

國小學生運作記憶、自我調節表現與數學解題能力關係之研究

許家驊

國立嘉義大學教育學系 副教授

摘要

本研究係以解題能力、運作記憶與自我調節表現為關聯變項進行關係研究，採叢集隨機取樣抽取嘉義縣市國小一年級學生共 477 人，搭配三關聯變項之評估工具及量表進行資料蒐集。經二因子多變項變異數及降步分析發現解題運作記憶、自我調節表現與解題能力各層面間具有影響關係（含因子組合之顯著交互作用及主要效果），經典型相關分析發現解題運作記憶、自我調節表現與解題能力二者或三者各層面間存有顯著正向且可互為解釋之變異關係，經結構方程模式分析發現解題運作記憶、自我調節表現與解題能力二者或三者各層面間具有明顯之潛在因徑結構關係，且彼此間亦具顯著正向潛在影響關係。此對三關聯變項之教學中介及發展關係探討均具啟示。

關鍵字：解題、解題自我調節、解題運作記憶

壹、緒論

一、研究背景與動機

Fuchs 與 Fuchs (2005)、Swanson (2006) 論及文字題解題能力之影響因素時，認為除解題認知與後設認知(cognitive and metacognitive)技巧外，自我調節(self-regulation)及運作記憶(working memory)亦為不可或缺之能力。先就解題認知及後設認知技巧而言，Garofalo 與 Lester (1985)、Hutchinson (1992)、Montague、Warger 與 Morgan (2000)、Schurter (2002) 不僅肯定解題認知與後設認知監控(monitoring)成份的存在，且持二者整合或聯合解題觀點分析解題表現及進行策略教導，不僅發現此二者對解題表現具正向影響，二者間亦具相互影響關係。次就自我調節而言，Fuchs 與 Fuchs (2005) 發現加入後設或自我監控成分之自我調節策略對數學學習障礙個體的解題表現具助益。Fuchs、Fuchs、Hamlett、Hope、Hollenbeck、Capizzi et al. (2006) 則發現自我調節策略成分能有效提升普通班學生的解題表現。

再就運作記憶而言，Swanson (2004) 發現運作記憶的訊息保留活化(preservation and activation)及即時運用處理(simultaneously processing)功能確與不同年齡(國小一、二、三、五年級)、不同能力個體文字題解題表現具中度正相關，且為其重要預測指標。Swanson (2006) 更發現與此二功能有關之執行(executive)系統的發展乃為文字題解題能力之有效預測因子，其預測力不僅超越閱讀及計算能力的影響，且其本身即能獨立有效預測其解題表現，運作記憶執行處理能力與文字題解題表現之精確性間具 42%之關聯。Andersson (2007) 也發現言語處理迴圈(speech-based phonological loop)及運作記憶執行處理能力對國小二至四年級學童的文字題解題表現具相當程度之單獨變異解釋貢獻量。

自上述觀之，雖解題能力與後設認知、自我調節、運作記憶間均具變項間之相互及影響關係，但前述研究，在變項組群上，較乏三者關係型態結構之探討，而在研究型態上，除運作記憶外，餘以教學實驗研究為主，較乏三者關係之調查研究。在如此景況下，本研究欲同時以解題能力、自我調節、運作記憶為焦點，進行三項能力之狀態、影響關係、關係型態及結構探究。

二、解題與自我調節

依 Vygotsky (1978) 觀點，自我調節能力乃歸屬於高層心智功能之部份，雖其與「後設認知」間具關聯，但依 Sperling、Howard 與 Stanley (2004) 觀點，前者內容涵蓋範圍大於後者，此項可自 Cleary 與 Zimmerman (2004)、Pintrich (2004)、Zimmerman (2002)、程炳林與林清山 (2001)、謝志偉與吳璧如 (2003) 所提模式內容看出，前者除反省(reflections)及調整能力外，尚含動機歸因、信念、自我效能(self-efficacy)、價值等能力在內。

就解題自我調節性質而言，依許家驊 (2008) 觀點，其可區分為一般性及執行性兩類，一般性自我調節乃以 Pintrich (2004)、Zimmerman (2002) 之部份模式論述為基礎，

含二重要元素，一為預思（forethought）計劃、二為自我省思（反應及反思），前者為作業前的思慮運作、後者為作業後的再思慮運作。執行性自我調節除同樣以前述學者之部份模式論述為基礎外，尚整合 Garofalo 與 Lester（1985）所提「認知-後設認知解題架構」部份內容，亦含二重要元素，一為表現控制（含監控及控制）、二為執行與驗證（execution and verification），前者為作業時的運思控管、後者為個體對解題執行歷程的監控與評估評鑑。

許家驊（2008）曾採特定領域（domain specific）解題自我調節工具進行研究，發現不同性別及數學學業成就學生，二者均僅在解題一般性自我調節上具真正差異，執行性自我調節並未具真正差異。其中不同數學學業成就學生的執行性自我調節表現，雖亦具單變項考驗之顯著差異，但經多變項降步分析後，顯示其具顯著差異之基礎係來自於一般性自我調節之貢獻，亦即排除此項表現後，不同數學學業成就學生之執行性自我調節表現即無顯著差異。而 Fuchs 與 Fuchs（2005）發現加入後設或自我監控成分之自我調節策略對數學學習障礙個體的解題表現具助益。Fuchs et al.（2006）則發現自我調節策略成分能有效提升普通班學生的解題表現。因此自我調節不僅對解題表現有所影響，且二者間應具關聯。

三、解題與運作記憶

Anderson（2005）以為運作記憶乃為人類記憶系統中，屬於處理功能之部份，並具「認知緩衝」（buffer）性質。Andersson（2007）、Baddeley（1986）、Swanson（2004、2006）更指出，運作記憶具二重要功能，一為訊息刺激的保留活化、二為即時運用處理，此二功能均與心智資源分配承載之認知緩衝有關。其中 Baddeley（1986）即基於認知緩衝觀點，認為個體運作記憶功能乃影響其數學解題表現之重要因子，此外洪碧霞、李建億（2004）亦持如是觀點。

就解題運作記憶性質而言，承上述兩種運作記憶功能，許家驊（2010）以整合歸納自 Desoete 與 Roeyers（2005）、Garofalo 與 Lester（1985）、Montague et al.（2000）、Polya（1957）、Schurter（2002）所提解題歷程模式之「閱讀理解（comprehension）、策略計劃、執行」三項核心認知成份為基礎，再配合 Verschaffel、Greer 與 DeCorte（2007）認為了解題意、選擇方法及算出答案乃為解題成功核心之觀點，將此二功能再細分為四，前二者與讀題了解一般性問題文字及數量關係敘述、理解問題關鍵題意之訊息保留功能有關，故分為一般及關鍵訊息保留兩項。後二者則與解題方法挑選及答案運算之訊息即時處理有關，故分為策略及運算訊息即時處理兩項。

許家驊（2010）曾採特定領域解題運作記憶工具進行研究，發現不同性別及數學學業成就學生，二者在解題運作記憶訊息保留及即時處理能力上均具真正差異，無論是多變項或單變項考驗分析結果均具顯著差異，且經多變項降步分析後，顯示即便在排除訊息保留能力後，其即時處理能力間仍具顯著差異，此說明除訊息保留能力之貢獻外，其即時處理能力間仍具真正差異。而 Swanson（2004）亦指出運作記憶前述功能不僅與不同年齡（國小一、二、三、五年級）及能力個體數學文字題解題表現具中度正相關，且為其重要預測指標。Swanson（2006）更發現與此二功能有關之運作記憶執行處理能有

效預測數學文字題解題表現，且與其表現精確性間具 42%之關聯。因此運作記憶不僅對解題表現有所影響，且二者間具有關聯。

四、解題與自我調節、運作記憶

基於 Polya (1957) 解題歷程模式、Hutchinson (1992) 所提成份 (componential) 分析向度及「精鍊」(parsimony) 原則，再行整合歸納分析如 Desoete 與 Roeyers (2005)、Garofalo 與 Lester (1985)、Montague et al. (2000)、Polya (1957)、Schurter (2002) 所提解題歷程模式內容，在文字題解題認知成份，含閱讀理解、表徵 (representation) 轉譯、策略計劃、執行四項，其中閱讀理解依 Gagne'、Yekovich 與 Yekovich (1993) 觀點，可細分為字義 (literal) 理解及推論 (inferential) 理解兩項成份，前者指涉字義觸接 (word accessing) 活動、後者則與脈絡意義理解有關，表徵轉譯的表徵部份，在性質上與理解較有關聯，應可併入閱讀理解中，轉譯部份在性質上則與計劃較有關聯，可併入策略計劃選擇中，而執行又可分為列式 (enumeration) 及計算兩小項。在文字題解題後設認知成份，亦有回顧、驗證、覺察 (awareness) 監控三項，均與檢核運作 (行動及技巧) 有關，但其中回顧在性質上即可含括驗證及覺察監控兩項。上述所提含解題認知及後設認知兩類成份，前者含三核心認知成份 (閱讀理解、策略計劃、執行)，共分五項認知成份 (字義理解、推論理解、策略選擇、列式、計算)。後者含三核心後設認知成份 (回顧、驗證、覺察監控)，共分兩項後設認知成份 (檢核行動、檢核技巧)。

由於認知或後設認知成份均對解題表現具促進提昇影響 (Desoete & Roeyers, 2005; Montague et al., 2000; Schurter, 2002)，故以前述 Cleary 與 Zimmerman (2004)、Sperling et al. (2004)、Pintrich (2004)、Zimmerman (2002) 所提自我調節與後設認知有關、前者內容涵蓋範圍大於後者之觀點視之，上述兩項解題後設認知成份應與解題自我調節、整體解題表現間具影響關係。而以前述 Andersson (2007)、Swanson (2004、2006) 所提運作記憶與解題表現有正向影響關聯且前者可有效預測後者之觀點視之，上述五項解題認知成份應與解題運作記憶、整體解題表現間具影響關係。

此外 Anderson (2005) 指出不論是運作記憶、自我調節或後設認知的運作，均與認知能力發展狀態有關。準此，即使在解題特定領域，解題運作記憶、解題自我調節應均與解題認知表現具有相互關聯，甚或是相互影響之關係。

因此在理論邏輯上，上述研究主要發現運作記憶、自我調節及解題能力彼此間具相互影響關係，其可細分為二，一者為相互關聯關係，另者為因果關係。前者針對三者彼此相互關聯進行初步關係性探討，例如 Anderson (2007)、Montague (2007)、Pintrich (2004)、Swanson (2004, 2006)、Zimmerman (1998, 2002) 均曾提出解題運作記憶、自我調節及解題能力彼此具密切關聯之部份論述，認為三項彼此間具有相互影響關係。後者則針對三者彼此間因果關係進行教學實驗，例如 Fuchs 與 Fuchs (2005)、Fuchs et al. (2006)、Montague (2008)、Montague et al. (2000)、Schurter (2002)、Swanson (2004, 2006) 均曾分別針對解題運作記憶、自我調節及解題能力彼此間之因果關聯進行教學實驗，結果發現解題運作記憶、自我調節均具促進個體解題能力之效。準此，解題運作記憶、自我調節亦非常可能具有促進個體解題能力上之交互作用效果。

綜上可知，運作記憶、自我調節及解題能力三者間具有相互影響關係應無疑義，不過仍可再針對三者關係型態結構、整體關係及影響進行深入探討。此外自前述討論中可發現，在研究變項組群上，較乏三者關係型態結構之探討，而在研究型態上，除運作記憶外，餘以教學實驗研究為主，較乏三者關係之調查研究。目前雖無實徵研究針對三者關係型態結構及影響進行調查研究，但基於理論論述及實徵文獻，就解題能力成份運作層面而言，運作記憶、自我調節及解題能力三者者間應具可預期之密切關聯及影響關係，故本研究欲以運作記憶、自我調節及解題能力為焦點，針對三者間彼此關係型態、整體關係及影響進行調查，並探究其關係結構型態。如後續研究架構圖 1 所示。

