

第二章 文獻探討

本章旨在從數學學習困難學生的學習特徵、數學能力，瞭解其教育需求，以及直接教學模式的理論基礎、數學課程與教學，並探討直接教學模式在數學學習困難學生之應用，以佐實驗研究進行。

第一節 數學學習困難學生的學習特徵和數學能力

要提昇學生學習品質，首要工作是診斷他們的學習困難之處，進而改善課程及教學、發展有效的學習方案，使學生都能獲得適性的個別化教育。目前國內資源班的服務對象以輕度智障和學習障礙學生居多，本節茲就輕度智障和學習障礙學生的學習特徵和數學能力做進一步的探究。

一、輕度智能障礙學生的學習特徵和數學能力

(一)輕度智能障礙學生的學習特徵

許多研究早已指出智能障礙學生在學習上，比一般普通學生有遲緩的現象。Charlotte(1994)提出智障礙學生和一般學生作比較，有注意力、知覺、記憶力、問題解決、邏輯思考等方面的問題。Vitello(1976)強調輕度智能障礙兒童可以學習一些數學技能和基本概念，如分類、數序、一對一的對應、保存概念、四則運算技能及推理能力。

智能障礙學生的學習特徵和數學能力，根據國內外許多學者的研究與論述（ Brooks & McCauley, 1984; Cegelka & Prehm, 1982; Tomporowski & Allison, 1988; 吳純純，民 83），茲就注意力、記憶、自動化處理、後設認知與語文表現等方面來探討，綜合歸納如下：

1. 注意力的缺陷

智能障礙學生在注意力上有缺陷存在，由於注意廣度較為狹窄，注意力集中時間較為短暫，同時選擇性注意能力較差，對於刺激的關鍵因素或辨認的特質經常不能迅速覺知，且容易受到許多無關刺激干擾，對不需注意的刺激加以注意，反而對有意義的刺激來源不能專注，特別在學習過程中，容易受到學習材料中無關因素干擾，造成學習時的分心（Yukish, 1982）。

2. 記憶的缺陷

智能障礙學生在記憶上有缺陷存在，導致在發展策略來學習新材料與訊息回憶的整理上有困難，且不能把同類的學習材料加以分類記憶。就短期記憶而言，智能障礙者的短期記憶功能特別差，無法善用適當的演練策略而導致學習上的困難（Borkowski & Kurtz, 1987）；就長期記憶而言，智能障礙者在長期記憶方面所遭遇的困難，遠較在短期記憶方面少。智能障礙學生對於視覺刺激、聽覺材料及動作反應的立即回憶，較普通學生明顯低落；若呈現刺激與回憶相隔時間愈長，則智能障礙學生與普通學生的差異不顯著（陳榮華，民 81）。

3. 自動化的問題

自動化的處理，係指直接由工作記憶或感覺記憶來運作，不需要個人對於訊息加以注意，如此可以減少短期記憶上負荷量，而能去處理更複雜的問題。在數學的課程中若學生的計算程序若已成為自動化，要發展一個有用的解題策略就為容易。輕度智能障礙學生在自動化處理較普通學生差 (Ellis, 1987; Martin, 1986)，因此做基本數學運算較無法運用有效的解題策略。

4. 後設認知的問題

對於智能障礙學生在學習上的問題，許多的研究認為係由於智能障礙學生在執行控制過程有缺陷的關係 (Borkowski & Kurtz, 1987; Justice, 1985)，他們雖然不能自動使用策略與具有功能固著的缺陷，但可藉由執行處理(executive processes)訓練得到改善，特別是對於高功能智能障礙者在選擇與檢視技能的改進上有較大的成效。智能障礙兒童在從事學習或解決所面對的問題時，顯得不善於運用適當的思考策略，但是其具有學習的能力。

5. 學習遷移的問題

智能障礙學生在認知學習缺少分化，無法將先前所獲得知識應用在新的情境或從事問題解決，即使經過教導，利用特殊的策略從事注意、組織和記憶的學習，亦很難將所學類化。由於缺乏學習遷移的能力，智能障礙學生在日常生活較常用刻板的行為模式，而不知如何隨

機應變去處理問題（何華國，民 86）。

智障者的學習速度及反應較同年齡者緩慢，且常會預期失敗，歸因於外在的因素，不經思考即先尋求協助或指示，而不專注於學習材料。智障者在歸納、推理、與概念等方面有困難，以致對數學抽象教材的學習有所限制。

