

科學哲學：理論與歷史

philosophy of science : a theoretical and historical introduction

陳瑞麟 — Chen, Ruey-Lin — 著

Ph
i
l
o
s
o
p
h
y
S
c
i
e
n
c
e

Sc
i en c
e 科學
Ph
ilo sop
h 哲學
y

理論與歷史

——
陳瑞麟

國家圖書館出版品預行編目資料

科學哲學：理論與歷史 / 陳瑞麟著. -- 1 版.

-- 臺北市：群學, 2010.02

面；公分

ISBN 978-986-6525-24-7 (平裝)

1. 科學哲學

301

99001917

作者：陳瑞麟
總編輯：劉鈞佑
編輯：林意淳
發行人：劉鈞佑
出版者：群學出版有限公司

地址：台北市重慶南路一段 61 號 7 樓 712 室

電話：(02) 23702123

傳真：(02)23702232

Email: socialsp@seed.net.tw

網址：http://socio.com.tw

信箱：台北郵政 39-1195 號信箱

郵政劃撥：19269524 群學出版有限公司

封面設計：井十二封面設計研究室

電話：(02) 29520672

印刷：權森印刷事業社

電話：(02) 35012759

著作權所有・翻印必究

定價 450 元 2010 年 2 月 1 版 1 印

2010 年 11 月 1 版 2 印

給我的家人：柔瑤和理言



推薦序

閱讀有資格的人寫正確而可靠的入門書是一種令人愉快的經驗。近幾年來，哲學學門的各次領域，諸如形上學、知識論、心靈哲學、倫理學等，都陸續出版了國人撰寫的相當好的中文教科書或入門書。然而，目前在國內頗為熱門的科學哲學，雖然有不少專題研究論文（包括學位論文），卻始終沒有一本正確的中文教科書。陳瑞麟教授的這一本《科學哲學：理論與歷史》彌補了此一缺憾。

科學哲學是以科學為對象的研究領域。正如自然科學以自然現象為研究對象，社會科學以社會現象為研究對象，以及人文學科以人文現象為研究對象，科學哲學則以科學本身為其研究對象。人類知識的發展史上出現了科學這樣的探究自然現象以及社會現象的學門，社會上培養了一批從事這樣探究工作

的科學家，以某種特殊的方法從事探究工作，產生了數不清的研究成果（包括各種各樣的器具、制度、理論等）。這些現象乃屬於人文社會現象，它們本身也值得探究，而科學史、科學哲學及科學社會學等則是從不同的角度，對這些有關科學本身的現象，加以探究。二十世紀上半葉的早期科學哲學，以科學理論的邏輯結構和哲學意含為主要內容，前者包括科學說明的模型、理論化約的可能性及其條件、假設與證據之間的驗證關係、科學定律的性質等議題，後者則包括因果關係、時空的性質、科學的客觀性、以及科學理論中涉及的抽象體是否真實存在（亦即科學實在論與反實在論之間的爭論）等屬於形上學或知識論的議題。二十世紀下半葉，孔恩的《科學革命的結構》一書對科學哲學發生了相當大的影響，科學哲學界逐漸重視科學理論之歷史的發展，改變以往完全關注科學理論之靜態邏輯結構的思考方式。另一方面，孔恩的書在科學史學界也發生了影響，產生一批熟悉科學哲學的科學史家（例如劍橋大學科學史及科學哲學系的 Nicholas Jardine）。此外，孔恩的著作也提醒科學哲學界不應忽略社會脈絡。舉凡科學社群的互動、科學教育的實況、科學成果的出版、評鑑等這些科學社會學（sociology of science，不同於 scientific sociology）所探究的議題，也逐漸受到科學哲學界的關注。目前有不少大學設置了科學史、科學哲學及科學社會學的綜合性跨學門研究所，也有不少專業期刊橫跨這三個領域。科學哲學家已經不能在安樂椅上做純哲學性的思考，即使自己不做科學史或科學社會學的研究，也必須參考別人的研究成果。

本書作者陳瑞麟教授在就讀於台灣大學哲學研究所期間，就已開始勤讀科學原典（例如牛頓的《自然哲學的數學原理》及赫茲的《力學原理》），加以多年來參加台灣 STS（Science and Technology Studies）社群，擔任相關的《科技、醫療與社會》期刊主編（於2008年成為新成立的「台灣科技與社會研究學會」的機關刊物），在科學史及科學社會學方面均有相當深入的研究，已發表多篇出色的研究論文。在科學哲學方面，則早在2003年任職東吳大學哲學系助理教授期間，就榮獲國科會傑出研究獎，其博士論文擴充改寫出版的《科學理論版本的結構與發展》（台灣大學出版中心，2004年）也獲得中央研究院年輕學者著作獎。由於作者對科學哲學的相關知識具有紮實的背景，因而能寫出一本涵蓋面周延又包含自己研究成果的教科書。本書的另一特色是引述許多科學史及當代科學的實例，對科學哲學的抽象概念及複雜的學說，做精確的解析及深入的討論。我們很慶幸終於出現了一本介紹科學哲學的可靠的中文書籍。

林正弘

2010年1月29日



自序

十年闢一徑

《科學哲學：理論與歷史》是筆者十年來「科學哲學」研究與教學的總成果。看到它即將問世，多年的心願與懸念即將實現，內心不禁有一絲絲的狂喜。

自從博士畢業以來，筆者即投入哲學教育的行列。「科學哲學」是筆者的專長，也是幾乎每年都會開設的課程。可是，跨入二十一世紀，科學哲學已有近百年的發展歷史，它已成為一門內容豐富龐大的學科，有無數精彩繽紛的問題、概念、理論、思想、學派被提出、被討論、被發展。究竟要如何呈現這個龐大殿堂，使得大學學子得以領略宮廟之美、百官之富？更何況筆者自己不過是徘徊在這領域的邊緣地帶而已。

坊間其實流傳著中國學者寫作的中文科哲教科書，可是它們無法令筆者滿意，因為它們通常只是介紹一些理論家的說

法，缺乏詳細的科學實例的示範、也缺乏問題의清楚陳述、缺乏科哲家的互相討論與爭辯，更甚者它們對於理論概念的理解與筆者的理解有相當的落差。相較之下，英文科哲教科書乃是較好的選擇，因為它們通常能呈現一本「哲學」教科書所該有的問題、討論與爭論內容。因此，筆者所能做的只有選擇現成的英文科哲教科書，在課堂上依據其架構與內容來講授。可是，我們的大學、甚至研究所同學即使有夠好的英文程度，仍不足以完全吸收一本英文科哲教科書的內容。中文講義仍然是必要的。筆者因此著手撰寫中文講義。筆者有幸，可以參考業師林正弘教授的授課講義，也承蒙傅大為教授寄贈他自撰的科哲講義，再加上參考英文教科書，得以規劃出筆者自己的科哲授課架構與內容。

可是，講義仍然只是綱要、條列式的呈現，許多上課內容（例如舉例說明）並沒有事先被寫入。隨著每一年對課程的反省、檢討與補充，四、五年後筆者的講義慢慢充實，開始有了小教科書的規模。不過，這份講義並不足以被出版成一本教科書，因為它們的架構、格局和內容只不過是既有英文教科書的「編譯版」而已。筆者開始動念寫作一本完整的中文科哲教科書。第一個在筆者腦中浮現的問題是：這本中文教科書應該具備什麼特徵和條件，才有出版的價值？

多年來，筆者的科哲課程曾換了幾本英文教科書（例如導論所附的英文科哲教科書中的幾本），這些教科書的架構、內容隨著出版年代的不同而有很大的差異，後期教科書多了許多早期教科書所沒有的議題、理論和概念；早期教科書討論的一些內容也在後期教科書中消失了。換言之，英文科哲教科書

會反映出英文學術界的科哲本身的發展過程——這正是我想要的，一本在台灣出版、以中文寫作的科哲教科書，應該反映出台灣科哲本身的發展進程，反映出台灣本地科哲學者的關懷重心和討論重點。當然，台灣的科哲仍是追隨英文科哲的主流在跑，但這並不代表台灣的科哲學者沒有自己的問題和論點。幸運地，我在2002-2003年之間曾接受國科會人文學研究中心委託，執行一個研究戰後台灣科學哲學發展的計畫，因此得以對台灣的科哲發展有一個較全面性的掌握。同時，我自己身為台灣科哲社群一員，也有不少科哲研究，而且著重在八十年代後的議題，例如科學與價值、科學模型、科學實驗、科技與社會面向等，這些議題在許多英文教科書中仍不多見，然而它們是我的科哲研究重心。

大約在2006、2007年左右，我決定了教科書的基本架構，亦即以孔恩為分界，區分出前孔恩、孔恩與歷史取向和後孔恩三個時期，這三個時期也標誌了議題、方法和理論重心的轉移。換言之，這個架構同時考慮並整合了歷史發展與理論議題取向這兩大特色。前孔恩時期有邏輯經驗論和波柏的否證論，爭論的議題焦點是理論的檢驗究竟是歸納地驗證或演繹式地否證，方法則是邏輯分析，構成本書第二、三章。孔恩與歷史取向占有四、五、六章，第四章主談孔恩本人的科哲，它引發了理性、客觀性、進步的爭議，也導致歷史分析取向的誕生和興盛；第五章談歷史理性論者拉卡托斯對孔恩的批判，以及反理性論者費耶阿本的爭辯；第六章的重心在於「解題與價值」，討論勞丹和蘭吉諾。第七、八、九章則是後孔恩的科哲，有三大重要議題：第七章討論科學實在論與反實在論的爭論；第八

章主談受到孔恩啟發的「社會建構論」進入科哲舞台，也燃起了關於「科學本質」的「科學戰爭」大爭論；第九章則是討論科學結構與發展的新焦點：模型與演化觀。顯然，這個架構也反映出我自己對科哲發展歷史的分期與理解。最後一章則是對台灣本土科哲發展的歷史作一個回顧與展望。

決定了架構之後，內容就是重要的課題了。既然一本在台灣出版的中文教科書應該要反映台灣科哲研究本身，正如英文教科書反映了英文科哲的爭論。筆者因此全面以台灣科哲學者對於科哲議題的討論內容來代替英語科哲家的討論內容，例如林正弘教授對於科學說明的涵蓋律模式之檢討、對波柏的基本述句之邏輯的批評與重構，傅大為教授對特置假設和競爭結構的討論，筆者自己對於常態科學的反省和其它許多議題的討論等等，而且在參考文獻中提供了盡可能完整的台灣研究之文獻。正因如此，這本教科書的許多部分（特別是第六章之後），乃是筆者已發表著作的部分內容之直接引用或改寫。筆者終於在2009年暑假完成了暫時滿意的一本教科書初稿。

當然，有太多太多科哲議題、科哲理論和科哲家，例如機率、貝耶斯主義、因果性、定律的本質、決定論與反決定論、化約、重要的物理學哲學、生物學哲學和經濟學哲學議題，本書都沒有也無法涉及。一來筆者對那些議題要不是不熟、就是還在研究中，二來筆者無法也無能力寫一本科哲百科全書。筆者衷心期盼更新生代的科哲學者，可以著手寫作不同偏重面向和不同類型的科哲教科書，使台灣的科哲也能產生如同英文科哲教科書百花齊放的景象。

必需一提的是，敏感的讀者可能在本書中讀到「譯詞不統一」的現象，這並非編輯失職，而是筆者刻意的主張，因為台灣確實存在不同學者對於同一術語或人名有不同譯法的情況，因此談到其他作者討論的名稱時，當然要保留尊重原作者的譯名。本書盡量在第一次提及某名稱時以加括號（或譯成 xxx）來表明不同譯詞的存在。然而有另一種情況是，同一個英文詞有略微不同的意義，在不同的脈絡中，應該選用不同的中文字來翻譯才比較通順，例如「拯救現象」和「保全現象」這樣的多元譯詞。筆者這種「不統一譯詞」的作法，也是「不可翻譯性」的觀點之反映。

在序文尾聲之處，筆者必須感謝素未謀面的Harold Brown、A. F. Chalmers、Edwin H.-C. Hung、John Losee等作者，因為筆者過去開課時相當倚重他們的教科書；筆者也感謝林正弘教授和傅大為教授，因為他們的上課講義是此書的先驅；再來要感謝修過筆者科哲課程的所有同學，由於他們的參與才能使得一本新教科書誕生。還有，感謝本書編輯林意淳小姐，她的細心、認知與專業，訂正了筆者初稿的許多誤打、誤植和缺漏，完美地展現一位學術編輯該有的條件；感謝群學劉鈐佑總編輯爽快同意出版此書。最後，儘管本書已多次修訂、校閱，但內容與編輯錯誤或許在所難免，祈望讀者能不吝指教。

陳瑞麟

中正大學哲學系

2010年1月26日

目次

推薦序 v

自序：十年關一徑 ix

1 導論 1

2 歸納與驗證 35

3 否證與假設的檢驗 83

4 典範、常態科學與科學革命 119

5 支持方法或反對方法 171

6 解題、進步與價值 211

7 科學實在論對抗反實在論 245

8 社會中的科學 281

9 科學模型的認知與演化 325

10 島嶼上的科哲 365

人名索引 401

名詞索引 405

目次

推薦序	v
自序：十年關一徑	ix
1 導論	1
壹、科學哲學的目標、功能與問題	2
貳、科學哲學的歷史與理論	7
參、問題的起源：從天文學的案例談起	12
肆、假說的檢驗	21
伍、假說的發現與評價	26
附錄、1953-2002年重要英文科哲教科書與論文集註解	32
	34
2 歸納與驗證	
邏輯實證論與邏輯經驗論	35
壹、邏輯經驗論的起源	36
一、休姆的經驗論	37
二、馬赫的現象論	40
三、二十世紀初的邏輯主義	41
貳、邏輯實證論和邏輯經驗論	44
一、邏輯實證論和維也納學圈	44
二、邏輯經驗論	48
參、驗證的邏輯悖謬	51
一、驗證悖謬	51
二、墨色悖謬	56
肆、科學理論的邏輯結構	57
伍、科學說明	66
一、涵蓋律模式	67

二、科學預測	72
三、說明、驗證與知識	74
陸、邏輯經驗論的定位和遺產	77
原典閱讀	79
參考文獻	79
註解	81
3 否證與假設的檢驗	
波柏的否證論與杜恩的挑戰	83
壹、波柏科哲的中心論題	84
貳、劃界問題與歸納問題	86
參、理論、檢驗與基本述句	92
肆、可否證性和認可	99
伍、波柏科哲的麻煩	105
一、歸納問題與實驗的複製	105
二、理論假設能被否證嗎？決斷實驗與「不充分決定論」	107
原典閱讀	115
參考文獻	116
註解	117
4 典範、常態科學與科學革命	
孔恩的科學哲學	120
壹、孔恩科哲提供的科學形象	122
貳、典範與常態科學	126
參、典範的優先性	134
肆、科學危機與科學發現	137
伍、科學革命	143
一、科學革命與政治革命	143
二、科學革命與典範變遷	145
三、科學的累積與進步	147
陸、革命是世界觀的改變	149
一、背負理論的知覺	149
二、不可共量性	153

柒、孔恩的科哲方法和方法論：一個科哲史的反省	155
捌、孔恩理論在科學哲學上的爭議	161
一、科哲史、科哲方法和方法論	161
二、常態科學和典範的問題	162
三、科學革命和不可共量性的問題	165
原典閱讀	167
參考文獻	167
註解	169
5 支持方法或反對方法	
拉卡托斯與費耶阿本	171
壹、研究方案方法論做為規範方法論	174
一、研究方案	175
二、研究方案的評價	177
三、新奇預測與特置性	180
四、案例：哥白尼方案為什麼代替托勒密方案？	182
貳、科學史的合理重建與後設方法論	185
一、科學史的合理重建與「科學理性」的理論	185
二、後設方法論	188
參、拉卡托斯的理論之檢討	191
肆、費耶阿本反對方法	196
原典閱讀	206
參考文獻	207
註解	209
6 解題、進步與價值	
勞丹和蘭吉諾	211
壹、解題與進步	213
貳、科學與價值：規範自然論	218
參、異常問題與理論競爭的結構：勞丹理論的檢討	228
肆、蘭吉諾論證據與客觀性	231
伍、認知價值與非認知價值	236
原典閱讀	241

參考文獻	242
註解	243
7 科學實在論對抗反實在論	245
壹、科學實在論的歷史	245
貳、科學實在論與說明科學的成功	248
參、指稱的因果理論與指稱的問題	253
肆、反實在論的語意學：意義與詞彙結構	257
伍、賽洛斯的因果描述詞論	262
陸、對「指稱的因果理論」的批評	265
一、基於「分類」的批評	265
二、指稱因果理論的內在困難	267
三、「指稱」的概念應用到科學上的問題	268
柒、哈金的實驗實在論	271
原典閱讀	277
參考文獻	277
註解	279
8 社會中的科學	
社會建構論與網絡建構論	281
壹、科學社會學與科學知識的社會學	285
貳、孔恩與科學知識的社會學	293
參、生活形式與科學實作	301
肆、行為者網絡理論	309
伍、科學戰爭	316
原典閱讀	321
參考文獻	322
註解	323
9 科學模型的認知與演化	325
壹、孔恩之後的科學哲學概況	325
貳、科學模型與理論模型的認知結構	328
參、自然論與科學的「演化」	336

一、孔恩論科學的演化	340
二、吉爾瑞的科學之演化模型	342
三、胡爾的演化自然論	346
附錄、分類的原型理論	351
原典閱讀	359
參考文獻	360
註解	362
10 島嶼上的科哲	
戰後台灣科學哲學發展的回顧與前瞻	365
壹、導言	365
貳、台灣科哲研究的編史學描述	368
參、台灣科哲研究的發展軌跡：「理論版本」的重建	377
肆、台灣科哲成就的評價與前瞻	384
伍、2009年後記	388
參考文獻	391
註解	397
人名索引	401
名詞索引	405

導論

有一次，我到一個資訊科學研究所演講科學哲學，在講完之後，有位同學問我：為什麼哲學的問題和術語總是如此地「隱晦」（implicit）？我很驚訝。我反問：你會覺得我的講稿使用的術語和我的演說很隱晦嗎？他一時之間不知該如何回應我。是我講得很「隱晦」嗎？我自問我的哲學思考，一向以追求概念的清晰精確為尚。有可能是這位同學在問他自己對於哲學的一般印象？

這段遭遇讓我想起一本科學哲學教科書，作者一開始也說了一個小故事：有一次他在飛機上遇到一位神經外科醫生，對方問他的專業是什麼？當聽到他說「科學哲學」時，神經外科

醫生感到很驚訝而且不太相信。他懷疑，怎麼可能有這種科目叫「科學哲學」的？對神經外科醫生來說，哲學就類似宗教，由一堆抽象、超自然的宣稱組成的，而且不可靠；通常被糾纏在充滿想像的語彙中。另一方面，科學則是清楚的、精確的、真實的，而且有用的。它代表了宇宙間最好的知識。因此，聽到「科學哲學」這種「雜種」時，神經外科醫生就感到很迷惑了。

可是，「科學哲學」究竟是什麼？

壹、科學哲學的目標、功能與問題

我們生活在一個「科技社會」（techno-scientific society）中。我們的生活週遭處處充斥著科技產品、科技概念、科技思維和語言。這個科技社會，是由於人類長期研究、理解、控制、改造自然現象而形成的社會——換言之，人們透過科學和技術，理解與改造自然環境，建構了所謂的科技社會。而「科技社會」構成我們今天真正的生活環境。如果要理解我們的生活環境，我們就必須理解這個科技社會，而要理解科技社會，我們必須理解「科技」！

理解「科技」，並不是指我們去變成具有某種科技專長（如數學、物理、化工、機械、資訊、藥物、公衛……等等）的專家，因為即使我們變成某種科技專家，甚至擁有數種科技專長，也不代表我們就能理解科技。因為科技太龐大了。人的有限時間、精力和能力，如何可能涉獵所有的科技領域呢？即

使真有那種超級天才，他可以精通上千門科技專業，就代表他因此最懂科技嗎？也不盡然。因為「理解科技」意謂去掌握共通於種種科技專業的基本、重要特徵，去掌握科技的共通核心（或者說「本質」[nature]）。有什麼方式可以幫助我們去掌握科技的共通核心？讓我們先拋開「科技」中的「技術」面，先把範圍縮小到「科學」。如何理解科學的本質呢？「科學哲學」就是這樣一門特別針對理解「科學的本質」的學問。它的基本問題就是：科學是什麼？

根據統計，科學專業有266個科學主題（scientific subject）（即學門或大領域），之下又可細分成次領域（subfields）（即專業），則共可總結出8530個領域（fields）。大多數的科技專家都只能精通個位數的次領域（專業）。

這兒的「本質」指 nature，或譯「本性」。並不代表主張哲學上的「本質主義」（essentialism）。「本質」可以是「歷史本質」、「共通、核心、原型特徵」、「基本目的、功能」等等，但不意味是「充分必要條件」。「本質」可以是歷史性的、發展的、變動的。

科學，初步看來，它想探討自然與社會的現象，想透過「理解」自然和社會，進而能「預測」、「控制」和「改造」自然環境與生活環境。科學哲學類同。它想探討「科學」（活動、目標、工具、產品等等）的現象，想透過理解科學，進而能控制和改造科學。如此它必須以理解科學為前提，它必須像科學家對自然和社會發出種種問題以設法解答一樣，而向科學發出各種問題。科學哲學如何問問題？

所謂「科學」，可以指科學知識。不過，科學知識是科學活動（行為）的產品，而科學活動則有賴於科學家來從事。科學家生產科學知識，有特定的方法或工具，就是所謂的科學方

法。進而科學家是在一個特定的社會環境（或稱社會脈絡）中從事科學活動，受到社會的影響，也會對社會造成影響。這些初步的描述勾勒了一個有關科學本身的架構或模型。

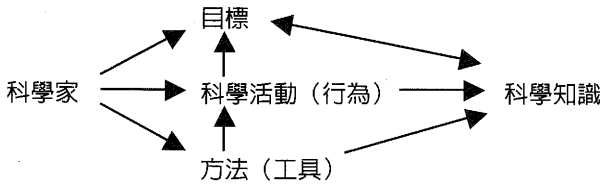


圖1-1：以上均發生在社會中，而且會有變動的歷史過程

這個架構和模型讓我們得以問出針對科學整體的問題：科學家的目標是什麼？或者說有科學的目標（所有科學家的共同目標）嗎？科學家如何從事科學活動，以產生科學知識？科學家如何使用科學方法去生產科學知識？科學活動的產品——科學知識——和其它信念相比，有什麼特徵？科學（專家、活動、方法、知識、目標）與社會的關係又是如何？科學如何在歷史中變動？這些就是「科學哲學」的基本問題。

當我們對架構中的每個項目有更多知識時，我們就可以問出更細節性的、更深入的問題。例如我們可以問科學知識有什麼基本特徵，使得它們夠格做為「科學知識」？這也相當於問科學知識和其它知識有什麼基本差異？是科學知識的獨特結構嗎？還是科學方法嗎？不管是哪一個，就會引導我們進入科學知識的結構和科學方法是什麼的問題。

從二十世紀初以來的科學哲學傳統，偏愛問科學知識和方法的問題，隱然地預設了以知識和方法來代表科學的立場。不過，這並不意味「科學是什麼」的問題，只能透過「科學知識」來發問。再者，二十世紀末科學哲學也開始關注知識和方法之外的活動和實作、以及科學活動發生的心理和社會環境，因而產生不同的問法和問題。大致說來，一般科學哲學可以被分成四大問題群：（1）科學的靜態結構：特別是針對科學知識（理論）的結構之研究，早期的邏輯實證（經驗）論著重在這方面。（2）科學的演變發展：又往往被稱作「動力學」（dynamics），研究科學「理論」、實驗等等在歷史上的動態演變過程。（3）科學的方法、認知與推理：科學方法是什麼？科學家如何作科學思考和推理？有什麼特別的規範、模式、程序或步驟？（4）科學與社會的關係和互動：科學是社會的產物，又實現於社會中。因此，兩者有何關係？有何互動？這四種問題群當然不只是哲學能回答。科學史可以回答第二群問題；科學社會學回答第四群問題；科學心理學回答第三群問題。可是科學史、科學社會學、科學心理學分別有自己回答問題的方式和方法，未必和哲學一樣；然把四種問題群整合起來加以回答，也許是哲學的特殊任務。

哲學有自己的傳統分科和傳統偏好。哲學習慣區分四個基本學科：邏輯與方法論、知識論、形上學和倫理學。把這四個基本學科冠上「科學」這個主題，我們就有了（a）科學方法論：探討科學方法。什麼是科學方法？科學思考與推理又是使用什麼模式？（b）科學知識論：科學知識是什麼？具有什麼條件才算是科學知識？有什麼邏輯結構？有什麼概念結構？科學

知識如何發展演變？等等。(c) 科學形上學：科學知識是否能反映真實？這世界是限定的或是如量子力學所說的般「非限定的」？有自然定律嗎？有自然種類嗎？(d) 科學倫理學：科學對人類有什麼責任？哪些科學研究應該作？哪些不該作？例如基因(組)研究、人獸合成、核能科學等等。

到目前為止，我們已經展示了科學哲學問題的不同問法。可是那些問題問的對象都是一般性的科學 (science in general)。如同我們已知，科學是「分科之學」，科學包含了種種特殊、專業的學科。即使不考慮數以千計的特殊科學，僅以科學研究的最廣泛現象來區分，科學似乎可以被分成「物理科學」(physical sciences) (研究「物質」)、「生命科學」(sciences of life, biological sciences) (研究「生命」)、「心理科學」(psychological sciences) (研究「心智」)、「社會科學」(social science) (研究「社會」) 四大基本範疇。針對這四個基本範疇、或者基本範疇之下更小的次範疇，發問哲學問題，也是「科學哲學」的一環。例如物理學哲學、化學哲學、生物學哲學、心理學哲學、認知科學的哲學、經濟學哲學、社會科學的哲學等等。這些是「特殊科學的哲學」(philosophy of special sciences) 或「特殊的科學哲學」(philosophy of science in particular)。這些特殊科學的哲學會問學科內部產生的哲學問題。例如物理學哲學會問時空的本質？世界是被決定的或機率的？物質 (matter) 的本質？物理理論的概念問題：力、場、粒子等等概念是否指涉真實對象？是否會互相矛盾？物理理論背後的形上學 (存有論) 問題：古典力學、相對論、量子場論、基本粒子理論、弦論等等預設的真實存在？又如生物學哲學會

問分子生物學是生物科學嗎？還是物理科學？演化論和遺傳學有什麼關係？古典遺傳學和分子生物學又有什麼關係？生物學理論的概念問題：演化、物種、適應、天擇、基因等等。既然本書主談一般科學哲學，關於特殊的科學哲學，我們就不再繼續追問。

我們已經知道了很多科學哲學的問法。可是問題必須要被回答，問問題才有價值，科學哲學的傳統如何回答科哲問題？

貳、科學哲學的歷史與理論

科學哲學大致上有兩個歷史源頭：一個是哲學的知識論，可以上溯到柏拉圖（Plato）和亞里斯多德（Aristotle），然後十七世紀的培根（Francis Bacon）和笛卡兒（Réne Descartes）；近代形式的科學哲學之直接源頭是休姆（David Hume）和康德（Immanuel Kant）。這些哲學家對當代科哲概念的貢獻大致是：柏拉圖提供了「理型」（ideal type）、「保全現象」（to save the phenomena）；亞里斯多德提供「本性」（essence）、「演繹邏輯」、「三段論」（syllogisms）、演繹說明架構；培根提供「歸納法」（inductive method）、「決斷實驗」（crucial experiment）；笛卡兒提供「假設演繹法」（hypothetico-deductive method）和「幾何模型」；休姆提供經驗主義（empiricism）基礎、律則性的因果觀，乃是邏輯經驗論的直接源頭，康德則提供「分析、綜合的區分」、先驗「概念架構」（conceptual scheme）的觀念，對於實證論和歷史學派有很多啟發。

第二個源頭是十九世紀的科學家兼科學史家和方法學家約翰·赫歇爾（John Herschel, 1792-1871）、修艾爾（William Whewell, 1794-1866）和彌爾（John Stuart Mill, 1806-1873）。約翰·赫歇爾是發現天王星的天文學家威廉·赫歇爾（William Herschel）的兒子，他作出了後來被邏輯經驗論和否證論繼承的「發現脈絡」（context of discovery）和「證成脈絡」（context of justification）之區分。修艾爾在一個意義上是科哲的歷史學派的先驅，他使科學史和科學哲學結合，其名著為《歸納科學的歷史》（*History of Inductive Science*）。他連結「歸納法」和科學方法，然而他的「歸納法」並不是今天常談的枚舉歸納法，而是「歸納是個發現的歷程」、「歸納是一個詞彙，用來描述事實透過精確和適當的構想而被聯合起來的過程。」¹彌爾也倡議歸納法，提出「歸納主義」（inductivism），主張科學發現要由經驗和觀察的結果來進行歸納推廣（但不排斥假說）。而科學證成則必定是由歸納來檢證。他也提出了歸納法中著名的「彌爾方法」（Mill's methods）。

科學哲學做為一門專業領域，是奠基在十九世紀末、二十世紀初的一些科學家、科學史家兼科學哲學家上，他們建立了今天「科學哲學」的基本討論議題，先行理論和學派根源。他們是馬赫（Ernst Mach, 1838-1916）、龐卡黑（Henri Poincaré, 1854-1912）、杜恩（Pierre Duhem, 1861-1916）、坎貝爾（Norman Campbell, 1880-1949）、布里基曼（Percy W. Bridgman, 1882-1961）等人。其中，馬赫、坎貝爾和布里基曼等人都出身物理學家，也都是邏輯經驗主義的先驅者。馬赫是維也

納學派的「精神領袖」，他主張今天所謂的「現象論」（phenomenalism）。後面章節文會再介紹。

龐卡黑和杜恩兩人的哲學被否認論者（falsificationist）視為約定論（conventionalism），但他們的科哲其實比約定論的標籤更為複雜。杜恩最主要的貢獻是提出「杜恩一蒯因論題」（Duhem-Quine thesis），又稱作「不充分決定論題」（the underdetermination thesis），主張預測包含了定律和先行條件（antecedent conditions），兩者共同演繹出待證結論，當經驗證據不符待證結論時，並不代表否證了定律。也可能是先行條件出錯了。而科學上常常出現一組假說預測了某一現象，當預測不吻合經驗時，科學家總是可以修正其中某些假說，而繼續肯定定律。因此，定律就像是一種不可否認的「約定」一樣。杜恩也認為科學上不存在培根式的「決斷實驗」。龐卡黑同樣認為科學原理或科學定律不能被經驗證據印證或否認，它們其實是科學概念的特別定義。因此，科學定律是獨立於經驗真假探詢之外的，它們只是科學家的一種（隱然的）約定（「約定」做為「定義」）。例如，慣性定律其實是「慣性」這個概念的定義。科學家總是有可能選擇其它的原理或定律來說明相同的現象。

坎貝爾主張一種溫和的實證論，他的主要貢獻是研究科學理論的結構，主張理論的目的在於說明「實驗定律」（experimental laws）。理論包括兩群命題：一群是「假說」，敘述說明了定律；另一群是「辭典」（dictionaries），使用實驗詞項來解釋假說中的觀念（「辭典」即後來邏輯經驗論的「對應規則」[rules of correspondence]）。布里基曼的科哲又稱為操

作論 (operationalism)。他主張連結假說和經驗的「辭典」所描述的內容必須是「可操作的」，也就是對「辭典」裏的每個詞項下一個「操作型定義」 (operational definition) ——亦即，可用實際的步驟程序去描述出來。如，「等重」應該定義成「將待秤物置放在天平兩邊上秤盤上，而能使天平保持水平狀態者，即代表兩物體等重。」

邏輯實證論 (logical positivism) 或邏輯經驗論 (logical empiricism) 是二十世紀第一個強勢的科學哲學理論家族和學派。它整合了之前科學哲學的主要觀點，建立一個完整的科哲理論，提出了人們心目中對科學的「實證形象」，廣被接受，故又被稱作「公認觀點」 (the received view) 或「標準觀點」 (the standard view)。在框架了人們心目中的科學觀之時，它也成為日後不同科哲觀點批判和檢討的對象。對邏輯實證論觀點提出的第一個檢討，就是約莫同時的科學哲學家卡爾·波柏 (Karl Popper, 1902-1994)。他稱自己的科哲理論是否證論 (falsificationism)。波柏反對歸納法，認為科學實驗的重點不在於歸納累積，而在於設計實驗來否證它。而且科學的成長不是由於驗證的累積；而是通過否證先前的理論而進步。波柏的觀點開始將「理論結構」的探討，導向「理論發展」的研究。否證論因此成為科哲從邏輯分析取向 (logico-analytical approach) 轉向1960年代後科哲歷史取向 (historical approach) 的一個中介。這兩個理論是本書第二章和第三章的內容。

1962年，科學家出身的科學史家孔恩 (Thomas S. Kuhn, 1922-1996) 出版《科學革命的結構》 (*The structure of Scientific Revolution*) (下文或簡稱《結構》) 一書，最初哲學界重視此

書的人不多，但它在社會學界則顯現出影響力來，促成哲學界不得不重視。英國倫敦經濟學院（London School of Economics）的波柏學派和拉卡托斯學派，在1965年召開會議討論（批判）此書，編成《批判與知識的增長》（*Criticism and Growth of Knowledge*），此後孔恩和《結構》的影響力越來越大，而且肇始了科哲研究的歷史學派——包括常和孔恩相提並論的費耶阿本（Paul Feyerabend, 1922-1994），以及反對孔恩的「歷史理性論者」（historical rationalists）拉卡托斯（Imre Lakatos, 1922-1974）和勞丹（Larry Laudan, 1941-）。這四位科學哲學家的學說構成了科學哲學史中「歷史取向」的焦點，也是本書第四、五、六章的討論重心。

歷史取向從1970年代開始成為科學哲學不可或缺的一環，科學史也成為科學哲學不得不關注或分析說明的材料。然而科哲的發展並不停留在歷史取向上。1980年代後，許多新的科學哲學研究取向、觀點、理論、學派源源不絕地被科學哲學家開發出來。當然，這些新的研究取向，都不能免於科學史的考察，換言之，都被要求要能說明科學史的發展演變。以研究取向為指標，我們大致上可以辨識三種：屬於分析哲學傳統的「分析—歷史取向」（analytical-historical approach）、由科學社會學家主導的「社會學—歷史取向」（sociological-historical approach）、應用與結合認知科學的「認知（心理學）—歷史取向」（cognitive- (psychological-) historical approach）。本書第七、八、九最後三章，分別討論這三種取向的科學哲學。

下一節我們希望透過天文學革命的案例，來展示科學哲學的問題究竟如何產生，以引領讀者進入科學哲學的殿堂中。

參、問題的起源：從天文學的案例談起

一般同意科學的基礎是「假設」(hypothesis)，在華語文化圈中，很多人對「科學」或「科學方法」(scientific method)的印象就是一百年前胡適的名言：「大膽假設，小心求證」。可是要怎樣才算「大膽」？要怎樣才算「小心」？胡適雖然是近代中國倡議科學的先驅人物，他仍擺脫不了中國傳統使用「形容詞」來討論事物的文化習慣。1950年代間，台灣的科學哲學研究首航人殷海光，寫了一篇〈論「大膽假設，小心求證」〉的長文，討論這句名言。

殷海光是把邏輯實證論或經驗論引進台灣的先驅人物，自然地他使用邏輯經驗論的基本觀點，但他不是把焦點放在「大膽」和「小心」上，他的重點是「假設」與「求證」。殷海光從「假設」的方法學意義分析起，他想澄清科學方法上所謂的「假設」有什麼性質？什麼樣的東西不能算是假設？他認為，(1) 假設的心理背景雖是主觀的，但不停止在主觀上；²雖然它免不了的猜度、投射與臆斷的心理作用，但終究要交付檢證。因此，假設並不是空洞虛構的、不具體的；它也不同于玄談、主義和迷信，因為它是「可以置疑的、可以訴諸證驗的、可以隨時修正或推翻的。」(2) 再者，假設性的推論和「條件推論」也不同，條件推論是「如果 p 涵蘊 q ，而且 p 為真，則 q 為真」(即邏輯上的「肯定前件推論」)，但「假設推論」是「如果 p 涵蘊 q ，而且 q 是真的，所以 p 蓋然地為真。」——這即科哲上的「假設演繹法」(3) 假設有兩種：一種是一個系統或理論在構造之最初起點的假設，在經驗科學中又稱「預

設」；另一種則是出現在系統或理論的中間，是特定的、局部的。每門經驗科學中，因未經證驗而尚未升格為理論或定律的說法，就是這類假設。（4）假設必須以一個或更多的理論為背景。它在科學上扮演聯繫事實的角色，並等待進一步事實的驗證。

在長篇地對「假設」的進行慎密分析後，殷海光問：「假設是否需大膽，求證是否需小心呢？」隨即回答：「這類問題，只有洞悉怎樣建立有用的假設的那些『門坎』或『講究』，才能得到正確的解答。」（《殷海光全集第十四冊》，台北：桂冠，1990，頁720）「有用假設」有五個標準：第一、必須與所說明或預測的相干；第二、必須可被證驗；第三、有較大的說明力和預測力；第四、簡單性；第五、不可輕易與既成理論牴觸，但亦不可固執既成理論。最後，殷海光主張，「我們要能提出一個合用的假設，不能全憑直覺、全憑猜度、全憑想像，多少總得有些方法學的訓練才行。」（頁731）只有受過方法學訓練的人，才有資格「大膽」；同樣地，「小心求證」也必須瞭解假設的層級與求證的順序。總而言之，在科學方法學的光照下，才談得上「大膽假設、小心求證」。

不過，殷海光沒有繼續分析「求證」——這其實才是邏輯經驗論最重視的面向。既然下一章會開始談邏輯經驗論和「求證」，所以本節的重心和殷海光一樣，著落在「假設」。但是不像殷海光從所謂的方法學意義開始，我們想問：假設是什麼？假設的起源為何？

幾乎所有西方的概念都起於古希臘，「假設」也不例外。英文的 hypothesis 直接繼承希臘文的拼法，thesis 是一個有理據

的主張、論題，hypo- 表示「在……之下；還不到……」的意思，因此 hypothesis 的意思是「還不到一個有理據的主張或論題」程度的「設想」。正因此，它需要尋求「理據」，需要求證。希臘人首度發現假設的妙用是在天文學。天文學也是人類首度步入「成熟」的一門經驗科學。

自從六千年前的埃及人和巴比倫人，人類就開始有系統地觀察了太陽的運動，觀察了星星的變化（星星的相對位置不變），知道所有天體會日復一日地升起降落，而且太陽、月亮和行星也會周期性地穿行在恆星之間。一直到希臘時代，人類認識的天體只有恆星（fixed stars）和行星（planet）。恆星每晚出現，似乎高掛在天幕上，永恆不變。太陽與月亮這兩個天空最明亮的天體每天規則性的升起落下，但是，古代人還發現太陽會穿越恆星之間，一年後又回到原點，這稱作周年運動（annual motion），周年運動的軌道也就是黃道。³ 月亮則約每二十八天繞行黃道一次。其它水星、金星、火星、木星、土星的運動都和太陽、月亮類似，既有每天升起降落，也有繞行黃道的運動。然而，恆星並不是固定不動，而是繞著北極星作圓周運動（在北半球向北望看到的現象），但是恆星之間的相對位置卻始終不會改變，而且恆星如同太陽、月亮一般，規則性地升起降落，每日約略出現在相同位置上，沿著相同的軌道運轉然後落下。行星則因其位置會相對於恆星而改變，太陽和月亮也是，所以它們才被稱作行星。當時沒有衛星、彗星、流星的概念。希臘人當然觀察到流星和彗星，但是是否視它們為「天體」則有爭議。因為在畢達哥拉斯和柏拉圖的強烈影響

下，希臘人相信天體是永恆世界，瞬間消逝的流星與軌道奇怪的彗星往往就被排除在天體之外。

「為什麼天體會如此規律地運動？」「什麼原因使得天體能如此規律地進行圓周運動？」要說明上述的天體現象，最容易想到的，莫過於這些天體是掛在天空上，而天空猶如一顆球狀天幕一般地繞著中軸在轉動，從而帶動日月星辰的運動。本來，除了上述解釋之外，這些現象可以有另一種解釋，即我們居住的地球是球狀的，繞著自己的中軸每天自轉。然而，人類從不曾感受到大地在動，因此要想像地球在轉動是相當不可思議的。天空是一個半球狀的天幕，以地球為中心而轉動，就是古代人感官所見現象的最合理說明。從這個說明中誕生了兩球宇宙（two-spheres universe）（天球和地球）的模型。

希臘人其實已推論地球是圓的。他們為什麼認為地球是圓的而不是平的？希臘人發現海上的船隻航行靠近岸邊時，總是先看到桅桿再看到船身，因而推斷地球並不是平的。可是，我們的視覺經驗告訴我們大地是平的，牴觸了希臘人的推論，也讓希臘思想家開始懷疑「經驗」或「現象」會欺騙我們，並不真實。經驗和現象背後，藏有一個「真實」——只有理性才能掌握。

簡言之，第一個完整的、嘗試回答上述一部分問題的天文宇宙理論是「兩球宇宙」模型。兩球宇宙的起源為何？並不是很清楚。雖然我們知道柏拉圖已經描述了一個簡單的「天幕（穹窿）—地球」兩球宇宙模型，後來很多希臘思想家都各自提出不盡相同的兩球宇宙版本；柏拉圖的學生歐多克斯（Eudoxus, 390-337 B.C.）提出了「同心球」模型，被亞里斯多德繼承，成為主

宰日後西方天文學一千五百年的多殼層「同心球體兩球宇宙」版本。

希臘人繼承了古埃及人和古巴比倫人的長期觀察，他們累積了下列主要的天體規律性現象，它們都有待使用理論來加以說明。

1. 天上世界有幾千顆恆星，恆星間相對位置不會改變。
2. 有七大行星，其在恆星間穿行。
3. 太陽每日升起降落。
4. 太陽每日升起和降落的位置會逐步地改變，（在北緯地帶）春秋分時是正東、夏季偏北、冬季偏南。
5. 太陽每天和每年（每個季節循環）在天空運行的軌道。
6. 月亮每日的升起降落。
7. 月亮每月的盈虧現象。
8. 恆星每日的升起降落。
9. 恆星的季節循環，每個季節看到的恆星天幕並不一樣。
10. 七大行星在天球上的軌道與周期。
11. 水星和金星總是出現在太陽附近，而且只有在清晨和黃昏時才出現。
12. 七大行星在天球上的距離與位置。
13. 行星的逆行現象。
14. 天體的性質和宇宙的結構。

其中第13項是相當特別的一種現象，困惑了古希臘人，也是古代和近代天文學要解決的核心問題。外圍行星如火星、木星和土星，除了每日升降和繞行黃道的正常現象外，它們被觀

察到一種異常的運行——它們會產生「逆行」(retrograde)的現象。也就是在公轉周期的某一段時間中，它們會突然向西運動，一段期間後再轉回原來的向東運動。以火星為例，它可能在四月時進入白羊座，然後六月時在白羊座和金牛座之間慢慢轉向西方逆行，直到八月底左右再轉回原來的向東方向。內圍行星如水星和金星也會有這種現象，比較不易觀察（但托勒密已有詳細的研究和說明）。後來多數天文學史書籍大致上以火星的逆行為範例，來示範天文學對這個課題的處理。

逆行現象迷惑了古希臘的天文學家和思想家，對他們來說，天體應該以完美圓形軌道運行，有完美的秩序與規則性。這種觀念在柏拉圖之後特別強烈，因為柏拉圖堅持天體是「完美的」，而完美的幾何必定是正圓形，而且永恆才是完美的，永恆是靜止不變，勻速運動(uniform motion)雖然不靜止，但是相對於地面上的現象，仍然是不變的。因此，柏拉圖強烈地堅信天體必定是正圓、勻速、完美的。如此一來，外圍行星逆行的現象對這種信念是一個重大的挑戰。所以柏拉圖要大聲疾呼：拯救現象(Save the phenomena or appearance.)——也就是拯救規律性！據說（但不是很可靠）柏拉圖問：行星的表面運動，如何由勻速（等速）有序的圓周運動來加以說明呢？這個問題設定希臘天文學的基本課題和方向。

不管拯救現象一詞或者天文學的基本課題是不是由柏拉圖設定的，至少柏拉圖的學生以及後來的希臘天文學家，都相信我們可以透過完美的圓周運動來說明這一切不規則性，就當時的數學而言，這是一個困難但並非不可能解決的問題。

所謂的行星運動，乃是從固定的地球上來觀察，行星的位置顯出令人迷惑的複雜性和不規則性。對希臘天文學家來說，這種觀察上的複雜性、不規則性只是一種「表象」（appearance），必定有「真實」（reality）隱藏在其後，而「真實」是有秩序的、規則的、可理解的，面對複雜和不規則的行星位置和速度，似乎唯一的辦法是使用規則、可理解的勻速圓周運動的組合，來說明這種不規則的表象是怎麼產生的——這是希臘天文學的基本信念。

柏拉圖雖然把「幾何」和「數學」理解成比個別事物更真實，卻受到亞里斯多德的批評。因為和「幾何」與「數學」密切相關的「理型」概念，似乎有很大的邏輯問題。⁴ 亞里斯多德建立了「邏輯」，以「本質（本性）」的概念來取代柏拉圖的分離「理型」，並用來思考宇宙和世界的一切，他也提出一個完整的、基於「本性論」的「物性學」（*physica*）和天論（宇宙論），它們沒有任何數學或幾何的計算和處理，數學計算和幾何數字反而被亞氏視為只是想像的。由於亞氏的「物性學」和宇宙論被之後的希臘天文學家視為「真實」，反而數學計算和幾何圖形變成只是「假說」，次於「論題」，只是用來「拯救規律性」的工具。

托勒密（Claudius Ptolemy, 90-168 A.D.）是古希臘天文學集大成者，他也寫了科學史上最偉大的著作之一，*The Almagest*，拉丁文或阿拉伯文的意思為「最偉大者」（The Greatest），中文可譯成《天文學大全》（也有人譯成《至大論》）。這本書支配了西方天文學研究近一千五百年，直到十六世紀才完全被哥白尼開啟的天文學革命終結。可是，托勒密的宇宙論和對數

學幾何的看法，幾乎完全繼承亞里斯多德。托勒密設定的天文學任務是，提議一個「幾何假說」，可以用來拯救天體運行的不規則現象。他是這麼說的：

接下來的事是說明太陽表（像）面上的不規則性（apparent irregularity），首先必然假定一般而言，在方向上與（恆星）天球運動方向相反的行星運動，依其天性都是規則和圓周循環性的，就像宇宙（天球）也是依其本性而運動一般。也就是說，運轉星體或它們的圓圈（circles）的直線[按：即連接星體和圓心的半徑]，在同等的時間內掃過同等的角度。它們表面上的不規則性則是從它們所在球殼（其產生了這些運動）的諸圓圈——的安排和位置而造成的，關於它們表象上的想像失序，並沒有偏離實際發生在它們天性上的不可變易性（unchangeableness）。（*Book 3, ch. 3*）

最令古希臘天文學家迷惑的逆行現象，托勒密以「副輪—主輪假說」（epicycle and deferent hypothesis）來處理——從今天的哲學觀點，我們會稱它作「模型」（model）。這個假說或幾何模型假定在行星繞行地球的主要圓圈（主輪）上還有一個小圓圈（副輪），行星其實位在副輪上，而副輪的圓心在主輪上。如圖1-2所示，副輪—主輪都位於相同平面上；因此當行星走到主輪內部時，在地球看起來，好像產生了逆行的現象。而且當行星逆行時，其亮度似乎較大，表示它可能比較接近地球，副輪—主輪的模型也顯示當行星逆行時，乃是在主輪的內部，亦即較靠近地球。此外，天文學家可以調整副輪—主輪的半徑比例，使得假說推算的數值可以吻合於觀察數值。

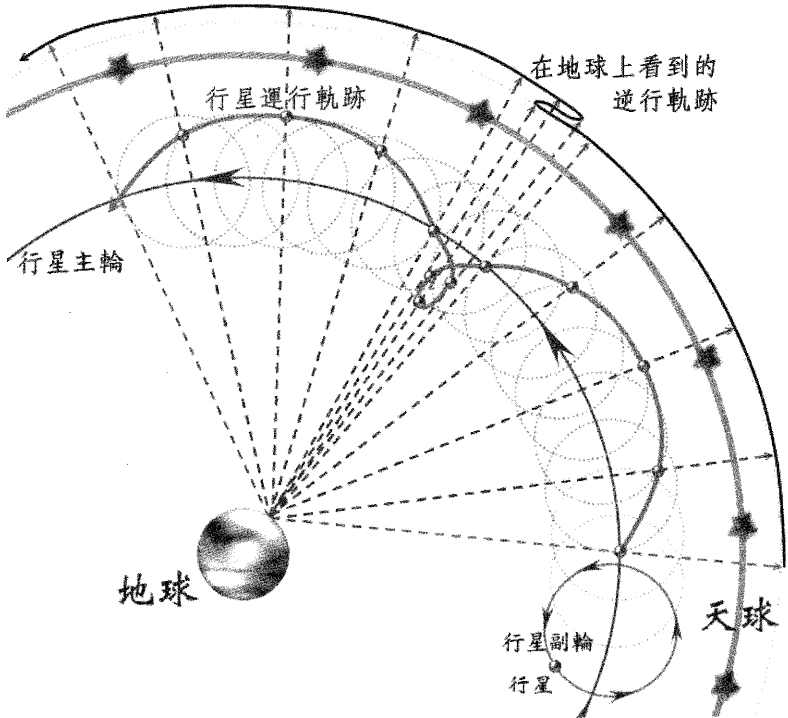


圖1-2

如上所述，托勒密主張「物理實在」和「數學假設」兩者是可以區分的，不必互相一致。中世紀的哲學／科學家普遍也繼承這種觀點，不在意數學「模型」是否表徵了物理實在——因為數學模型只是「假設」，而真實和實在已經由《聖經》和大哲學家亞里斯多德提供了。因此，他們接受一個數學模型，可以適當地配合經驗數據，而且同時承認它不必表徵宇宙的真实。這種觀點在科學哲學中稱作「工具論」(instrumentalism)，亦

即數學假說或模型只是一項說明和預測的工具（只需「拯救現象」就夠了）。可是在十五世紀時，哲學／科學家有方法論的轉變，一種「實在論」（realism）的態度慢慢興起，主張數學模型也必須要能說明真實才成——這種觀點似乎是促成哥白尼革命的因素之一。

肆、假說的檢驗

哥白尼革命（Copernican Revolution）是西方近代科學的第一個科學革命，也是最令近代人印象深刻的一場科學革命。哥白尼革命成為討論科學革命的「典範」，不僅因為它是歷史上最早的，也因為它的觀念變動程度，正是標準的「天翻地覆」。該如何理解「哥白尼革命」？它的真正意義何在？哥白尼革命為什麼會發生？為什麼十六世紀末的天文學家如伽利略和克普勒等會選擇哥白尼的系統？為什麼哥白尼革命是一個「科學革命」？這些問題都是科學哲學的核心問題，而不同的科學哲學觀點會給予不同的答案。

已知哥白尼（Nicholas Copernicus, 1473-1543）在1543年出版《論天體運行》（*On the Revolution of Celestial Bodies*）一書，它和托勒密的天文學有一個關鍵的差異，它重提古希臘的亞里斯塔可士（Aristarchus of Samos, 310-230 B.C.）的「假設」：地球運動。由於哥白尼的著作和計算有許多優點，1582年教廷制定的「格瑞哥曆」（Gregorian Calendar）即是建立在哥白尼計算

的基礎上。十六世紀末的天文學家因而面對一個困難的處境：如何在傳統的托勒密天文學和哥白尼的新天文學之間作抉擇？

讓我們先從實證論和經驗論的基本立場來考察哥白尼革命。粗略說來，經驗論主張科學家應該選擇得到更多經驗證據支持的那個理論。哥白尼的理論是否得到比托勒密理論更多經驗證據的支持？在問這個問題之前，我們必須先看哥白尼的理論是否能說明托勒密的理論能說明的諸多現象——亦即上述十四項經驗？可以。哥白尼假設地球有自轉、公轉、地軸傾斜等，足以說明各種現象。而古希臘天文學家特別重視的逆行現象，哥白尼的說明也有它的優越性（簡潔性）。因為哥白尼讓地球運動，他不能沿用副輪—主輪的模型，他以地球運動速率和行星運動速率不同導致我們觀察到逆行現象來加以說明。以外圍的行星逆行的一般模型（即火星、木星和土星）來說（如圖1-3所示）：外圍行星速率較慢，地球速率較快，假定地球F移動到G時，外圍行星速率較慢，只從D點移動到E，那麼我們便很容易會看到逆行現象。

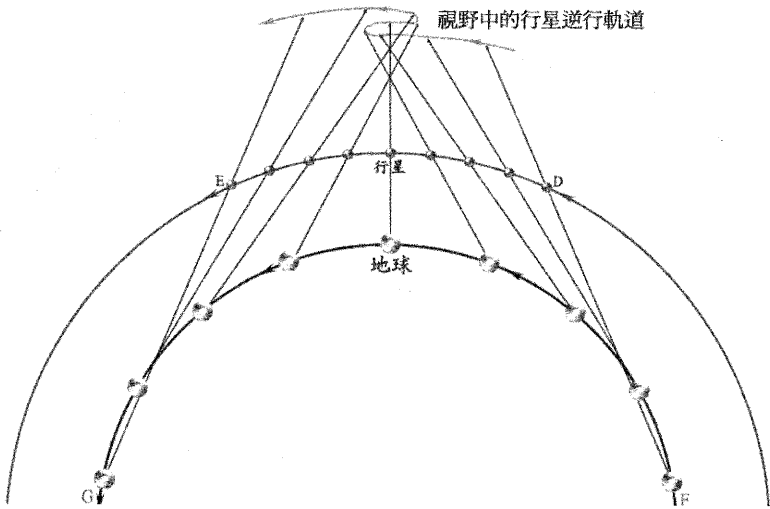


圖 1-3

既然哥白尼的理論和托勒密的理論都能說明那十四種天體現象，也就表示它們受到經驗證據的支持是相同的。可是人們卻從來沒有地球在動的「感覺」！換言之，人們的感官經驗似乎並不支持哥白尼的「地球運動」的主張。此外，一千多年前的托勒密已經爭論，如果地球在動，那麼天空的飛鳥、雲朵，會被地球拋在遠遠的後方，從高塔上自由墜落的物體，也不會掉在塔邊。雖然哥白尼對這些疑問有所回應，他主張地球運動會帶動地面附近的空氣，空氣會推動鳥、雲朵、自由落石等等，使它們和地球同步運動。可是，哥白尼的回應也是一個「假設」，而非人們的經驗——人們感受不到空氣被地球帶動。第三，如果地球繞太陽公轉，公轉要繞行一個很大的圓形軌道，其直徑相當大，和天球的直徑有相當的比例，結果半年前

和半年後觀察恆星，恆星應該會有位置（高度）上的改變，這稱作「恆星視差」（parallax）。如圖1-4。可是十六世紀下半葉最偉大的天文觀察家第谷（Tycho Brahe, 1546-1601）卻始終觀察不到恆星視差，第谷也因此不支持地球運動。如此看來，哥白尼的理論，在十六世紀末十七世紀初，似乎沒有比托勒密理論有更多經驗證據的支持。

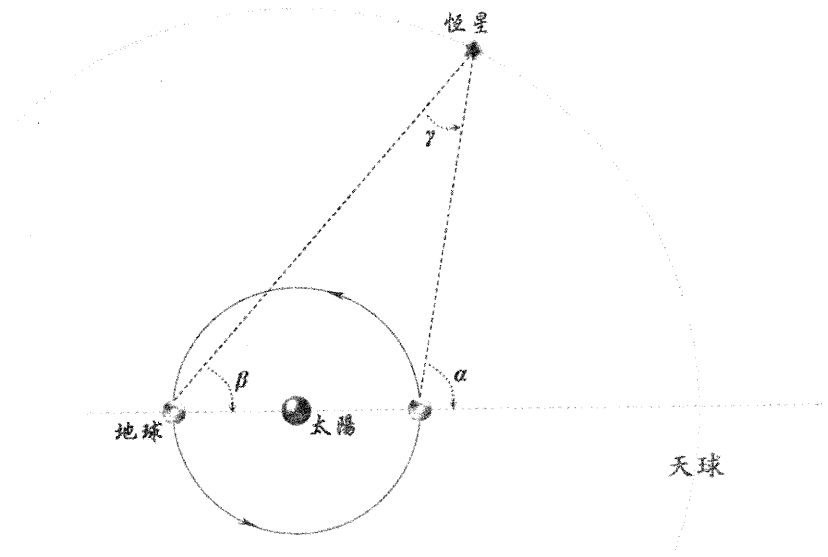


圖 1-4

可是，似乎也有經驗證據，有利於哥白尼而不利於托勒密。哥白尼派的伽利略（Galileo Galilei, 1564-1642）透過望遠鏡觀察月球表面，發現其表面似乎有明暗區域，代表坑洞，因此打擊了托勒密繼承亞里斯多德認為天體如明鏡的看法；伽利

略又觀察到木星也有衛星，是傳統天文學不知的。可是，這些「經驗證據」有不少缺陷：一來它是透過一個新工具「望遠鏡」才能發現，新工具的可靠性會受到質疑。二來這些經驗證據並沒有牴觸托勒密的系統，因此不能真正威脅它；三來它們也不是直接支持哥白尼理論的經驗證據。真正對托勒密系統有威脅的是，伽利略發現金星也有像月亮一樣的盈虧現象，哥白尼理論可以輕易說明，而托勒密的理論似乎不能。

即使如此，仍不足以說服傳統天文學支持者放棄托勒密的系統，因為它背後依賴的亞里斯多德理論，是一個無所不包、幾乎能說明一切的理論系統，那些「新證據」顯然沒有強到能使傳統支持者放棄托勒密的理論。

對托勒密理論造成更大威脅的經驗是對彗星的觀察。第谷觀察到彗星似乎穿行在行星之間，而且會繞過太陽，其頭部卻始終朝向太陽，這些現象要怎麼說明？托勒密繼承亞氏的觀點，不把彗星當成天體，只是月亮下方的火元素造成的現象。但第谷的新發現強烈地支持彗星是天體，也說服大多數的天文學家接受。第谷因此拒絕亞氏和托勒密的宇宙結構，但他也無法接受哥白尼的「地動」主張，他因此提出一個折衷系統如下：主張五大行星繞行太陽，而太陽和月亮繞行地球，地球仍然在宇宙中心，維持靜止的狀態。（如圖1-5）

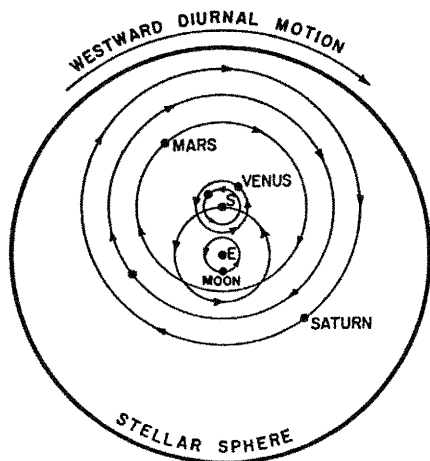


圖 1-5

第谷的系統可以避開反對「地球運動」的經驗證據，又能像哥白尼系統一樣說明金星的盈虧現象，而且容許彗星是天體，換言之，當時的經驗證據似乎全面地支持了第谷的系統。然而，推展哥白尼革命的兩位關鍵人物，伽利略和第谷的助手克普勒（Johannes Kepler, 1571-1630），都沒有接受第谷的系統，為什麼？這也是科學哲學家和科學史家想回答的一個課題。

伍、假說的發現與評價

如我們所見，科學哲學的核心課題之一，就是「理論假說」（theoretical hypothesis）的發現（discovery）與評價

(evaluation)。科學家如何發現一個「理論假說」？科學家又如何「評價」理論假說（判斷好壞、優劣、真假）？

邏輯經驗論重提「發現脈絡」和「證成脈絡」的區分，將科學活動切割成「發現」和「證成」兩部分。「發現」指發現理論假說，而邏輯經驗論認為發現是多元多樣、變動不定的，靈感、社會背景、意識型態、甚至夢境都有可能成為科學家發現理論的原因，因此屬於科學心理學家或社會學家的研究範圍，而不屬於哲學分析。然而，一旦科學家提出一理論假說之後，究竟此假說能不能「成立」（證成），就沒有模稜兩可的空間，唯一的標準就是該理論假說的結構是否一致於邏輯規則，它的經驗判斷能不能通過經驗的檢驗。否證論者波柏區分「知識的心理學」和「知識的邏輯」也是同類的區分，兩派也都主張哲學只該討論「證成的邏輯」。又因為兩派都主張經驗是決定假說能否證成的關鍵，所以它們基本上都是經驗導向的方法論（empiricist methodology）。

經驗導向的哲學家認為科學應該根據經驗證據來判斷假說的真假，經驗證據提供了假說成立的理據，也就是假說為真或為假、被驗證（confirmed）或被否證（disconfirmed），這又稱作「經驗證成」（empirical justification）。可是，也有理性導向的方法論（rationalist methodology），傾向這種觀點的哲學家，主張科學無法單單依賴感官經驗來決定假說能否成立，還必須要透過一些獨立於經驗的、理性的方法學標準（methodological standards）來判斷假說的好壞。這些理性標準如「說明力」（explanatory power）、「新奇性」（novelty）、「一致」（consistency）、「簡潔」（simplicity）、「準確」

(exactness)、「廣泛」(scope)等等。它們或是理論假說本身的特性或是理論假說與其它理論假說的關係，它們不是來自經驗，然而不同的理論假說之間可以根據這些特性或關係來比較好壞——因此這些標準有時被理解成「認知價值」(cognitive values)。可是，不管使用經驗證據或者理性標準來判斷一個假說是否「值得」被接受，都可以被稱作「評價」。

「方法論」的核心問題的是：科學家「應該」使用什麼樣的方法判斷一個假說？是單靠經驗證據或者理性標準？這是一種「規範性的問題」。可是，我們也可以問：歷史上的科學家，在作實際的判斷時，他們如何作出他們的判定？他們依據什麼而在互相競爭中的理論作選擇？這又稱作「理論選擇」(theory choice)問題。例如十六世紀末的第谷和耶穌會的天文學家根據什麼作選擇？十七世紀初的天文學家如伽利略和克普勒，又根據什麼而作選擇？如果科學家是理性的、講究方法的，那麼在談科學家實際上如何選擇時，要先討論科學家如何作評價。換言之，我們得研究歷史上的科學家實際上如何評價理論假說？如果理論假說的選擇決定了科學的演變和發展，這也意味了「理論假說的評價」決定了科學的演變和發展。

詳言之，當科學家面對兩個以上的理論假說互相競爭時，他們首先得「評價」每個假說並作判斷：哪個假說比較好？比較能成立？然後他們會選擇他們評價為較好的理論，他們接受(accept)它為「成立」或值得發展，然後他們根據這個假說作進一步的研究：或者找更多證據來支持它，或者用它來解決新的問題等等。所以，「理論評價」不僅和規範的方法論有關，也和科學歷史實際的發展演變有關。

當然，也有哲學家主張，實際上科學家評價理論不只是根據「經驗證據」，也不只是根據「理性的方法學標準」，還會受到一些主觀或社會因素的影響。這種主張在經驗導向和理性導向的哲學家看來，就是「非理性主義」（irrationalism）。如果以天文學的例子來看，也許哥白尼、第谷、克普勒、伽利略或其它大科學家的評價和選擇的依據，其實還包括一些社會因素如宗教或利害關係，而不只是經驗證據或者理性的方法學標準？甚至有人主張他們的評價根據主要是主觀利益或社會因素（社會約定的），在這種觀點下，要研究科學的演變發展，就不能不涉及社會條件。

當科哲把焦點放在科學的演變和發展時，「假說的發現」就變成一個哲學不能迴避的課題。因為假說的發現和成形，當然會影響科學的演變和發展，而且假說要先被提出——即「發現」——才能被評價。可是，如同邏輯經驗論和否證論主張一般，假說的發現沒有「方法」嗎？假說的發現只能是歷史、心理學或社會學的議題嗎？把假說的發現和評價二分的看法預設了哲學研究和經驗（科學）研究（歷史、心理和社會）的截然區隔。1980年代後興起的科哲自然主義（naturalism）則反對這種二分法。⁵ 自然主義主張哲學和經驗科學沒有截然分隔的界限，它們是一個連續體，哲學應該針對經驗研究的成果來加以反省，哲學反省的結論，也應該受到經驗證據的檢驗。因此自然主義的科學哲學本身是一種「諸科學的科學」（a science of sciences）。如此一來，不管「發現」有沒有方法，歷史上的科學家如何提出或「發現」一個理論假說？不同的「科學發現」有沒有什麼共通性？什麼樣才算是一個「科學發現」？「科學

發現」有沒有什麼基本結構？「發現」如何導致科學演變？這些都是值得哲學反省的議題。以天文學革命的案例來看，我們可以問哥白尼如何提議「太陽中心說」和「地動」議題？克普勒又是如何推出行星軌道是橢圓的主張？伽利略如何「發現」自由落體定律？彗星被視為「天體」算是「科學發現」的例子嗎？

另一方面，1980年代後的科哲家認為，「假說的發現」也是科學家的認知活動，而科學認知並不只是邏輯演繹，概念（concept）、分類（classification or categorization）、類比（analogy）、模型（model）、推理（reasoning）、甚至視覺形像（visual image），都扮演了很重要的角色。因此，科哲家大量地研究這些與「科學發現」密切相關的認知活動，我們可以將這類研究總稱作「科學的認知哲學」（the cognitive philosophy of science）。

甚至「理論假說是被發現的嗎？」這個問題本身也需要、並已被反省。因為「發現」這個詞彙意謂著存在一個不為人知的、隱藏的東西或秩序，被找出來、被揭開了、被看到了。但是，「理論假說」蘊涵的內容，是已經存在的東西或秩序嗎？還是它們只是「被發明」（invented）或「被建構」（constructed）來說明經驗現象？這是一種「建構論」（constructivism）的觀點，主張「理論假說」的內容不是反映已存在而不為人知的自然事物或秩序，理論假說是「人造物」，是人類的心智發明物或建構物——只是這個發明物或建構物被要求說明可見的經驗現象。因此，即使一個「理論假說」已經得到經驗證據的支持，並不代表它就不再是人造物或發明物。主張理論假

說是被發現的，而且反映既存的實在，是一種「科學實在論」（scientific realism）；主張理論假說是被發明的，則是一種「建構論」；主張假說是科學家的認知產品的是「認知建構論」（cognitive constructivism）；主張假說也有社會因素進入的是「社會建構論」（social constructivism）。

假說的「發現」和「評價」的課題，可以說是近百年（甚至近千年）來科學哲學的核心議題，對它們的不同觀點，主導了科學哲學本身的發展和演變，形成了種種科哲觀點和學派。下章起，就讓我們進入這趟科哲理論和歷史的旅程。

附錄、1953-2002年重要英文科哲教科書與論文集

科哲教科書（按出版年代排序）

- Carnap, Rudolf (1966), *Philosophical Foundation of Physics*. New York: Basic Books, Inc.
- Hempel, Carl G. (1966), *Philosophy of Nature Science*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Brown, Harold I. (1977), *Perception, Theory and Commitment: The New Philosophy of Science*. Precedent Publishing Inc.
- Chalmers, A. F. (1976), *What is this Thing Called Science?* Hackett: University of Queensland Press, 3rd revised edition, 1999.
- Kosso, Peter (1992), *Reading the Book of Nature: An Introduction to the Philosophy of Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Losee, John (1993), *A History Introduction to the Philosophy of Science*. New York: Oxford University Press.
- Hung, Edwin H.-C. (1997), *The Nature of Science: Problems and Perspectives*. New York: Wadsworth Publishing Company.
- Klee, Robert (1997), *Introduction to the Philosophy of Science: Cutting Nature at its Seams*. New York: Oxford University Press.
- Rosenberg, Alex (2000), *Philosophy of Science: A Contemporary Introduction*. London: Routledge. Chinese Translation: 歐陽敏譯 (2004), 《當代科學哲學》。台北：韋伯文化國際出版有限公司 (Weber Publication International Ltd.)。
- Ladyman, James (2002), *Understanding Philosophy of Science*. New York: Routledge.

科哲論文集（按出版年代排序）

Feigl, Herbert and Brodbeck, May (eds.) (1953), *Readings in The Philosophy of Science*. New York: Appleton-Century-Crofts, Inc.

Wiener, Philip, P. (ed.) (1953), *Readings in Philosophy of Science: Introduction to the Foundations and Cultural Aspects of the Sciences*. New York: Charles Scribner's Sons.

Brody, Baruch A. and Grandy, Richard E. (eds.) (1971), *Readings in The Philosophy of Science*. 2nd edition (1989). New Jersey: Prentice-Hall Inc.

Suppe, Frederick (ed.) (1974), *The Structure of Scientific Theories*. 2nd edition (1977). Chicago: University of Illinois Press.

Klemke, E. D. & Hollinger, Robert & Kline, A. David (eds.) (1988), *Introductory Readings in the Philosophy of Science*. New York: Prometheus Books.

Boyd, Richard & Gasper, Philip & Trout, J. D. (eds.) (1991), *Philosophy of Science*. 4th edition (1993). Massachusetts: The MIT Press.

Curd, Martin and Cover J. A. (eds.) (1998), *Philosophy of Science: The Central Issues*. New York: W. W. Norton & Company.

Newton-Smith, W. H. (ed.) (2000), *A Companion to the Philosophy of Science*. Massachusetts: Blackwell.

Balashov, Yuri and Rosenberg, Alex (eds.) (2002), *Philosophy of Science: Contemporary Readings*. New York: Routledge.

註解（註解段末所置頁數，為註解出處的本文頁數）

1. “Induction is a process of discovery.” “Induction is a term applied to describe the process of a true colligation of facts by means of an exact and appropriate conception.” (Whewell, *Philosophy of Inductive Sciences*, p. 70) (頁8)
2. 殷海光在這裏區分了「作為一個創造活動看的科學」(science as a creative activity)，相對於「前臺」的「作為一個建構看的科學」(science as an intuition)。並使用「舞台」的比喻：大部分人看到的嚴整、精密和確定的科學乃是「建構成緒的」，正像舞台前台所呈現的完整戲碼；但科學的創造活動卻免不了許多凌亂和不確定，正像舞台的後台一般。(頁12)
3. 事實上，應該說太陽穿越恆星之間再回到原點，約需365天，這段時間長度定義了所謂的「一年」。而黃道附近的恆星和星座，就是黃道十二星座：白羊 (Aries)、金牛 (Taurus)、雙子 (Gemini)、巨蟹 (Cancer)、獅子 (Leo)、處女 (Virgo)、天平 (Libra)、天蠍 (Scorpio)、射手 (Sagittarius)、魔羯 (Capricornus)、水瓶 (Aquarius)、雙魚 (Pisces)。(頁14)
4. 指哲學史上有名的「共相的無限後退」問題。亦即柏拉圖主張「理型」是判斷一個體事物是否能隸屬於一個種類的標準，「理型」是個體與個體之間的相同性或相似性，可是由於「理型」分離於個體，那麼每個分離的個體和分離的理型之間的相同或相似性，也需要以一個「理型」為標準來判斷——此理型即第二理型，如此等等，導致判斷上的「無限後退」。(頁18)
5. 科哲自然主義的源頭可以回溯到孔恩。關於科哲自然主義，參看陳瑞麟 (2003)，〈規範的或演化的？——科學哲學自然論的兩張面孔〉，收於《科學與世界之間》(台北：學富)。(頁29)

歸納與驗證 邏輯實證論與邏輯經驗論

邏輯經驗論（logical empiricism）是二十世紀第一個科學哲學學派，曾一度廣被接受，其前身為邏輯實證論（logical positivism）。邏輯經驗論提供了今天一般人心目中的「實證科學形象」（the positivist image or the empiricist image）。它大致上有如下主張：

- 邏輯是科學的基礎。
- 科學由科學方法來定義，科學方法是透過經驗證據的歸納而加以實證，亦即任何科學的主張都要透過經驗（實驗或調查）來予以檢驗。

- 因為科學是實證的，所以科學是客觀的，和其它不能實證的主觀的、玄想的（形上學的）領域截然不同。
- 科學知識是累積的。由經驗所證實的知識不斷地累積成一個知識儲藏庫。科學的發展像是在穩固的地基上一層一層往上蓋房子。
- 科學是統一的，所有的科學學科都共享同一套科學方法（即歸納法、統計法、實證方法等等）。使用這套科學方法來作研究就是在作科學。
- 科學是階層性的，也就是說，物理學最基礎、化學其次，生物學建立在化學的基礎上；心理學又建立在生物學之上，最後是社會學要建立在心理學上。
- 科學是客觀的，價值中立的。科學假說的成立與否，只看它是否能被經驗證據所印證（confirmation）。個人的主觀情感和價值對科學假說的檢驗而言，不能產生任何效力。

雖然這幅形象在日後受到不少批評，但它仍然深植人心，成為對經驗科學的「正統形象」，所以有時它又被後來的科學哲學家稱為「正統觀點」（the orthodox view）或「標準觀點」、「公認觀點」。

壹、邏輯經驗論的起源

邏輯經驗論有三個主要的思想來源：十八世紀蘇格蘭哲學家休姆的經驗論（或現象論）、十九世紀末奧地利科學、科

學哲學、兼科學史家馬赫的現象論、二十世紀初德國數學家、邏輯家弗列格 (Gottlob Frege) 和英國邏輯、哲學家羅素 (Bertrand Russell) 的符號邏輯 (symbolic logic) 和邏輯主義 (logicism)。

一、休姆的經驗論

休姆的經驗論有三個核心觀念：印象 (impressions)、觀念 (ideas) 和語言。印象是當我們在知覺或在內省時意識 (覺察) 到的直接對象。觀念是在除了知覺與內省之外，其它心靈活動如反省、記憶和想像中所意識到的對象。觀念又可以區分成單純觀念和複合觀念。單純觀念是印象的複本；心靈也可組合單純觀念而創造出複合觀念。知識由語言表達，所有的知識都被表達成命題。而命題是語詞 (terms) 的組合。可是，不是所有語詞的組合都是有意義的，換言之，有意義的命題才是純正的命題；沒有意義的命題則只是「偽命題」。再者，不是所有的純正命題 (內容) 都可以為真，真命題才是知識。所以，對休姆來說，知識論有兩個核心的問題：(1) 如何決定一個準命題是有意義的？(2) 如何決定哪些有意義的命題為真？(第二個問題在二十世紀也變成語言哲學的核心問題。)

休姆解決第一個問題從意義的基本單元開始考察，這是十七、八世紀時的哲學基本方向。意義的基本單元或載體是「語詞」。休姆提出一個「意義的判準」是：如果一個語詞有一個觀念與之對應，則它是有意義的。那麼，何時一個人才算學會一個語詞的意義？只有當他經驗到一些印象，這些印

象對於該語詞對應觀念的形成是必要的時候。因此，如果一個語詞被假想為指涉了不是我們可能經驗到的物體，那麼它就只是無意義的聲音或標誌。同理，如果一個命題中含有一個無意義的語詞，那麼它是一個無意義的「偽命題」（pseudo-proposition），它其實不具命題的資格，只是外表像命題而已。偽命題無真假可言。

可是，有些命題並沒有印象與之對應，例如純數學。所以，休姆考慮這一點而主張人類的知識領域，有兩種有意義的命題：觀念的關係（relations of ideas）和事實（matters of fact）。觀念關係的知識是先驗的（a priori）（獨立於經驗的）：表達觀念關係的命題的真值，可以單由反省觀念來決定，無需訴諸於印象的經驗。事實的知識則是經驗的：事實命題的知識，由參考經驗來決定，亦即參考對應的印象究竟有沒有出現來決定。

休姆其實反對形上學的議題。可是任何哲學主張都無法避免「存有論」的設定，休姆亦然。他的印象論和知識論仍然預設一定的存有論，即預設印象的存有地位（ontological status）：印象在休姆的哲學中是終極存在物（existents）。因為每個印象在存存上有上不同於其它印象（印象的原子論）。亦即任何印象的存在或不存在，完全獨立於其它印象的存在或不存在。休姆這個觀點引起關於接受任何普遍命題（universal proposition）的爭議：我們以什麼為根據而接受普遍命題？每個普遍命題包含有關未來經驗的述詞，但如果過去同時出現的幾個印象之間，沒有必然的連結，我們就無法保證它們在未來一定會同時出現。正是從這種主張，休姆提出了他對因果律（實為歸納法）的批判。舉例來說，

太陽從東方升起

其中涉及「太陽」、「東方」、「升起」三個印象，彼此互相獨立。因此過去我經驗到這三個印象同時出現，並不能保證未來我一定也會經驗到這三個印象同時出現。如此就引起「普遍定律如何被經驗證實？」（**How universal laws are empirically confirmed?**）的問題，成為二十世紀科學哲學的核心課題。

這個主張也立即引發休姆對因果必然性（歸納必然性）的批判。休姆認為因果的概念可以分析成「時間上的先在性」（temporal priority）、「時空鄰接性」（adjacency）、「因與果的必然聯結」（necessary connection）。假設A是因，B是果，則我們會認為有因果律是因為到目前為止，我們總是經驗到A出現後，B隨後出現，而且A和B有時空上的鄰接性。但是，休姆認為，我們能因此推出在未來A出現後，B必然也出現嗎？我們不能。我們沒有任何邏輯上的必然理由保證未來A出現後B一定出現。休姆當然不是反對「因果」的存在，而是主張我們沒有邏輯必然的理由可以保證一定類型的原因和結果之間總是必然連結。所謂的因與果只是兩個事件規律性地相繼出現而已，我們「習慣於」把在先的事件稱作「因」，而把在後的事件稱作「果」。換言之，所謂的因果律其實是我們的一種「心理習慣」。這種休姆式的因果觀後來又被稱作「因果性的律則性概念」（nomological concept of causality）。

二、馬赫的現象論

馬赫主張「現象」(phenomena)是科學研究的對象——它們也是構成自然的基本元素(elements)。現象既涉及內在和外在的環境，從內在談「現象」時，就稱作「感覺」(sensation)。馬赫總結自己的科學成果說：

至於我的物理發現之總和，我目前可以把它們分析成不可再分析的元素：色彩、聲音、壓力、溫度、氣味、空間、時間等等。這些元素依賴於外在和內在的環境，只有當涉及內在環境時，我們可以稱這些元素作感覺。(Mach, 1926 [1976]: 6)

因此，對馬赫來說，「現象」(或「感覺」)既是科學的起點也是終點。所謂的起點是因為「科學總是需要自明的命題以做為建造的基礎」(Mach, 1906[1959]: 56)，表達由感官所直接給予(immediately given)的感覺之命題就是這個基礎。如同上述，感覺也是科學對象的不可再分析的、基本的元素。

現象是科學的終點的意思是，現象是科學的目標——它企圖發現的定律——最終不過就是現象彼此間的關係，這些定律都將是現象彼此間的「數學函數」(mathematical function)。所以，任何超出現象和感覺之外的觀念——例如「因果關係」(causation)和形上學的「實體」、「物自身」、「實在」等等觀念——在科學上並無位置。

如果說休姆拆除了「因果的必然聯結」，馬赫則進一步質疑「原因」這個概念。因為傳統上把「原因」視為一種「造

成」或「生成」，一定的因必然造成一定的果，沒有因就不會有果（即「事出必有因」的想法）。問題是，「因（某事件）造成果（另一事件）」的「造成」過程是無法感覺到的。在馬赫的觀點看來，我們能感覺到的只有兩個事件（兩組感覺）以某種方式相關而已。科學的目標就是在於尋求數學函數來表達這些相關的方式。

基於上述觀點，馬赫在科學和科學史上的著名貢獻是強力地批判牛頓的「絕對空間」（absolute space）和「絕對時間」（absolute time）的概念。馬赫主張「空間」和「時間」乃是事物間的相對位置和相對先後順序，事物與彼此間的相對位置和相對順序才是可感覺的。由定義，「絕對空間」和「絕對時間」無法被感覺（能感覺的必是相對空間和相對時間），因此這類概念是無意義的。馬赫的批判在概念上啟發了愛因斯坦（Albert Einstein）的相對論（the theory of relativity）。

三、二十世紀初的邏輯主義

十九世紀末、二十世紀初，亞里斯多德邏輯統治西方兩千年來，首度有新邏輯系統被發展出來。弗列格是這個新邏輯系統的創始人，羅素和懷海德（Bertrand Russell & Alfred Whitehead）的《數學原理》（*Principia Mathematica*, 1910）一書則高度精緻地呈現了它。該書一方面立基於弗列格的邏輯觀念，發展出一個新形式的符號邏輯系統，另一方面則企圖把「數學化約到邏輯」上。

《數學原理》中的邏輯，其核心特徵是外延的（extensional），也就是說，一命題與其成分（主詞和述詞），都可以被指派單位化的值。主詞的值是一個個體，述詞的值是一個共相，命題的值是真假值。因此，其命題邏輯（propositional logic）是真函的（truth-functional），即真值函數或真值函應。

在命題邏輯系統中，我們首先區分「基本或原子命題」（“elementary” or “atomic” propositions）以及「分子命題」（“molecular” propositions）。分子命題是原子命題加上運算元（operators）的組合。如此一來，分子命題的真假值，就可以完全由其成分原子命題的真假值來決定。這就是「真函」的意思。因此，在《數學原理》的邏輯結構中，只要命題的外延相同，即使內涵（intension）不同，也不會對其真假值產生任何影響。現在問題是，如何決定分子命題的真值？這又和運算元的真值指派密切相關。運算元中又以「蘊涵」（implication）的運算元最難處理。

羅素認為我們需要「蘊涵」的基本性質是「被一真命題蘊涵的命題為真」，如此一來就可以透過這個性質來產生證明（proofs）。由“ p implies q ”我們意指如果 p 真，則 q 真。也就是說，「不會有 p 真且 q 假的情況」（It is not the case that p is true and q is false.）或者說，「必定有要嘛 p 假或 q 真的情況」（It must be the cases that either p is false or q is true.）。因此，羅素把“ p implies q ”定義成“Either p is false or q is true.”。如此一來「如果……則」這樣的邏輯連詞（if p then q ，即條件連詞“ \rightarrow ”），和「蘊涵」的連詞（ p implies q ，“ \supset ”），在外延上

也沒有分別。由上述考慮，羅素建立了蘊涵的真值表。今天矩陣式的真值表系統，則是維根斯坦建立起來的。

邏輯經驗論者把《數學原理》的形式系統延伸到超出純數學的界限。第一步先處理「普遍命題」如何被翻譯成邏輯命題。自亞氏以來，普遍（全稱）命題的形式是「所有S是P」，現在它等值於一個量化條件命題，即「如果有任何事物是S，則它是P」，進一步引入個體變項（individual variable），即「所有x，如果x是S，則x是P」。如此一來，「所有S是P」就可以符號化為 $(x)(Sx \supset Px)$ 。因為「如果……則」和「蘊涵」是邏輯上等值的，所以，雖然全稱量化命題不是真函的，但把個體變項代入常項時，就可以變成真函。例如當 $x=a$ 時， $(x)(Sx \supset Px)$ 可以導出 $Sa \supset Pa$ 。那麼Sa和Pa的真假值可以決定 $Sa \supset Pa$ 的真假值。又科學定律被理解成全稱命題，例如「所有烏鴉都是黑的」，就可以被翻譯成量化命題，因此可以使用量化邏輯和蘊涵來分析科學定律（知識）。

就像羅素和懷海德一般，為邏輯建立一套嚴謹的形式系統，又把數學（形式科學）化約成邏輯。邏輯經驗論認為，科學哲學的任務也是一樣，在於使用嚴謹（每個符號都有嚴格定義）的邏輯系統來重建經驗科學知識。

貳、邏輯實證論和邏輯經驗論

一、邏輯實證論和維也納學圈

實證論是一種嚴格的經驗論形式，主張「真正的知識是直接從經驗中發現的」（直接奠基在經驗上）（Genuine knowledge is founded directly on experience.）。“positivism”這個字是十九世紀社會哲學家孔德（Auguste Comte）所造。孔德的實證論也是

在台灣，「實證」這個詞常常被非哲學界人士用來翻譯evidence或empirical，例如「實證醫學」（evidence-based medicine）或「實證經濟學」（empirical economics）。

邏輯實證論的一個語言上的源頭，唯一些邏輯實證論者較不喜歡「實證論」這個標籤，也才会有日後改稱「邏輯經驗論」的故事。

邏輯實證論可簡單地說是以符號邏輯為工具的實證論立場。二十世紀早期的邏輯實證論發源於維也納大學，一群數學家、物理學家、社會學家、哲學家、邏輯家等等對於哲學和科學有相近的觀點，他們起於反對德語哲學界的黑格爾氛圍，並自稱為「維也納學圈」（Vienna Circle）。他們同時視弗列格、羅素和維根斯坦為先驅者，並接受符號邏輯為分析的工具。

羅素的《數學原理》中的符號邏輯，提供邏輯實證論分析的工具，維根斯坦（Ludwig Wittgenstein）的《邏輯哲學論叢》（*Tractatus Logico-Philosophicus*）（下文或簡稱《論叢》）則提供了邏輯實證論的世界觀、科學觀和哲學觀。把邏輯實證論的觀點引入英語世界的是艾爾（A. J. Ayer）的《語言、真理與邏輯》（*Language, Truth and Logic*）。

邏輯實證論主張有兩種研究形式，一是經驗（科學的）研究，另一是（關於）科學之邏輯分析。前者是各種經驗科學的任務，因為它們要研究大自然，必須依賴自然給予我們的經驗；後者是（關於）科學的邏輯分析，這是哲學的任務。維根斯坦主張哲學並不提供知識，它不是科學，而是一種「釐清活動」（an activity to clarify）。換言之，哲學的核心在於分析、澄清與定義精確的概念，分析與重建科學命題的邏輯結構。

受到弗列格和羅素的影響，邏輯實證論認為問一命題是否有意義，要比問一命題是否是知識更優先。當我們先確定一命題是有意義的之後，我們才能進一步問如何判斷它為真。可是我們如何判斷一命題是有意義的？亦即「有意義性的判準」（the **criterion of meaningfulness**）就成了邏輯實證的核心工作。邏輯實證論提出「檢證」（verification，或譯「證實」）的概念——能夠直接由經驗來判斷一命題是真或假——來當成一命題是否有意義的判準。他們因此建立了一條「檢證或可檢證性原則」（the **principle of verification [or verifiability]**）以做為「有意義性」的判準。它主張：一個「偶真的命題」（contingent proposition）有意義，若且唯若，至少存在一個經驗方法可以決定它的真假值。如果沒有這樣的方法存在，它就是無意義的偽命題。這種主張又稱為「檢證論」（verificationism），而且它蘊涵了「偶然（真假）命題」和「必然命題」的區分。在進一步分析之前，讓我們先討論維根斯坦《論叢》中的檢證論。

