

奠基於建構主義的 STS

於自然與生活科技領域之應用

鐘敏綺 張世忠

中原大學 教育研究所

摘要

傳統的科學教學多以記憶、背誦科學概念為主，常與學習者的日常生活脫節，無法遷移到新的情境中。即使科學教育學者認為實驗活動在科學教學中扮演重要的角色，科學教育卻仍侷限於實驗室中證明教科書之實驗結果正確與否，因此無法讓學生產生有意義的學習。再者，科技發展日新月異，但由於人類不當的使用，反而帶來了污染與危害。因此，奠基於建構主義的 STS (Science-Technology - Society) 教學開始受到重視。而國內受到國際教育改革浪潮的影響，亦開始積極進行教育方面的改革，所推出的是九年一貫課程，其中的自然與生活科技領域的教學焦點置於國民科學素養之培養，這些科學素養與 STS 的六個領域相互輝映，因此我國中小自然與生活科技課程可考慮採用 STS 結合建構主義教學方式，以培育出具科學素養之公民。

關鍵字：STS、建構主義、自然與生活科技

壹、前言

傳統的科學教學方法多是採用記憶、背誦的方式，導致學生不擅於進行獨立思考，亦無法學習如何去學習，這並非所謂的有意義的學習，只能稱為填鴨式的教學。過去科學教育中，多以實證主義或經驗主義等為基礎，這些皆傾向客觀主義 (Tobin & Gallagher, 1987; 郭重吉, 1992; 熊召弟, 1996)。而所謂客觀主義是指世界上有真理存在，而這些真理透過邏輯推理、分析、批判，甚至實證等的科學方式而得知 (伍振鷺, 1998)。真理是絕對的、永久的、普遍的、真實的、客觀的、先天存在的，是以知識的內

容為重心，與個體經驗分離。為了有效地傳輸真理給學習者，教師多採單向式教學，學習方式便是記憶與背誦，意即由教師單方面傳授這些抽象的真理或知識給學習者，課堂教學上不斷敘述定理與演練計算的步驟。這種只求精熟的學習目的，抹煞了許多學習者對科學的好奇心與創造力 (王澄霞, 1995)。

科學教育學者認為實驗活動在自然科學的教學中扮演了重要角色，因為實驗活動的設計能夠訓練兒童科學實證過程中的技巧，例如觀察、假設、測量或設計實驗等。然而，現今科學教育卻偏離這個實驗教學的目的，僅侷限於實驗室中跟隨教科書的指示，按部

就班地證明教科書中的真理存在與否的層面，因此只有少數的學習者能夠將學習過的科學概念或過程技能，應用到生活中新的問題情境，這表示學習者並未將學習到科學概念或實驗的技能納入既有基模中，如此的學習效果並未優於傳統的講述教學方式 (Novak, 1988; Roth & Roychoudury, 1994; 熊召弟, 1996; 郭家宏, 2000)。換言之，傳統科學教育的問題在於所教授之科學知識與學習者的日常生活脫節，即使增加實驗活動亦多是依照步驟進行，因此大多學習者不具有主動探究與問題解決的能力。

再者，在西元前，以實證精神從事哲學研究者將科學家的志業定義為「運用智力，探求自然之原理」，但將科學的實用層面區隔出來，忽略了社會的關懷(鍾國俊, 2001)。直至二次大戰後，人們感覺到地球上資源的有限(例如石油資源)，科學高度發展帶來的倫理問題(例如複製羊的產生)，以及於人類不當的使用資源，而帶來了許多危機(例如破壞生態平衡、空氣污染、水污染等)，促使大眾開始體認到個人的職責與對社會的責任(王澄霞, 1995; 莊奇勳, 1997; 鍾國俊, 2001)。

因此，STS(Science-Technology-Society)的教學開始受到各國的重視，其教學方式奠基於建構主義，目的不僅讓學生在問題情境中，從與他人的討論互動以及個人認知架構的平衡化中，建構出科學概念與知識，過程有助科學素養之增進。課程設計根據科學、技術、社會三者的相互作用，不但能培養了解社會議題，且致力改善社會議題之科學人

才，亦培養具有參與科學相關事務決策能力之公民(莊奇勳, 1997)。

目前國際社會的情勢儼然成形，追隨國外的步伐，國內亦開始積極進行教育方面的改革，目的為求激發個人潛能、促進社會進步、提高國家競爭力等。國內教改推出九年一貫課程的教育政策，於 1998 年提出課程總綱。基於社會國家發展之需求，以及回應教育改革總諮議報告書的建議，教育部於 2000 年再將總綱加以修訂。其主要目標仍為培養具備人本情懷、統整能力、民主素養、鄉土與國際意識，以及能進行終身學習之健全國民。課程修定以十大生活基本能力為主要設計理念，強調以學生為主體，並配合學生個別差異，將生活經驗融入教學情境中，使達到易學且實用的課程目標、內涵與基本能力指標，並激發學生之個人潛能；特別強調「學習領域與統整教學」原則，釋放課程決定權與選擇權，提供學校本位課程發展空間及教師發展專業自主的理念；並強調國民中小學課程發展應以「人的生活」為重心，尊重多元文化的價值，培養學生的科學知能，以及適應現代生活所需的能力(教育部, 2000)。總結而言，九年一貫主要有三項理念：(1)教法以生動為原則，激發學習興趣，培養學生主動學習的習慣；(2)教材以生活為主題，統整學科內容，培養學生問題解決的能力；(3)教學以學生為重心，啟發學生潛能，培養學生多元智能的發展(林金盾, 2000)。這些教育上的變革是為改善學生只著重於背誦強記知識的學習習慣，減低升學壓力，因應時代需求，轉而培養具有批判性思考、問題解決、

