

# 大一學生的理科學習成就 與邏輯推理能力的關係之研究

黃 寶 鈿

(作者現為本校文理學院心理學系兼任講師)

## 一、緒論

自1956年以來，由於科學知識的爆發以及俄國人造衛星的升空，中小學的科學教育，有驚人的進步與發展。以現代動態的觀點而言，科學教育不再是知識的傳授，並且尚包含科學過程的訓練及科學態度的培養。因此強調探討過程的科學課程的編製，仍遵循心理學的原理。尤其瑞士心理學家皮亞傑 (J. Piaget) 認知發展的理論對科學課程之發展有直接或間接的影響。(1)–(4)

筆者修習科學教育，對於自然科學的教材和教法有關問題之研究，素感興趣。因鑑於邏輯思考能力的發展，影響課程之編製，以及國立臺灣師範大學科學教育中心適有國民中學自然科學課程之研究計劃（民國六十三年至民國六十九年）、高級中學科學課程研究計劃（民國六十六年至七十二年），筆者有機會參加工作，仍配合以從事邏輯推理能力之研究。

皮亞傑將出生至十五歲的孩童之心理發展的階層分為四階段：①感覺動作期 0—2 歲 ②前操作期 2—7 歲 ③具體操作期 7—11 歲 ④形式操作期 11—15 歲，(5) —(7) 皮亞傑發現在此期人們能抽象思考並能在不同的情況下應用科學原理。雖然每一小孩的發展順序皆相同，但第三、四階層對從事科學教育之教師最重要，因為在大學的大一學生中具有具體操作期之學生仍佔大部分。(8), (9) 蔡比達氏 (Chiappetta) 發現中學生約有百分之五十尚未達到抽象思考的形式操作期。(10) 雷諾、史大福、拉岡於1972 年亦發現只有百分之十的中學生為完全形式操作期。(28)

賀倫 (Herron) 發現大學生有百分之五十以上不能操作抽象概念，而化學教學之內容方面則需要學生具有抽象思考的能力。(11) 奧克拉荷馬 (Oklahoma) 大學的一項研究亦發現大學生僅有百分之二十五具有完全的形式操作期之能力。(12) 愛爾金 (Elkind)、陶爾 (Tower) 及惠特利 (Wheatley) 證明只有百分之六十的大學新生相信當一團黏土揉成長條時體積不變。(12)(13)(14)薛漢 (Sheehan) 證明具有形式操作期能力之學生，施以具體及抽象方法之教學法，則前者的學習成就較高。(15) 羅遜 (Lawson) 和雷那 (Renner) 研究被認為完全達到形式操作期的學生，發現在生物、化學、物理之測驗中，只能答對百分之四十至百分之五十的抽象思考題目。(16)

最近的研究結果：可樂第 (Kolodiy) 於1977年研究大學及中學生，發現大部分學生低於形式操作期 (Lower former)，且百分之三十學生雖未達形式操作期，但仍然可以畢業。(17) 卓播禮 (Trowbridge) 於1977年研究非主修科學之大學生的邏輯思考測驗結果：①北科羅拉多大學 (University of Northern Colorado) 有百分之五十五學生為超過過渡期，百分之四十五低於過渡期。臺灣省立教育學院有百分之五十三超過過渡期，百分之四十七低於過渡期。(28)

## 二、目的

關於推理性能力的探究，中外學者曾作了許多努力，其結果頗可供參考。然而此等研究，由於研究之對象的範圍不同，研究工具有異，研究目的不同，因此所得結果亦異。

本研究的目的是要採用博尼 (Burney) 氏所編製的測驗，(18) 來調查我國大學生的推理性能力。此為初步的研究，暫以國立臺灣師範大學的大一學生為對象，分析自然組各學系，以及男女生之間，其推理性能力之發展趨勢，是否與理科學習成就有關。希望藉此對科學教育方面，尤其自然科的教材教法方面有所貢獻。

## 三、方法與步驟

### (一) 研究對象：

本研究之受試者共計三百三十四名。其中男生一百六十四名，女生一百七十名。取

### 大一學生的理科學習成就與邏輯推理能力關係之研究

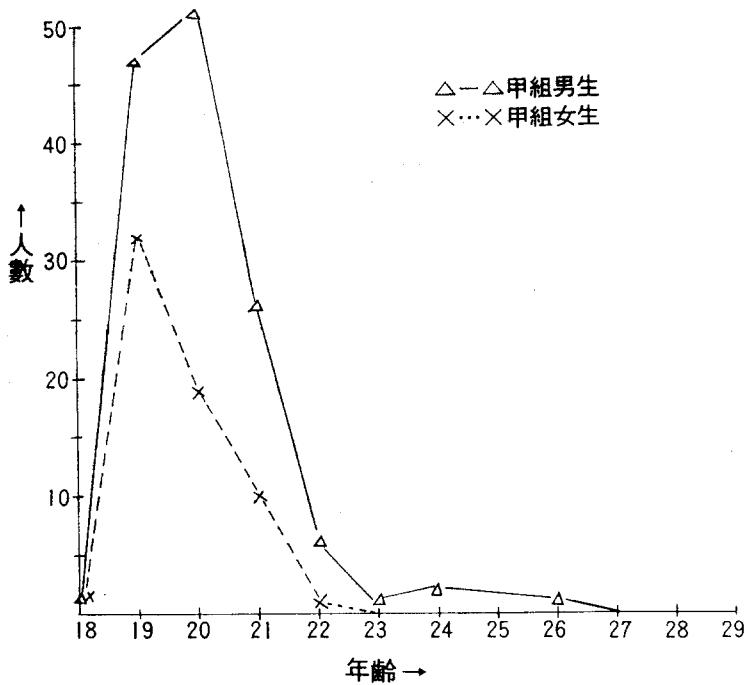
自國立臺灣師範大學理學院物理系，化學系、生物系和數學系以及教育學院衛生教育系，家政教育系以及夜間部生物系等共十二班之大一新生。其中甲組學生一百九十八名（男生一百三十五名，女生六十三名），丙組學生一百三十六名（男生二十九名，女生一百零七名）。（實際受測人數四百零九名，凡有下列情形之一者，即予剔除：①非參加大學入學考試之僑生及師範生②測驗中途因故離去者③重修或轉系學生。）年齡範圍係自十八足歲至二十九足歲。男生平均年齡二十點二九歲，女生平均年齡十九點六二歲。茲將各組之年齡等列表如下：（表一）表二）（圖一）（圖二）。

