

建構論在科學教育研究的典範類型與應用(一)——建構論的典範與評析

*趙金祁 *許榮富 **黃芳裕

*國立臺灣師範大學科學教育研究所

**國立臺灣師範大學化學系

壹、前言

建構論是我國科學教育研究領域裡頗受重視的理論基礎。國外類似相關的研究領域裡，於1994年分別在幾個重要期刊裡掀起論戰，企圖從皮亞傑的「自然理性的心智邏輯」延伸到「無關理性的社會機制 (social institution)」，像在1994年 *Journal of Research in Science Teaching* 的專論、*Educational Psychologist* 的專論和 *Educational Theory* 等皆有此方向的重要論著如：傳統理念的 N.L.Gage (1994) 所面對 Macmillan 和 Garrison (1994) 的挑戰，Greene (1994) 的認識論介入知識建構的理念，甚至到 Solomon (1994) 的極端主張等直指有必要對過去在建構加以統整。

我國科學教育重要期刊之一的「科學教育」月刊，在魏明通教授的領導下，經由主編彭育才教授的策畫，於1991年起引入與建構論相關的「科教論著」專欄，呈現出許多重要論著，像：邱美虹 (1994)、林曉雯 (1994)、余曉清 (1994)、許榮富 等 (1995)、楊榮祥 (1995)、趙金祁 (1994, 1993)、趙金祁 等 (1992, 1993, 1994)、魏明通 (1993a,b,c)、羅珮華 (1993) 等在建構論理念的立場，呈現出一個共同的領域。那就是「社會機制參與學生對科學的建構」，即「institution」不能簡單的視成「約定俗成」，必須重視到源自社會體系而具有「權威與權力 (authority and power)」(Foucault, 1980) 的運作，存在「自由度的空間 (Freedom)」(楊, 1995, 趙等, 1994)，不是自然的共識。類似的研究理念，也出現在江新合教授、洪木利教授與郭重吉教授 (郭重吉, 1992) 等國內與建構論理論相關的探討。

經由這種「無關理性 (non-rationality)」的理念，使科教月刊的論著和科學教育研究所的相關論著 (趙金祁, 1993, 許榮富, 1993a-d, 1992a-b) 能夠和建構論的潮流同步。在此一背景下，進行建構論在我國科學教育研究上的文獻評析，具有頗高的意義。

本文將建構論(constructivism)區分成①傳統的建構理念與認知心理的建構論。②在認知心理學在建構論,依其哲學理念的不同,區分成皮亞傑的原始主張、Von Glasersfeld的激進建構(radical constructivism)、Kelly的個人自由建構(constructivist)、Vygotskian的社會建構(social constructivism)等四個不同的理論,加以分析和探討,以為有興趣於科學教育的建構論研究之參考。

貳、建構論在科學教育研究的典範類型

科學教育的研究者,經由傳統科學哲學的理論基礎,在理性、客觀、邏輯等意識型態之支配下,企圖經由實證主義(postivism)去探討「具體存在的外在實體」,激起自然科學的突飛猛進,創造了今日的科學奇蹟。在一系列的進步中,人們在廿世紀的末期開始省察這種意識型態的得失與利弊,進而使科學知識的本體產生改變,使科學的真理具有人性參與的空間(林曉雯,1994,許榮富等,1995,趙金祁,1993,趙金祁等1992,1993a,b,1994),科學教育的實用性在本質擺脫「像鏡子般的反映外在世界」(許榮富,1993a, Laudan, 1984, Rorty, 1984, 1979),科學的意義是人類歷史活動中的產物,永恆真理成為和時間有關的認知(Vico的理念,引自Pompa, 1990)。這些特性,使建構論具有下列三個特性:

- (一) 人類從其生活的意識型態中,給予外在世界意義(making meaning)。
- (二) 由於外在世界的實體(reality)為不可直接得到,因此生活的意識型態是由人類所建構(making reality)(Kegan, 1982)。
- (三) 配合著人類追求生存發展的需求,不斷的形成演變(the challenge of change)(Kelly, 1955)。

在此三個特性下,形成傳統建構主張與當今建構論主張的差異。這些差異使科學教育的研究重心,從表面行為的轉換延伸到內在心智表徵的深層結構,即科學教育研究的重心,除學生會用科學術語外,如從汽車跑得很快到汽車的速度很快;尚須深入到內心的認知。

