

長庚人文社會學報
6:2(2013), 215-250

觀察、不充分決定與理論評價*

戴東源 **

摘要

本文旨在表明，實用論對「理論」與「觀察」關係的看法，不會傷害「競爭理論可客觀地比較優劣」的主張。實用論的「觀察理論」及「經驗資料不充分決定理論」之論題分別是：觀察已經預設某些東西，無法成為驗證或否證理論的中立裁判；理論若遭遇觀察異例，可透過修改其中任一部份使之與觀察相符而免遭反駁。這兩種觀點可能導致相對主義或懷疑主義。本文將批判此立場並論證，觀察者本身的各種預設，固然會影響觀察陳述的客觀性，但由此不必然導出競爭理論無法客觀比較優劣的結果。待檢驗的理論偶爾可以透過修正其中部分，使之與觀察異例相符，但不是所有理論遭遇觀察異例，皆可透過修正而與競爭理論等價並獲得保留，我們能以既有證據和各理論比較的方式，獲得一個相對較佳的理論。

關鍵詞：科學哲學、觀察、負載理論、不充分決定、迪昂、貝耶斯主義

* 本文為筆者博士論文第二章擴充改寫而成，感謝兩位匿名評審的寶貴意見。

** 作者為國立清華大學通識教育中心兼任助理教授，E-mail: tai.dong.yuan@gmail.com。

一、前 言

科學理論的重要功能之一在於預測，一旦預測的現象發生，意味理論具備「科學的」資格。而科學是經驗的知識(empirical knowledge)，觀察則是人們經歷這世界的主要方式，因此觀察結果就成為評價科學理論的依據，以評估特定理論是否為「可接受的」知識。早期的科學哲學家認為「觀察」與「理論」具有某種邏輯關係，觀察不是支持就是反駁理論，其結果有一定程度的客觀與確定性。他們並不考慮科學研究者在觀察時的「外在科學」成分，如個人心理和社會因素的影響。直到上個世紀中，從歷史、社會、心理角度出發的實用論者(pragmatist)韓森(N. R. Hanson)、孔恩(T. Kuhn)、費耶阿本(P. Feyerabend)等人強調觀察蘊含主觀成分，蒯因(W. V. Quine)從邏輯觀點批評觀察無法充分決定一個理論，從此「理論評價」問題不再如邏輯實證論(logical positivism)、波柏(K. Popper)等理性論者(rationalist)觀點那樣理所當然。¹ 實用論觀點進一步的威脅在於，若觀察不能客觀地檢驗理論，那麼科學家們面臨理論抉擇的判斷，勢必由個人主觀的如文化或社會因素來決定(Knorr-Cetina and Mulkay, 1983: 4)，這恐將使科學事業走向知識相對主義(relativism of knowledge)甚至「一種新的懷疑主義」(Rosenberg, 1998: 175; Nagel, 1979: 31)。

科學知識的相對主義特徵之一：人們沒有充分的認知理由能在競爭理論之間客觀做出選擇。本文反對這種相對主義觀點，並為理性論的基本立場「競爭理論可客觀地比較優劣」辯護。客觀性在此意謂「互為主觀可檢驗的」(inter-subjectively tested)，亦即，科學家們若使用同樣的方法重複特定檢驗過程，能得到相同的結果，並對此結果有共識。² 必須承認，實用論確實指

¹ 本文採韓沛爾(Hempel, 1983, 1979)的區分：方法學的實用論與理性論。

² 波柏主張科學客觀性在於其可檢驗的特徵，觀察的基本述句是科學家們「約定地同意」。勞登《科學與價值》強調了科學客觀和合理性在於科學判斷上的共識(consensus, agreement)，這也是科學哲學上重要議題，例如他引述 N. R. Campbell 言「科學是對那些能得到普遍共識判斷的研究」及 J. Ziman 說「[共識]是科學賴以建立的基本原則」(Laudan, 1984: 4)。

出了早期理性論觀點的不足，開啟科學哲學一條新的研究道路。例如，堅持理論可客觀合理評價的拉卡托斯(I. Lakatos)、夏佩爾(D. Shapere)、勞登(L. Laudan)等人，都是受實用論影響的「溫和理性論者」。他們走上這條新的研究之路，某種程度上軟化了傳統理性論立場，但「競爭理論可客觀地比較優劣」的基本立場不變。本文將論證，實用論的觀點不會危害或威脅理性論的基本立場，也為部分傳統理性論者遭誤解或獨斷化的論點做澄清。

很難說目前的科學哲學研究成果已大大超越了上個世紀初的科學哲學家，尤其那些以邏輯分析見長的理性論者，除非先理解其觀點的來龍去脈，才能明白實用論指出了理性論的那些缺失。本文第二節先概述傳統理性論的觀點。理性論大抵預設觀察是純粹中立的，「理論」與「經驗」間是邏輯關係的聯繫，聚焦討論其邏輯結構。第三節討論迪昂(P. Duhem)、孔恩、韓森等人的觀察理論(theory of observation)，即觀察是「負載理論的」(theory-laden)，因而不能成為驗證或否證理論的中立裁判。這挑戰了理論評價的客觀性。本文分析「觀察負載理論」的幾種涵意，釐清哪些是無關理論評價的，哪些是對理性論有威脅的，哪些反而有助於客觀理論評價。第四節回應迪昂與蒯因所提的「不充分決定」(underdetermination)論題：(1)不存在能夠否證(falsify)和驗證(confirm)特定理論的「判決性實驗」(crucial experiments)；(2)科學知識是整體地受檢驗，理論與觀察不一致，無法判定理論中何處應修改；允許調整理論任何地方，使之與觀察相符合而免受反駁。

二、傳統理性論的觀點

傳統理性論的科學哲學研究，大都專注於科學語句的邏輯分析，幾乎不關心科學家所處的背景問題。³ 他們描繪科學理論的結構，說明不可觀察的

³ 卡納普的說法：「[科學哲學]不關心事實和定律的發現(那是經驗科學家的工作)，也不陳述關於這世界的形上學，它把注意力集中在科學本身，研究科學所引用的概念、所使用的方法、可能的結果、命題的形式、及可應用的邏輯型態。」(Carnap, 1966: 188)

理論實體和術語如何取得經驗意義，及經驗述句在何種條件下可視為特定理論的證據或反證，或依據什麼條件才可接受一個理論(為真、趨近真)。這種工作是在研究科學知識的內容，而不是科學活動。傳統理性論者多受嚴密科學如數學和物理學方法的感召，他們對科學理論的看法，充分展現這種企圖。為了說明抽象的科學理論如何與人的感官經驗相聯繫，理性論發展出一種仿公理系統的建構，也稱「正統觀點」(orthodox view)或「公認觀點」(received view)。1952 年韓沛爾(C. Hempel)於《經驗科學中概念組成的基礎》(*Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*)中，為公認觀點勾勒出一幅經典素描：

一個科學理論可比做懸在空中的一張複雜的網：它的語詞以結(knots)代表，而聯繫結與結之間的線，就相當於理論中的定義或基本原理及導出的假設。整個系統漂浮著，利用解釋法則(rules of interpretation)連接固定在觀察的平面上，這些法則好比一些繩子，它們並非網的一部份，而是用來將網上的某部分連到觀察平面上的特定點，利用這些解釋繩子的連接，這張網得以發揮一個科學理論的功能：從特定觀察資料，我們可經由一條解釋繩子，上升到理論網中的某一點，然後經由定義和假設通往其他點，在這些點上，又有其他解釋繩子可讓我們降回觀察的平面上。(Hempel, 1952: 36)

費格(Feigl, 1970)在一篇名為〈理論的「正統」觀點〉("The 'Orthodox' View of Theory")文章中，大力為公認觀點辯護，並給予「理論網」一張具體圖像(圖1)。費格堅定理性論的訴求：科學的合理性與客觀性可由此建構獲得證成。簡單說，科學原理如同公理系統的公設在最頂端；而中間是由原理推出的理論定律和概念如同公理系統的定理；底下是更多演繹出來經驗定律和概念，這些經驗定律透過所謂橋樑原則(bridge principle)與最底層的觀察「泥土」——經驗——發生聯繫。⁴

⁴ 傳統理性論者將經驗觀察比喻成泥土，「漂浮」其上的是各類理論和原理，兩者之間的橋樑如卡那普(Carnap, 1966)所謂「對應規則」(correspondence rules)、布里基曼(Bridgeman, 1927)

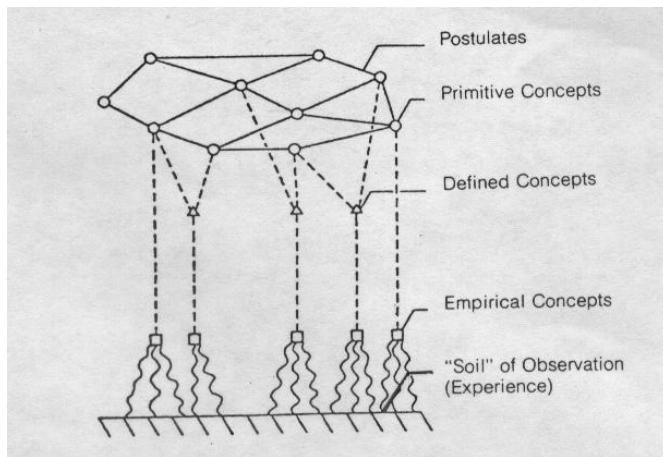


圖 1：Feigl「公認觀點」的圖說

這張理論網只涉及知識內容上靜態、永恆不變的條件，無關科學發展實際過程。理論網依賴邏輯原則與經驗泥土搭建支撐，因此「科學」亦由此兩要素來定義。也就是，科學理論證成僅牽涉客觀的「邏輯」與「經驗」，這些因素是中立的，與個人特質和社會因素無關。人們只要依循此建構原則，接受相同的經驗前提，必然能夠邏輯地導出相同的結論。「理論」與「觀察」之間的聯繫，亦只需透過邏輯分析，就能判斷個別觀察對於理論的驗證(confirm)或反證(disconfirm)。這些程序是客觀可檢驗的，無需顧及科學研究者的心理狀態和社會背景。

卡納普(R. Carnap)曾說，科學哲學上最大難題便是如何從單稱述句得到全稱述句的證明，即，(普遍的)抽象理論如何與(單一的)經驗事實取得聯繫(Carnap, 1966: 5)。公認觀點的理論網提供一個如何聯繫的說明，但模型內部仍有困境難以解決。寇瞿(Koertge, 1972)指出，公認觀點的理論網模型至少必須有兩個預設：一是理論術語意義的「毛細作用模型」(Capillary Model)，即科學理論的認知意義皆從觀察基礎的泥土滲透上來；二是驗證的「自立更

