科學教育學刊
2002, 第十卷第三期, 287-308

Chinese Journal of Science Education
2002, 10(3), 287-308

效化「基本科學素養」問卷

靳知勤
東海大學教育研究所暨教育學程中心

（投稿日期：民國91年1月8日，接受日期：91年6月12日）

摘要：近年內全民科學素養的達成已成為各國科學教育的目標。在美國 2061 計畫的「全美科學素養」(Science for All Americans)一書中指出過去對科學素養的範疇定義並不清楚，是乃建議科學教育學者應明確的予以界定，以利科學素養目標的達成。本研究乃針對科學素養相關文獻做一探討以明其定義外，並將 Laugksch 和 Spargo (1996) 所編製之「基本科學素養」問卷(Test of Basic Scientific Literacy, TBSL)予以效化成中文版，以做為科教學者及教師從事研究及推廣時所須之工具。TBSL 問卷包括科學內容（含地球與太空科學、生命科學、物質科學、健康科學四部份）、科學本質及 STS 等三分量表；係依AAAS所建議之範疇及條目發展題目而來，故已建立良好之構念效度。故本研究乃循回溯翻譯、專家審訂、高中生試測等過程逐次修訂，以確保中文版問卷之表面效度。繼之，就三所同學區內不同程度之高中學生為對象，比較其在上述量表中的表現。整體而言，理組學生得分高於文組學生，三年級高於一年級學生，而學業程度較佳的學校其學生的得分也較高，證明 TBSL 能夠有效的區別不同程度的學生。而學生在 TBSL 及各分量表的成績亦與其智育及自然科成績呈顯著相關，代表本問卷亦獲得效標關聯效度之支持。又高中學生在健康科學、STS 和地球與太空科學等三分量表的表現較佳；相對而言，對科學本質及物質科學的理解則較差。

關鍵詞：科學素養、科學/技學/社會、科學本質、基本科學素養問卷、高中學生。

壹、緒言

隨著近代科學文明的發展，一般民眾在日常生活之中，已無法自外於和他人就科學有關的主題從事溝通，接收訊息，或是以此等資訊為基礎，從事思考、判斷、以解決問題，並為個人或公眾的事物做妥適的決策(Jenkins, 1999; Patronis & Spiliotopoulou, 1999)。對於一般民眾在科技社會中所具備之相關知識與能力，乃通稱為所謂之「科學素養」。各國為了養成國民的基本科學素養，均致力於學術研究及教學實務之發展。惟許多研究與教學雖揭櫫以提升科學素養為職志，但對於科學素養的內涵卻未能予以明確的界定。這對於科學素養提升的目的，顯然造成相當程度的限制。為此，本研究旨在達成以下兩項目的：

一、相關文獻之蒐集與整理，界定科學素養的內涵
二、效化一份「基本科學素養」問卷，以供

科學教育研究與實務工作中做為測量工具之需要

本研究期藉科學素養內涵之辨析，以及測量工具之發展，有助於我國提升全民科學素養目標的達成。

貳、文獻探討

一、何謂科學素養？

近年內全民科學素養的達成已成為各國科學教育的目標。在美國 2061 計畫的「全美科學素養」(Science for All Americans)一書中指出過去對科學素養的範疇定義並不清楚，是乃建議科學教育學者應明確的予以界定，以利科學素養目標的達成。本文作者亦曾於他文（靳知勤, 2002）中指出該計畫揭示未來公民所需之科學素養意指民眾應具備以下的各項能力：

1.對自然世界的了解；
2.認識自然界的歧異與一致性；
3.了解重要的科學概念與原則；
4.明瞭科學、數學及技學之間相互依存的方式；
5.知道科學、數學及技學是人類活動的一環，對人類有其正面影響，亦有其弱點；
6.具備科學性思考的能力；
7.運用科學知識及思考方式於個人或社會的目的。（AAAS, 1990）

而美國國家科學教育標準 (National Research Council,1995)也將科學素養定義為：

包含對物質科學、生命科學、地球科學等領域學科內容的理解；同時，個人亦須理解科學的本質、科學社群的活動以及科學、社會與個人生活間的的角色 …是個人從事決策、參與公民及文化事務，以及經濟生產活動中所須具備的科學概念與過程之相關知識與理解。..意謂著一個人能夠發問、發現或決定問題的解答，這些問題起源於個人對於日常生活事物的好奇。具有科學素養的個人得能描述 解釋 及預測自然現象 他(她)能閱讀一般報章中與科學相關的報導；並能與他人就科學性的議題從事溝通，且獲致有效的結論。..科學素養隨著個人的年齡逐步發展，並非僅侷限於學齡階段，惟有關科學的價值與態度則若於學習之早期即已建立，將有助於做為成人時科學素養之塑成。(p.21-22)

二、組成科學素養構念的面向及層次

Durant (1993)曾指出科學素養係指一般社會大眾對於與科學相關事物所應了解的部份。他提到「科學素養」(Scientific literacy)一詞通用於美國，至於在英國則是以「大眾對科學的了解」(Public understanding of science)稱之。Durant 乃稱這兩者是為同義的語詞。然其所謂「大眾」所包括的範圍，以及「對科學的了解」其程度究竟為何？這兩個問題實乃反映出科學素養此一構念在一般人士的心中仍須再予以明確界定。是以本文將於下節中歸納若干重要文獻，以明其義：

(一)**Miller**對組成科學素養面向的定義

Miller (1983)認為科學素養須包括(1)「科學的本質」之面向，換言之即對科學過程及方法的了解；(2)「科學的知識」之面向，換言之即民眾所需了解的重要科學名詞與概念；以及(3)「覺知科學與技學對社會的影響」之面向。他並強調定義科學素養時，應當重視當代的社會與文化情境因素。

(二)**Shamos** 界定科學素養的三種層次

Shamos (1995) 指出科學素養包含三種層次—

1. 文化性科學素養 (Cultural scientific literacy)：個人對於從事社會溝通時所

常用到的科學相關用語有基本的認識；這些常被使用的語詞，就像是一套提供社會大眾共同使用及分享的知識系統。民眾若具備這些能力，便能閱讀報紙及雜誌、與選任的代表溝通、或是能與公眾議題的辯論內容同步。

2. 功能性科學素養(Functional scientific literacy)：個人對於上述科學相關的用詞非僅能夠閱讀，且能以此與他人進行口頭的對話及文字的表達。比起文化性科學素養，本項功能更進一步的要求個體的主動作為。

3. 真實性科學素養(True scientific literacy)：個人對於科學社群如何組成、如何運作、從事哪些工作、其工作的本質有所認識。與前兩項相比，對於民眾來說這個項目被認為更不易達成；但它對科學的發展卻有重要的影響。

(三)Bybee 界定科學素養的四種層次

Bybee(1997)對科學素養的分類如下：

1. 名義性科學素養(Nominal scientific literacy)：學習者遇到一個與科學有關的名詞或主題時，知道它是屬於科學範疇的一部份。當回答與這個名詞或主題有關的問題時，學習者會嘗試著與科學與技學的相關概念發生關聯，但從他們的回答中可發現存在著許多的迷思概念。若檢視其所呈現的認知結構，也可看出他們使用的名詞及概念間的相互關係，以及所可接受的科學性定義，數目較少且傾向於通俗而易懂的面向。

2. 功能性科學素養(Functional scientific literacy)：這個層次與前述Shamos (1995)所指之功能性科學素養一致，亦即學習者對於科學與技學相關議題的詞彙能夠精確及妥適的運用。但他們對於科學概念(Scientific concepts)、原理(Principles)、法則(Laws)、學說(Theories)以及科學探究的過程與技能，了解並不深入。

3. 概念與過程科學素養(Conceptual and procedural scientific literacy)：係指學習者發展出科學整體性的及針對各個特定科學領域的概念認知結構；以及認識科學探究的過程與技學的設計等。

4. 多面向科學素養(Multidimensional scientific literacy)：具此層次科學素養的人除了對前述科學概念、過程技能等的認識外，他們並延伸觀察觸角至科學及技學的哲學性、歷史性、以及社會性等面向。

(四)我國「國民中小學九年一貫課程暫行綱要」中的說法

「國民中小學九年一貫課程暫行綱要」(教育部, 2001)於民國九十年一月頒佈。在其中的「自然與生活科技」學習領域，明定「提昇國民科學素養」為科學教育的首要目標。本綱要也將素養定義為「蘊涵於內即為知識、見解與觀念，表現於外即為能力、技術與態度。」在「自然與生活科技」學習領域中更揭櫫其課程目標為：

