

## 遊戲導向介入策略對多重障礙 幼童的技能學習的研究

黃茂樹 P. Wisson,

美國北科羅拉多大學

本研究旨在研討以遊戲導向介入的策略對多重障礙幼童的預備技能學習的影響。實驗對象是一位兩歲有腦麻痺、重度智障及感官動作殘障的女孩，她不會走動也不會說話。在經過17個月的特殊輔導教學（包括在家及在校）後，這位小女孩的學習技能（發聲、微笑、追尋物件及使用東西）之後沒有任何顯著進步。經過會商之後，決定使用以遊戲為導向的學習策略。研究計畫是採單一對象及修改型的 ABA（基線期，處理期，基線期）實驗設計。採用了頻率評量，對象內在變數的設計，行為原則和認知界場原理的處理實驗。實驗設備包括多種玩具，沙箱、和多面鏡子。在案主做好預備工作之後，即有30分鐘的處理過程（通常是在下午3點鐘進行，每週二到三次）。在6個不同的實驗時期內，每次處理過程結束後，案主的發聲、微笑、追尋物件，和使用東西等的學習技能均被系統地記錄下來。實驗的結果證明以遊戲導向的介入，對案主的學習成就有正面的影響。實驗結果也確定以遊戲為導向的介入對於學前殘障幼童的發展和學習技能有很重要的關係。老師可以將這種簡單的實驗設計運用自己的教室內。

## 「基礎數學編序教材」在啟智班 應用成效之研究\*

盧台華

國立臺灣師範大學

「基礎數學編序教材」係根據美國 Cawley 等 (1976) 編訂之 Project Math 為藍本增刪修訂而成，教材及評量表內容包括幾何、集合、範圍、量與實測、數、分數等六大領域，並依年齡劃分為四個層次，是一套融合數學概念、運算技巧與社會成長三大目標的完整教材。本研究的主要目的在探討初步編訂完成的「基礎數學編序教材」對智能不足學生數學科學習成效的影響及其適用性。研究對象為335名國中小啟智班學生，其中163名為實驗組，另172名為控制組，以數學能力診斷測驗及基礎數學編序教材概念評量表為研究工具，所得資料經：考驗、共變數分析、多變項變異數分析等統計處理，結果發現：(1)國中小啟智班學生應用「基礎數學編序教材」後，在概念及整體數學能力與成就上均顯著超過未使用本教材進行教學之國中小啟智班學生；(2)使用本套教材對國中小啟智班學生運算能力的發展並未造成顯著影響；(3)無論國中小或輕中度智能不足者之數學能力均有超越其智齡的表現；(4)隨年級的逐漸增長，數學能力有愈趨進步之趨勢；(5)智力愈高，進步亦愈顯著；(6)本套教材對不同年段、不同智力程度的啟智班學生均適用，唯使用於輕度智能不足者及中度智能不足者成效可能更大；(7)本套教材依年齡分四個層次的設計頗為符合國中小啟智班教學的實際需要。

### 緒論

數學教學的重要性與價值常被一般人低估，Bartel (1982) 即曾指出有關數學學習方面的研究比語文及其他學科方面受到的重視少。唯事實上在日常生活中許多獨立生活所需之基本技能，如預算的編擬、採購、烹飪、簡易家庭修護工作，以及準時上下班、薪資計算等相關職業技巧均需依賴所習得之數學知識與技能。Silbert (1981) 即指出數學成就對學生未來學業及職業的發展皆有相當之重要性，Ingalls (1978) 亦認為數學基本概念的理解是達成獨立生活目標的重要因素。尤其對智能不足者而言，教育的終極目標即在培養學生的職業技能與獨立自主能力 (Radabaugh, 1982)，Kolstoe (1976) 表示除非一些基本職業與日常生活的獨立自主技能都已學會，否則為智能不足者修訂的其他課程都是空談；McGinty 和 Meyerson (1980) 的研究結果中指出解決數學應用問題的方式與解決日常生活上問題的方式有很大的相關；Krutetskii (1976) 發現由解決數學問題的過

\* 本研究係「基礎數學編序教材」試用實驗研究專案之報告，該計畫承教育部、臺北市教育局支助經費，主持人為師大特教中心吳主任武典，參與編輯人員尚有同仁三天苗小姐（目前在美進修）及林美女、陳綠萍、陳文枝、林煌輝、單無雙、葉修、鄭雪珠、楊美玉、陳佩珍等教師，由筆者負責執行。

程與解答中更可充實個人的生活經驗。綜上所述，智能不足者數學教學的長程目標應在發展「解決日常生活中與數字有關問題」的方法。

的確，數學的教習應包括「純數學」與「真實生活中的數學」兩方面，Sharma (1984) 曾用下述問題來說明兩者間之差異：「給你一根 10 英寸的木頭，可切割成多少 2 英寸大小的木塊？」純數學的答案是 5 塊，但真實生活應用上則因切割過程的一些木屑損失只能切割成 4 塊大小符合 2 英寸的木塊。因此數學教學應「純」數學與「真實生活」數學並重，而對智能不足者而言，後者尤為重要。

有關智能不足者數學能力方面的許多研究 (Burns, 1961; Dunn, 1973; Finley, 1962; Kirk, 1964; Macmillan, 1977; Noffsinger & Dobbs, 1972) 均證實輕度智能不足者在數學基礎運算能力方面能達至與其心齡相當之普通兒童水準，但是在靠閱讀及問題解決策略的數學推理能力及概念理解上則無法與其相比。但另有許多學者認為若給予適當的教學及學習機會，輕度智能不足兒童也可以學習一些算術基本概念及推理能力，並且可以達到其心齡的預期水準 (Blake & Williams, 1968; Stephens, 1966; Vitello, 1976)。Hutt 和 Gibby (1976) 更表示幾乎所有的輕度智能不足者均可學會基礎數學概念，且需把這些技能有效地運用在社區中及工作上。Vitello (1976) 亦強調輕度智能不足兒童在經過學習後，可習得一些數學技能及基本概念，諸如：分數、數序、一對一對應、四則運算及推理能力；Dunn (1973) 認為輕度智能不足者能與一般兒童般發展數量的概念，但發展速率較慢，必須在教學與成熟度配合的情況下才能達至成效，他並指出重覆的練習能使智能不足者習得該項運算技能，但却不一定了解其概念；Reisman (1982) 發現無論資優、一般能力、或輕、中、重度等智能不足學生，學習數學的差異僅在速率方面，並認為智能不足者需較多的練習機會才能牢記所學之技能。Connally (1973) 在一項文獻探討中亦指出輕度智能不足者在解決抽象概念及應用問題的能力上顯然低於其心齡相仿之同儕 (Townes, Reitan & Trapin, 1978)，至於運算技能的發展上却與一般正常兒童的學習順序完全一樣 (Spradling et al, 1974)，但却無法維持及統整這些技能，尤其在非功能性的技能方面 (Williams et al, 1978)。Ingalls (1978) 認為輕度智能不足兒童對傳統背記式的學習較少困難，能有國小三年級至五年級的數學程度，足以過獨立生活。Cohn-Jones 和 Steim (1978) 調查心齡相當的智能不足兒童與一般兒童在知覺能力 (用 Frostig 視知覺統整測驗) 與數字概念 (用 Dodwell 數字概念測驗) 兩方面之差異，結果發現兩組在數字概念上能力相當，且知覺能力對數字概念有顯著的影響力。唯亦有一些研究 (Cherkes, 1975; Goodstein et al, 1976; Taylor & Achenbach, 1975) 在比較智能不足及與其心齡相當之兒童的數學能力上得到一些不同的結果，如 Goodstein 等人 (1976) 針對 227 位輕度智能不足兒童在 Key Math 測驗 (Connolly et al, 1971) 上的表現分析，發現智能不足兒童年級愈高，與相等智齡的普通兒童在年級常模上的差距亦愈大；Peterson (1973) 在一篇探討輕度智能不足學生的數學能力研究文獻中曾做了以下的結論：這些年來最令人注意的研究發現即為輕度智能不足者的數學能力與其智齡相當，而大部分的研究亦一致認為輕度智能不足者的算術推理能力比同智齡之普通兒童差，唯在基本數學技能上則有許多不同的結果出現，有人認為智能不足者佳，有人發現無差異存在，更有一些結果是正常兒童表現較佳。所以他認為主要的差異應源自於課程的設計與教學的過程，而非完全因智能所致。

國內陳榮華 (民 68) 在一項加減運算學習層次的研究中發現智能不足學生加算學習成績較普通兒童組低劣；林軍治 (民 68, 民 72) 的研究結果中亦指出智能是決定數學學習成就的重要因素。陳榮華 (民 71) 曾對就讀普通班及益智班的國中輕度智能不足學生進行比較，發現在數學能力上就讀特殊班的輕度智能不足學生進步情形要比在普通班就讀者多一些；在金華國中 (民 71) 的研究中亦指出在特殊班受教的輕度智能不足學生比在普通班受教的輕度智能不足學生數學成就高。此外，王天苗 (民 75

) 針對普通學生、輕度智能不足學生與中度智能不足學生的數學能力比較，發現智力愈低，數學的能力亦愈低，唯仍具有相當之學習潛能，並指出輕、中度智能不足學生的數學能力均有高於智力的傾向；盧合華 (民 76) 亦針對 180 名國中小啟智班學生的數學能力加以探討，發現智能不足學生的數學能力較不分化，輕度智能不足學生的數學能力顯著高於中度智能不足者，且兩組智能不足學生的數學年齡均有超越心齡的趨勢。

