

國立彰化師範大學特殊教育學系

特殊教育學報，民 112，57 期，頁 37-69

DOI: 10.53106/207455832023060057002

國中及高中數理資優學生 學習投入之縱貫研究

侯雅齡

國立屏東大學特殊教育學系

摘要

本研究目的主要在了解國中數理資優生以及高中數理資優生在接受資優服務的歷程中學習投入的變化，並比較兩個學習階段學習投入發展的變化是否相同。研究對象為全國 70 所國中，共 777 位數理資優資源班學生，以及 26 所高中，共 756 位數理資優班學生。由七至九以及十至十二年級，每年蒐集一次資料，使用學習投入量表進行固定樣本三波次的追蹤調查。在資料分析部分，以潛在成長模式了解學習投入的直線發展的關係，以多群體潛在成長模式比較國中數理資優生與高中數理資優生在學習投入變化的差異，以及條件式潛在成長模式了解性別及補習對學習投入的影響。研究結果發現：(1)國中數理資優生學習投入呈現線性消退；(2)高中數理資優生學習投入未有顯著的趨勢變化；(3)兩群體在學習投入的成長模式未呈現恆等的現象；(4)有補習數理的國中數理資優生，學習投入的消退情形高於沒有補習數理的學生。但補習與否對於高中學生的學習投入並未有顯著的差異；(5)僅在十年級時，女數理資優生的學習投入顯著高於男生，其餘皆無顯著差異。最後本研究亦根據研究結果提出建議。

關鍵字：數理資優生、縱貫研究、學習投入、潛在成長模式、多群體潛在成長模式



壹、緒論

臺灣特殊教育的特色之一在於全面顧及有需要提供服務的特殊學生，不僅保障身心障礙學生的學習權益，也關切資賦優異學生的潛能開展，因此在《特殊教育法》(2019)以及目前實施的《十二年國民基本教育課程綱要總綱》(教育部，2021)中，都提出資優學生有學習的特殊需求。為滿足資優學生的特殊需求，以開展其潛能，在安置上，可給予資優(資源)班；在課程上，則提供特殊需求課程並進行課程調整；在教學上，應採用較多的互動、討論、小組合作等。然而，中國社會對於資優的迷思以及長期受升學主義的影響，特別看重資優學生的學業成績，尤其是面臨國中會考與大學學測的國中、高中階段，資優教育的實施，難免偏重學科訓練，甚至將「過度練習」作為學習的常態。然而，近來廣受重視的正向心理學(positive psychology)，強調心理資本，用在學習上，意指學生的態度會影響個人的學習行為與表現(Luthans & Youssef, 2004)。侯雅齡(2014)在有關資優學生學業自我概念的系列研究中，也發現對於與升學關係密切的科目，學生較無法給予合宜的看待。因此，我們希望資優教育能協助學生發揮潛能，使其天賦能力成為國家重要的人力資本，而非僅是以進入名校為目標，就必須更關注學生對學習參與的主動性與投入狀態。Landis 與 Reschly (2013)以中輟與低成就資優中學生為樣本，發現這些學生的學習投入程度普遍低落。李家兆(2019)提到美國心理學會(American Psychological Association)於2017年出版的二十個資優生的教與學原則中，社

會情緒需求(像是情緒幸福感、班級氣氛等)對資優生學習有重要影響，如果資優生能具備願意主動投入、持之以恆的態度，再透過有系統地練習，能啟迪學生的資優表現。近來在腦神經科學領域也有類似發現，Boaler (2019/2021)在《大腦解鎖》(Limitless mind: Learn, lead, and live without barriers)一書中，多次提出大腦可塑性的重要。他透過自身以及多位研究者、老師在學術及教學現場的經驗，發現腦神經路徑會透過學習、犯錯、合作與正確的信念而不斷強化。因此，我們提供給資優學生的教育服務，除了直接滿足他們在學習內容的充實，也應關注學生的情意態度以及主體對學習的認知與參與，以建構更好的心智表徵，直言之，就是去關注資優學生的學習投入(learning engagement)，有關學習投入程度的內涵，最為大眾採用的包含行為投入(behavioral engagement)、情感投入(emotional engagement)以及認知投入(cognitive engagement)三面向，而 Reeve 與 Tseng (2011)又加入主體投入(agentive engagement)面向，希望更重視學生個人的主動性，研究者認為主體投入加入構念後，更能完整詮釋資優學生的學習投入。援此，本研究著眼於國中及高中資優學生的學習投入狀態進行探討，希望了解接受資優教育服務的資優學生，其學習投入狀況如何？

以往研究在探討學習投入時，常發現學習投入對學業表現有著不容輕忽的影響。Fredricks 等人(2004)整理相關研究在學習投入的定義、測量與結果後發現，學習投入程度高的學生，在學習成就上的表現往往較好，與投入程度低的學生相比，也較不會有翹課等行為；賴英娟與巫博瀚(2017)探討學業情緒、學習投入對學業成就的相關，發現



正、負向學業情緒分別會對學習投入造成正、負向影響（效果量為 .51 及 -.14），而學習投入又對學業成就有正向影響（效果量為 .13），顯示學生的學習投入及情緒會影響他們在學習上的成就表現。

從國內、外近十年來，針對學習投入所做的研究來看，Skinner 等人(2008)針對 805 位四到七年級的學生樣本，發現他們會因為老師給予的支持，正向地影響內在行為或情緒投入，且解釋力效果量都大於 .30；Wang 與 Eccles (2013)則將支持關係擴大到學校環境支持，如學校、老師、同儕等對於學生學習投入的影響成效，他們追蹤 1,157 位七到八年級學生，研究結果發現學校環境支持對於三種學習投入的解釋力效果量皆有 .32 以上；而 Reeve 與 Tseng (2011)以及 Reeve、Cheon 與 Jang (2020)分別針對 365 位及 406 位學生學習投入進行一學期的研究，建立新的學習投入模型。發現學習環境能影響學習動機，動機影響學習投入，投入又可以回頭形塑環境，形成互惠的學習循環。除了調查研究外，邱華慧(2020)以準實驗設計，研究在大學生課堂中應用及時反饋學習系統，來了解大學生學習投入的提升，結果發現及時反饋的確能增加大學生的學習投入，實驗效果量達到 .19。由此可知，環境對於學習投入的影響，目前，國、高中階段以學術性向優異學生居多，其中，數理資優學生又占了絕大部分，這些學生，經專業評估與鑑定後，確認其有特殊教育的需求，在國中階段多會安排資優資源班的服務，在高中則是安排集中式的資優班安置服務，學生不僅可以在特教方案中，獲得能滿足其需求的課程與教學安排；也有較多的機會可以和同樣在數理方

面有潛能或成就的同學，因相同的興趣，進行互動、討論。

黃筠婷與程炳林(2021)以 643 位國中生為對象，設計四次的測量來了解學業情緒、情境興趣與學習投入之間的交互效果關係，結果顯示，學業情緒可以影響學習投入，進而預測隨後的情境興趣。而情境興趣也可以影響學習投入，進而預測隨後的學業情緒，且此模式的標準化係數皆在 .22 之上，顯示情緒、投入、興趣三者能產生正向交互影響。

學習投入對於學業成就、甚至學生興趣皆有明確的正向影響，近十年來有關學習投入研究中，都發現環境對學習投入有其影響力。資優生是國家競爭力的重要人力資源，資優教育成本也高於普通教育。資優學生在接受資優教育後，能否因特殊需求獲得關注與滿足，而有較佳的學習投入，關乎未來能否充分展能。因此，本研究以全國數理學術傾向資優中學生為樣本，追蹤學生在接受資優教育的三年期間學習投入的變化，也比較國中與高中數理資優生學習投入的變化差異情形。質言之，本研究具體研究目的臚列如下：

1. 了解國中數理資優生的學習投入隨時間改變情形。
2. 了解高中數理資優生的學習投入隨時間改變情形。
3. 了解國中數理資優生與高中數理資優生學習投入隨時間改變之差異。
4. 了解性別與補習與否在國中數理資優生與高中數理資優生學習投入之差異。



貳、文獻探討

一、學習投入的研究內涵

在教育學中，學習投入被多數學者定義為是學生主動、積極的參與學習活動(Ben-Eliyahu et al., 2018; Burns et al., 2018; Fredricks et al., 2004, 2019; Reeve, Cheon, & Jang, 2020; Reeve & Tseng, 2011)。過往研究結果多發現學習投入能有效預測學生的學校行為表現，如學業成績、出席與否等，因而也常被稱作學校投入(school engagement)或學業投入(academic engagement)(Appleton et al., 2008; Fredricks et al., 2004; Skinner et al., 2008; Wang & Eccles, 2012)。

有關學習投入的內容主要包含三個面向，以下為此三個面向常見的定義(張鈿富等人, 2012; Skinner et al., 2009)。

1. 行為投入：指學生表現出來的可觀察行為，課堂中寫作業、守規矩等，以及課後的學術性或課外社交活動。
2. 情緒投入：指學生參與學習的情感連結，包含對學習活動、某特定課程，以及對學校裡任一成員的感想。情感連結包含兩個向度：效價(valence)及活化(activation)。效價指個人被引發的正向(愉悅)或負向(不愉悅)情感，而活化意指激發情感的強度(賴英娟、巫博瀚, 2017; Pekrun et al., 2002)。
3. 認知投入：指學生為了學習或跨越學業進步上的阻礙，在自己的思考歷程上所採取的改變。除了在概念上著重運用精熟的、有策略性的學習方法，也重視學生在學業上的努力。這類學習策略代表個人的思考運用，建立屬於自己的學習架構，如濃縮任務、注意力控制、問題解決、批

判思考、自我調節的應用等，所以高認知投入的學生可以被預測為有高學習表現(Greene et al., 2004)。

除了上述三構面外，近年來 Reeve 等人認為學生的主動性也對學習投入亦有不容忽視的影響，Reeve 稱之為主體投入(Matos et al., 2018; Reeve, Cheon, & Jang, 2020; Reeve, Cheon, & Yu, 2020; Reeve & Tseng, 2011)。主體投入(agentive engagement)指的是學生主動、積極地採取那些會讓學習環境更有利於他們的行動，而這樣的行動對於老師跟學生雙方都是有利的。換句話說，學生固然在學習時有著行為、情緒、認知的投入，然而他們並不是被動接受老師或學校的教學安排，學生自己也可以主動影響學習活動，讓教學活動更適合他們自己。這樣的學習投入面向便被稱作主體投入。高主體投入代表學生會為他們的內在動機發聲，藉此去改變他們的學習環境與條件，獲得老師更多的支持，進而產生更多學習動機的良好循環(Fitzpatrick et al., 2018; Pineda-Báez et al., 2019; Reeve, Cheon, & Yu, 2020)。例如，當老師在課堂上講述到臺灣的咖啡生產時，如果學生對咖啡產生好奇，舉手發問說「還有哪些地區有種植咖啡豆呢？」、「我有聽說過公平交易咖啡豆，公平交易又是什麼意思？」，老師就可以知道學生們更想知道哪些知識，進而調整教學方向。而學生也會因為老師回應了他的問題，增強他們繼續投入學習的動機。

