

布魯納理論應用於中小學生 認知學習的成效研究

陳 李 綱

本研究利用自編的認知表徵能力測驗，分別測量中小學生的動作表徵、影像表徵與符號表徵等三種認知表徵能力，藉以驗證布魯納認知發展理論的正確性及其在我國實際應用的可能性。

本研究所使用的認知表徵能力測驗，是研究者根據布魯納的認知發展理論而設計。內容包含數學、物理、化學、生物及地球科學等方面教材；每一試題均同時包含三個子題，分別代表動作表徵、影像表徵及符號表徵材料。為避免在測驗中產生學習起見，測驗實施時，每一試題的三個子題均先呈現符號表徵材料，再呈現圖片材料，最後再呈現實際操作性材料。

為比較不同性別、年級國小學生表徵能力差異，以北市國小三至六年級學生共 160 名（男女各半）為受試，接受認知表徵能力測驗。以二因子多變項變異數分析、二因子重覆量數變異數及趨向分析處理資料的結果發現：國小男女生的三種認知表徵能力有顯著差異。各年級學生皆為動作表徵能力最高，影像表徵能力次之，符號表徵能力最低。年級愈高，三種表徵能力也愈高。

為比較不同性別、年級國中學生表徵能力差異，則以北市國中一至三年級學生共 120 名（男女各半）為受試，接受認知表徵能力測驗。以二因子多變項變異數分析及二因子重覆量數變異數及趨向分析處理資料結果發現：國中男女生的三種認知表徵能力並無顯著差異。各年級學生三種能力也無差異存在。惟各年級學生在符號表徵能力的差距最大，在動作表徵能力的差距最小。

為探討不同智力組認知表徵能力差異，以北市及北縣國小啟智班、普通班及資優班四年級生及國中益智班學生各 40 名為受試，分別接受認知表徵測驗，以單因子多變項變異數分析處理，結果發現：資優生的三種表徵能力皆優於普通生及智能不足生。各組學生的三種表徵能力，皆以動作表徵能力最高，其他依次為影像表徵能力與符號表徵能力。

為探討不同教學策略效果，以北縣國小五年級學生 150 名為受試，隨機分成三組，每一組受試皆以個別方式接受不同教學策略，然後再接受認知學習測驗。所得資料以單因子單變項變異數分析處理。結果發現：「先動作而影像而符號」教學策略組的認知學習效果優於「先影像而符號」組與「符號」組。此項結果表示先給受試實物操作，再呈現圖片，最後呈現符號材料的教學效果優於先呈現圖片，再呈現符號材料的教學效果，更優於只呈現符號材料之教學效果。

為探討加速學習可行性，以北縣國小四年級學生共 48 名為受試。研究結果發現接受「先動作而影像而符號」加速學習組學生的認知學習效果優於未加速學習組學生。同時為進一步探討加速學習是否因年級不同而有所不同，再以北市國小四年級和五年級學生各 96 名為受試；結果發現：雖然四年級及五年級學生皆以「先動作而影像而符號」組認知學習效果最佳，以「先影像而符號」組次之，以「符號」組學習效果最差，但是，年級與教學策略之間有交互作用效果存在。表示四年級學生與五年級學生在各種教學策略間差距有顯著不同，其中以五年級學生的各種教學策略之間的差距顯然大於四年級學生在各種教學策略的差距。

一、研究動機及目的

布魯納 (J.S. Bruner) 在一九六〇年所發表「教育的過程」一書中，提出「結構」、「發現」等概念，使得認知發展的研究，深受人們的重視，更對課程計畫的改革產生重大的影響。尤其是他的一項假說：「任何學科的主要概念都可利用某種心智上真實的方式，有效的教給任何發展階段的任何兒童」影響更大。在此一假設中，布魯納主張認知發展與教學方式息息相關。他認為教師只要選取適當的教材，重新用學生可以瞭解的語言予以改編，使它們配合學生的認知發展水準和順序，則能促使學生學會教材所含的基本概念。在1965年出版的「心靈的成長」一書中，他也一再強調「教育」與兒童認知發展有密切的關係。由此反映出布魯納對教育的功能與力量，持着相當樂觀的看法。

近年來，有關認知發展的研究，不論國內外著作，大都偏重於以皮亞傑 (J. Piaget) 的認知理論為出發點，強調兒童的認知發展分為「感覺動作期」、「前操作期」、「具體操作期」，及「形式操作期」等四個階段，並強調以年齡來劃分認知發展的階段。各個發展階段之間具有層次之分，前一階段的結構必須統整於次一個階段的結構中；前一階段發展完成後，才能發展下一階段。因此各階段的發展受年齡的限制。但却很少提到「教育方法」對認知發展的幫助，而只強調教學必須根據學習的發展狀態。這種注重「發展」重於「教育」的看法，與布魯納強調教育的力量可以促進學生認知能力的觀點迥然不同。

布魯納將兒童的認知發展分為「動作表徵」、「影像表徵」、及「符號表徵」三期。動作表徵期兒童透過動作和實際實物操作方式，了解周圍的事物。影像表徵期的兒童，透過圖片等在感官中留下影像而獲得學習。符號表徵期兒童可以透過語言和抽象化符號了解事物。布魯納認為這三種表徵期的劃分，主要在認知能力與內涵結構化的發展，而不在於階段的明確劃分。布魯納認為：教師只要利用適合於學生認知表徵方式呈現教材，例如先以具體的動作表徵方式呈現教材，再以影像表徵呈現同一教材，最後，學生對於抽象的符號教材概念也能了解。因此，本研究認為如何在實際的教學情境中，設法安排有利於學生發現的各種情境，讓學生發現教材所涵蓋的基本概念，獲得真正的學習，是值得研究和重視的問題。

我國中小學生的數理教育，常因聯考升學壓力的影響，趨於對課文或符號的強記和死背，因此學生的數理科目成績普遍低落，而且缺乏學習動機。根據 Bulter, Wern & Banks (1970) 研究指出數學、物理等科目是研究自具體世界的許多特殊事物中抽象化出來的秩序和形式的學問，因此數理科目之教材較為抽象，學生若想真正獲得概念和意義，必須透過實際操作和推理思考的歷程。國內學者 (林邦傑，民70年；吳武雄，民70年) 曾指出我國國中學生，大多數皆未達形式操作期，未具有形式操作之概念。若根據皮亞傑的觀點言，國中生適值十三歲以上，即應進入形式操作期；而為何我國國中生多數皆未達形式操作階段？這可能是因為國中的教學過程偏向於抽象化的符號教學，而且教師未能了解學生真正的認知發展能力，提供具體有效的教學方式，以致於學生仍然未能達到形式操作期。因此，如何幫助教師瞭解學生的認知發展能力，提供具體有效的教學策略，將是值得重視的問題。

目前國內有關測量兒童認知能力的工具一直很缺乏，有關的認知發展研究大都採用類似皮亞傑式的研究及設計，藉以探討學生的認知發展是屬於「感覺動作期」、「前操作期」、「具體操作期」或「形式操作期」中那一階段。但是以布魯納的認知理論為基礎而建立的認知發展工具至今仍未付闕如。因此本研究認為建立一套完整的認知表徵能力測驗，能同時包含數理等科目的教材，由淺而深，使每一題測驗能同時以動作、影像及符號三種表徵方式呈現，藉以評量學生的三種認知發展能力，提供教師作為教學策略參考，將有助於我國中小學學生教學及自然科學教育之推展。

因此，本研究以布魯納的認知發展理論為基礎，先編製一套適合我國小學生能適用的認知表徵能力測驗，測驗內容包含數學、物理、化學等方面教材，每一試題能同時以動作表徵、影像表徵及符號

表徵三種材料呈現，分別測出學生的三種認知表徵能力。然後藉此測量工具來探討布魯納認知理論的正確性及其在我國實際應用的可能性。

因此，本研究的目的有下列五個：

- (一) 比較不同性別、年級的國小學生三種認知表徵能力的差異。
- (二) 比較不同性別、年級的國中學生三種認知表徵能力的差異。
- (三) 比較智能不足生、普通生與資優生三種認知表徵力差異的特徵。
- (四) 探討不同教學策略對國小學生認知學習效果的影響。
- (五) 探討加速學習對促進國小學生認知學習效果的可能性。

二、有關的理論基礎

有關中小學生的認知發展研究，近年來已有很多學者專家從 Piaget 認知發展論的觀點來探討、分析及研究。但是以布魯納認知發展觀點來研究者却很少；筆者曾於民國70年至73年陸續以布魯納認知理論為基礎，探討我國小學生的認知發展情形，從研究中，益發覺布魯納認知理論對中小學生認知學習教育的重要性。因此，本研究希望藉着布魯納認知發展理論，說明教育與認知發展的關係，並闡明年級、性別、智力及認知發展的關係。並進一步說明在配合學生認知能力下，加速學習的可行性。因此，有關本研究的理論基礎可分為五部分來說明：

(一)布魯納與皮亞傑認知發展觀點的探討：布魯納認知理論，深受當代發展心理學家 Werner 及 Piaget 的影響。布魯納對人類認知心理學的研究，多年來曾從知學、推理思考、認知表徵、教育及嬰兒期的動作發展技巧等領域加以探討。其實他最終目的在探討最有效的教育方式，以促進個人智能的最大發展。布魯納認知理論中重要的觀念包括：

1. 認知發展的意義：

布魯納對人類認知發展研究導源於種族演化及文化傳遞研究。他認為人類的認知發展是從內外兩種歷程引導出來的。人類的知覺、推理、思考、技巧是一種內向的心理歷程；而教育是在轉化知識，引導個人改變，是一種外向的歷程。但是，介於內外歷程間尚有一種內在模型 (internal model)，即表徵系統 (system of representation)。表徵系統是指個人面對外界事物時，所使用的一套法則 (Bruner, 1973)。他認為人類具有三種認知模式 (model)，即「動作表徵」 (enactive representation)、「影像表徵」 (iconic representation) 及「符號表徵」 (symbolic representation)；此三種表徵並代表着認知發展的三個階段。布魯納認為這三種表徵系統是平行並存的，但也具有獨特性，三者之間是互補的，而非取代。從「動作表徵」進入「須像表徵」時，動作表徵認知功能仍然存在，而在「符號表徵」階段中，也包含許多行動及影像的認知方式。這種特質即為階層統整性 (hierarchical integeration)，是指較高階段的發展特性會含攝或綜合了較低的發展特性在內。然而布魯納却強調三個認知表徵方式的劃分，主要在於認知能力與內涵結構化發展，並不在於階段的明確劃分 (Bruner, 1973)。

2. 認知發展與智能成長關係：

布魯納在教育的關聯性 (The Relevance of Education, 1973) 一書中說明智能的成長不是平平穩穩的擴展，而是以快速成長的進進，然後又固定下來，每一次的進進都包含智慧能量的出現，這些能量是兒童所必須先具備的，然後才能繼續發展下去。

另外，布魯納在邁向教學理論 (Toward a Theory of Instruction, 1966) 一書中亦提及智能成長過程中，包含由外而內，經由行動的、影像的、符號的三種認知方式，內化外界事物而拓大個人的認知能力，因此環境能改變智能成長。

由此可見，布魯納相信認知發展與智力關係密切，智力的發展是個人認知外界事物時所使用的知

識。使用的知識愈精熟，個人智力發展愈佳。

3. 認知發展與教育關係：

布魯納認為人類是經由文化而發展心理能力，而文化的傳遞與繁殖必須藉着教育來發展。教育是在尋求發展心靈能力及敏感性。教育具有雙重任務：一方面是將人類文化累積的知識、型式和價值的一部份，傳遞給個體；另一方面教育在促進個人智能發展。因此，他認為智能發展的過程及教學有密切關係。

在不同的文化環境中，個人的思考模式便有所不同。簡單的社會中，語言、符號、價值等運用較少，個人智能上也較簡單；但是，在今日高度技術性社會，需要高度的智能，所要求的「符號表徵」相對地提高，文化累積的遺產，必須經由教育方式而傳遞給個人，因此布魯納認為智能的發展，可以透過教育力量，加速其成長。(Bruner, 1960)

布魯納對於教育的主張，強調教師使用教學方法，應鼓勵學生主動參與學習；教師應充分利用學生內在學習動機，鼓勵從事直覺思考，並透過發現學習的方式，使學生獲得最大學習遷移能力。(Bruner, 1960)

4. 認知發展與課程組織關係

布魯納認為教育與認知發展能力有密切關係；同時他強調教育及教學必須透過課程組織，教材結構發揮功能。因此他強調要協助個人智能充分發展，必須靠教育；而教育要發揮成效，必須重視課程組織。所以他一再強調課程的內涵，須根據認知發展理論、教材結構及教學方法而設計。

另外布魯納也重視教材結構問題，他認為教師設計的教材結構應利用學生能了解的認知方式，才能促進個人的認知發展。教師的教學方式應配合兒童認知發展，才能促進學習的效果。

布魯納對課程組織，提倡螺旋式課程 (spiral curriculum)。他認為螺旋式課程必須考慮三個因素：(一)對於兒童認知發展的了解；(二)教材是否能適當轉化成學生能理解方式；(三)教學方式應配合兒童認知發展 (Bruner, 1966)。因此，布魯納倡設螺旋式課程，主要在申論上述的著名假設，並強調加速學習可促進兒童認知發展。

綜合上述理論的重要觀念，可了解布魯納對認知發展理論有其獨特見解及精闢的看法，對教育、教學及課程改革具有重大的意義。

5. 布魯納與皮亞傑認知發展最大差異之探討

布魯納的認知發展觀點與皮亞傑「發展認識論」有許多共同觀點，但二者對於發展階段的劃分及主張有極大不同；皮亞傑從自然發展論觀點支持學習準備度，而布魯納則較傾向於從引導發展論觀點支持加速學習。

Tyler (1964) 將學習準備度定義為個人在從事一種學習活動，必須先具備生理的成熟、心理的成熟及學習心向等三個條件。(梁恒正，民64年)

