

評介美國評量新標準：科學實作部分

邱美虹

國立臺灣師範大學 科學教育研究所

摘要

本文旨在介紹由美國「匹茲堡大學學習研究發展中心」與「教育及經濟國家中心」根據美國國家科學教育標準以及美國科學促進會 Project 2061 中的科學素養的里程碑所發展出來的「新標準」(New Standards)之實作標準(Performance Standards)。文中將討論新標準的來源、設立的目標及內容，以供國內未來規劃科學實作評量之參考。

關鍵詞：新標準、實作標準

一、前言

近年來國內外對教育改革的推動皆不遺餘力，以美國為例，有 1989 年美國科學促進會(AAAS)所研發的 Project 2061，提出「全民的科學」(Science for All Americans, SFAA)，並於 1993 年出版科學素養的里程碑(Benchmarks)一書規範科學課程內容所應包含的主題；1993 年美國科學教師學會(National Science Teachers Association, NSTA)提出高中階段之科學課程架構名為 Scope, Sequence, and Coordination (SS&C)。1996 年由美國研究委員會(National Research Council, NRC)進一步規劃出所謂美國國家科學教育標準(National Science Education Standards, NSES)以推動「提昇全民科學素養」的教育改革工作。由於前述機構所制定的學習內容有賴一個有系統的評量方式來加以評定學生的學習成效，有鑑於此，美國「匹茲堡大學學習研究發展中心」(Learning Research and Development Center, LRDC, University of Pittsburgh)與「國家教育及經濟中心」(National Center on Education and the Economy, NCEE)便共同開發英文、數學、科學、應用學習(Applied learning)等四個領域中所應學到的知識及技能的評量標準，以供課程研發者、教師及學者參考。以下先就相關課程計劃略做說明，爾後再就評量標準中科學實作部份加以評析。

二、科學學習實作評量與相關的科學課程研究的關係

新標準的設立與目前由不同團體已發展的科學課程計劃關係密切，如前述自 1989 年 AAAS 提出「全民的科學」後，於 1993 又提出 Benchmarks，界定了 K-12 學生應學習的內

容與應培養的科學素養；1993 年也有由 NSTA 提出高中生物、化學、地球與太空科學、物理所應教授的內容；進而在 1996 年由 NRC 提出 NSES，其中訂定有六大領域的標準：科學教學標準、科學教師專業發展標準、科學教育評量標準、科學內容標準、科學教育計劃標準、科學教育制度標準。這些由不同團體所研發的課程內容涵蓋面不一（見表一），也各有特色，其中以 NSES 所涉及的面向最廣，從教學、內容、評量，以至於師資培育及制度的配合，是一個較為完整的研究計畫，也充分顯示出要達成科學教育改革的目的，必須有全方位的考量與配合，方得以落實其理念。

表一 各計劃所涵蓋的科學內容與相關素養

年代	計劃名稱	執行單位	學科類別	其他內容
1989 1993	Project 2061 SFAA Benchmarks	AAAS	物質的環境、生活的環境、設計的世界、數學的世界	科學本質、數學本質、技學本質、人類的組織、人類的社群、歷史的面相、共同的主題、心智活動方式
1993	SS&C	NSTA	物理、化學、生物、地球科學及太空科學	科學問題、個人關懷、全球科學考量、統整
1996	NSES	NRC	物質科學、生命科學、地球與太空科學、科學與技學	科學的統整概念與過程 科學是探索的活動 個人與社會觀點的科學 科學史與科學本質
1997, 1998	Performance Standards	LRDC & NCEE	英文藝術、數學、科學、應用學習四部分，其中科學概念分為：理化、生命科學、地球與太空科學	科學連接與應用、科學思維、科學工具及技術、科學的溝通及科學的探究