1.培養探索科學興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。

2.學習科學與技術的探究方法及其基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活。

3.培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度。

4.培養與人溝通表達、團隊合作以及和諧相處的能力。

5.培養獨立思考、解決問題的能力，並激發創造潛能。

6.察覺和試探人與科技的互動關係。

而在其分段能力指標中也強調：

> 經由科學性的探究活動，自然科學的學習使學生獲得相關的知識與技能。同時也由於經常依照科學方法從事探索與論證，養成科學思考的習慣和運用科學知識與技能以解決問題的能力。長期的從事科學性的探討活動，對於經由以這種探究方式建立的知識之本質將有所認識，養成提證據和講道理的處事習慣。在面對問題、處理問題時，持以好奇與積極的探討、瞭解和合理解決的態度，我們統稱以上的各種知識、見解、能力與態度為「科學素養」。自然科學的學習，在於提昇國民的科學素養。

同時也指出透過自然科學學習應達成下列各面向之能力：

1.過程技能；
2.科學與技術認知；
3.科學本質；
4.科技的發展；
5.科學態度；
6.思考智能；
7.科學應用；
8.設計與製作。

三、國外有關科學素養的研究

如前文所述，Durant (1993)指出「科學素養」(Scientific literacy)與「大眾對科學的了解」(Public understanding of science)兩者為同義的語詞。事實上，1992 年創刊於英國的期刊—Public Understanding of Science，其宗旨即在探究一般大眾對科學相關問題的了解。

在有關民眾科學素養程度的探究方面，學者們除了關心整體的科學面向外，同時也分別就單一學科領域或議題從事調查。例如：大眾對於生物的了解(Lucas, 1987)、大眾對於化學的了解(Gettys, 2000)、大眾對於物理的了解(Lucas, 1988)、大眾對於輻射的了解(Lucas, 1987)、以及大眾對於生物科技的相關了解與辯論(Priest, 1995)等等。

而在以國際科學教育研究社群為對象的 International Journal of Science Education 於近年內亦有多篇論文分別從不同的方向來探討「大眾對科學的了解」。譬如說：

Cross (1999), Fensham 和 Harlen (1999)從學校科學課程規畫方式思考如何提昇大眾對於科學的了解。而 Kolstone (2000)，Cross 和 Price (1999)，Jenkins (1994, 1999)以及 Patronis 和 Spiliotopoulou (1999)等學者則針對學習者如何習得身為公民一份子所須的社會技能予以闡述，諸如在科學社群中所使用的討論、辯論、以及分析、評鑑等，均能有效幫助學生培養妥善決策的能力。有學者(Cajas, 1999; Price & Cross, 1995) 強調運用技學(Technology) 為實例，在學校課程中試圖貼近個人生活經驗，幫助學生明瞭科學的內涵的重要性。

然而，正式的學校教育並非養成科學相關素養的唯一途徑。舉例來說，在討論多元的資源途徑中，Lucas (1991)建議營造一個輕鬆而愉悅的環境，並藉此提供學習者內容資訊，確屬有效誘發民眾主動學習獲得知識的方法之一。而 Rix 和 MaSorley (1999) 就曾針對互動式科學中心(Interactive science center)中的展示設計，讓學童能夠藉接觸科學學習活動，建立對於科學的正向態度。至於報章、廣播及電視等大眾傳播媒體在大眾了解科學的過程中，也扮演著相當重要的角色。Lijnse, Eijkelhof, Klaassen 和 Scholte (1990)在蘇聯車諾比核電廠發生爆炸之後，以荷蘭的高中學生為對象設計一系列的訪談問題，探究他們對於與核能相關知識的了解，並對核電廠災難發生後，國內報紙上的報導做內容方析，藉以比對學生的資訊來源。

綜合以上所述，提昇科學素養的途徑與策略具有多元化的特質；惟雖曰該等研究所探究的目的亦包括離開學校之後的成人大眾，但是在研究設計上仍以在學學生為對象，且有極大比重的努力投注在藉學校課程的規畫以培養未來公民的科學素養上。

四、科學素養的測量

Durant, Evans 和 Thomas (1989)曾經採用一份 30 題的測驗工具，內容包括科學知識及探究過程等兩部份，以隨機抽樣的方式測量一般大眾對科學的了解程度。在 30 題中大部份採取「對、錯及不知道」的選項令受試者填答；另有少部份題目則是以選擇題的方式呈現。由於是以一般大眾為對象，必須顧及填答的動機與意願，因此在題數及題型兩方面均不做太複雜的設計。研究者在統計結果後發現在滿分為 23 分的科學知識部份，平均及標準差分別為 11.44 及 4.15。顯示得分並未過半，且標準差亦較大。至於在探究過程部份的 9 分中，受試者的得分平均僅有 3.76，標準差則為 0.61，所呈現出的程度則更為低落。

上述 Durant 等人的調查工具包含科學知識及探究過程兩個部份；而在 Miller 對於組成科學素養構念的看法則另多加上一項「科學與社會間的關係」。近年，為因應科學教育界所發展出來更加嚴謹的指標，以及檢測以此等指標所設計的教材與課程的成效，Laugksch 和 Spargo (1996)乃依據 Science for All Americans 的界定，以及 Miller 對科學素養的看法，發展出一份 110 題的基本科學素養問卷(Test of Basic Scientific Literacy, TBSL)。這 110 題中包括了(1)科學本質，(2)科學內容，以及(3)科學與技學對社會的影響。科學內容的部份又包括了物質科學、生命科學、地球與太空科學、與健康相關的科學等面向。以此，本問卷之目的旨在針對高中畢業生為對象，以檢視學校教育對於科學素養養成的成效。本問卷所涵蓋的面向周延，組成各分量表之各題係以敘述方式呈現，以檢測受試者對於此等敘述的認知或態度程度。至於在前述文獻中（教育部, 2001）提及與科學素養相關的「思考智能」、「科學應用」以及「科學過程中所須之技能」等，則不在此問卷題型所施測之範圍之內。

由於 TBSL 問卷設計的構念係基於三大面向，而其中之科學內容面向又由四個科學領域所構成，為使所編製出來的問卷能夠在(1)包括適當的題數，以及(2)能在合理的時間範圍內施測等兩項因素取得平衡，於是本問卷之原發展者 Laugksch 和 Spargo 乃採行是非題的題型。

而就問卷之用途而言，Laugksch 和 Spargo (1996)也建議：本問卷除可用於最基本之檢視學校教育對於科學素養養成的成效之外，亦可適用於其他具有不同興趣或是經特殊訓練及工作背景的成人；此等成果則可回饋如何改進諸如學校教育、成人繼續學習、以及社會教育資源提供等政策制定的問題。

然而，質言之，上述從量的取向測量科學素養的程度，雖可窺得全體對象的大貌，但在研究方法上亦可從社會文化性取向(Socio-cultural approach)—亦即以質性研究法進行科學素養的評測。以此取向，則有別於前述整體性觀點觀察的考量，反循個別性事件的認識加以判斷（靳知勤, 2002; Bybee, 1997）。後者因採質性研究法，因此乃能提供較豐富的呈現資訊與其背後情境脈絡相關的訊息。惟比起整體性量的取向能以選擇大量的樣本施測，呈現整體群體的程度，質的取向所提供的結果，相對上乃著重於對個別性事件相關的概念提供較深入且結構性的分析。

叁、研究方法

一、基本科學素養問卷的發展

承上所述 Laugksch 和 Spargo (1996)依據

AAAS (1995)所涵蓋的面向與條目，針對受過中學基礎教育之學生，換言之，亦即以中學畢業生為對象發展一份測試其基本科學素養程度的問卷。該問卷包含了科學知識(Content)、科學本質(Nature of science, NOS)、以及科學、技學與社會(Science-technology-society, STS)等三個分量表，共 110 題；根據原作者在發展過程中，透過專家逐題的審查與建議，其通過分數為 68 分。由於該問卷英文版依據 AAAS 條目所發展，發展過程中建立了良好的構念效度及內容效度。且以南非六千餘名大學一年級的新生為對象進行施測，亦證明能夠有效的區別不同程度的學生。

