

以科學新聞融入教學提升中學生自我效能及論證能力之探討

潘怡如¹ 陳雅君² 林煥祥^{1,*}

¹國立中山大學 通識教育中心

²國立中山大學 教育研究所

摘要

本研究探討透過「科學新聞教學活動」後，學生在論證能力及科學自我效能提升之情形，以及論證能力與科學自我效能之關係。研究工具包括「論證能力測驗」、「科學新聞論證活動學習單」和「科學自我效能量表」。研究對象為屏東縣某公立高中的兩個自然組班級，一個班級為實驗組($N = 29$)，實施科學新聞融入教學，另一個班級為對照組($N = 29$)。研究結果發現：一、實驗組學生在論證能力後測表現顯著優於對照組($F = 49.93, p < .001$)，並在科學自我效能的後測表現也顯著優於對照組($F = 45.77, p < .001$)。二、實驗組學生論證能力成長趨勢由較低層次逐漸發展為較高層次。三、實驗組學生論證能力前後測變化量與科學自我效能前後測變化量具有中度顯著正相關($r = .46, p < .01$)

關鍵詞：科學自我效能、科學新聞、論證能力

壹、研究背景與研究問題

我國普通高級中學必修基礎化學課程綱要強調中學生應培養「論證」、「批判思考」及「表達溝通」之能力，且提及學生的學科能力應著重概念的理解與應用，能對生活中科學相關的議題或現象尋求證據導向及理性判斷的思考模式(教育部，2010)。然而由國際學生能力評量計劃(Programme for International Student Assessment, PISA)的PISA 2015成果報告中針對我國科學教師在教學實務的問卷調查結果，可以發現有60.2%的科學

教師們很少要求學生從所進行的實驗中歸納出結論(洪瑞兒、王薪惠、魯盈謙，2017)。另外由學生問卷的調查結果，也可以發現在「論證科學議題」、「由實驗提出結論」、「對實驗進行辯證」等3項論證相關活動中，所有學校類別學生的平均分數均偏低。其中37.4%國中生及44%高中生表示從來沒有或幾乎不曾「論證科學議題」；有28.4%國中生及36.9%高中生表示從來沒有或幾乎不曾「由實驗提出結論」；有44.8%國中生及57.6%高中生表示從來沒有或幾乎不曾「對實驗進行辯論」。此研究結果顯示幾乎所有學校類別

*通訊作者：林煥祥，huannlin@mail.nsysu.edu.tw

(投稿日期：民國106年9月21日，修訂日期：民國107年3月21日，接受日期：民國107年3月21日)

的學生鮮少有機會在課堂進行論證的學習活動。透過論證教學能夠培養PISA 2015所重視的解釋科學數據及舉證科學證據能力，因此，教師在現場教學若能在科學課堂中納入論證活動，將有助於提升臺灣學生的科學論證能力(余曉清、黃莉郁、蘇怡蓓，2017)。

近年來學生的論證能力已受到國內外的科學教育界的重視，以發表在本國科學教育學刊為例，在2007年至2014年間共刊登15篇，國外科學教育學刊發表論證能力的期刊論文，亦受到學者的重視，例如以*International Journal of Science Education (IJSE)*為例，探討學生論證能力的相關文獻從2012至2016總共刊登了40篇。這些研究指出論證教學的潛在效益包括：能促進學生的批判思考能力(Kuhn, 2016)；藉由論證活動，與同儕的討論、協商及辯論，能提升學習者的探究能力(Nichols, Gillies, & Hedberg, 2016)；培養學生「說科學」及「寫科學」的能力，讓學生在未來擁有良好的表達溝通能力，具備參與公民活動(張緯文、林樹聲，2014；Adúriz-Bravo & Chion, 2017; Dawson & Venville, 2010; Nussbaum, 2002)；增進學生「公開推理」的高層次認知能力(李松濤、林煥祥、洪振方，2010)和提升學習者科學本質觀(楊桂瓊、林煥祥、洪瑞兒，2012；Khishfe, 2014)。根據上述文獻的論述，進一步發展有效的論證教學策略，也許有助於學生發展這些必備的能力。然而，大多數論證教學的研究著重於提升學習者科學本質觀、探究、批判思考及表達溝通能力，鮮少探討論證活動提升學習者科學自我效能之實質效益。