五、研究目的與問題

綜合上述，本研究基於運作記憶、自我調節、解題能力三者在發展上之相互關係，欲針對解題特定領域，解題運作記憶、解題自我調節與解題表現之狀態、相互關聯及影響關係進行研究。衍生之具體問題如下：

- (一) 運作記憶、自我調節表現與解題能力之表現狀態為何？
- (二) 運作記憶、自我調節表現與解題能力間之影響關係為何？
- (三) 運作記憶、自我調節表現與解題能力間之相關與預測型態為何？
- (四) 運作記憶、自我調節表現與解題能力間之多重關係為何？
- (五) 運作記憶、自我調節表現與解題能力間之潛在因徑關係結構為何？

貳、方法

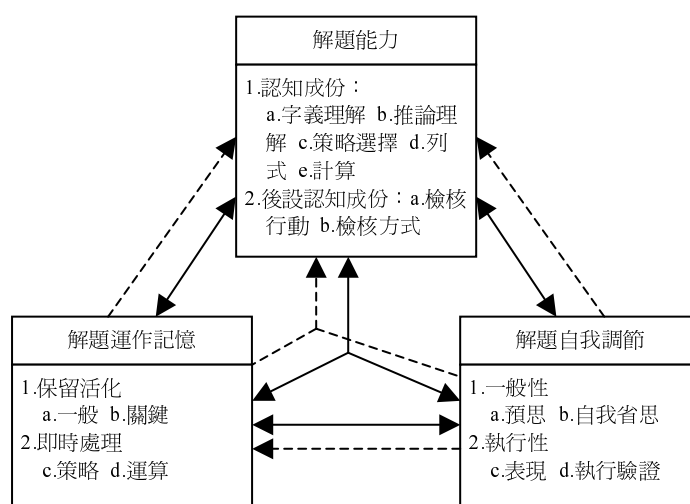
一、樣本

因欲為未來後續調查追蹤之起點，加上綜合 Anderson (2005)、Flavell (1985)、Flavell、Miller 與 Miller (1993)、Jones、Rothbart 與 Posner (2003)、Kreutzer、Leonard 與 Flavell (1975)、Rothbart、Ellis、Rueda 與 Posner (2003)、Rothbart 與 Posner (2005)、Rueda、Posner 與 Rothbart (2005) 之認知發展研究結果指出，學前及國小階段（含一年級）個體已具有「後設記憶 (metamemory)」、「管控性注意力 (executive attention)」及「有意控制 (effortful control)」之記憶、後設認知及自我調節能力，故將以國小一年級個體為對象。係由嘉義縣市一年級學生組成，為便於統一教學版本，其產生乃以學校為叢集單位進行隨機取樣 (cluster and random sampling)，所抽取學校之一年級各班再隨機抽取 50% 學生，共抽取嘉義縣五所學校 306 人、嘉義市三所學校 202 人，合計 508 人。於剔除無效樣本（漏答者）31 人後，有效樣本為 477 人。此數均大於 G*Power 軟體設定在 power 值為 .80、中度 effect size 值時，採相關、迴歸、平均數差異 t 及 F 考驗所估算樣本數 (65、65、110、130)。因將運用結構方程模式 (structural equation model, SEM) 進行關係結構分析，綜合 Joreskog 與 Sorbom (1993)、Hair、Anderson、Tatham 與 Black (1998) 建議，模式中每估計自由參數至少需五至十人，以降低抽樣誤差及適配度不佳機率，且所得參數估計值亦將較穩定。在圖 2 至 5 各模式最高自由估計參數 24 狀況下，

至少需 120 至 240 人，故樣本數亦符合 SEM 分析之人數標準。

二、設計架構

以解題能力（字義理解、推論理解—數量句及問句、策略選擇、列式、計算、檢核行動及檢核方法）、解題運作記憶能力（保留活化及即時處理）、解題自我調節能力（一般性及執行性）為關聯變項進行探究，其設計假定解題能力、解題運作記憶及解題自我調節能力彼此間具關聯、解題運作記憶及解題自我調節能力可單獨或聯合預測解題能力，而三變項彼此間亦具潛在影響關係，如圖 1 所示。



圖註：

1. 實線雙箭頭表二變項間關係，實線三箭頭表三變項間關係

2. 虛線黑單箭頭表預測及潛在影響關係，虛線黑三箭頭表聯合預測及潛在影響關係

圖 1 運作記憶、自我調節表現與解題能力關係之研究設計架構

三、工具

（一）歷程導向解題診斷評量題組

1. 內容及編製過程

係許家驊（2009）依緒論所提各解題歷程認知及後設認知成份所編之國小學生文字題解題歷程成份能力診斷評量工具。編製基礎、使用題型及計算量數係以康軒（楊瑞智編，2006，2007）、南一（陳冒海編，2006；張英傑編，2007）、翰林（許瑛珍編，2006，2007）、國立教育研究院籌備處（鄭國順編，2006，2007）出版之數學課本第一二冊相關單元內容為基礎，再參考 Verschaffel、Greer 與 DeCorte（2007）對加減法文字題型語意基模（semantic schema）分類觀點，分析其在「單步驟（single step）加減法」文字題相關題型及計算難度編製。認知及後設認知成份每大題最高分為 7 及 5 分，共 8 大題。詳如表 1 至表 2 所示：

表 1 歷程導向解題診斷評量題組編製細目表

計算難度	合併型	改變型（結果量未知）		比較型
	求整體量	增加	減少	比大
十以內個位數對個位數進位加	2	2	0	0
二十以內二位數對個位數借位減	0	0	2	2

註：以上兩種計算難度均在康軒、南一、翰林及部編版一年級下學期教學範圍內

資料來源：“國小加減法數學文字題歷程導向解題診斷評量題組之編製發展與功能分析研究”

，許家驊，2009，*教育心理學報*，40 (4)，687。

表 2 歷程導向解題診斷階層設計型式及功能

向度	類別	成份	試探問題	診斷功能
認知	閱讀理解	字義理解	這一題的題目是？	是否有識題障礙？
		推論理解	根據兩個前提句分別提問？	是否分別理解各前提句意義？
			題目要我們算什麼？	是否理解問句意義？
	計劃	策略選擇	你覺得這一題要怎麼做才可以得到答案？	是否了解如何達成目標（運算法）？
	執行	列式	這一題的算式要怎麼寫？	是否具有正確列式（橫式）能力？
		計算	這一題的答案是多少？	是否具有正確計算能力？
後設	回顧	檢核行動	寫完題目後你會再檢查嗎？	是否具有驗算檢核習慣？
認知		檢核方式	你是怎麼檢查的？	是否具有驗算檢核能力？

資料來源：“國小加減法數學文字題歷程導向解題診斷評量題組之編製發展與功能分析研究”，許家驊，2009，*教育心理學報*，40 (4)，687。

本題組編製及施測流程係以解題成份及學習內容分析結果為基礎進行題組編製，含編製目標及細目表、依細目表進行初步項目及試探問題編擬、針對填答形式及程序設計說明指導語、專家審閱、修正及編輯題組、編製練習題組、針對練習題組及施測說明製作標準化視訊與音訊錄音簡報、針對練習及正式題組進行注音標示、學生試作及施測、功能驗證。

2. 題組品質分析

以四數學教育專家（二大學教授、二小學數學老師）審閱修正形式建立內容效度，而全題組及認知成份題組與數學學業考試成績間分具 .38 及 .57 之效標關聯（criterion-related）效度係數（ $p < .001$ ），並分具約 14% 及 33% 之變異解釋預測效度。主成份分析、試探性及驗證性因素分析均發現二成份三因子結構（認知成份含基本解題及數量辨識技巧、後設認知成份含檢核技巧），且共同向度性、因素萃取、抽取變異比及模式適配度均屬良好。其中在共同向度性方面，各分題組各單題與各分題組總分間主成份負荷量（相關）均界於 .3 至 .981 間，各分題組與全題組間主成份負荷量（相關）界於 .74 至 .90 間，代表各分題組內及全題組內共同向度性良好。在試探性因素分析因素萃取、抽取變異比方面，斜交轉軸（oblimin rotation）成功萃取三個因子（轉軸收斂於第六個疊代），在轉軸前三個因子的總和分別為 4.55、0.94 及 0.76，其變異數百分

比分別為 50.53%、10.41%及 8.42%，總累積變異解釋比為 69.36%，由於三個因子間具有低至中度正相關（第一與第二因子相關為 .58、第二與第三因子相關值為 .15、第一與第三因子相關值為 .12），系統無法加入平方和負荷量以取得總變異數，故無法估計轉軸後之總累積變異解釋比，僅能報告三個因子之轉軸後平方總和，分別為 4.25、3.13 及 0.95（接近 1），此值亦相當於使用正交轉軸（varimax rotation）後所得之因子特徵值，依 Kaiser（1960）建議大於 1 的特徵值可予保留之規準看來，前二者具相當影響，最後者雖僅近門檻，但所含二因素負荷量均在 .3 以上，為顧及理論結構完整性，仍宜予保留。結構矩陣負荷量在 .3 以上（界於 .37 至 .93 間），代表各分題組與三個因素間均具相當程度之關聯，因素歸屬命名得到基本解題技巧（含字義理解、推論理解三／問句、策略選擇、列式、計算）、數量辨識技巧（含推論理解一／數量句一、推論理解二／數量句二）、檢核技巧（含檢核行動、檢核方式）三因子，與題組編製假定相符，各題組再製共同性界於 .34 至 .87 間（其中八個大於 .53 以上，佔 89%）、題組間再製相關有二十五個大於 .30 以上（64%）、且界於 .36 至 .86 間（餘為不同成份之相關故較低），而再製相關與實際相關之非重複性殘差絕對值僅有三個大於 .05（8%），因素萃取狀況良好。而驗證性因素分析之模式適配度「最大可能性」估計（Maximum Likelihood, ML）結果，三潛在因素與對應觀察指標變項之結構係數界於 .59 至 .95 間，三潛在因素之共同萃取變異解釋比分別為 70%、87%、42%，總共同萃取變異解釋比為 67%，第一與第二潛在因素相關為 .63、第二與第三潛在因素相關為 .15、第一與第三潛在因素相關值 .13。模式估計之各迴歸加權係數顯著性界於 .01 至 .000 間，各共變數（與相關有關）顯著性界於 .03 至 .000 間，各變異數顯著性界於 .047 至 .000 間，重要模式適配指標均達標準（AGFI .968>.90、RMSEA .034<.05、CMIN/DF 1.544 界於 1-3 間），分析結果均屬良好。

全題組、認知及後設認知成份題組內部一致性 α 係數界於 .85 至 .97 間，組合（composite）信度大部份界於 .92 至 .95 間。全及各成份題組、各單題之區別力良好（全題組及各分題組極端組表現 t 考驗結果，前者為 26.30，後者界於 6.03 至 18.15 間，均達 .000 顯著水準；97.22%單題極端組表現 t 考驗結果界於 2.53 至 15.56 間，至少均達 .05 顯著水準以上）。

（二）解題自我調節表現量表

1. 內容及編製過程

係許家驊（2008）依 Zimmerman（2002）、Cleary 與 Zimmerman（2004）、Pintrich（2004）對一般領域自我調節能力解析向度，以及 Garafalo 與 Lester（1985）對數學解題活動所提認知與後設認知整合模式內容所編之國小學生文字題解題特定領域自我調節表現評量工具。本量表分為解題「一般性及執行性自我調節」兩大向度，二者均轉換為解題情境後進行編製，前者含解題「預慮」及「自我省思」共 12 題，後者含解題「作業表現控制」及「執行與評鑑」共 12 題。考量國小學生判斷力廣度有限，故以「是、有些是、不是」（2、1、0）三點量尺為項目評定尺度，最高總分為 48 分。詳如表 3 所示：

