

國中生數學自我概念、數學學習策略與 數學學業成就之模式建構

劉玉玲* 沈淑芬**

以往國內有關數學之自我概念、學習策略與數學學業成就的研究都是小範圍的研究，限制了推論的有效性。本研究將研究範圍擴大，以瞭解變項之間或中介作用是否會有變化，藉以作為優質自我概念增強的方案設計。研究採用問卷調查法，以結構方程模式進行分析。研究結果顯示數學自我概念分別對數學學習策略與數學學業成績有顯著的影響，數學學習策略可以作為數學自我概念與數學學習成就的中介變數。本研究之結果與過往研究不同的是，完善周延的數學學習策略應包括認知策略，後設認知策略和資源管理策略。教師需要瞭解數學學習策略的特質，以便隨學生程度不同及時改變，靈活運用教學策略。

關鍵字：數學自我概念、數學學習策略、數學學習成就

* 作者現職：銘傳大學師資培育中心教授

** 作者現職：銘傳大學經濟與金融學系助理教授

通訊作者：劉玉玲，e-mail: tyhsien@yahoo.com.tw

壹、研究動機與目的

世界各國教育企圖協助學生擁有良好的數學素養，以應付日常生活中隨時必備的需求，同時也是要在諸多領域立足的先備條件（Butterworth, Varma, & Laurillard, 2011; Geary, 2013; Richland, Zur, & Holyoak, 2007）。學科自我概念是影響學業表現的關鍵因素，能使個體在面臨重要學習任務時能夠進行自我調節，進而影響未來的生涯發展（Chen, Chiu, & Wang, 2015; McInerney, Cheng, Mok, & Lam, 2012）。如何提高學生的數學自信心，向來為數學課室教學的核心議題（Hiebert & Grouws, 2007; Kiemer, Gröschner, Pehmer, & Seidel, 2015）。臺灣近年來參加聯合國經濟合作暨發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD）所執行的評量計劃（Programme for International Student Assessment, PISA）的國際評比，整體排名都有亮眼的成就表現。但是國中八年級生數學的成就在城市與城市間、學校與學校間，以及教室內有高分群與低分群 M 型分配現象。國內有相當多的研究報告，試圖尋找原因與解決之道。儘管這些研究已提供重要的貢獻，但學習現場仍有一些待解決的問題。

長期以來，由於研究方法與研究對象的不同，有關學科自我概念與學業成就關係間的研究，有四種不同觀點，分別是「技巧發展」模式（skill development model）、「自我提升」模式（self-enhancement model）、互惠的因果關係（reciprocal causality）與文化發展模式。研究團隊過去從橫斷面的前導性探究，從補救教學的觀點出發，研究結果發現，對於低數學學習成就的學生採用「自我提升」模式，建構了數學自我概念、數學學習策略與數學學業成就之模式（劉玉玲、薛岳，2013），然受限於小樣本的推論限制。本研究為橫斷面的前導性探究，欲瞭解影響學科自我概念的因子與中介變數的影響，以作為發展增強學科自我概念輔導方案的發展與設計。目前國內並未有針對學科自我概念的干預措施研究，為彌補研究上的缺口，本研究企圖瞭解數學自我概念的內涵與構面，作為未來改善學習者數學自我概念之輔導參考。以往的相關實證研究以小範圍或同一區域採取樣本，忽略大範圍或城鄉差距因素所造成的干擾，影響研究推論的限制。本研究欲再探模式，以作為未來課程實驗機制的方向與途徑的參考。貿然將現有的模式轉化至教學實踐，勢必對教學現場的教師與學生帶來不便。在課程發展的過程中，「課程實驗」的存在有其必要性，透過再探模式機制，檢視與檢驗模式在全國大範圍取樣的過程，研究結果與以往的相關是否有所不同。經過「慎思」的歷程，欲找出國中學生學科自我概念發展現況，以增加未來課程實施的成功機會。臺灣國中教學現場屬於常態分班，一個班級內的數學成就有低、中與高的成績表現差別。過去教師若欲改善學生的數學自信心，通常考試題目出簡單一些以提高低數學成就者的自信心，卻可能弱化中、高學習成就者

的學習興趣或投入 (Liu, 2018a, 2018b)。本研究從第一層級原班級進行補救教學的觀點，教師教學診斷時，勢必需考量影響學習無效的因子與發展處方箋的立論依據。換言之，教師進行數學教學時如何滿足課室內學習者的不同學習需求時，也應考量學生使用的學習策略是否會有不同？有關數學之解題策略與學習策略的不同點在於前者會因學習單元不同而有不同的解題方法或技巧。以往數學學習策略大都採用認知策略、後設認知策略，主要策略、支持策略或深層、淺層的分類。現職教師在教學實踐實遇到教學轉化上的困難 (Liu, 2018a, 2018b)，本研究企圖尋找易瞭解與操作的分類，提供教數學學習策略的參考。數學科之學習策略、數學科自我概念與學業成就的中介情形漸為學習輔導與補救教學實務者所關切。承上所述，本研究欲建立數學自我概念、數學學習策略與數學學習成就的模式以發展未來可行的干預措施。據此，研究目的說明如下：

1. 瞭解國中之數學自我概念、數學學習策略與學業成就的現況。
2. 驗證國中數學自我概念、數學學習策略與數學學業成就之模式建構。
3. 釐清數學學習策略是否可在數學自我概念、與數學學業成就之間產生中介作用。

貳、文獻評析

一、數學學科自我概念的意涵

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，2010)。Shavelson、Hubner 與 Stanton (1976) 首先提出「自我概念的階層模式」與定義並說明自我概念為一個階層性的結構，國、內外的研究對自我概念具備多向度多階層的理論構念，已有極高的共識。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。學科自我概念能使個體在面臨重要學習任務時能夠進行自我調節，進而影響未來學術選擇、教育期望和隨後的學術成就 (Chen et al., 2015; McInerney et al., 2012)。學科自我概念形成於個體的學習過程，決定人們對自己在學業上的期望對學習經驗的詮釋、意義的體悟以及貫穿於終身的學習 (侯雅齡，2010；Marsh, Craven, & McInerney, 2006)。

Marsh 與 Craven (2006) 指出，透過量表的發展，可以協助教師發展方案教學，改善學生的數學自我概念與瞭解評量實施成效的標準。目前國內外較為

人知的是，Marsh 等人為改善澳洲學生的學科自我概念發展出數學科自我概念量表 (Marsh, 1992; Marsh, 2007)。延續 Marsh 觀點，已有多篇與華人有關數學科自我概念的研究 (劉玉玲、沈淑芬, 2015; 劉玉玲等, 2013; 龔心怡, 2008; 龔心怡、李靜儀, 2016; Marsh, Hau, & Kong, 2002)。上述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; Timmerman, Van Luit, & Toll, 2017)。

