



中小學自然科學 教學分析(上)

—楊榮祥—
國立臺灣師範大學

隨着本世紀後半人類知識急速膨脹，全世界各國莫不掀起所謂「科學教育革新運動」，我國也在大力改革中小學科學教材教法。尤其在教材方面，各級學校均已修訂採納歐美各國最進步的教材，雖然還不能說，那是十全十美的教材，總算已經有很大的改進。近十年來行政院國家科學委員會及教育部，先後委託各有關學校機關，做過很多科學教育實驗之調查研究，對於中小學各級學校的師資、課程、教材、研究活動、實驗室、儀器設備及行政配合等，均已有了很多具體而寶貴的資料，唯獨對於「教學法」一項，尚缺一種較為具體的（concrete），動態的（dynamic）而有系統的（systematic）分析調查，國科會對於高中教學及自然學科課程及教材的研究報告（註一）指出「對於新教材各方面反應良好，但教法不能配合，仍屬美中不足」。誠然，如果「教法」不能「配合」新教材，當然不能發揮新教材的精神。但，究竟教法怎樣配合不到教材？教師的教學行為（teaching behavior），要怎樣才能發揮新教材的精神？我們應該有個具體客觀而有系統的「定量分析（quantitative analysis）」。

一、富蘭達氏教學交互作用分析

教師的教學行為（teaching behavior）都很複雜，而且頗多差異，就是經驗豐富的科學教育家，也很難做成具體而客觀的描寫或紀錄。美

國的教育家富蘭達氏設計一套分析「教」「學」交互作用的方法，這就是所謂的教學交互作用分析（classroom interaction analysis，註二），他希望能用這一套方法，做到(1)具體而正確的教學分析紀錄(2)系統化的紀錄(3)整套教學過程的詳細記錄。

富蘭達氏的假設：

富氏在這一套教學交互活動分析中，假設：「教師的語言行為（Verbal behavior）可代表教師的一切教學行為」。也就是說，教師的語言行為與教學行為常相一致。又由於語言行為，常比大多數非語言行為，更易以客觀觀察，其記錄的可靠性也較高。因此富氏根據教師及學生的語言行為，以記錄教師對於學生學習活動的影響程度。他所關心的是，教師究竟給予學生多少「參與學習活動（freedom of action）」的機會？

最近全世界科學教育的新教材，無論中小學，無論其學科，莫不提倡以「學生中心的學習（Student-Centered Learning）」取代「教師中心」或「教師領導」的學習，以「活動為中心」的教育，取代「課本為中心」的教育。富蘭達氏根據教師給學生多少「參與學習活動的自由」，為教學分析的依據，可以說，完全符合新科學教材的精神。但，富氏以「教師語言行為」做為分析的根據，如是還能否分析這種「學生中心」的學習活動？在前已提及，富氏認為「語言行為」

在教學中，常可代表「非語言行爲」。筆者認為學生活動中，更少不了教師活動，任何教具，諸如：黑板、掛圖、投影器、幻燈器乃至電視、電影之教學上運用者，莫不配有「旁白」或教師說明？

