

我國小學自然、數學兩課程實驗研究

陳梅生

在未敘述本文之前，想先提出兩樁與我國目前小學科學教育改進頗為有關之事。但此兩項工作，筆者雖均親身參與，但當時只不過是一個從旁協助的參與人員，未參加設計執行工作，所以對其發生的真正背景，也並不完全了解。現用追憶方式來寫，如有錯誤或掛一漏萬之處，要先請原諒。

壹、與課程研究有關的兩件事情

一、第一套國小教師自編的科學教材

教育部對改進科學教育，素來都極用心。科學教育較無國界之分，容易採用國外教材，接受國外專家意見。當時教育部常聘請「聯合國教科文組織」(UNESCO)的專家前來協助。記憶來過我國，本人所認識的有四位：一是美國籍的湯浦生(Dr. Thompson)，一是挪威籍的司屈朗(Dr. Strommus)，一是美籍孫樂山(Dr. Rossy)，一是後來協助我們實驗課程研究計畫的美國籍博格(Dr. Berg)

我國小學自然數學兩課程實驗研究

。最後一位可能是我國政府自己聘請的。第三位孫樂山博士，駐我國時間最長，前後共達七年之久。做了不少事情，如當年小學科學教育界頗為風行的一件教具設計，叫做「科學示教車」(Mobil Unit)，及全國科學展覽(Science Fair)從民國五十年起開始辦理，迄今辦了二十八屆，從未間斷。另第一位的湯浦氏，亦有貢獻。他個人專攻科學史，擅長編寫教材，曾為我國編了一套小學一至六年級的科學教材。但非全國採用，只在當時實施免試升學方案的新竹縣，選擇了五所國民小學，做為實驗教材。即：新竹師範附小、中山、新竹、新埔、(還有一所不記得)當時協助湯氏翻譯的是現任我國立編譯館的姜增發先生。時筆者適在師大視聽教育館工作，他們借用師大老圖書館西側教育研究所辦公。筆者則在圖書館東側視聽教育館做事，所以與增發兄常相碰頭。湯氏工作效率神速，在半年之內，他居然一個人用英文編寫完成了上半年用的六本教材，加上翻譯時間，雖然學生用的教材，並未鉛字印刷，只是打字講義，但在民國四十六學年度起，即在新竹五所小學實地試教起來。在試教過程

中，湯浦生氏要親身前往輔導，教育部大概以為筆者當時在視聽教育館的職銜是「小學課程研究員」，所以亦常請筆者陪同湯氏前往新竹。因此有機會實際領略到各校試教情形，並與各位任課教師交換意見。到第二年湯氏已任滿離職回國。當年暑假，省立台北師範要辦理暑期教師講習班。其中設自然組，並設有兩班：一班是五所實驗學校的老師，一班是普通學校老師。葉司長並推薦我給當時劉平侯校長，要我擔任該組的組主任。筆者對自然科是外行，本不能擔任，但對辦理講習會倒自認頗有信心。當時大家對湯氏的教材，有一項非正式的結論：「教法很新穎，教材不適用。」於是大家頗想師取其法，而根據本國自然科課程標準重新改編其教材。筆者個人既擔任了此一組主任，頗想利用此一暑期講習機會，由教師們自己來編寫教材——名之曰「小學自然課程研究」。當時學校校長劉平侯博士，暑期講習班主任夏起晉先生，都是較為開明派人士，比較容易接受新的觀念。再與國教司葉司長相商，大家都欣然同意。此時適教育部延聘的國外第三位專家孫樂山博士前來履任，他這個美國佬，認為一個國家課程教材的改造，本來就應採用此一模式來編寫。於是上下一心，把一項傳統的暑期講習班，採用新的研習方式來辦理。新的方式如何呢？傳統的方式較為簡單，只要先定好課程，請好講師，排好課表，請講師按照課表來上課就行。現在新的方法是：要達成新的目標，編訂實驗教材，又

要不失原講習會大致形式，而要在講習會中產生新編教材，所以過程上大大費推敲一番。結果我們大致上決定採用這樣一個過程：

課程研究↓教材編擬↓教法探討↓教具製作↓實際試教。

這是一項單元教學的設計過程（Instruction Design），時下有一個新名詞，稱之為「系統化教育設計」（Systems Instruction Design），當年雖無此一名詞，但我們採用的過程，與此一名字及以後在板橋講習會所採用所謂「板橋模式」編訂教材，甚為相似。最先是訂定每一學年，即：一年至六年的教學單元。因湯浦生氏已經訂好，我們只根據我國課程標準予以增刪修訂。單元訂定後，即一個一個單元逐個發展。編寫時最初幾個單元，因要建立「共識」，故要經過冗長討論階段。當時筆者在視聽教育館工作，視聽館蒐集了很多套各國小學教材，如各國教材中有相同的單元教材，即將各國教材編寫方法，尤其是「美國的」與「日本的」，再加上參加的都是我國的現職教師，所以還有「中國的」經驗，都一一予以列舉。討論採用何種方法入手（Approach）——「觀察的」、「實物的」、「實驗的」、「視聽放映的」等等。先討論有個大致結論，再分組擬定教材，用文字表達出來，然後共同討論，共同評鑑修正，求得結果。此一時間謂之「教材編擬」，實際上，所用教法亦已

包括在內。有時教材設計在先，教法設計在後，我們稱之爲「教材領導教法」。有時則教法在先，教材在後，我們稱之爲「教法領導教材」。如此將教材及教法研擬定之後，就開始製作所需之教具。各位老師憑其所長，繪製掛圖，蒐集標本等等，有了教具，便實際去進行試教，除了附小每週之「返校日」外，其餘只能做「假試教」。以自己老師扮演學生，摹擬學生年齡、程度、心態、裝出反應。當時我們的假試教，純粹爲實際過程需要而設，不意現在美國課程教學設計，是一個很重要的方式，稱之爲模擬教學（Assimilation）。運用此一過程，進行了六個星期，編成了大部份所需教材。結果參加學員（老師），大都覺得此一研習方式有所收穫，很有成就感。較之傳統的「講」↓「習」方式，功效要大得多。有一位老師在「評鑑」時指出，我們學了這一套教學設計之法，明天校長叫我擔任觀摩會的老師時，我自認我可馬上答應「願意」。全部參加學員共有八十五人，分成六個年級成爲六組，每組有一指導老師指導進行：他們是：陳炳傑、周餘農、伊文柱、柯維俊、馬起晉、吳元杰等。此套教材，從一年級就開始設自然科。此與當時課程標準不合，當時課程規定：低年級爲「國常」、「自然」包括在常識之中；中年級爲常識，「自然」亦只爲常識之一部，高年級才獨立設「自然」一科。但因係實驗課程，而且新竹縣爲免試升學地區，所以課程改造，與衆不同亦無關宏旨。值得一提的

，是經過這麼一個過程編訂出來的所謂「老師自編教材」——這是說來好聽的。實際上只是一項「副產品」，是以研習過程爲主，生產成品爲副的副產品，如真正要以此所編教材，予之付印，成爲正式教科書，自然還有距離，結果教育部國教司就聘前述這一批指導教師爲「編輯委員」，集在當時筆者辦公的視聽教育館。每晚集體工作，將暑假老師自編之教材，予以修訂、潤飾、改寫，經過一個相當時間，結果「真正編成了所謂由老師自編的一套自然教材，並全部鉛印，仍付五個實驗學校試用，這是我國第一套由教師自編科學教材的經過。其主事者，自是教育部國教司，尤其是葉司長楚生女士，她是在行政上最出力的人。筆者扮演總編輯的角色。設計研習會，出點子，倒是區區在下。

這一套書共十二冊，現在筆者手上已無存書，不知當年參加實驗的學校的圖書室中，是否尚有儲藏，它的影響亦不大，只有五個學校參加實驗，但在培植課程研究人才，改進暑期講習方式上，都有正面的、肯定的價值，筆者認爲值得一提。

