

建構論 STS 和 實際教學

— 西澳的實驗學校一例 —

楊榮祥

國立臺灣師範大學科學教育中心

最近許多國家都在討論並著手研究或積極規劃第廿一世紀的中小學科學課程，例如：美國的AAAS(American Association for Advancement of Sciences，美國科學促進會)的「2061計畫(Project 2061)」。AAAS在美國NSF(National Science Foundation，國家科學基金會)支助之下，動員許多科學家、課程專家學者、中小學校長及教師代表，及工商業各界代表等，在六所大學，分別在舊金山、聖地牙哥、聖安東尼奧、麥克佛蘭(威士康辛州)、費城及阿森市(喬治亞州)等地進行規劃美國第廿一世紀K~12年級科學課程的藍本。

人類的科技愈來愈進步，使生活愈來愈富裕，許多人以為終於能「人定勝天」，却也不得不注意到最近人類社會上的新問題，也相對地愈來愈多且愈嚴重。在這種空前未曾有過人類社會結構和內容的大變遷之中，我們的國民教育應如何因應？至少我們都知道學校不可以只教學生如何背公式以應付考試。那麼學校應如何教學生？在此時此地我們似乎應該認真考慮第廿一世紀的社會。究竟我們將需要什麼樣的公民來組成未來的社會？換言之，未來的社會需要現在的教育能培養出什麼樣的公民？未來的公民應具備那些知識(Knowledge)？那些技能(Skills)？以及何種態度(Attitudes)？

這數年來，國內外科學教育學術界都在熱烈討論建構論和STS(Science/Technology/Society)的理念。究竟這些理念會如何運用以改善科學教育的本質，進而影響到科學教育的成效？最近筆者有幸得到機會應邀到西澳(Western Australia)的伯斯(Perth)，在Curtin大學的科學教育中心做些學術交流活動，同時順道在附近考察其中小學科學教育，自覺受益匪淺，擬藉以討論上述這些理念，謹供我科教界同仁參考。

壹、建構論的啓示

建構論(Constructivism)在國內並不陌生。這個理念的要點可以摘要如下：

1. 建構論者認為知識並不能被動地接受，而是由具備認知能力的個體所主動建構。

2. 認知能力 (Function of cognition) 並非是「發現客觀存在的現實世界」，而是「組織其所經歷的事務」。

因此，建構論者對教學的建議是——

1. 先教學生如何學習，然後才教應學什麼 (First teach student how to learn, secondary what to learn)。換言之，建構論者提倡學生自動自發的學習。認為學生應該自己建構知識。也只有那些自行建構的知識才能成為真正的知識，而應用於他自己的日常生活上，亦可用以了解（或建構）其他新的知識。

2. 關於教學過程中的語言 (Language) 使用：建構論者認為——

— 語言不一定就能傳送資訊；

— 語言可用以處理我們環境中的事務；

— 語言可用來幫助我們了解 (make sense of) 我們的環境。

許多教師在教訓學生時，總會說：老師「講」過多少遍了，怎麼還不會？的確只是講過，學生也聽過，卻不一定就會懂，因為學生不一定真正了解其所聽到的「話」的意義 (meaning)。

3. 學習就是自我組織 (Self organization) 的產物 (Product)。建構論者認為學生要運用他的已知知識 (Prior knowledge) 來統整 (了解) 新的知識。如果學生沒有適當的原有知識，用以統整新的知識到他原有的認知結構時，他不管「聽」或「讀」了多少遍，這些知識必都無法了解。

4. 知識並不能被動獲得。建構論者認為任何人都不能將知識強行灌輸給別人。這就是說任何人都不能替別人學習，也不能用「填鴨式」的教學強行灌輸。例如政治洗腦，或可有「表面上」的教學效果，但想必不是真正的了解。另外，如果要求學生死背一定公式定義，如果不能用自己原有的知識去了解，那一定還只是「一時效果」，不久之後，也會忘得一乾二淨。

5. 學習應是一種自主活動的過程，只有學習者自願自動積極的學習，才會有具體的效果。

科學知識還具有其社會性的本質 (Nature)，雖然建構論者認為知識必須由其個人所建構的 (Individually constructed)，但也有其社會建構 (Social construct) 的本性。科學知識事實上是由人類長年的經驗所累積下來的。個人的知識，除其個人在建構活動的過程，往往 (或時常) 還需要其他個人 (或群體中各個體) 的共同建構。教室裡的學習也如此，除了個人的建構，也同時有群體大家共同的建構。因此學校教室應

