

日本對國中科學教師技能的期望

蘇賢錫

國立臺灣師範大學物理系

一、前言

1983年3月6日，日本總理府發表，從全國抽出20歲以上男女5000人，詢問他們對教育的基本看法。所獲致「對教師的輿論調查」的結果，回答「對教育關心的」達75%，而對學校教育的要求部份，45%要求「教師資質的提高」，在比例上也較其他項目超出甚多。

自古以來，一般公認「教育效果與教師的人格及能力成正比。」教育的實施是以教師與學生間人格上的交互作用為基礎，透過教學過程，依靠教師的教學能力來促進學生的學習興趣。於是，達成教育的效果的契機，與其說依賴設備用品等物質條件，不如說完全由教師個人所實踐的意義與角色來決定為恰當。因此，上述輿論調查的結果，大家期待教師素質的提高或教學能力的提升。也可說是理所當然的了。

二、一般教師應有的條件

教育的最終目的是「人格的完成」。教育的作用要建立在學生信愛教師，家長信賴教師的基礎上，始能發生功效。因此，科學教師不但在教學方面具備傑出的能力，而且也要在文化社會的教養方面具有深厚的根基。有賴不斷努力進修，培養個人成為充實的，深具魅力的教師。如果是一位在上班的車上只看週刊雜誌或體育新聞，而家裏的書櫃中只有教學法的書籍的教師，那就未免令人感到遺憾了！

因之，在講台上站在學生面前的教師，必須要不斷努力成為深具魅力的教師，真正具有教育能力的指導者。直截了當地說，教育能力的指標是「各個學生學習成就率的高度」。為了提高「學習成就率」，就必須對教師要求：

1. 對學生身心的發達過程與其他教育學方面的學養。

2. 對教材深入認識，對教法有研究與理解。

3. 指導技術卓絕（能引起學生的學習願望，讓學習活動集中在學習目標，結果能使學生確實學習基本知識）。

4. 深入觀察並理解各個學生的行為與實況，能將其活用在指導過程中。

5. 能控制團體的氣氛，保持全班的規律。

6. 具有智慧上與理性上的權威。

7. 具有創造的能力，不斷改進指導方法。

學生是教育的主體，也是教師指導學習的對象，他們對教師要求什麼？——雖然學生的反應難免不夠成熟而且易於情緒化，但是，不無參考價值。

學生喜歡的教師是：

1. 上課講解徹底而易懂。能舉出具體的例子，親切指導。

2. 性情快活慈祥，富有幽默感。

3. 平易近人，有時與學生打成一片。

4. 關心並且理解各個學生。

反之，學生不喜歡的教師是：

1. 愛挑剔，嘮嘮叨叨，愛諷刺，容易發怒。

2. 上課講解不親切不清楚。

3. 有偏心，不公平。

4. 常常自吹自擂，傲慢自大。

5. 沒有領導能力。

三、科學教師應有的能力與技術

自然科學的目標是「透過觀察或實驗，培養學生調查自然的能力與態度，並且加深對自然的事實與現象之理解，以便認識自然與人類之間的關係。」自然科學與其他學科的顯著差異在於，對象是「自然的事實與現象」，及在達到理解的過程上重視「觀察或實驗」。換言之，這是直接向自然學習的學科。因此，科學教師除了具備其他一般學科的指導能力與技術以外，必須另外具備若干特別的指導能力與指導技術，列舉如下：

1. 學習課題的設定能力

授課的開始部分，必須引起學生的強烈關心與興趣，使學生針對目標產生學習的慾望與熱情。教學活動不得以教師為中心的單方面灌輸，必須注重學生的活動，而其關鍵在於上課開始部分的學習課題之設定方法。

