

國小六年級學生科學生涯選擇之探討

馬宜平

國立高雄師範大學工業科技教育學系博士生

荊溪昱

國立高雄師範大學工業科技教育學系兼任副教授

中文摘要

本研究以社會認知生涯理論為基礎，旨在透過PISA 2006學生問卷中有關科學「自我效能」、「結果期待」、「興趣」與「生涯意向」的相關題目組成問卷，進行資料分析，企圖建構一套國小學生科學生涯選擇的因素結構模型，並進一步探究科學學業成就對科學生涯選擇的影響與不同性別學生在科學生涯選擇上的差異。

本研究發現，國小六年級學生科學生涯選擇模式與社會認知生涯理論中的生涯選擇模式略有不同，科學自我效能對科學生涯意向的迴歸係數不顯著，但科學自我效能仍能透過科學結果期待與科學興趣對科學生涯意向產生間接影響，且在校科學成績僅和科學自我效能相關，和文獻探討指出個人的學業成就也會對結果期待產生直接影響相悖。另外，影響國小六年級學生未來是否選擇以科學作為生涯發展方向的因素，並未呈現性別差異的存在，唯女學生在此階段已出現負向的科學生涯意向表現，是值得注意的現象。

關鍵詞：社會認知生涯理論、結構方程式模型、科學生涯意向

A Study on Science-related Career Choice of Six Graders in Elementary School

I-Ping Ma

Doctoral Department Of Industrial Technology Education National Kaohsiung Normal University

Yu Jing-Xi

Adjunct Associate Professor

Abstract

Based on social cognitive career theory, the aim of this study was to develop and examine a set of elementary school students' science-related career choice structural equation modeling by analyzing data from 2006 PISA questionnaires which contained questions of science self-efficacy, science outcome expectation, science interest, and science career-choice intentions. In addition, this study also centered on investigating how gender and science performance level effects elementary school students' science-related career choice.

The findings of this study revealed that elementary school six graders' science-related career choice modeling is slightly different from career-choice modeling of social cognitive career theory in two ways. On one hand, the standardized regression of science self-efficacy on science-related career-choice intentions is not significantly different. Science self-efficacy only has indirect influence on science-related career-choice intentions through science outcome expectation and science interest. On the other hand, science performance level is significantly related to science self-efficacy but not significantly related to outcome expectation.

Furthermore, in terms of the effect on elementary school six graders' science-related career choice, gender shows no significant difference. However, it's noteworthy that negative attitude toward science-related career choice is already appeared on six-grade female students in elementary school.

Finally, according to the findings, some suggestions for future applications were proposed on the basis of the discussions provided in this study.

Keyword: social cognitive career theory, structural equation modeling, science-related career-choice intentions

壹、前言

一、 研究背景與動機

依據教育部統計處所公布的「大專院校學生就讀類科之比率」統計結果顯示，從 97 與 107 學年度的比較可看出，國內學生不論是就讀於學士、碩士或博士班，選擇「科技類科」的人數皆是呈現下滑的趨勢（教育部，2018）。因此，有鑑於這個現象，不禁使吾人對我國未來科學相關領域的人力資源展望感到擔憂。

表1 就讀科技類科學生比率比較表

就學階段	97學年度	107學年度
大學	45.6%	40.9%
碩士	46%	45.2%
博士	68.7%	59.2%

深究這種現象發生的最主要原因，有部分研究表示是由於學生對相關領域的學習興趣下降所造成的（Basalyga, 2003），才會產生學生在選擇科系時有所偏廢的現象，但事實真的是如此嗎？是否還有其他因素的影響？唯有能確認真正的影響因素，才能對症下藥。因為在一個科技佔主導地位的世界裡，相關領域的人力資源是一個國家競爭力的重要因素，若放任此種狀況持續下去，未來從事相關行業的人才將不敷需求，對國家的產業發展將會是一大危機（張玉山、楊雅茹，2014）。

有鑑於上述研究背景的觀察，使吾人對了解個人的科學生涯選擇產生了興趣，希望透過對社會認知生涯理論的認識，進一步探究國小六年級學生的科學生涯選擇模式，希望透過模式的認識，能從小了解影響學生朝向科學領域發展生涯的因素為何，才能著手改善，以挽救我國在該領域逐漸下滑的人力資源。然而，該如何架構初始模式？相關問卷的內容是否符合設計的規準？這些問題在在都需要近一步的深入探討。

二、 研究目的

基於上述，本研究旨在探討影響國小六年級學生科學生涯選擇的模式，因此歸納本研究之研究目的如下：

- (一) 探究國小六年級學生科學生涯選擇模式
- (二) 了解科學學業成就對學生科學生涯選擇的影響
- (三) 比較不同性別學生科學生涯選擇的差異

貳、文獻探討

一、從社會認知生涯理論看生涯意向

社會認知生涯理論最早由 Lent, Brown 與 Hackett 於 1994 年提出，強調自我效能、結果期待和選擇目標（生涯意向）之間的關係，並且考慮學生背景及情境因素，再參考職業理論，繼而增加了興趣、成就能力等變項，綜合分析出對生涯選擇行為的影響，並整合成生涯選擇模式，非常適用於探討和解釋某一學科領域如何形成生涯意向的問題（余民寧、趙珮晴、陳嘉成，2010），其模式如下圖。

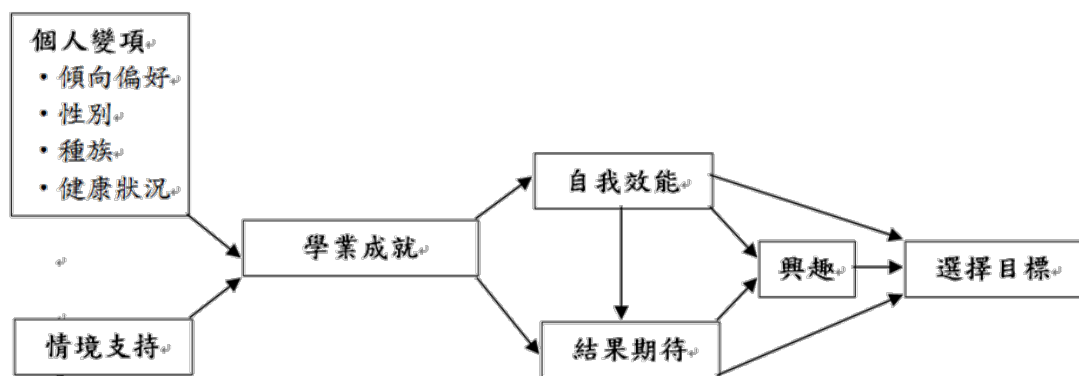


圖 1 生涯選擇模式路徑分析圖

資料來源：Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unified social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45 (1), 93.

再進一步歸納各主要變項彼此的關係，其基本主張有三，第一，正向的自我效能會產生正向的結果期待，而兩者均會引發「興趣」的產生；第二，個人的興趣會影響生涯意向，生涯意向又會影響所採取的行動，因此興趣是預測生涯意向最主要的因素；第三，生涯意向也可能受到自我效能和結果期待的直接影響（Lent et al., 1994）。

因此，將上述的結論合理的推論至科學領域，可得到「當學生覺得有信心學好科學或解決科學問題（科學自我效能），便會預期從事科學活動會帶來正向的結果（科學結果期待），而在科學自我效能與結果期待的共同作用下，學生會對科學產生興趣（科學興趣），進而產生以科學相關領域作為其升學或生涯發展的方向（科學生涯意向）」（簡晉龍、任宗浩，2011）。

然而，社會認知生涯理論對生涯選擇行為的分析是一概括性的主張，相信若將理論模式應用到不同領域或研究對象恐會產生差異，因此有必要對模式的演變做一概略性的介紹。

田秀蘭（2003）曾利用生涯選擇模式探討高中學生職業自我效能、結果預期、興趣及選擇行為之間的關係。發現此一模式對臺灣地區高中學生的適用性並不高，但對高中女生而言，在藝術及社會兩個類型方面的資料獲得支持，職業自我效能與結果預期可以解釋興趣，且職業結果預期對興趣的預測力要比職業自我效能對興趣的預測要來得強；而職業興趣的確可以影響選擇行為，但職業自我效能及結果預期對選擇行為則無明顯的預測力，其研究結果之路徑模式如下。