Reeve 等人於 2011 及 2020 年的研究結果，顯示出在原有的學習投入中加上主體投入後，有兩個主要的發現。第一、即使排除掉其他三種學習投入後，在解釋學生學業進步時，主體投入仍可以提供額外的獨特變異



量。意即若加入主體投入，可以增強學習投入與學業進步的連結。第二、當學生們表達出自己的興趣時，老師也會在教學中回應支持，受到支持的學生就更勇於表達自己，如此創造了良好的學習環境，成爲一個影響學業進步的重要間接路徑，並結合上述兩點另提出新的學習投入模型（如圖 1）(Reeve, Cheon, & Jang, 2020; Reeve & Tseng, 2011)。

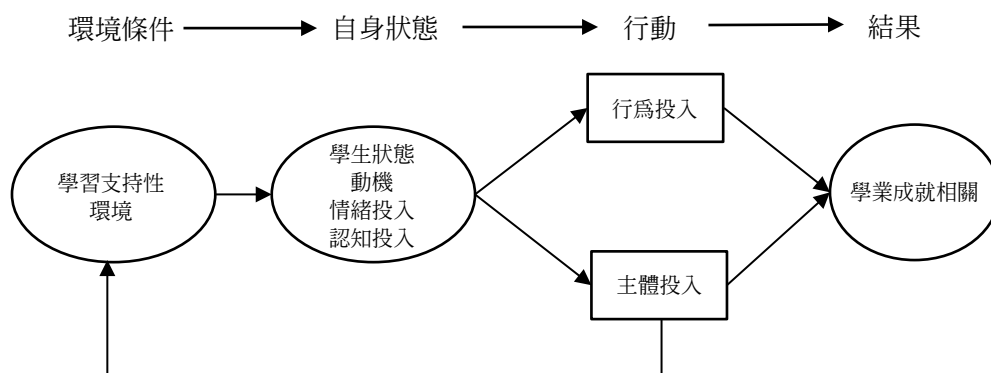
根據《特殊教育法》(2019)、《十二年國民基本教育課程綱要總綱》(2021)中有關資賦優異學生的課程規劃，高級中等以下學校實施資優教育，應彈性設計適合學生需求之課程、教材、教法及評量方式，融入個別輔導計畫實施。且個別輔導計畫小組參與訂定之人員，也納入學生本人。學校應確保資賦優異學生有權就所有影響其本人之事項自由表達意見，並獲得適合其資賦優異特質及發展之協助措施。由於資優學生對知識的價值判斷，是他們決定是否投入心力的重要動機。資優生若對學習缺乏興趣、期待、窄化學習的價值性，必然無法有高度的內在成就

動機。如今的教學環境應透過設計各種挑戰性的課程與情境、豐富的學習內容以及高層次的思考策略，協助資優學生盡展潛能 (Little, 2012; Reeve & Tseng, 2011)。

學習投入中有關主體投入的概念，對資優學生來說，塑造老師教學、學生回饋、老師回應、學生再回饋的良性循環，使教學環境能「因問施教」，應更能幫助維持資優學生的學業興趣、動機及學習投入（黃筠婷、程炳林，2021）。而學習投入對於學生而言，可影響的不單單只有學習成就，還有其滿意度、幸福感，以至到未來的個人生涯、成長及終身學習(Kahu, 2013)。本研究以加入主體投入概念的學習投入模型來探討學生的投入，因其反映的是學生主動參與，重視學生的興趣、動機激發等情意特質，且能夠培養良性的師生關係成長循環。研究者期待所有資優學生能在接受資優教育的歷程中，皆能因爲特殊需求被滿足而有更多學習投入的表現。因此，進行資優學生學習相關資料蒐集與長期的追蹤，特別具有意義。

圖 1

Reeve 等人所提出之加入主體投入的學習投入新模型



二、學習投入的相關研究

學習投入在許多探討學習成就的研究中，常被用來作為相關及預測指標(Kahu, 2013)，而學習投入對學習成就的高預測力幾乎已是多數研究的結論(Roorda et al., 2017)，也可以作為個人或環境因素的中介變項，來影響學業成就(王文伶，2019；陳慧蓉等人，2018；黃筠婷、程炳林，2021)。甚至在美國與加拿大，自 2000 年起還針對逾 1,400 所大學的大學生執行全美學生學習投入調查(National Survey of Student Engagement, NSSE)(張鈿富，2012)，而我國的高等教育資料庫，也有針對大學生的學習投入做調查，可見國內、外對學生學習投入一樣重視。李宜玫與孫頌賢(2010)就以我國的高等教育資料庫資料，研究大學生的學習投入，結果發現不同動機選課的學生，在後續學習行為及表現上會產生差異，若學生以個人內在興趣或未來生涯目標等自主性動機做為選課考量時，就會表現出較為積極的學習投入行為。甚至在更早的求學階段，越是傾向以自主動機從事生涯相關行為，或擁有正向的學業情緒、興趣時，其在學習上的積極參與及學習投入也會越高(黃筠婷、程炳林，2021)，顯示個人動機、興趣與學習投入的高度關聯。

此外，近年的研究已逐漸開始設計不同的學習介入方式，以觀察學習投入的成長變化情形。像是用翻轉教室(王豐緒，2019)、桌上遊戲(石裕惠、蔡文榮，2019)，或是以電子書授課(張雅淨、連興隆，2020)等，來激發學生的學習興趣與動機，這些介入成果對學生的學習投入皆發現正向影響；在環境安排部分，同儕合作關係對學習也有深刻的影響作用，過往研究指出若將課堂作為一

個學習社群，有團隊合作關係的學生們會更願意投入到學習之中(Attard, 2013; Boaler, 2000)。國內也有探究分組合作(陳詠絮、方德隆，2019)與學習共同體(黃曬莉、陳文彥，2017)對學生的學習影響，獲得與國外相似的研究成果。

我國在高中教育階段，允許提供資優學生集中式的資優班安置服務，有著相同數理興趣與潛能的學生能全時間的一同切磋學習，建立回饋系統更為即時，也比較容易培養穩定的師生關係。相較於國中數理資優生，接受資優資源班部分時間的加深、加廣課程不一樣，隨著年級的升高，兩個學習階段的差異性安置方式，會不會造成學生在學習投入的差別，值得進一步探究。

有關學習投入與背景變項及個別因素差異的研究，過往在性別上探討較多，且多數研究發現女性學習投入要高於男性(Marks, 2000; Skinner et al., 2008; Wang & Eccles, 2012)，但國內有些研究則發現性別沒有差異或實驗效果量低(張鈿富等人，2012；黃筠婷、程炳林，2021)，侯雅齡(2013)曾以數理資優學生為對象，檢視性別本質論與性別建構論何者較能解釋數理資優學生學業的自我概念及成就，發現男女數理資優學生在學習成就上並沒有差別，但女生的學業自我概念卻低於男生。且隨著時間的變化，學業成績的成長變化一致，學業自我概念的差距卻逐漸擴大，隨後在 2014 年的研究中，同時比較男女資優生在語文與數理自我概念的差異，結果支持性別建構論的觀點，在「男理工、女人文」的社會期許下，男生在數學與科學自我概念上要高於女生，而女生在國文與英文自我概念上則優於男生。性別建構論是否也同樣能解釋數理資優



學生的學習投入？已經歷過一輪能力選才的高中階段數理資優學生，和國中階段的數理資優生受性別的影響多大，值得進一步探討。

另外，補習為亞洲區國家在求學階段常見的現象，從劉正(2006)及後來隋學華(2011)、劉國兆(2013)針對補習的研究中，指出大約7成左右的臺灣國中生有補習，且每周平均時數有6小時以上。額外補習所增加的學習時數，是否造成學生額外的學習壓力，抑或透過更多時間的練習會增加學生的學習投入？本研究也收集數理資優生的課外補習狀況做探討。

三、數理資優生資優服務現況

我國目前接受資優服務的對象以學術性向學生為數最多，由教育部特殊教育通報網(2020a, 2020b)統計，108學年度國中階段接受資優服務的學生，數理資優生有4,696人，佔總學術性向人數的44.3%；高級中學數理資優班之學生數統計的情況也相似，在所有高中資優學生中，數理資優生有3,226人，佔總學術性向人數的63.8%。這些數理資優學生在接受資優教育服務後，其學習投入能否有正向影響，應該能回饋我國目前數理資優教育服務給予的現況。

再者，在資優學生的安置方式上，國中數理資優班採用的是分散的資源班形式，由各縣市政府自行決定採用入學前鑑定或入學後鑑定，若採用入學前鑑定的縣市，其數理資優生，會從七年級上學期開始接受資優教育服務；若採用入學後鑑定的縣市，其數理資優生，會從七年級下學期才開始接受資優教育服務。而高中則是集中式的資優班，全國統一在八月份進行鑑定與安置，九月開學則編入數理資優班學習。

研究者好奇不同教育階段、不同安置方式的數理資優學生在接受適性的資優教育後，學習投入狀況如何，故採取縱貫資料蒐集，來了解學生特殊需求被考量下，同學習階段內的學習投入變化，以及不同學習階段間學習投入的變化差異。

參、研究方法

一、研究樣本

本研究以叢集取樣的方式取樣北區25所、中區16所、南區25所、東區4所，總計70所國中，共847位數理資優資源班學生，以及北區6所、中區10所、南區7所、東區及離島地區3所，總計26所高中，共934位數理資優班學生為樣本。其中，國中參與校數占108學年度設有數理資優班的63.63%(70/110)；高中則占全國設有數理資優班學校總數的70.27%(26/37)。

研究者從106學年度開始，對全部參與的學生進行為期三年的固定樣本三波次追蹤調查。由於各縣市國中資優學生鑑定的時程不一，因此國中數理資優生樣本的調查統一訂在下學期進行，至於高中資優學生的資優鑑定全國統一在八月舉行，開學後可立即掌握人數，因此高中數理資優生樣本的調查時間訂在上學期。

由表1可知，國中資優學生的有效樣本在第一年(106學年度)為799份、第二年(107學年度)為808份、第三年(108學年度)為812份，各年有效回收率皆在95%以上；高中資優學生的有效樣本在第一年(106學年度)為875份、第二年(107學年度)為790份、第三年(108學年度)為785份，三年有效回收率皆在93%以上。



表 1

各年問卷樣本回收情形

區域	第一年 (106 學年度)			第二年 (107 學年度)			第三年 (108 學年度)		
	發出 問卷數	回收數 (回收比例)	有效數 (有效比例)	發出 問卷數	回收數 (回收比例)	有效數 (有效比例)	發出 問卷數	回收數 (回收比例)	有效數 (有效比例)
北區	260	254	247	260	257	250	260	260	252
中區	220	216	205	220	217	206	220	220	207
國南區	250	247	239	250	248	243	250	250	244
中東區	117	116	108	121	118	109	114	114	109
小計	847	833 (98.35%)	799 (95.92%)	851	840 (98.71%)	808 (96.19%)	844	844 (100%)	812 (96.32%)
北區	260	260	245	220	220	215	220	220	216
中區	290	290	275	240	240	232	240	240	232
高南區	280	280	255	240	240	233	240	240	236
中東區	104	104	100	113	113	110	104	104	101
小計	934	934 (100%)	875 (93.68%)	813	813 (100%)	790 (97.17%)	804	804 (100%)	785 (97.64%)

