

國小科學課程研究模式

陳 梅 生

臺灣省國民教師研習會

在本刊第一期中，拜讀魏教授明通及黃教授敏昇對於國民小學科學教育與數學教育課程研究主旨、理想與課程內容的報導，引起筆者撰寫本文的動機。茲以該項實驗工作的行政立場，聊綴數語，以配合兩位教授專文的內容，使此一實驗工作的說明，更臻完備。

一、緣起

如果要談此一實驗工作之緣起，需要小敘一下，「小學教師日美科學教育考察團」的考察及簡報經過。此一考察團，係由最低層之小學教師組成，雖不能說是「絕後」，但在歷史上，確為「空前」之事。當時在國科會擔任科學教育組組長一職者，即現任教育部政務次長朱匯森先生。朱先生辦理是項業務，使最低層之小學教師，亦有機會出國考察，而且是赴人人嚮往的美國，其鼓勵作用之深，在當時國民教育團中意義之大，可想而知。當時的主任委員是吳大猷博士，副主任委員是教育部長閻振興博士，真要感謝他們高瞻遠矚的見解和魄力，批准了此一空前的計劃。當時筆者亦隨團前往，擔任全隊耳目工作，因全隊只有筆者一人，可對外交通。說笑話，當時在美國最怕坐計程車，因為十一人需坐三部車子，第一，遇到紅燈，前後車子不能相連，使有散失之虞。但這十一人所組成出國團體，對於考察任

任務之完成，却十分出力。白天步行參觀，指定值日人員記錄，晚上回到旅社，再印證參觀機構所索得之文件，或其他簡介，加以口述增補，使整理成為較完整之記錄，再由筆者修飾後指定人員保管。並另請毛順生先生執筆記錄「參觀大事記」。在日本由現任高雄市勝利國校林校長繼興任翻譯。就這樣，先後在美日兩國完成了考察任務。前後共計六十天，才回到台北，後又在板橋教師研習會前後集會兩週，才編成了一冊十六開共九十頁的「美日兩國小學科學教育考察報告。」（註1）由教師研習會印行，除敘述考察經過及觀感外，其中並有建議三十餘項。值得參考。茲特轉錄如下：

中華民國國民小學科學教育考察團報告書

童恆誠、樊景周、羅經榜
報告人 陳梅生、林繼興、劉厚卿
毛順生、賴慎一、吳榮熙
余雅成、游美津

考察觀感及建議事項

（一）、考察觀感

（一）對美、日兩國科學教育一般觀感

1. 美日兩國為加速推動科學教育工作，均由國家制訂法案，以為依據，如美國之「國防教

育法案」，日本之「理科振興法」，故推展工作較為順利。

2. 美日兩國教育行政機關，均設有負責輔導學校科學教育之專業行政人員。如美國紐約市教育局設有科學教育科，其所轄三十一地方教育委員會，均設科學教育聯絡員。日本各地方教育委員會，亦均設科學督學。

3. 美、日兩國為積極推動科學教育，各級政府多列有充裕經費，以充實研究機構及學校科學教育之各種設備，以加強工作推行。

(二)對美、日兩國科學師資觀感

1. 美、日兩國小學師資素質較高，故教育改革工作易於推行。兩國均規定最低需大學程度並接受小學師資專業訓練者，始可執教小學。美國紐約及加利福尼亞兩州，更規定在任教五年之內，必須再進修獲得碩士學位，否則可予解僱。

2. 兩國為積極革新科學教育，極重視在職科學師資進修工作。美國訂有教師進修貸款辦法，凡參加數學、物理、化學、生物、科學及外國語等科進修者，不但其本人可申請貸款，其家屬依賴其生活者亦可貸款。同時進修之後，可獲得學分（分學位學分與進修學分兩種），積滿規定學分，可獲得學位或晉薪。故參加者極為踴躍。日本東京都教育研究所，每年辦理在職教師進修工作，參加之校長、教師亦多達一萬餘人。

3. 美國為加強中小學在職師資訓練工作，新近成立在職科學師資進修中心甚多。此等中心甚多，多由聯邦政府教育署及國家科學基金會與州政府教育廳等支持設立，設備極為良好。

4. 美、日兩國均有教師專業性社團組織。美國國家教育協會，下設各專科教師組織，如「科學教師協會」，「數學教師協會」等等。其所出版之刊物，對各該學科教材教法之研究，極具權威。對輔導教師增進專業知識技術，關係至大。

