

近四十年來我國國民中小學之科學教育

方炎明

壹、前言

自民國三十八年，中央政府遷移台灣以來，國民中小學教育日漸普及，學齡兒童就學率日漸提高。自民國三十八年至民國七十八年止，國民小學由一、二三一所增至二、四七八所，學生數由九〇六九五〇人增加為二四〇七二六六人；國民中學由一二八所增至六八三所，學生數由六一〇八二人增至一〇八八八九〇人。根據民國七十八年的教育統計，國民小學學齡兒童就學率為九九·八九，國民小學升入國民中學的就學率為一〇〇%。（但非應屆畢業者）國民中學畢業生之升學率為七七·三二。（註一）。從量的擴充到質的提升，政府對國民中小學教育的實施，已逐步獲得相當高度的成效。尤其我國當前的教育政策，爲了配合國家經濟建設，爲了提高人力素質，爲了促使工業升級，以使國家由勞力密集轉變爲技術密集的精密工業，近幾年來，更加積極推廣國民中小學之科學教育，冀期奠定培養科學技術人才的基礎。

近四十年來我國國民中小學之科學教育

近四十年來，我國國民中小學科學教育的發展情形如何，值得探討，茲依年代順序，加以說明如后。

貳、發展概況

我國國民中小學的科學教育，自民國三十八年以來，其發展概況，以約每十年爲一階段劃分四個時期加以探討。

- (一) 遷台奠基階段——民國三十八年至四十六年。
- (二) 外援改革階段——民國四十七年至五十六年。
- (三) 研究發展階段——民國五十七年至六十八年。
- (四) 統整規劃階段——民國六十九年迄今。

一、遷台奠基階段（民國三十八年至四十六年）

民國三十八年政府初遷台灣時，學校制度仍沿民國十一年公布之「新學制」。而其科學教育課程，則大致依據民國三十七年教育部訂頒之小學課程標準及中學課程標準實施。

民國三十七年小學課程標準內容大致如下：（註二）

科 目		備 註
初 級 小 學	高 級 小 學	團體訓練中之訓育、衛生訓練兩項合併為一科，改稱公民訓練；圖畫改稱美術。初級小學一、二年級音樂與體育，美術與勞作仍可混合教學，改稱唱遊、工作。算術一、二年級隨機教學，不特定時間，自三年級起，始規定時間教學。常識科仍包括社會、自然。高小社會包括公民之知識部分及歷史、地理兩科，以混合教學為原則。
公民訓練、唱遊、國語、算術（隨機教算）、常識、工作。	公民訓練、音樂、體育、國語、算術、社會、自然、美術、勞作。	

該課程標準明訂自然科為國小高年級，即五、六年級的課程，內容分為自然現象、生活需要和衛生常識三部分。至於其他年級之自然科知識，則合併為常識課程內教學。數學則列為中、高年級課程，低年級算術採隨機教學。此外，自

四年級起，講授珠算課程。（註三）
民國四十一年十一月，教育部依國民學校法之規定，將原頒課程標準改稱為國民學校課程標準，惟教學科目及實施方式，未有變更，茲錄其科目表如下：（註四）

科 目		備 註
初 級 小 學	高 級 小 學	中央政府遷移台灣後，為使「國語」和「社會」兩科課程標準配合「反共抗俄」的基本國策，將該兩科課程標準內容加以修訂。又依國民學校法之規定改稱為國民學校課程標準，教學科目未有變更。
公民訓練、唱遊、國語、算術（隨機教算）、常識、工作。	公民訓練、音樂、體育、國語、算術、社會、自然、美術、勞作。	

民國四十六年，為預作課程改進之準備，教育部曾邀請專家學者成立小學科學教育實驗輔導小組，編印實驗課程，自低年級起實驗試行教授科學課程。（註五）

至於初級中學的課程教材，依據民國三十七年教育部修訂之中學課程標準規定，博物列為初一課程，每週三小時；數學則列為一至三年級之課程，每週均為三小時，理化則列為二、三兩個年級之課程，每週四小時。

茲摘錄科學教學科目及各學期每週教學時間表如下：（

註六）

然為減輕學生課業之負擔，自民國四十四年起，將科學課程中之理化一科，由二、三學年原訂每週四小時之教學時數，減為三小時。（註七）

在此一階段，教育部為提高國民教育師資素質，於民國四十五年設立國立台灣科學教育館負責輔導中學以下學校與社會教育機構，同時亦指示台灣省政府教育廳設立國民學校教師研習會，兼負責一般小學教師之在職教育工作，籍以提升推行科學教育水準。

時數	科目	數	理	博	生理及衛生	第一學年		第二學年		第三學年	
						第一學期	第二學期	第一學期	第二學期	第一學期	第二學期
		3		3							
				3							
			4		2						
				4	2						
		3		4							
				4							

二、外援改革階段（民國四十七年至五十六年）

民國四十七年，教育部依照行政院頒發之「國家長期發展科學計畫綱領」第六條訂定「發展中等學校科學教育計畫大綱」（註八）以為中小學科學教育實施之依據。同時，由於獲得美援會、亞洲協會及聯合國教科文組織等機構之援助，科學教育之推展進行極為迅速。

