

師院附中國二學生推理能力發展 及其家庭環境因素探討

江新合

國立高雄師範學院物理系

研究目的

- (1) 分析父母教育程度別、父母職業別、學生性別等對學生推理能力發展的影響。
- (2) 分析男女生對幾何空間、轉換、面積、重量、速度、空間關係、長度、體積、類內蘊、一對一對應等推理能力發展的次序。

理論基礎

根據皮亞傑的認知發展理論，人類的認知發展可區分為四個階段，且依序為感覺動作期、前操作期、具體操作期、和形式操作期^{1,2,3,4,5,6}。而影響認知發展的因素，皮氏認為有四，即成熟、實際經驗、社會交流、和平衡^{1,2,3,4,5,6}。在很多研究中，如劉錫麒⁵，均發現性別亦扮演著影響認知發展的角色。

邏輯推理能力發展為認知發展的重要因素，本文將探討家庭環境、社會交流對邏輯推理能力發展的影響情形，並對性別影響邏輯推理能力發展的情形加以分析。

取 樣

樣本母群為國立高雄師院附屬中學69—70年度國中二年級學生。母群共有孝和禮智仁義忠信義八班。其中孝和兩班、禮智兩班、仁義兩班、及忠義兩班各分成A·B兩組。A組由兩班中數學成績最佳者組成。每班A·B組的成員略相等。除數學、物理、化學、及英文等四科進行A·B組分班上課外其餘均在原班上課。

孝和兩班的A組成員為數學資優學生，係從高市博愛國小數學資優班組成，計男生27人，女生3人。其餘班級之成員係根據智力測驗成績做常態分配。

取樣方法為指定取樣法。以班組為指定對象，共計：

仁忠信義B組—男53人，女44人。

禮智 B組一男 28 人，女 20 人。

禮智 A組一男 20 人，女 32 人。

孝和 A組一男 27 人，女 3 人。

共計：男 128 人，女 99 人，約佔母群一半的人次。

研究工具與方法

1. 國中生理解及推理能力測驗試題⁷

本評量工具係於 67 年由高雄師院物理系全體同仁、國立臺灣教育學院物理系王建造、孫家麟、郭重吉、鍾秀景等教授，及客座教授羅傑士 (Dr. D. L. Rogers) 等共同研究，依據 Robert B. Sund 近年所著的“Piaget for Education”一書⁸中之具體操作期筆測試題編著而成。

本測驗試題共分十大類，每類含 3 個子題，每試題含 4 個選擇。十大類分別為：

- ① 重量守恒 (Conservation of weight)，試題號碼為 25, 23, 29。
- ② 體積守恒 (Conservation of volume)，試題號碼為 3, 7, 9。
- ③ 轉換概念 (Concept of transitivity)，試題號碼為 11, 15, 27。
- ④ 幾何空間概念 (Concept of Euclidian space)，試題號碼為 6, 16, 19。
- ⑤ 類內蘊概念 (Concept of class inclusion)，試題號碼為 2, 13, 21。
- ⑥ 長度守恒 (Conservation of length)，試題號碼為 1, 26, 28。
- ⑦ 面積守恒 (Conservation of area)，試題號碼為 5, 20, 24。
- ⑧ 空間關係概念 (Concept of Spatial relation)，試題號碼為 4, 10, 14。
- ⑨ 一對一對應概念 (Concept of one to one correspondence)，試題號碼為 8, 12, 17。
- ⑩ 速度概念 (Concept of velocity)，試題號碼為 18, 22, 30。

其信度與效度，已被認為無疑慮。

2. 研究方法

根據國中生理解及推理能力測驗成績（答對一題給一分）為依變數，以性別、家庭文化環境等為自變數（變異來源）。分別就長度守恒、面積守恒……等做分類性及整體性的 F 考驗及 T (Tukey Method) 考驗^{9,10}。須注意者，在整體性的統計中，均以試題的分類為計算人次及得分單元，而非計算冊題的總成績。