二、第一次國小教師考察美日科學教育

最近二十年來，教育部每年都選拔中小學教師，組織科學教育考察團，考察美日兩國科學教育。但第一次是由行政院國科會辦理的，行政院國科會設有科學教育組，負責中小

學科學教育改進工作。當時國科會主任委員是吳大猷先生，主持科學教育組的是後來任教育部部長，現任國史館館長的朱匯森先生。大家都知道朱館長是從基層做起的教育家，實際擔任過小學教師，小學校長；他當時擔任科學教育組，提倡實際獎勵來獎勵小學教師，使小學教師亦有出國考察機會，俾能在「重賞」之下，激勵教師士氣，來提高教學效果。結果提案獲得通過。由台灣省及台北市選派優秀自然科教師組團出國。當時，教師出國考察機會，少之又少。尤其是最低層的小學教師，可說是空前之舉、絕無僅有。可反應政府真要大力提倡科學教育，意義之深遠，可想而知。不過小學教師有一缺憾，就是不通外語，故當時朱先生約筆者亦參加。當時筆者剛從服務「聯合國教科文組織」，在菲律賓就了一年半，回國擔任板橋研習會主任工作。板橋研習會職司小學教師在職訓練工作，故自詡是帶了小學老師沿路實施訓練。實際上亦確係如此。老師們得此千載難逢的機會出國，表現十分優異。白天參觀，由筆者擔任翻譯，指定一人輪流值日筆記；晚上回旅館，再將所參觀機構帶回之文件，或其他簡介之類，予以增補。如此每日日記，在國外美日兩國，逗留了共六十五天，（那一次時間最長），參觀的日程，由美國政府專責人士代為安排，並事先接洽停妥，所以參觀內容十分豐富，接待亦十分週到。我們班機抵達華府杜勒斯機場時，美國政府並派有接機人員，前來迎接。所以參觀過的單

位，除當時實施小學科學課程研究最負盛名的三個機構：「馬里蘭大學的科學教學中心（Science Teaching Center STC）」，他們的科學教育課程研究，稱為「AAA」S J（American Association for the Advancement of Science）¹說後來為科學課程帶來革命性的改變。即以過程方法（Process）為中心，而不以傳統知識（Knowledge）為中心的課程編制。1、在麻省劍橋與哈佛大學、麻省理工學院在一起的「教育開發中心」（Education Development Center EDC）所主持的「小學科學研究計畫」（Elementary Science Study ESS），是主張創造性教學為主。三、在加州大學卜克萊校總部的 S CIS（Science Curriculum Improvement Study），我們稍稍修正 AAA S 主張，除了過程方法之外，亦重視知識，稱之為科學概念（Science Concept）的課程，除了上述三個課程研究的課程之外，還參觀了很多有名的中、小學校及教育行政機關，對他們實際實施科學教育的行政設施、師資訓練、課程改進、教學媒體製作等均有很深的印象，回國後，全體團員十一人，並集中在板橋教師研習會，整理考察心得報告，結果編成了一本十六開，九十六頁的「美日兩國科學教育考察報告」由板橋研習會印行，執筆的考察團員，共十一人：

童恒誠 陳梅生 毛順生

樊景周

林繼興

賴順一

羅經榜

劉厚卿

吳隆熙

余雅成

游美津

此一考察報告最後之建議事項有很多點，對本文所提小學自然及數學科課程實驗研究工作，有直接的關係，茲摘錄如下：

(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或科學研究之基本法案（爲日本之科學振興法，美國之國防教育法案）以利科學教育之推行。

2. 各級教育行政機關，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. 師資採分科進修制度，以培養小學科學專任師資。

3. 指定各師專辦理在職教師研習，並採用學分及晉薪制度，以鼓勵教師參加在職訓練。

4. 組織科學教師協會，出版科學書刊，以利教師平時進修。

5. 訂定小學科學推行方案及小學教師與師專師資之師

資出國考察及進修辦法，組團以十人左右爲宜，考察宜有專項目標，出國人員之選拔，應以推行科學教育有功之優秀人員爲主，而不以語言爲選拔標準。

6. 聘請國外教授如美國 A A A S 計畫之教授來華舉辦短期研習會，邀請教科書編輯，師專教授，及小學教師參加，以實際培育科學教育人才。

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）聘請科學教育專家及小學任課教師共同組成小組，專職辦理下列工作：

(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 A A A S、E S S、及 S C I S 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) 辦理新課程師資訓練及師專科學教師研習。

(5) 教具儀器之改進。

(6) 編印教學參考資料。

(四)對改進教學之建議：

1. 自然科學教學，應從一年級開始即設科，並注重科學研

究過程，培養基本能力與態度。

2. 在小學五年級以前以普通教室佈置爲自然科專科教室，並實施分科或交換教學。五年級以後設自然科專科教室，儘量實施分科教學。

3. 建立自然科主任教師制度，推動各校自然科教學改進工作。

4. 分區指定學校設立「科學兒童中心」，聘請有專長教師指導，以培育科學兒童。

(四) 對充實設備及教具之建議：

1. 從實地研究實驗中，訂定小學自然設備標準，設計並陳列成品，供各校作充實設備之依據。

2. 依據標準，訂定中央、省市、縣市及學校對等經費補助添置辦法，限期達成設備最低標準。

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. 攝製八厘米科學教學電影、及幻燈片與錄音教材等，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. 展品儘量持動態佈置原則，以供學生自行操作，並在

館中另闢教室，供來參觀學生上課之用。

2. 館方備交通工具，供各校租用前來參觀。

3. 館方設置教學輔導人員，協助教師講解。

4. 發動各生產事業機構，陳列專題展覽物品。

該項報告書完成之後，並在板橋教師研習會做了一次簡報，出席簡報之長官，可說菁英俱到：有國科會吳主任委員大猷、教育部次長謝明山、教育部王次長亞權、葉司長楚生、國科會除主任委員外，還有科學教育組組長朱滙森先生、王組長繼五、省教育廳廳長潘振球、台北市教育局局長高銘輝，報告除了文字之建議外，另選了八十三張彩色幻燈片（從三千多張中選出拼成參觀重點）我們這十一位小學老師。真是報告得有聲有色，使與會長官們全都被我們說服，承認此次考察，具有成果，沒有白費國家預算（在最初組團時，有人認爲小學老師，不通語言，不應該出國）並同時贊成我們對課程研究之建議，指定研習會從事課程實驗研究工作。教育廳潘廳長並認爲不要分散這批參觀有見識的小學老師，就聚集在一起，好好研究。台北市高局長亦表示，科學課程教學，亟應改進，若需要台北市經費協助，當樂於編列預算幫忙，所以嗣後在板橋成立自然科課程實驗研究計畫，可以在這項簡報之中，就定下來了。所有建議之中，很多多已付之實施，筆者個人頗有竊喜。因此項建議由本人起草。

貳、課程研究模式

一、組織

教育部於民國六十一年秋，當時國教司童科長恒誠，是上述教師美日考察團的團長，故行政方面上下溝通，即指定板橋教師研習會開始科學課程實驗研究計畫，並聘定專家學者九人，實際在小學任課之校長、教師亦九人，共十八人合組成研究小組。其成員為：

