



科學思考與研究

顧志遠 教授

2024年3月2日



知識就好比一個圓，
圓內是已知的，圓外是未知的。

科學思考與研究

- 什麼是研究？
- 科學研究定義
- 科學研究目的
- 科學研究先驗假設
- 科學本質範疇與內容
- 科學研究特徵
- 科學研究功用
- 典範轉移與常態科學
- 科學研究層次
- 知識定義
- 社會科學是科學嗎？
- 研究類型
- 科學研究過程



科學神壇排名「撲克牌」

研究起步

■ 當聽到「研究」這個字時，你會想到什麼？

答案	對答案的評價
好玩又刺激	通常如此，研究能夠讓你運用創造力並探索幾乎都很有趣的新事物。
困難又神祕	經常這樣，研究有其困難之處，而在你通曉之前，它也的確看似神祕，但事實上研究大部分的層面都是滿容易上手的。
實用又相關	通常如此，研究結果不但實用，還能對實際生活產生影響。
珍貴又值得	多半是這樣，適切進行的研究對於你所要進行的人生抉擇、工作場所的效率，與工作展望均有很大的幫助。
徒勞而無功	不盡然如此，研究的確耗費時間與心力，但只要進行研究的方式適當，很少會是浪費時間精力。

■ 研一、研二 ≠ 大五、大六。

■ 知識消費者 → 知識生產者。

研究起步

□敏銳觀察

□鍥而不捨

□隨手札記

□胡思亂想

□舉一反三

□移花接木

□選對主題

□專注領域

□要快/要好

□品質至上

□投稿要準

□信心/誠實

求知之道 (How to know?)

■ **神秘來源**：宗教、祭祀、神靈、古老傳說。

■ **訴諸權威**：

(1) 有問題，請教當時社會制度的權威人士。

(2) 以資訊的來源決定其權威。（如官大學問大）

■ **理性推演**：依據先驗的公理/原理/邏輯/數學，加以推演事物間的關係。

■ **科學方法**：

(1) 透過符合某些條件的方法，驗證特定主題。

(2) 盡量避免主觀，確保客觀。

(3) 強調可重複性，確保結果的可信度。

(4) 避免違反邏輯或現有知識的思考。

□ 科學是科學人的活動，科學方法得到的知識，才是科學知識。

□ 科學的方法（process）→ 科學的知識（outcome）。

什麼是科學研究？

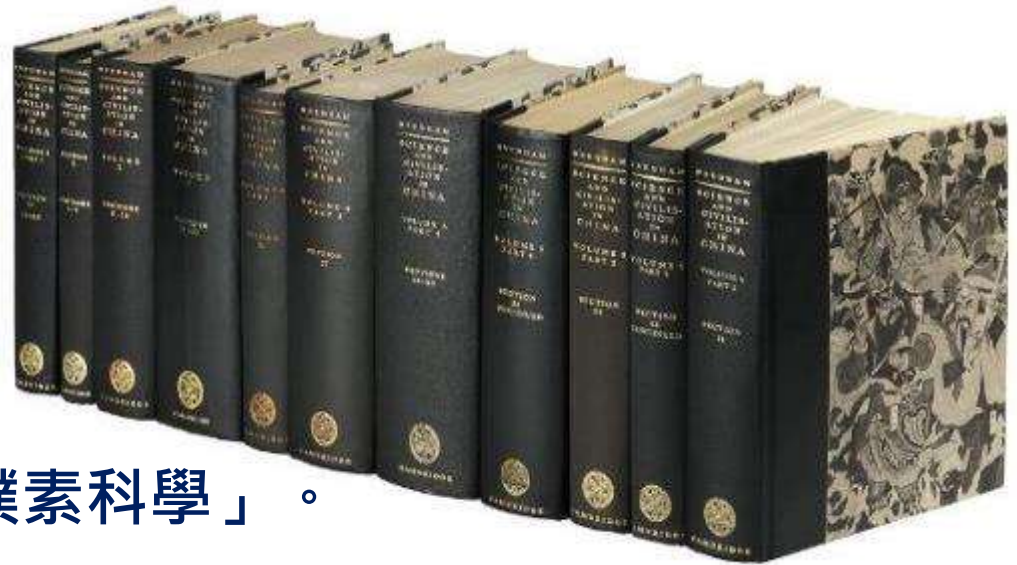
- 什麼是科學的研究？大膽假設、小心求證。①②③
- 馬德半球實驗(1654年)與科學研究。
- 研究目的：獲取知識/解決問題/決策管理。
- 科學研究的演進：



什麼是科學研究？

■ 中國古代有科學嗎？

- 中國古代四大發明
- 格物致知：致知(獲得知識)在格物(窮究事物的道理)。《禮記·大學》
- 《中國之科學與文明》，李約瑟著六卷十一巨冊。
- 中國16世紀前科學技術領先全世界。
- 科學發展條件：
 - ✓ 抽象思維
 - ✓ 邏輯推理
 - ✓ 實證觀念
- 科學 ≠ 技術。
- 中國古代科學，謂之「樸素科學」。



