

科學／技學／社會教育理念在大學 通識科學教育上的應用

黃達三*

摘要

本文作者鑑於科學教育在大學通識教育上，應扮演教育大學生成為當下及未來科技化及民主化的公民社會之理性知識分子，經由探討美國及台灣中小學科學教育目標的演化，進而建構大學通識教育中科學課程目標，並探討科學（Science）／技學（Technology）／社會（Society）科學教育理念的內涵。其目的在於提出議題導向模式（IOM）的科學教學模式作為達成科學課程目標的可行策略，供學者們參考及批判，藉以達成大學通識教育中科學教學應扮演的教育功能。

關鍵詞：大學通識教育、科學／技學／社會、科學教育、議題導向模式、公民社會

* 中山醫學大學台灣語文學系教授



A Model in Applying STS Rationale in College Science Instruction

Dar-Sun Huang*

Abstract

In terms of the significance of scientific learning in general college education, the author's ideology is that the teaching of science should play a role in educating college graduates as rational intellectuals in the science and technology-oriented present, as well as the near future. Therefore, the evolution of goals in science education both in the United States and Taiwan, at the pre-tertiary level, were first discussed, followed by an introduction and elaboration of the essence and educational implications of the Science / Technology / Society (STS) rationale. Lastly, an issue oriented model (IMO) was proposed as one of the strategies for teaching science in college, in helping college students to develop multi-dimensional science literacy. This researcher hopes the IMO will be implemented in the classroom context and critiqued in terms of student achievement and feedback.

Key words: College general education, STS, Science education, IMO, Civil society

* Department of Taiwanese Language Professor, Chung Shan Medical University



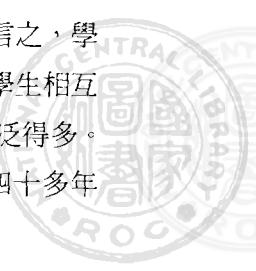
壹、前言

人類自十七世紀以降，受科學與啟蒙運動的影響，人類的主要思維體系受科學主義的宰制是無孔不入的，遍及人類生活及活動的每一領域。職此之故，導致英國物理學家兼作家 Snow 教授於 1959 出版了「兩個文化」(Two Culture)，經過多年吾人仍可以在當下看出：科學與人文間的對峙有增無減，相互的隔閡並不因人類文明的發展而縮小科學－人文間的鴻溝，在學術界兩陣營間的對戰則愈趨猛烈。在台灣學界有識之士欲經科學－人文對話的座談會來增進相互間的瞭解，進而消弭科學－人文間的鴻溝，成效如何呢？真是耐人尋味而需進一步的探究，就誠如 Snow 教授所說的：

「非科學家有一種根深蒂固不可破的印象，那就是科學家總是淺薄的樂觀主義者，茫然不解人類的處境；在另一方面，科學家則相信人文學的知識分子完全缺乏先見，對人類的禍福毫不關心，及其反對人類求知慾望，急於把人類的思想與藝術侷限於存在之剎那。」(Snow, 1959)

對於 Snow 在「兩個文化」的論點及批判，有學者認為他的論述仍然偏頗於科學文化，但從兩個文化融合的願景來看，他確實毫不諱隱地感性的點出了知識界自古希臘以來就有的爭論—即理性主義情感間的衝突，他也冀望人文和科學能統整地、合力地建構人類的整體文明，使得不同學術背景的人不但不會有「文人」相輕而得以各司所長地整體考量人類的願景，再造整體人類文明的另一高峰，進而服務全體人類，使我們人類的身心都得到妥適的安頓。

對於兩個文化的議題，即科學和人文互不通融的狀態，其導因 Snow 把它歸究於英國的教育太過專門化 (Snow, 1959)。換言之，學生的學習重點分化得過早，他把英國的學生和美國、蘇俄的學生相互比較，後兩者在 18 歲之前的教育，所學的內容要比英國要廣泛得多。反觀目前國內的高中教育這種過早分化科學及人文領域較四十多年



前的英國更有過之，而且社會上升學主義價值觀的作祟，不但人文領域的學生缺乏對科學的深入瞭解，科學領域的學生完全漠視了人文；就是科學領域的學生學習的科學也只是科學的單一面向—科學的認知（科學概念知識）而已。因此我國的大學生普遍地對所謂「真實科學」（authentic science）缺乏素養，所學習到的科學只是相當單一維度（dimension）的「非活動性知識」（inert knowledge）而已。當然，這種科學教育的現象不只是我們台灣所特有，就是科技大國的美國，在科學教學上的學生學習成就上也是以科學知識的評量為主。

