

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，民 97，39 卷，4 期，513-532 頁

不同策略教學及鷹架中介設計對 個體數學文字題解題學習潛能開展 效益影響之動態評量研究*

許 家 驊

國立嘉義大學
教育學系

本研究旨在探討不同策略教學（認知解題與整合解題）及鷹架中介（漸進提示、解題歷程教學與連續中介）動態評量設計對未曾學過二步驟加減法解題個體之潛能開展效益影響，採二因子 2x3 變異數實驗設計外加參照組進行，實驗細格施予不同處理組合，參照組給予自我練習。結果發現不論在二步驟解題立即獲益、延宕獲益及三步驟解題（遷移）表現上，兩個因子間雖無整體交互作用，然除策略教學之遷移表現外，均各具主要效果，整合解題顯著優於認知解題，連續中介顯著優於漸進提示及解題歷程教學，後二者間無顯著差異，各組均顯著優於參照組並具大幅效果值及關聯強度。故採檢核教導融入認知解題整合策略或連續中介，其效益優於認知解題或其他中介形式。

關鍵詞：可能發展區間（ZPD）、動態評量、解題策略教學、學習潛能開展、鷹架教學中介

如何去了解、評估及促進個體的學習潛能（learning potential），可謂是當前教學評量領域學者與實務工作者關心的重要議題之一。特別是在俄國心理學者 Vygotsky（1978）「可能發展區間」（Zone of Proximal Development, ZPD）理論提出後，使得探討個體學習潛能的意圖變得更為可能。剖析「可能發展區間」理論之本質，主要乃源自於 Vygotsky 的社會心智發展觀點，其以為個體均具有較現有能水力水準更佳之潛在發展水準，這兩個水準間的差距即為個體之「可能發展區間」。至於這個區間的開展，Vygotsky 認為必須藉由他人中介（mediation）的社會互動及鷹架（scaffolding）歷程，來造成從個體心理間（interpsychological）社會層面過渡至個體心理內（intrapsychological）個體層面的內化（internalization）轉變，始能達致此一目標。

在前述脈絡下，基於「可能發展區間」及「學習潛能」兩個核心概念而發展的動態評量（dynamic

* 本論文係寫自行政院國家科學委員會補助之九十四年度專題研究成果報告內容（編號：NSC 94-2413-H-415-005），謹此誌謝。本文文責由研究者自負。

assessment, DA) 遂逐漸為人所重視。就性質及功能而言, 所謂動態評量乃是給予個體中介協助的評量方式, 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及開展個體的學習潛能, 除測試 Haywood、Tzuriel 與 Vaught (1992) 所謂個體對他人中介的教學敏感度 (instruction sensitivity) 或回應性 (response of mediation) 外, 同時亦可據此了解個體學習彈性 (learning flexibility) 及改變程度 (modifiability)。再就程序而言, 一般學者均同意動態評量的基本流程為「前測—中介或教學—後測」(Lidz, 1991)。

因此我們不難了解介入 (intervention) 或中介實為動態評量重要組成要素之一, 揆諸動態評量文獻, 目前可發現三個主要介入或中介模式, 分別為 Campione 與 Brown (1987) 的標準化漸進提示階層 (graduated prompting hierarchy)、Feuerstein、Rand、Jensen、Kaniel 與 Tzuriel (1987) 的非標準化學習潛能評量設計 (Learning Potential Assessment Device, LPAD) 及 Vye、Burns、Delcos 與 Bransford (1987) 之連續性評量模式 (a continuum of assessment model)。三者分有不同中介特色, 前者係以事先設計之提示量漸增階層作為實施及計分的核心, 中者乃以彈性協助之中介活動作為實施及觀察評估的基礎, 後者則為二者之組合, 被中介者若無法於漸進提示階層有效獲益時, 則再接受彈性中介活動協助。依據 Jitendra 與 Kameenui (1993) 對不同取向、不同領域動態評量文獻的綜合分析結果指出, 一般而言, 漸進提示階層能夠提昇對個體學習能力估計的精確性, 學習潛能評量能夠增進個體日後的遷移應用能力, 連續性評量較漸進提示階層更能促進個體的遷移應用能力。雖然 Swanson 與 Lussier (2001) 在針對動態評量實驗研究資料的後設分析 (meta analysis) 研究中, 曾將動態評量分為鷹架式、教導式 (coaching)、策略訓練 (strategy training) 三種性質來進行實驗效果值 (effect size) 的分析比較, 其中「鷹架式」指的是運用語文中介或提示幫助個體漸次達致最佳表現、「教導式」係指提供訓練或教學、策略訓練則指提供一般策略 (general strategy) 示範及訓練。然就數學解題特定學習領域而言, 前述所提漸進提示、學習潛能設計及連續性評量三種中介模式似均具 Swanson 與 Lussier (2001) 所言「鷹架式」與「教導式」動態評量之性質, 且歸納數學文字題解題動態評量實徵研究的作法後, 若就單一作者數而言, 可發現其研究設計似以漸進提示中介模式居多、少見學習潛能評量或連續性評量設計。

例如在漸進提示中介模式方面, 古明鋒 (民 87) 曾針對三年級普通班學生採不同能力及遷移作業難度二因子實驗組及對照組設計, 使用包含簡單消極回饋、問題轉譯提示、工作記憶的提示、提示解題重要關鍵、提供策略知識、協助執行策略 (解題及列式計算)、示範整個解題步驟等策略之漸進提示階層來進行中介。朱經明與蔡玉瑟 (民 89) 曾針對五年級數學學障學生採單組設計, 使用包含語音提示、關鍵字提示與解釋、題目簡化或圖解以類化題型或增加題目的理解性、以橫式列出步驟、以直式列出步驟等策略之漸進提示階層來進行中介。吳國銘、洪碧霞與邱上真 (民 84) 曾針對五年級普通班數學低能力學生採單因子實驗組及對照組設計, 使用包含簡單回饋、題意理解及表徵上的協助、平行題目教學、原題目完整教學等策略之漸進提示階層來進行中介。

又如在含括漸進提示及學習潛能中介教學組合之連續性中介模式方面, 許家驊、邱上真與張新仁 (民 92) 曾針對三年級普通班學生採單組精熟導向漸進篩選設計, 使用包含簡單回饋、題目協讀、語意說明、程序說明、程序教作等策略來進行二步驟四則解題的連續區段中介。許家驊 (民 93, 民 94a) 曾針對一年級普通班學生採單因子精熟導向漸進篩選實驗組及對照組設計, 使用包含簡單回饋、題目協讀、重述及找出問題、提示數學解題訊息、提供題目訊息表徵、程序說明、程序教作等策略來分別進行單步驟解題、解題與遷移的連續區段中介。許家驊 (民 94b) 曾針對一年級普通班學生採單因子精熟導向漸進篩選實驗組及對照組設計, 使用包含簡單回饋、提示檢核作業方式、題目協讀、重述及提示檢核訊息、提供檢核訊息表徵、檢核程序說明、檢核程序教作、檢核回顧等策略來進行單步驟解題監控檢核能力的連續區段中介。許家驊 (民 95) 曾針對一年級普通班學生採單因子精熟

導向漸進篩選實驗組、歷程導向直接教學實驗組及對照組的設計，使用包含提示簡單對錯回饋、協助讀題、重述及找出問題、提示數學解題訊息、提供題目訊息表徵、明示解題程序、解題程序教作、檢核確認等策略搭配動態評量轉化之補救教學模式，分別進行二步驟解題連續區段中介與歷程導向直接教學，以了解其補救效益之不同。

上述所提，除許家驊、邱上真與張新仁（民 92）、許家驊（民 93，民 94a，民 94b，民 95）的研究，採標準化漸進提示階層及非標準化學習潛能中介教學組合之連續性中介模式進行外，餘皆僅為漸進提示階層設計，但依許家驊（民 93，民 94a，民 94b，民 95）的研究，連續區段中介有其促進個體精熟學習（mastery learning）之效益，所以似有必要再分別針對漸進提示、學習潛能中介評量設計及連續性評量三種中介模式進行研究以了解不同中介模式之解題學習潛能開展效果。

