

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，民92，35卷，2期，141—166頁

多階段動態評量對國小學生數學學習促進與 補救效益之分析研究*

許家驊

國立嘉義大學
教育學系

邱上真

國立高雄師範大學
特殊教育學系

張新仁

國立高雄師範大學
教育學系

本研究將自動態評量與教學流程結合的觀點，來呈現一「多階段動態評量」模式的設計，並以實徵研究結果來說明此一模式在國小學生數學解題的學習促進與補救上之效益性。本研究初始共有41位國小三年級學生參與研究，但隨著不同研究階段的需要與個體精熟程度的不同，樣本人數將漸次節減。本研究係結合數學「二步驟四則問題」單元教學的進行，將評量的流程分為輸入（工具設計及蒐集先備能力）、處理（進行各項動態評量程序）、輸出（作整體及個別化分析）三個階段來實施。研究結果顯示除了所提供的中介協助能夠明顯有效地提昇個體在各項作業上的表現狀況之外，也發現透過多階段動態評量程序的連續使用，具有消弭個體數學學習問題的功能。據此，研究者歸納結論並提出其在教學、評量、未來研究及教育措施上的意涵與建議。

關鍵詞：可能發展區間（ZPD）、動態評量（DA）、教學中介與學習促進、補救教學、數學問題解決（MPS）

當前我國教學評量的重要發展趨勢之一，即是如何精緻結合教學與評量，以有效促進學生的學習與發展，特別是對那些學習能力較弱、學習速率較慢、學習成效較差的學生來說，更需要深入的診斷評量及學習促進措施加以協助。就此而言，研究者以為近年來在心理與教育評量界興起的動態評量（dynamic assessment）將是達到此一目標的良好方法之一，原因是動態評量乃為給予個體中介協助的評量方式，或稱「協助式評量」（assisted assessment），有別於一般紙筆測驗獨立作業的靜態評量（static assessment），其目的在於透過互動過程來測試並促進個體的學習潛能（learning potential）。由此特性可以看出動態評量乃結合教學試探與診斷評量於一體的評量程序，在不斷的教學試探中作診斷評量、而在不斷的診斷評量中也順帶作教學試探。

Haywood、Brown與Wingenfeld（1990）認為動態評量之所以被稱為「動態」，主要是因為動態評量企圖去評量一個改變中的歷程，並在評量中也作教學。Lidz（1991）亦認為在動態評量中，評量者應該作主動的中介或介入（intervention）以促進個體的學習和引發其主動的參與、注重個體後設認

* 本論文係改寫自許家驊所提國立高雄師範大學教育學系博士論文之部分內容，在邱上真與張新仁兩位教授指導之下完成。

知歷程 (processes of metacognition) 的評量而非產物 (product)、尋求有關個體學習的可改變程度 (modifiability) 及達到這些改變的最佳方式。

綜合上述學者的看法,可知就程序上來說,動態評量乃是一套在評量中也做中介或教學的評量技術;就目標而言,動態評量乃是評量個體未來可能發生的較高層認知歷程、學習潛力或協助量,而非只是產物;就功能而言,動態評量乃是在診斷並探究個體在標的 (target) 認知歷程中可能的認知缺陷或障礙,且尋求能夠促進個體認知功能及歷程運作的中介情境與協助層次。

由幾個主要的動態評量取向看來,從Feuerstein、Rand、Jensen、Kaniel與Tzuriel (1987) 所提的「學習潛能評量或中介式評量系統」(Learning Potential Assessment Device – Mediation Assessment)、Campione與Brown (1987) 所倡導的「漸進提示評量」(Graduated Prompting Assessment),到Vye、Burns、Delcos與Bransford (1985、1987) 等學者所說之「連續評量模式」(A Continuum of Assessment Model),它們與Vygotsky (1978) 的「可能發展區間」(Zone of Proximal Development, ZPD) — 「個體獨立作業與在他人協助下所引發最佳作業表現間之差異」此概念間都具有相當密切的關係,同時也隱含動態評量之中介互動程序對個體認知建構發展的重要性。

再歸納目前歷來國內外數學領域動態評量研究的結果指出,動態評量除了具有描述、診斷個體學習狀況的效果之外,同時較靜態評量更能促進及預測個體的學習效益(古明峰,民86,民87a,民87b;朱經明、蔡玉瑟,民89;吳國銘,民83;吳國銘、洪碧霞、邱上真,民84;Ferrara, 1987; Ferrara, Brown, & Campione, 1986; Gerber, Semmel, & Semmel, 1994; Jitendra, 1991; Jitendra & Kameenui, 1993a; Jitendra & Kameenui, 1993b; Jitendra & Kameenui, 1994; Jitendra & Kameenui, 1996)。若能善用,應能發揮診斷個體心智運作缺陷、有效促進學習潛能與補救之效益。所以如能將動態評量模式精巧地結合至學校的教學中,應可充分發揮動態評量的優點、使教師教學的效率及學生學習的成效達到最佳狀態。

在這個理念之下,研究者將嘗試以動態評量程序結合國小數學教學流程,設計一組具有形成性、診斷性評量及補救教學功能的「多階段動態評量」流程來達成上述目標。此「多階段動態評量」係採Vye、Burns、Delcos與Bransford (1985、1987) 等學者所倡導之「連續評量模式」為基礎,其中包括「漸進提示評量」標準化及「學習中介評量」非標準化中介協助程序二者的接續使用,研究者將以此模式為主體,加上前測、保留後測及遷移測試,擴充為「輸入—處理—輸出」三個實施階段,以便與精簡自Glaser (1962)「基本教學模式」之一般教學流程的「教學準備—教學進行—學習評量」三個教學階段呼應,俾能達到結合的效果。

在此一「多階段動態評量」中,研究者將選擇康軒版國小三年級下學期數學學習內容中的「二步驟四則問題」單元教學為研究素材。其原因有二,首先是「二步驟四則問題」乃屬數學文字題的一種,依據學者的看法,個體若要順利解決數學文字題,除了必須熟練數學的基本運算規則 (operational rules) 外,還要能理解問題脈絡並轉譯成數學運算程序,最後再加以正確執行,始得解決 (Kintsch, 1989; Kintsch & Greeno, 1985; Mayer, 1992; Montague, Warger, & Morgan, 2000),因此數學文字題解決實為數學學習活動中最可能發生困難的向度之一。其次是「二步驟四則問題」不僅需涉及至少兩次選擇運算符號或運算程序 (operator or operation) 的過程,同時還必須將其作符合數學運算意義的組合,因此在數學意義及運算執行難度上,均不同於「單步驟」加減乘除法問題。

綜上所述,研究者希望藉由本研究的實施,來使得教學與評量間的聯結更為緊密、理論研究與實務工作更融合一體,以達有效教學回饋、診斷學習困難及促進學生學習成效的目標。雖然動態評量具有描述、診斷及促進個體心智學習的多方面效益,但本研究的主要目的將較著重在所提之「多階段動態評量」模式對個體數學學習的促進功能。由此目的所衍生的核心問題則為「多階段動態評量」模式的設計及內容是否具有學習促進及補救的功效,使這些未於教學流程中受益的個體獲益、並促進其能

力的正向開展？

接下來，研究者將配合班級單元教學流程，提出一「多階段動態評量結合教學模式」設計來作為研究進行的架構。以下分兩部份說明。

一、多階段動態評量結合教學模式之初探

(一) 動態評量及教學的基本流程

首先就動態評量而言，一般學者均同意其基本流程為「前測—教學或中介或訓練—後測」，如圖1所示。

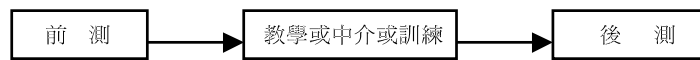


圖1 基本動態評量流程

其次再以教學流程來說，Glaser (1962) 的教學模式可以說是最基礎的形式，如圖2所示。

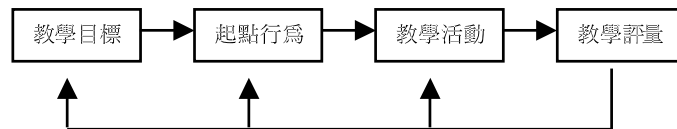


圖2 基本教學流程

因此研究者將以圖1及圖2的基本流程來作為本研究動態評量與教學的精簡流程。

(二) 動態評量及教學流程結合的可能性

1. 階段可以互相聯結

以圖2的基本教學流程的性質及實務作法來說，教學評量一般均屬獨立作業之靜態評量。而就圖1的基本動態評量流程而言，依據Vygotsky (1978) 的「可能發展區間」理論，在動態評量文獻及實務作法上，各取向實施程序之起點（前測）亦均為獨立作業的靜態評量。因此，我們可找出兩個流程的共同點—「評量」來作為聯結點，將動態評量流程納入教學流程的教學評量階段中，聯結後的形式如圖3所示。