維根斯坦認為一個有意義的命題必定指稱事實（fact）或事態（state of affairs）。事實才是經驗的基本單元。休姆式的「印象」是由一個單一名詞或形容詞表達，例如「紅色」。可是，

事實或事態由一個命題表達，例如「這東西是紅的」。亦即我們的經驗不只是如顏色印象的知覺，而總是知覺到一個事實。「印象」其實相當於由命題中的述詞 (predicate) 表達，因此可以符號化為述詞符號 P (紅色)，如果要表達一個事實「這東西是紅的」，則這個東西由個體常詞 a 表達，整個事實命題是則符號化成 Pa 。 Pa 是一個原子命題，表達了一個「原子事實」(atomic fact)。原子事實是世界的終極存在物。

維根斯坦也小心地區分了事實和事態：事態是對象 (東西) 的組合，一個事態是一個邏輯可能的事實，而一個事實是

這兒引發一個問題，維根斯坦所謂一個原子事實中的個體 a ，究竟是指什麼？「現象論」會把它詮釋為一個「感覺原子」(一個不可再分割的單純感覺對象，勉強舉例是「這形狀」、「這色塊」、「這線條」等等)，而不是日常生活的物體 (如桌子、椅子一類的)。「物理論」(physicalism) 則會把它詮釋為日常生活的物體。

實際發生的事態。所有 Pa 形式的原子命題都表達一個事態，進一步如果 a 代表存在的東西，而且 a 的確是 P ，則 Pa 表達一個原子事實。任何對應到一事態的命題是有意義的，對應到一事實的命題則為真。一個真的原子命題對應了一個原子事實。倒過來看，一個假命題也描述一個事態，但該事態實際上沒有發生 (不是事實)。

我們可以把所有命題分成四種：(a) 純形式命題，包括套套邏輯 (分析真、必然真的命題) 和矛盾句 (必然假的命題)；(b) 原子命題：我們由觀察它們是否對應到事實來決定它們的真假值；(c) 分子命題：它們的真假值由它們的成分命題 (組成它們的原子命題) 來決定；(d) 偽命題：只是沒有認知內容的無意義的聲音或記號串。

檢證論大致上全盤接受維根斯坦的「世界觀」，不同之處在於它用「檢證方法」來做為有意義性的判準，一方面配合科學研究，一方面也企圖避免「原子事實」、「可能事態」一類的形上學語言。其實，說一個命題總是有一經驗方法可以決定它的真假（經驗可檢證的），即是意謂著總是可以發現對應該命題的事態。

當然，我們有必要進一步回答：何謂經驗方法？一個命題的每個語詞，都應該被定義，直到所有語詞都不能再被定義，它們的意義可以被直接指出為止。所謂直接被指出即是指這些語詞「指稱」經驗中的直接對象，即感覺資料（sense-data，又譯成「感覺與料」），也就是休姆式的印象。至於那些不能指稱感覺資料的語詞，例如「而且」、「或」、「如果……則」等乃是邏輯連詞（logical connectives），它們代表的是「命題的關係」，它們是「真函的」。如此一來，我們就可以把所有的命題的真假都付諸於直接經驗來檢證。而且「可由直接經驗來檢證」的命題才是有「認知意義」的命題。

可是，這樣一來，很多科學命題談論的是那些目前無法以直接經驗來檢證的事態，例如外太空的恆星成分。它們也無意義嗎？不。檢證論區分了「實務的可檢證性」（**practical verifiability**）和「原則上的可檢證性」（**verifiability in principle**）。前者意指我們目前可以在實務經驗中可直接經驗到；後者指目前的技術作不到，但是原則上我們可以直接經驗到。「檢證原則」做為意義的判準，只要求命題具有「原則上的可檢證性」即是有意義。

還有一個問題是，可檢證的命題必定是特稱命題，因為只有特稱命題才能被說是一致於事實，因此才可能決定性地被證實。普遍（通稱）命題無法被決定性地證實，因為沒有任何有限的事實集合，能滿足普遍命題。如此一來，由通稱命題表達的科學定律就無意義囉？這個結果為檢證論帶來一些麻煩。為了解決這個麻煩，檢證論者弱化了「檢證」此一概念的條件。如此區分出「強與弱」的檢證原則。「強檢證原則」（**strong principle of verification**）堅持有意義的命題必定由事實或直接的感覺經驗，來決定性的、終極地、直接地而且確定地檢證（*must be conclusively, finally, directly, and certainly verified*）。「弱檢證原則」（**weak principle of verification**）只要求一個有意義的命題能以某種機率程度來檢證或驗證即可。這後來被稱作「可驗證性原則」（*principle of confirmability*）。換言之，後來的邏輯經驗論者以「驗證」（或「印證」）的概念來取代之前較強的「檢證」。哲學史上因此把「檢證」用於「發現是否有一個事實是一個特稱命題指涉的」；而「驗證」則用在「有多少特別例子可以支持一個通稱命題」或者「目前存在的特別例子可以支持一個通稱命題多強」。哲學史家也以「檢證」和「驗證」的使用來區分「邏輯實證論」和「邏輯經驗論」。

二、邏輯經驗論

邏輯經驗論（*Logical empiricism*）可以被理解為邏輯實證論的溫和版。卡納普（*Rudolf Carnap*）的〈可檢驗性和意義〉（“*Testability and Meaning*,” 1936/1937）一文可以被視為邏輯經

驗論的創建文獻。卡納普承認我們不可能決定性地檢證任何科學命題。因為全稱命題在量化邏輯中呈現為一條條件句，但是，我們還是可以有證據正面地支持一命題的觀念——也就是「驗證」或「印證」。因此，卡納普作了幾個重要的提議：（1）以「逐漸增加的驗證」觀念來取代檢證的觀念；（2）以「觀察性的述詞」（observational predicate）來取代實證論的感覺與料語言，並把「觀察性述詞」當成基礎，透過它來定義「可驗證的語句」。也就是說，一個可驗證語句的述詞必定是觀察的述詞，指稱可觀察的對象。例如，「所有的鐵製品在潮濕環境中都會生鏽」，其中「鐵製品」、「潮濕環境」和「生鏽」等語詞都是可以觀察的，因此它是一個「可驗證的語句」。那麼只要我們找到一個鐵製品，而且它所處的環境潮濕，一段時間後它生鏽了。如此便給予這個語句一個「驗證例」（confirming instance），如果有個鐵製品處在潮濕環境中卻沒有生鏽（先不管「不鏽鋼品」），它便是一個「反證例」（disconfirming instance）。（3）科學理論存在很多「非觀察性的理論詞」，它們指稱「不可觀察的存有物」（unobservable entities），不管這些「不可觀察的存有物」是不是真實存在，重點在於擁有至少一個理論詞的科學語句必須被化約（reduce）到有「觀察詞」的語句才可以驗證。例如「所有通電的電線都會產生磁場（magnetic field）」，其中「磁場」是「理論詞」，無法被觀察，因此「磁場」必須以某種方式被「化約」或「翻譯」（translate）成可觀察的述詞，這個命題才能被驗證。

邏輯經驗論的科學哲學之核心問題，一言以蔽之，就在於分析科學理論與觀察述句之間的驗證關係，以及科學語詞如何

透過驗證和反證而得到它們的意義之分析。這又稱「驗證的邏輯」（the logic of confirmation）。大致言之，邏輯經驗論的驗證邏輯由假設演繹法來顯示。第一步要先把一個表達某種規律性的通則（generalization）重新用述詞邏輯語言來加以表達：

(x)(Px→Ox) 其中 P 和 O 都是觀察的述詞

現在這個通則（全稱命題）如何被驗證呢？直覺上，我們可以建立下列三條規則。這三條規則與下節提到的尼可判準（Nicod's Criterion）一致。

- (1) 如果我們觀察到存在一對象 a，a 是 P 而且同時 a 是 O，則我們觀察到這個通則的一個驗證例，表達為觀察語句為「Pa 且 Oa」。如果又有一對象 b，同時是 P 也是 O（具有 P 又具有 O 的性質），則我們又觀察到一個驗證例。如此一來，(Pa 且 Oa) 且 (Pb 且 Ob) 且 (Pc 且 Oc) ... 聯合為這通則提供一個機率的驗證。
- (2) 可是如果我們觀察到一對象 a，a 是 P，但是 a 不是 O，寫為「Pa 且 ~Oa」。那麼它為該通則提供了一個「反例」（counterexample）或「反證例」。（在另一派否認論看來，一個反例即足以反證任何全稱語句。不過，邏輯經驗論主張一信念有其成立機率可言，因此，出現一個反例未必會要求我們應該完全拒絕一個全稱命題。）
- (3) 如果一個對象 a，a 不是 P，則 a 和此全稱語句不相干。

邏輯經驗論已不再像早期的實證論一般，把焦點放在意義性的判準上，而是努力發展和落實「科學的邏輯澄清」這個基本立場。可是，邏輯經驗論者很快地發現他們的「驗證理

論」也有許多邏輯上的問題：最著名的是「驗證悖謬」（the paradox of confirmation）和「盞色悖謬」（grue paradox）。

參、驗證的邏輯悖謬

一、驗證悖謬

「驗證悖謬」又暱稱「烏鴉悖謬」（Raven paradox），因為它是邏輯經驗論者韓培爾（Carl G. Hempel, 1905-1997）提出來的，韓培爾以「所有烏鴉都是黑色的」（All ravens are black.）為討論的範例，因而得到這個暱稱。

尼可（Jean Nicod）提出三條判準，成為驗證的標準模式，通常稱為「尼可判準」。尼可判準原本是針對傳統全稱命題的表達方式而建立的。例如「所有烏鴉都是黑色的」，則只有「黑色烏鴉」才是其驗證例子。如果把尼可判準應用到量化邏輯表述時，則尼可判準的驗證邏輯如下：

科學假說（定律）應表達為蘊涵句 $(x)(Px \supset Qx)$ ，那麼它的驗證和否證例為：

- (1) 只有 $Pa \cdot Qa$ 是其驗證例子。
- (2) 只有 $Pa \cdot \sim Qa$ 是其否證例子。
- (3) 如果 $\sim Pa$ ，則與此假說不相干。

現在，根據邏輯經驗論的立場，一個驗證理論的目的在於使用符號邏輯來表述（formulate）經驗科學中觀察對假說（全稱

語句)的驗證，因此它應該滿足下列兩個條件。(1)外延性條件：符號邏輯是外延性的邏輯，即等值的命題被認為表達了相同的意義——即外延相同。由外延性條件和經驗主義原則，則導出(2)經驗內容條件：假說的驗證，應該只和假說的內容有關(即只來自經驗)，而與表達假說的命題形式無關。如果加上這兩項條件，尼可判準是否仍然可行？

韓培爾指出驗證理論加上尼可判準會有如下的缺陷。(1)它只能應用在全稱條件命題，無法為存在假設提供印證標準，如「火星上有生命存在」不能使用尼可判準，因為「a是生命且a在火星」固然驗證了此假說，但是「a是生命且a不在火星上」卻不能否認此假說。(2)我們又發現 $(x)(\sim Qx \supset \sim Px)$ 和 $(x)(Px \supset Qx)$ 等值。然而，根據尼可判準，只有 $\sim Qa \cdot \sim Pa$ 才是 $(x)(\sim Qx \supset \sim Px)$ 的印證例子， $Pa \cdot Qa$ (即 $Qa \cdot Pa$)則不是(因它與假說不相干)，如此違反了「經驗內容條件」，因為它意謂著假說的驗證與表達的形式有關。換言之，尼可判準與驗證理論的第二項條件有所衝突。

韓培爾認為我們應放棄尼可判準，並建立等值條件(equivalence condition)：只要驗證是兩個等值語句其中之一，必定也能驗證另一句(Whatever confirms (disconfirms) one of two equivalent sentences, also confirms (disconfirms) the other.)。所以，所有等值的命題，必定都可以相同的驗證例來加以驗證。例如， $Pa \cdot Qa$ 是 $(x)(Px \supset Qx)$ 的驗證例子；同樣也是 $(x)(\sim Px \vee Qx)$ 的印證例子。因為 $(x)(Px \supset Qx)$ 和 $(x)(\sim Px \vee Qx)$ 等值。證明如下：

考慮 $(x)(\sim Px \vee Qx)$
 $\sim Px \vee Qx$
 Px
 So, Qx (DS, 選言三段論)

若觀察到 Pa 而且 Qa ，則滿足上述推論，所以 $Pa \cdot Qa$ 同樣是 $(x)(\sim Px \vee Qx)$ 的驗證例。但在另一等值句 $(x)(\sim Bx \supset \sim Rx)$ 上卻造成驗證的悖謬。

「所有烏鴉都是黑色的」邏輯上表達為 $(x)(Rx \supset Bx)$ ，它等值於 $(x)(\sim Bx \supset \sim Rx)$ 。

如果發現 a ， a 是烏鴉而且 a 是黑的，即 $Ra \cdot Ba$ ，則驗證了 $(x)(Rx \supset Bx)$ 和 $(x)(\sim Bx \supset \sim Rx)$ 。反過來說， $\sim Ba \cdot \sim Ra$ 是 $(x)(\sim Bx \supset \sim Rx)$ 的驗證例，它同時也驗證 $(x)(Rx \supset Bx)$ 。這等於是說任何「非黑的非烏鴉」，如黃色襯衫，白人、棕熊等無限多例子，都能驗證 $(x)(\sim Bx \supset \sim Rx)$ ，再透過等值條件的傳遞，也就能驗證 $(x)(Bx \supset Rx)$ 。這造成很荒謬的情況（悖逆的思路）——只要我們找到黃色襯衫、褐色桌子、白人等等，都可以驗證「所有烏鴉都是黑色的」？（所以有人戲稱為我們因此可以有「室內鳥類學」，毋需到戶外去觀察鳥類，只要坐在房間裏，看著黃人、白椅、褐書櫃等所有非黑的非烏鴉的東西，就能驗證「天下烏鴉一般黑」的假說。）

我們如何解決這個悖謬？

韓培爾認為這個悖謬只是一種心理幻覺（psychological illusion）。因為，韓培爾認為「所有烏鴉都是黑色的」不只

是有關烏鴉，而是有關時空中的一切事物。因為，這個全稱命題真正說的東西是：不可能在某時某地，我們會遇到一隻烏鴉卻不是黑色的。如此一來，這個命題和宇宙的一切事物都相干，只要我們發現任何對象——它不是非黑的烏鴉——確實可做為「所有烏鴉都是黑的」的一個驗證例。其次，韓培爾進一步申論說，因為我們無法觀察到一種「方法學的虛構」（methodological fiction），才會造成這種悖謬性的表象（appearance of paradoxicality）。什麼是「方法學的虛構」？即在驗證的邏輯上，我只能考慮一個對象是不是烏鴉或非烏鴉，再考慮它是不是黑色或非黑色；如果它是烏鴉卻是非黑色，就是否證例；如果它是黑色的烏鴉、黑色的非烏鴉或非黑色的非烏鴉，就都是驗證例。我們不能讓對象的其它資訊進入驗證的邏輯當中——亦即我們不能去考慮一個「非烏鴉」的對象是不是「桌子」、「人」、「毛巾」等等；也不能考慮「非黑色的對象」是不是白色、黃色、紅色等等——這些都是無關的資訊。如果排除這些無關的資訊，那麼所謂的悖謬，也就不存在了。我們能否同意韓培爾的解決方案？如果不同意，那究竟該如何解決烏鴉悖謬？

驗證悖謬其實是一整組環環相扣的條件，包括全稱條件句、外延條件和等值條件共同導出的。如果我們不採納韓培爾的解決方式，則其它解決方案大致有拒絕科學定律被表達成量化符號邏輯的全稱條件句、維持尼可判準（但違反外延性條件）和拒絕等值條件這兩種方式。

我們是否可以拒絕符號邏輯應用到科學定律的適當性？即主張科學定律並不適於被表達成量化符號邏輯的全稱定律？例

如用傳統的亞氏邏輯，就不會有悖謬產生。因為「所有烏鴉都是黑色的」是在對「烏鴉」下斷說；而「所有非黑的非烏鴉」是在對「非黑的東西」下斷說，故兩者判斷的對象並不相同。可是，這個方案違背了邏輯經驗論的基本立場——以符號邏輯來重建科學的邏輯。另一種方案是維持尼可判準並拒絕等值條件。可是，維持尼可判準和拒絕等值條件相當於拒絕經驗內容條件，進而拒絕外延條件。它會讓驗證與我們表達理論的方式或表達科學定律的形式有關。同時，拒絕外延性也可能意味著要拒絕弗列格和羅素的符號邏輯系統？如此一來，就會把我們導向不同的科學哲學觀點。

一些科學哲學家如布朗（Harold Brown, 1977）根據烏鴉悖論而對邏輯經驗論作了如下評論：邏輯經驗論的科學哲學缺少實際的科學理論或科學研究的實例之分析。所舉的例子只是一些簡單的通則，它能否應用到牛頓重力定律或薛丁格等式的印證上？我們並不清楚。布朗強調，這並非批評，而是知識現象的描述。邏輯經驗論有它們對科學知識的假定——最複雜的科學理論最終可化約成幾個簡單的通則。如此，簡單通則的分析，還是可以顯示科學知識的本質！第二，邏輯經驗論接受符號邏輯為科學分析的工具（語言），有其合法性。就像科學家接受歐氏幾何或微分方程為談論自然的語言一般。而烏鴉悖謬正是出於符號邏輯的工具。亞氏的傳統邏輯不會產生悖論，也沒有「外延性條件」的要求。那麼，是否表示亞氏邏輯更好？當然也不是。只是在指出不同的邏輯系統，可能會有不同的結果。所以，不同的科學哲學理論——建立在不同的邏輯系統上——也就有其可能性。

二、盞色悖謬

「盞色悖謬」是由另一位分析哲學家古德曼（Nelson Goodman, 1906-1998）提出來的。古德曼早期也受邏輯經驗論的影響，但晚期走向一個實效論、建構論的立場。盞色悖謬起於使用「驗證」到競爭假設的脈絡中而產生的邏輯困擾。

如果有兩個假說互相競爭，如何判斷應該接受哪個假說？根據邏輯經驗論，我們可以比較驗證例的數目，驗證例較多的假說，更可接受。如果兩個假設有相同的驗證例，則兩個假設有相同的驗證程度，故都可接受。

H_1 ：所有翡翠是綠色的。（All emeralds are green.）

H_2 ：所有翡翠是盞色。（All emeralds are grue.）

「盞色」（grue）定義為「在 2100 年之前是綠色的，2100 年後是藍色的。」

如此一來， H_1 和 H_2 兩個假說目前的驗證例一樣多，有相同的驗證程度，兩個都可接受，但兩個假說卻不相容！我們又有一個悖論。

古德曼的解決方式是訴諸於「可投射的述詞」（projectible predicate）這個概念，只有可投射的述詞才是可接受的。亦即「綠色的」是可投射的，它可以跨越任何一個時間點，而在每個時刻都可預測未來。「綠藍色」則是一個不可投射的述詞（2100 年前的「綠色」，不能投射到 2100 年後）。

李瑞全¹的〈顧特曼之詭論〉（“Goodman’s Paradox”）一文把引入「盞色」式的時間性述詞稱作「盞化」（gruification）。

他認為「可投射性」的解決方式，仍然要用我們的背景知識來判斷一個述詞是否是「可投射的」。但所有背景知識都有「蠱化」的危險，因此不能真正解決這個悖謬。他進一步區分「區域性的」（local）和「環球性的」（global）蠱化，前者指把我們所有知識的某些子集蠱化；後者則是把一切引進的新知識蠱化。李瑞全建議一個解決方案，在「區域性的蠱化」中，只要我們引進可靠的背景知識，我們就可以輕易地解決綠藍色詭論。譬如「所有的翡翠是蠱色的」的假設 H_2 可以被改寫為 H_3 「所有的翡翠在公元2010年後從綠色變成藍色」，因此，實際上我們有相容的兩個假設 H_{31} 「所有的翡翠在公元2010年之前是綠色的」和 H_{32} 「所有的翡翠在公元2010年之後是藍色的」，那麼和 H_3 假設競爭的其實是 H_4 「所有的翡翠在公元2010年之後仍然是綠色的」。針對目前所觀察的綠色翡翠，我們可以用礦物學、化學、物理學的背景知識來分析是否翡翠內部有可能讓它由綠色轉變成藍色的組成成分，就可以判斷觀察證據比較支持哪一個假設。如此一來，面對「區域性的蠱化」，經驗證據仍有可能決定哪個假設更值得支持。至於「環球性的蠱化」會使這個詭論無法解決。然而，它只是基於一種主觀的想望而不是客觀的事實，並不會對實際的科學構成什麼樣的威脅。

肆、科學理論的邏輯結構

除了「驗證的邏輯」之外，「科學理論的邏輯結構」（the logical structure of scientific theories）也是邏輯經驗論的探討重

心。如果說，科學知識的核心是科學理論，那麼科學理論有什麼樣的邏輯結構？邏輯經驗論認為，這是科學哲學的核心任務——發現科學理論內在的邏輯結構，或說以符號邏輯系統來重建（重新表述）科學理論的結構。

根據邏輯經驗論對科學理論的初步分析，科學理論（1）是一組語言的敘述或語句（linguistic statements or sentences），其中至少要包括「理論語句」和可能有一些「觀察語句」。至少包含一個理論詞（theoretical terms）的語句就是「理論語句」；完全由觀察詞（observational terms）組成的語句是觀察語句。如此預設了（2）觀察詞／理論詞的二分架構：（邏輯）經驗論者堅持科學知識最終必須奠定在經驗，也就是「可觀察的對象」（the observables, observable objects）上。這些可觀察的對象驗證或否證理論。指稱這些可觀察對象的語詞就稱作「觀察詞」。可是，科學家使用很多語詞，它們指稱的對象往往無法直接地觀察，如「重力」、「電子」、「場」等等。這些語詞就稱作「理論詞」。理論詞所指稱的對象，就被稱作「理論元項」（theoretical entities）（不管是否真正存在）。（3）「理論詞」既然指稱不可觀察的對象，所以它們其實就是「非觀察詞」（non-observational terms），不見得一定要來自某個科學理論。（4）要確保科學理論在經驗上可以驗證，就必須使用觀察詞來定義理論詞，或說把理論詞建立在觀察詞的基礎上。這種「定義」又被稱作辭典（dictionary）、橋律（bridge laws）或對應規則（correspondence rules）。

如此的理論觀首先引發的問題是：究竟要怎麼樣把理論詞建立在觀察詞的基礎上呢？換言之，要怎麼建立起「對應規

則」或「橋律」呢？科學理論中的對應規則和橋律有什麼樣的邏輯結構呢？

在邏輯經驗論的發展中，首先使用「等值定義」（equivalent definition），包括「顯式定義」和「操作定義」兩種定義類型。後來卡納普提出「化約句」（reduction sentence）的「局部解釋」（partial interpretation）。所以，我們一般也有一些常見的說法，像是把理論詞「翻譯」成觀察語句，或者把理論詞化約到觀察語句或觀察詞上。

早期的邏輯實證論謹守羅素的訓令「盡可能以邏輯重建來代替理論存在物」，又因為傾向於現象論的形上學，所以主張我們應該使用「感覺資料」語言來定義理論詞，換言之，在一個理論詞和一句觀察語句之間建立等值關係（定義）——這樣的定義又稱作「顯式定義」（explicit definition）。讓我們舉出幾個具體的科學例子。

現象一：在一個封閉迴路（電路）（a closed circuit）中的安培計（ammeter），其指針偏轉，乃是因為電子流通過的緣故。

現象二：雲霧室（cloud chamber）中的特別軌跡。當雲霧室有電磁場作用時，電子在不同的原子間移動，產生水滴的離子化（ionization），導致某些特別寬度和曲率的軌跡（科學家可以用相機將這些軌跡拍攝下來。）

現象三：離散光譜線（discrete spectral line）的存在，可以由電子（electron）的能階躍遷（jump between energy levels）來說明。當原子受激（譬如某種金屬元素被加熱）時，電子會從高能階跳躍到低能階，而放射出一定頻率的輻射線（一定頻率代表一定的能量，即電子躍遷時損失的能量）。因此，我們會看

到一個「離散光譜」，這是因為電子是以能量階層的狀態而存在著。

所以，在現象一中，我們看到指針偏轉；在現象二中，我們（在相片上）看到一定寬度和曲率的軌跡；在現象三中，我們看到離散光譜線。但所有這些現象（感覺資料），都使用「電子」這個我們看不到的理論元項來說明。「電子」就是個理論詞，離散光譜線中的「紅」、「黃」等等；一定寬度、一定曲率的軌跡；指針偏轉等等，則是觀察詞。

現在，我們可將「電子」下一個顯式定義為：

所有 x ，所有 y ； x 是電子，若且唯若， x 通過迴路而且 y 是安培計指針，則 y 偏轉。表達成符號邏輯式，令： $Ex=x$ 是電子； $Cx=x$ 通過迴路； $Ny=y$ 是安培計指針； $Dy=y$ 偏轉。

(a) $(x, y)[Ex=(Cx \cdot Ny \supset Dy)]$

換言之，我們用「若 x 通過迴路且 y 是安培計指針，則 y 偏轉」這觀察語句，來定義「電子」這理論詞，(a)命題是對「電子」的邏輯重建（此定義其實也是一個操作定義，見下文）。

1920年代美國哈佛大學數學與自然史教授布里基曼在其《現代物理的邏輯》（*The Logic of Modern Science*, 1927）提出「操作型定義」（operational or operationalist definition）的概念，成為科學教育中的一個基本概念。建立在操作定義上的科學哲學又被稱作操作論（operationalism, or operationism）。

「操作論」主張「（理論）概念只不過是一組操作；概念同義於對應的一組操作。」所以，一個代表理論概念的理論

詞，也就要由描述其對應的一組操作的「操作型語句」來加以定義，這個語句即是「操作型定義」。例如，「長度」的概念，就是我們實際對物體長度的測量。顯然操作論相當接近於檢證論。因此，雖然布里基曼不屬於維也納學圈，但是他的操作論仍然被歸屬於邏輯經驗論的一個分支。

顯式定義和操作定義都是使用等值定義。其差別在於，操作定義強調科學家的測量和實驗操作，定義了一個理論概念；而顯式定義強調科學家的觀察經驗定義了一個理論詞。可是，「等值」的邏輯性質，以及「等值定義」中定義項的感覺資料和操作方法，使得使用「等值定義」的橋樑產生幾個困境。

首先，它會使科學理論失去最重要的功能——預測新現象，以及利用對一組現象的說明來說明其它現象。在現象論和操作論的進路下，每次一有新的資料被說明或新操作方法被提議時，我們就必須把這組資料和方法加入理論詞的定義內。如此，等於是我們每次都重新定義理論詞，而不是用老的觀念來說明新的經驗領域。這樣的作法使得所有的科學理論（和理論詞或理論概念）失去「預測力」和「說明力」。

其次，既然理論詞的意義（概念）是一組感覺經驗的描述或操作，那麼不同的經驗或操作，也就意味著不同的意義或概念。例如，對於長度，有很多不同的測量方式，但每一種測量，就是不同的長度概念——照理說，應該用不同的語詞來表達。若要完全反映這種理論，我們就必須使用像「長度₁」、「長度₂」…「長度_n」這類的設計。如此一來，當科學家談論原子的直徑，和談論兩個城市的距離，以及談論兩個恆星之間的距離時，我們談的都不是相同的「長度」概念。因為它們都必

須應用不同的方法來測量。結果，我們會面臨上段的困難——我們不是把理論擴張到新領域，而是不斷在形成新理論。每一組不同的現象，就要用一組新理論或新概念來說明——但這並不是科學實際運作的方式。

第三，卡納普指出以「等值定義」的方法來建立對應規則或橋律，將會遭遇到邏輯上的困難。卡納普以理論性的「傾向詞」（disposition terms）來例示。「傾向詞」表達「傾向性質」（disposition properties）。「傾向性質」即某物體在某種特定條件或環境下，會顯示出來的性質。譬如「（在水中的）可溶解性」（solubility in water），乃是指將物體放入水中，它就會瓦解（dissolve）。傾向詞顯然不是「觀察詞」，因為它不是指稱立即的觀察經驗。傾向詞似乎包含了完整的操作過程與結果的描述，因此它可以由操作後的結果來檢驗。既然傾向詞是非觀察詞，它就屬於「理論詞」。

根據操作論，我們可以對任何傾向詞提出一個精確的操作定義。例如「可溶解性」定義成「x是可溶解的，若且唯若，無論何時，將x放入水中，則x會瓦解」。表達成符號式：

$$(x)[Sx=(t)(Wxt \supset Dxt)]$$

現在考慮四種物體 a, b, c, d：a 放入水中（Wat 為真），a 瓦解了（Dat 為真），所以，Wat \supset Dat 為真，則透過等值號傳遞真值，Sa 也為真，所以 a 有可溶解性。b 放入水中（Wbt 為真），b 沒有瓦解（Dbt 為假），所以，Wbt \supset Dbt 為假，因此 Sb 也為假，b 沒有可溶解性。c 從未被放入水中（Wct 總

是假)，c 就瓦解了 (Dct 為真)，(t)(Wct \supset Dct) 的條件句為真，即 Sc 為真。d 從不被放入水中，也沒瓦解，條件句 (t)(Wdt \supset Ddt) 也為真，即 Sd 為真。則，c, d 都可以說有「可溶解性」。這樣造成很荒謬的結果：一物體只要從不被放水中，就會具有可溶解性。換言之，等值定義的符號邏輯式，會造成一個東西只要永不被操作或永不被觀察，就會具有某傾向性質。這其實是由於蘊涵句的邏輯性質導出的結論，我們記得在蘊涵句中，若前件為假，則全句必定為真。

如何解決這個「操作定義的悖論」？

卡納普的解決方案是提議「化約句」的概念來取代「等值定義」。化約句不是單純的定義，不把理論詞置放在被定義項的一端。而是使用蘊涵句來取代等值定義。等值號被移到蘊涵句中的後件。例如，讓我們針對可溶解性這個傾向性質，建立一個「化約句」：

$$(x, t)[Wxt \supset (Dxt = Sx)] \quad \text{or} \quad (x, t)[Wxt \supset (Sx = Dxt)]$$

其中，W 表測試條件，D 代表試驗的可觀察結果，S 則是傾向性質。「可溶解性」的化約句是「無論何時，若將 x 放入水中，x 是可溶解的，若且唯若 x 瓦解。」如此一來，化約就不會再有顯式定義或操作定義的問題，因為它的前件是測試操作或實際觀察，亦即，必得先測試先觀察，才能知道是否有該傾向性質。換言之，不管 a, b, c, d 哪一個，都要先使 Wxt 為真，才能進一步考察 Dxt，再透過等值號建立 Sx 的真假值。如果 Dx 為真，則 Sx 為真，x 具有可溶解性。如果 Dx 為假，Sx 也

為假， x 不具可溶解性。如果沒有測試，即 Wxt 為假，則不過是意味著整個條件句為真——即整個化約解釋為真，但並不必然蘊涵 Sx 為真。此時，不管 Dxt 和 Sx 的真假值如何，整個條件句都為真，所以我們也無法透過 Dxt 來判斷 Sx ， Wxt 沒有先為真，即因為沒有操作。沒有操作一物體，就無法判斷該物體是否具有「可溶解性」。

由化約句來定義「理論詞」就意味著把理論詞「化約」到觀察詞之上，也就等於說為「理論詞」提供一個可觀察的經驗基礎；但並不否定理論詞所代表的對象有可能真實存在。

一個語詞的等值定義給予它完全的意義，這是「邏輯等值」運算元的基本性質。所以，「顯式定義」和「操作定義」都採用等值定義，因此如果同一語詞形式有不同的顯式定義和操作定義，在邏輯上就意味著不同的意義（只是語詞形式相同）。卡納普的化約句並不是一個等值定義，所以，一個語詞的每個化約句只能賦予它局部性的意義，而不是一個完全的意義。因為化約句是由檢驗條件構成，當檢驗條件或環境改變時，我們就可以建立不同的化約句。例如「若將 x 放在潮濕的地方，若 x 是可溶解的，則 x 會慢慢瓦解」（ $(x, t) [W'xt \supset (Sx \equiv D'xt)]$ ）也為「可溶解性」提供了一個不同的化約句——這個不同的化約句，提供了一部分的意義。理論上，我們可以建立無限多的化約句，因為一個語詞代表的對象可以有無限多種檢驗。所以，理論詞的意義不可能完全被定義，只能針對一組特別的檢驗和檢驗結果而被局部地解釋。換言之，化約句是對理論詞的「局部解釋」。

邏輯經驗論作了「理論語言」和「觀察語言」的二分法。「理論語言」提供科學理論說明力，但是它的意義最終必須被奠基在經驗——用觀察語言來表達。如何把理論語言連結到觀察語言呢？連結的工具就是對應規則。換言之，每個理論詞都透過對應規則而關聯了觀察詞。顯式定義、操作定義、化約句則是對應規則的不同類型。從邏輯實證論到邏輯經驗論的發展，也反映在對應規則的類型的改變上。

由上述的討論，邏輯經驗論把科學理論視為一個公設系統（axiomatic system），包括公設（postulates）（科學定律或定理，其中包含理論詞）和對應規則（將理論詞關聯到觀察詞之上）。一個科學理論包括幾個公設，它們構成一個理論詞的網絡，其中有一些理論詞是由其它理論詞來定義，而一些理論詞則透過對應規則連結到觀察語言上，理論的驗證與否，則由描述實際觀察的記錄句（protocols）來檢驗。但是全部由觀察語言組成的記錄句不是理論的一部分。

一個科學理論的圖像可以圖繪如圖2-1：

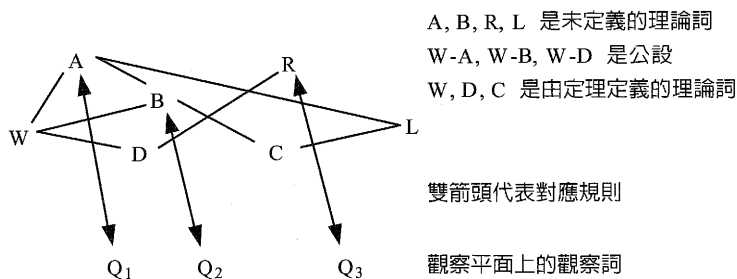


圖 2-1

觀察語句或記錄句當然是經驗的。科學理論的公設則是一種假設，就它們包含不可觀察的理論詞而言，它們是先驗的、獨立與經驗的，當然它們必得與經驗有所連結才能得到認知意義。現在麻煩的是作為科學理論一部分的對應規則，它們的地位是什麼？它們是否能被納入「先驗分析語句」和「經驗綜合語句」這個二分架構內？邏輯經驗論最初把對應規則看成是分析命題或先驗規則，它們告訴我們應該如何使用語言（理論語詞）。後來，韓培爾指出，對應規則應該也是經驗研究的結果。例如，時間的科學概念。在過去一向把某個周期歷程當作標準的時間間隔，相等的時間間隔只是由於約定的關係，只是一種標準。然而，鐘錶學（horology）的歷史顯示，鐘錶無法嚴格地標誌出相等的時間間隔。相等時間間隔的界定和鐘錶機械技術的進展有密不可分的關係，所以解釋「時間」的對應規則其實是依賴於經驗技術的進展。

伍、科學說明

科學的基本目的一向被認為在於「說明」（explain）現象。我們使用科學知識來說明現象。或者說如果我們能夠為現象提供一個「科學性的說明」（scientific explanation）時，我們就擁有「科學知識」。然而什麼是科學說明？簡單地說，針對「為什麼問題」（why-question）而給予科學答案。例如，「為什麼會下雨？」我們可以回答「因為天帝派遣雨神來澆水」，也可以回答「因為地面上河海的水受太陽照射蒸發成水氣，到高空

中遇冷空氣凝結成雲，雲層裏的水氣互相凝聚成小水滴，重量超過空氣浮力因而降落，就是下雨。」後一個答案才是「科學說明」。換言之，科學上提供的答案就是一個科學說明。科學說明提供我們「科學知識」。

一、涵蓋律模式

科學家對不同的問題會提供的不同表達方式的科學說明，乍看之下有萬萬種。例如「為什麼每天太陽從東方升起，西方落下？」的說明是「因為地球由西向東自轉。」或者「為什麼重物失去支撐會掉落？」的說明是「因為該物受到地球引力的作用」如此等等。不同的說明有似乎有不同的樣貌。可是，如果科學知識是一組具有特定邏輯結構的陳述，那麼種種不同的科學說明是否有其共通的邏輯結構？所以，這個說明才能被稱作「科學說明」？韓培爾和歐本漢（Paul Oppenheim）認為是的。在他們合作的經典文章中〈說明的邏輯之研究〉（“Studies in the Logic of Explanation,” 1945）他們提出了重要的涵蓋律模式（covering-law model），包括「規律演繹模式」（deductiv-nomological model, D-N model）和「統計歸納模式」（inductiv-statistical model, I-S model）。讓我們先以一個簡單的實例來討論「規律演繹模式」。

問題：為什麼玩具會浮出水面？

因為：

1. 任何物體放入水中，若物體重量大於同體積液體的重量，則物體沉入水中；反之，若物體之重量小於同體積之液體重，

則物體會浮出液面；若兩者重量相等時，則物體可停留在液體中的任何地方，不浮不沉。（普遍定律）

2. 此玩具被丟入水中；
3. 池中液體是水；
4. 此玩具重量較同體積的水輕。

故，玩具浮出水面。

1 是普遍定律（general law），因為它沒有指涉任何特定的固體，它以「任何物體」為主詞，是個「全稱語句」。而 2, 3, 4 表達特定的事件，它們的主詞「此玩具」、「池中液體」指稱特定的對象，它們描述已發生的事件，故稱作「先行條件」（antecedent conditions），最後一句是結論。根據這個例子，我們可以把這說明加以形式化：

普遍定律： $L_1, L_2, \dots L_n$

先行條件： $C_1, C_2, \dots C_m$ 說明項（explanans）

結論： E （待說明的經驗事件之描述）被說明項（explanandum）

其中， E 要邏輯地從 $L_1, L_2, \dots L_n$ 和 $C_1, C_2, \dots C_m$ 中演繹出來。

韓培爾主張所有的科學說明，不管它的表達語句如何排列（例如可能普遍定律排在先行條件之後），原則上都可以被分析出這個結構。而且它可以適用於定律說明事件（如伽利略落體定律說明從高塔自由墜落的石頭）、理論說明定律（如使用牛頓力學的重力定律說明伽利略落體定律）和更廣的理論來說明較狹的理論（如牛頓的三大運動定律說明重力定律）。

可是並非任何滿足上列邏輯形式的，就是科學說明。一組科學說明的語句除了滿足上列邏輯形式結構外，必須再滿足下列四個適切性條件（conditions of adequacy）。

- (1) 說明項邏輯地蘊涵被說明項。
- (2) 說明項必定擁有普遍定律，乃是演繹被說明項時所必要的。
- (3) 普遍定律必須得到高度驗證。
- (4) 先行條件必定為真。

其中，前兩者又稱「邏輯條件」，後兩者稱「經驗條件」。如果沒有這四項適切性條件，則我們也可以使用「假設」甚至「幻想」來作說明，而且滿足上述的形式結構。例如二十世紀初有業餘天文學觀察家使用望遠鏡觀察火星，發現其表面有許多「縱橫直線」，有人相信這些縱橫直線必定是文明的產物，因此他們推測火星上有高等智慧生物，他們創造了大規模的「運河」系統，在望遠鏡中顯現為「縱橫直線」。如此，他們可以構造一個「說明」來回答：為什麼用望遠鏡觀察火星會看到縱橫直線？因為：

普遍定律：所有星球表面，若有大規模的河道，都必是智慧生物的產品；

星球表面的河道在地球望遠鏡中顯現為「縱橫直線」。

先行條件：火星上有大規模的運河。

火星運河在地球望遠鏡中顯現為「縱橫直線」。

火星上有智慧生物（火星）人，他們創造火星運河。

結 論：所以，我們能在地球上透過望遠鏡觀察到「縱橫線條」。

問題是，這個「說明」中的普遍條件能得到「高度驗證」嗎？先行條件可以為真嗎？當然不。相反地，它的先行條件都是猜測。因此它並不是一個「科學說明」，儘管它的形式結構和 D-N 模式一樣，但它不能滿足四項適切性條件。然而，該四項適切性條件真能被滿足嗎？

林正弘（1988）² 舉例論證一個科學說明要同時滿足這四項切當性（適切性）條件，乃是件不可能的事。首先，普遍定律很難得到高度驗證，因為普遍定律通常陳述的是「理想狀況下」的事態，例如伽利略的「自由落體定律」，其實陳述的是「在地表附近真空狀態下」，我們才能得到每秒平方9.8公尺的重力加速度。可是，地球上根本沒有真空狀態，重力加速度其實也會隨著物體距地心的距離而改變。換言之，伽利略的自由落體定律有「高度驗證」嗎？或許，實際經驗反而都不能驗證它，除非我們把「在理想狀況下」的句子加在定律上，但如此說明項就無法邏輯地蘊涵被說明項了，因為被說明項並不是「在理想狀況下」，而是實際的事件。如果我們不在普遍定律前加上「在理想狀況下」，而是把「理想狀況存在」當成一條先行條件或先行條件的一部分，雖然可以避開前一個困難，卻又導致無法滿足條件四了，因為這樣一來先行條件就不為真。結果我們總是顧此失彼。

林教授嘗試提出四種修正方案，即分別修正四項適切性條件的敘述。但是，這四種修正方案的結果都會違背涵蓋律模式的基本精神。所謂「涵蓋律模式的基本精神」是：第一，必須要有高度可靠性，才可做為說明的前提。第二，抽象概念必須有明確的經驗內容，模糊玄虛的抽象概念必須加以排斥。而林

教授提出的第一個修正方案是，放寬第三個切當性條件，不要求普遍定律必須得到高度驗證，而只要求其未遭受反例推翻即可。但這違背第一種基本精神。第二個修正方案是放寬第四個切當條件，不要求敘述理想狀況存在的先行條件已知為真，只要未知其為假即可。但這也違背了涵蓋律模式的第一點精神。第三個修正方案是放寬第一個切當條件，不要求待說明事象是普遍定律和先行條件的邏輯結論。但是這也違反第一和第二點基本精神，因為如果沒有對應規則來連結抽象概念和具體事項，就得依賴個人的理解。這個修正方案的精神較接近孔恩的科哲。最後一個修正方案是放寬第一和第四個切當條件，它其實只是第二和第三方案的合併，顯然違背其基本精神。這四種修正方案得到的結果都比較接近波柏或孔恩等人的科學觀點。

除了「規律演繹模式」之外，邏輯經驗論者承認另一種主要的說明模式，即統計歸納模式，或簡稱為統計說明模式。例如：

前提一：這桶裡的咖啡豆有百分之八十是甲級的，百分之二十是乙級的。

前提二：任意拿出一顆咖啡豆來。

=====

結 論：此咖啡豆有百分之八十的機率是甲級，百分之二十是乙級。

劃雙槓線隔開前提和結論的意思是，前提有很高的機率能推出結論。但不是演繹必然的，所以才稱作「統計歸納模式」。在歸納邏輯上，我們又把這種說明模式稱作「統計三

段論」(statistical syllogism)。前提一又可稱作「統計律」(statistical law)，前提二則是先行條件。

「科學說明」產生了許多科哲的問題，例如統計與機率說明的問題、說明與因果、目的論式的(功能)說明、歷史說明、社會科學的說明和解釋問題、說明與模型等等課題。這些課題在日後的發展都超出邏輯經驗論的觀點。我們不擬在此一一詳述。以下只再討論科學預測(scientific prediction)以及說明和驗證的問題。

例如，社會科學的說明和自然科學的說明，有沒有根本差異？一些德國哲學家認為社會科學應該使用「詮釋」(interpretation)，而不是自然科學式的說明(涵蓋律說明)。還有，功能說明可以被納入涵蓋律說明模式內嗎？生物學常使用功能甚至目的論式的說明，又可以被化約嗎？

二、科學預測

科學為什麼有力？因為它能做精確和可靠的預測。可是又為什麼科學預測是精確可靠的？因為如果它的預測可以從科學定律中邏輯地演繹出來，則邏輯保證了它的必然性，如此它當然可靠。例如，如果我們知道「太陽每年三月二十一日時會在正東方向升起」，則我們可以預測明年三月二十一日，太陽會在正東方向升起。把這個預測表達成一個推論形式，我們得到：

前提一：每年三月二十一日太陽從正東方向升起。

前提二：明年三月二十一日來臨時。

結 論：太陽將從正東方向升起。

這樣看來，科學預測和科學說明似乎有相同的形式（邏輯）結構。因為前提一是個普遍定律，前提二是個先行條件。而且前提一和前提二可以聯合演繹出結論。兩者唯一的差別是，科學預測的先行條件和結論是未來的，尚未發生的。

韓培爾正是主張「說明」和「預測」有相同的「形式結構」。所以，從邏輯上看，「說明」和「預測」是同一件事。而且他主張說明和預測之間有一種對稱性：即一個適切的說明必須要能從說明項中演繹出對相同事件的預測；反之，一個適切的預測，也要能做為該事件的說明。乍看之下，這似乎很合理，因為說明和預測都是從普遍定律中演繹出特殊的事件，如果一個特殊事件已發生，則這個演繹是說明；如果它還沒發生，則是預測。例如先前玩具浮起的例子，我們可以預測「任何比同體積水輕的玩具被丟入水中，都會浮起。」

可是，如同前述，科學說明必須滿足四項「適切性條件」，而科學預測也一樣嗎？有人質疑：如果一個說明使用的普遍定律，最初得到高度驗證，但後來可能被修正或拋棄，例如哥白尼的天文學中，說明高塔落石現象，使用地球自轉帶動空氣推動落石這樣的普遍定律來說明，後來該定律被伽利略修正為「自然（慣性）運動」定律。儘管如此，原初的科學說明仍然滿足了四項適切性的條件，它仍是一個「適切的科學說明」，卻不是一個成功的科學說明。但是，如果使用原初普遍定律的科學說明同時作預測，當定律被修正時，原預測就不再是成功的預測了。如此一個失敗的預測，是否還能是一個適切的預測？——因為該預測和說明有相同結構，因此能滿足適切性條件。針對這個質疑，韓培爾辯護說一個說明之所以是科學說

明，在於它也能從說明項中演繹出預測來。換言之，「預測」其實是「科學說明」的一個適切性條件。亦即「一個適切的科學說明」，應該要能進行成功的預測。如果一個科學理論的預測並不成功，那麼該科學理論最初可以產生的對經驗現象種種說明，都不再是適切的說明了。

涵蓋律模式的另一個問題：涵蓋律模式堅持科學說明乃是一種演繹，則如何區分演繹說明和非說明性的演繹論證？舉下列演繹論證為例：

大前提：地球要嘛是圓的，不然就是平的。

小前提：地球是圓的。

結 論：地球不是平的。

這是一個演繹論證，但它是一個說明嗎？

對這種質疑的解決方式也是「預測」。換言之，能預測的演繹才是說明，不能預測的單純演繹，就不能是說明。例如，在說明：「此玩具浮出水面」，同時也能預測：「比同體積的水輕的玩具，被投入水中時，都會浮出水面。」後來韓培爾認為：說明只是預測的一種次類。科學知識最根本的功能就是對可觀察對象的預測。

三、說明、驗證與知識

如果一個現象能被定律所說明，則它也是該定律的一個「驗證例」。反過來說，如果一個「經驗證據」是一個定律或理論的驗證例子，則該定律或理論也要能說明該「經驗」，這

代表了說明和驗證的關係。既然驗證決定了定律或理論能否被接受，而被接受的定律或理論就是科學知識。可是，科學史上不斷地有說明「相同現象」的新定律和理論被提出來，邏輯經驗論如何處理新舊理論之間的關係？

邏輯經驗論主張定律 L 可以被一個更普遍的定律 L' 所說明，既然先前可以說明現象的定律 L 已被現象所驗證，L 又可以去驗證能說明（演繹出）L 的更普遍的定律 L'，所以 L' 因此也可以得到驗證而被接受。就邏輯而言，更普遍的 L' 是較新、較晚提出來的，它被接受是基於 L，而 L 已被驗證。L 和 L' 因此都成為被接受的知識，成為知識庫的一部分。因此科學知識的成長是一個不斷累積的過程。例如伽利略的慣性定律（inertial law）和落體定律（law of falling bodies）可以被牛頓力學理論（包括三大運動定律和重力定律）演繹出來；而且克普勒行星三大定律（Kepler's laws of planet）也可以被牛頓力學所說明。又如，相對論可以演繹出牛頓力學，牛頓力學只是相對論的一個特例。

然而，就歷史的眼光考察，伽利略的慣性定律主張慣性運動是一種「自然運動」（natural motion），而自然運動必定是「圓周運動」（circular motion），換言之，伽利略認為圓周運動的物體也是在進行慣性運動，所以他堅持行星的軌道是正圓形的（這使他不接受克普勒的行星橢圓軌道定律）。但對牛頓力學來說，圓周運動是一種向心力運動，並不是慣性運動，慣性運動是直線。同樣地，伽利略的落體定律中，落體的加速度是常數；但在牛頓力學中，落體的加速度和地球中心的距離成平方反比（即 $g=GM/r^2$ ），兩者其實並不一致。牛頓力學也不能

演繹出伽利略的自由落體公式。（當然，一般「解釋」是物體在地球表面附近，牛頓力學就可以導出伽利略落體定律。問題是，這「解釋」如何被納入涵蓋律模式內？亦即「解釋」如何可能是演繹？）

同樣地，對克普勒行星定律亦然。當只存在一個太陽和一顆行星時，牛頓力學的確可以導出橢圓軌道。但是，當二個以上的行星時，行星彼此間也有引力，它們的軌道就不見得是橢圓了。克普勒行星第三定律則是 $(a^3/T^2)=\text{constant}$ ， a 是行星的直徑， T 是行星的週期；但依牛頓力學的演繹，則應該是 $(a^3/T^2)=K(M+m)$ 其中， M 是太陽的質量， m 是行星的質量， K 是常數。雖然行星質量相對太陽而言小很多，但兩者畢竟不同。所以牛頓力學演繹出克普勒第三行星定律了嗎？

歷史上，科學家以簡化（simplified）、理想化（idealized）的模型來進行推導。牛頓導出克普勒橢圓軌道定律也是一種簡化、理想化的模型下來進行。換言之，他只考慮太陽和一顆行星。二顆行星以上的三體問題，牛頓本人也無法處理。問題是邏輯性的科學哲學理論是否能配合這種真實狀況？如果科學哲學家堅持邏輯經驗論，主張科學知識必定要得到驗證，而驗證是一種說明，說明是一種演繹，科學知識透過說明、驗證、演繹而累積成長——但這整套觀點卻不合實際的科學史。如果要把科學史考慮進去，則科學哲學家就必須放寬邏輯經驗論對於邏輯、說明、驗證和演繹的要求。所以，我們如何看待這個困難？也就是說，我們是否要尋求一個新的「科學說明和驗證的理論」？

陸、邏輯經驗論的定位和遺產

邏輯經驗論曾一度興盛，在二十世紀七十年代後衰頹，屢屢被宣告過時甚至死亡。的確，今天新生代的科學哲學家不再有人會接受邏輯經驗論的全盤主張。可是，邏輯經驗論提出的許多議題，今天仍然是科學哲學的爭論重心。例如假說的驗證、科學說明和功能說明、因果問題、機率的本質、自然定律或科學定律的本質、科學理論的結構、理論與實在的關係、生物學和心理學的化約問題、物理理論（相對論、量子力學）的哲學問題等等。只不過，邏輯經驗論對這些議題的大部分答案，都受到了質疑、修正或拒絕。

首先，在科學理論的結構方面，邏輯經驗論企圖把科學理論重建成一個使用量化符號邏輯表達的「公設系統」，又堅持「外延性原則」，使他們把重點放在命題之間的邏輯關係——也就是命題與命題之間有效的排列組合——而不考慮科學命題的語意內涵，這種看法又被稱作「句法觀點」（the syntactical view）。1960年代後的科學哲學家薩普斯（Patrick Suppes）標榜「語意觀點」（the semantic view），主張科學理論的結構之重心是語意內涵，³ 1980年代科哲家吉爾瑞（Ronald Giere）從語意觀點中發展出「認知觀點」（the cognitive view）或「模型觀點」（the model-based view）（參看本書第九章）。

因果問題往往與科學說明的問題結合在一起討論，在這方面邏輯經驗論繼承休姆的觀點，主張「因果」只是兩事件的規律恆常地連結而已，此外對現象的科學說明就是使用定律來演繹的「涵蓋律模式」，多年來一直是科學哲學的主流觀點。

1980年代後，科學哲學家開始挑戰「律則性的因果觀」和涵蓋律說明模式，例如卡特萊特（Nancy Cartwright）則提出對「原因」的「容能性」（capacity）之解釋和一套全新的「說明的模擬觀」（the simulation account of explanation），而伍德沃（James Woodward）則提出「原因操作論」（the manipulation theory of causation）。但這些爭論本書將不多加介紹。

關於科學理論和實在的關係，在邏輯經驗論之前的科學中，就一直有著「工具論」（the instrumental view）和「實在論」（the realist view）的爭論，前者主張科學理論只是計算和預測的工具，只能說明經驗現象的秩序，並不能或不需要反映（reflect）實在；後者主張科學理論要能反映實在，或者我們擁有最好的科學理論確實能反映實在（至少是一部分實在）。邏輯經驗論並沒有在這兩種觀點上採取特定的立場，其成員有偏向工具論也有偏向實在論的立場。或者可以說「邏輯實證論」偏向工具論的立場，因為它主張科學只能談到經驗現象，但邏輯經驗論則不排斥「理論詞」有可能指涉到真實存在的物理對象，只是需要化約到觀察詞上。1970年代後，分析哲學家帕特南（Hilary Putnam）重新恢復科學實在論，反對工具論，並用來面對科學歷史不理性的解釋之挑戰。但是1980年也有繼承邏輯經驗論的「新經驗論者」范·弗拉森（Bas van Fraassen）提出「建構經驗論」（constructive empiricism）來和科學實在論對抗，他宣稱科學理論只需要能說明經驗現象即可——亦即科學追求的目標是「經驗適當性」（empirical adequacy）而已。

可以說，今天英美科學哲學研究的熱門議題，仍然籠罩在邏輯經驗論的影響之下。科哲家仍然得不斷地回溯邏輯經驗論

的主張，或者文獻回顧、或者尋求靈感、或者當成批判對象。這是邏輯經驗論的遺產。

原典閱讀

Bridgman, P. W. (1927), *The Logic of Modern Science*. New York: The MacMillian Company.

Carnap, Rudolf (1936/37), "Testability and Meaning," *Philosophy of Science*, 3:420-471; 4: 2-40.

Goodman, Nelson (1983 [1955]), *Fact, Fiction, and Forecast*. New York: The Bobbs-Merrill Company, Inc. 1955 in Great Britain by the University of London. 4th edition, 1983, Cambridge: Harvard University Press.

Hempel, Carl G. (1965), *Aspects of Scientific Explanation and Other Essay in the Philosophy of Science*. New York: Free Press.

Mach, Ernst (1959 [1906]), *The Analysis of Sensations and the Relation of the Physical to the Psychological*. Trans. by C. m. Williams and S. Waterlow. New York: Dover Press, 1959. Originally published by Open Court, Chicago, 1906.

Nagel, Ernest (1961), *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. New York: Harcourt, Brace and World.

Wittgenstein, L. (1922), *Tractatus Logico-Philosophicus*. London: Kegan Paul, Trench, Trübner.

參考文獻

李瑞全（1982），〈顧特曼之詭論〉，《鵝湖月刊》第80期，頁43-52；最初發表於（1981/11）《中國文化月刊》第25期，頁135-156。

- 林正弘（1988），〈科學說明涵蓋律模式之檢討〉，《伽利略·波柏·科學說明》。臺北市：東大出版。
- 陳瑞麟（2004），〈科學理論的兩種公理化進路〉，《科學理論版本的結構與發展》附錄。台北：台大出版中心。
- 戴東源（2003），〈回顧被遺忘了的維也納學圈——重新發現紐拉特〉，《當代》第186期，頁10-31。
- Ayer, A. J. (1938), *Language, Truth and Logic*. London: Clarendon Press.
- Ayer, A. J. (ed.) (1959), *Logical Positivism*. Illinois: The Free Press.
- Brown, Harold I. (1977), *Perception, Theory and Commitment: The New Philosophy of Science*. Precedent Publishing Inc.
- Campbell, Norman R. (1957), *Foundations of Science: The Philosophy of Theory and Experiment*. New York: Dover Publications.
- Hume, David (1888), *A Treatise of Human Nature*. 1st edition, 1888, with an Analytical Index, by L. A. Selby-Bigge. 2nd edition, with text revised and variant readings by P. H. Nidditch. Oxford: The Clarendon Press.
- Giere, Ronald N. and Richardson, Alan W. (eds.) (1996), *Origins of Logical Empiricism*. London and Minneapolis: University of Minnesota Press. (Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Volume XVI.)
- Mach, Ernst (1976 [1926]), *Knowledge and Error: Sketches on the Psychology of Enquiry*. Trans. by T. J. McCormack and P. Foulkes. Dordrecht: The Reidel Press.
- Misak, C. J. (1995), *Verificationism*. London: Routledge Press.
- Russell, B. & Whitehead, A. (1910), *Principia Mathematica*. Cambridge: Cambridge University Press.

Stadler, Friedrich (ed.) (2002), *The Vienna Circle and Logical Empiricism: Re-evaluation and Future Perspectives*. London and Boston: Kluwer Academic Publishers.

註解（註解段末所置頁數，為註解出處的本文頁數）

1. 中央大學哲研所教授，目前主要研究儒學和應用倫理學。（頁56）
2. 台灣資深科學哲學家，台灣大學哲學系退休教授，目前是東吳大學哲學系客座教授。（頁70）
3. 參看陳瑞麟（2004），〈科學理論的兩種公理化進路〉。本文為牛頓力學提出一個句法公理系統的重建。（頁77）



否證與假設的檢驗

波柏的否證論與杜恩的挑戰

一提到否證論，人們會立即聯想到「波柏」這個名字。

波柏（Karl Popper, 1902-1994）是二十世紀最重要的哲學家之一，他在科學哲學、社會哲學和政治哲學領域中，都留下不可磨滅的貢獻。波柏的追隨者甚至認為他是康德以來最重要的哲學家（阿格西 [Joseph Agassi]¹ 語）。在社會哲學的領域中，波柏批判十九世紀末起社會科學中的「歷史定論主義」（historicism）立場（如馬克思主義 [Marxism]）；在政治哲學上，波柏在其名著《開放社會及其敵人》（*The Open Society and Its Enemies*, 1945）中強烈抨擊柏拉圖和馬克思的烏托邦思想可能導致極權主義統治，並批判它們背後預設的「本質主義」

(essentialism) 方法論和黑格爾的辯證法。波柏倡議「開放社會」的觀念，對立於極權統治所導致的「封閉社會」，這個觀念也在經貿世界中發揮實質的影響力。² 追根究底，波柏的社會哲學與政治哲學，還是根源於他的科學哲學理論，他在那些領域中受到重視的觀念，其實就是他的科學哲學觀點，應用到社會和政治領域中的成果。波柏在哲學史的形象，主要還是以科學哲學家的身影而現身。除了哲學和科學哲學界之外，波柏的科學哲學，也在科學家之間有相當大的影響力，許多科學家對自己工作的自我形象（科學觀），要不是受波柏的影響就是類似於波柏的立場。³

波柏的著作豐富，他有三本在科哲領域中常被討論的著作，《科學發現的邏輯》(*The Logic of Scientific Discovery*, 1959)⁴、《推測與駁斥：科學知識的成長》(*Conjecture and Refutation — The Growth of Scientific Knowledge*, 1969)⁵、《客觀知識》(*Objective Knowledge — An Evolutionary Approach*, 1978)。本章對波柏哲學的介紹，主要依賴前兩本。第壹、貳節的內容主要來自《推測與駁斥》，第參、肆節的內容則來自《科學發現的邏輯》。

壹、波柏科哲的中心論題

在邏輯經驗論的標準觀點和六十年代後的歷史學派之科學觀點 (Harold Brown 在1977年出版的 *Perception, Theory and Commitment* 中把新觀點稱為「科學的新形象」[the new image

of science]) 之間，波柏在《科學發現的邏輯》中提出的否證論恰好扮演一個中介、過渡的角色。為什麼是「中介」？因為波柏的科哲，一方面在理論結構的觀點上，與邏輯經驗論無異；但是，波柏反對邏輯經驗論的「實證論」立場；另一方面波柏也強調科學的動態發展向度——科學是通過「推測—否證」的過程逐步地進展，這使得波柏的觀點得以銜接研究科學歷史發展的「歷史學派」。

一般我們把波柏的科學哲學稱為「否證論」(falsificationism)，意指科學的本質就在於否證。就論點的強度而言，「否證論」這個基本立場可以被分成(a)嚴格的否證論觀點(strict falsificationist view，或稱素樸的否證論)：每個個別的理论，都單獨面對實驗的挑戰。我們由理論或假說演繹出待檢驗的命題，檢驗它。一旦經驗證據與此命題不符合，便否證理論或假說。(b)溫和或修正的否證論觀點(moderate or modified falsificationist view，或稱精緻否證論)：由理論演繹出的命題，本身也可能被否證(即待檢驗的命題本身可能出錯)，換言之，實驗過程出了差錯。如此一來，科學家可以拒絕待檢驗的命題而保留理論。但是，科學的目標仍在於否證理論。理論之所以被否證，在於有新理論和老理論競爭，科學家應該設計一個「決斷實驗」(crucial experiment，或稱關鍵實驗、判決實驗)來裁決哪個理論為假。否證只會發生在兩個(以上)的理論互相競爭的時候。兩個理論彼此有不相容的判斷，如果實驗結果和其中一個理論的預測不吻合，該理論就被否證了，而未被否證的理論，就表示它暫時被認可(corroborated)。

波柏的哲學大致是修正或溫和的否證論觀點。而且波柏談「否證論」的動機並不是出於對科學理論檢驗的關切，而是來自他最關心的「劃界問題」（the problem of demarcation）。他的科哲的中心論題是：歸納法不是真正的科學方法、不是科學劃界的標準。科學理論也不是應用歸納法來加以驗證；歸納和驗證在科學研究中其實並未扮演任何有意義的角色。

貳、劃界問題與歸納問題

對波柏而言，科學哲學的中心問題是「劃界問題」，即在「科學」與「非科學」之間劃出一條明確的邊界來，也就是建立起一個「劃界的判準」（demarcation criterion）。波柏提出的劃界判準是「可否證性」（falsifiability）——一個命題是科學的，若且唯若，它可以被經驗否證。

不像邏輯經驗論的「檢證原則」，「劃界判準」並不是一個意義理論，它並不主張可以由經驗否證的命題才有「認知」意義。劃界判準可以區分科學和形上學，形上學不可否證，因此是非科學。但是，對波柏來說，形上學並不是無意義的。反過來說，邏輯經驗論的意義理論卻蘊涵一個劃界判準，即「檢證論」——主張區分科學與非科學的標準在於能否由歸納經驗來檢證。波柏強烈地反對邏輯經驗論的許多主張。⁶一方面在波柏看來，檢證絕不足以區分科學和非科學，另一方面，邏輯經驗論想使用驗證理論和歸納法來重建「科學的邏輯」，也受到波柏的有力批判。

首先，波柏認為檢證和驗證不足以做為「劃界判準」。一來很多非科學如常識、占星學、宗教教義等等，其實都可以檢證，都可以有經驗來支持，也都使用歸納法。但是，常識、占星學、宗教是科學嗎？「驗證」（有「說明力或解釋力」）或「檢證」（經驗證據吻合理論）並不是科學的主要特徵：如馬克思、弗洛伊德、阿德勒的理論都很有說明力，它們處處都可找到驗證的證據，它們的支持者常常宣稱不相信那些理論已被驗證的人，是因為他們拒絕看或者由於自身的階級利益等等。

可是，波柏指出，儘管上述「偽科學理論」可以驗證，但它們無法通過「可否證性」的判準。例如一個人故意把小孩推入水中想溺死他，另一個人犧牲自己生命想救溺水的小孩子。這兩個互相矛盾的行為，在弗洛伊德和阿德勒的理論中，都可以用同一組理論來說明。弗洛伊德會說第一個人被壓抑所害、第二個人則成就昇華。阿德勒會說兩個人都被自卑感（feelings of inferiority）所害，所以第一個人以推小孩來證明自己敢犯罪，第二個人以救小孩來證明自己敢救人。這樣一來，沒有理論會被否證——因為互相矛盾的行為都可以得到相同理論的說明。

其次，不管一個普遍命題有多少歸納例子的支持，只要有一個反例，即足以否證此普遍命題的成立。換言之，在理論的驗證和否證之間有一種反對稱——為了解決這種反對稱，波柏提出「可否證性」作為科學劃界的判準。

波柏曾簡單地使用幾個科學史實例來「檢驗」（test）「可否證性」的概念。十六世紀末時，伽利略在比薩斜塔做實驗，發現重的物體和輕的物體同時落到地面（雖然這只是個謠

傳），根據波柏，這個實驗將否證亞里斯多德的物理學（主張重物會比輕物更快抵達地面）。二十世紀初的日蝕觀測，則否證了牛頓力學。當時廣義相對論已被提出來和牛頓力學競爭。根據廣義相對論，光線通過大重力場時，將會產生曲折。這重力場要很大，才能觀測出來。因此在地球上，能觀測的對象就是太陽的重力場。但太陽光太亮，以致遠方的星光，即使通過太陽附近，也無法被觀測出來。但在1919年有一次日蝕，是一次好的觀測機會。愛因斯坦對它作了光線曲率數字的預測，由愛丁頓（Sir Arthur S. Eddington, 1882-1944）爵士率團到非洲某地觀測，所得的結果吻合愛因斯坦的預測；而和牛頓力學的預測不合。根據波柏，這次觀測並不是驗證了愛因斯坦的相對論，而是否證了牛頓力學——儘管牛頓力學已經過無數次的考驗，而被堅實地認可（well-corroborated）。像這種實際上否證理論的實驗或觀測，就是十七世紀初培根所謂的「決斷實驗」（下文會再討論）。

另一個例子是仲裁「熱質說」（caloric theory）與「熱的動力理論」（kinetic theory of heat）相持不下的實驗。十九世紀時，關於熱和溫度的本質問題，有兩派理論。一派是熱質說，代表人物是布雷克（Joseph Black, 1728-1799），主張熱是一種物質實體，即「卡路里」（calorie）（熱質）；它是一種液體（caloric fluid），透明不可見，但可以使人感受到「熱性」。當「熱質」進入物體時，它的溫度即升高，相反地，則降低。溫度的高低和熱質量成比例。另一派熱的動力理論代表人物是軍事工程師倫福特（Count Rumford, 1753-1814），主張一物體之溫度升高，乃是因為其組成粒子被激發而震動，熱就是細微粒

子震動產生的動力，並不存在所謂的「熱質」。倫福特決定設計一個決斷實驗：鑽砲管。鑽砲管會釋放高熱，倫福特以水箱包住鋼管，再用機器鑽出腔腔，結果發出的熱度使水箱的水為之沸騰。倫福特因此質問：如果熱質說是對的，那麼鑽砲管產生的大量熱質究竟是從哪兒來的？動力理論主張摩擦是一種運動形式，金屬互相摩擦都將越來越熱，實驗結果與理論預測吻合。另一方面，若根據熱質說，因為「熱質」並不能被創造，兩個互相摩擦的金屬的溫度一樣，所含熱質量一樣。所以，砲管應該不會產生大量的熱才對。根據波柏，這個實驗是針對兩種熱理論的決斷實驗，而且否證了熱質說。

波柏認為科學的實際歷史可以支持他自己的理論。這正是波柏被認為沒有停留在邏輯分析的層面，而有走向歷史分析的傾向，也開啟六十年代後的歷史學派。因此，波柏在科學哲學的發展上，扮演著承先啟後的角色。⁷

因此，使用假設演繹出可觀察命題的可否證性區分了科學和非科學。像占星學常常作出正確的預測，但卻無法被否證（一旦有某個實例不合預測時，占星學家會舉出特定因素或對結果加以詮釋，說明是因為如何如何才不吻合，不是占星學的理論本身不正確等等。）其它像馬克思主義、佛洛伊德的潛意識理論、甚至演化假說本身，一般都因為不能被否證，而被波柏判定為非科學（形上學）或偽科學。

波柏認為，「演化假說」不能被否證，是因為它不是「全稱命題」的定律形式，它是一個發生在地球（單稱詞）上的一個獨一無二的歷程——它是說，地球上的多樣的生物物種是由其它物種在漫長的時間中演變而來的。

但，波柏並不反對達爾文的天擇理論和孟德爾的遺傳定理是科學。

最後波柏結論說：（1）如果尋求驗證，則驗證很容易獲得。（2）只有在驗證是具風險性的預測時，驗證才該被考慮。（3）每個「好」科學理論都是禁止：禁止某些事發生（也就是說，必須作精確或準確的預測）。（4）不能被任何可認知的事件拒絕的理論不是科學。（5）理論的真正檢驗（genuine test）是去否認它。（6）除了做為嘗試否認理論的結果之外，否則不應該考慮驗證的證據。（7）支持者總是可以引入特置假設來逃避否認，但如此是破壞或貶低理論的價值。

在歸納問題上，波柏接受休姆對歸納法的批判。他同意歸納推論並不是真正的「邏輯」，企圖從有限數目的單稱命題中推出普遍的命題，在邏輯上絕不是有效的（valid）。同時，歸納的推論原則本身有其證成問題：歸納推論要如何得到證成？波柏認為我們只有兩種選擇：先驗證成或經驗證成。前者得主張歸納的推論原則本身是先驗的，問題是經驗論者均不接受此點。可是，若歸納原則不是先驗的，那麼我們勢必由歸納來證成歸納原則，如此卻又陷入循環論證中。

波柏認為，休姆已對歸納法提出有力的批判，可是休姆仍殘留對歸納法的期待，因而不夠徹底。波柏企圖論證歸納法在科學研究中沒有地位。

休姆原初的討論針對「因果」這一概念之下，亦即傳統所謂的因果律：A 事件恆常地相連於 B 事件（且 B 事件在 A 事件之後發生），則 A 事件是 B 事件的原因。這種推論背後蘊

涵著「歸納推論」。休姆認為：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「邏輯必然地」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。然而，實踐上我們又總是在進行著歸納推論，休姆認為，這是出於我們的心理習慣。

波柏贊同休姆對歸納法的有效性和必然性的批判，但反對休姆的心理學解釋。休姆的解釋指出了一個心理學事實：我們相信「規律性」，相信事件之間有恆常的连接。休姆又把這個心理事實稱作「自然齊一性」（uniformity in nature）的信念。「自然齊一性」的信念來自我們的「習慣」。換言之，休姆企圖為此心理事實提供一個「因果說明」——習慣是我們作「歸納推論」的心理原因；歸納是「不斷重複的產品」。

波柏認為休姆的心理學解釋有三點錯誤：（a）重複所產生的結果可能是下意識的生理反射，而未必是「有意識地期望定律」；（b）規律性的習慣不總是源自重複；（c）「定律的信念」未必都從重複中產生，一次印象深刻的觀察即足以創造定律的信念。這三個錯誤也是基於心理學的事實。

除了對心理學解釋的反對外，波柏還利用純邏輯（語意）的分析來批判習慣做為定律的原因。波柏認為，重複的概念是建立在相似性之上。因此，歸納的規律性是來自一定的觀點（point of view）。這樣的觀點必定包括期望、預期、假定或興趣（interest），波柏說：「事件是相似只因我們（在期望之下）解釋它們為相似的。」但如此會造成「無限後退」的困境：為什麼我們會期望作這種解釋？因為我們過去重複地把事件解釋為相似的嗎？

波柏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。邏輯上，這稱作「試誤法」（trial and error）或「推測—駁斥法」（conjecture-refutation methodology）；心理上，這是一種「期望規律性的性向（propensity）」。

參、理論、檢驗與基本述句

邏輯實證論與否證論其實都起於德語學術界。在德語的學術脈絡中，兩者亦常被視為相同陣營——同屬「實證主義」，儘管波柏不斷澄清自己不是實證論者，而是否證論者。⁸的確，科學哲學傳統把波柏的否證論視為對抗邏輯實證論的學派，而波柏也自詡是「殺死」邏輯經驗論的「凶手」。可是，就科學理論的結構而言，波柏的觀點和邏輯經驗論沒有差別。

波柏認為經驗科學是諸理論系統。科學知識的邏輯可以被描述為「理論的理論」。比喻地說，理論是一個網，被投擲到世界上；而我們努力使網孔越來越精細。波柏對科學理論的結構有如下的分析。

科學理論由定律組成，而定律表達事件間的因果關係，它是一種「普遍述句」（universal statement）。「普遍述句」是以「所有」開頭的述句，或者是以「如果……則……」來表達的述句。如「所有人會死」，其意義和「如果 x 是人，則 x 會死」是一樣的，都是普遍述句。「單稱述句」（singular

statement) 是主詞指稱個別對象的述句。如「張三會死」，「張三」指稱個別的對象。

科學知識乃是使用科學定律來對現象作因果說明 (causal explanation)。波柏所謂的「因果說明」和韓培爾的涵蓋律模式沒有差別，因果說明的邏輯結構是：

L_1, L_2, \dots, L_n L: 如果一繩子的負載超過其張力強度，繩子會斷掉
 C_1, C_2, \dots, C_m C_1 : 這繩子的張力是 1 磅； C_2 : 它負載 2 磅的重物
 E E: 此繩會斷掉

其中，L 是普遍述句； C_1, C_2 是單稱述句，乃是初始條件。E 也是單稱述句，由 L 和 C_1, C_2 演繹而來，是個「單稱預測」。

波柏認為傳統上，我們把初始條件 C 描述的事件視為 E 描述的事件之「原因」，E 描述的事件乃是「結果」。但波柏想避免這類用語。理由有二，一是物理上所謂的因果說明，一般是指由微分方程表達的定律演繹出特別案例。二是，波柏不想斷言「普遍因果的原理」。

如果不接受傳統的因果原理，科學家要怎麼研究科學？波柏提出一個「方法學規則」 (methodological rule) 來代替「因果原理」，而傳統的因果原理則可以視為該方法學規則的「形上學版本」。這個方法學規則就是：「不能放棄普遍定律和融貫理論的追求，也不能放棄為事件提供因果說明的企圖。」雖然因果原理本身不能被證成，但是方法學規則是一個「規範」，它是先驗的，毋需經驗的證成。

波柏也接受邏輯經驗論對於「分析述句」(analytical statement)和「綜合述句」(synthetic statement)的區分。「分析述句」是像「所有男孩是男的」這樣的述句，它必然真，也是先驗的——不需依賴經驗來檢驗。而綜合述句是像「所有男孩都有戀母情結」，也就是經驗述句，它的真假要依賴於經驗來判定。

科學定律是一種由「所有」的量詞開頭的普遍綜合述句，可是並非一切由「所有」開頭的述句都具有真正的普遍性。波柏把普遍綜合述句再區分成「嚴格普遍」和「數值普遍」。前者指科學理論或自然定律中的普遍述句；後者只具普遍形式（因以「所有」開頭，但實際上等值於某種單稱述句或單稱述句的連言[conjunction]。）例如：(a)「所有簡諧震盪器的能量不會低於一定量」是個嚴格普遍述句，因為它對任何地方任何時間而言都為真。(b)「所有地球上的人類身高都沒有超過八呎」，則只是數值普遍述句，因為它指稱一個特定時空區域內的種類，其成員是有限的。只要有足夠的時間，我們就能將所有成員列舉出來。因此，一個嚴格普遍述句主詞指稱的種類之量，嚴格說來是無限的。波柏主張，嚴格普遍述句，無法被檢證(verified)。因為它陳述的對象之數量是無限的。雖然我們可以使用歸納推論從單稱述句來推出數值普遍述句，但這並無法解決歸納的方法學難題。

通常普遍述句至少包含一個「普遍概念」(普遍名稱)。例如「獨裁者」、「行星」、「 H_2O 」等是普遍述句的主詞。個別概念(單稱名稱)如「拿破崙」(Napoleon)、「地球」(the earth)、「太西洋」(the Atlantic)等是單稱述句的主詞。科學

的應用都是從普遍的科學假說（主詞是普遍概念）推論到單個案例（主詞是個別概念）上。出現在科學中的個別名稱通常顯現為時空座標系統的偽裝。像「格林威治」乃是經線座標的原點；「基督誕生年」乃是西元年代座標的原點。因此，在某個範圍內，專名（單稱名稱）和個別座標點是可互換的。

可是，個別概念和普遍概念不是截然區隔的兩類。個別概念可以用來代表普遍概念：在一些情況中，我們可以指著一個個別的東西或事件，再加上「和其它相似的事物」（and other similar things, and so on），我們的注意力就會把這個個體當成是某個類（由普遍名稱來表達）的代表成員。所以，一個別的概念不只是元素的概念，也可以是類的概念，它們和普遍概念的關係不只是元素與類之間的關係，也可以是次類與類之間的關係。反過來說，普遍概念也可以用為個別概念。也就是說，「狗」、「哺乳類」一類的概念在日常使用中也可以被用為「個別概念」或「普遍概念」，端賴我們的意圖。因為我們可以用它們來指生活在地球上的動物（有時空範圍的限制，因而是個別概念），或者用來指一種可以用普遍性質語詞來描述的動物。所以，普遍概念和個別概念的區分，其實處理的是「類」（集合）和「元素」（其成員）之間的區分。所有的普遍名稱和個別名稱都可做為某個類的名稱；而且也都可以做為某個類的元素之名稱。

當然，嚴格普遍述句並不是以普遍名稱的出現與否來界定。因為普遍名稱也會出現在許多非嚴格普遍的述句中。「有黑色烏鴉」或「至少有一隻黑色烏鴉」（即「存在黑色烏鴉」）乃是「存在述句」。嚴格普遍述句的否定句等值於嚴格存在述

句。即「所有烏鴉是黑的」之否定「並非所有烏鴉是黑的」等值於「存在非黑色的烏鴉」。反之，嚴格存在述句的否定句等值於嚴格普遍述句。自然科學的理論乃是以普遍述句的形式來表達，因此也可以被表達成嚴格存在述句的否定句。如「能量守恆定律」也可以表達成「不存在永動機」。

從上述的分析和定律的表式 (formulation) 來看，自然定律其實是一種「禁止」——它們拒絕或排除某種東西或事態的存在。正因此它們是可否證的。只要它們所拒絕的事態被發現存在 (波柏的說法是：只要我們接受它們所排除的某個單稱述句是真的)，它們就被駁斥了。表達這種存在事態的存在語句是「單稱存在述句」 (singular existential propositions) (簡化為「單稱述句」) 的形式，亦即「在某個時空區域中，某事態存在」，或「某事態存在於某特定時空區域中」。只要限定「特定時空區域中發生的事態」之述句，都是一種「單稱述句」。對照之下，嚴格的存在述句不能被否證。因為沒有其它單稱述句會和它矛盾。一個嚴格的存在述句並不指稱任何特定的時空區域的特別個體，所以，我們不可能搜索整個世界來確定某個東西存在或不存在。例如「有鬼魂 (鬼魂存在)」這個述句是個嚴格存在述句，它不可否證。如果科學是定義在可否證性上，那麼該述句就不是科學的述句。

由上述的分析和界定，我們可以預期科學理論永遠會改變。因為科學理論是由嚴格普遍述句所組成的，它們都可被否證。因此如果我們要嚴格地檢驗一個理論系統，必須要充分清楚明確地表達它們。在這種情況下，增加新的假定到科學理論上時，就是整個系統的修正。

一個充分清楚明確的理論系統即是「公理化的系統」(axiomatic system)，也就是把所有必要(但不能更多)的假設都收集起來，如此一來，其它述句可以透過數學或邏輯轉換規則(即結構規則)而演繹出來。一個公理化的系統必須滿足下列四個基本要求：(a) 公理系統必定不能有矛盾；(b) 系統必須是獨立的，沒有公理可從其餘公理中演繹出來。(c) 公理對於所有屬於理論的述句必須是充分的(所有述句都可以演繹出來)；(d) 也必須是必要的(沒有多餘的假設)。(e) 有時一個被演繹出的陳述被否證了，只影響了系統的一部分，而非整個系統。

波柏的科學檢驗之邏輯，總是應用假設演繹法，演繹出「潛在否證者」(potential falsifiers)——潛在否證者是一種「單稱存在述句」。否證即是將經驗觀察與潛在否證者加以比較。但經驗觀察必須先表達為述句，這種經驗觀察的述句一般也是「單稱存在命題」，波柏又稱為「基本述句」(basic statements)，它告訴我們在某一特定時空中存在一個特定的事物或事件。科學的目的既然是在否證，那麼做為否證根據的「基本述句」也扮演核心的角色。如果基本述句和潛在否證者都是單稱存在述句，那麼兩者之間的關係是什麼？兩者是同一回事嗎？在這一點上波柏似乎有所混淆。解決這個混淆的方式是從來源區分「潛在否證者」和「基本述句」，亦即「潛在否證者」是從理論和假說導出的命題，而「基本述句」來自於經驗，是對實際發生現象或實驗結果的觀察描述句。若如此，「潛在否證者」就不能是單稱存在述句。

根據林正弘 (Lin, 1993, 1995) 的分析，潛在否證者不能是單稱存在述句。因為，可以用來否證理論的命題，並不只是理論導出的預測語句，還要包括其它先行條件。首先，我們得知道理論和假設怎麼導出潛在否證者。林正弘指出「一個科學理論提出後，必須不斷地加以試驗。其試驗步驟如下：(1) 以待試驗的理論或假設 T 為前提，配合一些已知為真的先行條件 C_1, C_2, \dots, C_n 及其它通過足夠的試驗而足以令人接受的輔助前提 P_1, P_2, \dots, P_m ，用演繹法導出敘述個別事象語句 S 。……(2) 查看 S 所敘述的事象是否與實驗或觀察所得相符。(3) 若相符，則 T 通過了一次試驗。(4) 若不相符，則 T 遭到否證。」(1995, 頁40) 從這個試驗步驟中，我們可以看到，若輔助前提已被接受，則先行條件均為真，而結論為假 (即 $\sim S$) 時，才足以否證受試驗的理論或假設。則 $C_1 \cdot C_2 \cdot \dots \cdot C_n \cdot \sim S$ 就是理論 T 的「否證者」(falsifier)。但 $C_1 \cdot C_2 \cdot \dots \cdot C_n \cdot \sim S$ 是單稱存在述句嗎？顯然不是，一來它是個複合述句；二來，它包含 $\sim S$ 也不是肯定句。

儘管如此，「基本述句」確實可以是單稱存在述句，它相當於邏輯經驗論的觀察語句。在邏輯經驗論中，觀察語句用來驗證或否證理論，因此其本身應該要決定地被建立起來 (conclusively established)，否則無法擔任驗證或否證的角色。但是對波柏來說，所有基本述句也無法決定性被建立起來。有三個理由：首先，波柏認為沒有一個理論會被嚴格地否證，因為科學家總是可以挑戰實驗結果，如果可以挑戰實驗結果的話，意謂科學家對哪一個「基本述句」表達了實驗結果，可能莫衷一是。其次，基本述句被接受或被拒絕為實驗結果，但經驗本身則是邏輯地不可能驗證或否證任何述句。這也表示，否

證理論或假說的乃是「基本述句」，而不是經驗本身。經驗只能促使我們接受或拒絕某個「基本述句」，但它們並不能證明該基本述句。這意味著，即使我們都看到相同的實驗結果，但該怎麼表達這實驗結果？我們可能會有不同的看法。

基本述句也應該是科學的，既是科學的，也必須要能被否證。它不是邏輯實證論那種不可出錯的感覺資料語句。基本述句有可能錯。在知識論上這又被稱作「可錯論」(fallibilism)。又很多科學理論的檢驗是依靠實驗，實驗提供了檢驗科學的基本述句。如果基本述句可能出錯，也就意謂實驗也可能出錯。既然可能出錯，就需要檢驗。換言之，用來檢驗理論的實驗本身，也可能需要檢驗。如此會產生「實驗的無限後退」問題。因為我們只能使用實驗來檢驗實驗，則檢驗原實驗的實驗，也需要再被檢驗，如此等等（更深入討論看第五節）。

這樣一來，還有否證這回事嗎？對波柏來說，否證是發生在科學家們一致接受某個適當地被認可的基本述句，理論的預測牴觸該述句。換言之，基本述句並不是傳統上所謂「客觀的」，而是科學家彼此間的互相同意，即「主體際間的約定」(inter-subjective convention)。這樣一來，波柏的哲學是否向「約定論」妥協了？這是一個波柏哲學本身的難題。

肆、可否證性和認可

已知波柏科哲的核心概念是「可否證性」。然而具備什麼樣條件，理論才算是具有「可否證性」？波柏認為一個科學理論

必須要提供「潛在的否證者」；理論能演繹出更多潛在的否證者，表示其可否證性程度越高，理論內容越豐富，它就是一個越可接受的科學理論。潛在否證者是一種「單稱存在述句」。在波柏看來，科學是一種冒險事業，科學家總是在超越可用的資料外，進行大膽的推測，再設計實驗來反駁這個推測，嘗試去否證它，所以科學本質上是一種「推測—反駁」的事業。

如果一個科學理論通過了一次否證的考驗，我們就說這個理論得到一次「認可」（corroboration）。理論有認可的程度（degree of corroboration），通過越多次否證考驗的理論，其被認可的程度越高。但是，認可程度並非依賴認可例子（corroborating instance）的多少，而是依賴於檢驗設計的普遍性、嚴格性和精確性。即使同樣的實驗檢驗，由不同的人來執行，也算是提高了該理論的認可程度。

波柏的精緻的否證論主張，否證總是發生在理論互相競爭的情況中。在科學史上，如果一個理論沒有競爭者，即使有經驗證據與理論的預測不合，科學家仍不會貿然否證理論，他們會對理論加以修正，再作檢驗。在一直沒有競爭理論的處境中，科學家不會放棄該理論，而是不斷地修正它。可是，如果有不同的理論被提出來與原理論競爭時，科學家就應該放棄已有反例（否證例）的理論。萬一兩個互相競爭的理論都沒有被否證，都通過實驗的考驗，都被「認可」時，科學家又要選擇哪一個理論？選擇的標準是什麼？波柏對這個問題的答案是：選擇「經驗內容更豐富」的理論，同時也是「可否證性程度」更高的理論。所謂「經驗內容越豐富」，主要指它能預測更多事實，如此一來，它被否證的可能性也越大。讓我舉一個具體

