

國立臺灣師範大學特殊教育學系、特殊教育中心
特殊教育研究學刊，民89，18期，173—189頁

動態評量在診斷國小五年級數學 障礙學生錯誤類型之應用成效

朱經明 蔡玉瑟

國立臺中師範學院

傳統靜態評量較難發現學生之錯誤類型及學習潛能做為補救教學之參考。動態評量透過逐步提示與教學，可發現學生困難與問題之所在，聯結評量與教學，並可促進學生解題策略之發展。本研究之數學動態評量工具實施於47位數學障礙學生獲得下列之效果。有33%的情況，數學障礙學生經動態評量協助後，仍然完全不會，其原因為不會計算，故補救教學時應加強基本計算之練習。只有2%的情況，數學障礙學生語音提示有效，應屬閱讀認字問題。有10%的情況，關鍵字提示有效；這些學生應加強其對數學語言的理解。有18%的情況，學生經簡化題目或圖解後，可以正確解題；這些學生可鼓勵其熟練題型或以圖解的方式增進解題能力。另有23%的情況，以橫式列出計算步驟，學生即會解題。7%的情況，以直式列出計算步驟後，學生即會解題。故共有30%的情況，數學障礙學生其基本計算並無問題。如何以更具體、更有助於理解的圖形、教具、或實物及其他具體操作、生活化、趣味化的方式促進語言理解與注意力較弱的數學障礙學生將題目轉換為數學式，是相當具有意義和挑戰性的，需要擔任數學障礙學生補救教學的教師更多的耐性與想像力。

關鍵字：數學障礙、動態評量

緒論—數學障礙與動態評量

根據教育部最近統計顯示，我國國小學生最不喜歡的科目是數學，約有31.5%國小學生表示不喜歡數學。同時隨著年級的增加不喜歡的比率也提高（申慧媛，民87）。心理異常診斷及統計手冊第四版（DSM-IV）（American Psychiatric Association, 1994）估計純粹數學障

礙（未伴有其他學習障礙）約佔學童人數的1%。Badian（1983，引自蔡文煉，民84）之研究指出小學階段數學障礙學生的出現率為6.4%。Fleischner（1994）則指出純粹數學障礙較少，大部分數學障礙與閱讀、書寫、說話障礙同時發生。數學障礙的出現率約為6%，學習障礙的學生通常有數學障礙的情形。

依據我國八十七年十月十九日公布之「身

心障礙及資賦優異學生鑑定原則鑑定基準」，學習障礙統稱因神經心理異常而顯現出注意、記憶、理解、推理、表達、知覺或知覺動作協調等能力有顯著問題，以致在聽、說、讀、寫、算等學習上有顯著困難者。

學習障礙者之智力正常但成績低落，所以美國各州大多以智力和成就的顯著差異做為鑑定學障的主要標準。Swanson (1996) 則認為差距標準的主要問題有二：(1)傳統智力測驗能否測到潛在能力？(2)學習障礙兒童的過程潛能 (processing potential) 或訊息處理 (information processing) 缺陷如何測量？他認為要回答上述兩個問題，可以在施測者協助下測量兒童的表現。這種經由施測者協助以改善受試者表現並了解其學習潛能的方法就是動態評量 (dynamic assessment, DA)。另外動態評量也強調過程的評量 (assessment of process) 而非結果的評量，故適合於學習障礙學生。

動態評量的模式之一為漸進提示評量 (graduated prompting assessment) 提示系統由抽象逐漸變為具體 (Campione & Brown, 1987)。數學知識與概念的學習一般亦經由下列三個階段：具體，半具體與抽象。而 Miller 和 Mercer (1993) 研究九位數學障礙學生，亦發現具體—半具體—抽象 (concrete-semiconcrete-abstract) 介入方式對他們頗為有效，因此動態評量應適合於數學障礙學生。

Gerber, Semmel & Semmel (1994) 設計一個數學動態評量軟體 DynaMath 評量學生乘法運算。這個軟體能提供四個層次的提示 (prompt) 以協助障礙學生，並且能找出那種提示較有效果。秦麗花 (民88) 編製有「數學解題動態評量」，內容共有九題。每一題的中介提示共分爲四個等級，提示一為提供對錯的回饋，給予受試者省察與回饋解題歷程的機會；提示二則提供題意理解的協助，讓受試者可以回憶會有的解題知識，以進行解題；提示

三則提供數值較小的平行題數學，讓受試者在施測者舉例說明後，有機會完成原題目的解題；提示四則應用原題目教學，教師揭示該題型完整的解題過程和邏輯思考方式，再讓受試者模仿學習。

動態評量之特點為以提示，改變題目形式等方式讓學生由失敗而成功。因此本研究搜集數學障礙學生在數學成就測驗及月考中常犯錯的題目，加以整理、分析後組成動態評量的題目。評量過程則採「測驗—提示—測驗—提示—測驗」的方式進行，至學生答對或所有提示均失敗爲止。針對數學障礙兒童的困難，本研究實際之提示系統建立如下：

1. 語音提示：請其將題目唸一遍，主試接著唸出 (解釋) 其不懂之字。
2. 關鍵字提示與解釋。
3. 將題目簡化或圖解，以類化題型或增加題目的理解性。
4. 以橫式列出運算步驟
5. 以直式列出運算步驟

文獻探討

一、數學障礙學生之錯誤類型

Cawley 和 Miller (1989, 引自 Babbitt 和 Miller, 1993) 發現17歲的學習障礙學生之數學解題能力僅達到五年級的水準；另外 Greenstein 和 Strains (1977, 引自 Babbitt 和 Miller, 1993) 亦報告學障青年之數學解題僅達四年級之水準。Cawley, Parmar, Yan, & Miller (1996) 研究155位9至14歲之學障學生，發現學障學生之數學能力隨著年齡與正常學生之差距逐漸變大。9歲的學障學生與正常學生之數學能力差距爲一年，至14歲差距增加爲四年，也就是學障學生花了四年的時間，進步只有正常學生一年的水準。Mercer 和 Mercer (1998) 則指出學障學生的數學障礙在學前階段就有徵兆，如不

