

台灣義務教育階段的科學教育新趨勢：批判與省思

莊維貞

引言

最近台灣科學教育的趨勢就是從建構主義的角度重整義務教育階段的科學教育課程及教學方法。然而，本文希望能指出：目前科教對建構主義的理解局限於教學心理學的層次，未能意識到建構主義所涉及之知識論及形上學問題，以及更進一步的科學知識與權力的問題。而這些卻與弱勢者學習科學有著密不可分的關係。本文將從台灣一般科學教育所呈現的形上學及知識論預設出發進行討論，試圖對這個攸關教育的社會公義性的問題提出一些看法。

台灣科教新趨勢所呈現的形上學及知識論立場

就現有的相關中文科學教育相關文獻進行檢查，可以發現多會提到建構主義，但再更詳細探究時，則可發現：文獻中所呈現的新科教課程及教學方法的目的在於指出如何運用建構主義的觀念來進行教學，以使學生更有效地學到“正確”之科學觀念。也就是說，討論新科教的文獻對建構主義的理解多是在教學心理學的層次，認為學生原所擁有的不同於科學觀念的另類觀念是錯誤的，運用建構主義的原則進行教學之目的在導正這些錯誤觀念(註 1)。這顯示了多半的作者可能是抱持著簡單實在論的形上學觀點，認為有一個客觀的真理存在著，而科學知識就算還不同於這個客觀真理，也是在種種的知識論述中最優、最接近這個客觀真理的了。

其實若深究建構主義的主張，建構主義無可避免地必定涉及知識論層次的問題。而這些知識論層次的討論所引發之對科學的看法及討論，與我國目前科教中所呈現的以科學認知為客觀、超然的認知(也就是一般對科學素樸的看法)，實有相當的差距(註 2)。

建構主義的知識論及形上學問題與科學性質的再思考

建構主義認為人若“知道”什麼的話，必是指我們的認知機制主動在原有的認知理解 scheme 之基礎上，對新刺激或新訊息予以詮釋性之解讀，嘗試將之納入

原理解 scheme，若原理解 scheme 無法將之解讀納入，則嘗試調整原理解 scheme，設法對新刺激或新訊息進行理解。所謂知識的發生是由人所建構出來的，認知是人主體在與新刺激互動中不斷建構的過程，認知不是外在有關某事物的種種（就是一般觀念中所說有關某事之知識），原封不動地進入我們的心靈之中，反而是我們爲了理解外在事物而在建構理解方式。

是以，在建構主義的觀點下，現有的主流科學內容也只是暫時的，是人類對世界理解的一個階段性成果，而非超然、絕對的客觀真理本身。依據建構主義的知識論觀點，當人類在不同的歷史文化、不同的時空情境中，由於面對不同的經驗，就會產生不同的科學傳統(或說不同的理解世界的概念系統) (Needham,1954; Sarton,1927)。那麼就幾個不同的系統來做考量，究竟那個系統較爲接近真理、系統與系統間是否可以相比較(也就是科學史及科學哲學上所談的概念系統間是否是不可共量性的問題)、科學進展是否是一個更接近真理的過程，這些都是在科學史及科學哲學學界中有著諸多爭議的議題。事實上，就形上學層次而言，我們甚至不確定究竟那獨一無二的客觀永恆真理—那真正可以稱的上超然、絕對的客觀知識體系是否存在。一般科學是預設了有永恆不變之普遍法則存在於變動及個別的現象背後，然而這是被預設的假定，無法證明。建構主義中主張社會建構論者甚至認爲社會、文化性的價值觀及預設是形成基本理解 scheme 的主要基礎。這樣的主張可引申出的論點是：科學也是一種文化產物，它並不比文學更超越在文化之上。對許多的學生而言，學習科學的經驗是一種跨文化的經驗，如同是在學習理解另一種文化。

這就產生了一個教育上的重要問題：如果西方科學只是許多種將經驗意義化的方式之一，那麼義務教育是否要以西方科學爲唯一的科學(Matthews, 1997)。另外，如果社會建構論者的觀點是對的，那麼獨尊以西方爲首所發展之科學爲正朔的科學教育對世界上的許多原住民族學生而言，學習科學是一個艱辛的跨文化經驗，他們在數理相關科目中注定居於不利位置，更嚴重的是，這樣的科教在實質上會不會是一種文化上的壓迫？社會建構論所引發的科學是否爲文化性產物的問題，以及抱持簡單實在論且以西方科學爲唯一之科學的義務教育所具有的社會權力意涵，有待討論。下面我將更進一步說明現代科學所具有的社會、文化性格特質，以及具有這樣文化性格特質的科學對弱勢者而言所具有的壓迫關係，以指出這樣的科教將會具有的潛在壓迫性。