布魯納認為認知成長與學習準備度並不是自然成熟的結果，它必須靠外在力量，如教育來引導其發展。他相信教師只要依照兒童的認知發展順序，由動作表徵而影像表徵，最後符號表徵方式，有系統地引導學生通過這些階段，不必坐等成熟或年齡來臨而教學。換句話說，學習準備度是「教導」出來的。布魯納甚至認為教師若消極等待兒童的成長進入學習準備的程度才施教，這是一種教育的浪費 (Bruner, 1966)。

皮亞傑則認為兒童的發展階段具有固定不變的順序，各個發展階段之順序不可跳級，教學應根據學習者發展狀態，配合兒童的認知發展階段；兒童的認知發展未達到某一水準，教師不可逾越，提早加速其發展到另一階段。(Piaget, 1958)

由此可見布魯納認為「環境」、「教育」重於「成熟」，而皮亞傑則重視「成熟」及「自然本質」。二位學者的論調，引起後來學者的相互爭論，孰是孰非至今未有定論。

(二)國內外認知發展研究探討

有關認知發展的研究，自1960年後，國外認知發展研究分為二類：一為皮亞傑式認知發展，一為布魯納式認知發展研究，而大多數研究皆傾向於皮亞傑式認知發展研究，至於布魯納式認知發展研究則較少。

國外有關皮亞傑式認知發展研究不勝枚舉，例如 Higgings, Trenk, & Gaité, (1971); Howe, (1974); Nordland, (1974); Renner & Stafford, (1972); Lawson & Blake, (1974); Juraschek, (1974); Sheehan, (1970) 等人皆以皮亞傑的認知理論為出發點，藉以探討受試者的認知發展階段，結果皆有一致看法：美國人在20歲以下，很少達到形式操作期。Chiappeta (1976) 分析過去的文獻資料發現美國中學生停留在具體操作期者，七、八、九年級學生佔77至83.4%，高中生則佔22%至85%，大學生佔0%至52%。由此可見，美國中學生，有半數以上學生尚未進入形式操作期，與皮亞傑最初觀點，形式操作期者在14歲以上即可發生並不符合。此種結果顯然說明認知發展不受年齡絕對限制。

國內有關認知發展的研究正在發展中，但大多數的研究亦以皮亞傑式認知發展為主。蘇建文氏(民62年)曾研究5歲至11歲兒童各種保留概念的發展順序，結果發現我國兒童認知發展階段順序與皮亞傑之研究符合，但國內兒童的發展年齡有遲緩現象。劉錫麒(民63年)亦以個別方式進行皮亞傑式實驗研究，以評定兒童認知發展之階段。結果發現我國兒童各種具體保留概念發展順序與皮亞傑研究大體一致，年齡愈大兒童保留認知能力愈高。但是因個別式實驗，除實施者必須接受長期訓練外，在器材、人力及時間上較不經濟；因此近幾年來有多位學者皆以團體施測方式進行皮亞傑氏認知發展之測量。如林邦傑氏(民70年)根據 Sheehan (1970) 編製之測驗修訂一套團體式皮亞傑式紙筆測驗，藉以探討國中及國中生具體操作期、形式操作期與傳統智力之研究。結果發現我國國中與高中生的形式操作期和傳統智力隨年級遞增，但是具體操作在國中及高中階段，已不再有多大發展；同時亦發現我國國中生及高中生尚有多人未進入形式操作期。

又如黃惠玲(民69年)亦以皮亞傑式測驗探討形式操作階段的理論及測量研究。吳武雄(民70年)亦以類似 Lawson(1978) 設計之皮亞傑氏團體測驗，進行探討國中生認知發展與科學、數學課程學習之相關研究。結果發現在283位受試中，只有35.69%學生進入具體操作期，有53.36%學生列為過渡期，10.95%學生認知能力達到形式操作期。形式操作期學生，對科學及數學課程的學習興趣比未達形式操作期的學生為高。而且形式操作期學生，對科學及數學課程的學習成效比未達形式操作期的學生為佳。湯清二(民68年)以研究高中生具體操作及形式操作之推理能力，結果發現達到形式操作期的高中生只佔32%至38%。民國69年，他又研究高中、高職學生認知推理能力，結果顯示高中生認知發展能力，達形式操作期佔20%至22%，而且普通高中一年級學生之認知能力較高職生為高。李銘正氏(民68年)研究國民中、小學自然科學實驗課程對學生認知能力之影響，其結果顯示學生的認知能力隨年齡而增進，但因性別而異。同時亦發現國小自然科實驗課程確能促進學生認知能力發展。此項研究結果亦反映出呈現具體與實際操作方式之教學法，對學生之認知能力有極大幫助。

另外黃曼麗(民69年)研究國中二、三年級學生具體操作與形式操作之推理能力，結果發現國中二、三年級學生之認知發展在具體操作期佔20%至38%，而達形式操作期者在5%以下。黃氏認為大多數國中生認知發展均在具體操作期及過渡期，因此國中生仍須透過具體的實物，才能有效的學習。由此可見，以動作、影像而符號表徵式的教學仍應適用於國民中學學生。

陳英豪、吳裕益(民70年)亦以皮亞傑式研究編製一套「青少年認知發展測驗」，著重於認知測驗本身之探討，但二位學者認為團體式認知發展測驗最大困難，是無法提出劃分階段的理論基礎(陳英豪，民71年)。因此有關皮亞傑式團體認知發展測驗仍有許多缺點尚待改進。而綜合上述之國內外

皮亞傑式之認知發展研究，所使用之測量工具，大都是因各人研究方向及材料，測驗方式而有不同結果；由此可見，皮亞傑式研究至今仍未有一套完整、且可明確劃分發展階段之測驗，因此建立一套完整、標準化認知發展測驗仍屬必要。

又從上述研究中，可發現以皮亞傑式認知發展階段劃分方式，我國國中學生以未達形式操作期者佔大多數，甚至高中生、大學生亦如此。因此這可能是由於我國數理教育及教材過於抽象，教學方式無法配合學生認知結構，導致學生未能真正獲得概念。然是否如此，則有待進一步研究及探討。

以布魯納式認知發展研究之模式，大都偏重於表徵方式及教材結構之效果研究；如 Shulman, (1968) 引用布魯納認知發展的表徵方式，設計數學上二次方程式及天平問題探討數學分配律等。他以具體材料呈現，由受試操作，結果發現兒童不但學會有關的二次方程式概念，而且並發現其間的關係。另外梁恒正氏(民64年)的「布魯納認知論在課程組織中的應用」一文，以歷史研究法，詳細闡述布魯納的認知理論的重要概念及對課程組織的影響與應用。另外以林清山(民65年)在「科學教育的心理基礎」一文中，以心理學基礎談布魯納認知論對科學教育及課程之貢獻與意義。對布魯納在「教育的過程」一書中，提出的「結構」及「發現教學法」以實際例子，詳加敘述其觀點及意義。另外楊榮祥(民72年)在探討科學教育方法之理論與實際中，以生物學觀點說明布魯納的概念發展模式。

然而，上述之研究只以理論探討方式進行布魯納認知發展之研究，至於以實驗方式進行之研究，在國內尚付闕如。本研究者曾於民國70年及71年，陸續以布魯納認知發展論觀點，設計一套認知表徵方式測驗，同時以動作、影像及符號的方式呈現材料，以研究「學習材料具體化程度與兒童認知發展之關係」及「資優兒童與普通兒童認知發展之比較研究」。結果發現不論普通或資優兒童，其認知發展仍以「動作表徵」方式最易獲得學習，「影像表徵」方式次之，而「符號表徵」方式最不易獲得學習。另外研究者嘗試以布魯納設計之方程式問題，以動作操作，繼之呈現影像材料教給資優學生，結果發現他們不僅學會二次方程式，同時能舉一反三，了解其間的原則。由此更顯示布魯納認知發展理論對教學及教材之改變具有重大意義及貢獻。所以更激發研究者繼續探討學生認知發展問題，並設計一套完整、符合中小學生認知結構之測驗，藉以研究中小學生之認知發展階段，提供教師教學之參考，作為改進教材及課程改革之參考。

(三)年級、性別及智力與認知發展關係研究探討

就年級與認知發展關係言，Piaget (1964) 的認知論中強調兒童的認知發展階段受年齡之限制，年齡愈小，認知發展階段愈低。Piaget (1970) 又就實際年齡與認知發展之關係做過說明：「認知發展階段與階段間的前後次序雖是固定不變的，但是兒童通過每一階段的年齡，隨着社會環境的不同，可能有很大差異。在缺乏刺激和活動情形下，前面的感覺動作期、前操作期及具體操作期都可能遲緩下來，有的甚至永遠無法達到形式操作期。」由此可見皮亞傑認為年齡(年級)與認知發展有關係。

國內林邦傑氏(民70年)在探討國中及高中學生具體運思、形式運思與傳統智力之研究中，亦發現我國國中及高中學生的形式運思和傳統智力隨年級遞增。其研究結果亦認為年級與認知發展有密切關係。另外，李銘正(民68年)探討「國民中小學自然科學實驗課程對學生認知能力之影響」研究中，亦說明學生認知能力隨年齡而增進。換言之，年級與認知發展有關係。

本研究者曾於民國70年、71年陸續探討認知發展有關研究，結果發現不論普通兒童或資優兒童，其認知表徵能力都隨着年級增高而遞增。

然而布魯納認為認知發展不受年齡的絕對限制。他認為認知能力的發展具有起伏性質，各階段發展並不明確與年齡牽連在一起，環境可使發展順序延緩和加速。(Bruner, 1973)

有關性別差異的研究有很多，有的學者從社會行為去探討，有的從情緒方面研究，有的從智力方面研究。Eleanor & Carol (1974) 搜集兩千多篇有關性別差異的研究，綜合出對目前性別差異的

一致性看法：男孩比女孩空間知覺能力佳，女孩則普通語文能力優於男孩；男孩的數學能力優於女孩。由此研究中說明男女生在各方面的差異因研究性質而有不同。

一般研究男女生認知發展能力之差異較少，而却有許多學者致力於研究男女生的智力發展問題，如 Terman, 1916; MacMeeken, 1939; Anastasi, 1958 等人研究却發現在同文化環境長大的男女生，在普通智力上並無顯著差異。

從認知發展研究探討性別差異者，多從討論語言能力與邏輯推理發展方面去研究。如 Almy (1966) 研究指出女生語言發展較快，可能使保留概念認知發展早於男生。而男生在數理方面的發展優於女生。

根據 Fogelman, 1970 研究指出在實驗情境下，由實驗者操縱情境，受試觀察，則女生認知發展優於男生。相反的，則男生優於女生。換言之，男生透過動作操作後，其認知發展優於女生，女生則透過影像表徵方式，其認知發展優於男生。此研究性質與本研究所欲探討之問題有相似之處，然而此研究偏重於以皮亞傑式之認知方向進行的。

另外 Graves, (1972) 和 Dorsey (1972) 研究男女生保留概念之比較中，發現愈複雜的邏輯操作的保留概念實驗中，以男生的認知發展優於女生。

但是有些研究亦提出性別間在認知發展上並無差異（如湯清二，民68年；李銘正，民68年，黃曼麗，民69年）。

綜合上述各學者的研究發現，男女生的認知發展依各項實驗內容及性質不同，研究結果亦不同。因此本研究中將性別列為自變項，以探討男女生的認知發展能力之差異性。

有關智力與認知發展關係之有關研究中，布魯納相信認知發展與智力關係密切，智能成長必須靠個人對外界事物的認知與經驗及知識，智力愈高，個人對外界事物的認知能力愈高 (Bruner, 1973)。

皮亞傑理論中亦強調智力與認知發展有密切關係。另外 Verizzo, (1970) 發現高智商兒童的認知能力比普通智商兒童者更早進入較高階段的發展。

本研究者曾在一項「學習材料具體化程度與兒童認知發展的關係」研究中發現高智商兒童的符號表徵、影像表徵及動作表徵等三種能力皆優於低智力兒童。(陳李綱，民70年)。另外在「資優兒童與普通兒童認知發展比較研究」中，發現同樣結果：資優生的認知表徵能力皆優於普通生，而且資優生與普通生在三種表徵能力之間差距有顯著不同。(陳李綱，民71年)。從這二項研究結果發現智力與表徵能力之間具有某種關係存在。不同智力的學生在表徵能力上有何特殊的差異存在，是研究者想探討的問題。

有些研究（如林邦傑，民70年）指出中學生的認知發展能力與傳統智力商數有密切關係，但却有些研究如 (Beard, 1960; Dodwell, 1960, 1962) 發現智力與認知發展相關很低。有些研究只證實智力與某些認知發展能力有關，有些則無關。如 Devries, (1974) 利用兒童的一些智力測驗上成績和在幾個皮亞傑式測驗上成績進行因素分析，結果發現有些皮亞傑分測驗與傳統智力有重疊現象。

認知發展能力與智力相關高低，有時可能受測量工具之影響。一般心理測驗或智力測驗可能偏重於量的分析，但認知發展能力較偏於質的分析及發展階段 (Hunt, 1961, Elkind, 1968)，因此研究結果會有不同解釋。

(四)教學策略與認知學習研究之探討

Cronbach & Snow (1969) 提倡 ATI (Aptitude-Treatment Interaction) 理論後，引起教學心理學者重視性向與教學處理的交互作用。此種 ATI 方式的教學策略基本原則認為某種教學措施或教學策略的決定，應該根據學習者在學習前的性向及能力有所了解及分析，然後再與學生的能力及性向配合，施以某種教學策略。ATI 理論在早期研究中，性向及能力的變項多偏向於利

用智力測驗或性向測驗等有關能力測驗加以分類。但認知心理學派興起後，近年來 ATI 理論使用性向及教學處理方式已轉移了變項，研究方向偏重於認知能力、認知型式的探討。例如 Paivio, (1969)，曾經採用空間操作測驗和有關影像的問卷將學生區分為高低影像能力組，他們發現高影像能力組學生對影像和文字的配對聯結測驗比低影像能力組學生有較快的反應。