能依照大小分類物品、不了解數學語言、不能掌握數目的概念。在小學前幾年不能熟練計算技巧，到了高年級則對分數、小數、百分比和測量有相當的困難。

Badian (1983, 引自楊坤堂, 民84) 提出下列五種後天性算術障礙兒童：無識字能力／書寫能力、空間能力不足、演算能力不足、注意力序列問題、和混合型算術障礙兒童。其中與語言能力不足和空間能力不足有關的數學障礙人數最多。心理異常診斷及統計手冊第四版 (DSM-IV) 指出數學障礙學生可能有下列缺陷：(1) 語文能力：了解或表達數學名詞，運算或概念，以及將應用題解碼 (decode) 為數學符號。(2) 知覺能力：認出及閱讀數字或數學符號，將物品分門別類。(3) 注意力：正確抄寫數字或符號，記得進位與退位，以及正確看出運算符號。(4) 數學能力：依循計算步驟，計數 (counting) 和學會九九乘法表。Moran (1978, 引自Wallace, 1988) 將數學錯誤分為下列三種：(1) 事實不足 (inadequate facts)，也就是四則運算不熟練、不正確，是最常見的錯誤類型。(2) 選錯計算方法 (incorrect operation) 如誤以乘法代替除法。(3) 無效策略 (ineffective strategy) 如誤解計算步驟 (algorithms)。

Lerner (1988) 則指出影響數學學習的因素包括語言、概念、視覺空間、和記憶等能力。空間關係、視知覺、符號辨認、語言發展、和認知學習策略都會和數學的學習有關。數學障礙兒童在幼年時，不喜歡玩積木、拚圖、或需要組裝的玩具。在空間關係方面，他們可能不能分辨數線上3比較靠近4還是6；不能看出一組物品有幾個；不能正確知覺幾何圖形，如將正方形看成四條不相關的線；不能正確知覺數字與符號以致也有書寫的障礙；不能將數字對齊以致計算錯誤。在語言文字方面，他們可能不了解數學語言，並對應用文字題特別感到困難。他們的方向感及時間感也比較

差，較容易迷路及錯誤估計時間。另外，記憶的缺陷使他們無法將四則運算自動化。雖然他們了解基本的數字系統。

許多研究發現學習障礙學生對文字應用題有相當的困難。早期被發現有閱讀困難的學障學生到後來也會出現數學學習的問題，因為數學學習也和閱讀相同需要注意、記憶等認知能力，另外語文記憶和理解能力在後來的數學學習也佔相當重要的地位 (洪儷瑜, 民84)。一般來說學習障礙兒童對應用題有較大的困難。如Algozzine等 (1987, 引自Zentall & Ferkis, 1993) 研究發現學習障礙學生對數字的直接計算表現較數學概念的應用為佳。Englert等 (1987, 引自Zentall and Ferkis, 1993) 發現學習障礙學生常使用題目中不適當的訊息解題。Cawley等 (1987, 引自Mercer & Mercer, 1998) 亦發現數學障礙兒童對有較多多餘訊息的數學應用題有相當困難。Montague & Bos (1990, 引自Mercer & Mercer, 1998) 指出數學學障兒童對多步驟的應用題難以想出解題之運算方法和運算步驟。Clement (1980, 引自Gross, 1993) 發現十二歲兒童數學錯誤有四分之一是因為閱讀理解的困難。Gross (1993) 則指出有些兒童不了解數學應用題所使用的數學語言，如較多、少於、一樣多、較短、相同、不同等。另有一些兒童雖然基本計算沒有問題，卻因抽象推理較弱無法想出解題步驟。

Mayer (1993) 討論解題的四個基本認知過程為：(1) 將每一文字題轉換為內在心理表徵 (representation)，(2) 統合問題情境中的訊息建立一有秩序之心理模式，(3) 計畫解題之步驟，以及(4) 執行運算以完成計畫。而解題之後設認知過程則包括計畫執行之監控。他指出學生解題的主要困難是在心理表徵、統合訊息、計畫解題和監控計畫執行部分。Montague (1996) 研究一數學障礙學生 Saul 發現其智力、閱讀和數學計算均接近正常水準，但主要

之弱點在於缺乏問題表徵策略如重整句子和視覺化。Montague和Applegate（1993）以think aloud（放聲思考，此處即說出解題步驟）方式研究學障學生和正常及資優學生解題策略的差異，發現學障學生較缺乏問題表徵策略，以致解題錯誤。不過Roditi（1993）研究另一位數學障礙學生Maxie，發現其主要弱點在於數學計算未能自動化及缺乏數目感（number sense），她計算非常費時，沒有效率，以致無法專心進行解題。

另一方面，學習障礙學生也有運算自動化的問題（Bender, 1992; Gross, 1993）。Joffe（1981，引自Gross, 1993）指出有特殊學習困難／閱讀障礙的兒童三分之二有基本運算的困難。他們可能了解某一問題需用何種計算方法，卻在基本運算上失敗。一般來說，他們學習書寫數字，理解運算符號及熟練計算步驟比一般兒童需較長的時間。他們可能無法將數字運算自動化，而需依賴手指頭協助計算。他們可能也有方向的困難，將數字顛倒，例如以15代替51。

Zentall和Ferkis（1993）指出學習障礙和注意力缺陷／過動學生之數學成就低於正常學生。認知能力（包括記憶力）和閱讀能力的缺陷影響了他們對題目中多餘訊息、多步驟運算和轉換語文訊息的處理能力。另外，計算太慢也增加了注意力的負擔而影響其解題。根據Gagne（1983），如果計算達到自動化的程度，學生將能把注意力全用在解題上，因此計算不能自動化使學生無法將全部的注意力用在高層次的解題上。Zentall和Ferkis（1993）發現學習障礙的學生有最嚴重的計算自動化的問題，其次是注意力缺陷的學生。Ackerman等（1986，引自Zentall and Ferkis, 1993）也發現在所有自動化技能（如命名速度、數字組合、書寫速度）中，閱讀障礙及注意力缺陷學生只有計算無法完成自動化。Lee和Hudson（1981，

