

# 普通高中化學課室中的融合教育

陳昭錦

國立臺灣師範大學科學教育研究所博士生

對於任教於普通高中的教師而言，融合教育是亟待充實教學知能的主要議題之一。尤其是在師資培育階段中未能接觸到特殊教育相關課程的教師，更需要特教老師的積極協助，相信唯有透過雙方的密切合作，方能提供失能學生更適性化的教學。筆者目前擔任公立高中化學科教師，當年在國立臺灣師範大學碩士班就讀時，對於研究生的教育學分要求僅有十個學分，有關特殊教育的科目並未列入要求的學分當中，在這樣的背景下，筆者自忖對於在教學上該如何協助身心障礙學生，可說是戰戰兢兢的生手。為充實特殊教育方面的教學知能，筆者在博士班進修時，選修為研究生開設的「特殊教育導論」。記得第一堂課，授課教授就開宗明義地指出，特殊教育的精神在於「有教無類」及「因材施教」。這兩個概念幾乎所有老師都耳熟能詳，然而要真正落實於教學場域及教育理念中並不是那麼容易。筆者在此願透過本文，分享個人輔導全盲生學習化學的經驗，並針對高中科學課室的融合教育提出個人的淺見。

## 壹、化學課室中與視障學生的互動經驗

當筆者在某個寒假後的開學初，獲悉任教的高一基礎化學班級中有使用點字書的同學時（以下簡稱為個案），當下著實有不小的壓力。然而從導師的口中了解個案入校一學期以來適應良好，學習情況佳，成績在班上居於中上，不需要任課老師特別費心。此外個案的個性相當獨立，不論分組或實驗課等，皆希望與一般同學一樣正常參與。對個案的概況有初步認識之後，讓筆者壓力稍減，也期許能在化學的學習上助他一臂之力。

筆者在課堂上是以教科書為主要教材，個案大多時候是專注地聆聽講解，有些時候會打開自己的點字書，尋找筆者提示的段落。有時候筆者感覺他似乎已經預習過課本的內容，對於提問他會主動參與回答，他聆聽講解的神情彷彿是複習而不是初學。記得當時每週小老師會幫同學考

---

本文能順利完成，筆者要特別感謝國立臺灣師範大學科學教育研究所譚克平教授長期關注視障學生數理教育，引發筆者寫作此文的動機；國立臺灣師範大學特殊教育系張千惠教授所授「特殊教育導論」課程使筆者獲益良多；筆者任教學校特教老師在視障學生輔導方面提供的協助與支援，在此謹致謝忱。

化學元素週期表的默寫，筆者對個案以口試代替筆試，在問答過程中發現，個案在國中階段已奠立不錯的基礎，他對週期表熟悉的程度優於班上大部分的同學。舉行平時考時，筆者會將試卷以電子檔存在磁碟中交給他，第一次因為筆者不熟悉轉檔的方式而造成亂碼，後來是個案的家長設法解決的，之後個案教導筆者儲存文字檔時應注意的事項，讓筆者獲益不少，也由此知道個案的家長應該是他學習的幕後大功臣。個案作答完畢後，會將已填上答案的試卷（由家長或同學協助）交給小老師或筆者，當筆者批改或全班交換改時也會有他的試卷，筆者覺得這可以讓老師與同學都能透過這些細節，無形中忘了他的不同，或許這是他比較希望的方式。

高一基礎化學的學習除課室講解，還包括化學實驗。化學實驗需動手操作及觀察，實驗安全尤為第一要務。由於筆者期望個案也能參與化學實驗，因此在實驗的選擇上需格外慎重。

記得當時有一個實驗是以雙氧水製備氧氣，並利用排水集氣法收集氣體。由於這個實驗不需要加熱，操作過程中沒有火源，是安全較為無虞的實驗。化學實驗採分組進行，每組有四位同學，在收集氣體的過程中，筆者指定個案用雙手負責扶住水盆中的集氣瓶，協助組長收集氣體，當集氣瓶集滿氣體時，多餘的氣泡會從水中冒出，個案可以透過手碰觸水面而察覺，此時他便告知組長氣體收集完畢，由組長接手後續的操作事宜。

