

教育科學研究期刊 第六十三卷第四期  
2018 年，63 (4)，229-259  
doi:10.6209/JORIES.201812\_63(4).0008



## 臺灣公民科技素養、科學興趣及 科學參與之探討

王薪惠

國立中山大學  
通識教育中心

林煥祥

國立中山大學  
通識教育中心

洪瑞兒

國立中山大學  
教育研究所

### 摘要

本研究目的在探討臺灣公民科技素養、科學興趣和科學參與之交互作用，並以分層隨機抽樣選取年滿 18~70 歲公民共計 1,831 人為研究樣本，填答信度與效度良好之公民科技素養試題。為瞭解臺灣民眾科技素養及科學興趣狀況，首先以極端組群法將公民的科技素養及科學興趣依據分數高低區分為四類組：「高科技素養、高科學興趣組」、「高科技素養、低科學興趣組」、「低科技素養、高科學興趣組」及「低科技素養、低科學興趣組」。再以百分比同質性檢定比較不同性別、年齡層及學歷在這四組的分布差異，發現「高科技素養、高科學興趣組」男性公民比例顯著高於女性公民、年齡層較輕、具大學畢業以上學歷；而「低科技素養、低科學興趣組」則是女性公民比例顯著高於男性公民、年齡層較高、具中學以下學歷。接著以單因子變異數分析比較四類組公民在科學參與之差異，發現「高科技素養、高科學興趣組」公民的整體科學參與頻率最高；而「低科技素養、高科學興趣組」公民為「科技議題活動參與」涉入程度最高。這些結果顯示高科學興趣的公民對科學及科技議題的參與較為積極。因此本研究建議，提升未來公民科技素養當務之急宜先培養公民科學興趣，進一步鼓勵其科學參與，養成終身學習的習慣。

關鍵詞：2015 年臺灣公民科技素養調查、科學參與、科學興趣

## 壹、前言

「全民的科學」(science for all)是現今全球共同的教育理念(Jenkins, 1999),此理念主張公民應該具有科技素養。而公民科技素養的目標則是培養參與公共議題的能力,民眾能夠運用科學常理,在公共議題上發表意見、做出合理判斷,並透過集體的決策來解決爭議(Hisschemöller & Midden, 1999; Kolstø, 2000; Rudolph, 2005)。因此,若以公民教育的觀點而言,提升科技素養的目的是為了鼓勵公民的科學參與。

公民參與是現代公共治理不可或缺的一環,公民藉由參與公共事務表達意見,不僅可促進社會良性互動,亦可讓民眾對社會產生歸屬感,因此高度公民參與的社會,在政策制定與實行上皆有較佳的效果(Fiorino, 1990)。近年來研究發現,和公民參與科學活動相關的因素可區分為兩大部分:一、個人科學能力或科技素養(Falk, Storksdieck, & Dierking, 2007; Stine-Morrow & Parisi, 2011; Tett & St. Clair, 2011; Wu et al., 2012);二、科學興趣、科學享受等情意因素(Ballantyne & Packer, 2009; Bell, Lewenstein, Shouse, & Feder, 2009; Falk, 2002; Jones & Stein, 2005; Lin, Lawrenz, Lin, & Hong, 2013)。

李文旗與張俊彥(2005)及經濟合作暨發展組織(Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2009)研究發現,具備科技素養(scientific literacy)的公民才能擁有基本的科學知識、科學能力及正確的態度去參與和反思科學相關議題。美國「國際民眾科學素質促進中心」(International Center for the Advancement of Scientific Literacy)主任 Miller (1983, 1987, 1996, 1998, 2000, 2004, 2010a, 2010b, 2012)認為,公民科技素養(civic scientific literacy, CSL)是指社會民眾應具備科學技術最基本的理解能力,也是一個現代化國家公民必須具備的基本素養。具體而言,CSL的內容包含下述三項:一、認識和理解一定的科學術語和概念的能力;二、具有科學推理的基本能力;三、理解包含科學技術內容的公共政策議題的能力(Miller, Pardo, & Niwa, 1997)。近30年以來,許多先進國家逐漸認同 Miller 的 CSL 理念,他們認為具有科技素養的公民對於國家科技政策的決定有實質且正面的影響力,倘若一個國家有比較多比例的公民具備科技素養,將是成為現代化國家必備的基礎。因為具有科技素養的公民在面對國家制定與推動科技相關政策時較能做出理性的思考,而較能提出建設性的建議。例如,現代科技產品的使用、科技相關政策的推行、國家發展石化燃料的方向、各種能源生產及生物醫學研究等,都需要具備相當程度的科技素養民眾,發揮輿論的力量來監督政府做出最正確的決策。是以,具有科技素養的公民對於國家科技政策的決定具實質且長遠的影響力(Miller, 2016)。

然而,在提升公民科學參與的同時必須考慮情意因素,因為情意因素往往是民眾主動參與科技相關活動的重要緣由。過往國內、外許多學者致力於探討科學與科技之學習興趣,然

而大多聚焦於中、小學生的科學學習興趣（胡瑞萍、林陳涌，2002；Hidi, Berndorff, & Ainley, 2002; Hong, Lin, Chen, Wang, & Lin, 2014; Hong, Lin, Wang, Chen, & Yang, 2013; Hynd, Holschuh, & Nist, 2000），甚少探討離開學校的民眾在科學學習興趣上的情形（黃台珠，2012），所以若只將研究焦點放在未成年學生科技學習的情意因素，如學習興趣、學習態度與學習動機等，這是相當不足的，因為進入社會的成年人是最直接影響國家科學及科技政策擬訂與推動者。為瞭解民眾的科技素養及情意面向中的科學興趣何者影響科學參與較劇，因而本研究分析 2015 年臺灣公民科技素養調查結果加以釐清。

再者，隨著科技時代來臨，許多先進國家逐漸重視提升全民科技素養的行動力，並擴大科技素養至民眾科學參與成效研究，例如參與各種非制式教育（如觀賞科普電視節目、參觀博物館／科工館、閱讀科學文本報導、參加科學新知演講等全民科普活動）進行終身科學學習，以認識現代新興科技（黃台珠，2012；黃孝宗、蔡俊彥、黃台珠，2013；Falk & Needham, 2013; Henriksen & Frøyland, 2000; Hong & Lin, 2011; Shein, Li, & Huang, 2015）。由於過往的科學參與研究較著重在探討如何提升中、小學生的科學參與（Ainley, Hidi, & Berndorff, 2002; Chen, Wang, Lu, Lin, & Hong, 2016; Hong & Lin, 2013; Hong, Lin, & Lawrenz, 2012; Osborne & Dillon, 2008; Tytler, Symington, & Smith, 2011），對於成年人的科學參與及提升民眾的科技素養研究較為缺乏，特別是從學校畢業多年的公民，他（她）們不管是在家庭或在社會都扮演決策者或諮詢對象，當他（她）們面對日常生活中和科學、科技息息相關的食品安全、能源短缺、PM2.5 空氣污染、颱風、土石流、地震等天然災害，這群主導家庭與社會的公民所需具備的科學與科技素養就極為重要。由上述論述可知，公民具備科技素養對於國家發展科技具有關鍵的影響力。

本研究聚焦在瞭解民眾的科技素養及情意面向中的科學興趣何者影響科學參與。而傳播研究、科學與科技研究、博物館學研究等領域研究對於公民科學參與的定義差異頗大，因此，本研究依據傳播研究、科學與科技研究、博物館學研究對公民科技參與之定義來區分為四類型公民科學參與活動，並探討臺灣 18~70 歲公民的科技素養、科學興趣及其持續參與科學與科技的現況，以作為研究公民終身學習科技及相關機構在制定國家科技政策及發展全民科技素養的參考。本研究待答問題如下：

- 一、臺灣公民科技素養、科學興趣及科學參與現況為何？
- 二、不同科技素養／科學興趣類型公民之科學參與之差異與其相關預測因子為何？

## 貳、文獻探討

### 一、公民科技素養的內涵與相關研究發現

Maienschein (1998) 和 Miller (2016) 將「科技素養」定義分為兩部分：(一)「科學素養」

(science literacy)：強調實徵研究的結果和短期功能優點，它透過快速訓練與培育具有科學或科技知識和具備獨特技能及產能的民眾。(二)「科技素養」：聚焦在民眾對於道德和相關的原理本質及內在的優點，即人們對於未經證實的事物都需存疑和具有創造特質，因此科技素養對每個人而言極為重要且深具價值。是以，科技素養強調以批判的思考和創造的想法去瞭解自然界知識和現象變化的過程，民眾若能有較豐富的科技素養將擁有較佳的生活。

近 30 年來，許多國家開始進行民眾的科學／科技素養調查與研究，如美國「全國民意研究中心」(National Opinion Research Center) AmeriSpeak 小組於 2016 年進行一項全國 CSL 調查，共蒐集 2,840 筆成年人的資料發現，美國公民符合 CSL 比率由 1988 年開始逐漸提升，到 2008 年已趨近平穩，到 2016 年已有 28% 的美國成年人符合 CSL 資格，與 2008 年的研究發現幾乎一致。該研究發現，「教育程度」和「接觸大學課程」是兩項最顯著預測公民具有 CSL 的因素，有 17% 具有高中學歷的公民符合 CSL 資格，有 46% 具有學士學位的公民符合 CSL 資格，而有高達 62% 具有碩士學位的公民符合 CSL 資格，而男性公民和年輕的公民比女性和年長的公民更符合 CSL 資格。臺灣也遵循這一觀點，於 2008 年開始執行「公民科技素養計畫」，至今已經進行至第三期。「公民科技素養計畫」調查內容包括科學知識 (understanding of science)、科學訊息與興趣 (information sources and interest in science) 和對於科學相關議題的態度 (attitudes toward science-related issues) 三方面 (黃台珠，2012；蔡俊彥，2015)。

OECD 主辦之國際學生能力評量計畫 (Programme for International Student Assessment, PISA) 明確定義科技素養為面臨科學相關議題時，能夠使用科學知識去發現問題、形成新知識、解釋現象，並得到以證據為本的科學解釋與結論 (余曉清、林煥祥，2017)。PISA 科技素養試題則是以生活情境為基準，包含「科學能力素養」及「科學知識素養」。科學能力素養包括解釋科學現象、評量及設計科學探究，以及解讀科學數據與舉證科學證據三個向度；而科學知識素養包括學科知識、程序性知識及科學認識論知識三個項目。本研究依據 PISA 科技素養試題的架構，選擇臺灣第三期「公民科技素養計畫」調查內容中有關科學知識及科學能力之題目，以此組成臺灣民眾的科技素養。

## 二、民眾科學興趣的內涵與相關研究發現

Hidi 等 (2002) 指出提升學習興趣是實際教學中很重要的議題，他們發現「興趣」為動機變項中極為重要的因素，可區分成「個人興趣」(individual interest) 及「情境興趣」(situational interest)，而其中情境興趣是由環境的刺激物或是某種情境之下所誘發，可以經由支持、友善、民主自由的科學學習環境及與生活經驗相結合的探究論證導向教學，以提升科學興趣 (Chen et al., 2016; Hong et al., 2014; Hong et al., 2013; Yang, Hong, Liu, & Lin, 2015)。當興趣加入求知與學習的需求中，則延伸為學習興趣，而學習興趣可影響學生的內在動機 (胡瑞萍、林陳涌，2002；Hynd et al., 2000)、對科學的態度及其學習成就 (吳坤璋、黃台珠、吳