學習課題要考慮到下列兩點，全憑教師的指導能力來設定。

(1) 要解決的課題必須明確具體而受限定，學生觀察或實驗後應有解決的可能性。

(2) 必須以學生已往的部分經驗為出發點來開發解決課題的方法。

學習課題一旦設定妥當，學習情緒就可以提高，並能將指導目標轉變成為學習目標

，使學生自動自發設法解決課題。例如：在濃度的單元中，可以提出下列課題作為總結：

「有 A，B 兩種硝酸鉀水溶液，其濃度各為若干%，試以實驗決定之。」

2. 觀察或實驗的指導能力

在自然科學的指導上，普遍重視透過「實驗或觀察」來調查自然的學習活動。雖然如此，僅僅增加觀察或實驗的次數，花費很多時間來操作，是不能達成指導效果的。

所謂「觀察」是，客觀地觀看事實與現象，以便明白這些事實與現象。這時，教師要指導學生：

- (1) 客觀而且確實觀看。
- (2) 從解決課題的觀點來深入觀看。
- (3) 不但用眼睛看，而且應用五種感覺（視覺、聽覺、嗅覺、味覺、觸覺）來看。
- (4) 從定性的看法改為定量的看法。
- (5) 觀察的事實不得受到推論的影響。

「實驗」是利用人為的條件與制度來產生事實與現象再作觀察。自然的事實與現象牽涉到複雜的因素，所以如果在現有的條件之下觀察，往往不能立即決定因果關係。這時，必須僅僅改變調查事項中的一個要因，保持其他的要因不變，使調查事項發生變化再來觀察。這種觀察叫做實驗。要進行實驗時，教師應該指導學生：

- (1) 理解控制變因的意義。

- (2) 想出控制變因的方法。

- (3) 理解實驗數據的意義（數據因複雜因素而發生亂七八糟的統計等）。

然而，在自然科學課的「觀察或實驗」，其作用並不是和科學家所做的完全一樣，在目標與限制方面有下列差異：

- (1) 目標是在該過程中培養學生認知性活動能力與技術性活動能力。
- (2) 必須在有限的時間內獲得有效而且適當的結果。

本來，自然科學課中的「觀察或實驗」，對教師而言，是透過已知的過程來得到已知的結果，但對學生而言，是透過未知的過程來得到未知的結果，然後，根據這些事實與資料來發現規律性。因此，不得將科學知識單方面地灌輸給學生，再把「觀察或實驗」當做驗證的手段，而應該當做發現的過程來指導學生正確地發展思考。

此外，在觀察或實驗的計畫、實施、與探討的過程中，不得讓學生只是依照教師的指示來做呆板的操作與處理，應該指導學生從體驗中學習科學的方法與基本的操作，並且培養創造力與判斷力。

另一方面，在一定時間內的授課流程中，觀察或實驗所需的時間自然受到限制。在一節課中，最好是構成「把握問題→觀察或實驗→探討→整理」這種完整的流程，以便提高學習效果。一節 50 分鐘的授課中，花在觀察或實驗的時間，頂多是

25 分鐘，因為觀察或實驗前的指導需要 10 分鐘，觀察或實驗後的探討與整理需要 15 分鐘。

然而，將觀察或實驗編入一節課的教學活動中，實際上往往觀察或實驗的操作時間易於拖長，不得不「結果的探討和整理下節課再做」，當天只做觀察或實驗。這種有始無終的做法，對學習效果有不良的影響。

根據一些授課的分析結果顯示，「觀察或實驗時，學生無所事事的時間頗多」。等候器材或藥品的分配，等候教師的指示，等候小組長的行動等等……等候的時間太多。實驗的操作、變化的觀察、思考、討論，一概沒有做到，如果能夠消滅這種無所事事的時間，即可避免有始無終的授課。