的「操作定義」(operational definitions)或坎貝爾(Campbell, 1920)所謂的「字典」(dictionary)。理論網內的理論、定律即透過這些橋樑取得經驗意義。

生模型」(Bootstrap Model)，即支持理論的證據都來自於單稱的觀察述句。⁵邏輯實證論的檢證論(verificationism)與波柏的否證論(falsificationism)立場，為傳統理性論的代表，分別以歸納與演繹邏輯作為理論與經驗之間的「自立更生」機制，也都依賴某種中立的經驗基礎。問題在於，公認觀點預設了兩種機制，而此機制又建立在中立觀察上，因此「中立觀察」這個終極預設就成為實用論者的箭靶。

依照檢證論觀點，觀察述句被視為無負載理論的中立語言，此中立的「所予」(given)是所有科學理論的經驗基礎，邏輯實證論者稱此經驗基礎為「記錄語句」(protocol sentences)；單稱的記錄語句可驗證特定理論(全稱語句)。不過，檢證論觀點也承認，人們只能以歸納檢證理論至某一程度(驗證程度)，檢證的機制永遠不能絕對確證理論，亦即，個別的單稱經驗語句邏輯上不容許完全地驗證全稱理論語句。⁶

波柏反對歸納推論，他認為只有演繹法(deduction)能提供科學客觀性與確定性。「確定性」不是指可確定一個科學理論這類全稱述句為真，而是指可確定它為假。換言之，我們雖不能以歸納推論確定一個理論為真，但卻可用演繹推論確定其為假。波柏以演繹法為基礎提出否證論觀點，檢驗基礎就

⁵ 「毛細作用模型」意指將不可觀察的理論術語翻譯成可觀察語句的機制，如前註所述卡那普的「對應規則」、布里基曼的「操作定義」或坎貝爾的「字典」。「自立更生模型」意指全稱理論語句受單稱觀察語句支持或反駁的機制。例如早期邏輯實證論的「可檢證性原則」(principle of verifiability)，Carnap (1936-37)的「驗證論」(confirmationism)，也包括波柏的「否證論」。

⁶ 參 Carnap (1936-1937)。舉例來說，當我們觀察到某些事件總是伴隨出現，會試圖將這個伴隨出現的語句普遍化。例如「每當黎明時(Rx)，太陽從東邊升起(Sx)」(假想「Rx→Sx」的關係)，「現在是黎明(Ra)」那麼「太陽會從東邊升起(Sa)」。檢證的機制依賴歸納法，用邏輯式簡單表達： $Ra \& Sa, Rb \& Sb, \dots Rn \& Sn, \quad \therefore (x)(Rx \rightarrow Sx)$ 。在此，「Ra&Sa, Rb&Sb…」為個別觀察述句，「(x)(Rx→Sx)」為一個普遍假設。我們觀察到 R 與 S(「Rx→Sx」)總是伴隨出現，會企圖歸納出一個普遍或全稱(universal)述句「(x)(Rx→Sx)」當作一個假設。不過，此結論的普遍述句，理論上蘊含無限多組觀察述句「R&S」，科學實踐上無法以有限的觀察充分檢證「(x)(Rx→Sx)」，亦即，現實上無法窮盡這世界所有可能的 R&S(n 為無限)。因此，我們只能以歸納所得檢證至某種程度，檢證的機制永遠不能絕對確定，亦即邏輯上不允許我們得出普遍述句的結論。

是大家一致同意的「基本述句」(basic statements)。邏輯形式為「否定後件因而否定前件式」(*Modus Tollens*)： $(H \rightarrow O) \& \sim O \rightarrow \sim H$ 。在此， H 為一假設的全稱述句， O 為單稱述句。原本 H 應該蘊含 O ，但若得到一個觀察 $\sim O$ ，就足以反駁 H 。這種確定性由邏輯有效性賦予，一個理論與多次的實驗結果相符，不表示該理論就更加可靠，因只要出現一個反例，全稱的理論語句就得反駁的結果。⁷

在此，不論是「記錄語句」還是「基本述句」，都被當作是理論證成(justification)的基石，理論網模型搭建成基石上才能穩固。卡那普將之視為中立純淨的語言，波柏則把它當成是科學家之間的約定(convention)。雖然兩人都承認這些經驗基礎的語句並非絕對而不可矯正，但都同意觀察的單稱述句，比理論的全稱述句更加純粹且中立，經驗意義可由此基礎「滲透上」理論網，幾乎不考慮觀察述句是否預設科學家心理與社會因素，以及由此產生的理論評價的問題。

實用論在此關節指出問題：「觀察」並非客觀中立，由此導出的檢證和否證皆無法充分支持或反駁特定理論。觀察若負載了各式各樣的理論，那麼公認觀點嚴格區別理論與觀察語詞的神話就破滅，理論網模型也就失去證成基礎。此外，就算理論與觀察語詞可截然區分，「理論網」與「經驗泥土」之間的橋樑也並非一條客觀清晰的「邏輯毛細管」。除了邏輯以外應還有其他成分，例如下判斷的科學研究者心理等主觀因素。波柏看出這個缺陷，他將科學客觀性的基礎寄託在科學家們一致同意的「基本述句」。基本述句的接受是一種決定(decision)，無法再給理由證成，如果還有人不同意公認的基本述句，只能將之忽略不計。⁸ 波柏認為，只有這類大家都同意的底層經驗

⁷ 在此刪略「檢驗條件」的表示。若以述詞邏輯表達為： $(x)(Rx \rightarrow Sx), Ra \& \sim Sa \quad \therefore \sim(x)(Rx \rightarrow Sx)$ 。只要得出一觀察事件($Ra \& \sim Sa$)，就足以反駁全稱述句($x(Rx \rightarrow Sx)$)。

⁸ 波柏認為基本述句不等於是「真」，必須經過多次的檢驗才能接受。這種述句的特色是，存在著某種數學或邏輯的技術，任何人學會它都能斷定該陳述是可以接受的。但這不表示我們能夠給出決定經驗基礎的判定規則。如果有人對已廣為接受的陳述提出質疑，波柏也只能建議此人，指出陳述錯誤之處或再去檢驗看看。例如，若有人在一個實驗情境下，無法同意公認的基本述句「這張石蕊試紙是紅色的」，波柏只能建議他再檢驗；若他還有懷疑，只能忽略他的意見(Popper, 1968: 98-99)。

才是客觀的，客觀性相當於可檢驗性。他說：「科學述句的客觀性在於它們能夠被互為主觀地檢驗這一事實」(Popper, 1968: 44)。概略而言，波柏同邏輯實證論一樣，亦訴諸「理想化」(idealization)說明，簡化並排除認知者所具有的各種主觀因素。

實用論者批判這種理想化重建模式，質疑所謂中立、客觀的觀察。蒯因很早就指出理性重建模式的缺陷。他認為理論與證據之間(信念／感覺與料)的鴻溝，無法以傳統知識論彌補，主張從心理上的因果關係來看兩者。心理學的經驗研究顯示，每個人的感覺受器(sensory receptors)即使受相同的外在刺激，不一定每個人都產生相同的反應(Quine, 1969)。孔恩、費耶阿本則認為，觀察必須透過某些理論或背景知識來解釋(interpretation)，這種「受理論污染的」經驗不能成為科學事業的客觀性基礎。而且就算理性論的分析沒錯，「理論」與「觀察」之間純粹是邏輯推論的關係，但若無法確定觀察的中立性，同樣不能充分判定哪一個理論才是可接受的。

物理暨科學史家迪昂曾舉一個例子，顯示「觀察」的模糊和主觀性：一個物理學家正在實驗室操作各種儀器，做電阻的實驗；但在一個外行人眼中，卻是實驗者和一堆線圈、鐵棒、銅線等儀器工具的使用關係，外行人根本看不出實驗者在做什麼(Duhem, 1991: 145)。如果沒有預設電學知識，旁觀者如何知道這是電阻實驗？換言之，若沒有預設相同的知識背景，不同的觀察者對於相同的現象會有不同的解讀。這也表示，面臨相互競爭的理論，科學家們對何謂支持或反駁特定理論的「證據」必定持續爭議。

三、觀察負載理論

迪昂指出：「物理學中的實驗是對現象的精確觀察，同時伴隨對這些現象的解釋；這種解釋藉助觀察者接受的理論。」(Duhem, 1991: 147)韓森、蒯因、孔恩、費耶阿本對此各有不同的表述，但抱持類似的看法，即科學知識所依據的經驗基礎，是人們運用既有的某些理論及概念所做的解釋結果。韓

森稱這種觀察述句必然伴隨普遍理論為「負載理論的」。⁹ 費耶阿本則主張：「觀察述句不僅僅是負載理論的，而且是完全理論的。」(Feyerabend, 1988: 229)¹⁰ 若觀察都負載了科學家各自接受的理論，那麼科學家們(科學社群)顯然無法對某個待檢驗的理論做出一致的判斷。這看似威脅了理性論的基本立場。納格爾(E. Nagel)憂心指出：

每個觀察述句的含意因此由研究者所接受的某些理論來決定，所以一個理論的適當性就不能經由理論中立(theory-neutral)的觀察述句來判定。如果這些批判是正確的，它們顯然導致一個影響深遠的「知識相對主義」，一種關於實現保證自然知識可能性的懷疑主義。(Nagel, 1979: 31)

若人們堅持科學家的觀察皆依賴某些理論，那麼就會導出一個結論：依賴不同理論的科學家對同一現象會有不同的解釋。亦即，相同的現象由不同的科學家來觀察，可能產生不一致的觀察陳述，如此便不會有普遍認可的證據。

以認知心理學的實驗「鴨兔(duck-rabbit)圖」為例(圖 2)，有人將之看成鴨子，有人將之看成兔子。以此實驗類推至科學知識的建構上，可以宣稱：觀察者依照各自的信仰、背景知識、世界觀來解釋各自觀察的現象，以此觀察為基礎建構出不相容的競爭理論，沒有中立的觀察能提供我們在競爭理論中決定哪一個理論較好。如同孔恩論述：「不同典範的支持者在不同的世界中執行它們的行業」，「兩群在不同世界中執業的科學家從同一點注視同一方向時，他們看到不同的東西。」「拉瓦謝(A. L. Lavoisier)當作是氧氣的東西，

