

族群、家庭經濟、閱讀環境與認知能力 對幼兒科學問題解決能力影響之研究

謝亞恆*

輔英科技大學 幼兒保育暨產業系

摘要

本研究旨在探討族群、家庭經濟、閱讀環境、認知能力與幼兒科學問題解決能力之關連性及發展變化。因此，研究對象為332位五歲學前幼兒及其家長，在經過三次長期追蹤調查之後，運用潛在成長模式分析進行五歲公、私立學前幼兒族群、家庭經濟、閱讀環境與認知能力等因素對於科學問題解決能力的直接影響，以及不同族群透過家庭經濟、閱讀環境與認知能力三個中介變項對於科學問題解決能力所造成的間接影響。研究結果發現：一開始科學解決能力越高的幼兒，後續科學解決能力並沒有增加越快的趨勢。其次，非少數族群幼兒，其日後的科學解決能力之成長速率明顯高於少數族群，而且會隨著時間的遞移有顯著擴大趨勢。另外，家庭經濟、閱讀環境與認知能力在幼兒科學問題解決能力之起始表現與成長率有顯著影響。最後，就整體效果分析顯示，少數族群幼兒家庭經濟的弱勢，閱讀環境資源的缺乏，惟認知能力有不錯的表現，使得初期科學解決能力表現不差，但隨著三波的遞移，少數族群科學解決能力的成長速率不如非少數族群，因而加大其與非少數族群科學解決能力的差距。由此來看，族群、家庭經濟、閱讀環境、認知能力對幼兒科學問題解決能力起始狀態與成長速率具有影響。文末提出相關討論與建議。

關鍵詞：科學問題解決能力、家庭經濟、族群、認知能力、閱讀環境

壹、緒論

科學與我們的生活息息相關，良好的科學問題解決能力與基本的科學素養是國民終身學習與適應未來生活所需具備的基本能力之一。又由於科技的發展，知識的學習不再是以往傳統重視背誦與記憶知識，而應注重問題解決能力的培養，因此教育不僅應重視學生專業知識的培養，更應關注學生解決問

題能力的養成。現行九年一貫課程即重視培養學生擁有「可以帶著走的基本能力」，並發展學生具有獨立思考與解決問題能力，進而運用以往習得的達到與實際生活經驗認知經驗、知識能力等相關資訊，提出有效可行的解決方法(教育部，2003)。事實上，個體在所有日常生活活動中，可能會遭遇各種不同的問題和困難，而個體必須結合本身的先備知識、技能或經驗，透過不斷的創造與思考

*通訊作者：謝亞恆，hyh4197@yahoo.com.tw

(投稿日期：民國109年7月29日，修訂日期：民國110年2月9日，接受日期：民國110年2月9日)

過程，再發展出新的方法，才能獲得解答，做出符合我們最佳利益的決定，因此當個體若能具備良好的科學問題解決能力，不管在學業、人際關係或是未來的成就發展，都能夠擁有較佳的自我成就感(張春興，1997)，甚至日後可獲得較高的社會地位或成就(林俊瑩，2009，2016；林俊瑩、謝亞恆、陳成宏，2014；Lin, Hsieh, & Chen, 2015; Smith, Kelly, & Nazroo, 2016)。由此可知，發展良好的科學問題解決能力在個體成長過程中扮演著極為重要的角色，而且在學習過程中，若能及早運用適切的思考方式，必能有效提升其科學解決問題的能力。

基於上述所闡述的觀點，更可以體認到科學問題解決是教育的重要領域之一，因此探討影響科學問題解決能力之因素，以及科學問題解決能力落差而產生的教育階層化現象，都應相當受到教育實務與學術界的重視。過去國、內外實證研究揭示出學生學業成就表現存在著族群差異性，且少數族群學生學習表現確實普遍處於劣勢(李鴻章，2010；林俊瑩等，2014；陳順利、黃毅志，2015；蕭仲廷、黃毅志，2015；Lin et al., 2015)。除此之外，相關研究也顯示，少數族群家庭大多伴隨著家庭經濟弱勢，父母可提供給孩童的教育資源匱乏，造成早期學業成就低落，更可能會使後期的學業進展呈現幅度落後(Smith et al., 2016; Zilanawala, Bécaries, & Benner, 2019)，形成一種強者越強，弱者越弱的馬太效應(Matthew effect)現象(李鴻章；林俊瑩等；Lin et al.)。

儘管目前國、內外探討不同族群學生學業成就差異的研究為數頗多，其研究對象焦點也多聚焦在中、小學學生，而非學前幼兒，因此這些以中、小學學生為樣本的分析

結果，也並不一定可以推論到本研究所關注的學前幼兒，由於學前階段的幼兒是人在一生當中最重要學習階段，也是一切教育之始，更是影響著人類各項發展最為深遠的一環，幼兒不僅具有較高的可塑性，同時也是正在學習如何與周遭的人、事、物互相溝通與互動能力最強的時期。因此，為了彌補這樣的缺口，本研究運用花蓮縣與宜蘭縣五歲學前幼兒作為分析觀察的對象，以潛在成長模式(Latent Growth Model, LGM)具體描繪學前幼兒隨著時間演進，在三個觀察時間點的變化軌跡(change trajectory)下，捕捉幼兒所展現出科學問題解決能力之變化情形，並且試圖建立一個理論模式，分析模式中納入了「族群」、「家庭經濟」、「閱讀環境」和「認知能力」等變項，藉以探討這些變項在科學問題解決能力影響機制中所扮演的角色，以及確認這些變項各自對於學前幼兒科學問題解決能力發展起始狀態，與變化軌跡的影響效果。最後則歸納本研究結果，提供教育學術及實務研究之參考。根據上述研究動機與目的，本研究欲探討的研究問題如下：

- 一、瞭解花蓮縣與宜蘭縣幼兒園之五歲學前幼兒的科學問題解決能力是否會產生與日俱增的正向影響效果？
- 二、瞭解學前幼兒科學問題解決能力的族群差距，是否會隨著時間遞移而有擴大現象？
- 三、探討家庭經濟、閱讀環境與認知能力對學前幼兒科學問題解決能力之起始表現與成長率是否有顯著影響？
- 四、探討不同族群學前幼兒科學問題解決能力之起始表現與成長率，是否會受到家庭經濟、閱讀環境與認知能力的影響？

貳、文獻探討

一、族群對幼兒科學問題解決能力影響之相關探討

過去諸多國外研究揭示了學業成就有明顯地族群差異性存在，少數族群學生在學業成就的表現大致上落後於非少數族群學生(Faitar, 2011; Morrissey, Hutchison, & Winsler, 2014; Rojas-LeBouef & Slate, 2012; Whitley, Rawana, & Brownlee, 2014)。例如：Davis-Kean與Sexton (2009)的研究使用了全國性多元族群兒童的縱貫資料，調查不同族群兒童是否存在學業成就落差，研究就顯示黑人族群兒童的學業表現普遍落後於白人兒童。而Rojas-LeBouef與Slate則分析了過去和現在白人及黑人學生學業成就的族群差異性，經由研究發現白人學生的學業表現優於其他少數族裔學生在所有成績上的表現，證實了少數族群學生的學業成就有顯著的差異存在。

和國外許多探討少數族群所面臨的困境一樣，在臺灣過去有不少研究顯示少數族群學生學業成就居於劣勢，甚至與其他族群在教育取得的差距上有越來越擴大的現象(李鴻章, 2010；林俊瑩等, 2014；Lin et al., 2015)。近年來，臺灣全國性及地區性教育長期資料庫普及，資料取得容易，所以國內一些研究藉由大型資料庫進行原漢族群學生學業成就之比較，像蕭仲廷與黃毅志(2015)及陳順利與黃毅志(2015)則分別運用了臺灣教育長期追蹤調查(Taiwan Education Panel Survey, TEPS)和Taitung Educational Panel Survey探討原漢族群學業成就差異的研究，結果顯示，原住民學生的學業成績低於漢族群，主要的原因在於漢族群父母的社經地位較高，能提供不錯的家庭資本與財務資本，進而提升學

生的學業成就，相對的，原住民學生學業成績自然比漢人學生差。而林俊瑩等及Lin等更進一步的使用大型資料庫進行貫時性研究後發現，原住民學生起始學習成就明顯較差，其日後的學習成長速率也明顯較差，即原住民與非原住民學生學習成就會隨著時間的遞增而明顯擴大。

綜合以上研究結果可以發現一個相當一致的結論，不同族群學生間的學業成就確實有顯著的差異存在，而且會隨著時間的遞增，少數族群與非少數族群學生成就差距逐漸擴大。不過，有關學前幼兒科學問題解決能力存在著明顯族群之差異的研究甚為少見，基於上述，本研究預期：少數族群幼兒的科學問題解決能力明顯落後於其他非少數族群幼兒，而且初始科學問題解決能力差，隨著日後時間的增長，後續科學問題解決能力差距有擴大現象。

二、族群、家庭經濟、閱讀環境與認知能力對幼兒科學問題解決能力的可能影響

國內外探討科學問題解決能力與其影響因素的相關研究為數不少，但有關家庭經濟、閱讀環境與認知能力對科學問題解決能力的相關研究實為相當缺乏，甚或對幼兒科學問題解決能力縱貫研究的討論，目前仍缺乏相關文獻的討論。由Coleman等(1966)的報告書中可以發現到，各個階段的學校教育中皆存在著學生學習成就的差異，且隨著學生的年級增加，學業成就的差距也越形擴大，而造成學業成就差異的兩個重要因素即是家庭收入與家庭資源。另外，認知能力也是影響學業成就的重要因素之一，根據Piaget與Inhelder (1973)在其認知發展論中認為認知發展是決定學習能力的必要條

