

8. 科學哲學

參考資料：1. http://www.nhu.edu.tw/~sts/class/class_01_2.htm

2. <科學哲學：理論與歷史> 許瑞麟

誠如許瑞麟教授在其書中<科學哲學：理論與歷史>所提到的，一般人對哲學的認知是抽象、不可靠，且被糾纏在充滿想像的語彙中，怎麼可能將哲學與具有清楚、精確、真實、有用的科學加以並列。相信有這種想法的一定不在少數，因為我個人正是其中之一，當我個人第一次接觸到「科學哲學」一詞時，總覺得相當不搭調，也難以想像它所想表達的意涵。或許這就是科技與社會兩個學派，彼此長期隔閡所導致的結果吧？

自從開始從事 STS 之相關教學後，才有機會接觸科學哲學的相關文章，也有機會稍為了解其中相關的議題，但礙於我個人是個不折不扣的科技人，一向功利主義掛帥，以邏輯為依歸，未曾習於人文社會的思維，因此對科學哲學中，多數深奧的議題，尚嘗試去理解，今謹將個人較能吸收與初步獲得的心得論述於後，所談的內容計有：歸納與演繹、波柏否認論與孔恩科學革命。

首先來談談歸納與演繹，這是一般哲學領域中，所公認追尋自然科學真理的兩種基本方法，並且認為早在古希臘時代，科學家們就已經懂得先觀察或思索眾多事物的問題，再利用歸納的方式，去整理出事物的共通特性，即事物的準則，也就是自然的真理。

在科學史中，英國的培根(Francis Bacon, 1561-1626)是「歸納法」的倡議者，對後世科學的普及與發展有巨大的貢獻，被稱為「科學精神的先知」。培根認為知識就是力量，應該利用實驗和經驗，來引導出自然科學的法則，這就是「歸納法」的要義所在。



培根甚至強調，科學的目的是以新的發明及方法來造福人群，為了達到這個目的，就必須仔細研究正確的自然法則。由於他對科學實驗的極高評價，再加上其政治地位的影響，使得一向被視為是工匠工作的科學實驗，受到了應有的重視，也間接鼓舞了當代與爾後的科學家，繼續以實驗的精神，去發掘自然科學的準則，並將它們實際地應用至生活上的各個層面。

「演繹法」的代表性人物首推法國的笛卡兒(Rene Descartes, 1596-1650)，他認為培根所強調的論點「知識來自經驗」是正確的，因為經驗確實非常重要，但是當我們面對十分複雜的事物時，經驗卻往往又變得不太牢靠，因此利用經驗來當作推理的基礎，是很容易發生錯誤的。由於這個原因，笛卡兒採取「懷疑論」的態度來面對，他認為可以利用觀察與思考的方式，針對問題先提出假設性的前提，再以前題為基礎，藉由數學或推理的方式，來確認是否符合實驗的結果，如果符合，則代表該假設是正確的，反之，則該假設是謬誤的。



事實上，研究自然科學時，單獨使用歸納法與演繹法，都會各別存在必須面對的問題。單獨採用歸納法所建立的理論，很有可能因為經驗或思維的謬誤，而遭致被全盤推翻的命運，最典型的例子就是古希臘亞里斯多德從生活經驗中，所歸納出的準則「重物落下的速度比輕物快」，這個錯誤的準則，在十六世紀被史帝文與伽利略等人，以簡單的落體實驗完全推翻掉。反之，由演繹法所單獨建立的理論，雖然有可能在數學或推理方面無懈可擊，但是在現實生活中，卻可能面臨無法找到任何與之對應的案例或經驗，導致無法驗證，也毫無利用價值。