在資訊交換快速的科技時代，除了科學課本之外，網路、報紙或是電子媒體也是學習科學新知的重要管道，因此將科學新聞融入課室教學也日益受到重視。例如：

McClune與Jarman (2010)指出以科學新聞做為支援科學教學的資源，在許多中等學校的科學教育中已普遍受到認可及重視。美國的「下一世代科學教育標準」(Next Generation Science Standards, 2013)中指出科學及工程教育應在課堂中融入與科學或科技相關的文本(如科學新聞或媒體、網路的科學報告)，並使學生能針對其內容進行批判，討論文本中所提及的數據、假設和結論的有效性和可靠性，以培養學生獲取、評價和交流資訊的能力。另外，我國的十二年國民基本教育課程綱要中提及高中生應具備適當運用科技、資訊與媒體的能力，對各類媒體所刊載內容識讀與批判，進而培養反思科技、資訊與媒體倫理議題之素養，並運用系統思考、分析與探索能力，積極面對挑戰以解決人生的各種問題(教育部，2014)。科學新聞相較於科學教科書，是較具爭議性的第一手資料來源，內容缺乏完整性及嚴謹性，容易造成學習者的混淆(黃俊儒、簡妙如，2010)，故學習者在面對科學新聞，應具備判讀新聞真實性及論證的能力(蔡佩穎、張文華、林雅惠、張惠博，2012)。相關研究指出將科學新聞納入正式中學科學課程內容，不僅能幫助中學生學習科學知識，更能提升科學學習的興趣(Krajcik & Sutherland, 2010; Maier, Rothmund, Retzbach, Otto, & Besley, 2014)。以往論證教學的題材大多以社會性科學議題(Socio-Scientific Issues, SSI)或科學理論為主(蘇衍丞、林樹聲，2012；Khishfe, 2014; McDonald, 2010)，SSI所涉及面向包含科技、經濟、政治、道德倫理與宗教等因素，因此學習者進行論證學習時，需考量科技發展對上述面向之影響(黃柏鴻、林樹聲，2007)。科學新聞是由記者將科學家所研究出的結果透過媒體傳遞給大眾，所探討的層面較聚焦於科學訊息的傳遞(Wellington, 1991)，因此科學新聞所呈現的

情境相較於SSI，更貼近學習者的生活經驗，因此能讓學習者將所學科學概念對新聞內容做出有效的批判及評估(Jarman & McClune, 2007)。因此本研究以科學新聞內容為論證教材，培養中學生批判思考、評鑑及舉證等能力並瞭解是否具有效益，是值得探討的研究問題。

高科學自我效能學習者不僅擁有正向的學習態度，在學習成就上也有較佳學習成效(蕭建華、張俊彥，2012；Britner & Pajares, 2006; Lee, Lee, & Bong, 2014)。然而，在PISA 2015的分析報告指出臺灣15歲學生的科學自我效能平均分數皆顯著低於PISA 2006，該結果可能與低科學素養學生人數增加有關(洪瑞兒等，2017)。因此，本研究基於上述之理由，透過論證活動提升中學生的論證能力及批判思考能力，增進其科學能力素養，進而提升其科學自我效能。本研究以量為主，質為輔的研究設計，針對11年級學生實施科學新聞融入論證教學，透過個人紙筆論證、小組論證及公開口頭論證之教學策略，讓學習者能夠藉由論證闡述自己的論述及提出相關證據，說服自己和同儕，並探討在論證的歷程中，學習者是否因而獲得成就感進而提升科學自我效能。綜合上述，本研究所探討之問題如下：

一、經由科學新聞融入教學，實驗組與對照

組學生在論證能力及科學自我效能後測表現是否具有顯著差異？

二、實驗組學生在論證活動前期、中期、後期，論證能力表現之成長歷程為何？

三、實驗組學生論證能力與科學自我效能之關係為何？

貳、文獻探討

一、科學論證

「論證」是科學知識發展的重要基礎與過程，因科學家所提出的理論假設，在面對科學社群的質疑與挑戰時，必須提出明確的證據予以說服反駁，才能進一步達成共識，並形成社群內能接受的科學知識(Driver, Newton, & Osborne, 2000)。有關論證的理論架構，Erduran, Simon與Osborne (2004)以Toulmin (1958)論證模式(修正如圖1)為基礎並主張一個完整的論證內容應包含下述五個論證因子：資料(data)、論述(warrant)、依據(backing)、主張(claim)及反證(rebuttal)，並依這五個論證因子提出評量論證內容品質的分析架構(如表1)，可以發現論證層次的高低，取決於論證者是否具備提出「反證」(rebuttal)的能力。

