

科學教育及科技發展的方向

吳大猷

在講本題之前，似應略解釋科學的要義，科學的門類，科學與技術的關係等。最近正中書局出版的「給你一把鑰匙」一書中，筆者的一章，曾就這些點有些闡述。今天限於時間，祇能作一簡要的解釋。

一、「科學」、「技術」的要義

科學在初期約可分為數學、天文、物理、化學、地質、生物等部門。我們稱之為基礎科學。近數十年來由於研索領域的擴展，遂形成了許多「科際的科學」，如天文物理、化學物理、生物化學、生物物理、地球物理、分子物理……等。這些都統稱為純粹科學。它們研索的主要動機是求知；它們發展的過程是：現象的觀察量度分析，概念的構成，經驗定律的歸納，理論的擬想，邏輯的演繹，實驗的設計及證驗，新現象的發現。如是再經上述的程序，作不斷的推展。這個過程，包涵了科學的要義：(一)精神方面，是研索時對事物求知求真理的精神，客觀、嚴謹的態度，邏輯、週密的演繹分析；(二)知識方面，是研索

結果的累積——經驗定律和理論——是有系統有組織的知識。

所謂「應用科學」，乃係根據已有的知識——上述的科學原理、定律——應用於有具體目標的問題；它的發展，和所謂純粹科學，無其它的基本性不同處。許多工程科學都是應用科學。

所謂「技術」，乃指由「應用科學」的階段，更求在實際應用階層（如工業）的發展。技術的進展，需要有良好的應用科學基礎的人才，和不斷的研究所需的環境。

上述的「純粹科學」、「應用科學」及「技術」三個層次的畫分，可以例闡明之。以「電」為例。十九世紀初至中葉，安培和法拉第的基本發現，和馬克斯威爾的電磁場理論，係「純粹物理」；十九世紀末季，根據安培定律，製成電動機；根據法拉第定律，製成發電機；根據馬克斯威爾，發展無線電。這些可稱為「應用物理」；由這些發展，更進而設計建造各種類型的馬達、發電廠、無線電通訊及電氣工業，則屬於「技術」階段了。又以核能為例，一九三〇年代，物理學者在實驗室中研究原子核物理；一九三九年，Hahn 和 Strassman 二氏發現鈾原子核為慢中子分裂現象，這是純粹物理。一九四〇年，為探索「原子彈」的可能性，Fermi 氏等物理學家研建連鎖反應器，乃係應用科學。此後原子彈的增大威力，及戰後核能發電廠的設計及建造，乃係「技術」階段了。

這些例子，可闡明純粹、應用科學和技術三者間的關係。明瞭這些關係，在談科技發展時，至為重要。

二、科技發展

「發展科技」、「工業升級」、「引進科技」、「基礎科學與應用科學並重」等語句，已為

朝野的口頭禪，亦係人所接受的原則，故我們宜談的是如何的發展科技。「原則」和「具體措施」之間，是有很大距離的。現分談「技術」和「科學」。

(一) 技術

即以工業的技術言，工業的類別甚多，技術的範圍亦廣。首要是周思客觀的研定優先重點，審慎的延聘適任人員，研訂發展的方向政策及具體的進行計畫。尤其重要的，是擬定培育高級研究人才的有效辦法。人才為科技之最重要元素，人才難致。我們解決人才缺乏的長遠辦法，厥為增強某些大學研究所的教學及研究訓練，自行培植科技發展所需人才。

我們往往未經深入瞭解客觀分析，隨時尚泛訂項目，有了經費，先建造樓館，購置設備，而適任人員，確切方向目標，具體計畫皆弱；需要人才時，輒以為可由國外延聘，甚少著力自己培育人才的計畫，更少投資在大學研究所增強研教訓練人才的措施。

(二) 科學——純粹及應用

純粹及應用科學不僅為技術之本，它們的本身亦極重要。不幸的，由於我們的科技政策及執行者的見仁見智，歷年來我們對科學的支持，常是偏於微薄的。（截至三年前止國科會每年的經費約祇達到約六億元，本年度為十一億元。）由於社會風氣，年來青年多趨往應用科技而避純粹科學；我們科學人力中堅的研教人員，情緒亦呈低落。如這趨勢不變，則不待十年，將見近年開始萌芽的科學，復行枯萎。為科學的本身，為培植這一代和教育下一代的科技人才，我們都應予我們學府科學以較大的支持。

