

國立政治大學「教育與心理研究」

2008年12月，31卷4期，頁115-146

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*

摘 要

本研究旨在參照自我調節學習及解題後設認知理論內涵進行歸納分析，爾後搭配Likert評定量尺及解題經驗前導誘發設計，據之編製解題自我調節表現量表。採用目標與叢集取樣抽取嘉義縣市一年級學生共318人，施測後進行各項統計分析。結果發現，在項目分析方面，平均表現水準約77.7%，單題、分量表及全量表的內部相關與極端組t考驗結果良好。在效度分析方面，試探性及驗證性因素分析均發現量表的二因子結構（一般性及執行性自我調節表現），且單一向度性、因素萃取、抽取變異比及模式適配度均屬良好。在信度分析方面， α 係數及組合信度亦屬良好。而對不同性別及數學學業成就學生之實測結果，發現二者均僅在一般性自我調節表現上具有真正差異。

關鍵詞：自我調節表現評量、自我調節學習、後設認知、量表信效度、數學解題

* 許家驊：國立嘉義大學教育學系副教授

誌謝：本論文係寫自行政院國家科學委員會補助之九十六年度專題研究中，有關先期工具發展之部分成果報告內容（NSC 96-2413-H-415-001），謹此誌謝。

電子郵件：jhs@mail.ncyu.edu.tw

收件日期：2008.03.14；修改日期：2008.04.25；接受日期：2008.06.12

The Development and Testing of Self-Regulation Inventory Applied for Learners of Primary School on Mathematical Problem Solving

Chia-Hua Hsu*

Abstract

The theme of this research is combined the content analysis of self-regulated learning and metacognition theory with the response eliciting design to develop the self-regulation inventory (SRI) of Likert's rating scale on mathematical problem solving. The subjects are composed of 318 first graders coming from Chiayi by convenient and cluster sampling. All subjects receive the testing with SRI, then the data be analyzed statistically. In light of item analysis, there are 77.7% average level of performance, and well internal correlation and critical ratio no matter what in single item, sub-scale or whole scale. In light of validity analysis, two factors are found in the results of exploratory and confirmatory factor analysis (general and executive self-regulation), there are well uni-dimensionality, variance proportions of factor extraction, model fit additionally. In light of reliability analysis, there are well α coefficient and composite reliability. Finally, the performances are different in general self-regulation significantly for individuals with different gender and mathematical achievements in school.

Keywords: assessment of self-regulation, metacognition, mathematical problem solving, reliability and validity of inventory, self-regulated learning

* Chia-Hua Hsu: Associate Professor, Education Department, National Chiayi University

E-mail: jhs@mail.ncyu.edu.tw

Manuscript received: 2008.03.14; Revised: 2008.04.25; Accepted: 2008.06.12

壹、緒論

就數學解題特定學習領域而言，目前已有不少學者發現個體自我調節能力確對其數學解題表現具有正向影響，例如：Case、Harris與Graham（1992）、Cassel與Reid（1996）、Jacobson（1998）曾使用自我調節（self-regulation）策略來對學習障礙個體進行數學文字題策略教學，結果發現，加入後設成分或自我監控（self-monitoring）成分後對提升個體的解題表現具有助益。又如Fuchs與Fuchs（2005）、Fuchs、Fuchs與Prentice（2004）、Fuchs、Fuchs、Prentice、Burch與Paulsen（2002）均發現在數學解題策略教學中加入自我調節策略成分能有效提升數學學習障礙學生（mathematical learning disabilities）的數學解題表現。再如Fuchs等人（2003）、Fuchs等人（2006）也發現在數學解題策略教學中加入自我調節策略成分能有效提升普通班學生的數學解題表現。由前述觀之，個體的數學解題表現確受其自我調節能力之影響甚鉅，因此，探討及評估個體自我調節能力應為解題領域的重要研究課題之一。

就Vygotsky（1978）社會心智發展觀點看來，自我調節（self-regulation）能力乃為個體高層心智功能（high order mental functions）之一，且與屬

性相近的「後設認知」（metacognition）間具有關聯。雖然Sperling、Howard與Stanley（2004）發現個體後設認知能力與其自我調節能力（如監控能力）間確具顯著相關，不過Borkowski（1992）認為「後設認知」才是個體自我調節能力之核心，Zimmerman（1995）亦認為「自我調節」能力包含成分遠多於後設認知能力，再自Cleary與Zimmerman（2004）、Pintrich（2004）、Schunk（2005）、Zimmerman（1998, 2002）所提模式內容看來，自我調節學習（self-regulated learning）除了反省（reflections）及調整（regulation）能力外，尚包含了動機歸因（attribution）、信念（belief）、自我效能（self-efficacy）、價值（value）等能力在內，因此，所謂自我調節學習能力包涵向度應較後設認知能力為廣，且隱涵後設認知能力實為自我調節學習能力不可或缺要素之義，二者息息相關。

所以，在分析個體的解題表現時，自我調節學習及後設認知能力都是重要的影響變因，加上此二者間具有關聯，且自我調節學習能力包涵向度又較後設認知能力為廣，故論及個體解題自我調節學習能力時，解題後認知能力亦將涉及在內。準此而言，若能綜合後設認知能力及其他相關要素，將較能完整說明個體的解題自我調節學習能力，觀

諸Zimmerman (1998, 2002)、Cleary與Zimmerman (2004)、Pintrich (2004)所提之自我調節學習模式內容，可發現其性質大部分較屬於一般領域 (domain general) 之一般性自我調節學習能力，其內涵除包含反省及調整等後設認知相關能力外，尚包含了動機歸因、信念、自我效能、價值等其他能力在內。目前似僅有Garofalo與Lester (1985)、Lester、Garofalo與Kroll (1989)所提之「認知——後設認知解題架構」(cognitive-metacognitive framework)，在內容性質上較適用於解題特定領域 (domain specific) 歷程執行性自我調節學習能力之描述，其內涵乃融合認知與後設認知觀點來說明個體解題的執行歷程，所含四階段的每一階段與細目均涉及解題歷程之執行性自我調節學習能力，特別是監控及評估評鑑能力的運用。

由於個體在運用特定領域之特定性能力時，一般領域之一般性能力亦將涉入 (Driscoll, 2000; Gagne', Yekovich, & Yekovich, 1993; Solso, 2001)。因此，若以上述學者所提模式架構內容之性質為準，個體解題所涉之自我調節學習能力向度亦應同時包涵一般及特定領域兩類，說明如後。

一、一般領域 (一般性) 自我調節學習能力

Zimmerman (1998, 2002) 提出一個三層面模式，認為自我調節學習乃是個體預思 (forethought)、表現控制 (performance)、自我省思 (self-reflection) 三個層面 (phase) 的循環歷程。不過其內涵及項目歸屬前後有少許變動。

第一個層面在1998年時包含目標設定 (goal setting)、策略安排 (strategic planning)、自我效能信念 (self-efficacy)、目標導向 (goal orientation) 及內在興趣 (intrinsic interest)。而在2002年時Zimmerman將前述第一、二項納為作業分析 (task analysis) 次層面，前述第三、四、五項及結果期待 (outcome expectation) 納為自我動機信念 (self-motivation beliefs) 次層面。

第二個層面在1998年時包含注意力集中 (attention focusing)、自我教學／心像 (self-instruction/imagery) 及自我監控 (self-monitoring)。而在2002年時Zimmerman將前述三項及作業策略 (task strategies) 納為自我控制 (self-control) 次層面，自我記錄 (self-record)、自我試驗 (self-experimentation) 納為自我觀察 (self-observation) 次層面。

第三個層面在1998年時包含自我評鑑 (self-evaluation)、歸因 (能力或努力, causal attribution)、自我反應

(self-reaction) 及調適 (adaptation)。而在2002年時Zimmerman將前述二項納為自我判斷 (self-judgement) 次層面，自我滿足／情感 (self-satisfaction/affect)、調適／防衛 (adaptive/defensive) 納為自我反應 (self-reaction) 次層面。

此外，Pintrich (2004) 提出了一個自我調節學習層面 (phases) 與領域 (areas) 分類架構，認為自我調節學習可分為：預思計劃與活化 (forethought, planning, and activation)、監控 (monitoring)、控制 (control) 及反應與反思 (reaction and reflection) 等四個層面，每個層面又各自包含認知 (cognition)、動機情意 (motivation/affect)、行為 (behavior)、脈絡 (context) 四個領域。認知領域的調節包含個體對一般認知、後設認知及相關運作策略的覺察、抉擇判斷與調節 (awareness, selection, judgment, adaptation)。動機情意領域的調節包含：個體對作業相關之情意、效能、價值、興趣、歸因的知覺抉擇與調適 (perception, selection, adaptation)，行為領域的調節包含：個體對作業時間、努力程度、自我觀察、求助 (help-seeking) 及行為表現的覺察計畫、抉擇與監控 (awareness, planning, selection, monitoring)。脈絡領域包含：個體對作業及脈絡的知覺、監控及改變 (perception, monitoring,

changing)。

整合上述兩位學者的看法後，個體自我調節學習能力內涵應可包括幾個重要元素，一為預思計畫、二為表現控制 (含監控及控制)、三為自我省思 (反應及反思)。第一為作業前的思慮運作、第二為作業時的運思控管、第三為作業後的再思慮運作。此些要素除表現控制與執行控管較有關聯外，餘二要素應適合用來描述說明個體在解題歷程中一般層面的自我調節學習能力運作。