此外，林煥祥、洪振方與洪瑞兒(2007)依據Toulmin (1958)的論證模型略作修正如

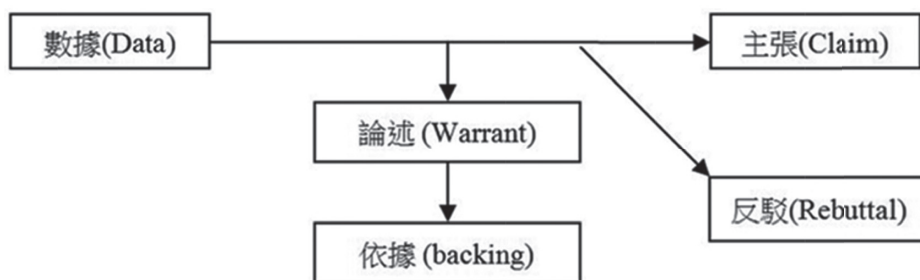


圖1：Toulmin論證模式

表1：論證層次及內容

論證層次	內容
層級一	提出一個簡短的主張或結論
層次二	提出數據，論述或依據之中某一個項目，不包含反證
層次三	包含一個以上的數據、資料或依據，提出薄弱的反證
層次四	論證中包含明確的反證
層次五	論證最完整，不但包含數據、資料和論述，並具有一個以上明確反證

資料來源：Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.

圖2，此論證模型與Erduran等(2004)最大的不同為在論證模型中加入連接詞，列出論證因子之間的關係和意義，例如：「反證」(rebuttal)可以用來質疑不同的證據或資料，否定其他論述，更可以推翻他人的結論或主張。目的在使學習者，能透過連接詞將整個論證因子加以整合，以成更具完整性及說服力的論證內容。因此，為了讓學習者能有效地理解及運用論證因子進行論證活動，將以此論證模型作為本研究進行論證教學的理論依據。

近來有關論證的相關研究為數不少，像

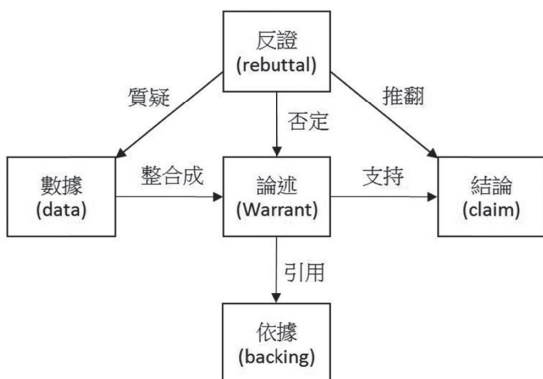


圖2：根據Toulmin的論證內容所包含要項

是(一)探討影響學生論證能力表現的因素，例如：教師在論證過程中的角色可分為主導者、主持人、教練和參與者四種類型，教師角色的豐富性及靈活度有助於提升學生進行科學論證活動的參與度及論證品質(陳穎志、曾敬梅、張文華，2010)。相關研究指出，不同性別的七年級學生在科學新聞論證內容的表現，女生的表現顯著優於男生(蔡佩穎、張文華、林陳涌、張惠博，2013)；高成就的學生傾向使用反駁或者提出一個以上反駁論述作為支持論證的依據，然而，當中低成就的學習者被要求在課堂上進行口頭論證時，他們也可以和高成就學習者有相似的論證品質(林樹聲、黃柏鴻，2009)；不同的論證教學方式會影響論證能力及反駁的品質(黃翎斐、張文華、林陳涌，2008)；(二)發展有效的論證教學策略來提升學生的論證能力，例如探究式教學(楊桂瓊等，2012)、概念卡通論證教學(陳文正、古智雄、許瑛珧、楊文金，2011)、科學讀寫模式(李如偉、蘇明洲、黃滄翔、呂仲誠、高慧蓮，2012)、鷹架教學(蘇衍丞、林樹聲，2012)等；(三)探討論證活動對學習者科學概念學習(蔡俊彥、黃台珠、楊錦潭，2008)、科學本質(楊桂瓊等；Khishfe, 2014)、學習成效(鍾昌宏、王國華，2014)、批判思考能力(Kuhn, 2016)、探究能力(Nichols et al., 2016)等等的影響。例如：Nichols等研究指出透過論證活動能提升學生的合作探究、概念理解以及表徵詮釋的能力。Kuhn也指出論證在批判思考的過程中扮演著關鍵的角色，相關的實徵性證據也顯示出個人的推理能力有助於進行論證的對話討論。McDonald (2010)的研究則是發現藉由論證活動可以增進學習者的科學本質觀。