⁹ 韓森在同一本書中使用“theory-laden”和“theory-loaded”(Hanson, 1965: 19ff)。

¹⁰ 費耶阿本的說法代表多數實用論者的觀點：「一個觀察語言的解釋，由我們用來說明所觀察到的東西的那些理論來決定。而且一旦理論發生變化，這解釋也變化。」(Feyerabend, 1988: 228-229)對孔恩來說，韓森的「負載理論」如同「負載典範」(paradigm-laden)。孔恩說過，「典範的改變的確使得科學家對他們研究所涉及的世界的看法改變了」(Kuhn, 1970: 111)。就本文所討論的實用論者而言，當然意謂他們抱持：「觀察」是人們運用既有的某些理論及概念所做的解釋結果。

普利斯特里(J. Priestley)卻看成是除去燃素的空氣(dephlogisticated air)。」(Kuhn, 1970: 150; 118)韓森則認為，第谷(Tycho Brache)和他的助手克普勒(Johannes Kepler)一起站在山丘上看日出，

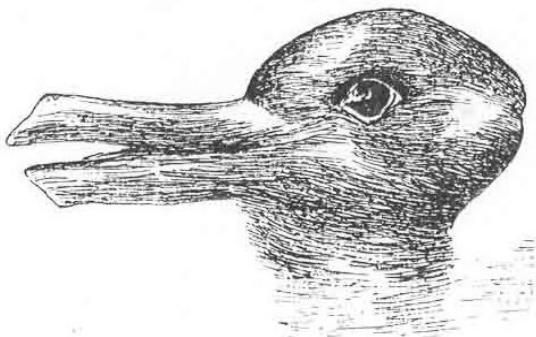


圖 2：鳴兔圖。原始出處 Jastrow (1899), “The Mind's Eye,” 312。

Jastrow 指出最早來自德國雜誌的卡通圖畫。*Fliegende Blätter*, 1892, 147。

「克普勒將太陽當作是靜止的，地球在運動。但第谷幾乎是跟隨托勒密和亞理斯多德：地球是固定的，而其他天體繞著地球運動。」(Hanson, 1958: 5)今天，雖然我們對太陽的知識沒有歧見，都具備相同的背景知識。「然而第谷和克普勒看相同的事物，卻看到不同的東西。這些不同的東西可說是依賴於他們的知識、經驗以及理論。」(Hanson, 1958: 18)換言之，第谷相對於克普勒，普利斯特相對於拉瓦謝，他們在各自的時代裡，每個人理論預設不同，產生不同的觀察述句，而這些「觀察」皆可支持各自的理論，相互競爭的理論看似無法客觀比較優劣。

(一) 負載理論之弱意義

面對實用論者的觀察理論，首先我們要問：所有觀察述句皆負載「理論」，此「理論」是什麼意思？沒有人會否認，當我們談論任何東西時，會預設各種期待、偏見、意見和習慣。一個外科醫師描述某人身體上的創傷，

的確隱含某種情境，例如想像此人是在打架或作戰中受傷，但這種假想絕對稱不上是具有「理論」預設，頂多只是一種經驗上的猜測。有些哲學家使用負載理論的「理論」一詞過於模糊，難以清楚界定所指為何(Shapere, 1982; Hacking, 1983)。¹¹ 假定一個西方人與一個漢人觀察蝙蝠，欲研究其棲息地是否影響當地居民生活。受各自文化影響，西方人將蝙蝠描述為邪惡齷齪的動物，漢人則描述為福氣吉祥的動物。我們都同意，這是觀察預設了歷史文化因素，但此預設不是科學理論；即使影響了心理層面，也不一定影響兩人的對蝙蝠棲息行為的觀察描述，以致於毫無共識。

其次，科學哲學所關心的「觀察是負載理論的」，主要在探究科學社群內的爭議，尤其新舊理論競爭和取代之際，科學家所做的理論評價問題。迪昂所舉例子——物理學家看到的「東西」與外行人看的不同——沒人會反對。他的確指出「觀察皆有預設」的洞見，但問題是，此例與理論評價的問題無關。一個音樂家和物理家同時觀察某物理現象，當然可能會有兩種不同描述，沒有人會去質疑「他們的觀察是否負載了不同『東西』」，這不是科哲關心的問題，因為他們不是在做競爭理論的抉擇。

費耶阿本經常將觀察所負載的「理論」，泛指觀察者的背景知識、信念、習慣與成見。依《反對方法》(*Against Method*)的描繪，觀察不僅觀察牽涉文化、社會因素，包括科學家所承受的教育、宗教、神話、心智狀態甚至文學、藝術薰陶的內容等等。¹² 筆者稱此為「弱」意義的負載理論，而與以下將談

¹¹ 加里森(P. Galison)反對負載理論觀點的無限擴張，他考察現代高能物理的實驗活動研究，認為「觀察負載理論」言過其實。他批評：「格式塔心裡學的模糊暗示，或許已成為反抗獨斷實證論的有效戰略，但實驗學家真正關心不是全體世界觀的改變。在實驗室中，科學家企圖找尋局部方法以排除或至少定量背景基礎，並瞭解信息是否失去，然後改正系統錯誤。格式塔轉換的語言太過簡化地描述二十世紀早期實驗物理學的每天實踐工作。(…)(Galison, 1987: 245)一個廓清這類理論預設的觀點，就是去分析「理論」名稱之下所進行的活動。」

¹² 費耶阿本說：「一個理論所以可能和證據不一致，不是因為它不正確，而是證據被污染了(contaminated)。…證據包含未經分析的、僅部分地與外部過程相對應的感覺，或因為它用過時的眼光來表示…證據不僅描述客觀的事態，而且也表達有關此事態之主觀的、神話的

論的「強」意義區分開來。「弱意義」是指，觀察語句負載了所有影響觀察者的因素；而「強意義」是指，科學家的觀察負載特定的理論體系，該理論體系自成一個研究傳統。這區分就其負載範圍而定，有利接下來的討論。弱意義上的負載理論，涵蓋範圍廣(當然也包括理論體系)，但也因「觀察者」、「所負載之理論」紛雜或用語模糊，故並非全都與理論評價問題有關。

「強意義」的負載理論是理性論需要面對的挑戰。強意義的觀點認為，不同科學家依據「融貫的理論系列」(孔恩的「典範」、拉卡托斯的「研究綱領」)解釋他所觀察到的現象，而各自依據的理論彼此又不相容，造成競爭理論沒有客觀的「觀察」來評價優劣。以第谷與克普勒為例，他們觀察同一現象(拂曉日出)，第谷信仰亞理斯多德和托勒密體系，因此他看到太陽在動；克普勒則相信哥白尼體系，他看到的是地球在動。兩人不同的「觀察」都能支持各自的理論。

(二) 負載理論之強意義

溫合理性論並不反對實用論所稱「觀察是負載理論的」，而是反對由此推出「無法客觀地從競爭理論中決定出較優的理論」。強意義的負載理論亦可區別為兩種情況：一是科學家們的觀察皆負載單一特定理論，引導預測出特定或新奇的事實；另一是，科學家們的觀察負載了不同理論，而對所觀察到的「證據」有不同解讀。

理論評價在第一種情況下，科學社群並不會產生太大的歧見，甚至有助於客觀評價：某個理論預測了「新奇的事實」，而其他競爭理論做不到。亦即，先產生理論的預測，而後該理論引導實驗，觀察到新事實。一個理論蘊含某些未知的觀察結果，然後在觀察上實現所預測的現象，科學家對這種結果的歧見不大。這種情況可能發生在舊理論無法說明某些現象，而欲以其他理論替代，或新理論戲劇性地預測出前所未見的事實。這種理論引導實驗觀

(mythical)和長久被遺忘的觀點…。」(Feyerabend, 1988: 52-53)。費耶阿本觀點的中文論述可參戴東源(2005a)。

察的情況，例如波柏說：

理論家將某些特定問題交給實驗家，而實驗家便僅僅針對這些問題，以實驗嘗試找出答案。他試圖排除其他問題。(….)但以為實驗家「是為了要減輕理論家的工作」，或為了賦予理論家一個歸納普遍化的基礎，這是錯誤的想法。相反地，理論家必須早就將理論完成，或至少完成其中最重要的部分：他必須已經盡可能精確地形式化他的問題。因此，理論家才是真正指引實驗的人。但實驗家並非完全投注於精確觀察；他的工作大部分是屬於理論的，在實驗室裡，從最初的設計到完工，理論一直主宰著實驗工作。(Popper, 1968: 107)¹³

波柏這種「理論優先」的觀點強調，理論主宰實驗，理論必須先預言某些現象將發生，檢驗的步驟才能進行。人們若嘗試觀察那些現象，就負載了該理論。一旦預測的現象真的發生，那麼也就能決定理論的接受與否。例如，愛因斯坦的相對論預測：萬有引力場會迫使光線彎曲，此現象可在日蝕的情況下觀察到。愛因斯坦理論指引愛丁頓(A. Eddington)觀察到此現象，戲劇性地決定了愛因斯坦理論，並宣告牛頓理論時代的結束。¹⁴其他例子如牛頓理論

¹³ 科學實作上，巴斯德(L. Pasteur)在一份演講稿中表達相近立場：「沒有理論，實踐(practice)就不過是習慣上的例行公事。唯有理論能夠產生發明的精神並使之發展。」「在觀察的場合中，機會只利於素有準備的心靈。」(Vallery-Radot, 1923: 76; 79)

¹⁴ 依照牛頓力學，萬有引力對光線路徑沒有影響。但1911年愛因斯坦發表一篇〈萬有引力對光線傳播的影響〉的論文指出，光線在萬有引力場會被迫彎曲。不過光線曲折程度由於本身的巨大速度而顯得非常微小，沒有什麼實際可行的天體實驗可以觀測出來。愛因斯坦猜測，這個效應經由在固定恆星射到地球的光線經過太陽表面時也許觀察得到。太陽這個重力場必定會產生一種偏折使光線朝內彎曲。由於耀眼的光芒，所有的星體靠近太陽都無法看見。愛因斯坦在他的論文中預言：在日全蝕時，靠近太陽的恆星就可以看見，因此用實驗結果來驗證這個理論的結果是可能的。1917年，天文學家指出1919年三月將會有日全蝕發生，這給了愛因斯坦的理論驗證提供一個機會。當時科學界都想知道愛因斯坦的預言是否會實現，倫敦皇家協會組織了兩支探險隊到可以觀察到日蝕的地方。最後由愛丁頓爵士領導的探險隊在普林西群島(Principe Island)，成功地觀測到愛因斯坦所預言的現象。

