科學教育學刊
1994, 第二卷第一期, 55-76

EJ51-1994-55

虎克先生的科學教室

熊召弟

國立台北師範學院數理教育系

(投稿日期：83年4月28日，接受日期：83年5月20日)

摘要：本研究是作者利用四個月的時間，與在美國東南大學附屬實驗學校(包括：K-12級)任教的虎克先生共同合作；作者以教室觀察法及詮釋研究法，來探討虎克先生的建構主義觀的自然科學習環境的信念及其實務教學。

研究的參與者，包括虎克先生及某班計二十一位修(必修)理化科學的八年級學生。作者採用教室觀察的場記、拍攝之照片、作者與虎克先生及部分學生晤談轉譯資料、學生的專題研究、札記、及虎克先生的「由客觀論者轉變爲建構論者教學改變的歷程」爲主題的碩士論文等架構出虎克先生偏好的建構主義派典的自然科學習環境。

在研究的過程中，學生的學習活動主題有二：其一爲「電」，其二爲「替代性的能源」；單元本身是以具挑戰性的問題爲中心、配合豐富的學習資源、加強同儕間的合作學習、及能表現學生優點的「替代性評量法」等策略，教師以「斡旋者」而非「控制者」的角色，來協助學生在既有的知識、經驗上築建個人有意義的學習；在教學活動中，學生主控的時間平均佔66.5%，虎克先生充分賦與學生自主自決的權利，同時強調學生應爲自己的「學習」負責。

作者最後並以這四個月密集的「教室觀察」及晤談等心得，提出個人在學習環境整個脈絡裡有關「課程」、「學習」、「教導」及「評量」的省思。

關鍵詞：建構觀、科學教室、學習環境、解放性

壹、前　言

目前，美國朝野上下爲中、小學生的數理成就的低落相當憂心，加上類似一九五七年蘇俄史撥尼克號的「現代日本經濟領先」的刺激下，「教育的危機」又再次爲美國大衆所擔心了。除了「日本經濟第一」的壓力之外，另外更爲重要的是科學、科技不斷的「創造」結果，是否會影響「拯救地球」的行動，更是項值得科學教育界謹慎思考的課題。

Kuhn (1962)在《科學革命的結構》一書提到的「派典遷移」(paradigm shift)的思想，就猶如當年達爾文所提的「天擇」(natural selection)的理論，不僅激起科

學社群的省思，也震撼了其它非科學社群對人組成的社會理念的省思。近年來，由於科學哲學觀點的演變和認知心理學方面的發展，使得學生在學習時主動參與及積極建構意義的現象廣受重視 (郭重吉，民 81)，建構者學派思想有漸取代史金納的「刺激－反應」論的行爲學派在教育界地位之趨勢。因此，近年來，以建構者觀討論「課程」、「學習」、「教導」、及「評量」等的研究在科學教育界占有重要的份量。

綜觀「全球變遷」的警訊及當今重視個人「主動建構知識」的哲學理念下，科學教育的理論及實務的革新是勢在必行了。

作者於一九九二年十二月至一九九三年三月，在美國東南大學的附屬實驗學校 (K-12 級) 進行觀察「虎克先生的科學教室」的研究。作者曾讀過虎克先生的屬於個人心聲的「由客觀者轉變爲建構者」的教師信念及實際教學改變的歷程，因而，作者觀察虎克先生的教室之原始目的：是希望「建構主義」不再只是玄而不實的理論，能透過虎克先生的教學「行動」(action)，使「建構主義」具體化，以提供實際教學改革的啓示。經由四個月的教室觀察、晤談等過程後，發現教師的教學信念是實際教學的「行動基模」(action schema)，因此，兼由「信念」及「實際行動」的探究，方能體察虎克先生如何將他的「建構主義」的理念應用在實際的教學上。

貳、文獻啓示

本研究進行前及過程中，作者觀察的角度及汲取學習的經驗主要受所閱讀及與人討論獲得有關的「建構主義」思想及哈伯瑪斯的「知識組成旨趣學說」的影響。茲分別將本人感受最深刻的內容摘述如下。

一、建構主義

雖然每個人都有自己的「建構主義」(constructivism) 的定義，但是基本上各家學者的共同看法是「學習者本身才能建構自己的瞭解 (understanding)」，「學習者絕不可能擁有指導者傳遞下來的相同架構」，且強調學生是「主動的學習者」(Donaldson, 1978; Duckworth, 1987)。

Lincoln (1990) 曾就本體論 (ontology)、知識論 (epistemology)、及方法論 (methology) 對建構主義典範 (constructivism paradigm) 作了一番詮釋。她說以「本體論」來看，實體 (reality) 是以「相對論」來衡量，理由是因爲人類的「經驗」在不同的社會、不同的地區、不同的時間等因素下各有特殊專一的心理形式與內涵，因此，在多元化心理建構中，實體不是單一的，而是多樣的；若就「知識論」來看

，建構論者是主觀的探究者，設法使兩個主體或主、客體在「互動」的過程創造出一元的實體 (monistic entity)；就「方法論」而言，個人在詮釋 (hermeneutic)、辯證 (dialectic) 的不斷比較對照下形成一個或少數但含眞實價值的知識 (Guba, 1991)。

布魯納 (Bruner) 亦就哲學的根本、自我建構的應用，及在心理學、歷史上的溯源作分析，布魯納認爲內在心智活動的狀態 (a mind) 的存在是受及某一特殊文化、歷史、時間等影響而建構出的，因此心智的建構不會有普適性 (universal)。布魯納說到每個實體都是人們自己創造形成的，因此，實體本身對我們人類的認知歷程應該不是「一種外來的刺激；而且可以說，它並不存在，……，任何我們創造出來的現實世界是源自我們因被給予而獲得的既有的現實世界觀轉變 (transmutation) 來的」(引自 Olson, 1990)。

其實，建構者既不預測，不控制也不轉型所謂的“眞實”的世界，而是在「存在」的關鍵上「再」建構這「世界」。換言之，就是重新建構出建構者 (或學習者) 的心智。Guba (1991) 強調心智 (mind) 的轉型 (transformation)，而不是“眞實世界” (real world) 的轉型。世界是由人類自己本身「製造」出來發現的，這就是建構主義的精義。

二、知識組成旨趣學說

德國哲學家哈伯瑪斯 Jurgen Habermas (1971) 提出「知識組成旨趣學說」(theory of knowledge constitutive interests)，有三類，即技術性 (technical)、實務性 (practical) 和解放性 (emancipatory)；人類不同的知識組成興趣將會影響知識的產生和組織過程，它是人類活動方式的主要推動力。