6. 語言的問題

語言是協助我們做抽象思考的工具，但語言上的困難是智能障礙學生最顯著的缺陷，智商愈低，語言能力亦愈劣。智能障礙學生在語文水準上比其心理年齡低，由於語言能力上的缺陷，使智能障礙學生不能以語言符號來概括學習的經驗和解決新的問題。由於語言的問題，使智能障礙學生在學業的成就上受到頗大的限制，特別是在閱讀理解部分（Mayer, 1985），不僅明顯落後同實足年齡的普通兒童之後，而且低於同心理年齡的普通兒童，而其在算術推理上亦有類似的發現（MacMillan, 1982）。

（二）輕度智能障礙學生的數學學習能力

輕度智障學生因短期記憶、抽象操作、概念類化能力不足，在數學運算和解題的表現明顯較普通學生低下。國外研究發現智障學生在做基本數學運算時，需較長的反應時間，然而出現更多的計算錯誤、缺乏效率和自動化的表現（Goldman & Pellegrino, 1987; Swanson & Cooney, 1985）。Podell 等人（1992）提出輕度智障學生較

普通學生無法精熟基本數學技巧，導因於輕度智障學生難以將基本數學技巧做自動化處理，無法達到快速、準確和一致的數學技巧熟練水準。Swanson 和 Cooney(1985)指出輕度智障學生缺乏快速運用數學概念的能力，導致阻礙輕度智障學生做數學問題解決。Cegelka 和 Berdine (1995)認為很多數學概念的學習都需要一些先備技能，例如：一對一的對應、物質守恆的概念，但輕度智障學生因為缺乏這些先備的技能而在學習上產生困難。然而許多研究 (Dunn, 1973, Macmilan, 1977; Noffsinger & Dobbs, 1972) 證實輕度智障者的數學基礎運算能力可與同心齡之普通兒童能力水準相當，但在需用閱讀能力與問題解決策略的數學推理及概念理解能力則落後於普通兒童(引自盧台華，民 84)。

國內學者王天苗(民 75)研究國中小階段的輕度智障學生和國小一至六年級的普通學生在數學六大領域(幾何、集合、範型、量與實測、數、分數)的得分做差異性比較，結果發現輕度智障學生隨著年級的增高，與普通學生的數學能力差距也愈大。而周台傑(民 78)以國中智障學生為研究對象，結果發現國中智障學生的計算能力接近同心理年齡的普通學生，但在數學應用能力則落後甚多；且隨著心理年齡增加，國中智障學生與普通學生的發展差距亦隨之增加。盧台華(民 84)進一步分析國中和國小智障學生的整體數學能力，研究結果發現國中智障學生的整體數學能力較佳，國小智障學生的

整體數學能力最差；智障學生的數學應用能力表現均差於計算與概念能力表現，其中又以分數、小數、減法、乘法、除法、金錢、測驗與範型等能力表現較差。

然而有許多研究（Lancioni, et al., 1987; Jitendra & Hoff, 1996a）指出輕度智障學生在有效教學策略的教習下，不僅數學應用題的解題正確率提高，且達到學習維持的效果，並產生學習效果的類化。而國內研究亦發現：輕度智障學生具備學習數學的能力，經過特定教學策略的訓練之後，均能提高後測驗得分（詹士宜，民 81；鐘樹椽、何素華、林菁，民 84；林敏慧，民 89）。綜上所述，輕度智障學生有學習數學的潛能，確實需要一套系統化的教學模式，配合學習特徵與數學能力，以增進其數學的學習表現。

二、數學學習障礙學生的學習特徵和數學學習能力

Barkley(1998)強調學習障礙學生由於神經心理方面之缺陷，導致其在學習數學時，常因認知與執行的無法配合，產生下列的問題：1.無法決定什麼問題需要解決；2.無法過濾不相關字句以掌握題目重點；3.無法整合題目中的各項訊息並決定解決方式；4.無法監控自己的解題歷程；5.無法覺察外在回饋並產生自我校正行為。

Smith(1994)提出學習障礙學生的數學學習困難，包括有空間安排、數學符號辨識、運算、公式的記憶和運算，以及問題解決等方面。Jones、Wilson 和 Bhojwani(1997)