裕益，2005；Falkner & Palmer, 2009）、自我效能（Hidi et al., 2002）。

過去許多研究致力於探討在學學生的科學學習興趣和科學學習成效之關聯；例如 Greenfield（1997）觀察不同年級學生對科學的興趣，發現小學階段的學生較喜歡科學，而且女生較男生喜歡科學，但進入中學時期（七年級），男女學生對科學的喜好都有下滑的趨勢，但男生在就讀高中時期（9~12 年級），其科學學習興趣會開始提升，但女學生的科學學習興趣卻沒有顯著地回升，這是值得進一步研究的主题。Lui、Kwan、Poon 與 Cheung（2004）研究發現，以學生為中心的學習情境，較能讓個體成為自動自發的學習者，且較願意主動將學習內容與個人的生活經驗相互連結。Loyens、Rikers 與 Schmidt（2008）及 Windschitl（2002）研究發現，以學生為中心的學習情境有利學生自我導向學習、自我啟動，並願意成為終身學習者。

有關公民科學興趣趨勢的調查通常來自大型調查計畫，如歐洲的歐盟氣壓計（Eurobarometer Reports）、美國的公民科技調查（Science and Engineering Indicators），以及臺灣的公民科技素養調查。歐盟氣壓計調查顯示歐洲民眾自 1992~2001 年間科學知識增加，然而科學興趣卻下降（Miller et al., 2002）；美國 2008 年的公民科技調查亦顯示，民眾自覺對科學科技相關新聞關注度逐年下降（National Science Board, 2008）。而近期國內、外調查則是進一步探討不同人口對科學興趣的差異，如美國 2014 年的公民科技調查發現，與民眾科學興趣最有關的人口變項指標是教育程度及性別；教育程度愈高，對科學新發現表示非常感興趣的人數比例愈高，此外，男性公民表示高度興趣的比例高於女性公民。相較之下，年齡並未呈現規律的反應，對科學興趣最高的族群是 18~34 歲，最低的是 35~54 歲，而 55 歲以上的民眾對科學的興趣又略高於 35~54 歲族群（National Science Board, 2016）。美國 2016 年另一項在密西根進行的公民科技素養調查研究發現，近半數美國公民對於科學新知、新發明和新科技有高度興趣，且在過去 10 年裡，美國公民關注於國家科學與科技政策問題的比例顯著逐年增加（Miller, 2016）。因此，不同年代、不同性別、不同教育背景與不同年齡層民眾的科技素養差異，實有待進一步研究加以釐清。

近年來，有關民眾對於科學興趣主題吸引許多國內、外學者爭相探討，如 Falk 等（2007）透過電話訪談 877 位美國加州民眾發現，與科學知識獲取最有關的因素是個人興趣。臺灣 2012 年公民科技素養調查，透過 2,024 位公民的數據分析發現，科學興趣及科學參與皆和科技素養呈現高度相關；黃俊儒與簡妙如（2008）發現民眾在面對科技新知的新聞時，對新聞意義的解讀與其先備知識、主題興趣及閱讀策略有高度的相關。黃俊儒（2015）進一步探討民眾科學興趣研究發現，在閱讀科學新聞時，主題興趣扮演的角色更甚於知識背景。由上述臺灣與美國的研究都一致發現，民眾的科學知識與科學興趣具有高度相關性。因此，本研究試圖以極端組群法將公民的科技素養及科學興趣所獲得的分數為依據，共計區分為四類型公民：「高科技素養、高科學興趣組」（HH）、「高科技素養、低科學興趣組」（HL）、「低科技素養、高

科學興趣組」(LH)、「低科技素養、低科學興趣組」(LL)，以探討四組公民的科學參與及相關變因之差異。

### 三、民衆科學參與內涵與相關研究發現

「公民參與」長期以來被環境科學領域及政治策略領域視為重要指標，因為它和提倡社會變革、環境正義、社會生態間皆有強烈的關聯 (Agrawal, 2001; Conrad & Hilchey, 2011; Fortmann, 2008)。Fredricks、Blumenfeld 與 Paris (2004) 研究指出，參與 (engagement) 是一個複雜的多面向概念，主要包含了認知參與 (cognitive engagement)、情緒參與 (emotional engagement) 及行為參與 (behavioral engagement) 三個面向。「認知參與」指的是願意付出努力去理解複雜的概念及精熟困難的技巧；「情緒參與」是指對學習活動的情意反應；「行為參與」則是指積極、主動地參加相關的學習活動。一般而言，「科學參與」屬於「行為參與」，大多的研究聚焦於學生參加科學學習相關活動 (Billett, 2002; Chang, Singh, & Mo, 2007)，然而對於離開學校的公民而言，「科學參與」則包括休閒時間參與的科學活動，如閱讀或觀看科學相關電視節目、書籍、網站、參訪博物館等 (Bonney, Phillips, Ballard, & Enck, 2016; Falk et al., 2007; OECD, 2006; Woods-McConney, Oliver, McConney, Schibeci, & Maor, 2014)。而哪些因素會影響民眾的科學參與則有待進一步澄清。

由於二十一世紀是科學技術、國際移動、文化交流、資訊傳播極為迅速發展的時代，公民每天面臨嚴峻的挑戰且必須做最佳的抉擇與判斷，如疾病的傳播與控制（如茲卡或流感病毒等）、天然及人為環境災害問題（如溫室效應、核電廠興建、酸雨、PM2.5 懸浮微粒等）、水及食物資源的匱乏、氣候變遷的適應等 (United Nations Environment Programme, 2012)，其他如生活上的許多社會性科學議題 (socio-scientific issues, SSI)，如基因改造食品、電磁輻射、環境生態保護及永續發展等，都與科學及科技息息相關 (Wang, Chen, Lin, Huang, & Hong, 2017)。由於提升公民科學參與是全世界先進國家努力的目標，是國家競爭力的指標 (Johnson & Wilson, 2000)，本研究依據「自我決定理論」(Ryan & Deci, 2002) 的論述：個人的自我概念和自我效能可以有效預測個人的科學參與 (Kind, Jones, & Barmby, 2007)，意即公民若是自認為對科技的瞭解不足，可能會降低科學參與的意願，而對國家科技相關事務漠不關心或是人云亦云。因此，民眾若缺少基本的科技素養，是身為現代世界公民極不方便之處，且容易對若干與科學相關的社會事件做出不明智的決定 (National Research Council, 1996; Sadler & Zeidler, 2009)。

再者，公民參與是公共事務討論上的核心課題，對於治理的合法性、活動力、施政的連續性，以及社會機構的發展等都相當重要 (Forester, 1989; Johnson & Wilson, 2000)。有部分學者批評「公民參與」是沒有效率且需要付出昂貴的社會成本 (Grant, 1994)，而利益團體以參與之名行遊說之實，更可能降低政府做決策的品質 (Irvin & Stansbury, 2004)，因此歸根究柢，

必須提升民眾的科技素養，才能夠解決政治利益衝突的現況，才能發展科技的創新以有效解決環境污染的問題；另一方面，倘若只是任由科技至上，卻沒有一套周全的公民參與制度去監督科技專業的應用是相當危險的，更有可能使民主參與、社會公平與生態價值相對邊緣化（杜文苓，2010）。因此，公民參與的效益不僅在增進環境治理決策的正當性，更重要的是，積極的公民參與可以縮短知識與政策間的距離（Yearley, 2006; Yearley, Cinderby, Forrester, Bailey, & Rosen, 2003）。

臺灣第三期「公民科技素養計畫」調查蒐集了許多科學參與資訊，包括觀看有關科學電視節目之頻率、參訪自然科學博物館之頻率、向媒體投書表達有關新科技政策之意見、檢舉公害行為、加入環境保護志工行列等。然因上述這些科學參與活動範圍太廣，依據江淑琳與張瑜倩（2016）認為，公眾參與科學同時受到傳播研究、科學與科技研究、博物館學研究之影響，本研究將科學參與分為四大部分：傳播研究著重的是各式媒體在提供科學資訊時扮演的角色，對照公民科技素養計畫調查內容，本研究將有關電視、書籍、廣播、網站等媒體相關活動頻率歸類為「科學資訊吸收」；博物館學研究中博物館的傳播角色，本研究將各式科學與科技博物館參訪數據整合並命名為「非制式科學教育場所參訪」；科學與科技研究強調民眾與專家共同建構科學與科技知識，達成共同制定科學與科技政策的目標（McCallie et al., 2009），因此本研究將民眾面對新科技政策議題時的相關行動歸為此類，並進一步區分成「科技議題意見表達」及「科技議題活動參與」。因為民眾在選擇參與這四部分時可能會根據個人及家庭因素而有差異，因此本研究將此四個部分視為不同潛在特質而分別進行結構方程模組（structural equation modeling, SEM）分析（Fornell & Larcker, 1981）。

近年來，有愈來愈多的學者開始探討民眾科學參與。Yang 等（2015）調查和個別訪談 144 位參觀海洋生物博物館的遊客，以瞭解其對於環境覺知與環境保護的責任，研究結果發現，當民眾將自己定位在研究者和自然生態促進者的訪客，其科學自我概念、自我效能、瞭解自然生態保護、永續發展、人類與自然互動和科學傳播分數都顯著高於一般遊客。黃孝宗等（2013）以實地訪談調查研究法訪問臺灣地區 2,024 位公民，以階層迴歸分析法檢驗研究發現，科學家意象及參觀博物館對公民科學知覺有預測力，對於科學家意象愈少刻板印象及 1 年內有參觀博物館的公民，其科學知覺愈正向。再以有無參觀博物館為調節變項，發現 1 年內沒有參觀博物館的公民，科學家意象對科學知覺的預測效果較大；1 年內有參觀博物館的公民，科學家意象對科學知覺的預測效果較小。該研究建議，科學教育學者應重視公民對科學家的刻板印象，以及促進公民參觀博物館，以期公民能夠有正向的科學知覺。除此之外，Shein 等（2015）針對 1,863 位臺灣公民進行調查發現，有小孩的成人和男性民眾喜歡參觀科學博物館、女性民眾喜歡藝術博物館；而年輕及住在都會地區、知識水準較高的民眾，參觀科學博物館或藝術博物館的次數並沒有顯著差異；具備較豐富科學知識和科學興趣的民眾，參觀科學博物館或藝術博物館的次數顯著高於其他組別民眾。由上述研究顯現，臺灣男性民

眾、科學知識較多、科學興趣較高、教育水準較高、較年輕、住在都會地區、對於科學家意象沒有刻板印象的民眾，參觀科學相關館場的次數顯著高於其他背景民眾。

由上述文獻可知，過往的研究較少探討公民的科技素養與科學興趣和科學參與間的關係，因此本研究目的在探討 2015 年臺灣公民科技素養計畫調查結果中，民眾的科技素養與其科學興趣和科學參與間之交互作用。

## 參、研究方法

### 一、研究樣本

本研究是以臺灣地區年滿 18 歲、未滿 70 歲之中華民國公民為調查對象，並依據內政部戶政司的 2015 年戶籍資料採取三階段「機率比例抽樣法」(probability proportional to size sampling, PPS) 抽出樣本個案。本研究的抽樣過程如表 1 所示，先依據「人口密度」、「教育程度」、「65 歲以上人口百分比」、「15~64 歲人口百分比」、「工業人口百分比」及「服務業人口百分比」六項指標，以集群分析法 (cluster analysis) 將臺灣地區 358 個鄉鎮市區分為六層 (章英華、傅仰止，2006；傅仰止、張晉芬，2007)，之後在各個分層依「鄉鎮市區—村里—個案」的順序進行抽樣。最終選定訪問 60 個村里，預計完成樣本數為 2,000 人，為了避免其他因素干擾 (如拒訪、搬遷、籍在人不在) 而致無法達成預計完成數，本研究抽樣乃依據先前社會變遷調查各鄉鎮之完訪率來設定不同的膨脹係數，各村里膨脹係數介於 1.8~3.8 倍，並依據膨脹係數來估算每一村里所需抽取之人數，總抽樣數為 5,498 人。排除拒訪、搬遷或不在籍等人數後，最後實際完成有效樣本數為 1,831 人，包括女性 912 人 (49.8%)、男性 919 人 (50.2%) (黃孝宗等，2013)。

