

教育科學研究期刊 第六十二卷第一期

2017年，62(1)，59-102

doi:10.6209/JORIES.2017.62(1).03



學生知覺教師期望、能力信念、實用價值 與內在價值對臺灣八年級學生數理成就之 影響：以 TIMSS 2011 多層次結構方程式 模型為例

陳敏瑜

臺北市立大學
教育學系

游錦雲

臺北市立大學
心理與諮商學系

摘要

本研究以期望價值理論為架構，進行國際數學與科學成就趨勢調查（TIMSS）2011年臺灣八年級學生數學和科學成就之多層次結構方程式模型分析，瞭解學生層次（學生知覺教師期望、能力信念、實用價值、內在價值）及班級層次（班級知覺教師期望、班級能力信念、班級實用價值、班級內在價值）重要變項之影響力，並探究能力信念在學生知覺教師期望與數理成就之間的中介效果。本研究發現，學生層次和班級層次的模型結構並不相同，在學生層次的分析中，數學和科學的能力信念對學生學業成就的直接效果最大，而在數學與科學的班級層次分析中，班級能力信念皆對班級學業成就產生相當大的直接影響。此外，學生能力信念在學生知覺教師期望與數理成就之間扮演中介角色。最後依據研究結果提供建議，以供實務應用及未來研究之參考。

關鍵詞：多層次結構方程式模型、次級資料分析、國際數學與科學成就趨勢調查 2011、期望價值理論、數理成就

壹、前言

一直以來，許多心理學理論都在討論成就動機，成就動機理論的提出有助於解釋、預測和影響個體追求卓越的行為（Atkinson, 1964）。1970 年代開始，認知心理學慢慢受到重視，對於成就動機的討論也從可直接觀察的外顯行為，轉向著重無法直接觀察到的認知因素，例如能力信念、任務價值等（Stipek, 1998），這意味著許多理論學者逐漸接受成就動機本質中的社會認知因素（Eccles, Wigfield, & Schiefele, 1998），而 Eccles 等（1983）提出的期望價值理論（expectancy-value theory, EVT）是從社會認知觀點探討成就動機對個體影響的理論之一，也是當代探討成就動機的重要觀點。Eccles 等人於 1983 年提出的 EVT 模型清楚詳細地說明各變項之間的關係，認為個人所處的文化脈絡和社會環境、過去與成就相關的經驗等因素，會影響個人對他人期望、他人態度的知覺，也會對個人經驗的詮釋產生影響，這些知覺、詮釋和經驗又影響著個人能力信念以及個人目標。而能力信念、成功期望和任務價值則進一步直接影響成就表現。國外眾多研究已驗證能力信念、實用價值與內在價值對學生在體育、語文和數學領域學習成就有解釋力（例如 Meece, Wigfield, & Eccles, 1990; Nagy et al., 2008; Wigfield & Eccles, 2002），國內有關 EVT 的實證資料則主要是在體育領域（例如李玉琳、廖主民，2005；林章榜、吳海助，2007；廖主民、林章榜，2008），數學領域的研究較少（林志哲，2007；梁麗珍、林恆瑜，2008；陳敏瑜、游錦雲，2013；黃秋華，2007），應用於科學的研究更是寥寥無幾，顯示國內有關 EVT 對學生數學和科學成就之討論仍有待耕耘。

本研究使用透過多層次抽樣法蒐集資料的國際數學與科學教育成就調查（Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS），係先抽出受試的學校，接續從學校中抽取受試的班級，而被抽到班級中的全部學生皆為受試者。因此資料具有學生巢套於班級、班級巢套於學校的多層次結構，需採用多層次分析以排除脈絡效果（contextual effect）對樣本的影響（McDonald & Goldstein, 1989）。然而，過去這類資料通常僅被視為個人層次資料處理，但如此分析可能導致低估參數估計值之標準誤，也可能增加第一類型錯誤的機率，解決方法除了校正標準誤（Kish, 1965），另一種更精確的處理乃是以多層次方法進行分析（Muthén, 1994）。

目前國內最常使用的多層次分析方法為「階層線性模型」（Hierarchically Linear Model, HLM），HLM 雖可檢視脈絡變項對個體的影響，卻未能檢視脈絡變項本身的潛在結構，若想分析潛在變項則需使用「結構方程式模型」（Structural Equation Model, SEM），但 SEM 屬於單層次分析方法。HLM 和 SEM 各有優勢，當資料同時具有多層次結構以及潛在變項估計的需求時，兩種方法分別僅能解決部分的問題（Bentler & Liang, 2003; Heck & Thomas, 2009; Hox, 2002），為了讓單一研究可同時解決多層次結構與潛在變項的估計問題，學者們發展出結合

HLM 和 SEM 兩種技術的「多層次結構方程式模型」(Multilevel Structural Equation Model, MSEM)。國外已有研究使用 MSEM 進行與學業成就相關的多層次資料分析 (Li, Duncan, Duncan, Harmer, & Acock, 1997; Miranda & Russell, 2011; Rosário et al., 2013; Televantou et al., 2015; Ulstad, Halvari, Sørøbø, & Deci, 2016)。國內有關 MSEM 的研究有李仁豪與余民寧 (2008)、邱皓政 (2007)、賴英娟 (2013)，不過，這些研究並未探討到成就表現及其影響因素。因此，本研究欲使用 TIMSS 2011 臺灣八年級學生的資料進行 MSEM 分析，探究影響學生數學與科學成就的學生層次變項以及班級層次變項，是本研究動機之一。

教育環境中，教師行為會直接或間接影響學生對自己能力及價值的知覺，教師行為的相關研究又以教師期望受到教育心理學者較多的關注 (Jussim & Harber, 2005; Rubie-Davies, 2009)。Rosenthal 與 Jacobson (1968) 提到教師期望對學生的自我概念、學業成就，有著不容忽視的影響力，是教學情境中重要的師生互動現象。然而，教師期望必須透過學生對教師期望的知覺才能真正發生效應，學生對教師期望的知覺和感受是影響教師期望自我應驗作用的可能重要因素 (郭生玉, 1982; Wilkins & Glock, 1973)。依據 EVT，個人知覺到的社會期望會影響能力信念，而自我能力信念又對學業成就產生直接影響 (Eccles et al., 1983, p. 85)，由此推論，自我能力信念可能為學生對教師期望的知覺與其學業成就之中介變項 (mediator)。因此，本研究除了關切學生知覺教師期望的影響力，也想瞭解能力信念在學生知覺教師期望與學業成就間的中介效果，以進一步瞭解學生知覺教師期望、能力信念與學業成就間的因果關聯機制，此為研究動機之二。

雖然國外已有研究驗證能力信念、實用價值與內在價值對學生學業成就的解釋力，但在不同文化環境、教育資源下，能力信念、實用價值與內在價值對臺灣學生是否也有相同的影響，需要進一步探討。因此，為了瞭解 EVT 對於臺灣學生數學和科學成就表現的適用性，本研究以 EVT 為理論架構，採用 MSEM 為分析方法，探究學生知覺教師期望、能力信念、實用價值與內在價值對臺灣八年級學生數學、科學成就之影響，以及釐清能力信念在學生知覺教師期望與學業成就之間的中介效果，希望提供教師、家長以及教育工作者另一理論觀點來瞭解影響學生數學成就的動機因素，並能夠在學生學習過程中更加關注這些可能的因素，適時給予增強和協助。

基於上述研究動機，本研究目的如下：

- 一、分別建構臺灣八年級學生數學、科學成就之 MSEM，掌握學生層次（學生知覺教師期望、能力信念、實用價值、內在價值）及班級層次（班級知覺教師期望、班級能力信念、班級實用價值、班級內在價值）變項對學業成就之影響。
- 二、檢驗能力信念在知覺教師期望與數學、科學成就之間的中介效果。
- 三、依據上述研究結果，提供教師教學實務及未來研究的建議。

貳、文獻探討

首先說明本研究欲探討之學生知覺教師期望、能力信念、實用價值和內在價值等變項的定義，接續整理變項之間的關聯，最後針對重要變項與數學、科學成就之關係進行文獻分析。

一、EVT

成就動機理論有助於解釋、預測和影響個體追求卓越的行為 (Atkinson, 1964)，是許多心理學理論不斷討論的議題，Eccles 等 (1983) 提出的 EVT 是從社會認知觀點探討成就動機對個體影響的理論之一。以下說明本研究所關切之學生知覺教師期望、能力信念、實用價值與內在價值在 EVT 中的定義及內涵，並以圖 1 表示完整的 EVT 架構，其中黑體字標示的是本研究所欲探討的變項 (個人對他人期望和態度的知覺、個人能力信念、實用價值、內在價值、成就表現)。

教師在教育環境中的角色相當重要，舉凡學習困難的診斷、學習動機的激發以及學習表現的評量等，均是教師幫助學生獲得成功學習所要承擔的重要任務 (Hamre & Pianta, 2005)。課堂中，教育心理學者對於教師行為的研究，特別是教師期望的議題，更加關心和注意 (Jussim & Harber, 2005; Rubie-Davies, 2009)，而郭生玉 (1982)、Wilkins 與 Glock (1973) 指出教師期望必須透過學生對教師期望的知覺才能真正發生效應。EVT 模型提到個人所知覺的社會期望會影響能力信念，學生對父母或教師期望的知覺會影響其自我能力的看法 (Eccles et al., 1983, p. 85)，而能力信念又會對學業成就產生影響，由此可知，能力信念可能在學生知覺社會期望與學業成就之間扮演著中介變項的角色。因為教師是學生在學校學習過程中十分重要的角色，因此本研究特別針對學生知覺教師期望的部分進行瞭解。

能力信念除了意味著個人對自我能力的知覺，也包含與他人比較之後個人對自我能力的知覺。Eccles 等 (1983) 將成功期望和能力信念分成兩個構面，成功期望意指個體在長期或短期目標中覺得自己能夠獲得成功的可能性，著重未來能力的期望；能力信念則是個體對自己行動當下能力的看法，著重目前能力的評估。EVT 提到能力信念會透過成功期望影響成就表現。然而，有些驗證性因素分析 (Confirmatory Factor Analysis, CFA) 結果顯示，兩構面的題項聚斂為一因素，並非如理論所述可區分成兩個。本研究檢視 TIMSS 2011 試題，發現當中未詢問學生關於未來對數學成就和科學成就的成功期望，因此本研究檢視的是數學與科學的能力信念。

Eccles 等 (1983) 認為任務的價值除了受到任務本身的特性影響之外，也與個體需求及所想追求的目標相關，任務價值的評價愈高，代表該任務愈能滿足個體的需求與目標。任務價值包含四個主要成分：成就價值、實用價值、內在價值和代價。本研究欲探討的實用價值指整體評估此任務對達到未來生涯目標所帶來的助益，而內在 (或稱興趣) 價值是指個體沉浸

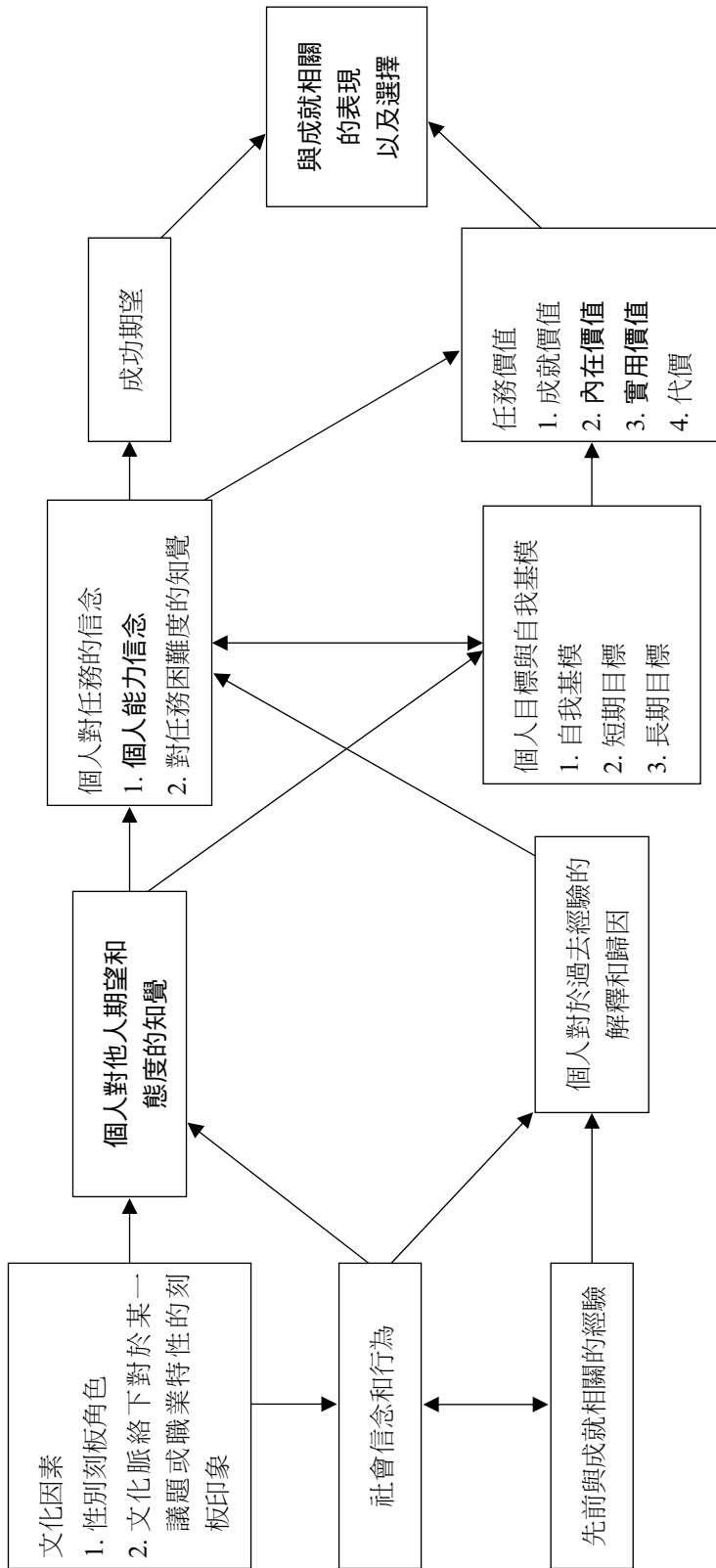


圖1. EVT架構。引自“Expectancies, Values, and Academic Behaviors” (pp. 80, 100, 123), by J. S. Eccles, T. F. Adler, R. Futterman, S. B. Goff, C. M. Kaczala, J. L. Meece, and C. Midgley, 1983. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and Achievement Motives*. San Francisco, CA: W. H. Freeman.