預測的海王星(Neptune),¹⁵ 以及哥白尼理論預測恆星視差等等。這些例子表明，「理論」先產生並作出「觀察」預言，可指引科學家觀察，反而有助於理論評價工作。這類(波柏所指)「理論主宰實驗」當然也是「觀察負載理論」的情況之一，實驗家根據理論家的預言所做的觀察，必然負載了該理論。此時實驗家不是一個任意的觀察者或一具靠運氣的路口監視器，他是背負著該理論的預期去觀察，例如愛丁頓的觀察行動，是背負愛因斯坦理論的預期。

不過，「強意義」的另一種情況卻經常是理論評價的爭議來源：當觀察尚未決定性地支持某個理論時，競爭理論都可對這些已知現象作出解釋，亦即，現有的「經驗證據」可同時支持相互競爭的理論。在此情況下，某個理論所解釋的現象，永遠可以透過另一個競爭理論做出不相容的解釋。就如同第谷與克普勒依照不同背景信念，解釋出不同的天文景象。但必須指出，即使科學爭議無所不在，人們仍可透過觀察客觀地決定較優的理論。

首先，不同觀察者觀察同一個現象，觀察者不一定依據相異的理論來解釋。競爭理論的支持者對於「證據」的看法，可透過相互檢視與批判來達成某種共識。例如，看成鴨子的人向看成兔子的人說明，為何他看到的是鴨子，然後看誰的理論比較好。而且，進一步的共識也非全然以符合經驗資料(挽救現象)為判準；理論的「一致性」和「簡單性」等，也是決定的因素。¹⁶例如，第谷和克普勒分別支持地心說與日心說，以「挽救現象」判準來說，兩者勢均力敵。但就當時兩系統數學上的簡單性來看，日心說可能比地心說更有優勢。

其次，或可說觀察者將鴨兔的線條圖案「看成」(seeing as)鴨子或兔子，但不能認定有任何觀察者「看出」(seeing that)那是鴨子或兔子。假設觀察者在陰暗的動物養殖場，他將牆壁上的某種動物的頭部影子「看成」是鴨子的頭(或其他種動物的頭)，我們不會說此觀察者「看出」那就是鴨子，只有當他在充分的知覺條件下，識別此對象與其他動物不同的特徵時，例如光線充足看見羽毛和扁長的嘴，我們才能確定說他看出了鴨子(Greenwood, 1990:

¹⁵ 海王星發現過程可參考 Grosser(1979)。或參林正弘(1991)的概述。

¹⁶ Kuhn 提出幾個評價「好理論」的判準(Kuhn, 1977: 320-339)，中文論述詳見戴東源(2005b)。

561)。第谷與克普勒能夠將太陽分別「看成」運動和靜止的，但是，第谷無法「看出」太陽正在運動，因為太陽的確沒有在運動；而克普勒也無法「看出」太陽是靜止的，因為他做不到。只有當理論和儀器技術發展到一定程度後，科學家們才能做到。簡言之，韓森將「看成」當作是「看出」的個案，例如「把一個物體看成一個電壓計，就意謂看出它是一個電壓計」。¹⁷但事實上，「看成」不是「看出」的個案，「看成」是「無法看出」所經常發生的情況(Greenwood, 1990)。因為在觀察技術與儀器尚貧乏的階段，我們不能聲稱「看出」了什麼，不同的看法正在競爭，都只是嘗試性待檢驗的觀點。¹⁸

也許，這種回應可能遭致「輝格」(Whig)¹⁹ 的非議。因科學家當下無法

¹⁷ 伯朗歸納出實用論的此特徵(Brown, 1977: 179 n.11)。陳瑞麟(2005)將韓森的觀察理論作了細緻分析：韓森提及三個概念「看成」(see as)、看到(see)、「看出」(see that)，三者有蘊含的邏輯關係。「『看成』是『看到』的必要條件，『看到』則是『看成』的充分條件」；「『看出』蘊涵『看到』，『看到』也必定某一定種類的『看出』，但無法包含所有的『看出』」。我們在此僅區分「看成」與「看出」。根據伯朗分析，「看成」是指，我們處理識別對象的知覺以及其知覺意義。「看出」通常是指，我們識別出對象而且也知道了事實。例如，迪昂實驗室的例子，物理學家從實驗室中「看出」電阻的實驗，而外行人則「看成」是一連串行為和許多器具的綜合。又如，心智正常人看出牆上的鐘知道現在幾點，心智尚未成熟的小孩或不正常的人看見牆上的鐘，並不瞭解其意義，可能將鐘「看成」一個不知名的東西。

¹⁸ 寇第(Kordig, 1971)以語言分析角度駁斥韓森的觀點。韓森說：「看到一物體 x 是看出它以我們知道 x 的確如此行動的方式而行動」(Hanson, 1958: 22)寇第認為，韓森傾向將「看到」意指「相信」(believing that)；亦即當人們看到什麼，就意謂人們相信什麼。不過，我們關於知識主張(knowledge-claim)必定蘊含信念，但「看到」不一定需要信念。韓森混淆「看到」「相信」兩者語詞用法。寇第分析，當我們在使用「相信」時，大部分基於特定內涵(intensional)(對象所包含的各種屬性)，在使用「看到」時則否。例如，我相信「它是一盞檯燈」，不一定要相信「它是一堆原子的集合，而且是我阿姨最愛的收藏」。「看到」的語詞用法就不同。如果我看到檯燈，意思就是我看到一堆原子的集合；如果這盞檯燈是我阿姨最愛的收藏，那麼我就看到我阿姨最愛的收藏。因此，人們能夠看到一堆原子的集合，而無須相信它是一堆原子的集合；人們可以看到我阿姨最愛的收藏，而無須相信它是我阿姨最愛的收藏。(Kordig, 1971: 11)換言之，第谷和克普勒一起觀日出，並非看到不同的東西，而是看到相同的東西，只是表述方式不同。另一類似的分析進路是將「看」區分為「無認知看」(non-epistemic seeing)與「認知看」(epistemic seeing)。參見 Dretske(1969)以及 Brown(1987) ch.4。

¹⁹ 「輝格」完整地應稱為「歷史的輝格解釋」(Whig interpretation of history)，意謂科學史家意

知道，理論和測量儀器是否發展到足以判定某個觀察是否適當。而且，在同一時空，若競爭理論沒有其他認可的(corroborated)輔助理論，可裁判哪個「觀察」是正確，那就表示理論評價的不充分決定性確實存在。必須承認，的確有這種暫時的不充分決定性。但重點是，一時之間存在著觀察上的不充分決定，不表示所有理論永遠是不充分決定。理論在動態的發展過程，本來就沒有判斷上「立即理性」。本文強調的是，一時的爭議不代表科學就得走入相對主義或懷疑主義；人們的觀察即使負載不同理論，競爭理論間的爭議不是沒有解決的可能，科學家仍可設想出檢驗方法，來比較這些「負載理論之觀察」的優劣。

赫西(M. Hesse)曾舉一「思想實驗」例子。古希臘哲學家阿納克西米尼斯(Anaximenes)認為，地球是圓盤狀的，地球上高處物體落下，意謂單一方向往圓盤面地球掉落；亞理斯多德(Aristotle)則認為，地球是圓球狀，物體由高處落下，意謂可多方向地「往地球中心掉落」。顯然，這兩人對於「物體落下」的觀察，或「落下」(fall)術語，有著不同的負載理論。從絕對空間以固定點看地球，阿納克西米尼斯認為物體「落下」只能單一方向(從上到下)運動，亞理斯多德認為可多向運動(從球面任一點到中心點)。假定兩人要來評價誰的觀點(理論)正確，他們能做的就是，乘船到地球的下部，希臘的正下方，透過實驗來決定。至於，是否確定在希臘正下方，可由星象觀測來決定。於是，他們在船的桅桿頂端準備丟石頭，「石頭落下」這現象仍是可評價兩人理論的中立觀察基礎。當實驗進行後，石頭由桅桿頂端落下，亞理斯多德說：「我說得對，石頭落下」，而阿納克西米尼斯則說：「我錯了，石頭居然往上升」(因依照阿氏理論，此時石頭應該落向空中)²⁰這個例子是要表

欲將過去的歷史事件視為「進步」與「保守」的對立，而「進步」的因素最終都贏得最後勝利，才會產生現代世界。此術語最早由 H. Butterfield 在其 1931 出版的 *The Whig Interpretation of History* 所確立。他認為這種解釋態度錯估現在與過去人們的行為的因果關係，因為以現在觀點看過去人類行為，不能據以認定現在人類相似行為放在過去來看，在意欲上或事實上總導致相同結果。

²⁰ 赫西例子並非用於此論題。赫西以神話中的波斯魔毯，作為兩人去希臘正下方的交通工具，本文假設為帆船比較不抵觸阿納克西米尼斯的觀點(Hesse, 1980: 97-98)。

明，人們對「觀察」雖無立即的共識，但不同的「觀察」解釋，不必然導致競爭理論無法客觀地比較優劣。因為實際上，負載理論的觀察也可能充分決定某理論接受與否，這種情況需以個案來看，不可一竿子打翻一艘船，以為觀察負載了理論，就完全不能作為中立客觀的裁判。²¹

此例要指出：知識處於演變的動態中，時間因素必須考慮在內。亦即，人們一時之間或許會對相同現象有不同解釋，但隨著時間的演進，相關輔助理論與檢測技術的發展，競爭理論間無法比較優劣的情況將會消失。如同萊爾(G. Ryle)所述，「觀察」就像「感知」、「聽見」是一種動態、延續的「成就動詞」(achievement verbs)(Ryle, 1949: 238)，我們觀察的能力是隨著科學的發展而進步。同樣地，我們在競爭理論底觀察上的辨別能力，也是隨著各種理論的發展而進步。夏佩爾指出：「科學學習如何觀察自然，而且它的觀察能力隨著知識的增長而增長。」「在獲取知識的過程中，我們不僅瞭解自然，而且經由學習是什麼構成訊息以及如何獲得訊息，來學習如何瞭解自然。」(Shapere, 1984: 347-348)也就是說，人們的「觀察」隨著背景知識的進步而進步，當觀察到的現象逐漸成為某個理論的支持證據，或成為排除某個理論的反證時，就可以避免觀察的不充分決定問題。克普勒與第谷觀察日出的例子，或許可認為兩人觀察到不同「現象」，用以支持不同理論。但無法斷言，此單一孤立的觀察事件導致「日心說」與「地心說」兩者在當時無法比較優劣。人們仍可以透過其他方面的既有資料對兩者進行評價。而且觀測技術也在進展，例如望遠鏡發明後，許多觀察上的證據都「逐漸地」指向支持日心說，地心說則越來越不可靠。若堅持「觀察負載理論必然導致競爭理論的無法客觀比較優劣」，就如同堅信「觀察是純淨中立的『所予』可以

