

中學理化教科書教材內容研究之回顧與分析

廖焜熙

國立臺灣師範大學 化學系

摘要

本文羅列近 20 年來，有關我國中學理化教科書主要版本教材內容，作整理分析工作，試圖了解教科書的教材內容、課程組織及實施成效的資訊，以作為未來理化教科書編寫及教學的參考。文獻來源乃蒐集民國 65 年至 86 年間，有關理化教科書研究的實徵性文獻。研究發現：過去二十年來，我國中學理化教科書教材內容，普遍均缺乏與日常生活有關的知識；教材及實驗內容份量均太多，致使教師教學時間嫌不足。因此，建議未來教科書的編寫，在教材份量上應以基本概念為主，內容應精簡及生活化；在教學上，應給教師有較大的自主教學空間。

關鍵詞：科學概念、理化教科書、科學過程、課程標準。

壹、教科書編寫與研究資料的關係

中學理化教科書中，科學概念是構成教科書內容的重要架構。但是從科學發展的歷史看來，科學概念是一相對的，不是一絕對的名詞，它是會隨著時代的變遷或科學的發達而有所改變的。因此，一旦科技內容有了新的發明或發現、科學知識有了新的變更之時，各級學校之科學教科書內容，也應適時加以修正及調整。例如：魏明通(1976)曾引用「原子說」、「酸鹼概念」及「氧化還原」等三個科學名詞的意義，隨著科學演進而改變的情形，說明了科學概念並不是一層不變的事實。廖焜熙(1997)也曾提到「碳-六十」的發現，使得高中基礎化學第十三章，關於【碳元素只具有兩種同素異性體】的敘述，需要作部分的修改。科學知識本身隨著時代的進步，不斷地在改變的同時，科學教科書的內容，也應配合時代的脈動，加以調整才不至於落伍。

教科書每隔幾年就需要修改一次的另一理由，是受到國家課程標準更動的影響。因為教科書的編寫與修訂，需仰賴國家課程標準的綱要來加以編訂。而國訂課程標準一旦有了更動，當然教科書的內容也應跟著變動。國家課程標準的變動，牽動教科書更動的例子是明顯的。

教科書的更動與編寫，除了應依據國訂課程標準為藍本加以修訂之外，更重要的是，需要參考有關過去教科書實證研究，所得的結果作基礎來修改才算完整。因此，歷年來專家學者對於教科書所作的實證研究資料，對於教科書的編寫與修訂，無疑是一項重要的參考資源。

有鑑於此，本文乃經由文獻調查與分析的工作，試圖了解國內學者，歷年來在中學理化教科書領域，到底作了那些相關研究，以此作為編寫教科書的參考。相信這些資料，對於教科書的編寫以及科學教育的提昇，

有鑑往知來的功效之外，對於現行科學教師的教學亦有所助益。

貳、有關教科書內容概況之研究

我國中小學各級學校課程，自從二次世界大戰以後，五十多年來，一直是由教育部統一制定的所謂「課程標準」來規範。其間，科學課程的發展可約略分為四大階段（方泰山，2000）。第一階段：為戰後至民國51年。科學課程承襲大陸舊制，以敘述性為主的所謂古典課程期；第二階段：為民國52年至72年。此階段，由於受到美國太空科技直追蘇俄的影響，科學課程設計以培養菁英的理念為主，即所謂的學院派課程期；第三階段：為民國73年至87年。此階段乃施行試探性的所謂多元化課程期；第四階段：為民國88年至今。正式施行的「自由化」「民主化」的所謂鬆綁課程期。本文有關教科書教材內容概況部份的研究，所收集到的資料，主要是以第二、三階段的教科書研究為主，即以（民國61年）及（民國72年）的課程標準為參考，所編輯出來的理化科教科書，所作的調查研究為主。至於（民國74年）的課程標準修訂，基本上與民國72年的課程標準相差不大，在國中部份，僅將地球科學獨立出來；在高中階段並無此段修訂。因此，在此階段並未蒐尋到相關的教科書研究。

