科學教育學刊
1998, 第六卷第四期， 325-342

EJ51-1998-325

台灣和西澳科學教室環境的合作研究—研究架構、方法及對台灣科學教育的啓思

楊榮祥[1]　Barry Fraser[2]

[1]國立台灣師範大學 生物學系

[2]Key Center of School Science and Mathematics Curtin University of Technology, Western Australia

（投稿日期：87年10月6日，接受日期：87年12月30日）

摘要：本文的目的爲報導台灣和西澳科學教室環境跨國合作研究的架構和方法。此項國際合作研究的目的爲比較二國科學教室環境的本質，以探討影響教師營造正向教室環境的可能因素。本研究共有9位台灣和6位西澳的學者合組5個研究群，分別由教室環境各種不同層面，包括教師信念、學生對教室環境、教師行爲，及教師知識的知覺(Perception)等層面切入研究。各研究群分別發展並效化有關研究主題之教室環境問卷，包括：學生對教室氣氛的知覺(WIHIC)，學生對教師行爲的知覺(TSI)，學生對教師知識的知覺(SPOTK)，教師對科學和科學教學的信念(BASSSQ)等核心問卷，經α信度考驗和因素分析之外，並以返譯(Back-translation)程序，保障翻譯效度(Translation validity)。由都會區學校取樣之國中一、二年級（台灣）或第7、8年級（西澳）男女合班的班各50班，共有1879（台灣）和1081（西澳）位學生參與問卷的填答。根據所收集量化數據(Quantitative data)，再深入收集質性數據(Qualitative data)，所運用的方法包括教室觀察、師生晤談以及隨筆實記(Anecdote)等技術，以詮釋所觀察事實、現象或其他資料背後的意義(Meaning)或價值觀(Value)，並分別由5個研究群據以陸續發表其研究結果。各研究群均指出：影響台灣教師營造正向科學教室環境的主要因素係來自社會和家長對學校教師的角色偏向的期望，並導出三項主要缺失，包括：忽略科學知識的暫時性本質、忽視個別學生的自我和自尊，而將教室孤立於社會生態環境之外。本文作者根據各研究群所得結果，針對台灣的科學教育提出一些檢討和建議。

關鍵詞：教室環境、教師信念、跨國合作研究、學生知覺。

最近十年來，有關科學教育的研究，尤其國際合作的科教評鑑及跨國際跨文化的比較研究，更明確指出中學科學教學多偏向大量教材或知識的單純記憶，以及算則(Algorithms)之套用技術，而忽略科學教育中更重要的，所謂高層思考能力、概念思考能力，以及資料處

理能力等技能的訓練或培養，許多學生都會套用公式算出食物中含有多少熱量，卻不了解能量的意義；又如，能應用公式計算某溶液爲幾莫耳，卻不會運用其知識以了解溶液的特性；也有許多學生能將數字代入公式，以計算加速度，卻不能將加速度的概念用在其日常生活有關問題上。在台灣，許多教育家都指出這都是台灣特有的「考試文化」或「社會價值觀」影響所致（楊榮祥， 1992; Booth, 1991; Hart, 1981; Lapointe, Askew & Mead, 1992; Lin, 1988; Yang, 1993 ）。無論如何，這些科學教育上的偏差必須及早矯正，否則公民的科學素養恐將難提升以適應公元廿一世紀的科技社會。

教室乃由教師營造，供學生們共同建構知識之地 (Hand, Tregust 和 Vence, 1997) 。因處在不同環境下的師生，都可能形成不同於別人的特定學習文化。台灣的學校在升學主義長期影響下，已形成特有的「考試文化」，而使教學成爲考試（或猜題與答題）爲中心的特殊學習文化。由現狀的分析（楊榮祥， 1992; Yang, 1993 ）社會價值觀顯然影響著教師和學生對科學學習目標的信念。一旦教學目標有所偏頗，教師的教學策略、教學活動設計、學生們的學習動機，學習策略乃至學習信心和興趣等均跟著歪曲。台灣的教師和學生們在長達數十年考試爲中心的學習文化下，早已不知什麼才是正向的學習環境，雖然早有一句口號：「正常化教學」，但，什麼才是「正常的」教學？在此時此地，應該重新提出並深入探討。最近國際間有關科教文化的研究已發展出一個新的趨勢：視“科學”爲一種文化 (Ogawa, 1996) 。在這一篇論文中作者曾引述：「科學即文化 (Science as culture) 」 (Horton, 1976; Elkana, 1981) ；「科學即世界觀 (Science as a world view) 」 (Cobern, 1991) ，「多元文化科學教育 (Multicultural science education) 」 (Hodson, 1993) ，「科學即科學社會的文化 (Science as a culture of the scientific community) 」 (Ogawa, 1995a) ，以及「多元科學觀的科學教育 (Science education in a multiscience perspective) 」 (Ogawa, 1995b) 等概念，都認爲科學教育的研究應不能忽略文化層面的因素。本研究探討並比較台灣和西澳不同的傳統文化社會制度下，科學教師在教室中所營造的次文化 (Sub-culture) 。

研究目的

此項台灣與西澳跨國際的合作研究，目的爲探討不同文化下的中小學科學教室環境，包括 (1) 影響「科學教師營造正向教室環境」諸因素之探討， (2) 科學教室環境組成要素和成分之研究。本文報告此項跨國合作研究的架構和方法，並根據本計畫下各研究群所得結果對台灣的科學教育提出一些檢討和建議。

跨文化的比較，並不只比較或對照二種文化下科學教師的知識有何不同，或所營造的學習環境有何相異，而要更進一步加深了解究竟文化會如何影響師生對其教室環境的看法，進而希望藉此比較中找出符合自己國家文化傳統，能改善科學教學之道。

研究理念

一、 科學教育的最終目標爲培育具有科學素養的未來公民。然而科學素養並非一項單純的技能，科學素養包括科學知識、概念、原理法則的了解、科學過程技能的運用操作能力，以及處理解決問題的科學態度等等，並非由單一教學方法或模式所能培養的能力。教師應能爲學生建立正向的教室環境，運用適當的表徵 (Representations) ，以幫助學生們了解科學教材中許多較抽象的概念，並達成其他情意和技能領域的各項目標。

二、教室爲學生共同建構知識的地方，教師應能爲學生營造有利社會性建構的學習環

境。建構論者建議教師應該重視「如何學習 (how to learn)」，然後才能兼顧「學什麼 (what to learn)」，並且強調學生們自學的重要性。學生們在適宜的教室環境中，應能自己教自己，教師只是從旁協助。另有許多學者 (Lerman, 1989; Fosnot, 1989; Reynold, 1992; von Glasersfeld, 1984, 1989, 1991) 都提示教師並不只在傳授知識，教師應設法營造適當的教室環境，使學生們能夠了解我們的世界，包括週遭的一切現象和各種事物。在這種適當的教室環境中，學生們應能保持高度的學習動機和興趣，在師生間，乃至同學間頻繁正向的互動，並由積極而具體參與學習活動中共同建構科學知識與技能。