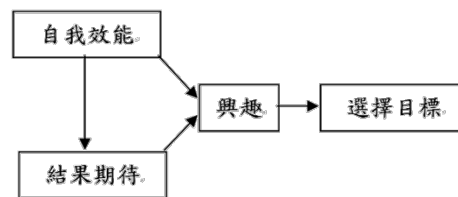


圖 2 臺灣地區高中女生藝術與社會職業選擇模式路徑分析圖

余民寧等（2010）進一步參考生涯選擇模式，改以 Trends in International Mathematics and Science Study（簡稱 TIMSS）2003 年國中生資料驗證之，試圖探究影響國中學生在選擇數學職業意圖的因素。研究發現，數學興趣受結果期待與自我效能的直接影響，而數學成就則是產生間接影響；至於選擇數學職業意圖則受結果期待與興趣的直接影響，而數學成就與自我效能則是產生間接影響，其研究結果之路徑模式如下。

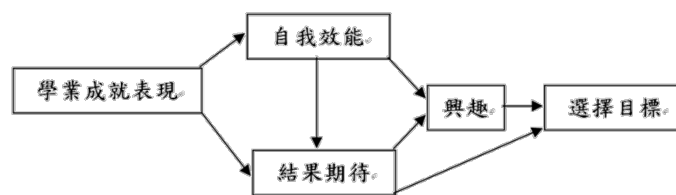


圖 3 臺灣地區國中學生數學職業選擇模式路徑分析圖

與前述研究雷同，余民寧與趙珮晴（2010）改探究影響國中學生在選擇科學職業意圖的因素，研究發現，科學自我效能和結果期待對興趣均有顯著的直接影響關係，而且科學自我效能亦可以對結果期待產生影響，但是科學成就僅能影響學生的自我效能，且科學自我效能和結果期待中僅科學結果期待顯著的直接影響職業意圖，其研究結果之路徑模式如下。

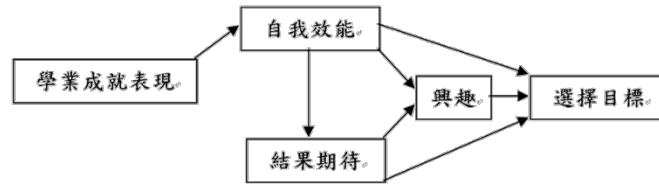


圖 4 臺灣地區國中學生科學職業選擇模式路徑分析圖

而簡晉龍與任宗浩（2011）則改以PISA 2006年國中生資料驗證之，其研究結果大致與余民寧與趙珮晴（2010）的研究發現相同，唯認為科學結果期待對生涯意向的預測會稍高於科學興趣對生涯意向的效果，與傳統認為興趣是影響選擇目標的關鍵因素，而結果期待則較不重要的看法不同。但同樣以PISA 2006年國中生資料來驗證生涯選擇模式的研究，研究卻未能發現科學自我效能對生涯意向有正向顯著的影響（陳文詠，2017）。

綜上所述，在在證明社會認知生涯選擇模式的複雜性，但也同時提醒我們對其了解的侷限性。因此，為求能釐清該模式的真實面貌，只能期望透過不斷的研究，才能幫助我們對生涯選擇預測做出更準確的判斷。

二、生涯選擇模式相關研究之比較

由於本研究希望能了解學生以科學相關領域做為未來生涯選擇方向的模式為何，因此本研究將以生涯選擇模式為基礎，進行該模式的驗證及修正，故有必要對此模式的相關研究進行了解。

（一）「結果期待」在模式中的影響力有待持續驗證

觀察前面的理論模式與修正模式，我們知道在原始的生涯選擇模式中，興趣是生涯意向最重要的影響因素，而結果期待也具有直接的影響效果（Lent et al., 1994）。但應用在數理相關領域時，有研究顯示結果期待對生涯意向沒有直接效果，且結果期待也不如自我效能與興趣之間有著非常顯著的正向關係（Lent, Lopez, Lopez, & Sheu, 2008）；然而 Fouad 與 Smith 於 1996 年所做的相關研究，卻又得出結果期待對生涯意向的預測力是大於興趣的結果；甚至還有研究發現，對臺灣的中學生而言，興趣雖然是科學生涯意向的重要原因之一，但科學是否對未來就業有幫助或學習科學是否能帶來好的結果，似乎才是更重要的考量因素（簡晉龍、任宗浩，2010）。因此，由上述可知「科學結果期待」在科學生涯選擇模式中的影響程度，需要被持續驗證，以就其精確性。

（二）「學業成就」在模式中的影響力有待持續驗證

在原始的生涯選擇模式與其他修正模式中，認為學業成就可以透過自我效能與結果期待對興趣與生涯意向產生間接影響。但許多關於此模式的實徵研究卻不是如此，早年有研究曾探討高中不同類組學生在各種性向測驗的表現，發現性向測驗可能會因為所選類組而有所差異（呂祖琛，1971），間接透露學生會因為學科能力表現來挑選類組，也就是說學業成就對生涯意向產生了直接的影響。另外也有其他研究同樣高度肯定「學業成就」在社會認知生涯理論模型中的重要性，例如從高中生在教室的表現來預測其成就動機所做的研究就指出個體的學業成就與成就動機呈正相關，將影響自我效能，同時也影響個人的學習興趣與未來科系的選擇（Greene, Miller, Crowson, Duke & Akey, 2004）。又如為了解影響學生繼續選擇化學課程就讀因素的研究，則針對學生進行了化學態度經驗量表的調查，並且與部分學生進行深度訪談後，發現影響學生繼續就讀化學課程的主要因素即是自我是否能有效的掌握化學課程的學內容（Dalgety & Coll, 2006）。而 Wobmann, Ludemann, Schutz 與 West（2007）則進一步將研究對象擴展到經濟合作暨發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD）中 37 個會員國的中學生所接受的 PISA 2003 測驗，從測驗結果進行跨國與跨東西方不同文化的比較，研究發現考試成績和教師評定對於學生的生涯選擇有顯著影響。

由上述研究可發現，學生會藉由自己的學業成就，來選讀合適的科系，以符合自身的表現（Bifulco, Ladd & Ross, 2009），學生本身對職業科系選擇的看法，可能透過學業成就促使學生對此一領域的興趣更加明確與固定，逐漸形成未來從事某種職業的意圖，進一步具體內化成實際行動而做出選擇，因此學業成就可說是影響生涯意向的重要因素（Ashton, 2008）。

但若上述為真，以臺灣學生在國際上一向擁有優秀的科學能力表現來看，臺灣的科學相關領域人才應該是不虞匱乏才對，又怎會有如早年張裕經、李至寬、黃清信與楊梓青於 2001 年表示的「我國資訊人力長期面臨嚴重不足問題」？以及阮炳嵐與陳昱志於 2004 年指出的「科技產業界有人才招募不易的情形」？又如近期監察院針對「我國潛藏之科技人才流失與高等研發人力分布失衡課題」所進行的調查報告中指出「國內外多項評比皆透露我國人才短缺的現象十分突顯，尤以科技人才部分更形嚴峻」（監察院，2016），而教育部最新的統計資料也能佐證監察院的報告結果為真，報告顯示近年我國大專生願意投入科技類科的比例的確下降，雖然私立科技大學校院協進會理事長唐彥博分析這是因為政府缺乏重大政策引導，但政府近年積極發展「五加二」創新產業（智慧機械、綠能科技、亞洲矽谷、生醫產業、國防產業、新農業、循環經濟及數位經濟），也帶動科學及工程專業人員相關人力的需求，但比較 97 與 106 學年度大專院校學生就讀科

