

幼兒教保人員科學素養之探究與建議

林 純 雯

國立屏東科技大學幼兒保育系

cwlin@mail.npust.edu.tw

(投稿日期：2010.11.17；修正日期：2011.1.10、2011.6.8；接受日期：2011.7.21)

摘 要

本研究旨在探究幼兒教保人員的科學素養，從工具之編修、調查之實施中，研擬提升科學素養之建議。首先，立意取樣 184 名幼兒職前教師，效化公民科學素養中文版問卷，並測量其科學素養；其次，再分層隨機抽取 308 名幼兒教保人員，調查其科學素養。所獲結論包括：一、本研究之科學素養包括科學概念知識與科學本質，職前教師的表現後者優於前者，教保人員則反之；二、幼兒職前教師與幼兒教保人員所具備的科學素養並不理想，具備適足科學素養者僅分別為 29.3%與 5.0%。據此，研究者建議欲提升幼兒教保人員之科學素養，可在師資培育過程中加強科學寫作課程之設計、可進行幼托園所的科學教學評鑑，以及參考本研究工具繼續調查相關人員之科學素養。

關鍵字：幼兒教保人員、科學教育、科學素養

壹、緒論

隨著資訊科技時代降臨，科學素養(scientific literacy)逐漸成為現代化國民必備的生活技能與不可或缺的生活素養，因其對個人生活、社會進步、國家競爭力、全球之永續經營而言均具關鍵性的影響作用，比如具備科學素養的公民除了能因為較理解與適應科技社會的科技設施，而擁有較佳的生活品質外，更可充分理解環境暖化與節能減碳等環境議題，從而身體力行作環保而使地球生態永續發展(Bybee, 2008; Hodson, 2008)。正因如此，觀諸近年世界主要國家的教育目標，不難發現其對於國人科學素養之提升均廣為關注，也著墨甚深，紛紛集合科學領域學者，並肩戮力提升學生的科學素養(Agin, 1974; Bowyer & Linn, 1978; Klopfer, 1981; Murcia, 2008; Scheppler, Lederman, & Laureate, 2001; Schmidkunz, 1997)。

學校科學教育在促進學生科學學習上扮演重要的角色，個人的科學素養、技能及態度如何，又受是否自小紮根科學興趣之影響甚深(Mantzicopoulos, Samarapungavan, & Patrick, 2009)，是以欲提升學生科學素養，須始自培養幼童對科學的興趣與奠基正確的科學學習態度，以符應美國國家教育標準所載「科學素養隨個人年齡增長逐步發展，非僅侷限於學齡階段，倘使在學習的早期即已建立科學的態度與價值，將有助於成人時科學素養之形塑」(National Research Council, 1996)。由是可知，幼兒教師的科學素養對幼兒的科學學習與態度極其重要，可惜過半大一新生對科學新聞報導的理解不足(Murcia, 2009)，也有不少教師對科學或科學素養抱持未成熟的理解(Evans & Rennie, 2009; Horibe, 2010; Lederman, 1992)，以及教師對學生科學素養的學習需求覺知不一(Pinto & El Boudamoussi, 2009)等，都成為可能窒礙幼兒科學學習的重要因素。因之，本研究以調查幼兒教保人員的科學素養，作為檢討我國幼兒科學教育之開端。

目前國內科學素養研究工具，乃以 Laugsch 及 Spargo 所編製的「基本科學素養問卷」(Test of Basic Scientific Literacy)為本(Laugksch & Spargo, 1996, 1999)，再由國內學者靳知勤(2002a)效化為中文版後施測，採是非題型，共計 110 題。然除此工具外，國外尚有 Miller 所編製之公民科學素養(Civic Scientific Literacy)問卷，包括是非題與寫作題，涵蓋科學資訊之閱讀與理解的測驗、科學書寫能力的測量，可降低是非題的猜題機率，更能真實反映填答者的科學素養。截至目前為止，世界已有多國接續進行過 Miller 版公民科學素養問卷之施測，

我國欲與國際接軌，進行調查結果之比較，實有運用此工具進行調查之必要。

科學教育的主要目標係科學學習，表現在科學概念的改變之上，而改變概念的教學讀寫策略中，以啟發式科學寫作最可連結寫作與科學理解，於近年來逐漸受到重視(Akkus, Gunel, & Hand, 2007; Hand, Wallace, & Yang, 2004; Keys, 1999, 2000; Keys, Hand, Prain, & Collins, 1999; Rijlaarsdam & Van den Bergh, 2004; Ryan & Walking-Woman, 2000; Wallace, Hand, & Prain, 2004; Warwick, Stephenson, Webster, & Bourne, 2003; Yore, Hand, & Prain, 1999)。科學寫作屬溝通學習，乃鼓勵學生用自己的話寫下想法，是一種主動的知識建構、概念統整與連結，從互動建構學說(interactive-constructivist teaching and learning)的觀點觀之，其可整合新舊想法，有助改變迷思概念(Fellow, 1994; Hand, Prain, Lawrence, & Yore, 1999)。科學寫作活動不但提升學生自然科學的學習(羅廷瑛、張景媛，2004)，報章雜誌之科學詞彙閱讀理解，亦為測量公民科學素養所用(Tseng, Chang, Rundgren, & Rundgren, 2010)。Miller 所編製之科學素養問卷恰同時涵蓋是非題與寫作題，甚至以兩者測試同一科學概念，符合本研究欲藉由分析比較是非與寫作題型之結果，瞭解科學閱讀書寫能力及其評量的真實性之用意。

基於上述，本研究透過工具效化、調查實施與統計分析，欲達致評量幼兒教保人員科學素養、析探是非題與寫作題之間的差異與提出對科學書寫之啟示等目的。首先，乃效化中文版 Miller 公民科學素養問卷；其次，進行我國幼兒教保人員科學素養之調查及檢討；最末，則比較測量工具中是非題與寫作題之評量效果，並提具對幼兒教保人員進行科學職前與在職進修之建議。

貳、文獻探討

以下分別就科學素養之定義、重要性與測量工具等三方面進行探討：

一、科學素養的定義

美國科學促進協會在 1985 年主導 2061 計畫，以培養中小學生科學素養為目標，明訂科學素養基準(Benchmark for Science Literacy)，所提出的科學素養包含自然科學、社會科學、科技、數學等數個構面，必須通曉自然界知識及相互

作用，與科學原理及其限制，並具備科學思考能力(Montgomery, 1994)。另外，Thomas 與 Durant (1987)也提出科學素養的特性。

此外，Bybee (1997)從名義認知層次、功能應用層次、概念與過程層次，以及多面向議題決策層次定義科學素養的層次。Shamos (1995)提出文化性、功能性與真實性科學素養三個層次。Norris 與 Phillips (2003)則為科學素養提出補充，認為尚包含參與審議科學議題能力、存有好奇心、瞭解其益處及災害和批判思考能力。

不僅如此，美國國家研究委員會(National Research Council, 1996)也對科學素養提出定義，認為應包括閱讀與理解科學文章，指出「科學素養意味個人能基於對日常生活的好奇，提問、發掘與解答問題，其也有描述、解釋及預測自然現象的能力，能閱讀與理解一般報章雜誌中科學相關報導，並與他人就科學議題的論證進行日常討論與社會溝通」(Montgomery, 1994; Shamos, 1995)。

至於我國，也在第一部「科學教育白皮書」內，強調科學教育目標在養成全民科學素養，具備科學素養者，應具備理解科學本質、科學概念、科學過程、價值標準、科學與社會、興趣及技巧等能力(伍振鷺、魏明通，1997)。

綜合上述，可知科學素養是概括性的觀念，其定義隨時代變遷而更迭，當今乃指大眾對科學的瞭解，基此，研究者將科學素養定義為「一種在科學脈絡中，對科學本質、科學內容(物質、生命、健康、地球科學)以及科技影響社會之內涵的理解；並運用科學知識與歷程，辨認問題及尋求實證基礎解答，以促進個人決策及公民參與社會文化經濟活動之知識能力，必須兼備理解與應用」。

