

以結構方程模式檢驗國小學童 科學語言成就之影響因素

陳新豐

屏東教育大學教育學系

chensf@mail.npue.edu.tw

(投稿日期：2012.11.21；修正日期：2013.4.20；接受日期：2013.5.6)

摘要

本研究旨在探討影響國小學童科學語言成就的因素，並進行不同性別群組的因素恆等分析，藉以考驗國小學童的家庭社經地位、學習資源對於學童科學語言成就的影響程度。抽樣設計採3階段的分層叢集抽樣，共抽取20所學校27個班級603位受試者。研究工具以國小學童科學素養能力成長資料庫研究之調查問卷、國小學童科學素養口語理解線上測驗、國小學童科學素養閱讀理解線上測驗等。研究結果中以結構方程模式驗證理論模式與實際資料之適配度，顯示其適配情形良好，包括不同性別群組因素恆等模式適配程度亦佳，亦即國小學童科學語言的成就影響有三個部分，分別是父、母教育程度與家庭的學習資源，其父親教育程度的影響更甚於家庭學習資源。

關鍵詞：多群組分析、科學語言、結構方程模式、閱讀理解

壹、緒論

科學語言在科學文本的閱讀理解上扮演著相當重要的角色，尤其科學語言為了呈現科學上使用的方法以及科學理論，與日常生活上的語言而有所不同，Halliday(1993)指出，科學語言的基本組成就是科學術語，缺少了科學術語，不可能完整呈現系統性的科學知識。因此科學語言包括了特殊的科學詞彙、語意及語法，而科學語言的運用是影響學習科學知識的重要因素(Fang,2006; Love,2009; Wang et al.,2011b; Yang & Chen,2008)。Carnap(2002)亦指出「知識的傳達只有用符號表徵出來，或是用語詞或其他符號的命題，才會存在」，科學的知識體系藉由科學語言的穿針引線，有條不紊而一目了然，科學語言就好比是一張大綱，科學的基本原理就像是大綱中的繩索，網中的結點猶如科學的基本概念，縱橫交錯的細繩形成各種定律與命題。影響科學語言運用的因素相當多元，McCormick 和 Zutell(2011)即指出，影響語言學習的因素包括生理、遺傳、情緒、社會化、教育、認知、語言以及閱讀歷程因素，而科學語言對於科學文本的理解是密不可分的，其中影響科學文本閱讀理解的相關因素中，家庭社經地位即是一個重要的影響因素(McDonald Connor, Son, Hindman & Morrison, 2005)。社經地位主要與父母職業、父母教育程度以及家庭收入、家庭學習環境息息相關(林生傳，2005；Hwang,2000; McDonald Connor et al., 2005)。許多的研究指出，家庭社經地位(包括父母教育程度、父母職業地位以及家庭收入等)都會對子女的文化資本有顯著正面的影響，亦即父母教育程度越高、父母職業地位越高、家庭收入越高者，越有能力提供各種教育資源來幫助子女學習，進而有利子女教育程度的提昇(Burt & Scott,2002)。

綜上所述，本研究認為家庭環境中的資源以及父母的社經地位會直接或者間接影響國小學童科學語言的表現，因此，本研究利用高高屏 3 個縣市 20 所學校 603 位受試者，運用國小學童科學素養能力成長資料庫研究之調查問卷、國小學童科學素養口語理解線上測驗、國小學童科學素養閱讀理解線上測驗等 3 項研究工具來收集資料，進而探討國小學童家庭社經地位、學習資源對於國小學童科學語言能力的影響程度。

貳、文獻探討

本研究的主要目的在於探討家庭社經地位、學習資源對於國小學童科學語言的影響，以下分別就科學語言、影響學習的因素、家庭社經地位以及學習環境對於國小學童學習成就的影響等 4 個部分說明如下。