²¹ Brown(1993)舉出幾個現代科學的實際案例證明，所謂負載理論的觀察同樣能用來作為檢驗理論的基礎。例如 1970 年代有關類星體(quasars)外顯的超光速(superluminal velocities)運動的研究，這現象表面上違背愛因斯坦狹義相對論，但後來證實是一種光於錯覺。亦即，科學家們是在既有的理論(愛因斯坦相對論)架構下，駁斥有所謂「真正的」超光速運動。伯朗主張，「負載理論的觀察無法檢驗理論」這種觀點，必須依照實際個案來審視，無法作為一個普遍的哲學論證來訴求。

充分驗證或反駁特定理論」，兩者都犯同樣獨斷的錯誤。

四、不充分決定論題

有實用論者以整體論(holism)觀點主張，人們所接受的知識是一個整體，待檢驗的理論屬於整體的一部份，當理論與實驗證據不符合時，只能說人們的整體知識存在不一致，無充分理由認定何者應該修改。這意味，實驗觀察與理論之間的檢驗，科學家有極大的修改空間，允許對任何部分進行修正，以適應既有的公認觀點。結果就是，證據難以充分決定一個理論。迪昂和蒯因曾提出看法，以下區別成兩個論題(theses)來討論。²²

迪昂在《物理學理論的目的與結構》(*The Aim and Structure of Physical Theory*)寫道：

實驗方法在物理學的實際運用，並非產生出與唯一的符號判斷對應的給定事實，而是產生與無數不同的符號判斷對應的事實。(….)發現這些事實的定律對物理學家來說意味發現一個公式，該公式包含這些事實中的每一個符號表徵。(….)我們能夠使無數不同的公式或不同的物理定律對應同一事實群。(Duhem, 1991: 169)

在兩個互為矛盾的幾何學定理之間，沒有第三個判斷存在的空間：若一個為假，另一個必然為真。物理學中的兩個假設總是能夠構成這樣嚴格的兩難嗎？我們總是敢於斷定沒有其他可設想的假設了嗎？(...)與幾何學家使用的歸謬法不同，實驗矛盾沒有能力把物理學的假設轉變為無可反駁的真理；為了授予它這種能力，它就必須完整徹底地列舉包含確定之現象群的不同假設；但物理學家從未有把握，他窮盡了

²² 關於迪昂與蒯因的觀點有許多分類方式，最通常的是將之統稱為「迪昂—蒯因論題」(Duhem-Quine thesis)，見 Harding(1976)。當然，依各人論證進路的不同，也有其他分類方式，可參見：Ariew(1984), Greenwood(1990), Kitcher(1993: 247-256), Lakatos(1978: 96-101), Laudan and Leplin(1991)。本文分類並沒有跟隨這些文獻的分類方式，但也不絕對是互斥的。

所有可設想的假定。物理學理論的真理不是像擲硬幣那樣由正反面來決定。(Duhem, 1991: 189-190)

我們將其表述為：

TH1：一個現象(一群相關事實)允許多種說明方式，總有可能存在超出物理學家設想的假設。沒有一個實驗可以確定地驗證或否證特定假設(理論)，不存在「判決性實驗」。

迪昂 TH1 指出，(一)科學推論不是純粹的數學運算。若將觀察結果當作某個理論推導出來的矛盾結論，以此來證明該理論是錯的，這種歸謬法的確定性只有在數學命題中才有。兩個競爭的物理理論之間的關係通常只是對立(contrary)，而非如同兩個幾何學定理之間的矛盾(contradictory)關係，所以數學歸謬法不能適用於物理學。(二)沒有「判決性實驗」的存在。判決性實驗意謂，一個實驗的結果可充分反駁待檢驗理論，理論能夠被實驗證明是錯的。²³ (三)總有可能存在超出物理學家設想的假設可以說明一個現象。

不過，TH1 僅打擊到抱持理論評價具有「機械判定法」(algorithm)的那種觀點，或波柏否證論的最獨斷的面向，沒有威脅到「人們能以其他客觀方法抉擇理論」的主張。波柏堅持，檢驗並淘汰理論是科學增長的特性。他並沒有主張，經淘汰篩選後的理論就是永遠正確，亦無聲稱從此無其他競爭理論的可能。受認可的理論必須一再接受檢驗，然後再被更好的新理論淘汰。經由一連串實驗推翻舊理論，知識才能朝向真理邁進。波柏曾對 TH1 作出回

²³ 「判決性實驗」一般意謂，特定實驗可充分驗證(證明為真)或否證(證明為假)某個科學理論。當然，一個實驗(愛丁頓的日蝕觀測)的確立，可驗證某理論(愛因斯坦相對論)，相對也意味否證了另一競爭理論(牛頓絕對空間理論)。此概念最早由培根(Francis Bacon)在《新工具》(Novum Organum)提出，聲稱某些實驗可當作「十字路口的指路牌」，供競爭理論的抉擇判準(Duhem, 1991: 188)。本文主要討論否證性的判決性實驗，詳見 Popper (1989: 333-334)。波柏認為的否證性的判決性實驗，如「金星盈虧現象」否證地球中心說，「麥克森—莫雷實驗」(Michelson-Morley experiment)否證以太理論。

應，但在某些地方誤解了論點。他說：「迪昂在他那著名的對判決性實驗的批判中，成功的表明判決性實驗不能確立(establish)一個理論。他未能表明這些實驗不能反駁(refute)一個理論。」²⁴ 根據迪昂的觀點，理論不僅不能由實驗來驗證(證明為真)，也不能被實驗所否證(證明為假)。拉卡托斯繼承波柏，立場轉趨溫和，承認 TH1 的確鬆動了絕對的、無時間性(timeless)方法論。他仍堅持波柏的主要概念，即科學發展是以一連串的判決性實驗，否證一連串舊理論的「猜想與反駁」過程。「判決性實驗」是存在的，只不過「判決性」的頭銜需經歷一段很長的時間才賦予(Lakatos, 1978: 4; 111)。

TH1「總有可能存在超出物理學家設想的假設可以說明一個現象」。這當然是可能的。不過，我們也無須(而且也辦不到)要求科學家窮究所有可能假設和證據才能作出判斷。基切爾(P. Kitcher)舉恐龍滅絕為例。恐龍滅絕原因的假設(原則上)允許有無限多個，可以假設是氣候變化的因素，太空隕石撞擊地球，甚至遭到外星人消滅、造物主的懲罰、恐龍族群自我毀滅、…等等，無論它們表面上看多荒謬，只要可設想而不矛盾的情況皆可羅列。但實際上，科學家所要找出恐龍滅絕的原因，是集中在少數幾個研究社群認為認知上重要的假設，例如氣候、傳染病、以及行星撞擊等(Kitcher, 1993: 248)。科學家將注意力集中於這些少數幾個假設，原因在於實際研究中，首要認定哪些特定過程或事件是自然狀況中發生，而不是其他非自然因素。簡言之，科學理論評價對於證據的認定，只考慮相對最有可能發生的情況，而不是考慮所有可能的情況。

或許反對者繼續質疑：TH1 本來就是基於「原則上(邏輯上)」有無限可能，而非「事實上」發生；溫和理性論還是無法滿意地回應或排除 TH1。但是，故意忽略科學實作和實際發生情況，而以「原則上」的問題，質疑科學家無法充分決定特定理論，等於走回邏輯實證論只重邏輯忽視實踐的老路。

²⁴ 見 Popper(1989: 112) n.26。波柏在“Three Views Concerning Human Knowledge”中批評迪昂，波柏認為，如果將兩個競爭的理論同其各自的「背景知識」(事實上，有時兩個背景知識有重疊部分，甚至是相同的)，拿來與判決性實驗對決，我們必定可以比較出哪一個理論正遭遇危險。而且我們並不斷言僅僅反駁哪一個理論，而是該理論包括其背景知識都遭到反駁。

而且，若科學家「實際上」能決定，而反對者卻指責「邏輯上」不能，那是作繭自縛。我們承認理論的無限可能性，人無法窮究各種可能，但這並不妨害人們能從既有競爭理論中挑選一個較佳的理論。迪昂說：

物理學家從來也無法將一個孤立的假設交付實驗檢驗，而只能將一整群(a whole group)假設交付實驗檢驗。當實驗與他的預測不一致時，他所得知的是，構成這整群假設中至少有一個是不能接受的，應該受到修改。但是這個實驗並沒有指明，哪一個假設必須更改。(Duhem, 1991: 187)

我們將其表述為：

TH2：科學理論是整體地接受實驗的檢驗，當理論與實驗不一致，方法論規則無法指出理論中哪一部份有問題。

科學家以實驗來檢驗理論，並非純粹是理論與實驗觀察兩方的對決。科學家是運用所有他接受的知識來進行科學活動，所以不只是一個理論 H 受檢驗，也包含輔助假設(auxiliary hypothesis) A 一起接受實驗觀察的檢驗。所以，當實驗結果與理論預測現象~O 不符時，不能完全怪罪理論 H，只能說科學家所接受的整體知識 {H, A, ~O} 不一致。TH2 挑戰波柏鍾愛的假設演繹法。亦即，一旦~O 受到認可，那麼(H&A)& O → ~O，科學家只知道「假設群」(H&A)有問題，不確定要更改 H 還是更改 A。(注意這是簡式，假設群內的元素可有很多 {H, A1, A2, A3...An}。²⁵)

拉卡托斯討論過 TH2。他主張，特定「理論群」(研究綱領)是由某些基本原則的「硬核」(hard core)加上輔助假設形成的「保護帶」(protective belt)所構成。硬核是理論群的最基本假設，保護帶則是硬核發展出的假設，負責

²⁵ 或可參考陳瑞麟(2010: 112-113)另一種邏輯表述形式。

經驗的預測。拉卡托斯認為，當理論群與認可之觀察不一致，優先考慮修改 A(保護帶)而不是否證 H(硬核)。若修正 A 後，理論仍一再遭遇異例，而且其他競爭理論能夠預見新奇事實，「否證箭頭」才有可能指向 H。拉卡托斯並沒有提出解決機制。多林(J. Dorling 1979)嘗試利用貝耶斯主義(Bayesianism)進路補充此機制以解決 TH2。