於該任務中所獲得內在的、主觀的興趣和享受。由因素分析結果發現，任務價值為多因素結構，且不同構面對成就的影響並不相同（陳敏瑜、游錦雲，2013；Eccles & Wigfield, 1995；Eklöf, 2007；Fan, 2011；Simpkins, Davis-Kean, & Eccles, 2006）。TIMSS 對任務價值的測量包含內在與實用價值（Martin, Mullis, Foy, & Stanco, 2012；Mullis, Martin, Foy, & Arora, 2012），故本研究將任務價值分成實用與內在價值兩潛在因素，分別檢視對數理成就的影響。

二、學生知覺教師期望、能力信念、實用價值與內在價值間之關聯

學生知覺教師期望屬於「個人對他人期望和態度的知覺」，依據 EVT 理論（圖 1），此知覺應會影響個人能力信念。Madon、Jussim 與 Eccles（1997）、Rubie-Davies（2006）皆發現知覺教師期望較低的國小學生，數學自我概念顯著低於知覺教師期望高的國小學生。蕭金蘭、羅新興與黃俊彥（2010）發現研究生知覺教師期望對於研究生自我效能具有顯著解釋力。以上研究結果皆顯示學生知覺教師期望的高低會影響其學習數學的能力評估。

有關能力信念、實用價值與內在價值，Wigfield 等（1997）以一、二、四年級學生為對象進行 3 年追蹤研究，發現一到六年級學生的能力信念與內在價值的相關皆高於能力信念與實用價值的相關。Eccles 與 Wigfield（1995）以五到十二年級學生，以及 Watt（2004）以七到十一年級學生為對象，皆發現數學能力信念與內在價值的相關，較數學能力信念與實用價值的相關高。Eccles 與 Wigfield 認為可能是由於實用價值的評估還會受到其他因素的影響，例如文化價值、性別刻板印象等，因此與能力信念的相關沒有如能力信念與內在價值的相關高。從上述研究結果可知，就國小、國中、高中學生而言，能力信念對實用價值、內在價值的相關多為正向。

三、學生知覺教師期望、能力信念、實用價值、內在價值與學業成就之關聯

Hinnant、O'Brien 與 Ghazarian（2009）長期追蹤分析發現，一年級教師的期望分數對大部分三年級學生的數學分數能產生正向的影響，此外，一年級和三年級教師對學生的數學期望皆能預測學生五年級的數學成就，當學生知覺到教師對他們的數學成就持較正向的期望，學生未來的數學成就表現也會愈好；教師所持的期望愈負向，學生的數學成就表現愈不佳。從 Hinnant 等人的研究結果可知，數學教師期望對學生數學成就具有重要影響力，且影響效果持續存在。Jiménez-Morales 與 López-Zafra（2013）也認為學生知覺教師期望與學業成就之間存在正相關，以中學一、二年級學生為研究對象，發現學生知覺教師對自己持正面期望愈高，以及知覺教師的負面期望愈低，學業成就愈可能較高。

從 TIMSS 資料的分析可發現能力信念和學業成就間存在高度正相關，且會對學業成就造成顯著正向的影響。數學方面，數學能力信念較高的學生有較好的數學成就表現（Guo, Marsh, Parker, Morin, & Yeung, 2015；Kadijevich, 2008；Liu & Meng, 2010；Shen, 2002；Wilkins, Zembylas, & Travers, 2002）。此外，Meece 等（1990）研究七、八、九年級學生，Fan、Lindt、Arroyo-Giner 與 Wolters（2009）透過 SEM 分析十年級的學生都發現，數學能力信念對數學成

就有正向的直接影響。科學方面，侯雅齡（2013）發現國中資優生科學自我概念會正向影響科學成就。

Yıldırım（2012）分析 PISA（Program for International Student Assessment）2003 土耳其學生資料，實用價值與數學成就為正相關。Trautwein 等（2012）調查德國 13 年級學生也有類似發現，當學生認為數學學習對於自己未來的學習或工作有實質的幫助，能促使正向學習結果的產生。科學實用價值方面的研究，DeBacker 與 Nelson（2000）發現科學實用評價愈高的高中生，愈認同學習科學對於自己未來工作的幫助愈多，科學成就表現也愈優秀。因此，建議教育者應協助學生瞭解學習科學的實用性價值，並幫助學生將這些價值內化，使其更加願意學習科學課程和參與科學活動，對於科學成就的提升相當有幫助。

Denissen、Zarrett 與 Eccles（2007）針對 6-17 歲學生進行研究，探討興趣與學業成就的關聯，發現當學生對於某個科目（英文、數學、科學、體育、音樂）有高度興趣，可能會更投入學習，因而得到較高的學習成就。此外，對數學較有興趣的學生，除了數學成就較高之外，通常也較會選擇難度偏高的數學課程。多位學者都發現內在價值會對數學成就產生正向影響（Ahmed, Minnaert, van der Werf, & Kuyper, 2010; Shen & Tam, 2008; Zhu & Leung, 2011）。關於科學內在價值，吳坤璋、黃台珠與吳裕益（2005）以 SEM 探討中、小學生知覺教師教學、學習環境、科學學習動機、對科學的態度與科學學習成就之關係。其中「對科學的態度」的定義：「認為自然課是學校最有趣的科目」、「上自然課是很好玩的」，接近期望價值理論中的內在價值，結果發現，國小和國中學生對科學態度愈是積極正向，科學學習成就也愈佳。不過，高中生對科學的態度則對學習成就沒有直接顯著的效果。

本研究經文獻評閱可知，多數研究僅探討單一價值構面，唯有 Fan（2011）、Wigfield 等（1997）、Yıldırım（2012）同時探討實用與內在價值對學業成就之影響。本研究與這些研究的差異在於，Wigfield 等人關注一到六年級學生數學、閱讀、音樂、體育方面，實用／重要性價值和內在價值的成長趨勢變化，但並未討論不同面向的任務價值對不同領域學術成就的影響。Fan 以 SEM 探討社會影響力（父母影響、同儕影響）、任務價值（數學內在價值、英文與數學整體實用價值）、能力信念、教育期望對學術參與的結構關係，雖然將內在價值分學科（數學、英文）探討，其實用價值仍僅針對整體學習而言，而非著重在特定學科實用價值的評估。Yıldırım 則僅針對數學進行探討並未涉及科學。

國外許多研究已驗證能力信念、實用價值與內在價值對學生學習成就、學術選擇等方面有解釋力，多數應用在體育（例如 Eccles, Wigfield, Harold, & Blumenfeld, 1993; Jacobs, Lanza, Osgood, Eccles, & Wigfield, 2002）、語文（Eccles, Adler, & Meece, 1984; Spinath & Steinmayr, 2008; Wigfield et al., 1997）和數學（Bouffard, Marcoux, Vezeau, & Bordeleau, 2003; Eklöf, 2007; Marsh, Trautwein, Lüdtke, Köller, & Baumert, 2005; Trautwein et al., 2012; Wigfield, 1994）。科學領域的討論較少，僅 DeBacker 與 Nelson（1999）、Nagengast 等（2011）、Sullins、Hernandez、

Fuller 與 Tashiro (1995) 三篇研究，其中 Nagengast 等人探討科學自我概念、內在價值對科學課外參與、職業選擇意願的影響，Sullins 等人探討 EVT 在學生選擇生物專業課程的應用，焦點都是在職業或課程選擇而非科學成就。因此，以下相關文獻討論會以數學領域為主。

Bouffard 等 (2003) 追蹤國小一年級學生連續 2 年的學習趨勢，發現無論是一年級、二年級或三年級，控制內在價值時，能力信念都可正向影響數學成就，但是控制數學能力信念時，內在價值與數學成就的影響力則未達顯著，Bouffard 等人認為可能是數學能力信念與數學內在價值之間高度的關聯性所造成。此結果與 Marsh 等 (2005) 的研究類似。國內研究方面，黃秋華 (2007) 分析香港 15 歲青少年，發現實用價值顯著正向影響數學成就，當學生認為數學對自己的未來有幫助時，有助於數學成就的增進。梁麗珍與林恆瑜 (2008) 根據 EVT，利用 SEM 瞭解技職院校修統計課的學生自我效能、控制信念、興趣、重要／有用性價值與學業成就的關係，其中「自我效能」是指：個人對自己成功學習統計學的能力判斷，與理論中的期望能力信念有相同意涵。結果發現，興趣是解釋統計學習成績的最重要因素，而自我效能、重要／有用性價值無法直接影響統計學成績，自我效能和重要／有用性價值必須透過興趣才會對學習成績產生影響。原因可能是當學生的自我效能高，對學習統計學非常有信心，若沒有興趣的維持，也不會願意花時間學習統計課程，對統計學習的成績不會產生顯著影響。Kadijevich (2008) 探討 TIMSS 2003 所有國家八年級學生數學自我概念、實用價值與內在價值與數學成就的關係以及影響，用迴歸分析發現三變項都有顯著預測力，其中以自我概念的解釋力最高，單一變項就可以解釋 45%到 61%的變異量。

科學領域研究中，Areepattamannil 與 Freeman (2008) 以 HLM 分析 PISA 2006 資料，結果顯示在加拿大學生層次變項方面，對科學的喜愛程度、科學自我效能、科學自我概念對科學成就的影響皆為顯著正向，其中科學自我效能的影響甚高，不過 Areepattamannil 與 Freeman 未針對科學實用價值對科學成就之影響進行探討。Chow 與 Yong (2013) 研究汶萊 11 年級學生，從相關分析得知，科學內在動機、科學外在動機、學習科學的自我效能與科學成就都有顯著正相關。雖然 Chow 與 Yong 的研究有討論到內在價值和外在價值等不同任務價值構面與自信心對科學成就的影響，但僅是分開檢視變項之間的相關關係，無法處理測量誤差的問題，也不能對變項關係進行統整的瞭解，缺乏對所有變項之間影響關係的整體瞭解。

上述研究結果顯示，學生知覺教師期望、能力信念、實用價值與內在價值對學業成就都有重要影響力，其中同時探討實用價值與內在價值對學業成就之影響的研究較少，且結果不太一致。此外，從 EVT 假設可知學生知覺教師期望、能力信念、實用價值及內在價值四因素之間存在關聯性，並可能對學業成就產生影響，但多數研究僅著重在能力信念、實用價值與內在價值對學業成就之影響，少有研究針對學生知覺教師期望對能力信念的影響，以及是否進而影響到學業成就進行深入瞭解。據此，本研究將探究學生知覺教師期望、能力信念、實用價值及內在價值對數學和科學成就之影響，並進一步分析學生知覺教師期望對學生能力信念的影響為何，是否透過能力信念的中介效果影響數學和科學成就。

參、研究方法

一、研究架構

依據前述文獻探討，本研究著重探討 EVT 模型中學生知覺教師期望、能力信念、實用價值、內在價值與學業成就之間的關聯，研究架構如圖 2 所示，分成學生層次和班級層次進行 MSEM 分析。

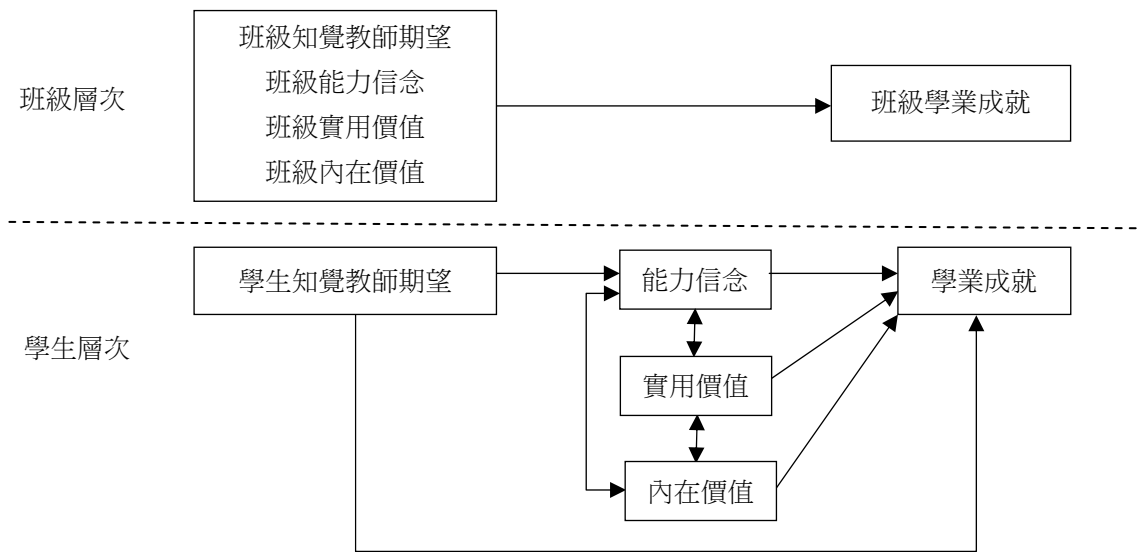


圖2. 研究架構

二、資料來源與樣本

本研究資料來自 TIMSS 2011 臺灣八年級學生的背景問卷、數學成就和科學成就，學生層次有效人數總共有 5,042 人，班級層次的樣本數為 150 個班級，符合第二層次最少需 100 的樣本數需求 (Heck & Thomas, 2009)。

三、測量變項

依據理論文獻對於因素的定義，本研究以 20 個指標測量學生知覺數學教師期望、數學能力信念、數學實用價值、數學內在價值四個潛在變項，21 個指標測量學生知覺科學教師期望、科學能力信念、科學實用價值、科學內在價值四個潛在變項，並以 TIMSS 所提供的第一組能力似真值 (Plausible Value 1, PV1) (Martin & Mullis, 2012)，作為學生數學成就 (Math Plausible Value 1, MPV1)、科學成就 (Science Plausible Value 1, SPV1) 指標。本研究欲分析

的研究變項及其測量指標請參見附錄一，以下說明學生層次和班級層次變項於本研究的意涵，以及學生層次各變項之內部一致性。

(一) 學生層面變項

1. 學生知覺數學／科學教師期望

(Perception of Math Teachers' Expectations, PMTE/ Perception of Science Teachers' Expectations, PSTE)

意指學生對數學／科學教師期望他們在數學／科學成就表現的知覺和感受，TIMSS 2011 測量學生知覺數學以及科學教師期望的題項皆為兩題。依選項回答「1=非常同意」、「2=有點同意」、「3=不太同意」、「4=很不同意」，此四題皆為反向計分題，分數愈高代表學生知覺教師期望愈高。學生知覺數學教師期望題項的內部一致性係數 Cronbach's α 值為 .84；學生知覺科學教師期望題項的 Cronbach's α 值為 .87。

2. 數學／科學能力信念

(Ability Belief of Math, ABM/ Ability Belief of Science, ABS)

