

數學自我概念、數學學習策略、數學學業情緒與數學學業成就之研究－自我提升模式觀點*

劉玉玲
銘傳大學
師資培育中心

沈淑芬
銘傳大學
經濟學系

本研究最依據 March 提出的學科自我概念以及 Pekrun 提出的學業情緒理論為基礎, 建構一個國中生的數學學習模型以提供學習輔導的參考。本研究的目的如下: (1) 驗證本研究學業自我概念模式與觀察資料的適配度; (2) 分析學習策略在學科自我概念和學業成就間之中介效果; (3) 分析學業情緒在學科自我概念和學業成就間之中介效果; (4) 驗證本研究數學自我概念、數學學業情緒、數學學習策略與數學學習成就之模式。本研究以結構方程模式進行分析, 結果顯示數學學業自我概念直接影響數學學業成就、數學學習策略與數學學業情緒, 而數學學習策略直接影響數學學業成就, 學業情緒直接影響數學學業成就。另外, 數學自我概念可以數學學習策略與數學學業情緒為中介變項, 間接影響數學學業成就。本研究依據分析結果在理論上的涵義進行討論, 並提出對學習輔導及未來研究之建議。

關鍵詞：數學自我概念、數學學業情緒、數學學習策略、數學學習成就

數學是一切科學教育的基礎, 世界各國都十分重視數學教育。國際數學與科學教育成就趨勢調查 (the trends in international mathematics and science study, [TIMSS]) 與國際性學生評量計畫 (international program for student assessment, [PISA]), 是近年來備受各國重視的成就測驗。台灣學生在 TIMSS 或 PISA 有亮眼的數學成績, 但近年來整體的排名上有退步的情形, 退步的原因可能是數學低成就學生人數增加的緣故 (林煥祥、劉聖忠、林素微、李暉, 2008)。TIMSS 2007 報告 (Mullis et al., 2008) 指出亞洲國家的學生在國際數學成就測驗中的有高成就、低自信、低正向態度的現象。葛湘瑋、何素美、張定中 (2012) 採用縱貫研究以 TIMSS 2007 與 TIMSS2003 兩個

* 1. 本文曾於 2013 年 10 月 19 日口頭簡短發表於國立政治大學 2013 年台灣心理學第五十二屆年會心理學知識跨領域鏈結, 經重新修正並充實內容後投稿本刊。
2. 本篇論文通訊作者: 劉玉玲, 通訊方式: yuling@mail.mcu.edu.tw。

年度與新加坡、臺灣、美國等三國作比較分析，其研究報告指出：（1）相較於台灣，新加坡學生數學成就表現優異，比台灣學生有較高的正向數學學習態度與較高的數學自信；（2）相較於台灣，美國學生數學成就表現不如台灣，比台灣學生有較高的正向數學學習態度與較高的數學自信；（3）台灣高分群學生與低分群學生有 M 型分配情形。TIMSS 2011 報告於 2012 年 12 月 11 日在荷蘭阿姆斯特丹公布時，結果再度顯示新加坡學生的整體表現幾乎都比其他國家或地區來得高，而低學習成就者的學生比率明顯下降。台灣的數學表現依舊有 M 型分配情形，國中八年級生普遍對數學低自信、低評價及低正向喜好。過去歷年的數學國際評比中，美國學生表現雖不若亞洲學生出色，但在對數學的自信、評價與喜愛均在國際平均以上。然而後來的數學或科學上的成就確是超越亞洲的，在數學國際大獎 The Wolf Prize Mathematics 中，得獎者為美國人仍占多數，從 2000 年至 2010 年間十五位得獎者中有八位為美國人。影響學生後來成就大放異彩的原因頗多，但有一個不爭的事實是孩子對學習的自信心、態度與興趣。教育學者應重視如何提升低成就學生對數學學習的自信、評價和正向態度 (Robelen, 2012)，因影響數學學習的因素錯綜複雜，其中學科自我概念不單會影響學生對自己的感覺也影響其日後的學業成就。是故，學科自我概念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之一。

國內教育長期受到考試引導教學的影響，有些教師於教學過程偏重快速解答技巧傳授，容易誤導學生以為學習數學就是要快速解題、產生「數學就是計算」的迷思，不但無助於培養學生的思考力與演算能力，反而使他們對數學卻步 (林宜臻、林沂昇, 2007)。工欲善其事，必先利其器，學生正確的使用數學學習策略是學生增進學習成效所需採取的步驟，然而青少年在基礎的學習活動上不像成年人能自動的運用學習策略，故教導學生學習如何學數學，是邁向有效學習的第一步 (張新仁, 2006)。以往探討個體學習與發展的差異時，焦點大多著重在認知層面，輕忽情意層面的影響力如情緒。國內最常探討與學習有關的情緒是數學焦慮，它是一種日常生活與學習情境中，運算數學、解決數學問題所存在緊張與焦慮的情緒。調查研究指出學生持有過多的負向情緒，正向情緒的經驗太少，容易引發負向思考，並透過相互加乘的循環作用，造成負向系統的活化，最終導致學習適應上的諸多問題，甚至習得無助。過去研究指出學業情緒中的樂趣 (enjoyment) 是影響興趣 (interest) 發展及成熟的關鍵構念。但在國內教育現場中，特別強調學生是否在快樂的情境中學習，但關於學生學業情緒的研究甚少 (林宴瑛、程炳林, 2012)。從全人的學習觀點來看，情感與認知是不宜分離探討。近年來，學業成就方面的研究尤其著重情境特定的認知和情意中介歷程，而非普遍或一般化的情意特質。研究內涵轉向學習成效與認知、情緒和行為之間的關聯 (巫博瀚、賴英娟, 2001)。本研究以數學科之自我概念、學習策略、學業情緒與數學成就之間的關聯性作為探討，故本研究之目的是考驗國中生學業自我概念與學業成就之關係，分析學習策略在學科自我概念和學業成就間之中介效果；分析學業情緒在學科自我概念和學業成就間之中介效果；釐清數學學科之自我概念、學習策略、學業情緒與數學成就之間的關聯性；建構數學自我概念、數學學習策略、數學學業情緒與數學學業成就之模式。基於上述之研究動機與目的，本研究探討的問題包括學習策略是否在學科自我概念影響學業成就的因果關係中扮演中介效果？學業情緒是否在學科自我概念影響學業成就的因果關係中扮演中介效果？以下先回顧相關的研究，提出過去研究發展概況，再據此形成假設並加以驗證之。

文獻評析

國內外有關提升學習成就的議題，特別是關於學業自我概念與學業成就之間關聯性的主題被長期廣泛地探討 (Marsh & Martin, 2011)。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 (Pajares & Schunk, 2001)。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 (程炳林、林清山, 2002；侯玫如、程炳林、于富雲, 2004；Wigfield, Eccles & Pintrich, 1996)，這種現象在數學特別明顯。

自我概念與學業成就之關係，大致可從四種不同觀點切入探討。首先是「技巧發展」模式 (skill development model)，強調先前的學業成就影響隨後的學科自我概念。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，即先前的學科自我概念影響隨後的學業成就。第三種為互惠的因果關係 (reciprocal causality)，學科自我概念與學業成就為互惠的因果關係 (reciprocal causality) (Marsh & Köller, 2003)。第四種是從發展的觀點探討，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，學科自我概念會有波動的變化 (Skaalvik & Skaalvik, 2009)。目前並未有實證研究顯示上述的數學自我概念與數學學業成就的模式中何種模式優於其他模式。然就教室層級的教學轉化而言，若能瞭解數學自我概念與數學學業成之間是否有其他影響數學學習成效的因子，或許更有助於教師的教學轉化，將研究結果轉化至教學實務的運用。故本研究以「自我提升」模式為考量，在數學自我概念與數學學業成之間加入學習策略與學業情緒二個因素，企圖瞭解數學自我概念、數學學習策略、數學學業情緒與數學學業成就之關係。由於研究對象只限於國中八年級生回顧自己對數學學習的認知與感受，本研究採用橫斷面研究，是一種「此時—此刻」的觀點。

一、瞭解兩兩變項間的關聯性

(一) 數學自我概念與數學學業成就

許多實證資料顯示提升學生的數學自我概念有助於改善數學學習。澳洲的 Marsh 是最早與透過長期在世界各地研究學科自我概念的學者，他認為數學科自我概念是學生對於自己學習數學過程中整體表現的自我評價 (Marsh & Yeung, 1997)。我國最早研究數學自我概念是洪志成對台北縣國中生進行數學科自我概念的探討 (洪志成, 1989)，近年華人來有關數學科自我概念的相關的研究 (武興漢, 2012; 陳彩卿, 2009; 盧玟伶, 2007; 薛岳, 2011; 龔心怡, 2008; Marsh, Hau & Kong, 2002)，不論是縱貫研究或是橫斷研究，均說明數學自我概念對學生的數學學業成就有影響。實證研究顯示，低數學科自我概念的學生，對於數學較沒有信心，會有較低的數學學業成就 (Skaalvik & Skaalvik, 2009)。本研究以「自我提升」模式為考量，故本研究的假設是