三、學生的感受和認知，可爲評鑑其教室環境的指標。早在數十年前 Murry (1938) 在研究人類環境時，就提出 *Alpha press* 和 *Beta press* 的觀念。*Alpha press* 描寫環境外的人對於環境的評估：而 *Beta press* 則描述該環境中的人對其所處環境的評量。這項構想由 G. G. Stern, M. I. Stein 和 Bloom (1956) 再加以發展，以 *private beta press* 描述環境中的個人對於其所處環境的感受和認知 (Perception)，而以 *consensual beta press* 描述環境中的個人間共同形成的共識。本研究由兩國學者共同發展並效化各種教室環境量表，並據以收集資料以分析學生對於其所處教室環境的 *consensual beta press*，做爲分析科學教室環境的本質以及其影響諸因素。

四、本研究爲跨國有關科學教室環境的合作研究。主要的研究重點針對教室環境的各項決定因素，如學校文化，教師信念，以及各種限制因素等。跨國的比較研究則是基於下列二項理念：第一，在不同文化包括教育制度、社會文化傳統觀念的影響下，雙方均可提供更爲豐富的數據，以提高雙方研究的可參考性。第二，一方研究者所認爲「平常的」或「熟識的」，在另一國家則可能變成「不尋常的」或「陌生的」行動或現象。在不同的教室環境中常有不同的意義化或價值判斷的情形，這是最值得研究的課題。

研究方法

近三十年來，國際科教學術界有關環境的研究，包括研究概念的評量及研究的方法上，均有相當程度的進展 (Fraser, 1986, 1994; Fraser & Walberg, 1991; Wubbls & Levy, 1993)。其中最值得一提的是下面幾點：(1) 廣泛地採用「質 (Qualitative)」的研究法進行教室環境的研究 (Tobin, Kahle 和 Fraser, 1990)；(2) 併用「質」「量 Quantitative)」的研究法以提高研究結果之信效度 (Fraser & Tobin, 1991)，(3) 在量化數據的收集工具中，分別發展「理想的 (Ideal)」和「實際的 (Actual)」問題形式，以比較學生們所處「實際」的教室環境和他們所認爲「理想」教室環境之間的差異程度 (Fisher & Fraser, 1983)，以及所謂「個人與環境互動研究」，用以探討學生們在他們認爲「理想」的教室環境中是否會學得更好 (Fraser & Fisher, 1983)，(4) 科學教師運用「理想」和「實際」問卷或量表，以進行行動研究謀求其教學功效之改善 (Fraser & Fisher, 1986)，(5) 將教室環境研究的構想和理念融入師資培育的課程中 (Fraser, 1993) 或教育心理學的教材中 (Burden & Fraser, 1983)。

關於教室環境的研究方法上，頗受重視的另一個理念就是所謂研究方法的 "Grain size" 理念 (Fraser, 1996)。當研究者要比較二位教師的教室環境，或少數幾位特殊學生的教室環境時，所要運用的研究方法應該就是比較「細的」(Finer "grain size")，通常就是詮釋性研究法 (Tobin 等人，1990)。因爲要探討的是他們的信念和價值觀等，都需要長期而深入的觀察。相對地，如果研究者的興趣在於廣泛的一般情境下追求通則性的研究，例如教

育制度革新成果的評鑑 (Dryden & Fraser, 1996)，這時所需要的通常是較「粗的」(Coarser "grain size") 也就是較爲經濟的問卷調查法，正如 Dryden & Fraser (1996) 曾在美國達拉斯 (Dallas) 以四萬位學生爲受試者，所探討對他們自己學習環境的感受等研究。

一、研究群的組成

以內在的組成要素和成分 (Elements and components) 和外在的影響因素而言，不同的傳統文化下的教室環境實在是很複雜的實體。由 9 位台灣，6 位西澳的研究人員共同參與此項研究，依照不同的研究興趣和重點分爲 5 個小組 (subgroups)，各小組均由兩國研究者共同主持，各研究群和研究方向如下：

1. 學生對教室（學習）環境的知覺 (Perception)（黃台珠，Fraser, Aldridge）。
2. 學生對教師（教學）行爲的知覺（余曉清，Fisher）。
3. 學生對教師的學科教學專業知識的知覺（段曉林，張惠博，王國華，Treagust）。
4. 教師對科學和科學教學的信念（林陳涌，楊榮祥，陳忠志，Taylor, Aldridge）。
5. 傳統文化對環境的影響（周進洋，Wallace）。

各小組中的雙方研究者都用同樣的研究工具和方法進行研究，並交換所得資料和研究體驗，再討論彼此所收集的資料以及所做之詮釋。

整體而言，本研究要探討的是——

1. 學習環境的兩個決定因素 (Two determinants)，包括 (1) 教師對科學 (Science) 的信念和教學專業知識；(2) 教師對科學教學 (Science teaching) 的信念和教學專業知識。
2. 環境的兩個層面 (Two aspects)，即 (1) 學生對教師教學行爲的知覺；(2) 學生對教師（所營造）教室環境的知覺。

二、研究工具

在這項跨國際的研究中，需要有高效率而能收集足量客觀資料的工具以便比較分析，因此共同發展下列四種核心問卷：

1. 學生對教室氣氛 (Classroom climate) 的知覺 (Perception) 的問卷。這套問卷原由 Fraser, McRobbie & Fisher (1996) 所發展的量表 *What Is Happening In This Class?*（簡稱 WIHIC）經該小組謹愼調整而形成，共含有下列 7 個分量表 (Sub-scales)，各分量表各含有 10 題 (Huang, Fraser & Aldridge, 1998)。
   - 同學間的親密關係 (Student cohesiveness)
   - 教師支持 (Teacher Support)
   - 學生參與 (Student Involvement)
   - 探究 (Investigation)
   - 工作取向 (Task orientation)
   - 合作 (Cooperation)
   - 平等 (Equity)
2. 學生對教師行爲 (Teacher behavior) 的知覺。參考荷蘭的學者 Wubbels & Levy (1993) 所發展 *Questionnaire on Teacher Interaction* (QTI) 由該小組調整並定名爲 *Teacher-Student Interaction* 問卷（簡稱 TSI），含有下列 4 個分量表，爲更進一步收集資料，本卷分有「實際版（根據實際教室情況答卷）」和「理想版（根據學生認爲理想的情況答卷）」，各分量表各含 8-9 題 (She & Fisher, 1997)。
   - 挑戰性問題 (Challenging questioning)

- 鼓勵和讚許 (Encouragement and praise)
- 非語言的支持 (Non-verbal supportive)
- 瞭解和友善 (Understanding and friendly)
- 掌控管理 (Controlling and management)

3.學生對教師知識 (Teacher knowledge) 的問卷，*Students' Perception of Teachers' Knowledge* (SPOTK)。這套爲測知學生對教師學科教學知識 (PCK) 的知覺而設計的問卷是由該小組開發，含有下列 4 個次量表，各分量表各含有 9 題 (Tuan, Chang, Wang & Treagust, 1997)。

- 教學策略知識 (Instructional repertoire)
- 教學表徵知識 (Representational repertoire)
- 學科內容知識 (Subject matter knowledge)
- 評量學生理解知識 (Knowledge of how to access student's understanding)

4.教師對科學和科學教學 (Science and science teaching) 之信念，這一套教師問卷也由該小組設計發展，定名爲 *Beliefs About Science and School Science Questionnaire* (簡稱 BASSSQ) 含有下列分量表，各分量表各含 10 題 (Chen, Taylor & Aldridge, 1997)。