人際相處、適應生活等能力的學生(張惠博, 2001)。

而本文所探討的自然與生活科技領域亦是如此, 於教育部所公佈之自然與生活科技學習領域綱要便強調要培養學生問題解決的能力, 學習探究活動的過程技能, 諸如觀察、訪問、規劃、實驗、歸納、分析、批判、創造等能力, 可透過實驗或實地觀察的方式來讓學生學習。於探究過程中, 讓學生了解到細心、耐心與確實的重要性。此外, 應讓學生了解科學與技術的發展對人類生活之正反面影響, 學習適當地使用並管理科學與技術, 具備基本國民科學素養, 以便適應現在和未來的社會生活(教育部, 2000)。畢竟從科學教育中培育出科學家的比例極低, 因此在重新檢討教學方法之後, 重新將焦點置於國民科學素養之培養, 自然與生活科技領域欲培育之科學素養與 STS 的學理內涵十分相符 (Yager, 1996b)。根據 Yager(1996b)的主張, STS 教學必須了解學生個別差異, 並於科學教育中加入科技與社會議題, 先透過社會或生活事件引發學生的學習動機, 在問題解決過程中, 學生不但學習到確實、客觀、細心等科學態度, 以及測量、觀察、計劃等過程技能, 也學習到高層次的認知技能, 例如批判性思考、資料分析統整、人際溝通等, 有助於培養學生之科學素養。因此, 自然與生活科技領域可採用 STS 來教學。

貳、建構主義與 STS 教學策略

(一) 建構主義的內涵

建構主義傾向主觀主義, 與客觀主義相對, 它強調以「人」為主體, 個體的認知是

主觀建構的結果(朱則剛, 1994; 鍾聖校, 1999)。根據 Bodner(1986)的說法, 建構主義為一知識論, 而 Cobb(1988)認為它為一認知學習的理論。劉宏文(1991)更明白地指出建構主義為一關於知識形成的思考過程, 且可用於學習、教學、與課程的理論與實務。

建構主義一般最簡單的劃分, 便是依據建構主義知識論的觀點分為三類: (1)一般建構主義: 知識由學習者主動建構而來, 是個體內部對外界的人、事、物所建立起的一種構念或領悟, 因此教師必須刺激學習者主動學習; (2)激進建構主義: 知識的形成是學習者經驗合理化, 強調由個體主觀經驗去建構個體的知識, 以適應生活環境, 因此教師需提供教學活動之操作或示範; (3)社會建構主義: 需學習者與他人共同磋商, 調整個人主觀建構的知識, 形成共識, 因此教師可用合作學習、小組討論等方式(蘇育任, 1997; 張世忠, 2000)。

就一般建構主義而言, 主動建構的動力便是 Piaget 所提出的平衡作用, 即個體感覺並知覺到的外在刺激, 與既有的認知結構, 兩者間主動地同化與調適的歷程, 促使個體的認知思考能力擴大與精進(張春興, 2000; 郭重吉, 1992; 鍾聖校, 1999)。換言之, 個人建構主義基本上有三大原則: 主動原則、適應原則、發展原則(陳義勳, 2000)。主動原則是指知識是具有先備知識的個體主動建構而來的; 適應原則是指個體組織所經驗到的世界, 用以適應新環境; 而發展原則便是透過 Piaget 所提出的平衡化過程, 來達到知識的成長。

而激進建構論源自 Goodman 與 von Glasersfeld。Goodman(1984)強調人心靈具主動建構作用，因此他認為有多少人便會有多少世界(引自劉宏文，1991；朱則剛，1994)；von Glasersfeld(1995)受到 Piaget 的影響，由心理學角度出發，並且推翻了心理結構與本體世界的結構是同構的主張，進一步指出認知者的主動性，以及過去經驗與認知目的對於個體認知的影響，而建構的過程便是為了「適應」個體的生活環境。這兩位學者皆認為學習是具有先備經驗的個體透過感官，將外界的新資訊意義化，而改變既有的認知結構的過程，換言之，學習是透過詮釋來達到知識建構的歷程。因此，激進建構主義便是強調學習是個體主動建構知識，並且能依自己本身之經驗建構出屬於個人的意義(熊召弟，1996)。

最後，在社會建構主義方面，Wheatley (1991) 根據數理方面的建構學習，提出建構主義應具有下列三項基本要點：(1)知識是經由具認知能力的個體主動建構而來的；(2)認知的功能是具有適應性的，作用是將個體所接受到的外在刺激，經過同化或調適的過程，再加以組織；(3)學習者在建構知識的同時亦會受到他人影響，當學習者以既有基模與社會進行互動的過程，基模會不斷地精鍊與修飾。因此，他認為教師應營造分享、理解與商討的學習情境，讓學習者間有機會相互討論，讓基模重新組織，達成最後共識(劉宏文，1991)。這種融入社會情境因素的主張，較傾向社會建構主義的觀點。