依據該計畫大綱規定，有關國民小學階段之實施重點，包括下列十五項：

(一) 修訂中學課程標準，調整自然學科課程及教材，邀集各科專家學者，組織修訂委員會，以進行修訂工作。

(二) 配合新修訂中學課程標準之實施，編輯初高中數學科及自然學科實驗教材，分發實驗學校進行實驗教學。

(三) 調查台灣省各公私立中學自然科任課教師現況及合格教師需要人數，委託中國自然科學促進會負責邀集各科專家，分赴各中學實地調查訪問，並提出調查報告。

(四) 充實師範大學理學院各學系設備，培養數學、理化、生物等科優良師資。

(五) 輔導中等學校教師研究進修，成立中等學校教師研習中心，由師範大學負責，調集數學、理化、生物及博物等自然學科教師，給予為期三週至十七週之講習。

(六) 輔導中等學校教師，發揮研究精神，充實教育內容增進教學效果，出版「中等教育叢書」，免費供應中學教師研閱。

(七) 改進自然科教學，注重各科實驗工作，分區舉辦自然科教學觀摩會及教育座談會。

(八) 改進自然科教學方法，編製物理、化學、生物各科視聽教具。

(九) 提高師資素質，選送優秀教師出國進修，俾可吸收新知，回國改進教學。

(十) 充實中學設備，訂頒中學設備暫行標準。

(十一) 選擇科學教育示範學校，核發經費，協助各校修建科學實驗室，並採購科學儀器標本等，分發各校，以充實設備。

(十二) 培養中等學校學生科學興趣，舉辦全國中小學科學展覽會。

(十三) 編印「科學新知」，介紹科學論著，評述科學創作，報導科學消息。

(十四) 舉辦科學教育廣播，與美國亞洲協會合作，假國立教育廣播電台播講「少年科學世界」節目。

(十五) 改進中等教育，編製中等學校測驗。

民國四十八年二月，總統府臨時行政改革委員會，建議修訂中小學課程標準，教育部仍自六月間開始積極展開修訂工作，至五十一年修訂完成公布。

此次課程修訂，就小學階段而言，為適應兒童身心發展的順序和生活經驗逐漸擴充的趨勢，課程組織採用由統整而分化的原則，低年級側重合科編制，至中、高年級依順序由合而分。其科學課程方面，計有算術及常識二大類科。前者將低年級的算術改為「定時教學」，必要時亦得實施隨機教學，每週六〇分鐘；中年級每週一八〇分鐘，五年級每週一八〇分鐘，六年級每週二一〇分鐘。至於珠算，則改自五年級起，五年級每週六〇分鐘，六年級則為三〇分鐘。後者分為社會及自然，低年級每週一五〇分鐘，採混合編制，中

年級社會每週六〇分鐘，自然每週九〇分鐘，至高年級採分科教學，歷史、地理每週各六〇分鐘，自然則增加至每週一二〇分鐘之多。茲將詳細教學科目及時數表列如下：（註九）

級年高		級年中		級年低		段年		
第六學年	第五學年	第四學年	第三學年	第二學年	第一學年	年級	時間 學科	
180		150		150		德道與民公		
90		90		180		樂音	唱	
150		120				育體	遊	
60		60		120		術美	工	
90		90				作勞	作	
480		450		420		話說	國語	
						書讀		
						文作		
						字寫		
210	180	180		60		算筆	算	
30	60					算珠	術	
60		60		150		史歷	社	常
60						理地	會	
120		90				然自	識	
1530		1290		1080		計合		
180 240		150 240		120 180		動活體團		
1710 1770		1440 1530		1200 1260		計總		

就初級中學階段而言，此次修訂主要係受到自二次大戰結束後，各國為趕上科技革新，特別重視科學教育之趨勢所影響，因此側重增添新教材、加強各科目間之聯繫與配合，至於授課時數則無變動。（註十）

為配合上述課程標準之修訂，各級教育行政機關，乃投入更多的心力，研訂各種實驗計畫與教師研習措施，我國國民中小學科學教育，亦因而建立了穩固的發展基礎。

三、研究發展階段（民國五十七年至民國六十八年）

民國五十六年六月二十七日，先總統 蔣公在國父紀念月會上鄭重昭示：「我們要繼續耕者有其田政策推行成功之後，加速推行九年義務教育計畫」。復於同年八月十七日正式頒布命令：「茲為提高國民智能，充實戡亂建國之力量，特依照動員戡亂時期臨時條款第四項之規定，經交動員戡亂

時期國家安全會議第二次會議決定：國民教育之年限，應延長為九年，自民國五十七學年度起先在台灣及金馬地區實施。於是，實施九年國民教育的政策，即告正式確定，而各項準備工作，亦依規劃，一一展開。

當時訂定的國民中學教育目標，在於「繼續國民小學之基本教育，發展青年身心、陶冶公民道德，灌輸民族文化，培育科學精神，實施職業陶冶，充實生活知能，以養成忠勇愛國，德智體群均衡發展之健全國民，並奠定其就業或升學之基礎。」由此可見，國民中學教育，一方面在繼續發揮國民小學教育功能，另一方面在奠定高中高職教育之基礎，遂行分化教育之準備工作，並以養成忠勇愛國四育均衡發展之健全國民為要旨。（註十一）

由於九年國民教育實施之需要，國民小學及國民中學的

級年高	級年中	級年低	學時	
			年	目
第六學年	第五學年	第四學年	第三學年	第二學年
120	120	120	60	60
420		390	210	180
150		90	30	60
120		90	90	120
90		180	120	60
150		120	90	150
1,530	1,500	1,440	1,200	

課程標準乃於民國五十七年由教育部重新訂定公布。其各科內容，遵照先總統 蔣公昭示，以加強民族精神教育，生活教育及職業陶冶為重心，並採取九年一貫之精神，以提高學習效果。

就國民小學課程標準而言：有關科學教育科目部分之修訂如下：

(一) 將算術科改稱為數學科，低年級規定「定時教學」取消「隨機教學」。至於珠算的教學時間，則予提前而從高年級，改列在中年級，以便能與筆算教材相配合。

(二) 將低年級常識中，有關安全衛生的教材，剷歸新設之健康教育科，同時簡化教材項目，使能更深入的學習，從而培養科學的精神、態度與方法，並奠定未來學習科學之基礎，其教學科目及教學時間則如下表（註十二）所示：

此次修訂之課程教材內容，如與原課程作一比較，則其不同點可歸納如下：

(一)數學科方面：

- 一、目標中增列「發展兒童思考及組織之能力」一項。
- 二、取消問題分類教材；酌採代數方法解決問題。
- 三、各學年增列集合基本觀念之介紹，刪減不必要之計算教材。

四、擴大認數範圍：

1. 將二年級二位數之認、命、寫，改寫三位數之認、命、寫。
2. 三年級改爲四位數之認、命、寫。
3. 四年級改爲五位數之認、命、寫。
4. 五年級改爲五位以上數之認、命、寫。
- 五、應用題編入有關各節中，不成爲獨立的項目。
- 六、簡化百分法之計算教材，小數之計算教材與分數取得適當聯絡，並略爲調整。
- 七、珠算教學，原在五、六年級，爲配合數學教學內容，提前於三、四年級實施。