的例子來說明：假定我們已經知道有一些銅具有可導電和可導熱性。

- (H1) 「所有的銅要不是能導電，就是不能導電。」的可否證程度是零。因為此假設其實是套套邏輯，涵蓋的選項互相矛盾、非真即假，它涵蓋了一切可能性。它也沒有任何經驗內容。
- (H2) 「所有的銅或是能導電，或是能導熱。」它的可否證程度是 1/4。因為這是一個相容的選言命題，在四種可能性（能導電又能導熱、能導電但不能導熱、不能導電但能導熱、不能導電也不能導熱）中，只有一種可能性可以否證此假設。
- (H3) 「所有的銅要不是能導電，就是能導熱。」這是一個互斥的選言述句。其可否證程度是 1/2，比 (H2) 的可否證程度更高，因為有兩個可能性（能導電和能導熱，不能導電也不能導熱）都可以否證它。
- (H4) 「所有的銅都能導電而且能導熱。」此述句是一個連言述句，它說了更多資訊。它的可否證程度是 3/4，因為有三種可能性都可以否證它。
- (H5) 「所有的銅在絕對溫度時仍可以導電。」這述句的經驗內容比 (H4) 更高，因為它引入了更多資訊，有精確的數量（絕對溫度），容易檢驗，也容易被否證，因此它的可否證程度更高。

再舉一個「單稱預測命題」的例子來說明：

- (P1) 「明天要不是下雨就是不下雨。」此述句的「可否證度」是零，因為此預測的涵蓋的選項互相矛盾、非真即假，涵蓋了一切可能性。

- (P2) 「明天的天氣或是下雨，或是天晴。」如果天氣只有兩個選項，即下雨或天晴，則其可否證度也為零。因為不管下雨或天晴，此命題均不會為假。如果天氣有三個選項（天晴、陰天和下雨三者），則此命題的可否證度是 $1/3$ ，因為三個選項中有兩個選項可否證它。
- (P3) 「明天的天氣會下雨。」如果天氣有天晴、陰天和下雨三個選項，則此命題的可否證度為 $2/3$ ，顯然比 (P2) 更高。
- (P4) 「明天中午會下雨。」此命題預測的經驗內容比 (P3) 更多。因為明天早上或晚上下雨，不會否證 (P3)，但卻會否證 (P4)。如果把明天分成上午、中午、下午、晚上四個時段，則共有 $4*3=12$ 種可能性，其中有 11 種都可以否證它。
- (P5) 「明天中午從 12:30 開始會下雨。」此命題的經驗內容比 (P4) 更多。

經驗內容越豐富，也意味著越精確、越嚴格，「可否證度」越高。當然，「可否證度」是比較性的，相對的。

可否證度和認可的概念也理所當然地導出「認可程度」的概念。認可程度是一個理論通過否證考驗，被認可後，由其可否證度來評估。可否證度高，認可程度也就高。如此看來，認可程度和邏輯經驗論的「驗證程度」有什麼差別？傳統上，邏輯經驗論企圖以統計和機率演算來回答歸納問題：機率可以表達成 $P(t, e)$ ——即在給定證據 e 之下，理論 t 的成立機率是多少。後來發展出貝耶斯主義 (Bayesianism) ——使用貝耶斯公式 $P(H, e)=P(H)P(e, H)/P(e)$ 來評估理論成立的機率。

波柏則區分「機率」和「認可程度」。他認為，我們是對一個高認可程度（也就是高否證度）的理論感興趣，但不是對高度可能的（high probable）理論感興趣。一個敘述的機率越大，它的內容或演繹力量、從而是說明力就越小。因此，每個有趣且有力的敘述必定是低可能性（improbability）（亦即它為真的機率是相對低的——這意謂它被否證的機會相對地高）。反之亦然。有高機率的敘述在科學上沒什麼好處，因為它說得很少（沒什麼內容）。

認可並不只是具有消極的意義，它也有其積極意義。評估假說的「認可」與否，意謂著一個假說如何可能「證明它自己的價值（高尚）」。所以，（1）「認可」是一種評價（appraisal）：通過檢驗的理論就是被「認可」。（2）但兩個都被認可的理論假說，其「認可程度」可能不同。（3）認可程度並非由認可例子的數量來決定的，而是種種檢驗的嚴格性。檢驗的嚴酷性又依賴於「可檢驗性的程度」——又依賴於假說的簡潔性。也就是說，越簡潔的假說，越容易作檢驗，檢驗的嚴格性就越高，若通過認可，其認可程度就越高。（4）假說的普遍性程度越大、精確性程度越高的理論，若通過認可，則其認可的程度也越高。（5）認可程度也就是可否證程度，也就是經驗內容。（Popper, 1959: 265-269）

認可程度也是「逼真程度」（degree of verisimilitude）或「似真程度」（degree of truthlikeness）——也就是逼近真理的程度。波柏認為科學的基本目的是在追求真理，但又認為所有理論都只是假設，總有一天會被否證，如此科學研究是否會變成一場空？不。通過經驗的考驗而沒有被否證的理論就是被認

可，被認可就代表它的內容逐漸地逼近真理了。波柏主張「真理」由符合事實（correspond to facts）來定義。因此，如果有兩個理論， T_2 比 T_1 的認可程度更高，也就是逼真程度更高，這表示 T_2 比 T_1 更符合真理。 T_2 就會取代 T_1 。波柏列出 T_2 比 T_1 更逼真的六種情況：（1） T_2 做了比 T_1 更精確的斷言，而且通過更精確的檢驗；（2） T_2 比 T_1 說明更多事實；（3） T_2 比 T_1 描述事實更詳細；（4） T_2 通過檢驗而 T_1 沒有；（5） T_2 建議了 T_1 之前沒有被建議的新實驗，而且 T_2 通過檢驗；（6） T_2 統一或連結各種原先不相關的問題。（Popper, 1969: 232）

我們可以說，波柏在認可程度和逼真程度的討論中，引入了「簡潔性」（simplicity）、「普遍性」（generality）、「精確性」（preciseness）、「新奇預測」（novel prediction）、「統一性」（unity）等價值標準。不過，必須注意的是，波柏的用意是建立精確的「方法學規則」，他並不認為這些規則是一種「價值」。因為在六十年代之前，科學一般被視為「價值中立」（value-neutral）的，而且很多邏輯經驗論者認為「價值」是情緒的（稱作價值的「情緒主義」[emotionalism]），因此不是「理性的」，但科學是「理性的」，必須建立在「方法學規則」之上，方法學規則是從「科學目的」（aim, goal, end）導出的。而且波柏對於這些方法學規則的精煉方式，比較像是在建立「測量」假說逼真程度的尺規標準。總之，科學的本質有雙重面向：一個目的的本質，另一個是方法的本質。所以波柏對科學的完整看法，可以總結為：科學的目的是「逼近真理」，其方法則是「否證」。

關於這些「價值標準」，可參看孔恩的部分。六十年代後，科哲家像翦因、孔恩、費耶阿本等才開始把科學家作判斷和選擇的標準理解成「價值」。這也蘊涵對「價值」觀念的轉變。當然，「價值」本身一直也有「主體主義」(subjectivism)和「客觀主義」(objectivism)的爭論。「主體主義」意指價值要依賴於主體的欲求(「可欲之為善」)，有主體欲想和追求的東西才有價值；「客觀主義」意謂價值獨立於任何主體的欲求，是理性的評估(評價)，即使沒有任何人(主體)欲求一個具有客觀價值的東西時，它仍然有價值。

伍、波柏科哲的麻煩

一、歸納問題與實驗的複製

已知波柏主張我們不是被動地由重複來獲得規律性，而是主動嘗試把規律性施加在世界上。這並不是一個康德式先驗有效的信念，而是邏輯上在觀察之先的思考方式——也就是一種「方法學規則」。這個方法學規則規定在做科學時，在觀察(經驗)之先，我們應該假設某種規律性，並施加在現象上。然後再設計實驗由經驗來檢驗這個假設。波柏用「方法學規則」來解決歸納問題，亦即，科學家其實是遵循著「把規律性施加在現象上」的方法學規則。進一步，為了保證理論假設不是任意的猜測，我們需經驗的檢驗。

又波柏不同意邏輯經驗論的歸納主義，他主張實驗的目標在於否證理論。但是要保證「科學的客觀性」(scientific objectivity)，我們需要讓用來檢驗理論假說的經驗具有「互為主體的可檢驗性」(intersubjective testability)，在這一點上，波

關於「互為主體的可檢驗性」，波柏是這麼說的：「只有當一定事件一致於規則或規律性而重現時，如同在可重複的實驗（repeatable experiments）的案例上時，我們的觀察原則上才可以被任何人來檢驗。直到我們重複且檢驗它們時，我們甚至不能嚴肅地採用我們自己的觀察，或接受它們為科學觀察。只有透過這樣的重複，我們才能說服自己不是在處理一個單純孤立的『事件』（coincidence），而是在處理互為主體可檢驗的事件——在交代它們的規律性和可重做性（reproducibility）之上。」（Popper, 1959: 45; 2004: 23 [Routledge's reprinted ed.]）。

柏與邏輯經驗論的觀點一致。換言之，用來檢驗假說的實驗和經驗，必須是可以公開由其他人來加以「重複」實驗或經驗，才能保證檢驗的公共性和客觀性。然而波柏指出「實驗的重複」和原實驗不是兩個一模一樣的實驗，而只需「兩個實驗在某些面向上的相似性」（Popper, 1959: 420-421）。同理，「決斷實驗」也必須能夠被重複執行（repeated performance），而且它的重複毋需與它自身同一，只要「相似」或「逼近」即可。既然一個決斷實驗總是同時檢驗兩個理

論，為了滿足「互為主體性」的要求，這個實驗也應該要被重做——至少由被否證的假說之支持者。如果被否證的假說之支持者重做實驗之後，認可了原實驗，那麼就可以確保理論假說的確被決定性地否證了。

可是，如果一方面波柏拒絕歸納法，另一方面又主張決斷實驗也需要被重複實驗來加以檢驗，那麼會引起下列幾個問題，使得波柏無法成功地拋棄歸納法：（1）重複實驗與原實驗一致，如此重複實驗與原實驗一起支持了被認可的理論假說，這難道不是一種「歸納」嗎？如是，波柏為什麼堅決要反對歸納法呢？（2）重複實驗與原實驗不一致，則需要再做實驗來檢驗重複實驗，如果又不一致，則需再做……如此沒完沒了，這是

一種「實驗的無限後退」。(3) 就算重複實驗與原實驗一致，但如果原實驗會受懷疑而需要被重複實驗再檢驗的話，那麼不管重複實驗一致或不一致於原實驗，同樣都沒有道理就能免於懷疑，因此它也需要被再檢驗，如此一來也會有實驗的無限後退之困擾。(4) 重複實驗和原實驗只需要相似性，意謂兩者也有差異，那麼其相似和差異的程度究竟要如何，一個新實驗才算是原實驗的合法重複？這是實驗相似性的判斷問題。⁹ 這些問題顯示出波柏企圖以「方法學規則」來解決他所謂的「歸納問題」似乎不能成功。更麻煩的是，波柏建立「決斷實驗」的方法學規則，似乎不能通過實際科學歷史的檢驗。

二、理論假設能被否證嗎？

決斷實驗與「不充分決定論」

在物理學當中，兩個互相競爭的假說能用一個決斷實驗來裁決誰真誰假嗎？二十世紀初法國的科學家、科學史家、科學哲學家杜恩認為不能，他提出了今天被稱作「不充分決定論題」(the underdetermination thesis) 的主張——即證據無法充分決定理論 (underdetermination of theories by evidences)。「不充分決定論題」一般而言可以再拆成兩個不同的主張。一個針對「理論無法被決定性地驗證」；另一個則是針對「理論無法被決定性地否證」。讓我們先討論第一個。

「理論無法被決定性地驗證」蘊涵了決斷實驗是不可能的。「決斷實驗」最初是由十七世紀的培根在《新工具》(*Novum Organum*) 一書中提出的概念，它是一個可以用以裁決

互相競爭的假說誰真誰假的實驗。如果許多競爭假說所作的預測，都與決斷實驗產生的事實相衝突，則它們都被駁斥，最後如果有一個假說沒有與實驗衝突，該假說就可以成立。「決斷實驗」產生的事實被培根稱作「十字路口的事實」（fact of the cross）。杜恩以光學史上的發射說（the emission hypothesis）和波動說（the wave hypothesis）的理論競爭為例。

在十九世紀前，光學有兩個理論互相競爭。光的發射說主張光是由光源發射出的微粒子構成的；波動說則主張光是乙太媒介的波動造成的。根據發射說，可推測光在水中的速度比在空氣中還快，根據波動說，可推測光在空氣中比在水中快。兩者恰好互相矛盾。因此似乎可以使用實驗來作決斷。1850年，法國物理學家傅柯（Jean Bernard Foucault, 1819-1868）設計了一個實驗裝置，使光分別穿越空氣和水，然後把一個綠色光點和一個無色光點投射在觀察者的面前。如果觀察者看到綠色光點在無色光點左邊，意味光在水中比在空氣中快，則發射說為真；如果情況相反，則波動說為真。結果傅柯觀察到綠色光點在無色光點右邊，爭議結束，波動說為真。傅柯的實驗因此被視為發射說與波動說的決斷實驗。

杜恩質疑，真的是這樣嗎？不。杜恩認為傅柯的實驗不是在檢驗「光在水中和空氣中何者速度快的」兩個假說，而是兩組整體的理論——牛頓的光學和惠更斯（Christiaan Huygens, 1629-1695）的光學。儘管牛頓光學導出的假說與實驗不一致，但是，不代表惠更斯的光學理論就一定真。因為「我們敢肯定沒有其它假說嗎？」後來，馬克斯威爾（James Clerk Maxwell, 1831-1879）很快地提出理論，主張我們可以把光歸入周期性

的電磁擾動，在一個電介質內傳播。兩個互相競爭的理論假設中，有一個抵觸實驗，並不代表另一個理論假設就變成無可爭議的真理。如果科學家想證明這一點，他必須列舉一切可以說明該群現象的理論假設，但是物理學家從來無法確定是否已經窮盡了一切可想像的假設（Duhem, 1991: 188-190）。

到目前為止，杜恩的爭論是，針對同一組現象，總是有許多可以說明該組現象的理論假設可以被設想，任何決斷任兩個互相競爭而不相容的假說之實驗，永遠無法證明其中之一必為真。

主張決斷實驗可以透過否定其一而肯定另一的推論，其實應用了「選言三段論」（DS）的推論規則，即

$$\begin{array}{l} P \vee Q \\ \sim P \\ \hline \therefore Q \end{array}$$

可是，杜恩質疑，物理學家永遠無法確定是否只有 P, Q 兩個假說，也許有 P, Q, R, S... 無數可能的假說，那麼儘管否定 P（ $\sim P$ ），也不代表一定能建立 Q 為真。所以「實驗無法決定性地驗證理論」。

至於「實驗無法決定地否證理論」是因為實驗與預測不合時，不代表導出預測的假設一定出錯，有可能是其它相關假設出錯了，因為「物理實驗從不是責難一個孤立的假設，而是一整個理論群。」（Duhem, 1991: 183）。¹⁰ 杜恩首先區分「應用的實驗」（experiments of application）和「檢驗的實驗」（experiments of testing）。前者為了產生一定的效應。必定預設

了物理理論。後者的目的在於檢驗理論的正確性。它使用假設演繹法，亦即從假設中演繹出一個預測或待檢驗的結論，然後作實驗來獲得經驗命題，並用以檢驗假說，它仍然得預設物理理論。

波柏主張，如果經驗命題（基本述句）和預測命題不合，則導出預測的假設即被否證。杜恩卻問：「如果被預測的事實沒有產生，做為預測基礎的命題（主要假說）會受到無可挽救的責難？」杜恩爭論，現象的預測和實驗的設計，以及實驗結果的解釋，科學家都不只是使用他打算檢驗的理論，還包括其它一整群理論。因此如果預測現象沒有產生，不只是受質疑的命題有誤，物理學家所接受的整個理論架構，也都有問題。實驗只能告訴我們有一個錯誤，但是它無法告訴我們錯誤在哪裏。一定是受檢驗的假說出錯嗎？難道其它相關假說（輔助假說）都一定不會出錯嗎？（p. 185）

杜恩結論說，「物理學家絕不是以實驗來檢驗一個孤立的假設，當實驗與假設不一致時，他所能學到的就是整群中有一假設不可接受，應被修正。但實驗無法指出哪個假設應被修正。」（p. 185）他繼續作了今天被稱作「整體論」（holism）的陳述：「物理學是一整個系統，它是個有機體，每一部分都與其它部分相關。如果有什麼出錯了，物理學家必須搜尋它對整個系統的效應，哪個器官需要治療和修補，而不是孤立器官後再檢驗它。」（p. 187）後來的分析哲學家蒯因（W. V. O. Quine, 1908-2000）在其經典文章〈經驗論的兩個教條〉（“Two Dogmas of Empiricism”）一文中，把這種整體論擴大到整個科學都接受實

驗的檢驗。但整個科學是不可能被推翻的，所以科學家只能在科學的邊界地帶作些修補的工作。

杜恩在波柏之前就提出這些主張。波柏也不是沒有注意到杜恩的論證，但是他一向把杜恩和龐卡黑都歸為約定論並加以批評。他認為約定論在面對實驗證據與理論假設抵觸時，會採取四種策略：（1）引進「特置假設」（ad hoc hypothesis），或者修正基本理論概念的「顯式定義」；（2）懷疑實驗的可靠性；（3）把實驗排除在科學之外；（4）懷疑實驗家的能力。這四種約定論的挽救策略，可以說都是「特置的」（ad hoc）。波柏拒絕約定論的各種修正策略，並企圖建立科學（否證）的「方法學規則」。

面對杜恩的論證，波柏認為杜恩「成功地顯示決斷實驗從不能建立一個理論。但他無法顯示它們不能駁斥一個理論。」（Popper, 1969: 112, note 26）波柏爭論說，杜恩對於「實驗無法決定性否證理論」的主張，忽略了我們必須把兩個競爭的理論和所有的背景知識都放在一起考量，然後對準兩個理論互相爭議的部分。它也忽略了我們並未斷言理論本身被駁斥，而是斷言理論與其背景知識都被駁斥了。而且背景知識的部分，其實也可以設計決斷實驗來判斷它是否該為預測與證據不符而負責。

杜恩所謂的「理論群」和波柏所言的「理論加上背景知識」，大致可以被稱作「主要假設」（major hypothesis）與「輔助假設」（auxiliary hypothesis）。主要假設是經驗檢驗對準的對象，輔助假設則包括「先行條件」、「實驗設計的各種相關理論」、「實驗工具的工作原理」、「隱而未明言的假設」（預

設)等等。讓我們以MH來表示主要假設， AH_n 表示每一個相關的輔助假設，E表示檢驗主要假設的實驗，P表示由假設導出的實驗預測。如此一個主要假設被檢驗而被否證的邏輯可以表達如下：

$$(MH \wedge AH_1 \wedge AH_2 \wedge \dots \wedge AH_n \wedge E) \supset P$$

$$\sim P$$

$$[1] \sim (MH \wedge AH_1 \wedge AH_2 \wedge \dots \wedge AH_n \wedge E)$$

$$\text{等值於 } [2] \sim MH \vee \sim AH_1 \vee \sim AH_2 \vee \dots \vee \sim AH_n \vee \sim E$$

「理論無法決定性被否證」即是指[2]，但波柏則強調[1]，而且主張我們可以再作決斷實驗來一起檢驗($AH_1 \wedge AH_2 \wedge \dots \wedge AH_n$)。問題是，科學家實際上有這樣做嗎？或者實際上做得到嗎？

在科學史上，各種所謂的決斷實驗真的決定了兩個理論的命運嗎？科學家的確普遍地服從決斷實驗的裁決嗎？決斷實驗形成決斷之後，能不能容許被否證的理論假說作出修改？基於精緻否證論的精神以及科學史的教訓，波柏容許理論預測與實驗證據有抵觸的假說，可以修正假說來挽救自己被否證的命運，但是這個修正不能是「特置的」——也就是不能專門為了逃避否證而量身訂製。如果一個假說的修正是「特置的」，那麼這個修正的假說就是「特置假說」。如果一個理論假說成功地修正而免於被否證，那麼當初它所抵觸的實驗就不再是決斷實驗。但如果其修正是特置的，它就徹底地被否證了。現在問題是如何判斷一個修正是「特置修正」？波柏提出了下列的判準：一個假說的修正是特置的，若且唯若，它並未增加該假說

「可否證的程度」。¹¹ 已知「可否證的程度」是增加經驗內容，就是作出新奇預測（或說預測新事實）。所以，我們可以重新作一個更精確的定義：

(Ad) 一個主要假說 MH 的修正 MH' ($MH' = MH + AH'$) 是特置的，若且唯若， $(MH' \wedge AH_1 \wedge AH_2 \wedge \dots \wedge AH_n)$ 並沒有預測新事實。

可是，根據上述檢驗的邏輯式，科學家也可以企圖找出 $AH_1 \wedge AH_2 \wedge \dots \wedge AH_n$ 中有一個出錯的 AH_i ，然後作修正，或者增加一個新的輔助假說 AH_{n+1} 並拋棄出錯的假說 AH_i ，便防止主要假說 MH 被否證。問題是，新加入的 AH_{n+1} 也不可以是特置的。如何判斷 AH_{n+1} 不是特置的？必須作實驗來決定 AH_{n+1} 是否為真，然而實驗不能依賴於主要假說，換言之，新輔助假說必須是能獨立檢驗的。事實上，所有檢驗要應用到的輔助假說，都必須能獨立檢驗才成。如果其中有一個輔助假說不能獨立檢驗的話，它就是特置的。所以「特置修正」可以再補充為更完整的定義：

(Ad*) 一個主要假說 MH 的修正 MH' ($MH' = MH + AH'$) 是特置的，若且唯若， $(MH' \wedge AH_1 \wedge AH_2 \wedge \dots \wedge AH_n)$ 並沒有預測新事實；或者， $(AH_1 \wedge AH_2 \wedge \dots \wedge AH_n \wedge AH')$ 不可以獨立地檢驗。

波柏完整的「否證論的方法學規則」就是：一旦理論假設與實驗抵觸時，不應該引「特置假設」（由 (Ad*) 來定義）來挽救理論假說。

可是，波柏有力地拒絕了「不充分決定論題」嗎？科學史的實例支持波柏的觀點嗎？可能不。科學史上充斥著科學家疑似使用「特置假設」來挽救自己理論的例子。例如本書的核心案例「托勒密地心說與哥白尼日心說的對抗」。哥白尼於十六世紀時提出日心說，主張地球繞太陽旋轉。此理論和長期被接受的托勒密的地心說完全相反。當時有幾個反對哥白尼的日心說之論點，都有可以作實驗以產生經驗證據，結果都否定了哥白尼的理論，因此可以視為一種決斷實驗。然而，哥白尼和哥白尼天文學的捍衛者伽利略，都不接受這些決斷實驗的結果。例如：

決斷實驗一：既然哥白尼主張地球繞太陽旋轉，則表示地球在運動。那麼從塔上自由落下的物體，應該會掉落在塔的後方。若根據托勒密的理論（地球不動），則掉落在塔底邊。顯然，實驗結果有利於托勒密的理論。面對這個結果，哥白尼認為「環繞在地球的周遭的空氣，和地球連成一體，因而帶動自由落體與地球一起移動。」伽利略則主張「物體擁有慣性（inertness），當物體被拿在手上時，物體分享了地球的運動；一旦石頭被放開時，由於慣性之故，自由落體同樣分享了地球的運動，因此它會落在塔底邊。」然而，哥白尼和伽利略的理由似乎是「特置假設」？

決斷實驗二：恆星周年視差（annual parallax）問題（見「導論」的圖1-4）。如果地球繞太陽轉動，那麼地球運轉的軌道的半徑必然極大，半年後，地球將到圓周的另一端，則我們看到的星星，相對於地球的運動，應該會有角度上的差異，此稱為「周年視差」。但是，在十六、七世紀時，根本觀察不出這種「視差」的現象。因此，照理說，這也應該是一個否定地動說的決斷實驗。但是，哥白尼和伽利略同樣不接受，他們認為因

為恆星距離地球太遠了，以致視差的角度太小，觀察不出來。這個辯護同樣也是一種「特置假說」。因為人們總可以質疑，星星距地球到底多遠？畢竟，恆星的距離總是可以設定遠到讓視差觀察不出來。而且哥白尼和伽利略也無法決定恆星到底距地球多遠。

從這個例子看，科學家似乎不管波柏的勸告。寧願應用特置假說來維護自己的理論，也不願服從事實對理論的否證。換言之，波柏的「否證論」似乎不能說明科學史的實況。

問題是：波柏會如何面對這兩個歷史案例的質疑？哥白尼和伽利略在這兩個決斷實驗中，為了保護其「日心說」而提出的修正和假說，是不是特置的？讓我們留給讀者思考和討論。（更多「特置假設」的討論見本書第五章。）

原典閱讀

Duhem, Pierre (1991), *The Aim and Structure of Physical Theories*. Tr. by Philp P. Wiener. Princeton: Princeton University Press.

Popper, Karl (1959), *The Logic of Scientific Discovery*. New York: Harper and Row. The 2002, 2004 ed., published in London by the Routledge Press.

—— (1969), *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. 3th edition. New York: Harper and Row. 1st ed. in 1963.

—— (1972), *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*. New York: Oxford University.

參考文獻

- 林正弘（1988），〈卡爾波柏與當代科學哲學蛻變〉，《伽利略·波柏·科學說明》。台北：東大圖書公司。
- 林正弘（1995），〈論巴柏[Karl R. Popper]的基本陳述句〉，《當代》第108期，頁38-55。
- 陳瑞麟（2007a），〈赫茲的陰極射線實驗被複製了嗎？〉，徐光台、郝俠遂、張嘉鳳、張哲嘉、周維強編，《第七屆科學史研討會彙刊》，台北：中央研究院科學史委員會。
- Chen, Ruey-Lin (2007b), "The Structure of Experimentation and the Replication Degree: Reconsidering the replication of Hertz's cathode ray experiment," in Michael, C.-K., Mi & Ruey-Lin, Chen (eds.), *Naturalizing Epistemology and Philosophy of Science*. Amsterdam, Netherlands: Rodopi Press, pp. 129-149.
- Chen, Ruey-Lin (2007c), "Testing Experiments and Experimental Testing: Reconsidering Induction Problem through the Concept of Experimental Replication," presented at 13th International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science, August 9-16 at Beijing, China.
- Lin, Cheng-Hung (1993), "Popper's Logical Analysis of Basic Statements," in Lin, Cheng-Hung & Fu, Daiwei (eds.), *Philosophy and Conceptual History of Science in Taiwan (Boston Studies in The Philosophy of Science Vol. 141)*, Dordrecht: . Kluwer Academic Publishers, pp. 61-71.
- Quine, Willard Van Orman. (1953), *From a Logical Point of View*. New York: Harper and Row.
- Schilpp, Paul Arthur (ed.) (1974), *The Philosophy of Karl Popper*. Illinois: The Open Court.

註解（註解段末所置頁數，為註解出處的本文頁數）

1. 阿格西曾於2004年接受當時任教於東海大學的苑舉正教授之邀請，到台灣進行為期一星期的訪談演講。其訪談間如此稱頌波柏。（頁83）
2. 國際知名的基金經理人索羅斯（George Soros）創設「開放社會基金會」，並在其著作中坦言受波柏思想的深刻影響。（頁84）
3. 以台灣為例，在台灣大學公衛系任教的王榮德教授，著有《流行病學方法論》，就明言他受益於波柏哲學的啟發。另外，曾任環保署長、在東海大學長期任教、國內環保先驅的林俊義教授，也受波柏相當的影響。哲學界方面，則有殷海光教授（雖然他接觸波柏的哲學不算多）和林正弘教授。（頁84）
4. 波柏在1935年用德文寫成《科學發現的邏輯》的第一版，書名作 *Logik der Forschung*（「發現的邏輯」）。1959年出英文版，成為二十世紀通用的版本。2002年則由英國 Routledge 公司出版重新改版的經典版本，與1959年的版本頁數不同。（頁84）
5. 《推測與駁斥》於1963年出第一版，1965出第二版，1969出第三版。1969年第三版是目前最通用的版本。（頁84）
6. 遺憾的是，邏輯經驗論和波柏的共同論敵——德國的觀念論或辯證法傳統（例如馬克思主義或批判理論），總是把波柏視為邏輯經驗論的同路人，把他們通通視為「實證論者」。（頁86）
7. 參看林正弘（1988），〈卡爾波柏與當代科學哲學蛻變〉。（頁89）
8. 例如 *The Positivist Dispute in German Sociology*（1977, English translation, Heinemann Educational Books）這本書中，收錄波柏與德國馬克思主義傳統的批判理論家論戰的文獻。（頁92）
9. 關於實驗複製與歸納問題的更深入討論，參看陳瑞麟（2007a, Chen[2007b], Chen[2007c]）。（頁107）
10. 杜恩，《物理理論的目標和結構》（*The Aim and Structure of Physical Theories*, 1991），乃是1914年法文版 *La Théorie Physique: Son Objet, Sa Structure* 的英譯本。1954年首度被譯成英文，本書引證的是1991年普林斯頓大學出版社的版本。（頁109）

11. 波柏的原文是說：「只有當一個輔助假說的引入並未降低系統的可否認證性或可檢驗性的程度，而且相反地，還增加其程度時，它才是可以接受的。……一個輔助假說的引入，應該總是被看成企圖建構新系統，而且這個新系統應該總是在它能否構成我們對世界的知識之真實進展上來加以判斷。」（Popper, 1959: 83）主要假說的修正其實是引入一個新的輔助假說，和原來的主要假說構成一個新的主要假說，這也可以說「主要假說的修正」。（頁113）

典範、常態科學與科學革命 孔恩的科學哲學

科學哲學的歷史學派、或歷史進路（historical approach to philosophy of science）、或歷史化的科學哲學（historical philosophy of science），從七十年代起，開始代替了早期的邏輯進路，而成為科學哲學的主流。其中的關鍵人物，即是科學史家兼科學哲學家孔恩（Thomas S. Kuhn, 1922-1996）。

孔恩在1962年出版他的《科學革命的結構》¹，1970年加上一篇後記（“Postscript”）出版第二版（成為今天最常被引用的版本）；1996年再出第三版。本書被譽為二十世紀後半葉最有影響力的一本學術書籍，它被譯成二十五種語言，英文版的銷售超過一百萬冊。它對科學史和科學哲學的深遠影響當然不消多

孔恩在哈佛拿到物理學博士學位。當時哈佛校長 Conant 在推動科學史的教學。因此孔恩受命教授科學史。約在1949年時，他開始研讀亞里斯多德的物理學。他越讀越感到奇怪，怎麼這樣一位大哲學家，在其它方面（特別是邏輯，生物學）都如此清楚了，唯獨在物理學上，卻講了許多奇怪荒謬的話？尤其是和伽利略與牛頓的觀點如此地相衝突？有一天，他突然整個豁然開朗，他發現他自己完全能瞭解亞里斯多德了。原先覺得荒謬奇怪的話，不再是荒謬奇怪了，而是有系統的合理論點。這個經驗，使他將研究興趣轉向科學史，也預示了他日後的新科學哲學。在《科學革命的結構》之前，孔恩主要是個科學史家，已發表了多篇科學史的論文，並有一部科學史論著，即《哥白尼革命》。此書的架構也預示了《結構》一書。

說，它也對整個哲學界、科學社會學和整個社會學界、科學教育和教育學界都造成很大的衝擊；除此之外，它更廣泛地影響了經濟學、企管、法學、政治、傳播、文學等等學門，更回頭促成了自然科學家對自身學科的反省。就台灣而言，孔恩的思想也帶來很大的影響，各領域的學者都對孔恩所描繪的科學發展圖像，感到莫大的興趣；孔恩所用的術語——如科學革命、典範、不可共量性等等，也被廣泛地應用到各人的專業學科上²。

壹、孔恩科哲提供的科學形象

孔恩的科學哲學之核心，在於對科學發展歷程的描繪，也就是著名的常態科學（normal science）、科學危機（scientific crisis）、科學革命（scientific revolution）的三部曲模式（即三階段發展模式，或者省略科學危機，而作二階段模式）。整個科學發展歷程可以略示如下：

前科學 → 常態科學 → 科學危機 → 科學革命 → 新常態科學...

與這個發展模式相關的是另一個著名的概念「典範」(paradigm)。簡單地說，典範是常態科學時期科學家從事科學活動的「最高指導原則」，科學家不會去質疑典範是否能成立，他們在典範的指導下進行「解謎」(solving puzzles)活動。所謂的謎乃是由典範所提供的問題，但有些謎在許多科學家長久努力下仍不得解決，它們便成了該典範的「異例」(anomaly)。異例如果讓科學家對典範的信心產生動搖，就會造成典範的危機，科學家們可能會開始尋求新典範，然後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革命期。若新典範完全取代舊典範，科學革命完成，同時展開新一階段的常態科學。如此，以典範為核心的發展歷程可以描繪如下：

多典範競爭 → 典範確立 → 典範動搖 → 多典範競爭和典範轉移
→ 新典範...

這是一幅很有趣的圖像，一般人可以很快從科學史的粗略知識中得到符合這個模式的發展。例如，亞里斯多德物理學原是中世紀科學的典範，但是亞氏物理學碰到自由落體和拋射體的異例之挑戰；接著伽利略提出了新的自由落體定律和慣性概念，牛頓進一步發展牛頓力學並提出萬有引力(universal attraction)的觀念；而笛卡兒也有渦流理論(the vortex theory)來與牛頓的力學競爭；但亞氏物理學仍在大學據有龐大勢力。十八世紀後，笛卡兒力學、亞氏物理學都敗退下來，牛頓力學的典範確立，十八、九世紀的許多力學家，紛紛發展牛

頓力學，而成為所謂的「古／經典力學」(classical mechanics) 一直到十九世紀末，古典力學也產生異例——始終無法測出代表絕對時空的以太(ether)之存在；於是產生古典力學的危機，最後相對論出場，解決了這個謎題——根本不需要以太，而是一切運動都是相對的來代替絕對靜止的以太。牛頓／古典力學也被愛因斯坦的相對論取代了。力學(物質變化的科學)的典範變遷如下：

亞里斯多德力學 → 伽利略笛卡兒競爭 → 牛頓力學 → 力學危機
→ 相對論

或者以天文學(天體現象的科學)為例：

托勒密地心說 → 哥白尼日心說(地心說的危機) → 牛頓天體力學 → 水星近日點的危機 → 相對論天文學

孔恩的整個科學發展的圖像，可以表達為下列概念圖式：

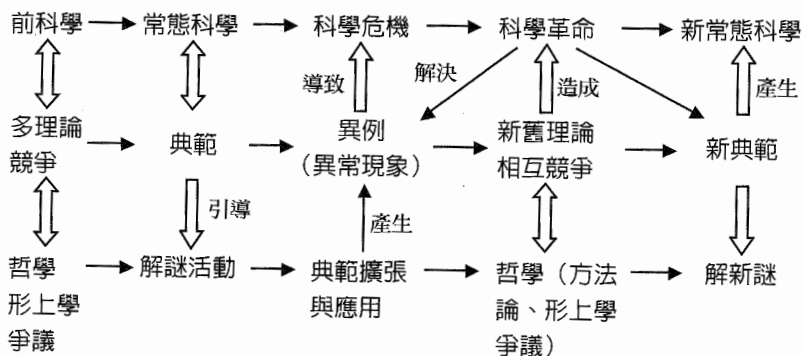


圖 4-1

它又可以進一步被以座標圖像的方式來呈現：

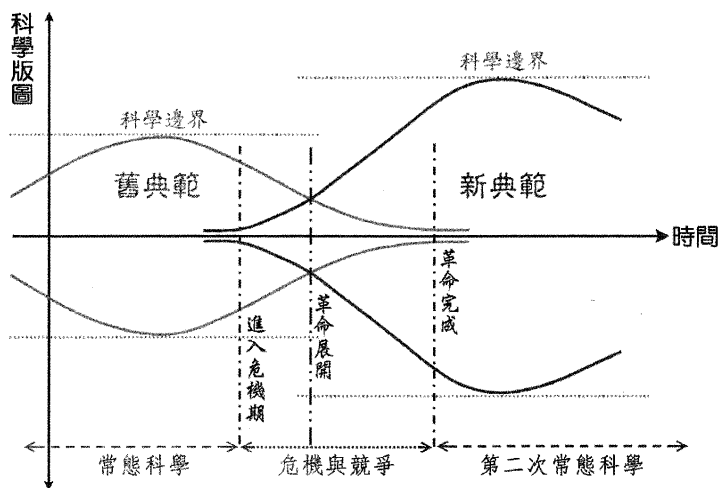


圖4-2

圖4-2中的垂直軸是「科學版圖」，意指一個典範能擴張的範圍，亦即它被嘗試應用來解決問題的範圍，水平軸是時間。第一個曲線代表第一個典範，當它進入危機時，它的應用範圍慢慢萎縮，因為有新的理論被提出來與它競爭。新典範一開始總是起於解決特定的問題，一但它被應用的解題範圍超出舊典範時，它就被接受新典範了。

大致而言，科學史上除了上述的天文學和力學典範變遷外，還有化學和生物學：

■ 化學（物質結構的科學）：鍊金術化學 → 燃素理論 → 氧／原子論化學 → 量子理論化學

- 生物學（生命的科學）：自然史 → 笛卡兒的機械主義生物學 → 達爾文演化論

有不少生物學家或生物學哲學家並不接受孔恩的典範論能恰當地應用到生物學的歷史發展演變上，他們認為達爾文的天擇演化論，提供一個更好的模式。

可是，這樣簡單的圖像就可以完全支持孔恩的模式是恰當的嗎？或者孔恩整個科學哲學就只有這個圖像而已嗎？當然不是。我們必須用更多科學史的實例，來深入討論孔恩的重要觀念，以及驗證孔恩模式的合法性。

在討論孔恩科哲之前，讓我們先談談孔恩所提供的科學形象，以及它和實證論提供的科學形象之差異。

在孔恩之前，一般人們（科學家自己以及大眾）對科學的主要形象是「實證形象」。讓我們重新列舉如下：

- 科學是經驗實證的，任何科學的主張都要透過經驗（實驗）來予以檢驗。
- 因為科學是實證的，所以科學是客觀的，和其它不能實證的主觀的、玄想的（形上學的）領域截然不同。
- 科學知識是累積的。由經驗所證實的知識不斷地累積成一個知識儲藏庫。科學的發展像是在穩固的地基上一層一層往上蓋房子。

- 科學是統一的，所有的科學學科都共享同一套科學方法（即歸納法、統計法、實證方法等等）。使用這套科學方法來作研究就是在作科學。
- 科學是階層性的，也就是說，物理學在最基礎、化學其次，生物學在化學的基礎上；心理學又建立在生物學之上，最後是社會學要建立在心理學上。
- 科學是客觀的，價值中立的。科學假說的成立與否，只看它是否能被經驗證據所印證。個人的主觀情感和價值對科學假說的檢驗而言，不能產生任何效力。

孔恩從科學史的研究中發現一幅截然不同、甚至近乎一一對立的科學形象：

- 經驗實證只是科學的一部分，但並非全部；科學內存在著非實證的成分。
- 科學裏也有許多主觀的、玄想的成分。在科學發展歷史上，科學和形上學並不是截然二分。形上學甚至是科學的必要成分。
- 科學知識只有在常態科學的階段才是累積性的。科學革命之後，舊有的知識庫往往被全盤拋棄。科學發展不是在穩固地基上蓋房子，而是像政權變更一樣，科學革命就像政治革命。
- 如果說科學是統一的，只有在常態科學時期統一在同一個典範下，而不是統一在同一個科學方法之下。不同的典範可能會強調不同的科學方法。

- 科學也不是階層性的。學科之間的關係相當複雜。科學家在選擇理論時，往往是依賴於一組「認知價值」如「準確、簡潔、一致、寬廣、豐富」等來作選擇。這些價值有某種程度的客觀性——大多數科學家都接受，但是對它們的意義會有不同的解釋與應用。
- 即使如此，科學家在選擇理論時，仍然無法擺脫某種「主觀性」：個人的人格特質、生活的經驗等等，都會影響科學家的決定。

接下來，我們正式進入孔恩的典範理論細節。

貳、典範與常態科學

常態科學指以過去的科學成就為基礎（即典範支配下）所進行的科學研究。常態科學究竟如何產生呢？主要由於一個科學理論取得空前的成就，展現出一幅「前途光明」的遠景，它不僅吸引新生代科學家依據此理論來研究，甚至能從敵對學派中吸收歸附者。當然，這個成就斐然的理論，必定留下許多待解的問題，等待後繼者的投入。達成這類科學成就的理論即被稱作是「典範」。一個典範主導了一個科學的研究傳統，從而形成一個科學社群。如果科學家想加入該科學社群，必須由研究它的典範入門。因此，他幾乎不會對此典範表示異議。

在科學史上，每門科學幾乎都是由哲學發展而來的，在步入第一次「常態科學」之前，往往有許多理論互相競爭，這些理論對其研究的對象之本質，莫衷一是，也因此產生許多不同

的研究，沒有一個能取得大多數研究者的信服，換言之，尚未產生一個「典範」，此時該門學科處於「前科學時期」，也就是「前典範時期」。

以光學為例，十八世紀有牛頓的《光學》（*Opticks*）提出光的粒子說，與惠更斯的光的波動說競爭；由於牛頓力學上的成就，光的粒子說取得典範地位，但是在十九世紀時被楊格（Thomas Young, 1773-1829）與弗雷斯諾（Augustin-Jean Fresnel, 1788-1827）發展的波動說取代。二十世紀時，普朗克（Max Planck）和愛因斯坦的光量子說成為新典範。但是，在牛頓建立光的粒子說典範之前，關於光的本質之學派觀點紛呈，莫衷一是。這是光學的前典範時期。例如，希臘時代，「光」和「視覺」（*vision*）是連結在一起的，一個最古老的理論主張視覺是由眼睛發射出某種東西，落在被看到的物體上，和從物體所發射出的另一種東西混合。伊比鳩魯學派則認為視覺是由物體所發出的連續薄膜，射入我們的眼睛，使我們有該物的連續印象所造成的。亞里斯多德則認為光是眼睛和物體之間的媒介干預所造成的。十七世紀光學的奠基者是克普勒，他研究透鏡的性質和視覺理論、物體距離遠近的判斷也是他的研究課題。胡克（Robert Hooke, 1635-1703）則試圖說明色彩現象，他主張發光體的粒子進行小振幅的快速、震盪式運動。惠更斯則主張發光體的微小粒子傳遞一個脈

其實，不只在光的本質上眾說紛云，科學家對「光學」應包含哪些主題，也就是光學論域的大小如何，他們的見解也各不相同。光學的範圍在下列主題中變動：光的反射、折射現象（幾何光學）、發光體、視覺的心理和生理現象、色彩現象、彩虹現象等等。

衝 (impulse) 到鄰近媒介的粒子上。笛卡兒則主張視覺的發生是以太壓力所造成的。牛頓早先主張一種粒子說和波動說的混合，也就是說，發光體發射光粒子，射入以太中，造成以太的振動。後來牛頓越來越傾向微粒子說。

再以電學為例。十八世紀富蘭克林 (Benjamin Franklin, 1706-1790) 發展他的電學典範前，許多研究電學的科學家對電的本質也是各據立場，直到富蘭克林成功地提出一個能廣泛解釋許多奇怪的電現象的理論，成為廣被接受的典範。十七世紀時，電和磁的現象往往被混在一起，吉伯特 (William Gilbert, 1544-1603) 首先區分了電和磁，他認為磁是一種生命力量、具方向性形態性的力量，而電只是純物質性的、累積性的、把物質粒子約束在一起的力量。吉伯特以「電素」(effluvium)——一種干預性的「質液」(humour)——的概念來理解電。波以爾 (Robert Boyle, 1627-1691) 認為電是一種膠狀的電素，從帶電物體中發出，再把輕物體帶回原處 (因此可以吸引它)；笛卡兒說明摩擦琥珀生電的現象是，帶電物體內的粒子被摩擦所激發，從物體表面孔隙跑出，形成一條粒子帶，但是，因為周遭佈滿以太微粒子，它們很難往外發散，而被壓迫回到物體孔隙內，因此把輕小的物體帶回來。富蘭克林則主張電是一種特殊的、流體狀的「電物質」(electrical matter)，瀰漫在所有物質之內。物質所帶的電物質量均有一定量，當電物質量超出定量時帶正電，少於定量時帶負電。後來有人則提出電物質是二種不同的流體。

如果前典範時期總是百家齊鳴，一個理論又要如何從競爭的諸理論中脫穎而出，成為典範？典範理論不一定能說明所有

相關事實，實際上永遠也不可能。但是只要它有比別的理论更特出的地方——譬如能說明大家最關注的現象，或引導出某種特別儀器的發明，它比其他競爭理論更具典範的資格。例如牛頓說明了十七世紀時大家最關注的天體運行現象。而萊頓瓶（Leyden jar）的設計，是因為電學家相信電是一種流體，正如水流可以裝到桶子般，因此聯想到是否可以把電流裝到瓶子裏。在科學史上，很少有價值的科學研究，是在沒有典範的情況下出現。

一旦新典範廣被接受後，不願接受新典範的人，就不再被視為同道，他們的觀點也被忽視。在歷史上，這類執著舊典範的人，通常就待在哲學界，因為大部分的專業學科，最初都是哲學所孕育的，後來才獨立出來。因為典範塑造了科學社群的活動方式和科學成果的溝通方式，一個研究只有在典範的許可之下才能是科學的。

這可以解釋為什麼總是有一些科學家，認為哲學對科學是阻礙；因為他們往往把那些執著舊觀點的人，斥為哲學家或玄學家。

在諸理論競爭時期，科學家往往以書籍的形式出版，而且是寫給大眾看，因為他們要爭取大眾的支持與贊助；但是在典範確立後，作研究的科學家，一般以報告（paper）的形式發表他們的研究成果，這些報告甚至只有同行的專業學者才能看懂。常態科學中的科學家，若想寫書，通常只寫教科書，以做為對科學界的回饋。

以典範來指導研究的常態科學活動，並不是典範來配合自然事實，而是相反。比喻地說，常態科學的活動似乎把自然

強塞入一個由典範制定好的盒子內。它的目標不是去發現新現象，未被塞入盒子內的自然現象也常被忽略。常態科學家並不想發明新理論，也不容忍別人的新理論。常態科學的研究目的就是闡明典範提供的現象和理論。孔恩歸納常態科學的研究活動為三種類型：決定重要事實、使理論與事實吻合、精練理論（典範）。又可以分別從理論工作和實驗工作兩大方面來加以分析。

理論活動的三種類型是：第一，在理論的計算上，改進事實的精確度。牛頓的《自然哲學的數學原理》（*Mathematical Principles of Natural Philosophy*, 1687）（下文或簡稱《原理》）被接受為典範，但牛頓的理論主要在解決天體問題，如何應用到地面上的物質呢？譬如流體、彈性體等等，並不很清楚，即使套用公式也不精確。十八世紀時的力學家如伯努利（Daniel Bernoullis）、達蘭伯特（Jean d'Alembert）等引用一套新的數學技術來發展流體力學。第二，改進理論——通常是發展更精密的數學公式，使公式更能吻合現象的觀測：理論事實上不可能和觀察現象完全吻合，如行星運行的觀察數據，並不完全符合克普勒定律的計算；牛頓理論也指出，它們不該如克普勒定律般運行；³ 但牛頓本人仍從他的理論中導出克普勒定律。再如十八與十九世紀歐洲最好的數學家如尤拉（Leonhard Euler）、拉格朗日（Joseph Lagrange），都試圖解決牛頓留下的困難問題，如三體互相以重力牽引的難題。第三，重新表述典範（re-formulation of paradigm）；以新發展的數學語言，發展新的數學公式來重新將牛頓定律加以表述（公式化）。如牛頓的《原理》其實是用幾何的語言寫成的，⁴ 但十八、九世紀的力學家

如漢彌爾頓（William Hamilton）、雅可比（Carl Jacobi）和赫茲（Heinrich Hertz）等人，都試圖用微積分重建牛頓理論的數學系統。

常態科學的實驗活動也有三種類型：第一，如何把典範已指出的事實，設法增進它們的精確度。如天文學中的星球位置與大小、行星運行週期；物理中的物質比重、波長與光譜強度、電導度；化學中物質成分與化合量等等。第二，設法證實理論與自然現象相符合，此即我們一般所謂的檢驗理論（theory-testing）：如以新的天文望遠鏡驗證哥白尼預測的周年視差；阿特武德機（Atwood's machine）驗證牛頓第二運動定律；以日蝕觀察驗證愛因斯坦預測的光線之重力偏折。第三，精煉典範理論，解決理論中仍然曖昧不明之處，解答以前未深入研究的問題。例如牛頓主張的萬有引力的觀念——任兩個有質量的物體都會有萬有引力，而且只和其質量與距離相關，和組成物質的成分無關。要解答這問題，必須測定萬有引力常數，一直到十八世紀末，才由卡文迪士（Henry Cavendish）的轉矩天平（torsion balance）作出來。⁵

所有常態科學活動，可以一言以蔽之，孔恩稱作「解謎活動」，它是常態科學的本質，而且它具有令人著迷的特質。換言之，科學並不是如波柏所言般不斷否證、不斷推翻、不斷革命。常態科學為何令人著迷？為何會吸引許多大科學家投入？這些科學家為何自甘根據某一典範來作研究，而不是發展自己全新的典範？首先，常態科學的問題，通常都是由典範所指出（或由理論導出），故它們的結果其實都可預期。但是，它並不因結果可預期就減少令人興奮的元素。一般而言，解答常態

科學問題，就是用某一新方法來達到預期的結果，其間必須超越各種複雜的觀念上的、儀器上的、數學上的障礙。因此，常態科學的問題，很類似一般生活中的「謎」（如拼圖謎或字謎——必須依據一定的規則來解答和聯想），很有挑戰性。科學家解謎成功，會很有成就感，證明自己乃是解謎專家，這成為驅使他前進的動力。進一步，典範保證了常態科學的謎題，必然有答案——只是獲得答案的過程充滿未知因素。必然有答案向科學家保證只要他投入心力，必可有收獲；而解謎過程的不確定則成為科學家的挑戰動力。

常態科學謎題的另一個特性是，它必須受到典範所引導出的規則之限制。這種規則有時是一種已被接受的觀點，有時是基本的存有論範疇（a fundamental ontological category），有時則是通則形式（a form of generalization）的科學定律。它們界定謎題、限制解題的方式。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，或其它學科的問題，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，在此典範下根本無解，故不值得研究。

顯然，常態科學是「高度累積性」的事業：（1）它的目標在於穩定地擴張科學知識的精度與廣度。（2）常態科學並不試圖發現新奇的事實或發明新理論。

針對經驗證據與理論預測不合的例子，邏輯經驗論和否證論都把它們看成是否證例子或反例，可是，在孔恩看來，它們只是常態科學下的一個有待解決的謎題。例如牛頓在1687年時出版了《原理》，然而，根據牛頓自己的說法，他在1665-1667

年間，於家鄉躲避瘟疫時，便已發現了重力定律（平方反比定律），並用之來計算月球的軌道。為何牛頓隔了二十年後才出版呢？對這個歷史問題，一般有三種答案：第一是萊興巴赫（Hans Reichenbach）站在經驗論的立場上，認為牛頓的計算數據並不合當時的觀察數據，所以牛頓很失望，而將它塵封二十年。二十年後，有新的觀察數據出現，所以牛頓才出版了他的重力定律。其次，一些科學史家則認為牛頓面臨一個理論上的難題。在他的計算中，他假定地球和月球的整個質量濃縮成一個點——即圓心；然而，牛頓當時無法證明這個假定是合理的。第三種歷史解答則是牛頓對其青年時期的回憶並不準確，當時他尚未發現重力定律。其實，從牛頓已出版的《原理》來看，牛頓根本不在意理論計算的數據是否和觀察數據吻合。例如，他計算月球的軌道只有觀察值的一半，但他繼續展示下去。牛頓其實是把理論與觀察的不合，當成是一個有待解決的問題——即「謎題」。

對於不利自己典範的證據，科學家會把它視為「待解問題」，而不是反例。哥白尼和伽利略無視於「視差」現象無法觀察到，而堅持地球繞太陽旋轉。他們把這問題當一個有待解決的「謎題」。而所謂「謎題」只有在某一典範下才成其「謎題」。例如，行星逆行現象，幾世紀以來的天文觀察家知道得非常清楚，然而沒有人認為它是個問題。只有當柏拉圖設定天體的運行必然是圓形的之後，行星逆行謎題的解決才成為古代天文學的核心問題。換言之，古希臘天文學都在「行星軌道必然是圓形」這個原則（典範）之下，進行行星逆行現象的說明。

上述討論指出有一個關於科學的傳統神話（迷思），認為科學有其獨特的「科學方法」，可以和其它非科學的學科——特別是哲學——區分開來。所謂的「科學方法」，據說是擱置自己的先入之見，而毫無偏見地專注於事實。實際上，事實往往是出於某一典範出現之後，才成為值得研究的「謎題」。

參、典範的優先性

孔恩在《結構》一書中，一直沒有清楚地說明「典範」是什麼，也沒有對「典範」下一個清楚的定義，後來招致很多批評。一個有名的批評是把《結構》中出現的「典範」，整理出二十二個意義。⁶

根據孔恩的〈後記〉（“Postscript-1969”）、〈反省我的批評家〉（“Reflections on my critics”）、〈典範的再思考〉（“Second thought on paradigm”）這幾篇有名的辯護文章，他將典範明確定義為：範例（exemplar）和「訓練要素」（disciplinary matrix）。範例即是「例題」，如教科書在講解時所舉出的「範例」（examples），或者每章所附之習題；至於實驗部分，則是教科書明白設計的「實驗範例」。訓練要素，即「科學家在訓練過程中必須學習的構成要素」，至少包括四項：（a）符號通式；（b）模型、（c）形上觀念；（d）共享價值。孔恩使用 disciplinary 這個詞，即是在強調當某一學科或社群在訓練新生代科學家時，會將這些「構成要素」默會（tacit）地傳給下一代。換言之，常態科學家是透過「範例」的模仿和

學習中，潛移默化地學會了該典範的符號通式、形上觀念、價值、方法規則等等。

根據林正弘教授（1988：92）：典範包括（a）明確寫出的定律或理論；（b）適用基本定律的標準方法；（c）工具與使用工具的基本規則；（d）指導研究工作的形上原理；（e）方法論規則。以及有時典範也用來指「範例」。根據傅大為教授（上課講義，出自孔恩的〈後記〉）：典範作為「群體承諾型態」（the constellation of group commitments）（constellation 被用來指稱天上的「星座」，即一種特殊的聯結，有其特別形狀。這裏是把它引伸為一個科學社群所共同「許諾」的元素，彼此間有特殊的關聯），或一個「有序的學科結構」（ordered disciplinary matrix）。包括如下元素：（a）符號通式，公式，定律；（b）形上學的信念或模型、圖像：如原子論、機械論等；（c）共享的價值或美學取向，如「精確預測」、「和諧」、「簡潔」等等；（d）共享的具體例子，或「範例」。

所謂的「共享價值」主要是一種「認知價值」（cognitive values）。就整個科學而言，一般有五個常見的認知價值：準確性（accuracy）、一致性（consistency）、範圍（scope，或譯發展空間）、簡潔（simplicity）、豐富（fruitfulness）。孔恩又把它們稱作「好理論的特徵」，⁷即科學家以這五項價值來判斷一個理論是否為好理論。但每個個別的典範，其所強調的價值可能不同——或者更多、或是更少。個別典範的從業者對於這些價值的意義該如何詮釋和應用也不相同。

邏輯經驗論和否證論常常強調科學哲學主要是一種「科學方法論」，而且他們努力把科學方法化約成一條一條的「規則」，以便科學家可以遵循，並用來定義「科學」，劃出科學和非科學的界線。可是，在孔恩看來，歷史上的科學家並不

是根據科學方法規則在從事科學研究，他們依賴的是典範。但是，我們是否可以從典範中抽出一條一條規則，讓下一代的科學家按規則一步一步地學習？換言之，典範是否能完全被化約成一組規則？所謂規則，可以包括先前所提的「符號通式或公式」、「使用工具的規則」、「指導研究的形上學原理」、「方法學的規則」、「科學研究的價值規範」等等。孔恩主張這些規則是在「範例」的學習中，潛移默化地傳給科學家。然而，科學家究竟學會了哪些規則？可以說言人人殊，每位科學家都會有不同的答案。孔恩認為，如果科學史家想把一個典範完全化約成一組明白的規則，他雖可達成一部分，但終究無法全面完成，以得到典範下的所有科學家之認可。為什麼？

首先是哲學基礎的理由：典範是建立在維根斯坦「家族相似」（family resemblance）的觀念上。我們在碰到一種新「遊戲」時，我們之所以能理解它是一種「遊戲」，不是因為它滿足了「遊戲」的定義（一組充分必要條件），而是因為它和我們玩過的某一個或某幾種「遊戲」之間，有「家族相似性」。其次，典範比規則更優先也是由於科學教育的本質所致。學生在學習科學時，總是透過範例的學習，而不是死記規則（符號通式、方法學規則等等）。所以，既然科學家是潛移默化地學習範例，在他碰到新問題時，他是透過該問題與「範例」的家族相似性來瞭解它，而不是去看新問題符不符合規則——如此將使科學研究過於僵硬而失去彈性。

然而，這並不意味在科學實際活動中完全用不到規則。當大家對典範有共識時，常態研究工作才能進行；然而當典範的地位動搖時，規則的重要性就會顯現出來。在前典範時

期，科學家經常對研究對象的本質（涉及形上原理）、什麼是正當的問題（涉及定律公式等）、哪些方法可行（涉及方法論規則）、哪些答案是好答案（涉及價值規範）的標準，論辯不已。例如，在牛頓力學轉變到量子力學時，發生了物理學本質的標準之辯論，包括世界的真實性（上帝擲不擲骰子？）、物理學的本質（包括問題、解答、方法等等）。如：量子力學究竟完不完備？科學定律該不該是決定論的：機率性的定律可以被視為最終定律嗎？——這些論辯一直持續到六十年代。

為什麼科學不能被化約成一組明確的規則呢？典範可能橫跨各種不同的學科。如量子力學典範，可以應用到力學、電磁學、化學、固態物理學等等。如果典範是一組明確的規則，它就沒有那麼大的彈性來適用各種分歧的學科。萬一某個學科的應用範例發生了問題，涉及的只有該學科內的社群，其它學科則不一定會感到有問題發生。

肆、科學危機與科學發現

如果常態科學的目標不在於發現新事實與新理論，那麼科學發現是怎麼做出來的？「科學發現」（scientific discovery）也不是如傳統經驗論觀點般，最初看到新現象或新元目的人即是「發現者」。科學發現也必須在鑲嵌在典範變遷的動態結構下才能得到清楚的說明。對科學史而言，誰是第一個發現者？精確的發現時間為何？「科學發現」的歷史過程又是什麼？都成了必須重新解答的問題。

科學不斷發掘新事實與構想出新理論。這意味了在典範指導下進行研究，必然也將會造成典範的變遷。打個比方，依照某一規則進行遊戲，無意中產生了一些新的東西，為了同化這些東西，又導致了一套新的規則。換言之，常態科學的研究，本質上會導致異常現象的出現，所謂「異常現象」（或「異例」）當然是指與原典範的推斷不合的現象——針對典範而言，它就是一個新發現。對異常現象的處理有兩種可能：第一，這個異常現象，有可能因為典範的調整，而被消化。但除非典範調整之後，它並不能算是新的科學事實。第二，如果這個異常現象，最後無法被典範的調整所解決，就會造成原典範的危機，而導致科學家尋求新典範。第一個可能是「發現新事物」，第二個可能是「發現新理論」。

首先，以氧氣發現為例。氧氣的發現者究竟是普里斯利（Joseph Priestley, 1733-1804）還是拉瓦錫（Antoine Lavoisier, 1743-1794）？不同的科學史有不同的說法。普里斯利比拉瓦錫更早分離出「氧氣」，但普里斯利信奉「燃素論」（phlogiston theory），1774年他加熱硃砂（氧化汞 [HgO]）而得到一種氣體，可以使蠟燭火焰更明亮，他以為這是笑氣（ N_2O ）。後來又作了實驗，而改稱它為「去除燃素的氣」（dephlogisticated air）。普里斯利曾在法國的一個宴會中透露他的結果，拉瓦錫也在場。1775年拉瓦錫也同樣加熱硃砂而得到一種氣體，但他在法國科學院報告說：它就是空氣，只是更純淨，不是什麼「去除燃素的氣」。1777年則作出結論：它是空氣的兩種主要成分之一（另一個是氮氣），並稱它為「酸氣」（oxygen）。普里斯利則終身反對拉瓦錫的說法。如果說因為普里斯利有一

個錯誤的理論，所以氧的發現者殊榮應該歸給拉瓦錫，但是拉瓦錫的氧理論就全盤對嗎？直到拉瓦錫上斷頭台，他始終堅持氧是一種「酸的基本成分」（atomic “principle of acidity”），而且只有在該成分與熱質結合時，氧才產生。換言之，拉瓦錫拒絕「燃素論」，卻接受「熱質說」（calorie theory）。而熱質說一直到1860年左右才被科學界放棄。

Oxygen 是希臘字的組合，oxy 是希臘字中「酸」的字根，而gen 是 generator 生成者的意思，oxygen 即「酸的生成者」之意。亦即「氧」是產生酸的基本成分，拉瓦錫相信所有的酸都可以找出氧。可是拉瓦錫的論點一開始就面對一個異例：海酸（即今天的「鹽酸」[HCl]），鹽酸是典型的酸，但並不包含氧。

不管如何，拉瓦錫的元素理論後來成為化學的典範。換言之，典範和科學發現有密切的關聯——新現象或新元目必須要在新典範下才成其新。早在拉瓦錫發現新氣體與研究之前，他已深信燃素論是錯的，他也相信燃燒時物體吸收了空氣中的某些成分，而不是燒掉物體中的燃素。正因如此，拉瓦錫才能拋開燃素論的干擾，而認定新氣體是「空氣的主要成分」。普里斯利則一直在燃素論的典範下，故終身無法接受拉瓦錫的結論。X 光的發現也有類似之處。很多科學家都擁有陰極射線的放射儀器，它會放出 X 光，但沒有人注意到，倫琴（Wilhelm C. Röntgen, 1845-1923）卻注意到了，為什麼？因為，倫琴察覺到某些不該發光的屏幕（典範如此推定）卻發光了。

這兩個科學史的例子有些相似之處。首先，科學家察覺有某事不對勁，但這只是發現的前奏。若沒有持續進行實驗，並調整觀念來消融異象的過程，就不能作出新的發現來。這是一

種科學發現的心理學。孔恩引用撲克牌的心理學實驗來加以說明。正常撲克牌是紅心、黑桃。但實驗心理學家採用一副異常的牌，有黑心、紅桃的花色。曝光時間短，大部分人都把異常花色當成是正常的牌。隨著曝光時間越來越長，越來越多人注意到異常花色。換言之，異常現象是相對於某一典範，才會使人覺察到異常之處。因為典範使得科學家產生某種預期，當預期之外的事發生時，科學家才容易注意到。典範越精密，涵蓋面越廣，越能提供偵測到異常現象的機會——而這往往是典範變遷的契機。

第二個可能是「異常現象」導致原典範的危機，以及新理論的建構，最終推翻舊典範，形成典範變遷的「科學革命」。可是，為什麼常態科學活動會產生足以導致典範變遷的理論？

單獨一個科學新現象的發現，都不足以促成哥白尼革命、牛頓革命一類巨大的典範變遷；甚至也不能導致較小的典範變遷，如光之波動說、熱的動力論、馬克斯威爾的電磁理論等。能造成科學危機與新典範建構的有下列四個主要條件：(a) 異例長期難以解決；(b) 特置方案不斷繁殖，使得原典範繁複難解；(c) 常態解謎活動飽和而趨於瓦解；(d) 社會需求的壓力。以下三個歷史案例都顯示出這四項條件——不過第四項條件孔恩說得比較少。

第一是從托勒密的「地球中心說」(geo-centralism)到哥白尼的「太陽中心說」(heliocentrism)：(a) 托勒密天文學中，最大的異例是歲差問題。即根據托勒密天文學所定出的朱里安曆(Julian calendar)，每年的春分日不斷地前移，這個問題早在十三世紀時已有人指出(羅傑·培根[Roger Bacon])，

但一直到哥白尼時代，年曆改革的壓力才越來越大；(b) 托勒密派天文學家，為了解決計算與觀測不符的問題，常常在副輪之外再增加副輪，以致讓整個系統繁複異常；(c) 許多天文學家認為如此複雜笨拙的托勒密理論，不可能反映真實的自然。(d) 年曆改革正是一種社會需求的壓力。

第二個案例是從燃素理論到拉瓦錫的氧化學。1770年代左右，對空氣是否擁有不同成分的研究越來越多，但大部分化學家仍相信燃素理論。(a) 但是越來越多實驗結果，使得燃素理論越來越難以解釋，例如金屬燃燒後的重量加重。(b) 但化學家都不認為應拋棄燃素理論，只是每位化學家都用自己的特置方案來補充燃素理論，例如有些人主張燃燒時，有某種空氣成分進入被燃物質內，有人主張燃素有負重量，使得每個人的燃素理論都不太相同。(c) 進而導致一些化學家如拉瓦錫開始懷疑燃素論是否為真。就造成燃素論的危機。

第三個案例是從牛頓典範的絕對時空觀，經馬克斯威爾到愛因斯坦的相對論：(a) 牛頓相信絕對時空的存在，早在十七世紀末十八世紀初，就受到萊布尼茲和哲學家柏克萊等人的批評，但當時沒有引發什麼反應。(b) 十九世紀起，光的波動說普遍被接受，如此進入常態科學的階段中。一直到1890年代間，絕對時空的觀念並沒有碰到什麼危機。光若是一種波，則空間中必定有一傳播光波的介質——即乙太，它是固體，代表了絕對時空的參考架構。但是實驗卻偵測不到乙太。(c) 馬克斯

科學家為什麼推測乙太是固體呢？因為根據波動理論，介質的密度越高，波速越快。光速如此之快，科學家推斷傳遞光波的介質必定是固體。

威爾電磁理論誕生後，如何把電磁理論納入牛頓絕對時空的架構內，也成為一大挑戰。此挑戰動搖了牛頓典範。

異常現象只有在危機時期才會受到重視。因為導致典範崩潰的問題往往不是新問題，而是長久以來已存在，只因為沒有危機，這些問題一直未受到重視。譬如地動說早在希臘時代，即由亞里斯塔可士提出來了，但當時一點都沒有接受地動說的歷史背景。換言之，一個主要的典範都還沒發展成熟——亞里斯塔可士的提議不過是許多競爭理論的一種。

異常現象通常不會被科學家當成是反例，再據以否定典範。科學家會使用種種特置假設以便保護典範。孔恩在此批判否證論。一方面，否證論的觀點並不符合史實：科學家屢屢使用特置假說來保護典範；另一方面，他對否證論做了一個「後設批判」，他把自己的理論用到否證論上，他爭論支持否證論的科哲家，在面對他所提出的歷史證據之反例（或異例）時，不會因此拋棄否證論，反而會設想出種種特置方案。這批判的目的是在顯示「特置假設」的設定是來自人性。孔恩則把自己的理論當成是在建構新的科哲典範。但這並不是說科學家完全不會接受任何反例，而是反例和謎之間沒有明確界限。哥白尼眼中的反例，托勒密派只會把它當成是謎；愛因斯坦眼中的反例，洛倫茲只是把它當成推衍馬克斯威爾理論的謎。可以說，當科學家有了新典範時，異常現象才會被他們當成是舊典範的反例。

在危機階段中的研究與前典範時期的研究極類似，所不同的是，在危機中各家差異集中在界限清楚的較小範圍內——即

重大的異例上。對典範危機的解決有三種可能：（1）常態科學最後仍能處理；（2）即使採納最新見解，仍不得解，乃是目前的水準不夠；（3）危機因新的候選典範出現而結束，對新典範的接受有相當激烈的爭辯。

思想實驗（thought experiments）常常出現在科學危機中，對舊典範不滿的科學家，以現有的知識和精密的哲學分析來揭露現有典範的重大缺陷。很多新典範的創建者都是著名的思想實驗高手，如伽利略（力學）、愛因斯坦（相對論）、波爾（Niels Bohr）（量子力學）。另一個值得注意的歷史現象是創建新典範的科學家，幾乎都很年輕，要不然就剛入行不久，這是因為他們的思考方式和研究方向比較不會被典範所控制。

伍、科學革命

一、科學革命與政治革命

常態科學的全面發展，將會導致科學革命——它是科學發展中非累積性的事件，在革命中舊典範全部或部分被一個與舊典範完全不能並立的新典範所取代。「科學革命」（Scientific Revolution）（英文字首大寫）在西方歷史上一般被用為一個專有名稱或描述性的概念，專門指稱或描述十七世紀時的新科學和思想取代中世紀的舊思想這個人類歷史上的鉅大轉變。可是，在《科學革命的結構》一書中，孔恩把「科學革命」（英文字首小寫）用為一個「通名」（general name），用來代表各

種科學領域發展過程中的某個階段，在這階段新典範取代舊典範。

孔恩指出科學革命和政治革命有許多類似之處。政治革命的目的是以現有政治制度本身所不允許的方式，來改變現有的政治制度（正如以新典範來代替舊典範）。因為原有的政治制度不能發揮應有的功能，造成政治危機，愈來愈多人認為無法靠改革來恢復政治穩定，故而尋求新的政治制度（正如常態科學中的異例長久無法解決）。在政治危機中，許許多多支持不同制度的團體（或政黨）誕生，互相競爭。想以政治手段（即妥協、磋商、改革——正如對常態科學的調整和解謎）來解決危機終歸要失敗。因為各黨派對政治制度的標準、信念皆不相同（正如典範之間的不可共量性，見下文討論）。因此，不能透過種種政治制度的理性評估來選擇——因為並沒有一個超出群眾共識之上的標準，最後只能訴諸民眾的選擇來裁決（正如訴諸於整個科學社群的集體選擇）。

科學革命之所以會發生，肇因於舊典範長久無法「消化」（解決）異常現象，使得越來越多科學家懷疑原典範的正確性，開始尋求新典範的可能性。一旦有新理論被提議，而且能夠解決大家關注的異例，新典範開始與舊典範互相競爭，科學發展就此步入革命期。革命是一個過程，它又如何結束？

正如政治革命的結束或解決一般（某一政治制度與支持它的政治團體獲得政權，全盤推翻舊政權），科學革命的終結和解決也在於某一新典範獲得大多數科學家的支持，改用新典範來從事研究。換言之，革命的解決必定有典範變遷的情況發生。但是，科學家為什麼會選擇某一個新典範，而不是其它新

典範？這裏並沒有超乎共識之上的標準（即並沒有某種超乎典範之上的「客觀標準」），只要科學家社群意見能一致，問題就能解決。既然革命的解決，不是訴諸於超乎諸典範之上的「客觀標準」，若想知道革命如何結束，科學哲學家「不但要探討科學家對自然現象的理論研究與實驗成果，也要知道各特殊的科學家社群的勸誘說服技巧。」（Kuhn, 1970: 94）

二、科學革命與典範變遷

如果每個科學革命都意味著典範變遷，那什麼又是典範變遷的本質？首先，革命前後的兩個典範間，彼此是（理論）不相容的。這一點十分不同於邏輯經驗論和否證論。其次，如果典範由符號通式、形上信念、共享價值、範例和模型等構成的，則典範變遷也意味著上述項目的變遷。詳細說明如下。

邏輯實證論主張科學上，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。因為後繼理論是比先前理論更高層或更基本的理論。因此，先前理論只是後繼理論的特例；正如牛頓力學只是愛因斯坦相對論的特例。只要限制條件（如速度遠小於光速），相對論公式就可以引導出牛頓力學的公式。但孔恩評論說，這一引導過程其實是而非。因為就算在限制條件下能從相對論引導出牛頓力學的公式，這個被引導出來的公式卻必須由相對論的觀念來解釋，它和牛頓的原公式只是形似，意義卻完全不同。因為在相對論公式中，時間、空間和質量（做為公式的參數）的意義，完全不同於牛頓力學。而且，進一步考慮到廣義相對論時，它是

空間幾何結構的觀念來說明物體的「重」，而非如牛頓般以「（重）力」來說明物體的「重」。所以，牛頓典範由愛因斯坦典範所代替這一事件，特別清楚地顯示出，科學革命其實就是把科學家用以說明世界的概念網路（conceptual network）加以「全盤」更新。

典範變遷意味著問題、形上學和方法學標準的變遷。第一，因為典範定義科學謎題和解謎的方式，所以典範變遷也將造成研究方法、問題領域和標準答案的改變。例如對十九世紀古典電磁學而言，探求乙太的機械性質，乃是科學研究的重要問題；然而相對論出現後，根本不需要乙太這種物質和概念，當然也不需要再去探求乙太是否存在、有什麼性質等等問題。第二是形上學信念和科學標準的變遷。例如笛卡兒的機械典範（碰撞力學）要求說明任何現象必須要指出基本粒子之形狀、大小、位置和運動，以及要有接觸碰撞的機制之說明；這正是出於機械典範的形上信念。如果不能，就不是在作科學思考。因此十七世紀的生理學家對鴉片有安眠作用的解釋是：鴉片的微粒子是圓的，所以它們沿著神經運動時，能鎮靜神經。但牛頓的萬有引力概念根本不能用這種碰撞的機制來說明，使得當時許多科學家（如惠更斯、萊布尼茲）都批判這個概念不科學，甚至開倒車。但科學家不得不應用牛頓典範來作計算，只好接受萬有引力是一切物質的根本性質。「萬有引力」的概念使得「超距作用」（action in a distance）被接受為「科學的」（在碰撞機械典範之下，超距作用則和巫術的神秘作用沒有兩樣），使得十八世紀的感應生電現象得以超越「電素」

(effluvium) 概念的約束，富蘭克林因而開創了牛頓式的電學典範。

孔恩以地圖的比喻來說明典範在革命中也起著主導作用。典範不只給科學家一張未畫好的地圖（成果），而且也給了它們製圖指南（工具），使他們得以按指南繪製未完成的部分。然而新典範則給了一張全新的地圖和全新的繪圖指南，舊有的那些成果和工具都不能用了。

三、科學的累積與進步？

傳統觀點（包括邏輯實證論）一直相信科學是持續累積的事業。自從四百年前的伽利略以來，科學始終是「站在巨人的肩膀」⁸ 上而發展。而且，科學總是因為新理論的創立和新現象的發現而往前推進，累積了更多更多的知識。之前也談到常態科學的累積性，但知識累積只存在於常態科學中。如果把科學革命也納入考量，那麼包含科學革命的整個科學就不是因為新現象的累積而發展的事業。事實上，科學史向我們顯示：在消納新理論與新現象的過程中，必然會發生摧毀舊典範，並產生不同門派相互競爭的情況。整個科學很少是因為累積新奇現象而發展的，新奇現象的作用往往是造成典範變遷。

我們可以依據典範為座標，把科學家研究的現象區分成三種：（1）現存典範已妥為解釋的現象——但如果科學家在這些現象上提出新理論，也很少會引起注意。因為無法區別新舊理論有什麼不同？也就無法斷定新理論有什麼必要性？（2）以現有典範才能解釋其本質的現象。但其細節一定要典範理論更清楚

時才能瞭解；（3）公認的異常現象：典範無法說明和消納。只有第三種現象會促成新理論的發明。

如果一個新理論能解決某一異常現象，它所作出的預測勢必有一部分與舊理論不合（否則，新理論就不成其新——而只是舊典範之下的一部分）。因此，科學革命和典範變遷，不得不拋棄舊典範的部分成果——在這個意義上，科學是非累積性的。

傳統觀點除了主張科學是不斷累積之外，也認為科學不斷地進步（progress）。既然在孔恩看來，科學整體不是累積的，那麼科學仍然是進步的嗎？在什麼意義上進步呢？「進步」的傳統意義大致有下列兩點：（1）新觀念和新奇事實的發現與累積（後繼者必須建立在先行者的基礎上），我們才稱作是進步的；（2）進步不斷地逼近「真理」或「實在」。前者是邏輯經驗論的主張，後者是波柏的主張。可是，科學史上，幾乎沒有傳統意義上的進步出現。而且很多新理論或新典範，往往被其它典範的對手看成是在開倒車。如牛頓提出萬有引力（一種超距作用，無需微粒子的碰撞）的觀念，被笛卡兒派的機械典範看成是恢復文藝復興時的「玄奧性質」（occult property）。

即使如此，孔恩並不是主張科學沒有進步，而是科學的進步並非傳統的進步——它不是建立在不斷發現新事實和不斷累積的進步之上。科學的進步是「通過革命的進步」、「演化式的進步」。科學呈現一種階段性的發展，每一階段對自然了解越來越深入，越來越細密。但是，它並沒有朝向任何目標。正如達爾文的演化論一般，生物物種的演化從某一起點出發，卻沒有朝向任何固定的目標。

陸、革命是世界觀的改變

一、背負理論的知覺

在科學革命中，不僅存在典範變遷，也帶來世界觀的全盤變革——這是孔恩提出一個大膽的論點。而且孔恩以一段極具爭議的話來表達：革命前後，科學家「看到」完全不同的東西，在不同的世界中進行研究。孔恩所謂的「不同的世界」是什麼意思？後來的科哲家如哈金（Ian Hacking）把它稱作「新世界議題」（new world issue）。為什麼孔恩會主張革命之後，科學家在不同的世界工作？難道世界會在科學革命之後突然變得不一樣嗎？要理解孔恩的說法，必須回到孔恩對於典範的觀點。

孔恩認為，典範不只是科學的構成要項，也是自然的構成要項——換言之，自然是以典範的模式呈現的（存在的）。如此一來，在典範變遷之際，自然（世界）也跟著變得不一樣了。因為世界是透過知覺經驗才呈現給科學家，科學家除了自己的感官經驗外，沒有其它管道可以得知自然的構成。可是科學家的知覺經驗卻又受到典範的支配，而且當典範變遷之時，科學家會經歷一種知覺的「蓋式塔（整體）轉換」（Gestalt shift）。蓋式塔轉換是一種透過心理學實驗而得到的圖像認知結果。有一種著名的兔鴨圖（如下頁圖4-3），

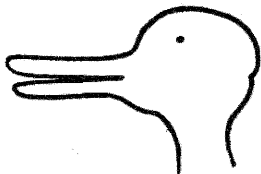


圖 4-3

當你把它看成兔子時，就無法同時又把它看成鴨子——換言之，我們對圖像或形像的知覺是整體性的，而不是由局部簡單地組合起來，所以，圖像視覺也無法被拆開後再重新組合。孔恩以蓋式塔轉換來說明科學家世界的轉變。亦即典範是一個整體，如果一個科學家是信奉某一典範，他就很難同時再使用另一典範去觀察或知覺世界。蓋式塔轉換不只是一個典範轉換的隱喻，也包含了典範支配下的知覺經驗，換言之，在某一典範下的科學家會看到「一些東西」（一些支持他的典範之視覺經驗），其它典範的科學家卻「看不到」，因此他們會否認那個典範可以有的經驗證據。

為什麼會有知覺經驗的整體轉換發生呢？因為科學家的實驗和觀察是「背負理論的」（theory-laden）。⁹當科學家試圖設計實驗來驗證（confirm）理論時，他們總是不得不依據理論來設計實驗，而且他們對實驗結果（現象）的觀察也是「背負理論」的——也就是他們會用自己相信的典範來解釋他們所看到的現象是什麼。以科學史的實例來說明。

孔恩對背負理論的應用是援引另一位同樣是「歷史取向」的科學哲學家韓森（N. R. Hanson），人們往往把他和孔恩相提並論。韓森首度在他1958年初版的名著《發現的模式》（*Patterns of Discovery*）引用蓋式塔心理學而提出這個學說。

第一個是天文學發現天王星的案例。天王星的發現者現在公認是赫歇爾（William Herschel），發現時間訂於1781年。但在赫歇爾確認它為行星之前，有很多天文學家都看到它了。事實上，幾乎早在一百年前它就被觀察到了。然而沒有人把它看成恆星。赫歇爾看到它呈現圓盤狀，又看到它在恆星之間運動，因此他宣佈他看到一顆彗星。¹⁰ 後來雷克謝（Anders Lexell）才建議它應該是個行星。換言之，在一世紀之間，這個天體被看了很多次，但是在1781年後，它以不同的方式被看待了。天王星被看成行星，所帶來影響更深遠，它幫助天文學家在十九世紀後發現許多小行星。換言之，典範改變後（有新的行星加入太陽系），許多原先被忽略或看不到的，一下子通通被看到了。這是因為牛頓的天體力學典範，並沒有不容許太陽系可以有更多行星。相反地，過去二千年來的天文學信念是：太陽系只能有水星，金星，地球，月球，火星，木星，土星，即使哥白尼革命後，地球變成行星，月球變成衛星。然而，理論上的行星數目仍然不變。所以牛頓之前的人，即使看到了天王星，也不會把它看作是行星，牛頓之後的人，才會認為可能有更多行星。

天文學的另一個例子是新恆星的發現。希臘傳統認為天體是永恆不變的，所以星空不能有變化。可是哥白尼的新典範問世五十年後，天文觀察家開始看到星空中有變化的現象（即新恆星的誕生）。但是中國人的宇宙觀並未排除天象變化的可能，所以，他們很早便記錄新恆星的誕生。

再來看單擺（simple pendulum）的案例。在亞氏典範的物理學家看來，一顆來回擺盪的石頭，並不是一種單擺。它只是石

頭回復它的自然位置之運動而已。因為石頭因其本性——重性（gravity）——總是會由較高位置回到它的較低位置上。但因為繩線的牽制，使它必須經過一段曲折的運動——它必須先來回擺盪，慢慢地，振幅越來越小，終而停止。然而，伽利略注視擺盪的石頭時，他卻看到一個「單擺」。一個能夠無限重覆同樣運動的物體。從這種視覺經驗中，他提出了他的慣性定律。只有在伽利略先否定亞氏的典範時，他才能看到「單擺」。換言之，這兒有一個典範的轉變。

像這類轉變只是詮釋改變而已嗎？即看到相同的東西（相同的知覺經驗），卻做不同的解釋（語言描述不同）？不是。孔恩堅持，他們是看到不同的東西，即他們有不同的知覺經驗。因為不同的典範會造成不同的經驗和研究方向：同樣是擺盪的石頭，亞里斯多德主義者會把它看成「受制約的落體」，而討論「石頭的重量」、「石頭被提起的高度」、「回覆靜止狀態所需總時間」、「介質的阻力」等等。伽利略擺脫了亞氏理論後，他不再關注「介質阻力」（相反地，他考慮的是「如果沒有介質阻力」時，石頭會怎麼擺動？）、「總時間」（而是注意從一端最高點再回覆差不多位置一次的時間）、「石頭高度」（而是懸掛石頭的整條弦長），因此他會度量擺的重量、半徑、角位移和周期。

總而言之科學家和一般人都不是以零碎的方式來學習如何看（或觀察世界），而是以一個信念網絡（即典範）來觀察世界、理解世界。所以接受哥白尼理論的科學家，不只是不再把太陽看成是行星；而且還把「行星」的意義整個地更新。這進一步導出一個結論：科學家並沒有更高的權威，或中立的實驗

觀察，可以用來裁決典範的誰對（真）誰錯（假）。這就是典範與典範間的「不可共量性」（incommensurability）。

二、不可共量性

「不可共量性」是孔恩提出最具爭議的兩個觀念之一（另一個是「典範」）。如果典範（理論）與典範（理論）之間存在不可共量性，就意味著沒有任何客觀的標準來判斷典範的真假，這會使「科學是客觀事業」的信念受到嚴重威脅。更甚者，「不可共量性」的觀念被認為暗示了一種「知識相對主義」（epistemic relativism），亦即宣稱知識或真理是相對於某一特定觀點（典範），因此很多哲學家強烈地反對這個觀念。然而，孔恩卻終其一生要為「不可共量性」辯護——他始終認為不可共量性是科學的必要成分。

不可共量性的原初意義來自數學：即等腰直角三角形的斜邊，無法除盡兩腰的長度，此稱為不可共量性。孔恩應用這個幾何學上的用詞來形容「典範」與「典範」之間的並沒有更高的權威（客觀中立的標準和意義）來裁決誰真誰假。除此之外，不同典範所描述的世界是不同的世界，而不只是相同世界的不同觀點（這也就是先前所言：典範也是「自然的構成要項」）。

在《結構》一書中，孔恩提到「不可共量性」的三個意義或面向。（1）標準的不可共量性：不同典範的支持者對哪些是典範候選者必須解決的重要問題，常常意見不同。他們的標準或對科學的定義並不一樣。因此他們在觀點上很難有完全

的溝通。譬如牛頓派和笛卡兒派之間的爭執。對笛卡兒派來說，物體間的吸引作用必須加以解釋，而且非碰撞的解釋是非科學的；對牛頓派來說，吸引作用由引力造成的，引力是物質的基本性質，無需解釋不會妨害其科學性。當然，牛頓理論被接受了，科學也放棄了一個問題。後來廣義相對論則放棄引力觀念，以空間結構來解釋引力作用——原來笛卡兒的問題以另一種方式被解決了。（2）詞彙與意義的不可共量性：在科學史上，因為新典範往往由舊典範產生出來的，所以會有許多共同的詞彙、工具和儀器。然而新典範總是以完全不同的方式在應用這些詞彙、工具與儀器。最重要的就是諸科學詞彙所交織概念網絡之間的不可共量。（3）知覺經驗（或世界）的不可共量性：不同典範的支持者在不同的世界中執行他們的研究。他們看到的是不同的東西。當然，這並不意味不同典範的支持者完全無法溝通，或者無法理解競爭對手的典範。他們當然可以透過學習來學會對手的理論，從而看到對手看到的東西。但是

「改宗」這個術語，就是應用在宗教信仰的改變之上。宗教信仰的改變者，往往有一種難以言喻的「神秘體驗」或「心理經驗」，在一瞬間接受過去認為是錯的宗教信仰。

是在能進入對手的世界之前，他們必先經過一種典範轉移的改宗（conversion）——類似宗教信仰的改變，而這也是一種類似蓋式塔轉換的心理歷程（當然，這不代表發生在一瞬間）。

《結構》一書因為主張「知覺經驗的不可共量性」，又用蓋式塔轉換來詮釋，好像新典範和舊典範完全都沒有交集似的。學者就將孔恩所說的，稱作「全體性（global）的不可共量性」，並且批判孔恩這種提法太極端，非理性的意味太濃厚。

後來孔恩提出「局部的 (local) 不可共量」，而且特別強調意義的不可共量性。指新典範只是變更舊典範的一部分詞彙與意義，而不是全部。此處的典範特別強調其「概念網絡」或「概念架構」的性格。如此，新典範只是變更舊典範的概念網絡之一部分詞彙的意義與連結。¹¹

柒、孔恩的科哲方法和方法論：一個科哲史的反省

孔恩的科學哲學不僅提出一幅科學的新圖像，和我們傳統的看法截然不同，更重要的是，孔恩在論證時，他所使用的論證方法和蘊涵的方法論也帶給哲學研究極大的啟示。

所謂方法是研究某一主題或材料的一定步驟、程序、規則、架構等等。方法論是選擇方法的觀點或理論。亦即針對某一主題、某一群特定範圍材料，當有許多方法可用時，該使用「哪些方法」比較恰當？因此孔恩的方法和方法論是指孔恩研究「科學活動」所使用的方法，以及他對自己和其他科哲家所用的方法之觀點。孔恩的方法和方法論有如下的特徵。