(三)對美、日兩國科學教育課程研究觀感

1. 美國對中小學科學教育課程改進工作，

有極輝煌之成就，在小學方面，最負盛名者有三個計劃為：美國科學教育促進會課程改進計劃（簡稱AAAS），小學科學教育改進計劃（ESS）及科學課程改進計劃（SCIS）均自幼稚園起設計至小學六年級止。不採用教科書，而以大量教學資料進行教學。方法新穎，效果良好，現已有二十多個國家試用。我國似亦宜派員組團前往參與研習，回國從事研究。

2. 美、日兩國對學校科學教育研究改進工作，均有常設機構，專責其事。美國多委托著名大學或研究機構辦理，日本則由文部省之教育研究所及東京都教育研究所等負責，不但責有專成，且人才集中，故易推動。

3. 美國科學教育課程改進工作，多由科學家、教育家及實際擔任教學之教師聯合組成小組，共同設計，包括課程、教材、教法、教具、兒童讀物及教師用書等；並經過試驗、檢討、改進等步驟，始完成課程改進資料。故其課程能銜接貫通，符合教學需要。課程試驗完成後，始辦理在職師資訓練，然後再行推廣。故研究工作雖費時較多，但效果極為顯著，值得我國參考。

4. 日本為研究美國該等課程改進計劃，曾多批派員前往考察。單為AAAS計劃即曾派員達二十餘人。現日本有二十位專家正從事此AAAS計劃之翻譯及研究工作。我國似亦應設置一研究機構，以從事此一課程教法之翻譯及試驗工作。

5. 日本由中央文部省公佈「課程綱要」，由都、道、府、縣編擬實施課程之「指導綱要」，再由各地區地方教育委員會研究「指導要目」，由各學校研究「教學細目」，故課程之實施，甚為徹底，值得我們注意。

(四)對美、日兩國學校教學及設備觀感

1. 美、日兩國小學科學教學均從幼稚園或一年級開始，重視學生科學觀念、方法、能力、智慧之培育。有放棄課本之趨向。此點與我國依

賴課本灌輸知識情形，有甚大不同，且教學時數，亦較我國為多，值得我們注意。

2. 美國小學科學教學，從四年級起，有實施分科教學之趨向。以普通教室佈置科學教室，並由有科學專長之教師擔任教師。

3. 美國小學教學，特別注重個別指導，教學設備亦有着重個別學習之趨向。其視聽器材，如電影、幻燈、錄音教材等均安放在教室，取用方便，供學生自行操作和學習。

4. 美國小學教學設備及教學資料甚為齊全，並能充分利用，但在平時教師仍努力於自行製作簡易教具或蒐集教學資料，以提高教學效果，此點值得我們效法。

5. 美、日兩國小學圖書館設備完善，有關科學書籍頗多，內容豐富、印刷精美，適合兒童閱讀能力，可增進兒童科學知識，對科學教育甚有裨益。

6. 日本在「理科振興法」中規定，小學理科設備分年分期達到預定標準。一九六八年規定未達到所訂理科設備標準百分之七十者，由中央政府予以補助，對於學校發展科學教育有甚大幫助。

7. 美、日兩國對於科學有特殊才能兒童均特別重視。並加強其個別指導工作，使獲得充分發展。美國現實施一項所謂「繼續進步計劃」，使優秀學生多獲個別研究機會。日本則在各區成立「兒童科學中心」或「少年科學勵進會」，由學校推薦優秀兒童參加。並聘請對科學有專長之教師予以指導，對培植科學天才兒童甚有成就。

8. 美、日兩國小學科學教育之考試方法，着重實驗、觀察等過程；不重視筆試成績，此點對改進教學方法關係甚大，值得注意。

(五)對美、日兩國科學教育利用社會資源之觀感

1. 美、日兩國對學校實施科學教育有甚多社會資源可資利用。如博物館、圖書館、科學館、動物園等，且大都規模宏大，訂有便利學校參

觀辦法，對科學教育貢獻殊多。

2. 博物館、科學館都採動態佈置，不僅可供眼看、耳聽、尚可動手操作；館內並設服務人員擔任解說，有時亦做現場實驗，對參觀者極有幫助。

(二)、建議事項：

(一)對推動科學教育一般行政之建議：

1. 由中央立法訂定推動科學教育及科學研究之基本法案，以利工作推行。

2. 各級教育行政機構，增設科學督學。

3. 各級教育行政機關分別編列科學教育專款，以推動科學教育。

(二)對科學師資進修之建議

1. 確立在職教師進修制度，使小學教師得有帶職帶薪、進修學分及學位機會。

2. 師專採分科進修制度，以培養小學各學科專任教師。

3. 分區設立或指定各師專辦理在職教師研習，並採用進修學分及晉薪制度，以鼓勵教師參加在職師資訓練。

4. 組織科學教師協會，出版科學書刊，以利教師平時進修。

5. 訂定小學科學教育推行方案及小學教師與師專暨在職師資訓練機構教師出國考察及進修辦法。以十人左右之團體出國為宜，考察進修宜有專項目標。出國人員之選拔應以推行科學教育有功之優秀人員為主，不以語言能力為標準。