近 5 年國內有關國中學生對數學科自我概念的研究，大都採用大型資料庫如 PISA 2006、2009 所釋出之階層巢套資料 (巫博瀚、賴英娟, 2011; 龔心怡等, 2016)，其結果均指出的數學自我概念與數學學業成就有重要關聯性。值得關注的是，過去有關改善國中學生數學科自我概念的處方性教學實踐與輔導的干預措施並不多。上述研究點出數學自我概念的重要性，如何提升低學習成就者的自信心，操作面有其困難。Marsh 與 Craven (2006) 指出早期最著名有關學科自我概念增強性的輔導方案措施，是採用後設分析方法探究教師如何進行干預措施，研究結果發現大部分的教師不熟捻「自我概念」的多維項度，他們採用實驗的步驟與科學實驗相似，將一個變項「丟進去教室，然後試一試，看會有什麼不一樣的反應」，由於缺乏經驗或參考範本，這些實驗成效相當有限 (Hattie & Marsh, 1996; Marsh et al., 2006; Martin, 2013)。甚至，有些教師認為理解自我概念定義後，便以為能找到增強學科自我概念的輔導方案或干預方法 (Arens et al., 2016; Marsh, 2007)。事實上，教師在發展學科自我概念增強干預措施之前，需瞭解相關的理論和實證結果，運用行動研究或與大學端的師資培育機構進行合作式的行動研究，否則由於學科自我概念的相關理論、測量的方式，以及統計分析方法合宜性的分歧，將導致無法設計出有實質意義的輔導方案或干預措施 (Arens et al., 2016; Marsh, 2007; Marsh, Seaton, Hattie, & Anderman 2013)。因此，本研究透過量表的發展與檢驗，以利未來教學現場的教師發展方案教學，改善學生的數學自我概念與評量實施成效的標準。

學科自我概念要發揮效果，是教師應將自我概念放在具體的影響構面上與學科領域的屬性上，方能協助學生產生該領域的能力或學術方面的短期變化與長久的影響 (Mooney, Seaton, Kaur, Marsh, & Yeung, 2016)。McInerney 等人 (2012) 為改善香港學生 PISA 的數學成就，依據 Marsh (1990) 的學科自我概念量表 (Description Questionnaire, ASDQ) 測量香港 8,354 位學生，其研究顯示數學學科自我概念不僅能為個體提供自我認同感和連續感、維持有意義的數學學習行為，從而直接或間接地影響一個人對自己在數學學業上的態度和採取的數學學習行為。Brisson 等人 (2017) 以 82 個數學班級 1,916 名學生的樣本，以時間的長短分成實驗組與對照組，進行 65 週與 5 個月的實驗，研究結果顯示控制組的自我概念提高，但數學教師需花費較長的時間才能看到學生學業進步

的情形。另外，有研究指出在常態分班下，提高了低學習成就者的自信心與學業成就，卻降低數學興趣高與成績中上的學生（Brisson et al., 2017; Alexander, 2018）。這可能意味著數學程度低、中與高不同的學生，學習需求不同，數學的教學應有所不同，甚至評量方式亦應不同（Kombe, Che, Carter, & Bridges, 2016）。

二、數學學習策略的研究

學習策略（learning strategy）的操作目的是為了學習成效（許家驊，2011；Schraw & Brooks, 2001），正確的學習策略有助於學習成就的提高。近年來學習策略的研究發展成熟，研究大量集中在描述不同類型的如學科學習策略、一般性的學習策略（Chen et al, 2015; McNerney et al., 2012）以及不同熟練程度的學習者使用學習策略的次數與頻率（Cook & Braine, 2013; Nambiar, 2009）。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（張新仁，2001、2006），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）。

以往傳統教學以考試引導教學，教學容易集中在記憶和程序理解；學生易用死記強背的學習策略，以防考試不會作答。這種學習策略容易讓學生面對新的或沒看過的題目總是裹足不前，不敢勇於嘗試或自我修正錯誤（李美蓮、劉祥通，2003）。國內有關學習策略的研究，針對學習策略構面探究的有，藍雅慧與張景媛（2004）針對數學後設認知策略與自我調整策略的實證研究；許家驊（2011）利用歷程導向設計及學習策略為中介，教導對個體不同層次數學解題與學習潛能開展之動態評量研究；徐偉民（2011）開發補救教學模組。上述研究的目的，都是透過學習的中介作用，以間接改善數學學習困境。有關學習策略的分類，研究的重點不同，學習策略的分類也不同。國外有關學習策略的研究，大都採用大型資料庫所釋出之階層資料，由於樣本過大，常使用深層性學習策略（deep learning strategies）與淺層性學習策略（surface learning strategies）（Biggs, 1987）。目前有一篇數學自我概念與學習策略的研究，此篇的研究就是樣本過大，分類上採用淺層與深層的數學學習策略。McNerney 等人（2012）研究結果發現具有高數學自我概念的學生常使用深度學習策略，與其學業成就有正向的關聯性。低學業與中間程度的學生有較低的數學自我概念，他們習於採用淺層的學習策略，其研究也預測，採用淺層學習策略的學生未來數學自我概念會降低和數學學業成績會有下滑的窘境（Chen et al., 2015; McNerney et al., 2012）。上述分類，說明學習策略的重要性。從教學轉化的觀點，數學學習策略的內容是什麼？Pilcher 與 Miller（2000）綜合各家觀點將學習策略整理成三大類，分別是認知（複誦、精緻、組織）、後設認知（規劃、監控、調整）與資源

管理（時間管理、讀書環境、努力管理、他人支持）等學習策略（如圖 1 所示），提供了一個清晰的概念，可幫助教師一目了然，知道學習策略的分類與運用。

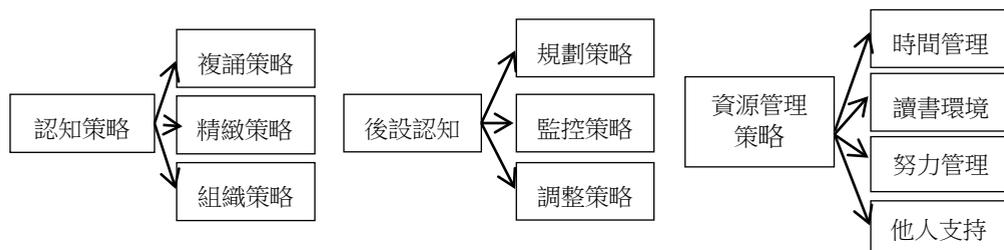


圖 1 學習策略的分類

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。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。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)。劉玉玲、薛岳 (2013) 為建構數學自我概念、數學學習策略與數學學業成就的學習模式，參考國內外研究的分類，發展出國中生的數學學習策略，研究結果顯示：輔導低數學成就的學生，提高學生的數學自信心固然重要，但是以數學學習策略為中介變數時，提高學習成就的**總和效果**大於直接效果 (如圖 2 所示)。亦即，進行數學補救教學時，引導學生如何學習數學策略，輔以提升數學自我概念後，可提升學生的數學成就。劉玉玲、沈淑芬 (2015) 以北桃園的國中八年級生為樣本，再度研究發現以數學學習策略為中介變項時對學習成成就的影響力。上述實證研究的檢驗下，均指出數學學習策略在數學自我概念與數學學業成就模式間，可產生重要的中介作用。這些研究受限取樣數與研究範圍的限制，影響研究推論的確切性。因此，研究者將樣本與研究範圍擴大，釐清數學自我概念、數學學習策略與數學學業成就之間的中介作用是否會有變化的可能性，藉以作為數學自我概念增強方案設計的參考，以利未來研究和課堂提供實踐的方向。

