

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，民94，36卷，4期，311—333頁

鷹架個體數學解題與遷移學習潛能延展性 之動態評量研究

許家驊

國立嘉義大學
教育學系

本研究以許家驊發展之多階段動態評量模式為基礎，結合解題與遷移鷹架中介評量的實施，來了解國小一年級學生單步驟加減法數學文字題學習潛能開展延續性。篩選後正式對象共20人，採不同處理組實驗設計，處理組接受後續中介評量程序，參照組給予自我練習機會。結果發現處理組解題及遷移學習獲益表現均顯著優於參照組，且效果值與關聯強度亦達大幅水準，其中遷移前測組間變異大部份應來自於解題後測影響。處理組內標準群表現優於連續群，連續群非標準化中介表現又較標準化中介為佳，透過組合指標可區分出兩群內個體間的學習潛力。此外處理組個體的解題與遷移學習潛能間具中度正向關聯。

關鍵詞：可能發展區間（ZPD）、動態評量、鷹架教學中介、學習潛能延展性、數學問題解決

在解釋人類心智能力建構學習歷程的社會互動取向發展理論中，俄國心理學者 Vygotsky（1978）提出的「可能發展區間」（Zone of Proximal Development，ZPD）觀點特別為人所重視，他認為心智能力可藉由個體在與成人或有能力同儕（more capable peer）互動及協助之下獲得開展，從現有實際發展水準（actual developmental level）過渡到潛在發展水準（level of potential development），且在這個內化（internalization）歷程中，個體的高層心智功能（high order mental function）未來也可能得到開展。如此論點不僅承認個體學習潛能（learning potential）的存在，同時也反映出社會互動中介（mediation）具有促進個體認知建構及心智發展的鷹架（scaffolding）支持性效果。

依據 Vygotsky（1978）的看法，個體的心智發展具有三種特性，一為內化轉變的歷程，二為接續發展的可能性，三為學習的社會性與潛能性。準此而言，在社會互動中介情境下，個體心智發展將具有寬廣的開展可能性（Allal & Ducrey, 2000; Palincsar, 1998; Tzuriel, 2000），這也正是前述「可能發展區間」一概念的基礎，而且隱涵「可能發展區間」並非靜態觀念，而是動態接續改變的歷程，這也就是說「可能發展區間」不僅具有延續開展性（以下簡稱延展性）、且在發展的時空上具有不斷接續的改變點，而這一切也提供了 Vygotsky 所謂「微發生」（microgenetic）心智發展本質的最適切寫照。此外 Vygotsky（1978）在提到個體發展上的「微發生」本質—心智發展轉變上的連續性意義時，亦隱涵

指出個體目前被促發出之最佳表現，將成為下一個「可能發展區間」起點的概念。再根據近來學者的看法，心智能力的連續轉變的確可望在社會互動、他人中介下加以促進（Bielaczyc & Collins, 1999; Gillen, 2000; Green & Gredler, 2002; Palincsar, 1998）。因此個體心智能力延展性在鷹架互動的基礎上可能是可能存在的。

在如此前提下，基於Vygotsky（1978）「可能發展區間」及「學習潛能」論點而發展之有別於靜態評量（static assessment）一個體獨立作業形式的動態評量（dynamic assessment）應是測試與促進個體心智能力延展性的理想評量工具。因為依Allal與Ducrey（2000）所言，動態評量就是在社會互動的鷹架中介歷程中來開展個體各項潛能的「可能發展區間」。

在本質上，動態評量乃是一種給予個體中介或教學協助的評量方式，其核心目的即在於透過互動過程來測試並促進個體的學習潛能，著重在不斷的中介試探中作診斷評量、在不斷的診斷評量中也順帶作中介試探。由Feuerstein、Rand、Jensen、Kaniel與Tzuriel（1987）學習潛能評量設計（Learning Potential Assessment Device, LPAD）、Campion與Brown（1987）漸進提示（graduated prompting）模式、Vye、Burns、Delcos與Bransford（1987）之連續性評量模式（a continuum of assessment model）這三個主要動態評量取向的基本假定看來，它們均認為透過評量者與被評量者間的中介互動除了有助於評量個體的學習困難或認知缺陷（cognitive deficiencies）外，更能逐漸引發其改變的發展潛能（modifiability），而這些學習潛能才是評量個體學習能力的重點。在前述三個動態評量主要模式的研究實務中，學習潛能主要係指個體潛在（中介後）與實際（中介前）發展水準之差距，亦即所謂的獲益分數（gains score）一後前測差異改變。在如此的定義下，Budoff（1987）發現學習潛能量數與各個心理能力變項間均有關聯。Day與Cordon（1993）針對一般心智能力的靜態評量及動態評量效度進行研究，亦發現動態評量在學習潛能的鷹架促進性及預測性上均有其效益。Carlson與Wiedl（2000）更論及動態評量所得學習潛能量數比起靜態評量量數確具有領域特定效標關聯效度及了解未來表現的預測效度。

再歸納歷來相關文獻也指出，動態評量不僅具描述、診斷個體學習狀況的效果，且較靜態評量更能促進及預測個體的學習（古明峰，民87；江淑卿，民87；朱經明、蔡玉瑟，民89；吳國銘、洪碧霞、邱上真，民84；許家驊，民90；許家驊，民93；許家驊、邱上真、張新仁，民92；莊麗娟、邱上真、江新合，民86；Day, Engelhardt, Maxwell, & Bolig, 1997; Ferrara, Brown, & Campione, 1986; Jitendra & Kameenui, 1993; Lauchlan & Elliott, 2001; Swanson & Lussier, 2001; Tzuriel, 2000）。此外不少學者更發現學習潛能的類推應用證據，如在一般心智能力領域，Ferrara等人（1986）發現個體歸納推理（inductive reasoning）能力的近遷移（near transfer）及遠遷移（far transfer）效果。在特定學習領域，Campion與Brown（1987）也發現閱讀上的前兩項遷移效果；莊麗娟等人（民86）則發現浮力概念上的近遷移效果；吳國銘等人（民84）、許家驊（民90，民93）、許家驊等人（民92）都發現個體數學解題學習潛能在新向度作業上的遷移效果，這些發現均可作為學習潛能延展性的佐證。因此若能善用動態評量，不僅有助於對個體心智運作歷程的了解、亦應能促進其學習潛能的延展性。

所以在本研究中，將以前述Vygotsky的心智發展觀點為基礎，運用動態評量在試探促發個體心智發展潛能上的鷹架特性，來尋求實徵證據以探索個體數學解題與遷移學習潛能之延展性（依前述說明，學習潛能的操作定義一般係指後前測差異改變，但為避免上限效應—ceiling effect，將採包含前者之組合指標進行各項分析，詳見後續資料處理與分析之說明）。此外先前所提部份研究結果雖指出個體學習潛能之遷移效果，但考其設計除許家驊（民90，民93）、許家驊等人（民92）外，餘皆為單次之漸進提示中介，似難作為連續測試個體學習潛能延展性之架構，職此之故，研究者以許家驊（民90）所提具教學與評量結合、連續區段中介特性之「多階段動態評量」模式為架構，針對其原先單一連續性評量組合擴充為「目前作業能力中介評量組合」及「新作業能力中介評量組合」的接續使用，

並調整為接續測試及促進個體在數學文字題解決上之目前作業能力及新作業能力（遷移能力）可能發展區間的實施方式，以求在鷹架中介的狀況下了解個體解題之目前能力及解題新能力的狀態與連續轉變開展。由此目的衍生之具體問題有二：

- (一) 動態評量對開展個體數學解題及遷移學習潛能之鷹架效益為何？
- (二) 個體在動態評量歷程中，數學解題及遷移學習潛能所展現之延展性與關聯性為何？

方 法

一、研究對象

以台南縣一所採用康軒版數學課本郊區學校的全部一年級學生兩班共47人為初始對象來進行研究。先以其在單步驟數學加減法文字題課堂單元教學後的獨立解題表現為指標（此為本研究動態評量之前測程序），篩選未完全精熟（未完全答對）者20人為正式對象。因篩選後低能力個體不多，若使用完全隨機設計（completely randomized design）恐有不合取樣目標之虞，且為測試動態評量鷹架效益起見，實驗組宜有較多低能力個體，故依其表現儘採均衡分配原則，分派（subject matching）為處理組及參照組各10人，其分佈如表1所列：