- 科學探討的過程 (Process of scientific inquiry)
- 科學知識的確定性 (Certainty of scientific knowledge)
- 學校科學教學中的探究過程 (Process of school science inquiry)
- 學校科學知識的確定性 (Certainty of school science knowledge)

各問卷各題無論英文或中文版都經試測，並進行項目分析 (Item analysis) Cronbach α 分析，因素分析 (Factor analysis) 以加強內部均質信度 (Internal consistency reliability) 和因素效度 (Factorial validity)，最後刪除或調整不適當各題而定稿。

爲方便施測，將四個核心問卷統整合訂爲兩本題本，即「我的生物課 I」和「我的生物課 II」，(如受試者爲國中二年級學生，則用「我的理化課 I 和 II」內容完全相同)。我的生物 / 理化課 I 的內容爲 70 題 WIHIC 和 36 題 SPOTK 共 106 題。我的生物 / 理化課 II 的內容爲 41 題 TSI，各有「現實版」和「理想版」共 82 題。

生物或理化教師用的問卷則分爲兩部分，(1) 科學和科學教學的本質，內容爲 BASSSQ 41 題，(2)TSI 的教師版 41 題，共 82 題。

這些問卷均由各小組先分別發展英文或中文版，再經過「返譯 (Back translation)」的過程，以保障翻譯效度 (Translation validity)，返譯的步驟摘要如下：

1.完成英文 (或中文) 初稿，
2.由本計劃研究者翻譯成中文 (或英文)，
3.交由計劃外人士將中文版 (或英文版) 翻譯回英文 (或中文)，
4.比較原來的英文版 (或中文版)，由計劃內研究者修整原英文版 (或中文版) 必要時再重複整個步驟。

三、質的研究 (Qualitative approaches)

由於本研究深入探討傳統文化價值觀和信念，儘管所有的問卷都經「返譯」步驟考驗過效度，但，僅是語意上的相同 (Semantic consistency) 並不一定能保証不同文化的答卷者 (respondents) 有相同的意念詮釋，仍有必要深入收集質性數據，並探討眞實的反應，因

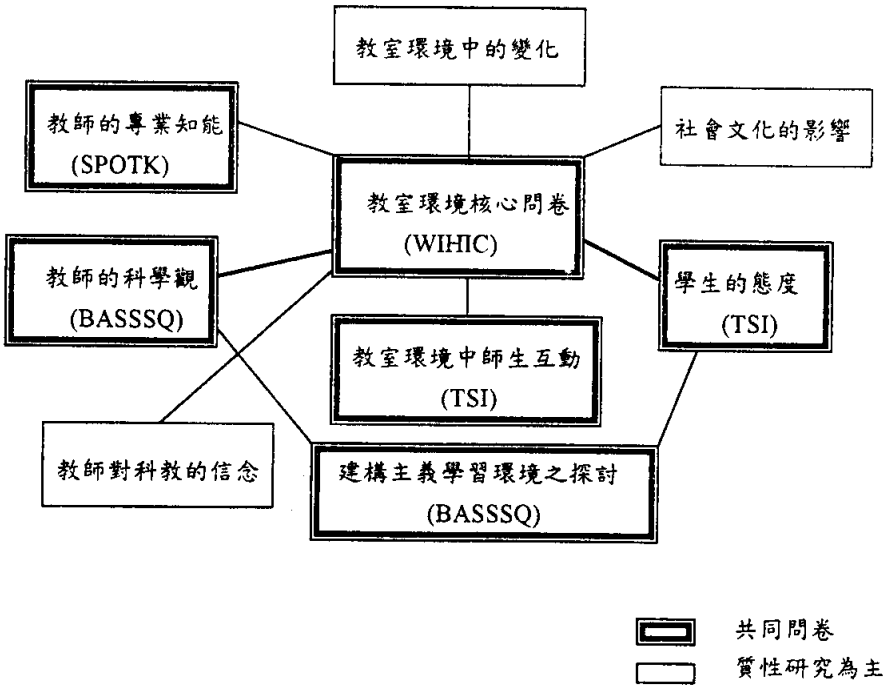


圖 1 ：研究重點及研究工具之關連圖示

此採用 Fraser 和 Tobin (1991) 及 Tobin, Kahle 和 Fraser (1998) 的建議，本研究將質性研究法和量的研究法合併運用，除共同發展並效化各種問卷，由雙方收集豐富的客觀數據資料之外，並運用詮釋性研究法 (Erickson, 1986) 深入探討有關問題。各小組所採用的方法並不完全相同，有的根據問卷調查的結果，選出最值得進一步探討的問題；例如兩國之間有顯著差異的問題；或單憑研究者的興趣選若干個問題進一步深入探討。所用的方法仍以教室觀察和教師與學生晤談爲基礎，雙方研究者並根據所觀察（含晤談）資料，寫成「故事」或「隨筆實記」(Stories or anecdotes) 由雙方研究人員交換分析並共同詮釋。正因雙方研究者所處不同的文化傳統，有不同的詮釋，也有許多一方認爲「平常的」卻爲對方認爲「不尋常的」事實或行動表現，這些正是本研究中最寶貴的數據。

各組研究重點（主題）和所發展各研究工具及質性研究的關連圖示如圖 1 。

四、研究架構的 3 次元模型

各組都有其特定的研究層面或重點，但都併用質和量化方法 (Qualitative and quantitative approaches) 來探討問題，用 3 次元的模型可以說明本研究的架構。

第一次元爲研究的層面 (Aspects of study) 或主題 (Theme of the study) ，包括學生對教室氣氛，教師行爲和知識的認知和感受，教師對科學和科教的信念等。

第二個次元爲研究方法 (Methodology) ，兼收質性和量化數據進行詮釋性研究。

第三個次元爲社會文化層面的研究，包括教育制度，學校物質環境，傳統文化思想，及科學教育信念等。（圖 2 ）

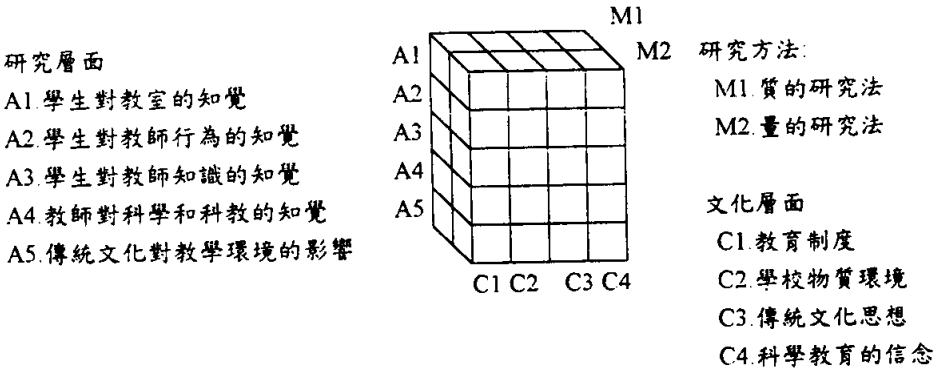


圖 2 ：本研究架構的 3 次元模型

五、取樣

爲確保樣群的代表性和可比較性 (Comparability) ，採用二階段叢集隨機取樣法 (Cluster random sampling) 。取樣範圍約定在大都會區，在台灣即爲台北，台中，高雄等三個都市，西澳則在伯斯 (Perth) 都會區，以區內公立學校國中一、二年級（西澳則爲第 8 、 9 年級）學生爲母群，各年級各抽一班男女合班的普通班，由全班學生填答「我的生物課（或理化課）問卷」，同時請該班生物或理化（西澳則爲科學）任課教師填答「教師問卷」。兩國各取樣 50 班共 100 個班級。在台灣取樣學生共 1879 位，西澳則取樣 1081 位學生。

