

# 科學素養的省思

林樹聲

國立臺灣師範大學 科學教育研究所

## 摘 要

全民科學素養的培育自 80 年代以來已成為科學教育改革的主要目標。有關科學素養的定義和內容至今仍有學者提出一些不同的看法，特別是在多元文化的理念興起之後，更促使我們思索在非西方的情境下，本國科學教育所要培育學習者之科學素養所應涵蓋的向度。基本上，科學素養代表著一組目標的集合，它同時也具有涵養上的多元性和層次性。至於培養全民科學素養的目的，應回歸到學習者之主體性來思考，讓學習者在學習科學的過程中，找到科學在自己生活中的定位，這樣的科學素養之提倡才別具意義。而科學素養的培育也應該是一動態和連續的過程，充分整合制式和非制式的學習機會，並促進學習者將所具備的科學素養落實到生活中的行動，都將是未來科學教育於倡導終身學習的社會中必須努力的方向。

關鍵字：科學素養、科學教育、制式教育和非制式教育、終身學習。

## 壹、前言

培養具備「科學素養」(scientific literacy)的現代公民是當今科學教育的主要目標之一，有關科學素養的大力提倡約略是在 1980 年代前後，當時的美國科學教育界正面對著一連串負面的研究結果，例如學生學習科學的意願與成就低落、國際間的科學學科競賽成績遠遠落後於許多國家、科學教師的素質不足、國內經濟的衰退等等 (Harms & Yager, 1981)，因此許多國家級的教育改革報告紛紛出爐，遂掀起繼 1960 年代之後第二波的科學教育改革運動，此時訴求的重點也由過去「全力培育科學人材」轉向「全民科學素養的提升」。之後這股風潮影響到世界各國，諸如英國、加拿大、澳洲、紐西蘭、日本、印度等國家都陸續以此為科學教育改革的目標 (Mathew, 1994; Unesco, 1983)。而我國雖然在民國 64 年國民小學自然科課程標準之總目標裡已明文出現「養成具有科學素養的公民」的敘述 (教育部，民 64)，但直到民國 74 和 84 年，國、高中才分別將「科學素養」一詞納入理化課程標準的目標中 (教育部，民 74, 84)，這代表我國分階段將科學素養的培育，正式視為義務教育和中等教育裡不可忽視的一環。

當各國陸續倡導培養全民科學素養之際，「科學素養」已成爲眾所皆知的一個名詞。然而，什麼是科學素養呢？提倡科學素養的意義在那裡？科學素養在實踐上是否有它的問題存在？面對這些問題，本文將先釐清「具備科學素養的意涵」，再回到科學素養自提倡以來在定義內容上的發展，並且進一步探討追求科學素養在實踐上所遭遇的問題，最後提出一些值得大家省思的觀點。

## 貳、科學素養的意涵

首先，我們要問的是：爲什麼要以培育「具備科學素養的公民」，做爲當今科學教育的主要目標呢？這個命題背後的基本信念之一就是認爲：透過科學教育的過程，每個人都能對科學有基本的認識。而「今日社會中，若沒有具備科學素養的人口，就無法展望更好的生活世界」（American Association for the Advancement of Science, 1989, p.13），這樣的信念使得許多提及科學素養重要性的論述，都以「科學和技學對社會和國家的影響」做爲最終的訴求（例如 Chisman, 1984; Brooks, 1991; Fensham, 1994; Galbraith, 1997）。也就是說，在今天科學、技學和社會三者互動頻繁的環境裡，除了考慮個人的需求外，科學教育還必須兼顧科學和技學對社會與國家發展的影響（Yager, 1985）。而當愈多的公民具備科學素養後，就愈能有效地參與討論或解決科技發展所衍生的問題，也能充分地應用理性做出相關的決策，如此就能提高國家在世界各國之間的競爭力，社會的繁榮也因而才會相對地提升（Jenkins, 1990）。