此外在設計動態評量中介程序時，一般須先對所欲中介的能力或特定學習內容進行作業分析（task analysis），若以數學解題領域為例，亦即須對數學解題的心智運作歷程與涉及能力作 Hutchinson（1992）所言之「成分分析」（componential analysis），之後再據之設計評量作業及中介策略，因此成分分析與中介策略安排可謂是動態評量的另一個重要組成要素。但剖析前述數學解題動態評量實徵研究的設計後，可發現其內容大多偏重認知解題策略成分的中介，而較疏略後設認知（metacognition）解題策略成分的中介，例如除許家驊（民 94b，民 95）的研究將監控檢核策略作為中介軸心或融入解題歷程中介策略進行外，餘皆僅含解題歷程認知中介策略之安排。

然依學者看法，後設認知能力不僅與個體如何去使用訊息、表徵問題、選擇及運用策略、作有效評估及調整解題歷程之各項運作間息息相關，且對其最終解題表現具有重要影響（Montague, Warger, & Morgan, 2000；Pugalee, 2001）。而在解題策略教學研究上更發現教導後設認知策略對個體解題表現具正向提昇效應（Montague et al., 2000；Schurter, 2002）。由此可知個體的數學後設認知能力不僅有助於整個解題流程的進行，亦可提昇其解題表現，且被學者認為是解題歷程中不可或缺的能力之一。所以亦有必要將認知解題策略及後設認知解題策略教導融入動態評量研究設計中之成分分析與中介策略安排，以釐清不同策略教學（strategy instruction）對個體解題學習潛能的影響。

綜觀上述所提數學解題動態評量實徵研究之設計及內容，可發現目前似缺少將前述兩個因子及其所含之不同層面同時納入設計，以進行中介效果比較之研究文獻，導致動態評量不同中介模式設計及策略內容對個體解題學習潛能的影響效益並不明晰。就理論面而言，此涉及了許家驊（民 93）所言之「精熟學習導向連續區段鷹架中介設計」及許家驊（民 94b）所提之「後設檢核策略」融入中介內容是否較一般單一中介設計及內容更為有效的問題。再就實務運用上的時間及人力成本觀之，加入個別提示待答時間的漸進提示階層及連續區段中介可能較直接教學中介更為費時，而融入不同性質策略元素的整合策略教學亦可能較認知策略教學耗費更多時間。因此上述所提對於中介者如何在有限的中介時間內選擇適當有效的動態評量程序而言，實乃重要之核心考量問題。所以本研究希望以動態評量的兩個重要組成因素（解題策略教學及鷹架中介模式設計，參見名詞釋義所述）為基礎，結合數學解題課程本位（curriculum-based）作業分析來進行研究，除試探與了解不同策略教學及不同鷹架中介動態評量介入程序對未曾學過二步驟（two-steps）加減法數學文字題解題之國小一年級學生的學習潛能（參見名詞釋義所述）開展效益影響外，並有助於選擇與設計在開展個體數學解題學習潛能上最具效能之動態評量介入策略。依此目的衍生之具體問題分列如下：

一、不同解題策略教學與鷹架中介模式動態評量介入程序對個體解題學習潛能所產生之交互影響為何？

二、不同解題策略教學（認知、認知及後設認知整合）動態評量介入程序對個體解題學習潛能所產生之各項影響為何？

三、不同解題鷹架中介（漸進提示、解題歷程教學及連續區段中介）動態評量介入程序對個體

解題學習潛能所產生之各項影響為何？

四、在開展個體數學解題學習潛能上，最具效能之動態評量介入策略與設計為何？

此外，研究所涉之關鍵名詞釋義如下：

一、不同策略教學

在本研究中係指解題認知策略教學、認知及後設認知整合策略教學兩類。前者係指協助讀題（閱讀問題）、重述及找出問題（了解問題）、根據題型提示數學解題訊息（理解問題）、提供題目訊息表徵（探究問題）、明示解題程序（選擇策略）、解題程序教作（執行問題）等六項解題歷程性認知策略協助，後者則除前述六項歷程性協助外，另加入檢核策略教導（評估驗證）一項。本項設計依據詳見研究工具第四及六項所述。

二、不同鷹架中介

在本研究中係指解題漸進提示、解題歷程教學及連續區段中介（結合解題漸進提示及歷程教學連續實施）三類。前者係指依解題漸進提示階層實施漸進試探（probing）標準化中介，中者係指將解題漸進提示階層以直接教學方式實施非標準化中介，後者係指先實施解題漸進提示階層、再對在前述中介中接受「讀題協助」或更深層級協助之研究對象實施解題歷程直接教學。本項設計依據詳見研究工具第四至七項所述。

三、學習潛能

若依據 Vygotsky（1978）所提之 ZPD 理論，一般在動態評量研究所謂學習潛能，係指在中介協助後的可能作業表現（潛在發展水準）與中介前作業表現（實際發展水準）之差距，依研究實務之操作性術語而言，即為中介前後的獨立作業表現差距，亦即為後前測差異（獲益分數—gain scores），這在國外 Feuerstein 等人（1987）、Campion 與 Brown（1987）等學者之相關研究，國內吳國銘、洪碧霞與邱上真（民 84）、江淑卿（民 90）等學者之研究中均如此使用。然而 Budoff（1987）以為後前差異表現這項量數有可能受到前測影響而產生上限效應（ceiling effect），無法完全顯現個體的學習潛能。因此研究者未來在分析個體學習潛能的開展效益時，除針對後前測差異及延宕後前測差異表現，將前測列為共變量，運用共變數分析予以排除來了解其學習獲益狀況外，將再採其他指標（如新向度遷移表現）來輔助說明個體的學習潛能。

所以在本研究中，「學習潛能」一詞係指未曾學過二步驟解題個體於接受動態評量介入前後所產生之各項學習表現改變，此將以前述所提各項於中介前後之作業量數變化狀態作為評估指標。

方 法

一、研究對象

為統一版本及協調單元教學進度起見，研究者以台南縣一所國小所有一年級未曾學過二步驟加減法數學文字題解題之普通班學生共 63 人為初始對象。先以其在未接受二步驟加減法文字題中介協助前之獨立解題表現為指標（此為本研究動態評量之前測程序），將未完全精熟（未完全答對）者 63 人納為正式對象，再從中隨機篩選 42 人作為處理組，後依其表現隨機分派為 2x3 因子設計所需之六個交叉處理細格各 7 人，其各項先備能力表現如表 1 所示：

表 1 計算、單步驟解題及二步驟解題前測表現

能力	項目	連續區段中介		漸進提示階層		解題歷程教學	
		整合策略	認知策略	整合策略	認知策略	整合策略	認知策略
計算	平均數	11	11.14	10.14	10.86	11.28	11
	標準差	1.41	0.90	1.22	1.46	0.95	1.16
單步驟解題	平均數	14	15.57	14.71	14.57	15	15.43
	標準差	4.04	0.79	1.60	1.27	0.82	0.79
二步驟解題前測	平均數	20	21.29	20.71	21.43	21.14	21.29
	標準差	10.65	9.27	8.54	7.59	7.29	7.95

上述六交叉細格計算能力、單步驟及二步驟解題前測表現 Levene 統計量分別為 .22、2.40、.20，均未達顯著 ($p > .05$)，表示未違反變異數同質假定，再分別進行獨立樣本變異數考驗亦未達顯著 ($F = .78、.83、.04, p > .05$)，代表中介前細格間之先備能力及二步驟解題能力未有顯著差異。此六交叉細格依鷹架中介因子三個水準 (level) 看來，可組合為三個 14 人組，而依策略教學因子二個水準觀之，則可組合為二個 21 人組。