實作標準雖參考各課程發展的內容，但其中與 NSES 關係最為密切。根據國家教育目標委員會(National Education Goals Panel)的一份報告「Promise to Keep: Creating High Standard for American Students」(1993, 引自 University of California, 1998)指出，NSES 中所謂「內容標準」(Content Standards)為「學生應該知道些什麼及能夠做些什麼？」的標準，它說明了學習的目標內容，有關此部份的介紹，魏明通(1997)曾為文評介之，值得讀者參閱。而「實作標準」是指「要做得多好才能叫做好？」的標準。因此前者將學科所應教授的內容先界定清楚，以供課程專家開發適當的教材及活動，而後者則是根據「內容標準」加以規劃各學習階段其實作的部分應有的表現程度。所以新標準的建立就是在回答上述的問題。

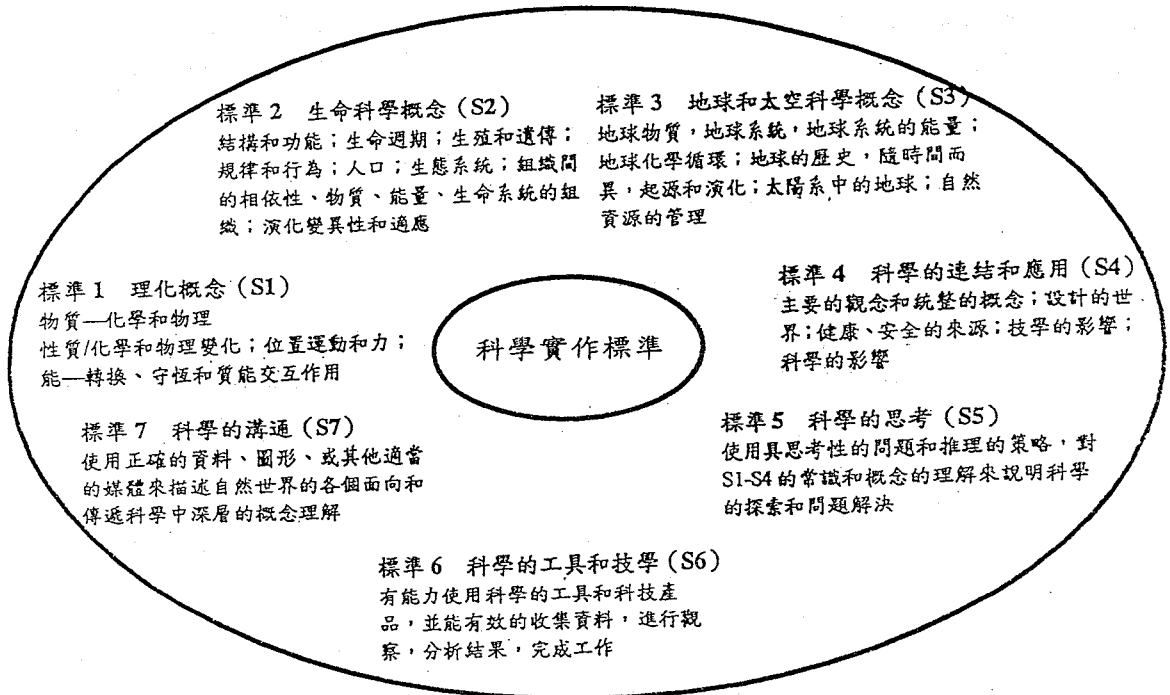
其中，NSES 與新標準中實作標準直接相關的部份是內容標準（計有七項：理化概念、生命科學概念、地球和太空科學概念、科學的連結和應用、科學的思考、科學的工具和教學、科學的溝通），其中有關實作描述(descriptions)包含三項：理化概念、生命科學概念、地球與太空科學概念，幾乎全盤來自 NSES，除此之外，新標準與 NSES 還有以下三點的關連性(NCEE & University of Pittsburgh, 1998)：

