

國中生數學學業自我概念及數學學習策略 與數學學業成就之研究-自我提升模式觀點

劉玉玲* 薛岳**

本研究綜合理論文獻建構一個國中生數學學業成就模式，目的在探討自我概念與學習策略對學習成就的效果。以結構方程模式方法，分析所蒐集的觀察資料與模式的適配度。受試者採用分層隨機抽樣的方式，有效樣本共 444 人。研究工具為數學自我概念量表、數學學習策略量表和數學第一次與第二次段考成績。數學自我概念的構面分別是「自重感」、「自我行動」二個構面，數學學習策略有「訊息處理」、「批判思考」、「支持策略」、「監控與診斷」、「時間安排」、「專心經營」、「人際求助」等六個構面。

研究結果發現：數學學業自我概念直接正向影響數學學業成就、數學學業自我概念直接正向影響數學學習策略、數學學習策略直接正向影響數學學業成就，數學學業自我概念可以藉由數學學習策略為中介變項，間接影響數學學業成就。最後，本研究根據研究結果，對教師、相關工作者與後續研究者提供各項建議。

關鍵字：數學學業自我概念、數學學習策略、數學學業成就

* 作者現職：銘傳大學師資培育中心暨教育研究所副教授

**作者現職：新北市立錦和高中數學教師

通訊作者：劉玉玲，e-mail: yuling@mail.mcu.edu.tw

壹、研究動機

臺灣在升學考試的學習氛圍下，學生日夜與課業奮戰。課業學習向為國中學生最為關心且感到困擾的議題。學習是一連串動態的歷程，前一階段的學習將為下一階段奠定基礎。此外，學生在學業成就不但會影響未來的學習（Bodovski & Farkas, 2007），也會影響到其升學機會或者最高學歷的取得（黃毅志、陳怡靖，2005）。然國內青少年輔導工作長期以來對於心理困擾，人際與行為的關切程度遠高於對學生如何有效學習的關注（陳志恆、林清文，2008）。其中數學長期以來一直被認為是重要的學習科目，在日常生活中的許多面向都需要運用到和數學相關的知識、能力和概念；德國數學家高斯（Carl Friedrich Gauss 1777-1855）曾說過：「數學為科學之母」，「數學是科學之鑰」（朱建正，1997）。數學是一項有用的工具，也是人類文明發展不可獲缺的學習內涵，數學教育不止傳遞數學的文化資產，同時也重視與其它領域的連結，以發展學生解決問題、學習其它領域的知識、與他人溝通講理的能力，並且做為未來創造新知識的基礎（教育部，2003）。數學這麼重要，可是學生普遍對數學的興趣明顯低落，甚至對於數學學習感到焦慮不安（葛建志，2005）。國際教育成就調查委員會（IEA）公布 2007「國際數學與科學教育成就趨勢調查」（Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS）結果（Martin, Mullis, & Foy, 2008），臺灣國中小學生數學和科學平均成績均進入全球前三名，八年級學生數學平均成績耀眼，但學生對學習數理的興趣敬陪末座、信心屬後段程度。李雅雯（2009）的研究指出影響臺灣國中生數學學習成就的個人學習因素主要為「學生對於自己本身的數學能力及學習數學時的自信程度」；學校背景與教師教學因素的影響程度較低。

研究也顯示我國國小階段的數學學習，不少老師習慣用「多練習」來代替思考，短期可產生立即效果，但國中的數學需要思考、理解、應用的能力，並非反覆練習可以達到。國中數學內容較複雜、難度更高，可能不是比較細心或多練習的學生就容易考得高分（李鴻章，2010）。國中生在初始的成功或失敗的數學學習歷程中，成績好的學生越容易進階學習，學習也較有興趣；反之，成績較差的學生基礎較弱，課業方面不容易跟得上，越不容易得到別人肯定，挫折與落後會越大（Fenollar, Román, & Cuestas, 2007）。因此學生在學校數學學業或成績表現有「強者越強、弱者越弱」的「馬太效應」趨勢（Stanovich, 1986; Walberg & Tsai, 1983）。數學低成就的學生在課堂中聽不懂老師說什麼，這些學生只好發呆、睡覺或者做一些與數學不相關的活動，數學課讓他們感覺度日如年。謝琬如（2011）的研究指出學生偏差行為與校園安全觀感與數學學習成就是有差異存在的，這篇報導探討臺灣、香港、日本、韓國、新加坡等五個亞洲國家或地區八年級學生的偏差行為與校園安全觀感對數學學習成就的影

響。研究結果顯示，學生有無偏差行為與學生校園安全觀感程度的不同，對學生的數學學習成就有差異存在。除了韓國外，臺灣、日本、香港與新加坡的學生偏差行為對學生數學學習成就皆有顯著的影響力。在學生校園安全觀感的部分，只有臺灣與新加坡學生的校園安全觀感，與學生數學學習成就有顯著相關。以往沒有相關實證研究指出數學的學習竟會與偏差行為存有某種的關聯，於此觀點下我們更不可輕忽，孩子的數學學習。其實國中生畢業後若走技職體系的工科與商科仍舊是要碰觸數學。即使後來要繼續往科技大學的道路走，數學依然是必考的科目。許多父母在孩子很小的時候開始培養的數學能力，但也有父母順著孩子的興趣發展，不刻意的引導；弱勢家庭的孩子在數學上的學習就相對的弱勢。國內數學的研究者或教學場域的教師對於數學的教學或是補救教學不遺餘力，然國中數學這一區塊的學習成就依舊是呈現兩極化的發展，值得我們關注，故瞭解國中生對數學自我知覺以及如何看待自己對數學的自我概念，是否會影響其數學學習成就，為本研究的動機之一。

在過去數十年期間，國內外有關提升學習成就的議題，特別是學業自我概念與學業成就長期廣泛地被探討(Guay, Marsh, & Boivin, 2003; Marsh & Craven, 2006)。自我概念不僅受到能力表現的塑造，也是影響學習成就的重要情意變項(Hansford & Hattie, 1982; Pajares & Schunk, 2001)。學業自我概念不單是教育應該關注的成果，它也是影響其他教育成果的重要變項。研究顯示學習者隨著年級的增加，他們的自我效能、成功期望、工作價值、正向情感、學習策略、堅持、努力、學業求助等變項呈現全面下降的趨勢，但是在負向情感、逃避求助及自我設限等不適應變項上卻呈現上升的傾向(Wigfield, Eccles, & Pintrich, 1996)，這種現象在數學特別明顯。學生在數學學習過程中對於自己的數學學習活動能有足夠的認知，並且知道該使用何種思考方式、方法與技巧或活動，以提昇數學學習成效為數學學習策略的核心概念(吳金聰、梁淑坤, 2008; 林麗芬, 2011);釐清國中生學習數學時，使用的數學學習策略影響數學學習成就的情形為何？為本研究的動機之二。

國內數學的補救教學常是在放學後，許多教師或其他課輔的成員在有限時間與體力的限制下常用的教學策略是將白天相同的課程內容再重新複習一遍，期望能增進學生的學習成效。其實此時學生也是疲憊的，不斷的演練、復誦、考試等方法記憶數學，這樣被動的學習數學效果是有限，這種做法也無法切合低學習成就的個別需求。本研究也企圖瞭解數學自我概念的高低，是否採用的數學學習策略是否不同？進而影響數學學習成就，此為動機之三。這樣的研究結果或許可提供尋求有效的補救教學策略，避免學生因為數學經驗與基本能力不足所造成的挫折感可以降到最低。

本研究挑選八年級學生為研究對象，一來已有一年的國中數學學習經驗，

對學習內容及學習方式已經能有認知及做自我省察的條件，針對學生數學科學業自我概念、學習策略及學業成就進行研究，企圖發現學生學習的困難及問題點所在，對學生做好教學輔導的工作，冀望能在教學現場發揮助益。故瞭解國中生的數學自我概念的發展狀況，數學學習策略的運用情形，以及數學學習成就的關係探討，有助於數學教育研究者、教師、相關實務工作者依學生的個別差異運用教學方法與輔導策略，方能契合學生的個別需求以利數學教育的推廣。綜上所述，本研究企圖回答下列問題，數學學業自我概念是否直接正向影響數學學業成就？數學學業自我概念是否直接正向影響數學學習策略？數學學習策略是否直接正向影響數學學業成就？數學學業自我概念是否可以藉由數學學習策略為中介變項，間接影響數學學業成就？