件，當認知發展越趨於成熟，學童的學習能力就會越增強與提升。

首先，許多實證研究可以支持Coleman等(1966)的觀點，例如：Faitar (2011)、Rojas-LeBouef與Slate (2012)，以及Vernon-Feagans, Cox與FLP Key Investigators (2013)指出家庭的經濟弱勢對學生學業成就有負面影響，通常來自貧困或弱勢家庭的學生，其雙親教育程度有限，且有限的家庭收入，無法在子女的學習上給予良好的幫助，所以導致學童在校經常缺乏學習成功的經驗，進而不利於學習表現，因此擴大與其他家庭學生的學習差距。Morrissey等(2014)針對同一世代兒童進行縱貫研究時也發現，當兒童進入幼兒園就讀時，低收入和富裕家庭兒童的成績不僅會有差距，尤其隨著時間的俱增，貧富學生之間學業表現的差距更有日益擴大的現象。家庭經濟的困頓對於學生學業成就具有負面影響效果，也在國內的實徵研究呈現(丁學勤、曾智豐，2013；李宜玫，2012；李佩嫻、黃毅志，2011；李鴻章，2010；林俊瑩，2016；林俊瑩等，2014)，而此類研究大抵可說明來自經濟弱勢的學生，不易獲得較多的學習資源，普遍比擁有經濟優勢學生較易有學業低落的現象。謝志龍(2018)即與先前的研究類似，家庭收入較低的學生，其學習成就的起始點越低，且後續成就的成長速率可能較慢，學生最後能完成的教育年數也相對越短。因此，家庭經濟的弱勢是否不利於幼兒科學問題解決能力，進而影響日後的科學問題解決能力，目前並無相關研究，亟待本研究進一步的探究。

其次，多數研究結果指出閱讀環境與學業成就大抵有正相關，而家庭閱讀環境指的是家中能提供孩童課外藏書量、視聽讀物、閱讀場所和其他有助於提升學童學習表現的學習材料(李鴻章，2010；林慧敏，2012；

Duncan & Magnuson, 2005; Magnuson & Duncan, 2006; Rojas-LeBouef & Slate, 2012)。李鴻章、林慧敏的研究也指出，多數原住民學生居住於低都市化的地區，這些地方缺乏就業機會，父母需遠赴外地工作，使得隔代教養現象甚為普遍，因此也就不容易為子女營造豐富的閱讀環境，提供有助於學習的材料，因此不利於學童的學業表現。同樣的，國外研究如Davis-Kean與Sexton (2009)、Shamaki (2015)及Vernon-Feagans等(2013)的研究亦指出，家長微薄的收入無法挹注學習資源而構築良善與優渥的家庭環境，更遑論家庭能提供豐富且多樣的閱讀設施，以培養學童的閱讀興趣、養成良好閱讀習慣，因而對學業成績有負面影響，甚至更進一步與其他學生的學習差距日益擴大。另外，Lacour與Tissington (2011)、Morrissey等(2014)的研究則發現到，通常家庭的低收入無法給予學生優渥的教育資源與環境，而且學生可能為分擔家庭經濟貧乏狀況必須打工賺取金錢補貼家庭，因而學業表現方面可能較一般學生差。是以基於上述研究的看法與論述，本研究也將檢視貧乏的閱讀環境是否不利於幼兒科學問題解決能力，更影響後續的科學問題解決能力。

另一個關注的焦點是認知能力對科學問題解決能力的影響。事實上，國外教育學界對此議題進行探討的研究還不是很多見，其探討的議題仍然聚焦於認知能力對學業成就差距影響的研究，然而相較於國內相關研究的探討更是付之闕如。Bahar與Maker (2015)、Scherer (2015)、Wang與Chiew (2010)的研究旨在調查學生數學問題解決能力的增強是否受認知能力的影響，其分析結果指出在強化數學問題解決能力的過程中，認知能力是影響數學問題解決能力的重要因素，且有達到約五成的解釋力，這就表示當學生有

越佳的認知能力，越有助於數學問題解決能力的提升。而Süß與Kretzschmar (2018)的研究也有類似的發現，受試學生參加了有關提升認知能力的實驗後，日後在學校對於數學相關問題解決能力則有大幅的幫助。Smith等(2016)、Zilanawala等(2019)的研究結果更進一步發現，學童因為認知能力發展較差，而導致學習表現不佳，更易造成後期學習表現與成長有逐漸下滑的趨勢。相對地，國內有關認知能力對於學童問題解決能力影響的討論則較為少見，然而，根據上述國外實證分析可預期的關連是：認知能力越佳，會對幼兒的科學問題解決能力產生正向影響，也會提升日後的科學問題解決能力。

綜合上述研究可以證明，家庭財富收入的多寡與家庭閱讀環境的豐富與否，以及認知能力的高低確可以用來解釋少數族群與非少數族群學生學習成就之落差現象。事實上，國外研究就發現處於貧困或經濟弱勢家庭的少數族群學生，會因為家長較無能力提供豐富的閱讀環境，使得孩童較無機會獲得充分的學習刺激，因此有可能導致認知能力變差，進而造成低學業成就，甚至出現少數族群學生學習成就與其他族群學生差距的日益擴大(Smith et al., 2016; Zilanawala et al., 2019)。Smith等在其研究中發現，由於父母親的經濟弱勢，家庭能提供的資源有限，以至於學童未能在良好的環境中學習，這也使得少數族群學童在認知能力方面的發展較為緩慢，因而不利於學習成就，與白人學童的學業成就呈現明顯落後的差距，甚至隨著時間的推移而不斷地拉大少數族群與非少數族群的學習差距。而Zilanawala等的研究則指出美國和英國這兩個國家少數族群或種族之學童學業成就日益低落的原因，可能因為少數族群學童來自低社經地位家庭，家長較無能力挹注豐富的教育資源，因而使得學童有

較差的認知能力，進而不利於學習的初始表現，學業的表現更會隨著時間的遞增，導致後續逐漸與白人學童在學業表現上有越形擴大差異的現象。

三、LGM在縱貫研究的應用

LGM基本上屬於結構方程模型(structure equation models)，近年來是被廣泛運用在縱貫研究的統計方法之一，透過此分析可以讓研究者處理重複測量的某一變項在不同時間點的成長與變化情形，並捕捉其變項的動態歷程(Curran & Bauer, 2011; Ferrer & McArdle, 2010; Hung, 2010)。由於LGM方法的分析功能與日俱增，其目的為了能在一個觀察變項中檢證變化的軌跡，LGM包含兩個重要的潛在變項，一個是用來描述觀察值起始狀態(initial status)的變項，即為截距(intercept)，透過此變項可以瞭解每一觀察值在第一時間點的初始變化；另一個潛在變項是描述觀察值成長率的變項，可稱為斜率(slope)，此變項主要呈現各觀察值在被觀察期間的成長或變化情形，以瞭解受試者發展的起始狀態，以及受試者隨時間改變(change over time)而成長的速率(growth rate)(吳齊殷、黃鈺婷，2010；Wickrama, Lorenz, Conger, & Elder, 1997)。LGM對於縱貫研究的分析除了使用在醫學、心理學、生物學等領域，目前教育研究也常以此方法分析學生學習成長之變化軌跡。舉例而言，林俊瑩等(2014)和Lin等(2015)的研究使用了2,636位國中一年級到高中三年級學生四波的縱貫性調查資料，並採用LGM分析，以探究課後和暑期學習活動對臺灣青少年學生學習成就的長期影響，其研究說明有較高比例來自貧困或弱勢家庭的學生，會由於家長低收入無法供應豐富的學習資源，不利於學習初始表現，甚至隨著學習時間的遞移而拉大與其他家庭學生的學習差距。廖錦

文、鄭博文(2019)為了瞭解經濟弱勢學生學習態度與學業表現之關連性及長期發展變化，將國中一年級至高中二年級共1,265位青少年固定樣本追蹤資料，以LGM進行三個時間點重複測量資料的分析，結果指出經濟弱勢學生學習態度對學業表現有因果關係之影響，學習態度起始狀態與成長率對於學業表現之起始狀態與成長速率有顯著正向效果。因此，本研究亦採取LGM作為分析方法，以驗證五歲學前幼兒的科學問題解決能力變化及其動態影響因素。

參、研究方法

一、研究架構與假設

本研究首先建構一個影響學前幼兒科學問題解決能力發展的無條件成長模式(unconditional growth model)，如圖1。在此模型中，因未加入預測變項，即為無條件成長模式，三波的科學問題解決能力重複測量分數，作為兩個潛在變項(latent variable)，起始狀態(截距)和成長速率(斜率)的測量指標，可用以瞭解五歲學前幼兒在三波科學問題解決能力成

