

# 學習材料具體化程度與兒童 認知發展的關係

陳 李 綱

本研究的目的是有四：(1)以布魯納理論為基礎，編擬一套能包含「動作表徵」、「影像表徵」及「符號表徵」三種認知能力之測驗，以為測量兒童認知發展能力之工具。(2)探討年級與兒童認知發展能力之關係。(3)探討都市與鄉村兒童認知發展能力之差異情形。(4)探討智力高低與兒童認知發展能力之關係。受試者為北市及苗栗縣國小三至六年級共三百廿名學生，男女各半。每位受試須個別參予十題由本研究自編而成的認知表徵方式測驗，每題均包含三個子題，分別代表動作表徵，影像表徵和符號表徵材料。為避免在測驗中產生學習起見，測驗時，總先呈現符號式問題，再以呈現圖畫式或影像式問題，最後再呈現實際材料讓受試操作。本研究所有資料以多因子變異數分析處理，結果發現：(1)國小三至六年級兒童，皆以「動作表徵」的認知能力為最高，其次為「影像表徵」能力，以「符號表徵」能力為最低。然而，隨年級增加，各年級兒童的「符號表徵」能力間差距顯然大於「影像表徵」能力的差距，及「動作表徵」能力的差距。(2)都市兒童認知發展能力，不論在「動作表徵」、「影像表徵」及「符號表徵」能力，皆優於鄉村兒童。(3)智力高兒童不僅在「符號表徵」的認知能力優於智力低者；甚至於「動作表徵」及「影像表徵」等認知能力皆優於智力低者。這些結果可支持兒童的認知發展能力與年級，地區背景以及智力有密切關係的說法

## 一、問題背景

近年來，認知心理學家的理論對於教育的實際有很大的影響，其中以布魯納 (J. S. Bruner) 的貢獻為最大。布魯納在「教育的過程」(The Process of Education, 1960)一書中，提出一個很有名的假設，謂「任何一門學科都可利用某種心智上的真實方式，有效的教給任何發展階段的任何兒童」(any subject can be taught effectively in some intellectually honest form to any child at any stage of development) (P.33)。此一假設並非意謂任何發展階段的任何兒童可以學任何科目。而是指教師可以選取任何教材、重新用兒童可以瞭解的話予以改編，使它配合兒童的認知發展水準，則兒童也能學會這些教材所含的基本概念。布魯納所謂的心智上的「真實方式」是指使兒童以適合其認知發展水準的表徵方式來學習。

布魯納對兒童認知發展的看法與皮亞傑 (J. Piaget) 的看法非常接近。他認為兒童的認知發展可分為不同的時期，亦即「動作表徵」(enactive representation)、「影像表徵」(iconic representation) 和「符號表徵」(symbolic representation) 三個時期。不同時期的兒童，其認識周圍世界的方式，均有不同。動作表徵期的兒童，以透過「動作」(action) 的方式，了解外界事物最為容易；影像表徵期的兒童，除了透過「動作」外，也可透過在感官裏留下「影像」(imagery) 來了解；符號表徵期的兒童，則除了經由「動作」，「影像」之外，開始可以透過使用「抽象」符號來了解他的周圍世界。而皮亞傑則將兒童的認知發展分為「感覺動作期」，(sensorimotor period) 「前操作期」，(preoperational period) 「具體操作期」，(period of concrete operation) 及「形式操作期」，(period of formal operation) 等四個階段。布魯納所指的「

動作表徵」期，近似於皮亞傑所謂的「感覺動作期」；而「符號表徵」期，則與「形式操作期」相當。然而，布魯納（1973）認為三種認知表徵期的劃分，主要在強調認知能力與內涵的結構化發展，而不在於階段（stages）的明確劃分。因此，布魯納強調：只要教師能改用兒童可以了解的表徵方式（即為心智上的真實方式）來呈現教材，則兒童將可以了解教材的「結構」，亦即教材所含的基本概念，或教材與教材間的關係。例如， $a \in A$  此項教材，是符號表徵的教材，四歲兒童根本不了解此種抽象符號代表什麼；但是，如果我們以兒童的玩具來呈現，例如拿給兒童三個娃娃，其中一個大娃娃取名為「爸爸」，另一個「大娃娃」取名為「媽媽」，而最小的娃娃即代表四歲兒童，三個娃娃圍在積木作的房屋內，讓兒童親自玩弄，然後再問兒童：「這三個娃娃是不是住在同一房屋內？」然後兒童可以由操作中了解這每個娃娃都屬於房屋中的一員。如此看來，兒童雖然不能直接了解  $a \in A$  的抽象符號意義，然而在動作表徵方式中，他却能了解  $a \in A$  的基本概念。又如  $(x+a)^2 = x^2 + 2ax + a^2$  此一項教材，是符號表徵式的教材，對於國小兒童言，可能是太過抽象，他們無法了解其意義；然而如果我們讓國小兒童以剪板紙方式呈現三類紙板，將它們取名為「X方板」、「X板」和「1板」。讓兒童利用這些紙板排出一個比「X方板」更大一些的正方形，兒童很快就可排出來，同時我們要求兒童描述出如何排法，且記錄其結果為X方板 + 2X + 1。然後再請兒童描述新拼出來的正方形一邊是x加1，故記為X + 1，所得的正方形就記為(X + 1)(X + 1)。因為這兩種描記方法一樣，故記為X方板 + 2X + 1 = (X + 1)(X + 1)。像這樣，兒童繼續排出更大正方形，並將想法記錄起來，最後兒童終於可發現此項教材所隱含的意義來，亦即「當x板以2、4、6、8的比率增加，1板就以1、4、9、16增加，等號右邊也就以1、2、3、4增加」。兒童不但學會有關的二次方程式，而且學會如何發現其間的規則（shulman, 1968）。由此例中，我們發現雖然國小兒童不能直接了解  $(X + a)(X + a) = X^2 + 2aX + a^2$  的抽象符號意義，但將該教材轉化為「動作表徵式」教材，讓兒童動手操作，使其發現此項教材所交代的基本概念。這種教材因適合於兒童認知發展水準，故稱為真實方式的教材，兒童也就可以了解此種概念。然後教師只要在黑板上畫圖，不必讓兒童操作真的紙板，兒童也可更深入的了解此種概念。此種圖畫表示的教材，即為「影像表徵式」教材。最後兒童也許能學懂  $(X + a)^2 = X^2 + 2aX + a^2$  此一公式所代表的符號概念。此種教材，即為「符號表徵式」教材。因此根據布魯納看法，只要我們能夠用學生可以了解的語言來轉譯，或以適合學生認知發展的表徵方式呈現，我們便可提早將教材的基本概念和結構教給學生，不必空等待成熟的來臨。此種觀點是布魯納和皮亞傑理論最大不同處。布魯納強調學習準備度是學習來的，他認為認知能力的發展是由內外二種因素造成，發展是以同時併進方式，配合著動作、影像及符號的認知方式，以達到智能發展的完美狀態。這三種認知方式代表着三種歷程，只要兒童在動作表徵方式中學得某種概念，逐漸地再從影像表徵方式中就能進一步了解，最後他也能從符號表徵方式中學得抽象的符號概念來。因此，布魯納認為認知發展並不是絕對受年齡的限制。這一點與皮亞傑認為兒童認知發展受年齡及成熟發展的限制的說法有所不同。

