

科學哲學的增智模式

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。此中針對科學知識的增長，一般科學家們有大同小異的科學方法論，不外是以增智模式來探索大自然。科學哲學的「增智模式」是從「前科學 1」→「科學 1」→「後科學 1 = 前科學 2」…。此中每一過程都有存有論和認識論的問題與嘗試的解答，以增智解惑。

科學哲學的「增智模式」，可以依據性質分成「躍升型的增智模式」和「下推型的增智模式」二大類，每類又有理論和實驗二方面。從原理、定律方面有增智的過程，同樣的，從觀測、實驗也有相似的過程：觀測、實驗的要件是「儀器」，所測得的是對各種「存在事實、現象」的瞭解。對事實、現象的新瞭解也是一種增智。

二、躍升型的增智模式

（一）理論方面

【前科學 1】（含 3 步驟）

- A. [由部分的定律、事實] → [猜出新的假說、定律、觀念]。
（這是一種非理性的猜想）
- B. [新的假說、定律、觀念] + [初始條件] → [預測出可供檢驗的結果]
- C. [檢驗]。（此處檢驗假說是否符合事實）
（一般採用演繹法則 DN 模式，見附錄）

【科學 1】

[通過檢驗後，假說躍升為新原理、定律、觀念]。（新的原理、

定律、觀念被事實確認後，就進入科學階段，並得到躍升型的增智)

【後科學 1=前科學 2】

再提出哲學問題，給出「前科學」的解答。→...

躍升型的增智模式——以重力學為例

【前科學 1】

問：物體的運動是否有規律？

問：是否有絕對的空間，不因觀測者而異？

伽利略慣性定律：〔由觀測的事實〕→〔猜出零星的規則〕

刻卜勒行星三大定律：〔由觀測的事實〕→〔猜出零星的規則〕

牛頓力學假說：〔由零星的規則〕→〔猜出統一而簡單的假說〕
→〔預測〕→〔檢驗〕

【科學 1】（假說通過檢驗後，不違事實，成為原理或定律）

牛頓定律：力學上多方應用

【後科學 1=前科學 2】

問：是否有絕對的時間，不因觀測者而異？

問：力學公式不因觀測者而異，電磁學公式如何轉換不因觀測者而異？

〔零星的規則〕

狹義相對論假說：

〔由零星的規則〕→〔猜出統一而簡單的假說〕→〔預測〕→〔檢驗〕
（如，麥克森·莫利實驗）

【科學 2】

狹義相對論：多方應用

【後科學 2=前科學 3】

問：非慣性座標下的力學？

廣義相對論假說

【科學 3】

廣義相對論：多方應用

【後科學 3=前科學 4】

問：重力和其他力能否統一？

溫伯格說：

「一件常被記者與科學史家忽略的事，就是其實有兩種層次的理論：

一方面，我們有一般性的觀念，它們並不是特定的理論，而是可以產生特定理論的框架。這種一般觀念的其中一個例子是在天擇作用下的演化論。…這些一般性的觀念是非常難加以檢測的，因為它們本身並不會導致特定的預測。很不幸的，波普(Karl Popper, 1902-1994)因為這些一般觀念無法被否證，就結論說它們不能算是真正的科學理論。

另外一個層次的理論，是這些觀念的特定的、具體的實現，這種理論就有可能用實驗來檢驗，因而也有可能被否證。」

(二) 實驗方面

【前科學 1】(含 3 步驟)

A. [舊方法的儀器] → [設計出新方法的儀器]。

(新的儀器可以觀測到其他新的現象。新儀器的設計與功能固然是一種躍升，測知新的現象也是一種躍升)

B. [新的儀器] + [配合相關條件] → [測出新現象] (稱作觀測法則 ON 模式)

C. [檢驗]。

(此處所要檢驗的是所觀測到的新現象是否有適當的理論)

【科學 1】

通過檢驗後，進入科學的階段，可以進一步應用。(該儀器的能力被確認。所觀測到的現象有理論的結合，因而得到對新現象的增智)

【後科學 1】

再提出哲學問題，給出「前科學」的解答。→...