測量數學／科學能力信念的題項同為七題。選項由 1 至 4 分別代表非常同意、有點同意、不太同意與很不同意，數學題項中 MWEL、MQKY 與 MSOL 三題及科學題項中 SWEL、SQKY 與 SSOL 三題為反向計分題，分數愈高代表數學／科學能力信念愈高。數學能力信念的測量指標內部一致性係數 Cronbach's α 值為 .92，科學能力信念測量指標的 Cronbach's α 值為 .91。

3. 數學／科學實用價值

(Utility Valuing of Math, UVM/ Utility Valuing of Science, UVS)

符合數學／科學實用價值內涵的題項各為六題，皆為反向計分題，分數愈高代表對數學／科學實用評價愈高。數學實用價值與科學實用價值題項的 Cronbach's α 值分別為 .83 與 .88。

4. 數學／科學內在價值

(Intrinsic Valuing of Math, IVM/ Intrinsic Valuing of Science, IVS)

TIMSS 2011 學生背景問卷中五題符合數學內在價值構面的內涵，符合科學內在價值內涵的題項則為六題，其中，數學題項的 MENJ、MINT 與 MLIK，以及科學題項的 SENJ、SINT、SLIK 與 SREA 為反向計分題，分數愈高代表數學／科學內在價值評估愈高。數學內在價值五個題項的 Cronbach's α 值為 .91，科學內在價值六個題項的 Cronbach's α 值為 .90。

從學生層面各面向信度來看，Cronbach's α 值介於 .83~.92 之間，顯示各量表具有相當理想的信度。

（二）班級層次變項

多層次模型有種特殊變項稱為脈絡變項，即個人層次的自變項透過組內聚合程序形成高階的自變項（Duncan, Curzort, & Duncan, 1966）。Marsh 等（2009, p. 777）指出 MSEM 會考量學生層次和班級層次的測量誤差（measurement error），以及由學生層次聚合而成的班級層次的抽樣誤差（sampling error），所以班級層次脈絡變項並非單純是由學生層次變項加總而來的重複變項。班級層次中，脈絡變項是將屬於同一班級內的學生所知覺到的教師期望、能力信念、實用價值以及內在價值的觀察變項，透過組內聚合程序產生相同測量內涵的觀察變項之聚合平均數（aggregated means），並以聚合平均數代表班級層次中的脈絡變項，即班級數學／科學學業成就（MPV1b/SPV1b）、班級知覺數學／科學教師期望（PMTEb/PSTEb）、班級數學／科學能力信念（ABMb/ABSb）、班級數學／科學實用價值（UVMb/UVSb）和班級數學／科學內在價值（IVMb/IVSb）。

四、分析方法

本研究採用 Mplus 7.11 版（Muthén & Muthén, 2012）進行分析，並使用其預設之假設隨機遺漏值（missing at random）的最大概似法，將包含遺漏值的資料皆納入分析。首先以 CFA 初步檢視學生層次相關題項的信度與效度及因素模型，接續為了同時瞭解學生和班級層次的潛在變項結構而進行多層次驗證性因素分析（Multilevel Confirmatory Factor Analysis, MCFA），最後利用 MSEM 進行學生和班級層次潛在變項之模型分析。

CFA 與 MCFA 採用 Anderson 與 Gerbing（1988）建議的兩階段方式檢驗假設模型，先檢視測量模型的適配性再檢視結構模型，以降低解釋性混淆（interpretational confounding）的問題。本研究使用觀察變項（即指標）的因素負荷量、指標信度、組合信度、平均變異抽取量等標準評估測量模型的內在結構，並採用 CFI、TLI、RMSEA、SRMR 檢視測量與結構模型整體配適度。另外，本研究主要以理論的符合度為主，再參考標準化殘差值、模型修正指標等數值進行模型修正，以 AIC 與 BIC 等訊息準則值進行模型的選擇與比較。

MSEM 之係數係以 Muthén（1989, 1994）提出的簡化最大概似估計法（Limited Information Maximum Likelihood, LIML）或稱為 Muthén's ML-based maximum likelihood estimation（簡稱 MUML 法）為估計方法，適配指標包含 CFI 和 TLI 大於 .95，RMSEA 小於 .10，SRMR_w（within-groups standardized root-mean-square residuals，組內標準化殘差均方根）和 SRMR_B（between-groups standardized root-mean-square residuals，組間標準化殘差均方根）小於 .08（Johnson, Burlingame, Olsen, Davies, & Gleave, 2005），以及 BIC 值愈小作為模型適配度之判斷或比較依據。此外，本研究使用 Mplus 建議的 delta 法（Muthén & Muthén, 2012, p. 689）進行中介效果之檢定。

學者們提醒研究者利用次級資料庫進行多層次分析時，應從條件機率的觀點考量不同分層單位被抽取到的機率，個別計算出適當的加權數（Asparouhov & Muthén, 2006; Chantala &

Suchindran, 2006; Joncas & Foy, 2012; Rutkowski, Gonzalez, Joncas, & von Davier, 2010)。然而，國內採用 TIMSS 資料進行多層次分析的研究（巫思穎，2012；李懿芳、江芳盛、蔡佳燕，2010；陳俊瑋，2014），卻未考量不同層次資料適切的加權。因此，本研究根據 Rutkowski 等（2010）的建議，使用 *final school weight* · *final class weight*¹ 作為班級層次的權重，以 *final student weight*² 為學生層次的權重進行多層次分析。

肆、研究結果與討論

一、數學、科學成就之描述統計

臺灣八年級學生經 TOTWGT 權重調整後代表 304,037 人，數學成就的五個 PV 值都相當接近介於 608.50 到 610.36，數學五個 PV 值之間的相關都高達 .92 以上，數學總共 20 個題項間的相關係數及共變異數矩陣如附錄二所示。科學五個 PV 值介於 563.51 到 564.54，五個 PV 值也都相當接近，之間有 .90 以上高相關（附錄三為科學總共 21 個題項間的相關係數及共變異數矩陣）。Wu（2005, p. 116）提及一個 PV 值已足以代表學生成就的估計值，而 Drent、Meelissen 與 van der Kleij（2013）提到可以較寬鬆的標準檢視 TIMSS 資料庫中 PV 值之使用，使用一個 PV 值或五個 PV 值（分別進行五次分析再予以平均）並不影響研究品質。因此，本研究以數學第一個能力估計值（MPV1）和科學第一個能力估計值（SPV1）為數學和科學成就的分析資料。

二、MCFA

進行 MCFA 之前，為認保所使用潛在構面與題項的適用性，先以 CFA 檢視相關題項和構面之信度與效度。依據 CFA 分析結果，數學和科學皆刪掉兩題項，分別是存在交叉負荷量問題的 MJOB 和 SJOB，以及題目內涵未緊密符合能力信念定義的 MCON 和 SCON。最後數學以 PMTE、ABM、IVM 與 UVM 四因素模型（總共 18 題），科學以 PSTE、ABS、IVS 與 UVS 四因素模型（總共 19 題）作為多層次 CFA 的基礎。數學四因素 18 題題項模型（ $\chi^2(125)=1,610.60$, CFI = .969, TLI = .962, RMSEA = .049, SRMR = .032）以及科學四因素 19 題題項模型（ $\chi^2(141)=1,995.55$, CFI = .961, TLI = .953, RMSEA = .051, SRMR = .036）的信度與效度估計值，詳見附錄四、附錄五。

接續，為了同時瞭解學生層次（組內）和班級層次（組間）測量題項背後的潛在變項結構進行 MCFA。有別於單層次 CFA，MCFA 可同時分析學生與班級層次的因素結構，Muthén（1994）建議進行多層次分析前，可先計算各變項的組內相關（ICC）判斷組間變異成分的大

¹ *final school weight* · *final class weight* = *WFschool* · *WAschool* · *WFclass* · *WAclass*，其中 *WF* 為加權因素（*weight factor*），*WA* 為加權校正（*weight adjustment*）。

² *final student weight* = *WFstudent* · *WAsstudent*。

小，Heck 與 Thomas (2009) 指出 ICC 大於 .05 代表觀察變項與其環境有所依賴，需使用多層次分析。此外，Johnson 與 Elliott (1998) 提到當設計效果量 (design effect) 大於 2 時，也建議使用多層次分析。

(一) 數學

從表 1 可知數學有七題經四捨五入後 ICC 值小於 .05 (介於 .019 到 .043)，代表這些題項之班級層次的解釋量較小。不過多數題項的設計效果量都達到標準，僅有 MCLM 一題未達到標準 (design effect = 1.59)，但與判斷標準相差不大。因此，本研究認為仍有進行多層次分析的必要，以獲得更多的訊息。

表 1

數學題項之組內相關值與設計效果量

變項名稱	ICC	design effect ^a
數學成就 (MPV1)	0.225	8.200
學生知覺數學教師期望 (PMTE)		
MTWE	0.043	2.391
MTAB	0.050	2.600
數學能力信念 (ABM)		
MWEL	0.055	2.758
MCLM	0.019	1.593
MSTR	0.033	2.049
MQKY	0.047	2.488
MSOL	0.052	2.662
MDIF	0.049	2.574
數學實用價值 (UVM)		
MHDL	0.041	2.297
MOSS	0.036	2.143
MUNI	0.052	2.667
MGET	0.033	2.067
MIMP	0.046	2.471
數學內在價值 (IVM)		
MENJ	0.059	2.901
MSTU	0.035	2.133
MBOR	0.048	2.538
MINT	0.055	2.758
MLIK	0.067	3.154

^a design effect = 1 + (平均班級人數 - 1) × ICC

MCFA 顯示學生層次測量模型的標準化因素負荷量介於 .639 到 .938，班級層次測量模型的標準化因素負荷量介於 .789 到 .991，所有負荷量皆達顯著水準 ($p < .001$)。此外，除了 χ^2 值未達適配標準之外 ($\chi^2(250)=2,293.93, p < .001$)，其餘指標都顯示具良好適配度 (CFI = .968, TLI = .960, RMSEA = .040, SRMR_w = .034, SRMR_B = .059, AIC = 183,853.20, BIC = 184,570.99)。值得注意的是，進行 MCFA 班級層次估計時，Mplus 出現「變項之共變異數矩陣為非正定矩陣」(The residual covariance matrix (theta) is not positive definite.) 的提醒，檢查資料發現 MQKY 和 MENJ 之測量殘差變異數為負值，雖然此狀況不影響整體估計適配的結果，但仍有必要加以解決。因此根據 Muthén 與 Muthén (2012) 的建議進行參數設定，將此兩題項之殘差變異設定為 0。

此外，學生層次的 PMTE、ABM、UVM 與 IVM 四個潛在變項的組合信度分別為 .846、.827、.771 與 .873，班級層次的組合信度分別為 .921、.989、.924、.983，顯示學生層次和班級層次的潛在變項皆具有良好信度。區別效度的檢定在學生層次發現四個構面的相關係數信賴區間都未包含 1，顯示四構面具區別性，不過在班級層次則發現，IVM 與 UVM 的相關係數信賴區間涵蓋 1 (95% CI = [0.873, 1.025])，且此兩構面的平均變異抽取量平均值小於相關係數的平方，表示此兩構面可視為同一概念，不能被區分 (Fornell & Larcker, 1981)。基於檢定結果將兩構面合而為一，並命名為整體數學價值 (UIMb)，重新檢定模型適配度與參數估計，修正後模型之適配度 ($\chi^2(253)=2,295.91, CFI = .968, TLI = .961, RMSEA = .040, SRMR_w = .034, SRMR_B = .062, AIC = 183,850.11, BIC = 184,548.32$) 在 TLI、AIC、BIC 都比原模型較佳，相關係數之信賴區間也未有包含 1 的現象發生。因此本研究決定以學生層次四因素，班級層次三因素模型作為數學 MCFA 之模型，重新計算各層次構面之組合信度，學生層次四個因素 PMTE、ABM、UVM、IVM 分別為 .846、.827、.771、.873；班級層次三因素 PMTEb、ABMb、UIMb 分別為 .921、.989、.977。

(二) 科學

從表 2 結果得知 STWE、STAB、SCLM、SSOL、SOSS、SGET、SSTU、SBOR 總共八個題項，其 ICC 值介於 .032 到 .043，經四捨五入後小於 .05，顯示組內變異較小，但全部指標的設計效果量都大於 2。因此本研究認為仍有進行多層次分析的必要。

MCFA 適配指標僅有卡方值未達標準 ($\chi^2(284)=3,039.62, p < .001$)，其餘指標都顯示適配度良好 (CFI = .959, TLI = .950, RMSEA = .044, SRMR_w = .039, SRMR_B = .052)。此外，組內測量模型的因素負荷量介於 .614 到 .907，組間測量模型的因素負荷量介於 .900 到 .997，所有負荷量皆達顯著水準 ($p < .001$)。進行 MCFA 組間估計時，同樣發現 Mplus 出現「變項之共變異數矩陣為非正定矩陣」的提醒，經檢查將測量殘差變異數為負值之 SQKY 和 SENJ 兩題項殘差變異設定為零。

表 2

科學題項之組內相關值與設計效果量

變項名稱	ICC	design effect ^a
科學成就 (SPV1)	0.176	6.623
學生知覺科學教師期望 (PSTE)		
STWE	0.045	2.455
STAB	0.041	2.315
科學能力信念 (ABS)		
SWEL	0.064	3.051
SCLM	0.032	2.021
SSTR	0.050	2.584
SQKY	0.053	2.684
SSOL	0.043	2.371
SDIF	0.057	2.811
科學實用價值 (UVS)		
SHDL	0.063	3.025
SOSS	0.038	2.200
SUNI	0.059	2.882
SGET	0.043	2.391
SIMP	0.055	2.758
科學內在價值 (IVS)		
SENJ	0.060	2.928
SSTU	0.040	2.293
SBOR	0.033	2.067
SINT	0.054	2.720
SLIK	0.062	2.975
SREA	0.063	3.025

^a design effect = 1 + (平均班級人數 - 1) × ICC

其次，學生層次 PSTE、ABS、UVS 與 IVS 四個潛在變項的組合信度分別為 .868、.785、.808 與 .867，班級層次的組合信度分別為 .941、.987、.975、.992，顯示學生層次和班級層次的潛在變項皆具有良好信度。區別效度的檢定在學生層次發現四個構面的相關係數信賴區間都未包含 1，顯示四構面具有區別性，不過在班級層次則發現，PSTE 與 ABS 的相關係數 95% 信賴區間涵蓋 1 (95% CI=[0.898, 1.031])，表示此兩構面可視為同一概念。基於分析結果將兩構面合而為一，並命名為整體科學能力信念 (PABSb)，重新檢定模型適配度與參數估計，修