H1：數學自我概念會直接正向影響數學學習成就

(二) 數學自我概念與數學學習策略的關聯性

數學學科自我概念是一種對於學習數學的自我知覺 (Chiu, 2012a)。知覺會影響學習策略的尋求，錯誤的策略導致學習效果不彰 (Liu, 2012)。以往國內外的學習策略重視學習者處理訊息時所涉及的內在思考和策略、與高層次的認知思維如理解、執行與控制。近年來各國注重學生是學習主體後，學習策略開始關切學習者的動機、態度、情緒、專注力，以及學習習慣如時間管理 (張新仁, 2005)。非正向關係之實證資料顯示低數學自我概念者，可能運用不利自己的學習的策略，導致數學學業成就不佳 (林麗芬, 2010)，故本研究的假設是

H2：數學自我概念直接影響數學學習策略

(三) 數學學習策略與數學學習成就的關聯性

教師實施不同的教學及鷹架中介，提供學生適切的學習策略，可以促進學生經驗到數學的積極進展學習歷程 (許家驊, 2011)。學習策略的操作的目的是為了學習成效 (許家驊, 2008; Schraw & Brooks, 2001)，正確的學習策略有助於學習成就的提高。實證研究顯示沒有採取正確的學習策略，會影響學業成就的表現 (劉玉玲、薛岳, 2013)。國內外的研究均發現學習策略對學習成就有一定程度的影響 (張新仁, 2001, 2006; Dansereau, 1979, 1987, 1988)。故本研究的假設是

H3：數學學習策略直接影響數學學習成就

(四) 數學自我概念與數學學業情緒的關聯性

自我概念與情緒均是影響人類行為中重要的心理變項，自我概念影響情緒已獲得多方的證實，如臨床醫學，發展心理學、人格心理學、社會心理學等 (Brown & Marshall, 2001)。研究發現低數學自我概念者可能擔心再度失敗，衝突、緊張和壓力，產生逃避學習，影響了數學學習 (向天屏, 2001)。本研究的假設如下：

H4：數學自我概念直接影響數學學業情緒

(五) 數學學業情緒與數學學業成就的關聯性

神經心理學家 LeDoux 的研究發現，情緒是影響大腦發展與學習的重要因素，因為情緒會使個人產生獨特的身心狀態，包括行為、記憶和動機等。情緒會引導注意力，創造意義與形成自我的記憶通路，因此情緒與學習是息息相關 (LeDoux, 1994, 2001; Paré, Quirk & LeDoux, 2004)。通常學業情緒 (academic motions) 是指與學校學習、課堂教學以及學業成就直接聯繫的情緒，例如學習過程中的興奮、成功後的自豪、以及與考試相關聯的焦慮等。不同學業情境會形成不同的情緒，個體在學業情境中擁有的情緒是非常多樣的，除了學習結果的歸因情緒外，對學習結果的預期和學習工作經歷都會激發個體產生各種不同的情緒 (Pekrun, 2005)。

有關學業情緒之分類與種類，傳統上採用正、負向價 (valance) 之二分法 (Linnenbrink & Pintrich, 2002)。Pekrun、Gortz、Titz 與 Perry (2002) 的研究發現學生的情感生活是由多種情緒所組成，各種不同情緒除了依據正、負向區分外，亦可依活化 (activation) 面向之激發 (activate) 或抑制 (deactivate) 加以分類。因此，學業情緒可以區分為正向激發 (如：喜悅、希望、驕傲)、正向抑制 (如：放鬆)、負向激發 (如：生氣、焦慮、羞愧) 與負向抑制 (如：無望、無聊) 等四類 (Pekrun et al., 2002; Pekrun, 2006)，如圖 1 所示。實證研究顯示學業情緒對學業成就有影響力，學業情緒能預測其學業成就，其中正向學業情緒對學業成就有正向的影響效果 (Pekrun et al., 2002)。此外，亦有研究指出數學焦慮較低者有較高數學成就；數學焦慮較高者，有較低的數學成就 (吳明隆、葛建志, 2006; 林怡如, 2003; 許瑋芷、陳明溥, 2010)；負向學業情緒對學業成就亦有影響力 (Pekrun, Elliot, & Maier, 2009)。所以本研究的假設是數學學業情緒能預測數學學業成就，亦即研究假設如下：

H5：數學學業情緒直接影響數學學業成就

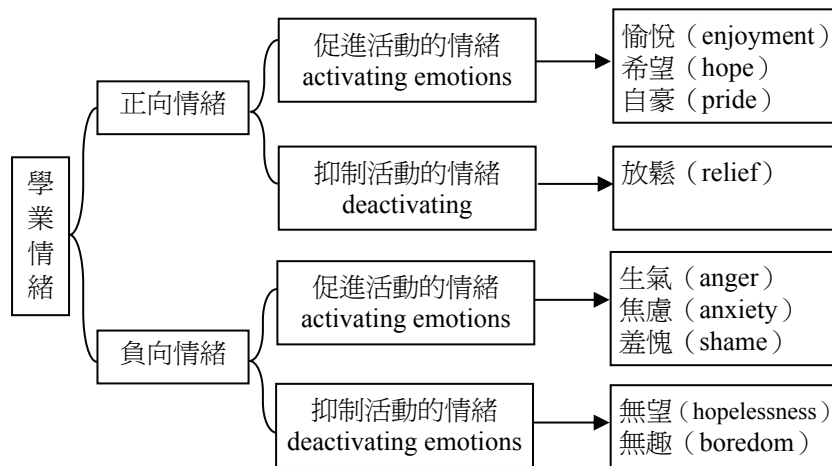


圖 1 學業情緒之分類與內涵

二、建構變項間的因果模式

影響學習成效的因子頗多，本研究之前置性研究已建構一個自我概念、學習策略與學業成就的數學學習模式 (劉玉玲、薛岳, 2013)。以新北市某國中八年生為研究對象，研究結果顯示數學自我概念直接正向影響數學學業成就、數學學習策略直接正向影響數學學業成就，數學自我概念以數學學習策略為中介變項，間接影響數學學業成就；其中數學自我概念對學業成就的直接影響力大於數學學習策略的影響。該項研究結果的教學意涵是：在引導某些孩子學習數學時，先提

高學生的數學自信心，再教導數學學習策略，對於提升數學成就可能有事半功倍的效果；這或許也給數學補救教學的策略添一筆實證研究上的佐證資料。以往國內有關學科自我或學業情緒都是各別研究議題，只有一篇伍興漢探討國中生的數學自我概念與數學學業情緒的論文，但只是探討關聯性，發現數學自我概念與正向的數學情緒有正相關，數學自我概念與負向的數學情緒有負相關（武興漢，2012），此研究的限制是未說明數學自我概念、數學情緒與學業成就的因果關係。綜上所述，本研究旨在建構數學之自我概念、學習策略、學習情緒與數學學習成就的因果模式，並以結構方程式模式進行模式參數估計與檢驗。此外，欲瞭解學習策略是否具有中介學業自我概念和學業成就之效果、學業情緒是否具有中介學業自我概念和學業成就之效果，以便提供教學現場教師之知覺與運作課程的參考。故研究假設如下：

H6：數學學業自我概念會以數學學習策略為中介變項，間接影響數學，學業成就

H7：數學學業自我概念會以數學學習情緒為中介變項，間接影響數學，學業成就

本研究以數學自我概念（math self-concept）、學習策略（math learning strategies）、數學學業情緒（math Academic Emotion）、與學業成就（math academic achievement）之英文字母的字首為簡寫並命名如數學自我概念（MS）、數學學業情緒（ME）、學習策略（ML）與學業成就（MA）簡稱 MSELA 因果模式，方便下列研究結果的分析與解釋。

研究方法

一、研究方法

（一）研究模型與假設

本研究目的在於建構數學科自我概念（ ξ_1 ）、數學學習策略（ η_1 ）、數學學業情緒（ η_2 ）與數學學業成就（ η_3 ）之間的因果相關模式並驗證其相關的顯著性，模式的建構如圖 2。其中數學科自我概念為外生潛在變數，而數學學習策略、數學學業情緒與數學學業成就為內生潛在變數，每一個構面有兩個衡量變數，所以本研究的潛在變項間的因果模式可表示為

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{11} \\ \gamma_{21} \\ \gamma_{31} \end{bmatrix} \xi_1 + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \beta_{31} & \beta_{32} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \zeta_3 \end{bmatrix}$$

外生衡量變數的衡量模式為

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11}^x \\ \lambda_{21}^x \end{bmatrix} \xi_1 + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \end{bmatrix}$$

內生變項間的衡量模式為

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11}^y & 0 & 0 \\ \lambda_{21}^y & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{32}^y & 0 \\ 0 & \lambda_{42}^y & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{53}^y \\ 0 & 0 & \lambda_{63}^y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \varepsilon_5 \\ \varepsilon_6 \end{bmatrix}$$

並假設 $\text{cov}(\zeta_i, \zeta_j) = 0$ ， $\text{cov}(\delta_i, \delta_j) = 0$ ， $\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$ ， $i \neq j$ 。

根據以上相關文獻的探討，本文擬進行以下七項參數假設檢定，驗證本模式的配適性並討論其相關性的顯著性，這七項的參數假設檢定為

1. H1：數學自我概念直接影響數學學習成就，即 $H_{A1}:\gamma_{31} \neq 0$
2. H2：數學自我概念直接影響數學學習策略，即 $H_{A2}:\gamma_{11} \neq 0$
3. H3：數學學習策略直接影響數學學習成就，即 $H_{A3}:\beta_{31} \neq 0$
4. H4：數學自我概念直接影響數學學業情緒，即 $H_{A4}:\gamma_{21} \neq 0$
5. H5：數學學業情緒直接影響數學學習成就，即 $H_{A5}:\beta_{32} \neq 0$
6. H6：數學學業自我概念以數學學習策略為中介變項，間接影響數學學業成就
7. H7：數學學業自我概念以數學學習情緒為中介變項，間接影響數學學業成就