本文針對上述科學教學上的不完整性將由中小學科學教育目標的演化，大學通識科學教育目標的建構，科學（Science）／技學（Technology）／社會（Society）（簡稱 STS）科學教育的理念內涵的探討，進而提出比較能培養學生多維度科學素養的教學模式—議題導向模式（Issue-oriented Model，簡稱 IOM），有效地來提昇大學通識科學教學成效，普遍地增進大學生的多維度科學素養，作為建構健全地科技導向社會運作機制的基礎。

貳、科學教育目標的演化

基本上，科學教育目標決定了科學教學的內容、方法、課程設計及學習成就評量方法。我國的科學教育成為一學門（discipline）來研究，雖然較歐美來得晚，但到目前為止，我國科學教育研究大致上可說和他們同步發展。而且我們科學教育研究及實務，大致上以美國為師法的對象。於此先談美國科學教育目標的演化、以及我國目前科學教育目標的現況，作為本文建構我國大學通識教育科學教育目標的基礎。

一、美國科學教育目標的演化

有關美國科學教育目標的演變大致上可分為四個階段來敘述之。



(一) 二次大戰後（1945-1955）的科學教育目標

戰後 1945 年的美國，當時 75% 的學生進入中學就讀，同時又受到戰時對科技殷切需求的影響。因此，美國教育當局重視中學的科學教育是理所當然，其目標重點如下。

- 1.發展科學概念。
- 2.發展科學原理。
- 3.培養科學態度。
- 4.發展問題解決的技巧。
- 5.培養科學研究的興趣（National Society for the Study of Education, 1947）。

(二) 1955 年-1970 年代的科學教育目標

由於當時的蘇俄於 1957 年成功地發射人類的第一枚人造衛星的震撼，美國各界擔心科技落後於冷戰的對手國，激起美國學界及政府大量投入心血及資源進行科學課程的研發及課程實驗，藉以培養大量的科學家及工程師，俾能主導世界科技研發地位。我們由這一時期的科學課程，如 BSCS（高中生物）、PSSC（高中物理）、CHEM（高中化學）、ESCP（地球科學）、ISCS（綜合科學），這一時期的科學教育目標可以由這些課程的共同特徵顯露出來。

1. 探究導向（enquiry-oriented）。
2. 強調科學過程。
3. 課程內容及深度增加。
4. 注重量化的數據。
5. 注重學生對數據的蒐集、分析及解釋。

(三) 1980 年代的科學教育目標

到了 1970 年代初期，科學教育學者重新評估了 60 年代所設計的科學課程，發現了不少缺失，引發了大規模的研究並提出了綜合性的研究報告（Harms & Yager, 1981），報告中指出 1970 年代及 1980 年代初的科學教育，仍然繼續以前強調科學認知及過程技能的教學，忽

略科學應用於個人需求以及因科技而衍生的社會議題 (social issues) 的維度，更完全忽視科學的人文關懷的層面。為了消弭這些重大的缺失，學者們提出了科學教育的應加以焦注的四個目標群(goal-clusters)，這四個目標群略述於下 (Harms & Kahle, 1981)：

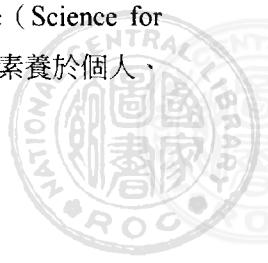
- 1.個人需求 (personal need)：科學的學習要教育個人，能利用科學來增進自我應付日益科技化的社會的能力，俾能提昇自我及家庭生活的素質。
- 2.社會議題的需求 (societal issues)：科學教學要教育人民，能利用所學到的真實科學—即科學概念、原理、法則、方法、過程能力、態度來負責任地解決因科技所引發的社會議題。
- 3.生涯教育及體認 (career education / awareness)：科學教育要給所有的學生認識在科技領域上可能的工作機會，以及不同階層 (level) 及種類的工作所需的教育及學科知識的背景。
- 4.學術準備 (academic preparation)：科學教學要提供所有有興趣及潛能在科技領域進一步學習的學生，學習到充足而廣泛學科領域的知識、方法、批判思考能力，以及作為繼續學習科學的基礎。

