

科技知識的本質

王信智

高雄市中正高工教師

壹、前言

宇宙萬物所涵蓋的自然現象，常可經由不斷地歸納抽離形成抽象的原理原則，亦可透過不斷地演繹推演形成具體實際的特殊事件。目前學校教育課程中，各學科領域的存在，必有其所應具備之特有的歷史文化傳統或相關的哲學理論基礎，才能展現其存在的價值，進而不斷地綿延發展；任一門學科領域的教學內涵，如缺乏一固定的理論系統架構，教學內涵時常變動，課程綱要修訂時又缺乏相關哲學理論依據，課程內容系統型態的呈現，完全訴諸於外在權威的宰制，使得一些有管理權責的學者專家或任課教師成為該類知識內涵的主要仲裁者。若然，則該學科領域將難以經得起現實環境的考驗，甚至有可能被相關學科領域排擠、整併或消滅的危機。科技學科也不例外，亦應有其存在的理論系統作為課程編訂的基礎及實施教學的依據，如此，才能在實際教學的過程中，承受社會環境變遷的考驗及與抵抗其他學科競爭的壓力。

但是，不可否認的，目前國內在推展科技教育的過程中，仍然面臨相當多的問題有待克服解決，諸如：科技尚未廣為社會大眾了解、科技教育被視為從屬科目、科技教育得到的支持不多、小學欠缺勝任之生活科技教師、國中合格生活科技教師出走、及科技教育的教學系統不協調等諸多問題（李隆盛，民 93a）。因此，探究科技知識的本質，將有助於釐清科技知識的理論根源，是推展科技教育的重要工作。

科技要能反映生活，協助人類適應自然環境及解決所面臨的問題，科技教育所依據的科技知識也要與人類的知識產生關聯。因此，本文以知識的本質和知識的層次為基礎，探討科技知識的性質和科技知識的成長，分析科技與科學及科技知識的整合，及其在科技素養教育與科技專業素養教育之意涵，剖析科技知識在整個知識體系中所扮演的角色，及其與其他相關知識領域的關係，希望結果有助於國內科技教育的落實與發展。

貳、知識的本質

人類認識外在世界的努力過程，是知識論 (epistemology) 所關注的問題 (黃光國，民 90)。「知識無所不在，知識以不同的形式存在，知識形式必須懂得轉換，知識必須應用才有價值，知識要能生生不息」是詮釋知識論的五個向度 (施純協，民 91)。由於學者專家對知識起源的看法不同，而形成各種不同的理論學派，在從具體到抽象的知識光譜中，一般知識常可區分為外在知識與內在知識，外在知識係指外在的事物，憑感官接觸或依邏輯推理而獲得的知識；內在知識則是由體悟或反觀內心，它是屬於宇宙本體及吾心本性的知識 (陳品卿，民 78)。從形上學 (Metaphysics) 的層面而言，知識所關心的問題是「存有」(being)，任何物都必須先是「有」，而後才能是某一特定物，才能是屬於某一特別種類之物 (曾仰如，民 87)，「存有」的知識唯有經由理解，成為個人腦中的知識為人所使用時，該類知識對個人而言才是「存在的」(existence)，是故，存有的知識，在生活中不一定要全部存在 (施純協，民 91)。科技教育存在的重要理由之一，為科技知識內容必須涵蓋「外在」與「內在」雙重的知識領域之中，才能將存有的知識，在不同形式的層次之間，進行知識串聯、知識轉換、知識應用、進而追求知識創新，遊走於內外具體抽象知識之間，爭取他人的認同，進而闖出自己的一片天空。

參、知識的層次

一切知識都是從經驗開始的，但他並不侷限於經驗，經驗的知識是個別的、是偶然的，必須整理成普遍的、必然的，才是有用的知識 (施純協，民 86)。一般具體的「事實特例」，常可經由適當的「抽離」(eliciting) 過程形成「通則」，進而擴充了他的適用範圍。不同的知識層次要能融通，但又不能完全融通；知識重歸納整合，才能合同存異 (但不一定要化為相同)，達致更高的統合與延伸。主體 (subject) \ 符號 (symbol) \ 概念 (concept)，即為知識在不同層次間的轉換。

在具體到抽象與外在到內在的知識光譜中，資料、資訊、知識及智慧是人類對訊息不同層次的分類。人類的「心靈」含有較多的知識與智慧成分，而機械的「律則」含有較多的資料與資訊結構。「變」是機械性的功能，「通」則是心靈上的神會 (施純協，民 79a)。

