

日本科學師資訓練的革新

蘇賢錫

國立臺灣師範大學物理系

§1. 戰後的師資訓練

戰前的日本師資訓練，均在師範學校，高等師範學校等校實行。這些學校的教育，專門集中在教師的培養。例如，一般師範學校，對整個小學課程，詳細說明其教材內容與教學技術，然後花費相當長的時間來作教學實習。師範學生畢業後，更要接受校長或前輩的嚴格訓練。戰前的教師，可以說是在傳統的訓練制度中，完全由別人的教導中訓練出來的。

戰後的日本，師資一律由大學培養，但是負責培養師資的大學院校，雖然以培養師資為主要目的，卻是同時要求學生學習各種專業科目。因此，學校受到課程的限制，師資訓練不像戰前那樣徹底。同時，師範學生畢業後所服務的學校，其氣氛與戰前不同，前輩後輩的區別不很清晰，幾乎沒有前輩願意教導與訓練後輩。結果，戰後的教師不能依靠別人的教導，必須自己去學習。

為了適應實際狀況，最近負責培養師資的大學院校與中小學校方面，正在檢討改進師資訓練計畫，並且開拓師資訓練的新方法。

§2. 師資訓練的領域

師資訓練的目的，在於提高專業師資的能力，而專業教師的能力包括專業知識的能力（學問的能力）與教學的能力（實踐的能力）。

例如，優秀的科學教師必須充分具有自然科學方面的專門知識，同時也要具備有關實驗觀察的技術。換言之，我們希望他具有自然科學家的天資與素養。這種能力就是前者所謂學問的能力。

另一方面，教師在教導學生時，他必須懂得怎樣說明始能讓學生容易了解；怎樣發出適當的問題；怎樣誘導學生展開熱烈的討論等；後者所謂實踐的能力便是指這種實際教學時的能力。兼備這兩種能力的教師，方可稱為優良教師。學問的能力，端賴個人努力用功。現在，就如何提高實踐的能力加以研討。

§ 3. 教師實踐的能力與其訓練

教師實踐的能力可分為下列三類：

- ① 教學計畫的技能
- ② 實行教學的技能
- ③ 教學評量的技能

現分別詳述：

(1) 實行教學的技能

教師實踐的能力，其重點在於上列第②項：實行教學的技能。隨着教學計畫，在教學過程中，使學生充分作自發自動的活動，透過學習活動而達到預期的效果，為此目的，教師必須具有這種技能。自然科學的學習活動，主要是實驗觀察等具體的活動。自始至終只靠教師的口頭說明，無法達成理想的科學教育，這是不必說的。為了輔助這種實驗觀察，另外還有利用電視、電影、幻燈片等視聽器材的半具體性映像性學習活動。此外，為了充分理解實驗觀察，並且為了提高電視等的視聽效果，教師必須作適當的提示或說明。同時，為了計畫實驗觀察與檢討實驗觀察的結果，最好要有學生互相討論的學習活動。這些活動可以稱為抽象性語言的學習活動。

學生的這些學習活動，如何成功地去領導，如何有效地去進行，這就是實行教學的技能。

(2) 教學評量的技能

教學評量的技能，與上述教學實行的技能一樣重要。不要以為教完就沒事了，教師應該透過教學的評量，學生究竟掌握多少？學生進步了多少？同時，不僅僅評量學生，而且還要評量教學本身，例如，學習活動的狀況如何？教師的發問是否適切？

(3) 提高實行與評量技能的方法

為了要使教師具備教學實行與評量的技能，應該怎麼辦？為此目的，師範院校專設教學實習課程而各中小學又分別舉辦教學觀摩會。

然而，由於學生不習慣，通常的教學實習，其結果往往只是變成「有過教學的經驗」而已。為了實施短期教學實習，事先的指導是絕對需要的。

這種事先指導的方法之一，便是最近出現的「小班教學（microteaching）」。關於小班教學，筆者已在另文「美英兩國科學師資訓練的革新」中作過比較詳細的說明，此處從略。英國的小班教學似乎相當普遍，師範院校的學生，到了三年級下學期就接受小班教學的教學訓練。學生分成幾個小組，一小組由數名學生所組成，而在教授指導之下，就一個單元作小班的模擬教學。這種小班教學繼續實施四天，最後一天則對真正的學生作同一單元的教學。對幾個章節反覆實行這種循環，經過數次循環後，學生始參加正式的教學實習。

另一方面，中小學校的教學觀摩會，戰前也不斷地舉行，但在教學後的檢討會中，參觀者的意見感想發表，往往敷衍了事，而且話題常常離開教學的單元本身。此外，有時因為時間不夠而討論無從得到結論。

因此，在教學觀摩會中利用「K J法（自由卡法）」的學校，近年來增加不少。所謂K J法是，

參觀者預先拿著數十張空白卡片，在觀摩教學時，隨時自由記下自己的感想。教學觀摩結束後，卡片被收回，依照內容而分門別類（例如，教師的發問，板書的方法，實驗操作的方法，學生的表達狀況等），整理妥當之後，張貼在一大張道林紙上。任何人只要一看這張紙，便可了解整個教學過程的性質。