視做學生和教師一齊建構的場所。教師應珍視知識建構的社會性，設法為學生們營造適宜的教學環境 (Driver et al, 1994; Latour, 1979; Millar, 1989; Osborne, 1993)。

貳、STS(科學 / 技學 / 社會)

除建構論之外，最近在國內外科教界討論更多的是所謂 STS 的理念。前幾個月本中心（台灣師大科教中心）還從美國專程請來 STS 專家 Robert Yeager 博士來，主持一個星期的研習會，許多科教界同仁都踴躍參加與會，會後大家都表示收益多多。

其實，STS 是一個很重要的科學教育理念。根據這個理念，我們可以規劃 STS 課程，可以設計特定的教材，也可以為特定年級、學科單元設計特定的單元教學活動。關於 STS 的理念，在本刊已連載好幾期，擬不再冗述，但，為分析西澳的教學（做為我們的借鏡），仍需下面幾項要點：

1. 傳統的教學以課本所列主要概念為探討對象，但 STS 課程則主張由本土環境中，找出適當的題材為教材。

2. 傳統的教學都依照課本和實驗本所建議進行學習與實驗活動。但 STS 則主張運用地方資源（包括人力和物質）和資訊以進行探討活動，並尋找解決問題的方法或替代方案。

3. 在傳統的教學中，學生們僅僅被動地接受課本或教師所提供的資訊，但 STS 則鼓勵學生積極參與尋找有價值的資訊。

4. 在傳統的教學中，學生僅限於學年（期）中科學教室內的學習，而 STS 則提倡超越特定時空或課表的限制，而從事更自由而自主的學習活動。

5. 在傳統的教學中，課本決定一切應學的教材，然而 STS 則以學生所感興趣的，或所關心的問題為中心教材。

6. 傳統的教學觀念，使學生認為「科學」就是課本中，或教師所講解的資料。但 STS 則不認為「科學」僅是印出來供學生「念」的資料。

7. STS 認為科學過程技能 (Scientific process skills)，並非專業科學家所專有的神秘技能。

8. STS 更加重視科技發展和學生生涯教育。

9. 傳統的教學中，學生只注意課本或教師所講解的教材，但 STS 則希望學生在解決問題 (Problem solving) 過程中，有機會充分表現其公民 (Citizen) 的角色。

10. STS 認為學科學並不限在學校教室內，社區內外許多機構都可能為學習科學的

場所。

11. 傳統的教學只讓學生學習許多科學資料，並僅供教師評分之用。但，STS 則以「使學生獲得學習經驗」為重點。

12. 傳統的學習中，學生僅關心目前的解釋和了解，甚少超出課堂內表現的評量，但 STS 則注重科技的前瞻性，以及其未來的可能發展。(邱，民 83；Penick, 1984；Yeager, 1992, 1989)

以上這些建構論及 STS 的理念，究竟如何「實現」在實際的學校教學之中？筆者在今（83）年九月，應邀訪問西澳伯斯市郊，非常驚喜地看到了另一個典範，擬簡介如下。

參、建構論及 STS 理念的實際運用一例

西澳的教育部在 1990 年起著手編輯一套具體表達各級學校各年級各科的「學習成果聲明書（原名：Student Outcome Statements with Pointers and Work Samples, 1994）」，至 1993 年完成發表。這一套活頁裝訂的資料包含許多我們從未見過的內容。雖然這一本書可以說相當於我國所謂的課程標準，却有許多基本上的不同。由這一套資料的原名看得出，這些預設學習成果，都有 Pointers 及 Work Samples。前者就是學習成就指標（Indicators of learning achievement），都用行為目標敘寫的方式，具體表達其學習成果；後者則為「學生為達成預期的學習目標，所做工作表現的例子（Student work which demonstrate the achievement of outcomes）」。

