

因果關係之哲學與統計分析 及其在教育研究之意義

陳鏗任

國立臺灣師範大學

來稿日期：93.10.05

接受日期：93.12.21

摘要

本文回顧了因果關係的概念發展，說明自 Hume 以降的經驗論傳統認為並無外在的因果關係，因果關係只是心理上前後事件的連結習慣；其後的哲學家則在經驗論的基礎上，以不同的方式試圖磨合因果關係與經驗論傳統的矛盾；而批判實在論者則以因果的機制觀，超越連結論的因果關係。整體來說，經驗科學的因果觀仍建立在確認外在世界必然性定律的目標上。而社會科學或教育研究方法對於因果關係的探討，則以上述討論所闡發出來的或然性因果關係為基礎，透過統計方法來檢驗與否證，成為因果分析的主流。然而這樣的研究取向忽略了教育情境的複雜動態，偏離了人的主體，也忽略了人的意向性在因果知覺上的作用。

因果關係的追尋，早先旨在追求一個足以控制對象客體的法則或機制。而教育研究者自己本身、研究對象、以及所處的教育環境，則是一個複雜糾結的社會歷史過程。教育研究者應注意到進行因果關係研究時所持的典範以及背後的方法論基礎，若研究設計為實證典範，在確證因果關係時，應該注意到其所欲發現的因果關係在哲學上的內涵為何；研究設計採取了何種因果觀，可能的謬誤在哪裡；統計方法的運用與解釋，亦應注意到僅為證偽而非證實。若為自然典範的研究設計，則應重視研究對象對於生活世界因果關係的解釋，以及深度理解因果關係對研究對象的意義。

關鍵詞：因果關係、教育研究、方法論

A Philosophical and Statistical Review of Causation in Educational Studies

Ken-Zen Chen

National Taiwan Normal University

Manuscript received October 5, 2004

Accepted December 21, 2004

Abstract

This essay reviewed the development about concept of causation. I explain that in Hume's tradition, causation is just a habit from mental connections. Moreover, advocates of critical realism held causation a mechanical view. To sum up, the causal viewpoint from empirical scientists aim to confirm the necessity about outer world, and educational studies which take statistics treatments are mostly based on the principles of probability causation. Otherwise, the mainstream neglects dynamics and complexity in educational context, the influence of human's intentionality, and his subjectivity.

Educational studies are located on complex social and historical process. To seek out causations is to look for laws or mechanisms that could be understood, predicted, and controlled. The researchers should mention the theory and methodology background of causation in order to keep off the fallacious explanations.

Keywords: causality, causation, educational studies, methodology

壹、前言

根據《劍橋哲學辭典》（林正弘，2002：170-175）的解釋，因果關係（causation）長期以來是哲學所探究的重點。在我們的日常言談中，「造成」、「生產」、「帶來」、「導致」、「結果」、「決定」等用語，都蘊含了因果的概念，達致說明事件的功效；不僅如此，我們仰賴對因果關連的假定，進行預測、歸納與推論的活動；而科學的其中一個重要目的，即在將我們所認定自然世界中的因果關係做確認，並加以系統的描述；在人類生活中，如法律與道德的裁決（例如醫療過失的判決需應用因果關係效力的證明，見曾淑瑜，1998），因果關係對於行為人責任與義務的評估，也扮演了關鍵性的角色。

在社會科學的研究領域中，不論是經驗性或是規範性的著作，「因為所以」、「前因後果」或是「導致」、「造成」、「引起」、「產生」的因果話語可以說是無所不在，隨處可見，學術研究上也爲了因果關係這個意義豐富但含糊的語詞，爭論了數百年（郭秋永，2003）。早期的社會科學研究，透過實驗法的研究設計來確認獨立變項之間的因果關係，時至今日的我們，雖然已不再認為社會科學可能操弄出真實的實驗研究，但是這個實驗法的思維，仍然保留在社會科學當中，只是研究的資料是觀察而非實驗得來的，而實驗研究講求的「控制」，則由統計的控制來取代。那麼，我們仍然可以向大眾宣告：我們的研究「發現了因果關係」嗎？

對於這個問題，我們的學術訓練、研究

方法的教科書，以及教育學方法論的探討，通常不假思索的給予教育科系學生們肯定的答案，並加上一個附帶提醒「相關不等於因果」，就算功德圓滿。例如吳明清（1991：105-106）曾直接寫道：

自變項對依變項的影響作用，其實也可以當作因果關係來看。因此自變項就是假定的因，依變項就是假定的果。不過，變項之間的因果關係有時不易確定，一個簡單的辨別方法就是以變項發生的時間為準，發生在前的變項就是可能的因，可以當作自變項；發生在後的變項，就是可能的果，可以當作依變項。

我們常說雙親的社經地位、雙親的族裔，「決定」了孩子的教育程度與薪資收入；諮商分析時會提到個案之所以發生這些行為，乃是肇因於幼時的某某經驗。但實情是否如此簡單，則受到哲學家與方法論學者的辯論與探索（Levine, 1998）。數百年來，哲學家不斷的探問是否真的有因果關係、因果定律，若有則進一步的探問因果關係的性質為何？在方法上觀察、證立、確信因果關係是否有所可能；並且進一步的釐清，自然科學中的因果律如何得以援用至社會科學上，恰當性為何。這些問題關係著教育研究因果說明的適切性。

郭秋永（2003）在〈科學哲學的兩種因果解析〉一文中，曾經就國內的哲學與社會科學研究文獻加以查找，發現真正直接探討因果關係的撰述，四五十年來僅得殷海光（1964）一篇，顯示出學術界對於因果關係長久以來視為理所當然，也少敏於國外哲學

家與方法論學者對於因果關係觀念的釐清與探討。在教育研究文獻上，國內教育學者詹志禹（1993）在國立政治大學學報所發表的〈因果關係與因果推理〉，從理論與統計的關係出發，強調了不僅一般統計方法無法說明因果關係，較為複雜或新興的統計方法，一樣僅能否證因果關係的假設，無法證明因果關係的存在，對於教育研究者來說確為一大儆醒；探討因果關係本身的專著同時亦有楊銀興（1993）〈教育研究中的因果說明〉一文，承認了因果關係為人類重要的觀念，該文並以經驗科學的歸納邏輯來理解因果關係，但卻未實質的由因果觀念本身的混淆與複雜之處來說明教育現象因果關係的難尋，使得說明有所侷限，前言略提詮釋與批判典範對於因果關係背後的實證典範做出的批判，卻無實際運用在該文對研究方法的評析與建議上，殊為可惜。