一、傳統的建構理念與認知心理的建構論之比較

我國科學教育基礎,受到西方文化的衝擊很大,尤其是美國的文化,再加上科學教育的課程是在冷戰時期中,因應國家的危機意識而直接引入新課程,因此在科學教育的哲學基礎上具有濃厚的美國行為主義的特徵。這些特徵在過去確曾給予我國科學教育莫

大的助益，帶來臺灣的經濟奇蹟，大大的改善了國民生活，也提高了整個生活的「科學化」，奠定「科學素養」全民化的重要基礎。但在建構論的第三特性立場下，無諱言的，這種行為主義的特徵，也帶來一些缺失。現將這種行為主義為架構的傳統建構理念和認知心理的建構加以比較，整理出一些差異（表一）。認知心理的建構論有下列主要的延伸：

表一 科學教育研究的傳統建構理念與認知心理的建構論之差異比較

| 領域 | 內涵 | 傳統建構理念 | 認知心理的建構論 |
|----------|-------|-----------------|--------------------|
| 外在世界 | 存在狀況 | 固定的 自然的 | 不斷的演變 |
| | 組成狀況 | 可分析的單元 共識的信仰 | 系統性的結構 意識型態產物 |
| 內在交互作用的 | 組成單元 | 型式命題 | 意義化的歷程 |
| | 組成關係 | 聯結 匹配 | 不一定有邏輯形式的 公理與標準 |
| | 與個人關係 | 共識 | 和社群、情境有關 |
| 科學教育研究方向 | 表現方式 | 固定的過程或 策略 | 賦予意義的過程表 徵的使用 |
| | 工具方式 | 完整的結構 標準化的程序 | 全域性 |
| | 診斷方式 | 特殊化的 非次序性的 | 全面的理解 意識與意識到 |

- (一) 科學教育的方向，外在世界的認知從物質（body）進入到物質與心智不可二分的交互作用。在科學哲學的真理上，個人的認識論介入（Greene, 1994），使得外在世界的存在會因人而異。個人的不斷成長使外在世界成爲一種動態的成長（許榮富等，1995, 1994b, Barsalou, 1993）。在科學知識的組織上，傳統的「分析」成爲不可能，也就是在個人的認識論裡，因生活世界裡源自文化、社會體系的「意識型態（ideology）」而有不同的認知，像理性社會現象學的 Schutz（1962/6, 1972）就以「自然態度」的共識，以生活世界去處理認識論而把意識型態排除，但 Habermas（1983/1990）則認爲不能排除。目前的

社會學領域傾向Habermas的理念(Graib, 1984 /丁庭宇主編, 廖立文譯), 我國學生在科學現象的實徵表現也支持Habermas的理念(許榮富等1995, 1994a, 1992a, b)。

- (二) 在科學現象方向, 內在心智與外在世界的交互作用, 具有無關理性的空間。傳統的建構理念, 在行爲主義的早期理念下, 內在心智的運作是不可探討的黑箱, 僅強調個體表現的生理行爲或活動等與外在環境間的「聯結」, 配合著自然科學的強烈「物質的同質性(homogeneous)」, 把個人的差異性加以排除, 再以自然的狀況形成「共識」。也就是人與外在世界作用, 可以經由約定俗成(institution)延伸理性的運作產生共同認知, 像Schutz(1972)即是這種看法。1950年代, 歐州法蘭克福社會學派進入美國, 形成今日的后現代哲學理念。Foucault(1980)提出社會機制(social institution)上的「權威與權力」, Derrida(1981)提出的解構論(de-construction), 強調從認識論的本體認知等無關理性的領域, 使institution不再是約定俗成的表面型式, 必須經由心智深層結構形成Greene(1994)提出認識論介入個人知識建構的看法或Garrison和Macmillan(1994)的無關理性的空間。在此方向, 科學教育月刊的STS相關理論(邱美虹, 1994, 余曉清, 1994, 楊榮祥, 1995, 魏明通, 1993)即頗重視這種「自由空間」, 而這些自由空間的理論是科學教育經由過程技能(science process skills)進入通識教育的重要途徑(趙金祁等, 1994), 在建構論的理念下, STS更具有自由空間的特性(楊榮祥, 1995)。我國學者在科學教育實徵研究所收集的資料也支持這種「無關理性空間」的認知(許榮富1993b, 許榮富等, 1994a, b, 1992a, b, c)。
- (三) 科學教育研究的重心, 從表面行爲的研究延伸到心智認知的深層結構。在固定共識的理性實體中, 最有效益的表現是一種具有工具理性的程序, 可以減少嘗試錯誤的損耗, 也可以經由不斷的精熟演練而縮短時間的損失。因此, 在理性的結構理念中, 科學教育的知識被區分成已有貨倉內的現貨(repertory gird), 一切依照固定的方式組合好, 整個活動是配合著顧客的需求而有「目的動機」, 研究者是在釐清服務循著固定的「意義脈絡(meaning contexts)」分析「原因動機」。所以有標準化的工具和區分基礎, 可以用固定的程序(process)分析, 無視生產貨物品質的重要性。Schutz(1972)的這種主張, 曾在美國風行一陣子, 但隨即面對許多挑戰, Craib(1984)即指出以共識方式將知識視成貨