表 1

本研究三階段抽樣程序及樣本

階層	鄉鎮市區數	公民人數 (比例)	階段一 鄉鎮市區數	階段二 村里數	階段三 人數	膨脹後 抽取人數	實際完成人數 (比例)
1	25	3,564,655 (22%)	6	12	436	1,453	370 (20%)
2	40	4,387,129 (27%)	8	16	544	1,722	493 (27%)
3	73	4,480,267 (28%)	8	16	558	1,395	539 (29%)
4	47	1,334,942 (8%)	2	4	160	317	158 (9%)
5	98	1,718,978 (11%)	4	8	218	450	195 (11%)
6	75	667,761 (4%)	2	4	84	161	76 (4%)
合計	358	16,153,732 (100%)	30	60	2,000	5,498	1,831 (100%)



## 二、研究流程

本研究於 2014 年 12 月至 2015 年 2 月間，共計九週進行預定村里的實地調查面訪。29 位專業面訪人員及三位督導都親自到設置於國立中山大學通識教育中心的「公民素養推動研究中心」（以下簡稱公民推研中心），接受為期兩天之訪員及督導訓練，訓練內容包含：問卷說明、訪問基本原則與注意事項、電腦輔助面訪（computer assisted personal interviewing, CAPI）系統說明、調查工作流程與計酬說明、樣本名單介紹、檢誤及狀況回報等，訓練結業成績合格獲得訪員證後，依照抽樣樣本名單上的姓名及地址進行實地探訪，找到名單內受訪者進行面訪。訪問方式是由訪員以一對一用國語或臺語逐題唸出問卷題目，並登錄受訪者答案至 CAPI。訪問結束後，再由公民推研中心根據訪員所填的資料進行複查。複查的主要目的在於核對成功樣本的資料是否確實，以及訪員是否正確使用樣本名單進行調查工作。

## 三、研究工具之發展與效化

本研究工具採自「2015 年臺灣公民科技素養調查」中之量表，包含：科技素養、科學興趣、科學參與。「科技素養」乃根據 PISA 的定義，是以生活情境為基準，包含「科學能力素養」及「科學知識素養」（余曉清、林煥祥，2017），因此可視為單一分數。科學知識題目為選擇或是非題形式，包括：對科學研究的定義、對實驗設計概念的認知、對遺傳（基因）概念的認知、DNA 的認知、水分子的認知、科學知識小考是非題，例題如：「抗生素的功用主要是殺死病毒和細菌」、「地球是繞著太陽運行」。每題答對得 1 分，答錯以 0 分計，共 20 題；最低分者為 0 分，最高分者得 20 分。

科學能力題目是依據 PISA 中的科學能力架構編製而成（OECD, 2010, p. 131），以情境式題組呈現，共包含五種情境：（一）健康情境—登革熱；（二）自然資源情境—水資源；（三）環境情境—環境品質；（四）自然災害情境—水災；（五）尖端科技情境—建物防震技術，此五種情境皆是臺灣相當受到關注的科學議題；題型為選擇題及多重是非題（民眾需答對同一題組裡的所有題目才可獲得分數），總共 11 個題組，每題 1 分。在預試階段，除了由五位科學教育專家進行專家效度審查外，亦以便利抽樣方式選取高雄市 100 位民眾接受測試，並以 Rasch 分析檢測題目難度估計值、均方誤（mean square error, MNSQ）等作為題目適配度檢測（Tsai, Li, & Cheng, 2017），分析結果如表 2 所示，顯示本研究所發展的科學能力題組具有高信度與高效度。

「科學興趣」參考並修正自 PISA 2015 科學學習興趣題目（余曉清、林煥祥，2017），共有五題，例題如：「當我學習科學新知時，我通常感到開心」、「我喜歡接觸科學方面的訊息」。本題組採用李克特四點量表，1 表示非常不同意，4 表示非常同意，總量表得分介於 5~20 分，分數愈高表示愈具有科學興趣。科學興趣之內部一致性 Cronbach's  $\alpha$  為 0.91。接著以 Amos 進行驗證性因素分析，整體模式適配性考驗發現， $\chi^2=37.30$ ， $df=5$ ，RMSEA = .06 與 SRMR = .01 值均小於 .08，NFI = .99 和 CFI = .99 值則大於 .90，符合檢定標準，顯示該量表具備良好的

表 2

公民科技素養之科學能力預試題組 Rasch 模式檢測題目難度結果

試題情境	題號	科學能力				難度估計值	適配度		題目類型
		形成科學議題	解釋科學現象	使用科學證據	解決科技問題		均方誤	T	
健康情境—	9.1		✓			-2.23	1.03	0.3	選擇題
登革熱	9.2	✓				-0.03	0.99	-0.4	選擇題
自然資源情境—	10.1			✓		-0.63	1.01	0.2	選擇題
水資源	10.2		✓			-0.34	0.98	-0.5	選擇題
環境情境—	11.1	✓				-0.10	0.94	-1.8	多重是非題
環境品質	11.2		✓			1.18	0.98	-0.3	多重是非題
	11.4			✓		-0.93	1.01	0.2	多重是非題
自然災害情境—	12.1				✓	1.84	1.03	0.4	多重是非題
水災	12.2	✓				-0.03	1.05	1.2	選擇題
尖端科技情境—	13.1				✓	0.39	1.03	1.0	多重是非題
建物防震技術	13.2				✓	1.55	0.97	-0.4	選擇題

註：引自“The Relationships Among Adult Affective Factors, Engagement in Science, and Scientific Competencies,” by C.-Y. Tsai, Y.-Y. Li, and Y.-Y. Cheng, 2017. *Adult Education Quarterly*, 67(1), p. 37. doi:10.1177/0741713616673148。

建構效度 (Hu & Bentler, 1999)。組成信度 (construct reliability, CR) 為 .92，高於標準值 0.7，平均變異數萃取量 (average variance extracted, AVE) 為 .69，高於標準值 0.4 (Fornell & Larcker, 1981)，顯示此模式具有優良之收斂效度。分析結果發現，各向度之因素負荷量介於 .73 ~ .89，且皆達顯著 (如圖 1 所示)。

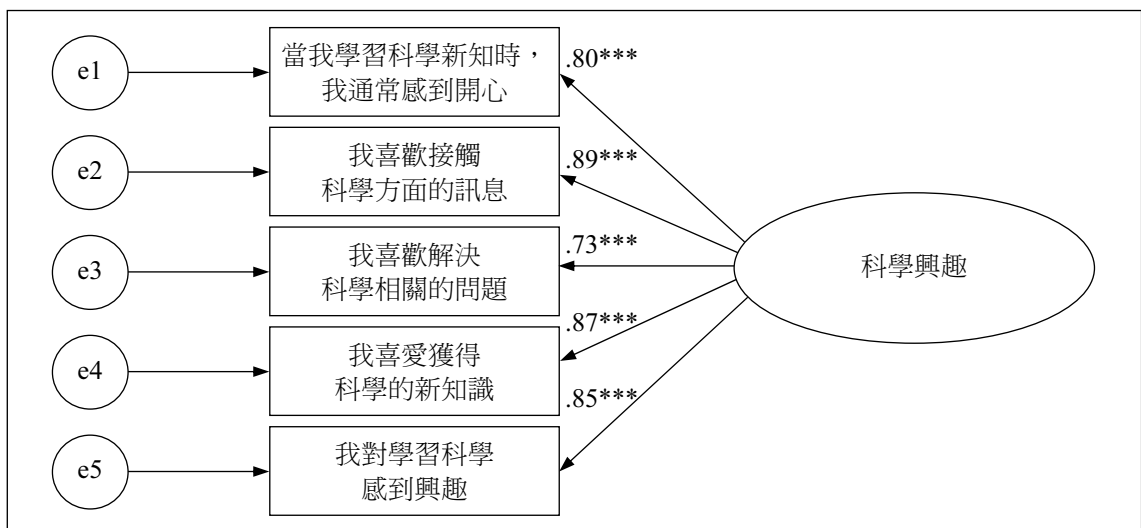


圖1. 科學興趣驗證性因素分析結果

\*\*\* $p < .001$ .

現有文獻指出，一般成人民眾參與科學的管道主要包括：博物館、各式科學中心、書籍、影片、電視、報紙、雜誌、網路等（Bell et al., 2009; Stocklmayer, Rennie, & Gilbert, 2010）。另外，當民眾與家人或朋友在遊覽國家公園或植物園時，放鬆身心也可同時兼具科學學習參與的功能（Ballantyne & Packer, 2009; Falk et al., 2007）。以上述文獻為依據進行整合與分類，本研究將「科學參與」測量分成四大向度：「科學資訊吸收」、「非制式科學教育場所參訪」、「科技議題意見表達」、「科技議題活動參與」，其理論依據為傳播研究、科學與科技研究、博物館學研究之觀點。科學資訊吸收主要為了瞭解民眾是否經常透過不同媒體吸收科學相關資訊，共五題，例題如：「觀看有關科學的電視節目」、「瀏覽與科學課題相關的網站」。本題組採用李克特四點量表，0 表示從來沒有，3 表示每月八次以上，總分介於 0~15 分，分數愈高表示科學資訊吸收愈頻繁；非制式科學教育場所參訪主要是為瞭解民眾最近 1 年內是否經常參訪科學博物館、天文館等非制式科學教育場所，共四題，例題如：「是否經常參訪自然科學博物館」、「是否經常參訪動物園、水族館或植物園」。本題組採李克特四點量表，0 表示沒有去過，3 表示去過四次以上，總分介於 0~12 分，分數愈高表示參訪非制式科學教育場所的頻率愈高；科技議題意見表達主要是評量民眾面對科技議題（如能源開發、環境保護、食品安全）時，是否會透過不同媒介表達自我意見，共有四題，例題如：「向政府官員、民意代表或政黨反應意見提出要求」、「透過網際網路反應意見」。本題組採李克特四點量表，0 表示從來沒有，3 表示常常，總分介於 0~12 分，分數愈高表示科技議題意見表達愈頻繁；科技議題活動參與主要是評量民眾面對科技議題時是否有參與實際行動，共六題，例題如：「出席公聽會或座談會」、「檢舉公害行為」、「加入志工行列」。本題組採李克特四點量表，0 表示從來沒有，3 表示常常，總分介於 0~18 分，分數愈高表示科技議題活動參與愈頻繁。科學參與之內部一致性 Cronbach's  $\alpha$  為 0.84，四個分向度之內部一致性分別為 0.73、0.71、0.54 及 0.81。接著以 Amos 進行驗證性因素分析，整體模式適配性考驗發現， $\chi^2=1083.99$ ， $df=146$ ，RMSEA = .05 與 SRMR = .06 值均小於 .08，NFI = .90 和 CFI = .90 值則大於 .90，符合檢定標準，顯示該量表具備良好的建構效度（Hu & Bentler, 1999）。CR 分別為 .74、.73、.65、.81，AVE 為 .40、.41、.32、.42，除了「科技議題意見表達」略低於標準值外，其餘皆具有優良之收斂效度（Fornell & Larcker, 1981）。而各向度之因素負荷量介於 .41~.78，且皆達顯著（如圖 2 所示）。

## 肆、研究發現

### 一、臺灣公民科技素養、科學興趣及科學參與現況為何？

本研究蒐集 1,831 位民眾資料，其中女性 912 人（49.8%），男性 919 人（50.2%）。以獨立樣本  $t$  檢定發現男性的科技素養得分（ $M=18.79$ ， $SD=5.36$ ）顯著高於女性（ $M=17.13$ ， $SD=$