資料統計與分析

表 1 中“0”代表每類推理能力測驗中答對 0 題，“2”代表答對 2 題，餘類推。

表1：依試題類別及樣本性質分析理解及推理能力測驗之總成績

自變數	統計資料 十大類試題之 得分與人數	答對 0, 1, 2, 3 題並賦予同數 之得分代號				n 總人次	ΣX 總得分	ΣX ² 各得分平 方的和	$\bar{X}$ 平均值	S 標準差	F 考驗 水準之 代號	F 值 *P<0.05 **P<0.10
		“0”分	“1”分	“2”分	“3”分							
全體樣本	全體	257	555	765	693	2270	4164	9852	1.83	0.99	A	4.43*
	男性	140	288	445	407	1280	2399	5971	1.87	0.98	B	
	女性	117	267	320	286	990	1765	4121	1.78	0.93	C	
父親職業	軍公教	66	174	270	300	810	1614	3954	1.99	0.96	D	32.78*
	其他	191	381	495	393	1460	2550	5858	1.75	1.00	E	
母親職業	家管	196	417	584	523	1720	3154	7460	1.83	0.99	F	0.003
	就業	61	138	181	170	550	1010	2392	1.84	0.99	G	
父親教育程度	小學	132	240	304	214	890	1490	3382	1.67	1.00	H	22.034* 5.939*
	國中	55	141	141	123	460	792	1812	1.72	0.99	I	
	高中	57	132	226	245	660	1319	3241	2.00	0.96	J	
	大專	13	42	94	111	260	563	1417	2.17	0.87	K	
母親教育程度	小學	210	460	587	473	1730	3053	7065	1.77	0.99	L	22.757* 3.423** 13.007
	國中	19	39	95	97	250	520	1292	2.08	0.92	M	
	高中	27	46	56	81	210	401	999	1.91	1.06	N	
	大專	1	10	27	42	80	190	496	2.38	0.75	O	
F 考驗資料	F _{BC} =4.425* F _{IJ} =22.034* F _{MN} =3.423** F _{JN} =1.305 標準值 F _{DE} =32.78* F _{KI} =36.327* F _{NO} =13.007* * .95 F _(1,60) = 4.00 **.90F _(1,60) = 2.79 F _{FG} =0.003 F _{KJ} =5.939* F _{MO} =6.779* .95 F _(1,120) = 3.92 .90F _(1,120) = 2.75 F _{HI} =0.692 F _{LM} =22.757* F _{KO} =3.744** .95 F _(1, ∞) = 3.84 .90F _(1, ∞) = 2.71											

討論：從 F 考驗知，除母親就業別（家管、就業），及父親教育程度中小學及國中二個水準，分別對孩童的理解及推理能力發展未具顯著性差異影響外，其餘諸因素均對孩童的理解及推理能力發展具有顯著性的不同影響。

表 2：男女學生各項推理能力發展之F考驗

推理能力項目	變異來源	資 料 統 計			F考驗 *P < 0.05
		n	ΣX	ΣX^2	
幾何空間	國二男	128	309	831	0.980
	國二女	99	228	598	
轉 換	國二男	128	270	686	0.948
	國二女	99	221	569	
面 積	國二男	128	219	505	7.015*
	國二女	99	204	514	
重 量	國二男	128	263	673	0.679
	國二女	99	192	486	
速 度	國二男	128	246	618	1.009
	國二女	99	175	415	
空間關係	國二男	128	246	612	4.763*
	國二女	99	161	353	
長 度	國二男	128	231	515	4.293*
	國二女	99	153	335	
體 積	國二男	128	214	484	2.250
	國二女	99	146	306	
類 內 蘊	國二男	128	212	454	2.978
	國二女	99	143	293	
一對一對應	國二男	128	189	353	0.183
	國二女	99	142	252	

表3：男性樣本之理解及推理能力發展次序之F考驗

測驗題類別	<i>n</i>	ΣX	ΣX^2	$\bar{X}$	母群 μ 值信賴區	F 考驗
1. 幾何空間	128	309	831	2.41	$2.00 < \mu < 2.55$	10.391*
2. 轉換	128	270	686	2.11	$1.94 < \mu < 2.28$	
3. 重量	128	263	673	2.05	$1.87 < \mu < 2.23$	
4. 速度	128	246	618	1.92	$1.73 < \mu < 2.11$	
5. 空間關係	128	246	612	1.92	$1.74 < \mu < 2.10$	
6. 長度	128	231	515	1.88	$1.73 < \mu < 2.03$	
7. 面積	128	219	505	1.71	$1.54 < \mu < 1.88$	
8. 體積	128	214	484	1.67	$1.50 < \mu < 1.84$	
9. 類內蘊	128	212	454	1.66	$1.50 < \mu < 1.82$	
10. 一對一對應	128	189	353	1.48	$1.35 < \mu < 1.61$	