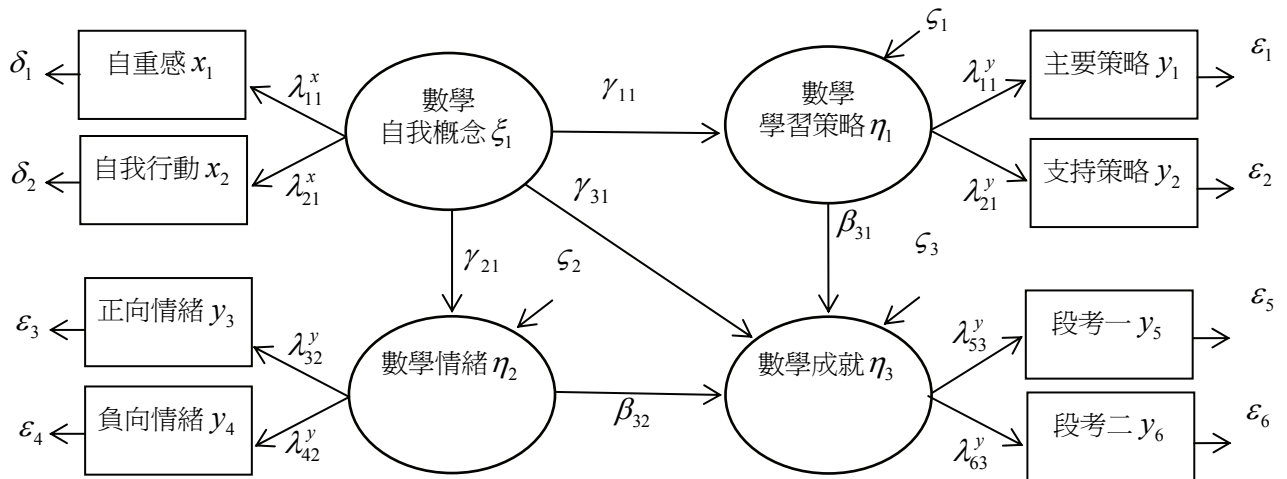


圖 2 數學學業自我概念、學業情緒、學習策略與學業成就模式結構關係圖

二、研究對象

本研究以桃園縣八年級國中生為研究對象，就桃園的地理位置和民俗風情既定的區域可分為北桃園和南桃園，本研究就地利之便以北桃園之 7 個鄉鎮為取樣來源。其中北桃園有兩個城市型學校分別是桃園市與八德市之國民中學，鄉鎮型學校有大溪鎮、龜山鄉、蘆竹鄉、大園鄉、復興鄉所含的國民中學。為求研究對象具有代表性，抽取母群體的 6% 作為抽樣樣本。城市型學校及鄉鎮型學校皆依照「國民小學與國民中學班級編制及教職員員額編制準則」（教育部，2011）將國民中學分為大、中、小校，23 班以下為小校，24~48 班為中校，72 班以上為大校，將依照分層比例抽樣方式原則，根據各組別比例抽取樣本。城市型學校抽取 5 個班級（包括大型學校 2 班，中型學校 2 班，小型學校 1 班），鄉鎮型學校抽取 9 個班級（包括中型學校 5 班，小型學校 4 班），共抽取 11 個班級。抽樣樣本分配如下表 1。

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。以桃園縣一所國中之八年級學生為預試對象，共抽取三個班級做為預試樣本，進行分析以了解本問卷之可用性，並作為問卷修正的依據。施測時間為 2012/09/15~2012/09/22，得有效問卷 132 份。正式樣本採分層抽樣，共抽取 11 所國中（見表 1），共發出 357 份，回收 310 份，回收率 86.83%，回收有效樣本 296 份，無效問卷 14 份，有效樣本率 95.48%。

表 1 分層抽樣的學校

北桃園	國中名稱 (11 所、11 班)	發出份數	回收份數
桃園市	桃園 (1 班)、建國 (1 班)、福豐 (1 班)	96	79
八德市	大成 (1 班)	32	27
大溪鎮	大溪 (1 班)	33	30
蘆竹鄉	大竹 (1 班)	32	29
龜山鄉	幸福 (1 班)、大崗 (1 班)、龜山 (1 班)	99	80
大園鄉	竹圍 (1 班)、大園 (1 班)	45	41
復興鄉	介壽 (1 班)	20	10

三、研究工具與量表來源

為達研究目的，本研究參考理論文獻及現有測量工具，將採用學科自我概念量表、學習策略量表與學業情緒量表。以下介紹各量表的內容、計分及其信、效度考驗：

(一) 數學科自我概念量表

1. 量表內容與形式

本研究參酌 Marsh、Byrne 與 Shavelson (1988) 及林淑娟 (2006) 的「數學科自我概念量表」的內容，編製「國中數學自我概念量表」(劉玉玲、薛岳, 2012, 2013; Liu, 2012)。此量表經探索性因素分析得 17 題具有良好的構念效度之問卷問題，並可分為個二分量表，其名稱及意義說明如下：

(1) 自重感：自己在數學學習能力和學習表現上進行評價，所產生的自我尊重感，本分量表的題目共十一題。

(2) 自我行動：在數學科學習活動上可以主動並積極的參與並且能力求表現，本分量表的題目共六題。

2. 量表計分方式

「國中數學科自我概念量」採取李克特式五點量表，反應方式為「非常不符合」、「不符合」、「沒意見」、「符合」、「非常符合」。計分時除了第 8、9 題為反向題為反向計分之外，其餘皆採正向計分。二個分量表得分越高，表示個二個分量表得分越高，代表其自重感和自我行動力越強。

3. 效度研究與信度考驗

針對這次樣本，在驗證性的因素分析中特徵值的總解釋變異達 67.51%，總萃取平方和負荷量比例達 67.51%。各題目的因素負荷量介於 .63 到 .84 之間；Cronbach's α 各為 .92 和 .86；CR 構念信度 (composite reliability) 為 .92 和 .87，代表有良好的構念信度；而 VE 收斂效度萃取變異量 (variance extracted) 則為 52% 和 57%，代表具有合適的收斂效度，顯示出此測量系統良好。在信度分析中，數學科自我概念之 Cronbach α 係數為 .96，顯示出此問卷資訊具有相當高的信度。

(二) 數學學習策略量表

本研究參酌 Dansereau (1987)、陳彥廷 (2008) 之學習策略量表、劉玉玲與薛岳所編製之「國中數學學習策略量表」(劉玉玲、薛岳, 2012, 2013; Liu, 2012)，把學習策略分成主要策略和支持策略兩種，其名稱及意義說明如下：

1. 量表內容與形式

本研究採用陳彥廷 (2008) 依據 Dansereau (1979, 1987) 把學習策略分成主要策略 (primary strategies) 和支持策略 (support strategies) 兩種。此量表經探索性因素分析得 25 題具有良好的構念效度之問卷問題，並有六個分量表，主要策略的內容有訊息處理、批判思考與監控與診斷；支持策略有時間安排、專心經營、人際求助。名稱及意義說明如下：

(1) 訊息處理：學生能夠辨別學習材料的重點，並對學習材料進一步的分類、理與連結，本分量表的題目共 4 個題目。

(2) 批判思考：學生能夠以自己的想法思考所學的內容、判斷對錯並提出質疑，本分量表的題目共 4 個題目。

(3) 監控與診斷：學生能夠不斷檢視學習目標所完成的程度，及找出自己還不懂的部分並能夠根據實際情況，進行檢討與改進，本分量表的題目包共 4 個題目。

(4) 時間安排：學生能夠規劃自己的學習活動，利用時間的安排去執行所要做的事，例如使用計劃表以增進學習，本分量表的題目共 3 個題目。

(5) 專心經營：學生對學校有關的課業及學習活動能夠注意或維持專心，本分量表的題目共 6 個題目。

(6) 人際求助：學生能藉由與同儕討論或詢問師長，解決學習上的問題，本分量表的題目共 4 個題目。

2. 量表計分方式

「數學學習策略量表」採取李克特式五點量表，反應方式為「非常不符合」、「不符合」、「沒意見」、「符合」、「非常符合」。計分時除了專心經營的六個題目為反向題為反向計分之外，其餘皆採正向計分。得分越高，表示個體的學習策略運用愈有效。

3. 效度研究與信度考驗

針對這次樣本，驗證性因素分析的結果指出主要策略與支持策略的特徵值的總解釋變異達 69.45%，總萃取平方和負荷量比例達 69.45%。關於數學學習策略各題目的因素負荷量則是介於 .67 到 .88 之間，而 Cronbach's α 各為 .79、.80、.83、.82、.91、.86；CR 構念信度各為 .79、.79、.83、.83、.91、.87，代表具有良好的構念信度；而 VE 收斂效度萃取變異量為 56%、56%、63%、62%、62%、69%，代表有合適的收斂效度，顯示出此測量系統良好。信度分析的結果顯示六個因素的 Cronbach's α 均大於 0.7，而整體信度的 Cronbach's α 高達 0.96，顯示量表有良好的信度