倉內的現貨和將方法與目的 (means and ends) 二分的理念，忽視了源自社會的意識 (consciousness)。這種「意識 (consciousness)」確是現代建構論各種不同派典的核心 (Forman & Pufall, 1988 ; Keating & Rosen, 1991 ; Neimeyer, 1993)。我國科學教育的研究，經由 Loudan (1984) 的實用主義理念，提出個人信仰介入科學本體 (趙金祁等, 1993, 1992) 形成科學教育的特色 (林曉雯, 1994)，在認識論內涵 (許榮富, 1993a) 進行實徵研究 (許榮富等 1993a)，傾向支持心智認知深層結構是可探討的空間。

二、認知心理學上的各種建構之典範

建構論在認知心理上，主要的類型有兩種，一種是以個人自由建構為起點的 Kelly (1955) 個人建構 (personal construct) 之建構論 (constructivist)，另一種是由社會宏觀面為起點的建構論 (constructivism)。

科學教育的研究領域裡，經由科學知識的表徵，企圖釐清學生的內在心智建構，許多的研究是以較為科學教育所接受之皮亞傑理論為架構，再配合皮亞傑對語言的理念，形成兩個較突出的典範。一個是源自皮亞傑 (1978) 的 Genetic Epistemology，另一個是修正成單一外在實體的 Von Glasersfeld 之激進建構論。現分別討論這四種主要的典範。

(一) 皮亞傑學派的建構論理念

許多文獻是以皮亞傑 (1929) 的「小孩子對地球的概念」為起點 (Driver & Easley, 1978 ; Solomon, 1992)，經由研究者與學生的晤談，透過語言的資料，在類似佛洛伊德的精神分析方法下，釐清學生的內在建構。建構論的學者，對皮亞傑理念的興趣，超越一般科學教育研究所重視的自然成長與理性成長之階段畫分等傾向結構論 (structuralism) 的理念，反而重視到皮亞傑以功能論 (functionalism) 進行的研究，這些研究對建構論的貢獻，有下列特性 (Pufall, 1988)。

1. 皮亞傑對廣義語意符號的研究，像語言、遊戲、藝術創作、知感、記憶等 (Piaget, 1967, 1954)，發現社會的意識與學生的認知有關，成為社會建構 (social constructions) 的典範基礎。目前的科學教育研究接受這種源自意識型態的限制，如澳洲西部的 STS 課程 (楊榮祥, 1995)。
2. 皮亞傑 (1978) 以確認 (recognizance) 為基礎，界定出學生理解外在世界的作用與學生已有的意識有關，稱為「省察 (reflectivity)」並把省察

區分成兩種。一種是「反身省察 (reflexive)」為經由抽象思考把概念的內涵加以改變，另一種是「省察 (reflective)」為把整個本體加以改變的歷程。這種主張發展出當今社會學上的「意識與意識到 (consciousness and awareness)」之理念成為個人建構的核心 (Meacham, 1983)。

(二) Von Glasersfeld 的激進建構論

Von Glasersfeld (1980) 提出「激進建構論 (radical constructivist)」，認為皮亞傑學派所使用的建構理論，若從知識的理論為範圍加以討論，在不犧牲「客觀性」給科學教育的利益 (Von Glasersfeld, 1992)，必須以 Vico 的理念 (Pompa, 1990) 將外在實體經由皮亞傑的平衡狀況形成「當代最新的那一個」而且只有那一個。因此 Von Glasersfeld (1992) 提出下列主張：