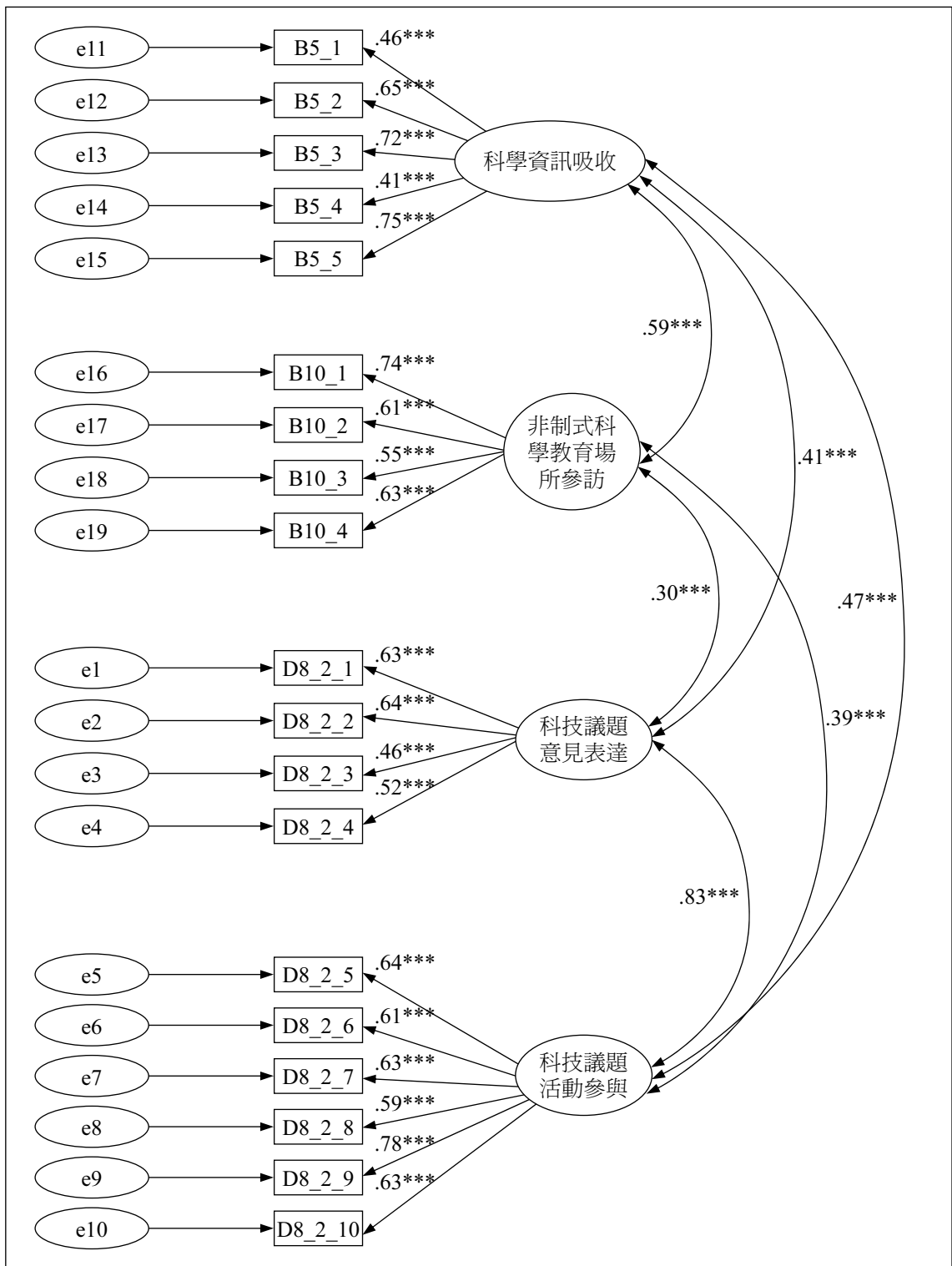


圖2. 科學參與驗證性因素分析結果

\*\*\* $p < .001$ .

5.83) ( $t=6.31, df=1829, p < .001, d=0.30$ )。再以單因子變異數分析 (one-way ANOVA) 發現，學歷愈高的民眾科技素養得分亦愈高，最高的是研究所畢業者 ( $M=23.52, SD=3.24$ )，得分最低的則是小學畢業以下者 ( $M=10.06, SD=4.56$ ) ( $F=394.55, df=1828, p < .001, \eta^2=0.40$ )，Bonferroni 事後比較發現，學歷較高之民眾得分皆顯著高於學歷較低之民眾。單因子變異數分析亦發現，民眾的科技素養分數具有年齡差異，年紀愈大的民眾科技素養得分愈低，而最低分組為 60~70 歲組 ( $M=13.45, SD=6.00$ )，最高分組為 18~29 歲組 ( $M=20.64, SD=4.77$ ) ( $F=95.80, df=1827, p < .001, \eta^2=0.19$ )，Bonferroni 事後比較發現，除了 30~39 歲及 40~49 歲兩組年齡層科技素養平均分數未有顯著差異外，其餘群組皆是低年齡層顯著高於高年齡層民眾。

男性的科學興趣 ( $M=14.68, SD=2.60$ ) 顯著高於女性 ( $M=13.70, SD=2.60$ ) ( $t=7.98, df=1794, p < .001, d=0.38$ )。除此外，研究發現學歷愈高的民眾科學興趣得分亦愈高，而科學興趣得分最高組別為研究所畢業者 ( $M=16.40, SD=2.50$ )，得分最低組別為小學畢業以下者 ( $M=11.37, SD=2.84$ ) ( $F=147.17, df=1794, p < .001, \eta^2=0.21$ )，Bonferroni 事後比較發現，學歷較高之民眾的科學興趣得分顯著高於學歷較低之民眾。在年齡層差異上，儘管各年齡層科學興趣平均分數差異不大，仍顯示出愈高年齡層分數愈低的趨勢，最低的是 60~70 歲組 ( $M=12.88, SD=3.10$ )，最高的是 18~29 歲組 ( $M=14.96, SD=2.39$ )，且達顯著差異 ( $F=30.44, df=1792, p < .001, \eta^2=0.07$ )，Bonferroni 事後比較發現，除了 18~29 歲及 30~39 歲、30~39 歲及 40~49 歲兩組年齡層科學興趣平均分數未有顯著差異外，其餘年齡層皆是低年齡層民眾科學興趣平均分數顯著高於高年齡層民眾。

本研究所指之科學參與包含「科學資訊吸收」、「非制式科學教育場所參訪」、「科技議題意見表達」及「科技議題活動參與」四部分。「非制式科學教育場所參訪」( $t=0.17, df=1828, p=.866, d=0.01$ ) 及「科技議題活動參與」( $t=1.64, df=1824, p=.101, d=0.08$ ) 之男女民眾未達顯著差異；「科學資訊吸收」( $t=8.14, df=1825, p < .001, d=0.38$ ) 及「科技議題意見表達」( $t=3.99, df=1823, p < .001, d=0.19$ ) 則是男性顯著高於女性。在學歷差異比較上，本研究發現，此四種科學參與皆是學歷愈高科學參與愈高，且皆達顯著性，Bonferroni 事後比較發現，學歷較高之民眾科學參與得分顯著高於學歷較低之民眾。而年齡差異比較，在「科學資訊吸收」( $F=26.43, df=1823, p < .001, \eta^2=0.63$ )、「非制式科學教育場所參訪」( $F=14.04, df=1826, p < .001, \eta^2=0.26$ )、「科技議題意見表達」( $F=10.89, df=1820, p < .001, \eta^2=0.26$ ) 皆呈現年齡層較高民眾之科學參與平均得分顯著低於年齡層較低民眾，唯有「科技議題活動參與」( $F=2.85, df=1822, p=.022, \eta^2=0.06$ ) 呈現不一樣的趨勢，各組年齡層民眾平均得分並未呈現顯著差異。再將「科學資訊吸收」、「非制式科學教育場所參訪」、「科技議題意見表達」及「科技議題活動參與」的平均數除以題數後，臺灣不同年齡層民眾科學參與平均最低分為「科技議題意見表達」(如圖 3 所示)。

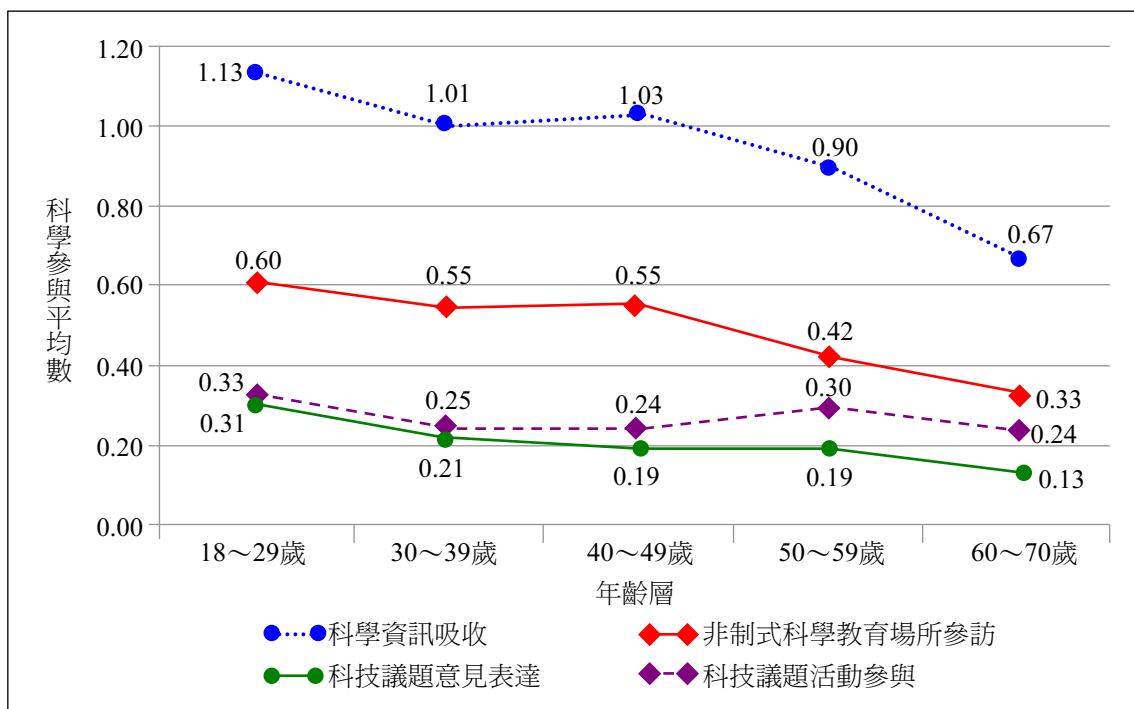


圖3. 不同年齡層民眾科學參與趨勢

接著，本研究以極端組群法將民眾的科技素養及科學興趣依據分數高低區分為四類型：(一) HH 組 ( $n_1=200$ )：民眾的科技素養屬於高分組（占全體前 34.8%）且科學興趣屬於高分組（占全體前 18.2%）；(二) HL 組 ( $n_2=78$ )：民眾的科技素養屬於高分組（占全體前 34.8%）但科學興趣屬於低分組（占全體後 29.0%）；(三) LH 組 ( $n_3=24$ )：民眾的科技素養屬於低分組（占全體後 31.7%）但科學興趣屬於高分組（占全體前 18.2%）；(四) LL 組 ( $n_4=289$ )：民眾的科技素養屬於低分組（占全體後 31.7%）且科學興趣屬於低分組（占全體後 29.0%）（如圖 4 所示）。

本研究資料分析發現，較多民眾屬於類型一 HH 組及類型四 LL 組。利用百分比同質性檢定分析四類型民眾的背景變項，發現不同性別 ( $F=52.52, p < .001$ )、年齡 ( $F=170.91, p < .001$ ) 及學歷 ( $F=332.33, p < .001$ ) 之民眾在科技素養／科學興趣四類型皆呈現顯著差異。多數的男性歸屬在 HH 組（47.8%），而過半數的女性則是歸屬在 LL 組（61.3%）（如表 3 所示）。以年齡層做比較的話，18~29 歲民眾有 60.2%、30~39 歲民眾有 44.8% 歸屬在 HH 組；但隨著年紀增加，反而愈來愈多民眾屬於 LL 組，如 40~49 歲民眾有 45.7%；50~59 歲民眾有 69.9%；60~70 歲民眾則高達 83.7%（如表 4 所示）。不同學歷之民眾亦呈現不同的歸屬趨勢，學歷愈高愈多歸屬於 HH 組，如大學畢業者有 55.9% 及研究所畢業者有 85.7%；學歷愈低則愈多歸屬於 LL 組，如中學畢業者有 68.6%，而小學畢業以下學歷者甚至高達 98.1%（如表 5 所示）。