二、特定領域 (特定執行性) 解題自我調節學習能力

依 Garofalo 與 Lester (1985)、Lester 等人 (1989) 所提「認知—後設認知解題架構」，其內容共分為四個階段。

導向 (orientation) 階段係指評估與瞭解 (assess and understand) 問題的策略性行為 (strategic behavior)，包括：使用理解策略 (comprehension strategy)、分析訊息及情境 (analysis of information and conditions)、作起始及接續的表徵 (initial and subsequent representation)、對問題難度及成功機率的評估 (assessment of level of difficulty and chances of success)。

組織 (organization) 階段係指對解題行為的計畫 (planning of behav-

ior) 與行動的抉擇 (choice of actions), 包括: 辨認解題的目標及次目標 (identification of goals and subgoals)、作全盤的解題計畫 (global planning)、為達成全盤解題計畫而進行細部的計畫 (local planning-to implement global plans)。

執行 (execution) 階段係指按照解題計畫進行的行為規範 (regulation of behavior to conform to plans), 進行細部計畫 (performance of local plans)、監控細部及全盤計畫的進程 (monitoring of progress of local and global plans)、為求解題的速度、準確性、精緻性 (degree of elegance), 而捨棄無用計畫、追求更佳計畫的決定 (trade-off decisions)。

驗證 (verification) 階段係指於解題中對所作決定 (decisions made) 及執行計畫後結果 (outcomes of executed plans) 的評鑑 (evaluation), 包括兩個次階段, 第一次階段係指對導向及組織階段的評鑑, 含表徵的適切性 (adequacy of representation)、組織決定的適切性 (adequacy of organizational decisions)、細部計畫和整體計畫的一致性 (consistency of local plans with global plans), 以及整體計畫與目標間一致性 (consistency of global plans with goals) 的評鑑。第二次階段係指對執行的評鑑, 含行動進行的適切性

(adequacy of performance of actions)、行動與計畫間的一致性 (consistency of actions with plans)、計畫執行的細部結果與問題情境間的一致性 (consistency of local results with plans and problem conditions) 及最後結果與問題情境間的一致性 (consistency of final results with problem conditions)。

由以上說明中, 可發現每一階段與細目均涉及個體對整個解題執行歷程的監控與評估評鑑, 亦即個體後設認知能力的運用, 而依Borkowski (1992) 所言, 後設認知能力正是自我調節學習能力的核心。因此, 本架構應相當適合用來描述說明個體在解題歷程中有關執行層面的自我調節學習能力運作狀態。

綜合上述, 可知自我調節學習能力乃為個體解題高層心智運作之重要關鍵, 且對個體的數學解題表現具有重要影響, 而整合前述學者所提理論內容, 似可依性質將解題所涉自我調節學習能力分為一般性及執行性兩個向度, 綜合此二向度將較能完整描述個體解題自我調節學習能力的運作狀態。雖然, 目前國內已有程炳林 (2002)、程炳林與林清山 (2001)、謝志偉與吳璧如 (2003) 等研究者曾提出自我調節學習能力的相關量表, 但均非特別針對數學解題歷程進行設計, 因此, 聚焦於解題特定領域之自我調節學習能力評估工具仍待開發。職此, 本研究旨在參照自我

調節學習及解題後設認知理論內涵進行歸納分析，爾後搭配Likert式評定量尺及解題經驗前導誘發設計，希冀據之編製良好適用之解題自我調節表現量表。依前述目的，本研究之具體問題可細列如下：

一、解題自我調節表現量表在解題自我調節表現測量上之效度為何？

二、解題自我調節表現量表在解題自我調節表現測量上之信度為何？

三、解題自我調節表現量表在解題自我調節表現測量上之鑑別力（全量表及分量表）為何？

四、解題自我調節表現量表對不同背景變項個體之解題自我調節表現實測結果為何？

貳、研究方法

一、研究對象

由於本量表性質定位在國小階段（一至六年級）通用量表，希望能作為未來後續調查研究之起點，其次綜合Flavell（1985）、Flavell、Miller與Miller（1993）、Kreutzer、Leonard與Flavell（1975）、Rothbart與Posner（2001）、Rueda、Posner與Rothbart（2005）之認知發展研究結果指出，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）之後設認知及自

我調節能力。在上述前提下，本研究將以國小一年級個體為對象。

此外，因本量表之解題經驗誘發設計涉及個體在校所學學科學習內容，加上目前九年一貫課程採一綱多本的方式實施，為便於統一教學版本、協調單元教學進度及顧慮研究對象在校的數學學習經驗，故採用目標與叢集取樣（purposeful and cluster sampling）方式於使用適當版本之嘉義縣市國小普通班一年級學生中，以學校為叢集單位選取所需樣本。而依Crocker與Algina（1986）所提「每項目至少需5人」之標準計算，解題自我調節表現量表預定編製兩個分量表，每個分量表均有12題，全量表共24個計分項目，每個項目乘上5人，至少約需120人以上。最後實際取樣人數，嘉義縣抽取159人、嘉義市抽取159人，合計318人。

二、研究架構

本研究將分為兩部分進行，一為量表發展、二為量表功能驗證，前者將歷經整合自我調節學習及解題後設認知理論內涵與實徵研究之文獻探析、解題自我調節能力分析、學習內容分析及編製量表四個次階段，後者則包含項目（難度及鑑別度）分析、測驗（信效度）分析二個次階段，其架構及內容如圖1所示。

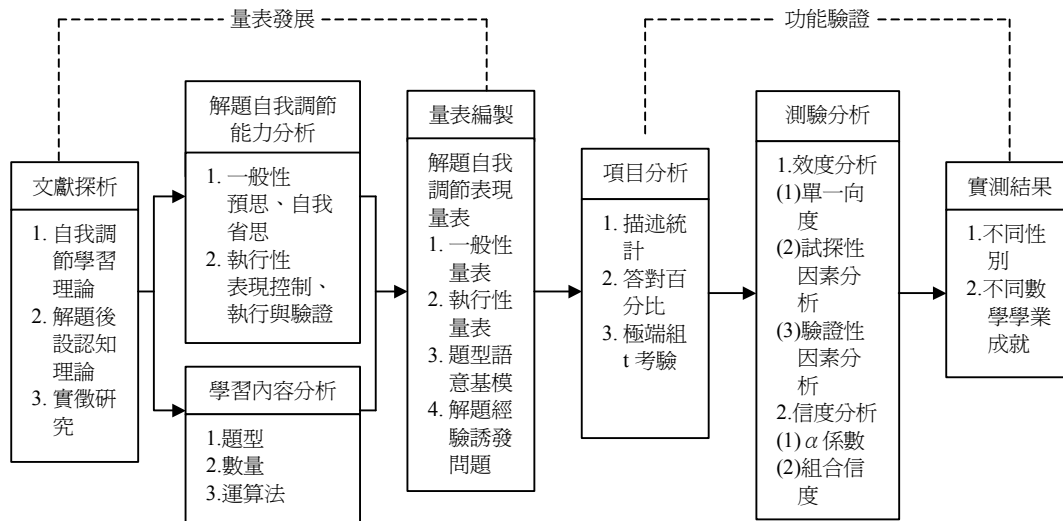


圖 1 解題自我調節表現量表發展及功能驗證研究設計架構

三、研究工具

(一)解題自我調節表現量表

因研究者欲測試的是個體在數學文字題解題特定領域而非一般領域的自我調節學習能力，故除參考Zimmerman (1998, 2002)、Cleary與Zimmerman (2004)、Pintrich (2004)等學者對個體一般領域自我調節學習能力的解析向度作為編製基礎外，並再參酌Garafalo與Lester (1985)針對個體數學解題活動所提之認知與後設認知整合模式內容，以為編製個體解題自我調節表現量表之整合架構。

由於在性質上，Zimmerman (1998, 2002)、Cleary與Zimmerman (2004)、Pintrich (2004)等學者所提解析向度大部分較屬於一般性自我調節能力，而Garafolo與Lester (1985)所

提模式大部分較屬於解題相關執行性自我調節能力，因此，研究者擬將二者依目的篩選整合作為編製向度後，再以解題情境來編寫量表項目內容。本量表預定分為「解題一般性自我調節能力」及「解題執行性自我調節能力」兩大向度，第一向度係整合Zimmerman、Cleary與Zimmerman、Pintrich等學者所提向度轉換為解題情境後進行編製，包含「解題預思」、「解題自我省思」二個部分，第二向度則以前述學者及Garafolo與Lester所提模式內容轉換為解題情境後進行編製，包含「解題作業表現控制」、「解題執行與評鑑」二個部分。其編製架構細目及項目示例，如表1及表2所示。

