

「同儕科學家意象」對科學知識重建過程的影響

分析

曾守恆

摘要

從「人是知識的主體」的觀點，去探討學生在以異例實驗活動激發的科學知識重建過程中相關的社會脈絡如何影響學生之科學知識的重建。在經過與一般科學教科書教學不一樣的異例實驗活動之後，學生是否在科學家此一看法上對於同儕和自己的歸因會發生變化。

研究發現：（一）在異例實驗的討論活動中主動發言的學生主要以在同儕科學家意象教室結構中第一類別的學生佔大多數。（二）同儕科學家意象對於科學知識重建有明顯的影響，被大部分班上同儕歸因為像科學家的學生更容易獲得班上同儕的支持。又歸因某學生像科學家的同儕比不歸因某學生像科學家的同儕更容易支持此學生所提出的假說。（三）在經過異例實驗活動之後每一個實驗班級自評在班上比多少人像科學家與數理化上學期成績平均值的相關都降低了。（四）在經過異例實驗活動之後，在班級論辯活動中有發言的同學比異例實驗活動前被班上更多的同儕歸因為像科學家。

目次

- | |
|---------|
| 一、前言 |
| 二、文獻探討 |
| 三、研究設計 |
| 四、研究結果 |
| 五、結論與建議 |
| 六、參考書目 |

關鍵詞：異例、知識重建、社會脈絡、歸因、同儕科學家意象、班級結構

一、前言

過去，科學教育常常將教學的重心放在如何教學生擁有正確的科學知識，並須除去學生對正確的科學知識的各種不完整的理解，雖然，後來的研究強調指出，學生其實會

因不同的生活環境和文化背景而形成一套對於自然的理解方式，並且在學習過程中，即是一步一步的建構他對於課程、自然的瞭解，但是這些研究的最終目的，幾乎都是想找出一種最有效率的手段和工具，以便能將正確的科學知識，精確不變的移植給學生。並教給學生科學的精神、科學的態度、科學的方法，令學生擁有科學的素養。

然而，根據楊文金（1997b）的分析指出：「我們對於『人與知識間的關係』有了一種類似 Kuhn 所說的「完形轉變」(Gestalt switch)，從原來的「人是知識的發現者與負載者」轉變為「人是知識的主體」。在前者，知識的意義與價值對所的人都是相同的，也就是說，一個科學理論的真與偽是獨立於人、它的價值是普遍的(universal)。」，而後者，則是肯定「生活世界」和做為它的主體的人是應具有無可取代的優先性。因而，學生做為生活世界中的一員，是擁有無可取代的意向性(intentionality)，亦即，他可能對於哪些知識才是有用的，哪些事物算是知識，和要如何接受、學習知識有他自己的信念。

從 Husserl 對「生活世界」的優先性強調開始，楊文金（1997）分析指出：我們可以劃分出兩個世界，即存在有「科學世界」與「社會世界」，而且這兩種世界分別存在兩種不同準則。另外，從知識社會學的分析(Mulkay, 1979)，我們可以認識到，真正從事科學研究的科學家社群並沒有完全脫離社會世界的脈絡，情感、價值完全中立、不帶任何主觀意見的從事科學研究活動，我們不應僅由偉大科學家理想化態度來導出「科學的制度性規範」，而也該去研究在科學社群中混亂的行為與複雜的態度，真正從事科學研究的科學家社群除了會有與典型科學規範有別的反規範之外，在各方面，這個專注於科學研究的特殊社群中，就如同在大部份的社會生活領域裡，人與人之間的互動並非只是一組或多組制度化規範性原則就能加以完整詮釋。亦即，既使是正從事科學研究的科學家社群亦有混亂的行為與複雜的態度，即，無法脫離社會世界的脈絡，而只依照科學世界的準則和規範進行科學研究。

甚至，如 Kuhn（1970）指出，在危機時期，科學知識的「革命性進展」，係透過科學社群的辯論與勸服(persuasion)之論證活動來改宗，而非單純的形式論證。其中，社會世界的脈絡在辯論與勸服之論證活動所扮演的角色，對於理解科學社群的「改宗」行為，可能是一個相當重要的線索。

如上所述，科學家在進行科學研究時，社會世界的脈絡有不可斷絕的影響效應，即是，事實上，科學家是做為科學知識的主體，在面對科學知識時，無可避免的會滲入、參雜本身的意向性，即，處於生活世界、社會世界中的種種考量。因而，強調我們應該認為「人是知識的主體」，並且人於「社會世界」中所處的脈絡會影響到他在「科學世界」中從事科學研究，建構知識的過程與結果，形成了本研究的基礎背景。

向來，科學教育學者對於學生皆強調：科學家能在科學世界中，依照科學的規範謹慎的從事科學研究，彷彿一旦進入科學世界，披上科學家的光環，科學家就能完全秉持客觀、理性的科學規範精神從事科學研究。但是如上述研究背景指出：科學家在進行科學研究時，社會世界的脈絡有不可斷絕的影響效應。因而，雖然可能在此種洗禮之下，每位學習科學的學生，對於什麼是科學的精神、科學的態度、科學的方法都能朗朗上口的說出一套冠冕堂皇的話語，然而，實際的學習行為，卻可能是另一種樣子。

而關於在教室情境學習的學生，根據楊文金（1997a）的分析則指出，學生在教室情境的各種互動之後，會在「科學家意像」這一維度上，對彼此形成個人基模與自我基模的同儕科學家意像，而且在對訊息合理性的判斷上有顯著的效應。而我們亦可根據在「科學家意像」這一維度上，對彼此形成的同儕科學家意像而指出存在一種班級結構，既會影響學習的結果，又受到學習結果的影響。

在一個根據後實證哲學之科學發展觀與知識建構觀所作的研究中，洪振方（1994）分析指出，學生的互動、討論活動對於科學知識重建有不容忽視的影響，如，學生的討論活動會影響科學知識重建的特性、、、等等，然而，由於此研究著重於知識建構之主體與客體的交互作用的基本觀點，但是卻著重於純粹的認知與論證的觀點來探討學生的互動對科學知識重建的影響。然而，在教室情境中，做為認知主體的學生實際上是處於一種社會世界的脈絡之中，並且各種被認知的客體，其來源亦都有其無法被抹滅的社會世界脈絡。以致於在其研究發現中，留有一些仍待再詮釋的現象。

因此本研究希望進一步由班級做為一個社會系統，和學生是科學知識的主體的出發點，去探討在科學知識重建過程中以社會世界的角度為切入點去探討學生如何進行彼此的互動，和分析學生所處的社會脈絡，主要以學生在「科學家意像」這一維度上，對彼此形成個人基模與自我基模的同儕科學家意像和班級結構為主，對於科學知識重建過程的影響。

