

從心智模式論點探討兒童邏輯推理 能力之發展

江淑卿^{*}

摘要

本研究從心智模式論點，探討學前至學齡兒童解決不同類型、難度和符號表徵問題，其邏輯推理的能力表現與推理反應之差異。以大班、三年級與五年級兒童 227 人為受試，配合臨床晤談，施測「兒童邏輯推理測驗」，該測驗包括三段論和關係邏輯分測驗，各分測驗含兩種難度的圖畫題和語文題，測驗得分以二因子混合設計變異數分析進行考驗，並將晤談資料依推理反應加以歸類與分析。研究發現：

1. 不同年齡兒童解決邏輯推理問題不受類型的影響，無論在三段論或關係邏輯問題的能力表現皆隨年齡增加而提高，其推理層次也隨之提昇，經驗反應減少，漸能整合前提正確推論，且所有兒童在關係邏輯問題比三段論問題的能力表現佳，前者推理層次較後者高。

2. 不同年齡兒童解決三段論和關係邏輯問題，受難度和符號表徵的影響，其在難度 I / 難度 II 問題、圖畫/語文問題的能力表現和推理層次，雖隨年齡增加而提高，但會因難度和符號表徵而有差異，且在難度 I、圖畫問題分別比難度 II、語文問題的能力表現佳，前者推理層次較後者高，僅五年級在不同符號表徵問題的能力表現無差異。

整體而言，學前至學齡兒童具有不同程度的邏輯推理能力，其能力表現與推理層次呈現向上發展的趨勢，惟受問題特性的影響會有差異，符合心智模式論點。

關鍵字：心智模式，三段論，關係邏輯，邏輯推理，臨床晤談。

* 國立屏東科技大學幼兒保育系副教授

從心智模式論點探討兒童邏輯推理 能力之發展

江淑卿

壹、緒論

邏輯推理(logical reasoning)是瞭解認知發展和智力的重要指標(Bjorklund, 2000; Siegler, 1998),與問題解決、社會判斷、批判等複雜的高層次思考有關(Deloache, Miller & Pierrousakos, 1997; Mayer, 1991; Wright & Dowker, 2002),更與數學、科學、語文等課程學習有密切的關係(Baroody & Coslick, 1998; Roberge & Craven, 1982; 陳建彬, 民 91),美國數學教師協會建議數學課程的推理教學主題包括邏輯推理(NCTM, 2000),國內學前與國民教育階段相當重視問題解決能力與推理思考的培養,在九年一貫課程的數學領域中,數學內容分為五個主題,連結主題可貫穿四個主題和其他領域,在自然與生活科技領域中,思考智能的能力指標涵蓋了邏輯演繹(教育部, 民 92),由此可知邏輯推理與兒童的認知發展、智力、高層次思考、課程學習有密切的關係,有必要瞭解兒童邏輯推理能力之發展情形,以便提供適性的教學與協助,並作為認知發展研究之參考。

探討兒童邏輯推理的理論主要有法則取向(rule-based)和模式取向(model-based) (Deloache et al., 1997; Moshman, 1997)。法則取向認為邏輯推理涉及較高層次思考,青少年才能真正解決邏輯問題。模式取向則認為法則取向可能低估兒童的邏輯推理能力,支持幼兒至學齡兒童具有不同程度的邏輯推理能力(Dias & Harris, 1988, 1990; English, 1993, 1997, 1998; Halford, 1993; Halford & Andrew, 2004; Markovits, 1993, 2000; Markovits & Barrouillet, 2002, 2004),國內受法則取向影響,多探討高年級兒童與青少年以上的邏輯推理能力,少數研究以中低年級為對象(張筱珊, 民 93; 邱素

真，民 85；陳雅惠，民 88；簡素真，民 81），少有研究瞭解幼兒的邏輯推理能力，本研究嘗試從模式取向的心智模式(mental model)論點，探索學前至學齡兒童的邏輯推理能力之發展情形。

一、法則取向和模式取向的理論要點

法則取向係以 Piaget 為代表，認為個體運用邏輯法則或心智邏輯，依論點的型式(form)，而非內容(content)進行推理。前運思期由於保留概念未發展完成，尚未有真正的邏輯思考，而採直接推理；在 7 或 8 歲的具體運思期開始能遞移推理，但僅針對具體事實；直到 11 或 12 歲的形式運思期，能進行假設的演繹，有系統的運用法則，以獲得結論(Siegler, 1998)。許多採法則取向的研究，大致和 Piaget 一致，認為青少年才能真正解決邏輯問題，兒童最少需至 11 歲才能運用法則，進行假設演繹思考，因此 11 歲是演繹思考的轉換期(Muller, Overton & Reene, 2001; Overton, Ward, Noveck, Black & O'Brien, 1987)。

模式取向係以 Johnson-Laird 提出心智模式(mental model)為代表，認為邏輯推理係個體透過直接的知覺或間接的語言理解，依前提的內容，建構類似於真實世界的心智模式或心理表徵，不需運用邏輯法則。心智模式的建構是訊息處理歷程，分為三階段。(1)理解階段：理解前提的語意與訊息，加以編碼，建構初始模式。(2)發展階段：繼續整合前提，處理隱含、複雜或負荷較大的關係，發展、減縮、延伸或修正模式，可能形成結論。(3)驗證階段：搜尋所有可能的模式，以驗證結論是否錯誤，若發現結論錯誤，可能回到理解或發展階段而重新編碼。個體會受本身認知容量或知識經驗之限制，影響其心智模式的建構歷程，使其理解、發展、驗證階段可能遭遇困難(Moshman,1997; Johnson-Laird,1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991)。

模式取向支持幼兒和兒童能解決邏輯推理問題 (Dias & Harris,1988, 2000 ; English, 1998; Leever & Harris, 1999)，惟受本身認知容量或知識經驗之限制，僅能解決符合其容量或經驗的問題，兒童隨年齡增長而擴大其認知容量或知識經驗，漸能整合前提正確推論，邏輯推理會呈現向上發展的趨勢(Halford, 1993; Halford & Andrew, 2004)。Markovits(1993, 2000)，

Markovits 和 Barrouillet(2002, 2004)特別提出認知容量是邏輯推理發展的關鍵，認知容量隨年齡增長而擴大，能處理較複雜的訊息，愈能產生假設的可能性，考慮到更多或無限的可能性、真實條件、先前經驗、表徵基模，從諸多可能中加以選擇，更彈性和有效活化且觸接長期記憶的相關訊息，提取有關的反證，推理也產生質的轉變，即由解決特定的問題，漸能解決抽象的問題，跨越邏輯形式，漸不受問題特性的限制。

二、心智模式取向認為兒童邏輯推理受問題特性之影響

心智模式取向認為兒童邏輯推理受本身的認知容量或知識經驗之限制，在解決不同關係複雜度或知識表徵等問題，會影響其心智模式的建構歷程，而有不同的表現反應，因此要探知兒童真實的邏輯推理能力，需瞭解兒童在不同問題特性的表現反應(Moshman,1997; Markovits & Barrouillet, 2004)，基於此本研究透過不同類型、難度、符號表徵問題，探討學前至學齡兒童邏輯推理能力，茲將兒童在不同類型、難度、符號表徵問題的邏輯推理能力之相關研究分述如下：

(一) 問題的類型

邏輯推理基本上是根據一組假設前提而獲得結論，兒童的邏輯推理研究以三段論(syllogisms)為主，傳統的三段論由三個語句所構成，其中兩個是前提，另一個是結論 (Mayer, 1991)。近年來由於關係邏輯(relational logic)與兒童學習經驗及生活脈絡有關而漸受重視，又關係邏輯問題主要包括遞移推理與關係組合推理，與實際生活脈絡密切，兒童易於建構自己的策略，因而比三段論問題容易(Andrew,1996; Andrews & Halford, 1998; English, 1998; Mayer, 1991)，基於此本研究運用三段論和關係邏輯問題，探討不同年齡兒童解決不同類型問題的邏輯推理能力。

兒童無論解決三段論或關係邏輯問題，受到認知容量的限制，有時僅處理部份前提，未能整合前提，或者受到語意理解和訊息知覺之限制，造成前提編碼的錯誤，隨年齡增長認知容量擴大，漸能整合前提正確推論(English, 1997)，特別是幼兒解決三段論問題，不根據前提的訊息，仍依主觀的經驗、信念或情緒思考，造成自我中心或經驗偏誤(practical bias) (Dias

& Harris, 1988, 1990; Hawkins, Pea, Glick & Scribner, 1984), 解決關係邏輯問題也可能受情境脈絡的影響, 根據實際的知識推理, 造成經驗偏誤(English, 1998), 此看法和心智理論(theory of mind)相似, 即幼兒在特定的社會文化所建構的信念, 與經驗、知識、偏見、期待、需求等有關會影響推理, 隨年齡增長而改變(Mitchell & Kikuno, 2000)。整體而言, 由幼兒到青少年的邏輯推理能力, 呈現向上發展趨勢, 隨年齡增長, 推理反應的層次愈提昇, 漸能根據假設前提的訊息, 整合前提獲得正確結論 (English, 1998; Markovits & Barrouillet, 2002; Moshman, 1997)。