一、科學語言的理解力

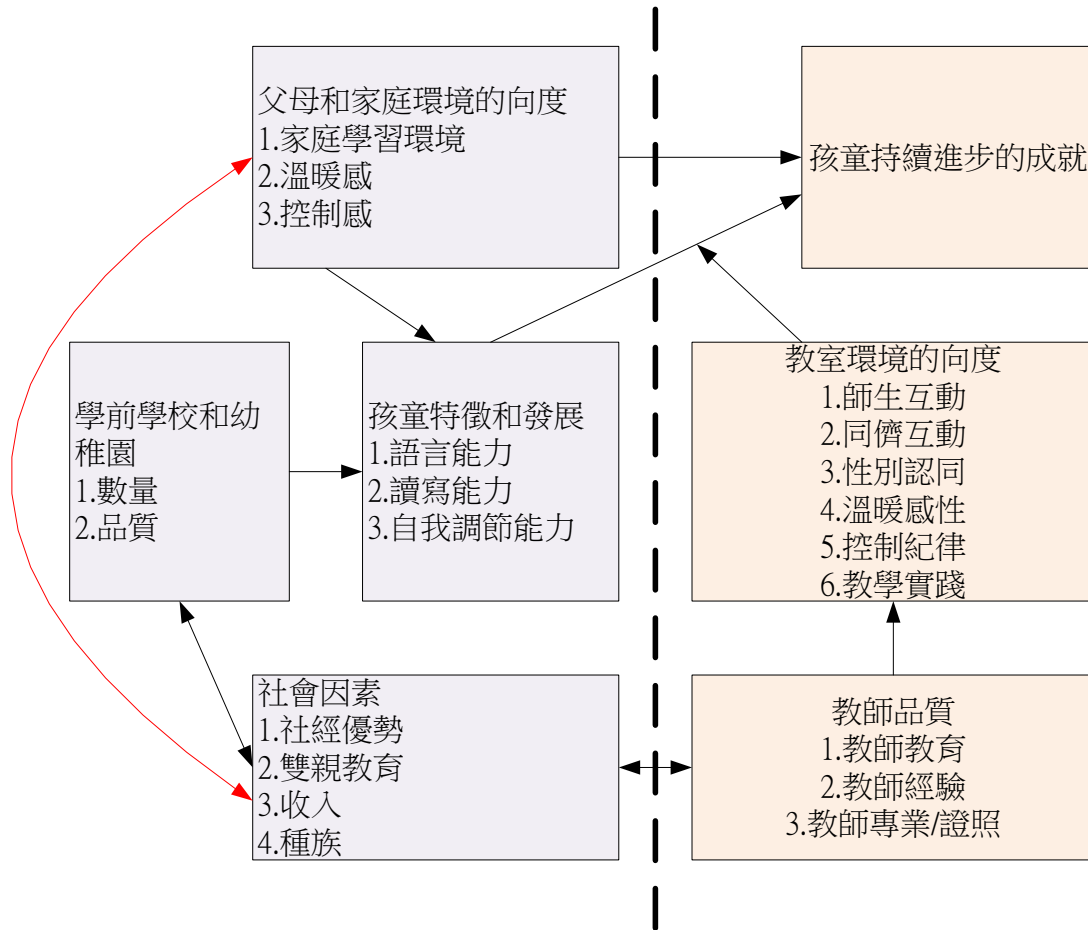
科學語言的發展即為科學知識體系的發展，在科學語言擴大成長的過程中，語言也是相對地成長，接觸新的科學語言之後可以將既有的科學語言應用到更廣闊的領域，或者是使用不同於日常生活中語言的用法，亦即科學知識的增長與科學語言的擴展是同步的(楊文金、陳世文，2008；Young, 2005)。陳世文、楊文金(2006)指出，科學文本就像是電影，而文本當中的術語猶如電影中的演員，如果想使觀眾理解電影的內容，劇情脈絡的發展就相對變得重要，科學文本中的術語通常是具有其特定的科學意涵或定義，如果缺乏術語的解釋將使學生無法建構出有系統的科學概念，反而使學生形成片面、零碎的科學知識，我們經常可見科學文本透過技術性術語來描述或涵蓋自然現象及其背後的原理。在任何教學情境中，教學者在教學當中要反覆的解說跟舉例，並且將術語和概念所代表的意義，用在各種不同的情境(Samuelstuen & Braten,2005)。Lemke(1990)指出，老師的教學工作為協助學生能透過語言來學習科學，由於學生在閱讀、寫作、解決難題及做實驗等學習科學的概念時，必須要學習用科學語言來協助學習。對於大部分的學生來說，如果沒有長期接觸及使用科學語言，科學語言就像外國語言，若教師使用科學語言教導學生科學概念，學生未必能理解。洪敏怡、黃萬居、彭彥璟(2008)探討國小五年級學童有無閱讀科學讀物及閱讀科學讀物的研究中指出，學生藉由閱讀科學讀物獲益良多，並且能夠提昇問題解決的能力，對於閱讀科學讀物的意願及喜好呈現正向態度。由此可知，科學語言的口語與閱讀能力對於國小學童學習科學知識扮演著相當重要的角色。

二、影響科學學習成就的因素

影響國小學童學習成就的因素眾多，其中 Connor、Hindman 與 Morrison(2005) 在教室觀察國小學童成就相關研究中將影響國小學童學習成就的因素分為開始上課前以及上課後等 2 個部分，其中在國小學童開始上課之前的影響因素分別為 1. 父母與家庭環境的向度，包括家庭學習環境、溫暖的感覺以及控制感；2. 孩子特性與發展的向度則包括語言、讀寫能力以及自我調節能力等 3 個要素；3. 學前學校與幼稚園的數量以及品質；4. 社會文化的因素層面，包括社會優勢(社經地位)、雙親教育、家庭收入以及種族。至於在國小學童開始上課之後的影響因素則為 1. 學生正在進步的成就；2. 教室環境，包括師生互動、同儕互動、性別認同、溫暖、控制感以及教學實踐；3. 教師水準的因素層面則包括教師的教育、教師的經驗、教師的專業(證照)等相關因素，詳細資料及其相關如下圖 1 所示。

由上述 Connor、Hindman 與 Morrison(2005)的研究中指出，影響國小學童學習成就的因素相當地多，其中在兒童的特徵與發展中，語言能力、讀寫能力的影響因素包括社會因素中的社經優勢、雙親教育、收入以及種族等環境因素。又如 Kanyongo、Certo 與 Launcelot(2006)探討許多家庭相關的變項對於閱讀分數的影響變項，包括家庭的社經地位、家庭資源(電視、冰箱、自來水、電器設備等)、家中的藏書量以及協助完成回家功課、閱讀等因素。陳新豐(2005)歸納 IEA 所舉辦之 TIMSS 國際性調查，歸納出影響科學學習的因素包括性別、家庭環境因素、父母學歷、父母態度與期望、家庭社經地位、學生智商、知覺取向、自我期望、自我肯定、成就動機等個人因素、學校中學習環境、同儕關係、教師特性、課程、教學方法、教學策略以及其他相關因素，例如課後閱讀、科學態度等，而林曉芳(2009)在探討 PISA2006 的資料中亦提到學生的科學學習成就更是受到學校資源環境、教師教學、家長社經地位、家庭資源，以及學生自我信念與能力表現等因素影響的結論。綜上所述，科學語言影響科學學習成就，而影響科學成就的因素如上所述，所以本研究旨在從影響國小學童科學語言的眾多因素中選擇以家庭社經地位以及家庭學習上對學習者所提供的資源，來探討對於科學語言成就上的影響。

圖 1 影響學生成就的來源因素



資料來源：出自 McDonald Connor et al.(2005:360)

三、家長社經地位對學童科學學習成就的影響

家庭社經地位是影響學童的學習成就的重要因素(李敦仁、余民寧，2005；謝孟穎，2003；Scott, 2004)，李敦仁、余民寧(2005)提出父母社經地位除了會直接影響子女教育成就外，亦會間接透過手足數目和家庭教育資源兩條路徑間接影響子女教育成就；Scott(2004)以英國家戶以及家庭的研究資料(British Household Panel Survey, BHPS)的6年長期追縱資料分析16歲以及19歲的青少

