

# 科學課程標準的議題

楊 龍 立

台北市立師範學院教育系

(投稿日期：93年12月26日；修正日期：93年12月10日；接受日期：93年12月27日)

## 摘 要

本文參照國內以及英國和美國實況，以理論分析方式探討科學課程標準的四項議題：科學課程標準的必要性、科學課程標準的屬性、科學課程標準的語文、科學課程標準的架構等議題。最後希望分析的結果和建議，能有助於未來科學課程標準的建立。

關鍵詞：科學課程 科學課程標準

## 一、緒論

### (一)緣起

國民教育階段九年一貫課程暫行綱要（以下簡稱九年一貫課程）於民國八十九年，經教育部正式公布並且在民國九十年九月正式施行。隨著九年一貫課程的推行，引發了在職教師的恐懼和反彈，甚至於各學科專長的學者專家亦就分科與合科之優劣表示意見而且形成激烈的筆戰。事實上民國八十年代初臺灣進入教育改革風潮以來，隨著鬆綁、自由化及自主化和權力下放的主張，不要或不理課程標準的看法，成了教育界的主流見解。整體課程改革的議題，相當程度亦適用於科學課程標準的思考。許多的科學課程改革之初，大家都興高彩烈，但實施之後又會發現問題一堆(Fensham,1988)。基於此，本文以科學課程標準為研究對象，並探討科學課程標準的必要性、科學課程標準的屬性、科學課程標準的語文、科學課程標準的架構等議題。希望分析的結果和建議，能有助於科學教育的改進。

### (二)旨趣

本論文經由資料蒐集和分析與論證，企圖獲致下列二項研究成果

1. 探討科學課程標準的四項議題
2. 提出改進的建議

### (三)界定

本論文探討科學課程標準的四項議題，分別是科學課程標準的必要性、科學課程標準的屬性、科學課程標準的語文及科學課程標準的架構等。所謂的科學課程標準是指中小學校科學課程運作所應遵行的標準，科學課程標準就是科學課程規範，這個科學課程規範亦可有其他名稱如科學課程綱要。

## 二、科學課程標準的必要性

### (一) 綱要即標準

當九年一貫課程綱要公布後，大字都在問九年一貫課程綱要與九年一貫課程標準有何分別呢？連帶的我們亦可思考科學課程綱要與科學課程標準有何分別呢？不用課程標準四字而改用課程綱要時，其差別何在？大家都認為課程綱要較精簡而且無強迫性，反之課程標準較繁複也較強制，連教育部也出宣傳冊子做如是之區別。可是我們對照九年一貫課程綱要與過去中小學課程標準，當前科學課程綱要與過去科學課程標準，看看何者較繁複甚至於瑣碎，我們也可檢驗何者允許中小學校有更大自主權不必理會課程標準或綱要的要求。答案是差不多，課程綱要中各學習領域含科學領域能力指標之瑣碎，比起過去課程標準之巨細靡遺是不遑多讓，反之課程標準對中小學的要求與管制並不會比課程綱要來的多。

雖然課程綱要中明示學校為本課程發展及教師自編教材，但在過去課程標準裡並未禁止學校自主及教師自主；二者都要求依標準或綱要行事；過去中小學還不必送審課程計劃，今日課程綱要，大家說綱要不是標準以為可以更自由些，可

惜中小學校依然是要乖乖的遵守，因為在本質上它就是一個強制性的標準與規範。反而今日學校要做更多的事，才符合課程綱要的規定。因此課程綱要及課程標準之分別，其實沒有一般人想像的大。尤其從我國的中央法規標準法來理解，課程標準與課程綱要都是政府公布的法規，理論上都不允許人們打折扣的，課程綱要賦予學校的課程自主權經各種因素介入後，其實已剩下不多了，我們不必因為今天稱為課程綱要就認為大家享有高度課程自主權。這在語義和實情上都是不當的認知。

## (二) 標準的必要

重標準化是科學理性的一個特色，也是今日社會和理論思考的一種特質。它的好處是公平、明確、可推估結果，當代各種器具、度量衡、規章及操作和使用，皆反映出標準化之特色。如果我們打著反科學及反對標準化之旗號，立即會出現公平性之爭議；人人都自己一套運作方式將造成溝通問題；未標準化之作爲在特定結果出現後亦不易判定因果關係，於是後續之改進與修正將更形困難。所以理性思考重視標準化有許多的考慮，標準化不是既定標準不能更改，是在確定其不佳時自然要更改，因為標準化之建立，也依據了長時期之測試、邏輯推理和已知理論。尤其是標準化之適用，在建立標準化時已釐清適用範圍，於未知是否適用處自然不必強求標準化。反觀一些學者指責標準化時，常不辨明各因素與狀況，一竿子打翻一船人的全面否定標準化之效用，可是在高唱主體性、有機性、混沌性、變異性、無計畫及隨機應變之際，卻又對許多問題、事情及活動除了批判外，提不出人們可以依循且較有正面效益之良方。