(二) 問題的難度

由於邏輯推理問題涉及不同複雜程度的關係, 需充份的認知容量才能處理, 而認知容量是認知發展之關鍵, 隨年齡的增長而擴大, 能建構更多的心智模式, 處理關係愈複雜的問題, 漸不受難度的限制(Halford, 1993; Markovits & Barrouillet, 2004), 基於兒童邏輯推理受問題難度的影響, 本研究探討不同年齡兒童解決不同難度問題之邏輯推理能力。

在三段論方面, Markovits, Schleifer 和 Fortier (1989)、English(1993)、English(1997)認為評估兒童是否能解決邏輯推理的問題, 除了運用合乎邏輯的三段論(logical syllogisms)外, 可進一步安排不合邏輯的三段論(illogical syllogisms)。所謂合乎邏輯的三段論係前提間有邏輯關連, 可獲得結論, 即為確定結論問題; 不合邏輯的三段論係前提間缺乏邏輯關聯, 無法獲得結論, 即為不確定結論問題。從這三篇研究發現由幼兒到青少年, 解決確定結論或不確定結論的問題, 其能力呈現發展的趨勢, 而解決不確定結論問題, 不僅需要察覺前提的不一致, 需考慮更多可能的關係, 以建構完整的心智模式, 因此比確定結論問題更難, 然而隨年齡增長, 漸能明確掌握前提的關係, 正確推論並說出原因。基於此本研究兩種難度的三段論問題, 分別為確定結論和不確定結論問題。

在關係邏輯方面, English(1998)研究九到十二歲兒童的關係邏輯能力, 發現關係複雜度會影響模式的建構與前提整合, 在低複雜度問題, 不同年齡兒童的認知容量都能處理, 未發現能力的差異, 但在高複雜度問題, 年齡較小者面臨認知容量的挑戰, 較難處理複雜的關係, 發現能力的發展

趨勢。Markovits, Dumas 和 Malfait (1995)研究空間的遞移推理能力也有類似的發現，即在兩個前提的低複雜度問題，六、八歲的能力表現相似，但在三個前提之高複雜度問題，六歲的能力表現較八歲差。基於此本研究兩種難度的關係邏輯問題，分別為不同關係複雜程度問題。

(三) 問題的符號表徵

傳統的邏輯推理研究以語文問題為主，若配合圖畫或操作物施測，運用視覺表徵呈現前提的內容，有助於觸接長期記憶的知識以理解問題，接受假設的前提，或者整合複雜前提的關係，減縮認知容量的負荷(Harris & Nunez, 1996; Markovits et al., 1995; Pears & Bryant, 1990)。

在三段論方面，English(1993)以七、十一歲左右兒童為受試，配合圖畫施測確定結論和不確定結論問題，研究發現年齡較大的能力較佳，而圖畫表徵對年齡較小者的助益較大，對年齡較大者的影響雖較少，但有助於推理反應的提升。

在關係邏輯方面，Andrews 和 Halford(1998)以四到六歲兒童為受試，配合操作物施測空間的遞移推理問題，發現年齡較大者的能力較佳，然而圖畫或操作物有助於解決較複雜的問題，有時也會造成推理的限制，例如Wright 和 Dowker (2002)、Markovits 等人(1995)發現六歲比七、八歲兒童，較易直接依知覺的物體特性判斷，未根據前提的關係訊息推理，引發絕對效應(categorical effect)或圖畫效應(figural effect)。

由此可知兒童邏輯推理受符號表徵的影響，在解決三段論或關係邏輯問題，配合圖畫或操作物施測，其能力呈現發展的趨勢，且圖畫或操作物有助於兒童推理，特別對年齡較小者的助益較大，但有時也會造成推理限制。基於此本研究運用圖畫與語文問題，探討不同年齡兒童解決不同符號表徵問題之邏輯推理能力。

三、研究目的

綜合上述動機與文獻，心智模式論點認為幼兒至學齡兒童具有不同程度的邏輯推理能力，惟受問題特性的影響會有會有差異，本研究以大班、三年級、五年級兒童為對象，採用江淑卿(民 89)根據心智模式論點編製「兒

童邏輯推理測驗」，該測驗除了三段論外，更納入關係邏輯，並針對兩個類型問題，編製不同難度和符號表徵的問題，又心智模式認為在特定的脈絡情境能瞭解兒童真實的邏輯推理能力(Harris, 2000; Leever & Harris, 1999)，施測時營造想像或遊戲的測驗情境，以口語配合文字或圖畫實施，藉以瞭解不同年齡兒童在不同類型、難度和符號表徵問題之能力表現，並配合臨床晤談法，深入分析邏輯推理反應。

本研究具體的目的：(1)探討不同年齡兒童解決不同類型的邏輯推理問題，其能力表現與推理反應之差異。(2)探討不同年齡兒童解決不同難度的三段論和關係邏輯問題，其能力表現與推理反應之差異。(3)探討不同年齡兒童解決不同符號表徵的三段論和關係邏輯問題，其能力表現與推理反應之差異。

貳、研究方法

一、研究對象

本研究受試採立意取樣，選取屏東縣內埔國小附幼和冠福幼稚園大班 73 人，泰安國小與內埔國小三年級 78 人，內埔國小五年級 76 人，共 227 名兒童為受試。三校皆位於內埔鄉的城鎮區域，該區域以客家人為主，居民多務農或工，各校兒童在文化背景、社經地位、學習經驗等方面皆相似。

二、研究工具

「兒童邏輯推理測驗」係江淑卿(民 89)根據心智模式論點編製適用於幼稚園大班至小學五年級兒童的標準化測驗，目的在評量兒童根據一組前提而獲得結論之邏輯推理能力。本測驗架構納入邏輯推理的類型、難度、符號表徵等問題要素，係基於兒童邏輯推理研究主要分析三段論與關係邏輯，因此針對兩種類型的問題，編製「三段論分測驗」和「關係邏輯分測驗」。又基於兒童邏輯推理受問題難度和符號表徵的影響，針對兩個分測驗編製兩種難度的圖畫題和語文題，各 16 題，共 32 題，如表 1，透過指導

語營造想像或遊戲的測驗情境，以口語配合圖畫或文字進行個別施測，答題未限時，每人約 30-40 分。答對一題得一分，可計算兩個分測驗得分與總分。

1.三段論分測驗：試題主要為範疇三段論(categorical syllogisms)，用以評量兒童三段推理能力，係基於國外研究經常採範疇三段論，探測幼小兒童解決三段論問題的可能性，本研究參考 Dias 和 Harris (1988, 1990)、English(1993, 1997)、Hawkins 等人(1984)、Markovits 等人(1989)問題設計，重視命題間的關係推論，範疇三段論由三個語句所構成，兩個是前提，一個是結論。根據兩個前提是否合乎邏輯區分為難度 I、II。難度 I 為確定結論問題，基本型態為 A-B, B-C，兩個前提間合乎邏輯關聯，包含單稱和全稱語句的形式。難度 II 為不確定結論問題，基本型態為 A-B, C-D，兩個前提間缺乏邏輯關聯，包含肯定語句和否定語句的形式。

2.關係邏輯分測驗：試題包括遞移推理和關係組合推理，用以評量兒童關係邏輯推理能力，係基於國外研究經常採遞移推理探討兒童邏輯推理能力，又關係組合推理與兒童生活經驗相似而漸受重視，本研究參考 Andrew(1996)、Andrews 和 Halford (1998)、English(1998)問題設計，重視命題內的關係推論，遞移推理係評量兒童將一組前提中事物的空間遞移性關係，整合為序列關係之能力。關係組合推理係評量兒童將一組前提中事物的可能條件關係，整合為配對關係之能力。根據前提的關係複雜程度區分為難度 I、II。難度 I 為二至三個前提問題，各前提為二元或三元關係；難度 II 為三至四個前提問題，各前提為二元或四元關係。

編製重點分述如下：(1)編擬試題：初擬 56 題，請哲學、數學、科學領域 3 位教授審題，幼小老師 4 人提供修正建議，並以 15 位兒童試測與晤談據以修改。(2)預試：選取大班至五年級共 185 人進行預試。根據項目分析結果，選擇鑑別指數 .30 以上試題，且難度指數切合編製的理念，三段論分測驗的難度 I 為 .51-.78，難度 II 為 .29-.45，關係邏輯分測驗的難度 I 為 .68-.80，難度 II 為 .41-.52，共 32 題。(3)信度研究：選取大班、三年級、五年級 60 人為受試，發現整體測驗、三段論和關係邏輯分測驗的內部一致性係數(庫李法)為 .82、.78、.84 ($p < .05$)；間隔兩週重測的穩定性係數為 .72、.70、.75 ($p < .05$)；以重測信度係數計算的測量標準誤為 2.95、1.70、

