



科學乎？

實用乎？

——訪吳建國先生

問：可否請吳先生談談材料科學的內容及材料科學跟物理的關連如何。

答：先舉個簡單的例子。例如糖水，本來是兩種不同的物質，最後溶在一起。如果糖加得更多，超過它在定溫下的溶解度，糖的結晶就會析出，此時我

們可說糖以結晶的狀態沈澱在水裏。升高溫度，糖會再度溶解，也就是說糖的溶解度增加。這是個很簡單的現象，也就是材料科學所探討的內容。即A、B兩種不同的物質加在一起，它有一定的溶解度

。比方說 A 是溶液，B 是溶質，少量的 B 加入 A 中，B 會逐漸溶解，最後完全溶於 A 裏，但當超過溶解度的限度內，就會形成兩個相，一邊是 A，另一邊是 B，這就是材料科學的基礎。

我們經常聽到「合金」這個名詞，也常使用合金做為材料，到底什麼是合金？合金就是兩種以上不同原子的金屬的合成物，它的性質較一般純物質來得好，所以我們利用合金，不用純金屬，為什麼合金的性質較純金屬來得好？就拿鋼作例子吧！鋼是在鐵中加了碳的合金，常分為低碳鋼及高碳鋼，它們的差別只有 2% 的碳含量。低碳鋼只含約 0.01%~0.1% 或 0.2% 的碳，性質的改變卻很大，原因何在呢？

學物理的一般都僅考慮 perfect 的狀況，這是學理論普遍的現象。但在實際應用上，卻並不十分 perfect。一種材料，由許多原子結合在一起，一定會有缺點，譬如說 point defect。因為它的存在，使得材料的性質變差。因此在研究材料時，就希望能改造缺陷，使材料的性質能達到我們所要求的標準。材料缺陷的部份，一定是能量較高的地方，使材料易受外界的干擾，呈現不穩定的狀態。所以設法阻止缺陷受到干擾，是材料科學在改進材料性質的工作之一。改進方法是製造許多障礙，使外界的干擾受到阻撓。因此在合金中所加入的少量其它原子，目的在形成障礙，以阻止外界對缺陷的干擾。但是在純物質中就沒有障礙，所以外界的干擾很容易對缺陷產生作用，我們使用合金的原因就在這裏，而這也是材料科學中一個很基本的概念。

當然我們也依照幾個原則來製造障礙，首先是愈小愈好，這就好比障礙賽跑，放置大的障礙物在跑道中，並不能有效地阻止跑者，但若放置小的，卻會使跑者跑得較慢些；如果又放的多，就會產生更大的效果，因此在材料中製造障礙物也是愈多愈好；第三個原則是一致性，不能這邊有而那邊沒有，否則效果將會減弱。小、多、一致性，正是我們從結構上依照它的特性所找出的三個原則。

各位是學物理的，我是學工的，比較起來，大家的 basis 是差不多的，只要稍微想一想，就很容易了解，這也是為什麼學物理的人很多轉材料的原因。材料科學，如今日的合金設計或新產品的設計，都是根據最基本的原理；而且材料跟結構有關，

性質的好壞也跟結構有關，所以我們要研究材料必須從它的結構著手，利用一些基本的原理，而這些原理不論是唸工的或唸理的，都應該會了解，所以各位只要一經指點，馬上就能融會貫通，不會發生很大困難才是。

問：請吳先生談談材料科學目前在國內發展的情形。

答：國家現在十分重視材料科學，今日我們談科技發展，材料是必須要突破的。科技的發展，依我個人看法，應該有三個階段，第一個是 know what。在西方侵入我們中國時所使用的槍、礮，最初我們不知道它是什麼東西，只曉得西洋人拿著某個東西，碰一聲，人就倒了下去。因此接觸西方科技，首先要知道「是什麼」。知道某個東西，它有什麼特性、形狀等，這是第一步的工作；接下來第二步，就是要 know how。換句話說，我們知道是什麼以後，不但想要用它，而且要自己做它。但是知道怎麼做還不夠，充其量只是知其然而不知其所以然，必須更進一步地要求 know why，也就是進入第三個階段。知道為什麼這樣，為什麼那樣，如此才能再回過頭去 know what。將 know what，know how、know why 三階段形成一個 cycle，融會貫通，才能不斷地創造、發明、製造出新的 what。西方科技之所以會有如此輝煌的發展，就是這個道理。