建構主義若應用於科學教育中，教師應

成為輔助學生去建構知識的角色，營造適當的刺激情境，以及給予學生足夠的時間，鼓勵學生主動去建構知識。每位學生就像小科學家一樣，經由科學探究的過程，獲得科學知識或概念，亦能學習到計畫、觀察、歸納、分析、批判、創造等，這過程便是問題解決的能力，當學習到的這些知識或能力納入學生個人的基模中，就能遷移到其他問題情境中。然而，學生建構知識時會受到個人經驗的影響，老師可設計小組的討論，使每個學生都能在彼此磋商之中不斷修正自己的基模，減少迷思概念的形成。

(二) STS 教學策略

隨著社會的變遷，社會需求也隨之不同，傳統的科學教育課程使得中小學生甚至大學生對科學的興趣逐漸降低，因此，許多學者認為傳統以培養科學家為目的的科學課程，必須加以檢討與修正(莊奇勳，1997)。於 1996 年，NSES(National Science Education Standards，美國國家科學教育標準)進行科教改革的研究，並提出科學教育的四大目標(Yager, 2000)：(1)學生能親身體驗與了解自然世界的豐富與刺激；(2)學生在從事個人決策時，能夠使用適當的科學步驟與法則；(3)學生能夠明智地談論或討論科學或科技事件；(4)透過知識的使用、理解、以及培育職業中科學的技能，來增加經濟的生產力。事實上，這便包含了結合科學-技術-社會(STS)三者的教學理念。雖然 STS 新理念的提出受到許多的質疑，但 Yager(1996b)等人認為藉由科學教育所培育出的科學家極為少數，學習過程的挫折反而造成大部份的學生

對科學興趣缺缺。STS 教學最主要的目的便是重拾學生對科學的好奇心，對產生科學能產生興趣(林顯輝，1991)。近年來，美國各大學已開始提供所謂的 STS 主修課程，其中愛荷華大學的科學教育中心便是 STS 理念的研究與推廣的主力 (Yager, 1990)。

起初 STS 並未有明確的定義，先從設計課程與教學著手(莊奇勳，1997)。直到 1980 年 Ziman 的著作--「科學與社會的教學」(Teaching and Learning about Science and Society)出版，才正式出現 STS 的名詞。書中指出，在科學課程的教學上，STS 教學是設計一套以議題為中心，以引起學生的學習興趣，並連結科學的概念與技能，其目的在於培養具科學素養的現代公民(Solomon, 1993; 邱秀玲，1998)。Yager(1996a)曾將 STS 定義為「視技能為科學與社會間的橋樑。以地方、全國或全球性且與科學相關之社會議題來設計科學課程，引發學生對這些社會議題的興趣及好奇心，並培養科學的概念、態度、探究過程，以尋找解決問題之道，除讓學生產生創造力外，亦能應用於真實世界之中」。根據國內學者的定義，STS 是一種與學生切身的社會議題為中心，以學生自動自主的方式進行活動，於問題解決的過程中，獲致知識與能力的增長的一種教學模式，其中科學(S, Science)表示學習內容為科學課程，技術(T, Technology)表示解決問題時所需使用到的相關技能與心智運作能力，社會(S, Society)則表示探討的主題是與學生的生活或社會相關議題(陳文典，1997b)。

於 1981 年，Harm 與 Yager 在 Project

Synthesis 報告中明確訂定出 STS 於科學教育的目標(余曉清，1994)：(1)學生能學習到生活所需的知識，並為將來的生活做準備；(2)教導學生處理關於技能與社會之問題；(3)確認並培養學生解決 STS 問題時所需學習或具備之知識；(4)擬定計畫藍圖，使學生了解將來職業所需之技能。此外，Yager(1996a)亦曾指出使用 STS 教學的學生在概念、過程技能、態度、創造力與應用等方面皆優於傳統教學的學生，並闡述如下：

1. 概念：

STS 教學方式讓科學概念的學習發生於活動中，探究學生感興趣或是具有衝擊性的當地議題，增加學生學習的興趣。科學概念為處理問題時的工具，學生能主動地蒐集可用之資訊，觀察某些現象與活動的影響，進而找出可能之原因，並能運用當地資源，以達問題解決的目標。

2. 過程：

學生精熟科學教材不再是唯一的教學目標，科學過程亦是學生需要學習的重要技能。從實作中，學生能學習到過程技能，並了解科學概念與科學過程間的關係，並融入生活中的新問題情境，且能不斷改進，使過程技能更加精熟。

3. 態度：

學習可於特定的或是學生週遭的團體與社區中進行學習，鼓勵學生親身體驗，引發其對於大自然與科學的好奇心，促使學生能夠主動學習，而教師的角色從資訊的唯一提供者轉變為協助者與引導者。

4. 創造力：

被引發學習動機的學生，較傳統教學的學生更能勇於發問，在學生間的彼此激盪之下，多能提出令人感興趣或特殊的問題。教師可藉由這些問題來發展為科學活動與教材，鼓勵學生主動去尋找問題的可能影響因素。