正後模型適配度為 $\chi^2(284)=3,040.88$ 、 $CFI=.959$ 、 $TLI=.951$ 、 $RMSEA=.044$ 、 $SRMR_W=.039$ 、 $SRMR_B=.057$ 、 $AIC=187,864.22$ 、 $BIC=188,595.03$ 。重新計算各層次構面之組合信度，學生層次的四個因素 PSTE、ABS、UVS、IVS 分別為 .869、.785、.808、.867；班級層次的三因素 PABSb、UVSb、IVSb 分別為 .988、.974、.992。

從 MCFA 結果發現，班級層次測量模型的因素負荷量皆高於學生層次，有些題項甚至可高達 .998，原因在於多層次分析的測量誤差會累積在較低層次的變項上（Hox, Maas, & Brinkhuis, 2010; Muthén, 1991），以本研究而言，就是較多的測量誤差會出現在學生層次，班級層次的因素負荷量相對就會變大。

透過 MCFA 發現學生層次方面，數學和科學都呈現學生知覺教師期望、能力信念、實用價值、內在價值四因素模型，但是在班級層次，數學測量模型中的實用價值和內在價值卻合併為單一因素「班級整體數學價值」(UIMb)，而科學模型中的班級知覺科學教師期望則和班級能力信念合而為同一因素「班級整體科學能力信念」(PABSb)。透過實證資料進行 MCFA 可知，班級層次的潛在變項結構和學生層次並不相同，此結果與 Snijders 與 Bosker (1999) 所提到多層次分析時，組內和組間的潛在變項結構可能有所不同，此現象稱為構念偏移，所以分析時有必要將組間變異量和組內變異量同時納入考慮。

三、MSEM

根據 MCFA 的結果，進行 MSEM 來瞭解學生與班級層次變項對數學和科學成就的影響。

(一) 數學

數學 MSEM 適配指標僅有卡方值未達標準 ($\chi^2(287)=2,873.50$, $p < .001$)，其餘指標都顯示適配度良好 ($CFI=.960$, $TLI=.953$, $RMSEA=.042$, $SRMR_W=.035$, $SRMR_B=.087$)。

1. 學生層次模型

從圖 3 可知四因素間的相關皆為正相關，其中 PMTE 與 IVM 之相關最高 ($r=.68$, $p < .001$)，表示當學生知覺到教師對他們的數學期望愈高，其學習數學的內在動機愈強。此外，ABM 與 IVM 之相關高於 ABM 與 UVM。

表 3 顯示 ABM 與 UVM 對提升數學成就都有顯著正向的直接效果，且 ABM 的效果 ($.91$, $p < .001$) 大於 UVM ($.22$, $p < .001$)，與預期不同的是 IVM ($-.19$, $p < .001$) 和 PMTE ($-.30$, $p < .001$) 對數學成就為顯著的負向效果。

中介效果方面，PMTE 除了對數學成就有直接效果，也透過 ABM 為中介，對數學成就產生間接效果 ($.81$, $p < .001$) (如表 3 所示)，PMTE 對數學成就之總效果為 .51，也就是說，雖然學生知覺教師期望對數學成就的直接影響為負向的，但透過學生能力信念的中介效果則會產生一正向的總效果。此結果顯示，數學能力信念是學生知覺教師期望影響數學成就的重

表 3

數學 MSEM 各潛在變項間的直接效果、間接效果與總效果之標準化係數值

潛在變項	學生層次		班級層次	
	ABM	MPV1	ABMb	MPV1b
PMTE				
直接效果	.89***	-.30***		
間接效果		.81***		
總效果		.51***		
ABM				
直接效果		.91***		
間接效果				
總效果		.91***		
UVM				
直接效果		.22***		
間接效果				
總效果		.22***		
IVM				
直接效果		-.19***		
間接效果				
總效果		-.19***		
PMTEb				
直接效果			.91***	-.62*
間接效果				1.29***
總效果				.67***
ABMb				
直接效果				1.42***
間接效果				
總效果				1.42***
UIMb				
直接效果				-.01
間接效果				
總效果				-.01

註：PMTE=學生知覺數學教師期望；ABM=學生數學能力信念；UVM=學生數學實用價值；IVM=學生數學內在價值；MPV1=學生數學成就；PMTEb=班級知覺數學教師期望；ABMb=班級數學能力信念；UIMb=班級整體數學價值；MPV1b=班級數學成就。

* $p < .05$. *** $p < .001$.

要中介變項，雖然學生知覺教師期望對數學成就的直接效果為負向的，但透過學生對自己數學學習能力的正面看法，認為自己能夠在數學成就上有好表現，則有助於提升數學成就，換言之，當學生感受到教師的高度期望，並認為自己有能力達成教師的期望，數學成就會愈優秀。綜合來說，數學領域之學生知覺教師期望、學生能力信念、實用價值、內在價值等變項共可解釋數學成就 40.1% 變異量。

從數學 MSEM 組內分析可知，直接效果方面，數學能力信念、數學實用價值對提升數學成就都有顯著正向的直接效果，特別是數學能力信念的效果最大。本研究和林志哲（2007）針對 TIMSS 2003 八年級學生、陳敏瑜和游錦雲（2013）分析 TIMSS 2007 臺灣八年級學生所得到的結果一致，數學能力信念和實用價值對數學成就有正向顯著的影響，且數學能力信念的影響大於數學實用價值。由此可知，對臺灣八年級學生而言，知覺自己有能力學好數學，以及認為數學對未來求學和就業是有幫助的價值觀，能促進數學成就的表現。

與預期不同的是，數學內在價值和學生知覺數學教師期望對數學成就為顯著的負向直接效果。當同時投入學生知覺教師期望、能力信念、實用價值以及內在價值等因素預測數學成就時，內在價值對數學成就會產生顯著負向的影響，換言之，對於教師期望的知覺、數學學習能力的評估，以及數學實用性的評價程度相當的學生而言，愈投入數學學習的學生，數學成就反而愈不佳，此結果與 Kadjevich（2008）分析 30 個參與 TIMSS 2003 的八年級學生一致，Kadjevich 提到目前並沒有文獻可以解釋這樣的結果，對學習有真正樂趣的學生，成績不見得最好，對學習興趣不高的學生，成績卻很好，可能的解釋或許是因為高數學成就的學生因為太在意、太重視成就表現而忽略學習真正的樂趣（Shen, 2002）。

關於學生知覺教師期望對數學成就的直接影響，過去研究顯示學生知覺教師期望與學業成就為正相關（Hinnant et al., 2009; Jiménez-Morales & López-Zafra, 2013），但這些研究對象都為西方國家的學生，本研究發現，對能力信念和實用價值、內在價值評估程度相當的臺灣八年級學生而言，知覺教師期望和學習成就之間的直接效果為顯著負向，探究其原因，可能是因為華人社會強調他人取向的學業成就價值信念，而影響個體的成就行為。當學生感受到教師愈高的期待，同時也會擔心自己無法達到他人的期望而讓他人失望，這些心理壓力反而使得成就表現不佳（曾建章，1996）。Yewchuk 與 Jobagy（1991）也提到，在知覺合理的期望下（自我能力之所及的範圍內），個體會為了得到他人的鼓勵或獎賞，產生較佳的表現，但是，若知覺到他人過高的期望，若個體評估成功機會不大時，則有可能因害怕失敗後被指責或讓他人失望，而形成心理上的壓力和負擔，反而會對成就表現產生負向的影響。

2. 班級層次模型

從圖 3 可知，PMTEb、ABMb、UIMb 三構面之間的相關，PMTEb 與 UIMb 為 .89 ($p < .001$)，ABMb 與 UIMb 為 .26 ($p < .01$)，表示班級層次中，知覺數學教師期望愈高則對於數學的整體價值評價愈高，此外，班級能力信念愈高，整體數學評價也會愈高。

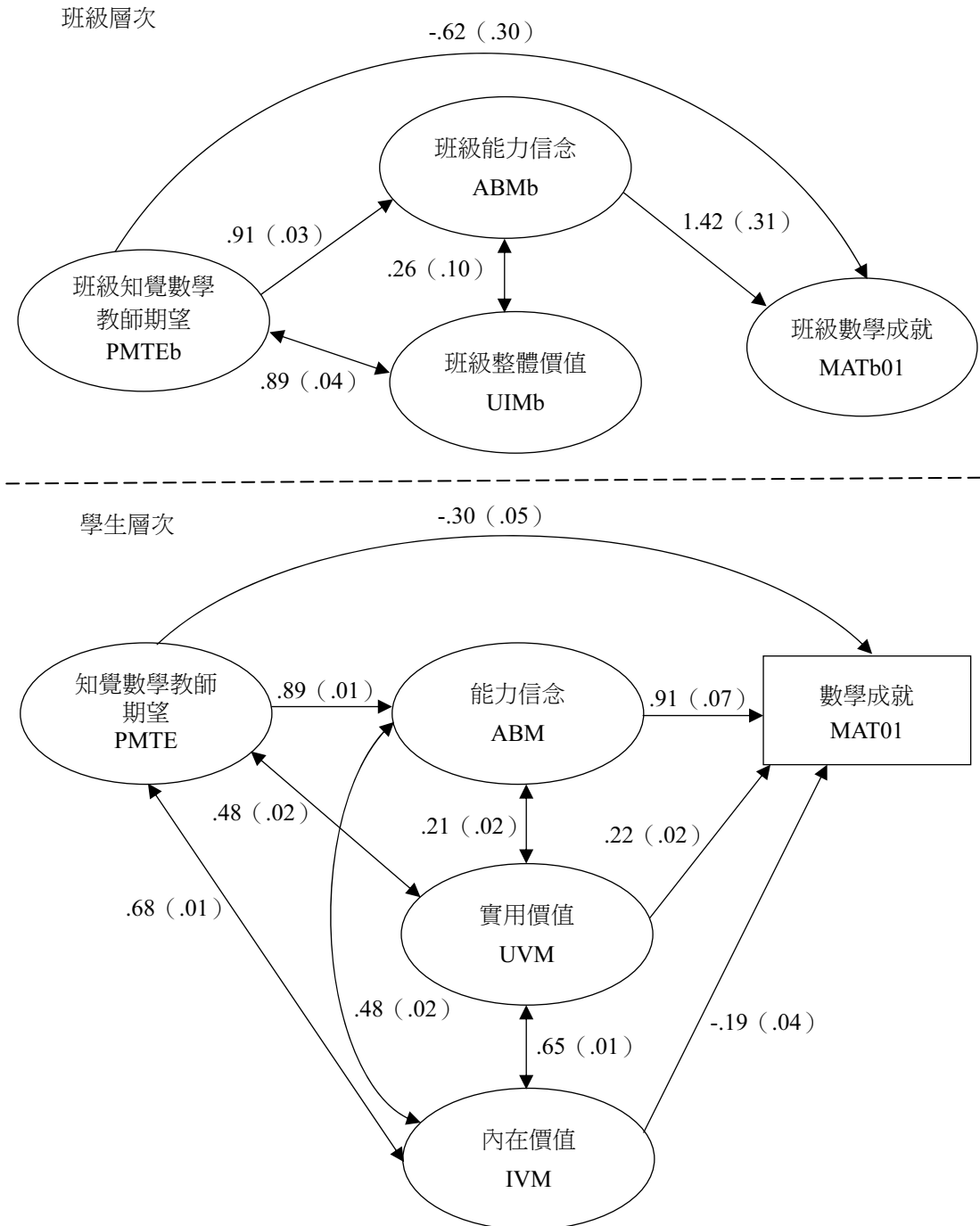


圖3. 數學MSEM的路徑關係。數值顯示標準化路徑係數 (括弧內數值為標準誤)。

從表 3 可看到直接效果，PMTEb 對 ABMb 之影響為 .91 ($p < .001$)，代表班級知覺數學教師期望會正向影響班級能力信念。而 PMTEb、ABMb、UIMb 三構面中，ABMb 對 MATb01

的影響力為 1.42 ($p < .001$)，根據 Jöreskog (1999) 的觀點，標準化係數大於 1 不代表錯誤，可能僅表示資料具有高度共線性，這種現象在因素負荷量或是結構係數都可能發生。PMTEb ($-.62, p < .05$) 則是會對 MAT01b 產生顯著負向的影響，由此顯示班級數學能力信念愈高，對於學習數學的信心愈高，有助於增進班級數學成就，但班級知覺教師期望愈高，卻可能對班級數學成就造成負向影響。此結果與學生層次的分析一致。從解釋量來說，班級數學成就可以被班級知覺數學教師期望和班級能力信念解釋的比例達 77.8%。雖然 PMTEb 對 MAT01b 的影響是負向的，但透過 ABMb 的中介作用，最後對 MAT01b 的總效果 ($.67, p < .001$) 仍然是正向的。

(二) 科學

科學 MSEM 適配結果 $\chi^2 = 3,600.04$ ($df = 323, p < .001$)、CFI = .952、TLI = .943、RMSEA = .045、SRMR_B = .076、SRMR_W = .039，所有適配指標除了過高的卡方值，以及 TLI 略低於標準 .95 之外，其餘指標皆達判定標準，多層次模型與多層次資料的適配情形仍然不錯。以下分成組內模型和組間模型進行探討。

1. 學生層次模型

由圖 4 可看到四因素間皆為正相關，其中 UVS 與 IVS 之相關為 $.76$ ($p < .001$)，而 ABS 與 IVS 之相關 ($.55$) 高於 AMS 與 UVS ($.36$)。

從直接效果來看(表 4)，ABS、UVS 對科學成就都有顯著正向的影響，ABS ($.51$) 的效果比 UVS ($.23$) 大。此外，與數學呈現相同的現象，IVS ($-.12$) 和 PSTE ($-.13$) 對科學成就為顯著負向影響。中介效果方面，雖然學生知覺教師期望對科學成就的影響為負向的 ($-.13, p < .01$)，但與透過學生能力信念的中介效果 ($.45$) 抵銷後，則會產生一正向的總效果 ($.32$)。顯示當學生感受到教師的高度期望，雖然會因心理壓力產生負向影響，但是當認知上肯定自己擁有達成教師期望的科學學習能力時，科學成就會更加增進。綜合來說，科學領域之學生知覺教師期望、學生能力信念、實用價值、內在價值等變項共可解釋數學成就 22.7% 變異量。

從直接效果來看，科學能力信念、科學實用價值對科學成就都有顯著正向的影響，Chow 與 Yong (2013) 研究 11 年級學生發現，科學自我效能與科學成就之相關為 $.37$ ，高於科學外在動機與科學成就之相關 ($.23$)，不過 Chow 與 Yong 是採用相關分析無法處理潛在變項之間的關係和測量過程中的誤差。本研究進一步採用 MSEM 加以檢驗，結果顯示知覺自己愈有學習科學的能力以及認為學習科學有助於未來工作和就業的學生，愈能增進科學成就。