這一套「學習成果聲明書」並不像我國的課程標準那樣要交給負責編教科書的單位（或機構），而是要直接交給學校教師，由學校教師據以找適當教材，規劃教學計畫（進度），執行教學，以及評量教學效果之用。西澳教育部的這種「高度尊重」學校教師選擇教材及教學活動的自由度（Freedom）實在令人驚訝也令人敬佩。最近中央研究院院長李遠哲博士領導教育改革審議委員會，提倡全民參與教育改革，並主張所謂的教育鬆綁，包括教材（開放）鬆綁、教學場所（不限於課室內）鬆綁，以及師資培育（多元化）鬆綁等。西澳這種政策，或可提供我們了解這些主張的真義和實務問題的線索。筆者曾深入觀察伯斯市的二所中小學實際的教學，並所收集資料歸納分述如下：

一、學習成果聲明書的內容：

根據本書的總論（Overview），中小學的課程（Curriculum）區分如下八個學習領域（Learning areas），依序為——

- 藝術 (The Arts)
- 國語文 (English , 西澳的國語爲英語)
- 健康與生理教育 (Health and Physical Education)
- 外國語文 (Language Other Than English , 簡稱LOTE)
- 數學 (Mathematics)
- 科學 (Science)
- 社會與環境研究 (Studies of Society and Environment)
- 技學和企業 (Technology and Enterprise)

這八個「學習領域(學科)」,各有若干「股(Strands,相當於章)」,各股下設若干「次股(Substrands,相當於節)」。

每一學科都分爲八個學階(Levels),分述K-10年級各階段應達成之學習成果。

每一階層的學習成果都附有具體的指標,以及學生工作表現的例子,使教師都有具體的依據,藉以尋找適當的教材,規劃適當的學習活動,以達成規定(預設)的學習目標,並且能憑以評量學生的成就。

當我們聽到這種政策或謂辦法時,難免產生一種疑慮!這種高度信任教師的「辦法」,是否行得通?中小學各科教師都能圓滿達成「任務(本書所規定的學習成果)」嗎?於是筆者請西澳卡定大學(Curtin University of Technology)的科教中心(Key Center for School Science and Mathematics)安排觀察過二所學校。

二、高自由度的教與學:

Ballajura 小學位於伯斯市近郊,有一位名叫 Jacky 的女教師,她教學年資約20年,據陪同觀察的 Peter Taylor 博士稱,她是一位主任教師(Master teacher),學校減免她一半的教學時數,從事本校及鄰近各校科學教學的輔導工作,她的任務類似我們各縣市科教輔導團的團員。但她的工作態度和效率似乎更積極而顯著。由其他教師對她的談話態度和內容,可看出她的影響力。她能根據「學習成果聲明書」所建議安排學習活動和教材,並輔導其他教師實現或執行。

這一所學校每年級六班,每班學生人數爲 32 人。這六班教室都連在一起,可以隔開,亦可打通。在上課中這幾班的師生都可以互相交流,自然也方便這位輔導教師能「穿梭」這六班之間。

但,這幾班並不是都以同一個進度,也不是同樣的教學內容。他們各有其不同的學習活動。下面先介紹筆者所觀察到「技學與企業」科中一單元的觀察結果。

(一) 科學和技學 (Science and Technology) 的定義：

據學習成果聲明書中小學各年級都有八個學科，其中有「科學」和「技學及企業」二科。究竟他們如何區分這二科？Jacky 的答案（看法）是：

我時常被問到同樣的問題，我都這樣回答：科學和技學都有許多相似性，而且這二者都有其相互依存的密切關係。不過二者也都具有其特殊的、可指認的特性和過程。科學在基本上是在揭開自然現象的神秘或問題（Questions），而技學則在尋找科學對人類生活上應用之道（Solutions）。

她提供表 1 以說明她的見解。

表 1 西澳中小學教育中科學和技學定義之比較

特 徵	見 解	
	科 學	技 學
要 旨	知的方法 (A Way of Knowing)	做的方法 (A Way of Doing)
特 性	重點在了解自然現象 分 析 解 釋 學 理	重點在實用 合 成 發 明 生 產
過 程	提出解釋 觀 察 探討 (探究) 預 測 應 用	提出解決方法 指 認 設 計 製 作 鑑 定