引自Zentall and Ferkis, 1993）則發現學障學生傾向於不經計算就去猜測答案。計算太慢或許與認知能力無關而與其注意力不能集中和缺乏組織等特徵有關。

Badian和Ghublikian（1983）發現計算能力差的兒童連帶有注意力不集中、缺乏組織和社會能力較差的現象。Zentall和Ferkis（1993）指出在排除IQ和閱讀能力的影響後，學習障礙和注意力缺陷過動學生對多步驟和多計算方法之數學應用題有較大的困難。學習障礙和注意力缺陷學生似乎對需要較多注意力的題目（混雜運算、混雜步驟）和含有抽象數學概念的題目較感困難。她們最後指出若能增進學障及注意力缺陷學生計算速度及閱讀技能，則其解題能力應能獲得改善，因為她們的研究發現計算速度和閱讀能力與解題正確性有顯著相關。

Gross（1993）則指出另有一群數學障礙兒童對圖表有極大的困難，他們寫數字很難看且常顛倒，其原因為空間知覺困難。另外他們的動作協調也較為笨拙。可是這些兒童可能有良好的語文能力。William & Boll（1997）說明非語文學障（Nonverbal Learning Disability, NLD）之特徵為數學缺陷，較弱的視覺空間組織能力和社會情緒發展的困擾，但有正常的語文能力。這種症候群也被稱為右腦學習障礙。另外，X染色體脆弱症候群的女生常會有數學障礙和社會情緒發展的困擾。嚴重的數學障礙可能與中樞神經系統的損傷有關。如Gerstman提出手指失認症、左右失向，再加上書寫不能（dysgraphia）和計算不能（acalculia）共四大症狀構成所謂Gerstman綜合症。他認為上述四大症狀是因大腦左頂葉角回損傷所成（梅錦榮，民80）。以上生理原因造成的數學障礙應該較少，兼有讀寫障礙的數學障礙應該較多。

二、文字題解題策略

學習障礙學生通常缺乏數學解題策略，因此很多研究者主張教導他們解題策略。這些策

略一般包括四至八個步驟以引導學生進行特別的認知過程以解決問題。Montague (1996) 提出解題之認知策略為：(1) 閱讀 (理解)，(2) 重組句子 (paraphrase)，(3) 視覺化 (visualize)，(4) 提出假設，(5) 預估，(6) 計算和(7) 驗算。而解題之後設認知策略則為：自我教學，自我問答，和自我監控 (self-monitor)。Mastropieri 等 (1997) 亦提出下列七個解題步驟：(1) 閱讀問題，(2) 思考問題，(3) 決定運算符號，(4) 寫出數學式，(5) 執行運算，(6) 標示答案，和 (7) 檢查每個步驟。其中第二步思考問題係以電腦動畫將問題圖像化。Howell 和 Barnhart (1992) 認為解應用題需將題目視覺圖像化，並以具體的經驗加以表徵；然後再書寫數學式以表達思考內容。他們提出解題的五點思考策略：(1) 題目是問什麼 (Question)，(2) 找出需要的資料 (Data)，(3) 計畫怎麼做 (Plan)，(4) 找出答案 (Answer)，和(5) 檢查答案 (Check)。Babbit 和 Miller (1993) 則提出解題策略中最重要的部分為：仔細閱讀問題；以自問自答、畫圖、視覺圖像化、找出合適訊息和畫重點 (underlining) 等方式思考問題；決定正確運算或解決策略；寫出數學式；和計算及檢查答案。文字題解題教學策略則有：(1) 學生念出聲音協助自己理解題目的意義，教師可以協助說明。(2) 教師指導題目的重點。(3) 改寫題目，將題目簡化，增加題目的理解性。(4) 圖解說明，以畫圖或是圖片協助說明題目的意義。另一種教導學障學生問題解決的方式是漸進式文字題序列 (graduated word-problem sequence)。這個方式由實物計算經畫記計算至文字計算，並由單字、片語漸進至句子。學生精熟了簡單文字題，再漸進至多步驟、及有無關訊息之文字題。最後學生學會自己編製文字題。

有一種常用的解題策略是關鍵字法 (keyword method)：教學生找某些關鍵字如“一

共”“比…多多少？”，“比…少多少？”等。關鍵字通常可顯示出應採用那種四則運算方法。不過關鍵字法受到一些批評，因為關鍵字有時並無法顯示出正確的運算方法，學生完全依賴此法可能犯錯。Sowder (1998) 認為關鍵字法並不是很成熟的策略，成熟的策略應是意義為基礎的 (meaning-based)。他指出當學生以畫圖方式幫助解題時 (通常在評量者要求下)，他們幾乎都可計算出正確的解答。畫圖可以使題目具體化、意義化。有些學生看不懂題目的意思，可能採用一些不成熟的策略，如根據題目中的數字猜測應採用的四則運算方法。例如看到78與3，就想這大概是除法，因為78可以被3整除；或者猜測答案應較題目中的數字大，於是採用加法或乘法，反之則用減法或除法。甚至有些學生只是將題目中數字，以自己較熟練或老師剛教的四則運算方法加以計算一番做為答案。

三、動態評量在學習障礙之應用

動態評量此一名詞為 Feuerstein 於1979年所建議使用。Feuerstein 之所以發展動態評量理論，與其多年教導以色列學習困難青少年之經驗有關。Feuerstein 對傳統測驗工具感到失望與挫折，因為傳統測驗強調學生失敗之處，而不是學生如何學習及學習潛能如何。他感興趣的是學生的學習潛能而不是學生失敗的證據。因此他發展了動態評量工具 (Vaughn & Wilson, 1994)。Feuerstein 理論強調認知的可改善性，兒童若缺乏適當的中介學習經驗將使得各種學習作業表現不佳；而給予補償的中介學習經驗，兒童將有更佳的表現。為了驗證其理論，Feuerstein 發展了兩個評估工具：學習潛能評估工具 (LPAD) 和工具性充實方案 (Instrumental Enrichment, IE)。在這兩種評量工具中，主試者所擔任的角色由施測人員變為教學者或訓練者，與受試者之間的關係是互動的 (林秀娟，民82)。

