

數理科學的學習動機有性別差異嗎？ 一個來自後設分析的證據

余民寧 翁雅芸* 張靜軒

摘 要

研究目的

本研究統整臺灣 1993 年到 2013 年所發表的學位論文與期刊論文，透過後設分析法以釐清臺灣學生在數理科學的學習動機、學習興趣與學習態度等情意層面上，是否存在性別差異。

研究設計／方法／取徑

本研究以「臺灣博碩士論文知識加值系統」和「臺灣期刊論文索引系統」當作檢索工具，搜尋國內的期刊和博碩士論文，最後共採納 72 篇論文進行後設分析。

研究發現或結論

整體來說，兩性在數理科學學習動機等因素具有顯著性別差異，呈現男學生優於女學生的現象。透過調節變項檢定發現，除樣本大小不會影響其性別差異以外，研究年代、地區、學習階段、數理科學科目、研究變項（學習動機／學習興趣／學習態度）以及變

余民寧，國立政治大學教育學系特聘教授

電子郵件：mnyu@nccu.edu.tw

* 翁雅芸（通訊作者），國立政治大學教育學系博士研究生

電子郵件：ireneweng212@gmail.com

張靜軒，國立政治大學教育學系博士研究生

電子郵件：michellesoulgirl@gmail.com

投稿日期：2017年6月8日；修正日期：2017年9月20日；接受日期：2017年11月2日

項組成因素等皆會對性別差異產生影響。雖然在國小階段性別差異未達顯著，但隨著年齡增長，性別差異逐漸擴大，到高中職階段則最為明顯；南部地區的性別差異最為顯著，中部地區的性別差異則未達統計顯著。2009 年至 2013 年間，臺灣學生在數理科學學習動機等情意層面的性別差異較過去更為明顯，代表目前教育環境與社會環境對於女性學習數理科學或許仍不夠友善，或無法給予適切的支持。

研究原創性／價值

本研究整合臺灣長達 20 年內所發表的學位論文與期刊論文，針對臺灣兩性學生在數理科學學習動機等因素方面提出整合後的研究結果，並反映臺灣學生在數理科學學習動機等因素上存在不同程度的性別差異，提供此重大警訊，供後續研究與教育輔導參考。

關鍵詞： 性別差異、數理科學、學習動機、後設分析、臺灣

STUDENTS' LEARNING MOTIVATION TO MATH AND SCIENCE: USING THE META-ANALYSIS TO FIND THE GENDER DIFFERENCE IN TAIWAN

Min-Ning Yu Ya-Yun Weng* Ching-Hsuan Chang

ABSTRACT

Purpose

The meta-analysis method was used in analyzing data extracted from thesis and peer review journals from 2003 to 2013, as inputs in understanding male students or female students who have the better learning motivation, learning interest and learning attitude in math, nature science and computer science.

Design/methodology/approach

This study extracted the articles of journals from “PerioPath Index to Taiwan Periodical Literature System” and the articles of theses and dissertations form “National Digital Library of Theses and Dissertations in Taiwan.” Totally, 72 journal and these articles were collected and used in this study.

Findings

Meta-analysis results showed that the male students had a significant outperformance than female students. The published times, the stage of schooling, the subjects (math, science and computer science), the variables (motivation/attitude/interest), and the subscales all had a significant impact on the gender difference. But the variable impact of sample size was not significant.

Min-Ning Yu, Distinguished Professor, Department of Education, National Chengchi University, Taipei, Taiwan.
E-mail: mnyu@nccu.edu.tw

* Ya-Yun Weng (corresponding author), Doctoral student, Department of Education, National Chengchi University, Taipei, Taiwan.
E-mail: ireneweng212@gmail.com

Ching-Hsuan Chang, Doctoral student, Department of Education, National Chengchi University, Taipei, Taiwan.
E-mail: michellesoulgirl@gmail.com

Manuscript received: June 8, 2017; Modified: September 20, 2017; Accepted: November 2, 2017

In the elementary school, the gender difference was not significant, but the gap of gender difference was increasing, especially in the stage of high schooling. The gender difference was highest in the south area cities of Taiwan, however in the midland area cities of Taiwan, the gender difference was not significant. The past five years, Taiwan's students had more gender difference in the learning motivation, learning interest, and learning attitude in math, nature science, and computer science. The results meant that the society was not friendly supported for female students in studying math and science.

Originality/value

This study integrates the researches from dissertation and journal in Taiwan for past 20 years. The meta-analysis was used to examine the gender differences in the learning motivation, learning interest, and learning attitude in math, nature science, and computer science. The major issue of gender difference in learning motivation in math, nature science, and computer science was found increasing in different stage of schooling. That deserved much attention and caring from government, teachers, and parents. Finally, some conclusions and suggestions for practical applications and future researches were suggested and proposed.

Keywords: *gender difference, math and science, learning motivation, meta-analysis, Taiwan*

壹、緒論

根據教育部（2016）資料顯示，臺灣學生對於大學高等教育的入學科系選擇仍存在著男性偏重理科、女性偏重文科的傳統性別刻板思維，此數據不禁讓人好奇，影響兩性學生選擇大學科系的主要原因可能有哪些？難道我國性別平等教育仍然不足嗎？若希望突破傳統性別刻板印象，又該從何著手改變？近年國內不少研究結果顯示，數理科學學業成就之性別差異未達統計顯著（李浩然、柳賢，2012；吳春慧，2010；盧雪梅、毛國楠，2008），甚至出現女學生優於男學生的現象（陳世杰，2005；黃國清，2008），由此可知，數理科學學業成就的表現似乎不是造成女學生不願意選擇理科的原因。余民寧與趙珮晴（2010）分析 TIMSS 2003 的資料發現，女學生必須先喜歡科學且擁有想要深入探討的動機時，才會願意選擇科學相關的科系；男學生則是知覺到自己對科學科目已具備相當程度的掌控能力時，即會選擇科學作為未來職業的進路；此現象在 PISA 2006 的資料中亦可發現，性別差異在未來性學習動機上，似乎在某種程度上反映了當前職業上男女有別的現象（林煥祥、劉聖忠、林素微、李暉，2008）。換言之，若想改變女性對於從事理工科學等相關工作的意願，則必須提升女生對於數理科學的興趣與動機；若僅只是提升女生的數理科學學業成就，則依舊無法改變兩性在大學科系選擇或職業選擇上的性別差異。

因此，本研究將先確立兩性學生在數理科學科目學習動機、學習興趣與學習態度上是否存在性別差異，並更進一步探討在不同變項中的性別差異，藉此反映臺灣學生在數理科學學習動機等因素上是否存在不同程度的性別差異，提供後續研究與教育輔導參考。

一、數理學科學習動機、學習興趣與學習態度與其性別差異

（一）學習動機、學習興趣與學習態度

對於學生和科學與科技間的關係，學生的興趣、動機或態度扮演相當重要的概念，也是當前世界各地的研究員與教育系統一直持續關注的議題（Osborne, Simon, & Collins, 2003）。簡晉龍與任宗浩（2011）認為「（科學）結果期待」和「（科學）生涯興趣」分別與外在動機（extrinsic motivation）和內在動機（intrinsic motivation）的概念有所呼應；換言之，學生對於學

習科學是否能對自身產生利益（如物質利益、社會讚許）的認知屬於外在動機，雖與興趣或喜愛等純粹心理內在的內在動機有所不同，但皆為影響學生對於科學學習動機的重要因素。

Glyn、Taasobshirazi 與 Brickman (2009) 以社會認知學習論為依據，利用探索性因素分析將科學學習動機定義為五個構面：內在動機和自我關聯性、自我效能和焦慮、自我決策、職涯動機和學業成就動機。Bryan、Glynn 與 Kittleson (2011) 則根據此架構設計科學動機問卷，將問卷內容分為三部分：內在動機、自我效能與自我決策；其中內在動機的問題則包含發現學習科學是有趣的、享受學習科學、理解科學會帶來成就感以及認為學習比學業成就更重要。呂惠紅 (2010) 也認為學習興趣和學習態度都是屬於內在動機，是影響學童自然科學學習的重要因素之一。因此，科學興趣可說是一種內在動機，亦即個人從事科學相關活動是來自於內在的愉快與滿足（簡晉龍、任宗浩，2011），故國內學者在測量學生學習動機時，其變項中亦包含了對測量學生對該學科的求知興趣（謝熹靜，2009）與學習態度（張志中，2009）；同樣地，不少學者在測量學習態度時，亦將學習動機視為影響學習態度的因素之一（李美芳，2008；周明樂，2004）。周明樂 (2004) 認為數學學習態度是個人對於數學學習所具有的一種持久而一致的行為傾向，並改編製作數學學習態度量表，透過因素分析萃取出九個因素，分別為：學習主動性、數學價值觀、訊息處理、學習焦慮、解決學習困難、學習效率、專心、學習動機與閱讀能力。李美芳 (2008) 檢閱國內研究者對於數學學習態度的相關研究，認為數學學習態度為學生對於數學所呈現出的一種數學價值觀、學習數學的動機和所使用的學習方式，以及本身對學習數學的信心。由上述可知，學生的學習動機、學習興趣與學習態度是影響學生學習科學時相當重要的因素，而三者間又具有相當程度的關係甚至會相互影響。

