
科學教學與學習評量標準芻議

周惠民¹³、林陳涌^{23*}、任宗浩³、李哲迪²³

¹ 國立中央研究院 民族學研究所

² 國立臺灣師範大學 生命科學系

³ 國立臺灣師範大學 科學教育中心

壹、前言

根據教育部與國科會於 91 年所制訂之科學教育白皮書，為提升科學教師的素質及教學效能，以有效達成科學教育目標，國立台灣師範大學科學教育中心遂於 95 年教育部中小學科學教育專案計畫中完成「科學教學與學習評量標準」草案之擬定。本文之目的即在說明該草案擬定之過程、內容與後續之發展方向，亟盼各界給予批評與指正。

一、背景

於此 21 世紀的知識經濟時代，資訊科技的發達促進了社會與文化的嬗變，科技在國家發展上扮演的角色更形吃重。為因應這樣的變化，學校教育應該與時俱進，建構適當的科學學習情境，幫助學生了解、適應並主導未來科技社會的發展。此外，在全球化的趨勢中，如何在保護環境生態、確保經濟發展、提昇個人與社會福祉的前提下，營造一個富有科學素養的進步社會，追求國家科技永續發展，將是當前學校教育的重要課題。

有鑑於此，教育部與國科會於 91 年 12 月 20 日、21 日召開「第一次全國科學教育會議」，會中凝聚各方共識制訂我國第一部「科學教育白皮書」。白皮書中勾勒了我國科學教育的願景、目標與策略。為落實科學教育之推動，從而提升全民科學素養，書中強調「教學」與「評量」為科學教育的關鍵內涵，並建議教育當局擬具相關標準，作為達成科學教育目標之憑據。

科學教育白皮書第二章「科學教育的推展」第一項是「學校中的科學教育之課程、教學與評量」。在「科學教學與評量方面」，白皮書指出：

教學評量是進行教學時，企望達成教學目標所要做的事。

有效的「教學評量」能克服「分流甄選評量」的操控，將「評量」用於診斷及協助學生克服學習障礙。此外，設計多樣管道的分流教育系統，使不同性向及才能的人得以在合適於他的環境下，接受不同的教育。在目前教育機會充沛的情況下，「分流」應是幫助學生瞭解自己的性向和才能，找到合適於自己的學習環境。應將分流甄試評量技術能改進到評量所有的教學目標。

* 為本文通訊作者

進而，白皮書提出四點具體的推展策略，其中第一點就是「訂定各級學校科學教學與評量標準」。

此「標準」豎立了科學教育過程中的教學與評量的理想典型，可用以「對科學教育的施行進行整體的評估」，相關學術研究與評鑑資料可作為長程目標中「修訂政策與擬定執行方案的基礎」。此「標準」亦可作為未來訂定師資培育課程與師資培育政策、以及建立師資評鑑系統時之參考依據。據此，此草案之擬定實乃我國科學教育之評鑑朝向針對教學過程、師資培育過程與教師品質等面向進行有系統的評鑑的初步努力。

二、定義

茲就「教學」、「評量」與「標準」之意義及範疇分述如下。

「教學」成效的優劣良窳，教師扮演十分重要的角色。過去的科學師資養成，忽略科學教學的目標與本質，缺乏學科專業與教學專業上的有效聯結，導致科學教師在進入教學現場後，無法發揮其專業能力來幫助學生學習，久而久之，教師便失去了發展課程及專業成長的熱忱及能力。本「標準」所指涉之「教學」，涵蓋中小學之科學教學，培養學生重要之能力指標包含探索、觀察、提問、假設、驗證、記錄、表達、交流與反思。

「評量」的目的有二：一是幫助學生了解自己的學習狀況，並適當地調整自我學習的進度；二是幫助教師了解自己教學的成效並診斷及協助學生克服學習上的困

難。適當的科學學習評量是提升科學教學與學習成效的重要工具，因此，評量標準的設置確有其必要性。

所謂「標準」即在提供準則，供教師、學生、家長、學校機構、社會大眾及政策制訂者了解與參考。其主要的目的在提升科學教師的素質及教學效能，進而提高學生科學學習的素養、能力以及興趣。在內容方面，本「標準」包含兩個部分：「科學教學標準」和「科學學習評量標準」。「科學教學標準」規定一個科學教師在接受專業的師資培育後，應該具備的教學能力與態度；「科學學習評量標準」則提供一套準則作為設計科學學習評量的依據。

貳、標準之發展

本「標準」在擬定過程中，其發展階段如次：

1. 整理綜合國內外科學教育相關文獻：蒐集、摘譯及整理各國(台灣、美國、日本、英國、蘇格蘭、加拿大)之科學教育相關文獻及研究。
2. 收集國內外的國小、國中和高中科學教學與學習評量標準。
3. 舉辦專家學者座談會，制訂科學教學與學習評量標準，形成「標準」之待定稿。分別於 95 年 1 月 20 日及 95 年 4 月 24 日召開兩次座談會。
4. 製作「科學教學與學習評量標準學者專家問卷」。
5. 寄發問卷，邀請學者及科學教師對「標準」之待定稿提供修訂意見。

6. 綜合與彙整各界意見，提出草案。

在研究中參與之專家學者共 20 名，名單見表 1。

參、科學教學標準

科學教學標準之體系分為兩個階層：面向及指標；共有 5 個面向、23 個指標。

教學標準之第一個階層分別針對教學目標、師生關係、教學模式、教學評量與專業發展五個面向加以規範。各面向進一步各由數個指標來加以描述，藉以更為具體地說明各個面向的意義，如表 2。此節將分別對各面向及指標進一步加以說明。

