

科學課程採訪報導—SS&C 課程研發實況簡介

陳文典

國立台灣師範大學物理系

前言：

課程要經由教學活動來落實，一個課程涵蓋某一設想的教學目標和內容，也因此設定特定的教學對象、相應的教學策略及預定的評量指標。也就是說，課程包括教材、教學策略與模式及要達成的成果。

若我們由整個教育來看各種課程，依性質分；有典章制度、語文、藝術、科學等等類別的文化活動。依對象分；有各種不同年齡、不同需求、不同程度的學習者，因而有不同課程的開發與設計。就以科學課程而言，即是規劃出有關科學方面的學習。

科學課程可因內容及適合的學齡再行細分；例如國中理化課程、高中生物課程、國小自然科學課程等等。有些國家對於自然科學課程並無進一步細分科目的規定，但對於各學門在各年級所應達成的科學概念和科學技術的學習都定有一個指標。例如美國的國家科學教育標準(National Science Education Standards, 1996)、英國的國家科學課程(Science in the National Curriculum, 1989)。我國的課程標準則不同，一般都定得很細，幾乎到了教材大綱的地步。

「課程標準」由理論面來看；即是對學科概念內容、科學能力所欲達成的指標之訂定。由實踐面來看；即是對教材編選、教學策略運用、評量標準的一種規範與指示。雖是如此，在同一課程標準的規定之下，仍可能產生不同的教材結構與教學方法的教學，所謂「目標」則一，「方法」不同的情形。

本人雖曾參與多次的課程設計及教材編輯工作，也曾參閱英、美、日等國家的課程標準，但是，此次有機會到美國愛荷華大學(Iowa Univ.)的科學教育中心參觀，看看他們正在研發的SS&C(Scope, Sequence and Coordination Project)課程教材的實況，這些研發活動與本人在國內所從事的課程教材研發工作目的是相同的，因此，自然而然地產生了觀摩與比較的心理。茲將本人就個人經驗所及、觀察所見的情形記述出來。

本文依五個段落分別記敘：一、SS&C 課程(教材)設計之基本理念與其所依據的原則。二、參與人員與研發的模式。三、成品的特性。四、成效評估。五、SS&C 與我國開發的板橋自然科課程之比較。六、感想。七、參考資料。

一、SS&C 課程(教材)設計之基本理念與其所依據的原則

揭櫫以領域(Scope)、系列(Sequence)及協調(Coordination)標題的SS&C 課

程，在領域方面以科學與技學的生活經驗，在系列方面則依據學齡成熟度與學科概念之發展層次，來建構其課程。不過，只是從這個標題尚無法看出它的特性。我們可以由其所尋求的教學目標追溯回來看其精神之所在。

在此課程設計一系列有關的指導文件中，R.Yager 及 J.Penick(1996)在「SS&C 課程改革對教師及學習者的成效指標」一文中指出，此一課程對學生而言，能使學生達成以下的學習成效：

- s1. 學生能對自然科學有一正確的看法；科學是人類生活活動所累積的智慧結晶，科學的理論與詮釋都要是可驗證性的、需要論據支持的。
- s2. 學生在尋求論據與詮釋現象時，能依據論據作獨立的思考及有依據的抉擇，而不依個人的權威為依憑。
- s3. 學生能依據所學以及運用各種資源去瞭解情境，去確認問題及創發性的解決問題。擺脫以往教材由教師提供、問題由教師提出、策略由教師決定、資料由教師詮釋的單向傳輸式教學，改成為學生為解決自己問題的求知活動。
- s4. 學生能將科學求知活動所獲得的經驗和知識，自然地運用在日常生活之中。如觀察、預想、歸納資料、研判等心智活動，以及引用科學知識對現象的詮釋和問題的瞭解等，使我們更有能力來解決我們的生活問題。
- s5. 學生能運用學習科學所得的素養，去了解社會問題；依因果關係去做推想，根據事實與論據，清晰地去了解問題。
- s6. 思想、知識以行動來落實。學生能運用科學上的實務、搜集資料、分析資料等方法，去有效處理社會問題。
- s7. 培養一種認識環境、接納資訊的開拓心態，使學習得以持續，認知得以日長。
- s8. 能運用科學方法與知識於從事的事業中，促進其發展。
- s9. 具有基本的科學知識和技能，促進進一步的學習。