首先，我們得知道孔恩的問題和目標：科學是什麼？如何理解科學活動？孔恩認為：要回答「科學是什麼」以及理解科學活動，必須掌握科學發展和變遷的過程；而不只是指出所謂的「科學方法」並分析其結構，或者分析靜態的科學理論之結構而已。後兩者為早期邏輯經驗論的問題和目標。因此，孔恩把科學史引入科學哲學的分析中。

科學哲學誕生於二十世紀的分析哲學傳統。奠基於十九世紀末的德國邏輯家弗列格和英國邏輯家羅素。這個傳統主張，作哲學的方法是進行語言的邏輯和意義分析。最初的哲學家對科學的興趣是知識論上的，亦即哲學家想知道「知識」究竟是什麼？有什麼樣的結構才能稱為「知識」？並且可以和常識、信仰、信念、迷信、謠言等等區分出來。人們普遍公認科學知識才是真知識，相信它擺脫一切主觀的成分，達到不受一切偏見、意識型態、信仰、先入之見扭曲的程度。因此哲學家開始分析科學知識，試圖找出「科學知識有什麼基本成分，使它成為真正的知識？」又因為二十世紀初科學最大的進展出現在物理學，而物理學又大量運用幾何和數學。羅素和懷海德嘗試把數學建立在邏輯的基礎上（或說化約到邏輯上），許多十九世紀末二十世紀初的數學家如皮阿諾（Giuseppe Peano）、希爾伯特（David Hilbert）等都試圖為數學建立一個形式化的公理系統。數學和幾何被認為是「形式科學」，受到鼓舞的分析哲學家，也開始嘗試將「經驗科學」（以物理學為代表）化約到數學上，再進一步化約到邏輯上。

物理學已經大量使用數學來建立定律——即數學公式、等式、方程式等等——唯一尚不清楚的是這些公式和經驗之間的關係。因此，哲學家的任務就是把經驗和科學定律——以數學公式來表達——之間的邏輯關係揭發出來。在物理學上，一組定律形成一個理論，理論用來說明一組經驗（或現象）。因此，哲學的任務就是分析和建立「科學理論的邏輯結構」。如此就形成了二十世紀的第一個科學哲學學派：邏輯實證論，後又稱作邏輯經驗論。

另一方面，自從十七世紀的培根以來，人們一直相信「經驗科學」是得力於「歸納法」。歸納法就是經驗科學的標準方法。當然，人們已經知道「歸納法」不只限於簡單的「枚舉歸納法」，而是有種種不同的形式，包括做實驗的方法（例如控制變因法、雙盲法等等）和利用實驗來裁決哪個假設是正確的等等，都被列為「歸納法」的不同形式。或許有人不同意這些方法可以被稱作「歸納法」，因此就稱為「科學方法」。人們普遍相信「科學方法」就是生產科學知識的方法，只要根據「科學方法」的程序和步驟來進行調查研究，所得到的成果就可以算是「科學知識」。

邏輯經驗論也繼承這個觀點，所以，他們也研究「科學方法」。當然，他們同樣相信「科學方法」是一套合邏輯程序的方法，科學哲學的任務就是把這套科學方法的邏輯結構加以揭示。譬如說，假設的驗證是根據證據的歸納，證據量越大的假設，表示其受證據的支持度越高。而假設又是由許多觀察所歸納累積而來，觀察的歸納必須要滿足三項條件：（1）做為推廣成通則（假設）的觀察數量要夠大；（2）觀察必須在大量多樣變動的條件被重複；（3）觀察不能和已導出的定律相衝突。所以，邏輯經驗論常常也是「歸納主義」。因此，科學哲學有時又被等同於「科學之方法學」（methodology of science）。

後來的波柏並不同意邏輯經驗論的歸納—驗證的方法，而提出「否證論的方法學」，主張實驗的目的是用來否證假說的，真正的科學方法是「推測—駁斥法」或「試誤法」。所以，波柏也同樣分析他這套方法的邏輯結構。

總而言之，透過科學方法和科學理論（知識）的邏輯結構來理解科學，回答「科學（知識）是什麼」、「具備什麼樣的條件才算是科學」等問題的方法和目標，乃是二十世紀分析性的科學哲學傳統和主流。

孔恩的目標和預設完全不同。孔恩認為「科學」乃是一個歷史產物。在歷史中有許多科學知識被發展出來，而且有許多巨大的變動——被公認為「科學革命」（邏輯實證論和否證論也同意稱為「科學革命」，只是對「革命」的意義有不同的詮釋）。從科學的誕生到科學革命，再到下一個科學革命，無疑是科學的重大特徵，這一整個過程該如何理解？如何說明？完整地說明這些科學歷程、變動和發展的現象，才算是真正地回答了「科學（知識）是什麼」的課題。

因此，孔恩回答「科學（知識）是什麼」的問題，理所當然要從科學史出發。也就是說，科學家的活動和著作、以及科學史家對科學活動的記載，形成了科學發展的歷史，孔恩對這個歷史進行詮釋，尋找歷史發展底層的規律或韻律——也就是孔恩所謂的「科學革命的結構」——常態科學、科學危機、科學革命三部曲的階段性的發展韻律。

其次，孔恩也使用認知心理學的證據。邏輯經驗論、否證論以及分析哲學傳統在進行「論證」（為論點提供理由或論據）時，都是使用邏輯推論或語意分析的方式，環繞在少量的例子上（譬如「所有烏鴉都是黑色的」、「水」、「老虎」等等），這是因為他們認為哲學分析是「後設科學」（meta-science），是用來支持「科學」本身的基礎，所以不能使用科學本身的論證，否則將導致循環推論（循環推論是無效的）。

科學的論證分析到最後必定要來自經驗，哲學不能使用科學的論證，但是又得和科學一樣嚴謹（否則無法作為科學的基礎），所以哲學的論證只能是「先驗的」邏輯分析——這是分析哲學傳統在研究科哲時的「方法論規則」。

孔恩則不理會這些「方法論規則」，他大量引用認知心理學的研究——譬如完形心理學中的「蓋式塔轉換」、異常撲克牌的心理学實驗等等。孔恩使用這些心理學實驗的證據來支持科學不可能有中立於所有理論的觀察、以及中立於不同典範間的共同語言等等——因為科學是身為科學家的人之創造物。

最後一項是社會學概念的引入與類比。如前所述，邏輯經驗論與分析哲學傳統主張科哲的重心是「科學方法學」或者「科學知識的證成判準」——也就是要具備什麼樣的條件，某個命題才算是科學知識？它做為科學知識的資格才被證明為正當的（證成）？至於科學知識是怎麼被發現的？科學家怎麼構想出科學假說的？什麼樣的社會環境引發科學家產生投入某項研究的心理動機、從而促成某種科學理論的誕生？這些是屬於「發現的情境」，是社會學家和心理學家的事，不是「哲學」要處理的課題。因此他們區分了「發現的脈絡」和「證成的脈絡」，認為「科哲」的目的是找出「科學理性」（scientific rationality），而科學理性只有在「知識的證成」上才得以顯現。至於科學發現的部分，常常充滿非理性的部分（夢境、意識型態、幻想、政治動機、利益）常常可以是科學家投入某種研究、導致某項發現的動力，但一個假設要讓整個科學接受為正當的「科學知識」，只有在它通過「證成的條件」（也就是科學理性的篩選）之後。

孔恩亦拒絕上述觀點。他認為邏輯經驗論和否證論所設想的「證成的條件」在實際的科學發展中，根本不存在。不存在的東西如何能視為科學的基本特徵？孔恩認為科學是科學家的產物，而且是科學家社會的集體產物，所以他提出了重要的「科學社群」（或「科學共同體」[scientific community]）的概念。科學社群是信仰同一典範的科學家群體之總稱。孔恩亦認為，一種研究只有在進入常態科學——亦即產生一個典範和一個科學家的專業團體之後——科學才能得到長足的進展。再者，孔恩也以政治革命來類比科學革命。就此而言，孔恩跨入了科學社會學——研究科學的社會制度和社會結構——的領域中。

總之，孔恩在《科學革命的結構》中所採用的方法和方法論是：以科學史料的詮釋分析為主、以認知心理學的實驗證據和社會學概念的類比為輔，把散漫的科學史現象交織成一幅引人入勝的科學圖像。更精確地說，孔恩的研究本身，沒有什麼科學史、科學哲學、科學心理學或科學社會學的明確區分，而是四者融會成一個整體，互相含涉、互相支持、密不可分。因而開啟了日後的「科學研究」（science studies, SS）的新領域，孔恩也被尊為SS的先驅。

孔恩使用科學史料的詮釋、認知心理學的論證來說明科學史現象的方式，等於是把科學看成一種經驗性的現象或類似「自然」而具有本性（nature）的現象，因此又被稱作「自然主義」（naturalism）。1980年代後，自然主義的取向成為英美科學哲學在後孔恩（post-Kuhn）時代的主流。另一方面，科學史料的詮釋、科學的社會背景之分析（孔恩分析得不深入）和不可共量性的概念，也啟發了70年代末的科學社會學研究，

即愛丁堡學派 (Edinburgh school) 的「科學知識的社會學」(sociology of scientific knowledge, SSK)。(見下文第八章)

捌、孔恩理論在科學哲學上的爭議

雖然孔恩的科哲理論和研究方法有很大的開創性，但也因為極端對立於傳統的觀點，並被認為威脅到科學的真理性、累積性、進步性、客觀性甚至合理性，所以引發很多哲學爭議，但是也帶來很多科學哲學的探討課題。我們把這些課題加以分類，羅列如下。

一、科哲史、科哲方法和方法論

第一組問題是有關孔恩的理論和之前之後的種種科哲理論之間的關係。這裏的每個問題都可以作為科學哲學的碩博士生之論文主題。

- (1) 孔恩研究科哲的方法和取向，與邏輯經驗論和波柏有什麼不同？
- (2) 根據孔恩的理論，可以對邏輯經驗論和否證論提出什麼樣的批評？
- (3) 孔恩的方法學，又如何開啓後來的歷史學派？如拉卡托斯、勞丹、夏佩爾 (Dudley Shapere) 等人的工作。
- (4) 孔恩的方法學，又如何啓發了後來的「科學知識的社會學」、「科學研究」和「科技與社會」(Science, Technology and Society, STS)？

- (5) 孔恩的方法學，又如何開啓科哲領域中的「自然主義」？
與「認知性的科學哲學」。¹²

二、常態科學和典範的問題

(1) 波柏和波柏學派的人批判孔恩的模式會導致典範壟斷。因為孔恩認為，一門學科要稱為科學，只有進入常態科學階段，才能變成科學。換言之，必須要許多研究者接受一個典範，在典範指導下進行研究工作，科學才能順利展開。反過來說，波柏學派認為應該鼓勵「理論增生」，鼓勵科學家盡量提出新理論，越多理論才能產生更大的競爭壓力。孔恩的學說有「典範壟斷」的意味嗎？依孔恩的觀點，他是否能夠回應這個責難？

(2) 如何指認 (identify) 實際存在於科學史上的具體典範？該如何描述一個完整的科學典範？雖然孔恩已經在後來將典範明確地界定為「範例」和「訓練要素」，但是我們如何根據這些界定來描繪出一個完整的科學典範？即如何從牛頓力學、相對論、量子力學、燃素理論中萃取出所謂的典範要素等等。

(3) 如何辨認不同的典範和典範的不同精煉——這是夏佩爾提出的質疑：「說牛頓、達蘭伯特、拉格朗日、赫茲、漢彌爾頓、馬赫和其它人形構 (formulated) 了古典力學的不同版本是很自然也很尋常的；然而，這些公式系統 (formulations) 的某些包含了不同的「許諾」 (commitments) ——譬如，一些人許諾了力 (forces)、其它人則許諾了能量 (energy)，一些人許諾了向量原則 (vectorial principles)、其它人則許諾了變量原則

(variational principles)。」¹³ 果真如此，我們如何能說達蘭伯特、拉格朗日等人的古典力學公式系統是「牛頓典範」的不同精煉呢？漢彌爾頓以能量概念為核心，提出「動力系統的移動路徑是能差最小化的路徑」之漢彌爾頓原理，從而發展了漢彌爾頓力學；赫茲以再定義時間、空間和質量三者的基本概念，建構了整個赫茲版本的力學；它們都只是牛頓典範的精煉嗎？誠如夏佩爾繼續指出：「牛頓和赫茲的古典力學公式系統彼此相似 (similar to one another)，正如同愛因斯坦、懷海德、勃克霍夫 (George Birkhoff)、彌恩 (James Milne) 的相對論版本間的相似；波動力學和矩陣力學之間的相似。但是在這些理論是『相似』的方式和程度上，存在著重大的差異——如果只把它們都視同為相同典範的不同精煉，差異將被掩蓋。」

陳瑞麟 (Chen, Rucy-Lin, 2000) 從夏佩爾這個質疑出發，提出「理論版本」(theory version) 的觀念來取代典範之精煉。什麼是理論版本？我們又該如何指認出一個理論版本？陳瑞麟利用理論的「分疇」(categorization) 和「分類」(taxonomy) 的結構來指認同一、並區分不同的理論版本。也就是說，一個理論版本會由不同的「基本範疇」和不同的概念分類所組織而成。如果科學家能夠建立一個不同於原版本的新分疇分類結構，他就算建立了一個新的理論版本。陳瑞麟進一步以牛頓的力學經典《自然哲學的數學原理》和赫茲的《力學原理》(Principles of Mechanics) 為分析案例，揭示兩部力學經典中各自顯示的分疇分類架構，並進行比較：牛頓以「力」、「動量」、「質量」、「空間」、「時間」、「物體」為基本範疇；赫茲則以「時間」、「空間」、「質量」和「物質」為基本範

疇，而把「力」視為虛擬的。同時，牛頓因為重視「力」，因此他對運動定理的分類以「力」的樹狀分類為準則；赫茲則想把「力學」化約到「運動學」再化約成「幾何學」，故重視路徑的種類，他對運動定理的分類乃是以「路徑」的樹狀分類為準則。顯然，牛頓和赫茲各有不同的「理論版本」。當然，赫茲的力學無法視為對牛頓力學的革命，因為他沒有導出任何新種類的運動形式（或者說他沒有發現任何新奇的事實）；然而，赫茲的力學也不是在邏輯和美學上對牛頓版本的重新表述或精煉。最後，陳瑞麟還引伸性地提出「理論版本家族」（family of theory versions）的觀念，希望用它來處理「科學（理論）革命」的議題，並在陳瑞麟（2004）《科學理論版本的結構與發展》一書中，詳細鋪陳他的「理論版本論」（theory of theory version）。所謂的「理論版本家族」，是用來替代「典範」的一個觀念，它意指在孔恩的「典範論」之下，被視為發展和精煉典範的科學家，其實有他們自己的「理論版本」，和最初的「典範理論」（the paradigm theory），在通則、模型、概念架構、形上學許諾和價值判斷上都不盡相同，沒有任何共同點可以貫穿家族的所有成員，家族的理論成員之間只能是「家族相似的」。因此孔恩的「常態科學」其實是一個「理論版本家族」的發展和擴張，所謂「典範」其實是一個「典範理論」或「原型理論」（the prototypical theory）（例如牛頓力學家族中的牛頓理論版本），「科學革命」也應該被重新詮釋為一個新家族取代了舊家族。

三、科學革命和不可共量性的問題

孔恩的理論也對科學的合理性（rationality）、客觀性（objectivity）與進步等概念產生了很大的衝擊。孔恩的觀點威脅到這些觀念嗎？如果想堅持上述的科學特性，那麼要如何面對孔恩的科學史論證？這個問題開啟後來「理性主義的歷史學派」如拉卡托斯和勞丹的研究。

（1）在科學革命中，從一個典範變遷到另一個典範，好像政治革命一樣。而政治革命是非理性的，只能訴諸於暴力和宣傳；政治革命也意謂新政權與舊政權在很多方面的「斷裂」與不連續。因此，科學革命也是非理性的、不合理的、斷裂和不連續的嗎？

（2）孔恩主張，在典範與典範之間，存在著不可共量性，使得科學家沒有中立於典範之間的判準來裁決應該接受哪個典範。如此，它是否意味不同的典範之間是不可比較的（不能比較好壞、真假）？不可溝通（而且不同的科學社群之間也無法互相溝通）？或者不可翻譯？（老的科學理論如何能以現代科學語言來翻譯？但若不可翻譯，又要如何理解老科學理論？）

（3）「不可共量性」是否意味著「不合理、非理性的」（irrational）？因為典範的變遷是一種科學家信仰的「改宗」，是一種「蓋式塔」（整體性的）轉換，就好像宗教信仰的改變一樣，不是基於理性與證據的評估和抉擇。這蘊涵了一個問題：「合理性」是什麼意思？

（4）孔恩說「世界在典範變遷之後並沒有改變，可是革命之後，科學家在一個不同的世界中工作。」（Kuhn, 1970: 121）

這幾句話是否自相矛盾？而且不管革命之前之後，我們不都是生活在同一個世界中嗎？該怎麼理解孔恩的話？如何使它有合理的意義？科哲家哈金（Ian Hacking, 1993）把它稱作「新世界問題」，並提出一個「分類的解決」——它也是一個「唯名論的解決」。唯名論是指只有個體才是實在的，並不存在所謂的共相，同一種類的個體間的「通性」也不能先驗於事物，反而是從個體間的相似性抽象得到的。「通性」決定了個體被分類到什麼種類上。如此，孔恩的話之合理詮釋就是：因為科學家在種類的世界中工作，不同的理論會給出不同的分類和種類的架構。革命之後，理論改變了，種類的世界也跟著改變，但個體的世界並沒有改變。

（5）再次，孔恩所謂「革命之後，科學家在不同的世界工作」的說法，是否會導致否定科學「客觀性」的結果？因為這意味世界不再是只有一個。因此也沒有所謂的客觀世界之存在，既然如此，也無法提供客觀的標準來衡量哪一個典範是正確的？「客觀性」又是什麼意思？

（6）孔恩否定科學整體是進步的——累積性的進步。累積性的進步只有在常態科學時期才存在。科學整體沒有「進步」嗎？

後來的科學哲學家如拉卡托斯、勞丹、科學實在論等等，都花了很大的心力在挽救科學的合理性、客觀性、連續性和進步性。

原典閱讀

- Hacking, Ian (ed.) (1981), *Scientific Revolution*. Oxford: Oxford University.
- Kuhn, Thomas (1957), *The Copernican Revolution*. Cambridge, MA: Harvard University.
- (1970), *The Structure of Scientific Revolution*, 2nd ed. Chicago: The University of Chicago Press.
- (1977), *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. Chicago: The University of Chicago Press.
- (2000), *The Road since Structure*. Chicago: The University of Chicago. (本書附有孔恩的著作全表。)
- Lakatos, Imre & Musgrave, Alan (eds.) (1970), *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nickles, Thomas (ed.) (2003), *Thomas Kuhn*. Cambridge: Cambridge University.

參考文獻

- 吳以義 (1996) , 《庫恩》。台北；東大。
- 林正弘 (1988) , 〈卡爾·波柏與當代科學哲學的蛻變〉, 《伽利略·波柏·科學哲學》。台北：東大。
- 陳瑞麟 (2003a) , 〈另一種典範？另一種科學？——台灣的氣功研究能成為另一種科學典範嗎？〉, 李弘祺編, 《理性、學術和道德的知識傳統》。喜馬拉雅研究發展基金會出版, 「中華文明二十一世紀新意義系列叢書3」。又收入《科學與世界之間》。台北：學富。
- (2003b) , 〈規範的或演化的？——科學哲學自然論的兩張面孔〉, 《科學與世界之間——科學哲學論文集》。台北：學富。

- (2004), 《科學理論版本的結構與發展》。台北：台大出版社。
- (2005), 〈科學現象的觀察與建構〉, 《東吳哲學學報》第11期, 頁57-98。
- (2009), 〈概念變遷：斷裂或連續？〉, 《分析的技藝：林正弘教授七十祝壽論文集》。台北：學富出版社。
- 傅大為、朱元鴻合編 (2001), 《孔恩：評論集》。台北：巨流。
(書後附有到2000年止台灣學界產出的相關研究的完整書目。)
- Barnes, Barry (1982), *T. S. Kuhn and Social Science*. London: MacMillan Press.
- Bird, Alexander (2000), *Thomas Kuhn*. Princeton: Princeton University.
- Chen, Ruey-Lin (2000), "Theory-Version Instead of Articulations of a Paradigm," *Studies in History and Philosophy of Science*, 31A, No. 3: 449-471.
- Fuller, Steve (2001), *Thomas Kuhn: A Philosophical History for Our Times*. Chicago: The University of Chicago. (本書以孔恩為中心，是一本研究二十世紀英美哲學發展的社會史。)
- Gutting, Gary (ed.) (1980), *Paradigm and Revolution*. Indiana: University of Notre Dame.
- Hall, Rupert A. (1980), *Philosophers at War*. Cambridge: Cambridge University.
- Horwich, Paul (ed.) (1993), *World Changes: Thomas Kuhn and the Nature of Science*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hoyningen-Huene, Paul (1993), *Reconstructing Scientific Revolutions: Thomas Kuhn's Philosophy of Science*. Tr. by A. T. Levine. Chicago: The University of Chicago.
- Kuhn, Thomas (1978), *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity 1894-1912*. Oxford: Oxford University Press.

—— (1987), *The Presence of Past Science*. London: University College, The Shearman Memorial Lecture.

Sharrock, Wes & Read, Rupert (2002), *Kuhn: Philosopher of Scientific Revolution*. Cambridge: Polity Press.

Wolf, Abraham (1998), *A History of Science, Technology, and Philosophy in the 16th, 17th and 18th Century*. Virginia: Thoemmes Press.

註解（註解段末所置頁數，為註解出處的本文頁數）

1. 《科學革命的結構》最初是被收入邏輯經驗論者主編的《統一科學百科全書》一書中。1970年由芝加哥大學出版社出版單行本，加上後記一文，即第二版。（頁119）
2. 參看傅大為（2001），〈序孔恩的台灣評論集〉。（頁120）
3. 這是日後科學家發展了更精密的牛頓理論，而不是牛頓本身的導出。（頁130）
4. 參考陳瑞麟（2004），《科學理論版本的結構與發展》第五章。（頁130）
5. 關於阿特武德機和轉矩天平的實驗，可以參看陳瑞麟（2004），《科學理論版本的結構與發展》第四章。（頁131）
6. Masterman, M. (1970), "The Nature of a Paradigm," in Lakatos & Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge, UK: Cambridge University. (頁134)
7. Kuhn (1977), "Objectivity, Value Judgement, and Theory Choice," in *The Essential Tension* (Chicago: University of Chicago). (頁135)
8. 這句話是牛頓的「自謙之辭」——其實牛頓本人並沒有那麼謙虛。相反地，為了爭奪微積分的優先發明權，以不怎麼公道的態度對待萊布尼茲。關於牛頓與萊布尼茲爭吵的歷史，可以看 Rupert Hall (1980), *Philosophers at War*. (頁147)

9. 關於這個學說在台灣之討論，參看陳瑞麟（2005），〈科學現象的觀察與建構〉。（頁150）
10. 在1758年後，哈雷彗星回歸地球。掀起一股彗星的熱潮。所以，赫歇爾會以為他看到彗星了。（頁151）
11. 參看陳瑞麟（2001），〈《科學革命的結構》之後〉。（頁155）
12. 參看陳瑞麟（2003），〈規範的或演化的？——科學哲學自然論的兩張面孔〉，《當代》二月號。（頁162）
13. Shapere, D. (1980), "The Structure of Scientific Revolution," in G. Gutting (ed.), *Paradigm and Revolution* (London: University of Notre Dame), pp. 27-38. 亦參看 Chen, Ruey-Lin (陳瑞麟) (2000), "Theory Version Instead of Articulations of a Paradigm," *Studies in History and Philosophy of Science*, 27(3): 449-471. (頁163)

支持方法或反對方法 拉卡托斯與費耶阿本

拉卡托斯（Imre Lakatos, 1922-1974）（或譯拉克圖）是匈牙利人，1961年拿到劍橋哲學博士，博士論文是作「數學發現的邏輯」，後成為英國倫敦政治經濟學院「邏輯與科學方法論學系」教授。他以「研究方案方法論」（methodology of scientific research programme）（「研究方案」或譯成「研究綱領」或「研究計畫」）的理論而成為科學哲學大家。

拿到博士學位的頭幾年，拉卡托斯延續其博士論文的工作，以數學史與數學哲學為研究重心，在1963和1964年間寫了一篇〈證明與駁斥〉（“Proofs and Refutations”）的論文，並打算擴充為一本數學哲學的專著，但在打算出版時去世，因此由

其學生接手編輯成《證明與駁斥：數學發現的邏輯》（*Proofs and Refutations: The Logic of Mathematical Discovery*），在1976年出版。

拉卡托斯於1968-1969年間寫就了〈否證和科學研究方案方法論〉（“Falsification and the methodology of scientific research programmes”）此篇長文（將近百頁之長，以下簡稱〈否〉文）。本篇長文中成為「科學研究方案方法論」的標準版（其前身是〈批判與科學研究方案方法論〉，於1968年發表於《亞里斯多德學會年報》69期）¹。拉卡托斯原來打算寫一本完整的論著，定名為《科學發現的變遷邏輯》（*The Changing Logic of Scientific Discovery*）預訂於1973年出版，但壯志未酬，因為他死於1974年。其後，拉卡托斯的學生，將他的重要論文收集起來，出版二冊論文集《科學研究方案方法學》（*The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers, Vol.1*）和《數學、科學和知識論》（*Mathematics, Science and Epistemology: Philosophical Papers, Vol.2*）均於1978年出第一版。他的「研究方案方法論」主要由第一冊的五篇論文來闡述，可說是他不斷地反省否證論與批判孔恩的成果。托卡托斯在〈否〉文中檢討了獨斷、素樸（方法學的）和精緻三種否證論（後兩者在波柏的論著中都有出現），最後提出「研究方案方法論」。

費耶阿本（Paul Feyerabend, 1922-1994）素有科學哲學頑童之稱號，他以「反對方法」（反對單一科學方法）和「什麼都行」（anything goes）的觀念而著稱，也常常和孔恩相提並論，並與孔恩同時在1962年分別提出「不可共量性」的觀念。費耶

阿本和拉卡托斯一樣都當過波柏的助理，有時他們兩人也和波柏的另一位學生阿格西（Joseph Agassi）一起被並稱為波柏的三大學生。

費耶阿本的著作極多，最有名也是最早的一本是1975年出版的《反對方法》（*Against Method, AM*）²。此外1978年的《自由社會中的科學》（*Science in a Free Society*）代表費耶阿本在「科學與國家的關係」這個議題上的著作，此外他將早期的科哲論文收錄成兩本哲學論文集《實在論、理性論和科學方法》（*Realism, Rationalism and Scientific Method: Philosophical Papers I*）與《經驗論的問題》（*Problems of Empiricism: Philosophical Papers II*）同時於1981年出版。1987年再收集多篇論文出版《告別理性》（*Farewell to Reason*）一書。1994年去世後，其他學者編輯他的遺稿出版成三本著作，在1999年同時出版。第一本是他和拉卡托斯的共同著作《支持和反對方法》（*For and Against Method*），收錄兩人的對話和通信。《豐富的獲得》（*Conquest of Abundance: A Tale of Abstraction versus the Richness of Being*）是一本形上學著作，探討「實在」（reality）和「存有」的概念。第三本則是他未出版的論文，集為「哲學論文集第三冊」，標題為《知識、科學和相對主義》（*Knowledge, Science and Relativism*）。

壹、研究方案方法論做為規範方法論

拉卡托斯認為科學哲學的目的在於提供一個規範的方法論，可以提供科學研究方案的評價（appraisal, justification），也作為科學和偽科學的劃界標準。就這個目的而言，拉卡托斯繼承了波柏。設定基本目的後，拉卡托斯首先找出可以評價的單元——研究方案；繼而找出評價的標準——研究方案的進步或退化。因此他把整套理論稱作「研究方案方法論」，利用這套理論，我們可以來規範科學研究的方向。

在發展他自己的研究方案方法論之前，拉卡托斯從檢討與發展否證論開始，他把否證論分成「獨斷的」、「方法學的」和「精緻的」三種否證論，構成一個「否證論的科哲研究方案」，它們共有「否證」這個觀念的硬核，但每個後者都是對前者的改良。拉卡托斯同時再把自己的研究方案方法論視為「否證研究方案」的一系列理論的最終發展。因為上述各種否證論都沒有辦法完全解釋科學史，科學史的歷史案例顯現出許多異例。每個後者都是為了解決前者面對的異例而被發展，並接受科學史的檢驗。拉卡托斯也論證他的研究方案方法論可以面對科學史的考驗。這種論述方式，也就是「後設地」應用他自己的科學研究方案方法論的整套架構——一種後設方法論（meta-methodology），其進一步細節請參看第貳節。

一、研究方案

拉卡托斯的整個研究方案方法論，其核心概念是「研究方案」。整個理論可以簡單描繪如下：每個研究方案由硬核（hard core）、保護帶（protective belt）和啓迪（規則）（heuristic，又譯啟發）構成的。硬核是方案中不可否認的部分，啓迪規則指導進一步的科學研究之進行，保護帶則由許多輔助假說構成的，它們在研究過程中，直接面對「異例的海洋」（ocean of anomaly）而不斷被調整或否認、甚至全部被替代。但卻保護了硬核，使得硬核更加穩固。如在保護帶的調整過程中達成了進步的問題轉移（progressive problem-shift）時（發現新奇事實且驗證其一），就是成功的方案；反之如果產生了退化的問題轉移（degenerating problem-shift）（不斷使用特置修正），就是失敗的方案。這樣一整個研究方案方法論的「歷史圖像」（historiography）之運作流程，可以表達成下列的概念架構。

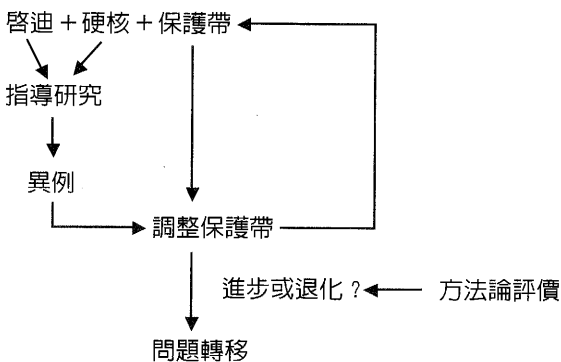


圖 5-1：研究方案的元素、結構和運作流程

拉卡托斯所謂的「研究方案」，乍看之下，約莫相當於孔恩的典範。事實上，拉卡托斯也提過：如果你喜歡，也可以稱作典範（Lakatos, 1978a: 69）。拉卡托斯討論到的研究方案有：托勒密方案、哥白尼的方案、牛頓方案、笛卡兒方案、普魯特（Prout）的化學元素方案、波爾的原子模型方案等等。仔細檢討，拉卡托斯的研究方案比孔恩的典範要明確，研究方案往往以某個科學家所提出的理論為核心，方案的諸組成部分（尤其是硬核），可以比較明確地指出來。一個研究方案包括：

（1）硬核：意指一個科學方案中最重要的、固定不變的核心部分。硬核定義了科學方案，如牛頓方案中的三大定律和重力定律。應用該科學方案的科學家，不會去質疑它的硬核。同時，設計實驗來檢驗方案時，也不會把目標對準硬核。我們可以說硬核是「不可駁斥的」（irrefutable）。

（2）保護帶：一個研究方案除了硬核外，還有許多「輔助假說」（auxiliary hypotheses）、觀察假說、初始條件等等構成了硬核的保護帶。當方案面對許多異例時（「異例海洋」），科學家可以不斷地調整保護帶：換言之，舊的假說被駁斥了，則換一個新的假說，如此可以保護硬核仍然穩如泰山。例如，哥白尼為了保護他的天體完美之硬核，而建立了地球運動的假說，然而面對自由落體的異例時，哥白尼就再使用特置假設來解決這個異例。他主張地球的運動會帶動空氣，而空氣會推著落體也向東運動，如此，落體掉到地面時不會落在後方。但此假說不具說服力（因為又會引來一堆異例，例如逆風丟石頭，為何石頭不會被風推動而跑回來？）後來伽利略方案把地球運

動視為硬核，加上了「慣性」的輔助假說——落體的慣性使它保持向東，如此保護了地動的硬核。又如恆星視差的異例。

(3) 啓迪：啟迪是一種方法或技術，既啟發又約束科學家從事進一步研究和解決問題的技術。雖然拉卡托斯提到它是一種「方法學規則」，但它不是邏輯經驗論和否證論所提的那種「普遍性的方法學規則」，而是依附在特定研究方案上的規則。嚴格說來，「啟迪」不像一種明文訂定的規則，而比較像是默會的、提供靈感的「啟迪技術」，而且它的強調重心也不在於「禁止」，而在於「開展」和「引導」。啟迪規則特別針對硬核和保護帶而形成兩種。(a) 消極啟迪 (negative heuristic) 禁止科學家把「否定後件式」應用到硬核之上，換言之，即使有很多反例 (異例)，也不能以為硬核被駁斥了這個意義。消極啟迪比較像是傳統的「方法學規則」。(b) 積極啟迪 (positive heuristic) 一方面告訴科學家如何去調整、修正或精煉保護帶；另一方面則指導科學家忽略反例，使用理想狀況或模型來模擬實在。例如，牛頓不管實際的數據，而把太陽和行星設想成質量集中在一點上的質點，而且也不管行星與行星之間的吸引力，只考慮太陽和行星之間的吸引力來計算軌道。這個積極啟迪使他能展示萬有引力定律的計算，可以密切吻合經驗觀察的數據。

二、研究方案的評價

拉卡托斯的研究方案雖然類似於孔恩的典範，但不像典範只是用來描述科學史的某種發展的單位，研究方案還做為被評

價的基本單位。現在問題是，如何評價不同研究方案的好壞，以及「科學性」？

拉卡托斯認為我們應該根據問題轉移是進步或退步來進行方案的評價。所謂的「問題轉移」發生在硬核和一連串輔助假說之調整，構成了一系列理論（a series of theories）（或一理論系列） T_1, T_2, T_3, \dots 每個後繼的理論是為了消化某些異例，而在先前的理論上加上或調整輔助假說。換言之，每個理論都會面對新的問題。即 T_1 （硬核 + AH_1 ）， T_2 （硬核 + AH_2 ）， T_3 （硬核 + AH_3 ）...（其中， AH_2 是 AH_1 的調整， AH_3 是 AH_2 的調整）。研究方案則是指這一系列理論的共同結構（硬核 + 啟迪 + 保護帶 [輔助假說]）。在研究方案內的理論系列之調整，其實是「驗證」（confirm，拉卡托斯用 verify）了方案的硬核，而不是否證先前的理論（只是「否證」先前的輔助假說）。

注意，精緻的方法學否證論（蘊涵在波柏的理論，但波柏並沒有形式地表達出來，而是由拉卡托斯加以形式化的）中，理論系列並沒有上述的「研究方案」結構。依據拉卡托斯，精緻否證論也是由「理論進步的問題轉移」來判定科學和偽科學。而且，如果在這理論系列中的某個理論，被另一個帶有高度認可的內容理論所代替了，就表示該理論被「否證」了。譬如，一理論系列 T_1, T_2, T_3, \dots 之中， T_2 代替了 T_1 ，因此 T_1 被否證了； T_3 代替 T_2 ， T_2 又被否證了。換言之，在精緻否證論中，整個科學呈現出一理論系列。但在研究方案中，一個研究方案就包含了一個理論系列，造成進步的問題轉移的研究方案代替了退化的研究方案。但這種代替並不叫否證。形式地說，一個造成進步的問題轉移的研究方案 $RP^1(T_{11}, T_{12}, T_{13}, \dots)$ 代替了退化的研究方案 $RP^2(T_{21}, T_{22}, T_{23}, \dots)$ 。

如果每個後繼理論比其先前理論有更多的經驗內容（即它預測了某個新奇的事實 [novel fact]），則它構成一個「理論進步的問題轉移」（theoretically progressive problem-shift）；如果後繼理論預測的新事實被認可，或者後繼理論能引導我們發現新事實，則這構成了「經驗進步的問題轉移」（empirically progressive problem-shift）。如果研究方案達成了理論和經驗進步的問題轉移，即是「進步的問題轉移」。如果不是這樣，就是退步。更精確地說，退步的研究方案是增加輔助假說來消化已知的異例，卻沒有導致新事實的發現或認可。有時甚至產生更多異例，必須再增加更多輔助假說——這時輔助假說就變成「特置的」。一個方案有可能在一系列理論的前半是進步的，但從某階段開始，它的新預測長期不再受到經驗認可，當它開始不再預測新事實，它就開始退步了。

研究方案方法論不單只是用來「評價」科學理論的好壞（區分好科學和壞科學），同時也有「劃界」的功能（區分真科學和偽科學）。因此，一個研究方案至少有「理論進步」的問題轉移不只是好科學，同時也就是「科學的」（換言之，它預測了新事實，但新事實未必受到認可）；反之，如果不斷增加輔助假說也不能達成「理論進步的問題轉移」，它不但是退步的壞科學，而且最終還會墮化成偽科學。因為它不斷增加特置假設來消化已知異例，以便挽救方案。³

因為問題的轉移發生在一段很長的時間中，因此，評價並不是像波柏主張一般，有個「決斷實驗」可以在「一瞬間」決定理論的生死。拉卡托斯把波柏主張使用「決斷實驗」來否證理論的觀點稱作「瞬間理性」（instant rationality），對照之下，

使用「問題轉移」來判斷方案的理性則是一種「長期的合理性」（long-term rationality）。它容許方案在面對無數異例時，仍可以調整自己來達成進步的問題轉移。經驗進步的問題轉移發生在實驗「認可」了新研究方案對新奇事實之預測，因而認可了新研究方案的進步與採納新研究方案的合理性；如此對照出其競爭方案的退步。當然，其對手方案的退步不用等到決斷實驗，就可以看出來。

三、新奇預測與特置性

許多讀者在閱讀拉卡托斯的長文〈否證與科學研究方案方法論〉時，常常會對「精緻否證論」與「研究方案方法論」之間的關係感到迷惑。究竟拉卡托斯自己的研究方案方法論是不是「精緻否證論」？會造成這種迷惑的主因在於拉卡托斯是用研究方案方法論的「後設應用」來重建波柏的「精緻否證論」，使得精緻否證論很難和研究方案方法論區分。可是，精緻否證論只談理論系列，研究方案方法論則談兩群互相競爭的系列理論，分別形成兩個「研究方案」，每個研究方案的系列理論中，共有「不可否證的硬核」——在這個意義上，研究方案方法論超出了「否證論」的基本格局。

儘管如此，研究方案方法論仍然是精緻否證論的進一步發展，尤其是在判定一個研究方案是否達成「進步的問題轉移」時，使用的判準是「更多經驗內容」（預測新奇事實）仍然是繼承自波柏的觀點。同樣地，如果理論的修正（亦即同一研究方案的後繼理論對先行理論的修正）是特置的話，該方案就會

走向墮化之路。現在問題是，在研究方案方法論的架構下，如何判定一個理論的修正是「特置修改」或如何定義「特置性」(ad hocness)呢？

拉卡托斯區分了「特置性」的三個意義：

- (Ad1) 如果一個理論的修改，沒有更多經驗內容（亦即沒有預測新奇事實），則此修改是特置的。此時此方案不能達成「理論進步的問題轉移」。
- (Ad2) 如果一理論的修改有預測新奇事實，但沒有得到經驗的認可，則它也是特置的。此時此方案不能達成「經驗進步的問題轉移」。
- (Ad3) 如果一理論的修改有預測新奇事實、也有得到經驗的認可，但它是以一種補補釘釘 (patched up) 的方式、導致修正的理論與先前的理論不相關聯。則這仍然是特置的修改。或者用另外的方式說，該理論的修改，不是來自於硬核本身的「積極啓迪」。具體的例子如下節所談的托勒密方案的三個特置假設中的第一和第二個（頁183）。

傅大為根據 (Ad3) 的意義，進一步精煉一個特置性的論題 (thesis of ad hocness, Thesis AD)：「在一研究方案之理論系列的修正過程中，如為 T_1 增加一個額外的假設而成 T_2 ，如果 H 的增加或選擇不能由涵蓋 T_1 和 T_2 的開展術所指導而產生，那麼 H 就是特置假設。」(Fu, 1986: 47-48; 1992: 92) 然而，這個論題仍有曖昧不清之處，即「指導」(guidance) 的概念，所以傅大為作了進一步的澄清。他論證我們不可能得到一個純粹邏輯性的特置性概念，而是必得涉及社會性的因素——也就是競

爭情境或競爭結構——由此將帶來一種和科哲傳統不同的「科學理性」之理論——即一種「局部理性」（local rationality）的理論。（關於「競爭結構」的觀念，下一章將繼續討論。）

四、案例：哥白尼方案為什麼代替托勒密方案？

拉卡托斯和他的學生如馬斯葛雷夫（Alan Musgrave）、沃若（John Worrall）、札哈（Elie Zahar）等人，使用了許多物理學和化學的案例，來佐證「研究方案方法論」確實是一個可以經得起科學歷史考驗的科哲理論。⁴ 其中一篇以科學史上著名的「哥白尼革命」為分析案例——展示哥白尼的「地動說」如何在科學評價上取代了托勒密的「天動說」。

拉卡托斯首先指出，托勒密方案和哥白尼方案共有一個啟迪：畢達哥拉斯—柏拉圖原型方案（proto-programme）。它的基本原理是天體是完美的（按：也可以被視為一個硬核），因此必須用勻速圓周運動的組合來拯救（保全）所有天文現象（save astronomical phenomena）。可是柏拉圖的原型方案並未規定何者為宇宙中心，隨著歐多克斯和亞里斯多德把地球視為宇宙中心的觀點之發展，地球中心說（geocentric theory）固化為托勒密方案的硬核。托勒密的副輪（周轉輪）（epicycle）模型、偏心圓模型和均等點模型（equant model）則是輔助假說，⁵ 用來拯救如行星逆行和太陽與行星軌道運行不勻速等異常現象（相對於柏拉圖原方案）。可是，這些理論上的設計和模型其實是偏離了柏拉圖的啟迪，而且也沒有預測任何新事實。換言之，它們是

一種「特置假設」，它們雖然解決異例，但卻衍生更多的新問題，故是一種退步的問題轉移。

「副輪模型」(epicycle model) 是托勒密天文理論用來說明「行星逆行」現象的理論；「偏心圓模型」是使地球偏離宇宙中心點的模型，用以說明太陽運行速度不一(季節長度不一)的現象。均等點(或對點)模型是用來說明行星運行速度不一的現象。

哥白尼認知到托勒密與其後繼者的方案使柏拉圖原方案產生退步。因此他著手揭開托勒密方案的三個特置假設(以顯示它的退步)：(1) 均等點模型違反了柏拉圖原方案的啟迪(因為均等點模型其實是使用「等角度速」來取代「等速」，亦即行星運行在相等時間內掃過的角度相等)；(2) 在托勒密手中，恆星天球也有周日運動與黃道周年運動(亦即在地球上每天看到恆星轉一圈；每年也會看到黃道星座的輪替一次)，又違反了柏氏的啟迪(因為恆星是完美天體，要嘛是靜止，要嘛應該只有一種勻速圓周運動，恆星和行星的運動一樣，就意味著恆星並不比行星更完美)。(3) 地球靜止論其實是假設，而不是經驗事實，相反地它總是落後於事實(至少落後於伽利略使用船桅論證、還有望遠鏡這新工具揭開的新經驗事實。伽利略的「船桅論證」是一個類比論證，但它也可以實驗。它以從航行中的船桅杆頂端丟下一顆石頭，石頭也是落在杆底邊，來類比於「高塔落石」的情況。船桅論證用一個事實來顯示高塔落石並不能證明地球是靜止的。這使得地球靜止論要面對這個經驗事實。)

托勒密的方案經過不斷地修改，總是無法達成進步，哥白尼於是著手設計了一個全新的方案，他恢復了希臘時代已經由亞里斯塔可士提出來的地動說。這個方案多了一個硬核是：以恆星的位置來提供運動的參考架構，因為恆星是最完美的天體。然而，哥白尼沒有發明新的積極啟迪，而是沿用柏拉圖原方案的啟迪。現在恆星球體全然靜止——但這比勻速圓周運動更能滿足柏拉圖對天體完美的訓令。

現在天體的運動現象改由地球的運動來說明。地球變成行星。行星不如恆星完美，所以，行星可以擁有兩個視運動（周日運動和繞行黃道的周年運動）。因此，必須讓地球自轉以便說明周日視運動；公轉以便說明周年視運動。但是哥白尼在說明其它行星時，仍保留了副輪（哥白尼仍然需要托勒密的「副輪」設計以便說明行星不勻速的現象）。換言之，在哥白尼的方案中，地球運動是一個假說，屬於「保護帶」而非硬核。

拉卡托斯認為，即使如此，哥白尼的方案還是個進步的方案，因為它預測了金星的盈虧（phases of Venus），它甚至預測了恆星視差的現象。通常金星都出現在清晨太陽將上昇時或黃昏太陽將降落時，故中國古稱「晨星」和「暮星」，中國古人甚至不知兩者是同一顆星星。在清晨和黃昏的光度下，肉眼無法看到金星的形狀有什麼改變。在托勒密的系統中，金星和太陽都繞地球轉，太陽在金星外圍，看到金星時，總是太陽和金星一同昇起或降落之時，因此金星反射的太陽光線面積是一定的，不可能出現像月亮一樣的盈虧現象。但如果金星繞太陽轉，在不同的位置上，地球看到金星反射的太陽光線面積不一，就可以看到金星的盈虧，但必須透過望遠鏡才能看到。所

以，一直到1610年，⁶ 伽利略才透過望遠鏡，觀察到金星的盈虧現象。

所以，嚴格說來，一直到1610年，哥白尼的方案才算是進步的（亦即構成了理論和經驗上的問題轉移）。而此時，哥白尼的方案其實已經併入伽利略的方案中（地動的假說變成硬核了），伽利略保留了哥白尼方案中亞里斯塔可士的成份，而拋棄了柏拉圖式的啟迪——不再堅決主張天體完美或一定要勻速圓周運動的組合。

由上述的重建，拉卡托斯顯示哥白尼革命這段歷史，可以被他的研究方案方法論加以合理地說明。

貳、科學史的合理重建與後設方法論

一、科學史的合理重建與「科學理性」的理論

拉卡托斯認為應該應用科學研究方案方法論，對科學史進行合理重建（rational reconstruction）。這也是科學哲學的重要目標。因為任何科學史的建立或寫作，其實都預設某種科學哲學觀點。科學史家並不是在沒有任何科學哲學的觀點從事「純粹史料的蒐集與排列」，即使如此，這種史料蒐集和排列也沒有什麼價值。進一步，所有根據科學哲學觀點的科學史都是一種史料的「重建」。反過來說，任何科學哲學的理論，也必須要能說明科學史的種種事件，接受科學史實的挑戰，不能面對科學史的科學哲學，也沒有任何實質性的價值可言。所以拉卡托斯模仿康德的名言「概念沒有直觀是空洞的；直觀沒有概念是

盲目的」，而說「科學哲學沒有科學史是空洞的；科學史沒有科學哲學是盲目的。」（Lakatos, 1978a: 102）

可是，拉卡托斯認為科學史料的重建必定是一個「合理重建」，因為科學在本質上是個「合理性的事業」。「合理性」有兩層面向：（a）規範上的面向，即科哲理論要提供一個理想的規範，以便能作科學研究的評估標準。（b）實際上的長期合理性，即實際上科學的歷史發展，亦顯現出其長期的合理性。或者說，從長期的發展來看待，便能看到科學家對方案或理論選擇畢竟是合乎規範理性的。

再者，所謂科學史的合理重建是指科學內在史（internal history）的重建，它可以獨立於外在史（external history）。所謂內在史乃是指只考慮科學自身（內部）的相關項目（科學思想、科學理論、科學概念、科學實驗等等）。所謂外在史，則是指科學家所生存的時代，在科學思想、理論和實驗之外的項目歷史，如政治、社會、文化、宗教、藝術的歷史等等。外在因素當然會對科學研究活動產生影響，因此科學內史的研究應該參考外史。但在拉卡托斯看來，科學內在史是可以獨立來進行合理重建的，因為科學的研究本質上仍是「合理的活動」。而且任何對內在史進行「合理重建」的科哲理論，必須盡可能地把歷史上大科學家的選擇，詮釋為合理的。若不能如此，不代表科學家不理性，而是顯出該科哲理論的侷限。

這樣看來，拉卡托斯似乎預設「科學就是合理的」？他只是預設嗎？他有沒有更好的理由？什麼又是「合理性」的判準？拉卡托斯確實主張科學就是理性（合理的）事業，他認為因此科學方法論也是一個「科學理性的理論」（theory of

scientific rationality)，「理性」因此只能是一種「方法學理性」。當然，他的「研究方案方法論」對於「科學理性」提供了一個最好的理論解釋。在「研究方案方法論」內，「進步」為「科學理性」提供一個判準，亦即當方案互相競爭時，科學家「選擇進步的方案，不選擇退步的方案」是理性的。而整個科學（亦即多數科學家的集體選擇）大致上亦是理性的，這一點可由科學史看出。換言之，科學史的確顯示出「進步的方案」長期下來總是可以脫穎而出，「退步的方案」長期下來總是被拋棄（即長期的合理性）。正是因此，我們才能使用研究方案方法論來為科學史進行「合理重建」。

上述的討論也顯示出「研究方案方法論」同時具有「規範」和「描述」雙重面向。亦即研究方案方法論基本上是一個規範與評價的方法論，但拉卡托斯認為它也很合理地描述了科學史的實際狀況——即在歷史上發生方案轉移的案例中，多數科學家最後的選擇，符合研究方案方法論的設定，亦即以「進步或退化的問題轉移」評價來判斷相互競爭的研究方案哪一個能得到支持。另一方面，「規範性」通常蘊涵理想性，也就是設想一種在理想狀況中發生的科學研究，以便作為實際科學研究的規範。因此，標榜科學研究的規範面，可以引伸到科技政策的問題上。

通常科技政策面臨的問題是：哪些科技研究值得投資？該如何評估一個科技方案應該得到國家的經費支持？要由誰來評估？誰有資格評估？我們現行的方式都是專家權威評估，但可能會有權威壟斷的問題。另一種是同儕評審，但也可能會有近親繁殖或者有人情因素干擾等問題（所以才有匿名審查的設

計)。拉卡托斯認為要避免這些問題，應該由科學哲學家來發展出一個客觀、理性的評價標準，並可據以評價科學研究方案。換言之，科學哲學家應扛起評價科學方案發展的責任，而研究方案方法論提供了最好的評價理論。總之拉卡托斯強調科學哲學的方法論和規範面向，可以提供一個評估科學發展的方法和規範，作為解答上述科技政策問題的參考。

二、後設方法論

邏輯實證論和否證論都把「科學哲學」視為主要是「科學方法論」，企圖為科學家提供一個「規範性的方法」，用來規範科學家的研究。

拉卡托斯受到孔恩的「歷史化的科學哲學」之啟發，進一步主張科學哲學也應該為科學史家提供寫作科學史的模型。即是之前他所謂的「歷史的合理重建」。當然，這個模型必須要能揭示科學的實際發展歷程，才是好的「科學哲學理論」。科學史家根據這樣的模型來寫作，也才能真正地揭開科學的實際發展經過。

可是，正如科學總是有許多不同的理論互相競爭；「科學方法論」也有許多不同的觀點互相競爭，例如歸納主義、約定論、否證論和研究方案方法論等等。這些方法論，不管當初是否是為了當成科學史的寫作根據而提出來的，它們總是可以被科學史學家用為寫作科學史的基本架構。問題在於：哪個「科學方法論」是科學史家寫作時的最佳模型？這個模型可以揭示「歷史上大科學家（他們必定長期上是理性的），在面對理

論競爭和選擇的情勢時，都以哪種方式來作評價和選擇」——這也意味著「科學史其實是大科學家的一連串評價與選擇理論的歷史」。

因此，除了問哪個方法論最能滿足科學方法論的目的「規範地評價科學理論」之外，拉卡托斯也問「哪個方法論是寫作科學史的最佳模型？」要回答這兩個問題，都必須使用科學史的材料來評價各種方法論——這就進入了「後設方法論層次」的工作了。這個工作蘊涵著：正如科學家以一套經驗證據來作為評價一個科學理論的材料（當然評價過程是一個複雜的機制，即研究方案方法論所揭示的），我們也能以科學史材料為評價互相競爭的「科學方法論」。可是，評價各種不同的方法論之機制和標準又是什麼？我們是否可以把不同的科學方法論為科學理論所提議的不同評價機制「反身地」（*reflexively*）應用到科學方法論本身？

拉卡托斯首先考察「否證論」的評價標準。既然否證論主張「科學理論」在面對經驗證據的否證時，應該被拋棄。那麼一個「後設否證論」就是主張「科學方法論」在面對歷史材料的否定時，就算是被擊敗。所以拉卡托斯質問波柏：在什麼情況下，波柏會放棄他的否證論？既然一個「科學方法論」在於提供「規範評價的理論」，因此，如果一個方法論和公認的大科學家之「基本價值判斷」不一致，它就被否證了。在拉卡托斯看來，孔恩和費耶阿本對於實證論和否證論的批判，就是根據這個「後設否證論」的規則。因為他們都是以科學史的材料來「否證」實證論和否證論。⁷

可是，正如「否證論」這個科學方法論沒有為科學理論的發展與成熟留下空間而過於嚴苛一般，「後設否證論」也一樣。一個「科學方法論」不能因為其主張與歷史材料（某些公認的大科學家之基本判斷）不一致，就立刻被否證。正如科學方法論應該為科學理論保留發展空間，重視「長期合理性」，一個「後設方法論」也該為科學方法論保留發展空間。所以，拉卡托斯才從「精緻否證論」發展出「研究方案方法論」。如此一來，「後設方法論」的評價規則應該是這樣：（1）如果某個普遍的方法論與某個特別的科學菁英的「基本價值判斷」相衝突，應該容許此方法論有時間調整，以進行更合理的歷史詮釋（即把此衝突看成只是「異例」，而不是反例）；（2）一個好的科學方法論必須能預期先前方法論沒有預期到的「基本價值判斷」。這樣的後設方法論評價規則就是「研究方案方法論」的評價規則之自反應用，所以，建立在這兩條規則上的就是「後設研究方案方法論」。

在「後設研究方案方法論」的評價之下，「研究方案方法論」自然比「否證論」更好，因為幾乎所有大科學家（例如哥白尼、伽利略、牛頓、普里斯利等等）都會被波柏的方法論歸為「不理性的」，但是在研究方案方法論的評價之下，他們都是理性的——研究方案方法論預期了他們的「基本價值判斷」。而且，萬一個歷史案例與「研究方案方法論」不合，則「後設研究方案方法論」也會容許它有時間進行調整，不會立刻主張放棄它。

參、拉卡托斯的理論之檢討

拉卡托斯提出一個非常有趣、細膩和面面俱顧的理論，可以說把波柏的精緻否證論和孔恩的典範理論結合起來。可是，它也產生許多問題大致如下。

(一) 研究方案方法論的問題：如何指認「硬核」？科學史上一系列理論的發展，真有一個保持不變的「硬核」嗎？科學歷史上，是否有一系列相繼的理論中，始終保有一個共同的「硬核」？這一點恐怕是有疑問的。最大的困難在於，如何指認這一系列理論的硬核？以拉卡托斯這個案例為例，哥白尼理論的靈感和啟迪，是畢達哥拉斯和柏拉圖的「原型方案」(proto-programme) (以下簡稱「畢柏原方案」)，以天體為完美，故必須用等速圓周運動來拯救天文現象——即畢柏兩人方案的硬核。哥白尼受「天體完美」啟發，而提出必須以不動的恆星球殼來做為天體運動的參考架構——這成為哥白尼方案的硬核。因為恆星天球球殼保持不動，為了說明天體的運動現象，必須讓地球移動，就此在理論上導出地球必須具有周日運動與周年運動。此時，地球運動違反了亞里斯多德—托勒密的地球中心說研究方案(它和哥白尼方案共用畢柏的「天體完美」之啟發，但硬核是地球不動，位於宇宙中心。)但地動說並不是哥白尼方案的硬核。後來伽利略進一步發展哥白尼的方案，哥白尼的方案被併入伽利略的方案內，地動說成為伽利略方案的硬核，而且伽利略拋棄了畢柏的「天體完美」這個硬核的啟發。這裏明顯可看出，從「畢柏原方案」經哥白尼到伽利略，硬核一直在變動，那麼究竟從哥白尼到伽利略、克普勒、

甚至牛頓，這「一系列的地球天文理論」，有其共同的硬核嗎？它們都能視為哥白尼研究方案之下的一系列理論嗎？還是每位科學家都有自己的研究方案？勞丹已有類似的批判。陳瑞麟（2004）使用「理論版本家族」的概念來解決這個問題——他的具體案例是牛頓力學以及牛頓力學與笛卡兒的競爭（見第四章）。此外，戴東源（2007）的哥白尼天文史的研究也是使用「理論版本家族」的另一個科學史案例。

（二）理論應用到天文學案例上的問題：哥白尼地動說也面對很多異例（如高塔落石、恆星視差），哥白尼和伽利略解決這些異例的方式是否也是「特置假設」？特置假設是否一定是負面的？

傅大為（Fu, Daiwie, 1992）討論特置假設和科學理論發展的種種複雜關係，大致可歸納為下列幾點：（1）特置假設並不如勞丹認為般全然無害，如果一方案A以對手的暗示或類比來解決問題，表示A將不再能產生有力的開展術；（2）就算沒有嚴重的競爭者，以特置假設來解決某一問題的方案，則此方案本身也將面對該問題；（3）特置假設的使用，也意味著一方案將不再能產生豐富的「問題性」；（4）特置假設也不全然如上述三點般都是有害的，科學家可能嘗試用一個特置假設來「懸置」一個困難的問題，而先去解決其它有前途的（promising）問題；（5）但如果一切有前途的問題都被消耗光了，一個方案就面臨了最終飽和點（final saturated point），就有尋求新方案或新進路的嘗試發生。總而言之，特置假設的引入都意味著一方案抵達一個「臨界階段」（critical stage），但傅大為強調，這

並不表示引入特置假設是「認知上不可欲求的」，如果特置假設的引入能產生新觀念或甚至造成革命，它仍然是有價值的。

在〈Ad Hoc假設與「局部理性」〉一文中，傅大為（1992）開始探討有時特置假設可能具有正面的功能，並將它與「局部理性」（local rationality）的觀念勾連起來。「局部理性」是對比於拉卡托斯的「一般理性」而立說。傅大為認為拉卡托斯試圖為整個科學——其中包括許許多多不同學科的消長興衰——訂定一個一勞永逸的「一般標準」，可讓我們對這些學科的研究方略（方案）之研究「成績」進行評價（打分數）。在拉卡托斯的一般標準看來，如果一個研究方略的「前鋒開展帶」應用了與其「術」（heuristic）不

合的假設（此為特置假設），這個研究方略就算退步了。然而，「局部理性」則考慮了一個研究方略本身的發展，在置身於一個競爭環境中時，如何調整自己的「前鋒」、「後衛」之佈置，以便抵禦對手的攻擊，使自己的研究能持續進行——此時，特置假設往往可以成為靈活運

所謂「前鋒開展帶」，是對比於「保護帶」——研究方略不變的硬核——傅大為又稱之為「後衛保護帶」。前鋒、後衛一類的修飾詞顯然是運用了「戰鬥」或「球類運動」的類比——在兩軍交鋒或兩個球隊比賽時，總有一些隊員擔任前鋒，負責侵入敵營，奪取分數；另一些隊員擔任後衛，負責守衛己方陣地，防患對方侵入得分。

用的棋子——可使自己避開困難問題與對手的重大攻擊，按著自己的步調持續發展，直到局面產生變化。傅大為形容「局部理性」可以說是下列五點「競爭關係脈絡」因素的「函數」：

「（1）一個研究方略自己本來所設定的發展策略，包括問題領域的選擇、優先性的暫時設定、攻守位置的安排等，（2）潛在

競爭者、研究方略它們的發展與佈局策略，（3）潛在合作者、研究方略它們的發展與佈局策略，（4）目前主要、次要戰場的選擇、聯盟關係的設定，（5）其他環境可能的限制與機會。」（頁227）傅大為進一步主張「局部理性」可以有強烈的事前考慮與指導功用（prescriptive function），但它不是早期科哲所企圖發現的那種「邏輯」或「一般方法論」，而是必須在局部的歷史與社會脈絡中來尋找與分析的「策略」。⁸ 傅大為以達爾文的演化論與古生物學之間的關係，為上述理論提供了絕佳的示範。首先，達爾文之前居維耶（Georges Cuvier）主導的古生物學，提出「災難論」來解釋「絕種」的現象，也解釋了巴黎盆地的地質特性。然而主導地質學革命的賴爾（Charles Lyell），由於強烈地相信「漸進緩變」，但又面對物種消失與地層間隔分明的地質現象，不得不提出「地質資料不完整」這個「策略性特置假設」。稍晚的達爾文提出演化論之後，因為古生物學證據與他的預測完全相反，就成了其理論中的難題，古生物學家也變成他的主要對手。達爾文於是重新引入了賴爾版的「特置假設」：「地質資料不完整、不可信」。隨著達爾文演化論在其它「陣線」的豐碩戰果，古生物學進入了「苦悶與馴服期」。1950年左右，基因遺傳學與達爾文演化論結合，當初的「特置假設」成為教條，「局部理性」入侵其它相關科學。然而，1972年古德（Stephen Gould）和艾卓（Niles Eldredge）發表了「間歇平衡論」（Punctuated Equilibria），支持「突然變化」的觀點，足以拋棄「地質資料不完整」這類教條——一個具有潛在的新研究方略誕生了，從而帶來古生物學的新生。從這段歷史重建中，傅大為結論說：「達爾文當年特別設置的古訓

（即特置假設）是構成演化論的提出與發展的一個關鍵性事件，是演化論『局部理性』發展的一個構成性的部分。透過這種局部理性的發展與擴大，生物學諸學科之間的合作、交流與成長乃成為可能。」（頁247）

（三）不可共量性的挑戰：不同的研究方案間，有沒有不可共量性？拉卡托斯沒有處理這個問題。重點在於，他的理論能否解決這個難題？後來他的學生如沃若和札哈發展出「結構實在論」（structural realism）的觀點，以面對不可共量性的挑戰。

（四）我們能建立科學哲學的方法論規範，來裁判科學的研究嗎？這樣哪個科學哲學的方法論規範該被接受？會不會又造成眾說紛紜，無所適從？或者科學哲學的獨大？費耶阿本批評拉卡托斯的規範觀念，蘊涵一種科學哲學的獨裁，更何況規範往往趕不上現實的發展，而成為一種研究上的限制。

（五）拉卡托斯主張使用進步和退步來判斷科學和偽科學，但究竟一個退步的方案要退步到什麼程度才會變成「偽科學」？界線要劃在哪裏？

（六）既然需要考慮科學史的長期合理性，那又要如何由科學哲學來評價一個方案的進步或退化？因為科學哲學家畢竟只能當個事後諸葛亮。而要提供研究經費時，卻總是必須預先評估，而且要考慮一個方案的發展潛力問題。一個實際有潛力的新研究方案，在短期內卻可能看不出它的發展潛力。拉卡托斯的研究方案似乎要等到方案有了具體成績（進步的問題轉

移)之後，才能被評價為好方案。因此，研究方案方法論能否做為科技政策評估的參考，有相當的疑問。

(七) 規範總是要應付現實中的許多權力與利益的交鋒。換言之，總是會有人提出不同的規範來，不同的規範之間不可避免地會產生競爭甚或權力與利益之鬥爭。拉卡托斯的方案能否相容於這個面向？

(八) 後設方法論的問題：科哲的歷史學派，大多主張把他們提議的「科學發展模型」，做反身性的後設應用。但是，這樣是否會導致乞求爭點 (begging the question) 或循環論證的謬誤？

肆、費耶阿本反對方法

費耶阿本也是歷史取向的科學哲學家，有時人們把韓森、孔恩、費耶阿本、拉卡托斯、勞丹等人同稱為科學哲學的「歷史學派」(historical school) 或「歷史主義」(historism)，但這是一個不恰當的稱呼，因為他們幾乎沒有共享的觀點和立場，唯一共享的是透過科學史的研究來考察方法論和知識論的哲學課題。

理性主義者也常常把費耶阿本和孔恩的觀點並稱為「非理性主義」或「相對主義」(relativism)，孔恩堅拒這樣的標籤，但費耶阿本則樂在其中，他甚至基進地高舉「反對方法」、「告別理性」等旗幟，把他的立場標幟為「反理性主義」(anti-rationalism) 並不為過。因為他反對各種企圖尋求單一、

固定、普遍的「科學理性」或「方法學理性」(methodological rationality)的理論，他認為這些「理性理論」終歸要失敗。他宣稱「唯一一條能在人類發展的各種環境和階段中得到辯護的原則是：什麼都行 (anything goes)」(1993: 19)——具體說來，就是「什麼方法都可以試」、「不管什麼方法或觀念都可以被發展成科學方法或知識」。

儘管同屬歷史取向的科學哲學家，費耶阿本並不像孔恩、拉卡托斯或勞丹一樣，想尋求一個科學歷史發展與演變的模式，費耶阿本講科學的進步，但是他認為進步不是由科學家使用什麼特定的方法學理性造成的，相反地，進步是由於沒有限定什麼方法和理論，由於多樣的意見和方法的增加而造成的。因此，費耶阿本並沒有有一套「科哲理論」，但他仍然有幾個「論題」(theses)或「論點」(arguments)，讓我們作如下的整理與解釋。

(1) 知識論(和方法學)的無政府主義(epistemological anarchism)：理性論者拉卡托斯戲稱費耶阿本的主張是一種「知識論的無政府主義」，費耶阿本很高興地笑納這個標籤，並成為他的學說代表，還寫了〈無政府主義論題〉(“Theses on Anarchism”) (收於 *For and Against Method*: 113-118)。這些論題的指導原則就是：「什麼都行」。因為費耶阿本反對任何對科學的方法學和知識論的規範，以及任何普遍性的標準如「真理」(Truth)、「正義」(Justice)、「誠實」(Honesty)和「說理」(Reason)等。只要能達成目標(例如豐富我們的知識、或者滿足人道要求和民主原則)，任何觀念、想像、

方法（不管是論證或修辭宣傳），都可以採用。費耶阿本自己也承認為了說服讀者接受知識論的無政府主義，他使用論證、修辭或宣傳手法。例如他引用大科學家愛因斯坦所謂科學家是一種「肆無忌憚地機會主義者」（as a type of unscrupulous opportunist）的說詞，來支持他的「什麼都行」。可是，費耶阿本不能只是宣稱「什麼都行」，他還必須說服讀者，為什麼要反對任何固定、單一、普遍的方法學規則。他採用的說服策略是，告訴讀者歷史上的大科學家，總是違反了那些被宣稱為普遍的規則。

（2）反一致性條件（Against the consistency condition）：各種被建議的方法學規則中，有一個最普遍的原則是「一致性條件」，費耶阿本因此從這條原則入手。他把「一致性條件」分成兩個層次：一個是要求新假說必須一致於（agree with）已被接受的理論；另一個是假說必須一致於事實（觀察、證據、經驗等等）。費耶阿本爭論，在科學史上，理論層次的一致性條件屢屢被違反，同時在事實層次的一致條件也無法貫徹，因為沒有理論曾經一致於其領域（domain）內的所有事實，亦即所有的理論都不曾一致於所有的事實。因此，堅持一致性其實是保護舊理論，它實在一點都不進步、也「不合理的」（unreasonable）。相反地，是反一致性才能導致科學進步，因此才是「合理的」（reasonable）。⁹費耶阿本又把這種「反一致性」稱作「反歸納」（counterinduction）。科學不是由於保護舊理論和一致於所有事實、而是由於「反歸納」地提出與舊理論和舊事實衝突的新理論（可能預測新事實）才能進展的——這就導出「理論多元論」的主張。

在後來的科哲討論中，「一致性」被視為一個「認知價值」(cognitive value)，又可分成兩個不同的意義，一個是「內在一致性」，另一個是「外在一致性」。前者指一理論假說內部的概念不能自相矛盾，後者指一理論不能和已被接受(已證成或已證實)的理論衝突。後來哲學家又把後者稱為「保守性」(conservation)。至於假說與事實之間的「一致」，通常又被理解成「符合」(correspondence)——亦即真理的符合觀：命題與事實符合時，此命題為真。因此，更精確地講，費耶阿本其實是反對「保守性」和「符合性的真理」這兩個認知價值。

(3) 理論多元主義 (theoretical pluralism)：歷史顯示，理論增生 (proliferation of theories) 才是對科學有益。因為在理論和假設的印證或檢驗中，方法學家總是以理論和假設是否一致於一組獨立於理論的事實來判斷。可是，事實和理論有一個密不可分聯結，事實的描述 (description) 總是要依賴於某個理論，因此使用事實來檢驗理論，其實是使用另一個理論來檢驗理論。而且只有在理論與事實不一致的時候，科學才會有所進展，而這其實是理論與理論的不一致。因此，科學實際上的發展，與理論的多元增生有關，只有越多彼此間不一致的理論不斷地被繁衍出來，科學才在相互比較之下不斷地進展。這個論題進一步預設了「觀察的理論性」。

(4) 觀察的理論性和自然解釋：所謂「觀察的理論性」是一個比「觀察的背負理論」更強的主張，這是筆者刻畫費耶阿本立場的一個用詞。它宣稱觀察陳述「不只是背負理論，而是整個是理論的 (fully theoretical)」，也就是說觀察是「感官與理性」、「知覺與概念」、「現象與陳述」緊密結合而無法分離。觀察或知覺某一物體或事件需要能指認出它是什麼，

而指認則有賴於預先的概念架構（理論）。進一步，對這個物體或事件進行觀察描述的語言，是一種「自然解釋」（natural interpretation），與描述者的心理狀態無法區分。它是從我們孩童時代起不斷的學習辨識事物的過程的一個結果。教導者指著一個表象或現象，然後以某些字詞說那是什麼，學習者自然地吧知覺與字詞連結起來，因此在我們的知覺認知中，現象與語言陳述無法分離。既然沒有所謂獨立、中立、自主的觀察經驗或語言，也就沒有裁決理論真假、對錯、好壞的中立標準，如此導出理論與理論間的「不可共量性」。

（5）不可共量性：費耶阿本在1962年和孔恩同時提出了「不可共量性」的觀念。¹⁰ 與孔恩的主張有兩點不同之處是，（a）費耶阿本拒絕「典範理論」的觀念，（b）他的不可共量著重在「意義的不可共量性」，也就是「理論與理論之間的不可共量性」，它其實是「觀察與理論密不可分的主張」以及「一個詞彙的意義要相對於整個理論」這兩個主張的邏輯結論。但費耶阿本也強調，不可共量性並不意味不可比較，而是科學家在理論變遷之際，他們並不是根據中立的觀察證據在作比較，比較的方法是複雜多元的，但總是很難避免主觀、偏愛、獨斷或宣傳的成分。

（6）人道主義（humanitarianism）與民主（democracy）的優先性：雖然費耶阿本屢屢談到科學的進步云云，但這並不代表他主張科學是最好的知識。他批判的「科學理性論者」除了主張有一種固定、普遍的方法學理性外，還堅持這種理性正是區分出科學（好知識）和非科學（壞知識）的標準。這意味著他們有一種科學優於其它非科學的「傳統」、意識型態的信

念。費耶阿本爭論所有的方法學家（包括拉卡托斯）都無法證明科學優於其它信念傳統（如巫術）——科學不過是眾多意識型態中的一個。在民主社會中，科學專家並不享有更高的權威，反而，科學應該服從民主原則。換言之，費耶阿本除了「解構」科學理論的方法學之權威性外，進一步「解構」科學本身的權威性，而這麼做都是基於「人道主義」的信念，他的目的是幫助人類，而不是幫助科學。

身為「歷史取向」的科學哲學家，費耶阿本當然不只是提出抽象的論述，他也以歷史實例作深入的分析。《反對方法》一書的主要實例是伽利略對於哥白尼天文學的辯護和推廣。費耶阿本爭論伽利略在辯護時採用的「方法」，屢屢違反了科學理性論的方法，或者說伽利略其實是「反歸納」地發展了哥白尼的天文學。費耶阿本從第谷援用亞里斯多德以來即被提出的「高塔落石」這個論證或實驗開始，這個論證指出，從高塔上丟下一塊石頭，如果地球靜止，則我們會看到垂直的路徑；如果地球運動，我們會看到拋物線的路徑。但實驗結果我們看到的是垂直的路徑，因此地球靜止正確。伽利略如何面對這個論證呢？

費耶阿本指出，伽利略承認「高塔掉落的石頭會垂直地落在塔腳邊」這個感官經驗的正確性，但是伽利略訴諸於希臘以來的「表象」（appearance）與「真實」這組概念對立，宣稱那個感官經驗只是表象，不代表真實，真實必須由「說理的力量」（the power of reason）來揭示。因此，高塔落石的經驗事實，並不能證明地球沒有在動。但這只是消極性的辯護防衛

而已，伽利略還必須積極地解釋為什麼人們會看到這樣「不真實的表象」。因此，伽利略進一步使用一個類比，後來又被稱作「船桅論證」，亦即他描述在一艘航行的船上，從桅杆上丟下石頭。依「高塔論證」的推論，如果船靜止時，石頭會「循垂直路徑」落在杆底邊，但如果船在航行，石頭會「循拋物路徑」而掉到船尾。但是，人們在船上，不管靜止或航行，會看到石頭總是「循垂直路徑而掉在杆底」。「高塔落石」的推論違反了這個類比的情境，使得人們可以想像即使地球運動，高塔落石也不會使我們看到石頭循拋物線的路徑而掉落。但伽利略還必須向讀者解釋為什麼會這樣才能說服他們地球確實在運動，他使用的就是「相對運動」（relative motion）的概念和「圓周慣性原理」（principle of circular inertia）（圓周運動是基於物體的慣性，而且慣性運動必是圓周運動）。也就是說，運動的觀察必須要相對於參考座標系統，有相對運動產生時才能

被感官觀察到。在「船桅論證」的情境中，船是參考座標系統，而船上的人們（觀察者）、石頭和座標系統都同步運動，亦即沒有相對運動，所以他們無法看到石頭的拋物線路徑。如果人們在岸邊，人們會看到石頭的路徑的確是和船前進同方向的「向前」拋物線，而石頭會有這樣的拋物線路徑，是因為石頭有圓周慣性，船在圓形地表上的大

「圓周慣性」的概念對立於笛卡兒的「直線慣性」的概念，也不同于牛頓對於「圓周運動」的分析——圓周運動是直線慣性和向心力運動的合成。

事實上，即使在岸邊，我們在視覺上仍然看不到石頭的「拋物線路徑」，這個路徑必須是在心靈中設想一個視覺模型，才能形成。

海表面上航行，因此石頭也有船的慣性。同理可類推，高塔落石中，石頭也有地球自轉的慣性。

在費耶阿本看來，「高塔落石」的感官經驗和推論，其實是一個基於亞里斯多德理論的「自然解釋」，在這個解釋中，運動是絕對的，宇宙有固定的結構，向下的直線運動證明了地球是靜止的，若主張地球運動會推出石頭不以垂直路徑而運動。伽利略其實是用另一個新的「自然解釋」來取代亞里斯多德式的自然解釋（亦即伽利略發明一套新的運動理論，此理論可以推出另一套感官經驗的描述），其中運動是相對的，高塔落石的直線運動只能證明運動起點和地球之間沒有相對運動，而主張地球運動反過來可以預測運動起點和地球之間沒有相對運動。這也等於是提供了一套全新的經驗。可是，伽利略這套自然解釋和亞里斯多德主義者的自然解釋是不可共量的，所以並不代表它更合理，或有更多經驗證據支持，或預測更多經驗事實。他在《關於托勒密和哥白尼兩大世界體系的對話》中主要是使用修辭和宣傳的手法。換言之，伽利略違反了方法學家所提議的「科學方法」規則——包括歸納法、一致性原則、波柏的「不該使用特置假設」等。不過，費耶阿本沒有分析而直接斷言伽利略的新「自然解釋」中包括了特置假設（如伽利略的「圓周慣性原理」）（Feyerabend, 1993: ch. 8）。同情地看待費耶阿本的斷言時，我們可以說「圓周慣性原理」是否預測了任何新奇事實？除了高塔落石和船桅落石外，我們還可以在什麼地方找到新事實來支持「圓周慣性」的存在？如果沒有，那麼「圓周慣性原理」就是特置假設。

費耶阿本繼續爭論，除了以一個全新的自然解釋來克服亞氏的高塔落石之經驗證據外，伽利略也使用望遠鏡（telescope）這種工具來移除對哥白尼天文學不利的感官經驗。伽利略宣稱望遠鏡提供了最可信賴的天空形象，問題是，伽利略並沒有理論上的理由來支持望遠鏡中的視覺經驗就是天空的真實圖像，而且當時望遠鏡的視覺經驗並不清楚分明，因此也不能提供經驗上的理由。更何況，望遠鏡的視覺經驗與多人的肉眼觀察矛盾。因此，伽利略能成功地推廣哥白尼的天文學，原因在於他提供了可以配合哥白尼天文學的觀察經驗，整個取代了基於亞氏理論的觀察經驗。但是，伽利略提供的經驗證據比亞氏理論的經驗證據更合理嗎？一點也不。相反地，教會對伽利略的控訴才更合乎理性標準。費耶阿本結論說，伽利略成功地推廣了哥白尼天文學的歷史案例顯示，「不合理」方法的使用是有必要的，因為科學的不同部分有「不平等」（uneven）的發展，堅持所謂合理的方法，反而可能扼殺極具潛能的科學理論。

人們經常將孔恩與費耶阿本相提並論，因為他們兩人有太多共享的主張。可是，這不代表他們兩人沒有差異。事實上，他們的差異仍然極大，因為費耶阿本仍然有繼承波柏的批判觀點之處。而且費耶阿本在「事實」（實作）與「價值」（說理）的觀點上，也與孔恩不盡相同。孔恩傾向於從事實導出應然的自然主義，費耶阿本則是一種「說理」與「實作」互動論的主張。¹¹ 兩人的差異可以分成如下兩點來說明：（a）就概念層次而言，費耶阿本反對單由事實導出應然：說理和實作是單一辯證歷程的兩部分（說理與實作的互動論）。說理引導實作，實作也反過來為修正說理。兩者循環互動。但這仍不能令

人滿意，因為說理和實作被看成是兩個不同的東西。因此，這個互動觀點必須要由「說理和實作是實作的兩個不同的類型」之詮釋來補足。應用到傳統與傳統的互動上時，就意謂著一個傳統不管多頑固，總是會被與其它傳統互動的參與者所改變。

(b) 就引導實際歷史而言，孔恩的《結構》有一種「自然主義」式的主張，即「典範論」不只是一個科學發展歷程，同時也可導出一條發展規範：不成熟的科學，若想要更多成果、想發展為成熟科學，應該要選出一個典範，拋棄或排除其它競爭的理論，在此一典範的主導下，從事解謎活動。但費耶阿本完全不同意這種看法，他主張科學要發展和進步，應該使用「增生原則」(principle of proliferation)和「固執原則」(principle of tenacity)。「增生原則」是不斷地提議另類理論，以增加舊理論的困難，並提供不同的選擇，才易使得科學革命產生。「固執原則」意指科學家應該固守於自己的理論，不輕言放棄，使它有機會和時間得到充分的發展。就方法論而言，「固執原則」與「增生原則」是一對共存並生、一體兩面的原則，它們使每位科學家都不斷提議新理論(理論增生)，而且堅守理論努力發展，產生多元競爭的局面，終而導致科學革命。費耶阿本爭論，在這樣的觀點下，常態科學的觀念根本就不必要，而且實際(實然)上也不存在常態科學的階段。

費耶阿本的科學哲學，旗幟鮮明地挑戰西方哲學的理性傳統，當然引起很多回應、討論和批評，大多數回應是為「科學理性」辯護。在台灣，傅大為(李平寫)(1987)的〈向科學理性的權威挑戰——科學哲學頑童保羅·費若本〉是一篇以《自由社會中科學》為本，介紹費耶阿本對科學、民主與國家

的論點，值得作為本節的補充。戴東源（2005）的〈費耶阿本《反對方法》的幾個問題〉，則認真地面對了《反對方法》中的論點和論證（如上文介紹），作了頗為細膩的檢討與批判，並辯護「科學理性論」沒有費耶阿本所勾勒的那般獨斷。無獨有偶的是，傅大為其實也對費耶阿本對於其他科哲學家的看法，提出一些質疑，筆者據此加以精煉而提出以下三點：（1）科學的進展果真是依賴於不斷地批判、不斷地增生理論？費耶阿本似乎沒有面對科學是否需要權威的問題提出夠強的批評。（2）費耶阿本對科學與國家關係的遠景停留在思想與哲學的層次，缺少社會、經濟和政治相關的研究，但這對費的理想而言是必須的。（3）費耶阿本批判科學理性論，認為理性論者是菁英主義，應被拋棄。他標榜科學專業必須服膺民主原則，但是，如果一個政黨理論家或經濟學家可以提出一些可行的方案，以供議會討論決定，為什麼科學哲學家不能提出一些方法學的規則，然後付諸於民主討論會中討論、投票、試行呢？

原典閱讀

Feyerabend, Paul (1975), *Against Method*. 1st ed. London: Verso Press.

—— (1978), *Science in a Free Society*. London: NLB.

—— (1993), *Against Method*. 3rd ed. London: Verso Press.

Howson, Colin (ed.) (1976), *Method and Appraisal in Physical Science*. Cambridge: Cambridge University.

Lakatos, Imre (1978a), *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers*, Vol.1. Cambridge: Cambridge University.

—— (1978b), *Mathematics, Science and Epistemology: Philosophical Papers*, Vol.2. Cambridge: Cambridge University.

參考文獻

李平寫 (傅大為) (1987), 〈向科學理性的權威挑戰——科學哲學「頑童」保羅·費若本〉, 《當代》第10期, 頁12-19。

傅大為 (1992), 〈Ad hoc 假設與局部理性〉, 《異時空裏的知識追逐》。台北: 東大圖書公司。

陳瑞麟 (2004), 《科學理論版本的結構與發展》。台北: 台大出版社。

—— (2005), 〈論科學評價及其在科技政策中的涵意〉, 《台灣科技與法律政策論叢》第2卷第4期, 頁37-71。

—— (2007), 〈科學哲學在「科技與社會」中的角色與挑戰〉, 《台灣社會研究季刊》第68期, 頁227-264。

葉筱凡 (2007), 〈燃素論失敗的光榮紀事——拉卡托斯科學競爭理論的再考察〉。台北: 東吳大學哲學系碩士論文。

戴東源 (2005), 〈費耶阿本《反對方法》的幾個問題〉, 《台灣哲學研究》第5期, 頁153-192。

—— (2007), 〈克普勒之前的天文思想演變: 哥白尼和第谷〉, 《科技、醫療與社會》第5期, 頁111-182。

Cohen, R. S., Feyerabend, P. K. & Wartofsky, M. W., (eds.) (1976). *Essays in Memory of Imre Lakatos*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.

Feyerabend, Paul (1981a), *Realism, Rationalism and Scientific Method: Philosophical Paper I*. Cambridge: Cambridge University.