F考驗要點與資料

1. $N = 1280, J = 10$
2. $SS_w = 1150.023$
3. $SS_b = 84.726$
4. $MS_w = SS_w / 1270 = 0.906$
5. $MS_b = SS_b / 9 = 9.44$
6. $MS_b / MS_w = 10.391^* \quad *P < 0.01$

因此這十類間的成長具有顯著性差異。

表4：女性樣本之理解及推理能力發展次序之F考驗

測驗題類別	<i>n</i>	ΣX	ΣX^2	$\bar{X}$	母群 μ 值信賴區	F 考驗
1. 幾何空間	99	228	598	2.30	$2.13 < \mu < 2.47$	12.108*
2. 轉換	99	221	569	2.23	$2.06 < \mu < 2.41$	
3. 面積	99	204	514	2.06	$1.87 < \mu < 2.26$	
4. 重量	99	192	486	1.94	$1.73 < \mu < 2.16$	
5. 速度	99	175	415	1.77	$1.56 < \mu < 1.98$	
6. 空間關係	99	161	353	1.63	$1.44 < \mu < 1.82$	
7. 長度	99	153	335	1.55	$1.35 < \mu < 1.75$	
8. 體積	99	146	306	1.47	$1.28 < \mu < 1.66$	
9. 類內蘊	99	143	293	1.44	$1.25 < \mu < 1.63$	
10. 一對一對應	99	142	253	1.43	$1.29 < \mu < 1.57$	

F考驗要點與資料

1. $N = 990, J = 10$
2. $SS_w = 877.667$
3. $SS_b = 97.641$
4. $MS_w = SS_w / 980 = 0.896$
5. $MS_b = SS_b / 9 = 10.849$
6. $MS_b / MS_w = 12.108^* \quad *P < 0.01$

因此這十類間的成長具有顯著性差異。

表 5：女性樣本之理解及推理能力發展次序多重考驗

T-方法考驗 (Tukey-Method Testing)

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	$\bar{X}_5$	$\bar{X}_6$	$\bar{X}_7$	$\bar{X}_8$	$\bar{X}_9$	$\bar{X}_{10}$
幾何空間 $\bar{X}_1=2.30$	0.00	0.07	0.24	0.36	0.53	0.67	0.77	0.83	0.86	0.87
轉 換 $\bar{X}_2=2.23$		0.00	0.17	0.29	0.46	0.60	0.68	0.76	0.79	0.80
面 積 $\bar{X}_3=2.06$			0.00	0.12	0.29	0.43	0.51	0.59	0.62	0.63
重 量 $\bar{X}_4=1.94$				0.00	0.17	0.31	0.49	0.57	0.60	0.61
速 度 $\bar{X}_5=1.77$					0.00	0.14	0.22	0.30	0.33	0.34
空間關係 $\bar{X}_6=1.63$						0.00	0.08	0.16	0.19	0.20
長 度 $\bar{X}_7=1.55$							0.00	0.08	0.11	0.12
體 積 $\bar{X}_8=1.47$								0.00	0.03	0.04
類 內 蘊 $\bar{X}_9=1.44$									0.00	0.01
一對一對應 $\bar{X}_{10}=1.43$										0.00

考驗要點與資料

$$(1) \sqrt{MS_w/n} = \sqrt{0.896/99} = 8.19 \times 10^{-5}; \alpha = 0.005 \quad (2) 1-\alpha q_{j,j(n-1)} = .995 q_{10,10(99)} = 5.418$$

$$(3) (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / \sqrt{MS_w/n} = [(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / 8.19] \times 10^5 = \frac{100(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{8.19} \times 10^3$$

$$(4) \text{取最小的 } (\bar{X}_{10} - \bar{X}_9) \text{ 計算得 } (\bar{X}_{10} - \bar{X}_9) / \sqrt{MS_w/n} = 1.22 \times 10^2 > .995 q_{10,10(99)}$$