傳統靜態標準測驗被批評不能測得學生潛能以及與教學不能產生直接關係。例如傳統數學測驗即不能測得學生如何思考及解決數學問題。動態評量之基本假設為在引導學習 (guided learning) 的系統互動中最能測得學生學習數學的潛能。使用「測驗－教學－測驗」的過程，動態評量減少了診斷與補救教學之間的鴻溝。動態評量努力找出兒童能夠及願意學習的明確情況。除了能測得學習潛能與教學相關性外，動態評量能獲得較深及較廣的評量結果。而其可能缺點為信度較低、測驗誤差較大 (Vaughn & Wilson 1994)。

Meltzer (1993) 提出下列三種適合學習障礙學生的動態評量模式：

(1) 學習潛能評量的工具 (The Learning Potential Assessment Device, LPAD)：Feuerstein 強調以測驗－教學－測驗 (test－teach－test) 的方式發現兒童的學習潛能，並找出其認知的可改善性。

(2) 過程評量 (Process Assessment)：Meyers 的過程評量與 Feuerstein 的模式較不同的是他並不嘗試改變兒童的基本認知過程。其主要目標是決定兒童如何 (how)、何時 (when)、何處 (where) 學習，以及他們為何 (why) 有學習困難。這個模式相當個別化及費時費力，因此 Meltzer 發展較節省時間的問題解決及教育技能調查工具 (The Survey of Problem Solving and Educational Skills, SPES) 用來發現學習障礙學生的認知及學習策略和讀、寫、算等自動化的程度。了解學生的學習過程可以幫助發展中介計畫改進學習。SPES 主要是一種適合學障學生的策略評量 (strategy assessment) 工具。

(3) 輔助性評量 (Assisted Assessment)：Campione 等的模式較強調提供受試協助以改善其表現並據以知道其改善的潛能，另強調改善的轉移或類化至其他工作或情境，可以看出動態評量之教學效果。漸進提示較為結構化易於

將其量化，且 Campione 等較強調動態評量與學業成就的連結 (Campione & Brown, 1987)。

另外，王曼娜 (民86) 綜合下列五種動態評量模式：

(1) 「測驗－訓練－測驗」模式 (test-train-test assessment)。

(2) 「學習潛能評量」模式 (Learning Potential Assessment) 為 Feuerstein 所提倡。

(3) 「漸進提示」模式 (Graduated Prompting Assessment) 為 Campione 和 Brown 所提倡。

(4) 「心理評量」模式 (psychometric approach) 為 Embretson 所提倡。

(5) 「連續評量」模式 (Continuum of Assessment Model-Mediated and Graduated Prompting) 為結合 Feuerstein 的中介教學及 Campione 和 Brown 的漸進提示而形成的評量模式。

Swanson (1996) 則指出動態評量在學習障礙兒童的應用可能有下列限制：

(1) 如果互動方式為語言，對語言能力較差的學障學生可能較不利。

(2) 動態評量較難應用在閱讀與書寫。

(3) 動態評量較具彈性，可能因而無法建立一致的規則。

(4) 動態評量較不適於學校心理學家使用。

(5) 有些動態評量強調結果的改變或改善而不是過程或策略的改變。

(6) 大部份動態評量缺乏信度和效度的資料。

(7) 表現的改善可能是因為熟練、教學、期待和注意，而不一定會影響認知結構。

不過，Swanson 亦發展出標準化動態評量工具－認知過程測驗 (The Cognitive Processing Test)，其目的如下：(1) 提供過程潛能的指標，過程潛能可界定為實際表現水準和在協助下進步程度的差異。(2) 發現受試者的最佳記憶策略。(3) 發現受試者過程能力的長處與短處。

四、學障的鑑定—差距標準與內在能力顯著差異

Morrison和Siegel(1991,引自Swanson,1996)提出鑑定學障的方式:(1)取智商近85以上;且(2)數學或閱讀成就分數在25百分等級以下者;且/或(3)標準注意力測驗得分在二個標準差以上者。周裕軒等(民86)篩選學障樣本之三個標準為:(1)國小二年級資源教室之學生。(2)閱讀成就得分低於施測常模之百分之10位值以下者。(3)魏氏智力測驗高於85,並排除嚴重神經缺損及嚴重情緒及精神障礙者。Montague和Applegate(1993)亦以在魏氏兒童智力測驗上得分超過85分為選擇學障樣本之標準。

Padget(1998)指出美國診斷學障一般經由下列四個步驟:(1)實施個別智力測驗以評估學習潛能;(2)實施個別成就測驗,以評估各學科之成就水準;(3)根據各州標準決定能力與成就是否有顯著差距(discrepany)及(4)排除造成低成就的其他原因。這四個步驟中前三個步驟與差距標準有關。事實上,美國大部分的州與學區是依據能力與成就的顯著差距做為鑑定學障的主要標準。有些州以迴歸方式由智力預測成就值求與實際成就值之差異是否達到差距標準鑑定學障,有些州則以智力與實際成就之差異標準誤是否達到差距標準鑑定學障。我國八十七年公布之學障鑑定基準則採用個人內在能力有顯著差異做為鑑定學障之基準。周台傑(民88)指出新鑑定基準係將「能力與成就的嚴重差距」觀念擴展為「個人內在能力有顯著差異」。一般個人內在能力差異是以智力測驗語文量表與作業量表的差異或各分測驗之間分數的差異代表之。這種個人內在能力差異的基準是基於學習障礙者內在能力發展不平均的假設。Bender(1982)認為這個假設有許多問題,McLaughlin和Lewis(1994)也認為以語文量表和作業量表的差異及各分測驗的差異來鑑定

學障並不有效。Rourke等指出學習障礙學生可分為三種:第一種是語文智商低於作業智商有閱讀及書寫障礙但無數學障礙;第二種是語文智商與作業智商大致相等而閱讀和數學都有困難(這是一般學校所發現的典型學障);第三種是語文智商高於作業智商,無閱讀及書寫障礙但有數學障礙(Fleischner,1994)。所以美國各州大多仍以能力和成就的顯著差異做為鑑定學障的主要標準。不過差距概念也受到許多批評,這些批評包括:(1)智力與學習障礙不見得有關;(2)智力測驗可能會低估學習障礙兒童的潛能;(3)閱讀困難的孩子有些達到能力與閱讀成就的差距標準,有些則智力在70幾至80幾之間,並未達到學障的差距標準,也未達到智能障礙的程度;(4)差距標準不適用於一年級或幼稚園的兒童,因為剛開始學習,差距並不明顯(Hallahan,1996)。

研究方法

一、研究問題

以動態評量協助五年級數學障礙學生解數學文字題成效如何?