考量本研究對象為一年級學生，其專注力可能有限，故每部分量表僅預定編製12題，全量表共24題。另依班級

表 1 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	(1)	5	12
			B. 策略安排	(1)		
			C. 自我效能信念／結果期待	(1)		
			D. 目標導向	(1)		
			E. 內在興趣／價值	(1)		
	2. 解題自我省思	(1) 自我判斷	A. 自我評鑑	(1)	7	
			B. 歸因（能力或努力）	(2)		
			(2) 自我反應	C. 自我因應／情感滿足		(2)
				D. 調適		(2)
				(二) 解題執行性 自我調節能力		1. 解題作業表現控制
B. 自我教學／作業策略	(3)					
解題執行與驗證	2. 解題執行與驗證	(1) 解題執行	A. 自我監控	(1)	6	
			D. 自我記錄／試驗	(1)		
	(2) 解題驗證	(2-1) 導向及組織的評鑑	A. 監控細部及全盤計劃的進程	(1)	6	
			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)		
		(2-2) 執行的評鑑	A. 評鑑表徵的適切性	(1)		
			B. 評鑑整體計畫與目標間的一致性	(1)		
			C. 評鑑行動進行的適切性	(1)		
			D. 評鑑最後結果與問題情境間的一致性	(1)		

表 2 解題自我調節表現量表編製項目內容示例（實施時使用注音版）

向度	層面	項目示例	評估量尺		
一般性	解題預思	我知道這一題要我們做什麼？	是 <input type="checkbox"/>	有點是 <input type="checkbox"/>	不是 <input type="checkbox"/>
	解題自我省思	我會想一想這一題哪裡寫得好、哪裡寫得不好？	是 <input type="checkbox"/>	有點是 <input type="checkbox"/>	不是 <input type="checkbox"/>
執行性	解題作業表現控制	我剛剛很專心的寫這一題。	是 <input type="checkbox"/>	有點是 <input type="checkbox"/>	不是 <input type="checkbox"/>
	解題執行與驗證	寫完這一題的時候，我會再看看題目，想想自己有沒有看錯題目的意思？	是 <input type="checkbox"/>	有點是 <input type="checkbox"/>	不是 <input type="checkbox"/>

教師建議，在項目計分量尺上，考量一年級學生的判斷力廣度有限，故預定以「是、有點是、不是」(2、1、0) 三點量尺為項目評定尺度，最高總分為48

分。

在量表實施方面，考量一年級生的作答能力，兩個分量表將分開實施，且為喚起個體對解題的經驗與回憶（解

題經驗誘發)，故在填答每部分量表前，將先讓個體自行解一題引導性文字題作業後（參見後續說明），再回答各項目問題。

項目分析方面，將以表現百分比為平均能力指標、決斷值分析為鑑別度指標（總分排序後對前27%與後27%極端組受試進行t考驗）。信度方面，將採內部一致性 α 係數及組合信度（composite reliability）為指標。效度方面將使用探索性因素分析（Exploratory Factor analysis, EFA）及驗證性因素分析（Confirmatory Factor Analysis, CFA）來提供構念本位效度（construct-related validity）或構念效度（construct validity）證據。

有關這些證據之分析請參見後續結果與討論所述。本作業將於研究的正式施測階段中被使用。

（二）解題自我調節表現量表之解題經驗誘發問題

由於前項量表係採解題經驗作為項目撰寫內容，故在個體填答前有必要再喚起其文字題解題經驗，因此，將另行設計與一般自行解題形式相同之解題經驗誘發作業，以利於其後續填答。再者，前項量表的項目內容，均以此誘發作業之解題經驗為主題進行撰寫，來瞭解個體解題方面的後設覺察及自我調節心理活動，故此誘發作業之解題經驗與前項量表的作答反應間具有關聯。

研究者先針對教育部所頒2003年國民中小學課程綱要有關一年級學生解題能力指標所編，市場占有率較大之國小康軒版、南一版、翰林版及部編版一年級上下學期數學課本及教學手冊第一二冊相關單元進行內容分析（康軒文化事業股份有限公司，2006，2007；南一書局出版事業，2006，2007；翰林文化出版事業，2006，2007；國立教育研究院籌備處，2006，2007），歸納各版本共同題型作為基本素材後，再參考Riley、Greeno與Heller（1983）、Kintsch與Greeno（1985）、Fuson（1992）對單步驟加減法數學文字題型語意基模的分類，來分析其相關題型及計算難度，如表3所示。

各版本在上下學期共同題型基模方面，分別為合併型（combine）—求整體量（whole），改變型（change）結果量未知（result unknown）—增加（increase）及減少（decrease），比較型（compare）—比多（more than）三型四類。在上下學期共同運算量數大小方面，上學期康軒及南一版為10以內，翰林及部編版為20以內，下學期除翰林版為70以內外，其餘版本皆為50以內。在上下學期共同運算量數類型方面，分別為個位數對個位數進位加、不進位加、不借位減法（一下時四版本使用者皆已學過），二位數對個位數不進位加、借位減法（一下時四版本使用者皆

表 3 各主要版本單步驟文字題型及運算量數類型交叉分析表

		版本	康軒		南二		翰林		部編		備註
		學期	上	下	上	下	上	下	上	下	
題型語意 基模	合併型	整體	+	*	*	*	*	*	*	*	*
		部分	-								*
	改變型	結果量未知	增加	+	*		*	*	*	*	*
			減少	-	*	*	*	*	*	*	*
		改變量未知	增加	+					*		
			減少	-					*		*
	添加 取走	增加	+						*		
		減少	-							*	
	比較型	比多	-	*	*		*	*		*	*
		比少	-					*	*	*	*
運算類型	個位數對個位數	不進位加	+	*		*		*	*	*	
		不借位減	-	*		*		*	*	*	
		進位加	+		*	(>10)	*	*	*	*	*
	二位數對個位數	不進位加	+		*		*	*		*	*
		不借位減	-				*			*	*
		進位加	+				*		*	*	*
		借位減	-		*		*		*	*	*
	二位數對二位數	不進位加	+				*			*	*
		不借位減	-	*			*			*	*
		進位加	+				*		*		
借位減		-				*		*			
量數大小		<10	<20	<10	<50	<20	<70	<20	<50		
算式		橫	橫	橫	橫	橫	橫	橫	橫	橫直	

註：*代表該版本已含該項內容，數字部分為版本所涉運算數量，等式或大小於符號部分為版本運算數量範圍界定。

已學過)，二位數對二位數不借位減法（一下時四版本使用者皆已學過，不進位加法除康軒版外，餘版使用者皆已學過）四類。

依班級授課教師的建議，從中選取誘發效果可能較佳之題型與運算組合，分別為改變型結果量未知—減少、比較型—比多兩型，其所涉計算類型均為二位對一位借位減法（原先為二位對

二位不借位減法）。每型各一題，附加於兩部分量表之說明指導語後、正式項目之前（印於其上），其題型分別為「雅雅有14元，她買了一頂5元的帽子，請問現在她還有多少元？」及「爸爸烤了13隻魚，哥哥烤了6隻魚，爸爸比哥哥多烤了幾隻魚？」（實施時為注音版）。

另為顧及作答時間，故每部分量

表僅附加一題。本誘發問題將於個體填答正式項目前，先行實施，且除經驗誘發外，並無其他目的，故不公布或檢討正確答案，亦不另行計分。

四、實施程序

(一) 量表編製及施測準備

1. 進行文獻探析：

蒐集自我調節學習、文字題解題後設認知相關文獻，進行內容歸納整理。

2. 進行解題自我調節學習能力分析：

自前所歸納之相關文獻內容進行文字題解題自我調節能力分析。

3. 進行學習內容分析：

針對國小一年級學生的學習內容及難度進行題型、數量及運算法之分析（如表2內容）。

4. 編製解題自我調節表現量表及解題經驗誘發問題：

以解題自我調節能力分析及學習內容分析結果為基礎，進行量表及誘發問題編製，其主要流程如下：

(1) 編製目標：解題自我調節表現評估導向。

(2) 編製細目表：依解題自我調節能力分析結果，組織並細列編製架構向度內容。

(3) 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。

(4) 依學習內容分析結果，如現有能力水準、題型、運算法等向度選擇問題，進行編製。

(5) 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。

(6) 依細目表先由研究者及研究者學術同儕合力進行項目內容核對檢視後，再由四位數學教育專家（兩位大學教授、兩位小學數學老師）審閱。

(7) 修正及編輯量表相關組件：

綜合上述審視結果，進行以下二項調整，第一為符合各版本教學內容共同性，將解題經驗誘發問題涉及之計算類型由原先二位對二位不借位減法調整為二位對一位借位減法。第二部分問句敘述再加以口語化。