對於以（民國61年）及（民國72年）的課程標準為參考，所編輯的教科書研究，國內學者所作的，主要是以探討教材概況為主。這一部份的內容，包括了對教科書的「課程組織」，「教材編輯」，「實施成效」及「實

驗教材」的探討為主。所探討的教科書種類，包括國中物理及國中化學，CHEM(高中)化學；及國中理化、高中物理、高中化學及基礎理化等。研究對象，主要是以理化科教師及學生的問卷調查為主。研究方式以問卷調查法為主。研究論文共查到十篇。這十篇文獻的內容，可按「教科書名稱」來分類，亦可按「研究的主題」來分類。這兩種分類方法，因有些主題重複，因此各主題實際總數超過十篇。分類結果如表一所示。摘要內容，整理如表二所示。各版本教科書分析結果，綜合說明如下：

表一 教科書名稱及研究主題篇數的分布情形

教科書名稱	篇數	研究主題	篇數
國中物理	4	課程組織	2
國中理化	4	教材編輯	3
CHEM(高中)化學	1	實施成效	5
基礎理化	1	實驗教材	3
高中物理	1		
高中化學	1		

一、國中物理

依據民國61年課程標準，所編訂的國中物理教科書，綜合以上的調查報告，歸納出以下幾點重點：其編輯精神著重在過程、方法之體驗。但由於教材內容，缺乏與現代人類生活有關之問題，以及一般國民日常生活所需之物理知識，教科書中自然現象的例舉、實際生活的應用與常識都太少，使得學生學到的知識無法運用到生活中而增強印象。因此，這個版本的教科書，對於一般國中學生而言似乎偏難。

有鑑於此，作者建議，今後在國中理化

科教科書的編寫方面，應能以圖為主，以文為輔之課本較理想。在內容上，應加重與日常生活有關之知識或環境介紹、有趣教材或科學新知為主。並應著重在各類型基本概念，運思能力及實際日常應用問題的探討為主，也應注重科學方法及科學態度的培育，並力求適合學生程度。編排的順序可依物理學、力學、熱學、電磁學及近代物理學來編寫。

至於實驗方面，國中物理的實驗教材，份量太多。應增加時數或精簡份量。在編排上，實驗教材應與課本放在一起不宜分割。實驗器材應講求器具之簡單性、普及性及力求簡單化，避免使用複雜的儀器。實驗內容應安排以學生能自己想，能自己作，能從經驗探索知識為主的實驗，以及以示範實驗、日常生活有關的小實驗為主的實驗較佳，唯份量上應以精簡為原則。

二、國中理化

國中理化課程的編寫，在編寫之前已經作了一次大規模的問卷調查與分析，分析結果其課程目標為培育具有科學素養、自學能力、具備基本理化知識及符合科學水準的價值判斷之國民，以及養成動手的習慣與合作的態度。學習活動以實驗活動為主。教科書的版本有升學版與就業版兩種不同版本，其立意甚佳。由於這個版本在編寫前，已經具有明確的課程目標，因此，這個版本的內容十分理想。各界反映，無論學生或教師，對這份教材的適切性、接受性、成效性，普遍的反應都十分良好。唯有在教材的份量上都覺得太多；課程內容太偏重理論及缺乏實用性，以及欠缺日常生活有關之知識。國中教

師傾向贊同國中理化應分科編寫(即物理、化學分開)的理想。

至於實驗部分的教材內涵，發現以學生為中心之「引導問題」及「訓練科學技能」之實驗類型，佔最高比例；以「檢證假設」及「創造力培育」之實驗類型，佔最低比例。研究也發現，教學時讓學生分組運思實驗的次數偏低。實驗次數偏低的最大原因在於教師認為「實驗太浪費時間，恐影響教學進度」。