二、科學素養在現代國家發展中的角色

科學素養乃現代公民所不可或缺，亦在幼兒科學教育中扮演基礎且重要的角色，可見幼教師之科學素養關係全民素養甚鉅。幼兒所需具備科學素養的範疇，在美國科學促進協會所出版「科學素養基準」(Benchmarks for Scientific Literacy) (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993)中已載明，欲使之順利達致 AAAS 所設定的目標，應先自幼兒教師科學素養的提升著手，其必須具備基本的科學素養，方可勝任幼兒科學課程的解釋、引導、教學與探究。以下依序說明現代國家調查基本科學素養之必要：

(一)科學素養助益現代社會公民作成知情決策

從國家社會的面向觀之，身處科技進步與科學文明的現代社會，一般民眾的日常生活事務處理難免涉及科學技術相關課題，唯有得以順利接收科學資訊、吸收科學新知，才能據以思考、判斷以解決問題，甚且於面對爭議性的新興科技主題時(Miller & Kimmel, 2001)，方可因具備相當的科學素養而作出合理的決定、判斷與判決(Edmond & Mercer, 1997)；易言之，有效的民主決策品質與公民的充分參與和知情決策，須建基於大眾對科學的充分瞭解，亦即建立於適足的科學素養基礎之上(Bybee, 2008; Jenkins, 1999; Miller, 1998; Miller & Kimmel, 2001; Rutherford & Alhlgren, 1990; Shamos, 1995)，是以審議式民主的基石，除了奠基於公民的審議民主素養外，仍需科學素養的支持。不僅如此，尚有學者(Laugksch, 2000)認為科學素養之重要在於振興國家經濟、提升國際競爭力，且全民科學素養之提升亦有助於為產業提供源源不絕的科技人才及社會智慧文化。

(二)國際逐漸體認科學乃強國之鑰，進而全面關注國人科學素養

美國自 1957 年體認科學乃強國之鑰後，積極關注科學教育改革的重要性，進而於 1989 年出版《2061 計畫：美國科學全民化》一書，定義科學素養之涵義及其提升之道；其後又於 1993 年出版《科學素養基準》一書，訂定國家科學標準以為學生學習科學之依據；另於 1996 年由國家研究委員會出版學生科學標準(National Research Council [NRC], 1996)，完成了學生科學素養學習的範本。此外，美國科學教師協會亦於 1989 年提出 SS&C (Scope, Sequence and Coordination) 計劃方案，強調具備科學素養的個人，應能體察科技對人類生活的貢獻與限制，因而學校科學教育之目的，即是建構學生科學素養(Bransford, 2000; Bybee, 1997, 2008; Bybee, Powell, & Trowbridge, 2007; DeBoer, 2000)。

美國民眾的科學素養已於發達國家中排名第二(AAAS, 2001)，但儘管如此，相關單位仍持續積極進行科學教育的課程改革，致力提升科學素養(AAAS, 2001; Cavanagh, 2008; Gibbs, 2008; Payo, 2008)，並擬訂國際學生評量計畫(Program for International Student Assessment, 簡稱 PISA)，以進行學生科學素養評量，也開啟了國際間對於科學教育的再度關注及強調。

(三)科學素養的研究俾利帶動實踐取向的科學教育

以往的科學教育往往充斥被動事實知識的獲得，以及學生彼此之間的成績競爭，從而忽略科學學習所需的評估、應用、好奇、懷疑探究能力，以及主動學習、出於意志的學習動機，造成學生無法活用所學的科學概念知識於實際生活當中。原因之一可能是學生視學校文化有別於家庭文化，而在認知上主動將兩者隔離(Aikenhead, 1996)，是以日常科學的課程必須考慮脈絡情境因素，將學習生活經驗化(楊芳瑩, 2002)；其二或因科學教育著重科學概念的背誦學習與事實知識的回憶，反而忽視對科學的真正瞭解(Cobern, 1996)。因此，透過科學素養調查，可喚醒大眾對於實踐性科學教育的重視，重新導引學術界與實務界共同致力轉化科學概念知識為科技社會中的應用技術能力，亦為科學教育當中 STS (Science-technology-Social)教學模式(黃鴻博、郭重吉, 1999；盧玉玲、連啟瑞, 2002)與 STEM (science, technology, engineering and mathematics)所強調對於科技與社會進行連結(Bybee et al., 2007)。

有鑑於此，台灣地區於明訂「提升國民科學素養」為科學教育的首要目標，並強調自然科學的學習目標在於提升國民的科學素養(邱美虹, 2000；李田英, 2000；教育部, 2001)，相關研究大多使用 Laugksch 與 Spargo 發展之基本科學素養測驗問卷與科學理解測驗(Test on Understanding Science, TOUS)為工具(靳知勤, 2002a；徐堯, 2006；張淑女, 2008；鄭淑妃、劉聖忠、段曉林, 2005)，至於曾於世界 40 個以上之國家施測的 Miller 版公民科學素養問卷則尚未被運用於國內進行研究，有其引進與探討之必要。

(四)幼兒教師的科學素養關係未來公民的科學知能甚鉅

公民科學教育需透過學前教育、制式教育、社會教育、科學傳播、科學普及教育等綿密的終身學習網絡來達成(國家科學教育委員會[國科會], 2010)，其中幼兒科學教育乃全民科學素養之基礎，因其乃學齡前兒童探索好奇世界及探究科學問題的媒介，自此奠定了幼兒教師為引導學童發展自我探索科學新知之橋樑的地位(Yoo, 2010)，其科學素養關係未來公民的科學知能甚鉅。然而研究發現，幼兒職前教師對於科學教學方式既陌生又缺乏自信(Gilbert, 2009; Seefeldt & Galper, 2002)，但其科學素養又攸關能否提供充分的科學教學環境(Yoon & Onchwari, 2006)，也與幼兒科學學習動機、態度與興趣養成息息相關。

再加以國科會於 100 年度徵求整合型研究計畫(國科會, 2010)，於研究主題十三指出，教科書式科學教育所習得之典範性知識，缺乏生存環境議題之思考

與解決，有必要使公民體認自身生存之挑戰，如能評量真實性科學生活現場(如食品營養標示及溫室暖化議題)，當可激發大眾瞭解生存挑戰，進而學習科學的動力。因而確有必要透過對於幼兒教師文化性與功能性科學素養之關注，調查其科學素養之起點行為，以作為幼兒科學教育課程改革之依據。

三、科學素養的測量工具

所謂工欲善其事，必先利其器，科學素養測量工具對於科學素養之掌握的重要性可見一斑。研究發現一般大眾的科學素養不足(Miller, 1983, 1985, 1998, 2001)，追究其因，可知百年來學校的科學教育著重灌輸現成的知識，目前的科學學習成效指標，也著重對於科學內容知識與技術的測量，缺乏知識產生、資訊評估與道德應用於真實世界的相關議題，致使測量結果無法完全顯現真正的科學素養(Marshall, Scheppler, & Palmisano, 2003)，造成即使得到優秀測驗成績的學生，猶難免保有錯誤的科學概念(Gardner, 1991)。

有鑑於此，世界上許多重要國家(例如：美國與中國大陸等)已定期進行全民科學素養調查，我國也由國科會補助，執行多種族群(幼兒、小學生、國中生、大學生、大眾)科學素養之調查(王靜如，2010；周進洋，2003，2004，2005；高涌泉，2006，2007；張俊彥，2002，2003；靳知勤，2002b，2010a，2010b；魯真，2009；賴羿蓉，2008)，可見全面探討科學素養測量工具有其必要，以下乃依工具發展順序分析之：

(一) Durant 的科學素養測量工具

Durant、Evans 與 Thomas (1989)發展一份 30 題的科學素養測量工具，內容包括科學概念知識與探究過程。由於乃針對大眾進行施測，所以在必須兼顧填答動機與意願之前提下，試題大多以是非題呈現，只有少部分是選擇題。

(二) Miller 版公民科學素養調查問卷

承續 Durant 而來的是 Miller 博士，其嘗試將測量工具發展為一系列穩定的基本架構以及科學書寫的開放性試題，以增進工具的持久性並達成真實性評量之目標。首先，Miller 等人與英國 Thomas 及 Durant 等人於 1988 年進行跨國合作，發展出同時以書寫題與是非題測量科學概念的測量工具。此工具配合科學素養之特性逐年發展與修訂，截至目前已在加拿大、中國、日本、韓國與歐盟