簡單說，貝耶斯驗證模型表示，某人對特定說法的置信程度(degree of belief)會隨著相關證據出現而改變。就科學推論而言，一個行為人對理論(假設)H 的置信程度，會隨正面／反面證據 e 出現而增加／降低。比如，某人不相信「有外星生物存在」的猜想，不過，一旦發現某星球有水的存在(目前所知水是生物生存必要物質)，他的置信程度將會提高，此命題為真的可能性增加。置信程度是以機率表示，而貝耶斯模型顯示個人的置信程度，故也稱個人主義(personalism)科學推論進路。貝耶斯定理(Bayes theorem)的基本型為：

$$P(H | e) = \frac{P(e | H)}{P(e)} P(H)$$

P(H)表示不知證據 e 時的置信程度，稱先驗機率(prior probability)； $P(H | e)$ 為知道 e 後對 H 的置信程度，稱後驗機率(posterior probability)。 $P(e)$ 是對證據的置信程度； $P(e | H)$ 表示 H 之於 e 的可能性(likelihood)。假定，觀察~O 受到科學社群認可，成為 H&A 的反面證據 e。科學家只知 e 否證了 H&A，不知其中哪一個被否證。貝耶斯的機率規則可顯示證據出現的條件下特定理論的後驗機率。亦即，e 對 H 及 A 分別的影響可經由貝耶斯定律算出，考察 H 與 A 各自的後驗機率及先驗機率的差值(差量)，可揭露 e 對於兩者各自的支持程度，進而決定應修改 H 還是 A。輔助假設 A 與 e 的關係：

$$P(A | e) = \frac{P(e | A)}{P(e)} P(A)$$

算出 $P(H | e)$ 及 $P(A | e)$ 的值，再與各自先驗機率 $P(H)$ 及 $P(A)$ 相比，就能顯示兩者機率差量大小的不對稱，看出 e 對於 H 和 A 各自影響程度。

多林以十九世紀物理學史的一個案例，分析理論與輔助假設一同遭否證的情況。十九世紀初「月球長期加速」(secular acceleration of the moon)的研究——潮汐摩擦和某些地球物理因素造成月球軌道角速率變慢的現象。拉普拉斯(P. Laplace)運用理論 H (當時認可的牛頓理論相關部分)，結合輔助假設 A (潮汐摩擦力的量不足以對月球加速產生顯著影響)，計算出一個符合觀測的數值。十九世紀中葉，亞當斯(J. Adams)發現拉普拉斯計算過程有一個錯誤，與實測值 e 有出入，引發天文學家們持續爭議。最後結果是，當時科學家保留 H 而對 A 做調整。多林援引貝耶斯進路，他給定先驗機率的值 $P(H)=0.9$ ； $P(A)=0.6$ 。此給定依據是，當時科學家對牛頓理論深具信心，而對輔助假設信心相對較低，所以給予 0.9 和 0.6 兩個值。 $(P(H)=1$ 意謂對 H 深信不疑，為 0 則完全不信，值域在 1 與 0 之間)。先驗機率的給定多少有些「任意性」，例如亦可分別給予 0.88 和 0.66，但重點不在於先驗機率的值要「精確」，而在於給定可辨別兩者差異的值之後，它們各自與計算出的後驗機率相比的結果。經由貝耶斯定理計算出後驗機率 $P(H | e)=0.897$ ； $P(A | e)=0.003$ 。 $P(H | e)=0.897$ 與其先驗機率 $P(H)=0.9$ 相比，降低很少； $P(A | e)=0.003$ 與其先驗機率 $P(A)=0.6$ 相比，降低非常多。這意味反面證據 e 出現後，科學家對 H 置信程度影響很小，但對 A 的置信程度影響非常大。因此，這結果也解釋了當時科學家們為何保留牛頓理論相關部分 H 而修改輔助假設 A 。

不少哲學家支持貝耶斯主義進路，認為可滿意地解決所謂「迪昂問題」。²⁶

²⁶ Howson and Urbach, 1993: 136-140。延續多林的標準貝耶斯方案，利用拉卡托斯著名科學史研究案例——W. Praut 的化學元素研究——做了更細緻的探討。Strevens(2001)則採不同的思

不過，貝耶斯主義者似有意無意地忽略 TH2 一個極端整體論面向，即理論群無法逐一(piecemeal)孤立起來以接受檢驗。當迪昂陳述了「迪昂問題」後，緊接著說：

人們普遍以為，物理學中應用的每一個假設都能被孤立看待，接受實驗檢驗(…). 實際情況並非如此。物理學不是一台允許自己被拆散的機器；我們不能孤立地試驗每個部件(…). 物理科學必須作為一個整體看待的體系；它是一個有機體(an organism)(…). 如果有地方出錯，如果有機體的某部位感到不適，物理學家只能通過對整個體系的影響來檢查，哪個器官需治療或修補，不可能將器官孤立起來，分開審查它們。(…). 物理學家修補受損的理論就像一位醫師而不是鐘錶匠。

(Duhem, 1991: 187-188)

比喻人們既有知識是一個有機體，暗示著一種更全面的整體論觀點，即人們甚至難以將理論群中的 H 與 A 分開來看並逐一檢驗修改。物理學家處理理論，不能像鐘錶匠那樣拆解鐘錶，只能如醫師診斷人體各部位，治療方式不必從受損部位著手(迪昂當時無器官移植技術)。它所引伸的是，在貝耶斯主義者眼中理論群內每個元素是可區別的，例如若 A 出錯，僅修改 A(或集合 A 中的某幾個元素)即可。但在 TH2 的極端整體論形式中，無法區分主要理論 H 和輔助假設 A，也無法區別何者為硬核和保護帶；當理論群有不一致，人們可修改理論群中任一處，甚至先修改硬核 H，只要能讓理論群與觀察一致(挽救現象)。蒯因曾附和類似的整體論觀點。以下，本文提供一個這種極端

路。他認為，H 與 A 的各自後驗機率，不僅要考慮 H&A 被否證所帶來的影響，也要考慮 e 獨立於 H&A 否證本身而對 H 或 A 的影響。因為證據 e 不僅包含「H&A 為假」的訊息，而且含有其他訊息。這些無關「H&A 為假」的其他訊息，可能影響 H 或 A 的後驗機率。Strevens 提供另一種貝耶斯主義方案，能計算出否證 H&A 對 H 的機率影響的量，以及否證 H&A 以外，e 對 H 的影響 H 之機率變化的量。當然，也有反對貝耶斯主義方案的觀點，如 D. Mayo 的誤差統計(error statistics)推論進路，本文在此不討論。

整體論被忽略的理由，稍後再討論蒯因的看法。

理性論者並不反對這種說法：「每次檢驗理論都是對所有人們既有知識的一次挑戰。」拉卡托斯曾評論，「看不出任何不能這樣說的理由」(Lakatos, 1978: 98)。不過，若進一步宣稱：「既有知識是一個無法分割的整體，以致科學家無法區別哪些是較重要的核心假設、哪些是輔助假設」；恐怕讓人難以接受。因為科學實作中不常發生這種情況。或許反對者會爭論，這仍是一個哲學問題，不能逃避。我的看法是，如果我們同意「科學哲學」是附屬於科學事業所衍生的哲學問題，那關於此問題的論述就不能脫離實際科學活動太遠。我們必須考察科學實際如何進行方式，以評估此論題的合法性。而且即使承認「既有知識在某種意義上連結為一體」，由此也無法推論出：科學家所做的任何假設和預測都必須以「一個整體」為前提。所謂「整體」，不能毫無限制。在實際科學研究中，科學家能夠在某些限定的時空條件下，探究某些可區分的假設。本文舉一個案例來說明。

十九世紀巴斯德(L. Pasteur)研究發酵理論聲稱：發酵所需的微生物(酵母菌)，並非自然衍生，而是來自空氣中，空氣中的微生物落在牛奶或水果等有機物，繁殖並將糖分解為酒精和二氧化碳。巴斯德的主張與當時盛行的「自然衍生」(spontaneous generation)學說相衝突。自然衍生論認為，生物可以自然出現並繁殖，例如腐肉生蛆、胃液生絛蟲、乳酪放入甕中會生老鼠等。尤其是在十七世紀末顯微鏡發明後，顯微鏡下的微生物繁殖情況，讓當時多數科學家相信自然衍生論。從事後觀點看，現在我們知道發酵作用所需的微生物是來自空氣，巴斯德成功地駁斥了當時的自然衍生學說。但有一個問題卻是巴斯德沒有也無法回答的：世界上第一個生物是怎樣產生的？²⁷以整體論觀點來看自然衍生論，自然衍生論等於斷言世界上第一個生物是自然產生的，就此而言，巴斯德沒有、也不能反駁自然衍生論，因為他無法證明世界

²⁷ 這問題所要面對的困難在當時顯而易見。當巴斯德決定投入「自然衍生」理論的研究時，他的老師畢歐(J. J. Biot)極力反對並勸阻巴斯德不要做這種實驗；而他另一位老師，當時的法國教育部長也是極著名化學家杜馬斯(J. B. Dumas)也勸告巴斯德說：「我不建議任何人在這個問題上太過深思。」(Vallery-Radot, 1923: 88-89)

上「第一個生物」是來自何方。必須強調，「無限制」的整體論觀點在科學實際狀況上難以辯護，它邏輯上說得通，但實作上卻不可能。

因此，TH2 僅能維持一種較弱的形式，亦即，理論受到實驗的檢驗，只意味沒有判決性實驗可否證特定理論，就如同自然衍生論並沒有遭到巴斯德完全否證一樣。就科學實作而言，科學家必須透過「有限度地支解整體」來理解自然。雖然如此可能無法完整理解自然現象整體(例如世界上第一個生物從何而來)，但至少可以理解在特定時間和空間的謎題。例如十九世紀中葉前，人們雖然知道製作葡萄酒和醋需要酵母，但並不知道其作用為何，甚至認為發酵現象與有機物無關，因此釀造葡萄酒和醋時，經常發生意想不到的失敗。巴斯德堅信，要解決這類釀造失敗的問題，必須先理解酵母是從何而來。亦即，若要進行發酵的研究，必須先解答自然衍生論在某些限制下的難題。巴斯德的看法是：

發酵不再是那些孤立和神秘而不可解釋的現象之一。它是營養物在特定條件下發生的一個獨特的生命過程，不同於所有尋常生命(動植物)的那些生活特徵。(...)我們甚至能夠設想發酵特性可能屬於每一個有機體，屬於每一種動物或植物細胞，在消化和排泄的化學生命(chemico-vital)作用的單獨條件下，發酵必定短暫地發生於細胞，時間或長或短。(Pasteur, 1879: 45-46; 粗體為筆者強調)