綜合以上國內外之研究可知，智能不足者在學習數學上有其潛能，唯賴結構性高的教材、有效的教學、及提供充分練習與複習的機會，三者相互配合，才能達到最大的成效。

國外早期 (1930~1960) 為特殊兒童設計的教材著重在「教什麼」，是以「教材內容」為導向，故此期「課程綱要」到處充斥，甚至有以整個州為名義來設計的；到了 1960 至 1970 年初，數學教材在經過一番改革後，開始注意到「怎麼教」的問題，「教法」方面益受重視，此類書籍亦很多；直到 1970~1980 年代，大家才開始着手將「教材」與「教法」兩方面結合在一起，而 Project Math (1976) 即為此期中發展的教材之一 (Inkeep, 1938; Ingram, 1968; Meyer, 1972)。依據美國數學教師協會 (1979) 的估計，小學階段的學生至少花費了 1000 節課在學習數學，然而大部分時間都花在運算技巧的練習上，而未發展學生解決問題的能力。許多數學權威人士 (Cawley & Goodman, 1969; Cawley & Vitello, 1972; Goodstein et al, 1971; Suydam, 1979; Vitello, 1976) 皆竭力鼓吹應多重視概念理解與問題解決的能力，而少把重點放在運算技巧上。在美國全國與地區性的評量資料中，亦曾建議需用不同的方式來教學及建立一套以舊有概念及技巧為基礎，俾獲得新概念技巧的連續性進步教材 (Cawley, 1984)。Cawley (1977) 即提出為特殊學生設計的課程，應有讓學生缺陷獲得預防、改善與補救的機會，並需以實物配合數學；Gibbi 和 Castaneda (1979) 指出一套良好的數學教材應加強思考過程與概念的發展，除需與真實生活結合外，並兼顧概念、運算技巧與能力三方面的發展。因此一套適合的課程，應將教材與教法結合在一起，一方面不過分著重於運算方面的教習，另一方面能合理的將評量與教材結合在一起，同時亦不因學生有某一方面的學習缺陷 (如閱讀困難) 即無法學習 (可採另一種方式教習，如口述)，並能增進學生各項能力發展，包括邏輯思考與概念發展等 (Cawley et al., 1978)。綜上所述，可知數學教材的設計宜注意縱、橫兩面的發展均需符合學生學習發展的特徵，所以學習態度、情緒發展、社會發展與生理發展皆應顧及。

國內智能不足教育發展多年，已顯現成效，唯至今仍無一套完整且具彈性的數學教材可供教師參考使用。尤其近年來特殊教育一直在大力推展個別化教學，著重針對每一特殊兒童設計適合其能力與需求的個別化教育計畫，因而診斷與教學銜接的需要更形迫切。唯根據筆者十多年來對智能不足教育之教學經驗與了解，深知教材的編撰及診斷與教學的銜接問題是特殊教育教師最感困擾的問題。而教師們限於人力、時間、及專業知識的不足，亦很難自編一套完整的教材來適應兒童的個別差異，因而學生學習的範疇不外乎加減乘除等運算技巧的演練，却無法習得與職業、生活有關之數學技能。且因數學教材本為一種邏輯性的結構，必須先了解簡單的問題，才能進一步學習較複雜的技能。Carnine (1981) 即指出如能把教學設計成邏輯性且有效的步驟來學習，幾乎每個學生皆能學習數學；Silbert (1981) 指出數學教材的品質是決定學生學習成效的重要因素，只有應用仔細設計的教材，智能不足學生才能學習到較多的數學技能。

有鑒於此，師大特教中心遂於民國七十二年四月起著手為國中小啟智班學生編訂「基礎數學編序教材」，此套教材係參考美國 Connecticut 大學的 Cawley 等人 (1976) 費時八年完成且已在美普及應用的 Project Math 編訂的。歷經二年，完竣初稿，又於七十五年九月起在北市八所國中小啟智班試用一年，俾為成效評估與進一步修訂之依據。本研究的目的即在探討初步編訂完成的「基礎數學編序教材」對智能不足學生數學科學習成效的影響及其適用性。主要的研究問題如下：

1.應用「基礎數學編序教材」於國中小啓智班數學教學，在學生的數學概念、運算、應用、及整體數學能力的發展四方面之實驗成效如何？

2.使用本套教材教學，進步的情形是否隨年段不同而有差異？

3.使用本套教材教學，進步的情形是否因智力不同而有差異？

4.本套教材對國中小啓智班學生是否均適用？較適用於國中或國小？

5.本套教材對輕中度智能不足學生是否均適用？較適用於輕度智能不足者或中度智能不足者？

本研究稱之「實驗成效」，是指實驗組與控制組在「數學能力診斷測驗」所得分數的差異；「進步的情形」則從「數學能力診斷測驗」及「基礎數學編序教材概念評量表」兩測驗所得前後測結果進行探討；「年段」分國中、國小兩類；「智力」是依「比西量表」所得之智商分數分為輕度智能不足 (IQ 75≥52) 及中度智能不足 (IQ <52) 兩組。

教材簡介及修訂經過

「基礎數學編序教材」是針對特殊兒童之教育需要而設計的一套編序式數學教材，融合數學概念、運算技巧、和社會成長的數學教學目標為一體，可適用於幼稚園至國小六年的學生及心齡4歲至12歲的智能不足、學習障礙、或其他類別障礙的學生。係根據美國 Project Math 修訂而成，原教材即包括評量表及教材兩部分，為一銜接診斷與教學的完整教材，並曾在美國聯邦教育署殘障教育局的支助下做了二年的試用與成效評估研究 (1972~1974)。受試者包括了 1917 名不同學區及社經水準的數學學習困難學生，並安排在七個州共 116 名教師的督導下學習。由這項「形成性評量」的結果發現：在 1972~1973 年教學單元試用期間，每位學生的 31004 筆學習評量記錄中，平均有 63%能達熟練與精通的水準；31%雖未熟練但確有進步；只有 6%是每位學生平均失敗的經驗，且僅有 1.3%的教學單元被評定為不佳或不足。這些單元及導至學生有 6%失敗經驗的單元內容均再修訂過，且在 1973~1974 年間經再試用，並評鑑其合適性。在整個「形成性評量」過程中，均由特教學者、數學專家、及資深優良教師共同審核教材內容的適合性，並依據其意見加以修訂(Cawley et al., 1976)。該套教材最特殊處即為採用「多元選擇課程」(Multiple-Option Curriculum) 方式，提供了 16 種不同的教師與學生互動之教學型態。Sedlak 與 Fitzmaurice (1981) 即表示此種方式可以便利教師採行適合於其學生學習的方式進行教學，以克服其學習障礙，同時亦可提供許多不同的練習機會，俾減低因重覆練習造成的厭煩情形。此外，亦可用非紙筆測驗的方式評量學生對概念及技巧的了解程度。因此，本套教材頗為符合特殊兒童的需要，不但提供了各種不同的教法，並將評量與教學內容緊密的結合在一起，更提供了連續性的「形成性評量」，頗符合「課程本位」評量的教學原則。

師大特教中心鑒於本套教材的完整性與適用性，乃於七十二年著手修訂。修訂過程中亦邀集特教專家、數學學者及資深優秀教師共同參與，並曾試用一年。試用完畢後，除針對有關問題、語義不明及不符合國情需要之單元、評量表項目、及記錄表格等加以修訂外，另鑒於原教材內容中有關「量與實測」領域中未能涵蓋「金錢」項目之單元，而此項技能對特殊兒童而言甚為必要。Connolly 等人 (1971) 即認為認識錢幣、計算錢幣、兌換錢幣、購買能力、預算、儲蓄、支票及信用卡的了解與運用是智能不足者必須具備的技巧，乃著手加編了七十個單元的補充教材及二十題評量題，俾使本套教材更臻完善。除補充教材外，另有一千三百零八個活動單元，以及二百三十一題評量題，以評量學生的數學能力與概念發展，俾為教學設計之依據。教材與評量表皆依難易程度編訂為四個層次，每一層次的教學單元及評量表所包括的內容如下：

層次一：包括學前至國小一年級程度之教學內容，適用於心齡約 4 至 6 歲的兒童，計有 344 個活動單元和 57 題評量題目。

層次二：包括國小一、二年級程度之教學內容，適用於心齡約 6 至 8 歲的兒童，計有 386 個活動單元和 62 題評量題目。

層次三：包括國小三、四年級程度之教學內容，適用於心齡約 8 至 10 歲的兒童，計有 342 個活動單元和 55 題評量題目。

層次四：包括國小五、六年級程度之教學內容，適用於心齡約 10 至 12 歲的兒童，其重點在於實際日常生活及社會能力訓練，計有 236 個活動單元和 57 題評量題目。

以教材範疇觀之，包括幾何、集合、範型、量與實測、數、分數等六大領域之三十五個項目中的一百二十二個數學概念。有關教材及數學評量表內所包括之領域、項目、及概念分佈情形如表一，其中「範型」領域為國內課程所無，目的在訓練學生的推理思考能力。

表一 基礎數學編序教材及評量表內領域、項目及概念之分佈情形

領 域	項 目	概 念
幾 何	空 間	開放封閉、順序、內外上、兩者之間、線
	形 狀	平面、立體、點、角、穩定性
	關 係	全等、相似、對稱、移轉、平行、垂直、穩定性
集 合	分 類	依據一個屬性組成集合、空集合
	對 應	一對一的對應、多對一的關係
	操 作	聯集、交集、子集合
範 型	基 本 概 念	模仿、擴展、轉換 (顏色、形狀、大小)
	語 文	模仿、擴展、轉換 (名稱、標記、屬類)
量 與 實 測	長 度	高低、高矮深淺、長短、距離、寬窄厚薄與空間大小、單位 (公制)
	溫 度	事件、溫度計、冰點沸點
	時 間	順序、一週名稱、上下午、認識時間、日曆、時刻、老少新舊、年齡、估計、歷史概念
	金 錢	錢的用途、認識錢幣、兌換錢幣、比較幣值、估計價格、消費技能
	速 度	速率、快慢
	重 量	單位 (公制)、秤
	容 量	單位 (公制)
	面 積	周圍與周長、認識面積
體 積	積 積	認識體積
	作 圖	圖 表
數	基 本 性 質	多數少數、基數 1~10、零的讀法與寫法、讀寫數字、數的各種表示方法、奇數與偶數、基數 11~19、幾個一數、雙與對

序	數	第一最後、次序和位置、序數的名稱
加	法	合併、+和=運算符號、一位數加法、零的性質、二三位數不進位加法、交換性質、二三位數進位加法、結合性質、基本概念、一般進位加法
減	法	一位數減法、零的性質、二三位數不進位減法、基本概念、一般退位減法
加	減	法
位	值	整十、十道、二位數的大小順序、依大小順序排列
估	計	術
乘	法	進加、排列、基本概念、乘數是一位數乘法、整十或整百乘法、整十整百整千乘法、乘數是二三位數乘法
除	法	基本除法、除數是二位數除法

分	數	部分與全部關係	分離部分、混合部分、可替換部分、整數相同部分、部分大小、等分
		分數的認識與寫法	等值、讀尺的刻度、比較大小、真分數和假分數
		加	法
		減	法
		乘	法
		除	法
		小	數
		百	分
		率	基本概念