年家長背景、母親就業情形、養育子女的方法、性別角色的傾向等變項，研究結果支持家長的社經地位情形對於學童其學習成就具有相當密切的影響程度。謝孟穎(2003)從文化再製的觀點探討家長的社經地位與學童的學業成就具有密切的關係；陳新豐(2005)從 TIMSS2003 的調查結果中歸納出家庭社經地位是影響學童科學成就的重要因素；林曉芳(2009)從 PISA2006 的調查結果中，分析資料發現家長的社經地位亦是影響科學成就的因素；林生傳(2005)提出以兩因素社會地位指數將父母親的職業類別以及教育程度分成 5 級，而將父母的職業類別指數*7 加教育程度指數*4 之後將所得的總分區分 3 級來代表學童的家庭社經地位，因此父母教育程度與社經地位之關係相當密切，而社經地位與學業成就之關係密切，亦即父母教育程度與學業成就之關係亦是相當密切。從以上的研究結果中歸納出，家長的社經地位對於學童的學習成就甚至是科學成就都是一個重要的影響因素，本研究在家庭社經地位的變項中選擇以國小學童父母的教育程度來表示其家庭社經地位，並探討對於科學語言能力的影響。

四、家庭學習資源對學童科學學習成就的影響

學童在家庭的時間遠遠超過在學校學習的時間，因此家庭學習資源的豐富程度代表的是學童學習上有更豐富的學習機會。國際上許多的資料庫都在調查各國學習學習者在家學習的狀況，其中一個調查的重點即在於學習者家庭學習資源對於學習者學習的影響(林曉芳，2009；陳新豐，2005)，探討家庭學習資源是否對於學習產生影響，張謝玲(2004)發現擁有較多家庭資源的學生在國際測驗成就的分數表現明顯高於缺乏家庭資源的學生，而其中的家庭資源包括家中藏書、讀書工具(電腦、個人書桌與字典工具書)，其研究發現，小孩的閱讀習慣相當重要，是否提供足夠的優良課外讀物，對其科學學習成就有較大影響，亦即學生的先備知識、可用資源是否充足，端賴於家庭教育的支持，所以家庭環境因素是影響學習成就的重要因素。因此本研究將學習者在家的學習資源納為研究探討的主要變項之一，探討其對於學生在科學語言上的影響程度為何？

綜上所述，本研究主要的目的有二，(1)探討父母的教育程度以及家庭的學習資料等 2 個變項影響科學語言的程度為何？(2)探討多樣本群組中的學生，其影響國小學童科學語言能力的因素為何？資料的分析方法是利用 Mplus6.0 及 SPSS 18.0 建置結構方程模式。研究內容主要是考驗國小學童的家庭社經地位、家庭

的學習資源對於學童科學語言能力的影響程度，首先建立影響學童科學語言的概念模式、利用收集高高屏國小 4 及 6 年級的實徵資料來驗證模式的適配程度，研究問題主要如下。1.家庭社經地位影響國小學童科學語言的程度為何?2.家庭學習資源(包括數學以及自然學習資源)影響國小學童科學語言的程度為何?3.不同群組(男、女)下父母教育程度以及家庭學習資源中，影響國小學童科學語言的程度為何?

參、研究方法

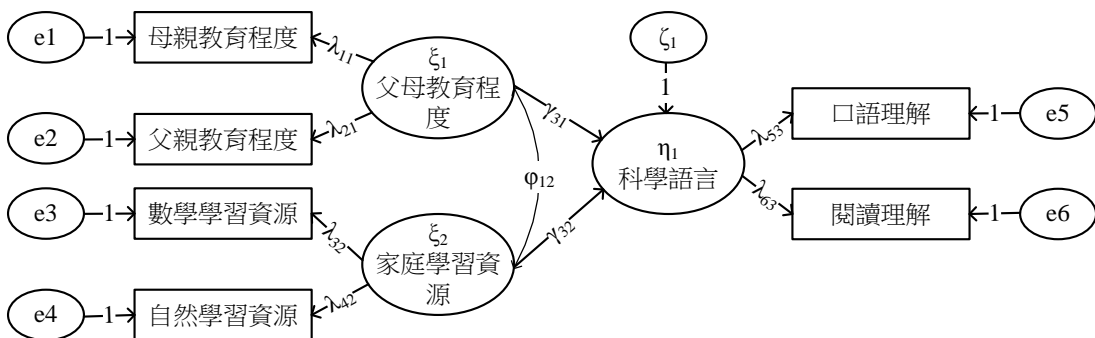
本研究指在探討影響國小學童科學語言能力的因素為何?以下就研究架構、資料分析策略(SEM)、研究對象、研究工具以及所分析的學生變項等 5 個主要部分說明如下。

一、研究架構

下圖 2 為本研究初始模型架構，其中主要的自變項有 4 個變項，分別是母親教育程度、父親教育程度、數學學習資源以及自然學習資源，依變項則有 2 個，分別是科學語言中的口語理解以及閱讀理解。進而探討影響科學語言的相關結構方程模式，並建立其影響因素的因果模式。

圖 2

國小學童父母教育程度與家庭學習對科學語言影響程度之初始模型架構圖



二、SEM

結構方程模式(structural equation modeling, SEM)是一種用來處理因果關係模式的統計方法，它也可以進行徑路分析(path analysis)、因素分析(factor analysis)、迴歸分析(regression analysis)及變異數分析(analysis of variance, ANOVA)。SEM 是一個將理論模式與實證資料之間作驗證的統計方法學。而第一個步驟的模式界定的理論與概念可以是特定理論與概念，也可以是經驗與文獻的推導，不過，最主要的是這些理論與概念皆須透過研究假設的辨證與演繹過程來形成檢證的模式(程炳林、陳正昌、陳新豐，2011)。本研究主要是利用 MPlus6.0 來進行驗證性的因素分析，而在結構方程的模式中主要的潛在自變項有父母教育程度、家庭的學習資料，而潛在依變項則以科學語言為主來進行驗證分析。