將實驗限定在一定時空和特定條件下，可觀察每個有機物或生物體並非自然衍生，必須由其他個體所產生，而發酵作用就是這些生命過程所產生的特殊現象。

這種有限度地支解知識整體的觀點，也稱「溫和的(moderate)整體論」，即知識能夠局部整體地交付實驗檢驗。²⁸溫和整體論結合「知識都是會出錯」

²⁸ 蕭因稱類似觀點為「溫和的整體論」或「相對的(relative)整體論」，即僅堅持每一個科學述句都具有其各自可分離的經驗內容(Quine, 1981: 71)。事實上，整體論觀點在知識論問題上

的觀點，可間接地避開 TH2 不充分決定的困境。以波柏觀點為例，他主張所有科學理論都是可錯的，理論和觀察都容許出錯的可能。科學理論只是我們對這世界所做有系統的「猜想」(conjectures)，這些猜想雖不能確證，但經過嚴格的檢驗可決定是否放棄。科學家在檢驗一個理論時，總是運用到他所知的「背景知識」。他將這些長久以來認可的東西當作是沒問題的，不是因為他認為背景知識永遠為真，而是因理論的檢驗不能從渾沌開始。背景知識當作沒問題只是暫時的，它的任何部分在任何時候都有可能被取代。長期認可的理論暫時確定後，才能將反駁箭頭指向比較新而可疑的理論。因為我們不將長期接受的理論當作確定無誤的，所以當實驗結果與理論預測不一致時，雖然這沒有告訴我們該放棄哪一個部分，但我們可以暫時先肯定那些長期以來認可的理論，而懷疑那些更大膽、內容更廣泛的新假設。當然，遭懷疑是錯誤的理論有可能將來又被提出討論，而重新拿出來檢驗，也許那時會發現應怪罪的是其他輔助理論或實驗結果，而不是該理論本身。這些程序是一連串的猜想與檢驗的「動態」過程。在某種程度上，波柏也同意迪昂觀點，他說：「事實上，不曾有決定性的反證(conclusive disproof)被提出，因為總是有說實驗結果是不可靠的，或主張理論與實驗結果存在的差異未必是真的，它們將會隨著我們知識的進步而消失。」(Popper, 1968: 50)就此意義而言，「時間」是理論是否能充分抉擇的重要因素。

蒯因延續 TH2 整體論觀點認為，人們所接受的知識就像一張信念網(web of belief)，人們可一直修改信念網中任何部分，以適應頑強的經驗。一個經驗證據原則上可由無限多組前提導出，相互競爭理論總能透過修改各自理論中的任何部份以符合經驗證據。蒯因認為，科學理論是與其他既有觀點共同作為一個理論系列，才能蘊含其觀察的結果。因此，理論不是孤立地接受觀

面臨許多困難，若科學述句只有共同作為一個理論才蘊含其觀察結果，那麼範圍必須是多大？能夠無限大嗎？它必須被視為這世界綜合理論的整個科學嗎？蒯因承認：「科學既不是非連續的也不是單一整體。它以不同的方式相連接，而其連接點在不同程度上是鬆散的。」「整體論原則上是整個科學這一種說法沒有什麼意義，儘管可以用合法的方式為其辯護。」(Quine, 1975: 314-315)

察的驗證或否證，而是作為一個整體來面對「經驗的法庭」。當理論與觀察相衝突，「可以通過對整個系統的各個部分做任何可選擇的修改來適應一個頑強的經驗」(Quine, 1980: 44)。只要使信念網內部保持一致，我們可以堅持其中任何一個述句。蒯因說：

我們可以說，一個理論公式(theory formulation)蘊含的那些觀察定言句(observational categoricals)構成其經驗內容，因為只有觀察定言句才將理論與觀察連結起來。如果兩個理論公式蘊含所有相同的觀察定言句，那麼它們是經驗等價的(empirically equivalent)。(…)兩個理論公式(…)可以是經驗上等價而不是邏輯上等價。(Quine, 1981: 28)

蒯因所謂「觀察定言句」意指這類句式：「每當如此…，就那樣…(Whenever this, that)」，一個理論公式即蘊含一組這樣句式的觀察句(Quine, 1990: 10)。

以第谷與克普勒的例子，簡單說明蒯因的論述。在未使用望遠鏡還觀測天文的年代，「每當拂曉時，太陽從東邊升起」，此觀察定言句同時受到兩種理論公式所蘊含：「地心日動說」與「日心地動說」。兩個理論都可以得到「每當拂曉時，太陽從東邊升起」、「每當火星運行，它會在天空某處逆行」…等觀察句，因而兩個理論可以是經驗等價(就兩系統運動學的天文預測)，但邏輯不等價(系統的幾何架構不同)。²⁹ 假設當時出現新的經驗證據，對「地心日動說」或「日心地動說」都有利，雙方支持者皆可透過修正各自接受的知識(包括新證據)，使其信念網保持一致。若這種觀點成立，顯然會產生許多競爭理論皆蘊含相同的觀察述句，而彼此卻邏輯上不一致的情況。易言之，

一個觀察證據(結論)邏輯上可由許多不同的理論(無數組前提)導出，該證據相對各理論而言是經驗等價的。³⁰蒯因批判傳統理性論的「驗證」與「否證」觀點。他以整體論觀點將理論與經驗之間的界線模糊，主張任何觀察都不足以充分決定一個理論。「整體論論題提供不充分決定論題信用(credence)。如果面對不利的觀察，我們總可以在理論的各種適當修正之間自由選擇，那我們可以假定，所有可能的觀察不足以唯一地決定理論」。³¹

蒯因「修改知識整體任何地方以符合經驗」經常被拿來與 TH2 一起談，形成所謂「迪昂—蒯因論題」。本文不擬深入蒯因其他更廣的論述，僅就他有關 TH2 的擴展，回應如下。

(一)當理論遭遇異例，「邏輯上」當然允許修改理論群整體任一部分來應對。不過，理論群內的各種假設，總有某些假設比其他假設更久經認可。一旦理論不符合經驗時，歷史顯示，人們傾向先嘗試修改那些較少認可的假設，而不會動搖較受認可的假設；當修改前者無效時，才有可能更動後者。如同貝耶斯主義者的論證，人們對於各種假設會有不同的置信程度，這種置信程度雖難以精準制訂，至少可比較出高低。

(二)有人認為歷史上存在不少競爭理論「經驗等價」的案例，如韓森所舉的日心說和地心說的例子，廣受相對主義者特別是社會學家和歷史學家的歡迎(Daston and Stolleis, 2008: 148; Weinert, 2009: 56)。粗略來看，望遠鏡使用前哥白尼和托勒密體系，兩者在天文預測上的確難分軒輊。但要提醒的是，人們評價理論並非僅僅著重於符合經驗(挽救現象)判準。即使同意蒯因「觀察不足以唯一地決定理論」，兩個競爭理論是經驗等價的，問題是，人們可否從觀察以外的其他特徵來決定理論，例如從理論的「簡單性」上做抉擇呢？科學史同樣能回答此問題。克普勒在沒有望遠鏡的幫助下，評價哥白尼比托勒密更具「數學上的優勢」(Kepler, 1981: 63)。克普勒所謂「數學上

³⁰ 從邏輯觀點較容易理解這個論題。例如，我們現在有觀察證據 P，那麼要由邏輯規則推導出 P，其前提允許有無限多組：「P」或「Q, Q→P」或「~P→Q, ~Q」或「R∨S, ~S, R→P」……等等。

³¹ Quine, 1975: 313。蒯因在此文中強調，整體論不應與經驗證據不充分決定理論的觀點相混淆。

的優勢」意指「簡單性」原則，亦即，日心說的幾何模型，概略而言比地心說的模型更簡潔。這也意味，在經驗等價條件下，還有其他可決定「好理論」的判準可供評價，例如「簡單性」及「一致性」。簡單性原則尤其是理性論者所強調的理論評價判準(Hempel, 1966: 40-45)。

(三)仔細思考 TH2 及蒯因論題究竟打擊到什麼樣的理性論觀點？如果我們承認科學的任何部分都是可錯的，那麼此論題其實只威脅到最獨斷的否證論；也就是，TH2 僅打擊到那種聲稱「理論遭遇反(異)例就應立即被拋棄」的「即時理性」觀點。雖然否證論先鋒波柏主張，科學圖像應如否證論那樣（「猜想與反駁」）發展，科學進展的邏輯結構如同「否定後件因而否定前件式」，但他並無明確主張那種「即時理性」的獨斷觀點；拉卡托斯甚至認為那種獨斷的否證論從未出現在波柏著作裡(Lakatos, 1978: 93)。拉卡托斯發展的精緻否證觀點——科學研究綱領方法論——主張：任何實驗和觀察都不能單獨否證特定理論；在未出現一個更好的競爭理論之前，不會有否證。因此，理論的選擇不是純粹考量特定理論與證據的一致性，而是兩個或以上的競爭理論與證據之間的比較。

以上，若「觀察(證據)充分決定理論」意謂「單一理論與證據的驗證對決，能產生一勞永逸(once and for all)的決定性判斷」，那麼邏輯實證論及波柏之後的理性論者，即本文所謂溫合理性論者拉卡托斯、勞登、基切爾等已不抱持這種觀點。科學發展最普遍而顯著的特徵，不在尋求及辨識判決性實驗，而在實驗的證據比較偏重(prefer)哪一個理論。科學家在理論評價過程中，並非要挑選出絕對真或完美的理論，而是在兩個以上的競爭理論中較「偏重」哪一個理論。亦即，不是要選擇出「絕對好」而是「相對好」的理論。我們採取「比較的」觀點，即理論的評價永遠與其既有的競爭者相關。³² 依此，若理論沒有競爭者，它可用任何方式保留以抵抗觀察上的異例(例如中世紀的亞理斯多德物理學)，無所謂「理論選擇」的問題。理論選擇意味，從兩

³² 有科哲家提到比較觀點，但少有人特別強調。曾出現於 Kuhn(1977 ch.8)；Lakatos(1978)；Laudan(1984)。勞登後來直接稱此觀點為「比較論」(comparativism)(Laudan, 1997: 314)。

個或以上的理論中，評價出一個較好的理論。在這種多個競爭理論的情況下，當某個理論通過檢驗，而其他競爭理論沒有通過相同的檢驗時，選擇那個通過的理論是合理的。例如，在托勒密、第谷、哥白尼三系統競爭的年代，當「金星盈虧」現象被發現，此證據偏重第谷和哥白尼而非托勒密，因為金星有盈虧現象只有在金星繞太陽運轉才會發生；當「恆星視差」(stellar parallax)被發現，此證據偏重哥白尼而非第谷，因為能觀測到恆星視差意味地球繞日公轉。(用波柏的話來說，「金星盈虧」否證托勒密，「恆星視差」否證托勒密也否證第谷，哥白尼受經驗認可而勝出。)