知識組成方式的旨趣若是循著「技術性主導」的話，則是依據過去已知的，被認爲是具深厚的實驗基礎、理論法則去控制外界的環境；而旨趣若是循著「實務性主導」來發展，則是根據「詮釋過的意義」產生的共識，在互動中來瞭解外界的環境；至於旨趣若依「解放性」(emancipatory) 或「增強性」(empowerment) 主導發展的話，則是重視自主的行動 (autonomous action)，在人類團體中的社會化建構中建立眞確的 (authentic)、批判性 (critical) 的洞識 (insight)，整個歷程不是僅在必經的步驟、過程 (procedure) 進行而已，最重要的是人們能主動在思考中形成對自己、對他人的「相信、信任」(trust)。

作者在觀察虎克先生的科學教室時，試圖瞭解什麼是改變他的思想理論。在觀察和晤談中，發現他對自己的期許是朝著「建構主義」和「解放性」知識組成旨趣努力。因此這兩個學理應該可融合，或許可用「建構主義爲體，解放性知識組成旨

趣爲用」說明兩者在他的教學上的影響。

參、研究歷程

本研究的目的是描述及探掘一位以建構者期許的美國中學理化教師的科學教室(包含其個人的教學信念及教學實務)。

一、研究參與者

本研究的參與者，包括虎克先生及他所執教的某個八年級的理化科學的班級，共有二十一位學生。另外，執行研究的除了作者本身之外，並有虎克先生的參與；其它，另有兩位在美國東南大學課程與教學系科學教育組任教與虎克先生合作幾近六年的教授，他們兩位除了提供對虎克先生六年來教學改變心路歷程的資料外，並協助本研究收集所得資料的詮釋。

二、資料來源

資料包含有：場記(教室觀察的記錄)；相片(允許之下拍攝的照片)；晤談的轉譯資料；其他文件(學生的專題研究、測驗、札記等)；虎克先生的碩士論文；Kinchelore, Steinberg 和 Tippins (1993)的《天才傷痕：愛因斯坦和超越現代教育》一書(註：本書有虎克先生的教學心聲)這些資料可以協助作者爲虎克先生的自然科學習環境的情境脈絡 (context) 做橫跨時空的詮釋。

三、資料分析和詮釋

資料的分析和詮釋的過程包含詳讀所有的資料，並編寫小故事 (vignettes)；經常與虎克先生溝通，以能詮釋出虎克先生建構出的科學學習環境及其教學信念與教學實務。在分析過程中，將許多觀察現象及與虎克先生、學生的晤談或紙上心聲等，具有類似者編爲同一碼。若這碼能激起研究者在教學理念上的辯思，則選爲本研究報告「發現」包涵的主題。

四、寫　作

爲使讀者閱讀本文時能感受到虎克先生的科學教室現場，因此本文採敘述型態 (narrative type)。摘錄學者專家的論述，時而呈現虎克先生的話或學生的對話及研究者本身的回應 (response)。

五、虎克先生教室現場

虎克先生的教室乍看之下是凌亂的，學生並未各就各位，端坐在教室裡。壁上的鐘指著八點十分(通常是在八點十五分開始上課)，教室已有不少學生了。有些學

生在寒喧著，但也有不少的學生，像圖 1 的珍妮，拿著厚厚的報告，一付專心思索的神情，豈不是教室經營學最企盼的「學生主動學習」的景象？

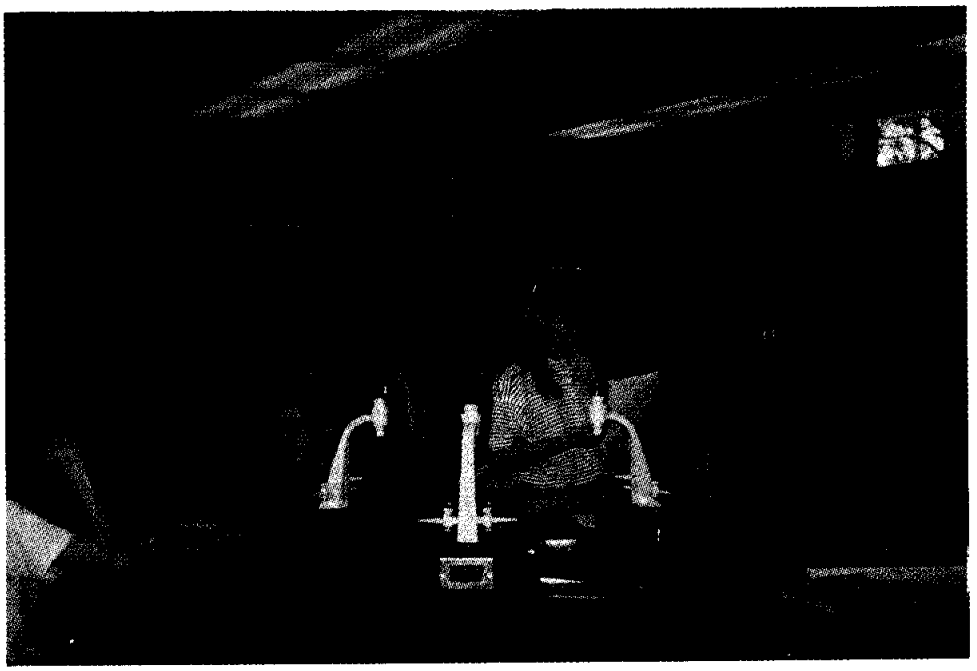


圖 1　教室的主人翁

虎克先生在教學上，雖然沒有予以學生太多的限制，但是在他專用的自然科教室裡，四周的邊桌檯上，有許多電腦，教室內有小水族箱，小型開放式的植物溫室及實驗安全設施等，旁邊有專用辦公室 (兼研究室、準備室)。教室豐富的學習資源，提供學生藉選擇適合自己學習的各種媒體或方式的機會 (圖 2)。

肆、發　現

一、虎克先生的教學信念：

「教師的信念」是教育探究 (educational inquiry) 的核心問題 (Pajares, 1992)。Tobin (1991) 發現教師的信念是導引教室互動和運作的決定因子。至於信念是什麼呢？信念的定義因人而異 (李暉，民 82 ； Pajares, 1992)。Dewey (1933) 認爲信念是思想的第三層意義「某樣超越現在狀態，並具有價值檢核之成份；它可以成爲事實或律法的假設主張」。Sigel (1985) 則定義信念爲「主導行爲經驗的心智結