然而，與數學呈現相同的現象，科學內在價值和學生知覺科學教師期望對科學成就為顯著負向影響。過去數學的文獻也有類似情形，Kadijevich (2008) 將數學能力信念、數學實用

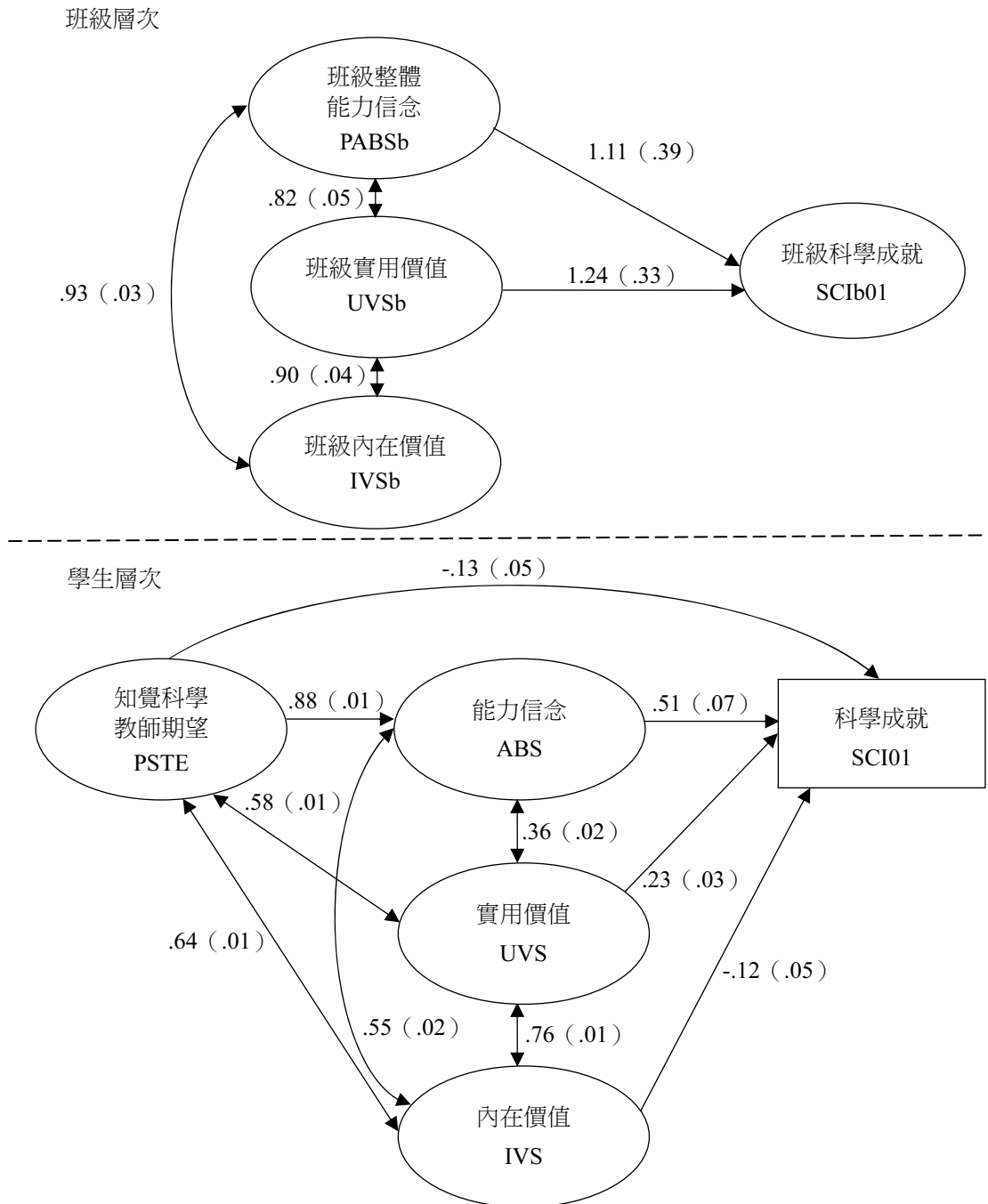


圖4. 科學MSEM的路徑關係。數值顯示標準化路徑係數 (括弧內數值為標準誤)。

價值、數學內在價值分開預測數學成就，三變項皆具有正向預測力，但合併放入模型時，能力信念和實用價值仍有正向預測力，內在價值的預測力卻變成負的。基於此，本研究另外以

表 4

科學 MSEM 各潛在變項間的直接效果、間接效果與總效果之標準化係數值

潛在變項	學生層次		班級層次	
	ABS	SPV1	PABSb	SPV1b
PSTE				
直接效果	.88***	-.13**		
間接效果		.45***		
總效果		.32***		
ABS				
直接效果		.51***		
間接效果				
總效果		.51***		
UVS				
直接效果		.23***		
間接效果				
總效果		.23***		
IVS				
直接效果		-.12**		
間接效果				
總效果		-.12**		
PABSb				
直接效果				1.11**
間接效果				
總效果				1.11**
UVSb				
直接效果				1.24***
間接效果				
總效果				1.24***
IVSb				
直接效果				-1.65
間接效果				
總效果				-1.65

註：PSTE=學生知覺科學教師期望；ABS=學生科學能力信念；UVS=學生科學實用價值；IVS=學生科學內在價值；SPV1=學生科學成就；PABSb=班級整體科學能力信念；UVSb=班級科學實用價值；IVSb=班級科學內在價值；SPV1b=班級科學成就。

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

科學內在價值為預測變項，對科學成就所得路徑係數為 .42 ($p < .001$)，以及以科學實用價值與科學內在價值為預測變項，對科學成就之路徑係數分別為 .26 ($p < .001$)、.21 ($p < .001$)。綜合來說，無論是否考量科學能力信念，科學實用價值對科學成就都有顯著正向影響，此外，僅分析科學內在價值一面向，以及同時分析科學內在價值、科學實用價值兩面向對科學成就之影響，科學內在價值對科學成就都為顯著正向影響，但控制科學能力信念後，科學內在價值對科學成就之影響則轉為顯著負向。

而關於學生知覺教師期望對科學成就之影響的文獻較少，是否如同數學資料分析結果所解釋一樣，因為在科學學習能力的評估，對於科學實用價值以及內在價值評價程度相當的學生中，由於受中華文化較重視他人取向的學業成就價值信念影響，當感受到教師期望愈高，愈擔心自己達不到期望而使教師感到失望，無形的心理壓力反而負向影響著成就表現？此關係值得未來研究進一步探討。

2. 班級層次模型

從圖 4 可知，PABSb、UVSb、IVSb 三構面之間的相關都有達正向顯著，其中相關最高的是 PABSb 與 IVSb ($.93, p < .001$)，其次是 UVSb 與 IVSb ($.90, p < .001$)，以及 PABSb 與 UVSb ($.82, p < .001$)，此結果與學生層次相呼應，即 ABS 與 IVS 的相關高於 ABS 與 UVS 的相關，但是在班級層次 PABSb 除了包含 ABSb 的意涵也結合 PSTEb 的概念。此外，由於 PSTEb 和 ABSb 已合併成同一構面，因此班級層次無法討論 ABS 的中介效果。

由表 4 所示，PABSb、UVSb 預測班級科學成就之標準化路徑係數分別為 1.11 ($p < .01$)、1.24 ($p < .001$)，顯示班級整體科學能力信念，還有班級科學實用價值愈高，班級科學成就愈高，當班級整體科學能力信念愈高，有自信學好科學，整體認為學習科學對未來求學和就業有實質幫助的情況，班級科學成就能夠有所提升，不過 IVSb 對於班級科學成就的影響卻未達顯著 ($-1.65, p = .068$)，這可能是由於 IVSb 與整體能力信念 (PABSb) 相關太高 ($.93, p < .001$) 而產生共線性的問題所致。Guo 等 (2015) 與 Marsh 等 (2005) 也有類似的發現，同時分析自我概念和內在價值時，內在價值並未顯著預測學業成就。從解釋量來說，班級科學成就可以被班級整體科學能力信念和班級實用價值解釋的比例為 70.4%，顯示 EVT 提出來的重要構念 (能力信念、實用價值) 也是影響班級科學成就的重要因素。

無論數學或科學模型，EVT 強調的能力信念不僅在學生層次對學生的學業成就有重要的影響力，班級層次的班級能力信念也會對班級學業成就有正向顯著的影響。此外，數學模型中，學生層次的能力信念和班級層次的能力信念同樣都扮演著中介變項的角色，學生知覺教師期望會透過能力信念的中介作用，進而影響學生數學成就；班級知覺數學教師期望會透過班級數學能力信念，對班級數學成就產生影響。而實用價值和內在價值在學生層次對數學成就之影響力都達到顯著，不過在班級層次，由班級數學實用價值和班級數學內在價值所合併成的班級整體數學價值，對班級數學成就則沒有顯著影響效果。從科學模型來看，學生層次

的科學實用價值和科學內在價值同樣對科學成就有顯著影響力，但是班級層次中，僅有班級科學實用價值會對班級科學成就產生顯著影響。數學和科學兩科目在班級層次上的模型差異，可能在於教學活動設計上的差異，根據 100 學年度所實施的 97 年國民中小學九年一貫課程綱要，自然與生活科技學習領域除必修課程之外，得依學生性向、學校發展特色及社區需求，運用彈性學習節數，提供選修課程，或協助學生組織相關科學性社團。科學學習領域除了重視學生個人認知學習，也重視小組或團體的創意合作以產生相關設計和製作。反觀數學學習領域的教學則多以學生個人應用數學知識以及對數學概念理解的能力為主。透過科學教學活動對小組或團體合作成果的鼓勵和強調，有助於班級對科學實用性的重視，進而影響班級科學成就。因此，科學模型在班級層次的班級實用價值會對班級科學成就產生正向影響力。透過 MSEM 的分析，才能瞭解知覺教師期望、能力信念、實用價值、內在價值等潛在變項在學生層次和班級層次對學業成就影響之異同，這是傳統 SEM 無法獲得的重要資訊。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 學生層次和班級層次的模型有差異

本研究以實證資料進行 MSEM 分析時，發現多層次測量的構念偏移現象，班級層次的脈絡變項內涵不再和學生層次完全相同，構面意義已產生變化。數學和科學在學生層次皆可得到「學生知覺教師期望」、「能力信念」、「實用價值」和「內在價值」四個潛在構念，但在班級層次，以數學而言，「數學實用價值」和「數學內在價值」兩者則為單一構念。科學方面，「學生知覺科學教師期望」和「科學能力信念」合併為單一構念。由於班級層次的結構和學生層次的結構並不相同，分析時有必要將組間變異量和組內變異量同時納入考慮。

(二) 能力信念在學生知覺教師期望與數理成就之間扮演中介的角色

本研究發現，臺灣八年級學生在數學和科學領域，其能力信念在知覺教師期望與數理成就之間扮演中介的角色。雖然學生知覺教師期望對數學和科學成就的直接影響為負向，但透過學生能力信念的中介效果，會產生正向的總效果。

(三) 學生知覺教師期望、能力信念、實用價值與內在價值對臺灣學生數理成就有影響力

學生層次的分析，發現數學能力信念對數學成就的直接影響較大，且科學能力信念對科學成就的直接影響也較大。數學能力信念能解釋數學成就約83%的變異量，而科學能力信念能解釋科學成就約26%的變異量。其次是實用價值，能力信念與實用價值對數學和科學成就皆有顯著與正向的影響力。不過，當控制能力信念和實用價值兩因素之後，內在價值和學生知覺

教師期望對數學和科學成就的影響則為負向。班級層次的分析，在數學僅有班級能力信念對班級數學成就有顯著正向影響力；科學方面，則是班級整體科學能力信念和班級科學實用價值對班級科學成就的影響力達顯著正向。

二、建議

（一）對教學實務的建議

本研究充分運用與發揮我國參與國際比較調查之最大效益，研究結果發現，學生知覺教師期望、能力信念、實用價值和內在價值對數學與科學成就會產生影響。因此，針對學生個人，教師應針對學生學習方面的表現給予具體的回饋，協助學生建立正向的數學和科學能力信念，並幫助學生發掘、體驗、探索數學和科學在學習歷程中的有用之處以及活用之處，強調與生活做結合的學習，而不是只將數學和科學視為一個學科或是考試科目，以促進數學和科學成就。此外，從本研究得知，學生知覺教師期望對學業成就的直接影響力為負向，但學生知覺教師期望會透過能力信念的中介作用，對學業成就產生正向的間接影響，最後得到正向的總效果。所以建議教師應根據每位學生的個性、長處和能力，給予適合其發展的期望，提供學生具體的鼓勵和正向的評價，有助於增強學生對自己能力的信心，進而獲得學業成就上更大的進步。

針對 MSEM 班級層次的分析結果，數學教師應努力建構一個能促進學習的學習環境，給予班級適切的教師期望，並強調班級能力信念的提升。此外，科學教師應創造有利的學習環境，提供班級成功的科學學習經驗，以增進班級能力信念，並採用目標導向的教學方法讓班級瞭解學習科學的實用性，例如說明教材內容與生活的連結及對未來的影響。這些都將有助於提升班級的學業成就。值得注意的是，本研究結果雖然顯示班級數學整體價值以及班級科學內在價值對班級數理成就沒有顯著影響力，然而，這些變項在學生層次卻能對學生成就造成顯著的效果，因此教師應思考該如何善用教學策略，凝聚班級對數理學習合宜的價值評估，建立班級共同學習目標，以增進班級數理成就的表現。

（二）對未來研究的建議

從本研究結果可知，學生層次因素的關係與班級層次因素的關係出現差異，可能原因或許是由於有更多元或更上層的脈絡效果影響著班級層次的因素，例如學校文化的影響。因此，未來可增加探討班級層次的變項，例如班級經營方式、班級氣氛、教師教學方法等，並延伸到處理學校、班級、學生三層次的多層次資料，將更多元的環境脈絡效果納入考量。此外，本研究僅探討臺灣八年級學生知覺教師期望、能力信念、實用價值、內在價值等構面對學生數學和科學成就之影響，然這些構面的指標是否可以進行跨文化或跨國的比較？還是在不同文化環境、地理環境、教育資源下，這些指標和構面又有著不同的意涵以及不同的影響力？都是可以進一步探討的議題，未來可進行不同國家間模型的檢視，例如日本、南韓、新加坡、