二、TBSL 中文版表面效度的建立

本研究乃以此 TBSL 英文版為藍本，首先藉由回溯翻譯(Back translation)的過程，亦即先由一位翻譯者將英文版翻做中文，其後再將此中文版之初稿交由另一位翻譯者翻回英文，此翻回之英文版由研究者本人及英文版之編製者檢閱，視其中文義有所落差或疑義者再行討論 以修正中文版初稿。中文版初稿經修訂後，再請國內科學及科學教育專家七位檢視文義。研究者根據其所提供之回應意見，對於中文版再做修正，隨後並請高中一年級學生若干名試測此份問卷，並依其反應再做修飾。

三、TBSL 中文版區別效度及效標關聯效度的建立

本份問卷經定稿後，乃從事較大量的施測。首先由參加台中區（包括台中縣市及南投縣三行政區域）高級中學聯招中，依八十九學年度錄取新生平均最低總分，以立意選取方式選擇 596 分、579 分及 504 分等三個等級之 A，B，C，三所高中施測。此三校學生的程度分別居本招生區所有考生之前 20%，25%及 40%的位置。三校中參加施測的年級為一與三年級，一年級為以班為單位之隨機取樣方式；而三年級則又分別就其文理組別之屬性分別以班為單位予以隨機抽樣。一年級學生雖未分組，但為便於資料分析，每位受測者仍依其未來選擇組別的傾向，在基本資料欄中勾選文或理組。為避免各校在高一時安排學生上各自然科學學科的不同所導致的差異，本研究乃於第一學期開學後即進行對一年級之施測，至於三年級則於第一學期結束時施測。三校中共選取 24 個班級 1125 位學生填答本份問卷。經問卷回收後除去回答及基本資料不全者，得到有效樣本共計 895 人。

所得有效樣本的資料以 SPSS 處理，使用之統計方法包括：(1)以次數統計計算全體及各校學生之通過測驗的比例；(2)計算全體及各分群在 TBSL 及各分量表的平均及標準差；(3)以三因子變異數分析計算各分群學生在 TBSL 及各分量表的得分是否有顯著差異；(4)計算全體學生之 TBSL 及各分量表得分間是否有顯著相關；(5)以受試學生中之部份班級為對象，計算其 TBSL 及各分量表的得分與其學業成績及自然科成績是否呈顯著相關。本研究藉由上列統計方式，檢視 TBSL 是否能有效區別不同程度的學生。

肆、研究結果

一、TBSL 及各分量表的信度

由表 1 所示本問卷經翻譯成中文版後，仍保有良好的信度。除地球與太空科學分量表的 KR-20 信度值略低於 0.7 之外，其餘各分量表均高於 0.8 的水準。若以整份 TBSL 問卷，或是涵蓋地球與太空科學、物質科學、生命科學及健康科學等四分量表之科學內容分量表則更達 0.96 以上。

表 1：TBSL 及各分量表信度值

量　表	KR-20	量　表	KR-20
TBSL	0.97	地球與太空科學	0.68
科學內容	0.96	物質科學	0.83
科學本質	0.86	生命科學	0.91
STS	0.88	健康科學	0.89

表 2：全體及各分群學生人數分佈、平均及標準差

總人數 = 895　平均 ± 標準差 (X ± SD) = 68.62 ± 22.06

最高分 = 100　最低分 = 24　全距 = 76

學校	N	X ± SD	年級	N	X ± SD
A:	281	82.54 ± 12.76	高一	456	61.02 ± 22.39
B:	308	73.35 ± 20.42	高三	439	76.51 ± 18.70
C:	306	51.07 ± 18.62			
性別	N	X ± SD	組別	N	X ± SD
男	446	71.80 ± 21.48	文	436	62.92 ± 21.98
女	449	65.46 ± 22.19	理	459	74.03 ± 20.74

表 3：不同年級與組別學生人數分佈、平均及標準差

組別 / 年級	文	理
一	55.04 ± 20.29　(n = 204)	65.87 ± 22.88　(n = 252)
三	69.84 ± 21.10　(n = 232)	83.98 ± 11.73　(n = 207)

二、整體及各分群學生 TBSL 之平均及標準差

本研究全體及不同背景學生之平均及標準差詳如表 2。若以全體學生的得分觀之，其平均正好略高於本問卷英文版之發展者所訂定之通過分數（X＝68）。得分最高者為 100 分，最低分為 24 分，全距 76 分。就平均分數論之，A 校高於 B 校，又再高於 C 校。三校中，以 A 校的標準差遠小於另兩校，程度較為齊一。以年級論，三年級亦高於一年級的成績（$p < 0.001$），標準差亦較低。在不同性別及組別中，則是男生高於女生（$p < 0.001$），理組高於文組（$p < 0.001$），但標準差的落差則不若校間及年級間之別。此外，表 3 列出不同年級與組別學生人數分佈、平均及標準差；在一年級文與理組間、三年級文與理組，以及三年級文組與一年級文組間、三年級理組與一年級理組間之 TBSL 表現均有顯著的差異。

三、整體及各校學生之通過率

全體學生中通過 68 分之人數為 531 人 (59.33%)。另由表 4 可以得知三校間通過率以 A 校最高，僅約 15% 未通過；B 校的通過率近七成，與 A 校只差一成五。至於 C 校的通過率僅略高於二成，遠遜於前述二校。三校所呈

表 4：全體及各校學生之通過人數及比例（X＞68）

學校	通過人數	通過率 (%)
三校總和	531	59.33
A	249	85.05
B	214	69.80
C	68	22.22

表5：全體學生在TBSL及其各分量表中的平均、標準差、最高分、最低分及全距（粗黑斜體字表示低於通過分數）

	題數	通過成績	平均	標準差	平均/題數	最高分	最低分	全距
地球與太空科學	15	9	9.87	2.26	0.658	15	3	12
生命科學	24	15	15.16	5.78	0.632	24	3	21
物質科學	14	9	***8.04***	4.00	***0.574***	14	0	14
健康科學	19	12	13.38	4.15	0.704	19	0	19
科學內容	72	45	46.44	14.64	0.645	69	15	54
科學本質	22	13	***11.70***	4.46	***0.532***	20	2	18
STS	16	10	10.47	3.82	0.654	16	0	16
TBSL	110	68	68.62	22.06	0.624	100	24	76

現的比率和各校在聯考中之排序相符。

四、整體學生在 TBSL 及各分量表中的表現

表 5 的結果顯示全體學生在各分量表的表現，其中在通過分數欄位所示的分數乃依本問卷原英文版作者在發展過程中依專家審定方式所建議的標準。如果以通過分數衡量，全體學生在科學本質和物質科學等兩項分量表的平均低於通過分數。而生命科學、STS 及地球與太空科學等三項分量表也不過是略高於通過分數而已；至於與健康相關的科學則高過通過分數較多。在所有的分量表中只有科學本質一項無人獲得滿分。

為使各項分量表的分數能夠在統一的基準下比較，在表 5 中另有一欄係將原始之各分量表平均除以該分量表的題數得到以題數為基準的平均值。若以通過分數的標準換算，此一平均值若大於 0.618 則表示該項分量表的表現達到及格的標準。以此標準，更可清楚的排列出全體學生在六項分量表的表現由優至差依序為：健康科學(0.704)、地球與太空科學(0.658)、STS (0.654)、生命科學(0.632)、物質科學(0.574)、科學本質(0.532)。但若將科學內容成績與 STS 及科學本質比較，前兩者的表現大致相當，至於科學本質(0.532)的表現則與之有超過有 0.11 分以上的落差。這個差距可以顯示出高中生對科學本質的認知的不足。

五、各分群學生在 TBSL 及各分量表中的表現

若比較各分群學生在各分量表中的表現：發現三校學生之間在 TBSL 及其每個分量表的成績均有顯著差異(p=0.000)。再經事後比較檢測，各項成績均呈現出 A 校高於 B 校、A 校高於 C 校及 B 校高於 C 校的結果（表 6）。