- 1.資料 (data): 指研究、工作、或生產等所需參考的實物或數據，它是萬事萬物的抽象表示。
- 2.資訊 (information): 指資料經過處理後，產生一些對使用者有助益之數據、文字或圖表等，它是有意含的資料。
- 3.知識 (knowledge): 指資訊經過處理後，成為有根據有理由之認知及成果，可應用到一般事務之處理或問題之解決，它是有組織有結構的資訊。
- 4.智慧 (intelligence): 係運用一套有系統的之規則，表達知識之內涵，詮釋及運用知識，是一種能創造價值的知識。

人類的日常生活中，每天皆有大量的資料產生，資訊是經由資料處理所得到的訊息，知識則是由資訊加入有意義的推理而得。科技發展引發社會變遷，如何在瞬息萬變中，尋找一個不變的內在規律，才能以不變應萬變；能夠全盤理解知識層次，才能發揮人的創造性及整體的思維能力。因此，科技教育宜培養學生適應社會變遷的能力，這種能力有待進一步培養學生對不同層次知識的轉換與不同領域知識的融通之間的心領神會。

肆、科技知識的性質

科技 (technology) 是人類運用知識、創意、巧思和資源等以解決實務問題，調適人和自然環境關係的意圖和努力，改善生活品質的活動 (李隆盛，民 88)，美國全民科技教育 (TAA) 更簡約為「科技是有行動的創新」。科技知識在人類的知識領域中，是屬於實用性知識 (praxiological knowledge)，在於追求「有效的」應用所採取的行動，如醫藥、工程、科技 (工藝) 等 (施純協，民 79b)。它重視實用性或科技性的知識，是人類實用的知識，更是重視「有效行動」的科學。有效行動的科學大部分皆源自於模仿動物或人類的肢體活動而來，人類的生存即依賴著這些有效的行動的發展，改變人類的生活環境，促使社會持續不斷的變遷。有效行動知識的演進可區分如下 (施純協，民 79a)。

- 1.肢體之活動：日常生活中許多工具和機器的發明，不少是經由模仿延伸動物或人類的肢體活動而來。如刀、斧、車輛、船、飛機等。
- 2.感官之活動：主要以延伸人類感官(如眼睛和耳朵)所受到之現實物理環境的限制。如電話、眼鏡、電視機、收音機、望遠鏡等視聽器材的使用及網路科技的發展。

3.腦力之活動：模擬和創造人腦活動的機械，這種機械模擬人類的心靈和智慧，用以取替人類部分工作，如人工智慧、機器人的應用。

顯示科技知識是以「有效行動」為主軸，融合人類肢體、感官、腦力及情感等之聯合活動的綜合知識，在科技教學過程中，除了應注意學生的基本能力水準，傳授適當層次的科技知識，激發學生學習共鳴之外，更應關注知識內涵的連續性及系統性。如科技知識的傳授過分偏重「機械化」，將使得科技教學呆板而無生氣，若能經由科技與人文的相結合，整合肢體、感官及腦力等活動，將有助於科技知識的教學內涵更加豐富完整。

伍、科技知識的成長

科技在於協助人類調適自然環境，基於「教育即生活」，科技教育要能反映現實社會，人類生活在現實的社會環境裡，天天接觸這個複雜的環境，常會遭遇或多或少的新問題，就要不斷的學習新知識、新經驗、新技能，來解決新問題。解決問題的方法，不是單憑口說，而是要配合實際去「做」，從「做」的過程中，因為有了思想的作用，激發了新的經驗與知識，結果也強化了解決問題的能力。所以，科技教育是一門強調「做中學」的學科，做是一種「行動」，在「做」的過程中可以學到很多東西，使我們的「行動」更有效，做是學的手段之一，而學才是科技教育的最終目的（施純協，民 72；施純協，民 79a）。在實作的過程中，有技能的學習，有性情的陶冶，有工作習慣的養成，有求知慾與創造力的激發。做中學的「做」，狹義觀點為「可見諸外表」的活動，最直接的行為是「肢體活動」；廣義性的觀點應該兼具有形及無形的行動，除了肌肉活動外，應把「感官」與「心靈」活動也同時加入「做」的活動中，這是一種結合有形及無形的教學活動，如此，將有助於提升學生的學習「效率」。