從布魯納對認知發展的樂觀看法來看，教師似乎可以教國小兒童學習國中教材所包含的基本概念，只要教師利用適合於國小兒童的表徵方式來呈現教材。例如以具體化的動作表徵方式來教學，那麼兒童一定能很容易獲得教材的概念。但是，為何目前的國小及國中學生仍有許多的學習困難，尤其是在數學和理化方面的學習困難？根據國內學者（張春興、林清山等人，民國68年）研究指出國中學生數學科的學習困難一部分原因可能是因學生在國小時缺乏應具備的起點行為。換言之，學生在國小階段在數學方面已有學習困難，自然會影響到國中的數學學習態度。而且根據（Butler, C.H., Wern F.L., & Banks J. H. 1970, PP43-46）認為數學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一種學問，理化自然科亦是如此。所以數理科教材本身通常較為抽象化，要能真正了解其概念及原理原則是較不容易。學者陳榮華，（民國68年）研究也指出數學基本概念以及運算技能之教學，必須配合兒童的認知發展，並善用所有可能的具體事物方易收到事半功倍的效果。由這些觀點看來，筆

者推想造成兒童學習困難的原因：①是否因教材的過於抽象化，未能配合兒童的認知發展方式來呈現，造成其學習的困難？②是否因教師的漠視學生的認知發展能力有關？教師在教學時，只強調教材的呈現，而不能顧及兒童的認知發展階段到何種程度，兒童只能一知半解的了解教材的表面，不能真正獲得教材的基本概念，因而造成了學習上的困難問題？因此，筆者認為幫助教師了解兒童的認知發展階段是件重要的事。然而，目前國內有關測量兒童認知發展階段的工具一直很缺乏，尤其是能同時包含布魯納認知發展三階段的測驗試題似乎至今仍闕如。

另外，布魯納（1966，1973）也從種族演化、個體發展及文化觀點來討論兒童的認知發展。他認為兒童的認知發展是由外而內和由內而外雙方面交互作用產生的；兒童認知發展與文化刺激關係密切。在不同地區的文化環境不同，個體所發展的思考模式及認知發展也將有不同。Hyde, D.M.(1963)曾研究英國、印度、阿拉伯等國六至八歲兒童認知發展能力，結果發現歐洲地區兒童的認知發展較為迅速。另外蘇建文（民國62年）曾研究我國5歲到11歲兒童的各種量保留的發展順序，其結果大致與皮亞傑及艾爾肯（Elkind.E）研究相符，惟國內兒童發展有稍為遲緩的現象。由此可見，兒童的認知發展與地區性文化刺激有關。

布魯納（1973）研究指出兒童的認知發展與智力間關係密切。因此智力高低影響着兒童的認知發展方式。Verizzo, O. (1970)曾研究智商高的兒童，其認知發展能力要比普通智商的兒童為迅速。另外（Lovell, K., 1966）曾研究英國一些13—15歲間輕度智能不足兒童，發現智商在75至85間兒童都能達到具體操作之階段。換言之，以動作表徵方式呈現予輕度智能不足兒童，則他們將也能學會某些教材。智力既能影響兒童的認知發展，則智力高低對兒童的認知發展有何差異，此亦為值得研究之問題。

## 二、本研究的目的和假設：

綜合上述觀點，本研究主要目的有四：

（一）欲編擬一套以布魯納認知發展理論為基礎，能測量出兒童認知發展能力之測驗；藉此測驗以為本研究實驗之工具，同時盼能作為教師教學時的參考工具。

（二）欲探討兒童認知發展能力與年級之關係，藉以了解布魯納的假設——「認知發展不受年齡的絕對限制」是否正確？抑或皮亞傑認為「認知發展與年齡有關」之說為正確？

（三）欲了解都市與鄉村兒童的認知發展能力，是否因文化背景與地區性不同，而有差異現象存在？

（四）欲探討兒童智力高低與認知發展能力，有何差異存在？

基於以上的研究目的，本研究提出下列的假設：

（一）不同年級兒童與認知發展能力的三種表徵方式間具有交互作用。換言之，隨年級增加，各年級組兒童在「符號表徵方式」分數間差距將比在「影像表徵分數」及「動作表徵分數」間差距為大。

（二）都市兒童因文化背景，文化刺激皆優於鄉村兒童，故都市兒童認知發展水準將會優於鄉村兒童。

（三）智力高兒童對於抽象概念較易於理解，故智力高兒童與智力低兒童的認知發展階段，主要差別在於「符號表徵分數」之差異。換言之，智力高兒童的符號表徵認知能力，將高於智力低者。

## 方 法

一、受試者：選取臺北市及苗栗縣鄉鎮各一所國民小學，並自三、四、五、六年級中，各選取四十名學生為實驗對象，共計三百廿名，其中男女生各半。

## 二、研究工具與材料：

（一）兒童認知表徵方式測驗：本測驗係由筆者自行設計，根據布魯納認知發展理論為基礎。整個測驗共有十題，而每題皆包括三部份，一種是可從實際材料或動作操作者，代表動作表徵材料；一種是

由圖畫繪製操作步驟者，代表影像表徵材料；另一種是較抽象的符號，代表符號表徵材料。記分方式是以受試者在動作部份答對十題中幾題，每題一分，即得幾分。在圖畫部份答對幾題，即得幾分。在符號部份亦然。每部份分數最高為十分。本測驗之重測信度在動作部份  $r = .48, (P < .05)$ ；在影像部份  $r = .66, (P < .01)$ ；在符號部份  $r = .63, (P < .01)$ 。效度方面，是以本測驗建立之前，所作預試研究發現測驗的三部份內容皆能隨着受試年級增加，而分數愈高。據此推論，本測驗似尚具有某種效度，然真正的效度，尚待考驗。至於本測驗所使用之實驗材料如附錄一。

(一)瑞文氏非文字推理測驗：本測驗原為英國 J. C. Raven, 1938 年編製。經黃堅厚氏於民國 53 年加以修訂。以適用於 6 歲至 13 歲兒童。全測驗共分五組，每組有十二題，共六十題。每題以一分計算，最高得分為六十分。在本研究中，以此項測驗分數代表兒童的智力分數。