為便於比較分析各種處理的單純效益起見，研究者以前述隨機篩選後所餘 21 人作為僅提供自我練習機會之參照組，先從中隨機抽取兩倍之單一細格人數 (14 人) 以作為進行不同鷹架中介因子任一水準比較之基礎，而當進行不同策略教學因子的任一水準比較時，則使用三倍之單一細格人數 (21 人)，其 14 人計算能力、單步驟及二步驟前測解題能力之平均數分別為 11.07、15.21 與 22.50，標準差分別為 1.86、1.31 與 7.04。而 21 人計算能力、單步驟及二步驟前測解題能力之平均數分別為 11.19、15.24 與 23.14，標準差分別為 1.57、1.48 與 5.98。

14 人參照組與表 2 連續區段中介、漸進提示階層、解題歷程教學三個 14 人處理組之計算能力、單步驟及二步驟解題前測表現 Levene 統計量分別為 .43、1.27、.38，均未達顯著 ($p > .05$)，表示未違反變異數同質假定，再分別進行獨立樣本變異數考驗亦未達顯著 ($F = .66、.38、.14, p > .05$)，代表中介前 14 人參照組與不同鷹架中介組間之先備能力及二步驟解題能力未有顯著差異。21 人參照組與表 2 整合策略、認知策略兩個 21 人處理組之計算能力、單步驟及二步驟解題前測表現 Levene 統計量分別為 .16、1.22、1.23，均未達顯著 ($p > .05$)，表示變異數同質假定並未違反，再分別進行獨立樣本變異數考驗亦未達顯著 ($F = .43、.94、.63, p > .05$)，代表中介前 21 人參照組與不同策略教學組間之先備能力及二步驟解題能力未有顯著差異。

二、研究設計

本研究在個體解題先備能力 (計算及單步驟解題能力) 的控制下，採二因子變異數實驗設計來探討兩個自變項 (策略教學、鷹架中介設計) 對依變項 (解題學習潛能) 之影響，其中自變項的第一因子分為認知及整合策略兩個水準 (每水準 21 人)、第二因子分為漸進提示階層、解題歷程教學及連續區段中介三個水準 (每水準 14 人)，共分六個交叉處理細格，每細格隨機分派 7 人共 42 人，而後者可再依漸進提示中介階段之表現 (以接受讀題協助或更深層級協助與否為指標)，分為僅需接受漸進提示中介或需接受連續性評量兩類，其設計架構細目如表 2 所示：

表 2 研究設計架構細目

輸入階段：進行成份歷程、教學策略及作業分析，發展協助系統						
前置處理階段：進行計算及單步驟解題作業前測						
正式處理階段：進行二步驟解題動態評量程序						
不同鷹架中介						
處理流程		漸進提示階層 (n=14)	解題歷程教學 (n=14)	連續區段中介 (n=14)		
				僅需標準化中介 (n=3/3)	接受連續性評量 (n=4/4)	
不同策略 (n=21)	前測	*	*	*	*	
	標準化中介	*		*	*	
	非標準化中介		*		*	
	後測	*	*	*	*	
	遷移	*	*	*	*	
	延後測	*	*	*	*	
	整合策略 (n=21)	前測	*	*	*	*
		標準化中介	*		*	*
		非標準化中介		*		*
		後測	*	*	*	*
遷移		*	*	*	*	
延後測	*	*	*	*		
輸出階段：輸出資料整合分析結果						
效益評估階段：整合資料評估因子交互影響、主要效果及策略中介效能						

註： *表示接受該程序 /前之數字表示認知策略組受試數 /後之數字表示整合策略組受試數

此外加設參照組（僅提供自我練習機會）以利比較兩個因子對依變項的各自影響及其水準間之不同。

三、研究工具

（一）加減法數學計算能力作業

以康軒版國小數學課本及教學手冊第一至二冊內容為基本素材（康軒文化事業股份有限公司，民 94），分析其計算難度而自行編製，內容包含個位數對個位數不進位及進位加法問題四題、不借位及借位減法問題四題，二位數對個位數不借位及借位減法問題四題共十二題，每題一分。其庫李信度為 .82（係以他校其他班使用同版本課本之 101 位學生進行預試所得），本作業係為現行課程單元學習內容，故以四位數學教育專家（兩位大學教授、兩位小學數學老師）審閱修正及課程本位形式來支持內容效度。

（二）單步驟加減法數學文字題解題作業

以康軒版國小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 94），再參考 Fuson (1992)對加減法文字題型語意基模（semantic schema）的分類，來分析其在「單步驟加減法」文字題相關題型及計算難度而自行編製，內容有合併型（combine）一求整體（whole）量、改變型（change）一減少（decrease）、比較型（compare）一比多（more than）三型八題，可針對作答運算程序及答案進行部份給分，一題最高兩分。其 α 係數為 .83（建立方式與第一項作業相同），另因本作業係為目前課程單元學習內容，故以四位數學教育專家（兩位大學教授、

兩位小學數學老師) 審閱修正及課程本位形式, 並兼顧作業結構基模同構性 (isomorphic) 的原則來支持內容效度。

(三) 二步驟加減法數學文字題解題作業 (前測、學習、後測、延後測四式)

以康軒版國小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 94), 再參考 Fuson (1992) 對加減法文字題型語意基模的分類, 來分析其在「二步驟加減法」文字題相關題型及計算難度而自行編製, 共分四式。

前測作業內容分為「加加混合」(兩次合併型—求整體量)、「加減混合」(兩次改變型—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—比多) 三大類共八題, 可針對作答運算程序及答案進行部份給分, 一題最高四分。其 α 係數為 .86 (建立方式與第一項作業相同), 其內容效度建立方式與第二項作業相同。

而學習、後測及延後測作業, 其編製內容、形式、題數及計分均與前測作業相同, 其 α 係數分別為 .92、.91、.92 (建立方式與第一項作業相同), 其內容效度建立方式亦與前測作業相同。

(四) 二步驟加減法數學文字題認知策略解題漸進提示系統

係參考一般數學解題歷程及許家驊 (民 90) 所提「同時考量中介協助量、解題歷程及教學實用性, 將解題歷程運作轉化為中介協助量不等之協助策略」原則外, 並採 Campione 與 Brown (1987) 所倡導之漸進提示階層作為鷹架教學基礎, 再參照 Krulik 與 Rudnick (1989) 解題歷程中的五個階段及部份技巧作為提示階層的解題歷程編製架構。最後加入許家驊 (民 90) 設計之六種整合自 Lester、Garofalo 與 Kroll (1989) 「教師在數學解題教學中所扮演角色類別」, 作為標準化提示階層的中介設計來源, 如表 3 所示:

表 3 認知策略漸進提示系統編製設計型式

協助序階	中介層級	解題歷程	中介協助策略	編製綱要
0	起始	無	無	答題程序說明、自行解題
1	告知	無	提示簡單對錯回饋	提供簡單對錯訊息回饋
2	促進 (一般性)	閱讀問題	協助讀題	提供讀題協助
3	促進 (一般性)	了解問題	重述及找出問題	重述題目內容及問題
4	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
5	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
6	楷模式範	選擇策略	明示解題程序	提供解題程序 (列式) 說明
7	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
00	終止	無	無	停止解題或續行下一題

本項之實施即依表 3 所列協助序階內容漸進試探行之, 但為因應個體二步驟解題的不同彈性思考, 因此在設計表 3 所提第六及第七協助序階 (程序說明及教作) 之策略時, 須一併編製各種可能解法提示內容, 以便視狀況實施。

(五) 二步驟加減法數學文字題認知策略解題歷程教學程序

係針對個體反應給予非標準化解題教學協助, 其設計原則及向度均與第四項漸進提示系統相同, 但在協助運用方式上與標準化中介有所差異, 漸進提示序階乃以標準化漸進試探方式行之, 但在解題歷程教學時, 則將其序階改以 Kroesbergen 與 Van Luit (2003) 所提直接介入方式實施, 其中連續區段中介組個體可再依漸進提示階段之試探結果作個別化局部重點加強及練習。此外兩組均得提供具體操弄物 (如花片或積木圖片等) 以為輔助學習之用。