表 1：科學教學與學習評量標準制訂委員名單

姓 名	單位與職稱
周 倩	國立交通大學教育研究所所長
林陳涌	國立台灣師範大學科學教育中心主任
林煥祥	國立花蓮教育大學校長
邱貴發	國立台灣師範大學資訊教育學系教授
邱鴻麟	國立高雄師範大學科學教育中心主任
段曉林	國立彰化師範大學科學教育研究所所長
洪萬生	國立台灣師範大學數學系教授
張文華	國立台灣師範大學生命科學系副教授
張惠博	國立彰化師範大學校長
郭重吉	國立台東大學校長
陳文典	國立台灣師範大學物理學系教授
陳忠志	私立輔英科技大學科學教育中心教授
黃台珠	國立高雄師範大學科學教育研究所教授
楊文金	國立台灣師範大學科學教育研究所所長
褚德三	國立交通大學電子物理學系教授
蔡今中	國立交通大學教育研究所教授
鄭湧涇	國立台灣師範大學生命科學系教授
盧台華	國立台灣師範大學特殊教育學系教授
蕭錫錡	正修科大企管系教授

表 2：教學標準之面向與指標對照表

面 向	指 標
面向 1： 發展適當的科學 教學目標及學習 計畫	1-1. 教師能夠了解國家科學教育與課程目標。 1-2. 教師能夠了解地方政府及學校所規劃之科學教育與教學目標。 1-3. 教師能夠了解學生的發展及家長的期望規劃適當的學習目標。 1-4. 教師能夠依據國家課程綱要審慎規劃學期與學年的科學教學目標與學習計畫。
面向 2： 充分了解學生，並 建立良好的師生 關係	2-1. 教師能夠主動發掘學生的特質與個別差異。 2-2. 教師能夠尊重並欣賞學生的個別差異。 2-3. 教師能夠建立良好的師生關係。 2-4. 教師能夠營造積極互動的學習情境。
面向 3： 發展多元的教學 模式	3-1. 教師能夠了解各種不同教學模式的理念與適用情境。 3-2. 教師能夠適切地運用多元教學模式來達成教學目標及計畫。 3-3. 教師能夠運用多元教學模式以符合學生生理、心理的學習發展與需求。 3-4. 教師能夠運用多元的教學模式來拓展學生的學習能力。 3-5. 教師能夠依據不同的教學內容及模式來發展適當的教學材料。
面向 4： 發展適當的教學 評量	4-1. 教師能夠了解各種評量方法的理念與適用情境。 4-2. 教師能夠依據教學目標發展適當的評量方法。 4-3. 教師能夠分析教學評量的結果，並回饋學生的學習。 4-4. 教師能夠依據教學評量的結果來反省及改進自己的教學。 4-5. 教師能夠運用多元化的評量來適應不同的學生。
面向 5： 積極投入教學專 業發展與終身學 習	5-1. 教師能夠了解專業發展與終身學習的意義及目的。 5-2. 教師能夠根據不同教學階段進行專業發展與生涯規劃。 5-3. 教師能夠發展行動研究的能力。 5-4. 教師能夠發展不同領域的素養。 5-5. 教師能夠主動參與科學教育專業社群。

一、概述

「教學」是一項複雜的概念與活動，包含了「教」與「學」兩個成分與其相互作用，是師生在課室中交互影響的動態過程，而教學成效的良窳，教師扮演非常重要的角色。科學教學是一項專業，它需要長期的教育理論與實務上的養成，而專業品質的好壞，有賴教師對教學的認識及在專業上的發揮，建立一套適當的標準和規範，有助於實施有效的教學。建立科學教學標準可提供中小學科學教師教學上的準據，以提升教師在科學教學上的效能，並達成科學教育的目標。

一個具有效能的科學教學應具備下列幾項特性：

- 1、經過審慎規劃教學目標及學習計畫，並符合各個層級的科學教育目標。
- 2、以學生為學習主體，與學生建立良好的師生關係。
- 3、發展不同的教學策略，並符合學生多元學習的型態。
- 4、配合適當的教學評量，修正及改善本身的教學。
- 5、了解不同教學生涯階段的特性及需求，並主動追求專業發展與終身學習。

二、各面向之內涵

科學教學標準分為五個面向，各面向之內涵說明如下：

(一) 發展適當的科學教學目標及學習計畫

教學目標是教師教學的重要指引，科學教師需要有能力訂定以及發展妥適的教學目標，作為發展與設計教學的依據。在

充分了解各層級的科學教育目標的前提下，教師才能適當地規劃本身的教學計畫及學生的學習計畫。在訂定科學教學目標時，教師必須依據國家課程方針與綱要、地方政府的教育規劃、學校文化、家長期望、學生程度來發展一個適當的教學目標，並依目標規劃學期及年度的學習計畫。

1、教師能夠了解國家科學教育與課程目標。

國家科學教育與課程目標的制定，是為了正確導引我國科學教育發展方向，而唯有確立科學教育的發展方向，才能有效提升學生科學學習的成效。教師在設計科學教學與課程活動前，應充分了解國家科學教育與課程目標，依據目標發展科學教學，才不會與國家既定的科學教育方針相違背，影響科學教育整體的發展。