其次，就教學中引領學習的角度而言，為了能導引學生獲得上述的成果，SS&C 要求能營造一種學習情境：

- t1. 提供一個富有激發學習的環境；例如充足的相關資料、具象化的模型、參考書籍、能引發連想的情境或提出具有引人深思的問題等。
- t2. 提供一個自由安全的思考活動空間；在一個熱烈又自由的討論情境中，每個人提出的主意(ideas)、假設、問題不必擔心遭受到被拒絕、嘲笑和失敗的反應。學生的主意受到應有的尊重，養成樂於思考、敢自我負責的學習態度。
- t3. 協助學生能由活動中自我建構科學知識，並能自然地引用知識來解決科學上的問題或處理社會議題。教師在整個教學的活動中，扮演著領航、協助、調節的角色，而不是答案的講授者。

- t4. 在整個教學活動中，教師自己是一個高技巧的學習者，與學生共同學習，引領學生做有效的學習活動。

由其所揭櫫的教育目標中可以看出，此一課程設計的主要特質及精神：

(1)教學活動的模式：

學習活動的主人是學生(見s2,s3,t1,t2,t3)。教師除了提供具有激發性的情境之外，也引領學生做有效的學習。教師在教學活動中扮演高技巧的學習者，遠過於答案的提供者(見t4)。

(2)學習的內容：

「問題」是學生自發的、生活上所遭遇的、具實用性的，因此學習是一種自我心智的成長，學習的結果也能很自然地運用來解決問題。「問題」除了是科學性的問題之外，也關係到如何運用科學方法去處理生活上的、社會上的問題(見s3,s4,s5,s6)。

(3)學習的態度與能力：

了解科學的本質(見s1)、熟習科學方法的運用(見s6,s8)以及建構基本的科學知識(見s9)，並養成一種不斷的學習成長的心態(見s7)。

經此分析，我們很清楚的看出，SS&C 課程設計，其根本的基礎建立於近世認知心理對「學習」的詮釋理論，以及依此心理哲學所衍生的「建構主義」學習理論。

雖然在 SS&C 課程設計時，有主其事者在教育目標上給與教師們的標示與規劃，可是整個課程的設計卻是由下往上的發展。

我們可以說，SS&C 課程設計，其學習模式是具有認知的建構主義理念的(Yager, 1990)，而其教材主題的編選，也深具生活化的、社會化的色彩，可說是 STS(科學、技學及社會)教學策略的落實課程。(Yager & Lutz, 1995)

二、參與人員與研發的模式

稟承 SS&C 課程精神來設計教材的有六個研究中心在研發，分別在 California、North California、Iowa、Puevto Rico、Texas、Alaska。本人此次所探訪的是由愛荷華大學(I.U)負責執行的課程研發活動。

此次參加研討會的科學教師一共有 41 位(由六年級到十二年級的教師都有)及將近十位的研究助理。計劃主持人 R.Yager、J.Shymansky 雖然在研討會露臉或參加討論會，但是自始至終卻沒有發表任何「指示性」的演講。我們所參加的各組討論中主持人約一半是博士班研究生或博士後研究人員，另一半則是參與課程的科學教師。在各分組討論中，每組約五~六人，討論的情況都很熱烈。此一景象至少表示出參與的科學教師對自己正從事的研發工作的目標、方法都已熟知，以及他們都很熱切地投注在此工作中。