等多個世界重要國家進行過調查(Miller, 1998, 2006)。

(三) Laugksch 與 Spargo 的基本科學素養測驗問卷

1996 年 Laugksch 與 Spargo 亦對於科學素養測量工具進行編著，其先依據 1989 年 AAAS 出版之《美國科學全民化》(Science for All American)一書之章節，並參酌 Miller 所稱科學素養三大結構面向之理論，與協會專家檢視討論編製而成。內容有 472 題是非題，涵蓋 240 個主要觀念，包括地球、理化、生命與健康科學領域，具有相當的內容效度與有效應用的預試題項；之後再據此發展出一份包含 110 題的「基本科學素養測驗問卷」(Test of Basic Scientific Literacy, TBSL)，分量表以敘述方式呈現，採是非題型檢測受試者對此敘述的認知程度。靳知勤(2002a)將 Laugksch 與 Spargo (1996)發展之 TBSL 問卷中文效化，該研究以立意選取方式選擇三種不同等級學校(臺中區招生前 20%、25%、40%)的 24 個班級，共計 895 位高中學生填答，結果顯示量表的信度良好，整個 TBSL 量表 KR-20 為 .97，科學內容為 .96，科學本質為 .86，科技與社會為 .88；科學內容的內量表信度以地球與太空科學 KR-20 信度最差 .68，物質科學 .83，健康科學 .89，生命科學 .91。若以 68 分為通過科學知能標準，三校整體通過率為 59.33%，則各校通過率為 A 校 85.0%，B 校 69.8%，C 校 22.2%，且不同組別的 TBSL 表現亦有差別，理組高於文組學生、高三高於高一學生，顯示量表有良好的區別效度與效標關聯效度，可區分不同程度學生的科學知能。此工具的施測對象為高中畢業生，可用以檢視學校科學教育對科學素養培育的成效，亦適用於測量具有特殊背景或職業的成人。

綜觀上述三種科學素養測量工具可知，Durant 等學者所編製者僅以是非題與選擇題呈現，無法兼顧真實性評量之目的，也未必逐年修訂使其符合時勢所趨；而 Laugksch 與 Spargo 所編著者，雖能克服前者之缺憾，但可惜是非題型易因猜題而影響評量的真實性；因而研究者考量 Miller 所編製之科學素養測量工具，認為其不僅依科技變遷修訂內容，也符合真實性評量之原則。尤有甚者，此測量工具至今已普遍使用於全球多個國家，適合測試高中以上程度者，若能循此施測於我國，則不僅工具妥適，且能與國際接軌，並進行國際比較，意義重大。總之，基於 Miller 版公民科學素養調查工具之穩定性、國際性、現代性與實用性，本研究乃以之為本，先將其譯為中文版並藉由對於 184 名幼兒職前教師之調查加以中文效化，再施測於 308 名幼兒教保人員，藉以瞭解我國幼兒教保人員之科學素養，並從中獲致對於科學教育的啟示。

參、研究方法

本研究以中文版 Miller 公民科學素養問卷為工具，先針對幼兒職前教師進行預試，再選取幼兒教保人員進行調查。以下分別說明研究對象、研究程序與設計、研究工具與資料分析之梗概：

一、研究對象

本研究之預試乃以全國設有幼兒教育或保育系之大學中，至少於一個班級開設幼兒科學課程之系所學生為研究對象，參考學者靳知勤(2002a)之研究設計，及考量控制學生起點學力程度差異等因素與變項後，採取立意抽樣方式選取一所學校幼兒教保系中，尚未開設過幼兒科學課程之三個班級(含日間部一年級學生 58 人、進修部一年級學生 34 人、進修部二年級學生 37 人)，以及一個正在開設幼兒科學課程的班級(日間部三年級學生 55 人)，共計 4 個班級為對象，共計 184 名學生(其中並無外系選修學生)。

其中，日間部三年級 55 名學生因修習幼兒科學課程，而可得其幼兒科學期中考成績，又期中考試題乃參考周淑惠(1998)之幼兒科學教科書命題，包含「光因折射作用而形成影子」、「腳踏車運用變換齒輪達成變速前進的目的」、「磁鐵能使鐵釘、迴紋針等成為暫時性磁鐵，此稱磁化作用」等是非題，及「兒童在接觸自然現象時，應該學會：甲、比較天氣及季節；乙、探索周遭環境；丙、預期必然的結果；丁、利用周圍資源 A.甲乙丙 B.乙丙丁 C.甲乙丁 D.乙丙丁」、「兒童在體驗生命現象時，不需要學會以下何者？ A.參與飼養活動 B.明辨植物的分類 C.觀察成長現象 D.尊重生命」等選擇題，係對於幼兒職前教師科學知識及教學態度的檢測，與科學素養的意涵相當，是故以之作為效標關聯效度，俾建立公民科學素養之調查工具，並運用工具以資調查。

其後之正式問卷調查，乃以臺灣地區幼兒教保人員為對象，採分層隨機抽樣方式，依母群比例，分別自改制五都十七縣前之直轄市、省轄市、縣，抽取 51、43、253 位，共計 351 位幼稚園及托兒所教保人員，詳如表 1 所示。於剔除填答不完全之問卷後，有效問卷計 308 份，有效回收率為 87.7%，其中幼兒教師 120 人佔 39.0%，教保員 188 人佔 61.0%。

表 1 研究母群與樣本分配統計表

		直轄市	省轄市	縣	總計
幼稚園	母群	3,460	2,994	10,722	17,176
	樣本	25	20	93	138
	回收	25	20	75	120
托兒所	母群	3,671	3,283	19,303	26,257
	樣本	26	23	164	213
	回收	26	23	139	188
總計	母群	7,131	6,277	30,025	43,433
	樣本	51	43	257	351
	回收	51	43	214	308

資料來源：研究者自行編製

二、研究程序與設計

研究者於確定研究主題後，開始蒐集與分析國內外相關文獻，以奠定本研究之理論基礎、架構與工具。於分析、比較及審慎衡諸其他國家調查情形之後，決定採取 Miller 所編製之科學素養問卷作為研究工具，由於此工具每年依科學新知的增添略加調整，乃取 2003 年施測版本為基礎進行翻譯(Miller, 2006)，經與 Michigan 州立大學 Miller 教授聯繫並取得其同意函，著手將問卷修訂成中文版。

於此之前，Miller 之公民科學素養問卷部分題項(Zhang, Z. & Zhang, B., 1993)，已自 1996 年開始於中國大陸施測達 7 次，可惜其所使用之語彙與臺灣慣用語有所出入，例如：簡體版之「激光因匯聚聲波而產生」(已轉換為繁體字)一題，中文版將其譯為「雷射作用乃由聚集聲波而產生」。因之，本研究工具僅在第一次英譯過程對照參考簡體版問卷，其後則藉由回溯翻譯逐次修正中文版問卷，並於試填及專家審查後定稿。

其後，將此定稿後之中文版問卷，針對 184 位幼兒職前教師進行施測，藉分析施測所得之結果，瞭解本調查工具之信效度，以檢視其中文效化的程度，並分析是非題與寫作題評量之比較，接續再進行幼兒教保人員科學素養之調查。

三、研究工具

以下分別自 Miller 版公民科學素養調查問卷與功能性科學素養量表兩份工具說明之：

(一) Miller 版公民科學素養調查問卷

有鑑於科學素養隨時代轉變與科技進步而更迭，Miller 發展一系列穩定的基本架構，除原子構造或 DNA 等基礎科學原理題項外，也加入新興科技議題，作為閱讀理解科學性文章應具備的科學素養基礎。為彌補 1957 年的科學素養測量題項不夠精確之憾，美國學者 Miller 與英國學者 Thomas 與 Durant 進行跨國合作，以寫作題與是非題測量科學概念，以能更為精確。此量表經逐年發展與修訂，於 2003 年加入幹細胞、奈米、神經元、基因組、環保等議題，並使用試題反應理論(Item- Response-Theory, IRT)進行追蹤比較。然後再以驗證性因素分析進行科學素養問卷的分析，發現寫作題的因素負荷量高於是非題之因素負荷量，意謂寫作題與科學素養工具間的相關性較是非題為高。

(二) 功能性科學素養量表 (Functional Scientific Literacy Scale)