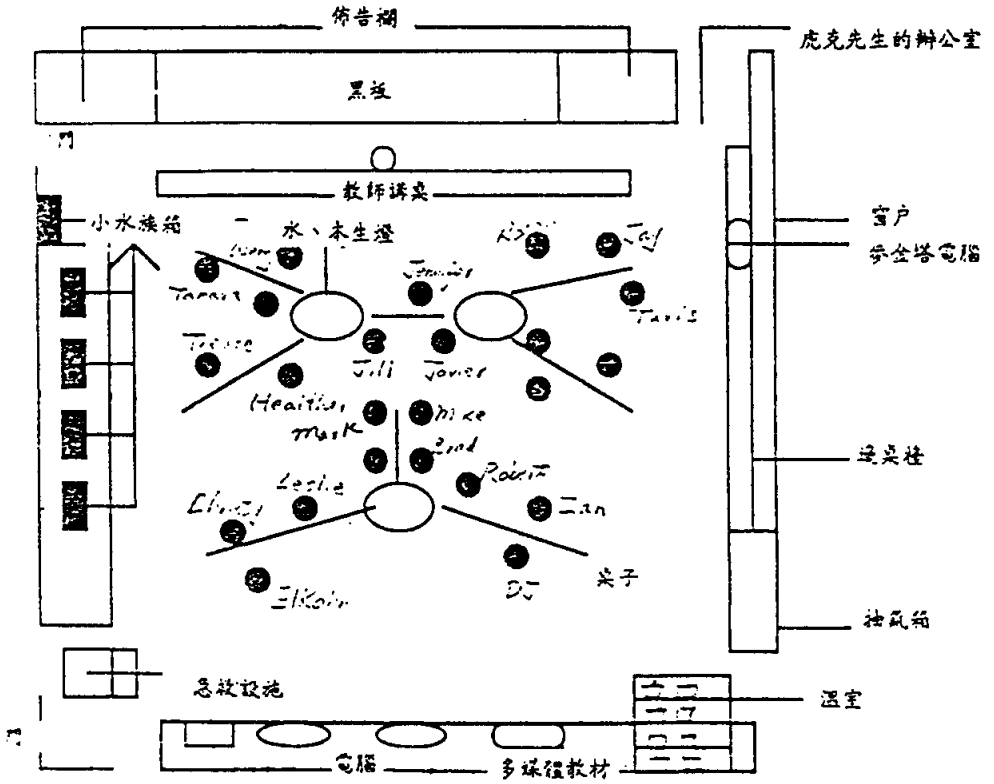


圖 2　虎克先生教室平面圖

構——經常濃縮或整合進入基模 (schemata) 的概念」。更有許多學者認爲信念是確立工作項目和選擇認知工具的工具化觀念，可以用來解釋計劃和做決策。所以信念在行爲的表現，知識和資訊的組織扮演舉足輕重的角色 (Nespor, 1987; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982; Schommer, 1990)。Tuan (1991) 引 von Glaserfeld 的可適存眞理來描述信念，說明信念往往是以個人經驗爲本，潛意識地推動個體外在行動。

虎克先生的教學信念是什麼呢？以下僅就他的「課程」及「教師角色」來做他教學信念的投影。

㈠課程不是已有的「課程材料」，而應是「學習者的經驗」。

「課程」對不同的人有不同的詮釋，大部份的人認爲「課程」就是做內容的選擇，有條理地將學習經驗組織化，其主要的目的是改變學習者的行爲及洞識的一系列精緻化的計畫。

至於虎克先生，一位實際在教室裡進行課程的老師，他的想法究竟如何呢？

虎克先生：……基本上，「課程」應是與學生經歷多次的協商 (negotiation) 後擬定出學生想要學的新經驗……。學生會很興奮地去學習，他們可以在教室裡任意走動，但是他不會想離開教室……。

（資料來源：晤談轉譯，Jan. 5, 1993）

Grundy (1987) 以哈伯瑪斯的知識組成之旨趣的種類爲準，批判目前學校的「課程」。Tyler (1949) 的課程是在「行爲主義」思潮下建立的一種客觀模式，以技術性興趣爲旨設計發展而成；而 Steinhouse 的過程模式 (process model) 則是依「實務性」旨趣發展的；巴西的 Paulo Freire 的自由化（解放式）教育 (liberating education) 則是重視經驗 (praxis)，是源自解放性旨趣，強調自我意識 (self-consciousness) 發展的 (Grundy, 1987, p. 100)，這種「課程即實踐」(curriculum as praxis) 是重視參與者 (participants) 在對話 (dialogue) 及省思 (reflection) 下去追求心目中的眞理 (truth)，若在學校環境下，則應是強調師生在平等的氣氛下共同合作進行知識的建構 (construction of knowledge)。

㈡教師扮演「斡旋者」(mediator)，而非「控制者」的角色。

虎克先生是如何經營教室呢？在這四個月裡兩個不同的研究主題觀察下，作者每日按照場記所登錄的時間並依教室主控權（教師中心或學生中心）的時間長度，做總和及平均數的分析，發現教師主控教室的時間平均上佔 33.5%（教師以講述爲主）；而學生主控學習的時間（學生自主學習活動的進行）佔 66.5%（表 1）。

表 1 虎克先生與學生主控時間 (%) 比較

單元 / 時間 / 角色	電學	替代性能源	平均
教師（虎克先生）	39.52%	31.67%	33.5%
學生	60.48%	68.03%	66.5%

作者發現每日連續的兩堂課裡，學生主控參與活動狀態呈「U」字型，而學生在課堂裡學習的難易度有漸趨增加之趨勢 (圖 3) 。在每日的教學活動經常地，虎克先生是先把上一次教學使用的類似材料放在桌上，學生能有再次做上次的學習活動的機會；而後他會引介或示範新的教學活動 (教師主控) ，最後是以新的另一個要學生設法去解決的問題，爲本日教學的最後活動。然而，課堂的最後一個活動，學生能想出自以爲成功的解題策略的機率並不高 (6 組中，平均約 1 ～ 2 組能成功完成，例如：在「電」的單元裡，使燈泡發亮，只有兩組成功) ，但是，虎克先生會在第二次上課時，讓學生再度嘗試，這時就有合作學習的現象，會的同學主動教不會的同學，教室裡洋溢一片熱鬧的學習氣氛。教室的主人是學生；學習的機會、學習的時間、學習的責任等應該由學生掌握。