像上述這樣實用取向的論點和訴求並非沒有爭議，其中的一大問題就是未將接受科學教育的公民視爲「教育的主體」來看待。換句話說，全民科學素養的培育固然值得鼓勵，但不應將它視爲達成某種特殊目的而採行的「工具」（Bauer, 1992, p16）。事實上，科學教育同其他學科的教育目的一樣，不該只是一味地強調附加的價值，而忽視教育的本質。畢竟人才是接受教育的主體，教育個體積極且主動地選擇科學對於自己生活文化的意義和價值，回歸以受教者學習科學爲主體，那麼科學素養的倡導才別具內涵。

不可否認的，科學影響我們的生活已是不容置疑的事實，而科學教育的一大目的就是試圖讓學習者脫離對科學「無知」的狀態，讓學習者能在深受科學左右的生活世界裡得到適性發展，找到科學對自己的意義和定位。不管這些意義和定位是在知識成長（例如學習者覺得學習科學有助於提升思考能力，獲得許多新知，或是認識科學的社會價值）、生涯方向（例如立志當科學家，從事與科學相關的行業），還是生活的實用面向（例如體會到學科學的好處，能利用科學解決生活問題，判斷是非，改善生活等），抑或是僅止於情意領域上的體會（例如喜歡科學探究的過程和方法，欣賞科學的發明或發現，或是感激科學的貢獻，甚至只是感覺科學很好玩），只要個人對科學產生了任何自發性的領悟，而不是

讓學生於在學期間，或是接受基礎教育之後，就「有意識」地放棄或排斥科學進入他的思維或活動，那麼科學教育在「培養科學素養」和「創造個人生活文化的價值上」，才算達到了基本的訴求，也因而有充分的理由說明科學教育中科學素養的培育是必須的、受大眾所期望的事實。

### 參、有關科學素養的定義和向度 (dimensions)

有關「素養」(literacy)一詞原本是指「具備讀和寫的能力」，但隨著代的演進，目前已泛指「能掌握文化上重要訊息的過程」(deCastell & Luke, 1986)，或是「能自由且廣泛地解讀所選擇的知識和訊息」(Cremin, 1988)。從現今素養的定義來看「科學素養」的提倡，無非是希望生活在科技時代的人們，都能對科學和技學具備基本的知識，進而有利利用它們的能力。簡單地說，只要「對科學本身」以及「有關科學的應用」有初步認識的人，就具備了所謂的「科學素養」(Hurd, 1958)。

這樣的定義界定了科學素養涵蓋的大範圍，也說明了每個人經過科學教育的培育後，可能具有不同程度的科學素養。從 1960 年代起至今，許多學者就陸續對科學素養的定義和向度提出自己的看法(表一)，這除了反映科學素養一詞具有高度的抽象意涵外，也顯示學界到目前為止對科學素養的定義和內容仍存在著一些差異。

表一 有關科學素養的一些定義和向度

1960s	1970s		1980s	1990s
Pella (1967)	Showalter (1974)	Agin (1974)	Science for All Americans (AAAS, 1989)	<i>National Science Education Standards</i> (NRC, 1996)
1. 科學和社會互動的關係 2. 科學的倫理 3. 科學的本質 4. 概念的知識 5. 科學和技學 6. 科學的人文面向 (Science in the humanities)	1. 科學的本質 2. 科學中的概念 3. 科學的過程 4. 科學的價值 5. 科學和社會 (Interest in science) 7. 與科學有關的技能	1. 科學和社會 2. 科學的倫理 3. 科學的本質 4. 科學的概念和知識 (Knowledge of the concepts of science) 5. 科學和技學 6. 科學和人文	1. 科學的本質 2. 數學的本質 3. 技學的本質 4. 物理情境 (The physical setting) 5. 生活環境 6. 人類本身 (The human organism) 7. 人類的社會 8. 設計的世界 (The designed world) 9. 數學的世界 10. 歷史的觀點 11. 共通的主題 (Common themes) 12. 心智的習慣 (Habits of mind)	1. 做為探究過程的科學 (Science as inquiry) 2. 物理科學 3. 生命科學 4. 科學和技學 5. 科學在個人和社會的觀點 6. 科學的歷史和本質