6. 聘請國外教授如 AAAS 計劃之教授等來華舉辦短期研習會，邀請教科書編輯、師專教授、小學教師等參加，以加速提高師資素質。

7. 我國在職師資訓練機構應與美、日兩國相同機構取得合作，如交換教授、資料等以加速我國師資訓練機構之改進工作。

(三)對課程研究之建議

1. 常設或指定一研究機構（如科學教育中

心等），聘請科學家及擔任教學之教師共同組織小組，專責辦理下列工作：

- (1) 派員前往美、日等國，考察最新課程改進工作。
- (2) 購置並翻譯美國 AAAS, ESS, SCIS 等及其他各國有關小學課程改進資料。
- (3) 從事課程實驗研究工作。
- (4) 辦理師資訓練，及師專科學教師研習。
- (5) 教具儀器之研究改進。
- (6) 編印教學參考資料。

四、對改進教學之建議：

1. 自然科學應從小學一年級開始，注重科學研究過程，培養科學基本能力與態度。
2. 從小學四年級開始以普通教室佈置自然科專用教室實施分科教學。
3. 建立自然科主任教師制度，推動各校自然科學教學改進工作。
4. 分區指定學校設立「兒童科學中心」，聘請有專長教師指導，以培育科學兒童。

五、對充實設備及教具之建議：

1. 從實地研究試驗中，訂定小學自然科設備標準，設計並陳列成品，供各校充實設備之依據。
2. 依據標準，訂定中央、省市、縣（市）及學校對等經費補助添購辦法，限期達成最低設備標準。
3. 鼓勵教師及兒童自製簡易教具，定期舉行展覽。
4. 儘量購置視聽教育器材及科學圖書鼓勵兒童個別研究。
5. 攝製八厘米科學電影，及幻燈、錄音教材等，供各校購用。
6. 購置國外優良教學器材及教具，予以免稅進口並簡化手續。

六、對利用博物館、科學館等之建議：

1. 展品儘量採動態佈置原則，以供學生自

行操作，並另闢教室供學生上課之用。

2. 館方備交通工具，供各校來館參觀。
3. 館方設置輔導人員，協助教師講解。
4. 發動各生產實業機構，陳列專題展覽物品。

上述報告書完成之後，考察團後假板橋教師研習會做了一次簡報，出席人員有吳博士大猷，教育部謝次長明山，王次長亞權，葉司長楚生。國科會除吳主委外，尚有朱組長匯森。王組長繼五。省教育廳長潘振球，台北市教育局長高銘輝。除了文字報告之外，更有具體的實錄的八十三張彩色幻燈片。這些幻燈片使我們的報告有聲有色。更有具體佐證頗有真實感，所以此一簡報中，各位長官指示講話的時候，大家都異口同聲地贊成，在我國成立一科學課程實驗計劃，潘廳長說，可藉此能利用這批去參觀的小學老師，不要使他們分散各地而分散了力量。至於要一點經費，教育廳自當支持。接著高局長亦同時強調，如果從事科學課程研究，要台北市配合出點經費，應該沒有問題。所以科學課程實驗研究計劃，就這樣在吳大猷博士主持的簡報座談中，大致決定了。前年筆者重回板橋，乘吳博士回國，因本計劃已開始積極進行；教材、教師手冊及教具等，都已分別編就，並選擇了四十八所實驗學校，開始從事實驗工作，故曾率同研習會研究室同仁，在毛松霖先生陪同下，再去科導會及吳博士作實施以後的簡報。吳先生當時曾慨然地說：「一樁事情，只要有人有機構去做，總必會開花結果的。」當時筆者曾謂：「此一實驗工作，能得開始，仍要感謝吳博士的開明決定：一是使這批小學教師能出國考察，再是有那次深遠影響的簡報機會。所以吳博士所撒科學教育的種子，現在開花結果了。」