- (1981b), *Problems of Empiricism: Philosophical Papers II*. Cambridge: Cambridge University.
- (1987), *Farewell to Reason*. London: Verso Press.
- (1999a), *Knowledge, Science and Relativism*. Cambridge: Cambridge University.
- (1999b), *Conquest of Abundance: A Tale of Abstraction versus the Richness of Being*. Chicago: University of Chicago.
- Fu, Daiwie (傅大為) (1986), *Problem-Domain and Developmental Strategies — A Study on the Logic of Competition and Development of Scientific Programs*. Ph. D. Dissertation. Columbia University.
- (1992), “On the Competitive Structure of problem-Solving,” *Philosophy and the History of Science: A Taiwanese Journal*. 1: 59-110.
- Gavaroglu, K., Goundaroulis, Y. Nicolacopoilos, P. (eds.) (1989), *Imre Lakatos and Theories of Scientific Change*. Dordrecht: KluwerAcademic Publishers.
- Kampis, G. et. al. (eds.) (2003), *Appraising Lakatos: Mathematics, Methodology, and the Man*. Dordrecht: Kluwer.
- Lakatos, Imre (1976), *Proofs and Refutations: The Logic of Mathematical Discovery*. Cambridge: Cambridge University.
- Lakatos, Imre & Feyerabend, Paul (1999), *For and Against Method*. Ed. by Montterlini, Matteo. Chicago: University of Chicago.
- Nola, R. & Sankey, H. (eds.) (2000), *After Popper, Kuhn, and Feyerabend*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

註解（註解段末所置頁數，為註解出處的本文頁數）

1. 本文最初收錄在拉卡托斯與馬斯葛雷夫（Alan Musgrave）合編的《批判與知識的增長》（*Criticism and the Growth of Knowledge*, 1970）中，本論文集是英國科學哲學家和孔恩的對話——可說專門用來批判和檢討孔恩典範論的一本論文集。（頁172）
2. 1993年出第三版，包含一篇新序和一篇中文簡字譯本的序文。（頁173）
3. 精緻否認論將理論的評價以及科學和偽科學的劃界問題，由單一理論轉向一理論系列。但有可能造成一混淆的結果：馬克思主義是不可駁斥的（其實只是一方案中的硬核）；但同時，馬克思主義（硬核加上輔助假說的連言）已被駁斥了。所以，拉卡托斯認為「研究方案方法論」可以避開精緻否認論的這個麻煩。可是，拉卡托斯把劃界標準和評價標準混為一談，也會帶來新的麻煩：一個方案要墮化到什麼程度，它才會變成偽科學？還是說壞科學就是偽科學？參看陳瑞麟（2005），〈論科學評價及其在科技政策中的涵意〉，該文企圖區分「科學評價」和「科學劃界」。（頁179）
4. 這些案例研究收錄在 Howson, Colin (1976), *Method and Appraisal in Physical Science*. (Cambridge: Cambridge University.) 這本論文集中。（頁182）
5. 細節方面的中文著作，可參看陳瑞麟，《理解天體與物質——從古代到近代的西方自然哲學與科學史》（尚未出版書稿）；又參看戴東源（2007），〈克普勒之前的天文思想演變：哥白尼和第谷〉。（頁182）
6. 這個部分，拉氏原文的年代誤植為1616年。事實上，伽利略早在1610年出版的《星球訊息》即記錄了他觀察到金星盈虧的現象。或許1616年是編輯誤植。此點是戴東源博士告知筆者的。（頁185）
7. 孔恩也許也是「反身地」應用他自己的觀點到後設方法學的層次上。因此，他也許主張他的理論是一個「方法論典範」，實證論和否認論則是不同的典範，大家互相競爭。他的理論所揭示的歷史事實是實

證論和否證論的「異例」，而不是反例。他的理論並未「否證」否證論，只是取代它。（頁189）

8. 針對局部理性這個生動的提法或理論，筆者在此提出一些疑問：「研究方略的佈局策略」和傅大為的描述筆調，都稍嫌「擬人化」，似乎把「研究方略」當成一個「意識統一的主體」一般——不是不能如此作，但是「研究方略的確是意識統一的主體嗎？」恐怕是個必須詳加考察的問題。當然，我們可以說一個研究方略是一個科學社群的集體方針，這個社群對自己的發展策略有共識，但是，這個社群對整個競爭環境、競爭對手的佈局策略、潛在合作者是誰等等，也有其共識嗎？社群成員如何達成共識？又科學史上種種研究社群是否實際有這種共識？這些似乎也都是問題。當然，依傅大為對演化論與古生物學的示範，在天擇說演化論提出後，達爾文即面對一個激烈的競爭環境，他對自己的理論發展有充分的策略意識。但是在一研究方略取得主導地位，充分發展之後，許多「理論版本」並出，群雄並立的多元格局下，面對競爭是否依然能有「共識」呢？這時是否有一種不同的競爭環境出現了？競爭環境的變化是否將影響到「局部理性」的策略內容？（頁194）
9. 費耶阿本不是反對「理性」、「合理」、「說理」等等概念嗎？為什麼他反而在證明反歸納才是「合理的」、「說理的」？其實他已提醒「總是要記住這兒使用的證明和修辭並不能表達任何我的深層信念。這兒只是顯示出我們多麼容易以理性的方式牽著人們的鼻子走。一位無政府主義者就像一位秘密情報員，玩著說理的遊戲以削弱說理（真理、誠實、正義等等）的權威（the authority of Reason）。」（Feyerabend, 1993: 23）（頁198）
10. 此觀念出現於論文“Explanation, reduction and empiricism,” 後收於 *Philosophical Papers I* (1981: 44-96)。（頁200）
11. 這個課題的深入討論，可參看陳瑞麟（2007），〈科學哲學在「科技與社會」中的角色與挑戰〉一文。（頁204）

解題、進步與價值 勞丹和蘭吉諾

勞丹 (Larry Laudan, 1941-) 像拉卡托斯一樣，一般被歸為「歷史理性論者」(historical rationalist)。但是，不像拉卡托斯來自匈牙利，受到辯證法和馬克思主義等歐陸思想的影響，勞丹出身自英美分析哲學傳統，他的論述之分析風格，有時使他被譽為英美哲學在這歷史性的科學哲學領域中，登峰造極的科學哲學家。可是，一方面，英美分析哲學後來走向實在論的路向，而勞丹則是旗幟鮮明的反實在論者，他的〈拒絕收斂實在論〉(“A Confutation of Convergent Realism,” 1981) 乃是從歷史案例來反對科學實在論的經典文章，幾乎每本「科學哲學」論文集都收錄它。另一方面，勞丹並不走分析哲學傳統般使用語意

分析的方式來討論科學哲學，他一慣使用「解決問題」的論證方法，也使他在英美分析哲學中獨樹一幟。

勞丹的思想有二個階段，都深受孔恩影響，在《進步其及問題》（*Progress and Its Problem*, 1977）一書中，著重在分析「解決問題」（problem-solving）的活動（以下簡稱「解題」）作為方法論評價的基準，以及提議「研究傳統」（research traditions）概念。1984年出版《科學與價值》（*Science and Values*）則強調「（認知）價值」在選擇理論、形成共識中的角色，並提出「科學理性的網狀模型」（the reticulated model of rationality），標榜「規範自然論」（normative naturalism）的說法。兩種不同的強調最後綜合在1996年出版的《超越實證論和相對主義》（*Beyond Positivism and Relativism*）一書中。

蘭吉諾（Helen Longino, 1944-）是一位女性主義科學哲學家。所謂「女性主義」（feminism）是二十世紀六十年代後興盛的一個思想潮流，起於女性思想家注視女人在人類歷史上遭受的性別歧視，從政治權利、倫理義務的反省，逐步發展到知識與科學中的性別歧視，從而產生女性主義知識論和科學哲學。本書無法完整介紹女性主義，甚至也無法專章介紹「女性主義科學哲學」，但是，我們至少將利用「價值與科學」的課題，來介紹蘭吉諾這位重要的女性主義科學哲學家。蘭吉諾強調「科學做為社會知識」，但仍強調證據和客觀性，也重視價值在科學中的角色，她以「脈絡經驗主義」（contextual empiricism）來總結自己的觀點。迄今有《科學做為社會知識》（*Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific*

Inquiry, 1990) 和《知識的命運》(*The Fate of Knowledge*, 2002) 這兩本主要著作和其它許多重要論文。

傅大為教授是台灣倡議女性主義科學哲學的主要推手。三位國際知名的女性主義科學哲學家：哈定 (Sandra Harding)、凱勒 (Evelyn Fox Keller)、哈娜葳 (Donna Haraway) 都因他的引介或討論而在台灣知名。相關文字有傅大為 (1999a)，〈融會在玉米田裡的「非男性」科學——關於「女性科學」的哲學論爭與新發展〉，討論凱勒的「非男性」科學和哈定的「女性主義科學」；傅大為 (1999b)，〈從「女性主義中的科學問題」到多元文化中的科學——珊卓·哈定的科學哲學歷程〉；還有傅大為 (2009)，〈「性別與科學」領域十本書的簡單評介〉。

壹、解題與進步

不像經驗論的傳統總是在說明、預測現象的基本架構上討論科學，勞丹在其《進步及其問題》中，把科學的基本目標或核心性質視為「解題」，科學家發展理論來滿足這個基本目標。理論在盡可能地「極大化自己的解題能力」上互相競爭，並導致科學的變遷與進步。但是，「理論」一般有兩種用法，一種是狹義的、特殊的理論；另一種則是較普遍、廣泛的理論群，勞丹又把後者稱作「研究傳統」（相當於孔恩的「典範」與拉卡托斯的「研究方案」），乃是科學競爭、演化、變遷與進步的基本單元。勞丹就是在評價「研究傳統」的解題能力之基礎上，提出一個「科學理性」或「科學進步」的方法論。

勞丹首先開宗明義地宣示兩個科學哲學的主旨 (Laudan, 1977: 13-14)：

主旨一：對任何科學理論進行首要且基本的嚴苛檢驗，在於它是否對有趣的疑問（questions）提供了可接受的答案。換言之，是否它對重要問題（important problems）提供了令人滿意的解決（solutions）。

主旨二：在評鑑理論的優點時，更重要的是問是否它們構成了重大問題的適當解決，而不是問是否它們是「真的」、「被認可的」、「被堅實地印證了」或「可證成的」（在當代知識論的架構內）。

這兩個主旨鮮明地為科學方法論提供了非傳統的另類進路（雖然它的祖源可以追溯到孔恩的常態科學的「解謎」）。如果科學的重心與評價的標準在於「解題」和「解題能力」，那麼科學究竟在解決什麼樣的問題，就成為研究的起點。勞丹首先澄清，解題並不是傳統科哲上所謂的「事實說明」（the explanation of fact），主因在於問題通常是「非現實的」（counterfactual）（違反當前的實況）。¹ 隨後勞丹把科學問題區分成「經驗問題」（empirical problems）和「概念問題」（conceptual problems）兩大種類。所謂的「經驗問題」，就是指一般認知的科學問題，例如「為什麼會下雨？」「為什麼會地震？」「自由落體的加速度為何？」「聖母峰有多高？」「蜜蜂為什麼要採蜜？」如此等等。科學家一般提出各種「科學理論」（有大有小）來解決這些經驗問題。所謂的「概念問題」是指在科學家提出的各種「科學理論」中，總是存在許多「理論概念」，例如牛頓力學中有「重力」、「絕對時空」等，達爾文演化論中有「天擇」、「適應」、「物種」等，地質學中有「板塊」、「飄移」等等。這些概念本身恰當嗎？它們會和

其它概念衝突嗎？例如「演化」（逐漸變化？）和「突變」的概念會互相衝突嗎？

進一步，經驗問題又被區分成（1）待解決的問題：尚未被任何理論適當解決的經驗問題；（2）已解決的問題：至少被一個理論所恰當解決的問題；（3）異常問題（anomalous problems）：一個特別的理論尚未解決、卻被超過一個以上的競爭理論所解決的問題，就構成了該特別理論的異常問題。至於所謂的概念問題，又分成（1）內部概念問題：一理論顯示出內部的不一致性，或者其分析的基本範疇含混不清，例如量子力學裏的「波粒二像性」是一個內部不一致的概念，因為在傳統物理學裡，波被認為是能量連續分佈在空間中，物體則被認為是能量集中在空間某區域中——即物體的輪廓內，如此，沒有東西可以既是波又是物體，量子力學卻使用這種概念，在傳統物理學看來，是一種內部不一致；（2）外部概念問題：一理論T與另一理論或學說T'產生衝突，而T'的支持者認為T'已堅實地被建立起來。所以，理論T的核心概念，就會受到科學家的懷疑。所以，如何使理論T的核心概念不再受到懷疑，就形成理論T的外部概念問題，例如牛頓力學的「超距作用」這個概念，當初被認為是巫術的、非科學的概念。

對勞丹來說，並非所有的問題都在重要性的等級上相同，有的問題在選擇與評價理論時會比其它問題更重要，而且問題的重要性程度也會隨著不同的處理而變動。因此在評價理論時，我們需要權衡問題的輕重。大致來說，經驗問題可能在如下的方式上被合理地權衡：（1）經驗問題變得更重要的幾種可能性有：由於競爭對手已解決它（所以已解決問題比未解決

的問題來得更重要)；由於競爭對手對它有一個非比尋常的解決；由於競爭對手是一個原創性的理論；由於一個經驗問題變得更具普遍性(例如「遺傳問題」原本只是「生成問題」的一部分，後來的基因理論被提出來之後，發育生長的問題反而要依賴於基因遺傳學，基因遺傳學變得更重要)；(2)經驗問題降低其重要性的幾種可能性：由於被解消——即問題本身變得不再是「問題」了(例如「燃素有多重？」這個問題在燃素理論被放棄之後，就被「解消了」)；領域的改變(例如眼睛如何接受光線以產生視覺作用？原本是光學中的重要課題，可是在十七世紀之後，它變成「生理學領域」的問題，不再屬於「光學」的領域)；基本型的改變：也就是說原本是一個領域的重要核心問題，當該領域的基本型改變之後，核心問題就不再重要了(例如在亞里斯多德的物理學中，「實體如何變化」是一個重要的課題，可是十七世紀的科學家接受原子論之後，「物理學」中最重要核心問題變成是「空間運動」的問題。「實體如何變化」不再重要了)。

其次，異常(經驗)問題(即孔恩和拉卡托斯理論中的「異例」)的認定與評估，尤其要在競爭理論的脈絡下，這一點已反映在勞丹對異常問題的定義上。異常問題的重要性之權衡有兩個主要方式：理論預測與實驗結果之間的懸殊性、異常問題的年紀與它對某一特別理論解決的抗拒性(即孔恩所謂「異例長期不得解決」)，則該異常問題變得越重要。

至於權衡概念問題的重要性也有下列四種狀況(主要是「外部概念問題」)：(1)理論間的不一致越大，問題越重要；(2)對手理論是越好的問題解決者時，問題就越重要；

(3) 如果兩個競爭的理論，其中之一產生了概念問題；另一個沒有，則問題就變得相對重要；(4) 概念問題的年紀越大越重要。

理論是發展來作為解題的工具，要評價理論與決定理論的取捨，基本判準就在於理論的「解題效力」(problem-solving effectiveness)。解題效力由「把已解決的經驗問題之涵蓋範圍極大化，把異常問題與概念問題的涵蓋範圍極小化」。「科學進步」就由其解題效力來定義，亦即一理論的解題效力越強表示該理論越進步。同理，理論的選擇與評價也是以解題效力為方法論判準，科學社群「應該」選擇解題效力更強的理論；而且如果科學社群作了這種選擇，就是進步的——也就是理性的。換言之，勞丹如同拉卡托斯，以選擇進步來定義理性。

現在，勞丹已經提出評價科學進步的判準，然而，科學進步的基本描述單位並不是單一、小範圍、特別的理論，而是一群相繼理論所構成的「研究傳統」，也就是說，先前所謂具「解題效力」的「理論」指的是做為一個「研究傳統」的一般性大理論。勞丹把研究傳統定義為：「一組關於研究領域的存有物與歷程的基本假定；以及在此領域內建構理論與解決問題的恰當方法。」(Laudan, 1977: 81) 換言之，一定時間內的一群理論，以及它們所共享的形上學預設和方法學規則。更詳盡地說，一個研究傳統包括一群特別的理論、一組形上學與方法論的許諾、擁有一個長遠的歷史，以及在科學的解題活動中扮演下列四種角色：研究傳統決定了問題、研究傳統限制了被發展出來解題的理論型態、研究傳統可以啟發特別理論的建構、研究傳統賦予理論正當性和合理性。然而，對勞丹來說，研究傳

統並不是孔恩式的典範、也不是拉卡托斯式的研究方案，因為它沒有共同的核心或不會變動的硬核。勞丹同意，一個研究傳統下的諸個別理論，確實有其自己不可駁斥的核心，但這核心並不是共通於所有理論。研究傳統會隨時間流逝而慢慢演化，它的構成元素也會慢慢改變，兩個不同的研究傳統也可能被整合。

至於研究傳統的選擇與評價，勞丹又區分成「接受的脈絡」(the context of reception)與「追求的脈絡」(the context of pursuit)，所謂「接受的脈絡」是指，科學家對既存的、已有成績的研究傳統，應該如何作選擇？所謂「追求的脈絡」是指面對全新的、未解決的問題時，許多新理論被提出來互相競爭，科學家要選擇哪一個理論來作研究？勞丹認為，在接受的脈絡下，科學家選擇更好的解題傳統（具有較大的總進步量，以勞丹的術語來說是「一般進步」[general progress]）是個合理的選擇；在追求的脈絡下，科學家選擇進步率（rate of progress）較大的傳統是合理的。所謂的「一般進步」指一個研究傳統中最新的版本，相較於最早版本的解題效力之增加。而「進步率」則是指一定的時間幅度內，解題效力增加的速度。

貳、科學與價值：規範自然論

如上節所述，在1977年的《進步及其問題》中，勞丹以「研究傳統」為科哲探討的單位，對準「科學問題」的型態和「解決問題」能力為評價目標，發展了一個科學變遷的模型。

在該書中，勞丹也探討了由拉卡托斯所提出的「後設方法學」問題，並提出一個直觀主義（intuitionism）的後設方法論。勞丹認為科學史上的科學家的確選擇了「更進步」的科學理論，而且他們作這種選擇的根據來自規範性的「分析前直觀」（pre-analytical intuition）。我們所「看好」（preferred）（或偏愛）的分析前直觀，就是「科學理性」。他是這麼說的：²

我們關於這類案例的直觀可以運作為判定性的基礎，用以評估和評價不同的合理性之規範模型，因為我們可以說它是任何可接受的合理性模型之必要條件，該合理性的模型與我們的分析前直觀（至少是一部分）一致。（Laudan, 1977: 160-161）

從1984年起的一系列著作（Laudan 1984, 1986, 1987a, 1987b, 1989），勞丹不再滿意於這個後設方法學的直觀主義立場，開始轉而發展「規範自然論」。他發現歷史上的科學家對理論的「看好」和「評價」（也就是「基本價值判斷」），是隨著他們的「認知目標」（cognitive aims）而變動，因此一個關於科學理性的後設方法論，必須要能說明這樣的現象，不能光只是一致於此時我們的「分析前直觀」。勞丹怎麼發展他的「規範自然論」呢？

在一個粗略的觀察上，科學的理論歷史基本上由兩種現象交錯而成的，即科學家對理論的共識（consensus）和異議（dissensus）。早期的科哲家和科學社會學家，往往只看重科學家對理論形成共識的一面，他們相信在「科學方法」的光照下，科學家能迅速形成共識並促成科學的驚人進步。然而，

六十年代引入科學史研究而產生「爭議無所不在」、「不可共量性」、「資料無法完全決定理論」、「科學家的反常行為」的幾個論證，開始衝擊這個素樸的共識觀點，並揭開科學充斥著「異議」的一面。然而，異議的存在並不意味共識現象的消失，相反地，它讓「共識形成」(consensus formation)的說明變得更形重要。因為科學不再只是科學家使用共同的科學方法來累積知識，還包括在許許多多不同的提案(異議)中，選出一個最好的理論(共識)。因此，要瞭解科學、科學方法和科學理性，哲學家必須知道科學家們如何從異議走向共識？他們「終結異議、形成共識」的「方法」(第二序方法)是什麼？

科學家如何從爭議中凝聚共識呢？科學家如何解決科學爭議呢？從早期的科哲家如韓培爾、萊興巴赫、波柏等人的科哲系統中，勞丹抽繹出一個合理解決科學爭議的階層模型(the hierarchical model)：當科學家對事實(包括觀察實驗的結果和理論宣稱)產生爭議時，運用「方法學規則」來對不同的事實宣稱進行裁決；然而，有些科學爭議涉及方法學規則本身，科學家只好訴諸於科學的「基本認知目標」(basic cognitive aims)(相當於拉卡托斯的「基本價值判斷」，勞丹稱作「價值學層次」[axiological level]。例如，應該追求或選擇準確、一致、豐富、新奇預測的科學理論等等)。換言之，科學爭議及其解決，包含了三個層次，可由下表來表示：

爭議的層次	解決的層次
事實	方法學規則
方法學規範	價值學
價值學	無

早期的科哲家相信，由於科學有共同的目標，故價值學的層次不會產生爭議。勞丹把這種觀點稱作萊布尼茲理想（Leibnizian ideal）。但是，這樣的理想是不可能實現的，因為一來科學目標或價值，常常也是科學爭議的來源或核心；二來最高層次之認知目標和價值本身，總是會隨著時代而變動；第三是目標和價值是否合理，缺乏更高的標準來判定。

勞丹認為，科學爭議及其解決，並不是在一個線性的階層結構上，而是呈現出理論、方法和目標的三元網狀結構。也就是說：理論（理論提供事實）的爭議可以由方法學的規則來解決，方法學規則的爭議由科學目標來裁決，進一步科學的目標也可能因為理論（其提供的被接受為事實）而調整。反過來說，理論限制了方法的設立，方法顯示了目標的可落實性，目標則引導科學家使用某些特定理論去研究某些特定的事實。也就是說，理論—方法—目標三者的關係如下：

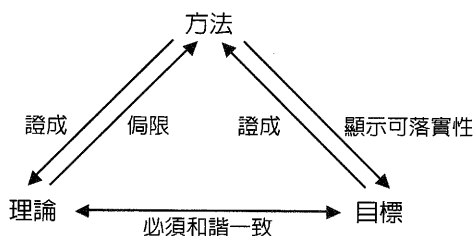


圖 6-1

這個網狀的結構彼此間的配合、證成、侷限、和諧一致等等，顯示了「科學理性」的運作。勞丹把它稱作「科學理性的網狀模型」（reticulated model of scientific rationality）。在此模

型的基礎上，勞丹論證科學史上的科學理論之變遷，乃是一個項目到一個項目逐步改變，而非如孔恩所設想的那種全盤整體性的變動。

勞丹以一個抽象架構來顯示科學理論的變遷模式（Laudan, 1984: 76）。用文字描述如下：例如先由理論發生變遷，在理論和目標的不和諧之下，引發方法論的變動，最後目標調整，以便和新理論和諧。圖示如下：

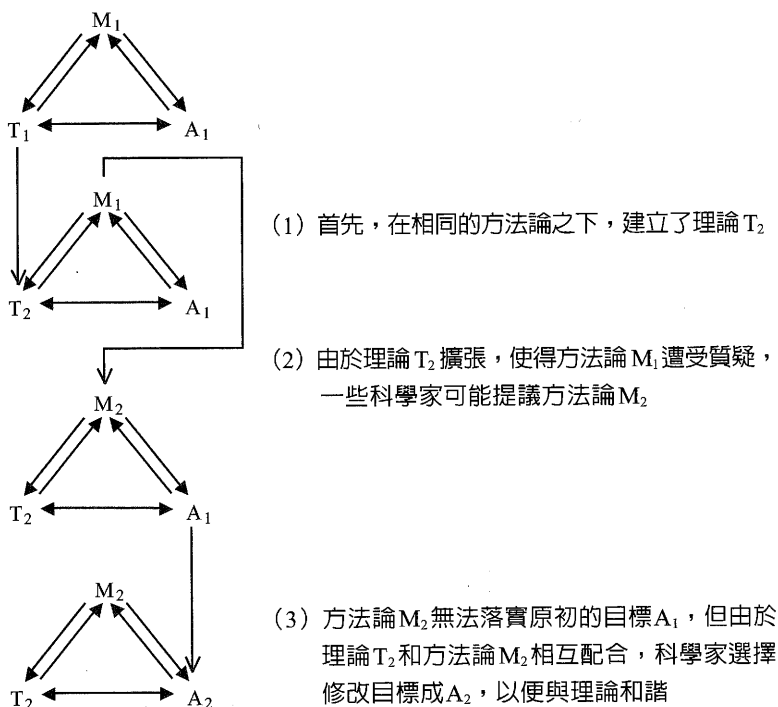


圖 6-2

在這樣的架構下，他認為孔恩的典範變遷模式，是「存有論（理論）—方法—目標」三者一同轉變，並不符合科學史實，並稱孔恩的模式犯了「共變謬誤」（the covariance fallacy）。

「網狀模型」本質上是一個「解決理論爭議、達成共識」（在此過程中產生了「科學理論變遷」）的一個架構或模型，它同時包含相互關聯的「科學方法論」和「後設方法論」：前者在於事實和方法學的層次之間，後者在方法學和目標（價值學）的層次之間。在達成方法學共識的過程中，科學家的判斷是否「合乎理性和規範」？這個勞丹所不放棄的「科學方法學」規範問題，必須再引入「目的—手段」的架構來回答。也就是把方法學規則看成是達到認知目標的「手段」或「工具」，以「條件命令」（hypothetical imperatives）的形式呈現，即「如果你要達成某某目標，則你應該這麼這麼做」。就此而言，科學家在實際判斷時所預設的方法學規則是否合理，就必須看它們是否能有效地達成他們的認知目標來決定，正如同科學理論用來引導研究的進行，能夠滿足研究目標的理論，就是好的科學理論。又因為科學（和科學家）的認知目標，總是隨著科學理論的更新而變動，正如同科學理論會隨著新證據和資料的出現而變動。不同的目標預設了不同的方法學規則，科學家所採取的一組方法學規則和目標是否能互相配合（因而是真正地正確的、合理的），就必須訴諸於科學史的經驗研究。

進一步，勞丹繼承孔恩的說法，主張認知價值作為選擇理論的判準，意謂科學家的目標是選出最能滿足其價值的理論，價值因而成為科學家的「認知目標」。如果我們進一步引入「目的—工具」的架構，就可以從目標價值中導出方法學規

則，方法學規則扮演著達成目標的工具角色（Laudan, 1984, 1996）。因此，方法學規則的表述形式並不是「定言命令」（categorical imperative）（無條件的、強制的命令）：

(CI) 「你應該做 x 。」

而是一個「條件命令」：

(HI) 「如果你要達成目標 y ，則你應做 x 。」

其中 x 的內容會隨著 y 而變動。也就是 (HI) 當中蘊涵了這樣一個比較性的條件：

(CC) 「做 x 比其他能達成 y 的選項，更有可能達成 y 。」

如果 (CC) 為假，(HI) 就為假。顯然，(CC) 是一個可使用經驗來檢驗的條件，我們可以考察實際的科學歷史，看看 (CC) 的條件是否能成立。當然，如果目標變動，方法學規則和比較的條件也會隨之變動。這些變動的情況只有考察實際的歷史才能得知。在這樣的分析架構下，勞丹（Laudan, 1984; 1996）提出他的「規範自然論」，主張科學哲學的基本目標確實在提供一個規範方法論，但它不是來自先驗的分析，而是可透過歷史的經驗研究來獲得並檢驗。

例如，從「一致性」這個目標和價值，我們可以導出「選擇一致的理論」這條方法學規則。勞丹這兒所謂的方法學規則，當然也不是波柏、拉卡托斯那種兼具「劃界判準」功能的方法學規則，而是近似孔恩所謂的準則。

但是，一個問題再度產生：一旦我們要在兩個不同的方法論之間作選擇時，我們又要根據什麼標準或原則？方法論包含了認知目標，不同的方法論意謂了不同的認知目標。這是一個「後設方法論」（meta-methodology）的問題。³ 為了回答此問題，勞丹認為方法學家都共享一些「歸納信念」（inductive convictions），它們可以被表述成下列原則：

- (R1) 如果一個特別種類的行為 m ，在過去已經一致地提昇了一定的目的 e ，而其敵對的行為 n ，則無法做到；則遵循「如果你的目標是 e ，則你應做到 m 」這條規則的行為，會比遵循「如果你的目標是 e ，則你應做 n 」這條規則的行為，更可能促進那認知目的 e 。

這條原則能不能證成？勞丹認為，（1）目前各種科學方法論如歸納主義、否證論、孔恩等歷史主義等研究，都顯然或隱然地預設這條原則；因此它為所有方法論所共享；（2）它是從經驗中學習的健全規則，可使方法論的選擇不必訴諸於缺乏理性推論過程的社會共識。

總而言之，(HI) 可做為一條規範性的規則，引導科學家應該選擇什麼理論（此時預設了一個特定的目標）；進而，當有不同的方法論互相競爭時（涉及不同的認知目標），(R1) 就可為方法論之間的選擇提供一條規範的原則。但是，這兩層次的規範規則，都可以由經驗研究來獲得與證成。這整套觀點就是勞丹的「規範自然論」，讓我們重新整理如下列主張（Laudan, 1987a, 1989）：

- (1) 方法學規則最好被詮釋為「條件命令」，連結手段和目的。
- (2) 這類命令的健全性，依賴於手段和目的間的經驗性關聯。也就是說，決定某一方法學規則是否正確的關鍵條件是：不同手段提升不同的知識目標的相對頻率。
- (3) 所以，方法學規則是奠基在如何引導探討進行的方法論上，而運作在知識系統上的規則，其運作方式正如科學理論運作在經驗事實上一般。
- (4) 因此，自然科學中引導理論選擇的規範，將會回應新的資訊而改變或演變，和科學理論在面對新證據時會轉變的方式一樣。
- (5) 方法學規則可能產生錯誤的設定或推定，正如科學知識可能出錯一般。

尋求規則的「健全性」和「正確性」是一種「評價」，也就是「規範的」；而主張規則「運作、變動和可能出錯的方式」和科學理論一樣，則是「自然論的」主張。

科學哲學的自然論（看本書第九章）基本上是一個「科學的方法學」的觀點或進路。科學探討自然世界（natural world）或事物之本性（the nature of things），而科學方法學則探討科學探討世界時所使用的方法。自然論主張：「科學方法學」本身的研究，應該像科學探討自然世界一樣，是經驗性的、可檢驗的、可修正的。既然它的探討對象是「科學方法」，就要考察科學家實際使用的諸方法，而不是另外建立一個普遍方法來規範科學家。換言之，自然論的科學方法學，乃是反規範的。如果科學方法學的「理性論」（rationalism）主張存在一個固定的、共同的、普遍的、規範性的科學方法（包括選擇和評價理論

的方法），是過去、現在、未來的所有科學家都應該遵循的，雖然實際上可能有一些科學家沒有遵循。科學家在沒有遵循該科學方法時，其行事是不合理的。那麼科學方法學的「自然論」對立於這個意義的「理性論」。「自然論」並不許諾任何「固定的、共同的、普遍的、規範性的科學方法和科學理性」，而只研究過去和現在的科學家究竟使用什麼樣的科學方法，並沒有指導現在和未來的科學家「應該」怎麼做的企圖，也不許諾科學事業和科學行為都必定是「合理的」（合乎規範的）。以倫理學來類比，自然論類似「描述倫理學」（descriptive ethics），是在描述世界各地民族或社會的視為道德的一些行為規範或習俗，而方法論類似「規範倫理學」，是在建立可以由理性證成道德法則和倫理理論。

勞丹提出了「規範自然論」試圖縫合「自然論」和「理性論」，使他得以宣稱自己既是個「自然論者」也是個「理性論者」。⁴「規範」的成分是因為他並不同意孔恩、費耶阿本和其他自然論的立場，放棄對科學家實際運用的科學方法進行合理的、規範的後設評價；但他也不同意拉卡托斯的「合理重建」和他自己早期的「直觀主義」模型，因為它們預設了一種固定不變的、普遍性的合理性概念。他主張「合理性」必須放在「目的—手段」的架構之下，根據「手段是否能達成目的」的經驗研究來判定「科學家的價值判斷是否合理」。在經驗研究的意義上，這個後設方法論是「自然論的」；在「手段是否能達成目的」的判定上是「規範的」。

參、異常問題與理論競爭的結構：勞丹理論的檢討

讓我們對拉卡托斯與勞丹的科學哲學作個初步比較。我們可以看到他們都在尋求「合理的、規範的、評價的方法論」與「進步性」的判準，都討論了「系列理論」和「解決問題」以及系列理論構成的研究方案或研究傳統的競爭。不同之處在於拉卡托斯以「新奇預測」與其驗證為進步性的判準，勞丹則精煉「解題效力」；拉卡托斯以共同的「硬核」來定義研究方案，勞丹則主張研究傳統會改變與演化。拉卡托斯強調長期的合理性導致他的科學競爭圖像像是一場運動競賽（足球賽或籃球賽）：著重在描述啟發與開展的前鋒戰與容許特置修正的後衛戰，由優先「達陣得分」的一方獲勝。勞丹的科學競爭圖像則像是一場團隊考試的競爭，試卷擁有占分比重不同的題目，解題與答案的品質有客觀的衡量標準，而且有科學哲學家擔任閱卷與批改成績的老師。

雖然他們都為我們提供了科學競賽的方式、「競爭隊伍」的構成與裁決勝負的標準。但是，兩人都沒有（1）深入地分析參賽球隊的個別成員或受試團隊中的個別受試者（即諸系列理論）的結構，也沒有考慮到（2）在什麼情況下，參賽者或受試者才算是進入競賽（競爭狀態）？以及（3）對整個競爭過程作一個詳細的分析（因為他們看重的是競賽的結果，以及如何決定競賽的勝負）。然而，這三點卻都是重要的，因為（a）在一個「團隊」中，個別成員的能力、技巧可能大不相同，會影響到整個團隊的成績；（b）在沒有一個具體實際的科學競技場以及同時有許多科學團隊共存的情況下，兩個團隊要如何才算是

開始競賽呢？最後，（c）也正因沒有具體實際的科學競技場，以致如果沒有把整個競賽的過程做一個詳細的分析，即使身為裁判的科學哲學家恐怕也很難決定科學競賽究竟誰勝誰負？

這裏的隱喻性修辭，點出「科學哲學」在科學競賽中的角色問題。究竟科學哲學（後設科學）是裁判、觀眾、播報記者、團隊領隊、經紀人或是如球評家一般的評論者？筆者雖然分別以「裁判」和「評分老師」來隱喻拉卡托斯和勞丹的規範方法論，但是必須坦言的是，這樣的比喻是稍嫌誇張了一些，因為拉卡托斯和勞丹可以把他們自己所發展的「評價方法論」看成居於「球評家一般的評論者」角色，乃是對科學競賽的過程和結果，作一番得失的評論。

至今，我們可以看到從波柏、孔恩、拉卡托斯、費耶阿本、勞丹等人，都重視科學史上理論的互相競爭。可是，他們似乎都沒有問「在什麼情況下，理論才會互相競爭？」傅大為（Fu, 1986）面對這個問題，他發展了一個科學方案的「競爭理論」。首先，他提出了四項互相競爭的條件：（a）互相競爭的理論是針對某個主題（subject matter）的理論；（b）互競的理論不必有相同的「問題領域」（problem domain），但通常會有「共同的問題」，但它們之間也不只在共同問題上競爭，還會在不同的「問題性」（problematics）（即「這個問題是重要的、中心的或是邊緣的、附帶的」等等「問題的特性」）和發展路徑上競爭；（c）如果理論 A 把理論 B 視為對手，表示理論 A 的支持者承認理論 B 所解決的問題是有趣的、或值得尊重的；（d）理論 A 的支持者對其對手 B 所解決的問題感到有趣，可能試著去學習 B 的發展過程，進而跨過它，但他們不

會有「改投明主」的想法。更甚者，他們可能感到「競爭壓力」，因而認真地考慮在 A 和 B 之間作選擇。既然兩個理論在競爭狀態中了，它們又是如何在「解決問題」上進行競爭、而導致科學理論的變遷呢？傅大為討論了勞丹對「異常問題」在競爭理論中扮演角色的觀點（他稱「勞丹式的挑戰」[Laudanian Challenge]）：在理論之解題效力極大化的要求下，異常問題構成了該理論強大的競爭壓力。然而這個認知過於簡單，亦即一理論在何時才會感受到強大的競爭壓力？並不是異常問題產生就會有壓力——這只能算是一個理論的「謎」而已。這些「謎」等著被解決，但它們不是需要優先、迫切解決的問題。只有當一個問題達到「瓶頸問題」（bottleneck problem）的狀態時，理論才會感受到強大的競爭壓力。「瓶頸問題」是指一個理論不可避免的問題，要解決它才能保住自己的地位，進而開展一片新天地的問題。這時才算是構成某一理論的真正「異例」，並成為其競爭壓力之來源。⁵

陳瑞麟（2004）也討論「競爭條件」的問題，他基於理論版本論而建議三種競爭的可能條件：（a）主題的交集：互相競爭的理論版本或家族處理的主題必定要有交集，而且它們必須對該主題提出不相容的判斷；（b）批判的事實：如果理論家族 A 的成員批判理論家族 B 的觀點、概念、解答和預測等，或者如果家族 A 的成員企圖使用家族 B 的任何理論資源來修改或建構其理論版本時，引發家族 A 的其它成員之反彈，家族 A 和家族 B 也進入競爭狀態；（c）繁衍與繼承的競爭，亦即不同的理論版本家族在努力吸引更多新生代投入己方陣營時，就算進入互相競爭的狀態。

除了上述的問題，勞丹的科哲可能受到的質疑是：（1）什麼樣才算是對問題的「適當解決」？勞丹似乎沒有處理這個問題。（2）規範自然論預設了一種「工具理性」（instrumental rationality），亦即不存在固定、終極的科學目標，科學目標是可以變動的，方法學規則也會隨之而變動。可是工具理性的方法論似乎失去了「規範方法論」的初衷，也讓科學哲學家失去對科學家建議一個方法論的權利。也就是說，科哲家現在似乎只能描述科學家已建立起的種種科學目標和由那些目標導出的方法論。（3）第三，實際科學歷史上，科學的目標真的經歷變動嗎？（4）勞丹後來的規範方法論和他早期的「解題效力」做為科學的評價標準，是否有衝突？勞丹放棄了他之前主張「極大化解題效力」是科學的終極目標的主張嗎？其它更多批評和勞丹的答覆，都可以參看《超越實證論和相對主義》一書。

肆、蘭吉諾論證據與客觀性

科學是價值中立的（value neutral）嗎？長久以來，公眾和科學家一直被教育說：科學只關乎事實和真假，「無關乎價值」（value free）。可是，如果我們把評價好理論的標準看成是價值，那科學還是價值中立的嗎？其實，所謂的「價值中立」指的是科學中立於種族、道德、愛、人道、和平、民主等等不管是好是壞的「文化性或社會性的價值」，而不是以知識或認知為目的的準確、一致、簡潔等「認知價值」。如此一來，我們就有「認知價值」和「非認知價值」的區分。科學當然不可

能中立（無關）於認知價值，但它仍然中立於非認知價值——這個論斷正確嗎？

女性主義科哲，從1990年代以來，也成為科哲領域的一個重要的部門。女性主義的科哲對現行科學（包括方法、知識和體制）有很強烈的批判性。可是，她們批判科學並不是因為她們敵視科學，相反地，她們認為現行的科學並不理想，因此有必要加以批判，以引導科學朝向更理想的方向發展。她們預設了「能動性」（agency，或譯行動力）是一項人類的能力，它可以創造出更好的社會制度，但也可能被社會制度所弱化。科學做為現行體制的一環，在某些方面弱化了女性的能動性，因此有必要透過女性主義科學批判，引入女性主義價值進入科學研究中，一方面解除過去科學施加在女性之上的束縛；另一方面釋放女性的種種潛能（有時又稱作「培力[賦權]政治學」[empowerment politics]）。女性主義科學哲學家蘭吉諾如此說：「女性主義……的核心部分是有關人類潛能的表現。當女性主義者談及打破或確實打破社會規定的性別角色時，當女性主義者批判支配的制度時，我們由此而堅持人類——男性和女性——的兩項能力：一是在自我與社會的知覺上產生行動的能力；二是在這些知覺的基礎上，帶來自我與社會變遷的能力。」（Longino, 1990: 190）這兒無法完整介紹女性主義科哲的重要哲學家 and 著作，本書把焦點放在價值的角色與蘭吉諾的工作上。

前文的討論已經顯示價值在理論選擇中扮演一個重要角色，蘭吉諾企圖爭論證據（evidence）和價值在科學理性中都扮演重要的角色。在討論價值之前，她先談證據在科學推理中的指認與角色：她企圖提出一個「證據的脈絡分析」（contextual

analysis of evidences)。她指出，「證據」或「證據支持」(evidential support)是一種關係，它又有三個次類型：(1)兩個語句之間的關係：一個是描述事態的語句被說成是另一語句性的假設之證據。(2)兩個事態之間的關係：一個是可經驗的事態，另一個是被假設描述的事態，前者被說是後者的證據。(3)一個事態和一個語句間的關係：該語句是一個假設，而該事態被說是該假設的證據。傳統的分析哲學通常只承認第一類型才是證據關係，不過科學家和日常用法中，「證據」也常被用來指稱第二和第三類型的關係。現在，在科學推論中，證據關係如何被建立？

蘭吉諾先說明她的目標是討論「實然上」證據如何被建立，而不是討論如何才算是一個好證據。她的主張(1)一個語句或一個事態被視為另一個語句或事態的證據，不是自然的關係，而是要依賴於認知者的「背景假定」(background assumptions)而定；(2)同一個事態，有可能有不同的描述，而且同時是兩個不相容的假設之證據，因為這兩個假設有不同的背景假定。例如，「那頂灰帽子」和「扶手上的那頂帽子」可以用來指涉同一頂帽子。假定有人走進屋內，說「尼克在這裏」，這代表扶手上的那頂灰帽子被視為尼克在屋內的證據。可是，它之所以被視為證據是因為他認識尼克、尼克有一頂類似的灰帽子、他相信那頂灰帽子是尼克的、他知道尼克習慣把灰帽子掛在扶手上等等——這些就是背景假定。可是，假定有另一人卻主張「詹姆斯在屋內」，因為他相信詹姆斯才會把帽子掛在扶手上，不管帽子的顏色是什麼。那麼他採用了「扶手

上的那頂帽子」做為「詹姆斯在屋內」的證據，正是因為他有不同的背景假定。

再舉科學史上的實例，日月星辰的東升西降在「太陽靜止宇宙論」(heliostatic cosmology)中乃是地球繞地軸自轉的證據，但是在「地球靜止宇宙論」(geostatic cosmology)中則是日月星辰等天體繞著地球轉動的證據。⁶另一個科學史上的例子是普里斯利主張加熱水銀燒渣得到的氣體是「去除燃素的氣」。他對這個假說的證據是該氣體可以幫助燃燒，因為它可以吸收空氣中的燃素，使燃素更易被釋放。普里斯利之所以能做出這個證據推理，乃是基於他相信燃素論的背景假定。但拉瓦錫則完全不同意，他相信該氣不是什麼「去燃素氣」，因為他並不接受燃素理論。它是一種新氣體，在燃燒時會進入可燃物內與其成分結合。而進一步實驗揭開它有酸性，所以稱作「酸氣」(oxygen gas) (因為oxy-gen其實是希臘文中「酸的生成者」的意思，但中文譯成「氧」)。

傳統上，對於「證據」與「假設」的關係有兩種觀點，一個是「實證論傳統」，另一個是「整體論傳統」。實證論傳統堅持證據可以中立於假設背後的理論，因此證據可以用來決定兩個不同理論的假設之真假。整體論傳統則主張證據要依賴於理論整體的解釋，亦即所謂的「觀察背負理論」。因此在兩個不同理論的證據是不共可量的。蘭吉諾想走一條中間路線，可以綜合上述兩個傳統的優點。如我們所見，她區分「證據」、「假設」和「背景假定」三者，主張三者都是可獨立地界定的(independent specifiable)。也就是說，「證據」和「假設」本身的界定和描述，不需要依賴於背景假定，但證據和假設的關

係才要依賴於背景假定。因此，對於證據關係的建立，仍保有它獨立於理論的客觀性。所謂的「科學理性」，也不能排除證據推理。但是，我們也無法單靠證據就能決定兩個假設或理論的好壞，正因為證據關係要依賴背景假定，而背景假定總是會把主觀偏愛、規範考量、形上學信念引入，威脅到科學的「客觀性」。

實證論傳統企圖在證據的獨立性上建立客觀性，證據則是由個別科學家遵循一些固定的方法學規則來取得。但，這是「個體主義」(individualism)的客觀性，顯然失敗了。孔恩則主張持不同典範的科學社群，有共享的價值標準，並作為理論選擇的依據。如此可以保住科學對於客觀性的要求。可是，蘭吉諾認為典範與典範之間的不可共量性之主張，讓不同典範的社群間變成無法互相溝通的「單子」(monad)，這仍然是一種「個體主義」的客觀性。

蘭吉諾主張科學的「客觀性」不是如傳統實證論和經驗論的主張一般，個人單獨地使用固定的科學方法去建立理論，也不是如孔恩或勞丹主張般依據某些價值標準去選擇理論。科學知識是社會知識、具有社會性格，「客觀性」必須在科學的社會性格中來建立，它是一個社群的特徵，而不是個人的特徵。兩個最重要的社會性格是「公共性」(publicity)和「批判討論」(critical discussion)，透過這些性格可以約束科學推理中，由於背景假定引入的主觀偏愛，提升客觀性的程度。

所謂的「公共性」有幾個重要的元素：(1) 理論斷言、假說、背景假定等必須在原則上是公開的，任何有適當背景和教育的人都可掌握。(2) 做為證據的事態必須是主體際間地確認

(intersubjectively ascertainable)。而這並不代表證據完全中立於理論，它只表示兩人或更多人可以對某一證據關係達成共識。這兩個特徵是共同語言以及經驗對象獨立於信念的結果。而它們帶來了「批判討論」的可能。蘭吉諾指出假說的批判有三種類型：證據批判、概念批判和證據相關性的批判。尤以「證據相關性」的批判對於客觀性的影響尤大，因為它牽涉到背景假定的檢討。涉及背景假定就很難避免主觀的考量，所以，她追問「控制背景假定」的可能性。要減輕對某種背景假定的主觀偏愛之影響，把主觀轉化成客觀，必須要依賴於社群的互動，以及社群所建立的幾個制度性的特徵（或者也可以說是「制度性的規範」[institutional norms]）：(I1) 社群必須有批判證據、方法、假定和推理的公共論壇；(I2) 社群必須回應批判。不只是寬容異議而已，還必須回應發生在內部的批判。(I3) 社群必須有公開承認的價值，使成員可以據以評價理論或假說；也使他們可以根據社群的探討目標來進行批判。(I4) 理智權威的平等：社群的共識必須是由所有相關觀點批判對話後的結果，而不可以是排除異議或純政治經濟力量的結果。

伍、認知價值與非認知價值

如同上述討論，科學「客觀性」的建立依賴於共享的價值標準。可是這些價值標準是哪些？例如孔恩所講的準確、一致、簡潔、等等「認知價值」？可是如果社群要引入人道、愛、寬容等價值進入科學（如費耶阿本自認他是為了人道主義

而從事科哲研究），可不可以？大多科學哲學家都不贊同。因為後者不是認知價值，不能用來評價知識。直觀上，準確、簡潔、一致等等價值也確實不同於人道、愛、寬容等等個人的、社會的和文化的價值。前者構成我們判斷一個理論是好理論的標準，後者通常用來評價個人或團體行為的好壞，往往會因脈絡而變動。所以，蘭吉諾把前者稱作「構成價值」（constitutive values）後者稱作「社會價值」（social values）或「脈絡價值」（contextual values）（Longino, 1990: 4-7）。問題是構成價值真的只有認知的涵意和功用嗎？社會價值就完全沒有認知上的涵意和功用嗎？換言之，認知和非認知這樣的二分法站得腳嗎？

在《科學做為社會知識》一書中，蘭吉諾還沒有提出這樣的問題。後來她開始質疑這二分法（Longino, 1995, 1996）。她從女性主義者對現行科學的批判中，⁷ 歸納出幾個女性主義價值，如經驗適當性（empirical adequacy）、新奇性（novelty）、存有的異質性（ontological heterogeneity）、互動的相互性（mutuality of interaction）、當前人類需求的可應用性（applicability of current human need）、權力的分散（diffusion of power）。「經驗的適當性」意指如果有什麼研究忽略了女性或者樣本集中在特定族群，它就是經驗上不適當的，這個價值其實屬於認知價值。「新奇性」意指理論或模型在重要的方式上不同於目前已被接受的理論。「存有論的異質性」或「存有論的多樣性」（ontological diversity）意指理論設定不同種類的存

注意，「新奇性」不能和拉卡托斯的「新奇預測」混淆，新奇預測指的是預測新經驗。因此也就提供了新的謎題以供科學家解謎，因此約相當於孔恩的認知價值表中的「豐富性」。

有物，而且容許不同的對待。它對立於「存有論的均質性」（ontological homogeneity）。「互動的相互性」意指理論所設的存有物和歷程彼此間是相互的，而非單向的。很多女性主義科學家把複雜的互動當成說明的基本原則。「可應用於當前的人類需求」和「權力的分散」則是兩項「實用價值」，它們相關的是理論和模型應用之後的效果，前者用來判斷哪個理論較能迎合當前的人類需求；後者用來判斷哪個理論能促使權力分散，而非使權力集中。⁸

它們都沒有出現在孔恩的「認知價值表」中。除了「經驗適當性」可歸屬為認知價值之外，其它一般都被認為是「非認知價值」。因為我們對「認知」的直覺告訴我們：一個理論不該僅因為它是新奇的、它設定的存有物多樣、它揭示事物的雙向互動、它可應用來滿足人類需求和它能幫助權力分散，就被挑選出來。可是，蘭吉諾爭論，這些所謂的非認知的價值也能作為認知的目的，而傳統的認知價值在某些脈絡下則可能產生社會政治的效果，因此，認知價值與非認知價值的二分法根本就不能成立——是否能作為認知的目的或者可能產生非認知社會政治效果，必須依賴脈絡而決定。蘭吉諾的論證如下（Longino, 1996: 51-54）。

首先，女性主義者提出「新奇性」的目的在於她們認知到許多已被接受的理論，由於隱藏性別（gender）而產生性別壓迫的作用，因此，有必要推薦有別於目前已被接受的理論。相反地，「外在一致性」則與目前已被接受的理論一致，使得性別持續無形化。在這種情況下，「外在一致性」明顯可被用為政治社會的目的，成為一個維繫保守社會傳統的價值判準。

其次，「簡潔」也可能背負了社會政治的價值。因為簡潔可以被解釋為在存有論上，設定越少種類的存有物越能滿足此項價值。則簡潔的理論可能會使得科學家忽略存有物不同的存有條件，尤其是在社會科學的領域中。例如新古典經濟理論總是假定經濟人都是「理性自利的個人」，把不同社會位置與行為條件的差異抹除掉。如此，雖然滿足「簡潔」的判準，卻可能維繫既存社會中性別或階級不平等的結構。女性主義推薦具有「存有論異質性」的理論，反而可以對治「簡潔」可能帶來的政治社會的不良效果。再來，女性主義的兩個實用價值，支持能夠用來改善生活條件、降低權力的不平等的理論或模型，使得選擇理論的科學家必須超出研究的內在脈絡，而去考慮更廣大與更未來的政治、社會和經濟脈絡。相反地，「豐富性」只考慮研究脈絡內部，反而產生保守現狀的效果，例如如果一個理論作出的預測有助於鞏固既有的權力結構（假設有一理論宣稱能「客觀地」預測未來女性任主管的機率只有20%），那麼這種預測本身其實就是「政治的」，而不是「認知的」。如此一來，我們就不能說一致、簡潔、豐富等價值一定是認知的；而女性主義的價值就一定非認知的。

可是，蘭吉諾提醒我們，她的討論並不是認為一致、簡潔和豐富等就一定產生政治社會的效果，而是在特定的脈絡下，對比於某些女性主義價值，它們可能產生非認知的效果。同樣地，女性主義價值的認知效果，也要依賴於脈絡。總而言之，價值做為認知目標或有政治社會的非認知效應，都是受限於脈絡的。所以，蘭吉諾稱她的觀點為「脈絡經驗論」。因為一方面蘭吉諾接受實驗與觀察的證據構成了我們評估理論的基

礎，也就是接受傳統上所謂的認知價值（它們和經驗證據密切相關）；另一方面如同上文指出，她主張資料是否能做為證據卻必須依賴於背景假定，不同的脈絡會有不同的背景假定，相關於種種目標與價值，從而決定不同的評價。也就是說，價值要能促進認知目標必須依賴於脈絡而定（Longino, 1990, 1996）。

乍看之下，蘭吉諾一方面主張價值的認知作用依賴於脈絡，另一方面又主張社群必須有公開承認的價值，這兩個主張如何相容而不衝突？其次，如果消除認知價值和非認知價值的二分法，會不會為利用「種族歧視」、「性別歧視」、「階級歧視」、「鞏固權力中心」等負面的社會價值來選擇理論的人打開方便之門？換言之，我們能夠合理地接受她消除這二分法的提案嗎？

陳瑞麟（2005）在其〈論科學評價及其在科技政策中的涵意〉一文，討論了蘭吉諾、科學評價和認知—非認知價值的二分法這些課題。陳瑞麟主張區分「內在認知價值」（*intrinsically cognitive values*）（或「核心認知價值」）與「工具認知價值」（*instrumentally cognitive values*）（或「輔助認知價值」）。前者是傳統上所謂的認知價值如說明力（「經驗適當性」可以納入此項價值內）、準確、內在一致性、範圍寬廣、簡潔、豐富、可落實性；後者則是可扮演認知的功能角色的社會價值如「人道」、「和平」、「愛」和一些女性主義價值等。進一步他建議由價值的功能來區分認知與非認知，即一個「價值的功能論論題」（*functionalist thesis of value*）：

- (F) 如果一價值在某個脈絡中扮演認知的功能角色或可用為認知的目的，則它此時是「認知價值」；如果該價值在另一脈絡中能產生道德規範或政治效果的作用，則它是「道德或政治價值」。

陳瑞麟進一步主張一種「認知的效益主義」(cognitive utilitarianism)，亦即認知價值的目的是在於促進更大的認知效益。因此如果一個價值不能促成認知效益的增加，此價值則此時具有非認知的功能。所有「社會價值」只有在它們能提昇認知效益時，它們才能成為「認知價值」，但只是「工具或輔助認知價值」。

原典閱讀

- Laudan, Larry (1977), *Progress and Its Problem*. Berkeley: University of California Press. 中譯：陳衛平譯（1992），《科學的進步與問題》。台北：桂冠。
- (1984), *Science and Values*. Berkeley: University of California Press.
- (1989), “Normative Naturalism,” *Philosophy of Science*, 57: 44-59.
- (1996), *Beyond Positivism and Relativism*. Oxford: Westview Press.
- Longino, Helen (1990), *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry*. Princeton: Princeton University.
- (1995), “Gender, Politics, and the Theoretical Virtues,” *Syntheses*, 104: 383-397.

- (1996), “Cognitive and Non-Cognitive Values in Science – Rethinking the Dichotomy,” in Lynn H. Nelson & Jack Nelson (eds.), *Feminism, Science, the Philosophy of Science*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 39-58.

參考文獻

- 陳瑞麟 (2003), 〈規範的或演化的? 「科學哲學自然論」的兩張面孔〉, 《科學與世界之間》。台北: 學富。
- (2004), 《科學理論版本的結構與發展》。台北: 台灣大學出版中心。
- (2005), 〈論科學評價及其在科技政策中的涵意〉, 《台灣科技與法律政策論叢》第2卷第4期, 頁37-71。
- 傅大為 (1999a), 〈融會在玉米田裡的「非男性」科學——關於「女性科學」的哲學論爭與新發展〉, 《歐美研究》第29卷第2期, 頁1-40。
- (1999b), 〈從「女性主義中的科學問題」到多元文化中的科學——珊卓·哈定的科學哲學歷程〉, 《當代》第141期, 頁118-123。
- (2009), 〈「性別與科學」領域十本書的簡單評介〉, 《回答科學是什麼的三個答案》。台北: 群學。
- 戴東源 (2005), 《理論選擇: 一個理性論的解釋與辯護》。台中: 東海大學哲學研究所博士論文。
- Fu, Daiwie (傅大為) (1986), *Problem-Domain and Developmental Strategies — A Study on the Logic of Competition and Development of Scientific Programs*. Ph. D. Dissertation. Columbia University.
- Laudan, Larry (1981), “A Confutation of Convergent Realism,” *Philosophy of Science*, 48: 19-49.

——(1986), “Some Problems Facing Intuitionist Meta-Methodologies,” *Syntheses*, 67: 115-129.

——(1987a), “Progress or Rationality? The Prospects for Normative Naturalism,” *American Philosophical Quarterly*, Vol. 24, No. 1: 19-31.

——(1987b), “Relativism, Naturalism and Reticulation,” *Syntheses*, 71: 221-234.

Laudan, L. et.al. (eds.) (1986), *Scrutinizing Science*. Kluwer Press.

Longino, Helen (2002), *The Fate of Knowledge*. Princeton: Princeton University.

Lacey, H. (1999), *Is Science Value Free? Values and Scientific Understanding*. London: Routledge.

——(2005), *Values and Objectivity in Science*. New York: Lexington Books.

Machamer, P. & Wolters, G. (eds.) (2004), *Science, Values, and Objectivity*. Pittsburgh: University of Pittsburgh.

註解 (註解段末所置頁數，為註解出處的本文頁數)

1. 這裏當然也有把傳統科哲所討論的科學說明簡化的地方，因為傳統科學說明主要在研究「現象的說明」(explanation of phenomena)，「現象」在很多意義上也是「非現實的」。(頁214)
2. 勞丹舉了七個科學史案例，即(1)在1800年之前，就接受牛頓力學而拒絕亞里斯多德力學是合理的；(2)在1900年之前，生理學家就拒絕同種療法(homeopathy)，而接受藥物醫療是合理的；(3)1890年就拒絕熱是流體的看法是合理的；(4)在1920年後還相信原子不能分割是不合理的；(5)1750年之後，還相信光以無限快的速

度運動是不合理的；(6) 1925年後接受相對論是合理的；(7) 1830年之後，還接受聖經的編史學為地球歷史的字面說明是不合理的。(頁219)

3. 參看戴東源(2005)的博士論文第六章，對此問題也有一個詳盡的探討和分析。(頁225)
4. 在台灣，勞丹因其1977年出版的《進步及其問題》而為人所知。桂冠書局有此書的中譯本(陳衛平譯)。然而，1984年的《科學和價值》之後所提出的「規範自然論」，似乎就沒有任何介紹文字了。(頁227)
5. 在這個概念上，傅大為舉了水星近日點(Mercury's perihelion)的問題來當成牛頓力學的瓶頸問題，正是在這個問題上，牛頓力學感受到愛因斯坦一般相對論(the general theory of relativity)之強大的競爭壓力。(頁230)
6. 蘭吉諾在這兒之所以不使用「太陽中心說」(heliocentric theory)和「地球中心說」(geocentric theory)是因為她想把「理論假說」和「背景假定」區分出來。(頁234)
7. 另參看Lacey(1999: 202-204)的分析。(頁237)
8. 亦參看Lacey(1999: 218-223)的分析。(頁238)

科學實在論對抗反實在論

科學實在論 (scientific realism) 是八十年代以來，英美科學哲學的核心爭議之一。這個議題的近代起源可以回溯到十六、七世紀、甚至中世紀的天文學，對於數學天文理論的本性之爭：數學天文理論究竟表徵了天上世界的實相 (實在論)，或只是預測天體位置的工具 (工具論 [instrumentalism])。

壹、科學實在論的歷史

科學實在論的前身是 (古典) 實在論。實在論在西方源遠流長，可以回溯到希臘哲學家柏拉圖和亞里斯多德。柏拉

圖式的實在論 (Platonic realism) 是一種共相實在論 (universal realism)，主張同一種類的所有個體共享一個「共同性質」(共相)，是獨立於心靈的實在，它比個體更真實。亞氏的實在論則是一種本質論，可稱為本質實在論 (essence realism)，主張一個種類的所有個體有其獨立於心靈的本質，但個體和本質一樣真實。

「實在論」是一種形上學立場，它總是主張存在有獨立於心靈的某某事物，而且心靈對它們的「樣貌」之揭示是真的，心靈描述的樣貌「反映」了世界的真實(實在)面貌。科學實在論則主張科學(理論)揭開的內容，是這世界的真實面貌。但注意，「實在論」和「科學實在論」並不相同，因為「實在論」並不拒絕「科學所描繪的實在可以和宗教的實在並存」。「科學實在論」其實是二十世紀的產物，主張「只有成熟科學描繪的才是真正的實在」。

希臘化時期，「科學理論」(專指「數學/幾何模型」——如托勒密的行星系統)基本上被視為工具，實在的世界只能由自然哲學(如大哲學家亞里斯多德的理論)來說明。當然，此時的「自然哲學」也就相當於科學。中世紀時，實在的世界只能由「神學」來說明，哲學理論和科學(數學模型)都只是工具。亦即用來計算和預測之用而已。這種對「理論」的觀點稱為(理論之)「工具論」。十七世紀起，實在論又悄悄復興，許多大科學家如伽利略、笛卡兒、牛頓等人，大多是實在論者——因為他們反對他們自己的理論只是一種預測的工具，沒有涉及到世界的真實。例如，牛頓提出「萬有引力」——它是一個理論詞，但牛頓相信真的存在萬有引力這種力量，

「萬有引力」不只是一個「方便的記號」。又如伽利略抱持實在論的觀點，堅信哥白尼的地動說是實在的；而教會（以當時的教皇烏爾班八世 [Pope Urban VIII] 和貝拉明主教 [cardinal Bellamine] 為代表）則抱持工具論的觀點，認為哥白尼的地動說只是一種方便計算的工具。因此，在教會與伽利略的衝突中，其實也有哲學觀點的根本衝突。¹

二十世紀初科學哲學的主流觀點是邏輯實證論，後來發展成邏輯經驗論。邏輯經驗論和實在論可以相容，亦即透過化約或消除的手段，將理論詞化約到觀察詞上或者消除理論詞（請看本書第二章第肆節有關「化約句」的討論，頁58-66），如此，我們仍可以在觀察的基礎上來判斷一個理論的真假。這種立場雖然沒有對「理論詞」究竟是否指涉真實的對象下判斷，但仍可相容於「實在論」的立場。

1962年，孔恩和費耶阿本提出的不可共量性，對「科學實在論」的論點構成挑戰。不可共量性主張理論（典範）和理論（典範）之間存在著標準、意義和觀察的不可共量性，因此在理論和理論之上，並沒有更高的仲裁者來判斷哪一個更接近真理和實在。例如，懸在一根線上來回擺盪的石頭，在亞里斯多德主義者和伽利略分別看來，卻看到不同的東西。為什麼？因為觀察總是背負著理論，而理論和理論之間有其不可共量性，亦即伽利略理論中的核心概念，如「motion」和亞氏理論中的「motion」有完全不同的意義。「不可共量性」的主張，被認為導向「相對主義」，亦即「真理」是相對於理論（典範）或文化背景的，只有在理論、典範和文化背景之內，才有真理可言，超出理論、典範和文化背景之上，並不存在判斷何為真理

的標準。孔恩的不可共量性和他的典範、科學革命等觀念密切相關，也被認為是一種「非理性主義」，使科學失去「理性」、「客觀性」等基本特徵。不過，孔恩和費耶阿本對「相對主義」的反應不同：孔恩拒絕自己是相對主義者；費耶阿本則無所謂。

出身英美分析哲學的科學哲學家一般無法接受孔恩的觀點，但他們也不再回到之前的邏輯經驗論那種拒絕形上學（因此拒絕討論「實在」與否等課題）的立場，相反地，他們認為若要保住科學的理性和客觀性，重新恢復實在論是一條出路。現在這個實在論特別指「科學理論所描繪的是實在的」。因此他們首先（1）必須勾勒出「科學實在論」是什麼？繼而回答，（2）科學實在論可以證成嗎？如何證成？然後再回答，（3）科學實在論可以處理概念變動嗎？

貳、科學實在論與說明科學的成功

導源於帕特南、伯依德（Richard Boyd）、牛頓—史密斯（W. Newton-Smith）等人的科學實在論，有一個基本看法：科學如此成功，唯一的合理說明就是科學理論為真。換言之，由科學（理論）的成功推到科學理論為真。

這種科學實在論有以下三點特色。第一，不像波柏把「逼真性」（verisimilitude）和實在論當成科學的規範要求，他們是以一種自然主義的態度來論證支持科學實在論，也就是說，他們訴諸於科學在經驗相當成功這樣的經驗事實，來支持科學

實在論是個站得住腳的立場。第二，他們的實在論有一種語意學的特色，也就是說，他們不爭論世界的實相或事物的本質是什麼，也不爭論究竟什麼樣的科學理論才是真正表徵了實相；他們只是主張我們有很好的理由相信成熟而且成功的科學理論為真或者至少近似真（approximate truth），因此也有好理由相信核心理論詞彙有指稱或指稱的東西（entity，或譯「元項」、「元目」或「存有物」等等）是真正存在的。第三，他們吸收歷史學派的教訓，接受科學歷史充斥大量理論更迭的現象，但是他們主張後繼的理論將會保存先行理論的真內容，因此將比其先行理論更加逼近真。讓我們將科學實在論基本主張重述成下列五項論題，它們最簡潔、精確又完整地陳述了科學實在論。

- (a) 獨立論題（independency thesis）：成熟的「科學理論」所描述的世界就是真實的世界（real world）或真實世界的一部分。這個真實世界，大致上獨立於我們的思想。
- (b) 指涉論題（reference thesis）：科學理論中的「理論詞」（理論概念）所指稱的東西是真實存在的。譬如，「電子」所指稱的對象就是真實存在的電子，而不只是雲霧室的軌跡。
- (c) 近似真論題（approximate truth thesis）：成熟科學的理論是進步的，而且不斷逼近真理。後來的理論必須包含先前已被接受為真的理論上。
- (d) 保存論題（preservation thesis）：成熟學科的后繼理論保存了先行理論的真內容，包括其理論詞的指涉。

- (e) 唯一世界論題 (unique world thesis)：實在的世界只有一個完全的描繪，也只有科學（所有成熟的科學理論形成一個整體）描繪的才是實在。

帕特南等科學實在論者使用「最佳說明推論」（inference to the best explanation）（它是「逆推」[abduction]或「溯推」[retroduction]法的一個應用或版本）的推論模式來論證上述科學實在論的基本主張。這個推論模式大致是「已知一群現象 P 發生了，H 假說是對這些現象的最佳說明；所以 H 有很高的可能性為真（或近似真）。」它被應用來推論科學實在論為真：

- (I1) 已知成熟的科學理論 T_1, T_2, \dots, T_n 在經驗上相當成功。
- (I2) T_1, T_2, \dots, T_n 為真或至少近似真，而且其核心理論詞均有指涉，是對 T_1, T_2, \dots, T_n 等經驗成功的最佳說明。
- (I3) 所以，科學實在論為真或被證成（即成熟的科學理論為真至少近似真，而且其核心理論詞有指涉）。

這個論證有時又以導謬證法的形式和修辭被表達成所謂的「無奇蹟論證」（no-miracle argument）（Putnam, 1978: 19），它大致上為：

- (M1) 已知成熟的科學理論 T_1, T_2, \dots, T_n 在經驗上相當成功。
- (M2) 萬一 T_1, T_2, \dots, T_n 不真或沒有近似真，那麼它們的經驗成功是一項奇蹟。
- (M3) 可是，這個世界上沒有奇蹟（或者奇蹟超出理性的範圍）。
- (M4) 所以， T_1, T_2, \dots, T_n 為真或至少近似真。

(M5) 所以，科學實在論為真或被證成。

就算我們在乍看之下無法立即接受「最佳說明推論論證」的效力，「無奇蹟論證」似乎擁有了相當強的說服力，從而為科學實在論提供了堅實的保證。可是，情況沒有那麼順利。因為推論出的「科學實在論為真」只是一項「假設」，它需要經驗證據的檢驗。科學的理論歷史則是經驗證據的來源。可是，萬一科學史上真的有成功的理論卻不真，而且核心的理論詞也沒有指涉，無奇蹟論證就受到動搖了。更甚者，萬一這樣的理論很多呢？科學實在論豈不就崩潰瓦解？

勞丹就是使用這樣的歷史經驗檢驗來駁斥「科學實在論」（他稱作「收斂實在論」[convergent realism]）。他的論證常被稱作「悲觀（後）歸納論證」（pessimistic [meta-]induction argument），亦即歸納科學歷史上，成功卻不真（因為它們和目前被接受為真的最新理論有所抵觸）、理論詞也沒有指稱的理論，可以產生一個「悲觀的」結論：理論的成功並不保證理論的真，也不保證核心理論詞有指涉。勞丹的「悲觀歸納論證」可被表述成如下導謬論證：

- (P1) 假定：成功理論可以保證理論是真的。
- (P2) 所以，大多數當前成功的理論都為真。
- (P3) 大多數過去的科學理論為假，因為它們和現在的成功理論不相容。
- (P4) 可是，很多過去的理论也是成功的。
- (P5) 由 (P3) 和 (P4)，過去成功的理論沒有保證它的真。
- (C) 所以，(P1) 為假，理論的成功不保證理論為真。

為了使論證堅實，勞丹明確列舉出成功其理論詞卻無指涉、因而不真的理論，如古代與中世紀的晶體天球理論、醫學上的體液說、靜電的電素理論、地質學的災變說、化學燃素理論、熱質說、生理學的生機論、電磁以太、光學以太、生物學的自然生成理論等等（Laudan, 1996 [1981]: 120-121）。

基於「悲觀歸納論證」，勞丹對科學實在論的「逆推論證」，展開十分細緻又具說服力的批判。他分別針對「核心理論詞的指涉」和「理論近似真」構造了不同的逆推論證，並駁斥每個前提。大致上，勞丹爭論（1）有很多成功的理論，其核心理論詞沒有指涉；（2）有很多核心理論詞有指涉（如原子論），在很長的一段時間內不成功。核心理論詞沒有指涉的理論，就不可能為真。所以，很容易推出（3）有很多成功的理論並不近似真；（4）有很多近似真的理論，在很長的一段時間內並不成功。所以，理論之成功確實無法保證理論的真。更何況，勞丹進一步批評，（5）「近似真」是個含糊的觀念，沒有實在論者曾提出明確的判準。如果實在論者以「成熟」和「不成熟」的區分來規避反例，亦即把上列舉出的理論都打發為不成熟的理論，則有違實在論者企圖說明「科學的經驗成功」這個大目標。最後，勞丹也以科學史實例反駁「保存論旨」，他指出（6）許多後繼的理論並未保存其先行理論的內容。

「無奇蹟論證」和「悲觀歸納論證」科學實在論和反實在論的一個重要的攻防。大致是在「科學理論是否為真或近似真」（牽涉到前揭（a）、（c）、（d）、（e）這四個論題，頁249-250）這個主張上作辯駁。可是「科學實在論」也有其它論題如「指涉（稱）論題」受到語言哲學中特別的意義理論之支

持——這個理論即是「指稱的因果理論」(the causal theory of reference)。

參、指稱的因果理論與指稱的問題

1970年代，由於語言哲學的發展，一個新的意義理論——指稱的因果理論——被應用到科學哲學上，為「科學實在論」的立場提供了一個語意學上的支持。提出指稱因果理論的哲學家是庫律普奇(Saul Kripke)(主要討論專名)和帕特南(將理論應用到通名和科學概念上)。

傳統語言哲學理論(由弗列格[Gotlob Frege]建立)主張專名(proper name)(專有名稱，如一個人的名字)有指稱(reference)和意含(sense)兩個成分。一個專名指稱一個特別對象(individual object)，而且擁有一個客觀抽象的意含。而且其指稱的對象(又稱「被指稱對象」[referent])是由「意含」所決定的。如「蘇格拉底」指稱一個特別的人，乃是由「柏拉圖的老師」來決定的。這個架構被擴張到「通名」(general name)或「通稱詞」(general term)上，即一個「通名」也有「指稱」和「概念」(concept)兩個成分；然而指稱是指稱一群對象，概念則是這群對象的本質之認知。而且概念決定指稱(內涵決定外延)。譬如，『人』這個通稱指稱一群個體，「理性的動物」則是對『人』的定義或概念(又稱「內涵」[intension, connotation])，因此，任何是理性動物的個體，就

可以被納入『人』這個名稱的指稱範圍（又稱「外延」或「範程」[extension, denotation]之內）。

當我們使用一個詞彙時，我們是用該詞彙來指稱某個對象，因此重點在於該對象。可是，有時我們討論的重點是該詞彙，此時我們被說是「提及」（mention）該詞彙。要如何在表達上區分某一詞彙與它指稱的對象呢？通常我們使用單括號「」來表達該詞彙本身。不過單括號也常被用為強調用。本書常使用單括號來強調，故改以雙括號『』來表達詞彙本身。

弗列格本來主張「內涵」或「概念」是客觀的、獨立於心靈歷程和個人思想的抽象東西（abstract entities），這是一種柏拉圖主義（Platonism）。經驗論的哲學家並不接受柏拉圖式的實在論，「概念」因此被理解為「心靈元項」（mental entities）（從形上學的角度來談）或「心靈表徵」（mental representation）（從知識論的角度來談）。換言之，我們對一個「名稱」所產生的心靈中的思想，就決定了它的「指稱」或「外延」。顯然，這種「內涵決定外延」的理論，很容易用來為「不可共量性」背書，因為一個名稱（科學術語 [scientific terms]）的指稱，乃是由科學家對該名稱的「內涵」之認知來決定的，如果這種「對內涵的認知」又是因為他所接受的整個科學「理論」來決定的話（這又被稱作「意義整體論」[semantic holism]，即單一詞項的意義 [內涵]，由整個理論來決定）。那麼，顯然，不同的理論就會造成同一科學詞項的指稱，也有所不同的情況。「指稱」在語言／科學哲學上，被認為是處理語言和實在世界之間的「關鍵」。「指稱」和「內涵」通通都不同，不可共量性自然就產生了。

「指稱的因果理論」就是為了反對「內涵決定外延」所提出來的意義理論。這個理論主張，一個名稱或語詞的「指稱」，並不是由它的內涵或人類的心靈認知所決定的，而是由最初的命名者，以一個名稱來稱呼某種新現象，其他看到這種現象的人，也沿用他的名稱，形成一個因果鏈（causal chain），一直傳遞下來。變成大家公用的名稱。將這個理論應用到科學上時，情況就變成如此：一開始，如果有位科學家發現某一新現象，例如以乾布摩擦琥珀後會吸引小紙片，就把這種現象稱作「電性」（electricity）。後來的科學家在談到摩擦塑膠直尺也會吸引小紙片時，也沿用「電性」來稱呼它。儘管在科學史的發展中，科學家對「電性」的解釋（概念、心靈的認知）不同（譬如，有人認為電性是「電氣」[effluvia]造成的，有人認為「電性」是電流[current]造成的），但談到「電性」時，指稱的對象都會包含了這種摩擦後能吸引小物體的現象。因此，儘管「內涵」不同，「指稱」卻可以保持不變。而指稱是「意義」的核心。「電性」的意義在不同的理論中還是可以保持其重要的成分（指稱）不變。所以，「不可共量性」站不住腳。

指稱的因果理論家認為，「不可共量性」就是「不可翻譯性」（untranslatability）。也就是亞里斯多德的「力」和「運動」，不能翻譯成牛頓力學中的「力」和「運動」。之所以不可共量性論者會認為「不可翻譯」是因為他們以為「力」和「運動」在亞里斯多德的理論和牛頓的理論中的指稱並不相同。但指稱的因果理論家利用「指稱的因果理論」顯示兩個詞彙的「指稱」仍然是相同的，或者有相同的地方，故「不可共量性」並不能成立。再者，指稱的因果理論家也批判不可共量性

論者，指出如果過去的科學理論和後繼的科學理論彼此間是不可共量的，因此也就是不可翻譯的；何以科學史家能夠將過去的科學理論和科學詞彙翻譯成後繼的科學理論和詞彙？這也顯示不可共量性站不住腳。

科學實在論者也要面對科學歷史，哲學家基契爾（Philip Kitcher, 1978）提供一個使用指稱因果理論來說明「燃素理論」的歷史案例。燃素理論是十八世紀的一個科學企圖，想說明一些化學反應，特別是燃燒的過程。燃素理論認為可燃的物體中富有某種「原質」，即燃素，它在加熱或燃燒的過程中會從物質內釋放出來逸入空氣中。因此，「燃素」被定義為「存在物質體內能夠燃燒的基本原素」，這個定義乃是由史塔爾（Georg Stahl, 1659-1734）所下的，燃素理論家為了紀念史塔爾就沿用他的名稱和定義。但存在一個燃素理論的異常現象，即在密閉空間中的燃燒很快就會停止。燃素理論家提出「空氣對燃素的吸收容量有限」。

十八世紀的化學家普里斯利加熱硃砂（水銀燒渣——氧化汞）而得到一種新氣體，新鮮、有活力、對人體有益，普里斯利信奉燃素論，稱它為『去除燃素的氣』，即水銀燒渣吸收了燃素，致使空氣中的燃素被移除了，於是得到了「去除燃素的氣」。另一位被認為造成化學革命的科學家拉瓦錫也得到相同的空氣，但他拒絕燃素理論，他相信這就是空氣的成分之一，因而給它另一個名稱，把它稱作『氧』（但請記住，拉瓦錫相信氧是酸的基本成分之一，而且和熱質有關）。

現在問題是：「去除燃素後的空氣」是不是「氧氣」？換言之，普里斯利和拉瓦錫得到相同的東西，但普里斯利對這

個東西有了錯誤的描述和認知？在不可共量性的觀點下，因為燃素論和拉瓦錫的化學理論是不可共量的，所以，我們不能把『去除燃素的空氣』翻譯成『氧』。基契爾則認為，普里斯利第一次使用『去除燃素後的空氣』是用在指稱的那加熱水銀燒渣後得到的氣體，被移除了燃素，此時，它連結了史塔爾的定義，它的因果鏈接上的是史塔爾的定義。但，後來普里斯利把這種氣體拿來給老鼠吸，結果老鼠感到十分有活力，後來甚至自己呼吸看看。在這個實驗中，他使用『去除燃素後的空氣』的指稱改變了。換言之，它指稱了氧。這時，它的指稱和原來與史塔爾定義連結的因果斷裂了。它產生了一個新的因果鏈，而呼吸實驗是這個新因果鏈的第一次事件。當然，普里斯利此時仍然相信它是「去除燃素後的空氣」，乃是對這名稱有錯誤的理解和認知。至少，連結了呼吸實驗的『去除燃素後的空氣』，就可以翻譯成『氧』，因此，普里斯利的理論和拉瓦錫的理論並不是完全不可共量的。

肆、反實在論的語意學：意義與詞彙結構

孔恩在1982年，的確將不可共量性定義為「不可翻譯性」。但他指出「翻譯」不等於「解釋」。早期對不可共量性的批評中，也包括對不可翻譯性的攻擊。換言之，不可共量性在一般理解上涵蘊了不可翻譯和不可溝通。批評者則以科學理論可以互譯並且科學社群總是能溝通良好的史實來拒絕不可共量性論題。他們也提出孔恩的不可翻譯性議題是自我擊敗的（self-

defeated），因為如果過去的科學語言不可翻譯成現代的科學語言，那麼像孔恩這樣的科學史家，又如何能說過去的科學語言和現代的科學語言意義不同，因而不可共量呢？孔恩指出類似的批評和看法混淆了翻譯和解釋。因為科學史家並不是去「翻譯」過去的科學史成為現代的科學語言，而是科學史家要去學習過去的科學理論與科學語言，再使用現代的語言去解釋過去的科學理論，猶如人類學家要去學土著民族的語言，再使用自己的語言去解釋它們。因此理解了土著民族語言的人類學家並不是在進行翻譯工作，而是以自己的母語來解釋土語的每個單字。只有在人類學家學會了土語後，他才有能力去從事翻譯工作，往往他也會碰到不可翻譯的情況。換言之，翻譯是懂得兩種語言的人（雙語人[bilingual]）才有能力執行的。科學史學家就像是研究陌生土語的人類學家，他可以去解釋過去科學的語言，但限於詞彙結構和分類系統，他們無法以現代科學來翻譯它們。

所以，不可共量理論的各自支持者彼此間也能瞭解對方的理論，那是因為他們能用自己的科學語言來「解釋」敵對理論，或者他們能「學習」對方的科學語言，但他們不可能去翻譯它。因為翻譯是兩個語言彼此間的等值替代（意義和真值等值），翻譯者以自己熟悉語言中的字詞和語句來系統性地代替被翻譯的文本（text），並藉此產生一個和源初語言不同的等值文本，如同英文和中文、法文和德文等等不同語言彼此間的互譯。在這種情況下，翻譯不可能只根據字詞的指稱和外延，因為在可以互譯的語言當中，顯然存在許多沒有指稱的字詞。科學語言的情況亦然。例如，孔恩質疑指稱的因果理論家：像

「燃素」這種指稱物根本不存在的詞彙（我們現在發現根本沒有任何東西被「燃素」這個詞指稱），該如何譯成現代化學的語言？（Kuhn, 1983: 679）所以，翻譯免不了要涉及意義和內涵，而這又相關了語言的詞彙結構和分類系統或分類結構。

詞彙集（lexicon）的概念來自語言學中的詞彙語義學（lexical semantics），² 它意指某種特別語言或某領域使用的全部詞彙，好比已經不再流行的古希臘文、拉丁文、或者某一作家的作品全集內的所有詞彙。孔恩使用這個詞，旨在強調一個完整的科學、以及科學中的某個學科或某個理論有其固定下來的詞彙集。孔恩提出科學或科學理論的詞彙結構強調了關鍵詞彙（或核心詞項 [kernel terms]）彼此間形成一環環相扣（interrelated）的意義網絡（meaning-network）。如果改變其中任一詞彙的意義，就會牽動整個詞彙集的意義結構之改變，以致我們無法產生舊理論和新理論之間的等值文本，換言之，它們是不可翻譯的。在這種情況下，不同理論的科學詞彙即使有共同的指稱，也無法改變不可翻譯的事實。

為了論證詞彙結構如何導致不可翻譯性，孔恩以具體的科學理論為例，從一個科學理論的學習歷程出發，試圖說明內建在詞彙結構內意義網絡之整體性。現在，讓我們來看看孔恩對牛頓力學的詞彙結構之展示（Kuhn, 1989: 14-23）。孔恩以為牛頓力學有三個核心詞項：「力」（force）、「質量」（mass）、「重量」（weight）。當一個學生要瞭解牛頓力學時，他必須掌握這三個詞項的意義——相當不同於直觀或亞里斯多德式的觀念。對小孩子或亞里斯多德學派的信奉者而言，受力運動（forced motion）必定發生在物體被一個施力體所觸及或拋射

出去的時候，典型的範例是拋物運動。空中自由落下的石頭則是一個不受力（force-free）運動的好例子。但是，對牛頓學派而言，兩者都是受力運動的案例。牛頓力學中唯一不受力運動的例子是由第一運動定律所描述的情況：「缺乏外力的情況下，物體以等速在一直線上持續地移動。」甚至，「運動」（motion）這個概念本身，亞里斯多德理論和牛頓力學也有很大的不同，牛頓力學的運動只是位置的改變；而亞里斯多德的「運動」約相當於「改變」，位置改變只是「運動」的次範疇（Kuhn, 1987a: 8-12）。

在性質的特徵上，牛頓力學的「力」不同於前牛頓的用法；至於「質量」和「重量」則大致同一於前牛頓的用法。但是，在牛頓力學上，這三個詞項都是在量的意義上使用。進一步，牛頓這種量化的形式，「既改變了它們個別上的使用，也改變了它們之間的內在關係。」（Kuhn, 1989: 17）要掌握這三個

詞項的量化用法和量化關係，首先必須掌握「力（量）」。力量可以使用彈簧秤來測量，測量的原理則依據兩條定律：第三運動定律和虎克定律（Hooke's law）。前者斷言「反作用力等於作用力」；後者則斷言「施力在彈簧上的力量，和彈簧的形變量（伸長量或壓縮量）成正比」。掌握了力量之後，質量則可以由第二運動定律——「施加在物體上的力量等於物體質量的乘上物

在中文翻譯上，明顯可看出它們的「量化意義」。因為中文已經是根據現代物理的觀念來翻譯 force, mass, weight 等詞項——「力量」、「質量」、「重量」。但中文翻譯也比較看不出「相同字形的意義變化」之情況。面對前牛頓時期的使用，我們得把「力量」、「重量」中的「量」字去掉而作「力」、「重」來翻譯它們，並只強調它們「性質」上的特徵。然而，「質量」去掉「量」而單單只作「質」相當不恰當，而且「力」和「力量」也是不同的詞形。

體加速度 ($F=ma$)」——引入，亦即質量可以透過這個等式的計算而得到（既然力量已可測量，而加速度也是一個可從位置和時間的測量中導出的量）。這個等式所得到的質量在今天被稱作慣性質量 (inertial mass)：在固定加速度下，物體質量和受力成正比。現在，「力量」、「質量」由牛頓三大運動定律和虎克定律所定義了。重力定律 (the law of gravity) 則定義「重量」的意義，並作為經驗律則 (empirical regularity) 而被引入。重量被視為一種關係性質，必須要有兩個到三個物體的出現才能決定，換言之，一物體的重量實在是另一個物體對它的重力引力 (gravitational attraction)。就此而言，物體的重量隨著它和不同的物體所形成的位置關係而變動。

以上所述是學習牛頓力學詞彙結構的一種進路。此外，孔恩也展示另一種進路。從今天所謂的重力質量 (gravitational mass) 出發。孔恩說：「從同樣的起點開始，在彈簧秤的協助下量化了力的觀念。下一步，『質量』則從今天標誌為『重力質量』的概念引入。在這種方法下，世界以重力做為一對物質體之間萬有引力的觀念而提供給學生，每個物體所受的引力量和每個物體的質量成正比。由於補足了質量的失去層面，重量可以被說明為關係性質，而力量則由重力引力所造成。」(1989: 19) 在這條進路下，牛頓第二運動定律成為經驗定律。相反地，重力定律則變成非經驗定律。

然而，不管是哪一種進路，我們都會發現，它們的意義彼此交織成一個整體網絡。改變其中一個，勢必牽動全體。孔恩因而質問：我們能夠改變任一個詞彙的意義而不改變這整個結構嗎？或者我們能夠調整牛頓三大運動定律、虎克定律之任

一任二或任三而不同時改動其它定律嗎？顯然不可能。在這種情況下，除了重力定律外，其它定律都不是扮演經驗法則的角色。也就是說，除了重力定律可以接受經驗驗證外，其它定律都不可能因為和經驗事實牴觸而被修正。就算我們只做小小的局部調整，若不是在無形中改變了整個意義網絡，就是這個調整將不融貫於原來的意義結構。在這種情況下，不可共量性或不可翻譯性就是科學革命的必然結果了。

伍、賽洛斯的因果描述詞論

孔恩的語意理論，當然也有它在語言哲學上的理論基礎，亦即弗列格和邏輯經驗論傳統的「內涵決定外延」的主張。這些科學實例的論證指出，討論科學詞彙的意義，不可能完全只訴諸於「外延」和「指稱」。因此，新一代的指稱的因果理論家也開始面對這個挑戰，希望能改良帕特南和基契爾的指稱語意理論。

賽洛斯 (Stathis Psillos) 的「指稱的因果描述詞論」(the causal descriptivism research tradition) 大概是「指稱的因果理論」最新、最精緻的版本。它不是純粹的「因果理論」，而是「純因果理論與純描述詞論之間的混合」，試圖為實在論提供一個強固的支持。

首先，賽洛斯小心地區分「水」、「老虎」一類傳統的自然類詞與「電」、「燃素」、「以太」一類的理論詞(即「物理量詞」[physical magnitude term])。他指出，自然類詞的因果理

論所遭遇的最大困難是「如何固定指稱（也就是指認出被指對象）？」純因果理論家必須訴諸於檢驗自然類的樣本之「內在結構」（internal structure）。例如，在「水」的案例上，帕特南訴諸於水的化學結構 H_2O ——即水的「本質」。但是內在結構不正是需要理論來發現嗎？換言之，我們需要理論來描述樣本的內在結構，以便判定樣本是否屬於該自然類。如此，一個理論描述詞（theoretical description）勢必無法避免。況且，訴諸於內在結構就是認為它比「外顯性質」（manifest properties）更具決定性（「外顯性質」也就是帕特南所謂心靈狀態，如水的無色、無味、解渴、沸點 $100^{\circ}C$ 等等）。但是我們也有可能誤認了「水」的內在結構（如以為它是 HO_2 ），導致一個外顯性質明明是「水」的東西，我們卻因為它的內在結構不對，而判定它不是水。所謂內在結構和外顯性質都是個體之所以被歸屬於某個種類的性質，何以見得內在結構就一定是「本質」？本質又如何判定？因此，賽洛斯認為：一來，因果理論無法避開「理論描述詞」在固定指稱上的角色；二來，我們應該用「種類構成性質」（kind-constitutive properties）來代替內在結構，因為它並不區分內在結構和外顯性質，只要種類存在，就有種類構成性質。總之，「理論描述詞」透過描述的種類構成性質而固定一個自然類詞的指稱。（Psillos, 1999: 284-298）

至於理論詞方面，顯然我們不可能去挑選出「電」、「以太」之類的樣本，然後檢驗它們的內在結構來固定指稱。這時我們必須訴諸於它們的「因果角色」（causal role），亦即這些理論詞的「被指對象」是做為那些現象或效應的原因。正如「電」的指稱對象是做為閃電和火花、導線的電流、電磁鐵效