表一 被試者年齡和系級的分佈情形

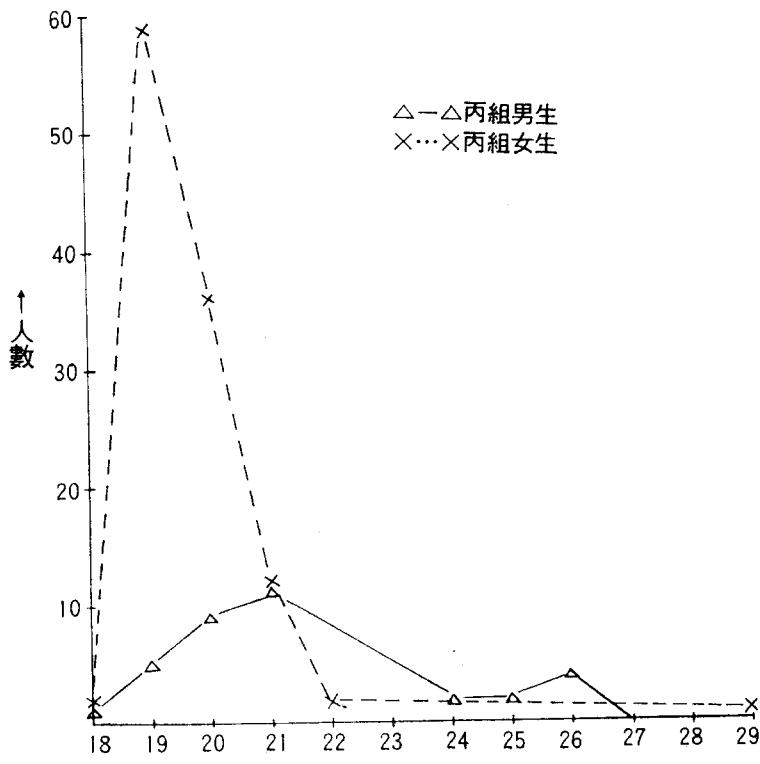
性 別		男	女	合 計
被 試 人 數		164	170	334
年 齡	均 齡	20.29	19.62	19.95
	範 圍	18—26	18—29	18—29
系 級	化 一 甲	19	7	26
	化 一 乙	18	9	27
	生 一 甲	8	17	25
	生 一 乙	9	10	19
	物 一 甲	22	9	31
	物 一 乙	26	7	33
	數 一	37	17	54
	生 夜 一	4	25	29
	家 一	0	40	40
	衛 一	8	15	23
	地 科 一	13	14	27

表二 本研究受試者之性別統計表

年 齡	18	19	20	21	22	23	24	25	26	29	合 計
男	2	52	60	32	6	1	4	2	5	0	164
女	3	91	55	17	3	0	0	0	0	1	170
合 計	5	143	115	49	9	1	4	2	5	1	334



圖一 受試者年齡之分佈情形(甲組)



圖二 受試者年齡之分佈情形(丙組)

## 大一學生的理科學習成就與邏輯推理能力關係之研究

### (二) 測驗工具：

此次調查研究所使用之測驗卷經林淑端小姐根據博尼 (Burney) 氏英文原稿編譯而成。(18)其中有部分題目，為了符合我國實情，筆者已略加修訂。全卷的題目數和記分方法等，均保持原來的規定。共計二十一題，每一大題一分。測驗的結果，便是要分析每一受試者之得分，而知道他的推理能力之發展情形。

### (三) 實施程序：

本測驗於民國六十六年九月進行測驗，其結果分別與六十六學年度大學聯考入學考試之數學、物理、化學、生物等科目成績加以比較。並再與一年後之理科（物理、化學、化學實驗、物理實驗、微積分、生物、生物實驗）之學習成就分別作比較。

### (四) 資料之整理：

推理能力測驗工作完成後，接着開始統計所得之大學入學考試各科之成績，並於學生學習一年後，再整理其理科各科之成績。關於各種資料之整理與統計，係根據本研究設計之重點，配合實際之情形，參照統計之理論，運用統計方法，逐項加以處理和分析：

1. 閱讀記分推理能力測驗試卷之工作，力求客觀、正確，並採用同一方法與同一標準給分。推理能力測驗有固定的標準答案，每答對一大題給一分，核計答對題數，便得其總分，此即為原始分數。

2. 統計分析，係依本研究之目的及範圍，分列項目，循序進行。分別求出最基本的統計量數，如平均數、標準差、百分比等。然後再以  $t$ -test 檢定推理能力測驗之各組的差異之顯著性，以作為各量數相互間之比較。

為了明白推理能力測驗分數與大學入學考試各科成績或大一理科成績之關係，特用積差相關法 (Product Correlation Coefficient Method 以  $r$  為記號)，求各兩者之相關。然後再考驗  $r$  值的顯著性。