什麼是科學研究？

- ❑ 科學研究是經過實踐檢驗的關於客觀世界各個領域中事物現象的本質與特徵的知識，或客觀世界運動規律的理性認識。
- ❑ 科學研究是從確定研究對象的性質和規律這一目標出發，透過觀察、調查和實驗而得到的系統的知識，因此科學研究是建立在嚴密邏輯論證基礎上的。
- ❑ 研究是一種技術、亦是思考的方法；包含批判並檢驗專業領域中的不同觀點、探討並形成特定程序之指導原則、發展並考驗能增強專業知識的新理論。
- ❑ 研究乃探究事務的因果關係，故研究的終極目標：尋找「天下第一因」，亦即「最後的知識」，其存在嗎？
- ❑ 科學研究是一個『解謎』過程、『問題解決』過程，『創意』過程、『系統化』建立知識過程。

科學研究定義

科學研究

應用『科學方法』從事的一種『研究過程』



【科學方法】—由科學邏輯方法，獲得有組織的知識。



【研究過程】—有計劃、有系統的資料收集/分析/解釋的方法，獲得解決問題過程。

- ✓ 以有系統的/控制的/實驗的/嚴謹的方法，探討對於現象之間關係，所做的假設命題，進而建立通則/原理/理論，達到對現象做預測及控制的目的。
- ✓ Good (1996) 認為『科學本質』是『科學求知的過程』與『科學知識體系』的總和，而科學求知的過程，可分為前期與後期；前期指的是創造、發展新想法的階段，後期指的提出假說與驗證的階段，也就是大部份人所認為的科學方法。
- ✓ 大科學家創造出很有價值的想法，產生新知識；小科學家只是忙於各種實驗，蒐集大量數據，驗證/延伸/細緻/應用知識。

科學研究目的

- 科學在儘可能完全地理解全部感覺經驗之間的關係，以及通過最少個數的原始概念與原始關係的使用，來達到這個目的。

- ✓ 事實的說明：清楚說明前人未曾說明清楚的事實。

- ✓ 訛誤的辨正：改正前人的訛誤。

- ✓ 理論的建立(研究方法、思想系統等)：建構新的研究方法或理論。

- ✓ 問題的解決：解決前人未曾解決的問題。

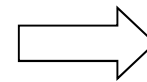
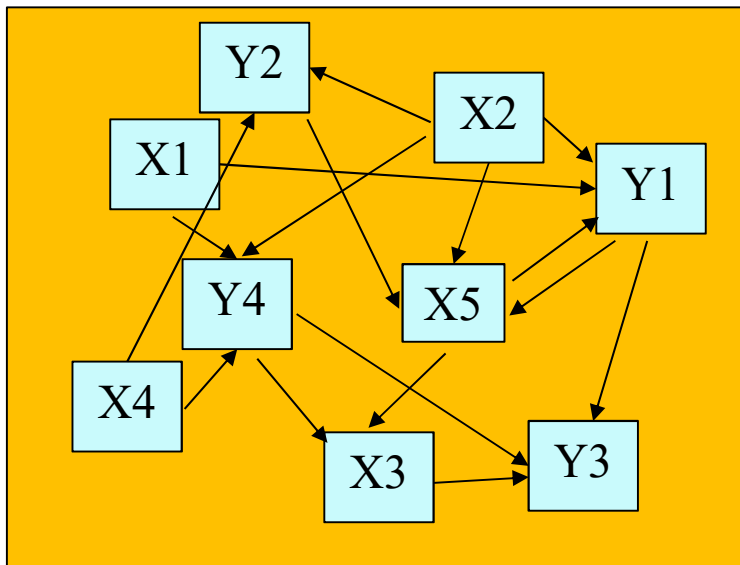
- 科學的目的不在改變人的信仰或信念；科學旨在發現事物之間的關係，無關乎價值(value)，也就是所謂value free，不提供對與錯、是與非的答案。

科學研究先驗假設

■ 科學研究建立在『實証』基礎上的研究方法，即所有真正的知識，必然建立在我們所能感知的經驗上，經由觀察與實驗，以獲得這種知識。其隱含著下列先驗假設：

- ✓ 事物間存有一定的因果關係。
- ✓ 這種因果關係是可以客觀發現的。
- ✓ 此種關係以最簡潔方法予以表現。

- 因果關係來自人們的經驗
- 因果關係都須客觀地驗證
- 所有因果關係是暫時性的



$$X \rightarrow Y$$
$$Y = F(X)$$

科學研究先驗假設

- 理論上要得出 $X \rightarrow Y$ 的結論(確定性因果關係，deterministic causality)，應該要下列三個條件都成立：
 - X發生在Y之前
 - 若X不發生則Y也不發生
 - 若X發生則Y一定發生
- 早期科學哲學認為，要符合「確定性因果關係」，因果關係才算是成立。這樣嚴謹的因果關係定義，那麼天下沒有因果關係，無法產生知識與理論。
- 因為有很多干擾因子可以介入，所以因果關係其實並不是確定性因果關係，X可能只會增加Y的機會，而不一定會引起Y，稱為機率性因果關係(probabilistic causality)。統計即是建立在機率性因果關係上的分析技術。

科學本質的範疇與內容(一)