（二）數理學科的學習動機、學習興趣與學習態度之性別差異

兩性學生在數理學科方面是否存在性別差異則是全世界都極度關注的議題。Preckel、Goetz、Pekrun 與 Kleine (2008) 探討天才學生（德國認知能力測驗之非語言能力高於 95% 的學生）和一般學生在數學成就、自我信念、興趣和學習動機上是否有性別差異，發現無論天才或者一般學

生，男學生分數都比女學生高，而且女學生在自我信念、學習興趣得分均比男生低，尤其是在興趣部份的差異最大。Wolters 與 Pintrich（1998）針對美國七年級和八年級學生的數學學習動機進行分析，亦發現存在男學生顯著優於女學生。在亞洲也有相同的研究結果，Kwon（2016）利用 Glynn 的動機理論研發量表測量韓國中學生科技學習動機，其研究發現影響科技學習動機的主要三個因素分別為內在動機、職業動機與教師表現，其中內在動機為主要因素，可解釋量高達 46.7%。此外，內在動機與職業動機皆具有顯著性別差異存在，呈現男生高於女生的現象，但在教師表現因素上則未達統計顯著。我國也有許多學者的研究是支持男生在數理學科的學習動機、學習興趣或學習態度上優於女生（鄭富中、楊景盛、林素華，2011）。PISA 2012 結果報告（臺灣 PISA 國家研究中心，2015）亦指出，臺灣及參照國家均呈現男學生數學學習內在動機高於女學生，而此現象早在 PISA 2006 時就已經發現，臺灣男學生在科學學習興趣的任何一個子項上都顯著的優於女生，而且這個現象也相同存在於香港、韓國和日本等國家中（林煥祥等人，2008）。

然而，並非所有的研究結果皆指向男學生在數理學科的學習動機、學習興趣或學習態度優於女生。Guvercin、Tekkaya 與 Sungur（2010）比較六年級和八年級學生科學學習動機之性別差異，發現無論是六年級學生或八年級學生，自我效能、主動學習策略、科學學習價值、表現目標、成就目標或學習環境刺激等因素，皆呈現女學生的科學學習動機優於男學生的現象。國內還有不少研究結果也都支持女學生在數理科學學習動機等因素上優於男學生（李美芳，2008；吳國業，2001）。當然，也有研究結果呈現兩性在數理科學學習動機等因素上其性別差異未達統計顯著（周明樂，2004；鄭孟芳、林素華，2010；Simpkins, Davis-Kean, & Eccles, 2006）。

綜合上述，兩性學生在數理學科的學習動機、學習興趣與學習態度的表現是否存在顯著性別差異，綜觀國內外研究尚未有肯定的結論。同時也可發現，此議題一直都是國內研究的趨勢，已經累積許多相關研究結果，但尚未有統整性的深入探討。同時，學習動機、學習興趣與學習態度看似相互包容，也時常互為其中的組成因素，具有相當程度的關係甚至會相互影響。因此，若研究者欲探討學生學習時的情意表現，使用學習動機、學

習興趣或學習態度作為依變項是否所得的研究結果會相同？又或者所選擇的變項或變項內所包含的構念不同時，會影響其研究結果？還有，兩性學生根據依變項構念組成的不同，是否其性別差異也會所變化？檢閱過去文獻，全都僅以學習動機、學習興趣或學習態度三者之一作為依變項，理當無法回答上述問題，因此本研究將依變項的選擇與變項組成因素（分量表）列入調節變項中，企圖回答關於變項選擇可能帶來的影響與探討兩性學生在這些變項上的表現差異。

二、影響數理學科學習動機、學習興趣與學習態度性別差異之因素

國外不少學者發現兩性在數理學科學系的學習興趣，在國小或國中階段並無顯著差異，但會隨著年級增長，女學生的數理學科學習興趣會逐漸降低（Ethington & Wolfle, 1986; Guvercin et al., 2010; Simpson & Oliver, 1985; Sherman, 1980）。陳麗君（2009）以國小六年級學生為樣本，探討影響學童科學創造力的相關因素時，發現男女學生在自我效能、內在目標導向及控制信念層面並無顯著差異，但在外在目標導向上則是女生優於男生，其認為此年紀的女生多半表現比男生更服從、溫順，因此受到外在動機影響的可能性才會高於男生。換言之，在測量學習動機、學習興趣或學習態度時，量表編製的內容也可能影響研究結果，造成其性別差異的分析結果不同。黃怡仁（2007）則是發現，在內在動機和自我效能上，男學生的表現顯著優於女學生，而女學生的焦慮現象則顯著大於男學生。因此，雖然整體數學科學習動機未達顯著，但兩性在學習動機的根本因素中，仍有不同的表現。綜合上述，學生處於不同的學習階段或是問卷的變項背後所包含的因素等，皆可能會對其性別差異產生影響。

然而，研究者所設計的問題或發放問卷的時空背景，同樣也會影響性別差異的分析結果。例如，余民寧（2013）曾指出在量化研究中，若樣本太小則容易造成假象的效度值，間接影響效度推論的正確性。另外，除了社會氛圍的改變與民間團體努力推行性別平等之外，政府也透過法律的制定，對於學校教學須落實性別平等予以約束。如在 2004 年發布、2014 年底修正的《性別平等教育法》中，第 19 條即提到「教師使用教材及從事教育活動時，應具備性別平等意識，破除性別刻板印象，避免性別偏見及

性別歧視。教師應鼓勵學生修習非傳統性別之學科領域」。隨著時代的變遷，不同的年代中，學生們學習數理科學時對其科目是否具有足夠的學習動機、興趣或正向的態度、是否能打破過去傳統性別刻板印象，也是本研究所欲探討的問題。

至於臺灣不同地區的學生在數理科學情意表現，林永菁（2016）分析臺灣不同地區、不同性別國小學童科學探究的差異，其研究發現臺灣北部、中部、南部與東部的男學童在科學情意分測驗的平均分數均高於女學童，其中中部、南部與東部地區之性別差異達顯著水準，但北部地區則未達統計顯著。此外，多數研究為聚焦研究主題，多選擇單一科目或是選擇不同類型科目（如語文科目與數理科目）進行性別差異比較，故無法得知數學、自然科學與電腦資訊等同樣被列為數理科學科目的三者，兩性學生在各科中的情意表現是否也會有所不同。因此，本研究欲透過後設分析，統整過去研究數據，將地區與數理科學科目列入調節變項，企圖提出過去所沒有的研究結果，提供未來研究與實務面作為參考，使本研究更具研究價值。

學生們在數理科學等科目的學習動機、學習興趣與學習態度是否存在性別差異，一直都是世界各國十分重視的問題，而國內對此議題的研究成果也極為豐碩。在這樣的條件之下，本研究希望奠基於過去的研究成果，透過後設分析（meta analysis）方法進行次級資料分析，以探究臺灣學生在數學、科學與電腦資訊學科（簡稱「數理學科」）的學習動機、學習興趣與學習態度（簡稱「M/I/A」）間的差異，提出統整性的結論，並分析影響性別差異之調節變項。

貳、研究設計與實施

本研究使用 MetaWin2.1 版本進行後設分析，檢視兩性學生在數理學習動機、學習興趣與學習態度的差異。首先，以男學生為對照組、女學生為焦點組，進行整體效果量和同質性檢定，並再視同質性檢定結果，使用相關變項進行事後比較，以了解不同變項之調節效果為何。

一、取樣標準與文獻資料蒐集

(一) 取樣標準

本文後設分析的取樣標準共計 6 項，詳述如下：

1. 研究主題必須是探討兩性學生在數學、自然科學或是資訊電腦等相關科目的學習動機、學習興趣與學習態度。
2. 研究方法必須提供可供分析數據（如：平均數、標準差和樣本數），或者可將數據轉換成可分析數據的文章。
3. 以國家圖書館的「臺灣博碩士論文知識加值系統」和「臺灣期刊論文索引系統」當作檢索工具，搜尋國內的期刊和博碩士論文；但不包含研討會論文。
4. 大致可清楚分辨研究年代、學習階段、縣市地區、數理科學科目，以及是否有分量表與分量表內容等研究資料，以利於後設分析的效果量計算，或者相關的調節變項分析。
5. 如果國家圖書館無提供電子全文，亦無書面紙本資料者（如：透過館際合作借閱及聯絡作者本人索取，而仍無法取得全文者），則刪除之。
6. 本文所搜尋到的每一篇文章，如有一項未符合上述取樣標準者，亦刪除之。