在台灣取樣的過程摘要說明如下：

1. 取得各取樣區，即台北、台中、高雄三都市內全部公立國民中學資料，包括班級和學生人數，刪除特殊班和非男女合班的學校和班級，其餘全體一，二年學生爲合格受試者 (Eligible subjects) ，各校合格受試學生人數之和爲該校測驗量 (Measure of size ，簡稱 MOS) 。
2. 依三市各受試學校一年級 MOS 之和（台北市總 MOS 爲 41609 ，台中市爲 18121 ，高雄市則爲 29865 ）比例決定各市取樣學校數，台北 12 校，台中 5 校，高雄則爲 8 校，合計 25 校。
3. 各取樣區分別依各校 MOS 大小，由大 MOS 的學校依次排序，各校 MOS 累計，使每一校都有其累計的 MOS (Cumulative measure of size) 。
4. 計算各取樣區 TMOS (Total MOS ，台北市爲 41609)
5. 將 TMOS 等分爲 3 段 (Zone) 。每段的 MOS 相等，但所含學校數不同，含大型學校的第一段學校數最少，而第三段則校數最多。以台北市爲例：第一段（大型學校）中有 14 校，第二段（中型學校）有 20 校，第三段（小型學校）則有 39 校。台北市第一段的累進 MOS 爲 1~13869 ；第二段爲 13870 ~ 27738 ； 第三段則爲 27739 ~ 41609 。（如果剛好跨在段間的學校，例如編號 14 的某校 MOS 爲 874 ，累計 MOS 爲 13641~14514 ，則同屬第一和第二段）。
6. 由各分段各抽出等數的學校爲取樣學校，台北市需抽出 12 校，故各分段各以隨機方式抽出 4 個號碼以含有該號碼的學校爲受試學校。
7. 由受試學校一、二年級各班中，隨機各抽出一班爲受試班，並請該班任課（生

物或理化）教師填寫教師問卷。

台中，高雄二市亦以同法取樣使全台灣有25校50班國中一、二年級學生1879位參加本研究。這種取樣方法可依學校規模區分爲大、中、小三段，而且無論大、中、小型學校，以每一位學生而言被抽選率都相等。

西澳方面亦同樣考慮地區性，因爲首都伯斯爲西澳唯一大都市，由此都會區內取樣38班，其餘12班則取自郊區鄉村的學校，包括伯斯北方的Kimberly區，伯斯東邊的Central Midlands，伯斯南邊的Mandurah，Rockigham和Kwinawa等地區，也都是公立男女合班公認爲西澳較爲典型具有代表性的學校中取樣共50班學生。

六、量化和質性數據之統合

本研究各研究群分別運用各所發展的工具（問卷）由雙方樣群（台灣 n=1879；西澳 n=1081）收集台灣和西澳學生對科學教室環境的認知和感受有關量化數據。由學生方面分別收集學生對於教室環境兩個層面的知覺，即對教師教學行爲和教師所營造教室環境的知覺。由任課教師方面則收集教室環境兩個決定因素，即教師對於科學的本質和科學教學的信念及專業知識有關數據。以t考驗(t-test)檢查顯著差異性，結果發現雙方學生對問卷上答項問題有相類似，也有相異性反應。

爲進一步效化所發展各種研究工具，並且更深入探討這些問卷所收集到資料背後的意義。如影響教室環境的社會文化因素(Socio-cultural factors)，各組均進行質性研究(Qualitative studies)，各組所採用的方法並不完全相同，但都含有教室觀察和師生晤談。質性研究均以問卷所收集到量化數據(Quantitative data)爲基礎，就所探討的問題進一步深入收集資料，並進行分析和評論，目的在了解所觀察事實和現象背後的意義(Meaning)或價值(Value)。各組進行細則並不同，但都運用「隨筆實記(Anecdote)」的技術，即由研究者或被研究者就有關主題事件將其看法、想法，或意見，作客觀性描述，以自由型式所撰寫的敘述短文，提供研究群分析討論。本研究各研究群都有不同的運用方式。有的請任課教師就問卷所提內容寫一段「故事」，也有由隨機抽選之學生進行晤談之後，由學生寫一段隨筆；更有台澳雙方研究者共同觀察或晤談同一位教師（學生）之後，分別各寫一段實記以描述其所見、所聞、所想、所判斷的一切，再交換分析評論、共同依據詮釋。無論由學生，教師或研究者所寫，這些「隨筆實記」就是了解「影響教室環境的社會文化因素」時，最有力的線索之一。

研究發現和結果

各研究群的研究結果都由各組分別寫作發表。由於三年的時間由雙方研究群多次互訪，都收集到許多質性和量化數據，均需要多些時日來愼重分析統整以便陸續發表，到目前爲止已發表的列記如下：

- 關於研究工具之發展與效化：以Development and validation of instruments for cross cultural study of learning environments in Australia and Taiwan（西澳和台灣學習環境跨文化研究工具之發展和效化）爲題，由作者組成一節論文集(Paper set)於1997年NARST年會（在芝加哥城），由各研究群分別發表共四篇論文(Huang & Fraser, 1997; She & Fisher, 1997; Tuan, Chang, Wang & Treagust, 1997; Chen, Taylor & Aldridge, 1997)。
- 關於質和量的統合研究：次年(1998)以Combining quantitative and qualitative approaches in a cross national study of learning environment in Taiwan and Australia（台灣和澳洲學

習環境之跨國研究中質和量的統合研究）爲題，再度組織另一論文集，在 1998 年 NARST 年會（在聖地牙哥市）由各研究群分別發表共五篇論文 (Huang, Fraser & Aldridge, 1998; She & Fisher, 1998; Tuan, Chang, Wang & Treagust, 1998; Chen, Taylor & Aldridge, 1998; Chou & Wallace, 1998)

- 在國內學刊上發表的也有三篇（林陳涌和楊榮祥，1998；段曉林，王國華，張惠博，1998; She, 1998）。

本文將根據以上已發表各研究群所提供資料，針對台灣的科學教育提出一些綜合性的檢討和分析。

他山之石—熟識或陌生 (Familiar or Strange)?