5. 應用：

學生從經驗中學習到的科學概念與過程技能，能夠長期的保留在個人記憶中，成為其將來在處理問題時的工具，並能遷移到新問題情境中，或是應用到將來可能從事的科學相關行業中。此外，在面對與解決將來的社會議題時，更能體認到身為公民的職責，並能關注與了解現在至未來的科學發展，以及其可能的影響。

(三) 具建構主義觀點的 STS 教學策略

認知心理學學者認為「人們對於訊息的瞭解，是根據個人對事件的感覺，以及當時的情境，將這些訊息與既有經驗進行「同化」、「適應」等平衡化的過程，來建構出個人對此訊息的意義」。此種認知運作被稱為「建構主義」(郭重吉，1992)。此外，Roth(1989)認為現今的議題並非與建構主義無關，建構時可以藉由相關情境來進行學習。而 STS 教學策略中提到學習是來自真實情境的經驗，讓學生主動地蒐集資訊，觀察某些現象，找出可能之原因，並且能應用到真實世界，這便與建構主義的教學方式相仿。

由此觀來，STS 教學策略的教學特徵為何？其與建構主義特色相符說明如下(Lutz，1996)：

1. 建構主義認為學習是學生主動建構的歷

程，符合 STS 教學主張教學始於學生的問題與興趣。因此，可以從學生週遭環境的議題著手，以增加學生的學習動機。

2. 建構主義認為教師為協助學生建構知識的角色，而 STS 教學中，教師便是負責引發學生動機，使用關鍵性的提問來刺激學生的認知衝突，並協助學生解決問題。因此，教師的角色為一協助者、輔導者、諮詢者，而非資訊的唯一提供者。

3. 建構主義認為學生在建構知識的過程會使用到高層次的思考技能，即知識建構的過程：資料蒐集、分析、綜合、評估等，以及批判性思考或人際溝通的技巧等，這也是 STS 教學中學生在問題解決時所需的過程技能。

4. 建構主義提出情境的重要，其目的便是為了適應新情境，尤其是社會建構主義更是認為個人與外在的世界的互動，會影響個人的建構結果。而 STS 教學也重視情境的使用，其目的是為讓學生具有應付未來真實生活情境的能力。

5. 建構主義認為建構是個人的既有基模與外在刺激間產生「同化」、「適應」的平衡化歷程，透過學生個人建構的過程，在新舊概念的衝擊下，有助於學生改變難以改變之迷思概念。而 STS 教學中，科學概念配合過程技能，與切身相關的社會議題建立關聯，讓學生在相互印証，並且透過不斷地發問與問題解決，來建立起正確的科學概念。

6. 建構主義認為每個人的先備知識皆不同，因此建構的結果是屬於個人的，而 STS 教

學亦強調個人有其個人經驗，在教學歷程中依照個人的經驗去學習。因此，教師須尊重學生個別差異，因材施教。

7. 社會建構主義強調與他人互動的重要性，STS 教學亦常使用小組學習，教師營造出溝通分享的學習環境，組員間透過彼此討論，達到最後共識，有助於溝通與人際間互動技巧的培養。

STS 的發展便是期望能夠改革科學教育，使得學生能從傳統窠臼中脫離出來，不以培養科學家為目的，那僅是少數，而是以培養具科學素養之公民為目標，身為教育前線的教師應具有理智而開放的態度，來接受這教育的新觀念。在建構主義的啟示下，學者對於學習開始有了新定義，他們認為建構的學習方式有助於學生的學後保留與遷移，而 STS 便具有此一觀念。NSTA(National Science Teachers Association，美國國家科學教師協會)亦主張 STS 教學應採取建構學習模式，認為真正的學習是個人主動建構事物意義以達到問題解決的目的(陳文典，1997b)。STS 可說是受到建構主義的觀念影響而來，換言之，若欲達到建構主義的教學目標，STS 教學策略不失為一個不錯的途徑。

參、於自然與生活科技領域之應用

在國外，科學教育之課程設計理念不只教導學生學科知識之外，亦強調於日常生活上之應用，以及培養學生之科學素養與能力。不只美國改革其科學教育內容標準，日本亦於 1998 年制定新課程標準，並著手設計新科學課程之教科書(邱美虹，2000)。而台灣所頒布的「國民教育階段九年一貫課程總

綱綱要」，將國中小階段之各學科重新整合，統合為七大學習領域，這七大學習領域中的「自然與生活科技」領域包含了物質與能、生命世界、地球環境、生態保育、資訊科技等的學習、注重科學及科學研究知能，培養尊重生命，愛護環境的情操及善用科技與運用資訊等能力，能實踐於日常生活中，並提出國民所應達到之國民素養，以下根據屬性與層次列出(教育部，2000)：

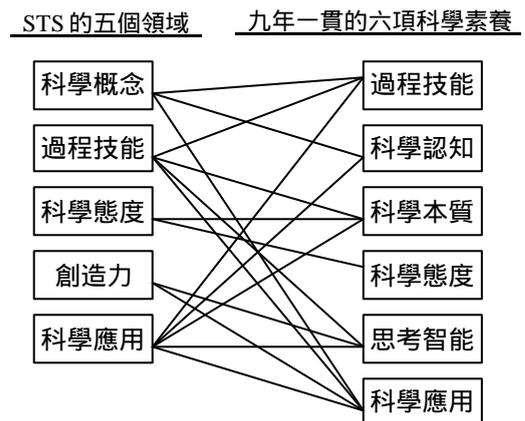
1. 科學探究過程的心智運作能力，簡稱「過程技能」。
2. 科學概念的學習，簡稱「科學認知」。
3. 對科學本質的認識，簡稱「科學本質」。
4. 求真求實的處事態度，感受科學之美與力，以及喜愛探究等科學精神與態度，簡稱「科學態度」。
5. 資料統整、對事物進行推論與批判、問題解決等整合性的科學思維能力，簡稱「思考智能」。
6. 應用科學探究方法與科學知識，來處理問題的能力，簡稱「科學應用」。