科學做爲一種文化產物

科學性的心靈預設著機械論的世界觀，搭配著這樣世界觀的是主客劃分的認知型式，認爲認知者可完全獨立於被認知者(自然)之外，對之進行不涉入，完全客觀的認知。本文將就科學的這兩項基本預設的社會、文化根源進行探討，以作

為科學這個概念系統中存在著文化向度的例證。

基本社會關係與機械論式世界觀

機械論是一個現代科學心靈基本的理解世界的方式。而這個做為現代科學基本預設的機械論式的世界觀並不是自然就存在於所有人的心靈中、普遍可見於所有文化中的，事實上機械論的世界觀與大部分原住民族的世界觀有著相當大的差異，它是在十七到十八世紀間的歐洲文化中形成的，然後隨著西方帝國主義的強勢傳播到其他地區，即使是十七世紀前的歐洲，對世界的理解方式也不是機械論性質的，事實上，在十七世紀之前的歐洲對宇宙的概念比較是生命性的而非機械性的概念，在此之前的歐洲對世間萬物的理解是相信有非物質性的精神力量在賦予這個世界原動力，而這種原動力是生命性的原動力。而從生命性的原動力轉向機械論的觀點與社會基本結構的變動有關。

Freudenthal(1986)分析了牛頓古典機械論的基本原件(element)、這些原件所組成之系統，以及近代(十七世紀)哲學的基本原件(element)及其系統，並分析當時的社會學相關理論及其歷史構成背景，他依據他的分析指出在十七世紀當時這樣首次經驗到資產階級革命的西方社會中的社會關係形塑了那個時代的基本哲學觀念，而這些基本哲學觀念就是當時人們對社會及自然界進行理解(也就是進行概念架構)的基本 conceptual tools。

Freudenthal 的分析顯示機械論式的世界觀反映著十七世紀以來的西方心靈對其所理解著的世界的基本認知架構模型。而追本溯源，這樣的基本認知架構模型的形成與固定下來與當時的社會關係有著相當密切的關係。

搭配著這樣機械論的世界觀的是主客劃分的認知關係，認為認知者可完全獨立於被認知者(自然)之外，對之進行不涉入，完全客觀的認知。

十七世紀開始在歐洲發展的主客分離意識

大約從十七世紀開始，歐洲在思維方式的發展上就是一個強調主客分離的過程。自我(主體)與世界(客體) 人(主)及自然(客) 在此之前不是如此截然相對的觀念。在中世紀的藝術作品中所呈現出的中世紀心靈與周遭世界的關係就與文藝復興之後的藝術作品中所呈現的人與世界的關係不同。在中世紀時代，主與客有著主不斷參與到客當中的連續關係，也就是說中世紀時的認知者與被認知者的關係，是不斷彼此交融的歷程，而非截然分開的兩個獨立存在，主體處於對客體保持著一定距離，從一固定角度，冷眼旁觀著客體的遙遠關係(Edgerton, 1975)。

這樣的科學性的認知是將認知者與被認知者劃分開來，是認知者將自我從那原先渾然自成一體的、主客不區分、涵蘊一切的原初中抽離出來，這樣的認知意

識的形成可以有其社會性的根源。工業社會的分工與這樣的主客分離意識的形成就可能有著密切的關係。Sohn-Rethel(1978)便認為抽象思考的興盛可能與金錢的流通有關。而近代以來人與世界的關係是主體與客體分離，並且人是以一種高度抽象之方式重新架構世界的存在，這樣的人與世界的關係得以普遍化的外在環境因素可能是近代以來歐洲資本主義社會中腦力性質工作與勞力性質工作的分工。