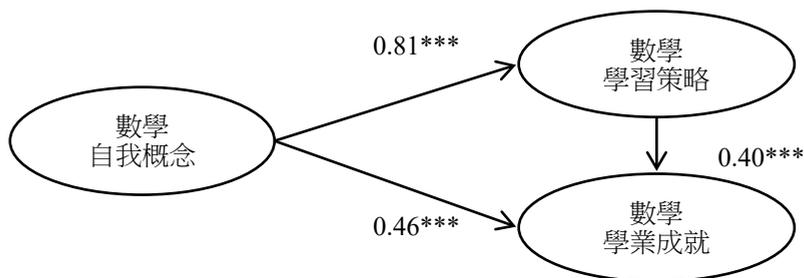


圖 2 數學自我概念、數學學習策略與數學學業成就模式關係圖
資料來源：劉玉玲、薛岳（2013）。國中生數學學業自我概念及數學學習策略與
數學學業成就之研究－自我提升模式觀點。《課程與教學季刊》，16
（1），159-178。頁186。

參、研究方法

一、研究對象

本研究以國中八年級生為研究對象，本研究採用分層隨機抽樣，自臺灣北、中、南、東及離島（金門、馬祖）五區抽選，一共發放問卷 1,200 份，回收 1,032 份，有效問卷 995 份。其中自臺灣北部抽取 10 所學校 12 個班級，刪除少數作答不完整的受試者後，有效樣本人數是共 283 人；中部抽取 6 所學校 7 個班級，共 193 人；南部抽取 6 所學校 8 個班級，共 232 人；東部抽取 3 所學校 6 個班級，共 173 人；離島抽取 3 所學校 5 個班級，共 114 人，總計人 995 人；其中男生 507 人，女生 488 人。

二、研究工具與變項內涵

（一）數學自我概念量表

本研究的數學自我概念量表是採用「國中數學自我概念量表」（劉玉玲等，2013），此量表有 17 題問題，是具有良好的建構效度、收斂效度與信度之問卷問題。包括兩個分量表，分別是（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，分量表的題目共 11 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，分量表的題目共 6 題。量表採 Likert 五點量表，「1」表示「非常不符合」、「5」表示「非常符合」，計分時除了反向題為反向計分之外，其餘皆採用正向計分，分量表得分越高，

表示數學自我概念愈高。

針對本研究 995 筆觀察值的數據進行探索性因素分析，KMO 值為 .962，Bartlett 球形檢定量之 p 值小於 .01，兩個共同因素特徵值的總解釋變異達 66.275%，各題目轉軸後的因素負荷量介於 .41 到 .86 之間，所以此問卷具有建構效度；二個分量的 Cronbach's α 值各為 .939 和 .896，數學科自我概念之 Cronbach α 係數為 .952，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

本研究的數學學習策略量表修改自劉玉玲與薛岳所編製之「國中數學學習策略量表」(劉玉玲等, 2013)，原量表有 25 題，是具有良好的建構效度、收斂效度與信度之間卷問題，包含六個分量表：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等。(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、整理與連結。(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。(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。(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。(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。(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。因原量表題項較多，本研究採用 Pilcher 與 Miller (2000) 主張的認知(複誦、精緻、組織)、後設認知(規劃、監控、調整)與資源管理(時間管理、讀書環境、努力管理、他人支持)之學習策略的分類，將量表的構面減為訊息處理、監控與診斷以及人際求助等三項。量表採 Likert 五點量表，「1」表示「非常不符合」、「5」表示「非常符合」。得分越高，表示個體經常使用學習策略。

經探索性因素分析的結果，KMO 值為 .917，Bartlett 球形檢定量之 p 值小於 .01，三個共同因素特徵值的總解釋變異達 75.638%，各题目的因素負荷量介於 .56 到 .85 之間，此問卷具有建構效度；三個分量的 Cronbach's α 各為 .869、.903 與 .884，整體信度的 Cronbach's α 高達 0.941，顯示量表有良好的信度。

(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，另因各鄉鎮市各校段考難易度及量尺不同（劉玉玲等，2015）。故本研究所指的數學學業成就是指 105 學年第一學期各校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。

三、資料分析與處理

本研究以 LISREL 結構方程式模型分析軟體做驗證性因素分析，進行模式探究，在模式適配度的評鑑方面，本研究以絕對配適度指標（absolute fit indices）、增值配適度指標（incremental fit indices）與簡約配適度指標（parsimony fit indices）進行評估（邱皓政，2003），而每一構面的收斂效率則由因素負荷量（factor loading）、組成信度與平均變異數萃取量來衡量（Hair, Anderson, Tatham, & Black, 2009）。

肆、研究結果

一、樣本結構分析

本研究之問卷調查對象，男生佔總樣本數的 50.95%、女生佔 49.05%；59.70% 的學生沒有參與校外數學補習，其中女生沒有參加校外數學補習者佔總樣本的 28.34%，男生沒有參加校外數學補習者佔 32.82%。父親教育程度為高中、高職以下者佔 63%，專科大學以上佔 37%；母親教育程度高中、高職以下佔 65%，專科大學以上佔 35%。教育程度未達國中的父親佔 9.55%、母親也佔 11.76%。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。受訪學生第一次數學段考成績 50 分（含）以上者佔 65%、第二次數學段考成績 50 分（含）以上者佔 59.7%、兩次數學段考平均成績 50 分（含）以上佔 62.11%。

二、敘述統計量分析

三量表中各因素的平均數與標準差可見表 1，在數學科自我概念量表中「自我重感」因素構面的平均數 3.01 略大於「自我行動」因素構面的平均數 2.98。數學學習策略量表中「人際求助」的平均數是 3.22、其次是「監控與診斷」，平均數是 3.18，平均數最低的是「訊息處理」，為 3.05。而學業成績中第一次段考的平均數為 59.77，第二次段考的平均數為 54.83。

表 1 三量表十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	3.01	0.90
	自我行動	2.98	0.84
	整體	2.99	0.82
數學學習策略量表	訊息處理	3.05	0.92
	監控與診斷	3.18	0.97
	人際求助	3.22	1.00
	整體	3.15	0.87
數學學業成就量表	第一次段考	59.77	28.25
	第二次段考	54.83	28.33
	整體	57.30	27.22

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、學學習策略與數學學業成就各層面進行考驗，以瞭解兩兩因素構面之間的相關，表 2 的結果顯示相關係數均大於 0.5，在 $\alpha = .05$ 下，所有構面彼此之間達到正向顯著相關，加上各分量表之 Cronbach's α 值均大於 .869，所以此量表具有一致性與可靠度。