1.36。(4)效度研究：選取大班、三年級、五年級 60 人為受試，以許天威、蕭金土(民 88)修訂「綜合性非語文智力測驗」為效標，發現整體測驗、三段論和關係邏輯分測驗的效標關聯效度係數為.68、.65、.71 ($p<.05$)。此外，選取五年級 35 人為受試，以郭生玉等(民 80)「羅斯認知能力測驗」為效標，效標關聯效度係數為.78、.73、.84 ($p<.05$)，以郭生玉等(民 81)「國小資優生鑑定測驗」學業成就分測驗為效標，效標關聯效度係數為.57、.52、.64 ($p<.05$)。

表 1 「兒童邏輯推理測驗」的不同類型、難度、符號表徵問題

表徵 類 型		圖畫題		語文題	
		問題形式	問題示例	問題形式	問題示例
三段論分測驗	難度 I	第 1.2 題 確定結論單稱 語句 第 3.4 題 確定結論全稱 語句	第 1 題 前提 1 所有兩條尾巴的狐狸都喜歡爬樹。 前提 2 波波是兩條尾巴的狐狸。 問 題 波波喜歡爬樹嗎？	第 5.6 題 確定結論 單稱語句 第 7.8 題 確定結論 全稱語句	第 7 題 前提 1 所有魯魯都是紅色的東西。 前提 2 所有紅色的東西都會飛。 問 題 所有魯魯都會飛嗎？
	難度 II	第 9.10 題 不確定結論肯 定語句 第 11.12 題 不確定結論否 定語句	第 9 題 前提 1 所有紅色汽車都有兩個方向盤。 前提 2 王小姐有一輛黃色汽車。 問 題 王小姐的汽車有兩個方向盤嗎？	第 13.14 題 不確定結論 肯定語句 第 15.16 題 不確定結論 否定語句	第 16 題 前提 1 所有的小鳥不會唱歌。 前提 2 毛毛是一隻蟲。 問 題 毛毛會唱歌嗎？
關係邏輯分測驗	難度 I	第 1.2 題 遞移推理二至 三個前提 第 3.4 題 關係組合推理 二至三個前提	第 1 題 三個長短不同的棍棒。 前提 1 藍色比紅色長。 前提 2 紅色比黃色長。 問 題 那一個棍棒最短？	第 5.6 題 遞移推理 二至三個前 提 第 7.8 題 關係組合推 理 二至三個前 提	第 7 題 有三種交通工具，小強、小吉、小虎各喜歡一種。 前提 1 小強不喜歡飛機、船。 前提 2 小吉不喜歡船、汽車。 問 題 小虎喜歡什麼？
	難度 II	第 9.10 題 遞移推理 三至四個前提 第 11.12 題 關係組合推理 四個前提	第 11 題 四種運動會的比賽項目，胖胖、奇奇、毛毛、嘟嘟各自參加一種比賽。 前提 1 奇奇沒有參加呼啦圈。 前提 2 毛毛參加推大龍球。 前提 3 胖胖參加跑步。 前提 4 嘟嘟沒有參加游泳。 問 題 誰參加游泳比賽？	第 13.14 題 遞移推理 三至四個前 提 第 15.16 題 關係組合推 理 四個前提	第 14 題 五塊不同顏色的積木疊在一起。 前提 1 黃色在綠色的上面。 前提 2 綠色在紅色的上面。 前提 3 紅色在藍色的上面。 前提 4 藍色在黑色的上面。 問 題 那一塊積木疊在最上面？

三、實施程序與重點

(一) 研究人員訓練

施測與臨床晤談由幼保系大四學生 16 人擔任施測、臨床晤談、觀察記錄、評分等工作。實施前皆需接受四週訓練，其重點為本測驗標準化施測程序的訓練，臨床晤談法的演練，以及觀察評分要點的說明。實施時兩人一組，擔任主試者與觀察者。實施後兩人再根據受試臨床晤談資料，依推理反應加以歸類與分析。每週進行督導會議，根據影音資料進行臨床晤談的檢討與校正，力求各組主試者施測的一致性，並針對主試者與觀察者不一致的推理反應分析進行討論。

(二) 個別施測

1. 「三段論分測驗」施測程序：首先以指導語營造想像的情境：「想像你來到奇妙國，在這裡的東西很奇妙，和我們平常看到的東西不太一樣，這裡的小魚會唱歌，車子會跳舞，你說奇妙不奇妙，歡迎你一起進入奇妙國」，再逐題施測，每題可複述一次，圖畫題係口語配合圖卡施測，如圖 1，語文題係口語配合字卡施測。施測時，口述第一個前提，呈現第一張卡片，收起卡片後，口述第二個前提，呈現第二張卡片，收起卡片後，最後口述問題。

2. 「關係邏輯分測驗」施測程序：首先以指導語營造遊戲的情境：「等一下，我們玩猜謎遊戲，我會告訴你幾個線索，你要運用這些線索回答問題」，再逐題施測，每題可複述一次，圖畫題係口語配合圖卡施測，如圖 2，語文題係口語配合字卡施測。施測時，每題先配合卡片，介紹問題內出現的事物，再口述第一個前提時，呈現第一張卡片，收起卡片後，口述第二個前提，呈現第二張卡片，收起卡片後，若有第三、四個前提則依序進行，最後口述問題。

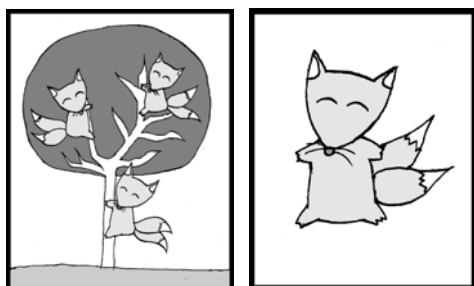


圖 1 三段論分測驗第 1 題圖卡

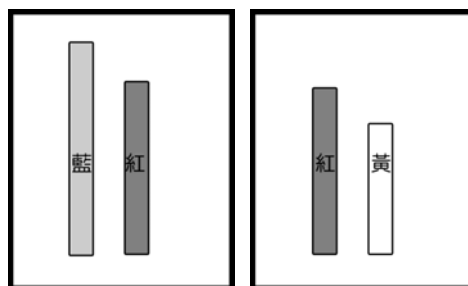


圖 2 關係邏輯分測驗第 1 題圖卡

(三) 臨床晤談

本研究依「三段論分測驗」和「關係邏輯分測驗」施測程序，逐題個別施測並配合進行臨床晤談。本研究參考 Ginsburg (1997)臨床晤談法的方法與原則，兒童每回答一題後，主試者不告知答題對錯，主要透過不同層次的提問，以詢問推理的原因，首先提出一般的問題，如你如何想出來的？再根據兒童反應進一步提問，漸聚焦至特定的問題，如你看到圖畫想出來？那一張圖，那一個地方，為什麼？引導兒童描述、解釋、澄清、說明、整理、確認想法，直到瞭解兒童的想法才結束提問進入下一題，晤談過程中尊重兒童的想法，允許其改變想法，主試避免評價、建議、解釋，以探尋兒童邏輯推理思考與歷程。

本研究將臨床晤談資料依推理反應加以分析與歸類，七項推理反應係研究者以心智模式的建構歷程為基礎，參考 English (1993, 1997, 1998)、Hawkins 等人(1984)、Markovits 等人(1989)推理反應類型或策略，以及 Markovits (2000)心智模式的建構類型，並與專家和幼小教師四人，針對反應類型的適切性討論進而修正和確認，分述如下：(1)整合前提：根據所有的前提獲得結論。(2)部份前提：僅考慮部份前提關係獲得結論。(3)經驗反應：未根據前提的訊息推理，以主觀信念或實際經驗獲得結論，造成經驗偏誤。(4)知覺反應：根據直接知覺的特性進行判斷，引發圖畫效應。(5)知識與理解限制：未理解語意或缺乏邏輯知識。(6)無關反應：與前提訊息無關的反應，如猜測。(7)沒有反應：無法判斷或解釋。

四、資料處理

以 SPSS 處理資料，測驗得分以 3(年齡組別) \times 2(問題類型、難度、符號表徵)二因子混合設計變異數分析進行考驗，另外，本研究將臨床晤談的影音資料進行完整轉錄，主試者與觀察者根據每位受試的晤談記錄，依七項推理反應加以分析與歸類，兩位評分者一致性採百分比一致性計算為 .80-.88，針對不一致的推理反應分析在督導會議進行討論，再計算不同年齡兒童在不同類型、難度、符號表徵問題的推理反應次數及百分比。

參、結果與討論

心智模式論點認為探知兒童真實的邏輯推理能力，需瞭解兒童在不同問題特性的表現反應(Markovits & Barrouillet, 2004; Moshman, 1997)，基於此本研究透過「兒童邏輯推理測驗」的不同類型、難度、符號表徵問題之施測，配合臨床晤談法，探討大班、三年級、五年級兒童解決不同類型、難度和符號表徵問題之能力表現與推理反應。

