

# 科學哲學總綱

林崇安教授

國立中央大學  
太空科學研究所

內觀教育基金會出版

# 科學哲學總綱

## 自序

我們所生活的世界不外是由「認知者」與「所認知的對象」所構成。我們所認知的「一切對象」，便是哲學上「存有論」所探索的範圍。「認知者」如何認知「所認知的對象」？這便是哲學上「認識論」所探索的議題，也是科學上「方法論」所研究的主題。由於科學「方法論」的不斷進步，人們對「所認知的對象」也就越來越了解，依此而建立的「科學哲學」自然就越來越接近真相。科學哲學的研究對象廣及一切具體與抽象的事物（包含一切物質、精神現象）。對這些現象追根究底時，允許以感官、儀器、猜想、直覺、推理、模擬等各種方式去找尋答案，但要以嚴格的尺度來檢驗答案。

人類知識的增長過程是經過一階又一階的爬升，本書提出科學哲學的「增智模式」是：【前科學 1】→【科學 1】→【後科學 1=前科學 2】→【科學 2】→【後科學 2=前科學 3】→【科學 3】…，於任何一階段都離不開存有論和認識論的探索。

由於哲學要立足於現象，並能應用於現象，因此科學哲學有其實用面：1 在人類知識的增長過程中，由前一階的衝突作經驗，放下偏見而提升到後一階。2 守舊與革新的適當抉擇，例如，一般的宏觀現象，採用前一階的古典物理即可；微觀現象則要用後一階的近代物理。

國內外與科學哲學有關的書籍很多，各有不同的重點發揮，本書先從「哲學家」、「科學哲學家」以及「科學家」的不同觀點來看哲學，而後以科學哲學「增智模式」的實例，說明知識增長的過程和能力的培養，並嘗試應用到處理生活上的兩難問題和生命的意義問題。科學哲學的訓練，在於看清多元的事實，培養出超然的心胸而不偏執，這是我們所期待的。

林崇安 2009. 01

國立中央大學太空科學研究所

# 科學哲學總綱目錄

## D1.科學哲學的建立

- D1-1 科學哲學的意義.....005
- D1-2 科學哲學的存有論.....013
- D1-3 科學哲學的認識論.....025
- D1-4 科學哲學的興起與建立.....039

## D2.「科學哲學家」的哲學

- D2-1 波普的否證論.....047
- D2-2 庫恩的科學革命.....060
- D2-3 拉卡托斯的研究綱領.....070
- D2-4 費耶洛本的皆可模式.....076

## D3.「科學家」的科學哲學

- D3-1 科學的方法：觀察與實驗.....084
- D3-2 科學的方法：猜想與假說.....093
- D3-3 科學的方法：檢驗.....102
- D3-4 科學哲學的增智模式.....108

## D4.科學哲學增智模式的應用

- D4-1 增智模式的應用：原子論.....119
- D4-2 增智模式的應用：力的統一.....132
- D4-3 增智模式的應用：宇宙的演化.....140
- D4-4 增智模式的應用：極光的解謎.....153

## D5.科學哲學增智模式的展望

- D5-1 增智模式的展望：真的追尋—不確定的分際.....161
- D5-2 增智模式的展望：善的追尋—道德的規範.....172
- D5-3 增智模式的展望：美的追尋—藝術的鑑賞.....186
- D5-4 增智模式的展望：聖的追尋—生命的提升.....197

## E.專文

- E1 評介波普的簡單性.....215
- E2 莊子濠梁魚樂之辯（推理應用）.....234
- E3 公孫龍白馬非馬之辯（推理應用）.....245

科學哲學增智模式的基本觀點.....	259
科學哲學資料.....	260

## 科學哲學的意義

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。其內容分為科學哲學的存有論和科學哲學的認識論。在這總綱下，有許多相關的論題：1 追根究底、2 哲學、3 科學、4 科學方法、5 存在，6 科學哲學的研究內容等。

### 二、分析科學哲學的相關術語

#### 【論題 1：追根究底】

- 01 追根究底是科學與哲學的核心所在，這與人類天生的好奇心有關。由於對現象的追根究底才有科學與哲學的出現。
- 02 經由追根究底，層層深入，就發現雜亂中有秩序、有規律。複雜中有簡單性。
- 03 例如，刻普勒三大行星定律攝入牛頓定律；電磁理論與弱力理論攝入電弱理論，顯現出由繁而簡，由淺而深。
- 04 經由追根究底才突顯出科學與哲學的特色。特別是，科學哲學是從大方向來看整個現象界，以科學方法不斷深入現象的底層，越深入卻也越廣泛。就如同研究最小的基本粒子，最後竟然銜接到宇宙的整個演化。所以，要從大方向來掌握哲學，避免迷失在旁支小徑上。
- 05 另一方面，現象這麼多，從何事物下手呢？可以從任何眼前的小事物下手，重要的是要從這一點不斷去追根究底，因為事事物物都相關連。一粒沙可看到整個世界。牛頓是由「行星」下手，愛因斯坦是由「光」下手，追根究底而有大的洞見。

- 06 一方面掌握大方向，一方面追根究底，這是大科學家、大哲學家、大宗教家的特點。
- 07 牛頓、愛因斯坦、費曼、楊振寧、葛爾曼、溫伯格等大科學家的與眾不同，是掌握物質自然現象這一大方向，追根究底而有大的洞見。
- 08 老子、莊子、柏拉圖、亞里士多德等大哲學家的與眾不同，是掌握心靈宇宙現象這一大方向，追根究底而有大的洞見。
- 09 釋迦牟尼佛、耶穌等大宗宗教家的與眾不同，是對身心宇宙與人生實相，追根究底而有大的洞見。
- 10 這些偉人所追尋的是普遍的物質自然現象、普遍的心靈世界、普遍的身心宇宙與人生，這些現象歸入存有論。他們的追根究底，深度的洞見、透視能力，這些能力的培養歸入認識論。
- 11 大科學家必有其大方向的哲學觀。鎖住大問題去追根究底而有大的洞見。所以說，科學哲學是走大方向的一門學問，是以科學方法去追根究底的一門學問。
- 12 科學哲學的訓練就是對對象追根究底的訓練：
- (1) 鎖住對象，由追根究底得到對對象的洞見，瞭解對象的面目，此屬存有論。
  - (2) 要有追根究底的方法，培養追根究底的洞見能力，此屬認識論。
- 13 對現象的追根究底，有兩方面的結果：
- (1) 積極面：得到簡單性、和諧性：發現普遍的定律、規則。
  - (2) 消極面：否定錯誤的看法。
- 問：如何追根究底？
- 第一步：先分清研究對象的性質、類別。
- 任何研究的第一步，要先分清研究對象的性質、類別，進而找出關鍵所在。依據性質，一般有 (a) 範疇類、(b) 因果類、(c) 價值類的不同。
- 第二步驟是釐清問題：是「真假」的問題，還是「價值判斷」的問題？
- 第三步：不斷追究「為什麼？」
- 對真假的問題、價值判斷的問題要不斷追究「為什麼」，就會出現「哲學問題」。追究時，正反兩面都要追問，如果呈現勢均力敵的看法，就出現兩難問題。一旦探索這些「兩難問題」，就進入哲學的門檻了。

## 【論題 2：哲學】

◎問：什麼是哲學？

中文「哲學」一詞的出處：西元 1873 年，日人西周(Nishi Amane, 1827-1897)依據《爾雅》中的「哲，智也」，將希臘語 philo-sophia 翻譯為「哲學」一詞。希臘語之 philo 是愛，sophia 是智慧，合起來就是「愛智」，也就是追求智慧的意思。

○哲學想研究什麼？

〔線索〕：先舉出哪些是哲學問題，而後由通性找出答案。

問：「哲學問題」有哪些？

例如，人從何來？為何我存在著？人生有何意義？人生是夢嗎？神、靈魂是什麼？造物主存在嗎？造物主有何特性？人能瞭解世界嗎？何謂客觀？有不可分割的最小的粒子嗎？先有雞還是先有蛋？有絕對的真理嗎？

如果仔細分析這些問題，可以看出都是有關「存在」的問題。

所以，哲學問題不外是「存在」的問題，而且常是兩難的問題。

所以說：哲學是對各種「存在」追根究底，以增加智慧、減除疑惑的一門學問。

○問：為何有哲學存在著？哲學是如何出現的？

因為一方面人有好奇心，想追根究底；一方面人或傾向於理性、或傾向於經驗，分別建立起對立的觀念，在相互衝擊下出現哲學，並一直演進而有哲學存在著。

哲學的源頭來自人有好奇心，想追根究底；哲學的動力來自嘗試由「無知」進入「知」的好奇心。

○問：哲學的追尋有無終點？

一個人，若追根究底到達頂點，對一切現象不再有疑惑，不用再追根究底了，他被稱之為「超越了哲學」。

一個人，若對現象有所疑惑，但對追根究底毫無興趣，他只好被稱之為「缺少哲學細胞」。

只有達到對現象的全知者才會停止追求。但有全知者嗎？

書本上的哲學，是別人的。心中體驗的哲學，才是自己的。

○哲學是否只是語言的釐清？

由前述大問題、大方向，可知語言只是表達的角色，主角是「現象本身」。例如，對「光」的描寫，隨著科學的進步與深入研究後而一再改變，依次被描述為粒子、波動、非波非粒。可知主角是「光」，配角是語言的不斷隨之起舞。

### 【論題 3：科學】

◎問：什麼是科學？

「科學」一詞的英文是「Science」，這是從拉丁文「Scio」這一詞而來，原文的意義是「I know」，因此，「科學」是認知自然界的一門學問。

○問：「科學」與「非科學」是否對立？

麥爾（E. Mayr）說：物理學理論通常建立在定律上，生命科學則建構在觀念（如選擇、領域、競爭、利他、生物族群等等）上。

科學包含了眾多獨立的範疇，物理和生物學都是其中的一部份。

生物學中大部分的論文基本上是「敘述性」，而敘述的真正的涵意是「觀察」。所有論文中的陳述都是根據「觀察」而來的，它們可能經由肉眼、其他感覺器官，也可能是透過顯微鏡、望遠鏡、或更精密的儀器。一旦將生物學歸納入科學的範圍後，科學與非科學間的尖銳分野也就不存在了。

○問：為什麼要研究科學？什麼是科學的目標？

兩大目標——滿足好奇心和改善世界。

◎問：科學與哲學都是瞭解現象的一種智慧之學，有何差異？

第一，科學與哲學的研究範圍有同有異，哲學的對象有「價值判斷」這一要項，含有善惡的抉擇、生命存在的意義等重要議題，如，能源應否開發？老而痛苦者應否安樂死？這些不是科學的真假問題，而是涉及人類的生存和生命的哲學問題，在這角度下，哲學還扮演著「監督」科學的角色，而科學哲學便是理想的「監督者」。

第二，傳統哲學依賴思辯，難免落入玄想。科學是以科學方法來觀測和檢驗一般自然現象。科學哲學是以科學方法來探究一切哲學問題，同時重視觀測、推理和檢驗：



- 1 哲學：身心現象（含善惡、美醜）＋思辯。
- 2 科學：自然界因果現象（物質為主）＋科學方法。
- 3 科學哲學：自然界和身心現象（含善惡、美醜）＋科學方法。

#### 【論題 4：科學方法】

- 問：什麼是科學方法？一名科學家要如何判定其新假說的真確性？
- 麥爾說：科學是一個雙重步驟的過程：第一步是新事實、新例外、新衝突的發現，然後以假設、臆測、或理論解釋之。第二步則是測試檢驗這些理論。
- 麥爾又說：可用五個字來表示：觀察、質問、臆測、試驗、解釋。
- (1) 科學家從觀察未被擾動過的自然，或從特定目的的實驗中，發現一些現行理論未曾解釋或與一般觀點相衝突的現象。
  - (2) 這些觀察使科學家提出「如何？」和「為什麼？」之類的疑問。
  - (3) 為回答這些問題，研究者擬思出暫時性的臆測或假說。
  - (4) 為判定這些臆測的真實與否，研究者對假說施以反覆測試，包括精密設計的實驗，和利用不同途徑策略所作的觀察，所得到的結果可強化或減弱臆測成立的可能性。
  - (5) 最後被採用的解釋，將是最能成功地通過各項測試的假說。
- 科學哲學的探索方法：
- (1) 存有論的探索
    - A 形上學的問題與解答（出現真正的解答時即變成 B）。
    - B 科學的問題與解答。
  - (2) 認識論的探索
    - A 形上學的方法（以直覺、夢、臆想等非理性之方式進行）。
    - B 科學的方法（以觀測、推理、模擬等理性之方式進行）。

#### 【論題 5：存在】

- ◎什麼是存在？存在的定義為何？
- 〔線索〕：先歸納出哪些是存在的東西、哪些不是存在的東西，而後

由通性找出定義。

○問：哪些是存在的東西？存在的類別有幾種？

01 物質類（會變化）：桌椅等。

02 心理類（會變化）：喜怒等。

03 不是物質也不是心理而會變化之一類：人、動物等。

04 定律（不會變化）：守恆定律、桌椅之概念等。

此中廣及具體與抽象的一切現象：真理、政治、軍事、經濟、文化、方程式、網站、善惡、因果、凡聖等等都是「存在的東西」。而藍色的人、第二個月亮，則不是存在的東西。

結論：以上共列出各種存在的類別有四種。

○存在的定義：以正確的認知所認知的對象。在此定義下，存在（所認知的對象）是離不開認知者，觀測是離不開觀測者。這也符合今日科學的主張。

○正確的認知來自（1）感官、儀器，（2）推理。（另有來自相信權威者的所說，而權威者的認知一樣來至（1）感官、儀器，（2）推理）

○問：外星人、鬼、天堂、前世，是不是存在的東西？

從科學的角度來看，目前這些都納入「存疑類」，不能說有，也不能說無。但是對此好奇者、有興趣者可以從多方面去進行「前科學」的探索。

### 三、科學哲學的研究內容

01 科學哲學的研究內容，有廣義和狹義二大類之分。

02 廣義的科學哲學是以科學方法研究普遍的哲學問題。分認識論和存有論二大部分。研究對象廣及一切「存在」：

（A）存有論＝本體論——探索存在的問題。

（B）認識論＝知識論——是哲學範疇中研究人類如何獲得正確的知識，此中涉及科學的方法論。而價值論、宗教學等是上述二論衍生出的專題，都在研究之內。

廣義的論題：真、善、美、聖：

真假：是非。如，真鈔、假鈔；由因至果，由果溯因。

善惡：道德論、倫理律。（價值判斷）

美醜：藝術哲學、美學。(價值判斷)

凡聖：憂鬱、煩惱、痛苦及其超越。

03 狹義的科學哲學是環繞著「科學」的各種哲學問題。此中又有主體與外圍之分：

(A) 科學的主體哲學，例如：

科學的目的、價值、限度、預設。科學的歷史演變(發展、革命)。  
科學的方法、預測、檢驗、實證和否證、發現和發明、解釋、科學的語言。科學中的機械論和有機論、還原論和活力論、進化論和目的論、決定論和非決定論(必然和或然)。

科學的經驗主義、理性主義、現象主義、工具主義、物理主義、操作主義、歷史主義、約定主義、整體主義、後現代主義等等。

(B) 科學分支的哲學，例如：

物理哲學：或然律與量子力學、相對論、宇宙論、統一場論等。

生物哲學：進化論。

心理哲學：心或意識的研究，認知心理學以及相關的神經系統科學等。

經濟哲學、社會哲學、複雜科學的哲學等等。

(C) 科學與外圍互動哲學，例如：

科學、經濟、社會、政治的互動。

科學與人生的哲學。

科學與文化、宗教、道德、藝術的互動。

04 傳統以來，如牛頓、彭加勒、愛因斯坦、波爾、海森堡、費曼等大科學家，都是以「廣義的科學哲學」的眼光來看世界。

05 介紹廣義的科學哲學時，除了科學哲學的存有論和科學哲學的認識論外，還有科學哲學的興起與建立史及其相關的人物，此中有科學哲學家(如，波普、庫恩、拉卡托斯、費耶洛本等)以及大科學家(如，愛因斯坦、費曼、溫伯格等)的哲學觀，這些都值得涉獵，最後是科學哲學的應用面，任何學科的探索過程都離不開由【前科學】到【科學】和【後科學】的增長智慧的模式，其例子如：原子論、力的統一、宇宙論、極光現象，甚至對善惡、美醜、生命意義的探索，都是如此。

06 狹義的科學哲學是以「科學」為主角，稱之為：「科學」哲學，Philosophy of Science。

廣義的科學哲學是以「哲學」為主角，稱之為：科學「哲學」，Scientific Philosophy。

## 四、結語

廣義下的科學哲學，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。在這總綱下，以上扼要分析了其中相關的論題：1 追根究底、2 哲學、3 科學、4 科學方法、5 存在，6 科學哲學的研究內容。哲學的對象有「價值判斷」這一要項，含有善惡的抉擇、生命存在的意義等重要議題，如，能源應否開發？絕症而痛苦者應否安樂死？這些不是科學的真假問題，而是涉及人類的生存和生命的哲學問題。唯有站在生命存在的大前提下，才突顯出哲學之有別於科學。所以，哲學還扮演著「監督」科學的角色，而科學哲學便是一理想的「監督者」。

---

存在使人困惑，存在使人深思。  
複雜中有簡單，簡單中有複雜。  
人所能做的，也許是不斷地提昇智慧，  
直到有一天，突然揭開了存在的面紗，  
從此不再困惑、不再深思，  
這將是一切的終點。

---

## 科學哲學的存有論

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「真假/是非」的存在問題追根究底時，出現了哲學的第一大主軸：存有論。於此涉及因果律、唯心、唯物、造物主的有無等議題，並連結到自然科學的真理觀。科學哲學存有論的二個面向：一為廣度的多元事實的存在，一為深度的統一理則的存在。存有論的原則是：凡是存在的東西，歸位到「有」；凡是不存在的東西，歸位到「無」，如此而已。

### 二、存在和存有的相關問題

#### 【論題：什麼是存在？】

◎什麼是存在？存在的定義為何？

先歸納出哪些是存在的東西、哪些不是存在的東西，而後由通性找出存在的定義。

問：哪些是存在的東西？可以歸為幾類？

01 物質類（變化類）：桌、椅等。

02 心理類（變化類）：喜、怒等。

03 不是物質也不是心理而會變化之一類：人、動物等。

04 定律（不變化類）：守恆定律、桌椅之概念等。

存在可歸為「不變」的存在和「會變」的存在二大類。此中廣及具體與抽象的一切現象：真理、政治、軍事、經濟、文化、方程式、網站、善惡、因果、凡聖等等都是「存在的東西」。而藍色的人、第二個月

亮、絕對的時間、絕對的空間，則不是存在的東西。  
沒有「第二個月亮」，意思是：以正確的認知得不到「第二個月亮」。  
沒有「絕對的時間」，意思是：以正確的認知得不到「絕對的時間」。

### 【一般事物的存在檢驗】

- 問：如何得知某些東西是存在的？如何證明本教室前晚存在著？  
本教室前晚存在著，因為一則本教室此刻存在著（我在此），二則本教室前週存在著（當時我曾在）；接著，依據能量守恆原理，本教室前週存在著、此刻存在著，則前晚存在著。  
在這些證明過程中，一直追溯下去，會銜接到「自然的法則」或公設，如能量守恆原理、因果原理等。
- 問：如何證明長城存在著？  
長城存在著，因為是以正確的認知所找得到的對象。
- 問：如何證明恐龍、你的第七代祖先和孔子曾存在著？  
恐龍曾存在著，因為恐龍遺骨存在著。（依據因果原理，由果溯因，含感官的認知以及推理）  
同理，你的第七代祖先曾存在著，因為你存在著。（依據因果原理，由果溯因，含感官的認知以及推理）  
孔子曾存在著，因為孔子所說的《論語》存在著。（依據因果原理，由果溯因）  
孔子曾存在著，因為書本上如是說故。（此依據相信權威者所說）
- 問：什麼是正確的認知？  
利用感官、儀器、推理而得知。另有來自相信權威者的所說，而權威者的認知同樣來至（1）感官、儀器，（2）推理。
- 所以，存在的定義：以正確的認知所認知的對象。  
在此定義下，存在（所認知的對象）是離不開認知者，觀測是離不開觀測者。這也符合今日科學的主張。
- ◎什麼是存有？存有的定義為何？  
存有的定義：以正確的認知所找得的對象。  
在此定義下，存在和存有是同義詞。  
凡是存在的東西，都可以人為地給予命名和「下定義」。

名稱和定義，是一對一的關係。

問：如何下定義？

若是會隨時間生起和滅去的東西，都可以由其生起時，特具的一時空點來下定義，例如，每人由其「生日」加上「出生地點」，就可定義出來，不會混淆。個人每一情緒的變化也可以如此下定義。而抽象的術語就較為難下定義。

### 【存在的二個面向】

存在分二：一為廣度的多元事實的存在，一為深度的統一理則的存在。

存在分二：一為變化多端的身心現象，一為不變的真理、定律和概念等。

存在的事實：身心現象的變化、社會的演變、自然界的生滅，是一存在的事實，也不是任何人所能掌控。

○哲學的問題就是存在的問題，以及如何對存在獲得正確的認識。

○由於存在的詭異，哲學的問題常是兩難的問題。

○存在的超越：唯有超越所有的存在、超越一切身心現象，才能從存在的困境中突圍而出，這將是解決存在這一問題的終極答案。

### 【存在所遵守的規律】

○存在的東西（A、B、C、X等）以及相互之間，都遵守邏輯的基本規律：同一律、矛盾律、排中律、充足理由律。

(1) 同一律：凡是存在的東西，都是自己與自己為一。

01 例如，A與A為一；B與B為一；人與人為一。A與A為一，寫成 $A=A$ 。此處 $=$ 號表示「相等」。

02 當A、B、C是同義時，也寫成 $A=B=C$ 。如，人=萬物之靈=理性的動物。

03 又例如， $(4-3)=1$ ，此式左右相等也歸入「同義」的範圍。

(2) 矛盾律：「X是A」和「X不是A」，此二者是有待檢驗的命題，不能並存、不能同真。

01 例如，「孔子是人」和「孔子不是人」，前者為真。

(3) 排中律：「X是A」或「X不是A」之外，沒有第三種存在。

(4) 充足理由律：「X 是 A」或「X 不是 A」肯定其中一個，要有充足的理由。例如：

孔子是人，因為是萬物之靈故。

孔子是人，因為是東方人故。

○由此可知：

01 一旦有存在的東西 A（如，人），就有「是 A」和「不是 A」的二個範圍出現，此二相矛盾，如「是人」和「不是人」此二相矛盾。任何其他的東西 X（如，孔子、桌子）必落入這二個範圍之一（如，孔子是人。桌子不是人），沒有第三個範圍（排中）。

02 任何其他的東西會落入這二個範圍之一，是依據存在的事實，可以檢驗（有其存在的充足理由）。

### 【探索存在】

○哲學研究的對象廣及一切「存在」。

存有論＝本體論——探索存在的問題。

○探索存在或不存在，以及真假，便是存有論的一大重點。換言之，存有論的核心任務，便是找出某東西的存在或不存在；把存在的歸於存在，不存在的歸於不存在，如此而已。例如，造物主或上帝的存在或不存在，便是西洋哲學存有論的一主要爭議論題。但是，由於人們的觀察，常像瞎子摸象，執著於現象的一部份，因而把單純的存在或不存在複雜化了。

○人們一生所追逐的都是存在的一部份：理論科學家、數學家追逐的是抽象的不變的定理，這是「不變」的存在；考古學家追逐的是古物，這是「會變」的存在；一般人所追逐的享樂，是「會變」的存在。

○所有科學哲學家所努力的，不外是建立某種模式來闡釋不同的存在現象，這些模式的好壞唯有透過存在的事實來檢驗。

○各種活動都和追求存在有關。打球的輸贏便是一存在。唯有看透輸贏的本質是來自團隊條件的結合（眾緣所成），因而能放下輸贏的執著，每一隊員各盡其責去打球，如此才能真正享受打球之樂。看清真理（眾緣所成），才能自在，才能有真正的平常心。

○去館子吃食物，其實也是為了享受感受和維持身體的存在。



## 【論題：存有論的重要議題】

◎古今中外存有論有哪些重要的議題？

(01)存在與真實的存在。(02)造物主的存在與否。(03)因果律。(04)唯心、唯物。(05)自由意志。(06)人的存在及意義。(07)真、假。(08)善、惡。(09)美、醜。(10)凡、聖(凡夫：具有我執，聖者：沒有我執)。

◎如何進行「某物」是否存在的探索？

方法：先完整列出某物是「有」的可能理由，以及某物是「無」的可能理由，而後嚴格檢驗其每一理由是否成立。最後，某物是有或無的真相就會浮現出來。

## 【個人的存在問題】

◎以三段論法討論笛卡兒的「我思故我在」。(我在，思故。)

(1)「我」是存在，因為是思考故。

大前提：凡是思考都是存在。

小前提：「我」是思考(「我」是精神作用中的思考)。

結 論：「我」是存在。

評：此「我」是精神作用中的思考，植物人如果沒有思考，是否就不存在了？每人的思考變來變去，豈非成為多個「我」？

(2)「我」是存在，因為是(思考背後的)思考者故。

大前提：凡是(思考背後的)思考者都是存在。

小前提：「我」是(思考背後的)思考者。

結 論：「我」是存在。

評：若「我」是精神作用背後的思考者，此思考者是否獨立自存？此是哲學上的推理。此獨立自存的思考者，即宗教上所說的「靈魂」。

(3)笛卡兒是存在，因為是思考者故。

大前提：凡是思考者都是存在。

小前提：笛卡兒是思考者(笛卡兒、思考者是具體的人)。

結 論：笛卡兒是存在。

評：此是一般世俗上的推理：

笛卡兒是存在，因為是人；

笛卡兒是人，因為是思考者；

笛卡兒是思考者，因為是思考者笛卡兒；

笛卡兒是思考者笛卡兒，因為是與笛卡兒為一。

◎討論：什麼是人的「存在」及其價值？

○每人檢查自己（如果相同，表示有科學統計的意義）：

1 過去至今只是一連串的存在而已，「過去」只能作為經驗。此中只有「當下」才算是「真正」的存在；而此刻的存在又留有過去的遺跡；留下來而有用的是正面的能力。

2 過去一連串的存在中，一般人所追逐的不外是「感覺」。若一個人的存在＝感受或感覺的集合，那麼未來豈不因老苦而沒有存在的價值？

3 個人的存在是一事實，由此作基點，來看世界。（必須立足於事實）

4 此刻個人的存在由過去延續而來。有的人因悲傷而自殺，以為一了百了，他如何知道自己明天完全不再存在了？如果生命會延續（包含能力、心情等）下去，那麼此刻的悲傷豈非繼續帶到未來？根本沒有解決問題。

○為何我存在著？答：對一般此刻的「凡人」，這是一個他的能力外的問題，不是他能力所能回答的問題（因為他的能力看不清什麼是我）。何時有答案？唯有當他培養到足夠的智慧力（能看清什麼是我）時，就有明確的答案。從這角度來看，此刻「凡人」的存在的唯一意義就是培養出足夠的智慧力。

○我存在的意義是什麼？要探討這一問題就依次：

a 先接受我存在的事實；

b 此刻的存在又留有過去的遺跡；

c 留下來而有用的存在，是正面的能力；而我可以不斷提升智慧能力；

d 提升到足夠的智慧力時，就有明確的答案知道我存在的意義（但要接受檢驗）。

e 如何檢驗？由過去達成者以及自己親自來檢驗，別無他法。

○人的存在意義：一線生機來自「自由意志」——抉擇與承擔責任。

每人所感受到的存在，是各自眼光下的世界，離不開個人主觀的色

彩。外在世界的變化無常是一常態現象，人的時時遭遇兩難問題也是一常態現象。所以，利用自由意志來提升智慧能力，以智慧面對「存在的意義」，如此才能找出答案。

### 【不明事物的存在問題】

- 問：外星人、鬼、天堂、前世，是不是存在的東西？
- 討論：鬼存在嗎？
  - 分清存在、不存在：以為有鬼而產生恐懼，並不代表有鬼（屬於存疑），但該「恐懼」則是屬於存在。
  - a 對親身見到者是存在，但要排除錯覺。
  - b 對未親身見到且無宗教信仰者，只能說「存疑」。
  - c 對未親身見到且有宗教信仰者，是依信仰（權威）而說「存在」。此處權威者，必須是沒有錯覺者。
  - 錯覺：如酒醉的人所見、特殊疾病者所見等。
- 討論：特異功能存在嗎？
  - a 對親身見到者是「存在」，但要排除魔術。
  - b 對未親身見到且不相信權威者，只能說「存疑」。
  - c 對未親身見到且相信權威者，是依信仰權威而說「存在」。
  - 若說：特異功能存在，因為有些人真正感覺得到。
  - 評：此說的大前提：「凡有些人真正感覺得到的，就算存在」有爭議。必須這「有些人」沒有錯覺，並且所得完全相同。但是如何鑑定？
- 如果有了特殊能力（如可以看到鬼、可以預知別人的未來）好嗎？預知好友會有意外，該如何？這些存在值得追求嗎？
- 討論：有雪人嗎？
- 討論：有人說：「此刻土地公，正在教室旁聽科學哲學」，你要如何回應？
- 從科學的角度來看，目前這些「不明事物」都不能納在「存在的東西」也不能納在「不是存在的東西」，要納在「存疑類」。「存疑類」，不能說有，也不能說無。但是對此好奇者、有興趣者可以從多方面去進行「前科學」的探索。
- 科學的降臨後，經由實驗和理論的深入研究，許多以往「不明」的存

在問題得以解決，例如，金屬內沒有「燃素」；光的傳播不用「以太」作媒介物；光具有波和粒子的雙象性質。

又如，1965年，彭齊亞斯和威爾生觀測到絕對溫度約三度的「宇宙微波背景幅射」的存在，這種背景幅射代表早期宇宙的訊息，是宇宙大爆炸的遺跡（1978年，他們得諾貝爾物理獎）。

1992年，馬德爾和史穆特利用 COBE 衛星觀測到「宇宙微波背景幅射」在不同方向有非常細微的差異，這種細微的差異使得星系得以產生、人類能夠存在。2006年，馬德爾和史穆特獲得諾貝爾物理獎，因為他們使人們對自己在宇宙中的存在更為瞭解。

## 【宇宙的生成問題】

- 1 從宏觀的變化，來看宇宙的生成，此中涉及是否有造物主的存在。
  - 造物主的存在問題：列出造物主存在的理由，以及造物主不存在的理由，而後嚴格檢驗。但要釐清不同意義的「上帝」。
- 2 是否由物質演化出生命和精神？
- 3 什麼是心？什麼是精神？
  - 心是可以體會任何具體與抽象事物的一種無形的認知。
  - 心是能明白並覺知對象的一種認知。

## 【第一原則】

- 科學家在研究自然世界時所預設的一些「存在」，稱作「第一原則」：
  - (1) 預設有一外在世界存在。這項假設又稱為「客觀原則」或「常識的現實主義」。如今我們透過儀器等方法來測試我們的感官印象，以及依據觀察所做的預測，大體是正確的。
  - (2) 預設這個世界可以為人所理解。研究自然世界時，鼓勵提出不同的觀念；出現較佳的觀念時，願意捐棄舊有的觀點。
  - (3) 假設宇宙中所有現象的歷史和因果關係是連貫而有規律的。
- 自然現象的背後是否有定律的存在？科學家的尋找定律，也是探索「存有」的一部份。至於這些定律是否客觀地存在？為何有這些定律的存在？更是存有論的哲學要題。以巴克萊（Bishop Berkeley）為代表

的極端派，主張外在世界不過是人類印象對外的投射。

## 【不確定性】

○近代科學的降臨，經由科學實驗和理論的深入研究，從光的雙象性，到所有粒子的雙象性的理解，確認一切物質所具的「不確定性」或「測不準」是一普遍的真理（觀察者會影響所觀察的對象），破除了傳統哲學對現象的「確定性」的追尋。由物質現象推廣到心理現象，一切都遵循著「不確定性」，因而所有的人生歷程、社會活動、歷史演變都不再「定命式」的確定，一切未來都有調整的空間，因而傳統哲學上許多兩難的問題得以解決，這也是近代科學哲學的要旨所在。

●問題：如何進行「存有論」的探索？

(1) 先檢驗某物是「有」或「無」。

(2) 而後追究某物是否表裡如一？是否真實存在？科學哲學的答案是，觀察者會影響所觀察的對象，因而對象不能從自方存在，沒有純粹的客觀，所看的和實際必有所出入，所以任何被觀察到的對象都是表裡不如一，哲學上稱之為「不是真實存在」。

【探索題】中央大學是指什麼？指建築物、師生、設備嗎？當建築物、師生、設備改變了，中央大學豈非不見了？中央大學是真實存在嗎？

## 三、現在、過去和未來的存在

(1) 當下覺察到的存在的東西有哪些？

眼所見的形色、視覺、感覺、記憶、分別、念頭、喜歡、不喜歡、抽象的概念等等。

【探索題】仔細觀察自己一天所認知的（具體與抽象的）一切內外對象有哪些？統計並歸納出其存在的性質和所屬類別。

(2) 過去的事物是否算是存在？

由現在的果，可以追溯過去的因。過去的事物已經發生而不可改變，這些也算是存在。相簿上照片，只是展示著過去的存在，但已不可重來。

**【探索題】**從過去某天重來一次（當天的條件全同），那麼此刻的你會完全相同嗎？為什麼？

（3）未來的事物是否歸屬存在？

人由於抉擇而能改變一些未來的存在，這和自由意志有關。如果完全不能改變，將成定命論，不符事實。

雖預測未來，但是尚未發生前不能算是存在，只是可能而已。

## 四、存有的性質和人生的啟示

存有中的物質類、精神類、人等動物，以及世間的事事物物，有二個基本特性：

第一個基本特性是生滅變化，人的肉體必定會老死，內心的苦樂生起後必定會消逝，這是不能違背的自然界的真理，因而應將苦樂和世間的事物，看成像客人一樣來來去去，不應執取不放。

第二個基本特性是不能隨意掌控，這些現象都是眾多的因素條件所形成，因而不是誰所能掌控，因而不應生起掌控之想和過份的期望，否則必然失望而受苦。

由於看清物質和精神現象的生滅變化，以及一切事事物物的不能被支配，人們所要建立的人生觀，應不是樂觀也不是悲觀的人生觀，而是如實的人生觀，也就是知道悲歡離合是世間的常態，在這變化中提升自己的智慧，並以慈悲之心幫助別人同樣提升智慧，看清世間的真相，這種正面能力的培養（智慧、慈悲、耐心等），便是每一個人所擁有的最有價值的存在。

**【探索題】**中央大學是指什麼？我的腳踏車是指什麼？王先生是指什麼？眼所看的只是中大的形色，耳所聞的只是中大師生的聲音等。仔細觀察到底「中大」是指什麼？有何不可或缺的成分？

首先，要安上中央大學、腳踏車、王先生等，必須有被安上的東西存在著，而後才安上名稱。而這被安上名稱的東西，一般都是有生滅變化，都有生滅這一過程。從某事物生起的時空點，可以定義出這一事物，例如王先生可以由他的生日和出生地點來下定義，其後所謂的王先生是指這一系列變化的人，一直到死為止。既然是一系列的變化，隨著因緣而變化著，此中有獨立自存而真實存在的王先生嗎？

從我買這一腳踏車開始，安上「我的腳踏車」，經過修理，甚至零件全換，這一系列到現在，就是我的腳踏車。這一腳踏車是一演變的過程。同理，談到王先生時，是指一系列身心變化的這一個人。

一般人容易抓住片面，如瞎子摸象一樣，以為某一剎那的腳踏車是我的腳踏車，或當下的這一組合體是我的腳踏車，其實這只是其系列中的一剎那而已，應從整體的變化來掌握。

**【探索題】**什麼是人？什麼是自己？眼所看的只是人的形色，不是人。耳所聞的只是人的聲音，不是人。感受、想法、念頭等都不是自己。那麼，什麼是自己？

王先生是在身、心的組合上安立出王先生。但需再追究下去：身由何而來？心由何而來？

**【探索題】**什麼是愛？說「我愛你」時，所愛的到底是指什麼？

## 五、結語

什麼是存在？存在是人們心智所能認知的所有的具體與抽象的對象。我們所認知的「一切對象」，便是哲學上「存有論」所探索的範圍。存有論的原則是：凡是存在的東西歸位到「有」；凡是不存在的東西歸位到「無」。存有論的眼光是：放眼宇宙。存有論的下手處是：眼前平凡的事物。存有論的線索是：宇宙的一致性、簡單性。近代科學對現象「不確定性」的深入理解，得以解決傳統哲學的許多兩難問題。

---

存在使人辛苦。

我為何存在著？宇宙為何存在著？

「存有論」想揭開這個謎題。

我思故我在

我在故我思

其實問題來自我自己

一線曙光來自宇宙的「一致性」，

瞭解自己，就能瞭解宇宙：  
往內觀察自己的身心世界，  
將是揭開這個謎題的捷徑。

---



## 科學哲學的認識論

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「科學方法」追根究底時，出現了哲學的第二大主軸：認識論。此處連結到自然科學的研究方法，並有科學哲學的增智模式。科學哲學認識論的法則：一為觀測與實驗的具體認知，一為直覺與推理的抽象體悟。

### 二、正確的認識

#### 【論題：認識論】

認識論＝知識論：是哲學範疇中研究人類如何獲得正確的知識，此中涉及科學的方法論。

認識論的探索方法：

- A 形上學的方法（以直覺、夢、臆想等非理性之方式）
- B 科學的方法（以觀測、推理、模擬等理性之方式）

#### 【論題：如何追根究底？】

追根究底的第一步是蒐集資料並釐清問題，而後不斷追究「為什麼」，方式如下：

(1) 處理各類問題時，要先蒐集資料、過濾資料、整理資料，例如，統計眾人的性向分佈；統計颱風強弱的不同、路徑的變化等；統計不同的河川流量等，得出定性與定量的結果。這些資料有賴平時長期的觀察

與統計，屬科學研究的基本素材。

(2) 接著，要釐清問題：先依據性質分清 (a) 範疇類、(b) 因果類、(c) 價值類的不同類別。

○可參考費曼 (R. P.Feynman,1918-1988) 的主張：

一般典型的人生問題，也就是宗教苦心孤詣積極於提供答案的問題，總跳不出以下這個形式：「我應該這麼做嗎？我們該做這件事嗎？政府應該這麼做嗎？」等等之類。

為了回答這樣的問題，我們可以把問題分為前後兩個部分。

(A) 頭一個部分是：「如果我照這樣做了，會發生什麼事情呢？」

(B) 而接下來的部份則是，「那會發生的事情是我所要的嗎？它對我有什麼價值或好處？」

(A)這兒的第一部分問題，即「如果我這麼做，什麼事情會發生？」

是一個不折不扣的科學問題【註：真假的問題】。事實上，科學可以被定義為：專門用來試圖回答「如果我這麼做，什麼會發生？」這類問題的一種方法，以及經由此種方法所獲致的一切資訊或知識。此方法的基本技術無他，就是實驗：實地履行，然後看結果。

(B) 而整個問題的第二部分「我應該這麼做嗎？」【註：價值判斷的問題】裡面包含了我們是否願意看到預期的結果發生，發生的結果有什麼價值，以及我們如何來判斷該結果的價值。我認為這個部份一定是自外於科學，原因是即使知道什麼事會發生，我們仍不能馬上直接回答這部分的問題，中間還須經過一翻道德上的判斷。道德觀點，也就是宗教的倫理面向，在科技日新月異下，仍然會一直持續著原樣，完全不會跟新的科學知識發生衝突。

(3) 而後：不斷追究「為什麼？」

對真假的問題、價值判斷的問題要不斷追究「為什麼」，就會出現「哲學問題」。追究時，正反兩面都要追問，如果呈現勢均力敵的看法，就出現兩難問題。一旦探索這些「兩難問題」，就進入哲學的門檻了。

○「兩難問題」有哪些？

例如，唯心與唯物；波動與粒子；理性與感性衝突時的婆媳問題、跳槽問題、勞資問題、環保與增產…。

真正的大哲學家就是善於釐清兩難問題；真正的大哲學家就是善於面對兩難問題；真正的談判高手就是善於處理兩難問題。所謂成功的人生，就是培養出正面能力（智慧、慈悲、毅力）能解決兩難的問題。這種正面的能力也是一種存在。

### ○如何處理兩難問題？

處理兩難問題的兩種途徑：

- (1) 透過聽聞、思考：向有經驗者尋找多種答案。自己眼中的兩難問題，在有經驗者的眼中，常不是兩難問題而是淺顯而有明確答案的問題。
- (2) 透過直覺、靈感：例如，跳出思慮，使自己保持在輕鬆的運動、散步中，突然會冒出答案。由於是自身面臨的問題，所以有時會出現最佳的解答。

問：追根究底的第二步是什麼？

答：用直覺看出現象中的關聯，找出其中隱含的規律或普遍的理則，並嚴格檢驗這規律是否一普遍的真理。

**【探索題】**選出社會的一些現象來追根究底，找出其中隱含的規律。如，美牛事件、禽流感事件。

**【探索題】**從球隊的勝負中，找出其中隱含的規律。

譬如，林書豪旋風中，勝負決定於隊員整體條件的具足與否。這些條件是隨時變化而不是個人所能掌控的，如能認清這一事實，就不會因為執著而受苦。

**【探索題】**觀察自己心中浮現的種種心理現象和過程，進一步找出其中隱含的規律。

生而為人或動物都有慾望的種子存在內心，這牽涉到性善、性惡的學說。人還有自由意志的選擇，因而對所做的行為要負責，要以理性來引導感性才是正確的選擇。

問：不斷追根究底後，哲學有終極的答案嗎？物理學有終極的答案嗎？

答：二種看法：

01 哲學和物理沒有終極的答案。

02 哲學和物理應有終極的答案，此時超越了哲學和物理，但只有少數條件夠的人才能體會到這終極的答案。

### 【論題：自然科學的認識法則】

- (1) 觀察、實驗。
- (2) 直覺、推理：a 三段論法 b 符號邏輯 c 歸納 d 計算與模擬等。
- (3) 檢驗。

科學哲學認識論的法則：一為觀測與實驗的具體認知，一為直覺與推理的抽象體悟。

○推理舉例：(外凸的)十角形有幾根對角線？

推理：

三角形：0 根。

四角形：每角一根， $1 \times 4$ ，重複故除二，得 2 根。

五角形：每角二根， $2 \times 5$ ，重複故除二，得 5 根。

十角形：每角七根， $7 \times 10$ ，重複故除二，得 35 根。

$$(N-3) \times N / 2$$

○具體與抽象

此處所得：(外凸的)十角形有 35 根對角線，這種認知來自推理，屬於「抽象的存在」，但是也可以由實際繪出圖形的每一根對角線而算出，此時線條是「具體的存在」。前者應用推理可以迅速得到正確的知識，後者繪出費時而難，且變成七十角形則更難了。

○哲學思想上，為何要用「符號邏輯」？

隨著數學的發展，運用符號的數理邏輯，可以幫助思維與推理，迅速得到正確的知識。

### 【論題：科學哲學的增智模式】

◎如何以科學方法增加智慧、減除疑惑？

今提出一種普遍的科學哲學的增智模式：

人類知識的增長過程是經過一階階的爬升：

【前科學 1】→【科學 1】→【後科學 1=前科學 2】→【科學 2】→  
【後科學 2=前科學 3】→【科學 3】…

此中的前科學與後科學，屬於哲學階段。

- ◎基本上可略分為「躍升型的增智模式」和「下推型的增智模式」：
- A 躍升型的增智模式，是往上創新，找出新原理（定律、典範、硬核）。為了檢驗與應用，就進入下推型的增智模式。
- B 下推型的增智模式，是往下實惠，應用新、舊原理。下推型主要有二類：
- 第一類、以原理配合初始條件（含邊界條件），得出預測的結果（如天氣預報），此是由因推果，屬預測類。
- 第二類、由已得的事實（如已發生的大海嘯、考古）配合原理，猜出適當的初始條件（含邊界條件），此是由果溯因，屬解謎類。
- 有時下推型的增智模式中，同時有預測，也有解謎。

## 【舉例說明】

### A 「躍升型的增智模式」：

【前科學 1】

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】問：是否有絕對的時間，不因觀測者而異？

### B 「下推型的增智模式」：天王星、海王星和冥王星的發現

- 太陽系內，自古人類以肉眼很容易看見水、金、火、木、土五大行星。第一顆以望遠鏡發現的行星是天王星。
- 1781年3月13日夜裡，風琴師赫雪爾（W. Herschel）以自製的望遠鏡掃描夜空，看到一個微小的黃綠色圓盤，它是顆不折不扣的行星，繞著太陽運行。天文學開始搜尋過去觀星者的記錄，結果發現：這顆後

來被命名為天王星的行星，其實在 1690 年起就被人看見過 20 次，只是被視為恆星登錄了。

### 【前科學】

- (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。牛頓定律錯了嗎？
- (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，是由於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。

### 【科學】

- (3) 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。這顆新行星就是海王星。

勒威里耶以數學推出它的存在，加勒以望遠鏡檢驗它的存在，這是天文史上非常膾炙人口的故事。

- (4) 插曲：英國有位年輕的數學家亞當斯（J. C. Adams），比勒威里耶還早獨力研究相同的問題。亞當斯不斷調整這顆未知行星的軌道參數，以縮小天王星位置的預測值與觀測值差距，他得到大致相同的預測結論。但是在加勒發現這顆新行星之前，亞當斯並未對新行星的預測作正式的發表。

### 【後科學】

- (5) 還有未測到的新行星嗎？  
當科學家發現太陽系外圍天王星和海王星的運行軌道有不規律的現象時，有人便提出第九顆行星存在的假說。

### 【科學】

- (6) 1930 年，果然發現了冥王星，於是「冥王星是太陽系第九顆行星」被列入教科書，教育了一代又一代。人們第一次估算冥王星的直徑為 6600 公里，之後逐步進行修正，直到採用最先進的方法對其進行測量後發現，其直徑僅為 2274 公里，它的體積竟然比月球還要小！冥王星體積小，且運行軌道與其他公認的行星格格不入。人們才意識到把它列為太陽系九大行星之一是個“錯誤”。2003 年，哈勃太空望遠鏡

第一次發現了名為“Xena”的天體，“Xena”的體積也比冥王星還要大！國際天文學聯合會（I A U）修正行星定義，冥王星正式遭到降級，太陽系從此成為只有八大行星：「八大行星分別為水星、地球、金星、火星、木星、土星、天王星與海王星。」

○結果：增加了智慧，減少了疑惑。

○哲學問題：所有的疑惑有終止的一天嗎？

○哲學問題與科學問題的差別為何？

哲學問題較為廣泛，有的未必有解答：例如，造物主有何特性？陽光有何特性？電子有何特性？（這些問題處於哲學階段時，還不須經過科學的檢驗）

科學問題：例如，陽光有何特性？電子有何特性？（這些問題進入科學階段時，已有檢驗過的科學解答）

## 【小結】增智模式

### A 「躍升型的增智模式」的步驟

【前科學 1】〔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〕。

說明：面對萬有或存在，提出哲學問題，給出「前科學」的解答。躍升型的增智過程是先有事實，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。

【科學 1】〔假說通過檢驗後成為新原理、定律〕→〔應用〕

說明：在科學方法檢驗下，假說一旦通過檢驗，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。

【後科學 1=前科學 2】再提出哲學問題，給出「前科學」的解答…

### B 「下推型的增智模式」的步驟

【前科學 1】

第一類（解謎類）是〔由觀測的新事實〕→〔選出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〕→〔檢驗〕。

第二類（預測類）是〔已知的原理配合初始條件（含邊界條件）〕→〔推出可供檢驗的結果〕→〔檢驗〕。

說明：〔選出適合的已知原理和猜出初始條件（含邊界條件）〕中，含有非理性因素的猜想。〔推出可供檢驗的結果〕中，則是應用單純的演繹推理。

【科學 1】通過檢驗後，歸入合乎科學的檔案、實例。

【後科學 1】再提出哲學問題。

### 三、人類認知能力的獲得和提升

○問：人類如何獲得認知的能力？

麥爾說：

- 1 「認知演化知識論」（cognitive evolution epistemology）主張，人類大腦的某些構造，在天擇的作用下演化，而獲得應付外界真實情況的能力。
- 2 康德相信人在出生之時，腦中就已蘊藏「時、空」這些特質的資訊。
- 3 勞倫茲（1941）根據康德的論點：「早在任何個體經驗之前，人類就已具備了感受和思考的功能結構」，發展出演化知識論學說。  
勞倫茲主張，為了要能適應世界，新生兒出生時腦部就已具備了認知的構造，就像鯨魚幼兒在出生之時就有鰭可以游泳一樣。
- 4 勞倫茲的說法就和「胚胎在不能目視之前，就早已長好眼睛」是一樣的意思。即使是最原始的原生生物，都配置了可偵測並反應棲息環境中的機會和危險的裝置。超過十億年的天擇作用，將遺傳程式由簡單的原生生物，精雕細琢成人類的遺傳程式，這項生物學的新了解，終於解釋了哲學家長久以來的謎題。
- 5 我們可將人腦大致分為三個區域：  
第一區域含有在出生之前就已嚴格預定安排的封閉行為程式，像是低等動物的直覺反應。  
第二、人類有某些區域與開放程式有關，例如語言的學習和接納道德標準的能力，顯然在早期特定的年齡時吸收效果最佳，而且一旦獲



得後就不會輕易遺忘或被取代。這一類的學習和動物學家所說的「印痕」，有許多相通之處。…成長中的幼兒也有類似的現象，每一件新奇的經驗，都會記錄在這小腦袋的適當位置，並且在遇到相關情況時，更強化原本的經驗印象。…康德、勞倫茲和其它演化知識論學者，所描繪人類在出生時即具有的世界知識，可能就是指開放行為程式吧。

第三、人類似乎還具有 一塊區域，可儲存一生中獲得的各式訊息。

6 認知演化知識論所關切的主題，應是上文所談的第二種類別。腦結構經由選擇過程，演化出最適合的開放程式，使新生兒能儲存重要且特別的認知訊息，他們純粹是達爾文演化下的產物，並不含一絲形上學或本質論的成份在內。

○問：人類如何提升認知的能力？能提升到何種程度？

人類能不斷累積前代的經驗，並運用思考設計出觀測非常精密的儀器，因而對現象能得到具體而微的客觀結果。由觀測的結果又猜出現象所遵循的定律或原理，進而推出預測以供檢驗。因而人類的認知能力可以不斷提升。但是能提升到何種程度，就因人而異。依據自然分佈律的原則，歷代只有極少數的人，能洞見大自然的「道」。