三、研究樣本

以下就本研究中研究對象的母群及抽樣程序說明如下。

本研究樣本的母群為台灣南部地區高雄縣、高雄市及屏東縣等三個縣市，四及六年級學童。根據教育部統計處資料(教育部，2008)南部三縣市四及六年級的學生計有 92889 位、班級數 3197、計 410 所學校。目標母群定義(desired target population)學校為台灣南部學校(高雄縣、高雄市、屏東縣等三個縣市)，排除不適切學校(例如私立學校)後，其餘學校中的四及六年級班級學生為研究樣本來源。學校抽樣清單涵蓋目標母群定義。清單中條列了台灣南部三個縣市四及六年級學童的所有適切的學校，每一個學校在清單中就是一筆資料，每一筆資料包含學校名稱或辨識號碼(ID)、分層變數、及學校的測量規模等相關資料。此清單是抽樣的依據，所以正確完整的抽樣清單是重要的，描述統計資料如下表 1。

表 1 南部三縣市四及六年級學校抽樣清單

縣市	四	六	人數	班級數	校數
屏東縣	10828	12216	23044	878	166(40.49%)
高雄縣	14802	16214	31016	1072	152(37.07%)
高雄市	18343	20486	38829	1247	92(22.44%)
小計	43973	48916	92889	3197	410

每班人數預估： $92889/3197 \approx 29$

資料來源：教育部 96 學年(2007~2008)統計處資料(<http://www.edu.tw>)

本研究中所採用的抽樣設計是三階段的分層叢集抽樣設計。以下將稍加描述各階段的抽樣設計，第一階段：第一階段的抽樣單位是學校。首先依據外顯變數將所有學校分層，每一層均有其學校抽樣清單，並個別進行抽樣工作。學校被抽中的機率受學校的測量規模(measure of size, MOS)影響，因此這抽樣法稱為 PPS(probability proportional to their size)系統抽樣法，第二階段：第二階段的抽樣單位是班級。在此階段中，將從每一所抽中的學校中隨機抽取一個班級。第三階段：第三階段的抽樣單位是學生。本研究將從每一所抽中的班級中抽取所有學生。經由上述抽樣方法以及考慮之後調整的層級因素，正式施測中屏東縣抽取 8 個學校 15 個班級 205 人，高雄縣 7 所學校 14 個班級 215 人以及高雄市 5 所學校 10 個班級 183 人，其中男生 290，女生 313，合計 603 位受試者，抽樣的學校數比例大約為 8:7:5，與母群學校數的比值相當。

四、研究工具

本研究之研究工具主要是以國小學童科學素養能力成長資料庫研究之調查問卷、國小學童科學素養口語理解線上測驗、國小學童科學素養閱讀理解線上測驗等 3 項，分別說明如下。

(一) 國小學童科學素養能力成長資料庫學生問卷

研究者自行編製之國小學童科學素養能力資料庫之學生問卷(Chen & Wang, 2009)，包括基本資料 20 題、自然科學學習 4 題、電腦使用 4 題、學校學習情

形 6 題、校外活動情形 2 題等 6 個部分 36 題，填答對象為三至六年級。各部分之信度為.740~.825 之間，總量表其信度為.830。

(二) 國小學童科學素養口語理解線上測驗

研究者自行研發之線上科學語言口語理解測驗(Online Oral Comprehension of Science Test, OOCST)，主要是將林曉雯等人(Lin, Wang, Kao, & Chen, 2009)所研發的科學素養口語理解能力評量工具，建置於網際網路的施測環境中，並且即時將回答的資料送回至伺服器的資料庫，利用網際網路的特性，隨時提供受試者線上施測，達到即時即測的環境。系統資料庫是採用 MySQL，系統介面是採用 PHP、HTML 以及 Flash CS5.5 為主，試題內容與科學語言口語理解測驗(Oral Comprehension of Science Test, OCST)一致。該測驗有 18 小題，每 1 題皆為 4 選 1 的單選題，信度方面，內部一致性係數中年級版本.70，高年級版本其內部一致性係數為.66；再測信度部分中年級版本為.57，而高年級版本為.67。效度部分中線上科學口語理解中年級版本與中文閱讀理解測驗的相關.56，高年級版本與中文閱讀理解測驗的相關達.64。

(三) 國小學童科學素養閱讀理解線上測驗

研究者自行研發之線上科學語言閱讀理解測驗(Online Reading Comprehension of Science Test, ORCST)，主要是將王靜如等人(Wang et al., 2011a)所研發的科學素養閱讀能力評量工具，建置於網際網路的施測環境中，並且即時將回答的資料送回至伺服器的資料庫，利用網際網路的特性，隨時提供受試者線上施測，達到即時即測的環境。系統資料庫是採用 MySQL，系統介面是採用 PHP、HTML 以及 Flash CS5.5 為主，試題內容與紙筆版本的科學閱讀理解測驗(Reading Comprehension of Science Test, RCST)一致。該測驗總共有 25 小題，皆為 4 選 1 的單選題，信度方面內部一致性係數中年級版本.79，高年級版本其內部一致性係數為.74；再測信度部分中年級版本為.49，而高年級版本為.64。效度部分中線上科學閱讀理解中年級版本與中文閱讀理解測驗的相關.64，高年級版本與中文閱讀理解測驗的相關達.65(陳新豐、方金雅、王靜如、林曉雯，2012)。

五、學生變項

自變項主要是以調查問卷中的學生問卷為主，主要測量父母教育背景、家

庭學習資源等測量變項；口語理解能力以及閱讀理解能力則分別為口語理解線上測驗以及閱讀理解線上測驗上的得分為主。利用主軸因素最大變異轉軸(非直交)的因素分析中，將六個觀察變項(母親教育程度、父親教育程度、數學學習資源、自然學習資源、口語理解分數以及閱讀理解分數)，得到三個主要因素(因素負荷量如表 2 所示)，並且命名為父母教育程度、家庭學習資源以及科學語言分數等三個因素，總解釋變異量為 52.79%。以下為 3 個潛在變項，6 個觀察變項的詳細說明。

(一) 父母教育程度

在國小學童科學素養能力成長資料庫研究之調查學生問卷中，針對父母教育資料的題目，係為該問卷中的第 9 以及第 10 題，問題內容為詢問父母的最高學歷為何?選項依序為小學肄業或沒有上過學、國小畢業、國中畢業、高中或高職畢業、五專畢業、二技畢業、大學畢業、碩士以上學位以及我不知道等 9 個選項，其計分為從小學肄業或沒有上過學的 1 分至碩士以上學位的 8 分，除我不知道這個選項外，分數愈高代表學童父母的最高學歷愈高，反之則愈低。