3. 繪製圖表，把統計分析的結果，依資料之性質及實際之需要，分別以分配曲線圖和統計表顯示之，以供解釋和討論測驗之結果。

#### 四、結果與討論

根據測驗所得之結果，分別統計整理，並作適當之分析和解釋如下：

##### (一)信度的分析

以折半相關求得推理能力測驗之信度係數為  $r = 0.63$ ，經司皮爾曼鮑恩 (Spearman-Brown) 公式加以校正，得整個測驗之信度係數  $r_{tt} = 0.77$  ( $N = 37$ )，其  $t$  值為 7.140，屬於非常顯著 ( $P < .01$ )。

##### (二)效度的分析

利用卡提 (Cattell) 的直接觀念 (Direct Conceptual) 求效度係數，即求推理能力測驗之分測驗與總測驗成績之相關。將此測驗依其性質分五個分測驗，第一分測驗包括第一至第七大題，第二分測驗包括第八至第十大題，第三分測驗包括第十一至十二大題，第四分測驗包括第十三至十五大題，第五分測驗包括第十六至二十一大題。結果如下表：

( $N = 51$ )

分測驗	相關	$t$ 值	機率
1	.75	7.938	$P < .01$
2	.58	6.118	$P < .01$
3	.67	6.317	$P < .01$
4	.65	5.988	$P < .01$
5	.56	4.731	$P < .01$

由上表知每一分測驗均屬顯著性的相關。

##### (三)推理能力測驗

1. 受試學生的年齡分佈在十八歲到二十九歲，其中絕大部分均在十九歲到二十一歲之間，(見表二)。茲就此年齡範圍加以分析。受試的甲組一百二十五名男生及六十一名女生其測驗成績之分配如下：(表三) (表四) (圖三)

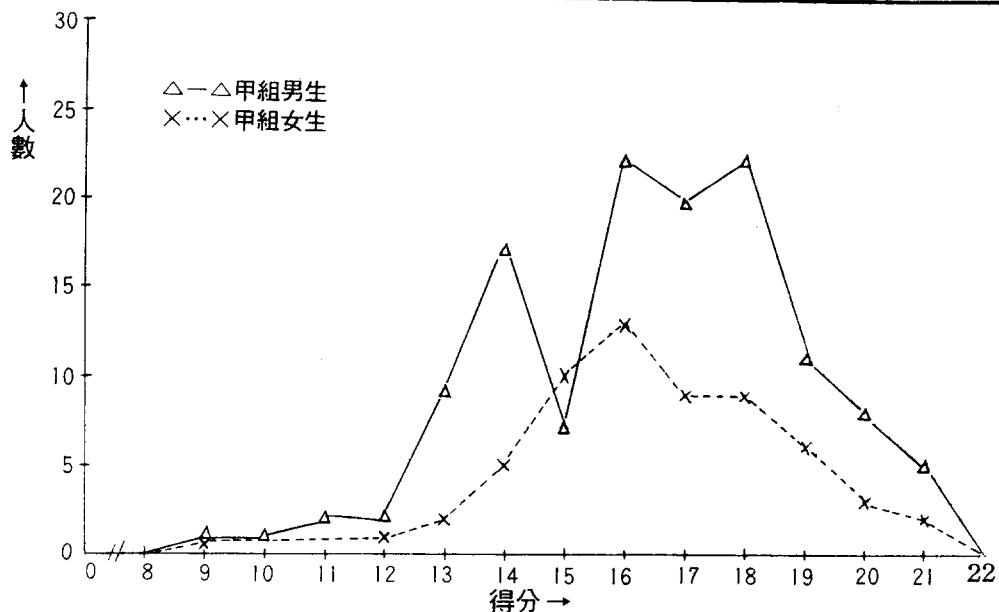
大一學生的理科學習成就與邏輯推理能力關係之研究

表三 甲組男生推理能力測驗成績之分配

年齡 \ 得分	0-6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	N
19									2	7	1	9	10	10	4	4	47
20			1		1	1	5	6	5	9	5	9	5	1	4	52	
21			1	1	1	2	4	1	4	3	3	3	2	3	1	26	
合 計			1	1	2	2	9	17	7	22	18	22	11	8	5	125	

表四 甲組女生推理能力測驗成績之分配

年齡 \ 得分	0-6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	N
19									1	4	5	7	7	3	4	1	32
20						1				2	5	1	5	2	2	1	19
21			1				1	1	3	1	1	1			1	10	
合 計			1			1	2	5	10	13	9	9	6	3	2	61	



圖三 推理能力測驗結果(甲組)

高分及低分之人數少，一般在得分十六分者最多。因此大一甲組學生的推理能力約有百分之五十高於過渡期，百分之五十低於過渡期，與卓播禮 (Trowbridge) 之研究結果相似。而一般女生之推理能力比男性低。