(四)廿一世紀的科學教育目標

美國中小學學校科學的目標，依據美國國家科學教育標準 (National Science Education Standards)，希望教育他們的學生具有下列科學素養 (National Research Council, 1996)：

- 1.能瞭解自然界豐富及有趣的現象。
- 2.能應用科學方法及原則於個人的抉擇 (decision making)。
- 3.能有智慧地參與公眾科技事物及議題的討論及辯論。
- 4.能應用科技的知識、瞭解、及技能於增進經濟上的生產力。

因此，美國的科學教育的規劃相當重視全民的科學 (Science for All)，冀望他們的國民於廿一世紀都能具有足夠的科學素養於個人、家庭、社會、及國家生活品質及生產力的提昇。



二、我國中小學科學教育目標的演化

由於我國中央政府教育部於 1999 年頒佈了所謂「國民中小學九年一貫課程綱要」，因此本文將台灣科學教育目標的演化，分成 1999 年之前及之後兩個階段來討論。

(一) 1999 年以前的科學教育目標

台灣隨著美國中小學科學的變革，在中小學教育的目標亦隨之演化。大致上來說在「九年一貫課程綱要之前的中小學科學教育目標，主要在於培養學生能接近自然，了解自然，增進科學知能與科學情趣，熟練科學方法，以養成具有科學素養的國民。」（教育部，1976 / 1994 / 1995 / 1996）。因此，由過去中小學的課程的內涵來看，其目標可以綜合如下：

- 1.學習基本科學概念。
- 2.具有發現問題、探究問題的態度。
- 3.培養具有科學探究的方法及過程能力。
- 4.應用科學方法、科學概念、科學態度於日常生活議題的解決。

(二) 1999 年以後的科學教育目標

教育部頒佈「國民中小學九年一貫課程暫行綱要」以後，對過去中小學的科學課程又大幅度修正，以領域替代過去的學科，因此自然科學和過去的工藝等合成「自然與生活科技」領域，以自然科學而論，把過去科學素養界定為科學概念、科學方法過程、科學態度，演化到更多維度的科學素養的意涵。根據教育部（1999）頒佈的課程綱要中，把科學素養擴充為下列六個維度。

- 1.過程技能：即科學探究過程之心態運作能力。
- 2.科學認知：即科學概念的學習成就。
- 3.科學本質：即對科學本質的認識。
- 4.科學態度：即處事求真求實、感受科學之美與力及喜愛探究等之科學精神及態度。
- 5.思考智能：即能統整資訊、對事物作推論與批判、解決等整合性的科學思維能力。
- 6.科學應用：即應用科學探究方法、科學知識以處理問題的能力。



參、我國大學通識科學教育目標

大學教育由各校自主地規劃其教育目標，因此我國的大學課程並沒有部訂的課程綱要外，甚至連科目表都因抵觸大學法的大學教育自主的精神而被排除。目前各大學的課程由各系、各學院自訂，由於各系非常強調系的專業科程，忽視通識的教學是目前大學教育普遍的現象。對於大學通識教育有心的學者居於意欲提昇大學通識教育的品質，特規劃提出大學通識教育系統的組成因素（黃達三，1999／2002）。他把組成的因素分成輸入、過程、成果等三大項，其中成果就是通識課程學習進展，學習進展又分成下列三大項：

- 一、學習成就：包括內容知識、過程知識、技能知識。
- 二、高層次思考能力。
- 三、批判能力。
- 四、解決問題能力。
- 五、情意學習進展：即發展下列個人的能力及思想觀念：
 - (一) 人生觀；
 - (二) 價值觀；
 - (三) 世界觀；
 - (四) 情緒控制能力。
- 六、終身學習能力

作者根據這學習進展的因素，再配合我國中小學科學課程目標及美國中小學課程目標的分析探討，擬出本文認為理想的大學通識科學教育的目標，供學界參考及批判，並作為建構議題導向（IOM）科學課程教學的指引。再者科學的內涵應包涵所謂命題知識（propositional knowledge）及程序性知識（procedural knowledge）。而且大學通識科學教育同樣也應把培養學生的科學素養（scientific literacy）作為基本的教育目標，所謂具有科學素養的大學生（應該說知識分子）應具備下列科學智能：