由於資料蒐集歷時三年時間，期間只要有一年未能完整填答，即不予分析，總計本研究取得三年完整資料的國中數理資優生人數為 777 人，其中男生 532 位(68.47%)、女生 245 位(31.53%)；高中數理資優生人數為 756 人，其中男生 484 位(64.02%)、女生 272 位(35.98%)。

二、研究工具

本研究的學習投入量表，係參考 Reeve 與 Tseng (2011)以及張鈿富等人(2012)原先的學習投入量表所編製，包括主體投入、行為投入、情緒投入及認知投入四個分量表，共計 13 題。以下為量表內涵：

1. 主體投入：評估學生對所接收到的訊息進行動態建構的過程，強調學生會主動地告知自己的興趣所在。
2. 行為投入：用來評估學生在課堂學習活動中參與程度。

3. 情緒投入：用以評估學生在學校學習時的正向感受。

4. 認知投入：主要評估學生在學習過程中，能否運用學習策略並調整。

量表皆採用 Likert 氏六點量尺分數，得分愈高者表示在主體、行為、情緒或認知投入程度愈高。量表建構過程分別對國中生以及高中生施測經兩次預試，以確保量表能同時適用於國中及高中學生。並採極端組檢核法，以確保各題項的鑑別度，以同質性檢核法，確認各題目在測量特質上的一致性。以下乃分就國中、高中之合併樣本以及分開樣本提供量表相關信、效度證據如下：

(一) 國高中合併樣本

以國高中合併樣本進行分析，四個分量表的 Cronbach's α 內部一致性信度分別為 .86、.90、.90、.88，全量表信度為 .91。圖 2 為驗證性因素分析圖，驗證性因素分析結果之卡方考驗為 $\chi^2 = 478.31$ ， $df = 61$ ， p



< .01 雖達顯著水準，但其他適配度指標：GFI 為 .96、AGFI 為 .93、NFI 為 .97、NNFI 為 .97、CFI 為 .97 及 IFI 為 .97，均大於 .90；RMSEA 為 .06 小於 .08 且 SRMR 小於 .05。學習投入量表理論構念與國高中合併樣本的觀察資料適配。

(二) 以國一生為對象

以國一生樣本進行分析，四個分量表的 Cronbach's α 內部一致性信度介為 .86、.90、

.90、.87，全量表信度為 .92。圖 3 為驗證性因素分析圖，驗證性因素分析結果之卡方考驗為 $\chi^2 = 243.9, df = 61, p < .01$ 雖達顯著水準，其他適配度指標：GFI 為 .96、AGFI 為 .93、NFI 為 .97、NNFI 為 .97、CFI 為 .98 及 IFI 為 .98，均大於 .90，RMSEA 為 .06 小於 .08 且 SRMR 小於 .05，整體而言與國一生的觀察資料適配。

圖 2

全體樣本學習投入驗證性因素分析模式

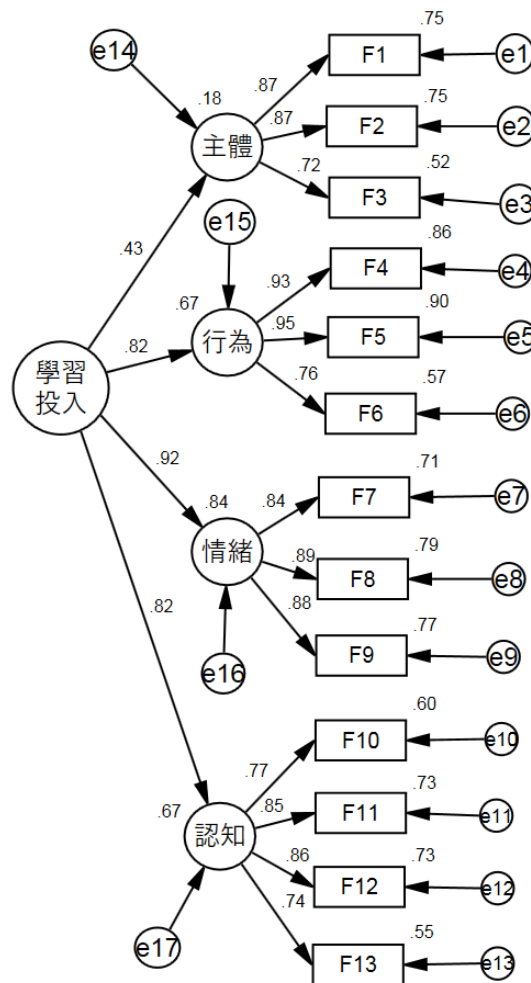
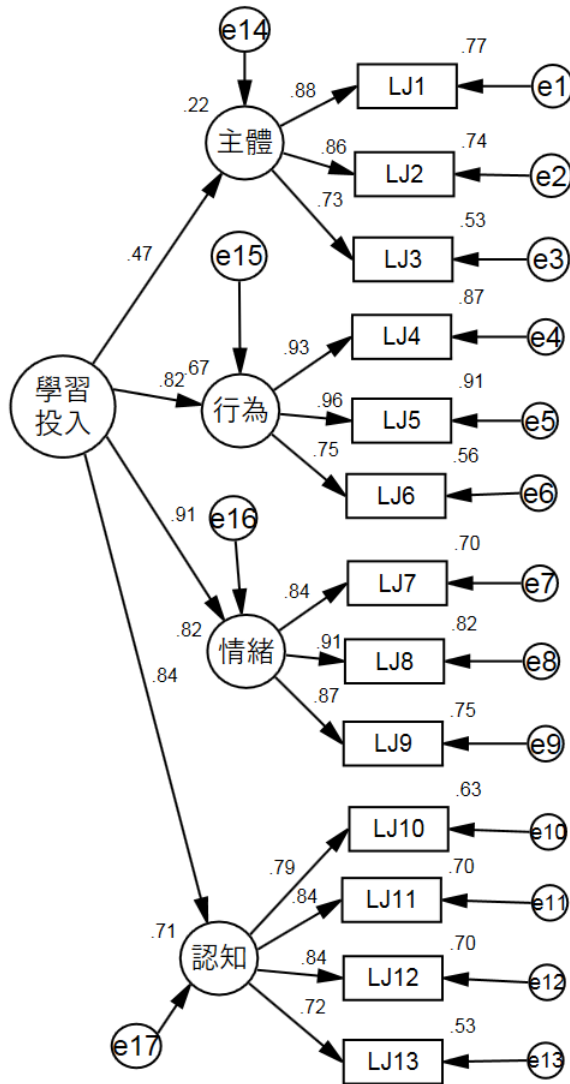


圖 3

國中學習投入驗證性因素分析模式



(三) 以高一生為對象

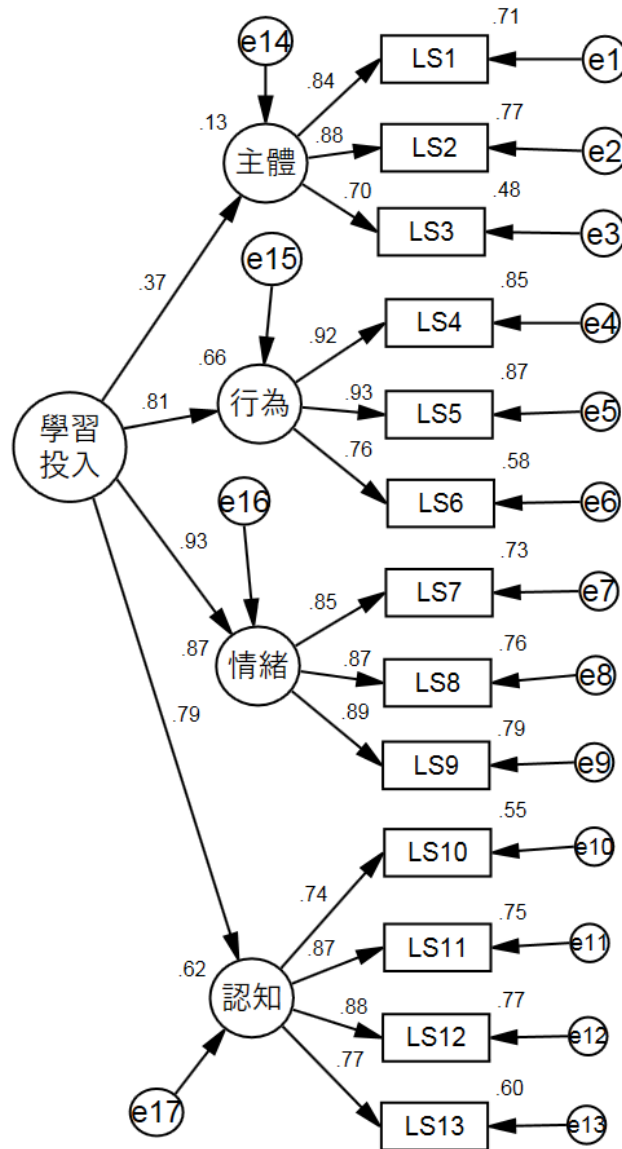
以高一生樣本進行分析，四個量表的 Cronbach's α 內部一致性信度介為 .84、.90、.90、.88 之間，全量表信度為 .905。圖 4 為驗證性因素圖，驗證性因素分析結果之卡方考驗為 $\chi^2 = 342.7$ ， $df = 61$ ， $p < .01$ 雖達

顯著水準，其他適配度指標：GFI 為 .94，AGFI 為 .91、NFI 為 .96、NNFI 為 .96、CFI 為 .97 及 IFI 為 .97，均大於 .90，RMSEA 為 .07 小於 .08 且 SRMR 小於 .05，整體而言與高一生的觀察資料適配。



