

當今通識教育理念賦予科學教育的新功能

趙金祁 許榮富 黃芳裕
國立臺灣師範大學科學教育研究所

壹、前言

本文經由通識教育發展的回顧與檢討，形成當今通識教育的研究重心，並配合科學哲學、心理學和社會學等研究發展對科學本體、知識的新詮釋，企圖說明這些衝擊對科學教育所賦予的功能。

通識教育從各種學科領域知識相互理解與人類生活完整性之兩種不同理念中，經由不同學派的發展成爲理解各學科領域必備基本知識與人類調適生活的實用主張。在此過程裡，通識教育的研究問題因而產生。本文作者經由科學哲學領域裡 Kuhn 學派的相對本體理念，給予科學本體「社會實體」之主張，進而配合科學知識的概念結構所形成之符意模糊性，說明科學知識具有不定理性的內涵，和不定理性的經驗內涵，建立科學知識與社會價值、個人認知相關的觀點，認爲通識教育的理念不是外表行爲、語意的科學化和人文社會化而已，強調科學與人文之平衡是一種內在價值的統整，企圖達成通識教育的深廣要求。

在此論點裡，科學教育產生兩個新功能：一爲科學教育的本體是以人適應外在世界而產生的社會實體；二爲科學的知識所形成之符意表現是自然符意與人爲符意交互作用而產生。

貳、通識教育理念發展的回顧與檢討

通識教育的理念，源自 Newman, J. H. (1873/1947) 的主張，認爲人類的心智是可以經由教育訓練而成長，因此一個人的成長可以在各種不同學習材料裡形成智慧。此種理念強調經由各學科的不同理念與不同理論的交互作用，可以增進人類的心智，此爲一般人較熟悉的通識教育理念，想經由通識教育進入到其他學科領域裡，不僅增加見聞或滿足自我的求知慾外，尙能具有廣大的知識基礎。以此理念爲「通識教育」之國人相當普遍，但本研究認爲應該有更深入的企圖，才是通識教育研究之重心。

在冷戰時期的通識教育研究理念進入到重視以人為本位的方向，強調人類適應「急劇改變之社會」的努力，認為人類的生存與延續才是整個教育的重心，因此 Dewey (1916, 1929/1960) 所提進步主義 (Progressivism) 之「生活與知識息息相關」的理念成為重心之一。此種理念以「生活就是學習」的方式處理各種不同的知識、經驗，把知識以「學科」為分類基礎之傳統主張，經由「急劇變化的動態」之主張，加以延伸成以「生活」為一完整不可分割的基礎，使通識教育從知識之理解進入到知識之統整。

在 1930 年代間，由於知識以驚人的速度成長，以知識為基礎的理念，在有限的教育時間裡各種不同的知識必須加以選擇才能有效的進行，因而必然主義 (Essentialism) 興起 (Hutchins, 1936)，認為經由合適的方式，可以放棄太多且太廣的知識基礎，使知識濃縮成必須的本質。美國的學者曾以美國文化為基礎建立起當時認為必須研讀的「基本知識」。此種理念在我國的歷史上也曾出現過，但在現今環境裡若欲使用此種主張，必須有許多學者投入，用心對中華文化加以統整，才能產生具有我國文化特色之本質 (Essent) 的通識教育。

最近 Kerr (1982) 檢討冷戰時期以危機意識為重心的教育，提出通識教育理念上的實用主義 (Pragmatism) 主張，強調社會變動的方向與人類道德 (moral) 的交互作用，重視人類的價值參與與族群生活間的容忍和合作，使人類不僅能理解和適應當今的存在狀況，而且能夠經營出具有前瞻遠景之盼望。

通識教育理念的發展過程中，呈現出下列三個主要的爭論問題：

- 一、通識教育的基礎結構，是以「知識」為基礎呢？或是以「人」類適應外在世界為基礎呢？

歷史軌跡裡，通識教育的起源理念在 Newman 的主張中是企圖調和此種爭論，認為不同的知識可以提高人類適應外在世界的能力。惟當代各種不同知識急速成長，使得許多知識必須經過「選擇」，才能成為提高人類適應外在世界必備之本質。

在 1900 年代的初期出現以「人」為重心的主張，Dewey 認為「生活」才是重心，因而使通識教育的理念產生另一種新方向。這種主張到冷戰時代才獲得重視，認為人類適應外在世界的努力是一種持續且動態的過程，必須不斷的進行才能達到生存與延續的需求。惟在冷戰結束後 Kerr 認為生存與延續不僅是個體的需求而且也是整個族群的需求，發展的方向不僅是生物的本能而且是可以經由族群加以經營。