由上可見，基於因果這個概念在人類社會中的自然成長、約定俗成，其意義的豐富與含糊，也造成了使用因果觀念作為學術用語時的困難。是故為了使教育研究的因果分析能夠建立在整全的因果概念上，避免過去部分研究者對於因果關係的一知半解，故對於因果觀念澄清分析有其必要。因此以下便需先說明哲學上不同的因果觀點，再敘及教育研究的因果關係主要透過統計方法來處理。然而，教育活動是一個具有意向性的複雜活動，因果關係的解釋，最後仍然要回到主體的理解上，做為本文的結語。

貳、因果的必然性--從目的、習慣、機制到意向性

人類能夠認識外在的大千世界，其中一

個重要的基礎便是因果關係的概念。因果概念的建立，讓我們能夠對接觸的事物做出解釋，並且找到判斷與行動的原則。Piaget發現在10歲以前的兒童，對於因果關係的瞭解比較接近萬有靈論（animism）的看法，認為因果關係是有目的、有意志的，到10歲之後才逐漸有機械式的因果解釋出現（許潔怡，2002）；而後期心理學者如 Shultz、Altmann、White 等人的研究更顯示，人類似乎從三歲、或甚至更小的時後，便開始具備簡單的因果概念（詹志禹，1993）。根據 Grotzer（2003：28-29, 39-40, 50-51）對於發展心理學研究的歸納，可以發現因果關係的認識，是從具體的、時空連續的事件，隨著年齡增長，逐漸發展到機制的、較為抽象的、複雜因果的關係，並且對於因果關係的並非固定不變開始有所覺察。

心理學上探索人類因果概念的來源，約有兩個主流，第一個是建立在時間鄰近性、空間鄰近性，以及事件先後性三種共變關係的「共變論」，以及強調因果關係的本質其實是基於該因本身具備有產生效果能力的「能生論」（黃宇廉，1999）。共變論來自於經驗主義者 Hume 的看法，而能生論則接近批判實在論（critical realism）對於機制（mechanism）的見解。不過無論見解如何，因果關係在人類認識中的存在與廣泛的應用，則是無庸置疑。

就算因果知覺與認知的在人類認知系統中的存在與否，已從哲學的冥思中跳脫，得到心理學研究的支持，但是對於因果關係這個概念的混淆其實並未解決。殷海光（1964：273）在〈因果底解析〉一文就提到：「人是一種奇怪的動物。大多數人對於許多最常接觸的事物往往不甚了解.....對於

許多視為固常 (take for granted) 並且長久應用的觀念往往不夠明瞭。我們對於因果觀念.....也正是如此」。雖然說，未經澄清的因果觀念在日常生活大量的運用並無立即而明顯的妨害，然而若將這個未經澄清的日常生活觀念引進學術研究的討論當中，則不免產生嚴重的問題。因此如何從日常的因果概念中來確認因果關係，歷來則有不同的哲學家提出相異的進路。

古代的希臘哲學家們，為了探索自然世界的根本構造問題，以及接續而來的管制宇宙一切生滅變化的自然法則問題，開始追尋萬事萬物生成的「因」（第一原理），至亞里斯多德整合前期哲學家之精華，提出四原因說（形象因、質料因、動力因、目的因）而達到鼎盛；其後中世紀哲學更將四原因作為佐證上帝存在之論據（傅偉勳，1996）¹。中世紀以前的哲學家，對於因果關係的認識偏向於郭秋永（2001：87）所提之「目的論的因果觀」（teleological conception of causation）與「萬有靈論的因果觀」（animistic conception of causation），前者認為因果關係必然受到最後因或第一因的支配，後者則以「不可抗拒的強制力」（如佛家的果報）對於因果關係做出解釋。其後，笛卡爾主義者（Cartesianism）、偶因論者（Occasionalism）、以及預立和諧論者（Preestablished harmony），在程度上或寬或嚴的認為，上帝才是萬事萬物唯一的原因，一切都是上帝的施為（Steven, 1993）。到了近代物理科學的萌芽階段，亞里斯多德之目的因受到摒棄，科學家僅就宇宙現象間的規律形式（動力因）加以研究，因此動力因又常與「機械因」（mechanical cause）的涵義吻合；至 David Hume（1741-1776）提出因果關係不過

只是人類習以為常的心理習慣，視為理所當然的因果觀念遭到質疑（傅偉勳，1996），也開啓了重要哲學家對於因果關係的探索。

一、David Hume 認為因果關係僅為心理期待

早上起床後將雙腿移向床邊，兩腳便會自然著地；喝了水將使我們不再口渴；按下電燈開關後電燈會亮。這些人生中最簡單的命題，多少都需要依賴因果的判斷。然而基於 Hume 堅持哲學不能超越經驗的立場，他認為人們對於因果關係的信念，其實並沒有什麼合理的論點可以證明，就算有因果律的存在，我們也從來沒有方法來知覺到這個力量（林逢祺譯，1996；黃藹編譯，2001）。在《人類悟性論》（Enquires Concerning Human Understanding）中，Hume 強調，從直覺的知識觀念中來檢查，便會發現人類對於知識的確實感受，是來自於觀念的比較，而因果觀念其實只是來自於人們觀察外在事件中一再重複的經驗，也就是說，我們覺得事件與事件之間具有因果關係，乃是因為觀察到類似的事件一再重複的在時空接近時發生，導致我們以為日後只要看到類似的因發生，便可以推知結果如何，因果關係成為人類心靈對事件連結的解釋（Hume, 1748/1985; Davidson, 1993: 75-77）。易言之，我們無法從感官所得的印象中察覺因果關係，因果關係只是一種必要性聯結的心理期待罷了（Ducasse, 1993:131-132）。

設若因果關係只是一個心理上不斷被增強而使人相信的印象，那麼這樣的印象又是如何被加強的呢？Hume《人性論》（A Treatise of Human Nature）（1740/1975：117）中的看法是：「我們會發現，在人類中

風行的種種意見，半數以上是從教育中得來的，這些原則被盲目的相信著，壓倒了那些由抽象推理或實驗得到的原則。」因此我們從嬰兒開始，便不斷的習慣了對事物的意見與概念，成為根深蒂固的心理作用。對此，Hume認為，哲學家是絕不能同意在教育活動中學得的因果關係是可以當作知識的，因果關係應該要從觀察到的必然聯繫來做為恰當推斷的基礎。為此，他便提出八個可以判斷因果關係的規則（1740/1975：173-174）：