圖 4

高中學習投入驗證性因素分析模式



三、資料處理與研究模式

本研究的資料處理方式主要使用 SPSS 26.0 版以及 AMOS 23.0 版對研究提出的模式進行統計分析，茲分別說明如下：

(一) 以潛在成長模式考驗國中數理資優生及高中生在學習投入的潛在直線成長情形。

圖 5 中模式中包含三個觀察指標 (學習投入 1、學習投入 2 與學習投入 3) 代表三



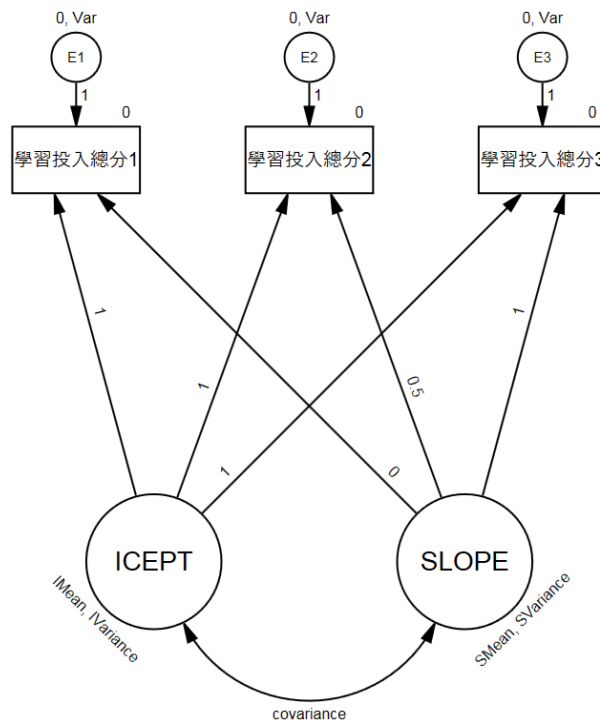
次重複評估學習投入所得之觀察變項。這三個觀察變項與二個潛在變項的關聯，分別為此學習投入研究開始時的起始點，以及在研究歷程中的學習投入成長率。並將起始點的截距平均數與變異數開放自由估計，因素負荷量固定為 1；成長率的斜率平均數與變異數開放自由估計，而因素負荷量則假定學習投入呈固定直線成長模式，故將成長率的三個時間點的因素負荷量係數(λ)分別設定為 0、.50、1。另外，為減少估計參數，本研究設定所有被預測的殘差潛在變項之截距為 0，並將所有殘差之變異數開放自由估計。進行潛在成長模式分析(LGM)來考驗各項假設。其中在模式適合度評鑑上，乃參酌 Bagozzi 與 Yi (1988)的看法，由基本的適合

標準(preliminary fit criteria)、整體模式適合度(overall model fit)及模式內在結構適合度(fit of internal structure of model)三個方面來評鑑。也就是說，在整體模式適合度評鑑上，除將參考 χ^2 外，也同時考量增值適配度指數，如 TLI(NNFI)、IFI 及 CFI 若大於 0.8 屬可接受，大於 0.9 表示適配良好，以及標準化殘差均方根 SRMR 小於 .05。

在有關資優生縱貫資料之隨時間改變的學習投入成長趨勢部分，則列出固定效果模式與隨機效果模式在研究起始點及直線成長率之平均數與標準差估計值與考驗結果。研究者將檢驗個別國中數理資優生與高中數理資優生在學習投入的起始值及成長率是否有顯著差異。

圖 5

本研究建構的學習投入潛在直線成長模式



(二) 採多群組結構方程式模型分析比較國中與高中數理資優生不同學習階段的學習投入是否恆等

本研究依據邱皓政(2003)的建議，進行多群組結構方程式分析。第一階段先進行單樣本的基本模式檢驗，第二階段為多群體的測量不變性檢驗，以判定同一個理論模式在不同群組之間，也就是國中與高中兩數理資優生群體間，是否成立恆等(侯雅齡, 2014)。在本研究中，除了不假設任何參數相同的基準模式外，也提出四個不同程度恆等設定的模式。以下是本研究兩個階段不同的假設恆等模式比較：

基準模式(baseline model)：採用全部樣本來進行理論驗證，再比較不同群體的樣本是否異於架設的理論模式，檢查整體資優生與國中、高中資優兩群體樣本之間的參數是否相似，再往下探討各恆等性。

模式一：量尺恆等模式，指在欲比較的國中與高中兩資優生群體間，檢視因素負荷量是否恆等，也就是學習投入測量量尺是否對不同群體皆有相同意義。

模式二：殘差變異量恆等模式，是基於量尺恆等模式之上，比較國中與高中兩資優生群體在學習投入題項上的初始反應有無不同。

模式三：題項截距恆等模式，再進一步建立在殘差變異量模式恆等時，了解國中與高中兩資優生群體之間，學習投入截距平均數及斜率平均數的一致性。

模式四：全等模式，此模式將先前的參數皆視為相等，來檢視國中與高中兩資優生群體是否全等。

利用基準模式與其下四個模型，不同層次的恆等性即可被逐一檢驗，當越多的參數

被設定為恆等，也就表示測量恆等性越強。觀察先後兩兩恆等模式的卡方值差異($\Delta\chi^2$)、 ΔTLI 與 ΔCFI ，可以看出有無顯著差異。若卡方值差異($\Delta\chi^2$)的大小有達到顯著水準($p < .05$)、 $\Delta TLI > .02$ 或 $\Delta CFI > .01$ ，兩兩被比較模式中設限較多的模式即不具恆等性。相對的，當卡方值差異($\Delta\chi^2$)的大小未達顯著水準、 $\Delta TLI \leq .02$ 與 $\Delta CFI \leq .01$ 時，即代表兩兩被比較模式中設限較多的模式具有恆等性。但 χ^2 值常會隨著樣本人數波動，故本研究檢驗恆等性時，將以 ΔTLI 與 ΔCFI 指標為主(Cheung & Rensvold, 2002; Wang & Wang, 2019)。

(三) 不同條件變項影響學習投入的潛在成長模式變化

以性別及補習狀況作為第二階層的預測變項(如圖 6 所示)，分別來探討他們對國中與高中數理資優生的學習投入起始點及成長率的影響。其中性別 0 為男生、1 為女生；補習狀況 0 為無補習、1 為有補習；補習數理狀況 0 為無補習、1 為有補習。

肆、結果與討論

一、研究變項的描述統計

從表 2 之三波學習投入的描述統計分析結果可知，國中數理資優生學習投入的第一波至第三波的平均數分別為 4.56、4.48、4.41；高中數理資優生學習投入的第一波至第三波的平均數分別為 4.42、4.25、4.45。在變異情形方面，國中數理資優生學習投入三波的標準差介於 0.78 至 0.84 之間，高中數理資優生學習投入三波的標準差則介於 0.68 至 0.77 之間。



圖 6

加入第二層預測變項的學習投入潛在直線成長模式

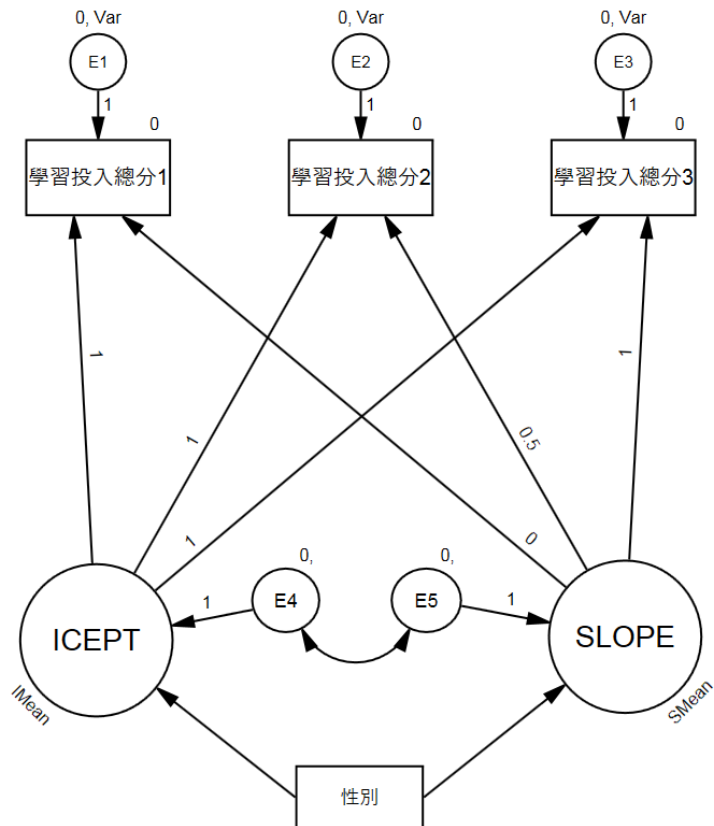


表 2

描述統計結果

		國中數理資優生(n = 777)			高中數理資優生(n = 756)		
		學習投入 1	學習投入 2	學習投入 3	學習投入 4	學習投入 5	學習投入 6
總和	M	4.56	4.48	4.41	4.42	4.25	4.45
	SD	0.78	0.78	0.84	0.68	0.77	0.70
	峰度	-0.49	-0.27	-0.66	-0.45	-0.77	-0.37
	偏態	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09

二、國中數理資優生學習投入隨時間改變情形

(一) 國中數理資優生學習投入的潛在成長模式驗證

本研究以未標準化解作解釋，圖 7 乃列出含未標準化解的國中數理資優生學習投入在直線成長模式圖，起始點及成長率兩個潛在變項因素旁之左右兩數據則分別代表



平均數及變異數（起始點平均數及變異數為 4.56、.37；成長率平均數及變異數為 -.15、.20），以下則對模式的考驗結果作說明。

1. 基本適合標準考驗結果

本研究中設為相同的三個誤差變異值為 .24， $t = 11.92$ ， $p < .01$ 符合無負的誤差變異以及誤差變異必須達 .05 之顯著水準，此外，所有估計參數的絕對值介於 0 至 .77 之間，未接近 1，整體而言，模式的基本適合標準符合期待。

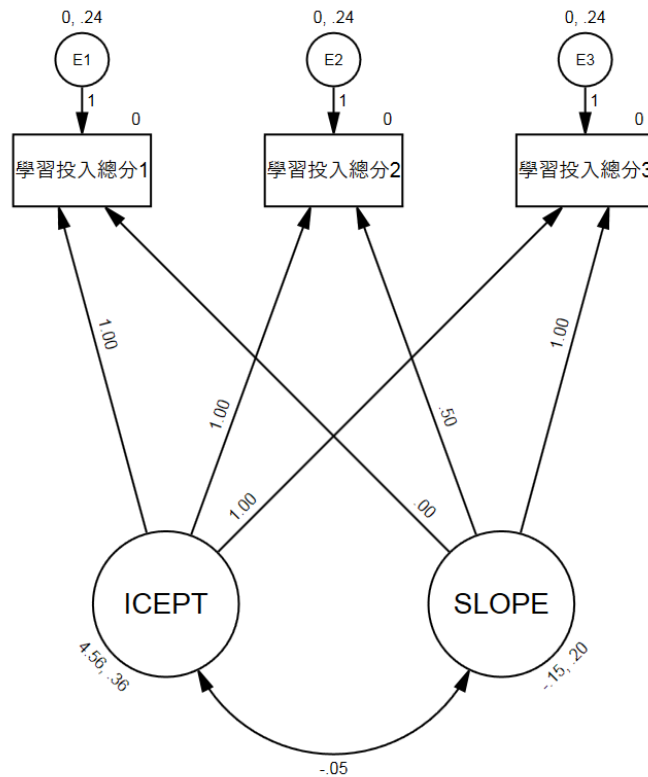
2. 整體適合標準考驗結果

表 3 是學習投入潛在直線成長模式的整體適合度考驗結果。從表中可知，學習投入的潛在直線成長模式與觀察資料適配的卡方考驗結果未達顯著水準 ($\chi^2 = 0.09, p = .99$)，亦即本研究所提出之直線成長模式與觀察資料適配。