在觀察或實驗上，科學教師應有的指導能力與技術是：

(1) 能夠確定觀察或實驗在發現式學習中的地位。

(2) 在進行觀察或實驗的過程中，能使學生學到科學的方法、基本操作、創造力、與判斷力。

(3) 能夠消滅觀察或實驗時的學生無所事事之時間，設法在 25 分鐘內完成實驗的指導工作。

3. 安全管理與安全指導的能力

在自然科學的學習中，必須使用玻璃器材、瓦斯熱源、以及劇藥與毒藥等藥品

。有時候也要用到發火性或爆炸性物質，以及電源裝置或高壓裝置。學生過分害怕就不能做實驗，使用方法不當就有受傷、燙傷、中毒、觸電、火災等的危險。

橫濱市自然科學實驗教材開發研究會，曾經就國中自然科學教師實驗中的事故實例作過實態調查。事故實例雖然不多，但是不少教師有「恐怕導致事故而嚇了一跳」的經驗。

對教學經驗年數 6 年到 10 年的 85 位教師作抽樣調查的結果，雖然沒有發生事故，卻有「嚇了一跳」經驗的情形如下：

(1) 鐵與硫黃的混合物之加熱……試管的破損，通風不良等 26 位。

(2) 酒精燈的操作……洒掉的酒精著火，酒精燈互相點火，酒精燈翻倒等 38 位。

(3) 鎂的燃燒……燃燒中的鎂飛散，反應過激 13 位。

(4) 玻璃器材的操作……碰到高熱玻璃器材而燙傷，玻璃器材破損而割傷等 18 位。

(5) 萘等的融點測定……突沸而燙傷、著火等 14 位。

(6) 氧的產生與性質……突沸、高濃度雙氧水引起的燙傷等 10 位。

本來，在學校做的自然科學實驗，只要確實而且正確操作，應該安全才對。然而，正如新聞報導或全國自然科學教育中心的調查報告，曾經發生不少事故。爲了

預防這種事故，教師應該加強自然科學設備的檢查，器材與藥品的整理，實驗內容或方法的選擇與改進，課前實驗的實施等，以便事故不易發生。同時，酒精燈或瓦斯燈的用法，玻璃器材的用法，有毒氣體或試藥的用法等各方面，教師必須讓學生理解允許事項與禁止事項的意義，透過觀察或實驗，反覆訓練學生培養安全行動的能力。

安全管理與安全能力的培育，可以說是科學教師最基本的要件。

4. 視聽教材教具的活用能力

自然科學是重視直接向自然學習的活動之學科。但是，學習對象的事實與現象，不一定全在教室或附近地域能夠直接經驗。即使能夠直接經驗，由於自然的事實與現象牽涉到各種複雜的因素，學生往往不容易理解。這時，視聽教材能夠重新組織複雜的事實與現象，具體地提示問題，又可補充直接經驗的不足、強化弱點、擴大經驗、幫助理解與思考。

分子、原子、離子等不能直接用眼睛來看的微觀構造不必說，相反地，太陽、月亮、地球等宏觀世界的結構，都可藉助模型、軟片等加深理解。人腦、脊髓、神經系統或運動器官的構造等，雖然不能直接讓學生觀看，但是，人體模型、影片、VTR等視聽資料可以幫助瞭解。

天氣變化、血液循環等的板書相當費事，利用投影機(OHP)來指導比較有效

。OHP的功用與掛圖、照片、圖片相似，而且提示資料時，透明塑膠片可以好幾張重疊或刪除，因此，指導效果能夠大幅提高。

教學機器與教材的開發非常驚人。照片、模型、幻燈片、OHP、影片、電視、錄影機、反應分析裝置等，視聽教具愈來愈多元化。科學教師必須深入理解各種視聽教材的特性與使用上的注意事項後，充分加以利用。

5. 實驗室的管理能力

自然科學是以觀察或實驗為中心來展開的學科，所以設置內部配備電源、水源、熱源等特別設備的實驗室。實驗室是否整理妥當、運用靈活，以期達成自然科學教育的使命，完全要看科學教師的管理能力。

實驗室管理的要點如下：

- (1) 環境是否足以促進學生自動自發學習自然科學？
- (2) 常備用品(儀器、藥品、標本、模型、圖書等)是否可以活用？
- (3) 環境是否適合長期安全進行自然科學的研究？
- (4) 環境是否適合教師進行教材的研究？
- (5) 環境是否足以提高學生的學習效率？

有人說，一所學校的實驗室是否管理妥善，在實驗室前的走廊就可以感覺出來

。這句話不無道理。實驗室內外的永久性佈告必須整理得有條不紊，科學新知一類的臨時性佈告必須不斷更新，以便積極激發學生的研究興趣。

在選購自然科學器材時，教師應該依據下列基本方針：

- (1) 根據學校的預算來擬定綜合性年度計畫。
- (2) 配合學生的能力，選購堅牢、安全，而且操作簡單的器材。
- (3) 選購在裝配實驗裝置時可以互相交換使用的零件。
- (4) 不得完全依照教師個人的興趣來選購，以免學習的指導偏重某一部分。
- (5) 準備材料與工具，遇到必要時自己製作教具。