(六) 二步驟加減法數學文字題整合策略解題漸進提示系統

本項設計、編製、實施原則均與第四項漸進提示系統相同, 但教學策略內容改以整合認知與後

設認知策略（在認知策略中加入後設認知策略）為核心來進行設計。

研究者以 Krulik 與 Rudnick（1989）一般解題歷程分析中第五個階段（回顧與驗證解答）及其子技巧、Garofalo 與 Lester（1985）所提「認知-後設認知解題架構」之「驗證」（verification）階段為編製基礎，前者強調對解題歷程及結果的回顧與驗證解答，而後者則重視對導向（orientation）、組織及執行階段工作的評鑑（evaluation）。由於表 3 認知策略解題標準化漸進提示系統內容係以試探促進個體解題認知能力為主，並未涉及後設成分的中介協助。因此研究者欲將前述學者所提相關後設成分置入於協助序階中，並將對應之中介層級命名為「自我監控促進」，提供解題評估驗證的協助。本項設計、編製細目及內容僅較表 3 中「外部監控」層級後多出一個中介層級，餘皆相同，如表 4 所示：

表 4 整合策略與認知策略解題漸進提示系統編製設計型式差異處

協助序階	中介層級	解題歷程	中介協助策略	編製綱要
8	自我監控促進	評估驗證	檢核教導	教導檢核技能（教個體使用重新讀題、題意摘述、檢查算式、再驗算的檢查程序），之後說明作檢核的優點並鼓勵使用。

（七）二步驟加減法數學文字題整合策略解題歷程教學程序

本項設計及實施形式原則均與第五項非標準化中介程序相同。只不過在教學策略內容上，將改以第六項整合策略漸進提示階層為基礎。

（八）二步驟加減法數學文字題解題遷移作業

研究者使用 Campione 與 Brown（1987）所提之遠遷移（far transfer）作為設計原則，其係指作業內容涉及新關係的運用或與原初學習條件不相似的情境，相當於一般所了解的垂直遷移（vertical transfer）。在設計向度上，將以前述第二項作業為基礎來增加解題程序的步驟組合數，題組內容分為「三步驟連加」（三次合併型一求整體量）、「三步驟連減」（三次比較型一比多）、「三步驟加減混合」（三次改變型一減少或兩次合併型求整體量一次改變型減少或一次合併型求整體量兩次改變型減少）三大類共八題，可針對作答運算程序及答案進行部份給分，一題最高六分。其 α 係數為 .95（建立方式與第一項作業相同），其內容效度建立方式與第二項作業相同。

四、實施程序

（一）輸入階段

分析「加與減」單元學習所涉解題歷程、題型結構及計算能力向度，設計各項作業，並依協助量與解題歷程安排中介程序。

（二）前置及正式處理階段

以下所有處理均在個體接受二步驟解題單元班級課堂教學前完成。其中除不同中介處理為個別施測外，餘各項前測、後測、延後測、遷移均採團體施測進行。

1. 各項前測

使用「計算能力作業」、「單步驟及二步驟解題前測作業」來對全體研究對象施以協助前測量。

2. 不同中介處理

以下除參照組外，各組均採二步驟解題學習作業搭配各項中介工具於前測後間隔一天對研究對象個別實施不同中介處理，每題一次。每次整體耗費時間依個體回應速度及所需總協助量而定，單次中介處理及待答時間總和約界於 5 至 15 分鐘間，其中認知策略解題歷程教學的單題基本教學中介時間平均約為 5 分鐘，若採漸進提示中介形式實施，除前述單題基本教學時間外，另須加上單題平均待答時間最長 6 分鐘（每一提示間正常待答時間最長約為 51 秒，八個階層間的七個待答間距最長

總和約為 6 分鐘)，而加入檢核策略教導單題平均約耗費 4 分鐘，若扣除所含待答時間或檢核策略教導時間後，各組單題中介學習時間並無不同。其各項處理相異處分述如後：

(1) 漸進提示階層組（下分認知及整合策略兩小組）

搭配不同策略解題歷程導向漸進提示系統實施漸進提示協助（試探促進）。

(2) 解題歷程教學組（下分認知及整合策略兩小組）

搭配不同策略解題歷程導向教學程序，以不經標準化中介試探、直接介入方式實施解題歷程導向教學。

(3) 連續區段中介組（下分認知及整合策略兩小組）

先實施不同策略漸進提示協助（試探促進），再對部份在漸進提示協助中接受「讀題協助」或更深層級協助之對象，於漸進提示協助後間隔一天個別實施不同策略解題歷程導向教學。並依其於前一階段試探結果（個別學習弱處），彈性調整教學及額外練習份量。

(4) 參照組：僅提供自我練習。

3. 後測

於不同中介處理程序結束後間隔七天對全體研究對象實施。

4. 遷移測試

於後測結束後間隔一天對全體研究對象實施。

5. 延後測

於遷移測試結束後間隔七天對全體研究對象實施。

(三) 輸出及效益評估階段

彙整因子交互影響、主要效果及水準比較各項結果。

五、資料處理與分析

針對研究問題一至三，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一單題或題組所得分數除以單題或題組最高得分）、人次百分比來說明個體於不同中介協助前後的各項表現。次在各組變異數同質及其他假定未違反的狀況下，審慎以獨立樣本二因子及單因子單變項共變數分析與變異數分析、事後比較、Cohen (1988) 主張之效果值（兩組平均數比較時使用 d 值、兩組以上或二因子設計平均數比較時使用 \hat{f} 值）、Kirk (1995) 所提之關聯強度 (strength of association, $\hat{\omega}^2$) 及單步 (single-step) 程序、重複量數 t 考驗來確認不同因子設計對個體二步驟解題的各項學習潛能促進開展效益。以上分析均以 SPSS 12.0 for Windows 系統為之。

最後針對研究問題四，整合前述分析結果進行整體因子效益評估，並歸納探討最具效能之動態評量策略與中介設計。

結 果 與 討 論

一、不同處理組各項解題表現描述分析

如表 5 所示。

表 5 二步驟及三步驟解題各項中介前後獨立作業表現

各項表現分數		連續區段中介 (n=14)		漸進提示階層 (n=14)		解題歷程教學 (n=14)		不同策略教學合計	
		平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
前測	整合策略 (n=21)	20	10.65	20.71	8.54	21.14	7.29	20.62	8.49
	認知策略 (n=21)	21.29	9.27	21.43	7.59	21.29	7.95	21.34	7.88
	不同鷹架中介合計	20.65	9.61	21.07	7.77	21.22	7.33		
後測	整合策略 (n=21)	29.71	6.05	27	6	27.71	4.49	28.14	5.41
	認知策略 (n=21)	29.43	4.12	25.29	6.45	25.29	5.74	26.67	5.38
	不同鷹架中介合計	29.57	4.97	26.15	5.72	26.5	5.11		
延宕後測	整合策略 (n=21)	29.57	5.99	26.71	6.26	27.57	4.5	27.95	5.49
	認知策略 (n=21)	29.14	4.02	25	5.86	25	5.69	26.38	5.37
	不同鷹架中介合計	29.36	4.91	25.86	5.89	26.29	5.11		
後前測 差異	整合策略 (n=21)	9.71	6.58	6.29	3.90	6.57	3.31	7.52	4.83
	認知策略 (n=21)	8.14	5.76	3.86	2.54	4	3.46	5.33	4.43
	不同鷹架中介合計	8.93	5.99	5.08	3.41	5.29	3.52		
延宕後前 測差異	整合策略 (n=21)	9.57	6.40	6	3.92	6.43	3.31	7.33	4.78
	認知策略 (n=21)	7.86	5.58	3.57	3.82	3.71	3.64	5.05	4.67
	不同鷹架中介合計	8.72	5.84	4.79	3.93	5.07	3.63		
遷移	整合策略 (n=21)	32	1.91	26.57	4.54	26.43	6.95	28.33	5.37
	認知策略 (n=21)	30.14	3.8	25.57	4.54	27	4.51	27.57	4.52
	不同鷹架中介合計	31.07	3.05	26.07	4.39	26.72	5.64		