技類的占比下降了 5.1 個百分點（教育部，2018），107 學年度依然維持下降的趨勢，但反觀社會類及人文類卻同步走高。然而，自 TIMSS 1999 以來，我國四年級和八年級學生的數學和科學成就表現傑出，一直維持水準（張俊彥、李哲迪、任宗浩、林碧珍、張美玉、曹博盛、楊文金、張瑋寧，2015）；再參考 PISA 2018 的報告，臺灣學生的數學與科學表現，也依舊顯著高於 OECD 平均，維持優異。這些學業成就與生涯選擇違和的現象是否在在顯示學科能力對未來生涯的目標選擇影響有限？是值得我們進行深入研究的一個好問題。

（三）「不同領域或研究對象」對模式的相容程度有待持續驗證

經過前述的分析，我們會發現將理論模式應用到不同科學領域，恐因學科特性的不同，模式會需要做適度的調整或修改（簡晉龍、任宗浩、張淑婷，2008）。其次，將原始生涯選擇模式用於解釋不同研究對象所反應出的表現時，結果也不盡相同。尤其，該模式較少用來觀察兒童的性向選擇與發展，若能將研究對象擴及至國小階段的學生，或許有助於我們擴大該模式的利用性，並探討該模式在不同年齡層的差異性。這兩點是我們在利用該模式解釋生涯發展相關現象時，要特別留意之處。

因此，本研究根據上述文獻探討，參考社會認知生涯理論的生涯選擇模式，將以國小六年級學生為研究對象來進行該模式的驗證，並挑選研究對象的科學自我效能、結果期待、興趣、生涯意向等歷程因素進行分析，以建立影響國小六年級學生科學生涯選擇的因素結構關係模式，且有鑑於社會認知生涯理論乃假設學業成就對生涯意向沒有直接影響，與部分文獻相悖，故本研究也將企圖針對科學學業成就對學生日後科學生涯意向的影響程度做一番了解，進一步探討研究對象科學學業成就對科學生涯意向的影響。

三、不同性別學生在科學生涯選擇上的差異

依據教育部（2018）106 學年度高中「專業群科之選讀群別」的統計，男學生傾向就讀工業類學科，而女學生則以人文藝術類學科為主；再看到大專校院，教育部（2016）在「大專校院就讀系所的概況」的統計也有雷同的發現，從學科三大屬性（人文、社會、科技）觀察，「男理工、女人文」的性別區隔仍然存在，這也延續了 100 學年度「我國高等教育女性學生概況」調查中所呈現的「科學」與「工程、製造及營造」仍屬男性專擅場域（教育部，2013）的現況。

進一步從「我國與 OECD 各國女性高等教育之學科領域暨性別差異分析」會發現，前述兩性就讀領域區隔之現象同樣存在於 OECD 國家中，例如，在 2006 年的資料呈現「工程」與「科學」領域依然維持男多於女，其中「工程」領域的

男女差異最為顯著，再和 2000 年的資料相較，在各領域所占比率多數呈現逐年增加之勢時，但「科學」領域卻依舊是下降的，且減幅也是最大的(教育部，2009)。

從上述官方統計資料來看，學生對科系的選擇仍與社會對性別傳統的期待與應有成就相符，亦即男學生應該要擅長理工，因此被期待選擇理工科系就讀，而女學生則相反(余民寧、趙珮晴，2010)。但事實上，從近年來國際大型資料庫的科學成就評量來看，臺灣男、女學生的科學成就表現並無顯著差異，卻為何在科學生涯選擇的意願上有所差異？在就學過程中，是什麼因素使兩性在科學生涯選擇的態度上產生差異？又或是影響科學生涯選擇意願的路徑本就存在著兩性差異(簡晉龍、任宗浩，2011)？

因此，如何引發不同性別的學生在科學學習方面的興趣、信心、期待，並取得高成就，進而願意以科學為生涯發展的方向，一直是從事性別與科學教育工作者的期望與目標，也是科學教育的重要議題之一。所以，要了解學生的「科學生涯選擇」，就不能忽略了「性別差異」這個主題(簡晉龍、任宗浩，2011)。

參、研究方法

本研究以社會認知生涯理論中的生涯選擇模式出發，旨在了解影響我國國小六年級學生科學生涯選擇的因素為何，並嘗試解釋相關現象。

一、研究架構

本研究以社會認知生涯理論為基礎，為了解國小六年級學生科學生涯選擇的模式與相關影響因素，根據文獻，本研究提出待檢驗的模式中所探討的變項包括科學「自我效能」、「結果期待」、「興趣」、「生涯意向(選擇目標)」，藉由模式的驗證來達成研究目標，其路徑間的關係如圖 5 的結構模式。

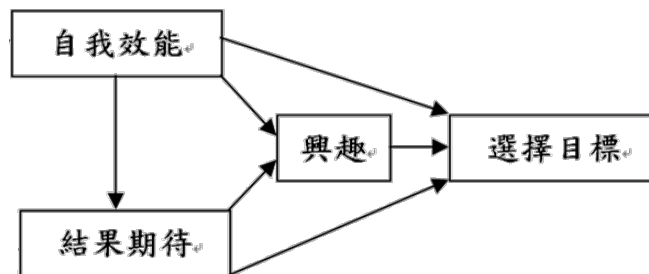


圖 5 研究概念模式

根據前面的文獻探討，本研究預期學生在「科學興趣」的差異，很可能透過科學「自我效能」及「結果期待」兩個因子而來；更重要地，學生在「科學生涯

意向」的差異，很可能是透過科學「自我效能」、「結果期待」與「興趣」共同作用而產生。

然而，有鑑於社會認知生涯理論乃假設「學業成就」對「興趣」與「選擇目標」沒有直接影響，與部分實證性研究結果相悖，且性別也可能隱含不同的機會結構，不同的性別影響其科學生涯選擇的相關因素也可能不完全相同。故本研究也將針對科學學業成就、性別與科學自我效能、結果期待、興趣與生涯意向的相關性與差異性做了解。

二、 研究假設與實驗設計

(一) 研究假設

- 1.科學生涯選擇模式期望共變異數矩陣與樣本共變異數矩陣沒有差異
- 2.科學學業成就、自我效能、結果期待、興趣、生涯意向彼此間有顯著相關。
- 3.不同性別在科學學業成就、自我效能、結果期待、興趣、生涯意向的得分情形有顯著差異。

(二) 實驗設計

本研究先以結構方程模式分析的方法，以圖 2 的模式為研究概念模式，進行「潛在變項路徑分析」，以檢驗影響國小六年級學生科學生涯選擇的模式。

再以積差相關分析，探究科學學業成就分別與科學自我效能、結果期待、興趣、生涯意向兩兩變項間的相關情形，以及不同性別學生在上述變項的表現有何差異，以了解在不同情形下，模式中各影響因素的影響程度。

三、 研究對象

本研究以高雄市立某國小 107 學年度六年級學生為研究對象，以班級為單位，選取其中五個班，研究對象之班級、性別分配、人數如下表所示。

表2 研究對象整理表

班級	女生人數	男生人數	總人數
六年甲班	13	16	29
六年乙班	12	15	27
六年丙班	13	15	28
六年丁班	13	15	28

六年戊班	13	15	28
總計	64	76	140

四、 研究工具

本研究將以問卷調查方式進行，問卷題項係從PISA 2006學生問卷中選取而來，且根據前面的文獻探討，會發現透過科學自我效能、結果期待與興趣，能影響個人的科學生涯意向，因此題目的選取即以此為標準，選取PISA 2006學生問卷中有關科學「自我效能」、「結果期待」、「興趣」與「生涯意向」的相關題目組成問卷，以下統稱該問卷為「科學生涯選擇問卷」（表3-1~4）。

在進行「科學生涯選擇問卷」的施測前，有向家長與學生說明施測目的及問卷題目來源，並請反對施測的家長於聯絡簿中告知即可，施測時，也有再次尋問學生的意見，若學生表示不想受測，即不需受測。

另外，由於社會認知生涯理論模式認為「學業成就」會直接影響「自我效能」與「結果期待」，進而對「興趣」與「生涯意向」也產生間接影響，故本研究將利用研究對象距離本研究最近一次的自然與生活科技領域學期（106學年度第二學期）成績做為「學業成就」的數據（研究對象的該項成績皆是由同一位老師負責評定），以進行相關分析。