實例：

A. 1978 年起，盧比亞(C.Rubbia, 1934)和范德米爾(S.Van der Meer, 1925)將「超級質子同步加速器」改裝，使 270GeV 質子束和反質子束在加速器中反向迴旋，並在適當之處互撞。

B. 1983 年 1 月終於觀測到 W 粒子；5 月觀測到 Z 粒子。

C.所測得的 W 和 Z 粒子其質能完全符合電弱理論的預測。故由前科學進入科學。(盧比亞和范德米爾得 1984 物理獎)

三、下推型的增智模式

(一) 理論方面

【前科學 1】

第一類(檢測類)是〔原理、定律、觀念〕+〔配合其他不同的初始條件(含邊界條件)〕→〔預測出可供檢驗的結果〕→〔檢驗〕。
(這是 DN 模式)

第二類(偵探類)是〔由觀測的新事實〕→〔找出合適的已知原理〕+〔猜出合適的初始條件〕→〔推出的結果要合乎新事實，以新事實本身作檢驗〕。(屬 DN 模式)

【科學 1】

通過檢驗後，進入科學的階段，可以進一步應用，得到下推型的增智。(應用時，採用 DN 模式)

【後科學 1】

再提出哲學問題，給出「前科學」的解答。→...

下推型的增智模式——以新行星的發現為例

時代背景：1686 年，牛頓的《自然科學的數學原理》，提出力學的三大定律和萬有引力定律。到了 19 世紀，天文學家已能用牛頓力學準確地計算行星的軌道運動。

【前科學 1】

- (1) 1821 年，法國天文學家布瓦(A. Bouvard)發現牛頓定律沒法解釋天王星的軌道觀測記錄。〔觀測的事實〕
- (2) 1846 年 6 月 1 日的《法國國家科學院學報》刊出法國數學家勒威里耶(U.J.J. Le Verrier)所做的一個預測，認為天王星軌道的觀測值與牛頓定律預測值不符，是受到另一顆新行星的重力拉扯，並算出 1847 年 1 月 1 日可以發現這顆新行星在黃道帶的位置。〔猜出初始條件〕→〔結合定律得出預測〕

1846 年 9 月 23 日夜裡，天文學家加勒（J. G. Galle）觀測不到半小時，就在距離預測位置不到一度的地方發現了一個藍色小圓盤。第二天夜裡又看見了它，只稍微移動一點點，證明它不是恆星。〔檢驗〕

【科學 1】

這顆新行星就是海王星。

【後科學 1=前科學 2】

還有未測到的新行星嗎？

(3) 發現了海王星以後，勒威里耶擔任了巴黎天文臺台長，更堅信太陽系內還有新的行星沒有被發現，並把目光轉向了水星軌道以內。他發現水星繞太陽的橢圓軌道每轉一周，軌道的長軸便會向東偏過一點，這就是所謂的「水星近日點進動」。水星近日點進動為每 100 年有 43"。〔觀測的事實〕

(4) 勒威里耶按照發現海王星的經驗，認為水星軌道內還有一顆行星（水內行星），並為它取名「火神星」。1859 年，法國業餘天文學家萊斯卡博特宣稱測到「火神」的凌日。勒威里耶認可這觀測，並預測這顆「火神」在 1877 年 3 月的凌日時間會出現。然而「火神」卻未出現，令人失望。由於無法解釋水星的近日點進動，不少天文學家繼續尋找「水內行星」，不過都被否定了。

〔猜初始條件〕→〔結合定律得出預測〕→〔檢驗〕→得到否證！

(5) 1915 年，愛因斯坦發表了廣義相對論，根據這個理論所計算出的水星近日點，每百年的反常進動為 42"91，這與觀測值非常符合。

〔猜初始條件〕→〔結合定律得出預測〕→〔檢驗〕→與觀測符合。

【科學 2】

以廣義相對論合理地解釋了天文學上長達半個世紀的水星近日點進動問題。愛因斯坦認為：由於水星最靠近太陽，這裏所處的引力場比其他行星所處的為強，時空也就更彎曲，特別是在近日點，水星不得不在那裏下陷得更靠近太陽，而有近日點的軌道進動，就像飛車在更陡直的井壁下滑了一段距離一樣。

