

Chapter 1

科學研究方法

的意義



研究方法的源起

本書所要闡述的基本內容是**科學研究方法**的原理及其在應用上的邏輯思維路徑。主要的重點放在**論文寫作程序的邏輯思維上**。希望能夠幫助碩、博士研究生寫論文，甚至教授寫研究報告時，在研究程序的思維上也有所依循。本書所希望做到的不僅是告訴研究生**如何**（how）寫論文（包括學位論文與學術期刊論文），並且希望告訴研究生**為什麼**（why）要這樣寫。一旦懂得**為什麼**（why），便很容易瞭解**如何**（how）寫了。**研究方法**基本上是做科學研究的方法，也被稱之為**科學方法**。所謂**科學**並不是單指物理學、生物學、化學等自然科學，而是說**凡是使用科學方法做研究的學術與知識都是科學**。所以本書所討論的**研究方法**都能夠應用在自然科學與社會科學兩者的論文寫作上。

近代真正對**科學研究方法**做具體分析的，可能要數美國哲學家杜威（John Dewey, 1859-1950）了。他在 1939 年發表 *Logic - The Theory of Inquiry* 一書時，對**科學方法**有比較完整的說明。不過當時還沒有被科學界廣泛地實際運用在他們的研究工作上。

杜威從歷史的觀點上，把科學研究的進展以中世紀（Middle Ages）分為兩個時期。第一個時期的主要人物為希臘的思想家如蘇格拉底（Socrates）、柏拉

圖（Plato）、亞里斯多德（Aristotle）以及他們當時的其他人物（約為 400-300 B.C.）。他們的貢獻是提倡懷疑主義（skepticism），也就是對知識的好奇心，願意提出疑問（questions）。他們所用的方法是在概念上的推理（conceptual reasoning）。他們所做的觀察（observation）是非正式的，操作的技術更是很粗糙的。他們的主要觀點是建立在對概念的組織是否設計得完整上。

現代的科學是在中世紀之後形成的。在那個時代，希臘的思考方式仍然保留，但是教條式的信仰（dogmatic faith）卻取代了懷疑主義。大約在 1600 年左右，批判式的研究精神再次復活，也就是我們所認知的現代科學的開始。

在這一運動裡最重要人物之一便是培根（Francis Bacon, 1561-1626）。他提出了一個劃時代的呼籲：「要知識進步，就要不斷發現新的事實。」這種說法無疑是對《黑暗時期》（*the Dark Ages*）奄奄一息的哲學思想提出嚴厲的挑戰。毫無疑問的，培根的觀點與希臘式研究形成鮮明的對比。但是牛頓（Isaac Newton, 1642-1727）的科學觀卻保有亞里斯多德尋找發現宇宙秩序真理的精神。

對事實資料的蒐集被認為是現代科學的重要里程碑，其代表人物為皮爾森（Karl Pearson）。在皮爾森的近代著作裡也可以清晰地看到此種痕跡。皮爾森認為：「整個科學的統一性僅在於它的方法，不在於它的材料。……形成科學的，不是事實本身，而是用來處理事實的方法。科學的材料是與整個物理宇宙同樣廣闊的，不僅是現在存在的宇宙，而且是它的過去歷史以及在其中的所有生命的過去歷史。」¹

從這些歷史背景來看，現代的科學概念，可以說是建立在以下四種基礎上：(1) 希臘的懷疑主義；(2) 培根對事實蒐集的重視；(3) 亞里斯多德與牛頓對宇宙秩序的追尋；以及(4) 皮爾森對機率公式技術的重視。

杜威在他分析科學方法的歷史發展工作中，發現大家忽略了很重要的一環。就是忽略了實驗（experimentation）在現代科學研究中的重要性。古代科學與現代科學的不同就在於是否有實驗的操作。當這種方法被應用時，概念的形成就有了新的地位，也偏離了追尋宇宙通則為科學目標的想法。

¹ Karl Pearson, *The Grammar of Science*, 中譯：李醒民《科學的規範》華夏出版社，1998 年，頁 15。

伽利略（Galileo，1564-1642）引介了一種新的研究方法，他的做法是以科學的意義從事思考，以滿足以學術為目的去驗證一些想法。這種看法歷經了三百年不斷的使用與演進，最後終於建立了新的科學研究方法，最後也揚棄了在自然科學裡極端重視技術的亞里斯多德主義（Aristotelianism）。但是它也並未超出一般的文化與社會科學領域。