我對於教師能如此熱切地參與的情形深感興趣，在我參加的兩個梯次研討會中，我想下列幾個因素或可解答這種情況；其一、所有這些參加的科學教師

都是有報酬的，他們每日的出席費是 70 元，到外埠(參觀學校)則百元，這表示是一種責任。其二、教師們在研討會中，發表自己發展出來的「教學模組」，包括問題的形成、師生研發的解決問題策略、解決過程、一直到學習的成果。有些以書面資料提供，有些則是現場演示，以其他學員當成學生來模擬教學。我想，這樣的發表會是很容易能使人有「成就感」的。其三、參與 SS&C 的科學教師是自願的，他們對於這種非常生活化、實用化的科學學習模式是很肯定的。其四、在他們的教學活動中，教師的自主性相當高，使得這種研發工作擁有很大的揮灑空間；雖然在美國也有類似課程標準的頒佈，如國家學術刊物(The National Academy Press)發佈的國家科學教育標準(National Science Education Standard 以下簡稱 NSES)及國家科學教師協會(National Science Teachers Association 簡稱 NSTA)提出的高級中學科學教育標準及架構(A High School Framework for national Science Education Standard, 1995 以下簡稱 HSF)，但是這些標準的設定不像是一種「政令」，而更像是一種「默契」、一種「共識」。根據我和參與的科學教師交談所知，他們自認愛荷華州的教育水準，歷來在各種考評上(例如 SAT 測驗)，被認定是高水準的。所以，他們只需要參考一下以上的兩個課程指標(即 NSES 及 HSF)，就可自行安排整個教學進度，自行研發一個一個的「教學模組」，沒有標準本的教科書，也沒有「統一進度」與「聯合考試」的約束，有之，則是參與 SS&C 研發教師彼此之間的討論與觀摩，和學生每學期所呈現在科學知識與能力的成長成果之評量。在如此具有自主性的研發環境中，激發參與的熱切是可以理解的。

儘管在教學時教師在引領學生從事解決問題的探討活動中，給與學生很大的自主空間。其實 SS&C 課程研發中心，已根據「國家科學教育標準」，先已擬定更詳實的「高級中學科學教育標準及架構」(即 HSF)，該指導綱領已訂定九年級學生所應學習的科學概念及概念發展的層次(有趣的是：該書只對九年級的課程詳細列出物理、化學、生物、地球科學所應學習的內容，而十年級到十二年級的則合在一起，並未逐年列出，顯然，或是十年級的尚未訂定，或是根本如國家科學教育標準(NSES)一樣，放任教師去發展也說不定)。

我們依九年級已完成的 69 個「教學模組」來看，其研發的過程應是如下：

- 依據HSF所列的課程標準，教師們知道在九年級這個年級學生所應修習的內容。
- 安排一系列的情境，以引發一系列的探討「主題」，這些主題涵蓋有物理、化學、生物及地球科學方面的問題。
- 依據此「主題」進行探討。學生提出一些相關的問題，並且進行探討的活動。在此需要特別提醒的是，此一主題雖可能是「物理」學科領域的，但是，由於學生相關問題的提出，可能涉及到化學、生物或地球科學。「教學模組」的教材結構，是以「主題」的探討為中心的，不是以學科概念的

系統化來考慮的。又因為相關的問題是由學生提出，問題常是生活中遭遇的，處理的策略雖然是科學的，但也是日常生活常用的。

- 經過此一教學之後，將此一「主題」所引發一系列問題加以解決。將此過程活動所需的器材，加以整編修定即成一「教學模組」。
- 教師經過一系列的「主題」探討，完成了整個九年級的教學，也留下了這些「教學模組」(見表一所示的九年級「教學模組」)。