有些人反對標準化，卻又在理論與實務上支持標準化而自己卻渾然不知。例如教育論文寫作的 APA 格式就是一個標準化作爲的代表，多少人指責標準化但又無批判反省的接納、肯定、宣揚與力行 APA 格式。連心理學界也不見得支持的 APA 格式，就因為人們無法反省心理學論文格式不必硬套在教育學論文上，美國的論文格式不必硬套在我國論文上，所以形成今日教育界唯 APA 是尚的現象。而此也顯示出標準化在理論與實務上之合理性，不是那麼輕易可加以抹殺的，後現代的觀點許多時候也不是那麼的適切。課程標準還帶有計畫性，當我們指責事先計畫限制了後續之活動之靈活性，指責教育目標限制了師生主體的自由變通與隨機應變，試問不事先計畫及不預定目標，我們又應如何進行活動呢？如何有效的進行活動呢？我們又應如何確保活動及主體之作爲有好的結果呢？尤其在國家層次觀照全國中小學科學教育活動和科學課程之進行時，有科學課程標準往往比沒有科學課程標準要好，這也是各國多半有科學課程標準的原因。至於科學課程標準的品質則和符不符合所需是另一層次的問題。

## 三、科學課程標準的屬性

### (一) 高標與低標

從測驗與評量的角度，學生成績評比時有統計上的計算可以區分出高標、均標與低標。我們借用這個分類，移轉到科學課程標準的思考，視標準要求的事項

為高標者，即較難達成且較高理想的，反之低標即較易達成且較低理想的。高標與低標反映出科學課程標準的理想性與企圖心。愈有理想與企圖的科學課程標準，自然就愈是高標或高水準的要求。此外若誤以為簡單實則困難的構想，也容易成為高標。設計科學課程標準的時候，我們要先釐清採取的是高標還是低標。若採溫和的態度，舒適的步調進行科學課程改革，我們所設定的科學課程標準，最好還是以低標為宜。不過低標不是放棄理想，而是以切合實情且放慢改革腳步的方式，依然維持改革方向和理想。因此低標的設定，只是以踏實的心態，並且作長遠階段性的規畫，如此多年後仍可達到預期的理想。

## (二)統一與分化

科學課程標準，自然是要人們一體遵行，何以又有統一與分化的區分。確實如此，從一元的角度視之，科學課程標準就是一個大一統的規範，因此本質上必然是統一而非分化的要求。但是我們如果在這個大一統的規範裡，事先計畫式的設計了分化的方式，如此一來仍可以將科學課程標準從統一轉化出分化的狀態。例如全國性的科學課程標準，可以規定中央、地方和學校的權限。筆者建議，國民中小學課程若要兼顧中央一統與地方分權的優點時，可以採取權責分明的分層負責方式，將國民中小學課程按不同比例分別指定權責單位或人員。不同課程比例的權責，亦可分別採取特殊的課程改革模式，促進國民中小學課程的品質。

如果以 70%及 30%的中央地方區分方式，是值得採行的分配比例，因為中央仍有較大比例可促進同質、共同和機會均等的教育，地方亦享有接近中央一半的權責。如果以 80%及 20%的中央地方權責區分方式，明顯的是地方特色表現的機會減少許多。反之以 60%及 40%的中央地方權責區分方式，中央的影響力又再降低，各地的差異將更不易消滅。因此中央地方權責區分方式以 70%及 30%的方式，或以 66%及 34%的方式皆較為妥當。如果以全臺灣來考慮，中央的幅員不大因此同質性本來就比較高，如此一來中央的權責可由 70%再下降些。反之以全中國大陸來考慮，中央的幅員非常大因此同質性本來就比較低，此時中央的權責可由 70%再上升些，否則不易維持一個一統的局面。

如果再考慮政策執行會有折扣的現象，以及不同層級間課程轉化的問題，中央的權責其實不宜低過 55%或 60%，因為實質運作後可能中央的影響已低於 50%了，如此一來形同中央已失去維持一統的能力。如果地方又再細分出學校層級，筆者的建議是地方 20%而學校 10%的權責區分方式。如此權責區分方式，亦較能兼顧中央一統及地方分化的不同需求(楊龍立，民 92)。