1. 以「現象主義 (phenomenism)」為重心，即人們對外在世界的理解，是以我們所能理解到、認知到的為範圍。因此，超越過經驗內涵的範圍不能考慮，堅持分割出經驗知識加以討論，形而上 (metaphysical) 的知識不加以討論。
2. 實體的存在，不是經驗實證論所主張的獨立於人而存在，應該是由個人與概念結構相互結合，具有工具的效用，能使個人配合其目的而加以駕駕，因此真理只是一種調合 (coherence)，即個人的內在結構與個人目的上的實體能相互調合且能有效使用即可。

Von Glasersfeld 的激進建構論，曾成為我國科學教育建構論的主流，開拓出許多研究成果。惟在 1992 年後，在知識認識論上 (Greene, 1994)、語意符號上 (Solomon, 1994)、教學活動上 (Macmillan & Garrison, 1994) 受到挑戰，形成下面的兩個主要典範。相對的，國內的實徵研究則產生分歧，若假定科學知識本體不是單一種狀況下，研究結果不支持激進建構論 (如：許榮富，1993b，許榮富等，1994a,b，1992a,b)。學生的科學實體分化為「有限相對多元」不是「單一絕對」的狀況。

(三) Kelly 的個人建構論

Kelly (1995) 提出個人建構論，認為學生本身就像科學家一樣，不斷的賦予外在世界意義，形成自己的內在認知。在這理念下，科學教育內涵受到下列衝擊。

1. 組成科學的內涵是什麼？傳統的科學哲學認為科學的本體是具普適性的且獨立於人的客觀、價值中立，但 Kelly 的理念轉換成全然相反的認知。

2. 科學教育的內涵是什麼？在客觀與具體的外在實體下，學生是要學得這些外在實體的意義，但Kelly的理念，成為學生是在解釋外在實體並給予外在實體合理的定位之掌控者。

在Kelly的理念下，整個建構的內涵成為①學生如何去看外在世界，像學生觀察的焦點在那裡？②學生如何去建立起有用的認知？像如何有效的利用科學知識。③學生的學習並不是要形成唯一的真理。學生的心智運作成為從自己已有的知識或經驗，產生外在世界的意義。由於外在世界是不能直接加以接近，學生必須經由自己的創造去產生有用的意義，再經由不斷的成長與演變，使有用的意義不斷改變（Lyddon & Alford, 1993）。