表1 正式研究對象之分佈

解題前測分數	未精熟人數	處理組	參照組
15	9	4	5
14	9	4	5
13	1	1	0
10	1	1	0
合計	20	10	10
平均數	14.2	13.9	14.5
標準差	1.15	1.52	.53

此外自兩組解題前測表現Levene檢定之 F 值1.63，未達顯著（ $p > .05$ ）看來，變異數同質假定並未違反，再進行獨立樣本 t 考驗亦未達顯著（ $t = -1.177, p > .05$ ），代表中介前兩組解題能力未有顯著差異。

二、研究設計

以許家驊（民90）發展之多階段動態評量模式為基礎，並搭配不同處理前後測實驗設計進行研究，前者係以連續性評量程序為核心，分為輸入、處理及輸出三階段配合課堂教學來進行動態評量，而後者則具準實驗控制組前後測設計之性質。兩組最大差異為，處理組完整接受動態評量的各項中介協助及測定程序，而參照組僅自行練習並接受必須之測定，於其中，依不同中介階段之表現，解題部份處理組可再篩選為接受標準化中介七人（以下稱為標準群）與連續性評量三人（以下稱為連續群）兩群，而遷移部份之標準群及連續群均為五人，準此本研究整體設計架構之內容可細列如表2。

表2 研究設計架構

輸入階段：成份歷程及作業分析設計			
前置處理階段：課堂解題教學、解題作業前測 (n=47)			
正式處理階段：解題及遷移動態評量程序			
解題處理流程	處理組 (n=10)		參照組 (n=10)
	僅需標準化中介 (n=7)	接受連續性評量 (n=3)	
	標準化中介階段已精熟	標準化中介階段未精熟	
解題標準化中介	*	*	
解題非標準化中介		*	
自行練習			*
後測	*	*	*
遷移前測	*	*	*
遷移處理流程	僅需標準化中介 (n=5)	接受連續性評量 (n=5)	
	標準化中介階段已精熟	標準化中介階段未精熟	
遷移標準化中介	*	*	
遷移非標準化中介		*	
自行練習			*
遷移後測	*	*	*

輸出階段：配合動態評量程序進行

註：*表接受該程序

三、研究工具：

(一) 數學文字題解題前測、學習、後測三式作業

依康軒版國小一年級下學期數學課本及教學手冊第二冊第二及第四單元內容為基本素材 (康軒文化事業股份有限公司, 民92), 再參考 Kintsch 與 Greeno (1985)、Fuson (1992) 對加減法文字題型語意基模 (semantic schema) 的分類, 來分析其在「單步驟 (single step) 加減法」數學文字題相關題型及計算難度而自行編製。三式題組內容比較型 (compare) 一比多 (more than)、合併型 (combine) 一求整體量 (whole)、改變型 (change) 一減少 (decrease) 三型八題, 其內部一致性 α 係數分別為前測作業 .8872、學習作業 .8912、後測作業 .8807, 此三式題組係為現行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, 並兼顧題型結構語意基模之認知同構性 (isomorphic) 原則來支持工具的內容效度。以運算程序及答案部份給分, 最高總分 16 分, 其中學習作業因配合中介協助進行, 採提示量與實作表現八階加權計分, 最高 128 分。

(二) 數學文字題遷移前測、學習、後測三式作業

依康軒版國小一年級下學期數學課本及教學手冊第二冊第九單元內容為基本素材 (康軒文化事業股份有限公司, 民92), 並參考 Fuson (1992) 對加減法文字題型語意基模的分類, 分析其在「二步驟 (two steps) 加減法」數學文字題相關題型及計算難度而自行編製。三式題組內容均分為「加加混合」(兩次合併型一求整體量)、「加減混合」(兩次改變型一減少或一次合併型求整體量一次改變型減少)、「減減混合」(兩次比較型一比多) 三類八題, 其內部一致性 α 係數分別為前測作業 .8927、學習作業 .8847、後測作業 .8921, 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。以運算程序及答案部份給分, 最高 32 分, 其中學習作業因配合中介協助進行, 採

提示量與實作表現八階加權計分，最高總分 256 分。

(三) 數學文字題解題作業標準化漸進提示系統

除採 Campione 與 Brown (1987) 所倡導具「鷹架教學」(scaffolding instruction) 性質之「漸進提示」階層 (gradual prompting hierarchy) 為基礎外，並依許家驊 (民 90) 所提「同時考量中介協助量、解題歷程及教學實用性，並將解題歷程運作轉化為中介協助量不等的協助策略」之準則，參照 Krulik 與 Rudnick (1989) 解題歷程中的五個階段及部份子技巧作為提示階層的解題歷程編製架構。再使用許家驊 (民 90) 設計之六種整合自 Lester、Garafalo 與 Kroll (1989) 教師在數學問題解決教學中所扮演角色類別，作為提示階層的中介設計來源，如表 3 所示：

表 3 標準化中介漸進提示系統設計型式

中介層級	解題歷程	中介協助策略	編製綱要
起始		無	答題程序說明、自行解題
告知		提示簡單對錯回饋	提供簡單對錯訊息回饋
促進 (一般性)	閱讀問題	協助讀題	提供讀題協助
促進 (一般性)	理解問題	重述及找出問題	重述題目內容及問題
促進 (明確性)	理解問題	根據題型，提示數學解題訊息	根據題型，作題意說明
促進 (明確性)	探究問題	提供題目訊息表徵	使用具體物表徵及說明問題
楷模示範	選擇策略	明示解題程序	提供解題程序 (列式) 說明
外部監控	執行問題	解題程序教作	提供解題程序 (列式) 計算教作
終止	回顧驗證	檢核確認	評估檢核狀況或教導檢核技能 (重新讀題、說意思、看算式、再計算)

今以國小一下康軒版數學課本「加與減」單元中「單步驟加法解題—合併型求整體量」的題型為例，列舉其解法之漸進提示系統編製內容，如表 4 所列。

於每次中介協助時都作兩種記錄，一與協助類別對應之協助量 (0 到 7)、二為實作表現的八階部份加權計分 (8 到 1)，如列式及答案均對為 2，任一項有錯為 1，兩項均錯為 0，之後與協助序階 (0 到 7) 對應的八階加權 (8 到 1) 相乘計分。

(四) 數學文字題解題作業非標準化中介程序

乃為無法有效自標準化協助中獲益的個體所設計，所以運用將較為彈性、更接近個別教學。其基本形式、設計的原則及向度、實施均與標準化漸進提示系統相近，但運用的前後順序、候答時間、協助量試探則可視個體反應彈性調整。此外除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，更有機會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。

(五) 數學文字題遷移作業標準化漸進提示系統

其編製形式、內容、向度、實施及計分原則上均與單步驟解題作業標準化漸進提示系統相同，主要差別在於設計素材為二步驟加減法數學文字題，且在程序說明及教作時可因應個體解題的不同彈性思考，使用不同提示，另在實作表現的八階部份加權計分 (8 到 1) 時，二個列式及答案均對為 4，錯一項減 1 分。今以「加加混合」題型為例，列舉其解法之漸進提示系統編製內容，如表 5 所列。