一、不同年齡兒童在不同類型問題之邏輯推理能力表現與推理

反應

表 2 是不同年齡兒童在整體測驗、不同類型問題的平均數、標準差與答對率。表 3 顯示年齡組別和問題類型沒有交互作用， $F(2, 224)=2.16, p > .05$ ；不同年齡兒童在整體問題得分有顯著差異， $F(2, 224)=130.75, p < .01$ ，事後比較發現年齡較大者得分皆高於年齡較小者；不同類型問題得分有顯著差異， $F(1, 224)=468.89, p < .01$ ，事後比較發現關係邏輯問題得分比三段論問題得分佳。

本研究發現不同年齡兒童解決邏輯推理問題不受類型的影響，無論在三段論或關係邏輯問題的能力表現皆隨年齡增加而提高，如圖 3 所示，大班、三年級、五年級答對率分別為 40%-61%、57%-82%、72%-91%，支持

了幼小兒童具有邏輯推理能力之可能性，此發現也與 Markovits 和 Barrouillet(2002)、English(1998)、Moshman(1997)認為兒童邏輯推理能力隨著年齡增加而提昇之論點相當一致，對照表 4 發現三段論或關係邏輯問題的推理層次，也隨著年齡增加而提昇，漸能根據部份前提，進而整合前提推論，經驗的反應雖減少但仍存在，例如大班、三年級、五年級在三段論問題，其整合前提反應依序為 8.4%、31.6%、59%，其經驗反應依序為 47.4%、27.0%、15.6%，此發現與 Dias 和 Harris(1988, 1990)、English(1997, 1998)研究結果一致。

同時，所有兒童解決關係邏輯問題比三段論問題的能力表現佳，如圖 3 所示，對照表 4 發現各年齡兒童在關係邏輯問題比三段論問題的推理層次高，例如大班在三段論問題主要為經驗反應 47.4%，在關係邏輯問題除了經驗反應 27%外，也能根據部份前提推論 35%。本研究推測關係邏輯問題與實際生活有關，兒童較能自行運用推理策略，完整考慮前提的訊息獲得結論，本研究進一步分析「整合前提」反應，發現大班主要運用前提導向策略，依前提出現順序推理，三年級漸能運用問題導向策略，根據問題搜尋前提有關訊息，五年級更能自發運用圖示或符號策略，輔助解決高複雜度問題，此發現與 Andrew(1996)、English (1998)研究結果相似，又少數五年級甚至能監控，屬於心智模式的驗證階段，此發現與 English (1998)認為兒童無法驗證模式則不同。

表 2 不同年齡兒童在不同類型、難度和符號表徵問題得分

之平均數、標準差與答對率

組 別	大班			三年級			五年級			全體		
	M	SD	%	M	SD	%	M	SD	%	M	SD	%
邏輯推理	16.18	3.69	51	22.26	3.74	70	26.08	3.85	82	21.58	5.52	67
三段論	6.47	1.59	40	9.19	2.80	57	11.47	3.17	72	9.08	3.31	57
關係邏輯	9.71	2.33	61	13.06	1.54	82	14.61	1.19	91	12.50	2.67	78
三段論												
難度 I 題	5.70	1.34	71	6.37	1.41	80	6.75	1.36	84	6.28	1.43	79
難度 II 題	.77	.91	10	2.85	2.11	36	4.72	2.33	60	2.81	2.48	35
關係邏輯												
難度 I 題	6.43	1.20	80	7.28	.77	91	7.67	.62	96	7.14	1.03	89

14 臺北市立教育大學學報—教育類

難度 II 題	3.29	1.75	41	5.80	1.22	73	6.95	.95	87	5.37	2.02	67
三段論												
圖畫題	4.27	1.18	53	5.10	1.76	64	5.82	1.64	73	5.08	1.67	64
語文題	2.22	1.16	28	4.09	1.34	51	5.65	1.85	71	4.01	2.03	50
關係邏輯												
圖畫題	6.49	1.18	81	7.32	.80	91	7.36	.92	92	7.07	1.05	88
語文題	3.22	1.81	41	5.75	1.11	72	7.24	.86	91	5.43	2.10	68

註：% 表示答對率=答對題數/答題數(邏輯推理 32 題，三段論/關係邏輯 16 題，難度 I/難度 II/圖畫/語文 8 題)

表 3 不同年齡兒童在不同類型問題得分之二因子混合設計變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
受試者間				
年齡組別(A)	1852.08	2	926.04	130.75**
群內受試	1586.54	224	7.08	
受試者內				
問題類型(B)	1323.96	1	1323.96	468.89**
交互作用(A×B)	12.22	2	6.11	2.16
類型×群內受試	632.48	224	2.82	

** $p < .01$

表 4 不同年齡兒童在不同類型問題之推理反應次數及百分比

類型	年齡組別	整合前提	部份前提	經驗反應	知覺反應	知識理解限制	無關反應	沒有反應
三段論	大班	98(8.4)	201(17.2)	554(47.4)	70(6.0)	72(6.2)	75(6.4)	98(8.4)
	三年級	395(31.6)	324(26.0)	336(27.0)	23(1.8)	42(3.4)	65(5.2)	63(5.0)
	五年級	716(59.0)	188(15.4)	190(15.6)	19(1.4)	28(2.4)	41(3.4)	34(2.8)
關係邏輯	大班	211(18.0)	316(27.0)	409(35.0)	72(6.2)	44(3.8)	23(2.0)	93(8.0)
	三年級	747(59.8)	275(22.0)	88(7.0)	24(2.0)	40(3.2)	25(2.0)	49(4.0)
	五年級	920(75.6)	164(13.6)	42(3.4)	15(1.2)	20(1.6)	19(1.6)	36(3.0)

註：()內為百分比，分母為題數 16 題×人數(大班 73 人，三年級 78 人，五年級 76 人)

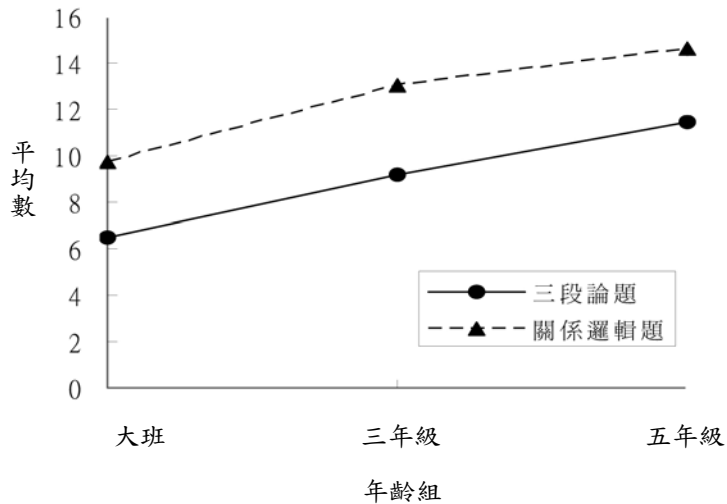


圖 3 不同年齡兒童在不同類型問題的邏輯推理能力表現

二、不同年齡兒童在不同難度問題之邏輯推理能力表現與推理

反應

表 2 是不同年齡兒童在不同難度問題的平均數、標準差與答對率。

1 不同難度的三段論問題：表 5 顯示年齡組別和問題難度有交互作用， $F(2, 224)=38.21, p<.01$ ，由表 6 發現：(1)不同年齡兒童在難度 I 得分有顯著差異， $F(2, 448)=7.67, p<.01$ ，三、五年級得分沒有顯著差異，但皆高於大班得分；不同年齡兒童在難度 II 得分有顯著差異， $F(2, 448)=106.16, p<.01$ ，五年級高於三年級得分，三年級高於大班得分。(2)大班、三年級、五年級在不同難度問題得分皆有顯著差異， $F(1, 224)=431.29, F(1, 224)=235.54, F(1, 224)=73.81, p<.01$ ，且難度 I 皆高於難度 II 得分。對照表 7 發現：(1) 難度 I / 難度 II 問題的推理層次，隨著年齡增加而提昇，漸能根據部份前提，進而整合前提推論，經驗的反應雖減少但仍存在。例如大班、三年級、五年級在難度 I 問題，其整合前提反應依序為 16.8%、45.4%、72%，其經驗反應依序為 47.2%、24.8%、11%。(2) 在難度 I 問題的推理層次較難度 II 為高。大班在兩個難度問題主要為經驗反應約 47%，但難度 II 問題沒有整合前提反應 0%；三、五年級在難度 II 問題的推理反應，相較