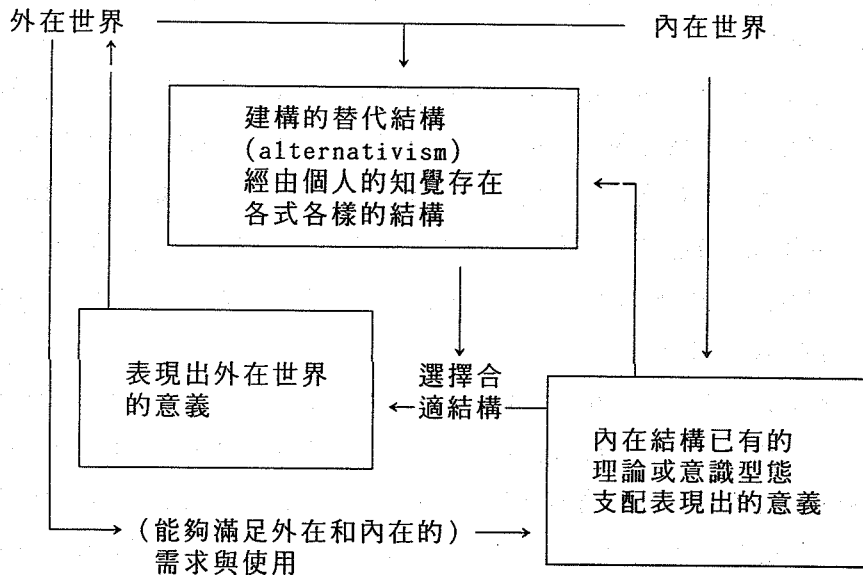
Kelly的個人建構主張，在科學教育的研究領域上，產生具有下列特色的延伸：

1. 語言的內涵，從傳統領域的命題延伸到非語意、非行為的心智內涵（Efran et al., 1990）。
2. 廣義的語言內涵，使語言敘述（narrative）成為展現個人建構理論或意識的最好工具（Sarbin, 1986）。
3. Kelly（1955）認為語言是個人看外在世界的一種創造表現，語言與外在世界的關係，不一定是理性或明確性。因此有無關理性或不明確性，像氣體的行為描述，壓力和溫度常是相互混合的使用（Longrino, 1990）。
4. 對外在世界的認知，Kelly（1955）認為是一種不斷的動態成長，而且過程像Kuhn（1970）的科學典範為不連續轉移。若存在一個有效的方法能解決問題，則對改變的動力產生阻礙（Efan et al., 1990）。

為方便說明Kelly的個人建構理論，本文以Kelly（1955）的著作為基礎，建立起圖(-)的模型。

經由人和環境的交互作用，賦予外在世界的意義，形成許多的替代結構，個人經由理解、判斷等選出合適的意義加以表現，然後再經外在世界的其他結構與個人需求之作用，形成新的內在結構。

這個模型，若以後現代哲學理念處理，像Derrida（1981）的個人本體主張改變之解構論或Foucault（1980）的毫無限制相對論，那麼每個學生都有自己的結構，即一百個學生會有一百個不同的建構。科學哲學裡，Goodman（1978）即以這種完全自由的方式詮釋個人的建構。此種理念恰巧和西方文化的「個人主義（individualism）」有極高的重疊性，因此頗受美國心理學界的歡迎，尤其是在精神治療與輔導的研究



圖(一) Kelly個人建構論的說明模型

上。但在教育的研究上，教師與學生的作用不能擺脫社會倫常規範的限制，彼此間不能完全平等或自由，因此許多研究對這種完全自由的立場提出挑戰（趙金祁等，1994；許榮富等，1992a,b；1994a,b；Greene，1994；Hassan，1987；Solomon，1994）。

(四) Vygotskian 的社會建構論

社會建構論（social constructivism）在我國科學教育研究領域裡，首篇論著是由科教所所長趙金祁（1992）揭示，隨即成為科教月刊在建構論上的重要主張。目前已有許多相關文獻，像教育理論（Garrison & Macmillan，1994）、知識認識論（Greene，1994），科學符號語言（Solomon，1994），教育心理的本體（Phillips，1994），Vygotsky 心理學（Moll，1994）等皆在進行探討。

我國的社會建構主張，認為科學教育的內涵須有下列延伸：

1. 科學的本體。在Laudan（1984）的人類價值參與下，使信仰成為真理的基礎（趙金祁等，1992a，林曉雯，1994）。
2. 科學的語意符號。在Bruner的主張下，不具有固定的定義，會因人而異（趙金祁等，1993，許榮富，1993a）。
3. 在個人的價值參與下，皮亞傑的省察應該具有Rorty（1979）的主張，不

能像鏡子反射般的忠誠（許榮富，1993a，許榮富等 1992a,b；1994a,b, 1995）。

4. 個人的價值參與，不是完全的自由，受到社會機制的限制（趙金祁等 1994）。
5. 個人的價值與社會的宏觀價值，應從馬克斯主義的必然關係延伸進入到後現代主義下的新馬克斯主義，為不全是必然關係（許榮富等 1994a,b）。
6. 在科學語意內涵的結構，應從本文的單一相位結構，延伸到 Fairclough（1992）的社會機制限制之三相位論述結構（許榮富，1995；許榮富等，1994a,b）。

這些主張恰與教育理論上強調心智認知歷程（intentionality）（Corrison & Macmillan, 1994），和 Kelly 的個人建構學派企圖經由意識泉源（stream of consciousness）形成個人建構的收斂運作（Neimeger, 1993）等強調個人建構在意識介入後的分化運作外，尚有源自社會機制的收斂運作。同時這種收斂運作可以不須謊稱為 Schutz（1972）的「自然態度」之共識形成「約定俗成」的遁詞，並能在理論結構基礎上，對人與人的交互作用進行探討，釐清社會體制（system）之權威和權力，進而延伸出社會機制的內涵。

參、不同建構論典範在科學教育研究上的啓示

不同建構論典範具有共同的三個特性與我國文化特色頗為類似，如從生活的意識型態中給予外在世界意義的特色，很類似我國重視實用的民族性。外在世界是人類所建構的，很類似「人本思想」的理念。知識是不斷演變所形成的，很類似儒家的自省功夫。因此建構論的架構相當普遍的呈現於我國各種領域裡，尤其是在科學教育的領域更是明顯。