表 6：三所學校高中生學生在 TBSL 及其各分量表中的平均、標準差、每人每題平均及標準差（粗黑斜體字表示低於通過分數）

成績項	題數	A 校		B 校		C 校		P 值
		M ± SD	(M±SD)/ # of item	M ± SD	(M±SD)/ # of item	M ± SD	(M±SD)/ # of item	
地球與太空科學	15	10.96 ± 1.77	0.731 ± 0.118	10.24 ± 2.21	0.683 ± 0.147	***8.48 ± 2.01***	***0.565 ± 0.134***	0.000***
生命科學	24	18.98 ± 3.42	0.791 ± 0.143	16.04 ± 5.29	0.668 ± 0.220	***10.77 ± 5.05***	***0.499 ± 0.210***	0.000***
物質科學	14	10.40 ± 2.65	0.743 ± 0.189	8.68 ± 3.73	0.620 ± 0.266	***5.23 ± 3.59***	***0.374 ± 0.256***	0.000***
健康科學	19	15.59 ± 3.34	0.821 ± 0.176	14.18 ± 3.88	0.746 ± 0.204	***10.54 ± 3.46***	***0.555 ± 0.182***	0.000***
科學內容	72	55.92 ± 8.76	0.777 ± 0.122	49.15 ± 13.56	0.683 ± 0.188	***35.02 ± 12.32***	***0.486 ± 0.171***	0.000***
科學本質	22	14.28 ± 2.98	0.649 ± 0.135	***12.66 ± 4.15***	***0.575 ± 0.189***	***8.37 ± 3.82***	***0.380 ± 0.174***	0.000***
STS	16	12.35 ± 2.86	0.772 ± 0.179	11.54 ± 3.60	0.721 ± 0.225	***7.68 ± 3.15***	***0.480 ± 0.197***	0.000***
TBSL	110	82.54 ± 12.76	0.750 ± 0.116	73.35 ± 20.42	0.667 ± 0.186	***51.07 ± 18.62***	***0.464 ± 0.169***	0.000***

表 7：不同組別高中生在各分量表每人每題平均、標準差及平均差（粗黑斜體字表示低於通過分數）

成績別	題數	文　組		理　組		D = M2-M1	P 值
		M1 ± SD1	(M1 ± SD1) / # of item	M2 ± SD2	(M2 ± SD2) / # of item	( ) = D 值的排序	
地球與太空科學	15	9.41 ± 2.18	0.627 ± 0.145	10.30 ± 2.25	0.687 ± 0.150	0.060(6)	0.000***
生命科學	24	***13.61 ± 5.64***	***0.567 ± 0.235***	16.64 ± 5.52	0.693 ± 0.230	0.126 (2)	0.000***
物質科學	14	***6.90 ± 3.80***	***0.493 ± 0.271***	9.12 ± 3.88	0.651 ± 0.277	0.158 (1)	0.000***
健康科學	19	12.58 ± 4.24	0.662 ± 0.223	14.14 ± 3.92	0.744 ± 0.206	0.082 (4)	0.000***
科學內容	72	***42.49 ± 14.35***	***0.590 ± 0.199***	50.20 ± 13.92	0.697 ± 0.193	0.107	0.000***
科學本質	22	***10.78 ± 4.59***	***0.490 ± 0.209***	***12.58 ± 4.15***	***0.572 ± 0.189***	0.082 (4)	0.000***
STS	16	***9.65 ± 3.91***	***0.603 ± 0.244***	11.26 ± 3.56	0.704 ± 0.223	0.101 (3)	0.000***
TBSL	110	***62.92 ± 21.98***	***0.572 ± 0.200***	74.03 ± 20.74	0.673 ± 0.189	0.101	0.000***

在各項成績間的比較方面，A 校的每一分量表的成績均高於通過分數(0.618)；B 校則僅有科學本質一項未通過(0.575)；C 校則未能在任何一項分量表中過關，且成績與另兩校之落差極大。B 校最低成績為科學本質，次為物質科學；在 C 校此兩項位置則互易，但差距很小；至於在 A 校則為科學本質遠低於其他分量表所得的成績（表 6）。

表 7 呈現文組與理組學生在各分量表成績的比較：理組學生在 TBSL 及其每個分量表的成績均顯著高於文組學生(p=0.000)。整體而言，理組學生表現最好的前三項成績為健康科學、STS 及生命科學；在文組方面則為健康科學、地球與太空科學及 STS。理組學生在所有的分量表中，僅有科學本質(0.572)一項未達通過標準，其次差的成績為物質科學(0.651)。但相對的，文組學生僅有健康科學及地球與太空科學通過標準。

表 8：不同年級高中生在各分量表每人每題平均、標準差及平均差（粗黑斜體字表示低於通過分數）

成績別	題數	一年級		三年級		D = M2-M1	P 值
		M1 ± SD1	(M1 ± SD1)/ # of item	M2 ± SD2	(M2 ± SD2)/ # of item	( ) = D 值的排序	
地球與太空科學	15	9.48 ± 2.20	0.632 ± 0.147	10.27 ± 2.25	0.685 ± 0.150	0.053 (6)	0.000***
生命科學	24	***13.31 ± 5.94***	***0.555 ± 0.248***	17.08 ± 5.52	0.712 ± 0.205	0.157 (3)	0.000***
物質科學	14	***6.67 ± 4.00***	***0.476 ± 0.286***	9.46 ± 3.88	0.676 ± 0.247	0.200 (1)	0.000***
健康科學	19	12.20 ± 4.32	0.642 ± 0.227	14.61 ± 3.92	0.769 ± 0.188	0.127 (5)	0.000***
科學內容	72	***41.66 ± 15.06***	***0.579 ± 0.209***	51.41 ± 13.92	0.714 ± 0.172	0.135	0.000***
科學本質	22	***10.25 ± 4.42***	***0.466 ± 0.201***	***13.21 ± 4.15***	***0.600 ± 0.181***	0.134 (4)	0.000***
STS	16	***9.11 ± 3.78***	***0.569 ± 0.236***	11.89 ± 3.56	0.743 ± 0.207	0.174 (2)	0.000***
TBSL	110	***61.02 ± 22.39***	***0.555 ± 0.204***	76.51 ± 20.74	0.696 ± 0.170	0.141	0.000***

表 9：不同性別高中生在各分量表每人每題平均、標準差及平均差（粗黑斜體字表示低於通過分數）

成績別	題數	男　生		女　生		D=M1-M2	P 值
		M1 ± SD1	(M1±SD1)/ # of item	M2 ± SD2	(M2± SD2)/ # of item	( )=D 值的排序	
地球與太空科學	15	10.21 ± 2.18	0.681 ± 0.145	9.52 ± 2.29	0.635 ± 0.153	0.046 (4)	0.288
生命科學	24	16.13 ± 5.57	0.672 ± 0.232	***14.20 ± 5.83***	***0.592 ± 0.243***	0.080 (2)	0.001***
物質科學	14	8.68 ± 4.00	0.620 ± 0.286	***7.40 ± 3 .89***	***0.529 ± 0.278***	0.091 (1)	0.811
健康科學	19	13.72 ± 4.22	0.722 ± 0.222	13.04 ± 4.06	0.686 ± 0.214	0.036 (5)	0.625
科學內容	72	48.74 ± 14.37	0.677 ± 0.200	***44.16 ± 14.56***	***0.613 ± 0.202***	0.064	0.043*
科學本質	22	***12.10 ± 4.31***	***0.550 ± 0.196***	***11.31 ± 4.57***	***0.514 ± 0.208***	0.036 (5)	0.010**
STS	16	10.95 ± 3.72	0.684 ± 0.233	10.00 ± 3.86	0.625 ± 0.241	0.059 (3)	0.007**
TBSL	110	71.80 ± 21.48	0.653 ± 0.195	***65.46 ± 22.19***	***0.595 ± 0.202***	0.058	0.003**

文理組學生在六項分量表中，以物質科學的落差最大，生命科學與 STS 繼之；兩組學生之科學本質成績均偏低，又健康科學則偏高，致使其在此兩項中之落差皆位居第 4 位而已。至於地球與太空科學成績則均較高，兩組之落差居於六者之末，差距最小。若比較兩組之科學內容、科學本質及 STS 三項分量表成績，其差距之排序由高至低為科學內容、STS、科學本質。惟前二項落差相近，居末之科學本質則是因文理組學生的表現均低所致。

表 8 呈現不同年級學生在各分量表成績的比較：三年級學生在 TBSL 及其每個分量表的成績均顯著高於一年級學生(p=0.000)。一年級學生表現最好的前三項成績為健康科學、地球與太空科學及 STS；三年級的前三項成績則為健康科學、STS 及生命科學。三年級學生在所有的分量表中，僅有科學本質(0.600)一項未達通過標準，但距離通過標準極近；三年級的次差成績亦為物質科學(0.676)，但高於標準分數亦有一段相當的距離。相形之下，一年級學生的表現就差了許多，僅有健康科學及地球與太空科學通過標準，其最差的三項成績分別科學