§ 4. 教學計畫的技能

學生的學習活動是教學的核心，但是為了使其活動進行得更順利，教學實施之前的計畫非常重要，自不待言。

師範學生在教學實習中，在教室裏用沉著的聲音向中小學生講課的場面很少，多半都是聲音偏尖偏銳，表示沒有自信。只有上課前綿密計畫而充分準備的少數師範學生，始能用比較沉著的聲音來講課。真是所謂「有備無患」。

以下將就教學計畫的技能加以探討。首先我們必須了解教學計畫的擬定程序，進而認識提高這種擬定技能的方法。

(1) 教學計畫的步驟

教學計畫包括幾項步驟，且因目的之不同而有粗細的區別。雖然如此，下列四個步驟是不可或缺的。

① 教材的研究

熟讀教科書與教學指引，確實掌握該單元所包含的知識內容。最好嘗試概念的抽出與概念的構建。

② 目標的設定

設定目標的目的在於單元目標的掌握。透過教材的研究而明白該單元的知識內容，即能設定認知的目標。教學不啻要傳授知識，同時必須培養能力與態度，因此，設定目標時，應該考慮這些方面，把這些方面綜合起來的，就是目標分類表。這是一種目標一覽表，由縱橫二欄所組成，明白表示單元內容目標（縱欄）與科學能力目標（橫欄），其詳細情形將在下面一節說明。

③ 單元的組成

各單元中，有時知識內容的幾個目標共同存在。在這種情形之下，應將單元分成幾個小單元（子單元）。單元與小單元的目標（單元的出口）既已決定，接著要考慮如何開始（單元的入口）始能達成這些目標。這時，最好預先調查學生的既有知識與能力（readiness tests）。單元的入口與出口決定妥當以後，再考慮其中途的過程，將其作成表格，以便完成單元的組成。

④ 教案的製作

教案是教師把一個單元的教學計畫整理所得的表格，包括下列項目。

單元名稱，單元中本節的位置，本節的目標，本節的教學過程。

若欲出示給教學觀摩會的參觀者，則應附帶註明該單元教材的掌握方法，學生的實際狀況，單元的目標，單元的組成（小單元的分配法與時間分配，小單元的概略內容）等。

教師製作教案時，最感頭痛的是本節教學過程的敘述。關於這些敘述方法，最近大家普遍採用流程圖（flow chart）的方式。

§5. 教材的研究方法與其改進

教學計畫的第一個步驟是單元的教材研究。自然科學教材的研究，主要是包含在單元內的知識內容的研究與實驗方法的檢討。換言之，該單元「應該把握那些事項？」「應該怎樣去做那些實驗？」這些都是令教師頗感頭痛的事情，向來都是教師充分研讀教科書的內容以後，自己絞盡腦汁想出來的。

然而，最近構造化的想法已被引進，而作有系統的研究之風氣漸趨普遍。其中的一個方法是利用卡片的「概念抽出法」。該法的手續是，幾位教師組成一個小組，各人把教科書或教學指引內的重要句子記在卡片上，每一張卡片記下一個項目。記在卡片的項目內容叫做「教材要素」。其次，將教材要素卡片收集起來，把內容事項共同的卡片疊成一堆來分類，再將屬於相同種類的要素卡片的內容整理成爲一個句子，用學生容易了解的方法來表達出來。這就是「低層概念」。低層概念再進一步與相關概念合在一起，即可被設定爲「高層概念」。這高層概念便是該單元中必須把握的重要事項。

例如，就小學自然科學的「食鹽水」單元而論，假設揀出下列重要句子。

- ① 增加水量，濃度變小。
- ② 溶液的濃度愈大，其比重愈大。
- ③ 溶解的食鹽，其量愈多，溶液愈鹹。
- ④ 同一杯食鹽水任何部分的濃度都是一樣。
- ⑤ 同一杯食鹽水的上層與下層的味道不變。
- ⑥ 食鹽溶解後，變成透明的溶液。

這些「教材要素」中，①②③是關於食鹽水的濃度的，可以歸納成爲一個低層概念：「水溶液的濃度由溶質與水量的比而決定」。④⑤⑥可以歸納成爲另外一個低層概念：「溶質在水中均勻溶解」。這些低層概念又可以歸納成爲一個高層概念：「溶質均勻溶解在水中，成爲濃度不同的各種水溶液」。

除了這項「水溶液的性質」而外，「食鹽水」單元還有「重量守恒」，「飽和（溶解與飽和溶液）」，「溶液組份的分離」等高層概念，而透過這種概念之抽出的作業，可以明白「應該把握什麼？」

反之，概念的構造化包括，從學問體系方面來演繹的方法。這種方法不適用於一個單元，而是以更大的規模來分析各學年的概念構造。然而，這種方法不容易透過小組作業來實行，而且尚未解決的問題也不少。