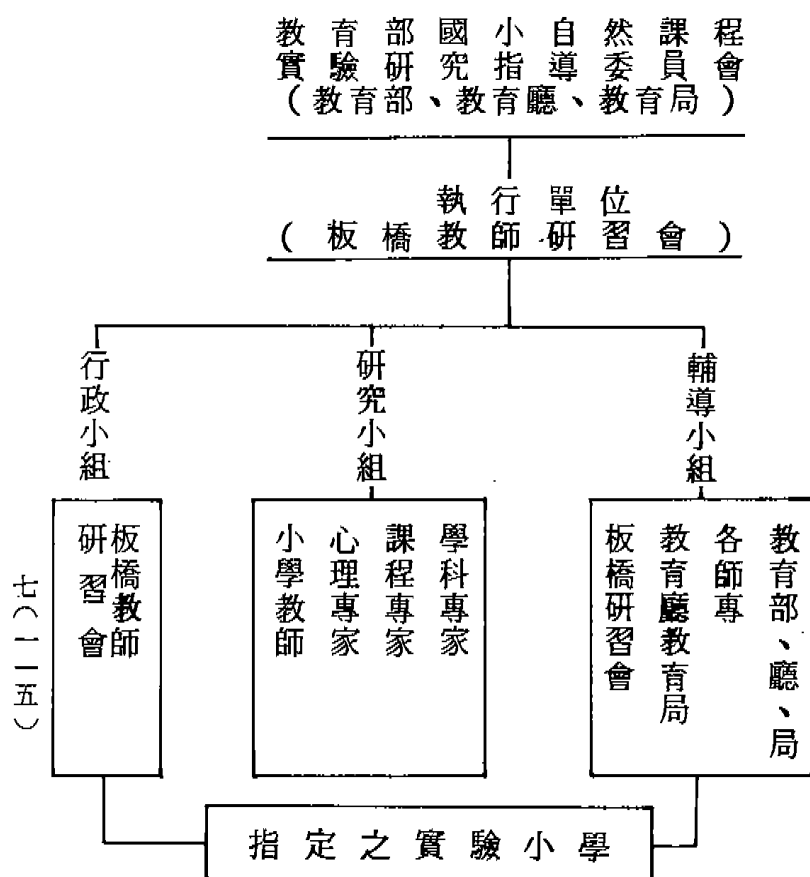
教授：

王澄霞 師大化學研究所所長（召集人）
 楊冠政 師大理學院院長
 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 師大教育心理系教授
 崔伯銓 台大物理系系主任
 司琦 政大教育系教授
 毛松霖 國家科學委員會副研究員
 陳建勳 嘉義師專教授

教師：

王添生、黃榮坤（以上兩位為校長）、胡平運、莊毓文、吳琇珍、洪瑞全、游美津、林文雄、梁杏村。
 研究人員、教授及教師每週開會一次。教師則由研習會

以調用方式，將之調到研習會常年駐會辦公。上述人員中，除小學教師代表具有經驗之教師外，另外教授九人中，並代表物理、化學、生物、地球科學各學科專長專家，另林教授清山代表心理學專家，司琦、陳建勳兩教授代表課程專家。各有其代表之意義，除上述八員組成編輯研究小組外，另設支援及配合輔導之工作小組，故其整個實驗研究之任務編組如下表：



民國六十三年秋，又以上述模式，另成立國民小學數學課程實驗研究計畫，其委員人選爲：

教授：

黃敏晃 台大數學教授（召集人）

邱守榕 台大數學教授

呂溪木 師大數研所所長

薛昭雄 政大數學教授

方炳林 師大教育系教授

簡茂發 師大教育心理系教授

郭雲欽 新竹師專數學教材教法教師

吳貞祥 台北女師專數學教材教法教授

陳梅生 板橋研習會主任

教師：

許永賢（校長）、邱石虎、賴榮勳、魏福政、蔡進丁

、楊順和、林玉珍、詹宏鈞

由上述任務編組之組織表中，實驗之學校，亦爲重要之一環，全國先指定三十二所，實驗各類學校（所謂智、仁、勇三類大小不同之學校），有城市、鄉村、高山、離島、及金門、馬祖等地學校，學生從一年級開始至六年級共二百五十班，共一萬二千二百餘人。因此試教實驗，擷取其試教的意見，修訂實驗有關資料。

二、模式

所謂研究模式，是當時筆者於民國六十五年十二月，在師大科學教育中心出版之「科學教育」上發表過一篇小文：「國小科學課程研究模式」，因之板橋研習會所從事之課程實驗研究工作，頗受各方矚目，師大亦成立了科學教育中心，負責中學以上的科學課程研究工作。於是當時負責師大「科學教育中心」之理學院院長楊冠政先生，戲稱之謂「板橋模式」，其後大家彼此相以戲稱，不料漸漸成爲一種對課程用實驗研究方法的統稱，其真正意義是說明，編輯過程不只是國立編譯館或其他書店所採用的傳統編輯方法，傳統方法大致是：

編↓審↓定稿↓付印

現在的實驗研究模式是：

教學↓編寫↓再教學↓再編寫↓實驗學校試用↓修訂

↓（再實驗、再修訂共兩次）定稿↓交國立編譯館

此一方式，稱之爲「板橋模式」，原有所本，當時美國在一九五七年，因蘇聯首先發射人造衛星成功，美國於一九五八年通過「國防教育法案」（National Defence

Educational Act)，由國家科學基金會，編列大量經費，由各大學及研究機構申請研究。當時有名的中小學課程計畫甚多，數學為SMSC，科學為有新物理（PSSC）、新生物（BSCS）等。在一九六七年一年之中，全美國課程研

究計畫，即達七十多個。

所有這些計畫，有一個大致進行的模式，其過程大致為下：

時 間	工 作 要 項
一九六四年九月	開始成立組織計畫，研究實驗方案。
一九六五年七月至八月	舉行研究編輯會議，進行「課程資料」編寫工作。
一九六五年九月	開始第一次教學試驗工作，最初大約五十所學校。
一九六六年七月至八月	「課程資料」修訂及改寫。
一九六七年七月至八月	完成「課程資料」。
一九六七年	繼續學校實驗試教工作，評鑑完成稿件之實用性。
一九六八年九月	公布實驗資料，完成實驗工作。

此一資料，是筆者於民國六十一年至六十三年在美國進修後帶回來的。在筆者回國之前，此一實驗研究工作。實際上已經開始，當時很強調我們上述美、日兩國考察報告上的幾點意見：

「研究人員由專家及實際教學之小學教師共同組成。

「研究範圍是「課程」，課程的定義，一如美國上表所謂「課程資料」，包括：課程綱要、教材、教法、教具、及學生學習資料。全部予以研究。

三、編寫時，特別著重一邊編、一邊教。所謂從「做中教

」「做中編」，這是此項課程研究最具特色部份。大致由實際任課之小學教師實際進行，專家教授再召集會議，開始研討，教育部並聘請美國專家博格博士（Dr. Berg）實際前來指導三個月。科學課程如此。數學課程亦仿照辦理。

三、進程

自然科與數學科，兩者成立相差一年時間。自然科於民國六十一年開始，數學科於六十二年開始。因為小學科學課程研究工作的開始，師大理學院亦於翌年開始辦理「科學教育中心」，當時理學院院長為楊冠政先生，亦參加國小科學課程研究工作。楊先生為筆者北師附小同事。對教育的研究改進，是位專家並極為熱心。上述模式資料，筆者於民國六十三年，由美進修回國帶回，再擔任板橋教師研習會主任之後，曾訂定一項實驗研究工作進程，以作為行政管理上工作的步驟。「自然」與「數學」兩組，有各自獨立的研究小組，但最後的工作目標，是要求的同樣的「產出」(Out Put)，產出雖然相同，但兩組的輸入(In Put)不完全一樣，自然組大致以美國的A A A S，與E S S及S C I S等所購置的課程資料為參考資料。尤其參考A A A S的過程方法(Process)為多。數學組雖亦組團去過美國考察，但未購置固定的課程資料。不過兩組的研究進程大致彷彿，可以歸納說明如下，以進一步說明具體工作內容：

(一) 成立實驗研究組織

前面已述，兩科由教育委託研習辦理，成立時間前後相差一年。自然科於民國六十一年成立，數學科於六十三年成立。

(二) 選購國外課程資料

購自美國者，主要為三個小學科學課程研究的資料，即馬里蘭大學的A A A S，「教育發展中心」(EDC)的E S S，及加州卜克萊大學的S C I S，包括教科書(前兩項均無教材)、教師手冊、及非印刷品之錄影帶等。