(二)自然科方面：

- 一、原標準目標一律冠以「指導兒童……」似有以教師爲主的傾向，修訂後分別冠以「啓發兒童」、「鼓勵兒童」、「培養兒童」、「輔導兒童」等，使目標能充分配合新科

學教育的思潮。

二、原標準總目標第一條「接近自然，以培養其欣賞自然」似含義過深，且欠明確，因而改爲「從自然環境中發現問題」，強調學習應從生活的自然環境出發，以符合生活教育的理想。「欣賞自然」，亦嫌籠統，蓋欣賞自然應從認識自然現象出發，在千變萬化的自然現象中去體會自然的奧秘，而激發研究興趣，所以修訂後改爲「鼓勵兒童認識自然現象，及科學之奧妙，以培養其研究自然的興趣。」

三、原標準所提「科學方法」、「科學態度」，均未提具體學習途徑，修訂後則強調觀察指導的重要，使能從週遭事物之觀察中，發現問題，謀求解答，以培養其處理問題的「科學方法及態度」，明示訓練的步驟。

四、遵照九年國民教育一貫的精神，教材綱要部分著重觀察和實驗工作，以奠定接受國民中學學科分化的良好基礎。

五、原標準所列「物質的變化及現象」含義不夠具體，因而改爲「物質、物性與能量」，藉此輔導兒童更接近現代科學領域，爲國民中學的物理、化學奠定基礎。取消原列於中年級「科學遊戲教材」的「遊戲」二字，因爲所有學習均採活動學習，自然不必強調遊戲。

六、「地球和太空」分爲「宇宙」與「地球」，加強地球物理和地下資源利用的教材，以配合未來科學發展的趨勢

，和國家經濟建設。

七、原標準所列教材項目將近二百項，過分繁雜，只能傳授知識，修訂後分減至六十六項，藉此作深入的研習，以便培養科學的精神、態度與方法，並奠定未來擴大學習的基礎。

八、原標準預期學習結果以知識為主，能力居次，態度最末。修訂後，強調科學態度的培養列為第一，能力、科學方法的訓練為次，知識為訓練態度與技能之媒介為第三。「能力」項目中明確規定訓練步驟，和表達方法的重要性，希望能穩定科學教育的強固基礎。

就國民中學課程標準而言：為符合九年國民教育的精神，此次修訂規定，課程教材須採九年一貫之原則編制，惟與科學教育有關科目，則參考英、美各國新教材之精神，特別重視精神與科學方法之培養。析而言之，有下列三點值得一提。

(一)為培養學生思考推理能力與日常生活必備之知識，刪除重複部分，以減除浪費。

(二)將數學科授課時數改為三學年，每週三至四小時。並在課程標準實施方法中，明訂數學教科書之內容及講述方法，應順應世界潮流，參酌國外一九六〇年以後所出版之較具權威性之新數學教材如：S.M.S.G.且配合我國國情編輯。

(三)將生物、博物、理化合併為自然科學。一年級講授生

物，每週三小時；二、三年級講授物理與化學，每週各為二小時，並取消生理及衛生課程而併入所增設之健康教育科目。

茲將此次修訂之科目及教學時數(註十三)表列如下：

學 科 別	學 年	國民中學			健 康 教 育	語 文 學		
		第三學年	第二學年	第一學年		國 語	國 文	外 國 語 (英語)
		二	二	二			六	二一三
			一				六	二一三
				一			六	二一三

職業修業簡介	職業必修	科學能藝						自然科學		社會學				數學科學	
		勞作	工作	美術	音樂	體育	唱歌	自然科學	自然	地理	歷史	社會	常識	珠算	數學
	二			一	一	二		四		一	一				三一四
一	二			一	一	二		四		二	二				三一四
	二			二	二	二		三		二	二				三一四

合 計	指 導 活 動	團 體 活 動	童 子 軍 訓 練	其 他 選 修 科 目				陶 冶 科 目						
				美 術	音 樂	英 語	自 然 科 學	家 政	商 業	工 業	農 業	珠 算	製 陶	作 物 栽 培 概 說
三一五	一		一	四一六										
三一五	一		一									二		
三一三	一		一											

自民國五十八年起，我國國民中小學的科學教育，其推展及組織上之權責劃分，漸趨健全完整。就計畫而言，長期計畫之擬訂及修正事項由科學發展指導委員會負責，年度工作進度及預算之擬訂，係由教育部及省（市）教育廳（局）負責，工作計畫之推行及工作進度之考查事項，由國科會負責，期中及年終工作成果之考核等，則分由科導會及國科會負責。

在此一階段，由於我國經濟建設成長率，即將趕上先進國家水準，以致科學技術人才之需求，逐年增加；同時自實施九年國民教育後，由於各級學校的擴展，除了需要大量的科學教師外，亦需要培育未來科技人才。因此，教育部在民國五十八年研訂「各級學校科學教育發展計畫」，作為各級學校推展科學教育之準則，此一計畫，較先前所訂頒之「發展中等學校科學教育計畫大綱」還要具體週詳，尤其分別列出各級學校之發展重點，對推展科學教育之助益甚大。

各級學校科學教育發展計畫，對於國民中小學科學教育發展方向之提示，頗為具體，茲摘錄如下：（註十四）

（一）目標：

1. 對新頒國民中小學課程標準，自然學科及數學科新編教材、教法與成績考查辦法等，加以實驗研究與評量。
2. 加強實施國民中小學科學師資培育計畫，積極舉辦科學教師在職訓練，以提高師資素質，國民中小學科學教師逐漸由曾接受各該科專門訓練之人員擔任。
3. 充實國民中小學教學儀器設備，編譯供應優良科學

圖書和期刊，鼓勵教師學生共同研究實驗，訓練其實驗與觀察的科學方法和科學精神，藉以養成現代化國民。

（二）原則

1. 整體原則：從國民小學起，至大學研究所，更進而推廣至社會各方面，在科學教育之實施目標、工作程度及內容，均應由簡而繁，由易而難。

2. 重點原則：在國民中小學階段，應根據兒童、青少年身心發展之順序，及國民中小學之教學目標、學科及教材等，分別訂定推行之工作要點。以養成科學興趣與合理生活習慣為主。