Fraser (1996) 在 NARST 1996 年會上以 NARST 新任主席身分致詞時，曾力主跨國合作研究的優點和重要性。他認爲在不同文化間的研究者常發現合作研究的對方認爲陌生 (Strange) 的事件或現實，卻都是自方原認爲「熟識 (Familiar)」或「早已習以爲常」甚至「理所當然」的事件，因此可發現更多有趣或更有價值的變項 (Variables)，以充實研究的內涵和成果。在此次台灣 9 位學者和西澳 6 位學者的合作研究中，確實也發現不少此類事件，摘要列記若干如下：

1. 在台灣的教室，每班學生大都 40 位以上，每位一個小桌子排列成列，每一位學生都面向教師；在西澳，科學教室中有 8-10 張大桌子，每桌數位學生面對面坐在一起，全班學生僅 20-30 位學生 (Tuan 等人 1998)。
2. 台灣的教師向學生發問時，常以隨機抽選式地叫學號（或座號）要求回答問題，很少叫出學生名字；西澳的教師發問時，向全班學生發問，只點舉手表示回答意願的學生回答問題。教師必叫出學生名字，無論答問是否正確，總會加句鼓勵的話 (Huang, Fraser & Aldridge, 1998)。
3. 比起西澳的學生，台灣的學生覺得老師對學生的「掌控行爲 (Controlling behavior)」較多，而對學生「非語言支持 (Non-verbal support)」則較少 (She, Fisher & Aldridge, 1998)。
4. 台灣的學生對教師的學科知識，教材及教法從不懷疑，認爲老師說的，一定錯不了；西澳的學生則常埋怨教師的教學方法 (Huang, Fraser & Aldridge, 1998)。
5. 台灣的課本內容詳細，很多重要科學概念和許多細則資料；西澳則多圖片，圖表，多活動資料，也有日常生活有關資料和運用上的建議 (Tuan 等人 1998)。
6. 西澳的教師在講課時，常鼓勵或具體建議將所學的知識運用於日常生活上；台灣的教師則常以日常生活上的體驗來佐証課文，以加強對課文或概念的理解（Huang 等人，1998）。
7. 台灣的教師要求學生澈底理解並記憶重要的科學概念，並重視考試分數，關心升學；西澳的教師認爲教學是在培養科學素養 (Scientific literacy)，使學生有較美好的未來生活，並不以升學爲教學或學習的唯一目標（Tuan 等人，1998）。
8. 對於合作學習 (Collaborative learning)，台灣和西澳的學生想法相類似，都認爲能力較高的學生應扮演領導角色 (Leadership role)，而能力較差的學則是被動地接受幫助。但，在台灣的學生，合作的重點在於工作 (Task-related)，而在西澳的學生則重人際關係 (Quality of relationship)，也就是重在友誼性集合 (Chou & Wallace,

1998)。

9. 台灣的教師常用發問、隨堂考試、定期考試等方法，以分數督導 (Monitor) 學生的學業成長；西澳的教師則以學生在學習活動，例如分組探究的活動中的表現 (Performance)、家庭作業 (Assignment)，或其他各種聯課性活動中的表現來督導學生科學的學習（Tuan 等人，1998）。

10. 台灣和西澳的教師對於「科學的本質」看法相近，都可屬於「後現代客觀主義連續統 (Postmodern objectivist continuum)」的中層 (Middle ground)，但台灣的教師很少在教學中強調科學知識的演化性 (Evolving)、暫時性 (Tentative) 及偶發性 (Contingent) 的本質，而西澳的教師則較能表現「後現代客觀主義」的特點，重視學生在教室中體驗科學探究的歷程。西澳的學生也較能向教師質疑，也會對教學計劃和方法提出意見 (Chen, Taylor & Aldridge, 1997)。

11. 台灣的學生學習動機都很清楚，就是「考高分，升好學校」。成績不好時通常只怪自己不用功，或努力不夠；同學間競爭性極高；西澳的學生的學習動機依能力水準的高低而有所不同，高能力的學生興趣高，學科學的動機也很強，低成就的學生對科學的學習動機低落，認爲上課很無聊 (Huang 等人，1998)。

12. 台灣的社會對教師的期望 (Expectation) 只是幫助學生考好成績升好學校；西澳的社會對教師的主要期望並不完全在教材上，而在改善學生的行爲上（Huang 等人，1998）。

以上所列 12 項均分別從各研究群曾發表論文中摘出，對於台灣的師生及社會人士來說確實屬於「習以爲常」，卻都是澳國研究者所認爲「陌生」的事件。雙方研究者對他方任何不同的看法和感受各都可做爲「他山之石」，不妨再深入分析探討這些問題。

㈠物質環境與心理環境 (Physical and psychological environment)：台灣一般學校的生物和理化課通常都在普通教室上課，學生都有固定的教室 (Home room)，上「實驗」時才移到全校「共用」的實驗室。在教室裡每人一張小桌子排成數列，學生們都面向黑板，教師容易被全體學生的視線限制在教室的一邊，也就是黑板和講桌的這一面。教師都很難走向個別學生，也沒有太大的自由度改變學習活動型式，更不方便搬進各種器材以幫助教學。實驗室通常都由全校統一排定時間輪流使用，在運用上也沒有充分的自由度。這種教室配置使教師只方便用板書講解 (lecture) 方式進行教學。教師視全班學生爲一個整體，只以少數「目標學生 (Target student)」當做反應對象，而忽略大多數個別學生不同的能力、興趣和需要。更因學生人數多，教師很難記熟每一位學生的名字，發問時只好以座號點出學生來進行「互動」。其實這種隨機抽查式的發問，只使學生警惕不敢不聽講，甚少獲得師生互動間應有的積極效果。西澳的科學課都在科學教室上課，教室裡通常都有 8-10 張較大桌子，每一桌 2-3 人，教室空間大，教師較容易表現其對個別學生的支持 (Teacher support)，隨時都可以走向任何一位學生，也容易改變學習活動。因爲都是理科專用教室，容易配置運用適當的教具。學生們數人爲一小群自成一工作單位，易以進行各種合作學習的活動等工作取向 (Task oriented) 的學習活動。教師尊重個別學生的自尊心 (Self-esteem)，也不必有逢機抽查式的發問，教師向全班學生發問，然後只點舉手表示有回答意願的學生回答或討論，學生也樂意向教師或其他學生發問，教師也較有機

會了解個別學生的需要和興趣，能鼓勵個別的自由探討活動，使充分發揮其想像力和創造性（ Tuan 等人， 1998 ）。

㈡科學知識和素養 (Scientific knowledge and literacy) ：台灣的教師較常用講解式的教學，有很多板書，學生在課本上劃重點、做筆記，提供算則 (Algorithms) 解計算題、寫習題。學生除課本以外很少閱讀課外，即使和教材有關的書刊。教師偏重主要概念的理解，用各種測驗、考試方式以促進學生熟記教材各種定理和法則，學生從不懷疑教師的專業知識，只自勉要努力做功課，認爲「吃得苦中苦，方爲人上人」。西澳的教師則認爲學生沒有必要熟記 (master) 那些深奧的科學概念，重要的是培養他們生活所需要的科學素養。學習成長的督導方式較爲多元性，除很少次數的考試分數之外，都以各種學習活動，例如討論、分組報告、課外作業，各種工作紀錄中的表現爲評量基礎（ Tuan 等人， 1998 ）。

㈢教室和生活體驗 (Classroom and everyday life experience) ：台灣和西澳的教師在上課時都會引述生活經驗，但台灣的教師通常都以生活體驗來引証或幫助課文的了解，然而西澳的教師則鼓勵學生將課文中所學知識運用到日常生活上。二者在教育觀點上相差甚遠。台灣的教師較重視學生的記憶，計算及分析解題能力，而西澳的教師則較著重綜合和創造能力，也都反映雙方教師對於學科學的目的有所差異。台灣的教師和學生似乎以升學考試爲教學第一（即使不是唯一）目標；西澳的教師則以改善或提升學生未來生活素質爲優先目標（ Tuan 等人， 1998 ）。