以上所談是本課程實驗計劃形成的一段遠因，當然真正決定和完成程序的人，仍是現代國民教育司葉司長楚生。葉司長對於科學教育，一向

熱心，早在民國四十年間，即以美援款項在免試科學的新竹縣，從事過科學教育實驗，筆者雖不是科學界的人，由於葉司長的照顧，當年曾為該科學教育實驗做過總編輯，編過十二冊科學教材。前面的美日科學教育考察團，雖由小學教師組成，但由教育部國教司童專門委員恆誠擔任團長，童團長對於上述考察團之活動及簡報之舉行等，均領導有方。並對於簡報的結論之處理，尤其熱心。葉司長本人並於翌年赴美考察美國課程研究中心，對於科學課程研究計劃，遂有更堅決之意願，自民六十一年度開始，國科會遂將中小學科學教育之推行工作，連同經費，均劃照教育部執行。國教司科學教育業務，由童專門委員承辦，由葉司長主持。因此，國民小學之科學課程研究計劃，便由教育部之發動而成立。并組織研究委員會，指定本會承辦業務，這個在歷史上第一個大規模課程實驗研究計劃，便從六十一學年起開始執行。

二、組織

當時由教育部部長聘請下列各位教授為研究委員：

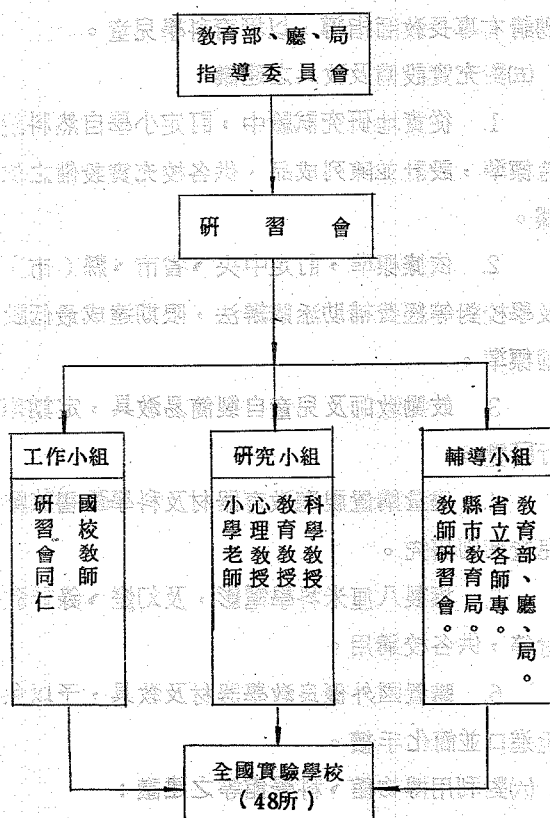
- 王澄霞 師大化學研究所所長（兼召集人）
- 楊冠政 師大生物研究所所長。
- 郭鴻銘 師大物理研究所所長。
- 魏明通 師大化學系教授。
- 林清山 師大教育心理學教授。
- 崔伯銓 台大物理系系主任。
- 司崎 政大教育系教授。
- 陳建勳 嘉義師專教授。
- 毛松霖 國家科學委員會副研究員。

另調派小學教師校長：王添生、黃榮坤、胡平運、莊毓文、吳瑋珍、洪瑞全、游美津、林文雄、梁杏村等九人駐會編輯。

上兩批教授及小學教師中，大概可分為四種

性質：一是學科專家；一是心理學教授；一是教育學科教授；另後一批是小學教師。學科專家代表熟悉教材，心理學及教育教授代表了解兒童心理與教學方法。小學教師則代表實際工作人員知道兒童性質。有這樣四方面的代表集合在一起組成的研究編輯小組，自然要比任何單方面一批人所組成的來得強。另因研究編輯工作完畢後，需要作文字整理編排、繪圖、校對、分發、聯絡學校等行政工作，遂決定由研習會組成工作小組。再在全國各地、城、鄉、山上、海島、依各類條件，抽選四十八所學校作為實驗學校，所以要與師範專科學校教授，以及地方教育輔導人員，並和縣市督學及地方輔導人員密切配合實施實驗學校的輔導工作。組成輔導小組。此一全國性組織。規模相當龐大，每次相關人員一起開會，即有百餘人參加，茲將國小科學課程實驗組織團列圖，分述如下：