表 3 解題自我調節表現量表編製細目架構表

向度	層面	包含細項	意義內涵	項目數	層面項目數	向度項目數
(一) 解題一般 性自我調 節能力	1.解題預思	(1)作業分析	A.目標設定 B.策略安排	(1) (1)	5	12
		(2)自我動機信念	C.自我效能信念／結果期待 D.目標導向 E.內在興趣／價值	(1) (1) (1)		
	2.解題自我省思	(1)自我判斷	A.自我評鑑 B.歸因（能力或努力）	(1) (2)	7	
		(2)自我反應	C.自我因應／情感滿足 D.調適	(2) (2)		
	1.解題作業表現控制	(1)自我控制	A.注意力集中 B.自我教學／作業策略 C.自我監控	(1) (3) (1)	6	12
		(2)自我觀察	D.自我記錄／試驗	(1)		
	2.解題執行與驗證	(1)解題執行	A.監控細部及全盤計劃的進程 B.為求解題的速度、準確性、精緻性，而 捨棄無用計劃、追求更佳計劃的決定	(1) (1)	6	
		(2)解題驗證				
		(2-1)導向及組織的評鑑	A.評鑑表徵的適切性 B.評鑑整體計畫與目標間的一致性	(1) (1)		
		(2-2)執行的評鑑	C.評鑑行動進行的適切性 D.評鑑最後結果與問題情境間的一致性	(1) (1)		

資料來源：「國小數學解題自我調節表現量表之編製發展與實測分析研究」，許家驊，2008，*教育與心理研究*，31(4)，123。

本量表編製及施測流程主要以解題自我調節能力分析與學習內容分析結果為基礎，進行量表及解題經驗誘發問題編製，含編製目標及細目表、依細目表及 Likert 式三點評定量尺形式進行初步項目及測試問題編擬、依學習內容分析結果選擇問題進行編製、針對解題經驗誘發問題及量表填答形式程序設計說明指導語、專家審閱、修正及編輯量表相關組件、依序組合施測用量表並進行注音標示、學生試作及施測、功能驗證。

2. 量表品質分析

試探性及驗證性因素分析均發現二因子結構（一般性及執行性自我調節），且共同向度性、因素萃取、抽取變異比及模式適配度均屬良好。其中在共同向度性方面，各分量表各單題與各分量表總分間的主成份負荷量（相關）均界於 .433 至 .770 間，各分量表與全量表間的主成份負荷量（相關）界於 .679 至 .799 間，此代表各分量表內及全量表內共同向度性良好。在試探性因素分析因素萃取、抽取變異比方面，斜交轉軸成功萃取二個因子（轉軸收斂於第六個疊代），在轉軸前兩個因子的總和分別為 1.847 及 0.634，其變異數百分比值分別為 46.164%及 15.846%，總累積變異解釋比為 62.010%，由於兩個因子間具有中度正相關（.455），系統無法加入平方和負荷量以取得總變異數，故無法估計轉軸後之總累積變異解釋比，僅能報告兩個因子之轉軸後平方總和，分別為 1.546 及 1.485，此值亦相當於使用正交轉軸後所得之因子特徵值，依 Kaiser（1960）建議大於 1 的特徵值可予保留之規準看來，此二者具有相當影響。結構矩陣負荷量均在 .3 以上（界於.3 至.848 間），代表各分量表與兩個因素間均具相當程度之關聯，因素歸屬命名得到「一般性數學解題自我調節能力」（含預思及自我省思）、「執行性數學解題自我調節能力」（含表現控制、執行與評鑑）兩因子，與量表編製假定相符，各量表再製共同性界於 .513 至 .724 間、量表間再製相關界於 .188 至 .627 間，而再製相關與實際相

關之殘差絕對值均未大於 0.05 (0%)，因素萃取狀況良好。而驗證性因素分析之模式適配度「最大可能性」估計結果，二潛在因素與對應觀察指標變項之結構係數界於.62 至.96 間，二潛在因素之共同萃取變異解釋比分別為 64.35%、67.21%，總共同萃取變異解釋比為 65.78%，二潛在因素相關為 .47。模式估計之各迴歸加權係數、共變數、變異數均達.000 顯著水準，重要模式適配指標均達標準 (AGFI .999>.90、RMSEA .000<.05、AIC 18.061<20)，分析結果均屬良好。

全及分量表內部一致性 α 係數界於.765 至.833 間，組合信度界於.776 至.881 間。全及分量表、各項目之決斷值良好 (全量表及各分量表極端組表現 t 考驗結果，前者為 39.14，後者界於 11.11 至 26.73 間，均達.000 顯著水準；各單題極端組表現 t 考驗結果界於 5.16 至 12.63 間，均達.000 顯著水準)。

(三) 解題運作記憶表現作業

1. 內容及編製過程

係許家驊 (2010) 依 Andersson (2007)、Baddley (1986)、Swanson (2004, 2006) 所提訊息保留活化及即時運用處理功能所編之國小學生文字題解題運作記憶評量工具。而依 Verschaffel、Greer 與 DeCorte (2007) 觀點，可再將前述二種運作記憶功能搭配緒論所提三項解題核心認知成份 (閱讀理解、策略計劃、執行) 細分為四，前者分為一般及關鍵訊息保留兩項，後二者分為策略及運算訊息即時處理兩項。各大題即依此四項解題運作記憶功能進行四評估單題編製，以了解個體在撤除所有視訊閃示及音訊口述訊息條件下，進行讀題了解一般性問題文字及數量關係敘述、理解問題關鍵題意有關、解題方法挑選及答案運算之能力。其編製基礎、使用題型及計算量數均與第一項工具相同，一大題最高總分 4 分，共 4 大題。詳如表 4 至表 5 所示：

表 4 解題運作記憶表現作業編製細目

計算難度	合併型	改變型 (結果量未知)		比較型
	求整體量	增加	減少	比大
十以內個位數對個位數進位加	1 (*4)	1 (*4)	0	0
二十以內二位數對個位數借位減	0	0	1 (*4)	1 (*4)

註：以上兩種計算難度均在康軒、南一、翰林及部編版一年級下學期教學範圍內未括號者為大題數，括號者為單題數

資料來源：“國小解題運作記憶表現作業之編製發展與實測分析研究”，許家驊，2010，*教育學刊*，34，152。

表 5 解題運作記憶表現作業編製向度

評估能力	評估問題	表現標準	實施形式
一般訊息保留	題目告訴我們什麼？	能在撤除所有視訊閃示及音訊口述訊息（以下稱撤除所有訊息）的條件下選出符合正確條件及數量訊息之敘述	採視訊閃示及音訊口述後，撤除所有訊息進行。
關鍵訊息保留	這一題要叫我們做什麼？	能在撤除所有訊息的條件下選出符合正確題意及目的之敘述	受試僅有印上各評估問題
策略即時處理	你覺得應該怎麼做呢？	能在撤除所有訊息的條件下選出符合正確策略之敘述	及作答選項之空白答案
運算即時處理	你覺得答案應該是什麼呢？	能在撤除所有訊息的條件下選出符合預期執行結果之敘述	本，並無該文字題題目之書面題本。

資料來源：“國小解題運作記憶表現作業之編製發展與實測分析研究”，許家驊，2010，*教育學刊*，34，152。

本作業編製及施測流程主要以解題運作記憶功能分析及學習內容分析結果為基礎，進行作業編製，含編製目標及細目表、依細目表進行初步項目及測試問題作業編擬、針對填答形式及程序設計說明指導語、專家審閱、修正及編輯作業、編製練習作業、針對正式及練習作業製作施測用標準化視訊及音訊錄音簡報、針對練習及正式作業進行注音標示）、學生試作及施測、功能驗證。

2. 作業品質分析

其內容效度建立方式與第一項工具相同，而全作業與數學學業考試成績間分具.596之效標關聯效度係數（ $p<.001$ ），並分具約 35%之變異解釋預測效度。試探性及驗證性因素分析發現二因子結構（訊息保留及即時處理），且共同向度性、因素萃取、抽取變異比及模式適配度均屬良好，其中在共同向度性方面，各分作業各單題與各分作業總分間主成份負荷量（相關）均界於 .35 至 .71 間，各分作業與全作業間主成份負荷量（相關）界於 .67 至 .84 間，代表各分作業內及全作業內共同向度性良好。在試探性因素分析因素萃取、抽取變異比方面，斜交轉軸成功萃取二個因子（轉軸收斂於第八個疊代），在轉軸前兩個因子總和分別為 1.90 及 0.18，其變異數百分比值分別為 47.39%及 4.48%，總累積變異解釋比為 51.88%，由於兩個因子間具有中度正相關（.71），系統無法加入平方和負荷量以取得總變異數，故無法估計轉軸後之總累積變異解釋比，僅能報告兩個因子之轉軸後平方總和，分別為 1.80 及 1.44，此值亦相當於使用正交轉軸後所得之因子特徵值，依 Kaiser（1960）建議大於 1 的特徵值可予保留之規準看來，此二者具有相當影響。結構矩陣負荷量均在 .3 以上（界於.461 至.822 間），代表各分作業與兩個因素間均具相當程度之關聯，因素歸屬命名得到訊息保留（含一般及關鍵訊息保留）及即時處理（含策略及運算訊息即時處理）兩因子，與作業編製假定相符，各作業再製共同性界於 .38 至 .68 間、作業間再製相關界於 .35 至 .62 間（67%大於.42），而再製相關與實際相關之非重複性殘差絕對值均未大於 .05（0%），因素萃取狀況相當良好。而驗證性因素分析之模式適配度「最大可能性」估計結果，二潛在因素與對應觀察指標變項之結構係數界於.55 至.81 間，二潛在因素之共同萃取變異解釋比分別為 45.55%、62.45%，總共同萃取變異解釋比為 54%，二潛在因素相關為 .78。模式估計之各迴歸加權係數、共變數、變異數均達.000 顯著水準，重要模式適配指標均達標準（AGFI .984>.90、

RMSEA .000<.05、CMIN/DF 1 界於 1-3 間)，分析結果均屬良好。

全題組內部一致性 α 係數.764、組合信度.797，全及分作業及各單題之區別力良好（全作業及各分作業極端組表現 t 考驗結果，前者為 25.33，後者界於 10.24 至 21.28 間，均達.000 顯著水準；各單題極端組表現 t 考驗結果界於 2.52 至 10.16 間，均達.05 顯著水準以上）。

四、實施程序

（一）準備階段

依目的、問題及文獻探析內容準備適合工具，一為歷程導向解題診斷題組、二為解題自我調節表現量表、三為解題運作記憶作業。

（二）施測階段

施測者為研究者（主試）、助理及各班導師（襄試），前者負責施測流程之說明及掌控工作，後者則協助施測流程實施（如題本發放回收、學生問題之處理等）。

施測之標準化過程依三階段進行，其一為施測前會議討論（研究者、助理、各班導師均列席會議，說明施測目的及預定程序內容後請各班導師提供施測建議）。其二依據討論結果進行工具內容形式及程序說明指導語腳本之調整。其三使用調整後之工具及程序說明指導語說明後，始進行各工具之實施。