㈣、對於好的教學 (Good teaching) 的看法：由台灣和西澳兩國研究者所撰寫的「隨筆實記」，對所謂好的教學，由整體上來看並沒有什麼不同，但對於形成「好的教學」的要素 (Elements) 重要性的排序上則有些不同：台灣的教師認爲：第一，教師要具備正確而足夠的學科教材知識，第二，要能指認課本中應發展的科學概念，第三，能正確掌握學生的先前知識；第四，要能靈活運用各種媒體教具；第五，能將教材關聯至日常生活或眞實世界上，第六，能使教室內學習活動更生動活潑。而西澳的教師則認爲最重要的是師生關係（對個別學生的關心、信任、友誼）；第二爲多元性教學活動（如小組，動手 (Hand-on) 學習，有意義學習 (Meaningful learning) ；第三，會運用各種教學模式。顯然西澳的教師認爲師生間的人際關係和教學方式比考好成績更爲重要（ Huang 等人， 1998 ）。

由以上排序的不同，可以了解台灣的教學都以教師和課本爲中心，雖較常運用各種視聽媒體，卻很少改變教學模式，而且都以傳授知識爲重點，卻甚少在教學中強調科學知識暫時性的本質 (Tentative nature of scientific knowledge) 。西澳的教師則較強調以平等對待學生，尊重個別學生的人格，也尊重學生參與學習的自由度 (Freedom of action) ，運用多種教學模式設法使學生樂意或有興趣參與學習活動，以充分發展其想像力 (Imagination) 和創造性 (Creativity) 。

討論和結論

由此跨國合作研究的結果，果然發現不同文化影響之下，各形成了不同的教室環境並產生許多不同的意義化和價值觀。這些都可成爲後續研究的課題或研究變項 (Variables) 。下面綜合各研究群的發現分爲三個論點討論：

一、社會傳統文化究竟如何影響教師對科學教學的目標和實務的信念，進而影響其所營造的教室環境？

由本次跨國比較研究結果，傳統文化似乎

在影響台灣的學校科學教學實務 (Practices)。第一，台灣淵源於中國數千年的傳統「士大夫思想（優則仕）」和「文憑主義」的社會傳統，似乎促使家長們希望子女都要升學以獲得最高學歷，以爭取高薪高社會地位的職業。社會對教師的期望亦以此種思想方式限制教師們所應扮演的角色。第二，淵源於漢朝「科舉制度」的聯合招生制度，雖然標榜公平競爭和大公無私，似乎促使中小學的教育，乃至教師的角色也逐漸有了很大的偏向。在現行考試制度下只能用筆試來篩選，也就是說只能公平競爭筆試所能評鑑那一部分的能力，其他不適合（甚至不可能）用筆試方式評鑑的能力，例如科學態度，各種科學過程技能，乃至創造性思考，綜合性思考等能力都很難在現行制度和技術下有效評鑑。第三，長久處於這種影響下，似乎促使學校教室逐漸發展成「考試中心」的教學型態，偏重科學概念的理解而忽略科學態度和科學過程技能的教學。另一方面卻大大地助長教室裡同學之間的競爭性。許多科學教師在來自社會和家長期望或壓力之下，恐怕早已遺忘什麼是科學和科學教學的本質，也忘了科學教育目標就是要培養科學素養這種多元性的目標，而一意針對考試，考什麼教什麼，以迎合學生的「考什麼就讀什麼」。

近年來，台灣社會和學界對中小學教育的制度以及功效上頗多質疑，也有許多具體的建議，例如「小校小班」，「把每一位學生都帶上來」，「將輟學的學生找回來」等要求，以及教育部三申五令「禁止非常態編班」乃至於「多元化升學管道（或廢止聯考制度）」，都在表現要求教育改革的迫切期望。顯然，台灣的教育前途仍然是光明的，不過正如本研究結果所指出，台灣的教師對「好的教學」仍有些偏差，即使將來升學制度改善了，教師和學生都解除升學的壓力之後，各學校是否都能迴歸「正常」的教學？究竟什麼才是正常？應及早研究，並將具體結果呈現給學校讓教師們先了解清楚。

二、競爭性過高的教室環境究竟對正向學習有多大的助益？

顯然地，台灣的教育似乎都在強調競爭性，也許淵源於上述的科學傳統文化，也可能由於源自近數十年來越來越劇烈化國際間的競爭使然。學校舉辦各種聯課活動，各種競賽以提倡學生彼此競爭，鼓勵精益求精，固然非壞事，但過度的競爭心，使學生拿分數斤斤計較，則非好事了。正如本計劃的一組，Wallace 和 Chou (1998) 進一步探討台灣和西澳的學生在 WIHIC 問卷上的不同反應後所做的詮釋指出：台灣和西澳的學生對合作 (Cooperation)，實有不同的詮釋，台灣的學生所認爲的合作，依能力高低而有不同的詮釋。高能力的學生常認爲「合作」就是大家一起工作，高能力的學生教導 (Coaching) 低能力的學生。這意味著有些高能力的人要扮演某種型式的領導角色 (Leadership role) 而低能力的學生則認爲合作就是接受別人的幫助或支使做（苦）工。在西澳的文化中，認爲教室裡的合作，則以「合」爲重，即較重視「關係品質 (Quality of relationship)」而認爲「學習的品質 (Quality of learning)」還是其次。換言之，比較重視友誼 (Friendship)，而組合 (Grouping) 本身仍算其次。教室裡學生的分組活動還是以個別性 (Individualism) 和娛樂性 (Recreational) 爲主，而並不太重視其工作關聯性 (Task-related)。

三、應如何營造正向的教室環境以助學生發展科學素養並用以了解和改善其現實世界和生活？

現實的台灣社會對於學校和教師的期望，仍以升學主義爲基礎，學生的學習動機也基於升學的期望，結果整個教育系統也陷入這種偏見的框架中。教師自然地也爲應付升學考試爲優先考慮，以營造教室環境，因此產生種種偏差。本研究中都已一一指出。西澳的教師並不忽略有志升學的學生，但仍以培養其科學素養爲優先考慮。學校教師和家長一樣，應該關心

學生是否能考上高中或大學，但，身爲教師更應該關心升學以後是否仍會學好。台灣和西澳的教師在上課時也都會涉及生活有關的題材，但，台灣的教師通常只是讓學生以生活體驗來了解課本中所要學的科學概念，仍然是課文中心的教學。相反地，西澳的教師則鼓勵或幫助學生將課堂上所學的知識和技能：運用到日常生活上，使學生能更深一層地了解他們自己的現實生活和周遭的環境。

對台灣科學師資教育的省思和建議

由此跨文化的合作研究結果來看，在台灣影響教師營造正向教室環境的因素，似乎都指向來自社會傳統的士大夫主義和文憑主義，教育制度尤其是升學考試制度，及家庭對子女升學的殷切期望。這種社會期望加諸於學校教師，雖然使學生都有了具體而明確的學習目標和學習動機，也使學生都勤奮努力用功，但，另一方面卻使教師的功能淪落在專門訓練學生應付考試的角色上，結果至少造成下列三項重大缺失：