應等種種現象的原因。因此，不管新發現了哪些現象或「電」這個詞有哪些新的聯想，一開始引入「電」做為某種現象的原因時，「電」總是指稱固定不變的東西。但賽洛斯指出，純因果理論會碰到一個反例，即「燃素」。「燃素」被用來指稱燃燒現象的原因，而且也形成一個因果鏈，後來科學家發現燃燒現象包含氧（氧化作用），氧是燃燒的原因。因此，純因果理論家將不得不說「燃素」指稱氧。但氧的性質完全和「燃素」的構成性質不同，也沒有因果連結，我們如何能說「燃素」指稱氧？賽洛斯認為，「說『燃素』沒有指稱（refer to nothing）是正確的」，因為並沒有任何東西符合「燃素」的種類構成性質。

最後，賽洛斯提出「因果描述詞論」來解決上述困難。它有下列論點：（1）在形成因果鏈之最初事件中，必須要有一個核心的因果描述詞（core causal description）（或「理論描述詞」或「說明原因的描述詞」[causal-explanation description]）來固定指稱，自然類詞和理論詞就可以透過因果鏈的傳遞而指稱相同對象；（2）核心的因果描述詞描述被指對象的種類構成性質和因果角色；（3）理論詞假設的理論存有物若是能滿足理論構成性質的描述，則該理論詞有指稱；若是不能，則沒有指稱；（4）如果有不同的語詞（如「光媒以太」[luminiferous ether]和「電磁場」）扮演相同的因果角色，而且核心因果描述の種類構成性質亦大部分相近，則兩個語詞指稱相同的存有物。如此，「因果描述詞論」不僅可以避開純因果理論的困難，說明種種已被討論的科學案例，更可以保證指稱的連續性和穩定

性，不會因為理論變遷而變動，從而為科學實在論的立場提供有力的支持。

賽洛斯也討論了一個有趣的科學案例，即在理論變遷中，有時會隨著放棄舊理論而放棄舊語詞（如「光媒以太」），改用新理論和新語詞（如「電磁場」），但新語詞卻承接了舊語詞的指稱。賽洛斯論證，「光媒以太」不僅扮演和「電磁場」相同的因果角色，而且也有相同的種類構成性質（1999: 296）。所以，說「『光媒以太』指稱電磁場」是正確的。換言之，馬克斯威爾的電磁學理論，是十九世紀的光的波動理論的合理延續，而且比起其前身更為逼近真實。

陸、對「指稱的因果理論」的批評

一些批評家如杜普瑞（Dupré, 1981）、傅大為（1995）、陳瑞麟（2003）等都對指稱的因果理論提出批評。這些批評可以分成三種：（1）基於「分類」的批評；（2）指稱因果理論的內在困難；（3）「指稱」概念應用到科學上的問題。

一、基於「分類」的批評

杜普瑞指出，帕特南在討論「自然類詞」時，應用了「老虎」之類的生物種類為例。的確『老虎』、『榕樹』、『石英』等等一向被視為指稱自然種類。如果『老虎』這個詞總是固定地指稱「老虎」這個物種，當我們要挑選出哪些個體動物被

『老虎』所指稱時，就必須檢查這隻動物的染色體，換言之，也就是該物種的「本質」。杜普瑞認為帕特南這種觀點蘊涵了「分類實在論」（taxonomic realism），³ 但這種觀點不可能出現在實際的生物分類（biological classification）之中。生物分類大致上有七個層次，每個層次的成員被歸到一個種類是出於「診斷特徵」（diagnostic features）的選擇，這種選擇通常是不確定的、任意的，就算在最低的「物種」層次，也無法發現「本質」（杜普瑞將之描述為「獨特的相同關係」[privileged sameness relation]）一類的基本特徵（Dupré, 1981: 66-90）。更何況物種會不斷地演化，物種的名稱如何能總是固定地指稱某物種的成員？

基契爾主張普里斯利文獻中的某些『除去燃素的氣』的個別標誌，指稱了氧。因此可以翻譯成『氧』。但孔恩質問：那其它連結了『燃素』的因果鏈之『除去燃素的氣』呢？既然『燃素』指稱了某種不存在的東西，而翻譯需要依靠「共同的指稱」，那麼『燃素』和『除去燃素的氣』又該如何翻譯成現代化學的語言？這是否表示我們都無法用現代化學語言去翻譯兩者，因此我們現代人都無法理解兩個十八世紀的化學語詞？這顯然是荒謬的。所以，孔恩說：「我所考察的大部分困難，或多或少出自一個堅持翻譯可以用純指稱的語言來詮釋的傳統。我則堅持不行。我的論證至少蘊涵必須訴求意義、內涵、和概念等等。」（Kuhn, 1983: 679）

傅大為延續孔恩的路線，特別援用『水』指稱 H_2O 的案例，對帕特南的早期論點作了有力的批評，同時也討論了帕特南後來的退讓。⁴ 他指出：「在人類知識的歷史乃至科學史中，

從較基本的到較廣泛高層的，我們可以隨意指出一大群不斷變動的自然類別詞來。……難道我們可以輕易地打發這些過去的古老名詞，模仿今天科學家處理『以太』或『燃素』一樣，說它們過去其實都沒有指涉？如此，孔恩問，一部科學史將是一部不斷在發展空無的歷史。」（傅大為，1995: 109）最後他作了一個簡單的描繪，主張科學語詞與世界的關係並不是一個語詞孤立地對應一個對象，而是「批發」（wholesale）式的聯結。他說：「也許在某種實在論的觀點之下，真正與世界作接觸的具體單位，是孔恩所謂的典範全體，是一個『典範』（雖然孔恩現在已少用此詞）中整體的詞彙結構。有不變的實在深層企圖的，是每個在科學史中活躍過的典範，而不是許多個別孤立的自然類別詞。」（1995: 116）

二、指稱因果理論的內在困難

「指稱的因果理論」在名稱和「被指對象」（世界的一部分）的關係上有兩個條件：（1）透過因果鏈的開端——引入事件——來固定指稱；（2）透過沿用名稱的因果鏈來傳遞指稱，而且保證指稱保持固定不變。第一個條件，如同賽洛斯指出，我們在固定指稱時，不可能避開理論。但第二個條件是否能成立？

陳瑞麟（2003）指出「固定指稱」總是蘊涵了語詞的使用者同時進行「被指對象的指認」。但我們怎麼保證名稱的使用者傳遞給下一位使用者時，名稱和被指對象之間的連結，不會斷裂失落？亦即如何能保證在名稱傳遞的過程中，下一位使用

者總是正確地指認出前一位使用者的「被指對象」呢？在科學史的脈絡中，使用者在承接一個名稱時，錯認先前使用者所指認的對象總是可能的——因為他可能有一個不同的概念架構，引導他去指認不同的對象。如此一來，種類詞「指稱」的改變，就不是什麼不可能的事。所以，「指認」的問題顯示第二個條件未必能成立。當然，我們可以撇開使用者，而直接承認「名稱」和被指對象之間有一種自動的固定連繫，不管使用者是否「錯認」了被指對象。但這種「承認」乃是出於上帝之眼的觀點（the view of God's eyes）——不需要考慮人類使用名稱的情境。

我們大概不可能重現（re-present）歷史的每一個細節。當然，這麼說不代表我們不能進行歷史的「重建」（re-construct）。事實上，我們正是可以透過歷史文獻的記載，而「考證」某個語詞在某時代指稱什麼，在另一個時代又指稱什麼；從一位科學家到另一位科學家時指稱如何產生變動，或者如何保持不變。但不管變或者不變，都必須訴諸於現有實際的歷史記錄才成。上帝之眼的觀點固然可以保證指稱不變，因而世界有其客觀實在性，然而問題卻是：如果這個世界不是我們自己創造的，我們就不可能站到上帝之眼的位置上。

三、「指稱」的概念應用到科學上的問題

陳瑞麟（2003）進一步指出，賽洛斯的「指稱的因果描述詞論」的確解決了「固定指稱」的問題，卻同樣無法解決「傳遞指稱」的問題。因為它仍然保留了「因果鏈」的部分。賽洛

斯主張『燃素』並不指稱任何東西，那麼，從普里斯利的燃素理論到拉瓦錫的氧化學，不就有一個明顯的指稱不連續了嗎？同樣地，從托勒密的主輪、副輪到哥白尼的地球公轉，也有一個明顯的指稱不連續。顯然，科學革命的指稱斷裂，大概比指稱連續還要多得多。如此一來，根據賽洛斯的理論，我們該如何看待那些被取代的理論呢？何以見得今天的『電磁場』未來不會被某個新科學理論包含的新科學語詞所取代，而其連結的種類構成性質和『電磁場』的核心因果描述完全不同？那麼，『光媒以太』和『電磁場』不就一併都「沒有指稱」了嗎？

陳瑞麟（2003）指出，「指稱」這個詞在科學（特別是運動學[kinematics]）上也是一個重要的字眼。當我們要決定任何物體的位置時，我們一定需要「參考架構」（reference framework）或「參考座標系」（reference coordinate system），我們才能標出物體的位置（將之量化）。在語言哲學中的「指稱」，也有類似的含意，亦即如果我們要決定一命題或語句的真假時，我們需要該語句與其成分字詞的「指稱」，以做為決定語句真假的「參考依據」。換言之，「指稱」的一個含意是參考依據。再者，「指稱」也被視為意指「語言和世界的基本關係」，一個語言單元（語詞或語句等）「指稱」某一對象（物體或事件）也意味它「代表」（stand for）了該對象。所以，「指稱」的另一個基本含意是「代表」。一個語言單元所代表的對象，正是決定這個語言單元是否正確或真實的「參考依據」——這正是「指稱」的基本定義。因此，當「指稱」被應用來說明科學語詞時，就表示：一個科學語詞代表了某種對

象，可以用來決定含有這科學語詞的科學語句或理論是否為真的「參考依據」。

現在問題來了，首先，如果我們要語詞所代表的對象（被指對象）能做為科學語句或理論是否為真的「參考依據」，那麼，我們必須先確定對象真地存在。然而麻煩的是，在科學語詞的情況中，其代表的對象是否真地存在常常是一件不確定的事。再者，如果這個語詞本身是個「理論詞」（即「依賴理論的語詞」），那麼它所代表的對象也是根據理論而設定的，則如何確定這個被指對象（理論存有物）真地存在呢？顯然我們得先確定被指對象真地存在，我們才能以它當成判斷理論真假的「參考依據」。但麻煩的是，除非透過該理論本身的指導而設計實驗，否則我們沒有其它管道來判定被指對象是否真地存在。在這種情況下，我們陷入一個循環的泥淖：除非我們先證實理論為真，否則我們無法確定理論許諾的「被指對象」是否真地存在（「理論詞」是否有指稱）；但除非我們能夠先確定被指對象真地存在，否則我們無法證實理論為真。

指稱的因果理論家可以在「理論詞的被指對象是否真地存在」這個問題上，訴諸於含糊的「某些現象或效應的原因」，以保證這個「被指對象」真地存在（因為「某些現象或效應」一定要有原因）。但是，陳瑞麟（2003）質疑：科學家在使用理論詞時，幾乎不會只作這種「某些現象或效應的原因」的含糊許諾，而總是會「根據理論」對假設的被指對象之性質、特徵、功能和結構作出許多推論與猜測（這正是賽洛斯為什麼要提出「種類構成性質」的原因。例如，「燃素」這個燃素理論所假設的被指對象，具有「燃燒時從物體中釋放逸入空氣

中」、「空氣吸收燃素有其容量限制」等等性質）。除非找到某種東西能夠滿足這些性質等，否則科學家無法判定該被指對象真地存在。然而，在尋求這種東西的過程中（科學實驗），科學家勢必依賴理論、而無法獨立於理論來設計實驗。因此，因果理論家想論證「獨立於理論」的指稱連續性，只能說是出於「上帝之眼」的想像。

柒、哈金的實驗實在論

「悲觀歸納論證」和「證據不足以充分決定理論」被科學實在論者視為實在論有必要對抗的二個最大挑戰——「不可共量性」可以視為「不充分決定論論題」的一環。面對這兩個挑戰，有許多回應和辯護的策略與立場被提出來。從上世紀八十年代起至今，大致上有三個版本家族（version families）被發展出來。第一個家族是「改良的科學實在論」（revised scientific realism），以「最佳說明推論」和「指稱的因果理論」為核心，主張最佳說明推論可以說明科學的成功，而「指稱因果理論」可以保證理論指稱對象的真實性；這個家族已在上文討論。第二個家族是「元項實在論」（entity realism）或「實驗實在論」（experimental realism），由兩位大科學哲學家哈金（Hacking, 1983）和卡特萊特（Cartwright, 1983）領軍，瑞德（Hans Radder, 1996）的版本也屬這個家族；主張實驗操縱可以保證理論指稱的對象真實存在，無需訴諸於理論。第三個家族是「結構實在論」，主張科學理論揭示的不是元項或實體的實

在，而只是結構（即元項間的關係之實在性）。因為元項的性質會隨理論而變動，但是元項間的關係似乎可以保持不變。我們在此討論第二個家族中哈金的版本。

「如果你能夠噴出它們，則它們是實在的。」（Hacking, 1983: 22）哈金這句名言為元項實在論下了最好的按語：如果你能噴出（操縱 [manipulate]）電子，則電子是實在的。元項實在論主張我們不一定要相信科學理論為真，可是我們的確有很好的理由相信科學理論設定的一些不可觀察的元項是實際存在（real existence）。乍看之下，哈金似乎許諾了科學實在論中的「指涉論題」，有時又稱為「指涉實在論」（referential realism）。不過哈金的主張與理由和「指涉論題」並不相同。因為哈金並不主張理論「真」或「近似真」，也不是使用理論的成功來保證理論詞有指涉（元項真的存在）。哈金區隔了「理論實在論」（realism about theories）和「元項實在論」（realism about entities），前者探詢理論是否「真」，後者質問元項是否「實際存在」。他許諾一個關於理論的反實在論立場，也就是說，哈金的實在論是一種徹底和理論「決裂」的實在論，一種立場和理據完全建立在實驗上的實在論。所以，「實驗實在論」是哈金實在論的最好名目。

哈金主張像「電子」這種理論元項實際存在，他的主要理由是我們可以實驗它們，而且把它們當成工具來探查其它現象。他說：

實驗工作為科學實在論提供了最強的支持。不是因為我們檢驗有關元項的假說。而是因為原則上不能被「觀察」的

元項，規律地被操縱以產生新現象，並用來研究自然的其它面向。它們是用具（tools），不是用來思考、而是用來做（doing）的工具（instruments）。（Hacking, 1983: 262）

讓我們把這個論證稱作「可操縱性論證」（manipulability argument），因為「工具」都是可操縱的（哈金自己稱作「實驗論證」）。這並不是哈金支持實驗實在論的唯一論證，他還使用「因果」概念來輔助，他說：

當我們規律地著手建造（build）——而且通常成功地建造——新種類的裝置，其使用種種充分理解的電子之因果性質，來干預自然的其它較具假說性的部分時，我們就能完全信服電子的實在性。（Hacking, 1983: 265）

傳統上，我們習慣談「理論元項」，因為這些元項確實是因為理論才被設定的。既然是「理論元項」，萬一理論變遷，舊理論的理論詞和理論元項被拋棄，被視為不再有指涉，新的理論詞和理論元項被設定。如何在理論不斷變遷之下，保證理論詞確實有指涉，這是實在論的傳統難題。既然哈金主張某些元項實際存在，他難道不會面對同樣的難題？哈金認為不會，他說「我們受益於帕特南」。也就是說，哈金利用帕特南的「共指稱」的觀念，爭論儘管對一元項的理論描述不斷地變動，但是理論詞總是可以被不同的理論家和實驗家共同指涉相同的元項（Hacking, 1982: 249-250）。所以，儘管不同的實驗家可能針對某一元項作出各種不同的實驗，但只要他們能在溝通中確認他們使用的「理論詞」共指稱相同的元項，則不管

理論和實驗如何改變，該理論詞就可以有共指涉。所以，哈金對帕特南的語意學的借用，使他的元項指涉不會受到理論變遷的困擾，他的元項最好被稱作「實驗元項」（experimental entities）。

根據上述討論，哈金的「實驗實在論」可以重新表述成下列論題：

- (H) 實驗指涉論題（experimental reference thesis）：可被操縱的實驗元項實際存在（即，如果我們能操縱一實驗元項，則它實際存在）。「操縱」包括對它們作實驗，並把它們用為工具以產生規律的新現象。

這個論題是由以下三個論證來支持的。讓我們再次重建三個論證如下：

- (HA1) 可操縱性的歷史證據：歷史上，實驗家確實操縱了許多實驗元項，把它們用為工具，所以歷史事實強烈地支持了（H）論題。
- (HA2) 因果論證（causation argument）：因為規律的新現象必定有其原因，而實驗家把實驗元項用為工具，就是使現象發生的原因，所以實驗元項實際存在。
- (HA3) 共指稱論證（co-reference argument）：理論詞的共指稱可以保證實驗家使用「同一理論詞」指稱不同理論和實驗中的實驗元項是同一個，不會因為理論變遷而不斷地變動。

哈金的實驗實在論應該可以面對勞丹版的「悲觀歸納論證」之挑戰，因為它區隔理論與實驗，也不企圖連結理論成功

與理論真，它甚至是理論的反實在論。可是，哈金真地能夠毋需理論而把「實在性」完全建立在實驗上嗎？

一些哲學家如瑞斯尼克（David Resnik, 1994）站在理論實在論的基本立場上批評哈金的元項實在論仍然不得不依賴理論。但是如果哈金能夠成功地區隔理論與實驗，並妥善處理實驗與理論的關係，那種批評就沒有說服力。可是，這並不意味哈金的實驗實在論沒有實驗面向的問題。陳瑞麟（Chen, Ruey-Lin, 2008）提出二個這樣的問題。

(Q1) 實驗元項的可操縱性真能保證它們的實際存在？這個

問題暗示了一種「實驗科學的悲觀歸納論證」

（pessimistic induction argument of experimental science）。也就是說，如果在實驗科學史上曾有過許多可操縱的實驗元項，最後被證實不存在，那麼我們可以「歸納地」推論現今可操縱的實驗元項，也很有可能未來被證實並不存在，如此哈金的論證不就遭受動搖？現在，重點在於實驗科學史是否有這樣的實例？有。例如給呂克（Otto von Guericke）使用「地球德性」（terrestrial virtues）創造了硫磺球起電機（electric machine）；十八世紀電學家使用「電素流」

（effluvium flux）創造了點火器（萊頓瓶的前身）；⁵十八世紀燃素理論家使用「燃素」操作金屬還原並發現了氧、氫等氣體；十八世紀熱學家使用「熱質」創造了

二氧化碳、氮、氧、氫等氣體都是燃素理論家首先成功分離出來的氣體，雖然他們並不是以這些現代化學的詞彙來稱呼它們。例如二氧化碳一度被稱為「定化氣體」（fixed air），普里斯利則稱氧為「去燃素氣」（dephlogisticated air）。

種種量熱學現象 (calorimetric phenomena) (包括比熱、合成熟、溶解熱的測量)；十九世紀馬克斯威爾和赫茲的「電磁乙太」(electromagnetic ether) 創造了無線電通訊等等。這麼多的例子，是否會構成(H)的有力反證？

- (Q2) 我們如何知道產生新現象的原因就是實驗學家設定的實驗元項，而不是實驗工具的有效組合？哈金使用歸納法，從實驗元項被用為工具而產生規律現象的穩定性，歸納實驗元項的實在性。可是，歸納得到的結論會受到另類說明的挑戰：「實驗工具的有效組合與操作 (effective combination and operation)，才是產生新現象的真正原因，也許不存在實驗家設定的實驗元項。」這種可能性顯示哈金的「實驗元項存在」並不是唯一合理的答案，也不見得是最佳說明。

哈金本人對這兩個質疑的回應是 (Hacking, 2008)：他說他懷疑實在論的爭議有何重要性，他只是在實用的基礎上是個實在論者，也就是說，他想利用實在論的爭議來喚醒長久以來沈迷於理論爭議和理論實在論的科學哲學家，督促他們把眼光放在科學實驗上。在1980年代間，實在論的爭議在科學哲學中十分流行，哈金認為當時和今天的相關爭議都是一種「旁觀者的把戲」(spectators' game)，完全忽視實驗室中科學家操縱物質的實作經驗。他認為，理論通常無法給予科學家充分的理由，使他們堅信某種元項真實存在。實驗才能提供某個設定元項是真實的「最強證據」——可是「最強的」或「強力的」(compelling) 證據並不是「決定性的」(conclusive)。「最強的證據總有可能是假的。」參看《科技、醫療與社會》第七期。

原典閱讀

- Cartwright, Nancy (1983), *How the laws of Physics Laws Lie*. Oxford : Oxford University Press.
- Hacking, Ian (1983), *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (1993[1982]), “Experimentation and Scientific Realism,” in R. Boyd, P. Gasper, and J. D. Trout (eds.), *The Philosophy of Science*, The MIT Press, pp. 247-260. Reprinted from *Philosophical Topics*, 13 (1982): 71-87.
- Kitcher, Philip (1978), “Theories, Theorists and Theoretical Change.” *The Philosophical Review*, 87, 4 (October): 519-547.
- Laudan, Larry (1996[1981]), “A Confutation of Convergent Realism,” in D. Papineau (ed.), *The Philosophy of Science*. Oxford: Oxford University, pp. 107-138. Reprinted from *Philosophy of Science*, 48(1981): 19-48.
- Leplin, Jarret (ed.) (1984), *Scientific Realism*. Berkeley: University of California Press.
- Psillos, Stathis (1999), *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*. London: Routledge Press.
- Putnam, Hilary (1978), *Meaning and Moral Science*. London: Routledge Press.

參考文獻

- 林正弘 (1988) , 〈伽利略為什麼不接受貝拉明的建議——從哲學觀點論伽利略與教會之間的衝突〉, 《伽利略、波柏、科學說明》。台北:東大圖書。

- 傅大為 (1995), 〈H₂O的一個不可共量史——重論「不可共量性」及其與意義理論之爭〉, 收錄於何志青, 洪裕宏主編, 《第四屆美國文學與思想研討論文集—哲學篇》。台北: 中央研究院歐美研究所。又收錄於傅大為, 朱元鴻主編 (2001), 《孔恩: 評論集》。台北: 巨流。
- 陳瑞麟 (2003), 〈科學概念的指稱和投射〉, 《歐美研究》第33卷第1期, 頁125-192。又收於《科學與世界之間: 科學哲學論文集》。台北: 學富。
- Chen, Ruey-Lin (2008), "On Hacking's Experimental Realism," *Taiwanese Journal for Studies of Science, Technology and Medicine* (《科技、醫療與社會》) 7: 241-252.
- Cruse, D. A. (1986), *Lexical Semantics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dupré, John (1981), "Natural Kinds and Biological Taxa," *The Philosophical Review*, 90(1): 66-90.
- (1994), "The Philosophical Basis of Biological Classification," (Essay Review) in *Studies in History and Philosophy of Science*, 25(2): 271-279.
- Hacking, Ian (2008), "Comments and Replies," *Taiwanese Journal for Studies of Science, Technology and Medicine* (《科技、醫療與社會》), 7: 265-294.
- Heilbron, J. L. (1979), *Electricity in the 17th and 18th Century: A Study of Early Modern Physics*. New York: Dover Publications.
- Kuhn, Thomas S. (1962), *The Structure of Scientific Revolution* (SSR). Chicago: The University of Chicago Press. 2nd ed. published in 1970.
- (1983), "Commensurability, Comparability, Communicability," in P. D. Asquith and T. Nickles (eds.), *PSA 1982 Proceedings of the 1982 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* (pp. 669-688). East Lansing: Philosophy of Science Association.

- (1987a), “What is Scientific Revolution?” in Lorenz Krüger, Loraine J. Daston, and Michael Heidelberger (eds.) *The Probabilistic Revolution, Vol. I: Ideas in History*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- (1987b), “The Presence of Past Science,” in *The Shearman Memorial Lecture*. London: University College, London.
- (1989), “Possible Worlds in History of Science,” in S. Allen (ed.), *Possible Worlds in Humanities, Arts, and Sciences*. Berlin: de Gruyter Press, pp.9-32.
- Putnam, Hilary (1981), *Reason, Truth, and History*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Radder, Hans (1996), *In and About the World*. Albany, New York: SUNY Press.
- Resnik, D. B. (1998[1994]), “Hacking’s Experimental Realism,” in Martin Curd & J. A. Cover (eds.), *Philosophy of Science: The Central Issues*. New York: W. W. Norton & Company, pp. 1169-1185. From *Canadian Journal of Philosophy* 24(1994).

註解 (註解段末所置頁數，為註解出處的本文頁數)

1. 參看林正弘 (1988)，〈伽利略為什麼不接受貝拉明的建議——從哲學觀點論伽利略與教會之間的衝突〉。(頁247)
2. 詞彙集和字典 (dictionary) 的概念不太一樣。哈金 (1993: 292-293) 指出孔恩是以流行在語言學中的某種特別意義來使用「詞彙集」。不過，不管是孔恩或哈金都沒有簡單地介紹他們用了「詞彙集」的哪個語言學含意。事實上，這個概念並不常見，在詞彙語義學中的確有它的特別用法。好比，詞彙集內的基本單元不是「單字」(word)，而是詞彙單元 (lexical unit)。簡單地分辨是，一個詞彙單元是一個字形連結單一的含意 (sense)，而一個單字則可能有好幾個含意。

翻開任一本英文字典，我們可以看到其中任一個字，例如 book，它有下列幾個解釋（含意）：[sense 1] a printed work on sheet of paper bound together; [sense 2] a main division of a literary work; [sense 3] a record or account; etc. 則 book 這個字形連結 sense 1、2、3 中任一個就構成一個 lexical unit；而 book 連結所有的 senses 則構成一個 word。參看 D. A. Cruse (1986), *Lexical Semantics*. (頁259)

3. 「分類實在論」意指「存在一個絕不歧義的正確分類理論。每個分類層次有一個截然分明、而且可普遍應用的判準，毫無遺漏地把個體劃分到分類項 (taxa) 內。每個個體因此都有它所隸屬的分類項之基本性質。」(Dupré, 1981: 73) 如果分類實在論可以運作的話，那麼生物學上大概只會有一種分類系統。然而，現存的生物學一直有兩三種分類系統並存競爭，如表現型分類學 (phenetic taxonomy)、演化支分類學 (cladist taxonomy) 和傳統主義者等。參看 Dupré (1994)。(頁266)
4. 帕特南從1981年起的《理性、真理與歷史》(*Reason, Truth, and History*)起，已經完全改變了他在1975年到1978年之間的立場。先前的立場他稱作「形上實在論」(metaphysical realism)，1981年後，他回歸康德，而倡議一種「內在實在論」(internal realism)：「只有在理論或描述之內 (within a theory or description)，討論世界是由什麼物體構成的才有意義」(Putnam, 1981: 49) 此後討論「指稱」的議題時，帕特南仍然堅持「意義不在大腦中」(或「心靈狀態不能決定指稱」)，但他似乎拋棄了因果鏈理論，也不再強調橫跨可能世界的固定指稱。這種回歸康德與所謂內在實在論的立場，已經和孔恩沒有什麼重大差別。正如傅大為 (1995: 116) 對孔恩的「後達爾文康德主義」(Post-Darwinian Kantian)、「互動實在論」的描述。奇怪的是，帕特南仍然在同書中大批「不可共量性」的觀念 (ch. 5)，不知原因何在？(頁266)
5. 點火器是一個裝水或酒精的瓶子，瓶口有一根鐵釘插入液體中，瓶底墊以絕緣體。再使用起電機把電傳至鐵釘，則鐵釘會產生火花。如果把絕緣體拿掉，就變成萊頓瓶。參看 Heilbron (1979: 309-316)。(頁275)

社會中的科學

社會建構論與網絡建構論

「自然之鏡」(the mirror of nature)是現代科學的目標。科學家相信，他們所生產的科學知識，應該像一面明鏡般，忠實地反映出自然世界的「真實」(reality)。科學知識告訴我們的，就是自然世界運作所依據的真正規律或原因。獨立於每個個人的主觀意見、黨派、宗教、利益、階級、權勢、傳統等等社會文化因素。自然將對所有人說唯一一種真話，而科學是發掘這真話的唯一有力工具。對科學家來說，這是理所當然的，一旦地球會動，而且繞著太陽旋轉，那麼所有人，不管富貴貧賤，大家都生活在會動的地球之上！絕不可能還有人生活的所在，是過去那個不可動的、做為宇宙中心的地球。所以，歐幾里德對亞歷山大大帝(Alexander the Great)說：「幾何學無帝王

之路！」任何在人類社會當中的特權，無法撼動科學知識——從而是真理——分毫；任何憑藉自己的權勢，想將自己的偏見與意識型態強加在大自然或科學之上的（例如過去的基督宗教），終將在科學知識巨輪的推進之下破滅。這正是因為科學研究的，是那個獨立於社會人心之外的大自然。科學找到了揭開自然的客觀途徑——觀察它，讓它自己說話；重複實驗，讓實驗對每個人說真話。

這幅科學圖像，一直牢牢佔據科學家們的心靈。它是一個「實在論」的哲學觀點，科學哲學的「科學實在論」也是在精煉這個核心的哲學立場。因為它主張有一個獨立於人心的外在客觀世界，是決定科學命題是否為真理的唯一依據。當科學命題無法符合自然實在的證言時，不管曾經有多少人接受它，也不管它是多麼地符合社會的主流價值，它還是會被判定為假，終究會被拋棄。換言之，在實在論的科學觀之下，科學也是「價值中立」（value free）的，亦即，科學知識中立於各種不同價值觀之間，也不會受到它們的沾染。只有這樣的科學才能擺脫人們的價值偏愛和意識型態偏見，成為指引行為的「真理」。

既然實在論相信存在著獨立客觀的外在世界，而且科學就是一套揭開這實在的理性程序（rational procedure）。例如提出假設，然後接受經驗的驗證。當經驗顯示假設無法成立時，科學家，不管多麼喜歡它，也不得不放棄它。絕不能以自己的偏愛來強行堅持甚至推銷自己的理論。這才是一種「理性的態度、科學的態度」。科學發展至今天，儘管總是有科學家因為自己的偏愛而堅持錯誤的學說，同時表現出不理性的特徵；但

是，整個科學大洪流的走向卻是理性的、朝向真理的，那些過於堅持一己之私的科學家，那些經不起考驗的學說，終將被理性的科學洪流所淘汰。總而言之，科學的發展是逼真的——朝向真理逼近。科學的即理性的、客觀的。

1970年代興起一個「社會建構論」(social constructivism) (或「文化建構論」[cultural constructivism])的哲學觀點，有時又被稱作「社會約定論」(social conventionalism) (但它不同於早期龐卡黑、杜恩等人的「約定論」)。因為它主張不僅是科學家的活動被社會文化因素所影響，連科學知識本身也都無可避免地被其所決定：也就是說，科學知識是利益(interest)、權力(power)、意識型態(ideology)、性別(gender)等種種社會因素所建構而成的，是科學家在社群中協商(negotiation)後才約定俗成的，因此只是一種在社會文化中建立起的共識；科學知識不是如過去學者所想像般單純地反映自然實在；它不是由自然決定，而是由社會決定。這當然不是說科學家像國會議員般，大家提案立法，在利益導向和權力分配的折衝下，決定要通過哪條法案。而是指，有不同的科學家或團體，對某群自然現象提出了不同的理論假說之後，這些理論即進入互相競爭的狀態，然而最後勝出的理論——當前被多數科學家所接受的理論，實際上並不是由「實驗」、「證據」來判定，社會建構論的科學社會史研究顯示，科學史上被傳頌的判決實驗，其實對科學家要不要接受一個理論的約束力幾乎等於零。例如「麥可生—莫雷的干涉儀實驗」和狹義相對論廣被接受，完全沒有關係；「愛丁頓的日蝕觀測實驗」和廣義相對論的確立，其關聯性也很小。¹事實上，我們今天所接受的科

學知識，往往是科學家在其社會背景下，基於利益、偏愛或意識型態的選擇。

社會建構論主張：現代科學知識，就是這樣一種產物，並無所謂的客觀知識。更激進的社會建構論甚至宣稱，根本不存在著客觀的經驗事實，連科學知識所說明的科學「事實」本身，都是被社會過程建構出來的，這一派又被稱作「存有論的社會建構論」。

顯然，社會建構論對科學知識的本性，提出了和「自然之鏡」完全不同的答案。科學知識，現在不是單純自然實在與客觀經驗的反映；而是人為創造（建構）的概念系統，經過約定協商（正如建築工人協力共建）後被科學社群所確立。因此它無可避免地受到科學家或社會的價值偏好（正如建築師對某些形狀或建材的特別偏好）所沾染，甚至意識型態、性別歧視、偏見這些負面價值——傳統上，它們都是科學理性的敵人——其實也悄悄地隱藏在科學活動之中，甚至科學知識產品中。科學，不像科學家自己宣稱或想像的那樣，清白、公正、光明。相反地，正因為它是社會建構的，建構它的科學家是社會中人，他們主觀意願上的共識想將自然建構什麼模樣，生產出來的就是自然科學的知識。

社會建構論的提出助長了人文學者研究科學活動的熱潮，女性主義、後現代主義、文化研究、環境運動，紛紛在自己的立場上，援引社會建構論來形構自然科學觀——它和大部分從業科學家眼中的科學觀大異其趣；更甚者把科學當成是支配性的權力機制，是該受批判與除魅的對象；既然科學是被建構出

來的，那麼我們當然可以建構一種新科學，立基在不同認識論的基礎上，以便代替老舊的、滿載著負面價值的近代科學。

這些基進科學研究（radical science studies）讓科學家們感到奇怪與荒謬，他們完全無法認同，科學知識如果不是實在的反映、不是真理的代言，那麼他們畢生對客觀知識的追求，又有何意義？更重要的是，科學家從自己的工作經驗中，他們認為自己知道正在從事與追求的知識是什麼、有何根本性質，基進科學研究的觀點與成果就只是假的。就方法上來看，他們也認為基進科學研究充滿著修辭與取巧，缺少腳踏實地的嚴格研究。不能讓基進科學研究的風潮繼續擴散了！那將妨礙到科學事業的持續成長、國家科學政策的擬訂、科學教育的實施。因此他們紛紛跳出來為科學辯護，甚至反擊基進科學研究。因此，在西方學術界，就掀起了一場科學家與人文社會學家的「科學戰爭」（science wars）。

本章要介紹的，就是「社會建構論」以及它們引發的「科學戰爭」。

壹、科學社會學與科學知識的社會學

科學社會學大約誕生於1930年代，結構功能論（structural functionalism）的社會學家墨頓（Robert K. Merton）因《十七世紀英格蘭的科學、技術和社會》（*Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England*, 1938）²一書而被視為科學社會學的創建者。此後一直到1970年代間，科學社會學主要的研

究對象是科學的社會體制，因此又被總稱作「科學的制度社會學」（institutional sociology of science）。以下讓我們簡介幾位科學社會學家的工作。

墨頓的結構功能論主張我們可以利用涵蓋面很廣的社會制度（體制），例如宗教、政治和科學等，來理解社會整體，同時研究社會體制的變遷和演化——科學也是這種體制之一。墨頓認為科學體制有一個制度性的目標，即「擴展被驗證的知識」，它也是科學體制在社會中的基本功能，維繫了社會的穩定。要達成科學體制的目標，必須要有科學行為的基本規範，它們就是「科學的精神」（ethos of science）：普遍主義（universalism）、公共主義（communism）、無利害考量（disinterestedness）、組織性的懷疑精神（organized skepticism）。遵從這些科學精神的科學家，會得到報酬；違反這些精神的科學家，則會受到懲罰。

普萊斯（Derek de S. Price, 1961）則研究科學體制中某個研究領域或專業（specialty）在量上的增長（growth），例如該領域的科學家數量、科學文獻數量、科學研究經費等等，因而得到一個規律性的結論，可以使用邏輯斯迪克曲線（the logistic curve）來表達（如圖8-1）。這個曲線意指某一專業科學最初將沿著成長率遞增的冪曲線（exponential curve）而成長，當達到一個最大的增長率時，增長率開始遞減，最後成長量逼近一個飽和的極限。

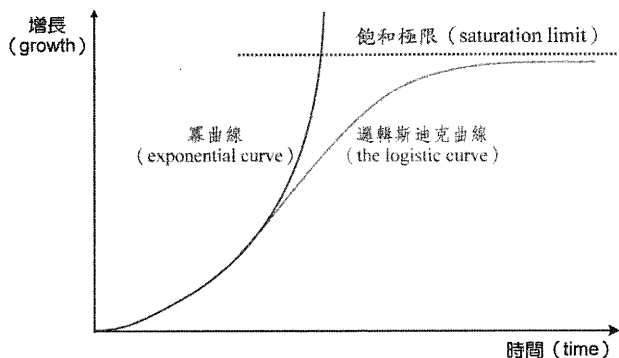


圖 8-1

克朗 (Diana Crane, 1972) 則研究科學社群的溝通特徵，她把一個科學社群稱作「不可見的學院」(invisible colleges)——亦即把一群科學家凝聚成一個科學社群的互動網絡。這個網絡包括：(1) 科學文獻的相互引用，形成一個「引證網絡」；(2) 合作關係的產生：科學家同儕共同研究，或者教師訓練學生；(3) 科學家頻繁地個人接觸，促成觀念融合 (diffusion)，這是一種「接觸傳染」(contagion) 的過程；(4) 權威的形成：早期研究者易於影響後進，高生產力的 (high productive) 的科學家易於成為意見領袖 (opinion leader)；(5) 科學研究跨國族界限，形成國際網絡。

上述的科學社會學家以及大部分的科學史家與科學哲學家，都同意社會因素當然會影響科學家的活動與判斷，科學也是社會文化 (西方文化) 的產物，在這個意義上，科學的確是社會建構的。但是這種建構是指「科學體制」的建構，亦即

制度會影響科學的研究、科學活動是根據一定的制度來進行的、社會也會建立一定的規則來規範科學的活動。「制度」（institutions）當然是社會建構的，但這無涉於科學知識。研究科學制度的社會學家，並不認為社會體制會影響到科學知識，也不認為科學知識有其社會性。科學知識與生產知識的方法，是屬於科學哲學（科學方法學、科學知識論）的研究範圍。因此，科學社會學和科學哲學呈現一種分工的狀態。而這種科學的「制度社會學」研究，大致也和邏輯經驗論興盛同時期。

如我們所見，孔恩的研究把科學社群的觀念引入科學知識的發展演變中，衝擊了傳統上人們對於科學的實證論（經驗論）形象。如果科學知識的演變和科學社群（共享同一科學典範的科學家構成的）的演變有關，這就意謂科學知識也有其社會性存在——我們必須研究科學社群才能說明科學知識的變遷。

英國愛丁堡大學（Edinburgh University）的一群科學社會學家如巴恩斯（Barry Barnes）、布魯爾（David Bloor）、謝平（Steven Shapin）等人，受到孔恩的啟發，在1970年代時開始主張科學社會學也應該研究科學知識，他們發展了一套說明科學知識的社會學理論，因此也自稱他們的研究是「科學知識的社會學」（sociology of scientific knowledge, SSK），以便與「科學的制度社會學」區隔。因為他們以愛丁堡大學為基地，又被稱作「愛丁堡學派」。布魯爾在1976年出版的《知識與社會形象》（*Knowledge and Social Imagery*）一書可說是愛丁堡學派的宣言書。

布魯爾開宗明義地宣告他們正在推展一個知識社會學的「強方案」（strong programme，或譯「強計畫」、「強綱

領」)，它不僅是一個理論，也是一套推動知識社會學研究的方案。之所以冠以「強」這形容詞，是因為它要比傳統的社會學更強的姿態來切入「知識的本性」（the nature of knowledge）這個傳統上屬於哲學的研究領域。強方案因此首先指認它的研究對象：在一個特定時空下的特定社會中的知識。哲學傳統把「知識」定義為「證成的真信念」（justified true beliefs），這其實是一個規範性的定義，亦即能滿足「真」與「證成」條件的信念，才算是知識。「科學知識的社會學」要研究的是「被人們視為知識的知識」（whatever people take to be knowledge）。如此，它是否被證成、是否為真，就不是必要的，當然知識仍然是一種信念，但它不同於單純信念（mere belief），所以布魯爾主張要進一步把「知識」視為「集體支持的信念」（collectively endorsed beliefs）。

布魯爾進一步指出，強方案把科學知識視為是一種自然現象。正如科學家研究自然現象變化，追尋變化的原因，並提供因果說明，這整個是所謂的「自然科學」研究；類似地，科學知識的社會學也要比照自然科學的方式，研究社會中的科學知識如何變動，以及找出知識變動背後的原因和規律性，並提供一個「因果說明」——它將說明知識變動的社會原因。可以說它是一種「科學的科學」，以科學的因果說明的方式來研究科學本身。布魯爾強調這是一種「自然主義和社會學取向」（naturalistic and sociological approach），孔恩的《科學革命的結構》一書，已經提供了這樣的先驅性研究。

既然強方案想研究知識的本性，它就預設一套哲學（知識論）觀點，即是「社會建構論」，因為社會因素是知識形成、

被接受、發展和變動的決定因素。這些社會因素就是利益（利害關係）、權力、意識型態等，為什麼科學知識是由社會決定的？而不是自然證據決定的呢？強方案認為一些科學史和科學哲學的研究顯示，知識被接受為知識，並不像傳統上哲學家與科學家想像般，乃是由經驗證據、自然實在、或者認知價值等「認知因素」（cognitive factors）來決定的。證據、實驗與認知價值，在決定理論或假說是否被接受上，往往不扮演任何角色。換言之，證據與認知價值並不是科學知識被接受的「原因」。

社會建構論者一般都接受一個現象與科學哲學的三個論證：（1）異議無所不在現象：再怎麼堅實的實驗證據都無法消除異議。（2）觀察與實驗預設理論（theory-ladenness of observation）：科學家對於觀察對象的確認、描述或解釋，總是受到先入知識或理論的影響。既然如此，觀察與實驗自然很難用來仲裁互相競爭或對立的理論。（3）證據不足以決定理論（underdetermination of theory by evidences）：任何一個理論都不會被經驗證據否認。（4）理論與理論間的不可共量性：沒有中立的語言和標準能裁決兩個理論誰對誰錯。

如果這些論證是對的，那麼社會建構論者認為我們就不能由經驗證據「證實」一個理論來說明該理論被科學家社群所接受（形成共識），而必須另尋其它出路。而且，雖然異議無所不在，但科學界仍然不斷地形成共識（共識是多數，異議是少數）。為什麼科學家會對一個理論為「真」有如此強的共識？其原因是什麼？換言之，「科學共識」（科學家對一個理論或假說形成「它是真的」之共識）需要一個「因果說明」。既然自然提供的經驗或證據不是產生共識的原因，那麼這原因

必定是社會的。「科學真理」的形成因此需要社會學的說明（sociological explanation）。

基於上述考量，布魯爾提出四條「科學知識的社會學」之方法學規則，它們就是所謂「強方案」的指導原則。亦即，一個科學知識的社會學說明，應該要將滿足下列四條教義（tenet）（Bloor, 1991: 7）。

- (S1) 說明將是「因果的」（causal）。因為知識本身是一種「自然現象」，同時也是一種「社會現象」。³
- (S2) 關於科學信念的真與假、理性與非理性、成功與失敗，說明將是不偏倚的（impartial）。
- (S3) 在說明的方式上，它是對稱的（symmetrical），亦即相同類型的原因會說明真和假的信念。
- (S4) 說明是自反的（reflexive）。原則上，這個說明必須能應用到社會學本身。

它們也可以說是作科學知識社會學的四條方法學規則。那麼，為什麼一個科學知識的社會學說明要滿足它們呢？布魯爾進一步解釋如下：針對（S1），社會學也是科學，正如同科學要回答自然現象為什麼發生，我們也要問某種特定的科學知識為什麼會出現和形成？因此，對它的社會學說明一定也要是因果的。針對（S2），既然要研究科學知識如何形成和被接受的因果來源，同時也要涉及某些科學知識為何被拒絕和拋棄，社會學家不能單單說因為它們是錯的。社會學家必須把科學舞台上成功與失敗的理論一視同仁。因此說明不能有所偏倚，換言之，不能理所當然地接受成功的理論一定是真和理性的；失

敗的理論就是假和不理性的。針對（S3），科學歷史上常有一種現象，有些支持舊理論的大科學家在新理論廣為被接受時，仍然堅持舊理論。為什麼會這樣？科學界和科學史家面對這種情況，常常訴諸於社會因素來說明，例如那些科學家的宗教信仰、意識型態、階級利益等等，讓他們堅守舊理論。因為那些社會因素與舊理論利益交織，蒙蔽他們的理性，使他們無視於堅實的經驗證據。反過來說，接受新理論的科學家為什麼接受新理論，就被視為理所當然，不必加以說明。或者說，單只因為新理論被證實為真。這種處理方式造成只有失敗的理論才有「社會學說明」，成功的理論就沒有社會學說明。

再換個方式來解釋（S3），為什麼一個科學家提出的理論會成功（廣被科學家接受）？為什麼另一個科學家提出的競爭理論會失敗（被其他科學家拋棄）？科學界一向認為成功的科學家之所以成功是因為他提出的理論為真，失敗的科學家為什麼會失敗是因為他有偏見、盲目、輕忽證據等等，而這又是因為許多社會因素如階級利益、意識型態等等造成他的態度。換言之，使用「社會因素」來說明科學家的失敗；但成功的科學家不需說明為何成功。上述都是一種「說明的不對稱」——成功的理論不需要說明，失敗的理論才需要說明。

強方案反對這種「說明的不對稱」。因為如此一來，科學知識的社會學變成只是「假科學理論或被拋棄的科學理論、或單純信念之社會學」，換言之，這並不是「知識社會學」，而是「錯誤社會學」（sociology of error）。可是，成功與失敗的理論在最初競爭時，沒有人知道誰一定會成功或者誰一定會失敗，而是經過一段社會歷程之後，科學家接受的理論才算是成

功，科學家拋棄的理論因此是失敗，但成功和失敗都經歷一套相同的知識形成過程，因此必須對成功與失敗的理論都使用同一套模式（相同類型的社會因素）來說明，也就是要對真與假保持對稱，才算是真正的「科學知識的社會學」。

最後，針對（S4），基於自然主義的立場，社會學同樣也是科學，它提供有關社會的科學知識，所以科學知識的社會學同樣也要應用到社會學本身。

在提出和解釋「強方案」的四條教義後，布魯爾從事案例研究，他以波柏和孔恩提出的科學哲學之競爭為案例，討論兩個對立的「科學觀」（two rival conceptions of science）之間的長期辯論。他把這場爭論當成是十九世紀以來，啟蒙與浪漫主義意識型態的爭辯之延續，波柏和孔恩的路線分別代表對知識本性的「哲學交代」和「社會學交代」，布魯爾結論說，哲學沒有如同經驗和歷史研究般繼續發展的動力因素，因為沒有新資料的輸入，所以無法修正它的知識形象（Bloor, 1991: 80）。因此，要從事知識本性的研究，只能從自然主義和社會學的取向出發。布魯爾也挑戰了邏輯與數學——被認為最不可能有社會學分析的兩個主題。不過本文不將繼續介紹這部分，而把焦點轉向SSK對孔恩科哲的繼承與社會學式的發展。

貳、孔恩與科學知識的社會學

愛丁堡學派的另一位重要成員巴恩斯，在他的《孔恩與社會科學》（*T. S. Kuhn and Social Science*, 1982）一書中，以強

方案的立場對孔恩的典範理論，提出一個「科學知識的社會學詮釋」。這本書相當完美地示範了孔恩的理論對於SSK的深遠影響。在《結構》一書中，孔恩大致是根據「常態科學」、「科學危機」、「科學革命」的三階段發展模式來鋪陳他的理論，是一種歷史取向性的研究。巴恩斯則分析孔恩理論中四個最重要的社會向度：訓練（training）、研究（research）、評價（evaluation）、發展（development）。其大致內容如下。

一個人要變成科學家，首先必須接受「訓練」，科學家受訓練學會傳統的作科學方式之後，才能進一步作新研究。正如孔恩主張常態科學時期典範引導研究，科學家必須先學會典範理論，才能應用它去做常態科學的「研究」。因此，「訓練」的向度要問的是：科學家如何被訓練而學會一個科學研究的傳統呢？「研究」向度相當於孔恩的「常態科學」。又孔恩分析科學史發現，常態科學的深入發展會產生科學革命。在科學革命時期，有另類典範被提出，科學家面對一個需要選擇的處境，他們必須作「評價」。巴恩斯爭論理論的選擇和評價不是依據證據和理性，因為證據和理性不足以決定理論，他進一步爭論證據和理性在常態科學時期也是不足以決定理論的。「評價」決定了理論的選擇，選擇理論之後才能「發展」出一個傳統。那麼，一個科學傳統是如何被發展出來的？「發展」這一向度的目的是要對科學家最終的選擇提出一個社會學說明。既然證據和理性不足以決定科學家對於理論的選擇和接受，那麼必須引入其它因素來說明，這個其它因素就是「共同的、偶然的、脈絡的目標與利益（利害考量）」（communal, contingent, contextual goals and interests）。巴恩斯從孔恩的典範學習之交代

中精煉出一個「社會學有限論」(sociological finitism)(又稱「意義有限論」[meaning finitism])。對它的分析貫穿「訓練、研究、評價和發展」四個向度。以下讓我們介紹社會學有限論。

什麼是「有限論」？「有限論」這個術語源於科學哲學家瑪莉·赫絲(Mary Hesse)(Barnes, 1982: 30)，巴恩斯以它來稱呼孔恩的範例應用的觀點。嚴格說來，有限論是他對孔恩在1974年發表的〈典範的再思考〉(“Second Thought on Paradigm”)一文所作的社會學詮釋。有限論又可以分成三個相關但不同的次理論：意義(含概念應用與分類)的有限論交代、信念的有限論交代、科學模釋(modelling)的有限論交代。讓我們回頭從孔恩談起。為了說明學生如何透過範例而學習，孔恩利用兒童學習水鳥分類的過程來作類比。

孔恩假定一兒童強尼已經學會指認鳥類，他已經不會將非鳥類(如哺乳類)指認為鳥類。強尼如何學會指認不同種類的鳥類，如水鳥呢？一般而言，父親通常會以指物(ostension)的方式，教導兒童如何分辨三種不同的水鳥：天鵝、鵝與鴨。假定首先，他們遇到大量不同的水鳥，父親一一指認出每個個體所屬的類別，強尼因此習得天鵝、鵝與鴨三種不同的類型，以及同類型的不同個體之間的相似性，從而能正確分辨不同個體所屬的類別。強尼可能進一步學習或自行發現後續的資訊：一些性質被組聚在一起，其它則不能，這些不可分離的性質或不可組聚的性質可以被表達成一些「通則」；而且除了鴨、鵝和天鵝三個家族外，不能有鵝一鴨或天鵝一鴨等(亦即不能存在邊界案例，孔恩這個觀念後來發展成「不重疊原則」[non-

overlap principle])。例如也許他發現了鴨子總是短脖子、鵝總是長脖子；而鵝的體型大，鴨子的體型小。

可是，也許有一天強尼發現一隻體型像鵝卻是沒有鵝的長脖子水鳥（假定可能是雁），這隻鳥衝擊了強尼既有的分類架構，強尼不知道該如何把這隻鳥歸到他的分類架構中，他可能有兩種處理方式：調整原有類別的邊界，取消一些先前已有的通則，例如容許短脖子也可以是鵝（換言之，打破了「鵝總是長脖子」這個通則）。但他也許發現這那隻鳥與鵝有更多差異，也不能被分類到鴨或天鵝，他就可能改變他的整個分類架構。這個例子說明了「異例」在科學中的角色，它也預示了認知心理學對人類分類認知的研究。

巴恩斯把孔恩的說明，系統化成「社會學有限論」，主張把一個概念應用到一個個例上時，是偶然的、協商的、非固定的。所謂一個概念就是像「鴨」、「鵝」一類的「種類概念」，因為分別有一群個體，被歸到不同的種類中，以不同的概念來理解。是這些個體彼此間的相似性和差異，把這些個體分成兩類。被分成同一類的個體，彼此間並不是沒有差異，但相似性的特徵多而且大，它們和不同類的個體之間，差異就大得多。科學家在處理一個個體的歸類時，總是要同時建立和參考一個概念架構（conceptual fabric）——也是一個分類系統——才能解決。這個概念架構的概念和概念之間，是由通則來連結。圖8-2表徵了一個抽象簡化的概念架構：

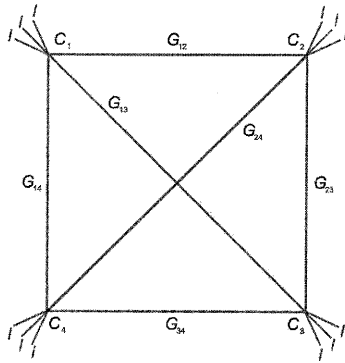


圖 8-2

其中， I 表示個體， C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 表示概念， G_{12} 、 G_{13} 、 \dots 、 G_{34} 等表示連結各概念之間的通則。進一步，一個既成的概念架構，追根究底是來自社會的規約。一個已被社會建立起的分類系統，構成一個分類的「傳統」(tradition)。教師的認知權威把這規約傳遞給社會的成員，使社會成員因而學會了一組語詞（包含一個分類）的用法。傳統不足以決定一個概念在未來的用法，它只是提供了基本的「類階」(classes) 以供應用。但如何應用呢？這可以由圖8-3 來表示：

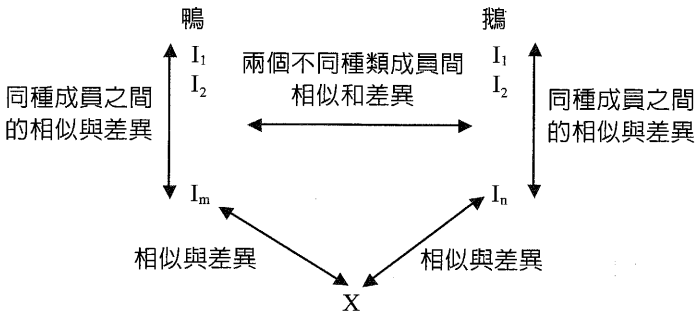


圖 8-3

也就是說，當一個人遇到一個新的對象（個例）時，他得先觀察這個個例的種種特徵，然後把這個個例的特徵與他過去經驗過的個例特徵作比較，看看它最相似於哪些個例？就在他比較相似性時，他也會同時比較差異，以便排除他認為不適用的語詞。然後，他得看該對象和哪些少數的語詞應用的對象比較相似，再來比較差異。最後挑出一個最適合的語詞和概念。這個過程和他學習一個語詞的過程基本上是一樣的。可是，儘管他挑出他認為最適合的概念，卻不能決定他的應用是正確的，或者他可能面對一個難以選擇的處境。例如，假設他可能看到一隻體型像白鵝的水鳥 X，但脖子和體態好像比較像鴨子（因此和鵝有差異），但是假定他又從未看過全身白羽的鴨子。那麼他要稱它為「鵝」或「鴨」？哪個稱呼才對？儘管過去的經驗可以引導他，但不足以固定（fix）他對一語詞的用法，也不足以決定他的用法（稱它為「鵝」或「鴨」）一定是正確或錯誤。

如果過去面對的個例和未來面對的個例，相似和差異並不完全一樣，則一概念能否應用到一個例上的判斷就只是偶然的。這一點對立於「本質主義」，因為「本質主義」主張如果一個個體具有某種本質（充分必要條件），則它必然屬於該本質定義的種類。

重回上述個體 X 的例子，因為它是一個難以分類的異例。科學家的作法可能是在「鴨」和「鵝」二分類架構下調整，例如把 X 納入原來分類架構中的「鵝」類，同時調整之前已建立的通則（例如「鵝總是長脖子」）；但他也可能重新建立一個新的分類架構，讓 X 構成一個新種類，使得分類架構變成

一個「三分類架構」。最後要採取哪個辦法？科學社群總是要透過協商的過程，取得共識並形成約定。因為重點在於判斷這個新個體，與「鵝」這個概念下的個體間之相似性和差異有多大？如果相似大於差異，就維持原分類，如果差異大於相似，就建立新分類。但為什麼社群會認為相似大於差異呢？或者主張差異大於相似呢？換言之，為什麼科學社群會形成一個共識呢？巴恩斯爭論不是因為這樣的應用是真、或被合理證成、或經驗適當，換言之，不是因為證據和理性（因為證據就是一組相似關係和差異），而是因為這個判斷滿足科學社群的共同目標和利害考量。這就是所謂對科學評價與變遷的「利益說明」（interest explanation）。

傳統上，科學家和科學哲學家對於為什麼一群科學家會接受一個理論、為什麼一群科學家可以形成共識，答案通常是因為該理論為真或逼近真（實在論）、或該理論是合理證成的（理性論）、或該理論是經驗適當的（經驗論）。換言之，因為該理論滿足了某一種判準。現在巴恩斯主張答案是科學家的共同目標和利害考量，這並不是一個要用來替代先前答案的判準，目標與利害考量是用為一個因果說明，用來說明為什麼一群科學家會形成共識的原因，或者說明為什麼一個理論會被視為真的原因。目標與利害考量是「體制（與知識）動力學」說明中的因素，它們交代了為什麼一個舊的概念應用會被維持、也交代了一個新的概念應用會被發展出來。

可是，究竟是什麼共同的利害考量呢？「技術與預測利益」（technical and predictive interests）是一種。所謂「技術利益」是指一個理論可以帶來技術上的利益（可以幫助人們控制自

然)。其它像前途、地位、聲譽、階級、宗教、意識型態等等利益在不同的案例中都有可能。如果科學知識的接受也是基於利害考量，那麼「從社會學的觀點看，科學與意識型態的基本區分，就沒有價值了。」(Barnes, 1982: 107)

回想墨頓的社會學主張科學精神是「無利害考量」，因此很多人認為出於利害考量而接受某一套信念時，該套信念就是一個意識型態。可是，巴恩斯已爭論一套信念被接受為科學知識，也是基於利害考量，因此科學與意識型態的區分就無法成立了，因為每個科學理論其實都不過是一個個意識型態。例如，男女兩性之間的性別差異，究竟是出於「天生遺傳」(遺傳[基因]決定論)或「後天環境與社會體制的塑造」(環境決定論)之爭論，並不是前者應用生物學理論就是科學，而後者就是基於性別的意識型態。事實上，兩者都有經驗證據的支持，也都有反例來反對，然而兩個理論都可以進行理論的修正，來面對反例。因此，兩個理論都無法被對方的證據所駁斥。兩個理論都可以是科學，也都是意識型態。

訴諸於科學社群的共同目標與利害考量，就意謂著拒絕科學體制有一個內在的目的(intrinsic end)(例如追求真理、或說明[理解]現象等)，因為不同的科學社群有不同的目標和利害考量。不同的目標產生不同的科學知識，科學知識做為實現這些目標的工具，這就是一種「工具論」。社會學有限論只能交代概念的應用模式，但還不算是一個因果說明，引入「利害考量」後才構成科學知識發展與變遷的因果說明。因此有限論和工具論兩者互補，為科學知識的動力學提供一個完整的交代。

到目前為止我們已經看到 SSK 對孔恩科哲理論的繼承與發展，可是，影響 SSK 更深遠的哲學家其實是維根斯坦（Ludwig Wittgenstein）。更精確地說，維根斯坦哲學的一部分如「語言遊戲」（language game）、「家族相似」（family resemblance）的概念透過孔恩而影響了 SSK，因為孔恩自己對語言和概念的學習與應用之看法也是受到維根斯坦的影響。另一部分如「遵循規則」（rule-following）則直接影響 SSK。布魯爾本人同時也是維根斯坦哲學專家，寫了兩本專著《維根斯坦：一個知識的社會理論》（*Wittgenstein: A Social Theory of Knowledge*, 1983）和《維根斯坦、規則和制度》（*Wittgenstein, Rule and Institution*, 1997）。關於語言遊戲、家族相似、遵循規則等概念其實都已結合成「社會學有限論」。可是，維根斯坦還有一個相關的重要概念「生活形式」（form of life），也深刻地影響了 SSK 與繼承 SSK 的「科學實作的社會史學」（social history of scientific practice）——可拿謝平與夏佛（Simon Schaffer）合著的《巨怪和空氣泵浦：霍布斯、波以耳與實驗生活》（*Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle and Laboratory Life*, 1985）一書為代表。

參、生活形式與科學實作

維根斯坦曾說：「想像一種語言，即想像一種生活形式。」（1953, § 19）如果一個獨特的科學使用一套獨特的語言，它其實也構成一種獨特的生活形式。《巨怪和空氣泵浦》企圖展示近代科學創建之初，霍布斯（Thomas Hobbes）的演繹科學系統

和波以爾（Robert Boyle）的實驗科學系統之間的競爭，這不僅是兩套理論、科學方法、方法論、世界觀之間的競爭，也是兩套政治體制之間的鬥爭，換言之，就是兩種生活形式的鬥爭。

謝平和夏佛對於這兩套科學系統的歷史與社會學分析，也是遵循強方案的四條方法學規則，但是他們很快地發現，他們必須去分析科學知識如何被實際地被生產出來的過程——換言之，必須去分析「科學實作」（scientific practice），而不只是分析科學行為的終端產品——知識本身。因為知識的社會性大致是在生產知識的過程中進入的。什麼是「科學實作」？大致而言，實作有三個意義：

- (A) 對立於「理論」的「實踐」：我們經常將理論和實踐作對比，實踐就是科學活動中「非理論的成分」，例如觀察、測量、實驗、調查等等。
- (B) 科學家的實際作為，「實作的」對立於「規範的」：考察科學家的實際作為，意味著不去問科學家「應該」怎麼做，而是問科學家實際上如何作（含思考、推理、甚至知識[理論]建構的實際方式。）
- (C) 練習的實作：任何人若要學到一項能力或掌握一項說法，他都必須實際地練習。

《巨怪和空氣泵浦》討論的「科學實作」是上述的第二個「實作」的意義，但它也著重在「實驗」的實作上。

《巨怪和空氣泵浦》出版之後，讓許多人感到震撼，它被譽為「這兩位作者完全顛覆了我們看待科學與社會的方式」。⁴因為它把傳統上毫無交集的霍布斯和波以爾納入一本書中相提

並論，並揭露兩人之間的強烈鬥爭。霍布斯在哲學史上被歸為政治哲學家，有時被尊為政治哲學之父，他很少出現在科學史上；波以爾，很少出現在哲學史上，他被視是一位科學家，在科學史上留有大名是因發現氣體體積、溫度和壓力關係式的波以爾—查理定律（Boyle-Charles law），當然波以爾的化學工作更多，有時被尊為現代化學之父。那麼霍布斯和波以爾如何被放在一塊兒討論呢？

大致而言，《巨怪和空氣泵浦》企圖勾勒十七世紀的現代「實驗方法」，如何在一個特定的社會脈絡（科學爭論、政治鬥爭）下被波以爾建立起來。波以爾稱它為「實驗哲學」。這個實驗哲學不僅僅是一個科學方法，它其實是一個「生活形式」——亦即生產實驗事實（facts）的生活形式。這也是「實驗生活」這一詞所指的意義。這種「實驗生活」的目標是產生無可置疑的事實，以便裁決爭議，平息紛爭，而這又有賴於在實驗生活上建立關鍵的界限並加以維護。波以爾的「實驗哲學」其實是一個解決秩序問題的方法，它有效且安全。不只能用來平息自然哲學的爭議，也可以被應用到政治上。可是波以爾的「實驗哲學」卻受到霍布斯的強烈批評。這場爭辯的科學背景是真空論與密實論（plentism）的爭論。

十七世紀的自然哲學家，爭論著自然是否存在真空。為什麼會有這樣的爭論？因為古希臘的「原子論」（atomism）在十七世紀復興。原子論主張大自然只存在兩種實體：原子（atom）和真空（void）。萬事萬物的變化乃是在真空中的原子隨機碰撞、組合和分離。原子要能運動，必須在一個沒有其它物質的空間中運動——即真空。可是，從希臘時代以來，

亞氏的宇宙觀得到中世紀學者的支持。亞氏主張「自然憎惡真空」，主張空間所到之處，必定充滿物質。十七世紀的笛卡兒，提出其機械哲學，被反對亞氏和士林哲學傳統的新生代廣為接受。笛卡兒一方面反對亞里斯多德，一方面仍然堅持「空間＝物質」，因為笛卡兒對於空間和物質的定義都是「展延」(extension)。笛卡兒因此爭論，「真空」是個矛盾的詞彙。「真空＝虛無(nothing)」，說真空存在等於說「虛無存在」一樣自相矛盾。霍布斯基本上繼承笛卡兒的觀點，一方面主張唯物論、機械論，另一方面也主張空間處處充滿物質。笛卡兒和霍布士的主張被稱作「空間密實論」(或譯成「空間普滿論」)。

十七世紀初期，義大利的物理學家托里切利(Evangelista Torricelli, 1608-1647)利用一根超過一公尺的細長玻璃管，裝滿水銀，倒放在另一個裝滿水銀的盆子上，水銀面下降到約留下一公尺多一點的高度，就不再下降。如此管內的水銀柱上方，有一個空間，被稱作「托里切利空間」(Torricelli's space)。托里切利的水銀管引起十七世紀自然哲學家關心的問題。(1)為什麼水銀柱不會再下降？(2)托里切利空間是真空嗎？如果是，托里切利的實驗證明了真空的確存在於大自然中嗎？有許多不同的觀點被提出來。

士林哲學家認為該空間不是空的，水銀的高度，是空氣膨脹的必然結果。笛卡兒認為，水銀的空間不是空的，仍充滿細微的以太。其高度由大氣的重量來支撐。笛卡兒的反對者霍伯瓦(Gilles de Roberval, 1602-1675)認為托里切利空間是空的，但水銀高度是由自然恐懼真空的限度而決定的。托里切利和巴

斯卡（Blaise Pascal, 1623-1662）認為，該空間是空的，但是水銀高度則由大氣重量支撐。

波以爾認為這些爭論混亂不堪，無法解決。他主張實驗是解決爭議的重要手段，但是單單實驗本身無法解決爭議。還必須配合其它因素。事實上，波以爾想創造出一種論述，可以擺脫「真空論—密實論」這種無解的形上學爭議。這兩個理論所使用的語言都被波以爾判定為不宜。波以爾創造出的論述（一整套語言），在謝平和夏佛的分析下，包含了三種技術：物質（實驗工具）的、書面的（文字的）技術、社會的技術。這一整套語言意味了一種「實驗生活形式」。

首先，物質的技術以空氣泵浦（air pump）為重心。空氣泵浦是十七世紀時大型、昂貴的實驗裝置，其地位相當於二十一世紀的「超導對撞機」。波以爾使用空氣泵浦作了四十三個實驗。這些實驗的目的不是要檢驗「真空論」或「密實論」哪個對。相反地，波以爾認為他的實驗證明了「真空論」和「密實論」的爭論是不適宜的。實驗產生「事實」，無可爭議的事實。波以爾用他的實驗產生的事實是什麼？它產生一個「真空」，一個「沒有空氣或近乎沒有空氣的空間」，但它不是傳統爭論的「真空」。

為什麼波以爾的「真空」不是傳統的「真空」？波以爾又要如何擺脫傳統的「真空」概念？這一點需要「書面、文字技術」的幫助——也就是修辭的技術——具體說來，就是如何解釋實驗的結果。波以爾主張托里切利空間是空氣彈力抵抗水銀柱的結果。因為水銀柱高度的重量和空氣抵達大氣最上層的空氣柱重量平衡。一旦把托里切利管放在空氣泵浦中實驗，抽空

空氣泵浦內的空氣時，水銀柱下降，但仍然無法達到與水盆水銀水平的狀態，為什麼？因為空氣仍然會滲入氣泵內，其彈力使得水銀柱維持一小段高度。波以爾卻把「空氣彈力」的說明當成「事實」來處理，進而把「事實」與「原因」加以區分，而且主張這樣區分的判準是一個成規。波以爾也沒有區分「彈力」和「重量」，而是把它們總稱為「壓力」。可是，這些修辭下的「事實」如何被社會接受為事實？這又需要「社會技術」的協助。

所謂社會技術，是針對實驗工具所生產的事實，如何被社會接受為事實？波以爾設計了一套實驗的見證程序：（1）實驗的執行必須有見證人。但如何管控證人的報告，以避免極端的個人主義？需對證人作規訓——換言之，要夠資格的才能當證人；（2）要能重複實驗，以便增加見證人；（3）使用「虛擬見證」，使用修辭與圖解，以在讀者腦中喚醒實驗場景的形象；（4）實驗敘述的德性：實驗敘述要謙虛。不能被其利益扭曲；論文寫作也有一定的形式（這也屬於書面技術的一環。）（5）區分「科學」和「非科學」的疆界；（6）爭辯要有禮儀。這禮儀是「要基於事實來爭辯，因為事實是各派的共產。」

使用這三項技術，波以爾當然說服了許多科學家和社會大眾，他也成為皇家協會（Royal Society）的重要成員。

霍布士主張「空間密實論」。他反對波以爾，不只是反對波以爾的理論而已，而是反對波以爾的整套論述，反對他的「實驗的生活形式」。霍布士主張知識（哲學）是一種理性的因果推論，實驗事實無法提供，因此他質疑波以爾的實驗只在少數人能參與的實驗室中進行，如何能說它是公開的？再者，

實驗總是預設了一組假定，它們沒有一個是確定的，都是可疑的。知識如何建立在可疑的假設之上呢？在有關「真空」一詞的使用上，霍布斯也認為不可能不談形上學而使用「真空」。進一步，霍布斯認為波以爾的實驗哲學或實驗方法不能解決秩序的問題，他指出：波以爾建議的實驗事實之界限和維護的方式，反而保證混亂持續存在。最後，霍布斯本人提出另一套解決秩序問題的方法，這是另一種「自然哲學的方案」，它並不依賴於實驗。它以幾何演繹為藍本，由無可置疑的前提，透過無可置疑的推理規則，演繹出真理，如此才能解決爭議。在國家和社會體制的建構上，也是如此。可以說，霍布斯的整套想法，構成另一種「生活形式」——另一種政治生活和科學生活的方式。

謝平和夏佛進一步指出，波以爾和霍布斯各自對事實、客觀性、科學知識的觀點，和他們當時的政治立場、宗教紛爭也有密不可分的關係。他們均捲入十七世紀英國的動蕩政治中。波以爾與他所隸屬的皇家協會，和霍布斯有一段長期的政治鬥爭。他們彼此間的科學爭議，延伸到這政治鬥爭上，其中蘊涵了彼此政治觀點和理論的巨大差異。總之，知識論與政治理論密不可分。最後是波以爾和他的皇家協會贏了鬥爭，所以，他們的「科學知識」成為「客觀事實」的知識。

就波以爾這邊來說，他們希望他們的實驗社群能展示一個理想的社會，在這個社會中，實驗是排除錯誤的可靠手段，而且爭議由事實來解決。就霍布斯一邊來說，和平的社會秩序之達成，也必須仰賴知識，但幾何才能負擔這項任務。因為幾何

學才能取得公眾的同意或一致。總而言之，「知識問題的解答即社會秩序問題的解答。」（Shapin & Schaffer, 1985: 332）

謝平和夏佛藉著這個歷史案例的縝密分析，強而有力地支持了社會建構論的立場：在科學爭議產生時，在不同的知識系統互相競爭時，仲裁的不是所謂中立的「經驗事實」，事實上，根本沒有任何中立的仲裁者。兩方的爭議和權力鬥爭沒有本質上的差別，獲勝的一方，其認定的事實就被接受為客觀的；其提出的知識，就被視為這客觀事實的合法知識。更廣泛地說，霍布斯和波以爾各自提供的不同知識系統，總是蘊涵著不同的「生活形式」。

許多科學史家習慣接受「勝利史觀」，所以認為霍布斯的「科學能力」不足，因此不必在科學史上為霍布斯留下一個位置。換言之，在面對霍布斯與波以爾的爭論時，科學史家傾向接受波以爾對於霍布斯的評價。但這是一種說明的不對稱。霍布斯的失敗和波以爾的成功，都有其社會原因——已被謝平和夏佛證明了。那麼，當有兩套科學知識系統互相競爭時，該如何交代為什麼一個成功一個失敗？成功和失敗的原因又是什麼？謝平和夏佛結論說：

當我們確認了我們的認知形式之約定的與人為的地位時，我們就了解到：作為我們知識原因的乃是我們自己而非實在。知識，正如國家（state）一般，是人類行為的產品。霍布斯是對的。（Shapin & Schaffer, 1985: 344）

肆、行為者網絡理論

從孔恩、SSK、科學實作的社會史學以來，一個對準「科學與社會互動」的新興研究領域「科技與社會」蓬勃發展，它的研究對象不只是科學，還包括技術和醫療，因此得名。「科技與社會」本身是一門「科學」，因此也有它本身的「方法論」、「知識論」和「形上學」，也就是它本身的「科學哲學」——通常就是「社會建構論」。社會建構論往往受到偏向證據基礎或實在論的傳統科學哲學的批判。可是，科技與社會有另一個勢力興盛的理論家族，稱作「行為者網絡理論」(Actor Network Theory, ANT)，也同樣批判「社會建構論」——站在一個和科哲相當不同的理論基礎上。

行為者網絡理論家反對科學知識和實作是被社會建構的，因為這樣的主張預設了「社會」這個先驗的範疇，可是，「社會」這個範疇同樣也是被建構的。因此，如果用社會來說明科學知識、科學實作、技術與技術實作和人造物，仍然有一種社會與科技的不對稱，他們認為應該尋求一個新的起點，來同時說明科技與社會的互相建構——科技與社會都被鑲嵌在一個共同的網絡(network)中，這個網絡有許多行為者互相連結，才同時建構了一個特定的科學與一個特定的社會。這些行為者包括了過去被稱作「主體」的人(human)，也包括被稱作「客體」的非人(nonhuman)(自然和物質)。因此，行為者網絡的第一步是先修改強方案的「對稱規則」而成為一種「超對稱」：「社會與科技物質皆是網絡的產物，要同時描述人與非人的行為者，並用同樣的關係性架構來處理它們。」這也是意

謂著人和非人的超對稱性：人和非人都是行為者（actor）、也都是（被）行為者（actant）。所以沒有主動被動或主體客體之區分；或者說，人被當成主動的主體、物被當成被動的客體，其實是近代社會（modern society）這個行為者網絡之產物（見下文）。

為什麼人和非人都可以同時是行為者和被行為者呢？行為者網絡理論的重要思想家拉圖（Bruno Latour）以一個很生动的例子來解釋。他指出，唯物論者會說「鎗殺人」；而法國左派社會學的人則會說「不是鎗殺人，而是人殺人」（鎗只是中立的工具）。但這兩者都偏於一面。對拉圖來說，當一個人手上有一把鎗，並用它來殺人時，他變成一個「鎗手」。而「殺人」這件行為，既不只是鎗手意圖的結果，也不只是鎗開火的結果，而是兩者的聯結或合成（composition），人和鎗都是「行為者」或「作用者」（actor or actant）。因為此鎗手已不再是原來手上無鎗的人（變成「殺人犯」）；鎗也不再是原來待在鎗套裏的鎗（變成「兇鎗」），這種轉變，拉圖稱作「轉換」（translation）。在英文裏 actor 這個詞通常只用來指人，所以，行為者網絡理論家也用了另一個字 actant 來指非人。但人和非人都可以是 actor 和 actant，因為它們都被聯結在一個密不可分的網絡中。

拉圖除了應用行為者網絡理論到很多案例上，做了許多有趣的案例研究外，他也提出研究科學行為（action in science）的方法學規則，共有七條（Latour, 1994）：

（L1）我們研究行為中的科學，而不是科學或技術的產品。

- (L2) 決定一宣稱的主觀性或客觀性，機制的效率或完美與否，不是從它們的內在性質上尋求，而是從它們後來遭到其他人怎麼對待來尋求。
- (L3) 爭議的解決是自然表徵的原因，而非其結果。所以，不能使用自然來說明爭議如何解決。
- (L4) 爭議的解決是社會穩定的原因，所以也不能使用社會來說明爭議如何被解決。必須對稱地考察人與非人的資源。
- (L5) 我們必須把技術所構成的行為者視為未判定的；每次一旦內外區分被建立之後，我們應該同時研究兩邊。
- (L6) 面對不理性的控訴，我們既不是考察已被打破的邏輯規則，也不是考察什麼社會結構，而是注視觀察者的角度和方向，以及網絡被建立的長度。
- (L7) 一旦網絡被研究後，還有什麼東西沒有說明的，我們才開始談認知因素。

這七條規則其實也代表了一個行為者網絡的研究方案。雖然拉圖在行為者網絡理論家中最為著名，他也做了很大的貢獻。如我們所見，他把行為者網絡理論詮釋成一套 STS 的研究方案或方法論。但是，ANT 最早的倡議者其實是法國社會學家卡農（Michel Callon）。它的目標和重心是一個科學家、技術家或發明家根據什麼「策略」（strategies）來擴大他的網絡。這些策略構成所謂的「轉換理論」（theory of translation）（不是「翻譯理論」）。translation 這個詞可說是來自分子生物學的一個類比，因為在分子生物學中，科學家會說 RNA 把 DNA 的遺傳密碼 translate into 到蛋白質和酶之上，這樣的表達是用來描述下列遺傳現象：細胞以 DNA 其中一股做為「模版」，製造出 RNA

，再以 RNA 來合成特定的蛋白質和酶。因此，轉換牽涉到的是事物間的關係之改變與創造。正如在拉圖的例子中，人使用鎗來殺人就同時把原本的人和鎗轉換成「殺人犯」和「兇鎗」。當然分子生物學家對 translation 的使用最初是來自語言學上「翻譯」的類比。

「轉換」是一個過程，卡農把它分成四個階段或策略：（1）問題化：定義問題，而且使行為者接受此定義；（2）利害關係化（*interessement*）：使其他行為者感受到在這問題定義中有共同的利害關係；（3）招募（*enrollment*）：則是利害關係化的結果，盡可能把各行為者納入相關的網絡中；（4）動員（*mobilization*）：使自己的網絡成為其他行為者的發言人。但這不是一個「公式」，它只是一組描述網絡如何建構的參考概念而已。ANT 的重要理論家拉圖，對於 ANT 的應用往往因案例而異。

既然一個行為者網絡總是同時包含人和非人的行為者，其中分別又有許多差異，所以行為者網絡理論家也自稱是一種「異質建構論」（*heterogeneous constructivism*）：也就是說，它主張科學知識與技術的建構不單只是由社會（利益）來決定，而是同時由人（社會）與非人（工具、物、被研究的對象）等等，構成一個「異質行為者的網絡」來加以決定。說穿了，ANT 其實是一套對一個異質行為者網絡如何建構自己、如何形成、如何生存、如何演變和瓦解的一套描述的技術——或者說，一套說故事的架構或技術。這套技術如何被應用到具體案例上呢？拉圖（2004）最有名的成果是針對法國微生物學家巴斯德

（Louis Pasteur, 1822-1895）如何成功地克服牛隻炭疽症的事例，提出一個基於行為網絡理論的精彩描述。

巴斯德是法國微生物學家，有時被科學史家視為創造了微生物學（microbiology）的科學家，對於免疫學（immunology）也很有貢獻。科學史一般認為，巴斯德的主要科學貢獻是證明了發酵（fermentation）不是自然產生的作用，而是有微生物導致，他也被認為拒絕了「自發生成」（spontaneous generation）的學說——亦即主張生物可以在某種自然環境中由無生物自動生成。可是巴斯德聲名大噪的事蹟是在十九世紀下半葉時，他成功地解決困擾法國農人的牛隻炭疽病問題——他製造炭疽病疫苗並使牛隻得以免疫。

科學史記載，十九世紀下半葉時，一種怪病襲擊法國的畜牧業，許多牛隻和羊群受到感染，很快死亡，使法國農人遭到很多損失，農人甚至也會被感染。德國的科學家科霍（Robert Koch）首度證明這是由於一種致病的微生物。而巴斯德是第一位證明炭疽病疫苗確實有免疫的效果。拉圖如何重新述說巴斯德克服炭疽病的故事呢？

ANT和傳統科學史說故事的方法完全不同，拉圖用ANT說出一個巴斯德如何成功建立起一個人與非人的同盟網絡的故事，重心在於巴斯德使用了什麼樣的動作、技術和策略。拉圖說巴士德成功克服炭疽病，主要有三個主要動作（1）攬獲別人的興趣（即先前的定義問題和利害關係化）；（2）將支點由弱勢位置移至強勢位置（讓他得以控制病菌）；（3）以槓桿來移動世界（把實驗室裏的工作，擴張到社會中；或者說把社會實驗室化。）

拉圖批評SSK，因為SSK預設一個社會學說明：利益說明。他們預設一個群體有預先存在的共同利益，所以會接受一個理論和學說。但是，拉圖說，如何確認這個群體有共同的利益呢？利益不是預先存在的，利益也是可建構的、可以被喚起的。巴士德的成功正是因為他成功地讓記者、公衛學家、醫生、農人都對他的實驗室的工作產生興趣和利害關係，這是第一步。因為一開始牛隻的炭疽病，被認為是「地方性的」或「風土性的」(local)，和土地、風、氣候、水、農耕畜牧系統等等有關。因此大多數人不以為這個疾病和巴黎的實驗室會有什麼利害關聯。巴斯德要成功，必須使多數人理解：炭疽病的解決方法在實驗室中。這就是「攫獲別人的利害考量」。

一般科學史都簡單地說，巴士德製造了炭疽菌的疫苗，讓農人接種在牛隻上，使牛隻得以免疫。拉圖則說，巴士德其實在實驗室中稀釋炭疽菌，並對實驗室的動物接種這稀釋的炭疽菌，然後記錄動物的狀況。他在實驗室中複製了一個小規模的動物流行病。結果實驗室的動物可以抵抗稀釋的炭疽菌，換言之，實驗室複製了可控制細菌的變異毒性——也就是科學史家講的「疫苗」(vaccine)。這是第二步，將支點由弱勢移到強勢位置。現在，光實驗室能控制細菌、人在實驗室中比細菌還強勢，這仍不夠。沒人知道出了實驗室後，事情會如何演變？

巴士德的做法是把實驗室的條件複製到實驗室外的農場中。亦即把實驗室複製到社會中，或者說把社會「實驗室化」。當然，巴士德成功地在社會（農場田野）中複製了實驗室的條件，以及實驗室的結果，所以他最後成功了。他建立起

一個龐大的網絡，動員許多人與非人，召喚他們的興趣，引發他們的利害考量，繼而成功把社會實驗室化。所以他成功了。

除此之外，拉圖也以ANT的觀點來重新訴說霍布斯和波以爾的故事，亦即重新詮釋《巨怪和空氣泵浦》。拉圖以一種完全不同於謝平和夏佛的原作思路來解讀他們的歷史故事。在拉圖看來，謝平和夏佛「挖掘了霍布斯的科學作品——被政治科學家忽略者，……以及喚回了被遺忘的波以爾的政治理論——已被科學史家忽略了……波以爾有一個科學和一個政治理論；霍布斯有一個政治理論和一個科學。」(Latour, 1993: 16-17)因為「波以爾創造了一個政治論述，使得政治學被排除，而霍布斯則想像了科學化的政治學，使得實驗科學被排除。」(p. 27)政治理論意味著主體與社會秩序被發明了；科學則意味著客體與自然秩序被發明了。「換言之，他們正發明了我們現代世界，在這個世界中，由實驗室所媒介的事物表徵永遠地與由社會契約所媒介的公民表徵分離。」(p. 27)在處理霍布斯與波以爾各自的社會與自然理論時，謝平和夏佛成功地保持了對稱。然而，對這個歷史爭議的意義之最終解釋，他們卻往社會的一邊偏斜：「霍布斯是對的。」

拉圖提出異議：「不，霍布斯是錯的。」(Latour, 1993: 26)既然霍布斯和波以爾兩人都同時提出了各自的科學和政治理論，為什麼解釋的天平卻要往霍布斯的方向傾斜？這正是因為：「霍布斯和波以爾的後繼者提供了我們現在慣用的資源：一邊是社會力與權力；另一邊是自然力與機制。」(p. 29)拉圖要求我們對稱地看待霍布斯和波以爾的工作：他們一開始所面對的，只是一個整體，沒有主體與客體、也沒有自然與社會的區分。

他們也試圖處理這一整體，只是各自有了不同的強調，公民與事實、國家與自然的區分才開始浮現。

因此，拉圖主張，我們不應該如此看待科學：亦即已存社會中的一群霍布斯的主體們協商著要不要同意「是否波以爾的空氣泵浦產生了事實？」相反地，現代科學的起源是一個大網絡，是一群概念、記號、實驗科學家（人）與空氣泵浦、實驗室、技術（非人）的互動，形成了一個充斥著異質成分的網路，每個成分（不管人或非人）都是「行為者」，共同建構了現代科學、甚至現代人類文明。

伍、科學戰爭

社會建構論和網路建構論對於科學的觀點和研究與傳統科哲家和科學家的觀點有很大的差異。科學家不一定完全理解科學哲學中不同理論間微妙的概念差異，但每一套科哲理論都蘊涵一種科學的形象，往往反映了部分科學家自我認同的形象。例如不少科學家對波柏的科學觀有高度好感，因為它蘊涵了科學家的英雄形象——從事科學是一場大冒險，在冒險中成功的科學家才夠資格當英雄。科學家也常接受科學實在論的觀點，因為它主張成功的科學理論有高度可能是真理，而尋求真理是西方文化傳統中最高尚的人類活動之一。有些科學家並不特別看重真理（科學理論或假說正確與否），他們認為科學最重要的是預測，假說可以符合經驗資料是最重要的——那麼這是經驗論、實證論的形象。有些科學家甚至也高度同意孔恩式的科

學圖像，因為它有點像是實證論與否證論的綜合。不管是哪一種科學形象，大部分的科學家都相信：科學家或科學事業和政治人物或政治事業，有截然的差異。科學絕不是開會投票、互相妥協、少數服從多數。現在，社會建構論和網絡建構論告訴大家，科學家和科學活動與政治人物和政治活動，根本沒有差別。這種科學形象使得多數科學家難以置信、難以接受。因此在二十世紀末爆發一場大規模的「科學戰爭」。

1994年，生物學家葛羅斯（Paul R. Gross）與數學家李維特（Norman Levitt）聯合出版一本《高級迷信：學院左派與它和科學的吵架》（*Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrels with Science*），指控許多科學的人文社會研究不過是一種「高級迷信」，拉開了科學戰爭的序幕。1996年美國物理學家索卡（Alan Sokal）在看了《高級迷信》之後，感到難以置信，因此決定從事一場「社會實驗」。他寫了一篇〈逾越邊界：朝向量子重力的轉形詮釋學〉（“Transgressing the Boundaries: Toward a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity”）一文投稿美國文化研究期刊《社會文本》（*Social Text*），其內容引證了大量後現代主義思想家的文獻，等到該文被接受出刊之後，索卡安排在另一個《通用語》（*Lingua Franca*）的期刊發表〈一位物理學家的文化研究實驗〉（“A physicist experiments with cultural studies”），公開宣告他發表在《社會文本》中的文章乃是一篇「諧擬文」（parody），內容都是在胡扯。索卡的行為被稱作「索卡的惡作劇」（Sokal's hoax），後來又被稱為「索卡事件」（Sokal affair），即是「科學戰爭」的序幕。

今日回顧，「科學戰爭」其實可以分成廣狹兩義，狹義的「科學戰爭」專指1996年的索卡事件。⁵ 廣義的「科學戰爭」則持續到約二十一世紀初，後來有了「和平」的呼聲。⁶

「科學戰爭」最初是關於「科學的公共形象」之論辯，但後來轉向哲學論戰——亦即實在論與建構論的爭論——這也是本節的焦點。

開啟和參與科學戰爭的科學家葛羅斯、李維特、索卡等人，似乎都抱持一種科學實在論的立場。如我們所見，七十年代後很多科學哲學家支持這個立場，但是一般科學家的實在論觀點不像哲學家那般細緻，所以科學家的實在論立場又往往被稱作「素樸實在論」，亦即主張有一個獨立於人類心靈的客觀外在世界，科學與知識的目標是發現這個外在世界的真實。這種觀點無法接受科學知識只是由社會因素決定、由科學家和社会協商取得共識的產物，那意味著改變共識就可以改變知識、改變真理，也就蘊涵一種「知識的相對主義」的立場：「任何宣稱或陳述的真假，乃是相對於個人或團體的哲學立場。」這種「知識相對主義」是站不住腳的，因為（1）它混淆了「共識」、「知識」和「真理」的意義，它重新定義「真理」這個概念，違反科學與日常生活中對於「真理」此字的用法。（2）主張「知識相對主義」就蘊涵實在論為假，因為實在論主張真理不是相對於團體或個人的觀點。可是，根據「知識相對主義」的觀點，相對主義者必須承認「實在論」相對於實在論者而言為真，如此一來，知識相對主義都推出一個自相矛盾的結論：實在論為假又實在論為真。所以，知識相對主義是假的。或者說，既然相對主義必須承認實在論相對於實在論的團體而

為真，所以相對主義主張的效力不及於實在論，因此它也無能力拒絕它的對手實在論。

問題是，SSK和「空氣泵浦」的社會建構論是「知識相對主義」嗎？恐怕不是。因為SSK和謝平、夏佛等人都沒有主張科學知識是真理，也沒有說科學知識相對於不同的社會團體、文化或觀點而為真。他們是企圖為科學知識為什麼會被一個社群接受為真提出一個因果說明：什麼原因讓一個社群會接受一套科學知識為真。但是，這個「被接受為真」的科學知識是不是因此就「相對於該社群而為真」？持「社會建構論」的歷史學家和社會學家並沒有下任何判斷——因為他們不是自然科學家。換言之，他們實在沒有主張「知識相對主義」，頂多他們的觀點只是蘊涵一種「方法學的相對主義」（methodological relativism）：亦即科學的歷史學家和社會學家必須對互相競爭的科學理論保持一個「不偏倚」和「對稱」的態度，不能在競爭中選邊站，因此也不能主張「自然實在」會決定哪個理論能成功。這種方法學相對主義明顯表現在強方案的四條規則中，也表現在拉圖的七條規則中。

對於這種方法學相對主義，索卡（2001）也批評說：社會學家不可能以方法學相對主義來進行研究而沒有主張知識相對主義，因為對於科學家接受某套科學信念的說明，不可能沒有參考自然的證據。如果假裝社會學家不作判斷，等於是接受知識相對主義：被接受的信念沒有比不被接受的信念更真。他也進一步批評「不偏倚規則」和「對稱規則」無法成立，他舉例說：如何對「今天正在下雨」被接受為真或為假提出一個因果說明？他主張這個因果說明的一部分必定今天的確（really）有

正在下雨的事實（自然原因）；但如果它是假的卻被接受，那就可能是因為有人開玩笑蒙蔽了大家（社會原因）。所以，說明必定是不對稱的。

直接針對社會建構論的另一個批評是「社會建構論者態度的不一致」，也就是說他們一方面以相對主義的態度來說明自然科學，卻對社會科學採取實在論的態度。他們主張他們對於科學的歷史與社會說明呈現了「科學實在就是這樣子」，因此他們的態度不一致。可是，如果他們自我辯護說，強方案的第四條規則是「自反」，主張他們對於自然科學的說明方案，也要能應用到科學知識的社會學上，換言之，他們並沒有主張「科學實在就是這樣子」，他們只是主張他們在提出一個「科學的社會建構論形象」來和「科學的實在論形象」競爭，兩個形象都是社會建構的。可是，這樣一來，這個辯護也被批評是「自我破壞的」，因為如果「科學的社會建構論形象」也是社會建構的，不是「真實的」，那我們有什麼好理由來接受這個形象？我們為什麼要接受一個社會建構的「科學的社會建構論形象」，而不接受同樣是社會建構的「科學的實在論形象」？

如上所述，在科學戰爭中，科學家相當反對社會建構論的觀點。那麼，科學家是否會比較接受同樣反對社會建構論的網路建構論呢？不。科學家同樣反對 ANT 和拉圖建立的科學形象。

事實上，科學家也把拉圖納入「社會建構論」來加以批評。拉圖的觀點不僅被理解為方法學的相對主義、知識的相對主義，甚至更基進的「存有學相對主義」：科學事實或自然實在本身，相對於不同的社會團體而言，就是不同的。如果科學家無法接受方法學的相對主義，自然更不可能接受知識的相對

主義，而且在科學戰爭中，拉圖的不少言論受到強烈的批判。索卡批判拉圖的第三條方法學規則，說他在第一句話中使用「自然表徵」，在最後一句話卻悄悄變成「不能使用自然來說明爭議如何解決」，然而對於這種轉變沒有任何說明和論證。顯然，這條規則不僅是方法而已，它還蘊涵了「自然表徵」與「自然」不加區分的存有學立場，如此一來，科學家接受一組特定的自然表徵時，也就「創造」了一組特定的自然。對科學家來說，這當然是一種混淆。索卡一再地指出，拉圖不斷地混淆事實與我們的事實知識（索卡和布里克蒙，2001：102-107）。可是，拉圖的表達可能是一種理論上的刻意，亦即基於 ANT 的觀點而來的表達方式。不過，科學家似乎沒有詳細檢討 ANT 這個理論本身。

這場科學戰爭還有很多很多東西可說，我們必須在這兒告停了。更多的爭論就留待讀者們自行探索。

原典閱讀

拉圖 (2004)，〈給我一個實驗室，我將舉起全世界〉，林宗德譯，*《科技渴望社會》*。台北：群學出版，頁219-263。譯自 Latour, Bruno, "Give Me a Laboratory and I Will Raise the World."