(三) 學業情緒量表

本研究參酌 Pekrun、Goetz、Frenzel 與 Perry (2011) 的「學業情緒量表 (achievement emotions questionnaire, AEQ)」和俞國良與董妍 (2007) 編制修訂「數學學業情緒量表」。

1. 量表內容與計分方式

「數學學業情緒量表」分為正向情緒量表和負向情緒量表。經探索性因素分析可將正向情緒可分為愉悅、自豪、希望、放鬆等四種情緒；負向情緒可分為焦慮、生氣、羞愧、無趣與無望等五種情緒，共有九個分量表。得出具有良好的構念效度之問卷問題，九個分量各有 5 題，共計 45 題，採用 Likert 五點量表形式作答。受試者得分愈高，表示所持有該種學業情緒愈強。

2. 效度研究與信度考驗

針對這次樣本，因素分析的結果指出這四個因素特徵值的總解釋變異達 75.48%，總萃取平方和負荷量比例達 75.48%。學業情緒之各題目的因素負荷量介於 .45 到 .87 之間。Cronbach's α 各為 .89、.87、.94、.75、.75、.90、.85、.84、.85，CR 構念信度為 .83、.84、.83、.72、.85、.84、.86、.84、.83，代表具有良好的構念信度；而 VE 收斂效度萃取變異量為 57%、60%、57%、58%、62%、68%、76%、64%，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「數學學業情緒」此潛在變項設置「愉悅」、「自豪」、「希望」、「放鬆」、「焦慮」、「生氣」、「羞愧」、「無趣」與「無望」九個觀察變項。「數學學業情緒量表」度分析的結果顯示九個因素的 Cronbach's α 均大於 0.7，而整體信度的 Cronbach's α 高達 .90，顯示量表有良好的信度。

(四) 學業成就

1. 量表內容與計分方式

「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，另因各鄉鎮市各校段考難易度及量尺不同。故本研究所指的數學學業成就是指 101 學年第一學期北桃園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使用 T 分數（線性轉換後標準分數）作為學生數學學業成就之衡量指標。

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 CR 值（critical ratio），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）。以 LISREL 統計套裝軟體做驗證性因素分析，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。在模式適配度的評鑑方面，本研究以整體模式適配度評量模式的外在品質，以內在結構適配度評量模式的內在品質。就整體模式適配度的評鑑而言，可區分為絕對適配指標（absolute fit indices）與相對適配指標（relative fit indices）兩種（邱皓政，2003）。

研究結果

一、樣本結構分析

本研究之問卷調查對象，男生占總樣本數的 44.75%、女生占總樣本數的 55.25%；在是否參與校外數學補習方面，共 52.36% 的學生有參與校外數學補習，47.64% 的學生沒有參與校外數學補習，有補習者稍微較多。而在父親的教育程度方面以專科大學佔 39.53% 為最多，其次為高中、高職佔 32.77%；在母親教育程度方面以高中、高職佔 43.92% 為最多，其次為專科大學佔 38.51%。教育程度未達國中的父親佔 4.39%、母親也佔 4.39%；父親教育程度達國中的 10.47%、母親佔 7.43%。不知父親教育程度佔 3.38%，不知母親教育程度佔 2.36%。由於我國從 1968 年開始實行九年國民義務教育，依現況推斷這可能包含父母親是新住民，整體看來，父母親的教育程度約為中等。

二、敘述統計量分析

四量表中各因素的平均數與標準差可見表 2，按平均數得分由高至低排序。在數學科自我概念量表中「自重感」因素構面的平均數大於「自我行動」因素構面。數學學習策略量表中「專心經營」的平均數是 3.23、其次是「監控與診斷」平均數是 3.11，平均數最低的是「時間安排」、其次低是「訊息處理」。數學學業情緒量表整體的平均數是 2.41，標準差是 0.53。數學學業情緒按平均數的分數高低排列其中生氣平均數最高（3.30）、其次是放鬆（3.22）、再其次是自豪（3.10）。數學學業情緒量表因素最低平均數是愉悅（2.58）、其次是希望（2.61）、無趣倒數第三（2.95）。而學業成績中第一次段考的平均數為 59.56，第二次段考的平均數為 67.65。

表 2 四量表十九因素之敘述統計量比較

量表名稱	因素構面	平均數	標準差
數學學業自我概念量表	自重感	3.06	0.95
	自我行動	2.61	0.91
	整體	2.83	0.85
數學學習策略量表	專心經營	3.23	1.00
	監控與診斷	3.11	1.04
	批判思考	3.06	1.08
	人際求助	3.06	1.07
	訊息處理	2.95	1.15
	時間安排	2.58	0.99
	整體	3.00	0.83
數學學業情緒量表	生氣*	3.30	1.14
	放鬆	3.22	1.07
	自豪	3.10	1.08
	無望*	3.09	1.09
	焦慮*	3.03	1.39
	羞愧*	3.02	0.97
	無趣*	2.95	1.18
	希望	2.61	1.04
	愉悅	2.58	0.94
	整體	2.41	0.53
數學學業成就量表	第一次段考	59.56	22.31
	第二次段考	67.65	23.24
	整體	62.59	21.59

註1：*為負向學業情緒

註2：學業情緒量表整體部分負向情緒已經過轉換計分

三、相關性分析

本研究以 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。檢測效標關聯效度，進行正式問卷中各因素的相關性分析，表 3 的結果顯示在 $\alpha = .05$ 下，負向情緒與自重感、段考成績之間無顯著相關，但與其他因素有較低的相關，而其他因素彼此之間達到中度或高度的正向顯著相關，代表這些因素間有著良好的效標關聯效度，學業自我概念、學業情緒與數學學習策略皆具有良好的因素構面，且和數學學業成就四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，進一步確立此四者間的影響關係。學業自我概念、學業情緒與數學學習策略皆具有良好的因素構面，且和數學學業成就四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，進一步確立此四者間的影響關係。

表 3 正式施測之相關係數摘要表

因素	自重感	自我行動	正向情緒	負向情緒	主要策略	支持策略	段考一	段考二
自重感	1.000							
自我行動	0.653***	1.000						
正向情緒	0.714***	0.782***	1.000					
負性情緒	-0.096	0.115***	0.103***	1.000				
主要策略	0.601***	0.656***	0.680***	0.226***	1.000			
支持策略	0.652***	0.749***	0.727***	0.135***	0.738***	1.000		
段考一	0.671***	0.532***	0.556***	0.072	0.469***	0.515***	1.000	
段考二	0.313***	0.191***	0.197***	0.066	0.228***	0.228***	0.390***	1.000

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

四、數學學業自我概念、學業情緒、學習策略與數學學業成就關係模式之探討

根據上分析的結果，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。另外，並將學業情緒—正向情緒五潛在變項、學業情緒—負向情緒四潛在變項，個別所含之觀察變項加總並平均計分後，成為「愉悅」、「自豪」、「希望」、「放鬆」、「焦慮」、「生氣」、「羞愧」、「無趣」與「無望」九個觀察變項以衡量「數學學業情緒」此潛在變項。雖然這些變數並未符合多變項常態分配的假設 (Joreskog & Sorbom, 1999)，但若樣本夠大時最大概似法估計式為健全 (robust) 估計式，即樣本數至少為自由估計係數的 10 倍 (Hu, Bentler & Kano, 1992)。本模型的有效樣本數為 296，自由估計的係數有 20 個，所以本研究以最大概似法作為參數估計與模式適配度考驗的方法。

(一) 測量模式配適度評估

本研究根據文獻發展的關係模式進行估計，如圖 2 所示，假設殘差項之間無關連，外生潛在變項之間是單向關連，估計時按模式適配指標與估計係數之顯著性進行變項的刪減與模型的調整，最終模型之估計結果見圖 3，適配指標值見表 4。由表 5，本研究模式中「自我概念」、「學習策略」、「學習情緒」及「學業成就」四個因素構面中，CR 值均達 0.7 以上，代表有良好的構念信度，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，且 Cronbach's α 也都超過 0.8，顯示具有內部一致性，顯示出此測量系統良好。

表 4 自我概念、學業情緒、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 = 17.27 ($p = 0.07$)	$p > .05$	是
2. GFI = 0.96	$> .90$	是
3. AGFI = 0.90	$> .90$	是
4. SRMR = 0.03	< 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 = 0.07	$0.05 \sim 0.08$ (不錯) $0.08 \sim 0.10$ (中度) > 0.10 (不良)	不錯
6. 理論模式ECVI = 0.42 飽和模式ECVI = 0.44 獨立模式ECVI = 6.94	指標值必須比飽和模式及獨立模式之ECVI指標還要小。	是
比較適配指標		
1. NFI = 0.98	> 0.90	是
2. NNFI = 0.98	> 0.90	是
3. IFI = 0.99	> 0.90	是
4. CFI = 0.99	> 0.90	是
5. RFI = 0.96	> 0.90	是
精簡適配指標		
1. PNFI = 0.52	> 0.50	是
2. PGFI = 0.61	> 0.50	是
3. 理論模式AIC = 53.27 飽和模式AIC = 56.00 獨立模式AIC = 907.52	指標值必須比飽和模式及獨立模式之AIC 指標值還要小	是
4. CN = 201.23	> 200	是