香港與臺灣學生之間的差異，以及中華文化和西方文化國家間模型的對照，豐富期望價值理論相關的實務分析。

再者，由於 TIMSS 資料屬於橫斷性資料，無法進行成長趨勢的研究，未來可使用其他長期追蹤資料，以瞭解學生在不同年齡時知覺教師期望、能力信念、任務價值的發展和改變情況。當學生年齡漸長，是否會因更多的自我瞭解、更多元的成績回饋，以及愈來愈多同儕間的比較經驗，而在知覺教師期望、能力信念、實用價值、內在價值等構面有所改變，進而對學習成就產生不同的影響。

（三）對 TIMSS 資料庫分析的建議

本研究透過分析 TIMSS 2011 臺灣八年級學生資料，檢視學生在數學和科學領域之學生知覺教師期望、能力信念、實用價值及內在價值等試題與量表的信度與效度，結果顯示期望價值理論對臺灣學生的可應用性，在量表檢視的部分，也找出信度與效度較高的題項與構面，可作為後續相關領域研究學者參考使用。由於 TIMSS 的題項和量尺並非以 EVT 為基礎所編製，致使指標和資料分析受到某些程度的限制，例如本研究僅能以兩題項代表學生知覺教師期望變項的定義，可能產生資料過度詮釋的問題，因此解釋時需更加小心謹慎。但 TIMSS 大量的樣本數可降低抽樣誤差，且其複雜與嚴謹的抽樣設計，適合進行多層次分析。因此，資料庫大數據的分析所帶來的效益遠勝於其限制。

由於 TIMSS 調查時，使用兩階段抽樣，即先抽學校再抽班級，每位受調查學生被抽取的機率並不相等，因此為了能正確推估母群參數，樣本資訊應依研究目的選擇適當的權重，以獲得正確的結論。單一層次資料分析要使用加權，具備多層次結構特性的資料分析時更要留意不同層次需使用的加權，研究者分析前亦需參考軟體使用手冊、資料庫官方技術報告及相關文獻，以作為參考，並考量研究目的與問題，選擇各層次適合的權重。

誌謝

本研究部分內容係由陳敏瑜博士所提臺北市立大學教育學系教育心理與輔導組博士論文進行改寫，指導教授為游錦雲副教授。相關研究經費獲科技部計畫補助（計畫編號：MOST 103-2410-H-845-007-MY2），特此致謝。

參考文獻

一、中文文獻

吳坤璋、黃台珠、吳裕益（2005）。影響中小學學生科學學習成就的因素之比較研究。《教育心理學報》，37（2），147-171。doi:10.6251/BEP.20051115

【Wu, K.-C., Huang, T.-C., & Wu, Y.-Y. (2005). A comparative study of factors affecting science learning achievement of students in different grade levels. *Bulletin of Educational Psychology*, 37(2), 147-171. doi:10.6251/BEP.20051115】

巫思穎（2012）。香港、新加坡、臺灣八年級學生科學成就影響因素之比較：以 TIMSS 2007 為例（未出版碩士論文）。國立中興大學，臺中市。

【Wu, S.-Y. (2012). *Factors affect on the eighth grade students' science achievements: A comparison among Hong Kong, Singapore and Taiwan* (Unpublished master's thesis). National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan.】

李仁豪、余民寧（2008）。二層次結構方程式模型的應用：以教育心理學為例。《師大學報：教育類》，53（3），95-123。doi:10.3966/2073753X2008125303005

【Li, R.-H., & Yu, M.-N. (2008). Applying two-level structural equation model to a data sample drawn from educational psychology. *Journal of National Taiwan Normal University: Education*, 53(3), 95-123. doi:10.3966/2073753X2008125303005】

李玉琳、廖主民（2005）。父母對兒童參與舞蹈活動的期望價值信念的影響。《體育學系學刊》，5，79-84。

【Li, Y.-L., & Liao, Z.-M. (2005). The influence of parents on the belief of expectancy value of children's participation in dance activities. *Journal of Physical Education*, 5, 79-84.】

李懿芳、江芳盛、蔡佳燕（2010）。校園安全觀感與國小學生數學及科學學業成就之相關研究。《教育學刊》，35，99-128。

【Lee, Y.-F., Chiang, F.-S., & Tsai, C.-Y. (2010). A study of the correlation between perceptions of school safety and elementary students' mathematics and science performance. *Educational Review*, 35, 99-128.】

林志哲（2007）。以結構方程模型驗證期望、價值與數學成就的關係。《教育學刊》，29，103-127。

【Lin, C.-C. (2007). The verification of relationship among expectancy, value, and mathematic achievement by structural equation modeling. *Educational Review*, 29, 103-127.】

林章榜、吳海助（2007）。不同運動行為階段學生體育課情境樂趣差異的探討。《弘光人文社會學報》，6，143-156。

【Lin, C.-P., & Wu, H.-C. (2007). The difference of situational interest among different sport behavior stages students. *Studies in Humanities and Social Science*, 6, 143-156.】

邱皓政（2007）。脈絡變數的多層次潛在變數模式分析：口試評分者效應的多層次結構方程模式實證應用。《中華心理學刊》，49（4），383-405。doi:10.6129/CJP.2007.4904.05

【Chiou, H.-J. (2007). Multilevel latent variable modeling of contextual variables: Application of multilevel structural equation modeling on rater effects. *Chinese Journal of Psychology*, 49(4), 383-405. doi:10.6129/CJP.2007.4904.05】

- 侯雅齡 (2013)。資優生科學自我概念與科學成就之縱貫研究。《教育科學研究期刊》，**58** (2)，57-90。doi:10.3966/2073753X2013065802003
- 【Hou, Y.-L. (2013). Longitudinal study of gifted students' science self-concept and science achievement. *Journal of Research in Education Sciences*, 58(2), 57-90. doi:10.3966/2073753X2013065802003】
- 梁麗珍、林恆瑜 (2008)。期待－價值學習動機理論模式實證研究－以技職校院統計課程為例。《教育理論與實踐學刊》，**18**，75-98。
- 【Liang, L.-J., & Lin, H.-Y. (2008). The empirical study of expectancy-value model of achievement motivation－The statistics curriculum on technological institutes as the example. *Journal of Educational Theory and Practice*, 18, 75-98.】
- 郭生玉 (1982)。教師期望與學生內外控信念關係之研究。《教育心理學報》，**15**，139-148。doi:10.6251/BEP.19820601.10
- 【Kuo, S.-Y. (1982). Relationships between teacher expectations and internal-external control in an elementary school children. *Bulletin of Educational Psychology*, 15, 139-148. doi:10.6251/BEP.19820601.10】
- 陳俊璋 (2014)。家庭作業與學習成就關係之研究－以 TIMSS 與 TEPS 臺灣學生為例 (未出版博士論文)。國立政治大學，臺北市。
- 【Chen, C.-W. (2014). *The relationship between homework and learning achievements: An example of Taiwan students from TIMSS and TEPS* (Unpublished doctoral dissertation). National Chengchi University, Taipei, Taiwan.】
- 陳敏瑜、游錦雲 (2013)。以 TIMSS 資料檢視能力信念與任務價值對臺灣八年級學生數學成就之影響。《教育科學研究期刊》，**58** (3)，153-186。doi:10.6209/JORIES.2013.58(3).06
- 【Chen, M.-Y., & Yu, C.-Y. (2013). Using trends in mathematics and science study to investigate the effects of ability beliefs and task values on eighth-grader mathematics achievements in Taiwan. *Journal of Research in Education Sciences*, 58(3), 153-186. doi:10.6209/JORIES.2013.58(3).06】
- 曾建章 (1996)。國中資優學生所知覺之教師及父母學業成就期望與成就動機間差異之研究。《資優教育學刊》，**60**，31-36。
- 【Zeng, J.-Z. (1996). Differences in perceptions of parental and teacher expectations and their influences on the academic motivation of gifted students. *Gifted Education*, 60, 31-36.】
- 黃秋華 (2007)。從期望價值論驗證數學自我概念、效用性價值與數學成就之結構關係－以 PISA 2003 香港資料為例 (未出版碩士論文)。國立政治大學，臺北市。
- 【Huang, Q.-H. (2007). *Verification of the structural relationship between the self-concept, utility value and achievement of mathematics from expectancy value theory: A case study of PISA 2003 Hong Kong* (Unpublished master's thesis). National Chengchi University, Taipei, Taiwan.】
- 廖主民、林章榜 (2008)。不同健身運動階段之期望與價值信念的研究。《大專體育學刊》，**10** (3)，113-122。
- 【Liao, C.-M., & Lin, C.-P. (2008). Expectancy and value beliefs in different stages of exercise behaviors. *Journal of Physical Education in Higher Education*, 10(3), 113-122.】
- 蕭金蘭、羅新興、黃俊彥 (2010)。大學聲望知覺與教師期望知覺對研究生自我效能的影響。《人文社會學報》，**6**，63-83。
- 【Hsiao, C.-L., Lo, H.-H., & Huang, C.-Y. (2010). The effect of perceived university reputation and teacher expectation on the self-efficacy of graduate students. *Journal of Liberal Arts and Social Sciences*, 6, 63-83.】

賴英娟 (2013)。國中生學業情緒之認知評估中介歷程：二階調節效果 (未出版博士論文)。
國立成功大學，臺南市。

【Lai, Y.-C. (2013). *The mediation of cognitive appraisals on junior high school students' academic emotions: Two-level moderated effect* (Unpublished doctoral dissertation). National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.】

二、外文文獻

- Ahmed, W., Minnaert, A., van der Werf, G., & Kuyper, H. (2010). Perceived social support and early adolescents' achievement: The mediational roles of motivational beliefs and emotions. *Journal of Youth and Adolescence, 39*(1), 36-46. doi:10.1007/s10964-008-9367-7
- Anderson, J. C., & Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin, 103*(3), 411-423. doi:10.1037/0033-2909.103.3.411
- Areepattamannil, S., & Freeman, J. G. (2008). Academic achievement, academic self-concept, and academic motivation of immigrant adolescents in the greater Toronto area secondary schools. *Journal of Advanced Academics, 19*(4), 700-743. doi:10.4219/jaa-2008-831
- Asparouhov, T., & Muthén, B. O. (2006). *Comparison of estimation methods for complex survey data analysis*. Retrieved from <http://www.statmodel.com/download/SurveyComp21.pdf>
- Atkinson, J. W. (1964). *An introduction to motivation*. Princeton, NJ: Van Nostrand.
- Bentler, P. M., & Liang, J. (2003). Two-level mean and covariance structures: Maximum likelihood via an EM algorithm. In S. Reise & N. Duan (Eds.), *Multilevel modeling: Methodological advances, issues, and applications* (pp. 53-70). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bollen, K. A. (1980). Issues in the comparative measurement of political democracy. *American Sociological Review, 45*(3), 370-390. doi:10.2307/2095172
- Bouffard, T., Marcoux, M. F., Vezeau, C., & Bordeleau, L. (2003). Changes in self-perception of competence and intrinsic motivation among elementary school children. *British Journal of Educational Psychology, 73*(2), 171-186. doi:10.1348/00070990360626921
- Chantala, K., & Suchindran, C. (2006). *Adjusting for unequal selection probability in multilevel models: A comparison of software packages*. Retrieved from <http://ww2.amstat.org/sections/SRMS/Proceedings/y2006/Files/JSM2006-000347.pdf>
- Chow, S. J., & Yong, B. C. S. (2013). Secondary school students' motivation and achievement in combined science. *US-China Education Review B, 3*(4), 213-228.
- DeBacker, T. K., & Nelson, R. M. (1999). Variations on an expectancy-value model of motivation in science. *Contemporary Educational Psychology, 24*(2), 71-94. doi:10.1006/ceps.1998.0984
- DeBacker, T. K., & Nelson, R. M. (2000). Motivation to learn science: Differences related to gender,

- class type, and ability. *The Journal of Educational Research*, 93(4), 245-254. doi:10.1080/00220670009598713
- Denissen, J. J. A., Zarrett, N. R., & Eccles, J. S. (2007). I like to do it, I'm able, and I know I am: Longitudinal couplings between domain-specific achievement, self-concept, and interest. *Child Development*, 78(2), 430-447. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01007.x
- Drent, M., Meelissen, M. R. M., & van der Kleij, F. M. (2013). The contribution of TIMSS to the link between school and classroom factors and student achievement. *Journal of Curriculum Studies*, 45(2), 198-224. doi:10.1080/00220272.2012.727872
- Duncan, O., Curzort, R., & Duncan, R. (1966). *Statistical geography: Problems in analyzing a real data*. Glencoe, IL: Free Press.
- Eccles, J. S., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L., & Midgley, C. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motivation* (pp. 75-146). San Francisco, CA: W. H. Freeman.
- Eccles, J. S., Adler, T. F., & Meece, J. L. (1984). Sex differences in achievement: A test of alternate theories. *Journal of Personality and Social Psychology*, 46(1), 26-43. doi:10.1037/0022-3514.46.1.26
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (1995). In the mind of the actor: The structure of adolescents' achievement task values and expectancy-related beliefs. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21(3), 215-225. doi:10.1177/0146167295213003
- Eccles, J. S., Wigfield, A., Harold, R. D., & Blumenfeld, P. (1993). Age and gender differences in children's self and task perceptions during elementary school. *Child Development*, 64(3), 830-847. doi:10.2307/1131221
- Eccles, J. S., Wigfield, A., & Schiefele, U. (1998). Motivation to succeed. In W. Damon (Series Ed.) & N. Eisenberg (Volume Ed.), *Handbook of child psychology* (5th ed., Vol. III, pp. 1017-1095). New York, NY: Wiley.
- Eklöf, H. (2007). Self-concept and valuing of mathematics in TIMSS 2003: Scale structure and relation to performance in a Swedish setting. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 51(3), 297-313. doi:10.1080/00313830701356141
- Fan, W. (2011). Social influences, school motivation and gender differences: An application of the expectancy-value theory. *Educational Psychology*, 31(2), 157-175. doi:10.1080/01443410.2010.536525
- Fan, W., Lindt, S. F., Arroyo-Giner, C. A., & Wolters, C. A. (2009). The role of social relationships in promoting student academic self-efficacy and MIMIC approaches to assess factorial mean