表一、九年級的「教學模組」

編號	教學模組(主題)	內容(關鍵詞)	學科及科學技能
01	分類圖解 Classification Schemes	以生物的物種進行來分類	生物、「分類」
02	演化及遺傳 Variation and heredity	以愛荷華鄉土生態為素材介紹物種的演化	生物 「恆常與突變」
03	生物的演進 Variation in Living Thing	生態描述	生物
04	生活的調適現象 Adaptation to Niches and Habitats	植物動物對其居住地及社經地位的調適	生物
05	----		
06	----		
07	化石的形成 fossil Formation	化石收集、化石年代考據、生物演化	生物 地球科學
08	固體、液體與氣體 Solids, Liquids and Gases	密度變化、分子模型、超流體現象觀察	物理
09	水的相變 Phase change of Water	密度改變與生物生活關係	物理、生物
10	密度的探討 Density Studies	利用沸點分離物質、冰融解現象、氣體的密度、浮與沉	物理、化學
11	----		
12	動物行爲 Animal Behavior	動物行爲、刺激與反應	生物
13	地圖 Topographic Maps	地圖繪製、座標、等高線	地球科學
14	----		
15	----		
16	運動定律 Laws of Motion	地心引力、承受重力的極限	物理
17	----		
18	----		
19	----		

續下表

續上表

20	----		
21	力對彈簧的作用 Force acting on a Spring	物重與彈簧伸長變化	物理
22	----		
23	----		
24	物體的物質性質 Physical Properties of Matter	溶解度、表面張力、沸點測定、黏滯性	物理、化學
25	氣體壓力、體積與溫度 Gas Pressure, Volume and Temperature	氣體的溫度、壓力與體積關係	物理
26	----		
27	大氣壓力 Atmospheric Pressure	何以感覺不到大氣壓力、冷熱空氣密度與壓力	物理
28	物質與能 Matter and Energy	質量不滅定律、化學反應、化學能、化合物	化學
29	氣體定律	查理定律、壓力平衡、分子間作用力	物理
30	混合物的辨識與區分 Recognition and Classification of Mixtures	混合物的分離、純化海水、葉綠素分離、結晶體觀察	化學、物理
31	物理與化學變化 Physical vs. Chemical Change	電解化合物、物質屬性、定義變化	物理、化學 「觀察記錄」
32	細胞：第一手觀察 Cells: A First-Hand View	植物、動物細胞觀察	生物
33	細胞結構及其功能 Cell Structures and their Functions	細胞在鹽水中、探討細胞結構及功能、葉子氣孔、落葉原因	生物
34	植物、葉綠體、光合作用 Plant, Chloroplasts and Photosynthesis	植物葉綠體及光合作用	生物
35	功與能 Work and Energy	施力與作功的關係	物理
36	----		
37	熱與熱力學第二定律 Heat and the Second Law of Thermodynamics	比熱、熱傳導、輻射散熱、熱作功	物理
38	熱、溫度與熱傳播 Heat, Temperature and Transfer	熱源、輻射熱、熱平衡、溫度與熱量	物理
39	熱傳播的證據 Evidence of Heat Transformations	熱傳導、對流、輻射的吸收與放射	物理

續下表

39	熱傳播的證據 Evidence of Heat Transformations	熱傳導、對流、輻射的吸收與放射	物理
----	--	-----------------	----