在基本運算、百分比、小數、測量、數學詞彙等方面，發現學習障礙中學生有明顯的數學學習困難；由於國小階段，在數學操作和應用能力上，缺乏習得足夠的技能，且數學概念和問題解決的類化能力有待加強建立。

Lerner(1993)認為學習障礙學生出現數學困難的原因有下列七項：1. 符號閱讀困難，2. 空間、序列、順序概念困難，3. 語文閱讀困難，4. 記憶力問題，5. 缺乏數學學習策略，6. 處理歷程速度太慢，7. 視知覺或視動協調問題（引自洪儷瑜，民 84）。DSM-IV(1994)亦指出數學學習障礙學生可能因有下列缺陷而導致其在數學學習方面有困難：(1)語文能力缺陷使其在了解或表達數學常用詞彙、關鍵字及概念方面有困難；(2)知覺能力缺陷使其在辨識或閱讀數字與數學符號、分類能力有困難；(3)注意力缺陷使其在正確抄寫數字或數學符號與檢視運算細節時有困難；(4)數學能力缺陷使其在依循計算步驟或推理方面有困難。孟瑛如和陳麗如(民 89)的研究發現我國學習障礙的學生在魏氏兒童智力量表中除了在知覺組織指數分數外，在其他量表分數與指數分數均呈現較低的分數，尤其是專心注意及處理速度指數上的表現更明顯的低落。

此外，數學學習障礙學生因在班上成績低落，而長期在數學學習上失敗，以致缺乏積極的學習動機、自我概念和數學信念，較依賴外援(Lerner, 1988)。綜合有關數學學習障礙學生的文獻與研究（蔡宗玫，民 84；蔡

翠華，民 85；蔡淑桂，民 87)，說明數學學習障礙的學習特徵和數學能力，以 Mercer(1993)和 Lerner(1988)的見解為主要架構，加上其他學者見解，統整歸納如下各點分述：

1.動機

數學學習障礙學生缺少學習興趣，又有低落的自我決定感，常感到學習教材艱深無法勝任、理解，沒有獲得數學學習上的成就感，且較依賴外援。Giorano(1987)提到他們普遍缺乏學習動機，對數學產生較大的焦慮，並且使用不當的歸因方式，導致對自我能力和未來造成負面的影響。

2.信念

數學學習障礙學生有較差的學習自我效能，對數學沒有信心、易分心，無法獲得心理滿足和自我肯定 (Colly, 1988)。Fleischner 和 Garnett(1983)指出，數學學習障礙學生不了解數學對自我的意義，碰到數學難題，若一時想不出來，認為想再久也沒有用，而且會固執某一解題方法。

Lerner(1988)的研究指出，數學學習障礙學生通常較不會將數學應用在日常生活的問題解決上，而認為數學只有在考試時才用得到的知識。另一信念是老師沒教過的數學應用題，我就不會做。而且覺得學數學是因學校和老師規定的，其實本身自己並不太喜歡(Mercer & Mercer, 1993)，由此可見其數學信念的薄弱。

3. 思考模式

(1) 注意力缺陷：是數學學習障礙學生常被觀察到的行為，造成數學學習困難的主因之一，他們不喜歡獨立思考，注意力不集中，無法從事多重步驟的計算，一題尚未寫完，又填寫另一題，表現拖延和無助，並常怠忽手邊的事物，無法有效集中和保持注意，或有效轉移注意力。(2) 焦慮：數學學習障礙學生學習數學時，心情煩躁，進行作業時，遇到不會題目，憂慮緊張、情緒異常(Lerner, 1988)，導致數學學習態度甚為負向。(3) 衝動：數學學習障礙學生時常擦拭或塗抹答案，計算過程容易粗心大意；回答速度雖快，卻不正確，且在解題過程中，常忽略細節部分。(4) 缺少驗算：常忘記此步驟，當要求回顧檢查所做的計算，時常更改答案。(5) 題目未看完即作答，不能專心完成一題。(6) 固著：數學學習障礙學生想法固定某一程序和方法，無法由此種計算方式轉換到其他計算方式，且不能因應題意需要，而經常更替不同的算則(Fleischner & Marzola, 1988)。

4. 相關思考能力

(1) 記憶能力：就短期記憶而言，對數學概念的保存、記憶運算法則的步驟與程序、和符號意義感到困難；就長期記憶而言，學習經過一段時間後，概念遺忘情況嚴重，難以即刻複習、回憶上課內容，其綜合性的評量表現不佳；就序列記憶而言，對於有意義的數數和按順序計數、完成複雜的計算步驟、