(二) 文獻資料蒐集

文獻資料蒐集過程共可分為兩階段。第一階段先透過臺灣博碩士論文知識加值系統和臺灣期刊論文索引系統內所有的文獻進行關鍵字搜索，分別以搜索語言「“性別”.ab and “動機”.ab and “數學”.ab（精準）」進行摘要的檢索；其中，關鍵字「數學」將分別代換其他不同科目如「科學、資訊與電腦」，關鍵字「動機」將分別代換成「興趣與態度」，在各網站系統中，分別進行 12 次檢索。並透過摘要閱讀，刪除非量化研究的論文、與本研究無關之論文，以及重複性論文；如遇到無法由摘要確認是否合宜之論文，則先保留至第二階段，進行更進一步地確認。第二階段則透過紙本或電子全文進行文獻詳閱，依據上述六項取樣標準逐一核對，以確保論文是否符合本研究主題、具備可進行後設分析之數據、分析變項是否符合本研究需求等。若有遺漏者，予以刪除之。

第一階段經由摘要檢閱後，可繼續進行第二階段檢索的學術論文分別有：數學 152 篇、科學 83 篇、資訊 19 篇、電腦 10 篇；期刊論文分別有：數學 4 篇、科學 2 篇、資訊 1 篇、電腦 1 篇。隨後，根據上述兩階段蒐集過程，由表 1 可知，可供本研究分析的博碩士論文分別有：數學 33 篇、科學 35 篇、資訊 5 篇、電腦 2 篇；可供分析的期刊論文分別有：數學 2 篇。

二、資料輸入

根據兩階段文獻資料檢閱過程，共計 77 篇文獻可納入分析，其中，因資訊與電腦相關文獻篇數較少且學科性質相近，將合併成為「電腦資訊」進行分析。資料輸入方面，每篇文章皆會由兩位助理相互進行，分別交互輸入資料與核對資料的工作；對於有爭議的資料，則由第三位助理和計畫主持人討論後，再決定是否刪除或修正。

表 1 可供本研究分析的論文數量之統計

論文類型	初步搜尋處理	數學	科學	資訊	電腦
博碩士論文	網路搜尋總數	271	261	201	162
	重複性論文	40	83	74	100
	無量化數據摘要	6	4	4	2
	與本文無關論文	73	91	104	50
	第一階段檢閱後總數	152	83	19	10
	無符合取樣標準數據	119	48	14	8
	可供分析論文總數	33	35	5	2
期刊論文	網路搜尋總數	12	22	4	2
	重複性論文	1	8	1	0
	無量化數據摘要	0	2	0	0
	與本文無關論文	7	10	2	1
	第一階段檢閱後總數	4	2	1	1
	無符合取樣標準數據	2	2	1	1
	可供分析論文總數	2	0	0	0

- 註：(1) 上述，「網路搜尋總數」，統整日期為 2015/3/1。
- (2) 重複性論文：與其他科目重複之論文。「科學」的重複性論文，係指與數學重複之論文；「資訊」的重複性論文，係指與數學和科學重複之論文；「電腦」的重複性論文，係指與數學、科學和資訊重複之論文。
- (3) 無量化數據論文：係指透過摘要內容或全文詳閱後，確定為質性論文或無統計數據的論文。
- (4) 與本文無關論文：透過摘要內容或全文詳閱後，確定非兩性科學教育與學習動機／態度／興趣之相關文獻。

三、效果量計算

本研究以男生作為對照組、女生作為焦點組，進行分析比較。原則上，將以每篇文章中所提供的平均數、標準差和樣本數，轉換成 Hedges' d 作為效果量；若文章中沒有上述數據，將改採用獨立樣本平均數 t 考驗的 t 值與單因子變異數分析的 F 值進行轉換（Hedges, Shymansky, & Woodworth, 1989; Rosenberg, Adams, & Gurevitch, 1999）。整體效果量的計算，將分別以隨機模式（random model）和固定模式（fix model）進行，如同質性檢定達顯著，將繼續進行調節變項分析。

為避免極端值影響整體分析，在進行分析前，將以全部效果量之標準差的 1.96 倍作為極端效果量判斷依據，超過此範圍者，即予以刪除。本研究 77 篇文章所得的平均效果量為 .02，標準差 .67，將以正負 1.96 的標準差設為間距，因此，當效果量超 $-1.29 \sim 1.33$ 的範圍時，則視為極端值，予以刪除。根據上述標準，原 77 篇文章中，共有五篇文章的效果量分別為 4.04、1.90、1.57、1.48 和 -1.69 ，為避免分析資料受到極端值干擾，將此五篇效果量刪除，最後以 72 篇文章納入整體效果量模式計算。雖極端值可能具有其特殊意義，但本研究欲聚焦於提出整合性的研究結果，故將不針對極端值進行深入探討。

四、變項定義

（一）數理科學學習動機／學習興趣／學習態度（M/I/A）

「數理科學學習動機／學習興趣／學習態度」係指該作者針對數學、科學和電腦資訊等科目為背景下，所測量而得的學習動機、學習興趣與學習態度，其背後因素可能又包含眾多子因素，因此後續欲將針對變項組成因素進行事後比較。其中，各研究者測量數理科學學習動機／學習興趣／學習態度的量表，包含直接引用他人的量表、改編他人量表，以及自行研發相關量表。

（二）調節變項

本研究共設計七個調節變項：研究年代、樣本大小、地區、學習階段、數理科學科目、研究變項與變項組成因素。因被納入的文獻其研究時間為 1993 年到 2013 年，考量每篇研究所探討的年齡族群與研究背景設定不盡相同，故以樣本篇數平均分配為考量，將「研究年代」變項分成 1993 年到 2004 年、2005 年到 2006 年、2007 年到 2008 年和以及 2009 年到 2013

年四個階段；「縣市」則是依據過去研究當時的縣市劃分，因此仍有臺北縣、桃園縣、台中縣、台南縣與高雄縣；「研究變項」則分成數學、自然科學與電腦資訊等三個科目；「變項組成因素」因考量並非每篇研究都有提供關於學習動機、學習興趣或學習態度的分量表變項內容，故整理被採用分析的文獻後，將重複出現多次且根據理論基礎分成如外在動機、成就目標、表現目標、自我效能、興趣、信心、學習價值與學習焦慮等八個因素。其中，外在動機係指非受試者自身對於學習所產生的內在動機，是由外在誘因所引發的動機，而學習焦慮的計分方式皆為得分越高者，其焦慮程度越高；成就目標係指受試者為求能力更進步所做的努力，且為能力進步而產生成就感；表現目標係指透過勝過他人、以表現比他人優異為目標；學習價值係指受試者認為學習此科目是有意義、具實用性或是對自身有益，能從學習中有所收穫。

五、出版偏誤檢定

由於能夠被刊登發表的文章多為具有顯著的效果，未達統計顯著的文章則容易不被收錄發表，也因此若受到出版偏誤的干擾，可能使整個後設分析的結果，與研究者原先的結論大相逕庭（謝進昌、陳敏瑜，2011；Orwin, 1983）。因此，本研究以 Meta Win 所提供的 Rosenthal's Method 的 FSN 值（fail-safe number），作為判斷出版偏誤檢定的標準，同時亦參考容忍門檻（tolerance level） $5k + 10$ （ k 為篇數）的標準，以檢驗本研究效果量。本研究的 FSN 值為 1435.6，表示需再增加 1436 篇研究結果為兩性學生在數理學科的 M/I/A 性別差異不顯著的文章，才能推翻本研究結果。同時，本研究共計 72 篇論文被納入分析，容忍門檻為 370 篇，故本研究的出版偏誤在可接受範圍，效果量的數據相當穩固。

參、結果與討論

一、整體效果與同質性檢定

本研究整體效果量與同質性檢定之結果呈現如表 2。刪除極端值效果量後，共計 72 篇論文被採用，無論在固定模式或者隨機模式下，兩者的信賴區間均不包含 0，表示效果量皆達顯著，即兩性學生在數理學科的 M/I/A 性別差異皆達統計顯著，而且是男性學生顯著高於女性學生。

表 2 整體效果量和同質性檢定

模式	篇數	效果量	95% CI	Bootstrap 95% CI	Q total/df
固定	72	-0.12*	-.15 ~ -.10	-.18 ~ -.06	287.51***/71
隨機	72	-0.11*	-.17 ~ -.05	-.17 ~ -.05	75.50/71