一、學生能記憶並分析大量的知識資料，也發展不錯的歸納思考能力 (Inductive thinking skills)，另一方面，卻因只管灌輸科學知識而忽視科學知識的暫時性本質，而忽略綜合、應用等演繹思考能力 (Deductive thinking skills) 和創造性 (Creativity) 的培養。

二、教師將教室視爲一整體，只關心班級或學校的平均成績或整體表現，卻忽略個別學生不同的能力、興趣和需要，更忽視個別學生的自我和自尊。

三、將教室孤立於社會生態環境之外，使學生「忘記」或「不知」將教室內所學的知識和技能，用於了解或改善其日常生活乃至生態環境。

誠然，社會傳統文化思想乃長久歲月中形成，並不可能使他驟然改變，但仍然可藉教育的力量，縱然緩慢，還應可謀求正向的改變。台灣當務之急，應該就是改善科學師資的職前和在職訓練中充分討論社會傳統思想對教室的影響，設法矯正教師對科學和教學信念，認清教師的社會責任和應扮演的角色，發展教師的自尊 (Self-esteem) 和自我認定 (Self-identity)，以及專業素養 (Professional literacy)。既然台灣的社會知道「尊師」，更應能「重道」，了解教育眞正的目的是什麼。教師自己也都應能重「道」，要檢討什麼才是「好的教學」。今天在教室裡這群學生長大之後，都將是傳統文化的繼承者，也將是社會文化演進的主導者。就算不當政府官員或國會議員，至少也都是能用選票參與決策的公民。培養這些未來公民的科學素養和民主素養，正是科學教師應扮演的角色，也是應盡的社會責任。凡科學教師都應具備宏觀的教育理念，具備充分而正確的學科專門知識和教育專業知識，具有從事教育的熱忱，能運用其專業知識陶冶個別學生的人格，發現並充分發展潛能，並能幫助學生做適當的生涯規劃等責任。如果教師只扮演教學生「拿高分」，「考好試」的角色，則未免太貶低教師的專業地位了。

全世界，包括台灣的教師都同意「科學教育的目的是爲培養具有科學和民主素養的未來公民」，那麼更應認眞地思考什麼才是「好的教學 (Good teaching)」，並做爲師資檢定或評鑑的具體依據。Chen 等人 (1998) 長期觀察一位西澳的典範高中生物教師 Frederick Dale，根據這項個案研究的結果，對於如何建立正向的教室環境，建議下列步驟：(1) 建立好師-生人際關係，使學生容易（方便）建構知識；(2) 趕進度，教完教材，還不如教學生「如何學習 (How to learn)」使學生能活用所學於眞實的日常生活上；(3) 視教室爲共同建構知識的地方，鼓勵學生設法共同討論以建構知識；(4) 教師對科學和科教的信念，尤其對科學知識暫時性的本質和探討性 (Science as inquiry)，可能就是關鍵。教師要有正確信念才可能營造出正向的科教環境；(5) 鼓勵學生反省思考的習慣，有助有效學

習。這位典範教師認爲教師應該教學生「Learning to act scientifically in life（學習如何將科學表現在生活中）」，此項建議或可爲具體改進的參照點。

台灣和西澳的教育脈絡 (Educational context) 有很大的不同。在這項爲期三年的合作研究，顯然彼此都由對方學到很多，也獲得許多寶貴的學術成果，也找出許多值得再進一步深入研究的課題。事實上，雙方合作研究的空間仍很多，我們希望能繼續合作研究使雙方學校教師都能營造正向的教室環境，以培養具備科學素養，能運用正確的科學概念，以科學態度面對問題，運用科學方法和科技 (Technology) 解決問題的未來公民，使他們在科技社會中有更美好的生活。

誌　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會支助 (NSC 87-2511-S-003-011) 特此致謝。

參考文獻

1. 林陳涌和楊榮祥（1998）：利用凱利方格晤談法探討教師對科學本質的觀點—個案研究，**科學教育學刊**，**6**(2), 113-128。
2. 段曉林，王國華和張惠博（1998）：學生對教師之學科教學知覺問卷之發展。**科學教育學刊**，**6**(2), 129-148。
3. 楊榮祥（1992）：國際數理教育評鑑 IAEP — 我們能夠學到什麼？**師大科學教育月刊**，**49**, 2-31.
4. Booth, L. (1991). Child-method in secondary mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, *12*, 29-41.
5. Burden, R. L. & Fraser, B. J. (1993). Use of classroom environment assessments in school psychology: A British perspective. *Psychology in the Schools, 30*, 232-240.
6. Chen, C. C., Taylor. P. C. & Aldridge, J. M. (1997). *Development of a questionnaire for assessing teachers' beliefs about science and science teaching in Taiwan and Australia.* Paper presented at the Annual Meeting of the national Association for Research in Science Teaching (NARST), Chicago, 1997
7. Chen, C. C., Taylor, P. C. & Aldridge, J. M. (1998). *Combining quantitative and qualitative approaches in studying teachers' beliefs about science and science teaching in Taiwan and Australia.* Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Diego, 1998.
8. Chou, C. Y. & Wallace, J. (1998). *Essence and variation: similarity and difference in Taiwanese and Australian science classrooms.* Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Diego, 1998.
9. Cobern, W. W. (1991). World view theory and science education research. (NARST monograph No. 3.), National Association for Research in Science Teaching, Manhattan, KS: National Association for Research in Science Teaching.
10. Dryden, M. & Fraser, B. J. (1996). *Evaluating urban systemic reform using classroom learning environment instrument.* Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York.
11. Elkana, Y. (1981). A programmatic attempt at an anthropology of knowledge. In Medelsohn, E. & Elkana, Y. (Eds.). *Science and Cultures: Anthropological and Historical Studies of the Sciences.* D. Reidel Publishing Company: Dordrecht, Holland, 1-76.
12. Erickson, F. (1986). Qualitative meth-

ods in research on teaching. In Wittrodk, M. (Ed), *Handbook of research on teaching*. Third Edition. New York; Macmillan.