Barnes, Barry (1982), *T. S. Kuhn and Social Science*. London: MacMillan Press.

Barnes, Barry, Bloor, David and Henry, John (1996), *Scientific Knowledge: A Sociological Analysis*. Chicago: The University of Chicago Press.

- Bloor, David (1991), *Knowledge and Social Imagery*. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press. 1st ed. in 1976.
- Latour, Bruno (1994). *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. 6th ed. Cambridge: Harvard University Press. 1st ed. in 1987.
- Shapin, Steven and Schaffer, Simon (1985), *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle and Laboratory Life*. Princeton University Press. 中譯：(2006)《利維坦與空氣泵浦：霍布斯、波以耳與實驗生活》，蔡佩君譯。台北：行人。
- Wittgenstein, Ludwig (1953), *Philosophical Investigations*. Oxford: Basil Blackwell.

參考文獻

- 陳瑞麟 (2003)，〈社會建構論中的「實在」〉，《科學與世界之間——科學哲學論文集》。台北：學富。
- (2005)，〈科學的戰爭與和平——關於「科學如何運作」的實在論與建構論之爭〉，《歐美研究》35: 141-223。
- 索卡和布里克蒙 (2001)，《知識的騙局》，蔡佩君譯。台北：時報出版。譯自 Sokal & Bricmont (1998), *Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectuals' Abuse of Science*. New York: Picador USA.
- 葛羅斯與李維特 (2001)，陳瑞麟和薛清江譯，《高級迷信：學院左派與它和科學的吵架》。台北：新新聞出版社。譯自 Gross, Paul R. & Levitt, Norman (1998), *Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrels with Science*. 2nd Ed. The John Hopkins University Press.
- Bloor, David (1983), *Wittgenstein: A Social Theory of Knowledge*. London: MacMillan Press.

- (1997), *Wittgenstein, Rule and Institution*. London: Routledge Press.
- Collins, Harry & Pinch, Trevor (1998), *The Golem*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University.
- Crane, Diana (1972), *Invisible Colleges: Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Hess, David (1997), *Science Studies: An Advanced Introduction*. New York: New York University Press.
- Latour, Bruno (1993), *We Have Never Been Modern*. Tr. by Porter, Catherine, New York: Harvester Weatsheaf.
- Merton, Robert K. (1970), *Science, Technology and Society in Seventeenth Century England*. American ed. New York: Howard Fertig. First published in 1938.
- Price, De Solla Derek (1975), *Science Since Babylon*. Enlarged ed. London: Yale University Press. 1st ed. in 1961.
- Sismondo, Sergio (2004), *An Introduction to Science and Technology Studies*. Oxford: Blackwell Press.

註解 (註解段末所置頁數，為註解出處的本文頁數)

1. 參看 Collins, Harry & Pinch, Trevor (1998), *The Golem*, 2nd ed.。中文介紹看陳瑞麟 (2005)，〈科學的戰爭與和平〉。(頁283)
2. 這本書也被視為首度把 Science, Technology, Society 三個字並列的著作。(頁285)
3. 我在其它地方指出，布魯爾所謂的「自然」是一種「社會性的自然」(social nature)。見陳瑞麟 (2003)，〈社會建構論中的「實在」〉。(頁291)

4. 2005年榮獲伊拉斯謨斯獎（Erasmus Prize）的得獎原因。（頁302）
5. 廣狹兩義是本書的區分。狹義的科學戰爭參看《當代》「科學霸權：挑戰與反擊專輯」（1998，2月號，第126期）；又參看李國偉（1999），〈都是索卡惹起的——科學與文化研究的一次交鋒〉，收於《一條劃不清的界線》（台北：新新聞出版社，1999）；索卡自己建立一個英文網站收錄許多相關文獻，見 www.physics.nyu.edu/faculty/sokal。廣義的科學戰爭，可以指九十年代起，從業科學家因應人文社會學家對科學的研究與批評，起身來為自己的工作辯護或反批人文社會學家的科學研究。兩方均出版大量論文與書籍，索卡事件也是這場大規模「戰爭」的一個最著名的「戰役」。《高級迷信》中譯本由筆者和薛清江譯出，已於2001年由新新聞出版社出版。2002年六月台灣STS社群且舉辦了一場「回應高級迷信研討會」，由台灣大學物理系林敏聰教授和筆者主辦。（頁318）
6. 國內的完整討論參看陳瑞麟（2005），〈科學的戰爭與和平〉。（頁318）

科學模型的認知與演化

壹、孔恩之後的科學哲學概況

孔恩在《科學革命的結構》一書提出了一個生動有趣的科學圖像，《結構》之後的科學哲學思考，也精準地抓到了科學理論在語言層面的基本特色。然而，他的最大貢獻並不在這兒，而是他所開發的方法，鑄造科學史、語言哲學、社會學、（認知）心理學於一爐，不僅打破了原有的學科籬籬，也在各學科自身內部發動了方法論的變革（套用孔恩自己的理論，他其實為科學史、科學哲學、科學社會學等專業學科帶來了「革命」）。例如，科學史傳統上互不相關的內部史與外部史研究，在孔恩之後，交織成活力十足的新作法。早期社會學

對科學與知識的研究一樣處在實證傳統的籠罩之下；《結構》之後，社會學領域也產生了緊密結合科學史的科學社會學、甚至進行「田野調查」的科學人類學之新專業領域。甚至發展成為一個全新的「科技與社會」（見本書第八章）。在科學哲學方面，除了肇始科學哲學的歷史研究取向之外（如本書第四、五、六章討論的哲學家），還使得科學史分析成為科學哲學的必要工具。《結構》之前的科學哲學家，以邏輯分析為工具；《結構》之後的科學哲學家，則不能避開科學史。科學史被視為研究材料、或做為印證理論的經驗證據。在這種新趨向下，出現了結合認知心理學，並從歷程的角度來考察科學本質的進路（本章將討論），也出現了結合傳統邏輯分析的進路（如本書第七章討論的科學實在論），兩者均大幅地開拓了科學哲學的研究空間。

《科學革命的結構》之後，英美科學哲學的發展，大致上可以分成兩個階段。第一個階段是1970年代到1980年代中間，歷史理性論的科學哲學家如拉卡托斯、勞丹、圖爾敏（Stephen Toulmin）、夏佩爾等人，均面對《結構》的挑戰，試圖批判《結構》中的觀念和理論，並從科學史中重建科學發展的合理性。然而，這一階段所提出的科學發展模式，其實可視為《結構》中的三部曲模式之變形。第二個階段則從1980年代中起迄今，回應了自然化取向的興起，應用認知科學或演化論的模型，來說明科學的理論結構和科學發展，這是本章的焦點。第二階段一般被總結為「後孔恩的科學哲學」（post-Kuhn philosophy of science）。

環繞著孔恩後期的兩大概念「分類結構」與「不可共量性」，科學哲學產生了二種不同的立場、觀點與取向。一是堅持與擴張典範之不可共量性的結果而形成的「社會建構論」（見本書第八章），主張不僅科學活動和社會文化密切相關，科學定律和理論本身也非反映實在的真理，只是一種「協商成果」——由科學家所置身的社會與文化中瀰漫的權力、利益、意識型態、信仰偏愛等等因素所共同建構而來的。依孔恩後期溫和的「局部不可共量性」之提法來看，孔恩不會同意這個立場，事實上他本人也明白說出反對文字。¹

第二種取向可稱為「認知與演化觀點」（the cognitive and evolutionary view）。此觀點的科哲家們一方面延續了孔恩的方法論精神，但並沒有繼承孔恩的思想與術語；一方面則回應著分析哲學傳統的認知轉向。他們在方法上應用六十年代後興盛的認知科學之成果，結合歷史案例的分析，試圖探討科學理論的概念結構與概念轉變（conceptual change），並想藉助這個新取向來重建科學發展的模式。例如，在「理論結構」的問題上，奈瑟姍（Nancy Nersessian, 1989）提出了一個更細緻的科學理論之概念結構的模型，辨認出種種不同的概念連結方式；薩卡德（Paul Thagard, 1990, 1992）也發展這個模型，並應用來分析生物學、地質學、物理學、甚至心理學上的幾個革命。吉爾瑞（Ronald Giere, 1988, 1999）一方面分析科學理論和模型的認知，另一方面也試圖勾勒一個初步科學發展的「演化模型」（the evolutionary model of science），以精煉孔恩構想的科學發展的演化類比。

從邏輯經驗論以來的科學哲學，除了提出一個規範方法論之外，主要的探討面向可以總結成科學（理論）的結構與發展。換言之，科學哲學家想知道科學——特別是科學活動的產品，科學知識（「科學理論」則是系統性的知識）——有什麼樣的結構？在歷史上又經歷什麼樣的演變與發展？早期的邏輯經驗論在它的邏輯觀點下，著重於考察科學理論和理論驗證的「邏輯結構」，波柏一方面考察科學理論的檢驗結構，另一方面也開始關注科學理論的動態發展，歷史取向的哲學家則提出「典範、研究方案、研究傳統」等比理論更大的單位，一方面以它們為基本單元考察歷史的演變發展，另一方面也對這些「大理論」的結構作了初步分析。

可是，認知與演化觀點有自然論的傾向，不再企圖尋求規範方法學，因此自然論的研究就只著重在科學的結構和發展上。同時他們從認知與演化的觀點，考察科學認知（概念、模型和推理）的結構，並以演化的觀念甚至達爾文的天擇演化理論來說明科學認知的發展演變。「科學的認知與演化」就是本章的主題。

貳、科學模型與理論模型的認知結構

大多數認知取向的哲學家或分析科學認知的心理科學家，都著重在科學活動中種種特別的認知行為和認知歷程。科學哲學家吉爾瑞（Giere, 1988）² 仍然繼承哲學傳統，認真地面對科學理論的「本質」——亦即回答「科學理論是什麼」這樣的問

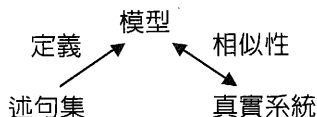
題——他對科學的研究也是以理論為核心而展開。吉爾瑞從科學教科書中找到了刻劃理論的完整線索，因為科學知識的傳遞主要是依賴教科書，而且大部分的科學家也都是從教科書中學到他們所知的理論，因此教科書為哲學家提供了分析科學理論的完整材料。

吉爾瑞以古典力學的分析為起點。典型的古典力學教科書大抵說明一些線性加速運動系統（包括自由落體、拋射體等等）、線性振盪系統（the linear oscillator）（包括單擺 [simple pendulum]、簡諧振盪器 [simple harmonic oscillator]、阻泥振盪器 [damped oscillator] 等等）、向心力（圓周）運動系統（central-force motion system）等等；它們是被一些數學等式所描述，但這些等式都是引導自牛頓第二運動定律的基本樣型 $F=ma=md^2x/dt^2$ ，因為系統組織不同，而且受力型態也不同，故會有等式上的變形。³

這些被數學等式定義的物理系統都不是真實世界的系統，而是一種抽象、理想化的系統，換言之，它們就是真實世界的系統之「模型」，吉爾瑞稱之為「理論模型」。它是一種抽象的模型，「抽象」是指科學家的心智對真實世界的抽取和理想化的思考。它通常可以用圖形來表現，也是科學家用來表徵世界的工具，它存在於科學家的心智中，並作為一種心智表徵（mental representation）。科學家和科學教科書通常用科學定律來代表理論模型，並且進一步把科學定律視為「定義」。好比，以力量定律 $F=-kx$ 來代表簡諧振盪模型，它也是簡諧振盪模型的定義。所以，科學定律可以被視為一種語言定義，它定義了理論模型。

除了理論模型，吉爾瑞還提出了「理論假說」(theoretical hypotheses)的概念。理論假說是一種語言表述，亦即「斷說模型和被指稱的真實系統(或真實系統類)之間的某種關係之敘述。因此理論假說將根據被斷說的關係成立與否而為真或為假。可是，這個模型和真實系統都不是語言性的存在物，所以兩者之間的關係不能是真假其中之一。」(1988: 80)如果不是真假，那是什麼樣的關係？吉爾瑞提出了「相似性」(similarity)，包括特點(respect)上的相似和程度(degree)上的相似。例如「地球—月球系統中的地球和月球之位置和速度非常接近於帶有和距離平方成反比的向心力之二質點的牛頓模型。」這個敘述即是一個「理論假說」。「位置」和「速度」是「特點」；「程度」則被宣稱為「非常接近」。科學家慣於說此理論假說為真，但其實所謂「理論假說為真」不過意謂著模型和真實系統間存在著特點上和程度上的極相似性。

吉爾瑞認為理論就是「理論模型」和「理論假說」的組合。這個組合在教科書上通常表達為一組述句，包括定義模型的科學定律和斷說模型和真實世界之相似性的理論假說。吉爾瑞想要強調模型在理論中的關鍵角色，因此他以如下圖來表示述句集、模型和真實世界的關係(1988: 83)：



但是必須注意的是，理論所包含的並不是單一模型，也不僅是一個模型家族，而是模型家族的家族（a family of model family）。舉例來說，線性加速系統是一個模型家族，而線性振盪系統、圓周運動系統分別都是模型家族，所有這些模型家族合起來才是古典力學所涵蓋的理論模型，因此是一「家族的家族」。吉爾瑞最終把理論定徵為兩項元素的組合：（1）一個模型的族群（a population of models）；（2）連結那些模型和真實世界系統的種種假說。

所謂模型家族，也意謂其成員彼此間是「家族相似」關係；進而各家族之間也是「家族相似」關係，所以理論不是一個完善定義的存目（well-defined entities），也就是沒有任何充分必要條件能定義出一個理論。如果說理論模型包含的是「模型家族的家族」，則顯然將會呈現一個等級結構（graded structure），它其實是科學家的認知結構造成的產物。吉爾瑞的論文〈科學理論的認知結構〉（“The Cognitive Structure of Scientific Theories,” 1994）中引用分類的原型理論（the prototype theory of categorization）（參看本章附錄）來模釋這個等級結構。

什麼是模型家族的等級結構呢？一個理論所包含的種種模型，並不是同等地處在科學家的心智中，而是呈現出「中心一周邊」的等級結構——有些模型會處在中心的位置，有些則出現於周邊。這是由於「原型性」和「家族相似」的效應，一種類將有部分成員居於類別間的中心地位——即認知主體將它們歸屬於該種類的頻率較高；而部分成員則居於周邊地位——認

知主體將它們歸屬該種類的頻率較低。這是人類類別認知的基本結構，科學家對研究對象的認知亦然。

考慮下列不同的單擺系統，如圖9-1（引自Giere, 1994: 285）的各種構形。在直觀上，我們將會贊同 (a) 和 (b) 是中心成員；而 (e) 和 (f) 則是周邊成員。

「中心—周邊」本身是一個空間性的隱喻，因此，中心成員和周邊成員在「心智空間」中的位置關係，會構成某種幾何型態，這個幾何型態是什麼？是呈現出一個直線性的排列序列嗎？還是另有其它特殊的位置型態？例如，呈現出一個幅射性（radial）的分散結構？進一步，人們又如何判斷 (a) 和 (b) 是中心成員，而 (e) 和 (f) 則是周邊成員？

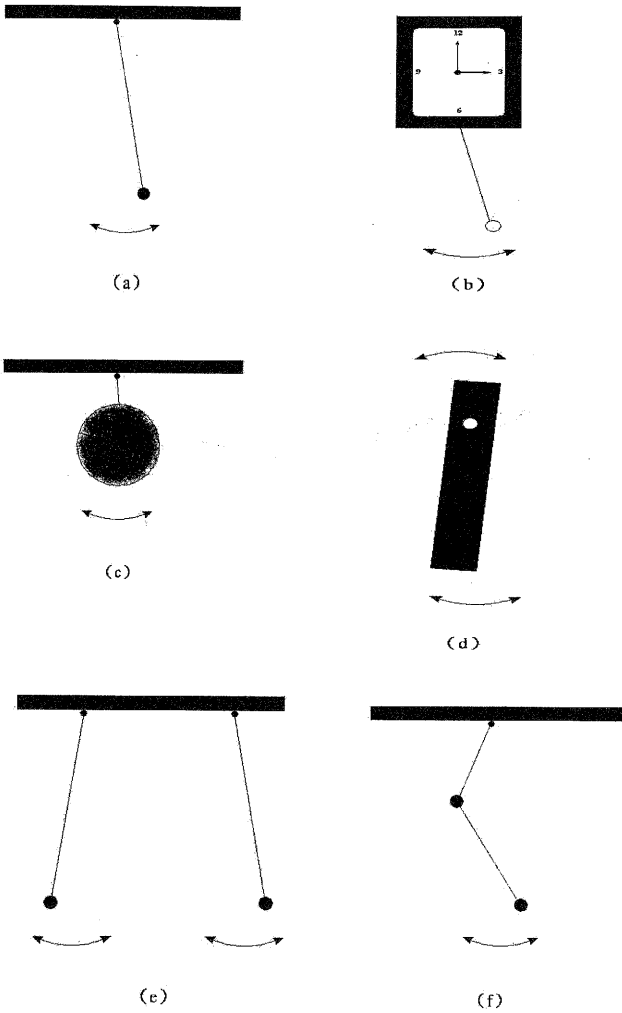


圖 9-1 (根據原圖重繪)

吉爾瑞引用語言學家萊卡夫 (George Lakoff, 1987: 74-76) 所提供的人類認知之輻射結構模型能提供解答，也就是一個範疇中擁有一個焦點模型 (focal model)，它刻劃了這範疇的中心特徵，而其它成員則各自相似於各種不同的特徵，形成一個輻射狀的結構；萊卡夫把這稱作「模型叢集」 (model cluster)；他認為這是等級結構的來源之一。所以，單擺模型家族也呈現一個輻射結構；而模型本身的複雜度提供我們判斷的指引。例如，帶有水平恢復力 (horizontal restoring force) (即擺錘重量引發在水平方向的分力) 的單擺模型是這個輻射結構的焦點模型 (見圖9-2，引自 Giere, 1994: 287)：

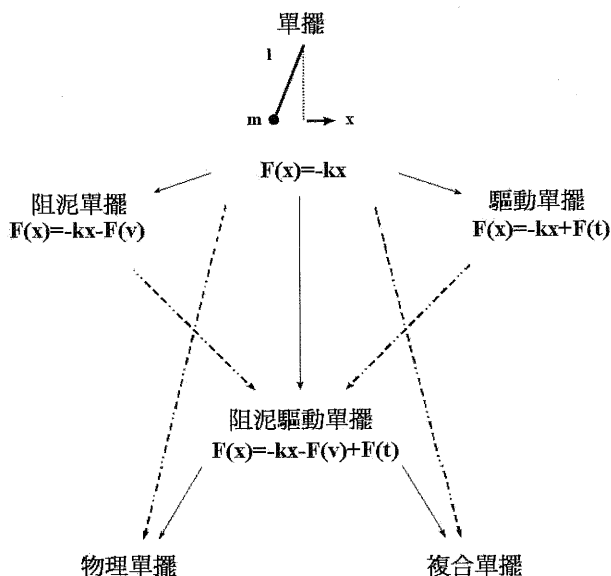


圖 9-2 (根據原圖重繪)：其中帶箭頭的實線和虛線，是筆者自行添加，以表明其輻射方向。

阻泥單擺 (damped pendulum) 和驅動單擺 (driven pendulum) 則需增加不同方向的力量；複合單擺 (coupled pendulum) (即圖9-1中的(f)) 是驅動單擺的一種，但其驅動力則來自另一單擺；物理單擺 (physical pendulum) 則能被分析為矩形單擺 (regular pendulum) (圖9-1中的(d))，吾人必須先計算其軸點的慣性動量，再決定一個等值單擺的長度。這些都是在原來的單擺系統上增加新的影響因素，讓其複雜度增加，進而讓模型本身居於周邊地位。

等級結構是原型理論的水平向度之研究；而原型理論的另一重要成果是垂直向度的類別階層和基本層次類別之揭露。也就是說，人類的分類系統會呈現出一個階層性，有幾個類別階層，而最容易被人類掌握的是基本層次類別，它是一個分類系統中認知上的起點，也是學習上的最初類別。這些類別通常是透過明顯感覺特徵而被加以區分。同樣地，力學模型也呈現了認知上的類別階層，吉爾瑞以如下圖9-3 (1994: 288) 來展示：

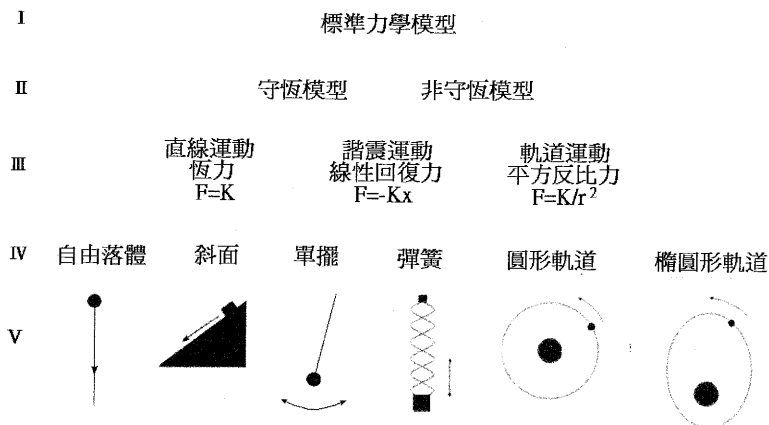


圖 9-3 (根據原圖重繪)

在圖9-3中的第四階層乃是力學模型的基本層次模型，第五層是對應的視覺模型。在這層次上的類別一般是先被學習的對象，吉爾瑞引用了認知心理學家的實驗來支持。這個實驗的內容是新手（剛學過古典力學的學生）和專家（教師）對教科書中選出的力學習題進行分類。這些力學習題分別描述了不同的力學系統，適用於不同的模型類別，對它們進行分類也意謂要使用什麼樣的理論模型來解決這些習題。結果新手傾向從問題的表面結構來分類（十分接近於圖9-3的第四層次）；而專家則傾向以物理原理（接近圖9-3的第三和二層次）來進行分類。也就是說，新手把最初學習到的類別當成基本架構，以便把個別的習題歸類到該架構內；專家則傾向使用較抽象、層次較高的層次來進行歸類。這正是因為基本層次類別是學習的最初對象。吉爾瑞因而結論說：要變成古典力學專家的部分條件是學會基本層次以上的抽象層次類別。

參、自然論與科學的「演化」

二十世紀的西方哲學界，流行把某個時代的新哲學風潮標誌為「某某轉向」。從十九世紀末到二十世紀之交的哲學潮流，被標誌為「語言的轉向」（the linguistic turn）；⁴ 從中世紀神哲學過渡到十七世紀近代哲學，則被回顧性地標誌為「知識論轉向」（the epistemological turn）。二十世紀末呢？有許多候選標籤——諸如「後現代轉向」、「認知轉向」（the cognitive turn）、

「社會轉向」、「實效論轉向」、「演化轉向」等等——「自然論」是其中之一，而且是有力的個。⁵

我們不知道未來的哲學史家，會以什麼樣的標籤來彰顯二十世紀末到二十一世紀的西方哲學風氣之改變，又是否真有某種整體性的變遷，也不是置身於邊陲的我們可以決定的。然而，值得注意的是，「轉向」一類的用語，很可能是出於孔恩的「典範轉移」（paradigmatic shift）之暗示。因為「轉向」所意謂的正是某種「作哲學的典範」之改變。事實上，也是在和科學哲學密切相關的領域，最熱衷於談論「新的轉向」。

就像大部分的「論（-ism）」總是有許多不同的意義一般，「自然論」也不例外。「自然論」並不是二十世紀的新興產物，在形上學和自然哲學、知識論、倫理學等傳統哲學領域都有一個源遠流長的歷史。1990年，美國哲學界重要期刊《哲學論評》（*Philosophical Review*）百年紀念專輯（第101期），以「自然論」為主題，其中包括科學哲學家基契爾的宏文〈自然論者回歸〉（“The Naturalists Return”）。為什麼是「回歸」呢？基契爾認為，近代哲學史從笛卡兒、萊布尼茲、洛克、休謨、康德、彌爾，傳承一個結合科學和哲學的傳統。卻在二十世紀初，由於邏輯實證論運動，使兩者走向截然分離的道路：哲學不再是知識體系的追求，而變成澄清概念或分析知識（科學理

倫理學領域中的「自然論」，也被同屬後設倫理學先驅的謨爾（G. E. Moore），以著名的「自然論謬誤」（naturalistic fallacy）所駁斥。所謂「自然論謬誤」是指：以代表事實的語詞（如「快樂」、「效益」等等）來定義「好」（good）這個價值語詞，這樣的定義方式犯了謬誤，故稱作「自然論謬誤」。

論)的邏輯結構之活動。這個觀點形成了二十世紀的「分析哲學傳統」，並主宰英語哲學世界。二十世紀末的自然論，正是對這個「哲學」觀點和小傳統的反動，試圖回到科學與哲學結為一體的近代哲學大傳統中。當然，笛卡兒、萊布尼茲到康德等人「作哲學」的觀點，是否能被標誌為「自然論」實在不無疑問，至少彌爾的哲學觀點和內容的確是道地的自然論傳統，在十九世紀後半盛極一時，卻被分析哲學之父弗列格嚴峻地駁斥而衰頹。英美哲學(包括知識論、倫理學、心靈哲學、語言哲學、科學哲學)的「自然論轉向」至少是在認知科學、語言學、資訊電腦科學、生物科技、演化論復興等新科學潮流的基礎上，「回歸」到彌爾所代表的自然論立場。本節並不試圖探討各哲學領域中的自然論轉向或回歸，我們的焦點只是科學哲學。

什麼是科學哲學中的「自然論」？吉爾瑞也倡議「科學哲學自然化」(philosophy of science naturalized)(回響1969年蒯因的〈知識論自然化〉[“Epistemology Naturalized”]一文)宣稱自然論尋求一個「科學之理論，在科學理論(scientific theory)意義上的『理論』。一個科學之理論大致上是以科學理論說明自然現象的方式來說明科學的現象本身。因此，我的觀點是科學做為文化事業的研究本身是一個科學。」(Giere, 1988: 1)簡言之，以作科學的精神、態度和方式，來作「科學之哲學」，同時也就是「科學之科學」，因為「自然論的哲學」本身，就是一種「科學」。科學哲學在二十世紀才成為一個專業的哲學次學科，因此，儘管彌爾對科學知識的「本性(自然)」(nature)表達了他的看法，他仍沒有一個完整的、現代意義

的科學哲學。那麼科學哲學中的自然論，其二十世紀的源頭何在？基契爾和吉爾瑞不約而同地抬出孔恩。⁶

孔恩常常被「指定」要為二十世紀下半葉新興的種種「論」或「主義」負責（至少有「歷史主義」[historicism]或「歷史學派」、「相對主義」、「社會建構論」、自然論等等）。這也是因為他在《科學革命的結構》一書中，使用多樣化的論證方式。《結構》在科學哲學引發的立即衝擊，是科學史（被認為是對科學發生過的「事實」或「經驗」之描述）做為科學哲學研究的必要材料、以及一組關於「科學發展和變遷」的新問題。緊跟著而來的歷史取向科哲，如圖爾敏、拉卡托斯、費耶阿本、夏佩爾、勞丹等人在使用科學史來進行科學發展和變遷歷程的研究上，也和自然論有交集。

例如拉卡托斯。他把自己針對「科學方法」所提出的「研究方案方法學」後設地（或自反地）應用到種種不同的「科學方法學」的觀點上，而提出一個「研究方案方法學」的「後設方法學理論」。如果說，研究方案方法論所揭開的，的確是真的「科學方法」，那麼，研究方案的後設方法論，就等於是把「科學方法」應用到「科學方法論」之上。

然而，八十年代後，自我認同為「自然論」的美國科學哲學家，為了凸顯自己的風格和特色，以便與先前的「歷史學派」（六、七十年代和孔恩同一輩的哲學家）區分出來，因而倡議「自然論」這標籤，並提出科學哲學「三個世代」（three generations）的觀點——即第一世代邏輯經驗論、第二世代是歷史學派、第三世代則是自然論。第三世代是第一和第二世代結合的子嗣。《採納自然論轉向：如何作真實的科學哲學》（*Taking the Naturalistic Turn, or How Real Philosophy of Science Is*

Done, 1993) 是一本作者與第三世代科哲家的對話集，可看成美國的第三世代自然論科哲家的集體宣言。⁷

當代科哲自然論傾向於應用既有的「科學理論」或「科學的模型」本身來處理科學，因此應用「認知科學」來處理科學理論的結構。至於在科學的歷史發展方面，達爾文的演化論提供了最好的模型。對於演化論觀念的應用，其實也從孔恩時就開始了。

一、孔恩論科學的演化

孔恩在《結構》一書的最後一章已經指出了科學的發展並不是朝向某個目標（如波柏的主張：不斷地逼近真理或真實；或者如邏輯實証論主張：局部事實或真理不斷地歸納累積）。他在這個洞見上看到了科學發展與生物演化的類比性：生物演化的重點在於考察「生物物種如何從其它物種演化而來，而不是它將會朝向什麼目標而演化」（as evolution from, rather than evolution towards）。後來在〈結構以來的路途〉（“The Road since Structure,” 1991）一文，孔恩又揭露了第二個不顯著的類比：必須考察許多橫跨科學學科的共時切面（synchronic slice across the sciences），而不是其中一種學科的歷時切面（diachronic slice）。也就是說，科學的發展乃是許多專業領域（specialties）的演化，而不是單一專業領域的長期演變。因為在科學革命之後，通常有比以前更多的專業領域出現。孔恩指出，這種演變一般有兩種模式：要不是新分枝從老的母幹中分裂出來，就像種種科學領域從過去的哲學和醫學中萌芽；就是

兩個既存的領域部分交疊成新的專業領域，如物理化學和分子生物學。當專業領域的分離獨立性越來越高時，它會逐漸地獲得自己的專業期刊、專業社群、新的大學席位、實驗室與學系。

結合演化論的思考與分類結構的觀念，孔恩對早期提出的常態科學與科學革命的二階段模型作了柔和的調整。在《結構》中這兩個階段可以簡化為單純地增加知識的發展，以及需要放棄從前的部分信念之發展。現在，它們應該表達成不需要局部分類變遷的發展（常態科學）與需要局部分類變遷的發展（科學革命）。那麼，革命就等於產生擁有新分類結構的新專業領域。如此一來，科學發展就會像一棵專業領域的演化樹般，常態階段是專業領域內部的發展，革命階段是新的專業領域之產生。我們可以說，孔恩在此嘗試描繪一個科學發展的「演化圖像」。

孔恩指出科學發展和生物演化有兩點類比：首先，專業領域的出現並不是類比於突變，而應該類比於「物種分化或物種形成」（speciation，又譯成「種化」）。也就是說，一個生物物種從老物種中分化出來。在生物演化中，新物種形成的問題很類似於科學專業領域出現的問題：除非出現很久之後，否則很難指認新物種、很難界定出現時間等等。第二個類比之處在於：生物物種的區分乃是生殖，不同物種之間無法任意交配繁殖下一代；就科學而言，不同科學專業領域的成員擁有不同的詞彙集，往往會阻礙彼此間的溝通（但並非不可溝通）。

這個科學發展的演化模型，是否會比早期的二階段（或三部曲模式）更好呢？這個簡單的類比可能會引發更多的問題：當孔恩以產生新詞彙結構的專業領域來刻劃科學革命時，其實

已經大幅地稀釋革命的意義了。我們很有理由懷疑，新專業領域的產生就是科學革命嗎？它的詞彙結構和演化出它的老專業領域之詞彙結構有局部不可共量的情形嗎？例如，分子生物學和分子化學可以標誌為「革命的」嗎？當然，孔恩的意思可能不是新專業領域的出現就意謂了科學革命；而是科學革命會帶來新專業領域的出現。若如此，科學革命和「新專業出現」的差別又在何處呢？「專業領域」是個既老又新的概念，說「老」是因為它是個日常慣用的語詞，說「新」是因為孔恩想把它引入一個新的演化模型內，隱隱然地以它來代替《結構》中的「典範」之角色。然而，「專業領域」能扛起「典範」原先的責任嗎？孔恩的新用法和我們一般的慣常用法又有什麼不同？它和理論的關係又如何？這些問題都有待我們持續探索。

二、吉爾瑞的科學之演化模型

前文已知在「理論結構」的議題上，吉爾瑞應用「模型」來發展了一個科學理論的認知結構。在「科學發展」的議題上，吉爾瑞則以為：「一個科學的理論，就像現代演化論一般，必須建立在能掌握科學發展的『深層結構』之模型上。」（Giere, 1988: 17）他也提議了科學發展與生物演化的類比，並進一步勾勒一個科學的「演化模型」。

吉爾瑞（1988）指出標準演化模型有三項成分：（1）變異（variations）：群體成員特徵的隨機變異（random variations）；（2）選擇（selection）：不同特徵的有機體相對於環境則有不同

的適應度；（3）傳遞（transmission）：特徵的遺傳。這個演化模型如何模釋科學的發展呢？

首先，演化理論應用到科學上是「科學理論和概念的演化」或者「科學家和科學社群的演化」？吉爾瑞主張後者，因為一個「自然化的關於科學的理論」應該是個「因果理論」，只有科學家才有因果力量——換言之，透過科學家的發展和選擇，理論和概念才得以生成、留存或改變。更精確地說是，抱持種種理論和概念的種種科學社群之演化：支持不同理論和概念的科學社群，在科學活動的環境中彼此競爭，設法擴大自己對環境的適應度，以便能在環境變動中生存下來。但正如生物演化理論，必須等到支持演化運作的基因遺傳理論誕生後才能更穩固；這樣一個科學的描述性模型要能成功，也必須考察它的運作機制。對吉爾瑞來說，科學演化存在兩種機制。一種是支持個別科學家的認知能力之生物和心理機制；另一種是運作在社會和制度環境上的社會機制。但後者比前者要複雜許多，所以他先處理前者。

科學的基本認知機制是建立在「表徵」（representation）和「判斷」（judgment）這一組架構上。所謂「表徵」即用來說明實在的科學理論或模型；所謂「判斷」則是選擇或接受一模型的判定（decision）或追求某一類型的模型之判定。因此，科學的演化就是在這一組認知機制上進行。科學的表徵相當於有機體的特徵。整個科學家群體中存在著種種不同的表徵，個別科學家的判斷運作在不同的表徵上，選出他們各自支持的表徵。抱持不同表徵的科學家，相對於整個科學大環境，也就有了不同的適應度。換言之，科學家的判斷，決定他們對環境的

適應度——他們所主張的理論，能不能繼續傳遞給新生代的科學家？他們形成的科學社群，能不能繼續延續下去？在競爭後活存的表徵，將會透過教學或學徒制而傳遞給下一世代；或者說，吸引下一世代的科學家投入這個科學社群之中。不過，這個科學演化模型可能會有問題的地方是：首先，在「變異」這個要點上，新物種的產生是隨機突變的；而新科學理論最初也是偶然地被發展出來解決某些難題。但是否能成功解決難題的科學理論就能活存下去呢？這並無法由內在的邏輯來決定，勢必得依賴於外在的環境——包括認知資源和物質資源。換言之，必須考慮提出理論的科學家對整個科學環境的適應能力。最後，在「傳遞」上，生物特徵的傳遞是透過天生的基因遺傳，而科學特徵的傳遞卻是透過後天的教育——這是科學和生物演化的類比最大的麻煩。當然，吉爾瑞勾勒的圖像仍只是雛形，一個完整的「演化模型」必須以科學史上的諸重要事件來充實其內容。

吉爾瑞有意將「演化」與「革命」對舉，也有意利用「演化」的生物隱喻來代替政治隱喻的「革命」。他以如下說法來比較孔恩的「革命」與他自己的「演化」：「在談論革命中，孔恩顯然利用政治類比，一個政治革命就是某一時期的政權改變……在訴求演化的觀念中，我有意召來一個生物類比。而這不只是在廣義的漸變上，也包含了選擇的意義——即在散漫變項中的進行選擇的機制。」（Giere, 1988: 275）因此，他結論：「科學並不是在一系列的『階段』（stages）中發展的。它也沒有顯示出拉卡托斯和勞丹所想的那種『合理的進步』（rational progress）。科學的成長是演化性的，個別的科學家與他們的

觀念，從一個顯出相當變異的群體中被選擇而留存下來。」
(Giere, 1999: 54)

或許因為科學的「演化模型」仍在胚胎期，所以吉爾瑞並沒有處理「不可共量性」在「演化模型」中可能的地位。基於反對「革命」這政治隱喻的理由，又因為「不可共量性」往往和「革命」聯結在一起，吉爾瑞反對理論和理論之間存在著「不可共量性」。特別是，他反對各種「意義的不可共量性」之詮釋（包括孔恩自己的）。他主張即使要配合「革命」的觀念，「標準的不可共量性」已足夠了。然而，吉爾瑞並未詳論他反對「意義的不可共量性」之理由，他甚至沒有考慮後期孔恩在「分類結構」上的發展。

以演化理論來作為科學發展的模型，是個有趣且討喜的提議。讓我們感興趣的是：孔恩和吉爾瑞在不同的思想背景下，提出了演化的類比。但是他們各自利用且強調演化論的不同面向，來支持不盡相同的立場。這意味著科學的「演化模型」還有相當大的發展空間；但是，以生物演化來類比科學發展可能也存在相當大的困難。例如，當訴諸於天擇演化論的模型時，生物演化的所有面向都能一一類比地對應到「科學演化」上嗎？生物演化的「天擇」（natural selection）機制，在「科學演化」中該如何詮釋呢？同樣也是純粹自然的「天擇」嗎？科學家對理論的判斷可能是有意識的有目的，天擇卻是無意識的；那麼，抱持某一科學理論的科學社群在競爭中留存下來，真的可以類比於毫無意識的「天擇」或純粹偶然的「突變」後之結果嗎？科學理論或科學社群生存競爭的社會環境，可以類比於生物生存競爭的大自然嗎？科學理論或科學社群的傳承，又

能完全恰當地類比於透過基因的生物遺傳嗎？這些都是科學的「演化類比」或「演化模型」的重大問題。

三、胡爾的演化自然論

第三世代的自然論科學哲學家，大多不認為科哲家「應該」為科學家建立或尋找什麼樣的方法學規範，好讓他們能遵守或者判斷他們的行為是否合理。一個徹底自然論的立場就是：完全根據科學家的實際選擇歷史和科學理論的變遷歷史，來考察所謂的「科學方法學」——在這種立場下所得到的「選擇方法」沒有什麼規範意味，科哲家也不要試圖去評價科學家的選擇是否正確合理。正如說明自然現象的科學理論，不可能嘗試要去「評價」自然現象「該怎麼行為」才正確合理（「目的論式」的說明在科學主流中並不受認同）；同樣地，一個自然論的科學哲學或科學之科學，也不能留戀於「評價」和「規範」的姿態，否則就根本不是「自然論」。正如科學理論為自然現象提供說明的模型一般，自然論的科學哲學，也是在對科學理論或概念的變遷現象，提供一個不具規範意味的說明。既然在生物學中，達爾文的演化論為生物物種的變遷和演化提供了一個整合的、卓越的說明模型，而且在乍看之下科學的變遷演化和生物的變遷演化有那麼多雷同之處，為何不乾脆把演化論模型借用到科學的變遷和演化之上？

孔恩之後，七、八十年代的歷史學派，大多以物理學或物理史為探討材料。或許是為了求新求變；或許是因為以物理為範例的科哲模型已呈露疲態，而生物學和生物學史仍然是尚

未開發的新領域；或許是挾帶基因工程的威力，使生物學成為二十一世紀的科學女皇。美國不少科學哲學家紛紛投入生物學哲學，或者改以生物學史為建構一般科哲理論的材料，這股趨勢促成了第三世代自然論的勃興——胡爾（David Hull, 1935-）便是其中的領導人物。如果說，勞丹是第二世代歷史學派中的「末段班」，胡爾則是第三世代自然論中的「前段班」。⁸

在《科學即歷程：對科學的社會和概念發展作一個演化說明》（*Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science*, 1988）這本近六百頁、令人嘆為觀止的鉅著中，胡爾不僅精心發展了一個說明「科學歷程」的模型：科學的社會和概念發展歷程是以天擇為動力，並呈現出一個演化樹的圖像（cladist picture），也描繪了生物分類系統學（systematics）和分類學家以及天擇演化論和演化生物學家交錯互動的一個世系（lineage）演化的科學歷史；不僅有過去理論的批判、概念的分析 and 架構的建立，也有微小如髮的大量歷史細節之追蹤。理論和材料、內容和形式巧妙地統一。這種論述策略和寫作風格的展現，除了基於他對科史和科哲的觀點與自然論的立場之外，也許還蘊涵了他對分析哲學傳統的反彈——他批判分析哲學傳統在作哲學時對「常識」、「想像範例」、「科幻虛構」的偏愛，在他看來，那太輕而易舉也太廉價了。

生物分類學在今日，似乎是個毫不起眼的領域。然而從亞里斯多德以降的漫長歷史中，它一直是生物學的核心、科學的女皇。在達爾文演化論誕生之前，生物分類最基層的「物種」（species），一向被認為是永恆不變的「自然種類」。科

學家慣以「相似性」（特徵、形態、解剖構造、功能各方面等等）來做為分類的標準：個體和個體因相似性而被分類為「物種」，物種和物種因相似性而被分類為「屬」（genus），如此等等。達爾文帶來了一個全新的、革命性的「物種」和分類的觀點：生物物種是由其他物種演化而來的，也會演化出更新的物種，會誕生和滅絕，就像生物個體一般有其時空受限的生命史。生物分類應該由沿著「祖先—子嗣」（ancestor-descent）的線索來進行，整個生物界不再被分類成階層性的種類系統，而是像一棵枝幹繁茂的演化樹，長出數百萬個世系分枝。這兩種不同的觀點，在歷史上形成「柏拉圖主義」對抗「達爾文主義」（Darwinism），在概念上則是「模式」（pattern）對抗「歷程」（process）、「始型」（archetype）對抗「祖先」（ancestor），在二十世紀則演變成「表現型論」（phenetics）對抗「演化分枝論」（cladism）。胡爾旗幟鮮明地站在「演化分枝論」的觀點上，並將之外推到科學和科學概念的變遷。也就是說，科學概念就像物種一樣，有其祖先、子嗣和世系，有其生命歷程。而且，科學概念發展的歷史，也要根據演化分枝論的模型來重建成一棵演化樹。

所謂的「表現型論」就是指以物種個體的特徵（表現型）相似性來進行分類，特徵相似的個體被分為同一物種，不同物種之間仍有相似性，再被分類為更高層的「屬」、「科」、「目」、「綱」、「門」、「界」等等。可是「演化分枝論」就是達爾文主義，主張生物分類應該要考察一物種的祖源。分類系統最後的結果是一棵生物演化樹。在「演化分枝分類系統」

中，「世系」（一系列的祖先物種—子嗣物種的傳承）是重要的概念。

如果科學概念是演化的，那麼，推動演化的機制或動力是什麼？正如推動生物物種演化的動力是「天擇（自然選擇）」，胡爾也試圖建立一個科學演化的「天擇理論」（不過，他都把「自然」一字略掉，只剩下「選擇」[selection]一字）。更恰當地說，他試圖建立一個共通於生物演化和科學演化的「天擇演化」模型。同樣地，他的天擇演化論版本，也是從幾個天擇演化論祖先所「遺傳」而來的。直系概念祖先是哈佛動物學家羅旺亭（Richard Lewontin）對天擇理論的三條基本原理之定義：「表現型的變異」（phenotypic variation）、「不同的適應度」（differential fitness）和「適應度是可遺傳的」（fitness is heritable）。然而，天擇究竟作用在哪種生物層次上？基因、器官、生物個體（organism）、群體（population）、物種？這是一個演化生物學中爭議不斷的問題。胡爾「複製」了牛津動物學家道金斯（Richard Dawkins）的「複製體」（replicator）概念，主張不管是哪種生物組織層次，只要做為「複製體」，就可以為天擇所作用。但是，只有「複製體」並不足夠，胡爾再從「複製體」概念「突變」出「互動體」（interactor）的概念——能和環境發生互動而造成變異的東西（生物個體即是典型的互動體）。就在三條基本原理和「複製體」和「互動體」的概念定義之下，胡爾提出他的天擇演化論版本（1988: 408-409）：

- (1) 複製體：在後繼的複製中，其結構大致保持不變的存有物。

- (2) 互動體：做為一個凝聚整體 (cohesive whole) 而與其環境互動的存有物，其互動方式造成 (causes) 複製上的差異。
- (3) 天擇：一種歷程，在此歷程中諸互動體不同的滅絕和繁殖程度，造成相關複製體的存續。
- (4) 世系：在不確定的時間中延續下來的存有物，要不是以相同的狀態，就是以做為複製結果的另種狀態而延續。

科學概念（包括「概念」、「模型」、「信念」、「定律」、「理論」等等）是「複製體」，科學家或科學家黨派 (clique) 或團隊 (team) 是「互動體」。科學家的「黨派」或「團隊」並不是孔恩式「科學社群」。亦即他們並不是一個「單一專業領域內、有共享信念的共同體」，而是許多不同專業的駁雜團體。科學概念這複製體從一個科學家 (互動體) 的腦袋中被「複製」到另一個科學家的腦袋中，許許多多不同的科學概念形成了科學家群體的「表現型的變異」，科學家和 (社會) 環境互動的結果 (彼此競爭、形成體制等等)，由於不同的適應度，有的滅絕、有的大量繁殖，適應度高的「科學概念」理所當然地延續下來，並形成一個一個的世系，就像一棵演化分枝樹一般。這就是科學的「天擇歷程」。在發展了科學歷程的天擇演化模型之後，胡爾也以它來檢討批判其他科哲理論。我們可以說，胡爾以同一個模型貫穿了科學史、科學知識論、科學方法學到後設方法學。

科學哲學的自然論與演化模型仍然在發展之中，有更多更多的課題等著未來哲學家的解決與開發。基於篇幅，我們的討論到此為止。更新的發展，就有待讀者自行前去探索。

附錄、分類的原型理論

心理學家認為對分類的研究，從亞里斯多德以來一直受傳統觀點主宰。分類的傳統觀點主張「類別劃分」是對事物的進行客觀的區分，和人類主體的心智能力無關；類別是一個事物的集合，它用一組共同性質或某一本質來定義，集合內的每個成員都分享該組性質或該本質。這組共同性質或本質也往往被表達成「充分必要條件」。維根斯坦在1953年對傳統觀點中共同性質的質疑，結合認知心理學的成长，開啟了對「分類」的嶄新進路和研究——其成果就是分類的原型理論。維根斯坦問：「共通於所有遊戲的是什麼？……你將不會看到共通於所有遊戲的東西。」（Wittgenstein, 1953, § 66）萊卡夫稱此為「傳統理論中的第一個主要破綻」。

1970年代間，認知心理學家羅施（Eleanor H. Rosch）和她的同事們正式提出了分類的原型理論，系統性地綜合且整合了許多心理學家、人類學家、語言學家先驅性的研究成果，正式將類別和概念的認知研究推入科學的舞台，已形成具備前瞻性和豐富性的新學說，不斷有許多後繼研究被推出。羅施在多篇研究論文（Rosch, 1973, 1975, 1976, 1978）中，進行了一系列有關「原型」、「原型度」（prototypicality）、「家族相似」（family resemblance）、「基本層次類別」（basic-level categories）等原型理論的核心概念之說明、操作定義和實驗，並將完整理論總結成〈分類的原理〉（“Principles of Categorization”）這篇論文。

分類的原型理論主張類別和分類有下列基本特性：（1）認知性：類別是人類認知能力的產品；（2）原型性：類別有其內在結構，部分成員易於被認知為較典型的成員；（3）等級結構：類別的成員並不是均等地相似或相異於原型成員，而是呈現出一種中心到周邊的等級性；（4）家族相似性：所有類別成員並不共享一組共同的諸特徵；（5）模糊邊界（vague borderline）：類別與類別之間的界限總是有邊界成員的存在。（6）類別三層階層性：人類對事物的分類將形成一個類別階層系統，主要有三個層次：上位類別（superordinate categories）—基本層次（basic-level categories）—下位類別（subordinate categories）；（7）基本層次類別對世界做了最清楚截然的劃分。

原型理論大致可由「水平向度」（horizontal dimension）和「垂直向度」（vertical dimension）來說明。「水平向度」涉及一個類別的內在結構，而「垂直向度」則涉及分類系統的階層性與階層之間的關係。

首先，就水平向度而言，類別並不是由無關於主體能力的客觀事物，透過充分必要條件的判準而形成的單純集合；類別和人類主體相關，「分類」就是人類的基本認知能力。分類的產品是類別，有其獨特的內在結構：它有部分成員總是會被人類主體認知為該類別的較好範例（better example）或典型（exemplar）——它們被稱作「原型」，其它成員則可能接近原型（和原型共享較多的特徵，擁有較大的「原型度」）或者更偏離原型（共享較少的特徵）；譬如，人們通常會把「椅子」、「桌子」看成典型地屬於「傢俱」，而「酒櫃」、「吧

台」等則屬於較偏遠的傢俱（認同它們為傢俱典型的人較少或者反應較遲疑）；因此類別的內部並不是傳統觀點定義下的均勻齊一，也不是其它成員均勻地相似於原型成員，而是呈現中心一周邊的等級性。再者，不少人對是否「收音機」屬於傢俱會感到更猶豫，這顯示了模糊邊界的特性（收音機屬於傢俱和非傢俱的邊界情況）。此外，類別內的A成員和B成員之間共同擁有的特徵不完全相同於C成員和D成員之間共有的特徵，也就是類別內的成員彼此間只能是「家族相似」的，正如「桌子」和「椅子」一般共享較多的傢俱屬性，「收音機」和「椅子」則分享較少的傢俱特徵，而「收音機」和「花瓶」之間甚至可能完全沒有共同的傢俱特徵；「椅子」、「沙發」、「桌子」、「鋼琴」等等均屬於傢俱的成員，卻無法找到所有成員均共享的特徵，我們只能以「家族相似」來形容它們之隸屬於同一個類別內。

就「垂直向度」而言，人類對事物的分類總是形成一個類別系統，是一種階層體系（hierarchy），擁有一個三層次的基本結構：即上位類別、基本層次類別和下位類別。許多不同的下位類別合組成一個基本層次類別；而許多不同的基本層次類別又合組成一個上位類別。好比「書桌」、「餐桌」、「電腦桌」等等下位類別合組成「桌子」這個基本層次類別；「搖椅」、「躺椅」、「旋轉椅」等等合組成「椅子」；「桌子」、「椅子」、「櫥櫃」等等基本層次類別又合組成「傢俱」這個上位類別。這個例子是羅施原來例子的中譯，為了配合中文文化而作小幅度的更動，由這兒可以看到這個「上位—基本層次—下位」的階層結構乃是一個浮動的結構——譬如，

「米飯」(rice)在東方文化中可能是上位類別，其下包括了「乾飯」、「粥」、「糯米」、「炒飯」等等。而在西方卻可能位於基本層次上，和其它的「麵包」(bread)、「牛排」(beefsteak)、「熱狗」(hot dog)是同層次的類別。

羅施的研究顯示基本層次類別是世界的「切斷點」(cut)，傳統上所言之「自然類」在一個類別階層中通常位於基本層次上。⁹ 因為基本層次類別對世界做了最截然的分割，所以往往被認為「鏡映」(mirror)了世界本身的相關結構。

分類的原型理論並不只是一個思辨的哲學理論，而是一個心理科學的理論，但它如何有其科學性呢？換言之，它如何能被操作和實驗呢？如何得到經驗證據的印證呢？羅施等人的最大貢獻就是發展一套可以操作、測量和實驗的理論概念，來使維根斯坦的哲學洞見，成為一個可測量和操作的科學理論。這兒無法詳細分析整個理論的操作。讓我們作一些簡單的介紹。首先，一個類別的「原型結構」如何測量？羅施建立了「提示有效度」(cue validity)這個變量來加以檢驗和測量，它也讓「原型度」和「家族相似」成為可操作的概念。所謂「提示有效度」是：

……一個機率的概念；給定一個提示 x 做為一已知類別 y 的預報項 (predictor)，則 x 的有效度隨著提示 x 聯想到類別 y 的頻率 (' x/y ' 的條件機率) 之增加而增加，以及隨著提示 x 聯想到非 y 的類別之頻率的增加而減少。(Rosch, 1978: 30)

其中的提示 x 可以是具體的成員或者是抽象的屬性。那麼家族相似關係的原理可以透過提示有效度而加以定義：若一類別內的各成員有各種不同的聯想頻率；或者不同屬性有各種不同的分佈程度（比較多成員擁有該屬性或者比較少的成員擁有該屬性），亦即它們在實驗上產生不同的提示有效度時，也就意謂了這個類別的成員間是家族相似的。而「原型度」也就是類別成員所具備的提示有效度之程度——提示有效度越大，原型度越大。提示有效度因而成了檢驗原型理論的可控制和可操作變項。

提示有效度除了用在檢驗類別的內在結構外，也可以用來測量同層次的類別和類別之間的差異程度。這時我們必須運用「整個類別的提示有效度」，又稱「總和提示有效度」（total cue validity）（Rosch, 1978: 30-31），它可以定義為「類別內的每個屬性對該類別之提示有效度之總和」。如此，一個類別有越高的提示有效度表示它和其它類別有更大的差異性。此外，羅施再引用「類別相似度」（category resemblance）來測量一個類別內部的成員間之相似程度，它可以定義為「所有共同特徵的量測之權重和（weighted sum）減去所有不同特徵的量測之權重和」（1978: 31）。而基本層次類別會同時將「總和提示有效度」和「類別相似度」予以最大化——它和同層次的其它類別有最大的差異度，內在成員間則有最大的相似度。上位類別在提示有效度和類別相似度上皆低於基本類別；下位類別則在總和提示有效度上也低於基本類別，因為它們和對立類別分享了最多的屬性；並且因而類別內部的成員相似度也較低（因為它

們的共同特徵雖然更多，但跨類別的不同特徵也更多）——換言之，它們彼此間的界限最模糊。

現在，這個原型理論如何應用到科學分類上？成為科學哲學的一個認知心理學的理论資源？吉爾瑞已經作了很多示範。不過，我們要指出原型理論不能原封不動地應用到科學分類上，為什麼？

首先，基本層次類別的認知明顯和文化相關。我們在解釋羅施的觀點時，是以中文為例子，將它們和羅施原來的例子作比較，可以揭示所謂「上位—基本層次—下位」的階層結構乃是一個浮動的結構——換言之，什麼類別在上位層次、什麼類別在基本層次或下位層次並不是放諸四海皆準的固定階層，而是會隨人們先行決定「基本層次類別」再決定其上位類別和下位類別，文化在決定什麼是基本層次類別上扮演著關鍵角色。換言之，不同的文化對什麼類別位在基本層次，可能會有不同的認知。進一步在類別的內在結構上，我們也會發現「原型的範例」和文化相關，亦即對相近的類別而言，什麼樣的例子是該類別的原型成員，不同的文化也可能會有不同的挑選。

再者，原型理論主要在闡述常民的分類（folk taxonomy），常民分類和科學分類往往有相當不同的階層。學習少量科學或完全外行的常民可能在科學探討的主題上不自覺地形成和科學理論相當不同的分類階層和基本層次。至於創作或精通科學理論的不同科學家，則可能各有不同的「基本層次」認知，科學家也可能對分類的每一階層總是要求達到「截然分明」的程度。不管科學家的目標是否可行，在考慮單個科學家的科學理論時，「基本層次」變成一個不具重要性（significance）的概

念，因為「基本層次」是一種「群體的分類認知」的衡量（也就是說，在一個群體中，其成員一般認知為最清楚截然分類的那一層次就是基本層次，這是一種認知上常態的、實際的現象），而歷史上科學家往往有自己的一套分類，也總是企圖去做出一個最清楚截然的分類系統，所以對他們而言，可能每個層次都是「基本層次」。

儘管如此，分類的原型理論所揭櫫的是人類普遍的分類認知能力，科學家也是人，雖然他的分類能力可能比常民更敏銳，但並沒有根本性的不同。他所劃分的種類同樣也會產生家族相似和模糊邊界的特徵——儘管他可能以為自己的分類是截然分明、毫不模糊的。我們認為，問題的根源不僅在於人類的一般分類認知能力，也在於世界的結構本身。

原型理論將「分類」從做為客觀世界的事物類別之分割轉化成人類的心智認知能力，「類別」從而也被認為是心智的產品。這可能會引起某種錯覺：以為我們心智的分類能力所劃分的類別擁有原型理論所揭露的結構，但世界本身也有它自己的類別（或許正是傳統觀點理解下的那種類別或者擁有不為人知的結構）。換言之，我們有一種「心智類別」（categories of mind）和一種「世界類別」（categories of world），¹⁰ 前者由認知心理學來揭示，後者則由自然科學來發現。然而這是一種錯覺或錯解。因為，不同的認知主體和社會文化體將可能產生不同的看待世界的類別階層系統，但沒有一個類別階層會是「世界自身（world in itself）的類別階層體系」。總之，類別的內在結構既是心智的認知結構也是世界的結構；而類別階層系統的建立更進一步關涉了心智的種種能力，但它們也是描述世界的

階層體系，我們可以有多元的世界類別系統。這個立場容許並存著許多不同分類系統的科學理論。

理由如下。心智能力對分類的影響在垂直和水平向度中有些不同。在水平向度上，我們的心智能力並不扮演類別的內在結構之決定角色；所謂的分類做為人類的心智能力，只不過意謂人類能認知世界的事物有其差異和相似，若不是事物的特徵給我們的感覺刺激本身具有等級性，類別也無法呈現出等級結構。換言之，讓類別呈現出等級結構的並不單單是我們的能力特性，還有世界的事物本身的特性。在垂直向度上，我們的心智對類別系統的建立有更重大的影響，但也不是完全由心智主宰。羅施已討論，決定基本層次類別涉及了更多分類外的心智能力，如蓋式塔知覺（Gestalt perception）、心智意象（mental imagery）、記憶力（memory）等心智功能，此外，原動性活動（motor activity）、社會和文化因素也扮演重要角色；再如共同屬性（common attributes）、形狀上的相似性（similarity in shapes）、平均形態的可指認性（identifiability of averaged shapes）這些強調事物一面的因素，都會影響基本類別的認知，從而建立起一個類別的階層體系。

所謂的「原動性活動」或「原動性運動」（motor movement）乃是指我們對象屬性（用來決定分類）的知覺，總是和人類與物件互動（interaction）以及人類對物件的使用（賦予物件的功用）等不可分離。好比，我們可以說「椅子」的基本屬性是「可坐性」，這「可坐性」本身就是人類對椅子的使用，而在執行「坐下」的行動中，身體的屈身、肌肉運動、內心感受整個系列活動都和椅子的諸屬性——椅腳、椅座、椅背不可分

離。很多心理學家均已指出人類和世界的原動性互動促成了思想的發展。「形狀相似性」指的是對象外形輪廓上的相似，它可以用將兩個輪廓（主要是大小和方向）並置後，輪廓的重疊量來衡量；而「平均形態的可指認性」是說在基本類別層次，其成員的平均形狀能和其它類別明顯區分，讓它可以輕易被指認出來。

從上述的討論可以看到，分類原型理論應用到科學上，主要在於「原型或範例」、「等級結構」、「家族相似」、「分類階層」（相當於分類樹）和「模糊邊界」這些概念上，它們共同說明了模型種類的內在結構和分類系統的整體特徵。晚近對於原型理論的分類判準有進一步的發展，例如「框架理論」（frame theory），也有進一步的應用。中文討論可參看陳瑞麟、薛甯中（2009）。

原典閱讀

Giere, Ronald N. (1985), "Philosophy of Science Naturalized," *Philosophy of Science*, 52(3): 331-356.

——(1988), *Explaining Science*. Chicago: The University of Chicago Press.

Hull, David L. (1988), *Science as Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science*. Chicago: The University of Chicago Press.

參考文獻

- 陳瑞麟 (2004) , 《科學理論版本的結構與發展》。台北：台大出版中心。
- 陳瑞麟、薛甯中 (2009) , 〈概念變遷：斷裂或連續？〉, 收於陳瑞麟主編, 《分析的技藝：林正弘教授七十祝壽論文集》。台北：學富。
- 戴東源 (2003) , 〈回顧被遺忘了的維也納學圈——重新發現紐拉特〉, 《當代》第186期, 頁10-31。
- Brown, James Robert (ed.) (1984), *Scientific Rationality: The Sociological Turn*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.
- Burge, Tyler (1992) "Philosophy of Language and Mind: 1950-1990," *Philosophical Review*, Vol. 101, No.1: 3-51.
- Callebaut, Werner (ed.) (1993), *Taking Naturalistic Turn: or How Real Philosophy of Science Is Done*. Chicago: University of Chicago Press.
- Fu, Daiwie (傅大為) (2008), "Hacking on Kuhn and Foucault," *Taiwanese Journal for Studies of Science, Technology and Medicine*, 7: 203-214.
- Giere, Ronald N. (ed.) (1992), *Cognitive Model of Science*. Minneapolis: University of Minnesota Press,
- (1994), "The Cognitive Structure of Scientific Theories," *Philosophy of Science* 61: 276-296.
- (1999), *Science without Laws*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Hacking, Ian (2008), Comments and Replies, *Taiwanese Journal for Studies of Science, Technology and Medicine* (《科技、醫療與社會》), 7: 265-294.

- Kuhn, Thomas (1962), *The Structure of Scientific Revolution* (SSR). Chicago: The University of Chicago Press. 2nd ed. is published in 1970.
- (1991), “The Road Since Structure,” in *PSA 1990, Proceedings of the 1982 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* (Philosophy of Science Association), pp.3-13.
- Lakoff, George (1987), *Women, Fire, and Dangerous Things*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Mi, Michael C.-K. & Chen, Ruey-Lin (eds.), *Naturalizing Epistemology and Philosophy of Science*. Amsterdam, Netherlands: Rodopi Press. Philosophical Studies Series, Vol. 7, edited by Francisco M. Quesada & Ernest Sosa.
- Nersessian, Nancy (1989), “Conceptual Change in Science and In Science Education,” *Synthese* 80: 163-183.
- Quine, W.V.O. (1969), “Epistemology Naturalized,” in *Ontological Relativity and Other Essays*, New York: Columbia University Press.
- Rosch, Eleanor H. (1973), “Natural Categories,” *Cognitive Psychology* 4: 328-350.
- (1978), “Principle of Categorization,” in Rosch, E. & Lloyd, B. (eds.) *Cognition and Categorization*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, pp. 27-48.
- Rosch, Eleanor H. & Mervis, Carolyn. B. (1975), “Family Resemblances: Studies in the Internal Structure of Categories,” *Cognitive Psychology* 7: 573-605.
- Rosch, Eleanor H. et. al. (1976), “Basic Objects in Natural Categories,” *Cognitive Psychology* 8: 382-439.
- Rorty, Richard (ed.) (1970), *The Linguistic Turn: Recent essays in philosophical method*. Chicago: University of Chicago Press.

Thagard, Paul (1990), "The Conceptual Structure of the Chemical Revolution," *Philosophy of Science* 57: 183-209.

——(1992), *Conceptual Revolutions*. Princeton: Princeton University Press.

Wittgenstein, Ludwig (1953), *Philosophical Investigations*. Oxford: Basil Blackwell.

註解（註解段末所置頁數，為註解出處的本文頁數）

1. 孔恩說：「需要防衛真理與知識的觀念以抵抗，例如像強方案一類衝過頭的後現代運動。」（Kuhn, 1991: 3-4）哈金來台灣時，傅大為（2008）提出這個問題：為什麼孔恩會反對強方案這類社會建構論？因為孔恩自己的科學哲學，通常被視為社會建構論的一個源頭（又稱為 SS 的創建之父）。哈金（2008）在答覆時，給了一個有趣的心理學分析，但傅大為則有所保留。見《科技、醫療與社會》（STM）第七期。（頁327）
2. 吉爾瑞曾於2006年應筆者之邀到台灣參與「國際自然化的知識論與科學哲學會議暨工作坊」（東吳大學哲學系舉辦），此會議與工作坊的成果，產生了一本國際出版社出版的論文集：Michael C.-K. Mi & Ruey-Lin Chen (eds.), *Naturalizing Epistemology and Philosophy of Science*.（頁328）
3. 例如一般簡諧運動公式是： $f(t) = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$ ；其中 \sin , \cos 意指三角函數。單擺的公式則變形為 $m(d^2x/dt^2) = -(mg/l)x$ ， mg 是擺錘重量， l 是擺長。受摩擦力的單擺是阻尼振盪的一種形式，其公式則為 $m(d^2x/dt^2) = -(mg/l)x + bv$ ， bv 是摩擦力。（頁329）
4. 理查·羅蒂（Richard Rorty）在1970年編輯《語言的轉向》（*The Linguistic Turn*）一書，可說是二十世紀語言轉向的代表論文集之一。（頁336）
5. 除了「後現代轉向」之外，其它的標籤多和英美世界的哲學或科學哲學領域有關係。如「認知轉向」標誌了當代英美哲學的重心從語言轉向心靈和認知的傾向，代表性文獻為 Tyler Burge, "Philosophy of Language and Mind: 1950-1990"。科學哲學領域有 Giere 主編的 *Cognitive Model of Science*；「社會轉向」則意謂了一些英美哲學家開始將語言和知識分析放到社會的脈絡中，並進行社會結構的分析，如瑟爾（John Searle）和郭德曼（Alvin Goldman），

此外社會學的分析也侵入科哲領域中，導致八、九十年代「社會建構論」大放異彩，代表性的圖書為 James R. Brown (ed.) (1984), *Scientific Rationality: The Sociological Turn*。「實效論轉向」則是晚近對美國新實效論者如奎因、戴維森 (Donald Davidson)、羅蒂、布蘭頓 (Robert Brandom)、麥克道爾 (John McDowell) 等人哲學的強調和重視，實效論的立場和自然論有一些重疊之處。「演化轉向」則和近來科哲領域中生物學哲學的興盛與達爾文的演化論再度受到強調和重視有關，許多科哲家紛紛標榜「演化的知識論」 (evolutionary epistemology)。然而，根據吉爾瑞 (1985)，演化知識論雖然很像自然論的一種，但並非所有演化知識論者都是自然論者，也有些自然論者並不支持演化知識論。(頁337)

6. 其實，我們注意到即使在邏輯經驗論者之中，也有了紐拉特 (Otto Neurath) 這樣的自然化傾向的思想家。見戴東源 (2003)。(頁339)
7. 這本對話集是作者 Werner Callebaut 和二十四位「自然論」的科學研究學者對話的成果。但其中包含了一兩位常被列為第二世代歷史學派的科哲家，如 Donald T. Campbell 和 Dudley Shapere。此外還有兩位生物科學家 Richard Levins 和 Richard C. Lewontin；幾位科學心理學家和科學社會學家如 Bruno Latour 和 Karin D. Knorr-Cetina。扣除這些人，英美世界中第三世代認同自然論的著名科哲家約有十五、六位。當然這絕不是全部，像自我標榜為「規範自然論」的勞丹，就不在本書的對話行列中。(頁340)
8. 事實上，胡爾 (生於1935年) 的年紀比勞丹 (生於1941年) 稍大。第二世代的孔恩、拉卡托斯、圖爾敏三人都生於1922年，費耶阿本生於1924年，夏佩爾生於1928年；《採取自然主義轉向》中的第三世代大多出生於1940年到1950年之間。(頁347)
9. 當然，我們在這兒所舉的「桌子」、「椅子」並不是自然類，而是人造種類 (artificial categories)；像「麻雀」、「水」、「榕樹」、「老虎」等等則是自然類。認知心理學家發現民間的自然類，很多種類和林奈氏 (Linnaeus) 的動植物分類系統中的「屬」層次相吻合，但並不必然如此。譬如，有些科學實在論的哲學家可能會把自然類詞等同於科學類詞，自然科學所揭露的代表某一事物的名詞都是「自然類詞」。事實上，「自然類詞」本身是一個相當含混的語詞類別。(頁354)
10. 萊卡夫 (1987) 對柏林 (Brent Berlin) 的討論中便提到了「心智類別配合世界類別」這樣的說法。當然他是在論述柏林對澤塔語 (Tzeltal) 動植物分類研究的脈絡中，指常民分類在基本層次和科學分類 (林奈氏的分類系統中的「屬」層次) 往往一致。其實這應該是指不同的分類階層系統。而不是「心

智類別」和「世界類別」之區分。在常民和科學家的分類系統中，類別均既是心智類別又是世界類別。（頁357）

島嶼上的科哲 戰後台灣科學哲學發展的回顧與前瞻

壹、導言

自殷海光於1951年首度將邏輯實證論介紹到台灣以來，台灣科哲的發展已有五十年以上的歷史。其間歐美科哲大傳統經歷了兩度研究方向、進路和氣候的轉折、增生和鉅變，包括六、七十年代間歷史進路的崛起與擴張，以及九十年代起多種進路、觀點、理論的多元開展、相互競爭、眾聲喧嘩！¹台灣的科哲研究，則從五十年代到六十年代的邏輯實證論，經歷六十年代末到七十年代的空窗期，在八十年代中葉後開始引入孔恩和歷史學派的科哲，於九十年代與國際科哲同步並進。但是，這個整個發展過程，並不是始終隨附歐美哲學潮流的驥尾

而波動。台灣的部分科哲研究者，從殷海光算起，就立足在吸收歐美成果的基礎上，加以改造、引伸、發揮，並嘗試建構自己的理論版本（theory version）。²

歐美科哲家在六十年代後所建構的種種科學發展模式的理論，如孔恩的典範理論、拉卡托斯的研究方案方法論、勞丹的研究傳統或網狀模型，都有「自反地應用」到國際科哲本身歷史發展的能耐。甚至台灣本土研究者傅大為所建構的「問題領域與科學方案的競爭與佈局模式」（見後文討論傅大為部分）也有此潛力。因為我們可以輕易地談起國際科哲從邏輯典範到歷史典範的變遷、邏輯分析的研究方案與歷史重建的研究方案之競爭與合理重建、歷史分析研究傳統對邏輯分析研究傳統的進步、科哲方案的競爭與佈局策略之揭示等等。但是，我們卻很難把上述模式套用到台灣科哲的發展演變之上。因為，台灣的科哲研究，囿於台灣的獨特文化與政治環境，一直是「向西方取經以為己用」，從而單打獨鬥。

台灣的專業科哲研究人數極少，頂多十來人，想建立一個社群都嫌太少，更何況這十來人的數目是五十年來的總數！一來，台灣的科哲研究無法演化出不同的學派，也談不上什麼研究方案或勞丹式的研究傳統之建立，研究者之間合作推廣科哲是生存的必要策略，幾乎很少有什麼內部競爭的存在。³二來，由於台灣社會政治經濟條件的轉變，科學在台灣已然生根，甚至有變成另一種「新興霸權」（技術官僚的崛起、科學教育的提倡、科學權威的展現等等），理解科學的科哲，再也不像五、六十年代時受到「傳統派」的激烈抗拒，換言之，科哲也沒有什麼鮮明的外部競爭對手。三來，做為台灣科哲源頭的國

際科哲本身也有所轉型，不再是科學的盟友或推廣者，反而轉型成科學的反省與批判者。在這種情況下，如何對台灣科哲的發展與演變作一個「有秩序」、「模式性」的考察與理解？筆者認為有兩條可行的進路：一是社會學和「外在史」的進路，即考察台灣的政治、文化、社會和學術（特別是哲學）背景之變動，對科哲研究的形塑與影響；另一是借用筆者所建構的「內在史」式的「理論版本」模式。當然，這兩條進路都免不了國際科哲研究這個大傳統的深遠背景與資源。在此，基於筆者個人的興趣、背景和材料，我們當然是走第二條進路。

一個「理論版本」模式的科哲發展研究，主要在於將本土研究者對科哲的基本論點重建成一個具有個人風格且融貫的「理論版本」，有繼承、因循或借用國際科哲的大理論之處，有因應環境和局勢而調整論證，也有理念批判和概念重組的努力，並呈現研究者的思考特色，使得其「版本」不同於國際科哲的大理論。在「理論版本」的重建之下，我們可進一步看出哪些問題、觀念和理論是台灣科哲研究者的關懷重心？他們又如何能在國際科哲大理論的影響下建構自己的理論版本？在台灣這個區域／本土環境（local circumstance）的歷史進程中，不同的理論版本如何發展演變？其發展演變的「軌跡」又是什麼模樣？能否集體地顯現出台灣科哲研究的獨特性？

除了「理論版本」模式的縱向的、獨特的歷史軌跡之揭露與回顧外，為了達到本文的「前瞻」目的，我們必須再考察橫向的議題廣度，也就是說，只有在與當代國際（至少是英美）科哲研究的議題廣度比較之下，我們才能看出台灣的科哲研究，還有哪些欠缺與不足？有待當前和未來的研究者努力補

足。當然，台灣本土的特殊性是否已被科哲研究者充分開發了？也是一個亟待檢討的地方。

貳、台灣科哲研究的編史學描述

科學哲學在二十世紀形成一個專業學科，再加上十九世紀末的源頭（即馬赫、龐卡黑、杜恩等「三合一」的科學／科史／科哲家），其歷史已逾百年。由於科學在現代社會中扮演的角色越形吃重，它常常被視為「知識」的典範，甚至唯一具「知識」資格的人類活動，使得各種哲學學門、甚至各種學術學門，都必須面對「科學」進行反省。也因此，對科學的哲學反省——科學哲學——與其它學門有了大幅交集，尤其是哲學上的知識論、心靈哲學、語言哲學、歷史學中的科學史學、社會學中的科學社會學；以及融合哲學、歷史、社會學、教育等的「科技與社會研究」（STS）這個新興領域。也就是說，這些不同學門的專業研究者，往往也會在他們的專業研究中涉及科學哲學。台灣的研究者亦然。

對台灣的科哲研究有所貢獻的研究者，大致可分成四大類型⁴：即專業的科學哲學研究者、非科哲專業的哲學研究者、科學史與科學社會學（或科技研究）學者、自然科學家。考量到份量與專業的發展與傳承而言，本文將以科哲專業研究者的著作作為討論主軸。然而，我們也不能忽視其他非專業者的研究。譬如在一般性的哲學學者方面，有方萬全、李瑞全、洪裕宏、彭孟堯、徐佐銘、吳秀瑾、黃懿梅等學者，都發表過相關於科

哲的論文。⁵ 在科史與科學社會學方面，則有徐光台、林崇熙、朱元鴻和雷祥麟，發表具有科哲意味的科史論文。⁶ 自然科學家部分，則有李國偉、高涌泉和張復，在他們的科學專業上，也為文討論不少科哲議題。⁷ 就時間上看，這些著作絕大多數出現在九十年代之後。

上述學者的作品豐富了台灣科哲的多元面貌。然而，他們對科哲議題的探討主要從自己的專業出發，大抵是點狀的呈現，並不能集體構成一個系統和傳承。既然我們的目標在於看出科哲在台灣學術史上的演變發展，我們就不得不將主力集中在科哲專業的成果上。

科學哲學專業研究者是台灣科哲研究的主力——他們都在大學任教，都屬於學院型的學者。然而，全台灣的哲學學者數量不多（約有二百位），以科學哲學為專業者更加稀少。所謂「科學哲學專業研究者」的標準有下列四項：（a）博士論文以科哲為主題；（b）在拿到博士學位之後，持續有科哲領域的論文發表；（c）其在台灣哲學社群的公共形象至少一度曾是科哲學者；（d）哲學專業的自我認同或自我標榜也有「科學哲學」此一項目者。滿足此四項標準者，才被我們列入「科學哲學的專業研究者」。因此，有些學者雖然出版了以「科學哲學」為標題的論著，並發表了許多相關或涉及科學哲學的論文，但其博士論文並不是科學哲學，更重要的是，他們的公眾認知和專業認同並不屬於科學哲學。因此，我們不把這類學者算作是「專業科哲研究者」。這當然免不了主觀上的考量，但是也有兩點合理的理由：（1）「科學哲學」的意義、範圍和內容之界

定；（2）以科哲研究傳統的題材為參考基準。讓我們進一步說明如下：

（1）簡單地說，我們討論的「科學哲學」將限於「自然科學的哲學」，包括「物理科學」和「生物科學」。因此，數學和邏輯一般被視為「形式科學」，在哲學反省中，有著專業的數學哲學和邏輯哲學，我們就不把數學與邏輯哲學的研究者納入。此外，像心理學、語言學、認知科學這些新興的科學，也有其專屬的心理學哲學、語言學哲學、認知科學的哲學來處理，甚至可進一步由「心靈（科學）的哲學」來統轄，這方面的研究者自然也不被納入。再來經濟學、社會學、政治學或社會科學的哲學，也有「社會科學的哲學」這門專業領域，因此，凡是以經濟學、社會學和政治學為案例作探討的研究，本文也不考慮。（可是，經濟學哲學後來的發展已經與自然科學哲學緊密結合，換言之，情勢已有所改變——2009年補充後記。）

（2）從十九世紀末的馬赫、杜恩、龐卡黑等人算起，到二十世紀的邏輯實證論、邏輯經驗論、否證論、歷史學派、新經驗論、理性主義和科學實在論、後孔恩的新發展、社會建構論、新實驗主義（new experimentalism）等等，構成了一個科學哲學的研究傳統。這些不同的學派，除了有自己的觀點和進路之外，也回應前輩的問題、提出不同的答案，並互相對話批判、互相競爭，而且共有「科學哲學」的專業認同。他們充實且發展了「科學哲學」這個學門，界定研究題材、範圍和領域，提出重要問題和種種答案。因此，在台灣的哲學研究者，只要認同這個「科哲研究傳統」，研究題材和問題著落在其範

圍內，以此研究傳統內的科哲家或學派為主要對話對象者，才被我們看成專業的科哲研究者。

澄清了本文所考量的材料性質和範圍之後，讓我們考察台灣科哲研究的傳承與譜系。台灣的哲學思考或活動，可以上溯到清治時期，然而「科哲」這一較新的主題，卻完全是戰後的產物，而且有一個明確的開端：殷海光。

殷海光是台灣第一個從事「科哲」主題研究的思想家，雖然他本人並沒有鮮明的自覺。做為台灣科哲的首航人，殷海光的影響自然不在話下，然而他的影響主要不在科哲內容上，而在於「教學傳承」、「思考方法」與「學術態度」（對真理的執著與道德人格的感召力）。以教學和方法為坐標，台灣的科哲研究者可以再分成「殷海光譜系」與「非殷海光譜系」，前者意謂與殷海光有師承和方法上的關聯，包括林正弘、林照田，加上林正弘的學生莊文瑞和陳瑞麟；後者和殷海光沒有師承或方法上的聯結，包括成中英、武長德、傅大為、鈕則誠、甯應斌、苑舉正等人。但是，殷海光的「學術態度」在某種意義上影響了非殷海光譜系的傅大為。⁸ 然而譜系僅是師承關係，並不代表理論內容的傳承與發展。歐美科哲大傳統才是各研究者和理論版本建構者的主要資源。當然，上輩科哲研究者對下輩研究者的思考、觀念與學術態度的影響也是痕跡斧鑿的。然而，僅僅列出師承關係並不足以讓我們瞭解台灣科哲研究的內容之發展演變，要理解這一點，我們必須進行「理論版本」模式的重建。

要從事「理論版本」模式的科哲發展史重建，一個先決條件是台灣的科哲研究者，有建構「理論版本」的能力。這一點

毋庸置疑，但是，也要注意並非每位專業研究者都建構了他自己的理論版本。因此，一方面，理論版本的重建需要先進行研究內容的描述；另一方面，只進行理論版本的重建，會遺漏研究者們對大科哲家的二手研究。為了更全面地掌握台灣的科哲歷史，以進行更好的重建，我們有必要對台灣科哲研究作一個概要性的「編史學描述」（chronological description）。（其中的年代標示意義如下：如林正弘1981-1997-表示林正弘第一篇正式科哲論文發表於1981年，而本文考察的最後一篇科哲論文發表於1997年，1997-後的小槓表示他日後仍可能再發表新的研究。）

殷海光1951-1963：殷海光的科哲研究從1951年發表〈科學經驗論底徵性及其批評〉開始，到1963年的〈論科際整合〉終結。殷本人於1969年去世，但是在1963年之後，殷海光的論述多轉向文化問題。殷海光的科哲研究論文，可以分為二大類型：「引介邏輯經驗論」和「科學劃界的獨立探索」。第一類論文主要在引進與介紹邏輯經驗論的學說，集中在歷史來源、詞義澄清、證實原理、對形上學的批評這幾個項目。第二類的論文乃是站在邏輯經驗論的基礎，嘗試回答「什麼是科學、非科學、反科學」，並企圖提出他自己的觀點。涉及的主題有「科學說明、因果、假設、科學的基本特徵、科際整合與統一科學」等等。