另外 Gange & Gropper (1965) 曾研究高低影像及文字組學生使用不同教學策留之學習比較，結果顯示高影像能力的學生以圖像的教材設計，學習較有利；高文字能力的學生以文字的教材設計，學習較有利。

由上述二項研究說明教學應先了解學生的認知能力及發展，然後配合適當教材方法，提供有利學習情境，讓學生獲得最佳學習。此種說法與布魯納對教學的重視了解學生認知發展、教材結構配合學生認知發展、教學方法配合學生認知方式等說法有一致看法。由以上結果可發現：不同教學策略與認知學習之間可能具有某種關係存在，值得去探討及研究。

(五) 加速學習研究之探討

支持加速發展個人認知能力之研究者很多，例如 Hunt, (1961) 在「智力與經驗」(Intelligence and Experience) 書中曾提及兒童的智能發展，可透過加速學習而增加。Hunt 甚至在十五年後之研究亦堅持此項研究 (Pines, 1979)。Inhelder, Sinclair & Bovet (1974) 研究結果顯示兒童的認知推理能力可透過加速學習而增進。Danner & Day (1977) 研究發現利用類似形式操作能力之訓練方法，可以誘發受試形式操作概念。Thomas, Dudley, Carolyn, Susan, John & Charles (1981) 研究證實短期概念訓練及操作加速訓練可助長兒童解決問題能力及認知能力。另外 Brainerd & Allen, (1971); Case, (1974); Siegler & Atlas, (1976); Siegler & Liebert, (1975); Siegler, Libert & Libert, (1973) 等研究皆指出青春前期學生加速其認知學習，可促使受試提早進入形式操作期。Lovell (1966) 研究英國13至15歲輕度智能不足兒童，發現智商在75至85間兒童，以具體動作及實際操作方式予以加速訓練，可以促進其提早進入具體操作期。

綜合上述之研究，支持「加速學習」研究者皆強調以提供兒童或受試能了解方式，進行加速學習及訓練，將促進他們的認知發展。

(六) 不支持加速學習之研究

支持皮亞傑式認知發展觀點中的「預備狀態」及「成熟」等說法者，國內外有很多研究。例如 Sigel & Cocking (1977) 研究指出特殊訓練模式，並無法加速兒童認知發展及能力。Elkind (1976) 研究指出加速學習方式與兒童認知發展能力有關。認知能力高者，加速學習也許有效。但認知能力低者，加速學習根本無效。另外如 Bredderman, (1973); Howe & Mierzwa, (1977); Kuhn, (1976); Kuhn & Brannock' (1977); Lawson & Wollman, (1975); Linn, Chen & Thier, (1977); Linn & Thier, (1975) 等研究中皆未能證實加速訓練及學習對形式操作能力之促進。

綜合二派學者，對加速學習看法的不同，可見得加速學習的成效如何，至今仍未有一致看法，有待於學者進一步之探討及研究。

三、研究問題

根據本研究目的及有關理論和文獻探討的結果，本研究擬探討下列五個研究問題：

1. 是不是國小男女生的三種認知表徵能力有所不同？是不是國小各年級學生的三種認知表徵能力亦有所不同？
2. 是不是國中男女生的三種認知表徵能力有所不同？是不是國中各年級學生的三種認知表徵能力也有不同？
3. 是不是國小智能不足生、普通生與資優生的三種認知表徵能力有所不同？是不是智力與三種

表徵能力之間具有交互作用存在？亦即，是否各組學生的動作表徵能力無差異，而在符號表徵能力有顯著的差異？

4. 是不是以「先動作而影像而符號」的教學策略，其認知學習效果優於「先影像而符號」的教學策略或優於直接以「符號」的教學策略的認知學習效果？
5. 是不是使用高年級以上數學教材，而施以「先動作而影像而符號」的加速學習，對國小四、五年級學生的認知學習有促進作用？

四、名詞詮釋及操作型定義

茲將本研究中所涉及的重要名詞與研究變項的定義，先以概念性定義界定，再以操作型定義界定之。

(一) 認知表徵能力

根據布魯納認知發展理論的觀點，一個人的認知表徵能力是指個人面對外界事物時，所使用的法則和能力 (Bruner, 1973)。他認為個人的認知發展分為動作表徵期、影像表徵期及符號表徵期三階段，每個階段代表一種認知方式；而且每個人都具有動作表徵、影像表徵及符號表徵三種能力。在本研究中，是指受試在認知表徵能力測驗中所得到的動作表徵、影像表徵及符號表徵三種分數。三種分數愈高，表示認知表徵能力愈高。

(二) 動作表徵能力

根據布魯納認知理論，個人的動作表徵能力是指個人能透過實際動作及操作方式，認識外界事物。他認為「動作表徵」具有行動的指導，並非只是簡單的行動；對於外界事物的認知，也不是刺激與反應的聯結而已 (Bruner, 1966)。在本研究中，動作表徵能力是指受試在認知表徵能力測驗中，從實際材料和動作操作部份所得到的動作表徵分數，分數愈高，代表動作表徵能力愈高。

(三) 影像表徵能力

布魯納認為影像表徵能力是個人透過視覺、聽覺及留在感官上的影像認識外界事物。這種能力的獲得是間接的方式 (Bruner, 1966)。在本研究中，影像表徵能力是指受試在認知表徵測驗中，透過圖片材料部份所得到的影像表徵分數，分數愈高，表示影像表徵能力愈高。

(四) 符號表徵能力布魯納認為個人的符號表徵能力是經由語言文字或抽象符號的媒介，而認識周圍事物和外在世界的能力 (Bruner, 1966)。在本研究中，符號表徵能力是指受試在認知表徵能力測驗中，從抽象符號材料中所得到的符號表徵分數，分數愈高，代表符號表徵能力愈高。

(五) 資優生

根據我國資賦優異學生的鑑定，以在我國第四次修訂「比西量表」上分數來表示，離差智商在130以上，且適應能力佳，反應靈敏，語文表達能力佳及各方面表現良好之學生。在本研究中，資優生是指國小四年級資優班學生。

(六) 普通生

在本研究中，普通生是指國小普通班四年級學生，智力中等者。

(七) 智能不足生

根據我國智能不足學生的鑑定，以在我國第四次修訂比西量表上分數來表示，離差智商在70以下，且適應能力欠佳，反應遲緩，語文表達能力欠佳的學生。在本研究中，智能不足生是指國小啟智班四年級以上學生及國中益智班學生而言。

(八) 教學策略

本研究中所謂的教學策略是指教師對學生教學時為增加教學效率所使用之方式。其中包括三種策略：策略一為「先動作而影像而符號」教學策略，是指教師先呈現實物讓學生實際操作，再呈現圖片說明，最後呈現符號材料的方式。策略二為「先影像而符號」教學策略，是指教師先呈現圖片說明，

最後呈現符號材料的方式。策略三為「符號」教學策略，是指教師直接呈現符號材料的教學方式。

(九) 認知學習效果

在本研究中，認知學習效果是指受試在認知學習測驗中所得到的認知學習分數，分數愈高，代表認知學習效果愈佳。

(十) 加速學習

本研究所謂加速學習是採布魯納認知理論中加速發展觀念，先配合兒童認知發展方式，提早將較高層次的學習材料依動作、影像而符號的順序呈現給較低年級學生學習。本研究中是讓國小四年級學生學習國小六年級以上數學教材。

(十一) 學生學業成績

是指受試在七十三學年度上學期數學科及自然科之學業成績而言。

〔研究一〕 不同性別、年級國小學生表徵能力比較

研究一的主要目的在利用自編的「認知表徵能力測驗」，分別測量國小學生的動作表徵、影像表徵與符號表徵等三種認知表徵能力，藉以比較不同性別、年級國小學生三種表徵能力的差異。本研究一的方法與結果討論分別敘述如下：

方 法

(一) 研究對象

本研究係以臺北市景興、古亭、東門及長春國小三至六年級學生 160 名為對象，其中各年級 40 名，男女各半。

(二) 研究工具及材料：自編的認知表徵能力測驗。

茲將本研究工具的理论根據、測驗特徵、測驗材料的設計及試用，決定題目形式、預試及項目分析、信度與效度研究說明如下：

1. 測驗的理论根據

本測驗之編製，係以布魯納認知發展理論為根據。布魯納認為兒童的認知發展分為動作表徵期、影像表徵期及符號表徵期三個階段。動作表徵期兒童是透過實物實際操作而認知事物；影像表徵期兒童，除了經由動作外，尚能透過圖片或影像方式，認識周圍世界；符號表徵期兒童，除了透過「動作」、「影像」方式，還能直接從語言、文字或抽象符號獲得學習。三個發展階段代表三種不同認知方式，也代表三種不同認知表徵能力。三種認知表徵期的劃分，主要在於認知能力與內涵的結構化發展，而不在於階段的明確劃分。因此，布魯納強調，只要改用兒童可以了解的方式（即心智上的真實方式）來呈現教材，則兒童會了解教材的結構及教材之間的關係。因此本測驗之編製，以測量三種表徵能力為出發點，測驗題目的設計全完以符合布魯納認知表徵的觀點而設計。

本測驗題目之編定，有部份題目參考本研究者於民國70年及71年所編定兒童認知表徵方式測驗題目；有部份題目參考有關認知發展測驗及一般能力測驗的題目而設計；有的題目則從國小及國中現行的數學、物理等方面測驗題目改進而來。

測驗題目編製的原則，為每一題包含三個子題，使能同時以動作表徵、影像表徵及符號表徵三種方式呈現，以測量受試三種表徵能力。

2. 測驗的特徵

本測驗共有十二題，每一題代表一種科學概念；每一題目有三個子題，利用三種不同方式：即動作表徵方式、影像表徵方式及符號表徵方式呈現，以測量三種表徵能力。動作表徵方式的材料包含有實際可操作的實物；影像表徵方式材料為繪有操作步驟的圖片材料，符號表徵方式材料為呈現抽象符

號及文字的卡片。

3. 測驗內容

包括遞移律，等量減等量，水平面，阿基米德原理，比比看，三角形邊長定理，三角形內角和，槓桿原理，平方的運用，等差級數，立方體積和，畢氏定理，等12題目。

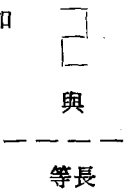
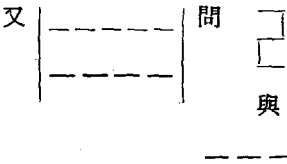
例如：遞移律題目如下所示：遞移律

(A) 符號表徵：(材料：卡片)

假如 $A = B$ 又 $B = C$

那麼 $A = C$ 對嗎？為什麼？ 請你舉例說明：


(B) 影像表徵：(材料：卡片)

假如  又 

是否等長？為什麼？

(C) 動作表徵：(材料：綠色竹棒(4公分)10支，

紅色竹棒(5公分)4支。

(1) 主試者將綠棒排成  問：這兩排是不是一樣長？

(2) 指導受試者將其中一排排成已字形。

(3) 要求受試者將4支紅棒排成一直線，問：是否與5支綠棒等長？

(4) 問紅棒和已字形的綠棒是不是一樣長？你怎麼知道的？

4. 測驗的編製過程

(1) 測驗來源及範圍

本測驗大部份取材自國立編譯館編定的國民小學中、高年級自然科課程內容及教材，與國民中學一、二、三年級之數學、物理、化學及地球科學等課程內內容和教材，以及過去有關認知發展能力方面之測驗材料。測驗範圍包括數學、物理、化學、生物及地球科學等方面材料。

(2) 選題

本測驗正式定題之前，研究者根據本測驗設計原則，共設計20個題目，每個題目包含動作的、影像的和符號的三部份。題目初步設計後，送請數學及物理學專家教授批評及指正。然後根據專家之建議再修改題目內容。

(3) 測驗器材的設計及試用

根據專家建議而修改的題目確立後，即着手準備各題目之實際材料，並以最經濟、簡便方式設計器材，部份材料自行製作外，有部份材料委託有關單位及機構製作。題目器材準備齊全後，即選取國小中、高年級學生10名為受試，進行試用器材及施測工作。然後再根據施測時的缺點及困難，再行修改題目。使題目修改成十六題。

(4) 決定題目形式及標準答案

十六個題目中，仍然每題包含有三個子題即動作表徵、影像表徵及符號表徵三部，整個測驗結果將有三種分數：即動作表徵分數、影像表徵分數及符號表徵分數。每一題的各種表徵分數皆含有三分、二分、一分及零分者。三分乃答案正確且理由十分充分者，二分乃答案正確而理由不十分充分者，一分乃答案正確而說不出理由者，零分乃答案錯誤者。

例如「遞移律」動作表徵評量標準：

- A (三分)：己和 ， ， ，等長，又 ， ， ，和 ， ， ，等長，所以己和 ， ， ，等長。
- B (二分)：將己拉直，和 ， ，等長。
- C (一分)：等長，但不會說明。
- D (〇分)：不等長。

以上答案A得3分，B得2分，C得1分，而D得零分。

(5) 預試及項目分析

本測驗項目編定後，即進行預試，以北縣頂溪國小三、四、五、六年級學生共80名為受試。然後根據預試所得資料進行項目分析，考驗各題目之難度及鑑別度。鑑別度分析係以外在放度為依據，即以年級間與難度之相關表示之。原測驗題目由16題淘汰修改成12題。

(6) 信度及效度研究

(A) 本測驗之內部一致性

本測驗經項目分析，即正式定題，題目確定後即正式抽取受試進行施測工作。本測驗根據80名國小三至六年級學生為受試，以其測驗結果三種表徵分數間求出內部一致性係數，結果顯示符號與影像之間 $r = .74$ ，($P < .01$)；符號與動作相關 $r = .62$ ，($P < .01$)；符號與總分相關 $r = .84$ ，($P < .01$)；影像與動作相關 $r = .83$ ，($P < .01$)；影像與總分相關 $r = .95$ ，($P < .01$)；動作與總分相關 $r = .92$ ，($P < .01$)。由此可見，本測驗之內部一致性係數相當高。