註 1：效果量為正值，代表女生表現高於男生。

註 2：此為刪除極端值文章後，最後採用之 72 篇文章的分析結果。

* $p < .05$ ；*** $p < .001$

同質性檢定方面，隨機模式的 Q 總量 (Q total) 為 75.50，未達 $p < .05$ 的統計顯著水準，表示在此模式分析計算下，無其他變項 (性別以外) 會顯著影響兩性學生在數理學科的 M/I/A；然而，固定模式的 Q 總量為 287.80，達到 $p < .001$ 的統計顯著水準，代表還有其他變項可能影響兩性學生在數理學科的差異，因此後續將以固定模式進行調節變項分析。

二、調節變項分析

本研究的調節變項包含研究年代、樣本大小、地區、學習階段、數理科學科目 (數學、自然科學和電腦資訊)、研究變項 (學習動機、學習興趣與學態度) 以及變項組成因素 (外在動機、成就目標、表現目標、自我效能、興趣、信心、學習價值和學習焦慮)，共計七個調節變項，其分析結果如表 3 所示。研究年代、學習階段、地區、數理科學科目和樣本大小等調節變項，為求研究獨立性的原則，以篇作為效果量為單位，亦即一篇文章採納一個效果量來計算，若一篇文章中有多個效果量，則計算其平均數後採用。「研究變項」變項，因為某些文章中，會同時針對學習動機、學習興趣或學習態度的不同面向進行測量，故同一篇文章中會出現多個效果量，因此總計有 366 個效果量，平均值為 -0.0752 ，標準差為 $.3661$ ，已超過 1.96 個標準差為極端值，故超出 $-0.790 \sim 0.64$ 的範圍者，即視為極端值刪除之，最後總計有 346 個效果量納入正式分析。「變項組成因素」變項則以檢閱各篇文章中，有提供測量變項的分量表類別的，將多次重複出現且意涵相同的因素列為分析目標，經統整後總計有 109 個效果量納入正式分析。

表 3 後設分析之調節變項

調節變項	Q _B /df	篇數	效果量	95% CI	Q _w	事後比較
研究年代	26.17***/3					
(1) 1993-2004		19	-0.13*	-.19 ~ -.07	32.57*	
(2) 2005-2006		16	-0.10*	-.15 ~ -.06	85.78***	1、2、3 > 4
(3) 2007-2008		18	-0.05	-.10 ~ .01	106.36***	3 > 1
(4) 2009-2013		19	-0.25*	-.31 ~ -.18	36.62**	
樣本大小	.76/2					
(1) 小樣本		26	-.08	-.21 ~ .05	35.83	
(2) 中樣本		22	-.11*	-.17 ~ -.06	118.29***	
(3) 大樣本		24	-.13*	-.16 ~ -.10	132.62***	
地區	22.68***/3					
(1) 北部		20	-.12*	-.18 ~ -.06	94.94***	
(2) 中部		13	-.01	-.08 ~ .06	11.14	2 > 1 > 3
(3) 南部		18	-.23*	-.31 ~ -.15	41.42**	2 > 4
(4) 全國		8	-.17*	-.24 ~ -.10	13.42	
學習階段	43.91***/2					
(1) 國小		34	-.03	-.07 ~ .01	84.57	
(2) 國中		27	-.14*	-.19 ~ -.10	68.90***	1 > 2 > 3
(3) 高中職		8	-.27*	-.35 ~ -.20	80.65***	
數理科學科目	6.97*/2					
(1) 數學		29	-.12*	-.16 ~ -.08	78.66***	
(2) 自然科學		37	-.09*	-.12 ~ -.05	127.28***	2 > 3
(3) 電腦資訊		5	-.21*	-.32 ~ -.09	13.00*	
研究變項	18.45***/2					
(1) 動機		139	-.09*	-.11 ~ -.07	281.12***	
(2) 興趣		10	-.21*	-.27 ~ -.15	68.03***	1、3 > 2
(3) 態度		197	-.10*	-.12 ~ -.08	510.93***	
變項組成因素	43.59***/7					
(1) 外在動機		9	-.04	-.12 ~ .03	19.41*	
(2) 成就目標		9	.08	-.04 ~ .19	5.81	
(3) 表現目標		4	.04	-.26 ~ .35	1.24	1 < 2
(4) 自我效能		22	-.20*	-.26 ~ -.15	57.40***	1 > 4、5、6、7、8
(5) 興趣		11	-.19*	-.25 ~ -.13	60.55***	2 > 3、4、5、6、7
(6) 信心		14	-.18*	-.25 ~ -.11	29.18**	3 > 5、6
(7) 學習價值		16	-.11*	-.18 ~ -.04	11.6	4 < 3、7
(8) 學習焦慮		11	-.13*	-.20 ~ -.06	25.07**	

註 1：「樣本大小」：小樣本—樣本數 < 100 人；中樣本—100 人 < 樣本數 < 500 人；大樣本：樣本數 > 500 人。

註 2：「地區」的劃分方式：

- (1) 北部地區：基隆市、臺北市、新北市（臺北縣）、桃園縣（市）、新竹縣（市）及宜蘭縣。
- (2) 中部地區：苗栗縣、臺中縣（市）、南投縣（市）、彰化縣及雲林縣
- (3) 南部地區：嘉義縣（市）、臺南縣（市）、高雄縣（市）、屏東縣及澎湖縣
- (4) 全國：包含五個縣市以上，且包含兩個地區以上。

註 3：「學習階段」有 3 篇之樣本橫跨國中小學無法列入分類中，以及其中 1 篇樣本為大學生，篇數過少，故不納入分析。

註 4：「研究變項」中，因每篇文獻中可能有一個以上效果量，且其測量的結果為關於 M/I/A 的不同面向，因此以每一個效果量為單位，總計有 366 個效果量，其平均值為 -.0752，標準差為 .3661，若以正負 1.96 個標準差為極端值的話，超出 -.790 ~ .64 的範圍者，即視為極端值，予以刪除。結果發現極端值共 20 個，最後總計只有 346 個效果量納入正式分析中。

註 5：「變項組成因素」中，因並非每篇文獻中都有提供分量表內容，且每篇文獻中可能有一個以上效果量，因此以每一個效果量為單位，被納入的效果量初步計算有 109 個，其平均值為 -.0474，標準差為 .4503，若以正負超過 1.96 個標準差為極端值的話，超出 -1.30 ~ .04 的範圍者，即視為極端值，予以刪除。結果發現極端值共 13 個，最後總計只有 96 個效果量納入正式分析中。

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

根據調節變項檢定結果，除了樣本大小，其餘六個調節變項的組間 Q 值（Q between，簡稱 QB）皆達統計顯著，代表這六個調節變項，皆會對兩性在數理學科的 M/I/A 產生顯著影響，故針對這六個調節變項進行事後比較，分析其組內之性別差異。以下分別就各調節變項論述之。

（一）研究年代

研究年代方面，如表 3 所示，QB 值為 26.17，達 $p < .001$ 的統計顯著水準，表示不同的研究年代，對於兩性學生在數理學科 M/I/A 之差異會造成顯著影響；同時，在每一個不同時期，其組內 QW 值（Q within，簡稱 QW）皆達不同程度的統計顯著水準，表示其性別差異結果可能受其他變項影響。事後比較分析結果顯示，在 2009 年到 2013 年之間，其效果量為 $-.25$ ，顯著小於其他三個時期，換言之，其絕對值顯著大於其他三個時期。效果量為負值且絕對值最大，即代表在此一時期，男學生在數理學科的 M/I/A 優於女學生的情形，也較其他三個時期更為明顯。

（二）樣本大小

樣本大小方面，如表 3 所示，QB 值為 .76，未達 $p < .05$ 統計顯著水準，表示研究樣本大小並未對兩性學生在數理學科之 M/I/A 造成顯著影響，故不需進行事後比較。同時，學習動機、學習興趣與學習態度之 QW 值皆達 $p < .001$ 的統計顯著水準，代表其性別差異結果可能受其他變項影響。

（三）地區

地區方面，如表 3 所示，QB 值為 22.68，達 $p < .001$ 的統計顯著水準，表示學生所處之地區不同，會顯著影響兩性學生在數理學科 M/I/A 之差異；北部地區的 QW 值均達 $p < .001$ 的統計顯著水準，南部地區的 QW 值均達 $p < .01$ 的統計顯著水準，代表這兩個地區可能有其他變項會顯著影響其性別差異。事後比較分析結果顯示，中部地區兩性學生在數理學科的 M/I/A 性別差異最小，甚至未達統計顯著水準，其次為北部地區，南部地區性別差異最大；此外，中部地區的性別差異亦小於全國抽樣之結果。

