

各國STS課程教材評介(三)

—日本的科學—技術—社會(STS)教育

魏明通

國立臺灣師範大學科學教育中心

緒 論

日本與我國一樣，採取中央化的教育制度。文部省（相當於我國教育部）頒布中小學學習指導要領（相當於我國的課程標準），由各書局自編教科書，但要送文部省根據學習指導要領所訂的各科目標、教材內容及指導計畫等逐項審查，並修正通過後，發行到各校使用。高中及大學的入學考試亦根據文部省的學習指導要領的內容來命題。自從1982年美國國家科學教師協會⁽¹⁾宣佈以科學—技術—社會的教育為美國各級學校科學教育的基本方針以後，日本從事科學教育的專家學者不斷地研究 STS 教育，在期刊雜誌廣為推介。森本⁽²⁾以志向科學—技術—社會關連性的中學理科課程為題介紹美國理科教育的新動向；長洲⁽³⁾以科學教育的新典範（new paradigm）來介紹美國的 STS 教育，丹沢⁽⁴⁾以科學教育實踐的新典範；熊野⁽⁵⁾以科學教育評價的新典範來評介美國的 STS 教育運動。1990年梅埜⁽⁶⁾為代表的一群專家學者及教師，獲得日本政府的科學研究費補助，以兩年期間完成重視 STS 的中等生物教育及教師教育用模組教材之開發研究，其成果經由教師研習推廣 STS 教育的理念與實際行動。這些有關 STS 教育的研究成果呈現於八十年代後期所進行的新學習指導要領修訂工作中，逐漸推廣至各科教材裡面。現在以出現於新學習指導要領中的 STS 內容開始介紹，在日本的 STS 教育現況。

一、中等學校學習指導要領中的 STS 教材

日本於八十年代後期進行學習指導要領的全面修訂工作。文部省於1989年3月分別公布小學校學習指導要領⁽⁷⁾、中學校學習指導要領⁽⁸⁾及高等學校學習指導要領⁽⁹⁾，同時訂定小學從1992年4月，中學從1993年4月，高級中學從1994年4月開始全國實施。雖然從這些學習指導要領，看不出標榜 STS 教育的學科名稱，可是詳細檢討學

習指導要領所列教學內容時，可發現多處與 STS 教育有關的敘述。

在中學學習指導要領的理科第一分野（物理與化學）的目標(4)表示：提高學生對物質或能量有關事物及現象的關心，自動進行調查的意願，並培養考察這些事象與日常生活結連的態度。在理科第二分野（生物與地學）的目標(4)即表示：提高學生對生物與其周圍自然界的事物及現象之關心，自動進行調查自然的活動，通過這些活動，培養保全自然環境、尊重生命的態度。由這些初級中學理科的課程目標，可看出 STS 教育的理念活在其中。另在高級中學一年級「綜合理科」的目標有一項表示，培養對自然的綜合性看法與思考法，並認識人與自然的相關關係。在高二的物理 IA、化學 IA、生物 IA 及地學 IA 等課程中均列有相似的目標：培養對日常生活關係較深的物理（化學、生物或地學）的看法與思考法，理解物理（化學、生物或地學）的事物、現象及其應用，認識科學技術的進步與人類生活的相關關係。這些目標均與 STS 教育密切相關。表一及表二表示日本中學及高中科學課程中，與 STS 教育特別有關連的單元與教材綱要。

表一 日本中學科學課程中，與 STS 教育特別有關連的單元與教材綱要

科 目	單 元	教 材 綱 要	I	II	III
第 一 分 野 (物理、化學)	(6)之 4：科學技術 的進步與人類生活	(1)瞭解科學技術成果的各種材料與 能利用於日常生活裡。	√		
		(2)瞭解做為資訊手段的電腦之發展 過程。		√	
第 二 分 野 (生物、地學)	(6)之 3：地球與人 類	(1)通過與其他行星的比較，認識在 地 球具有齊全的生物生存所需的 環境因素。			√
		(2)加深認識人類利用的資源與能源 有天然資源、水力、火力、原子 能等。	√		
		(3)認識開發或利用自然時考慮自然 界的均衡進行自然的保存與調整 來保全自然環境之必要。			√
選修的科學課程		專題研究、野外觀察。	√	√	√