- (一) 適宜的科學概念、原理、原則、學說。
- (二) 認知科學的本質—即對什麼是科學有一個充分且深入的瞭解。



- (三) 充分知悉科學有其極限性，科學無法解決人類所有的議題。
- (四) 熟悉科學方法—即具有探究科學的心智操作知能及技能。
- (五) 具有探究問題解決問題的習慣以及正確的科學態度。
- (六) 應用科學方法、態度、概念、以及獨立批判思考能力及創造力於日常生活上的個人、社會、國家及全球性的議題。
- (七) 具有終身追求科學新知的習慣及態度，並能客觀地判斷新知的適宜性及可應用性。

肆、STS 科學教育理念

STS 科學教育理念源起於英國，美國於 80 年代進行比較正式而大規模的教學研究及施行，不但應用於中小學科學教育，也應用於大學階段對非主修科學的學生，進行 STS 理念的科學教學 (Aikenhead, 1994)。所謂 STS 科學教育理念下的科學課程雖然有不同的詮釋，也沒有一套嚴格的規範來作為判準。但是 STS 理念下的科學教育也有學者自訂了一些值得參考的特徵 (Yager & Tweed, 1991)。今分別由目標、課程、教學、評量、教師理念、以及學生等六方面說明 STS 科學的特徵。

一、STS 的課程目標

- (一) 著重人類的適應 (human adaptation) 及對未來的選擇。
- (二) 經由為應付社會問題 (problems) 及議題 (issues) 來孕育學生學習科學的動機。
- (三) 應用某些科學過程來解決特定的問題。
- (四) 在社會情境中應用科學知識來形成抉擇。
- (五) 把生涯教育及體認 (career education／awareness) 作為整體學習的不可分的部份。



二、STS 科學課程內容

- (一) 是問題中心的 (Problem-centered)、彈性的、在文化上、科學上是有效的。
- (二) 以人類為中心的。
- (三) 多層面的，即包含地方及社區性的問題及議題。
- (四) 把自然環境、社區事物及學生本身作為學習的焦點。
- (五) 重視資訊的學習，應把學生置身於實際文化及社會情境的實況之中，即資訊的學習不應脫離日常生活。
- (六) 把科學和社會，以及科學研究串連在一起而孕育出更正確的科學本質 (nature of science)。

三、STS 的教學應具有下列特徵：

- (一) 以學生為中心。
- (二) 個別化、個性化、並體認學生間的歧異性。
- (三) 要求學生在問題及議題的研究學習上能共同合作。
- (四) 把學生當作教學中的重要元素，及學生為主動的參與者。
- (五) 教學方法要符合現代教學理論及發展心理學的研究結果。
- (六) 教師要建立學生的經驗，以符合學生的學習是以學生個人經驗為基礎的學習建構論。

四、學生的學習評量應注意下列重點：

- (一) 注重應用科學概念及過程來解釋個人及社會的問題及議題。
- (二) 根據學生意理性的決斷形成之成長。
- (三) 把應用科學概念及過程視為必要的學習成就，也是一個新的起始。
- (四) 注重創造力及積極的態度之評量。
- (五) 注重多樣式的評量。



五、科學教師應有的省思及做法：

- (一) 改變自己對科學教學的想法，要對人類的幸福及進步是科學教學的責任持有執著。
- (二) 模範的學習者。
- (三) 學習隨意地刺激學生的學習興趣及參與心。
- (四) 具有以研究為基礎的理念來進行科學的教學。
- (五) 瞭解自己的哲學觀會全面地影響課程及教學的實施。

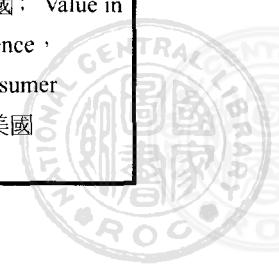
六、學生於 STS 科學下應扮演的角色及表現：

1. 成為教室的中心。
2. 更積極參與學習及實際生活問題的解決。
3. 更能轉移所學於日常生活的應用，及解決社會的需求。
4. 能延伸教室的學習活動到教室外。
5. 表現出極大的興趣於學習活動中。
6. 會提出更多、更有用於學習活動的問題。

關於 STS 於科學課程及教學上的應用，由於受到學校環境、教師及課程設計者對 STS 課程及想法的不同，STS 課程在歐美地區有不少標榜 STS 課程，但是若由課程內容及學生評量兩個面向來看，可以把所標榜的 STS 課程歸類八個不同類別 (Aikenhead, 1994)，分別敘列於表一。