三、科學教育

科學教育的任務是培育科技人才。在小學中

學階段，科學教育在知識方面，應予學生以優良的初步基礎；在精神方面，應啟發學生對科學求知興趣，從小即養成客觀、邏輯的態度和習慣。

若干年來，我們小學中學的科學教育，情形略如下。在知識方面，課業「量」重而課程安排、水準及教材皆不甚妥。在精神方面，「惡補」、「強記」、「模擬試題」的教學方法，嚴重的影響學生求學的態度和習慣。

四年來，筆者得科教同仁的鼓勵，教育部的支持，在師範大學科學教育中心主持下，邀了數十位同仁，進行國中高中各級各科學課程水準及教材的全面檢討、修訂、編著、試教等工作。國中高中各級的新教材的試教，將於本年夏完成，俟再一度修訂後，將送教育部酌定。我們希望這項工作，對基礎科學教育，有所改善。

至若中小學教學方式惡劣的影響學生的學習態度習慣，則是我們教育上最嚴重問題之一。數年前因要用電腦閱卷而採選擇式試題，大大加深了強記式教學的惡劣影響。這是一項可預見而仍犯了的大錯誤，最近才覺悟而開始減少選擇式試題。深望大專聯考，對此仍有改進。但上述的教學方式，是源自升學的劇烈競爭，而基本的，這是我們人口增加率過高的問題。

高級的科學教育，我們應致力於「質」的改善；在大學中，增強學生的基礎訓練；在研究所中，增強教授的研究工作。近十年來，應用科學如電機、資訊、電子、化工等部門，皆招致素質學業高的學生，基礎科學如數學、物理等，則學生的質，遠遜於量。又留學之有成者多留外，致有我國大學為美國選擢人才之譏。這些譏諷不必畏，但人才外流外留，使我國科學技術遲遲未能成長，却是嚴重的問題。導致這情形的原因甚多，其重要的，如：（一）我國的研究所的（領導、氣氛、設備）水準，不能比擬國外的，（二）研教職位編制的凍結（如四員一工的僵硬規定等），使就

業困難，(三)國科會之外，我們缺乏積極鼓勵支持學府研究的策劃與措施，(四)我們談原則者則有之，但甚少真切注意且面對上述各問題，研求解答的具體方案的。

前年筆者建議教育部一方案：(一)擇優的增強某些研究所某科技部門的師資（質與量）及設備，是高研究水準，(二)修訂博士班研究生的修業年期限及待遇，(三)制定出國進修之博士後獎學金，並給予其返國後的職位。此案已有部份實施，惜在第一點上，仍梗於即教育部亦未能疏解的四員一工規定。提高我國科學水準，最重要的不是樓館，而是研究人員的質。對某些科技學門，某些優良幾構，作有彈性的編制名額增加，是希望藉此羅致優秀新血輪，使其成長。現我們堅持規定，則車希望亦沒有了。

科學教育的問題，從廣義言，自不限于中學

大學，而是整個社會的問題。我們近年工商業發展迅速，漸有人知「管理學」的重要，在行政上亦漸知科學精神方法的重要。凡此都是指對事物的客觀態度，周密的思考，邏輯的分析，經長期的訓練陶冶，使這些特性成為一個人的習慣。這些都是科學精神的要義。此外，一個現代的國民，應有若干基本的科學知識，成為他的「常識」的一部。一個人有科學的常識，和科學的精神，便可對事物有判別分析的能力。我們常見許多不合理的事，多是源於我們缺乏「常識」、「客觀」、「周思」、「邏輯」，而代以「無知」、「偏見」、「膚淺」、「剛愎」。

給予一個國民以良好的科學知識和精神的訓練，是科學教育的最上任務。

（本文為元月十五日明德基金會假師大綜合

大樓舉辦演講會吳主任委員之講稿）

封面說明

生命的螺旋

洪志明

國立臺灣師範大學化學系

封面圖是 α -螺旋的片斷，此片斷含有23個胺基酸殘基(residues)，大約含有6.5個轉彎。它的長度約35埃($\text{\AA}$)，每一胺基酸殘基長1.49埃。

毛髮、角、肌肉、指甲、蠃豬刺等都是很長 α -螺旋結構的蛋白質分子，沿著纖維的方向伸展（如沿毛髮的長度、指甲的側面方向）。它們之間並不是互相平行的，而是以3個或7個 α -螺旋互相扭絞在一起，成為繩索狀。

聚勝的 α -螺旋可像右手螺旋或左手螺旋。圖中所示的是L-胺基酸殘基的右手螺旋片斷。此種 α -螺旋可以在蛋白質中發現，沒有蛋白質顯示含有左手的 α -螺旋。

（取材自L. Pauling. "The Architecture of Molecules."）