成中英1963-1977：成中英於1963年在哈佛大學（Harvard University）獲得博士學位，博士論文主題是波爾斯（Charles Peirce）和劉易士（Clarence I. Lewis）的歸納理論，並於1969年

修訂後由荷蘭的學術出版社出版。在1977年發表了有關「歷史說明」(historical explanation)的文章之後，在台灣就不再有關於科哲的論文出現。其間，成中英有一篇科學理論的模型觀點之介紹，一篇介紹科學方法和一篇談科學真理和價值之關係的文章，均屬泛論性質，成中英後來的研究轉向中國哲學，而且主要形象變成一位中國哲學家。

武長德1970-1985：武長德是位天主教神父，於1970年在教廷宗座額我略大學(Pontifical Gregorian University)獲得博士學位，其博士論文研究義大利科哲科史家翟納茅(Ludovico Geymont)，於1974年應聘至輔仁大學哲學系任教，1993年退休。其科哲論文多發表於1979到1985年之間，在1984年匯集《哲學與文化》月刊上的專欄文字成《科學哲學——科學的根源》一書。討論主題包括物質、物理學、實在、相對論、時空、因果律、決定論和自由意志問題、量子物理、實在論與實證論之爭、生物學、演化論和「進化」的概念、心靈(思想、意識、大腦等)、幾何學、宗教、科學和技術。幾乎是一本小型的百科全書。基本上，武神父完全站在天主教會的立場上，但是他很清楚、正確地掌握了種種科學和哲學概念。

林正弘1981-1997-：林正弘是台灣科哲中堅之一，其研究從1981到1997近二十年之間，發表了許多分析細密、論證謹嚴的論文，構成台灣科哲研究的主要成果。自1985年拿到加州大學柏克萊校區(University of California, Berkeley)的博士學位以來，林正弘的主要關懷指向四大問題：(a)理論性的(抽象)概念在科學研究中是否有其必要性？(b)怎樣才算是一個切當的科學說明？(c)科學理論如何被檢驗？波柏的否證論對嗎？

(d) 科學是客觀合理的嗎？其所研究和對話的科哲家或科哲思想包括邏輯經驗論的卡納普和韓培爾⁹、否證論的波柏、歷史學派的孔恩、後孔恩的理性論者牛頓—史密斯等人。此外，林正弘也對胡適和殷海光的科學觀作了研究。林正弘雖不正面積極地建構一套科哲理論，但其研究中隱涵了一套科哲的理論版本。

林照田1978-1997-：林照田在1978年即於國際科哲期刊《科學哲學》（*Philosophy of Science*）發表論文，試圖解決韓培爾提出的檢證吊詭問題。他在1987年獲得加拿大英屬哥倫比亞大學（the University of British Columbia）博士學位，其博士論文即是創立一個三值邏輯系統（又稱作「檢證邏輯」），足以合理地解決檢證吊詭。林照田也在檢證邏輯的基礎上提出一個科哲領域中的「檢證理論」。後來，林照田在1990年於台灣出版其博士論文（以英文出版）又於1993年發表一篇檢證邏輯與其應用的英文論文，充分發展一個完備的「以檢證邏輯為基礎的檢證理論」。

傅大為1986-1999-：傅大為是台灣科哲中堅之一，同時也是位（中國）科學史家，研究能量旺盛，2000年之後，進一步跨足醫療護理研究，並主導台灣的STS這新興領域的發展。傅大為於1986年獲得美國哥倫比亞大學（Columbia University）博士學位，在其博士論文中提出一個「科學方案的發展與競爭邏輯」之理論，揭示科學理論在一個競爭環境中能夠生存與發展的佈局和策略。傅大為將這套「競爭中生存與發展模式」應用到中國數學史、台灣當代思想學術史的研究上，也連結了當代費耶阿本和傅柯（Michel Foucault）、洛斯（Joseph Rouse）等人

的「政治性的科學哲學」。傅大為主要對話對象是孔恩、拉卡托斯、勞丹、費耶阿本等歷史學派科哲家。在1993-1998年間，傅大為又在孔恩後期發展的「分類結構」、「雙語人」、和傅柯的「事物秩序」的基礎上，探討學科分類、知識領域的分類、高層的不可共量性，並發展出一個「科學史比較」的方法學架構。此外，傅大為也涉足科學與性別和女性主義科哲，探討女性主義科哲家凱勒、哈定等人。

莊文瑞1987-1997-：莊文瑞是九十年代科哲新生代的第一位，於1992年獲得台灣大學哲學博士學位，由林正弘與郭博文聯合指導。¹⁰ 不過，莊文瑞在1987年即在《當代》發表了「科學史論」式的文章，乃是一般讀者瞭解當代科哲演變的入門參考之一。莊文瑞主要的研究對象是科哲家波柏、孔恩、拉卡托斯、勞丹、費耶阿本、傅柯等人，進行的是方法學和科哲史的發展研究。

甯應斌1992-1999-：甯應斌於1992年在美國印第安那大學（Indiana University）獲哲學博士學位，博士論文試圖發展一個反分析傳統的「新知識論」，又稱作「邊緣後哲學」、非主流哲學的另類知識論（知識／權力主題的科哲）。甯應斌從羅蒂的後哲學概念出發，並討論後哲學與傳統分析知識論之間的論辯，接著探討知識論與知識生產的關係，並尋求一個知識／權力的科哲理論。這個邊緣後哲學的計畫建立在徹底的脈絡主義（contextualism）（意指一切事物都有其脈絡，並可以被「再脈絡化」）之「基礎」上。後來甯應斌再寫了兩篇「知識／權力」的中文文章，以及一篇女性主義科哲的論文，就很少有科

哲方面的作品。其公眾學術形象似乎變成一位性議題的基進學者。

苑舉正1995-2003-：苑舉正出身於歐洲比利時魯汶大學（Université Catholique de Louvain），於1995年獲博士學位。博士論文主題是費耶阿本的科哲思想，但從事一個「批判性的詮釋」。其實苑舉正以西方天文學傳到中國而壓倒中國天文學為例，表明科學有跨文化的客觀性。博士論文之後，苑舉正的主要研究成果像莊文瑞，對準當代西方科哲史，但以費耶阿本為中心，上溯邏輯實證論，下循實在論和相對主義，並挖掘費耶阿本和實證論以及波柏與批判理性主義學派之間的傳承與對立。此外，苑舉正也討論過由孔恩概念發展而來的典範社會學。從博士論文以來，苑舉正的另一個主要關懷是「科學與文化」的關係，也作了一篇具「鋪路性」的〈中國科學的定義及其哲學意涵〉論文。¹¹

陳瑞麟1998-：陳瑞麟亦在林正弘指導下於1998年獲得台灣大學哲學博士學位。其博士論文和後續的幾篇論文主題試圖在「動態發展」的考量下研究科學理論的結構。陳瑞麟主張科學理論的核心是模型，一個大型理論擁有一個模型分類階層結構，其中更蘊涵一個概念結構，包括樹狀分類和網狀的分疇。進一步，陳瑞麟認為一般所謂的科學理論其實只是個「理論版本」，亦即具有科學家個人風格的表述，可作為科學發展演變的分析單元。「理論結構」的研究促使陳瑞麟進一步思考科學家如何組織或建構科學理論並將與現象連結。這整個過程可以展示如下：科學家的心靈構思概念（分類、分疇）、建構模型與其階層關係，繼而「投射」出一個包含模型分類階層和概念

網絡的理論，再透過導出「可落實模型」而觸及現象——這是一個將抽象理論具體化（落實）的過程。這又稱作科學認知的「投射—落實」（projection-realization）理論。其主要的理論資源和對話對象包括孔恩、模型觀點的薩普（Frederick Suppe）、認知進路的吉爾瑞、奈瑟珊、薩卡德、古德曼、科學實在論的帕特南、基契爾、賽洛斯等人。

下文我們將在上述「編史學描述」與研究者論文內容的基礎上，¹² 進行「理論版本」模式的重建。

參、台灣科哲研究的發展軌跡：「理論版本」的重建

何謂「理論版本」？同一個論點可能有好幾個不同的表述方式，因而產生主張程度或強度不同的效果，即是「版本」。這個概念在哲學上一點也不陌生。筆者將之應用到科學理論上。科學家已注意到科學研究中存在著「同一」理論的表述公式不同，但是數學推導與計算結果等值（equivalence）的情況，如古典力學可以有牛頓三大運動定律、漢彌爾頓的最小作用量原理、赫茲的先驗力學等等不同版本。筆者的研究在於揭示這些不同的版本，其背後預設的概念架構亦不相同。並進一步展示概念架構的差異，鮮明地呈現在「分疇—分類」和「模型階層體系」的模型中（陳瑞麟，1998，2000）。現在，我們將理論版本的觀念「再製」到科學哲學，並重新定義和建立「科哲理論版本」的概念。

科哲理論，並不像科學理論一樣，有數學公式的推導與計算上的等價性，來作為「理論版本」的指認標準。然而，科哲理論也不能被侷限於語言分析的傳統（以「論點」的程度差異為標準）。因此，我們主張科哲理論版本的認定標準是具有充分論證、分析和研究的一組「論點」（arguments）和「概念模型」（conceptual models），其中蘊涵了一個完整「概念架構」。不過，由於科哲理論的複雜性，本文將不作概念架構式的展示。在上述觀點下，一個「科哲理論版本」意指立基在一個或幾個科哲理論上，承襲其主要的論點和概念模型，但是作了研究者個人的修正和調整；或是進一步結合其它理論的部分論點或概念；甚或是組合二個以上的概念模型而成為一個融貫的新概念模型。因此，「科哲理論版本」總是和其立基的理論有著既相似又有別、既傳承又創新的關係。「理論版本」的建構並不是詮釋，甚至不是「創造性的詮釋」，因為理論版本的核心不是「意義」的分析和解釋，而是「模型」的建構。

在上述「科哲理論版本」的理解下，一個「理論版本」的重建有如下重點：（1）形構一個理論版本的主要論點和概念模型；（2）指出其理論版本的理論來源和資源；（3）指出該理論版本與其理論源頭的差異與創新之處。

殷海光的科哲理論版本主要立基在邏輯實證論之上，他接受了「可檢證性的意義判準」、「科學方法是科學的本質」、「反形上學立場」、「科學說明的邏輯結構」、「科學是系統的、試行的、定量的、互為主觀的可印證性等等」、「科際整合和統一科學觀」這幾個基本論點；然而，在「科學方法」上，殷海光並不看重歸納法，反而強調「假設—演繹法」；

在「統一科學」方面殷海光也反對邏輯實證主流的化約主義（reductionism）；在科學的發展與演變上，殷海光式的「邏輯實證論」版本有著「演化論」的色彩，即科學理論的演變和競爭類似物種的演化和競爭。（陳瑞麟，2003b）

林正弘則擷取了邏輯經驗論和孔恩科哲的部分論點，整合成一個溫和理性主義的科哲版本，有如下論點：（1）自然科學知識是以抽象定律來說明理想狀態下的自然事象，並接受觀察實驗的檢驗。此點一致於邏輯經驗論的「科學知識的本質」觀點。但林正弘反對有中立的觀察可以印證或否證理論。（2）觀察會受到理論的影響，理論可能指引實驗的進行。當實驗觀察和理論預測不符合時，否證理論並不是唯一的道路。放棄理論或修正實驗都可能。這是孔恩式的「觀察背負理論」的溫和版，但與孔恩不同，林正弘反對典範觀念。（3）科學理性和客觀性是比較的、程度性的。科學理性其實在於嚴密推理、尊重實驗觀察的結果，有共同的基礎，因而易於獲得共識。但沒有絕對的科學理性和絕對的客觀性。（4）科學知識無法告訴我們應該採取什麼樣的價值判斷和倫理行為。

林照田的科哲理論版本是一個小範圍的理論版本，即「立基在三值檢證邏輯上的檢證理論」。這個理論版本主要建立在邏輯經驗論者韓培爾的烏鴉悖論問題和「檢證」的概念之上，但整合了三值邏輯系統。然而，林照田對許許多多科哲議題並無興趣，只是一心焯煉其邏輯系統。說林照田的基本精神是邏輯經驗論的並不為過，因為他曾在對林正弘的〈論孔恩的典範概念〉的評論文中，明白地表露他拒絕孔恩之後的科哲思想傾向。

傅大為可以說是台灣科哲學者中提出最完整的科哲理論版本的一位。如果說對科學的理解，可以從「理論的靜態結構」和「科學知識的動態發展」兩個向度來評估，那麼傅大為的科哲理論版本，在兩個向度方面都有一套概念模型。其博士論文和早期研究呈現了一幅科學知識在競爭中生存與發展的動態圖像，傅大為想揭示的是：一個「問題領域」中的諸多「科學方略」（scientific programs）如何一個競爭的環境下存活並發展的佈局和策略。它們是「解題能力」的強化、解題先後順序的設定、扮演前鋒角色的開展術（即拉卡托斯所謂的「啟迪」，啟發解決問題的概念、方法、或模型等等）、後衛防禦規劃（即面對論敵的攻擊時，如何為自己辯護或避開攻擊的規劃，「特置假設」經常有這個功能）、認定潛在的競爭者並展開攻擊（以防止論敵吸引新生代科學家投入）、盟軍的尋求（與其他領域的科學家結盟，以保護自己的優勢）等等。「競爭」、「科學方案」、「前鋒開展術」、「後衛防禦」基本上是拉卡托斯式的觀念，但傅大為試圖用「衡量形勢、擬訂策略」的「局部理性」來對立並代替拉卡托斯的「一般理性」或「方法論理性」，進一步將拉卡托斯式的模型「傅柯化」。¹³ 在「理論的靜態結構」上，傅大為則立基在後期孔恩的「分類」結構與雙語人的概念上，發展出一個「理論之上」的學科分類、甚至是知識分類的分析架構，一方面顯現出不同時代知識系統的「高層不可共量」；另一方面在這個架構上提出一個「科學史比較」的方法：由A文化科學的知識分類來重建B文化的科學；反過來則以B文化科學的知識分類來重建A文化的科學。如此來回操作，可增進兩文化的自我理解和互相理解。當然，這兩套

概念模型是否能被進一步地整合呢？譬如，知識分類如何和科學方案整合起來呢？傅大為還沒有處理這個問題。

陳瑞麟的研究也試圖涵蓋「靜態結構」和「動態發展」兩個面向。但不同於傅大為，他先處理「靜態結構」的面向，並展示「科學理論」有著「分疇和分類」的概念架構，以及一個「模型」的分類階層。進一步，陳瑞麟認為所謂的「科學理論」都應從個人化的「理論版本」分析入手，而且應該以「理論版本」做為動態發展的分析單元。顯然，陳瑞麟在「理論結構」面向上的「科哲理論版本」，整合了孔恩後期的分類觀念，和模型觀點與認知進路（以吉爾瑞為主）的主張：科學理論包含一組階層體系的認知模型。然而，不同於孔恩的是，陳瑞麟認為科學理論的概念架構之組織模式，除了「樹狀分類」之外還有「分疇」；不同於模型觀點的是，陳瑞麟主張以「模型類型的分類」而非其邏輯結構來理解「模型」。至於科學認知的投射—落實理論中，「投射」的觀念來自古德曼，但是陳瑞麟再度作了修正，擴充「投射」的規律意義到「非規律的投射」，¹⁴ 並提出「可落實模型」來作為理論和現象接觸界面——這一點不同於經驗論傳統的「觀察語句」。

基本上，我們認為上述五位研究者才有個人風格的「理論版本」。然而其他科哲研究者在台灣科哲發展軌跡中亦有其特定的位置。成中英的科哲著作不多，雖然有自己的論點，但主要仍因循邏輯經驗論。武長德則站在天主教會的立場，對種種實質科學理論（化學原子論、相對論、量子力學、演化論等等）的作點狀而非系統性的評論。莊文瑞的著作不多，對當代西方科哲發展演變的關鍵與趨勢，有其洞見之處，然而並未發

展其個人論點。甯應斌的「後哲學的另類科哲」和「邊緣戰鬥的哲學基礎」之尋求，的確有其個人獨特的風格，但是，甯應斌標榜的觀點，可說是對既成的種種「科哲理論」進行「解構式」的拆解——揭露主流科哲中的權力元素。一來，其本質上就是反對「建構式」的理論版本觀念；二來，甯應斌也沒有對科哲的基本議題「科學是什麼」提出任何正面的、理解性的論點。苑舉正在其博士論文中，曾站在科學客觀性的立場上來批判費耶阿本，他以明末清初耶穌會士將西方天文學引入中國的科學交流史為例，主張中國天文學家放棄了自己的天文學而接受耶穌會士的天文學，足以顯示出科學具有跨越文化的客觀性。換言之，苑舉正個人對科學至少抱持一種「客觀主義」的立場。然而，此後苑舉正轉向當代西方科哲史，沒有在這方面繼續著墨發展。

讓我們對上述的理論版本的重建作進一步分析，先循著兩條路線展開：（1）國際科哲大傳統的理論資源；（2）科哲議題在台灣本土的縱向傳承。

首先，台灣科哲發展的圖像大致重現了國際科哲發展圖像，即邏輯經驗論——以孔恩為主的歷史進路——後孔恩時期的多元發展。其中邏輯經驗論的科哲影響了殷海光、成中英、林正弘和林照田；孔恩的科哲則影響了林正弘、傅大為、陳瑞麟；後兩人且進一步跨入後孔恩的多元發展中：傅大為受拉卡托斯和後期孔恩的影響，陳瑞麟受後期孔恩和模型取向科哲家吉爾瑞的影響。武長德自成一格，繼承的是天主教的正統觀點。這種影響是影響者利用著作中的內容和論證，說服被影響者模仿、學習進而接受其研究方法、基本概念、基本論點

和論證風格，雖然無法完全免於修改與調整，因為被影響者會積極者建構理論版本。但是，研究者的理論版本之受影響的痕跡仍可明顯看出。讓我們把這種「正面地接受該理論的某些方法、概念、論點和風格」之影響稱作「建構性的影響」（constructive influence）。至於莊文瑞、甯應斌、苑舉正三人的研究著作並沒有明顯的「理論版本」呈現，也就很難談及「建構性的影響」，但這絕不代表他們都完全不受影響。莊文瑞論述過波柏、孔恩；甯應斌討論過費耶阿本、傅柯、洛斯和後孔恩的許多科哲學者；苑舉正也討論了費耶阿本、孔恩、邏輯實證論、實在論等等。他們所討論的學者，影響了他們對主要科哲議題和進一步深入的相關議題與理論之選擇，從而也影響了他們的科哲研究風貌。但是，他們並沒有明白地表達其主張哪些概念或論點，他們的方法傾向是「詮釋」，而非「理論版本的建構」。讓我們把這種影響稱作「議題性的影響」（topical influence）。當然，建構理論版本的研究者，無可避免地也會受到其主要理論資源的「議題性影響」。

可以這麼說，邏輯經驗論主導了台灣科哲早期發展直到八十年代；八十年代後，孔恩成為台灣科哲發展的「教父」。有趣的是，林正弘、莊文瑞、苑舉正都對波柏著力甚深，他們當然受到波柏的「議題性影響」，卻都沒有顯現出接受波柏否證觀點的態度。

就科哲議題在台灣本土的縱向傳承而言，殷海光關切的是「科學本質」的問題，尤其是科學知識（科學理論、科學說明、理論的檢驗）的結構，對這一議題的興趣明顯在殷海光譜系中傳承下來，林正弘討論科學說明的結構、批判檢驗理論的

否證觀點；林照田則發展三值邏輯的檢證理論；陳瑞麟分析科學理論的結構，不過，他從後孔恩的模型觀點中汲取養份，邏輯經驗論的成分已大幅淡化。傅大為則不談「理論的結構」，他談的是更高層的學科分類和知識分類。這樣的知識分類可做為科學史比較的分析單元。至於孔恩影響下的科學動態發展之議題，著力最深最有成就的當然還是傅大為。而迄今也只有傅大為建構了一個較完整的理論版本。另一個台灣科哲研究中重要的議題是知識／權力，此亦傅大為最先面對，甯應斌全神貫注，後者的「後哲學的另類知識論」甚至可說是要為前者提出的「邊緣戰鬥」觀念提供一個「哲學基礎」。此外，莊文瑞和陳瑞麟亦略有涉及此議題。最後一個重要科哲議題是：當代西方科哲發展史，林正弘、傅大為、莊文瑞、苑舉正、陳瑞麟均有多篇論文，構成一系列論述，而且呈現分工態勢：林正弘處理邏輯經驗論、波柏到孔恩的轉變；傅大為討論孔恩和費耶阿本在科哲發展中的角色；莊文瑞談從波柏、孔恩到勞丹的科哲發展；苑舉正以費耶阿本為中心，上溯邏輯實證論與波柏學派間的對立；陳瑞麟則專注於八十年代之後的科哲發展。

肆、台灣科哲成就的評價與前瞻

戰後台灣的科哲研究，其成果與成績，其自身的內在發展，以及對國際科哲理論資源的學習和應用，其研究議題的廣度和幅度，以及受到國際科哲資源的影響關係，都已在上節充分展現。現在我們想進行一個總評和展望。

首先，台灣科哲研究者們的主要成果在於下列議題上（在此我們也得將非專業學者的成果納入）：（1）科學理論、科學說明、檢驗理論的結構：邏輯經驗論的科學理論、科學說明、印證理論都有相當的成果，模型觀點和分類觀點下的理論結構和檢驗理論也有充分的探討，可說成果豐富；（2）科學發展的模式：波柏的「推測—駁斥」模式、孔恩的三部曲模式、拉卡托斯的「研究方案方法論」、勞丹的「研究傳統與進步」都有引入並討論，傅大為且發展了一個「科學方案的競爭和佈局」模式。但整體看來，台灣的科哲在這方面還有待加強；（3）國際科哲理論發展史：從邏輯實證論到最近的演化自然論。有一系列的研究，成果相當豐富；（4）科學活動的認知研究：科學概念與模型的如何被觸及自然現象？其認知與建構歷程又是如何。此方面成果仍有待加強。（5）科哲與其它學門如語言哲學、心靈哲學、知識論、科學史、科學社會學、科技研究等邊界地帶的議題，非專業的科哲研究者作出了相當的成果。

其次，研究者們對台灣哲學和學術貢獻了什麼？顯然，研究者不斷地在深化台灣對科學本質和科學活動的理解。（1）就「科學方法」而言，台灣從早期對「科學方法」的泛泛之談、甚至以訛傳訛，到八、九十年代後，批判「單一科學方法」的理念以及透過「科學方法」來理解科學的迷思，不能不說是一個巨大的轉折。當然，這並不代表台灣的科哲研究者都否定了科學方法的存在，而是從主張「單一」科學方法邁向「多元」科學方法並存的觀點。（2）就科學理性而言，也從早期「方法論式」的理性觀——哲學家式的方法論和理性觀，邁向科學家的共識式的溫和理性，甚至策略式的「局部理性」。（3）就

實際科學史的理解而言，八十年代之前，台灣對科學史的理解可說十分膚淺。八十年代之後，至少在西方天文學史、近代力學史、近代光學史都有比較專精的理解；再考慮科學史家的努力，對中國數學史、《夢溪筆談》和明末清初的中西科學交流史，都有相當好的成果。可是，整體而言，台灣的西方科學史研究仍然十分不足。（4）就國際科哲的研究和理論，研究者也不再只是零星、零碎地介紹理論，而是能夠從歷史發展的大背景下，尋求科哲本身發展演進的趨向；對概念和理論的精確性之掌握程度上，也和過去不可同日而語。

在論述了台灣科哲的成果和成就之後，我們也必須討論它的不足與欠缺之處。首先，自1983年之後，國際科哲對於科學實驗和科學實踐有嶄新的理解，並有許多驚人的成果出現，這方面國內尚未有正式的論著出現。¹⁵不過，科學實踐與社會關係，則已成為新興的STS所強調的「顯學」。其次，台灣的科哲研究大抵偏重在「一般科學」的「方法論」和發展史的研究上（實則以「物理學」和物理史為主要分析材料），對於各科學專業的哲學和歷史相當不足，尤其是目前當紅的生物學和演化論。第三，對於各科學專業內部的重要理論如相對論的時空問題、量子力學的因果和決定論問題、演化論的天擇、混沌理論的特性等等的哲學意義之研究，也是國際科學哲學的重心，台灣除了武長德的有限成果外，在這方面相當欠缺。然而，台灣學術界和文化界卻對這些科學理論有異乎尋常的興趣，早期有不少相關的議論，卻一再一再地顯出論者的不知所云，這方面的毛病到今天仍然存在。換言之，台灣的人文論者常常會對諸當紅科學理論望文生義、錯解和濫用，因此，如何更深入、

更精確地理解這些科學理論與其哲學意義，乃是台灣科哲工作者未來應該補足的重要課題。

最後，我們必須談論一個重點；即台灣的區域／本土特色的反映。科學，並不是只有高能物理、人造衛星、人類基因圖譜揭密、生物科技、無性生殖技術等等「高科技」。科學其實是我們面對生存環境的重要應付方式，台灣有她獨特的自然環境，對其的理解與研究，可能比上述所談的「大科學」更重要。尤其是「災難事件」的「科學調查」（scientific investigation），乃是一個國際科哲尚未注意到的重要主題，卻和台灣生存環境切身相關。就筆者個人所知，台灣森林與生態調查，災難事件的原因調查（如RCA致癌事件調查、幅射鋼筋屋調查等）、九二一大地震的地質調查、流行病學的追蹤調查等這些「科學調查」，¹⁶ 台灣的科學家都有相當的成果可供分析。這樣的分析，將從題材、範例、內容，都是徹頭徹尾的「本土風格」科哲。因此可說是台灣科哲研究者未來最重要的課題。

在歷史長河的流動裏，台灣的確是哲學的後進國和世界哲學中心的學習者，她還在成長當中。然而，世界上每個哲學文化體不也都是從青澀而逐步邁向成熟？或許我們可以為哲學文化體的成熟度訂定一個衡量尺標：（1）哲學中心：不僅是一個完全成熟的哲學文化體，而且能向周遭地區和族群輻射哲學影響力；（2）完全成熟的哲學文化體：具有普遍議題提出與思想學派的開創能力，而且能夠充分地反映其區域／本土的環境與文化特色；（3）準成熟的哲學文化體：能夠對普遍議題進行獨立的回應與答覆，擺脫學術被殖民色彩，局部地反映其區域／

本土的環境與文化特色；（4）成長中的哲學文化體：只能對哲學中心或成熟哲學文化體的思想進行忠實的詮釋，往往忽略了自己的區域與本土特色，具有學術上被殖民的色彩；（5）剛起步的哲學文化體：哲學中心的學派或成熟哲學思想的介紹與引入，大抵是學術上的被殖民文化體。那麼，我們可以說，台灣的科學哲學發展，已經達到「準成熟的哲學文化體」程度，至於是否能朝向「完全成熟的哲學文化體」邁進？還有待台灣哲學工作者未來的努力。

以上為1951年到2003年台灣科哲的景況。

伍、2009年後記

本文前四節寫於2003年，六年後，台灣的科學哲學有不少變化。首先，幾位新秀加入科哲的舞台，他們是趙相科（2002）、陳思廷（2002）、王榮麟（2004）、戴東源（2005）（括號內為他們拿到博士學位的年分。）其次，傅大為從2000年起將全副精力投入「科技與社會」（STS）這新興領域，催生並組織台灣STS研究社群，短短的十年間，STS已成為台灣的顯學之一。STS並不是科哲，但是與科哲有密切的關聯，也是科哲重要的對話對象。第三，包括林正弘、苑舉正、陳瑞麟等都有後續的論文發表。陳瑞麟在「科學實驗」、「科學與價值」等議題發表了不少論文。第四，2003年之後，台灣學者數度邀請國際科哲大師來訪，並配合主辦了幾次科哲的國際會議和工作坊。¹⁷ 基於這些變化，在本書付梓之際，筆者認為有必要加寫

一節2009年後記來加以交代。總而言之，這六年來，台灣的科哲就會議活動的角度而言，可謂蓬勃興旺。但是，本文無法對這六年的變化提供一個完整交代，而只把焦點放在第一個變化。一來，因為這六年間的科哲活動和研究相當豐富，無法在短短一節內周全描述；二來我認為在本文作為一個開路性工作之後，台灣科哲發展的歷史應該留給更新的世代來書寫。

趙相科與陳思廷都是經濟學哲學家，他們也都是模型觀點的支持者。趙相科於2002年畢業於荷蘭阿姆斯特丹大學（University of Amsterdam），由國際知名的經濟思想史與經濟學哲學家摩根（Mary Morgan）指導；陳思廷也是2002年畢業於英國倫敦經濟學院（London School of Economics），由國際知名的科學哲學家卡特萊特（Nancy Cartwright）指導。摩根和卡特萊特都是科學哲學模型觀點的大師級學者。

趙相科有幾篇英文論文發表於論文集和國際期刊，他修改與擴充博士論文成為專著 *Representation and Structure in Economics* 於2009年初由英國 Routledge 出版社出版。他的一篇論消費函數的結構的論文（Chao, 2007），討論沃若的結構實在論，並以總體經濟學（macroeconomics）中消費函數為案例。沃若的結構實在論是主張一些成熟科學理論（例如物理學中的光學）中的數學等式，在理論變遷之際，可以被保存下來，如此可以證明至少世界的結構是真實的。可是沃若的交代沒有提供結構與非結構的判準。趙相科則於該文中為結構實在論提出一個模型觀點的詮釋，特別強調必須在數學等式蘊涵的理論模型和世界提供的經驗模型間建立一個同構關係，如此便可以交代數學等式的確作為世界的表徵。進一步，一旦我們確認理論

模型在理論的轉型中保持不變（invariance），它表徵的經驗模型也就在理論的轉型中保持不變，該經驗模型就可以被視為一個真實的結構。趙相科指出消費理論中由歐拉方程式（Euler's equation）所導出跨期選擇系統表達了這樣一個結構的存在。

陳思廷的研究重心在於經濟學的理论建構（theorizing）與理論對於經濟現象的說明，他強調經濟理論必須提供一個現象的「起因結構」（causal structure，即「因果結構」）來從事說明。因此經濟學的「起因」觀念不是休姆式的律則性因果觀，而是卡特萊特式的儲能（capacities）；經濟學的理论說明也不是韓培爾式的涵蓋律模式，而是卡特萊特式的擬象說明模式（the simulacrum explanatory model）。進而從抽象理論中，經濟學家要尋求對現象作一個起因結構模型的說明。陳思廷也以國際貿易理論中的幾個模型來例示，在經濟理論的發展中，修改模型使抽象的理论具體化，是經濟理論建構的主要工作。

王榮麟於2004年得到台灣大學哲學博士學位，並於2009年再成為法國巴黎索邦大學（Université Paris IV-Sorbonne）的哲學博士。王榮麟的台大哲學博士論文是林正弘與關永中聯合指導，主題為法國科學史家與哲學家杜恩的科哲研究，聚焦在杜恩的反實在論上。台大博士畢業後，王榮麟研究焦點轉向英美科哲中實在論與反實在論的爭議，他有不少會議論文討論一些反實在論者如范·弗拉森、卡特萊特、亞瑟·凡（Arthur Fine）等哲學家與實在論者的爭論。王榮麟主要爭論這些反實在論者的論證或者替代實在論的方案均不易成功。

戴東源於2005年獲得東海大學哲學博士，由苑舉正指導，但是他的碩士論文由林正弘教授指導。戴東源的研究興趣屬歷

史取向的科哲，特別是孔恩、拉卡托斯、勞丹等哲學家，近來也開始研究近代天文學史與科學知識的社會學。戴東源的研究焦點放在「理論選擇」的議題上，他為理性論辯護的論證受勞丹的影響頗大。戴東源也有批判費耶阿本的科哲之論文，另外他也應用「理論版本論」來重建哥白尼經第谷到克普勒的天文學史。

如同前述，2003年後的景況與關於台灣科哲的進一步發展的分析 and 評價，就有待來者。

參考文獻

附註：以下僅提出一個簡明的、較重要的參考文獻表。

殷海光（1990），《學術與思想一、二、三》，林正弘（主編），「殷海光全集第十三、十四、十五冊」。臺北市：桂冠圖書公司。

成中英（1969），*Peirce's and Lewis's Theories of Induction*, The Hague: Nartinus Nijhoff.

——（1971），“Logical Roles of Models in the Formation And Confirmation of Scientific Theories,”《臺大哲學論評》1: 17-23。

——（1977a），“Aspects of Explanation in History (I)”，《思與言》15, 2: 37-51。

——（1977b），“Aspects of Explanation in History (II)”，《思與言》15, 3: 184-195。

武長德（1984），《科學哲學——科學的根源》。臺北市：五南書圖。（內容同於《哲學與文化》月刊「科學哲學」專欄寫作[1979/1-1984/1]）

- 林正弘 (1985a), *Lin, Cheng-Hung. Craig's Theorem and Scientific Instrumentalism*. Berkeley: University of California at Berkeley, Ph. D. Dissertation.
- (1985b), 《知識·邏輯·科學哲學》。臺北市：東大圖書。
- (1988), 《伽利略·波柏·科學說明》。臺北市：東大圖書。
- (1991), 〈論孔恩的典範概念〉, 收錄於《第二屆美國文學與思想研討會論文集》。臺北市：中央研究院歐美所。又收於傅大為, 朱元鴻主編 (2001), 《孔恩：評論集》。臺北市：巨流出版, 頁115-134。
- (1993a), Lin, Cheng-Hung. "Hempel on Inductive Shortcomings in Craigian Method," in Lin, Cheng-Hung & Fu, Daiwei (eds.), *Philosophy and Conceptual History of Science in Taiwan* (pp. 21-31). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- (1993b), Lin, Cheng-Hung. "Popper's Logical Analysis of Basic Statements," in Lin, Cheng-Hung & Fu, Daiwei (eds.) *Philosophy and Conceptual History of Science in Taiwan* (pp. 61-71). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- (1993c), 〈庫恩 [Thomas S. Kuhn] 論科學的客觀性〉, 《新亞學術集刊》10, 頁199-206。
- (1996), Lin, Cheng-Hung. "Idealization in Scientific Laws." 《國立編譯館館刊》25, 2: 297-305。
- (1997), 〈牛頓·史密斯論科學理性〉, 《台灣哲學研究》1: 97-107。
- 林照田 (1978), Lin, Chao-Tien. "Solutions to the Paradoxes of Confirmation, Goodman's Paradox, and Two New Theories of Confirmation." *Philosophy of Science* 45: 415-419. Reprinted in Lin, Cheng-Hung & Fu, Daiwei (eds.). 1993. *Philosophy and Conceptual History of Science in Taiwan* (pp. 15-20). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- (1987), *Confirmation Theory & Confirmation Logic*. Canada: University of British Columbia, Ph. D. Dissertation.
- (1990), 《檢證理論·檢證邏輯及其應用》(*Confirmation Theory, Confirmation Logic, and Its Application*)，臺北市：水牛出版。
- (1991)，〈評林正弘〈論孔恩的典範概念〉〉，收錄於《第二屆美國文學與思想研討會論文集》。臺北市：中央研究院歐美所。
- (1993), Lin, Chao-Tien. “Confirmation Logic and Its Applications,” in Lin Cheng-Hung & Fu, Daiwie (eds.). 1993. *Philosophy and Conceptual History of Science in Taiwan* (pp. 33-59). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- (1997)，《從古典邏輯到檢證邏輯》。臺北市：水牛出版。
- 傅大為 (1986), Fu, Daiwie. *Problem Domain and Developmental Strategies--A Study on the Logic of Competition and Development of Scientific Programs*. New York: Columbia University, Ph. D. Dissertation.
- (1986)，〈科學的哲學發展史中的孔恩〉，收錄於程樹德、傅大為等合譯，《科學革命的結構》中譯本「導言」。臺北市：允晨出版社。
- (1990)，《知識與權力的空間：對文化學術教育的基進反省》，臺北市：桂冠，雜文集。
- (1992a)，《異時空裡的知識追逐》臺北市：東大出版。
- (1992b), Fu, Daiwie. “On the Competitive Structure of Problem-Solving.” *Taiwanese Journal for Philosophy and History of Science*, 1, 2: 59-110.
- (1993), Fu, Daiwie. “Problem Domain, Taxonomy, and Comparativity in Histories of Science—With a Case Study in the Comparative History of ‘Optics’,” in Lin, Cheng-Hung & Fu, Daiwei

- (eds.) *Philosophy and Conceptual History of Science in Taiwan* (pp. 123-147). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- (1995a), Fu, Daiwie. “Higher Taxonomy and Higher Incommensurability.” *Studies in History and Philosophy of Science*, 26, 2: 273-294.
- (1995b), 〈H₂O 的一個不可共量史——重論「不可共量性」及其與意義理論之爭〉, 何志青, 洪裕宏主編, 《第四屆美國文學與思想研討會論文選集——哲學篇》。臺北市：中央研究院歐美研究所, 頁95-122。又收錄於傅大為, 朱元鴻主編 (2001), 《孔恩：評論集》。臺北市：巨流, 頁311-344。
- (1999), 〈融會在玉米田裡的「非男性」科學——關於「女性科學」的哲學論爭與新發展〉, 《歐美研究》, 29(2): 1-40。
- 鈕則誠 (1988), 《宇宙與人生——巴柏的存在哲學》。臺北市：輔仁大學哲學研究所, 博士論文。
- (1996), 《護理學哲學》。臺北市：銘傳管理學院出版中心。
- 甯應斌 (1992), *A Post-Philosophical Essay on Knowledge/Power: Richard Rorty, Anti-Foundationalism and the Possibility of An Alternative Epistemology*. Indiana: Indiana University, Ph. D. Dissertation.
- (1993), 〈知識／權力：作為新科學哲學的一個主題〉, 《國立中央大學人文學報》11: 85-115。
- (1999), 〈Harding 的女性主義立場論〉, 國科會哲學學門編委會 (主編), 《哲學論文集——國科會八十五年度哲學專題計劃論文集》。臺北市：國科會人文處、中央研究院中山人文社會科學研究所出版, 頁261-296。
- 莊文瑞 (1987a), 〈當代科學哲學的轉向——巴柏與孔恩的論辯〉, 《當代》10: 26-36。
- (1987b), 〈科學界線的再尋索——論卡爾·巴柏的「可否證性」判準〉, 《當代》10: 37-42。(以筆名王雅君發表)

- (1991), 《科學理論變遷的合理性》。臺北市：臺灣大學哲學研究所博士論文。
- (1992), 〈科學理論：結構分析 VS. 動態研究〉, 《東吳哲學傳習錄》1: 155-174。
- (1993), 〈化約主義·典範理論·無政府主義——現代西方自然科學方法論爭議〉, 《東吳哲學傳習錄》2: 233-254。
- (1997), 〈校園的知識／權力分析〉, 《東吳哲學學報》2: 197-207。
- 苑舉正 (1995), Yuann, Ju-Jenq. *Considering Science in Cultural Diversity: A Critical Interpretation of P. Feyerabend's Philosophy of Science and Culture*. Katholieke Universiteit Leuven, Ph. D. Dissertation.
- (1998), 〈典範社會學的限制〉, 《臺灣社會學研究》2: 173-200。又收錄於傅大為, 朱元鴻主編 (2001), 《孔恩：評論集》。臺北市：巨流, 頁163-197。
- (1999a), 〈費耶若本的人道主義〉, 《東吳哲學學報》4: 211-238。
- (1999b), 〈邏輯實證論中的實在論發展〉, 《臺灣哲學研究：法政哲學》2: 229-262。
- (2001), 〈中國科學的定義及其哲學意涵〉, 《東海哲學研究集刊》8: 187-206。
- (2003a), 〈從無基礎知識到向理性說再見：論費耶阿本對「批判理性主義」的批判〉, 黃瑞祺主編 (2003), 《現代性、後現代性、全球化》, 頁173-216。臺北市：左岸出版。
- 陳瑞麟 (1998a), 《科學理論的分疇, 分類和模型：以牛頓力學為範例》。臺北市：臺灣大學哲學研究所博士論文。
- (1998b), 〈物理教科書蘊涵的科學發展模式之探討〉, 《文史哲學報》49: 181-226。

- (1999), 〈組織科學理論：分類、分疇和模型〉, 《東吳哲學學報》4: 1-36。
- (2000), Chen, Ruey-Lin. “Theory Versions instead of Articulations of a Paradigm.” *Studies in History and Philosophy of Science*, 31A, 3: 449-471.
- (2001a), 〈《科學革命的結構》之後〉, 傅大為, 朱元鴻主編 (2001), 《孔恩：評論集》。臺北市：巨流。頁279-309。
- (2001b), 〈社會建構中的「實在」〉, 《國立政治大學哲學學報》7: 97-126。
- (2003), 〈科學概念的指稱與投射〉, 《歐美研究》33 (1): 125-192。

2009年後記補充

- 趙相科 (2007), Chao, Hsiang-Ke. “A Structure of the Consumption Function.” *Journal of Economic Methodology*, 14(2): 227-248.
- (2009), Chao, Hsiang-Ke. *Representation and Structure in Economics*. London: Routledge Press.
- 陳思廷 (2003), Chen, Szu-Ting. “The Distinction between Causation and Invariance and Its Implications for the Philosophical Discussion of Economic Theorizing.” *NTU Philosophical Review* (《臺大哲學論評》), 26: 51-90.
- (2009), 〈遊走於理論與實情之間：一項經濟模型操作的案例研究〉, 《科技、醫療與社會》9。
- 王榮麟 (2004), 《物理理論的目標在於保全現象嗎？杜恩之科學哲學的研究》。臺北市：國立臺灣大學哲學研究所博士論文。
- (2009), 〈論自然存有學態度：有必要繼續爭辯科學理論是否為真嗎？〉, 收於陳瑞麟主編 (2009), 《分析的技藝：林正弘教授七十祝壽論文集》。台北：學富出版社。

- 戴東源（2005a），《理論選擇——一個理性論的解釋與辯護》。臺中市：東海大學哲學研究所博士論文。
- （2005b），〈費耶阿本《反對方法》的幾個問題〉，《台灣哲學研究》5: 153-192。
- （2007），〈克普勒之前的天文思想演變：哥白尼與第谷〉，《科技、醫療與社會》5: 111-182。

註解（註解段末所置頁數，為註解出處的本文頁數）

1. 國際科哲歷史的發展和演變，台灣科哲學者一直密切注意，尤其是八十年末起，一系列論述，已然為國際科哲從邏輯實證論到今天的自然論，勾畫出一幅清晰的圖像。參看傅大為（1986）、林正弘和莊文瑞（1987）、林正弘（1988）、陳瑞麟（2001）、苑舉正和陳瑞麟（2003）。（頁365）
2. 「理論版本」的概念，乃是筆者用來處理科學理論所建立的概念（這個詞的最初提議人是美國科哲家夏佩爾，不過筆者已將它和孔恩的分類結構、筆者的「分疇」（categorization）概念與科學理論的模型觀點，加以整合，精煉成「結構井然」的「理論版本」理論。參見陳瑞麟（2000）。（頁366）
3. 當然，早期殷海光式的「應用科哲」和「政治化的邏輯實證論」，曾與非科哲的哲學（如新儒家）和「黨國意識型態」有過強烈的競爭與交鋒。因此，可用「競爭與佈局策略」來處理。可見傅大為（1988）的〈科學實證論述歷史的辯證——從近代西方啟蒙到殷海光〉。然而，八十年代後的科哲，似乎沒有受到什麼強烈的敵視與批判，也沒有其它「非科哲」的競爭對手，使得台灣科哲發展著重在生存、擴張與推廣上。（頁366）
4. 這個分類當然免不了筆者個人的主觀考量。筆者認為，在這方面，想完全排除主觀似乎是件不可能的事。這當然也不排除不同的分類的可能性。（頁368）

5. 方萬全（1989）的〈翻譯、詮釋與不可共量性〉（《新亞學術集刊》9: 73-125；又收錄於傅大為，朱元鴻主編《孔恩：評論集》，臺北市：巨流，pp. 19-48）是一篇介於語言哲學和科學哲學之間的論文；李瑞全（1982）的〈顧特曼之詭論〉（《鵝湖月刊》80: 43-52）討論分析傳統的典型科哲議題；洪裕宏的研究通常介於心靈哲學與科學哲學之間，以探討心靈現象和認知科學為核心，旁及不少科哲議題，例如“Can Consciousness be Explained Naturally?” 討論意識和時間、量子物理的關係；〈意向實在論與化約解釋〉（1995）（收於何志青、洪裕宏主編，《第四屆美國文學與思想研討會論文選集》。台北：中央研究院歐美所，1995）。其中的「化約解釋」是個典型的科哲議題；〈科際整合的省思——以認知科學為例〉也討論了「科際整合」這個典型的科哲議題。徐佐銘的博士論文《達爾文演化論中的目的論》是篇科哲博士論文（國立台灣大學），不過徐佐銘後來的研究較傾向倫理學領域；吳秀瑾的〈從「自己的房間」到「自己的身體」——論女性與哲學〉（《哲學雜誌》331: 4-24）和黃懿梅的〈對「女性主義知識論」的哲學反省〉（《國立臺灣大學哲學論評》22: 61-104）則是討論女性主義知識論和科哲的兩篇論文。（頁369）
6. 徐光台討論的議題以明末清初的科學傳播史為核心，如〈明末清初西方「格致學」的衝擊與反應：以熊明遇《格致草》為例〉（《「世變、群體與個人」第一屆全國歷史學學術討論會論文集》，頁235-258）、〈明末西方四元素說的傳入〉（《清華學報》27(3): 347-380）、〈明末清初中國士人對五行說的反應——以熊明遇《格致草》為例〉（《漢學研究》17(2): 1-30）等文，都具有科學思想的比較哲學之趣味。林崇熙則有〈從革命到被革命——科學家何以不願科學研究來研究科學〉（《當代》126: 18-33）和〈常態科學的政治經濟性格〉（《當代》132: 46-61，又收錄於傅大為，朱元鴻主編，《孔恩：評論集》，臺北市：巨流，頁135-162）等，探討科學戰爭以及科學中的政治等議題。朱元鴻是位社會學者，他在科哲方面的貢獻是從後現代的立場上來討論孔恩的思想，〈告別式已結束：我們活在不同的世界嗎？——紀念孔恩〉，《臺灣社會學研究》2: 123-172；又收錄於朱元鴻，傅大為主編，《孔恩：評論集》（臺北市：巨流，頁49-113）。雷祥麟則有討論分類和語言議題的論文，即〈夢溪裡的語

言與相似性——對《夢溪筆談》中「人命運之預知」及「神奇」、「異事」二門之研究》（《清華學報》23(1): 31-60）。（頁369）

7. 李國偉是位數學家，他其實跨越許多領域，包括科哲、科史、科普等等，他探討科哲的主要論文是〈一條畫不清的界限〉、〈證明的流變〉等文，並將許多科普文章集結成《一條劃不清的界限——李國偉的科文游牧集》一書。高涌泉有一篇比較孔恩和大科學家費曼的科學觀之論文，即〈孔恩vs.費曼〉一文（收於傅大為、朱元鴻主編，《孔恩：評論集》。台北：巨流）。張復則討論科學理論的組合問題，其論文為“The Evolution of Science: Theoretic Recombination as a Selection Process.” In Lin, Cheng-Hung & Fu, Daiwie (eds.). *Philosophy and Conceptual History of Science in Taiwan*, pp. 245-264. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers。（頁369）
8. 可由傅大為對殷海光的研究與其雜文集中看出：他寫了一篇關於殷海光在台灣思想史上的位置之學術論文，並寫了四篇紀念殷海光逝世十九年的雜文（在其《基進筆記》一書中）。（頁371）
9. 林正弘在加州大學柏克萊校區曾修習過韓培爾的課程。（頁374）
10. 郭博文為台灣早期獲得美國名校耶魯大學（Yale University）哲學博士學位的資深學者，專長為美國哲學、歷史哲學、政治哲學和社會科學的哲學。（頁375）
11. 「鋪路性」一詞為徐光台教授所用。見其〈熊明遇論「原理」：一個可能的中國科學哲學論題〉（2003）「邏輯、方法學與科學哲學學術研討會」（國際科學史與科學哲學學會中華民國分會主辦，於中研院數學所，2003年6月21-22日），《大會論文集》，頁28。（頁376）
12. 筆者已經完成了國科會人文學研究中心委託的「戰後台灣科學哲學研究成果報告」計劃初稿，本計劃整理了戰後台灣科哲研究的重要文獻。以下的「重建」主要建立在這份初稿上。（頁377）
13. 也就是把拉卡托斯式的模型，連結到「知識／權力」的議題上。（頁380）
14. 也就是說，古德曼的投射是從過去的規律事件預測未來也會「規律地」出現，陳瑞麟的「投射」則應用了更多「投影機」（projector）

的形象，認為過去的許多現象，可以在心靈中被建構成模型並整合成理論，再投射出全新的經驗可能性到自然世界上。此時，被投射的新經驗和過去現象間並不存在規律性。（頁381）

15. 當然，傅大為已經有一些簡論哈金和蓋利森（Peter Galison）的文章，但未正式發表。陳瑞麟也正在研究，但仍未完成。（頁386）
16. 像技術和醫療方面，當前有許多STS學者著力其間（傅大為也是其中之一），有不少成果產生。不過，筆者是傾向把「技術」、「醫療」和「科學」區分開。（頁387）
17. 2004年苑舉正教授邀請波柏的嫡傳弟子阿格西（Joseph Agassi）來台灣演講訪問，並在《當代》期刊中作了一次專輯；2006年陳瑞麟與語言哲學與知識論學者米建國合辦「自然化的知識論和科學哲學國際會議暨工作坊」，邀請科學哲學家吉爾瑞、洛斯（Joseph Rouse）、以及知識論學家索沙（Ernest Sosa）和孔布里斯（Hilary Kornblith）來訪擔任工作坊講座，並主辦一個國際會議配合，共發表十二篇論文，其中五篇論文和四篇講座講稿匯集成 *Naturalized Epistemology and Philosophy of Science*, edited by Mi, Michael Chien-Kuo & Chen, Ruey-lin. Amsterdam: Rodopi Press；2007年苑舉正教授邀請哈金（Ian Hacking）來訪問，並作了四場系列演說，陳瑞麟則舉辦一場工作坊 Hacking, Laboratory Science and STS，邀請台灣學者與 Hacking 對話，其成果則刊於《科技、醫療與社會》（STM）期刊第七期「討論與回應」專輯 Hacking meets Taiwanese Critics，包括五篇台灣學者的提問與評論和哈金的長篇答覆與回應；2008年陳瑞麟與趙相科合辦一場「國際生物學哲學與經濟學哲學會議暨工作坊：模型與演化」，邀請經濟學哲學家摩根（Mary Morgan）、經濟學哲學兼生物學哲學家羅森柏格（Alexander Rosenberg）和生物學哲學家瓦特斯（C. Kenneth Waters）擔任工作坊講座，同樣舉辦一場國際會議，並發表十篇論文。（頁388）

人名索引

(按姓氏的字母順序排列)

- Aristarchus of Samos 亞里斯塔可士
21, 142, 184-185
- Aristotle 亞里斯多德 (亞氏)
7, 15, 18-20, 24-25, 41, 43, 55,
88, 120-122, 127, 151-152, 172,
182, 191, 201-204, 212, 216,
243, 245-247, 255, 259-260,
304, 347, 351
- Bacon, Francis 培根
7, 9, 88, 108, 157
- Barnes, Barry 巴恩斯
288, 293-296, 299-300
- Bloor, David 布魯爾
288-289, 291, 301, 323
- Boyle, Robert 波以爾、波以耳
128, 302-303, 305-308, 315-316
- Bridgman, Percy W. 布里基曼
8-9, 60-61
- Campbell, Norman 坎貝爾
8-9
- Carnap, Rudolf 卡納普
48-49, 59, 62-64, 374
- Cartwright, Nancy 卡特萊特
78, 271, 389-390
- Copernicus, Nicolaus 哥白尼
18, 21-26, 29-30, 73, 114-115,
122, 131, 133, 140-142, 151-
152, 176, 182-185, 190-192,
201, 203-204, 247, 269, 391
- Descartes, René 笛卡兒
7, 121-122, 126-128, 146, 148,
153, 176, 191, 202, 246, 304,
337-338
- Duhem, Pierre 杜恩
8-9, 83, 107-111, 117, 283, 368,
370, 390, 400
- Eudoxus 歐多克斯
15, 182
- Feyerabend, Paul 費耶阿本
11, 105, 171-173, 189, 195-201,
203-206, 210, 227, 229, 236,
247-248, 339, 363, 374-376,
382-384, 391
- Van Fraassen, Bas 范·弗拉森
78, 390
- Frege, Gottlob 弗列格
37, 41, 44-45, 55, 156, 253-254,
262, 338
- Galilei, Galileo 伽利略
21, 24-26, 28-30, 68, 70, 73, 75-
76, 87, 114-115, 120-122, 133,
143, 147, 152, 176, 183, 185,
190-192, 201-204, 209, 246-247
- Giere, Ronald 吉爾瑞
77, 327-331, 334-336, 338-339,
342-345, 356, 362-363, 377,
382, 400

- Goodman, Nelson 古德曼、顧特曼
56, 377, 381, 399
- Hacking, Ian 哈金
149, 166, 271-276, 279, 362,
400
- Hempel, Carl G. 韓培爾
51-54, 66-68, 73-74, 93, 220,
373-374, 379, 390, 399
- Herschel, John 約翰·赫歇爾
8
- Hobbes, Thomas 霍布斯、霍布士
301-304, 306-308, 315-316
- Hull, David 胡爾
346-350, 363
- Hume, David 休姆
7, 36-40, 46-47, 78, 90-91, 390
- Kepler, Johannes 克普勒
21, 26, 28-30, 75-76, 127, 130,
191, 391
- Kitcher, Philip 基契爾
256-257, 262, 266, 337, 339,
377
- Kuhn, Thomas S. 孔恩
10-11, 34, 71, 105, 119-120,
122-124, 126, 130-132, 134-
136, 140, 142-145, 147-150,
152-155, 158-162, 164-169,
172-173, 176-177, 188-189,
191, 196-197, 200, 204-207,
212-216, 218, 222-225, 227,
229, 235-238, 247-248, 257-
259, 261-262, 266-267, 279,
288-289, 293-296, 301, 309,
316, 325-327, 337, 339-342,
344-346, 350, 362-363, 365-
366, 370, 374-377, 379-385,
390-391, 397
- Lakatos, Imre 拉卡托斯
11, 161, 165-166, 171-182, 184-
191, 193, 195-197, 201, 206-
207, 209, 211, 213, 216-220,
224, 227-229, 237, 326, 339,
344, 360, 366, 374-375, 380,
382, 385, 390, 394
- Latour, Bruno 拉圖
310-315, 319-321
- Laudan, Larry 勞丹
11, 161, 165-166, 192, 196-197,
211-225, 227-231, 235, 243-
244, 251-2 52, 274, 326, 339,
344, 347, 363, 366, 374-375,
384-385, 390-391
- Longino, Helen 蘭吉諾
212, 231-240, 244
- Mach, Ernst 馬赫
8, 37, 40-41, 162, 368, 370
- Mill, John Stuart 彌爾
8, 337-338
- Musgrave, Alan 馬斯葛雷夫
182, 209
- Plato 柏拉圖
7, 14-15, 17-18, 34, 83, 133,
182-185, 191, 245, 253-254, 348
- Poincaré, Henri 龐卡黑
8-9, 111, 283, 368, 370
- Popper, Karl 卡爾·波柏
10-11, 27, 71, 83-94, 96-101,
103-107, 110-117, 131, 148,
157, 161-162, 172-174, 179-
180, 189-190, 203-204, 220,

- 224, 229, 248, 293, 316, 328,
340, 373, 375-376, 383-385, 400
- Psillos, Stathis 賽洛斯
262-265, 267-270, 377
- Ptolemy, Claudius 托勒密
17-25, 114, 122, 140-142, 176,
181-184, 191, 203, 246, 269
- Putnam, Hilary 帕特南
78, 248, 250, 253, 262-263,
265-266, 273-274, 280, 377
- Quine, W.V.O. 蒯因
105, 110, 338
- Russell, Bertrand 羅素
37, 41-45, 55, 59, 156
- Schaffer, Simon 夏佛
301-302, 305, 307-308, 315, 319
- Shapere, Dudley 夏佩爾
161-163, 326, 339, 363, 397
- Shapin, Steven 謝平
288, 301-302, 305, 307-308,
315, 319
- Suppes, Patrick 薩普斯
77
- Tycho Brahe 第谷
24-26, 28-29, 201, 391
- Whewell, William 修艾爾
8
- Wittgenstein, Ludwig 維根斯坦
43-47, 136, 301, 351, 354
- Worrall, John 沃若
182, 195, 389
- Zahar, Elie 札哈
182, 195

名詞索引

- 一致 consistency
20, 27, 48, 75, 106-108, 110,
124, 135, 145, 189, 190, 198-
199, 203, 219-221, 224, 231,
236-240, 308, 363, 379
- 女性主義 feminism
212-213, 232, 237-240, 284,
375, 398
- 工具理性 instrumental rationality
231
- 工具認知價值、輔助認知價值
instrumentally cognitive value
240-241
- 工具論 instrumentalism
20, 78, 245-247, 300
- 不充分決定論題 the
underdetermination thesis
9, 107, 114, 271
- 不可共量性 incommensurability
120, 153-154, 160, 165, 172,
195, 200, 220, 235, 247-248,
254-257, 262, 271, 280, 290,
327, 345, 375
- 不可見的學院 invisible college
287
- 不可翻譯性 untranslatability
165, 255-259, 262
- 互為主體的可檢驗性
intersubjective testability
106
- 互動體 interactor
349-350
- 什麼都行 anything goes
172, 197-198
- 元項實在論 realism about entities
271-272, 275
- 內在史 internal history
186, 367
- 內在認知價值、核心認知價值
intrinsically cognitive value
240
- 公設、公理 postulate
65-66, 77, 97
- 公設系統、公理系統 axiomatic
system
65, 77, 81, 97, 156
- 公認觀點、標準觀點 the received
view, the standard view
10, 36, 84
- 分類 classification or
categorization, taxonomy
30, 161, 163-164, 166, 258-259,
265-266, 280, 295-299, 327,
331, 335-336, 341, 345, 347-
348, 351-354, 356-359, 363,

- 375-377, 380-381, 384-385, 397-398
- 分類的原型理論 the prototype theory of categorization 331, 351-352, 354, 357
- 分類實在論 taxonomic realism 266, 280
- 化約 reduce 41, 43, 49, 55, 59, 63-65, 72, 77-78, 135-137, 145, 156, 164, 247, 378
- 化約句 reduction sentence 59, 63-65
- 反理性主義 anti-rationalism 196
- 反歸納 counterinduction 198, 201, 210
- 心智表徵 mental representation 329
- 方法學的相對主義 methodological relativism 319-320
- 方法學理性 methodological rationality 187, 197, 200
- 方法學規則 methodological rule 93, 104-105, 107, 111, 136, 177, 198, 217, 220-224, 226, 231, 235, 291, 302, 310, 321
- 主體際間的約定 inter-subjective convention 99, 235
- 可否證性 falsifiability 86-87, 89, 96, 100-101, 118
- 可投射的述詞 projectible predicate 56
- 可錯論 fallibilism 99
- 可驗證性原則 principle of confirmability 48
- 句法觀點 the syntactical view 77
- 外在史 external history 186, 367
- 尼可判準 Nicod's Criterion 50-52, 54-55
- 本性 essence 3, 7, 18-19, 42, 64, 146, 151, 153, 160, 226, 245, 280, 284-285, 289, 293, 338, 357
- 本質 nature 3, 6, 18, 55, 77, 85, 88, 104, 126-128, 131, 136-137, 147, 246, 249, 253, 263, 265-266, 298, 326, 328, 351, 378-379, 383, 385
- 本質主義 essentialism 3, 83, 246, 298
- 本質實在論 essence realism 246
- 生活形式 form of life 301-303, 305-308
- 先行條件 antecedent conditions 9, 68-73, 98, 112
- 共相實在論 universal realism 246

- 合理性 rationality
 161, 165-166, 180, 186-187,
 190, 195, 217, 219, 227-228,
 326
- 合理重建 rational reconstruction
 185-188, 227, 366
- 因果性的律則性概念、律則性的
 因果觀 nomological concept of
 causality
 7, 39, 78
- 因果說明 causal explanation
 91, 93, 289-290, 299-300, 319
- 收斂實在論 convergent realism
 211, 251
- 自然主義、自然論 naturalism
 29, 32, 160, 162, 204-205, 212,
 218-219, 224-227, 231, 244,
 248, 289, 293, 328, 336-340,
 346-347, 350, 363, 385, 397
- 自然解釋 natural interpretation
 199, 200, 203-204
- 行星 planet
 14, 16-19, 22, 25, 30, 75-76,
 94, 130-131, 133, 151-152, 177,
 182-184, 246
- 行為者 actor
 309-312, 316
- 行為者網絡理論 Actor-Network
 Theory, ANT
 309-313, 315, 320-321
- 似真程度 degree of truthlikeness
 103
- 利益說明 interest explanation
 299, 314
- 否證論 falsificationism
 8-10, 27, 29, 50, 83, 85-86, 92,
 100, 112-113, 115, 132, 135,
 142, 145, 157-159, 161, 172,
 174, 177, 179-180, 188-190,
 209-210, 225, 317, 370, 373
- 局部解釋 partial interpretation
 59, 64
- 改宗 conversion
 154, 165
- 杜恩—蒯因論題 Duhem-Quine
 thesis
 9
- 決斷實驗、判決實驗、關鍵實驗
 crucial experiment
 7, 9, 85, 88-89, 106-109, 111-
 112, 114-115, 179-180, 283
- 兩球宇宙 two-spheres universe
 15-16
- 典範 paradigm
 21, 120-122, 124-155, 159-160,
 162-166, 176-177, 191, 200,
 205, 209, 213, 218, 223, 235,
 247-248, 267, 288, 294, 327-
 328, 337, 342, 366, 368, 376,
 379
- 典範理論 the paradigmatic theory
 126, 128, 131, 164, 191, 200,
 294, 366
- 周年運動 annual motion
 14, 183-184, 191
- 命題邏輯 propositional logic
 42-43
- 物理論 physicalism
 46

- 知識相對主義 epistemic relativism
153, 318-319
- 社會建構論 social constructivism
31, 283-285, 289-290, 308-309,
316-317, 319-320, 327, 339,
362-363, 370
- 社會價值 social value
237, 240-241
- 社會學有限論 sociological finitism
295-296, 300-301
- 表現型論 phenetics
348
- 表象 appearance
18-19, 54, 200-202
- 長期的合理性 long-term rationality
180, 186-187, 228
- 非理性主義 irrationalism
29, 196, 248
- 保全現象、拯救現象 to save the
phenomena or appearance
7, 17, 21, 400
- 保護帶 protective belt
175-178, 184, 193
- 客觀性 objectivity
105-106, 124, 161, 165-166,
212, 235-236, 248, 307, 311,
376, 379, 382
- 建構經驗論 constructive
empiricism
78
- 建構論 constructivism
30-31, 56, 281, 283-285, 289-
290, 308-309, 312, 316-320,
327, 339, 362-363, 370
- 後設方法論 meta-methodology
174, 185, 188-190, 196, 219,
223, 225, 227, 339
- 恆星 fixed star
14, 16, 19, 24, 31, 47, 61, 114-
115, 151, 177, 183-184, 191-191
- 恆星視差、恆星周年視差 parallax
24, 114-115, 131, 133, 177, 184,
192
- 指涉實在論 referential realism
272
- 指稱的因果理論 the causal theory
of reference
253, 255-256, 258, 262, 265,
267, 270-271
- 指稱的因果描述詞論 the causal
descriptivism research tradition
262, 268
- 柏拉圖主義 Platonism
254, 348
- 柏拉圖式的實在論 Platonic realism
254
- 研究方案方法論 methodology of
scientific research programme
171-172, 174-175, 179-182,
185, 187-191, 196, 209, 339,
366, 385
- 研究傳統 research traditions
126, 212-213, 217-218, 228,
328, 366, 370, 385
- 科技與社會 Science, Technology
and Society, STS
161, 309, 311, 324, 326, 368,
374, 386, 388, 400

- 科學之方法學 methodology of science
13, 157, 159, 223, 226-227, 288, 339, 346, 350
- 科學方法 scientific method
4-5, 8, 12-13, 35-36, 86, 123-124, 134-136, 155, 157-159, 171-172, 186, 188-190, 197, 203, 214, 219-220, 223, 225-227, 235, 288, 302-303, 339, 346, 350, 373, 378, 385
- 科學危機 scientific crisis
120, 124, 137, 140, 143, 158, 294
- 科學的制度社會學 institutional sociology of science
286, 288
- 科學的客觀性 scientific objectivity
105, 382
- 科學知識的社會學 sociology of scientific knowledge, SSK
161, 285, 288-289, 291-294, 301, 309, 314, 319-320, 390
- 科學社群、科學共同體 scientific community
126, 129, 135, 144, 160, 165, 210, 217, 235, 257, 284, 287-288, 299-300, 343-345, 350
- 科學研究 science studies, SS
160-161, 232, 285, 324, 363
- 科學革命 scientific revolution
21, 119-121, 124, 140, 143-149, 158, 160, 164-165, 169, 205, 248, 262, 269, 289, 294, 325-326, 339-342
- 科學理性 scientific rationality
159, 182, 185-187, 197, 200-201, 205-206, 212-213, 219-221, 227, 232, 235, 284, 379, 385
- 科學理性的網狀模型 the reticulated model of rationality
212, 221
- 科學發現 scientific discovery
8, 29, 137, 139-140, 159
- 科學預測 scientific prediction
72-73
- 科學實在論 scientific realism
31, 78, 166, 211, 245-253, 256, 264, 271-272, 282, 316, 318, 326, 363, 370, 377
- 科學實作 scientific practice
301-302, 309
- 科學說明 scientific explanation
66-70, 72-74, 76-77, 243, 372-373, 378, 383, 385
- 科學戰爭 science wars
285, 316-318, 320-321, 324, 398
- 約定論 conventionalism
9, 99, 111, 188, 283
- 背負理論的 theory-laden
149-150, 199, 234, 379
- 背景假定 background assumption
233-236, 240, 244
- 個體主義 individualism
235
- 原則上的可檢證性 verifiability in principle
47

- 哥白尼革命 Copernican Revolution
21-22, 26, 120, 140, 151, 182, 185
- 家族相似 family resemblance
136, 164, 301, 331, 351-355, 357, 359
- 弱檢證原則 weak principle of verification
48
- 特置性 ad hocness
180-181
- 特置假設、特置假說 ad hoc hypothesis
90, 111-112, 114-115, 142, 176, 179, 181, 183, 192-195, 203, 380
- 真實、實在、真實性 reality
6, 15, 18, 20-21, 118, 137, 141, 201, 204, 246-247, 249, 265, 271, 281, 318, 320, 329-331, 340
- 脈絡經驗主義 contextual empiricism
212
- 脈絡價值 contextual values
237
- 能動性、行動力 agency
232
- 記錄句 protocol
65-66
- 逆行 retrograde
16-17, 19, 22, 133, 182-183
- 逆推 abduction
250, 252
- 追求的脈絡 the context of pursuit
218
- 假設、假說 hypothesis
7, 12-14, 20-23, 27, 50, 52, 56-57, 66, 69, 85, 89-90, 97-98, 101, 103, 105, 109-115, 142, 157, 159, 176, 179, 181, 183, 192-195, 199, 203, 233-235, 239, 251, 264, 270, 282, 298, 307, 372, 378, 380
- 假設演繹法 hypothetico-deductive method
7, 12, 50, 97, 110
- 副輪—主輪假說 epicycle and deferent hypothesis
19, 22, 141, 182-184, 269
- 問題轉移 problem-shift
175, 178-181, 183, 185, 187
- 基本述句 basic statements
92, 97-99, 110
- 常態科學 normal science
119-127, 129-135, 137-144, 147, 158, 160, 162, 164, 166, 205, 214, 294, 341
- 強方案、強計畫、強綱領 strong programme
288-293, 302, 309, 319-320, 362
- 強檢證原則 strong principle of verification
48
- 接受的脈絡 the context of reception
218
- 推理 reasoning
5, 30, 232, 234-236, 302, 307, 328, 379

- 推測—駁斥法 conjecture-refutation methodology
92, 157
- 啟迪、啟發 heuristic
175, 177-178, 181-185, 191, 380
- 涵蓋律模式 covering-law model
67, 70, 71, 74, 76-77, 93, 390
- 理論元項 theoretical entity
58, 60, 272-273
- 理論版本 theory version
163-164, 192, 210, 230, 366-367, 371-372, 374, 376-384, 391, 397
- 理論版本家族 family of theory version
164, 192, 230
- 理論版本論 theory of theory version
164, 230, 391
- 理論假說 theoretical hypothesis
26-31, 103, 106, 112, 114, 199, 244, 283, 330
- 理論詞 theoretical term
49, 58-66, 78, 246-247, 249-252, 262-264, 270, 272-274
- 理論實在論 realism about theories
272, 275
- 理論選擇 theory choice
28, 186, 226, 232, 235, 391
- 現象論 phenomenalism
9, 36-37, 40, 46, 59, 61
- 瓶頸問題 bottleneck problem
230, 244
- 異例 anomaly
121-122, 124, 138-140, 142-144, 174-180, 183, 190, 192, 209, 216, 230, 296, 298
- 異質建構論 heterogeneous constructivism
312
- 統計歸納模式、統計說明模式 inductive-statistical model, I-S model
67, 71
- 規律演繹模式 deductive-nomological model, D-N model
67, 71
- 規範自然論 normative naturalism
212, 218-219, 224-225, 227, 231, 244, 363
- 最佳說明推論 inference to the best explanation
250-251, 271
- 悲觀（後）歸納論證 pessimistic [meta-] induction argument
251-252, 271, 274-275
- 無奇蹟論證 no-miracle argument
250-252
- 發現 discovery
8, 14-15, 24-27, 29-31, 40, 44, 47-48, 50, 52-54, 58, 69, 85, 87, 92, 96, 120, 123, 129, 132-133, 137-140, 147-148, 151, 159, 164, 171-172, 175, 179, 194, 219, 255, 259, 261, 263-264, 266, 275, 294-296, 302-303, 318, 356-357, 363

發現脈絡 context of discovery

8, 27, 159

硬核 hard core

174-178, 180, 182, 184-185,
191-193, 209, 218, 228

等值定義 equivalent definition

59, 61-64

等值條件 equivalence condition

52-55

等級結構 graded structure

331, 334-335, 352, 358-359

結構功能論 structural

functionalism

285-286

評價 evaluation, appraisal

26-29, 31, 103, 105, 174-175,
177-179, 182, 187-190, 193,
195-196, 209, 212-215, 217-
219, 226-229, 231, 236-237,
240, 294-295, 299, 308, 346,
384

進步 progress

148, 161, 165-166, 174-175,
178-181, 184-185, 187, 195,
197-198, 200, 205, 213-219,
249, 344, 366, 385

意義整體論 semantic holism

254

感覺資料、感覺與料 sense-data

47, 49, 59-61, 99

新世界議題、新世界問題 new

world issue

149, 166

新奇性 novelty

27, 237-238

概念 concept

1-2, 5-7, 9, 13-14, 18, 30, 39-
41, 45, 48, 56, 60-63, 66, 70-71,
87, 90-91, 94-95, 100, 102, 108,
111, 121, 124, 128, 143, 146-
147, 154-155, 159-160, 163-
165, 173, 175, 181, 185-186,
192, 199-202, 204, 210, 212,
214-217, 227, 229-230, 236,
244, 247-249, 253-255, 259-
261, 265-266, 268, 273, 276,
279, 284, 295-301, 305, 312,
315-316, 318, 327-328, 330,
337, 342-343, 346-351, 354,
359, 367, 373, 375-383, 385-
386, 397

概念架構 conceptual scheme

7, 154, 164, 175, 199, 268, 296-
297, 377-378, 381

概念問題 conceptual problems

6-7, 214-217

概念轉變 conceptual change

327

溯推 retroduction

250

準確 exactness, accuracy

27, 90, 124, 135, 220, 231, 236-
237, 240

經驗主義 empiricism

7-9, 52, 212

經驗問題 empirical problems

214-217

經驗適當性 empirical adequacy

78, 237-238, 240

- 解決問題、解題 problem-solving
125, 132, 177, 192, 211-215,
217-218, 228, 230-231, 380
- 解謎 solving puzzles
121, 124, 131-132, 140, 144,
146, 205, 214, 237
- 解題效力 problem-solving
effectiveness
217-218, 228, 230-231
- 試誤法 trial and error
92, 157
- 達爾文主義 Darwinism
348
- 逼真程度 degree of verisimilitude
103-104
- 盞色悖謬 grue paradox
51, 56
- 劃界的判準、劃界標準
demarcation criterion
86-87, 174, 209, 224
- 劃界問題 the problem of
demarcation
86, 179, 209, 372
- 實在論 realism
21, 31, 78, 166, 195, 211, 245-
276, 282, 299, 309, 316, 318-
320, 326, 363, 370, 373, 376-
377, 383, 389-390
- 實務的可檢證性 practical
verifiability
47
- 對應規則 correspondence rule
9, 59, 62, 65-66, 71
- 構成價值 constitutive value
237
- 演化分枝論 cladism
348
- 維也納學圈 Vienna Circle
44, 61
- 蓋式塔（整體）轉換 Gestalt shift
149-150, 154, 159, 165
- 語言遊戲 language game
301
- 語意觀點 the semantic view
77
- 認可 corroboration
85, 88, 99-100, 102-104, 106,
136, 178-181, 214
- 認可的程度 degree of corroboration
100, 102-104
- 認知目標 cognitive aim
219-221, 223, 225, 239-240
- 認知的效益主義 cognitive
utilitarianism
241
- 認知建構論 cognitive
constructivism
31
- 認知價值 cognitive value
28, 124, 135, 199, 223, 231-232,
236-238, 240-241, 290
- 認知觀點 the cognitive view
77
- 說明力、解釋力 explanatory power
13, 27, 61, 65, 87, 103, 240
- 價值中立 value neutral
36, 104, 123, 231, 282

- 廣泛、範圍、發展空間 scope
6, 27, 28, 35, 125, 127, 142,
155, 190, 213, 217, 240, 266,
288, 345, 369-371, 379
- 模型 model
4, 7, 15, 19-22, 30, 72, 76-77,
134-135, 145, 164, 176, 182-
183, 188-189, 196, 202, 212,
218-223, 227, 237-239, 246,
326-331, 334-336, 340-350,
359, 366, 373, 376-378, 380-
383, 385, 389-390
- 模型觀點 the model-based view
77, 373, 377, 381, 383, 385,
389, 397
- 潛在否認者 potential falsifier
97-98, 100
- 複製體 replicator
349-350
- 適切性條件 conditions of adequacy
69-71, 73-74
- 操作型定義 operational definition
10, 60-61
- 操作論 operationalism,
operationism
9, 61-62, 78
- 整體論 holism
110-111, 234, 254
- 橋律 bridge law
58-59, 61-62
- 歷史理性論者 historical rationalist
11, 211
- 遵循規則 rule-following
301
- 檢證 verification
8, 12, 36, 39, 45, 47-49, 61, 86-
87, 94, 123, 131, 199, 270, 274-
275, 290, 292, 372, 374, 378-
379, 383
- 檢證或可檢證性原則 the principle
of verification or verifiability
45
- 檢證論 verificationism
45, 47-48, 61, 86
- 瞬間理性 instant rationality
179
- 歸納 inductive method
7-8, 10, 36, 38, 86-87, 90-91,
106, 123, 156, 203, 276, 378
- 歸納主義 inductivism
8, 105, 157, 188, 225
- 簡潔 simplicity
22, 27, 103-104, 124, 135, 231,
236-237, 239-240, 249
- 翻譯 translate
43-44, 49, 59, 165, 255-260,
262, 266, 311-312
- 轉換 translation
310-312
- 轉換理論 theory of translation
311
- 證成脈絡 context of justification
8, 27, 159
- 證據 evidence
9, 22-30, 35-36, 49, 57, 74, 85,
87, 90, 100, 103, 107, 111-114,
123, 132-133, 142, 150, 157-
160, 165, 189, 194, 198, 200,
203-204, 212, 223, 226, 231-

- 236, 239-240, 251, 271, 274,
283, 290, 292, 294, 299-300,
309, 319, 326, 354
- 證據支持 evidential support
22, 203, 233
- 證據無法充分決定理論
underdetermination of theories
by evidences
107
- 辭典 dictionary
9-10, 59
- 類比 analogy
30, 159-160, 183, 192-193, 202,
227, 295, 311-312, 327, 340-
342, 344-346
- 邏輯經驗論 logical empiricism
7-10, 12-13, 27, 29, 35-36, 43-
44, 48-51, 55-59, 61, 65-66, 71-
72, 75-79, 84-86, 92, 94, 98,
102, 104-106, 117, 132, 135,
145, 148, 155-161, 169, 177,
247-248, 262, 288, 328, 339,
363, 370, 372-373, 379, 381-385
- 邏輯實證論 logical positivism
10, 12, 35, 44-45, 48-49, 59, 65,
78, 92, 99, 145-147, 156-157,
188, 247, 337, 365, 370, 376,
378, 383-385, 397
- 顯式定義 explicit definition
59-61, 63-65
- 驗證的邏輯 the logic of
confirmation
50-51, 54, 57
- 驗證悖謬 the paradox of
confirmation
51, 54
- 觀察性的述詞 observational
predicate
49
- 觀察詞 observational term
49, 58-62, 64-65, 78, 247



亞細亞的新身體：
性別、醫療與近代台灣

出版日期：2005年3月

作者：傅大為

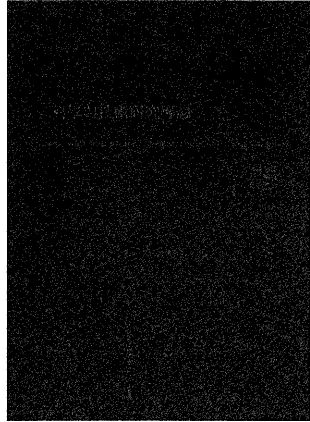
定價：500元

ISBN: 957-28990-8-2

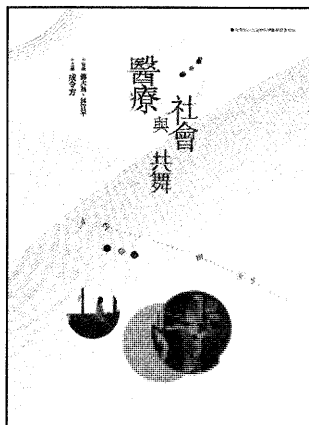
一百多年前，當近代醫學及其一切相關體制登陸台灣時，台灣的人民與婦女，沒有多少與之協商的機會，因為那是帝國勢力下的傳道醫學，或根本是殖民醫學本身。在沒有真正的協商下，缺席、被動或不參與「醫療的近代台灣」大事業，也算是種反抗吧。到了一百多年後的今天，當近代醫學要重新書寫它的進步史時，已是解嚴後的台灣。台灣當代的婦女、性別研究者、女性主義者、STS 行動者等，這次卻不能缺席或被動。就如 Haraway 的機器動物人 Cyborg——那跨越、流動在技術、醫學、身體、性別之間的複合有機體，我們需要主動挑戰，進行跨越公、私領域的大協商，並經營前近代、近代、還有近代之後三者間的對話。我們真的需要突破；台灣婦女，還有旁邊新近也被纏繞的台灣男人，真需要從一片片近代醫療所纏繞的技術之繭中，破繭而出。幸運的話，曾經纏繞身體的技術之繭，在未來反而可以化為機器動物人自由飛翔的技術羽翼。

科學與技術研究導論
*An Introduction to Science and Technology
Studies*

出版日期：2008年1月
作者：希斯蒙都 (Sergio Sismondo)
主譯：國立編譯館
譯者：林宗德
定價：300 元
ISBN: 978-986-84054-0-0



本書為科學與技術研究此一複雜的跨學門領域提供了指引，介紹此新興領域的歷史背景，著眼於重要爭論與關鍵性理論的進展，結合科學與技術背後的哲學關懷和此領域位居主流的批判性社會科學觀點。主題包括實在論與社會建構、論述與修辭、客觀性、實驗和理論的地位、爭議，以及對科學與技術的批評，適合尚未接觸過此一有趣而富爭議性研究領域的讀者。



醫療與社會共舞

A Dialogue between Medicine and Society

出版日期：2008年2月

編者：成令方、傅大為、林宜平

定價：400元

ISBN: 978-986-84054-3-1

當醫學遇上社會學，究竟會碰撞出什麼樣的火花呢？本書邀請了國內三十三位生物醫學界和社會人文學界學有專精的學者與教授，以日常生活中的醫療、健康實例做為主題，將他們多年的學術研究轉譯成趣味盎然，淺顯易懂的短文，使讀者能在醫療中看見社會的多重意義，破解以為「醫療中立，不受社會影響」的迷思；使讀者能進一步瞭解，醫療為達到維護眾人健康的目的，必須正視醫療領域中知識、權力關係的不平等，以及社會資源分配不公平等議題。

本書共分成〈另類醫療〉、〈醫療專業的興起與變遷〉、〈醫學知識與權力〉、〈醫療政策與市場〉、〈身體經驗〉、〈工作與健康不平等〉、〈醫療技術〉、〈風險與醫療爭議〉八大篇，篇篇精彩的文章帶領讀者，從醫療社會學、公共衛生、以及科技與社會的視野，思考、審視「醫療與社會」的關係，期盼本書能激發更多的對話與創見。

科技渴望參與

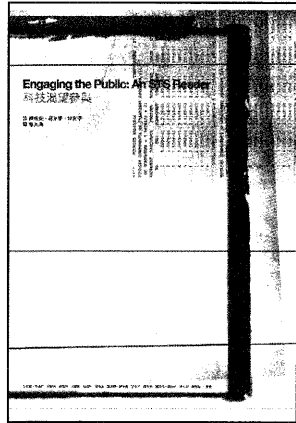
Engaging the Public: An STS Reader

出版日期：2009年2月

編者：陳恆安、郭文華、林宜平

定價：400元

ISBN: 978-986-6525-08-7



科學哲學家拉圖（Bruno Latour），曾以旅館鑰匙圈，闡釋科學與技術研究（STS）的問題性：旅館為了讓顧客外出時將鑰匙圈留在櫃檯，一方面得充分告知旅客；此外還得讓旅館進出動線通過櫃檯；讓鑰匙圈厚重，不便攜帶；最後還要有拿著警棍修理不守規矩的旅客的警衛。這四種意象分別代表了風俗習慣、基礎建設、市場機制和法律。科學和技術不見得會有個必然的發展方向，社會所做的選擇有重要的影響，而這些選擇都涉及到信念、利益與權力關係。

科技一般而言很有趣，讓人有如千手觀音般神通廣大，但科技發展卻缺乏觀音的慈悲。而今台灣社會雖然已邁向民主，但還不是多元民眾參與公眾事務的公民社會，科技缺乏公眾檢視及多元競爭的機會而逐漸獨霸、僵化，使科技與權力複合體不斷置社會於高風險之中。因此，STS不僅要求「STS人」積極投入研究，更要求STS人走出象牙塔，嘗試透過社會實踐落實STS知識，邀請大眾共同參與這波瀾壯闊的冒險之旅。

Philosophy of Science

A Theoretical and Historical Introduction

By **Chen, Ruey-Lin**

This textbook is a theoretical and historical introduction to philosophy of science. It can be divided into four parts: pre-Kuhnian theories, Kuhn and the historical approach, post-Kuhnian issues, and a critical assessment of Taiwan's philosophy of science (PS). The first part reviews logical empiricism and Popper's falsificationism. The second part introduces Kuhn's paradigm theory, and Lakatos and Feyerabend on the scientific method and rationality. It also discusses Laudan's and Longino's views on progress and values. Moving on to the "post-Kuhnian" PS, the third part introduces realism and its anti-realistic opponents, and social constructivism and the famous "Science Wars". It also traces two new approaches of PS – the model-based view and the evolutionary view on the structure and development of science. This book concludes with a review and appraisal on the development of PS in Taiwan.

Intended to be a textbook for Taiwanese students, this book introduces not only mainstream PS thoughts with critical comments but also Taiwanese scholarships throughout this book.

Chen, Ruey-Lin is a professor in the Department of Philosophy at National Chung-Cheng University, Taiwan. His specialty is philosophy and history of science and STS. Studies in the general philosophy of scientific theories, models, experiments, and the relationship between science and society are his major interests. He is also the author of five philosophical books in Chinese and over twenty academic articles in Chinese and English.

Philosophy

本書把西方科哲發展區分成前孔恩、孔恩與歷史取向、後孔恩三個時期，這三個時期也標誌了議題、方法和理論重心的轉移。

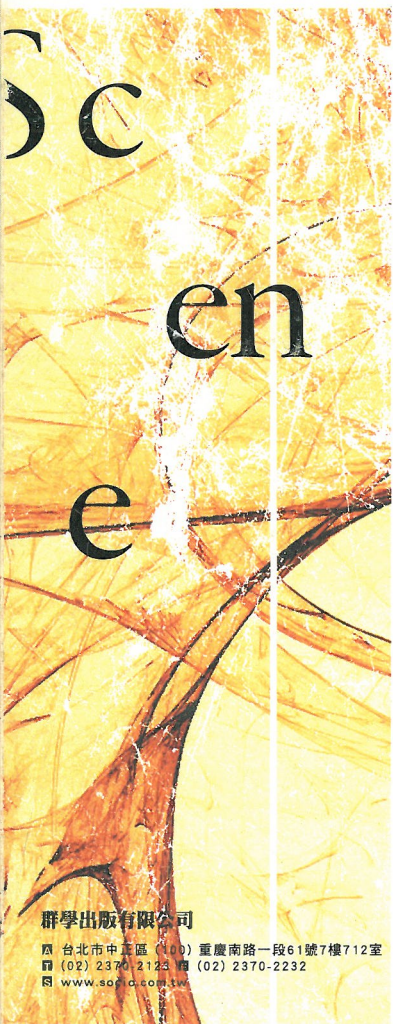
前孔恩時期包括邏輯經驗論和波柏的否證論。

在孔恩與歷史取向時期，本書先以專章討論孔恩，隨後對準拉卡托斯和費耶阿本關於理性方法的爭論，再討論勞丹和蘭吉諾對於進步與價值的分析。

後孔恩的科哲，則著重三大議題：
· 科學實在論與反實在論的爭論
· 社會建構論與其燃起的「科學戰爭」大爭論
· 科學結構與發展的模型與演化觀

本書最後對台灣本土科哲發展的歷史作一個回顧與展望。

一本在台灣出版、以中文寫作的科哲教科書，應該反映出台灣科哲本身的發展進程，反映出台灣本地科哲學者的關懷重心和討論重點。因此，本書內容大量引用台灣科哲學者對於西方科哲家、議題、概念和理論的分析、討論、批評與解答。



群學出版有限公司

台北市中正區 (100) 重慶南路一段61號7樓712室
(02) 2370-2123 傳 (02) 2370-2232

www.sqa.com.tw

9789866525247 100450