貳、文獻探討與評析

一、數學自我概念

由於研究方法與研究對象的不同，自我概念與學業成就之關係大致可分為四種不同觀點。有「技巧發展」模式（skill development model），強調學業自我概念是學業成就的結果；即先前的學業成就影響隨後的學業自我概念（Marsh & Craven, 2006; Pottebaum, Keith, & Ehly, 1986），此模式強調學業自我概念是學生對重要學業技能的掌握程度、在學習任務中成敗難易的體驗和教師對學生學業表現的反應（Helmke & van Aken, 1995; Skaalvik & Skaalvik, 2009）。此模型給與教育者一定的啟示，是教師可以藉由培養和提高學生的學業成就和技能來提高學生對自己學業能力的自我信念，而不必單純從學業自我概念入手。

第二種為「自我提升」模式（self-enhancement model）強調學業自我概念是學業成就的決定因素，即先前的學業自我概念影響隨後的學業成就（Calsyn & Kenny, 1977）。Byrne（1984）指出因為學業自我概念具有機動性質，所以學業自我概念的改變將引起學業成就的改變。Henk 與 Melnick（1992）針對閱讀學業自我概念的研究指出學業自我概念的動機功能主要表現在它決定著學生是努力尋求閱讀還是盡量避免閱讀。該模式給予教育的啟示，即教師藉由培養學生積極的學業自我概念進而達到提高學生成就的目的。隨著研究不斷深入，上述二個模式已不能解釋學業自我概念和學業成就的關係。許多研究顯示學業成就會影響學業自我概念，學業自我概念會影響學業成就，研究證實學業自我概念與學業成就為互惠的因果關係（reciprocal causality）（Marsh, Byrne, & Yeung, 1999; Marsh & Köller, 2003），強調二者之間存在著交互影響。爾後這些研究者由於採取縱貫的研究方法與測驗工具，其研究結果指出學業成就會影響學業自我概念，學業自我概念會影響學業成就，從研究證實學業自我概念與學業成就

為互惠的因果關係 (reciprocal causality) (Marsh, Byrne, & Yeung, 1999; Marsh & Köller, 2003)。另有學者從發展的觀點探討指出不同研究方法的選取與研究評量工具的運用, 以及跨文化、性別與年齡變項的影響, 目前並未有關數學自我概念與數學學業成就的實證研究顯示何種模式優於其他模式 (Skaalvik & Skaalvik, 2009)。

學科自我概念的提倡者 Marsh、Byrne 與 Shavelson 的報告指出學科間的自我概念彼此之間是存有相關性的, 如數學自我概念和理化等學科自我概念有程度上的相關性 (Marsh, Byrne, & Shavelson, 1988), 其後的相關研究也都有類似的研究結果呈現 (Pajares & Schunk, 2001)。這意味著國一數學若有較低的自我概念可能會影響國二生 (八年級) 理化科目的學習信心。故本研究從數學科自我概念著手, 自我概念為一種「知覺」, 屬於學習情意變項, 在補救教學介入的效益檢核中, 是較為靈敏的前導指標 (陳靜姿、洪碧霞, 2011)。自我概念與學業成就的研究, 不論是主張學生在學業或學科領域的表現水準會影響到其自我概念 (如 Pottebaum, Keith, & Ehly, 1986) 或是認為自我概念會影響學業成就 (Wigfield & Karpathian, 1991) 亦或是認為自我概念與學業成就兩者互為因果關係 (Marsh & Yeung, 1997), 都強調自我概念與學業成就的高關聯性。傳統上相關研究都是探討一般性的自我概念, 然研究顯示領域特定的自我概念和該學業成就的關聯性較強, 於是學科自我概念與學科成績的研究如雨後春筍般增多 (吳春慧, 2010; 林吉祥, 2004; 莊雪芳, 2003; 許瑜紋, 2005; Marsh & Craven, 2006)。

國外較常使用的數學科自我概念量表大都有自重 (self-esteem) 與自我行動 (self-motion) 兩個構面 (Cassimatis, 2001; Sumino & Yoshikawa, 2008)。國內較早使用數學學科自我概念量表有自重與自我行動構面的有洪志成 (1986)、李克明 (1992)、潘世尊 (1997)、林淑娟 (2006)。故本研究之學科自我概念著重於學習者的自重感與自我行動成分上。

二、數學學習策略

國外有關學習策略概念自 1970 年代後期, 受到「訊息處理理論」的影響, 學習策略重視學習者在處理訊息時所涉及的內在思考和策略。1980 年代, 重視學習者對於自身認知歷程的瞭解、執行與控制, 屬於較高層次的認知活動; 1980 年代之後, 不僅重視訊息處理策略和後設認知策略, 但也同時涵蓋了動機、態度、焦慮、專心, 以及學習習慣如時間管理 (張新仁, 2005)。本研究依此發展脈絡尋求相關的學習策略, 然一般性學習策略雖然不限用於某一學科領域, 但卻產生學習遷移的困擾, 學生未必能學會運用於班上各科課業的學習, 國內的學習策略研究也開始逐漸和特定學科做結合, 如國文、英語、數學等 (張新

仁、邱上真、李素慧，1999、2000）。Skemp（1989）認為數學科的學習與其他科目不同，在數學學習策略的運用上需運用較高階層的概念，故學習策略不單只是練習與記憶，更重要的是用思考來建構關係。學習策略的操作的目的是為了學習成效，然而影響學習成效是多個因素的綜合影響，而影響的程度則不一（Schraw & Brooks, 2001）。

許多實徵研究報告均指出被動的學習數學如反覆練習、機械式記憶等學習效果是有限的。精緻化、組織與批判思考策略，皆應該是數學學習策略必須考慮的內涵（Hinton, 1998）。故學習者學習數學在認知策略的使用上要靈活，要能隨時監控與調整自己的學習策略，遭遇到問題要懂得尋求協助，以便有效學習（Hougham, 2002）。數學具有抽象性及廣泛的應用性，數學學習策略不僅具有一般學習策略的特點，也有自身的鮮明特點。國內較常使用的分類是 Dansereau 的學習策略，分別是主要策略主要在協助學生對訊息的重組、統整及精緻化；以及支持策略主要是在協助學生發展並維持良好的內在狀態，促使學習者有效和迅速使用主要的策略（張景琪，2001；張春興，2002；陳彥廷，2008；Dansereau, 1989）。本研究採取此觀點將數學學習策略分為主要策略與支持策略二大部分。(1)主要策略內容包括訊息處理、批判思考；(2)支持策略內容有監控與診斷、時間安排、專心經營、人際求助。因此如何改善學習者的數學學習行為、幫助學習者利用方法及步驟來獲得知識、提高學習者的注意力、知覺、降低焦慮，以增進數學學習與問題解決的能力，是當下學習策略教學者或研究者應關注的焦點（Dansereau, 1989）。

三、學業成就

「學業成就」是指在一定的階段性學習時間內進行的，對學生所獲得的學習結果的測量與評價（張春興，2002）。學業成就之評量有很多方法，有的是以標準化成就測驗作為主要的評定方式，有的則以學業總平均作為學業成就之依據（王振世、何秀珠、曾文志、彭文松，2008）。研究中研究者本於近年來課程標準轉變迅速，因此要編製一份客觀的標準化成就測驗並不容易。由於各校所採取的數學版本不同，內容進度也不一，故本研究所指的數學學業成就是指 99 學年度新北市某國中八年級學生在校內數學學習後之第一次段考與第二次段考之成績作為學生數學學業成就之依據。

四、數學自我概念、數學學習策略與數學學業成就的相關研究

有關數學科自我概念與數學學習成就的研究顯示，李宏等（2001）以中學生（國中、高中）為研究對象，指出學生的數學自我概念會影響他們的數學學習行為。Marsh、Hau 與 Kong（2002）的研究指出學生的學業自我概念和學生

