或庶民經濟「資料」)，也不可否認地決定了它們被引述的正當性 (legitimacy)。相當然爾，科學史或科技史也不例外。

儘管如此，對於科學史實的認定，科學史家還是非常在意所謂的科學之定義。我想政治史中的「政治」之意義，古往今來大概不會有太大的爭議，譬如百年前所認定的一部政治史著作，在今天應該不會有人認為它的命名有問題。相反地，科學史家受到基進 (radical) 科學哲學家譬如孔恩 (Thomas Kuhn) 的挑戰或啓發，對於所謂的科學事實或科學之定義，都進行了十分徹底的反思。因此，在這樣一本科學史的導論式著述中，為所謂的科學提供一些兼容並蓄的說法，並且藉以引發讀者的深入思考，應該是有其必要的。在此，我們就打算引述科學史家戴維·林德伯格 (David Lindberg) 所釐清的「什麼是科學」的多種觀點，以便作為本書論述的依據：<sup>1</sup>

(1) 科學是人類藉以獲取有關外界環境控制的行為模式。基於此，科學和工匠傳統和技術緊密關連，於是，史前人類在冶金或農業生產方面，已經對科學做出貢獻了。與此對比的觀點，有如

(2) 科學是理論知識體，至於技術則是應用理論知識以解決實用問題。不過，有些人對於理論知識體是科學的提法頗感不安，於是，他們非常努力想尋求一套判準 (criterion)，以便區隔「科學的」(scientific) 與「非科學的」(unscientific) 理論知識體。因此，

(3) 依據理論形式的陳述形式 — 普適的、定律式的 (law-like) 陳述，最後以數學語言表達 — 來定義科學，是目前最時髦的做法。比如波義耳定律，就是一個絕佳例子。不過，如果這個定義過份嚴格，那麼，或許我們可以從方法論 (methodology) 著手：

(4) 科學與一套特別的程序，通常是實驗的，連結在一起，藉以探索大自然的奧秘，並核證或反證有關她的行為之理論。如此一來，一個宣稱或聲明 (claim) 是科學的，若且唯若它擁有實驗基礎。這樣的定義極易引出下列主張 (5)：

(5) 企圖利用下列方式定義科學，要嘛依據認識論的身份或地位 (epistemological status)，也就是，它的宣稱被認為擁有的那一類正當理由，或者根據其實踐者 (practitioner) 堅持其教條的頑強程度。針對此一主張，英國哲學家羅素 (Bertrand Russel) 形容說：「不能根據從事活動的人相信什麼，來區別他是不是科學人 (man of science)，而是要根據他如何以及為何相信。他的諸多信念是暫擬性的而非教條式的，是基於證據，而非權威或直觀。」因此，科學就成了理解和核證吾人知識的一種擁有特權的方法 (privileged way)。

<sup>1</sup> 參考林德伯格 (2003) 或 Lindberg (1996) 第一章〈科學及其起源〉(Science and Its Origins)。

(6) 如果依據內容 (content) 而非方法論 (methodology) 或認識論身份或地位來定義，那麼，科學就是有關大自然的一組特殊的信念，或多或少就是現行的物理學、化學、生物學、地質學等學說。根據這個檢驗，在煉金術、占星術以及泛心理學 (parapsychology) 方面的信念，都是非科學的。

最後，林德伯格還指出兩個與科學文化有關的觀點：

(7) 「科學」(名詞)和「科學的」(形容詞)這兩個術語通常用在被嚴密、精確或客觀所刻畫的過程或信念。如此一來，著名偵探福爾摩斯 (Sherlock Holmes) 顯然是科學辦案的典範。日本推理小說《偵探伽利略》和《嫌疑犯 X 的現身》也是如此。