Shamos (1995)與 Bybee (1997)均曾定義功能性科學素養，意指個體主動運用科學於日常生活的能力，如閱讀食品營養標示。張淑女(2008)亦採用咖哩雞料理包的營養成分標示為部分題項，作為真實性測量，其結果可反映高層次的思考與問題解決能力，乃符應功能性科學素養的精神。基此，本研究採用 Weiss 醫師等人於 2005 年研發冰淇淋包裝的營養成分標示 Newest Vital Sign (N.V.S.) 量表(Weiss et al., 2005)，原作為健康知能臨床篩選工具，其量表內容為一冰淇淋食品的營養標示，包含六個問題，測試個人計算、理解、應用、讀、寫、聽、說各種知能，可於短時間內施測完畢(Johnson & Weiss, 2008)，其信度 Cronbach α 為 .76，與 TOFHLA (the Test of Functional Health Literacy in Adults)效標關聯效度為 .61。經徵求 Weiss 醫師同意翻譯成中文版，由研究者施測於一般民眾 205 名，信度 Cronbach's α 值為 .65，建構效度之第一因素與第二因素的特徵值分別為 2.30 與 1.07，共可解釋變異數 58.3%。鑑於信效度尚可且內容效度符合功能性科學素養之定義，因之將其作為功能性科學素養測量工具，與 Miller 版公民科學素養進行效標關聯效度統計分析。

四、資料分析

本研究針對職前幼兒教師及教保人員進行公民科學素養之測量，於調查後將資料進行登錄，再以 SPSS12.0 版之統計軟體進行信度與效度分析。

在寫作題之評分標準方面，分成觀念清楚及錯誤觀念二等級，依其重要性、完整性與正確性給予答錯 0 分、答對 1 分等配分。為確保評分者信度，乃函請兩位具博士學位，且任教於大專校院之科學教育領域學者專家閱卷，以進行評分者信度考驗，務求評分標準一致，如有落差則再經過討論與溝通形成共識。

首先以職前幼兒教師問卷填答結果，進行信效度分析。在信度分析方面，本研究主要採用 Cronbach α 進行內部一致性分析；在效度分析方面，除使用因素分析進行量表建構效度的檢驗外，也在問卷與幼兒科學期中考試成績、功能性科學素養間進行 Pearson 積差相關係數檢驗，作為效標關聯效度，並以 t 檢定進行鑑別度與難度的統計分析。另外，本研究為了解科學書寫之蘊義，特別針對是非題與寫作題的統計結果進行比較分析，如因素負荷量、難度、鑑別度、信度、Pearson 積差相關係數等。

其次，本研究再以次數分配及描述性統計，分析 308 位幼兒教保人員的背景資料，並透過 t 檢定與變異數分析，瞭解其表現的得分差異情形。

肆、研究結果之分析與討論

本部份分別就 Miller 版公民科學素養問卷之信效度、幼兒職前教師及教保人員科學素養現況分析、背景變項在科學素養上差異之分析、是非題與寫作題之比較分析等說明之：

一、Miller 版公民科學素養問卷之信效度驗證

Miller 於 2005 年針對美國民眾進行科學素養調查發現，因素分析兩構面之相關係數高達 .94，科學素養問卷之因素負荷量檢驗已呈現單一向度建構之特性 (uni-dimensional nature of construct)，其因素負荷量之分布為混合科學知識詞彙部分與科學探究過程部分，且寫作題之因素負荷量略高於是非題，此乃由於前

者降低猜題成分，更能準確預測科學素養(Miller, 2006)，且針對 75,000 名受試者進行 IRT 模式研究，研討出適足科學素養的標準值範圍。

本研究針對幼兒職前教師科學素養進行信效度分析，所獲之研究結果如表 2 所述：

表2 「Miller版公民科學素養中文版量表」之答對比例與因素負荷量結果摘要 (N=184)

題目	答對比例%	Miller 英文版 因素負荷量**	中文版 因素負荷量
B1 幹細胞*	12.0 %	.84	.41
B2 分子*	16.2 %	.80	.55
A1 奈米	51.6 %	.77	.38
B3 神經元*	36.8 %	.76	.55
A2 雷射	72.0 %	.76	.37
B4 DNA*	55.7 %	.75	.69
A9 蕃茄基因	83.2 %	.73	.45
A8 幹細胞	83.8 %	.73	.44
A10 抗生素	45.4 %	.69	.46
A3 臭氧層	17.7 %	.68	.57
B5 科學*	52.4 %	.67	.65
A4 原子	50.5 %	.67	.57
A14 溫室暖化	49.2 %	.65	.58
A15 地心	84.9 %	.65	.48
A16 板塊	94.6 %	.61	.46
B6 實驗*	69.2 %	.61	.53
A7 老鼠基因	38.2 %	.60	.57
A17 溫室效應	88.6 %	.59	.55
B8 太陽*	49.2 %	.58	.47

表2 「Miller版公民科學素養中文版量表」之答對比例與因素負荷量結果摘要 (N=184)(續)

題目	答對比例%	Miller 英文版 因素負荷量**	中文版 因素負荷量
B9 月球*	23.2 %	.58	.49
B10 閃電*	67.6 %	.57	.56
A12 恐龍	70.3 %	.56	.37
A21 演化	97.8 %	.56	.55
A5 基因	61.8 %	.54	.42
A18 占星學	87.6 %	.52	.41
A6 DNA	43.5 %	.50	.66
A19 宇宙形成	88.6 %	.49	.43
A20 溫室現象	95.1 %	.48	.34
A22 能源	97.3 %	.47	.52
A11 人類	82.7 %	.47	.42
B7 或然率*	30.3%	.44	.54
A13 人類演化	91.9 %	.37	.40

註：*代表開放性問答题項；**取自 Miller (2006)

(一)效度

Miller 版公民科學素養問卷包含是非題 22 題與寫作題 10 題，內含科學概念知識及科學本質，科學概念知識包含地球與太空科學、生命科學、物質科學，曾於 33 個國家施測之原版本，擁有 75,000 名以上受試者，基本上已建立良好的內容效度，至於寫作題的結果必須由人為評閱，均由二位具博士學位之科學教育學者專家進行評分，其積差相關係數高達 .96，代表評分者信度良好。

1. 在建構效度方面

首先針對量表 32 題資料，以主成分因素分析抽取共同因素，在決定因素個數時採特徵值大於 1 之方式。由於因素相關矩陣之因素相關顯示是非題項在 .20 以下，而問答题項在 .20 以上，由是非題項佔多數情形權衡，仍採直交轉軸法(陳

正昌、程炳林，2001)。結果顯示 Kaiser-Meyer-Olkin 值為 .68，Bartlett 檢定的 x^2 值為 1096.40、自由度為 496 具有顯著性，亦表示適合進行因素分析。經萃取特徵值大於 1 的因素處理過程後，共有 13 個因素產生，呈現多維向度特性，累積總變異量為 65.1%。從因素陡坡圖考驗發現因素一及因素二之後，陡坡趨於平緩：因素一包括寫作題第 2、3、4、5、6、7、8、9 題與是非題第 11 題等 10 個題項；因素二包括是非題第 3、16、18、21、22 題，且寫作題之因素負荷量高於是非題(如表 2 所示)。

鑑於因素相關矩陣之因素相關顯示是非題與寫作題部分之相異，乃針對「Miller 版公民科學素養中文版問卷」之 10 題寫作題進行因素分析，目的在於探究其科學概念知識與科學本質構面情況。首次因素分析發現科學本質構面包含 B3 及 B4 生物科學題項，於刪除後再進行因素分析，結果顯示 Kaiser-Meyer-Olkin 值為 .80，Bartlett 檢定的 x^2 值為 207.75，自由度為 28，具顯著性，且取樣適切性量數(MSA)介於 .76 至 .86，表示適合進行因素分析。經萃取處理過程後，共有二成分產生，呈現二構面的特性：成分一代表科學本質，包括題項第 5、6、7 題；成分二代表科學概念知識，涵蓋第 1、2、8、9、10 題，累積總變異量為 46.8%，如表 3 所示。

表 3 「Miller 版公民科學素養中文版量表」問答題項之信效度考驗結果摘要 (N=184)