三、操作型定義：本研究所指認知發展能力包括下列的三種分數：

(一)動作表徵式分數：係指受試在兒童認知表徵方式測驗中，在十題中的動作部份，能從實際的材料操作中，而答對所問之問題，答對一題一分，所得之分數。

(二)影像表徵式分數：係指受試在兒童認知表徵方式測驗中，在十題中的圖畫部份，能從視覺看到操作的步驟，而答對所問之問題，答對一題一分，所得之分數。

(三)符號表徵式分數：係指受試在兒童認知表徵方式測驗中，在十題中的抽象符號部份，直接答對所問之問題，答對一題一分，所得之分數。

(四)高智力組與低智力組：以在「瑞文氏非文字推理測驗」上的分數來表示。若分數在同年齡組的百分等級七十五以上者為高智力組。例如三年級 9 歲學生，其分數為 28 分以上者為高智力組。四年級 10 歲者，分數在 35 分以上者；五年級 11 歲者，分數在 43 分以上者；六年級 12 歲者在 47 分以上者，選為高智力組。若分數在同年齡組的百分等級二十五以下者為低智力組。例如三年級生分數在 15 分以下者，四年級生分數在 25 分以下者，五年級生分數在 25 分以下者，六年級生分數在 32 分以下者。選為低智力組。

#### 四、實驗設計：

本研究採用雙因子重覆樣本實驗設計，以考驗本研究第一假設，其自變項為年級及三種表徵方式。依變項則為三種重覆量數的表徵分數。至於比較都市與鄉村兒童認知發展之差異，則以二因子多變項實驗設計處理，其中二因子包括地區不同（分都市與鄉村）與年級不同等自變項，而依變項則為三種表徵分數。比較高低智力組兒童認知發展差異，則以  $2 \times 4 \times 3$  三因子重覆樣本實驗設計，自變項為智力，年級及表徵方式。依變項則為表徵分數。

#### 五、步驟：

(一)「兒童認知表徵方式測驗」編製過程：

1. 本測驗正式定題之前，筆者曾根據布魯納的認知發展理論設計廿二個題目，每個題目皆包含動作的、影像的、和符號的三部份。先以國小一至六年級學生各六名作為預試對象，每年級選取二名學業成績優越者，二名成績中等者，另二名成績低劣者，故共計卅六名學生參予測驗，每位學生須依照每題的動作，影像及符號內容，依次作完廿二題。

2. 將預試結果：從廿二題中選出十題難度適中（能適合於國小三至六年級生使用者）題目，以為正式實驗題目。

3. 建立信度：以隨機方式選取國小三至六年級兒童各五名，進行本測驗之實施，然後隔一個半月，再實施一次；最後再以前後二次測驗結果，分別求出動作表徵分數、影像表徵分數及符號表徵分數之重測信度係數。

4. 與其他的相關研究：以上述廿名兒童之學業成績與其第一次測驗結果求相關。結果發現語文方面與動作表徵分數間  $r = .38, P > .05$ ；與影像表徵方面  $r = .48, P < .05$ ；與符號表徵方面  $r = .51, P < .05$ 。而自然科與動作表徵間  $r = .44, P < .05$ ；與影像表徵方面  $r = .45, P < .05$ ；與符號表徵間

$r = .58, P < .01$ 。

(二)測驗實施步驟：本測驗採用個別測驗方式實施，每位受試須作完十題。每題的呈現方式分三步驟：1.主試先呈現具有符號表徵式問題，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.主試呈現實際材料，由受試依主試指導，動手操作，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，…如此作完十題為止。

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；學會影像表徵材料，便可以學會符號表徵材料。本測驗每一題程序所以先呈現符號式問題，而不先呈現動作式問題，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，是為了要避免在測驗中產生學習之故。

至於每一題詳細的實施步驟可舉例說明如下。例如第一題在測量兒童「等量減等量關係」之概念。(請看附錄一第一題)。  
 ①主題先呈現卡片，其上寫著：「 $A = B, C = D$ ，則 $A - C = B - D$ 對嗎？為什麼？」讓受試回答，主試記錄其回答結果。  
 ②主試呈現兩張20公分×12公分的紙張及八張2公分×2公分紙張，並先在一張20×12公分見方紙張中的四角落上各排上一張2×2公分見方小紙，然後拿剪刀剪去那四角落；再在另一張大紙右下角排上四張合在一起之小紙，然後剪去那個四張小紙大的右下角；再拿着最後剪剩下二張大紙問受試：「這剩下來部份，是否一樣多？為什麼？」，主試記錄受試回答結果。  
 ③主試呈現兩張20公分×12公分的紙張及八張2×2公分見方小紙予受試者，讓受試者依照主試操作方式，自己動手剪紙，剪完後，主試再問受試：「二張同樣大的大紙，減去二張同樣大之小紙，剩下的部份一樣多嗎？為什麼？」主試再記錄受試回答結果。其他各題實施方式亦依照此種程序進行，實驗完畢後，主試再依據記錄結果，求出每位受試之三種表徵方式分數，再加以統計分析。

## 結 果

### 一、兒童認知發展分數與年級關係

表一為兒童的年級與表徵方式間變異數分析表。由表一結果看出年級主要效果達顯著水準，( $F = 103.16, P < .01$ )，表示各年級兒童的認知發展分數有顯著差異。表徵方式主要效果亦達顯著水準，( $F = 1456.33, P < .001$ )，表示兒童的三種表徵分數有顯著差異。年級與表徵方式間交互作用亦達顯著水準，( $F = 3.18, P < .01$ )，表示兒童的三種表徵分數之差異，因兒童的年級不同而有所不同。

表一：兒童的年級與表徵方式間變異數分析表

變異來源	SS	df	MS	F
受試者間	3170.8	319		
年級	1569.06	3	523.02	103.16**
誤差	1601.74	316	5.07	
受試者內	4350	640		
表徵方式	3553.44	2	1776.72	1456.33**
年級×表徵方式	23.25	6	3.88	3.18**
受成內誤差	773.31	632	1.22	
全 體	7520.80	959		

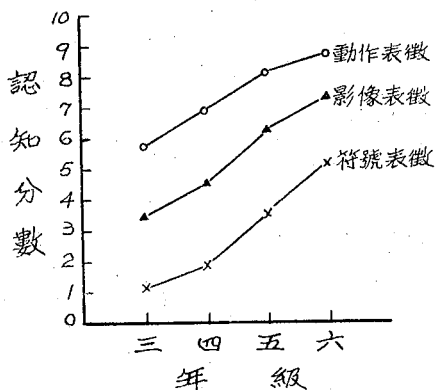
\*\* $P < .01$

表二為各組兒童三種表徵分數之平均數及標準差。由表二中看出各年級兒童皆以動作表徵分數為最高，而影像表徵分數次之，以符號表徵分數為最低。每一種表徵分數皆隨着年級增加而增加。