2、教師能夠了解地方政府及學校所規劃之科學教育與教學目標。

我國除了制定國家層級的科學教育目標外，地方教育當局及學校也應具體規劃具有地方特色之科學教育與教學目標，因為各地方的人文及地理環境不同，為了使學生能夠更了解與適應生活周遭的環境，教師必須清楚地方政府及學校所規劃之科學教育目標。科學學習課程的設計結合地方社區的人文及地理特色，一方面確保教學內容符合國家科學教育發展方針，另一方面又能夠強化學生對社區文化的了解與認同。

3、教師能夠了解學生的發展及家長的期望規劃適當的學習目標。

爲了提升科學教學的成效，教師應爲學生規劃明確及可行的學習目標，讓學生了解自己所學的方向和內容。學生在不同的身心發展階段，有不同的身心特質及學習特性，這些都是影響學生學習成效的重要因素，在建立學生的學習目標時，教師必須了解學生的身心發展，安排適當的學習活動及內涵。此外，教育是公共政策事務的一環，爲了讓家長充分了解及投入子女的教育活動，教師除了應扮演積極的溝通橋樑角色，在規劃學生的學習目標及活動時必須考慮家長期望。

- 4、教師能夠依據國家課程綱要審慎規劃學期與學年的科學教學目標與學習計畫。課程爲學校教育的主要內容，爲反應社會對學校教育改革的期盼，故須不斷檢討改進，方能創造更優質的學校文化與教育成果。我國訂有九年一貫學習領域課程綱要，其主要理念包含配合學生身心能力發展歷程；尊重個性發展，激發個人潛能；涵泳民主素養，尊重多元文化價值；培養科學知能，適應現代生活需要。教師應依據現行課程綱要的理念與內涵規劃適當的科學教學目標及學生學習計畫，以期達到國家教育發展的目標。

(二) 充分了解學生，並建立良好的師生關係

學生是科學學習的主體，教師必需了解個別學生間的差異，來調整本身的教學。個別差異包括學生的家庭背景、文化、能力、學習式態等，在尊重多元的前提下，

建立良好的師生關係；建立良好的師生關係，才是有效學習的基礎。此外，學生的個別差異是教學的重要資源，教師必須了解、尊重並欣賞學生的個別差異，來設計適當的教學以引起學生學習的動機，形塑一個正向積極的學習情境，提升學生科學學習的成效。

- 1、教師能夠主動發掘學生的特質與個別差異
 每一位學生都是獨特的個體，他們來自不同的家庭背景，受不同文化所涵養，在學習能力和認知方式上也會有差異，這些差異不應成爲教師教學的負擔，反而應是豐富教師教學的資源，教師必須加以了解、尊重和欣賞。對學生間差異的敏感度是一位優秀教師應具備的，教師可以主動地運用觀察、晤談和作業報告等方式來蒐集相關資料，並加以分析，以期瞭解學生的文化背景、興趣、能力及學習特性，做爲教學活動及內容設計規劃的參考。
- 2、教師能夠尊重並欣賞學生的個別差異。
 學習是多元的，學生的差異性使每個學生對知識意義的建構有不同的方式，學生感受和理解獨特性也意味著不同的學生學習同一內容時，實際具備的認知基礎和能力是有差異的，因此不同的學生對同樣學習任務的學習速度和所需要的協助不同。在課室中，教師是學生的重要他人，教師對學生的期望和態度會相當程度地影響學生的學習，若教師能夠充分尊重並且欣賞學生的個別差異，鼓勵學生適度的表現與表達自

己,必定能夠提升學生在科學探究學習上的興趣。

3、教師能夠建立良好的師生關係。

班級是由教師與學生組成的,其主要的活動乃是教學,而教學活動即是一種師生互動行為的具體表現,師生間的互動關係是影響教學成效的重要因素之一。師生關係是一種雙向互動的歷程,教師必須依據學生的特質扮演亦師亦友的角色,善用與學生相處的時間,熟悉學生的次級文化,縮短師生間的距離,以尊重和接納的態度,主動積極的關懷,增進師生間和諧的氣氛,才能充分發揮教師的教學專業,提升教學成效。

4、教師能夠營造積極互動的學習情境。

班級經營一直是教師所關切的議題,如何營造一個良好互動及融洽的課室學習情境,是所有教師努力追求的目標。熟悉與善用溝通技巧是教師的重要本職學能之一,也是有效教學的必備條件。教師能夠建立一個積極互動的學習情境,但前提是教師能夠尊重學生的意見,師生的互動是以學生的感覺為基礎,在許可的範圍下,給學生更多可以自我選擇與發揮的空間,鼓勵學生學習參與,共同營造一個符合學生需求的學習環境。

(三) 發展多元的教學模式

學生的能力和學習是多元的,為了幫助學生學習,教師必須能夠運用多元的教學模式來進行科學教學,以符合學生學習

上的需求。適合學生多元學習型態的教學,才是有效的科學教學。不同的教材內容須有不同的教學方法,屬元的教學方法能夠符合不同學生的學習需求,教師須針對學生個別差異來發展多元而適性的學習材料。一方面,讓每個學生都能找到適合的學習方式;另一方面,開拓學生比較不擅長的能力,來激發每一位學生的學習潛能。此外,學生學習的教材攸關學習成效的好壞,因此,教師必須慎選及發展適當的科學學習材料來輔助教學。