構面	題項	偏態	峰度	因素負荷量	解釋變異量%	Cronbach's α
科學本質	B6	-1.13	-0.72	.73	36.68	.71
	B5	-0.10	-2.02	.73		
	B7	0.69	-1.54	.56		
科學概念知識	B9	1.36	-0.15	.67	13.88	.64
	B8	0.01	-2.30	.58		
	B10	-0.56	-1.70	.46		
	B2	1.81	1.33	.43		
	B1	2.51	4.38	.29		
總量表					50.56	.75

2. 在效標關聯效度方面

本研究進行效標關聯效度的檢測，將當中 55 名學生之幼兒科學期中考試成績與 Miller 版公民科學素養中文版問卷總分進行 Pearson 積差相關統計；結果顯示相關係數 r 為 .41，在顯著水準為 .01 時，相關顯著；再將科學素養總分與功能性科學素養(Weiss et al., 2005)進行 Pearson 積差相關分析，結果亦顯示相關係數 r 為 .22，呈現顯著相關，上述結果代表 Miller 版科學素養量表的效標關聯效度尚可接受。

靳知勤(2002a)於進行基本科學素養問卷(Laugksch & Spargo, 1996)中文版的效化過程中，亦與在校科學學習成就進行相關分析，而與自然學科之效標關聯效度為 .60，與本研究結果近似。

(二)信度檢驗

本研究之內部一致性信度分析發現：所有題項 Cronbach's α 係數為 .73，在 .60 之上，達可接受的信度水準，而非題信度 .47 較寫作題 .78 低；唯單題刪除後的 Cronbach's α 係數，除了是非題第 3、5、6、7、14 題外，皆發生降低情形。

二、幼兒職前教師及教保人員科學素養現況分析

Miller 版公民科學素養中文版問卷共計 32 題，包括是非題 22 題與寫作題 10 題，滿分 32 分。其中，184 位幼兒職前教師得分平均值為 19.89 分，標準差為 4.30，標準誤為 .32，偏態為 0.40，峰度為 -0.48，由常態分佈 Kolmogorov-Smimov 檢定結果之統計量可知，其 p 值為 .22 大於 .05，判斷資料呈常態性分佈。試題反應理論(Hambleton & Swaminathan, 1985)乃當代測驗理論，針對古典測驗理論受樣本影響之缺失，提供個別差異的測量誤差指標，以對不同受試者間的分數進行有意義的比較，適合運用於歷年施測不同樣本之大樣本分析。因此，Miller (1998)採取試題反應理論(Item Response Theory, IRT)及 BILOG-MG 分析試題反應曲線統計方法，將歷時 17 年且來自各國(於 1988、1990、1995、1997、1999、2001 及 2004 年在全美國進行調查，以及於 1992、2001 及 2005 年在歐洲進行調查)的 75,000 名受試者資料進行統計分析，將分數平均值訂為 $Z=0$ ，在一個標準差(SD)以上者稱具備基本科學素養，又為使報告易懂，將科學素養得分滿分訂為 100、平均數

50分、標準差20分，因而得分70分以上者定義為具備適足科學素養，據此，於本研究工具中得分23分(含)以上者(滿分32分)，乃為具備適足科學素養。

因之，具備適足科學素養的幼兒職前教師之比例為29.3%，未具備者佔70.7%。若從答對題數的比例分析，可知答對8題至30題者均有，答對8題者佔0.5%，答對11至30題者所佔比例依序為0.5%、1.6%、4.3%、4.9%、5.4%、6.0%、7.1%、6.0%、9.2%、13.0%、7.1%、4.9%、6.0%、8.2%、5.4%、2.7%、2.7%、2.2%、1.6%、0.5%，直方圖分佈亦近似常態分佈。與其他國家或地區調查結果相較，我國幼兒職前教師基本科學素養比大陸浙江省寧波市中小學教師之17.8%，以及湖北省18至29歲公民表現之4.8%為高(陳果，2006；張颯英、朱敏農，2008)，但比瑞典公民具備基本科學素養的比例35.0%為低(Miller, 1998, 2006)，唯因取樣對象及所使用工具之差異，尚需進一步驗證後方得論定。此外，再就問答題項所含之科學概念知識與科學本質構面各題項平均得分相較，發現科學本質構面($M=0.51\pm 0.37$)高於科學概念知識($M=0.34\pm 0.27$)，且達顯著差異($t=6.63, p<.001$)。

另針對308位幼兒教保人員科學素養之調查則顯示，得分23分(含)以上者的比例為5.0%，總分平均值為16.71分，標準差為3.72，代表幼兒教保人員具備基本科學素養的情況不甚理想，其表現水準遠低於幼兒職前教師，且在統計上達到顯著差異($t=9.42, p<.001$)。若就問答題項中的科學概念知識與科學本質構面之平均得分相較，可知科學概念知識構面($M=0.23\pm 0.31$)高於科學本質構面($M=0.16\pm 0.40$)，且達統計上的顯著差異($t=4.62, p<.001$)。此與幼兒職前教師之表現相異，推測其可能原因，概為科學本質的學習多在學校習得，而幼兒教保人員離開學校之後，便較少接觸類似的課程。

三、背景變項在科學素養上差異之分析

幼兒職前教師($N=184$)的Miller版公民科學素養中文版問卷評量分數在不同背景變項的表現方面，日間部113位填答者平均分數為21.48，標準差為3.62，進修部71位填答者平均分數為17.84，標準差為4.38，達統計上顯著差異($p<.05$)；日間部三年級的平均分數為 22.46 ± 3.43 ，日間部一年級的平均分數為 20.78 ± 3.51 ，兩者之 t 值為2.44，在自由度為101時達到顯著差異($p<.05$)。再以單因子變異數分析四班學生的評量分數，其平均分數依序為 22.46 ± 3.43 、 20.78

±3.51、16.78±2.93、18.32±5.12，除了日間部三年級與日間部一年級、進修部二年級與一年級之間，Sheffe事後檢定無顯著差異，其餘班別均在統計上達到顯著差異($p < .001$)。由此可知，日間部與進修部學生之間，達到統計學上的差異，代表本科科學素養問卷可有效區分不同程度的族群。

就不同背景變項幼兒教保人員的科學素養表現而言，任職於直轄市者的平均得分顯著高於省轄市($F=3.04, p < .05$)；任職於公立幼稚園者的平均得分顯著高於私立托兒所者($F=5.39, p < .01$)；任職21年以上者的平均得分顯著高於任職5至10年者($F=2.96, p < .05$)。

四、是非題與寫作題之比較分析

以下分別自幼兒職前教師預試結果之因素負荷量、每一子題與所屬量表之間的相關、鑑別度與難度、信度、同概念題項之答對比例比較等說明之：

(一) 因素負荷量

在因素分析方面可分成寫作題分量表及是非題分量表，而寫作題分量表可萃取科學本質與科學概念知識二個成分，符合英文版早期的因素分析假設。本研究發現，寫作題之因素負荷量明顯高於是非題(如表2所示)，寫作題之因素負荷量平均值為.55，與是非題之因素負荷量平均值.48進行 t 考驗，達到統計顯著差異($t=2.27, p < .05$)，此結果符合先前Miller(2006)的研究發現。

(二) 每一子題與所屬量表之間的相關

以是非題與寫作題作分析單位，得知兩個分量表之間相關係數為.49，顯示各分量表之間有中度相關。若以寫作題之雙構面為分析單位，科學本質構面與科學概念知識構面之相關係數為.45，顯示之間亦存有中度顯著相關。每一子題與所屬量表之間的相關(item-scale correlation, ISC)，在寫作題方面，ISC均高於.40，且達顯著相關，相關係數由幹細胞子題.40到科學子題.70，通過區分效度的檢測，且在統計上高於其他量表的相關，達2個標準誤以上，則表示該子題對所屬分量表具有題目間的區分效度(如表4所示)。而是非題部分，相關係數皆無高於.40的現象，且其ISC平均數.28，與寫作題ISC平均數.58之間，進行 t 考驗統計達到顯著差異($t=9.75, p < .001$)。

表 4 「Miller 版公民科學素養中文版量表」之 ISC、區分效度、難度與鑑別度
結果摘要(N=184)