「比較的」理論評價觀點無須等待判決性實驗，不論 e 是否充分決定 A ，只問相對於 A 與 B ， e 比較支持哪一個。理論與實驗的關係不是兩方對決，而是包含競爭理論與證據之間的比較關係。理論選擇的判斷就看現有證據較偏重哪一個理論來決定。所有競爭理論在既有的證據之前，不可能永遠且完全得到等價的支持，必定可能存在或發展至一種情況：在這些競爭理論中，只有一個理論比其他競爭者，明顯更好地得到證據的支持，其他競爭理論無論如何修正都無法取得與之等價的地位。

五、結語

實用論指出理性論研究路徑的缺失，使我們注意到科學活動過程的爭議面，尤其是科學研究的初步階段「觀察」，及由此引發的理論評價問題。實用論觀點有其正確處，但也有待商榷之處。本文申論的是，實用論帶來的危機不致於威脅理性論的中心主張，亦即，我們有充分的認知理由或方法來決定一個理論比其他理論要好。人們的「觀察」也隨著科學知識的整體在發展，對競爭理論的評價也勢必隨之修正。科學史上的每個觀點和理論，發展的時間有的長達近千年。人們面對各種競爭理論，在某些情況中止判斷或持續爭論，是必然且合理的。但若聲稱科學爭議無所不在且一直持續，以致我們永遠沒有充分理由判定一個理論比其他理論更好，這是本文反對的。

參考文獻

中文部分

- 林正弘 (1991),《伽利略·波柏·科學說明》,臺北:東大圖書公司。
- 陳瑞麟 (2005),〈科學現象的觀察與建構〉,《東吳哲學學報》,11,頁 57-98。
- 陳瑞麟 (2010),《科學哲學:理論與歷史》,臺北:群學出版。
- 戴東源 (2005a),〈費耶阿本《反對方法》的幾個問題〉,《臺灣哲學研究》,5,頁 153-192。
- 戴東源 (2005b),《理論選擇:一個理性論的解釋與辯護》,臺中:東海大學哲學系博士論文。
- 孔 恩 (T. Kuhn)著,傅大為、程樹德、王道還譯,(1985),《科學革命的結構》,臺北:允晨文化公司。
- 費耶阿本 (Paul Feyerabend)著,周昌忠譯,(1996),《反對方法》,臺北:時報文化。

外文部分

- Ariew, R. (1984), "The Duhem Thesis," *British Journal for the Philosophy of Science*, 35, 313-325.
- Bridgman, P. W. (1927), *The Logic of Modern Physics*, New York: Macmillan.
- Brown, H. I. (1977), *Perception, Theory and Commitment: The New Philosophy of Science*, Chicago: University of Chicago Press.
- Brown, H. I. (1987), *Observation and Objectivity*, Oxford: Oxford University Press.
- Brown, H. I. (1993), "A Theory-Laden Observation Can Test the Theory," *British Journal for the Philosophy of Science*, 44, 555-559.
- Campbell, N. R. (1920), *Physic: The Elements*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Carnap, R. (1936-37), "Testability and Meaning," *Philosophy of Science*, 3: 419-471; 4: 1-40.
- Carnap, R. (1966), in M. Gardner (ed.), *Philosophical Foundations of Physics: An*

- Introduction to the Philosophy of Science*, New York: Basic Books.
- Daston, L. and M. Stolleis (2008), *Natural Law and Laws of Nature in Early Modern Europe*, Farnham, Burlington: Ashgate.
- Dorling, J. (1979), “Bayesian Personalism, the Methodology of Scientific Research Programmes, and Duhem’s Problem,” *Studies in History and Philosophy of Science*, 10, 177-187.
- Dretske, F. (1969), *Seeing and Knowing*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Duhem, P. (1991), in P. Wiener (trans.), *The Aim and Structure of Physical Theory*, Princeton: Princeton University Press.
- Feigl, H. (1970), “The ‘Orthodox’ View of Theory: Remarks in Defense as well as Critique,” in M. Radner and S. Winokur (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science IV*, 3-15, Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Feyerabend, P. (1988), *Against Method*, London: Verso.
- Galison, P. (1987), *How Experiments End*, Chicago: University of Chicago Press.
- Greenwood, J. (1990), “Two Dogmas of Neo-Empiricism: The “Theory-Informity” of Observation and the Quine-Duhem Thesis,” *Philosophy of Science*, 57, 553-574.
- Grosser, N. (1979), *The Discovery of Neptune*, New York: Dover.
- Hacking, I. (1983), *Representing and Intervening*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Hanson, N. R. (1958), *Patterns of Discovery*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Harding, S. (1976), *Can Theories Be Refuted? Essays on the Duhem-Quine Thesis*, Dordrecht: D. Reidel.
- Hempel, C. (1952), *International Encyclopedia of Unified Science, Vol. 2, No. 7: Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*, Chicago: University of Chicago Press.
- Hempel, C. (1966), *Philosophy of Natural Science*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Hempel, C. (1979), “Scientific Rationality: Analytic vs. Pragmatic Perspectives,” in T. F. Geraets (ed.), *Rationality To-day*, 44-66, Ottawa: University of Ottawa Press.
- Hempel, C. (1983), “Valuation and Objectivity in Science,” in Cohen, R. S. and L. Laudan (eds.), *Physics, Philosophy, and Psychoanalysis: Essays in Honor of Adolf Grünbaum*, 73-100, Dordrecht: D. Reidel.

- Hesse, M. (1980), *Revolutions and Reconstructions in the Philosophy of Science*, Bloomington: Indiana University Press.
- Howson, C. and P. Urbach (1993), *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*, La Salle: Open Court.
- Jastrow, J. (1899), "The Mind's Eye," *Popular Science Monthly*, 54, 299-312.
- Kepler, J. (1981), in A.M. Duncan (trans.), *The Secret of the Universe / Mysterium Cosmographicum*, New York: Abaris Books.
- Kitcher, P. (1993), *The Advancement of Science: Science without Legend, Objectivity without Illusions*, Oxford: Oxford University Press.
- Knorr-Cetina, K. D. and M. Mulkay (1983), "Introduction: Emerging Principles Social Studies of Science," in Karin D. Knorr-Cetina and Michael Mulkay (eds.), *Science Observed: Perspectives on the Social Studies of Science*, 1-17, London: Sage.
- Koertge, N. (1972), "For and Against Method," *British Journal for the Philosophy of Science*, 23, 274-290.
- Kordig, C. (1971), *The Justification of Scientific Change*, Dordrecht: D. Reide.
- Kuhn, T. (1970), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (1977), *The Essential Tension*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Lakatos, I. (1978), in J. Worrall and G. Gurrie (eds.), *The Methodology of Scientific Research Programmes*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Laudan, L. (1984), *Science and Values*, Berkeley: University of California Press.
- Laudan, L. (1996), *Beyond Positivism and Relativism*, Boulder: Westview Press.
- Laudan, L. (1997), "How About Bust? Factoring Explanatory Power Back into Theory Evaluation," *Philosophy of Science*, 64, 306-316.
- Laudan, L. and J. Leplin (1991), "Empirical Equivalence and Underdetermination," *Journal of Philosophy*, 88, 449-72.
- Nagel, E. (1979), *Teleology Revisited and Other Essays in the Philosophy and History of Science*, New York: Columbia University Press.
- Pasteur, L. (1996), "The Physiological Theory of Fermentation," in L. Pasteur and J. Lister (eds.), *Germ Theory and Its Applications to Medicine and On the*

- Antiseptic Principle of the Practice of Surgery*, 17-109, New York: Prometheus Books.
- Popper, K. (1968), *The Logic of Scientific Discovery*, New York: Harper and Row.
- Popper, K. (1989), *Conjecture and Refutation*, London: Routledge.
- Quine, W. V. (1969), "Naturalized epistemology," in Quine (ed.), *Ontological Relativity and Other Essays*, 69-90, New York: Columbia University Press.
- Quine, W. V. (1975), "On Empirically Equivalent Systems of the World," *Erkenntnis*, 9, 313-328.
- Quine, W. V. (1980), *From a Logical Point of View*, Cambridge: Harvard University Press.
- Quine, W. V. (1981), *Theories and Things*, Cambridge: Harvard University Press.
- Quine, W. V. (1990), *Pursuit of Truth*, Cambridge: Harvard University Press.
- Rosenberg, A. (1998), *Philosophy of Science: A Contemporary Introduction*, Routledge: London.
- Ryle, G. (1984), *The Concept of Mind*, Chicago: University of Chicago Press.
- Shapere, D. (1982), "The Concept of Observation in Science and Philosophy," *Philosophy of Science*, 49, 485-525.
- Shapere, D. (1984), *Reason and the Search for Knowledge*, Dordrecht: D. Reidel.
- Strevens, M. (2001), "The Bayesian Treatment of Auxiliary Hypotheses," *British Journal for the Philosophy of Science*, 52, 515-538.
- Vallery-Radot, R. (1923), in R. Devonshire (trans.), *The Life of Pasteur*, New York: Garden City Publishing.
- Weinert, F. (2009), *Copernicus, Darwin and Freud: Revolutions in the History and Philosophy of Science*, Chichester; Malden: Wiley-Blackwell.

Observation, Underdetermination, and Theory Evaluation

Dong-Yuan Tai^{*}

Abstract

This paper aims to show that the pragmatistic theory of observation and thesis of the underdetermination of theory by data do not damage the centre notion of rationalism, namely there are cognitive reasons to evaluate rival theories and decide which theory is the better one. The pragmatistic theory of observation holds that all observation is theory-laden and so does not provide a neutral court of appeal for assessing the cognitive value of theories. The underdetermination thesis implies that any theory can be maintained in the face of any evidence or of all possible data, provided we make sufficiently radical adjustments elsewhere in our beliefs. I critique them both and argue that the case for ‘theory-ladenness’ preventing observation from testing a theory is somewhat overstated, and the difficulty of underdetermination of theory by data may be damaging to early rationalism but not to later rationalism which is more moderate.

Keywords: Philosophy of Science, Observation, Theory-Laden, Underdetermination, Duhem, Bayesianism

* Adjunct Assistant Professor, Center for General Education, National Tsing Hua University, E-mail: tai.dong.yuan@gmail.com.