## 四、從歸納到演繹

今日雖有多種的科學方法論，但是其基本要素還是來自古老的歸納法和演繹法的結合：先由許多零星的現象歸納出（其實是以直覺猜出）一個道理，而後從這道理以邏輯演繹出一些預期的結果，接著檢驗這預期的結果是否合乎現象中的事實。科學哲學家韓佩爾（Hempel，1905-1998）認為：科學家先針對他們想要研究的領域進行觀察並予以記錄；其次，提出假設的定律；而後將這個假設的定律作為演繹論證的前提。

此中的演繹，傳統上最常見的有二種，一是定言三段論法，二是假言三段論法。

(1) 定言三段論法的格式為：

凡是 B 都是 C。(大前提)

A 是 B。 (小前提)

---

∴A 是 C。 (結 論)

此定言三段論法可以簡述成「定言論式」：

A，應是 C，因為是 B 故。

(2) 假言三段論法的格式為：

若 P，則 Q (大命題)

P (小命題)

---

∴Q (結 論)

可以明顯看出，想要結論 (Q) 正確，必須大命題 (若 P，則 Q) 和小命題 (P) 二者都正確。

此假言三段論法可以簡述成「假言論式」：

Q，因為 P 故。

詳細一點，假言三段論法的格式為：

若 C 是 D，則 A 是 B。(大命題)

C 是 D。 (小命題)

---

∴A 是 B。 (結 論)

可以明顯看出，想要結論 (A 是 B) 正確，必須大命題 (若 C 是 D，則 A 是 B) 和小命題 (C 是 D) 二者都正確。

此假言三段論法可以簡述成「假言論式」：

A 是 B，因為 C 是 D 故。

1948年，韓佩爾提出有名的**演繹-規律模式** (Deductive-Nomological Model, DN模式)，是假言三段論法的深化，L是所假設的定律，C是初始條件 (及邊界條件)：

假說———L1, L2, ……Ln

} 說明項 —P

初始條件———C1, C2, ……Cn

---

∴事件——E

} 被說明項—Q

符號 P 代表說明項，Q 代表被說明項。由 P 得 Q，寫成  $P \rightarrow Q$ 。說明項：含假說（規則、定律）和初始條件（及邊界條件）。

演繹檢驗的結果，有肯定的結果和否定的結果：

第一種結果是，Q 所代表的事件 E 如期發生了，此時只能說 Q 確認了 P，但不能說 P 一定是真。也可以明顯看出，想要事件 E 發生，必須假說 L 和初始條件 C 二者都正確。

第二種結果是，Q 所代表的事件 E 並沒有發生，所以，說明項 P 有錯。由於 P 包括假說（定律）和初始條件（及邊界條件）等兩部分，所以：

- (1) 可能「假說（定律）」錯；
- (2) 可能「初始條件（及邊界條件）」錯；
- (3) 可能兩部分都錯。

簡言之，DN 模式有三項：

（普遍原則） $L_1, L_2, \dots, L_n$

（前置條件） $C_1, C_2, \dots, C_n$

（結論）E

經由檢驗，第一和第二項都正確時，第三項的結論才正確。

**【探索題】**由各行各業的實例，來解說韓佩爾的演繹-規律模式（DN 模式）。

譬如，水滴由葉子尖端滴到地面的時間和距離，可用牛頓力學來運算並檢驗。

譬如，在量的守恆下，身上原先 100 元，買午餐時用掉 60 元，結果身上剩下 40 元。

為何知道明早太陽又從東方升起？遵守角動量守恆定律之故。

○1965 年，韓佩爾又將「假說的決定律」擴到「假說的統計律」，一般而言，科學家尋找定律的過程，大致同於韓佩爾所建立的演繹-規則 DN 模式，或同於假說-演繹法（*hypothetic-deductive method*），是先「假說」而後嚴格地推理並和觀測做檢驗，大物理學家費曼（Feynman, 1918-1988）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：首先是用猜的〔註：由零星的規則或事實，猜出統一而簡單的假說〕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。〔註：演繹出可以檢驗的結果〕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。如果它跟實驗結果不符，這定律便錯了。」

## 五、認知的性質和人生的啟示

在近代科學的實驗下，科學家發現在認知的過程中不能完全不干擾到所認知的對象，換言之，任何的認知都脫離不了主觀的色彩，因而人們對自己所認知的知識應保持一種謙卑的態度，不應認為自己的看法是絕對正確的，因為自然界是遵循著不確定的原理。但自然界也不是隨意的，此中巨觀的現象還是順著因果演變而有跡可尋。不落入極端便是人生應有的態度。

人的煩惱和痛苦都是來自沒有看清事實的真相，生起錯誤的心理，譬如，身心是變化無常的，有些人卻期盼著青春永駐，甚至想去掌控別人的心，結果只得到煩惱和痛苦，說穿了，這是來自這些人的認知出了問題，沒有看清身心的真相和自然的規律。認識論的教導，在於使人們如實地看清一切存有的真相，生起智慧並滅除不必要的煩惱和痛苦。

**問：如何面對人生的事件？**

人的一生只是一串的存在系列，詳言之，人的一生只是一串的因果事件的存在系列。面對生活中的事件時，先以科學方式觀察前後出現在心中的存在心理，事後仔細分析哪些是多餘的負面心理，看清這些負面心理是多餘的，將之減少便是心靈的進步和智慧的提升。

**【探索題】**觀察自己心中浮現的種種心理現象和過程，進一步找出其中隱含的規律。

**【探索題】**舉例說明自己如何面對生活中的事件：以科學方式觀察自己面對一事件時，前後過程中浮現在心中的種種念頭，進一步找出其中哪些是多餘的念頭。

過程：           【準備】→→【事件本身】→→【後續】

多餘的心理： 擔憂等           分心等           抱怨等

【探索題】仔細觀察分析自己看到一朵玫瑰花時，或看到自己不喜歡的人時，前後的認知過程以及心理的反應。並探索具備哪些條件才能完成這一認知？雖是我在認知，但是什麼是「我」呢？

【探索題】如果明天就是世界末日，你今天要做什麼事呢？其理由為何？

## 六、結語

科學哲學的認識論，探討了觀測與實驗的具體認知，以及直覺與推理的抽象體悟，而知識的增長方式可以分為 A「躍升型的增智模式」和 B「下推型的增智模式」二類，人們經由對存在的追根究底，不斷增加了智慧，減少了疑惑。人的一生不外是「認知」和「所認知的對象」的交互作用，唯有看清對象的真面目而不被表象所迷惑，才能減除個人心中的煩惱。

---

尋尋覓覓

覓覓尋尋

我來自何處？

不安來自何處？

能找到終極的真理嗎？

「認識論」想揭開這個謎題。

如果戴著有色眼鏡

如何看清真理？

但是無色的眼鏡在哪裡？

有時

不要沈思

也不要內心的對話，

真理  
將意外地出現在  
眼前最不起眼的地方。

---

## 科學哲學的興起與建立

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，經由歷代的哲學家與科學家的追根究底，出現不同的哲學思想，依據時間先後可以概分為古代哲學、古典科學哲學與近代科學哲學三階段。哲學在科學的衝擊下出現種種不同的學說：理性論 / 經驗論 / 邏輯原子論 / 邏輯實證論 / 邏輯經驗論 / 否證論 / 科學歷史論 / 科學哲學的增智模式。

古代哲學、古典科學哲學與近代科學哲學之根本差別在於，前二種哲學想追尋現象的確定性，有理性論、經驗論的出現，分別走向純主觀或純客觀的極端認識論，最後形成了懷疑論。近代物質科學哲學依據實驗事實已釐清現象本身的不確定性（測不準），知道現象是脫離不了觀測者的影響，形成非純主觀、非純客觀的認識論，可以稱之為雙象觀。二十一世紀配合宇宙學、生命科學、認知心理學的深入，進入近代心物科學哲學時期，對宇宙人生將有更深廣的視野，而歷代科學哲學的演變，不外遵循著「前科學 - 科學 - 後科學」的增智模式。

### 二、哲學演變史的重要人物

【論題：歷代的哲學家與科學家】

#### A、古代哲學時期 = 前科學哲學時期

此期重要的人物有：

01 塔勒斯 (Thales, 625-547 B.C.)

- (萬物的質料因是水)
- 02 安那克西曼德 (Anaximander, 600 B.C.)  
(原始實體是永恆而無限的，涵蓋整個世界，其他實體由此轉化而成；萬物由無限的原始實體產生，又回歸原始實體)
- 03 安那克西曼尼 (Anaximenes, 585-524 B.C.)  
(空氣是原始實體，包圍整個世界；由凝聚和稀散的過程，原始實體轉化成其他的實體)
- 04 畢達哥拉斯 (Pythagoras, 571B.C.)  
(萬物皆數)
- 05 赫拉克利特 (Heraclitus, 西元前五世紀)  
(萬物的實體是火，火是物質且是動力)  
說明：赫拉克利特曾經對犀牛吹笛子，但犀牛卻不理睬。他所提出的理論是：『世間只不過是連續的流動，沒有任何真正存在的東西，只有變化，就好像燃燒的火焰是由連續的燃燒與熄滅所組成一般。』但希臘人無法明白這種道理，並稱赫氏是「晦澀難懂的人」。
- 06 恩培多克勒 (Empedocles, 西元前五世紀)  
(有地、水、火、風四種元素，其混合與分離，形成萬物的多樣化)
- 07 留基帕 (Leukippos, 478 B.C.)【原子論】  
(原子是物質不可分割的最小單位，永恆而不滅)
- 08 柏拉圖 (Plato, 427-347 B.C.)  
(地的最小微粒是立方體；水的最小微粒是二十面體；火的最小微粒是四面體；風的最小微粒是八面體，因而都是可再分割的。  
另可詮釋為「水(20)是由二個風(8)和一個火(4)所組成」  
(洞穴比喻：區分出什麼是真實的存在)  
(理想國：真實的存在)
- 09 德莫克利圖 (Democritus, 420 B.C.)【原子論】  
(只有原子和虛空是真實的存在)
- 10 亞里斯多德 (Aristotle, 384-322 B.C.)《物理學》《生物學》  
(演繹法 / 形式邏輯 / 三段論法)
- 11 歐幾里德 (Euclid, 330-275 B.C.)《幾何原本》
- 12 阿基米德 (Archimedes, 287~212 B.C.)《浮體論》
- 13 托勒密 (Ptolemy, 西元 90-150)【地心說】



## B、科學哲學第一階段：古典科學哲學時期

此期重要的科學家及哲學家有：

- 哥白尼（Copernicus，1473-1543）【日心說】
- 培根（Bacon，1561-1626）【經驗論】（歸納法）  
培根指出歸納推論對經驗科學的重要。
- 伽利略（Galileo，1564-1642）（落體實驗）
- 克卜勒（Kepler，1571-1630）（克卜勒定律）
- 笛卡兒（Descartes，1596-1650）《方法論》【理性論】  
「我思故我在」I cannot doubt my existence since it follows from the fact that I am thinking.→「上帝存在」→「世界存在」；區隔出我、上帝、世界三者。區分「思維實體」和「廣延實體」：  
「思維實體」限於我、限於「人」；  
「廣延實體」屬於「世界」之動物、植物、機器等。  
如此把「世界」從「人」區隔出來，進行「客觀」的研究。
- 斯賓諾莎（Spinoza，1632-1677）《倫理學》【理性論】
- 洛克（Locke，1632-1704）【經驗論】  
洛克指出心靈最初如白紙，寫在這紙上的是經驗。一切概念，都是經由經驗進入我們的心靈中。一切知識最終皆以經驗為基礎！All knowledge is ultimately founded in experience.
- 牛頓（Newton，1642-1727）（牛頓力學 / 萬有引力定律 / 必然的因果律）
- 萊布尼茲（Leibniz，1646-1716）【理性論】
- 巴克萊（Berkeley，1685-1753）【經驗論】  
巴克萊主教修改洛克的哲學，主張「天上的一切星宿，地上的一切陳設，總之，構成宇宙的一切物體，在心靈以外沒有任何的存在；它們的存在就是被感知或被知道。」
- 休謨（Hume，1711-1776）【經驗論→懷疑論】  
休謨指出：（1）歸納推論具有非分析的特性。（2）歸納推論不能根據經驗來證明其可靠。→未來不能確定→懷疑論！
- 康德（Kant，1724-1804）《純粹理性批判》、《實踐理性批判》

康德企圖結合笛卡兒以及洛克、巴克萊的兩條路線；一方面同意一切知識從經驗開始，但是另一方面又認為知識並不都是從經驗推導而來，主張有「先天的綜合判斷」，例如：(1)幾何公理(2)質量不減原理(3)確定性的因果原理。

- 拉瓦錫 (Lavoisier, 1743-1794) 《化學概要》
- 黑格爾 (Hegel, 1770-1831) 【辯證法 / 唯心論】
- 法拉第 (Faraday, 1791-1867) 《電學實驗研究學》
- 孔德 (Comte, 1798-1857), 強調科學的實證經驗。【實證論】
- 穆勒 (Mill, 1806-1873) (歸納法)
- 達爾文 (Darwin, 1809-1882) 《物種起源》【演化學】
- 馬克思 (Marx, 1818-1883) 【唯物論 / 經驗論】
- 孟德爾 (Mendel, 1822-1884) 【遺傳學】
- 馬克士威 (Maxwell, 1831-1879): 【電磁理論】
- 馬赫 (Mach, 1838-1916) 強調時間、空間、因果性這些概念都要用經驗來檢驗。【實證論】

## C、科學哲學第二階段：近代物質科學哲學時期

第一代的近代科學家及哲學家，如：

- 龐加萊 (Poincaré, 1854-1912) 【約定論】
- 佛洛伊德 (Freud, 1856-1939) 【精神分析】
- 普朗克 (Planck, 1858-1947) 【量子論】
- 盧瑟福 (Rutherford, 1871-1937) 【原子結構】
- 愛因斯坦 (Einstein, 1879-1955) 【量子論】【相對論】
- 波恩 (Born, 1882-1970) 【機率解釋】
- 波爾 (Bohr, 1885-1962) 【互補原理】
- 薛丁格 (Schrodinger, 1887-1961) 《生命是什麼》【波動力學】
- 德布格利 (de Broglie, 1892-1987) 【波粒雙象性】
- 泡利 (Pauli, 1900-1958) 【不相容原理】
- 海森堡 (Heisenberg, 1901-1976) 【測不準原理】
- 詹姆斯 (James, 1842-1910) 【實用主義】
- 弗列格 (Frege, 1848-1925) 【意義理論】

- 羅素（Russell，1872-1970）【邏輯原子論】
- 石里克（Schlick，1882-1936）【邏輯實證論】
- 維根斯坦（Wittgenstein，1889-1951）【邏輯原子論】
- 萊興巴哈（Reichenbach，1891-1953）【邏輯經驗論】
- 卡納普（Carnap，1891-1970）【邏輯實證/經驗論】
- 波普（Popper，1902-1994）【否證論】
- 韓佩爾（Hempel，1905-1998）【邏輯經驗論】

第二代的近代科學家及科學哲學家，如：

- 克立克（Crick，1916-2004）與華生（Watson，1928）【雙螺旋 DNA】
- 費曼（Feynman，1918-1988）
- 庫恩（Kuhn，1922-1997）【科學歷史論：科學革命和典範】
- 拉卡托斯（Lakatos，1922-1974）【科學歷史論：研究綱領】
- 費耶洛本（Feyerabend，1924-1994）【科學歷史論：皆可模式】
- 普特南（Putnam，1926-）【科學實在論】
- 塞爾（Searle，1932-）【言語行為理論】

以上扼要列出有名的哲學家、科學家、科學哲學家的學說類別。從理性論、經驗論、邏輯原子論、邏輯實證論、邏輯經驗論，一直到否證論、科學歷史論等，歷代科學哲學的演變，不外遵循著「前科學－科學－後科學」的增智模式。於「前科學」提出哲學問題和可能的答案，經由科學的檢驗而進入「科學」，再於「後科學」提出哲學問題和可能的答案，如此不斷增加智慧、減除疑惑。

討論：為什麼科學或哲學的重要創新，常是年輕小伙子？

一般而言，有天分的年輕小伙子敢問、敢想、沒有包袱，以年齡來看，在二三十歲時智性達到高峰，身心狀況良好，故創意好。在五六十歲以後開始身體物質的衰變，在身心的相互影響下，較少創意。

## D、科學哲學第三階段：近代心物科學哲學時期

二十一世紀將深入心物科學的領域（如生命科學、宇宙演化論），科學哲學對宇宙人生也將有更深廣的視野。這是由於現象界本身的相互關連，因而學說之間不再是孤立的。

### 三、評析科學哲學的演變

古代哲學的建立，主要來自理性的直感，缺少完整的「科學方法」。古典哲學家們從感官的初步觀察和個人的直感所提出的哲學觀點，只能視為是一「假說」，接著應進行推論得出預測，並與事實作比對，如此才是完整的「假說演繹法」。但是由於時代背景的限制，未有數理的仔細推論和謹慎的觀測檢驗，結果古典哲學常常混有「玄學」的氣氛。由於受限於「儀器」和「實驗」的不足，難以由「定性」走向「定量」的陳述，只能說，這是時代背景使然。

科學哲學的第一階段，亦即古典科學哲學時期，此時有哥白尼革命，以「日心說」對抗傳統教會的「地心說」，有培根的經驗論（歸納法）與笛卡兒的理性論（演繹法）的「雙雄對立」之爭。伽利略的落體實驗、克卜勒（的行星定律、牛頓的古典力學的建立，以及康德的「先天的綜合判斷」的提出，展現自然界所遵循的「必然」的因果律。接著，有孔德（1798-1857）和馬赫強調科學理論要落實到實驗證據，而開啟了實證論。

科學哲學的第二階段，亦即近代物質科學哲學時期，在科學儀器的改良和數理推理的提升下，對自然界的探索有新的觀測結果和新的理論出現，此中，普朗克的量子論、愛因斯坦的相對論和光量子理論、德布格利的波粒雙象性、海森堡的測不準原理、薛丁格的波動力學等，開展出近代物理的新貌，展現自然界所遵循的「或然」的因果律。追隨在科學的成果之後，許多科學哲學們提出新的哲學系統，此中，羅素、維根斯坦的邏輯原子論，石里克的邏輯實證論，強調可以用實驗證實的才是科學，演變出萊興巴哈、卡納普、韓佩爾的邏輯經驗論。另立門戶的是波普提出否證論，強調可以證偽的才是科學；庫恩提出科學革命和典範，認為科學的發展是一個歷史的過程，不是簡單的證實、證偽的問題。拉卡托斯的科學研究綱領方法論，指出理論有內核和外圍，可以修改外圍的一些輔助假設和邊界條件後，讓這個理論推論符合實驗結果而繼續保留下來。費耶洛本提出「皆可模式」、普特南提出科學實在論。這些都有獨到的見解，相互衝擊，相互競爭，主要議題是環繞在物質科學及其相關的歷史和科學方法。

古代哲學和古典科學哲學，想追尋現象的確定性，有理性論、經驗論的出現，分別走向純主觀或純客觀的極端認識論，最後形成了懷疑論。近代物質科學哲學依據實驗事實已釐清現象本身的不確定性（測不準），知道現象是脫離不了觀測者的影響，所以不走極端，形成非純主觀、非純客觀的認識論，可以稱之為雙象觀。歷代共有這三種認識論：純主觀、純客觀、雙象觀。

二十一世紀將深入心物科學的領域而有科學哲學的第三階段，亦即近代心物科學哲學時期，對宇宙人生將有更深廣的視野。

以上「古典科學哲學」與「近代科學哲學」的分野，主要在於分別主張「決定性因果律」與「蓋然性因果律」。此中略分三階的演進：

- (1) 古典科學哲學：以決定性因果律研究物質現象為主。
- (2) 近代物質科學哲學：以蓋然性因果律研究物質現象為主。
- (3) 近代心物科學哲學：以蓋然性因果律研究心物現象為主。

以上各種知識的增廣，可用科學哲學的增智模式來解說。

### 【一些爭論的主題】

○問：近代科學所研究的電子、夸克等基本粒子到底是真實的存在物，還是人建構出來的？科學的理論究意是反映客觀世界？還是人為的建構？

科學建構論（新康德主義）：認為科學的理論是由人們主觀地建構起來，不是簡單地反映外部世界。

科學實在論：認為科學的理論反映客觀的世界和外部的實在。

科學經驗論：認為科學的理論應取決於經驗。

從現代科學家的眼光看來：任何現象具有雙象性，離不開觀測者的影響，所以離不開主觀的建構，但是經由多次的觀測統計也能反映某種程度的客觀，因此電子、夸克等基本粒子都是具有雙象性的存在物。

○問：為何哲學從古至今一直存在著？

由於人的性向或偏理性、或偏經驗，因而探索存在時會各偏所好，而有理性論和經驗論的不同取向，雙方各執一辭（如瞎子摸象），長期爭執下產生不同的哲學派別。

○問：科學是不是只求真？科學是不是要為人類的幸福而服務？科學哲學要不要研究科學的倫理？

- (1) 一方面，科學是價值中立的，科學家為科學而科學，滿足自己的好奇心，只是單純的求真。這是求真的一面。
- (2) 另一方面，科學家所研究的核能、生化武器、基因工程、試管嬰兒、器官移植等，對整個人類有負面和正面的影響。此處牽涉道德的一面。愛滋病、安樂死、人體實驗等，都是科學倫理學的重要研究題目。
- (3) 從這角度來看，科學哲學是往「廣義的科學哲學」的方向前進，最後，必將以整體的「存在」作為考量的對象。

## 四、結語

歷代科學哲學的演變，不外遵循著「前科學－科學－後科學」的增智模式。二十一世紀配合宇宙學、生命科學、認知心理學的深入，進入近代心物科學哲學時期，對宇宙人生將有更深廣的視野。

從整體到部分  
從部分到整體  
來來回回  
變化是世間的常態  
唯有看清這一點  
生命將不再徘徊

---

## 波普的否證論

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。針對科學知識的增長，不同的「科學哲學家」建立不同的理論，此中，波普建立了「否證論」（證偽主義）。

#### 【背景】

波普（K. Popper，1902-1994）是奧地利人、英國人，生於維也納。成名著作：《科學發現的邏輯》，德文版初印於1935年，英文版初印於1959年，波普並於1972年對原著補上「追記」，此書有查汝強、邱仁宗的中譯本。波普的《猜想與反駁》一書，認為科學是一種猜想，要用經驗來檢驗、來反駁，反駁不了就暫時保存著，直到被駁倒。波普深受愛因斯坦的影響，建立否證或證偽（falsification）的新觀念，以「可否證性」（falsifiability）來區分科學和非科學。波普不僅是科學哲學家，也是一位傑出的社會學家。他嚴格區分「開放型的社會」和「封閉型的社會」二者的差異，指出科學發現與創造是開放型社會進步與發展的源泉動力。證偽主義開創了科學哲學研究的新天地，因此也被稱為「科學知識進化論」。

### 二、邏輯實證論的出現

歐洲十七世紀哥白尼的「日心說」取代傳統教會的「地心說」，是對自然世界的一種新認識，興起了探索自然的科學活動。經由伽利略、牛頓等人的努力，科學研究已成風氣。科學的研究採用歸納法和演繹

法。隨著科學的發現，理性論和經驗論的哲學家們也開始從認識論的角度來檢驗科學發現本身的可靠性。從經驗論出發，有「實證論」的出現，要求理論要立足在嚴謹而客觀的實驗和觀察上。

由石里克(M. Schlick,1882-1936)等人組成的維也納學派，提出「邏輯實證論」(1923-1936)，指出科學理論的意義就是它的實證方法，認為科學理論具有預測性，所預測的要能符合實際觀察的結果，這就是邏輯實證論判定真理的標準和證實該理論的方法。在科學哲學的發展中，邏輯實證論佔有關鍵性的地位。但也遭到批判，最有名的是波普，提出完全相反的「證偽主義」(否證論)。波普深受愛因斯坦的影響，愛因斯坦的科學哲學結合了約定論、經驗論、科學理性論、意義整體論、綱領實在論的觀點，並採用假說演繹法、邏輯簡單性原則和形象思維等方法來進行科學研究。經由波普等人的評擊，邏輯實證論後來演變成「邏輯經驗論」。

### 三、波普的否證論（證偽主義）

科學命題一般都是全稱命題。例如：「所有烏鴉都是黑色的」。波普認為，要證實這個命題就要觀察過去、現在和未來的所有烏鴉，而這是不可能的，相反的，只要找來一隻非黑色的烏鴉便能否證這個命題。所以，科學命題只能被證偽而不能被證實。因此波普的方法論採取嚴格的否證法。否證法是一種試錯法（method of trial and error），整個否證法的運作過程是：

問題（P1）→嘗試的理論（TT1）→消除錯誤（EE1）→

新問題（P2）→TT2→EE2→…

P：問題是科學的開始

TT：自由猜想、非理性的因素

EE：觀察、實驗是用來否定錯誤的理論而不在於支持某一理論

#### 第一階段：「問題」的出現

1. 來自一個理論體系內部的不協調。
2. 來自兩個不同理論間的矛盾。



3. 來自理論與觀察、實驗的衝突。

第一階段否定科學是從觀察開始、從經驗開始。

波普：科學只能開始於「問題」。

### 第二階段：期望與試探的理論

TT：自由猜想、非理性的因素

波普：一切理論都是推測、假設。理論的假設，來自靈感的激起和釋放，靠創造的想像和直覺。這是一種非理性的因素。

此階段反對理論是通過歸納法歸納出來的。

波普：一般陳述不能從個別陳述得來，全稱命題不是許多單稱命題的拼盤。

### 第三階段：排除錯誤

EE：觀察、實驗是用來否定錯誤的理論。

波普：對假設、理論進行批判，要通過檢驗。檢驗的目的在於排除錯誤。檢驗就是要駁倒、要否證。一個理論經得起駁倒，則它暫時確立了。暫時確立的理論將來可能還是會被駁倒、被否證。

檢驗的過程要用到理性因素（邏輯演繹）以及經驗因素（觀察、實驗）。觀察、實驗不是用來支持某一理論。

此階段反對「可證實性」。真正的檢驗是企圖反駁理論、否證理論。

波普：「理論」不可能得到證實。要證實一個理論，要包括過去、現在和未來的所有有關的事例，這是不可能辦到的。

### 第四階段：新問題的出現

經由邏輯上的檢驗、實驗中的檢驗，若得出負的結果，新問題就出現了。

波普否證論的特色：

- (1) 反對經驗論，(2) 反對歸納主義，(3) 反對實證原則：
- 以可否證性來區分科學和非科學。
- 凡具有可否證性的理論，才佔有科學的地位。
- 凡不具有可否證性的理論，都不屬於科學。
- 科學是由假設、推測所組成，因此「科學」不等同於「真理」。

波普的一些重要見解：

### 【1】科學和非科學之間如何劃界？

科學和非科學之間的界線並不是經驗的「證實」，而是「可否證性」。

- (a) 一個假說必須演繹出預測的命題，接受經驗證據的否證：  
相對論應是科學，因為相對論的預測結果如果和日蝕觀測的證據不合就會被否證故。
- (b) 理論和經驗證據符合時的確認或實證(verification)，並不是科學的主要特徵。弗洛伊德的精神分析理論雖然處處可以找到確認的證據，但在波普看來是缺乏科學的可否證性。如果想尋求確認，很容易獲得確認。占星學的含糊預測，或事後引入「特置假設」(ad hoc hypothesis)，很容易逃避被否證，因而不是科學。  
弗洛伊德的精神分析理論、占星學，應不是科學，因為缺乏科學的主要特徵，因為不能滿足「可否證性」的判準而不會被否證故。

### 【2】猜測—反駁(conjecture-refutation)

- (a) 科學是一種「猜測—反駁」的冒險事業。科學家總是在可用的資料外，進行大膽的猜測，提出假說，再以實驗來反駁這假說。
- (b) 如果一個科學假說通過了一次否證的檢驗，這個假說就得到一次「認可」(corroborated)。經歷多次不同實驗而未被否證的假說，被認可的程度越高。
- (c) 嚴格的否證精神：一旦假說被否證了，科學家應該服從事實，放棄該假說，而不要採取「特置假說」或新的定義來挽救這假說。

### 【3】判決實驗(crucial experiment)與否證

培根所說的判決實驗(決斷實驗)是對兩個對立的理論所作的一個決定性的判決實驗，判定何者為是、何者為非。由波普來看，這是將其中錯的理論否證掉，未被否證的理論則暫時成立，但是未來還要再接受否證。

舉例：關於熱的本質問題，以前有熱質說(caloric theory)和熱動力論(kinetic theory of heat)兩派理論。

- (a) 熱質說的思想最早起源於古希臘的德莫克利圖 (420 B.C.) 和伊壁

鳩魯。熱質說的代表人物是英國的布雷克(J. Black, 1728-1799)，認為熱是一種稱作熱質(卡路里, calorie)的物質流體。熱質無質量，既不創生，也不消滅，保持總量守恆。物體內所含熱質的多少，決定物體溫度的高低。熱質說成功地解釋了當時遇到的一些簡單熱現象。例如，兩種不同溫度的物質混合後能達到同一溫度，是交換熱質的結果；熱傳導是來自熱質的流動等。

- (b) 熱動力論的代表人物是出生於美國，後來加入英國國籍的倫福特伯爵(C. Rumford, 1753-1814)，他原名班傑明·湯普生，巴伐利亞的選帝侯封他為伯爵。

1746年，俄人羅蒙諾索夫提出《關於熱和冷的原因的思索》的論文，1748年提出《試論空氣的彈力》的論文，在這兩篇論文中，他說：「熱的充分根源在於運動」。但這兩篇論文並未受到重視。

1798年，倫福特在巴伐利亞的首府慕尼黑監督炮筒鑽孔工作時，注意到用鋼鑽給銅炮身鑽孔時，產生了大量的熱，使炮身鑽孔處溫度很高。

熱質論者可以辯解說：這種現象是因為銅屑和銅炮身的比熱大不相同，因而銅屑脫落下來時，把熱量給了炮身，使炮身溫度提高。

倫福特接著進行了一系列「炮身鑽孔實驗」，比較鑽孔前後金屬和銅屑的比熱，發現金屬的比熱沒有改變。

他還用很鈍的鑽頭鑽炮筒，半小時後炮筒從60°F升溫到130°F，銅屑只有五十多克，相當於炮筒質量的九百四十八分之一，這一小部分銅屑能夠放出這麼大的熱嗎？倫福特做出結論：

「這些實驗所產生的熱，不是來自金屬的潛熱或綜合熱質。……看來在這些實驗中，由摩擦生熱的源泉是不可窮盡的。不待說，任何與外界隔絕的物體或物體系，能夠無限制提供出來的東西，決不可能是具體的物質實體；在我看來，在這些實驗中被激出來的熱，除了把它看做是運動以外，似乎很難把它看做是其他任何東西。」

熱質論者可以辯解說：倫福特實驗中的熱是從周圍的「熱質海洋」中吸收來的。

1799年，倫福特回到英國，於英國皇家學院提出上述報告。學院聘

有楊（1773-1829）和戴維（1778—1829）等年青講師，戴維當時只有 21 歲，設計了一個更有說服力的實驗以支持倫福特的觀點：在一個絕熱裝置裏（隔離了熱質海洋），利用鐘錶機件使裏面的 29°F 的兩塊冰互相摩擦而溶解為水。按照熱質論的觀點，整個裝置沒有足夠的熱質去融冰，可是冰卻融化了。戴維認定是機械運動轉化成熱，並斷言「熱質是不存在的」。戴維在他的第一篇文章裏介紹了這實驗的結果。（今日有些科學史家卻懷疑這個實驗是不成功的，冰實際上是因為裝置漏熱才融化的）

無論如何，這些實驗否證了熱質說，並不存在所謂的「熱質」。熱動力論成為暫時可被接受的理論。

以上說明了：實驗是為了否證錯誤的理論。

#### 【4】因果律與規律的出現

- (1) 因果律：B 事件恆常地在 A 事件之後發生，A 事件是 B 事件的原因。休謨認為：即使我們觀察再多次的 B 事件跟著 A 事件而發生，我們也無法必然地推出未來 A 事件發生時，B 事件也必定發生。換言之，歸納推論無法給我們「邏輯必然性」的保證。
- (2) 但是，我們為何一直在進行著歸納推論？  
休謨說：這是出於人們的心理「習慣」：相信事件之間有恆常的「規律性」。
- (3) 波普反對休謨的心理學的「習慣」解釋，認為「規律性」的信念，不都是從重複中產生，因為一次印象深刻的觀察即足以創造定律的信念。
- (4) 波普認為我們應該容許從非歸納的程序來獲得規律性的知識：我們不是被動地由重複來獲得規律性，而是主動地嘗試把規律性施加在世界上。我們嘗試發現相似性，並以我們發明的定律來解釋相似性。這種主動的嘗試稱作「試錯法」或「猜測—駁斥法」。
- (5) 波普認為，康德主張我們把定律加諸於自然之上，這點是對的。但是，康德相信我們可以成功得到必然的真理，這點是錯的。
- (6) 古今的兩種態度：
  - (a) 獨斷態度：尋求規律性，把定律施加自然上。在某種程度上這是必要的。

(b) 批判態度：隨時準備修正先前的說法，允許懷疑，接受檢驗。

### 討論：

(1) 波普是用證偽的原則來給科學與非科學劃界。如果一個命題，模稜兩可，像算命先生所說的一樣，沒有辦法證偽，那就不是科學命題。

問：弗洛伊德的精神分析理論、占星學，是否真如波普所說的不具有「可否證性」？經濟學等學科是否合乎科學？

科學與非科學當決定於該學科所建立的原理與事實（含預測）的符度，此處牽涉到「不確定原理」（測不準原理）。

波普以「可否證性」來區分科學和非科學。但常會否證過頭，顯得「粗糙」。例如，由於基因突變出現一隻白色烏鴉，就否證「烏鴉都是黑的」。以一個耳朵識字實驗，就推翻一般的認知科學，這會令人覺得「粗糙」和難以信服。在發現「例外」時，應仔細檢驗原有的理論中，有何種被忽略的「條件」，因而會導致不能合乎觀測，有時則表示有更廣的一個理論有待建立，而原有的理論可能有其適用範圍有待釐清。例如在相對論力學建立後，科學家們知道牛頓力學是適用在相對速度遠小於光速時，並不是說牛頓力學沒有用處了。

(2) 要證偽或否證一個「全稱命題」只要一個例外就否證了。但要證偽或否證一個「非全稱命題」不是很容易的，例如，「天下有白烏鴉」，這要觀察完所有的烏鴉都不是白色後才能證偽。

(3) 判決實驗，可以判決某一個理論的對錯。事實上並不是那麼簡單，因為修改一些輔助假設和邊界條件後，還可以讓這個理論的推論符合實驗結果，使這個理論繼續保留下來。

(4) 波普否認真理的客觀實在性，這很難得到傳統哲學家的認同。

## 四、以「增智模式」來評析否證論

◎科學哲學的「躍升型」和「下推型」增智模式：

【前科學 1】→【科學 1】→【後科學 1=前科學 2】→【科學 2】→  
【後科學 2=前科學 3】→【科學 3】…

## 【前科學 1】

步驟 1：首先收集正反相關資料。

步驟 2：將「問題」逐步明朗化。→問題 (P1)

步驟 3：醞釀到達「臨界點」時，癡結豁然開朗（靈光一現），得到可能的答案。→嘗試的理論 (TT1)

步驟 4：檢驗現象相關的細節是否一致。→消除錯誤 (EE1)

說明：步驟 1、步驟 2 是醞釀期，其時間長短不定，此中「問題」可能在古代就出現，因此，若主張科學是從「問題」開始也就未必盡然了。反而是步驟 3 豁然開朗得到正確答案的那一剎那，才是重要的一步，這是「理性論」所說的直覺、靈感，但這直覺、靈感是否正確，必須接受步驟 4 的嚴格檢驗！未通過檢驗得到正確的答案之前，不能算是科學的！而這種檢驗的精神是古代「理性論」所欠缺的。

另一方面，新工具開始啟用後，觀測到新現象或得到實驗結果的那一剎那，同樣也是重要的一步，這是「經驗論」所重視的觀察。未測到新現象或得到實驗結果之前，只能保持沉默！

出現「問題」時，尚屬哲學範圍或「前科學」階段。「消除錯誤」時，檢驗的過程雖採用科學方法：要用到理性因素（邏輯演繹）以及經驗因素（觀察、實驗），但是仍然屬於前科學，因為尚在摸索，理論與事實之間尚未確認。

近代科學的革命，常先由新工具觀測到新現象或得到實驗結果，而後出現新觀念，由新觀念預測新結果，而後再由新工具去檢驗是否正確。總之：

a 豁然開朗得到正確答案的那一剎那，才是重要的一步，這是「理性論」所說的直覺、靈感，但這直覺、靈感是否正確，必須接受步驟 4 的嚴格檢驗。

b 另一方面，新工具開始啟用後，觀測到新現象或得到實驗結果的那一剎那，同樣也是重要的一步，這是「經驗論」所重視的觀察。

○波普否定科學是從「觀察」、從「經驗」開始，認為是從「問題」開始。但是如果從「增智模式」來看：「觀察」、「經驗」、「問題」都是同屬於「前科學」，此時沒有主從之分。

○什麼是嘗試的理論 (TT1) ?

「躍升型的增智模式」：此時嘗試的理論 (TT1)，指新的假說。

「下推型的增智模式」：此時嘗試的理論 (TT1)，指舊的定律配上初始條件 (含邊界條件)，去解釋已經觀測到的現象。

### 【科學 1】

步驟 5：一旦理論由事實確認，未受否證，此時理論暫時確立了。科學只能開始於理論與事實相符的這一刻。若原理與觀測相符，則得到階段性的答案，並成為科學。例如：生物學的雙螺旋革命，天文學的大爆炸理論。(若不一致，則要回到步驟 1、步驟 2、步驟 3)

a 「躍升型」增智模式下，此時是有了新典範，有了新硬核，也解釋了前面所提出的問題。

b 「下推型」增智模式下，此時是有了明確的初始條件 (保護帶)，結合舊有的硬核，解釋了前面所提出的問題。

步驟 6：此後進入科學的應用階段 (用邏輯演繹之理性因素以及觀察、實驗之經驗因素)。

### 【後科學 1 = 前科學 2】：

步驟 7：再提出哲學問題，給出「前科學」的解答…

新問題 (P2) → TT2 → EE2

小結：「增智模式」與「否證法」之比較結果

【前科學】 = 問題 (P1) → 嘗試的理論 (TT1) → 消除錯誤 (EE1)

【科學】 = (未列出：暫時成立的理論 TT1)

【後科學】 = 新問題 (P2) → TT2 → EE2

## 五、否證論與科學實例 (電弱理論的建立)

引言：弱力不似電磁力、磁力或重力般在日常生活中來得那麼重要，但是它在星球核心區域產生能量，以及製造各種化學元素的連鎖反應中扮演著一個重要的角色。

1896 年，貝奎雷 (H. Becquerel, 1852-1908) 發現一種稱為 beta 衰變的自發

性放射現象。(貝奎雷得 1903 物理獎)

1933 年，費米(E. Fermi)的 beta 衰變理論中，認為弱力並非像重力、電力或磁力那樣可以在一段距離之外作用；相反地，弱力會同時將原子核中的一個中子轉變為一個質子並創造出一個電子和一個反微中子，並把它們逼出原子核外，這是其他力都無法達成的事，所有這些過程皆在空間中的同一點發生。

1967 年，溫伯格(S. Weinberg)從「弱力理論」轉而研究「強力理論」，想將強力與電磁作用間的差異用「破壞對稱性」(broken symmetry)的現象來解釋，但這個方法在強力行不通，溫伯格突然想到它們可以做為解決有關「弱力理論」的數學基礎。

基於電磁作用的類比，它不只可以成為一個弱力理論，亦經證明可成為弱力與電磁力的統一理論：原始的「電弱理論」。該理論預測有類似光子的粒子：帶電的 W 粒子、中性的 Z 粒子。

1968 年，巴基斯坦物理學家沙拉姆(A. Salam)也提出相同理論。沙拉姆和溫伯格都提到此一理論將在弱力方面消去「無限大的問題」。

1971 年，伊霍特(G. 't Hooft)解決了無限大的問題。電弱理論開始迅速起飛而成為物理研究進程的一部分。

1972 年後，實驗證據開始接踵而來，顯出此理論較舊的費米理論為佳：正確地推出先前已被費米理論所解釋之弱力的所有屬性，以及量子電動力學先前所描述之電磁力的所有屬性。

1973 年，歐洲核子委員會宣布發現電弱理論所預測的弱中性流：此是由 Z 粒子的交換所產生，它會在原子核所產生的微中子束散射中出現。

1976 年，一項危機發生了。電弱理論預測在電子和原子核之間的弱力將產生左右不對稱的現象。但是在西雅圖和牛津兩地進行傳導偏振光通過鉍(bismuth)蒸氣的實驗無法發現此一旋轉現象。(電弱理論似乎被嚴格的實驗否證了！)

說明：杜恩(P. Duhem)和奎因(W. V. Quine)早就指出，一個科學理論永遠不能因為某實驗結果而被絕對地排除其可能性，因為我們總是可以找到某些操縱理論或輔助假設的方法，以期在理論和實驗之間尋得一個一致點。

在牛津、西雅圖的實驗之後，許多理論家開始嘗試修正電弱理論，以解釋為何中性流並未具有預期中的左右不對稱性質。溫伯格也嘗試修



正電弱理論以符合最新的實驗數據，但是都行不通。

1978年，史丹福大學的一項新實驗以一種全然不同的方式來測量電子與原子核間的弱力，運用史丹福大學的高能加速器產生的一束束高能電子打到重氫(deuterium)原子核而散出來。實驗結果發現了預期中的左右不對稱。

突然之間，各地的粒子物理學家都認為原始的電弱理論畢竟是正確的。

問：為什麼只有一個實驗提出與電弱理論相符，就使得物理學家普遍認定該理論必定為真呢？

此時物理學家所採用的是自然界具有簡單性與美的特性作標準，來取捨相互矛盾的實驗結果。

接著，在柏克萊和巴黎也做了一些新實驗，牛津和西雅圖的物理學家也重做原來的實驗，得到一普遍的看法：左右不對稱效應確實存在。

1983年，歐洲核子研究委員會的盧比亞(C.Rubbia)所領導的小組發現了W粒子，1984年發現了Z粒子，這些粒子的存在和屬性已被原始的電弱理論正確預測出來。

這是電弱理論最戲劇化的檢驗。（溫伯格的《最終理論》p.127-140）

### 【存有論的角色】

在電弱理論的成立過程中，也明顯看到存有論的角色：W粒子、Z粒子、中性流的左右不對稱性質，這些存在物的出現也判定了電弱理論的命運。原始的電弱理論是簡單而美的，刻意的修正反而是行不通的。波普的證偽假說有點粗糙，科學理論並不是一個實驗的不符就馬上被否定掉，有時還要堅持，因為常常不是理論錯了，而是輔助假設或邊界條件要修正。例如，以往天文學家觀察出天王星的運行軌道與牛頓定律所算出來的略有不同，科學家不會立即否定牛頓定律，有人反而猜想是否受到另一尚未發現的行星所干擾。果然找到了海王星。

## 六、波帕的世界論

波帕將世界區分為三種：

世界 1——物理世界。(有外在世界存在)

世界 2——精神世界。

世界 3——人類精神產物下的客觀世界。

這三世界的層次有高低：世界 1<世界 2<世界 3。

神經生理學家艾克爾斯 (J.Eccles,1903) 的解說：

(1) 世界 1 是指物理客體和狀態 (含無機界、生物界)。

(2) 世界 2 指意識狀態 (含主觀認識、知識經驗、思維經驗、記憶、夢的經驗)；此又分三個層次：

a 外感覺：視、聽、嗅、味、觸等知覺，由感官輸入。

b 內感覺：思想、意向、情緒、情感等等。

c 自我意識：個人的連續性、一致性的基礎。

(3) 世界 3 指哲學的、科學的、文學的、藝術的理論系統，這是思想的世界、觀念的世界，如，科學理論、邏輯。

大腦 (聯絡腦) 屬於第一世界，自我意識屬第二世界。人的神經中樞被自我意識所控制，而不是大腦本身具有高級的機能。如此艾克爾斯建立了「心理、生理二元論」。

○評析：

還有世界 4——這是身心組合的「眾生界」，人的結構是由具體的世界 1 和世界 2 所組合而存在，而人的意識又能進行世界 3 的抽象思維。

◎問題：鬼神屬世界 4 嗎？

◎問題：夢和醒有何存在上的差異？

a 醒時外界遵循物理、化學等定律，b 醒時可經由學習增加能力等。

## 七、結語

「大膽假設，小心求證」已經過時，代之以「大膽假設，嚴格否證！」但是波普的否證論尚嫌粗糙，所以拉卡托斯 (I. Lakatos, 1922-1974) 就提出了「科學研究綱領方法論」來修正否證論，認為科學研究有其研究綱領，理論有內核，外部有邊界條件、輔助假設。一個理論經過檢驗，若未通過，其內核是不輕易放棄的，可以改變邊界條件、輔助假設再接受檢驗。實在不行才放棄。允許幾個理論相互競爭，看哪個能夠解釋較多的事實、能夠預測新的事實，相互競爭下，好的就保留。所以科學研

究綱領方法論是一個精緻的否證論。

---

裁判兼球員  
誰輸誰贏  
真真假假  
假假真真  
又是證實又是證偽  
球迷都起鬨  
不在乎輸贏的  
只有大自然

---

## 庫恩的科學革命

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。針對科學知識的增長，不同的「科學哲學家」建立不同的理論，此中，庫恩建立了「科學革命」與「典範」的新觀點。

#### 【背景】

庫恩（T. S.Kuhn, 1922-1997）的成名著作是 1962 年出版的《科學革命的結構》，1970 年的第二版又加上一篇「後記」，1996 年再出第三版。此書對哲學界、社會學界造成很大的衝擊。庫恩的術語，如科學革命、典範、不可共量性等，被廣泛地用到不同的專業領域內。1970 年起，庫恩的科學哲學的歷史進路，開始取代邏輯進路的科學哲學。

### 二、科學革命與典範

#### 【1】科學發展模式

庫恩對科學發展的歷史進路，是三部曲發展模式：a 常態科學(normal science)、b 科學危機(scientific crisis)、c 科學革命(scientific revolution)。發展如下：

→a1 常態科學→b1 科學危機→c1 科學革命…

→a2 新常態科學→b2 新科學危機→c2 新科學革命…

## 【2】典範(paradigm)和解謎(solving puzzles)

與這個發展模式相關的一個重要概念是「典範」。典範是常態科學時期科學家從事科學活動的「最高權證」。常態科學時期的科學家，在典範的指導下進行「解謎」活動，而不會去質疑典範。「謎題」是科學家用典範所要解決的科學問題。科學的進步，在於有「常態科學」的權威性與獨霸性。

## 【3】異例和典範轉移

庫恩把科學典範的變換類比於政治革命，有發生、發展和衰亡的過程。典範在形成之初所向披靡，到一定程度生命力就漸漸耗盡，開始解決不了特殊的「謎題」，此時典範就進入危機。如果有一「謎題」在許多科學家努力下仍不得解決，便成為舊典範下的異常現象或異例(anomaly)。異例一多，會讓一些科學家對舊典範產生懷疑和動搖，出現典範的危機，開始尋求新典範，此時可能有多種新典範被提出來，和舊典範互相競爭，於是科學發展開始步入科學革命時期。當然，舊典範還會拼命掙扎，改變形態以適應異常現象。如果危機日益加深，不足以徹底緩解，若其中一個新典範完全取代舊典範，便是科學革命成功，而有典範的轉移，同時進入新一階段的常態科學。因此，以典範為核心的發展歷程，經歷了「典範動搖」和「典範轉移」，其模式如下：

→舊典範確立→異例出現→多典範競爭→新典範確立→

符合這個模式的例子：

a 托勒密地心說→哥白尼日心說

b 亞里斯多德力學→牛頓古典力學→相對論力學

## 【4】新典範和舊典範的比較

(a) 新典範能解決導致危機的多種「謎題」。

(b) 新典範在量的精確性方面優於舊典範。

- (c) 新典範預言出舊典範完全沒有意料到的現象。
- (d) 庫思還加上一條美學的解釋：新典範比舊典範更美、更適當、更簡單。

## 【5】典範的特色

- (1) 典範是某一時期內公認的科學成就，是「科學家社群＝共同體＝同行」所要解決問題的「最高權證」。例如：
  - 亞里斯多德的《物理學》；
  - 托勒密的《天文學》；
  - 牛頓的《原理》、《光學》；
  - 富蘭克林的《電學》；
  - 拉瓦錫的《化學》；
  - 萊爾的《地質學》。
- (2) 典範的二特徵：
  - a 作者成就空前，可吸收敵派學者歸附。
  - b 仍有題材待應用與解決。
- (3) 典範的轉變，就是科學革命。例如：
  - 牛頓的光學典範→楊格(Young)與弗雷斯諾(Fresnel)的光學典範→
  - Planck 及 Einstein 的光學典範。
- (4) 獲得典範後，科學家從小範圍內從事更精確、更深奧、更費心力的探索，此即「常態科學」的本質，由此導致科學進步：
  - a 決定重要的事實。
  - b 使理論與事實吻合。
  - c 精煉理論。

## 【6】科學革命前後的兩個典範，彼此是否相容？

- (1) 邏輯實證論主張後繼的理論必須要能引導出先前的理論。或者說把先前的理論「化約」到後繼的理論上。先前理論只是後繼理論的特例；正如牛頓力學只是相對論的特例（如速度遠小於光速）。
- (2) 庫恩說：這一化約過程其實似是而非。因為就算在限制條件下導

出與牛頓力學形似的公式，但是時間、空間和質量的意義卻完全不同。牛頓力學有絕對時間和絕對空間，而相對論裏的時間、空間這兩個名詞雖然一樣，但概念完全不一樣。所以，前後的典範間有「不可共量性」。

- (3) 又如，對十九世紀電磁學而言，探求「乙太」的性質是重要的研究問題；然而相對論根本不需要探求「乙太」這種物質和性質。科學革命是一個在新基礎上，重新創建研究領域的過程，而不是將舊典範修改、引申。例子：