在研究正式進行之前，將針對「科學生涯選擇問卷」進行預試，問卷中科學「自我效能」、「結果期待」、「興趣」及「生涯意向」四個構面共 20 題的高低分群鑑別力檢定結果，t 值均達顯著差異，因此預試的所有題目並沒有因為不具鑑別力而需要刪除，因此全部題目予以保留至下一階段的問卷施測之中。

表 3-1 科學自我效能構面問卷題項

構面	題目內容
科學自我效能	SSC1 對我而言，學習自然科學課題很容易。
	SSC2 我經常能在自然自然科學課題的考試中有好的表現。
	SSC3 我很快便學會了自然科學課題。
	SSC4 對我而言，自然科學課題是簡單的。
	SSC5 上自然科學課時，我能充分了解所教的概念。
	SSC6 我很容易了解自然科學的新觀念。

表3-2 科學結果期待構面問卷題項

構面	題目內容
科學結果期待	SOE1 努力學習自然科學學科是值得的，因為這對我以後想要從事的工作有幫助。
	SOE2 我在學校所學的自然科學學科是很重要的，因為我以後想要修讀的課程需要這些知識。
	SOE3 我學習自然科學，因為我知道這對我很有助益。

SOE4 對我而言，學習自然科學學科是很值得的，因為我的所學將會對我的前途有幫助。

SOE5 我將會在我的自然科學學科學到許多對我未來就業很有幫助的東西。

表3-3 科學興趣構面問卷題項

構面	題目內容
科學興趣	SI1 當我學習科學課題時，我通常感到開心。
	SI2 我喜歡閱讀科學方面的書籍。
	SI3 我樂意做科學的作業。
	SI4 我喜愛獲得科學的新知識。
	SI5 我對學習科學感到興趣。

表3-4 科學生涯意向構面問卷題項

構面	題目內容
科學生涯意向	SG1 我想要從事與科學有關的工作。
	SG2 國中畢業後，我想要就讀與科學相關的科系。
	SG3 我想要終身從事高等科學研究。
	SG4 長大成人後，我希望從事科學研究工作。

肆、研究結果

以下主要針對問卷調查回收的樣本探討實證資料分析，內容包括研究模型變數的縮減、問卷信效度評估、模型不變性分析及影響因素相關性比較，並藉此對研究模式及假設加以驗證。

一、SEM之基本統計資料

(一)研究模式變數縮減（驗證式因素分析）

本研究有四個一階構面，分別為「科學自我效能」、「科學結果期待」、「科學興趣」及「科學生涯意向」等，各構面觀察變項經CFA分析後，標準化係數都超過或接近0.7，殘差均為正值而且顯著，顯見無維犯估計。組成信度介於0.88~0.94之間，超過0.7的標準，平均變異數萃取量介於0.6~0.79，超過0.5的標準，配適度在可接受的範圍，因此20題全部保留做為後續分析。

(二)建構信度及效度

構面效度的檢定在所有的構面中是具有廣泛意義的，構面是潛在的變項，由於潛在變項無法直接測量，因此需要透過理論的研究，利用觀察變數加以間接測量，並根據理論決定構面與構面之間的相關。CFA被廣泛應用於驗證選擇模式的測量工具，是否真的能代表該構面？當我們引用了前人的測量工具，我們並不知這些題目是否完全適用於我們研究的母體，因此必須加以檢定，檢定的過程中可

能發現某些題目信度不好，並不屬於這個構面，此時應予以刪除。

收斂效度是利用同一構面中變數之間相關程度的大小加以評估，又稱為內部一致性效度，主要是確保一個構面的變數之間至少有中度的相關。本研究模型總共有四個構面，所有 CFA 構面分析結果，整理成表 4，大致符合「收斂效度」的標準（Hair, Anderson, Tatham & Black, 2009），所以本研究四個構面均大致具有收斂效度。

表4 各構面收斂效度彙整表

構面	題號	標準化 因素負荷量 (≥ 0.7)	多元相 關係數 的平方 (SM $C \geq$ 0.5)	組成信度 ($C.R. \geq 0.7$)	平均變異數 萃取量 ($AVE \geq 0.5$)
科學自我效能	SSC1	0.828	0.686	0.913	0.636
	SSC2	0.740	0.547		
	SSC3	0.799	0.638		
	SSC4	0.817	0.667		
	SSC5	0.799	0.532		
	SSC6	0.80	0.639		
科學結果期待	SOE 1	0.823	0.678	0.842	0.520
	SOE 2	0.891	0.793		
	SOE 3	0.743	0.552		
	SOE 4	0.915	0.838		
	SOE 5	0.844	0.712		
科學興趣	SI1	0.716	0.513	0.880	0.598
	SI2	0.692	0.479		
	SI3	0.695	0.482		
	SI4	0.894	0.799		
	SI5	0.847	0.717		
科學生涯意向	SG1	0.860	0.739	0.935	0.783
	SG2	0.915	0.838		
	SG3	0.844	0.713		
	SG4	0.917	0.841		

整體而言，以上統計結果顯示資料符合測量模式的預期，且確證性因素的分析結果顯示本研究測量工具的品質具有良好的構念效度，後續研究之分析將以此測量模式作為基礎。

二、SEM之參數估計及適配度檢定

(一) 研究結構模型估計

應用SEM作為理論模型的驗證時，不錯的模型配適度是SEM分析的必要條件，配適度可呈現研究模型所估算出來的期望共變異數與樣本共變異數矩陣一致性的程度，配適度愈好即代表模型與樣本愈接近。

1. 國小六年級學生科學生涯選擇的結構模型

國小六年級學生科學生涯選擇結構模型分析如圖6，但模型的分析結果得到p值為.000，是顯著的結果，拒絕H₀，意即模型不配適。後利用Bollen-Stine p值校正法，修正模型卡方值，檢驗模型配適度，調整缺乏多元常態分配的資料。模型在經過1000次的bootstrap之後，得到953次的模型是配適良好，下一個出現差的模型的機率是p=0.047，表示最大似法所估計的p值顯著是因為樣本數過大所造成，而不是模型配適度不好所造成。

Bollen-Stine p correction 分析的卡方值為 223.035，而原來的 ML 卡方值為 300.364，由於 Bollen-Stine 計算的卡方值變小了，因此所有的配適度指標需重新計算，計算結果如表 5，所有的指標均符合一般 SEM 分析的準則(張偉豪, 2013)，表示這個模型沒有問題，除了 AGFI 不到 0.9 以上的標準，但仍然符合 MacCallum 與 Hong (1997) 建議的 0.8 以上的水準，因此這個模型有不錯的配適度。

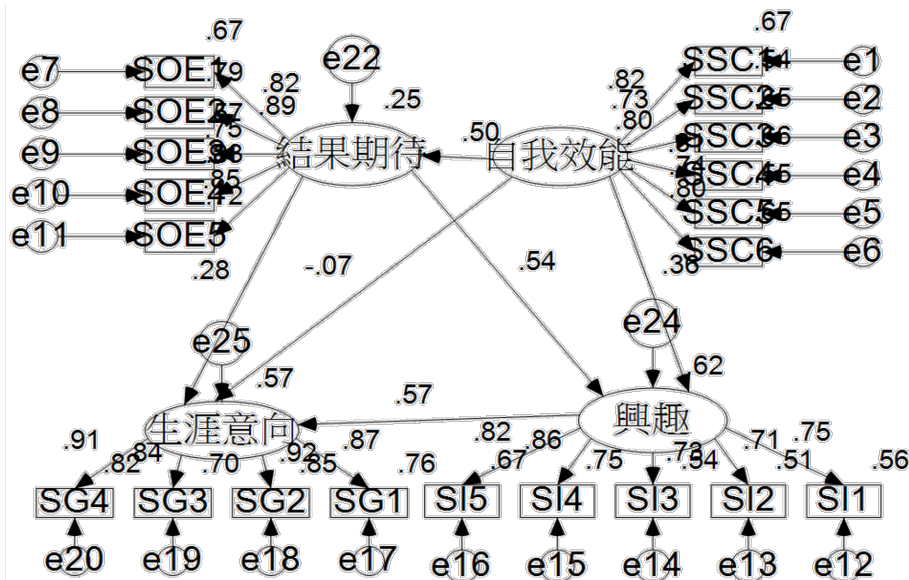


圖 6 國小六年級學生科學生涯選擇結構模型

表5 Bollen-Stine p correction國小六年級學生科學生涯選擇模型配適指標

配適指標	理想要求標準	國小六年級學生 科學生涯選擇模式
χ^2	越小越好	300.364 (p=0.000)
χ^2/df	<3	1.831 (df=164)
χ^2 (Bollen-Stine p)	越小越好	223.035 (p=0.952)
GFI	>0.9	0.91
AGFI	>0.8	0.87
RMSEA	<0.06	0.05
SRMR	<0.08	0.0571
TLI (NNFI)	>0.95	0.97
IFI	>0.9	0.97
CFI	>0.9	0.97