Cawley (1977) 曾說明發展此套教材的原因乃在提供缺乏閱讀能力的學生們學習數學技能的機會，故可知本套教材相當強調數學概念的學習，而非僅在運算技能方面，多位國外著名的數學專家 (Copeland, 1979; Reisman, 1982; Underhill et al, 1980) 皆認為初期數學學習時對基本概念的缺乏了解，會嚴重影響到以後的數學學習。而本套教材正可去除大部分教材過分重視運算技巧練習的缺失。且 Bryant 和 Kass (1972) 亦指出加強分數、小數、百分率、及量與實測方面的概念對數學能力欠佳的學生非常重要，這些均是本套教材中強調的概念與領域。Thibodean (1974) 由觀察中發現機械背誦式的運算習慣與不知變通的應用問題解決策略，在早期較易改正，而用圖卡、實物操作方式確能防止並改正上述的缺失 (Goodstein et al, 1972; Schenck, 1973)，此亦正是本套教材最常採用的呈現方式。至於教輕度智能不足者發展「範型」的概念，更與問題解決技巧有關，可發展學生的預測能力 (Cawley et al, 1976)。此外，本套教材尚有四冊作業紙以配合教學單元的實施，而許多研究 (Harris & Sherman, 1974; Maertens & Johnston, 1972) 發現如能在仔細督導下練習作業，可以提昇學生的數學成就。系統化的學習評量與記錄更是本套教材所強調的，分別有組別及個別評量記錄表的設計，不但可做教學設計與檢討之參考，更可使診斷、評量、與教學密切配合。此種「形成性評量」技術能幫助教師達至有效的教學成果 (Deno & Mirkin, 1977)，根據 Fuchs 和 Fuchs (1986) 用 Meta-Analysis 的統計方式整理分析 21 篇研究報告，發現輕度智能不足者的個別化教學計畫，在系統化的督導與形成性的評量下執行，可比未經過此種方式執

行下的學生平均高 0.7 個標準差水準。

### 方法與步驟

#### 一、研究對象

本研究共選取 335 名就讀於十六所國中小啟智班之學生為研究對象，以其中八所 (包括中山、中興、南港、木柵四所國小及明倫、金華、螢橋、和平四所國中) 的 163 名智能不足學生為實驗組，試用新編訂完成之「基礎數學編序教材」為數學科教學之依據。另 172 名控制組學生則分別選自大橋、建安、內湖、北投等國小及大直、大同、華江、景美等國中之啟智班，樣本分配情形如表二。

表二 本研究樣本各組分配情形

組別	國 小			國 中			合計
	EMR	TMR	合計	EMR	TMR	合計	
實 驗 組	45	25	70	74	19	93	163
控 制 組	39	32	71	75	26	101	172
合 計	84	57	141	149	45	194	335

註：IQ 75 ≥ 52 為 EMR (輕度智能不足)  
 IQ < 52 為 TMR (中度智能不足)

#### 二、研究工具

本研究用以蒐集研究資料之工具有二種，茲分別說明其性質如后：

1. 數學能力診斷測驗：本測驗是由陳榮華和吳武典 (民66) 所編製，係依據美國 Connolly 等 (1971) 所編製之 Key Math 構想修訂而成。全套測驗分為概念、運算及應用三大領域，有十五個分測驗，其中概念部分有 4 個分測驗、運算部分有 6 個分測驗、應用部分包括 5 個分測驗。全部題數為三百題，每題一分，已在國內建有幼稚園至國小六年級的常模，亦適用於國中智能不足學生。其信度考驗達 .94~.98，效度研究達 .54~.88，可做為有效評量數學成就之工具。本測驗係一個別測驗，每測驗一兒童，約需一小時左右。

2. 基礎數學編序教材概念評量表：此係師大特教中心新編訂完成之評量工具，依教材內四層次之活動單元內容設計，以評量學生數學能力及概念發展，並決定教學起點。本評量表共分四個層次，分別代表四個層次教材內之數學概念，為一「效標參照測驗」(criterion-referenced test)，並無常模做團體性之比較，而重了解個別學生之數學學習能力。每層次評量表內之數學概念均包含於「基礎數學編序教材」之六大領域內，各層次之評量題數如下：層次一 57 題，層次二 62 題，層次三 55 題，層次四 57 題；如以領域來分，評量題數之分配為幾何 47 題，集合 11 題，範型 8 題，量與實測 52 題，數 75 題，分數 38 題，共計 231 題，答對一題以 1 分計，總計 231 分。為一個別測驗，測驗每一學生約需 30 分鐘。

#### 三、實施過程

於「基礎數學編序教材」編訂完成後，擬定自七十五年十月至七十六年六月為試用實驗階段。首先選定八所實驗學校及八所控制組學校，並於七十五年七月廿六日至七月卅一日針對實驗組各校任教

數學的教師舉辦一週之試用前講習會，介紹教材及教具，又於九月初舉行前測講習，以九月卅日為前測實施期，請實驗組各校任課教師分別對個別學生施予「數學能力診斷測驗」及「基礎數學概念評量表」二種測驗。控制組方面則要求各校於九月卅日前，僅對學生個別實施「數學能力診斷測驗」。於十月一日起正式實驗，在實驗過程中曾召集實驗組各校任課教師於十月中旬、七十六年一月、三月、五月召開四次研討會，討論實施困難所在，並介紹教具的製作方式等。實驗於七十六年五月底結束，兩組學生之後測均於六月初開始實施，於六月十五日完成。俟兩組學生之前後測資料收齊後，研究者旋即進行資料審閱、電腦登錄、及統計分析工作，並撰寫本報告。

四、研究設計及資料處理

本研究採最典型之「前測——後測控制組實驗設計模式」(Pretest-Posttest Control Group Design)，取得之資料用 Spss/pc+ 電腦程式處理，並依下列步驟進行統計分析：

- 1.依教師提供之比西智商及實齡(至七十五年十月一日止)，換算出各受試者之心理年齡(以月計)。
- 2.將四個層次之數學概念評量表內題目依領域分別累加計分，求出每位實驗組學生在各領域中分別答對之題數，及在各層次分別答對之題數，計得六個領域分數、四個層次分數及一總分。
- 3.兩組學生依不同年段(國中、國小)，求出其實齡、心齡、智力及數學能力診斷測驗前測「概念」、「運算」、「應用」及「全測驗」四部分之平均數、標準差，並以t值考驗兩組間之差異。
- 4.以「組別」及「段別」為自變數，數診「概念」、「運算」、「應用」及「全測驗」後測之各項得分為依變數，並以心齡及數診前測所得四項分數為共變數，進行2×2雙因子共變數分析，以了解「組別」及「段別」間平均數之差異及兩者交互作用之顯著性。
- 5.以「段別」、「智力」、及「測別」為自變項，「基礎數學教材概念評量表」六個領域、四個層次及一總分為依變項，進行2×2×2三因子一個重複量數的變異數分析，以比較不同年段、智力與前後測得分間之差異及三者之交互作用情形。

結 果

一、兩組智能不足學生在數學能力診斷測驗結果之分析

表三所列係受試者在實齡、心齡、智力、數學能力診斷測驗「概念」、「運算」、「應用」三大領域及「全測驗」前測得分之平均數與標準差，並經t考驗分析。

表三 兩組受試者在各變項上之平均數、標準差及t考驗

		實 驗 組			控 制 組			t 值
		n	M	SD	n	M	SD	
實 齡	國小	70	121.76	17.31	71	124.56	20.72	-.87
	國中	93	167.84	14.55	101	163.10	13.83	2.33*
	合計	163	148.05	27.77	172	147.19	25.49	.29
心 齡	國小	70	70.79	17.24	71	69.58	17.95	.41
	國中	93	102.49	20.12	101	94.45	19.49	2.83**
	合計	163	88.88	24.59	172	84.18	22.47	1.83

		智 商	國 小	70	53.77	13.97	71	52.34	13.03	.63
智 商	國中	93	61.11	12.32	101	59.63	11.91	.85		
	合計	163	57.96	13.51	172	56.62	12.86	.93		
	數學能力診斷測驗(前測)									
概 念	國小	70	17.61	9.03	71	18.48	9.51	-.55		
	國中	93	34.24	12.81	101	30.47	10.42	2.24*		
	合計	163	27.10	14.00	172	25.52	11.64	1.12		
運 算	國小	70	14.87	14.34	71	17.15	13.55	-.97		
	國中	93	44.52	23.76	101	41.02	21.48	1.08		
	合計	163	31.79	25.00	172	31.17	22.00	.24		
應 用	國小	70	13.49	12.97	71	15.96	12.57	-1.15		
	國中	93	53.22	34.50	101	43.52	27.91	2.14*		
	合計	163	36.15	33.72	172	32.15	26.56	1.20		
全 量 表	國小	70	45.87	34.08	71	51.56	33.36	-1.01		
	國中	93	131.61	68.95	101	114.66	57.18	1.87		
	合計	163	94.79	70.76	172	88.64	57.76	.87		

\* P < .05    \*\* P < .01

結果發現除國中部分之實驗組實齡(t=2.33, P<.05)與心齡(t=2.83, P<.01)均顯著高於控制組外，其餘各項間並無差異。而在「數學能力診斷測驗」前測方面，在「概念」得分上，國中實驗組亦顯著高於國中控制組(t=2.24, P<.05)而在「應用」得分上亦有相同之結果(t=2.14, P<.05)。

由於上述各項得分上之差異，為避免對實驗成效造成影響，故擬控制心齡及數診三領域得分與總分，進行共變數分析。

表四為兩組受試者在數診「概念」部分分測驗總分之平均數與標準差。而由表五的共變數分析中，發現在控制了「心齡」與數診「概念」前測得分後，實驗組與控制組在概念後測上仍有非常顯著的差異(F=22.75, P<.001)，可見本套教材對概念的教習助益頗大。至於年段方面，可看出概念的發展有隨年級增長而更進步的趨勢，但尚未達顯著水準(F=2.80, P>.05)。

表四 兩組受試在數診「概念」測驗得分之平均數與標準差

組 別	人 數	前 測		後 測		
		M	SD	M	SD	
實 驗 組	國 小	70	17.61	9.03	24.96	12.51
	國 中	93	34.24	12.81	41.19	13.17
	合 計	163	27.10	14.00	34.22	15.17
控 制 組	國 小	71	18.48	9.51	23.34	10.62

國中	101	30.47	10.42	33.95	11.49
合計	172	25.52	11.64	29.57	12.28

表五 兩組受試者在數診「概念」測驗得分之共變數分析結果摘要

變異來源	SS'	df	MS'	F
組別 (A)	708.46	1	708.46	22.75***
段別 (B)	87.17	1	87.17	2.80
A × B	18.74	1	18.74	.60
誤差	10246.70	329	31.15	