二、文獻探討

（一）、科學中的異例

1、科學知識重建過程中異例的角色

在量子論與相對論的革命之前，科學家總是將科學視為是由普遍與靜態真理所組成的新康德主義式圖像，只能藉由超然、公平的觀察，對感官事實的信賴，以及精確的測量獲致。自然科學，可以隨著錯誤的消弭，真理的不斷被發現，而直線發展，然而依據 Heisenberg(1958)，我們已不再可能把測量視之為是獨立於測量所涉及之行動與技巧的程序。如此，為一幅永恆不變、不受人干擾的自然圖像奏起輓歌。隨後的後實證哲學中則依特殊立場形成的各種有關科學如何發展的觀點，如 Kuhn(1970)、Popper(1959)、Lakatos(1970)等學者。

如 Kuhn(1970)認為，直到出現使科學家無法用典範調整的異例，而且隨著這類異例出現的頻率增多，科學家才會感受到這類異例構成了對典範的根本威脅，並且開始總是只有少數的科學家；他同時指出，從科學史的事例，可以得到如下的暗示，「一旦某一科學理論成為研究典範之後，除非另有一個理論能取代它的地位，科學家絕不會放棄這個理論」（Kuhn，1970，p77）。

因此，科學教育研究者所提出的各種關於概念改變(conceptual change)的見解，都是強調必須使學生面對有挑戰性的「問題」，此一「問題」有的研究者稱之為「矛盾」(contradiction)(黃榮村，1986；Lawson，1987，1990)，有的研究者稱之為「異例」或「異

常現象」(anomaly) (洪振方，1993；楊文金，1993a；Chinn & Brewer，1992a，1992b)

2、知識建構者與異例的互動方式

異例是引發知識重建的重要關鍵，而在科學知識重建過程中人與異例的互動方式，從認知與論證的角度去分析，知識建構者在遭逢異例時的可能反應機制，個體必須做三項不同的決定，以便協調「異例」與既有的理論：(1) 個體必須決定該異例訊息是否可信了這是非常重要的，因為如果該異例訊息是不可信的，那麼即不需要進一步地試圖去協調異例訊息與理論。(2) 個體必須決定該異例訊息是否可以被解釋了如果可以，又該如何解釋？對理論與異例訊息之成功的協調，需要個體能夠解釋該異例訊息。(3) 個體必須決定是否需要改變理論，以便完成理論與異例訊息的成功協調？如果需要改變理論，則應如何改變？

對異例的反應機制的分析中，似乎都暗含著每一位科學知識的建構者實際從事科學工作時，都會在好奇心的驅使下，大膽的假設，小心的求證。亦即科學家會遵從一種被認為是促進科學進步最重要的科學的制度性規範(Merton，1973)，然而，近來歷史家與社會學家的詳細研究則顯示：在實際從事科學工作時，科學家以不容忽視的頻率偏離了這些假想規範；而且從沒有一個經驗研究是被設計來用以探究科學家對這些規範文字說明的贊同，是否會進而促成他們對這些規範亦有著強烈而普遍的執著(Mulkay，1969;Storer，1973)。

其中最著名的例子是 Mitroff (1974) 在其對「登月計劃科學家」(Moon Scientists) 的詳細研究過程中有充分的探索。Mitroff 的主要論點乃是，科學中不只有一組規範而至少有兩組。第一組規範多少已為功能論傳統中的社會學家所準確認明。但僅僅以這組規範來描述科學意索會對科學產生出一套頗為誤導的說明；因為每一個原來這組中的規範總會被配上一個用來辯護或引發相反行動的對立原則。Mitroff 認為，感情中立的規範為感情投入的規範所反制。因此，他所研究的科學家中，有不少人會說：對自己想法強烈，甚至「死心塌地」(unreasonable)的執著在科學中是必要的，因為若不如此，研究者將不可能把那費時費力的計劃付諸實行，以致開花結果，或是長期忍受在探索這個頑抗的經驗世界時不可避免出現的失望。科學家常認為，在個人式判準的基礎上去評判知識主張是完全可接受的。科學家總是從浩如煙海的研究文獻中擇取他們認為是可資信賴的部份(根據各式各樣的理由)，而並非將其所研究論題領域中所有的研究報告都置於非個人式的審查之下。換句話說，科學家常認為，以人廢(興)言(to judge the man rather the knowledge-claim)是正當的。再一次地，這個反規範亦具有某種功能，它可以省下研究者的時間與精力，加速研究的發展，但卻也同時確保了那些被其同事視為是「較能幹」或者「較有經驗」之科學家說話的份量。

正如 Pinch (1976) 回顧了一九五〇年代的量子力學，而在其著作中顯示，當科學家在面對一個具威脅性之知識主張時，如何藉著在不同社會情境中對其理論資源作高度選擇性運用，來護衛其既有的解釋架構。並指出科學理論本身是多面向的，何者可構成一個科學中的理論是可變的，且對不同科學家的團體來說乃是代表著不同意義。

關於科學家實際從事科學工作時，遭遇到異例，是否仍遵守科學的制度性規範？是

否此一科學的制度性規範能支配社會性互動以重新建構科學知識？則可以從 Gouldner (1971) 所大力主張的說法：

道德規律不會只因它們「存在」，就會自然而然地促成人們對它的遵從……遵從並非是被訓令，而是協議出來的……這些道德規律因而扮演著表達緊張關係的媒介……在一套道德規則中，一項裁決常不只涉及一條規則，也可有許多正當化此項裁決的方式。影響人們選擇某一特定道德規律來解釋一項裁決的主要因素，乃在於他對這些道德規律的預期功效。……何者會被認為是道德的，常因一個人的利益而定(1971, p217)。

加以考慮，或許我們應該主張：在這個專注於科學研究的特殊社群中，就如同在大部份的社會生活領域裡，我們不能把人與人之間的互動描繪成受一組或多組制度化規範性原則支配，或由此原則所推出之操作規則的表現。而須考慮到實際互動發生時的社會脈絡對於互動過程的影響。

3、以異例現象探究科學知識重建過程的實徵研究

在洪振方(1994)《從 Kuhn 異例的認知與論證探討科學知識的重建》之中，以異例為切入點，有以下主要研究結果：(1)、學生科學社群，係處於以範例為基礎的「常態科學」活動中。只有少部分受試者能夠察覺到此係範例之異例現象的存在，但他們係以範例所提供的訊息提出實驗誤差的質疑，將異例的發生視為是「人為的異例」。(2)、在班級論辯活動中，發現發言者所提出之異於範例的新假說，在不同班級中的發言者，其所遭遇的各種假說間之「競爭關係脈絡」並不相同，因此在班級論辯活動中有不同效應發生。(3)、受試者對異例現象的認知與論證，其質疑與辯證的對象主要來自「與他人對話」的相異概念架構。(4)、學生科學社群的理性思考，係呈現「局部理性」的運作，而非以「全域理性」的思考在運作。(5)、在班級論辯活動之後，發言者間所形成之具有影響力的「觀念共同體」。(6)、受試者認為該假說「較具解決問題效率」、或者「較具合理性」、或者「較具可信度」、或者「較具周延性」、或者「無法否證」才會支持新假說。