- 科學是探究自然界『思考』方式 (a way of thinking)
 - 科學必須建立在真實證據上，甚至根據證據可以推翻權威。
 - 科學知識是無法絕對客觀的，只能儘量避免偏見與誤差。
 - 科學知識是建立在將假說的提出後，再加以驗證，提出結論的過程。
 - 數學和邏輯是抽去了「質」的內容，留下的最表面的數量和形式關係。
 - 歸納法與演繹法並非惟有的科學思考方法。科學的突破常來自靈感。
 - 類推及由果倒因的倒推是科學解釋現象的兩種型式，但它們也有侷限。
 - 人們經常基於研究以外的方法做出決定；這些方法或許有效，但多半比較不正確而且容易誤導。

科學本質的範疇與內容(一)

- 科學是一種融合『發現』與『發明』的過程
 - 科學被認為是一種「發現」，「理論」或「詮釋」是一種發明。
量子現象是物理學家發現的量子力學是發明的。
 - 質數這種概念是發現，但所有關乎質數的定理都是發明。
- 科學是一種『探究』的方式(a way(method) of investigation)
 - 科學探究是一個「猜想與反駁」的過程，一個解釋世界的信念系統(猜想)，只有在其可能被觀察證偽的情況下(反駁)，才是一個科學的體系。
- 科學知識具有『動態本質』(dynamic nature of science)與『暫時性本質』(tentative nature of nature)
 - 科學家建立的知識體系，必須經常面對質疑、驗證，進而發現其錯誤的地方，再加以修改，甚至完全推翻，或証實其合理之處，而接受它。
 - 動態本質促進知識的變動性；暫時性本質促進知識的穩定性。

科學本質的範疇與內容(二)

■ 非道德的

科學知識的應用，可被判定是好的、或壞的，而科學知識本身，是沒有好壞之分。

■ 創造性的

科學知識並不是真理、是可修改的，甚至被推翻的。

■ 簡約的

如果有兩個科學理論，解釋同一現象都一樣好，則選擇較簡易的理論。

■ 可測試的

科學知識必須建立在證據上，而且可以一再重複的驗證。

■ 統整的

各種領域的科學學科，構成整個科學知識的整體，而且它可使人們了解，自然界的運行及規律。

科學研究特徵

- **科學性** – 講求用科學精神(求實/創新/懷疑)及方法研究。
- **客觀性** – 不受人為主觀喜好經驗影響。
- **實證性** – 以具體的事物與資料為分析依據。
- **保守性** – 科學發展藉此維持相對的穩定性。
- **規律性** – 尋求社會與自然現象的規則。
- **驗証性** – 研究結果可檢驗証明。
- **複製性** – 可依照原研究程序模仿實施。
- **相容性** – 每個研究結果與其他知識的相容性。
- **整合性** – 整合多種理解釋說明現象。
- **技術化** – 資料搜集及運算了以電腦化與大量化。

- **偽科學(pseudoscience)**，又稱假科學、壞科學、疑似科學，是指任何經宣稱為科學，或描述方式看起來像科學，但實際上並不符合科學方法基本要求的知識、缺乏支持證據，經不起可信性測試，或缺乏科學形式的理論、研究方式或是信仰。
- **偽科學**常常使用模糊的、自相矛盾的、誇張的或無法證明的主張，過度依賴確認而不是嚴格的反駁，缺乏其它專家的公開確認，缺乏系統化、理性化的理論過程。
- 科學愈昌明，**偽科學**愈盛行：
 - 使用模糊、誇大或無法驗證的論斷
 - 過度依賴證明而不是證偽
 - 缺乏開放性，不便其他專家驗證
 - 訴諸錯誤的情感及傳統
 - 宗教/神學/神秘學/超自然現象
 - 缺乏進步
 - 科學問題個人化
 - 使用誤導性的語言

■ 偽科學舉例：

The Global Consciousness Project、核酸保健品、酸鹼體質、排毒、占星術、神秘學、地平說、幽浮學、百慕達三角、地球空洞說、否定氣候變化、永動機、水燃料、風水、細胞記憶、健腦操、水晶療法、阿育吠陀、中國傳統醫學、尿療法、瀕死經驗、通靈現象、靈魂出體、輪迴...

- **反科學**是一種反對科學以及科學方法的理念。持有反科學觀點的人認為科學並不能作為一種尋找普遍知識的客觀方法。他們尤其會認為化約主義在面對這麼一個複雜的世界時是非常受限的，難以幫助我們達到對這個世界的理解。
 - **反科學**的主張：科學一定會引領人類進步嗎？更多的科學就會導致更多的幸福嗎？科學就是一切與無所不能的嗎？
 - **反科學**通常不崇拜科學，並批評科學及科學界的某些做法。偽科學仰視科學而模仿科學或者假冒科學，以獲得科學的地位、榮譽。
 - **反科學主義**(scientism)認為科學主義是對科學技術的一種無根據的過分信任，應當加以反省，於是科學主義者看他們是在反科學。
- **反科學的正向力量：**
 - **反科學**態度的人通常是人文背景的學者，但也有科學家。在這種意義上，持反科學見解的人可能自認為更加理性甚至更加科學。
 - **反科學**情緒蔓延，某種程度上展示了公眾和一些知識分子對科學技術行業倫理高標準的呼喚，未必真的要取消科學或與科學為敵。