(B) 重測信度

本測驗以40名國民小學學生為受試，兩次測驗時間相隔三週，所求之重測信度是：符號表徵部分重測係數 $r = .71$ ，($P < .01$)；影像表徵部份 $r = .67$ ，($P < .01$)；動作表徵部份 $r = .56$ ，($P < .01$)。

(C) 同時效度

本測驗以80名受試測驗結果與該生之73學年度上學期之數學學業成績、自然學業成績及青少年認知測驗分數求相關，其結果如表一及表二：

表一 三種表徵能力與各項分數之平均數及標準差 (N=80)

	X	S D
符 號 表 徵 能 力	12.91	7.61
影 像 表 徵 能 力	19.58	8.37
動 作 表 徵 能 力	27.68	6.88
認 知 發 展 能 力	60.17	19.83
青 少 年 認 知 能 力	33.03	10.78
數 學 成 績	76.64	16.92
自 然 成 績	83.00	10.13

表二 三種表徵能力與青少年認知能力，數學與自然相關 (N=80)

	符 號	影 像	動 作	總 分
青 少 年 認 知 能 力	.67**	.70**	.57**	.76**
數 學	.30**	.42**	.33**	.42**
自 然	.41**	.41**	.42**	.50**

**P < .01

(D) 本測驗與智力商數關係

以60名國小四年級資優生所收集的比西智力商數，瑞文氏圖形補充測驗分數及沙氏智力測驗分數分別與本測驗三種表徵分數求相關，如表三。

表三 國小資優生三種表徵分數與各項智力分數之相關 (N=60)

		比 西 智 力	瑞 文 氏	沙 氏 智 力
符	號	.45**	-.06	.08
影	像	.39*	.21	-.03
動	作	.53**	-.08	.03

** P < .01

從表三中可發現本測驗三項表徵分數與比西智力商數有顯著相關， $p < .01$ 。但與團體式瑞文氏圖形補充測驗及沙氏智力測驗分數間却皆無顯著相關， $p > .01$ 。

(三) 研究設計

本研究採多變項 2×2 二因子設計 (factorial design) 藉以探討不同性別與年級間表徵能力差異。另外為探討年級及三種表徵方式間交互作用，本研究又採 4×3 二因子重覆量數設計。

四 實施程序

本研究一選定對象後，即進行認知表徵能力測驗之實工作。本測驗採用個別測驗方式實施，每位受試須作完十二題。每題的呈現方式分三步驟：(1)主試先呈現符號表徵式問題，由受試回答。(2)主試再呈現影像表徵材料，由主試操作，或呈現圖畫式材料給受試者看，然後由受試回答問題。(3)最後主試呈現實際材料，由受試依主試指導，實際操作，然後讓受試回答問題，並答出理由。受試作完每一題的三個步驟後，才再進行下一題之測驗。如此直到作完十二題為止。

根據布魯納的說法，如果兒童學習過動作表徵的材料，便可以學會影像表徵的材料；學會影像表徵的材料，便可學會符號表徵材料。本測驗每一題實施程序所以先呈現符號式問題，而不先呈現動作表徵材料，係唯恐先呈現動作表徵材料，則受試已學會該題的概念，再呈現影像表徵或符號表徵材料時，其結果將會受影響。換言之，顛倒呈現次序，是為避免在測驗中產生學習之故。

(四) 資料處理

本研究一所得每一位受試的動作表徵、影像表徵及符號表徵三種分數，以二因子多變項變異數分析 (MANOVA) (multivariate analysis of variance) 處理，以考驗不同性別、年級的表徵能力差異性。

另外為考驗各年級學生三種表徵能力的差異，將以單變項二因子重覆量數變異數分析及趨向分析處理之。

結 果 與 討 論

表四為國小三至六年級男女生三種認知表徵分數之平均數及標準差。

表五為不同性別、年級國小學生三種認知表徵分數之 MANOVA 及 ANOVA 分析表。

表四 國小各年級學生三種分數之平均數及標準差

方式	年級 性別 N M SD	三			四			五			六		
		男	女	合	男	女	合	男	女	合	男	女	合
		符號	N	20	20	40	20	20	40	20	20	40	20
	M	9.40	8.20	8.80	11.10	11.15	11.13	15.80	14.35	15.08	17.50	14.25	15.88
	SD	3.55	3.00	3.26	4.42	4.13	4.17	6.55	4.49	5.52	6.19	5.44	5.92
影像	M	16.55	14.60	15.58	20.00	20.85	20.43	25.05	24.30	24.55	26.15	23.25	24.50
	SD	4.88	5.38	5.10	5.88	4.04	4.93	8.15	6.54	7.21	4.84	7.27	6.19
動作	M	24.10	24.35	24.23	28.45	29.95	29.20	30.80	31.50	31.15	32.25	31.60	31.93
	SD	4.44	5.70	4.93	3.95	3.72	3.82	4.91	3.87	4.32	3.34	5.23	4.29

表五 不同年級、性別國小學生表徵分數之 MANOVA 及 ANOVA 分析表

變異來源	SSCP	df	Λ	單符號	變影像	項動作									
年級 (A)	<table border="0"> <tr><td>1336.42</td><td>1691.89</td><td>1272.93</td></tr> <tr><td>1691.89</td><td>2233.32</td><td>1728.86</td></tr> <tr><td>1272.93</td><td>1728.86</td><td>1378.92</td></tr> </table>	1336.42	1691.89	1272.93	1691.89	2233.32	1728.86	1272.93	1728.86	1378.92	3	.66**	15.49**	17.99**	19.12**
1336.42	1691.89	1272.93													
1691.89	2233.32	1728.86													
1272.93	1728.86	1378.92													
性別 (B)	<table border="0"> <tr><td>420.86</td><td>471.03</td><td>187.93</td></tr> <tr><td>471.03</td><td>622.63</td><td>330.41</td></tr> <tr><td>187.93</td><td>340.41</td><td>290.11</td></tr> </table>	420.86	471.03	187.93	471.03	622.63	330.41	187.93	340.41	290.11	1	.83**	14.63**	15.04**	12.07**
420.86	471.03	187.93													
471.03	622.63	330.41													
187.93	340.41	290.11													
交互作用 (A×B)	<table border="0"> <tr><td>55.52</td><td>60.34</td><td>25.22</td></tr> <tr><td>60.34</td><td>78.52</td><td>33.49</td></tr> <tr><td>25.22</td><td>33.49</td><td>14.32</td></tr> </table>	55.52	60.34	25.22	60.34	78.52	33.49	25.22	33.49	14.32	3	.98	0.64	.63	.20
55.52	60.34	25.22													
60.34	78.52	33.49													
25.22	33.49	14.32													
誤差	<table border="0"> <tr><td>4371.40</td><td>3722.35</td><td>2187.90</td></tr> <tr><td>3722.35</td><td>6291.35</td><td>3410.75</td></tr> <tr><td>2187.90</td><td>3410.75</td><td>3654.40</td></tr> </table>	4371.40	3722.35	2187.90	3722.35	6291.35	3410.75	2187.90	3410.75	3654.40	152		均	方	
4371.40	3722.35	2187.90													
3722.35	6291.35	3410.75													
2187.90	3410.75	3654.40													
				28.76	41.39	24.04									
總合	<table border="0"> <tr><td>6184.20</td><td>5945.61</td><td>3673.98</td></tr> <tr><td>5945.61</td><td>9225.82</td><td>5513.51</td></tr> <tr><td>3673.98</td><td>5513.51</td><td>5337.75</td></tr> </table>	6184.20	5945.61	3673.98	5945.61	9225.82	5513.51	3673.98	5513.51	5337.75	159				
6184.20	5945.61	3673.98													
5945.61	9225.82	5513.51													
3673.98	5513.51	5337.75													

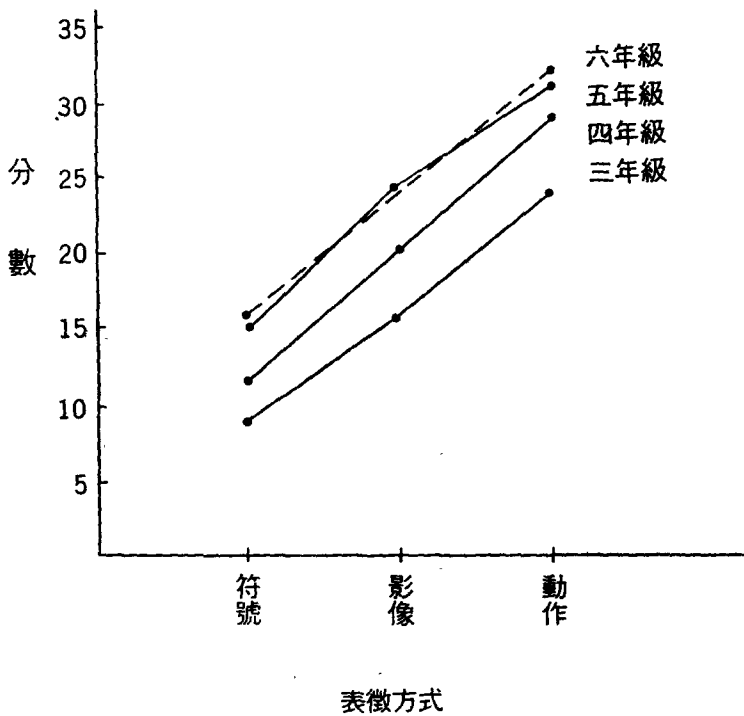
**P < .01

從表五結果顯示：年級與性別之間的交互作用未達顯著差異 ($\Lambda = .98, p > .01$)；但年級間表徵分數達顯著差異，($\Lambda = .66, p < .01$)；性別之間表徵分數亦達顯著差異，($\Lambda = .83, p < .01$)。由此可見，男生與女生在認知表徵分數間之差異，並不因年級之不同而有所不同。但是各年級學生的認知表徵分數有顯著不同。從單變項分析中，三種表徵分數在年級間皆有顯著差異，(F值分別為15.49; 17.99; 19.12; $p < .01$)。男女生認知表徵能力也有顯著差異；從單變項分析中，可發現男女生

表六 國小學生年級與表徵分數之趨向分析表

變異來源	SS	df	MS	F
受試間	14349.04	159	90.25	
年級(A)	4885.37	3	1628.46	26.85**
直線趨向	4536.42	1	4536.42	74.78**
二次趨向	233.63	1	233.63	3.82
三次趨向	115.32	1	115.32	1.90
羣內受試	9463.67	156	60.66	
受試內	24631.33	320	76.97	
表徵方式(B)	21519.96	2	10759.98	1141.04**
A×B交互作用	168.34	6	26.06	2.97**
直線趨向	73.24	3	24.41	2.33
二次趨向	95.10	3	31.70	3.78**
區組×羣內受試	2943.03	312	9.43	
區組×羣內受試(直線)	1635.25	156	10.48	
區組×羣內受試(二次)	1307.78	156	8.38	
總和	38980.37	479		

** P < .01



圖一、國小生年級與表徵方式間認知分數之交互作用

的三種表徵分數皆有顯著不同，($p < .01$)。

另外從表四及表六結果可發現年級與表徵方式間具有顯著交互作用，($F = 2.97, p < .01$) 各年級的三種表徵分數因年級不同而有不同。從圖一中可發現五、六年級學生三種表徵分數間並無顯著差異，但三、四年級與五、六年級學生三種表徵分數皆有顯著差異。各年級學生皆以動作表徵分數最高，其次為影像表徵分數，以符號表徵分數最低。

綜合研究一結果發現：國小男女生的三種認知表徵能力有顯著不同。各年級學生的三種表徵能力亦有顯著不同。各年級學生皆以動作表徵能力最高，其次為影像表徵能力，以符號表徵能力最低。此項研究結果支持本研究假設。同時此項結果與本研究70年及71年研究結果頗為一致，表示年級與表徵能力之間有關係存在。但此項結果與布魯納：「認知發展不受年齡的絕對限制」的論點可能不一致。本研究認為認知發展會隨着年齡增加而增加，年級愈高，個人所受教育增加，經驗亦拓充，因而會增加其認知能力。而布魯納也認為教育及經驗可以促進個人的智能成長。因此研究者認為年級與表徵能力之間，隨着年級增加，表徵能力亦將增加。

又布魯納所謂「認知發展不受年齡限制」的說法，主要強調兒童認知發展可以透過教育而加速其發展，而不是等待成熟或學習準備度來臨。他所重視的是認知發展不能以年齡來明確劃分。本研究發現各年級學生皆以動作表徵能力最高，其次影像表徵能力，以符號表徵能力最低。由此可見各個發展階段仍然未能以年級來明確劃分，與布魯納的觀點並不違背。

〔研究二〕 不同性別、年級國中學生表徵能力比較

本研究二主要為探討「認知表徵能力測驗」應用於國中生的可行性，並藉以比較不同性別、年級國中生三種表徵能力的差異，茲將本研究二的方法與結果討論分別敘述如下：

方 法

(一) 研究對象

本研究係以臺北市及北縣國中一至三年級學生120名為對象，其中各年級學生40名，男女各半。

(二) 研究工具及材料：認知表徵能力測驗。

(三) 研究設計

為探討不同年級與性別間，三種表徵能力的差異，本研究採二因子多變項設計；其中自變項為不同年級及性別，依變項為三種表徵分數。

另外為探討年級與表徵方式交互作用關係，採 3×3 二因子重覆量數研究設計，其中年級與三種表徵方式為自變項，依變項為三種認知分數。

(四) 實施程序

本研究仍以個別方式為每一年級每一位受試進行認知表徵能力測驗，測驗實施步驟與研究一程序相同。

(五) 資料分析

本研究二以二因子多變項變異數分析比較不同性別及年級國中生認知表徵能力差異。另外又以二因子重覆量數變異數及趨向分析考驗年級與表徵方式之間交互作用效果。

結 果 與 討 論

表七為國中一年至三年級生三種分數之平均數及標準差。表八為不同年級性別國中生表徵分數之

MANOVA 及 ANOVA 分析表。從表八結果顯示年級與性別間並無交互作用存在， $\Lambda = .95$, $df = (3, 2, 114)$, $P > .05$ 。又年級間無顯著差異 $\Lambda = .91$, $df = (3, 1, 114)$, $P > .05$ 。

