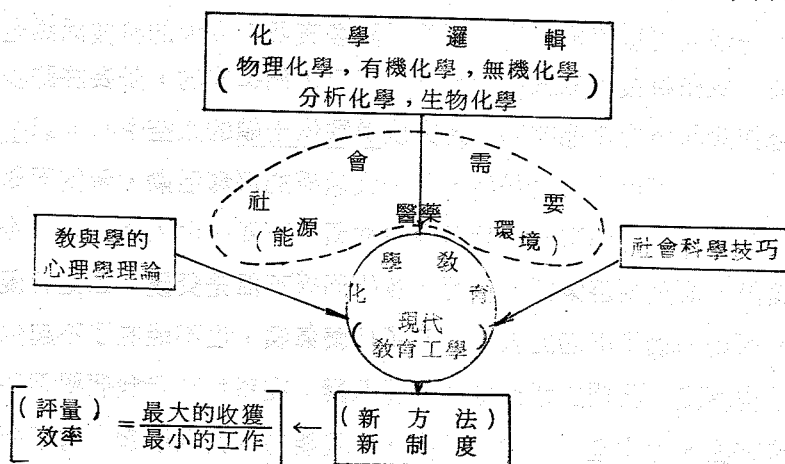


化學視聽教材概說*

方泰山

國立臺灣師範大學化學系

一個成功而有效的化學教育，筆者以為如果能以下表來說明最為適切。化學教育的內涵，除了「化學」這門科學本身內容（其包括物理化學、有機化學、無機化學，分析化學和生物化學。即所謂的化學邏輯），由於其教育對象是人，因而也還需加上人群居所需要的社會科學技巧，和人在自然成長過程的教與學的認知發展心理學的自然理論。在中學階段，根據教育心理學專家皮亞傑先生研究所得結論：一般人在認知發展的過程，初中階段，正開始由具體操作期（stage of concrete operation）進入形式操作期（stage of formal operation），而在高中應臻至或多或少的成熟。事實上這也是一個在教育過程最難的一個階段，媒體的介入，成為一個非常重要的關鍵！由於科技的進步，在教育上發展出所謂的「教育工學」（Educational Technology），簡單地說：就是利用現代的技巧與技術，應用在教育的需求，其包括媒體，方法與環境因素的控制。



註：本圖是M. J. Frazer 在第一屆亞洲會議所提的構想修飾而成。

* 本文為筆者改寫自七十二學年度高中化學單元輔導研習會講稿。

常用在化學教學的媒體與技巧不外乎是：(1)有計畫的示範實驗(Z)；(2)實物圖表與模型即一般所謂的教具(Y)；(3)投影片、幻燈片與影片，即所謂電化教學(X)與(4)資訊時代來臨，最時髦的電腦輔助教學(W)（或稱CAI, CAL, 或CAID）和(5)最傳統、最省錢的印講義(U)（包括所有印製之資料）。所有這些媒體，說穿了，不過是滿足在教學過程，以老天所裝備於人的二個儀器「眼睛」、「耳朵」由視與聽的「接收」再經過「大腦」的綜合來達到教育的功能。

首先來談一談Z，有計畫的示範實驗！有人也稱這為「五分鐘的示範實驗」或「簡易化學實驗的示範」。去年夏天，本系所經由科學教育中心邀請日本福岡縣科學教育中心教育室長中島齊先生，在暑期教師進修班講授「化學課程研究」，在短短兩星期中，作一系列簡易化學實驗的示範，希望在教學時，能引起學生的學習動機，提高學習興趣，並對科學概念的層次作有系統的理解。所演示的每一實驗原理皆很容易理解，實驗的現象亦容易觀察，且使用的器材都是普通容易取得的。一個效果良好的簡易示範實驗，如同一個良好的「學生實驗」需能「開門見山」；並非像在講台上教化學，要化學反應發生就發生，而是要活生生地該如何發生就如何發生！美國普林斯頓大學的Alyea教授，在美國化學教育雜誌，每期刊載這類的示範實驗（Tested Demonstration in General Chemistry）！在一九六五年，曾出了一本單行本，他說，你只要3天的準備，一年做200個示範實驗，可持續五年讓學生不感厭倦！隨後又出版了一單行本叫做TOPS（Tested Overhead Projection Series），可將示範實驗搬上投影機上，嘉惠更多學子！在坊間書攤上，不時也可看到有關化學演示之娛樂與教育，如美國華裔教師，Philip S. Chen，曾在一九七四年出了一本稱做「Entertaining and Educational Chemical Demonstration」的好書。這本書收集了約八十個化學演示實驗，其以色、聲、光、熱等效果分類，有時一個示範實驗兼具這些效果，如一燃燒氧化反應，除光、熱，還有聲音（如爆炸聲）的效果。這些實驗的演示，執行者如能再加上「驚奇」與「幽默」，更能達到「魔術」的效果！最近本研究室同學們，正在着手研究與編寫一些化學遊戲，如「五光十色」、「燒不完的布」、「搖搖樂」等，在不久的將來，可呈現在社區青少年活動的「寓教育於娛樂中」，潛移默化同學們的化學知識！化學示範實驗實在是「巧思」與「創意」的代名詞，期待能激起更多這樣的設計與創意，使化學科教學更充滿生氣！