續下表

續上表

40	岩石的密度 Density of Rock	比較各岩石的密度、水與沙溫度改變速率、海洋氣候	地球科學 物理
41	環境循環 Environmental Cycles	地球資源轉移、水循環(植物吸水與蒸散、人體的水份、雲、颱風的形成)	地球科學
42	化學反應的觀察 Observing Chemical Reactions	化學變化過程、吸熱或放熱能的形成	化學
43	帶電與靜電現象 Electric Charge and Static Electricity	磨擦起電、靜電作用導電	物理
44	----		
45	磁性 Magnetism	南北極定義、磁力線、指北針與方位	物理
46	----		
47	太陽來的熱能 Heat from the Sun	輻射能的測度、溫室效應	物理
48	對流現象 Example of Convection	鹽水濃度、流體密度不同與對流	物理、化學
49	太陽光譜與星星	高溫氣體的光譜、基態與激態、太陽光譜、光譜分析天體距離	地球科學 物理
50	----		
51	星光 Starlight	定義「燭光」、光是什麼、光量與距離	物理
52	食物鏈與能的轉換蹤跡 Construction of Food Chains and Tracing Energy Changes	食物鏈、能的轉換	生物、物理
53	循環與生態系 Cycles and Ecosystems	碳循環、氮、氫、水及其他元素在生態系中的循環	生物
54	食物塔與階層 Trophic Pyramids and Levels	生產者、消費者、分解者、生態系平衡	生物
55	族群生口 Population	族群大小之調查計數、生態系組成	生物
56	族群生口的限制因素 Limiting Factor for Population	生存空間，食物、水對族群增長的影響、水、溫度對種子發芽影響、優養化探討	生物

續上表

59	酸與鹼的介紹 An Introduction to Acid and Bases	酸、鹼的物理、化學性質測試、天然物的酸鹼性	化學
60	酸、鹼及指示劑 Acids, Bases and Indicators	酸鹼指示劑、pH值、酸性土壤、中和	化學
61	金屬、非金屬與似金屬的通性 Patterns Using Metals, Nonmetals and Metalloids	以物理及化學方法鑑別元素屬性、週期性、通性	化學
62	透露原子有結構的證據 Evidence Revealing the Composition of the Atom	測原子的存在、測(間接)原子的大小	物理
63	分子的化學式 Chemical Formulas for Molecules	化學式、H ₂ O與H ₂ O ₂ 的差異、原子的角色	化學
64	化學「族」的模型 Models of Chemical Families	以間接或直接證據分析化合物、同性質元素	化學
65	碳化合物的性質 Properties of Useful Carbon Compounds	碳氫族的探討、糖份測試、咖啡因測試、醇與纖維質	化學
66	輻射線、時間與年代 Radioactivity, Time and Age	核分裂、輻射線、半衰期	物理
67	影響反應速率的因素 Factors that Affect Reaction Rates	溫度、濃度、攪拌與化學反應快慢	化學
68	反應現象的確認及解釋 Identifying and Explaining Reactions	化學反應發生了什麼？生成物、熱的吸收或釋出	化學
69	催化劑與酵素 Catalysts and Enzymes	催化作用、酵素作用	化學、生物

*表中「----」是未收集到的資料

三、成品的特性

既然標示出是一個「課程」，自然涵蓋某一設想的教學目標與內容。SS&C課程設定的教學對象是自六年級至十二年級的學生，內容則為自然科學。

SS&C課程研發已進行到第三年，目前已開發的「教學模組」為九年級的69個單元(參閱表一)。正在開發的是十年級，尚未正式印出，我們就依該課程研發成品來進行分析。

我們所指的「成品」，不包括相關的研究成果及其文獻報導，只限於這些「教學模組」。這些教學模組是依據實際教學活動，整理出來的「教案」。我們透過這些教學模組，足以瞭解其教材課程的特性。我們看出它的一些特性：

1. 它是有結構有層次的

我們可以說，教學模組的設計，是依據「國家科學教育標準」的，只是此一國家科學標準僅只規範一個大致的範圍，就發展教材而言，其可調節的空間仍然很大。顯然地，SS&C 課程研發中心又據此一國家標準，自行訂定個更詳實的指標，以供教師研發參考，這就是 NSTA 所出刊的「高級中學科學教育標準及架構」，在此特別列明九年級的教材範圍。