燃素論		氧化論
金屬是化合物		金屬是單質
金屬渣是單質（已去除了燃素）		金屬渣是金屬與氧的化合物
木炭燃燒是分解反應		木炭燃燒是化合反應

由相互比較可知，氧化論不可「簡化」為燃素論。

## 【7】科學共同體

庫恩把典範與科學共同體聯繫起來，他說：

「一種典範是、也僅僅是一個科學共同體成員所共有的東西。反過來，也正由於他們掌握了共有的典範才組成了這個科學共同體。」（《必要的張力》）

在理論的選擇中，同行評議就是理論確認的社會機制。在科學語言越來越專業化的情況下，除了真正的同行，局外人已經很難掌握科學發現的具體內容。科學發現由同行承認而確認的標準，是近代以來科學活動的一個重要特點，它因為歷史上的成功而具有權威性。

## 【8】進步或退步

當一個社群接受了一個科學典範之後，它也同時接受一個判準，以之來選擇研究的問題。不受典範保證的問題，常被斥為形上學的問題，

而受到排斥——因為那些問題不能用典範所提供的觀念、理論和儀器裝置來處理。

科學史上，很多新理論往往被對手看成是在開倒車。

- (1) 笛卡兒的機械典範：任何現象必須要有基本質點之形狀、大小、位置和運動，以及有接觸碰撞的機制。如果不能，就不科學。因而當時的生理學家對鴉片有安眠作用的解釋是：鴉片的微粒是圓的，沿著神經運動時，經由接觸而鎮靜神經。
- (2) 牛頓的萬有引力（一種超距作用，無需微粒的碰撞）的概念，和巫術的神秘作用似乎一樣，當時許多科學家（如惠更斯、萊布尼茲）都批判這個概念不科學，甚至是開倒車，恢復文藝復興時的「巫術性質」（不用接觸就能作用）。

問：如何面對特異功能的研究？

### 【9】科學理論的評價標準

科學理論是可以比較的，庫恩提出五個評價的標準：

- 1 精確性。
- 2 一致性：理論內部沒有邏輯矛盾。
- 3 廣泛性：一個理論可以說明越廣泛的現象，這個理論越好。  
例如，麥克斯威的「電磁理論」不但可以說明電磁現象，還可以說明光的現象。
- 4 簡單性：一個理論的基本假設越少，這個理論越好。  
例如，亞里斯多德(Aristotle, 384-322 BC)認為天上的運動和地上的運動是兩回事。牛頓找到天上和地上的運動是同一個原因：萬有引力。
- 5 有效性：好的科學理論要能預測新的現象。

### 【10】異常現象或異例的處理

- (1) 異常現象或「異例」是與原典範的推斷不合的現象。有三種處理異常現象的方式：
  - (a) 典範內部的調整，如輔助條件的改變，將異常現象解決掉。
  - (b) 如果這個異常現象，一直無法被原典範的調整所解決，就有可



能形成典範的危機，而導致科學家尋求新典範。

(c) 擱置不管，直到有人從某相關議題意外突破。

(2) 導致典範崩潰的問題往往不是新問題，而是長久以來就已存在，只因沒有危機而未受重視。譬如，早在希臘時代，亞里斯大可士 (Aristarchus) 就提出「地動說」，但長久不受重視。異常現象只有在危機時期才會受到重視。

(3) 異常現象通常不會被科學家當成反例來否定典範。科學家會先使用種種特置假設(ad hoc hypothesis)來保護典範。

### 三、由增智模式看庫恩三部曲模式

(1) 科學哲學的「增智模式」：

【前科學 1】→【科學 1】→【後科學 1=前科學 2】→【科學 2】→  
【後科學 2=前科學 3】→【科學 3】…

(2) 增智模式分「躍升型的增智模式」和「下推型的增智模式」：

躍升型的增智模式，是往上創新，找出新原理(定律、典範、硬核)。

下推型的增智模式，是往下實惠，應用新、舊原理。下推型主要有二類：

一以原理配合初始條件(含邊界條件)，得出預測的結果(如天氣預報)，此是由因推果，屬預測類。

一由已得的事實(如大海嘯)配合原理，猜出適當的初始條件(含邊界條件)，此是由果溯因，屬解謎類。

預測，屬科學方法中，如何檢驗原理或應用原理之一部分。

解謎，屬科學方法中，如何應用原理之一部分。

(A) 庫恩三部曲模式屬於「躍升型的增智模式」：

【科學 1】 ←→ 常態科學 1

【後科學 1=前科學 2】 ←→ 科學危機 1+科學革命 1

【科學 2】 ←→ 常態科學 2

【後科學 2=前科學 3】 ←→ 科學危機 2+科學革命 2

(B) 常態科學的「研究細節」是屬於「下推型的增智模式」：

### 【前科學 1】

一類（解謎類）是〔由觀測的新事實〕→〔選出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〕→〔檢驗〕。

一類（預測類）是〔已知的原理配合初始條件（含邊界條件）〕→〔推出可供檢驗的結果〕→〔檢驗〕。

### 【科學 1】

通過檢驗後，歸入合乎科學的檔案、實例。

### 【後科學 1】

再找謎題和預測

## 四、科學革命與達爾文演化知識論的評比

透過生物學家麥爾的看法，我們對庫恩所主張的「常態科學」與「科學革命」，可以從生物學得到另一方面的評比：

- (1) 當我們言及科學的進步，或科學的演進時，所意指的是建立更能解釋現象、更能抵禦反駁的科學理論，同時還意味著準確的預測能力。
- (2) 每一個領域中，通常都會有一些未解的謎題，所謂的黑盒子—隨意的假設，仍需要詳細的分析和解釋。就此層面來看，科學是沒有止盡的。
- (3) 進展有時並不單純地駁斥其他理論，而是在統合數個學科後，拓寬解釋的基礎。
- (4) 細胞學的發展史提供了最生動的實例，來說明科學的漸進發展。…  
接下來應考慮的問題則是，這些進步是如何發生的？

在當代科學哲學文獻中，大致可區分出兩個主要學派：

第一是庫恩所主張的「常態科學」與「科學革命」；

第二派則是達爾文演化知識論。

A.根據庫恩的原版論文，科學的進展是由偶發的科學革命所帶動，中間夾雜了漫長的常態科學時期；在科學革命時期，一門學科會採納一套全新的典範，而該典範則會延續主導後續的常態科學時期。庫恩也預設新舊典範間存在著不相容性。

根據庫恩的說法，「學科網絡」蘊含的意義遠超過一則新學說，學

科網絡是信仰、價值和象徵概念系統。因此庫恩所言的「學科網絡」，和其他哲學家所言的研究傳統，是有幾分相似性的。

B.達爾文知識演化論的主要中心思想是，科學的演進就如同有機世界的演化一般，是經由達爾文演化的天擇方式，其特色則為「變異」和「選擇」。更精確的地說，愈強壯、愈逼真、愈具解釋能力、愈能排解問題的學說，也愈能在一代代的競爭中贏得接納而生存下來。

知識的變異和選擇基本上是依循達爾文的演化模式，卻是不爭的事實。在一群競爭理論中，會取得最後優勢者，必定是可圓滿解釋最多現象，遭遇困難最少的，換句話說，也就是最適者。

在知識論中，新臆測會不斷被提出。有些較能成功適應情況的臆測，就會被採納。

有些改變的僅是旁枝末節，有些則是大到足以稱為革命。

(5a) 達爾文的第一次革命是「共祖觀念」的被接受。而其所造成的變革可就兩層面來看：

第一，共祖學說以自然具體的漸進演化解釋，取代超自然的創造觀念。

第二，早期演化學家所採納的是直線演化模式，共祖學說則為樹枝狀的演化模式，只需單一的生命起源，即可產生多樣化生物。

(5b) 達爾文的第二次革命，則是由「天擇說」所引發。雖然天擇說早在 1859 年時即已提出，並已具備了詳盡的解釋，但由於與當時盛行的五個意識形態（神創論、本質論、目的論、唯物論、化約主義）相牴觸，因此遭遇到頑強的抵抗，直到 1930 到 40 年演化綜合學說出現後，才被普遍接受。

(5c) 達爾文的第二次革命究竟發生於何時？是 1859 年提出之際，還是 1940 年被廣為接受之時呢？我們能將 1859 年到 1940 年期間視為常態科學時期嗎？

(6) 分子生物學的興起是革命性的，但絕非庫恩式的革命。

例如，當科學家發現 DNA 的雙股螺旋結構時，雖因此而開創了分子生物學，但對觀念的影響卻很有限，因此從遺傳學進展到分子生物學的期間，並無實質典範的轉變。

(7) 在活躍的生物學領域中，似乎並無所謂的常態科學時期，重大與

次要的革命總是間雜接踵而至。

達爾文演化知識論較庫恩的科學觀更能貼切描繪生物學理論的演進。

- (8) 費耶洛本（費葉拉朋）曾指出，達爾文演化知識論實際上是一個非常古老的哲學概念：「知識的進展是在各類觀點之競爭與繁衍下形成的」，這個概念最早是由前蘇格拉底學派所提出。至於「各類理論的競爭是科學的關鍵要素」的概念，則是由馬赫和波茲曼引進，主要受達爾文主義的影響。
- (9) 「大陸漂移說」在 1912 年由韋格納首次發表之時，也同樣面臨了地球物理學家的一致反對。當 1960 年代早期海底擴張和相關的磁場現象被發現後，大陸漂移說也在數年之內被普遍接受。
- (10) 重新發現孟德爾遺傳定律的科學家（貝特森、德弗里斯）也曾排斥當時已盛行的族群思考的「漸進演化觀念」，而傾向類型思考的「跳躍演化觀念」。生物學發展史中有許多這種暫時退化發展的例子，他們正好可以做為一則教訓：不要輕易的放棄一個看起來已經被駁倒的理論，除非經過反覆測試發現有確實的錯誤。
- (11) 不同證據會導出不同的結論，是使科學家耗費長時期才能達成共識的原因之一。科學知識難以達成的第二項原因，則是意見相左的科學家，墨守不同的意識形態。第三項原因是在某一段時間內，數種解釋似乎都能說明同一現象，例如鳥類長途遷徙的定向問題，就曾推測與太陽的位置、磁場、嗅覺和其他因素有關。
- (12) 物理學的解釋絕大多數是根據基本定律的作用，而牽涉基本定律的解釋有可能是遵循庫恩式的革命。
- (13) 1880 年後，顯微鏡的改良使科學家能更精確地描述細胞核及細胞核在有絲分裂、減數分裂時的變化，並解釋這些變化的意義。1900 年後，細胞學的進展片刻也不曾減緩過，最初主要的貢獻者是遺傳學和細胞生理學，其後在電子顯微鏡的幫助下，科學家可對細胞的細部構造做更詳盡的探討。而經由分子生物學，更可分析細胞質中的所有組成。雖然觀察仍是新發展的濫觴，但理論的形成顯然

不再是單純推論的結果，而是經由觀察提出疑問，由疑問引伸出臆測，在證實或推翻臆測後，產生新的學說和解釋。

探索題：科學革命適用到物質學科的革命，是否也適用在心理學科？個人心靈的「頓悟」，以及由凡變聖是否也是心靈的革命？

## 五、結語

早在 1947 年，庫恩 25 歲時的夏天，他反覆翻閱那本他認為幾乎全錯的亞里斯多德的《物理學》，突然他看懂了。他了解亞里斯多德為什麼這麼寫，許多荒謬的語句立刻變得合理了。從此他開展出科學革命的一片天空。庫恩的典範和不可共量性等，對哲學界、社會學界等不同的專業領域都造成不小的衝擊。歷史上，為什麼創建新典範的科學家，幾乎都是年輕小伙子？這答案也許是因為他們比較不受舊典範的約束。

庫恩的科學革命是以觀念的革新為主角，科學家戴森認為還有工具或儀器的創新也不可忽略，他說：

「對嘉里森 (P. Galison) 來說，科學發明的過程是由新工具所推動的；庫恩卻認為新觀念才是動力。這兩種觀點都正確，不過也都不盡完全。科學的進步既需要新觀念，也需要新工具。」

## 拉卡托斯的研究綱領

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。針對科學知識的增長，不同的「科學哲學家」建立不同的理論，此中，拉卡托斯提出「科學研究綱領方法論」，是一種精緻的否證論。

#### 【背景】

1940年起，「邏輯實證論」漸趨勢微，代之而起的是「批判的理性論」和「歷史論」。批判的理性論是以波普的「否證論」為首，他的學生拉卡托斯繼而提出「研究綱領」的方法論，是從「以證據否證理論」的方式，代之「以理論對抗理論」的論證方式。這是科學界所抱持的「應然」的研究方法。

伊姆雷·拉卡托斯（Lakatos，1922-1974），匈牙利人。

1961年，劍橋哲學博士。

1968年，發表〈批判與科學研究綱領方法論〉於《亞里斯多德學會年報》第69期。

1968-1969年間，完成長文〈否證和科學研究綱領方法論〉，成為「科學研究綱領方法論」的標準版，1970年收錄在拉卡托斯與默斯格雷夫（A. Marsgrave）合編的論文集《批判與知識的增長》中。

1974年，拉卡托斯去世。

1978年，拉卡托斯的學生出版他的二冊論文集：

《科學研究綱領方法論》和《數學、科學和知識論》。

## 二、托卡托斯的思想

拉卡托斯檢討了波普的否證論，最後提出「科學研究綱領方法論」，內容分：

- (a) 綱領的硬核 (hard core)，屬消極引發 (Negative Heuristic)。  
硬核是不被動搖的，是綱領的基本理論。
- (b) 保護帶 (protective belt)，屬積極引發 (Positive Heuristic)。  
保護帶由輔助的假設所組成，在於抵消攻擊的矛頭。
- (1) 綱領的消極引發，包括不得修改這個綱領所依據的基本假定及其硬核。綱領的積極引發，包括如何說明以往已知的現象和發展預見新現象。
- (2) 硬核的實例：  
哥白尼天文學的硬核：地球和其他行星的運行是沿著軌道環繞靜止的太陽，而地球則每天自轉一周。  
牛頓力學的硬核：牛頓運動定律和萬有引力定律。
- (3) 拉卡托斯認為，一個綱領發展到適於接受檢驗的地步時，具有壓倒性意義的是確證而不是證偽。一個研究綱領必須能夠成功地作出可以確證的新穎預見。
- (4) 實例：
  - a 勒威里耶 (U.J.J. Le Verrier) 和亞當斯 (J. C. Adams) 致力於天王星軌道的擾動問題時，這兩位科學家選擇了修改綱領的保護帶：初始條件，猜想有一新行星的存在。他們的主張是科學的，因為可以接受檢驗，而且也終於導致海王星的發現。
  - b 但是另一位科學家也可能主張對觀測所用的望遠鏡的光學理論加以修改。這種做法也是科學的。
  - c 另一位科學家也可能主張推翻保護帶中有關地球大氣層中光學折射的假定。這種做法也是科學的。
- (5) 對一個退化的研究綱領，修改保護帶而產生新的預見，有可能導致綱領的重新復活並處於進步的狀態。

**【舉例說明】** 以力學為例：

(a) 硬核：牛頓力學及其引力定律 N。

(b) 保護帶：初始條件等輔助假設。

狀況：今假設觀測到有一顆行星 P 的軌道偏離牛頓力學 N 所算的結果。

○甲提出有一尚未被發現的行星 P\* 擾動 P 的軌道而偏離。(保護帶 b1)

檢驗：建造更大的望遠鏡去觀測。

結果：若有，則(硬核 a) 成立無疑，理所當然。若無，則：

○甲或乙，提出有宇宙塵埃於中途遮住 P\* 而未測到。(保護帶 b2)

檢驗：設計衛星去觀測。

結果：若有，則(硬核 a) 成立無疑，理所當然。若無，則：

○某人提出該區有強磁場影響觀測儀器。(保護帶 b3)

檢驗：設計另一衛星去測磁場。

結果：若有，則(硬核 a) 成立無疑，理所當然。若無，則：

再找一「輔助假設」(保護帶) 來解釋。...

所以，科學刊物上熱鬧一陣。若解釋不了，只好暫時不了了之。此時仍不表示舊的硬核已被放棄。直到某一天有人提出一個含有新的硬核的「研究綱領」，作出合理的說明與檢驗，舊的硬核才算被取代了。

○社會現象的類似性質：如果一個行政首長，手下偶而出事，只要將出事者記過或調職就沒事(保護帶)；如果多位手下一再出事，就表示這行政首長(硬核) 能力有問題，必須撤換。

○問：占星術有硬核嗎？

○問：人的習性是否也是一種精神類的硬核？一個人內方外圓是否是一好模式？

◆一些討論：

(1) 研究綱領是進步的或是退化的，取決於是否能夠成功地或持續地導致新現象的發現。例如，托勒密的天文學綱領在整個中世紀未能預見任何新穎的現象。到了牛頓時代，托勒密的綱領已經成為退化的綱領。

(2) 研究綱領的相對價值，要看它們進步或退化的程度。退化的綱領將讓位於進步的對手，例如，托勒密的天文學讓位



於哥白尼的綱領；洛侖茲的理論讓位於愛因斯坦的綱領。拉卡托斯認為，兩個綱領的相對價值，只能以「事後明白」的方式來加以確定。

- (3) 拉卡托斯認為研究綱領是各自獨立的。例如，電磁學史上，有一綱領是超距作用理論，認為帶電體之間的力是瞬間越過空間作用於對方，而不需媒介物質。另一種綱領是場理論，認為力是依賴媒介物質作用於對方，且需要時間。超距作用理論曾被認為是進步的，但是法拉第（1791-1867）發現了電磁感應，而後有電動機、發電機的發明，當赫茲（1857-1894）測出場理論所預見的電磁波，使場理論的綱領勝過了超距作用理論。今日的場理論是經由實驗不斷調整到符合事實。而邁克生（1852-1931）和莫雷（1838-1923）的實驗則排除了電磁波的媒介物質「以太」的存在。

### 三、以科學哲學的增智模式來看研究綱領

【前科學 1】→【科學 1】→【後科學 1=前科學 2】→【科學 2】→…  
科學哲學的增智模式有「躍升型的增智模式」和「下推型的增智模式」，下推型又可分「解謎型」和「預測型」的增智模式。

○上例問題：「為什麼行星 P 的軌道偏離 N？」

**狀況 A**：一般先採取「解謎型的增智模式」：

保護帶 b1→保護帶 b2→保護帶 b3→…

【前科學 1】：面對新事實，提出哲學問題，給出「前科學」的解答，不斷嘗試找出或修正初始條件、邊界條件等（保護帶），結合硬核解出預測值，而後接受檢驗。

若解釋不了，此時仍處在科學哲學「增智模式」中的【前科學】。

（這是不斷修正初始條件或保護帶的階段）

【科學 1】：在不斷修正初始條件或保護帶後，透過科學方法的檢驗，得到確認，未受否證，原先的哲學問題，當下就轉成科學問題，同時

也給出了科學解釋。

若解釋得了，此時進入科學哲學「增智模式」中的【科學】，並成為科學教材中的一個好的實例。

【後科學 1=前科學 2】：再提出哲學問題，給出「前科學」的解答。

**狀況 B**：若舊的硬核解釋不了，就要嘗試「躍升型的增智模式」：

硬核 a1→硬核 a2→...

【前科學 1】：面對新事實，提出問題，給出「前科學」的解答。此即先有事實，再去找假說。此假說可來自實驗、觀測、推理等理性因素，以及猜想、靈感、夢境等非理性因素。此假說是一個含有新的硬核的「研究綱領」，猜出後接受檢驗。

【科學 1】：在科學方法檢驗下，含有新硬核的「研究綱領」得到確認，未受否證，原先的哲學問題，當下轉成科學問題，同時也給出了科學解答，接著，此新硬核就可邁向科技的應用。

【後科學 1=前科學 2】：再提出哲學問題，給出「前科學」的解答。

**狀況 C**：新的硬核產生後，就可嘗試「預測型的增智模式」：

【前科學 1】：將新的硬核配合不同的保護帶（初始條件等），以推理得出預測的新結果或製出新產品，而後接受檢驗。

在新硬核出現的初期，此檢驗常是針對新硬核。若新硬核已普遍被接受，則此此檢驗是針對保護帶：

a 預測批判型的實例是針對新硬核：如，觀測日蝕。

b 預測實用型的實例是針對保護帶：如，天氣預報。

【科學 1】：在科學方法檢驗下，預測結果得到確認，未受否證，原先的預測，當下轉成事實，同時也給出了科學的解釋。

【後科學 1=前科學 2】：再提出哲學問題，給出「前科學」的解答。

## 四、結語

拉卡托斯的「科學研究綱領方法論」中，所提出的「硬核」和「保

護帶」，將一個理論體系的主從關係生動地釐清，他的「研究綱領方法論」因而也成為科學哲學中的一個「硬核」。

---

硬核老老實實最可靠  
外環金光閃閃真可愛  
眼光不要老是往外看  
世間常是表裡不如一

---

## 費耶洛本的皆可哲學

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。針對科學知識的增長，不同的「科學哲學家」建立不同的理論，此中，費耶洛本（P. Feyerabend，1924-1994）建立了「皆可哲學」，是一種多元論的科學發展觀。

#### 【背景】

1940年代「邏輯實證論」漸趨勢微，代之而起的是「批判的理性論」（如波普）和「歷史論」（如庫恩）。歷史論是以庫恩為首，從科學史的角度找出科學發展的軌跡，費耶洛本進一步提出多元論的「皆可哲學」。費耶洛本原是波普的學生，但是後來轉為歷史取向。他與同門拉卡托斯私交很好，做學問卻是針鋒相對，二人在許多場合爭辯之餘，拉卡托斯建議他將意見寫下來，並樂於以書面回答，費氏同意共同完成《贊成方法和反對方法》，不料快完成之際，拉氏卻意外去世，翌年費氏出版《反對方法》。後來費氏再寫了《自由社會中的科學》(Science in a Free Society)，進一步闡明他的思想，並答覆一些批評。費耶洛本常被貼上的標籤是：什麼皆可、科學無政府論者、相對論者、非理性論者。

總之，費耶洛本被認為是美國科學哲學家中的歷史論者，1975出版成名之作《反對方法》，主張「皆可哲學」。

#### 【費耶洛本的生平和著作】

1924年生於維也納。

- 1947，於維也納大學學習歷史和社會學，不久轉學物理學，此時是實證主義者。
- 1951，提出「論基本陳述」的哲學博士學位論文。
- 1952，於倫敦經濟學院波普下研究「量子論」和維根斯坦的《哲學研究》。
- 1955，於英國布里斯托大學當哲學講師，為維根斯坦的《哲學研究》作書評。
- 1958，發表《對經驗進行實在論解釋的嘗試》一文，提出「理論決定觀察」的觀點。
- 1959，於柏克萊加州大學任終身教職，成為美國公民。
- 1962，發表《沒有基礎的知識》。(Knowledge without Foundations, Ohio: Oberlin Printing Co.)。
- 1965，發表《經驗主義諸問題》的第一部分。
- 1967-1968 文章轉向理論的「多元論」。
- 1969，於短文《沒有經驗的科學》中，放棄了經驗主義的觀點。
- 1970，於《對專家的安慰》用庫恩的觀點抨擊波普。
- 1974，拉卡托斯去世，預定的對話《贊成方法和反對方法》擱淺。
- 1975，於《反對方法》提出「認識論的無政府主義」的觀點。(Against Method, London: Verso) 上海譯文出版社，周昌忠中譯，1992。
- 1978，於《自由社會的科學》認可相對主義的主要觀點。(Science in a Free Society, London: New Left Books) 上海譯文出版社，蘭征中譯，1990。
- 1981，出版《實在論、理性主義與科學方法》(Realism, Rationalism, and Scientific Method: Philosophical Papers, Volume 1, Cambridge University Press)。出版《經驗主義問題》(Problems of Empiricism: Philosophical Papers, Volume 2, Cambridge University Press)。
- 1984，於《作為藝術的科學》為科學史的相對主義辯護。
- 1987，出版《告別理性》(Farewell to Reason, London: Verso/New Left Books) 譯本，江蘇人民出版社，陳健等中譯，2002。
- 1991，出版《關於知識的三篇對話》(Three Dialogues on Knowledge, Oxford: Basil Blackwell)。以及姆尼瓦編輯的紀念文集《超越理性》。
- 1994年2月11日，費耶洛本於蘇黎世去世。
- 1995，出版《虛度光陰：保羅·費耶洛本自傳》(Killing Time: The Autobiography of Paul Feyerabend, University of Chicago Press)。

1999，出版《獲得豐富性》(The Conquest of Abundance，University of Chicago Press)。

1999，出版《知識、科學與相對主義》(Knowledge， Science and Relativism： Philosophical Papers， Volume 3， ed. J.Preston， Cambridge University Press)。

### 【費耶洛本的重要觀點】

(1) 費耶洛本提出的「反對方法」，實質是主張「什麼方法行得通，就用什麼方法」，反對固定不變的方法論。

他指出：「複雜的環境中發生著令人驚訝的、始料不及的發展，這需要複雜的方法。在此，根據預先制定的法則而不顧變動不居的歷史條件來進行分析，是不中用的。」

「我們必須利用一切思想、一切方法，而不是對它們作狹隘的挑選。」

(2)「科學的無政府主義」是一付良藥，靠此使科學「轉向一種更開明、更自由的合理形式」。

所以，費氏的主張並不是完全非理性，也不是一味地反理性。

## 二、費耶洛本的皆可哲學

(1) 由於「證實」或「證偽」等合理性的標準，都要求理論與事實的一致性 (consistency)，在這原則下，科學會流於只發現一些新事實來支持或修改現存理論。所以，費氏提出「反規則」、「反歸納」，反對奉信一致性原則的經驗論和歸納論。

(2) 西方近代科學的理性論，是有侷限性的，不應成為唯一的知識霸權。費氏這種反對理性論霸權的主張，被稱之為「非理性論」。

(3) 要盡可能提出新假設、新理論，保留同現有事實還不一致的理論，並且引進新觀察，通過競爭、反駁，才能推動科學。

(4) 理性和實踐的關係比「合理性」更為根本。唯心論主張由理性指導實踐；自然論主張理性從實踐中獲得內容，上述二種，將理性和實踐割裂為二，二者其實是同一科學發展辯證過程的組成部份。科

學革命既改變實踐又改變原理。研究成果的評價標準是「理性」和「實踐」的辯證結果，二者正如「地圖」和「旅行者」之間的關係。旅行者需要地圖的指引，但在旅行的過程中，也會修正地圖。當理性論的形式邏輯成功時，研究工作可以採用此方法，但是在實踐的過程中，也須準備隨時丟棄此一方法。費耶洛本認為，形式邏輯的侷限性來自邏輯所要求的「一致性」，也就是不容許有矛盾的存在。由於形式邏輯對於「一致性」的要求過於嚴格，會扼殺邏輯推論的生命力。黑格爾的辯證邏輯則容許矛盾的存在，科學史上各種劃時代的理論不是都沒有矛盾存在。費氏相信黑格爾辯證法可以提供新的思路。

- (5) 費氏認為，任何一種研究方法都有侷限性，也有個自的獨到之處。允許多樣的理論和方法的競爭，以利科學的創造發展。這是防治理性論一元論的弊病。反對將先天、抽象的規則強加到科學上。不存在一種完美的研究方法可以用來指導所有的研究工作（這種理想正是理性論者所追求的）。「什麼都可以」是用來諷刺批判的理性論者，他認為，如果有一種放諸四海皆準的研究方法，那必然是一種叫做「什麼皆可」的研究方法。他的口號：「不固守任何原則！」、「什麼皆可 Anything Goes！」所以，他的多元論科學哲學，可以稱之為「皆可哲學」。
- (6) 費耶洛本認為，傳統談不上好壞。科學傳統都有相對性，只有「即時性」的理性標準和有效性的價值判定。→實用論的哲學。
- (7) 科學理論的多元化，受到各人宇宙觀背景的支持。托勒密的地心說，哥白尼的日心說便是如此。科學理性是無法擺脫人為的主觀、未經檢驗的預設、共識和敘述的糾纏。
- (8) 科學研究的方法也是多元性，這也是由於背景歷史文化的不同。科學不只是理性的活動，非理性因素在多元的科學方法中也會起積極作用。
- (9) 科學家的成見、自負、固執等心理因素，也有助於新科學的創生。
- (10) 科學發展來自「韌性」tenacity 及「增生」proliferation 的共起作用：
  - a 韌性：有效的新理論，即使與舊理論或經驗的證據相矛盾，仍應堅持，不輕易放棄。
  - b 增生：要開發與已有觀點不一致的理論，即使那種已有觀點是被

高度確認和普遍被接受的。增生原則在科學革命之前早已有之，從而導致革命。科學的「常規成份」和「哲學成份」的內在相互作用推進了科學。

- (11) 費氏認為，如果國家和科學理性緊密的結合在一起將釀成巨災，所以他主張國家和科學理性應該分離的「無政府論」，而無政府論只是一帖藥，不是最終的結果。也許在某一社會，理性論會是一帖良藥。

### 【討論 1】理論與觀察

- (a) 邏輯實證論者石里克 (Schlick, 1882-1936) 指出，觀察決定理論，觀察是檢驗「經驗真理」的惟一尺度，因為感覺材料或經驗事實本身是中立的。
- (b) 卡納普 (Carnap, 1891-1970) 提出科學理論結構的「兩層語言模型」，下層是觀察事實的陳述 (單稱命題)，上層是理論的陳述 (全稱命題)，兩層之間有一個對應規則：觀察術語與理論術語的聯繫，使經驗內容經由觀察輸送給理論術語，以此保證理論術語的認識論意義，顯現理論術語的意義對觀察術語的依賴性和觀察術語的定義的穩定中立性。
- (c) 韓佩爾 (Hempel, 1905-1998) 改進「兩層語言模型」，提出科學理論結構的「安全網」理論：安全網的上層是理論系統，由公理 (網線) 與未定義的詞項 (網結) 組成。安全網的支撐是語義規則。安全網的底層則是觀察層次，由觀察陳述組成。整個理論系統是由語義規則支撐在觀察層面上，以此取得經驗意義，因而安全可靠。
- 另一方面：
- (a) 1958 年漢森在《發現的模式》一書中，針對邏輯經驗論的中性觀察說，提出「觀察滲透理論」的獨特觀點，引起哲學界巨大的反響，歷史學派接受並發揮了這一觀點。
- (b) 庫恩說：「一個人所看到的一切不僅依賴於他所看到的東西，而且也依賴於他從前的視覺概念經驗教給他的東西。」
- (c) 批判理性論者波普承認「觀察總是由一些使我們感興趣的東西、一些理性的或推測性的東西先行。」



- (d) 費耶洛本於 1958 年發表《對經驗進行實在論解釋的嘗試》一文，把「觀察滲透理論」的觀點推向極端，甚至認為「理論決定觀察」。對於同一事實，在不同背景理論的指導下，可以得出不同的觀察結果；觀察的結果是取決於評價者的世界觀和自然觀的「高層背景理論」，他否認了觀察的客觀性，也否認經驗在科學活動中的重要作用。

## 【討論 2】理性和非理性的因素

- (a) 歸納論者認為，「科學理論的發現」與「科學理論的證明」都是歸納過程，都是理性的。
- (b) 邏輯經驗論者萊興巴哈（Reichenbach，1891-1953）認為，科學的證明是邏輯的、是理性的，而科學的發現不在科學哲學研究範圍之列，屬於心理學研究的領域，否定科學的發現是理性的。
- (c) 批判理性論者波普認為，科學理論的驗證要依據演繹法，因而是理性的，科學的發現則包含創造性的直覺或非理性因素。
- (d) 庫恩把波普非理性因素發揚光大，認為不僅科學理論的發現是非理性的，而且「科學理論的競爭」也是非理性的。
- (e) 費耶洛本進一步發展庫恩的非理性論，認為許多科學的發展是依靠非理性方法來推動的：當哥白尼提出日心說時，是追隨一個狂熱的畢達哥拉斯論者，而不顧及任何科學方法論的規律。又如早期醫學是得益於接生婆和女巫。費氏舉中醫為例，在西方醫學霸權之下，中醫一度被認為落伍而不科學，但在無政府論的保障下，中醫不致被無知地抹殺掉。在「什麼皆可」的研究方法下，不同傳統之間會有競爭，但不致於變成一場混亂。

## 【討論 3】理論的評價

- (a) 費耶洛本認為科學的發展是非理性的並且科學理論的評價也是非理性的，理論的評價沒有一成不變的方法，也不可能客觀性的標準，因此談不上哪個是進步。
- 譬如，從伽利略理論到牛頓理論以及到愛因斯坦相對論的發展，牛

頓理論包容了加利略理論的全部內容；而相對論又包容了伽利略理論和牛頓理論的全部內容。費耶洛本認為上述觀點是錯誤的：「新理論雖然經常都比它們的前者更好、更詳細，但不是總能富足到對付前者已經給予確切而又精確回答的一切問題。知識的增長，或者說得更明確些，一個內容廣泛的理論被另一個所代替，有得也有失。」

- (b) 一切證據都是受評價者的世界觀或自然觀的影響而徹底滲透著理論，因此，要對競爭理論進行評價，就必須考慮競爭的理論和證據之外的其他「高層背景理論」，具有不同的世界觀或自然觀的人，對同一個證據會有不同的解釋，因此，理論的評價就缺乏客觀的標準。
- (c) 由於先後相繼的理論是不可比的，它們並沒有任何互相連續的繼承關係，因此「科學的演變不具有不斷進步的性質。」

### 三、由躍升型的增智模式來看「皆可哲學」

【前科學 1】：提出問題，依靠非理性因素得出科學的發現（費耶洛本所說的依靠非理性方法來推動的「科學發展」，屬這一小階段；其多元論主要用於此處）；而後依靠理性的邏輯來檢驗（此後就未必多元了）。

【科學 1】通過檢驗，而後依靠理性的邏輯來應用（此時也未必多元）。

【後科學 1=前科學 2】再提出問題，依靠非理性因素得出科學的發現。（費耶洛本所說的科學的「常規成份」屬科學 1，「哲學成份」屬後科學 1，此二者的內在相互作用推進了科學，進入前科學 2 以及科學 2）

至於「下推型」的增智模式，則多元論只在找出「保護帶」時用得上。

問：如何應用「皆可哲學」於生活中？

答：「皆可」表示觀念多、觀察能力強、點子多，因而對事物的處理能夠靈活運用，而不是沒有辦法或馬馬虎虎。就像在政局或戰場的紛亂中，要能隨時應變，並掌握先機，其重點是要能掌握變化中的「理」（如同圍棋之理）；又如，眾人的個性千變萬化，唯有掌握變化中

的「理」，各自發揮才能並防範不良習性，才能統御得好。

#### 四、結語

費耶洛本的「皆可哲學」已在科學哲學中佔有一席獨特的地位，頗富「後現代」的精神。他提醒我們在研究方法上，一方面從科學理性的形式符號邏輯等方法入手，一方面要引入辯證法，容許矛盾的並存。今日各種研究傳統之間不應相持不下或閉關自守，而應以開放的態度，相互的競爭、批判而融合。自然哲學和人文哲學也應該相互對話、吸收，才能增長智慧，因為大家所面對的畢竟是同一個大自然。

---

又是正骨又是反骨  
矛盾中出現抬槓的哲學  
放眼世界  
在矛盾中找到沒有矛盾  
這就是聖人歇息的地方

---

## 科學的方法：觀察與實驗

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。此中，「科學方法」有其歷史的演變：演繹法和歸納法 / 必然的因果律和蓋然的因果律 / 儀器和推理。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，由於觀察與實驗能力的提升，人類越來越能看清自己在宇宙中所佔的位置。

#### 【背景】

- (1) 古典科學哲學時期，有哥白尼的「日心說」對抗傳統教會的「地心說」，有培根的經驗論（歸納法）與笛卡兒的理性論（演繹法）的對立。有伽利略的落體實驗、克卜勒的行星定律、牛頓的古典力學，以及康德的「先天的綜合判斷」，展現宏觀世界所遵循的「必然因果律」的一面。接著，有孔德（1798-1857）和馬赫開啟了實證論。
- (2) 近代物質科學哲學時期，在科學儀器的改良和數理推理的提升下，對自然界的探索有新的觀測結果和新的理論出現，此中，普朗克的量子論、愛因斯坦的光量子理論、德布格利的波粒雙象性、海森堡的測不準原理、薛丁格的波動力學等，展現微觀世界所遵循的「或然因果律」的一面。

#### 【科學哲學】

- (1) 追隨在科學的成果之後，科學哲學家提出新的哲學系統，此中，羅素、維根斯坦的邏輯原子論，石里克的邏輯實證論，強調可以用實驗證實的才是科學，演變出萊興巴哈、卡納普、韓佩爾的邏輯經驗論。另立門戶的是波普提出否證論，強調可以證偽的才是科學；庫恩提出科學革命和典範，認為科學的發展是一個歷史的過程，不是簡單的證實、證偽的問題。拉卡托斯的科學研究綱領方法論，指出理論有內核和外圍，可以修改外圍的一些輔助假設和邊界條件後，讓這個理論符合實驗結果而繼續保留下來。費耶洛本提出「皆可模式」，打破傳統方法論的約束，認為什麼都可以。
- (2) 古代哲學和古典科學哲學，想追尋現象的確定性，有理性論、經驗論的出現，分別走向純主觀或純客觀的極端認識論，最後形成了懷疑論。近代物質科學哲學依據實驗事實已釐清現象本身的不確定性（測不準），知道現象是脫離不了觀測者的影響，不走極端，形成非純主觀、非純客觀的認識論，可以稱之為雙象觀。所以，歷代共有這三種認識論：純主觀、純客觀、雙象觀。二十一世紀將深入心物科學的領域而有近代心物科學哲學，對宇宙人生將有更深廣的視野。

## 二、觀察與實驗

科學的方法離不開發現，發現的源頭主要來自觀察和實驗，門德列夫(1834~1907)說：

「科學的原理起源於實驗的世界和觀察的領域。」

### (一) 觀察

- (1) 以感官或儀器，有計畫地考察對象。

物理科學的觀察結果，要以**數值及單位**表示出來，以便具體溝通。生物科學，也常採用「歷史敘述」的方法，以「比較」和「觀察」為依據。

(2) 麥爾說：

1 『歷史敘述』在宇宙演化學、地質學、古生物學、種系發生史、生物地理學和演化生物學中都占有重要位置，這些領域的共同特點是它們都充滿了獨特的現象。在解釋獨特事件時，歷史敘述不僅可行，同時也是唯一符合科學和哲學的方法。

2 希臘到現代所有的哲學家及科學家，在找尋自然界的秩序時，都會採用兩種主要方法，第一是追查規律現象背後的定律，第二則是找尋「關係」，…在此所說的關係是自然界中「共同的特質」。

要達成上述的目標，都需要有「比較」為基礎。

3 研究「演化因果」的生物學家，強調種系發生史，主要以「比較」和「觀察」為依據。

4 另一派則由研究「鄰近因果」的生理學家和實驗胚胎學家所組成，著重「實驗」法則。

問：個人的心理現象能不能數據化？

配合今日精密的腦波儀器等，經由觀測和統計，可以得出相對的指數，例如昏迷指數、口味辣度等，甚至民調也是一種心理的反應。

## (二) 實驗

(1) 實驗是一種主動的觀察，在人為控制的條件下，去觀察對象。

實驗是是一種有計畫、有目的，向自然界索取某種預期結果的方法。有時，人為地干預自然，以達到認識自然的性質或規律。

(2) 「思想實驗」：有時，由於具體實驗有其困難，而以思考預設可能的模型，推演在可能的條件下，可能導致的結果。

(3) 模擬實驗：利用計算機模擬複雜的現象。

(4) 實驗的特色：

(a) 簡化並純化研究對象。

(b) 強化某些條件（如超高溫、超低溫）以得出某些特性。

(c) 加速或減緩某些自然過程，以便觀察。（如控制溫度以觀察植物的生長）

## (三) 哲學問題：觀察與理論的關係

費曼 (R.P.Feynman,1918-1988) 說：

「實驗家最勤奮以及花費最多力氣的，就是在那些似乎最可能證明我們的理論是錯誤的地方上。」

問：有沒有純粹或中性的觀察，不借助於理論？

- (1) 培根 (1561)：觀察時，要擺脫概念和理論的束縛。
- (2) 邏輯實證論者：要求不受理論影響的中性觀察，觀察是理論層次的基層，要保持其獨立性。
- (3) 漢森 (H.R.Hanson)：任何觀察的陳述都滲透著理論。
- (4) 波普 (Popper,1902)：觀察總是藉助於理論。
- (5) 庫恩 (Kuhn,1922)：觀察和概念化，事實和事實被理論化，在科學新事物的發現過程中，是不可分地聯繫著。
- (6) 費耶洛本 (P. Feyerabend, 1924-1994) 把「觀察滲透理論」的觀點推向極端，甚至認為「理論決定觀察」。他否認了觀察的客觀性。

問：是否存在中性的、純粹的觀察語言？

「觀察語言」都與特定的科學理論聯繫著，例如：

生活語言—紅色的光。

觀察語言—波長 7000 埃的光。

- (7) 為了觀測的目的，從實驗設計、操作儀器，到「觀察語言」，無一不聯繫到理論。所以，所謂中性的、純粹的觀察，實際上是不存在的。

問：觀察時會不會影響到對象？

- (1) 觀察者的背景知識和理論的不同，對同一觀測的結果，會得出不同的科學理論。
- (2) 古典科學的看法：只要不斷提高儀器的精密度，所測的對象的精確性可以不斷的提高。
- (3) 近代科學的看法：在微觀領域中，測量儀器同所測量的微觀對象作用，使對象受到嚴重的干擾。
- (4) 海森堡 (1901)：我們所觀測到的不是自然本身，而是由我們用來

探索問題的方法所揭示的自然。

問：觀察時會影響到對象，那麼，如何得到觀察的「客觀性」呢？

- (1) 宏觀現象受觀察者的影響小，可以忽略此影響時，有其客觀性。
- (2) 微觀現象會受觀察者的影響大，此時只能由統計得到觀察的「客觀性」。

實驗的可重複性→由統計得到觀察的相對「客觀性」。

- (3) 自然現象的呈現（如，磁暴、地震）雖是不能重複，但有某程度的規律性→由大量統計的觀察仍可得到相對的「客觀性」。

### 三、美而有力的實驗

有些科學實驗簡單而美妙，並具有強大的說服力，《物理世界雜誌》曾以問卷調查物理學上最美妙的實驗。結果排行第一的是「電子的雙狹縫干涉實驗」。其他十名內的實驗有：

- 伽利略落體實驗；
- 密立根油滴實驗；
- 牛頓稜鏡色散實驗；
- 楊氏光干涉實驗；
- 卡文迪西扭秤實驗；
- 伽利略斜面滾球實驗；
- 盧瑟福原子結構實驗；
- 傅科擺錘實驗等。

#### 【實驗的力與美】

- (1) 電子雙狹縫干涉實驗：讓電子一個一個向雙狹縫射去，以屏上的干涉圖形充分表現出電子的波粒雙象性。

費曼說：「這實驗可以獲得所有學習量子力學的必要知識。」

- (2) 傅科擺錘實驗：以一個大單擺充分表現出地球的自轉。

問：考試算不算是一種觀測或實驗？

問：如何觀察自己的身心，並找出身心變化的互動過程？



## 四、觀察能力的提升

人類知識的增長過程是經過一階階的爬升：【前科學 1】→【科學 1】→【後科學 1=前科學 2】→【科學 2】→【後科學 2=前科學 3】→【科學 3】…這種由「前科學」到「科學」的不斷增智過程，稱之為科學哲學的增智模式，有躍升型和下推型兩種。在增智的過程中，觀察能力的提升，佔有顯著的地位。

### 【觀測與實驗的要素】

觀測與實驗的要素，不外「儀器」與「相關條件」二項。「儀器」包含儀器的設計、校正，以及所具有的性能等。「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。儀器一旦製成，客觀的觀察能力（性能）之高低大致已定。「相關條件」則涉及觀測者的使用能力與主觀的判定能力。觀測不出正確的結果時，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。譬如，入山採藥時，使用的儀器是人的肉眼，有經驗者能找到特定的藥材，這是因為他有判定的能力。

可將「理論」與「觀測」作一類比：

【理論】=【定律、原理】+【輔助條件】→得理論結果。

【觀測】=【儀器（的性能）】+【相關條件】→得觀測結果。

實驗時的意外發現，類同於「靈感」的意外出現。

### 【舉例說明】觀察能力的提升

從肉眼改成用望眼鏡，便是一種觀察能力的提升。古人只能以肉眼觀看宇宙，自從發明望遠鏡，人們對天空的看法有了改變，也開始增加智慧。

1609年，伽利略(G.Galilei,1564-1642)利用透鏡的聚光原理製造了折射式光學天文望遠鏡，觀察到太陽黑子、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。

- 1668 年，牛頓(I. Newton ,1642-1727) 建造第一架反射式光學天文望遠鏡，看到了木星的八個較大衛星。
- 1682 年，荷蘭海更斯繪出第一張土星光環，並確認土星不是三個行星。
- 1721 年，海德利利用反射式望遠鏡發現土星光環中有一帶隙。
- 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。
- 透鏡的終結：由於透鏡僅能被支撐於鏡面邊緣，大透鏡會因本身的重量而凹陷，導致影像的扭曲。
- 反射鏡：反射鏡利用磨光的表面反射光線，整個鏡面背面都可支撐，因而減少因鏡體的重量而產生的凹陷。
- 1917 年，黑勒（G.Hale）建造位於美國加州威爾森山直徑 2.5 公尺的光學反射式望遠鏡天文觀測站。
- 1929 年，哈伯（E.Hubble）利用加州光學望遠鏡觀到銀河系外還有其他星系，並由光譜線紅位移現象，發現宇宙正以近乎常數的速率膨脹之中。
- 1949 年，黑勒（G.Hale）建造位於加州帕洛瑪（Palomar）直徑 5 公尺的光學反射式望遠鏡天文觀測站，測出仙女座星系離地球二千萬兆公里。
- 1965 年，彭齊亞斯 A.Penzias 和威爾遜 R.Wilson 發現 2.73K 宇宙背景輻射：他們為了改進衛星通訊，建立了高靈敏度的接收天線系統，用於接收人造衛星的回波，所使用的射電望遠鏡是用大喇叭口天線加輻射計製成，並利用液氮致冷的波導管作為參考噪音源，噪音的功率可以用等效的溫度示出。1964 年起開始測量，最後發現天線存在有多餘的噪音，它的等效溫度約為  $3.5 \pm 1\text{K}$ 。1965 年他們又將其修正為  $(3.0 \pm 1.0)\text{K}$ ，並將結果公佈。為此獲得了 1978 年的諾貝爾物理學獎。

1977 年，設於亞歷桑那州霍布金斯山的第一座多反面鏡望遠鏡 (MMT) 首次運作。該望遠鏡，其一排六片 1.8 公尺直徑的反射鏡可聚集到相當 4.5 公尺直徑單片反射鏡所聚集之光線。

1989 年，Cosmic microwave Background Explorer (COBE) 升空進入地球軌道。

1990 年 4 月 25 日，哈伯太空望遠鏡 (Hubble Space Telescope) 發射升空，是歐洲太空總署 (ESA) 與美國太空總署 (NASA) 合製的最具威力的反射式望遠鏡，主鏡直徑 2.4 米，在距離地表六百公里的軌道上運行，每九十七分鐘繞地一圈，不受大氣層的干擾，解析力  $= 0.1'' = 0.1 \text{ 秒} = 0.1 / (60 \times 60) \text{ 度}$ 。由於月球與地球的平均距離為 384401 公里，所以哈伯望遠鏡可以分辨出月球表面 186 公尺大小的物體。[註： $384401 \text{ 公里} \times \tan(0.1'')$  = 0.186 公里]

1998 年，美國兩個研究小組利用第一類超新星 (type I supernova) 的觀測數據發現，遠方的星系都在高速飛離銀河系，而且愈遠的星系飛離速度愈快！這意味著宇宙正在加速膨脹。此前，科學界一直認為宇宙在減速膨脹。

1999 年 7 月 23 日，錢卓拉 X 射線望遠鏡發射升空。

2001 年 Microwave Anisotropy Probe (MAP) 升空。

觀察能力的再提升：

電子感應器與電腦的問世對天文學產生了深遠的影響：電子感應器可感測到最微弱的光學訊號，或偵測許多不同種類的輻射。經過電腦處理後，訊號被整理與加強，這些經由電子儀器觀測到的訊號傳遞了清晰的資訊。數位處理將極細微的差異放大，顯現出原來被地球大氣掩藏，以致肉眼看不到的東西。

## 五、結語

觀察能力的提升，使我們越來越接近真理，使我們越來越知道人類在宇宙中所佔的位置以及所扮演的角色。觀察和實驗也是檢定真理的最後依據，費曼說：

「要判斷某個想法是否正確，唯一的原則是實驗或觀察。這是僅有的，也是最絕對的依據。」（費曼手札,p232,2005）

---

從肉眼到天眼  
從天眼到佛眼  
宇宙拿捏在如來的手掌裡  
看到一切皆空  
是該歇息的時候了

---

## 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  $\alpha$  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  $\beta$  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？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。

問：有哪些真理是不證自明的？

許多真理都是在某些條件下才成立，有時沒察覺到這些條件，會誤以為是不證自明的。譬如牛頓力學只適用在較低的相對速度下。例如，甲、乙二飛行體以四分之三的光速相接近時，甲所看到的乙的速度，不是牛頓力學所得的四分之六的光速，這時以直覺所得的簡單的相加是錯的。依據相對論，正確的答案是二十五分之二十四的光速。

### 【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。

科學家發現

小題要大作

答案也要隨之起舞  
成功可能就出現在這裡。

---

## 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。

**【探索題】**：從生活中，舉出自己如何面臨一問題時（譬如，身上鑰匙不見了），如何運用（1）觀察、（2）猜想、（3）檢驗而解決了問題。

## 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。

### **【舉例】亞里士多德和伽利略的對決**

◎亞里士多德的著作多達 150 卷，其中有一卷就叫《物理學》，物理學這一名稱就是由他首創。亞里士多德認為：

(1) 物體之所以落下，是要回歸其自然位置。天體作圓周運動，是因為圓周運動也是一種自然狀態，是一種永恆的運動。

(2) 物體越重，下落速度越快（下落速度與重量成正比）。越重就越急切反回原位。力是維持速度的原因，物體受力大，則運動的速度大（力與速度成正比）。不受力，物體就不動。

◎伽利略在《兩門新科學》中，藉他的化身薩爾維阿蒂來批駁物體下落速度與重量成正比的說法：

薩：如果我們取兩個自然速度不同的物體，把兩者連在一起，快者將被慢者托慢，慢者將被快者拖快。您同意我的看法嗎？

辛：毫無疑問，您是對的。

薩：但是假如這是真的，並且假如大石頭以 8 的速率運動，而小石頭以 4 的速率運動，兩塊石頭在一起時，系統將以小於 8 的速率運動，但是兩塊石頭栓在一起變得比原先速率為 8 的石頭更大，所以更重的物體反而比更輕的物體運動慢，這個效果與您的設想相反。