- 1.新標準的其他實作描述也取材自 NSES，如「科學的連結與應用」內的「個人健康」、「主要的想法與統整的概念」、「科學是人類的冒險事業」皆分別取自 NSES 中「個人與社會展望下的科學」、「統整的概念與科學的進展」、「科學史與科學本質」。
- 2.NSES 對於科學教育中的評量有極為詳盡的描述，包括評量資料的使用、收集方法和使用者。而新標準只是 NSES 所提的評量應用中的一小部份，例如在 NSES 所提的評量資料收集法中，不僅包括了紙筆測驗、成就測驗、檔案系統等新標準使用的模式外，也包括了晤談、教室觀察計畫、轉錄分析、教育資料、專家審議等。
- 3.NSES 曾定義科學的學習是一種主動的過程，以此定義觀察新標準的實作描述，可以發現新標準不僅可作為評量之用，同時也可做為課程計畫之參考。例如新標準為檢驗中學生是否理解理化科學概念，其中一活動範例的設計是「製造一個老祖父時代的鐘，並解釋其如何的運作。」這雖是一項評量的計畫，但學生在解決此一問題時，也將學到不少與擺錘相關的科學概念，故亦可做為課程計畫之用。

有關實作評量與 NSES 之關係，參見圖一(University of California, 1998)。

概念的理解：理化、生物、地球和太空、科學的應用

- 利用科學事實和概念來解釋 (S1、S2、S3、S5)
- 根據觀察、解釋、和科學事實進行預測 (S1、S2、S3、S5)
- 以多重方式解釋概念、連結概念以及概念間的關係 (S1、S2、S3、S4)



科學的思考
設計和獲得

- 確認問題 (包括偏差與不正確的來源)
(S1、S2、S3、S4、S5、S6)
- 發問和形成新問題 (S1、S2、S3、S5)
- 計畫研究和觀察 (S1、S2、S3、S5、S6)
- 評估、選擇、和使用適當的工具 (S1、S2、
S3、S6)
- 收集和呈現資料 (S1、S2、S3、S6、S7)
- 對新資訊和證據能採取適當的反應 (S1、
S2、S3、S5)

科學的思考
證據和分析

- 分析資訊和資料的合理性 (S1、S2、S3、S5)
- 批判或分析他人的工作 (S1、S2、S3、S7)
- 從證據中進行辯證 (S1、S2、S3、S7)
- 建構或評估取代性的解釋 (S1、S2、S3、S5)
- 綜合多種資料、證據或資訊以評估議題或解決
問題 (S1、S2、S3、S5)
- 確認趨勢和類型 (S1、S2、S3、S5)

圖一 NSES 中內容標準與科學學習成就評量的關係

(University of California, 1998; 同意中譯)

三、評量新標準的沿革與內容

如前所述，新標準是由美國「匹茲堡大學的學習研究發展中心」(LRDC)、「國家教育及經濟中心」(NCEE)與各州、各學區所共同合作的一個評量系統，由 LRDC 的主任 Dr. Lauren Resnick 和 NCEE 的主席 Dr. Marc Tucker 所共同策畫的。新標準的評量系統是用來測量中小學生在不同階段中的實作成就是否能符合邁向國際水準所訂立的國家標準。在此新標準中，實作標準是建立在由相關專業團體所發展出來且已達成共識的內容標準上。

這個評量系統包含了三個向度：(1)實作標準 (performance standards) (詳見邱美虹和湯偉君，投稿中)；(2) 參照性測驗 (reference examination，又名 on-demand examination)；(3)學習歷程檔案系統 (portfolio system)。以下分就各項加以說明。

(一)實作標準：

這是由專業組織團體所發展出來的標準，其中包含了兩個部份：(1)實作的描述 (performance descriptions) 和(2)學生的工作成品及評論 (work sample and commentaries)。每一部份的目的分別如下：

A.實作表現的描述：此部份用以描述出

(a)學生應該知道些什麼？

(b)不同階段 (指小學、中學、和高中) 的學生應用什麼樣的方式表現出其在科學領域中所學到的知識及技能。

B.學生的實作範例及有關此範例的評論：此部份用以呈現一些學生實作的範例，用來描繪出學習成就所應該達到的程度。而每一範例並附有教師的評論，以描述在這範例中所反映出的學習表現。這部份的設計主要是使標準更加明確，以供教師及相關人員參考。