成就有交互的影響，黃慧青（2004）的研究指出原住民國中生的學業自我概念越好對學習的價值越肯定，學習的興趣和學業成就都會較高。張芳全（2006）以國二學生為對象的研究結果顯示，學生之數學自信程度對數學成就有正向影響，此與國外研究結果相似（Singh & Ozturk, 2000; Trautwein, Koller, Schmitz, & Baumert, 2002）。也有研究顯示中學生的學業自我概念在學習過程扮演著重要角色，它可以幫助學生學習同時也可能阻礙學習的進展（吳智惠，2006）。龔心怡（2008）從社會認知因素的觀點，探究數學科自我概念與數學自我效能如何影響學生的數學學習成就，其研究顯示國中一年級以縱貫設計並運用結構方程模式（SEM）來探討，數學自我概念與數學學習成就之相互效果模式成立。

本研究基於蒐集條件與抽樣限制，採用橫斷式研究以瞭解國二學生之數學自我概念以提供教學實務的參考。而陳彩卿（2009）指出國三學生數學自我概念對學生的數學科學業成就有顯著相關。綜上所述本研究的假設如下：

H1：數學學業自我概念直接正向影響數學學業成就

有關數學科自我概念與數學學習策略的研究顯示，李宏等（2001）以中學生（國中、高中）為研究對象，指出學生的數學自我概念會影響他們的數學學習行為，相關研究也顯示數學自我概念對數學學習策略有顯著相關（洪茂原，2009）。本研究的假設如下：

H2：數學學業自我概念直接正向影響數學學習策略。

關於學習策略與學業成就關係之研究結果指出，學習策略與學業成就有顯著正相關，亦即學習策略愈佳者，其學業成就愈佳。如黃淑娟（2003）以原住民國中生為研究對象，發現學習策略和學業成就具有顯著正相關；吳登坤（2008）指出國三學生數學學習策略與數學學業成就有顯著相關，且運用數學學習策略程度較高者大於運用程度較低者。本研究的假設如下：

H3：數學學習策略直接正向影響數學學業成就

宋志燕與梁彥清（2009）的研究指出一般的學科自我概念影響了學生的學習策略和學習成就，它們反過來又促使學習自我概念發生變化。Skaalvik 與 Skaalvik（2009）用結構方程模式的研究探討國中生與高中數學自我概念、自我效能和數學學業成就的關係，研究結果指出對發展中早期青少年在學年度內，數學自我概念預測數學學業成就的穩定度是高的，特別是在九年級與十年級的學生（ $r = .81$ ），但對發展中的晚期青少年則不太高（ $r = .65$ ）。差別的原因可能是在不同的脈絡下與不同的班級，教師的期望與其他原因影響了數學的學習行為。本研究的假設如下：

H2-H3：數學學業自我概念以數學學習策略為中介變項，可以間接影響數學學業成就

本研究認為在某一時間點與固定年級既國中八年級「此時－此刻」的數學學業自我概念為橫斷研究，所以採用學科自我概念的「自我提升」模式，亦即研究團隊認為若要幫助低數學學習成就者宜從心理建設著手。

參、研究方法

一、研究模型與假設

本研究目的在於建構數學科學業自我概念、數學學習策略與學業成就模式。本研究植基在影響模式的探討，根據相關文獻探討歸納出的假設(H1-H3)(圖1)，進行驗證並建構模式。

H1：數學學業自我概念直接正向影響數學學業成就。

H2：數學學業自我概念直接正向影響數學學習策略。

H3：數學學習策略直接正向影響數學學業成就。

H2-H3：數學學業自我概念以數學學習策略為中介變項，可以間接影響數學學業成就

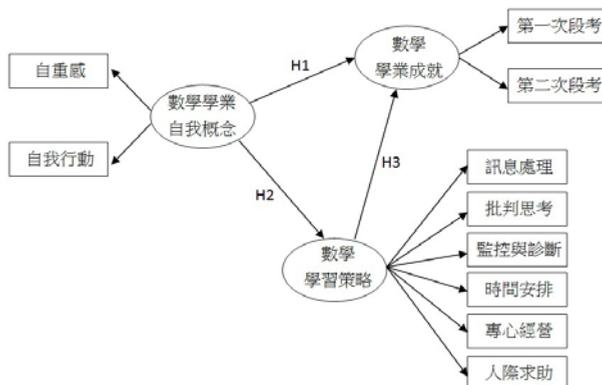


圖 1 數學學業自我概念、數學學習策略與數學學業成就模式結構關係圖

二、研究對象

(一)預試樣本

本研究方法採取問卷施測的方式，並依據二次數學段考成績為學業成就衡量之標準。以班級為抽樣單位故為分層抽樣，接著以亂數表隨機抽取 4 個班來進行預試分析，施測時間為 2010 年 11 月 15 日至 2010 年 11 月 19 日，再經整理後得有效問卷 136 份。

(二)正式樣本

正式施測時則抽取 13 個班來進行問卷調查，由研究者親自施測（8 個班）部分委託數學科教師施測（5 個班）問卷發放的回收率達 100%，經剔除無效問卷後，正式問卷的有效樣本數為 444 份，可使用率達 97.58%。

三、研究工具與量表來源

本問卷中兩個分量表「數學科學業自我概念量表」、「數學學習策略量表」的來源及理論基礎整理如表 1。

表 1 數學科學業自我概念及數學學習策略量表修訂版來源

名稱	數學科學業自我概念量表	數學學習策略量表
目的	瞭解國中八年級生的數學科學業自我概念的 發展概況	瞭解國中八年級生的數學學習策略運用概 況
層面	自重感、自我行動	1.主要策略：訊息處理、批判思考； 2.支持策略：監控與診斷、時間安排、專心 經營、人際求助
來源	數學科學業自我概念修訂版（林淑娟，2006）	數學學習策略修訂版（陳彥廷，2008）
理論	Burns（1984）認為自我概念是一組自我態度 包括認知、情意、評價以及行動傾向四個主 要成分。 Marsh（1988）從自我概念進一步指出一般學 科的學業自我概念。 （引自莊雪芳，2003）。	Dansereau（1985）將學習策略分成主要策 略（primary strategies）和支持策略（support strategies）兩種（引自陳彥廷，2008）。
題數	共 18 題	共 25 題

(一)數學科學業自我概念量表

為 Likert 五點量表，依據因素構念設置二個潛在變項：「自重感」與「自我行動」，精簡後自重感分量表 7 題，自我行動分量表 5 題，所有題目的因素負荷量介於 0.63 到 0.84 之間；Cronbach's α 各為 0.92 和 0.86；CR 值為 0.92 和 0.87，代表有良好的構念信度；而 VE 值則為 0.52 和 0.57 代表具有合適的收斂效度，顯示出此測量系統良好。為進行模式驗證，接著將「數學科學業自

我概念」此潛在變項設置二觀察變項，一為「自重感」、一為「自我行動」。

(二)數學學習策略量表

為 Likert 五點量表，先個別進行因素構念驗證，分為主要策略（primary strategies）：設置二潛在變項「訊息處理」與「批判思考」，精簡後訊息處理分量表 3 題，批判思考分量表 3 題；支持策略（support strategies）：設置四個潛在變項「監控與診斷」、「時間安排」、「專心經營」與「人際求助」，精簡後監控與診斷分量表 4 題、時間安排分量表 3 題、專心經營分量表 6 題、人際求助分量表 4 題，所有題目的因素負荷量介於 0.67 到 0.88 之間，Cronbach's α 各為 0.79、0.80、0.83、0.82、0.91、0.86；CR 值各為 0.79、0.79、0.83、0.83、0.91、0.87，代表具有良好的構念信度；而 VE 值則為 0.56、0.56、0.63、0.62、0.62、0.69，代表有合適的收斂效度，顯示出此測量系統良好。在進行模式驗證時，將「數學學習策略」此潛在變項設置「訊息處理」、「批判思考」、「監控與診斷」、「時間安排」、「專心經營」與「人際求助」六個觀察變項。