我國科學課程設計的理念常受美日兩國的影響，尤其是美國。除了在本土教材及議題方面有所差別外，在基本的教學理念、重心、策略等方面同質性相當地高。自美國科學教育界提倡 STS 教學策略之教育理念之時，教學目標、教材結構、教學方式應用等皆產生很大的轉變，其中 Iowa 大學所研發的 SS&C(Scope, Sequence and Coordination)課程中的九年級自然科學課程，並將生物、地球科學、化學、物理的概念分別融入這一系列的議題研討中，在課程設計的原則上是以

議題出發的，而非以概念的邏輯組織為基礎，這些與學生切身相關的社會議題，可以重拾國內學生對科學的興趣(陳文典，1997b)。Yager(1996a)指出 STS 教學有助於培養科學概念 (concept)、科學過程技能 (process)、科學態度 (attitude)、創造力 (creativity) 以及應用 (application) 等五個領域。我國所推動的九年一貫課程欲培育之科學素養便與這些領域相關聯，如同以下之說明，並可參照圖一所示：

1. STS 所培養之「科學概念」是透過學生有興趣或當時的社會議題來設計教學活動，學生從中學習到科學概念，因此在一連串解決問題的過程不但增進對「科學的認知」，亦有助於培養「過程技能」，以利將來「應用」於日常生活中。
2. STS 能夠培養「過程技能」，而九年一貫之課程欲養成的科學素養亦包括之。而且當學生在探究生活議題的過程中便會使用到蒐集、整理、分析、批判等「思考智能」，亦培養「應用」的能力。
3. STS 與九年一貫課程都期望培養具有良好「科學態度」的學生，當學生能夠主動學習與探究科學知識，便能夠增加對「科學本質」的了解(鍾國俊，2001)。
4. STS 所培育出的「創造力」是藉由學生個人的思考與同學間的彼此激盪而產生，因此有助於「思考智能」的培養。而且教師可以根據學生問題來發展科學活動，並鼓勵學生解決這些科學問題，使學生更能了解如何「應用」。
5. STS 與九年一貫課程都強調學習須達到

「應用」層面，讓學生於課堂上學習到的能力成為帶得走的能力，這便表示已了解了「科學的本質」。而學生在應用到新情境的過程中，不但會增加「科學認知」，而且「過程技能」也會更加純熟。



圖一 STS 的五個領域與九年一貫課程的科學素養之關聯

因此，教師使用 STS 於自然與生活科技領域的教學上是不應倚賴教科書的，而是針對某一議題來教學，教師對於課程需要自己建構，社會議題亦常因地域性而有所差異，換言之，各地區國小之 STS 課程，應以教師自組式區域性課程研究小組來編輯(蘇育任，1996；陳文典，1997b)。在教學過程之中，教師的教學應以學生為中心，以學生生活經驗為主體，重視學生的個別差異，教師的角色從知識的傳播者轉變為學生學習上的協助者，培養學生帶得走的問題解決能力。而評量方面亦應多元化，教學方法創新，評量便不應再以傳統紙筆測驗為依歸。Yager(1996a)便提出了 STS 的評量領域：科學概念、科學過程技能、科學態度、創造力、應用以及世界觀，因此教師亦應具有評量方

面的專業能力，方能以合適之方式來評量學生，教師可以採用實作評量或是檔案評量等，來測量出學生真正的學習程度。

根據之前的說明可以了解自然與生活科技領域是適用 STS 來教學的。因此，在教學實務上，根據 Yager(1996a)所提出的 STS 教學能達到六個領域：科學概念、過程技能、科學態度、創造力、應用以及世界觀，來探討其教學上的方法及評量，如下所述：

(一)科學概念：

1. 在教學方法方面：

STS 教學策略所學的知識不僅是教科書上的知識，而是與社會議題相互作用而產生。課堂上的知識傳授，教師應以學生容易理解吸收的方式來教學。即便教科書所呈現的知識是詳盡且有系統的，但教師若照本宣科地教導，學生容易感到艱深，而產生挫折，對學科便會產生恐懼感(林金盾，2000)。因此教師應設計活動讓學生親身體驗或操作，透過議題的呈現，融入科學與技術於活動中。引發並培養學生的好奇心與對社會議題的關心，讓學生易於接受與理解，增強學習保留與遷移。

於九年一貫課程的教學上可使用主題式教學，先透過與學生切身相關的主題為中心來發展教學活動。可參考 Fogarty 所提出的課程統整方式(黃永和，1998；黃光雄等，2001)，若單就自然與生活科技領域可使用，巢窠式的統整是指以一個觀念、主題或單元為中心，使學生在課程活動中可以達到多個教育目標，像是科學概念、合作磋商、因果推理、探究過程技能、創造力等；若統合各