表 4 解題標準化漸進提示系統內容示例

※題型：合併型—整體					
蛋糕店下午賣了6個蛋糕，晚上又賣了8個蛋糕，一共賣出幾個蛋糕？					
中介層級	中介協助	協助 序階	加權 序階	實作 表現	提示內容
起始	無	0	8	2 1 0	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！
告知	簡單回饋	1	7	2 1 0	小朋友！這樣做不太對喔！請你想想再做做看！
促進 (一般性)	題目協讀	2	6	2 1 0	小朋友！這一題的題目是蛋糕店下午賣了6個蛋糕，晚上又賣了8個蛋糕，一共賣出幾個蛋糕？請你想想再做做看！
促進 (一般性)	重述及找出問題	3	5	2 1 0	小朋友！這一題的題目是蛋糕店下午賣了6個蛋糕，晚上又賣了8個蛋糕，一共賣出幾個蛋糕？題目要我們算算看蛋糕店下午跟晚上一共賣了多少個蛋糕？請你想想再做做看！
促進 (明確性)	提示數學 解題訊息	4	4	2 1 0	小朋友！這一題的意思是蛋糕店下午賣了6個蛋糕，晚上又賣了8個蛋糕，一共賣出幾個蛋糕？題目要我們算算看蛋糕店下午賣的6個蛋糕跟晚上賣的8個蛋糕，一共賣出了多少個蛋糕？請你想想再做做看！
促進 (明確性)	提供題目 訊息表徵	5	3	2 1 0	小朋友！現在老師用花片來幫助你，先用6片花片來代表蛋糕店下午賣的6個蛋糕，再8片花片來代表晚上賣的8個蛋糕，你看現在這裡全部有多少片花片，就知道一共賣出多少個蛋糕了！請你想想再做做看！
示範	程序說明	6	2	2 1 0	小朋友！做這一題可以把蛋糕店下午賣的6個蛋糕（6片花片）跟晚上賣的8個蛋糕（8片花片）合在一起算算看，也就是可以把6和8加在一起，這樣就知道一共賣出了多少個蛋糕了！請你想想再做做看！
監控	程序教作	7	1	2 1 0	小朋友！做這一題可以把蛋糕店下午賣的6個蛋糕（6片花片）跟晚上賣的8個蛋糕（8片花片）合在一起算算看，也就是可以把6和8加在一起，寫成 $6 + 8 = 14$ （教進位加法），所以這一題的答案就是一共賣出了15個蛋糕！
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？

表5 遷移標準化漸進提示系統內容示例

*題型：加加混合					
小明在書局裡買了一支21元的筆和一個3元的小球，又在商店裡買了一個4元的袋子，請問小明共要花多少錢？					
中介層級	中介協助	協助序階	加權序階	實作表現	
				提示內容	
起始	無	0	8	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	
告知	簡單回饋	1	7	4	小朋友！這樣做不太對喔！請你想想再做做看！
				3	
				2	
				1	
促進 (一般性)	題目協讀	2	6	4	小朋友！這一題的題目是小明在書局裡買了一支21元的筆和一個3元的小球，又在商店裡買了一個4元的袋子，請問小明共要花多少錢？請你想想再做做看！
				3	
				2	
				1	
促進 (一般性)	重述及 找出 問題	3	5	4	小朋友！這一題的題目是小明在書局裡買了一支21元的筆和一個3元的小球，又在商店裡買了一個4元的袋子，一共花了多少錢？題目要我們看看小明買這三種東西全部花了多少錢？請你想想再做做看！
				3	
				2	
				1	
促進 (明確性)	根據題 型，提 示數學 解題 訊息	4	4	4	小朋友！這一題的意思是小明一共買了一支21元的筆、一個3元的小球和一個4元的袋子，全部花多少錢？題目要我們看看小明買21元的筆、3元的小球和4元的袋子一共花了多少錢？請你想想再做做看！
				3	
				2	
				1	
促進 (明確性)	提供題 目訊息 表徵	5	3	4	小朋友！現在老師用錢來幫助你，先用21元來代表小明買的筆，再用3元來代表小明買的球，4元來代表小明買的袋子，你看現在這裡全部有多少錢，就知道一共花了多少元了！請你想想再做做看！
				3	
				2	
				1	
示範	程序說明	6	2	4	小朋友！做這一題可以先把買筆的錢21元和買球的錢3元合在一起，也就是先把21和3加在一起，再和買袋子的錢4元合起來，也就是再加上4，這樣就知道一共花多少錢了！請你想想再做做看！
				3	
				2	
				1	
監控	程序教作	7	1	4	小朋友！做這一題可以先把買筆的錢21元和買袋子的錢4元合在一起，也就是先把21和4加在一起，再和買球的錢3元合起來，也就是再加上3，這樣就知道一共花多少錢了！請你想想再做做看！
				3	
				2	
				1	
終止	無	00	有或無	4	小朋友！做這一題可以先把買筆的錢21元、買球的錢3元和買袋子的錢4元合在一起，也就是把21、3和4全部加在一起，這樣就知道一共花多少錢了！請你想想再做做看！
				3	
				2	
				1	
終止	無	00	有或無	4	小朋友！做這一題可以先把買筆的錢21和買袋子的錢4加在一起，等於25（寫成 $21+4=25$ ），再和買球的錢3元合起來，等於28（寫成 $25+3=28$ ）！所以這一題的答案就是一共花了28元！
				3	
				2	
				1	
終止	無	00	有或無	4	小朋友！做這一題可以先把買球的錢3和買袋子的錢4加在一起，等於7（寫成 $3+4=7$ ），再和買筆的錢21元合起來，等於28（寫成 $21+7=28$ ）！所以這一題的答案就是一共花了28元！
				3	
				2	
				1	
終止	無	00	有或無	4	小朋友！做這一題可以把買筆的錢21、買球的錢3和買袋子的錢4加在一起，等於28（寫成 $21+3+4=28$ ）！所以這一題的答案就是一共花了28元！
				3	
				2	
				1	
終止	無	00	有或無	4	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？
				3	
				2	
				1	

(六) 數學文字題遷移作業非標準化中介程序

除設計素材為二步驟加減法數學文字題及因應不同解題彈性思考外，餘編製及實施均與解題作業非標準化中介程序相同。

上述解題及遷移前測、後測作業為個體獨立作業（團測），學習作業則為搭配提示系統或中介程序進行之中介式作業（個測），各項作業均由研究者實施之。

四、研究實施

(一) 輸入階段

準備動態評量所需工具及資料，分析單元學習中所涉及的單步驟與二步驟加減法數學文字題解題心智運作歷程、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。

(二) 前置處理階段

使用解題前測作業來對全體研究對象於單元教學後實施協助前測量，以了解其在進入動態評量流程前的解題起始能力（獨立作業表現），未精熟者依能力配對為處理與參照兩組，處理組接受後續相關動態評量程序、參照組則給予自我練習的機會。

(三) 正式處理階段

1. 解題中介處理

先使用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）之處理組研究對象於協助前測量後間隔一天實施標準化中介學習。次使用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」或更深層級協助之處理組研究對象，於標準化中介學習後間隔一天實施非標準化中介學習。再使用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，對兩組研究對象實施協助後測量，以了解已接受標準化或連續性中介協助及未接受中介協助研究對象的學後保留能力（獨立作業表現）。

2. 遷移中介處理

先使用遷移前測作業於處理組個體「協助後測量」結束後間隔一天，對兩組研究對象實施第一次潛能發展試探（新能力遷移測試），以蒐集已接受解題標準化或連續性中介協助及未接受中介協助研究對象的遷移獨立作業表現。次依上述解題中介處理程序使用遷移學習作業及協助程序對處理組個體進行解題遷移中介，再視中介學習表現重新分群，最後使用遷移後測作業對兩組個體實施第二次潛能發展試探（新能力遷移測試），以蒐集接受遷移中介協助及未接受中介協助研究對象的獨立作業表現。

(四) 輸出階段

輸出資料分析結果，如後續資料處理與分析部份之說明。

五、資料處理與分析

將各階段所蒐集之量數以SPSS for Windows系統依研究目的及問題性質採行適用之統計法進行分析，雖然本研究對象較少，但因須排除共變影響與計算統計效應幅度的考量（部份指標須有離均差平方和與均方值始能求得），將不使用無母數統計，而在未違反變異數同質假定之最重要前提下，視狀況審慎使用母數統計。先採描述統計、平均數、標準差、答對百分比（如單題及平均作業水準—單題或題組所得分數除以單題或題組最高得分）、個人及群內學習平均表現、個人及群內平均協助量、人次百分比來描述個體在鷹架中介過程中各項解題與遷移表現的轉變。次以變異數分析（ANOVA）、共變數分析（ANCOVA）、Cohen（1988）所主張之效果值（effect size, d ）、Kirk（1995）所提之關聯強度（strength of association, ω^2 ）、 t 考驗（ t -test）、各描述量數來說明促進及測試個體現有與新向度能