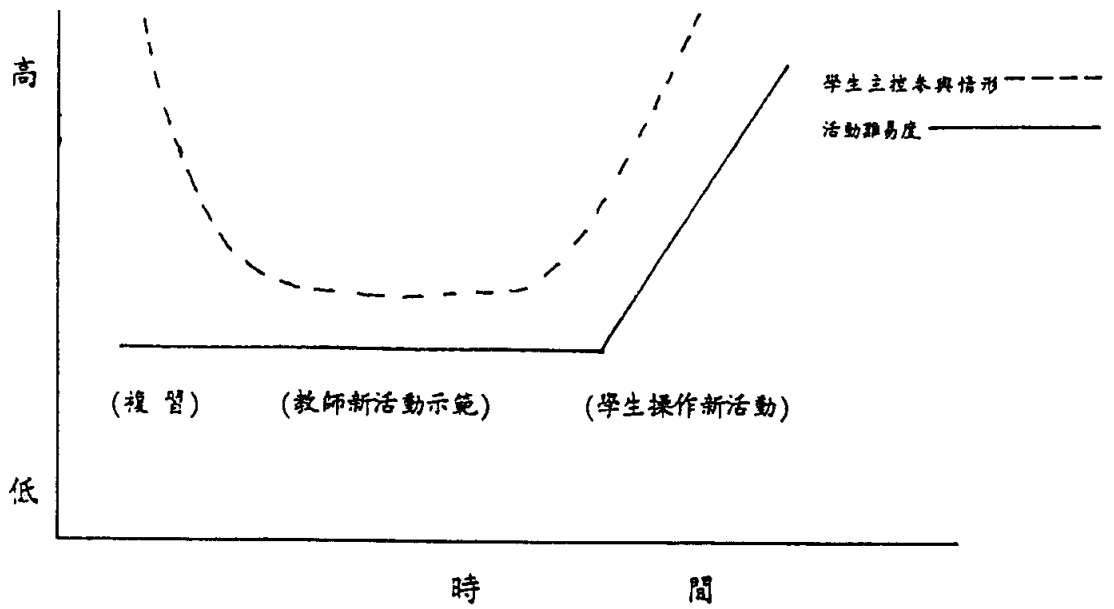


圖 3　學生主控參與、活動難易度與課堂時間分配關係
(活動難易度是以學生進行活動成功率高低爲基準)

究竟虎克先生教學法的信念是如何呢？ Lakoff 和 Johnson (1980) 說到我們生活常用的「隱喻」可以作爲個人想法的參考點 (referent) 。因此虎克先生以「斡旋者」的隱喻來印證說明他心目中理想的教師角色。摘錄一段虎克先生的訪談內容：

虎克先生：……教師要像個斡旋者，是協助學生建構新經驗的鷹架；當學生發生認知衝突時，或探究遇到瓶頸時，教師可以幫助他們利用他們尚不熟悉的資源，或者以生活的「類比」、「隱喻」方式，協助他們解決問題。……在許多教室裡，學生是「排排坐」，但是像個石頭，一有空檔就做閒聊。學生進入教室應該「學習新經驗」，因此，他們在教室應該是進行自己的實驗及一切有關的活動。

（資料來源：晤談轉譯，Jan. 5, 1993）

虎克先生希望成爲學生遇到困難的鷹架，以協助他們突破困難建構新的學習經驗的斡旋者（圖 4）。

虎克先生認爲最適切的教學是給予學習者支持及有益的協助，而不是去控制、扭曲、刺傷學習者。學習者在面對問題及有待解決和瞭解的情境脈絡下 (situational context)，教師應該在他的學習過渡期以斡旋者 (mediator) 的角色出現，而這想法與 Vygotsky (1978) 的「斡旋者」(mediator) 理論甚爲相似。



圖 4　說說你的看法

二、虎克先生的教學實務：

在虎克先生的科學教學中，可以發現有許多值得學習的特質，我僅以「具挑戰性問題爲中心的教學」、「豐富的學習資源」、「合作學習」及「替代性評量」等四項，爲其教學實務的表徵。

㈠「具挑戰性問題爲中心」的教學：

Wheatley (1991) 建議「問題爲中心的學習」(problem-center learning) 導向的教學法，能夠使學習者專心學術課題 (academic task) 的討論，並在互動下獲得豐富的經驗，可促使認知的「不平衡」達到平衡，以獲得更豐富 (elaboration) 的學習。

虎克先生其第二個主題「替代性的能源」活動時，是由學生分組來進行專題研究；在結束本單元活動後的兩個星期，學生在札記上記下他們最難忘的學習時，以下李斯的這一段話 (圖 5)，隱含著這活動勾起的問題頗具「挑戰性」及「難忘性」。

> 李斯：……我們這組的專題是「太陽能」(solarthermal energy)，……首先我們把紙盒噴漆成黑色，……而後，我們放進由超市買的麵團，把這「烤箱」放到室外，可惜，麵粉團只有熱度，但始終沒有變成「餅乾」…… "WHY IT DIDN'T WORK"，因爲沒有足夠的熱 (heat) 或陽光 (sunlight) 使它烤熟吧……
>
> (資料來源：學生札記轉譯， March 5, 1993)

由圖 5，李斯將 "WHY IT DIDN'T WORK…" 字寫得特別大，似乎是心中極大疑惑的問題。「疑」、「惑」恰是激起思海漣漪的石子。

「挑戰性問題爲中心」的學習，是提供潛在學習機會 (potential learning opportunities) 的教學策略。這種策略能使學生建構自己的概念，並專心投入學習活動，並刺激學生以自己方法思考，瞭解自然界的意義 (Jakubuwski, 1993)。這種學習能使學生知道科學是動態的、活潑的，能知道學科學的理由，體會到科學是全人類的事業，而不是某些專家決定的一堆與我們生活無關的話語。

㈡豐富的學習資源：

「多元化」是現在各領域常用的形容詞，它的意思無非強調社會的複雜性及人人有不同專長。記得 Gardner (1993) 說的 multiple intelligence 提到所有正常個體具有至少七種不同且獨立的智慧成就 (intellectual accomplishment)。語言型 (linguistic)、邏輯－數學型 (logical-mathematical)、空間關係型 (spatial)、音樂型