二、研究樣本

本研究之樣本為臺中市十所國小(大同、大勇、中正、光復、北屯、臺中、忠孝、南屯、健行、國光)五年級數學障礙學生,取樣方式兼採差距標準與內在能力差異標準。因依據我國八十七年十月十九日公布之「身心障礙及資賦優異學生鑑定原則鑑定基準」,學習障礙兒童之鑑定基準為:智力正常和個人內在能力有顯著差異者。先請各校提供疑似學障學生共169人,施以托尼非語文智力測驗乙式及柯氏數學成就測驗。再取智力測驗85分以上,數學成就測驗低於智力測驗1.5個差異標準誤(SE_{diff})之學生為初步樣本,共獲得初步樣本74人。再實施魏氏兒童智力測驗語文量表,取

托尼非語文智力測驗與魏氏測驗語文量表中之語文理解及專心注意（含算術與記憶廣度）三者差異達到 1.5 個差異標準誤者為本研究正式樣本共 47 人。下為差異標準誤之公式：

$$SE_{diff} = SD \sqrt{2 - r_{xx} - r_{yy}}$$

托尼非語文智力測驗乙式國民小學部分之重測信度相關係數為 .646，與甲式之複本信度相關係數前測為 .566 而後測為 .623。因複本信度最為嚴謹，故取 .566 代表信度係數。柯氏數學成就測驗無複本信度，故取重測信度相關係數為 .78。計算兩者之差異標準誤（ SE_{diff} ）為 12.13，1.5 個差異標準誤約為 18 分。魏氏亦無複本信度，其語文理解量表之重測信度相關係數為 .93，與托尼非語文智力測驗之差異標準誤為

10.65，1.5 個差異標準誤約為 16 分。魏氏專心注意指數量表之重測信度相關係數為 .84，與托尼非語文智力測驗之差異標準誤為 11.56，1.5 個差異標準誤約為 17 分；與魏氏語文理解量表之差異標準誤為 7.19，1.5 個差異標準誤約為 11 分。故本研究之樣本，其托尼非語文智力測驗分數高於數學成就測驗分數 18 分以上，以符合差距標準。同時，其非語文智力與語文理解能力之差距在 16 分以上，或非語文智力與專心注意指數差距在 17 分以上，或語文理解能力與專心注意指數之差距在 11 分以上，以符合內在能力顯著差異之鑑定基準。結果共獲得研究樣本 47 人。

下為本研究樣本之各變項的分數：

表一

校別	性別	編號	非語文智力	數學成就	語文理解	專心注意
0	1	1	93	61	77	88
0	1	5	104	80.5	81	91
0	1	6	104	77.5	94	85
0	1	7	90	61	77	91
0	2	1	123	88	96	99
1	1	5	96	76	93	107
1	1	12	107	83.5	88	104
1	1	15	107	67	90	91
1	2	10	90	64	60	50
2	1	1	104	86.5	84	95
2	1	2	93	74.5	76	85
2	1	3	93	64	76	72
2	1	4	120	76	104	91
2	1	6	116	83.5	92	95
2	1	9	96	76	93	110
2	2	1	107	77.5	77	82
2	2	3	110	83.5	92	88
2	2	4	113	88	68	85
2	2	6	110	77.5	90	79

表一 (續)

校別	性別	編號	非語文智力	數學成就	語文理解	專心注意
3	1	4	99	61	88	75
3	1	6	85	61	107	88
3	1	7	120	80.5	108	101
3	2	2	101	56.5	80	82
4	1	3	130	64	80	95
4	2	1	104	77.5	67	99
4	2	2	101	77.5	93	61
4	2	11	99	80.5	100	82
5	1	2	113	79	71	85
6	1	8	110	79	93	91
6	1	11	104	85	101	82
6	1	12	104	83.5	101	88
7	1	1	104	68.5	16	17
7	1	2	110	64	82	76
7	1	3	116	56.5	76	88
7	1	4	116	74.5	86	88
7	1	5	88	61	123	117
7	1	8	116	73	97	101
7	1	7	107	86.5	110	99
7	2	1	113	86.5	113	97
7	2	3	101	68.5	72	97
8	1	1	107	74.5	107	88
8	1	8	107	85	120	91
8	1	9	107	74.5	71	85
8	1	10	110	80.5	86	79
8	2	6	96	77.5	82	97
9	1	7	85	61	77	99

上表中校別從 0 到 9 共十所學校，性別 1 代表男生，性別 2 代表女生，編號為各校疑似數學障礙學生之編號。非語文智力、數學成就、語文理解能力與專心注意指數之分數均為平均數 100 標準差 15 之標準分數。性別方面，男性數學障礙學生有 33 名，女性數學障礙學生則有 14 名，此點符合男性學障較多之看法。

三、研究工具

本研究編製之數學動態評量工具包括五年級數學各單元之內容，並搜集數學障礙學生在數學成就測驗及月考中常犯錯的題目，加以整理、分析後組成動態評量的題目共 35 題。其內容如下：