表 2 學科自我概念、學習策略與學業成就之相關係數摘要表

	自重感	自我行動	訊息處理	監控與診斷	人際求助	學業成就
自重感	1.00					
自我行動	0.78***	1.00				
訊息處理	0.54***	0.75***	1.00			
監控與診斷	0.68***	0.78***	0.75***	1.00		
人際求助	0.61***	0.73***	0.70***	0.75***	1.00	
學業成就	0.78***	0.72***	0.72***	0.70***	0.59***	1.00

註：***表示 p -value < 0.001。

四、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

因分量表中有一部分題項為反向題，經轉換後將分量表中自我概念與學習策略兩構面中各潛在變項所含之的觀察變項得分加總後平均計分，本研究欲估計之的關係模式如圖 3。

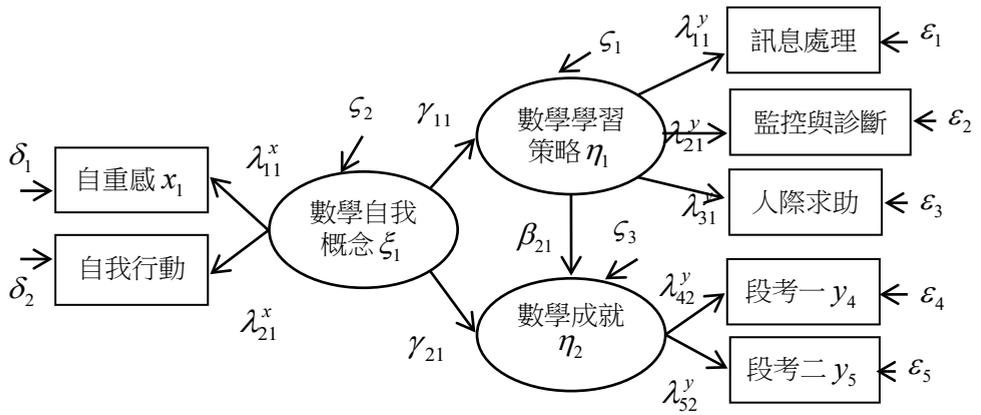


圖 3 數學學業自我概念、數學學習策略與數學學業成就關係之概念模式

(一) 初始模式估計

以 LISREL 估計圖 3 之模式，結果如圖 4 所示。雖然各構面的因素負荷量均大於 .7，均具統計顯著性，而學習策略到學業成就的因果關係為不顯著之負相關，而且模型的配適度指標中僅有 GFI 與增值配適度的指標符合建議值，此模型的配適度不佳，故進行估計模型的修正。

(二) 最終模式估計

因學習策略到學業成就的因果關係為不顯著之負相關，本研究調整模式之構面組合，估計出最終模式，結果如圖 6 所示。此模式中以自重感來反應學生的數學自我概念，學習策略則以訊息處理、監控與診斷與人際求助等反應學生的數學學習策略。此結果與相關研究相同（武興漢，2013；劉玉玲等，2013；薛岳，2011）。

(三) 模式配度指標與測量模式收斂效率

圖 6 最終模式的配適度指標可見表 4，在絕對配適度指標中除 χ^2 值、RMSEA 與 RMR 不符合建議值，而增值配適度指標都符合建議值，簡約配適度指標中部分指標符合建議值，整體模式的配適度不錯。關於測量模式的品質，收斂效率包含三個部分，第一，因素負荷量要顯著異於零，標準化之因素負荷量數值至少大於等於 0.5，理想狀況下要大於等於 0.7；第二，組成信度（CR）至少大於等於 0.6，良好的組成信度建議要大於 0.7；第三，每個構面的萃取變

異數 (AVE) 要大於 0.5。由圖 6 與表 5 中可知，此測量模式滿足收斂效度的要求 (Hooper, Coughlan, & Mullen, 2008; Hu & Bentler, 1999)。本研究模式中「自我概念」、「學習策略」與「學業成就」三個因素構面中，CR 值均達 0.8 以上，代表有良好的組合信度，且 Cronbach's α 值也都超過 0.8，因此在信度分類上屬「高信度」，在 AVE 值方面也都有達到 0.7 以上，代表具有合適的收斂效度，顯示出此測量系統良好。

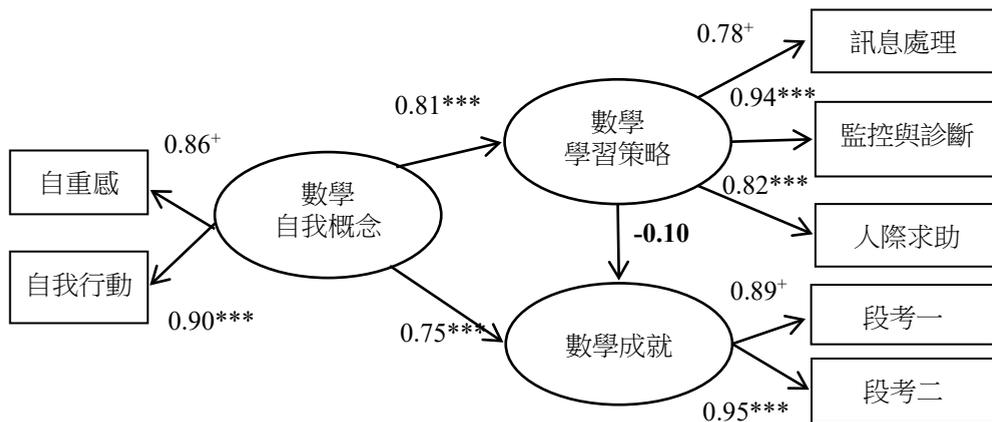


圖 5 數學學業自我概念、數學學習策略與數學學業成就關係之估計模式
 註：* $p < .05$ ，** $p < .01$ ，*** $p < .001$ ，⁺為參照指標，不考慮顯著性問題