\*\*\* P < .001

表六、表七為兩組受試者在數診「運算」部分之平均數、標準差及共變數分析結果。由表七可知國中小啟智班學生在此部分上有顯著差異 (F = 9.44, P < .01) 而在組別上却無差異。此結果一方面因國中生做運算練習的時間較國小生久, 另一方面與本教材不著重運算技巧之教習可能有關。

表六 兩組受試者在數診「運算」測驗得分之平均數與標準差

組別	人數	前測		後測		
		M	SD	M	SD	
實驗組	國小	70	14.87	14.34	23.54	19.64
	國中	93	44.52	23.76	51.75	23.74
	合計	163	31.79	25.00	39.64	26.09
控制組	國小	71	17.15	13.55	24.35	17.65
	國中	101	41.02	21.48	46.52	22.76
	合計	172	31.17	22.00	37.37	23.46

表七 兩組受試者在數診「運算」測驗得分之共變數分析結果摘要

變異來源	SS'	df	MS'	F
組別 (A)	132.85	1	132.85	2.38
段別 (B)	527.45	1	527.45	9.44**
A × B	.49	1	.49	.01
誤差	18383.00	329	55.88	

\*\* P < .01

在「應用」領域上之差異, 由表八中可看出有實驗組 (M = 46.94, S D = 36.65) 比控制組 (M = 40.51, S D = 30.70) 進步, 國中比國小高之趨勢, 唯在共變數分析上 (見表九) 未達統計顯著水準。因本研究僅實驗八個月之時間, 如能拉長實驗時間, 效果可能會更顯著。

表八 兩組受試者在數診「應用」測驗得分之平均數與標準差

組別	人數	前測		後測		
		M	SD	M	SD	
實驗組	國小	70	13.49	12.97	23.09	19.60
	國中	93	53.22	34.50	64.90	36.30
	合計	163	36.15	33.72	46.94	36.65
控制組	國小	71	15.96	12.57	23.21	17.68
	國中	101	43.52	27.91	52.67	32.11
	合計	172	32.15	26.56	40.51	30.70

表九 兩組受試者在數診「應用」測驗得分之共變數分析結果摘要

變異來源	SS'	df	MS'	F
組別 (A)	228.20	1	228.20	2.29
段別 (B)	250.24	1	250.24	2.51
A × B	12.44	1	12.44	.13
誤差	32799.26	329	99.69	

表十為兩組受試者數診總分之平均數與標準差。國小實驗組前測平均數為 45.87 與數學能力診斷測驗常模對照, 約有相當於 80 個月左右的數學能力, 而此組的平均心齡為 70.79 個月 (見表三), 約有超過其智齡 10 個月左右的能力, 而在後測時, 平均數為 71.54, 對照常模約有 90 個月左右之年齡分數, 與其平均心齡相比, 更高出了 20 個月。國小控制組方面前測平均數為 51.62, 對照常模有 83 個月左右的年齡分數, 比其平均智齡 (69.58 個月) 亦高出了 13 個月左右; 後測時平均數為 71.00, 年齡分數為 90 個月左右, 亦比同智齡者高出了 20 個月。國中實驗組方面, 前測平均數為 131.61, 對照常模約有 108 個月強的年齡, 與其平均心齡為 102.49 個月比較 (見表三), 超出了 6 個月左右的能力。後測時, 平均數為 158.33, 對照常模約為 116 個月左右, 更超出了智齡 14 個月左右。至於國中控制組, 前測平均數為 114.66, 年齡分數為 103 個月, 與其平均心齡 (94.45 個月) 比, 高出了 8 個月。後測時, 平均數為 133.28, 年齡分數為 109 個月, 亦高出了智齡 15 個月左右。綜合以上可知, 無論控制組或實驗組、國小或國中, 在前測或後測上均有高出智齡的表現, 唯在後測上進步更多, 國小亦比國中超越心齡的幅度大。

表十 兩組受試在數診總分之平均數與標準差

組別	人數	前測		後測		
		M	SD	M	SD	
實驗組	國小	70	45.87	34.08	71.54	48.99
	國中	93	131.61	68.95	153.33	71.86
	合計	163	94.79	70.76	121.06	76.23
控制組	國小	71	51.62	33.36	71.00	43.12
	國中	101	114.66	57.18	133.28	64.17
	合計	172	88.64	57.76	107.57	64.15

表十一 兩組受試在數診總分之共變數分析結果摘要

變異來源	SS'	df	MS'	F
組別 (A)	3023.69	1	3023.69	8.93**
段別 (B)	2990.96	1	2990.69	8.83**
A × B	.84	1	.84	.00
誤差	1111460.40	329	338.79	

\*\* P < .01

由表十一共變數的分析上，可看出雖控制了心齡與前測成績，在組別及段別間仍均有顯著差異 (P < .01)，可見本套教材對整體數學能力的增進確有助益。除教材的影響外，數學能力也確有因年級增長而進步之情形。

表十二所列為實驗組兩類不同智力程度的受試者在實齡、心齡、智力及數診前後測的平均數與標準差。由國小輕度智能不足者數診前測平均數 (58.80) 對照數診年齡常模為85個月左右，與其平均心齡比 (79.13個月) 約高了6個月左右，在後測時平均數增為85.93，對照常模為94個月左右，更超出了心齡15個月左右。國中輕度不足數診前測平均數為150.93，年齡分數為114個月，比其心齡亦高出了5個月左右，後測時平均數為180.88，年齡分數為122個月左右，超出了智齡約8個月左右。在中度智能不足組方面，國小數診前測平均為22.60對照常模約有73個月左右的年齡分數，比其心齡 (55.76個月) 超出了17個月，後測時平均數增為45.64，年齡分數為80個月，更超出了心齡24個月；國中數診前測平均數為56.37，年齡分數為84個月，比其平均心齡 (75.53個月) 高了8個月以上，後測時之年齡分數增為90個月，亦超過了智齡約14個月左右。綜合以上，亦可發現無論輕度或中度智能不足、國小或國中程度，數學能力均有超越智齡的趨勢。而超越的趨勢亦隨年級、智力的增長而有逐漸遞減的情形出現。

表十二 實驗組兩類智力受試者在變項上之平均數與標準差

	EMR (n=119)				TMR (n=44)				
	國小 (n=45)		國中 (n=74)		國小 (n=25)		國中 (n=19)		
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
實齡	119.44	17.77	165.36	12.59	125.92	15.97	177.47	17.79	
心齡	79.13	12.12	109.93	14.31	55.76	14.83	75.53	11.24	
智力	61.91	7.03	65.91	8.06	39.12	11.08	42.42	7.03	
數學能力診斷測驗總分									
前測	58.80	33.75	150.93	61.40	22.60	19.35	56.37	38.72	
後測	85.93	50.31	180.88	58.65	45.64	34.25	70.53	47.04	

二、實驗組學生在「基礎數學教材評量表」得分之結果分析

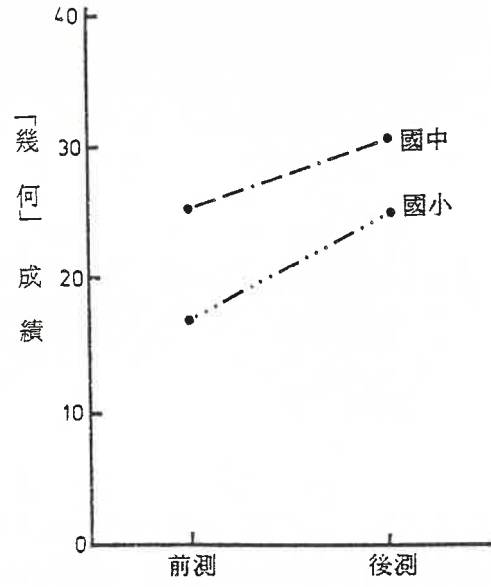
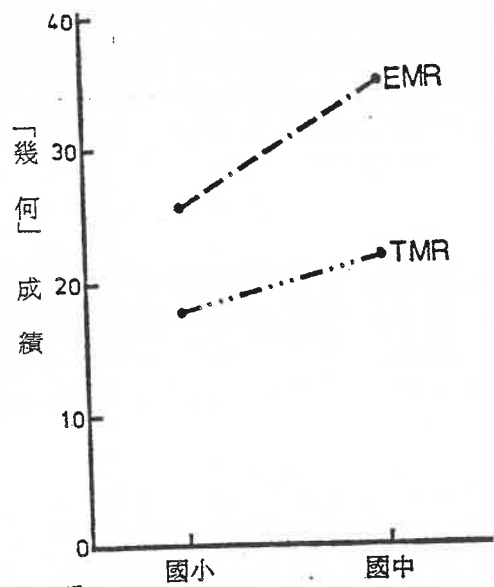
本部分係根據實驗組學生在數學評量表六個領域、四個層次及一總分的前後測結果探討智能不足學生應用「基礎數學教材」後的進步情形。

表十三所列為該組學生在數學評量表「幾何」領域前後測之平均數、標準差及變異數分析。從 2 × 2 × 2 一個重複量數之變異數分析 (ANOVA) 中，發現年段與智力有交互作用 (F = 3.91, P < .05)。用前後測兩者平均數之平均值畫圖後 (見圖一)，可粗略看出輕度智能不足的進步比中度智能不足者大，尤以國中輕度智能不足學生進步最大。而在圖二年段與前後測之交互作用中，發現國小進步比國中大，唯因二者均非交叉相交，故仍不影響主要趨勢，而由主要效果分析中發現三者皆達 .001 之顯著水準。

表十三 實驗組在數學評量表「幾何」領域之平均數、標準差及變異數分析

組別	人數	前測				後測				變異數分析			
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	來源	MS	df	F
國小	EMR	45	21.36	7.55	29.47	9.27	段別 (A)	2959.39	1	26.28***			
	TMR	25	13.24	7.61	22.24	12.71	智力 (B)	6648.22	1	59.03***			
	合計	70	18.46	8.48	26.89	11.10	A × B	440.08	1	3.91*			
國中	EMR	74	32.97	6.19	36.95	5.92	誤差	112.62	159				
	TMR	19	18.63	9.64	25.32	10.17	測別 (C)	3003.41	1	187.55***			
	合計	93	30.04	9.08	34.57	8.38	A × C	162.24	1	10.13**			
							B × C	50.48	1	3.15			
							A × B × C	12.94	1	.81			
						誤差	16.01	159					