討論：全部均具顯著性差異，次序如表列次序。

表 6：男性樣本之理解及推理能力發展次序多重考驗

T-方法考驗 (Tukey-Method Testing)

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	$\bar{X}_5$	$\bar{X}_6$	$\bar{X}_7$	$\bar{X}_8$	$\bar{X}_9$	$\bar{X}_{10}$
幾何空間 $\bar{X}_1=2.41$	0.00	0.30	0.36	0.49	0.49	0.53	0.60	0.74	0.75	0.93
轉 換 $\bar{X}_2=2.11$		0.00	0.06	0.19	0.19	0.23	0.40	0.44	0.45	0.63
重 量 $\bar{X}_3=2.05$			0.00	0.13	0.13	0.17	0.34	0.38	0.39	0.57
速 度 $\bar{X}_4=1.92$				0.00	0.00	0.04	0.07	0.11	0.12	0.30
空間關係 $\bar{X}_5=1.92$					0.00	0.04	0.07	0.11	0.12	0.30
長 度 $\bar{X}_6=1.88$						0.00	0.04	0.07	0.08	0.26
面 積 $\bar{X}_7=1.71$							0.00	0.03	0.04	0.22
體 積 $\bar{X}_8=1.67$								0.00	0.01	0.19
類 內 蘊 $\bar{X}_9=1.66$									0.00	0.18
一對一對應 $\bar{X}_{10}=1.48$										0.00

考驗要點與資料

$$(1) \sqrt{MS_w/n} = \sqrt{0.906/128} = 5.0 \times 10^{-5}; \alpha = 0.005 \quad (2) 1-\alpha q_{j,j(n-1)} = .995 q_{10,10(127)} = 5.418$$

$$(3) (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / \sqrt{MS_w/n} = \bar{X}_{12} / (5.0 \times 10^{-5}) \quad (4) \text{若 } \bar{X}_{ij} / \sqrt{MS_w/n} > 1-\alpha q_{j,j(n-1)}, \text{ 則具顯著性差異。}$$

討論：除 $\bar{X}_{45}$ 外，其餘均具顯著性差異，次序好表列。

結論與建議

(1) 從十大類不同概念的邏輯推理能力測驗總成績之性別F考驗觀之，在 $\alpha=0.05$ F，師院附中男性的邏輯推理能力發展，顯著地優於女性，和參考資料⁷ p.35，及參考資料5的結論一致（參閱表1）。經對各類概念的邏輯推理能力測驗成績做性別的F考驗（參閱表2），在 $\alpha=0.05$ 水準下，除發現女性在面積守恒概念的發展具顯著地優於男性，及男性在空間關係概念、長度守恒概念的發展具顯著地優於女性外，其餘邏輯推理能力的發展，男女性別間均未呈顯著性差異。

(2) 在瞭解男女學生對十大類不同概念的邏輯推理能力發展次序，經F考驗及T考驗後，發現在 $\alpha=0.01$ 水準下，達顯著性快慢的發展次序，由快而慢，依序為（參閱表3-6）：

國二男：

幾何空間→轉換→重量→{速度
空間關係}→長度→面積→類內蘊→一對一對應。

國二女：

幾何空間→轉換→面積→重量→速度→空間關係→長度→體積→類內蘊→一對一對應。

但是根據參考資料⁷ p.35，認為國內國二男女的認知操作能力由簡而難（即由快至慢）依序為：

國二男：

幾何空間→轉換→重量→一對一對應→速度→面積→空間關係→體積→長度→類內蘊。

國二女：

幾何空間→轉換→重量→一對一對應→面積→速度→類內蘊→體積→空間關係→長度。

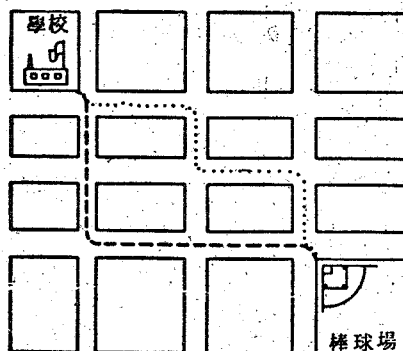
顯然，這兩組研究資料的結果並不甚一致，推究其原因，除參考資料⁷的統計方法與本文不一樣外，環境因素差異也是促成不一致的原因。譬如根據學生測試時反應知，很多學生誤解題意或看不懂。其中以試題#1（屬長度概念）和#17（屬一對一對應概念）的誤解為最常見。茲以#1為例說明如下。