就平均數而言，無論是不同鷹架中介處理三組或不同策略教學處理兩組，在前測部份，組間並未大幅差異，但於後測及延宕後測部份似有較大差異存在。而在後前測差異及延宕後前測差異部份，兩個因子各組均呈相當正向轉變之勢。至於兩個因子各組的遷移表現作業水準均在 50%以上，不同鷹架中介處理因子水準組間似有部份差異存在。

二、不同處理組解題學習潛能開展效益各項指標分析檢視

前述結果顯示各組間的各项作業表現似有所不同，且不同因子設計對各組似乎都是有助益的，應可再進行統計分析檢證。不過考量「後前測及延宕後前測差異表現」、「遷移表現」較「後測及延後測表現」更能反映個體學習改變表現，亦更能彰顯 Vygotsky (1978) 所提 ZPD 潛力區間意義起見，所以研究者將在等組、未違反變異數同質的前提下，審慎應用母數統計來對「原始獲益分數」(simple gain scores)、「延宕原始獲益分數」，亦即兩項二步驟解題進步分數與新向度遷移表現量數個別進行檢證。前兩項指標因分析性質及重點相同，故將合併呈現說明。

(一) 二步驟解題後前測差異及延宕後前測差異改變 (學習獲益表現) 之比較

1. 因子效益分析

本項以不同策略教學及鷹架中介設計為自變項、後前測差異及延宕後前測差異表現為依變項、前測表現為共變項分別進行獨立樣本二因子共變數分析以了解在去除前測效應下，個體學習獲益及延宕學習獲益分數的實際差異。

在共斜率不為零考驗方面，兩個項目 t 均為負值 (-9.23, -8.81, $p < .01$)，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)，應加以排除。在變異數同質性考驗方面，其 Bartlett-box 考驗係數 (1.45, .83) 與 Cochran's 考驗係數 (.36, .32) 均未達顯著 ($p > .05$)，表示未違反變異數同質假定。而迴歸同質性考驗結果，其 F 值 (1.20, .82) 亦均未達顯著 (p

> .05)，代表未違反等迴歸線假定。其共變數分析結果如表 6 至表 8 所示。

表 6 學習獲益表現共變數分析之各因子水準組調整後平均數

調整後平均數	不同鷹架中介			不同策略教學	
	連續區段中介 (n=14)	漸進提示階層 (n=14)	解題歷程教學 (n=14)	整合策略 (n=21)	認知策略 (n=21)
後前測差異	8.78	5.12	5.40	7.37	5.49
延宕後前測差異	8.57	4.83	5.18	7.17	5.20

表 7 學習獲益表現共變數分析

Source	SS'	df	MS'	F
不同鷹架中介	116.79	2	58.39	9.66***
不同策略教學	36.93	1	36.93	6.11*
不同鷹架中介×不同策略教學	4.24	2	2.12	.35 ^{n.s}
組內(誤差)	211.53	35	6.04	
整體	369.49	40		

註：以二步驟解題前測表現為共變量

^{n.s} $p > .05$, * $p < .05$, *** $p < .001$

表 8 延宕學習獲益表現共變數分析

Source	SS'	df	MS'	F
不同鷹架中介	119.36	2	59.68	8.88**
不同策略教學	40.68	1	40.68	6.05*
不同鷹架中介×不同策略教學	4.07	2	2.03	.30 ^{n.s}
組內(誤差)	235.25	35	6.72	
整體	399.36	40		

註：以二步驟解題前測表現為共變量

^{n.s} $p > .05$, * $p < .05$, ** $p < .01$

從表 7 及表 8 中可發現在去除前測影響後，不同因子間之後前測差異及延宕後前測差異表現交互作用並未達顯著 ($F = .35, p > .05$; $F = .30, p > .05$)，但兩個因子仍各具顯著之主要效果 ($F = 9.66, p < .001$; $F = 6.11, p < .05$; $F = 8.88, p < .01$; $F = 6.05, p < .05$)。

此外依 Cohen (1988) 的準則，兩項分析結果在不同鷹架中介因子方面，均具大幅度效果值 ($\hat{f} = .64$ ，大於 .4; $\hat{f} = .61$ ，大於 .4) 及關聯強度 ($\hat{\omega}^2 = .29$ ，大於 .138; $\hat{\omega}^2 = .27$ ，大於 .138)，前者代表後前測差異表現平均數間及延宕後前測差異表現平均數間的大幅差異，而後者則代表自變項分別對第一項分析之依變項具有約 29% 的影響程度，對第二項分析之依變項具有約 27% 的影響程度。而在不同策略教學因子方面，均具中近大幅度效果值 (兩項分析均為 $\hat{f} = .35$ ，大於 .25 但小於 .4) 及關聯強度 (兩項分析均為 $\hat{\omega}^2 = .11$ ，大於 .059 但小於 .138)，前者代表後前測差異表現平均數間及延宕後前測差異表現平均數間的中近大幅差異，而後者則代表自變項對兩項分析之依變項均分別具有約 11% 的影響程度。

接著再對不同因子各水準組的解題後測及前測表現、延宕後測及前測表現分別以重複量數 t 考驗進行比較，結果亦均達顯著 (連續區段中介 $t = 5.57, p < .001$; $t = 5.59, p < .001$; 漸進提示階層 $t = 5.57, p < .001$; $t = 4.56, p < .01$; 解題歷程教學 $t = 5.62, p < .001$; $t = 5.23, p < .001$; 整合策略 $t = 7.13, p < .001$;

$t=7.03, p < .001$ ；認知策略 $t=5.52, p < .001$ ； $t=4.95, p < .001$ ）。這不僅指出各組的解題後前測差異及延宕後前測差異確有明顯正向改變，同時亦說明各組提供的中介學習均具提昇個體解題表現之立即及延宕效果。

由於兩項分析的交互作用均未達 .05 顯著水準，不須單純主要效果，但兩個處理因子之個別效果均達 .05 顯著水準，所以將再進行事後比較，其中不同策略教學因子僅有兩個處理水準，可直接以調整平均數判斷比較（整合策略組優於認知策略組），因此僅針對不同鷹架中介因子三個處理水準的調整後平均數，使用 LSD 法進行事後比較，結果發現不論在後前測差異或延宕後前測差異表現上，連續區段中介組均顯著優於漸進提示階層組及解題歷程教學組 ($p < .05$)，但後兩組間並無顯著差異。

2. 單純效益分析

為釐清不同因子的各個處理水準對解題後前測差異及延宕後前測差異表現的效應影響程度，參考 Kirk (1995) 所提單步程序，與前述研究樣本部份所提之參照組比較來進行類似單純效果之共變數分析，並各自計算其效果值與關聯強度。在不同鷹架中介因子方面，針對後前測差異表現共分為三個比較群，分別為連續區段中介與參照組（以下稱第一比較群）、漸進提示階層與參照組（以下稱第二比較群）、解題歷程教學與參照組（以下稱第三比較群），至於延宕後前測差異表現亦分三個比較群，比較方式如前（以下稱第四至第六比較群）。在不同策略教學因子方面，針對後前測差異表共分為兩個比較群，分別為整合策略與參照組（以下稱第七比較群）、認知策略與參照組（以下稱第八比較群），至於延宕後前測差異表現亦分兩個比較群，比較方式如前（以下稱第九至第十比較群），結果如後所述。

(1) 不同鷹架中介處理

本項以不同鷹架中介處理為自變項、後前測差異及延宕後前測差異表現為依變項、前測表現為共變項分別進行單步式獨立樣本單因子共變數分析以了解在去除前測效應下，不同鷹架中介處理組與參照組個體學習獲益及延宕獲益分數間的各自差異。

在共斜率不為零考驗方面，第一群及第四群 t 為負值 (-3.75, -3.78, $p < .05$)，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），應加以排除，至於第二、第三、第五及第六群 t 值雖未達顯著，但為符應研究目的，仍續行分析。在變異數同質性考驗方面六個比較群的 Bartlett-box 考驗係數 (.89, .08, .86, .73, .30, .68) 與 Cochran's 考驗係數 (.63, .64, .63, .62, .58, .61) 均未達顯著 ($p > .05$)，表示未違反變異數同質假定。而迴歸同質性考驗結果，六個比較群的 F 值 (2.49, 2, 2.61, 2.62, 1.97, 2.68) 均未達顯著 ($p > .05$)，代表未違反等迴歸線假定。其共變數分析結果如表 9 所示。

