

皮亞傑認知論與大一化學的教學

黃寶鈿 賴明添

國立臺灣師範大學化學系

摘 要

國內大一學生中仍有部分的同學停留在具體操作期的階段，操作期的高低與其化學的學習成就有相當的關係，而化學概念學習與化學學習成就有顯著的相關，其決定係數(Coefficient of determination) (註：決定係數等於 r^2)各為14.44%(化75甲)及46.24%(衛一)，在一系列研究中，男女性別在操作期、及學習成就，或概念學習各項中並無顯著的差異。

一、緒 論

在化學教學的過程中，教師最關心的是如何將化學的概念有效地傳授給學生，至於如何傳授呢？首先必須考慮學生認知發展的情況，根據Patricia J. Smith等人的研究^(1,2,3,4)，大學生中有一半以上未達到皮亞傑認知發展學說中所謂的認知發展第四期——形式操作期，而停留在過渡期或具體操作期，由於具體操作期的學生無法了解形式操作的概念⁽⁵⁾，然而化學概念又大部分需要形式操作的能力，因此在教學上就產生某種程度的困擾；外國和國內曾經有人研究認知發展與學習成就的關係，結果均發現有顯著的關係。

本研究的動機在於探討國內大學生的認知發展及其操作期與學習成就是否有相關，再者自己設計一套有關化學概念學習的測試工具，其效度曾經衡鑑，證明本測驗為一正確之工具，內容包括控制變因，比例等概念，以了解是否操作期愈高的學生，其化學的學習成就也愈高，以及是否學習成就與化學概念操作(operation)能力有關，並探討男、女性別在化學學習上的差異。

二、研究對象：

本研究受試者為大學一年級選修普通化學的學生，包括師大化學系75級，衛教系一年級，化學系69級，70級，共計134人。其中男生共79人，女生共55人，其年齡平均為20.65歲。（見表一）

表一：各班男女生所佔的人數

人 數 性 別	班 別	化 75 甲	衛教(-)	化 69 級	化 70 級	合 計
男		13	5	40	21	79
女		12	22	10	11	55
合 計		25	27	50	32	134

三、研究工具：

1. 化學概念學習：為配合本研究，自行編製的化學概念發展測試工具，共計十題（見附錄）內容涵蓋比例，推理，莫耳概念，質量守恒，體積守恒，控制變因，綜合能力，解釋數據能力等化學概念的學習。

2. 推理能力測驗：採用 Burney⁽⁸⁾ 所編製的測驗英文原稿編製及修訂而成，共計21大題，每大題答對得一分，由測驗結果的得分，可知受試者推理能力的發展情況。

四、實施程序：

先以推理能力測驗，測知學生的推理能力，以便決定該學生是否已達形式操作期，再測其化學概念，並與一年級上學期之普通化學成績作比較。

五、研究結果的分析：

1. 如表二，具有形式操作能力者男生佔總人數44%，女生佔總人數21%，共佔總人數的65%，男生人數中有75%達到形式操作期，女生則有51%達到形式操作期，綜合起來，大一學生仍有35%停留在具體操作期，而且男生達形式操作期的比例要比女生為高。

表二：男女生推理能力之比較

人 數 性 別	化 75 級 形* 過*	衛教(-) 形 過	化 69 級 形 過	化 70 級 形 過	合計 ** 形 過
男	10 3 (53%)(50%)	5 0 (33%)(0%)	29 11 (88%)(65%)	15 6 (75%)(50%)	59 20 (44%)(15%)
女	9 3 (47%)(50%)	10 12 (67%)(100%)	4 6 (12%)(35%)	5 6 (25%)(50%)	28 27 (21%)(20%)
合 計	19 6	15 12	33 17	20 12	87 47

* 形：表形式操作期，過：表具體到形式的過渡期

**合計中的百分比為對所有學生所佔的百分比

2. 推理能力測驗的平均值，如表三，經過 t 一檢定，男女生的平均值，除化 69 級外，並未達統計上的顯著差異，與 Steve Sayre 所研究的結果相符合⁽⁶⁾。