(二) 統整科學 (Integrated Science)：

這一位輔導本學區的 Jacky 老師，曾清清楚楚地區別科學和技學，但她們並不把這二者區分劃開界線來教。不只這二科，她們還將學習成果聲明書中所列八個學科全以特定概念（或主題單元）統整起來施教。例如，科學（Science）中主要單元之一「能與變化（Energy and Change）」，Jacky 拿出一張圖表（圖一）說明：能是現代生活中人們最需要了解的知識之一，學生們不只把它當做科學的題材，也必須將此概念統整到其他所有的學科之中，我們不只在 Science 和 Technology and Enterprise 這二科裡學習或討論「能與變化」，其他的科目，如健康與保健，社會與環境，數學，藝術，以及國文科裡，都會討論它。這種「主題導向（Theme oriented）」的課程理念頗值得參考。Jacky 認為這種安排很容易讓學生將科學的理念導入他們的生活之中。這種想法頗能符合 STS 的基本理念。根據「學習成果聲明書」，這一所學校就「能與

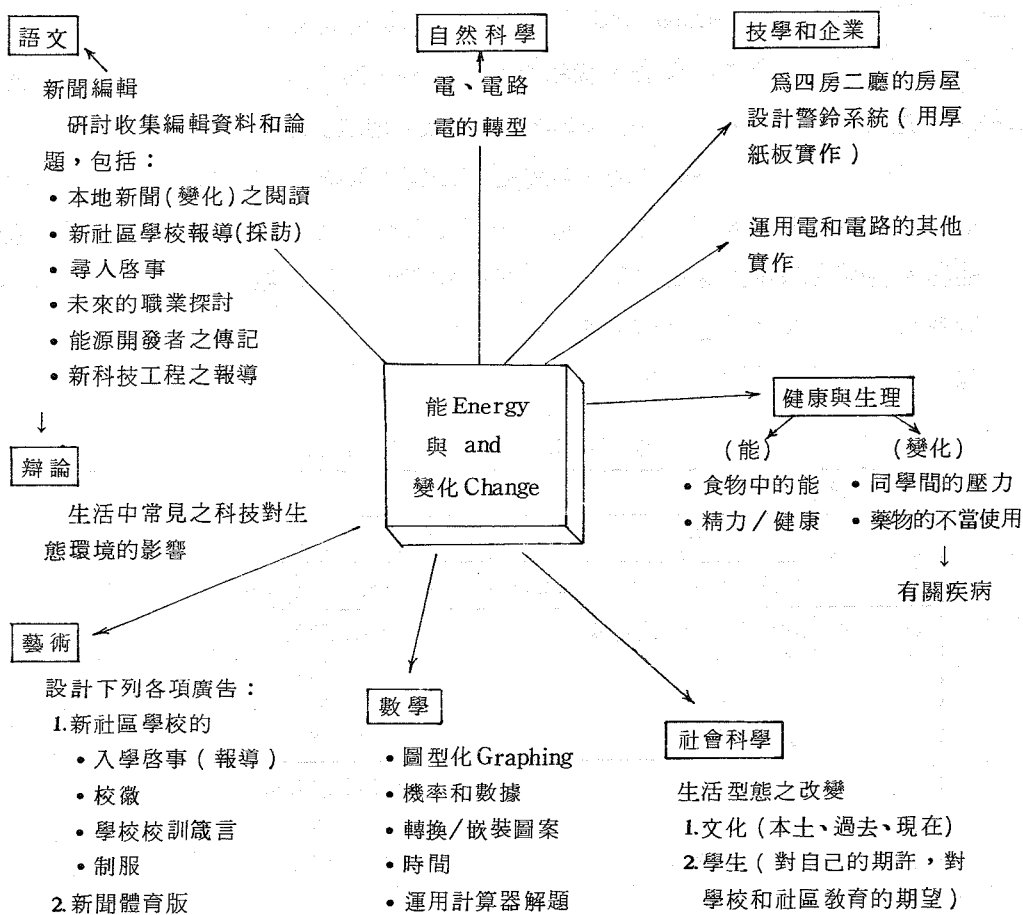


圖1 六年級「能與變化」概念在各學科中的學習活動

變化」這一單元，在七年級各學科中所擬定的主要教材或學習活動爲一

- 科學：電與電路，電的轉換有關活動。
- 技學與企業：爲四房二廳的房屋設計警鈴系統(運用厚紙板建造模型，亦可運用電和電路的小型工程計畫)。
- 健康與生理：食物中的能，精力(Stamina)和健康，同學間的心理壓力，藥物物的不當使用以及有關疾病。
- 社會科學：則包括：(1)生活型態的改變(本土固有文化)、過去/現在的改變和比較；(2)學生對自己的期許，對學校、社區教育的期望。
- 數學：曲線圖表(Graphing)，機率和數據，轉換和嵌裝圖案，時間，應用計算器的解題。