綜合此二種不同主張，通識教育理念的發展正是一種企圖調和此種二分之分歧的過程，因此不同的通識教育理念存在共同的核心，那就是：「人類生存與發展必須的共同

需求。」

二、「人類生存與發展必須的共同需求」是如何形成？

Newman 等學者認為「知識」是共同的基本需求，為人類適應外在世界之活動累積而成。這種理念在當今知識膨脹的環境裡，形成新的問題，主要的關鍵在於「那些知識」、「如何選擇」、「如何結構」、「如何傳輸給相關族群」、……等與當今各種社會活動有關的問題。

Dewey 等學者認為「人的生活」是共同的基本需求，是人類與外在世界交互作用而不斷變化所形成。這種理念配合杜威（Dewey）學派的民主與自由等西方生活之價值認知，在個人發展方面為研究者所肯定，但後冷戰期 Kerr 的主張，認為「人的生活」不僅是個人的表現而且是群體的交互作用，這和人類的道德與社會的價值、意識、制度等有關。因此有些新的問題產生，主要的關鍵在於「什麼是生活」。

綜合此二學派的主張，在此問題兩者皆面對共同的挑戰。這個挑戰不是外在世界具體存在的客觀性知識、價值或意識型態等表面的現象，整個挑戰為源自人類社會內在潛藏價值之判斷，因而使得研究者需以更嚴肅的態度去思考這個挑戰。

三、如何使新的個體具備「人類生存與發展必須的共同需求」？

偏重於外在知識的理念，將知識視為完整組成且可以加以分析，使知識具有可以掌控的本質，再配合不同教育情境的設計，使新的個體具備人類生存與發展必須的共同需求。在美國的歷史背景裡更由於行為主義的興起，使知識本質成為可以經由人類行為加以具體表現，因而更強化了知識的具體性質，固定組成和可以操弄化的性質，形成常見的過程型知識、概念型知識等具有邏輯型式之條件知識。這種知識理念認為知識可以截然區分成自然的和人工的兩種不同基本架構，自然的觀念乃是在與反映外在自然世界的本質，人工的概念才是反映外在世界的價值認知（Gardner, 1981）。自然的觀念可以經由真理的標準形成「必然存在的本質」，使其存在為一種具有客觀性與普適性的狀況，人類可經由同理心而得到共同結果。

偏重於人類生活的通識教育理念，在此方向將生活視為人類完整的表現，強調整個活動的實用性，重視知識的動態狀況與社會的動態成長，使得新個體具備人類生存與發展必須的共同需求，不只是外在的知識而是內在的成長（Gardner, 1981），因而強化個體的直接經驗與個體的自我發展，部分社會學者以「自我實現」為其終極目標。

綜合此二學派的主張，兩者都認為使新個體具備必須的共同需求是通識教育努力的方向，但對這些必須的共同需求則呈現出分歧的主張，可區分成形式上的知識組合、重

整、統合等較明顯的外顯表現，到深入於人類價值的共識、意識型態的共鳴等屬於深層社會結構的因素之軸線。因此，研究者在此問題上確有許多值得深思的空間。

叁、科學教育在當今通識教育理念中的新功能

從通識教育理念發展的回顧與檢討裡，本研究認為當今的科學教育理念能夠為這些爭議提供較合適的註解。

一、科學教育的本體是以人適應外在世界而產生的社會實體。

科學的本體，在洛克 (Lock) 的主張是以經驗為本體，為反映外在世界之本質為重心，笛卡爾的主張是以理性思維為本體，視科學為一種獨立於人類個人知感的客觀世界。近代的科學本體主張，Kuhn (1970) 首先提出無關理性的主張，使人類的價值進入到科學的本體組成中，產生科學本體的新主張。現今在建構論的理念裡，Vico (1710) 的意義建構主張獲得重視，使科學本體主張與人類活動產生相關。隨即 Goodman (1978) 提出外在世界意義是由個人主動建構的主張，使外在世界的存在狀況因個人的不同而為一種分歧狀況。惟這種主張在當今的科學教育研究群裡面對一些挑戰(許榮富, 1994; Roth & Roychoudhury, 1994)。主要的見解有：

1. 個人之建構不是毫無限制的自由，整個建構的範圍為社會群體價值之部分範圍，社會群體與個人的建構相關。因此這種個人建構的知識並不是外在具體世界之反映，實為個人所在之社會情境之反映。如我國學生會在作文課程表現月亮上的嫦娥和月宮，同時在自然科目裡呈現月亮表面只是一些坑坑洞洞(許榮富, 1994)。