(8) 「科學」和「科學的」這兩個術語也經常只是充當表示贊同之一般用語，慣稱我們希望讚許的任何事物。

無論吾人採納「科學是什麼」的哪些觀點，我們都無法迴避科學在內容、形式、方法和功能等各方面，都不斷在演變的事實。因此，正如林德伯格所指出，科學史家所對照的，並非一個客觀實存的過去，他們乃是透過不盡然相符的網格，去看待過去。如果我們打算公正地對待歷史，我們就必須將過去視為其本來的樣子。不過，這顯然是史家莫大的挑戰，因為「這意味著我們必須抗拒誘惑，不在歷史中為近代科學搜尋榜樣或先驅。」同時，我們也必須「尊重先輩研究大自然的方式，承認這種方式雖然與現代的不同，卻仍然是有意義的，因為那是我們的智性先驅之一部份。而這才是理解我們現在之所以如此的唯一合適途徑。」

其實，如果我們稍加考察「科學」這個術語的用法之演化，那麼，我們一定同意吾人面對過去科學史實時，放開心胸之必要！科學 (science) 對應到拉丁文的 *scientia* 乃至於希臘文的 *episteme*，都指涉任何具有嚴格和確定性特徵的信念體系，不管這些信念是否與自然有關。因此，正如林德伯格所指出，歐洲中世紀把神學視為科學，這在當時極為普遍。後來，西方學界就將研究自然的學問，稱為 *natural philosophy* 或 *philosophy of nature*，譬如牛頓有關物理學的經典作品，就稱作 *Mathematical Principle of Natural Philosophy* (自然哲學的數學原理)，至於他的一個主要頭銜，則是自然哲學家 (*natural philosopher*) (另一個則是幾何學家 (*geometer*))，而非我們現在所熟悉的科學家 (*scientist*) 和數學家 (*mathematician*)。最後這個 *scientist* 術語大約到了二十世紀初期，美國早已經普遍使用時，英國學界才願意接受，至於他們先前抗拒的原因，則是 *scientist* 的拼音字母中的 *s* 和 *t* 太多了，他們寧可使用 *natural philosopher* 一詞。

至於有關漢字「科學」之來源，則出自日本學者西周 (1829-1897) 的翻譯，他是日本幕末被派遣出國的首批文科留學生，從荷蘭學成返國後創立明六社，結合同道，對於明治維新的啓蒙，貢獻卓著。他受孔德 (Comte) 實證主義 (*positivism*) 之影響，認為「探討學術之精微則全憑各科學術之專家」，因此，他將 *science* 譯為科學，顯然只取「分科之學」的意涵，而忽略了孔德基於實證所強調的由簡入繁的各門科學之相互聯繫。

最早將「科學」一詞引進中國而且使用的思想家，則是清末維新運動的主角康有為。其實，從明末以來，對照 *natural philosophy* 的中譯，大概都不脫「格物窮理之學」(徐光啓)或「格致之學」(清末自強或洋務運動)，顯然意在呼應

儒家的「格物致知」之認識論主張。總之，無論從 science 到 natural philosophy / 從 natural philosopher 到 scientist，或者從「格致之學」到「科學」，現在所謂的科學在內容、形式和意義等方面，應該都有清楚的演化痕跡可尋。因此，光是掌握這些術語的指涉內容，也多少可以幫助我們掌握科學發展之脈絡才是。

基於上述之說明，我們應該很容易接受「在地（或在脈絡）的科學」(science in context) 或「在地的科學家」(scientist in context) 之說法。事實上，本節所主要參考的林德伯格之《西方科學的起源》(*The Beginnings of Western Science*) 的副標題，就是「公元前 600 年到公元後 1450 年之間，在哲學、宗教和制度脈絡中的歐洲科學傳統」(*The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious, and Institutional Context, 600 B.C. to A. d. 1450*)。一旦我們能夠從在地或在脈絡的觀點來考察，那麼，今日被視為「偽科學」或甚至「非科學」的知識系統，即使從認知的觀點來考察，都還是可以獲得全新的意義才是。因此，在本章論述的剩餘部分，我們將就歷史上的一些所謂的「科學知識」或「自然研究論述」，舉例說明所謂的「科學事實之意義」。