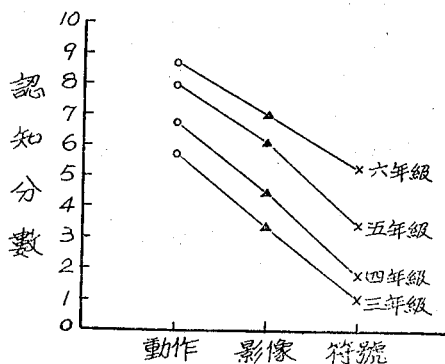
表二：各年級兒童三種表徵分數之平均數與標準差

年級	方式		動作表徵	影像表徵	符號表徵
	$\bar{X}$	SD			
三 (N=80)	$\bar{X}$	SD	5.96	3.43	1.15
			1.96	1.72	1.07
四 (N=80)	$\bar{X}$	SD	7.00	4.54	2.09
			2.00	1.71	1.46
五 (N=80)	$\bar{X}$	SD	8.11	6.30	3.56
			1.40	1.51	1.66
六 (N=80)	$\bar{X}$	SD	8.86	7.11	4.45
			0.95	1.29	1.68

圖一為各年級兒童的三種表徵分數比較圖。由圖一可看出年級與表徵方式間所具有的交互作用為次序性交互作用；但年級愈高，三種表徵分數間的差距愈小，年級愈低，三種表徵分數間差距愈大。圖二為三種表徵分數的各年級組比較圖。由圖二也顯示出年級與表徵方式間具有次序性交互作用。各年級組兒童的符號表徵分數間差距大於影像表徵分數間及動作表徵分數間之差距。



圖一：各年級兒童三種表徵分數比較圖



圖二：各種表徵方式之分數比較圖

## 二、都市與鄉村兒童認知發展分數差異考驗

表三係就不同地區與年級兒童的三種表徵分數所作之多變項變異數 (MANOVA) 分析表。由表三可看出不同地區兒童的三種表徵分數主要效果達顯著水準，( $\Lambda = 0.76, P < .01$ )，表示都市與鄉村兒童認知發展分數有顯著差異。就年級主要效果亦達顯著水準，( $\Lambda = 0.49, P < .01$ )，表示各年級間兒童認知發展分數亦有顯著差異。而地區與年級交互作用亦達顯著水準( $\Lambda = 0.93, P < .05$ )，表示不同年級兒童的三種表徵分數因地區的不同而有所差異。

表三：地區及年級多變項變異數分析摘要表

來源	SSCP 矩陣	df	行列式值	$\Lambda$
地區 (A) (城市與鄉村)	$\begin{pmatrix} 843.95 & 463.90 & 239.05 \\ 463.90 & 2499.08 & 279.28 \\ 239.05 & 279.28 & 801.10 \end{pmatrix}$	1	137050939.0	0.76**
年級 (B)	$\begin{pmatrix} 417.58 & 435.41 & 454.13 \\ 435.41 & 484.93 & 486.99 \\ 454.13 & 486.99 & 499.83 \end{pmatrix}$	3	212596745.8	0.49**
交互作用 (A B)	$\begin{pmatrix} 35.67 & 8.44 & 14.57 \\ 8.44 & 5.91 & 0.08 \\ 14.57 & 0.08 & 12.61 \end{pmatrix}$	3	110824164.7	0.93*
誤差	$\begin{pmatrix} 639.15 & 368.70 & 196.65 \\ 368.70 & 2454.83 & 259.58 \\ 196.65 & 259.58 & 792.33 \end{pmatrix}$	312	103509502.7	
全體	$\begin{pmatrix} 1936.35 & 1276.45 & 904.40 \\ 1276.45 & 5444.75 & 1025.43 \\ 904.40 & 1025.43 & 2105.87 \end{pmatrix}$	319		

\* $P < .05$       \*\* $P < .01$ 

## 三、高低智力組兒童認知發展分數考驗

表四為兒童就智力、年級及表徵方式之變異數分析表。由表四中看出智力主要效果達顯著水準，( $F = 215.94, P < .01$ )，表示智力高低，對兒童認知分數有顯著差異。同時年級及表徵方式二項主要效果亦達顯著水準，( $F = 28.18, P < .01$ ;  $F = 433.49, P < .01$ )，表示各年級間兒童的認知發展分數及三種表徵分數間都有顯著差異。而智力與表徵方式的交互作用達顯著水準，( $F = 10.50, P < .01$ )，表示智力不同，兒童的三種表徵分數亦將不同。而年級與表徵方式的交互作用亦達顯著水準，( $F = 3.46, P < .01$ )，表示年級不同，三種表徵分數亦有差異存在。

表四：兒童就智力、年級及表徵方式間之變異數分析表

變異來源	ss	df	MS	F
受試間	1102.9	79	13.96	
智力高低(A)	637.01	1	637.01	215.94**
年級(B)	249.42	3	83.14	28.18**
A × B	3.84	3	1.28	0.43
羣內受試	212.63	72	2.95	
受試內	1222	160		
表徵方式(C)	997.04	2	498.52	433.49**
A × C	24.13	2	12.07	10.50**
B × C	23.89	6	3.98	3.46**
A × B × C	10.87	6	1.57	1.37
表徵方式 × 羣內受試	166.07	144	1.15	
全體	2324.9	239		

\*\* $P < .01$

另外考驗智力與三種表徵方式間的單純主要效果發現不同智力組兒童在動作表徵分數上以及影像表徵分數及符號表徵分數上都有顯著差異 ( $P < .01$ )。高智力組兒童的三種表徵分數亦有顯著差異 ( $P < .01$ )。低智力組兒童的三種表徵分數亦達顯著差異 ( $P < .01$ )。

## 討 論

### 一、年級與兒童認知發展關係

本研究曾預測「年級」與「表徵方式」兩個變項間可能具有交互作用存在。由表一結果顯示「年級」與「表徵方式」間確實具有顯著交互作用。換言之，不同年級的兒童，認知發展的三種表徵分數也將不同。同時就表二的平均數來看，以動作表徵言，兒童的認知分數隨年級增加而愈高；以影像表徵及符號表徵而言，也都有相同的現象。然而隨着年級增加，各年級間兒童，在符號表徵分數間差距比在「影像表徵」分數間差距及動作表徵分數間差距為大。由此可見，國小階段的學生，在學習某種概念或原理原則時，大多數以「動作表徵」方式較易學會，因此以「動作表徵」分數為最高。但是兒童到了五、六年級時，逐漸可以「影像」或「符號」方式來學習基本概念，雖然他們仍以「動作表徵」分數為最高，但是「影像表徵」分數與「符號表徵」分數也逐漸提高。因此由圖一、圖二可看出六年級兒童認知發展由動作表徵而影像表徵以至符號表徵間的趨線逐漸平緩，不比三年級兒童的三種表徵分數間趨線那樣突出。由此可見「年級」和「表徵方式」間具有交互作用。此結果支持了本研究第一項假設。同時由此也反映出年級與認知發展能力間有關係存在。這與布魯納的「認知發展不受年齡的絕對限制」看法，略有出入。