表 9 解題單純效益共變數分析（每群均為 28 人）

比較群別	後前測差異調整後平均數		延宕後前測差異調整後平均數		群內母群標準差估計值	MS'		F 值
	不同處理組	參照組	不同處理組	參照組		組間	組內	
第一群	8.58	-.36			7.18	551.96	18.96	29.12***
第二群	5.07	-.71			4.94	209.93	14.72	14.26**
第三群	5.15	-.58			5.04	227.48	14.90	15.27**
第四群			8.37	-1.37	7.18	654.35	18.23	35.89***
第五群			4.64	-1.57	5.34	266.95	16.51	16.17***
第六群			4.93	-1.57	5.33	293.14	15.21	19.32***

註：以二步驟解題前測表現為共變量
組間 df 均為 1、組內 df 均為 25

** $p < .01$, *** $p < .001$

自表 9 中可發現在去除前測影響後，前三個比較群之各自兩組後前測差異間仍有顯著差異 ($F=29.12, p < .001$; $F=14.26, p < .01$; $F=15.27, p < .01$)，後三個比較群之各自兩組延宕後前測差異間亦有顯著差異 ($F=35.89, p < .001$; $F=16.17, p < .001$; $F=19.32, p < .001$)。此外依 Cohen (1988) 的準則，六個比較群的各自分析結果均具大幅度效果值 ($d=1.25, 1.17, 1.14, 1.36, 1.16, 1.22$ ，均大於 .8) 及關聯強度 ($\hat{\omega}^2 = .51, .33, .35, .56, .36, .40$ ，均大於 .138)，前者代表六個比較群各自兩組平均數間的大幅差異，後者則代表自變項分別對第一及第二依變項各具界於約 33%至 51%、36%至 56%的影響程度，其中連續區段中介分具約 51%及 56%的影響、漸進提示階層分具約 33%及 36%的影響、解題歷程教學分具約 35%及 40%的影響。

(2) 不同策略教學處理

本項以不同策略教學處理為自變項、後前測差異及延宕後前測差異表現為依變項、前測表現為共變項分別進行單步式獨立樣本單因子共變數分析以了解在去除前測效應下，不同策略教學處理組與參照組個體學習獲益及延宕獲益分數間的各自差異。

在共斜率不為零考驗方面，第七至第十群 t 均為負值 (-3.83, -3.29, -3.75, -3.34, $p < .05$)，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)，應加以排除。在變異數同質性考驗方面四個比較群的 Bartlett-box 考驗係數 (.12, .001, .08, .04) 與 Cochran's 考驗係數 (.54, .51, .53, .52) 均未達顯著 ($p > .05$)，表示未違反變異數同質假定。而迴歸同質性考驗結果，四個比較群的 F 值 (2.81, 3.75, 2.54, 3.99) 均未達顯著 ($p > .05$)，代表未違反等迴歸線假定。其共變數分析結果如表 10 所示。

表 10 解題單純效益共變數分析 (每群均為 42 人)

比較群別	後前測差異調整後平均數		延宕後前測差異調整後平均數		群內母群標準差估計值	MS'		F 值
	不同處理組	參照組	不同處理組	參照組		組間	組內	
第七群	7.11	-.25			6.19	550.7	16.18	34.04***
第八群	5.07	-.40			5.35	307.94	15.93	19.34***
第九群			6.92	-1.26	6.45	681.44	16.15	42.2***
第十群			4.77	-1.39	5.66	391.02	16.70	23.41***

註：以二步驟解題前測表現為共變量
組間 df 均為 1、組內 df 均為 39

*** $p < .001$

自表 10 中可發現在去除前測影響後，前兩個比較群之各自兩組後前測差異表現間仍有顯著差異 ($F=34.04, p < .001$; $F=19.34, p < .001$)，後兩個比較群之各自兩組延宕後前測差異表現間亦有顯著差異 ($F=42.2, p < .001$; $F=23.41, p < .001$)。此外依 Cohen (1988) 的準則，四個比較群的各自分析結果均具大幅度效果值 ($d=1.19, 1.02, 1.27, 1.09$ ，均大於 .8) 及關聯強度 ($\hat{\omega}^2 = .45, .31, .50, .35$ ，均大於 .138)，前者代表四個比較群各自兩組平均數間的大幅差異，後者則代表自變項分別對第一及第二依變項分具界於約 31%至 45%、35%至 50%的影響程度，其中整合策略分具約 45%及 50%的影響、漸進提示階層分具約 31%及 35%的影響。

(二) 不同處理組二步驟解題遷移表現之比較

1. 因子效益分析

本項以不同策略教學及鷹架中介設計為自變項、遷移表現為依變項進行獨立樣本二因子變異數分析以了解個體學習遷移分數的實際差異。在變異數同質性考驗方面得到 Bartlett-box 考驗係數 1.64 與 Cochran's 考驗係數 0.38 均未達顯著 ($p > .05$)，代表未違反變異數同質假定。其變異數分析結果如

表 11 所示。

表 11 遷移表現變異數分析

Source	SS	df	MS	F
不同鷹架中介	207.19	2	103.6	4.86*
不同策略教學	6.10	1	6.10	.29 ^{n.s}
不同鷹架中介×不同策略教學	10.62	2	5.31	.25 ^{n.s}
組內(誤差)	768	36	21.33	
整體	991.91	41		

註：^{n.s} $p > .05$, * $p < .05$

從表 11 中可發現在不同因子間之遷移表現交互作用並未達顯著 ($F = .25$, $p > .05$)，兩個因子也僅有不同鷹架中介處理具顯著之主要效果 ($F = 4.86$, $p < .05$)。

此外依 Cohen (1988) 的準則，本次分析結果在不同鷹架中介因子方面，具大幅度效果值 ($f = .44$ ，大於 .4) 及關聯強度 ($\hat{\omega}^2 = .16$ ，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對依變項具有至少約 16% 的影響程度。

由於交互作用未達 .05 顯著水準，不須單純主要效果，但不同鷹架中介設計處理因子的個別效果達 .05 顯著水準，因此將針對不同鷹架中介因子三個處理水準的平均數，使用 LSD 法進行事後比較，結果發現連續區段中介組顯著優於漸進提示階層組及解題歷程教學組 ($p < .05$)，但後兩組間並無顯著差異。

此外為釐清不同鷹架中介設計因子的各個處理水準對解題遷移表現的效應及影響程度，參考 Kirk (1995) 所提之單步程序來對連續區段中介與參照組（以下稱第一比較群）、漸進提示階層與參照組（以下稱第二比較群）、解題歷程教學與參照組（以下稱第三比較群）分別進行類似單純效果之變異數分析，並各自計算其效果值與關聯強度，如後所述。

2. 單純效益分析

本項以不同鷹架中介處理為自變項、遷移表現為依變項進行單步式獨立樣本單因子變異數分析以了解不同鷹架中介處理組與參照組個體遷移表現間的各自差異。三群的 Levene 統計量分別為 .559、.41、.98，均未達顯著 ($p > .05$)，代表變異數同質假定並未違反，其變異數分析結果如表 12 所示。

表 12 遷移表現單純效益變異數分析（每群均為 28 人）

比較群別	平均數		群內母群標準差估計值	MS		F 值
	不同處理組	參照組		組間	組內	
第一群	31.07	10.86	10.84	2860.32	12.10	236.36***
第二群	26.07	10.86	8.75	1620.32	17.10	94.75***
第三群	26.71	10.86	9.36	1760.14	23.33	75.45***