而從學者對科學素養所提出的定義和向度可以發現，各家提出的科學素養之組成在名稱上雖不盡相同，但仍有交集的部分，同時所涵蓋的內容也依提出者的目標和需要，甚至科學演進的改變而改變。例如，80年代前後，科學引起的社會爭議不但愈來愈多，而且越來越受到各界的關注，所以在科學素養的內容中「了解科學和技學對社會的影響」、「將科學知識應用到生活中去解決問題」的面向就相對地成為強調的重點（Bybee, 1997）。但顯然地，科學素養所涵蓋的範圍並不是只有知識、過程和技能而已，它還包括認識科學與社會的關連、科學的歷史、科學的倫理，以及對科學的鑑賞（appreciation）……等等。此外，在這資訊爆炸的時代，以科際整合來解決當前的一些問題亦是目前的趨勢。因此，了解科學與其他學科領域的互動與交流，也將會是未來培育科學素養的另一個整合的面向，如此說來又擴大了科學素養所包含的向度。

從科學素養定義的擴大，至少具有下列兩項意涵：(1)科學素養的向度和內容是隨著時代和科學的演進而改變的，所以整體而言，科學素養的培育過程是動態的；(2)相形之下，科學教育所要傳達的科學素養將涵蓋更多的內容，如此便增加了培育上的複雜度。然而，若以學習主體性來看，義務教育中的科學教育之主旨在提供每個人都具備基礎的科學認知能力，建立學習者對科學的基本態度和價值。也就是說，此一階段的培育往往影響日後學習者對科學所採取的態度和定位，是形塑學習者學習科學之主體性的重要關鍵。而義務教育之後，學習者由於自己的目標和興趣的關係，選擇繼續接受不同的教育途徑，因此科學對每個人生活上的意義自然就不盡相同，科學素養的養成也就有程度上的深淺差別。所以，這表示科學素養可以說是一組目標的集合（a set of aims）（Bybee, 1997, p.46），具有涵養上的層次性可言。而一些學者就對科學素養提出了認知方面的層次，以及所涵攝的相關特性（表二）。

在學者提出的這些向度中，科學素養包含多個領域和層次，這表示我們可以以不同的方向來教學和診斷學生達成科學素養的層面，也可以依不同的目標和對象來培養學生達到各個素養面向的程度。Agin（1974）就認為：「學習者應在社會情境的脈絡下，熟知科學企業的過程和產物。最初可能視科學為產物(products)、過程和社會等三個不相關領域所組成，但當學習者學得更多時，他們應該就會逐漸了解三者的關連，最後甚至更進一步知道科學是社會活動的一環，科學的概念、方法、應用和影響是密不可分的。」

對從事科學教育的工作者來說，提供給學生的科學學習不但要超越「名義上」的科學素養，更希望多多少少能兼具「功能、概念和過程、多元」等三大面向中的各個部分，而不是僅侷限於某一向度。另一方面，對受教者而言，讓每個人「在科學中找到其定位」的

立意，自然是希望學習者能有意願地繼續接觸與科學相關的內容，發展個人的科學知識、過程和技能，並利用所學與他人做溝通，處理生活上的事務，而這正是實踐和發揮建構學習的精神所在（Sutman, 1996）。也就是說，個人可以立志當科學家，可以選擇只是利用科學來幫助他改善生活，甚至只是關心科學或科技新聞，或是參與科學公共政策的討論。如此下來，培育學生科學素養的延續性才得以彰顯，否則許多學生在求學期間或是離開校園之後，就將科學拒之千里之外，那麼這樣的培育不僅徒然，對個人來說也沒有任何的意義。