## 2. 何謂「科學事實」？

根據一般人的認識，科學所傳達的都是客觀 (objective) 而真實的 (true) 知識。這種主張或觀點，雖然現在還是有人言之鑿鑿，不過，正如上文所提及，已經遭遇到了非常根本的挑戰了。從自然現象的觀察報告到自然（或科學）知識的形成，顯然都需要理論說明 (theoretical explanation) 之架構，因此，理論架構顯然是決定科學事實的不可或缺因素之一。譬如說吧，古希臘的泰利斯 (Thales) 的「水地說」—地球浮在水上，就為了地震之成因，提供了一個堪稱圓滿的說明。又，在中國明代宋應星的自然研究筆記中，我們也發現他利用陰陽二氣學說，相當合理地解釋了自然現象，如木炭如何製成？或鼓風爐如何煽風點火？等等。其實，基進科學哲學家所謂的科學概念之理論負載 (theory-laden)，也指出理論系統對於科學知識之理解的重要性。

另一方面，科學事實的意義，也會隨著科學知識的成長或改變，而顯示了不同的意涵。譬如說吧，有關地球的概念，托勒密 (Ptolemy) 學派與哥白尼 (Copernicus) 學派的說法就大相逕庭，前者呼應了我們人類的「常識」，認為地球靜止不動居於宇宙中心，至於日、月、五星等繞地旋轉，相反地，後者則是主張太陽才是靜止的宇宙中心（即所謂「日心說」），而地球和其他金、木、水、火、土等五星，都是繞日運行的行星。儘管哥白尼可能相信他的「日心說」只是一個數學模型 (mathematical model)，可以更好地為宇宙天體「整理外觀」(saving the phenomenon 或 saving the appearance)，<sup>2</sup>然而，它在古希臘宇宙論上翻轉了地球的地位與角色，卻是不爭的事實。事實上，哥白尼天文學革命的意義，乃是在於如果地球真地繞太陽而公轉，那麼，從「動」的觀點來看，地表附近的物理學，可能就需要重新考量了，這是因為亞里斯多德（學派）的《物理學》(*Physics*) 是以地球靜止為出發點的。此外，亞里斯多德的宇宙論 (*De Caelo*, 或 *On the*

<sup>2</sup> 這是古希臘宇宙論 (cosmology) 的兩大主張之一，由柏拉圖主義 (Platonism) 所主導，另一個則是亞里斯多德所主張的「尋求物理成因」(searching for cause)。在西歐世界，大約從十三世紀開始這兩派信徒就有相當活潑的對話與辯證。

Heaven) 也將宇宙分為地表世界和天體世界，按各自的物質成分和（自然）運動形式之不同，而形成兩套物理學。由於天體世界由以太（或第五元素）所構成，因此，它是一個永恆不變的世界，譬如行星的數目始終不增不減，也因此，當 1609 年伽利略發現木星的四顆衛星時，才會引起軒然大波。

### 3. 伽利略 vs. 達文西

事實上，伽利略除了贊成哥白尼的日心說之外，也在宇宙論和物理學等方面，否定了亞里斯多德學說的精髓部分。然則何以他在 1632 年所出版的《兩種世界體系的對話錄》，會招致宗教法庭判決居家軟禁呢？究其原因，基督教神學、托勒密天文學，以及亞里斯多德物理學和宇宙論，在十三世紀被聖湯瑪斯·阿奎那之《神學大全》進行了偉大的綜合之後，神學、哲學和科學融為一體，任何一環遭受質疑，其它的制度化力量一定反擊。因此，如果十七世紀的亞里斯多德學者認為伽利略威脅了他們的論點，教會出手相助，絕對是想當然爾的事。