註：組間 df 均為 1、組內 df 均為 26

*** $p < .001$

自表 12 中可發現三個比較群之各自兩組遷移表現間仍有顯著差異 ($F = 236.36$, $p < .001$; $F = 94.75$, $p < .001$; $F = 75.45$, $p < .001$)。此外依 Cohen (1988) 的準則，三個比較群的各自分析結果均具大幅度效果值 ($d = 1.86, 1.74, 1.69$ ，均大於 .8) 及關聯強度 ($\hat{\omega}^2 = .89, .77, .73$ ，均大於 .138)，前者代表三個比較群各自兩組平均數間的大幅差異，後者則代表自變項對依變項具有界於約 73% 至 89%

的影響程度（連續區段中介約具 89% 的影響、漸進提示階層約具 77% 的影響、解題歷程教學約具 73% 的影響）。

3. 不同處理組三步驟解題（遷移表現）與二步驟解題能力間之因子延展效益分析

若根據 Vygotsky (1978) 對人類心智能力發展的看法，這個新向度遷移能力應與其二步驟解題能力有關，這使得研究者想要進一步了解在排除個體二步驟解題後測影響後，各組三步驟解題（遷移表現）間的狀況，因此再以不同策略教學及鷹架中介設計為自變項、遷移表現為依變項、二步驟解題後測表現為共變項進行獨立樣本二因子共變數分析以了解在去除後測效應下，個體遷移表現與表 12 之結果有何不同？在共斜率不為零考驗方面得到 t 值 5.95 ($p < .001$)，表示共變項對依變項有顯著影響，應加以排除。在變異數同質性考驗方面得到 Bartlett-box 考驗係數 1.64 與 Cochran's 考驗係數 0.38 均未達顯著 ($p > .05$)，表示未違反變異數同質假定。而迴歸同質性考驗的結果 ($F=2.53$, $p > .05$) 亦未達顯著，代表未違反等迴歸線假定。其共變數分析結果發現在去除後測影響後，不同因子間之遷移表現交互作用、因子主要效果均未達顯著 ($F=2.93$, $p > .05$; $F=.02$, $p > .05$; $F=1.11$, $p > .05$)。綜合前述分析結果，可知不同鷹架中介處理組間遷移表現之變異數分析結果達顯著差異，而在排除解題後測後之遷移表現組間共變數分析結果卻無顯著差異，代表遷移變異數分析顯著差異的基礎應來自於解題後測的貢獻，也間接說了解題與遷移表現間可能具有潛能促進延展效益。

三、綜合歸納討論與效益評估

在二步驟解題表現方面，先就整體因子效益而言，鷹架中介及策略教學兩個單獨因子各有其潛能開展上之立即及延宕主要效果，但目前並未顯示具有二因子交互作用。關於此項，研究者擬自六個細格內的個別效果及因子交錯效果兩方面再作探討，其一，採重複量數 t 考驗對各細格之解題後測及前測表現、延宕後測及前測表現分別進行分析，結果亦均達 .05 顯著水準以上。其二，雖然交互作用未達顯著，本不需單純主要效果，但為瞭解單一因子在其他因子各水準上的交錯效果起見，仍繼續行分析。在排除前測影響後，採後前測及延宕後前測差異合併呈現，其共變數分析結果為策略教學因子在鷹架中介因子的三個水準均未達 .05 顯著水準，而鷹架中介因子在整合策略水準亦未達 .05 顯著水準，但在認知策略水準達 .01 顯著水準。

自上述結果觀之，推測因子之所以無整體交互作用的原因，可能是因為六個細格內（各中介處理組合）均各自具有效果，加上策略教學因子在鷹架中介因子三個水準中均無顯著差異，鷹架中介因子在策略教學兩個水準中，一個具顯著差異、一個亦未具顯著差異，五個因子交錯效果中僅有一個達顯著水準，可能因此無法凸顯「策略教學因子在鷹架中介因子」及「鷹架中介因子在策略教學因子」各水準中的整體差異，這應該才是造成因子間整體交互作用未達顯著的原因。

次就鷹架中介因子的立即及延宕獲益單純效益而言，連續區段中介的效益最大（51%及 56%），解題歷程教學及漸進提示階層的效益次之，其中立即獲益效果與許家驊（民 95）、Swanson 與 Lussier（2001）的發現相符。若以解題歷程教學為基礎（35%及 40%），搭配使用漸進提示階層均可增加約 16% 之中介效益，而若以漸進提示階層為基礎（33%及 36%），合併使用解題歷程教學則分別可增加約 18% 及 20% 之中介效益。

再就策略教學因子的立即及延宕獲益單純效益而言，整合策略的效益最大（45%及 50%），認知策略的效益次之，其中立即獲益效果與 Montague 等人（2000）、Schurter（2002）的發現相符。由於整合策略乃為認知策略再加上「檢核教導」策略而成，故若以認知策略為基礎（31%及 35%），合併使用檢核教導策略分別可增加約 14% 及 15% 之中介效益。

此外在三步驟解題（遷移表現）方面，僅鷹架中介因子具有學習遷移之主要效果，且無二因子交互作用，可能是策略教學因子並無主要效果，故無交互作用產生。自鷹架中介因子的遷移表現單

純效益看來，連續區段中介的效益最大（89%），解題歷程教學及漸進提示階層的效益次之，此與 Jitendra 與 Kameenui（1993）、Swanson 與 Lussier（2001）的發現相符。若以解題歷程教學為基礎（73%），搭配使用漸進提示階層約可增加 16% 之中介效益，而若以漸進提示階層為基礎（77%），合併使用解題歷程教學則可增加約 12% 之中介效益。研究者以為策略教學因子並無遷移主要效果的原因，可能因三步驟解題需要的是二步驟解題認知策略的精熟及變通應用，而不僅是解題歷程的檢核，故整合策略教學與認知策略教學並未出現明顯差異。同時並發現各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，此間接指出解題與遷移表現間可能具有許家驊（民 93，民 94a）所謂之學習潛能延續開展性（延展性）。這說明了新向度與現有能能力間的中介學習效益延展性，未來可再進行後續研究深入探討。

整體而言，本研究結果雖未發現鷹架中介及策略教學的學習潛能開展二因子交互作用證據，但鷹架中介及策略教學各具良好之單獨因子效益，各組均顯著優於參照組，且各組內亦具顯著進步。在鷹架中介因子方面，不論二步驟解題或三步驟遷移表現，漸進提示階層或解題歷程教學已具良好之中介效益，若條件許可，使用連續中介方式更增效益。在策略教學方面，單使用認知策略已具良好之二步驟解題中介效益，若條件許可，使用整合策略更增效益。本研究鷹架中介效益之發現與許家驊（民 93，民 94a）的研究結果在本質上是相符的，雖然本研究所得效益影響比值均較許家驊前述研究為高，推測其原因主要在於二者研究設計不同，前述研究乃針對個體在接受單步驟解題單元教學後之單步驟及二步驟解題表現，而本研究則針對未曾學過二步驟加減法文字題個體之二步驟及三步驟解題學習潛能表現。端此，本研究的中介效益影響比值較高似不令人意外，特別是遷移表現方面。此外，本研究再次發現個體解題學習潛能開展延續效益。

最後，自個體答題反應組型另可再說明本研究使用之中介處理組合對個體解題表現的學習助益，例如在二步驟兩次改變—減少題型中，不論在何種處理細格中，小朋友的答題反應均有幾種，有的使用連減的方式，也有小朋友先把第一個與第三個數字相減，之後再減第二個數字。還有小朋友先把後兩個數字加起來，之後再用第一個數字減去這個結果。

從上例可知個體在接受各種中介處理組合後，具有彈性解題思考能力，而非僅停留在固定刺激反應的聯結學習層次（見到題目關鍵語詞即傾向以某特定運算方式反應），亦即本研究各種中介處理組合對其均具真正解題學習促進效果。

結 論 與 建 議

一、結論

基於前述結果發現，在本研究所提之各項因子影響效益問題上，暫已獲致相當程度之澄清，分述如下：

（一）不同策略教學及鷹架中介設計兩因子間並無立即獲益、延宕獲益及遷移之學習潛能開展交互作用，但各自具有主要效果

無論是二步驟解題立即獲益、延宕獲益或三步驟解題遷移表現方面，目前均無證據顯示不同策略教學及鷹架中介設計因子間具有促進個體解題學習潛能開展上的整體交互作用。此意指兩個因子對動態評量效益的貢獻僅有單獨影響，並無整體交互影響存在。雖然如此，但就開展個體解題學習潛能而言，兩個因子的各水準卻仍分具不同效益，故此結果依然分別符合策略教學及鷹架中介具能力促進效果之假定，不過目前並無法指出兩個因子具有整體細格交錯效果。