表二

題號	內容說明
1.	數與計算 (因數)
2.	數與計算 (倍數)
3.	數與計算 (倍數)、數量關係
4.	數與計算 (分數)
5.	數與計算 (直方圖)
6.	數與計算 (小數的乘法)
7.	數與計算 (平均)
8.	數與計算 (平均)
9.	數與計算 (分數)
10.	數與計算 (分數的加減)
11.	數與計算 (分數的加法、乘法)
12.	數與計算 (分數的加法、減法)
13.	數與計算 (小數的乘法)
14.	數與計算 (分數的乘法)
15.	數與計算、量與實測 (速率)
16.	數與計算、量與實測 (速率)
17.	數與計算、量與實測 (速率)
18.	數與計算 (速率)
19.	數與計算 (速率)
20.	數與計算 (速率)
21.	數與計算 (時間的計算)
22.	數與計算 (時間的計算)
23.	數與計算 (小數的除法、乘法)
24.	數與計算 (小數的乘法、除法)
25.	數與計算 (平均)
26.	數與計算 (百分率)
27.	圖形與空間 (三角形)
28.	量與實測 (平行四邊形的面積)
29.	量與實測 (平行四邊形的面積)
30.	量與實測 (四邊形)
31.	量與實測 (三角形、平行四邊形面積)
32.	量與實測 (三角形面積)
33.	圖形與空間 (圓周率和圓面積)
34.	圖形與空間 (體積與容積)、量與實測
35.	圖形與空間 (體積與容積)、量與實測

四、動態評量設計與介入

本研究之提示系統建立如下：

1.語音提示：請其將題目唸一遍，主試接著唸出(解釋)其不懂之字。

2.關鍵字提示與解釋。

3.題目簡化或圖解，以類化題型或增加題目的理解性。

4.以橫式列出運算步驟

5.以直式列出運算步驟

實際之介入材料如下題所示：(共35題)

10.甲桶有油 $4\frac{4}{5}$ 公升，比乙桶少

$1\frac{3}{4}$ 公升，兩桶共有多少公升？

正確答案： $11\frac{7}{20}$ 公升

$$4\frac{4}{5} + 1\frac{3}{4} + 4\frac{4}{5} = 11\frac{7}{20} \text{ (公升)}$$

實施程序：

(0)不用任何提示，演算正確。

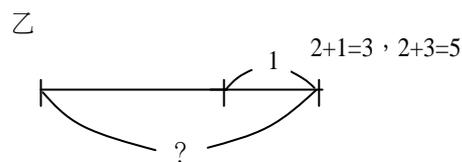
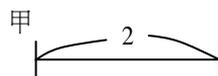
(1)語音提示：請其將題目唸一遍，主試接著唸(解釋)其不懂之字。

(2)關鍵字提示與解釋。

甲比乙少，也就是乙比甲多。

(3)簡化問題。

甲有 2 元，比乙少 1 元，兩人共有多少元？



(4)列出橫式運算步驟。

$$4\frac{4}{5} + 1\frac{3}{4} = \square \dots\dots \text{乙}$$

$$4\frac{4}{5} + \square = () \dots\dots \text{甲乙共有}$$

(5)列出直式運算步驟。

先通分

$$4\frac{4}{5} = \square$$

$$1\frac{3}{4} = \bigcirc$$

\square

\bigcirc

$+\square$

$()$

五、資料處理方法

本研究採用 SPSS/PC 計算差異標準誤及選取內在能力差異達到1.5個標準誤之學生為樣本。另以 Excel 計算下列平均數、標準差及百分比圓形圖。

研究結果與限制

本研究數學障礙學生之非語文智力、數學成就、語文理解能力與專心注意指數之平均數與標準差如下表所示：

表三

	非語文智力	數學成就	語文理解	專心注意
平均數	105.36	74.69	87.47	87.98
標準差	10.31	9.42	17.71	15.79

由上表資料可知，本研究數學障礙學生之非語文智力與數學成就平均差距達31分左右，其平均非語文智力在正常水準之上，不過其語文理解與專心注意指數則相對的較弱。學習障礙學生之主要特徵即為語文理解較弱與注意力的缺陷。

這些數學障礙學生接受數學解題動態評量，其結果如下表所示：

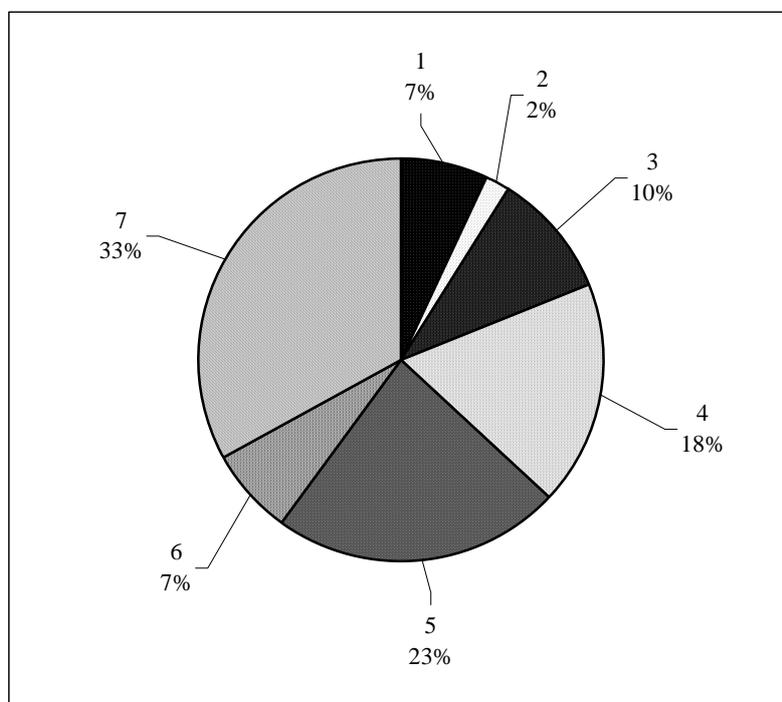
表四 數學解題動態評量結果表

題目	提示	1	2	3	4	5	6	7
	不用提示	提示1	提示2	提示3	提示4	提示5	提示6	完全不會
1	1	2	2	9	2	8	19	
2	2	2	2	12	8	4	15	
3	1	0	1	7	8	3	25	
4	3	0	8	9	6	2	17	
5	2	1	12	16	4	2	8	
6	6	0	4	9	16	2	9	
7	4	1	2	13	5	10	8	
8	4	1	7	9	14	1	9	
9	2	0	2	9	16	4	12	
10	4	1	3	6	1	2	29	
11	5	0	2	4	8	1	25	
12	3	0	2	13	5	2	20	