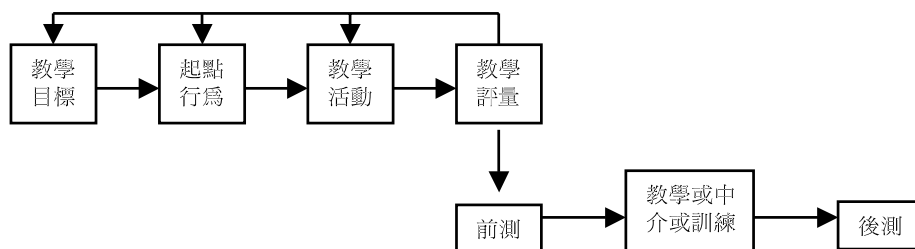


圖3 動態評量與教學流程聯結圖一

由圖3中，我們可以看出動態評量與教學流程在階段上是可以互相聯結及擴充的。

2. 功能可以補足

在單一單元教學中，教學評量通常指的是教學的形成性或診斷性評量，並以此訊息來作為了解個

體學習狀況、進行補救教學及改進教學的參考。如果動態評量的作業設計及中介方式，能密切配合單元教學目標及內容的話，那麼強調試探性、促進性及診斷性的動態評量，正好可以補足及擴充教學評量的功能。

綜上所述，我們可以了解動態評量與教學流程在階段及功能上應該是可以互相聯結及補足的。另由於本研究使用的是連續性動態評量模式，因此動態評量的「教學或中介或訓練」階段將細分為「標準化中介」及「非標準化中介」兩項，再加上「遷移潛能測試」，則圖3兩流程的聯結方式可以修正為圖4所示。

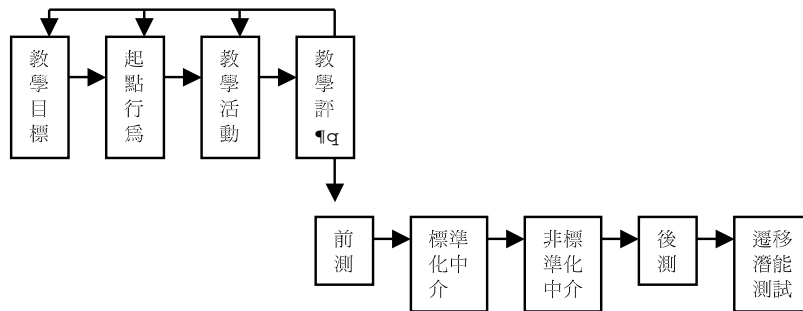


圖4 動態評量與教學流程聯結圖二

(三) 本研究動態評量及教學流程的結合

只要動態評量的作業設計及中介能密切配合單元教學的目標及內容，那麼經圖4的方式聯結後，動態評量的「前測」應該可以成為教學的「第一次形成性評量」，以了解教學的效益性。其「標準化及非標準化中介」則可以分別成為第一次與第二次「診斷及補救教學」，以了解個體的缺陷並作積極的補強。而後測則可以成為教學的「第二次形成性評量」，以了解教學的保留性及補救教學的有效性。最後「遷移潛能測試」則有助於了解個體在學習內容上的潛能擴展性。如此動態評量就同時具有形成性、診斷性評量及補救教學的功能。

但由於本研究的目標並不在於教學流程的擴充及精緻化，且配合研究需要起見，圖4教學流程中的教學目標與起點行為將整合為「教學準備」階段，教學活動及教學評量分別轉化為「教學執行」及「學習評量」階段，並據此提出本研究的「動態評量與教學流程結合模式圖」，如圖5所示。

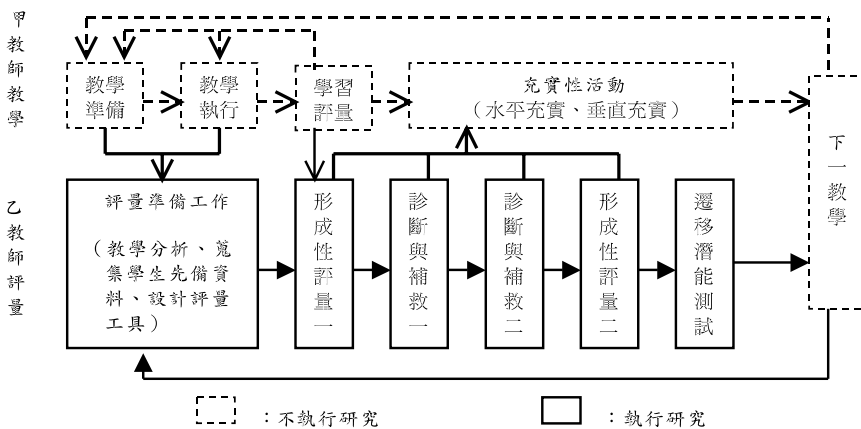


圖5 本研究動態評量與教學流程結合模式圖

由圖 5 中，可以看出本模式，可以分為教學與評量兩軸，分由不同教師負責，其進行流程如圖 5 所示。當教學軸教師在從事教學準備與執行兩項工作時，評量軸教師同步從事評量的準備工作，此時教學為主軸、評量為副軸。而當教學軸教師工作到「學習評量」階段時，教學流程轉入評量軸，由評量軸教師接手評量工作、進行動態評量程序，在兩次的形成性評量及診斷補救教學中作分流。若個體表現在指標之上，則轉入充實性活動。若在指標之下，則續進行動態評量的各項程序。此時充實性活動由教學軸教師負責，因此評量為主軸、教學為副軸，依此分流進程直至下一單元的教學為止。

在此一結合圖中，以虛線為框的「教學軸活動」並非本研究的焦點，因此在本研究中並不進行此部分的研究。以下便以圖 5 為基礎來提出本研究動態評量與教學流程結合的具體設計架構，如圖 6 所示。

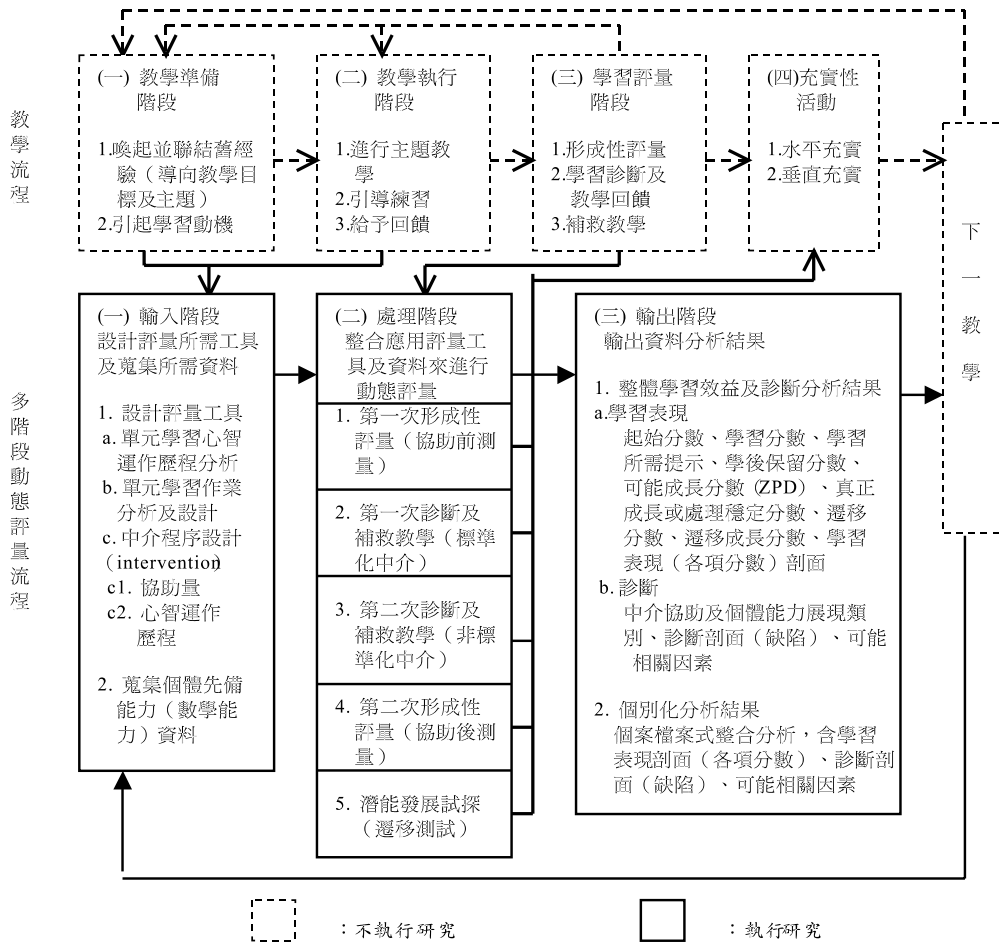


圖 6 多階段動態評量與教學流程結合模式之具體設計圖

動態評量在系統化結合教學流程後，將可發揮形成性、診斷性評量及補救教學的功能，且輸入階段所需的評量工具可視教學內容及需要做調整。在本研究中，教學流程是由班級導師進行，而研究者則負責本研究評量流程的部份，以下分別說明。

(一) 教學流程 (不進行研究)

其內容及意義如圖 6 所示，其中在充實性活動部份，係由教學軸教師對動態評量程序各個分流點

中表現在精熟指標以上的個體進行。

(二) 多階段動態評量流程 (實際研究部份)