5. 依序組合施測用量表並進行注音標示，共分一般性及執行性量表兩部分，均含注音版說明指導語、解題經驗誘發問題、量表題目。

(二) 試作及正式施測

1. 試作

於非取樣學校中，挑選30位一年級小朋友分別進行兩個分量表試作，實施程序說明如後。

(1) 填答說明

施測者對受測者進行約5分鐘之填答說明，先請受測者隨施測者讀誦一遍說明語（含三類作答注意事項說明，填答順序、類別意義、每題僅能勾選一

類)，之後由施測者對受測者進行口頭說明，再由受測者提問、施測者說明回答。

(2)解題經驗誘發問題作答

施測者請受測者自行作答約5分鐘（不公布或檢討答案）。

(3)量表題目填答

在受測者都完成誘發問題填答後，接下來請其對正式量表題目自行填答約30分鐘。

結果發現兩式無論在填答形式或程序上，實施狀況均甚良好。

2.正式施測

依既定計畫及上述程序對所有研究對象於不同時間實施兩個分量表施測。

(三)功能驗證

整合所得資料針對研究問題性質，進行項目、測驗信效度及實測結果等分析，如後續資料處理與分析所述。

五、資料處理與分析

首先在各項基本表現方面，採描述統計、平均數、標準差、答對百分比（如平均作業水準—題組所得分數除以題組最高得分）、皮爾遜積差相關（Pearson's product-moment correlation）來說明受試的各項基本表現。次針對研究問題一，進行構念效度分析，包含單一向度（unidimension）之主成分分析（principal component analy-

sis）、試探性及驗證性因素分析（EFA and CFA）。再針對研究問題二，進行兩項分析，一為傳統信度分析、二為組合信度分析（composite reliability）。接著針對研究問題三，進行極端組 t 考驗之決斷值分析（critical ratio）。最後針對研究問題四，進行獨立樣本單因子多變項平均數考驗（Hotelling T^2 、MANOVA）、Roy-Bargman的降步（step-down） F 考驗及同時信賴區間（simultaneous confidence interval）考驗。以上所涉統計分析，除驗證性因素分析係以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、各項描述統計分析

如表4至表8所示。

由表4可知，先就全量表表現（最高總分48分）而言，其平均數為37.296、表現百分比為77.7%、單題平均數為1.554，表示大部分個體的表現均在一定水準以上。雖然如此，但其標準差不小，代表個體的整體答題表現間仍存有相當的變異。

次就分量表表現（最高總分各量表不同）而言，其單題平均數界於1.432~1.727間、表現百分比界於71.6%~86.4%間，表示大部分個體的表現均在一定水準以上。四個分量表的表現彼此差異不大，但第二至分量表

表 4 全量表及分量表表現描述統計 (N=318)

統計數	整體	預思	自我省思	表現控制	執行與驗證
<i>M</i>	37.296	8.635	10.950	8.591	9.120
<i>SD</i>	7.158	1.745	2.620	2.436	2.768
<i>P</i>	0.777	0.864	0.782	0.716	0.760
<i>M</i> (單題)	1.554	1.727	1.564	1.432	1.520
<i>n</i> (題數)	24	5	7	6	6

的變異較大，而第一分量表的變異較小。

由表5可知，各分量表總分與所屬單題表現之相關，第一分量表界於.545~.696間、第二分量表界於.463~.725間、第三分量表界於.439~.685間、第四分量表界於.602~.720間，且均達.000顯著水準，代表各單題與各分量表的相關良好，此亦顯示各單題與各分量表的測試能力或潛在特質間彼此具有良好關聯，各分量表與所屬單題間的內部一致性良好，各分量表單題均能相當程度的反應出各分量表所欲測量之能力特質。

由表6可知，全量表總分與各分量表所屬單題表現之相關，第一分量表界於.372~.464間、第二分量表界於.273~.541間、第三分量表界於.273~.653間、第四分量表界於.389~.581間，且均達.000顯著水準，代表各分量表單題與全量表的相關尚稱良好，此亦顯示各分量表單題與全量表的測試能力或潛在特質間彼此具有良好關聯，全量表與各分量表單題間的內部一致性良好，各分量表單題均能相當程度的反應出全量表

所欲測量之能力特質。

由表7可知，全量表總分與各分量表表現之相關界於.631~.807間，且均達.000顯著水準，代表各分量表與全量表的相關相當良好，此亦顯示各分量表單題與全量表的測試能力或潛在特質間彼此具有良好關聯、內部一致性良好，各分量表均能相當程度地反應出全量表所欲測量之能力特質。

由表8可知，各分量表表現間之相關界於.197~.628間，且均達.000顯著水準，代表大部分分量表間的相關大致良好，此亦顯示大部分分量表的測試能力或潛在特質間彼此具有良好關聯、內部一致性大致良好。

除「預思」與「執行與評鑑」兩分量表的相關小於.2外，其餘分量表彼此間均具有接近或大於.3的關聯，代表除「預思」與「執行與評鑑」外，其他各能力彼此間具有相當程度之關聯。其中更發現「預思」與「自我省思」間的相關較高、與「表現控制」、「執行與評鑑」間的相關較低，「自我省思」與「表現控制」的相關較高、與「執行與評鑑」的相關較低，而「表現控制」與

表 5 各分量表總分與所屬單題表現之相關 (N=318)

分量表	單題一	單題二	單題三	單題四	單題五	單題六	單題七
預思 (n=5)	.662***	.696***	.674***	.642***	.545***	無	無
自我省思 (n=7)	.527***	.525***	.572***	.492***	.463***	.725***	.557***
表現控制 (n=6)	.439***	.642***	.548***	.521***	.672***	.685***	無
執行與評鑑 (n=6)	.670***	.593***	.658***	.602***	.693***	.720***	無

註：n表題數

*** $p < .001$

表 6 各分量表所屬單題表現與全量表總分之相關 (N=318)

全量表	單題一	單題二	單題三	單題四	單題五	單題六	單題七	分量表
總分	.372***	.447***	.384***	.391***	.464***	無	無	預思 (n=5)
	.474***	.398***	.480***	.273***	.367***	.541***	.433***	自我省思 (n=7)
	.490***	.523***	.429***	.273***	.653***	.517***	無	表現控制 (n=6)
	.483***	.491***	.515***	.389***	.507***	.581***	無	執行與評鑑 (n=6)

註：n表題數

*** $p < .001$

表 7 全量表總分與各分量表表現之相關 (N=318)

全量表	預思	自我省思	表現控制	執行與驗證
總分	.631***	.766***	.807***	.753***

*** $p < .001$

表 8 各分量表表現間之相關 (N=318)

分量表	預思	自我省思	表現控制
自我省思	.589***		
表現控制	.279***	.426***	
執行與評鑑	.197***	.287***	.628***

*** $p < .001$

「執行與評鑑」間相關最高，這顯示「預思」與「自我省思」較有關聯、「表現控制」與「執行與評鑑」也較有關聯、而「自我省思」與「表現控制」間也具有一定關聯。

二、構念效度分析

(一)單一向度分析

為瞭解各分量表的單一向度性，研究者使用主成分分析法分別對各分量表內的各單題進行分析，其結果如表9所示。

由表9可知，在前置分析部分，四個分量表主成分分析的KMO值界

表 9 分量表所屬各單題之主成分分析成分負荷量 (N=318)

各單題	預思	自我省思	表現控制	執行與驗證
一	.650	.502	.436	.675
二	.724	.497	.679	.519
三	.663	.629	.548	.662
四	.636	.456	.352	.559
五	.545	.433	.724	.743
六	無	.768	.741	.770
七	無	.559	無	無
KMO	.708	.663	.702	.767
Bartlett近似卡方	193.934***	248.324***	226.939***	373.514***
df	10	21	15	15

*** $p < .001$

於.663~.768間，依Kaiser（1974）的規準，各次主成分分析之取樣適切性尚可、近中等程度。另各個Bartlett近似卡方值大且達.000顯著水準，代表分析使用之相關矩陣並非單元矩陣，且各相關係數彼此不同並大於0，適合進行主成分分析。

正式分析部分，可發現第一分量表的主成分負荷量界於.545~.724間、第二分量表的主成分負荷量界於.433~.768間、第三分量表的主成分負荷量界於.352~.741間、第四分量表的主成分負荷量界於.519~.770間，各分量表各單題與各分量表總分間的主成分相關均界於.433~.770間，此代表各分量表的單一向度性良好。

接下來，為瞭解全量表的單一向度性，研究者使用主成分分析法對全量表內的各分量表進行分析，其結果如表10所示。

由表10可知，在前置分析部分，KMO值為.615、Bartlett近似卡方值為355.778（ $df=6$, $p < .001$ ），KMO值依Kaiser（1974）的規準，本次主成分分析之取樣適切性普通、屬一般可接受範圍，而Bartlett近似卡方值相當大且達.000顯著水準，代表分析使用之相關矩陣並非單元矩陣，且各相關係數彼此不同並大於0，適合進行主成分分析。

正式分析部分，可發現四個分量表的主成分負荷量界於.679~.799間，亦即四個分量表與全量表間的主成分相關界於.679~.799間，此代表全量表的單一向度性相當良好。

由表9及表10的結果可知，各分量表及全量表內的不同成分單一向度性均為良好，且符合本量表原初之編製理論架構，加上為避免產生Byrne（2001）所謂虛假（bogus）因素，以及陳蜜桃、李新民與黃秀霜（2007）所謂擬似