2. 個人建構的本體理念，不一定是理性。

社會群體價值經 Kuhn (1970) 所主張的價值認知所組成之典範，使個人建構知識的過程不一定以理性為基礎，而存在 Kuhn (1970) 主張的「信仰」。

3. 科學知識的本體從外在世界的反映延伸到人性建構的反映。如果科學是以狹義的「自然科學」視之，傳統上的理念是以「外在自然現象之實體」為目標，因此許多科學家相信他們的工作是在趨近或反映外在世界實體 (Kuhn, 1970)。惟當今的研究者，從 Kuhn (1977) 提出的「科學典範」主張裡，延伸到人性價值認知對人類對外在世界的不同詮釋，進而認為「科學典範」的存在狀況與人類的認知、意識等相關。這種發展擴充了 Kuhn (1970) 的社群 (Community) 內涵，從 Kuhn 個人主張傾向意識型態組成的特殊社群，進入到以共同生活型式的社會族群，形成科學教育研究者 (Shymansky & Kyle, 1992)，重視以社會結構為主而產生的現象，像權威 (Authority)、

權力 (Power) 等與如何形成目標、如何建立行為法則、如何區分接受程度、如何表現行為……等個體與社會的關係 (Giroux, 1988)。這些發展使得科學教育的本體，從「科學社群」的「典範」進入到「社會社群」的「教育典範」，使科學教育的本體和純粹的「科學典範」略有不同 (許榮富, 1994)。

二、科學的符意表現是自然符意與人為符意交互作用而產生，本身具有模糊性。

科學符意 (Semantic) 的模糊，在國內已有科學教研者提出 (趙金祁, 1993 ; 許榮富, 1993、1993a、1992)，但也產生一些誤解。現從科學符意的歷史回顧加以說明。

將科學符意視成「自然概念」的主張，係認為科學的觀察也可經由人類的感知 (Perception) 而有共同的結果，如「冷」或「熱」。另一種理念則將科學符意視成「人為概念」，認為科學的觀察可以經由人為的定義、術語、規定等形成共同理解的基礎 (Hempel, 1966)，然後經由共同遵守的運作與環境區分出「可否接受」，如「溫度的測量」。

現象學的胡賽爾學派 (Husserl, 1965) 經由溫度 18°C，究竟是冷？還是熱？提出在這兩者之間的廣大模糊區。個人對外在環境的知感 (sense) 係源自生物本能，受到限制較多，共識性也較高，但因人類對外在環境的理解，常超越過知感而以理論、方法或工具等為基礎對外在環境加以詮釋，因而使得相同的外在現象會有不同的詮釋。

科學教育研究者在此方面的研究，產生兩個新方向 (許榮富, 1993)：

一、科學知識的「概念錐」具有深層結構。

科學知識的概念結構是以定義和屬性等組成概念符號，再配合屬性的遞增與攝事例的遞減形成完整的概念結構，這種概念結構稱為「概念錐」。由於符意的模糊性，科學教育研究者發現要詮釋學生自我建構的概念錐，須深入到學生對情境的理解，以及學生對「認識論 (Epistemology)」的基本主張 (許榮富, 1993 ; 趙金祁, 1993 ; 趙金祁等, 1993、1992 ; Roth & Roychoudhury, 1994)，才能清楚學生建構知識的方式。這些深層結構正是 1990 年代認知心理學研究的新方向 (Beilin & Pufall, 1992) 尚待深入探究。

此種新發展呈現出通識教育的「新功能」：從不同知識的表面結構裡形成人類共有的深層結構。

這些深層結構的探究，在我國的環境裡有些誤解，值得深思。例如我國銘言「精誠所至，金石為開」等誠的詮釋，硬生生的套用自然科學的能，認為這樣就是自然科學的

基本定律應用於人類生活裡。我們認為在符意模糊性裡，這種引用有其適用的極限，若僅借用其表面的知識組織而忽視隱藏其後的深層結構，國人文化中的「誠」之詮釋會喪失「心智能力的真諦」，淪為一種屬於物質世界的「自然律」。這種發展值得通識教育的研究者再加以深省，如何經由科學概念的自然屬性之功能，配合人工型式屬性的功能，在人類詮釋需求中形成我國文化特質「誠」之內涵，使其具有遠超越當今科學家所能理解的物質世界，將誠的內涵在「原子能」等動態的、暫時性的科學知識推翻後，依然是國人的文化特質。這才是概念深層結構探究之重心。