但另一方面來說，授課教師的自主性非常高由表一所列的九年級 69 個「教學模組」，我們相信在一個學年裡是不可能完全探討完畢的，如何去編排教學進度，如何去引起學生在自發性的學習活動中完成整個學年的教學目標？這些都無法由這些「教學模組」的組配中看出來。他們提出一個「less is more」 principle，意思是精熟的、確切的學習，雖少勝多，舉一反三，有些是由作業及學生自習中去學習，並非一一由課堂上教師引導下才能學習的。所以教材疏漏之處很多，但是，並不影響整體的學習。這種教學的看法，與我們的教師有極大的不同，在我國，教師幾乎講授一切學生所要學習的知識，甚至實驗的一些細微末節。

2. 它是以某一「主題」的探討來設計整個教學活動的。

表一所列的 69 個教學模組中，由它主題的名稱，我們約略可以判斷它是屬於物理、化學、生物的那一門學科。可是，在對此一「主題」的探討時，卻常常以相關變因的探討而跨越學科的分界，例如 9,10,24,30,31,48,49,69 這些教學模組。

SS&C 課程設計既然是稟承生活化、實用化的 STS(科學、技學與社會)理念，唯此一以「主題」的問題來發展的教學，顯示在探討問題、解決問題時，思考的靈活性與完備性。這和以學科概念邏輯系統為主的教法不同，後者常常在討論一個現象或問題時，在物理單元則只討論物理變因，在化學單元則只討論化學變因，有分割成片面看問題的缺點，不像以「主題」來發展的教學，俱有化學、物理、生物等對問題的面面觀。

3. 它是以學生所提問題演化而成的，雖然最後所學到的仍是科學概念，可是，所探討的問題、現象，卻都是生活所切近的。例如模組 2「演化及遺傳」中，以愛荷華州的動植物為樣本。模組 7「化石的形成」有採集活動。模組 10「密度的探討」不是由密度的定義入手，而是由許多浮沉現象去引發思考。模組 13「地圖」包括考查與地圖製作。模組 30「混合物的辨識與區分」有淡化海水、葉綠素分離、結晶以及利用溶解、熔點、過濾等物理或化學方法分離。不只是問題切近生活而有趣，而且也真正地以一個「主題」為中心，去作面面觀，當然也因此涉及到物理、化學、生物、地球科學的學科概念。其他有的模組雖然僅限於某一學科，但是所研討的也大都是日常生活常遭遇的問題為主。

4. 整個「教學模組」由系列的「活動」組成。這些活動都是經由搜集資料、

實驗、調查等等實地操作。從無一個單元是經由「理論」的講授去完成的。

四、成效評估

我們可以由兩個方面來看此一課程，一是做為一個科學課程在教育上發揮的功能，二是做為一個普遍使用的可行性之評估。在評估此一課程對科學教育發揮的成效方面，我們可舉一個教學模組為例，深入的探討之後，再來評斷。

一個設計好的教學模組，包括教師教學資料(Teacher Materials)及學生活動手冊(Student Materials)兩部份。茲將該教學模組大綱列於下頁表二中。

由下頁表二的「教學模組」可以看出，整個教學活動等於是處理許多生活中的問題來進行，也給學生依自己興趣繼續探討的空間，整個學習活動就是由此生活化的、切身的問題入手，學會了科學處理問題的方法和技能，也由此歸納而獲得科學概念。所以說是依科學、技學、社會 (STS) 理念發展的課程。做為一個科學的教學活動而言，它是非常理想的。

另一方面，以做為一個普遍使用的課程來看，則其可行性有幾點的考慮：

1. 這些活動，所需的器材很多。若是將這些活動項目固定下來，當成年年要研習的問題，則必大大失去由學生提出問題的原先優點(例如明年的學生可能對果汁的成份和濃度發生興趣呢!)。可是，若教學中一直允許此項自由探討的空間，得應發展出更多的「教師教學資料」以備教師引用，或祈求教師具有更高明的研究問題的能力。即使如此，準備器材的困難也將存在。
2. 藉著這些問題的探討與解決，可以獲得許多科學概念、科學技能。可是，如何撥出時間去建構一個邏輯的科學概念體系呢？更何況當花費很多時間來處理某一個主題時，教學時間耗費很多，而此一主題可能只涉及某一方面科學概念，這會不會形成某些科學概念(例如熱現象)學習很多，而另外一些(例如電磁現象)完全闕如的情形？