(三) 編譯並研究資料

當時研習會專聘，精通英語之吳劍秋先生，從事翻譯工作，經印製成冊之資料共一百七十餘種、英文翻成中文，只為供我國研究人員參考之用，我們所組十八個研究委員中，有一半是小學教師。

第二步是要將此等翻譯資料，予以分析、研究，看是否適用於我國，我們稱之為外國資料之「中國化」過程。

(四) 設計實驗課程綱要

從前之課程標準「自然」一科，從五年級才開始教學，現在要從一年級即開始，即要設計1至6年一貫的課程綱要選定單元，每單元要納入過程方法(Process)，頗為零星(全部單元另敘)。

數學科因民國五十七年課程標準有「新數學」，以新數學材料來編教材。此次重編，要揚棄新數學，所以亦有革新

之處。

(五)編寫課程資料

這是課程研究，具體的工作目標。即要產出一套完整的課程資料，包括：1.課程綱要（即現行課程標準）2.教科書材綱要 3.教師手冊（即現用之教學指引或教法說明）4.教具設計（要將所需實驗、觀察、操作所用的教具或資料，全部設計好）5.兒童用及評鑑用資料：如兒童作業簿、作業單、及評鑑工具等，此項工作為研究之中心工作。

(六)問卷調查、訪問座談、完成課程綱要

數學科課程綱要草案決定後，為徵求全國有關人員的意見，包括：教師本身、學校及教育行政人員、專家學者、地方人士各家長的意見，將初稿印好，附上民意調查式問卷、抽樣調查。

另以九個師範專科學校之師範輔導區為單位，請校長擔任召集人，請各師範區教師代表，直接對所草擬的草案，發表意見。

(七)選定實驗學校

課程資料編寫完成後，雖然已是由教中做，教中編的方式來編寫，但究竟觀模過小，故要選擇不同類型，不同地區

我國小學自然數學兩課程實驗研究

學校予以試用，第一次即選定全國城鄉、山上、離島不同學校三十二所，作為實驗試用學校，後來增至四十八校。

(八)辦理實驗學校任課教師訓練

每一擔任實驗班級的老師，為使他們都能了解教材編選原則及主旨，以及每一課教材實際施教方法，故予為期一個月的訓練。這是本實驗的另一項重要特色，使「課程改進」與「師資在職訓練」兩者相接合，以保證課程改進工作，徹底落實。後來本實驗教材，變成國定課本，全國開始採用時，亦將擔任全國同一年級的教師共有八千位，由九個師專，各予以為期兩週的在職訓練，要在一年前訓練完畢，連續訓練六年，即訓練四萬八千教師，這是全世界各國，包括美、日各國在內，都做不到的，我們却能做到。

(九)進行新教材試教實驗

先在選定的三十二校，後來增至四十八校，實施試教，作為實驗組，並另指定用舊教材的一班為控制組，以便將來比較，另每週填寫教學實錄，記載新教材實施的反應及優、缺點與改進意見，以便一學期完畢時，提出檢討改進。

(十)舉行分區教學研究及定期輔導

以師範專科學校之輔導區為單位，分區定期舉辦實驗學

校教師相互之教學觀摩會，由板橋研習會教授及實際編寫的小學教師前往輔導，並集合本地縣市政府督學與師專地方教育輔導人員共同聯合輔導，以使師專及縣市政府督學熟悉新教材編製情形，以及為將來全面實施一事鋪路。

(二) 修訂課程資料

每一學期試教結束，即召集全省任課教師，集中在研習會，舉行教材教法修訂會議，將各教師的意見，作為修訂的依據。

(三) 舉行兩度修訂工作

上述的實驗試教共有兩次，經兩次修訂才定稿。

(四) 總評鑑研討

每一科課程資料，自一年級開始實驗，進至二年、三年、以至六年級，作為一至六年的一個循環，其間除舉行形成性評鑑——一面評鑑、一面改進，另舉行至一個循環結束舉行總結性評鑑。

(五) 完成實驗研究總報告

上述實驗工作進程，只是將前面的所謂研究模式予以詳細敘述，但在工作目標及工作程序上，兩者是完全一致的。

所謂課程實驗的課程兩字，原有廣義及狹義的區分，這裏是採廣義的意義，即所謂課程資料的意思。從前尚未採用「系統化教學設計」(Systems Instruction Design)一詞來說明，實際上已有此項「有系統」的實際意義，較之本文前面所提第一套老師自編教材時期，甚至較美國模式，更為齊全完整。

這一系統化的教學設計，再重複一次來說，包括下列的工作內容，作為工作目標：

1. 課程綱要
2. 教材編寫
3. 教法設計
4. 教學資料(包括視覺、聽覺、放映，非放映各種教具及教學補助資料)
5. 兒童作業
6. 評量工具

四、教具製作

所謂「教具」(Teaching aids)，是一項傳統的稱謂。從前的教學多以「演講法」為主，所以採用一些視覺的、聽覺的、或視聽聽覺合用的補助器材，以幫助教師來說明，稱之謂「視聽補助器材」或「視聽媒體」(Teaching Media)都是以教師為中心的。後來教學方式更新，常在活

動或遊戲之中，來達成教學目標，這時候的教具的作用，已不只是用爲教師說明的媒介，而是用以進行活動的必需工具。沒有這些工具，教學就無法進行。尤其實驗教材「自然」一科，採用所謂「過程方法」(Process)爲中心的方法來編製，兒童的活動是分組的，是從「做中教」、「做中學」、「做中討論」，獲得了解的過程方法，所謂教具，實際上就是教材。美國的A A A S計畫，不供應教科書，只供應這些活動用的器材。以及這些器材運用的使用說明——即所謂「教師手冊」就是重要的課程研究的「產出」。我國情形與美國大不相同，學生家長最關心學生在學校功課進行情形，甚多家長要用教科書來指導溫習，所以教科書對家長亦甚有用途。因此我們所進行的課程實驗計畫，雖亦採用A A A S的活動方法，但仍編了教科書。只是教具一項，已變爲學校教室中教師進行教學的主要工具。最初我們在開始第一年試教階段，筆者本人亦常偕同教授先生，親至實驗國小輔導，發現要實施分組的討論教學，教具的供應，實是大大的一個問題，有一次在花蓮一位校長說，今天教學所用到的「塑膠漆」——不會沾手，是本校長親自坐飛機去台北採購回來的。花蓮到台北，尚有飛機可坐。如在澎湖、金門、馬祖、或其他僻遠地區，則無論爲何做不到。因之很想有一個普遍供應教具的計畫，但教具要普遍供應——每一班常最少分成六小組，即將學生課桌椅「兩直一橫」排成一「丁」字形，拼

成小組。上面放實驗或觀察材料，學生一邊做一邊討論，以求得知識技能，達成教學目標，這是自然教學進行基本模式。一個班級要分六組，即要用到六組教具，當時試教階段只有三十二所學校，(後改四十八所)，即需要三百多套。將來全面實施，每一年級約有八千班，即要用到約五萬套左右的教具，如此龐大的數目，一方面當然是經費問題，另一方面亦是實際製造及運送問題，爲何能使做好的教具都能到達每班教學老師的手上，說來是實在不可能的事。但最初只是供應第一次試教的三十二所實驗學校。如實驗學校於具備此些工具，就算解決實驗問題。回來報告給教育部當時仍主管科學教育的朱次長滙森先生，他即答允並撥三十萬元經費，立刻在板橋教師研習會，由原來設計教具的小學教師委員九人，自行設計製造了二百套，分發實驗學校應用。回想當時從無中生有的過程，及今思之猶有成就滿足感。後全面實施時，靠了當時任教育廳第四科科長的崔劍奇先生，(後來亦擔任研習會主任，現任教育廳主任秘書)，他很有辦法，透過行政管道，爭取到一大筆預算，每年連同舉辦教師訓練在內，共要四千八百萬元經費，一共連續六年，這真是歷史的大手筆。經費有了著落，但如何製作運送呢？當時研習會負責此一實驗計畫行政工作的先生，他非常能幹，他名叫王金貴(已作古)委託省立八個高工代製，高工有工廠，有教師，尤其有大量學生，把「製作」當成「實習」，可大大減少成