可分為輸入、處理及輸出三個階段來看，其內容、意義及重點亦如圖6所示。其中在學習表現之各項指標分數與剖面，因限於篇幅，其定義請見許家驊(民90)之說明。

(三) 兩流程的結合

兩流程在結合後，採班級導師與研究者協同合作的形式，交互進行不同流程各階段工作(如圖5之說明)，其中處理階段的動態評量程序係以精熟效標分流的原則實施。

方 法

一、研究對象

為達成研究目的及支援原班級實際教學的功能起見，因此研究者以台南縣官田鄉渡拔國小所有三年級(兩班共四十一人)的個體為對象。雖然初始有四十一人，但隨著不同研究階段的進行，人數將逐漸遞減，其篩選方式及變化請見本文後續相關說明。

二、研究工具

(一) 單步驟數學文字題解題作業

採康軒版國小三下數學課本及教學手冊第六冊第十一單元內容為基本素材，再參考Fuson(1992)及Greer(1992)對加減法與乘法文字題型語意基模的分類，來分析其在「二步驟四則問題」單元之前所安排之「單步驟加減乘法」數學文字題相關題型及計算難度而自行編製。包含八題加減法與五題乘法文字題，每題均採「一個運算程序及答案」部份給分方式計分，一題二分、最高總分26分。其內部一致性 α 係數為.9122，此外本工具係為目前數學課程單元學習內容，故以數學教育專家審閱及課程本位的形式，並兼顧作業結構基模同構性(isomorphic)的原則來支持工具的內容效度。

(二) 二步驟四則問題解題作業(前測、學習、保留三式)

在前測作業方面，以康軒版國小三下數學課本及教學手冊第十一單元「二步驟四則問題」的內容為素材加以編製，分為兩種同類型運算程序的結合(兩步驟連乘及連除)，兩種不同類型運算程序的結合(乘除混合、乘與加減混合、除與加減混合)，兩種不同類型運算程序的四則應用三大類，共九題，每題均採「兩個運算程序及答案」部份給分方式計分，一題四分，最高總分為36分。其內部一致性 α 係數為.8481，並以編製前項「單步驟數學文字題解題作業」所持之原則來支持工具的內容效度。

在學習與保留作業方面，其編製內容、形式、題數及計分均與前測作業相同，內部一致性 α 係數分別為.8622及.8664，並以編製前項「單步驟數學文字題解題作業」所持之原則來支持工具的內容效度。其中學習作業因採計提示量與實作表現加權方式作分數計算，所以最高總分為261分。

(三) 三步驟四則問題解題遷移作業

其編製內容、形式、題數及計分原則亦與「二步驟四則問題」前測作業相同，不同的是在每題的文字脈絡中加入一段訊息，使得作業從原來的二步驟數學題提昇為三步驟數學題，以增加難度，包含三種同類型運算程序的結合(三步驟連乘及連除)，三種不同類型運算程序的結合，三種不同類型運算程序的四則應用。每題均採「三個運算程序及答案」部份給分方式計分，一題六分，最高總分為54分。其內部一致性 α 係數為.8497，並以編製前項「單步驟數學文字題解題作業」所持之原則來支持工具的內容效度。

(四) 二步驟四則問題解題作業標準化漸進提示系統

本系統設計有三個準則，第一融合中介協助量的安排及解題歷程、在變動中介協助量時同時試探解題歷程的運作，第二考量實際教學應用的實用性、精簡中介協助的序階，第三將解題歷程的運作轉化成中介協助量不等的協助策略、作為安排中介協助序階的基礎。

在這三個準則下，除參考Polya (1957)、Garafalo與Lester (1985)、Mayer (1992)、Montague與Applegate (1993)等學者所提之一般數學問題解決的歷程外，並採用Campion與Brown (1987)所倡導的「漸進提示」階層 (graduated prompting hierarchy) 為原則。再配合研究需要，參照Lester、Garafalo與Kroll (1989)對教師在數學解題教學中所扮演的角色之分類，將原來的學生後設認知發展促進者 (facilitator of student's metacognitive development) 細分為「一般促進者」與「明確促進者」以區分其給予的訊息量，加上原有的「樞模」(model)、「外部監控者」(external monitor)來作為教學中介協助的基礎。最後因應實際教學需要，增加研究者自行界定之「中立者」(neutral)及「終止」角色，組成一自不介入到介入再到退出的六種教學中介階層。據此本研究漸進提示系統的中介設計及編製細目如表1所示。

表1 標準化中介漸進提示系統設計型式

中介層級	登錄	中介協助	協助策略	編製綱要
起始	分數	無	無	答題程序說明、自行解題
告知	分數	簡單回饋	提示對錯訊息	提供簡單對錯訊息回饋
促進 (一般性)	分數	題目協讀	協助讀題	提供讀題協助
促進 (明確性)	分數	語意說明	根據題型，提示數學解題邏輯	根據題型，作題意說明
示範	分數	程序說明	明示解題程序	提供解題程序說明
監控	分數	程序教作	解題程序教作	提供解題程序教作
終止	有或無	無	檢查確認	問有無檢查

若以國小三下康軒版數學課本「二步驟四則解題」單元中「加除混合」的題型為例，列舉其中「可先加再除」解法的漸進提示系統編製內容，如表2所列。

因同時考慮部份給分與中介協助量的分類登錄原則，所以在去除「終止」層級、再加上「起始」層級後可分出六類與協助序階相配的登錄數字，每個類別依當時個體的解題實作表現，作兩個列式及答案的五階部份給分 (4到0)。此外從解題試探路徑之起始至最終協助點中的每一次中介協助表現都作兩種記錄，一是「與該協助序階協助量相對應的分數」、二為「與該層級協助量加權序階 (6到1) 相乘的個體實作表現之加權部份計分」，再將其統合成一個「標準化中介學習表現」量數，便可進行描述或推論統計。至於細部計分加權方式因限於篇幅，請見許家驊 (民90) 之說明。

表2 標準化漸進提示系統內容示例

※題號及題型：7. (以可先加再除解法為例)

原來籃子裡有20個芭樂，後來大伯又放進30個芭樂。現在全部的芭樂要平分成5袋，一袋可以裝幾個？

中介層級	中介協助	協助序階	登錄分數	實作表現	提示內容
起始	無	0	5	4	小朋友！請你把這一題的算式和答案寫在題目下面的空白處，仔細的想一想再做做看！
				3	
				2	
				1	
				0	
告知	簡單回饋	1	4	4	小朋友！這樣做不太對喔！請你想一想再做做看！
				3	
				2	
				1	
				0	
促進 (一般性)	題目協讀	2	3	4	小朋友！這一題的題目是原來籃子裡有20個芭樂，後來大伯又放進30個芭樂。現在所有的芭樂要平分成5袋，一袋可以裝幾個？請你想一想再做做看！
				3	
				2	
				1	
				0	
促進 (明確性)	語意說明	3	2	4	小朋友！這一題的意思是原來籃子裡的20個芭樂和大伯後來放進的30個芭樂，要先合在一起再平分成5袋，看看一袋可以裝幾個？請你想一想再做做看！
				3	
				2	
				1	
				0	
示範	程序說明	4	1	4	小朋友！做這一題要先把這20個和30個的芭樂合在一起，也就是先把20和30加在一起，再分成5袋，也就是再除以5，這樣就知道一袋裝幾個了！請你想一想再做做看！
				3	
				2	
				1	
				0	
監控	程序教作	5	0	4	小朋友！做這一題要先把20和30加起來，等於50(寫成 $20+30=50$)，再用50來除以5，等於10(寫成 $50 \div 5=10$)，所以這一題的答案就是一盒裝10個！
				3	
				2	
				1	
				0	
終止	無	00	有或無		小朋友！剛才在做這一題的時候或是做完以後，你有沒有做檢查呢？像重讀題目啦！或是重算、驗算呢！或是想到要看那裡或是檢查那裡呢？你是怎麼做的？

(五) 二步驟四則問題解題作業非標準化中介程序

接受此協助的個體，乃是無法有效自標準化協助中獲益的個體，所以在運用上將較標準化中介更為彈性、更接近於個別教學。其基本形式、設計的原則及向度、實施、計分均與標準化漸進提示系統相近，只不過其運用的前後順序、候答時間、協助量試探等將視個體反應彈性調整。此外除了記錄個體在何種協助下能達到作業要求（所需提示數量及實作表現）外，重點更在於隨時觀察記錄每一中介所引發的各項行為，以了解其在互動中的改變過程。

三、研究實施

實施程序將依據圖6之教學及評量流程配合「二步驟四則解題」單元教學分三大階段進行。為利益所有研究對象起見，採配合教學流程接受連續性評量、單組精熟效標漸進篩減、自我比較設計，說明如後。

(一) 準備階段

配合教學之準備及工作階段、評量之輸入階段實施。重點在於準備動態評量所需工具及資料，先分析「二步驟四則問題」單元學習所涉及的數學解題心智運作歷程、設計各項作業，並依協助量與所涉及的數學解題心智歷程設計中介程序。次對全體研究對象實施第一次「單步驟數學文字題解題作業」，建立數學先備能力資料。

(二) 執行階段

配合教學之學習評量階段、評量之處理階段實施，重點在於整合應用評量工具及資料來進行動態評量。

首先使用「二步驟四則問題」之解題前測作業來對全體研究對象於單元教學後實施第一次形成性評量（協助前測量），以了解其在進入動態評量流程前的起始能力（獨立作業表現），精熟者（全部答對者）進入充實活動。