表二 科學素養的層次和特性

Shen (1975)	
實用的(practical)科學素養	具備應用到生活中解決實用問題的科學和技學上的知識與技能。
公民的(civic)科學素養	能了解科學或與科學有關的社會爭議，並提出經過思慮(considered)後的意見。
文化的(cultural)科學素養	希望更進一步地了解科學是人類文化成就的一部分。
Trowbridge 和 Bybee (1996, p.67)	
名義上的(Nominal)科學素養	<ul style="list-style-type: none"> <li>●會確認科學名詞、問題，但可能表現錯誤的論題、爭議、訊息、知識或了解。</li> <li>●具有科學概念和過程的迷思。</li> <li>●對科學現象具備不合宜和不適當的科學說明。</li> <li>●認為科學的表達是素樸的(Naive)。</li> </ul>
功能性的(Functional)科學素養	<ul style="list-style-type: none"> <li>●會使用科學字彙。</li> <li>●會正確地定義科學名詞。</li> <li>●記得一些技能上的詞彙。</li> </ul>
概念和過程上的 (Conceptual and Procedural)科學素養	<ul style="list-style-type: none"> <li>●了解科學的概念架構。</li> <li>●了解科學的過程和技能。</li> <li>●了解科學學科和學科概念架構之間的關係。</li> <li>●了解科學組織原則和科學的過程。</li> </ul>
多向度的(Multidimensional)科學素養	<ul style="list-style-type: none"> <li>●了解科學獨特的性質。</li> <li>●了解科學與其他學科區別。</li> <li>●了解科學學科的歷史和本質。</li> <li>●了解社會情境中的科學。</li> </ul>

### 肆、倡導科學素養所需面對的問題

了解科學素養的意涵之後，透過行動來落實此一目標，自是科學教育責無旁貸的工作。如前面所述及的，科學教育希望學習者能在接受教育的過程中，找到科學對自己的意義，突顯學習者學習科學的主體性，那麼站在提供培育科學素養的機會和環境的教育工作者而言，將會立即面對那些問題呢？

### 1. 定義多元且紛歧的困擾：

目前科學素養的培育幾乎全都寄望經由制式內（formal）科學教育的教與學來落實，而在科學素養的定義多元且範圍極廣的情況下，Shamos（1995）就認為科學素養未被清楚定義成操作型內容（operational terms），致使科學素養的培育成爲既模糊且遙不可及的烏托邦理想。這樣的說法雖然將問題推至極端來思考，但卻也提醒我們在接受培育科學素養爲科學教育努力的方向後，更應該進一步地去討論我們所要培育各階層學生之科學素養是什麼？當落實於課程實踐上時，必須包含那些明確的內容和能力？又應以什麼做爲目標達成與否的評量指標？

此外，即使科學社群或專家學者爲自己的科學素養下了明確的定義和內容，在執行層面上仍然必須注意「學校科學的本質」（nature of school science）（Fensham, 1997）。由於國內中、小學教科書已逐年開放使用審定本，所以各個版本的背後都可能代表著某一科學社群成員對科學的詮釋。換言之，不同版本所強調科學素養的面向就不盡相同，所引起的相關評量就會不同，如此便形成了科學教育界的一大問題（Kyle, 1995）。

同時，從事科學教育的教師本身將會是培育學生科學素養的重要關鍵。因爲教師對科學的認識和信念，以及教學所偏重的科學素養面向，都可能會直接或間接地就主導學習者對科學的認知、態度和價值觀。尤其在國內升學主義掛帥的影響下，重視科學知識體系的學習依然是主要的部分，這對於強調培育學生多元面向的科學素養仍將是一大隱憂，更何況啓發學生學習科學的動機，維繫學生對科學的興趣，進而讓他們找到科學對自己智識和生活上正向功能的重要內涵。