以及解答複雜的文字題等感到極大的困擾；Manalo 等人(2000)強調數學學習障礙學生缺乏學習正確的解題步驟和維持解題步驟的能力。

- (2) 閱讀和書寫能力：數學學習障礙學生會漏字、跳行，字詞顛倒，不知斷句，字義混淆不清，看關鍵字斷章取義，套上不知其意的算則運算，書寫時粗心抄錯答案，在寫橫式轉為直式時數字移錯(Bely & Thornton, 1981)。
- (3) 知覺能力：數學學習障礙學生視聽知覺不佳，形象背景容易混淆，圖形辨識困難，視覺—空間關係的分辨常錯誤，位置辨識不易 (Colley, 1988)；林美和(民 76)亦指出他們的知覺發展較為遲緩，在視覺空間組織、精細心理動作協調、及視覺辨識方面，皆有相當大的困難。
- (4) 組織和理解能力：Kulak(1993)指出數學學習障礙學生缺乏組織類化的能力，難以解答數學推理問題，並在使用算術策略和訊息提取的有效性，皆顯然比一般學生不足。林美和(民 76)亦發現他們較不能自我導向學習目標，不會利用組織技能，以致無法適當地監控自己學習歷程，因而導致學習失敗。
- (5) 語言能力：就接收能力來說，難瞭解數學專有名詞、字義、文法的意義，字彙貧乏且少使用深層的意義，對於了解一個字的多種意義有困難；就表達能力來說，他們無法使用數學語彙表達，以致在口語練習

算術或口語說明解題步驟，會發生嚴重困難。

Lerner(1997)認為學習障礙者在數學語言發展中，由於接受和表達方面有困難，導致運用數學符號語言能力的缺陷，無法閱讀題目與瞭解題意，而應用題中多餘的數字及無關訊息又會影響學習障礙者解題，使其無法對解題工作進行計畫與執行。

Lerner(2000)研究學習障礙者學習行為特徵，包括四大部分的缺陷：(1)注意力和記憶力(2)知覺或知動協調能力(3)理解、表達、推理能力(4)情緒與社會適應，可發現輕度智能障礙亦有相似的學習行為特徵(洪儷瑜，民90)。林美和(民81)提出學習障礙學生的認知功能屬特殊性的缺陷，在注意力、記憶、複雜的視覺分析或計畫形成等方面的能力出現低落現象，而形成內在能力的顯著差異；輕度智能障礙學生的認知功能屬一般性的缺陷，在注意力、知覺、記憶、概念化以及處理訊息的速度等方面，呈現一般低劣現象。

綜合學者的看法，由於學習障礙學生和輕度智能障礙學生在學習上或行為上表現相似，尤其在認知學習方面，有認知歷程缺陷或認知歷程欠缺組織的問題。在數學運算過程中，有些學習障礙和輕度智障學生明顯地使用與普通學生不同的學習策略；同時學習障礙和輕度智障學生在發展與運用記憶，或者恢復訊息方面較遲緩。

第二節 直接教學模式的理論基礎

「直接教學模式」(Direct Instruction Model, 簡稱DI)是一套應用組織精密、系統層次分明的教學模式，它綜合了許多教學理論及教學的精髓編製而成。盧台華(民 84)提出直接教學模式的理論基礎包含三大部分：(1) 應用行為分析 (Applied Behavior Analysis)：包括提供工作分析、引起動機及注意力、選取範例、修正錯誤與給予回饋等部分的原理原則，此部份與精熟學習類似。(2) 溝通分析 (Analysis of Communication)：包括師生間的互動，認為直接告訴學生正確答案，比重複呈現學生錯誤的答案的方式，較能減少學生的錯誤；另外還包括教導知識的過程、安排清楚的教學順序，提供敘述清楚的教學，並認為不同的知識，應採不同的溝通方式。(3) 知識系統邏輯分析 (Logical analyses of Knowledge System)：分析各類不同的知識，找出相同的部分，並設計相同的策略教導，此部分在直接教學模式的教學設計中最重要。

Stein(1987)提出 DI 對學習者的基本假設：在課程教材和教師教學是清楚且明白的前提下，所有學生皆可學習，包括身心障礙者；DI 強調系統化方式呈現高度結構性課程教學設計，教學模式的實施根據三大理論基礎，有效教學方法包括多次發問、回饋及練習等。由此可見