其次使用「二步驟四則問題」之解題學習作業及標準化漸進提示系統，來對前測表現未精熟（未全部答對）之部份研究對象於第一次形成性評量後間隔一天實施第一次診斷與補救教學（標準化中介學習），以了解其問題之所在並蒐集其表現資料。

再者使用「二步驟四則問題」之解題學習作業及非標準化中介程序，來對在標準化中介學習中接受「讀題協助」或更深層級協助之部份研究對象，於標準化中介學習後間隔一天實施第二次診斷與補救教學（非標準化中介學習），以了解其問題之所在並蒐集其表現資料。

第四使用「二步驟四則問題」之解題後測作業於標準化中介學習或連續性評量結束後間隔七天，對曾接受該種中介協助的研究對象實施第二次形成性評量（協助後測量），以蒐集已接受標準化中介協助或連續性評量（標準化與非標準化中介協助）後之部分研究對象的學後保留能力（獨立作業表現）。

第五使用「三步驟四則問題」之解題遷移作業於「協助後測量」結束後間隔一天，對曾接受中介協助的研究對象實施潛能發展試探（遷移測試），以蒐集已接受標準化中介協助或連續性評量（標準化與非標準化中介協助）後之部分研究對象在遷移作業上的獨立作業表現。

最後在實施「三步驟四則問題遷移作業」後間隔一天，對曾接受診斷及補救教學（標準化或非標準化中介）的個體實施第二次「單步驟數學文字題解題作業」，以蒐集其於接受診斷及補救教學後的數學能力量數。

(三) 分析階段

配合教學之評估階段、評量之分析階段實施，重點在於輸出資料分析結果，如後續資料處理與分析部份之說明。

四、資料處理與分析

(一) 整體學習效益分析

以個體在數學單步驟及二步驟四則解題作業上的前後測表現與其在遷移作業上的表現來作為學習促進與補救教學效益的描述性指標，另一方面以重複量數t考驗來對個體兩次「單步驟數學文字題解題作業」（先備數學能力）間，及兩次形成性評量（二步驟四則問題解題能力）間表現的差異分別作檢驗，並輔以效果值（effect size）及描述統計來說明多階段動態評量對個體學習促進與補救教學的助益。

(二) 個別化分析

此部份的分析係以個案為單位，對部份個案作跨時間、跨階段的檔案式整合分析，如學習表現、中介協助及個體能力展現記錄、解題組型剖面、問題診斷、可能相關因素等資料均將加以呈現分析，其中「解題組型」係指個體在何種協助下有何種正確表現的型態。此外並依據Polya（1957）所提之解題歷程及表1的內容提出一診斷分析細目表，來作為分析個體中介學習表現時的基本架構，如表3所列。

表3 中介學習表現診斷分析細目表

中介層級	中介協助	協助策略	可能問題	問題性質
起始	無	答題程序說明、自行解題	無	無
告知	簡單回饋	提供簡單對錯訊息回饋	可能有自發性自我回饋 校正能力問題	自我覺察問題（監控性 問題）
促進 （一般性）	題目協讀	提供讀題協助	可能有注意力及感官訊 息收納能力問題	初步訊息處理問題（歷 程性問題）
促進 （明確性）	語意說明	根據題型，提示題意中的 解題邏輯	可能有工作記憶語意處 理能力問題	關鍵訊息處理問題（歷 程性問題）
示範	程序說明	提供解題程序說明	可能有構思計劃或策略 運用能力問題	解題程序構思問題（歷 程性問題）
監控	程序教作	提供解題程序教作	可能有行動執行（或計 算）能力問題	解題程序執行問題（產 出性問題）
終止	無	問有無檢查	不予處理	不予處理

在本研究中，量化分析部份均使用SPSS for window 系統進行描述統計及母數統計的處理。

結果與討論

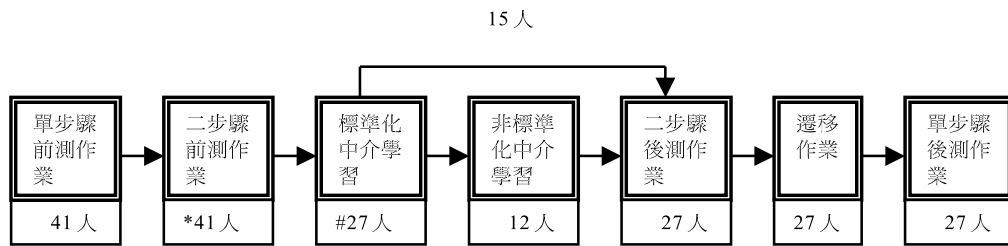
一、多階段動態評量對個體學習促進及補救效益之整體分析結果與討論

在以下的分析中，為了清楚看出不同數學能力的個體在各階段的表現，因此針對27位進行標準化中介學習及後續階段之個體，以其在41人團體中二步驟四則問題解題前測作業表現（起始分數）為基礎，配合研究需要區分成七個非對稱的不同能力組，其組別、能力區間及人數如表4所示。

表4 個體分組表

組別	能力區間描述 (M = 29.732, SD = 7.453)	人數
第一組	大於或等於平均數以上半個標準差者 ($\geq M+0.5SD$)	5
第二組	小於平均數以上半個標準差但大於或等於平均數者 ($< M+0.5SD$ & $\geq M$)	6
第三組	小於平均數但大於或等於平均數以下半個標準差者 ($< M$ & $\geq M-0.5SD$)	5
第四組	小於平均數以下半個標準差但大於或等於平均數以下一個標準差者 ($< M-0.5SD$ & $\geq M-1SD$)	4
第五組	小於平均數以下一個標準差但大於或等於平均數以下一個半標準差者 ($< M-1SD$ & $\geq M-1.5SD$)	4
第六組	小於平均數以下一個半標準差但大於或等於平均數以下二個半標準差者 ($< M-1.5SD$)	3
各組人數合計		27

此外在不同實施階段中，隨著個體的不同表現，各階段所篩選的研究個體人數也不盡相同，其變化如圖7所列。



註：* 接受二步驟前測作業之41人中，有14人達到全部精熟、27人未完全精熟須接受標準化中介。
接受標準化中介學習之27人中，有15人不須接受非標準化中介學習、12人因須讀題或更深層級協助需接受非標準化中介。

圖7 不同作業階段研究個體人數變化圖

接下來分為幾個部份來呈現多階段動態評量學習促進效益的各項整體分析結果、並作摘述討論。
(一) 二步驟數學四則問題解題作業表現差異分析

1. 前後測表現重複量數t考驗
其結果如表5所示。

表5 二步驟作業後測與前測表現差異之重複量數t考驗表

比較變項名稱	人數	差異分數平均數	差異分數標準差	自由度	t 值
二步驟作業 後測-前測	27	6.15	4.56	26	7.01***

*** $P < .001$

註：後測平均數為32.63、標準差為5.33 前測平均數為26.48、標準差為7.30

從表5中可看出個體二步驟作業前後測表現之重複量數t考驗的結果達到顯著效果 ($p < .001$)，後測與前測的平均數差異達到統計上的顯著水準，再者後前測平均數改變的效果值 (effect size) 為.84，若依Cohen (1988) 所提的準則看來，此值表示平均數間的大幅度正向改變 (大於 .80)，代表個體的後測表現比起前測表現有著顯著的進步，此外後測的標準差變小了，代表個體表現間的差異縮小了，這都說明了中介協助對個體的二步驟解題作業表現具有助益。

2. 前後測表現差異次數分配

其結果如表6所列。

表6 二步驟作業後測與前測表現差異分數次數分配表

組別		第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	整體	百分比
差異分數		(5人)	(6人)	(5人)	(4人)	(4人)	(3人)	(27人)	(100%)
	0	2	1					3	11.12
	1	1					1	2	7.41
	2	2		1				3	11.12
	3		1	1				2	7.41
	5		3					3	11.12
	6		1					1	3.70
	7			3	1			4	14.82
	9				1			1	3.70
	10				1		1	2	7.41
	11				1	2		3	11.12
	12					2		2	7.41
	17						1	1	3.70
各組	平均數	1	4	5.20	9.25	11.50	9.33	6.15	
合計	標準差	1	2.19	2.49	1.71	0.58	8.02	4.56	

就整體而言，從表6中可以看出有88.82%的個體後測與前測的差異（進步分數）在0以上，40.76%個體的後測與前測差異在0與平均差異（6.15）之間，25.93%的個體後測與前測的差異界於平均差異與平均差異以上一個標準差（10.71）之間，18.53%的個體後測與前測的差異界於平均差異以上一個與二個標準差（10.71 - 15.27）之間，3.7%個體後測與前測的差異更高於平均差異以上二個標準差（15.27），只有11.12%的個體無差異（無進步），這些結果說明了個體的二步驟解題作業前後測間之表現有著正向差異，且不少個體都具有相當的正向差異。

再就各組而言，一般來說，隨著二步驟解題前測能力值的下降、其後測與前測表現的正向差異逐漸加大（第六組除外），這代表先備能力越高者、其進步空間較小，而先備能力較低者、其進步空間反而較大。此現象也反應了對高先備能力者而言，其能力成長空間的壓縮可能是受到上限效應（ceiling effect）的影響。