表 10 全量表所屬各分量表之主成分分析成分負荷量 (N=318)

全量表	預思	自我省思	表現控制	執行與驗證	KMO	Bartlett 近似卡方
總分	.679	.799	.780	.709	.615	355.778***

註：以上卡方檢定 df 為6

*** $p < .001$

(spurious) 相關的問題，並降低因素分析參數估計所需樣本數之門檻，以提高分析的信效度起見，後續之試探性及驗證性因素分析均將在考量Bandalos與Finney (2001) 的「題組內單一向度」原則下，審慎以同性質之分題組 (item parcel) 為單位進行。

(二) 試探性因素分析

由於研究者假定本量表之潛在因素間應或多或少具有一定程度之相關存在，所以使用主軸法 (principal axes method) 搭配斜交轉軸 (oblimin rotation) 進行試探性共同因素分析，其前置分析部分，KMO值為.615、Bartlett近似卡方值為355.778 ($df=6$, $p < .001$)，KMO值依Kaiser (1974) 的規準，本次因素分析之取樣適切性普通、屬一般可接受範圍，而Bartlett近似卡方值相當大且達.000顯著水準，代表因素分析使用之相關矩陣並非單元矩陣，且各相關係數彼此不同並大於0，適合進行因素分析。

正式分析部分，系統成功萃取二個因子 (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%，兩個因子相關值為.455，符合使用斜交轉軸之假定。但由於兩個因子具有中度正相關，因此，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，僅能報告兩個因子在轉軸後的平方總和，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 (eigen value)，依Kaiser (1960) 建議大於1的特徵值可予保留之規準看來，這兩個斜交轉軸後所得之因子特徵值具有相當的影響程度。

正式分析所得之組型 (pattern) 及結構 (structure) 矩陣如表11所示。

由於組型矩陣在性質上較接近轉軸後因素分數之加權係數 (相對重要性)，而結構矩陣在性質上則為因素與觀察變項間的相關，亦即因素負荷量 (factor loading)，較能反應因素與觀察變項間的關係，適合作為判定因素結構及命名之用 (邱皓政，2001：15，19-20)，故自結構矩陣數據看來，這些負荷量均在0.3以上，代表每個分量表與兩個因素間都具有相當程度之關聯，再由兩個因素的數值大小來判斷其因素

表 11 分量表斜交轉軸因素分析結果

	組型矩陣		結構矩陣	
	第一因子	第二因子	第一因子	第二因子
預思	.736	-.046	.715	.289
自我省思	.793	.076	.828	.437
表現控制	.074	.814	.445	.848
執行與評鑑	-.046	.764	.301	.743

歸屬，可發現「預思」與「自我省思」兩個分量表較適合歸屬於第一因子，而「表現控制」與「執行與評鑑」兩個分量表較適合歸屬於第二因子。參照表1編製架構之內容，歸納第一因子所屬兩個分量表之性質，較屬於數學解題一般性自我調節能力，故命名為「一般性數學解題自我調節能力」，而歸納第二因子所屬兩個分量表之性質，較屬於數學解題執行性自我調節能力，故命名為「執行性數學解題自我調節能力」。因此，本單步驟加減法文字題解題自我調節表現量表所測試之能力有二：一為「一般性數學解題自我調節能力」；二為「執行性數學解題自我調節能力」；前者係為解題「預思」及「自我省思」之能力，後者則為解題「表現控制」及「執行與評鑑」之能力。本次分析所得之再製相關及殘差矩陣如表12所示。

由表12可知，本次分析之各量表再製共同性界於.513~.724間、量表間再製相關界於.188~.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。

(三)驗證性因素分析

為進一步驗證前述分析所得二因子結構之可靠性，在遺漏值處理精確度之考量下，將據此參照李茂能（2006）的建議，以分題組為單位使用Amos程式內定之「最大可能性」估計法（Maximum Likelihood, ML）再進行驗證性因素分析，所得結果如圖2及表13所示。

自圖2結構可知，驗證之二因子因素結構中，共分兩個潛在因素、四個觀察指標變項，第一個潛在因素「一般性數學解題自我調節能力」影響「預思」、「自我省思」兩個觀察指標變項，第二個潛在因素「執行性數學解題自我調節能力」影響「表現控制」、「執行與評鑑」兩個觀察指標變項。

從因素與觀察指標變項的相關（因素負荷量）看來，第一個潛在因素「一般性數學解題自我調節能力」與所屬兩個觀察指標變項「預思」、「自我省思」間的相關分別為.62、.95；第二個潛在因素「執行性數學解題自我調節能力」與所屬兩個觀察指標變項「表現控

表 12 試探性因素分析再製相關及殘差矩陣

再製相關	預思	自我省思	表現控制	執行與驗證
預思	.513*			
自我省思	.589	.724*		
表現控制	.288	.418	.690*	
執行與評鑑	.188	.296	.627	.553*
殘差				
預思				
自我省思	0.0001917			
表現控制	-0.008832	0.008339		
執行與評鑑	0.009476	-0.008735	0.0001606	

註：*表再製共同性。

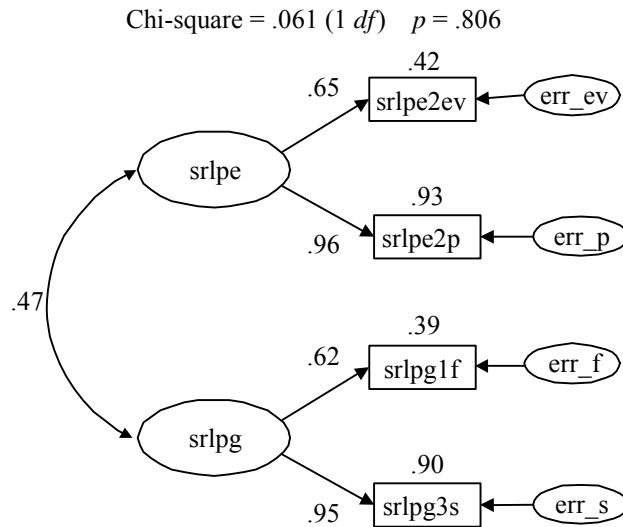


圖 2 解題自我調節表現量表驗證性因素分析結構

註：1.srlpg係指一般性解題自我調節能力：(1)srlpg1f：預思；(2)srlpg3s：自我省思。

2.srlpe係指執行性解題自我調節能力：(1)srlpe2p：表現控制；(2)srlpe2ev：執行與評鑑。

表 13 模式整體適配度檢定項目分析

項目	絕對適配檢定				增值／相對適配檢定							精簡適配檢定		
	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
統計量	0.061 ($p = .806$)	1	.012	.000	.999	1	1.106	1	.999	1.003	.167	.167	18.061 (20~366.227)	.061
評估結果	+	+	+	+(優)	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-

註：以上項目及標準係參考自李茂能(2006)、王保進(2004)、邱皓政(2003)之建議。

+表符合、-表不符合。

制」、「執行與評鑑」間的相關分別為.96、.65。

再就各觀察指標變項對潛在因素的測量變異解釋貢獻量觀之，第一組觀察指標變項（預思及自我省思）對第一個潛在因素「一般性數學解題自我調節能力」分別具有39、90%的變異解釋比，共同萃取變異解釋比為64.35%；第二組觀察指標變項（表現控制及執行與評鑑）對第二個潛在因素「執行性數學解題自我調節能力」分別具有93%、42%的變異解釋比，共同萃取變異解釋比為67.21%，所有觀察指標變項對潛在因素的共同萃取變異解釋比為65.78%。若以李茂能（2006）的建議標準觀之，以上所提變異萃取解釋比，無論是第一組或第二組觀察指標變項抑或所有觀察指標變項均在50%以上，表示觀察指標變項對所測構念之代表性良好（變異萃取解釋比之計算公式請參見李茂能，2006：144）。此外兩個潛在因素相關值為.47。

依李茂能（2006）、王保進（2004）、邱皓政（2003）所建議之SEM模式適配度檢定項目及標準看來，本次分析結果在表13所示14個模式適配檢定項目中，有11項達理想標準、3項未符合，準此評估，本次模式整體適配程度應在可接受範圍之內，亦即試探性因素分析所得二因子因素結構假定目前暫時得以成立、未被推翻。

整體而言，本次驗證性因素分析所得結果，無論在因素與觀察指標變項的相關（因素負荷量），抑或是各觀察指標變項對潛在因素的個別及共同平均變異解釋萃取量上均屬良好，且因素結構及因子相關均符合前述試探性因素分析結果之假定，加上因素模式結構適配程度尚屬適當。因此，目前本數學解題自我調節表現量表所測試之能力可暫時被確認有二：一為「一般性數學解題自我調節能力」；二為「執行性數學解題自我調節能力」；前者係為解題「預思」及「自我省思」之能力，後者則為解題「表現控制」及「執行與評鑑」之能力。

