

我國科學教育的檢討與改進

吳大猷

國家科學發展指導委員會

本文係談我國整個教育系統中的國中、高中、大學（包括旁枝的師專、工業等）的「科學教育」的問題，這係指數學、物理、化學、生物、地球科學（包括天文、地質、大氣、海洋）等學科，每科在各級中的課程內容的質和量，教科書，及各學科間的彼此關聯等問題。這包括各科課程在每級（如高中、工專）中排列的先後順序的問題。大學及研究所的高深科學課程則不在本文範圍之內。

目前我們每一級（國中、高中、大學、工專等）每一學科（數學、物理等），皆有其「課程標準」及教科書。惟每一學科（以物理為例）在各級中的「標準」，似是各別擬訂的，無整個系統的考慮，致級與級間的內容，有重複，脫節的情形。至各個學科間的內容及次序，則更無關聯腳接。

(一)先看一個學科的例子。目前高三的物理課程標準，所列課目可謂與大學普通物理的相同，是很繁重的。在一學年內教這些課目，實已甚難，且高三的第二學期中，教師及學生皆忙於大學聯考，提早結束，故事實上不可能按所訂的「標準」，給予學生以良好的訓練。

(二)次看兩個學科間的一個例子。目前高中有兩學年的化學，其所用的觀念如原子組態、分子結構、鍵、同位素、平衡常數等，如求一較深入的瞭解，必須有物理的基礎（如近代物理、量子力學、熱力學等），否則學生祇能硬吞下去。固然我們不易先教了許多物理再授化學，但由高二

開始授化學二年，在高三始授物理，在該兩學科的量方面的比重及先後次序上，總覺得不是妥善的。如化學的「量」不改，則稍為合理的安排，是將物理亦改為在高二高三兩年，與化學平行。

(三)近二十年來的生物科學，不再如昔日的「分類」敘述，而是需用許多有機化學和生物化學的底子，如蛋白質分子、DNA、RNA的結構等。故高中的生物學課程，宜排在開始化學之後，（在高三？）

(四)目前高中的數學課程標準中，課目甚博而無微積分的引論。筆者與多位同仁，皆以為在高三的第二學期，從幾何的觀點授微積分的初步知識，對學生言是極易接受且會運作的，對習物理將有極大的助益。如在高中三年級已有微積分的初步的知識，則在大學的普通物理一課程中，講授及瞭解，皆可增加清晰及準確度。筆者求學時的天津南開中學，在高三有微積分，學生無若何困難。

(五)目前高中有「地球科學」一課，為選修，聞由於大學聯考中無此科，故習者寥寥。數年前筆者以為我國數十年來未培植出些天文學人才的原因，是我國教育系統中無介紹天文學的課程，故建議在高中設「地球科學」一課，介紹天文學，地質、大氣、海洋等科學。為引導學生對這些科學的興趣，可考慮在大學聯考中投考上述各系者，可選擇若干試題。目前我們宜繼續編著及修訂教本，認真教學，使其不形同虛設。

上述數項，皆係指高中的「理、工組」而言

。又聞目前工專的物理課程，用大學普通物理的程度的教科書。此是好高誇大的不合理又不實際的情形。不幸的，此情形甚為普遍。數年前國科會委託國立編譯館，聘請人編著工專各科教科書。筆者檢閱「化學定性分析」一書，其後半部為化學分析的程序，無甚問題，其前半部係一般性理論，牽引到的範圍甚廣，課題甚深，敘述甚簡，絕非其學生所能瞭解的。

年來教育部及有些科教人士，皆注意到課程標準及教科書的問題。各級各科課程標準皆屢有修訂，教科書亦多有編著。惟一般言之，多有下列情形：

(一)每一學級（國中、高中、大學）的每一科目（數學、物理、化學、生物）的課程標準的擬訂，似皆各自進行，甚少作縱的（國中、高中、大學）聯貫性及學生的成熟程度作考慮，更少作橫的（數學、物理、化學、生物）聯繫，安排各科中課目知識學習的次序。

(二)教科書（有翻譯美國一九六〇年代的新教科書，有我國學人自編的教科書），有基本觀點的問題（如對一般學生言，過為抽象；或過為著重應用實例，而弱於求基本原理觀念的瞭解等），有取材及表達的問題（如取材過廣，致學生眩於許多個課題、定律、定理、理論，而失掉他們間的線索關連；又如敘述過為繁詳，使學生無需訓練思索，祇需接受強記）。

週末藉國立師範大學舉辦之高中學生物理研習班之機會，筆者與師範大學物理系主任趙金祁先生，清華大學李怡嚴教授，及許多位同仁，一再談及上述的情形，以為確有將整個教育系統中的科學教育問題，作全盤研討改善的必要。這是一項大而重要的工作，關係我國科技人才的質（和量）的基本措施。我們首須作若干觀念上改變，不再如前此的作局部、片斷、表面的工作如上（一）、（二）段所述，而從全面着手。此大事務須由教育部以大力進行之。其步驟可略如下：

一、由教育部聘請各科學者（對教學有經驗及興趣之大學教授及中學教師）若干人（每學科

人數不宜過多，以十名為度），組一科學教育委員會，擬訂一徵詢意見表格，分送大學教授及中學教師，請其提出意見（課程內容深淺及範圍，其相關學科的配合問題，實驗設備情形，各學科課程的安排次序等）。