但是，布魯納的看法，主要強調學習準備度的重要性，他認為只要能改用兒童可以了解的表徵方式來呈現教材，則可幫助年齡小兒童學會年級較大兒童之教材意義與概念。他一再強調學習準備度是教出來的，而不是靠年齡等成熟因素造成。因此，他認為認知發展階段不能以年齡來明確劃分。事實上，對於認知發展階段，我們很難用年齡去劃分；在日常生活中，有些技巧性學習，如騎腳踏車，學習打字等，必須以實際的操作練習，才能獲得真正技巧。因此，在此時以「動作表徵」方式的學習效果會比其他二種表徵方式為佳。

綜合此項研究結果：我們可以發現兒童的認知發展與年級間似有直線函數關係存在。愈高年級兒童使用「符號表徵」方式獲得學習的比例，亦逐漸增加。但是三至六年級兒童的認知發展能力，仍以「動作表徵」方式最易獲得學習。

### 二、地區與兒童認知發展能力之關係

本研究第二個假設曾預期「都市兒童認知發展水準將優於鄉村兒童」。由表三結果支持本項假設，都市與鄉村兒童的認知發展水準有顯著差異。而且都市兒童的三種表徵認知能力顯然高於鄉村兒童。Dorsey, A. H. (1972) 研究，在比較都市與鄉村兒童保留概念的發達，亦發現都市兒童的認知能力顯然地高於鄉村兒童。由此說明都市兒童因生長環境較為複雜，文化刺激也較豐富；而鄉村兒童生長環境較為樸素單純，文化刺激較為貧乏，因此都市兒童的認知發展能力優於鄉村兒童。

單就表徵方式言，都市與鄉村兒童仍以動作表徵分數最高，影像表徵分數次之，符號表徵分數最低。換言之，不論都市或鄉村兒童的認知發展能力，仍以「動作表徵」方式最易獲得學習。

### 三、智力與兒童認知發展能力關係

本研究第三假設預測「智力高兒童的符號表徵認知能力將優於智力低者」。由表四的多因子變異數分析結果發現：「智力」、「年級」及「表徵方式」間三變項分數主要效果皆達顯著差異；另外就「智力」與「表徵方式」間具有顯著交互作用；「年級」及「表徵方式」間也有交互作用。由此項結果顯示：隨着智力增加，兒童的三種表徵認知能力也隨着增加。智力高兒童不僅在「符號表徵」的認知能力優於智力低者，甚至於「影像表徵」和「動作表徵」的認知發展能力也優於智力低者。此結果支持第三假設。



大多數的研究結果，也都認為「認知發展」與智力確有密切關係。例如 Verizzo, O. (1970) 研究指出智商高兒童，其認知發展能力顯然優於普通智商兒童。另外 Little, A. (1972) 的研究，亦認為智商高兒童，其認知反應更成熟，判斷正確，解釋較為合理。

由此結果正說明智力高兒童，對於抽象概念較易於理解，因此符號表徵的認知能力會優於智力低者。而在動作發展上，有些學者（陳榮華，民國54年）等研究指出智力低兒童顯然較普通兒童動作為遲滯。因此本研究結果也發現智力高兒童「動作表徵」的認知能力顯然優於智力低者。另外在影像表徵方面，一般學者（陳榮華，民國56年）等研究發現智力低兒童在感官能力和注意廣度上都比普通兒童為差。因此本研究中也發現智力高兒童的影像表徵能力顯然優於智力低者。

綜合上述各項研究結果，本研究可支持兒童的認知發展能力與「年級」、「地區背景」及「智力」等變項都有密切關係之說法。然而本研究尚待進一步探討，將兒童認知表徵方式測驗建立標準化，增設題目，以為教師編製教材時，建立兒童認知發展常模之參考依據。並且本研究擬繼續探討智能不足兒童與普通兒童在認知發展能力有何差異存在，以為智能不足兒童教學及教材編製之參考。舉一個例來說，如果智能不足兒童與普通兒童使用本研究的測驗來比較，我們可預期二者在「動作表徵」方面的差異要小於在「符號表徵」方面的差異。是否如此，值得我們繼續加以研究。

### 參 考 文 獻

- 林邦傑：國中及高中生具體運思、形式運思與學業成就之關係。測驗年刊，民國70年，18輯，第23～32頁。
- 林清山：科學教育的心理基礎（上）。師大科學教育月刊，民國65年，創刊號，第27～36頁。
- 林清山：科學教育的心理基礎（下）。師大科學教育月刊，民國65年，第二期，第15～20頁。
- 張春興、林清山、范德鑫、陳李綱：學習困難訊息的回饋對國中生數學科成就的影響之實驗研究。師大教育心理學報，民國68年，12期，第15～34頁。
- 郭為藩、陳榮華：特殊兒童心理與教育。中國行為科學社，民國64年。
- 梁恆正：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，民國64年，17輯，第413～486頁。
- 黃堅厚：瑞文氏推理測驗之應用。測驗年刊，民國53年，11輯，第20～23頁。
- 陳榮華：低能兒童之動作與手藝能力之研究。測驗年刊，民國54年，12輯，第108—202頁。
- 陳榮華：低能兒童與普通兒童注意廣度之比較研究。測驗年刊，民國54年，14輯，第51～55頁。
- 陳榮華：學習層次與增強因素對智能不足兒童加算學習成效之影響。師大教育心理學報，民國68年，12期，第51～68頁。
- 劉錫麟：我國兒童保留概念之發展。師大教育研究所集刊，民國63年，16輯，第97～147頁。
- 蘇建文：兒童量的保留概念發展之研究。測驗年刊，民國62年，20輯，第61～75頁。
- Almy, Millie, et al. *Young Children's Thinking: Studies of Some Aspects of Piaget's Theory*, New York: Teacher's college press, 1966.
- Brearley, Melly Hitchfield, & Elizabeth, A. *A Guide to Reading Piaget*, N. Y. Schocken Books, 1966.
- Bruner, J. S. Goodnow, J. J. & Austin, G. A. *A Study of Thinking*. N. Y.: John Wiley & Sons, 1956.
- Bruner, J. S. *The Process of Education* Cambridge: Harvard University Prese, 1966.
- Bruner, J. S. *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge: Harvard University press, 1966.
- Bruner, J. S., Olver, R. R. et al. *Studies in Cognitive Growth*. N. Y.: John Wiley &