國小科學課程實驗組織表



國小科學課程實驗計劃，是民國六十一年秋成立的。第三年又開始國小數學科課程實驗計劃，亦如上列模式，由部聘請了下列教授為研究委員：

黃敏晃 台大數學系教授

邱守榕 台大數學系教授

呂溪木 師大數學研究所所長

方炳林 師大教育學教授

簡茂發 師大教育心理學教授

薛昭雄 政大數學系系主任

郭雲欽 新竹師專教師

吳貞祥 台北女師專教授

陳梅生 本會主任

另調許校長永賢、邱主任石虎、及賴榮勳、魏福政、蔡進丁、楊順和、林玉珍、詹宏鈞等老師駐會擔任編輯工作。

數學課程實驗學校，全國亦指定了四十八所，台灣省四十一所，台北市五所，金門二所。

前兩項科學及數學課程實驗計劃，由一個模式而來，幾乎完全相同。參與實驗的學校班級數，科學共四十八校，一至五年共二〇八班，學生約一萬零二百餘人，數學一科，因今年秋剛開始，共四八校四八班，約二千二百餘人。其實驗計劃之模式如下：

實驗計劃模式

一、研究目的：以研究發展方法。發展國小科學（數學）課程、教材、教法、教具等資料，藉以改進小學科學（數學）教育。

二、研究時間：

科學：民國 61~63 年 研究、發展。

民國 64~67 年 試驗、修訂、評鑑。

數學：民國 63~65 年 研究、發展。

民國 65~67 年 試驗、修訂、評鑑。

三、研究過程：（見後）

四、研究輔導：教育部、廳、局、師專及各

縣市教育局。

五、研究評鑑：採取等組實驗形式，並每學期舉行前測及後測搜集資料。另以形成評鑑（Formative evaluative）與終結評鑑（Summative evaluation）從事修正及最後判斷工作。

六、研究經費：教育部一課程設計，教材、教法等研究費用。

教育廳局一教科書及教學資料印刷與製作及輔導費用。

目前此兩計劃均在進行中，國小科學課程進行已五年，數學教育計劃，亦已進行三年，並已從本年九月開始，全國協定四十八所學校開始實驗工作。其實驗研究課程，有一模式可循，茲將此一過程之模式，說明如下：

三、模 式

在美國，自一九五七年，蘇俄首先發射人造衛星「司潑尼克一號」(Spunik I)進入太空，美國朝野震驚。翌年就通過「國防教育法案」(National Defence Educational Act)，成立國家科學基金會(National Science Foundation)，積極從事科學課程的研究工作，先從高中階段開始，逐漸延伸到初中，以至小學。民國五十二、三年間，傳之我國的新教學(SMSG)，新物理(PSSC)、新生物(BSCS)等課程，均為當時美國科學基金會輔助所發展出來的計劃。由科學課程之研究，促使其他各級各類課程，如語文學科、社會研究，亦由聯邦教育署輔助展開研究。形成一龐大的中小學課程研究運動，至一九六九年，美國聯邦教育署，正式設立研究發展局(Research and Development Bureau R&D)。全國各地，已設R&D共三十餘處。現美國此種課程研究發展計劃，遍及各地，單在

一九六七年一年內，全國的科學課程研究計劃，共達七十個（註1）之多。

美國的課程研究計劃，多由大學或獨立學院研究機構申請並執行。當然每一計劃，有其個別特性，但多數計劃，均有相同之處，根據某一模式（model）進行—第一步是現況的分析，說明進行此項研究的需要根據及進行目標。第二步是計劃為何編訂教學資料。通常編寫人員為前所述包括大學教授及中小學教師組成一研究編輯委員會，從事編寫實驗用的資料，包括教材、教師手冊及教具等。但寫作時，並非閉門造車，而是以試教方式，在教室中一面試教，一面編寫而成。在這樣編了試教，教了再改的行動研究之中，逐編寫出整本實驗用的課本，然後再擬定學校實驗。一般而論，其過程約如下表：（註2）