4、另一個可能的思考方向

在科學家的意像的研究中，蔣佳玲(1995)裡還有一個發現值得注意。她發現在她的兩個班級的討論過程中，都可以發現「明星學生」的存在。他們在班上的討論活動中所扮演的角色為：若某一學生在班上扮演著明星學生的角色，其他學生在進行情境釋義，並經過扮演他人角色的歷程後，對於他的發言將會十分的信賴，也都深受其發言內容的影響。最後，她指出，雖然班上的學生會受到明星學生發言內容的影響，但他們並沒有明顯地知覺到這些明星學生對他們的影響。因此，明星學生對於個體的影響可能是潛藏在班級討論進行的過程當中，而個體仍可能不自覺於此種影響。最後可歸納結論說明星學生有相當的影響力，除了容易在團體中形成觀念共同體之外，還可能潛在地影響團體中的其他個體。這種潛在性將可能使得個體在不自覺的情況下，接受明星學生所提的觀點。

在蔣佳玲(1995)中，從社會性的面向切入探討討論活動中同儕的彼此影響，因此

指出經過「情境釋義」後，可能獲取一種「類化他人」的態度，和存在「明星學生」，他的影響力透過社會互動容易使他的意見在團體中形成觀念共同體，而且還可能潛在地影響團體中的其他個體。

（二）人與知識的關係

在西方的思想發展史中，理性主義，即認為心靈通過對清楚與自明的真理的認識，能夠獨自取得確切的知識與經驗主義，即堅持感覺經驗是世界知識的最終來源。是兩個重複出現的重要主題，每個時代的思想都在兩個極端中擺動。

眾所周知，近代經驗論和理性論的長期論爭，基本圍繞認識起源，特別圍繞為認識提供普遍必然保證的邏輯範疇和規律的起源問題展開的。他們各執一端，爭論不已，但似乎爭論是永無止境的。

理性與感官經驗之間的張力，使西方的思想持續不斷在兩者間動盪搖擺，其後，培根認為「感覺是完全可靠的，是一切知識的泉源」。他推崇歸納，認為從感覺材料的歸納中可得到普遍的原則。由此誕生所謂歸納的邏輯。不過培根仍給理性留有一定的餘地，承認單憑經驗不足以認識全部自然。歸納過程中需要由理性對經驗材料加以某種程度的「改變或消失」，才能得到普遍必然性的認識（余麗嫦，1990）。到了 Locke，才首次指出認識論的首要問題歸根到底是構成認識(知識)的那些普遍觀念(即邏輯範疇與規律)的來源問題。他認為所有這些普遍觀念和法則是在後天意識進程中通過經驗而獲得的。而後期理性思想代表人物 Descartes 認為認識的可靠基礎是「我思故我在」這個命題。認識自然的唯一途徑是理性的演繹，而演繹又要求一些普遍的概念或「公理」作為其出發點，於是承認某種「天賦觀念」就勢在必然。Descartes 以「天賦觀念」取代了邏輯範疇與規律。（朱德生等，1987）

而根據 R.Tarnas（1991）分析指出直到近代，培根與 Descartes，宣告了現代心靈的雙重認識論基礎。在他們關於經驗主義與理性主義的分別宣告中，由古希臘人發端和由經院哲學恢復的自然界與人類理性長期增長的意義，得到了明確的現代表現。在這種雙重基礎上，哲學向前發展，科學取得了勝利。牛頓的下述成就不是偶然的：他在實踐上系統地綜合了培根的歸納式（inductive）經驗主義與 Descartes 演繹式(deductive)數學理性主義，從而使最初由伽利略形成的科學方法產生了結果。

牛頓之後，科學作為宇宙的權威確定者而盛行。而且科學的宇宙論發現與結論，現在日益支配著西方的世界觀。因而確立了對人的現代理解：認為人的理性智力已經理解了世界的自然秩序，他自己的理性已經掌握了自然界隱藏的邏輯，從而取得了對自然力量的支配。

雖然緊跟著有康德認為：人在他的世界中所觀察到的秩序不是基於該世界，而是基於他的心靈。心靈好像迫使世界服從它自己的結構。一切感覺經驗都被人的先天結構這一過濾器所引導。人能取得關於世界的知識，不是因為他有能力洞察和把握世界自身，而是因為他所觀察與理解的世界已經滲透著他自己心靈結構的原理。絕對的東西就是這一結構，而不是世界自身，因為世界自身終極上仍然超越人的知識。但是由於人的心靈

結構是絕對的，康德認為，人能夠真正確切地了解現象世界---他能體驗的唯一世界。

然而此種哲學上的思想對於牛頓之後的大多數科學家而言，並不會顛覆他們所抱持的素樸實在論，如 Hacking (1983) 分析指出：

科學實在論主張，正確的理論所描述的物質，狀態，和過程確實存在。質子、光子、力場，和黑洞的真實性就像腳指甲，渦輪機，溪流中的漩渦，火山等一樣地真實。量子力學中的弱交互運動 (weakinteraction) 就像墜入愛河一樣地真實。有關帶有遺傳密碼的分子結構理論不是真的就是假的，而一個真正正確的理論可能是個真實的理論。

甚至當我們的科學尚未得到正確的結果時，實在論者仍認為我們常常接近真理。我們志在發現物體的內在結構，及探知最遙遠的宇宙有什麼東西存在。我們不須太謙虛，因為我而已經發現許多事物了。(Hacking, 1983 頁 1)

而即使是對建構論有卓越貢獻的 Piaget，雖說過，作為觀念形態的關於客體的知識，似乎不是客體的規律在主體頭腦中的反映，而是主體認知結構對客體經驗外化建構的產物，在此過程中，主體結構被「應用於」或「歸屬於」客體。而也說過關於社會環境和社會生活對人的認知發展具有作用的話，例如，「人的存在物從一出生就沈沒在社會環境中，社會環境也像物理環境一樣影響著他」，「人的智慧在發展的所有水平上，從出生到死亡都要受到社會生活的影響」等等。但是，在談到人的概念形成的條件時他仍是強調指出：「概念除了知覺材料以外，還同或多或少複雜的特殊結構結合在一起。……如果沒有一種超出知覺範圍的邏輯數學結構，那就不可能精確地形成這些概念」也在這裡，康德的影子清晰可見。(李其維，1995)

這些抱持素樸實在論的科學家、科學哲學家仍認為存在一種人的心靈天賦先驗，最理性的認知模式，只要依據人的心靈天賦先驗，最理性的認知模式就可以「發現」關於宇宙的正確知識，因而人們在認知上的發展，即是一直向此一完美的天賦先驗又理性的認知模式邁進。

對以上所述，「存在一個沒有認識主體且獨立的知識世界，這種知識的產生可說是來自於秉持人類天賦理性的基礎，自然而然所產生的完美知識。」而在其中「人為客觀知識的負載者」這樣的觀點，Rorty(1986)曾試著指出：