問：那麼，其他行星也有進動現象嗎？

後來測量到地球、金星等行星在近日點也有進動現象。

從廣義相對論空間彎曲的嶄新認識，使人們認識到，行星運動不是平面的運動，它們還順著傾斜的彎曲空間下滑。牛頓建立在平直空間上的萬有引力理論不過是宇宙小範圍上的近似處理。

【後科學 2=前科學 3】

問：還有未測到的新行星嗎？

當科學家「再觀察」（第七）天王星和（第八）海王星的運行軌道後，「發現」略有不規律的干擾現象，有人便提出第九顆行星存在的「假設」，因而人們以天體力學去計算、預測，並以拍照去尋找。

【科學 3】

1930 年 2 月 18 日，美國天文學家湯博(Tombaugh,1906-1997)在他所拍的乾版底片上，發現了後來被命名為冥王星(Pluto) 第九行星。表面上，冥王星的發現是天體力學計算的另一次成功。不過，後來天文學家發現，事實上並不存在天王星與海王星軌道的干擾，冥王星的質量太小，不足以造成原來認為存在的干擾。我們只能說冥王星的發現，只是「運氣」。今日冥王星已經被「降級」，不歸入行星的行列了。

（二）實驗方面

【前科學 1】

第一類（檢測類）

- A.〔儀器〕+〔配合相關條件〕→〔測出現象〕（這是 ON 模式）
- B.〔檢驗〕

第二類（偵探類）

- A.〔意外觀測到新事實〕
- B.〔檢驗〕

（上二類最後所要檢驗的是所觀測到的現象是否有適當的理論）

【科學 1】

通過檢驗後，進入科學的階段，可以進一步應用。（當所測得的現象有理論的結合，則得到增智）。

【後科學 1】

再提出哲學問題，給出「前科學」的解答。→...

實例一：

- A.古代雖觀測到太陽黑子，但未有理論的結合，故屬前科學。
- B.後代以電漿物理的理論解釋才進入科學。

實例二：

- A.1974 年，丁肇中 (S.C.C.Ting, 1936) 等人於布魯克國家實驗室 (BNL) 以 28.7GeV 的質子束撞擊鈹核，想研究輕子，意外測到質量 3.1GeV 的新粒子。
- B.後來，此新粒子取名為 J/ψ 粒子，其性質完全可以用夸克模型來解釋，是魅夸克與反魅夸克的組合。此觀測確認了魅夸克的存在。
(丁肇中與另一組實驗者里希特 B.Richter 得 1976 物理獎)