\* P < .05    \*\* P < .01    \*\*\* P < .001



圖一 「幾何」領域年段與智力交互作用情形 圖二 「幾何」領域年段與前後測交互作用情形

由表十四、十五觀之，實驗組學生在數學評量表「集合」、「範型」領域之進步情形，在年段、智力與前後測三方面均達 .001 之統計顯著水準。可見本教材「集合」與「範型」領域之內容均適用於國中小不同智力程度的啟智班學生，且由前後測的顯著差異中更顯示了學習的成效。

表十四 實驗組在數學評量表「集合」領域之平均數、標準差及變異數分析

組別	人數	前測		後測		變異數分析				
		M	SD	M	SD	來源	MS	df	F	
國小	EMR	45	5.04	1.86	7.20	2.06	段別 (A)	131.26	1	20.29***
	TMR	25	2.64	1.68	4.44	2.02	智力 (B)	549.07	1	84.89***
國中	EMR	74	7.30	1.91	8.62	2.30	A × B	9.23	1	1.44
	TMR	19	3.68	2.08	5.53	2.61	誤差	6.47	159	
合計	93	6.56	2.43	7.99	2.67	測別 (C)	197.57	1	94.53***	
						A × C	2.43	1	1.16	
						B × C	.10	1	.05	
						A × B × C	2.97	1	1.42	
						誤差	2.09	159		

\*\*\* P < .001

表十五 實驗組在數學評量表「範型」領域之平均數、標準差及變異數分析

組別	人數	前測		後測		變異數分析				
		M	SD	M	SD	來源	MS	df	F	
國小	EMR	45	2.18	1.54	4.80	2.31	段別 (A)	70.54	1	14.14***
	TMR	25	.48	.92	2.16	2.15	智力 (B)	304.57	1	61.06***
國中	EMR	74	3.70	1.89	5.49	1.97	A × B	2.11	1	.02
	TMR	19	1.42	.96	3.26	2.26	誤差	4.99	159	
合計	93	3.24	1.96	5.03	2.21	測別 (C)	244.82	1	118.48***	
						A × C	1.78	1	.86	
						B × C	3.04	1	1.47	
						A × B × C	3.90	1	1.89	
						誤差	2.07	159		

\*\*\* P < .001

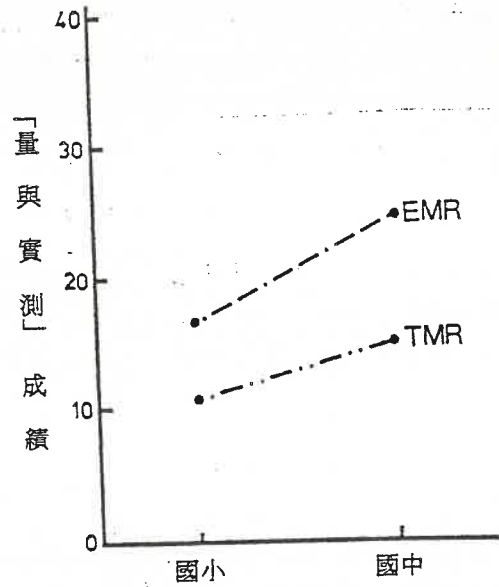
表十六有關「量與實測」的進步情形，發現年段與智力間有交互作用，由圖三中發現隨年級的增長程度智能不足學生 (EMR) 亦有比中度智能不足學生 (TMR) 進步多之情形產生，尤其國中 EMR 者進步更多，唯亦由於非交叉相交，主要效果仍然存在。

表十六 實驗組在數學評量表「量與實測」領域之平均數、標準差及變異數分析

組別	人數	前測		後測		變異數分析				
		M	SD	M	SD	來源	MS	df	F	
國小	EMR	45	14.16	6.25	20.93	9.29	段別 (A)	3994.43	1	34.98***
	TMR	25	8.72	4.71	13.76	7.10	智力 (B)	6561.50	1	57.46***
國中	EMR	74	26.47	8.60	32.54	9.04	A × B	975.53	1	8.54**
	TMR	19	13.16	7.32	17.42	7.31	誤差	114.19	159	
合計	93	23.75	9.92	29.45	10.62	測別 (C)	1910.75	1	127.09***	
						A × C	8.61	1	.57	
						B × C	48.87	1	3.25	
						A × B × C	.02	1	.00	
						誤差	15.03	159		

\*\* P < .01 \*\*\* P < .001





圖三 「量與實測」領域年段與智力交互作用情形

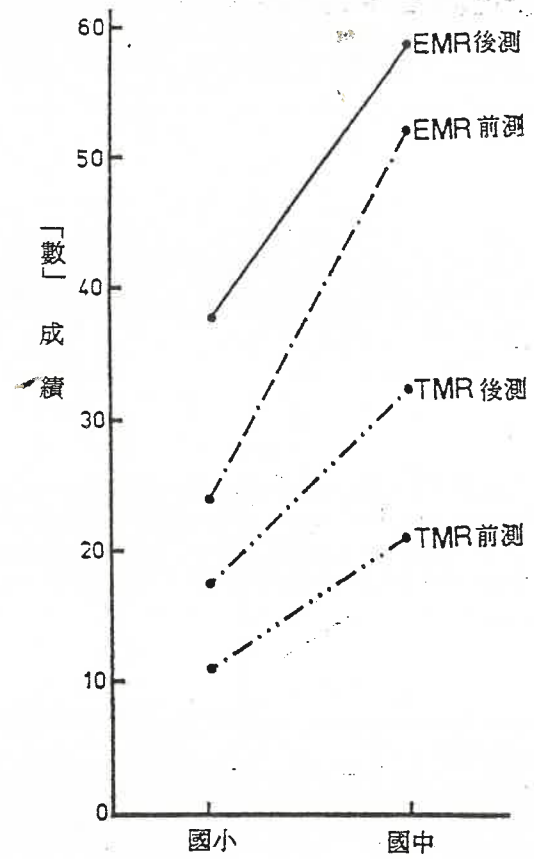
表十七 實驗組在數學評量表「數」領域之平均數、標準差及變異數分析

組別	人數	前測		後測		變異數分析				
		M	SD	M	SD	來源	MS	df	F	
國小	EMR	45	24.87	15.49	37.73	18.66	段別 (A)	19114.21	1	49.42***
	TMR	25	11.04	8.64	18.68	12.44	智力 (B)	31394.84	1	81.18***
	合計	70	19.93	14.95	30.93	18.98	A × B	2246.98	1	5.81*
							誤差	386.74	159	
國中	EMR	74	51.45	14.47	58.19	12.00	測別 (C)	5496.66	1	141.54***
	TMR	19	21.21	15.79	31.53	18.26	A × C	46.30	1	1.19
	合計	93	45.27	19.11	52.74	17.21	B × C	10.66	1	.27
							A × B × C	301.58	1	7.77**
						誤差	38.83	159		

\* P < .05    \*\* P < .01    \*\*\* P < .001

表十七所列為「數」領域得分情形，由變異數分析中發現年段、智力與前後測三者間有交互作用存在。由前後測差距（見圖四）來分析進步之情形，發現對 EMR 而者，國小的進步超過國中；而 TMR 則剛好相反，國中比國小進步。從年段方面來看，無論 EMR、TMR 的進步情形皆有隨年級增長而增加的趨勢，而以 EMR 的增長較為多一些。

由表十八「分數」領域的得分分析中，發現年段與智力間亦有交互作用產生。經粗略的圖示中（見圖五），發現隨年級的增加 EMR 的進步亦大於 TMR，且以國中 EMR 者進步最多。



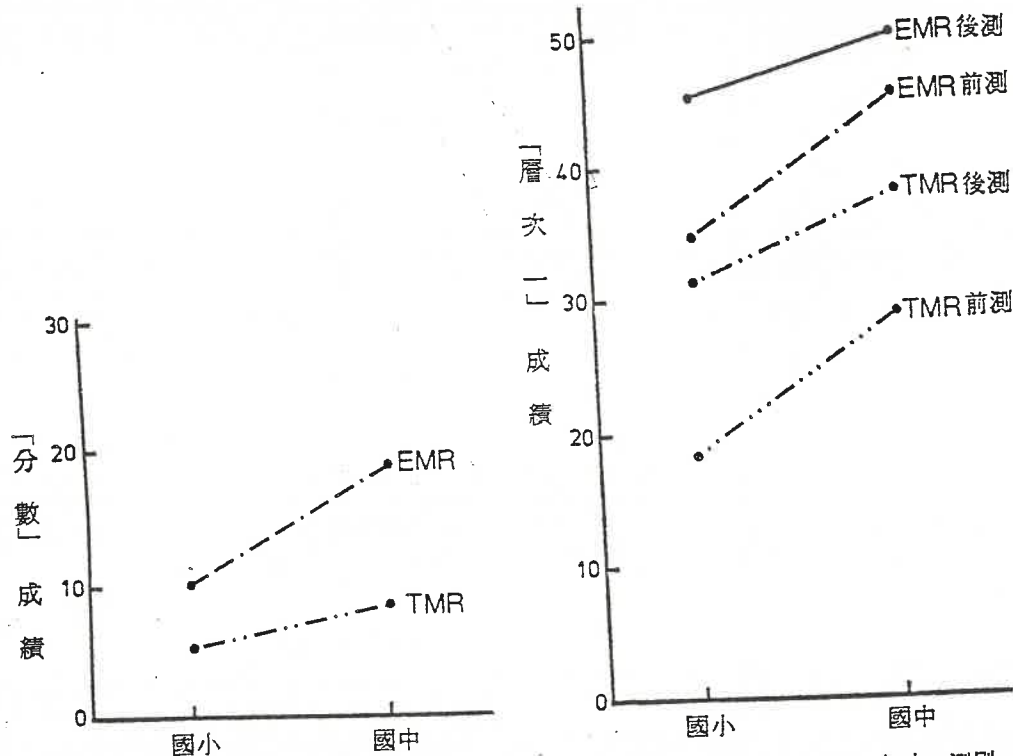
圖四 「數」領域年段、智力、與前後測之交互作用情形

表十八 實驗組在數學評量表「分數」領域之平均數、標準差及變異數分析

組別	人數	前測		後測		變異數分析				
		M	SD	M	SD	來源	MS	df	F	
國小	EMR	45	8.29	4.02	12.82	7.00	段別 (A)	2239.79	1	29.58***
	TMR	25	4.00	3.77	7.36	5.26	智力 (B)	3882.19	1	51.27***
	合計	70	6.76	4.42	10.87	6.92	A × B	567.29	1	7.49**
						誤差	75.72	159		
國中	EMR	74	17.28	7.57	21.85	7.83	測別 (C)	982.48	1	113.04***
	TMR	19	6.95	4.50	10.37	5.43	A × C	.04	1	.00
	合計	93	15.17	8.18	19.51	8.72	B × C	20.96	1	2.41
						A × B × C	.00	1	.00	
						誤差	8.69	159		