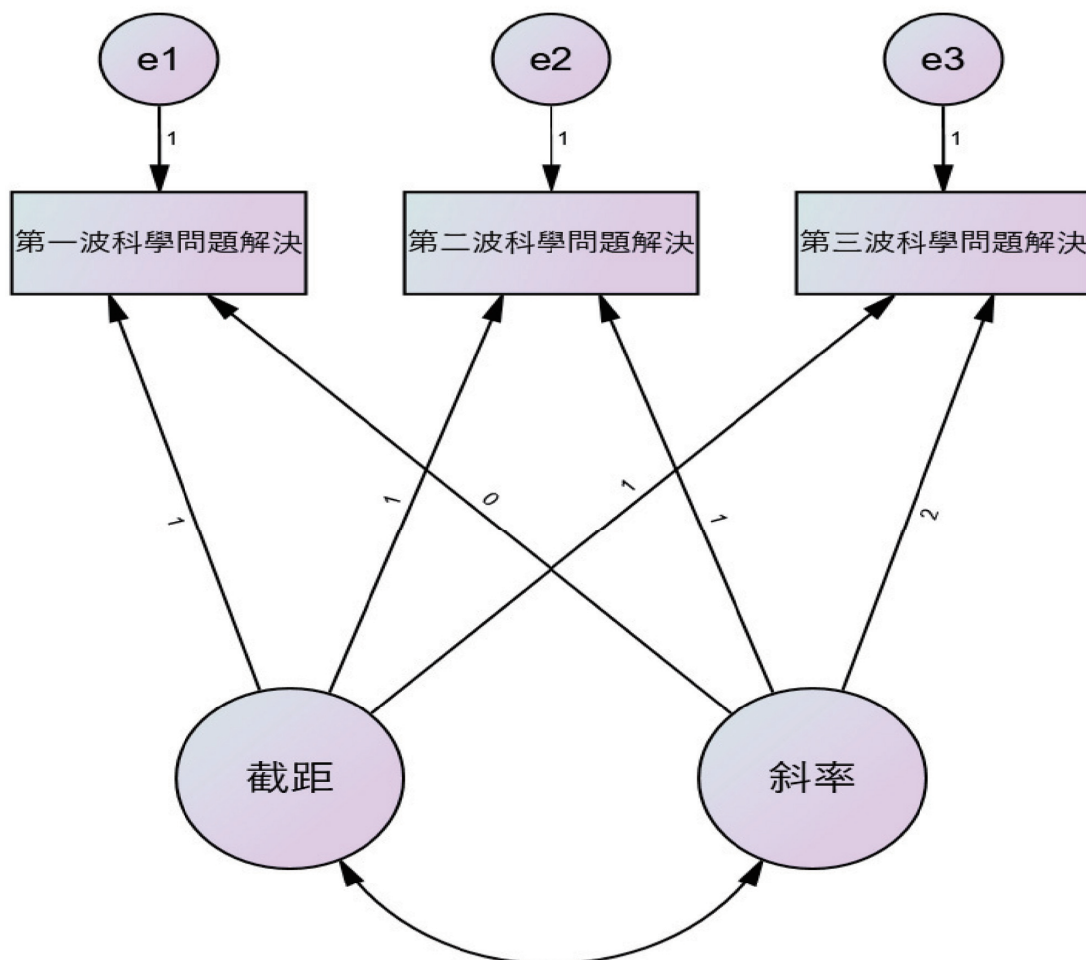


圖1：三個時間點的科學問題解決能力潛在成長模式(無條件模式)

長的軌跡變化情形，藉以檢視幼兒科學問題解決能力的初始情形(截距)，與其後續幼兒科學問題解決能力成長動態變化的關連性(斜率)。

其次，根據上述所探討的理論和研究發現，本研究提出了一個條件化的(conditional) LGM，如圖2，主要在探討可能影響幼兒科學問題解決能力發展軌跡的因素，這些因素

包括族群、家庭經濟、閱讀環境、認知能力等變項。本研究藉由貫時性追蹤調查釐清所提出的假設：「相較於非少數族群幼兒，少數族群幼兒會因為家庭經濟弱勢、閱讀環境資源不足，進而造成低認知能力，初期科學問題解決能力不佳，後續科學問題解決能力成長速率慢，與其他非少數族群幼兒的科學問題解決能力有明顯差距」是否成立。

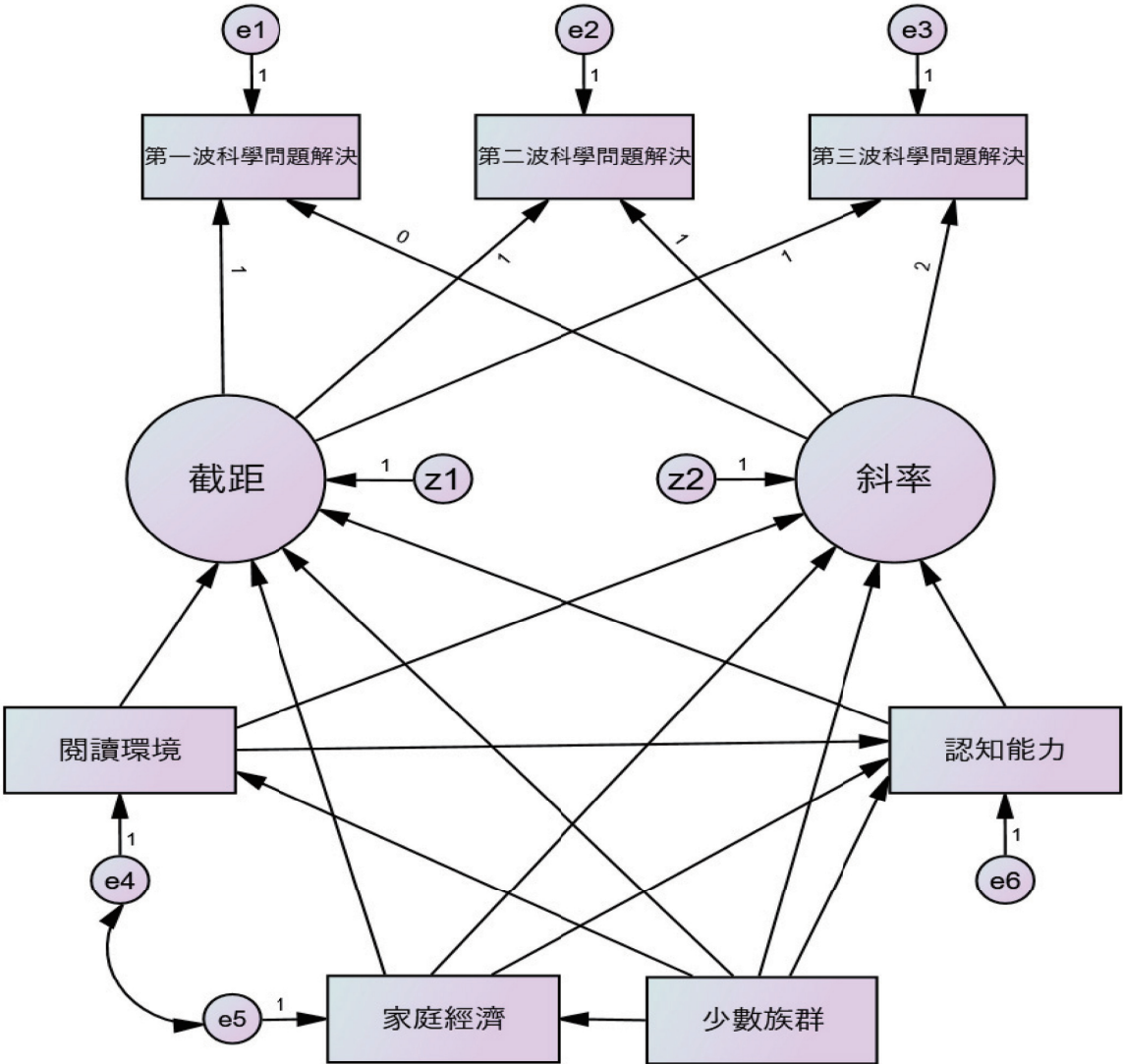


圖2：家庭經濟、閱讀環境、認知能力及幼兒科學問題解決能力潛在成長模式(條件模式)

在科學問題解決能力成長模式估計參數的設計上，將三項科學問題解決能力測量分數的起始狀態(截距)與各時間點之觀察變項間的負荷量設為1；另外三波調查間隔時間皆為四個月，因此對三個時間點科學問題解決能力的成長率(斜率)分別設為0、1、2，亦即以第一波為起始參照且沒有成長變化，而對斜率設定採取每一段時間間隔保持一致之估計(即0、1、2)(余民寧，2013)。

二、資料來源與樣本

本研究據以分析之資料取自於「學前教育現況調查」資料，這是由國立東華大學幼兒教育學系林俊瑩教授於2012年所規劃及建置之資料。該資料主要參酌國內大型調查(如：TEPS、學前幼兒調查[Special Needs Education Longitudinal Study, SNELS])，針對花蓮縣與宜蘭縣幼兒園之五歲學前幼兒為樣本進行調查，其問卷內容依學前幼兒之各種能力及家庭背景等做許多深入性的探究，共分為由學前教師填答之「個別幼兒問卷」，以及由家長填答之「幼教園所學生家長問卷」，其中學前教師問卷內容包括學前幼兒生活能力、認知能力、對幼兒之行為態度等調查，以及學前教師對幼兒的觀察內容等調查；在家長調查問卷中則包含家長於家庭中對幼兒的照顧、與幼兒之相處、家庭狀況和幼兒生活內容等。依據研究目的，本研究採取三波學前幼兒與其家長的固定樣本進行縱貫性追蹤調查設計，其調查時間自2011年9月至2012年5月，共蒐集三波資料，第一波於2011年9月對332位五歲學前幼兒(及其家長)、220位教保員及25所花蓮縣與宜蘭縣幼兒園進行調查。第二波於2012年1月追蹤332位五歲學前幼兒資料調查(及其家長)、220位教保員及25所花蓮縣與宜蘭縣幼兒園之資料調查。第三波於2012年5月繼續追蹤332位五歲學前

幼兒(及其家長)、220位教保員及25所花蓮縣與宜蘭縣幼兒園進行調查。而本研究依學前幼兒代碼共連結了第一至三波幼兒資料，以及第一與第二波家長資料，每波調查時間間隔四個月，因此共得到的有效樣本為332人。其中少數族群144人，占43.4%，非少數族群188人，占56.6%。