表 5 自我概念、學業情緒、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	0.81	0.34	0.80	0.68	0.96
	自我行動	0.84	0.30			
學習策略	主要策略	0.82	0.32	0.85	0.74	0.95
	支持策略	0.90	0.19			
學業情緒	正向情緒	1.00	0.00	—	—	—
學業成就	第一次段考	0.98	0.05	0.71	0.56	0.82
	第二次段考	0.40	0.84			

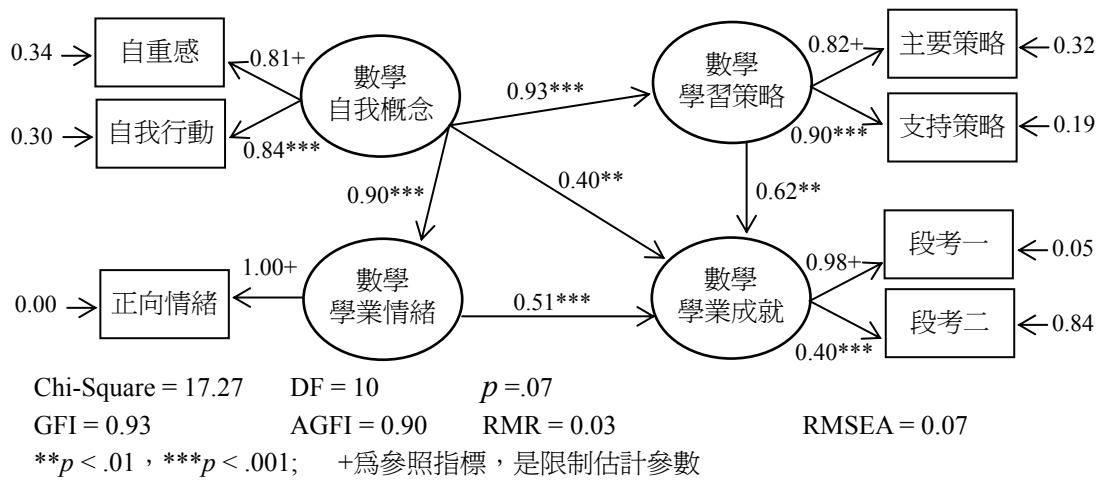


圖 3 自我概念、學業情緒、學習策略與學業成就最終模式關係圖

(二) 模式之影響關係與效果檢定

上述四個潛在變項間的關係模式估計結果簡要表示於圖 4，結果顯示 H1：數學學業自我概念直接影響數學學業成就；H2：數學自我概念直接影響數學學習策略；H3：數學學習策略直接影響數學學業成就；H4：數學學業自我概念直接影響數學學業情緒；H5：學業情緒直接影響數學學業成就，全部成立。另外，由 H2-H3 顯示出數學自我概念可以數學學習策略為中介變項，間接影響數學學業成就；由 H4-H5 也顯示出數學自我概念可以數學學業情緒為中介變項，間接影響數學學業成就。但在數學之自我概念、學業情緒、學習策略與學業成就的模式建構中，僅正向情緒會影響學業成就。在模型的修正過程中，本研究發現正向與負向學習情緒兩外生觀察變項僅在學業情緒對學業成就的模式中（只有一個外生潛在變數學業情緒與一個內生潛在變數學業成就，無中介變數）通過模型的鑑定，且估計係數具有統計顯著性。這顯示在視學業情緒為中介變數的模型中，負向情緒與自重感、段考成績之間無顯著相關，但與其他因素有較低的相關，正向、負向情緒對學習成效的影響可能有不同的組型關係與歷程，或許可以將學習情緒的構面直接分為正向學習情緒與負向學習情緒兩個構面進行模式之分析，或將模式按正、負向學習情緒分成兩個 MSEL 因果模式（林宴瑛、程炳林，2012），或者進一步討論數學學業情緒與數學學習策略兩中介變數之間的互動影響。

由表 6 可知，數學自我概念、學習策略、學業情緒與學業成就之間的影响效果有個別直接影響效果（假設 H1-H5）與間接影響效果都具有統計顯著性（ $p < .05$ ），其中間接影響效果包括了兩項：以學習策略為中介變項的影響，以及以學業情緒為中介變項的影響，這兩個間接影響效果的聯合效果（聯合假設 H6 與 H7）具有統計顯著性。其結果分別說明如下：

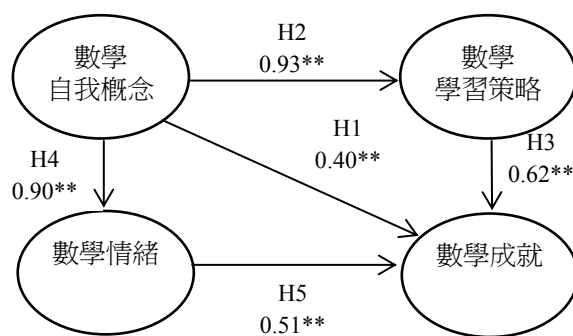


圖 4 「數學學業自我概念、學業情緒、學習策略、學業成就關係」結構模式

表 6 各構面間的影響效果

潛在變項→潛在變項	直接影響	間接影響	總影響
自我概念對學習策略	0.93**	0.00	0.93**
自我概念對學業情緒	0.90**	0.00	0.90**
自我概念對學業成就*	0.40**	1.04***	1.44***
學習策略對學業成就	0.62**	0.00	0.62**
學業情緒對學業成就	0.51**	0.00	0.51**

*註：加入學習策略與學業情緒為中介變數

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

(1) 數學自我概念對於數學學業成就的直接影響效果為 0.40 ($\hat{\gamma}_{31}$)、數學自我概念對於學習策略的直接影響效果為 0.93 ($\hat{\gamma}_{11}$)，數學自我概念對於學業情緒的直接影響效果為 0.90 ($\hat{\gamma}_{21}$)。

(2) 學習策略對學業成就有直接影響效果 0.62 ($\hat{\beta}_{31}$)，數學自我概念可利用學習策略為中介變數間接影響學業成就的表現，此間接效果的大小為 0.5766 ($\hat{\gamma}_{11} \cdot \hat{\beta}_{31}$)，所以當數學自我概念增加時，透過學習策略的影響可再提高學業成就，此間接效果大於數學自我概念對數學學業成就的直接影響 ($0.5766 > 0.4$)。

(3) 數學學習情緒對學業成就有直接影響效果 0.51 ($\hat{\beta}_{32}$)，所以數學自我概念可利用數學學習情緒為中介變數間接影響學業成就的表現，此間接效果的大小為 0.459 ($\hat{\gamma}_{21} \cdot \hat{\beta}_{32}$)。數學自我透過學習情緒的影響可再提高學業成就的績效，此間接效果亦大於數學自我概念對數學學業成就的直接影響 ($0.459 > 0.4$)。

(4) 透過此模式可知，數學自我概念對數學學業成就的影響可分為兩項：數學自我概念對數學學業成就的直接效果，以及以學習策略與學習情緒為中介的兩個間接效果，這兩個間接效果都比直接效果大，而加上兩間接效果的總效果 (1.44) 遠大於直接效果 (0.4)，所以欲從數學自我概念提高學生的數學學業成就時，要配合學習策略與學習情緒的活動，特別是學習策略的導入，三管齊下才能產生最大的效果。

結論與建議

一、數學之自我概念、學習情緒、學習策略與數學學習成就的模式建構

本研究旨在建構數學之自我概念、學習情緒、學習策略與數學學習成就的因果模式，並以結構方程式模式進行模式參數估計與檢驗。研究結果顯示數學自我概念之自我行動與學業成就具有顯著的正相關，有實證研究指出學科自我概念深受文化中的「價值觀」或「重要性」所影響，文化如果關注數學，學生會在文化的暗示下重視數學的學習(Cai, Brown, Deng, & Oakes, 2007; Kurman & Sriram, 2002)。研究結果顯示，本研究數學自我概念與學業成就具有顯著的正相關，說明研究對象都瞭解數學學習的重要性，都願意付出行動學習，此結果與多數研究相同(劉玉玲、薛岳，2013; Williams & Williams, 2010; Chiu, 2012a)。

從學習成效的觀點，發展有助於提升學習者數學成就的學習策略，一直是心理與教育學者努力追求的目標。數學科的學習與其他科目不同，在學習策略的運用上不僅需運用較高階層的概念，不單只是練習與記憶，更需要思考來建構關係；學習策略的最終目的是為了提升學習成效(許家驊，2011; Leung, 2013)。研究結果顯示 MSELA 之學習策略不僅直接正向影響學習成就，其中主要策略—批判思考、訊息處理與監控與診斷可以直接引發學習促進作用(張春興，2002; 陳彥廷，2008)。支持策略—時間安排、專心經營、人際求助等策略可幫助學習者建立合誼的學習態度與因應注意力不集中、疲勞與沮喪等問題有助學習成效的改善(Dansereau, 1987; Holschuh, Nist, & Olejnik, 2001; Jones, Audley-Piotrowski & Kiefer, 2012)。