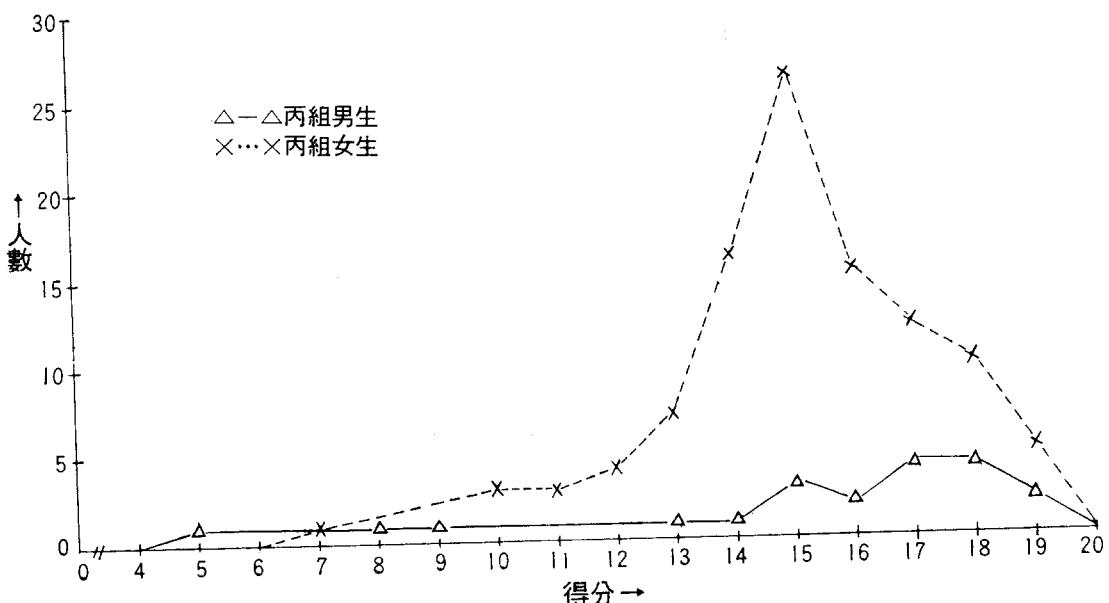
2. 在十九歲到二十一歲的年齡範圍中，丙組二十名男生及一〇二名女生之測驗結果如下：（表五）（表六）（圖四）

表五 丙組男生推理能力測驗成績之分配

年齡 \ 得分	0-6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	N
年齡	0-6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
19	1											1	2	1			5
20			1	1					1	1	1	2	1	1			9
21							1			2	1	1	1				6
合 計	1	1	1						1	1	3	2	4	4	2		20

表六 丙組女生推理能力測驗成績之分配

年齡 \ 得分	0-6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	N
年齡	0-6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
19					3	3	3	4	6	13	10	8	6	3			59
20		1					2	9	13	3	3	4	1				36
21						1	1	1			2	1		1			7
合 計		1			3	3	4	7	16	26	15	12	10	5			102



圖四 推理能力測驗結果（丙組）

### 大一學生的理科學習成就與邏輯推理能力關係之研究

一般男生之推理能力與甲組相反，比女生低。一般學生得分在十五分左右者居多，因此丙組又比甲組低。

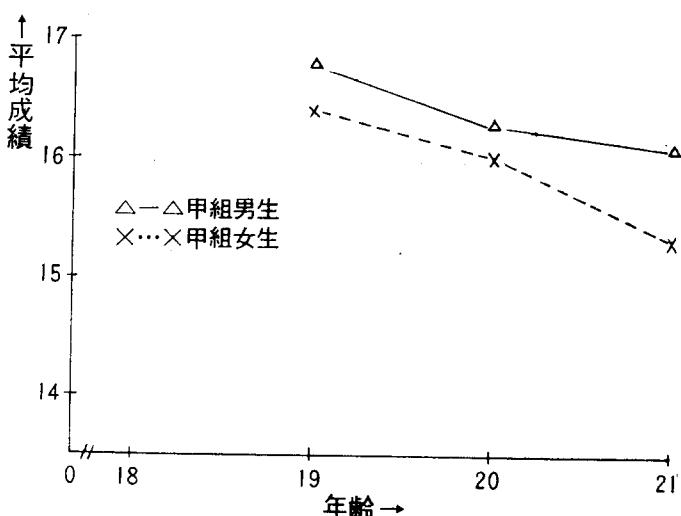
3. 推理能力之十九歲到二十一歲年齡組的平均成績如下表：（表七）

表七 推理測驗平均成績之分佈

年 齡	平 均 數 (Mean)				平均數之差 (Mean Gain)			
	甲組男生	甲組女生	丙組男生	丙組女生	甲組男生	甲組女生	丙組男生	丙組女生
19	16.79	16.41	15.20	16.39	—	—	—	—
20	16.26	16.00	14.78	15.11	-0.50	-0.41	-0.42	-1.28
21	16.08	15.30	15.29	15.67	-0.18	-0.70	0.51	0.56

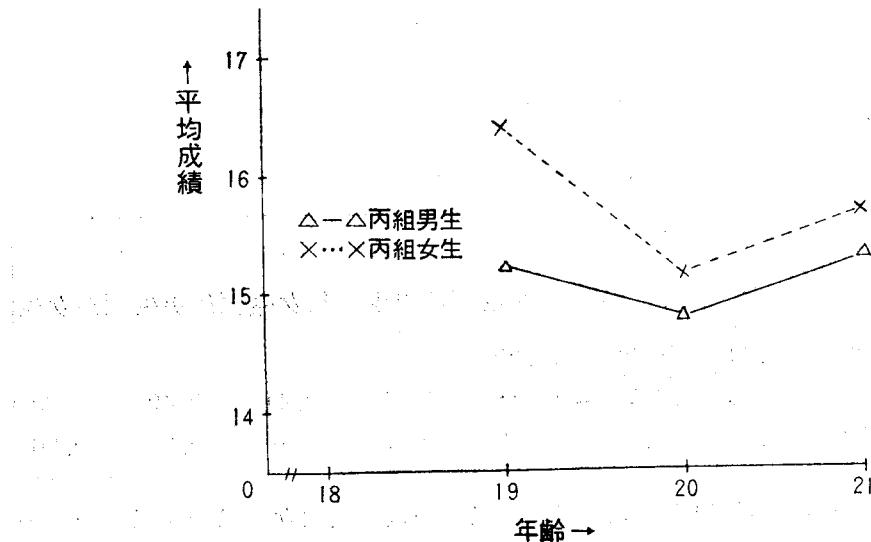
甲組女生二十一歲，丙組男生十九、二十、二十一歲及丙組女生二十、二十一之平均未超過十六分。