力的狀態。再整合標準群與連續群之各描述量數表現（含中介學習、後測、後前測差異改變—獲益表現、遷移等）為組合指標，依序區分個體在現有及新向度解題上的學習潛力，後前測差異用來反應 Feuerstein 等人（1987）、Campione 與 Brown（1987）所說之改變性（modifiability），遷移及後測表現用來反應 Haywood、Tzuriel 與 Vaught（1992）所言之學習彈性（learning flexibility），中介表現及協助量用來反應 Haywood 等人（1992）所言之中介回應性（response of mediation）或教學敏感度（instruction sensitivity），其排序運用原則請見後續學習潛力展現部份之說明。

最後採變異數及共變數分析分別比較兩組在排除解題後測前後之遷移前測表現，若未排除前組間有差異，而排除後組間無差異，代表遷移前測變異數分析顯著差異的基礎來自於解題後測的貢獻，藉以說明解題與遷移間的銜接延展性。再運用處理組內十位個體表現剖面所顯示之解題潛力排序及遷移潛力排序間的關聯（Spearman 等級相關）來說明解題與遷移潛力成長的效益延展性。

結果與討論

一、多階段動態評量中個體數學解題與遷移表現的鷹架效益

（一）個體數學解題與遷移作業表現的描述與促進

1. 處理組與參照組各項分組作業表現

如表 6、7 及 8 所列。

表 6 解題及遷移作業前後測表現

項目		描述指標	處理組 (n=10)	參照組 (n=10)
解題表現	前測	平均數	13.9	14.5
		標準差	1.52	0.53
		平均答對率	0.87	0.91
	後測	平均數	15.8	14.2
		標準差	0.63	1.14
		平均答對率	0.99	0.89
	後前測差異	平均數	1.9	-0.3
		標準差	1.66	0.95
		平均答對率	0.12	-0.02
遷移表現	前測	平均數	27.6	21.3
		標準差	3.69	5.89
		平均答對率	0.86	0.67
	後測	平均數	30.6	20.3
		標準差	2.5	5.49
		平均答對率	0.96	0.64
	後前測差異	平均數	3	-1
		標準差	1.83	2.11
		平均答對率	0.1	-0.03

表 7 解題及遷移作業後前測差異表現次數分配

解題差異分數	處理組		參照組		遷移差異分數	處理組		參照組	
	人次	百分比	人次	百分比		人次	百分比	人次	百分比
-5					-6			1	10
-4					-2			2	20
-2			1	10	-1			2	20
-1			3	30	0			4	40
0	1	10	4	40	1	3	30		
1	4	40	2	20	2	1	10	1	10
2	3	30			3	3	30		
3	1	10			5	2	20		
8	1	10			6	1	10		
人數	10		10		人數	10		10	
平均數	1.9		-0.3		平均數	3		-1	
標準差	1.66		0.95		標準差	1.83		2.11	

從表 6 可知在解題表現方面，處理組平均進步 1.9 分、而參照組平均退步 0.3 分，轉換成答對百分比來看，處理組平均進步 12 個百分點、參照組平均退步 2 個百分點。在遷移表現方面，處理組平均進步 3 分、而參照組平均退步 1 分，轉換成答對百分比來看，處理組平均進步 19 個百分點、參照組平均退步 6 個百分點。再從表 7 次數分配看來，在解題表現方面，處理組 90% 個體都是進步的，而參照組有 40% 個體都是退步的。在遷移表現方面，處理組 100% 個體都是進步的，而參照組有 50% 個體都是退步的。可見中介學習對處理組個體的單步驟及二步驟加減法數學解題與遷移表現來說，均具相當提昇效益。

表 8 解題及遷移作業前後測作業表現分配

解題表現 (答對%)	處理組		參照組		遷移表現 (答對%)	處理組		參照組	
	前測	後測	前測	後測		前測	後測	前測	後測
10 (63%)	1				12 (37%)				1
12 (75%)				1	13 (40%)			2	1
13 (81%)	1			1	17 (53%)				1
14 (88%)	4	1	5	4	18 (56%)			1	
15 (94%)	4		5	3	19 (59%)			1	1
16 (100%)		9		1	20 (62%)				1
					21 (66%)	1		1	1
					22 (69%)			1	1
					23 (72%)	1			1
					24 (75%)	1		1	
					25 (78%)			1	
					26 (81%)		2	1	1
					27 (84%)	1			
					29 (91%)	2			
					30 (94%)	1	1		1
					31 (97%)	3			
					32 (100%)		7	1	
總人數	10	10	10	10	總人數	10	10	10	10

從表8解題作業前後測表現部份，可以看出處理組的表現水準低限從63%提昇至88%，而且後測時三分之二強的個體均維持在100%的作業水準。反觀參照組的表現水準低限從88%降至75%，且有約五分之一的個體在88%的作業水準以下，不過仍有一位個體亦維持100%的作業水準，研究者以為這可能是參照組的高能力者因粗心在自行練習後產生的效應所致。至於在遷移作業方面，處理組的表現水準低限從66%提昇至81%，高限從97%提昇至100%，且後測時三分之二強的個體均維持在100%的作業水準。反觀參照組的表現水準低限從40%降至37%，而高限則從100%降至94%，且後測時約五分之四的個體均在81%的作業水準以下。整體而言，這再次說明中介學習對提昇處理組個體在單步驟及二步驟加減法數學文字題上的解題表現均具相當效益。

2. 處理組各項分群作業表現

如表9及10所列。

表9 處理組解題作業分群表現分析

群別	中介學習	標準化中介	非標準化中介	中介學習	標準化中介	非標準化中介	前測	後測	後前測 差異
	平均表現	階段	階段	平均協助量	階段	階段			
標準群 (n=7)	15 (94%)	1		0 (0%)	6				
	16 (100%)	6		0.67 (2.4%)	1				
	平均數	15.86		平均數	0.095		14.43	16	1.57
	標準差	0.38		標準差	0.25		0.79	0	0.79
連續群 (n=3)	8 (50%)	1		0 (0%)		3			
	10 (63%)	1		1 (3.6%)	1				
	14.5 (91%)	1		10 (36%)	1				
	16 (100%)		3	28 (100%)	1				
	平均數	10.83	16	平均數	13	0	12.67	15.33	2.67
	標準差	3.33	0	標準差	13.75	0	2.31	1.15	3.06
整體 (n=10)	8	1		0	6				
	10	1		0.67	1				
	14.5	1		1	1				
	15	1		10	1				
	16	6		28	1				
	平均數	14.35		平均數	3.97		13.9	15.8	1.9
	標準差	2.91		標準差	8.99		1.52	0.63	1.66

註：中介學習平均表現中之括號部份為作業水準 平均協助量中之括號部份為協助需求水準

從表9、10解題及遷移標準化中介學習表現均量看來，處理組中標準群個體均較連續群為佳，而在協助均量方面，標準群個體所需之協助量遠低於連續群，且相較於所需的低協助量，標準群個體的解題作業卻維持在94%至100%的高作業水準，遷移作業亦維持在94%至100%的高作業水準，反觀連續群個體作業水準不僅落差大，所需協助量也不低，這說明標準群個體的學習潛力及教學敏感度均優於連續群。再就連續群看來，大部份個體的非標準化中介表現均量較標準化中介階段為佳，所需協助量亦大幅降低，但卻有相當程度的進步表現（後前測差異），代表對學習能力較低的個體而言，連續性中介學習確有其累積加成效果。