大家試想在臺北市的小孩平日見不到蚯蚓，反之鄉下小孩平日農事經驗已多，加以靠山和靠水的縣市鄉鎮生態環境不同。因此統一的科學課程標準，規範和要求了一體遵行的教師教導與學生學習內容，並不符合教育理念也不切合學生需求。統一的科學課程標準，進行適度的分化授權，應可更能實現適性的教育理想。

## 四、科學課程標準的語文

國內九年一貫課程綱要推行的經驗教訓，可以為科學課程標準的語文提供一些思考素材。筆者曾指出(楊龍立，民 91) 年一貫課程綱要中列出學習領域、彈

性學習時間、教師自編教材、各領域列出之雜多的能力指標、各能力指標與基本能力之對應、能力指標指涉的事例與內涵等，都有賴人們妥善運用語言來傳達精確的意思。我們在「課程目標」部分，可看到課程理念、學校教育目標、學校教育目的、課程目標（十項）等用語，但卻看不出理念與目標的關係、目標與目的關係、學校教育目標和目的與課程目標之關係。在基本能力的說明中，可以發現相當容易將一些基本能力再行整合，各基本能力之說明文字已相互間出現混淆不清現象。各學習領域及議題皆列出許多的能力指標，由於欠缺學理依據，加上是在急切之間敘寫完成，於是能力指標的層次、邏輯與關係架構，許多是經不起哲學與心理學的檢驗。

其實九年一貫課程的決策者及執筆者，可於正式的課程文件上清楚的說明。我們反觀英美的課程標準或教育標準，皆用明確文句、定義、實例或數段文字，交代一些重要的概念、術語及主張（郭實淪譯，民 85；Department for Education, 1995; National Research Council, 1996）。今日政府已查覺這些問題的嚴重性，除了靠開會、討論、增加補充說明文字外，亦支持許多釐清能力指標的專案研究。

科學課程標準的語文亦有相似的現象，不同時期提出的科學課程標準，一樣為人所指責。因此多年以來我們發現，新課程標準及科學課程標準提出，都少不了要進行一番解讀（國民學校教師研習會，民 84），今後也不例外。只要問一下教科書編者、在職教師及關心科學課程的人士，我們就可以察覺到當前科學課程標準的語文是否有再修正的必要。例如教師們或教科書編輯常問過程技能與思考智能有何分別、思考智能裡創造思考和解決問題有何分別、或是任舉一項能力指標追問其原意並要求判定何種教材教法才算符合該指標。今日國內能力指標轉化成了討論的焦點，亦是科學課程標準的語文問題的具體寫照。

整體來說，科學課程標準的語文會出現問題原因有三：一、中文語言的使用因為可以任意組合有意義的單字或單詞，因此有靈活的詮釋空間和創意效果，但也容易出現不精確及不嚴謹之弊病。二、科學課程標準的語文創作者疏忽，以及編寫製定過程少了評價和修正的機會。三、新科學課程標準本身就有新的術語、新的觀點、新的理論和新的語文，許多人掌握不住新的部分，就不易進行適當的閱讀理解。四、新科學課程標準本身欠缺明確的理論依據，於是課程標準的語文創作者自己也沒有穩固明確定見，其他人也掌握不住課程架構和精義，最後反映出閱讀理解上的困難，責任又轉由語文來承擔。因此國家級的課程文件如科學課程標準的語文，應力求語義的明晰和語用語法之恰當並減少誤解，這樣才不會因誤解而影響了推行的成效。

## 五、科學課程標準的架構

### （一）整體課程標準架構的合諧

理論上科學課程標準的架構要顧到整體課程標準的架構，同時也要反映科學教育及科學課程本身的架構。以九年一貫課程為例來分析當前科學課程標準的架構問題。從各種學習領域的分階段來檢視，過去中小學是一二、三四、五六、七

八九等四階段教育，即國小低年級、中年級、高年級和國中一二三年級。不論國民中小學各分科及活動課程，皆以這種井然有序和一體化的方式在規劃。但是九年一貫的課程中，我們卻見到各學習領域完全不同的九年級分段方式，自然和社會是一二、三四、五六、七八九的分段，語文是一二三、四五六、七八九的分段方式，數學卻是一二三、四五、六七、八九的分段。於是整體來看，各學習領域的分段方式，出現了奇特的架構，對中小學九年級的整體課程架構來說，是一種欠缺一致且混亂的情景。這種混亂的架構世界少見，而且也無法執行有效的評鑑，因為找不到一個時間是可以用來同時且全面評量各學習領域之學習成果。