甲組男生之平均成績高於女生，如（圖五）。由圖可知，年齡愈大，男女生之平均成績愈低，此反應年齡大之男女生的抽象思考能力愈差。



圖五 推理能力測驗平均成績之分佈(甲組)

丙組之年齡和平均成績之關係由（圖六）可知女生比男生高些。



圖六 推理能力測驗平均成績之分佈(丙組)

各組總平均分數為：甲組十六點三五（男生十六點三四，女生十六點三八），丙組十五點二〇（男生十五點五二，女生十五點一一）。

#### 4. 平均數差異之 t 檢定：（表八）

表八 「推理能力」均數差異之 t 值

	男生 甲組 (N=135)	女生 甲組 (N=63)	男生 丙組 (N=29)	女生 丙組 (N=107)
男生甲組		-0.103	1.242	3.373***
女生甲組			-1.228	3.256**
男生丙組				0.621

\*\*  $P < 0.01$

\*\*\*  $P < 0.001$

女生丙組與男生甲組的差異最顯著，與女生甲組之差異亦很顯著，其他則不顯著。可見女生丙組以背誦方式之學習機會較多。

5. 推理能力測驗得分低於或等於十五者，即認知的發展仍未達形式操作期者在每一年齡組的百分比如下：（表九）、（表十）

大一學生的理科學習成就與邏輯推理能力關係之研究

表九 推理能力測驗的百分比（甲組）

年 齡	取 樣 人 數		得 分 $\leq 15$ 人 數		百 分 比	
	男 生	女 生	男 生	女 生	男 生	女 生
18	1	1	1	0	100	0
19	47	32	10	10	21.27	31.25
20	51	19	19	3	37.25	15.78
21	26	10	10	6	38.46	60.00
22	6	1	1	0	16.67	0
23	1	—	0	—	0	—
24	2	—	0	—	0	—
25	—	—	—	—	—	—
26	1	—	0	—	0	—
29	—	—	—	—	—	—
N	135	63	41	19	30.37 (12.28)	30.15 (5.69)

註：( ) 內為對全體測驗總人數所占之百分比

表十 推理能力測驗的百分比（丙組）

年 齡	取 樣 人 數		得 分 $\leq 15$ 人 數		百 分 比	
	男 生	女 生	男 生	女 生	男 生	女 生
18	1	2	0	1	0	50
19	5	59	1	32	20	54.23
20	9	36	4	25	44.45	69.43
21	6	7	3	3	50	42.85
22	—	2	—	2	—	100
23	—	—	—	—	—	—
24	2	—	1	—	50	—
25	2	—	2	—	100	—
26	4	—	0	—	0	—
27	—	1	—	0	—	0
N	29	107	11	63	37.93 (3.29)	58.88 (18.86)

註：( ) 內為對全體測驗總人數所占之百分比。

甲組男生二十歲、二十一歲組所占百分比最大，十八歲組因只有一人被調查，因此達百分之百，此為例外情形。甲組女生則十九歲、二十一歲組所占百分比最大。

丙組男生二十歲、二十一歲組所占百分比最大。丙組女生則十九、二十歲組所占百分比最大。二十二歲組因只有二人受調查，因此達百分之百，此亦為例外情形。

除去例外情形，甲丙組各年齡組之比較，則丙組女生所占百分比最大，丙組男生次之，甲組男生又次之，甲組女生最小。

然以全部測驗之總人數而言，則丙組女生之百分比最大，甲組男生次之，甲組女生又次之，丙組男生最小。所以丙組女生之抽象推理能力最差。

6. 依據測驗之結果，本測驗之分類如下：（表十一）（表十二）（表十六）。

表十一 推理測驗結果之分類

N=334

得 分	分 類	人 數		百 分 比		合 計	
		甲 組	丙 組	甲組	丙組	總人數	百分比
0—10	低於過渡期 (Below Transitional)	3 (2,1)	8 (3,5)	1.51	5.88	11	3.29
11—15	過渡期 (Transitional)	57 (39,18)	66 (8,58)	28.79	48.52	123	36.82
16—21	形式操作期 (Formal Operational)	138 (94,44)	62 (18,44)	69.70	45.60	200	59.89

註（ ）為男、女人數

表十二 具有形式操作期之學生之分佈情況

組 別	人 數	百 分 比
甲組 男 生	94	69.63
甲組 女 生	44	69.84
丙組 男 生	18	62.07
丙組 女 生	44	41.12

甲組平均十六點三五，丙組平均十五點二〇，依照平均分數，顯然甲組已達形式操作期，丙組則否。

甲組有百分之六九點七〇為形式操作期（得二十一分者為完全形式操作期，一九八

### 大一學生的理科學習成就與邏輯推理能力關係之研究

人中只有七人，占百分之三點五三），丙組只有百分之四五點六〇為形式操作期（沒有人得二十一分）；其中甲組男生占百分之六九點六三，女生占百分之六九點八四，丙組男生占百分之六二點〇七，女生占百分之四一點一二）。

對全體受試人數而言，有百分之五九點八九的甲丙組學生為形式操作期，換句話說，仍有百分之四〇點一一未達形式操作期。比卓播禮（Trowbridge）之研究要高，<sup>(29)</sup>可能因為所調查之對象不同，本研究之對象為自然組學生，而卓播禮（Trowbridge）等人之研究對象為非主修科學之學生。