2. 國小六年級學生科學生涯選擇的結構模型路徑係數

在國小六年級學生科學生涯選擇結構統計模型中，由表 5 的研究結果可知，除了自我效能對生涯意向的迴歸係數不顯著之外，其餘的構面兩兩之間均呈現顯著的影響。

表5 國小六年級學生科學生涯選擇的結構模型路徑係數

構面	標準化估計值	非標準化估計值	標準誤	C.R. (t-值)	p-值	SMC (R ²)
自我效能→結果期待	0.502	0.69	0.125	5.502	***	0.252
自我效能→興趣	0.361	0.423	0.098	4.299	***	0.621
結果期待→興趣	0.543	0.462	0.078	5.957	***	
自我效能→生涯意向	-0.069	-0.102	0.134	-0.764	0.445	0.573
結果期待→生涯意向	0.284	0.307	0.112	2.734	**	
興趣→生涯意向	0.569	0.722	0.165	4.375	***	

3. 中介效果

(1) 結果期待在自我效能與興趣間的中介效果

表 6-1 顯示間接效果 (0.273, 0.502×0.543=0.273)，信賴區間 (0.174-0.404) 不包含 0，達顯著效果 (p < 0.05)，表示結果期待具有中介效果。在直接效果 (0.36)，信賴區間 (0.138-0.572) 不包含 0，達顯著效果。總效果 (0.633，總效果=直接效果+間接效果，0.36+0.273=0.633)，信賴區間 (0.428-0.805) 不包含 0，達顯著效果，顯示結果期待在自我效能與興趣間為部分中介效果。

表6-1 結果期待在自我效能與興趣間的中介效果摘要表

	估計值	p-值	信賴區間
間接效果			
科學自我效能→科學結果期待→科學興趣	0.273	< 0.05	0.174-0.404
直接效果			
科學自我效能→科學結果期待	0.502	< 0.05	0.325-0.671
科學結果期待→科學興趣	0.543	< 0.05	0.317-0.738
科學自我效能→科學興趣	0.36	< 0.05	0.138-0.572
總效果			
科學自我效能→科學興趣	0.633	< 0.05	0.428-0.805

(2)興趣在自我效能與生涯意向間的中介效果

表 6-2 顯示間接效果 ($0.477, 0.63 \times 0.757 = 0.477$)，信賴區間 ($0.302-0.779$) 不包含 0，達顯著效果 ($p < 0.05$)，表示興趣具有中介效果。在直接效果 (-0.043)，信賴區間 ($-0.292-0.145$) 包含 0，未達顯著效果。總效果 (0.434 ，總效果=直接效果+間接效果， $-0.043+0.477=0.434$)，信賴區間 ($0.291-0.576$) 不包含 0，達顯著效果，顯示興趣在自我效能與生涯意向間為完全中介效果。

表6-2 興趣在自我效能與生涯意向間的中介效果摘要表

	估計值	p-值	信賴區間
間接效果			
科學自我效能→科學興趣→科學生涯意向	0.477	< 0.05	0.302-0.779
直接效果			
科學自我效能→科學興趣	0.63	< 0.05	0.427-0.805
科學興趣→科學生涯意向	0.757	< 0.05	0.62-0.966
科學自我效能→科學生涯意向	-0.043	不顯著	-0.293-0.145
總效果			
科學自我效能→科學生涯意向	0.434	< 0.05	0.291-0.576

(3)興趣在結果期待與生涯意向間的中介效果

表 6-3 顯示間接效果 ($0.376, 0.719 \times 0.523 = 0.376$)，信賴區間 ($0.233-0.581$) 不包含 0，達顯著效果 ($p < 0.05$)，表示興趣具有中介效果。在直接效果 (0.285)，信賴區間 ($0.045-0.487$) 不包含 0，達顯著效果。總效果 (0.661 ，總效果=直接效果+間接效果， $0.285+0.376=0.661$)，信賴區間 ($0.542-0.767$) 不包含 0，達顯著效果，顯示興趣在結果期待與生涯意向間為部分中介效果。

表6-3 興趣在結果期待與生涯意向間的中介效果摘要表

	估計值	p-值	信賴區間
間接效果			
科學結果期待→科學興趣→科學生涯意向	0.376	< 0.05	0.233-0.581
直接效果			
科學結果期待→科學興趣	0.719	< 0.05	0.573-0.824
科學興趣→科學生涯意向	0.523	< 0.05	0.322-0.727
科學結果期待→科學生涯意向	0.285	< 0.05	0.045-0.487
總效果			
科學結果期待→科學生涯意向	0.661	< 0.05	0.542-0.767

另外，從變異數的報表 7 結果顯示，（一）所有的誤差變異數均為正值；（二）所有的誤差變異數均顯著，表示每個誤差變異數存在；（三）迴歸估計值並沒有超過 0.95；（四）沒有過大的標準誤（Hair et al., 2009），所以研究模型沒有違犯估計的情形發生。

表7 變數違犯估計檢定

變數名稱	估計值	標準誤 S.E.	C.R. (t-value)	顯著性 p 值
科學結果期待	0.543	0.093	5.831	***
科學自我效能	0.288	0.050	5.727	***
科學興趣	0.395	0.078	5.033	***
科學選擇意向	0.636	0.099	6.428	***
e1	0.262	0.036	7.212	***
e2	0.173	0.028	6.248	***
e3	0.232	0.030	7.635	***
e4	0.121	0.021	5.715	***
e5	0.210	0.030	6.919	***
e6	0.142	0.021	6.715	***
e7	0.214	0.029	7.416	***
e8	0.188	0.027	6.865	***
e9	0.183	0.027	6.801	***
e10	0.197	0.027	7.346	***
e11	0.202	0.029	6.882	***
e12	0.308	0.042	7.308	***
e13	0.372	0.050	7.515	***
e14	0.391	0.053	7.413	***
e15	0.146	0.025	5.939	***
e16	0.221	0.033	6.703	***
e17	0.200	0.030	6.698	***
e18	0.129	0.024	5.433	***
e19	0.233	0.033	7.166	***
e20	0.141	0.024	5.920	***

(二)研究模型的不變性檢定

本研究首先利用SPSS 19的隨機樣本分配功能，將140個樣本依近似50%的比例隨機分配。

從表8可以得到在假設研究者的模型是正確的情形下，將隨機分群的兩個群組做比較，第一步先將兩群之因素負荷量設定等同，結構模型共計有16個因素負荷量予以設定等同（DF=16），卡方值（CMIN）增加13.454，檢定結果P=.639，未達.05顯著水準，表示這16個因素負荷量予以設定等同是可以接受的，因此16個因素負荷量全等；接著，維持測量模型的限制外，再加6個結構路徑係數的設定（DF= 22-16=6），卡方值（CMIN）增加7.354（CMIN=531.085-523.731=7.354），檢定結果P=.289，未達.05顯著水準，表示這6個結構路徑係數予以設定等同是可以接受的，因此6個結構路徑係數全等；第三步，維持結構係數模型的限制外，再加7個變異數及共變異數的設定（DF=23-16=7），卡方值（CMIN）增加0.458（CMIN=531.543-531.085=0.458），檢定結果P=.499，未達.05顯著水準，表示這7個變異數及共變異數予以設定等同是可以接受的，因此7個變異數及共變異數全等。