- （一）因與果之間，應該是時間與空間上相互接近的。
- （二）因要在果之前發生。
- （三）因與果之間是一個穩定的組合。
- （四）同樣的因會產生同樣的果，同樣的果只來自同樣的因。
- （五）如果有不同的物件產生了相同的結果，這些看似不同的物件之中，一定有著相同的特質。
- （六）如果同一個物件在看似相同的物體上產生了不同的結果，那麼這看似相同的物件之中，也必定有著不同的特質。
- （七）若是因的部分有增加或減少，則結果的部分也會跟著增加或減少。
- （八）如果某個原因存在，卻沒有發生任何的結果，則可能不是由單一原因就可以引發結果，而需要其他條件的配合。

Hume開啓了對於因果關係的討論，殷海光（1957/1964：275-276）評析他對必然聯的否認是消極貢獻，而定義因果關係的規律說（regularity view），則是他對因果關係的積極創見。此外，其心理習慣的解釋，一方面啓迪了心理學家針對因果認知、因果覺

知等問題進行實徵性的探索；另一方面則批判了當時教育內容未經嚴謹檢證的缺失。

二、Kant 將因果觀念提昇至先驗範疇

哲學家一直把因果關係當作是不證自明的公理，而 Hume 的因果分析則刺激了 Kant，使他感到因果概念的先天意義有重新挖掘的必要，進而重新探討因果原則如何成立的問題（傅偉勳，1965/1996：374）。為了解決這個問題，Kant 把因果觀念，以及賴以形成科學的時、空、數、模態等置於先驗主觀的範疇形式中，一方面解釋因果觀念是與生俱來的理性能力，也使得外界經驗能夠經由悟性範疇的安排，形成客觀真確的知識體系（傅偉勳，1965/1996：393-395；Cook & Campbell, 1979: 30）。雖然這種看法並不能替因果關係在經驗世界的存在中做出任何的鞏固（殷海光，1957/1964：276），但是因果觀念存在的必然性則重新在人類的理性能力中得到先驗的證成：只有人類在理性能力中先有了因果的範疇，才可能去瞭解到經驗世界的因果關係（Anscombe, 1993: 90）。

因果觀念是否為人類天生俱來的特殊觀念，則由後世的心理學家們以實驗設計來加以驗證。Piaget 承 Kant 的影響所進行的認知發展研究當中，其中一部分便是兒童對於因果觀念的發展：兒童進入感覺動作期之後，時間與空間的觀念逐漸得到感知，因果觀念也在這個基礎上逐漸發展。Piaget 認為因果觀念是開始於兒童意識到自身活動所帶來的影響：首先意識到自己的意向與支配身體的關係；在心理上把自己的願望、身體的運動、和客體的結果加以聯繫起來；之後隨著認識能力的逐步推展，開始能夠區分出在自己身體運動以外所發生的因果關係（也就是不再

把自己當作是所有因果關係的唯一原因，兩個事件或物體之間也可能有因果關係），此時雖然兒童對因果關係的解釋開始趨向物理機制的說明，但是心理性的因果感受，仍然發揮著重要的作用（杜麗燕，1995：68-80，120-129；Piaget & Inhelder, 1965/1997:56-57; Piaget, 1971/1974）。其後心理學的研究（如前文所例舉），亦多支持因果觀念的發展，影響著人類如何來認識世界。

三、John Stuart Mill 的歸納推論法

因果關係若是來自於經驗世界的觀察與心理連結的建立，那就無法從因果關係的觀察中，得到超越時空的普遍性原則。因此之後的經驗論者，不得不放棄因果的習慣論，改採邏輯的必然性來解析因果關係（郭秋永，2003：140）。John Stuart Mill（1806-1873）認為因果關係是「積極與消極條件的總和，而且是前因後果伴隨發生的」。他堅持真正的原因必然會包含了結果所有的充分與必要條件，因而他發展出歸納推論法作為判斷因果關係的規準。其五種推論的方法可見諸於邏輯教科書中（如林玉体，1982：276-287）：

（一）一致法（Method of agreement）

如果在觀測下的現象有兩個或兩個以上的例子，這些例子只有一種情境是共同所有的，那麼這個情境就是造成現象的原因。例如一位老師班上的測驗結果有四位同學考了一百分，老師分析發現四名同學都有在 A 補習班補習，因此斷定學生在 A 補習班補習是學生得到一百分的原因。此法類似邏輯上的充分條件。

（二）差異法（Method of difference）

觀測下的 A 個案發生 Y 現象，而 B 個案不發生；這兩個個案所處情境，除了產生這個差別現象的情境有異之外，其餘都相同，則該差別情境就是 Y 現象的原因。例如 A 與 B 兩位同學學習成就不相上下，但是到五年級時學校重新編班，而兩生畢業時成績差別很大。則可推測重新編班就是兩生學習成就有差異的原因。此法類似邏輯上的必要條件。

（三）異同法（The joint method of agreement and different）

異同法是上述兩法的共同採用，判斷基礎較單用一法為穩固，類似充分必要條件的關係。如果全班同學都發生食物中毒，詢問發現全班同學都吃了豬排，而另一班正常的班級比較，他們都沒有人吃豬排，而其他的食物相似，則可能推論食物中毒是因為豬排導致。實驗法中的控制組與實驗組設計，其實便是該法的應用（詹志禹，1993：3）。

（四）剩餘法（Method of residues）

根據先前經驗的歸納，某現象的部分原因產生該現象的部分結果，因此可知其他的剩餘原因產生該現象的剩餘結果。如天王星實際運行軌道與推算軌道不合，故天文學家便假定有另一星球存在影響軌道，亦成功發現冥王星。

（五）共變法（Method of concomitant variations）

A 現象有所變化，B 現象也跟著變化，則知兩者有因果關係。壁爐爐火越旺盛，則室內的氣溫跟著升高，因此可以知道火勢的強弱是氣溫變化的原因。

Mill 歸納推論法的問題其實稍花心力推想便會發現。質言之，其最大的漏洞正在於

想要套用演繹法的邏輯原則來說明觀察經驗世界所歸納的因果關係，然而結論超越前提的範圍推理在邏輯上必是無效（invalid）的，且 Mill 這五類因果關係之所以能在經驗世界得到部分為真的確證，其實是依賴於原因事件本身包含了因果機制，才能保證因前果後的發生（詹志禹，1993）。