1、教師能夠了解各種不同教學模式的理念與適用情境。

教學模式的開發及應用是一位科學教師應有的基本職能,各種不同的教學模式是為因應教學材料的內容特性、學習情境脈絡及學生學習型態,使科學教學的效果能夠充分發揮,因此教師必須充分了解不同教學模式的理念、方法、作用與限制。此外,教師也應該讓學生了解為什麼某個教學內容和學習情境裡,教師會運用特定的教學模式和策略,讓教師的教學有脈絡可尋,學生的學習才會事半功倍。

2、教師能夠適切地運用多元教學模式來達成教學目標及計畫。

教師的教學設計必須以達成教學目標為依歸,所有的教學活動應是具有學習意義且是目標導向的,因此教師必須能夠善用各種不同教學模式引發學生的探究與學習,鼓勵學生主動發掘問題、分析問題,並有系統地找出解決問題的

方法，才能夠培養學生科學學習的自信。

3、教師能夠運用多元教學模式以符合學生生理、心理的學習發展與需求。

許多的教學相關研究顯示，愈能符合學生生理與心理發展的教學模式與策略，愈能有效提升學生學習的效果。學生在每個身心發展階段都有不同的學習特性及需求，教師應了解相關的學習發展理論，結合多元的教學模式，引發學生主動學習與探究。例如，近年來被熱烈討論的多元智力理論，強調學生的多元潛能，教師在教學上不應只偏重智育的培養，而應多元均衡的幫助學生發展他們的潛能。

4、教師能夠運用多元的教學模式來拓展學生的學習能力。

每一位學生都有不同的學習潛能，不同的教學模式可以激發學生的學習興趣及潛力，例如有些學生偏好視覺與聽覺的學習方式，教師可以多利用影音的學習材料來提升學生的學習興趣及成效。此外，教師的教學不應受限於課室內的學習活動，造成學生學習的限制，科學的探索教學應鼓勵學生在課室外尋找可供學習的素材，引發學生主動學習的動機，及培養學生解決問題的能力。

5、教師能夠依據不同的教學內容及模式來發展適當的教學材料。

不同的教學模式應搭配不同的教學素材，教師必須能夠依照不同的教學模式來設計適當的教學材料，教學材料也必

須能夠符合教學內容及模式的需要。教師應靈活且適當地應用其設計的教學材料，豐富學生的科學學習經驗，在教學的過程中，不時檢視教學材料是否符合教學內容的設計及學生學習的需要。此外，教師也應重視教師間的專業交流，主動就優良的教材與同儕進行對話及意見交換，提升學校整體的科學教學效能。

(四) 發展適當的教學評量

教學評量應是教學的一部分，它也是檢測教學效能與學習效果的重要依據，教師必須慎選與設計適當的教學評量工具。適當的設計與運用教學評量，才能提升科學教學的效能。評量的範圍應包含科學學習的知識、理解、技能與態度，並且能夠正確地反應出學生在這些面向上的表現。

1、教師能夠了解各種評量方法的理念與適用情境。

不同的評量方法有其基本的理念及適用情境，教師必須熟悉並善用各種評量來了解學生的能力及理解程度。評量的種類繁多，若從評量的目的和功能來看，例如實作評量（performance assessment）最適用於專題研究，教師在不同的學習階段，以多元的方法和工具來評量、記錄學生各種能力的表現、學習過程的變化和發展，以及情意態度等。這種評量模式提供學生展示各種能力和成果的機會，教師能夠運用評量搜集得來的資料及結果來作客觀的判斷，並改善教學。

2、教師能夠依據教學目標發展適當的評量方法。

教學評量的實施，可針對不同的學習內容，採取不同的方式，但無論使用什麼方法，都必須根據教學目標而進行。評量的本質是目標與結果的比較，目標與結果是否有落差需視評量的結果而定，換句話說，教師能夠依據評量的結果來判斷預期的教學目標是否達成，哪些部分還需要加強及調整。教師應能夠依據具體的行為目標，來設計適當的評量工具和方式，以及檢視學生在各方面的學習成效。

3、教師能夠分析教學評量的結果，並回饋學生的學習。

教學評量所提供的回饋訊息，能夠協助教師明瞭學生的學習型態及學習困難所在，進而採取適當的補救措施。為使學生能夠主動投入科學探索學習活動，教師應適時地給予學生適當的評量和學習診斷，客觀而系統地分析評量資料，並將評量結果回饋給學生，讓學生了解自己的學習狀況，學生也可藉此自我評估，以調整學習方法或改進學習缺失。

4、教師能夠依據教學評量的結果來反省及改進自己的教學。

教學評量主要的目的之一是幫助教師了解學生學習了什麼，和由此做有意義的教學決定，以改進教學成效。教師應能夠依據教學評量的資料來了解自己的教學，檢視教學是否達到預設的教學

目標。教師可以利用教學評量的回饋訊息，隨時調整教學的步調，以決定是否實施複習、更換教材、改變作業量、修改教材教法等，以求適切可行。

5、教師能夠運用多元化的評量來適應不同的學生。

教學的歷程中應採用不同的評量方法，才能達到評量的目的。但是，一般教師都過份重視教學的總結性評量，以一次紙筆測驗代替有所的評量，忽略了教學中的形成性評量。因此，教師必須能夠在教學過程中，妥善運用各種教學評量，評量時考量各種相關的整體情境，從各種可行的途徑，蒐集全面性、多元化的資料，再從各個角度和不同觀點加以比較分析與綜合研判，進行整合性的詮釋，獲致充分的了解。