本質、物質科學及生命科學。

若比較科學內容、科學本質及 STS 三者的表現，三年級由優至劣的排序為 STS、科學內容及科學本質。一年級最差的亦復是科學本質，至於科學內容則略高於 STS 的成績。

一如文、理組學生的結果，一、三年級在六項分量表成績的落差最高的也是物質科學。跟隨其後的也是 STS 和生命科學，只不過兩者的順序倒置。這三個分量表成績有此結果，皆因三年級與理組的成績偏高，而一年級與文組表現偏低所致。此外，由表 7 與表 8 所示可知，科學本質、健康科學及地球與太空科學三項成績分居第 4 至 6 位。其中，科學本質是因兩組分數都較低，健康科學及地球與太空科學則是在兩個比較的分群中成績均較高所致。

三項分量表中，年級間的落差最大的是 STS，次為科學內容，科學本質則居最後。惟後兩者間的D 值極為接近。

至於在男女生之間（表 9）則在生命科學 ($p = 0.001$)、科學內容 ($p = 0.043$)、科學本質 ($p = 0.010$)、STS ($p = 0.007$)及 TBSL ($p = 0.003$) 等各項成績中有顯著差異。且皆為男生的表現優於女生。

男生僅科學本質一項未達標準，女生則有科學本質、物質科學及生命科學三項不及格的現象。至於科學內容、科學本質及 STS 三者間的比較，其次序均為 STS＞科學內容＞科學本質；但男女生的 STS 與科學內容兩項成績間的差別並不大，但女生的科學內容成績則是不及格。

在男女生間各分量表中成績的落差排序，與前述年級間及組別間的順位差別不大。但是男女生間的每項 D 值都比年級間及組別間之比較要來得低。

男女生之科學內容、科學本質及 STS 三項分量表成績，其差距之排序由高至低為科學內容、STS、科學本質。綜觀性別、年級與組別之因素，科學本質成績在三項分量表中，其落差均最小；顯示出各配對比較中之較高分一方，其分數也都偏低。

六、TBSL 及各分量表三因子變異數分析的結果

表 10 所列為不同學校內不同年級與組別學生在各分量表中的得分。如前所述，C 校中一文、一理、三文、三理等四分群學生在 7 項分量表共計 28 個成績中，未達及格標準的達 21 項之多；這個數目遠高於 B 校的 11 項及 A 校的 1 項。A 校僅一年級文組學生的物質科學成績未達及格標準，顯見 A 校的表現的確比其他兩校要好得多。

本研究並利用三因子變異數分析檢驗 TBSL 總分，發現在學校、年級與組別之間有交互作用發生（表 11）。經事後比較發現：在各年級內之文理組學生間，除 C 校一年級之文理組間無顯著差異外，其餘之各校各年級內之文理組間均呈現出顯著差異（表 12）。

另在就讀一年級文組之三校間(A > B, A > C, B > C)，就讀三年級文組之三校間(A > C, B > C)、就讀一年級理組之三校間(A > B, A > C, B > C)、及就讀三年級理組之三校間(A > B, B > C)的 TBSL 總分有顯著差異（表 13）。

本研究再依各分量表為單位，以三因子變異數分析來探究學校、組別及年級三項因素間是否有交互作用。分析結果顯示：除地球與太空科學分量表之外，其餘六項分量表的學校、組別及年級三項因素間均有交互作用發生（表 11）。經事後比較檢定發現，如表 12 所示，許多的分群學生在各該分量表的成績之間均有顯著的差異。綜而言之，C 校一理與一文之間除在物質科學有顯著差異且為文大於理，但均極低分之外，其餘均無顯著差異；反倒是其餘各分量表的成績皆為三理大於三文，三文大於一文，三理大於一理。

表 10：不同年級與組別高中生在 TBSL 及其各分量表中之平均與標準差（表中各分量表名稱下之數字代表其通過分數；粗黑斜體字表示該項成績低於通過分數）

分量表	年級/組別/人數	A 校	B 校	C 校
TBSL	一文	75.87 ± 16.16 (N = 54)	***55.15 ± 20.29 (N = 67)***	***41.41 ± 6.74 (N = 83)***
68	三文	82.10 ± 14.16 (N = 51)	82.38 ± 9.96 (N = 92)	***49.87 ± 6.74 (N = 89)***
	一理	83.65 ± 10.99 (N = 111)	***63.25 ± 22.37 (N = 71)***	***49.87 ± 17.25 (N = 70)***
	三理	86.55 ± 8.68 (N = 65)	87.64 ± 7.34 (N = 78)	77.03 ± 15.37 (N = 64)
地球與太空科學	一文	10.56 ± 1.79	9.12 ± 2.23	***8.00 ± 1.40***
	三文	10.63 ± 1.87	10.71 ± 1.89	***8.19 ± 1.90***
9	一理	10.95 ± 1.77	9.82 ± 2.46	***8.19 ± 1.52***
	三理	11.59 ± 1.50	11.16 ± 1.66	9.81 ± 2.67
生命科學	一文	17.69 ± 3.86	***11.21 ± 4.74***	***8.25 ± 1.68***
15	三文	18.51 ± 3.74	18.12 ± 3.14	***10.35 ± 4.81***
	一理	19.36 ± 3.35	***13.94 ± 5.89***	***7.78 ± 1.56***
	三理	19.80 ± 2.44	19.76 ± 2.13	17.84 ± 3.96
物質科學	一文	***8.94 ± 2.99***	**5.47 ± 3.66**	***3.63 ± 1.78***
9	三文	10.14 ± 2.86	9.82 ± 2.27	***4.85 ± 3.08***
	一理	10.54 ± 2.34	***7.40 ± 4.03***	***2.91 ± 1.18***
	三理	11.56 ± 2.12	11.38 ± 1.81	10.36 ± 2,68
健康科學	一文	14.39 ± 4.60	***11.33 ± 4.02***	***8.86 ± 1.75***
12	三文	15.84 ± 3.27	15.60 ± 2.68	***10.81 ± 3.53***
	一理	15.93 ± 2.81	12.82 ± 4.22	***8.85 ± 1.88***
	三理	15.83 ± 2.74	16.37 ± 2.11	14.25 ± 3.39
科學內容	一文	51.57 ± 10.84	***37.14 ± 13.36***	***28.73 ± 4.44***
45	三文	55.12 ± 9.76	54.42 ± 7.57	***34.20 ± 11.14***
	一理	56.77 ± 7.81	***43.99 ± 14.89***	***27.74 ± 3.80***
	三理	58.78 ± 5.77	58.67 ± 5.26	52.27 ± 10.33
科學本質	一文	13.35 ± 3.48	***9.15 ± 3.96***	***6.52 ± 2.04***
13	三文	14.55 ± 3.23	14.66 ± 2.58	***8.16 ± 3.74***
	一理	14.22 ± 2.71	***10.81 ± 4.35***	***6.57 ± 1.64***
	三理	14.97 ± 2.62	15.11 ± 2.02	13.05 ± 3.54
STS	一文	10.94 ± 3.73	***8.30 ± 3.39***	***6.16 ± 1.49***
10	三文	12.43 ± 2.96	13.48 ± 1.80	***7.51 ± 3.12***
	一理	12.59 ± 2.50	***9.68 ± 3.78***	***6.01 ± 1.39***
	三理	13.03 ± 2.16	13.88 ± 1.44	11.72 ± 2.57

表 11：TBSL 及各分量表三因子變異數分析之 p 值

因素別 / 分量表	學校 x 組別 x 年級	組別 x 年級	學校 x 年級	學校 x 組別	年級	組別	學校
TBSL	**0.000**	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
地球與太空科學	0.052	**0.015**	**0.002**	0.383	0.000	0.000	0.000
生命科學	**0.000**	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
物質科學	**0.000**	0.000	0.000	0.088	0.000	0.000	0.000
健康科學	**0.000**	0.291	0.000	0.156	0.000	0.000	0.000
科學內容	**0.000**	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000
科學本質	**0.000**	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
STS	**0.000**	0.016	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000