- 藝術：爲新（假設）社區學校設計廣告，徵求新校徽、箴言、制服等，編輯社區報紙的體育運動版。
- 語文：辦理報社，做新聞編輯，研討並編輯資訊和論壇，以報導或評論當地之新聞和文化，包括：(1)本土新聞（變化）之閱讀，報導新社區學校（晤談），登尋人啓事，未來的職業探討，有關能源開發的傳記，新科技報導等。

(三) 自由創作共同建構知識的教室環境

在卡定大學的安排下，參觀 Ballajura 小學七年級「技學與企業」科的上課情形時，發現這六間可互通的教室中，各班都有其不同的學習活動，有的以分組方式做書面工作，爲一所「新社區中學設計（Design）一套制服；另一班則根據討論意見在修改（Revising）以前所設計的設計圖；再另一班則在根據設計圖用紙「製作（Producing）」這一套制服。Jacky 說他們的進度都是統合的，都要經過設計、修改、製作，以及評鑑（Evaluating）等四個步驟。其創作也都有其基本要求（條件），例如：除了特定具體的目標之外，也有材料、品質的基本條件。學生們只能運用教室內所供應的材料，自由創作符合基本要求的「商品」。例如設計符合本社區學校的校風、環境、精神，以及本校學生氣質的制服等。學生們都非常認真活潑、興緻蓬勃地討論並交換各人的構想並分工合作。似乎都在享受其自由創作共同建構的樂趣。

在教室的一角以及走廊的另一邊，都展示著他們所共同創作的許多「作品」，例如：太空梭、月球車的模型，用麥桿（吸管）和大頭針配裝總長度 30 公分、載重量 300 公克的「鐵」橋，巨型的古代甲蟲模型等。每一件作品的作者都能得意洋洋地大談其創作的構想、學理應用，及製作過程，並且都能盡力「推銷」其作品的理論或實用價值。

究竟教師們是怎麼做到的？Jacky 指出學習成果聲明書的一頁以及她們所擬定的施教前後評量表（表 2）。這些資料可以讓教師們有具體的教學依據。教師們可以根據這表評量其施教計畫，並據以選擇教材，規劃其學習活動，也可以根據此表評量在施教之後檢討其教學的成就。（表中各小格子內「/」表示預定達成的目標（或成果），「×」表示施教後檢討結果「已達成」，如果施教後認爲仍未達成則仍保留「/」，最右欄爲評語，由教師們共同評量後填寫。

從表 2，我們很容易地了解這一所學校的教師，享有高度的教材選擇權，也享有學習活動選擇規劃的高度自由度。教師們可以自由地從學校內外，以及本土社區取材，以做爲教材，結果都可以使學生也都能自由地發揮其創作性，充分發展其想像力或潛能，以探討其個人以及周遭生活上的許多問題，不單能促進其自動建構知識，也由教室內高

表2 施教前/後評量表

教師姓名	B. Smith	學校教師所擬定的學習單元 (主題)										評 語
年 級	7	環境中的互動	能源與太空	能和變化								
日 期	1994											
學習成果聲明書中的課程內容												
藝 術	創作、製作、發表(能力)	×	×	/								
	藝術評論、審美(能力)											
	過去和現在的比較											
語 文	寫作	×	×	/								
	閱讀	×	×	/								
	說和聽	×	×	/								
健 教	個人 / 大眾健康	×	×									
	人際關係之發展			/								
	人類運動			/								
	生理健康	/		/								
外 語	會話 (口語溝通)											
	閱讀和反應											
	寫作											
數 學	數學方法	×	×	/								
	空間	×	×	/								
	測量	×	×	/								
	機率和數據	×		/								
	數值	×	×	/								
	代數											
科 學	科學方法	×	×	/								
	地球和太空		×									
	能與變化			/								
	生命與生活	×										
	自然與人工物質		×	/								
社會環境	調查、溝通、參與	×	×	/								
	時間、連續性變化	×	×	/								
	本土和空間	×										
	文化			/								
	資源	×		/								
技 學	設計、製作、評鑑	×	×	/								
企 業	資訊	×	×	/								
	材料	×	×	/								
	系統	×	×	/								
文 化	自尊	×		/								
	合作	×	×	/								
	溝通技術	×	×	/								
	尊重他人	×		/								
	學習意願	×	×	/								