傳統建構理念的重心，將科學知識視成一系列的符號命題，形成我國學生對科學學習的特性：①重視科學符號的定義、概念（concept）、屬性。②重視科學法則的使用，回答問題的策略。③強調科學最後知識的明確性與精準性。這種以「程序（process）」處理的方式，使得我國學生在科學知識的精熟（mastery）獲得頗突出之成就，像在屬於「複製（copy）」的認知層次或像技術員般重覆精準程序的「再製（reproduction）」等，皆是高水準的表現。Gage（1994）的研究也指出對大部分的自然科學的研究者（scientist）都具有這種特性。顯然的，從科學教育的目標上加以評估，在培育出科學家或科學技術員的方向，我國成就驚人。

皮亞傑的建構理念，將建構視成一系列的內在心智歷程調整，形成科學學習重視內在心智的成長。我國的科學教育領域，在國科會的推動下，對中小學學生的科學概念進行研究，發現許多值得深思的問題，其中對科學教育研究有重大影響的方向是（許榮富等，1995）：

一、科學教育研究的「研究方法」是否完全獨立於研究者而成爲「價值中立」的技術理性呢？

Gage（1994）與Garrison和Macmillan（1994）就在研究「教（teaching）」的方向上，激起這種論戰。這些論戰與利用皮亞傑理論進行迷思概念研究所面對的挑戰有極大的同質性，計有：

1. 能力本位所界定的老師特性，像人格、知識、性別、教育程度等皆學生的學生成就無顯著相關。
2. 如果皮亞傑的建構理念是以「自然成長的邏輯理性」爲基礎，那麼科學教育能加以探討的是個人生物（biology）層面？還是心理（psychology）層面呢？如果是心理層面，研究的重心勢必超越皮亞傑的結構式分化階段，延伸進入到心智能力轉換出的功能（functionalism）表現。

二、科學教育研究的「科學本體」是什麼？物質世界、生活世界或是社會世界？

傳統的建構理念是不探討這些問題，正如同傳統科學哲學把此問題視成形而上（metaphysics）。皮亞傑把人的心智表現視成內在在心智與外在世界的交互作用，因此使科學教育的「科學本體」產生爭議。激進建構論是以「人類知感（sensism）」爲核心，部分學者引入理性社會現象學 Schutz 的理論，將 Husserl 的「生活世界（life-world）」窄化，成爲激進建構論的另一種支撐。然而隨著社會學的進展，Schutz 的理論已成爲歷史，同時科學教育領域上 Von Glasersfeld 的主張也備受挑戰。

Garrison 和 Macmillan（1994）是以回歸到 Husserl 的根源，重視源自社會機制的意識而提出心智歷程（intentionality）的介入，使本體爲「社會世界」。在這種理念下，科學教育的研究成爲「研究者價值」會介入的研究，許多詮釋的延伸成爲可預期之新方向。

在 Kelly（1955）的個人建構理論上，輔導與精神治療方面有許多傑出的論著出現，呈現出在小班制下，Kelly 的理論有著重要性，尤其是在補救、診斷等教學活動。

但Kelly的理論，目前受到嚴重挑戰。此挑戰是：

科學的教學活動裡，源自社會倫常的自由度，該如何處理？

在社會學裡，Habermas是以假設能夠自由、平等的理想對話去處理自由度的問題，但這種主張在1975年後，陸續受到挑戰，主要的挑戰來自後現代主義的Foucault之社會體系限制與Derrida的自我本體創作之解構理念。我國的教育政策也面對這種從一元化的狀況崩潰之挑戰，因此這些發展須加以重視。

最後，大約在1992年，社會建構論的論著，從教育理論的層面逐漸進入到科學教育研究的領域裡，許多研究是從語言符號意義方向著手，把科學教育的研究重心逐漸從文本上的語言原意延伸到學生把科學現象看成什麼？如何看？等企圖探討社會、個人與典範價值間的關係。我國的科學教育研究，尤其是科教月刊的論著，似乎和教育理論領域在同一時間展開此方面的研究。這種能與科學教育研究主流同步的狀況，對科學教育研究是一種莫大的鼓舞，也是對科學教育研究社群的另一種肯定。

