

科學的方法：檢驗

林崇安
中央大學太空所

一、前言

●總綱：科學哲學是以「科學方法」對各種「存在」追根究底，以增加智慧、減除疑惑的一門學問。從一般科學家的眼光來看，科學中最核心的方法是：(1) 觀察與實驗；(2) 猜想與假說；(3) 檢驗。此中，真理的把關者就是鐵面無私的「檢驗」。

二、對假說的檢驗

從一般科學家的眼光來看，科學探索的前階段是(1) 觀察與實驗，(2) 猜想與假說；一旦提出猜想與假說後，接著接受「檢驗」：要能對已有的事實作出解釋，並提出一些新的預見以供檢驗。對假說之檢驗，有「邏輯分析」和「實驗檢驗」。費曼說：

「任何假設或構想，都必須是那種你能據之以推算出一些預測，而且能跟實驗作比較的。」

(一) 邏輯分析

- (1) 假說要有邏輯嚴密性、解釋性、可檢驗性、預見性。要能說明舊理論不能說明的現象。例如，愛因斯坦的相對論二個假說，由此出發推出時間延長、長度縮短、質能關係等等。
- (2) 邏輯分析是用邏輯論證和反駁的方法，通過嚴密的邏輯推演得出各種結果，以解釋舊有事實；並能推出新的預測，以接受進一步的實驗檢驗。

問：如何知道自己所猜測的是對的？

費曼說：

「早在你還沒著手測試所有推論之前，就可以知道是對是錯，你可以由它的美麗和簡單而辨認出真理。這是很容易的，你做出一項猜測，進行了二三個小運算，確定沒有什麼明顯的失誤。假定你是個經驗豐富的科學家，當你的猜測正確時，它就**很明顯是正確的**。」

(二) 實驗檢驗

- (1) 直接檢驗：採用觀察、實驗來檢驗假說。例如，單稱命題：正電子的存在。
- (2) 間接檢驗：「全稱命題」是無法直接檢驗，通常是對假說的演繹結果進行檢驗，也就是，通過結果來確認原因。是由結論（後件）來檢驗前提（前件）。

(三) 檢驗的過程和結果

◎檢驗的結果，有肯定的結果和否定的結果，分述如下：

- (1) 肯定的結果——假說被「確認」。

若 H 且 C ，則 E 。

E (今 E 為真)

所以， H (H 為真)

說明：若一個假說 H ，在條件 C 下，可推出事實 E 。現在觀測到 E ；那麼，假說 H 為真。

- (2) 否定的結果——假說被「證偽」或被「否證」。

若 H 且 C ，則 E 。

非 E (今 E 為假)

所以，非「H且C」

說明：若一個假說 H，在條件 C 下，可推出事實 E。現在觀測不到 E；那麼，假說 H 或條件 C 其中必有假。

小結：檢驗有二種結果：

- (1) 肯定的結果——假說被「確認」。若為不同方式的實驗所確認，那麼就向「定律、原理」過渡。
- (2) 否定的結果——假說或初始條件被「否證」。
若為正確的實驗所否證，則依狀況，或者再猜測新的假說，或者修正「初始條件」，再去檢驗。一般而言，躍升型的增智模式會採取再猜測新的假說；下推型的增智模式會採取修正「初始條件」，再去檢驗。
- (3) 「假說」過渡成「理論」後，這個新理論應滿足三個條件：
 - a 能解說舊理論已說明的現象；
 - b 能解說舊理論不能說明的現象；
 - c 能提供新的預見。例如，門德列夫（1834-1907）的元素周期律假說於西元 1869 提出後，預言出一些未知元素的質量、物理性質、化學性質，如釷（Sc），鎩（Ga），鍺（Ge）等，後來皆被確認。

三、對假說的檢驗實例

以下分別舉例說明錯用「定律」或「條件」的例子。

（一）錯用「定律」和「初始條件」：水星近日點的進動

- (1) 1846 年，法國勒威耶根據天王星的擾動，果然找到了海王星。接著把目光轉向水星的軌道。水星是太陽系中最裡面的行星。水星繞太陽的橢圓軌道每轉一周，軌道的長軸會向東偏一點，這就是「水星的近日點進動」的問題。水星近日點進動為每 100 年 43"，為何如此？
- (2) 勒威耶採用牛頓力學，猜測水星軌道內「還有一顆未知的行星」，