四、信度分析

（一）傳統信度

研究者使用SPSS for Windows對資料進行內部一致性 α 係數分析，所得結果如表14所示。

由表14可知，因受題數影響，除執行與評鑑分量表大於.70外，所有分量表數值較低，而全量表及因素歸屬後分量表之標準化 α 係數值界於.765～.833間，代表因素歸屬後之分量表與全量表內部一致性尚屬良好。

（二）組合信度

研究者依據李茂能（2006）所提，使用標準化因素負荷量之計算公式（係轉化自Reuterberg與Gustafsson於

表 14 全量表及因素歸屬後分量表內部一致性分析 (N=318)

項目	全量表	一般性	執行性	預思	自我省思	表現控制	執行與驗證
標準化 α	.833	.7653	.803	.648	.620	.619	.736
刪題建議	無	無	無	無	無	無	無
題數	24	12	12	5	7	6	6

註：1.上述「無」表即使任刪一題，均無助於所得係數小數點以下第一位之增加。

2.「一般性解題自我調節」分量表係由預思及自我省思兩個分量表組成。

3.「執行性解題自我調節」分量表係由表現控制及執行與評鑑兩個分量表組成。

1992所提出使用非標準化迴歸係數之計算法公式)對前述Amos進行CFA所得資料進行組合信度分析，所得結果如表15所示。

若以李茂能(2006:145)的建議標準觀之，表14三項數據都在.70以上(分量表及全量表)，表示觀察指標變項對所測構念之測量可靠性尚屬良好。

五、決斷值分析

(一) 單題及分量表極端組決斷值分析

為瞭解各分量表各單題的鑑別力，研究者採傳統測驗理論的做法，將個體總分由高至低排序後，分別選取排序居前27%及後27%的個體為高低分組，之後以此二組各分量表各單題上的表現進行獨立樣本t考驗，分析結果如表16所示。

由表16可知，各分量表內各單題極端組表現的t考驗結果，均達.000顯著水準，代表各分量表各單題對不同能力個體的鑑別力良好。

(二) 全量表及分量表極端組決斷

值分析

為瞭解全量表及各分量表的鑑別力，研究者採傳統測驗理論的作法，將個體總分由高至低排序後，分別選取排序居前27%及後27%的個體為高低分組，之後以此二組在全量表及各個分量表上的表現進行獨立樣本t考驗，其分析結果如表17所示。

由表17可知，全量表及各分量表極端組表現的t考驗結果，均達.000顯著水準，代表全量表及各分量表對不同能力個體的鑑別力良好。

六、因素歸屬後各項組合分數統計

四個分量表在經前述試探性及驗證性因素分析後，因素歸屬後組合分量表表現之訊息如表18所示。

由表18可知，由「預思」及「自我省思」兩個分量表組成之「一般性數學解題自我調節」分量表之平均數為19.585、標準差為3.911、表現百分比約為81.60%，與全量表之相關為.794，由「表現控制」及「執行與評鑑」兩個分

表 15 全量表及因素歸屬後分量表組合信度分析 (N=318)

項目	全量表	一般性解題自我調節分量表	執行性解題自我調節分量表
組合信度	.881	.776	.798

註：1. 「一般性解題自我調節」分量表係由預思及自我省思兩個分量表組成。

2. 「執行性解題自我調節」分量表係由表現控制及執行與評鑑兩個分量表組成。

表 16 各分量表各單題極端組決斷值分析

單題	量表別/t 值			
	預思	自我省思	表現控制	執行與評鑑
一	6.428	9.703	9.409	9.991
二	7.196	6.650	11.507	8.869
三	6.033	7.672	8.281	11.270
四	6.634	3.816	5.156	7.235
五	6.835	5.405	12.630	10.225
六	無	10.060	10.14	10.861
七	無	6.462	無	無

註：由於系統採人數累積百分比 (PR) 選取兩組個體，而同分數的個體必須同時選取，故造成兩組人數及變異數不等之狀況 (高分組90人、低分組100人)，因此，上述t及概率值均採「不假設變異數相等」之數據。

以上數值之概率值均為.000

表 17 全量表及分量表極端組決斷值分析

項目	量表別						
	全量表	一般性	執行性	預思	自我省思	表現控制	執行與評鑑
t值	39.143	15.426	26.732	11.110	14.689	21.383	19.540

註：由於系統採人數累積百分比 (PR) 選取兩組個體，而同分數的個體必須同時選取，故造成兩組人數及變異數不等之狀況 (高分組90人、低分組100人)，因此，上述t及概率值均採「不假設變異數相等」之數據。

以上數值之概率值均為.000

表 18 因素歸屬後組合分量表表現之描述統計 (N=318)

組合分量表	M	SD	P	與全量表總分之相關
一般性	19.585	3.911	0.816	.794***
執行性	17.711	4.697	0.738	.863***

註：P為表現百分比。

***P<.001

量表組成之「執行性數學解題自我調節」分量表之平均數為17.711、標準差為4.697、表現百分比約為73.79%，與

全量表之相關為.863。

由表19可知，一般性數學解題自我調節分量表總分與內含之兩個分量表

表 19 因素歸屬後組合分量表總分與各分量表表現之相關 (N=318)

組合分量表	預思	自我省思	表現控制	執行與評鑑
一般性	.841***	.933***	.410***	.280***
執行性	.261***	.390***	.888***	.915***

註：1.方框代表該組合分量表總分與同歸屬組合內的各內含分量表表現之相關。

2.未註記代表該組合分量表總分與不同歸屬組合內的非內含分量表表現之相關。

*** $P < .001$

表現之相關分別為.841及.933，而與非內含之其他兩個分量表表現的相關分別為.410及.280，執行性數學解題自我調節分量表總分與內含之兩個分量表表現之相關分別為.888及.915，而與非內含之其他兩個分量表表現的相關分別為.261~.390間，均在.3以上且達.000顯著水準，代表即使在因素歸屬後，兩個分量表內的內部一致性仍然良好，且與不同因子之分量表間具有中低度相關。

基於上述，各項因素歸屬後之組合分數訊息，將可提供分析及解讀個體表現之新分數組合向度，而此架構乃源於文獻所提理論假定、試探性因素分析、驗證性因素分析之結果而衍生，故兼具理論與實徵意義。準此，本量表共可使用四個獨立分量表分數、一般性解題自我調節題組分數、執行性解題自我調節題組分數、全題組總分等各項組合分數，搭配剖面圖 (profile) 來對個體不同面向的解題自我調節能力進行評估及解讀，但其最高總分不同，若需涉及個體內及個體間之差異比較，則須以共同量尺分數轉換後為之。

七、不同背景變項個體解題自我調節表現之實測結果分析

以下為瞭解不同性別及數學學業成就個體之解題自我調節表現實測結果，將分別以性別及數學學業成就（一年級在校數學學業成績前27%及後27%個體）為分組自變項，一般性及執行性解題自我調節表現為依變項採多變項獨立樣本平均數考驗進行分析。以下將分為共線性分析、不同背景變項實測結果分析幾部分呈現，而後者又包含前置及正式分析兩項。

(一)共線性分析

因多變項分析的基礎在於各變項間所具有的共變關係，所以，在進行多變項分析前，其中一個重要的前置分析即為多元共線性 (multicollinearity) 診斷，故研究者在不同背景變項的前提下，分別對兩個依變項進行迴歸分析檢視。

首先，在不同性別方面，發現不論以何者為被預測變項，其個別變項之允差 (tolerance) 及變異數膨脹因素

(Variance Inflation Factor, VIF) 均為 1。而在整體模式方面，以執行性解題自我調節表現為被預測變項時，其在第一模式特徵值 (eigen value) 上的條件指數 (Condition Index, CI) 為 1、變異數比例 (variance proportions) 為 .01；在第二模式特徵值上的條件指數為 7.683、變異數比例為 .99。而以一般性解題自我調節表現為被預測變項時，其在第一模式特徵值上的條件指數及變異數比例均與前述相同，但第二模式特徵值的條件指數則為 10.129、變異數比例為 .99。

其次，在不同數學學業成就方面，發現不論以何者為被預測變項，其個別變項之允差及變異數膨脹因素均為 1。而在整體模式方面，以執行性解題自我調節表現為被預測變項時，其在第一模式特徵值上的條件指數為 1、變異數比例為 .02、在第二模式特徵值上的條件指數為 7.725、變異數比例為 .98。而以一般性解題自我調節表現為被預測變項時，其在第一模式特徵值上的條件指數為 1、變異數比例為 0.1，但第二模式特徵值的條件指數則為 10.171、變異數比例為 .99。

綜合上述，依 Belsley、Kuth 與 Welsch (1980) 的判斷標準，目前允差大、VIF 小之狀況，較無共線性問題。另目前在同一特徵值上的條件指數小 (1~30 表低度、30~100 表中度、100