三、CHEM(高中)化學

這個版的教科書，從學生成就測驗成績平均答對率為 76% 看來，難易度尚可。但在化學儀器之使用部分答對率偏低，可見實驗教材部分尚待改善。在課程的銜接方面，發現部份教材與物理科及生物科的教材重覆。其中與物理科重覆者有：氣體動力論、光譜、原子結構、電解、質譜儀、電子組態、分子運動說、電池；與生物科重覆者有：核酸、生物化學。因此，未來高中化學教材的編寫，應考慮與其他科目取得聯繫，避免教材重疊的現象；深淺度應符合學生能力、個人需求及社會需要，以及加入一些與社會有關之環境污染、能量、食物、水和醫藥及人造物質等議題。

四、高中物理、高中化學及基礎理化

依據民國 72 年所修訂的理化教科書版本，包括國中理化、高中物理、高中化學及基礎理化。這些教科書，無論國中或高中，無論物理或化學，無論教師或學生，對這些教科書的內容，普遍反應都良好。在教材的適切性、接受性、成效性方面都十分贊同。唯有在教材的份量上都覺得太多；課程內容太

表二 教科書教材概況研究文獻摘要表

研究者	教科書	受測對象	受測人數	研究目的	研究結論
李銘正(1976)	國中物理	物理教師	2083	教材內容	缺乏日常生活知識，未能適合學生能力。
丁文宏、林得富和鄭維文(1980)	國中物理	國二		教材深淺度	難度偏難。
張振成(1980)	國中物理	國中	2000	學習困難原因	實際應用例子太少，缺乏日常生活知識。
科學教育中心(1982a, b)	國中物理	物理教師研究會成員	384 167	課程目標及教材內容	應包含基本概念、運思能力及日常問題、科學方法及態度。
黃寶鈿(1978)	CHEM(高中)化學	高三	544	實施成果及課程銜接	教材部分良好，儀器使用不佳，部分教材與生物及物理科重覆。
科學教育中心(1981)	國中理化	化學教師及研究會成員	356 177	課程目標及教材編寫意見	課程目標為培養科學素養、自學能力、基礎化學知識，科學價值判斷能力。編有升學與就業兩種版本。
連啟瑞和陳鏡潭(1985)；陳鏡潭和許健將(1985)	國中理化			實驗類型分析	引導問題及訓練科學技能型多，檢證假設及創造力型少。
江武雄和黃玉枝(1985)	國中理化	理化教師	533 訪問 200	實驗實施情形	分組實驗次數偏低，因為怕影響教學進度。
科學教育中心(1989)	國中理化 高中物理 高中化學	國二三 高二三 任課教師	大規模	實施情形	適切性、接受性、成效性均良好。但份量多，內容偏理論，欠缺日常知識，高中化學少作實驗，理化應分科編寫。
科學教育中心(1987)	基礎理化	高一	四班	教材深淺	太重理論，教材瑣碎，教學時間不夠，難度適中。

偏重理論，缺乏實用性及日常生活有關之知識。在教材實施上，高中化學，約有十分之一的學校未做實驗。在基礎理化方面，大多數的學生認為教材難易度適中，但教材太注重理論，內容多而繁雜瑣碎，教學時間稍嫌不足。

參、有關教科書教材內容與實驗銜接的研究

有關這部份的實證研究，主要是由楊永華、王澄霞所作。楊永華(1984)及王澄霞和

楊永華(1985,1986,1987)、楊永華和王澄霞(1986)，曾利用「分析比較法」，研究我國各階段自然科教材中，科學概念發展與實驗活動銜接的情形。包括縱的銜接及衡的聯繫作全面的探討，並與美國、英國、日本等國的教材作比較。其所選定的研究主題有「酸與鹼」、「物質的粒子概念」、「氧化與還原」、「溶液」、「能量」等五個單元。研究結果發現，我國小學、國中及高中三階段的課程內容，在這五個單元的概念安排與實驗活動的設計，均能適當配合。換言之，各階段的實