(二)參照性測驗：

主要是用在一標準狀況及有限的時間下，評量學生實作的各個向度。目前已有英文、數學和科學的參照性評量。以數學為例，參照測驗可以是 5 到 15 分鐘的小測驗及 45 分鐘的較長、較多的問題。以科學為例，參照性的測驗配合較複雜或長時期的工作來進行 (如和完成計畫案設計科學觀察活動)。新標準的參照性測驗(1998)是在系統性的參考新標準實作評量中的七項內涵：理化概念、生命科學概念、地球和太空科學概念、科學的連結與應用、科學性的思考、科學的工具和技學、以及科學的溝通而建立的。這部份測驗的設計有以下五點：1.評量重要概念，2.著重應用性的內容和探索的過程，3.具有良好的技術層面，4.植基於目前科學教育傑出的研究及評量成果，5.符合學校實務上的限制。

有關 A（實作描述）的詳細內容較為龐大，將另外撰文討論，而有關學生的工作成品及評論於後文討論之。

（三）學習歷程檔案系統：

此部分可補參照性測驗之不足。此部分對於範圍較大、耗時較長的活動，可藉由長時間的觀察和記錄學生的學習，作為學習標準是否達成的另一證據。學習歷程檔案系統包括對學生、教師及行政人員的指導語，以及一些對學生期許的具體範例，同時，也提供了教師準備檔案時可能需要的一些參考。1995-96 年期間，在美國已有約 3000 名教師和 60,000 名學生參與此系統的測試，以促使其未來能在學校系統中更容易被接受及使用。

四、新標準的精神

近幾年來，美國有一些研究報告及課程安排都建立在 NSES 的「內容標準」之上，如前所述，新標準中的實作標準就是基於國家專業組織發展出來的內容標準而訂的，因此新標準中所指的實作標準可謂是「標準的標準」，因此，新標準的設定便需有所判準，以辨明學習成就之品質。以下針對新標準的八項特點，加以說明(NCEE & University of Pittsburgh, 1998)。

（一）標準的內容應建立在對所有學生的高標準要求上：

制訂新標準的委員會決定廢止針對程度較差學生訂立的低標準，主要的目的是希望能幫助所有學生都能達到高成就的表現。為了達成這個目標，不但要關心「以何種方式執行此標準」，也要關心標準本身的內涵。而在實作標準中，學生學習的工作成品要轉化成其所代表的學習意義較為困難，因此，新標準提供了一些學生作品的範例和評論，以說明「標準」的意義所在，使得「標準」更為明確，且有助於教師、學生、家長瞭解何種作品才稱得上達到標準以及達到學習目標的策略。

（二）標準應是嚴格且符合世界級的水準：

此標準是爲了使學生的成就能與世界各國名列前茅的國家齊名而設計的。在新標準的發展中，委員會曾先比較國內及其他國家的教科書、評量、測驗及學生的成品，再於開發過程中將草案向各國研究人員（包括歐亞澳共 19 個國家）諮詢，進而於各種競賽中審查這些標準是否足以達到世界水準。除此之外，諮詢草案也經由國際比較研究的專家所認可，肯定其展現學生作品的具體化的作法。

（三）必須是有用的，它的發展必須滿足每個國民、就業、及終生學習所需：

教育的核心訓練必須提供國民所需、就業所需及終生學習所需的一個堅強的學習基礎。尤其「應用學習」此學科領域訓練學生應用所學去分析問題，提出解決方案、有效的與人

溝通和協調工作，並能懂得應用資訊時代的工具，進而成為社會富生產力人員（productive members）。新標準期望學生所有的技能都能與真實世界相互為用，同時也應培養學生尊重工作的觀念。

(四)標準必須是簡明扼要，以呈現在該領域中最重要的知識與技巧：

新標準關心的不僅是這些標準是否代表了最重要的知識和技能，也關心這些要點是否具體明確。舉例來說，在數學及科學的概念標準方面，新標準明確的訂出每一個階段所應瞭解的概念，此取向除可作為組織知識和技能外，也可作為評量和課程設計的參考。