科學研究特點

- 科學研究都有比較系統的**理論框架**。有目的、有組織、有計畫地透過實際調查與研究，檢驗理論的假設的正確性，解決實踐中遇到的各種問題。
 - 科學研究都有一定程度的**控制機制**。科學研究中，人們具有自覺的繼承性與創造性，並總是設法恆定或排除某些無關的原素，以便著重觀察與分析有關對象的關鍵特徵及其影響原素，找出事物發展的因果關係。
 - **嚴密的分析**。科學研究中總是有意識地、系統地尋求研究對象之間的關係，從而對象做出嚴密、深入的分析與解釋。科學研究是要認識未知世界，認識人類尚未認識的客觀規律，因而決定科學研究具有探索的性質。
- 其實科學不是知識，而是一個方法，是一種精神。**科學的方法其實遠比知識本身重要，科學知識會錯，但科學方法不會。**我們之所以覺得科學知識是真理，不是因為它來自權威人士，而是因為它來自科學的方法。

典範轉移(paradigm shift)與常態科學

- 1962年孔恩(Thomas S. Kuhn)發表《科學革命的結構》一書，提出典範(Paradigm)的概念。
- 孔恩認為知識累積是在一個典範指引下進行的，當發生科學革命或典範發生變遷時，舊典範所累積的知識或概念、理論之間關係，就必須重新組合，以新的典範觀點來解釋所研究對象，重新累積知識。
- 某個時代科學成就，理論/原則/原理/方法/工具，因而形成的價值/信念/規範/語言/界限。
- 一種目前無法突破的準則或範圍，提供我們科學研究追求的目標，也是衡量的標準。