四邏輯推理能力與大學入學考試成績的關係。

大一新生之推理能力與大學入學考試的化學、數學、英文、物理、生物等科的平均成績與標準差如下：（表十三）、（表十四）、（表十五）。

表十三 推理能力測驗成績與大學入學考試成績之比較

組別	人數 (N)	推理能力		化 學		數 學		英 文		物 理		生 物	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
男甲	136	16.34	2.46	66.27	11.12	37.47	13.79	52.20	16.30	61.84	9.98	—	—
女甲	63	16.38	2.45	67.66	12.18	37.26	16.78	53.44	12.46	59.65	10.89	—	—
男丙	29	15.52	3.38	67.89	12.34	22.11	10.66	52.26	14.80	—	—	76.28	7.41
女丙	107	15.11	2.30	62.88	11.51	25.72	12.24	51.93	15.44	—	—	73.52	9.03

表十四 推理能力與大學入學考試成績之相關係數（甲組）

性 別 統計量數	科 目		化 學		數 學		英 文		物 理			
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
r	-0.02	-0.05	+0.13	-0.08	-0.12	-0.01	-0.02	0.07				
t	-0.232	-0.391	1.512	-0.627	-1.393	-0.078	-0.232	0.548				
顯著性	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS：不顯著

N=136 (男)

N=63 (女)

表十五 推理能力與大學入學考試成績之相關係數（丙組）

科目 性別 統計量數	化 學		數 學		英 文		生 物	
	男	女	男	女	男	女	男	女
r	-0.19	-0.18	-0.03	0.12	-0.05	0.09	0.18	0.03
t	-0.991	1.88	-0.154	1.239	-0.256	0.926	1.121	0.308
顯著性	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS：不顯著

N = 29 (男)

N = 107 (女)

游離的理論，光及物質的波動性，分子軌域，原子能階、原子光譜，相對陰電性等主題皆包含在高中的化學、物理之課程，這些都是抽象概念，需要有抽象思考的能力。但觀察邏輯推理能力與大學入學考試成績，其相關係數經 t-test 檢定，甲丙組全部不顯著，可見高中所學與抽象思考能力無關。

因為大學的入學考試有評量高中學業成就的功能，(29)(30)可見學生憑記憶而獲取高分，這是一種假學習。另一方面可能高中之教材方面太偏重抽象概念，而學生之認知發展未達形式操作期，無法調適順應教材的概念，只好以背誦方式來學習。例如高中化學的藍本 CHEM 修訂本(19)的一章，只有一整頁敍述可見到的酸、鹼的性質，而有十八頁專講酸，鹼的理論，在此章之末的習題有三十九個問題，全部題目需要應用抽象思考之概念或以記憶性之對數法，才能解出答案。顯然地，在傳統的中學科學課程中，我們強調將抽象的概念傳授給需要具體事物的具體操作期學生，如此當然不會達到教學目標。

#### (五) 邏輯推理能力與大一學習成就的關係

學習一年後之大一物理、物理實驗、化學、化學實驗、生物、生物實驗、微積分等之學年成績的平均值與標準差如下：(表十六)。

其與推理能力測驗之相關如下：(表十七)、(表十八)、(表十九)、(表二十)。

經 t-test 檢定之結果如下：

1. 男甲—1 (化學系、物理系) 之推理能力與化學有極顯著之相關，與微積分有顯著之相關。男甲—2 (數學系) 之推理能力與物理、物理實驗的相關顯著，與微積分之

大一學生的理科學習成就與邏輯推論能力關係之研究

表十六 推理能力測驗成績與大一各科成績之比較

組 別	人數 (N)	推理能力		化 學		化學實驗		物 理 (生物)		物理實驗 (生物實驗)		微 積 分	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
男甲—1	98	16.36	2.45	73.70	8.48	78.10	6.03	64.68	11.24	72.81	11.33	66.53	13.91
男甲—2	37	16.27	2.20	—	—	—	—	68.49	10.98	69.35	8.63	67.95	12.77
女甲—1	46	16.20	2.63	76.67	8.96	82.10	3.78	65.85	13.77	76.65	7.20	70.18	12.41
女甲—2	17	16.88	2.12	—	—	—	—	73.12	8.55	74.47	11.40	76.94	9.00
男丙—1	21	16.15	2.21	69.90	9.74	77.55	3.89	74.20	9.63	76.43	4.72	67.2	12.98
男丙—2	8	13.88	5.30	66.25	9.21	81.13	5.06	67.38	10.72	79.50	5.29	—	—
女丙—1	40	14.55	2.31	75.15	8.51	83.70	2.76	—	—	—	—	—	—
女丙—2	52	15.51	2.52	70.61	8.81	77.49	3.96	75.09	8.14	76.39	6.33	66.91	13.43
女丙—3	15	15.27	2.28	70.67	5.85	79.80	5.41	75.00	5.77	79.67	5.02	—	—

註：1. 大一各科成績為學年成績

2. 男甲—1 包括化學系、物理系，男甲—2 包括數學系

(女甲—1) (女甲—2)

男丙—1 包括生物系 男丙—2 包括衛教系

女丙—1 包括家政系 女丙—2 包括生物系，女丙—3 包括衛教系

表十七 推理能力與大一理科學習成就之相關（甲組男生）

科 目 性 別 統 計 量 數	化 學		化學實驗		物 理		物理實驗		微 積 分	
	男甲1	男甲2	男甲1	男甲2	男甲1	男甲2	男甲1	男甲2	男甲1	男甲2
N	98	37	98	37	98	37	98	37	98	37
SE	.86	—	.61	—	1.62	1.80	1.14	1.42	1.40	2.10
r	.28	—	-.05	—	-.05	.34	.04	.34	.20	.39
F	8.000	—	.244	—	.114	4.39	.15	2.11	3.99	6.13
t	2.862**	—	-.491	—	-.491	2.141*	.392	2.777*	2.001*	2.510**
顯著性	極顯著	—	NS	—	NS	顯著	NS	顯著	顯著	極顯著