本模式在增值配合度指數之 TLI 為 1.00、IFI 為 1.00、CFI 為 1.00，皆大於 .90，至於標準化殘差均方根 SRMR 亦小於 .05。從這些指標顯示，本研究建構之國中数理資優生學習投入的潛在直線成長模式，與觀察資料的整體適配度堪稱理想。

圖 7

含未標準化的國中数理資優生學習投入潛在直線成長模式



3. 內在結構適合度考驗結果

在 LGM 的標準化解之中，由起始點及成長率預測三個觀察指標（學習投入 1 至學習投入 3）之 R^2 分別為 .77、.78 與 .72 皆大於 .50，且所有估計的參數都達顯著水準，表示模式有良好的內在品質。

整體來說，此一結果支持本研究所建構的國中數理資優生學習投入的潛在直線成長模式，為一理想的模式。

（二）國中數理資優生學習投入潛在成長變化

表 4 是學習投入潛在直線成長模式的參數估計結果，從表 4 之固定效果部分可知，學習投入的起始點截距平均數為 4.56 達顯著水準 ($p < .001$)；成長斜率的平均數為 -.15 達顯著水準 ($p < .001$)。表示國中數理資優生

在學習投入的平均起始分數為 4.56 分，之後每年學習投入的平均下降 .15 分。

在隨機效果部分，國中數理資優生學習投入起始點截距變異數為 .37，達顯著水準 ($p < .001$)；成長斜率變異數為 .20，達顯著水準 ($p < .001$)。表示個別國中數理資優生在學習投入的起始即有顯著差異，且個別國中數理資優生在學習投入的成長速率亦存在顯著差異。

最後，起始點與成長率之共變數是 -.05 未達顯著水準 ($p = .07$)，而相關係數為 -.19 顯示一開始學習投入情形與之後的學習投入變化幅度沒有顯著關係，表示不論國中數理資優生一開始的學習投入是多是低，在隨後的學習投入變化都沒有顯著差異。結合前面的固定效果來看，整體隨時間演變，仍呈現學習投入高者恆高、低者恆低的現象。

表 3

國中數理資優生在直線成長模式整體適合度考驗結果

	df	χ^2	p	TLI	IFI	CFI	SRMR
數值	3	0.09	.99	1.00	1.00	1.00	.00

表 4

國中數理資優生學習投入潛在直線成長模式的參數估計效果

	估計值	標準誤	t	p
固定效果				
起始點截距平均數	4.56	.03	168.44	.00
成長斜率平均數	-.15	.03	-4.98	.00
隨機效果				
起始點截距變異數	.37	.03	11.92	.00
成長斜率變異數	.20	.04	4.59	.00
共變與相關				
起始點與成長率共變數	-.05	.03	-1.84	.07
起始點與成長率相關係數	-.19			



三、高中數理資優生學習投入隨時間改變情形

(一) 高中數理資優生學習投入的潛在成長模式驗證

本研究以未標準化解作解釋，圖 8 乃列出含未標準化的高中數理資優生學習投入在直線成長模式圖，起始點及成長率兩個潛在變項因素上面之左右兩數據則分別代表平均數及變異數（起始點平均數及變異數為 4.36、.27；成長率平均數及變異數為 .03、-.02），以下則對模式的考驗結果作說明。

1. 基本適合標準考驗結果

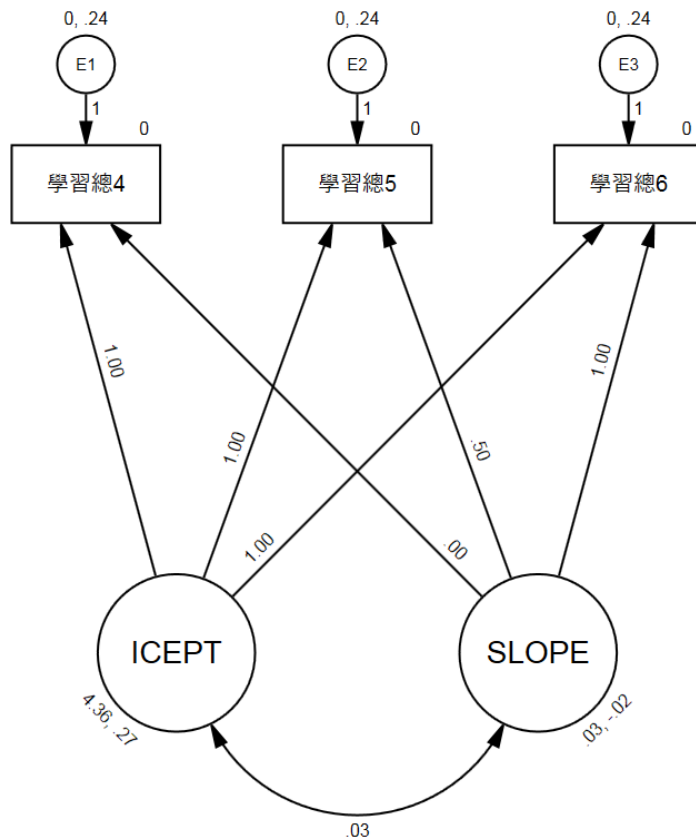
本研究中設為相同的三個誤差變異值為 .24， $t = 10.32$ ， $p < .001$ 符合無負的誤差變異以及誤差變異必須達 .05 之顯著水準，此外，所有估計參數的絕對值介於 0 至 .73 之間，未接近 1，整體而言，模式的基本適合標準符合期待。

2. 整體適合標準考驗結果

表 5 是學習投入潛在直線成長模式的整體適合度考驗結果。從表中可知，學習投入的潛在直線成長模式與觀察資料適配的卡方考驗結果達顯著水準 ($\chi^2 = 104.75, p < .001$)，

圖 8

含未標準化的高中數理資優生學習投入潛在直線成長模式



亦即本研究所提出之直線成長模式與觀察資料並不適配，但 χ^2 值容易隨著樣本人數增多導致達到顯著水準，因此需進一步參考其他適配指標。本模式在增值配合度指數之 TLI 為 .86、IFI 為 .86、CFI 為 .86，至於標準化殘差均方根 SRMR 則為 .03 亦小於 .05。從這些指標顯示，本研究建構之高中數理資優生學習投入的潛在直線成長模式，與觀察資料的整體適配度尚可接受。

3. 內在結構適合度考驗結果

在 LGM 的標準化解之中，由起始點及成長率預測三個觀察指標（學習投入 4 至學習投入 6）之 R^2 分別為 .73、.71 與 .70 皆大於 .5，且所有估計的參數都達顯著水準，表示模式有良好的內在品質。

整體來說，此一結果支持本研究所建構的高中數理資優生學習投入的潛在直線成長模式，為可接受的模式。

(二) 高中數理資優生學習投入潛在成長變化

表 6 是學習投入潛在直線成長模式的參數估計結果，從表 6 之固定效果部分可知，學習投入的起始點截距平均數為 4.36，達顯著水準 ($p < .001$)；成長斜率的平均數為 .03，未達顯著水準 ($p = .28$) 表示高中數理資優生在學習投入平均起始分數為 4.36 分，之後每年的學習投入並未有成長。

在隨機效果部分，高中數理資優生學習投入起始點截距變異數為 .27，達顯著水準 ($p < .001$)；成長斜率變異數為 -.03，未達顯著水準 ($p = .46$)，表示個別高中數理資優生在學習投入的起始即有顯著差異，但個別高中數理資優生在學習投入成長速率並未存在顯著差異。

表 5
高中數理資優生在直線成長模式整體適合度考驗結果

	df	χ^2	p	TLI	IFI	CFI	SRMR
數值	3	104.75	.00	.86	.86	.86	.03

表 6
高中數理資優生學習投入潛在直線成長模式的參數估計效果

	估計值	標準誤	t	p
固定效果				
起始點截距平均數	4.36	.03	175.96	.00
成長斜率平均數	.03	.02	1.08	.28
隨機效果				
起始點截距變異數	.27	.03	10.32	.00
成長斜率變異數	-.03	.03	-.75	.46
共變與相關				
起始點與成長率共變數	.03	.02	1.39	.16
起始點與成長率相關係數	.08			



最後，起始點與成長率之共變數是 .03，未達顯著水準($p = .16$)；而相關係數為 .08，表示不論高中數理資優生一開始的學習投入是高是低，在隨後的學習投入變化都沒有顯著差異。結合前面的固定效果來看，整體隨時間演變，仍呈現學習投入高者恆高、低者恆低的現象。

四、學習投入成長模式的多群體分析結果

首先對全體、國中數理資優生與高中數理資優生樣本的基本模式檢驗，從表 7 中的 χ^2 來看，只有國中數理資優生的學習投入之理論模式與觀察資料達到適配，若進一步參酌 TLI、CFI 及 RMSEA 等適配指標數值，則高中數理資優生樣本以及全體樣本，也有尚稱良好的模式適配度，因此，可進行下一階段的跨樣本分析。

從表 7 的模式一與基準模式差異來看， $\Delta\chi^2$ 為 81.49； Δ TLI 絕對值為 .05； Δ CFI 絕對值為 .06，其中 Δ TLI 超過 .02 且 CFI 差異超過 .01，意旨檢驗模式恆等性的指標有顯著的改變(Cheung & Rensvold, 2002; Wang & Wang, 2019)，表示國中數理資優生與高中

數理資優生樣本不具有量尺恆等性，也代表著兩群樣本在學習投入量表中所測得的因素負荷量並未恆等。

再進一步由表 4 與表 6 的進行比較可知，對這兩群體而言，國中生的學習投入(4.56, $t = 168.44$, $p < .001$)高於高中生的學習投入(4.36, $t = 175.96$, $p < .001$)；國中生的學習投入變化速度(-.15, $t = -4.98$, $p < .001$)也顯著高於高中生的學習投入變化(.03, $t = 1.08$, $p = .28$)，且從成長斜率數值來看，國中生的學習投入變化為逐年下降。最後在兩樣本的測量相關變異上相同，國中與高中樣本的共變數皆未達顯著水準。

五、性別與補習與否為二階因素的條件式成長模式驗證結果

從潛在成長模式的結果可以得知，國中數理資優生的學習投入在起始及後續的成長，有顯著個別差異。高中數理資優生的學習投入成長雖然沒有顯著差異，但在起始點仍有個體差異，故可繼續納入條件變項進行分析。由表 8 可知，在國中數理資優生的學習投入狀況，只有是否補習數理一項在成長

表 7

多群組結構方程模式比較結果

Model	χ^2	df	$\Delta\chi^2$	p	TLI	Δ TLI	CFI	Δ CFI	RMSEA
全體樣本	50.750	3	---	.00	.97	---	.97	---	.10
國中樣本	0.087	3	---	.99	1.00	---	1.00	---	.00
高中樣本	104.753	3	---	.00	.86	---	.86	---	.21
基準模式	23.35**	4	---	---	.98	---	.99	---	.06
模式一	104.84***	6	81.49	---	.93	-.05	.93	-.06	.10
模式二	105.05***	7	0.21	---	.94	.01	.93	.00	.10
模式三	138.80***	9	33.75	---	.94	-.00	.91	-.02	.10
模式四	178.80***	12	40.00	---	.94	.00	.88	-.03	.10