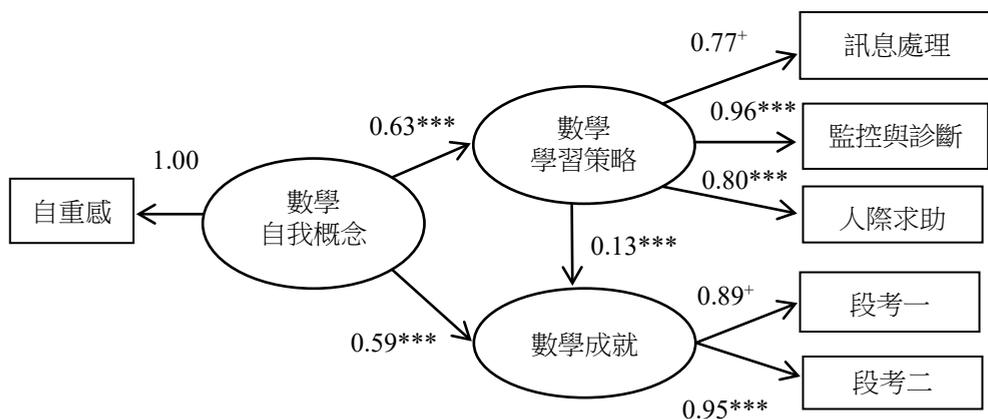


圖 6 數學學業自我概念、數學學習策略與數學學業成就關係最終模式之估計
 註：* $p < .05$ ，** $p < .01$ ，*** $p < .001$

表 4 最終模式的配適度指標

絕對配適度指標	估計值	建議值
Minimum Fit Function Chi-Square	55.24 (p= 0.00)	p > 0.1
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.081	< 0.05
Root Mean Square Residual (RMR)	0.85	< 0.05
Standardized RMR	0.036	< 0.05
Goodness of Fit Index (GFI)	0.98	> 0.9
Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)	0.95	> 0.9
增值配適度指標		
Normed Fit Index (NFI)	0.99	> 0.9
Non-Normed Fit Index (NNFI)	0.99	> 0.9
Comparative Fit Index (CFI)	0.99	> 0.9
Incremental Fit Index (IFI)	0.99	> 0.9
Relative Fit Index (RFI)	0.98	> 0.9
簡約配適度指標		
χ^2/df	7.89	< 3
Parsimony Normed Fit Index (PNFI)	0.46	> 0.5
Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI)	0.33	> 0.5
Critical N (CN)	333.49	> 200

表 5 最終模式的收斂效度

因素構面	觀察變項	因素負荷量	測量誤差	組成信度	萃取變異數	Cronbach's α
自我概念	自重感	1	0	—	—	—
	訊息處理	0.77	0.41			
學習策略	監控與診斷	0.96	0.08	0.89	0.72	0.88
	人際求助	0.80	0.36			
學業成就	第一次段考	0.89	0.20	0.92	0.85	0.92
	第二次段考	0.95	0.09			

(三) 模式之影響關係與效果檢定

由表 6 可知，自我概念對學業策略的直接影響力為 0.63 ($p < .001$)，學習策略對學業成就有直接影響力為 0.13 ($p < .001$)。自我概念對學習策略的直接影響力為 0.67 ($p < .001$)，以學習策略為中介變數後，總影響力為 0.76 ($p < .001$)。換言之，由最終模式之估計結果可得以下之推論：(1) 自我概念和學習策略對於學業成就均有直接正向影響力，皆具有顯著的影響；(2) 自我概念

專論

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。

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	0.63***		
學習策略對學業成就	0.13***		
自我概念對學業成就 ¹	0.67***	0.08***	0.76***

註 1：加入學習策略為中介變數

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

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數學模式，以 SEM 進行模式參數估計與檢驗。研究結果顯示，數學自我概念中僅「自重感」對數學學業自我概念具有重要的影響力，數學學習策略以「訊息處理」、「監控與診斷」與「人際求助」等三構面衡量時，數學學習策略是數學自我概念與數學學習成就因果關係中的中介變項。

(一) 數學自我概念與數學學業成就

在圖 5 中，自重感與自我行動是具影響力的構面因子，但整體模式配適度不佳。經修改後，劉玉玲等人（2013）的估計結果與本研究的結果一致，以數學學習策略為中介時，數學自我概念僅「自重感」對數學學業自我概念具有重要的影響力，若能提昇學生的自重感，透過數學學習策略的中介作用可改善學生的數學學業成就。

國人受到社會傳統文化及升學主義的影響，使學校、家庭、教師及學生幾乎將全部資源導向考試，學校的課室氛圍充滿與成就有關的社會比較訊息與標籤，這樣的氛圍中，學生傾向使用比較訊息評估自我的數學能力或強化學業自尊（Cai, Brown, Deng, & Oakes, 2007）。孩子的學習不單是為自己也為父母，還包括社會人際互動下的面子或尊嚴（reputation）問題。華人社會文化認為數學不好的孩子不聰明，對於還在尋求興趣與人生方向的國中生，若表現不如意，不滿意自己、自責或放棄是常見的後效學習行為。這或許可以說明為什麼學生不滿意自己在數學科方面的表現，或他人對自己的數學表現沒有好印象的因素

之一。數學自我概念深受文化中的「價值觀」或「重要性」所影響，學生會在文化的暗示下重視數學的學習（Cai et al., 2007; Ganotice & Chan, 2018; Kurman & Sriram, 2002）。但這種氛圍，學習數學的動機容易傾向應該（should do）要學，而非真正（want do）想學（Ryan & Deci, 2001）。當學習的動機是導向工具性價值觀，學習的興趣就會打折扣。此與 2013 年的 PISA 的結果報告相吻合，臺灣（Chinese Taipei）在學校內與學校間的差異是所有參與國家中最大的，除此之外，學生雖然高表現，但在解決問題的開放性、自我責任感、工具性動機、自我概念等方面卻都偏低，內在動機與自我效能也只在各國平均左右（OECD, 2013）。事實上，若學生視學習是好玩、有趣的，學習本身就是一種酬賞（Ryan et al., 2001）。如何讓學生能以主動與正向的態度學習數學，是一個重要趨勢。教師或父母可以透過學習的理由或目的，鼓勵孩子來思考「為什麼」願意或不願意從事學習工作背後的原因（李玫蓉、程炳林，2005；Eccles & Wigfield, 2002; Elliot & McGregor, 2001; Wolters, 2004）。若教師或家長認為精熟學習導向是重要的態度，學習者則會重視對學習任務的精熟、理解與進步，容易發展出自我調整學習策略，改善學習成就提升學習的自信心（林宴瑛、程炳林，2007；張映芬、程炳林，2017）。反之，家長或教師持表現目標，鼓勵孩子努力表現得比他人傑出時，學生一旦被比下去，容易沒有學習數學的自信心（Fadlilmula, Cakiroglu, & Sungur, 2015; Seaton, Parker, Marsh, Craven, & Yeung, 2014）。教師若能調整其主導教學的角色，轉為輔助學生學習的角色。學生才能肩負較重的學習責任，學習的主導性愈高，未來才能成為主動的自我調整學習（黃政傑、張嘉育，2010），進而主動學習投入。以上的原因或許能說明「自我行動」之因子未能留在最終模型的緣由。

（二）數學學習策略與數學學業成就

數學科學習策略的操作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 et al., 2001）。如圖 6，本研究以「訊息處理」、「監控與診斷」與「人際求助」來反應學生對數學學習策略的使用程度，此三個構面符合 Pilcher 與 Miller（2000）的分類，「訊息處理」為認知策略、「監控與診斷」為後設認知策略，以及「人際求助」為資源管理策略，表示一個完整的數學學習策略應有認知、後設認知與資源管理等三種策略。

數學學習策略是影響學生學習數學的重要因子，然而沒有一成不變的數學學習策略。就如同藥方或菜單，需要針對顧客需求設計來客製化的學習。這說明老師的教學方式與學生的學習方法，都有改善的空間。提倡尊重多元文化的時代，數學教師如何因應多元教材與多元評量，多強調教學策略多元化，符應時代學習趨勢。其中關於學生的「人際求助」，在過去的研究顯示國中生較不會求助（張映芬等，2017；劉玉玲等，2015）。然而本研究中人際求助的平均