另外，公私領域與主客分離意識形成亦被學者指出其間的關連性。在十八世紀之際，人們才開始逐漸認為從事公領域工作應運用之心理能力和在私領域生活時所會用到的心靈能力是不同的。理性思維、追求客觀性成為參公共領域諸如政府、商務、科學、學術所必備的，而感覺、主體感受，則是局限在家庭這樣的私領域中。Rose 及 Hartsock 二人皆指出單單區分腦力勞工與勞力勞工是不完整的，這樣的區分只說明了男性的工作領域的狀況，多數女人所進行的主要工作類型，同時也主要是由女人所擔負之工作，並不能恰當地由腦力/勞力工作來界定，原有的勞動分類並未將許多女性實際工作的特質考慮進去。

相對於中產階級男性於公領域所發展出來的抽象性之知，於家庭私領域擔任照料看護者(多為女性)，由於進行“照料看護”(caring)所需遠超過抽象語言之知，看護者對應其所面對之環境及工作性質所發展出來的知往往是難以明白形諸於文字的。在進行照料看護性質工作時，工作者在勞動時在體力勞動與心力及情感上皆是一體呈現的。Ruddick 認為不同於科學主客分離的認知心理狀態，母職使母親傾向於不會一直局限於某個特定的理解系統中，反而是隨時準備開放和改變的。同時，母職特質也排拒將內在自我及外在自我及他人截然劃分開來(Ruddick,1980)。許多女性主義學者皆指出，這樣的認知心靈顯然與科學性之認知心靈不同，它所產生的知是與科學之知極不同性質的另一種知(Ruddick,1980;Gilligan,1982;Rose,1994)。正如 Rose 所指出的:這樣的知識論與做為啓蒙時代以來的科學即笛卡兒二元性之知識論是極不相同的一笛卡兒二元性之觀點為心智不同於身體，而在上述女性經驗中的知識論則是進行探究之主體及客體是渾然一體、不能截然區分的。

在前述的社會實際情境中，由於不同性別角色具有不同的生命經驗，所以不同性別也容易形成不同的認知心理特質 Keller(1978)。Flax 及 Chodorow 的 feminist object-relation theory 也指出:女性傾向於使用具體的方式思考，在思考時也比男性著重自我與他人、自我與自然及人與人之間彼此之關係。而男性則傾向於將自己與他人及自然隔離開來，成為人與自然是截然分開的對立關係。相對地，女性與自然及他人存在著一種不可分殊的關係，這是與主客截然劃分的現代科學與其研究對象間的關係極不相同的存有關係。

綜上所述，現在所見之科學的基本概念架構可以是說根植於西方文化中在十七世紀以來的社會關係中。而且，科學及其概念性工具自十七世紀以來的發展，多由可參與公領域之參與者且從事之工作為勞心性質者(多為男性)所主導，在這樣的科學系統中所反應的多為這樣的人的文化經驗。也就是說，在科學的基本預

設中，可見到西方近代以來可參與公領域且從事勞心工作之男性的心靈指紋。

知識與權力

如果上述對現有科學的闡述是可接受的，那麼我們今天所見的科學現貌也只是人類許多種認識世界的方式中的一種，科學的發展並不完全獨立於社會、文化的影響之外。然而，由於一般大眾對此並無特別意識，科學普遍被視為超越於文化之上、是絕對客觀之知，其他不同於主流科學之知的知識系統往往就被視為是較劣等甚至是錯誤的。這樣的對不同知識體系的優劣評斷與社會權力的分配有著密不可分的关系。因為，擁有科學之知者是被視為真正有知識的人，而知識系統不同於主流科學系統者則被視為無知者。有知識者的發言權會獲得尊重，也就是他說的話人家會聽，無知者說的話則會被認為不值一聽，甚至被認為沒有資格發言。正如傅科所指出：一個知識論述的宣稱(a knowledge claim)在實際世界中卻同時是權力的宣稱(a power claim)；知識是與權力一體兩面的展現(Foucault, 1980)。

而當科學教育並不了解科學並非超越在文化之上時，科學教育成了不公義的 social stratification 機制的一部份。在不了解科學具有的社會文化構面的情況下，課程設計者及教師就不會意識到科學的學習對許多人而言都是一個跨文化的經驗，對許多學生來說，科學觀念與其先備理解架構的差距極大，很難在原有架構上理解課堂中所欲傳達的科學概念，學習科學的經驗成爲一個充滿了挫敗感的經驗。無法學會足夠的相關科學知識的結果是：這樣的學生在高科技產業益形重要的現代資本主義社會中難以討生活。更糟的是，在課堂中所傳達的訊息是：科學性的思維才是正確的思考方式，科學概念系統才是正確的理解世界的系統，這當中隱藏的意涵是：如果你無法看出爲何這才是正確的，甚或無法理解這樣的科學系統，那麼有問題的是你，是你的智力有問題。即使是目前宣稱是建構主義式的科教，雖承認要從學生已有之先備概念出發，讓學生進行新理解架構的建構，然其教學目的也往往是設定爲讓學生改變原有觀念，形成與主流科學一樣的看法。這都是預設了主流科學的優越性，而對學生原具有的異質觀念體系形成間接的貶斥。也就是說，當學生原有文化對世界的理解方式不同於科學時，這代表著學生原屬的文化是一種較劣質、低等的文化。也間接地將其位居社會低下位階的事實合法化了。