表 12：不同年級與組別學生在各分量表得分之事後比較（***：p < 0.001, **：p < 0.01, *：p < 0.05）

校別	分量表 / 配對比較	生命科學	物質科學	健康科學	科學內容	科學本質	STS	TBSL
A 校	三文 vs. 一文	0.269	0.039*	0.066	0.082	0.071	0.026*	0.039*
	三理 vs. 一理	0.367	0.004**	0.821	0.075	0.076	0.224	0.047*
	一理 vs. 一文	0.005**	0.005**	0.027**	0.002**	0.112	0.004**	0.002**
	三理 vs. 三文	0.037*	0.004**	0.979	0.020**	0.443	0.229	0.041*
B 校	三文 vs. 一文	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
	三理 vs. 一理	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
	一理 vs. 一文	0.004**	0.004**	0.038*	0.006**	0.023*	0.028*	0.007**
	三理 vs. 三文	0.000***	0.000***	0.043*	0.000***	0.214	0.116	0.000***
C 校	三文 vs. 一文	0.000***	0.002**	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
	三理 vs. 一理	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
	一理 vs. 一文	0.078	0.004** (文>理)	0.993	0.144	0.856	0.856	0.277
	三理 vs. 三文	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***

此外，B 校除了三理和三文之間，在科學本質及 STS 兩項成績未發現有顯著差異之外，其他均出現三理大於一理，三文大於一文，一理大於一文的結果。

A 校在三理與三文間除科學本質、健康科學及 STS 三分量表外，其餘均有三理大於三文的現象。此外，除科學本質分量表外，其餘各分量表的成績皆為一理大於一文。至於三文與一文之間只在物質科學與 STS 兩項，及三理與一理間只在物質科學一項中出現有顯著差異。

這些結果呈現出高年級成績較低年級佳，理組學生高於文組學生，以及程度較佳的學校學生表現優於程度較差學校學生的現象。不過

表 13：不同組別與年級學生在三校間各分量表得分之事後比較

分量表 \ 組別	一文	一理	三文	三理
TBSL	A > B, A > C, B > C	A > B, A > C, B > C	A > C, B > C	A > C, B > C
生命科學	A > B, A > C, B > C	A > B, A > C, B > C	A > C, B > C	A > C, B > C
物質科學	A > B, A > C, B > C	A > B, A > C, B > C	A > C, B > C	A > C, B > C
健康科學	A > B, A > C, B > C	A > B, A > C, B > C	A > C, B > C	A > C, B > C
科學內容	A > B, A > C, B > C	A > B, A > C, B > C	A > C, B > C	A > C, B > C
科學本質	A > B, A > C, B > C	A > B, A > C, B > C	A > C, B > C	A > C, B > C
STS	A > B, A > C, B > C	A > B, A > C, B > C	A > C, B > C	A > C, B > C

由 B 與 C 校在三年級文組與一年級文組、以及三年級理組與一年級理組學生間所顯示出的顯著差異，似乎透露出這兩個學校從一年級至三年級間的教學使得學生的學習產生大幅度的成長的效益。

表 13 中所呈現的是有關三所學校學生之 6 項分量表成績，分別在一文、一理，三文與三理等四群學生內的事後比較結果。各分量表在一文及一理學生群內均呈現 A > B, A > C, 與 B > C 的現象。至於三文及三理學生群內，則為 A 校高於 C 校，以及 B 校高於 C 校的結果。

至於地球與太空科學一項的成績在組別與年級、學校與年級兩因素之間有交互作用。再以事後比較分析得知（表 14-1）：三文顯著高於一文，三理顯著高於一理；三理高於三文，一理高於一文。由表 14-2 亦可知三所學校除 A 校外，其他 B 與 C 兩校中的三年級學生的地球與太空科學成績顯著高於一年級的學生。一年級內三校間發現有 A > B、A > C 與 B > C 的情況；至於三年級內之三校間之比較則為 A > B 與 B > C。

表 14-1：不同組別與年級間學生的地球與太空科學分量表成績

	三年級	一年級
文組	9.72 ± 2.24 (N = 232)	9.05 ± 2.07 (N = 204)
理組	10.88 ± 2.11 (N = 207)	9.83 ± 2.25 (N = 252)

表 14-2：不同學校與年級間學生的地球與太空科學分量表成績

	三年級	一年級
A 校	11.18 ± 1.73 (N = 116)	10.81 ± 1.78 (N = 165)
B 校	10.91 ± 1.79 (N = 170)	9.43 ± 2.40 (N = 138)
C 校	8.87 ± 2.39 (N = 153)	8.10 ± 1.45 (N = 153)

七、TBSL 區別效度與效標關聯效度的建立

此外，本研究也計算了 TBSL 問卷與各分量表分數間之相關（表 15）。發現在 TBSL 與各分量表間，以及各分量表彼此間均呈現顯著相關。但兩兩分量表間之相關係數之平方與各該對應的分量表信度之成績相較，後者均大於前者，代表著這些分量表足以做為組成 TBSL 問卷中相互是獨立且平等之分量表的地位（林陳涌, 1996; Fraser, 1978）。就此結果亦顯示本 TBSL 問卷以台灣本地學生為對象，具有良好的區別效度。

表 15：全體各分量表間之相關（N = 895）

	TBSL	科學內容	地球與太空科學	物質科學	生命科學	健康科學	科學本質
科學內容	.990*** p < 0.001						
地球與太空科學	.708*** p < .0001	.723*** p < 0.001					
物質科學	.923*** p < 0.001	.930*** p < 0.001	.589*** p < 0.001				
生命科學	.949*** p < 0.001	.955*** p < 0.001	.626*** p < 0.001	.860*** p < 0.001			
健康科學	.894*** p < 0.001	.907*** p < 0.001	.567*** p < 0.001	.799*** p < 0.001	.806*** p < 0.001		
科學本質	.899*** p < 0.001	.842*** p < 0.001	.599*** p < 0.001	.791*** p < 0.001	.823*** p < 0.001	.734*** p < 0.001	
STS	.930*** p < 0.001	.898*** p < 0.001	.614*** p < 0.001	.838*** p < 0.001	.861*** p < 0.001	.828*** p < 0.001	.795*** p < 0.001

表 16：A 校 67 位受試者 TBSL 及各分量表間與智育及自然科成績之相關

	智育	自然科	TBSL	科學內容	地球與太空科學	物質科學	生命科學	健康科學	科學本質
自然科	.860*** p < 0.001								
TBSL	.446*** p < .0001	.598*** p < .0001							
科學內容	.445*** p < .0001	.602*** p < .0001	.989*** p < .0001						
地球與太空科學	.425*** p < .0001	.578*** p < .0001	.750*** p < .0001	.776*** p < 0.001					
物質科學	.399*** p < .0001	.538*** p < .0001	.893*** p < 0.001	.905*** p < 0.001	.593*** p < 0.001				
生命科學	.360*** p < .0001	.512*** p < .0001	.945*** p < 0.001	.946*** p < 0.001	.703*** p < 0.001	.797*** p < 0.001			
健康科學	.422*** p < .0001	.576*** p < .0001	.897*** p < 0.001	.911*** p < 0.001	.639*** p < 0.001	.792*** p < 0.001	.791*** p < 0.001		
科學本質	.371*** p < .0001	.511*** p < .0001	.893*** p < 0.001	.836*** p < 0.001	.617*** p < 0.001	.738*** p < 0.001	.853*** p < 0.001	.711*** p < 0.001	
STS	.431*** p < .0001	.581*** p < .0001	.925*** p < 0.001	.896*** p < 0.001	.632*** p < 0.001	.840*** p < 0.001	.826*** p < 0.001	.852*** p < 0.001	.787*** p < 0.001

另亦以 A 校兩班學生為對象蒐集其在學之基礎科學成績及智育平均成績，檢視其與 TBSL 及各分量表間之相關，發現亦呈現顯著相關（表 16）。以此，本量表乃建立其效標關聯效度。

伍、結論與建議

本研究所效化之「基本科學素養問卷」，針對中部地區高中學生的樣本而言，其信度與效度考驗的結果都很理想，對於評測學生之基本科學素養程度應屬可信及有效的工具。

全體學生在健康科學、STS 及地球與太空科學三項分量表的成績，普遍較其他項目為佳。比起其他各分量表題目中所測試的概念及原理原則，此三面向中的概念較傾向於一般常識性認知。物質科學及科學本質兩個分量表均居於成績最差的兩項。應是該等分量表之本質及其題目敘述，並非一般學生在日常生活經驗中常可接觸的範圍有關。此一發現值得我國科學教育學者及科學教師思考：如何加強對科學本質及物質科學的教學。