分數大於整體的平均數，這可能與十二年國教強調「互助共好」的學習策略有關。

Liu (2018a、2018b) 的質性研究顯示，一個班級內不同數學程度的學生使用不同的數學學習策略。這樣的結果是可以接受的，數學學業成就的雙峰現象呈現出學生程度高者使用較多的後設認知策略，就個別差異與時間成本考量，數學學習策略也需要差異化教學。Efil 和 Sitompul (2017) 的研究顯示，要讓學生活用學習策略，需依據學生的學習需求。事實上，數學學習中的問題類型已影響學習策略的使用。因此，讓他們選擇要使用的策略而不是對他們施加任何特定的策略。

(三) 數學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

由表 6 所示，自我概念對學習策略直接影響力為 0.63，學習策略對學業成就的直接影響力為 0.13。自我概念對學業成就直接影響力為 0.67，間接影響力為 0.08。數學學業自我概念以數學學習策略為中介變項之總影響力為 0.76。換言之，數學學習策略可在數學學業自我概念與數學學習策略間產生中介作用。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。教師欲提高數學自我概念時，可尋求適合的數學學習策略，有助學習成就的提升。許多研究大都支持具有較高自我概念的學生採取有效的學習策略 (Chen et al., 2015; Rodriguez, 2009)，而學習策略和學習成就之間成正相關 (Chiou, 2003; Green, Nelson, Martin, & Marsh, 2006)。影響學習成效是多個因素的綜合影響，城鄉差距或性別差異或其他因素都可能不同的影響的程度 (Schraw et al., 2001)。

二、教育上的意涵

本研究為橫斷面「自我提升」取向，欲發展於短期內改善學科自我概念的前置研究，由研究數據可瞭解研究對象之數學自我概念、數學學習策略可直接影響數學學業成就，數學自我概念以數學學習策略為中介變項，可以間接影響數學學業成就。國外已有多篇利用 Vygotsky (1978) 的中介概念，以及 Wood、Bruner 和 Ross (1976) 從 Vygotsky 的 ZPD 所發展出的鷹架 (scaffolding) 理論，用以改善學生數學自我概念與數學成就的研究，如建構數學遊戲、網路輔助教材、數學桌遊等鷹架 (Blanton, Stylianou, & David, 2003; Goos, 2004; Baxter & Williams, 2010; Sleep & Boerst, 2012)。國內許家驊 (2006、2008、2011) 利用中介作用與鷹架概念發展出適當的教學策略，引導學生使用解題策略，改善了學生的數學學習。本研究透過相關的理論、測量的方式，以及統計分析方法，

實證結果顯示數學科自我概念與數學學習策略不僅具有良好的構面，也是改善學習成就的有利因子。誠如 Marsh 與 Craven (2006) 所言，進行學科自我概念增強性的輔導方案時，教師應熟捻「數學自我概念」的內容物，方能如醫生對症下藥與評估成效。而非隨意發想將影響因子丟進教室，再給予簡單的數學題目，雖然學生數學成績提高了，但無法檢測此影響因子的有效性。

由表 1，在這次樣本中自重感的整體的平均數是 2.99，標準差為 0.82，其中題項分數低於平均數的如下：題項 (3) 我對自己在數學科方面的表現感到滿意，平均數是 2.91，這表示研究對象並不十分滿意自己在數學科方面的表現；(11) 我能從學習數學的過程中得到快樂與滿足，平均數是 2.86，表示快樂與滿足的學生不多；(4) 我對自己的數學能力很有信心，平均數是 2.84，研究對象對自己的數學科信心並不高；(6) 我相信老師和同學對我的數學表現有好印象，平均數是 2.82，所以研究對象並不認為老師和同學對自己的數學表現有好印象；(7) 我覺得數學科是我專長的科目，平均數是 2.49，表示研究對象並不認為數學科是擅長的科目。簡言之，不滿意自己在數學科方面的表現、對自己的數學科信心並不高，認為老師和其他同學對自己的數學表現沒有好印象、不認為數學科是自己擅長的科目。不論成績的高低，學生較沒有正向的數學自我概念與態度。所以提振學生對數學學習的信心是未來數學科教師教學的重要議題。

數學科學習策略的整體平均數是 3.15，其他構面的整體平均數都超過 3，表示研究對象大都會上述策略，其中題項分數低於平均數的如下：在訊息處理中，(3) 我會製作簡單的圖表，來幫助我整理數學公式或觀念，2.66，(4) 我會將不同課本、講義、筆記等的重要觀念統整在一起，2.8；所以學生自行整理重點的能力較弱。在人際求助中，(22) 為了弄懂我不會的題目或觀念，我會去請教老師，3.11，(23) 當我不瞭解老師上課的內容時，會在下課詢問老師，2.95，所以學生比較少向老師請教，而多是與同學或朋友請教討論。因此協助學生利用圖表統整重點，並鼓勵學生向老師請益是未來數學科教師教學的重要議題。

三、研究建議與研究限制

(一) 對教師在教學上的建議

1. 建立學生正向的數學學業自我概念，尤其是「自重感」部分。在本研究 SEM 模式中顯示出自我概念中的自重感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，將對學生的學習策略和學業成就有良好的增進效用。可採以下措施幫助學生建立正向的數學自我概念如課堂上多讚美；對於自信心缺乏導致學習表現不佳的學生，

專論

可私底下給予更多的關懷；增加學生數學的成功經驗；鼓勵父母對孩子數學學業表現減少責備多於鼓勵；教師可營造一個能知進取但非成績至上的班級風氣，勿以學業成就對學生標籤化，協助同學間互相砥礪學習，而非以學業成績訕笑同學。

2. 在學習策略的「訊息處理」能力方面，協助學生整理重點，進而教導學生能判讀出題目的關鍵字句，看出學習重點所在，培養自行整理訊息的能力。幫助學生做舊經驗的喚醒及和新經驗做好連結工作，建立起學習的連貫性。在「監控與診斷」能力方面，多做複習工作有助學生發現自己對舊經驗的遺忘情形，也可加強舊記憶；另外，對於學生的考卷要進行考後的講解檢討，要求確實的訂正，並且落實檢查制度，如此有助於學生發現自己學習的問題點，培養後設認知的能力。在「人際求助」能力方面，教師可與學生建立良好的互動關係，使學生能勇於發問，並且對發問的同學進行正向增強；另外，協助學生去獲得更多人際協助的資源，如實行小老師教學制度、營造同學間合作學習的模式、尋求兄、姊或家長的協助等等。

（二）研究限制

本研究的最終模式中為了整體模型配適度的要求未保留「自我行動」的因素，「自我行動」是自主。調整學習的概念。相關研究者指出，父母與師長持精熟目標，學習者則會重視對學習任務的精熟、理解與進步，容易發展出自我調整學習策略，改善學習成就提升學習的自信心（林宴瑛、程炳林，2007；張映芬、程炳林，2017），但本研究的調查資料未能驗證此種推論。