「做」是「學」的手段，「學」才是目標。當學生在做中學過程碰到困難時，反而可以學得更多的科技知識。一般在相同的教學安排中，不同能力背景的學生，皆可獲得不同層次的科技知識；以科技知識教學的觀點，每個學生皆有所獲，祇是學習層次不同而已。經由「做中學」，人類的科技知識得以不斷的整合新舊知識，經由歸納、抽離、轉換，形成新的科技知識，進而達到與其他相關學科的融通整合。

「做中學」必須將所學到的知識組織成有系統的知識，透過適當的方法或理

論的推演，整理成真正為自己所有的知識模式，其發展程序如下（施純協，民 79a）。

1. 最初的科技知識是關於「如何做」的知識。
2. 其次「常常做」及「用心做」必須有情感活動為動力，才能產生興趣，樂意去做。
3. 經由肢體活動、感官活動及腦力活動，促進知識的傳遞整合與創新。
4. 科技知識必須結合人文、形式知識及科學知識，形成架構清晰的科技知識。
5. 架構清晰的科技知識，必須在透過整合與研究，才能激發創造發明，促進科技知識的成長。

陸、科技與科學

科技意指科學性的技術，並非是科學和技術的複合詞（施純協，民 79a）。自從石器時代的人類就會利用石器作為生活中的工具，解決日常生活中的問題。歷史更指出，人類早就注意到如何才能產生有效的行動，這種構念激發人類尋找一些更有用的工具，人類先會利用工具，結果形成一些實用性的知識，當實用性知識累積達一定程度之後，終於能夠律則化並成長，這些知識是科學萌芽的主要原因之一（施純協，民 79a）。所以，很多科學的原理和通則（generalizations）是在科技運用之後才被歸納出來的（李隆盛，民 85）。

當實用知識累積與律則化後，產生了科學，科學又可促進新科技的成長，新科技又產生新問題，這些需要新的理論及新的科學知識。科學的新觀念與新發現，可以快速轉變為科技或器物；同時，新科技也可以立即用於推進科學的繼續研究。科技刺激科學進步，而科學促使科技發展，一來一往，永無止境，關係密切互為因果（施純協，民 77），從人類的生活史的發展而言，科技遠早於科學（施純協，民 79a）。所以，科技並非只是「應用科學」，科技常走在科學前面，兩者是共生互補的（李隆盛，民 88），科技刺激科學進步，科學促進科技發展。其關係如圖 1 所示。

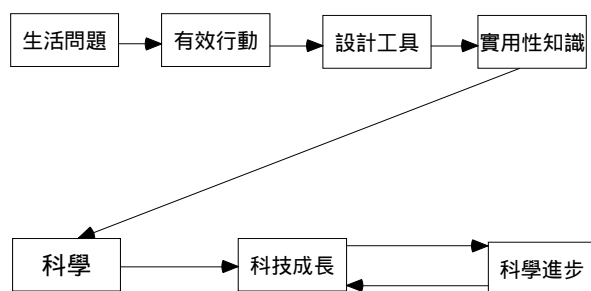


圖 1 科技與科學的形成過程

學科技可以擴展我們的能力，使生活過得更有效率和更美好；學習科學能夠開拓人類的視野，知道什麼情況會發生什麼現象。從自然環境的觀點而言，科技在於調適自然環境，創新物品和系統，滿足人的需求；科學在於解釋自然環境，尋求對自然現象的認識與理解，科技和科學各有不同的知識體，兩者是夥伴關係，不是主從關係，是「和而不同」的，其中科技和科學的交集部分為圖 2 所示的「應用科學」(applied science)(李隆盛，民 88)。在學校教育系統中，科技教育 (technology Ed.)、科技專門教育 (technological specialty Ed.)、或科學教育 (science Ed.) 等，在不同教育階段的課程內涵中，雖然科技與科學所佔的比例各有偏重大小不一之現象，但我們並不容易界定科技與科學何者較大或較重要，事實上，兩者宜維持一種互有消長、重疊與相互支援的動態平衡關係。