就這樣伽利略揭露了速度與重量成正比的說法是荒謬的，他找到一條把實驗與邏輯推理結合在一起的物理學研究方法（此例為一思想實驗）。

換言之，亞里士多德認為「a 重物落地快，b 輕物落地慢」。

伽利略推理：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，再荒謬的看法都可以，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

---

## 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-規則 DN 模式)

##### 【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〕（這稱作 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  $J/\psi$  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）

#### 實例三：倫琴的發現 X 射線

◎在正負電極間加高電壓，電子從陰極發出，受電場加速，以高速打到靶子上，這束電子就是陰極射線。倫琴發現 X 射線時，還不知道陰極射線就是電子流，所以倫琴把新發現的射線取名為 X 射線。陰極射線打到電極上，與電極裡的原子相撞後速度驟減，會輻射電磁波〔連續譜〕；同時，原子的內層電子也被激發，躍遷到高能後，也會輻射電磁波。X 射線實質上就是波長極短〔約 1-10Å〕的電磁波，可以說是陰極射線的伴生物。

#### ●問題：為什麼在倫琴之前沒有人發現 X 射線？

倫琴的發現不是偶然，更早確實有許人碰上了這種機會：

1880年，德國物理學家哥爾茲坦在研究陰極射線時，就注意到陰極射線管壁上有一種特殊的輻射，使管內的螢光屏發光。他當時正為陰極射線是「以太的波動」這個錯誤論點辯論，認為螢光屏發出這種特殊的螢光，正是「以太說」的一個證據。他到此就心滿意足，沒有進一步追查根源。

在 1895 年前許多年，很多人就已經知道照相底片不能放在陰極射線裝置的旁邊，否則有可能變黑。例如英國物理學家斯密士，發現盒中的底片變黑，他只是叫助手把底片放到別的地方保存，而沒有認真追究原因。1887 年，克魯克斯也發現類似現象，他把變黑的底片退還廠家，認為底片品質有問題。

1890 年，美國賓洲大學的古茲彼德也有相同的遭遇。

1894 年，J.J.湯姆生在測陰極射線的速度時，就有觀察到 X 射線，但他沒工夫深入這一偶然現象。

陰極射線的權威學者勒納德在研究不同物質對陰極射線的吸收時，也觀測過 X 射線。

1895 年，倫琴發現 X 射線，時已五十歲。

1896 年，倫琴宣佈 X 射線不帶電，與陰極射線有本質的區別。勒納德還認為 X 射線是速度無限大的陰極射線，把陰極射線和 X 射線混淆在一起。

1901 年，倫琴拿到諾貝爾物理獎。

◎普魯士科學院在賀信中寫到：

「科學史表明，在每一個發現中通常都在成就與機遇中間存在一種特殊的聯繫，而許多不完全瞭解事實的人，可能會傾向於把這一特殊事例大部份歸功於機遇。但是只要深入瞭解您獨特的科學個性，誰都會理解這一偉大發現應歸功於您這位擺脫了任何偏見、將完美的實驗藝術和極端嚴謹自覺的態度結合在一起的研究者。」

1905 年，勒納德獲諾貝爾物理獎時還說：「其實，我曾經做過好幾個觀測，當時解釋不了，準備留待以後研究。」

◎由於倫琴經過長期的磨練，掌握了完美的實驗藝術，擺脫了任何偏見，在研究中嚴謹自覺，才有可能抓住機遇，成為發現者。

○倫琴發現 X 射線後，一系列實驗上的新發現接二連三地問世，引起了物理學的重大變革。

**【探索題】**：從生活中，區分「躍升型的增智模式」和「下推型的增智模式」的差異。

純粹的物理採用「躍升型的增智模式」，一般所探索的新範圍會比舊範圍大，當格局擴大時，必須有新的思維。而應用物理和工程科學都是採用「下推型的增智模式」，一般選取適當的條件來解決問題，範圍有限且較保守。

將上述觀念類推到處理世間事情時，從小主管變為大主管，必須有新的思維加入，否則必不能領導。從小生意到大生意，必須有新的思維加入，否則必不能賺錢。由基層往上升，必須提升新的能力來處理更大的格局，這類同於「躍升型的增智模式」。處理戰爭（如越戰）也是要用「躍升型」的思考，不能用傳統思維。

若只是小主管、小生意的問題，只需局部的小改善就可解決，這類同於「下推型的增智模式」。

#### 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。

#### **【舉例說明】**

○從肉眼改成用望眼鏡，便是一種觀察能力的提升：

古人只能以肉眼觀看宇宙，自從發明望遠鏡，人們對天空的看法有了改變，也開始增加智慧。

○望遠鏡的改良：由於大透鏡會因本身的重量而凹陷，導致影像的扭曲，改成反射鏡，利用磨光的表面反射光線，整個鏡面背面都可支撐重量，因而減少凹陷。

○電子感應器與電腦的問世，可感測到最微弱的光學訊號，或偵測許多不同種類的輻射。經過電腦處理後，訊號被整理與加強，傳遞了清晰的資訊。

## 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，未受否認，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  
在理論和實驗的相撞下  
智慧的火光  
才能熾然地出現

---

## 科學哲學的增智模式

——以原子論為例

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「原子」的存在問題追根究底，出現了「原子論」，這是探究物質世界的一個實例。

我們身外的山河大地和我們身上的肉體，是不是由某些相同的基本粒子所組成？從古至今，所有探索這一奧秘的學說，統稱作「原子論」。探索的過程中，離不開科學與哲學的交織運作。

### 二、躍升型的增智模式

科學哲學的「增智模式」是由【前科學】到【科學】和【後科學】的增長智慧、去除疑惑的探索過程，也就是經歷了【前科學 1】→【科學 1】→【後科學 1=前科學 2】→【科學 2】→【後科學 2=前科學 3】→【科學 3】…此中每一過程都有存有論和認識論的問題與嘗試的解答（含假說）。開始時，存有論的問題是：「所探討的對象是否存在？其基本性質為何？」認識論的問題是：「以何種方法去獲得該對象的正確知識？」一旦所探索的問題的解答，能夠理論與事實相互符合時，該部分就進入科學的階段，接著又有其他哲學問題的提出與答案的追尋，因而在科學哲學的這種增智模式下，智慧不斷增長著。以下用科學哲學的「增智模式」來說明人們對「原子論」的理解過程，此中有「躍升型」和「應用型」的不同。

#### 【前科學 1】

問：有不可分割的最小粒子嗎？

古代哲學家的一些看法：

- (1) 塔勒斯 (Thales, 625-547B.C.) 主張萬物的質料因是「水」。
- (2) 安那克西曼德 (Anaximander, 600B.C.) 主張萬物的質料因不是水，而是無限、周遍的「原始實體」。
- (3) 安那克西曼尼 (Anaximenes, 585-524B.C.) 主張空氣是「原始實體」。
- (4) 畢達哥拉斯 (Pythagoras, 571B.C.) 主張「萬物是數」。
- (5) 赫拉克利特 (Heraclitus, 西元前五世紀) 主張萬物的實體是火。
- (6) 恩培多克勒 (Empedocles, 西元前五世紀) 主張萬物是由土、水、火和空氣四種基本元素組成的。由一元論轉向多元論。
- (7) 留基帕 (Leukippos, 478B.C.) 和德莫克利圖 (Democritus, 420B.C.) 主張有不可分割的最小粒子：提出【原子論】，在希臘文中原子的意義就是「不可分割」的意思，他們並認為所有的物質都是由不同種類的大量原子所組成。德莫克利圖又認為只有原子和虛空是真實的存在。
- (8) 柏拉圖 (Plato, 427-347B.C.) 主張沒有不可分割的最小粒子：認為物質是連續的，人們可以將物質無限地分割成越來越小，最終將遇到立體幾何正多面體的數學形式，這些又可以由三角形來合成。
- (9) 亞里斯多德 (Aristotle, 384-322 B.C.) 認為天體和地球是由不同的材料所組成的：月以下的一切物體是由土、水、火、氣四種元素所組成，但這四種元素還不是「最終實體」，更基本的是四種性質—冷、熱、乾、濕，它們兩兩結合形成這四種元素，例如，冷和濕結合形成了水。月以上的天體則是由一種純潔的第五元素「乙太」所組成。

◎略評：

此階段存有論的看法：有的認為有最小粒子，有的認為沒有。

此階段認識論的方法：以思辯的方式臆測原子的有無，爭論一直持續，都沒有實際的證據。〔由觀測的事實〕→〔找出可能的已知原理和初始條件〕→〔推出可供檢驗的結果〕→〔檢驗〕。

【科學 1】

1803 年，英國的道爾頓提出「原子論」，指出分子的單元是由原子組



成，因為化合物總是以一定的比例結合而成。

道爾頓「原子論」的要點：

- (1) 原子是組成化學元素的不可再分割的物質微粒。在化學反應中原子保持其本來的性質。
- (2) 同一種元素的所有原子的質量和性質完全相同。不同元素的原子具有不同的質量和性質。原子的質量是每一種元素的原子的最根本特徵。
- (3) 具有簡單數值比的元素的原子結合時，原子之間就發生化學反應而生成化合物。
- (4) 一種元素的原子與另一種元素的原子化合時，他們之間形成簡單的數值比。

〔通過實驗的檢驗和推理得知原子的存在〕

◎略評：

此階段存有論的看法：有最小粒子，稱之為「原子」。

此階段認識論的方法：以實驗和推理間接確認原子的存在。

### 【後科學 1 = 前科學 2】

問：道爾頓所說的原子是不可分割的最小粒子嗎？

〔時代背景〕

1895 年，倫琴 Roentgen 發現 X 射線。（得 1901 年諾貝爾物理獎）

1897 年，湯姆生 J.J. Thomson 發現電子的存在。（得 1905 物理獎）

說明：湯姆遜利用紅熱的金屬細絲發射出帶負電的電子，經過一電場加速到塗有磷光物質的螢幕上，產生一束束的閃光，顯示電子存在的證據。

1898 年，居里夫人發現放射性元素 Radium 鐳。（得 1903 物理獎）

1909 年，盧瑟福 E. Rutherford 確認放射性元素所放出的 alpha 粒子是氦離子，以此作為撞擊實驗的利器。（得 1908 化學獎）

說明：盧瑟福等人利用從放射性原子釋放出的 alpha 粒子，射向原子，觀測到會在原子內部發生大角度的偏折，因此盧瑟福推知原子裡面有質量密集的原子核的存在。

### 【科學 2】

1911 年，盧瑟福提出原子之中央為帶正電荷的原子核，而電子在外圍繞的模型。

1914 年，波爾 N. Bohr 提出氫原子模型，引進軌道量子化的概念。（得 1922 物理獎）

1919 年，盧瑟福以 alpha 粒子撞擊空氣中的氮 N，發現由原子核反應所產生的質子（氫的原子核），並認為所有元素的原子核中都有質子。

1920 年，盧瑟福提出原子核是由質子和中子所組成。

說明：[原子]=[原子核]+[電子]

[原子核]=[質子]+[中子]

1924 年，德布洛依 de Broglie 提出粒子（如電子）具有波的性質的假說。（得 1929 物理獎）

1927 年，戴維生 C.J.Davison 和結梅 L.A.Germer 以及湯姆生 G.P.Thomson 以干涉實驗確認電子的波動性質。（戴、湯得 1937 物理獎）

1932 年，查德威克 Chadwick 以 alpha 粒子撞擊 Be 鈹，測到中子。（得 1935 物理獎）

費米 Fermi 利用中子作為撞擊實驗的利器。（得 1938 物理獎）

〔通過實驗的檢驗確認電子、質子和中子的存在〕

◎略評：

此階段存有論的看法：原子是由電子、質子和中子所組成，對各成分也有定性和定量的初步瞭解。

此階段認識論的方法：以實驗和推理來確認原子的組成。

### 【後科學 2=前科學 3】

問：電子、質子和中子是不可分割的基本粒子嗎？還有其他基本粒子嗎？

1928 年，狄拉克 Dirac 提出正子的理論。（得 1933 物理獎）

說明：狄拉克提出符合相對論要求的電子方程式，但有負能量的解。1930 年，他提出有負能量的量子態存在，但是它們已被電子佔據，由於不相容原理，其他電子無法進駐。一旦某個負能量態「空」了出來，就會像一個帶正電的粒子，這「空洞」是電子的反粒子，稱之為「正子」。反粒子是相對論與量子力學結合後不可避免的結果，所以所有粒子都有其反粒子。

1931 年，泡利 Pauli 提出微子的理論。（得 1945 物理獎）

1932 年，安德生 C.D.Anderson 測到正子的存在。（得 1936 物理獎）

1935 年，湯川秀樹預測介子（指 pion）的存在。（得 1949 物理獎）

說明：二帶電粒子間的電磁作用力以光子作媒介；任何二核子（質子、中子）間的強作用力以介子（指 pion）作媒介。

1937 年，安德生又測到渺子。

1947 年，鮑威爾 C.F.Powell 測到 pion 粒子的存在。（得 1950 物理獎）

說明：pion 粒子有 pion<sup>+</sup>，pion<sup>-</sup>，pion<sup>0</sup> 三種。pion<sup>+</sup> 和 pion<sup>-</sup>，都蛻變成渺子。pion<sup>0</sup> 蛻變成二個光子。

1956 年，考恩 Cowan 和瑞那斯 Reines 測到微子的存在。

（瑞那斯與佩爾共得 1995 物理獎）

說明：此段期間測到上百種粒子。

1961 年，蓋爾曼 (M. Gell-Mann) 提出命名為「八聖道」的數學群 SU(3)，把多種基本粒子納入體系，並預測有 Omega 負粒子的存在。

〔猜出新假說〕→〔以推理得出預測〕→〔檢驗〕

說明：

The classification scheme is called the eightfold way because it involves the operation of eight quantum numbers and because it recalls an aphorism attributed to the Buddha about the appropriate path to Nirvana: “Now this, O monks, is the noble truth that leads to the cessation of pain: this is the noble Eightfold Way: namely right views, right intention, right speech, right action, right living, right effort, right mindfulness, right concentration.”

1964 年，果然測到 Omega 負粒子。（蓋爾曼為此獲得 1969 物理獎）

〔假說通過檢驗，成為原理〕

說明：各種粒子粗分為輕子 (lepton，如電子、微中子) 與強子 (hadron)。強子分為介子 (meson，如 pion =  $\pi$  介子 = 派子、K 介子) 與重子 (baryon，如質子、中子、Omega 負粒子)。此中，強子（參與強交互作用的粒子）是否可再分割呢？

1964 年，蓋爾曼進一步提出「夸克模型」（此時提出三種夸克：上夸克 u、下夸克 d、奇夸克 s），主張夸克攜帶「分數電荷」（例如 1/3 電子電荷），並認為所有強子（介子與重子）都是由夸克所組成。

說明：此處提出夸克帶有分數電荷，這個假設令人懷疑。

〔猜出統一而簡單的新假說〕

1968 年，弗利德曼 (J. I. Friedman)、肯達爾 (H.W. Kendall) 與泰勒 (R.E. Taylor) 等人，於美國史丹佛線型加速器中心 (SLAC) 做「深度非彈性散射」(deep inelastic scattering) 實驗：將高能電子射向質子，然後觀測散射出來的結果，發現高能電子 (22GeV) 會在質子內部發生大角度的偏折。(弗利德曼、肯達爾與泰勒三人為此獲得 1990 年物理獎)

〔以實驗檢驗質子的內部結構〕

### 【科學 3】

1968 年，理論家布優肯 (J. D. Bjorken) 與費曼對深度非彈性散射實驗結果的解釋：質子裡面有質量密集的基本粒子 (部分子 = 夸克) 的存在。電子和質子的深度非彈性散射可以看成是電子與夸克的彈性碰撞，而這些夸克彼此沒有交互作用，是近乎自由的粒子。

〔將實驗的結果以推理得知夸克的存在事實〕

由深度非彈性散射的實驗結果，夸克才從「假設」變成「事實」。

〔蓋爾曼的假說通過檢驗後成為原理〕

1970 年，格拉肖等人認為有第四種的魅夸克 (c)。

1974 年，丁肇中等人意外發現 J 粒子 (由 cc 組成)，間接確認了魅夸克的存在。(丁肇中等人為此獲得 1976 物理獎)

1975 年，佩爾 (M.L.Pert) 等人發現淘子，也間接確認淘微子的存在。(佩爾與瑞那斯為此共得 1995 物理獎)

1976 年，費米國家加速器實驗室 (FNAL) 發現第五種的底夸克。

註：「標準模型」= 電弱理論 + 量子色動力學。

量子色動力學 = 描寫強作用粒子 (夸克、膠子) 的理論。

1994 年，又由 FNAL 發現第六種的頂夸克。

〔標準模型通過檢驗，成為更完備的原理〕

○歷年由觀測而推知存在的夸克和輕子：

1968 上夸克、1968 下夸克 (SLAC 實驗)；1897 電子、1956 電微子。

1975 魅夸克、奇異夸克；1937 渺子、1962 渺微子。

1994 頂夸克、1976 底夸克；1975 淘子 (Perl 帕爾勒)、1987 淘微子。

◎略評：

此階段存有論的看法(依標準模型):物質是由夸克和輕子所組成,對各成分也有定性和定量的瞭解:

- (1) 有六種「味道」的夸克:上、下、魅、奇、頂和底夸克。每種味道都帶有三種「顏色»:紅、綠和藍(夸克比可見光的波長小得多,沒有顏色這些術語,只是代號)。
- (2) 有六種輕子:電子、電微子、渺子、渺微子、淘子、淘微子。
- (3) 存有論下的新分類:

基本粒子的家譜有三代,每代有二夸克、二輕子:

第一代:上夸克 u、下夸克 d; 電子、電微子。

第二代:魅夸克 c、奇異夸克 s; 渺子、渺微子。

第三代:頂夸克 t、底夸克 b; 淘子、淘微子。

(所有粒子都有其反粒子,如,反上夸克是上夸克的反粒子)

- (4) 存有論下的性質:

上夸克 u:質量(0.3GeV=310MeV),電荷單位(+2/3)

下夸克 d:質量(0.3GeV),電荷單位(-1/3)

魅夸克 c:質量(1.5GeV),電荷單位(+2/3)

奇異夸克 s:質量(0.5GeV),電荷單位(-1/3)

頂夸克 t:質量(174GeV),電荷單位(-1/3)

底夸克 b:質量(4.3GeV),電荷單位(+2/3)

電子:質量(0.5MeV),電荷單位(-1),壽命(無限)

電微子:質量(0?),電荷單位(0),壽命(無限)

渺子:質量(106MeV),電荷單位(-1),平均壽命( $2.2 \times 10^{-6}$  sec)

渺微子:質量(0?),電荷單位(0),壽命(無限)

淘子:質量(1777MeV),電荷單位(-1),平均壽命( $2.9 \times 10^{-23}$  sec)

淘微子:質量(0?),電荷單位(0),壽命(無限)

- (5) 質子、中子、介子等的組成

質子: uud 組成,一個質子包含兩個上夸克 u 和一個下夸克 d;質量(938.26MeV),電荷單位(+1),壽命(無限?)。

[質子]=[上夸克]+[上夸克]+[下夸克]

中子: ddu 組成,一個中子包含兩個下夸克 d 和一個上夸克 u;質量(939.55MeV),電荷單位(0),平均壽命(918sec)。

[中子]=[下夸克]+[下夸克]+[上夸克]

- (6) 一些介子 meson 的組成： $\bar{d}$ =反夸克 d， $\bar{u}$ =反夸克 u)  
pion+：u  $\bar{d}$  組成。質量 (139.6MeV)，平均壽命 ( $2.6 \times 10^{-8}$ sec)  
pion-：d  $\bar{u}$  組成。質量 (139.6MeV)，平均壽命 ( $2.6 \times 10^{-8}$ sec)  
pion 0：u  $\bar{u}$  或 d  $\bar{d}$  組成。質量 (135MeV)，平均壽命 ( $8.4 \times 10^{-17}$ sec)
- (7) 一般的物質都是由第一代的粒子構成的。第二、三代的渺子、淘子較重而極不穩定，很快就衰變為第一代的粒子。
- 此階段認識論的方法：以實驗和推理確認夸克及輕子的存在。由上也可以看出用愈高的能量才愈能深入粒子的內層，相對地，實驗也就愈困難了。

### 【後科學 3=前科學 4】

- 問：粒子物理中非常成功的標準模型是否已夠完備？
- 問：從太陽內部核融合所發射出來的電微子（電子微中子），為什麼在地球上偵測到的電微子數量只是理論預測值的一半到三分之一？
- 初步答案：可能是標準模型並不完備，在這模型中的三種微子（電微子、緲微子、淘微子）是質量為零，也不會相互轉換。然而加拿大蘇柏瑞微子觀測台（Sudbury Neutrino Observatory）和日本超級神岡偵測器的偵測結果顯示，微子帶有質量而且三種微子能相互轉換。從太陽發射出來的電微子在往地球途中，有的就轉變成緲微子或淘微子，一部分還維持電微子以參與上述偵測器的反應。所以，被偵測到的電微子數目少於預期值。（*Phys. Rev. Lett.* 87, 071301）
- 問：夸克是不可分割的基本粒子嗎？如果我們用更高的能量時，是否會發現這些粒子是由更小的粒子所組成的呢？
- 答：有的人認為，六種夸克太多了，要進一步研究夸克是否是由更小的物質單位所構成。
- 有的人認為，物質的結構沒有比夸克更低的了，夸克約是原子核的  $1/10^{15}$ ，這離最終尺度不遠了；約在  $1/10^{20}$  的尺度內，引力的量子效應使時空變成模糊不清，在這一尺度上說「更小」是無意義的。
- 小結：
- 以上是以「躍升型」的增智模式來解說歷代如何探索「原子」這一主題，此中除了採用觀測、實驗與推理外，並以直覺或靈感猜測出新的假說，再經由檢驗來確認，由此得出新的原理，這是一種知識

的躍升，和「應用型」的增智模式有所不同。也可以注意到諾貝爾物理獎喜歡頒給對「躍升」有貢獻的理論家和實驗家。

### 三、應用型的增智模式

#### 【前科學 5】

問：夸克既然擠在質子內很小的空間中，應該是被強烈地束縛著，它們彼此之間為何沒有什麼交互作用？它們的行為怎麼可能像是自由粒子呢？

〔時代背景〕

(1a) 1954 年，葛爾曼和婁 (F. Low) 最早提出重整化群的概念並列出重整化群方程式。

(1b) 1960 年代中期，威爾森 (K. G. Wilson) 將重整化群發展成重要的場論工具，並在 1970 年應用於臨界現象，解決了數十年來的難題。  
(威爾森為此獲得 1982 年物理獎)

(2a) 1954 年，楊振寧和密爾斯所提出的楊·密規範理論是馬克斯威爾理論的推廣。1960 年人們已看出楊·密規範場論的重要，可以用來描述各種基本交互作用。但是楊·密規範場論有量子化與重整化的問題，不好處理。

(2b) 1971 年，伊霍夫特 (G. 't Hooft) 解決了這些量子化與重整化的問題。(他和指導教授維特曼 M. J. G. Veltman 為此獲得 1999 物理獎)

○1970 年起，普林斯頓大學的葛羅斯 (D.J. Gross) 和所指導的研究生威爾切克 (F. Wilczek) 試用威爾森的「重整化群理論」和「楊·密規範場論」來解決問題。另一方面，哈佛大學物理系的研究生波利徹 (H. D. Politzer) 正找博士論文題目，決定把指導教授寇曼所教的「重整化群理論」，用於「楊·密規範場論」，以了解高能物理的行為。  
〔選出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〕→〔檢驗〕。

#### 【科學 5】

1973 年，在《物理評論通訊》的同一期，葛羅斯和威爾切克發表一篇 3 頁的短文；波利徹獨自一人也登出只有 3 頁的計算結果。

說明：他們計算後就發現「漸近自由」的存在——當夸克彼此越靠近，交互作用就越小；當夸克越遠離，交互作用就越強，所以永遠綁在一起，而不能成為自由粒子。楊·密規範場論正好可以用來解釋史丹佛線型加速器的實驗。

〔通過檢驗後，歸入合乎科學的檔案、實例〕

（葛、威、波三人解決了謎題而獲得 2004 年諾貝爾物理獎。）

插曲：漸近自由的物理意義，葛、威、波三人原先並不十分了解，最了解楊·密理論的霍夫特，其實早已預知有漸近自由的特性，只是忙於其他研究，未進一步發表，霍夫特說：

如果從磁性的角度來看，屏蔽效應就等同「抗磁性」，反屏蔽效應就等同「順磁性」。既然楊·密粒子帶自旋又帶荷，就可能具有順磁性，不需要太困難的計算就可以確認這個性質。我們只要理解隱藏楊·密規範場論中順磁性的物理意義，就可以理解反屏蔽效應的理由，也就不會對於漸近自由這個性質感到那麼驚訝了。

◎略評：

此階段存有論的看法：有「漸近自由」的存在。

此階段認識論的方法：葛、威、波三人猜出適當的原理和初始條件，以推理解決強交互作用之謎，此屬於「偵探類」的增智模式。霍夫特則是透徹了解楊·密理論，由此預測會有「漸近自由」的存在（惜未早日寫出），此屬於「預測類」的增智模式。

小結：

以上是以「應用型」的增智模式來解說「漸近自由」這一謎題，採用已有的原理配合適當的初始條件，以推理來偵探，所以和「躍升型」的增智模式有所不同。

◎對實證論的大衝擊：

雖無法觀測到獨立的一個夸克，但不礙其被認為存在。

- (1) 在 1960 年代，葛爾曼和茲維格(George Zweig)各自嘗試降低當時所知之粒子家族的複雜性，所有這些粒子幾乎都是由夸克的簡單粒子所組成。夸克的概念應用至許多與中子、質子和介子(mesons)，以及所有其他假設由夸克所組成之粒子的物理學問題，通常有很好的



效果。

- (2) 1960-1970 年初期，實驗物理學家盡其全力仍無法將夸克從假設包含夸克在內的粒子中單獨釋出。
- (3) 1970 年代初期出現有關強力的量子色動力學，它禁止一個自由夸克可被單獨釋出的任何過程。
- (4) 1973 年，普林斯頓的葛羅斯和威爾切克，以及哈佛的波利徹(David Politzer)分別計算出，某些種類的量子場論具有所謂「漸近自由」(asymptotic freedom)的特殊屬性，此一現象早在 1967 年有關高能散射(high-energy scattering)的實驗中就被觀測到，此一成功很快引致有關夸克與膠子理論的量子色動力學被接受為強力的正確理論。
- (5) 在漸近自由後不久，一些理論家就提出膠子像光子一樣是無質量的說法。那麼膠子與夸克沒有被觀測到的原因，就是夸克和膠子間無質量的交換產生了一種長距離的力，使得欲將夸克或膠子彼此分開在原則上成為不可能。
- (6) 如果試將介子(由一個夸克和一個反夸克所組成的粒子)分開，則夸克和反夸克愈拉愈遠時所需的力就增加，直到最後必須加入許多的能量而有足夠能量創造一個新的夸克—反夸克對。然後，當一個夸克從真空併出並結合原先的反夸克時，一個反夸克也會從真空併出並結合原先的夸克，因此不是得到一個自由的夸克和一個自由的反夸克，而是兩組夸克—反夸克對，也就是兩個介子。
- (7) 夸克和膠子原則上無法被獨立觀測到的概念已被現代基本粒子物理學接受，但這並不礙於我們認為中子、質子和介子是由夸克組成。

### ◎化約論哲學的勝利：

從分子、原子往下到夸克，這種走向「化約」的哲學思想，是物質科學的主流，物理獎得主溫伯格說：

- (1) 所有正在從事研究的科學家們(以及或許大部分的一般人)實際上和我一樣都是化約論者。
- (2) 譬如，醫學研究由於係處理緊急、困難的問題，以至於新療法的提出經常必須基於醫學上的統計。即使一個新療法的提出係出於許多患者的經驗，若不能看出其如何能經由如生化學和細胞生物學等

科學來化約式地解釋的話，它仍可能遭到許多的質疑。

- (3) 假設一份醫學刊物登載了兩篇以不同療法來治療腺病的文章：一為攝取雞湯，另一則為僅與國王接觸即可痊癒。即使這兩種療法所顯示的統計數據具有同等份量：
  - (a) 雞湯是一些所謂好東西的複雜混合物，所以誰知道它的什麼成分對導致腺病的細菌會有什麼效果？
  - (b) 另一方面，無論提供了什麼樣的統計數據來支持一位國王的觸摸有助於治癒腺病，讀者們都會非常懷疑，因為他們無法看出這樣一種療法如何能被化約式地解釋出來。
- (4) 今日的生物學家如果抗議說這種療法毋須解釋，因為國王碰觸的力量係自然界中獨立的法則，與其他法則一樣基本而重要，那麼他將無法從同儕處得到許多鼓勵，因為他們都是處於一個化約世界觀的規範之下，其間並無此種獨立法則容身的空間。
- (5) 化約主義的態度提供了一個有效的過濾過程，使所有領域的科學家不用在不值得追求的概念上浪費他們的時光。就這層意義來看，我們現在都是化約論者。

## 四、結語

以上用科學哲學的「增智模式」來說明人們對「原子論」的探索過程，此中有「躍升型」和「應用型」的不同，也可看出整個過程離不開哲學的存有論和認識論。歷代的不斷增智過程中，由古代原先思辯下的「原子」，經由實驗而有道爾頓的「原子論」，而後才有盧瑟福的「原子模型」，最後深入到蓋爾曼的「夸克模型」或「標準模型」，此中透過不同的科學方法，人們對基本粒子的認知，與古代相比是不可同日而語的了。

依據今日粒子物理的「標準模型」，所有的物質是由夸克和輕子所構成。夸克這一基本粒子不能被「切割出來」，也就是說，沒有單獨存在的夸克，而是兩個或三個被拘束在一起，擠在很小的空間內，這已經不是古代所想的「切割出來」的孤獨粒子。輕子也是基本粒子，不是由夸克組成，可以單獨存在。有的輕子不帶電，有的只帶 1 個單位的電荷；而夸克則帶 3 分之 1 或 3 分之 2 單位的電荷。輕子感受到的是弱力，而

夸克感受到的是強力。雖然夸克和輕子有差別，但存在著微妙的對稱而有三代的對應。第一代只有四種粒子：上夸克、下夸克、電子及電微子。普通的物質全是這四種粒子所構成。質子和中子是由3個夸克所構成。原子核是由質子和中子所構成。原子是由原子核和電子所構成。還有很多先前被認為是獨立的粒子，現在知道是由夸克所結合的受激狀態。電微子只是在宇宙裏跑，不參與物質的構成。基本粒子的這些存有論上的特性，透過認識論的不斷追根究底而越來越清楚了。

---

集團加集團  
自然界不喜歡大集團  
切割再切割  
自然界也不喜歡被切割。  
遠了太孤單，近了太衝突  
這齣大自然的戲  
演得夠熱鬧。

---

## 科學哲學的增智模式 ——以力的統一為例

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「力」的存在問題追根究底，出現了「標準模型」，這是探究物質世界的一個實例。

### 二、粒子間的四種作用力

經過科學家的努力，今日知道物質粒子間有四種作用力，這些力的相關性質都屬於「存有論」的範圍：

(1) 引力（重力）：

產生於「所有粒子」之間，交換粒子是「引力子」。

(2) 電磁力：

產生於「帶電粒子」之間，交換粒子是無質量的「光子」。二帶電粒子間的電磁作用力以「光子」作媒介。

(3) 弱作用力：

產生於「夸克與輕子」之間，交換粒子是有質量的「居間向量玻色子」（W 粒子和 Z 粒子）。（有六種輕子：電子、電微子、渺子、渺微子、淘子、淘微子）

(4) 強作用力：

A 強作用力產生於「夸克」之間，用以形成核子（質子、中子），其交換粒子是「膠子」。

B 強作用力產生於「核子」之間，用以形成原子核，其交換粒子是「介子」（後稱為 pion），而 pion 也是由夸克組成，所以最終的交

換粒子也是「膠子」。任何二核子間的強作用力最終是以「膠子」作媒介。

質子、中子、pion 等參與強作用，通稱作「強子 hadron」。

說明：

引力，是萬有的：每一粒子都因它的質量或能量而感受到引力。它會作用到非常遠的距離，並且總是吸引的。而電磁力、弱作用力、強作用力這三種力是短程的，時而吸引、時而排斥，所以傾向於相互抵消。

### 三、四種力的統一

科學哲學的「增智模式」是由【前科學】到【科學】和【後科學】的增長智慧、去除疑惑的探索過程，也就是經歷了【前科學 1】→【科學 1】→【後科學 1=前科學 2】→【科學 2】→【後科學 2=前科學 3】→【科學 3】…此中每一過程都有存有論和認識論的問題與嘗試的解答（含假說）。以下用科學哲學的「增智模式」來說明人們對「力」的理解和統一的過程。

#### 【前科學 1】

問：宇宙之內有何作用力？

- (1) 古印度的婆羅門教，將宇宙的生成和毀滅的力量認為是來自諸神：創造神是梵天（Brahma），破壞神是濕婆（Siva），保護神是毗濕奴（Vishnu），其著名的化身是大黑天。
- (2) 古印度的佛陀（Buddha，約 531B.C.）認為推動宇宙中物質和精神的力是「業力」（karma）。
- (3) 古希臘亞里斯多德（Aristotle，384-322 B.C.）認為天體和地球是由不同的材料所組成的：月以下的一切物體都是由土、水、火、氣四種基本元素組成。有引力和浮力作用在這些元素上：引力是指土和水有往下沉到宇宙中心的趨勢；浮力是指火和氣有往上升到空中天然位置的趨勢。月以上的天體則是由一種純潔的第五元素「乙太」組成。此中將宇宙的內容分成物質和力二種。

## 【科學 1】

### 引力（重力）的確立：

1687 年，牛頓在《自然哲學的數學原理》中，提出萬有引力定律：「引力與兩個粒子間之質量的乘積成正比，與距離的平方成反比。」  
所有粒子之間存在著「引力」。

## 【前科學 2】

### 電力和磁力的探索：

1785-91 年間，庫倫發現了庫倫定律：「電荷與電荷之間，同性相斥，異性相吸。庫倫作用力與兩電荷量的乘積成正比，與電荷間之距離的平方成反比。」

1820 年，奧斯特發現電流可以產生「磁力」。

### 問：電力和磁力可以統一成一種嗎？

1873 年，馬克士威統一了電力和磁力，而有「馬克士威方程式」的提出，其中最重要的是預言有電磁波，並認為光是一種電磁波。

## 【科學 2】

### 〔檢驗〕

1886-88 年，德人赫茲做了一系列的實驗證明了電磁波的存在。

1948 年左右，史溫格 J.Schwinger、費曼 R.P.Feynman、朝永振一郎 S.Tomonaga 發展出「量子電動力學」，解說帶電粒子間，經由交換「光子」而起交互作用。光子為庫倫作用力的攜帶者。

## 【後科學 2】

### 問：電磁力和引力可以統一成一種嗎？

（經愛因斯坦 Einstein 的終生嘗試，未能達成）

## 【前科學 3a】（弱作用力）

### （A）弱作用力的探索

1933 年，費米 Fermi 提出中子的 beta 衰變理論：中子→質子+電子+反電微子。（得 1938 物理獎）

1956 年，李政道和楊振寧提出弱作用不服從 P（宇稱）對稱的假說。（楊、李二人獲得 1957 物理獎）

### 問：電磁力和弱作用力可以統一成一種嗎？

1961 年，格拉肖（S.L.Glashow）初步提出了電磁力和弱作用力的統一結構：SU(2)×U(1) 規範群。

1967年，溫伯格（S.Weinberg）和沙拉姆（A.Salam）提出更完善的電磁力和弱作用力的統一理論＝電弱理論＝溫沙理論，認為除了光子，還存在其他三個能攜帶弱力的「向量玻色子」： $W^+$ 、 $W^-$ 和 $Z^0$ 。電弱理論有「自發對稱破缺」的性質：在低能量下一些看來完全不同的粒子，事實上在高能量下這些粒子都有相似的行為。這和輪盤上滾球的行為類似。當輪盤轉得很快時（在高能量下），球的行為基本上只有一種——不斷地滾動著；但是當輪盤慢下來時，球的能量就減少了，最後球就陷到輪盤上37個槽中的一個槽。如果我們只能在低能量下觀察，我們就會認為有37種不同類型的球存在著。在電弱理論中，當能量遠遠超過100G電子伏時，這三種新粒子和光子的行為很相似。但是，正常情況下能量要比這值低，粒子之間的對稱就被破壞了， $W^+$ 、 $W^-$ 和 $Z^0$ 得到大的質量，使之攜帶的力變成非常短程。

提出電弱理論時，很少人相信，因為當時還無法將粒子加速到足以達到產生 $W^+$ 、 $W^-$ 和 $Z^0$ 粒子所需的100G電子伏的能量。

### 【科學 3a】（弱作用力）

#### 〔檢驗〕

1973年，CERN（歐洲核子研究中心）測到電弱理論中所預測的中性流。1979年，格拉肖和溫伯格、沙拉姆獲得諾貝爾物理獎。

1983年，CERN在1月發現了 $W$ 粒子，在5月發現了 $Z^0$ 粒子。電弱理論在低能量下的預言和實驗符合，使諾貝爾委員會免於犯錯的難堪。〔假說通過檢驗後成為新原理〕

1984年，領導CERN的魯比亞C.Rubbia和發展相關冷卻技術的米爾 S.Van der Meer，獲得物理獎。

### 【前科學 3b】（強作用力）

#### （B）強作用力（＝強核力＝強力）的探索

問：任何二核子（質子、中子）間如何束縛在一起？什麼是強作用力的攜帶子？

1935年，湯川秀樹預測核子之間有強作用力的媒介物存在，稱作介子（指 $\pi$ 介子＝pion）：任何二核子（質子、中子）間的強作用力以介子（指pion）作媒介。（湯川秀樹得1949物理獎）

### 【科學 3b】（強作用力）

## 〔檢驗〕

1947年，鮑威爾 C.F.Powell 測到 pion 粒子的存在。（得 1950 物理獎）

說明：pion 粒子有 pion<sup>+</sup>，pion<sup>-</sup>，pion<sup>0</sup> 三種。pion<sup>+</sup> 和 pion<sup>-</sup>，都蛻變成渺子。pion<sup>0</sup> 蛻變成二個光子。

1964年，蓋爾曼提出「夸克模型」（此時提出三種夸克：上夸克 u、下夸克 d、奇夸克 s），主張所有參與強交互作用的強子 hardon：介子（meson，如  $\pi$  介子）與重子（baryon，如質子）都是由夸克所組成。並提出夸克帶有分數電荷。

1968年，弗利德曼（J. I. Friedman）、肯達爾（H.W. Kendall）與泰勒（R.E. Taylor）等人，於美國史丹佛線型加速器中心（SLAC）做「深度非彈性散射」（deep inelastic scattering）實驗：將高能電子射向質子，然後觀測散射出來的結果，發現高能電子（22GeV）會在質子內部發生大角度的偏折。〔以實驗檢驗質子的內部結構〕

1968年，理論家布優肯（J. D. Bjorken）與費曼對深度非彈性散射實驗結果的解釋：質子裡面有質量密集的基本粒子（部分子=夸克）的存在。電子和質子的深度非彈性散射可以看成是電子與夸克的彈性碰撞，而這些夸克彼此沒有交互作用，是近乎自由的粒子。

〔利用實驗的結果，經由推理得知夸克的存在〕

由深度非彈性散射的實驗結果，夸克才從「假設」變成「事實」。

〔蓋爾曼的假說通過檢驗後成為原理〕

1972年，蓋爾曼等人發展出量子色動力學（QCD）來解釋「強作用力」：

a. 電荷只有正、負兩種；但夸克可帶三種「色」：紅、綠、藍。反夸克則帶「反色」。（這種「色」與我們視覺所感的顏色毫不相干。）這種「色」是粒子接受「膠子」（Gluon）傳力之能力。「膠子」本身亦帶有一種色與其反色（故為「白色」或色中性）。所傳之力很強，但有效的距離很短。

b. 如同電磁學中的正、負電相吸，不同的色也相互作用，且必然合成「白色」。這有兩個可能：「正色」與「反色」相消（如此構成「介子」meson），或三色相加（如此構成中子、質子等 hardron）。又由於吸力甚大，如果「白色」粒子被撞開，其間的「膠子」能量必甚大，可以自發地「生成」正、反色對，很快就把落單的夸克補成「白色」，因而不能找到孤立的夸克。



說明：強核力將質子和中子中的夸克束縛在一起，並將原子中的質子和中子束縛在一起。強作用力的攜帶者是一種自旋為 1 的膠子，它只能與自身以及與夸克相互作用。

**【後科學 3】**〔猜出統一而簡單的新假說〕

**問：電磁力、弱作用力和強作用力可以統一成一種嗎？**

說明：

自然界中物體之間的相互作用，分為四種力：引力（重力）、電磁力、弱力、強力。除了引力，媒介電磁力的「光子」和媒介弱力的「居間向量玻色子」已統一起來；媒介強力的是「膠子」，現在要將這三種作用力統一成「大統一理論」（GUT）的「標準模型」，其基本思想是：電磁力和弱力在高能量下變強了，強力在高能量時變弱了，在所謂「大統一能量」的高能量下，這三種力都有同樣的強度，可以看成是一個力的不同面向。

**【前科學 4】**

1970 中期，物理學家開始發展「標準模型」。

說明：

標準模型 = 電弱理論 + 量子色動力學。

標準模型中的平衡和對稱，被稱作「規範對稱」。

- (1) 物理學家早就知道，麥克斯威的電磁理論之所以優美有力，主要歸功於該理論的數學描述中所顯示出來的平衡和對稱。規範對稱適用於電場，也適用於磁場。電磁場的規範對稱是與光子沒有質量的特性密切相關的。溫伯格和薩拉姆成功地將弱力和電磁力合併起來，提出了電弱理論。
- (2) 物理學家們受到電弱理論的鼓舞，把注意力轉向了強力，不久就提出了色規範理論（量子色動力學）。

說明：

這些抽象的對稱所顯露的物質內部構造的優美，使物理學家感到驚奇。這些規則本來就藏在原子的深處，現在，借助先進的儀器發現這些規則，數學分析的力量也在這個時候顯露了出來，較為複雜的對稱都可以通過非常簡單的組合得到。例如，1961 年，蓋爾曼（M. Gell-Mann）提出命名為「八聖道」的數學群 SU(3)，把多種基本粒子納入體系，並預測有 Omega 負粒子的存在，1964 年，果然測到

Omega 負粒子。此處「八聖道」是來自佛陀的話：「現在，比丘們！這是導致滅苦的八聖道的聖諦：也就是正見、正思維、正語、正業、正命、正精進、正念、正定」。

- (3) 接著，物理學家們試圖將弱力和色動力統一到一個「標準模型」中，辦法是使用更大的規範對稱，將所有的其他對稱包容在一個規範對稱之中。
- (4) 原「標準模型」是無法解釋物質「質量」的來源，為了修補這一缺陷，英國科學家希格斯 (P.W. Higgs) 提出了「希格斯場」的存在，並進而預言「希格斯玻色子」的存在，認為希格斯玻色子是物質的質量之源，其他粒子在希格斯玻色子構成的場中，受其作用而產生慣性，最終才有了質量。其後所有的粒子在除引力外的三種力的框架中相互作用，統一於「標準模型」之下。

#### 【科學 4】

1976 年，費米國家加速器實驗室 (FNAL) 發現第五種的底夸克。  
1994 年，又由 FNAL 發現第六種的頂夸克。〔標準模型通過前段的檢驗〕  
2008 年 9 月 10 日，歐洲「大型強子對撞機」開始調試運行，科學家普遍期望能夠發現希格斯玻色子。

說明：

歐洲核子研究中心於 1991 年開始設計興建「大型強子對撞機」，位於法國和瑞士邊境地區深 100 米，長約 27 公里的環形隧道中，耗資約 100 億美元。它的單束粒子流能量達到 7 萬億電子伏特，是世界上能級最高的對撞機。「標準模型」預言了 62 種基本粒子的存在，大都被實驗證實，而希格斯玻色子是最後一種正待被發現的基本粒子，一旦發現，則「標準模型」才算完全步入「科學」階段。

#### 【後科學 4】

問：電磁力、弱作用力、強作用力，和引力可以統一成一種嗎？

說明：

電磁力、強作用力及弱作用力，都已納入「標準模型」，如果能把引力納入，就達成了愛因斯坦所夢想的「統一場論」，完成了物理世界的統一大業。物理學家處理基本粒子或原子問題時，通常忽略引力的效應，因為引力是如此之弱。然而，引力的作用是長程而相吸的，效應是疊加的，所以，考慮恒星大小的物質時，引力會比其

他的力更重要。宇宙的演化主要決定於引力，引力會超過其他的力，並使恆星自身坍縮。在距離極小時，萬有引力也有重要的作用，量子論的一個問題是至今尚未完成的「引力場量子化」。

現今如果想將引力納入「標準模型」，物理學家傾向認為，只有建立起一種包含某種「超對稱」的「超統一理論」，才能達成。

問：心靈的力量和物質的四種力有無關連？

## 五、結語

由煩化簡是人類理性的一個特質，針對不同的「力」，科學家和哲學家運用觀察和思考，經過各種挫折和不斷的努力，逐漸揭開複雜現象背後的原理，發現自然界遵循著簡單而普遍的定律，這便是科學哲學家所說的「簡單性」。涵蓋大自然所有的力：引力、電磁力、弱力和強力的統一場論，是科學家和哲學家所追尋的夢想。大物理學家約翰·惠勒說：

「總有一天，有一扇門肯定會開啟，顯露出這個世界的閃閃發光的中心機制，既質樸，又優美。」

諾貝爾物理獎得主溫伯格也說：

「我個人的猜測是確有最終理論，而且我們也有能力來發現它。」

---

## 科學哲學的增智模式 ——以宇宙的演化為例

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「宇宙」的存在問題追根究底，出現了「宇宙演化論」，這是探究物質世界的一個實例，以下以科學哲學的增智模式來解說。

### 二、宇宙演化的增智模式

#### 【前科學 1】

問：宇宙如何形成？

- (1) 古中國的宇宙論，依據《易經》以六十四卦的順序，闡述宇宙的演化，以及人和天地相應的道理。《道德經》說：「無，名天地之始；有，名萬物之母」、「天下萬物生於有，有生於無。」其他的傳說是，盤古及夸父死後，從身上的各部位產生天地、山河、日月等。
- (2) 古印度的婆羅門教（約 1200B.C.），關於宇宙之創生，見《梨俱吠陀》第十卷，其內容有「無有歌」、「生主歌」、「造一切歌」、「原人歌」等。最高的原則神，是生主、造一切主，或原人。由原人本體的頭面部生天界（耳生方位，眼生太陽，口生因陀羅、阿耆尼、婆羅門族，鼻息生風）；由軀幹部生空界（心臟生月，雙臂生王族）；由肢足部生地界（腿生吠舍族，兩足生首陀羅族）。
- (3) 《聖經》的創世紀，敘述神創造天地：「地是空虛混沌，淵面黑暗，神的靈運行在水面上。神說要有光，就有了光。神看光是好的，就把光、暗分開了，神稱光為晝、稱暗為夜，有晚上、有早晨，這是

頭一日。神說諸水之間要有空氣，將水分為上下。神就造出空氣，將空氣以下的水、空氣以上的水分開了，事就這樣成了。神稱空氣為天，有晚上、有早晨，是第二日。……神就照著自己的形像造人，乃是照著他的形像造男造女。……神看著一切所造的都甚好，有晚上、有早晨，是第六日。天地萬物都造齊了。」

- (4) 古印度的佛陀（約 531B.C.）主張推動三千大千世界的「成住壞空」的是「業力」：物質世界由於業力而不斷演變，其內的眾生也是由於業力而在天上、人間等處不斷生死輪迴。此中成劫、住劫、壞劫、空劫的時間，各約三億年。《大毗婆沙論》說：「即一日輪，至劫將末，成七倍熱，焚燒世界。……」「如是世界，壞經久時，於下空中，有微風起，二十空劫，此時已度。二十成劫，從此為初，所起微風，漸廣漸厚，時經久遠，盤結成輪，厚十六億踰繕那量，廣則無數，其體堅密。……」（踰繕那是印度長度單位，約 6.4 公里，此處定性描述宇宙的形成）
- (5) 古希臘柏拉圖（427-347B.C.）提出以地球為中心的同心球殼結構的宇宙模式。他認為地球是宇宙的中心，其他各個天體處於不同的球殼上，這些球殼離地球由近到遠，依次是：月亮、太陽、金星、水星、木星、土星、恆星。此即「地心說」。
- (6) 古希臘的亞里斯多德（384-322B.C.）的「兩界說」：認為天上和人間遵循不同的規律；天體和地球是由不同的材料所組成的：月以下的一切物體都是由土、水、火、氣四種基本元素組成。月以上的天體則是由一種純潔的第五元素「乙太」組成。亞里斯多德也認為地球是宇宙的中心，而天體次序是：月亮、水星、金星、太陽、火星、木星和恆星天。他認為，一個物體需要另外一個物體來加以推動才能運動，於是他在恆星天之外，加了一個宗動天，而宗動天的運動則是由不動的神來推動。宗動天把運動依次傳遞到恆星、太陽、月亮上去。這樣，亞里斯多德就把上帝是第一推動力的思想，引進宇宙論來了。
- (7) 1543 年，哥白尼發行《天體運行論》，認為太陽為宇宙的中心，地球和別的行星一道繞太陽運轉，只有月亮繞地球運轉。此即「日心說」。
- (8) 1609 年，克卜勒提出行星運動的第一定律(行星軌道是橢圓)、第二

定律（單位時間內太陽中心到行星中心的連線所掃過的面積是不變的），10年後又提出行星運動的第三定律（行星的公轉週期  $T$ ，與行星到太陽的距離  $a$  之間的關係是： $T^2$  正比於  $a^3$ ）。

(9) 1609年，伽利略用望遠鏡巡視星空，發現銀河是由無數單個的恆星所組成，木星有4顆衛星，金星有圓缺變化，這些觀測有力地支持日心說。伽利略用實驗發現「慣性定律」：物體一經運動，便循著一定方向，以一定的速度永遠運行不息。物體既然具有慣性，行星一旦能夠運動，就無需什麼力來維持，便可以持續地永恆地運動不息。