\*\* P < .01    \*\*\* P < .001

表十九至表二十二分別以實驗組在四個層次上的得分來做分析。



圖五 「分數」領域之年段與智力交互作用情形

圖六 「層次一」年段、智力、測別交互作用情形

表十九 實驗組在數學評量表「層次一」之平均數、標準差及變異數分析

組別	人數	前測		後測		變異數分析				
		M	SD	M	SD	來源	MS	df	F	
國小	EMR	45	35.20	9.87	46.78	8.36	段別 (A)	3642.52	1	28.12***
	TMR	25	19.36	10.84	31.84	13.14	智力 (B)	14323.57	1	110.80***
	合計	70	29.54	12.70	41.44	12.52	A × B	3.26	1	.03
國中	EMR	74	46.54	6.24	50.27	4.75	誤差	129.27	159	
	TMR	19	28.47	13.03	38.47	12.08	測別 (C)	5561.76	1	224.11***
	合計	93	42.85	10.85	47.86	8.33	A × C	415.48	1	16.74***
						B × C	200.38	1	8.07**	
						A × B × C	112.24	1	4.52*	
						誤差	24.82	159		

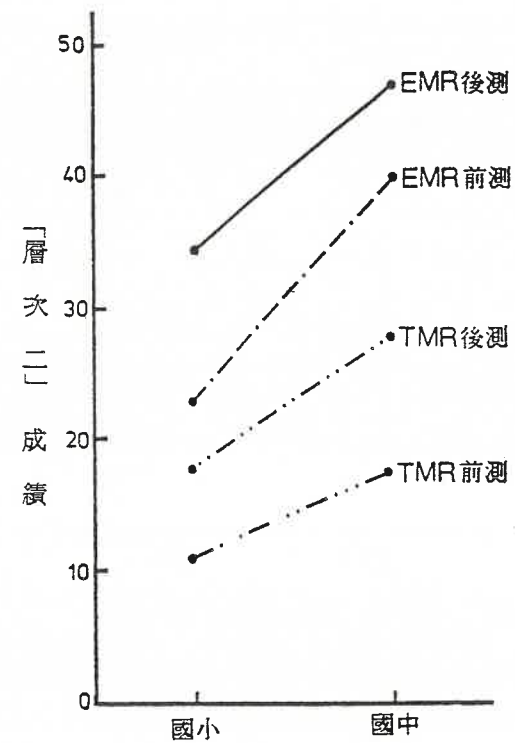
\* P < .05 \*\* P < .01 \*\*\* P < .001

表二十 實驗組在數學評量表「層次二」之平均數、標準差及變異數分析

組別	人數	前測		後測		變異數分析				
		M	SD	M	SD	來源	MS	df	F	
國小	EMR	45	23.53	12.48	35.40	15.13	段別 (A)	8759.28	1	36.91***
	TMR	25	13.20	8.77	20.04	11.33	智力 (B)	17848.54	1	75.21***
	合計	70	19.87	12.30	29.91	15.67	A × B	1024.42	1	4.32*
國中	EMR	74	41.77	10.65	49.03	8.62	誤差	237.31	159	
	TMR	19	19.68	12.09	29.16	13.53	測別 (C)	4879.13	1	206.47***
	合計	93	37.26	14.10	44.97	12.63	A × C	14.54	1	.62
						B × C	29.79	1	1.26	
						A × B × C	201.87	1	8.54**	
						誤差	23.63	159		

\* P < .05 \*\* P < .01 \*\*\* P < .001

由表十九與表二十中發現年段、智力與測別三者間均有交互作用存在。經圖示（見圖六）無論 EMR 或 TMR 在「層次一」上國小的進步均大於國中，而 TMR 的進步亦大於 EMR，尤以國



圖七 「層次二」年段、智力與前後測交互作用情形

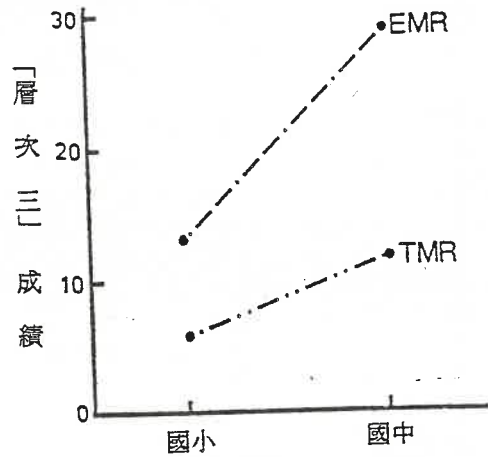
中 EMR 進步最小。由圖七中，可看出「層次二」的交互作用與「數」領域的交互情形大致相同，亦即對 EMR 者而言國小的進步大於國中，而 TMR 則國中大於國小；從年段方面觀之，無論 EMR、TMR 均有隨年級增加而進步愈顯著之趨勢。

表二十一 實驗組在數學評量表「層次三」中得分之平均數、標準差及變異數分析

組別	人數	前測		後測		變異數分析				
		M	SD	M	SD	來源	MS	df	F	
國小	EMR	45	9.51	6.79	16.82	13.28	段別 (A)	7343.45	1	42.62***
	TMR	25	3.56	2.80	9.72	8.86	智力 (B)	8855.23	1	51.36***
	合計	70	7.39	6.35	14.29	12.31	A × B	1812.91	1	10.51***
國中	EMR	74	25.36	10.74	33.47	10.46	誤差	172.43	159	
	TMR	19	8.79	7.08	15.42	9.20	測別 (C)	3099.89	1	150.16***
	合計	93	21.98	12.10	29.78	12.53	A × C	6.27	1	.30
						B × C	26.89	1	1.30	
						A × B × C	.41	1	.02	
						誤差	20.64	159		

\*\*\* P < .001

表二十一為實驗組在「層次三」之得分情形分析，發現年段與智力間有交互作用 (F = 10.51, P < .001)，由圖八中可粗略看出隨年級的增長，EMR 的進步亦有超過 TMR 的趨勢，尤以國中 EMR 在此層次上進步最多。



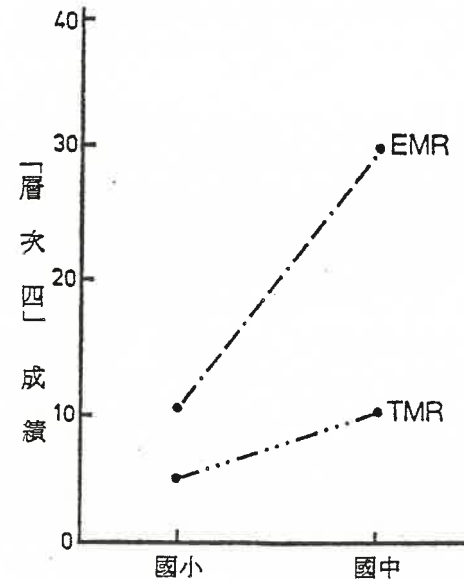
圖八 「層次三」年段與智力交互作用情形

由表二十二「層次四」的分析中發現年段與智力亦有交互作用產生，經畫圖後（見圖九）顯示與「層次三」的交互情形一致，而由前後測與智力的交互作用觀之（見圖十），EMR 的進步亦有大於 TMR 的趨勢。

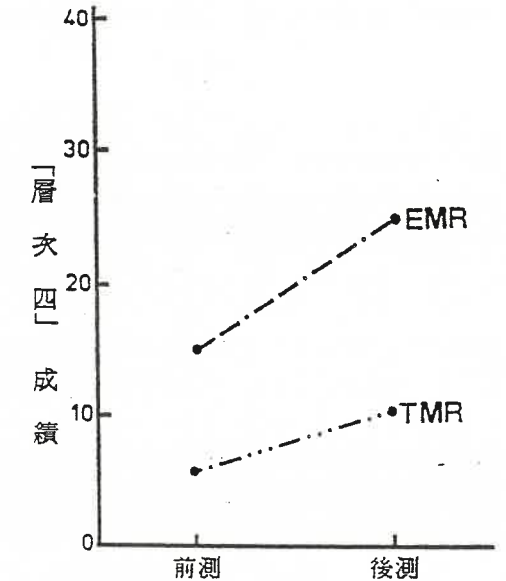
表二十二 實驗組在數學評量表「層次四」中得分之平均數、標準差及變異數分析

組別	人數	前測		後測		變異數分析				
		M	SD	M	SD	來源	MS	df	F	
國小	EMR	45	7.67	7.40	14.11	12.14	段別 (A)	8548.24	1	41.61***
	TMR	25	3.88	5.28	7.08	8.35	智力 (B)	8849.63	1	43.08***
	合計	70	6.31	6.93	11.60	11.39	A × B	2639.15	1	12.85***
國中	EMR	74	25.66	12.17	32.55	12.56	誤差	205.44	159	
	TMR	19	8.11	7.28	13.26	9.44	測別 (C)	1833.18	1	84.62***
	合計	93	22.08	13.36	28.61	14.27	A × C	22.54	1	1.04
						B × C	96.54	1	4.46*	
						A × B × C	3.89	1	.41	
						誤差	21.66	159		

\* P < .05 \*\*\* P < .001



圖九 「層次四」年段與智力交互作用情形



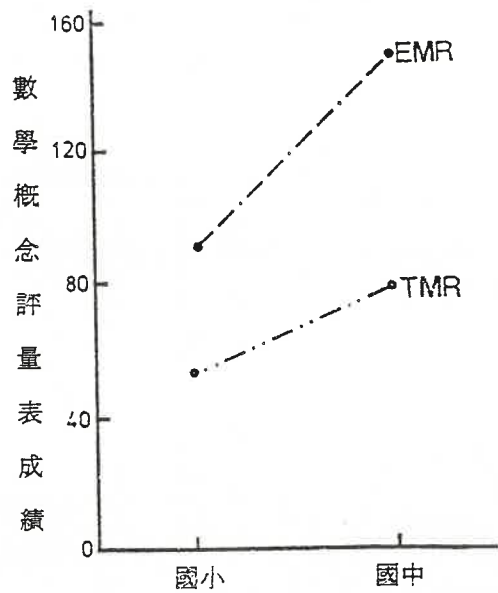
圖十 「層次四」智力與測別交互作用情形

表二十三所列為實驗組在「數學概念評量表」總分方面之結果分析。由變異數分析中發現年段與智力間的交互作用達至統計顯著水準 (F = 5.84, P < .05)，而由圖十一所示，發現隨年級的增長，EMR 的進步有愈來愈大於 TMR 的趨勢。且因此非交叉相交，故主要效果仍可解釋，亦即無論國中小、輕中度智能不足、及前後測上均有顯著差異。