於難度 I 問題，其整合前提反應減少，部份前提和經驗反應則隨之增加，例如五年級的經驗反應由 11% 增加至 20%。

2 不同難度的關係邏輯問題：表 5 顯示年齡組別和問題難度有交互作用， $F(2, 224)=52.33, p<.01$ ，由表 6 發現：(1) 不同年齡兒童在難度 I 得分有顯著差異， $F(2, 448)=37.89, p<.01$ ，三、五年級得分沒有顯著差異，但皆高於大班得分；不同年齡兒童在難度 II 得分有顯著差異， $F(2, 448)=144.27, p<.01$ ，五年級高於三年級得分，三年級高於大班得分。(2) 大班、三年級、五年級在不同難度問題得分皆有顯著差異， $F(1, 224)=332.94, F(1, 224)=79.95, F(1, 224)=18.45, p<.01$ ，且難度 I 皆高於難度 II 得分。對照表 7 發現：(1) 難度 I / 難度 II 問題的推理層次，隨著年齡增加也提昇。漸能根據部份前提，進而整合前提推論，經驗的反應雖減少但仍存在。例如大班、三年級、五年級在難度 I 問題，其整合前提反應依序為 33.2%、68.6%、86.6%，其經驗反應銳減依序為 33.8%、5.0%、2.8%。(2) 難度 I 問題的推理層次較難度 II 問題高。大班在難度 I 問題以經驗反應和整合前提為主，但在難度 II 問題的整合前提反應陡降至 3%，而以經驗反應和部份前提為主；三年級在兩個難度問題以整合前提和部份前提為主，但難度 II 問題的整合前提反應由 68.6% 減少至 51%；五年級在兩個難度問題以整合前提為主，但難度 II 問題由 86% 減少至 65.4%。

綜上所述，本研究發現不同年齡兒童解決三段論和關係邏輯問題，受難度的影響，在難度 I / 難度 II 問題的能力表現和推理層次，隨年齡發展而增進，但會因難度而有差異，其中三、五年級在難度 I 問題的能力表現無差異，如圖 4、5 所示。本研究推測：(1) 難度 I 為確定結論或低複雜度的問題，所需處理的關係較簡單，認知負荷較少，大班的認知容量漸能處理，例如大班在確定結論問題答對率達 71%，與 Markovits(2000) 發現 6、7 歲兒童能解決條件式推理的肯定前件(MP)問題符合(本研究單稱語句形式即相當於 MP 形式)，也與邱素真(1996) 發現一年級在具體內容 MP 問題的能力頗佳相似，又如大班在低複雜度問題的答對率達 80%，與 Andrews 和 Halford (1998) 發現能幼兒解決兩個前提之空間遞移推理問題相當一致。再者，三年級隨年齡增加認知容量愈擴大，愈能整合前提正確推論，但五年級可進步的空間有限，故三、五年級在難度 I 問題的能力表現無差異，特

別是三、五年級在關係邏輯(含遞移推理和關係組合推理)的答對率已達 91%-96%，與邱素真(民 85)發現四年級在遞移推理已達發展高原相當一致。(2)難度 II 為不確定結論或高複雜度的問題，需要整合與處理較多的訊息，以建構完整的心智模式，認知負荷較大，年齡愈大認知容量擴大，愈能整合前提正確推論，其中大班至五年級在高複雜度問題答對率依序為 41%、73%、87%，此結果與 English(1998)、Markovits 等人(1995)發現相當一致，又不確定結論問題不僅需要察覺前提的不一致，更需考慮更多可能的關係，雖能顯示大班至五年級能力差異，但對各組兒童而言相當困難，幼兒答對率偏低約 10%，甚至出現較多的經驗反應也無法整合前提，而五年級答對率 60% 仍有進步空間，甚至出現較多經驗偏誤，此結果與 English(1993, 1997)、Markovits 等人(1989)發現相當一致。

同時，本研究發現不同年齡兒童在難度 I 比難度 II 問題的能力表現佳，前者推理層次較後者高，如圖 4、5 所示，推測難度 II 問題要整合與處理較多的訊息，以建構完整的心智模式，兒童受記憶容量的限制，難以整合前提，此結果與 English (1993, 1997)、Markovits 等人(1989)發現相當一致。但本研究並未支持 Halford (1993)、Markovits 和 Barrouillet(2004)認為隨年齡增長大漸不受難度影響之論點，推測五年級兒童受到認知容量之限制，不確定結論和高複雜度問題的認知負荷過大，因此邏輯推理會仍受難度之影響。

表 5 不同年齡兒童在不同難度問題得分之二因子混合設計變異數分析摘要表

分測驗	變異來源	SS	df	MS	F
三段論	受試者間				
	年齡組別(A)	467.92	2	233.96	68.13**
	群內受試	769.20	224	3.43	
	受試者內				
	問題難度(B)	1384.97	1	1384.97	672.92**
	交互作用(A×B)	157.28	2	78.64	38.21**
關係邏輯	難度×群內受試	461.03	224	2.06	
	受試者間				
	年齡組別(A)	467.15	2	233.57	153.79**
	群內受試	340.22	224	1.52	
	受試者內				
	問題難度(B)	360.40	1	360.40	334.07**
交互作用(A×B)	112.92	2	56.46	52.33**	
難度×群內受試	241.66	224	1.08		

** $p < .01$

表 6 不同年齡兒童在不同難度問題得分之單純主要效果分析摘要表

分測驗	變異來源	SS	df	MS	F	事後多重比較
三段論	年齡組別(A)					
	在 b1(難度 I)	42.12	2	21.06	7.67**	大班<三、五年級
	在 b2(難度 II)	583.08	2	291.54	106.16**	大班<三年級<五年級
	細格內誤差	1230.23	448	2.75		
	問題難度(B)					
	在 a1(大班)	887.67	1	887.67	431.29**	難度 II<難度 I
	在 a2(三年級)	484.78	1	484.78	235.54**	難度 II<難度 I
	在 a3(五年級)	156.03	1	156.03	73.81**	難度 II<難度 I
	難度×群內受試	461.03	224	2.06		
	關係邏輯	年齡組別(A)				
在 b1(難度 I)		60.36	2	30.18	37.89**	大班<三、五年級
在 b2(難度 II)		519.71	2	259.85	144.27**	大班<三年級<五年級
細格內誤差		581.88	448	1.30		
問題難度(B)						
在 a1(大班)		359.18	1	359.18	332.94**	難度 II<難度 I
在 a2(三年級)		86.26	1	86.26	79.95**	難度 II<難度 I
在 a3(五年級)		19.90	1	19.90	18.45**	難度 II<難度 I
難度×群內受試		241.66	224	1.08		

** $p < .01$

表 7 不同年齡兒童在不同難度問題之推理反應次數及百分比

分測驗	難度	年齡組別	整合前提	部份前提	經驗反應	知覺反應	知識理解限制	無關反應	沒有反應
三段論	難度 I	大班	98(16.8)	105(18.0)	276(47.2)	31(5.4)	20(3.4)	21(3.6)	33(5.6)
		三年級	283(45.4)	126(20.2)	155(24.8)	9(1.4)	12(2.0)	20(3.2)	19(3.0)
		五年級	438(72.0)	69(11.4)	67(11.0)	7(1.2)	9(1.4)	11(1.8)	7(1.2)
	難度 II	大班	0(0)	96(16.4)	278(47.6)	39(6.6)	52(9.0)	54(9.2)	65(11.2)
		三年級	112(18.0)	198(31.8)	181(29.0)	14(2.2)	30(4.8)	45(7.2)	44(7.0)
		五年級	278(45.8)	119(19.6)	123(20.2)	12(1.8)	19(3.2)	30(5.0)	27(4.4)
關係邏輯	難度 I	大班	194 (33.2)	122(20.8)	197 (33.8)	26(4.4)	10(1.8)	8(1.4)	27(4.6)
		三年級	428 (68.6)	128(20.6)	31(5.0)	8(1.2)	9(1.4)	7(1.2)	13(2.0)
		五年級	523(86.0)	42(6.8)	17(2.8)	0 (0)	8(1.4)	8(1.4)	10(1.6)
	難度 II	大班	17(3.0)	194(33.2)	212(36.2)	46(7.8)	34(5.8)	15(2.6)	66(11.4)
		三年級	319(51.0)	147(23.6)	57(9.2)	16(2.6)	31(5.0)	18(2.8)	36(5.8)
		五年級	397(65.4)	122(20.0)	25(4.2)	15(2.4)	12(2.0)	11(1.8)	26(4.2)

註：()內為百分比，分母為題數 8 題×人數(大班 73 人，三年級 78 人，五年級 76 人)