領域，則可採用張網式課程統整，此為主題取向的方式，以 STS 而言便是以社會議題為中心，周圍連結了自然與生活科技、社會、綜合活動等等與議題相關之學習領域；此外，尚有沉浸式統整，是指學習者本身的統整，學生可以選擇本身有興趣之主題，經過建構的過程，將所學的教材與自己舊有經驗作統整；以及網路式統整，則是學習者以有興趣之主題為基礎，與他人的互動，經過社會建構過程而產生的，STS 教學過程也鼓勵小組合作，有助於新科學概念與學生舊有重新統整。

2. 在教學評量方面：

根據圖一表示的關聯，STS 於科學概念的評量方面，自然與生活科技領域的學生應具有過程技能、科學認知、科學應用的素養。建議評量方式如下所述：

- (1) 教師可使用實作評量，直接現場觀察學生表現，以及間接透過學生成果，來了解其過程技能；
- (2) 可使用開放式題目的紙筆測驗，或讓學生畫出認知圖以了解其對科學概念與探究主題的認知程度(郭家宏，2000；黃繡梅，2000)；
- (3) 透過觀察學生在探究過程中，將科學概念與生活作連結的活用程度，來判斷學生的應用能力(鍾國俊，2001)。

(二)過程技能：

1. 在教學方法方面：

傳統教育是指科學家進行科學研究的技巧，然而在 STS 教學策略中的科學的過程技能包括假設、資料蒐集、分析、綜合、評估

等高層次認知能力(黃鴻博, 1997), 亦指學習活動中運用到的技能, 學生自然而然學習到這些能力, 有助問題解決能力的提升。

九年一貫課程便是期望學生藉由觀察現象、收集資料、實驗操作等來進行科學研究, 而非按部就班地作實驗, 來證實教科書所陳述的實驗結果。因此教師可以透過 STS 的教學設計流程來設計教學活動, 其教學模式發展為: (1)擬定議題: 提出生活或社會上與學生關切之議題, 並構想可能相關的子議題; (2) 激發問題: 教師將學生分組, 並設計情境引發學生對議題的興趣, 小組提出自己關心的議題, 教師協助小組確定所要探討的子問題; (3)解決問題: 教師協助小組規劃研究流程, 學生實際進行探索, 獲致科學概念與過程技能; (4)整理成果: 將研究過程所得之概念或經驗加以整理, 各組間相互分享, 並應用於生活中; (5)引導新的探究: 根據教學目標, 引導學生探究新的問題或子問題(鍾國俊, 2001)。

2. 在教學評量方面:

STS 於過程技能得評量方面, 自然與生活科技領域應達到過程技能、科學本質、思考智能、應用的素養。因此, 建議教師之評量方式為:

- (1) 可以採用實作評量, 來觀察學生是否使用適當且正確的過程技能;
- (2) 觀察學生在發表看法時, 能否提出證據或具體資料來加強自己的論點, 學生若能了解到科學的嚴謹與開放性等等, 對科學的本質便已有了認識;
- (3) 從學生是否能夠將大量資料進行有系統

的歸納分析, 並詮釋出自己的論點, 給予資料意義, 以了解學生於思考智能方面的增進與否(鍾國俊, 2001);

- (4) 可觀察學生是否對於其他問題或子問題亦採用學習到的過程技能, 了解他們應用的情況。

(三)科學態度:

1. 在教學方法方面:

STS 教學的過程培養學生客觀、小心且謹慎的科學態度。並且希望學生自動自發地學習, 培養關心社會與科技發展的公民, 並且科學、技術與社會原本就是不可分割的事實。因此在科技發達的今日, 能具有批判與倫理的價值觀, 避免濫用科技或科學的成果。

九年一貫亦提到培養科學的態度, 包含了求真、求實、求善等科學精神, 還要培養尊重生命、愛護環境等觀念, 這都是具科學素養的公民所應具備的。在 STS 教學過程中, 學生親自參與探究過程, 且在老師的輔導下, 學生可了解到應具有的科學態度。若在倫理層面的問題, 在使用 STS 教學時, 可加入兩難議題, 讓學生去探究正反面影響因素, 且與同學間相互磋商討論, 或是使用角色扮演的方式, 讓學生從各角度來了解問題(黃繡梅, 2000), 加上教師的引導, 建立正確的科學倫理價值觀。

2. 在教學評量方面:

STS 在科學態度的評量方面, 對應到自然與生活科技領域中科學態度與科學本質的素養。教師的評量方式採用下列幾項:

- (1) 觀察學生於研究過程是否具有確實、細心、客觀等科學態度;

(2)當學生針對問題在發表意見時，能否提出有利的資料或證據等，並能夠考量到科學倫理，便對科學本質已有了體認。

(四)創造力：

1.在教學方法方面：

過去的教學方式是以組織過的概念有系統地呈現，學生難以發揮創造力，教師對於學生提問的處理方式大多不當，導致學生更是不敢發問。STS 教學方式是以引發學生好奇心的方式，讓學生主動並自主地學習，並在討論互動之間激發創意，這便有助於創造力的培養。