至於各工具之施測時間均各為一節課 40 分鐘，共計三節課 120 分鐘分三次實施。

（三）資料回收與處理分析階段

剔除無效資料（未填答者）後，研究者在助理協助下進行回收之有效原始資料輸入建置，並使用 SPSS 程式進行資料檔轉碼評分後分析，如後所述。

五、資料處理與分析

針對問題一，採描述統計及 t 考驗了解各能力表現。針對問題二，採獨立樣本二因子多變項平均數考驗（MANOVA）、單純主要效果、scheffe' 事後比較、Roy-Bargman 降步（step-down） F 考驗及同時信賴區間（simultaneous confidence interval）考驗，以了解各能力表現之影響關係。在問題一及問題二之分析中，將涉及不同變項不同能力個體之極端組分組，不同變項分組方式係由統計程式採累積人數百分比（PR）選取高低分兩組個體，因在高於 PR73 對應百分位數點以上及低於 PR27 對應百分位數點以下之同分數個體必須同時選取，將可能造成兩組人數及變異數不等之狀況，因此後續推論統計分析及概率值均採「不假設變異數相等」之數據。

針對問題三，採積差相關及迴歸預測以了解各能力表現間之相關與預測型態。針對問題四，採典型（canonical）相關分析，以了解各能力表現間之多重關係。針對問題五，採結構方程模式（SEM）分析，以了解各能力表現間之關係結構。除第五項採 Amos 7.0 進行外，餘均採 SPSS 12.0 for Windows 系統為之。

參、結果與討論

一、運作記憶、自我調節表現與解題能力分析

如表 6 所示。

表 6 個體各項能力表現之平均數與高分組差異考驗

項目	整體 解題	認知 解題	後設認知解題 (檢核)	基本 技巧	量數 辨識	檢核 行動	檢核 方式	解題自 我調節	一般性自 我調節	執行性自 我調節	解題運 作記憶	保留 活化	即時 處理
整體平均數 (N=477)	71.89	49.84	34.59	15.25	22.05	11.67	10.38	37.30	19.59	17.71	13.65	6.93	6.72
高自我調節 平均數 (N=135)	75.60	52.36	23.24	36.58	15.78	13.00	10.24	69.13	34.84	34.29	14.69	7.40	7.29
低自我調節 平均數 (N=150)	68.22	47.04	21.18	32.40	14.64	10.88	10.30	52.40	28.04	24.36	13.14	6.54	6.60
自我調節高 低分組 <i>t</i> 考 驗值	4.62 (.000)	5.80 (.000)	1.75 (.082)	5.37 (.000)	5.25 (.000)	3.30 (.001)	-.08 (.937)	48.02 (.000)	18.93 (.000)	32.80 (.000)	5.62 (.000)	6.23 (.000)	3.93 (.000)
高運作記憶 平均數 (N=162)	76.65	53.96	22.69	38.28	15.69	12.04	10.65	62.11	32.04	30.07	16.00	8.00	8.00
低運作記憶 平均數 (N=144)	65.54	43.46	22.08	29.10	14.35	11.40	10.69	59.13	30.35	28.77	10.92	5.81	5.10
運作記憶高 低分組 <i>t</i> 考 驗值	6.96 (.000)	12.24 (.000)	.50 (.619)	13.19 (.000)	5.38 (.000)	1.01 (.314)	-.053 (.958)	4.00 (.000)	3.91 (.000)	2.55 (.011)	31.08 (.000)	19.40 (.000)	26.10 (.000)

註：自我調節及運作記憶均分別以高於 PR73 對應百分位數點以上及低於 PR27 對應百分位數點以下者為高分組及低分組，因同分數個體必須同時選取，故造成兩組人數不等及變異數不等之狀況，因此 *t* 及概率值均採「不假設變異數相等」之數據。括號內數值為概率值。

自表 6 平均數及高低分組 *t* 考驗值可知，多項解題能力因運作記憶及自我調節表現不同而有差異（至少均達 .05 顯著水準以上），此顯示不同運作記憶及自我調節表現個體在項解題能力上有異，故有必要再行探討。

二、運作記憶、自我調節表現與解題能力間之影響關係分析

以下為了解解題能力是否受其他兩類表現影響而有差異，將別以解題自我調節及運作記憶表現（高於前 27%—PR73 或低於後 27%—PR27 個體之分數點者分別為高分或低分組）為分組自變項，基本解題及量數辨識表現、檢核行動及方式、解題認知及後設認知檢核表現為三組依變項分別進行獨立樣本二因子多變項變異數考驗、降步、信賴區間考驗、事後比較。以下將分為共線性分析、不同因子組合分析呈現。

（一）共線性分析

對不同組合內兩依變項，進行迴歸分析檢視。依 Belsley、Kuh 與 Welsch (1980) 判斷標準，允差大、VIF 小之狀況，較無共線性問題。另在同一特徵值之條件指數小（1 至 16.316；1-30 表低度、30-100 表中度、100 以上表嚴重）、變異數比例低於 1（.0 至 .99；不大於 1）亦較無共線性問題。因此不同組合中，兩依變項間均應無共線性問題，適合後續分析。

(二) 不同自我調節及運作記憶因子組合解題表現分析

1. 不同因子組合之分類解題表現多變項分析如表 7 所示。

表 7 不同自我調節與運作記憶 (A×B) 因子組合之二因子多變項變異數分析

依變項組合	多變項變異數分析			單變項變異數分析			單純主要效果或差異比較	降步分析 Step-down <i>F</i>	95%信賴區 間考驗	
	A×B 交互作用 <i>A</i> 及 <i>F</i>	A 因子效果 <i>A</i> 及 <i>F</i>	B 因子效果 <i>A</i> 及 <i>F</i>	A×B 交互作用 <i>F</i>	A 因子效果 <i>F</i>	B 因子效果 <i>F</i>	因子： (依變項) 組別	第一 依變項 <i>F</i>	排除第一 依變項後 之第二依 變項 <i>F</i>	個別 單變 項 Wilks 聯合 多變 項
基本解題及量數辨識表現 ¹	自我調節× 運作記憶 <i>A</i> =.92; <i>F</i> =9.33	自我調節 <i>A</i> =.94; <i>F</i> =7.22 (.001)	運作記憶 <i>A</i> =.68; <i>F</i> =51.01	自我調節× 運作記憶 基本解題 10.60 (.001); 量數辨識 16.52	自我調節 基本解題 5.96 (.015); 量數辨識 13.9564	運作記憶 基本解題 101.98; 量數辨識 17.74	自我調節/低運作記憶: (基本解題 及量數辨識) 均為高能力>低能力 運作記憶/高或低自我調節: (基本解題及量數辨識) 均為高能力>低能力 自我調節及運作記憶: (基本解題 及量數辨識) 均為高能力>低能力	自我調節 27.52; 運作記憶 292.76	自我調節 5.42 (.021); 運作記憶 .06 (.801)	自我調節 (基本解題 及量數辨 識)均不含 0; 運作記憶 為(基本解 題)不含 0; (量數辨識) 含 0
檢核行動及檢核方式 ²	自我調節× 運作記憶 <i>A</i> =.98; <i>F</i> =1.91 (.151)	自我調節 <i>A</i> =.94; <i>F</i> =6.57 (.002)	運作記憶 <i>A</i> =.98; <i>F</i> =2.07 (.129)	自我調節× 運作記憶 檢核行動 .14 (.712); 檢核方式 1.65 (.201)	自我調節 檢核行動 12.32 (.001); 檢核方式 2.04 (.155)	運作記憶 檢核行動 (.910); 檢核方式 2.35 (.127)	自我調節: (檢核行動) 高能力>低能力	自我調節 10.56 (.001)	自我調節 5.27 (.023)	自我調節 (檢核行動 及方式)均 不含 0
解題認知及後設認知檢核 ³	自我調節× 運作記憶 <i>A</i> =.93; <i>F</i> =8.66	自我調節 <i>A</i> =.94; <i>F</i> =6.71 (.001)	運作記憶 <i>A</i> =.68; <i>F</i> =51.16	自我調節× 運作記憶 解題認知 14.97; 後設檢核 .33 (.569)	自我調節 解題認知 9.60 (.002); 後設檢核 7.10 (.008)	運作記憶 解題認知 92.04; 後設檢核 .73 (.395)	自我調節/低運作記憶: (解題認知) 高能力>低能力 運作記憶/高或低自我調節: (解題認知) 均為高能力>低能力 自我調節/高運作記憶: (後設檢核)高能力>低能力 自我調節: (解題認知及後設檢核) 均為高能力>低能力 運作記憶: (解題認知) 高能力>低能力	自我調節 31.65; 運作記憶 272.50	自我調節 .72 (.397); 運作記憶 8.21 (.004)	自我調節 (解題認知) 不含 0(後設 檢核)含 0; 運作記憶 (解題認知 及後設檢 核)均不含 0

註：1. 基本解題為第一依變項、量數辨識為第二依變項

2. 檢核行動為第一依變項、檢核方式為第二依變項

3. 解題認知為第一依變項、解題後設認知檢核為第二依變項

4. 括號內為概率值，未有括號之 *F* 值概率均為 .000

自表 7 可知，交互作用多變項考驗 Wilks *A* 值及 *F* 值、單變項考驗 *F* 值，自我調節與運作記憶因子組合在部份依變項或其組合均達.05 顯著水準，顯示不同自我調節與運作記憶能力對「基本解題」、「量數辨認」、「解題後設認知檢核」具因子交互作用。其單純主要效果顯示自我調節能力對低運作記憶能力個體的基本解題、量數辨認及解題認知表現具影響，高能力者優於低能力者；運作記憶能力對不同自我調節能力個體的基本解題、量數辨認及及解題認知表現均具影響，高能力者優於低能力者。自我調節能力對高運作記憶能力個體的解題後認知檢核表現具影響，高能力者優於低能力者。

因子主要效果之多變項考驗 Wilks *A* 值及 *F* 值、單變項考驗 *F* 值，自我調節與運作記憶因子在部份依變項或其組合均達.05 顯著水準，顯示不同自我調節及運作記憶能力對個體的「基本解題」、「解題認知」、「量數辨認」、「檢核行動」表現具單獨影響，不同自我調節能力對個體的「後設認知檢核」表現具有單獨影響。此亦顯示不同能力個體間的各项表現具差異，其中自我調節能力影響範圍較運作記憶能力為廣。由於各因子均僅含二水準，故直接以平均數進行差異比較。發現不同運作記憶能力個體的「基本解題」、

「量數辨認」、「檢核行動」、「解題認知」具有差異，高能力者優於低能力者；不同自我調節能力個體的「基本解題」、「量數辨認」、「檢核行動」、「解題認知」、「後設認知檢核」具差異，高能力者優於低能力者。

Roy-Bargman 降步 F 考驗，發現解題自我調節能力因子在「基本解題及量數辨認」、「檢核行動及檢核方式」依變項組合，確對第一及第二依變項分具顯著影響，亦即不同自我調節能力個體在基本解題、檢核行動、量數辨認及檢核方式均具差異。但其在「解題認知及後設認知檢核」依變項組合，僅對第一依變項具顯著影響，亦即不同自我調節能力個體之解題認知具差異。解題運作記憶能力因子在「基本解題及量數辨認」依變項組合，僅對第一依變項具顯著影響，亦即不同解題運作記憶能力個體之基本解題表現具差異。但其在「檢核行動及檢核方式」、「解題認知及後設認知檢核」兩依變項組合，確對第一及第二依變項分具顯著影響，亦即不同解題運作記憶能力個體之檢核行動、解題認知、檢核方式及解題後設認知檢核均具差異。

個別單變項及 Wilks 聯合多變項 95%信賴區間考驗，解題自我調節因子在「基本解題及量數辨認」、「檢核行動及檢核方式」兩依變項組合均具真正差異，但「解題認知及後設認知檢核」此依變項組合，僅第一依變項具真正差異。解題運作記憶因子在「檢核行動及檢核方式」、「解題認知及後設認知檢核」依變項組合，兩依變項均具真正差異，但「基本解題及量數辨認」此依變項組，僅第一依變項具真正差異。