表 10 處理組遷移作業分群表現分析

群別	中介學習	標準化中介	非標準化中介	中介學習	標準化中介	非標準化中介	前測	後測	後前測 差異
	平均表現	階段	階段	平均協助量	階段	階段			
標準群 (n=5)	30 (94%)	1		0 (0%)	3				
	30.7 (95.9%)	1		0.33 (1%)	1				
	32 (100%)	3		0.5 (1.8%)	1				
	平均數	31.33		平均數	0.17		28.8	30.8	2
	標準差	0.94		標準差	0.24		3.35	2.68	1
連續群 (n=5)	26 (81%)	1		0 (0%)		3			
	29 (91%)	1		0.6 (2%)	1				
	30.4 (95%)	1		1 (3.6%)	2	2			
	30.8 (96%)	1		1.5 (5.4%)	1				
	31 (97%)	1	2	21 (75%)	1				
	32 (100%)		3						
	平均數	29.44	31.6	平均數	5.02	0.4	26.4	30.4	4
	標準差	2.08	0.55	標準差	8.94	0.55	3.97	2.61	2
整體 (n=10)	26	1		0	3				
	29	1		0.33	1				
	30	1		0.5	1				
	30.4	1		0.6	1				
	30.7	1		1	2				
	30.8	1		1.5	1				
	31	1		21	1				
	32	3							
	平均數	30.39		平均數	2.59		27.6	30.6	3
		標準差	1.82		標準差	6.49		3.69	2.5

註：中介學習平均表現中之括號部份為作業水準 平均協助量中之括號部份為協助需求水準

3. 中介學習對解題及遷移獲益表現之促進檢視

從前述結果中，不僅發現兩組個體的各项作業表現有所不同，且中介學習對處理組個體似乎是有助益的。為尋求統計意義，因此研究者將在未違反變異數同質假定的最重要前提下，審慎運用變異數及共變數分析來對解題與遷移新能力獲益情形分別進行檢證，不過因人數關係，目前並不適用迴歸統計方式取得 Embretson (1987) 所言之「殘差獲益分數」(residualized gains score)，而僅能使用「原始獲益分數」(simple gains score) 作為個體解題或遷移進步分數評估之依據。

(1) 處理組與參照組解題獲益能力之比較

本項以不同評量處理為自變項、後前測差異表現為依變項、前測表現為共變項進行獨立樣本單因子共變數分析以了解在去除前測效應下，個體解題進步分數 (gains score) 的實際差異。雖然在共斜率不為零考驗方面得到 B 值 -0.88 、 β 值 -0.58 、 t 值 -4.55 ($p < .05$)，表示共變項對依變項有負向限制的顯著影響 (前測較高者，後前測進步區間較小，反之亦然)，須進行共變數分析加以排除。在變異數同質性考驗方面得到 Bartlett-box 考驗係數 $.75$ 與 Cochran's 考驗係數 2.56 均未達顯著 ($p > .05$)，表示

未違反變異數同質假定。而表 11 迴歸同質性考驗的結果 ($F=4.51, p> .05$) 亦未達顯著，代表未違反等迴歸線假定。

表 11 解題作業後前測差異表現獨立樣本共變數分析之迴歸同質性考驗

Source	SS	df	MS	F
組間 (迴歸係數)	3.27	1	3.27	4.51 ^{n.s}
組內 (誤差)	11.6	16	.72	
整體	14.87	17		

註：以單步驟作業解題前測表現為共變量

^{n.s} $p> .05$

綜合上述前置分析結果，代表資料組型適合進行共變數分析，其結果如表 12 所列。

表 12 解題作業後前測差異表現之獨立樣本共變數分析

Source	SS	df	MS	F
組間 (實驗處理)	12.98	1	12.98	14.84**
組內 (誤差)	14.86	17	.87	
整體	27.84	18		

註：處理組後前測差異調整後平均數為 1.64 參照組後前測差異調整後平均數為 -.036 組內母群標準差估計值為 0.93 以單步驟作業解題前測表現為共變量

** $p< .01$

從表 12 中可以發現兩組在去除前測影響後，其後前測差異表現間仍有顯著差異 ($F=14.84, p< .01$)，此外依 Cohen (1988) 的準則，本次分析結果具大幅度效果值 ($d=1.8$ ，大於 .8) 及關聯強度 ($\omega^2 = .42$ ，大於 .138)，前者代表平均數間的大幅差異，而後者則代表自變項 (中介學習) 對依變項具有至少 42% 的影響程度，接著再對處理組的解題後測及前測表現以重複量數 t 考驗進行比較，結果亦達顯著 ($t=3.61, p< .01$)。這不僅指出處理組的解題後前測差異較參照組有明顯正向改變，同時亦說明中介學習確具提昇個體解題表現的效果。

(2) 處理組與參照組遷移新能力之比較

由於 Levene 之 F 檢定值 1.32，未達顯著 ($p> .05$)，代表兩組變異數同質假定並未違反。因此以不同評量處理為自變項、遷移前測表現為依變項進行獨立樣本單因子變異數分析，其結果如表 13 所列。

表 13 遷移前測作業表現之獨立樣本變異數分析

Source	SS	df	MS	F
組間 (實驗處理)	198.45	1	198.45	8.22*
組內 (誤差)	434.5	18	24.14	
整體	632.95	19		

註：處理組前測調整後平均數為 27.6 參照組前測調整後平均數為 21.3 組內母群標準差估計值為 4.91

* $p< .05$

從表 13 中可發現兩組在遷移新能力表現間具顯著差異 ($F=8.22, p<.05$)，此外依 Cohen (1988) 的準則，本次分析結果具大幅度效果值 ($d=1.28$ ，大於 .8) 及關聯強度 ($\omega^2 = .27$ ，大於 .138)，前者代表平均數間的大幅差異，而後者則代表自變項 (中介學習) 對依變項 (遷移新能力) 具有至少 27% 的影響程度。

根據 Vygotsky (1978) 對人類心智能力發展的看法，這個新向度能力應與其舊能力有關，因此研究者將進一步了解在排除個體中介學習後的單步驟解題後測影響後，其第二步驟解題遷移表現間的狀況。故以不同評量處理為自變項、遷移表現為依變項、後測表現為共變項進行獨立樣本單因子共變數分析，在共斜率不為零考驗方面得到 B 值 3.07、 β 值 .64、 t 值 2.89 ($p<.05$) 表示共變項對依變項有顯著影響，須進行共變數分析加以排除。在變異數同質性考驗方面得到 Bartlett-box 考驗係數 .72 與 Cochran's 考驗係數 1.8 均未達顯著 ($p>.05$)，表示未違反變異數同質假定。而表 14 迴歸同質性考驗的結果 ($F=.3, p>.05$) 亦未達顯著，代表未違反等迴歸線假定。

表 14 遷移前測作業表現獨立樣本共變數分析之迴歸同質性考驗

Source	SS	df	MS	F
組間 (迴歸係數)	5.36	1	5.36	.3 ^{n.s}
組內 (誤差)	286.28	16	17.89	
整體	291.64	17		

註：以單步驟解題作業後測表現為共變量

n.s $p>.05$

綜合上述前置分析結果，代表資料組型適合進行共變數分析，其正式分析結果如表 15 所列。

表 15 遷移前測作業表現之獨立樣本共變數分析

Source	SS	df	MS	F
組間 (實驗處理)	5.28	1	5.28	.31 ^{n.s}
組內 (誤差)	291.63	17	17.15	
整體	296.91	18		

註：處理組前測調整後平均數為 25.15 參照組前測調整後平均數為 23.75

以單步驟解題作業後測表現為共變量

n.s $p>.05$

從表 15 中可以發現兩組在去除後測影響後，其遷移表現間未有顯著差異 ($F=.31, p>.05$)，與表 13 的結果比較起來，在去除後測的影響力後，平均數的差異及自變項解釋變異量不再具有統計上的意義，反映出組間的遷移表現差異之解釋變異應有不少部份來自於後測表現的影響。這不僅間接說明了解題中介學習可能具有促進新向度與現有能能力間的延展效益，也代表研究者的假設目前得到部份程度的支持，且與許家驊 (民 93) 的研究發現相符。

(3) 處理組與參照組遷移獲益能力之比較

本項以不同評量處理為自變項、後前測差異表現為依變項、前測表現為共變項進行獨立樣本單因子共變數分析以了解在去除前測的效應下，個體遷移進步分數的實際差異。在共斜率不為零考驗方面得到 B 值 -.2、 β 值 -.42、 t 值 -2.41 ($p<.05$) 表示共變項對依變項有負向限制的顯著影響 (前測較高者，後前測進步區間較小，反之亦然)，應進行共變數分析加以排除。在變異數同質性考驗方面得到