事實上，沒有人能夠否認實驗（experimentation）在現代科學中的重要性。以現代科學方法的詮釋來說，往往所重視的是在實驗操作中如何掌握定量的資料而非實驗操作的過程；但是往往對後者加以重視才能釐清許多複雜而且紊亂的問題（problem）。因為實驗操作的過程就是研究方法的過程。研究的方法正確，才能得到正確的資料與研究的結果。

實驗最重要的特性就是：它本身就具有結合理論與經驗、思考與行動，以及認知與實踐的功能。做實驗的人首先選擇他所感興趣的主題，然後他對這些問題整理再整理，再觀察相關的資料。至於他要做什麼以及如何做則取決於他的想法與概念；而反過來看，他的看法與做法又會影響他的想法與概念。在這種過程中，他一而再，再而三地整理他的想法、概念與做法以及所做的事情。這樣他會得到更多的線索來修正他的實驗；最後，他才有可能得到他所希望得到的結果。

換言之，在做實驗的過程中，我們並不排斥任何的想法或概念上的推理（reasoning），但是這些想法與推理可以直接或間接地幫助我們修正過去或目前科學家所持的看法與想法。想法或假說（hypothesis）的檢驗是這些步驟的最後階段，而這些步驟又是遵循想法與假說的引導。

科學家的假說與實驗室裡的研究工作之間有密不可分的關係。在另一方面科學方法與經驗也有不可分的關係。科學的研究經常都是從我們每天生活的環境經驗開始。在經驗裡我們常對某些事情產生懷疑與衝突，這些懷疑與衝突正是引發科學研究的起點。科學的功能正是能使我們決定如何做才能得到我們所期望的結果。科學是一連串繼續不斷解決問題（problem-solving）的步驟，為的是使我們對經驗有更確實的掌握。

所要研究的問題（problem）產生於經驗中對事務的疑問（question）。在某些狀況下，一件事情的發生總會使人產生懷疑、困擾、或衝突。疑問（ques-

tion) 的型態是：什麼樣的做法，會產生什麼樣的結果？此一疑問（question）正是從經驗裡的問題（problem）狀況中產生的。在實際的經驗中，各種因素會在一定的環境與時間裡互相產生作用與反作用。

科學家則是正式或非正式地從過去解決問題的經驗裡獲得提示（hint）、想法與概念。然後根據這些提示、想法與概念進行他們的研究工作。因為他注意到某些形成疑問（question）的關鍵因素而形塑成（formulate）可研究的問題（problem）；這可以說是研究工作的關鍵。然後把這些因素放在實驗的狀況之下，讓他們產生互動，再來觀察他們所產生的結果。這些因素也可能重新排列組合，讓他們再次互動，然後再次觀察它們所產生的結果。這一連串工作的基礎是要把問題（problem）界定得非常清楚，以致於可以進一步蒐集實際經驗中的資料，以驗證研究的假說並且找出可能的解決方法。在從事驗證的工作程序中，必須把名詞、前提及符號定義清楚，以便在控制研究時發揮它們應有的功能。

假說（hypothesis）是根據想法與建議而形成的，也可以說此時問題已經初步形成。假說的開始，是把它塑造成一個命題（proposition）的型態；這個命題隱含著一個假使如何的句型，來說明可能做什麼；再加上一個然後會如何句型，來說明做了什麼之後，所可能產生的結果是什麼。例如：假使我們要探討水是如何生成的，我們假說的型態便是：假使在現實地球的自然情況下，兩個氫原子與一個氧原子結合便會生成水（H₂O）。要注意的是假說是肯定的句型，假使的條件是假設的、是隱含的。假說引導研究工作，它是蒐集初步事實與證據的基礎。問題與假說的形成都是嘗試性的（tentative），它可以被一再的擴充、改變、修正，一直到它能夠正確的使我們獲得所期望的結果為止。

此時，也可以看出歸納（induction）與演繹（deduction）不僅是研究工作中交替運用的步驟或方法，也是啟發概念、引導概念以及整理事實的技術（techniques）。這兩種方法的功能在實驗工作中缺一不可。就研究程序而言，運用歸納或演繹並沒有差別，其實它們是交替運用的。