表三：推理能力測驗分數的平均值與標準差

班別	化 75 甲	衛教(-)	化 69 級	化 70 級
統計	平均數 標準差	平均數 標準差	平均數 標準差	平均數 標準差
男	16.13 1.67	15.46 2.24	16.48 1.79	16.62 2.04
女	16.75 1.69	15.35 2.26	15.40 1.80	15.46 2.06
合計	16.44 1.63	15.46 2.24	16.26 1.84	16.22 2.12
t	0.908(NS)	0.098(NS)	1.722*	1.532(NS)

* $P < 0.05$

3. 各班的普通化學成績的平均值如表四，男女生平均值的差異除化 75 甲女生優於男生外，其他班並無顯著的差異。

表四：各班普通化學的平均值與標準差

班別	化 75 甲	衛教(-)	化 69 級	化 70 級
統計量數	平均值 標準差	平均值 標準差	平均值 標準差	平均值 標準差
男	75.33 6.86	84.67 6.62	68.16 9.04	68.76 8.82
女	80.50 7.25	82.90 8.44	65.6 8.17	73.36 5.94
合 計	78.16 7.53	84.00 7.87	68.25 9.13	70.34 8.24
t	1.825*	0.458(NS)	0.823(NS)	1.532(NS)

* $P < 0.05$

4. 化學概念的學習的平均值如表五，化75級男女生的平均值的差異並不顯著，衛一也未達到統計上的顯著水準。

表五：化學概念學習的平均值與標準差

班 別	化 75 甲		衛教(-)	
統計量數	平均值	標準差	平均值	標準差
男	72.17	10.97	76.60	5.00
女	69.85	7.20	66.75	17.55
合 計	70.96	9.28	67.67	17.00
t 值	0.62 (NS)		2.104 (NS)	

5. 推理能力與化學概念的相關如表六，衛一的相關係數經統計檢定其 t 值達 0.01 的顯著水準，化 75 學生的相關係數則未達顯著水準，可能的變因是學習的影響，化學系一週四堂普通化學課，衛一則只有兩堂課，因此普通化學的教學有利於化學概念的學習。

表六：推理能力與化學概念或普通化學成績之相關係數

性 別	班 別	化 75 甲		衛教(-)		化 69 級	化 70 級
	r	r_{AB}	r_{AC}	r_{AB}	r_{AC}	r_{AB}	r_{AB}
男		0.01		0.58		0.22	0.62
女		0.55		0.39		0.62	0.28
合計		0.31	-0.34	0.47**	0.45**	0.29*	0.42*

* $P < 0.05$

** $P < 0.01$

註： r_{AB} 為推理能力與普化成績的相關

r_{AC} 為推理能力與化學概念學習的相關

6. 推理能力與普化成績的相關表如表六，其中除化 75 甲未達顯著標準外，其他則達 $\alpha = 5\%$ ，或 1% 的顯著標準。化 75 甲的相關係數 0.31，可能是機率造成的，由此可知推理能力與化學學習成就有關。

7. 化學概念的學習與普通化學學習成就的相關係數為 0.38 ($t = 1.960$, $\alpha = 0.05$) 及 0.68 ($t = 4.638$, $\alpha = 0.001$)，二者皆達統計上的顯著水準，因此化學概念學習的總變異數中有 14.44% (化 75 甲) 及 46.24% (衛一) 可以由普通化學的學習成就正確地預測獲得。

六、結 論：

1. 皮亞傑推理能力測驗的結果與大一的化學成就測驗結果有相當的關係，因此其理論可提供大學化學教學的參考，而化學的教學有利於學生化學概念的學習以達到教學目標。
2. 綜合本研究，大一學生仍有部分學生（35%）停留在具體操作期，因此在授課時，如何針對此現象配合適當的教學媒體，如何採用合宜的教材，以及教學方法的應用，都是時下不可忽視的課題。
3. 根據皮亞傑認知發展階層，同一個班級有不同的層次，因此應配合個別差異，採用適宜的個別化教學法，提供不同的學習經驗。