現實向我們的顯露，並非以如同黑暗中觀鏡的方式，而是以某種不可想像的直接性來顯露的。如果我們把知識從某種論述性的東西、由觀念或字詞的不斷調整所達到的東西，轉變為這樣一種東西，它像被外力強迫一樣不可避免，或被一種使我們沈默無言的景象所穿透，那麼我們就將不再有責任在各種相互競爭的觀念和語詞、理論和詞彙之間進行選擇了。(Rorty, 1986 頁 354)

亦即，若認為秉持人類天賦理性的基礎，自然而然就能產生的完美知識。這樣的認知甚至會形成一種「責任」的逃避，逃避了人作為認知主體的則認識無法由別人所取代的。對「人為客觀知識的負載者」這種觀點的質疑的進一步分析，可從一則軼事開始。王溢嘉(1994)談到：「有一天，諾貝爾物理獎得主布洛克和海森堡沿著海灘漫步，布洛克不停地向海森堡講述有關天空數學結構的一個新理論。海森堡聽著聽著，最後抬起頭

來說：『天空是藍色的，鳥兒在空中飛翔。』」，在此或許我們會訝異，為什麼當布洛克理性的向海森堡講述有關天空數學結構的一個新理論時，他會不理性的言不及義談到什麼天空啦、鳥兒啦這一些屬於感官知覺、相對說來較為瑣碎的東西。身為近代物理學的奠基者之一的「理性的」海森堡，能聽到有關天空數學結構的一個新理論為何不會雀躍萬分？反而好似澆冷水般的提到天空和鳥兒，這類小孩子般的言語。海森堡這種反應代表什麼含義？或許可回到由現象學宗師 Husserl (1938) 的分析加以探討。他指出：

「最爲重要的值得重視的世界，是早在伽利略那裡就以數學的方式構成的理念存有的世界開始偷偷摸摸地取代了作爲唯一實在的，通過知覺實際地被給予的、被經驗到並能被經驗到的世界，即我們的日常生活世界 (unserer alltägliche Lebenswelt)。伽利略的後繼者，近幾個世紀以來的物理學家，也都很快繼承這種代替。」 (Husserl, 1938 頁 61)

而所謂的日常生活世界 (unserer alltägliche Lebenswelt)：它是還未被主題化的意識中的一個世界，它僅僅爲人們所質樸的相信----它是人們熟悉的、並不得不居於其間、無所逃的世界。

因而近代科學的發展可說是在幾何的和自然科學的數學化中，在可能的經驗的開放的無限性中，我們爲生活世界(即在我們的具體的世界生活中不斷做爲實際的東西給予我們的世界)量體裁一件理型的衣服 (Ideenkleid)，即所謂客觀科學的真理的衣服。

以上所述，Husserl 對生活世界和做爲不可取代的認知主體的強調，可用 Rorty (1986) 的一段分析更生動的指出：

對科學、『唯科學論』、『自然主義』、自我客觀化，以及對被太多的知識變爲物而不再成爲人等等的恐懼，就是對一切話語將成爲正常話語的恐懼。這也就是如下這樣的恐懼，即對我們提出的每個問題都將有客觀地真或假的回答，於是人類價值將在於認識真理，而人類德性將僅是被證明了的真信念。這種情況令人驚恐，因爲它消除了世上還有新事物的可能，消除了詩意的而非僅只是思考的人類生活的可能。(Rorty, 1986 頁 365)

這樣，人們或許希望逃避作爲一個無法被取代的認知者所需背負的重擔，但有時又驚恐自我這認知主體被客觀化，或被太多的知識變爲物而不再成爲人。

另外，正如楊文金 (1997b) 指出，晚近『科學社會心理學』 (social psychology of science) 的發展 (Shadish, Fuller & Gorman, 1994)，不但提供了探討『在社會脈絡中的個體科學家』 (individual scientist in social context) (頁 9) 各種可能的理論機制，同時也將『正統』觀點中，人只是『知識的發現者』與『負載者』的角色澈底地改變爲『人是知識的主體』 (楊文金, 1997b 頁 4)。我們對於『人與知識間的關係』有了一種類似 Kuhn 所說的『完形轉變』 (gestalt switch)，從原來的『人是知識的發現者與負載者』轉變爲『人是知識的主體』。在前者，知識的意義與價值對所的人都是相同的，也就是說，一個科學理論的真與僞是獨立於人、它的價值是普遍的 (universal)。(楊文金, 1997b 頁 5)

而後者，則是深深的肯定生活世界和做爲它主體的人是應具有無可取代的優先性。

而這，或許是海森堡會在布洛克向他講述有關天空數學結構的一個新理論時，他聽著聽著，最後抬起頭來說：「天空是藍色的，鳥兒在空中飛翔。」的一個原因。

（三）教室中學習的社會面向

1、建構主義式教學的啓迪

科學的學習其實是一種個人對事物認知之理論與模式的建構與再建構，在許多探討學生如何發展有關自然現象的研究結果中都支持這種觀點，認為學習是一種建構和再建構的過程。(McCloskey, 1983 等)。其中社會建構論者的心理學家更發展出另一個視野，亦即在個別知識發展的同時，個體與他所參與的社會觀點會有難以分割的關係存在。因而班級作為一個社會系統，學生在此一社會系統中，學習的行為就不可能脫離同儕間的彼此互動所造成的影響。

2、「社會世界」和「社會類別」對信念選擇的影響

根據 Augoustinos 與 Walker (1995)指出，在社會世界中的認知是以一種與認知心理學中的基模理論十分相似的認知結構-社會基模為主一般而言，社會基模可以分為四個主要的型態：個人基模 personal schema」、自我基模 (self schema)、角色基模 (Role schema)、以及事件基模 (Event schema)。

社會基模理論認為人們在社會世界中，經由類別化的過程將社會物件予以分類，這個過程的結果產生了社會類別，而對每一種社會類別的認知形成了社會基模。例如「科學家」即是一個社會類別，人們對於「科學家」的瞭解，形成了「科學家」的社會基模；即使是國小學生也對「科學家」有所瞭解（蔣佳玲、郭重吉，1994）。此外，「科學家」也可以是一種個人基模，即「科學家」可以是一個人格的特質。

總之，我們除了科學世界的知識之外，還有許多諸如角色基模與個人基模的社會知識。我們在面對事件時，這兩個世界的知識是否會影響我們對事件的判斷呢，在楊文金（1997）的研究中指出：

（1）社會類別影響了信念的選擇。例如，在與科學相關的主題中，物理老師具有增強的正向影響與抑制的負向影響等（2）社會類別對信念選擇的負向影響部分，在科學相關的主題中，其效應較正向影響為弱。一般而言，具增強（抑制）正向影響的社會類別，在負向影響時具有抑制（增強）的效應。（3）在以科學與文化為主題的情形中，情形則有所不同。國文老師對於信念選擇雖有增強的正向效應，但在某些選項中，物理老師也有相似的效應。在此類試題中，地理老師的陳述較易被判斷為不合理。亦即，社會類別的確會影響信念的選擇。