(二) 家庭學習資源

資料來源主要為國小學童科學素養能力成長資料庫研究之調查學生問卷，家庭學習資源主要分為數學學習資源以及自然學習資源，其中在數學學習資源中為學習數學的光碟(軟體、錄影帶)、學習數學的參考書、數學科的課外讀物(如：月刊、數學漫畫等)、學習數學的工具(如：數學玩具、積木等)，自然學習資源中為學習自然科的光碟(軟體、錄影帶)、學習自然科的參考書、自然科的課外讀物(如：月刊、科學家的故事書等)、學習自然科的工具(如：放大鏡、顯微鏡、望遠鏡等)、親自照顧的寵物或盆栽等，其變項是以學童家庭具備的項目數目加以計分，亦即學童家庭具備的項目愈多代表家庭在自然以及數學的學習資源愈豐富。

(三) 科學語言能力

科學語言能力分為科學語言口語理解能力以及閱讀理解能力等 2 個變項。其中科學語言口語理解能力方面，是以國小學童科學素養口語理解線上測驗的得分，其得分為利用試題反應理論 3PL 模式所估計的 EAP 能力值。閱讀理解能力方面，是以國小學童科學素養閱讀理解線上測驗的得分，其得分亦是利用試

題反應理論估計 3PL 的 EAP 能力值，能力值愈高代表學生在口語理解以及閱讀理解上的能力表現愈好。

肆、結果與討論

本研究旨在探討國小學童其父母教育程度與家庭所提供的學習資源對於國小學童之科學語言表現能力的影響程度，研究樣本為高高屏 3 個縣市國小學童 4 及 6 年級 603 位受試者，研究的工具則包括線上科學語言口試理解以及閱讀理解測驗，以下將列出測量變項之描述性統計量數、模式檢定結果以及多樣本因素恆等下的模式適配等研究結果。

表 2 測量變數、問卷內容、因素負荷量、平均數以及描述性統計量數一覽表

測量變數	問卷內容	Loading	Mean	SD	Skew	Kurt
ξ1 父母教育程度	A1(母親學歷) 你母親的最高學歷為何?	.75	2.13	.70	-.18	-.94
	A2(父親學歷) 你父親的最高學歷為何?	.80	2.14	.75	-.24	-1.20
ξ2 家庭學習資源	B1(數學學習資源)	.78	1.36	1.08	.17	-1.25
	B2(自然學習資源)	.78	1.99	1.22	.03	-.96
η1 科學語言能力	C1 口語理解線上測驗得分	.51	.47	1.07	-.21	-.23
	C2 閱讀理解線上測驗得分	.79	.07	.56	.36	-.48

由上述表 2 的偏態及峰度係數中可以得知，6 個觀察變項的偏態值最小值為.03，最大值為.36；峰度值最小值為.23，最大值為 1.25 均未違反常態的假定(程炳林等，2011；Kline, 2011)。

下表 3 為本研究中所初始模型中 6 個觀察變項的共變數矩陣，其中 A1 為母親學歷；A2 為父親學歷；B1 為數學學習環境；B2 為自然學習環境；C1 為口語理解分數；C2 則為閱讀理解分數。並進而利用此觀察變項的共變數矩陣利用 Mplus6.0 軟體進行結構方程模式的參數估計以及相關適合度的檢定。

表 3 國小學童父母教育程度與家庭學習資源對科學語言影響程度之共變數矩陣資料

	A1	A2	B1	B2	C1	C2
母親學歷	.56					
父親學歷	.33	.49				
數學資源	.17	.14	1.16			
自然資源	.14	.11	.20	.40		
口語理解	.20	.15	.05	.17	1.15	
閱讀理解	.08	.06	.07	.06	.25	.32

一、驗證初始模式

下表 4 為本研究所收集的資料利用 Mplus6.0 估計後，初始模式的原始參數，如下表 4 所示，因素負荷量介於.47-.83 之間，誤差變異數皆無負值，且皆達顯著水準，因此，符合(Bagozzi & Yi, 1988; Kline, 2011)等人所提的建議適配標準，可以進行驗證模式的參數估計。

表 4 原始參數估計一覽表

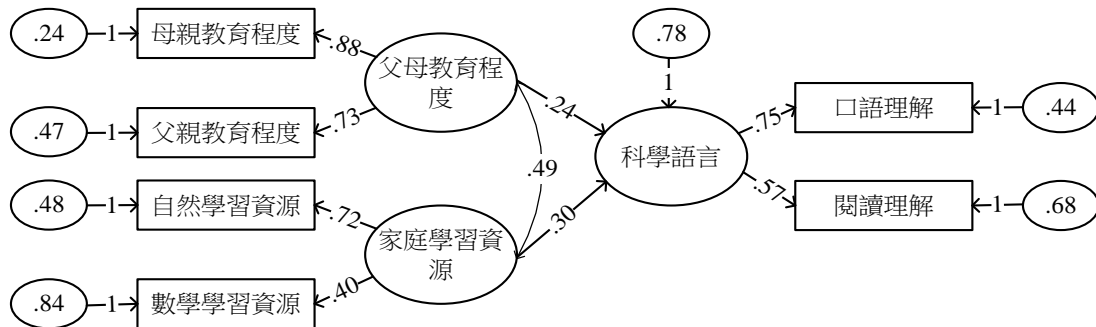
觀察變數	Loading	SE	p
母親學歷	1.29(.88)	.13(.04)	<.001(<.001)
父親學歷	1.00(.73)	--(.04)	--(<.001)
數學資源	1.05(.40)	.22(.05)	<.001(<.001)
自然資源	1.00(.72)	--(.08)	--(<.001)
口語理解	2.52(.57)	.44(.06)	<.001(<.001)
閱讀理解	1.00(.75)	--(.07)	--(<.001)