13. Fisher, D. L. & Fraser, B. L. (1983). A comparison of actual and preferred classroom environments as perceived by science teachers and students , *Journal of Research in Science Teaching, 20*, 55-61.
14. Fosnot, C. T. (1989). *Enquiring teachers, enquiring learners: A constructivist approach for teaching*. New York: Teachers college Press.
15. Fraser, B. J. (1986). *Classroom Environment*, London: Groom Helm.
16. Fraser, B. J. (1993). Incorporating classroom and school environment ideas into teacher education programs. In Simpson, T. A. (Ed.) *Teacher educators' annual handbook 1993* (pp.135-152). Brisbane, Queensland: Queensland University of Technology.
17. Fraser, B. J. (1994). Research of classroom and school climate. In Gabel, D. (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 493-541). New York: Macmillan.
18. Fraser, B. J. (1996). *Grain sizes in educational research: Combining qualitative and quantitative methods*. Paper presented at the seminar on Research Methods in the Study of Science Classroom Environments, Taipei, Taiwan, ROC.
19. Fraser, B. J. & Fisher, D. L. (1983). Use of actual and preferred classroom environment scales in person-environment fit research. *Journal of Educational Psychology. 75*, 303-313.
20. Fraser, B. J. & Fisher, D. L. (1986). Using short forms of classroom instruments to assess and improve classroom psychosocial environment. *Journal of Research in Science Teaching, 5*, 387-413.
21. Fraser, B. J., Fisher, D. L. & McRobbie, C. J. (1996, April). *Development, validation, and use of personal and class forms of a new classroom environment instrument*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New York.
22. Fraser, B. J. & Tobin, K. (1991). Combining qualitative and quantitative methods in classroom environment research. In Fraser, B. J. & Walberg, H. J. (Eds.) *Educational environments: Evaluation, antecedents, consequences* (pp. 271-292). London: Pergamon.
23. Fraser, B. J. & Walberg, H. J. (Eds.) (1991). *Educational environments: Evaluation, antecedents and consequences*. London: Pergamon.
24. Hand, B., Treagust, D. & Vence, K., (1997). *Student perception of the social constructivist classroom*. Paper presented at Workshop on Implication of constructivist ideas for teaching science, learning science, learning how to teach science and doing research, NTNU, Taiwan.
25. Hart, K. (1981). *Children's Understanding of Mathematics*: 11-16. London: John Murray.
26. Hodson, D. (1993). In search of a rationale for multicultural science education. *Science Education, 77*(6), 685-711.
27. Horton, R. (1976). African traditional thought and Western science. *Africa, Africa, 37*, 50-71. And 155-187.
28. Huang, T.C.I. & Fraser, B. J. (1997). *The development of a questionnaire for assessing student perceptions of classroom climate in Taiwan and Australia*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST)

Chicago, 1997.
29. Huang, T.C.I., Fraser, B. J. & Aldridge, J. M. (1998). *Combining quantitative and qualitative approaches in studying classroom climate in Taiwan and Australia.* Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Diego, 1998.
30. Lapointe, A., Askew, J. & Mead, N. (1992). *Learning Science.* Princeton, N. J.: Educational Testing Service.
31. Lerman, S. (1989). *Constructivism, mathematics and mathematics education. Educational Studies in Mathematics, 20*, 211-223.
32. Lin, F. (1988). Societal difference and their influences on children's mathematics understanding. *Educational Studies in Mathematics, 19*, 471-497.
33. Murray, H.A. (1938). *Explorations in personality.* New York: Oxford.
34. Ogawa M. (1995a). Kagaku wo Manabu Kachi wo Megutte (What is the value or worth of learning science? : From the perspective of "science as the culture of scientific community"). *Kagaku Kyoiku Kenkyu (Journal of Science Education in Japan), 19*(1), 19-27. (In Japanese).
35. Ogawa M. (1995b). Science education in a multiscience perspective. *Science Education, 79*,583-593.
36. Ogawa M. (1996). *Toward an epic description of science education: cultural history of science education in Japan.* (Joint project on the effects of traditional cosmology on science education (Project No. 08044003).
37. Reynolds A. (1992). What is competent beginning teaching? A review of the literature. *Review of Educational Research. 62*(1), 1-35.
38. She, H. C. & Fisher D. L. (1997). *The development and validation of a questionnaire for assessing student* perceptions of teacher-student interaction in Taiwan and Australia. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Chicago, 1997.
39. She, H. C., (1998). Interaction between different gender students and their teacher in junior high school biology classes. *Proceedings of the National Science Council Part D: Mathematics, Science, and Technology Education*, Vol.8, No.1, pp.16-21.
40. She, H. C. & Fisher D. L. (1998). *Combining quantitative and qualitative approaches in studying student perceptions of teacher behavior in Taiwan and Australia.* Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Diego, 1998.
41. Stern, G. G., Stein, M. I. & Bloom, B. S. (1956). *Methods in personality assessment.* Glencoe, IL: Free Press.
42. Tobin, K., Kahle, J. B. & Fraser, B. J. (Eds.) (1990). *Windows into science classes: Problems associated with higher-level cognitive learning.* London: Falmer.
43. Tuan, H. L., Chang, H. P., Wang, K. H. & Treagust, D. F. (1997). *The development of a questionnaire for assessing student perception of teachers' knowledge in Taiwan and Australia.* Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Chicago, 1997.
44. Tuan, H. L., Chang, H. P., Wang, K. H. & Treagust, D. F. (1998). Combining quantitative and qualitative approaches in *studying student perceptions of teachers' knowledge in Taiwan and Australia.* Paper presented at the

Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Diego, 1998.

45. Von Glasersfeld, E. (1984). *An introduction to radical constructivism.* In P. Von Glasersfeld, E. (1989). *Knowing without metaphysics: aspects of the radical constructivist position.* (ERIC Document Reproduction Service No. ED 304 344)
46. Von Glasersfeld, E. (1991). *Radical constructivism in mathematics education.* Boston: kluwer Academic Publishers.
47. Wallace J. & Chou, C. Y. (1998). *Combining quantitative and qualitative approaches in exploring socio-cultural perspectives on the learning environment in Taiwan and Australia.* Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Diego, 1998.
49. Wubbels, T. & Levy, J. (Eds.) (1993) *Do you know what you look like: Interpersonal relationships in education.* London: Falmer Press.
50. Yang, J. H. (1993). A comparative study of Taiwanese and Scottish students' problem solving skills as performed in the International Assessment of Educational Progress 1991. *Proceeding of the National Science Council Part D: Mathematics, Science, and Technology Education, 3*(2)., 80-93.

A Collaborative Research on Science Classroom Environments in Taiwan and Western Australia — Framework, Method and Implication to Taiwan's Science Education

Jong-Hsiang Yang[1] and Barry Fraser[2]

[1]Department of Biology, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

[2]Key Centre of School Science and Mathematics, Curtin University of Technology, Western Australia

Abstract

The purpose of this paper was to report the research framework and methodology of a collaborative research on science classroom environments in Taiwan and Australia. The objective of this collaborative research was to investigate factors preventing science teachers from creating positive classroom environments in Taiwan and Australia. Nine Taiwanese and 6 Australian researchers were involved in this cross-national study. Five sub-groups consisting of researchers from both countries investigated different aspects of classroom environment, including teachers' beliefs, students' perceptions on their classroom climate, and teacher's behavior and knowledge. Four core questionnaires, "What Is happening In This Class?" (WIHIC), "Teacher-Student Interaction" (TSI), "Students' Perceptions of Teachers' Knowledge" (SPOTK), and "Beliefs about Science and School Science Questionnaires" (BASSSQ) were developed and validated by each of the sub-groups. A "back-translation" technique was applied to ensure validity in translation between languages. The questionnaire was administered to 1879 students from 50 classes in Taiwan and 1081 students from 50 classes in Australia. The quantitative data from the questionnaires were used to guide the collection of qualitative data, using classroom observations, interviews with teachers and students, and narrative stories or anecdotes written by the researchers. The qualitative data enabled researchers to interpret the questionnaires more meaningfully and provide richer insight into the results from each country. Results indicated that social expectation about teachers' role was the main factor preventing science teachers from creating positive classroom environment in Taiwan. Three major consequences of environments were identified. Implications and suggestions based on results of each of 5 sub-groups are introduced for the community of science educators in Taiwan.

Key words: classroom environment, cross-national collaborative study, students' perception, teachers' beliefs.