本經費，于是由台南高工校長高銘明先生召集其他高工八所，共同負責製造，總計自然科與數學科兩科所需全部教具，全部如此做成。將其他七所高工所製作的產品，均集中在台南高工，由台南高工代為托運，分發到全省二千四百餘學校。後來筆者調職至高雄教育局服務，行政院國科會主委徐賢修先生，以及教育部長朱滙森先生，來高雄視察時，台南與高雄，車程不遠，筆者均曾親自帶往台南高工實地去考察製作及配發情形，均由高校長親自接待。及今想來，這麼一樁複雜既龐大又零碎的事情，可能政府要編一大批編制人力來做，我們就這樣輕鬆稀疏地做到了。我們最要感謝的，自是與本計畫無直接關係的高工校長們，尤其是高校長。但研習會的王金貴先生與所有設計教具的老師們，實在應該大大獎勵的。可惜王兄今已逝世，實值得紀念。

五、採為國定本與教師在職訓練

本來一項課程實驗研究工作，常只以教材的實驗研究而實驗，與實際上被採用為國定本教科書，其中距離很長很長，幾乎是不可能的事！如前述美籍專家湯浦生氏所編的實驗本教材，雖亦為教育部所發動，但只供免試升學的新竹縣五所學校試用而已，後來我們將之改編為第一套國小教師自編教材，亦完全是同樣命運。有一次，到新竹師專附小，舉辦地區性輔導會議，當時國科會科學教育組組長改為黃季仁先

生，在檢討時間當中，即提出同樣論調：「所謂實驗教材，只是實驗實驗而已。」民國六十三、四年間，適值修訂國民小學課程標準時期。這與我們實驗教材，能否變成國定課程標準，再據以編為國定本教科書，可說息息相關。所以特別向當時主持課程標準修訂工作的葉司長楚生進言，先將自然科數學科兩科的課程標準修訂委員，與本會的研究委員接合起來，使研習會所研擬的課程教材綱要，能成為修訂的課程綱要草案。如真能用上，即完成心願一件。葉司長為人開朗且極熱心，實際上兩方面都是她領導的事情。故當即答允了，這是一個極為重要的「關鍵」。課程標準修訂委員接合了之後，再在國立編譯館聘小學教材編輯人才時，又照上一方法請求在原研究委員會中來物色，結果亦如願以償。國立編譯館所請自然科編輯委員會的主任委員為楊冠政先生，數學科為台大教授繆龍基先生，編輯委員多在板橋研習會的原編輯人員中聘請，於是研習會所研究定稿的稿本，便成為國立編譯館編教科書時所要編輯的「初稿」，有了初稿，再經過其慣例審定程序，只要付審查，審查就可通過，成為國定本教科書，現行國小自然科、數學科兩種國定本教科書，都是一年級起至六年級止的全套十二冊教本，就是經此一過程編出來的。成功之後，已無人問起過程，但做到此一結果，筆者當時只是「一介平民」確是出過力氣的。一般的反應，這兩科教材，因經過實驗、試用、修訂多次的經過，確要比一般

未經過此程序編出來的教本稍好一點。筆者後來曾私下向國立編譯館曾館長建議，國民中小學所有國定本教材，如都採用此一模式來編寫「初稿」，再將初稿經現審查過程而定稿，相信對國定本教科書，必可有正面的改進功能。

按照上述過程，在整套教材定案的時候，要經過兩次試用，兩次修訂，又因為數學科起步遲了一年，至民國六十五年才開始試教，要至民國六十七年才能完成全部程序。根據實驗上述模式，在老師採用新教材前，應先予以為期一個月的在職訓練，使能完全掌握新教材改編主旨及改編後新教學方法。故再向上級建議，課程標準雖于六十四年公佈，照一般情形，常當年公佈當年即實施。由國立編譯館聘請編輯教科書委員即刻從事編寫教材。教材編好之後，即刻審查付印、供應應用。全程的時間極短，于是常在急急忙忙、分秒必爭情況下爭取工作，結果做是做出來了，效果呢？就很難說了，所以建議延期到六十七年才開始實施採用新課本教學，俾實驗工作能夠完成，其他非實驗教材，亦有適當充分時間來編寫，尤其，教師訓練工作，得在教科書採用前一年，先予以訓練。

爲了使「課程改造」與「教師進修」兩者發生直接關連，此一事項十分重要，美國檢討「新數學運動」之所以失敗，當然有很多關鍵，其中最大的一個是教師在職訓練未能及時辦到。教師自己覺得教了十年八年書之後，因為教材改革

，變得不會教書了，試想此一結果是什麼？此次改編中的自然科教材，因是以「過程方法」(Process)爲中心來編訂的，如仍沿用過去教師常用的「演講式」方法去執教，那是完全失去意義的。因之教師在職進修，是新課程改造成功的必要條件。但教師人數衆多，在美國小學教師，共有一百多萬人，即在台灣一隅之地，同一年級的班級數亦即達八千班左右，換句話說，即有八千位老師。同教一本教材，要使八千個老師，予以一定時間的訓練。訓練的場所與時間都是極對不可能之事！據憶當民國五十七年，我國因實施「九年國教計畫」，國中小課程，全面革新，小學數學課程，亦採用「新數學」教材，當時所謂「新數學」一項，在國內只屬開步階段，在國民小學界，包括師範專科學校在內，能精通「新數學」的人，爲數決不會超「一打」，當年居然全面實施新數學教學。民國五十七年的秋天，即開始全面採用新數學教材的新課本，一年級第一課即開始教「集合」(Set)。「集合」！到操場上去「集合」嗎？第一冊教科書，因我國規定一年級開學最初十個星期，要先教「注音符號」至十一週開始，才開始教國字，所編的數學教科書，開始的第幾課前不能出現國字。當年即因一公布課程標準之後，同時即要開始供應教材。結果國立編譯館千趕萬趕，趕出了「教科書」之後，再也沒有時間，趕編教師用的教師手冊及教學指引，一方面教科書上無文字說明，一方面又無「教學指引」，

教材又是全新的所謂「集合」，所以他們任課老師之間有一趣語，稱數學第一冊新課本為「無字天書」。當時筆者從菲律賓賓聯合國教科文組織服務回來，新擔任板橋研習主任之職，發現此一事實，即自發自動做了一件「在職進修」的工作，方法是所謂「種子隊訓練」，即由全省二十二個縣市（包括台北市）為單位，各選派五名優秀的數學教學輔導員，集在研習會，施以爲期四週的在職進修，此進修有一具體目標，爲如前面所述第一次國小教師編寫自然教材，這一次是編寫國小數學「教學指引」。先請好幾位編寫教科書的幾位專家教授，如新竹師專郭雲欽、女師專邵慰龍等。講解教科書每一課書的教學目標所在，再來共同研擬教學的方法，並自己製作教具。將所討論結果，分組敘寫，成爲「教學參考單元」（Research Unit），經過第一、二個單元如此討論敘寫，獲得共識後，再分組分別將全本各課教材，予以如法敘寫，將一學期所用教材全部教學參考單元編寫出來，並由研習會予以編排付印，由各縣市政府，按照所需數量出資予以加印。如此編成了全省教師人手一冊的數學教學指引。另再由這些各縣市五位菁英輔導教師，返回各縣市，召開爲期一天的研習會，將所編教學參考單元爲之介紹，並舉行示範教學給全縣同一年級教師看，如因縣區教師衆多，或地區遼闊，可分東南西北分區進行，筆者當時曾數次參加過台北縣這一種子隊舉行的分區研習會。效果出奇的良好，深感實施