本文簡短的分析建構論在科學教育研究的典範類型，由於資料收集未能周延，且個人能力有限，許多國內外重要論著未能收集，形成遺珠之憾。在此謹表歉意，並且希望科學教育研究的愛好者能給予拋磚引玉的支持及互砌互磋的鼓舞。

參考文獻

- 丁庭宇（1988）當代社會理論（Craib, 1984的中譯本 / 廖立文譯）台北：桂冠
- 朱元鴻（1994）後現代理論—批判的質疑（Best & Kellner, 1991的中譯本）台北：巨流
- 邱美虹（1994）科學課程革新：評介 project 2061, SS & C和STS理念。科教月刊, 174, 2-14。
- 林曉雯（1994）科學教育學科性的再省思。科教月刊, 175, 2-7。
- 余曉清（1994）各國STS課程教材評介(四)：美國的科學技術社會(STS)教育。科教月刊, 171, 12-16。
- 郭重吉（1992）國中學生能量和波動概念另有架構之研究。彰師學報, 3, 505-529。
- 許榮富（1995）學生理解科學現象的研究發現對科學教學之衝擊與啓示。國立臺灣師範大學學術專輯（印製中）師大：出版組。
- 許榮富（1993a）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

九屆科學教育學術研討會論文集編。

許榮富 (1993b) 科學知識之推論理解的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 (1993c) 科學知識心智模型與科學態度潛在特質之 Rasch 模型分析研究。 國立臺灣師範大學學報，38，111-155。

許榮富 (1993d) 科學知識理解與推論機制的基本資料之建立 (II) : 科學知識之推論理解的心智模型。 國科會研究報告，NSC-82-0111-S-003-041。

許榮富 (1992a) 科學教育的科學與認知科學。 中華民國第八屆科學教育學術研討會論文集編。

許榮富 (1992b) 科學知識理解與推論機制的基本資料之建立 (I) : 科學知識理解的表徵研究。 國科會研究報告，NSC-80-0111-S-003-501。

許榮富、黃芳裕 (1995) 當今科學概念發展研究賦予科學學習的新意義。 科教月刊 178，2-13。

許榮富、黃芳裕 (1994a) 以後現代哲學理念探討學童認識科學現象的符意與形成知識的心智表徵。 中華民國第十屆科學教育學術研討會論文集編。

許榮富、黃芳裕 (1994b) 從科學知識組織建構之理念詮釋學生力概念的心智表徵。 中華民國第十屆科學教育學術研討會論文集編。

許榮富、邱莉華 (1993) 學生對平面運動獨立性之推論理解。 物理教育學術研討會。

許榮富、黃芳裕 (1992a) 學生使用科學知識的省察力發展之分析。 1992。 中華民國物理教育學術研討會論文集編，pp.163-197。

許榮富、黃芳裕 (1992b) 職前科學教師科學知識省察力發展分析。 中華民國第八屆科學教學學術研討會論文集編。

許榮富、古智雄 (1992c) 二元編碼理論在國中生凸透視鏡成像心智表徵上的研究。 中華民國物理教育年會論文集刊。

楊榮祥 (1995) 建構論 STS 和實際教學：西澳的實驗學校一例。 科教月刊，176，4-17。

趙金祁 (1994) 人文科技的通識與通識問題。 科教月刊，173，2-16。

趙金祁 (1993) 三維人文科技通識架構芻議。 科教月刊，160，10-17。

趙金祁、洪文東 (1993) 教育的語言：布魯納對教育的提示。 科教月刊，162，5-13。

趙金祁、許榮富、黃芳裕 (1994) 當今通識教育理念賦予科學教育的新功能。 科教月刊, 171, 2-11。

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, 4-17。

趙金祁、許榮富、黃芳裕 (1992) 科學哲學對科學知識主體主張之演變。 科教月刊 154, 2-18。

劉象愚 (1993) 後現代的轉向—後現代理論與文化論文集 (Hassan, 1987 的中譯本) 台北: 時報出版社。

魏明通 (1993a) 各國 STS 課程教材評介(三): 日本的 STS 教育。 科教月刊, 170, 11-22。

魏明通 (1993b) 各國 STS 課程教材評介(二): 英國的 STS 教育。 科教月刊, 169, 12-19。

魏明通 (1993c) 各國 STS 課程教材評介(一): 英國 SIS 和 SISCON 計畫。 科教月刊 168, 2-9。

羅珮華 (1993) 向亞洲的學校學習。 科教月刊, 165, 2-13。

Barsalou, L.W. (1993) Challenging assumptions about concepts. Cognitive Development, 8(2), 169-180.