註解：括號內為標準化解的估計參數。

本研究主要的統計方法即為結構方程模式，參數估計方法採用 ML 估計方法，而本研究即是利用結構方程模式來驗證的模式，並且以絕對、相對以及簡效等適配指標來加以評鑑模式是否適配。在適配的程度方面，卡方值

=11.358($df=6, p=.078$)， $RMSEA=.038$ ， $CFI=.991$ ， $TLI=.978$ ， $SRMR=.020$ ，所有的適合度指標都說明模式適合，亦即表示本研究所建置之初始模式獲得資料的支持，國小學童之父母教育程度與家庭學習資源對於國小學童其口語理解以及閱讀理解有其相當程度的影響。

圖 3 父母教育程度與家庭學習資源對科學語言理解能力之整合模式圖



Chi-Square=11.36($df=6, p=.078$)
 $RMSEA=.038, CFI=.991, SRMR=.020$

由上圖 3 國小學童父母教育程度、家庭學習資源對於科學語言的各潛在變項間標準化效果量的資料中可以發現，在父母教育程度方面，父親教育程度對於科學語言的影響力大於家庭資源對於科學語言皆有密切且正面的影響。其總效果分別為.37 與.15，亦即國小學童的父母其教育程度水準以及提供學童的數學或自然學習資源的豐富程度，對於學童在科學語言的口語或閱讀理解上的表現，皆產生某程度的正面影響力。

二、多樣本因素恆等的驗證性模式

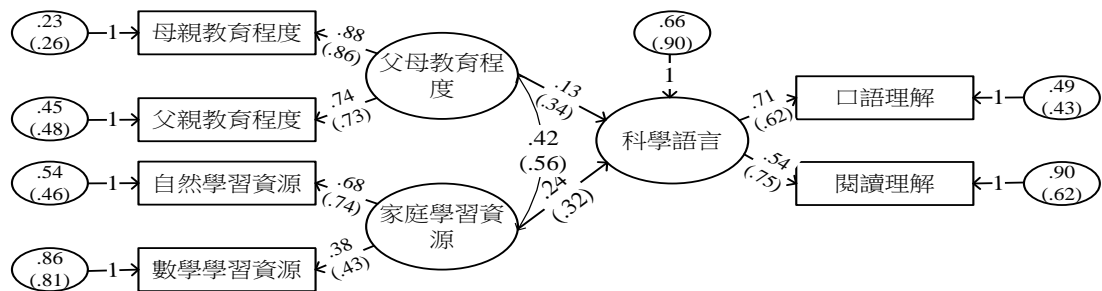
多樣本的驗證性因素分析考慮的是在測量的不變性(measurement invariance)，因此，不同群組之間的預測變項在相同結構(測量模式)下是否相等的議，在多樣本中結構方程模式分析中是值得關心的(程炳林等，2011；Kline, 2011)。在多樣本恆等的分析中，本研究主要是將不同性別之間的負荷量限制相等，亦即是採取因素恆等的量尺恆等模式。下表 5 為本研究所建置模式中的原始參數分組的描述性統計資料。

表 5 測量變數、問卷內容、不同性別之平均數量數一覽表

測量變數	問卷內容	Mean	
		男生	女生
ξ_1 父母教育程度	A1(母親學歷) 你母親的最高學歷為何?	2.179	2.109
	A2(父親學歷) 你父親的最高學歷為何?	2.162	2.096
ξ_2 家庭學習資源	B1(數學學習資源)	1.379	1.339
	B2(自然學習資源)	3.686	3.642
η_1 科學語言能力	C1 口語理解線上測驗得分	0.504	0.442
	C2 閱讀理解線上測驗得分	0.053	0.077

多樣本因素恆等之標準化參數估計結果如下圖 4 所示，在適配的程度方面，卡方值=17.603(df=15,p=.284)其中男生的卡方值為 13.093，女生的卡方值則為 4.511，適合度指標中 RMSEA=.024，CFI=.996，TLI=.992，SRMR=.028，所有的適合度指標都說明模式適合，亦即在不同樣本(性別)，國小學童中不論是男生或女生，此模式都獲得資料的證實，即不同性別下，國小學童父母教育程度與家庭學習資源都對於科學語言(包括口語理解以及閱讀理解)有相當程度的影響力。

圖 4 多樣本因素恆等的結構方程模式圖



Chi-Square=17.60(df=6, p=.284)
 RMSEA=.024, CFI=.996, SRMR=.028
 AIC=7830.147, BIC=7948.998, Adjust BIC=7836.280

註解：圖中有括號的參數為國小學童女生之估計係數，而未加括號者則為國小學童男生之估計係數

由上圖 4 中，在測量模式部分，共有父母教育程度、家庭學習資源以及科學語言等 3 個潛在變項，在父母教育程度部分，國小學童男生與女生皆呈現母親教育程度的負荷量大於父親教育程度；在家庭學習資源方面，國小學童男生與女生亦是呈現自然學習資源的負荷量大於數學學習資料；在科學語言方面，國小學童男生呈現出口語理解的負荷量大於閱讀理解的負荷量，而女生則恰為相反，亦則國小學童女生所表現的則為閱讀理解的負荷量大於口語理解的負荷量。

在結構模式部分，國小學童女生父母教育程度對於科學語言的影響強度大於家庭學習資源對於科學語言的影響程度，而男生則恰為相反，亦即國小學童男生家庭學習資源對於科學語言的影響程度大於父母教育程度對於科學語言的影響，至於父母教育程度與家庭學習資源的相關部分，不論性別的不同皆呈現中等程度的關係，不過所以估計的係數皆達顯著水準，亦即不論是國小學童男生或女生，父母教育程度以及家庭學習資源都是影響科學語言的重要因素。

由研究結果可知，誠如 Connor、Hindman 與 Morrison(2005)的研究中指出，影響國小學童學習的因素包括社會因素中的社經優勢、雙親教育、收入以及相關的家庭環境等，張謝玲(2004)利用 TIMSS 的資料分析得到的結論亦是學生的學習需要家庭提供學習的資源，而家庭學習資源是影響學生學習成效的重要因素，而本研究無論是全體的整合模式以及多樣本因素負荷量恆等的模式都顯示出家庭所提供的學習資源對於國小學童在科學語言上的表現都有相當大的影響程度，因此一個家庭能夠提供給子女的學習資源越豐富，就能提高孩子的科學語言的能力表現與(林生傳，2005；黃毅志、2000)。李敦仁與余民寧(2005)、陳新豐(2005)的研究結果中，家庭社經地位愈高者，家庭資源愈豐富，因此對於孩童的成就愈有助益的結果相同(Goodman & Marek, 1986; Kanyongo et al., 2006; Raudenbush & Kasim, 1998)。