表一 STS 科學課程的類別

| 類 別 | 類 別 特 徵 | 學 生 評 量 | 範 例 |
|-----------------|--|-------------------------------|---|
| 1. STS 內容引起動機 | 教授標準的學校科學，只提到 STS 內容使課程有趣。 | STS 內容不在評量範圍。 | A Second course in Mechanics，英國 |
| 2. 隨機地加入 STS 內容 | 教授標準的學校科學，在有關 STS 科學主題上學習一些內容。STS 沒有完整的主題。 | 評量時以純科學內容為主，只有形式上評量一些 STS 內容。 | SATIS，英國；Value in School Science，美國；Consumer Science，美國 |



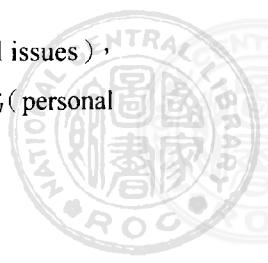
| 類別 | 類別特徵 | 學生評量 | 範例 |
|-----------------|------------------------------------|---------------------------|--|
| 3.立意地加入STS內容 | 於標準的學校科學中有系統加入STS內容。STS內容組合成完整的主題。 | 評量學生對STS內容的某些程度的瞭解。 | Science and Social Issues；Science and Societal Issues；Science /Technology / Society，美國 |
| 4.STS內容組成單一學科 | STS內容作為組織因子來組構單一學科的內容及順序。 | 評量學生對純科學的瞭解，另加對STS內容的瞭解。 | Project Physics，美國；Light Sources，荷蘭；Science and Society Teaching Unit，加拿大 |
| 5.STS內容組成統整科學課程 | STS內容作為組織因子來組構合科的科學內容及順序。 | 評量學生對STS內容的瞭解，但份量比純科學少。 | Logical Reasoning in Science and Technology，加拿大；Modular STS，美國；Environmental Project，荷蘭 |
| 6.STS內容為主軸的科學 | 著重STS內容與教學、相關的科學內容充實學生的學習。 | STS內容和科學內容同等被評量。 | SEEDS，美國；Science and Technology II，加拿大 |
| 7.科學融入於STS內容 | 著重STS內容與教學、相關的科學內容無系統地被加入教學中。 | STS內容為主，加上部分的純科學內容。 | SISCON，英國；STS，澳洲；Modular Courses in Technology，英國 |
| 8.純STS內容 | 學習主要科技或社會議題，科學內容作為議題和科學的連接而已。 | 科學內容不被評量，STS內容幾乎全部成為評量主題。 | Science and Society，英國；The Social Consequences of Science and Technology，美國；Value and Biology，美國 |



雖然 STS 的課程內容及學生評量重點，因學者及科學教學者的詮釋及偏好的差異，但是作者認為 STS 科學教育理念下的科學教學應有下列的意涵。

- (一) 重視科學、技學、社會間的交互作用，科學的教學不應忽視科技對社會的影響；同時更不應忽視社會對科技的錯誤認知，認為現代科技可以解決一切人類的個人、家庭及社會的議題，也就是把科技視為萬能。
- (二) 應以科學、技學所衍生的社會議題 (social issues) 作為組織科學學習內容的組織因子，不應只談到科學概念、原理、學說等，再涉及一些科學的應用就可。
- (三) 應重視教育學生應用科學概念、方法及過程、科學態度於社會議題的消解 (resolution)。
- (四) 應重視學生科學探究 (scientific inquiry) 能力培養，不只是科學概念等知識的講述，要把命題性知識和程序性知識的學習，統整於一個學習活動之中。
- (五) 評量應多元化地評量學生多維度科學素養
(multi-dimensional scientific literacy)。也就是應評量下列六個維度的科學素養：

 - 1.科學概念、原理、原則、學說等的認知。
 - 2.科學探究過程之心智運作能力。
 - 3.創造思考智能：即能利用推理與批判能力、解決問題的能力等思維智能於議題的消解。
 - 4.應用科學方法、認知、態度解決自己日常生活所遭遇的科技應用的兩難問題 (dilemma)。
 - 5.瞭解科學的本質，知悉科學的限制，科學之美，科學應用的利與害。
 - 6.瞭解因科技應用所導致的全球性議題 (global issues)，並能養成個人消解這些議題的意願及個人作為 (personal action)。