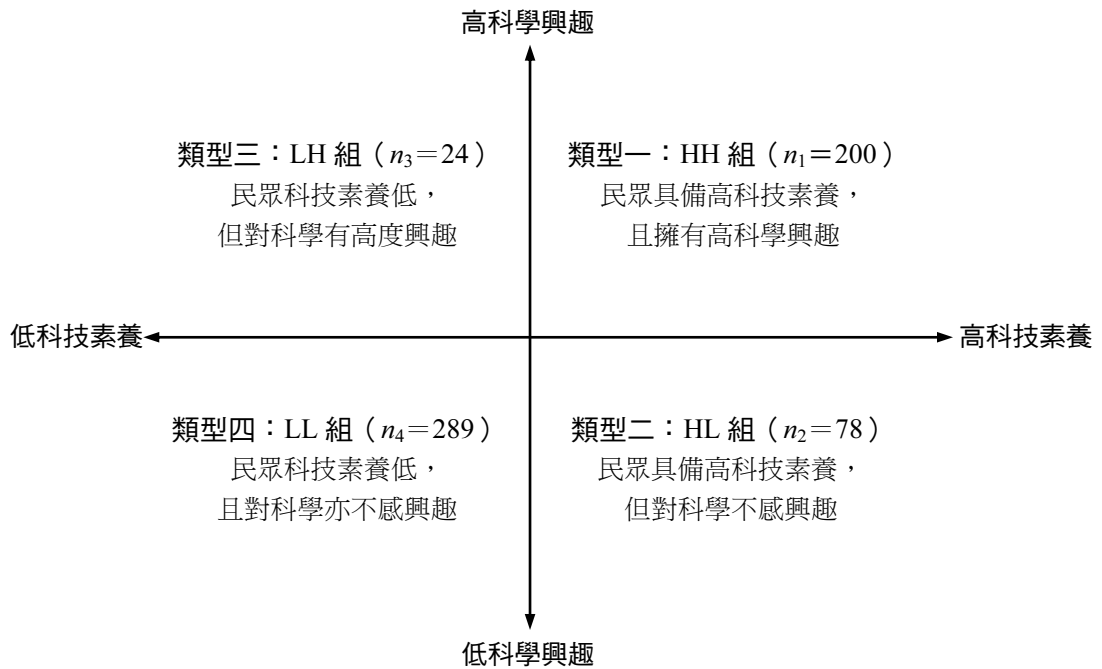


圖4. 臺灣民眾科技素養與科學興趣之四維類型

表 3

民眾性別及科技素養／科學興趣四類型百分比同質性檢定結果

性別	人數／百分比	科技素養／科學興趣				總和
		HH組	HL組	LH組	LL組	
男	人數	139 <sub>a</sub>	36 <sub>b</sub>	11 <sub>a, b</sub>	105 <sub>b</sub>	291
	在組內之百分比	47.8%	12.4%	3.8%	36.1%	100.0%
女	人數	61 <sub>a</sub>	42 <sub>b</sub>	13 <sub>a, b</sub>	184 <sub>b</sub>	300
	在組內之百分比	20.3%	14.0%	4.3%	61.3%	100.0%
總和	人數	200	78	24	289	591
	在組內之百分比	33.8%	13.2%	4.1%	48.9%	100.0%

註：各組別人數右下角之英文代號若重複，即表示兩組間無顯著差異。例如：男性組別中，HH組及LH組皆有代號a，表示男性在HH組及LH組的人數比例無顯著差異；HH組代號為a、HL組及LL組沒有代號a，即表示男性在HH組人數比例顯著高於HL組及LL組。

## 二、不同科技素養／科學興趣類型公民之科學參與之差異與其相關預測因子為何？

本研究將公民之科學參與依涉入層次分為「科學資訊吸收」、「非制式科學教育場所參訪」、「科技議題意見表達」及「科技議題活動參與」四部分。以單因子變異數分析發現，

表 4

民眾年齡及科技素養／科學興趣四類型百分比同質性檢定結果

年齡層（歲）	人數／百分比	科技素養／科學興趣				總和
		HH組	HL組	LH組	LL組	
18～29	人數	80 <sub>a</sub>	26 <sub>a</sub>	5 <sub>a, b</sub>	22 <sub>b</sub>	133
	在組內之百分比	60.2%	19.5%	3.8%	16.5%	100.0%
30～39	人數	52 <sub>a</sub>	24 <sub>a</sub>	8 <sub>a</sub>	32 <sub>b</sub>	116
	在組內之百分比	44.8%	20.7%	6.9%	27.6%	100.0%
40～49	人數	32 <sub>a</sub>	16 <sub>a</sub>	3 <sub>a</sub>	43 <sub>a</sub>	94
	在組內之百分比	34.0%	17.0%	3.2%	45.7%	100.0%
50～59	人數	22 <sub>a</sub>	9 <sub>a</sub>	3 <sub>a, b</sub>	79 <sub>b</sub>	113
	在組內之百分比	19.5%	8.0%	2.7%	69.9%	100.0%
60～70	人數	13 <sub>a</sub>	4 <sub>a</sub>	5 <sub>a, b</sub>	113 <sub>b</sub>	135
	在組內之百分比	9.6%	3.0%	3.7%	83.7%	100.0%
總和	人數	199	79	24	289	591
	在組內之百分比	33.7%	13.4%	4.1%	48.9%	100.0%

註：各組別人數右下角之英文代號若重複，即表示兩組間無顯著差異。

表 5

民眾學歷及科技素養／科學興趣四類型百分比同質性檢定結果

學歷	人數／百分比	科技素養／科學興趣				總和
		HH組	HL組	LH組	LL組	
小學畢業以下	人數	0 <sub>a</sub>	1 <sub>a, b</sub>	1 <sub>b</sub>	106 <sub>c</sub>	108
	在組內之百分比	0.0%	0.9%	0.9%	98.1%	100.0%
中學畢業	人數	30 <sub>a</sub>	25 <sub>b</sub>	14 <sub>b, c</sub>	151 <sub>c</sub>	220
	在組內之百分比	13.6%	11.4%	6.4%	68.6%	100.0%
大學畢業	人數	104 <sub>a</sub>	43 <sub>a</sub>	8 <sub>a</sub>	31 <sub>b</sub>	186
	在組內之百分比	55.9%	23.1%	4.3%	16.7%	100.0%
研究所畢業	人數	66 <sub>a</sub>	9 <sub>b</sub>	1 <sub>b, c</sub>	1 <sub>c</sub>	77
	在組內之百分比	85.7%	11.7%	1.3%	1.3%	100.0%
總和	人數	200	78	24	289	591
	在組內之百分比	33.8%	13.2%	4.1%	49.0%	100.0%

註：各組別人數右下角之英文代號若重複，即表示兩組間無顯著差異。



不同科技素養／科學興趣類型之公民在「科學資訊吸收」( $F=290.82, df=588, p < .001, \eta^2 = .60$ )、「非制式科學教育場所參訪」( $F=58.32, df=589, p < .001, \eta^2 = .23$ )、「科技議題意見表達」( $F=47.31, df=586, p < .001, \eta^2 = .20$ )及「科技議題活動參與」( $F=42.78, df=586, p < .001, \eta^2 = .18$ )的表現皆達顯著性差異，再以 Bonferroni 事後比較發現，HH 組及 LH 組都顯著高於 HL 組及 LL 組。此結果顯示，HH 組的科學參與頻率最高；LH 組在「科學資訊吸收」、「科技議題意見表達」及「科技議題活動參與」的得分皆高於 HL 組；值得注意的是，LH 組在「科技議題活動參與」的得分反而高於 HH 組。

本研究進一步以 SEM 驗證科學興趣及科技素養對科學參與的相關性，整體模式適配性考驗發現， $\chi^2=3100.82, df=291, RMSEA = .07, NFI = .90$  和  $CFI = .90$ ，顯示該量表具備良好的建構效度 (Hu & Bentler, 1999)。分析結果發現，民眾的「科學興趣」對於「科學資訊吸收」( $\beta = .61$ ) 最有顯著預測力，對於「科技議題活動參與」( $\beta = .25$ ) 具次高顯著預測力。此外，除了對「非制式科學教育場所參訪」的預測力是「科技素養」( $\beta = .30$ ) 高於「科學興趣」( $\beta = .23$ ) 外，其餘類型的科學參與皆是「科學興趣」的預測力高於「科技素養」，由此可知，民眾的科學興趣對於參與高層次之科學活動更具預測力 (如圖 5 所示)。

## 伍、結論與討論

瞭解民眾的科學興趣與科技素養，是二十一世紀許多先進國家作為重要施政的指標。本研究目的在瞭解臺灣公民的科技素養、科學興趣及科學參與情形，以及不同科技素養／科學興趣類型公民之科學參與之差異與其相關預測因子。本研究主要發現：一、HH 組的整體科學參與頻率最高，而 LH 組「科技議題活動參與」涉入程度最高。上述結果顯示，高科學興趣的民眾對於科學及科技議題的參與較為積極；二、HH 組男性公民人數比女性多兩倍、年齡層較輕且都具有大學畢業以上學歷，而 LL 組則是女性公民人數幾乎是男性公民的兩倍、年齡層較高且只有中學以下學歷。茲分別討論如下：

### 一、HH 組的整體科學參與頻率最高，而 LH 組的「科技議題活動參與」涉入程度最高；高科學興趣的公民對於科學及科技議題的參與較為積極

本研究發現，同時擁有高科技素養及高科學興趣的民眾的科學參與頻率最高，和過去研究發現公民參與科學活動與個人科學能力或科技素養 (Falk et al., 2007; Stine-Morrow & Parisi, 2011; Tett & St. Clair, 2011; Tsai et al., 2017; Wu et al., 2012) 及科學興趣、享受科學之樂趣等情意因素 (Ballantyne & Packer, 2009; Bell et al., 2009; Falk, 2002; Jones & Stein, 2005; Lin et al., 2013) 有關的發現相似；然而本研究亦發現，LH 組的「科技議題活動參與」涉入程度最高，這是值得關注的重點。因為這些低科技素養但又具有高度科學興趣的公民，在「科學資訊吸