(10) 17世紀望遠鏡的發明，發現太陽與其他恆星的光的本質相似，因此「太陽為宇宙中心」也不算完全正確。

**評析：**古代宗教的宇宙論大都是象徵式的敘述，這些都屬於「前科學」的階段，到了克卜勒、伽利略等人以後，加強觀測的數據，並結合數學式子的運用，使內容具體化，因而開始從玄學和哲學的思辯走向科學。

### 【科學 1】

1665-1767年間，牛頓(1642-1727)發表微積分、力學三大運動定律、萬有引力定律等論文，並發明反射式望遠鏡，他由萬有引力定律推導出克卜勒三大定律。

**評析：**此後牛頓力學三大運動定律、萬有引力定律用來解釋眾多力學現象並預測新的行星等都很成功，進入「科學」的實際應用。

### 【後科學 1 = 前科學 2】

問：太陽系如何形成？宇宙有無邊界？

(1) 拉普拉斯(1749—1872)：初始的氣雲具有角動量，加上萬有引力，就形成盤狀行星分布。〔同理，太陽系→銀河系（約  $10E11$  個恆星）→星系團→超星系團〕⇒天上和人間遵循相同的萬有引力定律，且天體是演化的。

(2) 黎曼(1826-1866) 建立黎曼幾何，區別空間的有限無限：

直線：無界無限的一維空間

圓圈：無界有限的一維空間

球面：無界無限的二維空間（無邊界而有限面積的圓形大地）。

⇒ 無界有限的三維空間。

**說明：**宇宙空間的有限無限決定於「空間曲率」⇒要依觀察來判定。

黎曼幾何為愛因斯坦的廣義相對論提供了數學基礎。

問：絕對時間、絕對空間存在嗎？

- (1) 1905 年，愛因斯坦(1879-1955)提出狹義相對論，否定絕對時間、絕對空間的存在。
- (2) 1905-1913 年，赫茨普龍以及 H.N.羅素分別繪製恆星的光譜光度圖（後稱赫羅圖），發現恆星分布的規律：大多數恆星都處在「主星序」上，羅素還提出恆星在圖上的演化走向。
- (3) 1915 年，愛因斯坦提出廣義相義論，指出物質的存在影響時空的彎曲。1917 年，愛因斯坦思根據廣義相對論，為了維持宇宙的靜態穩定，在引力場方程式中加了一個「宇宙常數」，以平衡萬有引力，建立了一個「靜止、有限、無界」的宇宙模型。

**評析：**新觀念和新理論提出時，若未通過嚴格的檢驗，仍屬「前科學」階段。

## 【科學 2】

廣義相義論有三大實驗的驗證：水星近日點的進動（ $43''/100\text{yr}$ ）；星光的偏折效應（1.75 秒弧）；引力紅位移效應。

**說明：**1919 年 5 月 29 日發生日全食時，英國人組織兩支觀測隊進行檢驗光線的偏折效應；於 11 月 6 日，宣布光線按照愛因斯坦所預言的發生偏折。1974 年到 1975 年間，福馬倫特和什拉梅克利用甚長基線干涉儀，以誤差小於 1%的精度證實了廣義相對論的預言，只不過觀測的不是「可見光」而是「微波」。

**評析：**愛因斯坦的狹義相對論和廣義相義論的預測，經過檢驗並符合觀測後，便進入科學階段。至於愛因斯坦將「宇宙常數」引入宇宙論中，則未進入「科學」階段，尚有待後來觀測的檢驗；宇宙的演化也是如此。

## 【後科學 2=前科學 3】

- (1) 1922 年，俄國數學家弗烈德曼（A.Friedmann,1888-1925）解出愛因

斯坦引力場方程式中一個「宇宙模型」，並未用到宇宙常數。這個模型今稱「弗烈曼模型」。在這模型中，宇宙「有限而無邊」，宇宙起自一點，膨脹至一個最大範圍，再縮小到一點。

- (2) 1932年，勒梅特首次提出提出宇宙大爆炸理論：整個宇宙最初聚集在一個「原始原子」中，後來發生了大爆炸，碎片向四面八方散開，形成了宇宙。
- (3) 1933年，瑞士天文學家茲威基 (F.Zwicky) 指出，在星系團中看得見的星系只佔總質量的 1/300 以下，而 99% 以上的質量是看不見的。

**評析：**提出不同的宇宙模型，相互競爭時，是屬於前科學的階段。茲威基所提出的看不見的物質，後來稱作「暗物質」；若無「暗物質」，星系引力無法維繫本身的結構。

### 【科學 3】

- (1) 1929年，美國天文學家哈伯(E.Hubble,1889-1953)發現銀河外 24 星系的譜線紅移量和星系距離成正比，紅移意味著星系所處的空間整體在膨脹。宇宙膨脹正是相對論宇宙學所預期的結果之一。銀河外星系的譜線紅移的發現是近代天文學的第一項重大成就。
- (2) 1938年，貝特 (Bethe) 指出主序星的能源是氫變氦的熱核反應，闡明恆星的產能機制，奠定了恆星演化的理論基礎。  
**說明：**1940年代，阿爾菲 (Alpher)、貝特和加莫 (Gamow) 開始進行太初核合成的演算，說明光子和元素如何在早期的宇宙產生。到了 1970 年代，在計算太初核合成的重子密度時遇到了難題，觀測到的數量少於依據擴張的速率計算所得，而這個難題在加入「暗物質」的假設後，大都被解決了。
- (3) 1946年，美國天文學家加莫 (G.A.Gamow,1934-68) 提出「大霹靂學說」(The Big Bang Theory)，成為宇宙論的「標準模型」，估計大霹靂發生於約一百多億年前，這也是宇宙的年齡。加莫並預言現在的宇宙中還有大霹靂殘存的幅射，但對暗物質的存在與本質未能預言。

**說明：**宇宙的大霹靂學說（大爆炸學說）：宇宙的誕生從大霹靂開始，然後隨著時間的演進，宇宙不斷膨脹，密度不斷減小，溫度也



不斷降低。從大霹靂到今共歷經了大約 137 億年。

- (4) 1964 年，美國貝爾實驗室的工程師彭齊亞斯及威爾遜（A.Penzias 及 R.Wilson）架設了一臺喇叭形狀的天線，用以接受「回聲衛星」的信號，他們測到「宇宙微波背景輻射」（Cosmic Microwave Background，簡稱為 CMB），這一發現是對大霹靂學說的有力支持。

**說明：**

A 彭齊亞斯和威爾遜在波長為 7.35cm 的地方測到有一個各向同性的訊號存在，與地球的公轉和自轉無關；1965 年，他們在《天體物理學報》上發表論文：《在 4080 兆赫上額外天線溫度的測量》，宣佈這個發現。緊接着狄克、皮伯斯、勞爾和威爾金森在同一雜誌上以《宇宙黑體輻射》為標題發表論文，解釋這個額外的輻射就是宇宙微波背景輻射。這個黑體輻射對應到 3K 的溫度。1978 年，這二位工程師獲得諾貝爾物理獎。

B 宇宙微波背景輻射，是在宇宙大霹靂後經過 137 億光年才到達地球。由於現今宇宙空間的物質密度極低，輻射與物質的相互作用極小，所以，今天觀測到的微波背景輻射必定起源於很久以前。根據愛因斯坦的廣義相對論，宇宙膨脹時會將光波的波長拉長，早期宇宙光波到達地球時，波長會被拉長數毫米，即為微波的範圍，微波是肉眼無法看見的。這微波背景輻射的發現，是近代天文學的第二項重大成就。

C 宇宙年齡的計算：根據廣義相對論，宇宙不斷膨脹下，宇宙微波背景輻射的波長會不斷被拉長，若宇宙年齡無窮大，輻射波長會變得無限長；但事實是波長仍有限，據此可以推算出宇宙年齡。

**評析：**以上經過哈伯觀測出「譜線紅移」以及彭齊亞斯及威爾遜觀測出「宇宙背景輻射」後，宇宙膨脹和大霹靂學說正式進入「科學」階段。

### 【後科學 3 = 前科學 4】

問：宇宙膨脹是否一直加速？

問：宇宙的形狀是平的嗎？

問：宇宙常數的意義是什麼？

- (1) 1970 年代，露蘋（Vera Rubin）及其同事仔細研究銀河系及其他大

型螺旋星系，發現距離星系中心遠處的恆星的軌道速率並未如預期隨著距離增加而減慢。因而歸納出：大型螺旋星系絕大部分的質量不在地球上，而是在四周的暗物質中。

**說明：**按照廣義相對論所說，任何質量都會使它周圍的空間發生扭曲。當遙遠物體發射出的光在「暗物質」近旁穿過時，它就會彎曲——這個作用叫做「引力透鏡」。

(2) 1976 年，Kibble 提出「宇宙殘陷」(Cosmic Defects)的早期宇宙的物理機制。

(3) 1981 年，麻省理工學院 (MIT) 的古斯 (Alan Guth) 提出「暴脹宇宙模型」(inflationary universe)。

**說明：**暴脹理論是假設宇宙在  $10^{-35}$  秒至  $10^{-33}$  秒之間發生暴脹。在此期間，宇宙的直徑大約由  $10^{-26}$  公尺暴增至  $10^{24}$  公尺。在  $10^{-33}$  秒時，暴脹終止，膨脹速率變得與標準模型相同。

(4) 1989 年，美國太空總署 NASA 發射 COBE (Cosmic Background Explorer) 衛星以測量宇宙黑體輻射便可以知道宇宙的溫度。

(5) 1990 年 4 月和 1991 年 4 月，分別進入太空的哈勃天文望遠鏡和伽馬射線探測器對宇宙的結構和演化進行觀測。

(6) 1992 年，COBE 衛星準確測出宇宙的背景溫度為絕對溫度 2.7 度以及不同方向背景溫度的波動，這些背景溫度的分布有十萬分之一度左右的微小差距，這表示宇宙背景溫度的分布並不均勻。這個微小的溫度波動顯示了物質結合的過程，進而形成現今宇宙中的銀河系及各種物質。

(7) 1998 年，一台裝載在氣球上的小型望遠鏡 BOOMERANG 首次飛越南極，探測宇宙微波背景溫度變化，雖不是探測全天的，但探測完後，就得出結論：「宇宙常數」不僅不等於 0 且在整個宇宙中所佔的比例很大。此後，「宇宙常數」正式被稱為「暗能量」。

**說明：**近年來，科學家們通過各種的觀測和計算，證實暗能量在宇宙中佔主導地位，約達 73%。

(8) 1998 年，Perlmutter 和 Schmidt 的二個小組用各自的技術測量了遙遠星系中爆發的超新星到地球的距離，發現宇宙的膨脹正在加速，一種無法解釋的力量把宇宙向外拓展。

(9) 2001 年，WMAP 在佛羅里達州的甘迺迪太空中心發射升空。

**說明：**WMAP 是 Wilkinson Microwave Anisotropy Probe（威爾金森微波各向異性探測器）的簡稱，是美國太空總署的人造衛星，目的是探測全天的宇宙微波背景輻射的溫度之間的微小差異，以檢驗有關宇宙產生的各種理論。威爾金森探測器給出了宇宙組成的一個清單：

73%的暗能量，23%的暗物質，剩下的 4%才屬於星系、恆星和人類。宇宙的年齡也被認定為 137 億年。

全部物質的密度和暴脹理論所預言的相符。

- (10) 2003 年，美國太空總署 NASA 指出，宇宙中的星系正在以加速度離我們遠去，也就是說，宇宙在「加速膨脹」。「加速膨脹」是近代天文學的第三項重大成就。
- (11) 2006 年，諾貝爾物理學獎頒發給 NASA 的 J.C. Mather 及 UC Berkeley 物理系的 G.F. Smoot，以表彰他們發現宇宙背景黑體輻射的不等向性。
- (12) 2008 年，日內瓦附近的歐洲核子中心（CREN）的新設備一大強子對撞機投入使用。理論計算顯示此對撞機將可產生「暗物質」，此有助於建立更好的宇宙模型。

**評析：**以上新觀測的出現有助於檢驗不同的宇宙模型，並促使新的模型的建立，這一競爭的階段，還是屬於「前科學」。當其中一個宇宙模型，能通過各項觀測的檢驗後，才進入增智模式的「科學」階段。

**討論：**

- (1) 從愛因斯坦到霍金，許多科學家認為，宇宙最後將停止膨脹，並由於星系重心吸引力作用向內部坍縮，最後形成一個緊密的物質團，從而摧毀宇宙中所有的生命，這是「宇宙大坍縮」的結局。
- (2) 宇宙「加速膨脹」的新發現，表示宇宙膨脹的速度將越來越快，所以不可能發生「大坍縮」現象。加速膨脹的原因，最可能就是宇宙中確實存在著「暗能量」。這種暗能量將抵消宇宙星系引力的作用，使宇宙一直不斷膨脹下去。
- (3) 愛因斯坦曾假設宇宙中存在著一種未知的能量，稱為「宇宙常數」，它的能量抵消星系引力的作用，使宇宙大小保持不變。後來，哈勃發現了宇宙正在不斷向外膨脹的天文學證據後，愛因斯坦認為「宇宙常數」是他最大的一個錯誤。不過，NASA「加速膨脹」的新發

現，顯示「宇宙常數」是存在的。宇宙常數就是今日宇宙學中所稱的「暗能量」的一種。它是一種壓力為負的物質，提供宇宙中和牛頓概念完全相反的「萬有斥力」，這種力量可以用來解釋近年來所觀測到的宇宙加速膨脹的現象。

- (4) 根據暴脹理論，宇宙密度必定接近於臨界密度，所以宇宙應是平坦的。在儀器誤差的範圍內，WMAP 證實了這個預測。
- (5) 我們可以藉由宇宙微波背景輻射研究黑洞，這是根據廣義相對論，光在通過強大引力場時，光的路徑會偏折，此即「引力透鏡效應」，可利用此原理來尋找黑洞。
- (6) 目前有暴脹理論 (inflationary theory) 與殘陷理論 (defects theory) 的看法：早期原本能量密度均勻分佈的宇宙產生微小的不均勻分佈，接著密度高會越來越高，密度低會越來越低；密度高的地方就形成星系，密度低的地方就是星系之間的空隙。
- (7) 目前宇宙論的兩大支柱—量子力學和廣義相對論—仍然不相容。早期宇宙處在極強的引力場中，量子的效應不能忽略，因而「量子引力場」也成為一個重要的研究課題。
- (8) 透過宇宙背景輻射的觀測來尋找「宇宙弦」：如同水在降溫凝固成冰的過程中，各處結晶方向不同，這些結晶慢慢長大接觸時，就會產生斷層；宇宙從 137 億年前大爆炸至今，同樣是不斷降溫，因此也應有像冰塊中間一樣的斷層，稱作「宇宙弦」。根據宇宙暴脹理論，在大爆炸後的最初階段，引力、電磁力、弱力和強力之間沒有區別，存在於一個統一場中，而「宇宙弦」就是這一時期超高溫相變的遺跡。宇宙弦是極高密度的能量線，預計直徑只有原子大小的億萬分之一，密度卻達到每立方釐米 10 噸。從地球上觀測宇宙弦的方法：宇宙弦兩側宇宙微波背景輻射的溫度差異大約是攝氏十萬分之一到百萬分之一度，高靈敏度的「宇宙背景輻射陣列天文望遠鏡 (AMiBA)」，有機會測到宇宙弦的存在。檢驗宇宙弦的存在，可以間接確認宇宙暴脹理論、超對稱的統一場論等。

### 三、宇宙演化史年表

現代宇宙學認為宇宙起源於大爆炸：約 137 億年前由一個密度極

大，溫度極高的狀態膨脹而來，目前宇宙還在繼續膨脹之中。

10 E - 43 秒：宇宙從量子背景出現。

10 E - 35 秒：宇宙由夸克-膠子電漿體構成，強力、引力與電弱力分開。

0.01 秒：宇宙主要是光子、電子和中微子，溫度 1000 億度。

10 秒：質子和中子結合成氘、氦等原子核，溫度 30 億度。

35 分鐘：核合成停止，溫度 3 億度。

30 萬年：電子和原子核結合成為氫和氦，溫度 3000 度。物質脫離了輻射的熱平衡，宇宙開始透明。大爆炸輻射的殘餘成為今天的 3K 微波背景輻射。

4 億年：第一批恆星形成。

20 億年：星系形成。

50 億年：太陽系形成。

說明：

- (1) 物質宇宙的演化，在遵行物理定律下透過電腦模擬，可以算出從大霹靂到今的演變，也可預估不同質量的恆星的演變史。
- (2) 宇宙在最初 30 萬年內，溫度很高，宇宙裡的電子是自由電子。光遇到電子時會發生康普吞散射，光不能一直直線前進，因而宇宙是不透明的；直到 30 萬年時，溫度降到約 3000 度，電子與質子結合成為氫。整個宇宙裡面自由電子的含量，突然變少，從此宇宙裡的光就可以開始一直直線前進。
- (3) 科學書上的宇宙，指「已知宇宙」。已知宇宙是有限的，今天已知宇宙的大小限於 137 億光年，約含  $7 \times 10^{22}$  顆恆星， $10^{11}$  個星系。星系組成星系群，星系群組成超星系團。地球屬於太陽系屬於銀河系屬於本星系群屬於室女座超星系團。
- (4) 目前，大部分宇宙學家認為已知宇宙是平坦的（即大範圍內遵守歐氏幾何的空間），除了大質量天體造成的局部時空褶皺，——就像湖面基本上是平坦的，但局部有水波一樣。最近威爾金森微波各向異性探測器觀測宇宙微波背景輻射的結果也肯定了這一認識。平坦宇宙的結構可以用歐幾里德幾何解釋。如果兩束平行光線永遠平行下去，那麼宇宙結構則是平坦的。  
 $\Omega = (\text{實際物質密度}) / (\text{臨界物質密度})$

開放宇宙， $\Omega_0 < 1$

平坦宇宙， $\Omega_0 = 1$

封閉宇宙， $\Omega_0 > 1$

- (5) 用天文望遠鏡把數百億光年以外數十個超新星爆炸所發出的光收集，再由它們的距離算出宇宙由誕生到現在的膨脹速度，發現宇宙的膨脹速度只有加快而沒有減慢。這現象說明宇宙中存在著暗能量。暗能量產生的力不是引力而是斥力。
- (6) 儘管宇宙將永遠膨脹下去，不過對於人類的命運來說，結果都是一樣。當宇宙膨脹到一定時期，宇宙中所有普通物質，如恆星和行星的能量都將被消耗完畢。在數萬億年後，宇宙中將到處充滿巨大的黑洞，黑洞碰撞後不斷引發爆炸，到時宇宙中只剩下無所不在的「暗能量」。

#### 四、一些哲學問題

哲學問題：宇宙最早是什麼樣子？宇宙有邊無邊？宇宙有無中心？宇宙為何是現在這個樣子而不是別個樣子？物理規律為何是這個形式而不是別個形式？…

問：如何給出宇宙最早的初始條件？

答：古典大爆炸理論認為宇宙是從原始的「時空奇性」開始，此時時空性質完全不確定。林德（1982）認為，「宇宙之外是無」作為初始條件，配上「物理規律」就夠了。

問：為什麼「宇宙之外是無」？

答：這是自足的論斷，它自身就是自身的根據。

問：為什麼物理規律是這個形式而不是別個形式？

答：物理規律有這個形式，因為是合乎邏輯。物理規律有這個形式，因為是人可理解的。人生存的宇宙中，物理常數有一定數值，因為人存在的緣故。⇒人擇原理。

問：宇宙似為人類而設計的，有造物主嗎？

答：鳥巢、螞蟻窩、手錶、電腦等，這些創造物是由具有生命的動物所造；高山、河流、颱風、閃電等「創造物」，這些不需由具有生命者所造，只需遵循物理定律而演變。但此二類創造物有一共同的道

理：遵循著廣義的因果律，所以任何現象的相關條件具足，就有預期的結果出現，顯示出一種規律；條件不具足就不會有預期的結果，這是整個宇宙所遵循的規則。依據達耳文演化論，有機物的進化過程，只需用因果律來說明，而無機物也如此，例如，河流的石子從高山往下游一路變化，似有次序，這只需用物理定律就可說明，而不需其他多餘的假設。昆蟲為了躲避天敵捕食，演化出千奇百怪的保命方式，一種是以擬態防止被天敵發現，一種是被天敵發現後能迅速逃離、威嚇、分泌毒質等。這些擬態，不外是具有生命的動物自身的適應環境所形成，而不需其他多餘的假設。

問：具有生命的動物為何要保命？宇宙和生命的存在有意義嗎？

答：這不是一個假設，這是一個觀察的事實，所有動物都想保命。眾生想保命和繁衍下一代，不外表示生命的存在有這麼一點意義。但是有生就有死，必然面臨生存的掙扎。宗教闢出另一條路，特別是佛教，認為生命要用來超越生死，也就是說，生命要用來超越生命，不再輪迴，這便是生命的意義。

問：生物真的有進化嗎？

答：區分不同的宇宙觀：

(A) 天擇 (Natural selection) 下，地球上的生物由變形蟲到智人一直演化著。由夸克、光子…原子、分子、細胞的形成過程，生物好像進化著，有其存在的意義。⇒樂觀的宇宙。

(B) 但是，另一方面，戰爭的殺戮不斷產生，豈是進化？由地球環境的惡化，漸不適用於生存，生物只是隨機的產物，沒有其存在的意義。⇒悲觀的宇宙。

問：宇宙中的生物何時才有？

答：區分物質宇宙和心物宇宙的不同模型：

(A) 物質宇宙的演變：宇宙誕生初期，溫度非常高，隨著宇宙的膨脹，溫度開始降低，中子、質子、電子產生了。此後，這些基本粒子就形成了各種元素，這些物質微粒相互吸引、融合，形成越來越大的團塊，這些團塊又逐漸演化成星系，恆星、行星，在個別的天體上還出現了生命現象，能夠認識宇宙的人類最終誕生了。也就是說，最先只有無生物，沒有生物（指具有生命的精神體）；演變到後來出現生物（指具有生命的精神體），繼續演變下去這些生物將必滅

絕。所以，生物的存在是時有時無。

(B) 心物宇宙：任何一時都有無生物和生物（指具有生命的精神體）存在於宇宙內。這些具有生命的精神個體，各自不斷生生死死，生存於宇宙不同區域。

目前，科學談 (A)，宗教談 (B)，沒有交集。

## 五、結語

根據當前物質宇宙的模型：

(1) 宇宙的年齡是 137 億  $\pm$  2 億年。

(2) 宇宙的組成為：

4% 一般的重子 (baryon，如質子、中子) 物質。

23% 為種類未知的暗物質，不輻射也不吸收光線。

73% 為神秘的暗能量，造成宇宙膨脹的加速。

(3) 宇宙是平坦的。

天文物理學家 Turner 說：

「我們已經把宇宙基本的細節從其藏匿之處驅趕了出來，而現在我們需要的是一個好的宇宙模型把故事編得更圓滿。」

但是物理科學只限於物質層面，無法處理道德、意志、感情、信心、藝術等心靈層面，無法處理超能力諸現象，也無法解決人類心中的貪婪、仇恨、忌妒、自私、恐懼等煩惱和痛苦。所以，精神世界的拓荒，猶待努力。



## 科學哲學的增智模式 ——以極光的解謎為例

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「極光」的存在問題追根究底，出現了太空物理中的「極光物理學」，這是探究物質世界的一個實例。

### 二、應用型的增智模式

自然界裡有形形色色的現象吸引著人們的注意，為了滿足好奇心，為了滅除心中的疑惑，人們自動地去探索這些現象，想揭開它們的神秘面紗。在探索的過程中，離不開科學與哲學的交織運作。以下以科學哲學的「增智模式」來說明人們對「極光」現象的理解過程，此中先由觀測和猜測，累積資料與線索，最後豁然貫通，理解到極光這一現象只是太陽擾動下，因果系列中的一項結果而已。

#### 【前科學 1】

〔觀測〕→〔找出可能的理論〕→〔檢驗〕

〔背景〕極光是在極區（約緯度70-80左右）上空以肉眼就能觀測到的一種自然現象，有時如同彩帶或簾布在夜空擺動著。另一方面，早期也有人觀測極區地面的地球磁場，發現常有微小的磁場擾動。

早期有人猜測極光是由極區的冰雪將陽光反射到大氣所形成。

1719年，哈雷（Halley）猜測極光是由地球的磁性粒子沿著磁力線所形成。

1731年，狄麥冉（de Mairan）猜測極光是由太陽的氣體射到地球大氣所

形成，並猜測北極和南極都有極光。

1928年，胡柏特（Hulburt）猜測極光是由太陽紫外線照射地球大氣的粒子產生正負離子後，沿著磁力線到極區上空所形成。

◎以為造成極光的高速電子是直接由太陽表面打出來的。

有人質疑（推理）：能夠產生明亮極光的高速電子濃度一定很高，怎麼可能一路由太陽表面跑出來，而不散掉呢？（電子們都帶負電，彼此應相斥！）

- (1) 問：為何極光只發生在極區？為何極光只發生在高空中？
  - (2) 問：極光的產因為何？為何極光下的地面磁場有微小的擾動？
  - (3) 問：極光為什麼有不同的顏色？
  - (4) 問：產生極光的入射粒子是哪裡來的？
  - (5) 問：分立狀極光為什麼會盤旋飛舞呢？
- 〔以上的問題必須整體考量，同時以一理論解決（簡單性的原則）〕

### 【科學 1】

〔通過檢驗後，歸入合乎科學的檔案、實例〕

此階段存有論和認識論的追根究底：

#### ◎科學觀察：

以感官或儀器，有計畫地考察對象。

1 極光存在的地方：位在北極的極光稱為「北極光」，位在南極的稱為「南極光」。

2 極光的種類：可分為不連續的「分立狀極光」以及連續一片的「擴散狀極光」。「分立狀極光」呈現許多極光弧，如同彩帶或簾布在極區的夜空擺動。「擴散狀極光」：光度暗淡且均勻的分布在中高緯度的夜空中。

#### ◎建立理論：

譬喻：極光的產生與霓虹燈管的發光原理相似。霓虹燈管內，藉著兩極的電位差將電子加速，然後將管內稀薄的氣體撞擊而發光。【利用譬喻、類比來解釋現象，是屬於認識論的一個方法，以易釋難！】

#### ◎極光入射粒子的來源：

當吹到地球的太陽風（由太陽吹出的電漿＝電子＋離子）的速度突然增加，或是所攜帶的太陽磁場變成朝南的方向，都可引發地球上

強烈的磁場擾動：使得原來位在日間高空磁層頂區或夜間磁層區的高濃度電子與離子，一起沿磁力線進入極區上空。

#### ○極光的產因：

一起來到極區上空的電子與離子最後會在沿著磁力線的方向產生電位差，並將電子加速下射到大氣層，大氣中的原子、分子或離子受到碰撞而發出不同的光（如，氧原子從激態回到基態便發出 557.7 奈米的光，此即最常見的白綠色彩帶般的極光）。

#### ○極光發生在極區：

由於地球極區（高緯度）的磁場向上延伸就是太陽風與地球磁場的主要作用區。

#### ○極光發生在高空中：

由於沿著地球磁場向下射到大氣層的電子，所遇到的大氣氣體的密度越來越高，於是在很短的距離就與很多的氣體分子相撞而跑不動，因而停在地表上方約八十公里的空中。

#### ○極光下的地面磁場有微小的擾動：

由於高空有電流的產生，地面同時就測到磁場的擾動。

#### ○極光有不同的顏色：

極光光譜由紫外線到紅外線。在可見光範圍的極光顏色，可由打入之電子能量及大氣的成分而得知。

- (a) 在較弱的磁場擾動時：打入之電子能量不太高，可將大氣層氧原子撞成激態氧原子。此激態氧原子回到基礎態氧原子便發出白綠色的光，波長557.7 奈米，此即最常見的白綠色彩帶般的極光。
- (b) 在一般強度的磁場擾動時：打入大氣層的電子能量略高，可將較下層氮分子撞成不穩定的氮分子離子。當此激態離子回到基礎態便放出青藍色的光，波長427.8 奈米。此時的極光如青龍般在極區夜空盤旋飛舞。
- (c) 在超強的磁場擾動時：打入的電子能量非常高，電子得以深入低層大氣層，將下層之氧分子打成兩種激態的氧原子，其中一種是O(1D)可放出紅光630 奈米；另一種激態的氧原子是O(1S)，可放出綠光。此時的極光是紅色或紅綠相間的極光。
- (d) 太空梭由上往下所拍攝的極光，多呈淺紅色，這是氫所發的紅光。

#### ○分立狀極光會盤旋飛舞：

由於極光兩側的電場反向，與地球磁場作用後，兩側游離的氣體也會反向運動而形成渦流，導致分立狀極光會盤旋飛舞。檢驗此理論是否正確：由地面的磁場變化，所推算出高空中極光兩側的電場方向，確實符合理論。

◎小結：

極光是由來自上空的高速電子，順著地球磁場落下，撞擊大氣層中的原子、分子或離子，使成激態，而後跳回較低的能階，放出一定波長的光所成。所放出的光之顏色與高度，決定於大氣氣體的成分、濃度以及入射電子的能量大小等因素。經過長期的研究，人們終於知道極光與地球地面的磁場擾動是相關的一自然現象。太陽風的擾動是因。極光與地球地面的磁場擾動等現象是果。

◎略評：

以上是以「應用型」的增智模式來解題，猜出適當的原理和初始條件，而後透過推理以解決謎題，此屬於「偵探類」。

○此階段存有論的看法：極光的性質、類別、產因等都有科學的明確性而不再有神秘的色彩。

○此階段認識論的方法：探索極光是一整合型的研究，因為自然界的現象都是息息相關的，因而有如下學科的整合：

A 與極光相關的基礎知識：電磁學、流體力學、電漿物理學、光學、化學、原子物理學、光譜學…。

B 與極光相關的學科：大氣物理學（含大氣光化學、大氣光譜學）、電離層物理學、太空物理學、太陽物理學、地磁學…。

【後科學 1】

再提出哲學問題，給出「前科學」的解答。→…

問：產生極光的高能電子是如何被加速的？

答：造成高速電子的成因可能不只一種，以下只提出一種做說明：磁暴展開後，原來位在日間高空磁層頂區或夜間磁層區的高濃度電子與離子，沿磁場線一塊兒進入極區上空，由於磁力線幅合的效應，使這些帶電粒子繞著強磁場迴旋，由於離子比較重，迴旋半徑比較大，因此佔據比較寬廣的空間，而質量較輕的電子則仍集中於所在的磁力線附近迴旋。由於兩者在空間上分布的不一致，出現電荷分

離現象。於是離子與電子之間產生了垂直磁場的電場。這些垂直磁場的電場在接近電離層時，會在沿磁場線方向產生一個電場（上負下正的電位差）。電子就被這一電位差的所加速，因而高速地打入大氣層。

○地磁副暴是一種強烈的磁場擾動。當磁副暴發生時，磁尾的磁場發生變形，會將地磁磁層夜間部位電漿片中的熱電漿擠出來，灌入大氣層，到達大氣層上空時，也會造成「場向電場」，並加速電子，造成極光。

○地磁磁層日側磁層頂發生「磁場線重聯」時，磁層頂電漿片會產生熱電漿，當它們流到達大氣層上空時，會形成日側極光。

### 三、結語

以上是以「應用型」的增智模式來解「極光」這一謎題，採用已有的原理配合適當的初始條件，以推理來偵探，所以和「躍升型」的增智模式有所不同。經過長期的研究，人們終於知道極光與地球地面的磁場擾動是相關的一個自然現象。任何生滅變化的現象，形成一因果系列，有主體因果與外緣因果。極光的主體因果，是指主角「光」本身的生滅變化系列：高空大氣的原子或分子受電子的撞擊而有不同頻率的光生起，這些光接著被原子或分子吸收而消失。極光的外緣因果中，因是太陽風的擾動…，果是極光的呈現。自然界的現象是息息相關的，極光便是一個整合型的研究，因而對極光追根究底的整個過程中，離不開多門學科的結合以及哲學存有論和認識論的反覆運作。

---

附錄：【後科學 1＝前科學 2 的例子】

### 從地球物理學角度來研究胎兒性別預測

科學家們把太陽磁暴比喻為太陽打噴嚏。太陽的活動對地球至關重要，因而太陽一打噴嚏，地球往往會發「高燒」。

說明：太陽磁暴是太陽因能量增加向空間釋放出的大量帶電粒子流形成的高速粒子流。由於太陽風暴中的氣團主要是帶電電漿，並以每秒鐘 400 公里到 800 公里的速度闖入太空，因此它會對地球的空間環境產生巨大的衝擊。太陽磁暴發生時，包括電力系統、衛星和無線電通訊系統在內的諸多設施將受到嚴重影響，甚至破壞臭氧層。

科學家們早已經知道太陽的活躍程度會對生物圈有所影響，但是它究竟是通過什麼辦法來調節生物過程，到現在也沒人能說清楚。

古希臘人認為，未來孩子的性別直接同氣候有關：熱天容易懷男孩，冷天容易懷女孩。

俄羅斯聯邦衛生部聖彼德堡 X 光放射學中央研究所的科研人員排除各種演算法和說法，決定從醫學、生物學和地球物理學的角度來研究這個問題，一開始抱定研究「小劑量輻射」對人體所產生的生物效應，而磁場正是通過少量放射性輻射對人和動物的機體施加有害影響。最新的研究結果顯示中風和血壓都和地磁場的強度增大有關。通過對老鼠的試驗可以明顯看出，地磁擾動所產生的不可避免的放射化學物質會破壞動物的免疫力，並常常奪去性命。那麼人的生殖細胞在這些過程中又會怎樣呢？

為了回答這個問題，科學家對聖彼德堡市和列寧格勒州的 600 名居民進行調查。為了取得無懈可擊的結果，必須得考慮兩個主要因素：

(01) 所調查對象的出生日及其性別。

(02) 地磁活動指數也相當重要，否則無法開展調查。有關自 1914 年來對地球磁場觀察得出的結果由電磁學、電離層和無線電波傳播研究所所提供。

(03) 剩下來的只須將那些地磁觀測指數和已掌握在科學家手裏的那些人的資料，攏到一起就行了。

(04) 問題是很難精確地判斷出孩子受孕時間。這可能是為了探求真理所碰到的最棘手的問題。研究人員將某個人的出生日往前減去 280 天，算是胎兒的受孕時間。

(05) 之後再根據工具書查出 1914-1979 年間不同人受孕日的地磁場情況。研究人員只注意地磁的總強度，忽略一般振盪狀態和自身擾動之間的區別。

(06) 結果科學家們意外發現，受孕時刻地磁擾動情況和未來孩子性別的形成有著某種聯繫，調查結果表明：

- a 在地磁場強度下降的情況下，男孩的出生率要高於女孩出生率。這就是說，在地磁活動減弱的日子裏受孕；9 個月後，生男孩與生女孩的比例是 16:10。
- b 當地磁場波動的曲線圖達到最高極限時，生女孩與生男孩的比例是 15:10。

問：究竟地磁場是怎樣影響生殖細胞？

- (1) 聖彼德堡科學家們的方法可以視為在這個領域勇敢邁出的第一步。當他們取得這些結果後，開始試圖對這種性別形成和地磁活動狀況的關係作出解釋。
- (2) 很多研究人員都認為，正是有了地磁場，地球上才有了生命。這個磁場遮罩著整個地球表面，阻隔了以大量存在於環繞太陽空間的有害輻射。由於地磁場和太陽電漿流的相互作用，地球周圍形成一個被稱之為磁層的空間，而在它的底方出現氣體離子化的電離層。這兩個外殼層便是發生近地電磁過程的介質。人類就是生活在這個磁層和電離層的內部，所以他們的進化發展與電磁的擾動不無關係。
- (3) 實際上，一個人性別的形成絕不只是 X 和 Y 染色體的偶然組合，而是機體為了作為生物體的一個人生存和順利發展的複雜過程。地磁擾動起外界因素的作用，能對機體造成一種負面影響，使細胞受損處驟增。機體同樣啟動自己的防護機制，比如說，受孕過程一般偏向於出女性胚胎。之所以會出現這種平衡差度，是因為男性和女性在人類進化過程中被賦予的使命有所不同：女性求穩，男性則求變，經常想有所創新。這就意味著，每當外部條件不是那麼好，像地磁場擾動水平上揚，生殖細胞便提供了生女的先決條件；反之，如果擾動水平下降，也就是說在較好的條件下，生男的幾率就增加。
- (4) 這些先決條件出現的機理目前尚不清楚。不過科學家們推測，它跟血液細胞中的自由基質點數量有關。研究結果表明，健康人的自由基質點數量同磁場狀態有關，地磁擾動期數量減少，也許就是因為這種血液成分的改變決定了生男生女？
- (5) 生物學家們還發現了一個很有意思的事實。冬天不是一般的難熬，

而簡直是遭罪，比如溫度驟然下降，雪代替了雨，大氣壓急劇變化，每個生物體都會啟動它的保護機制。人類正是想方設法來生育賴以保持其數量的女性。現在就明白了，為什麼近 50 年來女性多於男性的緣故。正是在這個時期，太陽活動明顯加強，地球上空出現磁暴的次數也明顯增多。

(6) 但要得出放之四海而皆準的真理，還得做大量嚴肅的實驗工作。

---



## 真的追尋—不確定的分際

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。針對「真假」的追根究底，出現有無「真實存在」、「不確定性」、「究竟真理」、「終極原理」的哲學問題，這是對物質和精神世界的探究，有的仍處於「前科學」的階段。

我們所生活的世界不外是由「認知者」與「所認知的對象」所構成。我們所認知的「一切對象」，便是哲學上「存有論」所探索的範圍。「認知者」如何認知「所認知的對象」？這便是哲學上「認識論」所探索的議題，也是科學上「方法論」所研究的主題。由於科學「方法論」的不斷進步，人們對「所認知的對象」也就越來越了解。人類知識的增長過程是經過一階又一階的爬升，科學哲學的「增智模式」是：【前科學 1】→【科學 1】→【後科學 1=前科學 2】→【科學 2】→【後科學 2=前科學 3】→【科學 3】…，於任何一階段都離不開存有論和認識論的探索。存有論中最重要的一個主題就是「真」。例如，現象界的變化是遵循著「必然」的因果律嗎？有究竟的真理嗎？這些是哲學中必需辨明真假的重要論題。

### 二、釐清真假的不同分類

首先，為了深入探討這一主題，要先將真假分類，分清層次，並將各類的定義釐清，才不會混淆。

#### 第一類：邏輯推理上的真假

e.g. 若  $a < b$ ，且  $b < c$ ，則  $a < c$ 。

e.g. { 十進位下：0，1，2，3，4，5，…，10，11，…  
二進位下：0，1，10，11，100，101，…  
故二進位下：10+11=101

第一類是抽象數學的種種假說和推理。如，歐氏幾何和非歐氏幾何，都能各自建立正確的自治系統。正確的推理所得的就是真，運算錯誤就是假。

## 第二類：二件事物間的真假

e.g. 真鈔 / 假鈔；月 / 水中月；夢中世界 / 醒時世界。

第二類是透過二件具體的事物之間的相互比較而分出真假，屬於一般世俗上所說的真假，表裡如一就是真，表裡不如一就是假。例如，當從一堆鈔票中要選出假鈔，此時若選出真鈔，就錯了；必須選出表裡如一的假鈔才算選對了。

## 第三類：現象與陳述的真假

e.g. 「這是鹿」，「這不是鹿」，「電子是波」，「電子是粒子」。

第三類是檢驗陳述與現象之間是否一致。要求表裡如一，並要求符合科學的檢驗。符合科學檢驗的是真，不符合的是假。關於語言的陳述，另有塞爾（Searle，1932-）發展出「言語行為理論」。

評：《紅樓夢》說：「假作真時真亦假，真作假時假亦真。」

評：「無為有處有還無，有為無處無還有。」

## 第四類：哲學對現象的評述

e.g. 人性是善、是惡？世界是唯物、唯心？

第四類的評論常常是各說各話，但經過科學檢驗後，有的可以歸入第三類。

評：上述的第三類才是科學哲學所要針對的真假問題。其中又有不同的層次，為了說明，以下先舉科學的「三色盤」的實例來說明真假。

### 三、以三色盤的實例來說明真假

三色盤是在圓盤上分成三個扇形區域，分別貼上紅色、綠色和藍色（這是光的三原色）。當三色盤快速旋轉時就顯現為白色的圓盤。針對這一現象，可以作不同層次的真假的解說。

- 【1】第一種人（知識未開者）看到旋轉的白盤和靜止的色盤後認為：
- 1 旋轉盤的白色有它的實際質料（是色盤本身旋轉後本具的性質），是實質存在的；
  - 2 所觀察到的白色，不是觀察者參與而產生的，是真實存在的；
  - 3 所觀察到的白色，沒有受到觀察者的干擾（是一純客觀的對象），是從自方存在的。以上共有三個角度的觀察。
- 同樣也認為靜止色盤的紅色、綠色和藍色：
- 1 是實質存在的（有實際質料，是色盤本身本具的性質）、2 是真實存在的（不是觀察者參與而產生的）、3 是從自方存在的（沒有受到觀察者的干擾，是一純客觀的對象）。
- 第一種人只是眼見為憑，看到表面是什麼就相信是什麼，認為正常人所共見的現象相同時，這些都是「表裡如一」，都是「真」。

- 【2】第二種人（古典物理家）看到旋轉的白盤和靜止的色盤後認為：
- 1 旋轉盤的白色沒有它的實際質料，不是實質存在的；
  - 2 所觀察到的白色，是觀察者參與而產生的（是來自觀察者的「視覺暫留」），不是真實存在的；
  - 3 所觀察到的白色，沒有受到觀察者的干擾（是一純客觀的對象），是從自方存在的。

由於靜止時色盤上沒有白色，因而認為旋轉盤的白色是表裡不一的，所以不是真實存在，另一方面，正常人都能看到旋轉盤的白色，這也是一種存在，所以說，「白色是存在而不是真實存在」。如果有人說：「白色是真實存在」，那就不是真而是假。

由於人類五官功能的限制，所看、所聽、所聞、所嚐、所接觸的，都只是對象的某範圍（如，只能看到可見光的部分），因而所測得的結果必和對象的整體有所出入，因而必是表裡不一。在這角度下，這些測得的現象雖是存在，但都是表裡不一，都不是真實存在。

**【3】** 第三種人（近代物理家）看到旋轉的白盤和靜止的色盤後認為：

1 旋轉盤的白色沒有它的實際質料，不是實質存在的；

2 所觀察到的白色，是觀察者參與而產生的（是來自觀察者的「視覺暫留」），不是真實存在的；

3 所觀察到的白色，有受到觀察者的干擾（不是一純客觀的對象），不是從自方存在的。

由於靜止時色盤上沒有白色，因而認為旋轉盤的白色是表裡不一的，所以不是真實存在，另一方面，正常人都能看到旋轉盤的白色，這也是一種存在，所以說，「白色是存在而不是真實存在」。如果有人說：「白色是真實存在」，那就不是真而是假。更進一步，由於所觀察的色盤（旋轉或靜止都一樣）必受到觀察者或大或小的干擾（因為觀察時有光射到色盤），因而所觀察到的色盤必不是一純客觀的對象，必不是從自方存在。如果有人說：「色盤是一純客觀的對象，色盤是從自方存在」，那就不是真而是假。第三種人認為「色盤不是一純客觀的對象，色盤不是從自方存在」，這樣才是真，這樣的陳述才是表裡如一。

小結：

第一種人不知道白色的出現是由於觀察者自己眼睛的「視覺暫留」的結果，誤認為是轉盤自身的性質。

第二種人知道白色的出現，不是來自轉盤自身的性質，是由於觀察者自己眼睛的「視覺暫留」的結果；但是不知道在觀察對象時，必會或多或少影響到對象，誤以為對象可以純客觀地存在而完全不受影響。

第三種人知道白色的出現，不是來自轉盤自身的性質，是由於觀察

者自己眼睛的「視覺暫留」的結果；也知道在觀察對象時，必會或多或少影響到對象，因而對象不能純客觀地存在而完全不受影響。

第二種人和第三種人的進一步區別，例如，教室內的白板是白色，室內改以紅光照射時，白板就變成紅板：

第二種人認為，看成紅板是因為紅光照射和觀察者眼睛視覺的結果，而原先的白板和後來的紅板並未受到觀測的干擾。

第三種人認為，看成紅板是因為紅光照射和觀察者眼睛視覺的結果，而原先的白板和後來的紅板都受到觀測的干擾。

(a) 第二種人認為：任何物，如火把、火圈，都是一純客觀的對象，都是經過觀察所得；觀察時觀察者有參與但並未影響對象，對象都是從自方存在。

(b) 第三種人認為：任何物，如火把、火圈，都不是一純客觀的對象，都是經過觀察所得，但觀察時會影響對象，對象都不是從自方存在。

所以，有不同角度的真假，層次有高低，凡越符合觀測的事實的才是越高。任何物，是(a)從自方存在(純客觀，觀察不影響對方)或(b)不是從自方存在(沒有純客觀，觀察會影響對方)是二種截然不同的立場或設定，只有靠科學實驗來檢驗。結果，科學支持後者。

此處出現了一個「究竟的真理」：觀察會影響所觀察的對象，因而一切現象都不是從自方存在，沒有純客觀。這一「究竟的真理」是一否定的命題，否定了純客觀。這是近代科學的看法。

第三種人的看法，在哲學上的說法是：「色盤」是「相對的真理」，「色盤不是從自方存在」是「究竟的真理」。「色盤」和「色盤不是從自方存在」是「有」；「色盤是從自方存在」是「無」。

問：那麼，「色盤不是從自方存在」是否從自方存在？

答：任何被認知的對象，都不是從自方存在。「色盤不是從自方存在」也是被認知的對象，所以，「色盤不是從自方存在」也不是從自方存在。

再舉一例，「瓶子」是「相對的真理」，「瓶子的不是從自方存在的性質」是「究竟的真理」。「瓶子」和「瓶子的不是從自方存在的性質」是「有」；「瓶子的從自方存在的性質」是「無」。「瓶子的共相」是「相對的真理」，「瓶子的共相的不是從自方存在的性質」是「究竟的真理」。

「瓶子的共相」和「瓶子的共相的不是從自方存在的性質」是「有」；「瓶子的共相的從自方存在的性質」是「無」。

問：那麼，「瓶子的共相的不是從自方存在的性質」是否從自方存在？

答：任何被認知的對象，都不是從自方存在。「瓶子的共相的不是從自方存在的性質」也是被認知的對象，所以，「瓶子的共相的不是從自方存在的性質」也不是從自方存在。

【4】還有第四種人：認為所觀測到的一切結果，都是自己變現出來的，就像是夢中所看到的一樣，這是極端的唯心論。

【5】另外還有第五種人：對所觀測到的結果，始終採取懷疑的態度，否定一切命題，這是極端的懷疑論。

小結：

若觀察時不會影響對象，對象就會具有「確定」的性質；若觀察時會影響對象，對象就會具有「不確定」的性質，因而認知者（觀察者）和所認知的對象之間，主要有三種觀點：

- (1) 確定性的觀點（定命論者）。
- (2) 極端不確定性的觀點（懷疑論者）。
- (3) 相對不確定性的觀點（近代科學家）。

問：色盤旋轉時的白色，存在嗎？

問：色盤旋轉時的白色，真實存在嗎？

問：色盤旋轉時的白色，純客觀地存在嗎？

問：色盤靜止時的紅色，存在嗎？

問：色盤靜止時的紅色，真實存在嗎？

問：色盤靜止時的紅色，純客觀地存在嗎？

——不同哲學思想的人，回答就不同。

## 四、確定和不確定

牛頓力學中對測量的精準沒有限制：設  $x$  是粒子的位置， $p$  是粒子

的動量的 x 分量。x 和 p 二者可以同時是精準而確定的。

量子力學中對測量的精準則有限制，這種不精準不是儀器的改良所能降低的。1927 年，海森堡（Heisenberg，1901-1976）經過理論的推導，提出「不確定原理」（uncertainty principle 測不準原理）：粒子的位置 x 與動量 p，不能同時測得精準。位置的不確定量  $\Delta x$  和動量的不確定量  $\Delta p$ ，二者之間必須滿足：

$$\Delta x \Delta p \geq h, \quad h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Joule-sec}$$

這一公式與事實一致，因而量子力學中對測量的精準有限制的說法是正確的。

一般對「不確定原理」的解釋是：測量粒子的位置，必然擾亂粒子的動量；反過來，測量粒子的動量，也必然擾亂粒子的位置。

「不確定原理」成為存有論的基本原理。因而，自然界所發生的事件，都受依據「蓋然」的機率定律，而不是受「必然」的因果律所控制。一切知識都是蓋然的知識。

**【哲學問題】**：如何應用蓋然的知識來安排未來？

問：如何獲得預測性的知識？

答：萊興巴哈（Reichenbach，1891-1953）認為，採用「歸納推論」來獲得預測性的知識。一組由觀察得來的諸事實，總能符合一個以上的理論。其中蓋然性最高的理論就是被接受。萊興巴哈認為：機率是依「次數」相對統計而來，如錢幣正反出現 50%，是歸納經驗而來，並假定：「未來將近似得到相同的次數」。

問：對單獨事件，能否應用機率陳述？

答：萊興巴哈認為，這是一個無害而有益的習慣。對未來的行動有所助益。例如：明天下雨率 10%。一個預測的陳述，就是一個「設定」（Posit）。一個我們事先不知其是否為真，但卻當作真的來看。所以，歸納所得的結論，不能當作「真的陳述」來主張，而僅能就「設定」的意義來說。

## 五、因果律

## (1) 因果系列

任何生滅變化的現象，形成一因果系列，先要分出主體因果與外緣因果。任何生滅變化的現象，是主體因果與外緣因果的同時合成系列。

(1) 主體因果：生滅變化現象的主體，因=能生。果=所生。

(2) 外緣因果：伴隨主體，調變的角色。

實例：

○主體因果：陶土→坯→杯子

外緣因果：彩繪之繪上與褪色

○主體因果：樹木→木板→桌子

外緣因果：雕刻

○主體因果：種子→苗→樹

外緣因果：砍傷痕跡之延續

○主體因果：胚胎→小孩→中年人→老人（身心一體的系列變化）

外緣因果：習性之生起；技能的增長；體內食物化學毒素的殘留；感冒的生滅；生氣的生滅（滅後累積形成習性；可知要拔除生氣，也需將生氣的種子拔除，此過程為外緣因果）

例如，杯子被木棒擊碎，因而木棒有些微刮痕，分析杯子與木棒之間的因果：

○杯子的主體因果：陶土→坯→杯子→碎杯子

木棒的主體因果：樹木→木棒→有些微刮痕的木棒

○杯子的外緣因果：某時受撞擊開始變形而後碎裂

木棒的外緣因果：某時與杯子撞擊開始有些微刮痕

○外緣因果又有二類：一為短期生滅，如人之感冒的生滅；一為與主體因果同終止，如人之斷一臂。

## (2) 因果律的增智模式

【前科學 1】

問：因相同，則果相同嗎？如果國家歷史再走一次會相同嗎？人生再走一次會相同嗎？

【科學 1】（精確的因果律）



古典科學哲學採用嚴格「精確的因果律」：

若…則一定…

[不可逆定律] (屬古典科學哲學)：

例：冰投熱水中經由碰撞，分子的速率會均等化。不可逆與洗牌過程一樣。不可逆定律喪失其嚴格精確性，成為具蓋然性的定律。

[混沌現象] (屬古典科學哲學)：

例：氣象的「蝴蝶效應」：初始條件改變一點點，會造成最後現象的極大不同。前一步的小誤差，會導致最後的大誤差，使預測成為不可能的事。

【後科學 1 = 前科學 2】

[單狹縫實驗]：

將一粒粒的光子射到單狹縫的光柵，結果，狹縫間的距離越小，則呈現在幕上的散射情形（第一暗線位置）離中心越遠。

改用電子，結果相仿：每一射到狹縫的電子有相同的條件，但落在幕上的散射位置並不一定相同！事先只知道可能落在某一位置的機率而已。所以電子的運動不是遵照「精確的因果律」，而是「蓋然的因果律」。