四、未來研究的建議

後續研究可再增加背景變項部分的探討，如學生的睡眠時間、家中排行、居住區位等，希冀分解出影響程度的差異與原因。或進一步進行縱貫性的研究，在人力、物力及時間的允許下，針對數學學業自我概念和數學學業成就的互惠模式理論，探討不同時間點下，此二變項間的交互影響力；另外，也可針對學習策略部分，做學習策略教學前後的學習成效探討，甚至檢視其對學業自我概念或學業成就的影響情形。

致謝

本論文感謝科技部經費補助（計畫編號：MOST 105-2511-S-130 -006），並感謝審查委員所提供的寶貴意見與建議。

參考文獻

- 王振世、何秀珠、曾文志、彭文松（2008）。**教育測驗與評量**。臺北市：雙葉書廊。
- 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。
- 李玫蓉、程炳林（2005）。趨向表現目標的類別及其與適應性學習組型之關係。**教育心理學報**，**37**（1），61-78。
- 李美蓮、劉祥通（2003）。開啟國中代數教學的新視窗。**科學教育月刊**，**265**，2-15。
- 林宴瑛、程炳林（2007）。個人目標導向，課室目標結構與自我調整學習策略之潛在改變量分析。**教育心理學報**，**39**（2），173-19。
- 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**（未出版之碩士論文）。銘傳大學教育研究所，臺北市。
- 邱皓政（2003）。**結構方程模式**。臺北市：雙葉書廊。
- 侯雅齡（2010）。科學自我概念之大魚小池效應探究：資優生教育安置方式的思考。**教育科學研究期刊**，**55**（3），61-87。
- 徐偉民（2011）。數學課程實施——一位國小資深教師的個案研究。**科學教育學刊**，**19**（2），101-122。
- 張春興（2002）。**心理學原理**。臺北市：東華。
- 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（NSC 88-2614-H-017-011），未出版。
- 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。
- 張新仁（2001）。實施補救教學之課程與教學設計。**教育學刊**，**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。
- 張映芬、程炳林（2017）。課室社會目標結構之建構暨其與個人社會目標，求助

- 行為之關係。**教育心理學報**，48（4），509-530。
- 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），77-97。
- 黃政傑、張嘉育（2010）。讓學生成功學習：適性課程與教學之理念與策略。**課程與教學季刊**，13（3），1-22。
- 許家驊（2006）。應用多階段動態評量發展國小數學文字題解題補救教學模式之效益分析研究。**教育與心理研究**，29（4），655-686。
- 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習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。
- 劉玉玲、沈淑芬（2015）。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。**教育心理學報**，46（4），491-516。
- 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。
- 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（未出版之碩士論文）。銘傳大學教育研究所，臺北市。
- 藍雅慧、張景媛（2004）。知情意整合的國中生數學學習歷程模式之建構。**教育心理學報**，35（3），201-219。
- 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。行政院國家科學委員會專題研究報告（SC95-2521-S-018-002），未出版。
- 龔心怡、李靜儀（2016）。國中生數學自我概念與數學學業成就相互效果模式之縱貫研究－性別差異與城鄉差距之觀點。**科學教育學刊**，24(S)，511-536。
- Alexander, L. (2018). Medical science under dictatorship. In I. L. Horowitz (Ed.), *Culture and civilization (Vol. 2): Beyond positivism and historicism* (pp. 108-129). New York, NY: Routledge.
- Arens, A. K., Marsh, H. W., Craven, R. G., Yeung, A. S., Randhawa, E., & Hasselhorn, M. (2016). Math self-concept in preschool children: Structure,

- achievement relations, and generalizability across gender. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 391-403.
- Baxter, J. A., & Williams, S. (2010). Social and analytic scaffolding in middle school mathematics: Managing the dilemma of telling. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(1), 7-26.
- Biggs, J. B. (1987). *Student approaches to learning and studying*. Retrieved from ERIC database. (ED308201)
- Blanton, M. L., Stylianou, D. A., & David, M. M. (2003). The nature of scaffolding in undergraduate students' transition to mathematical proof. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 113-120.
- Brisson, B. M., Dicke, A. L., Gaspard, H., Häfner, I., Flunger, B., Nagengast, B., & Trautwein, U. (2017). Short intervention, sustained effects: Promoting students' math competence beliefs, effort, and achievement. *American Educational Research Journal*, 54(6), 1048-1078.
- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, 332(6033), 1049-1053.
- Chen, B. H., Chiu, W. C., & Wang, C. C. (2015). The relationship among academic self-concept, learning strategies, and academic achievement: A case study of national vocational college students in Taiwan via SEM. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 24(2), 419-431.
- Cai, H., Brown, J. D., Deng, C., & Oakes, M. A. (2007). Self-esteem and culture: Differences in cognitive self-evaluations of affective self-regard? *Asian Journal of Social Psychology*, 10, 162-170.
- Chiou, H. J. (2003). Examination of validity and related concepts for the dimension/component model of self-concept on adolescence. *Journal of Education and Psychology*, 26(1), 85-131.
- Cook, N. F., & Braine, M. E. (2013). Meeting the challenges of neuroscience nursing education. *British Journal of Neuroscience Nursing*, 9(5), 248-249.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109-132.

- Elliot, A. J., & McGregor, H. A. (2001). A 2×2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 501.
- Efil, J. P., & Sitompul, A. M. (2017, December). The use in active learning strategy of learning starts with a question type in the mathematics learning. In *Proceedings of 2nd Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership* (pp. 289-292). Indonesia: Universitas Negeri Medan.
- Fadlelmula, F. K., Cakiroglu, E., & Sungur, S. (2015). Developing a structural model on the relationship among motivational beliefs, self-regulated learning strategies, and achievement in mathematics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(6), 1355-1375.
- Ganotice, F. A., & Chan, L. K. (2018). Construct validation of the English version of readiness for interprofessional learning scale (RIPLS): Are Chinese undergraduate students ready for shared learning? *Journal of Interprofessional Care*, 32(1), 69-74.
- Geary, D. C. (2013). Early foundations for mathematics learning and their relations to learning disabilities. *Current Directions in Psychological Science*, 22(1), 23-27.
- Goos, M. (2004). Learning mathematics in a classroom community of inquiry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(4), 258-291.
- Green, J., Nelson, G., Martin, J. A., & Marsh, H. W. (2006). The causal ordering of self-concept and academic motivation and its effect on academic achievement. *International Education Journal*, 7(4), 534-546.
- Hair, J. F. Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (2009). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Hattie, J., & Marsh, H. W. (1996). The relationship between research and teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 66(4), 507-542.
- Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 1, 371-404.
- Hinton, A. L. (1998). *Teaching and learning strategies: A comparison of teachers'*

and students' perceptions (Doctoral dissertation). Retrieved from Dissertation Abstracts International. (DAI-A 60/02)

Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. (2008, June). Evaluating model fit: A synthesis of the structural equation modelling literature. In A. Brown (Ed.), *Proceedings of 7th European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies ECRM 2008* (pp. 195-200). Sonning Common, UK: Academic Publishing International Ltd.