五、議題導向的科學教學

在前述各節已討論過中小學科學教育目標的演化，大學通識教育科學教育目標的建構、STS 科學教育理念的探討。作者於本節中提出議題導向的科學教育應是可以達成所建構科學教育目標的可行策略。以下分議題導向的教育理念、教學活動設計、學生行為、教師角色、教學評量等五部份來探討。

（一）議題導向的教育理念

當下人類所面臨因科技應用引發的議題，都不是靠科技專業即可加以解決的，涉及跨領域的思考，才能消解歧見異中求同來提出解決的中肯方案。因此，要達成培養大學生（未來的知識分子）具有多維度的科學素養及消解議題的智能，所以作者特別提出議題導向科學教學的模式，俾能達成前述的大學通識科學教育目標。本文所論及的議題，都是因科技的發展及應用所導致有爭議性（controversial）的問題，底下以涉及的層面來分別論述。

1.個人議題

顧名思義，這類的涉及個人日常生活所面臨的兩難困境，例如：婚姻、生子、婚前性行為、……等。假設一對夫婦，太太有孕後，經產檢得到確實的診斷，發現胎兒的第 21 對染色體不正常，可能產下唐氏症兒，要不要人工中止懷孕，這是這一對夫婦的個人議題。

2.社會議題

目前涉及因科技應用而引發的議題，在台灣經常地上演，例如：行動電話基地台問題、垃圾問題、焚化爐的興建、……等，由大家都有「鄰避」（NIMBY）的想法，所以都不願意在我家附近興建上述建物，為了解決這些爭議所耗費的社會成本相當大，而且耗時費力仍然得不到大家都接受的解決方案。

3.全球性議題

涉及全球性議題更是令全人類頭大，諸如核武擴散、溫室效應、二氧化碳排放、酸雨效應、雨林消失等和科技及環境有關的問題，雖



然開過兩次世界環境高峰會議，對解決這些問題仍然難有突破性地進展。

對上述個人、社會、全球性議題的解決及消弭，只靠科技的智能永遠無法得到圓滿的方案，有賴科際整合來共同協商找到共識才能有大家都能接受的策略方案。所以在大學階段的通識科學教學應用議題導向模式進行，提供學生以議題為中心來學習科學，將可培養他/她們解決所面臨這些議題的素養。

（二）議題導向的教學活動設計

1. 議題的選擇及確定

根據國外學者的研究 (Krajcik, Czornial & Berger, 1999)，議題導向的科學學習及教學，引導問題的選擇及確實要由學生自主權選擇及確定。尤其在大學階段，教師只要確定學生所選擇的議題和教師所訂的課程目標相容即可，議題導向的科學教學絕對要給學生最大的自主權。作者也認為透過學生的自主擇定議題，是議題導向模式成功的第一步，同時也可以激起學生主動進行後續探究的動力。

2. 活動設計的呈現方式

議題確定後，教學／學習活動的設計，可以按下列順序來安排，下列的呈現方法，是參考美國學者的教學活動設計概念 (Leonard & Penick, 1998)。

（1）起始探究活動

孕育探討此一議題的情境，為什麼要探究此一議題，研討本議題和個人、社會、人類（全球性）生活有何關係。此一階段的活動主要的目的是要學生覺知到探就此一議題不是為科學知識、概念、學說而進行本議題的學習。

（2）引導式的探究活動

配合議題所涵蓋的科學概念、原理、原則，安排多個引導式的探究活動，每個引導式的活動包括：資料蒐集、討論、解釋、應用等。

（3）自我評量

於上述兩種探究活動結束後，應列自我評量的題目，題目為開放



性問題供學生作答及小組討論。

(4) 班級討論

班級討論式各組呈現引導式探究的結果，並和他組同學共享。同時也可以學生體會科學本質之一的社會建構（social construction）面向。

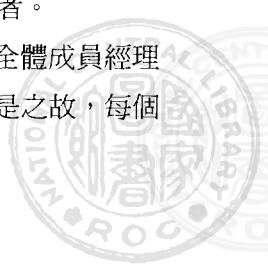
(5) 班級論壇

由學生決定相關議題，以類似議會民主方式，進行辯論、聽證、議決等民主程序來解決有關的議題，當然也可以公投的方式進行解決策略的複決。若能提供機會給學生進行此類活動，則可以把科學研討活動和公民社會民主生活方式，整合於學校的科學學習活動中，藉以培養學生理性的抉擇能力，使學生更能適應我們台灣當下及未來科技化及民主化的社會生活，使台灣好不容易才奠下的民主社會能更深化及深植於台灣的社會。