富蘭達氏分析法的內容：

富氏將教室裡的交互作用分成十個項目。其

中七項爲教師語言活動，二項屬於學生語言活動，另一項則代表冷場、空白、混亂或沈默(如表一)。

教師語言活動（七項），再分別歸入「直接影響（direct influence）」及「間接影響（indirect influence）」等兩大部份。

所謂「間接影響」，就是教師積極邀請、鼓勵或幫助學生，自動參與學習活動的行爲。例如

【表一】 富蘭達氏教學交互作用分析項目分類簡表：

教師語言活動 Teacher talk	間接影響 Indirect influence	1. 接受「感觸」 Accepts feeling	教師對於學生的「感觸」或「知覺」表示接受。
		2. 稱讚或鼓勵 Praises or encourages	教師對於學生行爲或行動，表示讚揚或鼓勵。
		3. 接受學生的看法，或採用其建議 Accepts or uses ideas of student(s)	對於學生所提出的看法，表示其由衷接受或表示採用其建議。
		4. 發問 Asks questions	就教材內容或學習程序，向學生發問，要求（或邀請）其回答。
	直接影響 Direct influence	5. 講解 Lecturing	就教材內容或學習程序，向學生發表其意見，包括有關詞句意義之發問。
		6. 規定方法或方向 Giving directions	對於學生規定其應遵守的方法，方針，行動準則，要求學生服從。
		7. 責備，指責，表示其權威性 Criticizing or justifying authority	對於學生行爲提出責備、指責，要求學生改變其行爲。表現教師對於學生的權威。
學生語言活動 Student talk	8. 被動發言 Student talk - response		學生回答教師所問之問題。
	9. 主動發言 Student talk - initiation		學生在自動地，完全自主的情況下，發表其看法，疑問，意見或言論。
		10. 混亂或沈默 Silence or confusion	空檔，短時間的沈默，混亂。觀察人無法記錄師生間的交互作用。

向學生發問，要求回答問題（屬第四項），邀請學生表示其看法或意見（也屬第四項）。當然「發問」並不見得能給學生太多參與學習活動的機會，但，學生至少可以有機會「表達其自由意志」或「不回答問題」的選擇，這總比呆坐在座位上「靜聽」較為積極得多。教師發問愈多，愈普遍，學生愈能得到更多的參與自由，自由表達其意見的機會愈多。

當教師對於學生所提出的意見，看法或建議，表示欣然接受（屬第3項）時，學生得到鼓勵，必定能進一步地積極參與學習活動。我們爲數不少的老師，常常對於學生所提出的問題，故

裝沒聽見，對於學生來說，其求知意志受到打擊，對於老師來說，爲失去其有效教學（effective-teaching）大好機會。

如果教師對於學生所表現之行爲，表示稱讚或鼓勵（屬於第二項行爲），或對於學生的感觸（feeling tone），包括積極及消極的，表示其由衷的接受（屬於第一項教學行爲），當可更積極地影響學生，使他們得到更大的 freedom of action，以積極參與學習活動。

以上第一至四項教師語言行爲，均屬於間接影響，也就是屬於積極的教學行爲，因爲教師提高了學生積極參與學習活動的機會。

反之，由五至七等三項教師語言行為，均屬於直接影響，完全是教師中心的教學行為。例如，第五項「講解」，要求學生聽從教師教導，學生只有「恭聽」。第六項，「規定」，由教師規定一切活動及其程序，要求學生必須遵照指示行動。又如第七項，教師表現其權威，以指責、責備、批評、甚至大聲責罵，命令學生立刻服從或修改其行為，毫無積極參與學習活動的機會可談。

關於以上七項教師教學行為，就學生「自由參與學習活動機會」的觀點，可表示其關係如下：

【表二】 各項教師行為與所給與之「參與學習活動的自由」關係

增加 積極參與 學習活動 的機會	間 接 影 響	(1) 接受「感觸」(accepts feeling)
		(2) 稱讚或鼓勵(praises or encourages)
		(3) 接受看法或採納意見(accepts or uses ideas)
		(4) 發問(asks questions)
減少 積極參與 學習活動 的機會	直 接 影 響	(5) 講解(lecturing)
		(6) 規定(giving directions)
		(7) 責備或指責(criticizing or justifying)

除了上面這七項教師的教學行為之外，還有第八及第九項學生語言行為。由這二項學生行為，應可以看得出，教師給學生多少自由參與學習活動的機會。通常（也有例外），教師的直接影響愈大（第5，6，7三項愈多）時，學生所得之自由參與學習活動的機會愈少，如果學生仍有活動，那也只有第八項「被動的發言」；反之教師的間接影響愈大（即，第1，2，3，4各項愈多），自由參與的學習行為愈多，第9項「主動發言」行為愈多。

當然，僅以「主動發言」及「被動發言」兩項，來紀錄學生行為，勢必忽略掉許多有關學生活動的資料，但，富氏這一套教學分析系統中，最主要的標的，還是在於「教師影響力的分析」，也就是「教師教學行為之分析」。同時他強調，第9項學生主動發言，必須確實出自學生自願，以其自由意志發言才算。凡是回答教師所問之間