3. 合作原則：計畫、執行、指導與協辦舉行，必須分工合作，其所需經費亦應由各方分擔。

（三）實施事項

1. 小學科學教育之工作重點：為提高小學科學教師之素質，改進課程教材與教學方法，供應科學實驗儀器、書刊，以激發兒童對科學之興趣。

2. 中學科學教育之工作要點：為提高中學科學教師之水準，改進課程教材，充實科學實驗設備，並設立科學實驗中心，以推動中學階段之自然科學教育。

（四）實施方法

1. 小學科學教育

（1）教師之培育

甲、充實師範學校及師範專科學校之科學教學及實驗設備，加強師範生之科學教育，以造就優良之小學科學教師。

乙、舉辦小學科學教師進修班及研習會。

丙、選送小學科學教師進入師範大學或其他公立大專深造、或出國進修。

丁、獎勵績優之小學科學教師。

(2) 課程教材及教學法之實驗改進。

甲、研究改進師範專科學校數理教材，修訂自然與學科教材，使與國民中學新教材相銜接。

乙、設置小學科學專任教師，以增進教學效果。

丙、指定實驗研究學校，成立小學自然、數學科課程實驗研究中心，研究自然、數學科課程標準，並改編教科書，及改進教材與教法。

(3) 興建及佈置數學、自然科專科教室。

(4) 研究自然科教學儀器設備標準，充實供應專科教室之儀器設備。

(5) 編印並供應國民小學學生閱讀之科學書刊。

2. 中學科學教育

(1) 教師之培育

甲、增加師範大學、師範學院及其他公立大專院校有關自然科學系科之新生名額；私立大專院校增設系時，

並應以自然科為優先，以培育優良之中學科學教師。

乙、辦理中學科學教師進修。

丙、選送中學科學教師出國考察或進修。

(2) 課程教材及教學法之研討。

甲、訂定中學地球科學課程。

乙、推廣視聽教育。

(3) 教學及實驗儀器之供應。

甲、修訂中學自然學科設備標準。

乙、充實中學科學儀器及教學設備，增建實驗室。

丙、充實中學科學刊物。

丁、研編中學性向測驗。

此一計畫，自民國五十八年起實施，以至六十九年為止共分為三期進行。此計畫之推展，對我國國民中小學科學教育之推展，發揮了很大的功效。

教育部為執行此一發展計畫，乃於民國六十一年，成立國民小學科學教育實驗研究指導委員會，負責研究工作之計畫、指導、審議及評鑑工作；教育部並聘請教育心理學家、學科專家、課程專家等分別組成數學及自然科學課程研究小組，負責外國課程資料之選擇，外國小學課程、教材與我國小學科學課程之比較研究、實驗教材之設計、編審及校訂工作。整個計畫則交由台灣省國民學校教師研習會負責執行。

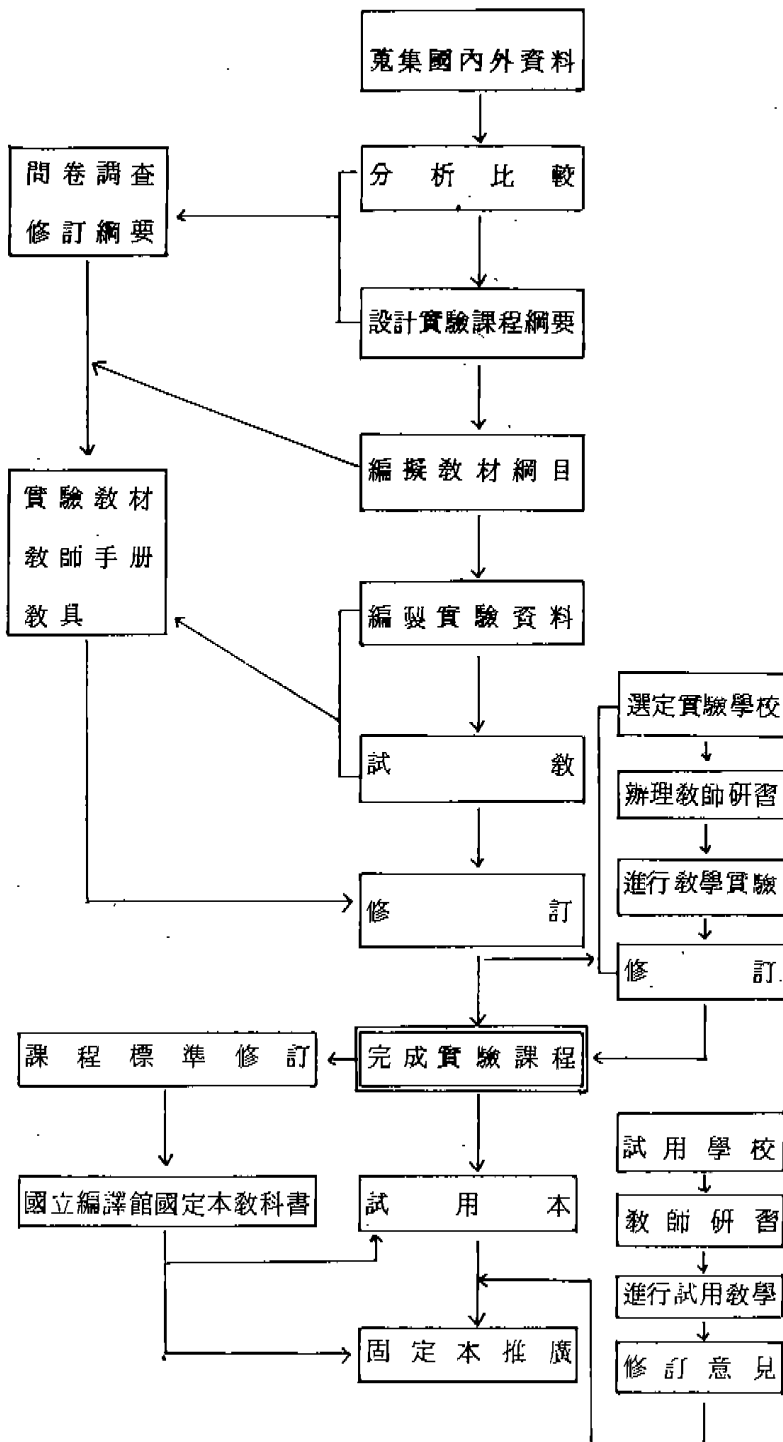
民國六十三年九月起，並分別在台灣各地區選擇數十所

實驗學校，進行大規模之實驗研究。台灣省國校教師研習會更邀請擔任實驗之教師，至該會參加課程研習，使其了解實驗教材之編輯要旨、精神外，尙要透過教具實際操作，以體會及熟悉各單元教學活動。