3. 學生的角色及活動

議題導向的科學學習，仍然主張科學知識與價值觀，仍是學習者主動地建構的。因此，在此一學習模式下，學生應是：

- (1) 主動的學習者：他 / 她能針對議題的探究，擬定計劃並進行蒐集資料。
- (2) 資料的解釋者：他 / 她能針對所蒐集資料加以分析，並根據現有的科學知識，合理地解釋資料、提出假說。
- (3) 知識的建構者：對所提出的假說，進一步蒐尋經驗或事實數據，據以支持假說成為可信的科學知識。職此，在 IMO 學習模式之下，學習者是要扮演知識建構者之角色。
- (4) 價值觀的建構者：由於 IMO 是以議題作為教學活動設計的組織因子，在尋求及確定解決議題的策略之過程，涉及價值判斷。因此，學習者是一價值觀的建構者。
- (5) 策略的決定者：議題解決策略之抉擇，是要全體成員經理性思考、批判、判斷後，才能加以確定。職是之故，每個學習者都是策略的決定者。



(6) 公民社會的一份子：就事實及運作的層面而論，班級就是微型的社會。因此，在議題導向的學習情境下，學生就是學習如何扮演好公民社會的一分子。

4.教師應扮演的角色

- (1) 引導者：教師在 IMO 的情境下，要引導學生進行議題或主題之搜尋、選擇、確定，以及資料蒐集、分析、詮釋等學習活動。
- (2) 諮商者：學生若有任何兩難困境，教師要適時地給予意見，扮演諮商者的角色。
- (3) 協助者：即從旁協助學生解決其學習過程中，所遭遇的任何問題。
- (4) 詮釋者：教師要以專業科學素養，來詮釋學習者所提出的假說、知識命題等，俾能致使每位學習者都瞭解他人之言說。
- (5) 仲裁者：若發生雙方意見相左而僵持不下時，教師將要扮演公平又專業的仲裁者。

5.議題導向科學的評量

評量的部分是任何學科必須要做的活動，有關議題導向模式的學生學習評量，當然和以考試（筆試）為主的評量有極大的差別，今分別討論之。

- (1) 評量設計及內涵應注意下列要項：
 - ①要針對課程目標而設計。
 - ②要顧及科學素養的所有維度。
 - ③要重視學生創意能力的啟發－即能否提出具有創意消弭相關議題的策略。
 - ④能否表現出正向的價值觀及人生觀。
 - ⑤能否表現出正向的溝通能力。
- (2) 評量可以下列的方式進行：
 - ①口頭報告：就是以口語，報告個人或組的學習成果，供



班級成員共享、批判，評鑑。

- ②書面報告：組或個人的學習成果，以研究論文方式呈現。
- ③歷程檔案評量（portfolio）：針對每位學生於學習過程中，建立活動記錄的個人檔案。檔案內容類別，教師是需要而加以規定。如資料搜集、分析、詮釋的歷程記錄，心得報告、建議、意見、……等。
- ④小組合作學習的表現：就是對組內成員的工作任務，要詳細分配並記錄，才能評鑑每個成員的任務成效（accountability）。
- ⑤科展式報告：此類報告包括：前言、文獻探討、方法、結果、討論、結論、參考文獻。

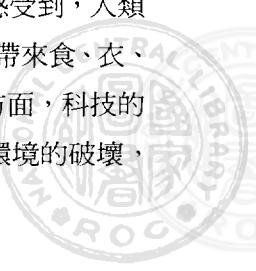
（3）評量者應包括：

- ①任課教師
- ②同儕互評
- ③學生自評

以上作者所建議的 IOM 大學通識教育科學教學模式，所呈現的理念，教學設計等，實施 IOM 時，班級人數以 40 人並分成 10 組，每組 4 人最恰當。同一科學主題（theme）可以由不同層面提出不同的議題由不同的組別進行探究。此一教學模式已經由本人應用於生命科學的教學，得到多數學生的認同，學生有不錯的多維度的科學學習成就（Huang, 1991）。IOM 可以因學生背景及教師理念的差異而修正教學設計，藉以符合教學者的理念及教學目標。