驗活動與概念的配合，符合學生的認知發展。況且縱的方面，銜接情形良好。在相關的實驗活動設計，能發展學生的技能及知能，也能培養學生的科學過程及科學態度。因此綜合觀之，我國中學物理、化學教材內，課程概念的發展與實驗教材配合的情形是良好的。

肆、結語

綜合（民國61年）及（民國72年）的課程標準所編的理化教科書的實施概況研究文獻，發現這個時期的教科書內容，普遍均缺乏與日常生活有關的知識；教材及實驗內容份量太多，教學時間嫌不足。因此，參考這些缺失，未來教科書的編寫，應以充實日常生活有關的知識、自然現象、實際例子、環境教材及科學新知為主，不必太理論化；教材份量應以基本概念為主，不必全部介紹所有概念；實驗教材應以簡單、易做有創意為主。在教學上，教師應有自己調整教學進度的權利。國中階段的理化實驗，應該遵照教科書的內容，逐一實施以便擴展學生動手運思的經驗。由於有了上述的這些研究調查結果，在修訂下一階段的課程標準及教科書時，就有了重要的依據。

參考資料

k丁文宏、林得富和鄭維文（1980）：高雄國二年級學生對物理課程學習之調查研究。科學教育月刊，33，77~80。
l方泰山(2000)：台灣科學教科書發展理念與實務之介紹。w化學科的實例。科學教育中

心研討會資料，22-1-22-3。

m王澄霞和楊永華(1985)：中小學課程中「物質的粒子概念」之研究。師大學報，30，482~516。

n王澄霞和楊永華(1986)：中小學「氧化與還原」主題概念單元的深廣度研究。師大學報，31，725~746。

o王澄霞和楊永華(1987)：中學生高中「能量」概念發展及深廣度之比較研究。師大學報，32，453~486。

p江武雄和黃玉枝(1985)：國民中學化學科教師教學困難及問題之調查研究。中華民國第一屆科學教育學術研討會論文彙編，387~414。

q李銘正(1976)：國中物理教育普及及改進現階段物理教學之研究。教育學院學報，1，201~250。

r科學教育中心(1981)：國中化學課程目標及教材內容意見調查問卷之研究。科學教育月刊，44，55~73。

s科學教育中心(1982a)：國中物理課程目標及教材內容意見調查問卷調查之研究(上)。科學教育月刊，54，61~73。

t科學教育中心(1982b)：國中物理課程目標及教材內容意見調查問卷調查之研究(下)。科學教育月刊，55，63~73。

u科學教育中心(1987)：實驗學校學生對課程及教材意見調查研究報告。科學教育月刊，99，51~67。

v科學教育中心(1989)：中學科學課程教材評鑑研究計劃簡介。科學教育月刊，119，2~13。

w張振成(1980)：台南縣各國民中學學生對物理化學科學習困難原因的探討。科學教育月刊，38，31~37。

x連啟瑞和陳鏡潭(1985)：現行國民中學實驗教材之分類及其內涵之分析。師大學報，30，517~525。

y陳鏡潭和許健將(1985)：國中理化實驗教材之內涵分析。中華民國第一屆科學教育學術研討會論文彙編，437~448。

z黃寶鈿(1978)：我國現行高中化學教材與教法之研究。師大學報，23，161~199。

{楊永華(1984)：中小學化解領域中的「酸與鹼」概念的深廣度與其化學概念實驗之連貫。師大學報，29，611~630。

|楊永華和王澄霞(1986)：中小學化學領域的「溶液」主題單元之概念的深廣度與其他實驗活動之連貫性與適用性之研究。科學教育月刊，75，12~31。

}廖焜熙(1997)：碳六十的發現與發展。科學教育月刊，197，24~35。

~魏明通(1976)：化學課程裡的科學概念。科學教育月刊，2，12~14。