2. 不同自我調節與運作記憶之整體解題表現分析如表 8 所示。

表 8 不同自我調節與運作記憶 (A×B) 因子組合之解題總分二因子單變項變異數分析

單變項變異數分析			差異比較
A×B 交互作用	A 因子效果	B 因子效果	因子：組別
F	F	F	
自我調節×運作記憶	自我調節	運作記憶	自我調節及運作記憶：
2.21 (.156)	12.50	15.71	均為高能力>低能力

註：括號內為概率值，未有括號之 F 值概率均為 .000

自表 8 可知，其交互作用 F 值均未達.05 顯著水準。代表因子組合對整體解題能力均不具交互作用。但其主要效果 F 值，「自我調節」及「運作記憶」均達.05 顯著水準。代表不同自我調節及運作記憶對「整體解題」表現具單獨影響。由於各因子均僅含二水準，故直接以平均數進行差異比較。發現不同運作記憶、自我調節能力個體的「整體解題」表現具差異，高能力者優於低能力者。

三、運作記憶、自我調節表現與解題能力之相關預測分析

為檢視其關聯及預測關係，分別進行線性迴歸預測，如表 9 所示。

表 9 運作記憶、自我調節表現與解題能力之相關迴歸預測分析摘要 (N=477)

預測變項	項目	被預測變項									
		認知解題 總分	認知解題 基本技巧	認知解題 量數辨認	後設解題 檢核總分	後設解題 檢核行動	後設解題 檢核方式	整體解題 總分	解題運作 記憶總分	解題保留 活化	解題即時 處理
解題自我調節表現	R	.29	.27	.30	.08(.088)	.13(.004)	.01(.886)	.24	.36	.33	.30
	調整後 R ²	.09	.07	.09	.004	.02	.00	.05	.13	.11	.09
解題一般性自我調節表現	R	.35	.32	.34	.07(.113)	.12(.007)	.01(.904)	.27	無	無	無
	調整後 R ²	.12	.11	.12	.003	.01	.00	.07	無	無	無
解題執行性自我調節表現	R	.15(.001)	.14(.003)	.17	.06(.200)	.1(.032)	.01(.907)	.14(.009)	無	無	無
	調整後 R ²	.02	.02	.03	.001	.01	.00	.02	無	無	無
解題一般性、執行性自我調節表現	R	.35	.33	.35	.08(.216)	.14(.013)	.01(.990)	.27	.42	.39	.35
	調整後 R ²	.12	.10	.12	.002	.014	.00	.07	.17	.14	.12
解題運作記憶表現	R	.69	.67	.51	.04(.441)	.08(.069)	.02(.678)	.44	無	無	無
	調整後 R ²	.47	.45	.26	.001	.01	.00	.20	無	無	無
解題保留活化表現	R	.56	.56	.39	.09(.049)	.12(.011)	.04(.382)	.41	無	無	無
	調整後 R ²	.32	.31	.15	.01	.011	.00	.17	無	無	無
解題即時處理表現	R	.63	.61	.50	.03(.556)	.03(.507)	.07(.116)	.37	無	無	無
	調整後 R ²	.40	.37	.25	.001	.001	.003	.13	無	無	無
解題保留活化、即時處理表現	R	.69	.67	.53	.13(.022)	.12(.028)	.12(.038)	.45	無	無	無
	調整後 R ²	.47	.45	.27	.012	.011	.010	.20	無	無	無
解題自我調節、運作記憶表現	R	.69	.67	.53	.08(.229)	.14(.011)	.02(.874)	.45	無	無	無
	調整後 R ²	.47	.45	.28	.002	.02	.00	.20	無	無	無
解題一般性及執行性自我調節表現、解題保留活化及即時處理表現	R	.69	.68	.55	.14(.044)	.16(.013)	.12(.161)	.46	無	無	無
	調整後 R ²	.48	.45	.29	.012	.02	.01	.20	無	無	無

註：括號內數字表概率；未有括號之 R 數據概率均為.000。

自表 9 可知，除檢核總分、行動及方式外，各預測變項與各被預測變項之簡單或多元相關界於.14 至.69 間（達.05 顯著水準），調整後相關平方界於.02 至.48 間，亦即各預測變項與各被預測變項具約 2%至 48%共同變異解釋量，前者對後者具預測力。檢核總分、行動及方式與各預測變項之部份簡單及多元相關界於.12 至.16 間（達.05 顯著水準），後者對前者具預測力，特別是檢核行動部份。

四、運作記憶、自我調節與解題能力各項表現間之多重關係分析

為了解解題自我調節表現、解題運作記憶表現與解題能力三組變項間之整體關聯，將針對其各分量表或組合量表進行典型相關分析，以釐清兩組或三組變項間之整體關聯。以下將分為共線性分析、正式分析兩部份呈現。

（一）共線性分析

針對各變項進行迴歸分析檢視。依 Belsley、Kuh 與 Welsch（1980）判斷標準，允差大、VIF 小之狀況，較無共線性問題。另在同一特徵值之條件指數小（1 至 22.72；1-30 表低度、30-100 表中度、100 以上表嚴重）、變異數比例低於 1（.00 至.93）亦較無共線性問題。因此各變項間均應無共線性問題，適合後續分析。

（二）正式分析

為檢視解題能力、運作記憶與自我調節各組變項間之整體關係及重疊變異解釋量，分別以不同變項組合為控制變項及效標變項進行典型相關分析，結果如表 10 及表 11 所示。

表 10 運作記憶、自我調節與解題能力各層面表現間之典型相關分析摘要

變項 組合	控制變項	效標變項	第一組典型變項						第二組典型變項						第三組典型變項					
	(X 變項)	(Y 變項)	ρ	ρ^2	%	R		ρ	ρ^2	%	R		ρ	ρ^2	%	R				
			χ_1	η_1	χ_1	η_1	χ_2	η_2	χ_2	η_2	χ_3	η_3	χ_3	η_3						
一	一般性自我調節/執行性自我調節	基本解題/量數辨識	.38	.14	60.28	79.32	8.50	11.191												
二	保留活化/即時處理	基本解題/量數辨識	.69	.48	75.79	76.10	36.02	36.16	.09 (.048)	.01	24.21	23.90	.20	.20						
三	一般性自我調節/執行性自我調節/保留活化/即時處理	基本解題/量數辨識	.70	.48	45.31	76.71	21.86	37.02	.16 (.005)	.03	19.41	23.30	.52	.62						
四	解題自我調節/解題運作記憶	基本解題/量數辨識	.69	.47	59.10	76.12	27.97	36.02	.12 (.007)	.02	40.90	23.88	.63	.37						
五	一般性自我調節/執行性自我調節	檢核行動/檢核方式	.15 (.034)	.02	67.85	42.08	1.48	.92												
六	保留活化/即時處理	檢核行動/檢核技巧	.13 (.015)	.02	31.64	71.46	.51	1.15	.10 (.030)	.01	68.36	28.54	.68	.28						
七	一般性自我調節/執行性自我調節/保留活化/即時處理	檢核行動/檢核方式	.16 (.016)	.03	40.1	53.73	1.08	1.44												
八	解題自我調節/解題運作記憶	檢核行動/檢核方式	.15 (.021)	.02	65.98	39.78	1.55	.94												
九	一般性自我調節/執行性自我調節	基本解題/量數辨識/檢核行動/檢核方式	.39	.15	61.27	40.04	9.19	6.01												
十	一般性自我調節/執行性自我調節	解題認知/解題後設認知檢核	.36	.13	59.54	51.77	7.53	6.55												
十一	一般性自我調節/執行性自我調節	基本解題/量數辨識/解題後設認知檢核	.38	.14	60.40	54.05	8.55	7.65												
十二	保留活化/即時處理	基本解題/量數辨識/檢核行動/檢核方式	.69	.48	75.55	38.06	36.22	18.25	.16 (.005)	.03	24.45	24.15	.65	.65						
十三	保留活化/即時處理	解題認知/解題後設認知檢核	.69	.48	75.66	49.68	36.16	23.74	.12 (.007)	.02	24.34	50.32	.38	.78						
十四	一般性自我調節/執行性自我調節/保留活化/即時處理	基本解題/量數辨識/檢核行動/檢核方式	.70	.49	45.14	38.43	21.98	18.71	.19 (.001)	.04	18.89	10.39	.70	.38	.15 (.037)	.02	20.09	34.33	.43	.73
十五	解題自我調節/解題運作記憶	基本解題/量數辨識/檢核行動/檢核方式	.69	.48	59.10	38.33	28.11	18.23	.17 (.003)	.03	40.90	15.69	1.17	.45						
十六	一般性自我調節/執行性自我調節/保留活化/即時處理	解題認知/解題後設認知檢核	.70	.48	44.79	49.77	21.71	24.08	.14 (.024)	.02	17.36	50.23	.343	.99						
十七	一般性自我調節/執行性自我調節	保留活化/即時處理	.42	.18	60.75	75.82	10.78	13.46												

註： ρ 為典型相關係數， ρ^2 為典型相關變異解釋量； χ 為控制變項抽取之典型變項， η 為效標變項萃取之典型變項；%表示典型變項萃取變異數百分比，R 表示典型變項重疊變異解釋量；括號內數字為概率值；未有括號之 ρ 數據概率均為 .000。

表 11 運作記憶、自我調節與解題能力各層面表現間之典型相關分析結構係數

變項組合	控制變項	效標變項	第一組典型變項		第二組典型變項		第三組典型變項	
	(X 變項)	(Y 變項)	結 構 係 數		結 構 係 數		結 構 係 數	
			χ_1	η_1	χ_2	η_2	χ_3	η_3
一	一般性自我調節/執行性自我調節	基本解題/量數辨識	.99/.46	.86/.92				
二	保留活化/即時處理	基本解題/量數辨識	.82/.92	.98/.76	-.58/.39	-.22/.65		
三	一般性自我調節/執行性自我調節/保留活化/即時處理	基本解題/量數辨識	.52/.23/.81/.92	.97/.77	.62/.47/-.40/.13	-.25/.64		
四	解題自我調節/解題運作記憶	基本解題/量數辨識	.43/.99	.97/.76	.90/-.08	-.23/.65		
五	一般性自我調節/執行性自我調節	檢核行動/檢核方式	.91/.73	.92/.04				
六	保留活化/即時處理	檢核行動/檢核技巧	.79/-.11	.90/.78	-.62/-.99	-.43/.62		
七	一般性自我調節/執行性自我調節/保留活化/即時處理	檢核行動/檢核方式	.79/.63/.71/.27	.99/.31				
八	解題自我調節/解題運作記憶	檢核行動/檢核方式	.94/.67	.89/-.01				
九	一般性自我調節/執行性自我調節	基本解題/量數辨識/檢核行動/檢核方式	-.99/.49	-.84/-.89/-.33/-.02				
十	一般性自我調節/執行性自我調節	解題認知/解題後設認知檢核	.99/.44	.99/.21				
十一	一般性自我調節/執行性自我調節	基本解題/量數辨識/解題後設認知檢核	-.99/-.47	-.86/-.92/-.20				
十二	保留活化/即時處理	基本解題/量數辨識/檢核行動/檢核方式	.80/.93	.97/.75/.10/-.05	.59/-.37	.20/-.30/.03/.69		
十三	保留活化/即時處理	解題認知/解題後設認知檢核	.81/.93	.99/.03	.59/-.38	.09/1.000		
十四	一般性自我調節/執行性自我調節/保留活化/即時處理	基本解題/量數辨識/檢核行動/檢核方式	.52/.23/.80/.92	.96/.77/.12/-.05	-.57/-.48/.43/-.14	.25/-.51/-.09/.30	.52/.49/.42/-.34	.05/.09/.96/.67
十五	解題自我調節/解題運作記憶	基本解題/量數辨識/檢核行動/檢核方式	-.43/-.99	-.97/-.76/-.13/.03	-.90/.08	.17/-.48/-.60/-.09		
十六	一般性自我調節/執行性自我調節/保留活化/即時處理	解題認知/解題後設認知檢核	.50/.22/.81/.92	.99/.04	.42/.38/.49/-.37	.08/.99		
十七	一般性自我調節/執行性自我調節	保留活化/即時處理	.99/.48	.92/.82				