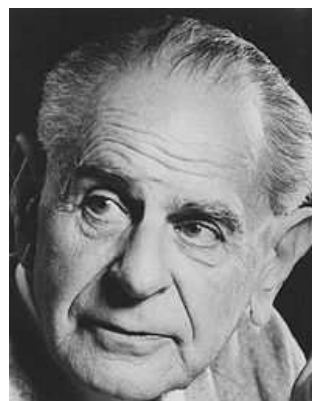
對於真正從事自然科學的研究者而言，通常歸納法與演繹法是相互併用的，主要的原因是因為一個自然科學的原理，往往只與某些因素的變動有關，可是用來呈現該原理的事物或實驗，往往都摻雜其他的因素，導致其結果雖然具有合乎原理的傾向，但是卻都無法完全符合。在此情況之下，科學家們應用歸納的方式，由結果的傾向體會出其中蘊涵的原理，再利用演繹的手段，提出可行的假設，以此假設為前提來加以推理，以驗證事物或實驗的結果。

以牛頓發現的三大運動定律與萬有引力為例，在他的年代，科學界對天體的運動原理仍一知半解時，牛頓已經藉由前人的研究，以及蘋果落地的生活經驗，歸納出「任何兩物體間具有萬有引力」、「萬有引力與兩物體之距離平方成反比」、「物體因受力而產生加速度」、「加速度與所受之力成正比」等準則，接著假設這些準則是正確的，以之為前提進行實驗與推理，亦即採取演繹的方式來驗證這個假設。例如牛頓曾利用月球的繞地運動來驗證其理論，當牛頓進行這類演繹方式的工作時，必須面對一些與假設不符的狀況，如地球並非完美球體，或者是月球也受太陽引力的影響等，不過牛頓都獲得滿意的結果，也更確信自己發現了新的科學原理。當然，只有牛頓自己確認是不夠的，其後數十年間，科學界大部分的人支持他的發現，但亦有人存疑，認為「眼見為憑」才能算數，不願冒然相信萬有引力存在的說法。在此氛圍下，更多的科學家設計出更多的實驗，以演繹的作為，嘗試去驗證或否定牛頓的學說，當然，最後的結果我們都知道了：牛頓獲得壓倒性的勝利。似乎自此以後他的學說將主宰整個宇宙的運動！是嗎？

誰想得到三百多年後，愛因斯坦用狹義相對論與廣義相對論，相繼推翻了牛頓的運動定律與萬有引力準則，顯然歸納與演繹並不是牢靠的方法。這種情況不禁讓人懷疑：宇宙中真的有不變的真理嗎？這是個大哉問，相信沒有任何人可以給出答案。不過，就算是歸納與演繹都不牢靠，它們卻深深牽絆著我們的學習，因為在課本上的知識，都是在前人的努力下所歸納而來的，它們被視為學習的準則，不容違背或挑戰，因此學生只要遵循演繹的方式，不斷地去演練、去確認、去理解課本上的知識即可。這種學習或許可以迅速吸收各種知識，只是這些知識是正確的嗎？或許自然科學的課程，大家都不太有異議，可是對於文史的課程，則往往會有似是而非的感覺，不是嗎？為何會這樣呢？原來這是科學與非科學的

主要差別。那麼該如何判斷科學與非科學呢？波柏為我們提供了一個不錯的準則——否證論。

波柏(Karl Popper, 1902-1994)出生於維也納(當時屬於奧匈帝國)的一個猶太裔中產階級家庭，畢業於維也納大學，他是二十世紀最重要的哲學家之一，在科學哲學、社會哲學與政治哲學領域中，都留下重大的貢獻，尤其是他所提的「否證論」，對許多科學家的科學觀產生重大的影響。



波柏的否證論並不是為了要檢驗科學理論，而是要在科學與非科學之間劃出一條明確的界線，他所構思的劃界的準則，稱之為「可否證性(falsifiability)」，敘述如下：「一個命題是科學的，若且唯若，它可以被經驗否證。」