不可否認的學業情緒是在學習數學成效時必須考慮的因子(Ahmed, Werf, Kuyper & Minnaert, 2013)。就學業情緒而言，本研究僅正向情緒與學業成就具有顯著的正相關，此結果與相關研究相同(Chiu & Whitebread, 2012)。有關負向學業情緒相關的研究顯示，負向的學業情緒如焦慮與學業成就有關聯性(Pekrun et al, 2002)，Goetz、Frenzel 與 Hall (2007)的研究發現負向的數學學業情緒如焦慮、生氣與無聊之間與學業成就有關聯性。國內的研究顯示數學焦慮較低，數學成就也較高(林怡如，2003; 吳明隆、葛建志，2006; 許瑋芷、陳明溥，2010)。此外，Holschuh、Nist 與 Olejnik (2001)發現學習策略挑選運用與情緒間具有關聯性，或許不同中介變數間有時會有消長的情形(許家驊，2011)，故釐清為何本研究之負向情緒不顯著是值得研究者未來需要關注的焦點，是研究工具使用的問題或是尚有其他因素，都是有待澄清的問題。

二、自我概念透過學習策略與學業情緒對學業成就的影響力

本文之研究證實數學自我概念分別以學習策略與學業情緒為中介變數時，可間接影響學生學業成就的表現。數學自我概念透過學習策略的影響可間接再提高學業成就的績效，此間接效果大於數學自我概念對數學學業成就的直接影響。是故，提升學生的數學自我概念時，教導學生學習策略可以擴大數學自我概念的影響力，使數學學業成就提高；提升學生的數學自我概念時，再導入提昇學習情緒的活動，可以擴大數學自我概念的影響力，使數學學業成就提高。Jenson (2000)指出藉由影響個體的認知因素或情意因素，透過中介學習經驗可改善學業成就，如去除個體認知缺陷(如我就是數學不好或努力也沒有用)可改善負面的個體認知，進而產生結構性的認知改變(structural cognitive modifiability, SCM)。對本研究的啟示是，教師透過中介的效果，善用影響學生的認知因素如學習策略或影響學生的情意因素如情緒，可去除個體認知缺陷，正向的影響數學學習成就。

數學自我概念為一種自我信念，是學生對於自己有能力理解數學課業、勝任數學課業，以及能夠把自己的能力發揮的信念和信心(Marsh, Trautwein, Lüdtke, Köller, & Baumert, 2006)。學生若不能有效調整自己的學習策略，情緒或動作的學習過程，也不易達到理想的學習結果。Seligman

(2001) 指出正向特質(正向自我概念)為正向情緒(希望)之啟動因子。研究發現希望具有引導學習的效果(Daniel et al., 2009), 為達成學習的目標, 學習者會採用有效的學習策略如人際求助, 尋求師長、同學與家人的幫忙。當學習者感受到正向情緒, 會採取有效的學習策略如專心經營、監控與診斷或批判思考, 可提升學習成效。情緒能誘發與維持對學習材料的興趣(Daniels et al., 2014)、影響注意歷程與認知資源的使用(Krapp, 2005; Meinhardt & Pekrun, 2003)、促進或抑制學生學習策略的使用(Pekrun et al., 2002), 進而影響學習表現。本研究結果顯示 MSEL 模式下, 「愉悅」、「自豪」、「希望」、「放鬆」等正向情緒與數學自我概念、數學學習策略與學習成就之間具有密切的關連。

三、研究建議與限制

自我概念對個體的思考與評估具有正向的促進效果(Chiu, 2012b), 有關國中生之高自我概念者會採取有效的學習策略, 進而提高學習成就; 高自我概念者較常運用正向的情緒達成學習的目標, 在本文中已獲得證實。近年有越來越多的研究發現, 當學生面臨對自尊具有威脅性的情境, 又不確定自己是否會有好表現時, 有時會故意不全力以赴, 使用「自我跛足策略」(Midgley & Urdan, 2001), 讓自己將未來可能的失敗歸因於能力以外的因素, 以維護自我價值感(向天屏, 2001; 陳嘉成, 2002)。研究也發現不少學生在學習數學時會有目的地不努力、拒絕生疏的學習, 甚至在需要協助時逃避求助(程炳林, 2006)。上述的說明, 更加彰顯本研究的重要性, MSEL 模式在教學上的運用是: 教導學生數學學習策略、給孩子沒有心理負擔的正向數學學習情緒、輔導學生自我肯定, 不患得患失, 積極迎向挑戰。其中, 主要策略是提供教師教導數學概念時, 宜教導學習策略, 幫助學生能隨時監控與調整自己的學習策略; 支持策略的運用有助於低數學成就者知道獲得心理支持與學習輔導的重要性, 遭遇到問題要懂得尋求協助, 以便有效學習(Hougham, 2002)。

原本 MSEL 模式中數學情緒有正向與負向情緒兩個情緒構面, 但最後通過鑑定的模式僅剩正向情緒具有顯著性, 負向情緒構面被刪除, 導致這種結論的原因有兩種可能: 第一, 本研究顯示負向情緒與自重感、段考成績之間無顯著相關, 但與其他因素有較低的相關, 這顯示正向與負向情緒對學習成就的影響可能有不同的組型關係與歷程, 例如: 學習策略挑選運用與情緒間可能具有關聯性, 不同中介變數間可能有消長的情形(許家驊, 2011; Holschuh, Nist, & Olenjnik, 2001), 可進一步調整中介變數間的互動關係, 或將學習情緒的構面直接分為正向學習情緒與負向學習情緒兩個構面進行模式之分析(林宴瑛、程炳林, 2012), 或將模式按正、負向學習情緒分成兩個 MSEL 因果模式; 第二, 因鑑定檢定的推論原則有結構上無法避免的兩種推論錯誤(型一與型二錯誤), 應增加樣本觀察值重新估計驗證。

本研究僅以北桃園之國中八年級學生進行研究, 有推論上的限制, 日後可對其他縣市與不同年齡層學生進行探究, 建議未來可針對不同年級或學習階段的學習者進行考驗, 以瞭解本研究提出的假設模型在不同群體之間的穩定性與有效性。此外, 本研究僅進行橫斷面單一時間點的分析, 若能追蹤觀察受測者的學習自我概念、學習策略、學業情緒與學業成就, 以便進一步瞭解不同學習階段影響數學學業成就的因素, 進而提出適切的數學學習輔導策略。

總結以上之分析, 未來後續的研究有幾個方向:

(1) 調整 MSEL 因果模式, 可將學習情緒的構面直接分為正向學習情緒與負向學習情緒兩個構面進行模式之分析, 或將模式按正、負向學習情緒分成兩個 MSEL 因果模式, 或者調整中介變數間的關係進行驗證。

(2) 擴大抽樣的範圍, 包括不同縣市別、不同年齡層的學生, 甚至跨期追蹤學生樣本進行追蹤資料因果模式的檢驗。

參考文獻

- 向天屏 (2001)：自我跛足策略的理論基礎及其對教學的啓示。*教育研究資訊*，9(6)，1-24。[Hsiang, T. P. (2001). The theory of self-handicapping strategies and their influence on teaching. *Educational Research & Information*, 9(6), 1-24.]
- 巫博瀚、賴英娟 (2011)：性別、自我效能、工作價值、科學素養及學校層次因素對臺灣青少年學習情緒之影響：個人與情境交互作用之多層次分析。*教育科學研究期刊*，56(3)，119-149。[Wu, P. H., & Lai, Y. C. (2011). The impact of gender, self-efficacy, task value, scientific literacy, and school-level factors on Taiwanese teenagers' academic emotions: A multilevel analysis of person-context interactions. *Journal of Research in Educational Sciences*, 56(3), 119-149.]
- 吳明隆、葛建志 (2006)：國民小學學生數學歸因信念、數學態度、數學焦慮與數學成就之相關研究。*高雄師大學報*，21，1-18。[Wu, M. L., & Ge, J. H. (2006). A correlation study on the math attribution, math attitude, math anxiety and math achievement of elementary school students. *Kahosiung University Journal*, 21, 1-18.]
- 吳明隆 (2009)：*SPSS 操作與應用問卷統計分析實務*。台北：五南。[Wu, M. L. (2009). *SPSS operation and application: The practice of quantitative analysis of questionnaire data*. Taipei, Taiwan: Wu-Nan Book.]
- 武興漢 (2012)：新北市某國中八年級學生數學科學業自我概念、學業情緒與學業成就之研究。銘傳大學教育研究所碩士論文。[Wu, H. H. (2012). A study of the relationship among academic self-concept, academic emotions and academic achievement in mathematics for the eighth-grade students in New Taipei City (Unpublished master thesis). Ming Chung University, Taipei, Taiwan.]
- 林怡如 (2003)：綜合高中學生數學焦慮、數學自我效能與數學學業成就之關係研究。國立雲林科技大學技術及職業教育研究所碩士論文。[Lin., Y. R. (2003). A study of the relationship between math anxiety and math self-efficacy and math achievement of comprehensive high school students (Unpublished master thesis). National Yunlin University, Yunlin, Taiwan.]
- 林宜臻、林沂昇 (2007)：數學教育改革之檢討、成效評估與未來展望。*研習資訊*，24(4)，109-114。[Lin, Y. C., & Lin, C. S. (2007). Review on the reform of mathematics education, outcome evaluation and future prospects. *Journal of Educational Research and Development*, 24(4), 109-114.]
- 林煥祥、劉聖忠、林素微、李暉 (2008)：臺灣參加 PISA 2006 成果報告。行政院國家科學委員會專題研究成果報告 (報告編號：NSC-95-2522-S-02 -002)。[Lin, H. S., Liu, S. Z., Lin, S. F.,