- Sons, 1966.
- Bruner, J. S.: "Cognitive consequences of Early Sensory Deprivation." In Sprinthall, N. A. *Educational Psychology: Selected Readings*. Van Nesrand-Reinhold Co., 1969
- Bruner, J. S.; "Structures in Learning." In Hass, G. et al. *Readings in Curriculum*. Boston: Allyn & Bacon, 1970.
- Bruner, J. S.: "Learning and Thinking." In Hamachek, D. E. *Human Dynamics Psychology and Education*. Boston: Allyn and Bacon, 5th Printing, 1970
- Bruner, J. S.: "Needed: A Theory of Instruction." In Hyman, R. T. *Contemporary Thought on Teaching*. N. J.: Prentice-Hall, 1971.
- Bruner, J. S.: "Nature and Use of Immaturity." *American Psychologist*, 1972, **27**(8).
- Bruner, J. S. *The Relevance of Education*. N. Y.: Norton, 1973.
- Bruner, J. S. "Organization of Early Skilled Action." *Child Development*, 1973, **3**.
- Bruner, J. S. *Beyond the Information Give*. N. Y.: Norton, 1973.
- Bruner, J. S. The Growth of Mind. *American Psychologist*, 1965, **20**, 1007-1017.
- Bruner, J. S. The Course of Cognitive Growth, *American Psychologist*, 1964, **19**, 1-15.
- Bruner, J. S. A psychologist's viewpoint. Review of Barbel Inhelder & Piaget, J. The growth of logical thinking. *Brit. J. Psychol.* 1959, **50**, 363-370.
- Bruner, J. S. & Postman, L.: On the perception of incongruity: a paradigm. *J. Pers.*, 1949, **18**, 206-223.
- Bruner, J. S. & Potter, Mary C.: Interence in visual recognition. *Science*, 1964, **144**, 424-425.
- Bruner, J. S. & Tajfel, H. Cognitive risk and environmental change. *J. abnorm. soc. Psychol*, 1961, **62**, 231-241.
- Cates, A. I. Sex differences in reading ability. *Elementary School Journal*, 1961, **61**, 431-434.
- Bulter, C. H., Wern, F. A. & Banks, J. H. *The Teaching of Secondary Mathematics*. New York: Mc Graw-Hill, 1970.
- Dorsey, A. H. H. A survey study of the comparative status of understanding and reasoning in conservation concepts by ninth grade students in the public school of south Carolina. *Dissert. Abstract*, 1972, **33**(2), 549A.
- Little, A. A longitudinal study of cognitive development in young children. *Child Development*, 1972, **43**, 1024-1034.
- Lovzll, K. The developmental approach of J. Piaget: Open discussion. In M. Garrison, Jr. (ed.) *Cognitive Models and development in mental retardation American Journal of Mental Deficiency*, 1966, **70**, pp.84-95.
- ED. Labinowicz: *The Piaget Primer Thinking, Learning, Teaching* Addison-Wesley Publishing Co. 1980.
- Flavell, J. H. *Cognitive Development*. Englewood Cliffis: Prentice-Hall, 1977.
- Greenfield, P. M. & Bruner, J. S. Cluture and Cognitive Growth. *Intl. Journal of Psychol*, 1966,

- Guilford, J. P. *The nature of human intelligence*. N. Y.: Mcgraw-Hill, 1971.
- Hilton, T. L. & Berglund, G. W. Sex differences in mathematics achievement. *Journal of Educational Research*, 1974, **67**, 231-423.
- Inhelder, B. On Cognitive Development. *American Psychologist*, 1966, **21**, 160-164.
- Kohlberg, L. Early Education: A Cognitive Developmental View. *Child Development*, 1968, **39**, 1013-1062.
- Maccoby, E. E. Sex differences in intellectual functioning. In Maccoby, E. *The Development of Sex differences*. Stanford: Stanford University Press, 1966.
- Owens, J. C. Age and mental abilities: A longitudinal study, *Genetic Psychology Monographs*, 1953, **48**, 3-54.
- Owens, W. A. Age and mental abilities: A second adult follow-up. *Journal of Educational Psychology*, 1966, **57**, 311-325.
- Piaget, J., Inhelder, B., & Szeminska, A. *The Child's Conception of Geometry*. N. Y. Basic Books, 1960.
- Piaget, J. Development and Learning. *The Journal of Research in Science Teaching* 1964, **2(3)**, 176-186.
- Piaget, J. *The child's conception of Number*. N. Y. Norton, 1965.
- Piaget, J.: *The construction of reality in the child*. N. Y. Basic Books, 1954.
- Shaw, D. C. A study of the relationships between Thurstone Primary Mental Abilities and high school achievement. *Journal of Educational Psychology*, 1949, **40**, 239-349.
- Shulman, L. S. Psychological controversies in the teaching of science and mathematics. *Science Teacher*, 1968, **35(6)**, 24-38.
- Stendler, C. B. Elementary Teacher and Piagetian Theory, *The Science Teacher*, 1962, **9(29)**, 34.
- Verizzo, O. Conception of conservation and reversibility in children of very superior intelligence. *Sch. Sci. & Math.*, 1970, **79**, 31-36.
- Worthen, B. R. Discovery and Expository Task Presentation in Elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology*. Mongraph Supplement **59(1)**, Part2. 1968, Feb.



## THE RELATIONSHIPS BETWEEN CONCRETE LEVELS OF LEARNING MATERIALS AND COGNITIVE DEVELOPMENT IN CHILD.

LI-CHOU CHEN

### ABSTRACT

The purposes of this study were (1) to construct a test for measuring cognitive developmental abilities of children according to J. S. Bruner's theory, (2) to investigate the relationships between grades and cognitive abilities of children (3) to explore the differences between the cognitive abilities in city children and rural children, and (4) to discuss the connection between the levels of the intelligence and cognitive abilities.

320 subjects (160 boys and 160 girls) in grades three to six were selected from two elementary schools in Miao-Li and Taipei city. Each subject was tested through a self-compiled test with ten questions, three items in each. Each question was presented in the order of symbolic item, pictorial item, and then manually operational real materials, in order to prevent learning experience bias.

The results were as follows: (1) The cognitive developmental ability of "enactive representation" was found to be 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 "symbolic representation" was used, comparing to the "iconic representation" and "enactive representation" (2) The cognitive abilities of city children were superior to those of rural children. (3) The children with high intelligence were superior to those with low intelligence in all three stages of cognitive development. It was concluded that there are close relationships among cognitive developmental ability of children, grade, cultural background, and intelligence.