此外七個學習領域區分及六項議題的提出，我們不易尋獲其學理依據。七個學習領域的架構，不能從人類知識系統架構，亦不易從社會生活與活動經驗來加以確認，形同一種鬆散任意的組合。例如健康教育和體育合一領域，但是它的知能其實與自然科較接近。社會領域包含歷史科與地理科，但是英美卻依然存在歷史科與地理科各自獨立的現象。學習領域外又怎麼出現了生活課程呢，日本只以社會及自然合成生活科，我們有何依據又把藝術納入，這麼雜多內容的生活課程，又如何能具有嚴謹的知識架構呢？六項議題的提出，可以說是巧思，但也可以說是不當的舉措，因為不具時數的議題容易失去其影響力，雖然呈現出來很好看，但是可能會對編教材者及教師們造成干擾。真正重視的議題，就要明定其分配到的授課時數，否則各議題最好是附著在一個學習領域，如此才能產生真正實效。整體而言，學習領域及議題之組合終究是怪異與不同質。最後造成了整體年段和學科關係上的奇特組合，自然損及整體課程的功效。

事實上，健康教育可以和科學課程融合，至於科技則可獨立不必然要與科學合一，因此學科類別分類體系不宜過於龐雜。科學課程標準的年級架構，亦應與整體課程標準的架構一致且單純化，正如同英美的課程標準或教育標準的年段區分，都是簡單化的年段架構。例如美國科學教育標準的內容部分，就分出 k-5、5-8 和 9-12 三個年段(National Research Council,1996)。英國各學科皆遵行 5-7(小一到小二)、7-11(小三到小六)、11-14(約國中階段)、14-16 等四個年段的區分，而且在七歲(二年級)、十一歲(六年級)、十四歲(九年級)及十六歲(十一年級)等四年齡層舉行全國測驗(黃光雄，民 81)。反觀國內只能在九年級(即國中畢業)才可以進行各學習領域共同的成就測驗與評量。

## (二)科學課程標準本身的架構

科學課程標準本身的架構，取決於我們對於科學知識的分類和體系的觀點。於是各國都有自己的一套科學課程架構。美國科學教育標準的內容部分，就分出科學探究、物質科學、生命科學、地球與太空科學、科學與科技、科學與人和社會以及科學史(National Research Council,1996)。英國先是分出十七個成就目標，後來又刪去科學本質剩十六個成就目標，這些目標除一個屬科學過程技能與科學實驗，其餘皆是科學知識主題。反觀國內卻是以能力為號召，天下所有的學習內容都是能力，這一點已成了相當受質疑之處。所有能力指標之敘述，除第二類能力指標「科學與技術認知」外，其他各能力指標之敘述更是迴避科學知識主題，

反映出當前科學課程標準是只有能力而忽視知識的意識形態。我們反觀世界各國皆無如此的作法，我國將科學知識主題列為附錄並不妥當。世界各國對科學知識的分類亦不相同，而此是設計者要進行深思的課題。

除此之外我國還有兩個架構上的缺失亦應改進，一是能力指標本身的架構問題，一是不同年段間銜接的問題。當前科學課程標準區分出八種分段能力指標，其中有些分段能力指標還要再細分不同的項目。由於整體觀之欠缺理論的支持，例如相對於美國過去十三種過程技能的嚴謹系統，我國分段能力指標體系就顯得較為鬆散無序且不明所以，這是未來要解決的問題。此外我國是不同年段累加上去的方式敘述能力指標，造成不同年段間並無重疊和銜接，產生銜接與連貫上的問題，這是另一個未來要解決的問題。我們可以參卓英國的能力指標體系，就知道別人設計上的用心。以英國一九九五年的科學課程標準為例，他們的設計是不同年段間達成的能力指標有重疊，如此不僅有銜接上的考慮，同時也對每一年段的標準設定了高低標的區間。英國的設計方式請參閱李春生(民 88)之介紹文章，其所譯之科學實驗能力指標如表二所示提供讀者參考。

## 六、結語

科學課程標準的建立存在許多值得探討的課題，本文僅敘述科學課程標準的必要性、科學課程標準的屬性、科學課程標準的語文及科學課程標準的架構等四項課題。其餘科學課程標準的建立流程、機制、人員、時間、方式和依據……等，留待未來再進一步的深究。事實上本文雖已分析科學課程標準的必要性、科學課程標準的屬性、科學課程標準的語文及科學課程標準的架構等，其實每一項課題都值得再做專精的學理探究。從上述的分析，我們獲致一些見解：