「直接教學模式」是綜合許多理論與有效教學方法而成，強調整個教學過程是有結構、組織化和述說清楚的，可直接預防與補救學生的學業與其他技能缺失的教學模式。盧台華(民 84)認為此教學模式具有診療教學、工作分析及編序教學的特質，係一完整且集大成的教學模式，對基本學業、概念、認知運算的教習，尤其有效。綜上所述，DI 可協助老師和學生進行有效的教學與學習，因此 DI 常應用在特殊教育。

Jones、Wilson 和 Bhojwani(1997)歸納研究分析，提出 DI 的教學由教師主導，並有五大特色(1)敘述清楚(2)系統化呈現(3)結構化練習(4)監控學習(5)增強和回饋。直接教學模式的有效教學方法包括：1. 每天複習，2. 陳述教學目標，3. 教師示範新知識與技能，4. 引導練習，5. 獨立練習，6. 形成性評量(Rosenshine, 1995; Rosenshine & Stevens, 1986; Slavin, Stevens, & Madden, 1995)。

Lerner(1989)綜合許多有關教育的研究，發現有效的教學法包括列七項原則：(1)敘述擬定達成之學習目標和特定之學習技能，(2)分析特定學習技能，(3)列舉所要學習之工作，(4)決定所要學習工作項目中，那些學生學會的，那些則是學生尚未學會的，(5)實施直接教學，(6)一次只教一項工作，(7)評量學生學習效果。由此發現 DI 均符合這些條件，證明 DI 確實是有效的教學模式。

綜合許多學者對直接教學模式的評論，DI 強調快速的節拍、連續性、教材結構化，以小組教學進行，提供學生許多學習機會，對於學生正確的反應給予立即饋等概念(Rosenshine, 1982; Slavin, 1987; Spector, 1995)。

Chery 和 Gardner(2000)提出研究支持對學習障礙學生採用直接教學模式，其他學者則批評此模式偏重於區辨技能，而不能提昇整體技能或問題解決、推理能力(Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1991)。

然而 Carnine、Granzin 和 Becker(1992)卻提出 DI 對教導複雜的智能技巧，例如理解、問題解決和創造力方面都能獲得效果。另外 Schweinhart、Weikart 和 Larner(1986)指出直接教學法只能學習的短期效果，而不能維持長期效果，但 Darch(1987)研究發現接受 DI 教學的學生於接受教學九年後，在數學學業成就表現上仍與傳統教學組達顯著的差異，可見直接教學模式教學後能達到長期保留的效果。因此本研究欲探討直接教學模式是否適用在國中資源班數學教學，並驗證其教學成效。

第三節 直接教學模式數學課程與教學活動

壹、直接教學模式數學課程

DI 大師 Cannine(1989)歸納對於學習數學有困難的學生，必須注意下列教學原則：(1)避免記憶負荷量過

大，(2)提供每日複習與引導式的練習，避免錯誤學習，(3)避免同一時間學習概念與運用，以免混淆，(4)新舊概念與技能的關連性需要直接教學，(5)要按照難易順序教學，(6)讓學生的反應能流暢精熟，(7)確保學生能有成功的機會，並能獨立完成作業（引自邱上真，民 90）。

Carnine(1997)並針對學習障礙學生的學習特質，亦提出適合學障學生的數學課程設計原則有五項要素：(1)重要概念(2)系統化策略(3)有效運用時間(4)策略敘述清楚(5)提供練習與複習以增進記憶。透過擬定教學計劃，配合五項設計原則進行教學，直接教學模式均符合上述原則，可有效協助學障學生習得數學基本技巧和解決困難問題。

Brown(1985)提出直接教學模式數學課程的基本架構，可分為教學設計、教學技術、教學組織三大部分，統整歸納各點分述如下：

一、教學設計

其目的在提供教師結構化課程或調整課程設計，有效之數學教學設計應包涵確立行為目標、設計問題解決策略、決定必備技巧、釐定教學順序、選擇教學步驟、編寫教學活動設計、選擇適當的範例、及提供大量的練習與複習等 8 個步驟。直接教學模式將數學教學分為基本概念和相關概念、系列組合、原理原則、認知與運算、知識邏輯系統等五部分（盧台華，民 80）。