掌握與驗證事實的程序決定於問題（problem）的性質，正好像實驗室裡的儀器與工具要因實驗對象的性質而決定取捨一樣。這些事情可能由上一回合的經驗獲得一些啟示，但是每一次的驗證都是一個嶄新的經驗。如何形成概念，掌握與操作實際的證據以及如何控制你的實驗，都是一項嶄新的挑戰。這些創

新的方法，又可以拿來改善之前所用方法的缺失，而成為一種全新解決問題的方法。在所有的研究工作中，對資料的熟悉、睿智的分辨問題、準確的探求線索、一貫的追蹤下去，然後發現新的結果與建議，這些都是一個從事科學研究的人所應具有的能力與美德。

從思想的連貫性來看，科學的目的就是在尋找世界上所有事情的一般法則或通則（generalization）。那麼問題的關鍵在於什麼是一般法則？換言之，在尋求結果的途徑中，一般法則與解決問題（problem-solving）之間到底有什麼關係？在科學研究中，一般法則可能來自於概念或實質的素材，兩者都會用在研究工作中。然而它們並不是結果，而是對解決問題的方法的一些提示或建議。

在實際經驗中，一件事情的發生，以其時間與地點的性質來說，都是獨立的。問題產生於斯，問題最後的驗證與解決也在於斯。也就是說，研究的問題、目的、假說與假說驗證的結果都是同一件事。（請看第三章討論假說與假說的驗證就會瞭解了）。



方法論與方法

依照Kaplan的定義，方法論（methodology）是討論研究方法的學術而不是方法本身。所謂研究包括：描述、分析、解釋、預測與證明等步驟。方法論有時也與認識論（epistemology）或科學的哲學（philosophy of science）分不開。科學的哲學與如何做研究的方法無關。科學的哲學所關心的是哲學方面的問題而不是科學研究方面的問題。

方法是一般所有科學研究工作的操作程序，它是科學研究的邏輯思考原則。所以方法包括：發現問題、形成概念與假說、從事觀察與量度、建立理論與模式、從事實地驗證、提供解釋以及做預測等步驟。方法論的目的在於描述與分析這些方法，發現可用的資源與限制，釐清命題（proposition）與結果，而同時發現知識的潛能與模糊地帶；它也希望能使研究的結果一般化、普遍化（generalization）、提出新的應用方法，並且發現實際問題的邏輯原則。總而言之，方法論的目的是要幫助我們瞭解科學研究的方法以及程序的理論，也就是為什麼（why）要這樣做，而不僅是如何（how）做而已；它也會使科學家的研究工

作進行得更加容易。²

科學方法，廣義的說，任何能夠建立科學、發展科學的任何**研究方法**都可以稱之為**科學方法**。科學方法又可以區分為**技術方法**（technical methods）與**邏輯方法**（logical methods）。**技術方法**是運用**技術**來操作量度我們所要研究的現象。**邏輯方法**是根據我們所獲得的資料依照其性質進行**邏輯推理**（logical reasoning）而得到結論的方法。

除此之外，我們也必須瞭解**工具**（tools）、**技術**（techniques）與**方法**（methods）之間的不同。**工具**是一件實質或概念上用於科學研究的**工具**（instrument）。**技術**是從事科學研究，完成科學研究目的的技能或技巧；也可以說**技術**是使用科學工具的方法，或者說**技術**是使用在科學研究工作上的特定步驟。例如：電腦是一個**工具**，甚至電腦語言，程式也是**工具**；而使用電腦及其程式從事研究工作的方法則是**技術**。再如，統計是**工具**，利用統計做分析則是**技術**。科學研究方法的訓練在相當程度上也就是對**工具**與**技術**的掌握。

在談到**技術**的時候，真正的危險是把某些**技術**當作**方法**看待。有的時候，在行為科學中，不但明顯地把**技術**當作**方法**，而且應用得非常呆板。例如：教你如何設計問卷、如何發放問卷，以及如何去做訪談，再做定性分析等；其實這些都是屬於技術方面的問題。如果把這些**技術**當作**方法**，便會埋葬了**科學研究的基本精神**。再者坊間很多有關**研究方法**的書中，有相當大的篇幅都在介紹統計；其實統計學是**工具**，運用統計做分析是**技術**。

而**方法**（methods）則是選擇與使用**科學技術**的方法；也是評估各種科學方案，然後做一取捨的方法。又如在我們做**問卷調查**的時候，**問卷**本身是蒐集資料的**工具**；如何設計一份好的**問卷**（questionnaire）以及如何進行**調查**（survey）是**技術**。如何把蒐集來的資料加以整理分析（analysis）而得到研究工作所預期的結果（就是假說的驗證）的**邏輯程序**才是**方法**。

² Abraham Kaplan, *The Conduct of Inquiry: Methodology for Behavior Science*, Chandler Publishing Company, 1964, pp.18-24.