伍、結論與建議

探討一般性的語言能力(閱讀)的相關研究相當地多，而本研究主要是以領域知識中的科學語言為依變項，探討國小學童家庭社經地位、家庭學習資源對於科學語言能力的影響，並且利用 PPS 的抽樣方式抽取高雄縣、高雄市以及屏東市三個縣市 6 年級以及 4 年級 603 位為研究樣本，嘗試了解家庭社經地位影響

國小學童科學語言以及家庭學習資源(包括數學以及自然學習資源)影響國小學童科學語言的程度，研究之結論與建議根據研究問題分別描述如下。

一、家庭社經地位對於國小學童之科學語言能力有密切的影響

研究結果在整體的因果模式上獲得支持(卡方值=11.358, $df=6$, $p=.078$, $RMSEA=.038$, $CFI=.991$, $TLI=.978$, $SRMR=.020$)，所有的適配性指標都呈現所收集到的資料支持此因果模式，亦即家庭社經地位中的父母教育程度會直接影響到國小學童科學語言能力上的表現。

二、家庭學習資源對於國小學童科學語言能力具正面且直接的影響

如上述研究所建立的整體因果模式中，所有的模式適配性指標都表示資料支持整體因果模式，因此家庭的學習資源對於國小學童科學語言上的能力表現具有正面且直接的影響，至於影響科學語言的程度會以自然學習資源大於數學的學習資源。

三、不同群組(男、女)亦呈現家庭社經地位以及學習資源是影響科學語言能力的重要因素

在跨群組方面(不同性別)，男生的模式適配性指標卡方值為 13.096、女生的卡方值為 4.511，而全體的卡方值則為 17.603($df=15$, $p=.284$, $RMSEA=.024$, $CFI=.996$, $TLI=.992$, $SRMR=.028$)，其資料與結構模式之間亦獲得適配，亦即在不同性別之下，此因果模式亦獲得證實，所以研究結果呈現不論性別上的不同，家庭社經地位以及家庭的學習資源都會影響到國小學童科學語言上的表現。

因此在國小教育階段對於弱勢族群中，一般皆為低社經地位者，建議對於這些弱勢族群提供更多的學習機會以及關注，降低家庭社經地位上不利於學習成就的影響，進而達到更公平的學習機會。

多樣本的驗證性因素分析考慮的是在測量的不變性(measurement invariance)，因此，在多樣本結構方程模式分析，所要關心的議題是探討不同群組之間的預測變項在相同結構(測量模式)的相等情形。本研究利用多樣本的資料分析國小學童其家庭社經地位、家庭學習資源對於科學語言的影響程度，結果發現不同性別下的資料皆支持此因果模式，不同的是國小學童女生父母教育程度對於科學語言的影響強度大於家庭學習資源對於科學語言的影響程度，而男生則恰為相反，至於父母教育程度與家庭學習資源的相關部分，不論性別的不同皆呈現中等程度的關係，並且所有估計的係數皆達顯著水準，亦即不論是國小學童男生或女生，家庭社經地位以及學習資源都是影響科學語言的重要因素，本研究的研究結果與 Raudenbush 與 Kasim(1998)、Goodman 與 Marek(1986)以及 Kanyongo、Certo 與 Launcelot(2006)的研究結果有其一致性。

本研究利用結構方程模式的驗證式因素分析來加以探討影響國小學童科學語言能力表現的重要因素，研究結果發現父母教育程度以及家庭的學習資源都是影響國小學童科學語言能力表現的重要因素，尤其受到父親的影響更為顯著。並且在多樣本因素恆等的模式中，不同性別亦獲得相同的結果。因此研究者建議在國小學童的重要發展階段中，特別對於弱勢學生提供更多的學習機會以及學習資源，及早投注相關的補救資源，將是提昇國小學童科學語言能力的重要方向。

致謝

本文承蒙國家科學委員會的補助（NSC 100-2511-S-153-007）得以順利完成，特此致謝。感謝匿名評審委員的細心指正與批評使得本文更臻完備。

參考文獻

- 李敦仁、余民寧(2005)。社經地位、手足數目、家庭教育資源與教育成就結構關係模式之驗證：以 TEPS 資料庫資料為例。臺灣教育社會學研究，5(2)，1-48。
- 林生傳(2005)。教育社會學。臺北市：巨流。
- 林曉芳(2009)。影響中學生科學素養差異之探討：以臺灣、日本、南韓和香港在 PISA2006 資料為例。教育研究與發展期刊，5(4)，77-108。