一個不意識到科學的社會、文化性構面及知識與權力議題的科學教育，它的深層社會意涵是什麼？它是將科學的獨霸地位合法化，賦予科學性言說與非科學性言說不同的權力，連帶地，擁有科學知識者(多爲這個社會中本已較有權力者)與較不具科學知識者所擁有之社會地位與權力的落差也隨之合理化。這樣的科學教育將與維護社會既有權力結構密不可分。宣稱與權力無關的科學與科教，才是會與權力及權力的維護有著最持續性的密盟關係。

結語與建議

雖然台灣的科學教育看似在課程及教學法上有所改變，但是對科學這個人類所創建的龐大制度(*institution*)的基本看法並未有太大改變。這樣的新科學教育潮流對文化弱勢者而言是否有任何本質性的差異有待觀察，對科學的發展缺乏批判性史觀的科學教育所具有的社會意涵值得深思。面對當代科學哲學及科學史尤其是女性主義的科學哲學對科學的批判，科學教育終須針對終極層次的問題進行討論，究竟科學教育的目的應為傳授主流科學的內容，還是要如女性主義科學哲學家 *Harding* 所主張，成為改變目前男性、西方中心的主流科學的動力？而 *Harding* 的主張又是否可能？如果可能，科學教育又要怎樣做才能達到此目的？這些都是極待討論的未決問題。

現階段可以確定的是：至少相關的教育研究應多探討非主流社會、文化族群於理解科學時所可能呈現的不同於主流的認知過程，並由這樣的研究，對不同族群發展多種不同的科學教育教材及教法，幫助文化弱勢的學生可以較容易掌握對其而言是陌生難懂的科學概念。例如對許多原住民族而言，需要用具體的方式來介紹抽象思考的運作。他們對自然界事物往往也有其不同於科學的分類方式，教師若驟然介紹科學性的分類方式對學生是很難接受的。至於可以怎樣進行，則需要發展多種不同的嘗試性教材、教法，在實做中進行觀察研究以累積更多實務知識。

在課程及教材教法的發展上，除了至少應顧及不同文化(含性別文化差異)族群的基本差異，研發不同的教材、教法甚至評量方式，以協助學生掌握異於其原有觀念系統的科學觀念外，課程中也應規劃協助學生於學習科學的過程中進行內在意義的重詮。這樣做的原因是由於科學教育對許多人都是一種與異質文化遭遇(*encounter*)的經驗，這樣的跨文化的學習經驗對當事者往往有深刻的認知及意義上的意涵——因為學習科學的經驗同時也是面臨新文化觀念系統所形成的文化衝擊(*cultural shock*)的經驗，在這樣的經驗不僅是個體的認知理解層面(*cognitive domain*)在此刻可能會有所變動、重構，甚至可能由於底層認知理解系統的鬆動、轉變，而造使個體原有的與世界的關係及對自我文化的認同開始破裂，因而產生意義層次的危機，所以在課程規劃中含括協助學生面對新觀念系統的衝擊及可能的意義重詮有其必要性。

在師資培育的課程中，也應增加科學哲學、科學史及相關多元文化觀點的課程，以增加準教師對科學理解的深度，及不同文化族群在學習現代科學上的問題，以增強教師在對非主流學生解釋科學概念上的能力及研發相關教材的能力。

總之，對科學採批判性角度出發的科學教育確實是一個全新的觀念並且目前也尚未有太多經驗的可供參考。然而慮及不具批判角度的科學教育所會具有的壓迫性格，科教改革有必要在更多批判研究及具革新觀點的教學實務中摸索前進，尋找改變原有壓迫體質的出路。