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. (ED349309)

Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.

Kiemer, K., Gröschner, A., Pehmer, A. K., & Seidel, T. (2015). Effects of a classroom discourse intervention on teachers' practice and students' motivation to learn mathematics and science. *Learning and Instruction*, 35, 94-103.

Kombe, D., Che, S. M., Carter, T. L., & Bridges, W. (2016). Student academic self-concept and perception of classroom environment in single-sex and coeducational middle grades mathematics classes. *School Science & Mathematics*, 116(5), 265-275.

Kurman, J., & Sriram, N. (2002). Interrelationships among vertical and horizontal collectivism, modesty, and self-enhancement. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 33(1), 71-86.

Liu, Y. L. (2018a, April). *Using affective scaffolding to correct mathematical misconceptions for junior high students – Collaborative action research*. Paper presented at the 4th International Conference on "Multidisciplinary Innovation in Business Engineering Science & Technology" (MI-BEST-2018), Bangkok, Thailand.

Liu, Y. L. (2018b, November). *Employing infusing curriculum to build cognitive and affective scaffolding to get a win-win situation for students and teacher in a mathematics classroom*. Paper presented at the TERA-GACC 2018 Conference, Teaching and Learning Literacy, National Sun Yat-sen University, Taiwan.

- Marsh, H. W. (1990). *The self description questionnaire - I: SDQ-I manual*. Sydney, Australia: University of Western Sydney
- Marsh, H. W. (1992). *The self description questionnaire III: SDQ-III manual*. Sydney, Australia: University of Western Sydney.
- 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. (2007). *Self-concept theory, measurement and research into practice: The role of self-concept in educational psychology*. Leicester, UK: British Psychological Society.
- 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(2), 133-16.
- Marsh, H. W., Craven, R. G., & McInerney, D. M. (2006). The new frontiers for self research. In H. W. Marsh, R. G. Craven, & D. M. McInerney (Eds.), *New frontiers for self research* (pp. 17-51). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Marsh, H. W., Seaton, M., Hattie, J., & Anderman, E. M. (2013). Academic self-concept. In J. Hattie & E. M. Anderman (Eds.), *International guide to student achievement* (pp. 62-63). New York, NY: Routledge.
- Martin, A. J. (2013). Goal orientation. In J. Hattie & E. M. Anderman (Eds.), *International guide to student achievement* (pp. 353-355). New York, NY: Routledge.
- McInerney, D. M., Cheng, R. W. Y., Mok, M. M. C., & Lam, A. K. H. (2012). Academic self-concept and learning strategies: Direction of effect on student academic achievement. *Journal of Advanced Academics*, 23(3), 249-269.
- Mooney, J., Seaton, M., Kaur, G., Marsh, H. W., & Yeung, A. S. (2016). Cultural perspectives on indigenous and non-indigenous Australian students' school motivation and engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 47, 11-23.

- Nambiar, R. (2009). Learning strategy research – Where are we now. *The Reading Matrix*, 9(2), 132-149.
- OECD (2013). *PISA 2012 results: Excellence through equity: Giving every student the chance to succeed* (Vol. II). <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201132-en>
- Pilcher, C., & Miller, G. (2000). Learning strategies for distance education students. *Journal of Agricultural Education*, 41(1), 60-68.
- Rodriguez, C. M. (2009). The impact of academic self-concept, expectations and the choice of learning strategy on academic achievement: The case of business students. *Higher Education Research & Development*, 28(5), 523-539.
- Richland, L. E., Zur, O., & Holyoak, K. J. (2007). Cognitive supports for analogies in the mathematics classroom. *Science*, 316(5828), 1128-1129.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2001). On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudaimonic well-being. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 141-166.
- 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>
- Seaton, M., Parker, P., Marsh, H. W., Craven, R. G., & Yeung, A. S. (2014). The reciprocal relations between self-concept, motivation and achievement: Juxtaposing academic self-concept and achievement goal orientations for mathematics success. *Educational Psychology*, 34(1), 49-72.
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2009). Does school context matter? Relations with teacher burnout and job satisfaction. *Teaching and Teacher Education*, 25(3), 518-524.
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J., & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46(3), 407-441.
- Skemp, R. R. (1989). *Structured activities for primary mathematics: How to enjoy real mathematics* (Vol. 2). Milton Park, UK: Taylor & Francis.
- Sleep, L., & Boerst, T. A. (2012). Preparing beginning teachers to elicit and interpret students' mathematical thinking. *Teaching and Teacher Education*, 28(7),

1038-1048.

- Timmerman, H. L., Van Luit, J. E., & Toll, S. W. (2017). The relation between math self-concept, test and math anxiety, achievement motivation and math achievement in 12 to 14-year-old typically developing adolescents. *Psychology, Society, and Education, 9*(1), 89-103.
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. Readings on the development children, *Readings on the Development of Children, 23*(3), 34-41.
- Wolters, C. A. (2004). Advancing achievement goal theory: Using goal structures and goal orientations to predict students' motivation, cognition, and achievement. *Journal of Educational Psychology, 96*(2), 236.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*(2), 89-100.

Exploring a Model for Junior High School Students' Learning Strategies and Achievements for Mathematics

Yu-Ling Liu* Shu-Fen Shen**

As mathematics educators, the student's learning has been our major concern for long. Since many past researches were conducted in small-scale and limited in a validity of inferences, this research has been expanded into a larger scope to see if there could be changes between variables or mediators. It aims to re-conceptualize the self-concept and learning strategy on mathematics. It tries to facilitate the classroom teaching direction in the future, and to design a quality self-concept enhancement program for students. With the questionnaire survey used in this study, the instruments included the mathematics self-concept scale and the mathematics learning strategy scale. Then, the structural equation modelling was used to analyze the data (N=1,200) from the 8th graders in Taiwan.

The findings from this research are consistent with the previous studies on (a) mathematics self-concept has a significant positive effect on mathematics learning strategies; (b) mathematics self-concept has a significant positive effect on mathematics academic achievement; and (c) mathematics learning strategies has a positive effect on mathematics academic achievement. Mathematics learning strategies are proved to be able to play as the mediator toward mathematics academic achievement in this study. Unlike previous researches, mathematics learning strategies should include cognition strategies, recognition strategies, and resource management strategies. Teachers need to be aware of the mathematics learning strategies for timely change and need to be flexible when using teaching strategies. The implications for the present study were discussed and the suggestions for teachers and further research were also proposed.

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

專論

* Yu-Ling Liu, Professor, Teacher Education Center, Ming Chuan University

** Shu-Fen Shen, Assistant Professor, Department of Economics and Finance,
Ming Chuan University

Corresponding Author: Yu-Ling Liu, e-mail: tyhsien@yahoo.com.tw