Thomas S. Kuhn

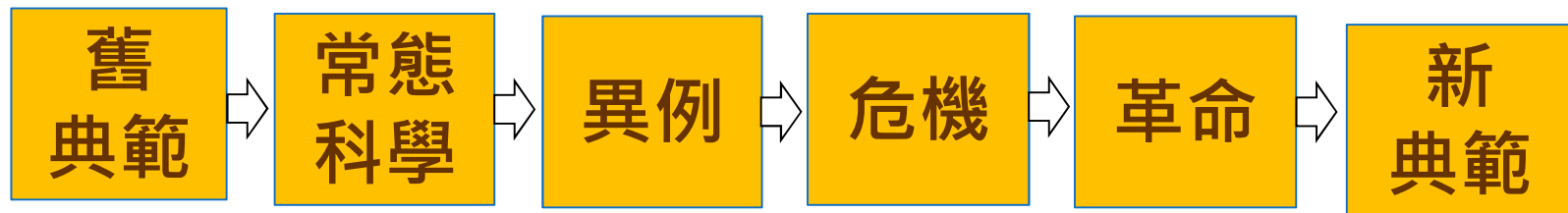


典範轉移(paradigm shift)與常態科學

- 人類自然科學有三次典範轉移：牛頓力學、相對力學、量子力學。異形同構的，管理學的思潮也經過三次典範轉移：絕對管理、相對管理、量子管理。

- **典範轉移過程：**

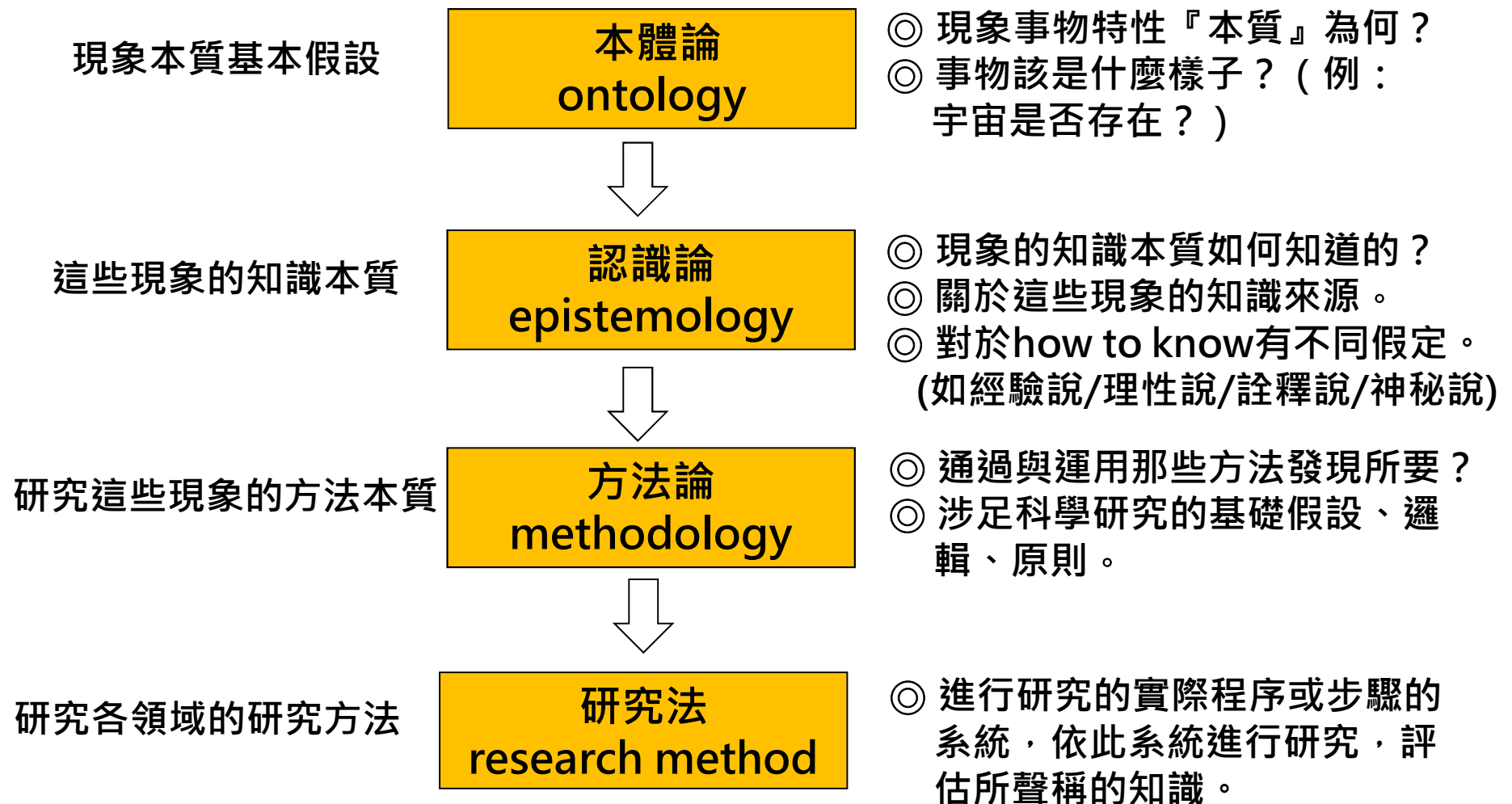
- 在目前(**舊典範**)指引下累積的知識，稱為「常態科學」。
- 惟在研究過程中，必然會遇到許多「**異例**」(anomalies)，而為當時流型的典範觀點所無法解釋，
- 當這種異例越來越多時，便產生典範「**危機**」，
- 最後導致典範的崩潰，產生科學的「**革命**」，
- 經過一段期間各學派百家爭鳴之後，由其中具有天才成就的科學家，吸引一群忠誠的歸附者，最後醞釀成「**新典範**」。



科學研究功用

功用	說明	表示
報導 (report)	科學研究最基礎形式，沒有推論，僅在告知及描述實際現象。	(X)，(Y)
解釋 (explanation)	科學最基本目的，科學知識極致為理論，而理論最佳的解釋工具。尋求事物變化、發展的原因和規律；以解釋事物變化發展的原因。 □ 第一個層次解釋現象 □ 第二個層次解釋關係 □ 第三個層次解釋因果	$X(\rightarrow)Y$
預測 (predict)	對未發生的事項預測是科學知識的邏輯意涵。運用知識規律，預測事物變化、發展的動向。	$X\rightarrow(Y)$
控制 (control)	操縱某事項的決定因素或條件，使該事項產生預期的改變。運用知識規律控制事物變化發展。	$(X)\rightarrow Y$

科學研究層次



方法論與研究方法的差異

- 科學研究的方法分為兩個層次，即方法論(Methodology)的層次與研究方法(Research Method)的層次。
 - 方法論 - 所涉及的主要是科學研究方法的基本假設、邏輯、及原則，目的在探討科學研究活動的基本特徵；
 - 研究方法 - 所指的是從事研究工作所實際採用的程序或步驟。
- 方法論所指的是所有科學在方法上的共同基本特徵；如科學方法分為量化研究/質化研究、backward/forward研究法、實驗/準實驗/非實驗設計法。
- 研究方法的層次較低，所指的是運用科學方法從事研究某項問題的程序或步驟。如研究法分為調查法、觀察法、個案法、相關法、發展法等。
- 各學門依據所探討問題的性質，可能採用相同的研究方法，但卻必須符合科學方法論上的若干基本要求。

現代社會科學研究方法

- 美國哲學家 John Dewey (1859-1950) 提出現代科學研究方法。
- John Dewey 於1939年發表 “ Logic – The Theory of Inquiry ” 一書，首先對科學方法做比較完整說明。
- 科學與否的關鍵就在於是否有實驗(experimentation)。