度社會性的互動中獲得其社會性建構 (Social construct) 的機會。無論教師和學生，在這種正向的教室學習環境中，都能充分發展其潛能，在高度行動自由 (freedom of action) 的學習氣氛中，維持其正向學習效果似不容懷疑。

(四) 學生成就評量

在這種「學生活動中心」的教學中，其學習成就評量自應超越一般「紙筆測驗」。表 3 為「技學和企業」科 (第四學階，7 年級) 的學生成就觀察紀錄表原表。為閱讀方便，特將表中最左欄「評量目標 (Outcome statement)」翻譯如下：

設計、製作的評鑑

- 調查 1. 能判定社區環境的生產力和生產過程對本土的適宜性和潛能。
- 構想 2. 能創造設計或構思計畫，包括：
 - 選用適當資源或其替代資源
 - 具體描述實現其構想的方法
 - 加強產物功能的構想
- 製作 3. 能依照 (根據) 其所規劃 (設計、構想) 以實作實現其構思，並能考慮其中可能的危險性及過程中的安全問題。
- 評鑑 4. 能根據其構想要素、社會價值，及環境基準，以評鑑其設計及製作過程，和成品本身的價值或效果。

資訊

- 本質 5. a. 能適當解釋其形成和轉移，以及其標準或慣例對其運用上的影響和衝擊。
5. b. 能考慮有關安全、隱私權以及推廣性等問題。
- 技術 6. 能選擇或運用所學的步驟或方法或語言以處理資料，並創造新的資料。

材料

- 本質 7. 配合自己的設計構想，以及功能上及美工的觀點，能選用最適當的材料。
- 技術 8. 能配合自己的設計構想，以及功能上及審美上的要求，安全運用工作材料。

系統

- 本質 9. 能指認系統 (人 / 組成) 中各要素之間的相互關係，以及其工作或操作的進行順序。
- 技術 10. 能運用適當的技術以組織或裝配或拆除系統，以經營或管理或評估其實作或操作。

表 3 和表 4 右邊上欄為全班學生的名字，各項目標右手邊的長方格則用來劃記教師

表 3 第四學階「技學和企業」學習成就評量表 (A) (評量表一例)

DESIGNING, MAKING AND APPRAISING	Shandiip Kelli Jared C Tuan Matthew Laura Shelby Joie Kylie Mark Hendrix Corey Cofun Mia Maggie Gavin Juman Jared Kwale Scott Leigh Steve Brendan Patrice Sean Dante Kylie Carol Tara Mykala Julie Sunny																			
Investigating																				
1 Determines the appropriateness and potential of products and processes for communities and environments																				
Devising																				
2 Creates and prepares design proposals that include:																				
- options considered and reasons for the choices made																				
- images used to visualise ideas and work out how they might be realised																				
- Ideas for enhancing the potential of a product or process																				
Producing																				
3 Organises and implements production processes to own specifications, recognising hazards, adopting safe work practice																				
Evaluating																				
4 Assess effectiveness of own designs/products/processes in relation to design requirements ie, social/environmental criteria																				
INFORMATION																				
Nature																				
5a Explains how forms, methods of transmission, standards and conventions affect the use and impact of information																				
5b Begins to consider issues of accuracy, privacy, global access and distribution																				
Techniques																				
6 Selects/uses recognised procedures/conventions/languages to process information and create information products																				
MATERIALS																				
Nature																				
7 Identifies the characteristics of materials, relates them to the functional and aesthetic requirements of own designs.																				
Techniques																				
8 Applies a range of techniques for safely working materials to the functional and aesthetic requirements of own design																				
SYSTEMS																				
Nature																				
9 Identifies relationships between elements in systems (people/components) and some sequences through which elements work																				
Techniques																				
10 Selects/uses techniques to organise/assemble/disassemble systems, to manage/control/assess their performance																				

註：每一「•」代表一項觀察記錄。

表 4 第四學階「技學和企業」學習成就評量表 (B)

DESIGNING, MAKING AND APPRAISING	Students																							
	Shondop	Kelli	Jared C.	Tuan	Mathew	Kaura	Shelly	Jane	Wylie	Mark	Andrew	Cory	Colin	Mya	Maggie	Conan	Lauran	Jared	Krista	Sam	Kyle	Steve	Ryden	Patric
Investigating	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Devising	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Producing	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Evaluating	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
INFORMATION	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nature	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Techniques	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MATERIALS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nature	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Techniques	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SYSTEMS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nature	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Techniques	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