性別間亦無顯著差異 $\Lambda = .96$, $df = (3, 1, 114)$, $P > .05$ 。就單變項分析中亦發現各年級在符號、影像及動作表徵的分數間，皆無顯著差異， $P > .05$ ；男女生的三項分數也無顯著差異， $P > .05$ 。

表七 國中各年級學生三種分數之平均數及標準差

方式	年級 性別	一 年 級			二 年 級			三 年 級																							
		N	M	SD	男	女	合	男	女	合	男	女	合																		
		符	N	20	20	40	20	20	40	20	20	40	M	25.80	22.90	24.35	25.90	26.50	26.20	27.70	27.55	27.63	SD	4.96	5.86	5.48	7.14	6.10	6.61	5.08	4.66
號	SD	4.96	5.86	5.48	7.14	6.10	6.61	5.08	4.66	4.98	影	M	30.20	27.85	29.03	29.85	29.40	29.63	30.90	32.20	31.55	SD	3.79	4.51	4.23	6.21	4.16	5.19	3.11	2.44	2.89
像	SD	3.79	4.51	4.23	6.21	4.16	5.19	3.11	2.44	2.89	動	M	32.60	31.80	32.20	32.35	32.20	32.28	32.55	33.65	33.10	SD	3.23	3.46	3.29	4.59	2.91	3.75	2.63	2.32	2.47
作	SD	3.23	3.46	3.29	4.59	2.91	3.75	2.63	2.32	2.47																					

表八 不同年級、性別國中生表徵分數之 MANOVA 及 ANOVA 分析表

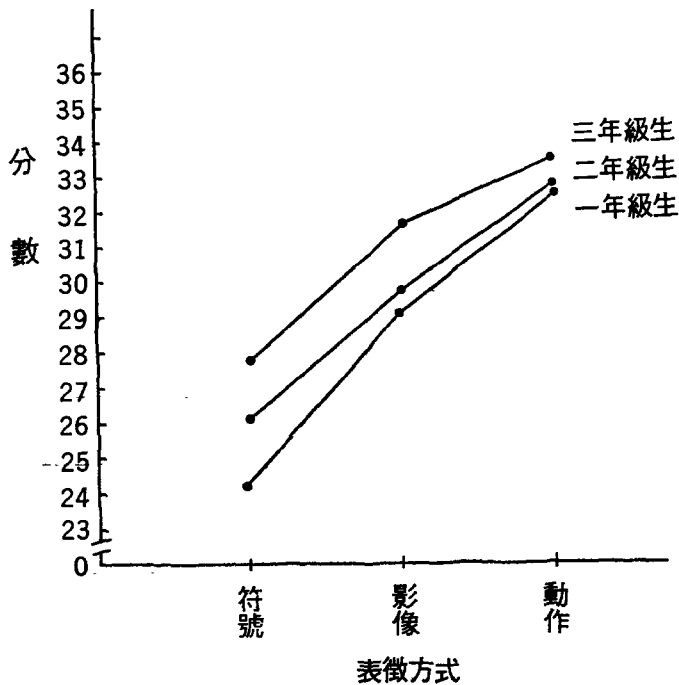
變異來源	SSCP (多變項)			df	Λ	單 變 項		
	符 號	影 像	動 作					
年 級 (A)	214.55	166.05	62.63	2	.91	2.69	2.92	.80
	166.05	139.22	55.04					
	62.63	55.04	22.32					
性 別 (B)	29.05	15.41	-2.06	1	.96	.73	.81	.32
	15.41	19.20	5.82					
	-2.06	5.82	4.48					
(A×B) 交 互 作 用	55.42	51.00	23.71	2	.95	.70	1.40	.74
	51.00	66.65	36.33					
	23.71	36.33	20.82					
誤 差	4540.90	2985.55	2049.60	114		39.83	23.83	14.03
	2985.55	2716.65	1825.00					
	2049.60	1825.00	1599.00					
總 和	4839.92	3218.01	2133.88	119				
	3218.01	2941.72	1922.19					
	2133.88	1922.19	1646.62					

表九 國中生年級與表徵方式間趨向分析表

變異來源	SS	df	MS	F
受試間	6268.43	119	52.68	
年級間(A)	305.32	2	152.66	2.99
羣內受試	5963.12	117	50.97	
受試者內	3980.67	240	15.75	
表徵方式(B)	2557.12	2	1278.56	259.26**
直線趨向	2509.07	1	2509.07	326.70**
二次趨向	48.05	1	48.05	22.04**
交互作用(A×B)	69.57	4	17.39	3.53**
直線趨向	62.01	2	31.01	4.04*
二次趨向	7.56	2	3.78	1.73
區組×羣內受試	1153.98	234	4.9316	
區組×羣內受試(直線)	898.89	117	7.68	
區組×羣內受試(二次)	255.09	117	2.18	

* P < .01

另外就年級與三種表徵分數的趨向分析結果如表九所示。此項結果發現年級與表徵方式之間具有顯著交互作用， $F = 3.53$ ， $P < .01$ ；且呈直線趨向現象。又三種表徵方式間依符號、影像而動作順



圖二、國中生年級與表徵方式間認知分數之交互作用

序分數逐漸遞增，呈直線趨向。再從單純主要效果考驗中發現各年級學生在符號表徵上具有顯著差異 $F=5.32$ ， $p<.01$ 。但各年級生在影像表徵及動作表徵上皆無顯著不同， $p>.01$ 。而各年級學生的三種表徵分數皆有顯著不同，其中以動作分數最高，其次影像分數，再次為符號分數。

綜合以上結果說明，就整個認知能力言，國中各年級學生並無顯著不同；男女生之間認知能力也無顯著差異。但就年級與三種表徵分數言，年級與表徵方式間有交互作用存在，顯示各年級學生的三種表徵分數差距，因年級不同而有不同，如圖二所示。其中各年級學生在符號表徵分數差距最大，影像表徵分數差距次之，以動作表徵分數差距最小。各年級學生在符號表徵分數上有顯著不同，但在影像及動作表徵分數皆無顯著不同。說明國中生認知能力最大差距在符號表徵能力上。

〔研究三〕不同智力組表徵能力比較

本研究三主要目的在探討智能不足生、普通生及資優生認知表徵能力差異的特徵。因此本研究仍然利用自編的認知表徵能力測驗為工具，對不同智力組學生進行測驗實施工作，以驗證各組學生是否動作表徵能力沒有差異，而符號表徵能力則有顯著差異；而且各組學生的動作表徵能力差距小，而符號表徵能力的差距較大。本研究三方法與結果討論，分別說明如下：

方 法

(一) 研究對象

以臺北市中山國小、北師專附小及古亭國小啟智班四年級以上學生共40名為啟智組學生，其平均智商為58。另外以大安國中，金華國中一、二、三年級益智班學生為益智組學生，其平均智商為64。以北市中山國小、女師專附小及北縣埔墘國小資優班四年級學生40名為資優組學生，其平均智商為146。又以中山、古亭、墘乾國小普通班四年級學生共40名為普通組學生作為對照組。全部受試共160名，男女各80名。

(二) 研究工具與材料

本研究三所使用之工具與研究一的工具相同，仍以認知表徵能力為測量工具。

(三) 研究設計

為探討不同智力組表徵能力之差異，本部份的研究設計採單因子多變項設計；自變項為不同智力組（分國小啟智組，國中益智組、普通組及資優組四組），依變項為三種表徵分數。

四 實施程序

本研究部份仍以個別方式為每一組每一位受試進行認知表徵能力測驗，測驗實施步驟與研究一實施程序相同。先以符號表徵材料呈現，再以影像材料呈現，最後再呈現動作表徵材料。測驗完畢後，即將每位受試所得之三種表徵分數加以登錄及整理，然後進行資料分析及統計工作。

(四) 資料分析

本研究三以單因子多變項變異數分析 (MANOVA)比較不同智力組的認知表徵能力差異。

結果與討論

表十為不同智力組三種表徵分數之平均數及標準差表。表十一為四組學生認知表徵分數之 MANOVA 及 ANOVA 分析表。

表十 不同智力組三種表徵分數平均數 (M) 及標準差 (SD)

方式	M SD	組別	國小資優組	國小普通組	國中益智組	國小啓智組
			(N=40)	(N=40)	(N=40)	(N=40)
符號	M		18.85	11.13	5.03	2.68
	SD		5.17	5.70	2.53	2.91
影像	M		25.83	20.43	8.83	5.18
	SD		4.98	5.91	4.80	4.03
動作	M		32.63	29.20	17.40	13.45
	SD		2.90	4.60	6.63	7.22

由表十及表十一中可發現四組學生認知表徵分數有顯著差異 $\Lambda = .17, df = (3, 3, 117), p < .01$ 。就單變項部分言，四組學生的符號表徵分數有顯著差異， $F = 134.22, df = (3, 156), p < .01$ 。四組學生的影像表徵分數亦有顯著不同， $F = 176.23, df = (3, 156), p < .01$ 。另外在動作表徵分數上，四組學生也有顯著差異， $F = 109.32, df = (3, 156), p < .01$ 。

表十一 不同智力組表徵分數之 MANOVA 及 ANOVA 分析表

變異來源	SSCP	df	Λ	單符號	變影像	項動作
組別	$\left\{ \begin{array}{ccc} 6163.32 & 8204.82 & 7437.53 \\ 8204.82 & 11472.67 & 10563.63 \\ 7437.53 & 10563.63 & 9773.42 \end{array} \right\}$	3	.17**	134.22**	176.23**	109.32**
組內	$\left\{ \begin{array}{ccc} 2387.88 & 1431.18 & 1067.25 \\ 1431.18 & 3384.53 & 2528.15 \\ 1067.25 & 2528.15 & 4648.93 \end{array} \right\}$	156				
總和	$\left\{ \begin{array}{ccc} 8551.2 & 96.36 & 8504.78 \\ 9636 & 14857.21 & 3091.78 \\ 8504.78 & 13091.78 & 14422.35 \end{array} \right\}$	159		均	方	
				15.31	21.70	29.80

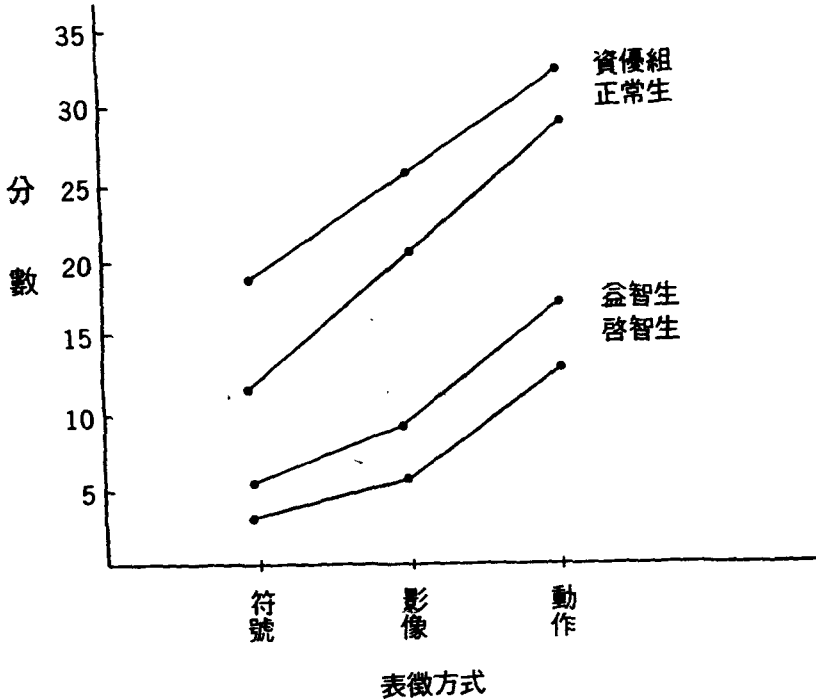
就表十中可看出資優組的動作表徵、影像表徵及符號表徵等三種分數皆高於其他三組學生。

就三種表徵分數比較，各組學生皆以動作表徵分數最高，其次為影像表徵分數，以符號表徵分數最低。如圖三所示。圖三為各組學生三種表徵分數趨向圖。

綜合上述結果，本研究支持智力與認知發展能力間具有密切關係。本項結果說明資優生不論動作表徵能力，影像表徵能力及符號表徵能力皆優於正常生，國小啓智生及國中益智生。其中以國小啓智組學生的三種表徵能力最低。國小四年級普通學生的三種表徵能力亦高於國中益智班學生。由此表示智力與認知能力之間具有密切關係。

資優生的三種表徵能力優於普通生及智能不足生，是不容爭論的問題，然而本研究重視的是三組學生的認知發展能力有那些差異的特徵，希望藉以提供教師了解各種不同智力組學生的認知發展，

配合適當教學方法，以促進教學效果。本研究結果顯示資優生不僅動作能力發展最佳，甚至影像表徵能力及符號表徵能力亦發展得很好，而智能不足學生的三種表徵能力皆發展得慢，但是其動作表徵能力仍然優於符號表徵能力。由此可見，對智能不足學生的教育或教學方式，亦宜以使用具體材料，提供實際操作機會，使他從做中學，以促進他們的認知學習。



圖三、不同智力組三種表徵分數交互作用

〔研究四〕不同教學策略效果比較

研究四的主要目的在探討不同教學策略對國小學生認知學習效果的影響。因此，同一認知概念本研究均設計三種不同的教學策略來進行教學：即策略一：「先動作而影像而符號」教學策略；策略二：「先影像而符號」教學策略；策略三：「符號」教學策略。每一種教學策略皆以個別化方式進行，每種策略教學總時間皆為40分鐘。比較三種不同教學策略之學習效果的目的，主要在驗證布魯納認知理論應用於教學的意義及實用性。茲將本研究四之方法與結果討論說明如下：