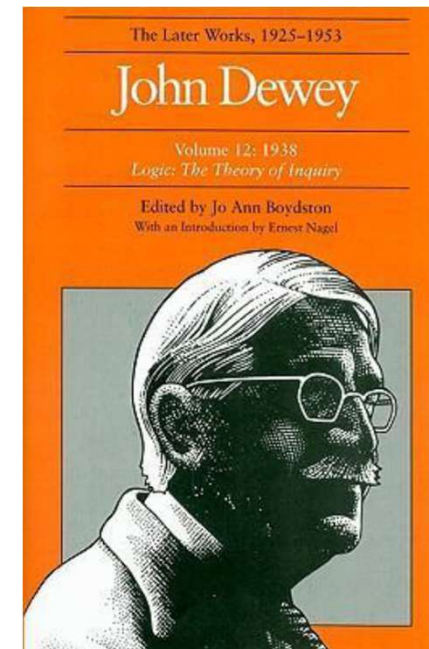
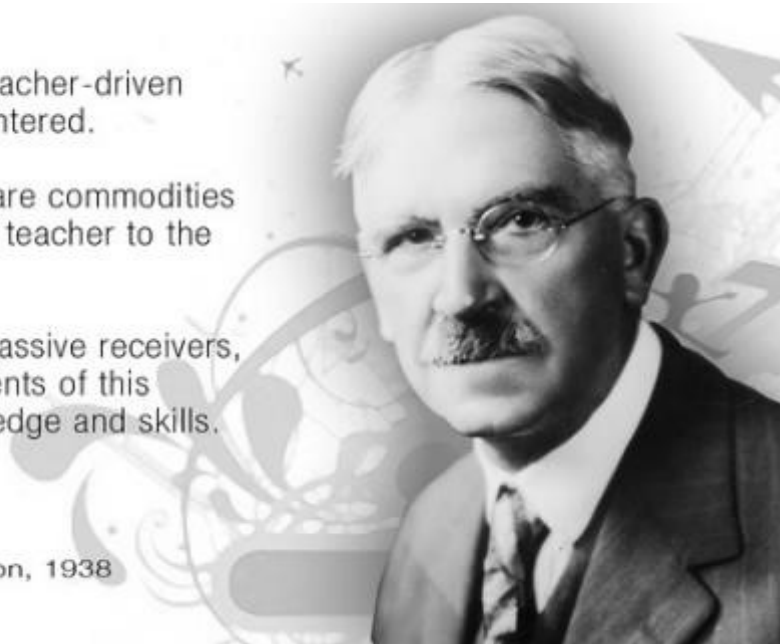
Traditional model is teacher-driven rather than learner-centered.

Knowledge and skills are commodities to be delivered by the teacher to the student.

Students are docile, passive receivers, while teachers are agents of this transmission of knowledge and skills.

Dewey

Experience and Education, 1938



科學的每一項巨大成就，都是以大膽的幻想為出發點。

現代社會科學研究方法

- Dewey提出現代科學方法的六步驟：
- (1) 提出疑問(questions)；
 - (2) 把疑問轉換成可研究的問題(problems)；
 - (3) 建構命題與模式；
 - (4) 從模式中得到結論及一般化法則；
 - (5) 在實證經驗中做最終的驗證或檢驗；
 - (6) 最後得到驗證後的結果並作成結論。

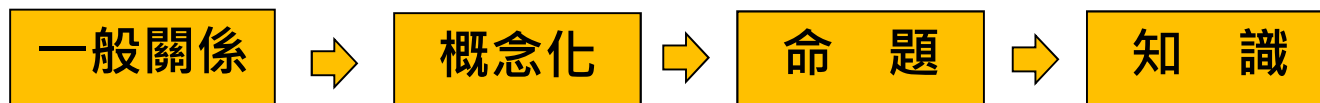


科學研究層次

本體論	世界是真實、客觀vs.人類認知，知識的發現是發明vs.開發。
知識論	知識獲取是事先注定互動獲得/觀察者不介入親身參與/實証主義/詮釋主義。
方法論	理論證明、工程方法、實証研究、探索性研究、概念架構等。 或是：邏輯關係研究、因果關係研究、描述性研究關係
研究目的	驗證(know-why)/創新(know-how)/發現(know-what)/解釋 (know how&why)
模式分類	解析模式、模擬模式、經驗模式、直覺模式
研究技術	數學、統計、類神經、機械學習、系統動態、實驗計劃、田口方法、多變量解析、問卷設計、分析層級程序法 (AHP)、德爾非法 (Delphi)，Q方法、行動研究、審查分析、內容研究、重點小組、深入訪談。
研究方法	發展演算法、模擬法、實驗法、檔案 (archival) 分析、調查法、個案法、參與式研究、解釋、意見等。
研究過程	解析模式採用前導法 (forward)、研究方法是橫斷面 (cross-section) 研究，著重『深究』研究。模擬式研究採用後推法。經驗式模式用循環 (cyclic) 法。直覺法模式用同步法/聯立法 (simultaneous)，研究方法是縱向 (longitudinal) 研究，著重『廣度』研究。
研究結構	系統觀念、階層關係結構、5W3H5M、矩陣關係結構、因果關係結構、關鍵因素、網路關係結構等。
研究法主題	研究技術/改善/調查法的應用/研究法的解釋/研究法的整合/研究法的批評等。
結果表示	數學公式/表格/流程圖/階層圖/網路圖/類比圖/平面圖/圖形/相片、漫畫。
學院研究	理/工/醫/法/文/ 管理

知識定義

- 知識是指事物特性的一般關係。它代表事物特性之規律性，旨在將事物特性一般化及觀念化，故在觀念轉變成知識時，會有些命題。



- 知識是一種流動性質的綜合體，包括結構化的經驗價值，及經過文字化的資訊，也包專家獨特的見解，為新經驗的評估、整合與資訊等提供架構。
- 知識是人類認識的成果。它是在實踐的基礎上產生又經過實踐檢驗的對客觀實際的反映。
- 人們在日常生活、社會活動和科學研究中所獲得的對事物的瞭解，其中可靠的成份就是知識，依照反映對象的深刻性和系統性程度，知識可以分為生活常識和科學知識。生活常識是對某些事實的判斷和描述。
- 科學知識是通過一定的科學概念體系來理解和說明事物的知識。
- 知識具有歷史繼承性、不可逆性和加速度增長等特點。
- 知識表示的具體方式在問題求解中，問題的狀態空間表示法與問題歸約表示法是最早的知識表示方式。