表四 數學解題動態評量結果表 (續)

題目	提示	1	2	3	4	5	6	7
	不用提示	提示1	提示2	提示3	提示4	提示5	完全不會	
13	9	2	3	12	5	4	9	
14	3	3	13	6	5	5	7	
15	1	0	2	8	15	3	17	
16	5	2	0	4	9	3	21	
17	3	2	2	5	9	1	23	
18	3	1	2	3	10	6	19	
19	5	1	5	7	10	4	10	
20	9	1	3	11	10	3	9	
21	3	0	5	5	4	3	23	
22	2	1	4	8	7	3	16	
23	4	0	3	9	12	0	16	
24	4	2	1	6	4	8	22	
25	2	1	2	4	12	2	20	
26	1	0	9	11	8	3	12	
27	2	0	6	13	20	1	5	
28	5	0	11	3	20	2	5	
29	1	0	10	10	14	1	9	
30	1	0	2	8	19	3	10	
31	2	1	4	5	19	0	13	
32	1	0	9	3	18	3	11	
33	0	0	1	13	17	3	11	
34	6	1	1	6	11	6	14	
35	0	0	6	7	13	3	15	
總計	109	26	151	283	364	111	513	
平均數	3.114	.743	4.314	8.086	10.400	3.171	14.657	
百分比	7%	2%	10%	18%	23%	7%	33%	

將百分比以下列圓形圖表示：



圖一

上列圖表中，1代表沒有提示；2代表語音提示（請其將題目唸一遍，主試接著唸出（解釋）其不懂之字）；3代表關鍵字提示與解釋；4代表將題目簡化或圖解；5代表以橫式列出運算步驟；6代表以直式列出運算步驟；7代表完全不會。

由上列圖表資料可知，有33%的情況，數學障礙學生經動態評量協助後，仍然完全不會，其原因為不會計算，故補救教學時應加強基本計算之練習。只有2%的情況，數學障礙學生語音提示有效，應屬閱讀認字問題。有10%的情況，關鍵字提示有效；這些學生應加強其對數學語言的理解。有18%的情況，學生經簡化題目或圖解後，可以正確解題；這些學生可鼓勵其熟練基本題型或以圖解增進解題能力。另有23%的情況，以橫式列出計算步驟，學生

即會解題。7%的情況，以直式列出計算步驟後，學生即會解題。故共有30%的情況，數學障礙學生其基本計算並無問題。如何以更有助於理解的圖形、教具、或實物及其他具體操作、生活化、趣味化的方式促進語言理解與注意力較弱的數學障礙學生將題目轉換為數學式，是相當具有意義和挑戰性的，需要擔任數學障礙學生補救教學的教師更多的耐性與想像力。

在本研究的限制方面，就取樣來說，本研究兼採差距標準與內在能力差異標準。因依據我國八十七年十月十九日公布之「身心障礙及資賦優異學生鑑定原則鑑定基準」，學習障礙兒童之鑑定基準為：智力正常和個人內在能力有顯著差異者。但許多研究指出學習障礙兒童不見得語文智商與非語文智商有顯著差異，本

研究取托尼非語文智力測驗與魏氏測驗語文量表中之語文理解及專心注意三者差異達到1.5個差異標準誤者為本研究樣本，難免會遺漏部分數學障礙兒童。另就鑑定學習障礙常用的排除標準來說，本研究僅排除視聽障與智能障礙，無法排除文化與環境不利因素。不過社會建構論者（social constructivist）認為社會文化與環境是造成學習障礙者策略缺陷（strategy deficits）的重要原因（Stone and Conca, 1993）。就研究工具來說，本研究編製之數學動態評量工具為涵蓋五年級數學各單元之內容共編製35題，施測時間長達兩個鐘頭，這對注意力較差的學習障礙兒童是相當大的負擔難免影響動態評量之效果。這是為符合測驗之內容效度，至於其他信度和效度的資料尚無法完成，大部份動態評量缺乏信度和效度的資料，它主要是以過程診斷與教學為導向的。本研究之評量方法可初步診斷數學障礙學生之錯誤類型，進一步之診斷及補救教學則有賴教師因個別學生而制定更詳細之計畫。

參考文獻

一、中文部份

- 王曼娜（民86）：**臺灣原住民國小學童學習潛能之釐測－運用動態評量模式**。國立臺灣師範大學特殊教育研究所碩士論文。
- 申慧媛（民87年10月13日）：中小學童最恨數學最愛體育。自由時報，8頁。
- 林秀娟（民82）：**動態評量結合試題反應理論在空間視覺學習潛能評量之研究**。國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所碩士論文。
- 周台傑（民88）：**學習障礙學生鑑定原則鑑定基準說明**。載於張蓓莉主編：**身心障礙及資賦優異學生鑑定原則鑑定基準說明手冊**（75-91頁）。國立臺灣師範大學特殊教育
- 學系。
- 周裕軒、陳信昭、林玉葉、陳三能、胡崇元、楊延光（民86）：**國小二年級閱讀障礙學童之氣質特徵**。臺灣精神醫學，11(3)，279-284。
- 洪麗瑜（民84）：**學習障礙者教育**。臺北：心理出版社。
- 秦麗花（民88）：**學障兒童適用性教材之設計**。臺北：心理出版社。
- 梅錦榮（民80）：**神經心理學**。臺北：桂冠圖書股份有限公司。
- 楊坤堂（民84）：**學習障礙兒童**。臺北：五南書局。
- 蔡文煉（民84）：**多媒體電腦輔助數學學障兒童減法學習成效之研究**。國立彰化師範大學特殊教育研究所碩士論文。

二、英文部份

- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed.). Washington DC: Author.
- Babbitt, B. C. & Miller, S. P. (1993). Using hypermedia to improve the mathematics problem-solving skills for students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 29(4), 391-402.
- Baddian, N. A. & Ghublikian, M. (1983). The personal-social characteristics of children with poor mathematical computation skills. *The Journal of Learning Disabilities*, 16, 145-157.
- Bender, W. N. (1992). *Learning disabilities: Characteristics, identification, and teaching strategies* (2nd ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Campione, J. C. & Brown, L. L. (1987). Linking dynamic assessment and school achievement In C. S. Lidz (Ed.), *Dynam-*