整體而言，上述結果說明了中介協助對個體二步驟解題作業表現的確具有相當助益。

(二) 單步驟數學文字題解題作業表現差異分析

1. 前後測表現重複量數t考驗

其結果如表7所示。

表7 單步驟作業後測與前測表現差異之重複量數t考驗表

比較變項名稱	人數	差異分數平均數	差異分數標準差	自由度	t值
單步驟作業後測－前測	27	1.74	2.55	26	3.55**

** $P < .01$

註：後測平均數為25.07、標準差為3.42 前測平均數為23.33、標準差為4.27

從表7中可看出個體的單步驟作業前後測表現重複量數t考驗的結果達到顯著效果 ($p < .01$)，後測與前測的平均數差異達到統計上的顯著水準，再者後前測平均數改變的效果值為 .41，若依Cohen (1988) 所提的準則看來，此值表示平均數間的中幅度正向改變 (界於 .20 與 .50 之間)，代表個體的後測表現比起前測表現有著相當的進步，此外後測的標準差變小了，代表個體表現間的差異縮小了，這都說明了中介協助對個體的單步驟解題作業表現具有助益。

2. 前後測表現差異次數分配

其結果如表8所示。

表8 單步驟作業後測與前測表現差異次數分配表

組別		第一組 (5人)	第二組 (6人)	第三組 (5人)	第四組 (4人)	第五組 (4人)	第六組 (3人)	整體 (27人)	百分比 (100%)
差異分數	-2		1					1	3.70
	0	3	3		2			8	29.62
	1	2	1	3		2	1	9	33.33
	2		1	1			1	3	11.12
	3				1	1		2	7.41
	6			1	1	1		3	11.12
	10						1	1	3.70
各組	平均數	0.40	0.17	2.20	2.25	2.75	4.33	1.74	
合計	標準差	0.55	1.33	2.17	2.87	2.36	4.93	2.55	

就整體而言，從表8中可以看出有66.8%個體的後測與前測差異（進步分數）均在0以上，33.33%個體的後測與前測差異在0與平均差異（1.74）之間，18.53%個體的後測與前測差異界於平均差異與平均差異以上一個標準差（4.29）之間，11.12%個體的後測與前測差異界於平均差異以上一個與二個標準差（4.29 - 6.84）之間，3.7%個體後測與前測的差異更高於平均差異以上二個標準差（6.84），只有29.62%的個體無差異（無進步）、3.7%的個體退步，這些結果說明了大部份個體的單步驟解題作業前後測間之表現存在著正向差異，且部份個體具有相當正向差異。

再就各組而言，一般來說，隨著二步驟解題前測能力值的下降，其單步驟作業後測與前測表現的正向差異逐漸加大（第六組除外），這代表先備能力越高者、其進步空間較小，而先備能力較低者、其進步空間反而較大（其中第二組有一位個體退步二分、查其原因為一題未寫）。不過此現象也再次反應「上限效應」對高先備能力者能力成長空間產生的可能影響。

整體而言，上述結果說明了中介協助對個體單步驟解題作業表現也有助益。

（三）三步驟數學文字題解題作業表現分析

另外再自表9看來，有62.96%的個體答對百分比在88.88%以上，33.33%的個體答對百分比界於57.41%至85.19%之間，只有3.7%的個體答對百分比低於57.41%，所以二步驟解題中介學習協助對個體三步驟解題新能力的開展確有助益。

表9 遷移作業表現次數分配表

組別 分數 (答對百分比)	第一組 (5 人)	第二組 (6 人)	第三組 (5 人)	第四組 (4 人)	第五組 (4 人)	第六組 (3 人)	整體 (27 人)	
14 (25.93%)						1	1	
31 (57.41%)						1	1	
33 (61.11%)				1			1	
34 (62.96%)					1		1	
39 (72.22%)			1				1	
40 (74.07%)		1				1	2	
42 (77.77%)					1		1	
44 (81.48%)		1					1	
46 (85.19%)	1						1	
48 (88.88%)	2						2	
49 (90.74%)			1				1	
50 (92.6%)				1	1		2	
52 (96.3%)		1	2	2			5	
53 (98.15%)					1		1	
54 (滿分 100%)	2	3	1				6	
各組	平均數	50	49.67	49.20	46.75	44.75	28.33	46.11
合計	標準差	3.72	6.12	5.98	9.26	8.54	13.20	9.54

註：表中橫線以下數字代表遷移表現高於團體平均數的部份

在表9中，首先在各組的遷移作業平均數（各組總和平均）上，均呈現隨著個體二步驟解題能力的遞減而減小的趨勢。其次可以看出第一組至第四組的遷移作業學習平均數均高於整體平均數、第五組至第六組則低於整體平均數，這代表標準化中介的遷移效用對第一至四組的個體較有助益、而對第五至七組的個體則較無助益，這也說明協助對先備能力高者的遷移助益較高、而對先備能力低者的遷移助益較低，不過對低先備能力者而言，其遷移能力成長空間的限制也有可能是受到下限效應（flooring effect）的影響。

再就變異程度（各組標準差）來看，隨著先備能力的遞減呈現逐漸加大的趨勢，這也表示協助對縮短個體遷移能力差距的後效，與個體的先備能力有關，先備能力高者、遷移能力之間的差距較小，先備能力低者、遷移能力之間的差距較大。此外，可能進步空間亦隨著先備能力的遞減而加大。

為何第六組的平均數小，而變異程度及可能進步區間特別大呢？自表10中可看出第六組分布區間自14到40（全距為26），是所有組中最大的，這代表第六組內三位個體在三步驟遷移作業表現上具有相當的差異，此外最低分也出現在第六組，代表第六組中有個體較無成長潛能、對標準化中介協助不敏感，使其遷移作業表現不佳所致。

(四) 歸納及討論

先就個體的二步驟解題作業前後測表現而言，有著整體的大幅度正向差異、且不少個體均具有相當的正向差異。此外，先備能力越高者、其進步空間較小，而先備能力較低者、其進步空間反而較大，其中「上限效應」將可能壓縮高先備能力者的成長空間。

其次在個體的單步驟解題作業前後測表現之間，也存在著整體的中幅度正向差異、其中少部份個

體具有較明顯的正向差異。一般來說，先備能力越高者、其進步空間較小，而先備能力較低者、其進步空間反而較大。這再次反應了「上限效應」對高先備能力者成長空間的可能影響。

再從遷移作業表現的說明看來，多階段動態評量的二步驟解題中介學習協助，對個體三步驟解題新能力的開展也是有著相當助益，不過這些中介協助對先備能力高者的遷移助益較多、而對先備能力低者的遷移助益較少，對低先備能力者而言，其遷移能力成長空間的限制可能是受到「下限效應」的影響。

綜言之，這些均代表二步驟解題中介協助不僅對個體現有二步驟解題能力的提昇有助益，也對個體單步驟及三步驟解題能力的開展有效果。

二、多階段動態評量對個體學習描述及診斷補救效益之個別分析結果與討論

接下來，將以S21、S22兩位屬於表4中第五組之個體為對象，來呈現其完整接受多階段動態評量流程且受益成長情形良好之各項表現分析，可分幾部份說明。

(一) 個別描述分析

1. 二步驟作業表現

其結果如表10所列。

表10 S21及S22二步驟作業表現整體與單題分析

		S21								
作業	得分	答題組型分配 (0為答錯 1為答對)				出現題號	總分		可能進步區間	
		列式一	答案一	列式二	答案二					
前測	0	0	0	0	0	4	21 (全體平均數為26.48)	15		
	1	0	0	1	0	2, 7, 8				
	2	1	0	1	0	1				
	4	1	1	1	1	3, 5, 6, 9				
後測	1	0	0	1	0	8	33 (全體平均數為32.63)	3		
	4	1	1	1	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9				
		S22								
作業	得分	答題組型分配 (0為答錯 1為答對)				出現題號	總分		可能進步區間	
		列式一	答案一	列式二	答案二					
前測	0	0	0	0	0	2, 4	20 (全體平均數為26.48)	16		
	1	0	0	1	0	7, 8				
	2	1	0	1	0	1				
	4	1	1	1	1	3, 5, 6, 9				
後測	0	0	0	0	0	4	32 (全體平均數為32.63)	4		
	4	1	1	1	1	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9				

註：可能進步區間係指個體表現與該作業滿分(36分)間之差距

從表10中，可以看出S21、S22在二步驟後測的表現比起前測有著明顯進步(S21略高於S22)，前測部份兩位個體的總分均明顯低於團體平均數，但在中介學習後，後測總分S21已高於團體平均數、S22則接近團體平均數。另外其前後測得分組型均自四種集中成兩種，在後測部份，八題完全正確、僅有一題S21列式二正確而S22完全不正確。在未接受中介學習前，兩位個體距離作業滿分(36