在一般人的觀念中，科學與非科學是可以利用經驗來加以檢證的。對於可檢驗性的說法，波柏採取強烈的反對態度，最主要的原因是，有許多的非科學如占星、問卜或宗教教義等，往往都是可以檢證的，甚至有確實的經驗來加以支持，不過，這些非科學的事件都無法被否證，也就是說無法通過「可否證性」的判準。例如占星學常常作出正確的預測，因此可以被檢證，但是當預測不準時，占星學家卻會舉出其他特定的因素來加以詮釋，藉以說明並不是占星學的理論出問題，換句話說，占星學是不可否定的，不具有「可否證性」，故占星學屬於非科學。

波柏曾經使用廣義相對論來說明「可否證性」：科學界利用 1919 年的日蝕，觀測光線通過太陽附近的星球，是否會受到太陽的重力影響而彎曲，其結果證實了愛因斯坦依據「廣義相對論」所推算的曲率，因而否證了牛頓力學。不過根據波柏的概念，以上的實驗只否證了牛頓力學，並沒有驗證愛因斯坦的廣義相對論，換句話說，廣義相對論仍然有被否證的可能，是具有「可否證性」的，因此廣義相對論是個科學理論。

波柏認為一個科學理論通過否證的考驗越多，被認可的程度也就越高，通常只有在兩種理論相互競爭的情況下，才會進行否證的實驗；當發生經驗證據與理論不合的案例時，科學家們並不會冒然放棄理論，而是先對理論重複檢驗或予以修正，這正是現今一般科學家所採行的態度，當不合的案例越來越多之後，原來的理論勢必面對新理論的挑戰，一場「科學革命」隨即展開。談到這裡，大家是否開始對「科學革命」產生好奇？底下就來談談孔恩的「科學革命論」。

孔恩(Thomas Kuhn, 1922-1996)是猶太後裔，生平著作主要有三本：1957 年的「哥白尼革命」、1962 年的「科學革命的結構」和 1978 年的「黑體問題和量子不連續性」。另外在 1965 年倫敦大學舉辦了一場對孔恩的「科



學革命」觀點探討的研討會，而在會議中發表的論文，以及和孔恩的答辯更在會後彙編成「批判和知識的增長」一書。

在以上孔恩的專著裡，以「科學革命的結構」一書最有影響力，也激起最多的討論。早年就讀於哈佛物理的孔恩，在偶然的機會裡，突然認識到亞里斯多德的「物理學」，相較於今天的物理學，不能說是錯誤，而只能說是「不同」。因為這個啓蒙式的領悟，使得他後來從物理轉向科學史的研究。孔恩從上述兩種物理體系的「不同」，理解到一個科學理論跳躍到另一個科學理論的「科學革命」性。因為彼此不能共通的比較（即所謂的不可通約性 incommensurability），科學理論的演變需以「革命」的強烈方式出現，正如一個社會中的新舊政治體系與意識型態彼此「不可共量」，往往需以「革命」的方式來進行政體變革。據此他提出概念性的「科學革命」，並質疑科學發展是長期「漸進累積」的傳統想法，引發科學思想在歷史中的動力性、矛盾衝突、彼此競爭乃至革命的種種驚人的新問題，這是孔恩在 1962 年出版「科學革命的結構」一書中，給世人對於在科學史、科學哲學、一般科學領域的討論上所產生的重大影響。

孔恩的科學革命有許多概念值得我們去探討，首先是常態科學，它指的是一個科學社群以過去的成就為基礎，在一定的典範指導下所從事的研究，以解決科學的難題。根據以上的定義，孔恩認為常態科學中必然存在典範，它是某一科學社群成員共有的信仰、價值、技術所構成整體，能夠提供問題解答或作為常態科學研究中的基礎，學者們要加入某一科學社群從事研究時，必須從領域中的典範著手，並遵循相同的規則和程序。這裡所謂的科學社群是指在某一科學研究領域內，探索目標大致相同的科學工作者，他們通常信仰同一套典範，接受同樣的教育，擁有共同的語言，運用共同的方法，以及探索共同的目標。