題者，一概歸入第8項「被動發言」。

另外富蘭達氏，設立第10項，以紀錄教室中短暫的沈默、空檔、混亂或其他無法紀錄其語言行為的情況。較長時間的沈默，宜用跑錶計時，並記錄其實際時間。

富蘭達氏教學交互活動分析之實施程序：

觀察人（記錄人），先要找到教室裡，適當（最能聽或看清師生講話）的位置。隨時觀察教師與學生的「教」「學」行為，按（表一）分類，每隔三秒鐘，迅速判斷過去三秒鐘內最後的教學行為，將其項目代號，填入分析表（如表三）裡面。當然可以利用節拍器幫助計秒，但，注意其聲響不要太大，以免影響或干擾教學活動。

如是，所得之記錄，僅是一系列的數字，却可以保存整節課中，幾乎全部「教」與「學」的交互活動。下面是假想的記錄：

例(a)【記錄】 55555488822999333444
 (A) (B) (C) (D) (E) (F) (G)

88999911
 (H) (I) (J)

【說明】 教師在講解(A)，他向學生發問(B)，學生回答(C)，教師表示稱讚(D)，這時有學生主動發言(E)，教師表示可以接受其看法(F)，教師又發問(G)，有學生回答(H)，也有學生跟着自由發言(I)，教師表示接受這些學生的感觸(J)。

【分析】 相當活潑的交互活動，教師有「1」「2」「3」及「4」等項目的間接影響行為，給學生很多積極參與學習活動的機會，學生的第「9」項行為當然也就很踴躍。

例(b)【記錄】 55555555776666555440044
 (a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)

0087755599777
 (h)(i)(j)(k) (l) (m)

【說明】 老師在講解(a)，突然老師責備學生(b)，向學生規定應該如何（聽講）(c)，繼續講課(d)，他發一個問題(e)，無人答(f)，老師再問(g)，還是沒人答(h)，終於有人答(i)，可是接下來一頓罵(j)，繼續講課(k)，居然有學生自動發問(l)，可是下面却又記錄到老師的責罵(m)……。

【分析】 這位老師全不給學生 Freedom of action（積極參與學習活動的機會），其餘的，請讀者試一試分析看。

如果在上課中，也就是教學過程中，其教學型態有所改變時，例如，「講解課文」12分鐘之後，教師決定讓學生做「分組實驗」等，此時，記錄人應在記錄表上立即做劃分記號，並加以迅註，（請參閱表三、四、五、六）。

當完成一節課記錄之後，應立刻退下到適當的（不受干擾的）地方，靜靜回憶整節課的教學課程，補述教學過程中每一階段的特點，包括教學型態、教學交互作用之素描，一般觀感以及其他一切所注意到的特別事項和特點等。

二、富蘭達氏教學分析在科學教育上的運用

富蘭達氏這一套教學交互活動分析，最適合於演講或討論式教學活動的分析，但對於非語言行為（non-verbal behavior）較多的教學形態，例如，分組實驗，或任何形態的個別化學習（individualized instruction）則較為不適合。另外，凡是教學經驗豐富，而思想進步的教師，時常表現其多采多姿，獨特的教學行為，以啟發學生思想，協助學生探討科學，以富氏這一套十個教學分析項目，不一定能容納這些教學行為。富氏的分析，是爲了區別教師對於學生不同的影響方式。他也認爲這十項分析項目，應以課程、教材或其他客觀環境的不同，而應有所修改。無論

