

科學的方法：猜想與假說

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。科學的方法不外是為了正確地認識「存在」。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。此中猜想與假說是智慧提升的關鍵所在。

二、猜想和假說

愛因斯坦說：

「科學不能僅僅在經驗的基礎上成長起來，在建立科學時，我們免不了要自由地創造概念，而這些概念的適用性，可以後驗地用經驗方法來檢驗。」

(一) 從猜想到假說

(1) [事實] → [零星的局部假說] → [新整體假說]

舊有的理論不能解釋「一些新的事實」，那麼，經由猜想，就有假說出現。

例如，盧瑟福 (E.Rutherford, 1871) 由 α 射線的散射實驗，提出了原子模型。

又如，普朗克由熱輻射實驗，提出能量量子化的模式。□

(2) [同一事物的不同性質] → [整體新假說]

發現「同一事物」具有不同的性質，由矛盾中猜測其性質。
例如，光子的「波粒二象性」。

(3) [部分事物的新特性] → [整體新假說]

由「部分事物」所具的新特性，猜測「整體事物」也具某新性質。
例如，「光子」有波粒二象性，德布羅意 (L.V. de Broglie, 1892) 猜測「一切物質粒子」應有波動的性質。

【提出假說的一些原則】

(1) 和諧原理

愛因斯坦說：

「如果不相信我們的理論構造能夠掌握實在，如果不相信我們的世界的內在和諧，那就不可能有科學。」

(2) 對稱原理

如，狄拉克 (P.A.M. Dirac, 1902-1984) 根據對稱原理認為有對應於「電子」的「正電子」存在著。(1931, C.D. Anderson 測到正電子)

(3) 守恆原理

能量、動量、角動量等守恆。

如，泡利 (W.E. Pauli, 1900-1958)，依據守恆原理，認為在 β 衰變中存在一種中性的微粒子，稱做微中子。(1953, Reines 和 Cowan 測到微中子)。

[原理] → [新事實]

(4) 但還要注意也有不和諧、不對稱、不守恆的一面：

例如，1956年楊振寧、李政道提出弱相互作用下的「宇稱不守恆」，並得到吳健雄的實驗檢驗。

[一些新事實] → [假說] → [預測] → [檢驗]

(5) 簡單而統一的原理：

1979年物理獎得主溫伯格 (S. Weinberg) 說：

我們可以問：晶體、彩虹、DNA 為什麼是那個樣子？原子或輻射的

物理學能夠給我們答案。

如果我們繼續問，這些物理原理為什麼會是那樣的樣子？夸克、輕子、規範玻色子這些粒子的量子場論會給我們答案。

當我們繼續追索下去，所用的原理會愈來愈簡單，並且愈統一。我們用愈來愈少的資料解釋愈來愈多的事實。

雖然我不能確定，但是我想這個過程推到最後，我們會找到少數幾條極簡單、極美麗的一致性原理或自然律。

問：人性也是遵循極簡單的原理或自然律嗎？

(二) 科學的發現與靈感

首先，大科學家們如何出現靈感的呢？一些科學家由直覺與靈感而發現新理論的例子：

(1) 牛頓從蘋果落地而悟出萬有引力，他的一個朋友敘述這一過程如下：

午飯後，天氣暖和，我們走進果園，在一些蘋果樹的樹蔭下喝茶，只有他和我兩人。在閒談中，他告訴我，以前他就是在這同樣的情況下，想到萬有引力的概念。那是由一隻蘋果的下落引起的。蘋果落下時，他正坐在一旁沉思。他心裏想，蘋果怎麼總是筆直地落到地上呢？蘋果怎麼不落向旁邊或往上升，而始終不變地落向地球中心呢？無疑，原因在於地球吸引著蘋果。物質必定具有一種吸引力：吸引力的極點必定在地球中心，而不在地球的任何一邊。因此，蘋果垂直地下落，即落向地球中心。如果物質如此吸引物質，吸引力必定與物質的質量成正比。所以，不但地球吸引著蘋果，而且蘋果也吸引著地球。真沒想到會存在著一種像我們這裏所稱的引力那樣的力量，它將自己擴展到宇宙中。