四、資料分析與處理

本研究首先將預試後所得問卷，經項目分析，以量表總分上下各 27% 作高低分組，分別求出每題的決斷值（CR 值），分為三個部分：「極端組比較」、「題項與總分相關」、「同質性檢驗」作為篩選依據及判斷試題鑑別度之指標（吳明隆，2009）。「數學科學業自我概念量表」的第 9 題，因指標皆未通過所以進行刪除，最後保留共 17 題做為正式問卷。完整問卷中，「數學科學業自我概念」預試信度為 0.93。另外，「數學學習策略量表」所有題目皆符合指標要求，故 25 題全數保留於正式完整問卷中，「數學學習策略」量表的預試信度為 0.94。第二步驟則依據 LISREL 8.7 統計套裝軟體為工具做驗證性因素分析，進行模式探究，依據 χ^2 、 df 、 p 值、NFI、GFI、AGFI、RMR、RMSEA 判斷測量模式是否理想。

肆、研究結果

一、敘述統計

本研究之問卷調查對象，男生佔總樣本數的 48.6%、女生佔總樣本數的 51.4%。經因素驗證刪題之後，數學科學業自我概念方面，2 個因素的平均與標準差如表 2。

表 2 數學學業自我概念量表敘述統計

因素構面	包含題項	平均數	標準差
自重感	1、2、5、6、7、8、14	2.99	0.91
自我行動	9、10、12、13、16	2.96	0.88
整體	12 題	2.97	0.86

整體的平均數是 2.97，標準差為 0.86，平均數未達中間值 3，在二個因素方面其平均數是相近的，標準差方面則是「自重感」大於「自我行動」。

在數學學習策略方面，經因素驗證刪題之後，6 個因素的平均與標準差如表 3。平均數由大到小依序為「專心經營」、「人際求助」、「監控與診斷」、「批判思考」、「訊息處理」、「時間安排」，且「時間安排」此部分的平均數得分明顯較低，與其他五因素差距最大，標準差方面則是以「人際求助」此因素為最大，「時間安排」此因素為最小。

表 3 數學學習策略量表敘述統計

因素構面	包含題項	平均數	標準差
專心經營	16、17、18、19、20、21	3.31	0.97
人際求助	9、10、12	3.20	1.03
監控與診斷	22、24、25	3.17	0.96
批判思考	1、3、4	3.01	0.91
訊息處理	6、7、8	3.00	0.90
時間安排	13、14、15	2.69	0.89
整體	21 題	3.08	0.78

二、相關性分析

本節以 Pearson 積差相關 (Pearson's product-moment correlation) 對八年級學生在數學自我概念及數學學業成就與數學學業成就各層面進行考驗，以瞭解兩兩之間交互影響，是否有顯著相關 (表 4)。

表 4 正式施測之相關係數摘要表

	自重感	自我行動	訊息處理	批判思考	監控與診斷	時間安排	專心經營	人際求助	學業成就
自重感	1.00								
自我行動	0.82***	1.00							
訊息處理	0.67***	0.75***	1.00						
批判思考	0.74***	0.75***	0.72***	1.00					
監控與診斷	0.71***	0.78***	0.75***	0.76***	1.00				
時間安排	0.58***	0.68***	0.66***	0.57***	0.69***	1.00			
專心經營	0.54***	0.59***	0.57***	0.51***	0.57***	0.53***	1.00		
人際求助	0.60***	0.73***	0.70***	0.69***	0.75***	0.60***	0.53***	1.00	
學業成就	0.78***	0.72***	0.72***	0.70***	0.70***	0.49***	0.53***	0.59**	1.00

註：***表示 p -value < 0.001。

正式問卷的相關係數資料顯示，在 $\alpha = 0.05$ 下，各因素間呈現中度和高度正相關，其中尤以「自重感」和「自我行動」兩者的相關係數為最高 ($r = 0.82$)，代表此二因素有著良好的正向相關。

經由以上研究結果顯示，數學學業自我概念、數學學習策略皆具有良好的

因素構面，且和數學學業成就三者間具有顯著的正相關，因此欲以結構方程模式為分析工具，進一步確立此三者間的影響關係。

三、數學學業自我概念、數學學習策略與數學學業成就關係模式

根據上述驗證性因素分析的結果，將數學學業自我概念二潛在變項所含之觀察變項加總並平均計分後，成為「自重感」和「自我行動」二個觀察變項以衡量「數學學業自我概念」此潛在變項；另將學習策略-主要策略二潛在變項、學習策略-支持策略四個潛在變項，個別所含之觀察變項加總並平均計分後，成為「訊息處理」、「批判思考」、「監控與診斷」、「時間安排」、「專心經營」、「人際求助」六個觀察變項以衡量「數學科學習策略」此潛在變項。

(一)修改歷程

本研究的結果符合一開始根據文獻所發展的關係模式假設，原始模式即最終模式，其主要適配指標值如表 5。

表 5 自我概念、學習策略與學業成就模式修正歷程表

模式	χ^2 值	df	p 值	NFI	GFI	AGFI	RMR	RMSEA
原始和 最終模式	85.32	32	0.08	1.00	0.99	0.96	0.02	0.04

(二)最終模式關係圖

本研究採取較嚴格標準來成立最終模式，在顯著性的界定上皆採用 p -value < 0.001， t 值大於 2.58 顯著水準的嚴格要求，圖 2 為最終模式關係圖。

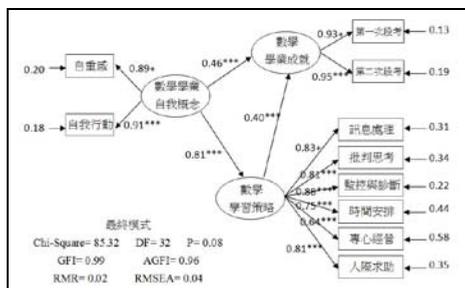


圖 2 自我概念、學習策略與學業成就最終模式關係圖

註：***表示 p -value < 0.001。+為參照指標，不考慮顯著性問題。

(三)最終模式整體適配度指標

模式中所有的適配度指標均達評鑑標準（周子敬，2006）如表 6 所示，此模式卡方 p 值不顯著，代表樣本在變項的分佈與該理論在母群體無異，可視為一個非常良好的模式，驗證「數學自我概念」對「數學學習策略」產生正向影響；另外「數學自我概念」及「數學學習策略」也對「數學學業成就」產生正向的影響關係，各項指標及判定標準呈現如下。

表 6 自我概念、學習策略與學業成就整體模式適配指標評鑑結果

評鑑內容	評鑑標準	通過指標
絕對適配指標		
1. 卡方 with 32 Degree of Freedom = 85.32($p=0.08$)	$p > 0.05$	是
2. GFI= 0.98	> 0.90	是
3. AGFI= 0.96	> 0.90	是
4. SRMR= 0.02	< 0.05 (良好) $0.05 \sim 0.08$ (不錯) $0.08 \sim 0.10$ (中度) > 0.10 (不良)	良好
5. RMSEA= 0.04	< 0.05 (良好) $0.05 \sim 0.08$ (不錯) $0.08 \sim 0.10$ (中度) > 0.10 (不良)	良好
6. 理論模式 ECVI= 0.17 飽和模式 ECVI= 0.19 獨立模式 ECVI= 7.94	指標值必須比飽和模式及獨立模式之 ECVI 是指標還要小。	
比較適配指標		
1. NFI= 0.99	> 0.90	是
2. NNFI= 0.99	> 0.90	是
3. IFI= 1.00	> 0.90	是
4. CFI= 1.00	> 0.90	是
5. RFI= 0.99	> 0.90	是
精簡適配指標		
1. PNFI= 0.57	> 0.50	是
2. PGFI= 0.50	> 0.50	是
3. 理論模式 AIC= 51.18 飽和模式 AIC= 56.00 獨立模式 AIC= 2372.62	指標值必須比飽和模式及獨立模式之 AIC 是指標還要小	是
4. CN= 387.48	> 200	是

(四)測量模式評估

本研究模式中「學習策略」及「學業成就」二個因素構面中，CR 值均達 0.7 以上，代表有良好的構念信度，且 Cronbach's α 也都超過 0.7，因此在信度分類上屬「高信度」，在 VE 值方面也都有達到 0.5 以上，代表具有合適的收斂效度，顯示出此測量系統良好（表 7）。