表二 日本高級中學科學課程中，與 STS 教育特別有關連的單元及教材綱要

科 目	單 元	教 材 綱 要	I	II	III
綜 合 理 科	(3)人類與自然	(1)資源、能與其利用 (2)自然環境與其保全 (3)科學技術的進步與人類生活	√	√	√
	(4)專題研究	(1)有關特定事象的觀察、實驗 (2)有關自然環境的調查 (3)於科學史中實驗例的研究	√ √	√ √	√
物 理 I A	(3)能與生活	(3)能的轉變 (4)太陽能與原子能	√ √		
	(5)物理學的影響	(1)生活的變化與物理學 (2)事物的看法與物理學		√ √	
化 學 I A	(2)日常生活的化學	(1)食品的科學 (2)衣料的科學 (3)染料與洗潔劑的化學	√ √ √		
	(3)身邊的材料	(1)塑膠 (2)金屬 (3)窯業製品	√ √ √		
	(4)身邊物質的製造	(1)從空氣可製得的 (2)從礦物可製得的 (3)從石油可製得的	√ √ √		
	(5)化學的應用與人類生活	(1)化學的進步與其角色 (2)環境的保全		√	√
生 物 I A	(1)人類生活與生物	(1)日常生活與生物 (2)自然中的人類		√	√
	(4)從親到子	(1)人的一生 (2)人的遺傳		√ √	
	(5)生物學的進步與人類生活	(1)微生物的利用 (2)品種改良		√ √	

科 目	單 元	教 材 綱 要	I	II	III
地 學 IA	(3)資源與人類生活	(1)能源 (2)地下資源 (3)海洋資源 (4)探查從宇宙的資源	√ √ √ √		
	(5)地球與人類	(1)地球的環境與人類 (2)地球環境的變化與保全			√ √
物 理 II 化 學 II	(4)/(3)專題研究	(1)關於特定的物理/化學事象的探究活動 (2)物理/化學歷史的實驗例研究	√ √	√ √	
生 物 II 地 學 II	(3)專題研究	(1)有關特定的生物或生物現象/地學現象的探究活動 (2)對於自然環境的調查	√	√	√