（四）學習階段

學習階段方面，如表 3 所示，QB 值為 43.91，達 $p < .001$ 的統計顯著水準，表示不同的學習階段，會顯著影響兩性學生在數理學科 M/I/A 之差異。

異；值得注意的是，在國小階段，兩性學生在數理學科的 M/I/A 性別差異未達統計顯著，在國中以及高中階段，其 QW 值均達 $p < .001$ 的統計顯著水準，表示其性別差異結果可能受其他變項影響。事後比較分析結果顯示，國小階段兩性學生在數理學科的 M/I/A 性別差異最小甚至不顯著，但隨著年齡增長，兩性學生在數理學科的 M/I/A 性別差異逐漸增加，高中職階段時，顯著大於國中和國小階段。

（五）數理科學科目

數理科學科目方面，如表 3 所示，QB 值為 6.97，達 $p < .05$ 的統計顯著水準，表示科目的不同，會顯著影響兩性學生在數理學科 M/I/A 之差異；無論是數學、自然科學或電腦資訊科目之 QW 值分別達不同程度之統計顯著水準，代表其性別差異結果可能受其他變項影響。事後比較分析結果顯示，自然科學學科之性別差異顯著小於電腦資訊學科。

（六）研究變項

研究變項方面，如表 3 所示，QB 值為 18.45，達 $p < .001$ 的統計顯著水準，表示研究變項的不同，會顯著影響兩性學生在數理學科 M/I/A 之差異；同時，學習動機、學習興趣與學習態度之 QW 值皆達 $p < .001$ 的統計顯著水準，代表其性別差異結果可能受其他變項影響。事後比較分析結果顯示，雖三類研究變項皆為男學生優於女學生，但其中學習興趣之性別差異顯著大於學習動機與學習態度。

（七）變項組成因素

變項組成因素方面，如表 3 所示，QB 值為 43.59，達 $p < .001$ 的統計顯著水準，表示變項組成因素的不同，會顯著影響兩性學生在數理學科 M/I/A 之差異；外在動機、自我效能、興趣、信心和焦慮的 QW 值分別達統計顯著水準，代表可能還有其他變項會影響其性別差異。男學生顯著高於女學生的變項因素有自我效能、興趣、信心、學習價值與焦慮；其中，自我效能的效果量絕對值最大，代表兩性在數理學科 M/I/A 的變項因素中，自我效能的性別差異最大，事後比較結果更顯示其性別差異顯著大於外在動機、成就目標、表現目標。成就目標和表現目標的效果量雖為正值，雖未達統計顯著水準，但數值上卻呈現女學生的表現優於男學生。

上述許多組內 QW 值達統計顯著水準，表示可能還受到其他變項的影響，雖受限於樣本資料不足，無法繼續分析，但仍可作為未來研究方向之建議，期待假以時日，再增加更多國內的相關研究，得以就本議題再繼續探討，以更深入分析兩性學生在數理學科之 M/I/A 之差異。

三、討論

本研究以後設分析法統整並分析 1993 年到 2013 年這 20 年間，臺灣學位論文和期刊論文的研究結果，以釐清在數理科學方面，兩性學生 M/I/A 是否有所差異，並作為未來數理科學教育或研究參考依據。以下茲針對臺灣兩性學生在數理科學上的表現差異，進行階段性的討論。

整體而言，兩性學生在數理科學 M/I/A 的表現達 $p < .05$ 的統計顯著水準，且效果量為負值，呈現男學生略優於女學生的情況，代表男學生在數理科學領域的學習動機等因素顯著略高於女學生，呼應了我國學生近年於 PISA 學習評量的表現，男學生在數理科學的情意表現確實顯著優於女學生。然而造成此現象的原因，簡晉龍與任宗浩（2011）認為主要來自社會結構、學習環境及學習經驗。從社會認知生涯理論與社會構成論的觀點來看，認為這些因素不僅會影響不同性別學生對科學學習的自信心（科學自我效能），進而影響科學學習動機（結果期待、學習興趣），最後更造成對科學生涯意向產生直接或間接的作用。

同時，本研究在「變項組成因素」的調節分析結果發現，兩性在外在動機、成就目標與表現目標三者上的效果量未達顯著差異，且成就目標與表現目標的效果量為正值。陳麗君（2009）認為女學生為符合家長或師長的期許，較容易受到外在誘因影響；換言之，女學生學習科學較容易是為了擁有良好的成績，這可能就是造成兩性學生在這三個因素上，未達到顯著性別差異的原因所在。因此，女學生並非沒有動機學習數理科學，而是對學習數理科學缺乏內在動機。從八〇年代與九〇年代初，許多研究議題已經開始探討「女孩為何不要學科學？」女孩的科學成就並不比男孩低，甚至有勝過男孩的情形，但高科學成就的女孩卻不見得願意留在科學領域裡；換言之，女孩有能力學科學，但卻不要學。因此，將問題的重心從女孩身上轉移，改而關注學校中、教室裡的科學學習情境裡性別偏差的問題（蔡麗玲，2004）。抑或，女學生為了證明自己可以跟男生一樣，或是不

想輸給男生，所以仍具有對於數理科學的外在動機、成就目標或表現目標，但並無法產生內在動機。

本研究結果發現隨著年齡的增長，在不同的「學習階段」，女學生對於數理科學的 *M/I/A* 與男性學生之間的差距逐漸顯著增加，值得注意的是，高中職階段的效果量更達到 $-.27$ ，為整個研究中性別差異最大者，但在國小階段兩性差異則未達統計顯著。綜合上述，隨著女學生逐漸成長，知覺到社會對女性的期許、感受「科學是男性的」科目時，漸漸被外在或自我形塑成一位對數理科學沒有興趣或缺乏動機的人，甚至因此失去學習的信心。

「研究變項」方面，以學習興趣作為依變項時，其性別差異會顯著大於學習動機和學習態度，男學生表現更為突出。此結果可能與問卷的設計有關，以本研究所納入分析的文獻來說，測量學習興趣的問卷，皆只測量單一因素「學習興趣」，但測量學習動機或學習態度的問卷，則會將其變項再細分為其他子因素，如外在動機、自我效能、信心、學習價值或學習焦慮等；根據本研究的結果顯示，某些子因素（如成就目標和表現目標等）會呈現兩性差異未達顯著的情況。故從整體面來看，若由多構面分析依變項，可能會呈現兩性差異較為微小的情形。同時，也可看出對多數研究者而言，學習興趣看似與學習動機和學習態度的概念相似，但在進行情意層面的測量時，較容易將學習興趣視為單一構面，而鮮少加以區分其背後意義。

本研究發現電腦資訊科目上，兩性的 *M/I/A* 顯著較數學和自然科學兩個科目更為明顯。本研究雖無法探究這三個科目差異背後所蘊含的意義為何，但隨著十二年國教課綱將科技資訊列入核心素養項目、新增科技領域，將科技素養視為 21 世紀所必備之能力，但根據本研究結果，女學生在電腦資訊科目的情意表現會比男學生更為低落，因此建議教師在課程設計方面，應留意如何引起女學生的學習動機、興趣或態度的問題。

不同地區的性別差異，呈現中部地區 < 北部地區 < 南部地區的現象，顯示南部地區兩性學生在數理科學的 *M/I/A* 差異最大，而中部地區則是顯著低於全國。此研究結果與林永菁（2016）的研究結果截然不同，有可能是因為研究進行的時間點不同所造成。林永菁的研究為 2016 年，但

本研究則是納入 1993 年至 2013 年的文獻進行分析。由於國內對於不同地區兩性學生數理科學情意表現的比較研究極為鮮少，因此建議後續研究能往此方向繼續探究，以提供政府與現場教師作為檢討性別平等教育的參考依據。

除此之外，研究年代變項則有重要的發現，相較於其他年段，2009 年到 2013 年此一階段的性別差異最為顯著，而且效果量僅小於學習階段中的高中職階段，男學生在數理科學的 M/I/A 明顯高於女學生。這對於近年來不斷致力於科學教育性別平等的我國而言，是一個莫大的警訊以供社會大眾省思過去對於性別平等教育的落實。此一階段組內 QW 值達 $p < .01$ 的統計顯著水準，代表背後還有影響其差異的因素值得繼續深入討論。