分)的可能進步區間均有15、16之多，但在中介學習後，可能進步區間僅剩3及4。這些都代表中介協助對其二步驟解題具有相當助益。

2. 標準化中介學習表現

其結果如表11所列。

表11 S21及S22標準化中介學習表現整體與單題分析

S21							總分	可能進步區間
作業	得分	答題組型分配 (其中數字為該項行為正確出現時所需之協助序階)				出現題號		
		列式一	答案一	列式二	答案二			
標準化	29	0	0	0	0	2, 3, 5, 6, 7, 9	242 (全體平均數為238.13)	19
中介	27.5	0	0	0	1	1		
學習	24	0	0	2	2	4		
	16.5	2	3	2	3	8		
S22							總分	可能進步區間
作業	得分	答題組型分配 (其中數字為該項行為正確出現時所需之協助序階)				出現題號		
		列式一	答案一	列式二	答案二			
標準化	29	0	0	0	0	3, 5, 6, 7, 9	230 (全體平均數為238.13)	31
中介	24	0	0	2	2	1		
學習	21.5	0	0	3	3	4, 8		
	18	0	0	4	5	2		

註：可能進步區間係指個體表現與該作業滿分(261分)間之差距

從表11中，可看出S21的標準化中介學習表現在平均數以上，但S22卻在平均數以下，也就是S21的標準化中介學習表現較S22為佳。其距離滿分(261)的可能進步區間也較小，S21的表現為單階(需一種協助)及雙階組型(需兩種協助)，而S22則在這兩種組型外，還多增加了三階組型(需三種協助)。此外對兩位個體來說，第一、四、八題都是共同較難的題目(需較多協助)，但仍有變異，對S21而言，第八題最難，而對S22來說，第二題最難。

3. 遷移作業表現

其結果如表12所列。

從表12中，可以看出在經過二步驟作業中介學習後，S21、S22的遷移作業總分均較全體平均數為高(S21低於S22)。此外兩位個體的得分組型均集中成兩種，在S21部份，七題完全正確、僅兩題為部份正確，而在S22部份，則為八題完全正確，僅一題為部份正確。在接受二步驟作業的中介學習後，兩位個體距離作業滿分(54分)的可能進步區間僅剩4及1。這些都代表二步驟作業的中介協助對其三步驟遷移作業的解題具有相當助益。

表 12 S21 及 S22 遷移作業表現整體與單題分析

S21										
作業	得分	答題組型分配 (0 為答錯 1 為答對)						出現題號	總分	可能進步區間
		列式一	答案一	列式二	答案二	列式三	答案三			
遷移	4	1	1	1	1	0	0	1, 2	50 (全體平均數為46.11)	4
	6	1	1	1	1	1	1	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9		
S22										
作業	得分	答題組型分配 (0 為答錯 1 為答對)						出現題號	總分	可能進步區間
		列式一	答案一	列式二	答案二	列式三	答案三			
遷移	5	1	1	1	1	1	0	1	53 (全體平均數為46.11)	1
	6	1	1	1	1	1	1	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9		

註：可能進步區間係指個體表現與該作業滿分（54 分）間之差距。單步驟作業表現

其結果如表 13 所列。

表 13 S21 及 S22 單步驟作業表現整體與單題分析

S21									
作業	得分	答題組型分配 (0 為答錯 1 為答對)		出現題號	總分	可能進步區間			
		列式一	答案一						
前測	1	1	0	2	25 (全體平均數為23.33)	1			
	2	1	1	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13					
後測	2	1	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	26 (全體平均數為25.07)	0			
S22									
作業	得分	答題組型分配 (0 為答錯 1 為答對)		出現題號	總分	可能進步區間			
		列式一	答案一						
前測	0	0	0	2	23 (全體平均數為23.33)	3			
	1	1	0	5					
	2	1	1	1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13					
後測	2	1	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	26 (全體平均數為25.07)	0			

註：可能進步區間係指個體表現與該作業滿分（26 分）間之差距

從表 13 中，可以看出 S21、S22 在單步驟後測表現比起前測均有相當進步。在前測部份兩位個體總分，S21 高於團體平均數、S22 低於團體平均數，但在經過二步驟作業中介學習後，其單步驟作業後測總分，S21、S22 均達滿分且高於團體平均數。此外兩位個體前後測得分組型均自三種集中成一種，在後測部份，九題完全正確。在未接受中介學習前，兩位個體距離作業滿分（36 分）的可能進步區間分別為 1 及 3，但在接受二步驟作業的中介學習後，可能進步區間均為 0。這些都代表二步驟作業中介協助對其單步驟解題也具有助益。

(二) 個別診斷分析

1. S21 單題解題組型及剖面診斷

其結果如表14、表15所列。

表 14 S21 單題解題組型分析

二步驟數學文字題中介學習表現 (以下組型分配以N-YYYY 型態作描述, N表協助序階、YYYY 分別代表該題列式一、答案一、列式二及答案二的答題表現, 1 為正確、0 為不正確)

S21 第四題	解題組型分配 (其中數字為該項行為正確出現時所需之協助序階)				說明
	列式一	答案一	列式二	答案二	
標準化中介學習表現組型 (0-1100~2-0011)	0	0	2	2	於第零階協助 (個體獨立作答) 時, 列式一及答案一正確表現, 於第二階協助 (提供讀題協助) 時, 列式二及答案二正確表現於第零階協助 (個體獨立作答) 時, 兩個列式及答案均正確表現
非標準化中介學習表現組型 (0-1111)	0	0	0	0	

表 15 S21 單題解題組型診斷

S21 第四題	中介協助	可能相關問題	問題性質
標準化中介學習表現組型	讀題協助	步驟二注意力或訊息收納問題	歷程性問題
非標準化中介學習表現組型	無	無	無

自表14、表15中, 可以看出S21在標準化中介學習時, 步驟二尚需讀題協助才能完全正確作答, 但之後在非標準化中介學習時, 已不需任何協助即可完全正確作答。

此外, 我們也可以了解S21在第四題的標準化中介學習中顯現的關鍵問題在於該題的第二步驟。當中介者提供讀題協助後, 第二步驟的列式與計算即同時獲正確解決, 這顯示影響S21第二步驟解題的原因可能涉及注意力或訊息收納之歷程性問題。因S21在第四題涉及讀題以上的協助, 所以之後再對S21進行第四題的非標準化中介, 結果發現S21已不需任何協助而獨立正確作業, 這不僅代表標準化中介學習的中介協助有益於先前問題的處理, 也說明了先前浮現的問題, 目前已被有效克服、不再影響S21的解題。

2. S22 單題解題組型及剖面診斷

其結果如表16、表17所列。

表 16 S22 單題解題組型分析

二步驟數學文字題中介學習表現（以下組型分配以N-YYYY 型態作描述，N 表協助序階、YYYY 分別代表該題列式一、答案一、列式二及答案二的答題表現，1 為正確、0 為不正確）					
S22 第一題	解題組型分配 (其中數字為該項行為正確出現時所需之協助序階)				說明
	列式一	答案一	列式二	答案二	
標準化中介學習表現組型 (0-1100~2-0011)	0	0	2	2	於第零階協助（個體獨立作答）時，列式一及答案一正確表現，於第二階協助（提供讀題協助）時，列式二及答案二正確表現於第零階協助（個體獨立作答）時，兩個列式及答案均正確表現
非標準化中介學習表現組型 (0-1111)	0	0	0	0	
S22 第二題	列式一	答案一	列式二	答案二	說明
標準化中介學習表現組型 (0-1100~4-0010~5-0001)	0	0	4	5	於第零階協助（個體獨立作答）時，列式一及答案一正確表現，於第四階協助（明示解題程序）時、列式一正確表現，於第五階協助（解題程序教作）時，答案二正確表現於第零階協助（個體獨立作答）時，兩個列式及答案均正確表現
非標準化中介學習表現組型 (0-1111)	0	0	0	0	
S22 第四題	列式一	答案一	列式二	答案二	說明
標準化中介學習表現組型 (0-1100~3-0011)	0	0	3	3	於第零階協助（個體獨立作答）時，列式一及答案一正確表現，於第三階協助（提示解題邏輯）時，列式二及答案二正確表現於第零階協助（個體獨立作答）時，兩個列式及答案均正確表現
非標準化中介學習表現組型 (0-1111)	0	0	0	0	
S22 第八題	列式一	答案一	列式二	答案二	說明
標準化中介學習表現組型 (0-1100~3-0011)	0	0	3	3	於第零階協助（個體獨立作答）時，列式一及答案一正確表現，於第三階協助（提示解題邏輯）時，列式二及答案二正確表現於第零階協助（個體獨立作答）時，兩個列式及答案均正確表現
非標準化中介學習表現組型 (0-1111)	0	0	0	0	

表 17 S22 單題解題組型診斷

S22 第一題	中介協助	可能相關問題	問題性質
標準化中介學習表現組型	讀題協助	步驟二注意力或訊息收納問題	歷程性問題
非標準化中介學習表現組型	無	無	無
S22 第二題	中介協助	可能相關問題	問題性質
標準化中介學習表現組型	程序說明、程序教作	步驟二構思計劃或策略運用問題、計算上的行動執行問題	歷程及產出性問題
非標準化中介學習表現組型	無	無	無
S22 第四題	中介協助	可能相關問題	問題性質
標準化中介學習表現組型	語意說明	步驟二工作記憶語意處理問題	歷程性問題
非標準化中介學習表現組型	無	無	無
S22 第八題	中介協助	可能相關問題	問題性質
標準化中介學習表現組型	語意說明	步驟二工作記憶語意處理問題	歷程性問題
非標準化中介學習表現組型	無	無	無