題目	子題與所屬量表 相關	子題與其他量表 相關	鑑別度指數 臨界比	難度指數
B1.幹細胞***	.40**	.28**	.28 4.52	.14
B2.分子***	.60**	.37**	.44 6.51	.22
A1.奈米	.40**	.20*	.38 4.54	.55
B3.神經元***	.60**	.24**	.59 7.86	.42
A2.雷射	.31**	.18**	.24 3.10	.73
B4. DNA***	.68**	.41**	.79 13.81	.51
A9.蕃茄基因	.37**	.29**	.336 5.176	.80
A8.幹細胞	.37**	.17*	.25 4.34	.86
A10.抗生素	.31**	.20**	.35 4.03	.46
A3.臭氧層	.18*	.04	.15 1.92	.25
B5. 科學***	.70**	.32**	.76 13.12	.55
A4.原子	.42**	.19*	.40 4.82	.56
A14.溫室暖化	.29**	.10	.30 3.45	.55
A15.地心	.29**	.13	.18 2.78	.84
A16.板塊	.25**	.09	.08 2.05	.94
B6. 實驗***	.60**	.23**	.47 6.52	.74
A7.老鼠基因	.14	.02	.12 1.33	.40
A17.溫室效應	.27**	.04	.11 2.20	.91
A8. 太陽***	.56**	.22**	.51 6.55	.54
B9. 月球***	.53**	.22**	.38 5.18	.25

表 4 「Miller 版公民科學素養中文版量表」之 ISC、區分效度、難度與鑑別度結果摘要($N=184$)(續)

題目	子題與所屬量表 相關	子題與其他量表 相關	鑑別度指數 臨界比	難度指數
B10.閃電***	.54**	.38**	.57 8.49	.64
A12.恐龍	.26**	.20**	.50 2.88	.70
A21.演化	.26**	.14	.06 2.05	.97
A5.基因	.14	-.04	-.10 -.09	.61
A18.占星學	.22**	.17*	.15 2.39	.85
A6.DNA	.27**	.12	.30 3.38	.54
A19.宇宙形成	.40**	.17*	.27 4.92	.97
A20.溫室現象	.27**	.20	.12 2.99	.94
A22.能源	.21**	.14	.06 2.05	.97
A11.人類	.35**	.29**	.30 4.53	.79
B7.或然率***	.60**	.24**	.51 6.34	.33
A13.人類演化	.23**	.05	.07 1.50	.91

備註：*在顯著水準 .05 時(雙尾)，相關顯著。 **在顯著水準.01 時(雙尾)，相關顯著。 ***代表開放性問答題項

(三)鑑別度與難度

本研究之項目分析包含 32 個題項，以全體受試者高、低分組進行 t 考驗。項目分析臨界比值的結果發現，在每題項之高分組及低分組所進行之 t 考驗中，寫作題皆能達到顯著水準($p < .05$)(如表 3 所示)；而 10 個題項的臨界比 CR 值已經超過 3.50 的標準，其中以第 4 題 DNA 的臨界比值 13.81 最高，第 5 題科學 13.12 的臨界比值次高。並且鑑別度指數均在 .50 上下，表示寫作題具有良好的鑑別度。問答題難度方面，在幹細胞、分子及月球運轉三題上偏低，分別為 .14、.22 及 .25。

另外，就是非題的鑑別度指數結果觀之，除了第 1、4、9、10、12 題為 .50 上下外，其餘題項鑑別度仍不甚理想；就是非題的難度而言，第 1、4、6、7、10、12 題難度偏適中，難度在 .50 上下，綜合整體鑑別度的比較分析，寫作題臨界比 CR 值的平均值為 7.89，與是非題 CR 值平均值為 3.08 進行 t 考驗，達到統計上的顯著差異($t=4.64, p<.001$)。

(四)信度

所有題項 Cronbach's α 係數為 .73，信度仍在 .60 之上，達到可接受的信度水準。唯是非題的 Cronbach's α 係數為 .47，較寫作題 Cronbach's α 係數 .78 為低。

(五)同概念題項之答對比例比較

從幹細胞的主題分析，幹細胞的是非題項答對比例為 83.80%，寫作題答對比例僅為 12%，存有顯著差異(卡方值為 896.20, $p<.001$)；而以 DNA 的主題分析，是非題項答對比例與寫作題答對比例之間則無顯著差異，可見是非題可能具有猜題的成分，與真實性評量有所差距。

伍、結論與建議

以下分別論述本研究之結論，並依據結論提具提升幼兒教保人員科學素養的建議，以供相關單位及人員參酌。

一、結論

幼兒教師科學素養攸關幼兒科學學習成效的良窳，乃是奠定學生未來科學素養的基石。第八十八屆諾貝爾物理獎得主 Lederman，在《二十一世紀的科學知能》一書的後記中，論述科學知能普及的障礙(Marshall et al., 2003)，其中一項即是科學教育的師資明顯不足，且由於幼兒教師地位、薪資與發展無法吸引最佳人才，加上女性學習科學的偏見，因此幼兒園的科學教師明顯不足，鄉村尤其嚴重，因此未來如何吸引優秀的老師投身幼兒科學教育是非常重要的。經由科學素養工具之援引與施測，本研究所獲致之結論包括：

- (一) 基本科學素養問卷之寫作題項，透過因素分析可分成科學本質構面(NOS)與科學概念知識構面(SCK)，而整體量表之建構效度亦可分析出寫作題項與是非題項二個因素，而幼兒職前教師在科學本質構面上的表現優於科學概念知識構面，教保人員則在科學概念知識構面上的表現優於科學本質構面。若從區分效度、鑑別度觀之，寫作題均達到滿意的結果，可作為科學素養評量參考，至於是非題可能涉及猜題的影響，其因素負荷量、信度、臨界比 CR 值與 ISC 均不如寫作題，且達到統計上的顯著差異。
- (二) 幼兒職前教師與幼兒教保人員所具備的公民科學素養並不理想，在滿分 32 分的測量中，具備適足科學素養(獲得 23 分以上)者僅分別為 29.3% 與 5.0%。尤其在生物科學素養與太空科學素養方面更形匱乏，恐怕對於幼兒科學概念之導入構成窒礙與威脅。其因可能源自忽視幼兒階段的科學教育，以及幼兒教保人員科學素養的職前與在職進修未受重視，值得多加關注。
- (三) 本研究結果經過效化「Miller 版公民科學素養中文版問卷」後，發現本研究工具之信效度均可接受，與科學教育學科成績及功能性科學素養(N.V.S.)測量結果進行 Pearson 積差相關，也在統計上達到顯著水準，且評量結果呈現常態分佈，亦能有效區分不同程度的族群，可作為未來評量幼兒教師科學素養之參酌。
- (四) 蘊含同一科學概念的題目，其是非題與寫作題之答對比例達到顯著差異，是以書寫能力學習在科學教學當中的重要性應受到重視，以解決過去科學教育評量忽略科學寫作題項，而造成學生不求甚解之憾。

二、建議

以下分別針對幼兒科學師資培育、幼托園所科學教學評鑑、科學寫作能力之培養，以及未來的後續研究等提出建議。

(一) 在幼兒科學師資培育方面

幼兒科學教育是科學教育的基礎，幼兒教保人員必須提供科學情境與材料，尊重兒童所提出問題，也引導兒童探究問題並提供解釋。因此，在幼兒師資培育方面，科學教育課程不應只是科學理論的背誦，還應根據基本科學素養

(名義、功能、多面向)設計課程、情境性知識、應用性知識、實務性知識，及與日常生活連結，並對幼兒科學素養的基準進行瞭解。近年來的研究指出，不能光靠動手實踐科學來促進有意義的科學學習，必須融入以印刷書籍為基礎的科學語言藝術，因此，幼兒教師不只必須進行科學「動手」實踐，還須進行「心智」的經驗啟發。

(二)在幼兒科學教育的評鑑方面

科學教育改革應鼓勵動態素養的習得、批判性思考、知識建構能力、理解科學的大概念。科學的新知一日千里，幼兒教師所具備的科學素養，對於幼兒的科學學習具有重要的影響力。因此，對職前教師而言，應主動修習科學課程；而對在職幼教師而言，則應參與科學繼續教育與專業發展。研究指出幼兒園若提供學童持續連貫性及有意義概念性參與科學素養計畫課程，將可顯著提升學童科學素養敘述的學習成效(Mantzicopoulos et al., 2009)，是以自幼兒園的科學教育之評鑑著手，使其因而加強科學素養、態度之養成，以及科學教具與課程之充實，乃是值得深思的課題。