實物，圖表與模型的教具(Y)，歷年來的科學展覽，台北市的自製教具科學玩具展，不乏巧思與創意的作品！第十六屆高中教師組化學第一名陳秋鏗老師以高中化學教具教法

研究，發表(1)高中化學掛圖製作、使用與改進，(2)模型示範教學板和(3)週期表、軌域模型、分子模型、反應機構模型及晶體模型。二十二屆科展張依德老師改良水的電解與合成裝置。在裝置裝備費用不變，改變電源點火方式增加安全性，刻度以定量比較產生氣體，還有氣密性比日本原作好些，操作亦簡化，對教學上有價值，獲高中教師組化學第二名。高雄中學，化學實驗室設置有一大型霓虹燈可控制的電氣週期表，南一中亦有一風味不同櫥窗式大型週期表。去年在台北市某中學評鑑時，發現有一氧化還原反應的電子游動電動玩具，解說電子流動促成電化學反應的抽象概念，曾得科展優勝作品，可惜灰塵經年積累已有三吋之厚，誠屬可惜！最近的第十五屆，台北市教具展，筆者發現高中組只有建中，張、鄭二位老師出品的「保麗珠運動模型」以纂釋化學反應速率及拉午耳蒸氣壓定律的一件作品而已！近年來各種教具的製作無論是在品質上或使用上應該有很大的改進，尤其是電子器材之發展，再加上自動控制原理一日千里，應該是前途看好，但是所呈現的結果，却令人憂心忡忡，事實上，這些東西已是在我們的左右，只看我們是否願意伸手去取與否罷了！

隨着影視業的發展，電化教學(X)也在教育事業上造成一股不可忽視的力量。在化學上，尤其是大規模的實驗，極抽象需解析的觀念，或大規模的集體教學，則要借助影視輔助教學，或閉路電視教學。早期的電化教學，如一九五八年美國國家廣播公司(NBC)的「大陸教室」創辦全國性的大學電視教學節目，由加州大學的懷特教授主授「原子時代物理學」以後陸續開「化學」、「數學」課，結果因為①龐大硬體的設備費和軟體節目製作費②硬體複雜的操作技術和③教師們怕失業的不合作態度等因素，宣告關門大吉。實在是「一片影像或映像管」豈能容納複雜變化多端的教學過程，（何況這只是單向教學！），且教學節目沒有發揮電化教育的特點與優點，這確是因為「垃圾進去，垃圾出來」的結果(Garbage in, Garbage out)。更確切一點說，電化教學也應只是用為一種輔助的媒體教學。看看我們鄰近的日本，其影視教育之發達，無右於美國，最近的「教育工學」雜誌報導(見 Educational Technology, May 1983)，日本在一九七五年教育電視台有1706台(人口1億)，美國有238台(人口2億)；在一九七七年，日本在學校裡的電視機，小學每一教室有一台，初中每1.8教室有一台，而在高中，每3.9教室有一台，更設有一專為影視教育節目，如同諾貝爾獎的「日本獎」(Japan prize)；美國著名的「芝麻街」即在一九七一年得過這個獎！近數十年來，加工工業為我國帶來不少財富，相對投資在各學校的電化設備，也日以繼增，起碼的幻燈機，投影機，電影機，也幾乎每校都有，而錄影機，電視機更也將普及於各班各校！因

此軟體的開發，是刻不容緩的事！過去師大理學院接受教育廳委託拍攝過數十部的單元科學教育影片，科學教育中心和視聽教育館也正加緊製作錄影帶，今年，教育廳更指派南一中為台灣省化學科媒體中心，加速電化教學媒體之開發！目前，在化學科方面，影片除教育廳已攝製了六個單元，其他美國 CHEM Studies 影集也有廿多部：教育資料館，視聽中心及本校化學系藏有不少影片。影帶除了三家電視台，其能找到的資料更多更廣。總之電化輔助教學，是最好的視聽教材；而影視，在教育事業上，應該有「創造性」的應用才是。

再之，應資訊時代來臨，所新加入電化教學陣容的電腦輔助教學(W)，另有詳細的介紹文章，本文不在此贅述。

Z, X, Y, W等花招使不出來，最後也只好求之於U——利用最傳統的講義、資料。總之，在有限的教學時數內，獲得最大的教學效果，是視聽教材的最終目標。如何選擇各種視聽教材以配合教學則有賴教師的專業知能了。

古中國科學管窺——記里鼓車

古中國天子鹵簿，除臣僚車騎外，據『唐書』

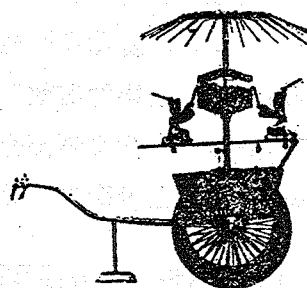
「車服志」內載，簪有屬車十輛，而屬車之最前列為「指南車」，其次即為「記里鼓車」。

「記里鼓車」為測定路程的裝置，恰如今日計程車的計程表，用以知路程之多寡，可稱之為計程車用計程表的始祖！

據考古羅馬亦有此種裝備，由車輪與上載之一水平圓盤相聯繫，凡車輪每轉若干次滿一計程單位時——如今日之里，即由聯動裝置推動水平圓盤，將圓盤內計數用小石搖落容器箱內，隨時查點石數即可知已行里程。

「記里鼓車」之裝置，有宋代史籍記錄及後漢石刻可考，民國二十六年中國學者王振鐸先生，曾成功復原工作；為一附有兩具人形，由車輪聯動人形手部擊鼓通報的精巧裝置，利用車輪每迴轉百次為一里，凡足百次則聯動裝置即牽引人形手部搖動捶擊打中間面對的大鼓，不過其缺點不如羅馬的能記里程總和——數落下石子的總和，但在天子鹵簿的威儀與豪華一點上來說，仍以「記里鼓車」的設計為上乘。

雖然或以時間推論，計程器械如記里鼓車者，固較羅馬之發明為遲，但並少雷同仿倣之嫌，視之為固有文化更不為過。



復原的記里鼓車模型