- & L. H. (2008). Taiwan participate PISA 2006 Report. (NSC-95-2522-S-02-002). Taipei, Taiwan: Ministry of Science and Technology.]
- 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。[Lin, S. C. (2008). *The relationships of self-concept of mathematics, motivation, action control strategy and academic achievement to the students of elementary school students* (Unpublished master thesis). Tunghai University, Taichung, Taiwan.]
- 林麗芬 (2010)：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。[Lin, L. P. (2010). Promote junior high students mathematics learning achievement. *Science Education*, 328, 19-28.]
- 林宴瑛、程炳林 (2012)：環境目標結構與控制值信念對學業情緒之效果。教育心理學報, 44 (1), 49-72。[Lin, Y. Y., & Cheng, B. L. (2008). The effects of environmental goal structures and control-value beliefs on academic emotions. *Bulletin of Educational Psychology*, 44(1), 49-72.]
- 邱皓政 (2003a)：青少年自我概念向度與成份雙維理論之效度檢驗與相關因素研究。教育心理研究, 26, 85-131。[Chiou, H. J. (2003). Examination of validity and related concepts for the dimension component model of self-concept on adolescence. *Journal of Education & Psychology*, 26(1), 85-131.]
- 邱皓政 (2003b)：結構方程模式。台北：雙葉書廊。[Chiou, H. J. (2003). *Structural equation modeling*. Taipei, Taiwan: Yeh Yeh Book Gallery.]
- 俞國良、董妍 (2007)：青少年學業情緒問卷的編制及應用。心理學報, 39 (5), 852-860。[Yu, G. L., & Dong, Y. (2007). The development and application of an academic emotions questionnaire. *Acta Psychologica Sinica*, 39(5), 852-860.]
- 洪志成 (1989)：學業自我概念與學業成就、重要他人的相關研究回顧。臺東師院學報, 2, 99-148。[Hong, C. C. (1989). A study of academic self-concept, academic achievement and significant others on junior high school. *NTTU Educational Research Journal*, 2, 99-148.]
- 侯玫如、程炳林、于富雲 (2004)：國中生多重目標導向與其自我調整學習之關係。教育心理學報, 35 (3), 221-248。[Hou, M. J., Cheng, B. L., & Yu, F. Y. (2004). The Relationships Between Junior High School Students' Multiple Goals and Self-regulation Learning. *Bulletin of Educational Psychology*, 35(3), 221-248.]
- 教育部 (2011)：國民小學與國民中學班級編制及教職員員額編制準則。取自教育部網站：<http://ww2.sses.tp.edu.tw/sses/gallery/112/112-2977.pdf>，2010年11月19日。[Ministry of Education (2010, November 19). *Elementary and junior high school class structure and staff of the staffing guidelines*. Retrieved from <http://ww2.sses.tp.edu.tw/sses/gallery/112/112-2977.pdf>.]
- 陳嘉成 (2002)：成就目標、行動控制取向與數學能力知覺的中介效果對國中生數學學習行為組型

- 之關係研究。**教育與心理研究**, 25, 629-656。[Chiou, H. J. (2003). Academic goal, action control and perception of mathematics ability for the junior high students. *Journal of Education and Psychology*, 25, 629-656.]
- 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。[Chen, C. T., & Hong, P. H. (2010). An investigation on characteristics of affect and growth of students with different mathematics learning dispositions. *Bulletin of Educational Psychology*, 42(1), 77-98.]
- 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。[Chen, T. C. (2009). *A study on the relations among mathematics attitudes, self-efficacy and achievement of the ninth grade students in Chang-hua County* (Unpublished master thesis). Dayeh University, Changhua, Taiwan.]
- 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。國立成功大學統計學系研究所碩士論文。[Chen, Y. T. (2008). Impact of learning motivations, learning strategies and test anxiety for mathematics academic achievement—A study of Tainan Municipal Houjia junior high school (Unpublished master thesis). National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.]
- 許家驊 (2011): 歷程導向設計及學習策略中介教導對個體不同層次數學解題學潛能開展效益影響之動態評量研究。**教育心理學報**, 43 (1), 127-154。[Hsu, C. H. (2011). Differentiated effects of process-oriented design and learning strategy instruction dynamic assessment for first graders' learning on word problem solutions. *Bulletin of Educational Psychology*, 43(1), 127-154。]
- 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。[Hsu, C. H. (2008). The effects of strategy instruction and scaffolding mediation in dynamic assessment for facilitating first graders' learning potential on mathematical problem solving. *Bulletin of Educational Psychology*, 39(4), 114-146.]
- 許瑋芷、陳明溥 (2010): 數學表徵及數學自我效能對國小學生樣式推理學習成效之影響。**數位學習科技期刊**, 2(3), 42-60。[Hsu, W. C., & Chen, M. P. (2010). The effects of type of mathematical representation and mathematics self-efficacy on fifth-graders' pattern reasoning. *International Journal on Digital Learning Technology*, 2(3), 42-60.]
- 張春興 (2002): **教育心理學: 三化取向的理論與實踐**。台北: 東華。[Chang, C. H. (2002). *Educational Psychology*. Taipei, Taiwan: Dong Hwa.]
- 張新仁 (2001): 實施補救教學之課程與教學設計。**教育學刊**, 17, 85-106。[Chang, S. J. (2001). Implementing the remedial teaching of curriculum and instructional design. *Educational Review*, 17, 85-106.]

- 張新仁 (2006)：學習策略的知識管理。**教育研究與發展期刊**，**2** (2)，19-42。[Chang, S. J. (2006). Knowledge management on strategic learners. *Journal of Educational Research and Development*, 2(2), 19-42.]
- 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。[Cheng, B. L. (2006). Students' perception of subjective competence and their use of avoidance strategies. *Journal of National Taiwan Normal University*, 51(2), 1-24.]
- 程炳林、林清山 (2002)：學習歷程前決策與後決策階段中行動控制的中介角色。**教育心理學報**，**34** (1)，43-60。[Cherng, B. L., & Lin, C. S. (2002). The mediating role of action control between the predecisional and postdecisional phases in learning processes. *Bulletin of Educational Psychology*, 34(1), 43-60.]
- 梁淑坤 (2012)：數學學習低落學生補救教學之策略。**教育研究月刊**，**221**，25-36。[Leung, S. S. (2012). A study of remedial teaching strategies for the low academic achievement students. *Journal of Education Research*, 221, 25-36.]
- 葛湘瑋、何素美、張定中 (2012)：數學學習態度與數學成就之探討—以 TIMSS 2007 台灣、新加坡與美國為例。**教育人力與專業發展**，**29** (5)，73-80。[Ge, S. W., He, S. M., & Zhang, D. Z. (2012). Discussion on mathematics learning and mathematics achievement-based on TIMSS 2007, Taiwan, and Singapore and the United States as an example. *National Academy for Educational Research*, 29(5), 73-80.]
- 劉玉玲、薛岳 (2012)：國中生數學學業自我概念及數學學習策略量建構之研究。「2012 年會暨心理與教育測驗學術研討會」宣讀之論文 (台北)。[Liu, Y. L., & Hsueh, Y. (2012). *A study of grade 8 students in mathematics academic self-concept and mathematics learning strategy*. 2012 Annual Conference and Psychological and Educational in Assessment & Measurement Conference. National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan.]
- 劉玉玲 (2013)：數學自我概念、數學情緒、數學策略與數學成就之關係：數學學習模型之驗證。「2013 年台灣心理學第五十二屆年會」宣讀文論文 (台北)。[Liu, Y. L. (2013). Relations among mathematics self-concept, mathematics learning strategy, mathematics emotion in mathematics academic achievement-the self-enhancement model. Paper presented at the 52th Annual Conference of Taiwanese Psychological Association, Taipei, Taiwan.]
- 劉玉玲、薛岳 (2013)：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。**課程與教學季刊**，**16** (1)，159-178。[Liu, Y. L., & Hsueh, Y. (2013). The effects of mathematics self-concept, and learning strategies on academic achievement-A self-enhancement model. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 16(1), 159-178.]
- 盧玟伶 (2007)：國中生數學自我概念、自我效能與成就關係之探討：以 PISA 2003 香港資料為例。

- 國立政治大學教育系研究所碩士論文。[Lu, W. L. (2009). *The relationship among self-concept, self-efficacy, and performance in mathematics: The PISA 2003 Hong Kong Data*. (Unpublished master thesis). National Chengchi University, Taipei, Taiwan.]
- 薛岳 (2011)：新北市某國中八年級學生數學科學業自我概念、學習策略與學業成就之研究。銘傳大學教育研究所碩士論文。[Hsueh, Y. (2011). *A study on the relationship among academic self-concept, learning strategies and academic achievement in mathematics for eighth-grade students in New Taipei City* (Unpublished master thesis). Ming Chung University, Taipei, Taiwan.]
- 龔心怡 (2008)：是知覺還是信念作探討？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。國科會專題研究報告(編號：SC95-2521-S-018-002)。[Kung, H. Y. (2008). Is perception or believe? The distinguish the mathematics self-concept, mathematics efficiency and with two sequences through the relationship between learning achievements studies. (NSC93-2521-S-003-013). Taipei, Taiwan: Ministry of Science and Tenchnology.]
- 王振世、何秀珠、曾文志、彭文松譯(2008)：教育測驗與評量。台北：雙葉書廊。Linn, R. L., & Miller, M. D. (2008). *Measurement and assessment in teaching* (9th ed). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education Inc.
- Ahmed, W., van der Werf, G., Kuyper, H., & Minnaert, A. (2013). Emotions, self-regulated learning and achievement in mathematics: A growth curve analysis. *Journal of Educational Psychology, 105*, 150-161.
- Brown, J. D., & Marshall, M. A. (2001). Self-esteem and emotion: Some thoughts about feelings. *Personality and Social Psychology Bulletin, 27*, 575-584.
- Cai, H., Brown, J. D., Deng, C., & Oakes, M. A. (2007). Self-esteem and culture: Differences in cognitive self-evaluations or affective self-regard? *Asian Journal of Social Psychology, 10*, 162-170.
- Chiu, M. S. (2012a). Differential psychological processes underlying the skill-development model and self-enhancement model across mathematics and science in 28 countries. *International Journal of Science and Mathematics Education, 102*(3), 611-642.
- Chiu, M. S. (2012b). The internal/external frame of reference model, big-fish-little-pond effect, and combined model for mathematics and science. *Journal of Educational Psychology, 104*(1), 87-107.
- Chiu, M. S., & Whitebread, D. (2012). Taiwanese teachers' implementation of a new constructivist mathematics curriculum: How cognitive and affective issues are new addressed. *International Journal of Educational Development, 31*(2), 96-206.