一九六四 九 月 開始成立組織計劃研究實驗方案。

一九六五 七月至 透過研究編輯會議，進行課程資料編寫工作。

一九六五 九 月 開始第一次教學試驗工作，最初大約有五十所學校。

一九六六 七月至 課程資料之修訂及改寫工作。

一九六六 九 月 開始第二次教學試驗工作，將學校擴至一百五十所左右。

一九六六 七月至 完成課程資料。

一九六七 九 月 繼續一定數量學校之實驗工作，試驗完成稿件之實用性。

一九六八 九 月 公布實驗資料，完成實驗工作。

本會國小科學課程實驗研究，為我國第一個規模宏大之課程研究計劃。大體上，均根據上述模式進行。茲將本會科學課程研究過程（包含科學、數學兩科）列舉並附加說明如下：

研究過程

- 1.成立實驗研究組織 如前所述，本實驗由教育部委托本會執行，由部成立指導委員會，及研究委員會等，由本會成立工作小組及輔導小組。
- 2.選購國外有關資料 主要者為 AAAS ESS 及 SCIS 有關資料，包括教材、教師手冊及教具等。
- 3.編譯資料 由本會物色翻譯人員，翻譯上述資料，俾使資料可以應用。
- 4.分析研究 上述資料，為美國最具聲譽之三個小學科學教育計劃，但為我國應用，必需予以「中國化」之分析研究。
- 5.編寫實驗課程綱要 以上述研究分析，草擬實驗本一至二年課程單元綱要、科學分物理、化學、生物、地球科學四門，但以單元貫穿之。
- 6.問卷調查、訪問座談 如數學一科係先將新課程編製草成問卷、徵詢全國有關人士意見，另以師範專科學校輔導區為單位，請師專校長召集會議，徵詢各區教師代表意見，將本案加以修訂。
- 7.完成教材綱目 經上述各項手續，編定實

驗本教材綱目。

實驗。

重行實驗。

8.編寫教師手冊及教材及教學資料並試教

即從試教中編寫、修訂、完成初稿。

17.進行第三次修訂，完成定稿

第二實驗完畢，再以第一次情形，再行檢討、修訂。

9.試教

與上8.連成一氣。

18.總評鑑

經過二度實驗完畢，稿本就算完成。但仍逐年繼續，以至第二年全部課程完成。

10.完成實驗教材、教師手冊及教具初稿

稿件完成後，需插圖、編排、印刷、製作教具等，工作繁複。

19.舉行總研討會

待全部評鑑完畢，即舉行總研討會。

11.選定實驗學校

全國第一年選定實驗學校三十二所，第二年擴至四十八所，選擇城、鄉、山上、離島、不同標本學校。

20.完成實驗總報告

並完成總報告，平常每年提出一次報告。

12.辦理教師訓練

如課程改變，教師不變，不知如何施教，則課程研究全部落空，故指定實驗學校後，由先學校選派執教老師，予以為期一個月之訓練。

13.進行教學實驗

自然科分四年、數學科六年，均自一年級開始而進至二年三年等組別。另設控制組，以便比較，另填寫每一單元之實驗實錄，以便評閱。

14.舉行分區教學研究定期輔導

以現有師範專科學校地方教育輔導區為單元，分區每月或每兩個月舉辦教學演示，區內實驗教師互相觀摩，一則以改進教學，一則以解答問題。

15.修訂實驗教材、教師手冊及教具

每一學期實驗完畢，即召集實驗老師，舉行逐單元檢討並修訂。

16.完成第二次修訂稿，進行二度教學

重新編印修訂後之教材，教師手冊等課程資料，再

上述研究過程，完全由前面所提美國課程研究之模式脫胎而來。不過上面所提美國模式，較為簡短，在此敘述較詳而已。目前世界各國對於課程兩字的界說，多數採較廣泛之定義，即包括教科書，教師手冊、教具、及其他有關教學資料的總和而言。所謂課程研究，即研究上述所有各方面之課程資料。教書的人只憑藉教科書而施教的時代，已經過去。因為視聽教育，教育媒體，教育工學等之概念的通行，對「課程」兩字的意義，也有較完整的看法。所以我們只說研究課程，而不說研究教科書，因為如要改進教學，提高教育素質，教科書誠屬重要。但教科書不即等於是課程，如課程能整個加以改進，才能達到前述的目標。目前我國課程研究工作，由小學科學課程開其端。接著有小學數學課程及國中科學課程及數學課程的舉辦。將來亦可能步美國之後，由科學教育範疇而拓及其他學科，此一項科學課程研究之模式，對今後課程研究工作之進行，或許相當重要。

註1：陳梅生著「美、日兩國小學科學教育」臺灣省國民學校教師研習會印（民國60年1月出版）。

註2：Hulde Globman "Evaluation Activity of Curriculum Projects" AERA Monograph Series on Curriculum Evaluation, Rand McNally & Company Chicago.1968.P.4.

（本期稿擠“臺灣省加強發展科學教育實施方案”延至第五期繼續刊出）