研究方法的目的

簡單的說，**研究方法**的最終目的是在**創新與累積可靠的知識**，這些知識的累積使我們可以**解釋**（explanation）、**預測**（prediction）以及**理解**（understand）我們所希望理解的實際現象。以下再分別加以說明：

● **解釋**

所謂**解釋**，通常是希望說明**為什麼**，也就是說他們在尋求有系統的分析某件事情或行為發生的原因。也是運用**一般法則**把某些現象與另外的現象串連起來，用以說明這些所希望得到的答案的現象。**解釋**又可以分**演繹的解釋**（deductive explanation）與**或然的解釋**（probabilistic explanation）。**演繹的解釋**是說一個現象的解釋是根據一個已經建立的而且放諸四海而皆準的法則**推論**而來的。例如：拋向高空的東西，會落回地面是根據**引力定律**推論而來的。在推論上，**前提**必然會引到**結論**；**前提**如果為真，**結論**一定也會為真，**前提**如果不真，其**結果**也一定不真。也就是說，如果**引力定律**為真，則拋向高空的任何東西都會落回地面。

或然的解釋則不是從一個既定的法則推演而來的。特別是社會科學，很少有一個放諸四海而皆準的法則，所以多半是**或然的**或者是**歸納**（inductive）而來的。它所能得到的是一個**通則的某一個百分比**。例如：陳述兩個變數X與Y之間的關係時，其形式多半是：**X是Y的N個百分比或X的發生會使Y發生的機率為N**。**或然的解釋**有一個缺點，就是它無法對個別的案例推導出結論。例如：既使在過去二十年中，某一族群70%的選民都投票給D政黨的候選人，我們仍然無法確定此一族群中的選民在下一次的選舉中，投票給D政黨候選人的或然率為70%。在第二章裡將對歸納與演繹做進一步的說明。

● 預測

能做**預測**是科學研究的一個重要特質。知識不足或者不真就無法做預測。做預測的基本理論是：假使我們知道因為 X 所以 Y。如果 X 為已知，則可以預測 Y 會發生。當然其先決條件是一般法則與或然法則等先決條件均為已知而且真實。否則**預測**即可能失敗或不準確。例如：在**預測**人口數的成長時，如果我們知道過去五年、十年甚至更長一段時期的人口變化趨勢，則我們便可以以此趨勢預測未來某一年的人口數。當然未來的年期愈久遠就愈不準確。

● 理解

理解包含兩個截然不同的意義，一個意義是**體驗的理解**（empathic understanding）；另一個意義是**預測的理解**。之所以如此是因為社會科學兼具**人性與科學性**；社會科學家是觀察者也是參與者，主張以**體驗去理解**。有的人認為社會科學與自然科學是兩個完全不同的領域，所以它們的研究方法也不同。社會科學家需要瞭解人類行為的歷史演變以及人們經驗的主觀性，研究者必須親身投入去**體驗**，經由**體驗去理解**。而主張**預測理解**的人認為社會科學在研究自然與人類社會現象時，如果發現有一個規律可循，循著這個規律也同樣可以得到客觀的認知，所用的**研究方法**也應該是一樣的。他們認為**體驗的理解**有助於新知識的發現，但是發現之後卻需要去**驗證**，否則即不成其為科學的知識。

研究方法的功能

科學知識的研究不在於他們研究的主題是哪一方面的問題，而在於所使用的研究方法是否合乎**邏輯思維的程序**。科學的**研究方法**是一套依照**邏輯系統**規劃的**研究程序與步驟**，用來做研究工作並且評估所獲得的知識。而且這些規則與步驟也是經常在演變的，並且要符合其基本的科學研究**前提**。這些**前提**也一定由合乎**邏輯**的證據所支持，並且透過科學規範的推論與驗證。這一套規範與步驟的系統就是**科學研究的方法**，也可以稱之為科學研究的遊戲規則。這套遊