註： χ 為控制變項抽取之典型變項， η 為效標變項抽取之典型變項，/為區隔符號。

自表 10 可知，變項組合一至四，均以「基本解題及量數辨識」為效標變項，變項組合五至八，均以「檢核行動及檢核方式」為效標變項，此八組合無論以「一般性及執行性自我調節」或「保留活化及即時處理」或「一般性及執行性自我調節、保留活化及即時處理」或「解題自我調節及運作記憶」為控制變項，主要均由第一組典型變項來說明兩組觀察變項間之關係。變項組合九至十一，均以「一般性及執行性自我調節」表現為控制變項，變項組合十二至十三，均以「保留活化及即時處理」為控制變項，變項組合十四至十六，以「一般性及執行性自我調節」、「保留活化及即時處理」或二者之精簡組合為控制變項，此些組合均以「基本解題及量數辨識」、「檢核行動及檢核方式」或二者之精簡組合為效標變項，組合九至十一採各獨立觀察變項為效標變項時所得之第一組典型相關係數及變異解釋量稍高於採組合變項為效標變項所得之數值，餘主要乃由第一組典型變項來說明兩組觀察變項間之關係。變項組合十七，以「一般性及執行性自我調節」為控制變項，「保留活化及即時處理」為效標變項。

在重疊變異解釋量（*redundancy*）方面，除變項組合五及八，「一般性及執行性自我調節」、「解題自我調節及運作記憶」透過第一組典型變項解釋「檢核行動及檢核方式」之變異量稍大於後者透過第一組典型變項解釋前者之變異量；變項組合十六，「解題認知及後設認知檢核」透過第一組典型變項解釋「一般性及執行性自我調節」、「保留活化及即時處理」之變異量稍大於後者透過第一組典型變項解釋前者之變異量外，其餘變項組合均呈效標變項組合透過第一組典型變項解釋控制變項組合表現之變異量稍大於控制變項組合透過第一組典型變項解釋效標變項組合表現變異量之勢。變項組合十七「保留活化及即時處理」透過第一組典型變項解釋「一般性及執行性自我調節」之變異量稍大於後者透過第一組典型變項解釋前者之變異量，但二者具相當互為解釋變異量。

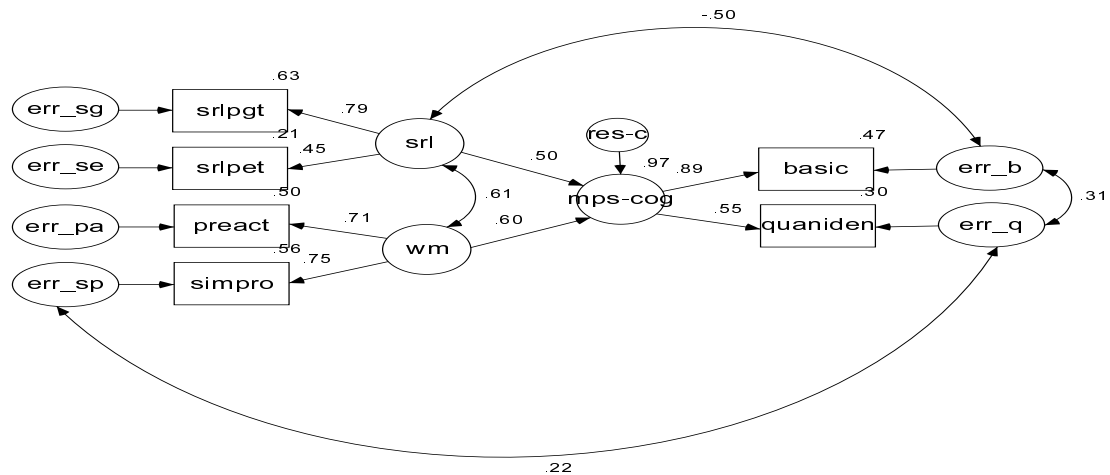
再自表 11 可知，變項組合一至四，其觀察變項結構係數，除組合三之執行性自我調節、組合五八之檢核方式及組合六之即時處理、組合十四及十六控制變項之執行性自我調節、組合九至十六之檢核行動或檢核方式或解題後設認知檢核稍低外，餘均在絕對值 .3 以上，代表各觀察變項組合對典型變項具相當重要性，表示控制變項及效標變項與其所屬典型變項間之關係密切，若就第一個典型變項而言，組合一至十六控制變項中的一般性、執行性自我調節或保留活化、即時處理表現透過典型變項與效標變項中的基本技巧及量數辨識、檢核行動及方式間大部份具正向關聯。易言之，一般性、執行性自我調節或保留活化、即時處理愈佳之個體，其基本技巧及量數辨識、檢核行動及方式表現愈佳，反之亦然。另組合十七控制變項中的一般性、執行性自我調節透過典型變項與效標變項中的保留活化、即時處理間具有正向關聯。易言之，一般性、執行性自我調節愈佳之個體，其保留活化、即時處理表現愈佳，反之亦然。

整體而言，「解題自我調節」或「解題運作記憶」或二者整體之觀察變項組合均與「解題認知」觀察變項組合間具有 .38 至 .70 間之顯著中度關聯，且具 14%至 48%之變異解釋量。前二者單獨或整體之觀察變項組合均與「解題後設認知」觀察變項組合間具有 .13 至 .16 間之顯著低度關聯，且具 2%至 3%之變異解釋量。前二者單獨或整體之觀察變項組合均與「整體解題能力」觀察變項組合間具 .36 至 .70 間之顯著中高度關聯，且具 13%至 49%之變異解釋量。解題自我調節、解題運作記憶表現各層面與解題認知、解題後設

認知、解題認知及後設認知各層面間透過典型變項，具有顯著正向關聯且可互為解釋之變異關係。其中變項組合三四之典型相關係數及變異解釋量與變項組合二差異不大，顯示就「解題認知」觀察變項組合的解釋而言，雖然「解題運作記憶」的貢獻應大於「解題自我調節」，但後者仍具相當重要性。變項組合七八之典型相關係數及變異解釋量與變項組合五差異不大，顯示就「解題後設認知」觀察變項組合的整體解釋而言，雖然「解題自我調節」的貢獻應大於「解題運作記憶」，但後者仍具相當重要性。變項組合十二、十三之典型相關係數及變異解釋量與變項組合十四、十五、十六差異不大，顯示就「整體解題能力」觀察變項組合的整體解釋而言，雖然「解題運作記憶」的貢獻應大於「解題自我調節」，但後者仍具相當之重要性。此外「解題自我調節」觀察變項組合與「解題運作記憶」觀察變項組合間具有.42 間之顯著中度關聯，且具 18%之變異解釋量。顯示「解題自我調節」表現各層面與「解題運作記憶」表現各層面間透過典型變項，具顯著正向關聯且可互為解釋之變異關係存在。

五、運作記憶、自我調節與解題能力各項表現間之潛在因徑關係結構分析

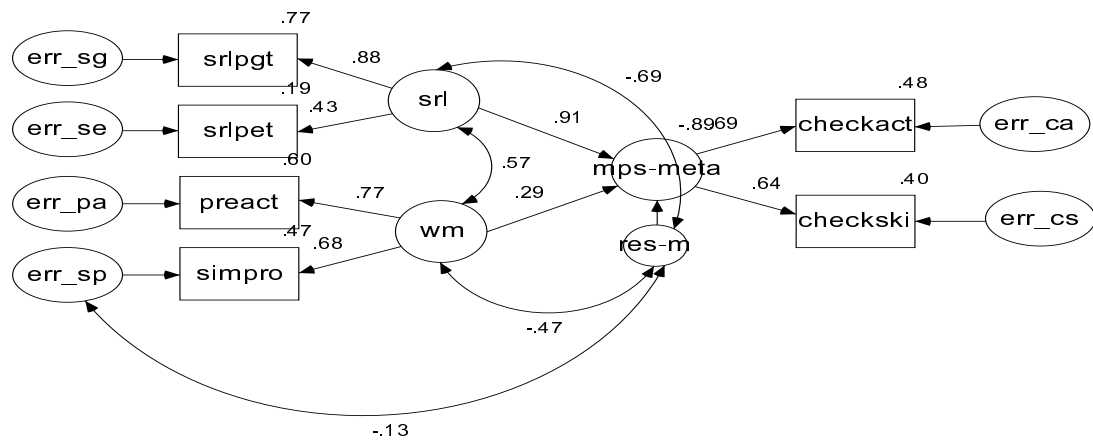
前項典型相關分析結果雖已浮現各觀察變項組合間之潛在可能包含隸屬關係型態，例如自表 10 變項組合一至四，可知解題自我調節、運作記憶與解題認知表現間具關聯且前二者對後者具潛在影響關係，而自變項組合五至八，可知解題自我調節、運作記憶與解題後設認知檢核表現間具關聯且前二者對後者具潛在影響關係，再自變項組合九至十六，可知解題自我調節、運作記憶與解題整體表現間具關聯且前二者對後者具潛在影響關係，最後自變項組合十七，可知解題自我調節與運作記憶表現間具關聯且前者對後者具潛在影響關係。但整體潛在因徑關係結構並不明朗，為深入了解其合理與可靠性，基於前項分析所得關係組型基礎，進一步釐清兩組或三組變項間（各分量表或組合量表）之潛在因徑關係結構。在樣本數（近 500 人）、遺漏值處理精確度及研究目的（僅針對樣本分析）之綜合考量下，將據此參照李茂能（2006）建議，以變項為單位使用 Amos 程式內定之「最大可能性」估計法進行結構方程模式分析，而不選用「不偏」（unbiased）或「不受漸近分配限制」估計法（Asymptotically distribution-free, ADF）。部分初始估計模式因未顧及測量誤差共變路徑關係，致使 AGFI、RMSEA、CMIN/DF 三重要指標未達接受基準，故再依修改指標（modification indices），在未更動原因子結構路徑前提下，逐次調控測量誤差共變路徑反覆估計，所獲致之各模式結構及整體適配項目如圖 2 至圖 5、表 12 所示，其中圖 2 反映前項典型相關變項組合一至四結果，圖 3 反映前項典型相關變項組合五至八結果，圖 4 反映前項典型相關變項組合九至十六結果，圖 5 反映前項典型相關變項組合十七結果。其共線性分析結果同典型相關部份，無共線性問題，正式分析如後：



變項圖註：

1. srl：解題自我調節
 - (1) srlpgt：一般性解題自我調節 (2) srlpet：執行性解題自我調節
2. wm：解題運作記憶
 - (1) preact：訊息保留 (2) simpro：即時處理
3. mps-cog：解題認知成份
 - (1) basic：基本解題技巧 (2) quaniden：數量辨識技巧