民國六十四年，教育部修訂國民小學課程標準時，更以此次課程實驗研究之成果，作為修訂之藍本。而其實驗教材及教學指引，則作為國立編譯館做為編纂新教科書、教學指

引及習作本之主要依據。國立編譯館依據實驗教材所試編之試用教材，於民國六十六學年起，逐年由全國六十四所國民小學進行試用，再依據試用後的意見，乃修訂試用本成為正式本，提供全國各國民小學使用。

從上述可知，此種課程之編訂方式，對國民小學科學教育之革新影響甚大，茲將研究程序列表如后：（註十五）



如前所述，在民國六十四年所修訂公布之國民小學課程標準中，將「自然」科目改爲「自然科學」，並增加教學時數，以配合國民教育九年一貫之精神。

茲將科目及時間分配列表如下：（註十六）

六	五	四	三	二	一	學 分 年 鐘 數 科 目	
200			120			理倫與活生	
						育教康健	
400						話 說	國 語
						書 讀	
						文 作	
						字 寫	
240	200	160	120			學 數	
120			80			會 社	
160			120			學科然自	
80			160			樂 音	唱 遊
120						育 體	
120			80			勞 美	
80						動活體團	
						動活導輔	
1520	1480	1360	1160			計 總	

教育部除進行國小科學課程之實驗研究與修訂外，民國五十八年，亦同時指定全台灣地區二十四所國民中學，辦理國中自然科及數學科新教材之實驗研究、試編、試教等工作。其編輯之實驗課程教材，並已作爲教育部修訂課程標準及國立編譯館編輯教科書之依據。

至其修訂公布之國民中學科學課程標準中，數學科在時間支配上增加第三學年每週二小時之選科時間，在教材上並加強與小學數學教材之連繫。至於自然科學方面，其時間支配，均與原五十七年公布者相同。其教材方面亦稍有增刪，惟此次之修訂主要強調課程目標及實

施方法之一貫及其具體化，以與當時國民教育政策之推行及科學教育措施之全面改進密切配合。（註十七）

綜觀此一階段，我國國民中小學科學教育，因國民教育年限之延長，曾進行很多改進措施，如明定大幅採用美國新科學教材等等；尤其，「各級學校科學教育發展計畫」指引下，制度上已漸趨完整。加上有計畫且大規模的進行科學課程教材之實驗研究工作，及將研究結果，實際選用在課程教材之修訂、編輯中，不僅樹立了我國課程研究發展的良好模式，也為我國國民中小學科學教育奠定了深厚的基礎。

四、統整規劃階段（民國六十九年迄今）

教育部為發展科學教育培植科學人才，以配合國家建設

之需要，自民國五十八年起配合國家安全會議科學發展指導委員會訂頒之「十二年科學發展計畫」及行政院訂頒之「科技發展方案」，積極推動科學人才培育計畫，至於國民中小學科學教育即為上列計畫中之一環。（註十八）迨至民國六十九年，教育部依據上列計畫及方案，訂定「中小學科學教育中程計畫」（自七十至七十五會計年度止），其內容包括科學師資訓練，教學方法之改進，儀器設備之充實，科學活動之舉辦與資料提供，課程實驗及教材之改進等五項重點工作，而為全面提升科學教育素質，復於民國七十五年訂定第二期中程計畫（自七十六至八十一會計年度止），以作為教育部及省市教育廳局推動科學教育之指針。其計畫重點、目標與工作項目詳如下表（註十九）：

計畫重點	目標	工作項目
一、科學課程教材研究改進	(一) 配合時代潮流與社會需要改進科學課程教材。 (二) 加強科學課程教材之基礎性及鄉土性研究。 (三) 加強課程、教材縱橫連貫性及配合性。	1. 高中、高職科學課程教材研究發展與輔導。 2. 國中、國小科學課程教材研究。 3. 推展科學教育之基礎研究。 4. 科學課程教材之評鑑及修訂。

二、科學師資培育 與在職進修	(一) 提高師資素質增進教學效果。 (二) 鼓勵研究創新與自我進修。	1. 辦理中小學科學教師在職進修，研擬鼓勵教師進修辦法。 2. 獎勵中小學科學教師研究創作及教學優良事蹟。 3. 補助進行中小學校科學教育專題研究。 4. 編輯並提供科學教育書刊及教學資料。 5. 選派中小學教師出國研究考察。 6. 科學資優教育師資培訓。
三、教學及評量方法之改進	(一) 革新教學方法，提昇學習效果。 (二) 改進評量方式及技術促進教學正常。 (三) 導正學生學習觀念與型態。	1. 獎勵改進教學方法之實驗研究。 2. 辦理教學觀摩研討活動。 3. 研究改進升學考試命題之內容與技術。 4. 輔導改進中小學教師評量觀念與技術。
四、充實科學儀器設備	(一) 依據部頒中小學各科設備標準規定充實各科儀器設備。 (二) 輔導中小學校妥善運用現有儀器設備。	1. 興建自然科學各科實驗室，充實儀器設備。 2. 製作及推廣運用各項科學教育媒體。 3. 改進中小學教育環境設施。 4. 督導充分運用現有實驗儀器設備教具媒體。 5. 加強實驗室安全教育。 6. 配合新課程標準實施補助各職校充實基礎科學實驗儀器設備。