由上述文獻能發現，有關論證的題材大都以社會性科學議題或科學理論為主，較少

以科學新聞內容為題材進行小組的科學論證教學。此外，以往研究大多著重在藉由論證教學提升學習者的科學概念瞭解、科學本質觀及批判思考能力等(楊桂瓊等，2012；蔡俊彥、黃台珠、楊錦潭，2008；Khishfe, 2014; Kuhn, 2016)，鮮少針對透過論證教學提升學生的科學自我效能進行探討。因此，本研究以生活化的科學新聞，採用林煥祥等(2007)所提出的論證模式作為論證教學的理論基礎，學習者先藉由紙筆論證說明個人的主張提出證據及反證，再以小組討論的方式，提供學生互相討論、質疑、挑戰與辯論的機會(Driver et al., 2000)，以期能達到有效的科學論證學習，進而提升學生的自我效能。

二、科學新聞在科學學習的應用

在現今知識爆炸的時代，科學新聞是接觸科學訊息及學習科學新知的重要管道。科學新聞除了連結科學知識與日常生活經驗外，所提供的情境及議題對比於教科書也較為廣泛及多元化(Elliott, 2006)。將科學新聞融入科學學習中不僅對學習者較具吸引力，也能促進其對科學知識有更深入的理解(Halkia & Mantzouridis, 2005; Maier et al., 2014)。

相關研究指出以科學新聞作為科學論證教學的題材，不僅能激發中學生的學習興趣、培養學生論證能力及批判思考能力(Hobbs, 2007; Jarman & McClune, 2007)，更能影響學習者的學習成就(蔡佩穎等，2013)。論證題材大多以競爭理論形式呈現，能培養學生研究、討論及評估的能力，促使學生評估競爭性科學新聞時，運用證據決定支持自己認同的一方或提出反證推翻對立的論述(Osborne, Erduran, & Simon, 2004a)。基於上述本研究所採用的科學新聞內容具有兩種競爭性的解釋，讓學生從中練習論證能力。以

科學新聞進行論證亦有其挑戰性，例如：Oliveras, Márquez與Sanmartí (2013)指出大部分的學生無法單獨運用科學知識舉證或提出結論對其內容進行紙筆論證。學習者雖然對於新聞標題較感興趣，受限於學生的先備知識與認知程度，導致閱讀新聞上感到困難或對內容有所偏見及誤解，而無法對內容做出合理的解釋(黃俊儒、簡妙如，2008；Norris, Phillips, & Korpan, 2003)。綜合上述文獻，能發現大部分的研究是讓學習者自行閱讀，爾後對新聞內容進行論證並判讀其真實性，並未針對科學內容進行教學(黃俊儒、簡妙如)；研究工具則大多使用開放式問卷和紙筆論證為主，然而學生會受限於先備知識(requisite-knowledge)及科學知識的不足而無法進行有效的科學論證(Norris et al.; Oliveras et al.)。因此，本研究在教學設計上，教學者先對於新聞內容的科學概念進行教學，並教導學生評鑑及舉證的策略，再讓他們進行紙筆論證、小組論證活動。

另外，論證是透過對話瞭解人想法的一種社會性活動，因此論證通常會透過小組合作討論的過程，讓學生可以練習如何提出質疑、整合證據以建構其論點與解釋、以及評估及批判彼此的論點(Chin & Osborne, 2010)。Dawes (2004)也強調小組討論可以幫助學習者交換想法、獲得不同的觀點，以及共同創造意義。Albe (2008)的研究則指出透過小組討論的方式進行論證對學生而言是很寶貴的學習經驗。因為在小組討論的過程中，學生除了要解釋他們自己的觀點外，同時也要考量他人的觀點，可以促使學生藉此反思自己的論點，並對不同的意見進行思考與討論，進而提升論證的品質。因此，黃柏鴻與林樹聲(2007)建議要重視小組討論於論證教學的應用，透過小組間的合作學習，可

以對彼此的主張及理由提出質疑與批判，以促進學生能為自己的論點提供更有力的證據予以辯護。因此，本研究除了提供學習者與自己對話的機會(利用紙筆論證說明個人的主張，提出證據或反證)，也提供學習者與社群對話的機會(利用小組合作的方式進行論證活動)，以期能更加精煉個人的觀點，進而提升其評鑑科學新聞的能力。