另一種補強歸納推論法的嘗試是採取邏輯的因果條件句來進行符號運算：要解析「前因事件 P 經常連結著後果事件 Q」，便需將其化為邏輯語句「一旦 P，則 Q」或「若 P 則 Q」，如此一來「P 為 Q 之因」便可詮釋為邏輯上的蘊含關係，也就是「 $P \rightarrow Q$ 」。在時間順序 P 前 Q 後的關係下，這個因果條件句搭配了 P 先 Q 後，就可以把因果關係分為下列三種關係類型（郭秋永，2001：89-90；2003：141-142）：

- （一）P 是 Q 的一個充分條件：P 發生，Q 必然發生，或「 $P \rightarrow Q$ 」為真。
- （二）P 是 Q 的一個必要條件：P 不發生，Q 必定不發生，或「 $\sim P \rightarrow \sim Q$ 」為真。
- （三）P 是 Q 的一個充要條件：P 發生，必然發生，並且不發生，Q 必定不發生；或「 $P \rightarrow Q$ 」為真，並且「 $\sim P \rightarrow \sim Q$ 」為真。

然而，我們知道從邏輯推論的規則上可以從「 $P \rightarrow Q$ 」推論出「 $\sim Q \rightarrow \sim P$ 」，如「若天雨，則地滑」推論出「若地不滑，則天未雨」在經驗世界是有效的，但因果條件句「下雨『引起』張三穿雨衣」若推論出「張三不穿雨衣『引起』不下雨」，則陷入推論荒謬的情況；其次，因果條件句以全有或全無的二分屬性來思考問題，與社會科學的現象多屬概然並不相符，顯示了邏輯語句本身也未必能恰如其份的說明因果關係，要用來

解析因果關係是有限制的（郭秋永，2001：95-96；2003：144）。

四、Immanuel Karl Popper 對因果關係的證偽觀

Popper 認為，雖然歸納來自個別的真實事件、能構成似法則（lawlike），但是並不充分。想要讓一個令人滿意的一致性理論形成，需要在科學方法上對法則（laws）與突發事件的歸納（accidentally true generalization）做出清晰的分辨。他舉了一個大恐鳥（moas）的例子來說明因果關係的誤認（Carroll, 1994; Tooley, 1987:54-55）：曾經紐西蘭島上住著這些動物，但是目前滅絕了。對於這個事件的三個觀察為：1）大恐鳥並沒有活到現在，不過他們曾經存在過。2）沒有大恐鳥活超過五十歲，也沒有發現大恐鳥的基因結構會讓他們活不過五十歲。3）當時有一種特別的病毒在那時候隨風飄到紐西蘭島上。這樣一來，我們便天真的把這些特殊的事件在歸納推論中，得到大恐鳥滅絕的原因是病毒。然而這只是似法則的歸納而非真正的因果法則。

為了解決歸納法無法確證的困難，Popper 對於因果關係拋棄了心理的期待，而希望將主觀的觀察事件轉為科學實驗中的觀察，在邏輯上具備單稱語句的形式，再進一步探討實驗觀察所得的結果，將其邏輯的推演到全稱語句（楊深坑，2002：115）。也就是說，Popper 也拒斥了習慣的必然，而接受邏輯的必然性。既然邏輯的必然性可以由邏輯的規則而取得，那麼因果關係就能夠透過邏輯規則的必然性保證而得致。這樣一來，就只要解決如何從單稱語句往全稱語句推演的謬誤（如前段所述以歸納法找出因果機制的

謬誤)，因果關係的證明便獲得了確保。那麼要如何適當的用邏輯推斷因果關係呢？Popper 採取了以下的證偽方式（Cook & Campbell, 1979: 25）：

- （一）對於符合特定因果假設的命題標定為「尚未被否證」的持續狀態，並且這個假設並未排除其他因果假設的可能性。
- （二）蒐集讓該因果假設面臨考驗的資料，而且這些資料要能多方面的反駁該因果假定。
- （三）蒐集讓該因果假設與其他的因果假設面臨競爭的資料，以看出該因果假設是否比較有解釋力。

在否證論的觀念下，因果關係變成一種嘗試性的假設，我們透過這個暫時性的解答，以及當這個解答被證明為有誤時所進行的修正錯誤過程，科學家的任務便在不斷的檢驗這個因果關係的命題。如 Carl Hempel 的例子，一位婦產科醫師為了改善產房中導致產婦高死亡率的產褥熱，在醫院中蒐集各種可能的解釋，並一一的將其付諸檢定，若無法降低死亡率的因果假說便一一加以摒棄，直到驗證這一個因果假定：醫生解剖死屍後並未完整消毒而後接觸產婦引起血液中毒，並付諸改變所有醫生的衛生流程後，死亡率降低，顯示因果假定獲得支持，精巧的說明了科學家負載著理論或假設來假定因果關係、嘗試錯誤、用以解決問題的精神（郭秋永，2002：479-481）。

五、Bertrand Russell 對因果關係的打擊

對於邏輯實證論者來說，因果關係這個概念不但沒有太大的建設性，甚至是一種觀念上的誤導（misleading），因為因果關係並

無法由經驗所驗證。Bertrand Russell 曾經有一段精彩的評論，可以說是對經驗論者所談論因果關係的完全否定（Kerlinger, 1986: 361）：

物理學不再探討因果關係的理由是，事實上就沒有因果關係這種東西。因果律是過往年代的殘屑，其之所以如同君主制度一樣的被保存下來，乃是因為人們誤以為它是無害的。

Russell 以他破壞性的才華，質疑了因果關係存在的必要性。他認為，假若因果關係指的就是普遍性（universality），就是物體之間恆常連續關係的決定性定理，那麼因果關係這個概念就沒有多此一舉的存在必要（Anscombe, 1993: 91）。我們應該把因果觀念從哲學中排除了之後，代之以性質（quality）、恆定結構（constancy of structure）、漸變（gradual change）等物理學的、能夠用數學計算的名詞來取代（Salmon, 1993: 155-156）；拋棄因果關係的探索，朝向函數結構的功能性定律，以及封閉系統中可觀察可操作可測量的變項相關來努力（Cook & Campbell, 1979: 11）。