四、增智的推動因素：觀測能力的提升

科學家對現象界知識的增長過程中，觀測能力的提升，佔有顯著的地位。觀測的要素：不外「儀器」與「相關條件」二項。

- (1)「儀器」指儀器的設計、校正與性能等。
- (2)「相關條件」指正確的儀器操作、正確的觀測環境、正確的資料分析與統計等。

觀測不出好的結果時，不一定是儀器的問題，有時是使用者的操作或結果之分析有誤，此與使用者的判定能力有關。

[觀測]=[儀器]+[相關條件] → 得觀測結果。

觀測能力的提升—以望眼鏡為例

1609 年，伽利略(1564-1642)利用透鏡的聚光原理製造了望遠鏡，他看到了太陽黑子、月球上的隕石坑、金星面像以及最靠近木星的八個較大衛星中的四個。

牛頓(1642-1727) 發明了第一架反射式望遠鏡，他看到了木星的八個較大衛星。

1682 年，海更斯首次描繪土星的光環，並修正早期認為土星是三個行星而不是一個的錯誤觀念。

1782 年，赫瑟爾製造了一座七公尺長，具有 30 公分直徑金屬鏡面的反射式望遠鏡，繪出一張詳細的銀河天體圖。

1826 年，弗朗哈佛建造了一座具有直徑 25 公分的透鏡及精巧時控台座的望遠鏡，繪製出天空星群分布的天體圖。

1845 年，愛爾蘭的威廉巴森茲利用一座直徑 1.8 公尺，由磨光金屬製成的巨大反射鏡，首度描繪銀河系外的螺旋狀星雲。

1897 年，利用位於美國芝加哥的世界最大透鏡折射式望遠鏡（直徑長達 1 公尺），首度證實銀河系是一種螺旋狀星系。

1918 年，哈柏以具有直徑 2.5 公尺反射鏡的望遠鏡看出銀河中的星雲是位在距離我們有幾百萬光年的其他星系中。

1947 年，赫爾望遠鏡（有一個五公尺直徑的反射鏡），測量出仙女座星系距離我們二千萬兆公里。

【此後電子感應器與電腦的問世→觀測品質提升】

電子感應器可感測到最微弱的光學訊號，或偵測不同種類的輻射。

1990 年 4 月 25 日，哈伯太空望遠鏡發射升空。哈伯望遠鏡的主鏡直徑 2.4 米，在距離地表 600 公里的軌道上運行，解析力高達 $0.1'' = 0.1 \text{ 角秒} = [0.1 / (60 \times 60)] \text{ 度}$ ，比地面的望遠鏡高出十倍的攝影品質。月球與地球間的平均距離為 384401 公里，依理論推算，哈伯望遠鏡可以分辨出月球表面 $384401 \text{ 公里} \times \tan(0.1'') \sim 0.186 \text{ 公里} = 186 \text{ 公尺}$ 大小的物體。

○舉其他實例說明由於觀測能力的提升得到了知識的增長。

五、結語

人類知識的增長過程是經過一階階的爬升，遵循著「增智模式」：從「前科學 1」→「科學 1」→「後科學 1=前科學 2」…。此中每一過程都有存有論和認識論的問題與嘗試的解答，以增智解惑。在理論和實驗二方面各有躍升型和下推型的「增智模式」。在增智的過程中，需要（1）直覺與創意的能力，（2）觀測的能力，（3）推理的能力。

（1）前科學時期的特色是面對萬有或存在，提出哲學問題，給出「前科學」的解答：〔由觀測的事實〕→〔猜出零星的規則〕→〔猜出統一而簡單的新假說〕→〔預測〕→〔檢驗〕。

○躍升型的增智模式，一般是先有事實，再去找新假說。此假說

可來自實驗、觀測、推理等理性因素，也可以以來自猜想、靈感、夢境等非理性因素。找出假說後，要嚴格接受檢驗：如，用推理等理性因素，配合不同的初始條件（含邊界條件）預測多種結果，而後以事實檢驗。

- 下推型的增智模式，一般是選用適合的已知原理和猜出初始條件（含邊界條件），推出可供檢驗的結果，應用單純的演繹推理。
- （2）科學時期的特色是，假說已經通過檢驗，得到事實的確認，未受否證，成為新原理、定律。原先的哲學問題，當下就轉成科學問題，同時也給出了科學解答。此檢驗過的原理，接著可以配合不同的初始條件（含邊界條件），往下應用。〔假說通過檢驗後成為新原理、定律〕→〔應用〕
- （3）後科學 1 = 前科學 2，這一時期又是提出哲學問題，給出「前科學」的解答。→...

1 人類知識的增長過程是經過一階又一階的爬升，由前一階的衝突作經驗，放下偏見而提升到上一階。

2 人類知識的運作是守舊與革新的適當抉擇。例如，一般生活中的宏觀現象，解題時用前一階的古典物理即可；微觀現象才用後一階的近代物理。

3 人類知識的增長來自理論與實驗的並重，這種雙管齊下的方式是知識增長的最有效的途徑。

心和物
理性和感性
波動和粒子
大自然喜歡成雙配對
唯有理論和實驗的撞擊
智慧的火光
才能熾然地出現