伽利略還否定了亞里斯多德的目的論 (teleology) 說明，譬如重物為何落下 (free fall)？亞氏認為重物的自然歸宿在地心，因此，當它不受外力干擾時，它當然要回家，於是，就往地心落下了。這當然解釋了重物為何落下之成因 (why)，不過，伽利略卻不接受前述有關運動之假設，取而代之的，是他窮二十年之奮鬥所提出的自由落體公式  $v=gt$  (其中  $v, g, t$  分別代表速度、重力加速度，和時間)，只說明了重物「如何」(how) 落下。在這個脈絡中，伽利略具體實現了科學數學化 (mathematization of science) 的目標，也呼應了他所揭櫫的數學哲學主張：

自然哲學 (natural philosophy) 是寫在自來就擺在眼前的那一本大書上——我的意思是宇宙——假使我們不事先學會書中所寫的語言，並理解它所使用的符號，是無法理解的；其符號無非是一些三角形、圓形和其他幾何圖形而已。沒有這些符號的協助，我們恐怕連書中的一個單字都無法瞭解；對任何一個記號掉以輕心，也將會使我們如同在黑暗的迷宮中，空走一趟。

事實上，這也是伽利略所代表的近代科學 (modern science) 的知識活動——他被某些科學史家視為史上第一位物理學家，所以有別於文藝復興大師如達文西 (Leonardo da Vinci) 的地方，儘管他們兩人的專業頭銜並無顯著差異，實質上都是義大利小王國宮廷的廷臣 (courtier)。

達文西也非常重視數學，他曾向十五世紀義大利主要數學家佩西歐里 (Luca Pacioli, 1445-1517) 請教數學，但成效差強人意。儘管如此，他仍然對於數學的意義與價值心悅誠服，譬如達文西認為繪畫揭示了自然界的真實性，從而它更優越於詩歌、音樂和建築。他的畫論如下：「繪畫的確是一門科學，並且是自然的、合法的女兒，因為它是從自然產生的。為了更確切起見，我們稱它為自然的孫兒，因為一切可見的是物，是由自然生養，這些自然的兒女又生育了繪畫，所以，我們可以公正地稱繪畫是自然的孫兒和上帝的家屬。」他信賴數學的「確定性」(certainty) 在自然科學研究中所可以發揮的指導作用：「一個人如懷疑數學的極端可靠性，就會陷入混亂，他永遠不能平息詭辯科學中只會導致不斷空談的爭辯……因為人們的探討不能稱為是科學的，除非通過數學上的說明和論證。」

誠然，數學在人類的智識活動中，的確有其獨特的地位。從傳統的（或經典的）數學哲學觀點來看，數學知識具有永恆的確定性，並且放諸四海而皆準，因此，它才會成爲其他科學知識的典範，從而科學的數學化，也就成爲了許多科學家的夢想。其實，在古希臘時代，阿基米德早已將科學數學化，並在靜力學方面做出巨大貢獻，在十五世紀這些經典重現西歐之後，馬上成爲伽利略的亦步亦趨的典範。不過，在此，我們打算以中國古代的歷史爲例，就知識本質而言，對比數學與其他科學譬如醫學之差異。

#### 4. 公元前 186 年的中算與中醫

在中國湖北張家山所出土的漢吏之墳墓中，我們發現迄今所見的最早中國數學文本—竹簡《筭數書》（共兩百多支竹簡，六千餘字可以辨讀）。其墓主是一位不知名的小吏，先是事秦，後降於漢。與《筭數書》一起在西漢呂后二年（公元前 186 年）陪葬的文本，還包括法律文書如《二年律令》（主要爲了優待呂家人的律令書），以及醫書《脈書》和《引書》，總共有八部竹簡。這對於中算史學來說，可以說是最重要的考古發現之一，尤其是其中還包括了目前僅存有關輾轉相除法（Euclidean algorithm）的最早版本。既然此法的英文名稱爲「歐幾里得演算法」，可見歐幾里得的著作也一定包括了此一方法。事實上，他的《幾何原本》第七冊的命題 1 和 2，的確就是所謂的輾轉相除法，而歐幾里得是公元前第四世紀的希臘人。可惜，《幾何原本》目前僅存的版本，只能回溯到公元後第十世紀。因此，《筭數書》在這一方面的重要性，不言可喻。