自表16、表17中，可以看出S22在標準化中介學習時，第一題步驟二需讀題協助才能完全正確作答，第二題步驟二需明示解題程序、解題程序教作才能完全正確作答，第四及第八題步驟二需提示解題邏輯才能完全正確作答，但之後在非標準化中介學習時，這四題已不需任何協助即可完全正確作答。

綜合上述，我們可以了解S22在第一、二、四、八題的標準化中介學習中顯現的關鍵問題都在於該題的第二步驟。但不同題目的問題性質及所需關鍵協助並不相同，如第一題中當中介者提供讀題協助後，第二步驟的列式與計算即同時獲正確解決，這顯示影響S22第二步驟解題的原因可能涉及注意力或訊息收納之歷程性問題。而在第二題中當中介者提供明示解題程序的協助後，第二步驟的列式正確顯現，再提供解題程序教作後，第二步驟的計算始獲正確解決，這顯示影響S22第二步驟解題的原因可能有兩類，一為涉及構思計劃或策略運用之歷程性問題，二為涉及行動執行（計算）之產出性問題。再者於第四、八題中當中介者提供提示解題邏輯的協助後，第二步驟的列式與計算即同時獲正確解決，這顯示影響S22第二步驟解題的原因可能涉及工作記憶語意處理之歷程性問題。因S22在第一、二、四、八題中均涉及讀題以上的協助，所以之後再對S22進行這些題目的非標準化中介，結果發現S22已不需任何協助而獨立正確作業，這不僅代表標準化中介學習的中介協助有益於先前問題的處理，也說明了先前浮現的問題，目前已被有效克服、不再影響S22的解題。

(三) 個別補救分析

1. 二步驟數學四則問題解題作業表現改變剖面

其結果如圖13及圖14所列。

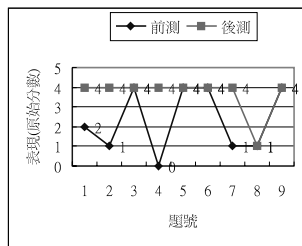


圖 13 S21 二步驟作業前後測表現剖面

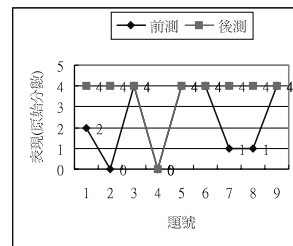


圖 14 S22 二步驟作業前後測表現剖面

從圖 13 中，可以看出 S21 的二步驟作業後測除了第八題仍為一分之外、其餘各題均為滿分（4 分），比起前測第一、二、四、七題均有相當進步。再自圖 14 中，可以看出 S22 的二步驟作業後測除了第四題仍為零分之外、其餘各題亦均為滿分，比起前測第一、二、七、八題均有相當進步。綜合前述，可以了解中介協助，對其二步驟作業解題表現有著相當助益。

2. 單步驟數學四則問題解題作業表現改變剖面分析
結果如圖 15 及圖 16 所列。

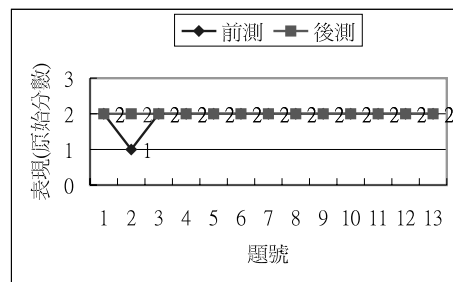


圖 15 S21 單步驟作業前後測表現剖面

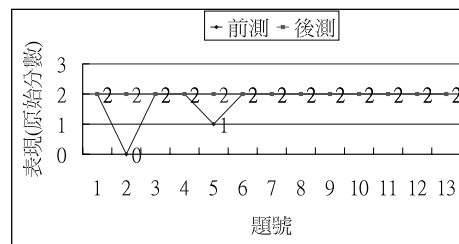


圖 16 S22 單步驟作業前後測表現剖面

從圖 15 中，可以看出 S21 的單步驟作業後測各題均為滿分（2 分），比起前測第一題有進步。再自圖 16 中，可以看出 S22 的單步驟作業後測各題亦均為滿分，比起前測第二、五題也有相當進步。綜合前述，可以了解二步驟解題中介協助，也對其單步驟作業解題表現有著相當助益。

（四）歸納及討論

先就個別描述及補救分析來看，我們可以了解 S21、S22 各項作業的表現在經過中介協助後，其各項分數均有著正向改變。特別是二步驟、單步驟前後測表現間有著相當的正向差異，代表二步驟解題中介協助對這些個體的二步驟、單步驟及三步驟解題能力開展都有助長效益。此一結果符合目前大部份動態評量研究所得之結果。其中雖然 S22 所需的標準化中介平均協助量多於 S21，但其新能力的開展卻較 S21 為佳，這說明了所給予的中介協助不僅有助於三步驟解題能力的增長，且是協助越多、增長越多。

再就個別診斷分析來看，S21、S22 在標準化中介學習所顯現的不同題型上之各項問題，在經過標準化中介協助後，在非標準化中介學習均已消失，這代表個體表現雖會因題目類型而有不同，但多階段動態評量的中介處理與診斷仍有其效用。

綜言之，這些也再一次說明中介協助不僅對這兩位個體現有二步驟解題能力的提昇有助益，也對

其三步驟解題新能力的開展有效果。

結論與建議

在經過研究結果的呈現與討論後，我們可以歸結出一些主要研究發現，並據之提出本研究的結論與建議，以下分為三部份說明。

一、主要研究發現

(一) 在個體學習表現的補救功能整體分析方面

二步驟及單步驟解題作業的前後測表現間都有著相當的正向差異。且一般而言，二步驟起始能力較高者，其進步空間較小；而二步驟起始能力較低者，其進步空間較大，不過起始能力高者，可能受到上限效應的影響。三步驟遷移作業的表現相當不錯，代表二步驟解題中介學習協助對本研究所有個體三步驟解題新能力的開展具有相當程度的助益，不過起始能力低者，可能受到下限效應的影響。

(二) 在成長獲益良好個體學習表現的個別分析方面

此二位個體的二步驟及單步驟解題作業前後測表現之間也都有著相當的正向差異。標準化中介學習時發現的問題，在非標準化中介學習時均已消失，顯示標準化中介對消弭個體的學習問題而言，具有一定效益。三步驟遷移作業的表現非常良好，顯見二步驟解題中介學習協助對此二位個體三步驟解題新能力的開展非常具有助益。

二、結論

基於上述主要研究結果，本研究共有二項結論，如下所述。

(一) 多階段動態評量確實具有促進個體數學學習成就與潛能的功能實效

從研究結果中，我們可以了解多階段動態評量所提供的中介協助能夠明顯有效地助益個體在單步驟、二步驟、三步驟各項作業上的表現狀況。也就是中介協助對個體能力的提昇、增長、內化（潛在能力的開展），以及從他人規範（other-regulation）的狀態轉換至自我規範（self-regulation）的狀態相當有助益。這些趨勢不僅符合Vygotsky（1978）「可能發展區間」的理論假定，且與林素微（民85）、吳國銘（民83）、吳國銘、洪碧霞與邱上真（民84）、陳進福（民86）、簡月梅（民87）、Jitendra與Kameenu（1993b）數學文字題動態評量研究的結果相應。此外在這些證據的支持下，也可以說明在結合實際課程內容單元教學流程中所進行的多階段動態評量流程不單具有提昇個體現有學習成就及促發未來潛能的實際效益，更重要的是本研究將動態評量結合實際教學脈絡及課程內容實施的嘗試，在目前已得到了初步的成效。

準此而言，這不僅說明了將動態評量從理論研究層面運用至實際課室教學層面的象徵意義及可能性，亦將大幅度提昇並擴展動態評量在教育實務上的研發價值及應用空間。

(二) 多階段動態評量具有消弭學習問題、提昇解題歷程運作效能的功能實效

以S21、S22這兩位個體在標準化中介學習所發現的在不同題型上的各項問題（涉及注意力或訊息收納之歷程性問題、涉及工作記憶語意處理之歷程性問題、涉及構思計劃或策略運用之歷程性問題、行動或程序教作之產出性問題），在經過標準化中介協助後，在非標準化中介學習均已消失，這不僅代表多階段動態評量的中介處理具有消除學習問題、提昇解題歷程運作效能的功用，亦顯示本研究以數學問題解決歷程（特定內容領域學習歷程）搭配教學中介分析來作為設計動態評量提示階層及程序的嘗試，在目前的實徵研究結果之下得到了相當程度的支持。

從以上的現象中，我們可以得到一項重要意涵，那就是「欲提昇動態評量的診斷及補救效益，動

態評量提示階層及程序的設計應同時針對學習內容的特定性與心智運作的歷程，來作教學中介層次上的分析」。研究者以為透過如此的設計，動態評量始能對個體特定學習內容之心智運作歷程作成分（component）上的有效教學試探、診斷與協助補救。就此而言，本研究目前所得的結果也的確在相當程度上反應了此項論點。

三、建議

依據上述結論，本研究的建議可分以下三項說明。

（一）教學與評量上的建議

在本研究的結論中可以發現透過多階段動態評量所提供的標準化及非標準化中介協助，是有效促進個體的解題表現與潛能開展的。就此點看來，適當的「精熟學習」（master learning）是必要的，教師儘量給予個體「精熟學習」的機會，應有助於個體對學習內容的精熟。另外從本研究的結論中可以知道，多階段動態評量基本上是有助於個體的解題表現及學習歷程的運作，所以教師可以配合題型及個體的能力與學習狀況，適當使用具有提昇精熟學習效果的中介式評量來評估及促進個體的學習。