六、批判實在論的因果機制觀

雖然前述的哲學家對於因果關係立論、方法皆有不同，但是對於因果關係的共通看法則多認為因果關係本身超越人類經驗之外，我們只能從事件發生的持續頻率中去察覺，強化我們心中對因果關係的信心。從 Hume 開始探討因果關係，並對因果觀念產生重大影響的哲學家，多從實證論的經驗科學

觀加以出發探討：因果關係為何，終究必須透過直接或間接的觀察，在心中形成因與果之間的連結。如同撞球甲向靜止的撞球乙滾去，甲乙兩球相撞之後，原先靜止的撞球乙開始滾動；當我們重複的發現到，一個撞球的碰撞總是引起另一個撞球的滾動時，我們便在心裡面形成「因為撞球甲的碰撞，所以乙撞球開始滾動」的因果關係推論。

然而，基於經驗論傳統的因果觀不免會遇到四個困難：第一個是獨特（偶發、或沒有規律）經驗事件，例如總統槍擊案的發生，難道就沒有原因嗎？第二個是，我們只要被火燙到過一次，便可知道下次應該遠離火燭以免受傷。人類的心理狀態是否一定需要多次規律的經驗，才會產生因果關係的連結？第三個是，在人類感官並非全知全能的情況下，因果關係的說明是否都能恰如其份²？第四個則是，就算是依照時間先後所排序的因果說明，仍有發生謬誤解讀的可能³。

此時，批判實在論者拋棄了把因果知覺當作「心靈的建構」狀態，轉而假定因果關係是外在於人類心靈而存在的，他們強調，經驗論者所說的因果關係並無法被人類不完美的感官與理智能力所知（Cook & Campbell, 1979: 28-29）。

那麼因果關係是什麼呢？對於批判實在論者來說，我們所認得的世界，在經驗的層面之下，還有一層獨立於我們知覺與知識之外的機制（mechanism），也就是事物發生作用的方式；這些機制，要不是存在於事物本身的性質當中，就是存在於事物與事物之間所組成的結構中。例如，開路鑿山時的炸藥，其之所以爆炸，並確保爆炸的機制，是存在於火藥本身特定的化學結構，以及爆炸的機制是否啟動（例如工人的點火）。因此

批判實在論者對於因果關係，便以「自然的必然性」與「概念的必然性」來加以解讀；也就是說，一類的因果關係決定於該事物的機制，憑藉該事物的本質而存在；另一類的因果關係則是語言概念上所具備的必然性質，例如當我們替一位走失的小朋友協尋父母時，雖然我們不知道父母是誰，但是我們必然知道他有父母，並且有找到的可能性（郭秋永，2003）。批判實在論者對於因果關係機制觀的提出，一方面解決了經驗主義在本質上傾向於否定因果關係的困難；另一方面，提醒我們經驗論者所觀察到的因果關係，很可能並非真正的因果關係。

然而找出因果關係背後的機制是否便滿足了人類對於因果關係的求知渴望？在做菜時，一般人只需要從重複發生的經驗中，知道調味料的比例（因），可以搭配出何種美味（果），不需要知道更深一層的因果機制其實是調味料本身化學成分的組成，引起味蕾受器的不同反應。那麼從機制的探索來問，我們應該要追求到多基本的因果機制？抑或是達到可供操控的處方即可？舉例來說，某間房子起火燒毀，保險公司派人去調查失事原因，如果調查員向主管回報說：起火的原因是因為該處有氧氣、可燃物，以及達到燃點，所以房子燒掉了。雖然這位調查員的科學精神相當不錯，不過他的職位恐怕即將不保。畢竟一個絕對機制的解釋，不見得能帶給人類有用的指引，價值有限，身為一位稱職的調查員，應該提供一個「有用」、能夠操作改變的處方性因果說明，如屋主未遵守用戶公約，致使電量負載等（Cook & Campbell, 1979: 27）。這些問題都指向了一個重點：就算發現了因果關係，但是這個因果關係對人的意義為何？人如何詮

釋因果關係？在教育研究是難以或缺的。

經驗論的因果觀是一種抽離的、僅觀察事物的變化做出因果判斷，不探詢其真正理由。相較之下，批判實在論的因果機制觀，較為重視因果關係所處在的環境脈絡，在教育研究當中，文化、政治、歷史、經濟等社會系統中因果機制的解謎，也帶來解釋性批判與解放的可能。而因果關係之於人的意義，則要由 Searle 的意向因果來彰顯。

七、因果關係的意向性質

前已述及，Hume 開啓了因果關係做為一種心理模式的探討。Searle (1983) 從大腦生化作用的研究中，主張心靈的意向性不但是一種重要的生物特質，也存在於大腦的生化結構中；意向性不是什麼超驗的、虛無飄渺的心靈狀態，而是一個落實於大腦結構的特徵。Searle 認為，Hume 所提出的因果概念是外在的，只把人當作是一種疏離於情境之外的觀察者；但很多時候，我們所知覺到的因果關係，一種是發生於我們自己的行動所帶來的改變，另一種是發生於其他外物加諸於我們身上的知覺。因果關係的覺察，其實來自於人的意念與經驗，是我們要把某個事件的前因後果解釋成這個樣子的，如果沒有意向性的注視，我們根本不會在心中浮現因果關係的經驗，自然也無所謂因果判斷。從意向性的存在來看，人的意向狀態所帶來的事態或行動，也是存在於自然秩序中的一種因果關係，他稱之為意向因果 (intentional causation) (Searle, 1983:112-140)。

Searle 的意向性研究對於教育研究有著重要的啓示：僅以自然、或概念必然連結的機制觀來解析因果關係，拋棄了心理作用的解釋，卻也同時拋棄了人在這個千絲萬縷的

因、果網絡所扮演的關鍵角色；假定人類真的能夠如批判實在論所言，找出因果關係背後的機制，但更重要的是，人如何指導自己進行因果關係的探詢？所找出的因果關係，帶給人們的理解與意義為何？人在事件的因果鍊中如何做出他自己的抉擇？自然科學家或許比較幸運，他們能夠運用精準的實驗控制來發現最基本的因果機制，並完成研究目的⁴。但是上述的問題卻也是揭露社會或人類真實 (social or human realms) 所必須要回答，甚至是更重要的問題，因此社會科學乃至於教育學者，還需要透過對於當事人的訪談或觀察，方能瞭解人在行動中的詮釋與意義，單純的因果機制解讀，既不能圓滿地說明人類的行動，也不易提供適切的建議 (Phillips & Burbules, 2000: 91)。