(2) 愛因斯坦 (A. Einstein, 1879-1955) 曾經多次談到對於直覺與靈感的看法，他說：

「我相信直覺與靈感。……物理學家的最高使命是要得到普遍的
基本定律，……而只有通過那些對經驗共鳴的理解為依據的直覺，才
能得到這些定律。」

1895年起，愛因斯坦開始思考「如果我以光速追一條光線將會找到
什麼？」十年來一直找不到答案。

1905年一天早上起床時，他突然想到：「對一個觀察者是『同時』
的兩個事件，對其它慣性系的其它觀察者來說，不一定是『同時』
的！」

狹義相對論就是在這個靈感的火花中誕生。

- (3) 阿基米德在澡盆裡悟出王冠中黃金成分的檢驗方法。
- (4) 俄國化學家門捷列夫從玩牌中得到靈感而排出元素週期表；
- (5) 英國科學家法拉第 (M. Faraday, 1791-1867) 從磁效應中得到啟發，
發現了電磁感應定律。
- (6) 羅伊 (O. Loewi, 1873-1961) 發現神經化學傳遞的過程：

「那年 (1920 年) 復活節的主日前夕，我從夢中醒來，開燈隨手在
一張細長的紙片上寫下一些東西，然後又睡了過去。次日清晨六
點，我想起在夜裡記了一些重要的事，但卻看不懂自己究竟寫的是
什麼。第二天晚上半夜三點，同樣的念頭又在夢中出現，那是一項
實驗設計，可用來證明十七年前我提出的神經化學傳遞假說是否正
確。這回我不再遲疑，披衣即起，趕到實驗室，以蛙心進行了這項
夢中設計的實驗。」

羅伊夢裡的實驗設計相當簡單：他先犧牲兩隻青蛙，將蛙心分置於
兩個培養皿中。然後用電流刺激其中一個蛙心的迷走神經，造成心
跳的變慢 (離體蛙心可跳動相當時間)；接著，羅伊將接受刺激的
蛙心所浸置的培養液取出，加入另一未受電刺激的蛙心培養皿中，
結果也造成心跳的變慢。這實驗的結果顯示，迷走神經受電刺激
後，分泌了某種化學物質使心跳變慢；該物質進入培養液後，仍可
發揮作用，使另一個未接受電刺激的蛙心跳動變慢。

這簡單的實驗，證實神經與肌肉之間的訊息傳遞，有化學物質的參

與，也就是有「神經遞質」的存在。羅伊獲得 1936 年諾貝爾生理學獎，他的實驗開展了二十世紀後半葉神經科學的發展。

說明：

羅伊在清晨三點的夢境，可能是真的夢。人的作夢是腦部活動的產物，在睡著後約九十分鐘後的「快速動眼」才出現作夢。

研究發現，生活單純的新幾內亞土著，作夢期的眼球移動確實較少；盲人的夢境也類似，並缺少影像和場景。這些研究支持「夢境是現實生活的延伸」的說法。

問：發現的創造過程，有沒有規律可循？靈感是如何出現的？

- (1) 培根：有科學發現的規則，那就是歸納邏輯。
- (2) 伽利略：邏輯只教人們去檢驗「判斷」的正確與否，卻不能教人們去發現普遍的原理。
- (3) 普朗克：科學觀念的出現，是出於想像世界，講不出道理，說不出理由。
- (4) 萊興巴哈：科學哲學家對於科學發現的思維過程並不十分感興趣。…發現的行為是無法進行邏輯分析的。邏輯所涉及的只是「證明的前後關係」。
- (5) 波普：每一個科學發現都包含「非理性的因素」，或「創造性的直覺」。不存在什麼得出新觀念的邏輯方法。
- (6) 庫恩：新的典範有時是在午夜、在深深地處於科學危機中的某一個人的思想裡突然出現的。

評論：

如果沒有事先作精細的思考、沒有對各種猜測或假設作評斷分析，新觀念是不可能「油然而生」的。巴斯德說：機遇只垂青那種已準備好了的頭腦。

發現的一個通則：

- (1) 發現者有足夠的背景知識，並扣緊某問題。
 - (2) 經常尋索其答案。
 - (3) 內心在輕鬆而穩定的狀態下冒出真正的答案。
- 在眾多的競爭者中，能脫穎而出的，常是平時內心輕鬆而穩定者。