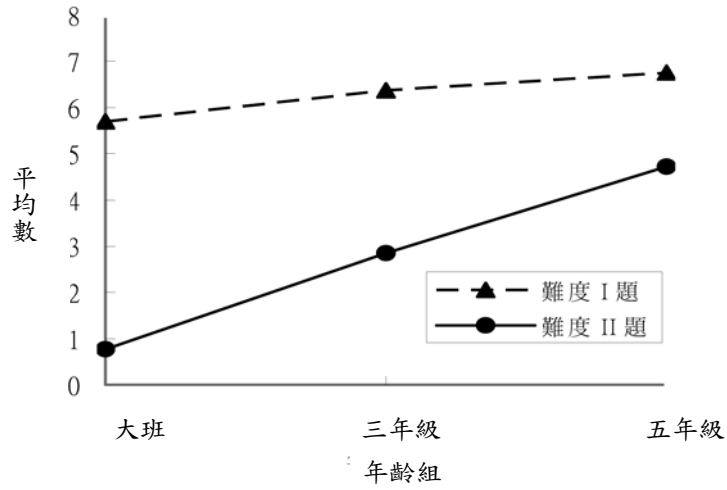


圖 4 不同年齡兒童在不同難度的三段論問題之能力表現

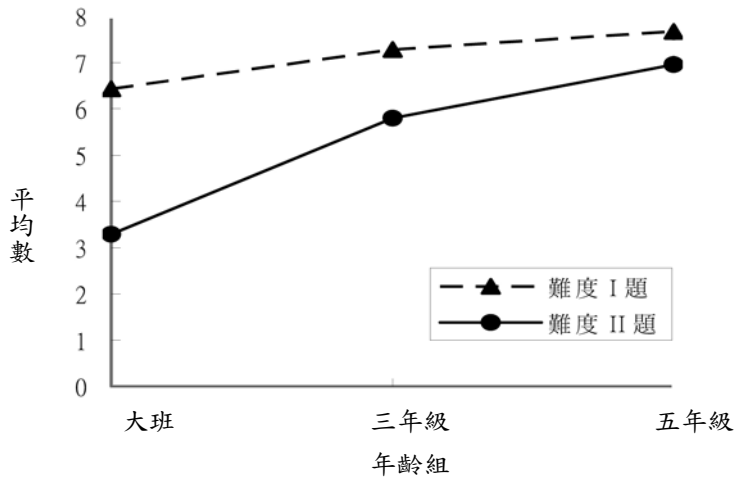


圖 5 不同年齡兒童在不同難度的關係邏輯問題之能力表現

三、不同年齡兒童在不同符號表徵問題之邏輯推理能力表現與推理反應

表 2 是不同年齡兒童在不同符號表徵問題的平均數、標準差與答對率。

1 不同符號表徵的三段論問題：表 8 顯示年齡組別和符號表徵有交互作用， $F(2, 224)=28.12, p<.01$ ，由表 9 發現：(1)不同年齡兒童在圖畫題、語文題得分皆有顯著差異， $F(2, 448)=19.26, F(2, 448)=95.15, p<.01$ ，且五年級高於三年級得分，三年級高於大班得分。(2)大班、三年級在不同符號表徵得分皆有顯著差異， $F(1, 224)=130.87, F(1, 224)=33.97, p<.01$ ，且圖畫題高於語文題得分，但五年級無顯著差異， $F(1, 224)=.94, p>.05$ 。對照表 10 發現：(1)圖畫/語文題的推理層次，隨著年齡增加也提昇，漸能根據部份前提，進而整合前提推論，經驗的反應雖減少但仍存在。例如大班、三年級、五年級在圖畫問題，其整合前提反應依序為 11.4%、38%、59%，其經驗反應依序為 40.6%、24.6%、13.8%。(2)圖畫題的推理層次較語文問題為高。大班在圖畫/語文題以經驗反應為主，圖畫題 47%，語文題增至 54.2%；三年級在圖畫以整合前提 38%為主，語文題略降為 25.4%，而以經驗反應 29.2%為主；五年級在圖畫/語文題都以整合前提為主 59%-58.8%，僅在語文題的經驗反應略增；其中圖畫題會引發大班至五年級的知覺反應，特別是大班為 12%影響較明顯。

2 不同符號表徵的關係邏輯問題：表 8 顯示年齡組別和符號表徵有交互作用， $F(2, 224)=81.59, p<.01$ ，由表 9 發現：(1)不同年齡兒童在圖畫題得分有顯著差異， $F(2, 448)=18.63, p<.01$ ，三、五年級得分沒有顯著差異，但皆高於大班得分；不同年齡兒童在語文題得分有顯著差異， $F(2, 448)=178.16, p<.01$ ，五年級高於三年級得分，三年級高於大班得分。(2)大班、三年級在不同符號表徵得分皆有顯著差異， $F(1, 224)=344.02, F(1, 224)=85.28, p<.01$ ，且圖畫題高於語文題得分，但五年級無顯著差異， $F(1, 224)=.47, p>.05$ 。對照表 10 發現：(1)圖畫/語文題的推理層次，隨著年齡增加也提昇，漸能根據部份前提，進而整合前提推論，經驗的反應減少。例如大班、三年級、五年級在圖畫問題，其整合前提反應依序為 20.8%、

64.2%、77.2%，其經驗反應依序為 33%、7.2%、3%。(2)圖畫題的推理層次較語文問題為高。大班在圖畫題以經驗反應與部份前提為主，其次為整合前提 20.8%，但是在語文題減少為 15.2%；三年級在圖畫/語文問題主要為整合前提 64.2-55.4%，其次為部份前提，這兩種反應在語文題都減少；五年級在圖畫/語文題都以整合前提為主 77.2%-74.2%；其中圖畫題會引發大班至五年級的知覺反應，特別是大班為 12.4%影響較明顯。

綜上所述，本研究發現不同年齡兒童解決三段論和關係邏輯問題，受符號表徵的影響，其在圖畫/語文問題的能力表現和推理層次，雖隨年齡增加而提高，但會因符號表徵而有差異，其中三、五年級在關係邏輯的圖畫問題之能力表現沒有差異，同時，大班、三年級兒童解決圖畫題比語文題的能力表現佳，僅五年級的能力表現未受到符號表徵的影響，然而在圖畫題的推理層次仍較語文題為高，如圖 6、7 所示。

本研究推測圖畫有助兒童記憶、理解、整合前提，減縮認知容量負荷(Harris & Nunez, 1996; Markovits et al., 1995; Pears & Bryant, 1990)，對年齡較小者的助益較大(Andrews & Halford, 1998; English, 1993)，如大班在圖畫問題答對率為 53%- 81%，本研究推測年齡較大者對文字較熟悉，文字表徵有助於其記憶、理解與抽象思考，如五年級在語文問題答對率達 71%-91%，因此大班、三年級兒童在圖畫題的能力表現和推理層次比語文題佳，五年級在不同符號表徵問題的能力表現無差異，同時，在圖畫/語文問題的能力表現和推理層次，隨年齡增加而提高，僅三、五年級在關係邏輯的圖畫題之能力表現無差異，本研究推測關係邏輯的圖畫題除了有圖畫的輔助，且與實際生活脈絡密切更偏簡單，大班的答對率已達 81%，三年級更達 91%，五年級而言可進步的空間有限。此外，本研究也發現圖畫會引發知覺反應，誤導兒童注意表面的線索，造成推理的限制，特別是圖畫對幼兒的助益較大，但也會引發知覺反應，此與 Wright 和 Dowker (2002)、Markovits 等人(1995)發現的圖畫效應相當一致。

表 8 不同年齡兒童在不同符號表徵問題得分之二因子混合設計變異數分析摘要表

分測驗	變異來源	SS	df	MS	F
三段論	受試者間				
	年齡組別(A)	460.08	2	230.04	67.13**
	群內受試	767.62	224	3.43	
	受試者內				
	符號表徵(B)	132.18	1	132.18	112.25**
	交互作用(A×B)	66.23	2	33.12	28.12**
	表徵×群內受試	263.77	224	1.18	
關係邏輯	受試者間				
	年齡組別(A)	462.38	2	231.19	150.98**
	群內受試	343.00	224	1.53	
	受試者內				
	符號表徵(B)	311.19	1	311.19	273.63**
	交互作用(A×B)	185.58	2	92.79	81.59**
	表徵×群內受試	254.75	224	1.14	

** $p < .01$

表 9 不同年齡兒童在不同符號表徵問題得分之單純主要效果分析摘要表

分測驗	變異來源	SS	df	MS	F	事後比較
三段論	年齡組別(A)					
	在 b1(圖畫)	88.61	2	44.30	19.26**	大班<三年級<五年級
	在 b2(語文)	437.71	2	218.85	95.15**	大班<三年級<五年級
	細格內誤差	1031.39	448	2.30		
	符號表徵(B)					
	在 a1(大班)	154.11	1	154.11	130.87**	語文<圖畫
	在 a2(三年級)	40.01	1	40.01	3.97**	語文<圖畫
	在 a3(五年級)	1.11	1	1.11	.94	
	表徵×群內受試	263.77	224	1.18		
關係邏輯	年齡組別(A)					
	在 b1(圖畫)	35.37	2	17.68	18.63**	大班<三、五年級
	在 b2(語文)	612.59	2	306.29	178.16**	大班<三年級<五年級
	細格內誤差	597.75	448	1.33		
	符號表徵(B)					
	在 a1(大班)	391.24	1	391.24	344.02**	語文<圖畫
	在 a2(三年級)	96.98	1	96.98	85.28**	語文<圖畫
	在 a3(五年級)	.53	1	.53	.47	
	表徵×群內受試	254.75	224	1.14		