二、教學技術

教師教學技巧對學生的學習速率與自我概念的提昇均有影響，可分為六部分，分述如下：(一)教學評量標準：為達到預期的評量標準，協助學生精熟學習，教師需用適當的督導、糾正錯誤、診斷與補救的技巧。(二)同聲反應：讓所有學生一起作答，提高參與感和注意力，且可增加學生學習的機會。(三)反應訊號：可用拍手、敲黑板、點頭、彈指等清晰的反應訊號方式，以指示學生回答。(四)快速的節拍：考慮學生所需思考的停頓時間，教學進行先慢再加快，並透過快速的節拍，促使學生增加注意，以提高學習表現。(五)座位安排：以半圓型為佳，成就愈低者坐在愈中間，以增加學生本身及教師的注意力。(六)動機：教師實施有效的教學計劃，運用行為改變技術的增強策略於教學中，可提高學生的學習動機與意願(盧台華，民 80；邵淑華，民 86；林燕玲，民 89)。

三、教學組織

- (一)選擇適當的教材：數學教材有基礎概念、特殊技巧及低成就學生的教學設計等三種類型，需考量教學策略、教學順序、範例選擇、練習與複習等方面 (Carnine, 1997)。
- (二)調整修改教材：包括 1. 安排學習目標的順序，設計學習精熟的程度 2. 選擇問題解決的策略 3. 針對主題的主要技能和先備技巧，設計教學腳本 4. 選擇練

習的範例 5. 設計作業單，編選複習已教技能的教材等五步驟 (Stein, Carnine, & Dixon, 1998)。

- (三) 評量：最初的評量是做為學生分組之用；教學過程強調持續性的評量，透過每節課的形成性評量，用以及時發現補救與督導學生學習情形，並透過反覆示範、引導、辨別的修正程序，對於學生的錯誤作診斷分析，再進行教學以協助學生有效學習 (盧台華，民 80)。
- (四) 分組：教師先根據學生目前的程度實施適合的評量測驗，施測完畢後，將結果加以分析，找出學生的起點行為，並做適當的分組，將程度相近的學生編為同一組，愈低組人數應愈少，用以增加師生間的互動，以利進行教學 (盧台華，民 80)；而學生個人的錯誤被視為團體錯誤，學生練習機會也較多，對於低表現的學生，較不會感到挫折。
- (五) 教學單元設計：教學腳本可提供教師作教學的指引，教師在設計適合學生程度的教材後，擬定單元教學計劃，每節課的教學以教導一種新概念為原則，且設計各種不同的活動，每項活動最好不超過 10 到 15 分鐘，尚需考慮每一單元的先備技巧、每節課教學內容及有效運用教學時間 (盧台華，民 80；邵淑華，民 86)。

貳、直接教學模式數學教學活動

Jones, Wilson, & Bhojwani(1997)針對學習障礙中學生的數學教學，設計直接教學模式的三個結構化教學活動(phases of Structure Academic Presentation)，以此為主要架構，統整歸納各點分述如下：

(一)教學預備(the opening of the lesson)

教師首先用簡短的指令，獲得學生的注意，提示學生先前教學重點，列出本單元的學習目標，此部分敘述必須簡單扼要，以避免學生分散注意。此階段的三大重點為：1.喚起學生注意，2.複習相關先前課程，3.敘述單元目標（Archer & Isaacson, 1989）。

(二)教學主體(the body of the lesson)

1.教師示範：在教學前，運用手勢或簡短的說明，提醒學生注意是必要的（Archer & Isaacson, 1989）；進行課程內容，教師必須用舉例開始教學，示範相關知識技巧，特別當學生學習新的概念或技能，示範步驟是具關鍵性的，在重要應用策略方面，其說明需清楚且簡短。

2.引導學生學習：在教師示範之後，透過許多例子來引導學生學習，師生共同積極解決問題，學生可用口述、書寫、手勢等方式做反應，在預期學生能獨立做反應前，有較多提示的嘗試練習通常是必要的（Cybriwsky & Schuster, 1990; Koscinski & Gast, 1993; Koscinski & Hoy, 1993; Stevens & Schuster, 1988）。

3.督導學生獨立學習：教師系統地逐漸減少提示的陳述，可協助學生從有提示的嘗試轉變為進行幾乎無錯誤的獨立練習。學生在許多獨立試驗能正確反應之後，教師需讓學生完成練習的例子；如果學生正在練習已習得的新技巧，教師需從旁督導學生做練習範例。當學生不需協助就能完成練習測驗，教師即可結束此教學 (Jones, Wilson, & Bhojwani,1997)。