註釋：

1. 例如大多數介紹建構主義教學的文獻在介紹如 Driver(1986)等人所發展之建構主義之教學模式和 Lawson, Abraham, and Renner (1989)所提出的探索(exploration)、術語的引入(term introduction)和概念的應用(concept application)的三個階段的教學循環以及 Cosgrove and Osborne (1985)所發展的三階段教學程序的模式在課程設計的運用上，均顯示引用這些課程設計方式的目的是在於促成學生觀念的改變，其預期之改變方向是希望學生改變自己原有不同於主流科學的想法，朝向接受主流科學的主張發展。
2. 如徐光台及郭重吉兩位學者，就明白承認基於建構主義，所謂“知識”皆是由主體所建構的，其中徐光台教授更明白主張需要於科學教育過程中指出不同(於主流科學)系統在其情境下之有效性。而郭重吉教授則曾就科學哲學的觀點對知識是如何形成的各家主張做了一個分類表，並指出建構主義的不同於過去傳統對知識的看法在於建構主義的觀點下，知識是無法驗證更無從證明的。可惜科教界未再探究隱含於其中的一些重要問題：既然科學知識也是無法證明其絕對正確性，那麼什麼是人類進行科學探索的目的？科學探索的性質應如何描述才恰當？科學教育的目的又應為何？現在的主流科學知識在科教中的角色又應為何？對這些問題的不同答案會形成不同的科學教育。

參考資料

- 徐光台(1990)。 建構主義與科學教育進步。《歐美研究》。第二十九卷，第四期，頁 153-183。
- 郭重吉(1992)。 從建構主義的觀點探討中小學數理教學的改進。《科學發展月刊》。第二十卷，第五期，頁 548-570。
- Chodorow, Nancy. (1978). *The reproduction of mothering*. Ca: University of California.
- Cosgrove, M., & Osborne, R. (1985). Curriculum Development. In R. Osborne & P. Freyberg (Eds.), *Learning in Science: The implications of children's science* (pp.101-123). Auckland: Heinemann.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Flax, Jane (1990). *Thinking fragments: Psychoanalysis, feminism, and postmodernism in the contemporary west*. Berkeley: University of California Press.
- Flax, Jane. (1978). The conflict between nurturance and autonomy in mother-daughter relationships and within feminism. *Feminist Studies*, 4((2)).
- Flax, Jane. (1983) Political philosophy and the patriarchal unconscious: A

- psychoanalytic perspective on epistemology and metaphysics. In S. Harding & M. Hintikka (Eds.), *Discovering reality: Feminist perspectives on epistemology, metaphysics, methodology and philosophy of science*. Dordrecht: Reidel.
- Foucault, Michel. (1980). *A history of sexuality. Vol. 1: An introduction*. New York: Random House.
- Freudenthal (1986). *Atom and individual in the Age of Newton—On the Genesis of the Mechanistic World View*. Dordrecht: Reidel.
- Gilligan, Carol. (1982). *In a Different Voice: Psychological theory and women's development*. Cambridge: Harvard University Press.
- Hartsock (1983). Difference and domination in the women's movement: The dialectic of theory and practice. In A. Swerdlow & Hannah Lehner (Eds.), *Class, race and sex: Exploring contradiction, affirming connections*. Boston :G. K. Hall.
- Keller, Evelyn Fox (1978). Gender and science. psychoanalysis and contemporary thought 1 (no. 3). In S. Harding & M. Hintikka (Eds.), *Discovering reality: Feminist perspectives on epistemology, metaphysics, methodology and philosophy of science*. Dordrecht: Reidel.
- Lawson, Abraham, & Renner (1989). A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills. *NARST MONOGRAPH, No.1*.
- Matthews (1997). Introductory comments on philosophy and constructivism in science education. *Science and Education*, 6(5), 5-14.
- Needham, J. (1954). *Science and civilization in China. 7 vols*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rose, H. (1994). *Love, power and knowledge—Towards a feminist transformation of the science*. Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press.
- Ruddick, Sara (1980). Maternal thinking. *Feminist Studies*, 6(2).
- Smith, D. (1987). *The everyday world as problematic: A feminist sociology*. Boston: Northeastern University Press.
- Sarton(1927-1948). *Introduction to the History of Science*. 3 vols. In 5 parts. Baltimore: Williams & Wilkins, Co.
- Sohn-Rethel, Alfred (1978). *Intellectual and manual labor*. London: Macmillan.