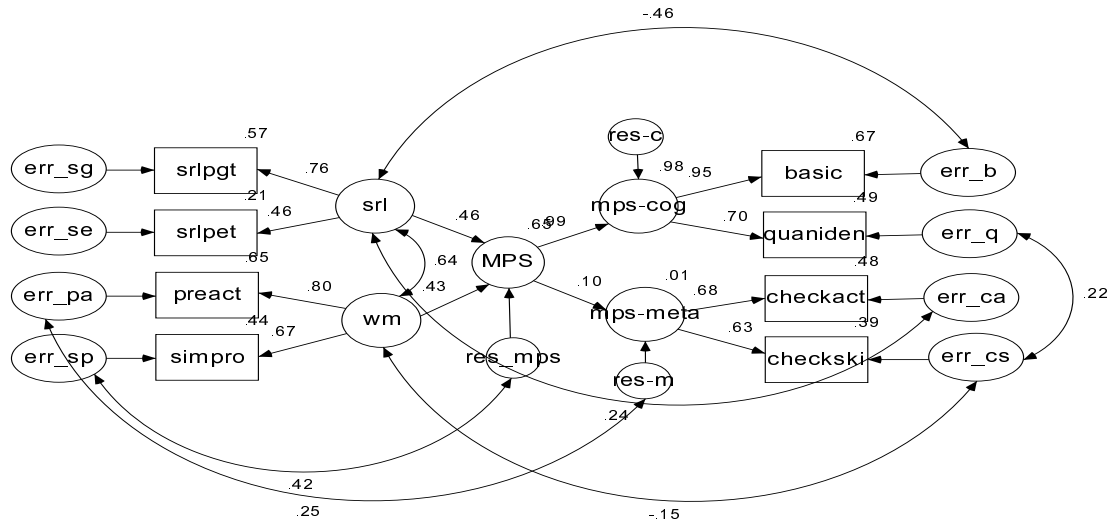
圖 2 解題自我調節、運作記憶與認知能力潛在因徑關係結構（模式一）



變項圖註：

1. srl：解題自我調節
 - (1) srlpgt：一般性解題自我調節 (2) srlpet：執行性解題自我調節
2. wm：解題運作記憶
 - (1) preact：訊息保留 (2) simpro：即時處理
3. mps-cog：解題認知成份
 - (1) basic：基本解題技巧 (2) quaniden：數量辨識技巧
4. mps-meta：解題後設認知成份（檢核技巧）
 - (1) checkact：檢核行動 (2) checkski：檢核方式

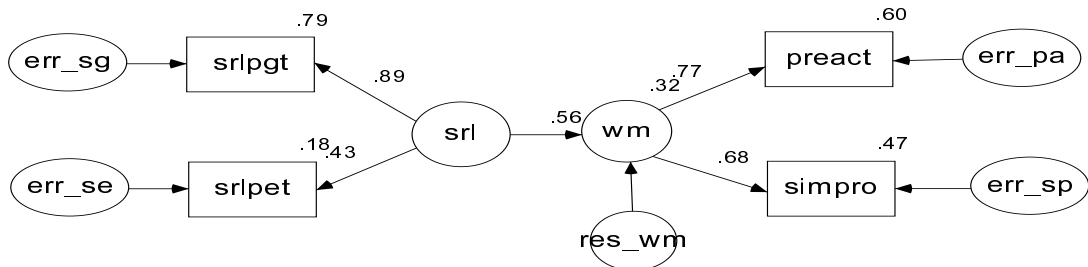
圖 3 解題自我調節、運作記憶與後設認知檢核能力潛在因徑關係結構（模式二）



變項圖註：

1. srl：解題自我調節
(1) srlpgt：一般性解題自我調節 (2) srlpet：執行性解題自我調節
2. wm：解題運作記憶
(1) preact：訊息保留 (2) simpro：即時處理
3. mps：解題
(1) mps-cog：解題認知成份
a. basic：基本解題技巧 b. quantiden：數量辨識技巧
(2) mps-meta：解題後設認知成份（檢核技巧）
a. checkact：檢核行動 b. checkski：檢核方式

圖 4 解題自我調節、運作記憶與認知、後設認知檢核能力潛在因徑關係結構（模式三）



變項圖註：

1. srl：解題自我調節
(1) srlpgt：一般性解題自我調節 (2) srlpet：執行性解題自我調節
2. wm：解題運作記憶
(1) preact：訊息保留 (2) simpro：即時處理

圖 5 解題自我調節與運作記憶潛在因徑關係結構（模式四）

圖 2 至圖 3 分別為兩個一階潛在因素「解題自我調節」及「解題運作記憶」影響單個一階潛在因素「解題認知」或「後設認知檢核」。圖 4 為兩個一階潛在因素「解題自我調節」及「解題運作記憶」影響單個二階潛在因素「整體解題能力」及兩個內含之一階潛在因素「解題認知」及「解題後設認知檢核」。圖 5 為單個一階潛在因素「解題自我調節」影響單個一階潛在因素「解題運作記憶」。次從因素與觀察指標變項間的潛在

影響關係（相當於潛在因徑係數）看來，所得係數均在可接受之 .3 以上。圖 2 至圖 4 部份指標間、指標與因素間分具測量誤差或殘差共變關係間具測量誤差共變關係。除模式 2、4（圖 3、5）有一變異數參數、模式 3（圖 4）有一迴歸加權係數未達 .05 顯著水準外，餘各參數均達 .05 顯著水準以上。自圖 2 至 5 中可知，無論是解題自我調節、運作記憶對解題認知或後設認知或整體解題表現均具潛在影響徑路關係，亦即解題自我調節、運作記憶表現各層面與解題表現各層面間不僅具明顯潛在因徑結構關係，且前者對後者亦具顯著正向潛在影響關係。解題自我調節表現各層面與解題運作記憶表現各層面間亦具明顯潛在因徑結構關係（潛在影響徑路關係），且前者對後者亦具顯著正向潛在影響關係。

表 12 各結構模式整體適配度檢定項目分析

絕對適配檢定					增值/相對適配檢定								精簡適配檢定		
項目	χ^2	GFI	RMR	RMSEA	AGFI	NFI	TLI	CFI	RFI	IFI	PNFI	PCFI	AIC	CMIN/DF	
適配標準	儘可能小 /p>.05	>.90	<.05	<.05 優 /<.08 良	>.90	>.90	>.90	>.90	>.90	>.90	>.50	>.50	儘可能小	1~3	
模式 1(df=5) (參數 15)	8.688 (p=.122)	.994	.389	.039 (p=.599)	.975	.990	.987	.996	.969	.996	.330	.332	40.688 (42~865.471)	1.738	
模式 2(df=6) (參數 16)	9.220 (p=.162)	.994	.570	.034 (p=.701)	.978	.979	.981	.992	.948	.993	.392	.397	39.220 (42~456.196)	1.537	
模式 3(df=12) (參數 24)	19.220 (p=.083)	.990	.468	.036 (p=.773)	.970	.981	.983	.993	.955	.993	.420	.425	67.220 (72~1017.879)	1.602	
模式 4(df=1) (參數 9)	.341 (p=.559)	1	.034	.000 (p=.741)	.996	.999	1.012	1	.994	1.002	.166	.167	18.341 (20~330.621)	.341	

註：以上項目及標準除參數顯著性外，餘係參考自王保進（2004）、余民寧（2006）、吳明隆（2008）、李茂能（2006）、邱皓政（2003）、蘇素美與吳裕益（2008）之建議。

由於王保進（2004）、余民寧（2006）、吳明隆（2008）、李茂能（2006）、邱皓政（2003）、蘇素美與吳裕益（2008）認為 SEM 整體模式適配度應綜合多重指標之結果衡量之，故依前述學者所建議之模式適配度檢定項目及標準看來，表 12 結果在所列十四個模式適配檢定項目中，模式一、二、三（圖 2、3、4）有十二項達理想標準，模式四（圖 5）有十一項達理想標準。準此評估，適配比率分別約為 86 及 79%，再就余民寧（2006）所提分類挑選重要指標比對原則而言，AGFI、RMSEA 均達標準、CMIN/DF 大部份亦達標準，故前述模式整體適配程度應在可接受範圍內，亦即綜合前述典型相關分析所得之各個解題自我調節、運作記憶與解題能力潛在因徑關係完整結構假定模式目前應得以成立、未被推翻。

六、綜合歸納與討論

（一）在運作記憶、自我調節表現與解題能力之狀態及影響關係方面

解題自我調節及運作記憶對「解題認知」、「解題後設認知檢核」、「基本解題」、「量數辨認」、「檢核行動」、「檢核方式」、「整體解題能力」均具影響關係（因子交互作用或主要效果），此與 Fuchs 與 Fuchs（2005）、Fuchs et al.（2006）、Andersson（2007）、Swanson（2004、2006）研究結果符應，亦即解題自我調節、運作記憶對解題表現應具影響，此為融入解題自我調節策略、運作記憶協助之解題策略教學具有更佳學習促進效果的發現

提供了支持證據。易言之，若能以解題自我調節策略、解題運作記憶協助促進教學來提昇個體解題能力及效率，對其學習表現將有良性影響。故將自我調節策略及運作記憶促進協助融入教學內容應有其必要性。不過除考量短期教學介入（intervention）因素外，尚須自認知及心理能力發展的寬廣視野進行思考，因此對解題自我調節及運作記憶表現，進行長期性之縱貫或橫斷研究亦有其必要。

（二）在運作記憶、自我調節表現與解題能力間之相關預測、

多重關係及潛在因徑關係結構方面

「解題能力」、「解題自我調節」與「解題運作記憶」具低至中度顯著相關，且後二者對前者具預測力，但預測力因被預測變項層面不同而有增減。「解題自我調節」、「解題運作記憶」、「解題能力」兩組或三組變項組合間均具顯著正向關聯，除涉及「解題後設認知檢核」各層面者為低度關聯外，餘均為中度關聯。另涉及「解題後設認知檢核」各層面時，「解題自我調節」的貢獻大於「解題運作記憶」；而涉及「解題認知」、「整體解題能力」各層面時，「解題運作記憶」的貢獻大於「解題自我調節」。解題自我調節、運作記憶表現各層面，與解題認知、解題後設認知檢核、解題整體表現各層面間不僅具有明顯之潛在因徑結構關係，且前者對後者亦具顯著正向潛在影響關係。解題自我調節表現各層面與解題運作記憶表現各層面間不僅具有明顯之潛在因徑結構關係，且前者對後者亦具顯著正向潛在影響關係。

此不僅與 Fuchs 與 Fuchs（2005）、Fuchs et al.（2006）所言自我調節與解題能力有關之研究結果符應，亦與 Andersson（2007）、Swanson（2004、2006）所言運作記憶與解題能力有關之研究結果符應，同時此亦與前項所述二者對解題能力具發展影響關係之結果相應，同樣也為融入解題自我調節策略、運作記憶協助之解題教學將具更佳學習促進效果的假定提供了支持證據。易言之，若能以解題自我調節策略、解題運作記憶協助促進教學的形式來提昇個體的解題能力及效率，對其學習表現應將有良性影響。

在解題自我調節、運作記憶與解題後設認知檢核表現關係方面，目前雖無相關文獻可茲討論，但可能成因有二，其一綜合 Garofalo 與 Lester（1985）、Montague et al.（2000）、Schurter（2002）或 Pintrich（2004）、Zimmerman（2002）所言解題檢核表現與後設認知監控、自我調節間雖涵括範圍不同，但高層心智運作本質並無差異，故彼此間具關聯。其二依前述學者所言，解題檢核亦須以該題脈絡所有解題歷程中經歷訊息為基進行評估檢視及運算，故須應用運作記憶機制之保留活化及即時處理功能，所以彼此間亦具關聯。

在解題自我調節與解題運作記憶關係方面，目前雖亦無相關文獻可茲討論，但依前述學者所言，解題自我調節亦須以該題脈絡所有解題歷程中經歷訊息為基進行運算評估檢視及監控調整，故須應用運作記憶機制之保留活化及即時處理功能，所以彼此間亦具關聯。不過因結構方程模式分析結果非屬樣本獨立（sample independent）性質，故日後有必要再更換樣本團體進行驗證性（corroborative）分析。

肆、結論與建議

一、結論

（一）解題運作記憶、自我調節表現與解題能力狀態不同且前二者對後者具影響關係

首先不同自我調節與運作記憶能力分別對「解題認知」及「解題後設認知檢核」（含基本解題、量數辨認、檢核方式等各層面表現）具有因子交互作用，但不同因子組合對個體整體解題能力均不具交互作用。其次不同運作記憶及自我調節能力個體亦分別對「解題認知」及「解題後設認知檢核」（含基本解題、量數辨認、檢核行動及方式等各層面表現）、整體解題表現具有因子主要效果（高能力者優於低能力者）。