教師在職進修，如真能配合教師們的實際需要，實在是教育輔導上很重要的工作。可惜一般辦理研習會機構，仍脫不了「講習會」的形式，只達到講師們「講」的目的，沒有達到研習員們「學」的目的，當時研習會這樣做，完全出諸個人一時的熱心，同時板橋研習會辦理教師在職訓練，一向有相當自由的空間可容迴旋，因之說要辦也就辦了。這麼一項全面性的教師訓練工作，受訓人數，兩年之中達到一萬六千多人，以政府並無額外預算，也無一人提及，所以也無功勞可言。有一次，筆者在某一場合提及此一教師一天在職訓練事項，一位最重要負責長官則批評說：他的意思是一天訓練不夠，這是一件笑話！想來實在好笑。

當時負責教育廳第四科科長，主管國民教育事宜的是崔科長劍奇兄，他爲人熱心，更富責任感，當時他設法爭取了一大筆預算，與前面教具供應兩者一共每年要花四千八百萬元，共編六年，要二億八千八百萬元，是當年在國小「硬體建設」上所花費最大的預算，爲了能辦出爲數龐大至八千個人的在職進修，故利用所有各師範專科學校，各以其師範輔導區爲單位，將同一年級老師，施以爲期兩週的訓練，名稱是「實施新課程標準在職進修」，以自然科、數學科爲主，其他學科亦予顧到。如此兩週一次、一次的辦理，第一年辦理下一年要任課教師的訓練。即民國六十六年辦理民國六十七年擔任一年級老師的訓練，以下類推，要連續辦理六年，

在各師專辦理之前，並由板橋教師研習會辦理「師資的師資」訓練，分自然與數學兩門，數學並聘請了休斯頓大學小學數學教材教法專家——安德赫博士（Robert Underhill）前來指導。並由安博士依照前述模式，先輔導各師專擔任數學教材教法之教授，聯合編輯一部「小學數學研習手冊」，預計好出版時間，到辦理「師資的師資」座談開始時，作為研習基本參考用書。此書亦由板橋研習會印行，後來很多師專作為數學教材教法的教科書，發行頗廣，台南師專汪奇汪教授，他主編台南師專「國教之友」，曾發表專文，推崇本會所辦理的此項教師座談會，謂是我國數學教學「革命」之舉。這批受訓的師專老師，回各校辦理他們各自的在職訓練。民國六十二年擔任講師。初期在各師專開始，每校均辦理最少八期，確有相當效果，但因要連續辦理六年，六年時間太長，學校人事變遷，原來受過訓的老師已有變化，愈到後來效果不免打些折扣。但無論如何，此一小學「數學」及「自然」兩科課程教材實驗計畫，已經真正做到，「課程改進」與「教師訓練」兩者完全配合的地步。台灣一隅究竟因為土地小，教師人數比起別國來仍不算太多，要實施這樣一個地毯式澈底的課程改進連同教師訓練連在一起的工作，恐怕只有台灣可以辦到。其他國家，不論其多麼「先進」，但在數量上必不能做到此一地步。所以我

國課程改進的模式，以前是採美國式，但只是教材設計改進的工作，我們自己則已做到「在職訓練」工作在內了。說來我們的課程改造模式，是要比美國進步完全的。

叁、課程理論

前面所述，多偏重課程改進模式中行政設施方面的工作、課程編製本身，需要具有深遠的理論基礎，以及各國的優良事例的來參證。否則行政工作辦得再好，亦只是外行領導內行，變得徒具架勢，而無實質內容。然則本會這兩科課程編造的實驗研究工作，究竟有無學理根據呢？合不合世界優良課程的潮流呢？回答此一問題，前面提及，此一研究工作开展之初，曾派員赴國外考察，並將時下最風行的課程計畫的全部有關資料，都予購備齊全，並予以全部翻譯，經過研究分析，而使之「中國化」，才為我國所採用，理論上，所應該根據的理論根據，應該已是符合了最新要求的。

所謂課程，最通俗的界說，包含兩個層面，一是「教什麼」（What to teach）以及「如何教」（How to teach），前者是教材，後者是教法。我們小學的自然科學或數學科課程，即一至六年級二個階段，學童是六至十二歲的年齡，這一段段落年齡的兒童，可以「教什麼」，應該「怎麼教」，就是我們要研究的「課程」，這是最重要著眼所在

。這種課程代表教材教法編制的方法，大致上有三種類型，一是學科課程（Subject Curriculum），一是活動課程（Activity Curriculum），一是核心課程（Core-

Curriculum）（註）這三種課程，都是比較傳統的說法。但不管如何說法，因時代不同，所用名稱雖有不同，但實質上的意義所差不多。不過以教材為主或教法為主，說成「教材教法」或「教法教材」的先後不同次序而已。兩者的編製方式則有分別的，學科和核心課程，一是單科課程，一是合科課程，單科課程的「重點在於將學科做為文化遺產，傳授給下一代，亦即將科學的體系本身做為教材內容，著眼於獲得科學的知識與技能，其主要學習方法是記憶。」合科課程雖被稱為統合或聯合的課程（Integrated or United Curriculum），以日常生活問題為中心，將能聯合的學科教材，聯合起來學習。因此兩者所選教材範圍雖有廣狹之別，但，重心均仍在教材，所以都是教材領導教法，重視「結果」（result）。如採用上述第二種，所謂活動課程，則是以活動來進行教學來貫穿過程。學生在活動中，能「親口說出」、「親手操作」、「親自發現」、「親身創造」等（Saying Making, Finding, Creating）（註）這樣的課程以方法為主，以獲得經驗為重，有時稱之為經驗課程（Experience Curriculum），故重視「過程」（process）以與結果相對，可以說是教法領導教材，這一說，我們

在三十年前小學老師自編的第一套自然教材之時，即已做過，但美國在一九五〇至六〇年代的課程改進大運動當時。他們都大力提倡此種以過程方法為中心的課程編制，在現代心理學上，即學習的理論上有皮亞傑（G Piaget）及布魯納（J. Brunner）的認知心理學說（Cognitive Psychology）為根據，皮氏將兒童的認知發展，分了四個階段：知動覺時期、操作前期、具體物操作時期、形成運思時期，具體物操作約為兒童五至十一歲的發展階段，剛好是小學學童年齡，布氏引申其說，稱之為「具體物學習」、「半具體物學習」，以及「抽象學習」三種學習過程。布氏尤其主張安排知識妥為組織（Structure），故最重視課程組織或知識組織。以符合其重心理發展與認知發展的需要。布氏的三種學習，又稱為三種教材呈現方法（presentation）方式，即以具體物呈現（enactive）、半具體呈現（iconic presentation）、用圖畫、圈圈、點點等呈現之；及用文字符號即普通印刷書本（symbolic）。則第二種呈現方式了，接受的程度亦不同：如用具體實物呈現，即較深奧的教材，亦可以為兒童所接受。因此在五〇至六〇年代的各科課程盛行時期，常有將非深教材提前教學的主張。一方面採用合科課程；一方面用具體呈現方面所以自然、數學兩科課程改革，都有此種理論與事實的存在。在自然科方面，採用活動、及核心課程理念組成教材的單元系統，尤其著重

活動的過程方法，稱之爲 process。此等過程方式，不是兒童遊戲活動，而是科學家之所以成爲科學家，他們平時所採用的研究過程和方法。他們選擇了十三個獨立的過程方法，是我們目前自然課本中，一至六年級，每一單元教材的實體。