3、「科學家意像」、「教室結構」和「同儕科學家意像」

在楊文金（1997）的研究，班級做為一種社會系統，我們可從社會世界的角度描述學生在教室中的種種社會性的行為，如研究發現則指出：「(1)同學之間能以科學家意像形成同儕之間的個人基模，而且在每一個班級中，對於哪些同學像科學家具有高度的一致性，(2)同儕間之科學家意像的歸因歧異度很大，(3)同儕的科學家意像，一方面是十分穩定的，另一方面，隨著相處時間的延長，這種同儕意像具有強化的趨勢，(4)學生在判

斷訊息的合理性時，明顯地受到同儕意像的影響，(5)學生在推論自己或他人在判斷訊息合理性，是否受到同儕之影響時，有不同的歸因。」

三、研究設計

(一) 研究工具的發展

本研究所使用的研究工具包括兩個部分，第一個部分是「同儕科學家意像」班級結構問卷，主要用以探討在教室的情境中，學生在「科學家意像」的維度上，對同儕彼此所形成的同儕科學家意像和以此所表示的「同儕科學家意像」班級結構，第二個部分是，「教室科學知識重建」研究工具，用以探討學生在以科學知識重建的特色設計的討論活動中，學生對於同儕科學家意像的不同歸因方式對同儕所提出的想法的判斷之影響。關於第一部分的研究工具，係根據楊（1997a）的「教室結構問卷」加以修訂設計。而第二部分的研究工具，主要以洪振方（1994）所發展的「科學知識重建」研究工具為主，因應本研究的需要加以增修設計。底下，將分別對設計與使用此二研究工具的方式提出說明。

1、「同儕科學家意像」班級結構問卷

「教室結構問卷」首先在楊（1997a）的研究中所採用，是國內第一份專門針對科學學習的教室情境的分析需要所設計的問題卷，內容則包含兩大部分，第一部份著重於對同學及自己是否像科學家，第二部份則進一步探討學生對於同儕所持之科學家意像的理由。

至於在本研究中，為了配合以「教室科學知識重建」研究工具為主的班級討論活動，因而對於「教室結構問卷」加以修訂，修訂後的內容則含有：

- A、請同學評定自己在班上第幾位像科學家。主要探討在「科學家意像」的維度上，於教室互動情境中所形成的「同儕科學家意像」自我基模的情形。
- B、請同學選出在班上是最像科學家的前面七位同學。主要在探討在「科學家意像」的維度上，於教室互動情境中所形成的「同儕科學家意像」個人基模的情形。

2、「教室科學知識重建」研究工具

主要以洪振方（1994）的「科學知識重建」研究工具為基礎，目的為使學生在具挑戰性、有趣的討論活動中進行同儕間的互動。而不更動原來「科學知識重建」研究工具中「示範實驗的設計」和「狹義的異例活動」的部分，並增修「廣義的異例活動」的部分，且在最後加入一些因研究需要的問題。

(二) 研究樣本

1、預試

為發展研究的工具需要，並瞭解發展的研究工具能否達成預定的研究目的，因此在正式的施測前先進行預試。因而，選取台北市的兩個大專一年級的班級做為預試的對象。

2、正式樣本

本研究的正式樣本所選取的學校樣本為台北市區兩所高中之三個自然組班級，另

外，台北縣地區則有兩所高中之三個自然組班級，和宜蘭縣地區的某高中自然組一個班級，共七個班級。其中有兩個班級是做為本實驗的同儕科學家意像教室結構的控制組，並沒有進行「教室科學知識重建」的實驗。本研究所抽樣的研究對象如下所示：

(1)、進行完整的實驗程序的五個班級

班級	男生	女生	班級總人數
A班	39	8	47
B班	32	10	42
C班	31	10	41
D班	45	0	45
E班	50	0	50
合計	195	28	223

(2)、做為「同儕科學家意像」班級結構的控制組兩個班級

班級	男生	女生	班級總人數
F班	46	0	46
G班	25	17	42
合計	71	17	88

(三) 資料的分析

1、根據「同儕科學家意像」班級結構問卷的前測，主要是將學生在問卷中的資料轉換成以圖表的方式呈現、分析各個班級的教室結構。

2、針對於在「廣義的異例活動」中的論辯活動有主動發言的同學，分析發言的同學在班級結構中的分布情形。

3、以 Pearson 積差相關探究「同儕科學家意像」教室結構中各種相關因素，如自己自評像科學家的程度、自評在班上第幾位像科學家、最像科學家的得票數、上學期數學、物理、化學三科期末成績平均的相關情形。

4、以 t-test 考驗學生對同一班級內得票數接近最高的同學陳述的 A 假說和得票數在 1-2 票的同學陳述的 B 假說的支持程度平均值的差異是否達到統計上的顯著水準。

5、對同一班級內在論辯活動中有發言且在票選班上像科學家中得票數超過 10 票的

同學，依有沒有選此同學為最像科學家的前七人將班上學生分類為，有選此同學和沒選此同學的兩群學生，以 t-test 考驗此兩群學生對得票數超過 10 票的同學關於實驗現象的解釋的支持程度平均值的差異是否達到統計上的顯著水準。

6、以 Pearson 積差相關探究學生對同一班級內在論辯活動中有發言的同學關於實驗現象的解釋的支持的票數、不支持的票數和最像科學家的得票數、上學期數學、物理、化學期末成績平均值的相關情形。

7、以 χ 考驗探究學生對不同學校的學生關於實驗現象所提出的相同的解釋的支持或不支持的情形之百分比是否有顯著差異。

8、以 Pearson 積差相關探究，在班級的論辯活動之後，再一次探究「同儕科學家意像」教室結構中各種相關因素，如最像科學家的得票數、自評在班上第幾位像科學家、自己自評像科學家的程度、上學期數學、物理、化學三科期末成績平均、受歡迎的程度的相關情形。

9、以 t-test 考驗在班級論辯活動中有發言的同學於班級論辯活動前和論辯活動後最像科學家的得票數、自評在班上第幾位像科學家的差異是否達到統計上的顯著水準。

10、以 McNemar 考驗探究在同一班級中的所有學生對於在班級論辯活動中有發言的同學和得票數超過 10 票但是於班級論辯活動中沒有發言的的同學於班級論辯活動前和論辯活動後是否會選取此同學為班上最像科學家的前七個人的情形有沒有顯著的改變。