方 法

(一) 研究對象

研究四之150名受試係自臺北縣頂溪國小五年級學生中隨機抽樣而來。他們被隨機分成三組，每一組受試各安排一種教學策略予以教學。

(二) 研究工具及材料

1. 教學策略實驗教材

本研究的實驗教材，選自認知表徵測驗中最難的第九、十、十一、及十二題（以四年級生而言，符號部份難度指數分別為.15，.05，0，.05）為教材內容；其內容包括平方和定理、奇數和定理、畢氏定理及立方和原理等四個數學概念的介紹與應用。

研究者根據布魯納認知理論的觀點自行設計教材內容對照表，並設計三種教學策略呈現；三種策略所使用之實驗材料及教材結構內容也有所不同。

(1) 策略一：是主試先讓學生從實際材料及動作操作中學習，然後再呈現圖片說明，最後讓學生學習符號材料。

(2) 策略二：是主試先呈現圖片說明卡給受試，讓學生從圖片中學習，再讓學生學習符號材料。

(3) 策略三：是主試直接呈現符號材料，讓受試透過符號方式學習，其材料包括四種觀念的符號說明卡各一張。

2. 認知學習測驗

本測驗係為筆者自行設計，為測量受試在教學策略後，所獲得的認知概念而設計。整個測驗依據教學策略實驗教材中四個主要觀念而編定。共有四大題，每大題有五小題，共有廿題，每題一分，最高分二十分。分數愈高，表示受試獲得認知學習概念愈多，認知學習效果愈佳。

本測驗以96名國小五年級學生為對象，相隔三週施測兩次，以建立重測信度，重測信度係數為 $r = .78$ ，($p < .01$)，可見得本測驗具有相當穩定性。

(三) 研究設計

研究四的研究設計採用等組隨機分組之實驗設計：將隨機抽取之受試隨機分成三組，分別採用不同教學策略來教學。本研究自變項為三種策略，依變項為認知學習分數。

四 實施程序

1. 教學策略的呈現方式：本實驗處理共分三組，每組受試接受一種策略教學，每種教學策略實驗皆教給受試四種觀念，即平方和原理、奇數和原理、畢氏定理及立方和原理四種。至於每一種教學策略的實施程序如下：

(1) 策略一：主試以個別化方式教給每一位受試，從平方和原理、奇數和、畢氏定理及立方和等觀念，依次教下來。每一種觀念皆先以實際材料呈現，讓受試操作學習；然後主試再呈現圖片說明卡；最後再引導受試學習符號材料。直到受試反應正確為止，才進行下一觀念之教學。每一種觀念的教學時間約為十分鐘，每位受試總教學時間為四十分鐘。

(2) 策略二：在本教學策略中，主試仍以個別方式教予每一位受試平方和、奇數和、畢氏定理及平方和原理等四種觀念。每種觀念呈現方式，皆先呈現圖片說明卡，讓受試看圖學習材料，然後再引導受試學習符號材料，直到受試反應正確為止，才進行下一觀念之教學。每種觀念教學時間亦為十分鐘，每位受試共接受四十分鐘教學。

(3) 策略三：本策略中，主試對每位受試直接呈現符號材料，予以教學。主試仍以個別方式教給受試四個觀念。每種觀念教學完全以符號方式呈現。

2. 實施認知學習測驗

每一組每位受試接受四十分鐘的教學後，即進行認知學習測驗之測量，以紙筆方式回答，全部測驗時間為五十分鐘。

(四) 資料處理

本研究四係以單因子單變項異數分析來處理，用來分析不同教學策略對國小學生認知學習效果的影響。

結果與討論

表十二為三組學生認知學習分數之平均數和標準差。

表十三為三組學生認知學習分數變異數分析表，從表中可發現三種策略組學生的分數有顯著差異

， $F = 31.24$, $df = (2, 147)$, $p < .01$ 。

表十二 三組學生認知學習分數之平均數和標準差

策 略 N M S D	策 略 一 策 略 二 策 略 三		
	N	50	50
M	9.60	8.58	5.30
S D	2.68	3.30	2.39

表十三 三組學生認知學習分數變異數分析

來 源	S S	df	M S	F
組 間	504.81	2	252.41	31.24**
組 內	1188.68	147	8.08	
總 和	1693.49	149		

** $P < .01$

再就三組學生認知學習分數的平均數，以 Tukey 事後比較法來比較：策略一與策略二平均數比較，得 $q = 8.02$, $df = (3, 147)$, $p < .01$ ；策略二與策略三平均數比較，得 $q = 8.15$, $df = (3, 147)$, $p < .01$ ；策略一與策略三比較，得 $q = 10.69$, $df = (3, 147)$, $p < .01$ 。由此可見三組學生的分數皆有顯著的差異。其中以策略一的平均數 $M = 9.60$ 本最高，其次為策略二的平均數 $M = 8.58$ ，以策略三的平均數 $M = 5.30$ 為最低。

本研究三的結果支持本研究的假設，即以先動作而影像而符號的教學策略來教學時，學生認知學習分數高於只呈現符號，或「先影像而符號」策略。換言之，在三種教學策略中，以策略一的認知學習效果最佳，其次為策略二的學習效果，以策略三的學習效果最差。由此可見教師教學時，應配合學生的認知發展方式，以實際材料讓學生操作，然後再以圖片說明，最後才呈現符號材料。如此，讓學生認知結構重組，才能使學生獲得最佳學習。目前我國中小學數學及科學教育，常因升學競爭影響，導致教學皆流以學生思考模式相去甚遠的呈現方式來教學，無法配合學生的認知結構，因而使學生無法獲得真正的概念，並且降低了學生學習動機。因此，教師如何設計有利的教材結構，使配合學生的認知發展，從先動作表徵，影像表徵而符號表徵方式呈現教材，以促進教學效果，乃為必要的事。

〔研究五〕 加速學習可行性探討

研究五的主要目的有二：一為探討以高年級以上的數學教材，提早教給國小五年級的學生，其認知學習效果如何，藉以驗證加速學習的可能性；一為探討加速學習與年級之間的交互作用效果，藉以說明加速學習效果是否因年級不同而有所不同。茲將本研究四的方法與結果討論說明如下：

方 法

(一) 研究對象

本研究五的受試有二部份。探討加速學習可能性之部份，自北縣頂溪國小四年級學生隨機抽取48

名，再隨機分成二組，每組24名為受試。探討加速學習與年級間的交互作用之部份，自臺北市景興、長春及中山國小等三所國小中隨機抽取四、五年級學生各96名為受試，各年級96名學生再隨機分成四組，其中三組為實驗組，一組為控制組。

(二) 研究工具及材料

1. 加速學習材料

本研究中的加速學習材料亦以認知表徵能力測驗中難度最難的第九至第十二內容為題材。所用之材料及工具與研究四中策略一的教學材料內容相同。

另外，本研究中為進一步了解年級與加速學習效果的交互作用，實驗組每一組受試所使用的教學教材仍與研究四中三種策略的教材完全相同。

2. 認知學習測驗

用來測量受試經過加速學習後，所獲得的認知學習效果。整個測驗有四大題，每大題有五小題，共有二十小題。每題一分，最高分為二〇分。分數愈高，代表受試學習效果愈佳。

(三) 研究設計

有關探討加速學習應用於國小四年級學生的可行性部份，採等組後測的研究設計。將受試隨機分成兩組，即實驗組與控制組。其中自變項為有無加速學習，依變項為受試認知學習分數。

另外，本研究又採二因子獨立樣本實驗設計以探討年級與加速學習之間的交互作用。自變項為年級(分四、五年級)及教學策略(分策略一、策略二、策略三及控制組)，依變項為受試認知學習分數。

四 實施程序

本研究分二部份進行：第一部份先對國小四年級生實施加速學習實驗，然後再進行第二部份年級與加速學習交互作用之實驗。

1. 國小四年級加速學習實驗的程序

將隨機抽取之48名受試，隨機分成二組，一組為實驗組，一組為控制組。實驗組每一名受試皆以個別化方式學習四種數學概念。呈現方式為：先予以實際材料操作，再呈現圖片說明，繼之呈現符號材料。此呈現的步驟與研究四中策略一的實施步驟相同。控制組學生則不予於任何實驗處理。實驗組每一名受試接受教學實驗後，二組受試再進行紙筆式認知學習測驗之測量。測驗所得資料再進行整理及分析。

2. 國小四、五年級加速學習實驗的程序

本部份研究將受試依年級各分成四組，其中三組為實驗組，一組為控制組。實驗組中每一組各接受一種教學策略，分為策略一：先動作而影像而符號教學策略組；策略二先影像而符號教學策略組；策略三：符號教學策略組。控制組則不予以任何實驗處理。

實驗組中每一組教學策略實施步驟與研究四中三種教學策略的實施程序相同。各年級實驗組每一名受試皆接受教學實驗後，四組受試再接受認知學習測驗。兩個年級四組受試的資料再進行整理及分析工作。

(四) 資料處理

本研究五第一部份資料以 t 考驗統計方法分析，以比較加速學習組與不加速學習組之認知學習效果之差異。

第二部份資料則以二因子獨立樣本變異數分析，以驗證年級與加速學習間的交互作用效果。

結果與討論

表十四為國小四年級學生加速學習分數比較表。從表中可看出實驗組與控制組比較， $t = 6.22$,

$p < .01$ ，可見得實驗組與控制組的分數有顯著差異，並且實驗組平均數顯然高於控制組；由此可見接受加速學習實驗的受試，其認知學習分數高於未接受加速學習實驗之受試。

表十四 國小四年級學生加速學習之認知學習分數比較表

N M SD	組別	實 驗 組		控 制 組		t
		N	24	24	M	
SD	2.83	1.01				

** $P < .01$

表十五為國小四、五年級各組學生的認知學習分數平均數及標準差。

表十五 國小四、五年級各組學生認知學習分數之平均數及標準差

年級	N M SD	策 略	策 略 一			策 略 二			策 略 三			控 制 組		
			四 年 級	N	24	24	M	5.75	3.46	3.33	2.17	SD	3.03	2.38
五 年 級	N	24	24	M	10.58	8.67	4.21	2.88	SD	2.72	2.56	1.99	1.19	

表十六為不同年級與教學策略組學生之認知學習分數的 ANOVA 分析表。

表十六 為不同年級與教學策略組學生認知學習分數之 ANOVA 表

變 異 來 源	SS	df	MS	F
年 級 (A)	405.42	1	405.42	75.64**
教學策略 (B)	899.81	3	299.94	55.96**
A × B 交互作用	215.64	3	71.88	13.41**
誤 差	986.87	184	5.36	
總 和	2507.74	191		

** $P < .01$

由表十六中可發現年級與教學策略之間具有交互作用效果， $F = 13.41$ ， $df = (3, 184)$ ， $p < .01$ ，表示各種教學策略效果因年級不同而有所不同。年級間主要效果 $F = 75.64$ ， $df = (1, 184)$ ， $p < .01$ 達顯著差異。教學策略主要效果 $F = 55.96$ ， $df = (3, 184)$ ， $p < .01$ ，亦達顯著差異。

表十七是進行單純主要效果考驗的摘要表。從表中可看出四、五年級使用策略一之二組，其認知

學習分數有顯著差異， $F = 52.30$, $df = (1,184)$, $p < .01$ 。四、五年級在策略二的二組，其認知學習分數亦有顯著差異， $F = 60.73$, $df = (1,184)$, $p < .01$ 。而四、五年級在策略三的二組分數未達顯著差異， $F = 1.71$, $df = (1,184)$, $p > .01$ ；二個年級在控制組的二組分數也未達顯著差異， $F = 1.12$, $df = (1,184)$, $p > .01$ 。

就各年級的四種教學實驗處理言，四年級四組學生的分數有顯著差異， $F = 10.07$, $df = (3,184)$, $p < .01$ 。五年級四組學生的分數亦有顯著差異， $F = 59.03$, $df = (3,184)$, $p < .01$ 。

表十七 年級與教學策略單純主要效果考驗

變異來源	SS	df	MS	F
年 級				
在 策 略 一	280.33	1	280.33	52.30**
在 策 略 二	325.52	1	325.52	60.73**
在 策 略 三	9.19	1	9.19	1.71
在 控 制 組	6.02	1	6.02	1.12
教 學 策 略				
在 四 年 究 中	161.86	3	53.95	10.07**
在 五 年 究 中	953.58	3	317.86	59.03**
誤 差 項	986.87	184	5.36	

** $P < .01$

表十八為不同年級中各組認知學習分數平均數之事後比較表。從表十八中可發現：在四年級中，策略一與策略二兩組分數有顯著差異， $q = 4.85$, $df = (4,184)$, $p < .01$ ；策略一與策略三兩組分數比較， $q = 5.12$, $df = (4,184)$, $p < .01$ ，達顯著差異。策略一與控制組兩組分數間亦達顯著差異， $q = 7.58$, $df = (4,184)$, $p < .01$ 。其他各二組比較（例如策略二與策略三，策略二與控制組，及策略三與控制組）皆未有顯著差異。

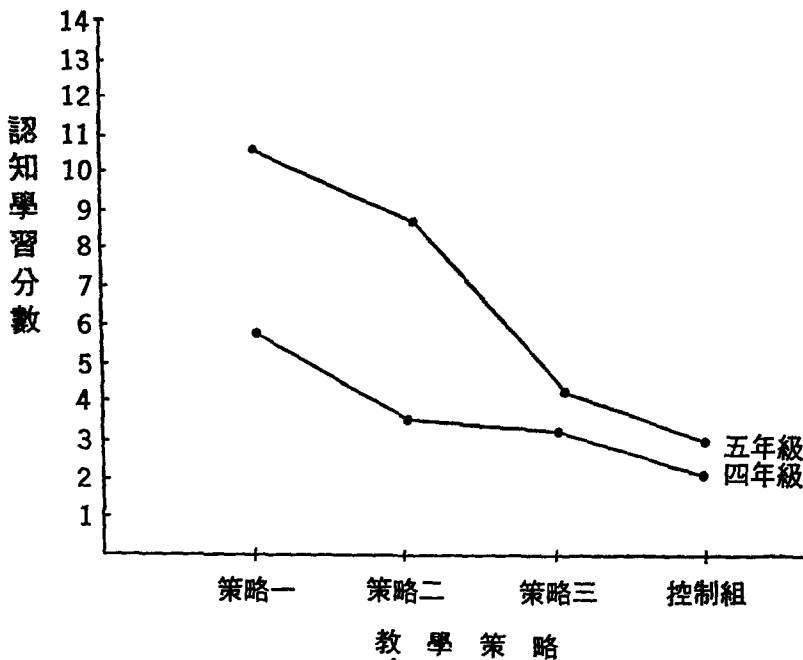
就五年級來比較，除了策略二與控制組之間，二組分數未達顯著差異外，其餘各二組比較皆達顯著差異外，其中以策略一與控制組二組平均數差距最大；其次為策略一與策略三間二組平均數差距。