上述顯示，解題自我調節及運作記憶對「整體解題」、「解題後設認知檢核」、「檢核行動」、「檢核方式」表現均具發展影響關係；解題自我調節及運作記憶對「解題認知」、「基本解題」、「量數辨認」、「檢核行動」、「檢核方式」表現亦具發展影響關係。

（二）解題運作記憶、自我調節表現與解題能力間具明顯相關預測及多重關係

「解題運作記憶」、「解題自我調節」與「解題能力」具低至中度顯著相關，且前二者對後者具預測力，但預測力因被預測變項層面不同而有增減。「解題自我調節」各層面（一般性及執行性）或「解題運作記憶」各層面（保留活化及即時處理）或二者整體與「解題認知」、「解題後設認知檢核」、「整體解題能力」各層面表現（基本解題、量數辨認、檢核行動及方式）間，具有顯著之低至中度正向關聯，並具相當程度之變異解釋量及互為解釋之重疊變異。前者及後者為顯著中度正向關聯，「解題運作記憶」貢獻大於「解題自我調節」，但解題自我調節仍具重要性。中者為顯著低度正向關聯，「解題自我調節」貢獻大於「解題運作記憶」，但解題運作記憶仍具重要性。此外「解題自我調節」表現各層面與「解題運作記憶」表現各層面間，亦具顯著中度正向關聯且可互為解釋之變異關係存在。

上述顯示，解題運作記憶、自我調節表現與解題能力存有二者或三者間之顯著正向關聯，除涉及「解題後設認知檢核」各層面者為低度關聯外，餘均為中度關聯。涉及「解題後設認知檢核」各層面時，「解題自我調節」貢獻大於「解題運作記憶」；涉及「解題認知」、「整體解題能力」各層面時，「解題運作記憶」貢獻大於「解題自我調節」。

（三）解題運作記憶、自我調節表現與解題能力間具明顯潛在影響因徑關係

解題自我調節各層面（一般性及執行性）或運作記憶各層面（保留活化及即時處理）或二者聯合對解題認知、解題後設認知檢核、整體解題能力各層面表現（基本解題、量數辨認、檢核行動及方式）均具潛在影響徑路關係，亦即解題自我調節、運作記憶表現各層面，獨立或聯合與解題認知、解題後設認知檢核、解題整體表現各層面間不僅具有明顯之潛在因徑結構關係，且前者對後者亦具顯著正向潛在影響關係。此外，解題自我調節對解題運作記憶表現亦具潛在影響徑路關係，亦即解題自我調節表現各層面與解題運作記憶表現各層面間不僅具有明顯之潛在因徑結構關係，且前者對後者亦具顯著正向潛在影響關係。

上述顯示，解題運作記憶、自我調節表現與解題能力存有二者或三者間之潛在因徑結

構關係。

二、建議

（一）教學方面

由於解題運作記憶、自我調節表現與解題能力間具有不同影響關係，特別是不同解題運作記憶、自我調節能力個體之解題表現有所不同，高能力者優於低能力者。因此若能獨立設計自我調節、運作記憶之策略教學或學習活動，應能在個體解題自我調節、運作記憶能力提昇的前提下，間接促進個體解題表現。同時若能將自我調節策略、運作記憶協助融入解題教學內容及程序中，則更能直接促進個體解題表現。但無論採間接或直接介入的方式，針對個體解題自我調節、運作記憶能力進行中介（**mediation**）將是有效提昇個體解題能力之可行途徑。

（二）未來研究方面

由於解題運作記憶、自我調節表現與解題能力間不僅具有影響關係，且彼此間具相互整體關聯。雖然如此，但由於本研究分析所得並非樣本獨立結果，所以未來可再運用不同抽樣方式更換不同組成樣本，並搭配不同研究設計進行確認及驗證。此外本研究亦發現不同屬性能力（如自我調節及運作記憶）個體的解題能力並不相同，準此，前述所提解題運作記憶、自我調節表現與解題能力三間者所具之相互整體關聯是否亦會因不同背景脈絡變項（**contextual variable**）而有所變動？因此亦值得採用發展性研究設計進行後續研究。

參考文獻

- 王保進 (2004)。多變量分析—套裝程式與資料分析。臺北市：五南。
- 余民寧 (2006)。潛在變項模式：SIMPLIS 的應用。臺北市：高等教育。
- 吳明隆 (2008)。結構方程模式 AMOS 的操作與應用。臺北市：五南。
- 李茂能 (2006)。結構方程式模式軟體 Amos 之簡介及其在測驗編製上之應用。臺北市：心理。
- 邱皓政 (2003)。結構方程模式：LISREL 的理論、技術與應用。臺北市：雙葉。
- 洪碧霞、李建億 (2004)。國小學生數學學習潛力動態評量模式的發展與應用：數學學習潛力、工作記憶、與數學表現關係之縱貫探討(1/3)。行政院國家科學委員會九十二年度專題研究成果報告 (編號：NSC 92-2521-S-024-001)，未出版。
- 陳冒海編 (2006)。國小數學課本 (第一冊)。臺南市：南一。
- 張英傑編 (2007)。國小數學課本 (第二冊)。臺南市：南一。
- 許家驊 (2008)。國小數學解題自我調節表現量表之編製發展與實測分析研究。教育與心理研究，31 (4)，115-146。
- 許家驊 (2009)。國小加減法數學文字題歷程導向解題診斷評量題組之編製發展與功能分析研究。教育心理學報，40 (4)，683-706。
- 許家驊 (2010)。國小解題運作記憶表現作業之編製發展與實測分析研究。教育學刊，34，143-177。
- 許瑛珍編 (2006)。國小數學課本 (第一冊)。臺南市：翰林。
- 許瑛珍編 (2007)。國小數學課本 (第二冊)。臺南市：翰林。
- 程炳林、林清山 (2001)。中學生自我調整學習量表之建構及其信效度研究。測驗年刊，48 (1)，1-41。
- 楊瑞智編 (2006)。國小數學課本 (第一冊)。臺北市：康軒。
- 楊瑞智編 (2007)。國小數學課本 (第二冊)。臺北市：康軒。
- 鄭國順編 (2006)。國小數學課本 (第一冊)。臺北縣：國立教育研究院籌備處 (翰林印行經銷)。
- 鄭國順編 (2007)。國小數學課本 (第二冊)。臺北縣：國立教育研究院籌備處 (翰林印行經銷)。
- 謝志偉、吳璧如 (2003)。教室目標結構與國小六年級學生目標取向、自我調節學習之關係研究。彰化師大教育學報，4，75-96。
- 蘇素美、吳裕益 (2008)。害羞量表之修訂及其效度研究。教育與心理研究，31 (4)，53-82。
- Anderson, J. R. (2005). *Cognitive psychology and its implications*. New York: Worth Publishers.
- Andersson, U. (2007). The contribution of working memory to children's mathematical word problem solving. *Applied Cognitive Psychology*, 21(9), 1201-1216.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Belsley, D. A., Kuth, E., & Welsch, R. E. (1980). *Regression diagnostics: Identifying influential data and sources of collinearity*. New York: John Wiley.
- Cleary, T. J., & Zimmerman, B. J. (2004). Self-regulation empowerment program: A school-based program to enhance self-regulated and self-motivated cycles of student learning. *Psychology in the Schools*, 41(5), 537-550.
- Desoete, A., & Roeyers, H. (2005). Cognitive skills in mathematical problem solving in grade 3.

- British Journal of Educational Psychology*, 75, 119-138.
- Flavell, J. H. (1985). *Cognitive development* (2nd ed.). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Flavell, J. H., Miller, P. H., & Miller, S. A. (1993). *Cognitive development* (3rd ed.). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Fuchs, L. S., & Fuchs, D. (2005). Enhancing mathematical problem solving for students with disabilities. *The Journal of Special Education*, 39(1), 45-57.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Hamlett, C. L., Hope, S. K., Hollenbeck, K. N., Capizzi, A. M. et al. (2006). Extending responsiveness-to-intervention to math problem-solving at third grade. *Teaching Exceptional Children*, 38(4), 59-63.
- Gagne', E. D., Yekovich, C. K., & Yekovich, F. R. (1993). *The cognitive psychology of school learning* (2nd ed.). New York: HarperCollins College Publishers.
- Garofalo, J., & Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(3), 163-176.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis*. New Jersey: Prentice-Hall International.
- 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.
- Jones, L. B., Rothbart, M. K., & Posner, M. I. (2003). Development of executive attention in preschool children. *Developmental Science*, 6(5), 498-504.
- Joreskog, K. G., & Sorbom, D. (1993). *Structural equation modeling with SIMPLIS command language*. Chicago: Scientific Software International.
- Montague, M. (2007). Self-regulation and mathematics instruction. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22(1), 75-83.
- Montague, M. (2008). Self-regulation strategies to improve mathematical problem solving for students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 31(1), 37-44.
- 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.
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385-407.
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. Princeton NJ: Princeton University Press.
- Rothbart, M. K., Ellis, L. K., Rueda, M. R., & Posner, M. I. (2003). Developing Mechanisms of Temperamental Effortful Control. *Journal of Personality*, 71(6), 1113-1144.
- Rothbart, M. K., & Posner, M. I. (2005). Genes and experience in the development of executive attention and effortful control. *New Directions for Child & Adolescent Development*, 109, 101-108.
- Rueda, M. R., Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2005). The Development of executive attention: Contributions to the emergence of self-regulation. *Developmental Neuropsychology*, 28 (2),

573-594.

- Schurter, W. A. (2002). Comprehension monitoring: An aid to mathematical problem solving. *Journal of Developmental Education*, 26(2), 22-33.
- Sperling, R. A., Howard, B. C., & Stanley, R. (2004). Metacognition and self-regulated learning constructs. *Educational Research and Evaluation*, 10(2), 117-139.
- Swanson, H. L. (2004). Working memory and phonological processing as predictors of children's mathematical problem solving at different ages. *Memory & Cognition*, 32(4), 648-661.
- Swanson, H. L. (2006). Cross-Sectional and Incremental Changes in Working Memory and Mathematical Problem Solving. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 265-281.
- Verschaffel, L., Greer, B., & DeCorte E. (2007). Whole number concepts and operations. In F. K. Lester (Ed.), *Second Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the national council of teachers of mathematics* (pp. 557-628). Charlotte, NC: Information Age Publishing Inc.
- 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.
- Zimmerman, B. J. (1998). Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: An analysis of exemplary instructional models. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulated learning: From teaching to self-reflective practice* (pp.1-19). New York: Guilford.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a Self-regulated learner. *Theory into Practice*, 41(2), 64-70.

投稿日期：2009 年 10 月 12 日
修改日期：2010 年 08 月 24 日
接受日期：2010 年 09 月 06 日

The Inter-relationships Among Mathematical Problem Solving and Self-regulation with Working Memory for First Graders

Chia-Hua Hsu

Associate Professor
Department of Education
National Chiayi University

Abstract

The focus of this study is on the inter-relationships among the self-regulation and working memory with mathematical problem solving. The subjects are composed of 477 first graders coming from Chiayi by cluster and random sampling. All subjects received the testing with relevant instruments, then the data be analyzed statistically. The results are indicated as following. First, it is found that the influential inter-relationships are existed among three target variables through MANOVA and step-down F test. Second, it is found that the multiple inter-correlations and explained variances are existed among three target variables through canonical correlation analysis. Third, it is found that the inter-correlations included latent paths are existed among three target variables through structural equation model (SEM) analysis. All the implications of instruction and research are provided.

Key words : mathematical problem solving (MPS), self-regulation in MPS,
working memory in MPS