三、變項測量

在本研究所使用的變項中，族群、家庭經濟、閱讀環境、認知能力等測量都來自於第一波孩童與家長的調查，至於科學問題解決能力的測量則來自於第一至三波學前幼兒的資料。詳細變項測量請參見表1。而「閱讀環境」的內涵包含「你或你配偶常會陪這孩子讀書、閱讀嗎？」與「你或你配偶有沒有會不會買書給他(她)？」，此2題的Cronbach's α 值為.68。「認知能力」的內涵包含「能良好處理自己的基本生活需求」、「能隨時注意自己的安全」、「能清楚表達自己的需要與想法」、「能確實遵守班級生活中該有的規矩」、「有良好的禮貌行為」與「能尊重師長、友愛同學」，此六題的Cronbach's α 值為.86。

四、資料分析方法

首先，本研究以平均數與標準差分析，初步描繪出五歲學前幼兒家庭經濟、閱讀環境、認知能力的概況分析，以及從第一到三波的科學問題解決歷程中，「科學問題解決能力」成長軌跡的整體概況，並初步檢視臺灣地區學前幼兒的家庭經濟、閱讀環境、認知能力，以及科學問題解決能力是否有明顯地族群差距。其次，本研究據分析之資料，納入「時間」因素，以瞭解學齡前幼兒科學問題解決能力隨時間變化的情形。

表1：本研究的變項測量

觀察變項	定義與測量方式
族群	依據家長的籍貫共分為閩南、客家、大陸省市及原住民等四類，並將閩南、客家、大陸共同歸類為非少數族群，分析時作虛擬變項，以少數族群為1，非少數族群為對照組。
家庭經濟	家長依據家庭經濟狀況進行填答，分別為「家境不太好」、「還過得去」、「小康」及「富裕」四類，分別給予1~4分，數值越大，代表經濟狀況越好。
閱讀環境	題目設計為： 1.你或你配偶常會陪這孩子讀書、閱讀嗎？ 依回答「幾乎不會」、「很少」、「有時」、「幾乎每天都會陪」，分別給予1~4分。 2.你或你配偶有沒有會不會買書給他(她)？ 依回答「幾乎沒有」、「很少」、「有時」、「常常」，分別給予1~4分。將上述兩題分數加總，用以代表家庭閱讀環境，分數越高，代表幼兒家庭的閱讀環境越好。
認知能力	題目設計為： 1.能良好處理自己的基本生活需求(如：自己上廁所、自己穿脫衣服鞋襪) 2.能隨時注意自己的安全 3.能清楚表達自己的需要與想法 4.能確實遵守班級生活中該有的規矩 5.有良好的禮貌行為(會說對不起、謝謝，和人說話會看著對方) 6.能尊重師長、友愛同學 第1~6題的計分，依回答「無此能力」、「剛開始學」、「稍具能力」、「能力不錯」、「能力熟練」，分別給1~5分，並將此六題分數加總，分數越高，代表幼兒的認知能力越佳。
科學問題解決能力 ^a	以題目「這孩子目前問題解決能力表現如何」的評量結果計分，依「很差」、「差」、「普通」、「好」、「很好」，分別給予1~5分，分數越高，代表幼兒的科學問題解決能力有更好的表現。

註：^a為潛在變項，為使表格精簡，故以此方式列出。

除此之外，更進一步探究少數族群幼兒是否因為弱勢的家庭經濟狀況、有限的閱讀環境資源，而有較低的認知能力，進而減緩科學問題解決能力的成長速率，與非少數族群幼兒科學問題解決能力差距日益擴大。由於本研究試圖分析幼兒在三波的科學問題解決歷程中，所呈現的個人層次之成長情況與變化軌跡，因此本研究的模型分析方法會採用Amos 25.0版統計套裝軟體，進行LGM的估計，並以.05作為統計的顯著水準，參數估計方法採用最大概似法(maximum likelihood)，並參考Kline (2011)、Tabachnick與Fidell (2007)，以 χ^2 、比較性適配指標(Comparative Fit Index, CFI)、Tucker-Lewis適配度指數

(Tucker-Lewis Index, TLI)、標準化均方根殘差值(Standardized Root Mean Square Residual, SRMR)與近似均方根誤差(Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA)等來檢視模式的適配度，以作為判斷理論模式與實際資料之間的適配情形，而研究結果是以標準化係數呈現。

肆、研究結果與討論

一、學前幼兒家庭經濟、閱讀環境、認知能力與科學問題解決能力之概況分析

首先，對學前幼兒家庭經濟狀況的測量

進行分析，可參見表2。在學前幼兒「家裡的經濟狀況情形」的題項上，平均值為3.59分，在四點尺度測量上，顯示幼兒的家庭有著良好的經濟狀況。其次，在閱讀環境方面，「你或你配偶常會陪這孩子讀書、閱讀嗎？」與「你或你配偶有沒有會不會買書給他(她)？」兩題填答情形方面，其平均值分別為3.16與2.28分，顯示學前幼兒的家長能經常陪伴孩童讀書及閱讀；但家長是否經常購置書籍讓幼兒閱讀，在四點量表下，可能這方面就較為差強人意，還有待父母親能多為孩童提供書籍以供閱讀。

接著要對學前幼兒認知能力的六題測量進行分析，由表2得知，在「能良好處理自己的基本生活需求」方面，平均值為4.48

分，在五點尺度測量上，顯示學前幼兒會高度處理自己基本生活需求的能力。其次，學前幼兒「能隨時注意自己的安全」方面，在五點量表下，平均值為4.15分；學前幼兒是否「能清楚表達自己的需要與想法」，平均值為4.33分，以及學前幼兒「能確實遵守班級生活中該有的規矩」，其平均值為4.18分，以上三題皆顯示學前幼兒都有高度隨時注意自己的安全、能良好清楚表達自己的需要與想法，和能有效確實遵守班級生活中該有規矩的能力。最後，在「有良好的禮貌行為」，以及「能尊重師長、友愛同學」兩題的評量上，其平均值分別為4.27與4.40分，表示學前幼兒有良好的禮貌行為和尊重師長、友愛同學的認知能力。而科學問題解決能力

表2：不同族群學前幼兒在家庭經濟、閱讀環境、認知能力、科學問題解決能力之平均數與標準差摘要表

變項名稱	測驗分數(分)		非少數族群 (N = 188)		少數族群 (N = 144)		t值
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	
家庭經濟							
家裡的經濟狀況情形	3.59	0.87	3.89	0.48	3.18	1.08	23.12**
閱讀環境							
你或你配偶常會陪這孩子讀書、閱讀嗎？	3.16	0.78	3.37	0.67	2.90	0.81	17.37**
你或你配偶有沒有會不會買書給他(她)？	2.28	1.09	3.12	0.77	2.64	0.94	-9.03**
認知能力							
能良好處理自己的基本生活需求	4.48	0.69	4.70	0.56	4.59	0.65	3.32**
能隨時注意自己的安全	4.15	0.72	4.50	0.56	4.62	0.59	1.97*
能清楚表達自己的需要與想法	4.33	0.81	4.61	0.59	4.29	0.78	7.84**
能確實遵守班級生活中該有的規矩	4.18	0.78	4.41	0.69	4.24	0.68	2.08*
有良好的禮貌行為	4.27	0.75	4.60	0.58	4.35	0.69	4.66**
能尊重師長、友愛同學	4.40	0.62	4.62	0.56	4.43	0.60	1.35
科學問題解決能力							
第一波	3.29	0.96	3.28	0.86	3.31	1.09	-0.83
第二波	3.59	1.01	3.71	0.97	3.40	1.05	8.62**
第三波	3.65	1.09	3.82	1.08	3.47	1.05	9.22**

註：* $p < .05$, ** $p < .001$ 。

三波的平均值分別為3.29、3.59與3.65分，表示學前幼兒在這三波的科學問題解決能力皆有良好的表現。

二、學前幼兒家庭經濟、閱讀環境、認知能力與科學問題解決能力的差異：族群的比較

接著，表2則以簡單的平均數與標準差分析，進行非少數族群與少數族群在家庭經濟、閱讀環境、認知能力與科學問題解決能力三波測驗分數之差異比較。由分析結果可發現，在家庭經濟中，非少數族群的家庭經濟狀況高於少數族群($M = 3.89$)，表示非少數族群比少數族群有較佳的家庭經濟。其次，在兩項環境方面中，非少數族群家中閱讀環境的平均值都高於少數族群($M = 3.37$ 、 3.12)，顯示非少數族群比少數族群會有較好的家庭閱讀環境。另一方面，在六項認知能力中，有五項非少數族群認知能力的平均值皆普遍高於少數族群($M = 4.70$ 、 4.61 、 4.41 、 4.60 、 4.62)，反映出非少數族群比少數族群有較高的認知能力。

最後，隨著時間的遞移，非少數族群幼兒科學問題解決能力的得分，從第一到三波分數都有相當明顯的增加($M = 3.28$ 、 3.71 、 3.82)；而少數族群幼兒從第一到二波的發展有明顯的增加($M = 3.31$ 、 3.40)，但到了第三波科學問題解決能力增加的速度有比較減緩($M = 3.47$)。另外，從表2的獨立樣本 t 檢定中可以看到，第二與第三波科學問題解決能力之平均數差異 t 檢定有達顯著水準($t = 8.62$, $p < .001$; $t = 9.22$, $p < .001$)，所以大致上看來，各波間非少數族群幼兒科學問題解決能力的表現還是優於非少數族群幼兒。

三、LGM的適配估計

本研究進一步推敲在學前幼兒三個不同時間點，發生在每一位幼兒身上的科學問題解決能力發展軌跡。圖3所示之幼兒科學問題解決能力成長模式，是以第一波、第二波、第三波科學問題解決能力的重覆測量作為測量指標，而本研究並針對理論與相關實證研究所建構的無條件模式與條件化模式進行適配度估計。分析結果顯示，科學問題解決能力所建構之無條件與條件化估計模式均無負的誤差變異，而誤差變異均達.01之顯著水準。所有估計參數的絕對值最高為.869，也未接近1.000，因此整體而言，各模式的基本適配度堪稱理想。