二、科學知識的經驗基礎，具有無關理性的範圍。

自然科學知識的經驗基礎，在理性經驗論的需求下，曾以客觀性的觀察為起點，重視科學現象的實證需求和邏輯檢證的理性標準（Hempel, 1966），近代由於 Vico（1710）的建構主張在認知心理上獲得重視以及 Foucault（Ball, 1990; Grodon, 1980）等社會批判學的主張在科學知識形成等問題的研究上獲得認同，許多學者的研究結論認為人類的經驗空間，除客觀性的理性空間外，還得延伸進入人類感知外在世界的空間（許榮富，1993；趙金祁，1993），這種發展使經驗的內涵存在個人或社會價值，成為類似 Kuhn 或 Foucault 學派的無關理性之典範價值，使通識教育具有另一種功能：通識教育不是某一意識社群的領域，而是個人企圖統整不同意識價值，建立個人生涯發展的基礎。

由於經驗的內涵裡存在感知的空間，使得人類接近外在世界時，不是全然的空白，而是以自我擁有的認知加以建構（Goodman, 1978）。在此過程裡，概念屬性的處理會比傳統上給予的「科學性思維」還深入。一般人認為科學的思維是由分析著手，經由單一屬性或變項的操弄，再慢慢的增加屬性或變項後才会有整合性的思維，這種主張在現今的理念中，值得再深思。如何形成當今理念主張，認為科學知識是人類經由經驗或活動，將外在世界在法則運作下，簡化與歸約而有的產物，使科學知識遠較具體的「生活經驗」還有更廣的思維彈性，當是一種挑戰。

這些問題是 1990 年代認知心理的研究重心之一（Renninger, Hidi & Krapp, 1992），許多地方還存在爭議性。因此舉一常見例子加以說明：

在「氣體擴散」的研究裡，研究者企圖釐清學生理解科學家詮釋氣體行為的粒子模型，使用直接經驗方式混合 A 和 B 兩種不同顏色的氣體做為學生的經驗基礎，然後引入科學家的氣體粒子模型，要求學生依照思維標準加以判斷。結果發現學生的行為表現不能依照 Toulmin（1958）「法庭式科學論證」方式加以詮釋，也就是學生在思維與判

斷的過程，並不是一種客觀性的理性運作。Habermas (1984, 1983/1990) 對此現象提出個人思維中已存在「個人選擇法則」的主張，認為這些判斷基礎，類似人類道德的成長過程具有無關理性之存在，不一定是完全依照概念屬性特質為基礎。也就是個人已將直接的生活經驗，在個人心智運作中加以轉換而有因人而異的分歧。

這種理論的發展，使通識教育所追求的「統整不同意識價值」成為較具體可行的方向，應是對通識教育研究的一種肯定，值得我們相互鼓舞。

肆、結語

本文提出科學教育在通識教育裡如何發揮人文、社會與科學平衡的新功能，經由通識教育發展回顧與檢討，理解通識教育的研究方向與爭論的重心，配合當今科學哲學、心理學以及社會學的理念，從科學教育的方向，提出一些個人認為值得討論的新功能。

在當今的科學教育理念下：①科學教育的實體不是一種特殊領域的科學家之實體而是配合全國國民提昇品質的社會價值實體，因此不僅是反映科學的族群價值而且是反映當代社會對科學族群價值之認知與期許；②科學教育的符意空間，不是一種必須遵行的法規，更不是詮釋爭論之基礎。科學的符意空間雖然有其嚴整的結構、完整的邏輯，使其具有理性的表面組織，但從其深層的架構而言，具有像人文、社會等特質，仍然和人類感性空間、價值空間相關，而有其模糊性。這些符意上的模糊性，使得科學的經驗基礎存在人類感性參與的運作。

從此種新功能加以延伸，我們將可以在人類內在心智的深層結構上，把不同外在形式的知識給予完全的重整，使人類的活動能以更完整的「整體觀 (Holistic)」方式理解，達成通識教育當代理念之需求。這種觀點 Hobbs & Salome (1991) 已成功的重整科學素養和藝術素養之內涵，配合 Eisner 學派 (Eisner, 1991) 完全人的理念，發展出能經由「描述、分析、詮釋、批判」培育學生藝術涵養，展現出 Goodman (1978) 從哲學領域主張藝術與科學具共通性之觀點，同時也為創造力研究發現「人類在科學之創造與藝術之創造有相同運作」(Wakefield, 1992) 提供新的支撐。

我們深信這種鼓舞通識教育研究發展的結論，將會因研究者對不同學科領域新功能的開拓而一一展現。本文謹在此做一種拋磚引玉的作用，期望能為我國通識教育研究提供參考，以開拓出另一個新的研究方向。