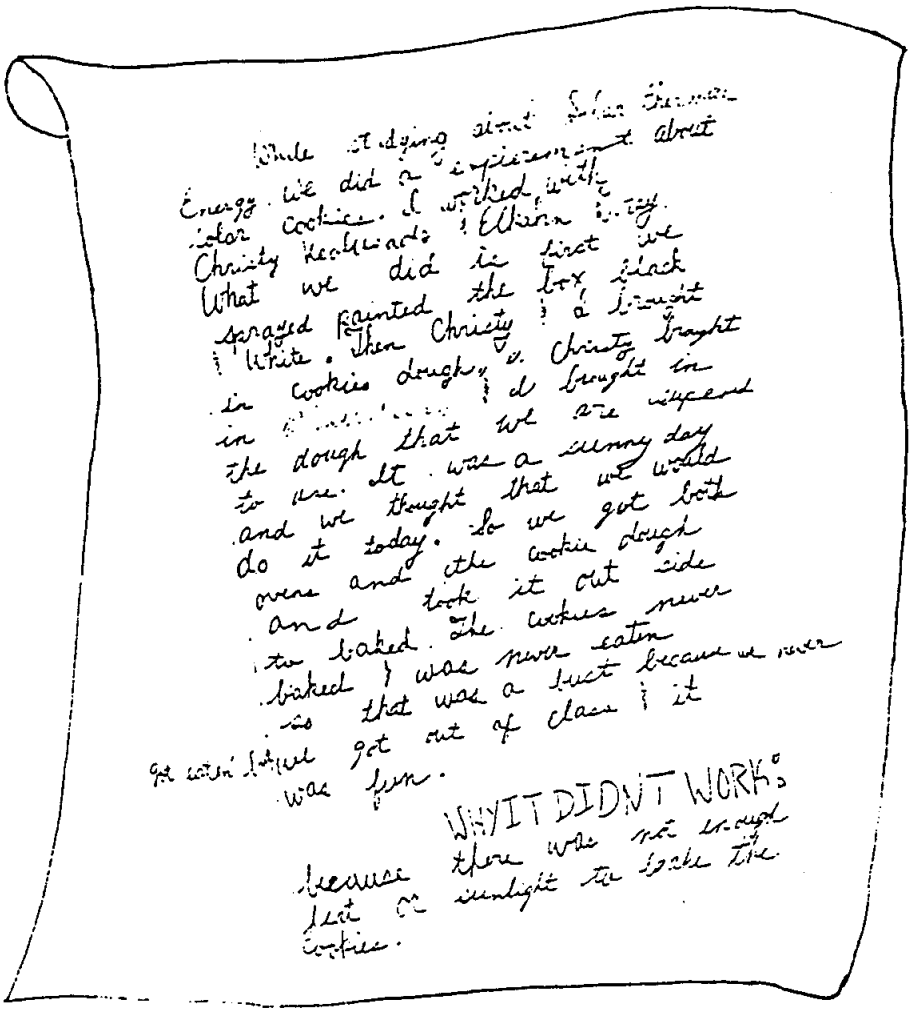


圖 5　李斯的札記一則

(musical)、體(藝)能型 (bodily-kinaesthetic)、知人型 (inter-personal) 和自知型 (intrapersonal) 的智慧 (鄭石岩，民 81)，並說到每個人都擁有這七種智慧，只是有些智慧成就較突出，因此產生不同的專長領域及成就。我常想，如果要使「科學全民化」，我們所提供的學習資源若能充分配合每位學生的不同智慧成就，那麼雖然不一定能成爲科學家，但至少不會畏懼科學吧！但是如何能符合所有人需求的學習資源呢？

虎克先生爲學生提供的學習資源，究竟如何呢？讓我們聽聽學生在札記裡寫的「印象最深刻的一件事」。

珍妮：……我們選好了組，並在「替代性能源」中選擇風力爲主題。研究時我最記得我和父親一道做風車 (actual windmill)。眞棒，父親非常有創造力，我們在家做風車，的確要花些時間……但眞有效，I had a lot of fun working with my dad ....

（珍妮的學習資源是父親）

羅彼：……我想告訴你的是這是第一次由我親自執行的電話訪問，我們進行的是「核能」主題的活動。因此我們想打電話給 Crystal River 核能廠索取資料……我們在虎克先生的研究室打電話……打完後，虎克先生還對我們說這是他所看到最好的團隊合作電話訪談……。

艾肯：……開始時，我們覺得手邊資料欠缺，後來我們與 NASA 聯絡，沒想到，他們給我們許多精美、有用的資料……。

（羅彼和艾肯的學習資源是學校外的機構）

（資料來源：學生札記轉譯， March 5, 1993)

建構者的學習環境應是豐富而多元，以適合不同學習者。但是教師能提供學生「包羅萬象」的學習資源嗎？虎克先生的教學活動的資源，已不在局限於學校裡的圖書、設備而已。他的突破時空局限的方式使得珍妮的學習資源是來自於具有「創造力」的父親，而羅彼、艾肯以一條電話線獲得想要的資料。將來學生離開學校後，他應該知道怎麼爲自己創造豐富的學習資源。

㈢合作學習：

知識是在社會互動、合作下，藉協商、討論獲得共識的結果。知識的形成建立在社會互動基礎上 (Habermas, 1971；劉錫麒，民 82)。Vygotsky (1978) 說到社會互動提供社會層面檢核思考的整個脈絡。在學生同儕互動支持下，逐漸將人際間心理歷程轉爲個體內在化的心理歷程。合作活動是建立相互支持彼此討論的歷程中，解決問題及做思考活動。

虎克先生的教學進程裡，「小組討論」、「小組分工合作」、「團體分享經驗」的學生之間的「互動」是教室常有的景象。

蓋比在談「參與」的意義時，我在以下談話裡，發現了她對「合作學習」的詮釋。

蓋比：……學校相當重視所謂的「參與」(participation)，對我而言「參與」，不是「出席」，不是「回答老師的問題」，也不是「寫筆記」而已，……我希望知道其它同學的想法，……希望去知道他們是如何瞭解虎克先生爲我們設計的學習活動……。

蓋比：……他(虎克先生)經常讓我們進行分組活動，因爲和別人溝通，比較容易使我們的研究計劃做得更好……當然一旦和朋友熟識了，他們都會提供建設性的批評和看法……。

(訪談者：還有呢？)

蓋比：……同儕的評論和教師的評論有些不同。同儕的評論比較容易些，因爲我們是同一層次，比較不會感受威脅。而老師的評論層次較高、比較艱深……同儕所說的語言比較類似我們所說的，偶而虎克先生會說我們的語言，但一說到科學有時覺得高深莫測，只好轉問其他朋友了……。

(資料來源：學生晤談轉譯，Dec. 11, 1992)

從蓋比心聲裡，不難發現學生對「合作學習」有個人的詮釋。往往教師是以「出席」作爲學生「參與學習」的依據，但蓋比的第一段話，說明了她的參與是希望將整個心思放在學業上，而不是儀式化的「參與行爲」而已，(如出席、不說話、記筆記等，或許只是形式上的參與，但心思或許飄到九霄雲外了)。我由她另句話「希望知道其他同學的想法」學習到「合作學習」並不是由「小組」、「團體」這些經營方式就可以達到的，最重要的是每個人內心想法的溝通、協商。蓋比道出教師和同儕評論層次及語言方式的不同是學生認爲同儕的「合作學習」能溝通的理由。