請先看它如何描述輾轉相除法：

約分術曰：以子除母，母亦除子，子母數交等者，即約之矣。有（又）曰，約分術曰：可半，半之，可令若干一，若干一。其一術曰：以分子除母，少，以母除子，子、母等，以爲法，子、母各如法而成一。不足除者，可半，半母亦半子。二千一十六分之百六十二，約之百一十二分之九。

其中提供了四種方法，第一種就是我們所熟悉的「輾轉相除法」—「約分術曰：以子除母，母亦除子，子母數交等者，即約之矣。」（按：引文中的除，就是扣除的意思，亦即減法）。

然則何以兩千多年前的中國算書擁有如此系統化的方法呢？它究竟是怎麼來的？我們目前還無法回答。不過，《筭數書》收羅了很多分數的乘法之計算法則（上述的約分包括在內），或許意味著當時的小吏非常需要這些技藝。當然，這些竹簡可能都是陪葬用的商品，但是，《筭數書》有相當罕見的校對者之姓氏（王姓與楊姓），而且還在多處注記，因此，《筭數書》這一文本被使用的可能性應該極高才是。

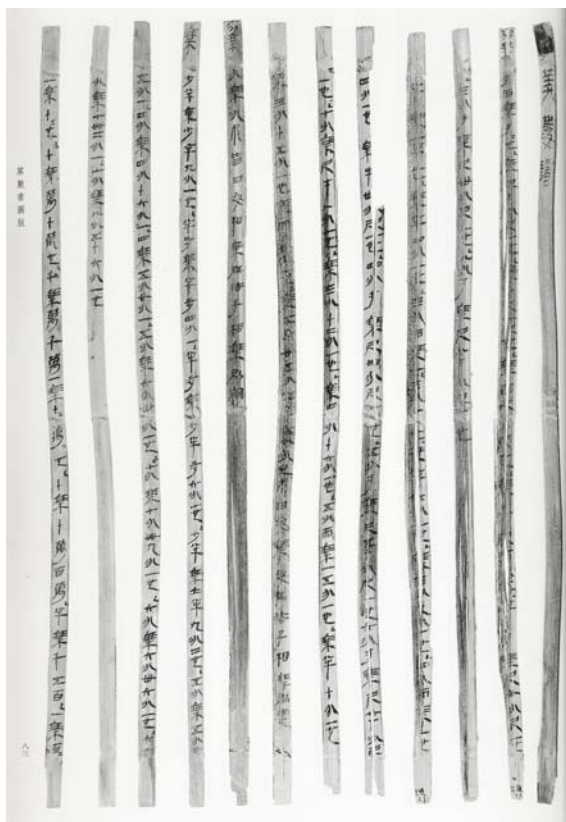
根據我們的研究，《筭數書》應該是秦漢小吏處理行政事務時，所必備的數學技能。比如說，本書就有辨別生漆濃度（別忘了莊子曾爲漆園吏）、利息錢計算、關稅計算、糧食比例換算、女子織布量、生絲練成熟絲，以及對醫治病者的考核等等問題。所有這些都涉及分數或比例等計算方法，無怪乎本書的相關內容

所佔份量如此之高。

上一段提及《筭數書》包括小吏對醫生的考核問題，由於那兩則簡文殘缺不全，無法恢復全貌，所以，是否有關考核，還無法成爲定論。不過，小吏也「擁有」《脈書》和《引書》，至少說明這兩個文本頗爲風行。我們比較感興趣的，則是其中有關治病之法和病因之論述：

治病之法，視先發者而治之。數脈俱發病，則擇其甚者而先治之。（《脈書》）  
人之所以得病者，必於暑濕風寒雨露，腠理啟闔，食飲不和，起居不能與寒暑相應，故得病焉。（《引書》）