Craib, I. (1984) Modern social theory from Parsons to Habermas. Sussex: Wheatsheaf Books Ltd.

Derrida, J. (1981b) Margins of philosophy. Chicago: University of Chicago Press.

Driver, R. & Easley, J. (1978) Pupils and paradigm: A review of literature related to concept development in adolescent science students. Studies in Science Education, 5, 61-84.

Efran, J., Luckens, M.D. & Lukens, R.J. (1990) Language, structure, and change. New York: Norton.

Fairclough, N. (1992) Discourse and Social change. Cambridge: Polity Press.

Forman, G. & Pufall, P.B. (1988) Constructivism in the computer age. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Foucault, M. (1980) Power/Knowledge. New York: Pantheon Books.

- Gage, N.L. (1994) The scientific status of research on teaching. Educational Theory, 44(4), 371-383.
- Garrison, J.W. & Macmillan, C.J.B.(1944) Process-Product research on teaching: Ten years later. Educational Theory, 44(4), 385-397.
- Goodman, N. (1978) The ways of world making. Indiana, Polis: Hackett.
- Greene, M. (1994) Epistemology and education research: The influence of recent approach to knowledge. Review of Research in Education, Vol.20, PP.423-464.
- Habermas, J.(1983/1990)(trans. Lenhardt, C. et al.) Moral consciousness and communicative action. Cambridge: Polity Press.
- Hassan, I. (1987) The postmodern turn: Essays in postmodern theory and culture. Ohio: The Ohio State University Press.
- Keating, D.P. & Rosen, H. (1991) Constructivist perspectives on developmental psychopathology and atypical development. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kegan, R. (1982) The evolving self. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Kelly, G.A. (1995) The psychology of personal constructs. (Vol. & 2). New York: Norton.
- Laudan, L. (1984) Science and Value. Berkeley: University of California.
- Longrino, H.E. (1990) Science as social Knowledge. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Meacham, J.A.S (1983) Wisdom and the context Knowledge: Knowing on don't know. In Kuhn, D. & Meacham, J.A. (Eds.) Contribution to human development, Vol.1, New York: S. Karger.
- Moll, I. (1994) Reclaiming the nature line in Vygotsky's theory of cognitive development. Human Development, 37, 333-342.
- Neimeyer, G.J. (1993) Constructivist assessment: A case book. London: Sage Publications.
- Piaget, J. (1978) Success and understanding. London: Routledge & Kegan Paul.

- Piaget, J. (1967) Six psychological studies. New York: Vintage Books.
- Piaget, J. (1954) The construction of reality in child. New York: Basic Books.
- Piaget, J. (1929) The child's conception of the world. London: Routledge and Kegan Paul.
- Phillips, D.C. (1994) Telling it straight: Issues in assessing narrative research. Educational Psychologist, 29(1), 13-22.
- Pompa, L. (1990) Vico: A study of the new science. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pufall, P.B. (1988) Function in Piaget's system: Some notes for constructors of microworlds. In Forman, G. & Pufall, P.B. (Eds) Constructivism in the computer age, (pp.15-36). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Rorty, R. (1984) Habermas and Lyotard on post-modernity Praxis. International, 4(1), 32-44.
- Rorty, R. (1979) Philosophy and the mirror of nature. Princeton: Princeton University Press.
- Sarbin, T.R. (1986) Narrative psychology: The stories nature of human conduct. New York: Praeger.
- Schutz, A. (1962/6) Collected papers, 3vols, Martinus Nijhoff, The Hague.
- Schutz, A. (1972) The Phenomenology of the social world. Heinemann, London.
- Solomon, J. (1994) The rise and fall of constructivism. Studies in Science Education, 23, 1-20.
- Von Glasersfeld, E. (1992) A constructivist's view of learning and teaching. In Duit, R. et al. (Eds.) Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. Proceedings of an international workshop held at the university of Bremen, March 4-8, 1991.
- Von Glasersfeld, E. (1980) Adaptation and viability. American Psychologist, 35(11), 970-974.

★