- Daniels, L. M., Stupnisky, R. H., Pekrun, R., Haynes, T. L., Perry, R. P., & Newall, N. E. (2009). A longitudinal analysis of achievement goals: From affective antecedents to motivational effects and achievement outcomes. *Journal of Educational Psychology, 101*(4), 948-963.
- Daniels, L. M., Perry, R. P., Stupnisky, R. H., Stewart, T. L., Newall, N. E. G., & Clifton, R. A. (2014). The longitudinal effects of achievement goals and perceived control on university student achievement. *European Journal of Psychology of Education, 29*, 175-194. DOI 10.1007/s10212-013-0193-2.
- Dansereau, D. F. (1979). Development and evaluation of a learning strategy training program. *Journal of Educational Psychology, 71*(1), 64-73.
- Dansereau, D. F. (1987). Transfer from cooperative to individual studying. *Journal of Reading, 30*(7), 614-619.
- Dansereau, D. F. (1988). Cooperative learning strategies. In C. E. Weinstein, E. T. Goetz, & P. A. Alexander (Eds.), *Learning and study strategies*. New York, NY: Academic Press.
- Goetz, T., Frenzel, A. C., & Hall, N. C. (2007). Between-and within domain relations of students' academic emotions. *Journal of Educational Psychology, 99*(4), 715-723.
- Hougham, P. (2002). *Improving student teachers' strategies for asking a range of both high and low level questions through math evaluation*. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED503746.pdf>.
- Holschuh, J. P., Nist, S. L., & Olejnik, S. (2001). Attributions to failure: The effect of effort, ability, and learning strategy use on perceptions of future goals and emotional responses. *Reading Psychology, 22*, 153-173.
- Hu, L., Bentler, P. B., & Kano, Y. (1992). Can test statistics in covariance structure analysis be trusted? *Psychological bulletin, 112*(2), 351-362.
- Jenson, M. R. (2000). The mindladder model: Linking dynamic assessment to help students learn to assemble and use knowledge. In C. S. Lidz & J. G. Elliot (Eds.), *Dynamic assessment: Prevailing models and applications* (advances in cognition and educational practice, Vol 6, pp. 187-227). Amsterdam, NL: JAI.
- Jones, M. H., Audley-Piotrowski, S. R., & Kiefer, S. M. (2012). Relationships among adolescents' perceptions of friends' behaviors, academic self-concept, and math performance. *Journal of Educational Psychology, 104*, 19-31.
- Joreskog, K. G., & Sorbom, D. (1999). *LISREL-8: New statistical features*. Chicago, IL: Scientific Software International.
- Kurman, J., & Sriram, N. (2002). Interrelationships among vertical and horizontal collectivism, modesty, and selfenhancement. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 33*, 71-86.
- LeDoux, J. (1994). Emotion, memory, and the brain. *Scientific American, 270*(6), 50-57.

- Leung, S. S. (2013). Teachers implementing mathematical problem posing in the classroom: challenges and strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 103-116.
- Liu, Y. L. (2012). *The effects of mathematical self-concept, and learning Strategies on academic achievement*. Paper presented at the 2012 International Conference on Current trends in Mathematics, The Institute of Education, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan.
- Linnenbrink, E. A., & Pintrich, P. R. (2002). Motivation as an enabler for academic success. *School Psychology Review*, 31, 313-327.
- LeDoux, J. (2001). *The emotional brain: the mysterious underpinnings of emotional life*. New York, NY: Simon & Schuster.
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, 15, 381-395.
- 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., 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., & Köller, O. (2003). Bringing together 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. 17-48). Greenwich, CT: Information Age.
- Marsh, H. W., Trautwein, U., Lüdtke, O., Köller, O., & Baumert, J. (2006). Integration of multidimensional self-concept and core personality constructs: Construct validation and relations to well-being and achievement. *Journal of Personality*, 74, 403-456.
- Marsh, H. W. (2007). *Self-concept theory, measurement and research into practice: The role of Self-concept in educational psychology*. Leicester, England: British Psychological Society.
- Marsh, H. W., & Martin, A. J. (2011). Academic self-concept and academic achievement: Relations and causal ordering. *British Journal of Educational Psychology*, 81, 59-77. DOI: 10.1348/000709910X503501
- Meinhardt, J., & Pekrun, R. (2003). Attentional resource allocation to emotional events: An ERP study. *Cognition and Emotion*, 17, 477-500.
- Midgley, C., & Urdan, T. (2001). Academic self-handicapping and achievement goals: A further examination. *Contemporary Education Psychology*, 26, 61-75.

- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Olson, J. F., Preuschoff, C., Erberber, E., Arora, A., & Galia, J. (2008). *TIMSS 2007 international mathematics report: Findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Organization for Economic Co-operation and Development (2012). *PISA 2009 Technical Report*. Paris, France: OECD. DOI: 10.1787/9789264167872-20-en.
- Pajares, F., & Schunk, D. H. (2001). Self-beliefs and school success: Self-efficacy, self-concept, and school achievement. In R. J. Riding & S. G. Rayner (Eds.), *International perspectives on individual differences: Self-Perception* (Vol 2, pp. 239-266). London, England: Ablex Publishing.
- Paré, D., Quirk, G. J., & LeDoux, J. E. (2004). New vistas on amygdala networks in conditioned fear. *Journal of Neurophysiology*, *92*, 1-9.
- Pekrun, R., Gortz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, *37*, 91-106.
- Pekrun, R. (2005). Progress and open problems in educational emotion research. *Learning and Instruction*, *15*, 497-506.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, *18*, 315-341.
- Pekrun, R., Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2006). Achievement goals and discrete achievement emotions: A theoretical model and prospective test. *Journal of Educational Psychology*, *98*(3), 583-597.
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., & Perry, R. P. (2011). Measuring emotions in students' learning and performance: The achievement emotions questionnaire (AEQ). *Contemporary Educational Psychology*, *36*, 36-48.
- Robelen E. (2012, December 12). *U. S. Math, Science Achievement Exceeds World Average*. Retrieved from <http://www.edweek.org/ew/articles/2012/12/11/15timss.h32.html?tkn=ZVZFDHReNrB5cq%2BwVEapcpqOKL0Wenht4dMI&print=1>.
- 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>.
- Seligman, M. E. P. (2001). Positive psychology, positive prevention, and positive therapy. In C. R. Snyder & S. J. Lopez (Eds.), *The handbook of positive psychology* (pp. 3-12). New York, NY: Oxford University Press.
- 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.

- Trautwein, U., Lüdtke, O. & Marsh, H. W. (2009). Within-school social comparison: How students perceive the standing of their class predicts academic self-concept. *Journal of Educational Psychology*, *101*(4), 853-866.
- 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, NY: Simon & Schuster/Macmillan.
- Willms, J. D. (2003). Student engagement at school: A sense of belonging and participation-results. Paris, France: OECD.
- Williams, T., & Williams, K. (2010). Self-efficacy and performance in Mathematics: Reciprocal determinism in 33 nations. *Journal of Educational Psychology*, *102*(2), 453-466.

收稿日期：2013年11月05日
一稿修訂日期：2014年03月20日
二稿修訂日期：2014年07月07日
接受刊登日期：2014年07月16日

Bulletin of Educational Psychology, 2015, 46(4), 491-516

National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Relations among mathematics self-concept, mathematics learning strategy, mathematics emotion, and mathematics academic achievement: The self-enhancement model

Yu-Ling Liu

Teacher Education Center
Ming Chuan University

Shu-Fen Shen

Department of Economics
Ming Chuan University

This study is based on the theory of academic self-concept from March and the theory of academic emotions from Pekrun in an attempt to examine a model to mathematics learning model for junior high students. The purposes of this study are: (1) to examine the proposed academic self-concept process model and to test the model fit. (2) to analyze whether learning strategies mediate the association between academic self-concept and academic achievement. (3) to analyze whether academic emotions mediate the association between academic self-concept and academic achievement, (4) to combine academic self-concept and academic emotion variables to understand whether those variables interaction produces learning synergy. The results support the hypotheses that Observed data were analyzed by SEM and the model comparison approach. Implications for theory, instructional intervention and future research are discussed.

KEY WORDS: mathematics academic achievement mathematics self-concept, mathematics emotion, mathematics learning strategy,