Bartlett-box 考驗係數 .57 與 Cochran's 考驗係數 .18 均未達顯著 ($p > .05$)，表示未違反變異數同質假定。而表 16 迴歸同質性考驗的結果 ($F=2.13, p > .05$) 亦未達顯著，代表未違反等迴歸線假定。

表 16 遷移作業後前測差異表現獨立樣本共變數分析之迴歸同質性考驗

Source	SS	df	MS	F
組間 (迴歸係數)	6.13	1	6.13	2.13 ^{n.s}
組內 (誤差)	46.05	16	2.88	
整體	52.18	17		

註：以遷移作業前測表現為共變量

^{n.s} $p > .05$

綜合上述前置分析結果，代表資料組型適合進行共變數分析，其結果如表 17 所列。

表 17 遷移作業後前測差異表現之獨立樣本共變數分析

Source	SS	df	MS	F
組間 (實驗處理)	95.54	1	95.54	31.13***
組內 (誤差)	52.18	17	3.07	
整體	147.72	18		

註：處理組後前測差異調整後平均數為 3.64 參照組後前測差異調整後平均數為 -1.64 組內母群標準差估計值為 1.75 以遷移作業前測表現為共變量

*** $p < .001$

從表 17 中可以發現兩組在去除前測影響後，其後前測差異表現間仍有顯著差異 ($F=31.13, p < .001$)，此外依 Cohen (1988) 的準則，本次分析結果具大幅度效果值 ($d=3.02$ ，大於 .8) 及關聯強度 ($\omega^2 = .61$ ，大於 .138)，前者代表平均數間的大幅差異，而後者則代表自變項 (中介學習) 對依變項具有至少 61% 的影響程度，接著再對處理組的遷移後測及前測表現以重複量數 t 考驗進行比較，結果亦達顯著 ($t=5.2, p < .01$)。這不僅指出處理組的遷移後前測差異較參照組有明顯正向改變，同時亦說明中介學習確具提昇個體遷移表現的效果。

(二) 個體數學解題與遷移能力的學習潛力展現

在解題前測部份，研究者已使用精熟標準對個體作了一次篩選，以區分出完全答對及未完全答對兩群個體，作為後續處理組與參照組分組之依據，之後再透過處理組個體在多階段動態評量程序中展現的各項表現剖面訊息，來區分其學習潛力。研究設計及實施部份曾提過十位處理組個體可再依其標準化中介學習表現各自區分為解題與遷移階段的標準群 (僅接受標準化中介—不需太多協助)、連續群 (接受標準化及非標準化中介—需要較多深層協助) 兩類。準此，標準群個體整體學習潛力應較連續群個體為高，此外兩群內尚可依所得之各項表現訊息剖面，再加細分。依據動態評量理論及實務，新向度能力 (現有能力的類推發展)、後測 (協助後的能力)、教學敏感度 (對中介協助的回應性)、後前測差異 (協助前後能力的改變) 應為個體學習潛力展現的核心訊息，但 Embretson (1987) 以為後前差異表現這項量數有可能受到上下限效應的影響，而無法完全顯現個體的學習潛能。所以此處區分解題學習潛力的主要排序原則為，先考量遷移前測表現、次考量後測及教學敏感度 (中介表現及協助)、再考量後前測差異表現，而區分遷移學習潛力的主要排序原則為，先考量後測及教學敏感度 (中介表現及協助)、再考量後前測差異表現。以下分別呈現兩群個體在解題與遷移上的原始資料來加以說明。

1. 解題整體學習潛力區分

(1) 標準群個體之解題整體學習潛力區分

如表 18 所列。

表 18 標準群之解題原始表現剖面

編號	前測 原始總分	標準化中介學 習平均表現	標準化中介學 習平均協助量	後測 原始總分	後前測原始 總分差異	遷移前測 原始總分	潛力排序
S1	14	16	0	16	2	31	1
S3	14	16	0	16	2	29	4
S4	15	16	0	16	1	27	6
S5	15	16	0	16	1	30	3
S6	15	16	0	16	1	31	2
S7	15	16	0	16	1	29	5
S10	13	15	0.67	16	3	23	7
平均數	14.43	15.86	0.096	16	1.57	28.57	
標準差	0.79	0.38	0.25	0	0.79	2.82	

自表 18 中，在解題後測與中介學習表現相同的狀況下，以其遷移前測的表現來作潛力排序的主要指標，所以 S1 第一、S6 第二、S5 第三、S3 第四、S7 第五、S4 第六，雖然 S10 的後前測差異相當大、教學回應性也不錯，但其遷移前測表現明顯落後其他個體，因此排序第七。

綜言之，即使前測相同且高於其他個體，但在中介學習後，所展現的潛力卻不一定保有優勢且彼此間還具有相當差異，如 S4、S5、S6、S7 排序就在解題前測較低的 S1、S3 之後，這也就是說解題前測表現較低的個體，其潛力並不必然就較低，如 S1 就展現群內第一的潛力。另外解題前測相同的個體如 S1、S3，在中介學習後展現的潛力仍有相當差異。

在中介學習後，大部份先備能力高者，學習潛力仍較高，但不必然，如前測為群中領先之 S7、S4，最後分別居於第五及第六。而 S1 在前測時雖低於部份個體，但在中介學習後，表現卻居第一。S10 的前測表現本來就與其他個體有較大落差，而在中介學習後，雖然 S10 的後前測差異相當大、教學回應性也不錯，但其遷移前測表現明顯落後其他個體，這有可能是先備能力水準較低使然。上述說明了僅以靜態評量量數並無法充分說明個體的學習潛力！

(2) 連續群個體之解題整體學習潛力區分

如表 19 所列。

表 19 連續群之解題原始表現剖面

編號	前測 原始總分	標準化中 介學習平 均表現	標準化中 介學習平 均協助量	非標準化 中介學習 平均表現	非標準化中 介學習平 均協助量	後測 原始 總分	後前測 原始總 分差異	遷移前測 原始 總分	潛力排序
S2	14	8	10	16	0	16	2	31	1
S8	14	10	28	16	0	14	0	24	2
S9	10	14.5	1	16	0	16	6	21	3
平均數	12.67	10.83	13	16	0	15.33	2.67	25.33	
標準差	2.31	3.33	13.75	0	0	1.15	3.06	5.13	

自表 19 中可以看出，依排序原則，S2 第一、S8 第二、S9 第三，其中 S9 雖然在後測、教學回應性、後前測差異上較 S8 佳，但在遷移前測部份卻明顯較低，因此在潛力排序上仍居最後。而中介學習對 S8 來說，可能具有潛在延宕效益。

綜言之，S2、S8 即使在解題前測相等且高於其他個體的狀況下，於中介學習後，其所展現之教學敏感度、進步區間、後測及遷移前測水準仍有所不同，潛力亦不同。而解題前測較低的 S9，雖然教學敏感度、進步區間、後測表現不錯，但新向度能力在群內仍偏低。代表先備能力對個體接受中介學習後的學習潛力確有其影響，但相同能力間卻仍存有差異。上述說明顯示中介學習才是引發評估個體學習潛力的重要因子！

2. 遷移整體學習潛力

(1) 標準群個體之遷移整體學習潛力區分

如表 20 所列。

表 20 標準群之遷移原始表現剖面

編號	前測 原始總分	標準化中介學 習平均表現	標準化中介學 習平均協助量	後測 原始總分	後前測原始 總分差異	潛力排序
S1	31	32	0	32	1	3
S2	31	32	0	32	1	3
S3	29	32	0	32	3	1
S5	30	30	0.5	32	2	2
S10	23	30.67	0.33	26	3	4
平均數	28.8	31.33	0.17	30.8	2	
標準差	3.35	0.94	0.24	2.68	1	

自表 20 中可以看出，前四位個體在後測表現相等的狀況下，依其後前測差異表現來加以排序，S3 第一、S5 第二、S1 與 S2 並列第三。而 S10 雖然進步區間及教學回應性良好，但因其後測表現水準最低，所以排名最後。