表中之 I 表示：資源、能的利用有關的。

II 表示：科學技術進步與人類生活有關的。

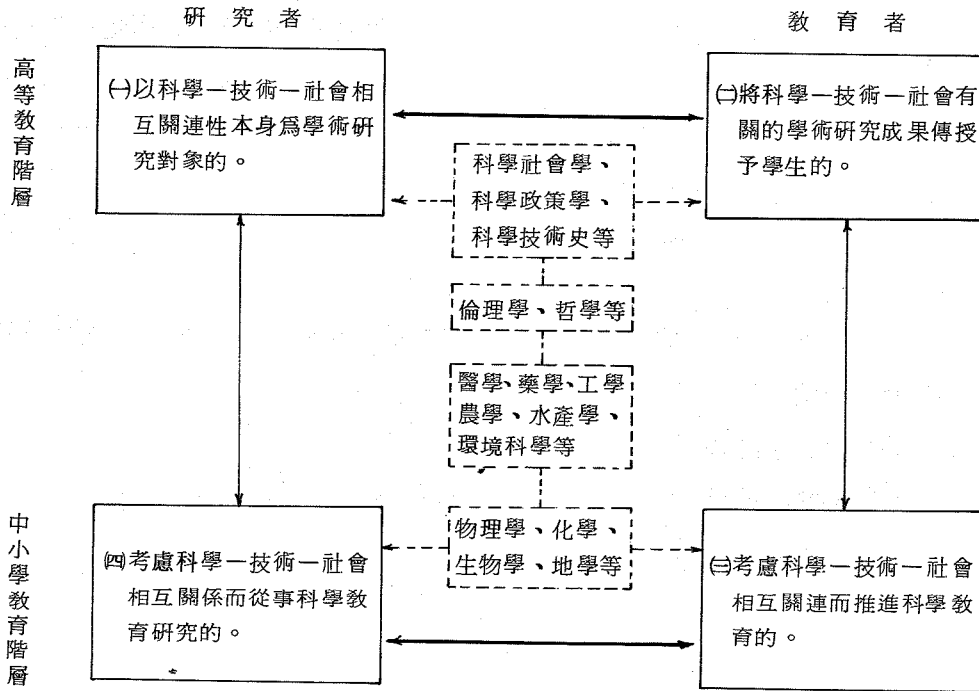
III 表示：自然界的平衡與環境保全有關的。

二、專家學者及教師對 STS 教育的態度

梅堃⁽¹⁰⁾ 在其報告表示：在日本與 STS 教育有關的專家學者及教師可分為四類：

- (一) 以科學—技術—社會的相互關連性本身為學術研究對象的。主要於大學以科學社會學、科學政策學、科學技術史為基礎的人文、社會科學研究者屬於這類。
- (二) 將科學—技術—社會有關的學術研究成果，傳授予學生的。在大學研究 STS 專家為教育 STS 師資，或在一般教育中擔任科學論或科學技術史課程的。
當然，大學教師為研究者而教育者，因此往往兼上述(一)及(二)的角色。
- (三) 考慮科學—技術—社會相互關連而推進科學教育的。中小學在職教師中擔任科學課程的屬於這一類。
- (四) 考慮科學—技術—社會相互關係而從事科學教育研究的，研究初中教育中的科學教育的研究者屬於這一類。不只大學或研究所的研究員，在中小學的科學教師中從事教學研究的亦包括在內。

將(一)到(四)的人員與背景學術分科的關係表示於圖一。



圖一 有關 STS 教育的研究與從事教育者間關係

三、日本在職教師的 STS 教育問卷調查

(一) 鶴岡等在 1991 年 2 至 3 月間對千葉縣高級中學理科教師從事有關 STS 教育的問卷調查⁽¹¹⁾ 結果如後：

1. 高中推行 STS 教育價值：約 30 % 教師認為極有價值，20 % 教師認為稍有價值，40 % 教師填普通，而不到 10 % 的教師認為不值得推行。
2. 適合於 STS 教育的場地：約有 58 % 的教師認為應在理科及社會科的教室；15 % 教師認為在理科上課時；8 % 教師覺得應設新科目來教 STS 教育；8 % 教師主張不論那一科目都要以 STS 理念來教。
3. 對於實行 STS 教育的可行性：只有約 10 % 的教師認為可行；大多數教師 (60.8 %) 認為條件許可下可行；有 21 % 教師認為在目前環境下不可行。不可行的理由在於 (1) STS 教育不是入學考試的必考科目，因此沒有時間可教。(2) 實行 STS 教育需要相當的準備。對於條件許可下可行的所提出的條件：(1) 將 STS 科目列為考試科目時；(2) 教材及資料齊全時。

因此可見雖然多數教師認為 STS 教育有價值，但實際施行卻相當困難，考試領導教學的風氣在日本亦很盛行。

(二) Tanzawa⁽¹²⁾ 在 1992 年對日本科學教師所做有關 STS 教育的問卷調查報告，亦有相似傾向，惟此報告詳細提示實施的困難點。

1. 將 STS 教育實施於學校是否贊成的問題之回答為：贊成 85.7%，不贊成 12%，不知道 2.3%。

2. 科學教師認為 STS 教育在學校實施的妨害因素有：（註：每人可選答 3 項）

- | | |
|-----------------|--------|
| (1) 教學時間不夠 | 45.4 % |
| (2) 缺少資料及計畫 | 42.3 % |
| (3) 忙於其他的任務 | 39.2 % |
| (4) 沒有在課程標準裡 | 30.0 % |
| (5) 教師能力的不足 | 28.5 % |
| (6) 沒有教師進修的機會 | 28.5 % |
| (7) 無用於入學考試 | 20.8 % |
| (8) 難於評量學生的成就 | 13.8 % |
| (9) 缺乏行政及公眾的支持 | 13.1 % |
| (10) 經費不足 | 10.0 % |
| (11) 學生對科學興趣低 | 6.9 % |
| (12) 學生對不熟悉活動困惑 | 6.2 % |
| (13) 其 他 | 6.2 % |