參、或然性因果關係-教育研究之統計原理

眾所皆知，在教育研究上對於因果關係的探索，目前多透過統計分析來進行。雖然在哲學上對於因果關係的討論以「必然性」最為激烈，但是社會科學研究早已承認我們不可能指望探究出複雜事件的全部原因；描述行為現象的經驗命題只具有條件的概率性，並無命題上的普遍性，邏輯上三段論法的推論形式，也無法確保經驗世界全稱命題中的成立⁵。導致「因果關係的聲稱，往往只是「很可能」(probable)，或更差一點，大概可能(plausible)罷了！」(趙干城、鮑世奮，1990：27)。

統計處理的基本精神採取的是 Popper 的否證論與機率的觀念，所能解答的僅是研究者所設計的因果模型(假設)之可能性為

何；統計分析的目的不在、也不能歸納、證明因果關係，也並非決定因果關係的方向，其實際作用乃在對於理論所指導的因果關係加以檢驗或否證（楊龍立、張鐸嚴，1988：173；詹志禹，1993）。基於上述，以下便分別說明或然性因果關係的意義，以及一般在教育研究上常被認為能夠「證明」因果關係的兩種統計方法，在方法論上的原理。

一、或然性因果關係

或然性因果關係的概念，先後由 Hans Reichenbach、I. J. Good、以及 Patrick Suppes 三位學者所逐漸完備。在控制了其他事件不受影響的情況下，如果假定了 X 發生，則 Y 出現的機率高於原先出現的機率，則可以說事件 X 是事件 Y 的機率原因（probabilistic cause），這種因果關係的觀念稱為或然性因果關係（probabilistic causation）或機率因果關係。在醫學的實驗上，或然性因果關係被經常的運用，來鑑定病因的概率性；在教育研究中，則透過實驗設計，確認實驗組學生的處置（treatment）與結果的共變關係⁶。或然性因果的觀念，排除了結果是否由特定因果力量所決定的難題，也不再指向因果關係必須是邏輯上的充分與必要條件（Cook & Campbell, 1979: 32）。依據 Patrick Suppes 的觀念，或然性因果關係可以表示如下（Karpinski, 1990: 31-32 ; Salmon, 1993; Tooley, 1987: 228-230）：

$$P(A | B) > P(A), \text{ 並假定 } P(B) > 0 \quad \text{--- (1)}$$

$$P(BC) > 0 \quad \text{--- (2)}$$

$$P(A | BC) = P(A | C) \quad \text{--- (3)}$$

$$P(A | BC) \geq P(A | B) \quad \text{--- (4)}$$

這個意思是說，在 B 事件發生機率高於

零的情形下，若產生 B 事件使得 A 事件發生的機率比原先機率高，而且排除了時間早於事件 B 與事件 A 的因素事件 C 的虛假原因（spurious），也就是符合條件（1），且沒有條件（2）、（3）、（4）之任一情形發生，則可以用統計方法來確定，兩者之間沒有虛假的因果關係⁷。誠如 Carroll（1994：134-140）所描述的，或然性因果關係的解釋力其實相當虛弱（weak），只是說明在多因果的複雜社會現象中，A 事件與 B 事件有在同一條因果網絡的可能性而已。不僅如此，這個或然性因果關係在建立過程中有很多犯謬誤的機會，必須小心（Tooley, 1987: 237）。

二、路徑分析與線性結構關係在證驗因果假定的原理

很多社會科學的探索內容並無法採取實驗設計來瞭解因果關係（雖然實驗法示否真能找出因果關係，亦是見仁見智），又以非實驗的研究方法缺乏檢定因果的邏輯基礎，唯一能夠仰賴的，即為統計的檢定技術了。而統計技術中，若要考驗因果關係，便需要將所建構的理論模式轉換為一個能夠據以計算的結構模式（structure model），而這個結構模式，必須能夠表明每一個變項之間的因果路徑（葉啟政，1978）。

從統計方法來看，路徑分析（path analysis）本身是迴歸分析的一種延伸。路徑分析可以用來研究在時間上有先後次序的幾個變項中，較早發生的變項，經由什麼途徑來影響其後發生的那些變項。在計算之前，研究者必須先根據理論提出因果模式，畫出路徑圖（path diagram）以說明假定的可能因果關係，並對各個變項的路徑建立迴歸方程式，

再由所得資料對於迴歸方程式進行考驗（林清山，1975：245；朱經明，2001：327）。依據學者 Herbert Simon（1916-2001）的卓見，當因果關係被限定在理論家所設計的理論模型中來討論之時，這個理論模型或許有符合過去與現在經驗世界的可能，而能恰當的描述經驗現象，但不保證未來或永遠都能契合經驗世界（郭秋永，2003：145）。Simon 的真知灼見與分析技術，經過 Hubert Blalock, jr.（1926-1991）的補充與發展後，成為著名的「賽布技術」（the Simon-Blalock technique），成為社會科學中因果分析的主流（郭秋永，2001：106-107）。

因此，事實上路徑分析所進行的統計仍然是一種「相關的檢定」，路徑分析中使用「決定」、「影響」之類的因果述詞，僅是一種可能性的臆測，不能作為因果關係的充分證據（林清山，1977）。也就是研究中最重要，並非統計的方法，而是研究者是否提出了明確的因果理論架構，使得變項間相關有解釋的意義（Kerlinger, 1986: 139）。此時，要推論兩個變項之間可能存在因果關係，至少必須基於下述三個條件（郭秋永，2003：150）：

- （一）兩個變項之間必須具有「相關」（或「共變關係」或「經常連結」）；
- （二）兩個變項之間必須具有「不可逆」的關係；
- （三）控制其他相干變項後，原先的相關仍然存在。

在路徑分析當中，所有的變項皆屬於可測量、可觀察的變項，但是當多個自變項與多個依變項之間有高度相關時，便可以透過類似「主成份分析」之方式，從變項中抽出共同的因素，這個不能直接測量與觀察的變

項，又稱為潛在變項（latent variables），而研究潛在自變項與潛在依變項的線性關係，便稱之為線性結構關係（Linear Structural Relations, LISREL），又稱為結構方程模式（structural equation modeling）；LISREL 的採用，使得一些原先僅能用 Likert scale 所模糊測量的構念，在 LISREL 中抽離成為能夠研究的變項（馬信行，1998：468-469；499）。LISREL 也考慮到互為因果的模式是有可能發生的（在路徑分析中，因果關係為單向），測量誤差之間也可能有相關存在，因此其用於檢定假設模式的情境適合度較路徑分析為大（張鳳燕，1989）。但是，由於 LISREL 模式允許研究者把指標數目設定到電腦運算能力的極限，在理論模式並無提供運算者指標數目多寡的情況下，如果研究者在問卷蒐集資料上所包括的衡量指標相當多，將這些資料一併運算進去，常常會出現不當解（蔡坤宏，1994）。