其次，根據表3無條件模式整體適配度檢定顯示，科學問題解決能力的 $\chi^2 = 97.623$ 、 $df = 1$ ($p < .001$)，因為 χ^2 的估計值會隨樣本人數而波動，當樣本人數越大，模式的 χ^2 值越容易達到顯著，導致幾乎所有的理論模式都可能被拒絕(Diamantopoulos & Sigauw, 2000; Rigdon, 1995)，通常 χ^2 值檢定適用的樣本人數在200位以上(Schumacker & Lomax, 1996; Velicer & Fava, 1998)，由於本研究所分析的樣本人數有332位，因此 χ^2 的估計值容易達到顯著，亦即無條件模式之估計結果反映出理論模型與實際資料並不適配。為求更正確的評估模式的適配度，也就必須再參酌其他整體適配度指標。在其他無條件模型整體適配度指標檢定方面，估計結果CFI = .976、TLI = .928、SRMR = .003、RMSEA = .171。上述各項估計值顯示CFI與TLI均高於.900，而SRMR小於.050，RMSEA大致也在.100範疇內，反映出殘差並不大，科學問題解決能力之無條件模式估計結果均有理想的整體適配度。

在條件化LGM估計方面，參見表3發現，條件化模式分析結果顯示：科學問題解

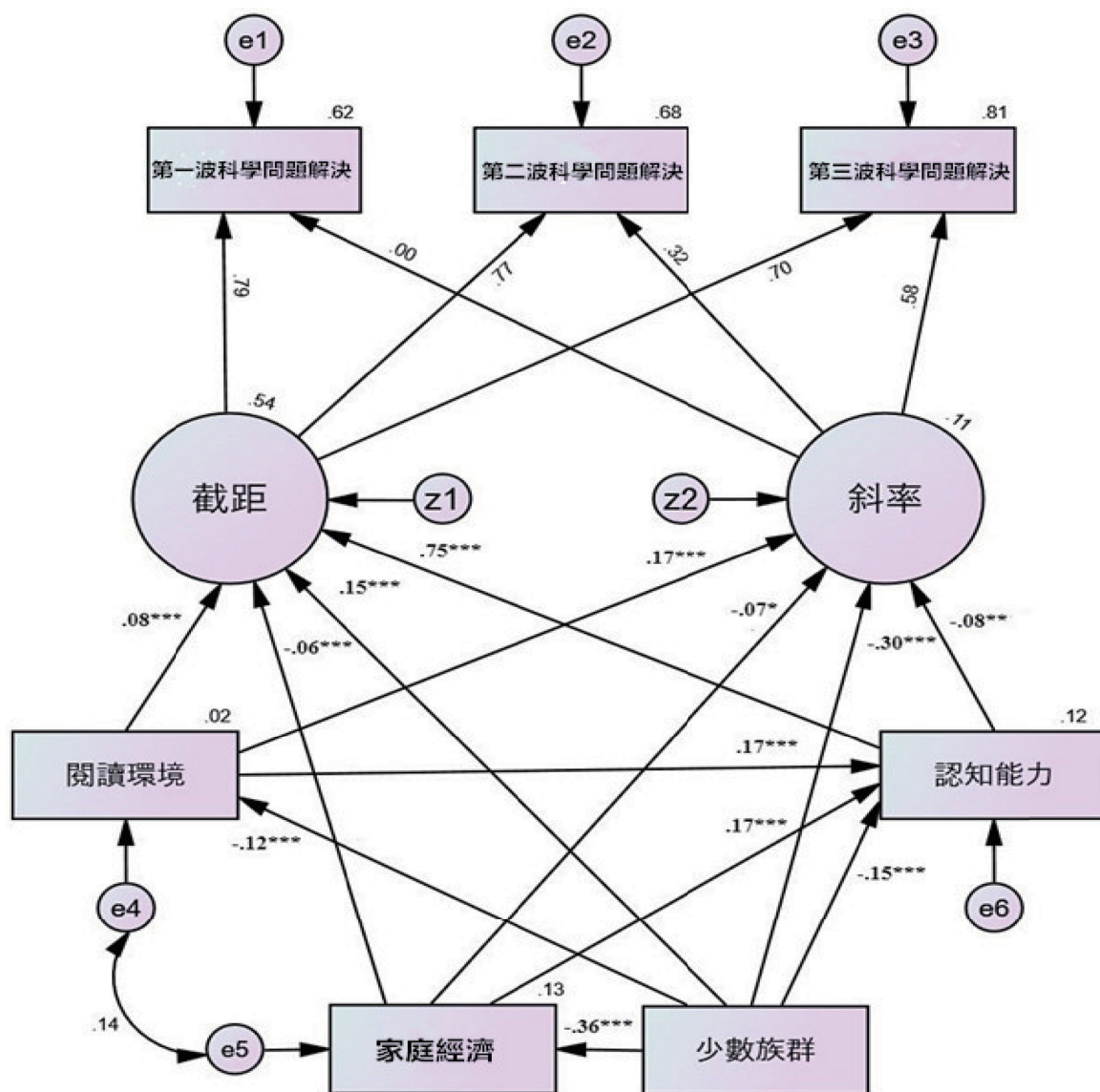


圖3：學前幼兒科學問題解決能力條件化模式估計結果(標準化係數估計)

註：* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$ 。

表3：學前幼兒科學問題解決能力潛在成長模式的適配度摘要

潛在成長模式	χ^2	df	CFI	TLI	SRMR	RMSEA
無條件模式	97.623	1	.976	.928	.003	.171
條件模式	149.129	6	.979	.928	.015	.085

註：CFI：比較性適配指標(Comparative Fit Index)；TLI：Tucker-Lewis適配度指數(Tucker-Lewis Index)；SRMR：標準化均方根殘差值(Standardized Root Mean Square Residual)；RMSEA：近似均方根誤差(Root Mean Square Error of Approximation)。

決能力的 $\chi^2 = 149.129$ 、 $df = 6$ 達顯著水準($p < .001$)，因為卡方達顯著水準，顯示模式適配度不佳，所以必須再檢證其他適配度指標可發現，問題解決能力的CFI = .979、TLI = .928、SRMR = .015、RMSEA = .085，上述各項估計值顯示CFI與TLI均高於.900，而SRMR與RMSEA也都不是太大，反映出科學問題解決能力的條件化模式的適配度堪稱理想。

四、五歲學前幼兒科學問題解決能力成長軌跡之檢定

在科學問題解決能力方面，對於無條件成長模型的分析結果顯示，初始科學問題解決能力為3.33，科學問題解決能力成長率的平均數為0.17，兩者均達到顯著水準，表示在三個時間點的科學問題解決能力的成長軌跡是增加的，即幼兒每波科學問題解決能力以0.17的平均速率在增加，其科學問題解決能力的成長率有顯著個體差異間的存在。另外，在學前幼兒科學問題解決能力發展的無條件成長模式中，其截距與斜率的相關為-.08， $p = .128$ ，未達顯著水準，即顯示幼兒在第一波初始的科學問題解決能力越佳，其後續能力成長的速率並不會隨著時間的演進而增加。

五、族群、家庭經濟、閱讀環境與認知能力對幼兒科學問題解決能力之影響機制

最後，要探討族群、家庭經濟、閱讀環境與認知能力對幼兒科學問題解決能力差異之影響，並檢視更詳細的影響機制，因此要進行的也就是條件化的LGM分析。圖3為標準化係數估計結果，圖中僅呈現變項間關係達顯著的標準化係數估計，其他不顯著的係數值則不予呈現，以簡化分析結果。

科學問題解決能力條件化模式的分析結

果發現，相較於非少數族群幼兒，少數族群幼兒在科學問題解決能力的初始分數(截距)有著良好的分數表現(β 值為0.15， $p < .001$)，反映出少數族群幼兒在幼兒園第一波科學問題解決時的能力也有好的分數表現。而家庭經濟越佳，幼兒在第一波科學問題解決能力的初始分數有越低的現象。另外，閱讀環境越好與認知能力越佳，都會使幼兒在第一波科學問題解決能力的初始分數越高。上述這些變項對科學問題解決能力初始分數的影響之 β 值分別為-0.06、0.08與0.75 ($p < .001$)。至於在成長率(斜率)的影響因素方面，可以發現少數族群、家庭經濟越好，以及認知能力越佳的學前幼兒，在科學問題解決能力的發展上有明顯較低的成長速率(β 值分別為-0.30、-0.07與-0.08， $p < .05$)；而當家庭有越佳的閱讀環境時，會對幼兒日後科學問題解決能力的成長速率有越正向的影響(β 值為0.17， $p < .001$)，上述變項間的關係都是直接影響。

依據圖3所示，可進一步發現有間接影響的存在，由間接影響的徑路係數來看，例如：少數族群家庭的幼兒，因為家庭經濟較弱勢(β 值為-0.36， $p < .001$)，造成其在科學問題解決能力的初始表現較差(β 值為-0.06， $p < .001$)，日後成長速率較低(β 值為-0.07， $p < .05$)，與非少數族群幼兒的科學問題解決能力差距隨著時間的遞移，因而越形擴大。其次，少數族群幼兒的閱讀環境雖然較為貧乏、認知能力較差(β 值分別為-0.12、-0.15， $p < .001$)，但在科學問題解決能力的初始表現也有不錯的表現(β 值分別為0.08、0.75， $p < .001$)，不過認知能力差的少數族群幼兒在初始科學問題解決有較佳的表現，但日後科學問題解決能力的成長速率則呈現趨緩的現象(β 值為-0.08， $p < .01$)；閱讀環境困苦的少數族群幼兒其初始科學問題解決有較佳的表現，也會對幼兒日後科學問題解決能力的成