取名為「火神星」，但是直到勒威耶去世後的 100 年始終沒被觀測到。〔這是由於錯用假說（定律）和初始條件〕

- (3) 1915 年，愛因斯坦發表了廣義相對論，用這個理論所算出水星近日點進動的幅度與觀測值符合，解決了問題。〔採用正確的原理：由廣義相對論推知，水星在近日點處的引力場比其他行星強，時空也彎曲得更厲害，水星陷得更靠近太陽，而改變了它的軌道。〕

（二）舊觀念有錯：黑體輻射之解釋

- (1) 1900 年初，實驗早已量出黑體輻射的光譜分佈，瑞利—金斯採用傳統的能量是連續的觀念以解釋，結果只有長波與觀察到的相符。
- (2) 1900 年，普朗克提出能量是不連續的觀念（量子化），成功地解釋了黑體輻射的光譜分佈。

（三）「條件」有錯：繃子磁矩的演繹推算

- (1) 1995 年，日裔美籍的木下（T. Kinoshita）與早川（M. Hayakawa）依據標準模型中的電弱作用以及虛光子與強子的交互作用，首先計算出繃子（muon）磁矩的理論預測值。
- (2) 2001 年 2 月，美國布魯克黑文實驗室，高精密地測量了繃子的磁矩，發現與標準模型的預測值不符。這一不符意味著「標準模型」部分出錯或者不夠完備。
- (3) 法國馬賽理論物理中心的內赫特（M. Knecht）與倪弗勒（A. Nyffeler）重驗早川與木下的計算，發現其中有一項的符號相反。
- (4) 2001 年 12 月，木下與早川承認他們在 1995 年的計算，弄錯了其中一項重要的符號，加的變成減了。他們更正過後的理論值，與實驗值的差距已接近實驗誤差範圍內。
- (5) 經過這一番折騰之後，布魯克黑文實驗室的發言人說：「我們對標準模型的信心比以前更堅強了。」

【哲學問題】

問：有沒有奇蹟？例子，某小孩得嚴重的白血球過多症，群醫束手無策，後因向聖母祈禱而有起色。是否是奇蹟？

答：應以科學方式來檢驗：

(a) 收集由於祈禱而使病情好轉的眾多案例。

(b) 收集未接受祈禱而使病情好轉的案例。

將 (a) 與 (b) 忠實而簡單地比較。如果真的是奇蹟，就能經得起考驗。如果不是真的奇蹟，就會被科學方法所破除。

問：占星術是否合乎科學？

答：占星術必須經過科學方法檢驗，才能被認為是否合乎科學。

問：有無科學方法證明先有雞，還是先有蛋？

答：先提出假說，而後檢驗，如：

- (1) 從古人的認識過程，有時是先觀察到雞，而後看到生蛋；有時是先觀察到蛋，而後看到長成雞。經由觀察，分別給予命名，一為雞，一為雞蛋，同時確保因果系列的不錯亂，但不能判何者是最初的因。
- (2) 從命名的過程，命名後也要下定義，何謂雞和雞蛋，用以區別鴨和鴨蛋等等。下定義時，又牽連到上述的認識過程。
- (3) 先有蛋，因為現象由簡而繁。
- (4) 先有雞，因為進化論認為先是無性生殖而後是有性生殖。

四、推理

將一「假說」經由「邏輯推理」運算出預計的結果，這結果能經得起檢驗時，該「假說」才有價值。

科學史上，古代的許多「假說」，經由推理就可以將之否證。例如，古代認為「a 重物落地快，b 輕物落地慢」。

推理：將重物和輕物綁一起落地，會變快或變慢？依據 a 將變快，依據 b 將變慢，因而出現矛盾。由此推出，重物落地和輕物落地應一樣同時。

至於邏輯的推理，純用思維，有形式邏輯和辯證法，今不詳述。

五、結語

科學哲學是以「科學方法」對各種「存在」追根究底，以增加智慧、減除疑惑的一門學問。人人有權對「存在」提出各自的看法，再荒繆的看法都可以，科幻式的想像都可以，我們不會因這些看法而睡不著覺，

因為有鐵面無私的「檢驗」在後面守護著真理。

雞蛋裡挑雞骨頭
檢驗的眼光使人不安
但是檢驗也帶給你保證
使你真正睡得安穩
當檢驗不再有威力
就是假說開始發威的時候了