在目前中醫學的理論中，這些應該還是不移之原則。只是反對者極易攻擊它們的「不科學」。對比之下，數學知識或方法顯然無此風險，人類在兩千多年前就發明了輾轉相除法，迄今有效，而且還將繼續有效，總之，它所蘊含的知識，是永遠不變的數學真理！



圖一：竹簡《筭數書》部份圖版

由於中國古代醫學的理論（譬如病因說）建立在有關「氣」的相關性質之假設上，而氣的概念一向很難捉摸（亦即缺乏明確定義），因此，中醫遂被批評爲不科學！弔詭的，今日中醫依然盛行無礙，這究竟怎麼回事呢？或許缺乏相對等的西方醫學理論，似乎是它仍然存活的主要原因之一。

## 5. 宋應星的自然哲學觀念架構

相較於中醫知識或理論，明朝宋應星的自然研究成果，看起來就沒有那麼幸運了。宋應星在明萬曆十五年（1587）生於江西奉新，做過小官（譬如縣督學）等。去世當在清順治年間。他著有《天工開物》（共十八篇），分門別類地敘述了飲食、衣服、用具、舟車、機械、冶金、陶瓷、紙墨、製糖、釀酒、染色、燃料、兵器、藥物、鹽礬、丹青、珠玉及礦石等技術。本書總結了中國傳統手工業作坊的工匠經驗。宋應星雖有高度的實證精神，但缺乏將科學知識形式化的形上學理念，因此，本書仍然是條列式的呈現。還有，他幾乎未曾提及數學，儘管本書有一些量化紀錄。本書刊行流傳不廣，影響當然十分有限！

不過，宋應星卻有自然研究的筆記本《論氣》和《談天》等著述傳世，它們是在1970年代中共紅衛兵下放江西時所發現。這些筆記對於明末自然哲學如何可能影響宋應星，是一個千載難逢的珍貴文本，可惜，除了它的唯物論之內涵受到推崇之外，很少科學史論述可以適當地整合宋應星的自然哲學和技術考察（以《天工開物》為代表）。

在《論氣》中，宋應星運用氣概念以說明自然現象，茲引述其中四則如下：

天地間非形即氣，非氣即形，雜於形與氣之間者，水火是也。由氣而化形，形復返於氣，百姓日習而不知也。氣聚而不復化形者，日月是也。形成而不復化為氣者，土石是也。氣從數萬里而墜，化為形而不能固者，雨雹是也。初由氣化形人見之，卒由形化氣人不見者，草木與生人、禽獸、蟲魚之類也。

盈天地皆氣也。兩氣相軋而成生者，風是也。人氣軋氣而成聲者，笙簧是也。水火夫由虛而有氣，氣傳而為形，形分水火，供民日用。水與火，不能相見也，借乎人力然後見。當其不見也，二者相憶，實如妃之思夫，母之望子，一見而真樂融焉，至愛抱焉、飲焉、數焉、頃刻之間，復返於氣，氣還於虛，以俟再傳而已矣。

塵埃空曠之間，二氣之所充也。火燃於外，空中自有水意會焉。火空，而木亦盡。若穴土閉火於內，火無從出，空會合水意，則火質仍歸母骨，而其形為炭，此火之變體也。

或曰：火待水而還虛，其義已著明矣。然火之灼也，其功出於風，而水無與焉，則何也？

曰：功非由風，由風所軋之氣也。……人力鼓鞴，搖□與吹管也，涓滴水神，送入薪炭，際會勾引，火神奮飛而出，一鼓、一扇、一吹，勿懈勿斷，而嘆天之勢成矣。

上引第一、二則是有關氣的宇宙萬物生成論之舉例說明，第三則說明木炭如何以及為何可以製成；第四則是有關鼓風爐如何助燃之說明。平心而論，這些論述都相當圓滿自足，將氣概念之自主性（autonomy）發揮到淋漓盡致，<sup>3</sup>真是中國科學史上的一大異數，值得我們特別注意。