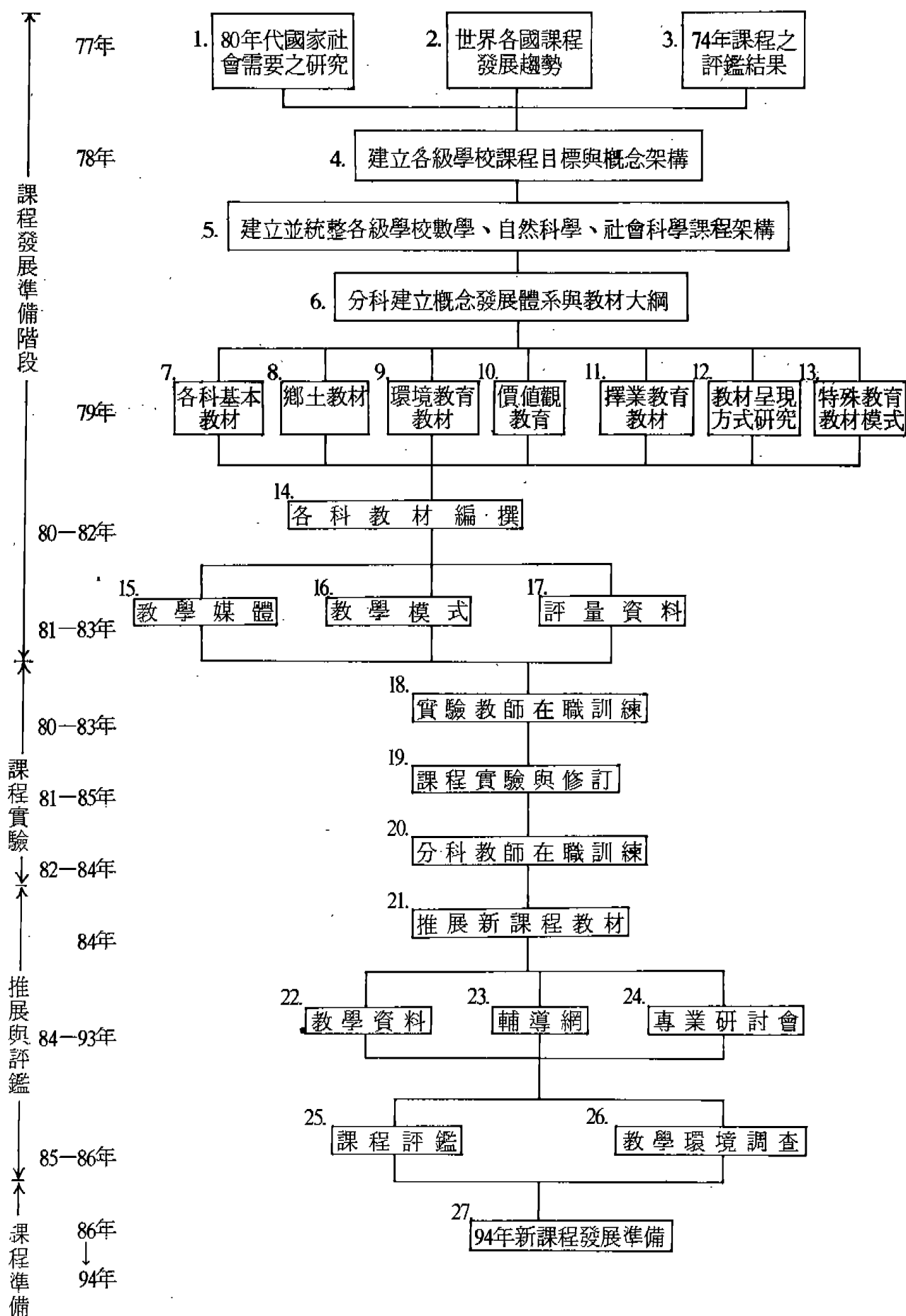
五、科學教育之輔導	結合現有中小學科學教育輔導單位人力物力，統合一切力量，提高輔導效果。	1. 全面建立各層級中小學科學教育輔導網組織。 2. 定期舉辦中小學科學教育研習會。 3. 推展長期而全面性科學教育輔導活動。 4. 建立區域性科學教育中心學校，充實其科學圖書、期刊及教學資料，並輔助進行實驗示範及推廣活動。 5. 新科學課程推廣及輔導。
六、發掘與輔導科學資優學生	發展科學資優學生潛能充實學習內容。	1. 科學資優教育實驗研究。 2. 科學資優學生鑑定方法之研究。 3. 科學資優學生升學輔導。 4. 辦理研習活動輔導科學資優學生。 5. 編印科學資優生教學資料。 6. 資優學生學習情況追蹤輔導。 7. 號召工商界參與資優學生培育計畫。
七、發展中等學校資訊教育	迎接資訊時代提昇國民資訊素養。	1. 電子計算機課程之研究改進。 2. 充實中學資訊教學設備。 3. 培訓資訊教育師資。 4. 辦理資訊教學評鑑。
八、辦理科學教育	(一) 提昇全民科學素養。 (二) 擴大學生學習領域。 (三) 充分運用社會資源。	1. 辦理科學展覽及競賽活動。 2. 辦理學生假期（課外）科學教育野外考察、研習活動。 3. 辦理青少年科學教育活動。 4. 號召工商界參與推展教育活動。

九、科學教育評鑑

檢討實施成果與缺失，策畫未來努力方向。

1. 科教專案計畫期中及期末之訪問檢討。
2. 定期進行中小學科學教育評鑑。

依據上述之第二期中程計畫及「各級各類學校數學及自然科學課程發展之基本方針與十年計畫」，教育部自然科學教育指導委員會乃進一步研訂「各級各類學校及自然科學課程發展流程」，以作為各級學校發展科學教育課程之方法。其流程（註二十）如下：



此一階段之國民小學科學教科書之編輯，除配合科教發展稍作更新外，其課程仍依據民國六十四年公布之國民小學課程標準為準未予修正。

至於國民中學課程方面，為因應社會情況的變遷與科學知能的進步，教育部乃於民國七十二年根據課程實驗研究之結果，修訂。經修訂公布的課程標準，將國中課程架構分為基本科目、活動科目以及選修科目三部分。自然科學與數學科目在第一、二學年為共同科目，從第三學年起，分化為二種程度，編輯兩種課本，以適應學生的個別差異。茲就科學課程部分，民國七十四年與民國六十一年公布之課程標準，在科學課程方面有何修正，茲加以比較如下：（註二十一）