表十八 不同年級中各組認知學習分數平均數之事後比較表

組 別 q 比 較	年 級	四	五
	值		
策 略 一 與 策 略 二		4.85**	4.04*
策 略 一 與 策 略 三		5.12**	13.68**
策 略 一 與 控 制 組		7.58**	16.29**
策 略 二 與 策 略 三		.28	9.44**
策 略 二 與 控 制 組		2.73	12.25**
策 略 三 與 控 制 組		2.45	2.81

* $p < .05$ ** $p < .01$

綜合以上結果可以發現：對國小四年級學生以動作表徵、影像表徵及符號表徵的順序呈現教材，提早將高年級以上的教材予以加速學習，其學習效果顯然優於未加速學習之學生，符合本研究之假設。同時從本研究五第二部份結果可發現：年級與教學策略間具有交互作用存在。從圖四中可清楚看出四年級與五年級學生皆以策略一「先動作而影像而符號」教學策略下的學習效果最佳，其次為「先影像而符號」教學策略之學習效果。符號教學策略組及控制組學習效果較差。然而，五年級在策略一「先動作而影像而符號」的教學策略下，二組學生的學習效果有顯著差異，而且在此策略下二組學生認知學習分數的差距最大。由此可見：以動作表徵、影像表徵及符號表徵的順序呈現加速學習，對國小四、五年級學生而言，皆有其顯著的效果。此項結果說明了加速學習的可行性，並且驗證布魯納加速發展說的可信性。惟，從「五年級學生的學習效果更優於四年級學生的學習效果」（亦即年級與教學策略之間有次序性交互作用）此一事實可知：學生的學習預備度愈高，加速發展的效果也愈好。



圖四、年級與教學策略之間的次序性交互作用

綜合討論

本研究主要目的在於先編製一套以布魯納認知理論為基礎的認知表徵能力測驗，然後根據此一測驗來測量學生的動作表徵、影像表徵及符號表徵等三種認知表徵能力；藉以探討本研究的各項問題。從上述的結果與討論中得知：部份結果支持本研究假設，但也有部份結果未能支持本研究者原先之構想及假設，值得在這裏進一步作綜合性的討論。

一、年級與認知發展階段的關係

本研究結果發現年級與認知發展能力有密切關係，年級與認知發展能力之間成直線趨向，隨着年齡增加，各年級學生的三種認知表徵能力也跟着增加。國小各年級學生皆以動作表徵能力為最佳，其次為影像表徵能力，以符號表徵能力為最差。此項結果說明國小三至六年級學生的認知發展階段仍處於動作表徵期，以動作表徵方式認知外在事物為最容易。此項結果與皮亞傑認知發展階段的劃分有一

致看法。皮亞傑認為六歲到十二歲兒童，正處於具體操作期，此一時期的兒童必須透過具體操作方式，才能獲得概念的學習 (Piaget, 1958)。國小學生正值六歲到十二歲年齡，認知發展階段應屬於具體操作能力最佳。與本研究結果：「國小兒童以動作表徵能力最佳」互為一致。

然而本研究最初的構想是年級與表徵方式之間具有交互作用存在，換言之，各年級學生在動作表徵能力上無顯著差異，而在符號表徵能力上却有顯著的差異。但是研究一結果，並未支持此項構想，只發現高年級學生三種表徵能力差距不顯著，低年級學生三種表徵能力差距有顯著差異。研究二結果，却支持上述假想，各年級國中生在符號表徵能力的差距最大，動作表徵能力差距最小。由此也說明年級與認知發展階段具有密切關係。

另外，不論國小或國中生皆以動作表徵能力最佳，以影像表徵能力次之，以符號表徵能力最低。此項結果驗證了布魯納的「認知發展具有階層性」的說法。他認為個人具有三種認知能力、高階段的認知發展包含了較低層次的發展能力。個人從「動作表徵」期進入「影像表徵」期時，前者仍繼續執行其認知功能，而在「符號表徵」階段，也包含許多行動及影像的認知方式。

二、智力與認知發展結構的關係

「智力高，認知發展能力也高；智力低，認知發展能力亦低。」此項說法一直是大家公認的事實。然而「高智商兒童與低智商兒童，其認知發展結構是否有某方面特殊的差異或特徵存在？」是本研究想要探討的問題。

本研究者一直猜測智力與認知表徵能力之間具有交互作用存在，亦即高智力兒童與低智力兒童在動作表徵能力上並無顯著差異，但在符號表徵能力上却有不同。換言之，高智力與低智力兒童的認知發展最大差異在符號表徵能力上。但是本研究三結果顯示：雖然發現智力與認知表徵能力之間具有交互作用，但是只發現資優生與普通生二者在符號表徵能力方面的差距最大，在動作表徵能力差距最小；可是資優生與智能不足生二者在動作表徵能力差距最大，在符號表徵能力差距最小，此項結果與本研究者的猜測並不符合。

本研究三結果說明資優生不論動作表徵能力、影像表徵能力及符號表徵能力皆高於普通生及智能不足生。由此可見，本研究結果與布魯納的認知發展觀點相當一致，即智力高，三種認知表徵能力亦高；智力低，三種表徵能力亦低。

三、教學策略與認知發展的關係

布魯納認為「教師如何將學習材料以最適當方式，提供給學生學習」這個問題，並沒有特定的順序，但是它與認知發展歷程有密切關係。個人的認知發展，先由「動作表徵」方式，經「影像表徵」而發展到「符號表徵」，最佳的順序當然是配合這種認知發展的歷程。本研究四的結果支持此項說法，以「先動作表徵而影像表徵而符號表徵」順序所呈現的教學策略，其學習效果顯然優於「先影像表徵而符號表徵」的教學策略及「符號表徵」的教學策略。

不過，布魯納亦強調教學策略順序的呈現，必須先配合個人認知發展階段，再考慮個別差異及教材性質。例如，有些人雖然已達到符號表徵期，但仍常以影像表徵作為最有效經濟的認知方式；教師教學時，必須考慮個別差異的因素。因此本研究四教學策略的實驗皆以個別方式進行，主要考慮到個別差異的因素。

另外，教師使用的教材性質也應配合學生認知方式，有些學習材料以「動作表徵」的認知最有效，教師提供學生的教材就應與此認知方式配合。本研究四結果正說明國小學學對數學教材的認知方式，以動作表徵、影像表徵及符號表徵的順序呈現，其認知學習最有效。因此如何將國小及國中生數學教材加以設計，以配合學生的認知發展方式，是值得重視的問題。

四、加速學習與認知發展關係

兒童的認知發展能否達到某種程度，一般公認是受遺傳和環境兩因素的交互影響。遺傳的因素雖

然無法改變，但是設置有利於兒童發展的情境，却是可能的事。因此，在教育上乃有充實兒童學習環境，配合其認知結構，以加速兒童認知發展的構想。布魯納正是此一構想的代表人物。布魯納的一項名假設：「任何學科的主要概念，都能以心智上真實的方式，有效地教給任何發展階段的任何兒童」正是說明布魯納重視教育及加速學習的觀點。

本研究五結果支持此項說法，所以配合兒童認知發展方式，從動作、影像而符號表徵的呈現順序，予以兒童加速學習的可行性是存在的。

不過從本研究五的另一項結果發現：加速學習對發展階段愈成熟的兒童，其效果更好。由此可見，對兒童的加速學習，必須配合個人的認知發展階段及認知發展方式，並設計有利的教學情境和教材的結構，如此，才能使教學效果更佳、更好。

參 考 文 獻

- 李銘正 (民68) 國民中小學自然科實驗課程對學生認知能力之影響。**教育學院學報**，4期，351~371頁。
- 吳武雄 (民70) 國中學生認知發展與科學及數學課程之相關研究。**教育學院學報**，6期，257~280頁。
- 林清山 (民65) 科學教育的心理基礎 (上)。**師大科學教育月刊**，創刊號，27~36頁。
- 林清山 (民65) 科學教育的心理基礎 (下)。**師大科學教育月刊**，2期，15~20頁。
- 林清山 (民66) 數學課程設計和數學教學的理論基礎 (上)。**師大科學教育月刊**，11期，15~20頁。
- 林清山 (民66) 數學課程設計和數學教學的理論基礎 (下)。**師大科學教育月刊**，12期，23~32頁。
- 林清山 (民69) **多變項分析統計法**，臺北市，東華書局。
- 林邦傑 (民70) 國中及高中學生具體運思、形式運思與傳統智力之研究。**中華心理學刊**，12卷2期，33~49頁。
- 林邦傑 (民70) 國中及高中學生具體運思、形式運思學業成就之關係。**測驗年刊**，28輯，23~32頁。
- 邱錦昌 (民72) 皮亞傑及柯爾柏的道德發展理論對於道德課程內容的實施啓示。**政治大學學報**，48輯，217~244頁。
- 張春興 (民65) 國小男女兒童學習行為的差異與其教師性別的關係。**師大教育心理學報**，9期，1~20頁。
- 張春興 (民66) **心理學**。臺北市，東華書局。
- 張春興、林清山、范德鑫、陳李綱 (民68) 學習困難訊息的回饋對國中數學科成就的影響之實驗研究。**師大教育心理學報**，12期，15~34頁。
- 梁恒正 (民94) 布魯納認知理論在課程組織中的應用。**師大教育研究所集刊**，17輯，413~486頁。
- 黃曼麗 (民69) 國中二、三年級學生具體操作及形式操作之推理能力研究。**教育學院學報**，5期，195~206頁。
- 黃惠玲 (民69) **形式運作階段的理論及測量研究**。國立臺大心理研究所碩士論文。
- 陳英豪、吳裕益 (民70) **青少年認知發展測驗指導手冊**。高雄，復文書局。
- 陳英豪、吳裕益 (民71) 道德發展測驗、創造測驗與認知發展測驗的發展。**我國測驗的發展**，中國

測驗學會，49~60頁。

- 陳李綱 (民69) 學習材料具體化程度與兒童認知發展之關係。師大教育心理學報，14期，205~220頁。
- 陳李綱 (民70) 資優兒童與普通兒童認知發展之比較研究。師大教育心理學報，15期，215~226頁。
- 陳李綱 (民73) 表徵方式與教學策略對國小學生認知發展之成效研究。師大輔導研究所碩士論文。
- 湯清二 (民68) 高中學生具體操作及形式操作之推理能力研究。教育學院學報，4期，480~493頁。
- 湯清二 (民69) 高中、高職學生認知推理能力之比較研究。教育學院學報，5期，225~233頁。
- 楊榮祥 (民73) 科學教學方法理論與實際—布魯納的概念發展模式。師大科學教育月刊，66期，16~24頁。
- 鄭湧涇 (民70) 國中女生生物科學習成就與認知發展的關係。師大生物系，未出版。
- 劉錫麒 (民63) 我國兒童保留概念之發展。師大教育研究所集刊。16輯，97~147頁。
- 蘇建文 (民62) 兒童量的保留概念發展之研究。測驗年刊，22輯，61~75頁。
- Almy, M., Chittenden, E., & Miller, P. (1966) *Young children's thinking*. New York: Columbia University, Teachers College Press.
- Anastasi, A. (1958) *Differential psychology*. (3rd. ed) New York: Macmillan.
- Barry, R. J. (1978) Conservation of number: An examination of Piaget's stage analysis. *Genetic Psychology Monographs*, 97, 161-178.
- Beard, R. M. (1960) The nature and development of conceptions. *Educational Review*, 13, 12-26.
- Brainerd C. J., & Allen, T. W. (1971) Training and generalization of density conservation effect of feedback and consecutive similar stimuli. *Child Development*, 42, 693-704.
- Bredderman, T. A. (1973) The effects of training on the development of the ability to control variables. *Journal of Research in Science Teaching*, 10, 189-200.
- Brekke, B., Williams, J., & Harlow, S. (1973) Conservation and reading readiness. *Journal of Genetic Psychology*, 123, 133-138.
- Bruner, J. S. & Postman, L. (1949) On the perception of incongruity: A paradigm. *Journal of Personality*, 18, 206-223.
- Bruner, J. S. (1959) A psychologist's viewpoint: review of Barbel, Inhelder, & Piaget, J. The growth of logical thinking. *Brit. Journal of Psychology*, 50, 363-370.
- Bruner, J. S. (1960) *The process of education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Bruner, J. S. & Tajfel, H. (1961) Cognitive risk and environmental change. *Journal of abnormal social psychology*, 62, 231-241.
- Bruner, J. S. (1962) *On knowing: essays for the left hand*, Cambridge: Harvard University Press.