### 2. 理想與實踐上的差距：

培養科學素養到實踐科學素養並非直線的關係，中間的過程就存在著許多與個人行動表現有關的中間變項。也就是說，知道或具備科學素養，並不代表這個人就會自動地參與有關科學爭議的討論（Shamos, 1995），或是以負責任的態度和方式去使用所學的科學智識（Eisenhart, Finkel & Marion, 1996）。過於樂觀地期望具有科學素養就會「負責任」、「盡義務」地去實踐已知，這似乎將讓科學素養的培育變得陳義過高。然而，這樣的目標雖然遙遠，卻不失爲一個值得努力的理想。因此，除了啓蒙和改造學生對科學的認知與理念外，如何讓校內培育科學素養的結果轉化成一種「連續且動態」的過程，從制式教育平行或延續到非制式教育，不僅止於「認知」層面，同時更實際地落實於生活之中，配合情境成爲一種行動的智慧，這亦是思考科學素養之培育必須顧慮的問題。

### 3. 多元文化教育的啓示：

近年來，在科學教育中有關「文化」的研究一再地對「西方科學傳統是唯一且合適的科學領域」這樣的問題提出質疑（Lee, 1997），這顯示以往強調的科學觀點，在這多元文化的時代和非西方的境遇裡，有其修正的必要和意義。但不可否認的，今天的科學教育仍是以西方科學的承傳和創造為主流，因此在述及科學素養的內容時，自是以西方科學為重心。不過，在講求情境相依的教育領域裡，去討論中西方差異所帶來的科學觀之不同，自有其文化上的意義和價值。姑且不論是否應該在我們的科學教育中融入屬於東方文化的科學素材，然而在文化教育上的省思卻也提醒我們必須問問自己：「在臺灣這個東方社會的情境裡，從事科學教育的工作者希望要培育學生的科學素養之內容和能力是什麼？」

## 伍、相關的省思

培育全民科學素養既已成為當今全球多數國家之科學教育的主要目標，積極地去實踐便成為各國努力的方向。而「具備科學素養的人，由於他的科學涵養，因此使他對環境培養出更宏觀的觀點，同時也能在有生之年繼續培養此種涵養」（Showalter, 1974；引自郭鴻銘、沈青嵩，民 65），關於此觀點正是當今倡導科學素養時的終極目標。特別是在提倡「終身學習」的社會裡，讓學生不排斥科學，並且能在離開正規的教育體系之後，不但保有和發揮他在校內所培養的科學素養，更能繼續不斷地自我充實科學素養。如此的科學教育目標就不只是「全民」的，同時也是「終身」的。面對這樣的期許，科學教育的普及化就將是一個必須考慮的層面。更進一步地說，我們並不希望學生於制式教育中所培養的科學素養，在他離開校園後就還給了學校，甚至就將科學視為拒絕往來戶，從此不再對科學有任何好奇和興趣。

因此，必須再反省的是：我們到底創造了什麼樣的環境去促進全民科學素養的培育和延續呢？

以制式的學習管道而言，學校教室中的「科學」絕不是以「閱讀」(reading)的方式就能學習和體會，科學教師不僅應教導學生對科學有所認知(knowing)，並「動手操作」(doing science)去探究科學和經歷科學的過程，同時也必須讓學生彼此之間有機會去使用科學的話語「談論科學」(talking science)，讓學生在互動間學習理解、溝通、澄清和合作(Lee, 1997)，而不該只是流於解題範例的重複演練，或是塑造科學為某些菁英專屬的意識型態(Lemark, 1990)。Mulkay (1979) 就認為：「科學是一項詮釋性的事業，而科學研究過程中，自然世界的本質是經由社會過程(social process)而被建構出來的。」如果我們接受社會建構在學生學習科學的過程中也扮演一定的角色，那麼在科學教室中如何訓練學生談論科學，勢必亦是科學教育中重要的環節。