- invariance. *International Journal of Applied Educational Studies*, 5(1), 34-53.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. doi:10.2307/3151312
- Guo, J., Marsh, H. W., Parker, P. D., Morin, A. J. S., & Yeung, A. S. (2015). Expectancy-value in mathematics, gender and socioeconomic background as predictors of achievement and aspirations: A multi-cohort study. *Learning and Individual Differences*, 37, 161-168. doi:10.1016/j.lindif.2015.01.008
- Hamre, B. K., & Pianta, R. C. (2005). Can instructional and emotional support in the first-grade classroom make a difference for children at risk of school failure? *Child Development*, 76(5), 949-967. doi:10.1111/j.1467-8624.2005.00889.x
- Heck, R. H., & Thomas, S. L. (2009). *An introduction to multilevel modeling techniques* (2nd ed.). New York, NY: Routledge.
- Hinnant, J. B., O'Brien, M., & Ghazarian, S. R. (2009). The longitudinal relations of teacher expectations to achievement in the early school years. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 662-670. doi:10.1037/a0014306
- Hox, J. J. (2002). *Multilevel analysis: Techniques and applications*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hox, J. J., Maas, C. J. M., & Brinkhuis, M. J. S. (2010). The effect of estimation method and sample size in multilevel structural equation modeling. *Statistica Neerlandica*, 64(2), 157-170. doi:10.1111/j.1467-9574.2009.00445.x
- Jacobs, J. E., Lanza, S., Osgood, D. W., Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Changes in children's self-competence and values: Gender and domain differences across grades one through twelve. *Child Development*, 73(2), 509-527. doi:10.1111/1467-8624.00421
- Jiménez-Morales, M., & López-Zafra, E. (2013). Impact of perceived emotional intelligence, social attitudes and teacher expectations on academic performance. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 11(1), 75-98.
- Johnson, J. E., Burlingame, G. M., Olsen, J. A., Davies, D. R., & Gleave, R. L. (2005). Group climate, cohesion, alliance, and empathy in group psychotherapy: Multilevel structural equation models. *Journal of Counseling Psychology*, 52(3), 310-321. doi:10.1037/0022-0167.52.3.310
- Johnson, D. R., & Elliott, L. A. (1998). Sampling design effects: Do they affect the analyses of data from the National Survey of Families and Households? *Journal of Marriage and Family*, 60(4), 993-1001. doi:10.2307/353640

- Joncas, M., & Foy, P. (2012). *Sample design in TIMSS and PIRLS*. Retrieved from http://timssandpirls.bc.edu/methods/pdf/TP_Sampling_Design.pdf
- Jöreskog, K. G. (1999). *How large can a standardized coefficient be?* Retrieved from <http://www.ssicentral.com/lisrel/techdocs/HowLargeCanaStandardizedCoefficientbe.pdf>
- Jussim, L., & Harber, K. D. (2005). Teacher expectations and self-fulfilling prophecies: Knowns and unknowns, resolved and unresolved controversies. *Personality and Social Psychology Review*, 9(2), 131-155. doi:10.1207/s15327957pspr0902_3
- Kadijevich, D. (2008). *TIMSS 2003: Relating dimensions of mathematics attitude to mathematics achievement (MA)*. Retrieved from <http://www.doiserbia.nb.rs>
- Kano, Y., & Azuma, Y. (2003). Use of SEM programs to precisely measure scale reliability. In H. Yanai, A. Okada, K. Shigemasu, Y. Kano, & J. J. Meulman (Eds.), *New developments in psychometrics* (pp. 141-148). Tokyo, Japan: Springer-Verlag. doi:10.1007/978-4-431-66996-8_14
- Kish, L. (1965). *Survey sampling*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Li, F., Duncan, T. E., Duncan, S. C., Harmer, P., & Acock, A. (1997). Latent variable modeling of multilevel intrinsic motivation data. *Measurement in Physical Education and Exercise*, 1(4), 223-244. doi:10.1207/s15327841mpee0104_3
- Liu, S., & Meng, L. (2010). Re-examining factor structure of the attitudinal items from TIMSS 2003 in cross-cultural study of mathematics self-concept. *Educational Psychology*, 30(6), 699-712. doi:10.1080/01443410.2010.501102
- Madon, S., Jussim, L., & Eccles, J. S. (1997). In search of the powerful self-fulfilling prophecy. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72(4), 791-809. doi:10.1037/0022-3514.72.4.791
- Marsh, H. W., Lüdtke, O., Robitzsch, A., Trautwein, U., Asparouhov, T., Muthén, B., & Nagengast, B. (2009). Doubly-latent models of school contextual effects: Integrating multilevel and structural equation approaches to control measurement and sampling error. *Multivariate Behavioral Research*, 44(6), 764-802. doi:10.1080/00273170903333665
- Marsh, H. W., Trautwein, U., Lüdtke, O., Köller, O., & Baumert, J. (2005). Academic self-concept, interest, grades, and standardized test scores: Reciprocal effects models of causal ordering. *Child Development*, 76(2), 397-416. doi:10.1111/j.1467-8624.2005.00853.x
- Martin, M. O., & Mullis, I. V. S. (Eds.). (2012). *Methods and procedures in TIMSS and PIRLS 2011*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Stanco, G. M. (2012). *TIMSS 2011 international results in science*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

- McDonald, R. P., & Goldstein, H. (1989). Balanced versus unbalanced designs for linear structural relations in two-level data. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 42(2), 215-232. doi:10.1111/j.2044-8317.1989.tb00911.x
- Meece, J. L., Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1990). Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performances in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 60-70. doi:10.1037/0022-0663.82.1.60
- Miranda, H., & Russell, M. (2011). Predictors of teacher-directed student use of technology in elementary classrooms: A multilevel SEM approach using data from the USEIT study. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(4), 301-323. doi:10.1080/15391523.2011.10782574
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Muthén, B. O. (1989). Latent variable modeling in heterogeneous populations. *Psychometrika*, 54(4), 557-585. doi:10.1007/BF02296397
- Muthén, B. O. (1991). Multilevel factor analysis of class and student achievement components. *Journal of Educational Measurement*, 28(4), 338-354. doi:10.1111/j.1745-3984.1991.tb00363.x
- Muthén, B. O. (1994). Multilevel covariance structure analysis. *Sociological Methods and Research*, 22(3), 376-398. doi:10.1177/0049124194022003006
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2012). *Mplus user's guide*. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- Nagengast, B., Marsh, H. W., Scalas, L. F., Xu, M. K., Hau, K. T., & Trautwein, U. (2011). Who took the "×" out of expectancy-value theory? A psychological mystery, a substantive-methodological synergy, and a cross-national generalization. *Psychological Science*, 22(8), 1058-1066. doi:10.1177/0956797611415540
- Nagy, G., Garrett, J., Trautwein, U., Cortina, K. S., Baumert, J., & Eccles, J. S. (2008). Gendered high school course selection as a precursor of gendered careers: The mediating role of self-concept and intrinsic value. In H. M. G. Watt & J. S. Eccles (Eds.), *Gender and occupational outcomes: Longitudinal assessments of individual, social, and cultural influences* (pp. 115-143). Washington, DC: American Psychological Association. doi:10.1037/11706-004
- Raykov, T. (2004). Behavioral scale reliability and measurement invariance evaluation using latent variable modeling. *Behavior Therapy*, 35(2), 299-331. doi:10.1016/S0005-7894(04)80041-8
- Rosário, P., Nunez, J. C., Ferrando, P. J., Paiva, M. O., Lourenco, A., Cerezo, R., & Valle, A. (2013). The relationship between approaches to teaching and approaches to studying: A two-level structural equation model for biology achievement in high school. *Metacognition and Learning*, 8(1), 47-77. doi:10.1007/s11409-013-9095-6

- Rosenthal, R., & Jacobson, L. (1968). *Pygmalion in the classroom: Teacher expectation and pupils' intellectual development*. New York, NY: Holt, Rinehart & Winston.
- Rubie-Davies, C. M. (2006). Teacher expectations and student self-perceptions: Exploring relationships. *Psychology in the Schools, 43*(5), 537-552. doi:10.1002/pits.20169
- Rubie-Davies, C. M. (2009). Teacher expectations and labeling. In L. J. Saha & A. G. Dworkin (Series Eds.), *Springer international handbooks of education: Vol. 21 international handbook of research on teachers and teaching* (pp. 695-707). Norwell, MA: Springer.
- Rutkowski, L., Gonzalez, E., Joncas, M., & von Davier, M. (2010). International large-scale assessment data: Issues in secondary analysis and reporting. *Educational Researcher, 39*(2), 142-151. doi:10.3102/0013189X10363170
- Shen, C. (2002). Revisiting the relationship between students' achievement and their self-perceptions: A cross-national analysis based on TIMSS 1999 data. *Assessment in Education, 9*(2), 161-184. doi:10.1080/0969594022000001913
- Shen, C., & Tam, H. P. (2008). The paradoxical relationship between student achievement and self-perception: A cross-national analysis based on three waves of TIMSS data. *Educational Research & Evaluation, 14*(1), 87-100. doi:10.1080/13803610801896653
- Simpkins, S. D., Davis-Kean, P. E., & Eccles, J. S. (2006). Math and science motivation: A longitudinal examination of the links between choices and beliefs. *Developmental Psychology, 42*(1), 70-83. doi:10.1037/0012-1649.42.1.70
- Snijders, T. A. B., & Bosker, R. J. (1999). *Multilevel analysis: An introduction to basic and advanced multilevel modeling*. London, UK: Sage.
- Stipek, D. (1998). *Motivation to learn: From theory to practice* (3rd ed.). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Spinath, B., & Steinmayr, R. (2008). Longitudinal analysis of intrinsic motivation and competence beliefs: Is there a relation over time? *Child Development, 79*(5), 1555-1569. doi:10.1111/j.1467-8624.2008.01205.x
- Sullins, E. S., Hernandez, D., Fuller, C., & Tashiro, J. S. (1995). Predicting who will major in a science discipline: Expectancy-value theory as part of an ecological model for studying academic communities. *Journal of Research in Science Teaching, 32*(1), 99-119. doi:10.1002/tea.3660320109
- Televantou, I., Marsh, H. W., Kyriakides, L., Nagengast, B., Fletcher, J., & Malmberg, L. E. (2015). Phantom effects in school composition research: Consequences of failure to control biases due to measurement error in traditional multilevel models. *School Effectiveness and School*

- Improvement*, 26(1), 75-101. doi:10.1080/09243453.2013.871302
- Trautwein, U., Marsh, H. W., Nagengast, B., Lüdtke, O., Nagy, G., & Jonkmann, K. (2012). Probing for the multiplicative term in modern expectancy-value theory: A latent interaction modeling study. *Journal of Educational Psychology*, 104(3), 763-777. doi:10.1037/a0027470
- Ulstad, S. O., Halvari, H., Sørebo, Ø., & Deci, E. L. (2016). Motivation, learning strategies, and performance in physical education at secondary school. *Advances in Physical Education*, 6(1), 27-41. doi:10.4236/ape.2016.61004
- Watt, H. M. G. (2004). Development of adolescents' self-perceptions, values, and task perceptions according to gender and domain in 7th-through 11th-grade Australian students. *Child Development*, 75(5), 1556-1574. doi:10.1111/j.1467-8624.2004.00757.x
- Wigfield, A. (1994). Expectancy-value theory of achievement motivation: A developmental perspective. *Educational Psychology Review*, 6(1), 49-78. doi:10.1007/BF02209024
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2002). The development of competence beliefs, expectancies for success, and achievement values from childhood through adolescence. In A. Wigfield & J. S. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation* (pp. 91-120). New York, NY: Academic Press. doi:10.1016/B978-012750053-9/50006-1
- Wigfield, A., Eccles, J. S., Yoon, K. S., Harold, R. D., Arbretton, A., Freedman-Doan, C., & Blumenfeld, P. C. (1997). Changes in children's competence beliefs and subjective task values across the elementary school years: A three-year study. *Journal of Educational Psychology*, 89(3), 451-469. doi:10.1037/0022-0663.89.3.451
- Wilkins, W. E., & Glock, M. D. (1973). *Teacher expectations and student achievement: A replication and extension*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Wilkins, J. L. M., Zembylas, M., & Travers, K. J. (2002). Investigating correlates of mathematics and science literacy in the final year of secondary school. In D. F. Robataille & A. E. Beaton (Eds.), *Secondary analysis of the TIMSS results: A synthesis of current research* (pp. 291-316). Boston, MA: Kluwer Academic. doi:10.1007/0-306-47642-8_18
- Wu, M. (2005). The role of plausible values in large-scale surveys. *Studies in Educational Evaluation*, 31(2), 114-128. doi:10.1016/j.stueduc.2005.05.005
- Yewchuk, C., & Jobagy, S. (1991). Gifted adolescents: At risk for suicide. *High Ability Studies*, 2(1), 73-85. doi:10.1080/0937445910020109
- Yıldırım, S. (2012). Teacher support, motivation, learning strategy use, and achievement: A multilevel mediation model. *The Journal of Experimental Education*, 80(2), 150-172. doi:10.1080/00220973.2011.596855

Zhu, Y., & Leung, F. K. S. (2011). Motivation and achievement: Is there an East Asian model? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(5), 1189-1212. doi:10.1007/s10763-010-9255-y

附錄一 學生層次變項及其測量指標

變項	測量指標	測量指標的題目設計
數學成就 (MPV1)		數學成就第一組PV值
科學成就 (SPV1)		科學成就第一組PV值
學生知覺數學教師期望 (PMTE)	MTWE	我的老師認為我如果在數學資優班，面對困難的教材也可以表現不錯
	MTAB	老師說我數學能力很好
學生知覺科學教師期望 (PSTE)	STWE	我的老師認為我如果在自然科學資優班，面對困難的教材也可以表現不錯
	STAB	老師說我自然科學能力很好
數學能力信念 (ABM)	MWEL	我在數學的表現通常不錯
	MCLM	和班上其他同學比起來，數學對我來說比較困難
	MSTR	數學不是我擅長的科目之一
	MQKY	與數學有關的事我學得很快
	MCON	數學讓我覺得困惑和緊張
	MSOL	我很會解決數學難題
	MDIF	和其他科目比起來，我覺得數學比較難
科學能力信念 (ABS)	SWEL	我在自然科學的表現通常不錯
	SCLM	和班上其他同學比起來，自然科學對我來說比較困難
	SSTR	自然科學不是我擅長的科目之一
	SQKY	與自然科學有關的事我學得很快
	SCON	自然科學讓我覺得困惑和緊張
	SSOL	我很會解決自然科學難題
	SDIF	和其他科目比起來，我覺得自然科學比較難
數學實用價值 (UVM)	MHDL	我認為數學將對我的日常生活有幫助
	MOSS	我需要用數學去學習其他科目
	MUNI	我需要學好數學以進入我心目中理想的學校
	MGET	我需要學好數學才能得到我想要做的工作
	MJOB	我希望將來的工作和運用數學有關
	MIMP	學好數學是重要的
科學實用價值 (UVS)	SHDL	我認為自然科學將對我的日常生活有幫助
	SOSS	我需要用自然科學去學習其他科目

(續)