- Bruner, J. S. (1964) The course of cognitive growth. *American Psychologist*, **19**, 1-15.
- Bruner, J. S. & Potter, M. C. (1964) Interence in visual recognition. *Science*, **144**, 424-425,
- Bruner, J. S. (1965) The growth of mind. *American Psychologist*, **20**, 1007-1017.
- Bruner, J. S. (1966) *Toward a theory of instruction*. Cambridge: Harvard Unive-
rsity Press.
- Bruner, J. S. Olver, R. R., et al (1966) *Studies in cognitive growth*. New York:
John Willy & Sons.
- Bruner, J. S. (1969) Cognitive consequence of early sensory deprivation. In S
rinthall, N. A. *Educational Psychology: selected readings*. Van Neseand-
Reinhold Co.
- Bruner, J. S. (1970) Structure in learning. In Hass, G. et al *Readings in curric-
ulum*. Boston: Allyn & Bacon. 314-315.
- Bruner, J. S. (1970) Learning and thinking. In Hamackek, D. K. *Human Dyna-
mics: Psychology and Education*. Boston: Allyn & Bacon.
- Bruner, J. S. (1971) Needed: A theory of instruction. In Hyman, R. T. *Comte-
mporary: thought on teaching*. N. T.: Prentice-Hall.
- Bruner, J. S. (1972) Nature and use of immaturity. *American Psychologist*, **27**
(8), 11-16.
- Bruner, J. S. (1973) *The relevance of education*. New York: Norton.
- Bruner, J. S. (1973) Organization of early skilled action. *Child Development*, **44**,
667-676.
- Bruner, J. S. (1973) *Beyond the information give*. Mew York: Norton.
- Bruner, C. H., Wern, F. A., & Banks, J. H. (1970) *The teaching of secondary
mathematics*. New York: McGraw-Hill.
- Case, R. (1974) Structures and strictures: Some functional limitations on the
course of cognitive growth. *Cognitive Psychology*, **6**, 544-573.
- Chiappetta, E. L. (1976) A review of piagetion studies relevent to science
instruction at the secondary and college level. *Science Education*, **60**,
253-261.
- Cronbach, L. J., & Snow, R. E. (1969) Individual difference in learning ability
as a function of instructional variables. *School of education*, Santford
University. Final report.
- Cronbach, L. J., & Snow, R. E. (1977) *Aptitudes and instructional method: A ha-
ndbook for research in interactions*. New York: Irvington Publishers.
- Dervies, R. (1974) Relationships among piagetian, IQ and achievments. *Child
development*, **45**, 746-756.
- Dimitrovsky, L., & Almy, M. (1975) Early conservation as a Predictor of later
reading. *Journal of psychology*, **90**, 11-18.
- Dodwell, P. C. (1960) Children's understanding of number and rolated concept.

- Canadian. *Journal of psychology*, 14, 191-205.
- Dodwell, P. C. (1962) Relations between the understanding the logic of classes and of cardinal number in children. *Canadian Journal of psychology*, 16, 152-160.
- Eleanor, E. M., & Carol, N. J. (1981) Myth, reality and shades of gray: what we know and don't know about sex differences. In Harvey, F. C. et al. *Contemporary issues in educational psychology*. 78-84.
- Elkind, D. (1969) Piagetian and psychometric conceptions of intelligence. *Harvard Education Review*, 39, 319-337.
- Elkind, D. (1971) *Children and adolescents interpretation essays on J. Piaget*. New York: Oxford University Press. Elkind, D. (1976) *Child development and education: A piagetian perspective*. New York: Oxford Press.
- Elkind, E. (1981) Forms and traits in the conception and measurement of general intelligence. *Intelligence*, 5, 101-120.
- Erik, D. C., & Liever, V. (1981) Children's solution processes in elementary arithmetic problems: analysis and improvement. *Journal of Educational Psychology*, 73(6), 765-779.
- Fogelman, K. R. (1970) Piagetian tests and sex differences-II, *Educational research*, 12, 154-155.
- Farrell, M. A. (1969) The formal stages: a review of the research. *Journal of research and development in education*, 3, 111-118.
- Gage, N. L. (1968) Toward a cognitive theory of teaching. In R. G. Kuhlén (ed.). *Studies in educational psychology*. Blaisdell Publishers. 160-162.
- Gange, R. M., & Gropper, G. L. (1965) *Individual differences in learning from visual and verbal presentations*. Unpublished reports. American institutes for research, Pittsburgh.
- Graves, A. J. (1972) Attainment of conservation of mass, weight, and volume in minimally educated adults. *Developmental psychology*, 2, 223-225.
- Greenfield, P. M., & Bruner, J. S. (1966) Culture and Cognitive growth. In *Handbook of socialization research*, ed. D. A. Goslin., Chicago: Rand McNally.
- Higging, T., & Gaite, A. J. H. (1971) *Elusiveness of formal operational thought*. Proceeding 79th annual convention of the American psychology association. 201-220.
- Howe, A. C., & Mierzwa, J. (1977) Promoting the development of logical thinking in the classroom. *Journal of research in science teaching*, 14, 467-472.
- Hunt, J. M. (1961) *Intelligence and experience*. New York: Ronald Press.
- Inhelder, B. (1962) Some aspects of piaget's genetic approach to cognition. *Monogr. Soc. Res. Child Development*, 27, 19-40.
- Inhelder, B. (1966) On cognitive development. *American Psychologist*, 21, 160-164.
- Inhelder, B., Sinclair, H., & Bovet, M. (1974) *Learning and the development of cognition*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

- John, R. B., Olga, T., Anthony, A. C., & Cheryl, K. (1982) Replacement and component rules in hierarchichically ordered mathematics rule learning tasks. *Journal of Educational Psycholgoy*, 74(1), 39-50
- Juraschek, W. A. (1974) *The performance of prospective teachers on certain piagetion tasks*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Texas at Austin.
- Karplus, R., & Lavatell, G. (1969) *The developmental theory of piaget: conservation*. San Franaso: Davidson film Producess.
- Kohlberg, L. (1968) Early education: a cognitive development view. *Child Development*, 39, 1013-1062.
- Kohlberg, L., & Devries, R. (1974) Relations between piagetian and psychometric assessments of intelligence. In C. Lavatelli (ed.), *The natural curriculum of the child*. Urbana: University of Illinois Press.
- Kuhn, D. (1976) An experimental study of the developemnt of formal operational thought. *Child Development*, 47, 697-706.
- Kuhn, D., & Brannock, J. (1977) Development of the isolation of variables scheme in experiment and natural experiment contexts. *Development Psychology*, 13, 9-14.
- Lawson, A. E., & Blake, A. J. D. (1974) *Concrete and formal thinking abilities in high school biology students as measureal by the seperate instruments*. Unpublished paper, Lawrene Hall of Science, University of California at Berkely.
- Lawson, A. E., & Wollman, W. T. (1976) Encouraging the transition from concrete to formal cognitive functioning: an experiment. *Journal of Research in Science Teaching*, 13, 413-430.
- Linn, M. C., & Their, H. D. (1975) The effect of experimental science on the development of logical thinking in children. *Journal of research in science teaching*, 13, 49-62.
- Linn, M. C., Chen, B., & Their, H. D. (1977) Teaching children to control variables: investigation of a free choice environment. *Journal of Research in science teaching*, 14, 249-255.
- Little, A. (1972) A longitudinal study of cognitive development in young children. *Child Development*, 43, 1024-1034.
- Lovell, K. (1666) The developmental approach of J. Piaget: Open discussion. In M. Gerrison. Jr. (ed.) *Cognitive models and development in mental retardation*. *American Journal of Mental dificiency*, 70, 84-95.
- Macmeelcen, A. M. (1939) *The intelligence of representative group of Scottish children*. London: University of Condon Press.
- McGettigan, J. F. (1970) Conservation of number in young mentally retarded children, *Dissert. Abstract*, 31(6), 2739-2740.
- Mermelstein, E., & Shulman; L. (1967) Task of formal schooling and the

- acquisition of conservation. *Child Development*, 38, 39-52.
- Myron, H. D. (1981) *Teaching for learning: applying educational psychology in the classroom*. Goodyear publishing Co: SantaMonica, California. 39-52.
- Nordland, L. (1974) A study of level of concrete and formal reasoning ability in disadvantaged junior and senior high school science student. *Science Education*, 58(4), 569-575.
- Paivio, A. (1969) Mental imagery in associative learning and memory. *Psychological Review*, 76, 241-263.
- Panner, F. W., & Day, M. C. (1977) Eliciting formal operations. *Child development*, 48, 1600-1606. Pines, M. (1979) A head start in the nursery school. *Psychology Today*, 56-58.
- Piaget, J., Inhelder, B., & Szeminska, A. (1960) *The child's conception of geometry*. New York: Basic Books.
- Piaget, J. (1964) Development and learning. *Journal of Research in science teaching*, 2(3), 176-186.
- Piaget, J. (1965) *The child conception of number*. New York: Norton.
- Piaget, J., Inhelder, B. (1969) *The psychology of child*. Routledge & Kegan Paul Inc.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1971) *Mental imagery in the child* New York: Basic Books.
- Piaget, J. (1971) *Structuralism*. London: Roulledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. (1972) Intellectual evaluation from adolescence to adulthood. *Human Development*, 15, 1-12.
- Pitricia, K. A. (1981) Piagetian tasks as predictors of reading and math readiness in grades k-1. *Journal of Educational psychology*, 73(5), 712-721.
- Preseisen, B. Z. (1972) *Piaget's conception of structure: implication for curriculum*. Michigan: University Microfilms, A Xerox Co. p. 77.
- Renner, J. W., and Stafford, D. G. (1972) *Teaching science in the secondary school*. New York: Happer and Row. p. 291-296.
- Renner, J. W., & Lawson, A. E. (1973) Promoting intellectual development through science teaching. *The physics teacher*, 11(5), 273-276.
- Sheehan, O. (1970) *The effectiveness of concrete and formal instructional procedures with concrete and formal operational students*. Ann Arbed, Michigan University microfilms.
- Sheila, V. and Norman, C. (1980) Cognitive development and cognitive style as factors in mathematics achievement. *Journal of Educational Psychology*, 72(3), 326-330.
- Shulman, L. S. (1965) Psychological controversies in teaching of science and mathematics. In Harvey, [F. C. (et al)] *Contemporary issues in educational psychology*. (2nd) p. 139-205.
- Shulman, L. S. (1968) Psychological controversies in the teaching of science

- and mathematics. *Science teacher*, **35**(6), 24-38.
- Siegler, R. S., Liebert, D. E., & Liebert, R. M. (1973) Inhelder and Piaget's pendulum problem: teaching preadolescents to act as scientist. *Developmental Psychology*, **9**, 97-101.
- Siegler, R. S., & Liebert, R. M. (1975) Acquisition of formal scientific reasoning by 10- and 13- years old designing a factorial experiment. *Developmental Psychology*, **11**, 401-402.
- Siegler, R. S., & Atlas, M. (1976) Acquisition of formal scientific reasoning by 10- and 13- years old detecting interactive patterns in data. *Journal of Educational Psychology*, **68**, 360-370.
- Siegler, I., & Cocking, R. (1977) *Cognitive development from childhood to adolescence: A constructive perspective*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Stone, C. A., & Day, M. C. (1978) levels of availability of a formal operational strategy. *Child Development*, **49**, 1054-1065.
- Tranner, O., & Tanner, L. N. (1975) *Curriculum development: theory into practice*. MacMillan Publishing Co.
- Terman, L. M. (1916) *The Measurement of intelligence*. Boston: Houghton Mifflin Co.
- Thomas, G. J., Pudley, H., & Carolyn, L. (1981) Teaching preadolescents to act as scientist: replication and extension of an earlier study. *Journal of Educational Psychology*, **73**(5), 705-711.
- Tyler, F. T. (1964) Issues related to readiness to learn. In E. R. Hilgard (ed.), *Theories of learning and instruction*, The NSSE, p. 215-236.
- Verizzo, O. (1970) Conception of conservation and reversibility in children of very superior intelligence. *School science & math.*, **79**, 31-36.
- Wadsworth, N. J. (1978) *Piaget for classroom teacher*. New York: Longman Inc.
- Ward, C. R., & Herron, J. D. (1980) Helping students understand formal chemical concepts. *Journal of research in science teaching*, **17**, 387-400.
- Wollman, W. (1977) Controlling variables: Assessing levels of understanding. *Science education*, **61**(3), 371-383.
- Worthen, B. R. (1968) Discovery and expository task presentation in elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology Monograph Supplement*, **59**(1), part 2.

Bulletin of Educational Psychology, 1985, 18, 191—228.

Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, China.

THE APPLICATION OF BRUNER'S THEORY IN COGNITIVE DEVELOPMENT OF THE ELEMENTARY AND JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS

LI-CHOU CHEN

ABSTRACT

The main purpose of this study was to test J. S. Bruner's theory of representation and to find out the applicability of his theory of instruction. According to Bruner, any domain of knowledge can be represented in three ways: by a set of actions (*enactive* representation), by a set of summary images or graphics (*iconic* representation), and by a set of symbolic or logical propositions (*symbolic* representation). If information is to be learned effectively, it must be translated into learner's ways of thinking and must be presented in proper sequences, that is from *enactive* to *iconic* and then to *symbolic*. In this study, a test named "Test of Cognitive Representation" was constructed according to Bruner's theory: (1) to compare the cognitive development of elementary school children in different grade levels and between boys and girls; (2) to compare the cognitive development of Junior high school students in 1-3 grade levels and between boys and girls; (3) to compare the cognitive development of gifted, normal, and mentally retarded children, in order to find out the differences of learning characteristics among these three populations; (4) to test the learning efficiency of different teaching strategies; and (5) to test the feasibility of acceleration of cognitive development.

Five parts of experimental observations were undertaken. In part I, it was found that there was significant difference between boys and girls on the cognitive development, and the enactive representational ability was the highest one in all grade levels of children, the "iconic representation" the next, and the "symbolic representation" the lowest. Besides, the higher grade the child went into, the more cognitive representational ability grew.

In part II, it was found that there was no significant difference in sex

and grades on the cognitive development of Junior high students.

In part III, it showed that the cognitive development of the gifted was superior to that of the normal and that of the mentally retarded children. Furthermore, the gifted used more symbolic representation than normal and mentally retarded children did.

In part IV, school children were randomly assigned to three groups, each group was taught to learn mathematics concepts by different teaching strategy. The results revealed that the group who was taught by proper sequence, from enactive to iconic and then to symbolic, was superior to that of group who was taught to learn by symbolic representation directly.

In part V, the children of fourth grade were accelerated to learn mathematics concepts that were supposed to be difficult for them to learn. The results were compared against the control group of no accelerated learning. Evidence showed that the acceleration of cognitive development was feasible. All above these findings provide positive support for J. S. Bruner's assumption that ".....any subject can be taught effectively in some intellectually honest form to any child at any stage of development."