三、猜出正確假說的實例

【猜測的藝術】

一切假說，多少具有一定的科學根據，也具有一定的猜測性、或然性。不同假說的競爭，有利於刺激雙方腦力的猜測和科學研究的發展。

問：如何猜測呢？

費曼說：

「怎樣尋找新的物理定律？一般而言，我們依照以下的步驟來尋找新的定律：

- (1) 首先是用猜的。
〔由零星的規則或事實〕→〔猜出統一而簡單的假說〕
- (2) 然後計算一下假定這個定律是正確的話，會出現什麼樣的結果。
〔推測出可以檢驗的結果〕
- (3) 接下來，將這些計算結果跟大自然的現象作一比較，也許是根據原有的經驗，也許是跟實驗結果直接比較，看看這理論行不行得通。
〔檢驗：與原有的事實、實驗結果比較〕
- (4) 如果它跟實驗結果不符，這定律便錯了。（但必須先查核一下那個實驗以及所有的分析及計算，一切都要來來回回推敲幾次）」

【成功者實例】

以往成功猜出正確的假說或定律的實例：

- (1) 牛頓：將一些跟實驗相當接近的概念全放在一塊，然後猜想出它的定律。〔由零星的規則〕→〔猜出統一而簡單的假說〕
- (2) 馬克士威：將前人所提的電、磁定律全放在一起，由數學方程式中的矛盾，猜出新定律。〔由零星的規則〕→〔猜出統一而簡單的假說〕
- (3) 愛因斯坦的相對論：透過討論定律可能含有的對稱特性來進行思考而猜出來。〔由零星的規則〕→〔猜出統一而簡單的假說〕
- (4) 量子力學：(a) 薛丁格直接猜測方程式的模樣。(b) 海森堡則由

指稱必須分析可量測的事物。

- (5) 弱衰變定律的發現：原先實驗的數據不對，但仍猜出其定律。
- (6) 對稱原理的放棄：物理獎得主溫伯格說：

在 1950 年中期，粒子物理學界遭遇到一些令人困擾的問題，是與一種叫 K 介子的粒子的性質有關。

1956 年，兩位年輕的理論物理學家李政道與楊振寧指出，解決問題的關鍵，其實只在於移除以往分析時使用的一項假設。發生問題的假設稱為宇稱守衡，它斷言左右應該是對稱的。在那個時候，這項假設被當做理所當然已經有三十年之久了，大家都以為它是不證自明的。

我以當時作為一個研究生的程度判斷，認為去挑戰這條原理根本是荒謬的，因為在原子物理與核物理裡，這條原理已經長時間受到廣泛而成功的運用。

然而，李、楊就是主張，要理解 K 粒子，就必須放棄這條對稱原理。他們也建議了能檢驗他們想法的實驗，果不其然，數月之中他們的想法就得到了證實。不到一年間，整個物理學界都承認李、楊是對的。

【意外的出現】

大物理學家的研究過程，都是依狀況來調整研究的方向，在動態的調整過程下，研究的結果常常是照著預期成果出現；但是有時會出現和事先預期的結果完全不同，一旦釐清背後的道理，會有意外的驚喜。這是科學的「意外美」或「奇異美」。所以，科學的研究是一種動態的創作過程，有時順理成章，有時要另闢蹊徑。對稱原理的放棄，便是採取另闢蹊徑的方式。

【哲學問題】

問：為什麼可以從某一部份，猜到世界的其餘部份？
費曼說：

「這是個很不科學的問題，我不知道該如何回答，因此，我將給你們一個很不科學的答案：我認為，這是因為大自然具有「簡單」的這項特徵，因而呈現出一種特別的美。」

問：如何提昇直覺的能力？

問：為何自然界有規律？誰安排這些規律？

四、結語

科學家在創造最偉大發現的那一瞬間，內心最先的觸發往往是來自於直覺與靈感、來自於類比與想像、來自於形象與跳躍，而不是來自於傳統的思維，他們是處在不思維的時候冒出了偉大的發現；那些長久以來所謂的理性標準程序，諸如邏輯演繹、經驗歸納、實證檢證都不是發現真理的方法，而只是檢驗真理的方法。但是要想觸發直覺與靈感，要有基本的背景知識、開放的心胸以及清醒而穩定的覺察力，這是要先培養出來的一種能力，沒有僥倖可言。費曼說：「我們必須，也應該、永遠將我們已知的一切，極其延伸之能事，盡量超越原有的知識範圍。…這是進步的唯一方法。」

猜猜我是誰？
大自然最喜歡這個遊戲。
科學哲學家發現
要小題大作
答案也要隨之起舞
成功就可能出現在這裡。