(一) 科學課程標準是必要的，它對科學教育之改進有其重要性；

(二) 科學課程標準的屬性是全體應達成的低標，但是我們亦希望科學教育之運作能超越低標朝向更具理想性的高標邁進。此外科學課程標準的屬性是全體應達成的統一標準，但是我們亦希望科學教育之運作能有更多自由和彈性，因此科學課程標準的屬性裡亦應納入分化和分權的設計。

(三) 科學課程標準的語文應力求具體、明確、詳實及不誤解，如此方可使科學教育的推動順利。

(四) 科學課程標準的架構宜有妥善規劃，要參照學術界的理論現況，而且對於一致性和銜接性的掌握，也應有適當的安排。

表一 英國 1-9 年級不同階段有關「ATI」：實驗與探索的科學 學習綱領之學力或學習 指標

等級	評量重點	不同階段學力或學習指標		
		2 年級	6 年級	9 年級
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 學生能就自己觀察之事物，生命體簡單特徵做描述。</li> <li>● 就上述描述用簡單方式與別人溝通。</li> </ul>	↑		
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 學生能在別人輔導下進行探查。</li> <li>● 能使用簡單工具進行觀察。</li> <li>● 能進行比較。</li> <li>● 在需要簡單的表列時，能使用表來描述及紀錄所觀察之結果。</li> <li>● 能簡單驗證一下結果是否與自己預期相符合。</li> </ul>	↓	↑	
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 能再輔導之下，加上自己意見做一大膽假設</li> <li>● 能用簡單工具進行觀測。</li> <li>● 再輔導之下進行一公正實驗並能解釋它為何公正？</li> <li>● 能用一些不同方式進行記錄工作。</li> <li>● 替觀察結果作解釋，如果可能也指出測量資料中曲線之簡單趨勢或大致型式。</li> <li>● 能看出實驗工作已有何發現。</li> </ul>	↓	↓	↑
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 學生了解公正實驗的重要性，在他們的實驗工作上能描述到或真正呈現公正性。</li> <li>● 能控制變因。</li> <li>● 能對結果稍作預測。</li> <li>● 能選用適當及對工作有用的測量。</li> </ul>	↓		
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 能從少數影響因子中找出最重要的一個影響因子。</li> <li>● 能基於科學知識或認知進行預測。</li> <li>● 能依不同工作性質小心使用合適的工具。</li> <li>● 能注意觀測所需之精確度。</li> <li>● 能重複操作實驗並對不一致處作簡單解釋。</li> <li>● 能用曲線呈現觀測資料。</li> <li>● 能基於變化型式下結論。</li> <li>● 能將結論與科學知識與認知結合。</li> </ul>		↓	
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 利用科學知識或認知確認需要考慮的主要變因，並對結果稍作預測。</li> <li>● 能利用較精密之儀器進行需要精確的測量。</li> <li>● 能收集到足夠的觀測資料。</li> <li>● 座標能使用適當的比例尺度以便將資料有效呈現。</li> <li>● 能指出一些與趨勢或型式不符合的資料。</li> </ul>			↓



	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 能依據證據導出合理結論並用科學知識和認知來解釋結論。</li> </ul>				
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在許多影響因子中利用科學知識或任之找出主要影響因子並稍作預測。</li> <li>● 能用一些較精密儀器進行有系統的觀測。</li> </ul>				↓

參考文獻

李春生(1999)：以英國經驗為例淺談國民中學地球科學基本學力測驗。科學教育，222，57-72。

黃光雄(1992)：英國國定課程評析。刊於中華民國比較教育學會編，各國中小學課程比較研究(頁 379-399)。臺北：師大書苑。

郭實渝譯（1996）：美國歷史科國家課程標準。教育部。

楊龍立（2002）：九年一貫課程的語言問題及改革困境。中華民國課程與教學學會及比較教育學會編。第六屆課程與教學論壇研討會論文集，20-1-20-13。

楊龍立（2003）：課程改革模式的統合。臺北市立師範學院學報，34，97-114。

國民學校教師研習會(1995)：國民小學新課程標準的精神與特色。臺北縣：國民學校教師研習會。

Department for Education(1995). *The National curriculum*. HMSO.

Fensham, P. J. (Ed). (1988). *Development and dilemmas in science education*. London. Falmer Press.

National Research Council (1996). *National science education standards*. NRC.

# The Issues of Science Curriculum Standards

Long-Lin Yang

Department of Education ,Taipei Municipal Teacher College

## Abstract

This thesis is to explore four issues of science curriculum standards :the necessity of science curriculum standards, the characters of science curriculum standards, the language of science curriculum standards, the framework of science curriculum standards. Through theoretical analysis this author have some suggestions to future science curriculum standards establishment.

Key Words: science curriculum , science curriculum standards