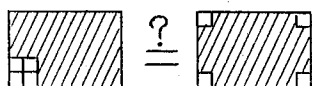
(附錄一) 兒童認知表徵方式測驗

一、等量減等量關係：

(一)符號表徵： 假如  $A = B, C = D$ ，那麼  $A - C = B - D$ ，對嗎？為什麼？

(二)影像表徵： 假如  

(由教師操作，學生觀察)



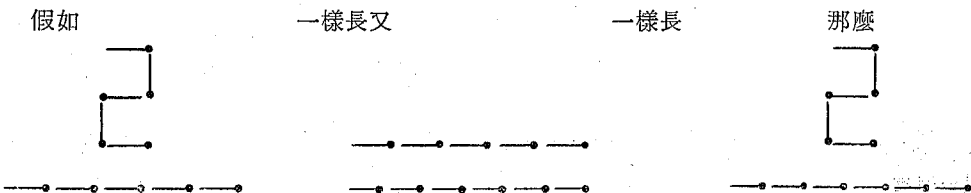
那麼下面二圖斜線部份一樣多嗎？為什麼？

(三)動作表徵： 程序：先呈現兩張同大小紙張，讓受試比較是否相同，再拿出 8 張同大小之小方格紙，其中 4 張小紙分散成  $\square\square\square\square$ ，另外四張小紙集中田，再讓學生從一張大紙中每一角落剪去一小方格。再從另一紙中剪去四小紙大的一角落，(即減法田)讓受試比較剩餘部份是否一樣多？為什麼？

二、等量遞移關係：

(一)符號表徵： 假如  $A = B$ ，又  $B = C$ ，那麼  $A = C$ ，對嗎？為什麼？

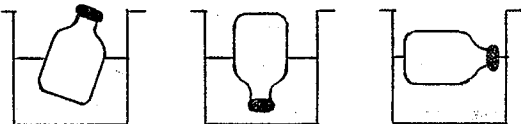
(二)影像表徵： (由教師操作，學生觀察)



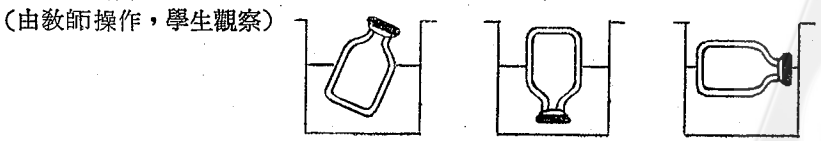
(三)動作表徵： 程序：先呈現兩堆各五支一樣長火柴棒，讓受試將前一堆 5 支火柴棒，排成己字，另一堆排成直線。問受試兩堆是否一樣長？再呈現一堆 5 支同長度火柴棒，讓受試排成直線，另一堆 6 支較短火柴棒，但 (6 支短總長度 = 5 支長總長度) 問受試再堆一樣長嗎？再問受試排成己字那堆火柴棒與 6 支一堆火柴棒一樣長嗎？為什麼？

三、水面位置關係：

(一)符號表徵： 呈現卡片：這裏有 3 個瓶子圖，每個瓶內都要裝水，水不裝滿，請以你看法，畫出瓶中水的的線條來。



(二)影像表徵： 請注意看老師倒水在 3 個瓶中，然後你在卡片上畫出瓶中水的的線條來。



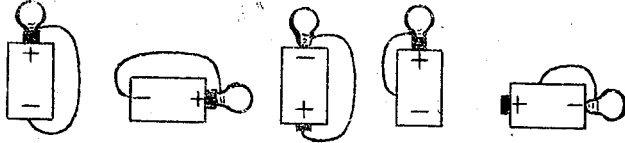
(三)動作表徵：  
(學生操作並觀察)

程序：給學生 3 個瓶子，讓學生倒水進瓶中，由學生操弄瓶子，可倒放、橫放、斜放，再讓學生說出瓶中的水與水面成何種關係？為什麼？

四、電池接電關係：

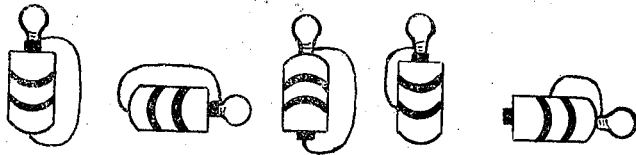
(一)符號表徵：

呈現卡片：請仔細看卡片上那幾個圖中的燈泡會亮起來？為什麼？



(二)影像表徵：  
(由教師操作)

請注意看老師怎麼裝電池、電線、燈泡才會亮，然後你再看圖片中那幾個燈會亮？



(三)動作表徵：  
(學生操作)

程序：給學生燈泡、電池和電線各一種，由學生自己練習接電池，然後讓學生回答燈泡如何接法才會亮起來？

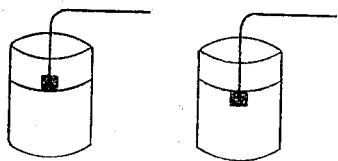
五、水位與外力關係：

(一)符號表徵：

呈現卡片：這裏有二個一樣大杯子，二杯內裝水，其中一個杯子水面上放一鐵塊，另一杯子在水面下放鐵塊這二杯水一樣多？為什麼？



(二)影像表徵：  
(教師操作  
學生觀察)



這二杯水會一樣多，為什麼？

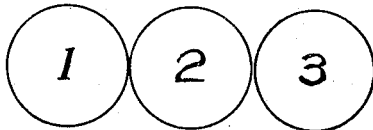
(三)動作表徵：  
(學生操作)

給學生兩個杯子，杯內裝水，其中一杯裝水少，讓學生放鐵塊在水面下，另一杯內水多，讓學生拉著綁線鐵塊在水面上（此時兩杯水水位一樣高）然後問學生，當二杯中鐵塊都掉入水內，則二杯水會一樣多？

六、齒輪轉動關係：

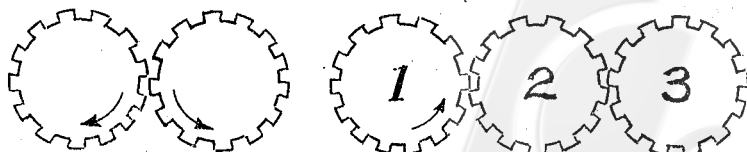
(一)符號表徵：

呈現卡片：這裏有三個齒輪，假如第一個向左轉，那麼第二個，第三個會向那一方向轉？為什麼？



(二)影像表徵：  
(教師操作)