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



斜率上有顯著差異($t = -2.42, p = .02 < .05$)。有參加數理科目補習的國中數理資優生，相較於沒有補習的學生，學習投入消退的速度更快。

由表 9 可知，三個條件變項只有性別在高中數理資優生的學習投入直線成長模型的起始點有顯著差異($t = 2.32, p = .02 < .05$)，意即高中數理資優女生在高一時的學習投入狀況比男生還高。

伍、結論與建議

本研究使用潛在直線成長模式來了解國中數理資優生與高中數理資優生學習投入的變化，也利用多群組模式，探討國中與高中生的學習投入變化是否有差異。資料蒐集從 106 學年度到 108 學年度，共歷時三年，研究樣本遍及全臺灣 70 所國中及 26 所高中，實屬不易。與過去學習投入研究較為

表 8

加入不同條件變項後的國中數理資優生學習投入差異

	估計值	標準誤	<i>t</i>	<i>p</i>	解釋力
性別做為預測變項 (男= 68.5%、女= 31.5%)					
起始點←性別	-.04	.06	-.73	.46	
成長斜率←性別	-.02	.06	-.25	.81	
補習數理作為預測變項 (無補習= 39.2%、有補習= 60.8%)					
起始點←補習數理	-.05	.06	-.86	.39	
成長斜率←補習數理	-.15	.06	-2.42	.02	
Z2	.19	.04	4.49	.00	6.6%
有無補習作為預測變項 (無補習= 13.4%、有補習= 86.6%)					
起始點←有無補習	.02	.08	.26	.79	
成長斜率←有無補習	.16	.09	1.77	.08	

表 9

加入不同條件變項後的高中數理資優生學習投入差異

	估計值	標準誤	<i>t</i>	<i>p</i>	解釋力
性別做為預測變項 (男= 64.0%、女= 36.0%)					
起始點←性別	.12	.05	2.32	.02	
成長斜率←性別	-.00	.05	-.03	.98	
Z1	.26	.03	10.25	.00	1.7%
補習數理作為預測變項 (無數理= 31.0%、有數理= 69.0%)					
起始點←補習數理	-.07	.05	-1.35	.18	
成長斜率←補習數理	-.01	.05	-.24	.81	
有無補習作為預測變項 (無補習= 17.0%、有補習= 83.0%)					
起始點←有無補習	-.04	.07	-.62	.54	
成長斜率←有無補習	-.01	.07	-1.15	.88	



不同的是，本研究所採用的學習投入構面加入了以學生為主體的主體投入，這更適合用於了解自主性較強的資優生群體。雖然學習投入在二、三十年來的國內外學者中已有相當的研究著作，但以縱貫研究且比較不同學習階段的資優生學習投入探討仍屬少數。本研究在呈現相關成長與差異的同時，也嘗試以背景變項來探討差異來源。以下先說明研究結論及討論，再提出後續研究建議：

一、研究結論及討論

(一) 國中數理資優生學習投入呈現消退的情形

從研究結果可以發現，國中數理資優生在三波施測的分數呈現顯著的逐年下降。此結果與張家禎(2015)整理國內外研究的結果相同，Marks 於 2000 年研究國小、國中、高中學生學習投入研究，發現不同學習階段相比之下，學習投入的分數越來越低；Skinner 等人(2008)針對四到七年級生做的研究，也發現情緒、行為投入有逐年下降的趨勢；另外，Wang 與 Eccles (2012)針對七到 11 年級的學生所做的縱貫研究，同樣有著學習投入逐年下降的結果。或許乍看本研究的國中數理資優生與一般生相同，學習投入都是呈現消退的情形，但是研究者假設資優學生在資優資源班的適性安置服務下，應該會因為環境的支持，而呈現正向的學習投入成長。由於本研究並未同步取樣同齡的一般生，是否國中數理資優生在學習投入消退的程度其實比一般學生低，期待未來做進一步的比較研究。

(二) 高中數理資優生學習投入狀況持平

雖然 Wang 與 Eccles (2012)的研究發現，一般生從七到 11 年級的學習投入是逐年下降的，本研究在國中數理資優生的學習投入

研究結果也呈現下降的狀態，但是在高中數理資優學生的學習投入呈現持平的情形。這樣的結果可以樂觀的認為高中資優班的安置服務與課程教學，讓資優學生較願意參與學習，有別於國中階段的分散式安置，高中階段採集中安置，數理資優班學生同質性高，有相近的興趣與能力，再加上同儕相處的時間多，有利於教師進行更多的討論與小組合作安排，讓學生更願意投入學習。

(三) 國中與高中數理資優生之學習投入的變化模式不同

本研究結果顯示，國中數理資優生的學習投入從國一到國三一路下探，但高中數理資優學生的學習投入，整體呈現持平的狀況。兩者在多群體分析的結果並未恆等。本研究假設國中、高中數理資優學生在接受適性的資優教育服務後，應有近似的學習投入成長變化，但實徵資料顯示並非如此。Wang 與 Eccles (2012)認為中學生在成長的過程中，面臨到更多成就方面的社會比較、也因為課業而限制了參加其他活動的機會，這些來自外界所加諸的要求，無法真正滿足學生們自主的期待。而國中資優學生的安置，是以資優資源班的方式提供服務，課程是以抽離及外加的方式做安排，也就是學生可能必須犧牲部分休閒及社團參與的機會，到資優班學習，抑或犧牲早修或午休的時間來進行外加的課程，如果這些課程提供未能真正適性，恐怕會讓資優學生因疲累而無法全然投入。

于曉平等人(2019)對國內科學班畢業生所進行的研究發現，許多科學班畢業生表示在特殊班級的光環會帶來過多的外界期待與壓力。國中的資優教育採分散式安置，如果資優班的充實課程只關注於學科的加深



加廣，而忽視了學生在情意的特殊需求，當學生回到原班面對社會期許，而不知如何調適時，亦可能影響對求知的主動性與熱忱。從本研究資料看來，國中數理資優學生的資優教育服務內涵與成效，仍需進一步探究，以理解學生學習投入消退的因素為何？

本研究自 106 學年度開始執行，十二年國民基本教育課程則於 108 學年度開始實施，108 年公告《十二年國民基本教育特殊教育課程實施規範》(教育部，2019a) 以及《十二年國民基本教育資賦優異相關之特殊需求領域課程綱要》(教育部，2019b)，讓資優課程的安排有了可參考的依據，未來研究可以就十二年國民基本教育課程實施後學生的學習投入狀況作了解，看看有課綱指引下的資優教育服務，資優學生的學習投入狀況是否更為提升。

(四) 國中數理資優生有額外參加數理方面補習在學習投入下降更多

本研究結果中發現，有另外補習數理的國中數理資優生相較於沒有另外補習數理者，其學習投入下降比率更多，也就是說，有補習數理的國中數理資優生，每一年學習投入的下降幅度更大。此一現象或許與本文開頭所提到的過度練習有關，因國中數理資優生的編班方式為分散編班，資優班級的授課以外加形式居多、比一般生有更多的上課時數，若再加上數理相關的補習課程，而使得國中數理資優生負荷過度，更會消磨學生對於學習的動機與興趣。

補習的本質應該是補救能力不足，但在臺灣補習似乎已變成必備的基礎，即使學生先備能力佳，只要在學業競爭較激烈的情境，也必須參加補習(劉正，2006；劉國兆，2013)。本研究樣本的數理資優生，不論國中

或高中都有超過八成的人在補習，而其中超過半數的人有參加數理類的補習，可見一般。關秉寅與李敦義(2008)指出補習對不同的學生有不同程度的效果，如本研究中的數理資優生，本來數理能力較好，補習效果相對有限。如果學校在學科學習上的角色與補習班重疊，那麼國中的數理資優班是否應該要提供額外的資源？本研究結果中發現了補習對國中數理資優生學習投入有負向影響，更提醒我們是否資優班教學仍然無法跳脫升學主義影響，受到社會期許影響仍需要扮演進入好學校的跳板，而不是原先立意給資優學生適性發展的根基？

(五) 高中數理資優女生的學習投入顯著高於男生

高中資優女生相比高中資優男生，在高一初始的學習投入分數較高，但後續的成長率則無顯著差異。至於國中資優女生相比國中資優男生，不管在初始的學習投入或是後續的成長率皆無顯著差異。過往研究中其實也發現了，一般女性中學生的學習投入分數會顯著高於男性中學生(張鈿富等人，2012；Marks, 2000; Wang & Eccles, 2012)。其中，Wang 與 Eccles (2012)針對 7 到 11 年級的研究指出，雖然在剛升上 7 年級的學生中，女生的學習投入較男生為高，但後續的學習投入下降率仍然相同。不過，近年國內針對國中生的縱貫研究結果發現，雖然性別在一般國中生的學習投入會有顯著差別，但效果量低(黃筠婷、程炳林，2021)。本研究在高中階段得到的性別差異結果，或許可以從性別建構論的觀點來詮釋，數理領域一般的社會期許是「男生擅長的學科」，女生要在男生領域出類拔萃，自當更加地投入，再加上我國的高中入學，仍未擺脫能力選才，且數理資



優班的設班學校幾乎都在傳統的明星高中，無怪乎，女生展現高度的投入態度以取得進入資優班的優勢。但為何這樣的投入態度在第二及第三年時就和男生沒有明顯差異，可待未來研究釐清。

二、研究建議

根據上述研究結果，本研究提出未來可後續探討的教學及研究建議：

(一) 資優教學除了發展學生的專長領域外，也要提供特殊需求課程

本研究結果，不論是國中或高中數理資優生的學習投入趨勢都沒有預期的提升，顯示雖然提供了資優班的安置與資優課程的介入，資優生的學習動機與興趣並沒有相對應提升，在國中階段，反而持續被磨損。我國的特殊教育將資優與身障並重，乃著眼於兩者皆有其特殊需求，並未能在一般教育中被滿足。但因為升學主義的宰制，資優學生的特殊需求常被窄化為專長領域加強或是學科的加深，忽視了情意、獨立研究、創造力等需求。《十二年國民基本教育課程綱要總綱》(教育部，2021)中，明定「為因應特殊類型教育學生之個別需要，應提供支持性輔助、特殊需求領域課程及實施課程調整」，於108年公告的《十二年國民基本教育特殊教育課程實施規範》(教育部，2019a)以及《十二年國民基本教育資賦優異相關之特殊需求領域課程綱要》(教育部，2019b)，皆讓資優課程的安排有了執行與參考的依據。研究者期許未來資優班的教學環境中更應該注重情意、創造力與獨立研究等特需課程的內容設計，增加能提升高層次思考與小組合作的教學安排，並改變現有升學導向的過度練習方式。

(二) 探討一般生與資優生的學習投入差異，據以了解資優服務的成效

本研究數理資優生的學習投入變化趨勢，與過往針對一般學生探討學習投入的變化趨勢相同，都是隨年級增加而下降，但是在資優教育服務提供後，下降的幅度是否少於一般生？抑或彼此沒有差異呢？無法由本研究的資料得到答案，未來應可同步取得一般生與資優生的資料，來了解兩群體學習投入下降斜率及變異情形是否相同，據以了解資優服務的成效。