表二十三 實驗組在數學評量表總分之平均數、標準差及變異數分析

組別	人數	前測		後測		變異數分析				
		M	SD	M	SD	來源	MS	df	F	
國小	EMR	45	75.93	33.33	113.11	44.93	段別 (A)	109964.72	1	43.34***
	TMR	25	40.00	24.54	68.68	39.03	智力 (B)	192705.21	1	75.95***
	合計	70	63.10	34.91	97.24	47.72	A × B	14827.56	1	5.84*
國中	EMR	74	138.59	37.44	165.31	34.15	誤差	2537.38	159	
	TMR	19	65.83	38.53	96.26	41.82	A × C	278.60	1	1.43
	合計	93	123.68	47.74	151.20	45.29	B × C	79.92	1	.41
							A × B × C	605.28	1	3.11
						誤差	194.42	159		

\* P < .05    \*\*\* P < .001



圖十一 數學概念評量表總分上之年段與智力交互作用情形

### 討 論

以上結果分析係以測驗類別為依據，茲針對本研究待答之問題，綜合討論於下：

#### 一、實驗之成效

標準化且有年齡、年級等常模參照的數學能力診斷測驗為目前最被廣泛應用於國中啟智班的數學科診斷與成就評量工具，根據盧台華（民76）對「基礎數學編序教材評量表」與「數學能力診斷測驗

」所做的相關分析中，發現兩者之相關達 .94，而各分測驗間的相關亦均達 .001 的顯著水準，因此用此測驗做為評量受試者在「基礎數學編序教材」應用成效之工具可信度應較高。而由研究結果中發現，實驗組學生在「概念」學習上有顯著差異存在，由於本套教材本就著重在概念方面的學習，故概念的進步與本教材的內容結構頗為符合，亦與國外的許多研究（Cawley & Goodman, 1969; Cawley & Vitello, 1972; Goodstein et al, 1971; Suydam, 1979 Vitello, 1976;）提出的建議——強調概念的學習，相當配合。而在「運算」方面，兩組間並無差異存在，可見本套教材雖未強調「運算技巧」的演練，但以圖示、實物等方式教習加、減、乘、除等概念的方式，並不影響智能不足學生在運算方面的學習，此與 Cawley 和 Vitello (1972) 所強調的用操作方式來改正及增進學生加、減、乘、除運算技巧的發展正相呼應。至於「應用」方面的差異則不顯著，唯如能拉長實驗時間效果可能會顯著。

而由整體成效上觀之（見表十一），實驗組與控制組間的顯著差異正足證本套教材對國中、小啟智班學生數學能力的增進確有其成效，此與原教材（Project Math）在美試用期間的「形成性評量」成效研究結果相符合（Cawley et al, 1976）。

#### 二、進步情形受年段的影響

在數學能力診斷測驗結果中，顯示無論「概念」、「運算」、「應用」及全測驗方面，均有隨年級增長而愈加進步的情形出現，比與學習年限及生長成熟度應有相當之關係，亦和理論與實際相符合。本研究結果並附帶發現無論國中、國小智能不足學生的數學能力均有超出其智齡的趨勢，此與國內外的許多研究發現一致（Dunn, 1973; Macmillan, 1977; Noffsinger & Dobbs, 1970; 王天苗, 民75; 盧台華, 民76）。

在「數學概念評量表」的結果分析中，發現除在「幾何」與「層次一」上國小的進步大於國中外，其餘各領域、層次及全量表方面，國中的進步均大於國小，此可能因「幾何」領域的內容均大致安排在層次一、二中，而層次一又為心齡 4 歲至 6 歲者所適用之教材內容，故國小階段啟智班學生的進步比國中大。由本研究結果可概括論定國中啟智班學生的進步情形較國小多一些，而進步亦是隨年級的增加而有逐漸遞增的趨勢。

#### 三、智力對進步情形的影響

由數診全測驗分析中，可看出無論國中、小輕度智能不足或中度智能不足學生的數學能力均有超越智齡的表現，且在試用本教材後，超越的幅度更為增大，此亦與王天苗（民75）及盧台華（民76）的研究結果頗相符合。

而在「數學評量表」進步的分析中，可知在「層次一」上，中度智能不足的進步情形比輕度智能不足多一些，此乃因該層次為適合於心齡 4 歲至 6 歲兒童的教材，而中度智能不足者正相當於此階段之心齡，且輕度智能不足者在此部份前測得分已相當高，正因已大致學會該層次之教學單元，故後測時的進步亦不如中度智能不足者多。

至於其他領域與層次及全量表的研究結果中均以輕度智能不足者進步較大，且有隨智力增長而數學能力亦愈高的趨勢，此項結果與國內外的許多研究（Dunn, 1973; Reisman, 1980; 林軍治, 民68; 林軍治, 民72; 王天苗, 民75; 盧台華, 民76）發現均相當一致。

#### 四、本教材之適用性

由研究結果顯示，雖然在六個領域、四個層次、與總量表得分的十一項多變項變異數分析中均有部份交互作用存在，唯經粗略圖示後，發現均非交叉相交，故仍可做下列結論：本教材的各領域、層次內容對國中、小啟智班不同智力程度的學生均適用。唯由領域內容分析中，發現在「幾何」、「量與實測」與「分數」領域學習上，均有輕度智能不足學生進步大於中度智能不足學生，且國中輕度智能不足者進步最多的現象出現。在「數」領域中發現國小輕度智能不足者進步情形大於國中，而在中

度智能不足組方面，國中生進步却大於國小，但不論輕、中度智能不足者均有隨年級增長進步逐漸增大之趨勢，尤以輕度智能不足者進步最大。故針對教材所涉及的領域內容而言，本教材似更適用於國中，且較適用於輕度智能不足者。

在依「心齡」及「難易度」而分的四個層次上，研究結果發現在「層次一」上，無論輕度或中度智能不足者，國小階段的學生進步均大於國中，而中度智能不足者進步亦大於輕度智能不足，故本教材「層次一」的內容較適合於國小及中度智能不足學生使用，此與本教材採心齡結構方式分層次有關，亦頗符合學生之實際需要。

在「層次二」的分析上發現國小輕度智能不足者進步大於國中，而中度智能不足方面則國中的進步大於國小，唯無論輕、中度者均有隨年級增加進步更多的趨勢。此結果與本層次的設計亦有關聯，因本層次適合心齡 6 歲至 8 歲的兒童，而國中中度智能不足者（平均心齡為 75.53 個月）及國小輕度智能不足者（平均心齡 79.13 個月）均屬此一階段之心齡者，故進步情形較為顯著。綜合以上，可知「層次二」的教材內容較適合於國中中度智能不足者及國小輕度智能不足者，唯整體上仍以國中啓智班較適合。

由「層次三」與「層次四」的研究結果中發現，國中的進步比國小大，而輕度智能不足者的進步亦比中度智能不足者大，尤以國中輕度智能不足者進步最多。此因層次三、四為適合心齡 8 歲至 12 歲階段兒童的教材，國小及中度智能不足者在學習上顯然有困難。故此二層次之教材較適合於國中及輕度智能不足之學生。

在總量表的分析中亦發現有較適合於國中及輕度智能不足者之傾向。

## 結論與建議

### 一、結論

本研究為新編訂完成之「基礎數學編序教材」試用成效之評估報告，主要發現可大致歸納為以下幾點：

1. 國中小啓智班學生在應用「基礎數學編序教材」進行八個月之教學後，在概念與整體數學能力與成就上均顯著超過未使用本教材進行教學之國中、小啓智班學生。
2. 本套教材對增進國中、小啓智班運算能力的助益雖不大，但亦不影響其運算能力之發展，故可去除一般數學教學過分重視「運算能力」的缺失。
3. 應用本套教材實施教學，雖對國中小啓智班學生的應用能力未造成顯著之進步，但如能拉長實驗期限，效果可能會顯著。
4. 國中、小啓智班學生之數學能力均有超越智齡的趨勢。
5. 年段對進步情形確有影響，亦即隨着年級的增長，進步亦愈顯著。
6. 無論輕、中度智能不足者之數學能力均有超出智齡的表現。
7. 智力的增長與進步情形成正比，智力愈高，進步亦愈多。
8. 「基礎數學編序教材」雖對不同年段、不同智力程度之啓智班學生均適用，唯除「層次一」教材較適用於國小及中度智能不足者外，一般而言，應用於輕度智能不足學生及國中階段的啓智班學生成效可能更大。
9. 本套教材依據心齡分為四個層次的設計，相當符合國中、小啓智班學生之實際需要。

### 二、建議

#### (一)對智能不足數學教學上之建議

1. 本套教材依心齡及難易度分為四個層次的設計頗符合教師及學生之需要，啓智班教師可根據學

生的大約心齡選取適合的教學單元，進行教學。

2. 由本研究結果中發現無論輕、中度智能不足或國小、國中之啓智班學生，數學能力均有超出其心齡的表現，因此啓智班教師宜針對學生的能力加廣教學內容，不宜以國小低年級階段的內容教之，亦不應過分着重運算技巧之演練，而本套教材的內容涵蓋面頗廣，且與真實生活相配合，值得啓智班教師採用。

3. 本套教材因有評量表與教材的配合使用，可使診斷與教學緊密的銜接在一起，同時因教材為編序式，亦頗適合教師做為編寫及評鑑個別化教育計畫之依據。

#### (二)未來研究上之建議

1. 本研究之實驗成效係根據數學能力診斷測驗之結果，因受制於不願控制組知悉「基礎數學編序教材」之內容，以免影響教師之教學方向，故在前後測時均未實施數學概念評量表測驗，未來之研究應從「數診」與「數評」兩測驗之成效一併探討此套教材之實驗成效，研究結果之有效性與推論性會更高。