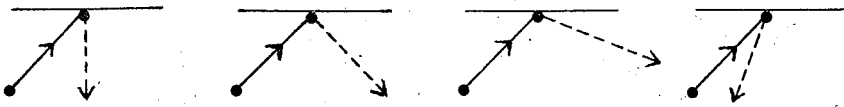
假如齒輪轉法是這樣，那麼：第一個向右轉，第二個，第三個向那方向轉？



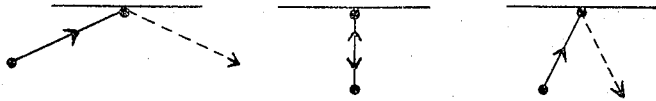
- (三)動作表徵： 程序：給學生一組三個齒輪，由學生操作，然後老師問學生，如果第一個齒輪右轉，那第2個，第3個齒輪會怎樣轉？為什麼？  
 (由學生操作)

七、撞球問題：

- (一)符號表徵： 呈現卡片：假如有人向牆壁45度角投球，那麼你想這個球彈回來的方向，是下列那一個圖才對？



- (二)影像表徵： 假如有人向牆壁投球，投的結果是  
 (教師操作)



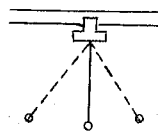
那麼從45度角投向牆壁，球反彈回來的方向，是下列那一圖才對？



- (三)動作表徵 程序：給學生一個球，由他向牆角投球，向各方向投，讓他觀察球彈回來方向？然後問學生「如果有人向牆壁投45度角球，那麼球彈回的方向是怎樣？」  
 (由學生操作)

八、單擺問題：

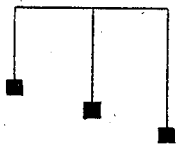
- (一)符號表徵： 呈現卡片：卡片上有一個單擺圖①如果單擺線下端的擺垂愈重，那麼單擺速度會比較慢，對嗎？為什麼？



- ②又如果單擺線換長些，那麼擺的速度會減慢對嗎？為什麼？

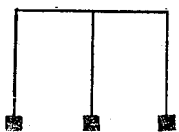
- (二)影像表徵： 注意看老師操作單擺，然後你再回答問題

(教師操作)  
 學生觀察

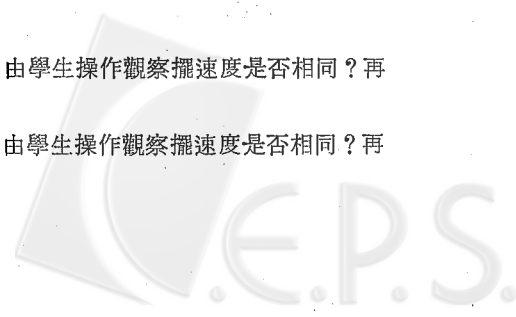


- ①如果擺垂重量相同，但單擺長線不同，擺的速度會相同嗎？

- ②如果擺垂重量不同，但單擺長線相同，擺的速度會相同嗎？



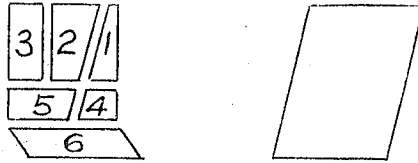
- (三)動作表徵 ①給學生三個長度不同單擺，擺垂重量相同，由學生操作觀察擺速度是否相同？再問其理由？  
 (學生操作) ②給學生三個長度相同單擺，擺垂重量不同，由學生操作觀察擺速度是否相同？再問其理由？



九、排積木板：

(一)符號表徵：

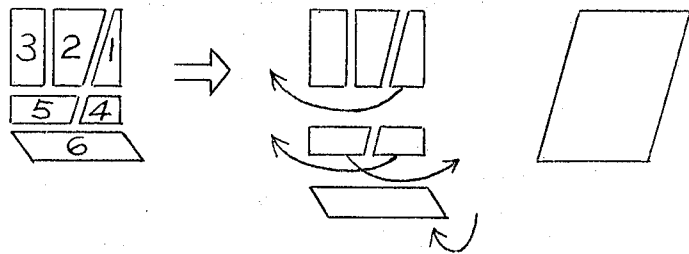
呈現卡片：卡片上有六塊按次序排好之積木，請你將積木次序位置變換，使六塊積木排成平行四邊形，將號碼寫在另一張紙的圖上。



(二)影像表徵：

(教師操作)  
學生觀察

注意老師操作程序，然後你將原積木號碼寫在平行四邊形紙上



(三)動作表徵：

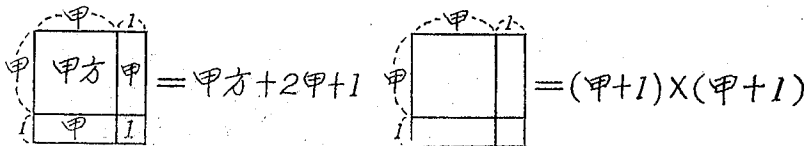
(學生操作)

給學生六塊積木板（按上圖次序掛列）由學生操作，排成平行四邊形。

十、二次方程關係：

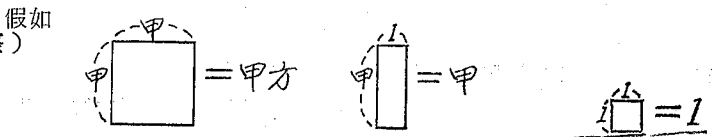
(一)符號表徵：

呈現卡片 假如

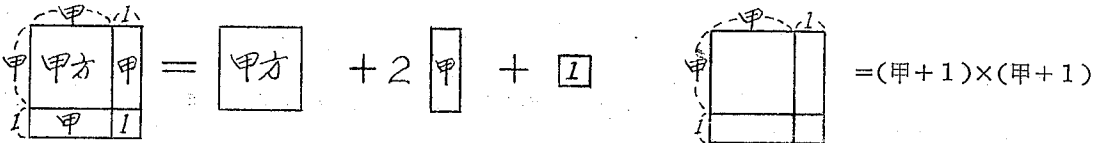


那麼  $(甲+1) \times (甲+1) = 甲方 + 2甲 + 1$ ，對嗎？為什麼？

(二)影像表徵：  
(教師操作學生觀察)



現在



那麼  $(甲+1) \times (甲+1) = 甲方 + 2甲 + 1$ ，對嗎？為什麼？

(三)動作表徵：

(學生操作)

程序：呈現一個方板，二個長板和一個小方板，由受試排成比方板更大的正方形，然後讓學生自己記錄大正方形板等於那四部分和，再由學生答大正方形每邊長為  $甲+1$ ，那面積等於  $(甲+1) \times (甲+1)$ 。最後問受試  $(甲+1) \times (甲+1) = 甲方 + 2甲 + 1$ ，對嗎？為什麼？