【科學 2】（蓋然的因果律）

近代科學哲學採用「蓋然的因果律」：

若…則百分之多少會…

- 自然定律的「確實性」，已為「高度的可能性」所取代。
- 個別粒子的運動並不受嚴格精確的定律所控制。
- 古典的因果律，只是一種理想化的定律。

例：電子在雲室中的運動：電子在雲室中運動的初始「位置」和「速度」二者，是不能同時精確的，必須遵照「測不準原理」這一必要條件，因而牛頓力學是不能適用的，用量子力學（1）將初始測量狀況，轉述成機率函數。（2）用量子力學的方程式，算出其後電子在雲室中出現在某一位置的機率函數，此中沒有古典意義的「軌道」。（3）再次新測量的結果，可以由機率函數算出。在新測量的過程中，發生了從「可能」到「現實」的轉變。總之，電子的運動是遵照「蓋然的因果律」（廣義因果律）！

【後科學 2 = 前科學 3】

問：人類、生物、社會是遵循「蓋然的因果律」嗎？

問：「蓋然的因果律」是蓋然的或是必然的？

也是蓋然的，只是高度的可能而已。所以未來的一切都是蓋然的。

◎有一位科學家說：「科學存在的必要條件是：同樣的條件永遠產生同樣的結果。」

費曼說：「實際上並非如此。未來是無法預測的。事實上，科學存在的必要條件是，能夠擁有不會替大自然預設立場的心靈。」

## 六、不確定

現代科學哲學的核心論題是因果的確定性和真實存在的問題。大物理學家費曼說：

- (1) 科學上講究要求懷疑，若是要科學進步，懷疑不可或缺，且覺得一切都不確定，本來就是人類最基本的內在天性。
- (2) 在各門科學裡我們蒐集資訊，目的並不是要找出來獨一無二的真理。我們是要比較所有可能的答案中，哪一個的可能性比較大或小些。
- (3) 科學上的所有聲明報導，並不作興用二分法來判定絕對的對或錯，而是說明一件事究竟有多大的確定性，例子有：「某某是對的機率比它是錯的機率要大得多。」或是說：「剛才提到得幾乎可以確定，但我們仍然還有一絲絲疑慮。」
- (4) 我們相信必須接受此項觀念，科學上如此，人生的其他方面也是一樣。因為承認有所不知，只會為我們帶來極大的好處，而且事實指出，在人生旅途上的種種決定，我們不可能知道所做的一定是對抑或是錯，我們往往只是認為那是可能做到的最佳選擇，而那正是我們應有的態度跟做法。
- (5) 人們生活上可能充滿種種折衝麻煩和不確定，其實那才合乎科學的精神與原則，才能企盼未來有長足的進展。

## 七、結語

觀察會影響所觀察的對象，因而一切現象都不是從自方存在，沒有

純客觀，這是「究竟的真理」。

(1) 古典科學採用精確決定的因果律。

(2) 近代科學採用蓋然的因果律：

a 宏觀物質現象：遵循幾乎確定的因果律。

b 微觀物質現象：遵循蓋然的因果律。

c 社會現象、心理現象等：遵循蓋然的因果律。

---

一切無有真，不以見於真，  
若見於真者，是見盡非真。

——禪宗六祖慧能大師

---

## 善的追尋——道德的規範

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。針對價值判斷中「善、惡」的存在問題追根究底，出現了「倫理學、道德律」，這是對精神世界的探究，尚屬前科學。善、戒律、道德、倫理等論題所探討的是同一內容。

### 二、善的定義和組成份子

首先，要釐清善的性質。英人謨爾（G.E. Moore）是一位偉大的倫理學家，1903年出版《倫理學原理》，謨爾認為：

善性質（goodness）是不能被定義的。或者，善性質是單純的（simple）。…如果「定義」被瞭解為是一種對於思考對象的分析（analysis），那麼只有複合的（complex）對象才能夠被定義。

謨爾認為善的性質是單純而不能被下定義的；但是定義是人為的，我們可以不斷改進到出現能被多數人接受的定義，這樣才符合人類增智的原則。我們不妨先從舉例下手，試圖找出善的組成元素，例如：

(1) 主級元素：

{ a 不傷害他人；b 做好本分；c 幫助他人… }

(2) 次級元素：

a 不傷害他人：{ 不犯法、不殺、不偷盜、不淫、不說謊、不惡言、不挑撥… }

- b 做好本分：{誠實、安分、守信、守法、負責、儉樸、勤勞、公正、謙虛、無私、尊重生命、尊重他人、包容…}
- c 幫助他人：{愛心、助人、濟貧、救濟、護生…}

「勸人為善」是宗教的共通要求。以佛教為例，佛法認為善的心理有十一項：信、慚、愧、無貪、無瞋、無癡、精進、輕安、不放逸、行捨、不害。

從這些舉例可以看出，善是多種成分的集合，而不是單一的元素，如果只選一項來下定義，當然不能完備。但當我們嘗試給善下定義時，可以先採寬鬆的尺度，暫時選主要的一項，例如，善是不傷害他人，這是站在低標準；高標準的善是能夠主動幫助他人，使一切眾生得到幸福和快樂（包含護生）。這也表示善是相對的，因而必不能免除個人的主觀因素。

善的類別也可以從行為的表現，區分出三類：

- (1) 身體的善：如不殺生、不偷盜、扶老弱過街、讓座位等。
- (2) 言語的善：不說謊、不挑撥離間、不惡言、稱讚別人的優點等。
- (3) 意念的善：無貪、無瞋、無癡、慈悲的心、助人的想法等。

善的類別還可以分成二類：

- (1) 本質類：倫理的通性。
- (2) 應用類：應用倫理，如生命倫理、經濟倫理、政治倫理、社會倫理等。

以生命倫理為例，1979年美國學者 T. L. Beauchamp 和 J. F. Childress 提出生命倫理的四原則：

- (a) 尊重自主（respect for autonomy）的原則：尊重一個有自主能力的個體所做的自主選擇，例如，有自主能力的病人有權決定自己想要的醫療方式，而醫師也有尊重的義務。
- (b) 不傷害（non-maleficence）的原則。
- (c) 慈善救濟（beneficence）的原則。
- (d) 正義公平（justice）的原則，並以機會均等（fair opportunity）的規則做為補充。

此處同樣可以看出，善的元素有 {a 尊重自主；b 不傷害；c 慈善救濟；d) 正義公平}。生命倫理的論題，有安樂死、動物權、墮胎、複製人等等。

### 三、善與真的區別

探討善的問題時，要先區分善的問題和真的問題之不同。大科學家費曼的解說如下：

- (1) 宗教相當複雜，可區分為許多方面，用以回答各式各樣的問題。
  - A 首先它要回答的是有關事物本質的問題，「它們打從哪兒來？人究竟是啥？上帝又是啥？」讓我們把這個部份的宗教內涵，叫做宗教的「形而上面向」(metaphysical aspect)。
  - B 它回答各種德行上的問題，並制定了一整套道德律給人們依據遵循。這部份的宗教內涵，我們稱之為宗教的「倫理面向」(ethical aspect)。
  - C 必須有人不斷耳提面命，重複強調道德價值觀，讓人們時時刻刻受到良心的約束，以免誤入歧途。這可不是單單只要具有是非觀念，就可以保證做到的事，許多人必須依據宗教不斷提供力量、安撫、以及鼓舞，才能在所謂的戒慎恐懼之下，被動遵守這些道德律。這就是宗教內涵中「感化面向」(inspirational aspect)。
- (2) 問題出在，科學知識有時會跟其中的第一面向 A，也就是形而上面向的觀點發生衝突。例如歷史上曾發生關於地球是否是宇宙中心的問題，也就是地動說和天動說的辯論。只要屬於宗教形而上面向的問題，事實和精神表達裡兩方面，都免不了會繼續跟科學起衝突。【這是真假的問題】
- (3) 我不相信，宗教的倫理面向 B 會真的跟科學發生衝突，原因是道德問題是在科學領域之外。【這是善惡的價值判斷問題】
- (4)、當今任何宗教感化眾生 C、給它們力量與安撫的泉源（也就是所用的策略跟手段），都是跟宗教的形而上面向 A 緊密交織在一起的。換言之，感化必須藉助於充當上帝的僕人、服從上帝的旨意、覺得跟上帝同在等等意識。宗教骨子裡實在是無法容忍懷疑跟不確定的，因為懷疑必然使得宗教失去對眾生感化的能力。【這是實踐的問題】

評析：

A 此處費曼指出，科學知識會和西方宗教的「形而上面向」起衝突，因而也會影響到宗教的「感化面向」。事實上，科學知識不一定會和東方宗教的「形而上面向」起衝突，因而東方宗教能維持「感化面向」。至於「科學知識」和宗教的「倫理面向」則不會衝突，因為前者釐清真假，後者釐清善惡，範圍不同。

B 物理定律和倫理律二者從性質來比較：自然界裡物理現象的定律與現象一致時，這物理定律可被接受為「真」；而倫理律則是一種規範，例如，不要偷盜、不要說謊等，這是為了使大眾的生活和諧而制訂的規定。這些規定是為了使「果」（大眾的生活和諧）合乎預求，因而在「因」的階段給予特定的限制（不要偷盜、不要說謊等）。從這角度來看，倫理律相當於物理題目所選定的初始值或特定的邊界條件，譬如在上游控制水庫的排水量，使下游得到適當的灌溉而不會氾濫成災。因此，倫理律不同於自然界裡的物理定律，只類似於初始條件，倫理律是由「因」的選擇來控制「果」的發生，由於選擇是人為的，因而具有主觀的色彩，不能純客觀，但還是有「相對」的客觀，這種共識下的人為約束，形成了「倫理律」。

問：有沒有純客觀的倫理學？答：沒有。

## 四、倫理律的不同層次

第一類：規範型（嚴格訂出標準，注重形式，理性至上）：例如，不殺生、不偷盜、不說謊、…

第二類：依動機來定善惡（有彈性、理性與感性的平衡處理，但較難掌握），例如，殺人時有動機和無動機，其惡的程度就不同。助人時有條件和無條件，其善的程度就不同。這是以內心的實質為重點，而不在表面的形式。

第三類：從圓滿的智慧來判定（這是最高的層次）

從圓滿的智慧的角度來看，惡是純粹來自無知，因而必須將無知完全滅除後才能達到究竟的善。也就是說，這種至極的善，必須先破除個人的我執和偏見，甚至突破常規的禁忌（不被舊

有的倫理框子完全綁住)，這一層次是超越了善惡的二元對立，必須經由見解的提升。譬如，助人時，要真心謝謝對方能讓我幫助，這便是見解的提升。

問：有公平嗎？有真正的公平嗎？

問：有善嗎？有絕對的善嗎？

## 五、不善是否來自無知

以下先介紹邏輯經驗論者萊興巴哈的分析：

(1) 理性論者主張「道德是一種知識」。康德認為，倫理學中的諸公理（道德律）是綜合先驗的真理。

說明：理性論者認為惡是來自無知。

(2) 經驗論者認為，倫理不是知識。知識分為「綜合的陳述」與「分析的陳述」。前者告訴我們有關事實的情形，後者則是空虛的。那麼，倫理是屬於哪一種？

若倫理是屬於前者，則只是記述各民族、社會的倫理習慣，屬社會科學的一部份，但不具規範的性質。

若倫理是屬於後者，則只是分析的知識，因而也不能告訴我們應做些什麼。所以，倫理不是知識。

(3) 要澄清「認知語句」與「規範語句」的區別。

說明：認知語句：明天是除夕嗎？答：是。

規範語句：吝嗇是壞事嗎？答：是。只表示聽者與說者有相同的意願（不是認知的肯定）。

(4) 與祈使句一樣，涉及我們行為的「規範」，都是「意願」的表示，因而也無所謂真假。

說明：「真」和「善、美」是不同的性質。「善、美」是屬於「價值判斷」，每人有其主觀的看法和選擇。



(5) 倫理規範的特性：建立在某種義務感的「意願」：自己與別人「普遍的意願」。

道德規範都具有「意願」的性質，它只表示說者在意願上的決定。要克服意願上的差異，僅有經由意見的衝突、經由個人與環境的摩擦、經由爭辯與形勢的擠撞，才可能達成。

問：能否建立及修改群體的意願？

答：可以。如果某些「基本目標」相同，那麼，很多道德上的爭論可以轉換為邏輯上的問題，而建立「制約意願」。至於「基本目標」則由「意願」來決定！

例：私人財產是否不可侵犯？

若「基本目標」：「凡公民都應保證其最低限度適當的生活」相同。則達成目標的途徑，究竟是(1)經由私人企業或(2)國有生產，何者為佳？⇒轉成認知的論證。

(6) 政治、教育、犯罪等問題，都可用此認知的論證方式來澄清。⇒選擇其佳者，作為大家的意願。

只有「諸目的間的關係」或「目的與手段間的關係」可視為「認知的知識」。

問：基本目標為何會相同？

答：人與人的心理相似⇒意願上的相似！

(7) 倫理學上具有根本重要性質的規則，都不是「認知的知識」，都不能借知識來證明其為正當。道德規範律只是意願的表示，人們之所以崇奉它們，完全由於人們自己希望有這些規則，而且希望別人也遵循這些規則。

「意願」不能從「認知」中導出來！

評析：

(1)「問：吝嗇是壞事嗎？答：是。」

經驗論者認為，這只表示答者與問者有相同的「意願」，而「吝嗇是壞事」不是由理性推導出來的。

但理性論者認為，圓滿的智慧者可以推導出「吝嗇是壞事」，因而一個吝嗇的人，不外表示是一個無知的人。

- (2) 其實，此處經驗論者是站在一般凡人的層次來看善惡，而理性論者則是站在圓滿的智慧者的層次來看善惡。
- (3) 我們如果仔細分析「意願」，將發現其中受個人的習性所引導，因而會被個人的無知所蒙蔽。例如，習性懶的人，會對一些應積極作的事，由於順著自己的「意願」而選擇不去作，因而造成日後的後悔。所以，從圓滿的智慧者的層次來看，當時選擇不去作，便是一種無知。又如，熱心的人積極去幫別人，但有時看不清真相，越幫越忙，這也是順著自己的「意願」選擇去作，因而造成日後的後悔。所以，從圓滿的智慧者的層次來看，當時選擇去作，便是一種無知。因此，這些不善是純粹來自無知，如同一些因果事件，由於無知，沒有選好初始條件，因而後面的結果便不理想。同理，人的貪心、生氣等負面心理的出現，都是來自無知。譬如，別人批評我，假如對方合理，我應虛心接受，不該生氣；假如對方的批評是錯的，那麼錯誤的是對方(對方該慚愧)，我何必生氣？若生氣便是我的無知。
- (4) 凡是看不清楚感受的面目，便是無知。作奸犯科而被判罪的人，是由於無知而犯罪，都是來自盲目追求感受或依據不良習性而造惡。

## 六、從演化看道德規範

以下列出生物學家麥爾（Mayr）的主張：

- (1) 在達爾文之前，「人類道德從何而來？」所對應的答案，必定是「上帝所賦予的」。
- (2) 達爾文運用了共祖和天擇說兩大觀點：
  - (a) 共祖說主張生物物種是由相同的祖先衍生形成的。由於道德觀念的存在，人和動物間有了根本的差異。所有的事物都是按部就班循序演化形成的，即使是人類的道德也不例外。
  - (b) 達爾文的天擇說排除了超自然力量的作用，推翻了自然神學的假設：「宇宙中的一切事物，包括人類道德，皆是上帝設計，並受祂的律法所統治。」由於天擇作用在適當的對象，最後才導致重視群體共同利益和利他

行為的人類道德。

- (3) 如果天擇只回饋那些以「自我利益」為優先的行為和以自我為中心的個體，那麼人類奠基於「社群整體利益」和利他主義的倫理道德，又是如何發展形成的？

一個人在以下三種背景下，都會成為選擇的對象：a 個體本身、b 家族成員（更正確地說，是生育者）、和 c 社會群體中的一員。欲解開人類行為中的道德兩難問題，必須將這三面皆納入考慮。

- (4) 「外延適應度之利他行為」(inclusive fitness altruism) 將會受到天擇的偏好，因為他強化了利他者與受益者（後裔及親屬）所共有基因型的適應度，這樣的過程就稱為「近親選擇」。

只要行為所造成的整體結果對利他者本身的基因型有利，那麼嚴格來說，這還是一種自私的行為。

有些學者認為所有人類的倫理道德，多少都帶有原始的外延適應度成份。

其他學者則主張，當純正的人類道德演化生成時，就全面取代了外延適應度利他行為。

- (5) 一種發生在無血緣關係個體間的互助合作現象，像是大型獵食性魚類不吞食可清除其體外寄生蟲的清潔魚，就是極為典型的互惠利他。當社群能持續恆常的實踐互惠利他的話，最後應可促成「純正的利他主義」。

人類運用了新的思考能力後，可依據意識選擇道德行為，揚棄自私自利的態度，不再純粹倚賴直覺式的外延適應度。一隻母鳥飼育雛鳥的利他行為是直覺性的反應，並不出於選擇，因此不能算是道德。從直覺式的外延適應度，到依據思考選擇的群體道德，其中的適應轉折，可能是「人類化」歷程中最重要關鍵的一步。

他們心中所存三項充分必要的道德行為條件：(a) 能預想自己行動後果的能力、(b) 價值判斷的能力、(c) 能選擇不同做法的能力。

- (6) 一個文化群體是如何獲得其特有的道德標準呢？

在達爾文之前，答案追根究底不外乎上帝所賦予的，或是人類理性的產物（而理性也是上帝所賜與的）。

達爾文雖然傾向認為思考是道德重要的一環，也同時認為道德行為是出自「社會本能」的半直覺反應。

(7) 社會本能又是如何演化產生的呢？

每一個社會群體或部落的道德系統，都會在不斷嘗試錯誤後，或偶而因英明領導者的影響，而持續修正改進，但什麼樣的準繩對群體最好最合於道德，卻會依情況改變。

在群體擴增的過程中，新的道德衝突開始浮現，無可避免會導致價值觀的改變。

根據一些學者的看法，人類的每一宗道德行為都是經過「代價和利益」的理性分析。

另一派學者則相信，道德行為是「社會本能」的反應。

我個人以為真正的答案應介於二者之間。

在多數的情況下，我們會自動運用文化傳統中的標準來決定，僅有在數個準則間互有衝突時，才會進行理性的思考分析。

(8) 新環境倫理的基本前提，就是不對我們所處的環境，做出任何有害後世子孫繼續生存於此的事情。

(9) 道德是天賦，還是後天習得的？

人類行為學家相信，我們在出生時，就有如一張白紙。

社會學家和研究動物行為的科學家，則相信遺傳程式的作用是不容忽視的。

(a) 不同的人種和部落，道德標準差異極大。

(b) 在政治和經濟動亂的情況下，社會的道德體系也完全崩潰。

(c) 人類對弱勢團體，特別是奴隸，常表現出殘酷不仁的行為。

(d) 戰爭尤其能暴露人類的冷漠無情。

(e) 嬰幼兒在成長的關鍵期間失去母愛或遭受性虐待後，會出現人格扭曲的情形。

這種證據均使行為學家懷疑道德天性的存在，而主張所有道德行為都是思考推理的結果，受環境刺激而表現的制約反應。

然而近幾十年來的研究，卻指向個人的價值觀受到「天生性向」和「學習效果」的雙重影響。

來自文化社群其他成員的教誨固然極為重要，但個體對道德標準的吸收能力，卻顯然是因人而異。這種接納道德標準和實踐道德行為的能力，就是遺傳的重要貢獻。

個體吸收能力愈強，獲得第二套道德規範，以取代生物天性中的自

私自利和外延適應度的效果也愈好。

道德規範的學習主要發生於嬰幼兒時期。對處於生命早期的幼兒諄諄教誨的重要性，是值得再三強調的。

評析：

關於人是性善或性惡的問題，我們應從科學的角度來看：性善或性惡應從觀察眾生的心下手：小孩生下來大致相同，但也略有差異，長大後受環境的薰習因而變成或善或惡，依據這一具體的事實，可以推知：人剛生下時心中都有善惡的種子，不是單純的性善或性惡，這是一存在的事實。從這一事實作基點，而後以後天的教育，一方面灌溉善的種子，使之增長；一方面清除惡的種子，使之不起作用並將之拔除，這樣的教育過程符合因果的原則，有其可行性，而不是一開始就只思考抽象而單純的性善或性惡，這將不符事實和因果的原則。

## 七、價值觀的超越

以下是泰國佛使比丘對道德和價值觀的重要分析：

- (1) 所有社會、政治、經濟、軍事、法律和宗教的目的是「解決社會所有的問題，使社會和諧。」
- (2) 社會的任何層面，不論是政治、經濟和宗教都無法脫離道德的範圍。同時，社會科學本質上就是一種道德，因為它的目的是解決社會所有的問題，使社會和諧、平衡。
- (3) 所有社會、政治、經濟、軍事、法律和宗教所處理的是「與眾人有關的事」。所處理的對象是「眾人」！
- (4) 為什麼會出現社會、政治、經濟、軍事、法律和宗教的問題？

追根究底來自於人們錯誤的「價值觀」：如果我們沈溺於物質的價值，就會被誤導而產生愛欲或瞋恨，根本無法成為具足道德的人，我們仍將受到愛恨的左右，崇拜不應該崇拜的東西，同時也會憎恨應該予以尊敬的東西。價值在某種意義上是所有問題的根源或基礎所在！如果沒有價值或利害關係，就不會發生問題，問題之所以發生，在於我們渴望利益和有價值的東西。價值引起我們的欲望和需求感，一旦我們發現有價值的事物，欲望馬上升起，且會根據自己

對價值的定位而對事物有或好或壞的想法。

(5) 什麼是人們偏執的「價值觀」？

人們偏執的「價值觀」是想擁有過多的物資，沈溺於物質的價值。

(6) 如何改正人們偏執的「價值觀」？

只取用個人所需，而剩餘的供別人使用。只擁有足夠自己所用的物資，滿足於基本的生活所需，若非真正所需，就將它留給需要的大眾。

(7) 個人所需要多少才算足夠？怎樣才算是超出我們真正所需？

我們可以擴大「所需」的意義。當人們宣稱需要時，實際上並非真的有需要。例如，將自己所有的百分之五捐出，我們仍然可以生活。人類應學會分享自己所擁有的，而且將它看作是必要的事。

這不是說我們不應該有更多的生產。人們有權利去生產，假如生產超出他們所需，這樣做也是適當的，只要他們能將多餘的分享其他人。真正解決方法是取用不超出所需，要符合自然原則，人們才能以慈悲心來分享多餘之物。人們只保有他們所需之物，多出的都願意留給社會。

(8) 如何處理心靈和精神層面的問題？

宗教所採取的是科學的方式，它首先指出「苦」這個切身的問題，然後找出原因並提出可解決的方法。真正的宗教是科學的，因為它根基於發現問題，並以有效的方法來解決它。

(9) 錯誤的價值觀和正確的價值觀的差別？

錯誤的價值觀以肉體、口腹之欲為標準，而正確的價值觀則以心、識和事物真正的本質做為基礎。現在我舉個簡單的例子來比較說明。錯誤的價值觀主張吃得好、住得好；正確的價值觀則主張吃、住只要足夠就好，這兩者差別很大。

(10) 有正確價值觀的人內心沒有束縛了嗎？

雖然觀念正確的人能夠分辨價值的好壞，但如果內心仍然執著於價值，就無法超脫出價值的束縛。

假如我們要如實知見世間，就必須超越價值。也許我們可能究竟排除邪惡的事物，但我們仍會執著善良事物的價值或善的本身，因此，我們仍受制於價值，而在無意中陷入煩惱和困擾中，我們必須提昇自己，才能不再受制於價值，甚至是善的價值，這才是最高的

道德。

盲目地把邪惡錯認為正確的人，將作出邪惡的行為。而那些誤執所謂好的事物的人，也會因此做所謂的好事。但即使是後者，也還不是自然的最高境界。也就是說，我們仍然喜愛好的事物而憎恨邪惡，如果仍然有喜愛、憤怒和憎惡等等，那怎麼可以說我們擁有好的道德呢？

世間的標準，認為喜歡善的事物、努力做善事、為善而犧牲是正確無誤的，但根據更高層次的法義，則不僅如此而已，也就是我們必須更正常，必須克制愛恨的情緒，不能讓有價值的事物造成心中的愛與仇恨，如果我們能控制這二者，才可以說具足了道德。

(11) 只追求必需的東西，這是道德的第一個層次，是很容易就能做到的。奉行簡單、平衡、正常的道德生活並不困難，反而是那些滿足追逐奢侈欲望的道德才使正常生活發生困難，因為它會使人產生煩惱。奉行可以引領人們達成滅苦的道德，代價很低，甚至不需任何代價，這種道德可以解決我們內部的問題，它不需要有千萬資金來發展計畫，只要解決問題的源頭，便可使人生活滿足、正常，並且使人具有不斷解脫煩惱的覺察力。當我們奉行這種道德時，就不會有焦慮或困擾，也不會干擾別人，我們可以幸福地生活在一起，這種最高層次的道德就是聖人的道德。

(12) 聖人的道德可以帶來和平與幸福，無須投資大量金錢或製造許多麻煩，然而是什麼原因使我們不去奉行這種道德呢？最根本的原因是我們盲目地追逐感官和物質欲樂的滿足，甚至追逐會造成焦慮和煩惱的事物，渴望吃得好、住得好。造成我們不想奉行道德的第二個原因是，我們並不瞭解從古到今的人類問題都是因為缺乏道德所引起的。

## 八、善的定量評價

(1) 每人的善惡標準是主觀的。如何給出客觀的分數？如何打出學生的操行成績？如何選出好人好事的代表？一個比較科學的方式，就是採用模糊數學，對善給以定量評價。

(2) 善和美都是價值判斷，所以處理善的方式和處理美的方式相同，

要考慮論域  $u$  和權重  $A$ 。

- (3) 想對善或道德給出定量的評價時，此中要先訂好評分規則。以下用簡例說明，例如，今要評定三人的操行成績。此時要先找出其論域  $u$ ，如， $a$  不傷眾生； $b$  做好本分； $c$  幫助他人，即：

論域  $u = \{ \text{不傷眾生, 做好本分, 幫助他人} \}$  (設定 1)

接著，決定各項的權重：

權重  $A = \{ 50\%, 30\%, 20\% \}$  (設定 2)

而後給每人評分，每單項以 100 分來評，設評分如下：

甲 =  $\{ 90, 90, 90 \}$  (利己並利他)

乙 =  $\{ 80, 80, 100 \}$  (利他為主)

丙 =  $\{ 100, 100, 50 \}$  (利己為主)

最後，配合權重，可以計算出結果如下：

甲 = 90，乙 = 84，丙 = 90。

- (4) 上例表面看來很公平，但是細看可知，分數的高低主要是決定於評分規則的「設定 1」與「設定 2」。論域可以增多或減少，權重也可以調整，因而成績相近者之名次，完全受控於評分規則，此與選定道德標準的高低有關，例如：

低標準時（以不傷眾生為重點）的權重： $\{ 50\%, 30\%, 20\% \}$

高標準時（以幫助他人為重點）的權重： $\{ 20\%, 30\%, 50\% \}$

採高標準時，上述三人成績將是：

甲 = 90，乙 = 90，丙 = 75。

- (5) 由上述可以明顯看出，當標準或權重不同，結果便會有所不同。若只以論域的單一元素來論善，此時該一元素的權重為 100%，顯然不符合一般人對善的理解。

小結：

只要是評鑑，就不能免除人為的主觀干預；人們只能透過協商與共識，建立起當時最能接受的評分規則，並遵行之，如此而已。

## 九、結語

善的問題雖是處於「前科學」的階段，但在今日心理科學和生命科學的積極研究下，有些項目將近入「科學」的階段。道德是人與人之間



的根本問題，眾生要能和諧相處必須從小給予正確的教導，並培養出正面的處世能力，而這也就是教育的真正重點所在。

---

善是什麼？

倫理學家謨爾說：善是不可以下定義的！

科學家說：我們還是作個傅式分析吧：

{ 誠實、安分、守信、負責、助人… }

善的成份真不少

原來是一個論域和權重的問題。

---

## 美的追尋—藝術的鑑賞

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。針對價值判斷中「美、醜」的存在問題追根究底，出現了「藝術學、美學」，這是對精神世界的探究，尚屬前科學。

### 二、美的組成份子

生而為人，各有美學的觀點，雖然不能免於主觀的看法，但是一般科學家們卻都有不謀而合的共識。愛因斯坦說：

「音樂和物理學領域中的研究工作在起源上是不同的，可是被共同的目標聯繫著，這就是對表達未知的東西的企求。它們的反應是不同的，可是它們互相補充著。至於藝術和科學上的創造，在這裏我完全同意叔本華的意見，認為擺脫日常生活的單調乏味，和在這個充滿著由我們創造的形象世界中尋找避難所的願望，才是它們最強有力的動機。這個世界可以由音樂的音符組成，也可以由數學的公式組成。我們試圖創造合理的世界圖像，使我們在那裏面就感覺到像在家裏一樣，並且可以獲得我們在日常生活中不能達到的安定。」

以下從藝術美和科學美來分析這一問題：

#### (1) 藝術美和科學美的通性

藝術美和科學美的基本通性是和諧性（統一性）、對稱性、簡單性、意外性。一般要從「複雜」中，看出「簡單」之美，從「簡單」中，看出「複雜」之美。

- (a) 從詩詞、音樂等創作成品中，可看出好的作品的一些通性，例如，內容的精鍊、濃縮（濃度高），可由不同角度體會、延昇。這根科學定律的「簡單美」類似。
- (b) 藝術和科學的創作過程，在高層次的體驗中，都有美的感覺。

## (2) 科學美的簡單性和不可取代性

大科學家愛因斯坦說：

「一切科學的偉大目標是要從盡可能少的假設或公理出發，通過邏輯的演繹，概括盡可能多的經驗事實。」

科學哲學家波普說：

「假如知識是我們的目的，簡單的陳述就不那麼簡單的陳述得到更高的評價，因為它們告訴我們更多東西；因為它們的經驗內容更多，因為它們更可檢驗。」

1979 年物理獎得主溫伯格說：

(a) 簡單(simplicity)是我所謂美的一部分，但它是概念上的簡單，而非能以計算方程式或符號得出的那種機械式的簡單。愛因斯坦和牛頓兩人的重力理論都包括了能說明由任何數量的物質所產生之重力的方程式，在牛頓的理論中有三個此種方程式(相對應於空間的三維，另外加上一勢位方程式)，而在愛因斯坦理論中則有十四個。事實上較美的反而是愛因斯坦的理論，部分是因為其有關重力和慣性相等的中心概念極具簡單性。

(b) 除了簡單之外還有另一項特質可使一個物理理論成為美的理論，那就是該物理能否給予我們一種不可取代性(inevitability)

的感覺。

### (3) 科學美的簡單性

任何理論，歸根到底只有少數幾條基本的假說：古典力學建立在牛頓三定律的假說上，狹義相對論建立在相對性原理與光速不變的假說上。這些假說反過來幾乎能解釋相關的自然現象，並得到應用。自然界普遍存在四種力：強作用力、弱作用力、電磁作用力和引力，它們決定了自然界的各種物質運動。物理學的終極目標就是要將四種力統一成一。物理學家總是受一種信仰的支配：宇宙是按照一個單一的、質樸的，具有驚人的優美的數學原理運行的。大物理學家約翰·惠勒表達了對達成這一最終目標的迫切心情，他說：

「總有一天，有一扇門肯定會開啟，顯露出這個世界的閃閃發光的中心機制，既質樸，又優美。」

### (4) 科學的理性美

物理獎得主海森堡說：

「美就是部分與部分之間、部分與整體之間的固有的一致。」

### (5) 大自然和生活中的美

大自然的美，如山河大地，或雄壯或雅緻，各由觀賞者體驗其美。其實生活中處處可以鑑賞出美的蹤跡，例如，桌面的擺飾、庭院的設計等等，有其靜態的美；歌唱、舞蹈等等，有其動態的美；甚至耐心的縫衣、安詳地掃地，處處都是美的展現，只看觀賞者如何擷取。這些都是美，唯一的差別是，有的存在長久些，有的稍縱即逝。

## 三、美的不同層次

為了便於掌握，我們可以將美區分為不同的層次：

### 【第一層次的美】

這一層次的美是以習俗的規範、形式為主。環肥燕瘦、臉上塗彩、…合習俗則美，不合習俗則醜。

### 【第二層次的美】

這一層次的美是依據「經驗」而得來的標準（客觀、理性），如長短的比例、色系的調配、線條、對稱、對比等等美學原理。合乎科學經驗的美學原理則美。

### 【第三層次的美】

這一層次的美是來至高度直覺的創意，由經驗的累積和心靈的寧靜而冒出。一般層次的美是世間美醜的相對判斷，而第三層次必然是超越了美醜。有時甚至突破常規的禁忌。

### 【意外美或奇異美的出現】

第三層次的創作過程，是依狀況機動調整的動態過程，在創作完成前不能事先估出結果之美妙，所以在完成後會有意外的驚喜，例如，朱銘的雕刻過程、大物理學家的研究，都會自然而然依狀況來調整創作的方向。一旦出現原先意料之外的美妙結果時，這種美可以稱為「意外美」或「奇異美」。

## 四、藝術美和科學美之異同

藝術與科學的創造本質是相同的，而其差異處：

- (1) 康德認為，藝術與科學的一個基本差異是，藝術以個性和自由表現為目的；科學則不以個性和自由表現為目的。
- (2) 科學哲學家波普說：

「藝術是我，科學是我們。」

- (3) 如果沒有牛頓，遲早一定會有萬有引力定律的問世；  
如果沒有愛因斯坦，遲早也一定會有狹義相對論的問世。  
如果沒有貝多芬，就一定不會有 C 小調交響曲的問世；  
雖然沒有貝多芬，還是會有其他美妙的交響曲問世。
- (4) 科學美，大多是來自數學美。數學美比藝術美較具「客觀性」。  
數學美的要項：和諧性、簡單性、意外性。  
符合數學美的兩個例子：  
a 證明存在無限多個質數；  
b 證明 $\sqrt{2}$  是一個無理數。
- (5) 科學美不是感性美而是理性美，是來自事物秩序的內在美，是要具有數學直覺力才能把握。大科學家和大數學家彭加勒說：

「這種感覺能力，即對數學秩序的直覺，使我們能夠窺見自然隱秘的和諧關係，但不是每個人都具有的。」

- (6) 英國數學家羅素（Russell，1872-1970）說：

「數學，……不但擁有真理，而且也具有至高的美。正像雕刻的美，是一種冷而嚴肅的美。這種美不是投合於我們天性微弱的那方面，這種美沒有繪畫或音樂那種華麗的裝飾，它可以純淨到崇高的地步，能夠達到嚴格的只有最偉大的藝術，才能顯示出那種圓滿的境地。」

- (7) 英國的庫克（T.A.Cook）認為，藝術美不是遵守數學的精確性，而是對數學精確性的巧妙變動。

問：是什麼力量使古希臘的石頭建築獲得了生命呢？

答：來自建築家對數學精確性的巧妙變動。

## 五、美的評價

從文藝比賽到體操、跳水、選美等各項多人的競賽，都離不開評分，為了「客觀」只好依賴一組專家給出定量的數值。一般是採用「模糊數

學」來進行，此中要先訂好評分規則。

例如，有三件藝術作品，假設評價其美時，是依據和諧美、簡單美、意外美等三項：

論域  $u = \{ \text{和諧美、簡單美、意外美} \}$ （設定 1）

權重  $A = \{ 50\%, 40\%, 10\% \}$ （設定 2）

每單項以 100 分來評。今設各項的評分如下：

甲的  $u = \{ 90, 80, 70 \}$

乙的  $u = \{ 70, 90, 80 \}$

丙的  $u = \{ 60, 90, 90 \}$

最後，配合權重，可以計算出結果如下：

甲 = 84，乙 = 79，丙 = 75。

因此，甲 > 乙 > 丙。

表面看來很公平，但是細看可知，分數的高低主要是決定於評分規則的「設定 1」與「設定 2」。論域可以增多或減少，權重也可以調整，因而成績相近者之名次，完全受控於評分規則。如果此次評價是以「創意」為主：將「和諧美」的權重降低，並將「意外美」提高到 50%，那麼，丙的分數將會最高。

**結論：**只要是評鑑，就不能免除人為的主觀干預；人們只能透過協商與共識，建立起當時最能接受的評分規則，並遵行之，如此而已。

### 【哲學問題】

問：為何人們有共同的美感？

答：因為人們有相似的身心結構（人同此心，心同此理）。另外，從科學的角度來追索人們心中呈現美的過程，首先是五官對外在的接觸，呈現對象並配合記憶和習性生起舒服的感覺，因而覺得美。每人的記憶和習性是決定於先天和後天的經驗，雖不相同，但是大同小異，因而有共同的美感。

問：美的定義為何？美為何難以下定義？

答：從科學的角度來看，美是一組論域 { 和諧美、對稱美、簡單美、意外美 } 和權重的組合。美絕不是論域其中的一個單元而已，如果不

看整體，當然難以下定義。

## 六、結語

「美」本來只是一種主觀的價值判斷，但是大物理學家們卻發現「美」可以幫助他們創造理論並檢驗理論，以下摘錄諾貝爾物理獎得主溫伯格的重要看法，他說：

(1) 能給予我們美感的物理理論特徵為何？

一個像我們的美感這樣純屬個人和主觀的事情，不但可以幫助我們創造物理理論，同時也可幫助我們檢證理論的有效性。

(2) 什麼是美的理論？物理學家兼數學家龐加萊即承認：

「欲定義數學之美可能非常困難，但這對所有種類的美來說都是如此的。」

我不會嘗試對美加以定義，正如我不會嘗試定義愛情或恐懼一樣。有了感覺之後，你有時可能會用一些言語來描述它們，正如我現在所嘗試做的一樣。

(3) 我現在所講的那種美，與數學家和物理學家有時稱為優美

(elegance)的特質相區分。一個優美的證明或計算，是指在獲致一個強而有力結論的同時，其間無關的複雜過程之比例則降至最低。

(4) 賦與廣義相對論和標準模型兩者最多不可取代性和簡單性的一個共通特徵是：它們遵守著「對稱性原理」。

對稱性原理簡單來說，就是某事物從一些不同角度看來均完全一樣的陳述。

有些事物比人類的臉孔有著更廣泛的對稱性。一個正立方體從不同方向觀看的結果都相同，所有的邊角皆呈直角交接，而當左右顛倒時結果亦同。完美的水晶體不單從各種不同方向觀看是一樣的，而當我們在水晶體內以各種方向移動位置時也是一樣。一個球體從任何方向看來都是一樣的，空無一物的空間則從任何方向、任何位置來看都是一樣的。

在自然界中真正重要的對稱性並不是事物的對稱，而是法則的對稱。自然法則的對稱性乃是當我們從我們觀察自然現象的角度做出



某些改變時，我們所發現的自然法則並不改變的一個陳述，這種對稱性通常稱為不變性原理(principles of invariance)。例如，不論我們實驗室的坐向如何，我們所發現之自然法則的形式不變。

無論我們的實驗是位於何處，自然法則的形式也是不變。

無論我們如何設定時間，自然法則的形式不變。

以上所敘述的並不是說任何東西不會隨時間改變，而是說在不同時間與不同地方所發現的法則永遠是一樣的。

(5) 任何對稱性原理同時也是一個簡單性原理。

實際上，那個被數學家 and 物理學家們用來使我們的方程式看來儘可能簡化和單純的概念，已經加入了空間中所有的方向皆相等的假設。

這些自然法則的對稱性在古典物理學中已相當重要，而其重要性在量子力學中又更為提高。

牛頓視其提出的相對性為理所當然，愛因斯坦則明顯地設計其提出的相對性原理與一個實驗的事實——無論觀測者如何移動，光速是固定的——相符合。

自然界有粒子，例如一般原子中有電子、質子和中子；也有場的存在，例如重力場或電磁場。量子力學的來臨引導至一個遠較統一的觀點。以量子力學來說，一個諸如電磁場之場的能量和動量係由被稱為光子的粒子束而來，光子的表現完全像粒子一樣，雖然是像粒子一樣，卻不具有質量。同樣地，在重力場中的能量和動量係由被稱為重力子(graviton)的粒子束而來，它們的表現也與不具有質量的粒子一樣。

唯有經由場的量子理論或是非常相像的理論，才是能結合狹義相對論和量子力學原理的途徑，這是今日學界所普遍接受的觀點。這正是那種將美賦予一個真正基本理論的邏輯嚴謹性。

(6) 在廣義相對論中，對稱性的基礎原理指出，所有的參考系都是相等的：自然法則不單單對以任何固定速度移動的觀測者，其對所有觀測者而言，看起來都是一樣的，不論他們的實驗室如何進行加速度或者旋轉。

(7) 在電弱理論中，如果我們在方程式中每個電子和微中子的地方代之以此種既非電子亦非微中子的混合狀態，那麼自然法則的形式仍

然維持不變。

在電弱理論中，光子和 W、Z 粒子以四個場的能量束形式呈現出來，電弱理論的這個對稱性需要這些場，正如廣義相對論的對稱性需要重力場一般。

- (8) 基本粒子的標準模型包括了電弱理論與量子色動力學的結合。我們在一些廣義相對論或標準模型等物理學理論中所發現的美，與一些藝術作品給予我們一種不可取代性所產生的美非常相像。但正如我們對音樂、繪畫或詩詞的欣賞一般，這種不可取代性是屬於品味和經驗的範疇，是無法化約為公式的。
- (9) 【實例】因為黎曼幾何學太美了，數學家們持續進行研究，而不曾想過其可能在物理學上的應用。它的美大部分又是必然性之美。黎曼和其他十九世紀的幾何學家，從未想到他們的研究有一天會被應用在物理學上的重力理論。
- (10) 【實例】1950 年代末期，在宇宙射線中，以及在如柏克萊加州大學的貝伐撞(beam)等加速器中發現一大群新粒子後，一個有關內部對稱性之可能性的更廣泛的觀點才出現於理論物理學的世界裡。
- 什麼樣的內部對稱性能造成如此廣泛的族群團體呢？  
一般性數學即所謂的群論(group theory)。  
那些連續作用的變換群，如一般空間中的旋轉或在電弱理論中電子和微中子的混合，稱為李群(Lie groups)，係以挪威數學家李(Sophus Lie)來命名。
- 1960 年，葛爾曼和以色列物理學家尼曼獨立發現這些簡單李群之一(稱為 SU(3))正巧可以在這些基本粒子群上加諸族群結構，非常接近實驗室所發現的。葛爾曼從佛教借來一個名詞而稱此種對稱原理為八正道，因為較為人熟知的粒子如中子、質子與其六個表兄弟等八個成員組成一個族群。李未曾想過群論會在物理學上有所應用。數學家由其數學之美的感覺所引導而發展出物理學家只能在稍後才發現有用的形式架構。
- (11) 【哲學問題】物理學家到底從何得到美的感覺？使其不僅有助於在真實世界中發掘理論，甚至有時面臨相左的實驗證據時也有助於判斷物理學理論的有效性呢？

一個數學家的美感如何可導引出數十年或數世紀之後對物理學家仍然有價值的架構，即使該數學家可能對其在物理學上的應用沒有一點興趣呢？

第一個解釋是宇宙本身對我們而言，猶如一個隨機而無效率，但長期看來則是相當有效的教學機器。就像經過無數多次的偶發事件後，碳、氮、氧和氫的原子結合在一起形成生命的原始形態，其後再演化成為原生動物、魚類和人類，我們觀看宇宙的方式，同樣地也經由概念的自然選擇而逐漸演化。

我們已經在腦海中打造出自然就是一種特定的方式，而我們也習於以那種方式來觀察自然，發覺自然是如此美麗。

有關幾何的美，費爾茨獎得主丘成桐說：

「我看過楊（振寧）先生寫的一篇文章，楊先生講做物理好象畫圖畫一樣。我想做幾何也跟畫圖畫差不多，不過我們畫的圖畫更廣泛一點。物理學家要畫的基本上只有一張圖畫，就是自然界的現象。但是幾何學家可以隨意去畫，我們可以畫廣告畫，畫工程學需要的畫，也可以畫印象派的畫和寫實的畫。」

「出名的畫家往往花很多時間在磨練、在猜測，將他的工具不停地推進，在好的氣質修養下，才能夠畫出好的印象派的畫或山水畫。一般數學家和幾何學家也有同樣的經驗，有意義的工作即使是個很小的觀察（observation），往往花了數學家很大的精力去找尋。找尋的方法不單是從大自然吸取，也從美學和工程學來吸取。怎樣去尋找有意義的工作，跟我們氣質的培養有密切的關係。」

「從幾何來說，我們所要尋找的跟物理學一樣，就是真和美這兩個觀念。還有一個很重要而容易忽略的動力，是由工程學對數學需求所產生的。這三個想法推動了幾何學的發展。」

「在幾何學來說，美可分為兩方面：靜態的美和動態的美。靜態的美，譬如一朵花或雅致的山水，我們大致知道怎樣準確地去描述他們，甚至將我們的感受表達出來。如何描述動態的美對我們來說是一個很困難的問題，例如水在流或天在下雪，在不同的時間、空間，事物會產生激變，這是一個相當美的圖畫。」

「從古至今大家都講美，但是沒有很客觀的標準來決定什麼叫美或者不美。最重要的觀念只有一個，就是簡潔 simplicity。這往往是我們審美的一個主要標準。在做幾何、做數學、做物理的研究時，我們都在描述一個很複雜的幾何現象。假如我們沒有辦法將幾何現象用很簡潔的語言表達出來的話，我們不算有一個好的定理或者好的文章。用很簡潔的語言來推導和描述繁雜的幾何現象，在歐幾裏得的時代就歸納為用三段論證方法得出的過程。當時有很多定理，從希臘或埃及早期就發現了很多不同的平面幾何現象，但是沒有辦法有系統地放在一起。歐氏很重要的貢獻，就是能夠將定理統一起來，用公理來解釋所有當時發現的定理。例如兩點之間可以用唯一的直線連接起來這個事實，可以推導出很多定理。追求用簡潔的語言來解釋複雜的幾何現象，是幾何學家的目標。物理學也是一樣，物理上很複雜的現象也希望用統一場論來描述。」

「在物理上出現的問題在數學上會更為困難，因為物理學家願意接受直觀的證明的觀念，而數學家難以接受。可是從量子力學，量子場論推導出來的數學，幾何學家往往驚歎他們如魔術般的奇妙直覺（intuition）。在有限維空間時，由物理學引起的幾何，我們大致上都可以理解和證明。可是在無窮維空間裏面，我們發覺古典幾何學的直覺與真理有相當遠的距離，沒有辦法將有限維空間的想法簡單地推導到無窮維空間幾何上去。這十五年來，自從弦理論產生以後，我們驚訝地發覺從物理直覺產生的幾何結論往往是正確的。」

---

美是什麼？

先化為美，再來談美。

將美分解：

{和諧美、對稱美、簡單美、意外美}

美的原貌，

其實是一組集合。

---

## 聖的追尋——生命的提升

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。對生命的起源、生命的意義以及「凡、聖」的存在問題追根究底，出現了「宗教學」，這是對精神世界的探究，仍處於「前科學」的階段。

問：人和機器人有何差異？

### 二、生命的起源問題

#### 「植物」生命的起源

A 演化論對「植物」生命起源的看法：

「新生命」自生說（唯物模式）：

【假說】身心現象的演變順乎因果法則

【主因】多分子體系的小滴（具有突現原始生命的能力）

【條件】原始海洋與大氣等適當條件

【結果】突現原始生命體，演變成為細菌、真菌、植物。

B 宗教對「植物」生命起源的看法：

「生命能」移入說（心物模式）：

【假說】身心現象的演變順乎因果法則

【主因】多分子體系的小滴（具有吸收生命能的能力）+生命能

【條件】原始海洋與大氣等適當條件

【結果】出現原始生命體，演變成為細菌、真菌、植物。

## 「動物」生命的起源

### A 演化論對「動物」生命起源的看法：

「新生命」自生說（唯物模式）：

【假說】身心現象的演變順乎因果法則

【主因】有些原始生命體（具有突現動物生命的能力）

【條件】大氣等適當條件

【結果】突現原始動物，再演變成為各種動物。

→大尺度來看「個體」之生命無意義，早晚全消失故。

### B 宗教對「動物」生命起源的看法：

「精神個體」移入說（心物模式）：

【假說】身心現象的演變順乎因果法則

【主因】有些原始生命體（具有吸收精神個體的能力）+精神個體

【條件】大氣等適當條件

【結果】出現原始動物，再演變成為各種動物。

## 「人」的生命起源

### A 演化論對「人」的生命的看法：

生命自生說（唯物模式）：

【假說】身心現象的演變順乎因果法則

【主因】父精母卵的結合（有突現新生命的能力）

【條件】營養的輸入等適當條件

【結果】成長出嬰兒。

（評）→從大尺度來看，個體之生命無意義，早晚全消失故。

### B 宗教對「人」的生命的看法

精神個體移入說（心物模式）：

【假說】身心現象的演變順乎因果法則

【主因】父精母卵的結合（有出現新生命的能力）+精神個體

【條件】營養的輸入等適當條件

【結果】成長出嬰兒。

（評）→從大尺度來看，個體之生命有意義，可不斷提升故。

## 二種模式的比較

以上唯物模式和心物模式的主要差異，在於宗教體系認為：「物質」之外還有「**生命能**」和「**精神個體**」的存在。

論題：地球上最初的「**原始生命**」是怎樣產生的？

心物二元論的觀點：

- 【1】基本假說：宇宙內一直存在著生命能與眾多的精神個體，此二者屬精神界，其角色類同於物質界的電磁場與電子。
- 【2】基本假說：一般所謂的「物質粒子」，除了擁有「波、粒雙象性」外，還有吸收或釋放生命能的根本潛在能力。
- 【3】基本假說：物質吸收生命能，滿足第一臨界條件後，演化成初級生物（如細菌、真菌、植物）。
- 【4】基本假說：物質要演化成為初級生物（如細菌、真菌、植物），就需吸收生命能（須滿足第一臨界條件）。  
換言之，凡物質滿足第一臨界條件，就可吸收生命能，成為細菌、真菌、植物，呈現出活力＝生命力。此處所謂生命能，就是傳統所說的氣。（生命能＝氣）  
說明：  
∴原始海洋中最初（大同小異的）物質小滴＋[吸收生命能]（滿足第一臨界條件）→（大同小異的）原始生命。  
（大同小異的）原始生命＋[吸收生命能]→細菌、真菌、植物。  
∴乾枯花生＋[吸收生命能]（滿足第一臨界條件）→生芽。  
∴花草給予精神關照（生命能的注入）長得好。
- 【5】基本假說：物質吸收生命能，滿足第一臨界條件後，演化成初級生物，繼續吸收生命能與物質，滿足第二臨界條件後，吸收一精神個體，演化成高級生物（指動物）。