綜合言之，S1、S2 即使前測相同且高於其他個體，但在中介學習後，所展現的潛力卻未比前測較低的 S3、S5 為佳，此外 S3、S5 雖前測相同但潛力卻有差異，而 S10 前測群內最低，潛力表現也偏低，這也就是說大部份先備能力高者，學習潛力仍較高，但不一定最高，如 S3、S5 在中介學習後就高於 S1 與 S2。S10 的前測表現本來與他個體有明顯落差，在中介學習後，表現仍然不如其他個體，這有可能是先備能力水準較低使然。此再次說明僅以靜態評量的量數是無法充分預估個體學習潛力的！

(2) 連續群個體之遷移整體學習潛力區分

如表 21 所列。

自表 21 中可以看出，前三位個體在後測表現相等的狀況下，依其後前測差異表現來加以排序，S4 第一、S7 第二、S6 第三。後二位個體依後測表現看排序，S8 第四、S9 第五。綜言之，先備能力對學習潛力確有其影響，但非必然，如 S4 雖然前測能力位居中等，但在中介學習時，展現群內第二的教學敏感度，中介學習後，在後測表現達到最高水準，學習潛力屬群內第一。而前測較高的 S6、S7，在後測表現上反而不如 S4，且 S7 尚高於 S6。前測表現較低的 S8 在中介學習時教學回應性雖然群內第一，但後測表現低於前三位個體，潛力位居第四，而 S9 前測最低，中介學習的教學回應性群內第三，不過後測表現最低，所以潛力最低。此處我們再次見到先備能力對個體接受中介學習後表現

的影響，且顯示中介學習才是引發評估個體學習潛力的重要因子！

表 21 連續群之遷移原始表現剖面

編號	前測	標準化中	標準化中	非標準化	非標準化	後測	後前測	潛力排序
	原始 總分	介學習平 均表現	介學習平 均協助量	中介學習 平均表現	中介學習 平均協助量	原始 總分	原始總分 差異	
S4	27	31	1	32	0	32	5	1
S6	31	26	21	32	0	32	1	3
S7	29	29	1.5	31	1	32	3	2
S8	24	30.8	1	31	1	30	6	4
S9	21	30.4	0.6	32	0	26	5	5
平均數	26.4	29.44	5.02	31.6	0.4	30.4	4	
標準差	3.97	2.08	8.94	0.55	0.55	2.61	2	

二、多階段動態評量中個體數學解題與遷移表現的學習潛力鷹架延展性及關聯性

首先自表 13、15 的分析結果中，我們可以知道處理組與參照組間遷移前測表現之變異數分析結果達顯著差異 ($F=8.22, p < .01$)，而在排除解題後測後之遷移前測表現組間共變數分析結果卻無顯著差異 ($F=.31, p > .05$)，代表遷移前測變異數分析顯著差異的基礎應來自於解題後測的貢獻，也間接說明了解題與遷移表現間可能具有銜接延展性。

其次依表 22 之資料與潛力排序原則整合處理組個體在解題及遷移學習的潛力排序變化狀態後，再進行等級相關之分析。

表 22 處理組接受解題及遷移中介學習之表現分數

編號	解題 前測	標準化標準化		解題 後測	解題後接受解 題非標 準化中 介與否			解題 潛力 排序	標準化標準化		遷移 後測	遷移後接受遷 移非標 準化中 介與否		遷移 潛力 排序
		中介學 習平均 表現	中介學 習平均 協助量		表現 差異	介與 否	遷移 前測		遷移 後測	表現 差異		介與 否		
S1	14	16	0	16	2	0	1	31	32	0	32	1	0	2
S2	14	8	10	16	2	1	5	31	32	0	32	1	0	2
S3	14	16	0	16	2	0	1	29	32	0	32	3	0	1
S4	15	16	0	16	1	0	2	27	31	1	32	5	1	3
S5	15	16	0	16	1	0	2	30	30	0.5	32	2	0	4
S6	15	16	0	16	1	0	2	31	26	21	32	1	1	6
S7	15	16	0	16	1	0	2	29	29	1.5	32	3	1	5
S8	14	10	28	14	0	1	6	24	30.8	1	30	6	1	7
S9	10	14.5	1	16	6	1	3	21	30.4	0.6	26	5	1	8
S10	13	15	0.67	16	3	0	4	23	30.67	0.33	26	3	0	9
平均數	13.9	14.35	3.97	15.8	1.9			27.6	30.39	2.59	30.6	3		
標準差	1.52	2.91	8.99	0.63	1.66			3.69	1.82	6.49	2.5	1.83		

註：接受解題與遷移非標準化中介與否兩欄中 1 代表接受、0 代表未接受

為清楚區隔所有個體在兩個階段的潛力起見，因此解題與遷移階段的排序原則均為先考量後測表現、次考量標準化中介表現及協助量、再考量後前測差異（在此非標準化中介並非所有個體均接受，故無法列入排序依據）。不過在表 22 中，S9、S10 兩位個體的解題及遷移標準化中介學習平均表現及協助量彼此間的差異都在六分之一個標準差、小數點以下兩位之內，應可視為無特別差異，所以排序的主要區分點在於後前測的差異表現，因此 S9 的排序先於 S10。以表 22 中個體解題與遷移潛力排序結果作等級相關分析後，得到校正後 Spearman ρ 係數為 .67 ($n=10, p < .05$)，代表個體數學解題與遷移表現的學習潛力間具有中度正向關聯，此間接說明鷹架學習的潛力表現區間可能具中介效益之延展性。但因人數關係，本項結果日後必須再進行多次研究以確認其真實性。

三、綜合歸納與討論

首先在個體數學解題與遷移表現的鷹架效益方面，發現處理組的解題後前測差異表現即使去除前測影響，仍呈處理組顯著優於參照組的現象。而二步驟解題遷移前測作業表現在未去除單步驟解題後測作業影響前，處理組亦顯著優於參照組，但在去除後，兩組並無顯著差異。另外兩組遷移後前測差異表現在去除前測影響後，仍具顯著差異。這說明了多階段動態評量中介學習對個體的單步驟及二步驟解題表現，亦即現有能力及新向度能力的提昇均有顯著效益，此外中介學習在未去除單步驟解題後測影響前，對二步驟解題遷移作業組間差異具有 27% 的解釋變異，但在去除後，並無顯著差異，代表遷移前測作業的組間差異現象，應來自於單步驟解題後測表現的影響，這不僅顯示中介學習對個體能力提昇具有延續效益，也間接反應了現有能力和新向度能力間可能具有發展延展性。

其次處理組在解題及遷移作業上，標準群的標準化中介學習表現均較連續群為佳，而連續群的非標準化中介學習表現又較標準化中介學習表現為佳，顯示標準群的學習潛力，整體上比連續群為佳，然而連續群的表現則指出了中介學習對個體解題表現及學習潛勢的連續開展均有其累積加成效益。

再者經由多區段 (multi session) 動態評量程序的設計，在前測部份已依精熟程度篩選出須接受及不須接受後續程序的兩類個體，須接受解題與遷移後續評量程序（未完全精熟）的個體依其中介學習表現又可區分出僅須接受標準化中介之標準群與接受完整中介之連續群個體，此已可說明標準群個體之學習潛力較連續群為高，之後透過兩群個體各項表現量數剖面，依先前所提潛力排序主要原則，更可將兩群個體的解題與遷移潛力分別作群內排序，以細部區分出群內個體學習潛勢。此外，前測表現較高的個體，在中介學習後，其學習潛能一般似有較高的趨勢，但其中卻仍有個體展現出低學習潛能。而在前測表現較低的個體中，經中介學習後，其學習潛能仍呈較低的趨勢，但不必然。這指出在先備能力外，中介學習應是引發及評估個體學習潛能的重要因子。

至於在個體數學解題與遷移表現的鷹架延展性及關聯性方面，發現兩組之遷移前測在未排除解題後測前，組間有顯著差異，但在排除後則無差異，代表遷移前測變異數分析顯著差異的基礎應來自於解題後測的貢獻，這間接指出解題與遷移表現間可能具有銜接延展性。此外，處理組內個體解題潛力排序及遷移潛力排序間具有中度正相關的等級關聯，此項結果說了解題與遷移潛力成長可能具有效益延展性。