2. 本套教材修訂後所自編之「金錢」單元，必須經試用、評估後再做修訂，以期與原教材內容落實一致。

3. 原 Project Math 中尚有社交應用活動單元 (Social Utilization Unit) 與口語應用問題 (Verbal Problem Solving Program) 兩部份之活動單元，因限於人力、物力與時間，未能修訂，今後應將此部份加以修訂，以使本套教材更趨完善。

4. 本套教材之設計亦適合於其他類別之特殊兒童使用，故未來之研究亦應就學習障礙、學習遲緩、聽覺障礙及低成就等類學生之應用情形加以探討。

## 參考文獻

- 王天苗 (民75)：智能不足兒童與普通兒童數學能力之差異。特殊教育研究學刊，2期，163~176頁。
- 吳武典、陳榮華 (民66)：數學能力診斷測驗之編製。測驗年刊，24期，60~73頁。
- 林軍治 (民68)：國小兒童認知型式與數學成就的關係。花蓮師專學報，11期，177~212頁。
- 林軍治 (民72)：國小兒童數學認知層次及其相關因素之分析與探討。花蓮師專學報，14期，338~374頁。
- 金華國中益智班 (民70, 71)：輕度智能不足在普通班及在特殊班學習結果之比較研究。(未發表)
- 陳榮華 (民68)：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，12期，51~68頁。
- 陳榮華 (民71)：智能不足學生在國中益智班受教成效之比較研究。師大教育心理學報，15期，47~65頁。
- 盧合華 (民76)：「基礎數學編序教材評量表」在啓智教育上應用研究。特殊教育研究學刊，3期，67~84頁。
- Bartel, N. R. (1982). Problems in mathematics achievement. *Teaching Children with Learning and Behavior Problems (3rd ed.)*. Boston: Allyn & Bacon.
- Bellamy, T., & Buttars, K. L. (1975). Teaching trainable level retarded students to count money: Toward personal independence through academic instruction. *Education and Training of the Mentally Retarded*, 10, 18-26.
- Blake, K. A., & Williams, C. L. (1968) Induction and deduction and retarded,

normal and superior subjects' concept attainment. *American Journal of Mental Deficiency*, 73, 226-231.

- Burns, P. C. (1961) Arithmetic fundamentals for the educable mentally retarded. *American Journal of Mental Deficiency*, 66, 57-61.
- Byrant, N. D., & Kass, C. E. (1972). *Leadership Training Institute in Learning Disabilities (Vol. 1)*. Washington, D C.: Office of Education, Bureau of Education for the Handicapped.
- Cawley, J. F., et al. (1976). *Project Math*. Tulsa, Okla: Educational Progress Co.
- Cawley, J. F. (1977). *Changing Perspectives in Special Education*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill
- Cawley, J. F., & Goodman, J. D. (1969) Arithmetical problem solving: A demonstration with the mentally handicapped. *Exceptional Children*, 36, 83-88.
- Cawley, J. F., & Vitello, S. J. (1972) Model for arithmetical programming for handicapped children. *Exceptional Children*, 39, 101-110.
- Cawley, J. F. (1978). An instructional design in mathematics. In L. Mann, L. Goodman, & J. L. Wiederhold (Eds.), *Teaching the learning-disabled adolescent* (pp. 201-234). Boston: Houghton Mifflin.
- Cawley, J. F. (Ed.). (1984). *Developmental teaching of mathematics for the learning disabled*. Rockville, MD: Aspen Systems.
- Cherkes, M. G. (1975) Effect of chronological age and mental age on the understanding of rules of logic. *American Journal of Mental Deficiency*, 80 (2), 208-216.
- Cohn-Jones, L., & Steim, R. (1978) Perceptual and intellectual factors affecting number concept development in retarded and nonretarded children. *American Journal of Mental Deficiency*, 83 (1). 9-15.
- Copeland, R. W. (1979). *Math Activities for Children: A Diagnostic and Development Approach*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.
- Connally, A. J. (1973). Research in mathematics education and mentally retarded. *The Arithmetic Teacher*, 20, 491-497.
- Connolly, A. J., Nachtman, W., & Pritchett, E. M. (1971) *Key Math Diagnostic Arithmetic Test*. Circle Pines, Minnesota: American Guidance Services Inc.
- Deno, S., & Mirkin, P. (1977). *Data-Based Program Modification: A Manual*. Reston, V. A.: The Council for Exceptional Children.
- Donnellan, A. (1984). The criterion of the least dangerous assumption. *Behavior Disorders*, 9(2), 141-150.
- Dunn, L. M. (Ed) (1973). *Exceptional Children in the Schools: Special Education in Transition*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Finley, C. J. (1962) Arithmetic achievement in mentally retarded children: The effects of presenting the problem in different contexts. *American Journal*

*of Mental Deficiency* 67, 281-286.

- Fuchs, L., & Fuchs, D. (in press). Effects of systematic formative evaluation: A meta-analysis. *Exceptional Children*.
- Goodman, H., Gottlieb, J., & Harrison, R. H. (1972) Social acceptance of EMR's integrated into a nongraded elementary school. *American Journal of Mental Deficiency*, 76, 412-417.
- Goodstein, H. A., Cawley, J. F., & Helfgott, J. (1971) Verbal problem solving among educable mentally retarded children. *American Journal of Mental Deficiency*, 76, 238-241.
- Goodstein, H. A., Kahn, H., & Cawley, J. F. (1976) The achievement of educable mentally retarded children on the Key Math diagnostic arithmetic test. *The Journal of Special Education*, spring, 61-70.
- Harris, V. W., & Sherman, J. A. (1974) Homework assignments, consequences, and classroom performance in social studies and mathematics. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 7, 505-519.
- Hutt, M. L., & Gibby, R. C. (1976). *The Mentally Retarded Child: Development, Education and Treatment*. Boston: Allyn and Bacon.
- Ingalls, R. P. (1978). *Mental Retardation-The Changing Outlook*. New York: John Wiley & Sons.
- Ingram, C. (1968) *Education of the Slow-Learning Child*. New York: Ronald Press, 1968.
- Inkeep, A. (1938) *Teaching Dull and Retarded Children*. New York: The Macmillan Co.,
- Kirk, S. A. (1964) Research in education. In H. A. Stevens & R. Heber (Ed.), *Mental retardation: A review of research*. Chicago: University of Chicago.
- Kolstoe, O. P. (1976). *Teaching Educable Mentally Retarded Children (2nd ed.)* New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The Psychology of Mathematical Abilities in School Children*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Macmillan, D. L. (1977). *Mental Retardation in School and Society*. Boston: Little, Brown and Co.
- Mercer, C. D., & Mercer, A. R. (1981). *Teaching Students with Learning Problems*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.
- Meyer, E. (1972) *Developing Units of Instruction For the Mentally Retarded and Other Children with Learning Problems*. Dubuque: W. C. Brown Co.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1979) Toward a better balanced curriculum. *Arithmetic Teacher*, 26, 2-59.
- Noffsinger, T., & Dobbs, V. (1970).. Teaching arithmetic to educable mentally retarded children (review). *Journal of Educational Research*, 64(4), 177-184.
- Ogkete, E. J., & Ujlaki, V. (1976). A motoric approach to teaching multiplication to the mentally retarded child. *Education and Training of the*

*Mentally Retarded*, 11, 129-134.

Peterson, D. L. (1973) *Functional Mathematics for the Mentally Retarded*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.

Radabaugh, M. T. & Yukish, J. F. (1982). *Curriculum and Methods for the Mildly Handicapped*, Boston: Allyn & Bacon.

Reisman, F. K. (1982). *A Guide to the Diagnostic Teaching of Arithmetic (3rd ed.)* Columbus, Ohio: Charles E Merrill.

Stephens, W. E. (1966) Category usage of normal and subnormal children in three types of categories. *American Journal of Mental Deficiency*, 71, 266-273.

Silbert, J., Carnine, D., & Stein, M. (1981). *Direct Instruction Mathematics*, Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.

Suydam, M. N. (1979) The case for a comprehensive mathematics curriculum. *Arithmetic Teacher*, 26, 10-11.

Townes, B. D., Reitan, R. M., & Trapin, E. W. (1978). Concept formation ability in brain-damaged and normal children. *Academic Therapy*, 13, 517-526.

Underhill, R. G., et al. (1980). *Diagnosing Mathematical Difficulties*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.

Vitello, S. J. (1973) Facilitation of class inclusion among retarded children. *American Journal of Mental Deficiency*, 78(2), 158-162.

Vitello, S. J. (1976) Quantitative abilities of mentally retarded children. *Education and Training of the Mentally Retarded*, 11, 125-129.

Williams, W., et al. (1978). *Teaching Math Skills Using Longitudinal Sequences: Systematic Instruction of The Moderately and Severely Handicapped*. Columbus, Ohio: E. Merrill.

Bulletin of Special Education, 1988, 4, 67-96.

Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

## EFFECTS OF PROJECT MATH CURRICULUM ON MATH ACHIEVEMENTS OF THE MENTALLY RETARDED

TAI-HWA LU

National Taiwan Normal University

### ABSTRACT

The Chinese Version of Project Math is a programmed teaching material revised from "Project Math" (Cawley, et al., 1976). It is a multiple-option curriculum comprised of six strands-Geometry, Sets, Patterns, Measurements, Numbers, and Fractions. The total program, including numerous activities and concept inventory, fuses math concepts, computation skills, and social growth into a cohesive whole by dividing into four levels on the basis of the mental age. The main purpose of this study was to explore the effects of this newly revised curriculum on math achievements of the mentally retarded. 335 mentally retarded students (Experimental group=163, Control group=172) from elementary and secondary special classes participated in this study. Two testing instruments, "Diagnostic Mathematics Test" and "Project Math Concept Inventory", were used to collect data. The obtained data were analyzed by t test, two-way analysis of covariance, and multiple analysis of variance. Results indicated: (1) After utilizing Project Math Curriculum, the math concepts and whole math abilities of the experimental group were significantly higher than those of the control group; (2) the application of Project Math did not have significant influence on the experimental group's computation skills; (3) not only elementary and secondary MR students but also EMR and TMR students showed higher achievements than what we expect from their mental age; (4) the math abilities of these MR subjects were gradually increased according to their grade and IQ; (5) Project Math Curriculum was suitable for elementary and secondary level's MR students as well as the EMR and TMR students. However, it might be more effective for the secondary level and EMR students; (6) deviding Project Math Curriculum into four levels according to mental age was quite appropriate for MR students.