長速率產生正向影響(β 值為0.17, $p < .001$)。另外,就整體效果分析而言,出身於少數族群家庭的幼兒,家庭經濟狀況明顯偏低,閱讀環境較為缺乏(β 值分別為-0.36、-0.12, $p < .001$),在認知能力方面有著不錯的表現(β 值均為0.17, $p < .001$),進而在科學問題解決能力的初始表現也不差(β 值為0.75, $p < .001$),不過隨著三波時間的遞增,其科學問題解決能力的成長速率則呈現趨緩的現象(β 值為-0.08, $p < .01$)。

上述的分析結果揭開了家庭經濟狀況的優劣、閱讀環境的充沛與否,以及認知能力的高低確實對花蓮縣與宜蘭縣不同族群學前幼兒的科學問題解決能力表現之高低與差距具有明顯的影響。而本研究所建構的科學問題解決能力條件化模式,對初始分數解釋變異量為.54,解釋力並不低,且對於成長速率的解釋變異量為.11。

六、討論

有關於科學問題解決能力相關研究議題之重要性,實無庸置疑,然而過去有關學生科學問題解決能力影響因素的研究中,關注在學前教育階段的探討仍不多見,尤其本研究所要探究科學問題解決能力的動態變化,以及對花蓮縣與宜蘭縣多元族群科學問題解決能力落差的影響,這是過去科學問題解決能力影響機制之相關研究比較沒有探究的議題,因此還有許多值得補強與修正的地方。而本研究所要探討的是學前幼兒的科學問題解決能力會不會有族群的差異性?若有,是否會因為時間的俱增,進而展現明顯的族群差異現象?以及更詳細的影響機制為何?首先,針對科學問題解決能力的動態變化先進行潛在成長軌跡的檢視,結果發現,科學問題解決能力並沒有明顯發現有起始表現(截距)越佳,隨後三年間科學問題解決能力成長速

率也有越快的馬太效應現象,這樣的研究發現可反映出本研究針對花蓮縣與宜蘭縣五歲學前幼兒科學問題解決能力初始表現越佳,後續科學問題解決能力並不會明顯地隨時間的遞移而產生與日俱增的正向影響效果,因而明顯的呈現出強者越強,弱者更弱的態勢,亦即表示初期科學問題解決能力較佳的幼兒,隨著時間的增加,科學問題解決能力之進展並未具有馬太效應之現象。

另外,本研究要探究的問題是,學前幼兒科學問題解決能力的差距會不會因為不同族群、家庭經濟收入、閱讀環境與認知能力的不同而被擴大,進而展現有明顯地科學問題解決能力差距擴大現象?根據本研究的分析結果,家庭經濟越優渥,幼兒第一波科學問題解決能力會有較差的初始表現,其後續科學問題解決能力的成長率也較低,其科學問題解決能力的差距隨著時間的演進有拉大之現象,而這個研究發現與Lareau (2003)所提出的論點,可能是因為家庭經濟寬裕的家長,在孩童學習過程中會給予許多額外協助,甚至日常生活的干預等;而家境較不富足的家長,在學習過程中讓孩童自然成長,較少安排其他教育活動,有時遇到困難必須自行解決問題,這也反映出以上兩種不同階級父母展現出不同的教育策略,會影響其子女未來的行為表現的研究結果相似。當然,這些可能的解釋與推測,仍需更多實證研究的驗證,以進一步歸整家庭經濟狀況與幼兒科學問題解決能力兩者間的因果關係機制。

此外,過去一些文獻揭示族群的不同、閱讀資源的多寡,以及認知能力的良窳會明顯地對學業成就產生影響,甚至進一步影響日後發展(李鴻章, 2010; 林俊瑩等, 2014; Davis-Kean & Sexton, 2009; Lin et al., 2015; Shamaki, 2015; Smith et al., 2016; Vernon-Feagans et al.,

2013; Zilanawala et al., 2019)。其中，由研究發現得知，家庭能持續為幼兒提供豐沛多樣的閱讀資源，其科學問題解決能力會有不錯的初期表現，後續科學問題解決能力成長率也會持續提升，此結果與過去研究相呼應(Davis-Kean & Sexton; Shamaki; Vernon-Feagans et al.)。不過特別的是，出身於少數族群家庭幼兒的認知能力越高，其在第一波科學問題解決能力的初始表現不錯，但後續科學問題解決能力並不會因為時間的演進，而有較高的成長速率效應發生，以上的現象可能反映出五歲學前幼兒正處於可塑性高的學習階段，而國內少數族群幼兒早期有較高的認知能力，在成長過程中會逐漸接觸到周遭各類型的人，遇到不同的問題，見識到更為複雜的事情，所以在實際生活中，有可能父母並未給予幼兒越多的協助與支持，因此當幼兒獨自面對挑戰時，會憑藉著自身所積累處理問題的經驗，去解決所面對的問題，因而造成在科學問題解決能力的初始表現較佳；然而，生活中仍然有許多問題都是不可預期的，舊有的知識與技巧不足為憑，所以一旦經過時間點的拉長，其日後幼兒科學問題解決能力則呈現較為緩慢成長的趨勢。

更值得注意的是，本研究分析結果發現到，臺灣少數族群幼兒因為家庭經濟的貧困，且家庭又無法給幼兒持續提供豐沛多樣閱讀資源的情況下，幼兒仍然有不錯的認知能力，甚至初始科學問題解決能力有著良好的表現，然而在隨著時間的遞移與拉長，後續科學問題解決能力成長速率逐漸減緩，乃至於日後科學問題解決能力與其他非少數族群幼兒相比，也就不會有什麼明顯的優勢，因此擴大了與非少數族群幼兒科學問題解決能力的差距。過去的研究認為少數族群學生有較高比例來自貧困或弱勢家庭，而這些弱勢也使得家庭很難對學生供應學習資源，因此會降低認知能力發展的情況，當然也會不

利於其後續學習表現的優勢(Smith et al., 2016; Zilanawala et al., 2019)；然而本研究在綜合以上的分析結果，發現與國外研究不同的是，在國內，雖然低社經或是弱勢家庭的少數族群學前幼兒大多會因為家庭資源有限，無法供給學習成長所需的閱讀環境，幼兒仍然持續著有較高的認知能力，不過這並不會影響其科學問題解決能力起始狀態的正向表現，表示幼兒即便來自於弱勢的家庭環境，仍有著較高科學問題解決能力的起始分數；不過，就成長趨勢的影響來看，這些來自不利家庭條件的學前幼兒，可能是由於有限的家庭收入，家長很難為子女挹注充裕的學習設備來滿足幼兒在學習上的需求，因此也使得學前幼兒在學習成長歷程中缺少與周遭環境或事物互動的機會，所以當幼兒遭遇問題時，往往無法再有效運用曾經學過的知識技能來嘗試解決問題，更隨著時間的推演與遞移，其日後科學問題解決能力成長率逐漸呈現出緩減的趨勢，自然與非少數族群幼兒科學問題解決能力的差距日益擴大。

最後，有關學前幼兒科學問題解決能力族群差距之研究，到目前為止國內外的實徵研究仍然少見，尤其鮮少有研究以縱貫性分析角度來深入瞭解學前幼兒長時間科學問題解決能力發展變化情形與相關因素，是否是短期的效應，抑或是長期的效果，進而在數個觀察時間點的變化軌跡下，藉以確認不同族群學前幼兒對科學問題解決能力動態發展的影響；甚至更進一步的納入「家庭經濟」、「閱讀環境」和「認知能力」等變項，來探究這些變項可能與科學問題解決能力有所關係，而且可能會隨著時間產生族群差異趨勢的變化。希冀透過上述研究，可為提供後續研究與教育政策方向之參考，也正可以彌補國內相關實證研究之缺口。

伍、結論與建議

一、結論

(一)花蓮縣與宜蘭縣之五歲學前幼兒，起始科學問題解決能力表現不差，但後續的科學問題解決能力並未呈現優勢

大致而言，花蓮縣與宜蘭縣的五歲學前幼兒，一開始第一波科學問題解決能力的表現明顯有較佳的現象，後續的科學問題解決能力並沒有隨著時間的遞移而產生與日俱增的影響效果。

(二)少數族群與非少數族群學前幼兒科學問題解決能力差距，會隨著時間的遞移而明顯擴大

在本研究所進行三波科學問題解決能力測驗的分析中，發現相較於非少數族群幼兒，少數族群幼兒在第一波的初始表現雖然稍高於非少數族群幼兒，不過其他各波所估計的科學問題解決成長率明顯低於非少數族群幼兒，這顯示少數族群與非少數族群學前幼兒科學問題解決能力差距，會隨著時間的遞移而明顯擴大。

(三)家庭經濟、閱讀環境與認知能力對初始科學問題解決能力與後續科學問題解決能力成長量具有影響

本研究發現家庭閱讀環境越豐沛，的確對幼兒科學問題解決能力的初始表現與後續成長趨勢均有顯著的正向影響，這也顯示家庭閱讀環境的優劣確實會隨著時間的演進，擴大五歲學前幼兒科學問題解決能力的差距。而家庭經濟狀況好，其幼兒初始科學問題解決表現差，也對後續科學問題解決能力的成長速率有負面影響。另外，本研究亦顯示，認知能力越佳，可使幼兒初始的科學問題解決表現較佳，但會減緩日後科學問題解決能力的成長速率。