而九年一貫將課程標準改為課程綱要，將標準本改為審定本，將各學科改為學習領域，便是希望教師能因應社會趨勢，來設計課程，教導學生適應多元的社會。尤其是自然科知識日新月異，教師不應只依賴教科書，應多元地接收新資訊，才能提高學生的科學素養(林金盾，2000)。因此，使用 STS 教學時，教師應先營造一個開放而接納的教室氣氛，鼓勵學生發表任何新奇的想法，並且尊重學生的想法(徐慧萍，2000)。一個人進行創造力思考較不容易，需花費較長時間，因此可使用一些團體的方式來激發創造力，例如腦力激盪法、挖空心思法、六三五筆寫法、聯想法、辯證法等方式(郭有通，1999；陳龍安，2001)，都可應用 STS 教學過程之中。

2.在教學評量方面：

創造力的評量雖然尚有其困難之處，例如創造力定義複雜不明確、評量過程主觀、效度考驗缺乏有利效標等(陳龍安，2001)。

一般來說，認知方面的創造力可以下列三項來作為評量指標(黃繡梅，2000；陳龍安，2001)：

- (1)流暢力，是指反應的數量和，例如「廢紙有哪些用途？」，便可根據學生的反應數量來判斷；
- (2)變通力，是指從不同角度來進行思考，例如從功能性、類推性、個人經驗性等角度來思考同一問題；
- (3)獨創性，是指提出與他人不同的新奇看法，並考慮其獨特性、具體性與實用性等。

(五)應用：

1.在教學方法方面：

傳統的教學方式的結果，即使有高成就的學生亦難以將學習到的知識應用到日常生活之中，這不是真正的學習(Yager, 1996b)。STS 教學與九年一貫教學的方式都期望結合社會議題，以及結合社區資源，除了讓學生更能保留所學得的知識外，亦讓學生能夠更了解學習如何遷移到真實生活之中。

當學生透過 STS 教學與社會議題結合而學習到科學概念、過程技能、科學態度、創造力等時，便已具備應用的能力。擁有積極主動科學態度的學生遇到自己關切的問題時，便會引起主動探究的動機，運用學習過的科學概念與過程技能，進行問題解決，培養創造力。

2.在教學評量方面：

STS 於應用方面的評量，自然與生活科技領域中的學生應具有過程技能、科學認知、科學本質、思考智能與科學應用等能力。

因此，教師可藉由觀察學生探究過程與學習成果，他們是否能將所學的科學概念、過程技能、思考智能等能力靈活地與生活作連結，以及對科學本質的了解程度，來判斷學生的應用能力。

肆、結語

美國發展的 STS 教學策略便是期望能夠改革傳統科學教育，以因應社會需求。這種教學方式便是以社會議題為出發點，讓學生自動建構科學知識。因此是學生的學習是以既有經驗為基礎，來同化或適應新資訊，而這正是建構主義的見解，學生以建構的方式學習，有助於學生的學習保留與遷移。建構學習模式的 STS 教學能夠培養學生個人在解決問題的能力，因此 STS 教學策略可說是達到建構主義的途徑。

面對新的教學方式，在教師方面，教師須了解九年一貫課程整合之價值與難度，並負起整合之責任，不同於過去教師只負責將學科教授給學生。並根據學生個別差異，因材施教，讓學生多元發展，這便符合 Gardner 於 1990 提出的多元智慧，每個人都擁有不同於他人的多元智慧，教師應鼓勵學生發展其多元智慧(賴羿蓉，1998；周天宜，2002)。九年一貫教學時數是較有彈性，因此教材選擇可以與學生的生活相關，這是由於生活的內容是整體的，因此解決生活問題的知識也是整體的。與學生切身相關之議題不但能激發學習動機，也能讓學生重視生活的週遭環境。此外，在這電腦網路普及的時代，資訊唾手可得，教師應擅用資訊設備，與其他社

會資源，蒐集生動有趣且合適之教學材料整合於課程之中，或是與其他教師間相互交流經驗與資源，如此不但能夠豐富教學資源，亦能幫助教師自我成長。而教師本身的態度應更自主與開放，且不斷學習，才能培養學生的自主學習以及多元的觀點。

我國教育改革多追隨美國的腳步，這些年我國將國中小階段之分科重新調整為七大學習領域，並目標在培養十大學生帶得走的能力，這樣的變革也是為了因應時代的需求。在重新檢討教學方法之後，重新將焦點置於國民科學素養與能力之培養，將九年一貫之自然與科技領域的內涵與 STS 的教學策略對照之下，發現十分一致，因此我國中小自然與生活科技課程可考慮採用 STS 教學，以培育出具科學素養之公民。而最重要的是教師應具有理智而開放的態度，來接受這教育的新觀念，並且政府若能大力宣導其教育理念之優點，配合各教育主管單位、家長的支持，STS 的教學策略必能在自然與生活科技領域大大地發揮。

參考文獻

- 王澄霞(1995)。STS 活動中之「學」與「教」。科學教育學刊，3(1)，115-137。
- 伍振鷺(1998)。教育哲學。台北：師大書苑。
- 朱則剛(1994)。建構主義知識論與情境認知的迷思——兼論其對認知心理學的意義。教學科技與媒體，2，3-14。
- 余曉清(1994)。各國 STS 課程教材評介(4)：美國的科學-技術-社會(STS)教育。台灣教育，171，12-17。