(五) 積極投入教學專業發展與終身學習

教師必須體認教學生涯是一個不斷學習與成長的歷程，在教與學的過程中，教師能夠了解自我的教學能力，以及不同教學階段的特性及社會心理上的需求。教師主動學習及追求專業發展，才能提高科學教學的效能。此外，教師也是社會的一份子，需要適應社會的變化與發展，與同儕正面而積極地互動，服務他人，並主動參與科學教育專業社群活動。

1、教師能夠了解專業發展與終身學習的意義及目的。

教師在教學的場域中，肩負傳道、授業、解惑的責任，持續進修學習不僅攸關教師的素質提升，也是教師教育專業

發展的體現，以及教師權利與義務的實踐。因為近年來教育改革的聲浪高漲，社會大眾對教育品質與績效有高度的期許，教師的素質成為重要的討論議題，教師專業發展就成為教師素質提升的重要媒介。教師專業發展與終身學習的管道非常多，藉由交流、研討、考察、觀摩及學習的機會進行教學專業對話，能夠讓教師更了解本身在教學上的表現，提升教師對專業發展與終身學習的認知與實踐。

2、教師能夠根據不同教學階段進行專業發展與生涯規劃。

教師在不同的教學生涯階段所面臨的問題及需求不同，例如許多研究結果顯示：剛進入教學職場的教師所要增強的能力，比較偏重於班級經營與學生輔導層面；對於資深教師而言，教育科技、創新教學知能，可能才是進修課程規劃的重點所在。教師在為自己規劃專業發展時，應充分了解本身所在的教學生涯階段的特性，以及教學上實際所面臨的問題，在參與進修學習，針對這些特性及需求進行規劃。

3、教師能夠發展行動研究的能力。

對教師而言，行動研究的意義是在課室中發現問題並解決問題的過程與記錄，目的在作為改善教學及提升學習成效的依據，而不僅是在進行學術研究。因此，行動研究的主題與方向是和教師的教學有直接的關聯，而且是具體可行的方案，能夠實際解決教師所面臨的問

題。行動研究的能力是教師的基本素養，教師在面臨困境時，應進一步去思索，發現問題的癥結，摒持研究的精神，有系統地解析及解決問題，最終目的在於提升教師的教學品質，讓教學與學生實質受益。

4、教師能夠發展不同領域的素養。

科技資訊發達的時代，社會瞬息萬變，對人才的需求也有很大的變化。身為教師，應體認社會變遷對教育所帶來的影響，因為教育的內涵是社會的產物，教師的教學知識和能力應與時俱進，來迎合教育的興革。因此，教師必須在不同的領域上學習，培養知識整合及應用的能力，作為學生學習的典範。尤其在科學領域的學習上，更應加強人文素養的培育，教師如果能夠以身作則，必定能夠幫助學生在科學知識上不斷增長，並且生活處事中充滿人文關懷的情操。

5、教師能夠主動參與科學教育專業社群。

科學教育專業社群的建立，對於學校科學教育及教師教學專業的發展有積極正面的效果，它可以成為一個科學知識及教學的分享平台，促進社群成員在專業上的思考及成長。因此，教師必需要有開放的胸襟，彼此在教育專業上交流互動，教師除了吸取他人的知識外，也能夠貢獻自己的專業。為凝聚教師在學習社群中的力量，學校應努力提升教師對學校的認同及對教學專業的投入，鼓勵教師主動投入校內及校際的科學學習社群。

肆、科學學習評量標準

學習評量標準之體系分為兩個階層：面向及指標；共有 6 個面向、21 個指標。

學習評量標準之第一個階層分別針對評量與課程目標的關係、評量與學生的關係、評量與教學的關係、評量作為測量

工具、評量作為表達方式、評量作為社會資源等六個面向來豎立理想。各面向進一步各由數個指標來加以描述，藉以更為具體地說明各個面向的意義，如表 3 所示。本節將針對各面向及指標進一步加以說明，藉以澄清其意義。

表 3：學習評量標準之面向與指標對照表

面向	指標
面向 1： 符合科學教育 目標	1-1. 評量的設計必須依據科學教育的目標。 1-2. 評量的設計必須考量地方政府機關的教育規劃。 1-3. 評量必須依其目的而謹慎規劃。 1-4. 評量必須有適當的理論基礎作為規劃的依據。
面向 2： 符合學生的心理 與學習發展	2-1. 評量應符合學生的心理與學習的發展機制。 2-2. 評量的設計應考慮學生學習型態的個別差異。 2-3. 評量設計者應了解評量對學生學習的意義和影響。 2-4. 評量的結果應能診斷學生的學習困難及問題。
面向 3： 與教學相輔相成	3-1. 評量應是教學一部分，並與教學充分結合。 3-2. 評量的結果能夠回饋教師，用以改進教學。 3-3. 評量的結果能夠回饋學生，用以改進學習。
面向 4： 具有良好的信度 與效度	4-1. 評量能夠檢測學生的科學知識、思考能力與問題解決能力。 4-2. 評量工具應具有良好的信度。 4-3. 評量工具應具有良好的效度。
面向 5： 符合多元統整與 人性化	5-1. 評量必須符合學生的生活經驗。 5-2. 評量應注重整體知識的理解與統整應用。 5-3. 評量的內容與方式應多元化。 5-4. 評量的結果應參照多元資料來源，並人性化地解釋結果。
面向 6： 符合機會均等與 公平性	6-1. 評量的設計必須考量學生的個人背景。 6-2. 評量的實施必須符合教育機會均等的原則。 6-3. 評量必須符合公平性。