如何，爲運用這一套教學分析，我們至少要做到下面這兩件事：

1. 一切可能的教學行為，必須都能歸納在教學分析項目之內。

2. 任何一種教學行為，僅能獨立歸類於一項分析項目。

如果不能滿足上面第1個條件，所得的資料，就不能代表其完整的教學活動。如果不能滿足第二個條件，那麼，所得的資料，就成爲無意義的，甚至互相矛盾的東西。

分析記錄表的用法：

爲分析科學教學活動，可用雙短線「=」代表學生個別或分組的非語言行為。例如表三，就是爲自然學科教學分析而設計的記錄表。上下分爲甲乙兩表，上面甲表的主要部分，就是記錄教學行為項目代號的部分。共列有17行，每一行60小格，共1020小格，每3秒鐘填一格，可記錄共51分鐘的教學活動。甲表左側線外之數字，表示各行所記錄的時間。例如，第3行左邊有「7~9」數字，表示這一行所記錄的是「開始記錄後，第7分至第9分之間」的記錄。甲表上端各欄爲有關教師、學生及學校等基本資料。

乙表部分，則爲現場記錄完成之後，做綜合性記錄之用。先將教學型態之變化或其他一般觀感，填入右邊備註欄內。然後，根據教學型態的變化，將各階段記錄分別整理。首先將各部分各項行為之記錄次數，分別填入乙表各階段的f（frequency）欄內，算ft，時間x次數，也就是以3秒乘次數，得本項行為所佔時間，百分比則爲各階段中，各項行為所佔之時間百分比。下欄 $\sum tf$ 爲tf的總和，也就是該教學型態所佔時間（單位爲秒），其旁邊的括弧內的百分比，就是整節課中所佔百分比。

如是，可將整節課，由第1分鐘開始，一直到最後一分鐘，每3秒間所觀察的一切教學行為，按順序記錄下來，也可以將每一教學階段中，所發生的各項教學行為分類記錄下來，並算出其佔之百分比。（請參閱表三、四、五、六）

【表三】 自然學科教學交互作用分析表 —— 範例之一

時間：64年4月4日上午10時10分起

[illegible]

【表四】 自然學科教學交互作用分析表 —— 範例之二 時間：64 年 4 月 4 日上午 9 時 14 分起

(甲表)	學校名稱	新竹縣立國中						班級	一五十四班			學生	女生	44人	素質	國中智力測驗成績 M=56.64, Md=57.67 Mo=56.09									
	擔任教師	鄭老師		性別	女		出身	師範生物系畢業			本科教學經驗	14年		其他											
	教學科目	生物		單元名稱	第一章第一節生物的命名						一般教學型態	講解、分組作業實驗													
1~3	555																								

時間：64 年 4 月 7 日上午 9 時 15 分起

時間：64 年 4 月 7 日上午 9 時 15 分起

• 19 •

【表六】自然學科教學交互作用分析表——範例之四

時間：64 年 4 月 7 日上午 10 時 16 分起

(甲表)

(甲表)	學校名稱	新竹縣立國中										班級	一年五班										學生	男生	56 人										素質	普通班																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	擔任教師	李老師										性別	女										出身	國防醫學院 護理學系										本科教學經驗										2 年										其他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	教學科目	健康教育										單元名稱										結核病、性病										一般教學型態										講解課本習題討論																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	1~3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

(乙表)

項目	(一) 講課文			(二) 討論			(三) 自由發問			(四)			備 註
	f	tf	%	f	tf	%	f	tf	%	f	tf	%	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				(一) 講課文 師手持課文，無效果， 似在唸課文，偶而在黑板寫幾個名詞，學生並不專心聽課，也無發問機會。
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
4	2	6	0.38	4	12	3.85	1	3	3.70				(二) 討論 預定進度似已完，問學生為國課文上的問題，學生爭相回答，經指定者手持課文，高聲唸出課文，較為答案。
5	514	1542	96.98	38	114	36.54	9	27	33.33				
6	4	12	0.75	3	9	2.88	1	3	3.70				
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0				(三) 自由發問 學生問不出什麼問題，提早宣佈下課。
8	9	27	1.70	47	141	45.19	4	12	14.81				
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
0	1	3	0.19	12	36	11.54	12	36	44.44				
=	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Σtf=1590(80.18%)			Σtf=32(15.73%)			Σtf=81(4.08%)			Σtf=			記錄人：楊榮祥