【6】基本假說：物質要演化成爲高級生物（指動物），除了吸收生命能外，還需吸收一精神個體（須滿足第二臨界條件）。

換言之，初級生物（如細菌、真菌、植物）並沒有一精神個體，高級生物（指動物）必有一精神個體。

說明：

∴原始海洋中最初（大同小異的）物質小滴 + [吸收生命能]（滿足第一臨界條件）→（大同小異的）原始生命

（大同小異的）原始生命 + [吸收一精神個體]（滿足第二臨界條件）→動物。

∴今日某動物的精或卵（各滿足第一臨界條件），將此二者結合：精 + 卵 + [吸收一精神個體]（滿足第二臨界條件）→某動物的一新生命。

【7】基本假說：所有動物皆具一精神個體（猶如一微觀粒子），並束縛於一凹槽型精神位能內，處於量子化的生命能階層中。凹槽型精神位能的形成，是來至精神個體對生命的執著力。

任一精神個體只要貪戀生命就會受束縛。精神個體處在生命能階層中，由於吸收或釋放生命能而升降，因而每一受束縛的精神個體不斷在生死中輪迴。當生命能階層高時，精神境界相對也高。

【8】基本假說：凡受束於物質界的精神個體，心理行為與腦部物質互動（局部心物一體）。若使智慧不斷累積於載體（物），則處於物質界的精神個體的能力得以提升。（純精神界無載體，不能提升）

精神個體要成爲不受束縛，就必須以智慧頓悟生命的本質，不再貪戀生命（束縛力消失），此時吸收高單位的生命能，超越凹槽型精神位能的束縛，成爲一自由精神個體（猶如自由電子），超越了生命，不再生死，稱之爲解脫。（提升過程屬宗教的領域）

譬喻：

【假說】物質現象的演變順乎因果法則

【主因】硬體有承載軟體的能力

【條件】適當條件 + 外來軟體

【結果】出現有計算功能的機體

## 二種模式的比較



A【唯物模式】新生命自生說，認為生命有起源，有生命的創生。

以「突現」來解說：

所謂突現，是指一個結構系統整合出較高層級的過程中，會突現一些新的特質，而這些新特質是無法從低層組成的特性中預測得知。

一個整合元可由較低層級的整合元組裝而成，並具有低層級整合元所沒有的特質，生物學家說這些特質是「突現」出來的。

B【心物模式】新生命移入說是「生命本有」，無所謂起源。

心物模式可以解釋雙胞胎個性之差異、天才兒童之出現、枯花生之生芽、心電感應、手指識字。

### 三、生命的有無意義

個人生命的有無意義，完全繫於個人生命的延續和能力的提昇問題。

**假說 a：物為心所成**→個體生死如夢而心延續→個體之生死實無意義。

說明：如人從睡到醒、從醒到睡，貫穿在中間的是精神的延續，結果好夢惡夢一路走來，生命只是活著而已，任何作為都無意義，因為一直處在從睡到醒、從醒到睡的人生大夢中。

**假說 b：心為物所成**→個體死則心全無→個體之生命實無意義。

說明：經由演化，從無生命之物衍生出有生命現象的植物、動物。但每一個體生命一結束，個體的精神全消失，物質部分回歸大地。就每一個體而言，只存在短暫的一生，其生命實無意義；就整體生物界而言，將來太陽毀滅，回歸全無生命，演化也變得無意義。

**假說 c：動物不同於植物**→個體身死而心延續，分以下幾種可能：

假說 c1：個體不斷生死而人再為人→個體之生死實無意義。

假說 c2：個體不斷生死而精神境界也不斷升降→大尺度看來只是不斷生死，生命的意義也不大。

假說 c3：個體先前雖不斷生死，但**最終**可達成超越生死→大尺度看來生命有其意義。

**分析：**

假說 a、假說 b、假說 c1，導致個人之生命毫無意義。

假說 a 與假說 b，分別是唯心論與唯物論的觀點。

假說 c1 主張人一再生為人，不符人口增多的事實。

假說 c2，將生命用於個體之提升，此階段生命有意義，但若又會下降，變成可逆，若只是不斷來回升降則生命的意義不大。（始終處在凡夫的地位）

譬喻：每一個體的心，猶如原子的電子，始終受束於庫倫力，而在能階中升降。

假說 c3，將生命用於個體之提升，故有意義，一旦達到超越最上階層後，此時超越了生命，這將是終點。（進入聖者的境界）

譬喻：猶如原子的電子，不再受束於庫倫力，成為自由電子。

○因此，談到「有意義」的生命時，只剩下要去成立假說 c2 和假說 c3 的相關基本命題：個體身死而心延續、個體在階層內有升降、最後個體達成超越最上階層的束縛而獲得解脫（由凡入聖）。

## 四、心物二元的問題

### A、笛卡兒的（人的）心物二元論

笛卡兒所提出的（人的）心物二元論是「宏觀心物二元論」：

個體 = 「心識」（其內含有心智功能的習氣） + 「心智的各種功能」 + 身。

如被麻醉者，「心智的各種功能」完全不起作用，而心識仍在，表現出心跳、腦波等特徵。如果心跳、腦波等特徵都沒了，表示心識已離身軀。

### B、達馬吉歐的心物一元論

1998 年，美國神經學教授達馬吉歐寫了《笛卡兒的錯誤》（Descartes' Error），認為大腦受傷了，「心智的各種功能」也就隨之而變弱或消失，因而主張心物一元論。這種心物一元論其實是「局部心物一元論」：

心智的各種功能 ↔ 大腦物質 （二者相互影響）

評析：

- (1) 應當注意「局部心物一元論」其實並沒有推翻「宏觀心物二元論」。二論並存。「局部心物一元論」只是「宏觀心物二元論」中的部分要素。
- (2) 宏觀心物二元論中的「心」主要是指「心識」（其內含有心智功能的習氣），「物」指主要是身體。此處的「心」是主級（primary）之心。
- (3) 「局部心物一元論」的「心」指心智的各種功能，「物」指各種心智功能所對應的腦部物質（猶如載體）。此處的「心」是次級（secondary）之心。
- (4) 昏迷、麻醉時，「心智的各種功能」不起作用，但「心識」仍在，此心識之內，含有心智功能的習氣（種子）。心智功能的習氣，是次級心之的習性、習慣性。
- (5) 平時身心互動下，心智的功能與腦部相關物質（猶如載體）有關。將腦部物質（載體）切除，則心智的相關功能就不出現，但相關功能的習氣（種子）仍存於心識中。可以說，次級之「心智功能」和「大腦物質」是一體之兩面，而其習氣（種子）則存於主級之心識中。

○宗教的補充看法：

- (6) 投生時，是主級之心識，帶著習氣（種子）投生到下一世。
- (7) 投生所攜帶的就是功能習氣（種子）。  
投生物質界後，心智的功能可以提升。  
投生精神界後，心智的功能不能提升，因為沒有物質做「載體」。
- (8) 投生物質界後：
  - [心識+能力習氣 a]（生時）
  - [心識+能力習氣 a+新能力習氣 b]+[能力 a+新能力 b]（臨死時）
  - [心識+能力習氣 c]（生時）
  - [心識+能力習氣 c+新能力習氣 d]+[能力 c+新能力 d]（臨死時）
  - ...
 此中，某一世之心理=[能力 a+新能力 b]；  
 下一世之心理=[能力 c+新能力 d]。  
 每一世之心理，各與當世的腦部（載體）相伴生。  
 可知投生於物質界中可提升，與載體有關。

(9) 投生精神界後：

→[心識+能力習氣 a] (生時)

→[心識+能力習氣 a] (臨死時)

→[心識+能力習氣 a] (生時)

可知投生於純精神界中難以提升，缺載體故。

(10) 心物二元模式下，宇宙的基本組成成分：

a1 物質粒子、a2 物質場

b1 精神個體、b2 生命能

**a 與 b 之差別：**

純 a 是純物質。純 b 是純精神。

純 a 只會熵增加。a 與 b 結合則熵下降。

宗教的哲學問題：死後為何會再投生？

由於一般眾生都想繼續活著，養成一種再生的習氣，如同動量不滅的原理，臨死時心理的動量延續到下一生，因而一再投生，形成輪迴。

## 五、潛能的問題

存有論的議題：人的特異功能是否存在？

認識論的觀測：要對特異功能以科學方式進行觀察、實驗、推理、預測及檢驗結果。

(1) 意識的潛能

基本假說：個人之身心順著因果法則。

主因假說：個人之意識有直接認知外在物質對象與心理對象的潛能。

條件：內心穩定度需達臨界值以上。

結果：個人之意識直接認知外在物質對象與心理對象。

(2) 譬喻：鐵

基本假說：物質順著因果法則。

主因假說：鐵有融化為液態的潛能。

條件：不斷加溫需達臨界值以上。

結果：鐵融為液態。

(3) 譬喻：芒果種子

基本假說：生物順著因果法則。

主因假說：芒果種子有成長為芒果樹的潛能。

條件：不斷灌溉與照顧。

結果：芒果種子成長為芒果樹。

**【生命的提昇】凡與聖：聖的完成**

(1) 凡人

假說：身心現象的演變順乎因果法則

主因：種下再生之因。

條件：以貪著自我來灌溉。

結果：再生。

(2) 提昇（提升過程屬宗教的領域）

假說：身心現象的演變順乎因果法則

主因：人有培養某正面能力的潛能[種子]。

條件：經由智慧的輸入，不斷減除以自我為中心。

結果：得到某正面能力。

(3) 成聖

假說：身心現象的演變順乎因果法則

主因：人有滅掉某負面習性的能力。

條件：經由智慧的輸入，突破臨界點。成聖的一必要條件是破除以自我為中心的主觀色彩，破除後才能看清世間的真相。

結果：不再有某負面習性。

(4) 超越

假說：身心現象的演變順乎因果法則

主因：不播再生之新種。

條件：以智慧滅除舊有種子、習性，完全沒有自我的執著。

結果：不再生。

**【退不退轉的問題】**

由凡人聖後，會不會退轉？有的自然現象是可逆的，如容器內的水變蒸氣，蒸氣變水；有的現象是不可逆的，如瓶子跌碎，不能回復原初。提升精神境界時，例如，只修內心專注的禪定，是屬於可逆

的，因而會退轉。若修定配合智慧，體證無我，破除以自我為中心的主觀色彩後，由於看清了無我的事實，是屬於不可逆的，不會退回以自我為中心，因而不會退轉。

上述臨界點就是指自然現象產生相位變化時的轉換點。

## 六、生物和無生物的區別

**論題：**生物和無生命物質有沒有區別？植物與動物的分野？

以下摘錄生物學家麥爾（Mayr）的看法作參考：

1a 機械論者，後來改稱為唯物論者認為：生物和無生命物質並沒有什麼區別。

化約論認為，只要將事物化約成較小的組成，表列整理後，並判定每一個組成的功能，原則上就可算是解決了這道問題，因為有了對組成的了解後，再去解釋組成中較高層次的每一個觀察現象，將會是一件簡單的工作。

1b 生機論宣稱：生物具有一些特質，是在無生命物質中找不到的，因此生物的理論和觀念是不能完全簡化為物理和化學定理的。

從十七世紀中葉以來，生命物質常被描述成像流質的物質，可和牛頓的「重力」觀念相類比，「生命流質」的觀念最後為「生命力」所取代。生機論受到許多盛行意識形態的支持，包括目的論和最終論。

2a 唯物論者在「生命在分子層面是可用物理化學定理解釋」的堅持是正確的。

2b 生機論者的據理力爭也是合理的：「生物和無生命物質是不同的，生物有許多自發性的特徵，尤其是從歷史演進（演化）中獲得的遺傳程式，是無生命物質所沒有的，生物具有多層秩序系統，這和無生命世界所發現的任何事物都不一樣。

小結：

01 許多生機論者當年所提出的生命特點，如今都可用遺傳程式來解釋。遺傳學的興起引發遺傳程式觀念的產生，所有具有目的方向的生命現象，都可用遺傳程式的控制來解釋。

02 而另一種同樣具有目的的過程—生物的適應性，則可利用達爾文學說賦予全新的詮釋：生命的適應性是因為生物界的豐富變異，在天擇的

篩選下形成的。

03 因此支撐生機論的兩大意識形態一目的論和反天擇說，都被徹底摧毀了。從前須借用生命流質或生命力才能解釋的現象，都可由遺傳學和達爾文學說提供合理有效的解釋。

04 每個系統、每個整合元，在拆解的過程中，都會喪失一些特徵，許多生物體內各組成間的交互作用是物理化學層次所沒有的，只出現於較高整合層次中。每一個層次的有機整合元的活動和發展，均受遺傳程式的控制。

### 【生物的本質】

01 在分子層次中，所有功能都是遵循物理及化學定律的。

生物和無生命物質間卻存在著根本的差異，生物是一個有階層、次序的系統，有著許多無生命物質所缺少的特質，而且最重要的是，生物的活動受到了遺傳程式的駕馭，而遺傳程式所含的歷史訊息也是無生命世界所沒有的。

02 生物具有一些額外的能力，這些能力是無生命系統所缺乏的：

演化的能力、自我複製的能力、在遺傳程式的控制下生長的分化的能力、代謝的能力（吸收和釋放能量）、自我調節以維持複雜系統穩定的能力（例如保持體內生理平衡和回饋機制）、對環境刺激的反應能力（透過感知和感覺器官）、改變基因型和表現型的能力。

### 【評】：

以上其實就是「生命能」所具的能力，生命能＝含有遺傳程式的精神軟體，唯物模式認為來自突現，心物模式則認為生命能由外移入。

## 七、演化論

以下摘錄生物學家麥爾的看法作參考。

生物有原核生物和真核生物二大類：

A 原核生物類（無細胞核）＝由細菌組成的生物：真細菌界（bacteria）、古細菌界。

B 真核生物類（有細胞核）：古動物界、原生動物界、原生植物界、植物界、真菌界（fungi）、動物界。

- 1 密勒（Miller,1953）模擬原始海洋的組成，在混有甲烷、氨、氫和水蒸氣的燒瓶中放電，結果產生了胺基酸、尿素、和其他有機分子。
- 2 地球上首先形成的生物應是直接利用環境中的有機化合物，而不須自行合成胺基酸、糖類。從環境中天然合成的簡單有機物，反應形成聚合物，最後形成生物。
- 3 達爾文主張所有的植物和動物均源自第一個誕生的生命。分子生物學家發現即使是沒有細胞核的細菌，都含有與原生生物、真菌、動物和植物相同的遺傳密碼。

麥爾的主張是「有機生物論」而不是「心物二元論」。

心物二元論對此的看法：

【最初物質小滴+[吸收生命能=氣]（滿足第一臨界條件）→原始生命】  
植物：【最初物質小滴+[吸收生命能=氣]（滿足第一臨界條件）→原始生命】+[吸收生命能]→植物。

動物：【最初物質小滴+[吸收生命能]（滿足第一臨界條件）→原始生命】+[吸收生命體]（滿足第二臨界條件）→動物。

**論題：**蛙卵為什麼一定會發育成青蛙，而不會變成魚、雞、或其它動物？

麥爾的看法：

亞里斯多德因而提出了「最終成因」，這種看來有些形上學的力量，在現代來說，不過就是稱之為「遺傳程式」的物質，它絕對可用物理化學因素來解釋。

**論題：**胚胎發生學中「先成論」與「漸成論」之爭，麥爾的分析：

- a 先成論主張：生物成體的各個部位在發生最初期即已存在，只是較小而已。在受精之時，精子或卵裡面早已存有迷你型的未來生物（如，胚胎時迷你型雞形體→雞形體），而發育只是揭露原型的過程。
- b 漸成論認為：胚胎發生是由一團形狀完全未定的團塊開始，在受到某些力量的影響後，才逐漸賦予胚胎形體。成體的各個部位在胚胎初期是不存在的，完全是發生過程下的產物。1759年，胚胎學家伍爾夫認為有一種「本質力」可讓一團形狀不定的胚胎，轉化成某一物種的成體。

在顯微技術日益增進後，人們仍無法在受精卵中找出任何一絲預成個體的蹤跡時，更是削弱了先成說的氣勢。



二十世紀才撥雲見日，遺傳學將生物性狀分成基因型（個體的遺傳組成）和表現型（個體可觀察到的外表特徵）。

在發生過程中，基因型可控制外表特徵的表現，基因型提供發育所需的資訊，引導形狀未定的受精卵，漸進發展成物種的成體模樣。因此基因既是生物的 **a 預成因子**，亦是漸成說所說的 **b 本質力**。分子生物學在引入 DNA 即為生物遺傳物質的觀念後，更是排除了最後的一絲疑雲，終結了生物學界長久以來的爭執。基因不是蛋白質，基因也非架構發育胚胎的建材，基因只是建築工程所需的藍圖指引。

最後歸納所得的結論，是先成說和漸成說的綜合體。

c 生機論和唯物論最後皆為有機生物論所取代。

這個新的典範接受分子層次是可完全以物理化學機制來解釋的想法，但也同時相信，物理化學機制在越高整合層次中所扮演的角色越小：組織系統會有一些突發的特徵來取代或附加在機械性的機制上：生命最特殊的性質並非來自組成元件，而是組成元件的組織。這類觀點現在通稱為「有機生物論」，著重高度複雜秩序系統的特徵和生物演化遺傳程式的歷史特性。

所謂突現，是指在一個結構系統下整合出較高層級的過程中，會突現一些全新的特質，而且這些新特質是無法從低層組成的特性中預測得知的。

一個整合元可由較低層次的整合元組裝而成，每一個組合元都具有低層級整合元所沒有的特徵和能力，我們可說這些特徵和能力是「突現」出來的。

一個整體要比它各組成的加成總和還多。

**【結合的觀點】**

麥爾的看法：這種結合兩相對陣營，歸納出真正解答的現象，在生物學界屢見不鮮。

a 梅克塞瑞法則：又稱為重演論，主張生物在個體發生時期，會重演其祖先曾經歷過的演化階段。

海克爾比任何人都強烈地強調發生的重演現象，它並提出「囊胚時期相當於無脊椎動物的演化，發生晚期則顯現高等動物的形態演化」的想法。

b 馮貝爾法則：馮貝爾認為個體發生由簡而繁，個體早期會出現與較低

等生物相似的現象，純粹是因為早期較簡單、較均質，而發生晚期較特化、較異質性關係。

### 【麥爾對演化論的看法】

(1) 演化如今所表示的涵意，是地球生命史中的三個觀念：變質演化（跳躍式演化）、變形演化（漸變式演化）、變異演化。

a 變質演化：意指新型個體的起源，是經由一個人重大的突變或跳躍突然產生的；再透過該名個體繁殖後代，而形成一新物種。

b 變形演化：主張物體的漸進改變，例如受精卵發育為成體的過程、發光星體的顏色由黃轉紅，幾乎所有無生命世界的變化，都是變形演化。

c 變異演化：基本上代表達爾文的天擇觀念，生物在每一世代都有無數的遺傳變異產生，但他們所產下的大量子代，僅有小部份能成功地繁衍下一代，而最能適應環境的個體，將具有最佳生存和繁殖的機會。

(2) 達爾文已意識到演化的兩個次元：時間與空間。

隨時間而轉變的種系變化，面對的是物種獲得新特質時的適應問題。

隨空間而衍生的改變（物種形成和生物譜系的增加），則可在親代族群外，建立多個新族群，這些新族群將可演變成新物種，這種物種增加的現象即稱為「物種形成」。

(3) 達爾文的《物種原始》樹立了「變異演化」的五大理論：

A 演化論：生物會隨時間穩定地演化。

B 共祖說：不同的生物皆傳承自共同的祖先。

C 物種增生理論或物種形成：物種數會隨時漸增加。

D 演化的漸變論：演化透過族群的逐漸改變而得以發生。

現今我們可能比達爾文還要更篤信「漸變論」，許多證據都明顯指向演化發生在族群層級，而行「有性生殖」的族群只能逐漸演變，絕不可能會有突然跳躍發展的情形。

E 天擇說：演化的機制是因諸多獨立個體競爭有限的資源，而導致生存和繁殖的變異。

○與「天擇說」相對抗的三大對手，分別是跳躍演化說、目的論和拉馬克學說。

- a 跳躍演化是極稀有的案例，並非多數生物的演化模式。
- b 目的論則宣稱，自然界具有內在法則，可引導所有的演化譜系逐趨完美。
- c 拉馬克學說或新拉馬克學說則主張，生物因用進廢退，或更直接地受到環境力量的影響，而獲得一些後天性狀特質，這些新特質的遺傳，造成生物逐漸演化轉變。

(4) 達爾文的「天擇說」是今日普遍認同的演化機制，其過程可分為兩個步驟：「變異」和「選擇」。

- a 「變異」發生於生物的每一個世代，這是基於遺傳物質的重組、基因流、隨機因子和突變所產生的遺傳變異。
- b 天擇的第二步驟則是「選擇」，大多物生物在每一世代中，都只有一小部份的個體能夠存活下來，在眾多遺傳變異的子代中，必有某些個體的基因形式較能適應環境。「選擇」一詞真正的涵義是「非隨機性的汰除」，以及自然界並不存在有任何選擇力量的事實。

(5) 達爾文的學說基本上建立在五件事實和三項推理上：

- 事實 A1：族群具有等比級數增加的潛力；
- 事實 A2：族群實際大小呈現穩定平衡狀態；
- 事實 A3：自然資源的有限性。
- 推論 B1：個體間必有競爭存在。
- 事實 A4：每個個體的遺傳獨特性；
- 事實 A5：個體變異的遺傳性。
- 推論 B2：個體生存率的差異＝天擇；
- 推論 B3：經過多代持續的天擇，即可造成演化現象。

(6) 當達爾文發表〈物種原始〉時，手邊並無天擇的證據，而是依據推論得來的觀念。

第一個明顯支持天擇現象的證據：貝茨 (Bates, 1862) 觀察到兩種不相關的蝴蝶物種，其中一種色彩鮮麗但有毒，會成為另一種無毒蝴蝶的模仿對象，以逃避鳥類的捕食。

**論題：**世界的改變是偶然還是必然？

麥爾認為，達爾文為這古老的難題提供了出色的解答：世界的改變是偶然，也是必然的。在遺傳「變異」過程中，機率是主導因素；而在「選擇」適者時，必要性則是操控因子。

**論題：**弱小動物知道擬態以生存，這智慧來自何處呢？

**評析：**

弱小動物之知道擬態以生存，以及生物之所以懂得進化，就是因為有「生命」的緣故。生命又來自何處？這就回到「唯物模式」或「心物模式」的不同看法。「唯物模式」認為，生命從物質演變而來。心物模式認為，無始以來，宇宙中一直就有物質和生命（以及生命能），都各自演變著；物質能量和「生命能」可以分開，也可以合併，合併時「生命能」移入物質而呈現生命。如何觀測生命能或生命？原則上，用肉眼和物質所製造的儀器不能直接觀測到；想要直接觀測，就應以「生物本身」作儀器來觀測。

## 八、總結真善美聖的人生

透過觀察，我們發現人是一宇宙裡佔有特殊地位的一種存在，有別於一般的動物，人會思考、會推理、會探索哲學問題。哲學不應只是玄想，所以科學哲學要落實在真、善、美、聖的人生中：

(1) 在真的人生下，我們要看清一切現象的因緣，不被表象所迷惑。譬如世間的勝負、成敗，都是多種條件所形成，只能盡各自的努力而不渴求勝利，這才是正確的哲學態度。

(2) 在善的人生下，我們要體會眾生和環境的息息相關而愛護眾生和環境。善是相對的，並受限於多種條件和因素，我們只能盡力改善而不渴求完美，這才是正確的哲學態度。

(3) 在美的人生下，我們要創作藝術，分享欣賞的快樂，並尊重個人的價值判斷，這才是正確的哲學態度。

(4) 在聖的人生下，我們要了解自己，破除自我，提升自己的潛能，過著自在的生活，不做習氣的奴隸，不被勝負、成敗所牽引，這才是正確的哲學態度。

所以，好的人生是指：對「存在」能做出正確的取和捨。先取善捨惡，最後對善也不執著，如此超越了善惡，才能抵達究竟。

## 九、結語

生命的問題，是大家的共同問題，目前這一問題的探索還是屬於「前科學」的階段，雖有不同假說的提出，還要經過科學方法的嚴格檢驗，通過檢驗後，才能進入「科學」的階段，這樣才是正確的「增智」過程。生命有無意義？人生的目的何在？這取決於採用何種模式來決定。一個簡單的看法是：如果，人的尊嚴是不做習氣的奴隸，那麼，人生就有其正面的意義——拔除負面的習氣，如此而已。

---

生命不是憑空而來，  
你早參與其中，  
也受困其中。  
先接受此刻這一存在的事實，  
再尋找超越的途徑，  
因為你不想一直受困其中。

---

是否我們太渺小，  
所以不可能看清生命？  
但是  
我們認知的潛能  
都還未開發，  
那麼  
怎麼可以說我們不能看清生命？

---

科學哲學的價值  
在於融入真善美聖的人生中。  
在真的人生下：  
我們看清一切現象的因緣，不被表象所迷惑。  
在善的人生下：  
我們體會眾生的息息相關而伸出援手。  
在美的人生下：  
我們創作藝術，分享美好。

在聖的人生下：  
我們瞭解自己，破除自我，一切回歸大自然。

---

## 評介波普的簡單性

——兼述大科學家們對簡單性的看法

林崇安 (2005. 10)

中央大學太空科學研究所

### 一、前言

波普 (K. Popper, 1902-1994) 的《科學發現的邏輯》，德文版初印於 1935 年，英文版初印於 1959 年，波普並於 1972 年對原著補上「追記」，今有邱仁宗的中譯本。此書的第七章簡單性共有六節：【41】 - 【46】。以下順著節數，標示其文，並略作評述。波普是從認識論、方法論的角度先批判美學的和實用的簡單性概念（約定主義者所說的「簡單性」），接著試圖以自己的「招牌」——「可證偽度」來取代簡單性的概念。但事實上今日科學家所說的「簡單性」和「美」，是從「存有論」的立場來看自然定律的特質。

### 二、美學的和實用的簡單性概念

以下引述波普之文，將之分段標號外，並略加評述：

01 關於所謂「簡單性問題」的重要性幾乎沒有一致意見。Weyl 在不久前說：

「簡單性問題對於自然科學的認識論是最重要的。」

然而，近來對於這個問題的興趣低落了；也許是因為似乎很少有機會來解釋這問題，特別是在 Weyl 進行透徹的分析之後。

02 直到最近，簡單性觀念一直在無批判地使用，仿佛簡單性是什麼，為什麼它應該是有價值的，是很明顯的。不少科學哲學家在他們的理論裏給予簡單性概念一個關鍵性的重要地位，甚至沒有注意到它引起的

困難，例如，Mach，Kirchhoff，Avenarius 的追隨者試圖用「最簡單的描述」這一觀念來代替因果解釋的觀念。沒有形容詞「最簡單的」或者類似的詞，這個學說就什麼也沒有說。

- 03 當應該解釋為什麼我們認為用理論對世界進行的描述，優於用單稱陳述對世界進行的描述時，就似乎預先假定，理論比單稱陳述更簡單。然而很少有人曾經嘗試解釋過，為什麼理論應該是更簡單的，或者更確切地說，簡單性是什麼意思？

[評述]

- Weyl 把簡單性的問題銜接到自然科學的認識論上，而非存有論上。以下波普試圖先排除美學和實用的簡單性。
- 所謂「理論比單稱陳述更簡單」一般是指「全稱陳述的理論，將多種不同的單稱陳述統一起來，而呈顯出一種簡單性」。

- 04 而且，如果我們假定，使用理論是由於簡單性，那麼顯然，我們應該使用最簡單的理論。Poincare(他認為理論的選擇是一個約定的問題)就是這樣來表述他的理論選擇原理的：他選擇可能的約定中最簡單的。但是，哪一個是最簡單的？

[評述]

- 出現幾種等價的理論時，會有主觀的偏好和選擇。非等價的幾種理論，就要面臨檢驗與否證，此時沒有妥協或選擇的空間。

**【41】· 排除美學的和實用的簡單性概念**

- 01 「簡單性」這個詞用於很多不同的意義。例如 Schroedinger 理論在方法論意義上具有很大的簡單性，但是在另外一種意義上，完全可以說它是「複雜的」。我們可以說，一個問題的解決不是簡單的而是困難的，或者說，一個描述或一個說明不是簡單的而是難以理解的（錯綜複雜的）。首先，我要從我們的討論中排除簡單性這一術語應用於任何像描述或說明這類東西。

[評述]



○形式簡單的科學定律（如，力學）雖已知，但應用到解決一個實際問題時（如，預報天氣），其運算是困難的；詳細的描述或說明，也是錯綜複雜的。

02 有時，我們說到同一個數學證明的兩種說明，其中一個比另一個更簡單或更優美。從知識理論的觀點看來，這種區別意義很小；它不在邏輯的範圍之內，只是表示一種美學性質或實用性質的選擇（偏好）。當人們說，一項工作比另一項工作可以「用更簡單的辦法完成」時，意思是，它可更容易地完成，或者，為了完成它，需要較少的訓練或較少的知識，這情況是類似的。在所有這些情況下，很容易排除「簡單」這個詞；這一詞的使用是邏輯外的。

〔評述〕

○此處波普指出現在所探討的「簡單性」，不是「一個數學證明的兩種說明中，一個比另一個更簡單或更優美」的「簡單性」。

#### 【42】· 簡單性的方法論問題

01 在我們排除了美學的和實用的簡單性觀念以後，如果有什麼東西餘留下，那是什麼呢？是否有對於邏輯學家是重要的簡單性概念？是否可能按照它們的簡單度來區別在邏輯上不等同（非等價）的理論？

02 對這個問題的回答似乎是很可疑的，因為大部分想定義這個概念的嘗試得到很小的成功。例如，Schlick 給了一個否定的回答。他說：  
「簡單性是……一個概念，它表示的選擇性質上，部分地是實用的，部分地是美學的。」

值得注意的是，他給出了這個回答，是在他寫到這裏使我們感興趣的概念，我稱之為「簡單性的認識論概念」（the epistemological concept of simplicity）的時候；因為他繼續說道：

「即使我們不能解釋簡單性在這裏的真正意思是什麼，我們仍然必須認識到這樣的事實：任何科學家成功地用一個非常簡單的公式（例如：一個線性的，二次的，或指數的函數）來描述一系列觀察，他就立即確信，他已發現了一條定律。」

Schlick 討論了用簡單性概念來定義似定律的規律性概念，特別是「定律」和「機遇」區別的可能性。他最後排除了這個可能性，說道：

「簡單性顯然是一個完全相對和模糊的概念；用它不能得到因果性的嚴格定義，定律和機遇也不能精確地區別開。」

從這一段話中真正期待簡單性概念完成什麼就很清楚了：它要提供一種事件的似律性或規律性程度的量度。Feigl 說出了同樣的看法，他說到「用簡單性概念來定義規律性或似律性的程度」。

- 03 簡單性的認識論觀念在歸納邏輯理論裏起著特殊的作用，比如聯繫到「最簡單曲線」問題。歸納邏輯的信仰者假定，我們通過概括特殊的觀察到達自然律。如果我們設想在一系列觀察中的各種結果，作為在一個坐標系統中標繪的點。那麼定律的圖形表示就將是一條通過所有這些點的曲線。但是，通過有限數目的點，我們總能畫出形式極為多樣的數目無限的曲線。因此，由於定律不是單單由觀察決定的，歸納邏輯面臨在所有這些可能的曲線中決定選擇哪一條曲線的問題。通常的回答是：「選擇最簡單的曲線」。例如，Wittgenstein 說：
- 「歸納過程在於發現可以使之和我們的經驗相協調的最簡單的定律。」

〔評述〕

○可以分成四種狀況來探討：

- a 與經驗協調而簡單的定律——易被接受。
- b 與經驗協調而複雜的定律——有待觀察，因為有可能再簡化。
- c 與經驗不協調而簡單的定律——有待觀察，因為有可能觀測有誤。
- d 與經驗不協調而複雜的定律——立被排斥。

- 04 在選擇最簡單的定律時，通常不言而喻地假定，比方說，線性函數比二次函數簡單，圓比橢圓簡單，等等。但是，沒有給出任何理由，或說明選擇這個特殊的簡單性等級，而不是任何其他的等級，或說明相信「簡單的」定律優於比較不簡單的定律——除了美學的實用的理由以外，Schlick 和 Feigl 提到 Natkin 的一篇未出版的論文，按照 Schlick 的敘述，Natkin 建議稱一條曲線比另一條更簡單，如果它的平均曲率更小的話，或者按照 Feigl 的敘述，如果它偏離一條直線更

小的話（這兩種敘述是不等價的）。

- 05 這個定義似乎和我們的直覺符合得相當好；但是，它沒有抓住關鍵之處，例如，它使得雙曲線的一部分（漸近線部分）比圓簡單得多，等等。實在說，我不認為，問題能為這樣的「技巧」（Schlick 這樣稱呼它們）所解決。而且，為什麼我們應該給予簡單性（如果用這個特殊方法來定義它）以優先權，這仍然是個謎。

〔評述〕

- 「線性函數比二次函數簡單，圓比橢圓簡單等等」這是來至數學學習難易上的「簡單」。而物理科學的「簡單性」常指能將多種現象納入一公式者，例如，將太陽外圍的行星、彗星等天體的圓形、橢圓形、拋物線、雙曲線等軌道全攝入一個圓錐曲線的式子：

$$r = 1 / [A + B \cos \theta] = 1 / [1 + e \cos \theta] ; (A, B \text{ 為正}; e = B/A)$$

$$A > B \quad \text{或} \quad 1 > e \quad \text{橢圓}$$

$$A > B = 0 \quad \text{或} \quad 0 = e \quad \text{圓}$$

$$A = B \quad \text{或} \quad 1 = e \quad \text{拋物線}$$

$$0 < A < B \quad \text{或} \quad 1 < e \quad \text{雙曲線}$$

- 06 Weyl 討論了並否定了一個非常有趣的把簡單性置於概率基礎之上的嘗試：

「例如，假定同一函數  $y=f(x)$  的 20 對座標值  $(x, y)$ ，當標繪在方格圖解紙上時，落在一條直線上（在預期的精確度內）。因此我們推測，我們在這裏面對一條嚴格的自然律，y 線性地依賴於 x。

我們所以這樣推測是 (a) 由於直線的簡單性，或者 (b) 因為，如果該定律是一條不同的定律，這 20 對任意選擇的觀察正好非常接近地落在一條直線上，是極端不可幾的。假如，現在我們用這條直線來進行內插和外推，我們會得到超出觀察告訴我們的東西之外的預見，然而，這個分析是可以批判的。

總有可能來定義……會被這 20 項觀察所滿足的各種數學函數；而這些函數中的某些會相當大地偏離直線。對這些函數中的每一個，我們都可以說，除非它代表真的定律，這 20 項觀察正好落在這條曲線上，是極端不可幾的。

因此，函數，更確切地說，函數類，由於它的數學簡單性，必定是先驗地由數學提供給我們的，這畢竟是**必不可少**的。應該注意，這個函數項不必依賴與應滿足的觀察數一樣多的參數。」

07 Weyl 關於「函數類，由於它的數學簡單性，必定是先驗地由數學提供給我們的」這段話以及他提到的參數的數目，和我的觀點（在第 43 節中展開）是一致的。但是，Weyl 沒有說「數學的簡單性」是什麼，而且，最重要的，他沒有說較簡單的定律，與較複雜的定律相比較，應該具有什麼邏輯的或認識論的優點。

08 以上引證的幾段話是很重要的，因為它們和我們現在的目的有關，這目的是分析簡單性的認識論概念。因為這個概念尚未精確地加以確定。所以有可能擯棄任何想通過下述辦法使這個概念精確化的嘗試（比如我的嘗試）而說：認識論家感興趣的這個簡單性概念，實際上是一個完全不同的概念。對於這種反對意見，我可以這樣回答：我不賦予（attach）『簡單性』這個詞絲毫重要性。

這個術語不是我引進的，我也知道它的缺點。我所要說的只是，如我的引證所表明的，我要澄清的這個簡單性概念幫助我們回答的問題，正好就是科學哲學家常常提出的與他們的『簡單性問題』相聯繫的問題。

〔評述〕

○以上波普先批評以往著名的學者（Poincare；Schlick；Feigl；Wittgenstein）對「簡單性」的不明確，並排除美學的和實用的簡單性概念，甚至對「簡單性」這個詞不認為有其重要性，重要的是「可證偽度」，以下波普便試圖以「可檢驗性」和「可證偽度」來建立簡單性的認識論概念。

### 三、波普把簡單性概念等同於可證偽度

【43】·簡單性（simplicity）和可證偽度（degree of falsifiability）

01 與簡單性概念相聯繫而產生的認識論問題都可得到解答，只要我們把這個概念等同於可證偽度。這個斷言可能遭到反對；所以我首先試圖使它在直覺上更易於為人所接受。

02 我已經說明，具有低維的理論比高維理論更易於證偽。例如，具有一

次函數形式的定律比用二次函數表示的定律更易於證偽。但是後者在具有代數函數的數學形式定律中間，仍然屬於最可證偽的定律之列的。這一點和 Schlick 對簡單性的評論完全一致：

「我們當然應該傾向於認為一次函數比二次函數簡單，雖然後者無疑地也描述一條很好的定律……。」

03 我們已經看到，理論的普遍度和精確度和它的可證偽度一起增加。因此我們也許可以把理論的嚴格度——可以說理論把定律的嚴格性加于自然的程度——等同於它的可證偽度；這一點表明，可證偽度正是做的 Schlick 和 Feigl 期望簡單性概念做的事情。我還可以說，Schlick 希望在定律和機遇之間作出的區別，也能借可證偽度概念之助弄清楚。

[評述]

○波普說：「理論的普遍度和精確度和它的可證偽度一起增加」，是波普在第 36 節，用下列設想的自然律來說明：

p：所有天體軌道是圓。（所有在封閉軌道中運行的天體作圓運動）

q：所有行星軌道是圓。

r：所有天體軌道是橢圓。

s：所有行星軌道是橢圓。

從 p 到 q，普遍性程度減少（p 表達的比 q 多），因為行星是天體的一個真子類。因此，p 比 q 更易於被證偽。

從 p 到 r，（謂語的）精確度減少，因為圓是橢圓的真子類。

從 p 到 s，普遍性程度和精確度二者都減少。

從 q 到 s，精確度減少。

從 r 到 s，普遍性程度減少。

接著，波普說：「和較高程度的普遍性或精確度對應的是較大的（邏輯的，或）經驗的內容，因而有較高的可證偽度。」

○評：在上述的比對中，波普未仔細比對 q 與 r。q 與 r 的比對是重要的：

q：所有行星軌道是圓。

r：所有天體軌道是橢圓。

（行星是天體的一個真子類；圓是橢圓的一個真子類）

今將 q 與 r 改為類同而較易說明的比對：

q：所有行星軌道是橢圓。

r：所有天體軌道是圓錐曲線。

此中，行星是天體的一個真子類，橢圓是圓錐曲線的一個真子類。

※問題 1：q 與 r 之中，哪一個較具簡單性呢？q 與 r 之中，哪一個有較高的可證偽度呢？

依據波普上述所說：「理論的普遍度和精確度和它的可證偽度一起增加」或「較高程度的普遍性或精確度對應的是較高的可證偽度。」r 是一增一減，很難確定可證偽度是否比 q 高或低。由於的觀點是將簡單性等同於可證偽度，因而在今例中，波普不能判定 q 與 r 何者較具簡單性。

在數學上會認為為 q 較具簡單性；但在物理上會認為 r 較具簡單性，因為（主語的）普遍性較大，雖然此時（謂語的）精確度減少，但還落在一個合適的範圍（是圓錐曲線而非任意曲線）。

由此可以看出，物理上雖然希望找出（主語的）普遍性愈高，（謂語的）精確度也愈高的定律，但有時難以兩全。在今例中，為了提高（主語的）普遍性，就要減少（謂語的）精確度到某一個程度。

04 關於具有似機遇特徵的序列的概率陳述，證明具有無限的維（參看第 65 節）；不是簡單的而是複雜的（參看第 58 節和第 59 節的後半部分）；而且只是在特殊的保證條件下才是可證偽的（第 68 節）。

05 可檢驗度的比較已經在第 31 到 40 節裏詳細地討論過。那裏提供的某些例子和其他細節可以容易地轉用到簡單性問題上來。這一點特別適用於理論的普遍度，一個比較普遍的陳述能代替許多較不普遍的陳述，並由於這個理由時常被稱作為「比較簡單」。

理論的維的概念可以說是使得 Weyl 的用參量的數目來確定簡單性概念的思想精確化了。\*

\* [波普新註]

Harold Jeffreys 和 Dorothy Wrinch (Phil. Mag. 42, 1921) 首先提議，去測量一個函數的簡單性——藉由其自由可以調整的參數之少量性。但是，他們也提議，對較簡單的假說賦予較高的可能性。如此，

他們的見解可以用圖式表達為：簡單性＝參數之少量性＝高可能性  
simplicity＝paucity of parameters＝high prior probability  
而我則從一個完全不同的角度切入這一問題。我對可檢驗性的估計程度感到興趣，我首先發現可檢驗性可以用「邏輯的」不可能性（此完全相對應於 Jeffreys 的高不可能性）來測量。而後我發現檢驗性，以及高不可能性，可以相等於參數之少量性，並在結尾我將高可檢驗性等同於高簡單性。如此，我的見解可以用圖式表達為：可檢驗性＝高不可能性＝參數之少量性＝簡單性  
testability＝high prior improbability＝paucity of parameters  
＝simplicity  
可以看出這兩種圖式是部分相合，而決定性的要點——可能性對不可能性——它們是站在相反的立場。

- 06 通過我們在理論的維的形式的減少和內容的減少之間所作出的區別（參看第 40 節），可以對付對 Weyl 理論的某些可能的反對意見。這些反對意見之一是，軸比和偏心率數值給定的橢圓集雖然它顯然不是那麼「簡單的」，具有和圓集正好一樣多的參數。
- 07 最重要的是，我們的理論解釋了為什麼簡單性是如此高度的合乎需要。為了理解這一點，我們不需要假定「思維經濟原理」或者任何這類原理。假如知識是我們的目的，簡單的陳述就不那麼簡單的陳述得到更高的評價，因為它們告訴我們更多東西；因為它們的經驗內容更多；因為它們更可檢驗。

〔評述〕

- 「簡單的陳述得到更高的評價」，此處前二理由：「因為它們告訴我們更多東西；因為它們的經驗內容更多」，這符合一般科學家尋找定律時的預設：自然現象具有「簡單性」，這是首階的存有論的性質。
- 波普第三理由：「因為它們更可檢驗。」已將焦點轉接到「可證偽度」。這是次階的方法論檢驗角色。

【44】·幾何形狀和函數形式

- 01 我們關於簡單性概念的觀點使我們能夠解決了一些矛盾，直到現在這

些矛盾曾使得這個概念是否有任何用處成為疑問。

(a) 很少人會認為，比方說對數曲線的幾何形狀是特別簡單的；

(b) 但是一個由對數函數表示的定律常常被認為是簡單的定律。

同樣地，(b) 一個正弦函數通常被說成是簡單的，縱然 (a) 正弦曲線的幾何形狀也許不是很簡單的。

02 假如我們記住在參數數目和可證偽度之間的聯繫。假如我們又在維的形式減少和內容減少之間加以區別，像這樣的困難可以得到解決。(我們也必須記住對於坐標系統的變換的不變性的作用。)

03 如果我們說到一條曲線的幾何形式或形狀，那麼我們所要求的是，對於所有歸屬位移群的變換的不變性，我們還可以要求對相似變換的不變性；因為我們並沒有想把幾何圖形或形狀和一定的位置聯結起來。

(a) 因此，如果我們把一條單參數對數曲線 ( $y = \log ax$ ) 的形狀看作置於一個平面的任何地方，那麼它就有五個參數 (假如我們允許相似變換)。因此它就完全不是一個特別簡單的曲線。

(b) 另一方面，如果用一條對數曲線來表示一個理論或定律，那麼描述過的那種座標變換是無關的。在這種情況下，進行旋轉、平移或相似變換都是沒有意義的。因為一條對數曲線通常是一種座標不能互變的圖形表示 (例如，x 軸可以表示大氣壓力，y 軸表示海拔高度)。

由於這個理由，相似變換在這裏同樣沒有任何意義。

類似的考慮適用於沿著一根特殊的軸，例如時間軸的正弦振盪；還有許多其他情況都是如此。

[評述]

○此處波普分別出 (a) 函數和 (b) 以函數所表示的定律，用以區別數學和物理所說的「簡單」的不同看法。

○將一條單參數對數曲線 ( $y = \log ax$ )，進行旋轉、平移或相似變換有五個參數：旋轉角度值、原點值( $x_0, y_0$ )、相似放大率  $r$  和  $a$ 。

【45】· Euclid 幾何學的簡單性

01 在相對論的大部分討論中起著主要作用的問題之一是，Euclid 幾何學的簡單性。

(a) 從未有人懷疑過，Euclid 幾何學本身是比任何有一定曲率的非



Euclid 幾何學更簡單些——更不要說具有隨地方而變化的曲率的非 Euclid 幾何學了。乍一看來，這裏涉及的這種簡單性似乎和可證偽性很少關係。

(b) 但是，如果討論中的陳述被表述為經驗的假說，那麼我們發現，在這種情況下這兩個概念，簡單性和可證偽性，也是重合的。

〔評述〕

○此處波普繼續區別 (a) 數學和 (b) 物理所說的「簡單性」的不同看法，後者與可證偽性相關連。

○以下波普舉例說明物理所說的可證偽性與簡單性。

02 讓我們考慮什麼實驗可以幫助我們檢驗這樣的假說：

「在我們的世界裏，我們必須運用具有某一曲率半徑的一種度量幾何學。」

03 僅當我們把一定的幾何學實體和一定的物理客體——例如直線和光線、點和幾根線的交點——等同起來時，檢驗才是可能的。

04 如果採取這樣的等同（一個相關定義，或者也許是一個直指定義；參看第 17 節），那麼可以看出 Euclid 光線幾何學的正確性假說的可證偽度，比任何斷言某種非 Euclid 幾何學的正確性的與前者相匹敵的假說的可證偽度高。因為如果我們測量一個光線三角形的角度之和，那麼對 180 度任何顯著偏離都將證偽 Euclid 假說。

05 另一方面，具有給定曲率的 Bolyai—Lobatschewski 幾何學的假說是和任何不超過 180 度的特定測量相容的。而且，為了證偽這個假說，必須不僅測量角度之和，而且還要測量三角形的（絕對）大小；這意味著，在角度之外，必須再定義一個測量單位，例如面積單位。因此我們看到，證偽需要更多的測量；假說和測量結果的更大的變化相容；因此更難於證偽：它的可證偽度較小。

06 換句話說，Euclid 幾何是惟一的具有確定曲率的，在其中可能進行相似變換的度量幾何學。因此，Euclid 幾何圖形能對比較多的變換保持不變；即它們可能是維數較少的：它們可能是較簡單的。

〔評述〕

○此處波普站在檢驗的「費力度」，來評定可證偽度，較易檢驗出結果的，費力度小，代表可證偽度高。因而 Euclid 幾何學可證偽度高、較具簡單性。但是以「費力度」來談可證偽度與簡單性會出現混淆，先引前述之例子：

q：所有行星軌道是橢圓。

r：所有天體軌道是圓錐曲線。

※問題 2：以「費力度」來看 q 與 r，哪一個較具簡單性呢？哪一個有較高的可證偽度呢？

由於 q 的（主語與謂語）範圍小，較易檢驗出結果，所以波普會得出 q 的可證偽度高，因而較具簡單性。但是一般物理學家會認為 r 較具簡單性。

又以「台灣的烏鴉都是黑的」和「所有的烏鴉都是黑的」來比較說明：

a 站在檢驗的「費力」程度，前者較易檢驗，因而有較高的可證偽度，較具簡單性。

b 站在普遍性的角度來看，波普說「較高程度的普遍性或精確度對應的是較高的可證偽度」，後者有較高的普遍性，因而有較高的可證偽度，較具簡單性。（一般物理學家會站在普遍性的角度認為後者較具簡單性。）

波普於 a 和 b 得出相反的結果。所以應避免從「費力度」來談可證偽度與簡單性。

## 四、波普的結論

### 【46】·約定主義和簡單性概念

01 約定主義者所說的「簡單性」並不對應於我所說的「簡單性」。任何理論都不是為經驗所毫不含糊地決定的，這是約定主義者的中心思想，也是他們的出發點；這一點我同意。他們相信，他們因此必須選擇「最簡單的」理論。

但是，由於約定主義者並不把他們的理論當作可證偽的系統，而是當作約定的規定，顯然他們認為「簡單性」的意義是和可證偽度不同的。約定主義者的簡單性概念證明確實是部分地美學的和部分地實用的。

02 因此，下列 Schlick 的評論（參看第 42 節）適用於約定主義者的簡單性概念，而不適用於我的：

「人們只能用約定來定義簡單性概念，這約定必定總是任意的，這一點是確定無疑的。」

03 奇怪的是，約定主義者自己沒有看到他們自己的基本概念——簡單性概念的約定性質。他們必須是忽略了這一點，這是明顯的，因為否則他們本來會注意到，一旦他們已選擇了任意約定的方法，他們求助於簡單性決不可能使他們避免任意性。