另外，本研究不變性比較 ΔCFI 及 ΔTLI 幾乎均小於學者建議的 $|0.01|$ 與 0.05 的標準（Byrne, 2010），因此符合群組全等的要求，模型具有穩定性，符合交叉效度的標準。

表8 群組不變性比較表

模式	χ^2	df	Δdf	$\Delta\chi^2$	P	ΔCFI	ΔTLI	RMSEA	p close fit
研究概念模式	510.277	328	—	—	0.000	—	—	0.063	0.023
測量變數 權重模式	523.731	344	16	13.454	0.000	0.001	0.005	0.062	0.041
結構權重 模式	531.085	350	6	7.354	0.000	-0.001	0.001	0.061	0.044
結構共變 異數模式	531.543	351	1	0.458	0.000	0.000	0.001	0.061	0.046
結構殘差 模式	538.862	354	3	7.319	0.000	-0.001	-0.002	0.062	0.039
測量殘差 模式	595.450	374	20	56.588	0.000	-0.017	-0.011	0.066	0.007

三、科學學業成就與科學自我效能、結果期待、興趣與生涯意向的相關情形

在藉由 SEM 的統計分析確認了國小六年級學生的科學生涯選擇模式後，由於在其他科學領域的生涯選擇模式研究中，對於學業成就與性別在模式中所扮演

的角色，有不同的研究結果，故本研究以下將利用積差相關來進行分析，以釐清相關問題。

為了解學業成就對學生科學生涯選擇是否會產生影響，本研究利用研究對象在校自然與生活科技領域一學期的總成績與科學自我效能、結果期待、興趣與生涯意向進行統計分析。根據 SPSS 所得到的統計結果，我們可以整理成表 9 的積差相關分析摘要表。

表 9 積差相關分析摘要表 (N=140)

	1	2	3	4	5
1.科學成績	—				
2.科學自我效能	.25**	—			
3.科學結果期待	.03	.48**	—		
4.科學興趣	.11	.59**	.67**	—	
5.科學生涯意向	.02	.4**	.62**	.67**	—
平均數	19.5	15.69	15.52	9.68	92.66
標準差	3.49	3.74	3.45	3.31	6.51

** $p < .01$

由表 9 可知，科學自我效能、結果期待、興趣、生涯意向與「在校科學成績」的積差相關，只有科學自我效能與在校科學成績達到顯著性的正相關，其積差相關為 $r(138) = .25, p < .01$ 。

四、不同性別在科學學業成就、自我效能、結果期待、興趣與生涯意向得分的差異情形

在了解了學業成就對科學生涯選擇的影響後，本研究將進一步應用獨立樣本 t 檢定的方式來比較不同性別學生對模式中各變項的得分情形，以探討若要促進不同性別學生的科學生涯選擇，應加強的面向為何。

(一)不同性別在科學學業成就的差異情形

根據統計結果分析，男女學生的「在校科學成績」得分有顯著性的差異， $t(138) = -2.99, p < .01, \eta^2 = .06, 95\%CI[-5.16, -1.05]$ ，女生的得分 ($M=94.35$) 顯著高於男生的得分 ($M=91.24$)，其統計考驗力為 0.82。

表 10-1 不同性別受試者自然領域在校成績的獨立樣本 t 考驗摘要表

變項	組別 男 ($n=76$)		組別 女 ($n=64$)		t 值	p 值	95%CI		η^2	$1-\beta$
	M	SD	M	SD			LL	UL		
106 (下) 自然領域 在校成績	91.24	7.43	94.35	4.73	-2.99**	<.01	-5.16	-1.05	.06	.82

註： $df=138$

(二)不同性別學生在科學自我效能得分的差異情形

根據統計結果分析，男女學生的「科學自我效能」得分無顯著性的差異， $t(138) = 1.86$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .024$ ，95%CI[-0.07,2.26]，女生的得分（ $M=18.91$ ）無顯著低於男生的得分（ $M=20$ ），其統計考驗力為 0.46。

表 10-2 不同性別受試者科學自我效能得分的獨立樣本 t 考驗摘要表

變項	組別 男 ($n=76$)		組別 女 ($n=64$)		t 值	p 值	95%CI		η^2	$1-\beta$
	M	SD	M	SD			LL	UL		
科學自我效能得分	20	3.41	18.91	3.52	1.86	>.05	-0.07	2.26	.024	.46

註： $df=138$

(三)不同性別學生在科學結果期待得分的差異情形

根據統計結果分析，男女學生的「科學結果期待」得分無顯著性的差異， $t(138) = 1.27$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .012$ ，95%CI[-0.45,2.06]，女生的得分（ $M=15.25$ ）無顯著低於男生的得分（ $M=16.05$ ），其統計考驗力為 0.24。

表 10-3 不同性別受試者科學結果期待得分的獨立樣本 t 考驗摘要表

變項	組別 男 ($n=76$)		組別 女 ($n=64$)		t 值	p 值	95%CI		η^2	$1-\beta$
	M	SD	M	SD			LL	UL		
科學結果期待得分	16.05	3.71	15.25	3.76	1.27	>.05	-0.45	2.06	.012	.24

註： $df=138$

(四)不同性別學生在科學興趣得分的差異情形

根據統計結果分析，男女學生的「科學興趣」得分無顯著性的差異， $t(138) = 1.6$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .02$ ，95%CI[-0.22,2.08]，女生的得分（ $M=15.02$ ）無顯著低於男生的得分（ $M=15.95$ ），其統計考驗力為 0.36。

表 10-4 不同性別受試者科學興趣得分的獨立樣本 t 考驗摘要表

變項	組別 男 ($n=76$)		組別 女 ($n=64$)		t 值	p 值	95%CI		η^2	$1-\beta$
	M	SD	M	SD			LL	UL		
科學興趣得分	15.95	3.54	15.02	3.29	1.6	>.05	-0.22	2.08	.02	.36

註： $df=138$

(五)不同性別學生在科學生涯意向得分的差異情形

根據統計結果分析，男女學生的「科學生涯意向」得分有顯著性的差異， $t(138) = 2.93$ ， $p < .01$ ， $\eta^2 = .02$ ，95%CI[0.51,2.63]，女生的得分（ $M=8.83$ ）顯著低於男生的得分（ $M=10.39$ ），其統計考驗力為 0.36。

表 10-5 不同性別受試者科學生涯意向得分的獨立樣本 t 考驗摘要表

變項	組別 男 ($n=76$)		組別 女 ($n=64$)		t 值	p 值	95%CI		η^2	1- β
	M	SD	M	SD			LL	UL		
科學生涯意向得分	10.39	3.56	8.83	2.76	2.93**	<.01	0.51	2.63	.02	.36

註： $df=138$

五、不同性別學生在科學學習成就、自我效能、結果期待、興趣與選擇意向相關度的表現情形

由上述研究結果得知不同性別學生的「自然領域在校成績」與「科學生涯意向」得分有顯著性的差異，那麼不同性別學生在科學學業成就、自我效能、結果期待、興趣與生涯意向相關度的表現情形可能也會出現變化，需要做個分析比較。

(一)男學生

根據 SPSS 所得到的統計結果，我們可以整理成表 11-1 的積差相關分析摘要表。

表 11-1 積差相關分析摘要表 (N=76)

	1	2	3	4	5
1.成績	—				
2.科學自我效能	.23*	—			
3.科學結果期待	.08	.47**	—		
4.科學興趣	.19	.52**	.68**	—	
5.科學選擇意向	.13	.36**	.61**	.67**	—
平均數	91.24	20	16.05	15.95	10.39
標準差	7.43	3.41	3.71	3.54	3.56

** $p < .01$

由表 11-1 可知，科學自我效能、結果期待、興趣、生涯意向與「在校科學成績」的積差相關，只有科學自我效能與在校科學成績達到顯著性的正相關，其積差相關為 $r(74) = .23$ ， $p < .05$ 。

(二)女學生

根據 SPSS 所得到的統計結果，我們可以整理成表 11-2 的積差相關分析摘要表。

表 11-2 積差相關分析摘要表 (N=64)