四、研究結果

(一)、本研究受試者和洪振方(1994)的樣本在關於蠟燭燃燒水位上升的背景知識和認知上的反應方式非常類似。

(二)、在相隔兩個星期的時間，對照組兩個班級的學生在「同儕科學家意像教室結構」問卷中像科學家得票數差異的情形變化不大，標準差分別為 2.6 和 2.7。

(三)、在相隔兩個星期的時間，對照組兩個班級的學生在「同儕科學家意像教室結構」問卷中像科學家得票數的相關情形皆達到顯著水準。而且相關係數相當的高，像科學家的得票數兩個星期的間隔的前後測的相關 F 班為.86 而 G 班為.91。

(四)、在相隔兩個星期的時間，對照組兩個班級的學生在「同儕科學家意像教室結構」問卷中自評在班上比多少人像科學家的相關情形皆達到顯著水準。而且相關係數相當的高，自評在班上比多少人像科學家兩個星期的間隔的前後測的相關 F 班為.73 而 G 班為.82。

(五)、本研究中各個樣本班級學生之自評在班上比多少人像科學家、像科學家得票數的相關情形在七個班級中皆達顯著水準。而相關係數的範圍為.33 到.59 屬於中度相關。

(六)、本研究中各個樣本班級學生之自評在班上比多少人像科學家與數理化上學期成績平均值的相關情形在六個班級中達顯著水準，有一個班級未達顯著水準。達顯著水準的六個班級中，相關係數的範圍為.41 到.57。

(七)、像科學家得票數、數理化上學期成績平均值的相關情形，在七個班級中皆達顯著水準。而相關係數的範圍為.48 到.77。

(八)、在五個進行異例實驗活動的樣本班級中主動發言的同學在同儕科學家意像教室結構中以發言人次計，主要分布於第一類別 54.7%（他評像科學家得票數高於平均值，自評在班上比多少人像科學家高於平均值）和第四類別 24.5%（他評像科學家得票數低於平均值，自評在班上比多少人像科學家低於平均值）。較特別的是在D班和E班裡，第三種類別（他評像科學家得票數低於平均值，自評在班上比多少人像科學家高於平均值）的比例比其餘三個班級佔的比例明顯得較多。其中D班高達40%和而E班為28.6%。

(九)、在五個班級中無論像科學家的學生是先提出或後提出對於蠟燭燃燒異例現象的某一個根本重建的假說，都比不像科學家的學生所提出的另一極度類似的根本重建假說受到班上同學更多的支持，且在五個班級中皆達到顯著水準。（像科學家的學生是指在票選班上最像科學家的前七位同學的問卷中得票數接近全班最高的學生，不像科學家的學生是指在得票數為1-2票的學生。）

(十)、對於每個實驗樣本班級最像科學家得票數大於10票的發言同學以t-test考驗班上有選此發言同學為班上最像科學家的前七位同學之一的學生，和班上沒有選此發言同學為班上最像科學家的前七位同學之一的另一群學生，對此發言同學的贊成程度的差異。結果顯示如下表

班級	A班	B班	C班	D班	E班	合計
可進行考驗的人次	5	8	8	2	2	25
達顯著水準的人次	3	3	4	1	2	12
達顯著水準的百分比	60%	37.5%	50%	50%	100%	48%

(十一)、在五個班級中班上同學選取支持哪些同學所提出對於蠟燭燃燒異例現象的解釋的結果顯示，發言同學像科學家的得票數和提出的假說被支持的票數的相關情形在三個班級中達到顯著水準。相關係數的範圍為.60 到.81。

(十二)、各個實驗的樣本班級對於由不同學校的學生所提出的解釋實驗現象的同樣假說支持或不支持的情形之百分比同質性的卡方考驗，結果顯示：對不同學校的學生所提出的解釋實驗現象的同樣假說支持或不支持的情形百分比同質性的考驗。A班，B班，C班中未達到顯著水準。D班，E班中達到顯著水準。在本實驗所有實驗樣本的所有學生，達到顯著水準。

(十三)、自評在班上比多少人像科學家與像科學家得票數的相關在經過異例實驗活動之後，A班、B班、D班三個班增加，C班、E班二個班降低。

(十四)、自評在班上比多少人像科學家與數理化上學期成績平均值的相關在經過異例實驗活動之後在五個班級都降低了。其中A班為相關係數.42→未達相關顯著水準、B班為相關係數.42→.34、C班為相關係數.57→.44、D班為相關係數.42→未達相關顯著水準、E班為相關係數.42→未達相關顯著水準。

(十五)、像科學家得票數與數理化上學期成績平均值的相關情形，在經過異例實驗活動之後在五個班級都降低了。其中 A 班為相關係數.75→.70、B 班為相關係數.68→.63、C 班為相關係數.77→.61、D 班為相關係數.63→.40、E 班為相關係數.75→.46。

(十六)、在經過異例實驗活動之後，各樣本班級發言的同學之自評在班上第幾位像科學家在實驗前後改變的情形，五個班級皆未達顯著水準。

(十七)、在異例實驗活動之後，各樣本班級的發言同學像科學家的得票數佔有效人數的百分比在實驗前後的改變情形，四個班級達顯著水準，一個班級未達顯著水準。

(十八)、在經過異例實驗活動之後，各樣本班級主動發言同學在同儕科學家意像教室結構中主要分布於第一類別。在此實驗的五個班級主動發言總人次中，第一類別就佔了 75.5%。而較特別的是在經過異例實驗活動之後只有 D 班，第三種類別的比例比其餘四個班級佔的比例明顯得較多。

(十九)、在經歷過異例實驗活動之後，以 McNemar 檢定，考驗各樣本班級的學生對於發言的同學，在異例實驗活動之前和之後，是否有選這些同學為班上最像科學家的前七個人的情形有沒有顯著的改變。結果顯示如下表

班級	A 班	B 班	C 班	D 班	E 班	合計
發言同學的人數	11	12	12	10	9	55
被班上同學傾向於歸因像科學家的人數	5	2	4	5	5	21
達顯著水準的百分比	45.5%	16.7%	33.3%	50%	55.6%	38.2%

(二十)、在經歷過異例實驗活動之後，以 McNemar 檢定，考驗各樣本班級像科學家得票數超過 10 票但沒有起來發言的同學，在異例實驗活動之前和之後，是否有選這些同學為班上最像科學家的前七個人的情形有沒有顯著的改變。結果顯示如下表

班級	A 班	B 班	C 班	D 班	E 班	合計
得票數大於 10 票但未發言同學的人數	6	2	5	2	4	19
被班上同學傾向於歸因像科學家的人數	2	1	3	2	3	11
達顯著水準的百分比	33.3%	50.0%	60.0%	100%	75.0%	57.9%

五、結論與建議

(一)、結論

1、在異例實驗的討論活動中主動發言的學生主要以在同儕科學家意像教室結構中第一類別的學生佔大多數。

2、同儕科學家意象對於科學知識重建有明顯的影響，被大部分班上同儕歸因為像科學家的學生比只被一兩位班上同儕歸因為像科學家的學生所提出的假說更容易獲得班上同儕的支持。又歸因某學生像科學家的同儕比不歸因某學生像科學家的同儕更容易支持此學生所提出的假說。