一、概述

評量是運用科學的方法與技術，蒐集學生學習狀況的資料，再根據教學目標，就蒐集的資料加以分析及診斷的過程。在教學的歷程中，評量是不可或缺的一部分，教學的效能、學習的成效及課程設計的好壞，均能利用適當的評量來加以檢測與評析。科學學習評量的目的即在提供一個準據，幫助教師了解並改善自己的教學，以及協助學生清楚自己的學習狀況。

教師在設計以及實施科學學習評量應把握下列幾項原則：

- 1、評量應該謹慎規劃，它有助於教育目標與教學目標之達成，並提供教學有效的檢測與回饋。
- 2、符合學生心理與學習發展，並能檢測每個學習階段學生的學習狀況。
- 3、注重整體的理解與應用，並與教學相輔相成。
- 4、符合客觀的標準，並具有良好的信效度；師生必需充分地溝通及參與。
- 5、評量的方式與內容多元化，並人性化地解釋評量結果。

二、各面向之內涵

科學教學標準分為六個面向，各面向之內涵說明如下：

(一) 符合科學教育目標

科學教育目標是指引科學教學與評量的重要依據，學習評量的設計原則必須符合各級科學教育目標。規劃謹慎及符合國家科學教育目標的評量工具，才能充分發揮學習評量的功能。此外，學習評量的

目標必須具體可行，在設計學習評量時，切合相關的理論基礎，讓評量的結果有意義。

1、評量的設計必須依據科學教育的目標。

每一個科學教學活動，都必然有科學教育目標做為引導教學的主軸，而教育目標又可概分為情意、認知、技能三方面。因此，在設計科學學習評量時，教師應熟悉科學教育目標，並將情意、認知及技能三個層面納入考慮，例如學生應表現出什麼樣的態度、學生應學習哪些科學知識、理解的程度如何，以及學生在科學探究學習時應展現哪些問題解決的能力等。

2、評量的設計必須考量地方政府機關的教育規劃。

多元文化是我國社會中逐漸發展的一個趨勢，也是教育改革的一項重要議題，因此我們也鼓勵地方教育當局，依據地方社區的文化的特性來規劃具有地域人文地理特色的教育內涵，體現多元文化教育的形貌。教師的角色除了知識的傳授外，也應幫助學生了解他所生活的社區，因此教師在設計教學活動及學習評量時，應諮詢及考量地方政府所做的教育規劃，設計評量的內容時，必須考慮地方及社區的文化特性。

3、評量必須依其目的而謹慎規劃。

學習評量的目的牽涉到學生與教師，一方面希望透過評量來了解學生學習的狀況，另一方面是用來檢視教師教學的成效。許多教師並未了解評量的目的，

為評量而評量，只以紙筆測驗做為評量的方式，內容也未謹慎規劃，不僅曲解了學習本質，也壓抑學生學習的動機及興趣。因此，教師在規劃設計學習評量時，應把學生的學習及教師的教學考慮進去，學習評量的目標確立之後再實施適當的評量。

4、評量必須有適當的理論基礎作為規劃的依據。

對許多教師而言，評量測驗工具的編製與應用是教學過程中最感到困擾的一環，在設計學習評量時，往往只是蒐集或借用坊間的相關資訊加以拼湊，缺乏一個評量工具該有的信度與效度。一個適當的學習評量應有學術理論作為設計的依據，從理論基礎來發展評量的內容及方式，因此教師應理解當代各種評量的理論基礎及其適用，以適當的理論作為評量設計的基礎。

(二) 符合學生的心理與學習發展

學生是課室中的學習主體，因此，學習評量的設計應考量學生的學習特性。學生隨年齡的增長，除了生理上的變化，心理也有不同階段的發展。學生生理與心理的發展變化是影響其學習的重要因素，在設計學習評量時，必須考慮學生的學習發展及個別差異。依據學生心理與學習發展而設計的科學評量，才能充分地了解學生的學習狀況。

1、評量應符合學生的心理與學習的發展機制。

教師的教學必須考慮學生的心理發

展，依據學習發展的需求來設計教學，才能達到學習的成效和目的；同樣的，學習評量的設計也應考量學生的心理與學習的發展機制，在內容與形式上都應符合學生的理解範圍。因此，教師在規劃學習評量時，必須充分了解學生所處的心理與學習發展階段，以及這個階段學生的學習特性及需求，才能發揮學習評量的功效。

2、評量的設計應考慮學生學習型態的個別差異。

學生基於伴隨年齡而來的認知能力及既有經驗的差異，對於知識的理解會呈現不同的發展現象。學生的社經背景與文化差異，會造成先備經驗與科學語言的熟悉程度不同，教師應視學生的屬性，調整教學活動與材料及教學情境的安排。因此，評量的設計必須考慮學生的個別差異及學習型態，依據學生內在的認知特徵及學習特性來規劃適當的學習評量，才能促進學生的適性發展。