結論與建議

一、結論

首先就個體數學解題與遷移學習的鷹架效益而言，多階段動態評量具有描述及促進個體數學解題現有及新向度遷移能力的即時與延續開展效益，並間接說明個體能力發展區間應具有延展性，此不僅

與 Vygotsky (1978) 的理論主張、吳國銘等人 (民 84)、許家驊等人 (民 92)、許家驊 (民 93) 的研究發現相符，且為先前所提對動態評量促進個體能力區間延展性的概念性看法，找到了明確的實徵基礎。

其次多階段動態評量各項中介學習前後之表現剖面，具有細緻區分個體數學解題與遷移現有能力及學習潛勢上的效益，有助於對個體學習潛力的深入了解，並細部篩選及分析個體的學習潛勢，此外個體特定領域的先備能力與其學習潛能的開展似具有一定程度之關聯性。

再就個體數學解題與遷移表現的鷹架延展性與關聯性來說，其不僅指出解題與遷移學習潛能間的效益關聯性，亦間接顯示解題與遷移表現間的銜接延展可能性，此亦再次支持前段第一項所得結果。

整體言之，多區段的多階段動態評量中介設計對個體數學解題現有能力的提昇、新向度遷移學習潛勢的引發評估具有正向鷹架效益，此與 Swanson 與 Lussier (2001) 對不同設計類型動態評量效益進行後設分析的發現相符。本研究結果不僅指出中介學習較靜態評量更能引發個體的學習潛力、更能有效探測個體的學習潛勢，也說明了藉由多區段中介的設計，可有效提昇個體的現有及新能力水準，並試探個體能力區間發展的延展性。此外，在多區段的鷹架中介歷程中，更可以引發開展個體數學解題與遷移潛勢的延伸關聯性，同時這也間接指出個體特定領域心智能力發展的連續性。

二、建議

先就教學與評量而言，我們可以了解有中介協助的動態評量在各項效益上確較傳統靜態評量為佳，特別是運用多區段動態評量的中介設計，可以連續性引發開展個體數學學習上的潛能，因此個體目前的成就實不等同其學習潛力，且在教學歷程中結合學科教學適時使用動態評量確有其必要。

次就未來研究而言，我們可以了解採結合特定學習歷程成分分析、鷹架教學中介階層與不同中介區間設計來進行動態評量應是引發個體能力延續開展的重要研究取向之一。不過本研究因使用效標漸進連續性篩選設計，所以在正式研究對象上僅能採小樣本分組，因此未來可再進行特定學習領域不同主題的多次研究以測試本取向動態評量之效益及潛能延展促進性。

三、限制

在本研究中，由於研究實務及樣本人數的限制，在統計假定未違反的狀況下，審慎使用母數統計對部份資料進行分析，不過假定雖無違反，但小樣本在推論適用性上仍可能有其侷限，因此在類推運用研究結果時須審慎為之。

參 考 文 獻

- 古明鋒 (民 87)：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。
- 江淑卿 (民 87)：動態評量在促進類比推理能力的學習與遷移歷程之研究。國立屏東科技大學學報，7 卷，4 期，327-334 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 卷，173-189 頁。
- 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。
- 康軒文化事業股份有限公司 (民 92)：一下國小數學課本。台北市。
- 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。

- 許家驊 (民93)：多階段動態評量在現行國小課程數學文字題單元教學中之應用效益探析。教育與心理研究，27期，4卷，721-749頁。(行政院國科會專案研究成果報告編號：NSC 91-2413-H-415-009)
- 許家驊、邱上真、張新仁 (民92)：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。教育心理學報，35卷，2期，141-166頁。
- 莊麗娟、邱上真、江新合 (民86)：國小六年級浮力概念動態評量的效益分析。測驗年刊，44期，71-94頁。
- Allal, L., & Ducrey, G. P. (2000). Assessment of- or in- the zone of proximal development. *Learning and Instruction, 10*(2000), 137-152.
- Bielaczyc, K., & Collins, A. (1999). Learning communities in classrooms: advancing knowledge for a lifetime. *NASSP bulletin, 83*(604), 4-10. National Association of Secondary School Principals.
- Budoff, M. (1987). The validity of learning potential assessment. In C.S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluating learning potential* (pp. 52-81). New York: The Guilford Press.
- 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.
- Carlson, J., & Wiedl, K. H. (2000). The validity of dynamic assessment. In C. S. Lidz, and J. G. Elliot (Eds.), *Dynamic assessment: prevailing models and applications* (advances in cognition and educational practice Vol. 6) (pp. 681-712). Amsterdam: JAI.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Day, J. D., & Cordon, L. A. (1993). Static and dynamic measures of ability: An experimental comparison. *Journal of educational psychology, 85*(1), 75-82.
- Day, J. D., Engelhardt, J. L., Maxwell, S. E., & Bolig, E. E. (1997). Comparison of Static and dynamic procedures and their relation to independent performance. *Journal of educational psychology, 89*(2), 358-368.
- Embretson, S. E. (1987). Toward development of a psychometric approach. In C.S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluating learning potential* (pp. 141-170). New York: The Guilford Press.
- 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., & Tzuriel, 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. 243-275). New York: Macmillan.
- Gillen, J. (2000). Versions of Vygotsky. *British Journal of Educational Studies, 48*(2), 183-199.
- Green, S. K., & Gredler, M. E. (2002). A review and analysis of constructivism for school-based practice. *School Psychology Review, 31*(1), 53-70.
- Haywood, H. C., Tzuriel, D., & Vaught, S. (1992). Psychoeducational assessment from a transactional

- perspective. In H. C. Haywood, & D. Tzuriel (Eds.), *Interactive assessment* (pp. 38-63). New York: Springer-Verlag.
- Jitendra, A. K., & Kameenul, E. J. (1993). Dynamic assessment as a compensatory assessment approach: A description and analysis. *Remedial and Special Education, 14*(5), 6-18.
- Kintsch, W., & Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review, 92*(1), 109-129.
- Kirk, R. E. (1995). *Experimental design: Procedures for the behavioral sciences* (3rd ed.). Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Company.
- Krulik, S. K., & Rudnick, J. A. (1989). *Problem solving: A handbook for senior high school teachers*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Lauchlan, F., & Elliot, J. (2001). The psychological assessment of learning potential. *British Journal of Educational Psychology, 71*, 647-665.
- 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)
- Palincsar, A. S. (1998). Social constructivist perspectives on teaching and learning. *Annual review psychology, 49*, 345-375.
- Swanson, H. L., & Lussier, C. M. (2001). A selective synthesis of experimental literature on dynamic assessment. *Review of Educational Research, 71*(2), 321-363.
- Tzuriel, D. (2000). Dynamic assessment of young children: educational and intervention perspectives. *Educational Psychology Review, 12*(4), 385-435
- 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：2004年07月14日

一稿修訂日期：2005年01月19日

接受刊登日期：2005年01月20日

Bulletin of Educational Psychology, 2005, 36(4), 311-333
National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Applying Multi-Stage Dynamic Assessment to Scaffold Continuous Development of Learning Potential in First Graders' Word Problem Solving Performance

CHIA-HUA HSU

Department of Education
National Chiayi University

The researcher investigated the continuous development of learning potential in first- graders, applying Multi-Stage Dynamic Assessment (MSDA) model to single-step word problem solving. The study utilized a between grouping experimental design. Participants included twenty students were screened out by pre-testing and subject matched with ten in each of the two groups. The first group was mediated by solving and transfer multi-session dynamic assessment, while the second group utilized self-practice. Both groups underwent post-testing of solving and transfer tasks. Data were analyzed by adequate statistical methods. The simple gain scores of solving and transfer performance of treatment group was significantly greater than those of the control group. In addition, pre-testing transfer performance was found to be affected by post-testing solving performance. The effectiveness of cumulative facilitation, potential discrimination for multi-session dynamic assessment was also found for the treatment group. Finally, positive correlation was found between solving and transfer performance in the treatment group.

KEY WORDS: continuous development of learning potential, dynamic assessment (DA), intervention of scaffolding instruction , mathematics problem solving (MPS), zone of proximal development (ZPD)