(三)教學總結(the close of the lesson)

教師結束教學的三項簡單步驟：

1.複習教學內容：複習本單元所學內容，包括學習有困難之處和表現特別好的部分。教學回顧包括簡要敘述如何學習本單元，再延續說明學習內容。

2.預告下單元的教學目標：教師對於下次教學單元，提供簡短課程目標的預習。

3.獨立作業：設計學生可獨立完成的作業單和回家作業，以提供重要的機會去應用練習已學的知識和技能，同時可增加流暢性和加強記憶。獨立練習的設計應該仔細挑選學生可成功完成且不需協助的題目。學習障礙學生需要大量練習活動，而作業單常用來提供練習，Carnine (1989) 提出設計練習活動的原則：(1)避免記憶負荷量過大，分配必學技能的練習工作；(2)記憶：提供每日複習或相關技能的學習，和引導式練習，預防學生練習錯誤的概念和原則；(3)避免同一時間學習容易混淆的概念；(4)新舊概念與技能的關聯性需要直接教導，

並確定學習工作項目中，那些學生學會的，那些則是學生尚未學會的；(5)藉由複習演算和策略的技能，和按照難易順序教學，以減少補救需求；(6)讓學生精熟學習、反應流暢；(7)確保學生能有成功的學習機會，並能獨立完成作業。

直接教學模式透過示範—引導—測驗的教學過程，包括許多正向的學習特質：容易學習，變化幅度小，可類化所學的技能、辨識基本概念、判斷規則關係、應用解決策略等；配合年齡和能力分組，以及規劃課程組織，提供有效的教學。

針對學習障礙學生的教育需求，提出直接教學模式數學教學的有效教學優點：(1)獲得全部學生主動齊聲反應，(2)維持彈性教學進度，(3)監控個別學生的注意和正確性，(4)對於正確反應，提供回饋和正向增強，(5)立即修正錯誤 (Archer & Isaacson, 1989; Mercer & Miller, 1992)。綜上所述，直接教學模式有清楚的教學設計，安排適當的教學順序，教學內容依邏輯性編排，並以小步驟方式引導學生學習，搭配適合的教學技術，協助學生學習、保留、類化，是一套高度結構化的教學模式。

第四節 直接教學模式在數學學習困難學生之應用

直接教學模式創立於 1960 年代初，歷經了數十年的實驗與發展，它成立發展中心和學會(Association for

Direct Instruction)，從事課程教材研究，專司「直接教學模式」之教學實驗(林素貞，民 85)。已有許多應用於身心障礙學生的實徵性研究，其中以針對輕度障礙學生的研究最多，涵蓋語文、數學、生活技巧等各領域研究，發現對障礙學生來說是一種有效學習並維持新技巧的教學方式。研究者依各研究之研究對象、研究目的、研究結果整理直接教學模式應用在數學學習困難學生和數學教學的相關研究結果如表 2-1：

表 2-1 直接教學模式的相關研究

作者-年代	對象	研究目的	研究結果
Kaufman(1973)	接受兩年 DISTAR 教學的國小三年級學生	探討這些學生在數學、閱讀方面的表現	研究結果發現學生在數學運算能力的表現很好；然而對應用題的了解及數學概念上的表現較差
Gersten& Carnine (1981)	2897 名低社經地位的小學生	針對十個教育模式長期追蹤，探究其數學教學成效	在所有數學的領域中，接受 DI 模式教學的學生表現最佳
Gleason (1985)	輕度障礙的中學生	DI 與傳統教學法在數學補救教學的成效比較	結果顯示在數學表現上，實驗組優於控制組，兩組達顯著差異
Darch(1987)	分為實驗組與對照組，各有六百名學生。實驗組進行 DI，對照組接受該學區的一般教學法	比較 DI 組和傳統教學法組的成效	1. 研究發現實驗組在後測各測驗的表現皆高於對照組 2. 發現接受 DI 的學生在教學九年後，其自我概念仍高於對照組
Stallings (1987)	接受 DI 或專案追蹤的小學生	探究 DI 和專案追蹤的長期及短期效果	1. 兩種教學對學生的閱讀和數學均有正面的效果 2. 就長期效果的比較，DI 的學生在類化方面表現較好