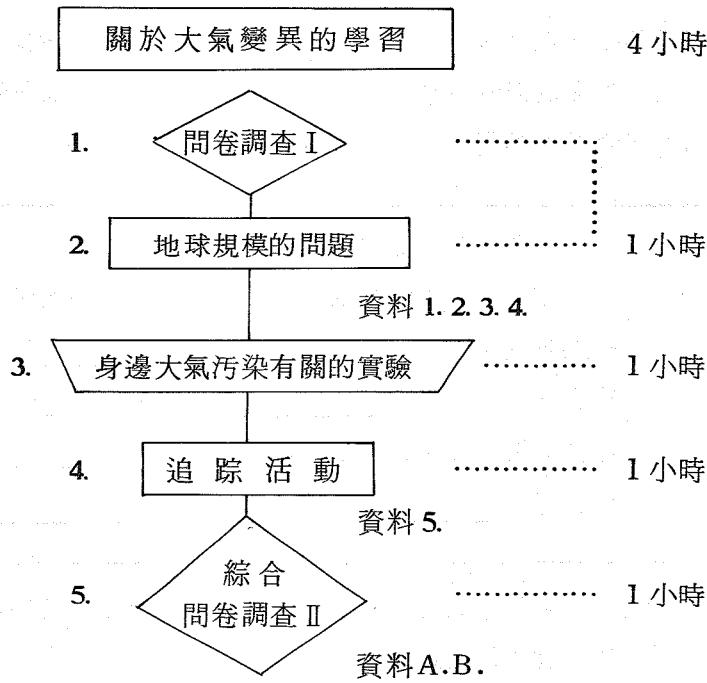
由此可見，日本的教師理念上大部分都贊成在學校實施 STS 教學，可是一旦要實施時，總覺得時間不夠、不在入學考試的科目等因素而不易實施，日本教師相當注重符合於課程標準的教學，使我們覺得很驚訝。在我國要實施 STS 教學時，這些因素亦值得考慮及克服。

四、STS 模組教材範例

大氣的變異 丹治一義等所編⁽¹³⁾

(一) 目標：使學生理解最近熱門的環境問題，經過實驗認識與大氣的變異有關的氮氧化物和日常生活之關連，進一步以科學、技術、社會相互關連來思考自然環境與自己的生活怎樣建立較好的關係。

(二) 教學流程：



1. 問卷調查 I

有關空氣的問題中，舉出你所關心的並說明其理由。

結果：問卷調查 I 的結果為： 關心的理由：

(1) 大氣污染	18 人	對人體不良影響	20 人
(2) 臭氧層的破壞	6 人	地球環境的惡化	6 人
(3) 溫室效應	4 人	常常聽過	4 人
(4) 增加二氧化碳	3 人	感覺不安	3 人
(5) 抽煙的空氣污染	2 人	其 他	3 人
(6) 工廠的排烟	1 人		
都市瓦斯	1 人		
綠色的減少	1 人		
惡 臭	1 人		
空氣的換氣	1 人		

共 38 位學生回答。

因此可見大多數學生關心於大氣污染的問題。

- 2.(1) 發表有關空氣的問題。
- (2) 將資料1 報紙所登空氣的問題與學生所發表的問題做比較。
- (3) 使用資料2 的溫室效應、資料3 的酸雨、資料4 臭氧層的破壞等討論地球規模所產生的問題。