在本研究三所高中的成績比較方面，顯然 A 校一年級的學生在初入高中時有關科學各面向的認知即已達相當的程度。反觀 C 校一年級學生的程度則明顯的低落；但測其三年級學生的表現，則發現不論是文組或理組，C 校三年級的成績都顯著高於一年級，且成績的增長幅度不小。這個現象也透露出三所學校學生背景的差異，A 校在台中區高中聯招中的表現一向極高，進入 A 校的學生至少在全體考生中的前 20%。C 校的新生程度則比中區 50% 的錄取率稍高，接近 40% 的位置。從此，可以理解 C 校一年級學生在 TBSL 及其各分量表中的表現，顯著較另兩所高中為低的原因。但是 C 校三年級的表現比起同校一年級確有大幅的成長，雖然比起另兩校三年級的表現仍屬顯著偏低。由此成長幅度，吾人仍可謂 C 校所營造的學習過程，對其學生科學素養程度提昇的效益。

本問卷英文版之發展者 Laugksch 和 Spargo (1999)曾針對南非的五所大學及兩所技術學院的 6810 位一年級新生施測，結果發現全體學生中有 36%達到其所謂科學素養程度的標準。若是依主修而言，由高至低依序為工程(51%)＞自然科學(45%)＞國貿與管理(32%)＞人文學科(25%)＞其他(13%)；男生的通過率則比女生顯著的高出許多（$p < 0.0001$）；此外在高中時期修習較多科學課程者，其科學素養程度亦較高。本研究三年級學生成績高於一年級，以及理組學生優於文組學生，咸信也是源自修習自然科學課程較多之故。至於在性別差異方面，本研究與南非的結果一致，也顯示出男生高於女生。

至於在通過率上，本研究的三所學校中 A 與 B 校高中生的通過率分別為 85.05% 及 69.8%。這些數值與南非大一學生相比，要高出許多。若以三校整體合計其通過率亦幾達六成，這些數值都反映出我國高中生在基本科學素養上有不錯的水準。

另誠如前文中所述，本問卷之英文版在發展時係針對 AAAS (1989)所建議有關科學素養中，學生足以建構認知層次之理解一例如(1)科學對自然世界的了解；(2)認識自然界的歧異與一致性；(3)了解重要的科學概念與原則；(4)明瞭科學、數學及技學之間相互依存的方式；(5)知道科學、數學及技學是人類活動的一環，對人類有其正面影響，亦有其弱點一等面向發展，故而本問卷適用於對於學生此等面向認知與態度之調查。若與 Durant 等人(1989)所曾針對一般大眾施測之目的相較，Laugksch 和 Spargo (1996)所設計的 TBSL 問卷係更直接的貼近在學學生科學教育成效的評測。至於 Durant 等人的調查則是在審視一般大眾對科

學的基本認知；兩者間在測驗對象上是有所不同的。

然而 AAAS 所強調之(1)具備科學性思考的能力，以及(2)運用科學知識及思考方式於個人或社會的目的等這兩項，事實上也因其所牽涉的因素較前述五項複雜，並非如本問卷所採用之單純紙筆測驗中的「是非題型」所能測得。尤其是問卷之發展者 Laugksch 和 Spargo (1996)原先即考量科學素養所包含之面向及學科領域極廣，故乃採用是非題型供受試者作答。為了兼顧(1)涵蓋足夠的構念組成面向、(2)包含各面向中之重要概念、以及(3)題數適當以顧及受試者之填答意願等，於是本問卷乃未於其中加入思考智能與生活應用類的題目。簡言之，本問卷透過簡單的紙筆測驗，得以涵蓋與科學概念及態度相關之面向。至於屬於思考智能及技能應用等問題，研究者則可由參照其它工具施測。換言之，未來研究可以配合科學態度（鄭湧涇, 1994）、科學學習動機（段曉林、靳知勤和謝祥宏, 2001; Stake & Mares, 2001）、科學應用、科學過程技能（張俊彥和翁玉華, 2000）、創意思考（張俊彥和程上修, 2000）、解決問題能力（張俊彥和翁玉華, 2000）等工具之使用，設計研究來探討提昇科學素養相關的議題。

末了，本研究建議基本科學素養問卷可以提供以下數項用途：

一、單純的做為評測學生在完成中學教育階段後，其科學素養的程度如何？時機可以在高三結束之前，或是進入下一級學習階段之後，甚或可以對不同學科主修的學生，及未繼續升學的人士做較長期的追蹤。

二、本問卷可以辨別不同背景及訓練之學生或人士其科學素養的程度，並輔以其他研究方法，比較不同人士間的差異，併同社會文化取向探討相關影響因素。

三、本問卷可以配合其他的評測工具一同使用，觀察各項變項間之關係，並探索其影響之機制。

四、本問卷可以配合較長期課程的設計，例如通識課程、遠距學習、師範學院自然科學基礎課程等，做為檢視課程效益的工具之一。

致　　謝

本研究蒙國科會經費補助（NSC89-2511-S-029-002），Dr. Laugksch 和 Dr. Spargo 同意作者將原問卷英文版效化成中文版；於執行過程中獲段曉林博士、劉宏文博士、陳志豪先生及劉冠任先生等人之協助；並承審稿委員先進之斧正，惠賜寶貴意見，在此特致衷心之謝忱。

附錄 基本科學素養問卷例題

一、地球與太空科學部份

1. 地球與宇宙的歷史一樣久遠。
2. 銀河系裡只有數千個恆星。
3. 光從距離太陽最近的恆星傳送到地球，僅需幾分鐘的時間。
5. 我們對宇宙的認識，大部份來自於在極短的時間內以及於極小範圍的空間中所做的觀察。
6. 和地球的直徑相較，地球的大氣層顯得厚了許多。
8. 在太陽系中，除地球之外，其它行星表面皆無液態的水分存在。
9. 地軸是傾斜的。這種傾斜現象是導致地球上季節變化的主要原因。
11. 數萬年來，地球的氣候只有些微的改變。
12. 某些物質在對人類產生不利的影響之前，只要很少的量就會改變海洋及大氣的環境。

二、科學本質部分

16. 在某些方面，科學家對其所從事的工作及如何看待這些工作，抱持著相同的信念與態度。
18. 科學家假設，宇宙運行的基本原則是放諸四海皆準的。
23. 提出並檢驗假說（註：暫時性的解釋）的過程，不是科學家主要的工作之一。
25. 科學理論應該要能解釋在發展該理論之初未被採用的證據或資料。
26. 科學証據可能會在詮釋、記錄、報告或選擇資料的過程中遭到扭曲。
29. 進行研究時，科學家不會事先認為他（或她）應該獲得某種特定的結論。
31. 科學資訊的散播對科學的進步而言不是重要的因素。
33. 出錢贊助研究的機構（譬如不同的政府部門）會影響科學的走向(譬如研究的類別)。
35. 科學倫理（譬如道德感）關切科學實驗所將造成的有害影響。

三、生命科學部分

38. 生物學家將生物分為不同的類別。這種分類方式和生物的構造與行為無關。
41. 每一個基因是一段，或是一段以上特別的 DNA 分子。
43. 生物體身上許多基本功能，譬如從養分吸收能量，是在細胞層級中完成的。
46. 大部分的生物體有很多不同的細胞。在這些生物體中，大部分細胞只會發揮和其它細胞一樣的基本功能。
48. 生態系裡生物體互相依賴的現象，往往會導致一個穩定的系統，並且持續一段很長的時間。
52. 地球上只有少數的生命主要是靠轉化陽光的能量來維繫生命。
54. 煤礦和石油早在幾百萬年前便已形成。
58. 父母基因重新的組合或突變，不會在下一代形成新的且可遺傳的特徵。
60. 演化不是像一道階梯般，發生低級的生物全被高級生物所取代的狀況。