作者-年代	對象	研究目的	研究結果
Kalamaros (1991)	11 名三年級學生經老師認定為有數學學習困難	以 DI 模式進行錯誤診斷、修正成效的研究	結果發現這些學生錯誤發生率明顯的降低
Wilson (1991)	62 名 LD 的小學生	探討 DI 對教導數學應用題的成效	實驗組(順序教學+策略教學)比控制組(順序教學)在後測表現較好
Doby (1992)	對解數學應用題有困難的 25 名小學四年級學生	探討 DI 在教導解數學應用題策略的成效	對解數學應用題持正面的態度，並且在數學學業成就有進步
Montague, Marjorie; And Others (1993)	72 位 LD 的中學生	探討 DI、後設認知教學與並用兩種教學等三種實驗教學在教導解應用題策略的成效	改善應用題解題的成效和維持效果頗佳。
Asha & Kathryn (1996)	3 名 LD 學生 (三、四年級)	探討 DI 對學障學生在解決應用題的學習成效	1.有效增加解決應用題的正確率 2.有助於保留解決應用題的能力
Din (1998)	19 名數學學習困難學生(7 至 16 歲)	依據 DI 為教學策略、設計課程,以增進學生數學基本技巧	有效且快速地協助學生改善數學基本技巧
Wanson (1999)	蒐集 180 份有關學障的實徵性研究	探討 DI、SI 教學與並用兩種教學等三種實驗教學在教導解應用題策略的成效	結合 DI 與 SI 教學模式的教學效果最好
Grossen (2002)	518 名特殊學生	探討 DI 對障礙學生在普通班學習數學和語文的成效	有效協助學生達到精熟的學業水準
盧台華 (民 73)	國中啟智班	探討 DI 在啟智班數學教學之成效	獲得老師及學生的肯定，一年後推行至全校啟智班的數學教學
盧台華 (民 75)	七位中重度智障學生	與台北市教育局合辦國中小中重度啟智班二年實驗教學	有三位數學成就達同年級之水準，另較重度者(智商在 20 以下)也能習得部分技能
蕭金土 (民 84)	國小五年級數學學習障礙學生	探討利用直接教學法進行教導數學解題策略之成效	實驗組後測成績進步，但與控制組並未達顯著差異

作者-年代	對象	研究目的	研究結果
邱上真、詹士宜 王惠川、吳建志 (民 84)	國小四年級數學 低成就學生 8 名 ，分成小組教 學和個別教 學。	結合直接教學法和自 我指導式教學法，對數 學低成就學生的數學 解題表現成效之研究	研究結果發現對數學解題 表現有正面效果，而教學分 組型態並無顯著差異。
邵淑華 (民 86)	國小數學資源 班	探討 DI 對國小數學資 源班補救教學之成效 研究	實驗組在答對百分比上優 於控制組，且在數學態度上 有明顯的正向改變，大部分的 受試皆很滿意 DI 的教學
黃國禎 (民 87)	50 名國小五年 級數學低成就 學生	探討 DI 對國小數學低 成就學生的教學成效	實驗組與控制組在教學結 果之差異未達顯著水準
謝芳蕙 (民 90)	三名四年級數 學低成就學生	探討直接教學法與課 程本位評量模式對國 小數學低成就學生之 學習成效	介入和維持階段，受試者在 CBM 文字題和計算題的分 數，均有顯著的成效
蔡文標 (民 91)	實驗組十六 人，對照組十 六人	探討影響國小數學低 成就學生數學成就的 相關因素及直接教學 效果	直接教學法實驗組學生之 數學成就、數學態度及投入 動機顯著高於對照組，數焦 慮顯著低於對照組，並有顯 著延宕效果

由表 2 及其他相關直接教學模式的研究，歸納出下列二點：

1. 研究主題：主要應用在認知領域，在數學方面的研究，主要探討增進數學學習困難學生的基本技巧、解題策略和學習成效；在教學內容方面，數學計算與問題解決的應用相當多。
2. 研究成效：在數學教學研究中，主要探討增進數學障礙學生的學業成就和解題策略；在保留效果方面，發現有長期保留的效果；在類化效果方面，也有良好的成效；在學習態度方面，能使學生的自我概念增強，

對數學持正向態度；而對直接教學模式滿意度分析，亦獲得肯定的結果。

綜合文獻結果，直接教學模式確實是一套有效的教學模式，有助於數學教學和學生學習，亦值得繼續研究發展。