表 7 自我概念、學習策略與學業成就模式評估表

因素構面	觀察變項	負荷	測量誤差	構念信度 (CR)	萃取變異數 (VE)	cronbach's α
自我概念	自重感	0.89	0.20	0.90	0.81	0.89
	自我行動	0.91	0.18			
	訊息處理	0.83	0.31			
	批判思考	0.81	0.34			
學習策略	監控與診斷	0.88	0.22	0.91	0.62	0.91
	時間安排	0.75	0.44			
	專心經營	0.64	0.58			
	人際求助	0.81	0.35			
學業成就	第一次段考	0.93	0.13	0.94	0.88	0.94
	第二次段考	0.95	0.09			

(五) 模式之影響關係與效果檢定

經由上述最終模式，茲將三個潛在變項的影響關係模式簡要表示如圖 3，結果顯示 H1：數學學業自我概念直接正向影響數學學業成就；H2：數學學業自我概念直接正向影響數學學習策略；H3：數學學習策略直接正向影響數學學業成就，全部成立。另外由 H2-H3 也顯示出數學學業自我概念可以以數學學習策略為中介變項，間接影響數學學業成就。

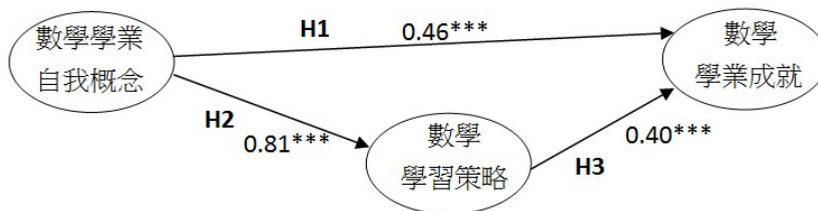


圖 3 「數學學業自我概念、學習策略、學業成就關係」之結構模式

為比較各潛在變項間的效果，以瞭解變項間的線性結構關係，將效果檢定結果整理如表 8，可以看出各變項間的直接、間接與整體效果。

表 8 模式之效果檢定

潛在變項	學習策略		學業成就		
	標準化效果值	t值	標準化效果值	t值	
自我概念	直接影響	0.81	12.28***	0.46	6.13***
	間接影響	-	-	0.33	4.40***
	總影響	0.81	12.28***	0.80	10.66***
學習策略	直接影響	-	-	0.40	5.07***
	間接影響	-	-	-	-
	總影響	-	-	0.40	5.07***

註：***表示 p -value < 0.001。

如表 8 所示，(1)自我概念和學習策略對於學業成就的均有直接正向影響力，皆具有顯著的影響；(2)自我概念對學習策略的直接正向影響力明顯大於對學業成就的直接正向影響力；(3)學業自我概念對學業成就的總影響力大於學習策略對學業成就的總影響力，因學業自我概念會以學習策略為中介變項，再對學業成就產生間接正向的影響。

伍、討論與建議

一、理論上的意義

本研究旨在建構數學自我概念、數學學習策略與數學學習成就的因果模式，並以 SEM 進行模式參數估計與檢驗。從上述的研究結果可知，學業自我概念不只是影響學生對自己的感覺也影響其後的學業成就。研究報告顯示臺灣國二學生不喜歡學數學的學生百分比增加 16%；且學習數學自信指標都低於國際平均值（國科會，2004），可能的原因有多種但分數排名時常被提出來探討。由於排名的緣故，原本數學成就不差的同學在對比效應的影響下，數學的自我概念反而會有不利的影響（張郁雯，2008）。研究結果顯示，數學學業自我概念具有「訊息處理」、「監控與診斷」這二個構面，且這幾個構面皆具有良好的信度（CR）與效度（VE）。數學學業自我概念對於數學學習策略及數學學業成就皆有正向的影響關係，其中「自重感」和「自我行動」兩構面皆對數學

學業自我概念有相當高的因素負荷量。顯示此兩部分皆對數學學業自我概念具有重要的影響力。另外，此模式顯示數學學業自我概念對學業成就的總影響力大於數學學習策略對學業成就的總影響力，且數學學業自我概念又會對學習策略產生影響，故加強學生的數學學業自我概念對學生的學習策略表現和學業成就皆是有所助益的

(一)數學自我概念與數學學業成就

研究結果顯示，本研究之國中八年級生的數學學業自我概念的整體的平均數是 2.89，標準差為 0.873，平均數未達中間值 3。由問卷題向的答題可以瞭解，研究對象都能瞭解教師所講述的內容並能在課堂中回應。但是第 8 題反應了許多學生的負面感受，在怎麼努力都不會改善，似乎透露了數學焦慮或習得無助的癥兆。在自我行動問項中平均數得分最高的順序分別是第 13 題「我會想辦法瞭解自己在上數學課時聽不懂的問題」與第 9 題「不管數學成績如何，我還是很認真學習。」這說明學生努力雖無法改善成績，但在行動上依舊確會認真學習。此外，研究結果顯示自重感第 7 題「我覺得數學科是我專長的科目」的標準差較大，顯示學生在自重感方面具有較大的落差；此題也是排序最低的一題，顯示大多數學生不認為數學是專長的科目，此結果或許能呼應我國大部分國中生數學學科自信不足的現象。第 16 題「我喜歡閱讀與數學有關的資訊、書籍或報章雜誌。」不僅是自我行動構面，也是數學自我概念整個構面標準差最大與排序最低的一題。這意謂學生對數學科主動探究的學習力不足，很少會去涉獵和數學相關的知識，這也是提升數學能力的一種警訊。

根據自我一致性理論指出個體若有較低的學業自我概念會採取逃避的方式，作最少的努力呈現學習行為 (Jones, 1973; Keyes, 2000; Lecky, 1945)。此外，依據自尊理論與自我價值論，學生發現成功難追求時，會改以逃避失敗來維持自我價值發展出因應失敗壓力的對策，例如不認為自己是努力或能力不足所以失敗，藉此認知來維護，其中常見的行為是拖延 (Covington, 1984, 1992)。承如 Covington (1984) 所述，這些避免失敗的心理防衛機制提供的只是暫時性知覺，因為他們最後將影響學習，甚至遠離學習。研究者認為低度的數學自我概念導致低度的數學自我學業成就，屬於此類型的學習者正符應了「自我提升模式」(Calsyn & Kenny, 1977; Skaalvik & Skaalvik, 2009)，可以藉由提升數學學習的自我效能改善數學的學習。

(二)數學學習策略與數學學業成就

本研究數學學習策略的六個構面中屬於直接幫助學習者處理學習材料，批判思考與訊息處理確實可以直接引發學習促進作用 (張景琪, 2001; 張春興, 2002; 陳彥廷, 2008)。本研究結果也顯示數學學習策略幫助學習者建構合誼的

學習態度與因應注意力不集中、疲勞與沮喪等問題如監控與診斷、時間安排、專心經營、人際求助的策略，有助數學成績的改善 (Dansereau, 1989; Liu, 2010)。本研究結果顯示學生的「時間安排」明顯落後其他題的統計得分，這意味著大部分的學生不會主動複習數學課所教的內容，導致上課聽懂回家沒複習，數學是需要動手作習題，否則概念或公式會不知如何運用，結果積欠許多的不會內容，惡性循環的結果影響考試成績。另一個意涵是許多國中生不會訂定讀書計劃，時常是隔天考什麼今晚就準備什麼。Erickson (1963) 認為青少年時間觀會造成自我認同危機，他們會有前瞻性的時間或是混淆時間觀的危機 (劉玉玲, 2005)。有些青少年沒有體認時間的改變是不能挽回的，有的青少年希望時間過去，所面對的難題自動消逝去，而以回憶過去擱置對未來應有的計劃與努力。這種混淆的時間觀，造成時間掌握不佳以致影響學習成效。

在人際求助部分，研究結果顯示學生有問題時寧願問同學卻不想去請教老師。許多報告指出學生在家裡時常沒有人指導其數學的作業，爸媽能指導的屈指可算。研究也顯示學習成就較差的學生鮮少會尋求課業求助 (程炳林, 2006; Butler, 1998; Turner, Midgley, Meyer, Gheen, Anderman, Kang, & Patrick, 2002)，逃離被貼上「愚笨」的標籤可避免別人對自己失望 (Covington, 1992)。

「監控與診斷」是一種後設認知的能力，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)。故實施不同策略教學 (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，可提供學生適切的學習支持。例如藉由漸進提示階層提昇對個體學習能力估計的精確性，連續性評量提示階層促進個體的遷移應用能力，以便協助學生經驗數學能力積極進展的歷程 (洪碧霞, 2000; 許家驊, 2005a、2005b、2008)。