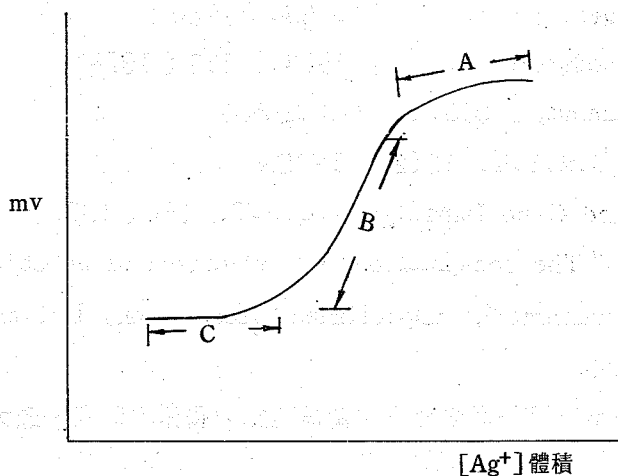
七、參考資料

1. Patricia J. Smith, J.C.E., 55(2), 115 (1978)
2. D.W. Berstel, J.C.E., 52(3), 151 (1975)
3. Russell H. Batt, J.C.E., 57(9), 634 (1980)
4. Madeline P. Goodstein, J.C.E., 55(3), 171 (1978)
5. Robert P. Bauman, J.C.S.T., 94 (1976)
6. Steve Sayer, J.R.S.T. 12(2) (1975)
7. Frank Fazio and Geno Iamlotti, J.C.S.T., 154 (1977)
8. Burney G.M., "The construction and validation of an objective formal reasoning instrument", unpublished dissertation, University of Northern Colorado, 1974.
9. 黃寶鈿，大一學生理科學習成就與邏輯推理能力關係的研究，政大學報，1970.

附 錄

1. $PV = nRT$ ，請問壓力與分子動能的關係？
2. 曹冲稱象的故事為大家所熟知，現在假如這裏有一塊很薄的薄膜，請問如何以簡易的方法量出薄膜的厚度？
3. 一反應 $A \longrightarrow B + C$ ，平衡常數為 K ，設原先 A 為 $0.1M$ 欲求反應後的 B 濃度，可由 $k = x^2 / 0.1 - x$ （設 B 濃度為 x ）求得，假若 $x \ll 0.1$ ，我們是否可以將 $(0.1 - x)$ 假設等於 0.1 ，為什麼？

4. $1M$ 為 1ℓ 溶液中含 1 mole 的溶質分子，請問如何配製 25 ml ， $0.3M$ 的 NaOH 溶液？
5. 一個反應的反應速率常受幾個因素所影響，例如濃度，溫度等，一反應 $A + B \rightarrow C + D$ ，欲研究 A 濃度對整個反應速率的影響，請問如何控制變因？
6. 高度愈高，壓力愈低，在平地，玉山，聖母峯煮開水，從開始到水沸的時間，依次減短，從這實驗得到什麼結論。
7. 真實氣體是否能適用 $PV = nRT$ 的公式，為什麼？
8. 鹼酸滴定公式為 $A_a = B_b$ (A, B 為 *acid*, *base* 的體積， a, b 分別為 *acid*, *base* 的濃度， 0.45 g 的 $\text{HC}_6\text{H}_4\text{NO}_2$ 需要 NaOH ($0.1M$) 36.2 ml ，請問 0.45 g 的 $\text{HC}_6\text{H}_4\text{NO}_2$ 中有多少雜質？
9. 一枝銀電極能偵測溶液中的銀離子含量，將此電極插在 $10^{-3}M$ 的 NaCl 溶液中以 $0.1N$ AgNO_3 滴定，滴定曲線為電位 (mv) 對 AgNO_3 之體積作圖如下，請解釋 A, B, C 段的意義， AgCl $K_{sp} = 1.82 \times 10^{-10}$ 。



10. 要研究壓力與體積的關係，請問如何做實驗？