<sup>3</sup> 此處借用芝加哥人類學家的「思想之自主性」（autonomy of thought）之概念。



宋應星的「火質」看起來像是木炭的成因或質料，從而得以引發燃燒，只是他並未進一步闡發此一概念，無法像十八世紀西歐的燃素理論 (phlogiston theory) 一樣，成爲一個盛極一時的化學理論。直到拉瓦錫提出他的化學革命，燃素才被掃進歷史的灰燼之中。

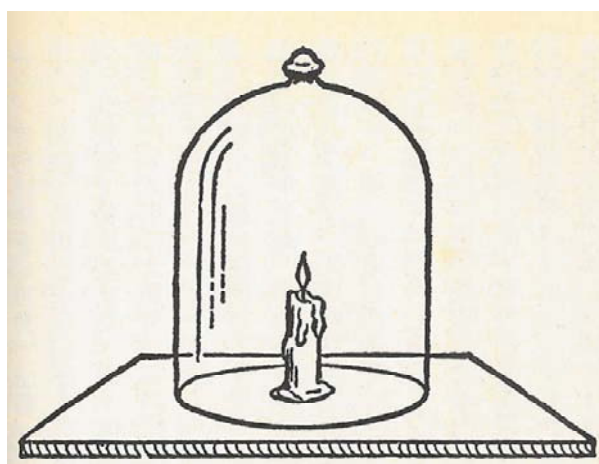
## 6. 燃素與拉瓦錫

拉瓦錫之前的化學家認爲物質燃燒的原因，是因爲它含有燃素，至於燃燒就是一種釋放燃素的過程，因此，如果物質中的燃素已經全部釋放掉了，燃燒自然停止，此時，燃燒過後的物質（形如灰燼），質量自然減輕。於是，紙張燃燒後，其灰燼無法再燃，同時，質量也真地減輕。因此，燃素是一個具有說明威力的化學概念，而且燃素理論看起來也是一個具有融貫性的 (coherent) 知識系統。

燃素理論的缺陷之一，是有關金屬的燃燒現象之說明。化學家當然注意到金屬燃燒之後，其殘餘物質量反而增加。在無法合理的解釋此一現象之後，他們遂提出有些燃素的質量爲負的假設。這種作法在科學史上屢見不鮮，科學哲學家稱呼這種假設爲「專職假設」(ad hoc hypothesis)，亦即此一假設只用在這種「專門」的地方而已。

事實上，由日耳曼化學家 (Georg Ernst Stahl) 所創立的燃素學說，是一個首次能夠解釋許多化學變化和合成現象的理論系統。在拉瓦錫眼中，史塔爾的理論奠基於觀察結果，然後自成一體。儘管最後拉瓦錫將它推翻，但是，他深知史塔爾學說的用處：「在化學史上，首度有一個理論藉由它所欲解釋的事實來具體表現。」

拉瓦錫 (Lavoisier, 1743-1794)，喪生於法國大革命斷頭臺。偉大數學家拉格蘭吉 (Lagrange) 評論說：「砍下他的腦袋只需一秒鐘，但是，要再長出這樣的腦袋也許還需要幾百年。」拉瓦錫藉著天平進行化學革命，基本法則就是：萬物不生不滅！至於靈感，則來自代數學！



圖二：燃素說之實驗

在上圖中，鐘形罩隔絕了外面的空氣，因此，當內部氧氣耗盡時，燃燒必將



停止。這是拉瓦錫將燃燒定位為氧化作用之後，化學理論所提供的圓滿說明。然而，按燃素理論，燃燒之所以停止，乃是因為鐘形罩內部的燃素已經飽和，蠟燭無法繼續釋放燃素，於是燃燒使好停止！如果我們參考哈佛大學教育與自然哲學教授 Samuel Williams 的 1780-1788 年講義，就會理解燃燒理論在當時如何成為「普遍性」的科學真理：