(五)標準應能在一限定的時間內完成：

本標準最大的特性是，學科領域有高度的交互作用，使學生在進行一學科領域所要求的工作時，也同時完成了其他學科領域在相同主題範圍中的要求，因此有事半功倍的加成效果。

(六)標準應該是可調適的，並具有彈性空間：

標準應具有彈性，並能隨著不同社區、地區、個人興趣、文化傳統背景的不同而做適當的調整。除此之外，標準中也容許有所謂「取代性」的作法，但所採取的取代性標準必須與原有標準所期望的品質和數量相匹配。

(七)標準應該要足夠清楚且可資利用：

標準的明確度有助於家長、教師和學生瞭解標準的意義及它們需要達到的目標。事實上這在發展過程中是一項主要的挑戰，因為標準不但要讓學生知道如何達成目標，還要讓教師知道如何去幫助學生達到該目標，所以標準必須以不同的方式呈現。雖然此套新標準主要是為教師而寫，它包括一些關於主題的專業術語，和教育專家所用來描述學生作品品質的用語，較屬於技術性的文件，但由於其中包含有供學生使用的檔案教材，可引導學生收集相關的資料置入個人的檔案夾中，因此也可供學生參考。

(八)標準能反映廣泛的共識：

顧名思義，所謂「標準」就應具有相當的公信力，因此一個標準的建立有其必要經由教育學者及公眾不斷地批評、回饋及修正的反覆過程中而產生。對新標準而言，最早的草案是由新標準所提名的審議者以及新標準諮詢委員會和其他的教育學者歷經 18 個月才完成。其過程中，根據各學科領域所提出的評論和回饋進行修正。其中約有 1500 位來自各領域的專家學者、有經驗的教師、工商團體及其他社會組織受邀來審議 1995 年發表的諮詢草案(Consultation Draft)。同時，研發機構也主辦一些面對面的座談會以及調查使用過該標準的人員所提出的意見，並參酌各學區家長、社區住戶、教師們的看法，以使此標準能更具

可行性及適切性。

綜上所述，新標準的建立主要是提供國民所需、就業所需及終生學習所需的學習基礎，它的特色不在於抽象空洞的描述，而是具體明確可供教師教學評量、家長參酌以瞭解學習的重點，同時也應有助於學生認識學習表現的目標。

五、學生實作範例及相關評論

以下將以國小及國中兩階段學生在「浮力」活動的表現來描述評量標準之內容及適當的評論（NCEE & University of Pittsburgh, 1998；已徵得同意使用與中譯）。

(一) 國小部分

1. 活動的內容：

此活動要求學生完成一個有關「浮力」的實驗，在這個活動中，學生必須調整一物體的重量和（或）體積，使該物體呈「半浮半沈」（flink）的狀態。為完成此活動，學生必須組合沈體與浮體以產生正確的密度。

2. 進行活動的情境

學生實作的範例可在以下（打※記號）的情況下完成：

單獨一人行動	※	群體行動
在教室進行	※	做為家庭作業
需教師給予回饋		同儕給以回饋
計時		有修正的機會

學生作品成果的標示及內容、教師的評論、以及作品所展現的學習 NSES 成就的關係，請參考表二及附件一。

表二 國小學生作品成果的標示、教師的評論、以及作品所涉及的内容標準
(已徵得同意使用與中譯)

標示	學生作品的部份內容	教師的評論	涉及的内容標準
A	(見附件一，學生的繪圖中顯示他們會藉著可觀察的特性去排序物體，並呈現他們的發現。)	學生可區分出常見的浮體或沈體，並記錄其發現。	S1a 理化科學概念：學生所呈現的證據是用以說明其對物質性質（如物體在形狀、大小、重量和顏色的相似或相異處）的瞭解。
B		利用嘗試錯誤法（trial and error）來找出半沈半浮的組合體，同時繪圖表示其結果。	
C	使物質半浮半沈質量與體積必須等於 1。為達如此的關係，所以使用嚐試錯誤的方法來做。	「要讓一個東西半浮半沈，必須質量與體積等於 1」，這句話可為國小程度學生所接受。但在中學，我們會期望他們用比例的概念，如「要讓一個東西半浮半沈，必須讓質量與體積的比例等於 1」。不過中學程度最適當的反應應該是能明確的認識水的密度等於 1。	
D	但是令我們困惑的是若有些物質會吸收水，那重量就會增加。	「加一些質量改變物體的浮力」的敘述能看出學生對密度概念的瞭解。	
E	所以，我們最後做了一個有創意的設計，就是要使其半沈半浮必須有一些物質是會沈的，有一些是會浮的東西的組合才可以。	以可觀察物體為參照標準作為結論。	