戲規則的功能即是使我們能在研究工作上彼此溝通，並且做建設性的批判以及使科學知識進步的工具。

● 研究方法是溝通的橋梁

研究方法的主要功能之一就是使希望分享共同研究經驗的科學家便於溝通。更明白的說便是研究方法能使研究工作更明顯、更公開也更能使人接受；也就能進一步建立重複或複製（replication）與具有建設性批判的架構。複製就是由同一位科學家或另一位科學家，甚至更多的科學家重複做同樣的研究，應該會得到同樣或相似的結果。如果不能得到同樣或相似的結果，就可以從兩相比較或與更多的重複研究結果比較，來發現一些不經意的錯誤或有意的矇騙。建設性的批判是指對一項研究提出合理的質疑與檢討。例如：此項解釋（或預測）是否合乎假設條件的邏輯？你的觀察是否正確？驗證是否有效……等問題。

● 研究方法是推理的規則

雖然實際的觀察是基本的研究方法，但是它們必須以有系統而且合邏輯的架構，有秩序地連接起來，因為實際觀察到的事實無法自明。科學方法便是能夠幫助我們解釋、推理的邏輯基礎；研究方法的重要工具之一便是邏輯（logic），所謂邏輯就是對觀察得來的事實做可靠而合理的推理與判斷，進而得到可信賴結果的思維程序。

研究方法需要嚴謹的邏輯推理與分析。例如：下定義、做分類、演繹或歸納（或然）的推理、機率理論、抽樣步驟、微積分演算與量度（measurement）的規則等都是社會科學研究的工具，也是我們在本書往後各章中所要討論的主題。透過邏輯的運用，科學便會有系統的進步。科學方法也就能使我們增進知識內部的一貫性。

● 研究方法是在主觀之間尋求客觀的規則

邏輯關乎推理的可靠性，而非驗證的事實結果。換言之，它所注重的是推

理的過程而非結果。當客觀的證據呈現時就可以支持事件的**確定性或或然性**。當一項知識是由假設的前提合乎**邏輯地推導**（reasoned）出來的話，它便是可信的。所以如果一個科學家的推理**邏輯**是錯誤的，他便會從已經驗證的事件中推導出錯誤的結論。並且，如果他不採用已經驗證的事實，但是卻使用正確的推理，他也同樣會做出錯誤的推論。

科學研究方法的功能在於說明驗證**客觀性**（objectivity）的可接受標準（criteria）以及驗證的方法與技術。這些標準是非常密切關聯的；而且驗證的**客觀性**要看實地的檢驗；除非驗證的結果能夠被證實，從事研究的人便無法主張它們的**客觀性**。在談到客觀性時，Nachmias 認為用**交織的主觀性**（inter-subjectivity）而不用**客觀性**（objectivity）一詞較為恰當。因為**交織的主觀性**表示知識是可以傳遞的，是可以互相印證的。一個研究者所做的研究可以由另一個研究者**重複再做**，然後比較兩者的結果。假使所使用的研究方法是正確的，條件也沒有改變，則他們的結果應該是一樣的或者起碼是相像的。但是事實上，周遭的環境與研究的條件都是會變的，但是**交織的主觀性**是讓一個研究者能夠理解並且評估另外一個研究者做類似研究的方法，並且驗證所得到的結果。同時也要看有關**研究方法**的問題，在於其先前研究者的發現是否能夠用在其後接續的研究工作上，既使前一個研究者並未參與後者的研究工作，也是如此。³

簡單地說，其實所謂的**客觀性**，實際上是不存在的。每一個人的意見或研究的結果都是他的**主觀**；從眾多的**主觀**之間得到共同的共識，才是**客觀**。同樣的，如果多數的研究者**重複地**做同樣的研究或實驗，都能得到同樣或類似的結果，這項研究的結果便是**客觀真實**而可信的了。所以我們應該以**交織的主觀**來解釋或替代**客觀**的概念。

研究方法是做概念驗證的方法

如果科學能讓我們瞭解這個世界的任何事務，對這些事務的**實際驗證**是不可或缺的。科學與幻想的差別就在於科學含有**實際驗證**的部分。任何事件的陳述要有意義，它也必須要能被驗證。只有經過驗證的知識，才能被完整的接受，

³ Chava Frankfort-Nachmias & David Nachmias, *Research Methods in the Social Science*, St. Martin's Press, Inc., 1992, pp. 15-17.