作業單1 現在在大氣起什麼現象

問題：參考資料對於溫室效應、酸雨、臭氧層的破壞做整理。

什麼叫做溫室效應？_____

什麼是酸雨？_____

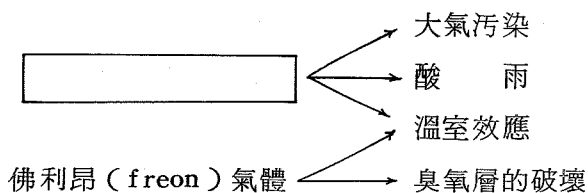
什麼叫做臭氧層的破壞？_____

疑問、感想等_____

3. 推測學校附近空氣受污染的場所與未受污染的場所，在這些地點，調查二氧化氮(NO_2) 的濃度並檢討其原因(小組活動)。

作業單2 調查身邊的大氣污染

問題：有關大氣變異的代表性氣體為：



問題：舉出校內(含各種教室內)你認為有污染空氣的地方及清淨空氣的地方，用符號表示於學校地圖上。

問題：整理測定二氧化氮(NO_2) 濃度的結果。

場所、 NO_2 濃度(ppm)、探討其原因。

感想_____

4. 使用資料5 有關綠化的重要性與森林破壞的記述，推測身邊環境大氣污染的因素(機、汽車廢氣、燈油、液化煤氣、焚化爐等)，測量這些場所的二氧化氮濃度，比較影響大氣污染的程度。(小組活動)

作業單 3 二氧化氮從那裡來的？

1 ppm =

NO₂ 的環境標準，對人體的影響。

調查二氧化氮的發生源，

那些可能產生 NO₂ ？

瞭解的、感到的：

5. 問卷調查 II

[問題 1] 關於資料 A 大氣污染的原因

(1) 大氣狀態惡化的因素有：石油化學工廠、家庭用煤氣、火力發電廠焚化爐、汽車、森林砍伐、煤油爐、紙。

a. 你認為這些引起大氣污染的來源消失較好嗎？為什麼？

b. 如果逐漸減少較好時，你認為從那一些開始減少呢？為什麼？

(2) 參考圖表可知，大氣污染物質的排出量最多的是汽車，因此可認為有汽車的人對大氣污染應負最大的責任，你認為怎樣？為什麼？

[問題 2] 資料 B 關於對地球溫暖化的警鈴

(1) 如果你移民到巴西而需要靠農維持生活，巴西政府宣佈亞馬遜森林可開發為自己的農地時，你會贊成而參加嗎？為什麼？

(2) 環境保護運動人士被射殺的事件中，對於僱用殺手的牧場主，是否應加重處罰或減輕處罰，或以一般殺人案處理就好？為什麼？

[問題 3] 今後我們應採取怎樣的態度來對應？

結果：問卷調查 II 的結果為：

問題 1 之(1)：

a. 關於消滅大氣狀態惡化因素

回 答		理 由	
不能消滅	17 人	現在生活需要	13 人
要消滅	13 人	對人體有害	4 人
		地球污染的原因	4 人
消滅一部份	7 人	視需要而消滅	7 人
無回答	2 人		
很難決定	1 人	留也不好，不留也不好	1 人
計	40 人		

b. 決定消去順序的基準

從可有代替的、再利用的及節省的	17 人
人類生活的必需品	11 人
污染度、有害性高的、破壞綠色植物的	10 人
實行的可能性、效率	3 人
不能消除、不能回答	2 人
個人的必要性	1 人
無回答	1 人

問題 1 之(2)：汽車主對大氣污染的責任

沒有責任	20 人	因社會生活必要亦受恩惠
有責任	13 人	因污染空氣的最大來源
無回答	4 人	
其 他	3 人	

問題 2 之(1)：是否參加亞馬遜森林砍伐政策

參 加	24 人	因生活、生存最重要
不參加	12 人	保護熱帶雨林很重要
不贊成政策但參加	3 人	因生活、生存很重要
不能贊成或否定	1 人	生活與森林都重要

問題 2 之(2)：殺害環境保護運動人士

一般殺人犯同等處理	23 人	因不應有特殊眼光
應加重	9 人	因以自己為中心所做
應減輕	4 人	因有生存的權力
無回答	2 人	
不加重	1 人	
不能判斷	1 人	因人自己的生活亦重要