除了重視「制式」的教育管道之外，非制式 (informal) 的科學教育途徑也不容忽視。試想一個人接受制式教育階段的時間，可能遠少於接觸非正式教育階段，因此我們就不應該只是把培養科學素養的責任侷限於學校內。而離開制式的教育管道之後，仍能持續地對科學發展與成果感到興趣，關心有關科學或科技所引發的社會爭議和政策的制定，那才是持續培養科學素養的一大目的。所以，不論是新聞媒體、期刊雜誌和課外讀物、網路資源，或是科學博物館，動、植物園、國家公園等社教機構，甚至校內和校外相關科學的營隊活動，都是科學教育寓教於樂的所在，而這些資源也補足了科學教室中所不能提供給學生的真實情境和學習氣氛。因此，善於利用制式和非制式科學教育之間的互補和連結，將有利於創造科學素養培育的大環境。

至於是否應該在我們的科學育中融入屬於東方文化的科學素材，使學生的科學素養裡不再只有西方科學的內容，關於此點仍有討論的空間。但不論如何，提倡和尊重多元文化的觀點，除了需要有更多關於東方科學的研究報告成果做為教與學的後盾外，我們對於「各階段教育下科學素養應包含那些向度和內容」的問題，都是需要同時釐清且亟待確定的事實。

## 陸、結語

有關「科學素養」的定義和內容，至今學界仍有一些不同的看法。雖然論辯不斷，卻阻止不了科學教育繼續朝向此一目標前進的企圖。這樣的現況顯然在科學教育界還未找到更合宜的「隱喻」作為目標之前，培養全民科學素養的理想依然會引導著科學教育的改革。

而科學教育的功能之一就是要讓生活在科學影響下的社會大眾，脫離對科學的「無知」和「害怕」，並創造科學對其生活的正向意義。Bauer(1992)在其著作 *Scientific Literacy and the Myth of the Scientific Method* 中就指出：

科學是人類文化的遺產之一，在教育中承傳科學就如同教導哲學、心理學或是外國語言一樣的重要。因為若沒有科學，一個人將是既無知又原始的野人，而非文明中的一份子。而教育民眾具有科學素養，就是要了解這一點 (p.147)。

因此，科學素養的培育本身就是一種學習，既是加成，也是累積，更可以隨著學習的層次和環境的不同而做適度的修正。同時，整個培育的過程不僅是動態的，也應是延續的、終身的。換句話說，學習者在學習的過程中，不斷地對科學各方面有新的認知、新的解讀，以及新的應用和領悟。所以，如何營造培育全民科學素養的大環境，不論是制式教育或是非制式教育，都是當今或未來科學教育不容偏廢的努力場域。



## 柒、參考文獻

1. 郭鴻銘、沈青嵩(民 65)，科學素養之涵義。《科學教育月刊》，1，頁 9-17。
2. 教育部(民 64)，國民小學課程標準，台北：正中書局。
3. 教育部(民 74)，國民中學課程標準，台北：正中書局。
4. 教育部(民 84)，高級中學課程標準，台北：正中書局。
5. Agin, M. (1974). Education for Scientific Literacy: A Conceptual Frame of Reference and Some Applications. *Science Education*, 58, 3.
6. American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for All Americans*. Washington, DC: Author.
7. Bauer, H. H. (1992). *Scientific literacy and the myth of the scientific method*. Chicago: University of Illinois Press.
8. Brooks, H. (1991). Scientific literacy and the future labor force. In T. Husen and J. Keeves(eds), *Issues in Science Education*, New York: Pergamon Press, pp.19-29.
9. Bybee, R. W. (1997). *Achieving Scientific Literacy*. NH: Heinemann Portsmouth.
10. Chisman, D. (1984). Science education and national development. *Sci. Edu.*, 68(5), 563-569.
11. Cremin, L. (1988). *Amer. Edu.: The Metropolitan Experience*. New York: Harper and Row.
12. deCastell, S. & Luke, A. (1986). Models of literacy in North American schools: Social and historical conditions and consequences. In *Literacy, Society, and Schooling*, ed. S. deCastell, A. Luke, and K. Egan. Cambridge: Cambridge University Press.
13. Eisenhart, M., Finkel, E., Marion, S. F. (1996). Creating the conditions for scientific literacy : A re-examination. *American Educational Research Journal*, 33(2), 261-295.
14. Fensham, P. (1994). Science education. In K. Wiltshire, M. McMeniman and T. Tolhurst(eds), *Shaping the Future*, vol. 2 (Brisbane: Queensland Government Printer), pp.301-330.
15. Fensham, P. (1997). School science and its problems with scientific literacy. In R. Levinson and J. Thamos(eds), *Science Today—Problem or crisis?*, New York: Routledge, 119-236.
16. Galbraith, P., Carss, M., Grice, R., Warry, M. (1997). Toward scientific literacy for the third millennium: a view from Australia. *International Journal of science education*, 19(4), 447-467.
17. Harms, N. C. & Yager, R. E. (1981). *What research says to the science teacher*(Vol.3). Washington, DC: NSTA.