科學知識建立的規範

■ Norms in Science (R. Merton)

□ 普遍主義(Universalism)

everyone can do science, regardless of race, nationality, gender or any other differences, and that everyone's scientific claims should be scrutinized equally. In science, it's all about your arguments, line of evidence and methodology, regardless of who you are;

□ 共有主義(Communism)

common ownership of scientific discoveries and the need for scientists to publicly share their discoveries. This could be seen as a precursor to modern initiatives such as open science;

□ 利益中立(disinterestedness)

scientists should work only for the benefit of science;

□ 有系統的懷疑主義(organized skepticism)

the acceptance of all scientific work should be conditional on assessments of its scientific contribution, objectivity and rigor.

社會科學是科學嗎？

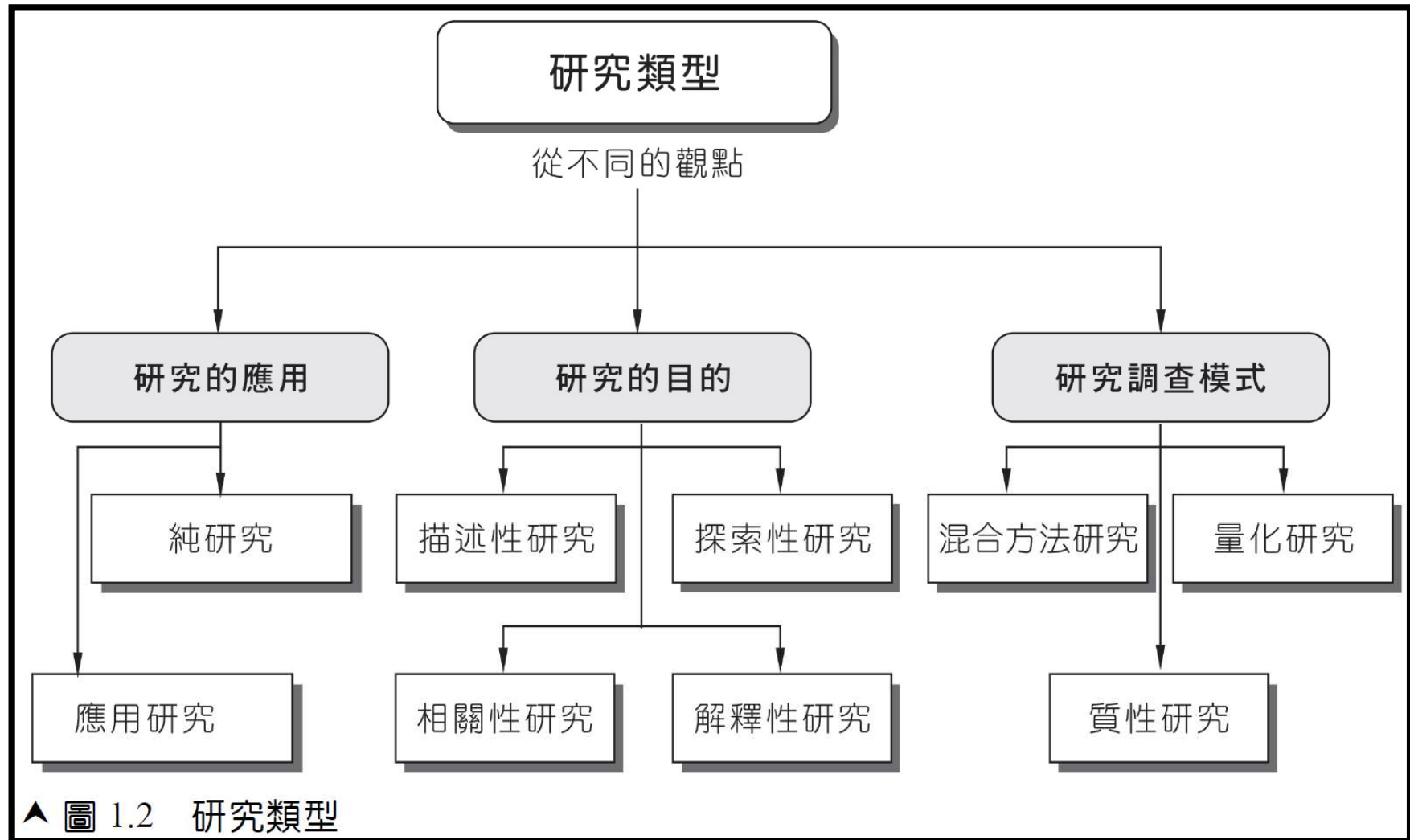
■ 社會科學是科學嗎？

- 科學基礎：可以測量/找到規律性，自然科學可以，社會科學可以嗎？
- 人們雖然有自由意識，但會有一致化的理性。
- 社會現象呈現足夠的次序。
- 社會科學研究時間短/仍呈現建構過程，是一門科學。