如何在理想與現實中，取得平衡？則是此一課程可行性的主要評定依據。若是教師能力優秀、學生數目不多、有充裕準備器材的經費和時間、有相當多自由探討的學習時間，則此一課程可說是既理想又可行。現實的限制或多或少有，再做酌量的犧牲。若是以科學性的課外活動場合來施行，則它是很理想的教材。

五、SS&C 與我國開發的板橋自然科課程之比較

由教育部委辦，台灣省立板橋國小教師研習會執行的「國民小學自然科課程」之研發，自一九八九年起，迄今已達七年，完成了自一年級到六年級的實驗教材。設計該教材依據的基本理念是「由接近自然、探討自然、瞭解自然，進而有效且妥善地運用自然。培養仁民愛物，尊重生命的情操，以建立和諧的社會」(毛松霖、陳文典等，1994)。

表二、混合物的辨識與分離 (Recognition and Classification of Mixtures)

設計完成者：Dorothy Gabel March 1996

A. 教師教學資料：	
內容：	備註：
<p>活動一(實驗)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 人造奶油 2. 墨水 3. 海水淡化 <ul style="list-style-type: none"> • 每一活動運用不同的分離技術，各用一小時。 • 以下另有兩個活動，供取代或外加之用。 4. 秘密的揭穿 5. 植物色素的分離 <p>活動二(實驗)</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. 冰的融解 7. 溶液析出晶體 8. 混合物的分離 <ul style="list-style-type: none"> • 前兩個活動其濃度比例將影響性質，第三個活動可用來統整分離的概念和技術。 <p>活動三(實驗)</p> <p>閱讀有關提問、科學與技術、個人及社會觀點看科學、科學史等文獻。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 學生除了教師提供的文獻之外，再選以下一個主題的文章來閱讀： <p>主題一：結晶學 主題二：調色學 主題三：酒的蒸餾</p> <p>評量建議：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 複選題。利用各種可能的策略，可能的錯誤想法組成的題目，可用以發現學生對各相關技術和概念的運用精熟度、正確性。 2. 開放性的問題 3. 對所做實驗之過程、特殊技術、所得資料及圖表的意義等做評量，以了解學生參與及了解的程度 <ul style="list-style-type: none"> • 以上僅係建議，教師可視實況做最佳的應變，發展有效評量 	<p>每一活動項目均註明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 所使用的材料 2. 實驗的目的 3. 所需的背景資料 4. 操作過程提示 5. 進一步探討的建議 <p>每一活動項目附有相關的評量題目、參考答案及評量目的說明。</p>
B. 學生活動手冊：	
內容：	備註：
<p>如教師教學資料所列活動項目</p> <ul style="list-style-type: none"> • 唯內容更改(見右註) • 活動三選擇文章由學生去選，活動手冊不列。 • 評量部份在學生活動手冊不列。 	<p>每一活動項目列有：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 實驗的目的 2. 所需的背景資料 3. 關鍵性的步驟提示或引導性的問語

整個教材的編選，有以下的特徵(毛松霖、陳文典等，1996)：

1. 學科概念的發展，做有層次有系統的安排，自一年級到六年級逐漸地在各單元的教學活動中引入。
2. 科學技能，如觀察、預想、提出策略、規劃工作、運用圖表、整理資料、研判歸納資料、提出假設、解釋現象、建立概念、建構理論等等，做逐步的培養。
3. 教學單元以探討某一個「主題」來展開，由此主題引發了許多生活上的問題，藉著解決這些問題，學習到科學技能、獲得科學知識。爲了達到這種生活化的特質，各單元均由有經驗的小學教師由試教中提煉建立起來的「教案」，因此依據這些教案，學生可由解決一些切身生活上的問題，獲得規劃中可得的科學概念和技能。