反觀我們的科技，卻一直停留在 know how 的階段，當然完全批評我們的科技都只在 know how 階段，也太過於苛刻，但是就整體來說，今日工業技術仍需引進國外的技術，使我們不得不深切反省。記得在先總統 蔣公五十歲誕辰時，國人獻機祝壽，那時曾喊出「今天我們買，明天我們自己造」的口號；但是在中美斷交時，我們花費自強基金，組成了自強中隊，又喊出了相同的口號，想到這裏能不叫我們痛心嗎？問題的癥結就在於我們仍然停留在 know how 的階段。因此政府近年重視基礎重點科學的發展，而材料科學的出發點就在 know why。工業界流行的一句話 只要讓它 work 就

好，只要能做出來、能賺錢，管它爲什麼 work。這是學理與學工最大的差別。學理的人，常希望了解它的原因所在，而學工的卻不太注意，只要能解決問題就好。事實上材料科學就是理論科學與應用工程間的橋梁。美國早在 1950~1960 年即開始發展材料科學，當美國採行新數學教育時，不多久我們也跟著改進數學教育，但是材料卻不然，直到三年前政府才將材料科學列爲重點科技，似乎起步得太慢了一點。雖說如此，有個開始總是好現象，至於今後的發展，各位是學理工科的，一定能瞭解，要改良、發明，一定要知道原因，追根究底才行。因此今後我們講科技發展、研究，就必須突破 know how 的階段而進入 know why，如果不能做到，那將一直停留在科技殖民地的地步了。過去我們的基礎不太好，可能會在殖民地位再待個十年，不過未來發展的實際情形，就視政府在推動時的方法與步驟以及大家重視的程度如何而定了。

問：請吳先生爲我們談談中山大學及材料科學研究所現況。

答：一面建校，一面開始招生，就顯倉促了些。由於高雄新設立大學，在各方殷切的盼望下，希望能早點開始；另外因爲大一、大二共同科目較多，所以中山大學匆忙地開始招生。但是我們設立新的系所，也依照幾個原則來辦理。第一是配合國家需要，國家需要那方面的人才，我們就培育那方面的人才，電機系及材料科學研究所就在這種前提下成立的。第二是要配合青年人的興趣與願望，符合青年人的需求。青年人希望研究那門學問，就成立這門科系；第三要配合學校本身的條件，成立一個系所十分不易，我們具備那方面人才，再成立此一系所，這是很重要的一點，雖然國家需要，青年們也希望，但若學校本身不具這方面人才或是人才不夠，那麼成立這個系所也只不過是掛羊頭而已。

因爲中山座落在高雄地區，高雄又是我國重工業地帶，因此我們的材料科學研究所的重點，在剛開始的時候，就先以金屬材料，做鋼鐵、合金爲主

，這是我們第一期目標。先從實際著手，配合鄰近工業界，以發展經濟材料爲主。換句話說，就是偏重在冶金材料方面。當然，剛開始的時候，不宜好高騖遠，在以後的發展，composite material（複合材料）是我們第二期目標。這是一種很新的材料，就是如何將不同的材料混合在一起的一門學問。

問：請問吳先生對目前科學教育的看法如何？

答：大學教育在本質上是以教育爲主，所受的訓練及學識都稍嫌不足，如果大學一畢業又馬上工作，很可能所學與所用無法完全配合。因此今天的高等教育，應推展到研究所。而研究所的教育，在科技化的社會中，對任何人而言都是必須的。今後國內的教育，尤其是高等教育，應偏重於研究所，而不應再過份偏重於大學教育。以中山大學而言，校長的看法就是以發展研究所爲主，今日的工作人員或研究人員都以擁有碩士、博士頭銜的人，對國家的進步助益較大，這就是我們的目標。

研究所與大學差別在那呢？研究所教育最大的目的是給大學部同學接受未曾受過的訓練，主要對象是專業知識：如何獨立思考、判斷及獨立地從事工作或研究。這些都是大學教育所無法做到的。這也就是說，研究所教育是以 know why 爲重心，而大學教育中 know what 是必備的，若能 know how 自然更好。

目前國內教育尚存某些不正常的現象，如進來不易出去容易。因此，我們在推廣研究所教育時，應注意到讓大家均有平等受教育的機會，前門要開得大，後門要開得窄，務必要通過應有的考驗，才准予獲得學位，這才是教育發展的正常現象。

編者：吳建國先生 61 年畢業於台大數學系，留美時在 Berkeley 轉唸材料，66 年得博士學位。中山大學成立時，應聘回國擔任中山電機系系主任，隔年材料研究所成立，兼任材研所所長。

編者：系刊編輯利用寒假期間聯合交通大學電子物理系系刊編輯共同訪問吳大猷及吳建國兩位先生，其中訪吳建國先生部分由萬克仲整理，訪吳大猷先生部分由交大同學負責，在此感謝他們的鼎力幫忙。