由這些意見，歸納整理出若干改進的原則及可能的方案，作為研討改進的出發點。

二、由教育部于上述之科學教育委員會中組織一常務（或執行）委員會，擬訂一個具體方案，並向教育部推舉聘請專人（每科大學、中學教師若干人）為「科學教學委員」（見下文）。

(1) 從事每學科于各級中連貫性的課程標準細目之研討，各級各學科間的配合，務須考慮在內。目前中學的示範實驗及學生實驗，皆甚弱或竟無之。關於實驗設備及實驗本身，皆須具體規劃之。

(2) 從事各級各科教科書的編著。此項工作，應在上述的全面考慮的計劃下編著，不再如前此的由作者各自獨立進行。每一教科書不妨由二三人密切商討合作。稿成後可請其他專人評閱修訂。教科書之外，亦應編著各科補充及參考書籍。

(3) 從事該標準及教科書在某數選定學校試教之（近年在高中數學方面，有台大教授黃武雄作此試教工作）。

(4) 按此實施試教之經驗，由「科學教學委員」（見下文）從事課程標準，課程安排，教科書等的檢討修訂。

上述各項工作，需時至少三年至四年，需有願致大量精力的教師，故教育部宜特聘「科學教學委員」任之，其待遇除其本職薪給外，宜月給以相當于國科會研究獎助金之津貼（或其它名稱），俾有興趣且願致力於上述工作之大學教授，無需申請國科會之研究獎助；願致力於此之中學教師，無需分心力於補習班。

上述的全面檢討改善計劃，自然牽涉到其他的問題：

(一)師資方面。為適應新課程標準及教科書，

省教育廳及市教育局，務須制定具體有效的教師甄別及晉修辦法，徒有形式的短期晉修，則有不若無也。

(二)目前由于「升學」的壓力，中學教師的教學及學生的學習，其方法及態度，皆已入一不易改的左道。如何使此新研討的科學教學系統不亦流入偏途，是宜研求具體辦法的。

(三)在某數校試教新系統期中，或須考慮於聯考中，為該校等劃定若干名額，以求公允。

(四)在修訂各級的科學課程時，自牽涉到學生每週上課總時數的問題。這問題牽連到國中及高中的英文授課時數多而成效低的大問題。筆者以為我們教育系統中的英文教學，應從頭的檢討教學的目標、方法、教材、及師資等。聞教育部已組有檢討各級（國中、高中、大學、職專）英文教學的委員會。但望不久可以看見合理的目標（閱、寫、聽、講四項，不必亦不能並重），教法的改善，師資的增強。

(五)為上述計劃，自需一項經費（年約八百萬元，以四年為初期）。然這是一項對國中、高中、大學幾十萬學生的科學教育作全盤的，有系統的檢討及改進基本措施，此項經費的用途之極有意義，是無容置疑的。

具體進行步驟

一、由教育部聘請數學、物理、化學、生物、地球各學科之（對科學教學有興趣有經驗的）大學教授及中學教師，每科各若干人，組一「科學教學諮詢委員會」。

二、該委員會的首部任務，係對目前國中、高中、五專（二專）、大學的科學教學的實況，作一詳細，深入的調查分析。此項調查，可以下二方式同時進行：

(一)對各地各級學校，作抽樣的實地訪問。

(二)對所有各地各級學校的教師，用徵詢表格，請其供給實情及意見。上述兩方式的調查重點，宜包括下列數端：

1.教師所習的本科與所教的科目；教學年數

；教學是否感到困難，抑綽有餘裕。

2.教師對教科書的意見（是否適應學生的成熟程度？教材何部宜刪，改？）

3.學校之圖書及教具是否夠用？是否擱置不用？

4.示範實驗設備如何？教師是否作示範實驗？學生實驗設備情形？是否作實驗？作多少實驗？

5.學生學習及教師教學，受「升學」，「考試」之影響至如何程度？

6.學生「補習」、「猜題」的實情如何？（補習學校，升學指南等書刊，教師課外補課的情形）。

7.由國中升入高中，由高中升入大學，每經一階段，學生所受的訓練的連貫性如何？上項調查分析工作，期於半年內完成之。

三、由該委員會，根據上述的資料（先分科，然後聯合各科）研擬：

(一)各級各科課程之內容綱要（包括實驗部份）。

(二)各科課程在各下級中之安排次序（注意各科間之聯繫），此項工作，期於一學期中完成之。

四、由教育部聘請專人（科學教學委員），（各級各科各若干人），分別從事：

(一)各級各科教科書的編寫。

(二)各級各科補充讀本的編寫。

(三)國中、高中各科的教師「手冊」（提供補充資料及教法等）。

(四)上述編寫的認真審核、研討、修訂。

(五)在若干學校，試教上述新教材，繼續檢討修訂。

五、為便于上述工作人員之保持連繫研討，應設一固定工作地點（國立編譯館，或其他機構中關室數間？）並設一辦事（秘書）人員，協辦聯絡，繕寫等工作，列入預算編制。

第四項(一)、(二)、(三)、(四)各工作，期於二至三年中完成之，第四項(五)工作，將繼續進行之，惟希望能于試教二年後可獲一初步的教學及教材系統。