	1	2	3	4	5
1.成績	—				
2.科學自我效能	.44**	—			
3.科學結果期待	.04	.48**	—		
4.科學興趣	.07	.67**	.64**	—	
5.科學選擇意向	-.04	.41**	.63**	.66**	—
平均數	94.35	18.91	15.25	15.02	8.83
標準差	4.73	3.52	3.76	3.29	2.76

** $p < .01$

由表 11-2 可知，科學自我效能、科學結果期待、科學興趣、科學選擇意向與「在校科學成績」的積差相關，只有科學自我效能與在校科學成績達到顯著性的正相關，其積差相關為 $r(62) = .44$ ， $p < .01$ 。

伍、結論與建議

以下將根據假設的研究問題，利用實證資料加以分析、探討，依其分析結果提出本研究的重要結論，並對其意義做深入的探討；其後說明本研究的研究限制，並對後續的研究提出建議。

一、 結論

本節綜合上述實證分析的結果，了解了國小六年級學生科學生涯選擇的面貌，並針對同樣的影響因素在不同的學習成就與性別的條件下，其彼此間的相關情形有何差異，及其造成的影響加以說明，以提出策略上的建議。

(一)國小六年級學生科學生涯選擇模式與社會認知生涯理論中的生涯選擇模式略有不同

從研究結果可以發現，在國小六年級學生科學生涯選擇模式中，「科學自我效能」和「科學結果期待」對「科學興趣」均有顯著的直接影響關係，而且「科學自我效能」亦可以對「科學結果期待」產生影響，但是不同於理論模式的是在研究概念模式的所有路徑中，只有科學自我效能對科學生涯意向的迴歸係數是呈現不顯著的，對「科學生涯意向」有顯著直接影響的只有「科學結果期待」與「科學興趣」，不過雖然直接效果不顯著，但科學自我效能仍能透過科學結果期待與

科學興趣對科學生涯意向產生間接影響。綜合整理，我們可以得到國小六年級學生的科學生涯選擇模式如下圖所示。

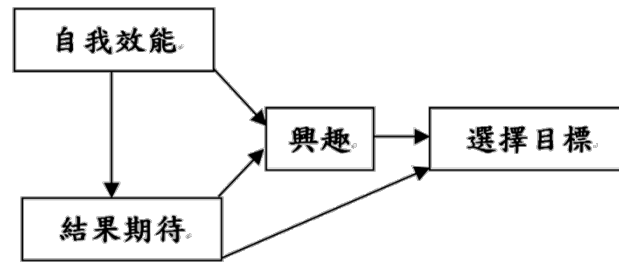


圖 7 國小六年級學生的科學生涯選擇模式

(二)在國小六年級學生科學生涯選擇模式中科學學業成就僅和科學自我效能相關

根據文獻探討，社會認知生涯理論中的生涯選擇模式，認為個人的學業成就會對自我效能與結果期待產生直接影響，藉此對興趣與生涯意向產生間接影響。而從本研究針對研究對象的自然與生活科技領域學業成績、科學自我效能、結果期待、興趣與生涯意向進行積差相關分析的結果來看，發現自然與生活科技領域的學業成績只和學生的科學自我效能有顯著相關，這和余民寧與趙珮晴在2010年發表以TIMSS 2003年臺灣八年級學生國際數學與科學評比的次級資料分析研究結果有若干雷同，認為學生的高科學成就必須先被自我覺察，進而才能引發科學興趣，最終影響科學生涯意向。

除此之外，也或許這樣的研究結果和前面文獻探討所提到的將社會認知生涯理論中的生涯選擇模式應用到不同的學習領域或不同年紀、學習階段的研究對象時，模式的樣貌也會產生些許的變化，而更有助於教育工作者在面對不同的教學領域與受教對象時，在教學重點上做出因應。

(三)國小六年級學生科學生涯選擇模式無性別差異

根據文獻探討，社會認知生涯理論中的生涯選擇模式，認為個人的性別會對學業成就產生直接影響，藉此對自我效能、結果期待、興趣與生涯意向產生間接影響。因此本研究進一步將不同性別學生的自然與生活科技領域學業成績、科學自我效能、結果期待、興趣與生涯意向的得分情形分別進行獨立樣本 t 考驗分析，發現不同性別學生在自然與生活科技領域的學業成績與科學生涯意向的得分的確具有顯著差異，那麼不同性別學生在各變項間相關度的表現情形可能也會出現變化，需要再次進行積差相關分析，發現各變項間的關係仍舊沒有改變，顯示國小六年級學生科學生涯的選擇模式並不因性別而產生明顯差異。

(四)國小六年級的女性學生已出現負向的科學生涯意向

依據本研究的分析結果來看，學生的「自然與生活科技領域學業成績」和「科學自我效能」有顯著相關，且女生的相關性高於男生。因此，就模式看來在校自然與生活科技領域學業成績顯著較優異的女學生，理應藉由直接影響「科學自我效能」，而間接使「科學生涯意向」的得分也能看到相對應的現象才是，但結果卻不然，不僅顯著低於男學生，甚至「在校自然與生活科技領域學業成績」與「科學生涯意向」還呈現微弱的負相關，這樣的結果除了可再次印證模式的研究結果所顯示的「科學自我效能對科學生涯意向不具直接影響力」外，也顯示女學生的高科學學業成就不能產生高科學生涯意向。

二、建議

本研究目的除了了解國小六年級學生「科學生涯選擇」的模式，由於採取的是社會認知生涯理論的觀點，當中的自我效能、結果期待、興趣及生涯意向等影響因素，都是深受環境與學習經驗影響的構念，因此，本研究也將提出具有教育實務意涵的建議，以供第一線的教師做參考。

(一)科教活動的安排應避免性別刻板印象的形成

從國小六年級的女學生在「科學生涯意向」的得分顯著低於男學生此點，即顯示此階段的學生對未來生涯選擇是否朝科學領域發展已因性別而產生顯著的不同，可能原因之一即是受性別刻板印象的影響，因為科學往往被歸類為是理性且強調客觀的學科，而這也符合大多數社會定義下的男性形象（蔡麗玲，2003），由此可知，科學較易與男性畫上等號，因此在進行科學教育活動時，尤其要注意兩性的平等，以免不利於女性的情境加劇。

除此之外，許多科學的重要進展與發現，往往是靠著意外、直覺與創意才造就出來的，因此教師別忽略了向學生分享相關科學故事的機會，尤其是女性科學家的故事，如此才能促使不同性別學生對科學領域相關學科的學習維持積極性，進而選擇科學作為未來生涯選擇的方向。

(二)想要提升學生的科學生涯意向，應從提升學生的科學結果期待與興趣著手。

以本研究的分析結果來看，學生的科學學業成就只和自我效能有關，而自我效能在學生的科學生涯選擇模式中又無法對生涯意向產生直接影響，且自我效能對興趣影響的路徑係數也不如在模式中同位階的結果期待，因此未來如果要提升學生選擇科學為將來求學或求職發展方向的人數，讓其盲目地追求學業成就是沒有效用的。

此外，不同性別學生在校自然與生活科技領域學業成績的確具有顯著差異，而且是女生高於男生，但本研究推測這可能與女學生通常較努力用功，或較願意透過過度練習而取得好成績有關，然而這卻不是因為喜歡科學或因為體認到上課內容的價值與重要而產生的，因此即使近年來女學生的科學成就已與男生幾無差距，卻仍無法提高女學生願意投入相關領域的求學或求職人數。

整體來說，這種現象多半還是與臺灣教師在進行科教活動時，有迫切的進度壓力有關，因此採取教師中心式的教學，才能使教學變得有效率；而學生在升學壓力的影響下，汲汲於追求成績，凡是和考試無關的學習也變得莫不關心，造成學生忘卻所學知識本就有其應用於日常生活中的機會，也因缺乏應用知識的機會而無法體會習得知識的喜悅，最後，當學生擁有自主選擇權時，在對科學缺乏結果期待與興趣的情況下，也不容易有「科學生涯意向」的產生，這無疑是科學教育資源投入的一大損失。