依孔恩的理念，科學應包括知識的生產、檢驗和結果，在知識生產的過程中，科學社群就是生產知識的主體，不過在常態科學中，研究的性質不在於發現新的現象，而是藉由典範所提供的理論或觀點，開拓某些現存事實的知識。此外在常態科學中，受檢驗的遵循典範進行研究的科學家，若有不能解開的謎題，責任是由科學家來承擔，而不是現行的理論，必須在競爭的理論出現後，才會對現行的理論做真正的檢驗。在競爭的理論出現前，先會有不符合典範預期的異例發生，此時科學家們會調整典範以符合預期結果，當異例不斷出現，科學家們調整的典範涵蓋面越來越廣時，就越有可能探查到異常的現象，此時就是科學危機的到來，以及典範變遷的契機，接著便是科學革命。

科學革命代表的是一個新典範取代舊典範的過程，由於典範是由理論體系、研究方法和哲學觀點所構成的，因此典範的變革不僅會引起科學理論體系的變革，而且會引起科學家在方法論和認識論方面的變革。

孔恩認為常態科學具有積累性，但典範的變革絕不是一種累積的過程。他用「不可通約性 (incommensurability)」來表示新舊典範間兩者無法完全相容，這是孔恩最具革命性的觀點，他認為不同典範所支配的常態科學時期，其研究問題、問題解決方式與評斷標準均不相同，像是在不同世界中工作一般。當我們從一個理論的世界轉換到另一個時，並不是經由任何理解的過程。由於他這種論點受到不少的批評，到後期孔恩改以「部分交流」的觀點來替代「不可通約性」，因為新典範中或多或少還是混合著傳統典範中所用過的概念。此外，在新典範的選擇上，孔恩認為一個好的科學理論應該要有五項標準，即理論的精確性、融洽性、簡明性，成效性與廣泛性，在選擇典範的過程中，依據這些標準做出決定的是科學社群而不是單獨個人。

根據以上孔恩所提出的科學革命觀念，可以將科學發展的模式區分為四個階段：長期的常態科學→科學危機→科學革命→新的常態科學，例如亞里斯多德原是中世紀科的典範，形成一個常態科學，是科學家共同遵循的規則，但是後來碰到了自由落體異例的挑戰，產生科學危機，接著伽利略提出自由落體與慣性的新概念，牛頓在伽利略的基礎下發展出牛頓力學與萬有引力定律，此時笛卡爾也提出渦漩理論與牛頓力學競爭，但敗陣下來，終於牛頓力學革命成功成為新的典範，取代了亞里斯多德的理論，並在十七世紀後形成新的常態科學，直到十九世紀末再面對電磁理論的異例挑戰，形成科學危機，經過愛因斯坦相對論的科學革命後，相對論又成為新的典範，在二十世紀形成新的常態科學，這類科學發展的模式就是孔恩的科學革命論。

在「科學革命的結構」一書出版後，孔恩的論點受到大家熱烈的討論，而孔恩之後又提出發散式思維和收斂式思維的概念，他認為科學研究都具有發散性思維的特徵，在科學發展最重大事件的核心中，都有很大的發散性。在哥白尼、達爾文引發的科學革命中，科學社群必須揚棄以前的信念和觀點，接受另一套新典範的觀念，此時科學家們必須解放思想，這正是發散式思維的論點。但在一般常態科學中，科學家所從事的研究是一種高度收斂式的活動，其基礎是建立在科學社群接受教育過程中所獲得的共識上，而這種收斂式研究工作終將會導致科學革命的到來。因此收斂式和發散式思維是互補的，是推動科學進步的兩股力量。

總而言之，孔恩的學說具有幾項重點：其一是常態科學的概念，在這個階段，科學家有共同的語言與高度的共識，他們共享一套完備的理論，或稱典範 (paradigm)，科學工作主要就是以這套理論來解自然之謎。但是每一套典範總會面臨危機的時候，會有碰到它無法處理的現象產生。這時科學家就要從頭開始，重新拼湊出一個新典範，以解決先前無能為力的問題，這個階段就是科學革命。革命過後新典範提供了新的共同語言與觀點，又再次回復到常態科學階段。所以科學的進展就是在於常態科學之間的替代。