(三)在科學寫作學習方面

學校科學教學與學習的主要目標在提升學生的科學素養(Aikenhead, 1996)，意謂學生應不只是被灌輸已知的科學知識，還須對議題主動思考，以科學概念處理並解決日常生活所遭遇的問題。過去教師的角色停留在以教師為中心、教誨式的團體教學，因而將科學視為背誦與記憶已知的科學事實，此種教學壓抑學生的好奇心、增進其無能感，大大降低學習成效。因而在師資培育階段的科學教學中，建議秉持科學寫作須注意的原則，包括：寫作須聚焦在科學內容、協助學生組合知識架構、支持性批判及回饋學生的寫作、寫作前的資料準備、教師導引與教導、鼓勵寫作根據批評所作的修訂(Tchudi & Heurta, 1983)等，以科學寫作協助學生用自己的話語、文字表達對科學概念的想法，充分實踐自我導向學習(Straka, 2000)、個別化教學(Bishop, 1971)，以及同儕指導。

(四)在未來的研究方面

本研究以 184 位幼兒職前教師，以及 308 位幼兒教保人員之調查資料作為其科學素養之初探，並依據其結果進行解釋與分析推論，建議後續研究者可進一步進行多面向科學素養的調查，以及全體幼兒教保人員科學素養的微觀研

究，以佐證上述研究的結果與解釋。另外，可依據本量表進行後續修訂、施測與國際比較，以瞭解科學教育的成果與改革的方向，亦可同時進行橫斷性探究科學素養與科學態度及行為之相關研究(Miller & Kimmel, 2001)。最末，本研究所修訂之「Miller 版科學素養中文版問卷」，可進一步加以探究，並再大規模量化檢驗與廣泛討論、修訂，以作為科學教育單位提升基本科學素養之用。

致謝

感謝 Jon D. Miller 教授慨允進行公民科學素養問卷之中文效化與調查、兩位匿名審查委員提供精闢的修改建議，以及陳婉婷、蔡婷如、邱塏喬、林玉佳、詹雅文、康意皎等同學協助蒐集與整理調查資料，使本文得以順利完成且益加嚴謹，特此申謝！

參考文獻

- 王靜如(2010)。學童基本科學素養能力之研究。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(NSC96-2511-S-153-005-MY3)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 伍振鷺、魏明通(1997)。科學教育。臺北市：五南。
- 李田英(2000)。由設計科學課程的理論談本次課程改革的一些問題。科學教育月刊，231，28-34。
- 邱美虹(2000)。國民教育階段九年一貫課程綱要「自然與科技」領域中「自然科學」課程綱要之評介。科學教育月刊，231，20-27。
- 周淑惠(1998)。幼兒自然科學經驗：教材教法。臺北市：心理。
- 周進洋(2003)。我國中學生及社會大眾科學素養調查研究(1/3)。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(NSC91-2511-S-017-031)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 周進洋(2004)。我國中學生及社會大眾科學素養調查研究(2/3)。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(NSC92-2511-S-017-019)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 周進洋(2005)。我國中學生及社會大眾科學素養調查研究(3/3)。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(NSC93-2511-S-017-002)。臺北市：行政院國家科學委員會。

- 徐堯(2006)。大學生基本科學素養調查—以開南大學為例。**通識研究集刊**，**9**，137-154。
- 高涌泉(2006)。國民自然科學素養研究(1/2)。行政院國家科學委員會專題研究成果報告。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 高涌泉(2007)。國民自然科學素養研究(2/2)。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(NSC95-2511-S-005-001)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 陳正昌、程炳林(2001)。SPSS、SAS、BMDP 統計軟體在多變量統計上的應用。臺北市：五南。
- 陳果(2006)。2005 年青年公眾科學素養狀況及其特點分析。**中國青年研究**，**10**，35-37。
- 教育部(2001)。國民中小學九年一貫課程暫行綱要。臺北市：教育部。
- 國家科學委員會(2010)。國科會 100 年度跨領域整合型研究計畫徵求公告(含構想申請書表格)--研究主題十三：文化因素對公民科學核心素養之影響。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 張俊彥(2002)。地球科學教學現況與學生應具備之地球科學素養調查(1/2)。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(NSC92-2511-S-003-045)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 張俊彥(2003)。地球科學教學現況與學生應具備之地球科學素養調查(2/2)。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(NSC93-2511-S-003-023)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 張淑女(2008)。發展「真實性評量」來探討台灣中學生的科學素養。**亞太科學教育論壇**，**9**(1)。2008 年 11 月 8 日，取自：
<http://www.ied.edu.hk/apfslt/chinese/index.htm/>
- 張颯英、朱敏農(2008)。農村學教師科學素養調查研究。**教育探究**，**11**，91-92。
- 黃鴻博、郭重吉(1999)。在國民小學實施 STS 教育之合作行動研究。**科學教育月刊**，**9**，35-53。
- 靳知勤(2002a)。效化「基本科學素養」問卷。**科學教育學刊**，**10**(3)，287-308。
- 靳知勤(2002b)。本土科學素養內涵及其影響因素之研究。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(NSC90-2511-S029-001)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 靳知勤(2010a)。科學素養的實踐--科學寫作課程發展計畫。行政院國家科學委員會專題研究成果報告。臺北市：行政院國家科學委員會。

- 靳知勤(2010b)。科學素養的實踐--科學寫作課程發展計畫：科學與語文領域大學生發展兒童科學讀物寫作能力之研究。行政院國家科學委員會專題研究成果報告。臺北市：行政院國家科學委員會
- 楊芳瑩(2002)。日常科學思考的培養。科學教育月刊，247，10-20。
- 魯真(2009)。大眾科學素養與科學傳播之研究。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(NSC 97-2515-S-005-003-SC)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 鄭淑妃、劉聖忠、段曉林(2005)。國小自然科教師科學本質觀與教學之個案研究。科學教育學刊，13(2)，169-190。
- 盧玉玲、連啟瑞(2002)。STS的教學資源網站與教學評鑑系統的發展研究。科學教育學刊，10(1)，43-58。
- 賴羿蓉(2008)。生活化科學活動對於幼兒科學素養之影響分析。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(NSC96-2511-S-274-001)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 羅廷瑛、張景媛(2004)。科學寫作活動的知識建構對國小學生自然科學習效果之影響。教育心理學報，35(4)，337-354。
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science. (2001). *Atlas of science literacy*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.
- Agin, M. (1974). Education for scientific literacy: A conceptual frame of reference and some applications. *Science Education*, 58(3), 403-415.
- Aikenhead, G. S. (1996). Science education: Border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, 27, 1-52.
- Akkus, R., Gunel, M., & Hand, B. (2007). Comparing an inquiry-based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: Are there differences? *International Journal of Science Education*, 29(4), 1745-1765.
- Bishop, L. (1971). *Individualized educational systems*. New York: Harper & Row.
- Bowyer, J. B., & Linn, M. C. (1978). Effectiveness of the science curriculum improvement study in teaching scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(3), 209-219.

- Bransford, J. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practical action*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R. W. (2008). Scientific literacy, environmental issues, and PISA 2006: The 2008 Paul F-Brandwein lecture. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 566-585.
- Bybee, R. W., Powell, J. C., & Trowbridge, L. W. (2007). *Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy*. New Jersey: Prentice Hall.
- Cavanagh, S. (2008). Frustrations give rise to new push for science literacy. *Education Week*, 27(26), 12.
- Cobern, W. W. (1996). Worldview theory and conceptual change. *Science Education*, 80, 574-610.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Durant, J. R., Evans, G. A., & Thomas, G. P. (1989). The public understanding of science. *Nature*, 340, 11-14.
- Edmond, G., & Mercer, D. (1997). Scientific literacy and the jury: Reconsidering jury 'competence'. *Public Understanding of Science*, 6, 329-357.
- Evans, R. S., & Rennie, L. J. (2009). Promoting understanding of, and teaching about, scientific literacy in primary schools. *Teaching Science - the Journal of the Australian Science Teachers Association*, 55(2), 25-30.
- Fellow, N. J. (1994). A window into thinking: Using student writing to understand conceptual change in science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 985-1001.
- Gardner, H. (1991). *The unschooled mind: How children think and how schools should teach*. New York: The Free Press.
- Gibbs, M. G. (2008). Advancing science literacy through astronomy. *Mercury*, 37(2), 13.