（一）生物

1. 教學目標：與原標準大致相仿，另列兩項，其重點如下：

（1）科學方法。科學態度以及獨立思考與創造力之培養與啟發。

（2）加強學生瞭解生命之延續、生物之演化，以及生物與人生、生物與生態系之關係。

2. 時間分配：與原標準相同。

3. 教材綱要：新教材綱要為配合教材「縱」與「橫」的聯繫，並適應日常生活所需，其編排次序和章節名稱、內容，均予調整。

（1）將舊標準所列之「壹、概說」改為「壹、我們的環境」——介紹生物圈的範圍及生物圈的隱憂，並且配合「實驗」及「討論」二項加強實施。

（2）原「壹、概說」中的一、二兩節，改為「貳、研究生物學的方法」。除採用「實驗」加以介紹科學方法外，並將原有「動植物之區別」一節，予以刪除。

（3）原「叁、動物的生活」及「伍、植物的生活」二章的名稱，在新標準中均不使用。上述「叁」所包括的七節及「伍」所包括的五節，在新標準則併為「肆、營養」、「伍、生物體內的運輸作用」、「陸、協調作用」及「柒、恒定性」等。以上四章，都以生理作用為主題，著重功能的統整性，唯並不將「動」、「植」物硬性區分。

（4）舊標準中的「肆、動物界」及「陸、植物界」兩章，原排在「遺傳」及「演化」兩章之後，分別排列「拾壹、生物圈的生物」及「拾貳、生物的分類」兩章，而在內容上則不但儘量減少生物種類的介紹，同時也簡化了分類型態的描述。

（5）原標準「柒、生物和環境的關係」一章，過於繁雜，在新標準則改為「拾叁、生物的環境」，著重族群的改變及生態原理的介紹。

（6）新標準「拾肆、人類與環境」一節，增加討論地球上的「污染問題」和「人口問題」兩項。

(7)原標準編有「乙、實驗教材大綱」實驗次數亦多，新標準中「實驗」均排在各章節的課文前面，總次數減少，易于施行，並可帶動啟發式的教學。此外，每章規定有「討論」一節，舊標準則無此安排。

4.實施方法：均依照教育部所訂項目列述，唯新標準特別列出評鑑內容應包括：智育、德育及技能等三項行為目標的評量，力求達成五育並進的國中教育目標。

(二)理化

(1)舊標準中物理、化學二科，各科每週均為二小時。新標準則將兩科合併，每週為四小時。

(2)舊標準物理教材綱要中之「彈性」、「分子現象」、「電子的應用」、「原子核」等單元均予刪除；新標準所保留之單元教材則均予簡化。

(3)舊標準化學教材綱要中之「週期表」、「氧化氫與化學式」、「化學反應中之熱效應」、「電解」、「反應速率」、「可逆反應」、「有機化合物」等單元均予刪除，惟增列「衣食住行之化學」單元。

(三)數學

1.課程及目標

(1)舊課程標準僅一套數學教材。為適應學生的個別差異，新課程標準除數學外，另設實用數學。

(2)數學及實用數學，分列不同目標，以適應學生不

同之能力，增進學生學習興趣，提高學習效果。

2.教材綱要及時間分配

(1)各單元內容較舊標準詳細，並於預估每單元講授時數。

(2)各種課程之內容分量，依據部頒時數之下限編列，且每學期以十六週編列教材。

(3)實用數學的內容，採單元獨立化，尤其第三學年教材，可視設備人員需要，部分班級先授下學期教材。

增加之教材以實用、操作性教材為主，如資料之處理、機率與統計、電算機之使用等。

(4)刪減抽象及教學成效偏低之教材，如有效數學、近似值的四則計算、對數與指數、無理方程式、複數等。

(5)簡化幾何教材。

由此觀之，現行課程標準的課程設計，富有彈性，以適應個別差異，並兼顧學生升學與就業之需要；物理、化學以「理化」合科的面貌呈現，讓學生以統整的觀點探究自然，以培養其科學素養。

此外，由於國中科學教育的主要目標，乃在提昇全民基本科學素養，並經由探討過程獲得科學概念，藉以訓練學生基本的科學方法，培養其科學態度。為深入瞭解國中學生在這方面的學習情況，教育部，國科會與省市教育廳局自七十二年即陸續合辦「國中學生數理科學學習情況調查與輔導

「工作，對全國所有國中進行數學、理化、生物及地球科學的學習情況抽測，依據抽測結果，經由各科學專家分析探討，並分區前往學校辦理研討。

茲將七十七學年度研討會辦理原則說明如下（註二十二）以供參考。

一、研討目標：

舉辦本次輔導研討會之目的，在瞭解國中數理科教師之命題觀念及實際命題之一般情況，以便針對缺失，輔導教師之命題方向，導向正確內容，並與各地區高中聯招命題改進措施相配合，冀期達成教學正常化之目標。

二、研討會名稱：

本次輔導研討會定名為：

教育部、國科會、台灣省政府教育廳、台北市政府教育局、高雄市政府教育局合辦「國中數理科教學情況調查與輔導研討會」。

三、輔導區劃分：

（一）上學期：

1. 台北區
2. 桃園區
3. 台中區（台中縣、台中市）
4. 嘉雲區（嘉義縣、嘉義市、雲林縣）
5. 高雄縣區
6. 屏東區
7. 花蓮區
8. 金門區（或馬祖區）

（二）下學期：

1. 基宜區（基隆市、宜蘭縣）
2. 台北縣區

四、參加研討人員：

（一）教育行政人員部分：

1. 各縣市（直轄市）督學 1 人。
2. 承辦高中（職）聯招學校請派教師每科（數學、物理、化學、生物、地科等共五科） 1 人。

（二）學校教師部分：（請優先選派未曾參加類似活動之教師參加）

1. 台灣地區：
25. 班級數班以上學校，每校地球科學、數理、理化、生物各科指派 1 人，共 4 人；24. 班以下學校，數學、自然科各指派 1 人，共 2 人。
2. 金、馬地區：由金門、連江縣政府文教科自行決定。
3. 各校教學研究會召集人。

五、研討程序（表列時間，得視實際情形作彈性調整。）

12:00 13:00	10:40 12:00	10:20 10:40	9:40 10:20	8:40 9:40	8:20 8:40	8:10 8:20	時 間
用 餐	段 考 分 析 研 討 (一)	茶 敘	段 考 分 析 研 討 (一)	專 題 演 講	簡 報 (教 育 廳 局 部 會)	報 到 、 領 取 資 料	活 動 內 容
指 承 辦 學 校 定	分 指 承 辦 學 校 教 室 定	指 承 辦 學 校 定	分 指 承 辦 學 校 教 室 定	指 承 辦 學 校 定	指 承 辦 學 校 定	指 承 辦 學 校 定	場 地
總 務 處 承 辦 學 校	各 科 教 授	總 務 處 承 辦 學 校	各 科 教 授	教 授	校 長 承 辦 學 校	總 務 處 承 辦 學 校	主 持 人
	分 組		分 組	不 分 組	不 分 組		備 註