- 洪敏怡、黃萬居、彭彥璟(2008)。閱讀科學讀物對國小五年級學童批判思考能力與問題解決能力的影響。《科學教育研究與發展季刊》，51，1-33。
- 張謝玲(2004)。宜蘭區某國中國二學生科學成效影響因子之探討-引用國際調查報告 TIMSS-R 之研究方法(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 教育部(2008)。教育部統計處 97 學年度全國學生資料。2008 年 04 月 01 日，取自：<http://www.edu.tw>。
- 陳世文、楊文金(2006)。以系統功能語言學探討學生對不同科學文本的閱讀理解。《師大學報：科學教育類》，51(1,2)，107-124。
- 陳新豐(2005)。從 TIMSS 談影響學生科學學習的因素。《研習資訊》，22(2)，36-47。
- 陳新豐、方金雅、王靜如、林曉雯(2012，6 月)。不同試題表徵科學語言閱讀理解測驗之發展。論文發表於第一屆「閱讀評量與教學」理論與實務研討會。高雄市：高雄師範大學。
- 程炳林、陳正昌、陳新豐(2011)。結構方程模式。載於陳正昌、程炳林、陳新豐、劉子鍵(主編)，多變量分析方法—統計軟體應用(頁 539-704)。臺北市：五南。
- 黃毅志(2000)。台灣地區民眾地位取得之因果機制：共變結構分析。《東吳社會學報》，5，213-248。
- 楊文金、陳世文(2008)。科學漢語與科學英語論述特質的比較-以「觀念物理」文本為例。《師大學報：科學教育類》，53(1)，113-139。
- 謝孟穎(2003)。家長社經背景與學生學業成就關聯性之研究。《教育研究集刊》，49(2)，255-287。
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the Evaluation of Structural Equation Models. *Journal of the academy of marketing science*, 16, 74-95. DOI: 10.1007/BF02723327.
- Burt, K. B., & Scott, J. (2002). Parent and adolescent gender role attitudes in 1990s Great Britain. *Sex Roles*, 46(7/8), 239-245. DOI: 10.1023/A:1019919331967.
- Camnapp, R. (2002). *The Logical Syntax of Language*. Oprn Court Publishing.
- Chen, S.-F., & Wang, J.-R. (2009). *Relationship of Students' Basic Science Literacy: An Empirical Exploration of learning behavior, learning motivation, technology using and extra-curriculum activities*. Paper presented at the 2009 International Conference of East-Asian Science Education, Taiwan, Tapieci.

- Fang, Z. (2006). The Language Demand of Science Reading In Middle School. *International Journal of Science Education*, 28(5), 491-520. DOI: 10.1080/09500690500339092.
- Goodman, Yetta M., & Marek, Ann. (1986). Children coming to know literacy. In W. Teale & E. Sulzby (Eds.), *Emergent literacy: Writing and reading*. Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- Halliday, M. A. K. (1993). The Analysis of Scientific Texts in English and Chinese. In M. A. K. Halliday & J. R. Martin (Eds.), *Writing Science: Literacy and Discursive Power* (pp. 304): Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Hwang, Y.-j. (2000). The Mechanism of Status attainment in Taiwan: A Structural Analysis of Covariance. *Soochow Journal of Sociology*, 5, 213-248.
- Kanyongo, G. Y., Certo, J., & Launcelot, B. I. (2006). Using regression analysis to establish the relationship between home environment and reading achievement: A case of Zimbabwe. *International Education Journal*, 7(5), 632-641.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*: The Guilford Press.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*: Ablex Publishing.
- Lin, S.-W., Wang, J.-R., Kao, H.-L., & Chen, S.-F. (2009). *Development of an instrument for measuring elementary students' listening comprehension on science*. Paper presented at the International Conference of East-Asian Science Education, Nation Taipei University of Education, Taipei City, Taiwan.
- Love, N. (2009). Science, language and linguistic culture. *Language & Communication*, 29(1), 26. DOI:10.1016/j.langcom.2008.04.001.
- McCormick, S., & Zutell, J. (2011). *Instructing students who have literacy problems* (6 ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- McDonald Connor, C., Son, S.-H., Hindman, A. H., & Morrison, F. J. (2005). Teacher qualifications, classroom practices, family characteristics, and preschool experience: Complex effects on first graders' vocabulary and early reading outcomes. *Journal of School Psychology*, 43(4), 343-375. DOI: 10.1016/j.jsp.2005.06.001.

- Raudenbush, Stephen W., & Kasim, Rafa M. (1998). Cognitive Skill and Economic Inequality: Findings from the National Adult Literacy Survey. *Journal Harvard Educational Review*, 68(1), 33-80.
- Samuelstuen, M. S., & Braten, I. (2005). Decoding, knowledge, and strategies in comprehension of expository text. *Scandinavian Journal of Psychology*, 46(2), 107-117. DOI: 10.1111/j.1467-9450.2005.00441.x.
- Scott, J. (2004). Family, Gender, and Educational Attainment in Britain: A Longitudinal Study. *Journal of Comparative Family Studies*, 35(4), 565-589.
- Wang, J.-R., Chen, S.-F., Tsay, R.-F., Chou, C.-T., Lin, S.-W., & Kao, H.-L. (2011a). Developing a Test for Assessing Elementary Students' Comprehension of Science Texts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(4), 955-973. DOI: 10.1007/s10763-011-9307-y.
- Wang, J.-R., Chen, S.-F., Tsay, R.-F., Chou, C.-T., Lin, S.-W., & Kao, H.-L. (2011b). Development of an Instrument for Assessing Elementary School Students' Written Expression in Science. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 20(2), 276-290.
- Yang, W.-G., & Chen, S.-W. (2008). A Comparison of the Discourses of Science Texts in English and Mandarin on Newton's First Law of Motion. *Journal of National Taiwan Normal University: Mathematics & Science Education*, 53(1), 113-137.
- Young, Edyth. (2005). The Language of Science, The Language of Students: Bridging the Gap with Engaged Learning Vocabulary Strategies. *Science Activities*, 42(2), 12-17. DOI:10.3200/SATS.42.2.12-17.

Structural Equation Modeling Analysis of Factors Affecting Science Language Achievement Among Elementary Students

Shin-Feng Chen

National Pingtung University of Education

chensf@mail.npue.edu.tw

Abstract

The purpose of this research is to investigate the factors affecting elementary students' science language achievement. In order to evaluate the influence of family status and learning resources on students' science language achievement, multi-group invariance analyses between genders were also conducted. A three-stage stratified cluster sampling design was implemented, resulting in a sample of 603 test takers from 27 classes in 20 schools. Study tools consisted of a survey questionnaire based on a research of scientific literacy development database, an online test of the oral comprehension of scientific literacy, and an online test of reading comprehension of scientific literacy for elementary students. Structural Equation Modeling was used to verify the fitness between theoretical model and empirical data and the finding revealed exceptional nice fit. Multi-group invariance analyses between genders also showed an excellent level of model fitness. That is to say, three factors, education status of the father, that of the mother and family learning resources, are contributing major influence to elementary students' science language achievement. Among them, the education status of the father had a greater impact on students' science language achievement than family learning resources.

Keywords: Multi-group Analysis, Science Language, Structural Equation Modeling, Reading Comprehension