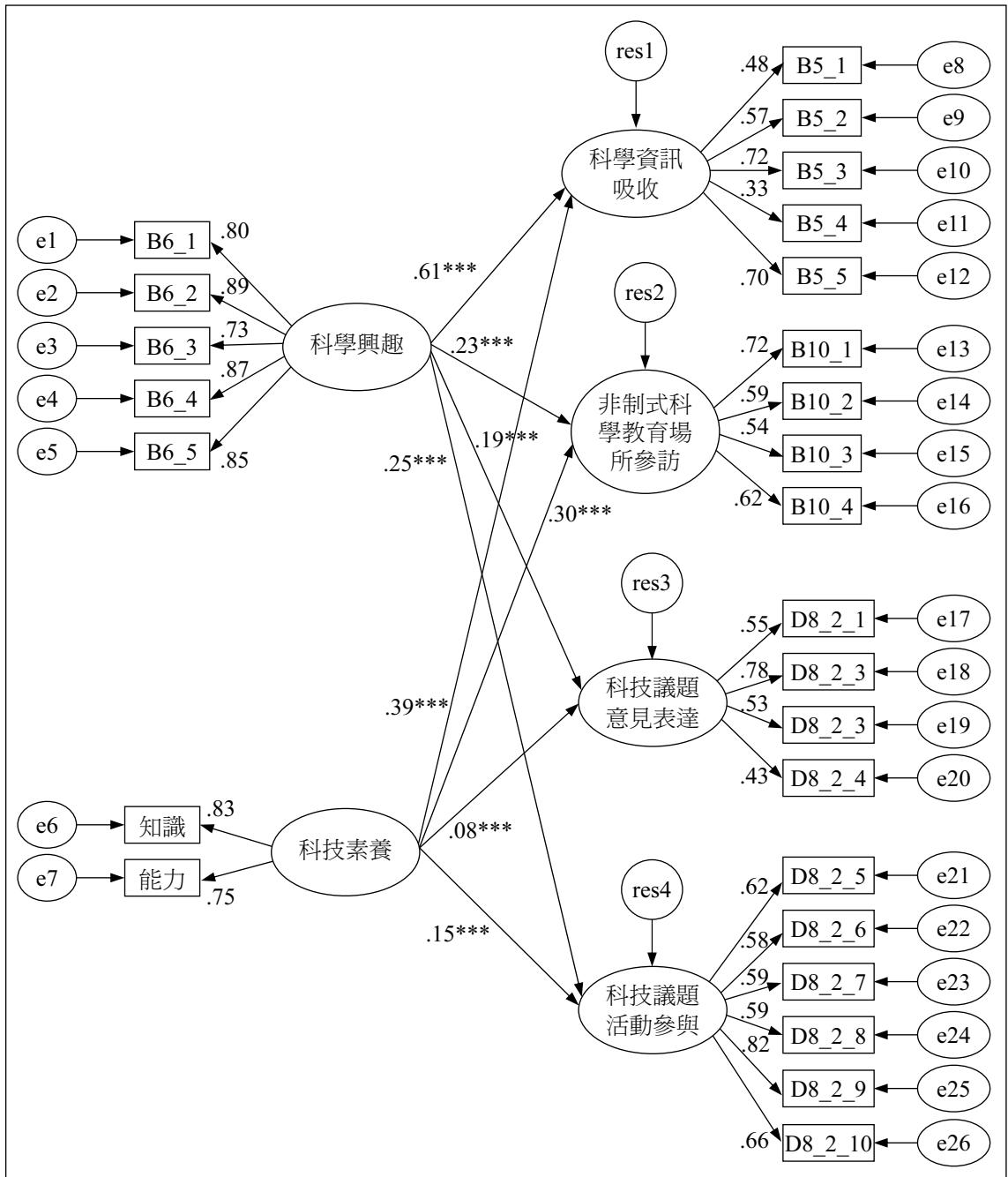


圖5. 科學興趣、科技素養對科學參與的結構方程模組驗證結果

\*\*\* $p < .001$ .

收」、「科技議題意見表達」及「科技議題活動參與」皆顯著高於 HL 組。最需要擔心的是這些 LH 組公民因為自身的科技素養不足，但卻有高度科學興趣，在許多需要表達意見時不是人

云亦云就是判斷錯誤，這是相當危險的；尤其若是身為母親的民眾科技素養不足但又有高度的科學興趣，在遇到與科技相關議題時就極可能因為科技素養不足而做出錯誤的判斷，例如決定是否讓孩子打預防針時會做出錯誤的決定（Carrion, 2018）。

本研究發現，臺灣男性公民有 47.8% 屬於 HH 組，女性公民只有 20.3%，而女性公民有 61.3% 屬於 LL 組，男性公民只有 36.1%。顯示臺灣女性公民在科學的認知（素養）及情意（興趣）面向皆呈現消極態度。儘管本次調查發現女性公民參訪非制式科學教育場所的頻率顯著高於男性公民，但女性公民的科學興趣及科技素養仍顯著低於男性公民。Hong 等（2012）的研究曾經探討國小至高中階段男女學生的科學自我效能，發現國小階段男女學生的科學自我效能是沒有差異的，但女學生至高中階段，儘管科學成績顯著優於男學生，但自我效能卻反而隨著教育階段而陡降，然而男學生之自我效能卻反而隨著教育階段增加而提升，兩者之間落差形成極大的對比。事實上多數女性公民已經離開求學階段，不會有課業壓力，但其科學的態度非但沒有提升，反而有負面的觀感，且對於學習科學新知大多沒有興趣、缺乏信心，甚至敬而遠之，不願意接觸科學。臺灣的女性人數已過半，根據內政部統計處（2018）統計，女性與男性比為 100：98.78，因此占超過半數人口的女性若缺乏科技素養，長久以往對於國家的科技競爭力將有極大影響。

本研究以結構方程模組驗證科學興趣及科技素養對於科學參與的相關性發現，公民的「科學興趣」對於「科學資訊吸收」最有顯著預測力，對於「科技議題活動參與」具次高顯著預測力；而公民的「科技素養」對於「科學資訊吸收」最具顯著預測力。倘若以科技素養的目標而言，是為了提升公民科學參與；但若是以教育的觀點而言，鼓勵科學參與的目的則是為了提升公民科技素養，兩者實具有密切關聯性；因此公民若僅有科技素養但卻缺乏科學興趣，儘管知道未來科技發展對於國家整體競爭力很重要，但因為本身的科學興趣薄弱而不願意繼續增能和參與科技活動。因此，中央與地方政府及學校若要有有效推廣與提升民眾重視科學與科技，可以從公民最常接觸的新聞傳播開始（Bonney et al., 2016; Falk et al., 2007; OECD, 2006; Woods-McConney et al., 2014），不僅應傳播正確的科學新知，更應觸發公民的情意感受，使其對科學參與產生興趣，主動吸收相關資訊、表達意見，進而參與相關科技活動。美國科學教育學者 Hidi 與 Renninger（2006）指出，新奇有趣的科學演示所引起的短暫情境式興趣（*situational interest*）可以有效發展成個人興趣（*personal interest*），因此倘若我們國家相關部門能將科普推廣的參與者不限於學生，多開拓一扇科學與科技求知大門給成年女性公民，相信只要用心且有計畫地規劃新奇有趣的科學演示活動，當能引發女性公民之科學學習動機，進而願意主動接近科學新知和探索科技。Beetlestone、Johnson、Quin 與 White（1998）也曾建議科學場館的展示可結合藝術創造，因為女性更在意的是「心靈觸動」，藉由美學引發公民的學習動機與學習興趣，使其對於科學將不再是害怕、無知或是興趣缺缺。除此之外，可以在推動與推廣科技活動中融入合作學習理論（*cooperative learning theory*）（Johnson & Johnson,

2003)，安排不同年齡層、不同性別、不同教育別公民一起參與探索科技活動，相信在相互合作之氛圍中，公民會因為新奇有趣的科學與科技活動的引導而逐漸提高科學興趣，進而提升其科技素養和科學參與。

## 二、HH 組男性公民人數遠多於女性，年齡層較輕並有大學畢業以上學歷；LL 組則是女性公民人數多於男性，年齡層較高並只有中學以下學歷

本研究發現，臺灣公民科學參與會隨著學歷增高，其科學參與人數也會逐步增高，但是公民的科學參與卻隨著年齡層增高而下降，只有「科技議題活動參與」呈現不同的趨勢。「科技議題活動參與」頻率最高的是 18~29 歲組公民，次高的是 50~59 歲組公民，接著是 30~39 歲組公民、40~49 歲組公民，最低則是 60~70 歲組公民。此結果顯示，年紀愈輕、學歷愈高的公民愈願意接觸科學活動（如觀賞科學節目、參訪博物館），然而若是需要長期地參與科學活動，如擔任志工、募款、參與座談會等，50~59 歲組公民的活動參與度顯著超越 30~39 歲及 40~49 歲組的公民。可能是因為 50~59 歲的公民已具備豐富的社會閱歷，其晶質智力（*crystallized intelligence*）會隨著人生的經驗而提升（Cattell, 1963），此時剛好由職場退休，經濟狀況普遍良好，身心狀況尚佳，許多公民可能期待善盡社會責任；這群公民也正值社會認知學家 Erikson（1959）所提及人生八大危機中的「自我統整—悲觀絕望」，他（她）們正屬於將中年危機轉化為轉機的那群發展成功者，這些資深公民面臨科技議題時會瞭解其對國家、社會及個人的影響，因此非但願意親自參與投入，更會熱心推廣，期望能影響更多民眾一起重視科技議題。

除此之外，本研究顯示科技素養得分依學歷增高而逐次遞增，依年齡增加而依次遞減，以 60~70 歲年齡層的公民在科技素養總分為最低。可能是臺灣的公民將科學學習當成學校的功課，大多數學生只是為了文憑而讀書，且過去的學校教學普遍採用教師為中心的講授式教學方式，因此學生在科學學習的態度和學習興趣隨著年紀的增長而降低（Hong, 2010; Hong & Lin, 2011, 2013; Hong et al., 2012; Hong et al., 2013），極大部分的民眾一旦離開學校即喪失進修意願，除非在職公民受到工作職場的要求才會繼續追求新知。再者，臺灣公民平均退休年齡為 58.6 歲（行政院主計總處，2017），退休後的生活重心可能放在社交互動、養生、旅遊、照顧第三代，如在許多社區大學或市民學苑所開設的課程大多以生活安全、運動保健、心靈成長、人際關係及貢獻服務為主要課程，極少數會開設科學與科技新知相關課程給退休公民進修（魏惠娟、陳冠良、李雅慧，2014）。因此，在內在無動機、外在無誘因及沒有直接的環境壓力下，會主動或被動接受科學與科技新知或是對科學與科技新發現感興趣的公民就相對減少。

因此，政府各部會如何建立一套有效且具吸引力的終身學習進修系統，以鼓勵中高年齡層、中學以下學歷及女性公民願意主動參與進修，是未來國家公、私立部門必須重視的課題。

## 陸、研究限制與未來研究建議

### 一、公民科技素養試題宜增加情境式開放問答題型

本研究採用的研究工具多以選擇題或勾選題為主，因為 2015 年公民科技素養調查採用訪員面訪的方式，選擇題或勾選題方便民眾在最短時間內作答，亦方便測驗結果計分。然而，此種計分方式在知識及能力的評定上有較多的爭議性，難保民眾會有猜測之疑。為了符應素養導向評量趨勢，建議未來全國公民科技素養調查的評量工具應參考 PISA 情境化試題之設計，設計題組類型題目、多重是非題及開放式問答題型，需由民眾親自手寫回答，藉此更能瞭解民眾科技素養之程度。

### 二、公民科技素養研究增加個別訪談，以瞭解影響民眾參與科技行為之相關因素

公民科技素養大樣本的問卷調查未能進一步訪問民眾，無法得知造成民眾科技行為之背後因素，僅能由統計量化結果推測可能原因。建議未來研究可挑選具代表性或特殊性之樣本，例如由 HH 組、HL 組、LH 組及 LL 組四類型公民各選一定的比例個案進行深入訪談，進一步瞭解影響公民科學興趣、科技素養及科學參與之因素為何。

## 參考文獻

### 一、中文文獻

內政部統計處 (2018)。107 年 5 月臺灣人口數性別概況。取自 <https://www.moi.gov.tw/stat/chart.aspx>

【Department of Statistics, Ministry of the Interior Republic of China. (2018). *Gender profile of Taiwan population in May, 2018*. Retrieved from <https://www.moi.gov.tw/stat/chart.aspx>】

行政院主計總處 (2017)。105 年受僱員工動向調查統計結果。取自 <https://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=41848&ctNode=5624>

【Directorate-General of Budget, Accounting and Statistics, Executive Yuan. (2017). *The 2016 results of employees survey*. Retrieved from <https://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=41848&ctNode=5624>】

江淑琳、張瑜倩 (2016)。更民主的科學溝通：科學類博物館實踐公眾參與科學之角色初探。傳播研究與實踐，6 (1)，199-227。doi:10.6123/JCRP.2016.008