致謝：本研究承行政院國科會補助研究經費(計畫編號：105-2511-S-153-001-Y3)，謹此致謝。

參考文獻

- Boaler, J. (2021). *大腦解鎖：史丹佛頂尖學者裘·波勒以最新腦科學推動學習革命* (廖月娟，譯)。天下文化。(原著出版於2019) [Boaler, J. (2021). *Limitless mind: Learn, lead, and live without barriers* (Yue-Juan Liao, Trans.). Global Views - Commonwealth Publishing. (Original work published 2019)]
- 于曉平、張靖卿、凌美瑋(2019)。高中科學班畢業生之追蹤研究：高中學習經驗探討。*教育科學研究期刊*, 64(4), 1-29。
[Yu, Hsiao-Ping, Chang, Ching-Ching, & Ling, Mei-Ai (2019). A follow-up study on the learning experiences of students who graduated from high school science



- classes. *Journal of Research in Education Sciences*, 64(4), 1-29.] [https://doi.org/10.6209/JORIES.201912_64\(4\).0001](https://doi.org/10.6209/JORIES.201912_64(4).0001)
- 王文伶(2019)。學術性向資優青少年之情緒智力、班級人際關係與學習投入的關係：一個雙中介因子模型之研究。《特殊教育學報》，49，1-34。[Wang, Wen-Ling (2019). Investigating the relationships among emotional intelligence, classroom relations, and student engagement in academically gifted adolescents: A two-mediator model. *Journal of Special Education*, 49, 1-34.]
- 王豐緒(2019)。翻轉教室中預習教材形式對學生預習投入與學習成效的影響。《教學實踐與創新》，2(2)，115-138。[Wang, Feng-Hsu (2019). The effects of prestudy material types on students' prestudy engagement and learning outcomes in flipped classrooms. *Journal of Teaching Practice and Pedagogical Innovation*, 2(2), 115-138.]
- 石裕惠、蔡文榮(2019)。桌上遊戲融入國中英語教學對學生學習投入之研究。《師資培育與教師專業發展期刊》，12(1)，127-161。[Shih, Yu-Hui, & Tsay, Wenrong (2019). A study of impact of board-game-integrated English teaching in a junior high class on students' learning engagement. *Journal of Teacher Education and Professional Development*, 12(1), 127-161.] <https://doi.org/10.3966/207136492019041201006>
- 李宜玫、孫頌賢(2010)。大學生選課自主性動機與學習投入之關係。《教育科學研究期刊》，55(1)，155-182。[Lee, Yi-Mei, & Sun, Sung-Hsien (2010). The relationship between autonomous motivation of course-taking and learning engagement on college students. *Journal of Research in Education Sciences*, 55(1), 155-182.]
- 李家兆(2019)。美國心理學會 20 個資優學生教與學的原則及其啓示。《資優教育季刊》，151，35-40。[Li, Chia-Chao (2019). The implication of the top 20 principles from psychology for preK-12 creative, talented, and gifted students' teaching and learning. *Gifted Education Quarterly*, 151, 35-40.] [https://doi.org/10.6218/GEQ.201912_\(151\).35-40](https://doi.org/10.6218/GEQ.201912_(151).35-40)
- 邱皓政(2003)。《結構方程模式：LISREL 的理論、技術與應用》。雙葉。[Chiou, Hawjeng (2003). *Principles and practice of structural equation modeling with LISREL*. Yeh Yeh Book Gollery.]
- 邱華慧(2020)。大班教學環境中即時反饋及適性化學習系統的應用對大學生學習成效和投入的影響。《師資培育與教師專業發展期刊》，13(1)，101-128。[Chiou, Hua-Huei (2020). The influence of applying interactive response and adaptive learning systems in large classes on



- college students' learning outcome and engagement. *Journal of Teacher Education and Professional Development*, 13(1), 101-128.] <https://doi.org/10.3966/207136492020041301005>
- 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。〔Hou, Ya-Ling (2013). Longitudinal study of gifted students' science self-concept and science achievement. *Journal of Research in Education Sciences*, 58(2), 57-90.] <https://doi.org/10.3966/2073753X2013065802003>
- 侯雅齡(2014)。國中學生學業自我概念發展之縱貫性分析。《特殊教育研究學刊》，39(1)，1-34。〔Hou, Ya-Ling (2014). A longitudinal study on the self-concept development of junior high school students. *Bulletin of Special Education*, 39(1), 1-34.] <https://doi.org/10.6172/BSE.201403.3901001>
- 特殊教育法 (2019 年 4 月 24 日)。〔The Special Education Act. (2019, April 24).〕
- 教育部(2019a)。十二年國民基本教育特殊教育課程實施規範。〔Ministry of Education. (2019). *Curriculum implementation norms of 12-year basic education for special education*.] https://www.k12ea.gov.tw/files/class_schema/課綱/36-特教/36-1/十二年國民基本教育特殊教育課程實施規範.pdf
- 教育部(2019b)。十二年國民基本教育資賦優異相關之特殊需求領域課程綱要。〔Ministry of Education. (2019). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for special education classes - Gifted and talented students*.]
- 教育部(2021)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。〔Ministry of Education. (2021). *General Guidelines of the 12-Year Basic Education Curriculum*.]
- 教育部特殊教育通報網(2020a)。108 學年度各教育階段資賦優異類安置班型學生統計—國中。〔Special Education Transmit Net. (2020a). *Year 2019 placement statistics of gifted students across educational levels: Table for junior high school students*.] https://www.set.edu.tw/Stastic_Spc/sta2/doc/stuB_city_All_cls_C/stuB_city_All_cls_C_20200528.asp
- 教育部特殊教育通報網(2020b)。108 學年度各教育階段資賦優異類安置班型學生統計—高中。〔Special Education Transmit Net. (2020b). *Year 2019 placement statistics of gifted students across educational levels: Table for high school students*.] https://www.set.edu.tw/Stastic_Spc/sta2/doc/stuB_city_All_cls_E/stuB_city_All_cls_E_20200528.asp



- 張家禎(2015)。以年級、性別探討國中生的學習投入情形。《臺灣教育評論月刊》，4(1)，143－146。[Chang, Chai-Jan (2015). Learning engagement of junior high school students across age and between genders. *Taiwan Education Review Monthly*, 4(1), 143-146.]
- 張雅淨、連興隆(2020)。運用 BookRoll 電子書學習系統探討學習投入與學習成效之關係。《國立臺灣科技大學人文社會學報》，16(4)，383－409。[Chang, Ya-Ching, & Lien, Hsing-Lung (2020). Preliminary study of student engagement and learning performance by using BookRoll online learning systems. *Journal of Liberal Arts and Social Sciences*, 16(4), 383-409.]
- 張鈿富(2012)。大學生學習投入理論與評量實務之探討。《高教評鑑》，特刊S，41－62。[Chang, Dian-Fu (2012). Exploring the theory and praxis of college student engagement. *Evaluation in Higher Education*, S, 41-62.] <https://doi.org/10.6197/EHE.2012.S.02>
- 張鈿富、林松柏、周文菁(2012)。臺灣高中學生學習投入影響因素之研究。《教育資料集刊》，54，23－58。[Chang, Dian-Fu, Lin, Sung-Po, & Chou, Wen-Ching (2012). A study of the factors determining the engagement of high school students. *Bulletin of the National Institute of Education Materials*, 54, 23-58.]
- 陳詠絮、方德隆(2019)。以學習投入觀點探究不同數學程度國中生之分組合作學習經驗。《高雄師大學報》，47，31－62。[Chen, Yung-Chieh, & Fang, Der-Long (2019). An exploration on student engagement of cooperative learning experiences of junior high school students with various levels of mathematics ability. *Kaohsiung Normal University Journal*, 47, 31-62.]
- 陳慧蓉、張郁雯、薛承泰(2018)。脈絡因素、學業自我概念、與學習投入對學業表現的影響：臺灣國小三年級經濟弱勢與一般學生之比較。《當代教育研究季刊》，26(2)，73－107。[Chen, Karen Hui-Jung, Chang, Yuwen, & Hsueh, Cherg-Tay (2018). The influence of social context, academic self-concept, and learning engagement on academic achievement: A comparison of economically disadvantaged and general third graders in Taiwan. *Contemporary Educational Research Quarterly*, 26(2), 73-107.] [https://doi.org/10.6151/CERQ.201806_26\(2\).0003](https://doi.org/10.6151/CERQ.201806_26(2).0003)
- 隋學華(2011)。國中學生補習行為之探討。《數據分析》，6(3)，136－172。[Sui, Hsueh-Hua (2011). A study on junior high school students' behavior of after-school tuition. *Journal of Data Analysis*, 6(3), 136-172.] [https://doi.org/10.6338/JDA.201106_6\(3\).0008](https://doi.org/10.6338/JDA.201106_6(3).0008)



- 黃筠婷、程炳林(2021)。國中生學業情緒、情境興趣及學習涉入的交互關係。《教育心理學報》，52(3)，571－594。〔Huang, Yun-Ting, & Cheng, Bing-Lin (2021). Study on reciprocal relations among academic emotions, situational interest, and learning engagement. *Bulletin of Educational Psychology*, 52(3), 571-594.〕 [https://doi.org/10.6251/BEP.202103_52\(3\).0004](https://doi.org/10.6251/BEP.202103_52(3).0004)
- 黃曬莉、陳文彥(2017)。做了很不一樣：學習共同體對課堂中社會關係及學生學習之影響。《課程與教學季刊》，20(2)，111－138。〔Huang, Li-Li, & Chen, Wen-Yan (2017). Actions make a difference: The influence of learning community on classroom social relations and student learning. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 20(2), 111-138.〕 [https://doi.org/10.6384/CIQ.201704_20\(2\).0005](https://doi.org/10.6384/CIQ.201704_20(2).0005)
- 劉正(2006)。補習在臺灣的變遷、效能與階層化。《教育研究集刊》，52(4)，1－33。〔Liu, Jeng (2006). The transition, efficacy, and stratification of cram schooling in Taiwan. *Bulletin of Educational Research*, 52(4), 1-33.〕 [https://doi.org/10.6910/BER.200612_\(52-4\).0001](https://doi.org/10.6910/BER.200612_(52-4).0001)
- 劉國兆(2013)。升學主義、學校生活與課後補習：一群七年級國中生的課程觀。《教育研究學報》，47(2)，73－98。〔Liu, Kuo-Chao (2013). Diplomaism, school campus life, and cram schooling: A group of seventh grade student's curriculum perspectives. *Journal of Education Studies*, 47(2), 73-98.〕 <https://doi.org/10.3966/199044282013104702004>
- 賴英娟、巫博瀚(2017)。國中生學業情緒與學習投入對學業成就之影響。《課程與教學季刊》，20(3)，139－164。〔Lai, Ying-Chuan, & Wu, Po-Han (2017). The effects of academic emotion and learning engagement on the academic achievement of junior high school students. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 20(3), 139-164.〕 [https://doi.org/10.6384/CIQ.201707_20\(3\).0006](https://doi.org/10.6384/CIQ.201707_20(3).0006)
- 關秉寅、李敦義(2008)。補習數學有用嗎？一個「反事實」的分析。《臺灣社會學刊》，41，97－148。〔Kuan, Ping-Yin, & Lee, Duen-Yi (2008). Effects of cram schooling on math performance: A counterfactual analysis. *Taiwanese Journal of Sociology*, 41, 97-148.〕 [https://doi.org/10.6786/TJS.200812_\(41\).0003](https://doi.org/10.6786/TJS.200812_(41).0003)
- Appleton, J. J., Christenson, S. L., & Furlong, M. J. (2008). Student engagement with school: Critical conceptual and methodological issues of the construct. *Psychology in the School*, 45(5), 369-386. <https://doi.org/10.1002/pits.20303>
- Attard, C. (2013). “If I had to pick any subject, it wouldn't be maths”: Foundations for engagement with mathematics during the