(二)國中部分

1.活動內容（發現密度）

在一個討論密度概念的課堂中，學生要在實驗室完成一份調查工作，同時寫下以下的內容：1.討論密度的定義 2.清楚標示出此研究之目的 3.提出四個假設 4.列出所有材料 5.清楚的組織和標示數據 6.討論觀察到的任何模式 7.清楚的解釋出實驗的步驟 8.摘要出結果 9.為未來的研究提出建議

2.進行活動的情境

學生實作的範例可在以下（打※記號）的情況下完成：

- | | |
|-----------|-----------|
| ※ 單獨一人行動 | ※ 群體行動 |
| ※ 在教室進行 | 做為家庭作業 |
| ※ 需教師給予回饋 | ※ 需同儕給以回饋 |
| 計時 | ※ 有修正的機會 |

3. 學生作品成果的標示及內容、教師的評論、以及作品所展現的學習 NSES 成就的關係（見表三）。

表三 國中學生作品成果的標示、教師的評論、以及作品所涉及的内容標準

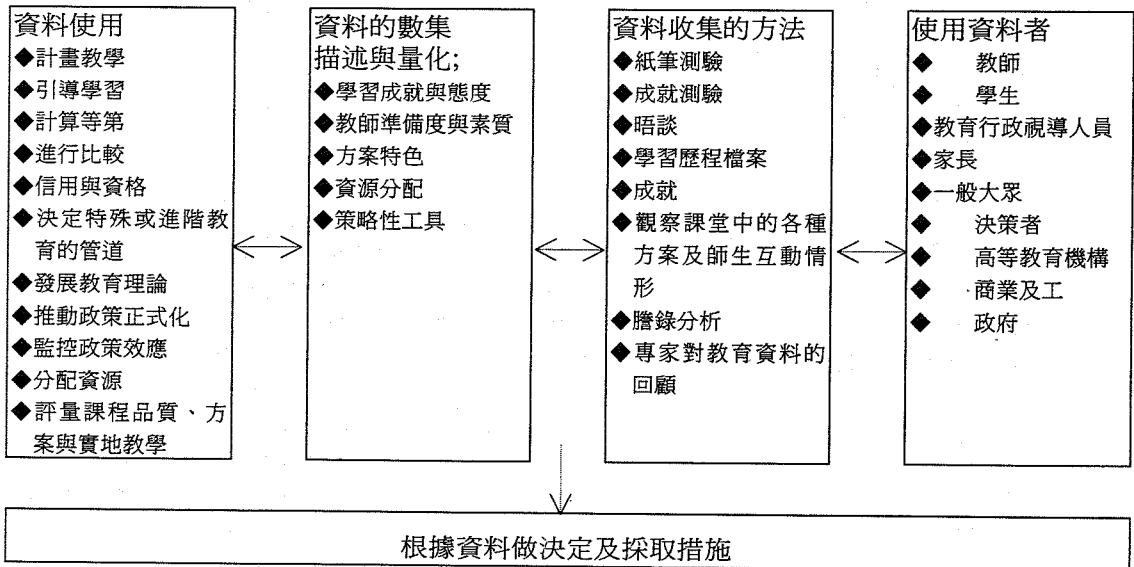
（已徵得同意使用與中譯）

標示	學生作品的部份內容	教師的評論	涉及的内容標準
E	這次的實驗使我很容易就瞭解質量、體積、密度的關係。在完成這實驗後很容易得到以下的結論：若體積一定，當質量增加，密度亦會增加；若質量一定，當體積增加，則密度會減少。物體會浮是因為它們的密度小於它們所在的環境中，....有了這些新的知識與理解，我約略可以知道這個世界是如何運作的。而且我也知道未來若要進行類似的工作時，可以如何找到物體的密度....。	此結論將密度的概念及為何本實驗中的物體能浮出或沈入水中，加以整合。顯示出學生能夠利用對密度的概念理解來預測物體會浮或會沈。	S5b 科學思考：該生運用前面所提的4個科學標準（S1-S4）的概念去解釋各種的觀察與現象。
F	水的密度大小約為 1.0g/ml，你可在第八桌看到我的數據。根據這些我們所測試物體沈浮的數據可以決定物體密度小於 1.0g/ml 即為浮體，而大於 1.0g/ml 的為沈體。	學生提供「若物體的密度小於 1.0g/m,則該物體會浮在水面」做為他們理解浮力概念的證明。	S4a 科學的連結與應用：學生提出證據說明其對主要和統整概念的理解，如次序、改變與恆定、及因果關係。
G	有些事情會影響我的數據，會使數據呈現一些錯誤訊息，如水留在物體上就會增加額外的重量、或誤讀體積量，或量度不正確等。	在此活動中學生利用可靠的來源資料，如實驗的資料，且以自己的方式來表達。 學生指出一些計算錯誤的可能來源。	S5c 科學思考：學生利用不同來源的證據以發展他對現象的描述、解釋和模型。 S5e 科學思考：學生評估正確性、設計和調查的結果。