【Chiang, S.-L., & Chang, Y.-C. (2016). More democratic science communication: Exploring the role of science museums engaging the public with science. *Journal of Communication Research and Practice*, 6(1), 199-227. doi:10.6123/JCRP.2016.008】

杜文苓 (2010)。環評決策中公民參與的省思：以中科三期開發爭議為例。公共行政學報，35，29-60。doi:10.30409/JPA

【Tu, W.-L. (2010). Reflection on public participation in the environmental impact assessment: Environmental disputes over the 3rd stage of central Taiwan science park development. *Journal of Public Administration*, 35, 29-60. doi:10.30409/JPA】

李文旗、張俊彥 (2005)。中學生應達到的地球科學素養？—中學地科老師的觀點。師大學報：科學教育類，50 (2)，1-27。doi:10.6300/JNTNU.2005.50(2).01

【Lee, W.-C., & Chang, C.-Y. (2005). Taiwan's secondary school teachers' expectations with regard to the earth science literacy of their students. *Journal of Taiwan Normal University: Mathematics & Science Education*, 50(2), 1-27. doi:10.6300/JNTNU.2005.50(2).01】

吳坤璋、黃台珠、吳裕益 (2005)。影響中小學學生科學學習成就的因素之比較研究。教育心理學報，37 (2)，147-171。doi:10.6251/BEP.20051115

【Wu, K.-C., Huang, T.-C., & Wu, Y.-Y. (2005). A comparative study of factors affecting science learning achievement of students in different grade levels. *Bulletin of Educational Psychology*, 37(2), 147-171. doi:10.6251/BEP.20051115】

余曉清、林煥祥 (主編) (2017)。PISA 2015 臺灣學生的表現。新北市：心理。

【She, H.-C., & Lin, H.-S. (Eds.). (2017). *Taiwan student performance on PISA 2015*. New Taipei City, Taiwan: Psychological.】

胡瑞萍、林陳涌 (2002)。寫作與科學學習。科學教育月刊，253，2-18。

【Hu, R.-P., & Lin, C.-Y. (2002). Writing and learning of science. *Science Education Monthly*, 253, 2-18.】

章英華、傅仰止 (2006)。臺灣社會變遷基本調查計畫第五期第一次調查計畫執行報告。行政院國家科學委員會專案研究報告 (NSC94-2420-H-001-008-B1)。臺北市：中央研究院社

會學研究所。

- 【Chang, Y.-H., & Fu, Y.-C. (2006). *Taiwan social change survey, first wave of the fifth phase*. National Science Council project report (NSC94-2420-H-001-008-B1). Taipei, Taiwan: Institute of Sociology, Academia Sinica.】
- 黃台珠 (主編) (2012)。2012 年科技與語文素養計畫—公民科技素養調查研究執行報告。高雄市：國立中山大學通識教育中心公民素養推動研究中心。
- 【Huang, T.-C. (Ed.). (2012). *2012 S&T and language literacy project: Civic technological literacy investigation*. Kaohsiung, Taiwan: The Research Center for Promoting Civic Scientific Literacy of the Center for General Education, National Yat-sen University.】
- 黃孝宗、蔡俊彥、黃台珠 (2013)。公民科學家意象與參觀博物館對科學研究利益知覺之影響。教育科學研究期刊, 58 (3), 1-22。doi:10.6209/JORIES.2013.58(3).01
- 【Huang, H.-T., Tsai, C.-Y., & Huang, T.-C. (2013). Influence of citizens' images of scientists and museum visits on the benefit perception of scientific research. *Journal of Research in Education Sciences*, 58(3), 1-22. doi:10.6209/JORIES.2013.58(3).01】
- 黃俊儒 (2015)。你讀到什麼科學？—科學新聞閱讀回憶診斷工具發展與評析。教育科學研究期刊, 60 (2), 139-166。doi:10.6209/JORIES.2015.60(2).05
- 【Huang, C.-J. (2015). What science have you read? Developing and investigating a diagnostic tool for evaluating science news reading memory. *Journal of Research in Education Sciences*, 60(2), 139-166. doi:10.6209/JORIES.2015.60(2).05】
- 黃俊儒、簡妙如 (2008)。「科學家發明了什麼？」—解析學生對於科學新聞中的科技產物意象。科學教育學刊, 16 (4), 415-438。doi:10.6844/NCKU.2010.01611
- 【Huang, C.-J., & Jian, M.-J. (2008). "What have scientists created?" – Students' image toward technology when they read science news reports. *Chinese Journal of Science Education*, 16(4), 415-438. doi:10.6844/NCKU.2010.01611】
- 傅仰止、張晉芬 (2007)。臺灣社會變遷基本調查計畫第五期第二次調查計畫執行報告。行政院國家科學委員會專案研究報告 (NSC95-2420-H-001-006-B1)。臺北市：中央研究院社會學研究所。
- 【Fu, Y.-C., & Chang, C.-F. (2007). *Taiwan social change survey, second wave of the fifth phase*. National Science Council project report (NSC95-2420-H-001-006-B1). Taipei, Taiwan: Institute of Sociology, Academia Sinica.】
- 蔡俊彥 (主編) (2015)。2015 年臺灣公民科學素養概況。高雄市：國立中山大學通識教育中心公民素養推動研究中心。
- 【Tsai, C.-Y. (Ed.). (2015). *Overview of 2015 Taiwan public science literacy*. Kaohsiung, Taiwan: The Research Center for Promoting Civic Scientific Literacy of the Center for General Education, National Sun Yat-sen University.】
- 魏惠娟、陳冠良、李雅慧 (2014)。活躍老化高齡教育課程架構與評析：規範性需求的觀點。中正教育研究, 13 (1), 45-88。doi:10.3966/168395522014061301002
- 【Wei, H.-C., Chen, G.-L., & Lee, Y.-H. (2014). The framework of active aging curriculum for education of the elderly and its evaluation: Normative needs perspective. *Chung Cheng Educational Studies*, 13(1), 45-88. doi:10.3966/168395522014061301002】

## 二、外文文獻

- Agrawal, A. (2001). Common property institutions and sustainable governance of resources. *World Development*, 29(10), 1649-1672. doi:10.1016/S0305-750X(01)00063-8
- Ainley, M., Hidi, S., & Berndorff, D. (2002). Interest, learning, and the psychological processes that mediate their relationship. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 545-561. doi:10.1037/0022-0663.94.3.545
- Ballantyne, R., & Packer, J. (2009). Introducing a fifth pedagogy: Experience-based strategies for facilitating learning in natural environments. *Environmental Education Research*, 15(2), 243-262. doi:10.1080/13504620802711282
- Beetlestone, J. G., Johnson, C. H., Quin, M., & White, H. (1998). The science center movement: Contexts, practice, next challenges. *Public Understanding of Science*, 7(1), 5-22. doi:10.1177/096366259800700101
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W., & Feder, M. A. (Eds.). (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Billett, S. (2002). Toward a workplace pedagogy: Guidance, participation, and engagement. *Adult Education Quarterly*, 53(1), 27-43. doi:10.1177/074171302237202
- Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L., & Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, 25(1), 2-16. doi:10.1177/0963662515607406
- Carrion, M. L. (2018). “You need to do your research”: Vaccines, contestable science, and maternal epistemology. *Public Understanding of Science*, 27(3), 310-324. doi:10.1177/0963662517728024
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54(1), 1-22. doi:10.1037/h0046743
- Chang, M., Singh, K., & Mo, Y. (2007). Science engagement and science achievement: Longitudinal models using NELS data. *Educational Research and Evaluation*, 13(4), 349-371. doi:10.1080/13803610701702787
- Chen, H.-T., Wang, H.-H., Lu, Y.-Y., Lin, H.-S., & Hong, Z.-R. (2016). Using a modified argument-driven inquiry to promote elementary school students' engagement in learning science and argumentation. *International Journal of Science Education*, 38(2), 170-191. doi:10.1080/09500693.2015.1134849
- Conrad, C. C., & Hilchey, K. G. (2011). A review of citizen science and community-based environmental monitoring: Issues and opportunities. *Environmental Monitoring and Assessment*,



- 176(1-4), 273-291. doi:10.1007/s10661-010-1582-5
- Erikson, E. H. (1959). Identity and the life cycle: Selected papers. *Psychological Issues, 1*, 1-171.
- Falk, J. H. (2002). The contribution of free-choice learning to public understanding of science. *Interciencia, 27*(2), 62-65.
- Falk, J. H., & Needham, M. D. (2013). Factors contributing to adult knowledge of science and technology. *Journal of Research in Science Teaching, 50*(4), 431-452. doi:10.1002/tea.21080
- Falk, J. H., Storksdieck, M., & Dierking, L. D. (2007). Investigating public science interest and understanding: Evidence for the importance of free-choice learning. *Public Understanding of Science, 16*(4), 455-469. doi:10.1177/0963662506064240
- Falkner, K., & Palmer, E. (2009). Developing authentic problem solving skills in introductory computing classes. *ACM SIGCSE Bulletin, 41*(1), 4-8. doi:10.1145/1539024.1508871
- Fiorino, D. J. (1990). Citizen participation and environmental risk: A survey of institutional mechanisms. *Science, Technology & Human Values, 15*(2), 226-243. doi:10.1177/016224399001500204
- Forester, J. (1989). *Planning in the face of power*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research, 18*(1), 39-50. doi:10.2307/3151312
- Fortmann, L. (2008). *Participatory research in conservation and rural livelihoods: Doing science together*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
- 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. doi:10.3102/00346543074001059
- Grant, J. (1994). *The drama of democracy: Contention and dispute in community planning*. Toronto, Canada: University of Toronto Press.
- Greenfield, T. A. (1997). Gender-and grade-level differences in science interest and participation. *Science Education, 81*(3), 259-276. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(199706)81:3<259::AID-SCE1>3.0.CO;2-C
- Henriksen, E. K., & Frøyland, M. (2000). The contribution of museums to scientific literacy: Views from audience and museum professionals. *Public Understanding of Science, 9*(4), 393-415. doi:10.1088/0963-6625/9/4/304
- Hidi, S., Berndorff, D., & Ainley, M. (2002). Children's argument writing, interest and self-efficacy: An intervention study. *Learning and Instruction, 12*(4), 429-446. doi:10.1016/S0959-4752(01)

00009-3

- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist, 41*(2), 111-127. doi:10.1207/s15326985ep4102\_4
- Hisschemöller, M., & Midden, C. J. H. (1999). Improving the usability of research on the public perception of science and technology for policy-making. *Public Understanding of Science, 8*(1), 17-33. doi:10.1088/0963-6625/8/1/002
- Hong, Z.-R. (2010). Effects of a collaborative science intervention on high achieving students' learning anxiety and attitudes toward science. *International Journal of Science Education, 32*(15), 1971-1988. doi:10.1080/09500690903229304
- Hong, Z.-R., & Lin, H.-S. (2011). An Investigation of students' personality traits and attitudes toward science. *International Journal of Science Education, 33*(7), 1001-1028. doi:10.1080/09500693.2010.524949
- Hong, Z.-R., & Lin, H.-S. (2013). Boys' and girls' involvement in science learning and their self-efficacy in Taiwan. *International Journal of Psychology, 48*(3), 272-284. doi:10.1080/00207594.2011.628673
- Hong, Z.-R., Lin, H.-S., Chen, H.-T., Wang, H.-H., & Lin, C.-J. (2014). The effects of aesthetic science activities on improving at-risk families children's anxiety about learning science and positive thinking. *International Journal of Science Education, 36*(2), 216-243. doi:10.1080/09500693.2012.758394
- Hong, Z.-R., Lin, H.-S., & Lawrenz, F. P. (2012). Effects of an integrated science and societal implication intervention on promoting adolescent's positive thinking and emotional perceptions in learning science. *International Journal of Science Education, 34*(3), 329-352. doi:10.1080/09500693.2011.623727
- Hong, Z.-R., Lin, H.-S., Wang, H.-H., Chen, H.-T., & Yang, K.-K. (2013). Promoting and scaffolding elementary school students' attitudes toward science and argumentation through a science and society intervention. *International Journal of Science Education, 35*(10), 1625-1648. doi:10.1080/09500693.2012.734935
- Hu, L.-T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 6*(1), 1-55. doi:10.1080/10705519909540118
- Hynd, C., Holschuh, J., & Nist, S. (2000). Learning complex scientific information: Motivation theory and its relation to student perceptions. *Reading and Writing Quarterly, 16*(1), 23-57. doi:10.1080/105735600278051