此種課程研發的方式，常被稱爲「板橋模式」，在最新(將於一九九七年完成)的實驗教材，本質上即具有以學生爲學習主體的建構主義精神，而學習活動的素材，亦如 SS&C 一般地，充滿了生活上的問題。

但是在探討主題的選擇方面，則有事先的規劃。每一主題發展的規模，亦視教學時數的限制，做一種制約。因此，此一實驗教材一旦完成，即可當成普遍化的教材使用。

當然，它在學生思考及研究發展的自由空間上做了某些限制，所探討的問題，雖然也是由學生所提出的問題之中挑選出來的，但因列入固定的教材，日久也將失去思考的靈動性。

以「生活即教育」、「有問題才有學習」的角度來說，SS&C 課程顯然地帶著很高的理想性，可是，在其要落實到課堂應用上時，所需具備的環境條件也多。板橋模式研發的課程亦帶有相同的理想性，但是在設計時就兼顧科學概念及技能的學習和教學時間的限制，故在「主題」的研討時，或許已受到一些規範。不過，雖有些規範，但是在培養學生解決問題的能力方面，仍能達到此教育目標，所以可以說是兼具理想性與實用性的課程。

值得一提的是，在最新依板橋模式研發的自然科課程之前一套課程(亦是在板橋研發，爲七〇年代的產物)，我們常稱 SAPA 課程，其規劃程度相當高，某一單元要學什麼科學概念、技能，培養什麼科學態度，依照什麼問題、什麼教材，都事先研發確定好的。此一課程在學生探討環境、發現問題、了解問題及提出策略這方面給學生自由思考的空間很少，對於資料的詮釋、科學概念的建構也以教師歸納爲主，因此，相對於 SAPA 課程而言，SS&C 課程與板橋模式新開發的課程可說是同質性的課程了。

六、感想

隨著認知心理的研究與瞭解，社會環境與科學發展，設計課程的理念、編選教材、教學策略等也做了一些演變。依據本人採訪 SS&C 課程的實況及對此課程的了解，本人對此課程對科學教育的功能評價是很高的，可以說是深具理想性的。

只是，對於一個班級人數四、五十位學生，課業負擔如此繁重，以致課餘

時間闕如的學習環境，大考小考不斷、升學競爭劇烈加上紙筆卷試代表一切評量的教學環境，SS&C 課程對於我們的教育環境來說，僅可說是一種理想(或許在美國也僅是實驗環境下可能，普遍化來說也是一種理想)。只是其對科學的學習而言，此一課程的功能應給與很高價值的肯定。

如何在師資的提昇、學習環境的改善、以及教學資源的充實方面去努力，以使我們的科學教學，朝此理想去改進，則可說是此次採訪最大的收穫之一，即是它「提供了一個方向」。

七、參考資料

1. Department of Education and Science, (1989).
Science in the National Curriculum London : Her Majesty's Stationery Office.
2. National Research Council, (1996).
National Science Educational Standards Washington : National Academy Press.
3. Yager, R.& Penick, J(1996). Goals for Teachers and Learners in the Iowa Scope, Sequence, and Coordination Reform Science Education Center, University of Iowa.
4. Yager, R.(1990). The cConstructivist Learning Model NSTA Board of Directors July, 1990.
5. Yager, R.& Martha V. Lutz, (1995). STS to Enhance Total Curriculum.School Science and Mathematics. Vol. 95(1). anuary 1995.
6. National Science Teachers Association, (1995).
A High School Framework for National Science Education Standards project on Scope, Sequence, and Coordination of Secondary School Science.
7. 毛松霖、陳文典等。1994。國民小學自然科課程設計指導綱領。台灣省立板橋教師研習會刊印。
8. 毛松霖、陳文典等。1996。國民小學自然科實驗教材共十二冊。台灣省立板橋教師研習會刊印。