\*\* P<.01

\* P<.05

SE : Standard Error

表十八 推理能力與大一理科學習成就之相關（甲組女生）

性別 統計量數	化 學		化學實驗		物 理		物理實驗		微積分	
	女甲1	女甲2	女甲1	女甲2	女甲1	女甲2	女甲1	女甲2	女甲1	女甲2
N	46	17	46	17	46	17	46	17	46	17
SE	1.32	—	.56	—	2.03	2.07	1.06	2.77	1.83	2.18
r	.13	—	.02	—	-0.05	0.56	0.62	—.03	.29	.15
F	.803	—	.02	—	.109	3.375	3.269	.146	1.676	.348
t	0.869	—	-0.133	—	-0.332	2.616**	5.239***	-0.116	2.009*	0.587
顯著性	NS	—	NS	—	NS	顯著	極顯著	NS	顯著	NS

\*\*\* P&lt;.001

\*\* P&lt;.01

\* P&lt;.05

表十九 推理能力與大一理科學習成就之相關（丙組男生）

性別 統計量數	化 學		化學實驗		生 物		生物實驗		微積分	
	男丙1	男丙2	男丙1	男丙2	男丙1	男丙2	男丙1	男丙2	男丙1	男丙2
N	21	8	21	8	21	8	21	8	21	8
SE	2.18	3.26	.87	1.79	2.15	3.79	1.06	1.87	2.90	—
r	.40	—.46	.40	.15	.29	.46	.25	.27	.16	—
F	3.50	1.65	3.51	.14	1.65	1.62	1.24	.48	.47	—
t	1.903*	-1.269	1.903*	0.372	1.280	1.269	1.125	1.223	0.186	—
顯著性	顯著	NS	顯著	NS	NS	NS	NS	NS	NS	—

\* P&lt;.05

大一學生的理科學習成就與邏輯推理能力關係之研究

表二十 推理能力與大一理科學習成就之相關（丙組女生）

性別 統計數量	科 目 化 學			化 學 實 驗			生 物			生 物 實 驗			微 積 分		
	女丙1	女丙2	女丙3	女丙1	女丙2	女丙3	女丙1	女丙2	女丙3	女丙1	女丙2	女丙3	女丙1	女丙2	女丙3
N	40	52	15	40	52	15	—	52	15	—	52	15	—	52	—
SE	1.35	1.38	1.51	.44	.62	1.39	—	1.27	1.49	—	.99	1.30	—	2.10	—
r	.16	.35	-.22	.02	.07	-.48	—	.18	-.05	—	.23	-.58	—	.02	—
F	.95	2.49	.65	.01	.19	2.74	—	1.26	.04	—	2.09	3.84	—	.01	—
t	1.000	2.877	-0.815	0.02	5.40	-1.970	—	1.409	-0.181	—	1.82	-2.286	—	0.154	—
顯著性	NS	極顯著	NS	NS	NS	顯著	—	NS	NS	—	顯著	極顯著	—	NS	—

\*  $P < .05$

\*\*  $P < .01$

相關極顯著。而男甲—1 之推理能力與物理、物理實驗、化學實驗之相關不顯著。

2. 女甲1（化學系、物理系）之推理能力與微積分之相關顯著，與物理實驗之相關極顯著，與其他科目則不顯著。女甲—2（數學系）之推理能力與物理之相關顯著，與其他科目則不顯著。

因此一般而言，甲組尤其是化學系、物理系之推理能力與化學、微積分有顯著相關，而數學系則與物理、微積分有較顯著相關。（數學系未修化學，故無法求得與化學之相關。）

3. 丙組之推理能力只與化學、化學實驗及生物實驗有相關，與其他科目之相關不顯著。

因此綜合上面之分析，凡選修化學之學生，其推理能力與化學是有相關的，因此在化學之教材方面的編製要配合學生認知的發展，才能符合學生的需要，而演講式的教學法要以學生參與的更具體的活動為中心的探討式教學法取而代之。

## 五、摘要

本研究主要目的有三：(一)比較甲丙組男女生的邏輯推理能力之差異，(二)檢定甲丙組

男女生的邏輯推理能力與大學入學考試成績之相關，(三)比較甲丙組男女生的邏輯推理能力與大一理科學習成就的相關。

本研究所選用的兩組對象，係國立臺灣師範大學大一自然組學生，根據實足年齡、性別而配組，各組的邏輯推理能力之平均成績：甲組16.35（男生16.34，女生16.38），丙組15.20（男生15.52，女生15.11），甲組平均已達形式操作期，丙組則否。甲組男生推理能力較高，丙組女生推理能力較高。甲組又比丙組高。

經過統計處理，具有形式操作期之學生所占百分率：甲組男生為69.63%，甲組女生69.84%，丙組男生62.07%，丙組女生41.12%。全部研究對象具有形式操作期之學生占59.89%。

各組邏輯推理能力與大學入學考試之相關之檢定全部不顯著，這是今日中學自然科學教學方面之嚴重問題。

邏輯推理能力與大一學習成就之相關方面，化學系，物理系與化學，微積分之相關較顯著，數學系與物理，微積分有顯著相關。家政系、生物系之推理能力則與化學、化學實驗、生物實驗有顯著相關。這點可供大一理科教學時之參考。