四、科學、技學與社會部分

63. 工程技術只為科學提供工具—鮮少為科學研究和理論提供動機與方向。
65. 短期之內，工程技術會比科學研究更直接影響社會與文化。
67. 在工程技術上，一項設計要考慮所有限制（譬如物理定律、經濟和政治因素）。合適的設計能在不同的限制中做最合理的妥協（也就是平衡）。
68. 絕大多數的工程設計都需要接受檢驗。
70. 現代科技系統雖然極為複雜，但新科技設計的所有副作用卻是可以預知的。
72. 不論採取多少預防措施，或投資了多少錢，任何科技系統都有可能失敗。
74. 科技對人類社會的本質影響不大。
76. 一群人的決策所產生的總體影響力，就像政府會對決策產生壓力一般，會影響科技的大規模利用。
77. 大多數有關科技的決策所仰賴的資料不必然很完整。

五、物質科學部分

79. 依溫度和壓力的不同，每一種物質可以以不同的狀態存在 (例如固態、液態或氣態)。
80. 原子與原子間的鍵結是由每一個原子最外層的電子排列方式所決定。
83. 移動往往是因力的不平衡所造成的。
84. 分子裡的原子排列和分子所具能量的多寡無關。
86. 宇宙中的物質—從原子到生物到星球—沒有一樣是安定的，而是不停在活動著。
87. 某一種狀態的能量（譬如熱能）或某一地

的能量減少時，另一個地方或另一種狀態的能量就會等量增加。

89. 宇宙中每一樣物體都會對其它物體產生引力。

六、健康科學部分

93. 儘管體型和膚色互異，人類還是屬於單一物種。
95. 嬰兒的死亡率和如衛生設備（例如：排水系統和污水處理）、衛生環境和醫療設備等因素無關。
96. 科技為人類控制何時生育或生多少孩子提供更多的選擇。
99. 協調就是管理並整合體內複雜的器官系統。在這方面，賀爾蒙扮演非常重要的角色。
100. 初生的動物即使沒有教導，也會出現某種行為模式。
102. 大部分的學習都是將新的訊息連結在舊的訊息上。
104. 人體不需更換構成其體質的要素，仍可發揮正常的功能。
107. 個人的精神健康與其生活中之心理、生物、生理、社會和文化各方面的互動無關。
110. 心理上的沮喪（譬如近親去世）不會影響個人罹患生理疾病的機會。

（科學教育界同好如欲參考及使用本問卷，請逕與本文作者聯繫。聯絡地址為：台中市東海大學 970 號信箱教育研究所；電子郵址為：ccchin@mail.thu.edu.tw）

參考文獻

1. 教育部（2001）：國民中小學九年一貫課程（第一學習階段）暫行綱要。台北市：教育部。
2. 林陳涌（1996）：「了解科學本質量表」之發展與效化。科學教育學刊, **4**(1), 31-58。
3. 段曉林、靳知勤和謝祥宏（2001, 12 月）：科學學習動機問卷的效化研究。發表於中華民國第十七屆科學教育學術研討會。高雄市：國立科學工藝博物館。
4. 張俊彥和翁玉華（2000）：我國高一學生的問題解決能力與其科學過程技能之相關性研究。科學教育學刊, **8**(1), 35-56。
5. 張俊彥和程上修（2000）：在地球科學課融入創造解決及合作學習策略初探研究。科學教育學刊, **8**(3), 251-272。
6. 靳知勤（2002）：「有素養」或「無素養」？—從非科學主修大學生對三項全球性環境問題之敘述表徵解讀。科學教育學刊, **10**(1), 59-86。
7. 鄭湧涇（1995）：國中學生對生物學的態度與相關變相之研究(I)。國家科學委員會專題研究計畫成果報告，計畫編號：NSC82-0111-S-003-044。
8. AAAS (1990). Project 2061. Science for All American. New York: Oxford University Press.
9. AAAS (1995). Benchmark for science literacy on disc. New York: Oxford University Press.
10. Cajas, F. (1999). Public understanding of science: using technology to enhance school science in everyday life. *International Journal of Science Education*, *21*(7), 765-773.
11. Cross, R. T. (1999). The public understanding of science: implication for education. *International Journal of Science Education*, *21*(7), 699-702.
12. Cross, R. T. & Price, R. F. (1999). The responsibility of science and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, *21*(7), 775-785.
13. Durant, J. R. (1993). What is scientific literacy? In J. R. Durant & J. Gregory (Eds.), *Science and*

Culture in Europe (pp.129-137). London: Science Museum .

14. Durant, J. R., Evans, G. A. & Thomas, G. P. (1989). The public understanding of science. *Nature*, *340*(6), 11-14.
15. Fensham, P. & Harlen, W. (1999). School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, *21*(7), 755-763.
16. Fraser, B. J. (1978). Development of a test of science – related attitudes. *Science Edcation*, *62*(4), 509-515.
17. Gettys, N. S. (2000). Public understanding of chemistry, ACS national meeting. *Journal of Chemical Education*, *77*(6), 688-690.
18. Jenkins, E. W. (1994). Public understanding of science and science education for action. *Journal of curriculum studies*, *26*(6), 601-611.
19. Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, *21*(7), 703-710.
20. Kolstone, S. D. (2000). Consensus projects: teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education, 22*(6), 645-664.
21. Laugksch, R. C. & Spargo, P. E. (1996). Construction of a paper-and-pencil test of basic scientific literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. *Public Understanding of Science*, *5*, 331-359.
22. Laugksch, R. C. & Spargo, P. E. (1999). Scientific literacy of selected South African matriculants entering tertiary education: A baseline survey. *South African Journal of Science*, *95*(10), 427-432.
23. Lijnse, P. L., Eijkelhof, H. M. C., Klaassen, C. W. J. M. & Scholte, R. L. J. (1990). Pupils' and mass-media ideas about radioactivity. *International Journal of Science Education*, *12*(1), 67-78.
24. Lucas, A. M. (1987). Public understanding of biology. *Journal of Biological Education*, *21*(1), 41-45.
25. Lucas, A. M. (1987). Public knowledge of radiation. *Biologist*, *34*(3), 125-129.
26. Lucas, A. M. (1988). Public understanding of elementary physics. *Physics Education, 23*, 11-17.
27. Lucas, A. M. (1991). 'Info-tainment' and informal sources for learning science. *International Journal of Science Education*, *13*(5), 495-504.
28. Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, *112*(2), 29-48.
29. National Research Council (1995). *National Science Education Standards*. Alexandria, Virginia: National Academic Press.
30. Patronis, T. & Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for action. *International Journal of Science Education*, *21*(7), 745-754.
31. Price, R. F. & Cross, R.T. (1995). Conceptions of science and technology clarified: improving the teaching of science. *International Journal of Science Education*, *17*(3), 285-293.
32. Priest, S. H. (1995). Information equity, public understanding of science, and the biotechnology debate. *Journal of Communication*, *45*(1), 39-53.
33. Rix, C. & MaSorley, F. (1999). An investigation into the role that school-based interactive science centers play in the education of primary-aged children. *International Journal of Science*

Education, *21*(6), 577-593.

34. Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.

35. Stake, J. E. & Mares, K. R. (2001). Science enrichment programs for gifted high school girls and boys: Predictors of program impact on science confidence and motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, *38*(10), 1065-1088.

The Validation of the Test of Basic Scientific Literacy for the Use in Taiwan

Chi-Chin Chin
Graduate Institute of Education and Center of Teacher Education,
Tunghai University

Abstract

Valid measures of scientific literacy are necessary if we are to meet the goal of science for all as suggested by Project 2061. Therefore, this study reports on the development and validation of a Chinese version of The Test of Basic Scientific Literacy, TBSL, (English version) developed by Laugksch & Spargo (1996). The TBSL contains three sub-tests: content, nature of science, and science, technology and society (STS). The content sub-test consists of earth science and astronomy, life science, physical science, and health science items. In order to validate the Chinese version the instrument was administered to students from three high schools in one district in Taiwan. The results show that the Chinese version of the TBSL was reliable with a Cronbach alpha of 0.97 for the entire test and 0.96 for the content sub-test, 0.86 for the nature of science sub-test and 0.88 for the STS sub-test. Furthermore science majors scored higher than non-science majors, grade 12 students performed better than tenth graders and students from higher-achieving schools scored better than those from lower-achieving schools. Moreover, the Chinese version maintained the construct validity, face validity, and criterion-related validity of the original test. High school students in this study performed better in health science, STS, and earth science and astronomy. However, the scores from the nature of science and physical science were relatively lower.

Keywords: Scientific Literacy, Science / Technology / Society, Nature of Science, Test of Basic Scientific Literacy (TBSL), High School Students.