肆、結論與建議

本研究統整臺灣長達 20 年內所發表的學位論文與期刊論文，發現臺灣學生在數理科學的學習動機、學習興趣與學習態度上，呈現男學生顯著優於女學生的現象。但在國小階段時，男強女弱的現象並未達統計顯著差異，說明數理科學情意表現的性別差異並非與生俱來，而是隨著學生年齡增長其性別差異才逐漸擴大明顯。個體在社會化的成長過程中，男生可能逐漸意識到男性學習數理科學是被這個社會支持的，而女生則可能感受到被期許以文科或商科等領域作為未來的工作方向，因此就算數理科學等科目學不好也沒關係，是正常的且被社會認可接受的。從 2004 年政府發布《性別平等教育法》至今，無論是政府政策或民間團體等，都試圖改善兩性在教育上所遇到的性別差異問題，但本研究卻發現從 2009 年到 2013 年之間，兩性在數理科學的學習動機等因素差異顯著大於過去其他階段。因此，亟需檢討我國性別平等教育的政策制定或執行時是否僅著重在學業成就面，而忽略情意層面，甚至可能為了提升女學生在數理科學的學業成就，讓女學生對於這些科目更加地不感興趣或產生逃避厭惡。除此之外，南部地區兩性學生數理學習動機等因素的差距明顯大於其他地區，建議後續研究可以此作為根據，更深入探討我國不同地區對於性別角色或性別刻板印象的差異，並分析造成此現象之可能原因。

雖然本研究證實兩性學生在數理科學情意層面的性別差異，女學生在數理科學的情意層面顯著低於男學生；但重要的是，此研究結果提供研究者、教育學家、家長，甚至社會大眾一個很大的警訊，在這個看似顛覆過去傳統刻板印象的時代，科學教育所面臨的性別差異至今仍未解決。然而，女學生學習數理科學的內在動機低落並非從小開始，本研究已確立是進入國中後才發生。若女學生在數理科學的學業成就並不亞於男生，那麼進入升學階段後卻開始缺乏內在動機的現象更值得深入探討，絕不可誤將學業成視為兩性學生平等學習發展之指標。但究竟是升學壓力促使女學生不喜歡數理科學？還是進入青春期中感受到社會對於兩性的性別刻板印象呢？這問題則提供後續研究作為參考。

本研究建議現場教師未來在教育與輔導工作上，更著重在女學生在數理科學的學習動機，尤其是自我效能、興趣、信心、學習價值等內在動機方面的輔導。教師與家長必須認知性別差異的存在並非與生俱來，才能提供正確的性別角色觀念，讓女學生有意願學習數理科學，未來在就讀科系與工作的選擇方面，才有機會朝此領域邁進。

誌謝

作者擬感謝科技部補助本計畫的全部經費（補助編號：NSC 102-2629-S-004-001-MY3），同時，亦感謝兩位匿名評審提供寶貴的評審意見與建議。

參考文獻

- 李美芳（2008）。高年級學生數學學習態度與數學學業成就之相關－以台北縣某國小為例（未出版之碩士論文）。國立清華大學，新竹市。
- [Lee, M. F. (2008). *Research on correlation between learning attitude and academic achievement in mathematics of high-grade students: A case study in an elementary school in Taipei County* (Unpublished master's thesis). National TsingHua University, Hsinchu, Taiwan.]
- 李浩然、柳賢（2012）。國三學生數學觀念之研究。《科學教育學刊》，20（3），267-294。doi: 10.6173/CJSE.2012.2003.03.
- [Lee, H. J., & Leou, S. (2012). Ninth grade students' conceptions of mathematics. *Chinese Journal of Science Education*, 20(3), 267-294. doi: 10.6173/CJSE.2012.2003.03.]
- 余民寧（2013）。《教育測驗與評量：成就測驗與教學評量（第三版）》。臺北市：心理。
- [Yu, M. N. (2013). *Education testing and assessment* (3rd ed.). Taipei, Taiwan: Psychological.]
- 余民寧、趙珮晴（2010）。選擇科學職業意圖的性別差異分析－以 TIMSS 2003 台灣八年級學生為例。《諮商輔導學報》，22，1-29。doi: 10.6308/JCG.22.01
- [Yu, M. N., & Chao, P. C. (2010). Gender differences in science career-choice intentions – The example of Taiwan's eighth graders in TIMSS 2003. *Journal of Counseling and Guidance*, 22, 1-29. doi: 10.6308/JCG.22.01]
- 呂惠紅（2010）。國小月相概念教學策略對學生學習成就與學習態度之影響研究。《新竹縣教育研究集刊》，10，109-138。
- [Lu, H. H. (2010). The effect of different instructional strategies on elementary students' moon-phase concept learning achievement and attitudes. *Journal of Educational Research Hsinchu County*, 10, 109-138.]
- 林永菁（2016）。《臺灣不同地區、不同性別的國小學童科學探究之比較》（未出版之博士論文）。國立臺北教育大學，臺北市。
- [Lin, Y. C. (2016). *Comparison in scientific inquiry for elementary school students with different genders in Taiwan's different regions* (Unpublished doctoral dissertation). National Taipei University of Education, Taipei, Taiwan.]
- 林煥祥、劉聖忠、林素微、李暉（2008）。《臺灣參加 PISA 2006 成果報告》。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（NSC-95-2522-S-026-002）。
- [Lin, H. S., Lieu, S. C., Lin, S. W., & Li, H. (2008). *Taiwan PISA 2006 report*. Ministry of Science and Technology project report (NSC-95-2522-S-026-002).]

- 周明樂(2004)。**數學學習態度與學習效果之相關性研究**(未出版之碩士論文)。國立臺北大學，臺北市。
- [Chou, M. L. (2004). *A study on the relationship between learning attitudes and learning effects in mathematics learning* (Unpublished master's thesis). National Taipei University, Taipei, Taiwan.]
- 吳春慧(2010)。**數學和科學領域 I/E 模式的探討：跨性別之研究**。屏東教育大學學報教育類，34，67-82。
- [Wu, C. H. (2010). Exploring the internal/external frame of reference model of math and science fields across genders. *Journal of National Pingtung University Liberal Arts and Social Sciences*, 34, 67-82.]
- 吳國業(2001)。**主題統整課程對國小學童自然科學學習動機之影響**(未出版之碩士論文)。臺中師範學院，臺中市。
- [Wu, G. Y. (2001). *The study for the influence of the integrated curriculum enhances learning motivation toward science subjects of elementary school students* (Unpublished master's thesis). National Taichung University of Education, Taichung, Taiwan.]
- 教育部(2016)。「教育統計簡訊」(60)－大專校院各等級男女結構及就讀系所概況。取自
<http://depart.moe.edu.tw/ed4500/News.aspx?n=672D3725AE71AAC1&sms=DD07AA2ECD4290A6>。
- [Ministry of Education (2016). *Statistical summaries (60) — The gender distribution and department choice of colleges and universities*. Retrieved from <http://depart.moe.edu.tw/ed4500/News.aspx?n=672D3725AE71AAC1&sms=DD07AA2ECD4290A6>.]
- 黃怡仁(2007)。**國中學生數學科學習動機與學習策略之初探研究－以台北縣樹林市地區學校為例**(未出版之碩士論文)。國立交通大學，新竹市。
- [Huang, Y. J. (2007). *An exploratory study of mathematics learning motivation and strategies of junior high school students — An example of the junior high schools in Shulin city, Taipei County* (Unpublished master's thesis). National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan.]
- 黃國清(2008)。**數學學習成就之性別差異研究－以九年一貫課程七年級數學綱要為例**。中等教育，4，40-56。
- [Huang, G. C. (2008). A study of the gender difference on the mathematical achievement: Based on the seventh grade guidelines of the grade 1-9 curriculum. *Secondary Education*, 4, 40-56.]
- 陳世杰(2005)。**國小學童閱讀理解策略與數學文字題閱讀理解、數學文字題解題表現之相關研究**(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- [Chen, S. C. (2005). *A study on the relationship among students' reading comprehension strategies, mathematics-word-problem reading comprehension ability and mathematics-word-problem solving performance in elementary school* (Unpublished master's thesis). National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan.]

陳麗君（2009）。**國小學童科學創造力相關因素之研究**（未出版之碩士論文）。國立嘉義大學，嘉義市。

[Chen, L. C. (2009). *A study of the correlation factors about the primary school students' scientific creativity* (Unpublished master's thesis). National Chiayi University, Chiayi, Taiwan.]

張志中（2009）。**國民小學學生的學習動機與科學創造力之研究**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。

[Chang, C. C. (2009). *Study of the relationship between learning motivation and the scientific creativity of elementary school students* (Unpublished master's thesis). National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan.]

臺灣 PISA 國家研究中心（2015）。**臺灣 PISA2012 結果報告**。臺南市：作者。

[Taiwan PISA National Center (2015). *PISA 2006 Taiwan national report*. Tainan, Taiwan: Author.]