依照本研究結果，吾人得了解一事實：

大一新生有40.11%，仍未達到形式操作期。為了達到教學目標，教材方面必須給予具體的物體或事物及情境。在科學教育方面，這意謂著科學課程必須以實驗為中心，學生由實驗得到具體之經驗，而不是以課本為中心。若中學之自然科學課程不強調實驗的話，這課程就不適合學生的認知發展；要是學生的學習活動不以實驗為中心，則他們所獲得的，只是閱讀能力及字彙而已。

這一事實對於中學及大一學生的科學課程之教材與教法的編製是非常重要的。

## 六、誌謝

本研究承蒙恩師 Dr. Clifford A. Hofwolt 之指導及美國北科羅拉多大學科學教育系主任 Dr. L. W. Trowbridge 之協助提供測驗資料，併此誌謝！

## 大一學生的理科學習成就與邏輯推論能力關係之研究

### 七、參考文獻

- (1) Klopfer L. E., "It's Time We Started Paying Attention to What Students Don't Know" *Science Education*, 1977, 61 (3), 409-413.
- (2) Sund R. B. & Trowbridge L. W., "Teaching Science by Inquiry in the Secondary School". Columbus Ohio: Charles E. Merrill 1973, 41-60.
- (3) Piaget J., "The Origins of Intelligence in Children", (Translator: Cook M.) International Universities Press, New York, 1952.
- (4) Piaget, Jean, and Szeminska Alina "The Child's Conception of Number", (Translators: Gattegno, C., and Hodgson, F. M.) Humanities Press, New York, 1952.
- (5) Piaget, J., and Inhelder, B., "Growth of Logical Thinking". Basic Books, New York, 1958.
- (6) Flavell, J. H., "The Developmental Psychology of Jean Piaget", D. Van Nostrand, Princeton, J. J" 1963.
- (7) Ginsburg, H., and Opper, S., "Piaget's Theory of Intellectual Development: An Introduction", Prentice-Hall Inc" Englewood Cliffs, N. J., 1969.
- (8) Karplus, R., *School Science and Mathematics*, 1970, 70, 813.
- (9) Renner, J. W., and Lawson, A. E., *Physics Teachers*, 1973, 11, 165.
- (10) Chiappetta, E. L., *Science Education*, 1976, 60 (2), 253.
- (11) Herron, J. D., *J. Chem. Educ.*, 1975, 52, 146.
- (12) Mckinnon, Joe W., and Renner, John W., *Amer. J. Phys.*, 1971, 39, 1047-1052.
- (13) Elkind D., *J. Soc Psych.*, 1962, 77, 459-465.
- (14) Tower, John O., and Wheatley, Grayson, *J. Genetic Psych.*, 1971, 118, 265-70.
- (15) Sheehan, D. J., "The Effectiveness of Concrete and Formal Instructional Procedures" Unpublished Doctoral Dissertation, State University of New York, Albany, 1970.
- (16) Lawson, A. F., and Renner, J. W., *J. Res. Sci. Teach.*, 1975, 12 (4), 347.
- (17) Kolodiy George O., "Cognitive Development and Science Teaching", *J. Res. Sci. Teach.*, 1977, 14 (1) 21-26.
- (18) Burney Gilbert M. "The Construction and Validation of an Objective Formal Reasoning Instrument" Unpublished Dissertation, University of Northern Colorado, 1974.
- (19) Parry, R. W., Dietz, P. M., Steiner, L. E., and Tellefsen, R. L. "Chemistry: Experimental Foundations" 2nd ed, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs., New Jersey, 1975, 296.
- (20) Nunnally, J. "Psychometric Theory" McGraw-Hill Book Co., New York, 1968.
- (21) Renner, J. W. and D. G. Stafford, "Teaching Science in the Secondary School" Harper and Row, Nen York, 1972.
- (22) Herron, J. D., "More Piaget for Chemists: The Things I Wish I Had Told You",

國立政治大學學報第三十九期

- Papper presented at 2YC<sub>3</sub> Conference in Kansas City, MO, October 29, 1976.
- (23) Herron, J. D., "Piaget Applied: Suggestions for Inaction," Paper Presented at 173rd ACS National Meeting, Nen Orleans, LA, April 23, 1977.
- (24) Brown, T. L., and LeMay, H. E., Jr., "Chemistry: The Central Science," Printice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1977.
- (25) Brooks, D. W., Scholz J. J. and Tipton T. J. "Concrete Illustrations of Formal Concepts" J. of Chem. Educ, 1978, 55 (3), 173.
- (26) Renner, J. W., et al, "Research, Teaching, and Learning With the Piaget Model," University of Oklahoma Press, Norman, 1976.
- (27) Schwebel, M., "Logical Thinking in College Freshmen," U. S. Dept. of Health, Education, and Welfare, Office of Education, Bureau of Research, Final Report Project No. O-B-105 Grant No. OEG-2-7-00039, 1972.
- (28) 卓播禮 (L. W. Trowbridge),  
(在師大教授中心講題之二)，科學教育月刊第十三期，師大科教中心，民國六十六年十一月，第73頁。
- (29) 黃寶鈿，「我國現行高中化學教材與教法之研究」，師大學報，第二十三期，民國六十七年六月，第161—200頁。
- (30) 黃寶鈿，「大學入學考試化學科成績相關之分析」，中等教育雙月刊，民國六十七年八月，第21頁。
- (31) 師大科教中心，「高級中學科學課程研究發展作業要點」科教月刊，第十六期，民國六十七年二月，第44頁。
- (32) 師大科教中心，「師大科學教育中心六十六學年度工作簡報」科教月刊，第二十三期，民國六十七年十一月，第46頁。