對以上所談的科學哲學，相信大家對歸納與演繹的交替運用，應該能夠完全理解，而波柏的否證論，也確實提升了我們對科學與非科學的判準能力，至於科學革命的論述，應可讓我們更深層地去體會科學理論的進展，這些前人心血的結晶，真的值得我們更進一步去了解與體會。

今日的社會是一個科技社會(techno-scientific society)，人們的日常生活與習慣，無一不受科技的影響；此外，科技的發展對於國家而言，是經濟成長的指標，更是國力的展現，因此大多數的國家每年都挹注大量的金額在科技的開發，以維持或提升國家在國際上的競爭力。顯然地，科技在現今的國家發展上，扮演著相當重要的角色，也是現代化生活中不可或缺的一環，因此了解科技與社會間的相互影響與互動關係，自有其必要性。

若要追溯當今科技的起源，就必須從動盪的十六世紀談起，在當時宗教勢力的壓迫下，波蘭的天文學家哥白尼仍不顧一切，以科學之真理為念，在過世前將”日心說”公諸於世，反駁了千年多來”天動說”的宗教觀點，雖然他的理論尚未成熟，但已為接下來的「科學革命」指引出一條明確的道路，讓人類的智慧在十七世紀大放異彩。十七世紀正是懷特海(Alfred North Whitehead, 1861-1947)眼中的天才世紀，其間人才輩出，伽利略、笛卡爾、刻卜勒、牛頓、萊布尼茲等，都是這個世代的傑出科學家，在他們鏗而不捨的努力下，不僅終結了托勒密的”天動說”，粉碎了宗教神話，也擴展了人類的宇宙觀，自此人們終於明白地球不是聖經所說的宇宙中心，它只是一顆繞著太陽公轉的行星而已。

其後又發展了各種科學理論或學說，如達爾文提出「進化論」，認為人類的出現是適者生存與自然進化下的必然產物，與聖經中上帝造人的說法根本無關。又如「霹靂說」、「板塊漂移論」、「外星存在生命跡象」等學說再被陸續提出，這些科學成就不斷翻新了世人對宇宙的看法，擴展了每一個人的視野，更深遠地影響了我們處世的人生觀。

科學界歷經數百年的努力，建構了紮實的科學理論，在此理論基礎上，各式各樣的應用技術也因應而生，快速地改變了國家與社會的發展型態，並且產生了巨大影響。不幸的是，科技的發展雖然提升了人本的觀念，卻也引發了國家或民族間的利益衝突，甚至在二十世紀爆發了兩次世界大戰，這種結果絕不是人類所樂見的。此外，在二十世紀末葉，由於電腦與網路科技的突飛猛進，使得世界的資訊得以迅速傳播與交流，但是卻也因為全球化的效應，引發了各國的失業風潮。再如現代醫學技術的進步與藥劑的開發，雖然舒緩了人們對許多疾病的恐慌，但卻也帶來了副作用的隱憂。顯然地，人類若只從解決問題的角度，毫無限制地去發展科技，將是一件相當危險的事。因此在發展科技的同時，還必須思考所可能產生的負面影響，以避免引來無法預知的災難。

不管是科學家或是一般民眾，都應該對科技與社會間的互動有所了解，一個大學生更應該深切體會，今日的科技已經全面改變了整個社會的運作，包括產業型態與就業方式的改變。為了因應畢業後職場的迅速變遷，切莫讓自己只侷限在專業的訓練，必須多涉獵不同領域的知識，並且養成自我訓練的習慣；只有具備不同的職業技能，保持高度的可塑性，才能適應今日職場的變化。

現代化的科技不時地在向前推展，多元地呈現在我們的日常生活當中，身為一個現代人，每天都必須與科技接觸，當人們越能夠了解科技與社會彼此間的相互影響，就越能夠協調出科技應有的研發方向，以及合理的運作模式，以避免偏離正軌，走向難以挽回的不歸路。