鄭孟芳、林素華（2010）。國小高年級自然科學學習風格、學習動機與學業成就相關研究。**生物科學**，5（2），239-256。

[Zheng, M. F., & Lin, S. H. (2010). Study of the relation of 5 (superscript th) and 6 (superscript th) students' science learning style, motivation and achievement. *Chinese Bioscience*, 5(2), 239-256.]

鄭富中、楊景盛、林素華（2011）。觸控顯示手寫板應用於國中生物教學之成效－以細胞單元為例。**數位學習科技期刊**，3（4），43-63。

[Cheng, F. C., Yang, C. S., & Lin, S. H. (2011). The learning effectiveness of "alternatively interactive whiteboard" integrate into junior high school biology teaching: An example of the cell unit. *International Journal on Digital Learning Technology*, 3(4), 43-63.]

蔡麗玲（2004）。朝向性別容納式的科學教育。**性別平等教育季刊**，29，13-26。

[Tsai, L. L. (2004). Forward to gender inclusive science education. *Gender Equity Education Quarterly*, 29, 13-26.]

盧雪梅、毛國楠（2008）。國中基本學力測驗數學科之性別差異與差別試題功能（DIF）分析。**教育實踐與研究**，21（2），95-126。

[Lu, S. M., & Mao, K. N. (2008). Gender differences and differential item functioning in mathematics basic competence test for junior high school students. *Journal of Educational Practice and Research*, 21(2), 95-126.]

謝熹靜（2009）。**高職資料處理科學生對計算機概論課程學習動機與學習滿意度關係之研究**（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化市。

[Hsieh, H. C. (2009). *The relationship between learning motivation and learning satisfaction of the data-processing department students for the course of introduction to computer in vocational high schools* (Unpublished master's thesis). National Changhua University, Changhua, Taiwan.]

- 謝進昌、陳敏瑜（2011）。國內教育、心理後設分析研究－出版偏誤檢定之實徵分析。《測驗學刊》，58（2），391-422。
- [Hsieh, J. C., & Chen, M. Y. (2011). Empirical assessment of effect of publication bias on meta-analysis in domestic education and psychology. *Psychological Testing*, 58(2), 391-422.]
- 簡晉龍、任宗浩（2011）。邁向科學之路？臺灣中學生性別對科學生涯選擇意向之影響。《科學教育學刊》，19（5），461-481。
- [Chien, C. L., & Jen, T. H. (2011). Investigating the impact of secondary school students' gender on science-related career choice intentions. *Chinese Journal of Science Education*, 19(5), 461-481.]
- Bryan, R. R., Glynn, S. M., & Kittleson, J. M. (2011). Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. *Science Education*, 95(6), 1049-1065.
- Ethington, C. A., & Wolfle, L. M. (1986). A structural model of mathematics achievement for men and women. *American Educational Research Journal*, 23, 65-75.
- Glyn, S. M., Taasobshirazi, G., & Brickman, P. (2009). Science motivation questionnaire: Construct validation with nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 127-146.
- Guvercin, O., Tekkaya, C., & Sungur, S. (2010). A cross age study of elementary students' motivation towards science learning. *Hacettepe University Journal of Education*, 39, 233-243.
- Hedges, L. V., Shymansky, J. A., & Woodworth, G. (1989). *A practical guide to modern methods of meta-analysis*. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Kwon, H. (2016). Middle school students' motivation for learning technology in South Korea. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(4), 1033-1046.
- Orwin, R. G. (1983). A fail-safe N for effect size. *Journal of Educational Statistics*, 8, 157-159.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, 1049-1079.
- Preckel, F., Goetz, T., Pekrun, M., & Kleine, M. (2008). Gender differences in gifted and average-ability students: Comparing girls' and boys' achievement, self-concept, interest, and motivation in mathematics. *The Gifted Child Quarterly*, 52(2), 146-159.
- Rosenberg, M. S., Adams, D. C., & Gurevitch, J. (1999). *Metawin: Statistical software for meta-analysis: Version 2.0*. Sunderland, MA: Sinauer.
- Sherman, J. (1980). Mathematics, spatial visualization, and related factors: Changes in girls and boys, grades 8-11. *Journal of Educational Psychology*, 72(4), 476-482.

- 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.
- Simpson, R. D., & Oliver, J. S. (1985). Attitude toward science and achievement motivation profiles of male and female science students in grades six through ten. *Science Education, 69*(4), 511-526.
- Wolters, C. A., & Pintrich, P. R. (1998). Contextual differences in student motivation and self-regulated learning in mathematics, English, and social studies classrooms. *Instructional Science, 26*(1-2), 27-47.

附錄：本研究所採用進行後設分析的 72 篇研究

- 王三幸（1993）。**影響國小高年級學生數學學業成就的相關因素研究**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學教育研究所，臺北市。
- 王彥堅（2006）。**資訊科技融入國小自然與生活科技領域教學學習成效與態度之研究**（未出版之碩士論文）。國立臺南大學教育學系課程與教學（澎湖），臺南市。
- 王唯齡（2005）。**以天文史融入教學模式探究學生學習態度與對科學的態度之影響**（未出版之碩士論文）。國立台北師範學院自然科學教育研究所，臺北市。
- 王淑娟（2007）。**合作學習在南部國一學生自然科線上遊戲教學之學習成就與學習動機分析**（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學生物學系，彰化市。
- 余民寧（1993）。**國小學生學習電腦的態度及其相關因素之研究**。**國立政治大學學報**，67（上），75-106。
- 余淑如（2010）。**基隆市八年級學生學習動機、數學焦慮與數學學業成就之相關研究**（未出版之碩士論文）。經國管理暨健康學院健康產業管理研究所，基隆市。
- 利亞蓓（2002）。**網路輔助教學在國小數學學習領域學習成效、學習態度之影響研究**（未出版之碩士論文）。屏東師範學院國民教育研究所，屏東縣。
- 吳天助（2007）。**高職學生資訊科技融入教學學習興趣與學習滿意度關係之研究—以嘉義地區為例**（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學工業教育與技術學系，彰化市。
- 吳怡儒（2012）。**彰化縣偏遠地區國中學生數學學習態度及其影響因素之研究**（未出版之碩士論文）。中興大學應用數學系所，臺中市。
- 吳國業（2001）。**主題統整課程對國小學童自然科學學習動機之影響**（未出版之碩士論文）。臺中師範學院自然科學教育學系，臺中市。
- 吳瑞聰（2008）。**國小五年級學童科學學習態度與性別角色態度之關係**（未出版之碩士論文）。臺北市立教育大學自然科學系，臺北市。
- 宋明忠（2005）。**以昌爸數學網站融入數學教學對學習成效、學習態度影響之研究**（未出版之碩士論文）。佛光人文社會學院教育資訊學研究所，宜蘭縣。
- 李原富（2009）。**不同多媒體教學對四年級月相概念學習成就與學習動機之研究**（未出版之碩士論文）。國立臺南大學材料科學系自然科學教育，臺南市。
- 李婉貞（2008）。**國小學童知覺教師探究教學行為與學童對科學的態度之研究**（未出版之碩士論文）。大葉大學教育專業發展研究所碩士在職專班，彰化縣。

- 周育本（2006）。**國小學童知覺自然科教師態度、學習自然科態度與自然科學習成就之相關研究**（未出版之碩士論文）。國立嘉義大學科學教育研究所，嘉義市。
- 周明樂（2004）。**數學學習態度與學習效果之相關性研究**（未出版之碩士論文）。國立臺北大學統計學系，臺北市。
- 林立斌（2006）。**國小電腦課程數位學習與學習風格之相關研究**（未出版之碩士論文）。臺北市立教育大學數學資訊教育研究所，臺北市。
- 林栢裕（2010）。**國民中學「自然科」學習成就之研究－以苗栗縣建國國中為例**（未出版之碩士論文）。玄奘大學公共事務管理學系碩士在職專班，新竹市。
- 林珮華（2013）。**數學遊戲融入國小四年級數學科教學與數學學習成效之研究**（未出版之碩士論文）。國立臺南大學教育學系課程與教學，臺南市。
- 邱正雄（2005）。**國中、小學生自然與生活科技學習領域學習焦慮與學習動機之研究**（未出版之碩士論文）。國立花蓮教育大學科學教育研究所，花蓮市。
- 邱俊宏（2004）。**多媒體電腦輔助教學對國小學童學習線對稱圖形成效之研究**（未出版之碩士論文）。屏東師範學院數理教育研究所，屏東縣。
- 施保成（2010）。**以 3D 電腦輔助設計軟體 Google SketchUp 融入國小複合形體表面積教學對學生數學學習成效之研究**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學資訊教育學系在職進修碩士班，臺北市。
- 施勇誌（2011）。**探討數學遊戲對學習態度與成效之影響**（未出版之碩士論文）。中華大學應用統計學系，新竹市。
- 施美朱（2000）。**國中生電腦學習成就相關因素之研究**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學工業科技教育研究所，臺北市。
- 張財發（2008）。**IRS 即時反饋系統應用於國中數學教學之成效研究**（未出版之碩士論文）。屏東科技大學資訊管理系所，屏東縣。
- 張晶潔（2008）。**國中生數學學習滿意度及其影響因素之研究**（未出版之碩士論文）。雲林科技大學技術及職業教育研究所，雲林縣。
- 張逸婷（2002）。**電腦學習網站輔助國小學生數學學習之學習成就、數學態度及電腦態度之相關研究**（未出版之碩士論文）。屏東師範學院數理教育研究所，屏東縣。
- 曹萬春（2005）。**應用鷹架理論輔助國小分數迷思概念課程效益之探究**（未出版之碩士論文）。臺中師範學院數學教育學系，臺中市。
- 章順慧（2000）。**性別角色與國中生生活科技學習興趣之研究**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學工業科技教育研究所，臺北市。