(1) 小明和大中約好放學後到棒球場去玩，他們不同意走同一條路，所以大中走（……）的路，

小明走（-----）的路。

下列那一項敘述正確？

- ①小明和大中走的路一樣遠
- ②大中走的路比較遠
- ③小明走的路比較遠
- ④無法比較。



大部份都選擇②，原因是大中走的路轉變較多，又因轉彎的路徑並非直角，故應走較多的路。

本人在考試後曾對這兩題的評分，對可能引起錯誤的學生做個別瞭解與補救。

(3) 就影響邏輯推理能力發展的家庭環境來看（參閱表1），除母親職業別（含家管及就業二個水

準)或父親教育程度別中的小學、國中二個水準間,在 $\alpha=0.05$ 水準下,對學生的邏輯推理能力發展未具顯著性影響外,其他各自變數的水準間,在 $\alpha=0.05$ 水準下,對學生的邏輯推理能力發展,均具顯著性不同。譬如軍公教的子弟,其邏輯推理能力的發展,較父親從事其它職業的子弟為快,且在 $\alpha=0.05$ 水準下,達顯著性。又如,父母親的教育程度為大專者,其子女的邏輯推理能力發展,較其他具有不同教育程度父母親的子女為快,且在 $\alpha=0.05$ 水準下,達顯著性。等等這些資料均顯示家庭環境為影響學生認知發展的重要因素之一,符合皮氏所提社會交流為影響認知發展的理論。

父母親為提供其子女「社會交流」的主要來源,一個具有國中程度的父親,比只具國小程度的父親,理應可提供較具啟發性、建設性的「社會交流」。然資料顯示並非如此。唯一可解釋的是,國中程度的父親並未積極提供足夠的「社會交流」給其子女。

一個就業的母親,能分給其子女的時間,理論上,比從事管家的母親為少。但資料顯示,兩者對子女的認知發展影響力,在 $\alpha=0.05$ 水準下無差別,可能的解釋為:就業的母親,並未放棄對子女應提供「社會交流」的職責。其中亦顯示能促進子女認知發展的「社會交流」,並不一定需費時的,具啟發性及建設性的「社會交流」更重要。

子女的認知發展,父母的影響力已被證明具極重要地位。而促進認知發展的有利因素之一,是提供較具建設性、啟發性的對話給子女,如鼓勵子女嘗試問為什麼、盡量輔導子女表達意見等等都是。願天下父母共勉之。

參考資料

1. Jean Piaget, "Cognitive Development in Children: Development and Learning", the J. of R. in Science Teaching (1964), vol. 2, pp176-186.
2. 江紹倫, 識知心理學說與應用, 聯經出版事業公司, 69年9月。
3. 林清山, "小學科學教育的心理學基礎", 國民小學自然科學研習教師手冊, 台灣省國民學校教師研習會主編, 66年3月。
4. 鄭湧涇, "國中女生生物科學習成就與認知發展的關係", 科學發展月刊, 第九卷第四期 pp365-376, 1981.
5. 劉錫麒, "我國兒童保留概念的發展", 師大教育研究所集刊第16輯, pp1-64(64年6月碩士論文)。
6. 黃曼麗, "國中二、三年級學生具體操作及形式操作之推理能力研究", 國立台灣教育學院學報, 5, 195-207, 1980.
7. 劉謹輔等, "國中學生認知發展之研究", 師範學院物理系課程之研究第一期工作報告, 台灣省立高雄師範學院物理系撰印, 67年9月。
8. Sund, Robert B., "Piaget for Educators", Charles E. Merrill Publishing Company, Columbus, Ohio, 1971.
9. Gene V. Glass and Julian C. Standely, "Statistical Methods in Education and Psychology: Chapters 15, 16, 17, & 18", Prentice Hall Inc. 1970.
10. 林清山, 心理與教育統計學(修正版), 東華書局, 67年11月。