「專心經營」主要是指學生對數學課業及學習活動能夠注意或維持專心的心智活動，數學低成就者需要長時間專注聽教師講解計算、解題，以及遇到多步驟的文字題時，他們無法維持適當的注意力，很難在指定的時間內完成解題 (Geary, 1999)。相關研究指出個體的注意力包含認知與情緒的面向，分別藉由「選擇」和「喜好」所展現 (Dehaene & Naccache, 2001)，Csikszentmihalyi 的研究顯示人們從事喜愛的心智時，會處於專注投入與完全融入於活動中的狀態，甚至影響時間的感受 (Csikszentmihalyi, 1975, 1990; Jackson, 1992)。已有許多創意的國中數學教學策略被研發與開展，課程實施中學生體驗到數學的樂趣，進而延長專注力，促進數學的學習成績 (李祐宗, 2011; 鄭巧莘、劉文英, 2011)。

(三)數學學業自我概念以數學學習策略為中介變項，可以間接影響數學學業成就

Burnner (1960) 認為策略的形成，必須具備問題情境、認知壓力及冒險性等三個條件，並將策略定義為「一個人面對情境時，運用舊有的知識或資訊去應付情境，並產生認知的衝突、緊張和壓力，而預備去冒險，以求達成目標的方法」。此定義涉及了學生在學習過程中對於自己的學習活動能有足夠的認知，數學的學習過程中，低數學自我概念者可能擔心再度失敗，衝突、緊張和壓力影響了學習策略的選擇。高數學自我概念者知道該使用何種思考方式、方法與技巧或活動提昇數學學習成效，學習者認知自己的數學學習情況，尋求適合自己的思考方式、方法與技巧（林麗芬，2010），數學自我概念是一種對於學習數學的自我知覺，知覺會影響數學學習策略的尋求，錯誤的策略導致學習效果不彰。低數學自我概念者，可能運用不利自己的學習的策略，導致數學學業成就不佳。或許可以說明，故研究者認為提高數學學業自我概念時，尋求適合的學習策略有助學習成就的提升。

二、自我提升模式在教育上的意涵

本研究發現數學自我概念對數學成就有正向效果（林淑娟，2006；張景琪，2001；陳彩卿，2009；黃慧青，2004；Marsh, Hau, & Kong, 2002）。數學學習策略對數學成就有正向效果（黃淑娟，2003；張翠倫，2003；邵秋桃，2006；吳登坤，2008）。本研究結果證實數學學業自我概念以數學學習策略為中介變項時，會間接影響數學學業成就。根據研究結果，進一步闡釋其在教育實務之意涵。教師在幫助學生進行數學補教學時對於低數學學習成就者「提升其自我概念」為本研究首先考量的模式。

(一)建立學生正向的數學學業自我概念

研究顯示學生普遍對自己的數學表現不具信心，在 SEM 模式中顯示出自我概念不但直接影響學業成就，且也透過學習策略對學業成就造成間接影響，因此，若能培養正向積極的自我概念，將對學生的學習有良好的增進效用。Gardner (1993) 多元智慧理論的影響，使得數學教育有了嶄新的突破，同時課程與教學方面也改變了。教師要能提供廣泛不同的機會，讓學生在不同的情境下展現出他所能理解的數學知識與概念，如此才能引發、喚起學生的數學學習信心（鄭巧莘、劉文英，2011）。

(二)幫助學生使用適合自己的數學學習策略

幫助學生使用適合自己的學習策略瞭解學生的學習困難的原因，針對學生

的個別需要，精心設計課程內容與慎選教學型態與策略，提供適性的教育，方能契合學生的個別需求。然批判思考、訊息處理或是監控與診斷屬於較高層次的後設認知，不見得國中生都能擅用，需要教導他們區辯的方法與強調策略的重要性。研究顯示數學科教材可以與數學相關的新聞報導結合以新聞為教學題材的功效有二，可以作為數學課外補充教材，且可以養成學生解讀新聞、學習批判思考的能力（李祐宗，2011），進而幫助學生對訊息的重組、統整及精緻化。陳媛雯（2011）研究結果再度證實對於數學低成就者，數學教師在進行教學時應以易學為主要的考量，以避免學習的挫敗感。此外應加強基礎課程，偏重於學生在正規課程中未能習得的基本技巧。加強基礎課程的基本假設認為學習歷程是一種線性作用，因而國中二年級的學生無法受益國中二年級的課程，除非該生已學會低年級的所有課程。然這樣的補救方式不僅會增加正式教師的負擔，實施成效確實有限。故落實國中數學補救教學的師資與教學策略確實刻不容緩。

三、未來可行之研究方向

數學學業自我概念係透過哪些中介變項影響學業表現，亦是值得進一步研究的議題。自我概念所影響之學業（學習）行為可能包括數學學業情緒，教學實務上，多數的學生視數學的學習為畏途。情緒對於個人學習歷程具有關鍵性的影響（Pekrun, 2006）。國外相關研究顯示學業情緒與學業成就有高度的相關（Efklides & Volet, 2005; Linnenbrink, 2006; Schutz & Lanehart, 2002; Schutz & Pekrun, 2007），當負面情緒影響學習時，後果確實不堪設想，劉玉玲與熊英君的研究顯示情緒管理確實會影響數學與理化成績（劉玉玲、熊英君，2007），此外提升學生對數學的興趣、面對數學失敗後的堅持以及數學內在學習動機等等，這些議題都是值得研究者未來的努力方向。

本研究的限制是數學學成就是採用段考成績，並不是標準化測驗，然Guay、Marsh 與 Boivin（2003）指出教師在學校依據教學內容、進度與學習情形，設計考題評量學生，符合學生的學習脈絡，這樣的效度是可行的。避免各校進度不一，數學版本多元，本研究僅以一校之所有國中八年級生 400 多人為研究對象有推論上的限制。數學段考前的內容不一，避免一次的誤差，本研究採用兩次數學段考成績，以符合這學期「此時—此刻」的數學學業自我知覺。

參考文獻

王振世、何秀珠、曾文志、彭文松（2008）。**教育測驗與評量**。臺北：雙葉書廊。

- 朱建正 (1997)。高斯。新竹：凡異。
- 吳明隆 (2009)。SPSS操作與應用：問卷統計分析實務。臺北：五南
- 吳金聰、梁淑坤 (2008)。遠哲西子灣數學教師成長工作坊成果分享：認知負荷理論在數學教學上的應用。數學教育，26，11-27。
- 吳春慧 (2010)。數學和科學領域 I/E 模式的探討：跨性別之研究。屏東教育大學學報，34，67-82。
- 吳智惠 (2006)。中學生自然科學學習信念量表的建立。載於科學教育學術研討會編輯委員會編輯，中華民國第 22 屆科學教育學術研討會論文集編 (頁 1032-1038)。臺北：教育部。
- 吳登坤 (2008)。嘉義縣市九年級學生校外數學補習經驗、學習態度、學習策略與學業成就之相關研究。國立中正大學教育學研究所碩士論文，未出版，嘉義。
- 宋志燕、梁彥清 (2009)。學習信念及其對學習行為和學習動機的影響。山西長治學院學報，26(3)，67-68。
- 李克明 (1992)。普通學業自重感及學科測驗題目成就預期的性別差異。臺中師院學報，6，0101-0116。
- 李宏、吳穎康、李士錡 (2001)。關於中學生數學信念和數學學習行為調查。數學教育學報，10(3)，88-91。
- 李祐宗 (2011)。媒體素養融入國中數學教學實例--新聞真相追追追。科學教育月刊，340，41-53。
- 李雅雯 (2009)。台灣國二學生數學學習成就之相關因素研究：以 TIMSS 2007 問卷為例。國立臺灣大學數學研究所碩士論文，未出版，臺北。
- 李鴻章 (2010)。臺東縣中小學學生數學學業成績之馬太效應研究。臺北市立教育大學學報，41(1)，35-60。
- 周子敬 (2006)。結構方程模式 (SEM) —精通 LISREL。臺北：全華。
- 林吉祥 (2004)。國中生外語焦慮、學業成敗歸因、學業自我概念與學業成就之關係研究—以英語科為例。國立彰化師範大學教育研究所碩士論文，未出版，彰化。