建構主義者一向強調協助學習者獲得多元化觀點，這就需要合作式的學習環境。鼓勵彼此提出不同觀點，加以評估並尋求支持各項觀點的證據。

㈣替代性的評量法 (alternative assessment)：

評量像似一面鏡子，又像一扇可透視學習者心靈的窗戶。「評量」在教室學習的功用，是提升「教」和「學」具有威力的輔助工具 (powerful aid)。Tobin 和 Gallagher (1987) 發現教室學習普遍的現象之一就是教師視「評量」爲激發學生學習的「動機」；他們強調不當的評量法，反而會對學生的學習成長產生不可補救的傷害。過去重視行爲目標 (behavioral objective) 的觀念及以簡答題的方式，已發生

極大的弊病。評量的方式，不應只是由紙、筆表現個人的學習內涵而已，虎克先生告訴我他正朝著多元化 (multiple assessment) 之一的「替代性評量法」的理念發展他在教室裡的評量策略。

在學生學習過程中，爲了診斷其間「教」與「學」的問題，故有所謂的「形成性」評量。虎克先生的形成性評量是如何實施的呢？

案例甲：「電」的單元活動

在「電流」單元活動時，虎克先生利用「橋牌」進行「電流圖」的形成性評量。使學生在生活化及快樂氣氛下自動地進行「過程學習」的自我評鑑。

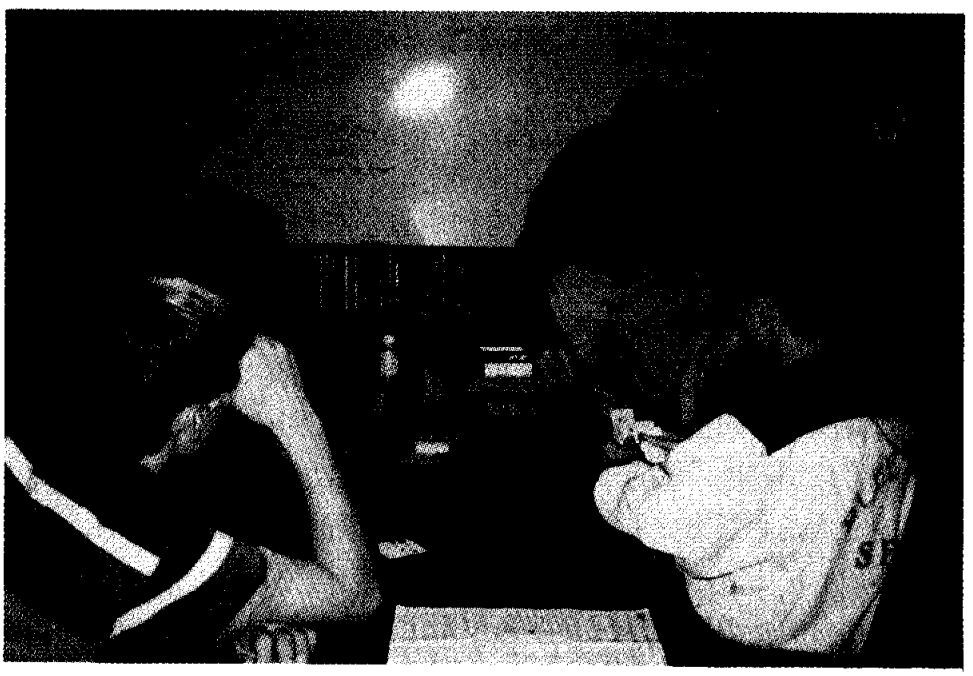


圖 6　橋牌式的形成性評量

撲克牌幾乎是人人會玩的遊戲，但這套撲克牌上的圖案是電池、燈泡、開關、電線等，遊戲規則之一：要以六張牌完成可以使燈泡發亮的電流圖，這種評量饒富趣味且具競爭性。

案例乙：「替代性能源」單元

就「替代性的能源」的單元，虎克先生的策略是由學生來擬評量標準，並以「同儕評量」、「小組自我評量」的方式，使學生不僅看見自己的學習成果而已，並且有觀摩他人成果的機會。圖 7 裡，這一組的三位男生，塔佛、金及約翰正在爲李斯、艾肯等那一組的「太陽熱能」(solarthermal energy) 的研究結果 (以看板來呈現研究成果重點) 做評量。

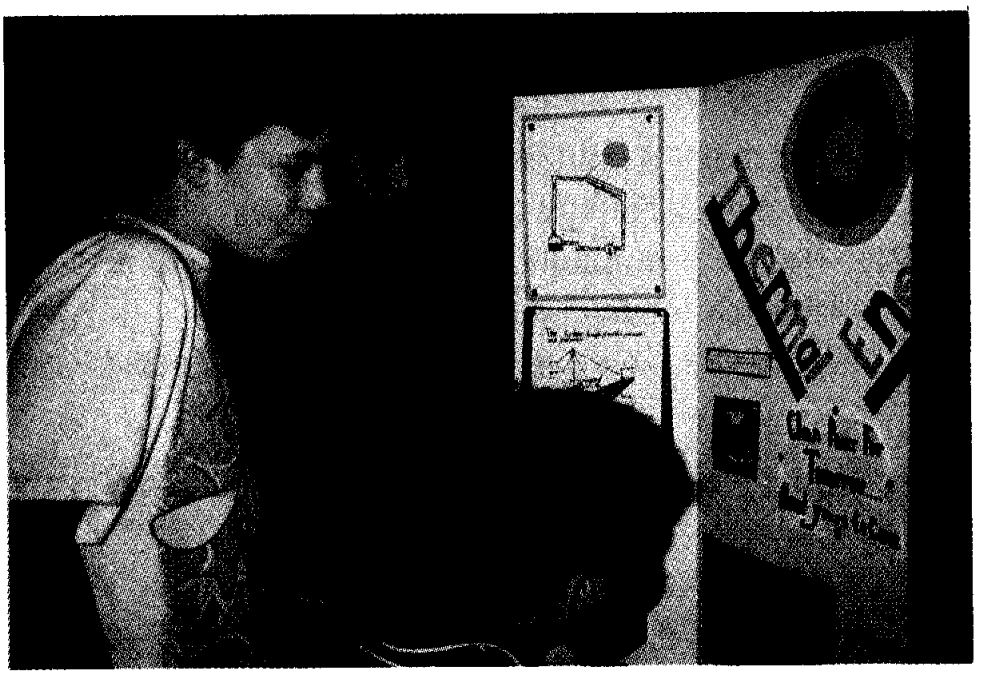


圖 7 嗯！標題頗富意義哦！

虎克先生的「評量」觀，使得評量的責任並不在他一人身上，而是所有的同學都肩負「評量」活動的責任。此外，學生學習成就的呈現，已非由虎克先生目標導向的紙筆測驗來決定了，卻是整合學生的看法來衡量，這是主觀？還是客觀？