- 林金盾(2000)。九年一貫「自然科課程的理念與實務」之我見。科學教育月刊，231，17-19。
- 林顯輝(1991)。科學、技學和社會三者相結合的科學教育新理念。國教天地，87，24-32。
- 周天宜(2002)。運用資訊科技經營兒童的多元智慧。民國 91 年 10 月 25 日擷取自 <http://www.itips.hkustspace.org/work/mult1.htm>
- 邱秀玲(1998)。以 STS 教育實踐「生活科技課程」。台灣教育，575，45-51。
- 邱美虹(2000)。國民教育階段九年一貫課程綱要「自然與科技」領域中「自然科學」課程綱要之評介。科學教育月刊，231，20-27。
- 徐慧萍(2000)。國中 STS 模組開發與教學研究：(1)除濕劑；(2)保鮮膜。國立師範大學化學研究所碩士論文。
- 陳文典(1997a)。STS 教學教師所需之專業準備。科學教育學刊，5(2)，167-189。
- 陳文典(1997b)。STS 理念下之教學策略。民國 91 年 06 月 10 日擷取自 <http://www.nc.hcc.edu.tw/~tg04/doc/doc5.htm>。
- 陳義勳(2000)。探討使用建構主義教學在教學成效之研究。台北市立師範學院學報，31，347-356。
- 陳龍安(2001)。創造思考教學的理論與實際。台北：心裡。
- 張春興(2000)。教育心理學：三化取向的理論與實踐。台北：東華。
- 教育部(2000)。國民中小學九年一貫課程與教學網。民國 91 年 10 月 09 日擷取自 <http://teach.eje.edu.tw/main.php>
- 張惠博(2001)。九年一貫課程實施與教師專業成長。科學教育月刊，239，13-25。
- 張世忠(2000)。建構教學 理論與應用。台北：五南。
- 莊奇勳(1997)。STS 科學教育網站。2002 年 06 月 10 日，取自 <http://www.ncyu.edu.tw/~gise/sts/>
- 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，20(5)，548-570。
- 郭有適(1999)。創造力的問題解決法。台北：心裡。
- 郭家宏(2000)。STS 學習模組之研究開發：「糖」與「紙」。國立師範大學化學研究所碩士論文。
- 黃永和(1998)。Fogarty 的十種課程統整方式。教師之友，39(4)，10-21。
- 黃鴻博(1997)。國民小學 STS 課程發展之研究。台中師院學報，11，2-27。
- 黃繡梅(2000)。透過 STS 模組教學培育學生知能及創造力：(一)食品添加劑；(二)色素。國立師範大學化學研究所碩士論文。
- 黃光雄、楊龍立(2001)。課程設計：理念與實作。台北：師大書苑。
- 熊召弟(1991)。科學實驗活動之「學習」探討。國民教育，31(11)，2-5。
- 熊召弟(1996)。真實的科學認知環境。教學科技與媒體，29，3-12。
- 劉宏文(1991)。建構主義與情境認知理論在

- 科學教學上的意義。中二中學報，3，32-63。
- 賴羿蓉(1998)。多元智慧與教學。2002年10月25日，取自 <http://gopher.ntnu.edu.tw/gise/journal/2/acad-rpt5.htm>
- 鍾聖校(1999)。自然與科技課程教材教法。台北：五南。
- 鍾國俊(2001)。STS 模式教學及其教學成效之探討。國立師範大學物理研究所碩士論文。
- 蘇育任(1996)。運用模組開發活動培育 STS 教師之可行性研究。科學教育學刊，5(2)，245-266。
- 蘇育任(1997)。建構主義式教育的迷思與省思。國民教育研究集刊，5，121-139。
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-878.
- Cobb, P. (1988). The tension between theories of learning and instruction in mathematics education. *Educational Psychologist*, 23, 87-103.
- Kelly, G. A. (1955). *The psychology of personal construct*. New York: Norton.
- Lutz, M. (1996). Science / Technology / Society as reform in Science Education. In R.E. Yager (Ed.), *The congruency of the STS approach and constructivism*, 4, 39-49. New York University Press.
- Roth, K. J. (1989). Science education: It's not enough to "do" or "relate". *American Educator*, Winter, 16-48.
- Roth, W. & Roychoudury, A. (1994). Physics students' epistemologies and views about knowing and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 35-54.
- Solomon, J.(1993). *Teaching Science, Technology and Society*. Buckingham; Philadelphia : Open University Press.
- Tobin, K. & Gallagher, J. (1987). What happens in high school science classrooms? *Journal of Curriculum Studies*, 19, 549- 560.
- von Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: a way of knowing and learning*. London ; Washington, D.C. : Falmer Press.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75(1), 9-21.
- Yager, R.E. (1996a). Science / Technology / Society as reform in Science Education. In R.E. Yager (Ed.), *History of Science / Technology / Society as reform in the United States*, 1, 3-15. New York University Press.
- Yager, R.E. (1996b). Science / Technology / Society as reform in Science Education. In R.E. Yager (Ed.), *Meaning of STS for science teachers*, 2, 16-23. New York University Press.
- Yager, R.E. (2000). A vision for what science education should be like for the first 25 years of a new millennium. *School Science and Mathematics*, 6, 327-341.