註：每項評量目標都分為 4 ~ 6 分項，可分項評量每一位學生的成就，塗滿者表示已達成該分項目標。

對每一位學生的觀察記錄。這一位教師用「點」表示該項行為的觀察次數，「點」愈多表示教師所認定的成果愈高。由這一個表可以了解，教師重視學生實作的能力，也重視其自由創作和構思，並實際表現或實現。不單要求在其功能上，並且也提倡其美觀上的操作。據實際觀察，深信這些學生確實都能享受其快樂的學校生活。

肆、結 語

在深入觀察西澳這一所學校七年級（相當於我國的國中一年級）的上課情形，並和有關教師們晤談的結果，覺得看到建構論、STS 以及統整科學理念在這些班級教學中應用的典範。他們的教材，都由學生的身邊，包括其個人、家庭、學校內外，以及社區本土內自由取材。教師享有選擇教材和教學活動方式的充分自由，學生也有其自由構思、建構的高度自由度，另一方面，學校教師之間也都自定有嚴謹的施教前後考核項目和內容，以及方法。使學生們都能學到其應學到的知識（Knowledge）、技能（Skills）以及應培養的態度（Attitudes）。最值得注意的是：學生們在學校裡都表現得活潑大方，而過著真正快樂而有意義的（Meaningful）學校生活。

西澳這些實驗學校能，那麼我們能不能？當然兩國之間，其教育制度、文化背景，及社會價值觀皆相差很多。我們實不可能將西澳這套制度直接移植到我們的本土來。我們有我們本土的教材。我們需要以我們本土的方法來改善它。但無論如何，看到一個典範，總算是一個收穫，至少我們看到建構理論、STS 理念有效應用的教學，也看到我們曾認為「理想是理想，但我們行不通」的統整科學在西澳的教室內順利落實。

或許我們應積極展開研究，究竟有那些外在因素在影響我們科學正常的教學？也許應該積極研究西澳與我國有那些不同的影響因素（楊，民81a,b,c）。在何種方式影響科學教室中「正向」的教學？究竟我們的科學教師對科學、對科學教育目標的信念（Belief），和西澳的教師相比，是不是有那些基本上的不同？國內許多專家學者，都在研究討論建構主義和STS，我們似乎應該從教師信念來研究，應如何幫助教師們，能將這些教學理念落實在他們的教學上。

參考文獻

1. 邱美虹（民83），科學課程革新一評介 Project 2061，SS&C 和STS 理念，師大科教月刊，第174期，第2～14頁。
2. 楊榮祥（民81a），國際數理教育評鑑 IAEP——我們能夠學到什麼？師大科教月刊，

第 149 期，第 2～31 頁。

3. 楊榮祥 (民 81 b)，解釋研究法在科學教育研究上的運用，科學發展月刊，第 20 卷，第 5 期，第 539～547 頁。
4. 楊榮祥 (民 81 c)，科學教育世界第一？由國際數理教育結果評鑑結果說起，中等教育，第 43 卷，第二期，第 8～21 頁。
5. Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., and Scoti, P. (1994). Constructing Scientific knowledge in the Classroom, Educational Researcher, 23 (7), 5-12.
6. Education Department of Western Australia (1994). Science : Student Outcome Statements with Pointers and Work Samples, Perth, W. A.
7. Latour, B., & Woolgar, S. (1979). Laboratory life: The social construction of scientific facts. London: Sage.
8. Millar, R. (1989). Constructive criticisms. International Journal of Science Education, 11(5), 587-596.
9. Penick, J. E., & Meinhard-Pellens, R. (Eds.). (1984). Focus on excellence : Science/technology/society (Vol. 1, No. 5). Washington, DC: National Science Teachers Association.
10. Osborne, J. (1993). Beyond constructivism. Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics Education. Ithaca, NY: Misconceptions Trust.
11. Yager, R. E. (1992). The STS approach parallels constructivist practices. Science Education International, 3(2), 18-20.
12. Yager, R. E., & McCormack, A. J. (1989). Assessing teaching/learning successes in multiple domains of science and science education. Science Education, 73(1), 45-58.