■ 社會科學研究的特性

- 複製性低
- 不易觀察
- 因素複雜
- 間接測量
- 普遍性低
- 誤差較大

研究類型



探索新的主題/描述現象/尋找關聯/解釋因果

研究類型—基礎研究(純研究)與應用研究

- 我們主要運用基礎研究在長期的角度增進基本的知識。
新科學概念/基本知識/提供知識根基/費時費力/建立理論
- 我們主要採取應用研究來因應短期實務的問題與政策。
應用既有知識與理論/處理特定議題/小規模研究/解決問題

基礎研究	應用研究
● 理論導向建立學術理論 ● 出於人類的好奇心與求知慾 ● 增加知識內涵與知識體系 ● 以實驗室控制情境的研究 ● 產生一般化原理與推理過程	● 問題導向解決實際問題 ● 出自解決實際問題的需要 ● 增加解決問題經驗與範圍 ● 以自然情境為研究場地 ● 產生具體與特殊化的結論

研究類型—量的研究與質的研究

■ 社會科學研究派典(paradigm) –社會科學研究所認同的模式或思想學派。

■ 質與量研究派典之源起

實証主義 (洛克) → 科學派典 → 量的研究派典
理性主義 (康德) → 人文派典 → 質的研究派典

■ 質與量研究的調和

- 1.可以有偏好，不可有偏見。
- 2.熟悉不同的研究方法。
- 3.同時運用多種方法解決問題。

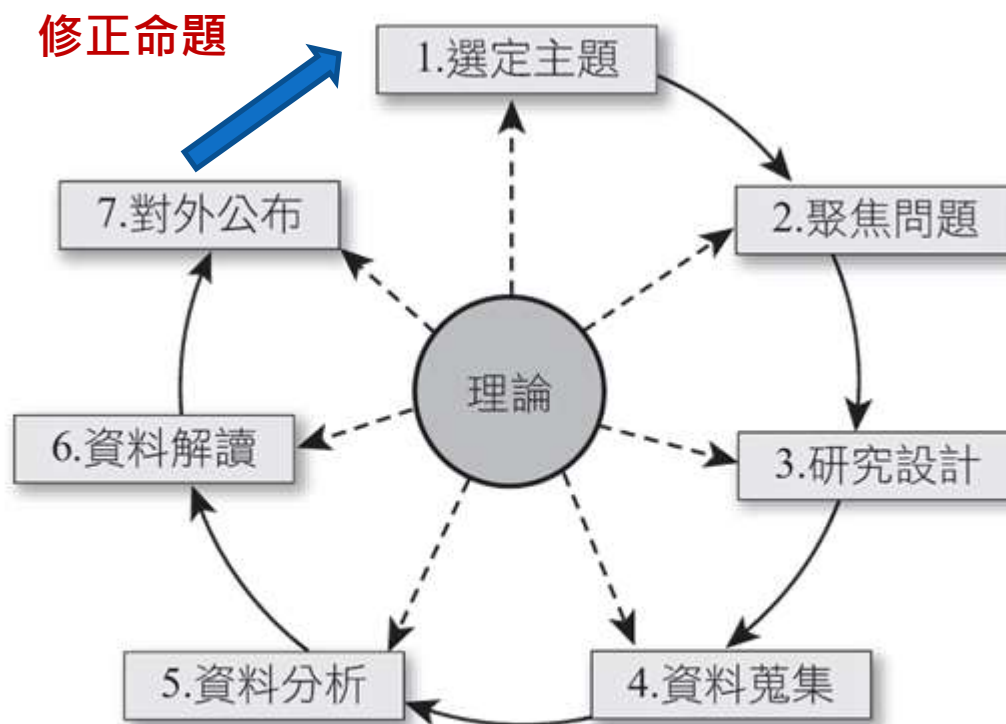
■ 質與量研究派典差異

質 的 研 究	量 的 研 究
● 基於社會現象的主觀性假設。 ● 研究者與研究對象是主 - 主關係。 ● 強調研究結果深入性、效度高。 ● 樣本少、主觀研究過程、不易複製。 ● 探討因素多、便於整體分析。	● 基於社會事實客觀存在的假設 ● 研究者與研究對象是主 - 客關係。 ● 強調研究結果普遍性、信度高。 ● 樣本多、客觀研究過程、可複製。 ● 探討因素少、便於統計分析、機械化。

■ 質與量研究顯示差異

質 的 研 究	量 的 研 究
● 著重『質』特徵探討，搜集足以說明質特徵之資料。 ● 將資料詳實紀錄用文字描述與闡說。 ● 以『文字』為骨幹，重『敘述』。 ● 個案研究、田野調查、 、 、 。	● 著重『量』特徵探討，搜集具有數量屬性的資料。 ● 將資料量化，用統計方法分析與解釋。 ● 以『數字』為基礎，重『統計』 ● 實際研究、相關研究、 、 、 。

科學研究過程



資料來源：Neuman, W, Lawrence (2007) *Basics of Social Research*, 2nd ed. Allyn & Bacon.



科學思考與研究

感謝聆聽、敬請指教!

顧志遠 教授

2024年3月2日



知識就好比一個圓，
圓內是已知的，圓外是未知的。