** $p < .01$

表 10 不同年齡兒童在不同符號表徵問題之推理反應次數及百分比

分測驗	表徵	年齡組別	整合前提	部份前提	經驗反應	知覺反應	知識理解限制	無關反應	沒有反應
三段論	圖畫題	大班	67(11.4)	132(22.6)	237(40.6)	70(12.0)	22(3.8)	24(4.2)	32(5.4)
		三年級	237(38.0)	149(23.8)	154(24.6)	23(3.8)	16(2.6)	21(3.4)	24(3.8)
		五年級	359(59.0)	93(15.4)	85(13.8)	19(3.2)	16(2.6)	20(3.4)	16(2.6)
	語文題	大班	31(5.2)	69(11.8)	317(54.2)	0(0)	50(8.6)	51(8.8)	66(11.4)
		三年級	158(25.4)	175(28.0)	182(29.2)	0(0)	26(4.2)	44(7.0)	39(6.2)
		五年級	357(58.8)	95(15.6)	105(17.2)	0(0)	12(2.0)	21(3.4)	18(3.0)
關係邏輯	圖畫題	大班	122(20.8)	178(30.4)	193(33.0)	72(12.4)	0(0)	3(0.6)	16(2.8)
		三年級	401(64.2)	153(24.4)	46(7.2)	24(4.2)	0(0)	0(0)	0(0)
		五年級	469(77.2)	88(14.4)	18(3.0)	15(2.4)	2(0.4)	0(0)	16(2.6)
	語文題	大班	89(15.2)	138(23.6)	216(37.0)	0(0)	44(7.6)	20(3.4)	77(13.2)
		三年級	346(55.4)	122(19.6)	42(6.8)	0(0)	40(6.4)	25(4.0)	49(7.8)
		五年級	451(74.2)	76(12.6)	24(4.0)	0(0)	18(3.0)	19(3.0)	20(3.2)

註：()內為百分比，分母為題數 8 題×人數(大班 73 人，三年級 78 人，五年級 76 人)

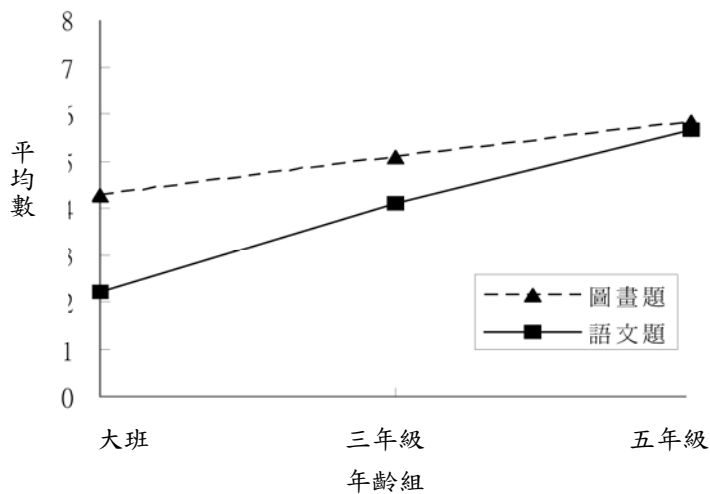


圖 6 不同年齡兒童在不同符號表徵的三段論問題之能力表現

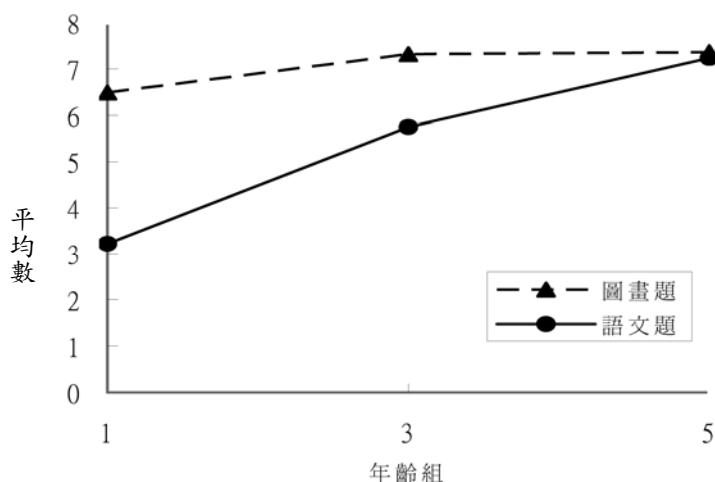


圖 7 不同年齡兒童在不同符號表徵的關係邏輯問題之能力表現

肆、結論

本研究參考心智模式的論點，探討不同年齡兒童解決「兒童邏輯推理測驗」的不同類型、難度和符號表徵問題，其邏輯推理能力表現與推理反應之差異，研究發現：(1)不同年齡兒童解決邏輯推理問題不受類型的影響，無論在三段論或關係邏輯問題的能力表現隨年齡增加而提高，其推理層次也隨之提昇，經驗反應減少，漸能整合前提正確推論，且所有的兒童解決關係邏輯問題比三段論問題的能力表現佳，前者推理層次較後者高。(2)不同年齡兒童解決三段論和關係邏輯問題受難度的影響，其在難度 I / 難度 II 問題的能力表現和推理層次，雖隨年齡增加而提高，但會因難度而有差異，且在難度 I 問題比難度 II 問題的能力表現佳，前者推理層次較後者高。(3)不同年齡兒童解決三段論和關係邏輯問題受符號表徵的影響，其在圖畫/語文問題的能力表現和推理層次，雖隨年齡增加而提高，但會因符號表徵而有差異，且在圖畫問題比語文問題的能力表現佳，前者推理層次

較後者高，惟年齡愈大受符號表徵的影響愈小，故五年級在圖畫/語文問題的能力表現無差異。

本研究從心智模式論點探討兒童邏輯推理能力之發展，茲將研究結果與心智模式論點之關係進行討論：(1)本研究發現不同年齡兒童解決「兒童邏輯推理測驗」的不同類型、難度和符號表徵問題，其能力表現與推理層次呈現向上發展的趨勢，惟受問題特性的影響，因此不同年齡兒童在難度 I/難度 II 問題、圖畫/語文問題的能力表現與推理反應會有差異，且關係邏輯、難度 I、圖畫問題的能力表現與推理反應，分別比三段論、難度 II、語文問題佳。本研究結果符合心智模式的論點，即學前至學齡兒童具有不同程度的邏輯推理能力，推測能依前提的內容建構類似於真實世界的心智模式，但會受本身認知容量或知識經驗之限制，問題的特性會影響心智模式的建構歷程(Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991; Moshman, 1997)。(2)本研究僅發現五年級在不同符號表徵問題的能力表現無差異，有關心智模式認為隨年齡增長認知容量和知識經驗逐漸擴展，邏輯推理能力呈現向上發展的趨勢，漸不受問題特性的影響 (Halford, 1993; Halford & Andrew, 2004; Markovits, 1993, 2000; Markovits & Barrouillet, 2002, 2004)，本研究僅驗證了符號表徵的部份，推測對五年級兒童而言，不確定結論和高複雜度問題的認知負荷過大，因此在不同難度問題的能力仍有差異，故無法驗證隨年齡增長漸不受難度影響，建議未來可將最大年齡組延伸至六年級繼續加以釐清與驗證。(3)目前國內少有研究探測幼兒邏輯推理能力，本研究發現幼兒能解決特定的邏輯推理問題，如在關係邏輯、難度 I、圖畫問題的答對率分別達 61%、71%-80%、53-81%，但易受到問題特性影響而呈現不穩定情形，不可否認地，幼兒的推理層次較低，常有經驗偏誤和部份前提反應，也較會引發圖畫效應，此結果與心智模式支持幼兒具有邏輯推理能力的論點相當一致(Dias & Harris, 1988, 1990; English, 1998; Markovits et al., 1995; Wright & Dowker, 2002)。

根據研究結果分別說明本研究的貢獻與價值，可作為未來認知發展與思考教學研究之參考：(1)鑑於國內少有研究探討學前至學齡兒童邏輯推理能力，本研究根據心智模式論點，嘗試透過不同特性的問題探知兒童真實的邏輯推理能力，除了採用邏輯推理研究常用的三段論、語文問題，更