伍、參考文獻

- 許榮富(1994) 近四十五年來我國科學教育發展之分析與前瞻(印製中)。
- 許榮富(1993) 科學知識認識論的新詮釋及其對科學教育研究的衝擊。中華民國第九屆科學教育研討會論文彙編。
- 許榮富(1993a) 科學知識的推論理解之精緻結構化心智模型。
1993年國際科學教育詮釋性研究研討會。
- 許榮富、黃芳裕(1992) 學生使用科學知識的省察力發展之分析。
1992年中華民國物理教育學術研討會論文彙編。
- 趙金祁(1993) 三維人文科技通識架構芻議 書銘出版社。
- 趙金祁、許榮富、黃芳裕(1993) 科學哲學對科學知識組成之主張及其演變, 科教月刊, 161期, PP. 4-17。
- 趙金祁、許榮富、黃芳裕(1992) 科學哲學知識主體主張之演變, 科教月刊, 154期, PP. 2-18。
- Ball, S. (1990) *Foucault and Education*. New York: Routledge.
- Beilin, H. & Pufall, P. (1992) *Piaget's Theory: Prospects and Possibilities*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Dewey. J. (1929/1960) *The Quest for Certainty: A Study of the Relation of Knowledge and Action*. New York: Putman's Sons.
- Dewey. J. (1916) *Democracy and Education*. New York: Macmillan.
- Eisner, E. (1991) *The Enlightened Eye*. New York: Macmillan.
- Gardner, H. (1981) *The Quest for Mind: Piaget, Levi-Strauss, and the Structuralist Movement (2nd.)*. Chicago: Chicago University Press.
- Giroux, H. (1988) *Schooling and the Struggle for Public Life: Critical Pedagogy in the Modern Age*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Goodman, N. (1978) *Ways of Worldmaking*. Indianapolis: Hackett.

- Gordon, C. (1980) *Power/Knowledge: Selected Interviews and Other Writings of Michel Foucault*. Sussex: The Harvester Press.
- Habermas, J. (1983/1990) *Moral Consciousness and Communicative Action*. (trans. by Christian Lenhardt et al.,) MIT: Polity Press.
- Habermas, J. (1984) *Theory of Communicative Action vol.1* (trans, by Thomas McCarthy.) Boston: Beacon Press.
- Hempel, C. (1966) *Philosophy and Natural Science*. London: Prentice-Hall, Inc.
- Hobbs, J. & Salome, R. (1991) *The Visual Experience*. Massachusetts: Davis Publications.
- Husserl, E. (1965) *Phenomenology and the Crisis of Philosophy*. (trans. by Ouentin Lauer.) New York: Harper & Row.
- Hutchins, R. (1936) *The Higher Learning in America*. New Haven: Yale University Press.
- Kerr, C. (1982) *The Use of University* (3rd end). Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Kuhn, T. (1977) *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Trandition and Change*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (1970) *The Structure of Scientific Revolution*. Chicago: University of Chicago Press.
- Newman, J. (1873/1947) *The Idea of University*. New York: Longman's Green.
- Renninger, K.; Hidi, S. & Krapp, A. (1992) *The Role of Interest in Learning and Development*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.

- Roth, W. & Roychoudhury, A. (1994) Physics Students' Epistemologies and Views About Knowing and Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), pp.5-30.
- Shymansky, J & Kyle, W (1992) Establishing a Research Agenda: Critical Issues of Science Curriculum Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(8), pp.749-778.
- Toulmin, S. (1958) *The Use of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vico, G. (1710/1858) *De Antiquissima Italorum Sapientia Naples: Stamperia* (with Italian translation by F.S. Pomodoro.)

參加一九九四年國際物理奧林匹亞競賽 我國代表隊名單揭曉

我國參加 1994 年第廿五屆國際物理奧林匹亞競賽之國家代表隊決選集訓營，已於本年 4 月 25 日至 5 月 7 日期間，在臺灣師範大學物理系舉行，參加學生共 17 名。總成績合計初選、複選、全國高中物理決賽、科學資優生研習營、以及本次決選等各次成績，並依各項競賽之考試場數做適當之加權計分。選出國家代表隊正選隊員名單如下：（按地區，由北而南排名）

另錄取有候補隊員三名：

陳敬慈（北一女中）	趙元瑜（建國高中）
游星鼎（武陵高中）	蘇俊達（建國高中）
陳健龍（武陵高中）	江欣峻（武陵高中）
蔡金吾（嘉義高中）	
蔡明憲（台南一中）	