問題 3 今後我們應採取怎樣的態度來對應？

- | | |
|------------------------|------|
| (1) 重視資源的再利用，推進省能對策 | 20 人 |
| (2) 重視為自然保護的技術開發及保全自然 | 8 人 |
| (3) 每人對自然持有自覺並捨棄利己的想法 | 5 人 |
| (4) 行動第一，能夠做的都做 | 5 人 |
| (5) 重視新技術（太陽電池、原子能）的開發 | 4 人 |
| (6) 在學校教學環境問題，呼應自然保護 | 3 人 |
| (7) 我們的生活亦重要，不得不犧牲一些 | 2 人 |
| (8) 在私生活該守的守，不引起環境惡化 | 2 人 |
| (9) 時常考慮到對環境的影響來生產或行動 | 2 人 |
| (10) 對自然界有害的應逐漸減少 | 1 人 |
| (11) 應思考目前的較未來為先 | 1 人 |
| (12) 已來不及改變，因此維持現狀 | 1 人 |
| (13) 不得不回到原始時代的生活 | 1 人 |
| (14) 雖浪費很多但維持現狀 | 1 人 |

6. 討 論

- (1) 問卷調查 I，關於大氣變異，多數學生提示大氣污染、臭氣層的破壞、溫室效應等以地球規模的視野來著眼，因此問題調查 I 對於引起學習的動機極有幫助。
- (2) 雖然學生意識到自然保全的必要，但三分之二的學生強烈意識自己本身的生活及生存，由此了解學生價值觀的一面。
- (3) 學生對自然保護、環境保全考慮各種對策，但這些對策很少有精神上的，而是資源的再利用及技術的開發等現實而具體的解決方法。

五、結 論

日本因為採用中央製訂的課程標準，而且考試領導教學的風氣很盛，雖然多數教師認為 STS 教育在學校很重要，應加強 STS 教育，可是實際施行尚有很多困難。他們所提示的妨害 STS 教育在學校實施的各種因素，值得我們留意。因為我國的教育制度與日本極為相似，因此我國實施 STS 教育時亦必須要克服這些困難點。

雖然實施困難，日本從事科學教育的專家學者及教師們積極研究 STS 教育，編製模組教材做小規模的實驗教學，值得我們效法。日本的中小學學習指導要領剛開始全面

實施，據聞他們已經著手再修訂，準備於1996年公布新的學習指導要領。雖然修訂的主要原因在於學校一週五日制的實施（目前每月有一次五日制，惟實驗校為每月兩次）而引起的上課時間改變，在新學習指導要領中如何納入STS教育為教師們所期待的。相信比現在有更好的交代。

參考資料

1. National Science Teachers Association, 1982, Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s, Position Paper, NSTA, Washington D. C.
2. 森本信也，1983，在美國理科教育動向(3)—科學、技術及社會關連定向的中學理科課程，研究紀要，日本理科教育學會，23，(3)，pp. 91～99。
3. 長洲南海男，1992，STS：科學教育的新典範，研究成果報告書，國立教育研究所，pp. 7～14，東京，日本。
4. 丹沢哲郎，1992，科學教育實踐的新典範，研究成果報告書，國立教育研究所，pp. 15～19，東京，日本。
5. 熊野善介，1992，科學教育評價的新典範，研究成果報告書，國立教育研究所，pp. 20～25，東京，日本。
6. 梅埜國夫，1992，重視科學—技術—社會相互關連的中等生物教育及教師教育用模組教材的開發，平成2～3年度科學研究費補助金研究成果報告書，國立教育研究所，東京。
7. 文部省，1989，小學校學習指導要領，大藏省印刷局。
8. 文部省，1989，中學校學習指導要領，大藏省印刷局。
9. 文部省，1989，高等學校學習指導要領，大藏省印刷局。
10. 梅埜國夫，1993，STS教育的理念與對理科的意義，理科的教育，pp. 728～731。
11. 鶴岡義彥等，1993，關於容納綜合理科、生物IA及STS教育的理科教師對象的調查研究，研究成果報告書，國立教育研究所，pp. 42～63，東京，日本。
12. Tetsuro Tanzawa, 1992, Japanese Science Teacher's Perception of Science and Technology Related Global Problems and the STS Approach, J. Sci. Educ. Japan, 16(3), pp. 115～125.
13. 丹治一義等，1993，STS課程的開發與實踐—大氣的變異為題材，研究成果報告書，國立教育研究所，pp. 100～105，東京，日本。