- Gilbert, A. (2009). Utilizing science philosophy statements to facilitate K-3 teacher candidates' development of inquiry-based science practice. *Early Childhood Education Journal*, 36(5), 431-438.
- Hambleton, R. K., & Swaminathan, H. (1985). *Item response theory: Principles and applications*. Boston, MA: Kluwer-Nijhoff.
- Hand, B., Prain, V., Lawrence, C., & Yore, L. (1999). A writing in science framework designed to enhance science literacy. *International journal of science education*, 21, 1021-1035.
- Hand, B., Wallace, C. W., & Yang, E.-M. (2004). Using a science writing heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh-grade science: Quantitative and qualitative aspects. *International Journal of Science Education*, 26(2), 131-149.
- Hodson, D. (2008). *Toward scientific literacy*. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- Horibe, S. (2010). Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science. *Science Education*, 94(5), 932-934.
- Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 703-710.
- Johnson, K., & Weiss, B. D. (2008). How long does it take to assess literacy skills in clinical practice? *Journal of the American Board of Family Medicine*, 21(3), 211-214.
- Keys, C. W. (1999). Revitalizing instruction in scientific genres: Connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83(2), 115-130.
- Keys, C. W. (2000). Investigating the thinking processes of eighth grade writers during the composition of a scientific laboratory report. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 676-690.
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 1065-1084.
- Klopfer, L. E. (1981). Scientific and technological literacy for all: A national policy? *Science Education*, 65(1), 1-2.

- Laugksch, R. C. (2000). Science literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. (1996). Construction of a paper-and pencil test of basic scientific literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. *Public Understanding of Science*, 5, 331-359.
- Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. (1999). Scientific literacy of selected South African matriculants entering tertiary education: A baseline survey. *South African Journal of Science*, 95(10), 427-432.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Mantzicopoulos, P., Samarapungavan, A., & Patrick, H. (2009). We learn how to predict and be a scientist: Early science experiences and kindergarten children's social meanings about science. *Cognition & Instruction*, 27(4), 312-369.
- Marshall, S. P., Scheppler, J. A., & Palmisano, M. J. (2003). *Science literacy for the twenty-first Century*. Amherst, New York: Prometheus Books.
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2), 29-48.
- Miller, J. D. (1985). Scientific literacy in the United States. In D. Evered & M. O'Connor (eds.), *Communicating science to the public* (pp. 19-40). London: Wiley.
- Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7, 203-223.
- Miller, J. D. (2001). The acquisition and retention of scientific information by American adult. In J. H. Falk (ed.), *Free-choice science education: How we learn science outside of school* (pp. 93-114). New York: Teachers College Press.
- Miller, J. D. (2006, May). *Civic scientific literacy in Europe and the United States*. Paper presented at the annual meeting of the World Association for Public Opinion Research. Montreal, Canada.

- Miller, J. D., & Kimmel, L. D. (2001). *Biomedical communications*. San Diego, CA: Academic Press.
- Montgomery, S. L. (1994). *Minds for the making: The role of science in American education, 1750-1990*. New York: Guilford.
- Murcia, K. (2008). Teaching for scientific literacy with an interactive whiteboard. *Teaching Science - Journal of the Australian Science Teachers Association*, 54(4), 17-21.
- Murcia, K. (2009). Science in the news: An evaluation of students' scientific literacy. *Teaching Science - Journal of the Australian Science Teachers Association*, 55(3), 40-45.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- Payo, R. (2008). NSDL K-12: Science literacy maps. *Knowledge Quest*, 36(4), 50-52.
- Pinto, R., & El Boudamoussi, S. (2009). Scientific processes in PISA tests observed for science teachers. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2137-2159.
- Rijlaarsdam, G., & Van den Bergh, H. (2004). Effective learning and teaching of writing: Student involvement in the teaching of writing. In G. Rijlaarsdam, H. Van den Bergh, & M. Couzijn (Eds.), *Effective learning and teaching in writing* (pp. 1-16). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Rutherford, J., & Ahlgren, A. (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University.
- Ryan, P., & Walking-Woman, L. (2000). *Linking writing to the process of scientific inquiry: Strategies from writing teachers in the disciplines*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Scheppler, J. A., Lederman, L. M., & Laureate, N. (2001). *Portraits of great American scientists*. Amherst, New York: Prometheus Books.
- Schmidkunz, H. (1997). Scientific literacy. *Chemkon*, 4(2), 61.

- Seefeldt, C., & Galper, A. (2002). *Active experience for active children-science*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Straka, G. A. (2000). *Conceptions of self-directed learning: Theoretical and conceptual considerations*. New York: Waxmann.
- Tchudi, S. N., & Huerta, M. C. (1983). *Teaching writing in the content areas: Middle school/Junior High*. Washington, DC: National Education Association.
- Thomas, G. P., & Durant, J. R. (1987). *Why should we promote the public understanding of science?* Oxford: University of Oxford.
- Tseng, Y. H., Chang, C. Y., Rundgren, S. N. C., & Rundgren, C. J. (2010). Mining concept maps from news stories for measuring civic scientific literacy in media. *Computers & Education, 1*, 165-177.
- Wallace, C., Hand, B., & Prain, V. (2004). *Writing and learning in the science classroom*. Boston, MA: Kluwer.
- Warwick, P., Stephenson, P., Webster, J., & Bourne, J. (2003). Developing pupils' written expression of procedural understanding through the use of writing frames in science: Findings from a case study approach. *International Journal of Science Education, 25*(2), 173-192.
- Weiss, B. D., Mays, M. Z., Martz, W., Castro, K. M., De Walt, D. A., Pignone, M. P., et al. (2005). Quick assessment of literacy in primary care: The newest vital sign. *Annals of Family Medicine, 3*, 514-522.
- Yoo, S. Y. (2010). Early childhood teachers' empowerment and implementation of teaching method programs for child development in science education. *Education, 130*(4), 556-560.
- Yoon, J., & Onchwari, J. (2006). Teaching young children science: Three key points. *Early Childhood Education Journal, 33*(6), 419-423.
- Yore, L. D., Hand, B., & Prain, V. (1999). *Writing-to-learn science: Breakthroughs, barriers, and promises*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Zhang, Z., & Zhang, J. (1993). A survey of public scientific literacy in China. *Public Understanding of Science, 2*, 21-38.

Research and Suggestions on Scientific Literacy of Early Childhood Teachers and Caregivers

Chun-Wen Lin

Department of Child Care, National Pingtung University of Science and Technology

cwlin@mail.npust.edu.tw

Abstract

The main purposes of this research were to investigate the levels of scientific literacy of early childhood teachers and caregivers by instrument construction and to make recommendations for promotion of scientific literacy. This study first validated the Chinese version of the civic scientific literacy scale by questionnaire survey with purposive sampling of 184 pre-service early childhood teachers, and then the survey was administered to a stratified random sampling of 308 early childhood teachers and caregivers. The conclusions of this research are as follows: (1) Confirmatory factor analysis results supported the two dimensional structure in the open-ended items in scale: “scientific concept knowledge” and “the nature of science (NOS)”. Pre-service early childhood teachers achieved higher scores in “nature of science”, but early childhood teachers and caregivers achieved higher scores in “scientific concept knowledge”. (2) The results of the survey showed that the scientific literacy of pre-service early childhood teachers and early childhood teachers and caregivers were not sufficient, and revealed 29.3% of scores of pre-service early childhood teachers qualified as being scientifically literate and 5.0% of scores of early childhood teachers and caregivers qualified as being scientifically literate. Based on the above findings, enhancement of science writing curriculum in teacher education, assessment of science teaching in kindergarten and preschool, and assessment of scientific literacy of related personnel are proposed to promote scientific literacy of early childhood teachers and caregivers.

Keywords: early childhood teachers and caregivers, science education, scientific literacy