根據這個實驗，似乎燃素必須是一種實質，而那些空氣則是裝載著或飽和著它的。試問，除了為防止某種實質逸出或擴散之外，我們把燃燒著的物體封閉在玻璃罩裡幹甚麼呢？同時，顯然，在空氣仍舊能夠容納這種實質之時，這個物體將繼續燃燒，直至空氣已經飽和而不能再容納燃素為止，因為燃燒的物體已經不可以再〔釋〕放燃素了。

## 7. 結語

根據上文的論述，我們知道史家林德伯格澄清的「科學」之內涵，顯然影響了吾人如何取捨「科學事實」。我們也試圖運用一些「科學」實例，說明歷史上的「科學事實」，是如何地豐富且多樣。科學事實尤其無法自外於某些脈絡——哲學、宗教和制度，這對於我們面對已經被判定為非科學的「事實」來說，更是不可或缺！

另一方面，由於理論系統對於事實之認定與理解，也是絕對必要，因此，在本章中，我們也一再地強調知識系統的意義。一旦我們將一些科學概念從它的「非科學」理論脈絡抽離時，我們對它的意義之理解，可能已經完全扭曲了。如此一來，即使那些概念具有現代意義，我們藉以透視的過去之面貌，也終將殘缺不全，而科學史的意義當然也無從彰顯了。

總之，科學史家利用在脈絡的考察 (investigation in context)，與過去的科學事實進行對話。論斷箇中「是非」固然有其必要，然而，如何賦予其歷史意義，恐怕才是我們現代人在科學世紀尋找安身立命的重大使命之一。

## 參考文獻

- 洪萬生編 (1982 / 2005). 《格物與成器》(初版第八刷)，台北：聯經出版公司。
- 洪萬生 (1985). 《從李約瑟出發》，台北：九章出版社。
- 洪萬生、林倉億、蘇惠玉、蘇俊鴻 (2006). 《數之起源：中國數學史開章《算數書》》，台北：台灣商務印書館。
- 徐光台 (2003). 《近代科學革命：從哥白尼到牛頓》，台北：中央研究院。
- 恩司特·費雪著 (陳恆安譯) (2001). 《從亞里斯多德以後》，《在費曼之前》，台北：究竟出版社。
- 詹姆士·馬克拉卻倫 (James MacLachlan) (2004). 《伽利略》台北：世貿出版社。
- 樊洪業 (1988). 〈從『格致』到『科學』〉，《自然辯證法通訊》10(3): 39-50。
- 樊洪業 (1989). 〈『賽先生』與新文化運動—科學社會史的考察〉，《歷史研究》1989 年第三期：39-49。
- 麥迪遜·貝爾 (Madison Smart Bell) (2007). 《革命狂潮與化學家》(*Lavoisier in the year one: the birth of a new science in an age of revolution*)，台北：時報文化出

- 版。
- 戴維·林德伯格 (2001). 《西方科學的起源》，北京：中國對外翻譯出版公司。
- Bernstein, Jeremy (1971). 《現代科學談趣》 (*A Comprehensible World: On Modern Science and Its Origins*)，香港：今日世界出版社。
- Hall, A. Rupert (1983). “On Whiggism”, *Ambix* 30: 45-59.
- Lavoisier, Antoine-Laurent (1965). *Elements of Chemistry, in a new systematic order, containing all the modern discoveries*. New York: Dover Publications, INC.
- Lindberg, David C. (1992). *The Beginnings of Western Science: The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious, and Institutional Context, 600 B.C. to A.D. 1450*. Chicago: Chicago University Press.
- Ross, Sydney (1962). “Scientist: The Story of a Word”, *Annals of Science* 18(2): 65-85.
- Shapin, Steven (1996). *The Scientific Revolution*. Chicago: Chicago University Press.