J	（學生製作表格）	學生用表格方式呈現數據，同時以文字方式分析數據。	S7a 科學溝通：學生以多種方式（如數字、圖表、繪圖、技術性寫作）來重現數據和結果。

由上述國小與國中兩個階段學生作品的呈現，教師詳論以及作品中所應用的概念可以說明學生實作表現的品質與所規劃的學習內容之關係，並進而可具體說明學生學習成品的特色與應改進的方向。

六、評量實施的過程

有關評量的相關步驟可參考美國國家科學教育標準所規劃之步驟進行(NRC, 1996)。基本上，評量必須是有計劃、有系統、有判準的一個過程，以循序漸進的方式進行。評量的過程是科學教育系統用來作為與所有關心科學教育的人士溝通的管道，例如教師、學生與家長、督學與學校首長、高層教育體系與各級學校等，以提昇教育的水準與訂定施政的方針。唯有當科學教育者改變他們所認為的「優良的科學教育觀」，評量專家才得以隨之改變其所評量的學習成就內容。如教師透過多元方式來收集學生的學習表現，並利用學生的學習表現進行規劃和修正教學活動，進而改變教育體系中科學教育上所使用到的經費。基本上評量的過程應包含四個成分（NRC, 1996），如圖二所示。



圖二 評量過程的主要成份

上述評量步驟的四個主成分說明，評量資料的使用、策畫收集、方法、與如何被使用，傳統上教師或評量者大都著重於資料的收集，對於資料使用的認知較少且較狹隘，以至於降低評量的價值與意義。因此，教師或評量者有必要對評量的意義重新有所認識及定位，

使評量能「同時」對教學與學習有所裨益。

七、結語與建議

評量的目的不僅是在瞭解學生的學習成就，同時也是在評量課室教學的成效，因此評量必須以不同的形式不斷的以動態方式進行，如此方有助於改進教學，並協助學生進行有意義的學習。但長久以來評量的方式以傳統標準化命題為主，而其中測驗內容多為反應低層次的概念知識（如重覆背誦、辨認概念等）為主，對於有關高層次的知識和技能（如推理、解釋、連結、應用、創造等）的評量，則付之一闕。除此之外，對於實作的標準為何也不明確，以至於無法有效的評估學生學習成果是否符合各個階段的要求，以及學生應表現到何種程度才稱之為好的表現。新標準的設計包含學生接受不同形式的評量(如紙筆測驗、學習歷程檔案)、以多元方式展現學習能力與成果（可呼應 Howard Gardner 的多元智力的開發），而教師所給予的評量也不再僅是一個冷冰冰的數字，而是有思考、有情感的評論，對學生在智能與情意的啟發上都有正面的意義，值得我們參考。