納入關係邏輯、圖畫問題，並區隔不同難度問題，也考量兒童生活經驗的脈絡情境，研究結果發現學前至學齡兒童具有不同程度的邏輯推理能力，其能力表現與推理層次呈現向上發展的趨勢，惟受問題特性的影響會有差異，可提供國內對兒童邏輯推理能力的發展情形有初步的瞭解，並喚起對幼小兒童邏輯推理能力的研究課題重視。(2)本研究透過測驗得分的統計驗證，並將臨床晤談資料聚焦於推理反應的類型分析，研究結果有助於探知國內兒童邏輯推理能力的發展樣貌，但對於兒童推理心理歷程的瞭解仍有限，建議未來可繼續透過臨床晤談，深入解析兒童心智模式的建構歷程與機制。(3)本研究配合臨床晤談，分析幼兒至學齡兒童的推理反應，初步發現雖受問題特性影響，但都有運用「整合前提」進行推論的「潛能」，建議可針對不同年齡兒童選擇適合的問題類型、難度或符號表徵，以探測和激發其邏輯推理的最佳發展水準，例如幼兒在關係邏輯的難度 I、圖畫問題，除了常有經驗反應和部份前提外，整合前提也是主要的推理反應，可選擇這兩類問題進行試探，至於幼兒在三段論的難度 II 問題未有整合前提反應則較不適合。然而本研究僅由臨床晤談資料推測幼小兒童邏輯推理能力的延展性，建議未來需透過教學實驗進一步試探。

誌 謝

本研究承國科會專題研究計畫補助(NSC 89- 2413- H- 020- 008)特申致謝。

參考文獻

- 邱素真(民 85)。台北市國民中小學學生邏輯概念發展之橫斷研究。國立政治大學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 許天威、蕭金土(民 88)。綜合性非語文智力測驗。台北市：心理。
- 郭生玉、林來發、鄭英敏、方炎明(民 80)。羅斯認知能力測驗。台北市：教育局教師研習中心。
- 郭生玉、范德鑫(民 81)。國小資優生鑑定測驗。台北市：教育部訓委會。
- 陳雅惠(民 88)。從邏輯推理能力探討學生犯錯的成因—以對數解題錯誤為例。國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 陳建彬(民 91)。國民小學各學科評量與多元能力的灰關聯分析及數學學業的預測。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 張筱珊(民 93)。國小學童演繹邏輯推理能力之研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東市。
- 簡素真(民 81)。兒童條件式推理之研究。國立中正大學心理學系碩士論文，未出版，嘉義縣。
- 教育部(民 92)。九年一貫課程綱要。台北市：國民教育司。
- 江淑卿(民 89)。兒童演繹推理的學習潛能評估之歷程與效果研究。國家科學委員會專題研究計畫成果報告(NSC 89- 2413- H- 020- 008)。
- Andrew, G. (1996). *Assessment of relational reasoning in children aged 4 to 8 years*. Paper presented at the Biennial Meeting of the International Society for the Study of Behavioral Development. (ED 402 073)
- Andrew, G., & Halford, G. S. (1998). Children's ability to make transitive inferences: The importance of premise integration and structural complexity. *Cognitive Development, 13*, 479-513.
- Baroody, A. J., & Coslick, R. T. (1998). *Fostering children's mathematical power: A investigative approach to K- 8 mathematics instruction*. New Jersey: Lawrence.

- Bjorklund, D. F. (2000). *Children's thinking: developmental function and individual difference* (3rd ed.). Belmont: Wadsworth/ Thomson Learning.
- Roberge, J. J., & Craven, P. A. (1982). Developmental relationships between reading comprehension and deductive reasoning. *The Journal of General Psychology, 107*, 99- 105.
- Deloache, J. S., Miller, K.F., & Pierroutsakos, S. L. (1997). Reasoning and problem solving. In W. Damon (Ed.), *Handbook of Child Psychology* (5th ed.). New York: Wiley.
- Dias, M. G., & Harris, P. L. (1988). The effect of make-believe play on deductive reasoning. *British Journal of Developmental Psychology, 6*, 207-221.
- Dias, M. G., & Harris, P. L. (1990). The influence of the imagination on reasoning by young children. *British Journal of Developmental Psychology, 8*, 305-318.
- English, L. D. (1993). Evidence for deductive reasoning: Implicit versus explicit recognition of syllogistic structure. *British Journal of Developmental Psychology, 11*, 391-409.
- English, L. D. (1997). Interventions in children's deductive reasoning with indeterminate problems. *Contemporary Educational Psychology, 22*, 338-362.
- English, L. D. (1998). Children's reasoning in solving relational problems of deduction, *Thinking and Reasoning, 4*(3), 249-281.
- Ginsburg, H. P. (1997). *Entering the child's mind: The clinical interview in psychological research and practice*. New York: Cambridge University Press.
- Halford, G. S. & Andrew, G. (2004). The development of deductive reasoning: How important is complexity? *Thinking and Reasoning, 10*(2), 123- 145.
- Halford, G. S. (1993). *Children's understanding: The development of mental model*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Harris, P. L (2000). *The work of the imagination*. Oxford, UK: Blackwell

- Publishers Ltd.
- Harris, P. L. & Nunez, M. (1996). Understanding of permission rules by preschool children. *Child Development*, 67, 1572-1591.
- Hawkins, J., Pea, R. D., Glick, J., & Scribner, S. (1984). "Merds that laugh don't like mushrooms": Evidence for deductive reasoning by preschoolers. *Developmental Psychology*, 20, 584-594.
- Johnson- Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Johnson- Laird, P. N., & Byrne, R. M. (1991). *Deduction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Leevers, H. J., & Harris, P. L. (1999). Persisting effects of instruction on young children's syllogistic reasoning with incongruent and abstract premises. *Thinking and Reasoning*, 5, 145- 173.
- Markovits, H. (2000). A mental model analysis of children's conditional reasoning with meaningful premises. *Thinking and Reasoning*, 6 (4), 335-347.
- Markovits, H., & Barrouillet, P. (2004). Introduction: Why is understanding the development of reasoning important? *Thinking and Reasoning*, 10 (2), 113- 121.
- Markovits, H., & Barrouillet, P. (2002). The development of conditional reasoning: A mental model account. *Developmental Review*, 22, 5- 36.
- Markovits, H. (1993). The development of conditional reasoning: A Piagetian reformulation of mental models theory. *Merrill-Palmer Quarterly*, 39, 131-158.
- Markovits, H., Dumas, C., & Malfait, N. (1995). Understanding transitivity of a spatial relationship: A developmental analysis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 59, 124- 141.
- Markovits, H., Schleifer, M., & Fortier, L. (1989). Development of elementary deductive reasoning in young children. *Developmental Psychology*, 25,

787-793.

- Mayer, R. E. (1991). *Thinking, problem solving, cognition* (2nd ed.). New York: Freeman and Company.
- Mitchell, P., & Kikuno, H. (2000). Belief as construction: Inference and processing bias. In P. Mitchell & K. J. Riggs (Eds.), *Children's reasoning and the mind*. Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
- Moshman, D. (1997). Cognitive development beyond childhood. In W. Damon (Ed.), *Handbook of Child Psychology* (5th ed.). New York: Wiley.
- Muller, U., Overton, W. F., & Reene, K. (2001). Development of conditional reasoning: A longitudinal study. *Journal of Cognition and Development*, 2(1), 27- 49.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: The Council.
- Overton, W. F., Ward, S. L., Noveck, I. A., Black, J., & O'Brien, D. P. (1987). Form and content in the development of deductive reasoning. *Development Psychology*, 23, 22-30.
- Pears, R. & Bryant, P. E. (1990). Transitive inferences by young children about spatial position. *British Journal of Psychology*, 81, 497-510.
- Siegler, R. S. (1998). *Children's thinking* (3rd ed.). Englewood Cliffs, N J: Prentice-Hall.
- Wright, B. C., & Dowker, A. D. (2002). The role of cues to differential absolute size in children's transitive inferences. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 249- 275.

The Study on Development of Children's Logical Reasoning Ability from Mental Model's Perspective

Shwu-Ching Jiang^{*}

Abstract

The purpose of this study was to explore the difference of logical reasoning ability and responses to different type, difficulty and symbolism of tasks at kindergarten and primary children, based on the perspective of mental model. The Logical Reasoning Test for Children and clinical interviews were conducted with 227 children. This test was consisted of two subtests of syllogisms and relational logic included figural and verbal items of two level of difficulty. Two- way mixed design analysis of Variance was used to verify the difference of ability. Interview data were analyzed by reasoning responses. The results of this study indicated: (1) The different age children's abilities of logical reasoning were not affected by the type of tasks. The older children's abilities and responses of solving the entire logical reasoning tasks were better than younger children's. Children's abilities and responses of solving the relational logic tasks were better than syllogisms tasks. And (2) the different age children's abilities and responses to syllogisms and relational logic were

* Associate Professor, Department of Child Care, National Pingtung University of Science and Technology

affected by the difficulty and symbolism of tasks. The older children's abilities and responses of solving the the difficulty I / difficulty II tasks or figural / verbal tasks were better than younger children's. The different age children's abilities and responses of solving the difficulty I or figural tasks were better than difficulty II or verbal tasks, but the older children's abilities were less affected by the symbolism of tasks.

Keywords: mental model, syllogisms, relational logic, logical reasoning, clinical interview.