Collins (1993) 說明替代性評量法的優點是希望學生：(1)模擬科學家在接近自然奧秘歷程中所遇到的挑戰及一些限制 (constraint)，運用知識、技巧在個人不同的性向下完成科學研究；(2)對不完整結構 (ill-structured) 和非常態工作 (nonroutine) 的挑戰；(3)學習的情境脈絡是豐富 (rich)、寫實 (realistic)、具吸引性 (enticing) 及含

有時間和資源的不可避免的限制因素；(4)培育出具有品質的成果及表現（而不是以一個簡單、正確的答案做其表現的指標）；(5)鼓勵學生表現個人長處；(6)強調心智習慣的反應和一些行爲型式；(7)達到深入的標準 (criteria)，但在進行的過程時，師生應相互磋商。這些優點使得虎克先生一直在想做個眞正的評量 (authentic assessment) 出來。

什麼是理想的替代型評量模組呢？學校的評量宜由「考試文化」(testing culture) 轉爲「評量文化」(assessment culture)，才具意義。「評量」或許眞如許多人認爲的，是提升「教」和「學」頗有威力的輔助工具，但是「評量」應該不會使「學習」成爲「結束」，而是推使「學習」繼續往向無止境的路程的力量。

伍、結論與省思

作者至虎克先生的教室進行觀察的原始目的，就如前言所說是要看具體的「建構者」科學教室。在研究過程中發現，不同人對「建構觀」、「信念」、「課程」等有不同定義。林清玄（民 80) 的一則小文及 Magritte (in Dana & Davis, 1993) 畫下的題款，或許能作爲「建構論」的隱喻。

林清玄（民 80) 在《身心安頓》書中 (p.157) 提到親身體驗的故事，內容大致如下：

> 年輕人：聽林先生講佛教後，我很想學佛，可不可以教一個簡單的咒讓我學佛。
>
> （林先生教他唸觀世音菩薩的六字大明咒「嗡嘛呢叭咪吽」）
>
> 年輕人（眼睛一亮）：您講的「嘛呢」和那個 "money" 有沒有一樣？
>
> （林先生嚇了一跳）
>
> 年輕人：能否再唸一次，我好記下來。
>
> （林先生再唸一次，探頭看到年輕人的筆記寫著 "All money pay me home"）
>
> （林先生心想，一個人心想 "money"，聽到最清淨、最好的咒也會立刻想到 "money"，林先生因而做了個結論，「意念很重要」）

如果以林清玄說的「生活是意念的反應和延伸」比擬教學，我們不能不相信每個人都基於自己的經驗將外界資訊建構成自己的理念。

另一則故事是 Dana 和 Davis (1993) 引用 Belgian 的某藝術家 Magritte 的一幅「煙斗」油畫，下款標題是 "Ceci n'est pas une pipe"（這不是一只煙斗）的啓示

。事實上，畫裡的煙斗不是「眞」煙斗，只是表徵而已。如果一位科學教師將書本中「科學成果」當作「科學知識」傳授的話，則會產生連鎖性的偏差，首先教師帶給學生只是課程專家對科學家研究成果的詮釋，卻忘了給學生有如科學家探索奧秘的機會、探索的過程及做決定的權利。其次科學家研究成果及報告也只是科學家對「自然界」探討某一階段的表徵，而不是絕對眞理。van Glaserfeld (1993) 將一般人信仰宗教與科學的看法予以相互對照評論，「……爲什麼以爲信仰宗教是迷信，卻要求學生不可偏差地把科學教科書的話語說出，卻不算是迷信？……，如果堅持要學生記誦，豈不是要強調科學具有權威性……，持有這觀點，豈不違反人類對科學本質的認知呢？……」。

如果由林清玄的小故事，獲得「人是主動建構知識」的肯定，又由 Magritte 的畫，感受人與人傳達知識只是一種表徵，那我們目前靠「傳道、授業、解惑」的單行道式來薪傳科學，算是「科學」嗎？

由建構主義的知識觀或哲學觀，轉而細察哈伯瑪斯的「知識組成旨趣」學說之「解放性」思想，再思索虎克先生的科學教室，那麼「課程」、「學習」、「教導」及「評量」的意義究竟如何呢？整個研究的過程，我的學習是對「課程」、「學習」、「教導」及「評量」有新的意義詮釋，下面的小段摘要，是我想深思的話。

課程。「課程」的意義究竟是什麼？「課程」不該成爲「課程材料」而已。課程的本質富涵人際間思想的互動，如 Grundy (1987) 說的，課程本身無法獨立於個人的信念、人際思想互動及人、物互動等的因素。課程的理論與實際看法應有轉型。由過去重視「什麼內容該去傳輸給學習者」轉而重視如何在學習者既有的經驗上，組織及築建 (build) 新的經驗。

學習。學習者不是一部人類錄影機，他們不可能被動地記錄下學習單元或教科書的所有資訊。學習者是主動的、活潑的建構者，有能力去做主觀的覺察與選擇客體；並在個人的認知世界與外在物質世界進行個人化思想互動，以建構個人的知識。

教導。「智慧是無法被告知的」，教師既不能也沒有辦法來改變學生的認知構造，只有學生自己本身的努力才能有效。教師或許只能傳輸某些字彙、話語、字詞，而事物的「意義」(meaning) 則是由學習者自行築建的。因此，教師應該思考提供激發 (activate) 出學習者建構認知參與 (cognitive involvement) 的學習環境，使建構者的學習模式 (constructivist learning model) 被激發而出，以創造出具有意義的學習。

評量。結果導向 (outcome-driven) 的評量法，往往造成強調結果，而成爲記憶庫而已。另外人爲設定的標準表面看來是公平的，但易造成偏重「科目內容」的訓練，忽視學習歷程，學生往往在趕作業、考試換取分數，就算學習結束反而使得「學習本質」成爲考試文化的垃圾。什麼樣的評量法是推動學生永續學習的最好方法呢？值得深思。