3、評量設計者應了解評量對學生學習的意義和影響。

學習評量的結果對學生而言，具有不同的意義和影響，如果教師誤用了學習評量的資料或主觀片面地解釋評量結果，容易導致負面的影響。因此，教師應了解學習評量在教學中所扮演的角色與功能，評量的設計需將所有學生納入考量，因為科學教育的目的是讓所有學生都能積極參與，激盪各種想法，激發創造力，強化合理判斷的思維與理性溝通的能力。

4、評量的結果應能診斷學生的學習困難及問題。

學習評量的主要功能在診斷學習困難、提供回饋訊息給學生，不應只用來評斷學生的學業成就的高低，甚至是責罰學生的依據。評量結果的誤用和濫用可能導致學生對學習的排斥，將學習視為畏途，這並非學習評量的目的。一個好的學習評量應能確實地診斷出學生的學習困難所在，據以改善學生的學習，增加學生學習的自信心。

(三) 與教學相輔相成

科學教學的目標在提高學生科學知識的理解與應用能力，而不是灌輸學生片段和解離的知識，科學學習評量必須依據教材與教法的特性來設計，不應與教材教法脫節。評量的結果能夠回饋教師的教學與學生的學習，才是適當的學習評量。

1、評量應是教學一部分，並與教學充分結合
評量必須與教學目標一致，評量與教學相互回饋及互補，避免教學內容簡單，評量考試偏難。評量規劃的考量應從教學的角度出發，以教學內容為學習評量基礎。評量最終的目的是在達成教學目標，改善教學和學習成效，它是教學中的重要歷程，其功能不但在評核學生的學習成果，也在檢視教師的教學成效，與教學相輔相成，以作為改進教師教學和學生學習的參考依據。

2、評量的結果能夠回饋教師，用以改進教學。

評量是教學活動反省的機制，它具體地

溝通教學重點和教師對學生學習的期望，並以所蒐集的資訊回饋後續的教學計畫。好的學習評量應充分反映學生重要能力發展的全貌，協助教師掌握教學的內容及脈絡，藉此提升教學成效。因此，教師應能夠依據學習評量的結果，發現本身教學上的盲點，深刻的反省及重複檢視，據以改善自己的教學，提升教學成效。

3、評量的結果能夠回饋學生，用以改進學習。

學習評量要有計畫性，逐步設定教學預期達到的目標，檢核評量的內容是充分反應教學的目標，並將評量結果適當地回饋給學生，鼓勵學生規劃自己的學習進程，而非與他人作比較。在學習評量的過程中，學生的角色不再是被動的，而是主動的參與者，學生能在評量過程中不斷地思考與反省，教師的角色則在幫助學生為自己的學習負責，鼓勵自我評量，讓學生本身可以了解自己的學習成效，並適時調整學習的方法和策略。

(四) 具有良好的信度與效度

科學教育的目的在提升學生的科學知識、思考能力與問題解決能力，學習評量即在檢測學生在這些面向裡的表現，評量的設計必須以這些面向做為基礎。客觀與具有良好信效度的評量，才能達到科學評量的目的。

1、評量能夠檢測學生的科學知識、思考能力與問題解決能力。

知識、理解和應用是科學學習的三個重要層面，科學教學必須兼顧這三個層面的學習，而不僅是知識的吸收而已。同樣地，評量的內容也應涵蓋這個三層面，充分了解學生在科學知識、理解和應用上的能力表現。不同層次的能力，需用不同的評量方式，尤其是問題解決的能力，較無法用紙筆測驗的方式加以檢測，教師必須運用多元評量來蒐集學生的學習資料，才能較全面地了解學生的學習狀況。

2、評量工具應具有良好的信度。

一個好的評量工具必具有良好的信度，信度是指評量測驗分數的穩定及可靠性，亦即學生在學習評量上的表現反應其真實能力的程度。教師使用具有良好信度的評量工具，才能確實地了解學生的學習特質及發現學生學習的問題所在。所有的評量均會有某些誤差，影響的因素很多，包含評量的情境和學生的個別因素等，所以應改進評量的品質，提高評量的信度，評量的結果較為可靠。

3、評量工具應具有良好的效度。

效度是一個學習評量優劣的重要指標，好的評量所提供的訊息必須有效，而有效的程度與有效化歷程就是效度議題，亦是評量最重要的特質之一。教師若希望準確地了解學生學習的成效，所設計的學習評量必須具備良好的效度，才能精確地測量教師所欲了解的學生能力。除了評量工具本身，效度概

念也應注重測驗結果的詮釋，著重結果詮釋是否恰合理及有用，這意味著評量的有效不單指測驗本身的功能，也在於教師對評量結果的詮釋。

(五) 符合多元統整與人性化

學生的能力和背景是多元化的，不論在內容和方式上，學習評量的設計都必須具有多元的特性，並注重科學知識整體的理解與應用。多元統整的評量方式才能確實而充分地檢測出學生的科學能力。此外，科學學習注重科學知識在日常生活中的應用，評量的內容必須能夠符合學生的生活經驗，讓學生從生活中體驗科學。評量的結果解釋應符合人性化的要求，並參照多種不同的評量資料。

1、評量必須符合學生的生活經驗。

科學教育的目的之一是幫助學生「有意義的學習」。所謂「有意義的學習」，係指學生所學的內容與方式力求與其日常生活情境切近且密切結合，為了檢驗學生是否達到有意義的學習，教師須有能力實施「真實評量」(authentic assessment)。此種評量特別注重在真實的或模擬的情境中進行考查，強調評量的內容與方式應配合學生實際的生活經驗，使其覺得自然親切，而不致格格不入，且能充分反映其真實的行為改變或成長，對學生學習的狀況獲致全面而深入的了解。