（二）未來研究上的建議

從本研究的實施中可以了解，多階段動態評量具有相當程度的教學中介特性，將來若能善用此種特性，並加強其與學習內容的關聯性及中介協助的教學脈絡性，那麼便可能擴充其為補救教學的另類替代系統，真正達到「評量中作有效補救」雙途共生的目標。另外未來若能將充實性活動的規劃納入研究設計，則將使多階段動態評量更具有教學與評量雙軌融合的性質，對提昇及補救個體的學習成效而言，將具有更進一步的貢獻。此外在動態評量提示階層及程序的設計上，可結合Hutchinson（1992）所謂的「成分分析」（componential analysis），同時針對學習內容的特定性與心智運作的歷程，來作教學中介層次上的分析，如此應可發揮動態評量在特定學習領域試探、診斷及補救上的最大效益。

（三）教育措施上的建議

從本研究的模式及實徵結果看來，每一個班級的學習活動，若能有兩位老師分別負責教學與評量的工作，將能使教學與評量更緊密結合、更發揮各自的功能，且更能達致「把每一位個體帶上來的目標」。雖然在本研究中，評量流程是由身兼研究者的教師所進行，與真正的教師協同教學似不盡相同（教師不一定具備評量的專業研究能力），但將來如果能透過提昇教師評量素養及倡導專業合作的推廣訓練活動，研究者以為本研究所使用的模式仍具有相當的教育實務應用價值，此外若還能在財政許可的狀況下，適度提高國小教師的員額編制標準，相信對學生的學習福祉將產生更大之助益！

參 考 文 獻

- 古明峰（民86）：加減法應用題語文知識對問題難度之影響暨動態評量在應用問題之學習與遷移歷程上研究。國立台灣師範大學教育心理與輔導研究所博士論文。
- 古明鋒（民87a）：加減法應用題語文知識對問題難度之影響暨動態評量在應用問題之學習與遷移歷程上研究。新竹師院學報，11期，391-420頁。
- 古明鋒（民87b）：動態評量在加、減法文字題學習與遷移歷程之應用研究。新竹師院「初等教育學報」，6期，1-32頁。
- 朱經明、蔡玉瑟（民89）：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。特殊教育研究學刊，18期，173-189頁。
- 吳國銘（民83）：國小學童在動態評量中數學解題學習歷程與遷移效益之探討。國立台南師範初等

教育研究所碩士論文。

吳國銘、洪碧霞、邱上真（民84）：國小學童在動態評量中數學解題學習歷程與遷移效益之探討。測驗年刊，42期，61-84頁。

林素微（民85）：國小六年級學童數學解題彈性思考動態測量之研究。國立台南師範學院國民教育研究所碩士論文。

康軒文化事業股份有限公司（民89）：三下國小數學課本。台北市：康軒文化事業股份有限公司。

許家驊（民90）：國小三年級數學多階段動態評量之研究。國立高雄師範大學教育學系博士論文。

陳進福（民86）：國小輕度智障學童數學解題動態評量之研究。國立嘉義師範學院國民教育研究所碩士論文。

簡月梅（民87）：互動式提示多點計分電腦化適性測驗。國立台灣師範大學資訊教育研究所碩士論文。

Campione, J. C., & Brown, A. L. (1987). Linking dynamic assessment with school achievement. In C. S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluating learning potential* (pp.82-115). New York: The Guilford Press.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Ferrara, R.A. (1987). Learning Mathematics in the zone of proximal development: The importance of flexible use of knowledge. *Dissertation Abstracts International*, 49, 01B, 247. (Publication No. AAC 8803037)

Ferrara, R. A., Brown, A. L., & Campione, J.C. (1986). Children's learning and transfer of inductive reasoning rules: Study of proximal development. *Child Development*, 57, 1087-1099.

Feuerstein, R., Rand, Y., Jensen, M. R., Kaniel, S., & Tzurriel, D. (1987). Prerequisites for assessment of learning potential: The LPAD model. In C.S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluating learning potential* (pp. 35-51). New York: The Guilford Press.

Fuson, K. C. (1992). Research on whole number addition and subtraction. In D. A. Grouws (Eds.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the national council of teachers of mathematics* (pp. 39-48). New York: Macmillan.

Garofalo, J., & Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(3), 163-176.

Gerber, M. M., Semmel, D. S., & Semmel, M. (1994). Computer-based dynamic assessment of multidigit multiplication. *Exceptional children*, 61(2), 114-125.

Glaser, R. (1962). Psychology and instructional technology. In R. Glaser (Eds.), *Training research and education*. Pittsburgh: University of Pittsburgh.

Kintsch, W. (1989). Learning from text. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glasser* (pp. 25-46). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Greer, B. (1992). Multiplication and division as models of situations. In D. A. Grouws (Eds.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the national council of teachers of mathematics* (pp. 39-48). New York: Macmillan.

Haywood, H. C., Brown, A. L., & Wingenfeld, S. (1990). Dynamic approaches to psychoeducational assessment. *School Psychology Review*, 19(4), 411- 422.

Hutchinson, N. L. (1992). The challenges of componential analysis : Cognitive and metacognitive instruction

- in mathematical problem solving. *Journal of Learning Disabilities*, 25(4), 249-252 & 257.
- Jitendra, A. K. (1991). An investigation of third grade students' mathematical word problem-solving utilizing dynamic assessment. *Dissertation Abstracts International*, 52, 09A, 3177. (Publication No. AAC 9205815)
- Jitendra, A. K., & Kameenul, E. J. (1993a). Dynamic assessment as a compensatory assessment approach: A description and analysis. *Remedial and Special Education*, 14(5), 6-18.
- Jitendra, A. K., & Kameenul, E. J. (1993b). An exploratory study of dynamic assessment involving two strategies on experts and novices' performance in solving part-whole mathematical word problems. *Diagnostique*, 18(4), 305-325.
- Jitendra, A. K., & Kameenul, E. J. (1994). An exploratory evaluation of dynamic assessment and the role of basals on comprehension of mathematical operations. *Education and treatment of children*, 17(2), 139-153.
- Jitendra, A. K., & Kameenul, E. J. (1996). Experts' and novices' error patterns in solving part-whole mathematical word problems. *Journal of Educational Research*, 90(1), 42-52.
- Kintsch, W., & Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92(1), 109-129.
- Lester, F. K., Garofalo, J., & Kroll, D. L. (1989). *The role of metacognition in mathematical problem solving: A study of two grade seven classes* (Report No. NSF-MDR-85-50346). Bloomington, Indiana University, School of Education, Mathematics Education Development Center. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 314 255)
- Lidz, C. S. (1991). *Practitioner's guide to dynamic assessment*. New York: The Guilford Press.
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Montague, M., & Applegate, B. (1993). Middle school students' mathematical problem solving: An analysis of think-aloud protocols. *Journal Disability Quarterly*, 16(1), 19-33.
- Montague, M., Warger, C., & Morgan, T.H. (2000). Solve It! Strategy Instruction to Improve Mathematical Problem Solving. *Learning Disabilities Research & Practice*, 15(2), 110-117.
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. Princeton NJ: Princeton University Press.
- Vye, N. J., Burns, M. S., Delclos, V. R., & Bransford, J. D. (1985). *Dynamic assessment of intellectually handicapped children: Alternative assessment of handicapped children* (Tech. No. 4). John F. Kennedy Center for Research on Education and Human Development. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 332 389)
- Vye, N. J., Burns, M. S., Delclos, V. R., & Bransford, J. D. (1987). A comprehensive approach to assessing intellectually handicapped children. In C. S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluating learning potential* (pp. 479-496). New York: The Guilford Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. J. Steiner, S. Scribner, E. Souberman, Eds. and Trans.). Cambridge, MA: Harvard University Press.

收稿日期：2002年8月13日

接受刊登日期：2003年6月10日

Bulletin of Educational Psychology, 2003, 35(2), 141-166
National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

The Effectiveness Analysis Research of Learning Facilitation and Remedy for Multi-Stage Dynamic Assessment on Third Graders' Mathematics Problem Solving

CHIA-HUA HSU

Department of Education in
National Chiayi
University

SHANG-CHEN CHIU

Department of Special Education in
National Kaohsiung Normal
University

HSIN-JEN CHANG

Department of Education in
National Kaohsiung Normal
University

The researchers intend to investigate the feasibility and effectiveness of Dynamic Assessment (DA) combined with instruction through empirical study. So, the researchers have designed the Multi-Stage Dynamic Assessment (MSDA) model that integrated DA with mathematics instruction in order to confirm the effectiveness of study on facilitating and remedying the performance of mathematics word problems for third graders. All 41 subjects took mathematical word problem tasks, and accepted intervention procedure under master-criterion screening. After that, the results indicate that the instruction intervention provided in MSDA does bootstrap the subjects' performance on each task, and can help individual to overcome the learning difficulties.

KEY WORDS: dynamic assessment (DA), instructional intervention and learning facilitation, mathematics problem solving (MPS), remedial instruction, zone of proximal development (ZPD)