以上表嚴重)、變異數比例低於 1 之狀況亦較無共線性問題。因此，在不同背景變項中，兩個依變項間均應無共線性問題，適合進行後續分析。

(二) 不同性別個體解題自我調節表現之實測結果分析

1. 前置分析

本項分析的多變項變異數同質性考驗結果 Box's M 值為 21.96 ($p=.000$)，單變項變異數同質性考驗結果，兩變項 Cochran's C 值分為 .678 ($p=.000$) 及 .513 ($p=.751$)，Bartlett-box F 值分為 19.768 ($p=.000$) 及 .097 ($p=.756$)，多變項及一般性自我調節單變項部分達顯著水準，代表兩個依變項的多變項及第一依變項變異數不同質，此有可能因本次調查男女人數不等且差異過大所致 (男性 188、女性 130)。雖然如此，但依林清山 (1991: 105) 所言，使用單變項統計必須遵守某些基本假定，如變異數及共變數同質假定等，不過使用多變項分析，就不必受到此些限制。故研究者將續行分析。

2. 正式分析

本項分析的多變項考驗結果 Wilks Λ 值為 .956、Hotelling trace 值為 .047，其 $F(2,315)$ 值均為 7.329 ($p=.001$)，達顯著水準，代表不同性別個體間在一般性及執行性解題自我調節表現上均有差異 (由於 SPSS 僅提供 Hotelling trace 值，不直接提供 Hotelling T^2 值，須以

Λ 值依林清山(1991:148, 641-643)所提公式計算後得到 T^2 值,再依查表值判斷其顯著性,其結果與Hotelling trace值之顯著性趨勢相同)。單變項考驗結果,兩個變項的 $F(1,316)$ 值分別為14.522 ($p=.000$)、3.218 ($p=.074$),僅有第一依變項達顯著水準,代表不同性別個體間在一般性解題自我調節表現上存有差異(男生組一般性自我調節 $M=18.904$ 、 $SD=4.322$,執行性自我調節 $M=17.319$ 、 $SD=4.728$, $N=188$;女生組一般性自我調節 $M=20.569$ 、 $SD=2.978$,執行性自我調節 $M=18.277$ 、 $SD=4.610$, $N=130$)。

再進行Roy-Bargman的降步 F 考驗,結果發現第一依變項(一般性解題自我調節表現)本身的 $F(1,316)$ 值為14.522 ($p=.000$),達顯著水準,但在排除第一依變項的影響後,第二依變項(執行性解題自我調節表現)之 $F(1,315)$ 值為.1732 ($p=.678$),未達顯著水準,代表自變項對第一依變項具有影響,亦即不同性別個體間在一般性解題自我調節表現上具有差異。

此外,無論是個別單變項(individual univariate)95%信賴區間考驗、Wilks及Hotelling的聯合多變項(joint multivariate)95%信賴區間考驗結果,僅有第一依變項區間值均不包含零在內,代表僅有第一依變項,在不同性別個體間存有真正差異。

綜合上述可知,本項分析多變項考驗之所以顯著的原因,乃來自於第一依變項的貢獻,故可較明確確認不同性別個體間僅在一般性自我調節表現上存有真正差異(由一般性自我調節平均數看來,女性優於男性)。

(三) 不同數學學業成就個體解題自我調節表現之實測結果分析

1.前置分析

本項分析的多變項變異數同質性考驗結果Box's M 值為17.418 ($p=.001$),單變項變異數同質性考驗結果,兩變項Cochran's C 值分為.666 ($p=.001$)及.554 ($p=.297$),Bartlett-box F 值分為10.844 ($p=.001$)及1.084 ($p=.298$),多變項及一般性自我調節單變項部份達顯著水準,代表兩個依變項的多變項及第一依變項變異數不同質。此項結果似不令人意外,因本分析乃針對高低數學學業成就極端組個體進行,故兩群所具解題自我調節表現變異分配形態不盡相同似在意料之中。雖然如此,但依林清山(1991:105)所言,使用單變項統計必須遵守某些基本假定,如變異數及共變數同質假定,不過使用多變項分析,就不必受到此些限制。故研究者將續行分析。

2.正式分析

本項分析的多變項考驗結果Wilks Λ 值為.938、Hotelling trace值為.066,

其 $F(2,185)$ 值均為6.109 ($p=.003$)，達顯著水準，代表高低數學學業成就個體間在一般性及執行性解題自我調節表現上均有差異（由於SPSS僅提供Hotelling trace值，不直接提供Hotelling T^2 值，須以 Δ 值依林清山（1991：148，641-643）所提公式計算後得到 T^2 值，再依查表值判斷其顯著性，結果應與Hotelling trace值之顯著性相近）。單變項考驗結果，兩個變項的 $F(1,186)$ 值分別為10.757 ($p=.001$)、6.084 ($p=.015$)，亦均達顯著水準，代表不同數學學業成就個體間在一般性或執行性解題自我調節表現上均有差異（高數學學業成就組一般性自我調節 $M=20.208$ 、 $SD=3.078$ ，執行性自我調節 $M=18.292$ 、 $SD=4.790$ ， $N=96$ ；低數學學業成就組一般性自我調節 $M=18.413$ 、 $SD=4.345$ ，執行性自我調節 $M=16.652$ 、 $SD=4.298$ ， $N=92$ ）。

再進行Roy-Bargman的降步 F 考驗，結果發現第一依變項（一般性解題自我調節表現）本身的 $F(1,186)$ 值為10.757 ($p=.001$)，達顯著水準，但在排除第一依變項的影響後，第二依變項（執行性解題自我調節表現）的 $F(1,185)$ 值為1.436 ($p=.232$)，未達顯著水準，亦即先前兩組在單變項執行性解題自我調節表現上的差異，於排除與一般性解題自我調節表現的重疊影響後，並無差異。這代表自變項僅對第一

依變項真正具有影響，亦即不同數學學業成就個體間僅在一般性解題自我調節表現上具有真正差異。

此外，個別單變項95%信賴區間考驗，其區間值均不包含零在內，但Wilks及Hotelling的聯合多變項95%信賴區間考驗結果，僅有第一依變項的區間值不包含零在內，代表雖然兩個依變項的單變項考驗結果，不同數學學業成就個體間各自具有差異，但在多變項考驗部分，僅有第一依變項在不同數學學業成就個體間均存有真正差異。

綜合上述可知，本項分析多變項考驗之所以顯著的原因，乃來自於第一依變項的貢獻，故可較明確確認不同數學學業成就個體間僅在一般性自我調節表現上存有真正差異（由一般性自我調節平均數看來，高分組優於低分組），而其在單變項分析時，執行性自我調節表現的組間差異乃由一般性自我調節表現之影響所造成。

八、綜合歸納與討論

(一) 量表發展部分

觀諸量表各項性能指標之分析結果，無論在量表的內部相關與決斷值（鑑別力）或是構念效度（試探性及驗證性因素分析，含單一向度性、因素萃取、抽取變異比及模式適配度），抑或是內部一致性 α 係數及組合信度各方面所得測試數據均屬良好，亦即本量表在

測驗工具編製上具有相當程度之優良性能。

其中，若再就所發現之量表二因子結構（一般性及執行性自我調節表現）而言，此項證據清楚指出本量表之內容架構不僅達成原初編製研究目標，且與Zimmerman（1998, 2002）、Cleary與Zimmerman（2004）、Pintrich（2004）所提之一般領域自我調節學習模式內容，以及Garofalo與Lester（1985）、Lester等人（1989）所提之解題特定領域歷程執行性自我調節學習能力描述（認知—後設認知解題架構）相符，亦即本量表在理論基礎及目標達成上均具良好適配度。

（二）實測結果部分

觀諸對不同背景個體之量表實測分析結果，無論在不同性別及數學學業成就學生方面，二者均僅在一般性自我調節表現上具有真正差異，其中不同數學學業成就學生在執行性自我調節表現上，雖然也具有單變項考驗上之顯著差異，但多變項降步分析結果顯示，其具顯著差異之基礎係來自於一般性自我調節表現之貢獻，亦即排除一般性自我調節表現後，不同數學學業成就學生之執行性自我調節表現顯著差異即行消失。

自上述結果觀之，無論是不同性別或數學學業成就學生，均僅在一般性自我調節表現上具有真正差異，若就數學學習表現而言，此項與Case等人

（1992）、Cassel與Reid（1996）、Jacobson（1998）、Fuchs與Fuchs（2005）、Fuchs等人（2004）、Fuchs等人（2002）、Fuchs等人（2003）、Fuchs等人（2006）的研究結果具有相當之符應度，亦即自我調節，特別是一般性自我調節對個體的數學學習表現應具有影響，這也為融入自我調節策略之解題策略教學具有更佳學習促進效果的發現提供了基礎性之支持證據。易言之，若能以解題策略教學的形式來提升個體的自我調節能力，對其學習表現將有良性影響，故將自我調節策略融入於教學內容中應有其必要性。

而再就性別而言，雖然目前並無相關文獻對此進行討論，但此項發現可能是因男女性人格特質及學習經驗（女性較被鼓勵發展細心、再三思慮之特質，且外在教師及家長的期待似乎都是如此）、性別刻板印象（gender stereotype）、教師期望（teacher's expectation）等發展上之內外在特性，而造成不同性別個體之不同自我應驗（self-fulfilling prophecies）效應，致使其在自我調節表現上產生差異。易言之，若欲提升或促進個體自我調節表現，恐不能僅止於短期教學策略介入（strategy intervention）因素之考量，而必須自個體認知發展的寬廣視野進行思考，因此，對個體自我調節表現，進行長期連續性的追蹤研究實屬必要。