專論

- 林淑娟（2006）。**國小學童數學科自我概念、學習動機、行動控制策略與學業成就之關係研究**。東海大學教育研究所碩士論文，未出版，臺中。
- 林麗芬（2011）。提昇國中數學學習成效--數學學習策略之探討。**科學教育月刊**，328，19-28。
- 邵秋桃（2006）。**臺灣南部五縣市國小學生學習策略與學業成就關係之研究**。國立高雄師範大學教育研究所碩士論文，未出版，高雄市。
- 洪志成（1986）。**台北縣國中學生數學科自我概念及其有關因素之研究**。國立臺灣師範大學教育研究所碩士論文，未出版，臺北。
- 洪茂原（2009）。**校外數學補習對屏東縣國小高年級學童數學態度與數學學習策略影響之研究**。國立屏東教育大學教育研究所碩士論文，未出版，屏東。
- 洪碧霞（2000）。數學學習情意層面的觀察記錄。載於財團法人國立臺南師院校務發展文教基金會主編，**九年一貫課程---從理論、政策到執行**（頁213-226）。高雄：復文。
- 國科會（2004）。**國際數學與科學教育成就趨勢調查（TIMSS 2003）結果**。2011年8月9日，取自 http://www.nsc.gov.tw/sci/public4_timssnews_2003.html
- 張芳全（2006）。影響數學成就因素在結構方程式模型檢定：以2003年臺灣國中生TIMSS資料為例。**國立臺北教育大學學報**，19(2)，163-196。
- 張春興（2002）。**教育心理學：三化取向的理論與實踐**。臺北：東華。
- 張郁雯（2008）。對比效應對學業自我概念之影響－發展的觀點。**教育心理學報**，40(1)，23-38。
- 張景琪（2001）。**國小學童數學科學習信念、目標取向、學習策略與數學學業成就之相關研究**。國立花蓮師範學院教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。
- 張新仁（2005）。國科會教育學門--學習策略主題研究成果之綜合分析。載於國立臺南大學主編：「**94年度國科會教育學門課程與教學領域專題計畫成果發表會**」會議手冊（頁1-19）。臺南：國立臺南大學。
- 張新仁、邱上真、李素慧（1999）。**國中學習困難學生之補救教學方案研究**。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（編號：NSC88-2614-H-017-011）。

- 張新仁、邱上真、李素慧（2000）。國中英語科學習困難學生之補救教學成效研究。**教育學刊**，**16**，163-191。
- 張翠倫（2003）。國小學生社會領域學習策略與學業成就關係之研究。國立屏東師範學院初等教育系碩士論文，未出版，屏東市。
- 教育部（2003）。九年一貫數學學習領域綱要修訂草案（第三版）。臺北：教育部。
- 莊雪芳（2003）。高三學生後設認知、生物科自我概念與生物能力之研究。國立臺灣師範大學生物研究所博士論文，未出版，臺北。
- 許家驊（2005a）。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**(3)，287-309。
- 許家驊（2005b）。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**(4)，311-333。
- 許家驊（2008）。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。**教育心理學報**，**39**(4)，114-146。
- 許瑜紋（2005）。彰化縣國中學生家長參與、學術自我概念與學習成就之關係研究。國立彰化師範大學教育研究所碩士論文，未出版，彰化。
- 陳志恆、林清文（2008）。國中學生自我調整學習策略量表之編製及效度研究。**輔導與諮商學報**，**30**(2)，1-36。
- 陳彥廷（2008）。學習動機、學習策略、考試焦慮對數學科學業成績的影響——以台南市後甲國中為例。國立成功大學教育研究所碩士論文，未出版，臺南。
- 陳彩卿（2009）。彰化縣國中三年級學生在數學態度、自我效能與學習成就之研究。大葉大學管理學院休閒事業管理學系研究所碩士論文，未出版，彰化。
- 陳媛雯（2011）。數學文本調整對國一數學低成就與一般成就學生「分數乘法」學習之影響。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，高雄。
- 陳靜姿、洪碧霞（2010）。不同數學學習氣質學生情意和成長特徵之探討。**教育心理學報**，**42**(1)，77-98。

專論

- 程炳林 (2006)。主觀能力與逃避策略之關係。**師大學報：教育類**，51(2)，1-24。
- 黃淑娟 (2003)。原住民國中生的學習動機、學習策略與學業成就關係之研究。國立彰化師範大學教育研究所碩士論文，未出版，彰化。
- 黃慧青 (2004)。以期望價值模式探討個人心理特質對花蓮縣原住民國中學學業成就的影響。慈濟大學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。
- 黃毅志、陳怡靖 (2005)。台灣的升學問題：教育社會學 理論與研究之檢討 **臺灣教育社會學研究**，5(1)，77-118。
- 葛建志 (2005)。國民小學五年級數學歸因信念、數學態度、數學焦慮及數學成就之相關研究。國立臺南大學教育研究所碩士論文，未出版，臺南。
- 葛建志 (2005)。國民小學五年級數學歸因信念、數學態度、數學焦慮及數學成就之相關研究。國立臺南大學教育研究所碩士論文，未出版，臺南。
- 葛建志 (2005)。國民小學五年級數學歸因信念、數學態度、數學焦慮及數學成就之相關研究。國立臺南大學教育研究所碩士論文，未出版，臺南。
- 劉玉玲 (2005)。青少年發展—危機與轉機。臺北：揚智。
- 劉玉玲、熊英君 (2007，3月)。青少年內外控人格、情緒和學業成就相關之研究以板橋市國中為例。論文發表於銘傳大學主辦，**銘傳大學 2007 年國際學術研討會—教育研究組**，臺北。
- 潘世尊 (1997)。Rogers 人本教育理論與建構主義的整合教學模式在國小一年級數學科應用之個案研究。國立台中師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，臺中。
- 鄭巧苹、劉文英 (2011)。實施闖關評量對國中生數學科學習態度、動機、成就之影響。**科學教育月刊**，338，16-28。
- 謝琬如 (2011)。亞洲五國 (地區) 國中生偏差行為與校園安全觀感對數學學習成就的影響--以 TIMSS 2007 資料庫為例。國立暨南大學比較教育學系碩士論文，未出版，南投。
- 龔心怡 (2008)。是知覺還是信念？數學自我概念、數學自我效能之區辨效度檢驗及兩者與數學學習成就關係之縱貫研究。行政院國家科學委員會專題研究成果報告 (編號：SC95-2521-S-018-002)。

- Bodovski, K., & Farkas, G. (2007). Mathematics growth in early elementary school: The roles of beginning knowledge, student engagement, and instruction. *The Elementary School Journal*, 108(2), 115-130.
- Burnner, J. S. (1960). *The process of education*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Butler, R. (1998). Determinants of help seeking: Relations between perceived reasons for classroom help-avoidance and help-seeking behaviors in an experimental context. *Journal of Educational Psychology*, 90(4), 630-643.
- Byrne, B. M. (1984). The general/academic self-concept nomological network: A review of construct validation research. *Review of Educational Research*, 54(3), 427-456.
- Calsyn, R. J., & Kenny, D. A. (1977). Self-concept of ability and perceived evaluation of others: Cause or effect of academic achievement? *Journal of Educational Psychology*, 69(2), 136-145.
- Cassimatis, E. G. (2001). On the frame of reference in psychotherapy and psychoanalysis. *Journal of the American Academy of Psychoanalysis and Dynamic Psychiatry*, 29(4), 533-541.
- Covington, M. V. (1984). The self-esteem theory of achievement motivation: Findings and implications. *The Elementary School Journal*, 85, 5-20.
- Covington, M. V. (1992). *Making the grade: A self-worth perspective on motivation and school reform*. New York: Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper & Row.
- Dansereadu, F. (1989, March). *Knowledge maps: An analysis of spatial/verbal processing*. Paper presented at annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- Dehaene, S., & Naccache, L. (2001). Towards a cognitive neuroscience of