3、在經過異例實驗活動之後每一個實驗班級自評在班上比多少人像科學家與數理化上學期成績平均值的相關都降低了。甚至有三個班級降至未達相關的顯著水準。而像科學家的得票數和與數理化上學期成績平均值的相關也都降低了。這代表異例實驗活動可能提供一種與一般教學、考試不同的維度去思考科學家的意象並且以此擁有新的有別於一般教學、考試含義的科學家意象作為自我基模和個人基模的基礎。

4、在經過異例實驗活動之後，在班級論辯活動中有發言的同學比異例實驗活動前被班上更多的同儕歸因為像科學家。在班級論辯活動中沒有發言的同學比異例實驗活動前班上歸因此同學為像科學家的同儕會減少。

（二）建議

存在永恆不變的科學真理並且能找出一種決定一種科學理論是否就是絕對正確的科學真理的方法，在 Kuhn(1970)廣泛的從科學哲學、科學史、社會學與心理學等層面分析古往今來的科學面貌、發展之後，可能會被如今大多數的科學哲學家認為是「滿紙荒唐言」，正如以前人們致力於尋求一種永動機，而科學家在面對各種可供選擇的科學理論時，會不涉及自己的私人需要、所處的社會脈絡而純粹依照理論的「客觀」內容而做出最「科學」的抉擇，也在 M.Mulkay(1979)的知識社會學的分析中被宣告「此曲只應天上有」，如 Max Plank 亦曾迷茫的提到：「一個新的科學真理並不是藉著使他的反對者信服、領悟而勝利，而是因為它的反對者都死光了，新生的一代都能熟悉這個新真理。」（引自 Kuhn，1970）。在重新審視我們應當如何面對科學時，一種更符合當今思潮和科學教育的需要的觀點或許可以在楊文金（1997b）裡發現，其中強調人與知識的關係應當被視為是與過往的「人是知識的發現者與負載者」不同的轉變為「人是知識的主體」。而此正是本研究強調的透視學生在教室情境中的科學知識重建過程之基礎，即社會世界優先於科學世界（楊文金 1997），學生在學習科學世界中的知識時，可能會運用社會世界的準則，而在教室的科學知識學習情境中影響最大的社會世界的脈絡可能是在科學家這一維度形成的同儕科學家意象（楊文金 1997a），因此底下將討論學生在面對蠟燭燃燒異例現象時所做的科學知識重建過程，洪振方（1994）從純粹認知與論證的角度所做的分析和本研究強調相關的社會脈絡會影響科學知識重建過程的分析。

在對於問題十七所陳述的成功高中某同學提出的假說，受試者被說服的之潛在因素他則指出主要是（一）新假說解決問題效率、（二）新假說較具合理性（三）新假說較具可信度、（四）新假說較具周延性（五）新假說無法否認五項因素，而在本實驗中以同樣的假說分別將成功高中某同學改成建國高中某同學和泰山高中某同學，結果顯示在回答問卷是由建國高中某同學提出的受試者比回答問卷是由泰山高中某同學提出的受試

者的支持比例偏高，再度說明「勸服」效應，可能是由於受試者對於建國高中的學生和泰山高中的學生有不同的科學家意象的刻板化的歸因。

楊文金（1996）即曾分析指出，學生學習科學的動機，與社會的常模規範有關，即，就整體社會而言，學習科學是滿足社會期望的行為。個體在這樣的期望之下，有一種學習科學的「初級」（primary）動機，接著即是科學教育學者希望透過由豐富學習內容或改良教學策略而引起的學生的「次級」動機（Aldridge 1992），在這兩種動機之外，還需考慮由社會比較所產生的「比較」動機。而且我們有理由相信目前的學校科學所提供的可比較維度是十分有限的，甚至幾近於單一的維度，即紙筆科學。要在科學學習上取得適當的優越感，唯一的途徑是有好的紙筆測驗的成績。

在本研究中的結論中，可知在經過異例實驗活動之後每一個實驗班級自評在班上比多少人像科學家與數理化上學期成績平均值和像科學家的得票數和與數理化上學期成績平均值的相關全都降低了。這代表異例實驗活動可能與一般教學、考試不同。而且能使學生從此種維度去重新看待科學的學習。即學生會根據自己和他人在異例實驗活動中的表現再一次自評在班上比多少人像科學家和評斷班上哪些同學像科學家。而從自評在班上比多少人像科學家和像科學家的得票數和與數理化上學期成績平均值的相關全與成績相關的降低可知，在異例實驗活動中的表現與科學的紙筆測驗的成績並不是同質的，因此，對於在學校科學所提供可比較維度即數理化紙筆科學中表現不理想的學生即非常有可能有機會能表現的非常出色。

本研究提出以下建議：

1、教學上的建議

（1）、研究中發現，學生之自評在班上是第幾位像科學家和像科學家的得票數都與數理化過去成績有顯著的相關，而學校的科學成績又只是來自於單一的紙筆科學比較維度，若長期如此，將使得在數理化的紙筆科學比較維度中表現不理想的學生形成我是不善於科學的、我根本不像科學家的自我基模，而且對於科學的態度日益負向，學習科學的動機日益降低。而且，學生形成的個人基模又是明顯的主要建立在單一的紙筆科學比較維度上，因此又將使得在數理化的紙筆科學比較維度中表現不理想的學生被班上同學認為是較不像科學家，以致於，在學生平時學習的彼此互動中，造成同儕認為人微言輕，所說的話，提出的想法容易遭到批評，或自己就認為人微言輕不敢堅持自己的想法而認為別人較像科學家，提出的想法應該比較正確吧，等使這些同學日漸遠離、想逃離科學帶來的沈重壓力。而且對於在數理化的紙筆科學比較維度中表現理想的學生又容易形成科學只是紙筆科學而已，而至最後，有不需、不願、到不能去動手操作實驗、觀察等習慣。而令台灣的學子評為只是解題、考試的機器。

（2）、研究中發現，學生被同儕歸因為像科學家的次數多寡，和學生是否被同儕歸因為像科學家，都對於此同學提出的說法受到支持的情形有顯著的影響，因而，如果在進行合作學習或小組討論教學時，如果為了學習概念或希望學生產生概念的改變，即可

以運用此種同儕間的「勸服」(persuasion)效應進行分組的工作。原則上，是在每一同組中都需要有一位被所有同組成員都歸因像科學家的學生，由他進行同儕間的「勸服」(persuasion)效應。

以同儕之間特有的次文化語言做充分、綿密的溝通，以達到概念在此種若分享一種概念的氛圍之下，被組員吸收內化。

(3)、研究中發現，在進行異例實驗活動之後，學生之自評在班上是第幾位像科學家和像科學家的得票數與數理化過去成績的相關都降低了，代表此種活動提供了一種學生可以接受而且與學校的單一的紙筆科學不同的比較維度，有助於讓學生認識到科學的多重面貌、開放的比較維度，讓在數理化的紙筆科學比較維度中表現不理想的學生或者表現理想卻並不投入紙筆科學所呈現的科學面貌的學生，重新燃起對科學的興趣和希望，因而若考慮到學生的多樣性和不同的需求，激起又能保持學生的學習動機，去開發、設計有別於數理化的紙筆科學的各種科學上的比較維度是非常重要的。一件事。