筆者則在旁邊注視該組實驗的進行，必要時則帶領個案的手透過接觸來了解實驗進行的過程，這是當時筆者所能想到的讓個案參與實驗的變通方法。由於個案就讀的班級全體學生與筆者均為相同性別，因此筆者可以不避諱地牽著個案與同組同學的手，實地帶著他們一起「動手」作實驗。雖然筆者不曾問過個案對這個實驗的感想，但對於筆者而言，牽著學生的手做實驗，卻是難以忘懷的教學體驗。

除了高一基礎化學的課程外，筆者也曾曾在個案在高二自然組時，利用中午時間輔導其化學學習。從這些點滴的互動中，筆者將觀察到個案的學習特質歸納為以下幾項：

## 一、學習態度積極

個案的學習方式大致上是先預習點字書，上課聽老師講解，回家後家長會「讀」參考書的內容給他聽，他「聽」完後用「心」演練書上的題目，如果答案不正確，家長會「念」出參考書上的文字說明，他再把自己吸收到內容「記住」。

## 二、記憶力好

個案表示會在學習點字書、聽老師講解或聽家長念參考書的當下就把內容記住，當筆者詢問他是否需要再複習，他回答說如果在「聽」的當時能「理解」學習的內容，自然就能記住；相反地如果不能理解，就比較難記住了。由於化學的學習是敘述性知識及理解各佔一半，筆者認為

個案的記憶力優於一般同學，而且他能善用自己這方面的能力，像海綿一樣盡其所能地吸收他所知覺到的有用訊息，並能適當地加以組織。

### 三、邏輯推理佳

科學的學習注重邏輯推理，在輔導個案的過程中，筆者盡量鼓勵個案陳述對於科學概念的瞭解，從他的敘述中循邏輯思考的脈絡一同推演。筆者發現個案的思路有條理，能進行抽象的推理及思考，雖然缺乏視覺上的輔助，但藉由實物的模擬，還是可以理解抽象的科學概念。

### 四、心算能力強

化學的學習避免不了量化的解題，除了數字上的運算，也包含數學或邏輯符號的操弄與轉換。個案在解複雜問題時運用心算的能力來得出答案，他進行這些運算的速度比一般學生快，也不太仰賴計算機，令人相當佩服。

在公立高中的教學中，很多老師都可能教到視障學生，但大體上是弱視學生居多，筆者與個案的互動點滴，使我有機會深入去省思有關化學教學及特殊教育的議題。

## 貳、對化學教育的省思

自從在課堂上第一次接觸到像個案這樣的全盲生，對於筆者的教學有很大的衝擊。平常或許由於相當熟悉教材，不會

刻意斟酌用字遣詞或是口語表達方式，但是遇到個案後讓筆者改變了教學方式。在詮釋化學概念時，筆者會特別「聆聽」自己講述的內容，並隨時記得以口語說明板書的內容，講解課文時也會指出是在第幾頁、第幾段和第幾行等。筆者在教學過程中也曾經省思，若只倚賴聽覺下，自己的口述是否能讓聽者徹底理解，尤其遇到重要的圖形或表格，如何透過口語的詮釋，協助個案掌握關鍵的概念。筆者發現這樣的教學方式，是需要刻意練習的，也真是很大的挑戰。

教師在課室裡面對的是全班同學，要很「自然地」完全藉由口語來詮釋科學概念真的很費神，一不小心就會忘。因此筆者會盡量看著個案上課，但也容易使上課的進度略受影響。當與個案進行一對一輔導時，可以彌補上課的不足，因為可以透過對談掌握個案的概念是否正確及完整，也能藉由肢體的接觸和操弄雙手來幫助個案理解抽象的概念。筆者相信這樣的個別輔導有助於個案的概念釐清及科學解題的探索。