三、小結

在統計上，無論是因素分析、路徑分析、線性迴歸，以及結構方程模式皆假定了尚未確知的因果理論模式為固定靜止、線性以及非隨機的；模式的設定乃是由理論假定的因果關係來指導；而且變項在統計方法中各自獨立、並無預設的關係存在。只能說統計方法能夠探索那些有影響力的變項，帶來了哪些相關的改變（Reiter, 2000）。而且，線性關係的模型假定想要用以說明複雜、動態的經驗世界，無疑地是脆弱無比（Glymour, 1988）。當透過統計分析的結果說明，研究結果支持 A 原因造成 B 結果的時候，我們必須常常提醒自己，B 結果的發生，可能還有其他的原因會導致，避免在政策制訂時

犯了草率歸因的謬誤；而且 A 跟 B 之間的關係，若運用其他的研究方法來加以瞭解，也會有來自不同面向的豐富收穫（Philips & Burbules, 2000: 88-89）。

肆、結語--教育現象的因果關係

本文回顧了因果關係的概念發展，說明自 Hume 以降的經驗論傳統認為並無外在的因果關係，因果關係只是心理上前後事件的連結習慣；其後的哲學家則在經驗論的基礎上，以不同的方式試圖磨合因果關係與經驗論傳統的矛盾；而批判實在論者則以因果的機制觀，超越連結論的因果關係。整體來說，經驗科學的因果觀仍建立在確認外在世界必然性定律的目標上。而社會科學或教育研究方法對於因果關係的探討，則以上述討論所闡發出來的或然性因果關係為基礎，透過統計方法來檢驗與否證，成為因果分析的主流。然而這樣的研究取向忽略了教育情境的複雜動態，偏離了人的主體，也忽略了人的意向性在因果知覺上的作用。

簡單言之，經驗論者在進行因果關係的研究時，所問的是「這是有規律的變化嗎？」、「面對這些問題較佳的解答是什麼？」，批判實在論者問的則是「為什麼事情會變成這樣子？」、「事情是如何改變的？」，而注意到因果關係的意向特質者會進一步的問「在研究對象的心中，發生了什麼事情？怎麼發生的？」

因果關係的追尋，早先旨在追求一個足以控制對象客體的法則或機制。而教育研究者自己本身、研究對象、以及所處的教育環境，則是一個複雜糾結的社會歷史過程。教育研究中的實徵主義強調量化分析、因果處

理，把教室或教育的情境當作獨立自主的客體來進行研究，大量採用實驗的方法，基本上採取了古典物理學的基本預設：因果性和客體獨立存在，客體可以做原子式的分割（楊深坑，2002）。Maxwell（2004）認為，教育研究基於其特質的複雜性、時空脈絡的變異性、雖然有直接觀察的可能，若要以實驗或統計方法來做因果關係的探究，就忽略掉了實驗或統計操弄已經把複雜情境化約到一個單一歷程中，雖然抽繹出了因果關係，但所能解釋的模型卻已非複雜情境本身（Pring, 2000: 65-66）。相較之下，質性方法更可以透過觀察、訪談等方式，進入情境瞭解當事人在事件因果鏈當中的詮釋、意義與抉擇，讓研究者更清晰的從這個一果可能來自多因的複雜情境中找到解讀現象的豐富線索，便顯出其在探詢教育情境因果關係上的優勢（Philips & Burbules, 2000: 89-90）。

綜上所述，在教育研究中，若研究設計為實證典範，在確證因果關係時，應該注意到其所欲發現的因果關係在哲學上的內涵為何；研究設計採取了何種因果觀，可能的謬誤在哪裡；統計方法的運用與解釋，亦應注意到其功用僅為證偽而非證實，教育知識的獲取，仍然是一系列不斷逼近的歷程。若為自然典範的研究設計，則應重視研究對象對於生活世界因果關係的解釋，以及深度理解因果關係對研究對象的意義。如同楊深坑（2003）所強調的，教育研究的旨趣不僅在法則的瞭解或掌握，更在於透過研究，把整體的社會文化脈絡進行深度的瞭解與批判，促使個體發展出成熟、獨立而自主的人格。教育研究者宜掌握此一要旨，繼續努力。

參考文獻

- 朱經明 (2001)。教育統計學。台北：五南。
- 吳明清 (1991)。教育研究-基本觀念與方法分析。台北：五南。
- 杜麗燕 (1995)。皮亞傑。台北：東大。
- 林正弘 (審訂) (2002)。Robert Audi 主編。劍橋哲學辭典。台北：城邦。
- 林玉体 (1982)。邏輯。台北：三民。
- 林清山 (1975)。多變項分析統計法。台北：東華。
- 林清山 (1977)。路徑分析的理論及統計方法。測驗年刊，24，11-16。
- 林逢祺 (譯) (1996)。P. K. McInerney 原著。哲學概論。台北：桂冠。
- 殷海光 (1964)。因果底解析。載於思想與方法 (頁 273-302)。台北：文星。
- 馬信行 (1998)。教育科學研究法。台北：五南。
- 張鳳燕 (1989)。線性結構關係的理論與應用。國教天地，81，1-28。
- 許潔怡 (2002)。空間近接性對國小兒童因果知覺的影響。國立臺灣大學心理學系碩士論文，未出版，台北。
- 郭秋永 (2001)。權力與因果：方法論上的解析。臺灣政治學刊，5，64-131。
- 郭秋永 (2002)。邏輯實證論、行為主義及後行為主義：經驗性政治研究的理論基礎。人文及社會科學集刊，14 (4)，465-514。
- 郭秋永 (2003)。科學哲學中的兩種因果解析。政治與社會哲學評論，4，121-177。
- 傅偉勳 (1996)。西洋哲學史 (第 14 版)。台北：三民。
- 曾淑瑜 (1998)。醫療過失引用疫學因果關係說之探討。刑事法雜誌，24 (1)，10-26。
- 黃宇廉 (1999)。國小兒童因果知覺所遵循的規則。國立臺灣大學心理學系碩士論文，未出版，台北。
- 黃藹 (編譯) (2001)。R. P. Wolff 原著。哲學概論。台北：學富。
- 楊深坑 (2002)。科學理論與教育學發展。台北：心理。
- 楊深坑 (2003)。科學哲學的新發展及教育與社會科學研究之展望。論文發表於國立臺灣師範大學教育研究中心主辦「教育研究方法論：觀點與方法」研討會，2003 年 4 月 19-20 日，台北。
- 楊銀興 (1993)。教育研究中的因果說明。載於楊深坑主編，教育學方法論 (頁 125-141)。台北：五南。
- 楊龍立、張鐸嚴 (1988)。研究資料統計處理。載於賈馥茗、楊深坑主編，教育研究法的探討與應用 (頁 167-189)。台北：師大書苑。
- 葉啓政 (1978)。因徑分析。載於楊國樞、文崇一、吳聰賢、李亦園主編，社會及行為科學研究法 (下冊) (頁 863-907)。台北：東華。
- 詹志禹 (1993)。因果關係與因果推理。政大學報，67 (2)，1-15。
- 趙干城、鮑世奮 (譯) (1990)。Robert Jones Shafer 原著。史學方法論。台北：五南。
- 蔡坤宏 (1994)。LISREL 結構參數分段估計之模擬分析及其在實證上之涵意。政大學報，69 (2)，215-233。
- Anscombe, G. E. M. (1993). Causality and deter-