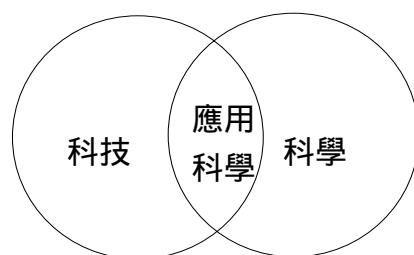


圖 2 科技與科學的關係

資料來源：李隆盛 (民 88)，頁 24

柒、科技知識的整合

人類知識本是一個完整的知識體，不同領域間的知識，關係雖有遠近疏密之別，但彼此之間應該是相互關聯的、可以整合的、可以融通的。目前學校課程為了教學方便，針對知識體系進行歸類，而有不同的學科領域呈現。科技知識體系的概念與其他知識領域的整合，可追溯到一九六六年，Lux 及 Ray 所提出四種人類知識領域中的實用性知識 (施純協，民 79a；羅文基，民 79)，相關內容如下。

- 1.描述性的知識 (descriptive knowledge): 如自然科學和社會科學。
- 2.規範性知識 (prescriptive knowledge): 如人文與藝術。
- 3.實用性知識 (praxiological knowledge): 如科技。
- 4.形式性知識 (formal knowledge): 如數學和邏輯等。

為了釐清科技教育的發展方向，在 1981 年，Hales 及 Snyder 進一步將人類知識領域區分為四個知識領域 (domains of knowledge): 科學知識 (相當於描述性的知識)、人文知識 (相當於規範性的知識)、科技知識 (相當於實用性的知識) 及形式性的知識等四大類(施純協, 民 79a; 羅文基, 民 79; Snyder & Hales, 1981), 各類知識間彼此皆有重疊關聯，其內含如下所述，其關係如下圖 3 所示。

- 1.科學知識 (Science knowledge): 用以建立一些現象和事件的事實，且描述它們之間的關係，如物理、化學、生物等。
- 2.人文知識 (Humanities knowledge): 是追求某些現象和事件的價值與信念，如文學、哲學、音樂及藝術等。
- 3.科技知識 (Technologies knowledge): 追求有效的應用行動，如醫藥、工程、科技(工藝)等。
- 4.形式性知識 (Formal knowledge): 可視為一種工具，用以統整所有的知識，可經由抽離而成為其他三類知識的任一形式或語法，如數學、語言、易經和邏輯等。

科技知識的成長不是科技知識自身的成長，而是整個人類知識 (含形式知識、科學知識及人文知識) 間互動與累積產生的結果。整合其他相關領域的知識，將可擴大科技知識的領域及其發展的空間。



圖 3 知識的領域

資料來源：Snyder & Hales (1981), 頁 6

捌、在科技素養教育與科技專業素養教育之意涵

狹義而言，素養 (literacy) 係指人類基本之讀、寫、算、語言及人際溝通技能；廣義而言，素養應擴及知識、技能、及情意態度等三層面，是個體在社會、職業、公民、休閒、及消費活動中，應具備之基本知能，以因應社會之需要 (羅文基，民83)，也是人人都須具備的基本能力。科技素養 (technological literacy) 係指一個人生活於科技社會，瞭解及認識科技，並具備有效使用科技的能力 (羅文基，民79)，也是人類解決實務問題、調適和環境互動關係所必須具備的基本能力 (李隆盛，民85)。具備科技素養的人，才能有智慧和設想週到地參與周遭世界 (李隆盛、賴春金，民91)。

生活在現代科技社會的人，生活和科技的關係愈來愈密切，全民除了讀、寫、算等基本能力之外，還需要認識、接納既有的科技，更重要的是，必須具備不斷學習、適應新科技的素養 (李隆盛，民93B；Pretz，1992)。國內大多數的科技教育人員相信在今日重視科技、知識和創新的時代裡，我們不但須要借重科技專門 (technological specialty) 教育以培育科技專業人才，更須透過科技素養教育以協助全民成為具有科技素養的人 (李隆盛，民93a)。

在日常生活當中，科技知識是無所不在的，科技知識常以不同的形式存在，科技知識形式必須懂得在不同形式間作轉換，科技知識必須懂得應用才有價值，科技知識要能創新才能生生不息。這些科技知識之間的變通，常可藉由科技素養的激發運作，成為人類有用的知識，才能發揮培育科技人力、加速經濟發展、解