陸、結　語

「爲什麼你要觀察虎克先生的科學教室呢？」常有人以研究方法的「取樣」問題問我。在這我不想以最初的目的，(想要在活生生的教室文化裡看到能將建構論付諸行動的教師) 來滿足詢問者，我曾用科學教育研究關心的主題「他是典範教師」來回答。但是我的研究伙伴 Dr. Tippin 說「與其說他是典範教師不如說他是典範學習者」，好一句「典範學習者」的譬喻。虎克先生不斷在學習，他不僅在研究所唸書，並常常參加各種研討會、工作坊、且參與該州的課程設計工作，更經常閱讀許多有關教育改革的文章，在他那篇「由行爲主義者改變爲建構主義者的艱辛歷程」的文章，說明外界的資訊及他不斷省思的辯證下，造成信念及教學策略的改變。

要成爲建構派典的「典範學習者」，教師應能在教室環境中尋找問題，進行研究，才是解決教室學習問題的根本之道。在他的碩士論文中有一小頁自傳，這樣寫著：

> 「……想要使教育改革的驅策力，使他決定要再進研究所……在這過程中，和他人合作，一起參與課程研究與發展……」
>
> (資料來源：Mr. Hook 碩士論文內的自傳，1993)

他強調「教師即研究者」(teacher as researcher) 這種觀念，使他能由各種角度，由外由內地探掘、瞭解及解決科學教室裡發生的「教」與「學」的問題。教師持著「典範學習者」和「教師即研究者」的信念，不僅可促使個人在教學上的成長，更能在教室教學上有實質的改善。虎克先生的科學教室就在他的「永續學習」及「教師即研究者」的信念下，經營出來學生告訴我的「我們的科學是有趣的」(Our science is interesting!)(資料來源：場記轉譯，Dec. 11, 1992) 的教室。

參考文獻

一、中文部份：

1. 林清玄 (民 80)：身心安頓。台北：旭昇。
2. 李暉 (民 81)：國中理化教師試行建構主義教學之個案研究。彰化師大科教研究所碩士論文。
3. 郭重吉 (民 81)：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。
4. 劉錫麒 (民 82)：合作反省思考的數學解題教學模式及其實徵研究。《教育研究資訊》，1卷，5期，頁 16-25。
5. 鄭石岩 (民 81)：覺－教導的智慧：禪的教學法。台北：遠流。

二、英文部份：

1. Collins, A. (1992). Alternative assessment in undergraduate science education with emphasis on portfolio. Speech held in December 3, 1993, Department of Curriculum and Instruction, Florida State University.
2. Dana, T. M. & Davis, N. T. (1993). On considering constructivism for improving mathematics and science teaching and learning. In Tobin, K. (Ed.) (1993). *The Practice of Constructivism in Science Education.* Washington, DC: the American Association for the Advancement of Science.
3. Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process.* Chicago: E. C. Heath.
4. Donaldson, M. (1978). *Children's Minds.* New York: Norton.
5. Duckworth. E. (1987). *The Having of Wonderful Ideas: Essays on Teaching and Learning.* New York: Teachers College Press.
6. Gardner, H. (1993). *Multiple Intelligence: the Theory in Practice.* New York, NY: Basic Books.
7. Grundy, S. (1987). *Curriculum: Product or Praxis?* London: Falmer Press.
8. Guba, E. C. (1991). The alternative paradigm dialogue. In Guba, E. C. (Ed.) (1991). *The Paradigm Dialogue.* CA: Sage Publications, Inc.

9. Habermas, J. (1971). *Knowledge and Human Interests.* London: Heinemann.
10. Hook, S. K. (1993). *Teachers and The Classroom: The Beginning of Educational Reform.* Unpublished thesis, Florida State University.
11. Jakubuwski, E. (1993). Constructing potential learning opportunities in middle grades mathematics. In Tobin, K. (Ed.) (1993). *The Practice of Constructivism in Science Education.* Washington, DC: the American Association for the Advancement of Science.
12. Kincheloe, J. L.; Steinberg, S. R. & Tippins, D. J. (1993). *The Stigma of Genius: Einstein and Beyond Modern Education.* Durango, Colorado: Hollowbrook Publishing.
13. Lakoff, G. & Johnson, M. (1980). *Metaphors: We Live By.* Chicago: The University of Chicago Press.
14. Lincoln, Y. S. (1990). The making of a constructivist: A remembrance of transformations past.
15. Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies,* **19**, pp. 317-328.
16. Olson, D. R. (1990). Possible minds: Reflections on Bruner's recent writings on mind self. *Human Development,* **33**, pp. 339-343.
17. Pajares, M. F. (1992). Teacher's beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research,* Vol. 62, No. 3, pp. 307-332.
18. Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education,* **66**, pp. 211-227.
19. Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology,* **82**, pp. 498-504.
20. Sigel, I. E. (1985). A conceptual analysis of beliefs. In I. E. Sigel (Ed.), *Parental belief systems: The psychological consequences for children* (pp. 345-371). Hillsdale: NJ: Erlbaum.
21. Tobin, K. (1991). Referents for making sense. Paper presented to the

annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago, Illinois.

22. Tobin, K. & Gallagher, J. (1987). What happens in high school science classrooms? *Journal of Curriculum Studies.* **19**, pp. 549-560.
23. Tuan, H. (1991). The influence of preservice secondary science teachers' beliefs about science and pedagogy on their planning and teaching. Paper presented at Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Lake Geneva, WI, 1991. (ED 332 871).
24. Tyler, R. W. (1949). *Basic Principles of Curriculum and Instruction.* Chicago: University of Chicago Press.
25. von Glasersfeld, E. (1988). The reluctance to change a way of thinking. *The Irish Journal of Psychology.* **9**, 1, pp. 83-90.
26. von Glasersfeld, E. (1993). Questions and answers about radical constructivism. In Tobin, K. (Ed.) (1993). *The Practice of Constructivism in Science Education.* Washington, DC: the American Association for the Advancement of Science.
27. Vygotsky, (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes.* (M. Cole,V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
28. Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education,* **75**(1):9-21.

Hook's Science Classroom

Chao-Ti Hsiung
National Taipei Teachers College

Abstract

This study, in cooperation with an American teacher, utillized interpretive research methods to explore a constructivist learning environment. They study took place in the United States at a Southeastern University laboratory school (K-12). The participants in the study included Mr. Hook and his eighth-grade physical science class (males=13; females=8). Fieldnotes, pictures, transcripts of interviews, students' written projects, journals, a biography of Mr. Hook, and his Master's thesis, framed a context of a favourable constructive science learning environment. The learning activities associated with "electricity" and "alternative energy resources" capitalized on autonomous learning supported by challenging tasks, multi learning resources, cooperative learning, and alternative assessments. Autonomy is a main construct developing out of this study. Autonomy is a referent for active learning. It is the intended outcome of an emancipatory, constructivist curriculum.

Key words: Constructivism, science classroom, learning environment, emancipation