此外，特教老師在筆者輔導個案的過程中也提供重要的協助。特教老師提供珍珠板及滾跡輪兩項教具，筆者利用滾跡輪在珍珠板上畫出平面座標軸，在各個象限中畫出變數的關係，協助個案學習物質三相圖以及氣體定律等重要觀念。此外，筆者也與特教老師一同搜尋可用的教具，找到能幫助個案學習原子與分子結構的可操弄模型。

筆者過去對於化學教學的認知是，只要具備教師認真詳盡的教學、課後嚴格的督促、定期評量及回饋檢討這些條件，學生就應該能有好的學習表現。因此我們似乎花費心力在編輯上課的講義，設計精采的題目，反覆地要學生練習、複習與檢討。然而輔導個案的經驗使我回歸學習的本質，去思索純粹藉由聆聽，個案所建構的科學理解究竟是什麼模樣，這樣的建構對他後續的學習扮演何種角色，與所謂科學上正確的建構有何差距？每一個抽象的概念，教學者要如何透過各種不同的表徵方式，找到最適合個案學習的途徑。這些過程真的非常重要，而筆者過去卻很少想到這些問題，由於這段與個案接觸的寶貴經驗，使筆者對於教與學的本質有更深層的體會。

學者 Bruner (1960/1977)指出，只要有適當的教材，藉由適當的教學方式及建構，教師應能將任何科學概念教導給任何年齡及能力的學習者。如果無法做到，需要檢討改進的是科學教育的工作者，表示還有更多待努力的空間。視障學生在高中的化學課程中，過去只有一學期的基礎化學是必修，現今的高中課程綱要（教育部，2008），基礎化學區分為（一）及（二），均列入大學學科能力測驗自然科的考試範圍。因此未來視障學生修讀化學課程的時數及內容勢必會增加，然而教師在這方面的相關知能仍有明顯不足。

為探求化學教學如何改進，筆者檢索國外的期刊論文後發現，美國化學會出版的《化學教育》期刊，早在1981年即以

「化學與失能學生」為主題，報導一系列關於改善視障學生化學教學的內容(Crosby, 1981; Lunney & Morrison, 1981; Tombaugh, 1981)，其中介紹科技的輔助、教具的使用及教學的建議。該期主編 Lagowski (1981)對於改善失能學生的化學教學指出，學生及教師都不應對於學生的能力及能學習的範圍畫地設限。而應亟思如何克服肢體上的不便造成的障礙，讓所有學生都有平等的學習環境及機會，不僅是教育的宗旨，更是教師被賦予的使命，也是需要整合各界的資源共同努力的目標。

學者 Supalo 是位盲人化學博士，曾在求學過程中受到一位先天全盲化學家的鼓勵而轉攻化學。他認為藉著正向的學習態度及適切的學習策略，盲生也能在注重動手操作及實驗觀察的化學領域有所成就(Supalo, 2002)。他並以自身的學習經驗投身改善視障學生科學學習，Supalo 與其同儕發展一套能將化學反應中的顏色變化或沉澱生成等現象，轉換成聲音訊息的學習輔具，期望能讓盲生能獨立自主地進行更多樣化的化學實驗。使這些學生能夠透過主動參與，提高學習化學的興趣，進而勇於嘗試科學領域的生涯發展(Supalo et al., 2006)。筆者認為這些資源值得國內深入了解並考慮引進，此外這些研究計畫也彰顯了西方國家對於視障學生學習權益的重視，以及為追求「有教無類」及「因材施教」投注的努力。