15:20 16:30	15:00 15:20	13:00 15:00
分 科 研 討	茶 敘	段 考 分 析 研 討 (三)
指 承 辦 學 校 定	指 承 辦 學 校 定	分指承 組辦 教學 室定校
各 科 教 授	總 務 處 承 辦 學 校	各 科 教 授
2. 1. 。題工分 解作組 答內。 或容： 評：疑 量難 實問		分 組

六、注意事項

(一)參加輔導研討會之教師應攜帶地球科學、數學、理化、生物各科教學研究會記錄；研討會場地、視聽器材、請各承辦學校提供。

(二)研討會資料由師大科學教育中心提供交承辦學校分發與會教師使用。

(三)各分區承辦學校負責研討會紀錄，並於會後兩週內將紀錄整理後分送部、會、廳、局、師大科學教育中心，及該區參加研討會學校。

(四)參加研討會之教師於返校後，應召開校內教學研究會，俾加強全校教師對命題方向觀念之溝通，並於會後兩週內將會議紀錄備文報部，副本送所屬縣市（直轄市）教

育局，以憑追蹤輔導。

(五)對於承辦本項輔導研討會績優學校校長及有關工作人員；各校負責命題之教師；命題優良之學校，請教育廳局從優獎敘。

(六)舉行研討會之確定日期及各項細節，另擇期邀集各單位及專家學者商定。

由此觀之，現階段國民中小學之科學教育，係在既有的制度基礎上，加強全面的研究改進。尤其，在行政上，注重計畫的擬訂與執行，在課程教材上，強調長期的研究與發展研究，以求適應學生身心發展之需要，並配合國家各項建設，培植科學的基本人才。

叁、未來展望

科學教育雖係國民中小學教育的一環，然其所涉及的範圍與課程却無法單獨分開探討，以下謹就課程、師資、設備、升學評量及資優生輔導等方面，提出未來努力之方向。

一、課程方面：整體規劃課程架構，並彈性調整教材內容，使國民中小學科學教育課程教材，不論是橫的聯繫或直的聯貫方面，均有很好的效果；尤其在課程設計上，應考量適切合理化，並賦予課程教材更大的彈性，使其能適應個別差異，增進學生學習意願與興趣，方能收到實際之效果。

二、師資方面：一般而言，課程編製專家們將科技革新的最先峯予以掌握，並編入課程之中的過程，相當緩慢，尤其要把新的課程內容令教師了解，並能教給學生，亦頗為困難，因而積極辦理科學教師在職進修，使在職的國民中小學教師能趕上時代之腳步，特別是在修訂課程教材時，能配合教材之修訂，全面辦理新課程教材研習，使教師能確實了解新教材之意義，並具教學能力，實為有效使用新教材之主要途徑。

三、設備方面：在知識爆增、科技革新時，教材分量之增加是必然的趨勢。惟學生的學習時間却仍然不變，如何善用有限的教學時間，以提高教學效果，實為現代教學上最為迫

切的課題。為此，除了改善教學法外，確實供應教具，鼓勵教師充分運用現有儀器設備，方能真正令學生由實驗探究中，提昇科學知能，培養正確科學態度，使之在最短時間內學到更多新知。

四、資優生輔導方面：甄別具有科學能力與興趣之學生，使之接受適當的教育，尤其如要使資優教育，不淪為升學預備教育，而能真正培育其思考創造性，則應擴大甄試保送措施，也唯有如此方能免除科學資優生在升學考試壓力下，退出資優生輔導計畫而悶廢英才。

五、升學評量方面：改進升學考試與學校評量，使國民中小學科學教育得以正常的發展，實為當務之急，尤其，修訂學生成績考查辦法，使之從絕對性的評量方式轉向相對性的評量方式，探討國民中學在校成績併入升學聯考成績的可行性，以導正學校教學觀念和學生正確的學習態度，使學生喜歡上學、喜歡老師、喜歡學習，推展真正的正常教學，將是未來亟須努力達成的課題。

附註：

註一：中華民國七十八年 中華民國主要教育統計資料

教育部 民國七十八年

註二：第三次中國教育年鑑（上） 正中書局 民國四十六年

註三：司琦 課程教材及教學法通論 復興書局 民

國五十四年十月

註四：國民學校課程標準 教育部 民國四十一年十一月

註五：第四次中華民國教育年鑑 正中書局 民國六十三年

三月

註六：中學課程標準 民生印書館 民國三十七年十二

月

註七：中學課程標準 台灣書店 民國四十五年一月

註八：發展中等學校教育計畫大綱 教育部 民國四十七年

註九：國民學校課程標準 正中書局 民國五十一年七月

註十：中學課程標準 正中書局 民國五十一年七月

註十一：國民中學教育實施成效的檢討與改進 行政院研究發

展查核委員會 民國六十七年五月

註十二：國民小學暫行課程標準 正中書局 民國五十七年一

月

註十三：國民中學暫行課程標準 正中書局 民國五十七年一月

註十四：各級學校科學教育發展計畫 教育部 民國五十八年

註十五：自然科學課程實驗研究 柯啓瑤 民國七十五年

收錄於中華兒童教育社出版之國民中小學課程實驗研究

註十六：國民小學課程標準 正中書局 民國六十四年八月

註十七：國民中學課程標準 正中書局 民國六十一年十月

註十八：科學發展計畫第一期四年計畫實施情形行政院國家科學委員會 民國六十一年

註十九：教育部 中小學教育第二期中程計畫 民國七十五年

註二十：教育部 各級各類學校及自然科學課程發展流程 民

國七十七年

註二十一：國民中學課程標準 正中書局 民國七十四年四月

註二十二：教育部 七十七學年度數理科學學習情況調查研討會辦

理原則 民國七十七年

【作者簡介】 方炎明先生，台灣省苗栗縣人，日本國立東

京大學博士，現任教育部國民教育司司長。