- consciousness: Basic evidence and a workspace framework. *Cognition*, 79(1), 1-37.
- Efklides, A., & Volet, S. (2005). Emotional experiences during learning: Multiple, situated and dynamic. *Learning and Instruction*, 15(5), 377-380.
- Erickson, E. H. (1963). *Childhood and society*. New York: Norton.
- Fenollar, P., Román, S., & Cuestas, P. J. (2007). University students' academic performance: An integrative conceptual framework and empirical analysis. *British Journal of Educational Psychology*, 77(4), 873-891.
- Gardner, H. (1993). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Geary, D. C. (1999). *Mathematical disabilities: What we know and don't know*. Retrieved from <http://www.ldonline.org/>
- Guay, F., Marsh, H. W., & Boivin, M. (2003). Academic self-concept and academic achievement: Developmental perspectives on their causal ordering. *Journal of Educational Psychology*, 95(1), 124-136.
- Hansford, B. C., & Hattie, J. A. (1982). The relationship between self and achievement/ performance measures. *Review of Educational Research*, 52, 123-142.
- Helmke, A., & van Aken, M. A. G. (1995). The causal ordering of academic achievement and self-concept of ability during elementary school: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 87, 624-637.
- Henk, W. A., & Melnick, S. A. (1992). The initial development of a scale to ensure perception of self as reader. In C. Kinzer & D. Leu (Eds.), *Multidimensional Aspects on Literacy research, theory, and practice: Views from many perspectives* (pp. 111-117). Chicago, IL.: National Reading Conference.
- Hinton, A. L. (1998). Teaching and learning strategies: A comparison of teachers' and students' perceptions. *Dissertation Abstracts International*, 60(2), 322.
- Hougham, P. (2002). *Improving student teachers' strategies for asking a range of both high and low level questions through math evaluation*. Retrieved from

ERIC database. (ED 349 309)

- Jackson, S. A. (1992). Athletes in flow: A qualitative investigation of flow states in elite figureskaters. *Journal of Applied Sport Psychology, 4*(2), 161-180.
- Jones, S. C. (1973). Self- and interpersonal evaluations: Esteem theories versus consistency theories. *Psychological Bulletin, 79*(3), 185-199.
- Keyes, C. L. M. (2000). Subjective change and its consequences for emotional well-being. *Motivation and Emotion, 24*(2), 67-84.
- Lecky, P. (1945). *Self-consistency: A theory of personality*. New York: Island Press.
- Linnenbrink, E. (2006). Emotion research in education: Theoretical and methodological perspectives on the integration of affect, motivation, and cognition. *Educational Psychology Review, 18*(4), 307-314.
- Liu, J. (2010). Language learning strategies and its training model. *International Education Studies, 3*(3), 100-104.
- March, H. W., Hau, K. T., & Kong, C. K. (2002). Multilevel causal ordering of academic self-concept and achievement: influence of language of instruction (English compared with Chinese) for Hong Kong students. *American Educational Research Journal, 39*, 27-63.
- Marsh, H. W., & Craven, R. G. (2006). Reciprocal effects of self-concept and performance from a multidimensional perspective: Beyond seductive pleasure and unidimensional perspectives. *Perspectives on Psychological Science, 1*, 95-180.
- Marsh, H. W., & Yeung, A. S. (1997). Causal effects of academic self-concept on academic achievement: Structural equation models of longitudinal data. *Journal of Educational Psychology, 89*(1), 41-54.
- Marsh, H. W., Byrne, B. M., & Shavelson, R. J. (1988). A multifaceted academic self-concept: Its hierarchical structure and its relation to academic achievement. *Journal of Educational Psychology, 80*(3), 366-380.
- Marsh, H. W., Byrne, B. M., & Yeung, A. S. (1999). Causal ordering of academic self-concept and achievement reanalysis of a pioneering study and revised recommendations. *Educational Psychologists, 34*(3), 155-167.

- Marsh, H. W., & Köller, O. (2003). Unification of two theoretical models of relations between academic self-concept and achievement. In H. W. Marsh, R. G. Craven, & D. M. McInerney (Eds.), *International advances in self research* (Vol. 1, pp. 17-47). CT: Information Age.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 international science report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- 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.
- Pajares, F., & Schunk, D. H. (2001). Self-efficacy, self-concept, and academic achievement. In J. Aronson & D. Cordova (Eds.), *Psychology of education: Personal and interpersonal forces*. New York: Academic Press.
- Pekrun, R. (2006). The Control-value theory of achievement emotions: assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review, 18*(1), 315-341.
- Pottebaum, S. M., Keith, T. Z., & Ehly, S. W. (1986). Is there a causal relation between self-concept and academic achievement? *Journal of Educational Research, 79*(3), 140-144.
- Pugalee, D. K. (2001). Writing, mathematics, and metacognition: Looking for connections through students' work in mathematical problem solving. *School Science and Mathematics, 101*(5), 236-245.
- Schraw, G., & Brooks, D. (2001). *Improving college teaching using an interactive, compensatory model of learning*. Retrieved from <http://www.cci.unl.edu/Chau/CompMod.html>
- Schutz, P. A., & Lanehart, S. L. (2002). Introduction: Emotions in education. *Educational Psychologist, 37*(2), 67-68.
- Schutz, P. A., & Pekrun, R. (Eds.). (2007). *Emotion in education*. San Diego, CA: Academic Press.

- Singh, K., & Ozturk, M. (2000). Effect of part-time work on high school mathematics and science course taking. *The Journal of Educational Research, 94*(2), 67-74.
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2009). Self-concept and self-efficacy in mathematics: Relation with mathematics motivation and achievement. *Journal of Education Research, 3*(3), 255-278.
- Skemp, R. R. (1989). *Structured activities for primary mathematics: How to enjoy real mathematics* (Vol. 2). London: Taylor & Francis.
- Stanovich, K. E. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly, 21*, 360-407.
- Sumino, Y., & Yoshikawa, K. (2008). Self-motion of an oil droplet: A simple physicochemical model of active Brownian motion. *Chaos, 18*(2), 26-106.
- Trautwein, U., Koller, O., Schmitz, B., & Baumert, J. (2002). Do homework assignments enhance achievement? A multilevel analysis in 7th grade mathematics. *Contemporary Educational Psychology, 27*, 26-50.
- Turner, J. C., Midgley, C., Meyer, D. K., Gheen, M., Anderman, E. M., Kang, Y., & Patrick, H. (2002). The classroom environment and students' reports of avoidance strategies in mathematics: A multimethod study. *Journal of Educational Psychology, 94*(1), 88-106.
- Walberg, H. J., & Tsai, S. L. (1983). Matthew effects in education. *American Educational Research Journal, 20*(3), 359-373.
- Wigfield, A., Eccles, J. S., & Pintrich, P. R. (1996). Development between the ages of 11 and 25. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 148-185). New York: Simon & Schuster/Macmillan.
- Wigfield, A., & Karpathian, M. (1991). Who am I and what can I do? Children's self-concepts and motivation in achievement situations. *Educational Psychologist, 26*, 233-261.

The Effects of Mathematics Self-concept and Learning Strategies on Academic Achievement: A Self-Enhancement Model

Yu-Ling Liu^{*} Yueh Hsueh^{}**

This study aims to develop a structural model of a causal relationship between mathematics self-concept and the learning strategies employed in mathematics, and their effect on the achievements of junior high students in this subject. Structure equation modeling with the LISREL computer program was used to investigate the model proposed by the author. The participants included 444 eighth-graders from junior high schools in Taipei.

The results showed that there is a significantly positive relationship between mathematics self-concept, mathematics learning strategies and achievement in mathematics. Mathematics self-concept has a significantly positive effect on academic achievement, and more, mathematics academic self-concept has a significantly positive effect on mathematics learning strategies. In turn, mathematics learning strategies have a significantly positive effect on achievement in the subject. The results also revealed that mathematics academic self-concept can influence academic achievement in the subject indirectly, with the learning strategies found to be intermediary. The implications for the present study are discussed and suggestions for teachers and further research are also proposed.

Keywords: mathematics self-concept, mathematics achievement, mathematics learning strategies

* Corresponding Author: Yu-Ling Liu, Associate professor, Teacher Education Center and Graduate School of Education, Ming Chuan University

** Yueh Hsueh, Mathematics teacher, New Taipei Municipal Jinhe High School