一、觀察

1. 能使用五官觀察辨別事物特性。
2. 能對變化中的現象進行觀察。
3. 能使用儀器的觀察。

二、應用時空關係

1. 畫出平面圖形及立體圖形。
2. 辨別並說出平面圖形的對稱線。
3. 設定相對位置的參考物體。
4. 應用錶和滴漏觀察時間。
5. 用向量表示相對運動。

三、分類

1. 辨別並說出各種物體的特性作爲分類的依據。
2. 根據可觀察的特徵，把一組物體作爲一級、二級或多級的分類。

四、應用數學

1. 用數線表示正負數、零及測定量。
2. 從數線各點，說出一對數目的和。
3. 應用規則求一組數的平均數、比例等。

五、測量

1. 使用簡單工具，測量長度、質量與時間。
2. 從兩種或更多的測定值求得導出差。
3. 辨別測量的準確度與精密度。
4. 能估計一物體的長度、面積與質量。

六、傳達

1. 詳細說明一個物體的特性，使別人能夠辨認。
2. 說明物體特性的變化。
3. 圖解各物體的相對位置與大小。
4. 以圖表表示測量值。

七、預測

1. 使用內插法或外推法做預測。
2. 做驗證預測的試驗。
3. 把一組預測值，按可信度的高低排列。

八、推理

1. 從一組觀察中做推理。
2. 辨別觀察與推理。
3. 辨別那些推理需要以另加的觀察來修正。

九、控制變因

1. 辨別一個系統中的各種變因。
2. 辨別被操縱的變因，對應的變因及被控制的變因。
3. 設計實驗，決定控制的變因，並操縱其他變因，試

驗其效應。

十、解釋資料

1. 區別圖表中直線及非直線關係。
2. 描述圖表所表達的內容。
3. 從圖表能提出假設或推理。

十一、形成假設

1. 從歸納觀察或推理形成一個假設。
2. 演示一個假設的試驗。
3. 辨別能支持或不能支持的證據。
4. 根據試驗結果修正假設。

十二、操作型定義 (Operational Definition)

1. 根據觀察，分類等下「操作型定義」。
2. 辨別操作型定義與非操作型定義。
3. 辨認操作型定義所用變因或用語。

十三、實驗

1. 設計實驗驗證假設。
2. 進行實驗。
3. 編寫實驗報告。

研習會所編的自然科教材，其組織與選材，每一單元中，均以上面一種或一種以上的過程方法來編寫，藉以獲得科學概念及科學態度。此十三個過程方法，本身亦有難易之分，從低年級的「基本過程」到高年級的「統整過程」，均按

照兒童能力的發展，依一定次序安排。所以此一課程教材，可以說是以過程方法為經，而以教材為緯——而編輯的。故全部都是活動。著重兒童親手來「做」，以兒童的「做」為開始，並以兒童的「做」為終結（註）。「教材中每一科學概念的發展，以兒童的科學活動為前導，在概念的發展中，訓練科學的方法，並養成具有正確的科學態度」。這是實驗科學課程的編制大概。

茲將自科科教材各單元所採用過程方法列表如下
自然科一年至六年級全部單元所用過程方法表：

總計	小計	數字應用	解釋資料	形成假設	實驗	操作型定義	控制變因	推理	預測	應用時空	測量	傳達	分類	觀察	過程方法	
															一	二
	15.									1	2	3	2	7	一	二
	26.								2	3	4	4	4	9	三	四
	29.							5	3	3	4	5	1	8	五	六
	21.					3	3	6	2			2	1	4	小計	
	19.	3	2	1	5	1	1				3	2	1			
	13.	2	1	7	1	1	1									
123		5	3	8	9	5	13	7	7	13	16	9	28			

資料來源：根據國立編譯館國民小學自然科教學指引統計而來

由上表可見國小一年級至六年級全套教科書，共一百二十四個單元（有一項為態度未計入，故為123個），每單元均含有至少一種科學過程方法，從較易的「基本過程」，排到較難的「統整過程」。其中二年級「玩磁鐵」一單元，應該屬觀察，但原著寫明為「負責合作」故未予統計。另「教學應用」原為一活動，亦為一個過程，但全部單元中，無此一過程，諒或列於數學統計方法，可能併於數學之中。

至於數學科課程的編制方法，亦頗有可述。我國自廢科學興學校以來，數學課程，開始以接受日本的影響為多，後來却受美國的影響，美國自一九二〇年代起，他們實施隨機教算（Incidental learning），我國於民國三十七年公佈的算術課程標準，亦採隨機教算。即小學一、二年級不固定排定教學時間，而在其他學科中遇到算術問題時，隨機予以教學，稱之為隨機教算。但美國自己，於一九四五年（民國三十四年）廢止，我們却于民國三十七年開始實施。一九五七年蘇俄首先發射人造衛星成功，美國舉國上下，一心一意改進科學教育，算術一科改為數學，並于一九五八年開始實施「新數學」（New Math）研究，編訂SMSG教材，

從幼稚園到高中全套都是新數學，我國在民國五十七年（一九六八年）亦直接採用。採用情形，前面已經述及，但此次實驗研究工作開始於民國六十二年，在美國的新數學教學，一開始時，來勢兇兇，頗有席捲天下趨勢，稱之為「數學革命」（Mathematics Revolution），但到一九七〇年代初（我國六十年代初），因為種種問題，已經開始走下坡。在一九五九年，當其聲勢最盛大時，他們的「進度報告」（Progress Report）有下列新數學運動的一般說明：

「更多的人們需要更多的數學知識，這種需求，今日會比昨日多，而明日比今日會更多。我們的社會愈來愈重視科學和工業，因此大多數國民，對數學的需要亦更殷切。聰明的國民都了解在我們社會裏，數學扮演著重要的角色，因為沒有人能確定自己將來的職業，所以數學的基礎非常重要，學生學習「新數學」的基礎後，可能應付其日後就業所需。為了達成上述目標，學校數學教學（SMSG）必須要三件事：第一、我們必須改進課程，使課程足以提供學生基本數學技巧以外的數學概念及數學結構，使學童對數學有更深一層的了解。第二、數學課程必須能吸引更多學生選修及訓練更多學生研究數學。第三、儘可能幫助執教老師，使他們有能力去勢教。」

新數學強調教材重新組織，稱之為結構（Structure），另亦重視證明，及學生自己的發現及歸納，稱之謂統整（

Generalization) 與數學的抽象化 (Abstract) 其重要特色大致爲：

1. 強調數學教材，根據數學原理原則，予以綜合與重組及重新編排其出現順序。

2. 不強調數學在日常生活中的應用，他們的說法是：「如果你瞭解數學，你自然會解答問題。」

3. 強調要學生應用發現法 (discovery) 來發現答案。

4. 強調正確的數用語，數學用語，必須正確，否則寧可用數學符號來表達數學概念。因此創了很多新數學符號。

5. 強調數學教材的提早教學，甚多原在初中甚至高中才開始教的教材，亦提前在小學出現。

上述種種改革，變動頗爲巨大，但發生下列情形：

1. 教材過份重視概念及原則，不重視日常應用及計算技巧，被人譏爲訓練數專家的數學，而不是一般國民常用的數學。

2. 教師要強調應用探討法及「發現法」(discovery) 教學，但教師本身對探討法 (inquiry) 或發現法不熟，結果有：「我們教的這批小傢伙天天被人探討，但老師自己却不知道什麼是『探討』之議。」

3. 學生學習成就低落，在一九七一至七二年第一次全國數學成就評量中 (註) 發現三至六年級的差異新舊數學之間，相差雖不很大，但到八年級 (初二) 新數學的學生，在整

數、有理數及數學術語上成就，有顯著落後現象。

4. 教師人數衆多，故實施普遍的在職教育不易。

到一九七六年，美全國數學輔導人員協會 (NCCM) 在喬治亞亞特蘭大召開年會時，一百多位與會人員，提出數學教育應該「返回基本」(Back-to-Basics) 的口號，一九七七年又提出「數學基本技巧宣言」一文，美國從此數學課程又回復到新數學以前的課程了。數學基本技巧宣言中規定內容十條，雖與新數學以前的課程在內容上並不完全相同，因目前世界已進入電腦時代，計算器械獲大部採用，所以要重視日常數問題之解答，以及計算技巧的應用等。在一九八〇年，「美國數學教師協會」又編訂了一本一九八〇年代的「數學行動綱領」(An Agenda for Action)。是革命以後的數學教學的指針。