附錄一 學生層次變項及其測量指標（續）

變項	測量指標	測量指標的題目設計
	SUNI	我需要學好自然科學以進入我心目中理想的學校
	SGET	我需要學好自然科學才能得到我想要做的工作
	SJOB	我希望將來的工作和運用自然科學有關
	SIMP	學好自然科學是重要的
數學內在價值（IVM）	MENJ	我很喜歡學數學
	MSTU	我希望我不用學數學
	MBOR	數學很無趣
	MINT	我在數學中學到許多有趣的事
	MLIK	我喜歡數學
科學內在價值（IVS）	SENJ	我很喜歡學自然科學
	SSTU	我希望我不用學自然科學
	SBOR	自然科學很無趣
	SINT	我在自然科學中學到許多有趣的事
	SLIK	我喜歡自然科學
	SREA	閒暇時，我會閱讀自然科學的書籍

附錄二 數學測量變項間相關係數及共變異數矩陣

	MENJ	MSTU	MBOR	MINT	MLIK	MIMP	MWEL	MCLM	MSTR	MQKY	MCON	MSOL	MTWE	MTAB	MDIF	MHDL	MOSS	MUNI	MGET	MJOB
MENJ	1.01	0.63	0.70	0.73	0.88	0.49	0.68	0.52	0.61	0.67	0.44	0.62	0.51	0.60	0.60	0.44	0.38	0.43	0.38	0.56
MSTU	0.67	1.13	0.72	0.58	0.64	0.42	0.47	0.44	0.50	0.47	0.41	0.45	0.36	0.41	0.50	0.42	0.33	0.35	0.32	0.48
MBOR	0.71	0.78	1.04	0.66	0.71	0.41	0.52	0.46	0.55	0.53	0.44	0.49	0.40	0.46	0.55	0.39	0.33	0.36	0.32	0.48
MINT	0.70	0.58	0.64	0.91	0.76	0.51	0.55	0.40	0.47	0.56	0.36	0.52	0.44	0.50	0.46	0.48	0.41	0.42	0.40	0.53
MLIK	0.90	0.69	0.73	0.74	1.04	0.49	0.66	0.51	0.61	0.67	0.45	0.62	0.51	0.59	0.60	0.44	0.39	0.43	0.38	0.57
MIMP	0.46	0.42	0.39	0.45	0.47	0.88	0.39	0.27	0.27	0.37	0.19	0.34	0.29	0.34	0.25	0.62	0.44	0.51	0.47	0.39
MWEL	0.65	0.48	0.51	0.50	0.64	0.35	0.91	0.65	0.68	0.73	0.49	0.69	0.62	0.72	0.61	0.34	0.33	0.38	0.32	0.49
MCLM	0.54	0.48	0.49	0.40	0.54	0.27	0.64	1.08	0.74	0.61	0.55	0.58	0.48	0.58	0.65	0.22	0.20	0.28	0.21	0.37
MSTR	0.68	0.59	0.62	0.49	0.69	0.28	0.71	0.84	1.22	0.65	0.59	0.63	0.52	0.60	0.74	0.24	0.21	0.27	0.22	0.45
MQKY	0.63	0.47	0.51	0.50	0.63	0.33	0.65	0.59	0.67	0.87	0.48	0.72	0.60	0.68	0.62	0.34	0.32	0.36	0.32	0.52
MCON	0.45	0.44	0.45	0.35	0.46	0.18	0.47	0.57	0.65	0.45	1.01	0.46	0.37	0.44	0.59	0.19	0.14	0.14	0.12	0.33
MSOL	0.55	0.42	0.44	0.44	0.55	0.28	0.58	0.52	0.61	0.59	0.40	0.77	0.64	0.69	0.58	0.31	0.31	0.36	0.31	0.50
MTWE	0.43	0.32	0.34	0.35	0.43	0.23	0.49	0.42	0.48	0.46	0.31	0.47	0.69	0.73	0.45	0.26	0.28	0.34	0.30	0.44
MTAB	0.54	0.39	0.42	0.42	0.54	0.29	0.61	0.53	0.59	0.57	0.39	0.54	0.54	0.80	0.54	0.31	0.31	0.37	0.32	0.48
MDIF	0.66	0.59	0.61	0.49	0.67	0.25	0.65	0.74	0.90	0.63	0.65	0.56	0.41	0.53	1.22	0.24	0.20	0.22	0.20	0.43
MHDL	0.38	0.38	0.35	0.39	0.39	0.50	0.28	0.19	0.23	0.27	0.16	0.24	0.19	0.24	0.23	0.74	0.52	0.46	0.49	0.44
MOSS	0.35	0.32	0.31	0.36	0.36	0.38	0.29	0.19	0.21	0.27	0.12	0.25	0.21	0.25	0.20	0.41	0.84	0.48	0.47	0.41
MUNI	0.43	0.36	0.36	0.39	0.43	0.47	0.36	0.29	0.29	0.33	0.14	0.31	0.28	0.33	0.24	0.39	0.43	0.96	0.70	0.46
MGET	0.36	0.32	0.31	0.36	0.36	0.42	0.29	0.20	0.24	0.28	0.11	0.26	0.23	0.27	0.21	0.40	0.41	0.65	0.90	0.55
MJOB	0.51	0.46	0.44	0.45	0.52	0.33	0.42	0.35	0.45	0.44	0.30	0.40	0.33	0.39	0.43	0.34	0.34	0.41	0.47	0.81

註：對角線上為相關係數；對角線及對角線下為共變異數矩陣。

附錄三 科學測量變項的相關係數及共變異數矩陣

	SENJ	SSTU	SREA	SBOR	SINT	SLIK	SIMP	SWEL	SCLM	SSTR	SQKY	SCON	SSOL	STWE	STAB	SDIF	SHDL	SOSS	SUNI	SGET	SJOB
SENJ	0.84	0.63	0.57	0.63	0.68	0.82	0.52	0.67	0.48	0.54	0.65	0.42	0.57	0.49	0.55	0.53	0.55	0.46	0.47	0.49	0.58
SSTU	0.57	0.98	0.43	0.68	0.53	0.62	0.44	0.49	0.48	0.51	0.49	0.44	0.43	0.34	0.42	0.50	0.44	0.37	0.38	0.40	0.48
SREA	0.49	0.40	0.89	0.47	0.52	0.60	0.43	0.49	0.34	0.37	0.53	0.30	0.50	0.45	0.45	0.35	0.43	0.40	0.41	0.44	0.51
SBOR	0.55	0.66	0.43	0.93	0.59	0.64	0.42	0.51	0.51	0.53	0.50	0.47	0.43	0.34	0.42	0.52	0.45	0.33	0.36	0.37	0.44
SINT	0.56	0.47	0.45	0.52	0.82	0.73	0.54	0.56	0.39	0.41	0.54	0.35	0.46	0.38	0.45	0.42	0.57	0.44	0.44	0.45	0.48
SLIK	0.72	0.59	0.54	0.60	0.64	0.93	0.56	0.66	0.49	0.54	0.65	0.43	0.58	0.49	0.54	0.52	0.56	0.47	0.48	0.49	0.58
SIMP	0.46	0.42	0.39	0.39	0.47	0.51	0.91	0.49	0.30	0.31	0.46	0.21	0.40	0.35	0.40	0.29	0.66	0.50	0.57	0.53	0.46
SWEL	0.54	0.43	0.41	0.44	0.45	0.56	0.42	0.78	0.60	0.62	0.74	0.45	0.68	0.62	0.70	0.56	0.50	0.42	0.47	0.46	0.53
SCLM	0.43	0.46	0.31	0.47	0.34	0.46	0.28	0.51	0.93	0.73	0.55	0.56	0.50	0.44	0.51	0.67	0.31	0.25	0.32	0.31	0.38
SSTR	0.49	0.51	0.35	0.51	0.37	0.53	0.29	0.55	0.71	1.00	0.60	0.57	0.56	0.47	0.55	0.69	0.33	0.28	0.34	0.35	0.45
SQKY	0.52	0.42	0.43	0.42	0.43	0.55	0.38	0.57	0.47	0.53	0.76	0.45	0.71	0.62	0.68	0.55	0.47	0.43	0.46	0.46	0.55
SCON	0.37	0.42	0.27	0.43	0.30	0.40	0.19	0.38	0.52	0.55	0.38	0.91	0.42	0.34	0.39	0.59	0.26	0.18	0.23	0.24	0.32
SSOL	0.44	0.35	0.39	0.35	0.35	0.47	0.32	0.50	0.41	0.47	0.52	0.33	0.70	0.67	0.71	0.49	0.42	0.42	0.42	0.44	0.54
STWE	0.36	0.27	0.34	0.27	0.28	0.38	0.27	0.44	0.34	0.38	0.43	0.26	0.45	0.65	0.77	0.41	0.36	0.38	0.41	0.41	0.49
STAB	0.42	0.35	0.37	0.34	0.34	0.44	0.32	0.52	0.41	0.46	0.50	0.32	0.50	0.53	0.72	0.47	0.40	0.40	0.43	0.44	0.52
SDIF	0.50	0.51	0.34	0.51	0.39	0.51	0.28	0.51	0.67	0.71	0.49	0.58	0.42	0.34	0.41	1.06	0.33	0.27	0.30	0.32	0.42
SHDL	0.45	0.39	0.36	0.39	0.46	0.48	0.56	0.39	0.26	0.29	0.36	0.22	0.31	0.26	0.30	0.30	0.79	0.58	0.55	0.55	0.50
SOSS	0.37	0.32	0.34	0.29	0.36	0.40	0.43	0.33	0.21	0.25	0.34	0.16	0.31	0.28	0.30	0.25	0.46	0.80	0.58	0.60	0.55
SUNI	0.43	0.38	0.39	0.34	0.40	0.47	0.55	0.42	0.31	0.34	0.40	0.22	0.36	0.33	0.37	0.31	0.49	0.52	1.01	0.77	0.57
SGET	0.43	0.38	0.39	0.34	0.39	0.46	0.49	0.39	0.28	0.33	0.38	0.22	0.35	0.31	0.36	0.31	0.46	0.51	0.74	0.91	0.71
SJOB	0.49	0.44	0.44	0.39	0.40	0.51	0.40	0.43	0.34	0.41	0.44	0.28	0.41	0.36	0.40	0.40	0.41	0.45	0.53	0.62	0.84

註：對角線上為相關係數；對角線及對角線下為共變異數矩陣

附錄四 數學四因素 18 題模型的信度與效度估計值

因素／指標	標準化負荷量	指標信度	誤差變異量	組合信度	平均變異數 抽取量
學生知覺數學教師期望 (PMTE)				0.846	0.733
MTWE	0.799	0.638	0.362		
MTAB	0.910	0.828	0.172		
數學能力信念 (ABM)				0.861 ^a	0.613
MWEL	0.856	0.733	0.267		
MCLM	0.709	0.503	0.497		
MSTR	0.759	0.576	0.424		
MQKY	0.845	0.714	0.286		
MSOL	0.817	0.667	0.333		
MDIF	0.698	0.487	0.513		
數學實用價值 (UVM)				0.795 ^a	0.481
MHDL	0.766	0.587	0.413		
MOSS	0.644	0.415	0.585		
MUNI	0.651	0.424	0.576		
MGET	0.639	0.408	0.592		
MIMP	0.757	0.573	0.427		
數學內在價值 (IVM)				0.892 ^a	0.677
MENJ	0.924	0.854	0.146		
MSTU	0.679	0.461	0.539		
MBOR	0.747	0.558	0.442		
MINT	0.796	0.634	0.366		
MLIK	0.938	0.880	0.120		

^a由於本研究發現 ABM 中有三題項，以及 UVM 和 IVM 各有兩題項間有誤差相關，因而加上變項誤差間的共變異數估計值 (Bollen, 1980; Kano & Azuma, 2003; Raykov, 2004)。

附錄五 科學四因素 19 題模型的信度與效度估計值

因素／指標	標準化負荷量	指標信度	誤差變異量	組合信度	平均變異數 抽取量
學生知覺科學教師期望 (PSTE)				0.869	0.769
STWE	0.835	0.697	0.303		
STAB	0.917	0.841	0.159		
科學能力信念 (ABS)				0.785 ^a	0.559
SWEL	0.855	0.731	0.269		
SCLM	0.635	0.403	0.597		
SSTR	0.683	0.466	0.534		
SQKY	0.850	0.723	0.278		
SSOL	0.810	0.656	0.344		
SDIF	0.614	0.377	0.623		
科學實用價值 (UVS)				0.808 ^a	0.549
SHDL	0.795	0.632	0.368		
SOSS	0.712	0.507	0.493		
SUNI	0.717	0.514	0.486		
SGET	0.717	0.514	0.486		
SIMP	0.761	0.579	0.421		
科學內在價值 (IVS)				0.867 ^a	0.593
SENJ	0.879	0.773	0.227		
SSTU	0.674	0.454	0.546		
SREA	0.907	0.823	0.177		
SBOR	0.651	0.424	0.576		
SINT	0.694	0.482	0.518		
SLIK	0.777	0.604	0.396		

^a 本研究發現 ABS 中有三題項，以及 UVS 和 IVS 各有兩題項間有誤差相關，因而三構面的組合信度估計中已將誤差共變異數納入分析。

Journal of Research in Education Sciences

2017, 62(1), 59-102

doi:10.6209/JORIES.2017.62(1).03

Effects of Perception of Teachers' Expectations, Ability Beliefs, Utility Values, and Intrinsic Values on Math and Science Achievement Among Eighth-Grade Students in Taiwan: A Multilevel Structural Equation Model Using TIMSS 2011

Min-Yu Chen

Department of Education,
University of Taipei

Ching-Yun Yu

Department of Psychology and Counseling,
University of Taipei

Abstract

On the basis of expectancy-value theory, multilevel structural equation models and trends in mathematics and science study 2011 data were applied to investigate the effects of the student-level variables (perception of teachers' expectations, ability beliefs, utility values, and intrinsic values) and their respective class-level variables on math and science achievement, and to test the mediation effect of ability belief between students' perception of teachers' expectations and the math and science achievements of eighth-grade students in Taiwan. The study revealed the following results: (1) The student-level and class-level structures exhibited differences. (2) At the student level, students' ability belief had the strongest effect on their math and science achievement; the class level of ability belief had a positive effect on math and science achievement. (3) Ability belief had a significant mediating effect between the perception of teachers' expectations and math and science achievement. Finally, according to the results, some suggestions for practical applications and future research were introduced.

Corresponding Author: Ching-Yun Yu, E-mail: cyu@utapei.edu.tw

Manuscript received: Mar. 28, 2016; Revised: Aug. 2, 2016, Oct. 5, 2016; Accepted: Oct. 13, 2016.

Keywords: expectancy-value theory, math and science achievement, multilevel structural equation model (MSEM), secondary data analysis, trends in mathematics and science study (TIMSS) 2011