（二）不同策略教學設計因子具有立即及延宕獲益之學習潛能開展效益

目前所得證據顯示不同策略教學因子能相當程度地促進個體二步驟解題學習潛能開展上的立即及延宕獲益，其中雖然認知策略已有相當開展效益，但認知與後設認知整合策略的開展效益更明顯優於認知策略，這也說明加入「檢核教導」策略能有效提昇認知解題策略的動態評量效益。此與許家驊（民 94b）、Montague 等人（2000）、Schurter（2002）的發現在本質上是相符的，亦即在認知策略教導之外，若再加入後設檢核策略教學中介將對個體的數學解題效率及學習潛能開展具有加成之正向影響，此不僅符合教導後設認知解題策略能有效促進認知解題策略教導效果，從而更進一步提昇個體解題表現的策略教學假定，且意指這個假定在個體解題學習潛能開展上仍然有其適用性。

（三）不同鷹架中介設計因子具有立即獲益、延宕獲益及遷移之學習潛能開展與延續效益

無論是二步驟解題立即獲益、延宕獲益或三步驟解題遷移表現方面，目前所得證據顯示不同鷹架中介設計因子能有效開展個體的解題學習潛能，並具促進個體學習潛能延續開展效益，其中雖然漸進提示階層及解題歷程教學已有相當開展效益，但整合二者之連續性中介開展效益更明顯優於前二者，這也說明「多區段」（multi-session）中介設計更能有效提昇動態評量效益。此與許家驊（民 93，民 94a，民 94b，民 95）、許家驊、邱上真與張新仁（民 92）、Swanson 與 Lussier（2001）的發現相符，亦即多區段學習中介設計對個體的數學解題效率及學習潛能開展均具有相當程度之正向影響，此不僅同時符合鷹架教學及精熟學習理論的假定（因應個別差異調整介入量之教學中介方式能有效促進個體解題表現），且意指這個假定在個體解題學習潛能開展上仍然有其適用性。

（四）整合策略及連續區段中介具有最佳之整合潛能開展效益

目前所得證據顯示，雖然認知策略及其他中介方式已具相當之學習潛能開展效益，但加入後設檢核教導之整合策略及精熟學習導向之連續區段中介較認知策略及其他中介方式更顯效益，此不僅意指整合搭配使用較單獨使用具有更佳提昇效益，且符合第二、三項結論所提之策略教學、鷹架教學及精熟學習理論的假定，同時亦顯示這些假定在個體解題學習潛能開展上仍然有其適用性。所以當條件及時間允許時，採整合策略及連續區段中介方式可發揮最佳之整合潛能開展效益，但若條件及時間有限制時，認知策略及其他中介方式（漸進提示及解題歷程教學）仍可發揮有效之單獨潛能開展效益。

二、建議

（一）教學與評量方面：

從結論中可知不同策略教學及鷹架中介動態評量設計對個體的解題學習潛能開展確有其不同效益影響存在，因此教學者若能在解題教學歷程中視條件適當使用不同策略教學及鷹架中介動態評量設計的話，其不僅將可作為精熟補救、充實及潛能開展教學的替代方案，亦可成為學習評量的另類形式。雖然採在認知解題策略中融入檢核教導之整合策略及連續區段中介形式，具有最佳之累加效益，但所費人力及時間資源較多，故若前述條件有所限制時，改採認知策略或其他單一中介形式，亦可發揮相當程度之效益。

（二）未來研究方面：

從結論中可知不同策略教學及鷹架中介動態評量設計，兩個因子對個體的解題學習潛能開展皆各有其主要效果，但並未發現二者間之整體交互作用，關於此點，日後續行研究時，除可延長實施時間重新測試結果是否如此外，另可配合課堂單元教學後或於實驗教學後實施，以比較個體接受教學與否對研究結果有何影響？此外後續研究者亦可根據本研究設計型態更換同領域不同學習主題或不同領域學習主題進行研究，以確認不同策略教學及不同鷹架中介因子潛能開展效益之領域特定性及跨領域穩定性。

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。
- 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。
- 江淑卿 (民 90): 兒童類比推理能力的學習潛能評估研究。教育心理學報, 33 卷, 1 期, 47-64 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 卷, 61-84 頁。
- 康軒文化事業股份有限公司 (民 94): 一下國小數學課本 (第二冊) 及教學手冊。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 卷, 4 期, 721-749 頁。
- 許家驊 (民 94a): 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。教育心理學報, 36 卷, 4 期, 311-333 頁。
- 許家驊 (民 94b): 開展個體數學解題檢核能力之動態評量研究。教育心理學報, 36 卷, 3 期, 287-309 頁。
- 許家驊 (民 95): 應用多階段動態評量發展國小數學文字題解題補救教學模式之效益分析研究。教育與心理研究, 29 卷, 4 期, 655-686 頁。
- 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。
- Budoff, M. (1987). Measures for assessing learning potential. In C. S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluating learning potential* (pp. 173-195). 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.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- 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 (Ed.), *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.
- 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.

- 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., & Kameenui, E. J. (1993). Dynamic assessment as a compensatory assessment approach: A description and analysis. *Remedial and Special Education, 14*(5), 6-18.
- Kirk, R. E. (1995). *Experimental design: Procedures for the behavioral sciences* (3rd ed.). Pacific Grove, CA: Brooks/ Cole Publishing Company.
- Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs: A meta analysis. *Remedial and Special Education, 24*(2), 97-114.
- Krulik, S. K., & Rudnick, J. A. (1989). *Problem solving: A handbook for senior high school teachers*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- 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. ED314255)
- Lidz, C. S. (1991). *Practitioner's guide to dynamic assessment*. New York: The Guilford Press.
- Montague, M., Warger, C., & Morgan, T. H. (2000). Solve it! strategy instruction to improve mathematical problem solving. *Learning Disabilities Research and Practice, 15*(2), 110-116.
- Pugalee, D. K. (2001). Writing, mathematics, and metacognition: looking for connections through students' work in mathematical problem solving. *School Science and Mathematics, 101*(5), 236-244.
- Schurter, W. A. (2002). Comprehension monitoring: An aid to mathematical problem solving. *Journal of Developmental Education, 26*(2), 22-33.
- Swanson, H. L., & Lussier, C. M. (2001). A selective synthesis of experimental literature on dynamic assessment. *Review of Educational Research, 71*(2), 321-363.
- 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：2007年03月28日

一稿修訂日期：2007年07月30日

二稿修訂日期：2007年09月20日

接受刊登日期：2007年09月26日

Bulletin of Education Psychology, 2008, 39 (4), 513-532
National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

The Effects of Strategy Instruction and Scaffolding Mediation in Dynamic Assessment for Facilitating First Graders' Learning Potential on Mathematical Problem Solving

Chia-Hua Hsu

Department of Education
National Chiayi University

This study examined the effects of strategy instruction and scaffolding mediation in dynamic assessment through a two-way ANOVA (2×3) factorial experimental design. In addition, a contingent control group was used to clarify the effects of each group more precisely. Overall, the results indicate significant main effects of the factorial design without interaction effects, and such findings were the same in all analyzed scores except for the transfer performances of strategy instruction. Furthermore, the effects of integrated-form were better than the effects of cognitive-form in strategy instruction. The effects of continuum of assessment model were better than the others, but there were no differences between graduated prompting hierarchy and process-oriented instruction. The performances of all treatment groups were better than the contingent control group. Finally, there were large effect size and strength of association in almost all analyses.

KEY WORDS: dynamic assessment (DA), learning potential facilitation, mediation of scaffolding instruction, strategy instruction of mathematical problem solving (MPS), zone of proximal development (ZPD)