過去各國對科學課程的規劃大都以科學應教授的內容為主，僅有少數計劃探討其他議題，如 NSES 提及教師專業成長以及科學教育系統標準的指標。而 LRDC 與 NCEE 進一步發展實作標準，使科學教育工作更易落實。反觀國內近年來的課程改革仍著重於內容的規劃與時數的分配，對全面性的配套措施無法提出具體的計劃與願景，不禁讓人憂心科學教育工作何去何從。因此，美國新標準中的實作標準的評量理念與作法，以及科學教育標準所關懷的面相都是我們可以借鏡且劍及履及的。

以下針對評量提出幾點建議：

- 1.有鑑於新標準對實作評量可提供家長、教師、學生、學校具體的參考指標，作者認為國內應積極為學習成果建立指標，以為未來瞭解國人科學素養之培養與教育體系之成效做一明確評鑑之參考。一旦國內建立自己評量的標準後，未來在各種評量測驗的開發上才有所依循，而非單以不斷建立題庫為目標，而誤導了學習與教學的目標。我們應有體認建立上游工作的內涵為要，中下游工作才得以推展。
- 2.未來參與評量工具開發的人員（如教師、研究人員等），應接受「評量標準工具的理念與應用」之研習與訓練，以確切掌握評量的判準「真實」的評量出學生的學習成果。單靠學科專業知識或教學經驗是無法滿足評量的要求，因此，如何結合學科專家、科學教育專家、測驗與評量專家、科學教師進行評量工具的開發，則有賴具遠見、有智慧的人士加以整合。
- 3.多元化的評量方式逐漸取代單一、傳統紙筆測驗的方式，教育工作人員、研究人員、教師、家長應重視學生學習成果的品質與多樣化，以啟發學生智能、提升學生科學素養為要。

八、致謝

感謝國科會經費補助(NSC 84-2513-S-003-004 及 1998 年出國進修)，本文部份資料於訪問期間由新標準數學與科學實作評量部份兩位計劃主持人 Dr. L. Resnick, Dr. Elizabeth Stage 提供，並於 1999 年 12 月赴台擔任國科會科教處主辦國立臺灣師範大學科學教育研究所協辦之研討會主講人，使作者受益良多。同時感謝她們及 NCEE New Standards 同意作者使用及中譯部分內容，特此致謝。

九、參考文獻

- 1.邱美虹和湯偉君（投稿中）。評介美國新標準(New Standards)：科學實作標準之內涵與範例，科學教育月刊。
- 2.魏明通(1997)。評介美國國家科學教育標準，科學教育月刊，196 期，23-32 頁。
- 3.AAAS (1993). *Benchmarks for Science Literacy, Project 2061*. Oxford University Press, New York.
- 4.National Center on Education and the Economy and the University of Pittsburgh (1997, 1998). *New Standards: Performance Standards: Volume 1 Elementary School*. National Center on Education and the Economy and the University of Pittsburgh.
- 5.National Center on Education and the Economy and the University of Pittsburgh (1997, 1998). *New Standards: Performance Standards: Volume 2 Middle School*. National Center on Education and the Economy and the University of Pittsburgh.
- 6.National Center on Education and the Economy and the University of Pittsburgh (1997, 1998). *New Standards: Performance Standards: Volume 3 High School*. National Center on Education and the Economy and the University of Pittsburgh.
- 7.National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press, Washington, DC.
- 9.The National Science Teachers Association (1993). *Scope, Sequence, and Coordination of Secondary School Science, Volume 1: The Content Core (A guide for curriculum designers)*. NSTA: Washington, DC.
- 9.University of California (1998). *New Standards Science Reference Exam Release Package*. University of California, Office of the President.

An introduction and comment on New Standards for Science

Abstract

The purpose of this paper was to introduce and comment on *Performance Standards* developed by Learning Research and Development Center (LRDC) of University of Pittsburgh and National Center on Education and the Economy (NCEE) in partnership with states and urban school districts. The Performance Standards were designed to evaluate how good it is good for students' performance. Several issues, like origin, goals, and contents were discussed in the paper. Implications for science education were also discussed.

Keywords: New Standards, Performance Standards, learning achievement.

附件一 國小學生作品