2、對於未來研究的建議

(1)、在本研究中主要是探討在班級學習情境中同儕科學意像之外對於科學知識重建過程的影響，故並沒有考慮認知的因素和同儕科學意像間的交互作用。未來的研究者可繼續進一步的探討，以指出認知的因素和同儕科學意像間的交互作用的情形。

(2)、在班級學習情境中同儕間的互動除了同儕科學意像之外各種相關社會脈絡還有哪些會對於科學知識重建過程或學生學習建構知識的歷程有影響，未來的研究者可繼續進一步的探討，以比較指出各種相關社會脈絡在哪種情況中是佔有最大的影響力。

(3)、到底科學有幾種面貌，有多少比較維度，根據本研究的旨趣是強調社會世界的優先性和「人是知識的主體」的視野，將是一個開放的問題，沒有一個確定的答案，正如 Eisenhart 等人(1996)批評目前的科學課程並未發展出一種更值得期待的科學使用者(science practitioner)(科學使用者不必是科學家)意象，仍然維持了科學家與非科學家之間的區別，即是，把科學的使用與成為科學家混同為一件事。以致於科學教育好似能有放諸四海而皆準的一個桂冠科學教育，即成功的、大量進行科學家的無性生殖，然而如果將科學教育視為培訓、挑選科學家的優良種子，將有不知多少的學生在此種單一維度的科學教育之下認為「科學猛於虎」，逃之唯恐不及，如 Ledbetter(1993)所描述一位十六歲女學生對科學的態度，她說：「科學毀了我的學業成績，也毀了我的信念，同時更使我成為他人取笑的蠢樣」(引自楊文金，1997b)，遑論認同科學，持有對科學的正向態度，保持對科學的興趣了。例如，Yager 與 Penick(1986)描述美國三、七、十一年級以及成人對於科學課程的看法。以他們在 1984 年的調查為例，認為科學課好玩(fun)的比例，上述的四群樣本分別是 64%、40%、25%、2%，這個比例隨年齡的增加而下降；認為科學課有趣(interesting)的比例分別是 84%、51%、46%、21%，這個比例也是隨年齡的增加而明顯下降；而認為學習科學對個人未來有幫助的比例分別是 90%、76%、71%、24%，這個比例如同前兩項一樣，隨年齡的增加而下降。隨著與科學的接觸

日益增多，喜歡科學的學生之比例卻一直下降（引自楊文金，1997b）。這種現象若透過在楊莉川（1997）的研究中，分析指出，「認同科學」即意謂著「認同社會」加以理解，若隨年齡的增加和與科學的接觸日益增多，喜歡科學的學生之比例卻下降，意謂著學生對科學的認同的降低，那麼以往的科學教育的功過不禁讓人質疑，因此未來的科學教育能夠持續保持學生對科學的認同是相當的重要的，而要令多樣性和有不同的需求的學生能維持對科學的認同，科學教師將有不可輕忽的重責大任，即開發科學中的各種潛在可能的比較維度，以使得各種學生皆能從科學中獲得對他有用的東西，而在做這樣的工作時，「人是知識的主體」的視野，科學使用者（science practitioner）不必是科學家的意象，將應該是不可或忘的認識。

六、參考文獻

中文部分：

王溢嘉（1994）：生命與科學的對話錄。台北：野鵝出版社。

朱德生、冒從虎、雷永生（1987）：西方認識論史綱。台北：谷風出版社。

洪振方（1994）：從 Kuhn 異例的認知與論證探討科學知識的重建。台灣師範大學科學教育研究所博士論文。

李其維（1995）：皮亞傑心理邏輯學。台北：楊智出版社。

李澤厚（1980）：批判哲學的批判-康德述評。台北：風雲時代出版社。

余麗嫦（1990）：培根及其哲學。台北：巨流出版社。

陳奎熹（1980）：教育社會學。台北：三民出版社。

楊文金（1996）：比較、社會比較、與科學學習的動機。科學教育月刊，第 195 期。

楊文金（1997）：社會類別對信念選擇的影響分析。科學教育學刊，第五卷第一期。

楊文金（1997a）：同儕間的「科學家意像」對訊息合理性判斷的影響分析。未出版。

楊文金（1997b）：從「社會認同」探討「科學家意像」的意義。未出版。

楊莉川（1997）：從社會認同理論探討學生傾向科學的態度核對科學本質的理解。台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。

簡茂發、黃光雄（1993）：教育研究法。台北：師大書苑。

蔣佳玲（1995）：從符號互動論的觀點探討國小學生科學家意像的建構。彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。

英文部分：

Hacking, I (1983). *Representing and intervening*. 蕭明慧譯，科學哲學與實驗。台北：桂冠。

- Heisenberg (1958) 《物理學和哲學》。新竹：仰哲出版社。
- Husserl, E (1938) .The crisis of European sciences and transcendental phenomenology。張慶雄譯，〈歐洲科學危機與超越現象學〉。台北：唐山。
- Glynn, S.M., Yeany, G.H., & Britton, B.k. (1991) .The psychology of Learning Science.熊召第等譯，科學學習心理學。台北：心理出版社。
- Gouldner, A. W (1971) .The Coming Crisis of Western Sociology (London:Heinemann).
- Kuhn, T. S (1970) .The structure of scientific revolutions (2nd ed.). Chicago: University of Chicago press
- Mitroff, I. I (1974) .The subjective Side of Science (Amsterdam : Elsevier)
- Mulkay, M.J (1969) .‘Some aspects of cultural growth in the natural science’, Social Research ,vol. 36, pp22-52
- Mulkay, M.J (1979) .Science and The Sociology of Knowledge. London: George Allen & Unwin.蔡振中譯，科學知識社會學。台北：巨流。
- Pinch, T. J (1977) .‘What does a proof do if it does not prove?’, in E.Mendelsohn, P.Weingart and R.Whitley (eds), The Social production of scientific Knowledge (Dordrecht, Holland: Reidel)
- Popper, K. (1959) .The Logic of Scientific Discovery. London: Hutchinson
- Rorty, R (1986) .Philosophy and the mirror of nature。李幼蒸譯，〈哲學和自然之鏡〉。台北：桂冠。
- Ryle, G (1949) .The concept of mind。劉建榮譯，心的概念。台北：桂冠。
- Tarnas, R (1991) .The passion of the western mind。王又如譯，西方心靈的激情。台北：正中書局。
- Taylor, P. (1996). Constructivism and interpretive research. Paper presented at seminar ,Science Education Center, National Taiwan Normal University ,Taipei.