6. 教學評量的能力與技術

首先，請您利用下列自我診斷問卷來測驗您自己對教學評量的看法與實際狀況。

1. 每學期是否至少做 1 次以上的實作測驗 (performance test) ?
2. 您是否認為，不論何種測驗，學生只要做很多題目就可以進步？
3. 利用學生自我評量或相互評量所得的學習效果，您是否努力將其運用在教學上？
4. 測驗或其他評量，您是否認為，儘可能不要做，對學生比較好？
5. 您是否曾經根據評量來改進教案？
6. 您是否認為，測驗的主要目的是蒐集

評分的資料？

7. 期中考試與期末考試，您是否從不同觀點來評量？
8. 「情意方面」的評量，是否完全憑教師的感受？
9. 測驗評分後，除了計算平均分數與偏差值以外，是否就各題計算及格率或誤答分析？
10. 您是否認為，測驗的成績較差的學生，他們的熱心與能力較差？
11. 測驗是否不僅在單元教學結束時實施，而且在教學過程中也常常實施？
12. 大多數測驗是否依賴市面出售的測驗卷而很少自己命題？
13. 測驗問題的形式，是否儘量避免偏重再認法 (reconfirmation) ？
14. 考卷的發還是否因各種理由而常常延誤？
15. 考卷發還時，是否能就內容再度確認、修正、加強？
16. 市面出售的測驗卷，是否自己尚未親自解答前就指定作為家庭作業？
17. 指定家庭作業以前，是否已經考慮其檢查法或處理法？
18. 指定家庭作業後，是否曾經忘記批閱，而被學生催促？
19. 學期開始時，您的點名記分簿上是否擬好評量計畫？
20. 測驗評分時，是否光看學生的名字，再判斷答案的正誤？

教學評量就是，配合教學目標，蒐集種目標的教學評量。
教學過程與結果的資料，予以檢討，以求
改進教學。科學教師必須能夠設計符合各（取材自「理科の教育」1983年8月）

古中國科學管窺—— 水運渾天儀

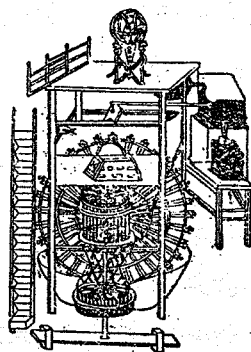
編輯室

古中國計時用「蓮漏」，雖其滴漏部份設有節制裝置，但水源的補充；以及承壺內貯水的排除，皆須仰賴人力，且爾後亦少改進跡象。

但當時希臘及羅馬，其所用計時的「滴漏」結構，却較我國為進步，據考：其水源係由另一附裝水槽自動補充，使之經常保持正常水量維持水壓；而刻記時間的「承壺



水運渾天儀的全貌



水運渾天儀的內部構造

」，亦改爲利用滴入水壓牽制繪刻有時刻指針的盤面報時——有若今日的錶盤及指針。

相形之下我國的「蓮漏」，其本身計時結構，似有不如人處，但張衡發明的「水運渾天儀」，則除藉「蓮漏」報時之外，更進而利用其水壓，運用爲觀察天文之「水運渾天儀」的運轉動力，不僅可以藉「蓮漏」以計時，且配合「蓮漏」之報時可同時審查當時之天象！予天文學之研究，拓一坦途。

「水運渾天儀」的構造與今日天文學界使用的「天球儀」極相類似，上刻天體星辰位置，由「蓮漏」承壺出水壓力推動，循一定軌道，按蓮漏報時的時刻而運轉，並顯示隨時刻變動而不同的天象，凡星辰位置的變動均得瞭然在望。

此種「水運渾天儀」的構造及其在觀察、研究天文的功能，較諸今日天文學界所使用的計時望遠鏡，雖嫌粗陋，但在原理及運用上都無遜色。