- Irvin, R. A., & Stansbury, J. (2004). Citizen participation in decision making: Is it worth the effort? *Public Administration Review*, 64(1), 55-65. doi:10.1111/j.1540-6210.2004.00346.x
- Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 703-710. doi:10.1080/095006999290363
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2003). Student motivation in co-operative groups: Social interdependence theory. In R. M. Gillies & A. F. Ashman (Eds.), *Cooperative learning: The social and intellectual outcomes of learning in groups* (pp. 136-176). New York, NY: Routledge Falmer.
- Johnson, H., & Wilson, G. (2000). Biting the bullet: Civil society, social learning and the transformation of local governance. *World Development*, 28(11), 1891-1906. doi:10.1016/S0305-750X(00)00069-3
- Jones, D., & Stein, J. K. (2005). *The flandrau science center front-end evaluation* (Unpublished technical report). Institute for Learning Innovation, Annapolis, MD.
- Kind, P., Jones, K., & Barmby, P. (2007). Developing attitudes towards science measures. *International Journal of Science Education*, 29(7), 871-893. doi:10.1080/09500690600909091
- Kolstø, S. D. (2000). Consensus projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22(6), 645-664. doi:10.1080/095006900289714
- Lin, H.-S., Lawrenz, F., Lin, S.-F., & Hong, Z.-R (2013). Relationships among affective factors and preferred engagement in science-related activities. *Public Understanding of Science*, 22(8), 941-954. doi:10.1177/0963662511429412
- Loyens, S. M. M., Rikers, R. M. J. P., & Schmidt, H. G. (2008). Relationships between students' conceptions of constructivist learning and their regulation and processing strategies. *Instructional Science*, 36(5-6), 445-462. doi:10.1007/s11251-008-9065-6
- Lui, A. K., Kwan, R., Poon, M., & Cheung, Y. H. Y. (2004). Saving weak programming students: Applying constructivism in a first programming course. *ACM SIGCSE Bulletin*, 36(2), 72-76. doi:10.1145/1024338.1024376
- Maienschein, J. (1998). Scientific literacy. *Science*, 281(5379), 917. doi:10.1126/science.281.5379.917
- McCallie, E., Bell, L., Lohwater, T., Falk, J. H., Lehr, J. L., Lewenstein, B. V., ... Weihe, B. (2009). *Many expert, many audiences: Public engagement with science and informal science education*. Paper presented at the conference of the Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE), Washington, DC.
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2), 29-48.

- Miller, J. D. (1987). Scientific literacy in the United States. In D. Evered & M. O'Connor (Eds.), *Communicating science to the public* (pp. 19-40). London, UK: Wiley.
- Miller, J. D. (1996). Scientific literacy for effective citizenship. In R. E. Yager (Ed.), *Science/technology/society as reform in science education* (pp. 185-204). New York, NY: State University Press of New York.
- Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7(3), 203-223. doi:10.1088/0963-6625/7/3/001
- Miller, J. D. (2000). The development of civic scientific literacy in the United States. In D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), *Science, technology, and society: A sourcebook on research and practice* (pp. 21-47). New York, NY: Plenum Press.
- Miller, J. D. (2004). Public understanding of, and attitudes toward, scientific research: What we know and what we need to know. *Public Understanding of Science*, 13(3), 273-294. doi:10.1177/0963662504044908
- Miller, J. D. (2010a). Civic scientific literacy: The role of the media in the electronic era. In D. Kennedy & G. Overholser (Eds.), *Science, technology, and the media* (pp. 44-63). Cambridge, MA: American Academy of Arts and Sciences.
- Miller, J. D. (2010b). The conceptualization and measurement of civic scientific literacy for the twenty-first century. In J. Meinwald & J. G. Hildebrand (Eds.), *Science and the educated American: A core component of liberal education* (pp. 241-255). Cambridge, MA: American Academy of Arts and Sciences.
- Miller, J. D. (2012). The sources and impact of civic scientific literacy. In M. W. Bauer, R. Shukla, & N. Allum (Eds.), *The culture of science: How the public relates to science across the globe* (pp. 217-240). New York, NY: Routledge.
- Miller, J. D. (2016). *Civic scientific literacy in the United States in 2016*. Retrieved from [https://smd-prod.s3.amazonaws.com/science-red/s3fs-public/atoms/files/NASA%20CSL%20in%202016%20Report\\_0\\_0.pdf](https://smd-prod.s3.amazonaws.com/science-red/s3fs-public/atoms/files/NASA%20CSL%20in%202016%20Report_0_0.pdf)
- Miller, J. D., Pardo, R., & Niwa, F. (1997). *Public perceptions of science and technology: A comparative study of the European Union, the United States, Japan, and Canada*. Bilbao, Spain: Fundación BBV.
- Miller, S., Caro, P., Koulaidis, V., de Semir, V., Staveloz, W., & Vargas, R. (2002). *Benchmarking the promotion of RTD culture and public understanding of science*. Brussels, Belgium: Commission of the European Communities.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC:

National Academy Press.

- National Science Board. (2008). *Science and engineering indicators 2008*. Arlington, VA: National Science Foundation.
- National Science Board. (2016). *Science and engineering indicators 2016*. Retrieved from <https://www.nsf.gov/nsb/publications/2016/nsb20161.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2006). *Student questionnaire for PISA 2006*. Paris, France: Author.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2009). *OECD science, technology and industry scoreboard 2009*. Paris, France: Author. doi:10.1787/sti\_scoreboard-2009-en
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2010). *PISA 2009 assessment framework: Key competencies in reading, mathematics and science*. Paris, France: Author.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. London, UK: Nuffield Foundation.
- Rudolph, J. L. (2005). Inquiry, instrumentalism, and the public understanding of science. *Science Education, 89*(5), 803-821. doi:10.1002/sce.20071
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2002). Overview of self-determination theory: An organismic-dialectical perspective. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of self-determination research* (pp. 3-33). Rochester, NY: The University of Rochester Press.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(8), 909-921. doi:10.1002/tea.20327
- Shein, P. P., Li, Y.-Y., & Huang, T.-C. (2015). The four cultures: Public engagement with science only, art only, neither, or both museums. *Public Understanding of Science, 24*(8), 943-956. doi:10.1177/0963662515602848
- Stine-Morrow, E. A. L., & Parisi, J. M. (2011). The adult development and cognition and learning. In K. Rubenson (Ed.), *Adult learning and education* (pp. 41-46). Saint Louis, MO: Academic Press.
- Stocklmayer, S. M., Rennie, L. J., & Gilbert, J. K. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. *Studies in Science Education, 46*(1), 1-44. doi:10.1080/03057260903562284
- Tett, L., & St. Clair, R. (2011). Adult literacy education. In K. Rubenson (Ed.), *Adult learning and education* (pp. 100-105). Saint Louis, MO: Academic Press.
- Tsai, C.-Y., Li, Y.-Y., & Cheng, Y.-Y. (2017). The relationships among adult affective factors,

- engagement in science, and scientific competencies. *Adult Education Quarterly*, 67(1), 30-47. doi:10.1177/0741713616673148
- Tytler, R., Symington, D., & Smith, C. (2011). A curriculum innovation framework for science, technology and mathematics education. *Research in Science Education*, 41(1), 19-38. doi:10.1007/s11165-009-9144-y
- United Nations Environment Programme. (2012). *Report of the United Nations Environment Programme (UNEP)*. Retrieved from <http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/2012/session-11-UNEP.pdf>
- Wang, H.-H., Chen, H.-T., Lin, H.-S., Huang, Y.-N., & Hong, Z.-R (2017). Longitudinal study of a cooperation-driven, socio-scientific issue intervention on promoting students' critical thinking and self-regulation in learning science. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2002-2026. doi:10.1080/09500693.2017.1357087
- Windschitl, M. (2002). Framing constructivism in practice as the negotiation of dilemmas: An analysis of the conceptual, pedagogical, cultural, and political challenges facing teachers. *Review of Educational Research*, 72(2), 131-175. doi:10.3102/00346543072002131
- Woods-McConney, A., Oliver, M. C., McConney, A., Schibeci, R., & Maor, D. (2014). Science engagement and literacy: A retrospective analysis for students in Canada and Australia. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1588-1608. doi:10.1080/09500693.2013.871658
- Wu, K.-C., Shein, P. P., Tsai, C.-Y., Chou, C.-Y., Wu, Y.-Y., Liu, C.-J., ...Huang, T.-C. (2012). An investigation of Taiwan's public attitudes toward science and technology. *International Journal of Science Education, Part B*, 2(1), 1-21. doi:10.1080/21548455.2011.613643
- Yang, K.-K., Hong, Z.-R, Liu, M.-C., & Lin, H.-S. (2015). Exploring the role of visitors' self-identity in marine museum learning. *International Journal of Science Education, Part B*, 5(4), 375-393. doi:10.1080/21548455.2015.1046152
- Yearley, S. (2006). Bridging the science-policy divide in urban air-quality management: Evaluating ways to make models more robust through public engagement. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 24(5), 701-714. doi:10.1068/c0610j
- Yearley, S., Cinderby, S., Forrester, J., Bailey, P., & Rosen, P. (2003). Participatory modelling and the local governance of the politics of UK air pollution: A three-city case study. *Environmental Values*, 12(2), 247-262. doi:10.3197/096327103129341315

Journal of Research in Education Sciences

2018, 63(4), 229-259

doi:10.6209/JORIES.201812\_63(4).0008

# Exploring Taiwan Citizens' Scientific Literacy, Interest in, and Engagement in Learning Science

Hsin-Hui Wang

Center for General Education,  
National Sun Yat-sen University

Huann-Shyang Lin

Center for General Education,  
National Sun Yat-sen University

Zuway-R Hong

Institute of Education,  
National Sun Yat-sen University

## Abstract

This study explored Taiwan citizens' scientific literacy, interest in, and engagement in learning science. By using the stratified random sampling strategy, 1,831 citizens in the age group of 18-70 years were selected to respond to a questionnaire survey along with a paper-pencil test. For exploring the relationship between Taiwan citizens' scientific literacy and their interest in science, the participants were divided into four groups on the basis of their scores for scientific literacy and interest in science. According to the essential results, the high scientific literacy and high science interest (HH) group was mainly represented by males, young citizens, and citizens with higher educational degrees. Conversely, the low scientific literacy and low science interest (LL) group was dominated by females, elderly citizens, and citizens with only a secondary school diploma. Among the four groups, citizens in the HH and LH groups exhibited higher frequency of engagement in science activities. Finally, citizens with high science interest tended to be enthusiastic in learning science and technology. This study contributed a novel insight that the interest in learning science plays a critical role in promoting adults' engagement in learning science. Future studies are recommended for focusing on the citizens in the LH group to investigate how high engagement in learning science influences their scientific literacy.

**Keywords:** 2015 Taiwan citizens' scientific literacy survey, engagement in learning science, interest in learning science

---

Corresponding Author: Zuway-R Hong, E-mail: a3803429@gmail.com

Manuscript received: Jul. 25, 2018; Revised: Aug. 14, 2018, Sep. 29, 2018; Accepted: Oct. 2, 2018.





© 2018. This work is published under  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> (the “License”).  
Notwithstanding the ProQuest Terms and Conditions, you may use this  
content in accordance with the terms of the License.