- mination. In E. Sosa & M. Tooley (Eds.), *Causation* (pp.88-104). New York: Oxford University Press.
- Carroll, J. W. (1994). *Laws of nature*. New York: Cambridge University Press.
- Cook, T. D., & Campbell, D. T. (1979). *Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings*. Boston: Houghton Mifflin.
- Davidson, D. (1993). Causal relations. In E. Sosa & M. Tooley (Eds.), *Causation* (pp.75-87). New York: Oxford University Press.
- Ducasse, C. J. (1993). On the nature and the operability of the causal relation. In E. Sosa & M. Tooley (Eds.), *Causation* (pp.125-136). New York: Oxford University Press.
- Glymour, C. (1988). Artificial intelligence for statistical and causal modeling. In W. L. Harper & B. Skyrms (Eds.), *Causation in decision, belief change, and statistics* (pp. 223-248). Boston: Kluwer.
- Grotzer, T. A. (2003). Learning to understand the forms of causality implicit in scientifically accepted explanations. *Studies in science education*, 39, 1-74.
- Hume, D. (1985). *Enquiry concerning human understanding* (L. A. Selby-Bigge ed. & Trans). London: Oxford University Press. (Original work published 1748)
- Hume, D. (1975). *A treatise of human nature*. (L. A. Selby-Bigge ed. & Trans). London: Oxford University Press. (Original work published 1740)
- Karpinski, J. (1990). *Causality in sociological research*. London: Kluwer.
- Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of behavioral research* (3rd ed.). Orlando, FL: Holt, Rinehart and Winston.
- Levine, J. H. (1998). Causality in crisis? Statistical methods and the search for causal knowledge in the social sciences. [Book Review] *Social Forces*, 77 (2), 789-791.
- Maxwell, J. A. (2004). Causal explanation, qualitative research, and scientific inquiry in education. *Educational Researcher*, 33 (2), 3-11.
- Philips, D. C. & Burbules, N. C. (2000). *Post-positivism and educational research*. Boston : Rowman & Littlefield.
- Piaget, J. (1974). *Understanding causality* (Donald and Marguerite Miles Trans.). New York: W. W. Norton. (Original work published 1971)
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1997). *Insights and illusions of philosophy* (Wolfe Mays Trans.). New York: Routledge. (Original work published 1965)
- Pring, R. (2000). *Philosophy of educational research*. New York: Continuum.
- Reiter, J. (2000). Using statistics to determine causal relationships. *American mathematical monthly*, 107 (1), 24-32.
- Salmon, W. C. (1993). Causality: Production and propagation. In E. Sosa & M. Tooley (Eds.), *Causation* (pp.137-153). New York: Oxford University Press.
- Searle, J. (1983). *Intentionality*. London: Cambridge University Press.
- Steven, N. M. (Ed.) (1993). *Causation in early modern philosophy: Cartesianism, occa-*

sionalism, and preestablished harmony.

PA: Pennsylvania University Press.

Tooley, M. (1987). *Causation: A realist approach*. New York: Oxford University Press.

附註

- 1 亞氏的四因說中的最高最純粹的形式因，在中世紀神學家聖多瑪斯(Thomas Aquinas, 1225~1274)的改造下成了神學裡的上帝，多瑪斯並提出了著名的「五路證神法」，用以證明上帝是萬有存在的最後根據。
- 2 例如在我們的規律經驗中，敲擊了琴弦(因)總是會發出聲音(果)，但是這樣的因果說明好像令人覺得並未騷到癢處，我們還會想繼續問 why such is the case?
- 3 例如「因為波蘭先以暴行反對居住在波蘭的少數德國民族，導致希特勒日後動武入侵波蘭」，雖然這句話發生時間先後無誤，但是其他的證據則顯示了希特勒決心在任何情況下都要佔領波蘭，也就否證了這段因果論述的有效性。
- 4 某次與一位在行政院飛安會服國防役(土木測

量專長)的同學閒聊。他提到飛安會雖然作為飛安事故調查的權責單位，但是他們只會從可以蒐集的資料中提出飛安問題的「原因」(如機件老化、艙壓失衡等)，而「肇事責任」則交由刑警或檢察官來判定(是否、或何種人為疏失導致)，該單位絕對不向社會大眾與記者作這個層面的解釋。

- 5 葉啟政(1978: 860)便舉了一個例子：若 X 則 Y (大前提)，若 Y 則 Z (小前提)，因此若 X 則 Z (結論)。但是如果大前提的發生率只有.50，小前提的發生率只有.40，那結論成立的概率僅有.20。也就是說，運用符號演繹來推論因果關係，往往是不可靠的。
- 6 例如在白老鼠身上注射各種不同的致癌物，觀察癌症發生的機率如何，在種研究設計中，我們並不探究該致癌物是否真的具備致癌的「機制」。同理，實施某種特定的教學方法，觀察學生學習結果的改(共)變情況，並不真正探討該教學方法是否具備改變學習結果的「機制」。
- 7 而不是說「證明了兩者之間有統計上的因果關係」。