18. Hurd, P. D. (1958). Scientific literacy: its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13-16.
19. Jenkins, E. (1990). Scientific literacy and school education. *Sch. Sci. Rev.*, 71(256). 43-51.
20. Kyle, W. C., Jr. (1995). Scientific literacy: How many lost generation can we afford? *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 895-896.
21. Lee, O. (1997). Scientific literacy for all : what is it, and how can we achieve it? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(3), 219-222.
22. Lemark, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning and Values*. NJ.: Ablex Pub. Corp.
23. Mathew, M. R. (1994). *Scientific Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
24. Mulkey, M. (1979). *Science and the Sociology of Knowledge*. 中譯本《科學與知識社會學》，蔡振中譯，台北：巨流。
25. National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC.: National Academy Press.
26. Pella, M. O. (1967). Scientific Literacy and the High School Curriculum. *School Science and Mathematics*, 67, 346-356.
27. Shamos, M. H. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers U. Press.
28. Shen, B. S. P. (1975). " Science Literacy: The Public Need." *The Sciences*, Jan.-Feb.:27-29.
29. Showalter, V. (1974). What is unified science education? Program objectives and scientific literacy. *Prism II*, 2, 1-6.
30. Sutman, F. X. (1996). Science literacy: A functional definition. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 459-460.
31. Trowbridge, L. W. & Bybee, R. W. (1996). *Teaching Secondary School Science—Strategies for Developing Scientific Literacy*. 6<sup>th</sup> edition. New Jersey : Englewood Cliffs.
32. Unesco(1983). *Science for All*, Bangkok: Unesco Regional Office for Edu. in Asia and Pacific.
33. Yager, R. E. (1985). In defense of defining science education as the science / society interface. *Science Education*, 69(2), 143-144.

## Reflection on Scientific Literacy

### Abstract

The need for a scientifically literate person has been a major goal of science education for many countries since the 1980s. There exist a variety of definitions and interpretations of scientific literacy reflect different values position. Hence, there is a need to reflect upon what dimensions of scientific literacy we need in a non-Western context. Basically, scientific literacy expresses a set of multidimensional goals. An individual is considered science literate when that person is willing to learn about science in his everyday life. The development of scientific literacy is a continuous and dynamic process that extends over a lifetime, limiting not just to the years in school. Integrating both formal and informal learning is important for achieving scientific literacy.

**Key words:** Scientific literacy, Science education, Formal and informal learning

(上接 35 頁)

教師在講授電子組態、金屬離子的檢測或分離等章節時，本演示實驗適時提出，定能啓發學生思考、引起學習興趣及提升教學效果。

### 五、參考資料

1. 高級中學化學編輯小組，"高級中學化學實驗手冊第三冊"，國立編譯館，臺北，民國 87 年。
2. J. W. Robinson, "Undergraduate Instrumental Analysis", 5th Ed., Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, U.S.A., 1994.
3. 蕭次融等，「國中理化教師示範實驗」之「焰色試驗」(79-86 頁)、「噴霧式焰色試驗」(87-90 頁)，臺師大化研所，民 75 年。