(2) 目標的設定方法與其改進

研究教材的結果所得的概念，可以直接利用，作爲單元的內容目標。正如紡織品由縱橫的絲線所組成一般，自然科學的目標也由縱向的內容目標（概念）與橫向的能力目標所組成。自然科學的能力目標大約包括獲得的技能、組織的技能、創造的技能、操作的技能、及傳達的技能等五種。內容目標與能力目標的組合可以成爲目標分類表（見表1）。表中的√號表示該單元的主要目標，明白指示，

表1 目標分類表(國小 食鹽水)

內容目標	能力目標	科學能力的構造 (科學的技能)			I 獲得的技能	II 組織的技能	III 創造的技能			IV 操作的技能			V 表達的技能		
		高層概念	低層概念	要素											
概念構造	A.物質雖然發生變化，重量仍然保持一定(重量守恒)	a.物質溶在水中，但其重量保持不變(重量守恒)	食鹽水的重量等於水與所加食鹽的重量之和	1 觀察現象 2 蒐集資料 3 回想經驗 4 假定觀點 5 記憶用語符號	6 比較分類 7 解釋資料 8 預測結果 9 設定作業假設 10 下操作型定義 11 建立模型	12 適用 13 改變觀點 14 改變構想具體化 15 新創造	16 操作儀器 17 測量 18 製作 19 飼育栽培 20 控制變因 21 裝配儀器	22 用文章 23 用方程式 24 用圖表 25 用口頭		✓					
B.物質能溶於水而成爲水溶液(溶液的濃度與特性)	b.物質在水中均勻溶解(溶解)	食鹽水中任何部分的味道、重量、濃度都是均勻。	✓												
C.溶質在水中溶到溶解度即成爲飽和溶液(飽和-溶解度與飽和溶液)	c.水溶液有溶質特有的性質(特性)	食鹽水的濃度決定於水與食鹽的量													
D.水溶液可分離成爲溶質與水(分離)	d.水溶液的濃度由溶質與水的量之比來決定(濃度)	水量與水溫一定時，食鹽溶在水中的量有限度。		✓											
E.飽和水溶液有一定的性質(飽和溶液)	e.溶質溶在水中的量有限度(溶解度)	飽和食鹽水有一定的性質													
F.將水溶液予以加熱，令水蒸發，則溶質會析出(加熱晶析)	f.飽和水溶液有一定的性質(飽和溶液)	將食鹽水予以加熱，令水蒸發，則食鹽會析出。													
G.液體可經蒸餾取出(蒸餾)	g.將水溶液予以加熱，令水蒸發，則溶質會析出(加熱晶析)	由食鹽水蒸發的氣體，將其收集，可得蒸餾水。													

在處理那一個知識內容時，必須一併考慮培養那一種能力？

(3) 單元的組成技能與其改進

單元的組成是教學設計的最重要部分，包括展開教學的構想與具體的教學過程，相當於教學的基本設計圖之製作。

首先，在目標的設定所得的內容目標（低層概念），將其記在卡片上，再依照教材的論理系統排列。這項作業的前提是，根據學生理解的路線來設計。這是傳統的想法，其代表性例子是國中的「力與運動」單元，亦即，速度→加速度→力→功→能的次序。這時的問題是，大人的科學概念是否直接提示給中小學生？「明白」這件事情是表示，使學到的新知識同化在中小學生既有的認知結構中。於是，教師必須仔細考慮，進入學生腦裏的東西，會不會跟已知的東西順利溶合？

最近，許多教師相當積極調查學生的預備能力（readiness）。同時，除了傳統的測驗卷（paper tests）以外，還開發三人小組研討的方法。參考預備能力測驗的結果（readiness tests），便可依照論理的次序來改變學習過程。其次，教師必須決定適當的教學法，俾使學生能夠順利獲得概念。教學法包括發現式（探討式）、系統式、解決問題式等方法。選擇教學法時，應該考慮到教材與學生的實際情況。

(4) 教案的製作技能與其改進

教案的製作是教學計畫的最後階段，乃是根據目標的設定與單元的組成，以1～2小時的規模來具體地敘述目標與內容。「本節的目標」要從單元目標中選出。「本節的教學過程」的重點在於教學活動方式的選定，以便順利達成目標。

最近十年中，教育工學的手法大量被引進在教學設計上，這是值得注目的一大特徵。同時，教師組織小組來舉辦教學研究的風氣，普遍鼎盛，這大概是受到師資訓練的革新之影響的。□

（取材自「理科の教育」1981年1月號）

預告：

下列各稿即將自 50 期陸續刊出，敬告讀者：

物體在楔形木塊上滑行引起的相對運動

流水台的設計和科教功能

非洲爪蛙——生物實驗的材料嗎？

γ 輻射劑量度量及輻射防護偵測器刻度的校正

“也幫蜜蜂一個忙”——一個數學趣味問題的探討

方程式論發展史簡介(二)

本刊編輯部啓