2、評量應注重整體知識的理解與統整應用。

評量應避免片段知識的考核，在評量規

劃時，教師必須清楚學習活動的目的在促進學生哪些科學概念的理解，並在學習評量中加以設計呈現。此外，科學學習重視知識在生活中的應用，教師應能提供給學生廣泛且有深度的學習，讓學生在生活中有機會統整不同學科或領域的知識，並解決生活中實際的問題。因此，學習評量的設計必須符合這樣的需求，亦即評量能夠確實地評核學生統整應用科學知識概念的能力。

3、評量的內容與方式應多元化。

傳統的評量方式多注重紙筆測驗，且評分排序均以紙筆測驗之結果作為唯一的根據，無法充分掌握學生的學習成效。教師透過多元的評量方式，可避免學生以背誦的方式死記學習內容，更可以較活潑的方式刺激學生的學習興趣。多元化的評量是以師生共同參與的課程與教學活動為對象，形式和內容包括紙筆測驗、學習單、口語評量、檔案評量、分組報告、實作評量等不同的型態，以配合教材的性質與內容，讓學生有發掘自己專長及特質的機會。

4、評量的結果應參照多元資料來源，並人性化地解釋結果。

科學學習強調科學概念、科學方法和科學態度之教學，故教師在設計學習評量時，必須兼顧這三方面的評量，不可有所偏廢。學習評量所蒐集的資料愈齊全，其結果愈客觀正確，愈能符合學習評量的本質與目的。對於評量的結果，教師應能夠謹慎並且人性化的解釋及

分析，而不只是數字的呈現，讓學生及家長充分了解評量結果所代表的意義，避免教師、學生及家長一味地追求表面的學習果效，而忽略了學習的本質。

(六) 符合機會均等與公平性

評量的誤用會減少弱勢族群學生的學習機會，造成不公。提供均等的教育機會，是科學教育的宗旨，務必讓所有學生在科學學習上，能夠得到充分學習的機會，並開展其潛能。因此，在設計科學學習評量工具時，必須考慮它是否兼顧了教育的機會均等與公平性。

1、評量的設計必須考量學生的個人背景。

學生來自不同的文化背景和社會階層，不同的學習特性導致不同的學習效果，教師在設計學習評量時，應充分考量學生的個人背景，依照學生背景來規劃適當的學習評量，規劃多元化的評量方式及內容，才能確實地了解學生的學習狀況，並對弱勢族群學生提供適當補救教學的機會。

2、評量的實施必須符合教育機會均等的原則。

教育機會均等是現代教育的核心價值，在消極面應避免學生學習的過程受到不平等的待遇，在積極面應讓學生在學習的過程中享有同等的教育機會，並激發其潛能。從學習評量的角度來看，教師不僅應能夠注意到評量的內容、形式及實施方式是否對弱勢族群學生造成負面影響，另一方面更應該妥適地運

用學習評量來了解個別學生的學習特性，並開展其學習的潛能。

3、評量必須符合公平性。

公平性是教學評量需要考慮的重要因素之一，因為一個班級課室是由一群來自不同家庭背景的學生所組成，學生所擁有的社會和文化資源也不同，用同一套標準來看待學生，顯然有失公平。因此，教師在規劃學習評量時，應考慮評量是否兼顧公平性，例如評量的內容是否合乎所有學生的生活經驗及理解的範圍，讓所有學生都能夠充分應用在課堂所學及本身的認知推理能力。

伍、標準之未來研究與發展方向

此「標準」可應用於教師專業成長、師資培育及教師評鑑，然仍需進一步加以落實、發展與修訂，使之在實踐過程中發揮效果，臻於至善。以下分別就其未來研究方向說明如次。

首先，本「標準」應發展出更為具體的行為目標。本「標準」所發展之系統分為「面向一指標」兩個層次，指標雖然比面向具體，但還不是對具體教學情境中可觀察的行為進行描述；這類行為即為行為目標。行為目標可在應用「標準」時加以充實，在實踐中不斷擴充。

其次，應進一步針對不同的對象發展不同的教學評鑑標準。因應不同類型的教師，「標準」應該在各個指標上各有不同的要求水準。例如：實習教師、初任教師和專家教師在同一指標應有不同的評鑑標準。對不同教師的預期水準在本「標準」中未能加以說明，可作為未來之研究方向。

其三，應發展出完備的評鑑工具。徒有標準無法在實際教育情境中應用，需有相應的各種評鑑工具。充實前述行為目標將是發展各種量化與質性評量工具的基礎工作。透過評鑑工具的發展與應用，可更進一步地評估本「標準」之有效性。

其四，需在教學實踐中對此「標準」進行評估。此「標準」所採取的意見主要來自專家。專家的意見有助於理想之豎立，也考慮了可行性與有效性，但完整的評估還需考慮參與在教育實務中的教師和行政人員，也需由教育研究人員有系統地加以研究。

最後，應建立制度以對「標準」進行持續的修訂。此「標準」除了有「可行性」和「有效性」的問題之外，還需要因應教育環境變遷而修訂。這些工作都需要在制度的支持下才有可能持續進行。為使本「標準」能臻於至善，有助於科學教育之發展，制度之建立刻不容緩。