因此，本研究建議教師可在每學期設計1~2個從課程內容衍生出的科教活動，以取待部分課程內容，既能兼顧進度，也嘗試將科學知識結合到日常生活中來應用，並將其納入評量當中，藉此可讓學生對該教學活動有一定程度的重視，也能對科學感到是親近的，這樣才能提升學生的科學興趣，進而產生科學生涯意向，選擇相關類科做為未來發展方向，成為國家亟需的高科技人才。

(三)對未來研究的建議

1.詳細探討不同性別與不同學業成就學生科學生涯選擇潛在結構模型的差異

本研究用來分析的樣本資料有限，僅能夠進行概略性的科學生涯選擇模式分析，再輔以文獻探討，推論出不同性別與不同學業成就學生在科學生涯選擇的模式的差異。所以，若要更進一步詳盡的比較不同性別與不同學業成就學生科學生涯選擇模式的差異，尚需要更大的獨立樣本，以進行分組驗證。因此，針對未來的研究，建議可以嘗試使用更大的資料庫，來深入探討本研究模式對同質性越高的研究對象是否會有所不同。

2.期待以不同的方法介入教學，以探討對學生科學生涯選擇的影響。

也正因為上述的教育現況，近年來，一股動手實作的風潮正影響著我們的教育、經濟，甚至是製造模式，這便是所謂的 **Maker Movement**—自造者運動（趙珩宇，2015），或許我們可以期待藉由將這種方式導入科教活動中，研究其是否真能提升學生的科學結果期待與興趣，以為該領域人才培育不足的問題進一步找到良方。

參考文獻

- 呂祖琛（1971）。台北市高中文理組學生性向與選組關係之研究（未出版之碩士論文）。國立政治大學，臺北市。
- 阮炳嵐、陳昱志（2004）。我國科技人力資源培育的相關研究。「新環境、新課題、新策略、2004年人力資源之創新與蛻變---教育訓練、中小企業、公共政策研討會」發表之論文，中華人力資源發展學會。
- 余民寧、趙珮晴（2010）。選擇科學職業意圖的性別差異分析—以 TIMSS 2003 台灣八年級學生為例。諮商輔導學報，22，1-29。
- 余民寧、趙珮晴、陳嘉成（2010）。以社會認知生涯理論探討影響選擇數學職業意圖的因素。教育科學研究期刊，55（3），177-201。
- 張玉山、楊雅茹（2014）。STEM 教學設計之探討：以液壓手臂單元為例。科技與人力教育季刊，1（1），2-17。
- 教育部統計處（2009）。我國與 OECD 各國女性高等教育之學科領域暨性別差異分析【原始數據】。未出版之統計數據。取自 http://stats.moe.gov.tw/files/analysis/oecd_higher.pdf
- 教育部統計處（2013）。我國高等教育女性學生概況【原始數據】。未出版之統計數據。 http://stats.moe.gov.tw/files/analysis/102higher_studentw.pdf
- 教育部統計處（2016）。大專校院各等級男女結構及就讀系所概況【原始數據】。未出版之統計數據。
<http://stats.moe.gov.tw/files/analysis/%E5%A4%A7%E5%B0%88%E6%A0%A1%E9%99%A2%E5%90%84%E7%AD%89%E7%B4%9A%E7%94%B7%E5%A5%B3%E7%B5%90%E6%A7%8B%E5%8F%8A%E5%B0%B1%E8%AE%80%E7%B3%BB%E6%89%80%E6%A6%82%E6%B3%81.pdf>
- 教育部統計處（2018）。大學生、碩士生、博士生就讀類科之比率【原始數據】。未出版之統計數據。
http://stats.moe.gov.tw/files/important/OVERVIEW_U04~6.pdf
- 教育部統計處（2018）。高級中等學校男女結構及選讀概況【原始數據】。未出版之統計數據。取自

<http://stats.moe.gov.tw/files/brief/%E9%AB%98%E7%B4%9A%E4%B8%AD%E7%AD%89%E5%AD%B8%E6%A0%A1%E7%94%B7%E5%A5%B3%E7%B5%90%E6%A7%8B%E5%8F%8A%E9%81%B8%E8%AE%80%E6%A6%82%E6%B3%81.pdf>

■ 教育部統計處（2018）。**大專校院學生人數分析【原始數據】**。未出版之統計數據。取自

<http://stats.moe.gov.tw/files/brief/%E5%A4%A7%E5%B0%88%E6%A0%A1%E9%99%A2%E5%AD%B8%E7%94%9F%E4%BA%BA%E6%95%B8%E5%88%86%E6%9E%90.pdf>

■ 張俊彥、李哲迪、任宗浩、林碧珍、張美玉、曹博盛、楊文金、張瑋寧（2018）。**國際數學與科學教育成就趨勢調查 2015（TIMSS 2015）：臺灣精簡國家成果報告**。臺北市：國立臺灣師範大學科學教育中心。

■ 陳文詠（2017）。**青少年科學產業就職意願—社會認知生涯理論修正模式之驗證**（未出版之博士論文）。國立臺中教育大學，臺中市。

■ 陳小紅、包宗和、章仁香（2016）。**據審計部 103 年度中央政府總決算審核報告，我國潛藏科技人才流失與高等研發人力分布失衡，不利厚植國內產業研發能量等情案之報告**。監察院（編號：105 教調 0017），未出版。

■ 張偉豪（2013）。**SEM 論文寫作不求人**。高雄市：三星統計。

■ 張裕經、李至寬、黃清信、楊梓青（2001）。**資訊軟體進階班人才培訓配合計畫**。經濟部工業局委託計畫（補助編號：9001020144），未出版。

■ 趙珩宇（2015）。自造者運動對生活科技的啟示。**科技與人力教育季刊**，1（3），1-20。

■ 蔡麗玲（2003）。科學學習與科學知識是中立的嗎？**兩性平等教育季刊**，23，91-97。

■ 簡晉龍、任宗浩、張淑婷（2008）。跨學科間自我概念與學業成就路徑模式之檢驗—整合模式在數學和科學領域的適用性。**教育心理學報**，40（1），107-126。

■ 簡晉龍、任宗浩（2010）。邁向科學之路？臺灣中學生性別對科學生涯選擇意向之影響。**科學教育學刊**，19（5），461-481。

- Ashton, R. (2008). Improving the transfer to secondary school: How every child's voice can matter. *Support for Learning*, 23, 176-182.
- Basalyga, S. (2003). *Student interest in engineering is on decline*. Retrieved from <http://djcoregon.com/news/2003/06/11/student-interest-in-engineering-is-on-decline/>.
- Bifulco, R., Ladd, H. F., & Ross, S. L. (2009). The effects of public school choice on those left behind: Evidence from Ddurham, North Carolina. *Peabody Journal of Education*, 84, 130-149.
- Byrne, B. B. (2010). Structural equation modeling using AMOS. Basic concepts, applications, and programming (2nd Ed). New York: Routledge.
- Dalgety, J., & Coll, R. K. (2006). The influence of first-year chemistry students' learning experiences on their educational choices. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 31, 303.
- Fouad, N. A., & Smith, P. L. (1996). A test of a social cognitive model for middle school students: Math and science. *Journal of Counseling Psychology*, 43(3), 338-346.
- 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, 462-482.
- Hair, J. F. Jr., R. E. Anderson, R. L. Tatham and W. C. Black (2009). *Multivariate data analysis*. 7th ed., Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G.(1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79-122.
- Lent, R.W., Lopez, A. M., Lopez, F.G., & Sheu H.-B. (2008). Social cognitive career theory and the prediction of interests and choice goals in the computing disciplines. *Journal of Vocational Behavior*, 73 (1), 52-62.doi:10.1016/j.jvb.2008.01.002

- MacCallum, R. C., and Hong, S. (1997). Power analysis in covariance structure modeling using GFI and AGFI, *Multivariate Behavioral Research*. 32, 193-210.

- Wobmann, L., Ludemann, E., Schutz, G., & West, M. R. (2007). *School accountability, autonomy, choice, and the level of student achievement: International evidence from PISA 2003*. OECD education working papers, No. 13.