肆、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問題上，暫已獲致相當程度之釐清，分述如下：

(一) 解題自我調節表現量表具有良好之解題自我調節能力測量效度

自前述結果可知本量表具良好之構念效度，在構念效度方面，本量表之各潛在特質測量單一向度性良好，並隱含「一般性解題自我調節表現」及「執行性解題自我調節表現」二因子結構。上述指出本量表各項效度良好。

(二) 解題自我調節表現量表具有良好之解題自我調節能力測量可信賴度

自前述結果可知本量表具良好之傳統內部一致性及組合信度，前者意指本量表各單題、各分量表及全量表的內部一致性良好，後者則意指本量表在二因子結構下之各成分及因子構念測量上的內部一致性良好。上述指出本量表的測量可信度良好。

(三) 解題自我調節表現量表具有良好之解題自我調節能力測量鑑別力（全量表及分量表）

自前述結果可知本量表具良好之單題及構念測量決斷值，意指本量表各

單題、各分量表在構念測量上的區別性良好，能有效區分不同能力個體在各單題及各構念上的表現。

(四) 不同性別及數學學業成就個體在一般性解題自我調節表現上具有真正差異

自前述結果可知不同性別及數學學業成就個體在本量表測量的兩種解題自我調節表現，均僅在一般性自我調節表現上存有真正差異（女性優於男性，高成就組優於低成就組），雖然不同數學學業成就個體之單變項分析結果，執行性自我調節表現曾出現組間差異，但多變項降步分析結果顯示其乃由一般性自我調節表現之影響所造成。

二、建議

(一) 教學及評量方面

由於本量表在各指標方面均達良好標準，故可在單步驟加減法文字題教學歷程的中後階段，運用本量表進行不同目的之輔助性評量。可於教學中及教學後，配合教學題型內容使用以瞭解學習的進展或困難是否與其解題自我調節能力有關，若發現解題學習落後者的解題自我調節能力確有較弱之現象，則可能必須在目前或日後的解題學習活動中，加入自我調節學習策略教學，如配合程序性協助（procedural facilitator）運用自我教導（self-instruction）、自我管理（self-management）、自我檢核

(self-checking) 及自我提問 (self-questioning) 等技術進行策略融入教學，果能如此，則不僅有助於確認個體解題表現與其自我調節能力之關聯，同時，亦利於教學者隨時調整給予學習者之教學協助，提升其學習效率。

(二)未來研究方面

由於本量表在各指標方面均達良好標準，故基於本次量表發展之成功經驗，後續研究可再針對不同年級、不同題型（加減法、乘除法、四則）及不同步驟（多步驟、二步驟、三步驟）進行各類解題自我調節表現量表之編製發展（含經驗誘發問題），以測試解題自我調節能力在不同解題學習內容中的表現。

在理論研究方面，可擴大解題自我調節表現量表之發展及驗證範疇，如其他內容學習領域，並作為確認個體目前解題自我調節學習狀態之研究工具。而在學習潛能 (learning potential) 的評估及開展方面，本量表亦可配合動態評量 (dynamic assessment) 程序的運用來進行個體解題自我調節學習潛能發展的評估及促進。此外，可再透過不同取樣調查設計以確認不同性別及數學學業成就個體之解題自我調節表現狀態，並進行發展性研究。

三、研究限制

雖然本研究目前所得結果均為良

好，但仍有兩項潛在限制，其一為，顧慮教學版本及進度的統一起見，樣本數及取樣區域受限，故需考慮研究結果是否受樣本依賴因素的影響，此外，因班級教師建議，量表設計的評定點數應考量一年級學生的閱讀能力，不宜過多，故另需考量研究結果是否受量表評定點數影響而降低測量之精確性。

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。
- 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。
- 林清山 (1991)。多變項分析統計法。臺北市：東華。
- 陳蜜桃、李新民、黃秀霜 (2007)。臺灣地區國民小學教師實用智能、情緒智能與專業表現之相關研究。教育心理學報，39 (2)，295-316。
- 邱皓政 (2001)。社會與行為科學的量化研究與統計分析：SPSS中文視窗版資料分析範例解析。臺北市：五南。
- 邱皓政 (2003)。結構方程模式：LISREL的理論、技術與應用。臺北市：雙葉。
- 南一書局企業股份有限公司 (2006)。一年級上下學期國小數學課本及教學指引 (第一冊)。臺南市：南一。
- 南一書局企業股份有限公司 (2007)。一年級上下學期國小數學課本及教學指引 (第二冊)。臺南市：南一。
- 國立教育研究院籌備處 (2006)。一年級上下學期國小數學課本及教學指引 (第一冊)。臺北縣：作者。

- 國立教育研究院籌備處 (2007)。一年級上下學期國小數學課本及教學指引 (第二冊)。臺北縣：作者。
- 康軒文化事業股份有限公司 (2006)。一年級上下學期國小數學課本及教師手冊 (第一冊)。臺北市：康軒。
- 康軒文化事業股份有限公司 (2007)。一年級上下學期國小數學課本及教師手冊 (第二冊)。臺北市：康軒。
- 程炳林 (2002)。大學生學習工作、動機問題與自我調整學習策略之關係。 *教育心理學報*, 33 (2), 79-101。
- 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。
- 翰林出版事業股份有限公司 (2006)。一年級上下學期國小數學課本及教學指引 (第一冊)。臺南市：翰林。
- 翰林出版事業股份有限公司 (2007)。一年級上下學期國小數學課本及教學指引 (第二冊)。臺南市：翰林。
- 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。
- Bandalos, D. L., & Finney, S. J. (2001) Item parceling issues in structural equation modeling. In G. A. Marcoulides, & R. E. Schumacker (Eds.), *New developments and techniques in structural equation modeling* (pp. 269-296). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Belsley, D. A., Kuth, E., & Welsch, R. E. (1980). *Regression diagnostics: Identifying influential data and sources of collinearity*. New York: John Wiley.
- Borkowski, J. G. (1992). Metacognitive theory: A framework for teaching literacy, writing, and math skills. *Journal of Learning Disabilities*, 25(4), 253-257.
- Byrne, B. M. (2001). *Structural equation modeling with Amos: Basic concepts, applications and programming*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Case, L. P., Harris, K. R., & Graham, S. (1992). Improve the mathematical problem-solving skills of students with learning disability: Self-regulated strategy development. *The Journal of Special Education*, 26, 1-19.
- Cassel, J., & Reid, R. (1996). Use of a self-regulated strategy intervention to improve word problem-solving skills of students with mild disability. *Journal of Behavioral Education*, 6, 153-172.
- 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.
- Crocker, L., & Aligina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Orlando, Florida: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Driscoll, M. P. (2000). *Psychology of learning for instruction* (2nd ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- 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., & Prentice, K. (2004). Responsiveness to mathematical problem-solving instruction: Comparing students at risk of mathematics disability with and without risk of reading disability. *Journal of Learning Disabilities*, 37(4), 293-306.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Prentice, K., Burch, M., & Paulsen, K. (2002). Hot math: Promoting mathematical problem solving among third-grade students with disabilities. *Teaching Exceptional Children*, 33(1), 70-73.
- 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.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Prentice, K., Burch, M., Hamlett, C. L., Owen, R. et al. (2003). Enhancing third-grade students' mathematical problem solving with self-regulated learning strategies. *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 306-316.
- 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.
- Gagne', E. D., Yekovich, C. W., & Yekovich, F. R. (1993). *The cognitive 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.
- Jacobson, R. (1998). Teachers improving learning using metacognition with self-monitoring learning strategies. *Education*, 118(4), 579-590.
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Psychometrika Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31-36.
- Kintsch, W., & Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92(1), 109-129.
- Kreutzer, M. A., Leonard, C., & Flavell, J. H. (1975). An interview study of children's knowledge about memory. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 40.
- 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 314255)
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385-407.
- Riley, M. S., Greeno, J. G., & Heller, J. I. (1983). Development of children's problem-solving ability in arithmetic. In

- H. P. Ginsberg (Ed.), *The development of mathematical thinking* (pp. 153-200). Orlando, Florida: Academic Press, Inc.
- 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.
- Schunk, D. H. (2005). Self-regulated learning: The educational legacy Paul R. Pintrich. *Educational psychologist, 40*(2), 85-94.
- Solso, R. L. (2001). *Cognitive Psychology* (6th ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Sperling, R. A., Howard, B. C., & Stanley, R. (2004). Metacognition and self-regulated learning constructs. *Educational Research and Evaluation, 10*(2), 117-139.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. In M. Cole, V. J. Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Ed. & Trans.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Zimmerman, B. J. (1995). Self-regulation involved more than metacognition: A social cognitive perspective. *Educational Psychologist, 30*(4), 217-221.
- 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.