(四)少數族群學前幼兒科學問題解決能力的起始狀態與成長率有顯著影響，可歸因於家庭經濟、閱讀環境、認知能力所致

本研究發現相較於非少數族群幼兒，少數族群幼兒家庭經濟狀況的弱勢，閱讀環境資源較為缺乏，但在認知能力方面有著不錯的表現，進而對初始科學問題解決能力有正向影響，不過隨著三個時間點的遞移與推進，其後續科學問題解決能力的成長速率反而呈現減緩的趨勢。

二、建議

歸納以上研究發現，顯示本研究學前幼兒科學問題解決能力差距日益擴大的關鍵因素大致上是來自家庭經濟收入普遍困頓，學習環境和資源匱乏的少數族群幼兒。家庭是幼兒解決科學問題的第一個場所，而父母則應多利用日常生活中的素材製造科學問題情境，提供非正式的學習經驗，避免過度保護幼兒，使其增加科學問題解決機會。尤其當今快速變遷的社會，所要面對的科學問題解決亦是越來越複雜，少數族群幼兒倘若長期處在家庭社經地位弱勢，以及家庭資源有限與學習環境缺乏多元化的環境中，除了幼兒本身背景知識不足且缺乏問題解決技巧外，可能也無法藉由日常生活中驗證的經驗，來解決越來越複雜的問題，這些都會造成幼兒在解決科學問題時可提取的資源有限，進而降低科學問題解決的能力。

事實上，有一些研究也指出，家庭的貧富差距容易造成學生的教育落差，政府可以提供更多的教育照顧與資源挹注於弱勢學生，縮小其教育過程中的學習成就差距；而學前階段的幼兒仍未有太多學習挫折的經驗，更沒有習得無助的問題，所以針對弱勢幼兒進行早期學習的介入，可以降低幼兒的

學習困難，進而提高成功的機會(許添明、葉珍玲，2015；Denton, Fletcher, Anthony, & Francis, 2006; Heckman, Moon, Pinto, Savelyev, & Yavitz, 2010)。因此，政府可以對教育資源做更有效、更合乎「積極性差別待遇」的分配，加強對家庭社經不利幼兒營造多元閱讀和學習氛圍的環境，來強化及改善幼兒對周遭的敏覺度及洞察力，舉凡大自然的素材、多媒體、教材教具或玩具，都可以幫助幼兒將抽象的知識轉化為幼兒的學習經驗，進而於日常生活中展現其科學問題解決的能力。

最後，本研究以縱貫性的調查來蒐集學前幼兒科學問題解決能力的資料，並且以LGM的方法來加以分析，試圖填補在目前國內外學前幼兒科學問題解決能力族群差距相關研究的缺口，研究結果也同時發現尚有其他因素會影響不同族群幼兒科學問題解決能力表

現並未被考量到，例如：城鄉、性別、家庭結構(家庭的完整性)、園所所在地等，這些變項均可能會對幼兒科學問題解決能力產生影響，並且因而擴大來自不同家庭與園所屬性學前幼兒的科學問題解決能力差距，因此，建議後續研究者可將許多重要變項納入研究加以探討，當可讓此一議題之研究成果更富完整性。另一方面，因為三波科學問題解決能力的測驗題項只有一題，由於同樣的測驗題目可能無法真實的反映出幼兒科學問題解決能力的程度，本研究建議未來相關研究可以增加科學問題解決能力的測驗題數，以增加縱貫性研究的說服力。

誌謝

本文感謝審查委員用心提供寶貴及懇切意見，對本文裨益良多，在此特致謝忱。

參考文獻

1. 丁學勤、曾智豐(2013)。影響國中階段貧窮學生學業表現之因素探析——以臺灣兒童暨家庭扶助基金會扶助對象為例。《臺灣教育社會學研究》，13(1)，1-42。doi:10.3966/168020042013061301001
[Ting, S.-C., & Tseng, C.-F. (2013). Factors affecting the academic achievement of financially disadvantaged junior high school students: A case study of beneficiaries of the Taiwan Fund for Children and Families. *Taiwan Journal of Sociology of Education*, 13(1), 1-42. doi:10.3966/168020042013061301001]
2. 余民寧(2013)。書評：潛在成長曲線模式。《當代教育研究季刊》，21(2)，149-159。doi:10.6151/CERQ.2013.2102.05
[Yu, M.-N. (2013). Book review: Latent growth curve modeling. *Contemporary Educational Research Quarterly*, 21(2), 149-159. doi:10.6151/CERQ.2013.2102.05]
3. 李宜玫(2012)。數學低成就學習動機之類型與區別分析：中小學弱勢學生與一般學生之比較。《教育科學研究期刊》，57(4)，39-71。doi:10.3966/2073753X2012125704002
[Lee, Y.-M. (2012). Discriminating math low-achievement motivation patterns: Comparing disadvantaged and other students in elementary and junior high school. *Journal of Research in Education Sciences*, 57(4), 39-71. doi:10.3966/2073753X2012125704002]

4. 李佩嫻、黃毅志(2011)。原漢族群、家庭背景與高中職入學考試基測成績、教育分流：以臺東縣為例。《教育科學研究期刊》，**56**(1)，193-226。doi:10.3966/2073753X2011035601007
[Lee, P.-H., & Hwang, Y.-J. (2011). Aborigines and hans, family background and their relationship with the basic competence test, and educational tracking: A study in Taitung. *Journal of Research in Education Sciences*, 56(1), 193-226. doi:10.3966/2073753X2011035601007]
5. 李鴻章(2010)。臺東縣中小學學生數學學業成績之馬太效應研究。《臺北市立教育大學學報：教育類》，**41**(1)，35-60。doi:10.6336/JUTe/2010.41(1)2
[Lee, H.-C. (2010). The academic performance on mathematics of the elementary and middle school students in Tai-Tung county: A study of Matthew effect. *Journal of Taipei Municipal University of Education: Education*, 41(1), 35-60. doi:10.6336/JUTe/2010.41(1)2]
6. 吳齊殷、黃鈺婷(2010)。青少年初期身心健康變化及其動態影響變因之討論。《中華心理衛生學刊》，**23**(4)，535-562。doi:10.30074/FJMH.201012_23(4).0002
[Wu, C.-I., & Huang, Y.-T. (2010). The impact of dynamic factors on trajectories of early adolescent depressive symptom. *Formosa Journal of Mental Health*, 23(4), 535-562. doi:10.30074/FJMH.201012_23(4).0002]
7. 林俊瑩(2009)。到底是學生好？還是學校行？校際間學生學業成就差異表現之影響機制。《臺東大學教育學報》，**20**(2)，1-30。doi:10.6778/NTTUERJ.200912.0001
[Lin, C.-Y. (2009). What really matters? Student characteristics or school practices: A study examining the mechanisms that affect inter-school differences in student academic achievement. *NTTU Educational Research Journal*, 20(2), 1-30. doi:10.6778/NTTUERJ.200912.0001]
8. 林俊瑩(2016)。學科補習之動態變化對學習成就族群落差的影响：以屏東縣小學生為例。《教育研究與發展期刊》，**12**(4)，23-55。doi:10.3966/181665042016121204002
[Lin, C.-Y. (2016). Influence of dynamic changes in subject supplementary education on ethnic gap in learning achievement: A case of elementary school students in Pingtung county. *Journal of Educational Research and Development*, 12(4), 23-55. doi:10.3966/181665042016121204002]
9. 林俊瑩、謝亞恆、陳成宏(2014)。暑期學習對族群學習差距的影响：潛在成長曲線模型分析。《教育政策論壇》，**17**(4)，103-134。doi:10.3966/156082982014111704004
[Lin, C.-Y., Hsieh, Y.-H., & Chen, C.-H. (2014). The effects of summer learning on ethnic learning achievement gap: A latent growth curve model approach. *Educational Policy Forum*, 17(4), 103-134. doi:10.3966/156082982014111704004]
10. 林慧敏(2012)。造成原漢族群高中入學考試基測成績不同之影响機制：以臺東縣國三生為例。《教育研究與發展期刊》，**8**(2)，151-182。doi:10.6925/SCJ.201206_8(2).0006
[Lin, H.-M. (2012). The causal mechanism of different BCT results between aborigines and hans: The case of ninth graders in Taitung county. *Journal of Educational Research and*

- Development*, 8(2), 151-182. doi:10.6925/SCJ.201206_8(2).0006]
11. 教育部(2003)。創造力教育白皮書。臺北市：作者。
[Ministry of Education. (2003). *White paper on creative education*. Taipei, Taiwan: Author.]
 12. 張春興(1997)。現代心理學。臺北市：東華。
[Chang, C.-H. (1997). *Xiandai xinlixue*. Taipei, Taiwan: Donghua.]
 13. 許添明、葉珍玲(2015)。城鄉學生學習落差現況、成因及政策建議。臺東大學教育學報，26(2)，63-91。doi:10.3966/102711202015122602003
[Sheu, T.-M., & Yeh, C.-L. (2015). Challenges of the achievement gap between urban and rural students in Taiwan: Influencing factors and relevant policy recommendations. *NTTU Educational Research Journal*, 26(2), 63-91. doi:10.3966/102711202015122602003]
 14. 陳順利、黃毅志(2015)。解除Coleman等人報告書的魔咒：學校中的班級因素對學業成績之影響。教育科學研究期刊，60(2)，111-138。doi:10.6209/JORIES.2015.60(2).04
[Chen, S.-L., & Hwang, Y.-J. (2015). Removed the straitjacket from the report of Coleman et al.: The influence of class factors in schools on the academic achievement of students. *Journal of Research in Education Sciences*, 60(2), 111-138. doi:10.6209/JORIES.2015.60(2).04]
 15. 廖錦文、鄭博文(2019)。經濟弱勢學生學習態度與學業表現之縱貫研究。教育實踐與研究，32(1)，71-105。
[Liao, C.-W., & Cheng, P.-W. (2019). Longitudinal study of economically disadvantaged student's learning attitude and academic performance. *Journal of Educational Practice and Research*, 32(1), 71-105.]
 16. 蕭仲廷、黃毅志(2015)。臺灣國三生原漢族群與其他出身背景透過社會資本、文化資本、財務資本對學業成就之影響。教育研究學報，49(1)，29-54。doi:10.3966/199044282015044901002
[Xiao, Z.-T., & Hwang, Y.-J. (2015). The effects of aborigines and hans, and other backgrounds through social, cultural, and financial capitals on the ninth graders' academic achievement in Taiwan. *Journal of Education Studies*, 49(1), 29-54. doi:10.3966/199044282015044901002]
 17. 謝志龍(2018)。家庭生命事件與人類動力對於貧窮少年學業表現的影響：以臺灣兒童暨家庭扶助基金會經濟扶助對象為例。當代教育研究季刊，26(2)，25-72。doi:10.6151/CERQ.201806_26(2).0002
[Hsieh, C.-L. (2018). Effects of family life events and human agency on the academic achievement of youth in poverty: A case study on economic service receivers supported by Taiwan fund for children and families. *Contemporary Educational Research Quarterly*, 26(2), 25-72. doi:10.6151/CERQ.201806_26(2).0002]
 18. Bahar, A., & Maker, C. J. (2015). Cognitive backgrounds of problem solving: A comparison of open-ended vs. closed mathematics problems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1531-1546. doi:10.12973/eurasia.2015.1410a