- middle years. *Mathematics Education Research Journal*, 25(4), 569-587. <https://doi.org/10.1007/s13394-013-0081-8>
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 16(1), 74-94. <https://doi.org/10.1007/BF02723327>
- Ben-Eliyahu, A., Moore, D., Dorph, R., & Schunn, C. D. (2018). Investigating the multidimensionality of engagement: Affective, behavioral, and cognitive engagement across science activities and contexts. *Contemporary Educational Psychology*, 53, 87-105. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.01.002>
- Boaler, J. (2000). Mathematics from another world: Traditional communities and the alienation of learners. *Journal of Mathematical Behavior*, 18(4), 379-397. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(00\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(00)00026-2)
- Burns, E. C., Martin, A. J., & Collie, R. J. (2018). Adaptability, personal best (PB) goals setting, and gains in students' academic outcomes: A longitudinal examination from a social cognitive perspective. *Contemporary Educational Psychology*, 53, 57-72. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.02.001>
- Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 9(2), 233-255. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_5
- Fitzpatrick, J., O'Grady, E., & O'Reilly, J. (2018). Promoting student agentic engagement through curriculum: Exploring the negotiated integrated curriculum initiative. *Irish Educational Studies*, 37(4), 453-473. <https://doi.org/10.1080/03323315.2018.1512882>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Fredricks, J. A., Reschly, A. L., & Christenson, S. L. (Eds.). (2019). *Handbook of student engagement interventions: Working with disengaged students*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-04519-9>
- Greene, B. A., Miller, R. B., Crowson, H. M., Duke, B. L., & Akey, K. L. (2004). Predicting high school students' cognitive engagement and achievement: Contributions of classroom perceptions and motivation. *Contemporary Educational Psychology*,



- 29(4), 462-482. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2004.01.006>
- Kahu, E. R. (2013). Framing student engagement in higher education. *Studies in Higher Education, 38*(5), 758-773. <https://doi.org/10.1080/03075079.2011.598505>
- Landis, R. N., & Reschly, A. L. (2013). Reexamining gifted underachievement and dropout through the lens of student engagement. *Journal for the Education of the Gifted, 36*(2), 220-249. <https://doi.org/10.1177/0162353213480864>
- Little, C. A. (2012). Curriculum as motivation for gifted students. *Psychology in the Schools, 49*(7), 695-705. <https://doi.org/10.1002/pits.21621>
- Luthans, F., & Youssef, C. M. (2004). Human, social, and now positive psychological capital management: Investing in people for competitive advantage. *Organizational Dynamics, 33*(2), 143-160. <https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2004.01.003>
- Marks, H. M. (2000). Student engagement in instructional activity: Patterns in the elementary, middle, and high school years. *American Educational Research Journal, 37*(1), 153-184. <https://doi.org/10.3102/00028312037001153>
- Matos, L., Reeve, J., Herrera, D., & Claux, M. (2018). Students' agentic engagement predicts longitudinal increases in perceived autonomy-supportive teaching: The squeaky wheel gets the grease. *The Journal of Experimental Education, 86*(4), 579-596. <https://doi.org/10.1080/00220973.2018.1448746>
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist, 37*(2), 91-105. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3702_4
- Pineda-Báez, C., Hennig Manzuoli, C., & Vargas Sánchez, A. (2019). Supporting student cognitive and agentic engagement: Students' voices. *International Journal of Educational Research, 96*, 81-90. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.06.005>
- Reeve, J., Cheon, S. H., & Jang, H. (2020). How and why students make academic progress: Reconceptualizing the student engagement construct to increase its explanatory power. *Contemporary Educational Psychology, 62*, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101899>
- Reeve, J., Cheon, S. H., & Yu, T. H. (2020). An autonomy-supportive intervention to develop students' resilience by boosting



- agentic engagement. *International Journal of Behavioral Development*, 44(4), 325-338. <https://doi.org/10.1177/0165025420911103>
- Reeve, J., & Tseng, C. M. (2011). Agency as a fourth aspect of students' engagement during learning activities. *Contemporary Educational Psychology*, 36(4), 257-267. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2011.05.002>
- Roorda, D. L., Jak, S., Zee, M., Oort, F. J., & Koomen, H. M. Y. (2017). Affective teacher-student relationships and students' engagement and achievement: A meta-analytic update and test of the mediating role of engagement. *School Psychology Review*, 46(3), 239-261. <https://doi.org/10.17105/SPR-2017-0035.V46-3>
- Skinner, E. A., Kindermann, T. A., & Furrer, C. J. (2009). A motivational perspective on engagement and disaffection: Conceptualization and assessment of children's behavioral and emotional participation in academic activities in the classroom. *Educational and Psychological Measurement*, 69(3), 493-525. <https://doi.org/10.1177/0013164408323233>
- Skinner, E., Furrer, C., Marchand, G., & Kindermann, T. (2008). Engagement and disaffection in the classroom: Part of a larger motivational dynamic? *Journal of Educational Psychology*, 100(4), 765-781. <https://doi.org/10.1037/a0012840>
- Wang, J., & Wang, X. (2019). *Structural equation modeling: Applications using mplus* (2nd ed.). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119422730>
- Wang, M. T., & Eccles, J. S. (2012). Social support matters: Longitudinal effects of social support on three dimensions of school engagement from middle to high school. *Child Development*, 83(3), 877-895. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01745.x>
- Wang, M. T., & Eccles, J. S. (2013). School context, achievement motivation, and academic engagement: A longitudinal study of school engagement using a multidimensional perspective. *Learning and Instruction*, 28, 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.04.002>



A Longitudinal Study of Learning Engagement of Math and Science Gifted Students in Junior and Senior High School

Ya-Ling Hou

Department of Special Education, National Pingtung University

Abstract

Purpose

One of the characteristics of special education in Taiwan is that it takes into account the special students who need to provide services, not only protecting the learning rights and interests of students with disabilities, but also caring about the potential development of gifted students. Therefore, in the Special Education Law (2019) and the current implementation of the General Guidelines for the 12-Year National Education Curriculum (2021), both propose that gifted students have special learning needs. To meet the special needs of gifted students and develop their potential, they can be given gifted (resource) classes for placement; special needs courses and curriculum adjustments are provided in the curriculum; and more interaction, discussion, group cooperation, etc. should be adopted in teaching. However, due to the myths of giftedness in Chinese society and the long-term influence of academic-oriented education, academic performance is particularly valued for gifted students, especially at the junior high and high school stages facing national examinations and college entrance examinations. The implementation of gifted education inevitably focuses on subject training, or even regards “over-practice” as the norm of learning. However, students’ attitudes will affect their learning behavior and performance. For subjects that are closely related to academic advancement, students often cannot give appropriate views. Therefore, we hope that gifted education can help students develop their potential and make their talents become important human capital for the country, rather than just aiming at entering prestigious schools. We must pay more attention to students’



initiative and engagement in learning. Therefore, the educational services we provide to gifted students should not only directly satisfy their enrichment in learning content, but also pay attention to students' affective attitudes and cognition and participation in learning, so as to construct better mental representations. In other words, it is to pay attention to the learning engagement of gifted students. The concept of learning engagement most widely used by the public includes three aspects: behavioral engagement, emotional engagement and cognitive engagement. Reeve and Tseng (2011) also added agency engagement to emphasize students' personal initiative. The researcher believes that after adding agency engagement to the concept, it can more completely explain the learning engagement of gifted students. Based on this, this study focuses on the learning engagement status of junior high and high school gifted students, hoping to understand how the gifted students who receive gifted education services are engaged in learning. Learning engagement has a clear positive impact on academic achievement and even student interest. In recent ten years, studies on learning engagement have found that the environment has an impact on learning engagement. Gifted students are an important human resource for national competitiveness, and the cost of gifted education is higher than that of general education. Whether gifted students can fully develop their abilities after receiving gifted education depends on whether their special needs are met and satisfied, and whether they have better learning engagement. Therefore, this study takes mathematically talented junior high school students as samples and tracks their learning engagement changes during the three years of receiving gifted education. It also compares the differences in learning engagement changes between junior high and high school mathematically talented students.

Methods

The participants were surveyed annually from grades seven to nine and grades ten to twelve using a learning engagement scale. This research sampled 70 junior high schools, with a total of 847 math and science gifted resource class students, as well as 26 high schools, with a total of 934 math and science gifted class students. The effective sample size is 777 math and science gifted students in junior high school and 756 math and science gifted students in high school. The data collected was analyzed using latent growth modeling to understand the linear development of learning engagement and compare differences in learning engagement changes between junior high school and high school mathematically gifted students. Additionally, conditional latent growth modeling was used to examine the impact of gender and tutoring on learning engagement.

Results

The results showed that learning engagement among junior high school mathematically gifted students decreased linearly over time, while there was no significant trend in learning



engagement among senior high school mathematically gifted students. The two groups did not exhibit identical growth patterns in learning engagement. Junior high school mathematically gifted students who received tutoring had higher rates of decline in learning engagement than those who did not receive tutoring, but there was no significant difference for senior high school students. Only at grade ten did female mathematically gifted students show significantly higher levels of learning engagement than male students.

Conclusions

According to the research results mentioned above, this study proposes teaching and research suggestions that can be explored in the future: (1) In this study, regardless of whether it is junior high school or high school math and science gifted students, the trend of learning investment did not increase as expected. Although gifted classes were provided and gifted courses were introduced, the learning motivation and interest of gifted students did not correspondingly increase. Instead, it continued to be worn down during junior high school. Supportive assistance, special needs area courses and curriculum adjustments should be provided. The researcher hopes that the teaching environment of gifted classes in the future should pay more attention to the content design of special needs courses such as emotion, creativity and independent research, increase teaching arrangements that can enhance high-level thinking and group cooperation, and change the current excessive practice-oriented approach to college entrance examinations. (2) The trend of learning investment among math and science gifted students in this study is similar to that of general students in previous studies. It decreases with increasing grade. However, after providing gifted education services, is the degree of decline less than that of general students? Or are there no differences between them? In the future, data from both general students and gifted students can be obtained simultaneously to understand whether the slope and variation of learning investment decline are the same for both groups and to understand the effectiveness of gifted services based on this.

Key words: latent growth curve model, multi-group latent growth curve model, learning engagement, gifted students, longitudinal