決科技相關問題、促進社會適應等多項科技素養教育功能（李隆盛，民93b）。科技教育(technology education)依其目的可分為科技素養教育及科技專門教育，我國中小學階段的科技教育是全民的科技素養教育，目的在於提升全民的科技素養，協助人類適應科技社會環境的變動；技職教育體系則偏重在提供科技專門教育，其目的在協助學生成為受歡迎的技術、服務或管理人才（李隆盛，民88），促進國家經濟的發展。不同的教育階段雖然傳授科技知識的深度與廣度會有不同，但均以傳授科技知識、活用科技知識、轉換科技知識、整合科技知識及創新科技知識為重要的教學內涵，科技知識透過科技教育的落實，提升全民的科技素養；經由科技專業教育的發展，提升國家的科技競爭力，達到發揮科技知識的功能。尤其在全球化、市場競爭複雜化和科技發展快速的社會環境中，誰能掌握科技知識就能創造經濟，具有科技素養的人，才能有效的運用科技知識，評估科技的利益與風險，作出明智理性的判斷，解決個人所面臨的各種生活問題，適應環境的變遷及降低科技發展所帶來的衝擊，進而建立一個現代化的科技國家。

玖、結語

人類的知識本是一整合的知識體，為了便於「教」和「學」，才有不同領域的學科出現。現存的學科領域，必有其存在的特殊性及獨特貢獻的相關理論作基礎，才能落實與發展。科技學科領域也不例外，也應有其存在的理論依據，從科技知識的本質而言，它應該包括有形與無形的各種不同形式的科技知識，且不同層次的科技知識之間，必需能夠轉換且為人應用，才能創造價值擴展揮灑的空間，進而達到科技知識的創新與生生不息。

科技知識是一種實用性的知識，重視「有效行動」的科學，融合人類肢體、感官、腦力及情感等層面的整合知識。在科技教學過程中，除了重視有形的肢體動作，更應重視無形的感官、腦力及情意活動的連續性及統整性，才是一完整的科技知識學習過程。科技知識要與生活相結合，從解決問題的過程中促進科技知識的成長，他是一門強調「做中學」的學科，兼顧重視技能的學習、性情的陶冶、工作習慣的養成、求知慾與創造力的激發。科技知識的教學除了教導學生「如何做」的知識之外，更需激發學生「用心做」的意念，經由肢體活動、感官活動及腦力活動，促進科技知識的傳遞整合與創新。

科技知識是整體知識系統的一部分，必須與其他相關學科知識串聯整合，借

助科技素養教育與科技專業教育的落實，發揮科技知識應有的功能。科技知識與科學知識關係密切互為因果，科技刺激科學進步，科學促進科技發展，但如能兼顧本身知識系統的完整性及進一步整合人文知識，形成架構清晰的科技知識系統，將有助於科技教育的落實與發展。

參考文獻

- 李隆盛(民 85): **科技與職業教育的課題**。台北市: 師大書苑。
- 李隆盛(民 88): **科技與職業教育的跨越**。台北市: 師大書苑。
- 李隆盛、賴春金(民 91): **科技與人力教育的追越**。台北市: 師大書苑。
- 李隆盛(民 93a): **課技教育的課題與展望**。93 年 10 月 31 日, 國立高雄師大工業科技教育系講稿, 高雄縣, 燕巢。
- 李隆盛(民 93b): **中小學科技教育簡介**。93 年 11 月 1 日, 取自 <http://lee.ite.edu.tw/>。
- 曾仰如(民 87): **形上學**。台北市: 台灣商務。
- 黃光國(民 90): **社會科學的理路**。台北市: 心理。
- 施純協(民 72): **做中學**。台北市: 文笙書局。
- 施純協(民 77): **電腦與文化**。台北市: 知行文化。
- 施純協(民 79a): **科技教育之歸根與常道**。台北市: 波前電腦管理圖書公司。
- 施純協(民 79b): **易經與知識論**。師大學報, 35, 55-70。
- 施純協(民 86): **電腦 EQ**。台北市: 知行文化。
- 施純協(民 91): **黑房中的黑貓**。台北市: 知行文化。
- 陳品卿(民 78): **老子的知識論**。師大學報, 34, 163-170。
- 羅文基(民 79): **技職教育專題研究**。高雄市: 復文。
- 羅文基(民 83): **成人技學素養教育目標之研究**。行政院國家科學委員會, NSC 83-0111-S-017-001 TL。
- Preitz, C. (1992). **Career and technology studies: A curriculum model**. Paper presented at the International Technological Literacy Symposium, Anchorage, Alaska, USA. (ERIC Document Reproduction Service No. 346339)
- Snyder, F. J. & Hales, A. J. (1981) (Eds.). **Jackson's Mill industrial arts curriculum theory**. Charleston, WV: West Virginia Department of education.