04 從我的觀點看來，假如有人按照約定主義者的實踐，堅持某一系統是一個永遠確立了的系統，每當它處於危險中時，他就決意引進輔助假說去挽救它，那麼必須說這個系統是最高度複雜的。因為，這樣保護起來的系統的可證偽度等於零。這樣我們就被我們的簡單性概念引回到第 20 節的方法論規則；特別是也引回到限制我們過度使用特設性假說和輔助假說的規則或原理：使用假說的節約原理。

〔評述〕

○約定主義者將引進輔助假說來挽救，波普認為如此導致複雜度增高，可證偽度等於零。這是順著「越簡單，則可證偽度越高；越複雜，則可證偽度越低」的思路而得。但事實上，不當的引進輔助假說，反而左支右絀，提高了可證偽度。

○第 20 節波普的方法論規則：

「關於輔助假說，我們建議規定這樣的規則：只有那些引進以後並不減少，反而增加該系統的可證偽度或可檢驗度的輔助假說才是可接受的。如果可證偽度增加了，那麼引進假說真正加強了這理論：這系統比以前排除更多的東西，禁止更多的東西。…一個在這個意義上能被接受的輔助假說的突出例子是，Pauli 的不相容原理。」

○一系統＝「定律」＋「初始條件」→結果。當結果不符合時，一般先修正初始條件。最後才考慮另尋新定律。

※問題 3：此處約定主義者若採用修正初始條件，對定律本身的可證偽度是否降低？若採用「特設性假說」以修正定律，可證偽度是否等於零？是否高度複雜？這些有待商榷。

○以實例說明引進「輔助假說」：

a 「等壓下，所有的物質加溫則體積膨脹。」

b 「等壓下，所有的物質加溫則體積膨脹，水例外。」

這二陳述的可證偽度，在檢驗前，何者為高？檢驗時，a 是所有的物質；b 是除了水外的所有物質，但是水是否應該優先檢驗？b 比 a 的可證偽度是否增加了？

其實，a 和 b 的主語範圍相同，都包含所有的物質，只是檢驗後知道 a 是錯誤，b 是正確，此中 b 有特設性假說（水例外），一般有特設性假說時，常表示此中還有一個更高層次的原理有待發現。又如，常溫下，金屬是固態，汞例外。此一更高層次的原理是量子力學。

### 【追記】（1972）

01 在這一章裏，我試圖表明簡單度能夠和可檢驗度等同到什麼程度。沒有什麼東西依賴於「簡單性」這個詞：我從不就詞進行爭論，我也不設法揭示簡單性的本質。我所試圖說明的只是這樣：

「有些大科學家和大哲學家已經論述了簡單性和它對科學的價值。我認為，假如我們假定，當說到簡單性時，他們有時（sometimes）在心裏想的是可檢驗性，就能夠更好地理解其中一些論述。這一點甚至說明了 Poincare 的某些例子，雖然這些例子和他的觀點是衝突的。」

02 現在我應該進一步強調兩點：

（1）我們能在可檢驗性方面比較理論，僅當在這些理論應該解決的問題中，至少有一些是重合的。

（2）不能用這種方法比較特設性假說。

### 〔評述〕

○此處波普說：「當說到簡單性時，他們（大科學家和大哲學家）有時在心裏想的是可檢驗性」，可知波普為對自己的說法：簡單性 = 可檢驗性，是不那麼肯定的，所以只用「有時」（sometimes），表示這一看法未必是正確的，是很可以被否證的。

◎波普的第七章「簡單性」至此結束。以下我們接著談談今日大科學家們對簡單性的看法。

## 五、今日大科學家對簡單性的看法

許多大科學家都提及科學理論的簡單性和它的美，這是從「存有論」的立場來看自然界定律的特質。關於尋找新的物理定律，費曼（R.P.Feynman,1918-1988）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 very 明顯是正確的。」

費曼又說：

「我們很容易就可以完整地描述它的原理（例如，以數學形式表達的重力定律），不致因為含含糊糊，以致不同的人會做出不同的詮釋。因為它的形式是簡單的，所以它是美的。」

「縱使它們的實際作用很複雜，形式卻都是很簡單的。」

簡單性與美是密切相關的，建立電弱理論的溫伯格（S. Weinberg,1933-）說：

「簡單(simplicity)是我所謂美的一部分，但它是概念上的簡單，而非能以計算方程式或符號得出的那種機械式的簡單。廣義相對論的方程式是以難解而聞名，但這並不減損其理論本身的美。愛因斯坦和牛頓兩人的重力理論都包括了能說明由任何數量的物質所產生之重力的方程式，在牛頓的理論中有三個此種方程式（相對應於空間的三維）（加上一個勢位方程式），而在愛因斯坦理論中則有十四個。事實上較美的反而是愛因斯坦的理論，部分是因為其有關重力和慣性相等的中心概念極具簡單性。」

所以，自然定律的這種簡單性和美的特質，是不同於波普由認識論

所主張的「可證偽性」。

大科學家所說的科學理論的簡單性，是指以簡單的假設或公理，能括入甚多的經驗事實，愛因斯坦說：

「一切科學的偉大目標是要從盡可能少的假設或公理出發，通過邏輯的演繹，概括盡可能多的經驗事實。」

所謂「從盡可能少的假設或公理出發」其實與「思維經濟原理」相關。「概括盡可能多的經驗事實」，就是理論的普遍度，這是大科學家所說的「簡單性」。

理論模型的簡單性與統一性也是密切相關的，1938年1月24日，愛因斯坦寫給蘭佐斯的信中說：

「從有點像馬赫的那種懷疑的經驗論出發，經過引力問題，我轉變成爲一個信仰唯理論的人，也就是說，成爲一個到數學的簡單性中去尋求真理的唯一可靠源泉的人。邏輯簡單的東西，當然不一定就是物理上真實的東西。但是，物理上真實的東西一定是邏輯上簡單的東西，也就是說，它在基礎上具有統一性。」（《愛因斯坦文集》第1卷）。

所以，簡單性暗示了宇宙萬物的相關性、和諧性。

另一方面，簡單性暗含預測性：可預測一些結果來接受檢驗。一旦否認不了，更突顯出真理的普遍性及其簡單性。簡單性所暗示的實用性是指可以應用於對許多舊現象的解釋以及新現象的預測。這種簡單性和實用性，是不同於波普所排斥的「美學的和實用的簡單性觀念」。

### 科學實例：電磁力與弱力的統一

1896年，貝奎雷爾(H. Becquerel)發現beta衰變的放射現象。

1933年，費米(E. Fermi)提出beta衰變的弱力理論。

1967年，溫伯格提出統一弱力與電磁力的電弱理論，該理論預測：有帶電W粒子、中性Z粒子，以及左右不對稱現象。

1976年，一項危機發生了。西雅圖和牛津兩地進行的實驗無法發現左右不對稱現象。電弱理論似乎被嚴格的實驗否證了！許多理論家（含溫伯格）嘗試修正電弱理論，將其變得複雜些以適應觀測結果，但是都行不通。

1978年，史丹福大學的一項新實驗發現了預期中的左右不對稱。所有理論家此時全相信原先簡單的電弱理論是正確的。西雅圖和牛津兩地重新進行的實驗，也改變立場認為有左右不對稱現象。

1983年，盧比亞(C.Rubbia)的小組發現了理論所預期的W粒子，1984年發現了Z粒子。電弱理論確實是簡單而美的。

為什麼科學家可以從世界的某一部份，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。」

所以，簡單性可說是科學家們最基本的「公設」了。今日大科學家所說的「簡單性」，一般都不是從方法論的角度來談可證偽度、可檢驗性。

## 六、總結

科學家對現象的追根究底，有兩方面的結果：(1) 積極面：發現普遍的定律、規則，呈現自然界本身的簡單性。(2) 消極面：否定錯誤的看法。大科學家對現象追根究底時，是以積極面的發現普遍而具有簡單性的定律為主；檢驗時，用消極面來否證其錯誤。當科學家說到簡單性時，他們在心裏想的是「普遍性、和諧性」的積極面，而不會是波普所說的「可檢驗性」的消極面。先有簡單性，進而才有預測性：預測一些結果來接受檢驗或否證。由此可以看出，波普若從認識論的角度用消極面的檢驗或可證偽性想來取代積極面的簡單性的地位，是不能成功的。

一般大科學家們所說的簡單性，是指大自然的原理、定律具有簡單而美的性質，這是從存有論的角度來看簡單性，這種簡單性是科學家們

的一種「公設」：認為大自然本身就具有這種特性。從牛頓至今，大科學家們所發現的原理、定律，果然都具有這種「簡單性」（例如，對稱性），可說是對此「公設」一再給予確認(corroboration；affirmation)。

### 〔附述〕簡單性與創意

創意、新觀念常是很簡單的，但是別人就是事先想不出來。創意是一種能力，能不能夠靠後天的訓練培養出來？

彭加勒(Henri Poincaré，1854~1912)是法國大科學家、大數學家，在《科學與方法》中，他以自己的親身經歷來說明創意與直覺。有一次是作地質考察登公車時，他突然想到定義富克斯函數的變換式與非歐幾何的變換式等價；一次是在悠閒散步時，忽然想到不定三元二次式的算術變換式與非歐幾何的變換式等價；一次是在接受軍事訓練行經大街時，頓悟到解決構造一切富克斯函數的障礙。彭加勒說：

「關於這種無意識的工作條件，尚可說明如下：如果一方面有意識的工作在它之前，另一方面又被有意識的工作尾隨其後，那麼這就是可能的，而且肯定是富有成果的。」

所以，產生創意與直覺的條件是：先要對所解決的問題進行過一段認真的研究，閒暇時並能常處在輕鬆的狀態中，機緣一熟，就在「無意識」的直覺中悟到問題的解答。接著，如同費曼所說的「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」，就知道這是真正的結果。

### 〔附述〕從科學的「增智模式」來看簡單性

科學的增智模式是：【前科學 1】→【科學 1】→【後科學 1=前科學 2】→【科學 2】→【後科學 2=前科學 3】→【科學 3】…此中的前科學與後科學，屬於哲學階段。以力學為例：

先由刻普勒找出行星運動三定律【前科學 1】，後由牛頓將這些行星的運動納入牛頓定律中【科學 1】。在具有簡單性的牛頓力學下，各



類星體的不同運動都能得到解釋，呈現出星體運動的規律性。但當物體的相對運動的速度很大時，牛頓力學就不再適用【後科學 1=前科學 2】。後由愛因斯坦提出相對論力學【科學 2】，涵蓋高低速度的運動，呈現出更廣的簡單性。今日，大科學家們又嘗試將重力統一到電磁力、強力、弱力，透過「對稱」追尋更上一層的簡單性【後科學 2=前科學 3】。

---

## 莊子濠梁魚樂之辯

### —— 一個認識論的問題

林崇安

中央大學太空科學研究所

#### 一、前言

莊子與惠子二人在濠梁的「魚樂之辯」是一名辯，歷來對於原文的意義有不同的理解，到底是誰輸誰贏也有不同的看法。這一典故出現在《莊子·秋水》篇的後段：

莊子與惠子遊於濠梁之上。莊子曰：「鱖魚出游從容，是魚之樂也。」惠子曰：「子非魚，安知魚之樂？」莊子曰：「子非我，安知我不知魚之樂？」惠子曰：「我非子，固不知子矣；子固非魚也，子之不知魚之樂，全矣。」莊子曰：「請循其本。子曰：『女安知魚樂』云者，既已知吾知之而問我，我知之濠上也。」

以下分別從文義層面、邏輯層面、科學層面和哲學層面的不同角度來理解原文，此中並以因明辯經的方式來展現雙方的攻守，使這一辯論的整體脈絡凸顯出來，從而看出莊子掌握了整個辯論的主軸，前後一氣呵成。此中涉及認識論上對「知」的不同理解或詮釋，所以如果我們改成以惠子作主導，他同樣也能掌握整個辯論的結局。

#### 二、文義層面

背景：莊子與惠子觀察到鱖魚出游從容，接著二人辯論起來。文中的「安知」，或指如何能知道、或指哪裡能知道、或指應不能知道。全文的結構分成三個段落。

### （第一段落）莊子主張人能知魚

(A) 莊子與惠子遊於濠梁之上。

(B) 莊子曰：「鱖魚出游從容，是魚之樂也。」

莊子說：我（莊子）能知道魚之樂，因為在濠上觀察到鱖魚出游從容故。

### （第二段落）惠子主張人不能知人，也不能知魚

(C) 惠子曰：「子非魚，安知魚之樂？」

惠子說：你（莊子）如何能知道魚之樂？因為你（莊子）不是魚故。

(D) 莊子曰：「子非我，安知我不知魚之樂？」

莊子說：你（惠子）如何能知道我（莊子）不能知道魚之樂？因為你（惠子）不是我（莊子）故。

(E) 惠子曰：「我非子，固不知子矣；子固非魚也，子之不知魚之樂，全矣。」

惠子說：我（惠子）應不能知道你（莊子）的想法，因為我（惠子）不是你（莊子）故。同理：

你（莊子）應不能知道魚之樂，因為你（莊子）不是魚故。

所以，「人不能知道魚」完全正確！

### （第三段落）莊子舉出實例說明人能知人也能知魚，駁斥惠子的主張

(F) 莊子曰：「請循其本。子曰：『女安知魚樂』云者，既已知吾知之而問我，我知之濠上也。」

莊子說：回到原本辯論處，(1) 你（惠子）問我（莊子）如何能知道魚之樂，表示你（惠子）已經知道我（莊子）知道魚之樂。(2) 我（莊子）如何能知道魚之樂？我在濠上觀察到鱗魚出游從容而知道。

### 一些討論：釐清關鍵字的意義

辯論時，要避免術語的「歧義」。如果雙方的定義或解說不同，辯論時自然會有爭執。因而辯論之初，對於關鍵字的意義必須釐清並有共識，否則會變成「各自表述」。莊子和惠子對術語的意義有無共識？以下針對文中的關鍵字「安知」和「知」來分析其意義。

#### (1)「安知」的不同意義

原文中出現「安知」的句子是：

- (a) 子非魚，安知魚之樂？
- (b) 子非我，安知我不知魚之樂？
- (c) 子曰：『女安知魚樂』云者。

文中的「安知」，可以解說為：a 如何知道、b 哪裡知道、c 應不能知道等三種意義，前二種是疑問句，第三種是依據意義改成否定句。所以「女安知魚樂」，可以依據狀況分別理解為：你如何知道魚樂？你哪裡知道魚樂？你應不能知道魚樂。

#### (2)「知」的不同意義

原文中出現「知」的句子，除了上面的「安知」外，還有：

- (a) 我非子，固不知子矣。
- (b) 子固非魚也，子之不知魚之樂，全矣。
- (c) 既已知吾知之而問我，我知之濠上也。

文中的「知」，可以解說為：a 知道，指一般透過觀察和推理而得知；b 體驗，指直接品嚐。

在原文的辯論，莊子將「知」理解成一般透過觀察和推理而得的「知道」，從這角度掌握整個辯論的主軸。

但是惠子是站在「體驗」的角度來闡述，所以，這一辯論還可以從惠子的立場來重新辯論。以下依據因明辯經的方式，來展現雙方的攻守和觀點。

### 三、邏輯層面

因明論式是古代印度所發展出來的一種論理的格式，先立出「宗」（結論）而後說出「因」（理由），這種格式便於進行辯論。若將因明論式分解，則可以相當於西方的三段論法：

因明論式：A 應是 B，因為是 C 故。

三段論法：

大前提：凡 C 都是 B。

小前提：A 是 C。

結 論：A 是 B。

以因明論式來辯經時，攻守雙方必須遵守「遊戲規則」：攻方一直提出「宗」和「因」。(1) 守方不同意小前提時，就回答「因不成」。(2) 守方不同意大前提時，就回答「不遍」（即，不一定）。(3) 守方同意小前提、大前提和結論，就回答「同意」。

以下先由莊子作攻方，惠子作守方來進行「魚樂」的因明辯論，而後改由惠子作攻方，莊子作守方。

#### （一）莊子作攻方

第一段落（莊子主張人能知魚）：

(A) 莊子與惠子遊於濠梁之上。

(B) 莊子曰：「鱖魚出游從容，是魚之樂也。」

攻方：莊子應能知道魚之樂，因為在濠上觀察到鱖魚出游從容故。

守方：不遍。

(以下攻方暫不成立應有周遍，先以反面來詢問守方的立場和理由)

**第二段落** (惠子主張人不能知魚，也不能知人)：

(C) 惠子曰：「子非魚，安知魚之樂？」

攻方：莊子應不能知道魚之樂，因為不是魚故。

守方：同意。

(D) 莊子曰：「子非我，安知我不知魚之樂？」

攻方：惠子應不能知道「莊子不能知道魚之樂」，因為不是莊子故。

守方：同意。

(E) 惠子曰：「我非子，固不知子矣；子固非魚也，子之不知魚之樂，全矣。」

攻方：惠子應不能知道「莊子的想法」，因為不是莊子故。

守方：同意。

攻方：莊子應不能知道「魚之樂」，因為不是魚故。

守方：同意。

說明：到此為止，莊子和惠子立場分明。莊子並使惠子由「人對魚」的不知擴大範圍到「人對人」的不知。擴大範圍的理由是：一方面人對魚的認知較難檢驗，而人與人的相互認知較易檢驗，一方面範圍越大，越有機會出現例外。

**第三段落** (莊子舉出實例說明人能知人，也能知魚)：

(F) 莊子曰：「請循其本。子曰：『女安知魚樂』云者，既已知吾知之而問我，我知之濠上也。」

攻方：(1) 回到原本辯論處，惠子應能知道莊子的想法，因為惠子問莊

子如何能知道魚之樂時，表示惠子已經知道莊子知道魚之樂故。(2) 莊子應能知道魚之樂，因為在濠上觀察到鱖魚出游從容故。

說明：莊子共舉二個例子來否認惠子的觀點：(1) 先舉出莊子和惠子的眼前相互問答，證明人能知道對方的想法。(2) 而後回到最初的辯題：莊子由觀察到魚出游從容，證明人能知道魚之樂。

以上莊子的整個論證過程一氣呵成，到此告一段落。但也有一些不同的意見：有人認為第二段落的對答惠子已經完成論證，處在上風，冒出莊子第三段落的答辯有點強辭奪理。其實，最後莊子舉出「實例」來反駁是合理而有力的，而這些活生生的「實例」就在我們的眼前。莊子成功地舉出二個例外，以「否認法」否認了惠子的基本大前提：「凡不是甲，都不能知道甲的想法。」總之，以上莊子先使惠子由人對魚的認知擴大範圍到人與人的相互認知，而後舉出例外來反駁。可知整個「魚樂之辯」由頭到尾一氣呵成，不能切割。第二段落是釐清惠子的主張，第三段落是莊子的最後反駁，所以，這兒整個論證過程完全是在莊子的掌控之內。

#### (附帶討論)

最後一段莊子說「子曰：『女安知魚樂』云者，既已知吾知之而問我，我知之濠上也」，這一段的意義有歧義，若依據前後文來調整意義成：惠子知道「莊子應不知道魚之樂」，那麼，惠子對莊子也應算是有某種知道，此時攻方（莊子）也可以提出如下的論式：

攻方：(1) 回到原本辯論處，惠子應能知道莊子的想法，因為惠子已經知道「莊子不能知道魚之樂」故。

## (二) 惠子作攻方

從另一個角度來看，惠子最可能是站在「如人飲水，冷軟自知」的體驗，認為這種個人的「體驗」是無從表達的。一旦將「知」的意義改成是指個人的「體驗」，而不是一般觀察和推理的「知道」，那麼攻守易位，由惠子作攻方，莊子作守方，辯論將如下進行：

**第一段落**（攻方惠子主張不能體驗對方感受）：

攻方：莊子應不能體驗魚之樂，因為不是魚故。

守方：不遍。

（以下攻方暫不成立應有周遍，先以反面來詢問守方的立場）

**第二段落**（守方莊子主張能體驗對方感受）：

攻方：莊子應能體驗魚之樂嗎？

守方：同意。

攻方：莊子應能體驗惠子之樂嗎？

守方：同意。

**第三段落**（攻方惠子駁斥守方莊子）：

攻方：莊子應不能體驗惠子之樂，因為不是惠子故。

守方：不遍。

攻方：（若不是惠子，則不能體驗惠子之樂）應有遍，因為如人飲水冷軟自知故。

守方：不遍。

攻方：（如人飲水冷軟自知，所以若不是惠子，則不能體驗惠子之樂）應有遍，因為依據經驗的共識故。

守方：同意。

攻方：若不是惠子，則不能體驗惠子之樂嗎？

守方：同意。

攻方：莊子應不能體驗惠子之樂，因為不是惠子故。周遍已許！

（周遍已許：是指此論式的大前提守方已經同意了）

守方：同意。

攻方：莊子應不能體驗魚之樂，因為不是魚故。

守方：同意。

攻方：完結！



### 三、科學層面

此次辯論中的「知」是一關鍵字，可以解說為：a 知道，指一般透過觀察和推理而得知；b 體驗，指直接品嚐。在原文的辯論，莊子將「知」理解成一般透過觀察和推理而得的「知道」，惠子則是站在「體驗」的角度來闡述，所以，這一辯論本來就不應有輸贏。但是其中相關的人與人或動物間的認識問題，在今日已經不是哲學問題而是一科學問題。人類如何認知他人或動物，可以透過科學的實驗和觀察來檢驗，例如，一般人們在認知過程中腦神經的變化，和一些特異功能者的差異。手指能識字嗎？如何訓練呢？條件為何？有直接知道「他心」的超能力存在嗎？哪些特徵是貓狗快樂的表現？這些都可以加以檢驗，可以累積出經驗的事實或共識。

大前提如「凡不是甲，都不能知道甲的想法」是一全稱命題，此全稱命題是否正確，一般以「否證法」舉出例外使之不成立。若尚找不到例外，則「暫時接受」此大前提為正確。

#### 【舉出例外一】超人丁

攻方：凡不是甲，不是都不能知道甲的想法，因為超人丁不是甲而能知道甲的想法故。

小結：此處要進入科學的實際檢驗：「超人丁能知道甲的想法」是否合乎事實，而不是停留在「玄談」而已。

#### 【舉出例外二】一般的觀察和推理

(1) 由觀察推理，惠子知道莊子的想法。

(2) 由觀察推理，莊子知道魚樂。

嚴格說來，此處也要進入科學的檢驗：什麼是魚樂的定義？什麼是魚樂應有的表現？莊子認為「出游從容，是魚樂也」，會不會太主觀了？

### 四、哲學層面

將「安知」解說為「如何知道某對象」時，是從認識論的角度來看問題。莊子將「知」理解成一般透過觀察和推理而得的「知道」，從這角度掌握整個辯論的主軸。這種「知」，是再平凡不過了，人與人之間透過語言、文字的抽象的思考，就可以知道對方的想法，一點也不神秘。

同樣的，人對魚的觀察，一旦看出「出游從容」，就可以知道魚兒的快樂，一點也不奇特，莊子把答案拉回到平常淺顯的事實上。要成立人能認知別人或動物，還可以舉很多的實例，例如，人透過觀察即可知道貓、狗的快樂與否，這些都是立足於經驗的事實。

另一方面，這一辯論還可以從惠子的立場重新來過，惠子站在「體驗」的角度來闡述「知」，由於這種個人的「體驗」也是再平凡不過的了，因而惠子也能依據經驗的共識來成立自己的觀點。

釐清「知」的不同意義後，可知莊子和惠子的觀點其實並不相違。也可以說，莊子和惠子是站在不同的角度來看「道」，而雙方的「道」都是立足在平常日用間。這兒也顯現出「存在」只是一簡單的現象，有些玄學的詭辯卻把它複雜化了，以為有驚天動地的答案，其實再平凡不過的了。

## 五、結語

以下再詳細將原文以因明論式分段解說，作一總結。

(A) 莊子與惠子遊於濠梁之上。

(B) 莊子曰：「鱗魚出游從容，是魚之樂也。」

說明：一開始，莊子能知道「魚之樂」。此處只是人對魚的認知問題。莊子主張人與魚不相隔。這兒對應出一個論式：  
○莊子應能知道魚之樂，因為在濠上觀察到鱗魚出游從容故。

(C) 惠子曰：「子非魚，安知魚之樂？」

說明：但是惠子認為莊子不是魚，如何能夠知道「魚之樂」？這兒對應出一個論式：  
○莊子應不能知道「魚之樂」，因為不是魚故。  
可知惠子主張人與魚相隔。

(D) 莊子曰：「子非我，安知我不知魚之樂？」

說明：莊子先順著惠子的想法，有意擴大範圍到人與人的相互認知問題，所以說：那麼，惠子又不是莊子，如何能夠知道「莊子不知道魚之樂」？這兒對應出的論式是：

○惠子應不能知道「莊子不能知道魚之樂」，因為不是莊子故。

○惠子應不能知道「莊子的想法」，因為不是莊子故。

另一方面，此處莊子說「安知我不知魚之樂？」仍然是主張人與魚不相隔，不同於惠子的主張。

(E) 惠子曰：「我非子，固不知子矣；子固非魚也，子之不知魚之樂，全矣。」

說明：接著，惠子果然同意擴大認知的範圍到人與人之間，這兒惠子所提出的論式是：

○惠子不能知道「莊子的想法」，因為不是莊子故。

○莊子應不能知道「魚之樂」，因為不是魚故。

惠子以為莊子已經完全順乎自己的主張（人與魚相隔）。其實，莊子到此為止，是誘使惠子擴大範圍到一個基本大前提：

○凡不是甲，都不能知道甲的想法。

在這大前提中，甲的範圍除了魚外，還包含人和其他的動物。惠子此時已經擴大到主張人與人也相隔。莊子為何要使惠子擴大到包含人呢？為的是有益於舉出例外來反駁惠子。所以，接下來，才是莊子真正的反擊，舉出兩個例外來駁斥這一大前提。

(F) 莊子曰：「請循其本。子曰：『女安知魚樂』云者，既已知吾知之而問我，我知之濠上也。」

說明：莊子回到自己的立場：主張人與魚不相隔，人與人也不相隔。莊子只要舉出例外，就可以否證惠子的基本大前提：「凡不是甲，都不能知道甲的想法。」莊子現在所要成立的論點是：

○凡不是甲，不是都不能知道甲的想法，因為（1）惠子能知道莊子的想法；（2）莊子能知道魚之樂故。所以，第三段落的要義如下：

莊子說：(1) 回到原本辯論處，惠子應能知道莊子的想法，因為惠子問莊子如何能知道魚之樂時，表示惠子已經知道莊子知道魚之樂故。(2) 莊子應能知道魚之樂，因為在濠上觀察到鯈魚出游從容故。

整個第三段落轉成因明辯經的方式，可以辯論如下(莊子作攻方)：  
攻方：凡不是甲，都不能知道甲的想法嗎？

守方：同意。

攻方：凡不是甲，不是都不能知道甲的想法，因為(1) 惠子能知道莊子的想法；(2) 莊子能知道魚之樂故。

(此處共有二個原因，以下要分別成立)

守方：第一因不成。

攻方：(1) 惠子應能知道莊子的想法，因為回到原本辯論處，惠子問莊子如何能知道魚之樂時，表示惠子已經知道莊子知道魚之樂故。

或：(1) 惠子應能知道莊子的想法，因為能知道莊子回答「汝安知魚樂」之問故。

或：(1) 惠子應能知道莊子的想法，因為回到原本辯論處，惠子問莊子如何能知道魚之樂時，已經知道莊子知道魚之樂而等莊子回答故。

守方：同意。

若守方：第二因不成。

攻方：(2) 莊子應能知道魚之樂，因為觀察到鯈魚出游從容故。

\* 守方：不遍。

(此處回到一開始時守方認為不周遍，以下攻方成立有周遍)

攻方：(若觀察到鯈魚出游從容，則能知道魚之樂) 應有遍，因為依據經驗的共識故。

守方：同意。(但也可以回答不遍，來檢驗是否合乎經驗的共識)

\* 若守方：因不成。

攻方：莊子應觀察到鯈魚出游從容，因為在濠上觀察到鯈魚出游從容故。

守方：同意。

攻方：凡不是甲，不是都不能知道甲的想法，因為(1) 惠子能知道莊子的想法；(2) 莊子能知道魚之樂故。因已許！

(因已許：是指此處的原因守方已經同意了)

守方：同意。

攻方：完結！

## 附論：惠子的大前提

以下用邏輯或因明論式來探索惠子的大前提：

「凡不是甲，都不能知道甲的想法。」

可以推知一些有趣的結果：

1a 惠子應不能知道莊子的想法，因為不是莊子故。

1b 莊子應不能知道惠子的想法，因為不是惠子故。

2a 惠子應能知道「莊子不能知道魚之樂」，因為凡不是魚，都不能知道魚之樂，以及莊子不是魚故。（單純由大前提推知）

2b 莊子應能知道「惠子不能知道魚之樂」，因為凡不是魚，都不能知道魚之樂，以及惠子不是魚故。（單純由大前提推知）

論式 2a 卻引出「惠子能知道莊子的一想法」：至少「莊子不能知道魚之樂」。2b 引出「莊子能知道惠子的一想法」：至少「惠子不能知道魚之樂」。這豈非破了惠子的大前提：「凡不是甲，都不能知道甲的想法」？

此處的 2a：「惠子應能知道『莊子不能知道魚之樂』」，恰好和前面 (D) 莊子的論述：「惠子應不能知道『莊子不能知道魚之樂』」，互相矛盾。由此也可以知道，莊子不主張「凡不是甲，都不能知道甲的想法」，否則便自相矛盾。所以，莊子在 (D) 的論述，主要是誘引出惠子主張「凡不是甲，都不能知道甲的想法」。

---

## 公孫龍白馬非馬之辯

### ——因明推理的應用

林崇安

中央大學太空科學研究所

#### 一、前言

戰國末年的趙國辯論家公孫龍（西元前 320-前 250），是平原君的食客。

據說有一天，他騎一匹白馬出關，守關的人說：「上級規定，人可過，馬不准過！」

公孫龍回答說：「我騎的是白馬，白馬非馬！」

守關的人沒有學過現代的邏輯，也沒有學過因明的推理，辯不過他，就讓他騎著白馬出關了，留下這個著名的「白馬非馬」的命題。

以下我們採用因明推論的方式來論證這一命題。任何怪異的命題或模糊的詭辯，只要雙方遵守因明的規範來攻守，都可以釐清觀念，不再詭異。因明是印度傳統的邏輯，唐朝傳到漢地，也曾風行一陣子，其特色是將命題納入規範的格式中，就像數學立出式子，便於雙方進一步的辯論或討論。因明論式的格式有立式和破式二種（相當於形式邏輯和辯證法）。一般講到辯論，大家喜歡提到白馬非馬，因而此處就以這一題目作為推論的實際例子，藉此可以看出因明推論的清晰方式。

#### 二、因明的立式和破式說明

##### 【立式方式一】單稱命題

〔基本格式〕

○守方主張 A 是 B。

攻方：A，應是 B 嗎？

守方：同意。(守方確認立場，接著攻方提出反面的立場：)

攻方：A，應不是 B，因為是 C 故。(立式)

〔例〕

○守方主張白馬不是馬。

攻方：白馬，應不是馬嗎？

守方：同意。(守方確認立場，接著攻方提出反面的立場：)

攻方：白馬，應是馬，因為是白色的馬故。(立式)

(攻方以立式提出反面的立場並給出理由，這是將命題納入規範的格式中)

### 【立式方式二】全稱命題

〔基本格式〕

○守方主張凡是 B 都是 B1。

攻方：凡是 B，遍是 B1 嗎？

守方：同意。(守方確認立場)

攻方：凡是 B，應不遍是 B1，因為 B2 是 B 而不是 B1 故。(立式)

說明：攻方以立式提出自己的觀點和理由。針對全稱命題，攻方找出例外 B2，成立自己的觀點。(設 B 分成 B1、B2 等)

〔例〕

○守方主張凡是馬都是白馬。

攻方：凡是馬，遍是白馬嗎？

守方：同意。(守方確認立場)

攻方：凡是馬，應不遍是白馬，因為黑馬是馬而不是白馬故。(立式)

說明：攻方以立式提出自己的觀點和理由。針對全稱命題，攻方找出例外「黑馬」，成立自己的觀點。

### 【破式方式一】單稱命題

〔基本格式〕

○守方主張 A 是 B。

攻方：A，應是 B 嗎？

守方：同意。(守方確認立場)

攻方：A，應是 C，因為是 B 故。因已許！（破式）

說明：攻方順著對方的觀點提出破式。因已許，是提醒守方這小前提是守方同意的。

〔例〕

○守方主張白馬不是馬。

攻方：白馬，應不是馬嗎？

守方：同意。(守方確認立場)

攻方：白馬，應不是白色的馬，因為不是馬故。因已許！（破式）

說明：攻方順著對方的觀點提出破式。因已許，是提醒守方這小前提（白馬不是馬）是守方同意的。

## 【破式方式二】全稱命題

〔基本格式〕

○守方主張凡是 B 都是 B1。

攻方：凡是 B，遍是 B1 嗎？

守方：同意。(守方確認立場)

攻方：B2，應是 B1，因為是 B 故。周遍已許！（破式）

說明：攻方順著對方的觀點提出破式。周遍已許，是提醒守方這大前提是守方同意的。針對全稱命題（大前提），攻方找出例外 B2 來破對方。

〔例〕

○守方主張凡是馬都是白馬。

攻方：凡是馬，遍是白馬嗎？

守方：同意。(守方確認立場)

攻方：黑馬，應是白馬，因為是馬故。周遍已許！（破式）

說明：攻方順著對方的觀點提出破式。周遍已許，是提醒守方這大前提（凡是馬都是白馬）是守方同意的。針對全稱命題（大前提），攻方找出例外「黑馬」來破對方。

小結：



由上述例子，可以看出因明的立式和破式的論證方式，在使用時要將命題納入規範的格式中。因明論式可以用三段論法來分析如下：

因明論式：A，應是 C，因為是 B 故。

三段論法：

凡是 B 都是 C。(大前提)

A 是 B。(小前提)

---

∴A 是 C。(結 論)

可以看出上面的因明論式是包含著大前提、小前提和結論。

### 三、推論的準備

推論前雙方對所辯論的主題要有起碼的一些基本知識，例如，定義、分類、同義詞、舉例等。在百法或存有的分類下：

- 1 存有分成常和無常。存有、存在和「法」是同義詞。
- 2 無常分成物質、知覺、不相應行三類。覺知是知覺的同義詞。不相應行的定義是非物質、非知覺的無常法。
- 3 物質的舉例，如顏色、形狀。知覺的舉例，如感受、貪愛。不相應行的舉例，如動物、馬、牛、人。  
物質分成內物質、外物質。外物質有色處、聲處、香處、味處、觸處。  
色處分成顏色、形狀。  
顏色的分類：如白色、紅色。顏色的舉例，如白馬的顏色。
- 4 物質與不相應行是不同範疇。白色是物質。白馬是不相應行。物質與不相應行是相違。
- 5 自身為一的公設：凡是存有，都是自身與自身為一。  
異的定義：各別的法。一的定義：非各別的法。  
例如，馬是與馬為一。白馬是與白馬為一。  
白馬不是與馬為一。白馬是與馬為異。  
凡是與馬為一，遍是馬。  
凡不是與馬為一，不遍不是馬，例如，白馬、黑馬。
- 6 部分的公設：若 A 是 B 的部分，則凡 A 都是 B。例如，白馬是馬的部分，則凡白馬都是馬。(A 是子集合，B 是母集合)

7 相違的公設：若 A 與 B 相違，則凡 A 都不是 B。例如，物質與知覺是相違，則凡是物質都不是知覺。

在上述的主題和基本知識下，以下用白馬相關的實例，分別以立式和破式來推論。

#### 四、立式推論實例一

○守方主張白馬不是馬。

1 攻方：白馬，應不是馬嗎？

守方：同意。(守方確認立場)

2 攻方：白馬，應是馬，因為是白色的馬故。(立式)

守方：因不成。

攻方：白馬，應是白色的馬，因為是與白馬為一故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是與白馬為一，因為依據自身為一的公設故。

守方：同意。

攻方：白馬，應是白色的馬嗎？

守方：同意。

攻方：白馬，應是馬，因為是白色的馬故。因已許！

守方：不遍。

攻方：(凡是白色的馬，都是馬)應有遍，因為白色的馬是馬的部分故。

守方：不遍。

攻方：應有遍，因為依據部分的公設故。

守方：同意。

攻方：凡是白色的馬，都是馬嗎？

守方：同意。

2 攻方：白馬，應是馬，因為是白色的馬故。因已許！周遍已許！

守方：同意。(至此，守方同意 1 與 2 命題，此二者相違而失分)

攻方：完結！

#### 五、破式推論實例一

○守方主張白馬不是馬。

1 攻方：白馬，應不是馬嗎？

守方：同意。（守方確認立場）

攻方：白馬，應不是白色的馬，因為不是馬故。因已許！（破式）

守方：不遍。

攻方：（凡不是馬，都不是白色的馬）應有遍，因為白色的馬是馬的部分故。

守方：不遍。

攻方：應有遍，因為依據部分的公設故。

守方：同意。

攻方：凡不是馬，都不是白色的馬嗎？

守方：同意。

2 攻方：白馬，應不是白色的馬，因為不是馬故。因已許！周遍已許！

守方：同意。（以上是運用破式）

接著，攻方立出立式來：

3 攻方：白馬，應是白色的馬，因為是與白馬為一故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是與白馬為一，因為依據自身為一的公設故。

守方：同意。

3 攻方：白馬，應是白色的馬，因為是與白馬為一故。因已許！

守方：不遍。

攻方：（凡是與白馬為一，都是白色的馬）應有遍，因為「與白馬為一」與「白色的馬」是同義詞故。

守方：不遍。

攻方：應有遍，因為依據同義詞的公設故。

守方：同意。

攻方：凡是與白馬為一，都是白色的馬嗎？

守方：同意。

3 攻方：白馬，應是白色的馬，因為是與白馬為一故。因已許！周遍已許！

守方：同意。（至此，守方同意 2 與 3 命題，此二者相違而失分。）

4 攻方：白馬，應是馬，因為是白色的馬故。因已許！

守方：不遍。

攻方：(凡是白色的馬，都是馬)應有遍，因為白色的馬是馬的部分故。

守方：因不成。

攻方：白色的馬，應是馬的部分，因為馬分成白色的馬、黑色的馬等故。

守方：同意。

攻方：凡是白色的馬，都是馬嗎？

守方：同意。

4 攻方：白馬，應是馬，因為是白色的馬故。因已許！周遍已許！

守方：同意。(至此，守方同意 1 與 4 命題，此二者相違而失分。)

攻方：完結！

## 六、立式推論實例二

○守方主張白馬是白色(名詞)。

1 攻方：白馬，應是白色嗎？

守方：同意。(確認立場)

2 攻方：白馬，應不是白色，因為不是顏色故。(立式)

守方：因不成。

攻方：白馬，應不是顏色，因為不是物質故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應不是物質，因為是不相應行故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是不相應行，因為是動物故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是動物，因為是馬故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是馬，因為是白色的馬故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是白色的馬，因為是與白馬為一故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是與白馬為一，因為依據自身為一的公設故。

守方：同意。

攻方：白馬，應是馬嗎？  
守方：同意。  
攻方：白馬，應是動物嗎？  
守方：同意。  
攻方：白馬，應是不相應行嗎？  
守方：同意。  
攻方：白馬，應不是物質嗎？  
守方：同意。  
攻方：白馬，應不是顏色嗎？  
守方：同意。  
攻方：白馬，應是不是白色，因為不是顏色故。因已許！  
守方：不遍。  
攻方：應有遍，因為白色是顏色的部分故。  
守方：不遍。  
攻方：應有遍，因為依據部分的公設故。  
守方：同意。  
攻方：凡不是顏色，都不是白色嗎？  
守方：同意。  
2 攻方：白馬，應不是白色，因為不是顏色故。因已許！周遍已許！  
守方：同意。（至此，守方同意 1 與 2 命題，此二者相違而失分）  
攻方：完結！

## 七、破式推論實例二

○守方主張白馬是白色（名詞）。  
1 攻方：白馬，應是白色嗎？  
守方：同意。（確認立場）  
2 攻方：白馬，應是顏色，因為是白色故。因已許！（破式）  
守方：不遍。  
攻方：（凡是白色，都是顏色）應有遍，因為白色是顏色的部分故。  
守方：不遍。  
攻方：應有遍，因為依據部分的公設故。

守方：同意。

攻方：凡是白色，都是顏色嗎？

守方：同意。

2 攻方：白馬，應是顏色，因為是白色故。因已許！周遍已許！

守方：同意。（以上是運用破式來推導）

接著，攻方立出立式來：

3 攻方：白馬，應不是顏色，因為不是物質故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應不是物質，因為是不相應行故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是不相應行，因為是動物故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是動物，因為是馬故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是馬，因為是白色的馬故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是白色的馬，因為是與白馬為一故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是與白馬為一，因為依據自身為一的公設故。

守方：同意。

攻方：白馬，應是馬嗎？

守方：同意。

攻方：白馬，應是動物嗎？

守方：同意。

攻方：白馬，應是不相應行嗎？

守方：同意。

攻方：白馬，應不是物質嗎？

守方：同意。

3 攻方：白馬，應不是顏色，因為不是物質故。因已許！

守方：不遍。

攻方：（凡不是物質，都不是顏色）應有遍，因為顏色是物質的部分故。

守方：不遍。

攻方：應有遍，因為依據部分的公設故。

守方：同意。

攻方：凡不是物質，都不是顏色嗎？

守方：同意。

3 攻方：白馬，應不是顏色，因為不是物質故。因已許！周遍已許！

守方：同意。（至此，守方同意 2 與 3 命題，此二者相違而失分。）

4 攻方：白馬，應不是白色，因為不是顏色故。因已許！

守方：不遍。

攻方：（凡不是顏色，都不是白色）應有遍，因為白色是顏色的部分故。

守方：不遍。

攻方：應有遍，因為依據部分的公設故。

守方：同意。

攻方：凡不是顏色，都不是白色嗎？

守方：同意。

4 攻方：白馬，應不是白色，因為不是顏色故。因已許！周遍已許！

守方：同意。（至此，守方同意 1 與 4 命題，此二者相違而失分。）

攻方：完結！

## 八、評析公孫龍的論證

接著回來分析公孫龍的論證是否合理。以下以公孫龍作攻方，所立的宗是「白馬非馬」，並設定其意義是「白馬不是馬」。

### 【第一理由】

攻方：白馬，應非馬，因為「馬者，所以命形也；白者，所以命色也。命色者非命形也」故。

（白馬，應不是馬，因為「馬是指稱形體，白是指稱顏色；指稱形體不是指稱顏色」之故。）

守方：不遍。

說明：「命色者，非命形也」，只能推出「白，非馬」，而不能推出「白馬，非馬」的結論，因而守方回答：「不遍。」

### 【第二理由】

攻方：白馬，應非馬，因為「求馬，黃、黑馬皆可致；求白馬，黃、黑馬不可致」故。

（白馬，應不是馬，因為「如果我向你求馬，你給我黑馬或黃馬就可以達成；但是如果我向你求白馬，你給我黑馬或黃馬就不可以達成」之故。）

守方：不遍。

說明：「求馬，黃、黑馬皆可致」，已經表明「黃、黑馬是馬」，因而類推可得「白馬是馬」。所以「求馬，黃、黑馬皆可致；求白馬，黃、黑馬不可致」是推不出「白馬非馬」的結論，因而守方回答：「不遍。」

### 【補充第二理由】

攻方：白馬，應非馬，因為「馬者，無去取於色，故黃、黑皆所以應；白馬者，有去取於色，黃、黑馬皆所以色去，故唯白馬獨可以應耳。無去者，非有去也」故。

守方：不遍。

說明：此處「馬者，無去取於色，故黃、黑皆所以應」，已經表明「黃、黑馬是馬」，因而類推可得「白馬是馬」。「白馬者，有去取於色，黃、黑馬皆所以色去」只表示「白馬」與「黃、黑馬」是相違而沒有交集。以上推不出「白馬非馬」的結論，因而守方回答：「不遍。」

### 【第三理由】

攻方：白馬，應非馬，因為「馬固有色，故有白馬。使馬無色，由馬如己耳，安取白馬？故白者，非馬也。白馬者，馬與白也」故。

（白馬，應不是馬，因為「馬本來有顏色，所以有白馬；如果馬沒有顏色，這時馬只是沒有顏色的馬，何必去找取白色的馬？所以白色不是馬；白馬是馬加上白色，白色加上馬」之故。）

守方：不遍。

說明：「馬固有色，故有白馬」，已經表明「白馬是有顏色的馬」，由此可知「白馬是馬」；「白馬者，馬與白也」所表達的其實還是「白馬是白色的馬」，所以，「馬固有色，故有白馬。使馬無色，由馬如己耳，安取白馬？故白者，非馬也。白馬者，馬與白也」是推不出「白馬非馬」的結論，因而守方回答：「不遍。」

總之，以上指出「白馬不是馬」的宗旨，是難以用理由成立的，在



因明辨經上，守方只要簡單回答：「不遍」就夠了。

但是如果「白馬非馬」的意思是「白馬異於馬」，那麼公孫龍的論證就有可能成立，只是不夠直接而已。因明的論證如下：

〔例1〕

攻方：白馬與馬，應是相異，因為是各別的法故。

守方：因不成。

攻方：白馬與馬，應是各別的法，因為是各別白馬與馬故。

守方：因不成。

攻方：白馬與馬，應是各別白馬與馬，因為是與「白馬與馬」為一故。

守方：因不成。

攻方：白馬與馬，應是與「白馬與馬」為一，因為依據自身為一的公設故。

守方：同意。

攻方：白馬與馬，應是各別的法嗎？

守方：同意。

攻方：白馬與馬，應是相異，因為是各別的法故。因已許！

守方：不遍。

攻方：（凡是各別的法，都是相異）應有遍，因為各別的法是相異的定義故。

守方：不遍。

攻方：應有遍，因為依據定義的公設故。

守方：同意。

攻方：凡是各別的法，都是相異嗎？

守方：同意。

攻方：白馬與馬應是相異，因為是各別的法故。因已許！周遍已許！

守方：同意。

攻方：完結！

〔例2〕

攻方：白馬，應是與馬相異，因為是與白馬為一故。

守方：因不成。

攻方：白馬，應是與白馬為一，因為依據自身為一的公設故。

守方：同意。

攻方：白馬，應是與白馬為一嗎？

守方：同意。

攻方：白馬，應是與馬相異，因為是與白馬為一故。因已許！

守方：不遍。

攻方：（凡是與白馬為一，都是與馬相異）應有遍，因為依據一與異的共識故。

守方：同意。

攻方：凡是與白馬為一，都是與馬相異嗎？

守方：同意。

攻方：白馬，應是與馬相異，因為是與白馬為一故。因已許！周遍已許！

守方：同意。

攻方：完結！

## 九、結語

最後，以一則傳說作結：

據說公孫龍辦完平原君交代的事後，騎著全副武裝的白馬要入關，

守關的人說：「上級規定，人可過，馬不准過！」

公孫龍重施故技，回答說：「我騎的是白馬，白馬非馬！」

這次這位守關的人曾學過邏輯和因明的破式，就順著說：「既然不是馬，幹嘛掛著馬鞍呢？」

這一次公孫龍踢到了鐵板，只好拉著光溜溜的白馬入關了。

## 科學哲學增智模式的基本觀點

- (1) 研究的對象：研究一切具體與抽象的對象（包含物質現象、精神現象）。
- (2) 研究的方法：以「科學方法」追根究底。
- (3) 科學方法的內容：允許以感官、儀器、猜想、直覺、推理、模擬等各種方式去找尋答案、檢驗答案；特別重視「觀測能力的提昇」。
- (4) 對答案的要求：必須通過嚴格的「否證」檢驗。
- (5) 增智的原則：以好奇心不斷觀察一切具體與抽象的現象，來獲得知識的增長。
- (6) 科學哲學的「增智模式」是：**【前科學 1】** → **【科學 1】** → **【後科學 1 = 前科學 2】** → **【科學 2】** → **【後科學 2 = 前科學 3】** → **【科學 3】** …，於任何一階段都離不開存有論和認識論的探索。

## 科學哲學資料

1. 《科學的哲學之興起》，**The Rise of Scientific Philosophy**，by **H. Reichenbach**（萊興巴哈），吳定遠譯，水牛出版社，1977，1990。
2. 《科學哲學導論》，舒煒光著，水牛出版社，1987，1990。
3. 《科學哲學導論》，舒煒光著，五南圖書出版公司，1994。
4. 《物理與哲學》，**Physics and Philosophy**，by **W. Heisenberg**（海森堡），凡異出版社，1987。（物理學者的哲學觀點）
5. 《科學革命的結構》，**The Structure of Scientific Revolution**，by **T. Kuhn**（庫恩），允晨文化出版，1985。
6. 《當代西方科學哲學述評》，舒煒光、邱仁宗主編，人民出版社，1987。
7. 《當代科學哲學》，**Philosophy of Science: A Contemporary Introduction**，by **A. Rosenberg**，歐陽敏譯，韋伯文化出版，2004。
8. 《科學與世界之間》，陳瑞麟著，學富文化事業，2003。
9. 《看！這就是生物學》，**This is Biology**，by **E. Mayr**（麥爾），天下文化出版，1999。（生物學者的哲學觀點）
10. 《哲學入門》，**Philosophical Propositions: An Introduction to Philosophy**，by **J. Westphal**，鐘丁茂、周柏恆譯，韋伯文化出版，1999。屬哲學導論。
11. 《哲學的二十六堂課》，**Philosophy: A Beginner's Guide**，by **J. Teichman and K.G. Evans**（提契曼和伊凡斯），蔡政宏等譯，韋伯文化出版，2003。屬哲學導論。
12. 其他甚多科學哲學和科普的相關書籍（略）。

《科學哲學總綱》/林崇安教授著  
--[桃園縣]中壢市：內觀教育基金會，民98  
面：29x21公分 --  
1. 哲學；科學哲學

## 《科學哲學總綱》

---

著作：林崇安教授

出版：桃園縣[中壢市]財團法人內觀教育基金會

通訊：320 中壢郵政 9-110 信箱。或：

桃園縣大溪鎮頭寮福安里十鄰 12 之 3 (大溪內觀教育禪林)

電話和手機：(03) 485-2962；0937-126-660

傳真：(03) 425-8073

網址：<http://www.insights.org.tw>

<http://www.ss.ncu.edu.tw/~calin/index.html>

出版：第一版 2009 年 1 月；第二版 2012 年 6 月