- 莊思筠(2011)。**運用未來教室以提升數學學習成效與學習態度之研究—以南湖國小四年級為例**(未出版之碩士論文)。臺北市立教育大學數位學習碩士學位學程, 臺北市。
- 郭士豪(2011)。**同儕教學法對國小學生學習 Scratch 程式設計之影響**(未出版之碩士論文)。臺北市立教育大學數學資訊教育學系數學資訊教育教學碩士學位班, 臺北市。
- 陳天仁(2007)。**情境學習對北部國一學生學習動機與學習成效的影響**(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學生物學系, 彰化市。
- 陳正恩(2008)。**高中人文社會科學資優班與數理資優班學生次級文化之比較研究—以臺北市為例**(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學特殊教育學系所, 彰化市。
- 陳佩君(2013)。**嘉義縣市國中學生性別分化類型與科學學習興趣關係之研究**(未出版之碩士論文)。國立中正大學教育學研究所, 嘉義縣。
- 陳佳龍(2009)。**運用網路回饋式形成性評量對八年級學生學習成效之影響—以自然科『摩擦力』單元為例**(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學科學教育研究所, 彰化市。
- 陳怡君(1993)。**臺北區公立高中學生學習策略、學業興趣及性向與英、數兩科學業成就之關係**(未出版之碩士論文)。國立政治大學教育學系, 臺北市。
- 陳柏豪(2008)。**STEM 整合式教學法在國中自然與生活科技領域物理教學之研究**(未出版之碩士論文)。屏東科技大學技術及職業教育研究所, 屏東縣。
- 陳美華(2012)。**Wimote 融入數學對學生學習態度與成效之研究—以國小高年級為例**(未出版之碩士論文)。高苑科技大學資訊科技應用研究所, 高雄市。
- 陳致嘉(1994)。**國中學生性別、班級類型對師生互動、班級氣氛、學習態度、學業成就之影響**(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學教育學系, 高雄市。
- 陳矩賢(2006)。**花蓮縣不同背景之國小學童對資訊科技融入學習之態度研究**(未出版之碩士論文)。國立屏東教育大學教育科技研究所, 屏東縣。
- 陳敏惠(2010)。**一人一機學習環境中性別因素對師生互動之影響**(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學資訊教育學系, 臺北市。
- 陳梅嬌(2008)。**雲林縣國小低年級學童數學學習環境、學習興趣與學業成就之研究**(未出版之碩士論文)。國立嘉義大學教育行政與政策發展研究所, 嘉義市。
- 陳琇姿(2006)。**合作學習對國一學生學習動機與學習成就之影響**(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學生物學系, 彰化市。
- 陳惠君(2012)。**科學寫作融入 5E 學習環教學模式對八年級學生自然與生活科技學習成效之影響**(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學科學教育研究所, 彰化市。

- 陳雅芬(2004)。**台中縣國小學童實驗態度與科學學習態度之研究**(未出版之碩士論文)。臺中師範學院自然科學教育學系，臺中市。
- 陳麗君(2009)。**國小學童科學創造力相關因素之研究**(未出版之碩士論文)。國立嘉義大學科學教育研究所，嘉義市。
- 傅郁雅(2004)。**高中生知覺的課室目標結構、學習動機與學業成就之關係**(未出版之碩士論文)。國立成功大學教育研究所，臺南市。
- 曾雯靖(2009)。**合作學習對國中學生生物生殖單元學習成效及自然科學習態度之影響**(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學生物學系，彰化市。
- 游岫萱(2008)。**POE 教學策略對國小三年級學生科學學習動機之影響**(未出版之碩士論文)。臺北市立教育大學科學教育碩士學位學程，臺北市。
- 程蘊嘉(1994)。**性別、學科別對大學新生電腦學習態度之影響**(未出版之碩士論文)。淡江大學教育資料科學學系，新北市。
- 童鈺能(2010)。**探究國一學生對生物課程的學習興趣、學習動機與學業成就間之關連**(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學科學教育研究所，臺北市。
- 馮莉雅、戴明國、白雲霞(2004)。**國中數學夏令營成效之研究**。*教育學刊*，**23**，183-205。
- 黃怡仁(2007)。**國中學生數學科學習動機與學習策略之初探研究—以台北縣樹林市地區學校為例**(未出版之碩士論文)。國立交通大學理學院碩士在職專班網路學習學程，新竹市。
- 黃明福(2008)。**高中生生物學習興趣之相關因素研究**(未出版之碩士論文)。國立嘉義大學科學教育研究所，嘉義市。
- 黃國展(2007)。**中部地區七年級不同背景國中生生物科學習動機和學習策略之調查研究**(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學生物學系，彰化市。
- 黃筱茹(2008)。**科學寫作學習興趣量表的發展與效化研究**(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化市。
- 楊連智(2007)。**動手作探究教學模式與傳統教學模式對國小五年級力學學習成效比較研究**(未出版之碩士論文)。臺北市立教育大學自然科學系，臺北市。
- 葉艷靜(2003)。**網路學習(e-Learning)環境對國中生學習生物之成效分析—以生物界分類：「植物界」與「動物界」分類單元為例**(未出版之碩士論文)。彰化師範大學生物學系，彰化市。
- 葛建志(1911)。**國民小學五年級學生數學歸因信念、數學態度、數學焦慮與數學成就之相關研究**(未出版之碩士論文)。國立臺南大學數學教育學系，臺南市。

- 廖湘瑄（2008）。偏遠地區國小、中高年級學生奈米科技學習成效之研究—以台中縣平地及南投縣山區為例（未出版之碩士論文）。國立臺中教育大學科學應用與推廣學系科學教育碩士班，臺中市。
- 劉意文（2010）。國中生自我調節效能、數學學習興趣與數學學習滿意度之相關研究（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學教育研究所，彰化市。
- 鄭立娜（2006）。資訊科技融入教學模式運用於國小天氣概念學習之研究（未出版之碩士論文）。臺北市立教育大學科學教育研究所，臺北市。
- 鄭仰哲（2004）。高職學生物理學習動機相關因素之研究（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學物理學系，彰化市。
- 鄭孟芳（2005）。國小高年級學習風格、學習動機與學業成就相關研究（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學生物學系，彰化市。
- 鄭苓巧（2008）。資訊科技融入國小六年級學童學習面對稱成效之研究（未出版之碩士論文）。國立臺北教育大學數學教育研究所，臺北市。
- 謝熹靜（2009）。高職資料處理科學生對計算機概論課程學習動機與學習滿意度關係之研究（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學工業教育與技術學系，彰化市。
- 鍾昌倫（2009）。應用合作概念構圖策略教學於國小數學科之學習成效研究（未出版之碩士論文）。國立臺南大學數學教育學系教學，臺南市。
- 簡萍郎（2004）。科學故事融入自然與生活科技學習領域教學對國小學童學習動機與學習態度影響之研究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學物理學系，高雄市。
- 簡新哲（2011）。國中學生自然科學學習動機、教師支持、學習投入與學業成就之研究（未出版之碩士論文）。大葉大學教育專業發展研究所，彰化縣。
- 魏禹綸（2006）。國小高年級學童科學學習動機、科學學習策略與科學學習成就之相關研究（未出版之碩士論文）。國立嘉義大學科學教育研究所，嘉義市。
- 羅汝惠（1993）。台灣南區國中數學科解題導向教學法與傳統教學法之教學成效比較研究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學數學教育研究所，高雄市。
- 蘇昕岳（2006）。國小六年級學童對自然與生活科技領域的學習興趣（未出版之碩士論文）。國立嘉義大學科學教育研究所，嘉義市。