陸、結論

雖然英國哲學家認為：服務人類是科學研究的終極目標（Human service is the ultimate goal of science effort）。我們也可以感受到，人類自 17 世紀工業革命以來，科學與技學的發展確實給我們帶來食、衣、住、行、育、樂的方便、享受、及改進。但是也在另一方面，科技的研發及應用也產生了相對的負面效應。尤其是對於地球環境的破壞，



進而危及到地球生態系整體運作的平衡。尤有甚者，科學主義（Scientism）的「迷失（myth）」充滿於人類社會之中，在科技主導一切的思潮中，台灣人民更深陷於這股浪潮的深淵，一切都向「錢」看—拼經濟，沒有任何對自然資源之有限性的反思，覺知到我們不可能讓經濟無限制地成長，人類必須過著簡約的生活，提倡節約應用各種資源及物質的再循環利用。同時，教育更該反應此一地球環境的事實，讓當下及未來公民瞭解到科學的極限（limitation of science），拋棄科學主義為主導的思維，建構科學與人文並重而統整的人生觀、價值觀及世界觀。

作者認為大學教育不只是培育專業人才的學術殿堂，更是教育學生成為一個有寬闊的視域（horizon）的知識人，使他/她們可以真正成為社會中堅及領導人才。因此，大學的通識教育中科學課程的教學，一定要提供學生一個學習平台，讓學生在科學的學習時，學習到的不只是單一維度的科學知識層面而已，而是多維度的科學素養的學習，例如：科學探討的方法及過程、科學的連結及應用、科學態度、科學及科技有關議題的消解能力及理性抉擇知能、科學本質、美學等的學習及探究。為了達成培育具有上述科學素養的健全公民及知識人，IOM 科學模式是當下大學通識科學教育可以採取的教學策略之一。當然，要突破傳統的科學教學窠臼，需要教學者的省思及理念的變遷，作者期盼本文能提供讀者們對大學科學教育，尤其是通識科學教育一個省思及變革的動力。



參考文獻

- 黃達三 (1999)。通識教育課程規劃與研究。88 年全國大學校院通識教育工作會議研討資料，國立成功大學通識教育中心。台灣台南。
- 黃達三 (2002)。大學通識教育科學課程設計。91 年度通識教育研討會論文資料，國立屏東商業技術學院通識教育中心。台灣屏東。
- 教育部 (1976)。國民小學課程標準。台北：教育部。
- 教育部 (1994)。國民小學課程標準。台北：教育部。
- 教育部 (1995)。國民中學課程標準。台北：教育部。
- 教育部 (1996)。高級中學課程標準。台北：教育部。
- 教育部 (1999)。國民中小學九年一貫課程暫行綱要：自然與生活科技學習領域。台北：教育部。
- Aikenhead, G. S. (1994). What is STS teaching. In J. Solomon & G. Aikenhead (eds) *STS educational Perspectives on reform*, New York: Teachers College Press.
- Harms, N. C. & Kahle, S. (1981). *The status and needs of precollege science education: Report of project synthesis, final report to NSF for grant*. SED 77-19001, Washington, DC.
- Harms, N. C. & Yager, R. E. (1981). *What research says to the science teachers*, vol. 3. Washington, DC.: National Science Teachers Association.
- Huang, D. S. (1991). *A study of the effectiveness of a college biology course taught with problems as organizers compared with one with concepts as organizers*, Unpublished PH.D. Dissertation, Science Education Center, The University of Iowa, IA.
- Karjcir, J. Czerniak, C. & Berger, C. (1999). *Teaching children science: A project-based science*. Boston: McGraw-Hill.
- Leonard, W. H., & Penick, J. E. (1998). *Biology: A community context*. Boston: South-Western Educational Publishing.
- National Research Council (1996). *National science education standard*. Washington, DC.: National Academy Press.
- National Society for the Study of Education (1947). *Forty-sixth yearbook*, Part I, Chicago: University of Chicago Press.
- Snow, C. P. (1959). *The two cultures: And a second look*. London: Cambridge University Press.
- Yager, R. G. & Tweed, P. (1991). Planning more appropriate biology education for schools, *The American Biology Teachers*, 53(8), 479-483.