在我國，民國六十二年開始在板橋研習會組織小學數學實驗委員會，民國六十三年又開始國民小學數學課程標準修訂工作，民國六十四年公佈小學課程標準，如按照時間，美國在一九七〇年代開始，對新數學已開始醞釀有反應，至一九七二年反對新數學最烈的克萊恩教授 (KLINE) 出版了第一本反對新數學 (共二本) 之大著「錢尼爲什麼不會做加法」(Why Johnny can't Add — The Failure of the New Math) (註) 這是我們的研究委員中，很多教授，是剛新從美國回國之數學博士，如邱守裕、黃敏晃、呂

溪木、薛昭雄及筆者本人等，平時亦注意數學教育問題，並注意到此有此數學教育的有關資料。因之我們當時修訂數學課程，一開始就採取「返回基本」的態度，有一句口號是「數學無新舊之分」，所以揚棄了民國五十七年公佈的新數學課程標準，記得當我們將實驗課程綱要草擬完竣之時，曾將該一草案內容，舉行民意調查式的問卷調查，結果可說獲得極大多數的老師、教育專家、教育行政人員及家長等不同人員的贊成。即同意現行標準。

但我國亦如美國一樣，民國六十四年公佈的小學數學課程，即為板橋研習會的「實驗課程」，雖然「返回基本」，但並非全盤「復古」，亦有甚多新的改變。尤其在教材編制方面，大致已用到布魯納教授的，具體物↓半具體↓抽象三階段的呈現方式。教學指引編輯方式改進尤多，在原教科上註明教學目標，及編輯用意，使教者一目了然，尤受歡迎，且教具全部供應，使全班學生都有實地操作機會，故一、二、三級初三個年級，教育部國教司都會請專人舉行新課本實施學生成績情形，都甚為優良。

肆、展望

前述，一項課程改造工作，可分課程設計、課程執行、課程評鑑三個步驟，或三個階段的工作。板橋研習會所實施

小學數學及自然科課程實驗工作，對前面兩段工作，都已有良好的成果。從民國六十七年一年級開始採用新教材，嗣後逐年換新，至七十三年夏，已全部採用新教材來教學。可以說在那時已實施了第一個循環。到今年夏，一年級的課本已使用過十一次，二年級的十次，以下遞減，六年級的亦只少使用過五次，使用了這麼多次新教材之後，學生對數學學習成果，究竟為何，似已可實施評鑑了。美國自一九七〇年代初，即實施美國「國家教育成就評鑑」(National Assessment of Educational Progress NAEP)，此項工作之舉辦，係根據「績效責任」(Accountability)的理念而來。同時國際教育成就評量(IEA)於一九六一年成立，現在國際上頗有地位，我國於一九八五年亦參加該會為「觀察員」，以「高中組」首先參加，但結果始終未見發表，我國板橋課程實驗，似應師取此等較進步之評鑑方法，自行設法實施「課程評鑑」。以作為下一次修訂課程標準的主要依據。美國在一九七七年發表「數學基本技巧宣言」，至一九八〇年又發表「一九八〇年代數學教育行動綱領」，美國是一個地方分權的國家，國家沒有設國家「課程標準」之類，但經一九五〇、七〇年代的課程改進運動以後，頗有以全國性的學會各「美國數學教師協會」(NCTM)，召集專家，組成專案研究，然後作成報告，作為各州政府頒行課程綱要的指針，筆者此次赴美，亦專訪美國數學教師協會

秘書長蓋茨(James D. Gates)並取到他去年出版的「學校數學課程及評鑑標準(Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics)」他說要作為一九九〇年代的「新課程行動綱領」。比種全國性課程評量工作，我們似應訂定辦法，長期實施，以使上述課程實驗研究工作，處於落實地步。一般常人，總有「賣花說花香」的習氣，自己設計的事情總是說自己好，但一定要有公平公正的評鑑之後，才能真正斷定其是否真正良好。其未經過此種手續的國定本教科書情形又如何？提到此點，筆者仍虔誠希望我國能設立一常設的課程研究機構。現日本、韓國均已設有類似組織。來長期的從事課程改進研究工作。現教育部對各級學校的課程行政工作，均把它當作一般行政處理。在高教司、執職司、中教司，同教司及司之下，均設課程科，負責課程改進行政工作，最近似有集中到「教研會」——教育研究委員會辦理之勢。但這種行政組織，仍只是行政性推動工作，不是筆者所謂的研究常設機構，起碼要像目前師大之科學教育中心，或板橋教師研習會的課程研究組，實際從事課程編造工作。但全國性各級學校的課程，學科數目繁多，單是技職司職等教育系統的學校課程，據說共達七百多學科，為每一科都要以爲上述實驗研究方式來進行，必需有專門機構設計出一套可行之法，或自行研究，或委託研究來慎審、處理。即以最普通的中、小學階段而言，上

述數學、科學因已經予以研究，其他國語文、社會學科，亦都值得研究，（社會科已在板橋實施）。如果要採「委托實驗」的話，既有師大科學教育中心，及板橋研習會兩處，但全國有那麼多師範系統學校，學校中都有相關的教授如酌予補充人力，只要採取一定模式來進行，似仍可達成預期的要求。並可達成研究各科教材教法，以加強師資訓練的目的。筆者個人認爲是值得推動的事，國定本教科書由一位教授執筆改寫的時代已過去了，我國真正應該設法把國定本教科書改編工作做得非常完美。

參考書目

- 一、柯維俊 「國民學校自然科研習」 台北師範國民教育月刊 民國四十七年
- 二、陳梅生 「漫談研習會」 台北師範國民教育月刊 民國四十七年
- 三、陳梅生等 「美日兩國科學教育考察報告」 台灣省教師研習會 民國六十年
- 四、陳梅生 「國小科學課程研究模式」 師範大學科學教育月刊 民國六十五年十二月
- 五、郭鴻銘 「公立中學綜合科學課程其問題與趨勢」 師大科學教育月刊——七一期抽印本(10) 民國七十三年

- 六、楊冠政 「統合科學簡介」 師大科學教育月刊一一七一
抽印本(10) 民國七十三年
- 七、楊冠政 「美國SCIS」課程研究 師大科學教育月
刊一一七一(11)抽印本 民國七十三年
- 八、教育部 國民小學課程標準 正中書局 民國六十四年
- 九、教育部國立編譯館 國民小學自然教學指引(第十二冊
) 民國七十年
- 十、李建正 「數學及自然學科課程論述」 師大科學教育
月刊一一七一一期抽印本 民國七十三年
- 十一、陳梅生 吳德邦、李源順 「美中國民中小學數學教育
」 板橋國民學校教師研習會 民國七十六年
- 十二、陳梅生、李源順 美國三次國家數學教育成就評量之分
析研究 民國七十六年
- 十三、Marshall Kim "Mathematics" Boston Public
School 1982
- 十四、NCTM NACOME "Overview" and Analysis
School Mathematics K-12 Washington DC
1975
- NCTM "An Agenda for Action Recommen-
dation for School Mathematics of the
1980's 1980

SMMSG "The School Mathematics Study
Group Progress Report " 1959

NAEP "National Assessment of Educational
Progress—Mathematics Released Exercise
from the 1981-82 Assesment NAEP Princeton:
NJ 1984

NCTM "Curriculum and Evaluation Stan-
dards for School Mathematics " Washington
D. C. NCTM 1988

【作者簡介】 陳梅生先生，浙江省諸暨縣人，美國田納西
大學教育博士，現任私立中國醫藥學院院長。