19. Coleman, J. S., Campbell, E. Q., Hobson, C. J., McPartland, J., Mood, A. M., Weinfeld, F. D., et al. (1966). *Equality of educational opportunity*. Washington, DC: U.S. Department of Health, Education, and Welfare.
20. Curran, P. J., & Bauer, D. J. (2011). The disaggregation of within-person and between-person effects in longitudinal models of change. *Annual Review of Psychology*, 62, 583-619. doi:10.1146/annurev.psych.093008.100356
21. Davis-Kean, P. E., & Sexton, H. R. (2009). Race differences in parental influences on child achievement: Multiple pathways to success. *Merrill-Palmer Quarterly*, 55(3), 285-318. doi:10.1353/mpq.0.0023
22. Denton, C. A., Fletcher, J. M., Anthony, J. L., & Francis, D. J. (2006). An evaluation of intensive intervention for students with persistent reading difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 39(5), 447-466. doi:10.1177/00222194060390050601
23. Diamantopoulos, A., & Siguaw, J. A. (2000). *Introducing LISREL: A guide for the uninitiated*. Thousand Oaks, CA: Sage.
24. Duncan, G. J., & Magnuson, K. A. (2005). Can family socioeconomic resources account for racial and ethnic test score gaps? *The Future of Children*, 15(1), 35-54. doi:10.1353/foc.2005.0004
25. Faitar, G. M. (2011). Socioeconomic status, ethnicity and the context of achievement in minority education. *Journal of Instructional Pedagogies*, 5. Retrieved November 25, 2019, from <https://www.aabri.com/manuscripts/10545.pdf>
26. Ferrer, E., & McArdle, J. J. (2010). Longitudinal modeling of developmental changes in psychological research. *Current Directions in Psychological Science*, 19(3), 149-154. doi:10.1177/0963721410370300
27. Heckman, J. J., Moon, S. H., Pinto, R., Savelyev, P. A., & Yavitz, A. (2010). The rate of return to the HighScope Perry Preschool Program. *Journal of Public Economics*, 94(1-2), 114-128. doi:10.1016/j.jpubeco.2009.11.001
28. Hung, L. F. (2010). The multigroup multilevel categorical latent growth curve models. *Multivariate Behavioral Research*, 45(2), 359-392. doi:10.1080/00273171003680336
29. Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). New York, NY: Guilford Press.
30. Lacour, M., & Tislington, L. D. (2011). The effects of poverty on academic achievement. *Educational Research and Reviews*, 6(7), 522-527.
31. Lareau, A. (2003). *Unequal childhoods: Class, race and family life*. Berkeley, CA: University of California Press.
32. Lin, C.-Y., Hsieh, Y.-H., & Chen, C.-H. (2015). Use of latent growth curve modeling for assessing the effects of summer and after-school learning on adolescent students' achievement

- gap. *Asia Pacific Education Review*, 16(1), 49-61. doi:10.1007/s12564-015-9356-y
33. Magnuson, K. A., & Duncan, G. J. (2006). The role of family socioeconomic resources in the black-white test score gap among young children. *Developmental Review*, 26(4), 365-399. doi:10.1016/j.dr.2006.06.004
34. Morrissey, T. W., Hutchison, L., & Winsler, A. (2014). Family income, school attendance, and academic achievement in elementary school. *Developmental Psychology*, 50(3), 741-753. doi:10.1037/a0033848
35. Piaget, J., & Inhelder, B. (1973). *Memory and intelligence*. New York, NY: Basic Books.
36. Rigdon, E. E. (1995). A necessary and sufficient identification rule for structural models estimated in practice. *Multivariate Behavioral Research*, 30(3), 359-383. doi:10.1207/s15327906mbr3003_4
37. Rojas-LeBouef, A., & Slate, J. R. (2012, January 10). *The achievement gap between white and non-white students: A conceptual analysis*. Retrieved November 16, 2019, from <http://cnx.org/content/col11402/1.4>
38. Scherer, R. (2015). Is it time for a new measurement approach? A closer look at the assessment of cognitive adaptability in complex problem solving. *Frontiers in Psychology*, 6. Retrieved November 30, 2019, from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2015.01664/full>
39. Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (1996). *A beginner's guide to structural equation modeling*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
40. Shamaki, T. A. (2015). Influence of learning environment on students' academic achievement in mathematics: A case study of some selected secondary schools in Yobe State-Nigeria. *Journal of Education and Practice*, 6(34), 40-44.
41. Smith, N. R., Kelly, Y. J., & Nazroo, J. Y. (2016). Ethnic differences in cognitive development in the first 7 years: Does maternal generational status matter? *Journal of Epidemiology and Community Health*, 70(5), 506-512. doi:10.1136/jech-2015-205864
42. Süß, H.-M., & Kretzschmar, A. (2018). Impact of cognitive abilities and prior knowledge on complex problem solving performance—Empirical results and a plea for ecologically valid microworlds. *Frontiers in Psychology*, 9. Retrieved December 8, 2019, from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.00626/full>
43. Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). New York, NY: Allyn & Bacon.
44. Velicer, W. F., & Fava, J. L. (1998). Affects of variable and subject sampling on factor pattern recovery. *Psychological Methods*, 3(2), 231-251. doi:10.1037/1082-989X.3.2.231
45. Vernon-Feagans, L., Cox, M., & FLP Key Investigators. (Eds.). (2013). The family life project: An epidemiological and developmental study of young children living in poor rural communities. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 78(5), 1-150.

46. Wang, Y., & Chiew, V. (2010). On the cognitive process of human problem solving. *Cognitive Systems Research, 11*(1), 81-92. doi:10.1016/j.cogsys.2008.08.003
47. Whitley, J., Rawana, E., & Brownlee, K. (2014). A comparison of aboriginal and non-aboriginal students on the inter-related dimensions of self-concept, strengths and achievement. *Brock Education: A Journal of Educational Research & Practice, 23*(2), 24-46. doi:10.26522/brocked.v23i2.316
48. Wickrama, K. A. S., Lorenz, F. O., Conger, R. D., & Elder, G. H., Jr. (1997). Marital quality and physical illness: A latent growth curve analysis. *Journal of Marriage and the Family, 59*(1), 143-155. doi:10.2307/353668
49. Zilanawala, A., Bécaries, L., & Benner, A. (2019). Race/ethnic inequalities in early adolescent development in the United Kingdom and United States. *Demographic Research, 40*, 121-154. doi:10.4054/DemRes.2019.40.6

The Study on the Influence of Ethnic Group, Family Economy, Reading Environment, and Cognitive Ability on Scientific Problem-Solving Abilities of the Preschoolers

Ya-Heng Hsieh *

Department of Child Care and Industries, Fooyin University

Abstract

This research aims to explore the relationship and developmental changes on ethnic groups, family economy, reading environment, cognitive ability, and children's scientific problem-solving ability among 332 five-year-old preschoolers and their parents after three long-term follow-up surveys. The Latent Growth Model (LGM) was used to analyze the direct influence of factors such as family economy, reading environment, and cognitive ability of preschoolers on their scientific problem-solving abilities, as well as the indirect influence of these variables in different ethnic groups. Results showed that the follow-up abilities of preschoolers with higher scientific solution abilities did not increase faster than preschoolers with lower scientific solution abilities. Secondly, the growth rate of scientific solution abilities of the majority ethnic preschoolers was significantly higher than that of the minority ethnic preschoolers. Third, family economy, reading environment, and cognitive ability of preschoolers showed a significant impact on the initial performance and growth rate of scientific problem-solving abilities among the preschoolers. Fourth, in spite of the disadvantage of minority students' family economic status and the lack of reading environment resources, preschoolers with good cognitive ability demonstrated better initial performance in scientific solution abilities. However, the growth rate of the abilities of the minority ethnic preschoolers was not as good as that of the growth rate of the abilities of the majority ethnic preschoolers. These results indicate that ethnic group, family economy, reading environment, and cognitive ability have an impact on the initial state and growth rate of scientific problem-solving abilities among the preschoolers in this study. Relevant discussions and suggestions are put forward at the end of the article.

Key words: Scientific Problem-Solving Ability, Family Economy, Ethnicity, Cognitive Ability, Reading Environment

* Corresponding author: Ya-Heng Hsieh, hyh4197@yahoo.com.tw