筆者期望未來能投入瞭解盲生對化學概念的理解情形，並針對不同的學習主題，找出盲生可能會遇到的學習困難以及

改進之道，雖然個人的能力有限，但是筆者認為這是一項值得在職教師關注的問題，也是我們責無旁貸的任務。

## 參、對特殊教育的省思

融合教育是現今特殊教育的趨勢，學者林翠英(2008)指出，臺灣未來融合教育的方向，在課程、教材及教法的調整方面，教師的態度、能力及期許，是影響學習成效的重要因素。在筆者接觸的數理科老師當中，有些人認為視障學生在數學及自然科學的學習先天上受到限制，最好是選讀社會組，畢竟教師要面對的是全班同學，在課堂上無暇顧慮個案的狀況，難以因單一個案而調整教學的方式。若學生無法適應或跟不上，則表示其不適合留在自然組。然而筆者並不贊同這樣的論點。如果特定的數學或科學概念造成視障學生的學習困難，我們要思考的是如何診斷？如何從教材教法上尋求解答？視而不見或是輔導轉組並不能解決問題。這也正是筆者一開始提到的「有教無類」與「因材施教」要落實，必須面對的困難與挑戰。

學者沈鎮南(2005)認為，傳統上一般教師在班級教學時，較注重整個班級可以掌握的學習，而不是每個人的個別需求。尤其在公立高中，教師必須顧及教學進度及學生的整體表現。然而筆者認為高中教師應再充實對特殊教育的理念與認知，我們不能因為尚未遇到身心障礙學生而置身事外，更不能對班上的失能學生視而不

見，每一位學生都是教師的責任。如果學生的身心特質影響他的學習，教師需要的是以開放接納的心態去面對並積極尋求外界的支援，把每個孩子的成長視為自身的挑戰，才能真正落實「有教無類」。

至於「因材施教」的部分，面對失能學生，高中教師或許心有餘卻明顯力不足。在專業教師養成的過程中，我們並未接受失能學生教材教法的訓練，是否上至特教主管機管下至學校行政單位均認為只要是現職老師應有能力教導各種類型的學生？或許是我們沒有提出需求，或許是相關單位缺乏整合，最終影響最大的還是學生的學習權益。

學者萬明美(1997)針對視障者就學之科技支援指出，如能引進國外成功的教學方法、教材及教具，結合學科與視障教育專家合作修訂或編訂適性化的課程及教具，尤其是數學及自然科學等科目，應能大幅提升國內視障教育的品質。這樣的期待或可列為視障教育的中長程目標，筆者認為現階段的特殊教育輔導體系，短期目標應徹底落實校內特教老師與學科教師的密切合作，共同尋求資源或是調整教材及教法等。當成功的經驗逐漸累積，就能號召更多有心的學科老師關注視障學生學習的領域，相信能使國內視障學生的科學學習，朝著無障礙的目標邁進。

## 參考文獻

- 沈鎮南(2005)。視障混合教育的鐵三角——教師、家長及輔導員之角色與功能。取自 <http://assist.batol.net/academic/academic-detail.asp?id=38>
- 林翠英(2008)。融合教育——課程及教材、教法的調整與親職教育的角色。《特教園丁》，23(3)，1-9。
- 教育部(2008)。普通高級中學課程綱要。臺北市：作者。
- 萬明美(1997)。視障者就學就業之科技支援。取自 [http://efly.org.tw/pcs/nsc/discussion/w\\_09.htm](http://efly.org.tw/pcs/nsc/discussion/w_09.htm)
- Bruner, J. S. (1960/1977). *The process of education*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Crosby, G. A. (1981). Chemistry and the visually handicapped. *Journal of Chemical Education*, 58, 206-208.
- Lagowski, J. J. (1981). Chemistry and the disabled student. *Journal of Chemical Education*, 58, 203.
- Lunney, D., & Morrison, R. C. (1981). High technology laboratory aids for visually handicapped chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 58, 228-231.
- Supalo, C. A. (2002). *Blind students can succeed in chemistry classes*. Retrieved from <http://www.nfb.org/Images/nfb/Publications/fr/fr8/frsf0210.htm>
- Supalo, C. A., Kreuter, R. A., Musser, A., Han, J., Briody, E., McArtor, C., & Mallouk, T. E. (2006). Seeing chemistry through sound: A submersible audible light sensor for observing chemical reactions for students who are blind or visually impaired. *Assistive Technology Outcomes and Benefits*, 3(1), 110-116.
- Tombaugh, D. (1981). A pH titration apparatus for the blind student. *Journal of Chemical Education*, 58, 222.