- ic assessment: An instructional approach to evaluating learning potential* (pp. 82-115). New York: The Guild Press.
- Cawley, J. F., Parmar, R. S., Yan, W. F., & Miller, J. H. (1996). Arithmetic computation abilities of students with learning disabilities: implication for instruction. *Learning Disabilities Research & Practice, 11*(4), 230-237.
- Fleischner, J. E. (1994). Diagnosis and assessment of mathematics learning disabilities. In G. R. Lyon (Ed.), *Frames of reference for the assessment of learning disabilities* (pp. 441-458). Baltimore: Brookes.
- Gagne, R. M. (1983). Some issues in the psychology of mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education, 14*, 275-282.
- Gerber, M. M., Semmel, D. S. & Semmel, M. I. (1994). Computer-based dynamic assessment of multidigit multiplication. *Exceptional Children, 61*(2), 114-125.
- Gross, J. (1993). *Special education needs in the primary school: A practical guide*. Buckingham: Open University Press.
- Hallahan, D. P., Kaufman, K. M. & Lloyd, J. W. (1996). *Introduction to learning disabilities*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Howell, S. c. & Barnhart, R. S. (1992). Teaching word problem solving at the primary level. *Teaching Exceptional Children*, (Winter, 1992), 44-46.
- Lerner, J.(1988). *Learning disabilities*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Mastropieri, M. A., Scruggs, T. E. & Shiah, R. L. (1997). Can computers teach problem-solving strategies to students with mild mental retardation? *Remedial and Special Education, 18*(3), 157-165.
- Mayer, R. E. (1993). Understanding individual differences in mathematical problem solving: Towards a research agenda. *Learning Disabilities Quarterly, 16* (winter), 6-18.
- McLoughlin, J. A. & Lewis, R. B. (1994). *Assessing special students* (4th ed). New York: Macmillan.
- Meltzer, L. J. (1993). Strategy use in students with learning disabilities: The challenge of assessment. In L. J. Meltzer (Ed.), *Strategy assessment and instruction for students with learning disabilities* (pp. 93-140). Austin, TX: Pro-ed.
- Mercer, C. D. & Mercer, A. R. (1998). *Teaching students with learning problems* (5th ed.). New York: Merrill.
- Miller, S. P. & Mercer, C. D. (1993). Using data to learn about concrete-semiconcrete-abstract instruction for students with math disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice, 8*(2), 230-237.
- Montague, M. (1996). Assessing mathematical problem solving. *Learning Disabilities Practice, 11*(4), 238-248.
- Montague & Applegate (1993). Middle school students' mathematical problem solving: An analysis of think-aloud protocols. *Learning Disabilities Quarterly, 16* (winter), 19-35.
- Padget, S. Y. (1998). Lessons from research on dyslexia: Implications for a classification system for learning disabilities.

- Learning Disability Quarterly*, 21 (Spring, 1998), 167-178.
- Roditi, B. (1993). Mathematics assessment and strategy instruction: An applied development approach. In L. J. Meltzer (Ed.), *Strategy assessment and instruction for students with learning disabilities* (pp. 293-324). Austin, TX: Pro-ed.
- Sowder, L. (1998). Children's solution of story problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 7, 227-238.
- Stone, C. A. & Conca, L. (1993). The origin of strategy deficits in children with learning disabilities: A social constructivist perspective. In L. J. Meltzer (Ed.), *Strategy assessment and instruction for students with learning disabilities* (pp. 23-59). Austin, TX: Pro-ed.
- Swanson, H. L. (1996). Classification and dynamic assessment of children with learning disabilities. In E. L. Meyen, G. A. Vergason R. J. Whelan (Eds.), *Strategies for teaching exceptional children in inclusive settings* (pp. 192-208). Denver: Love Publishing Company.
- Vaughn, S. & Wilson, C. (1994). Mathematics assessment for students with learning disabilities. In G. R. Lyon (Ed.), *Frames of reference for the assessment of learning disabilities* (pp. 459-472). Baltimore: Brookes.
- Wallace, G. & McLoughlin, J. A. (1988). *Learning disabilities*. Columbus: Merrill.
- Williams, M. A. & Boll, T. J. (1997). Recent advances in neuropsychological assessment of children. In G. Goldstein & T. M. Incognoli (Eds.), *Contemporary approaches to neuropsychological assessment* (pp. 231-276). New York: Plenum Press.
- Zentall & Ferkis (1993). Mathematical problem solving for youth with ADHD, with and without learning disabilities. *Learning Disabilities Quarterly*, 16 (winter), 6-18.

Bulletin of Special Education 2000, 18, 173–189
National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

A STUDY OF THE EFFECT OF DYNAMIC ASSESSMENT ON FINDING ERROR PATTERNS OF FIFTH GRADERS WITH MATH DISABILITIES

Jing-Ming Ju Yu-Ser Tsai

National Taichung Teachers College

ABSTRACT

Traditional static assessment is difficult to find the error patterns and learning potentials of students for remedial instruction. Through graduated prompts and intervention, dynamic assessment can find students' problems and link assessment and instruction to develop students' problem solving strategies. A mathematical dynamic assessment tool is developed to help 47 fifth graders with math disabilities with the following results. With 33% of probability, the students can not solve the word problems under all the prompts. The reason is that they can not compute, thus practice with computation is necessary. With only 2% of probability, they can solve the problem speaking the word problem with the help of the teacher. These students have problems with reading comprehension. With 10% of probability, they can solve the problem with key words explanation. These students need to understand the mathematical terms. With 18% of probability, visualization and simplification of the word problems help them solve the problems. These students should be encouraged to use visualization and familiarize with problem patterns. With 30% of probability, the students can do computation but can not solve the word problems. The teachers need to find more concrete, real-worldly, and interesting ways to teach word problem solving techniques.

Key words: math disabilities, dynamic assessment