科學新聞正負面觀點的報導會影響學習者決策的改變程度(林靜雯、林錦鴻、陳美蓉，2014)，且新聞內容的產生受限於報導篇幅與截稿時間、記者與編者的專業背景，可能導致立場偏頗或錯誤產生(蔡佩穎、張惠博、林雅慧、張文華，2010)，且學習者的認知程度會影響論證的品質(林宗進、林樹聲、陳映均，2010)。本研究盡可能慎選具有正反兩面觀點及非即時性的科學新聞，並將學生的認知程度與先備知識納入教材設計之考量。在教學策略上，教學者先針對科學新聞中的科學概念實施教學，並扮演引導者的角色，教導學生如何判讀新聞、如何蒐集證據及資訊當成支持自己立場的依據，並讓學習者使用網路蒐集資訊，在提出證據反駁的同時能夠明確地指出引用來源，並以小組論證的方式進行教學活動，培養其評鑑科學新聞的能力。

三、自我效能在科學學習之相關研究及重要性

Bandura (1997)主張自我效能是個人對於自己能獲得成功所具有的信念，此種信念是學習者在接受挑戰及任務時，評估自我是否能完成特定行為的能力表現，自我效能信念高者相較於自我效能低者，在面對富有挑戰性的任務時，成功的機會較大。梁茂森(1998)

指出自我效能是促進學習最重要的動力，通常會影響個人所設定的目標水準、策略選擇、結果表現、及面對困難時的堅持程度。本研究之理論架構以何仕仁、黃台珠與吳裕益(2007)修改自Bandura自我效能理論，將科學自我效能區分為三個子構面，分別為(一)效能程度(level)：指科學工作的困難度，當將同類但困難度不同的行為依序排列時，個人會因面對難度不同的行為而有所調適。例如：面臨科學成績不理想時，我會要求自己更加努力以求進步。(二)效能類化(generality)：指個體對於科學情境所評估的自我效能，類化至其他相似情境的情形。例如：我能利用科學相關知識，解決日常生活之相關問題。(三)效能強度(strength)：指個人確信完成特定科學行為的把握程度。例如：我能夠擬定實驗計畫，並且蒐集數據。何仕仁等將科學自我效能定義為「學習者在科學學習歷程中，能自己評估在科學環境知覺下，完成特定行為的表現」。綜合上述，本研究將科學自我效能定義為「學習者在科學學習環境下，面對特定的問題以其學習態度及使用先備知識(requisite-knowledge)及科學概念，進行自我能力的評估，並運用策略解決問題，完成自己所設定的目標，學習者從中獲得成就感及肯定自我」。

許多研究顯示科學自我效能在科學學習上扮演著重要的角色。首先，科學自我效能有助於學生選擇、投入及完成科學相關的活動或任務(Usher & Pajares, 2008)，學生的科學學習參與程度越高，其自我效能程度也越高(Hong & Lin, 2013)。其次，科學自我效能與學生在科學學習成就表現具有顯著的正相關，例如：Uçar與Sungur (2017)主張科學自我效能是預測科學成就重要因素。除此之外，科學自我效能也會影響學習者的科學態

度。例如：Lee等(2014)發現學習者的自我效能與學習態度及成就目標呈現正相關。蕭建華與張俊彥(2012)的研究結果也指出介入自我效能課程均能夠提升男生與女生的學習成就及學科態度，特別在女生的學習態度上有特別顯著的影響。

由上述文獻可以發現科學自我效能對於科學學習的重要性，不僅能提升學習者的成就表現更能增進學習科學的態度及意願。然而，上述文獻中的研究方法大都以問卷調查法為主，並以量化統計的方式加以推論其結果，若能加上質性的資料，會使研究結果更完整。此外，有關科學自我效能的研究大都以結合學習成就與學習態度作探討，鮮少以科學新聞教學介入提升中學生科學自我效能的相關研究。因此，本研究分析學生參與科學新聞融入論證教學活動，探討學習者的論證能力與其科學自我效能的關係，以提供將來進行論證教學時的參考依據。

參、研究方法

一、研究設計與對象

本研究是以量為主，質為輔之實驗設計，為了探討不同教學法對論證能力、科學自我效能之影響，以便利取樣方式選取屏東縣某公立高中二年級，兩個自然組班級分別實施不同教學法，共計16小時的教學活動，其中4小時，在暑期實施，其餘12小時，在學期間周六實施，每次實施3小時，共分為4周完成。實驗組學生共29人(男生18位，女生11位)，由擔任過6年國、高中化學科教師，且曾參與大學部論證教學課程的研究者，進行科學新聞論證教學。對照組學生為29人(男生18位，女生11位)，實驗組學生在接受科學新聞論證教學時，同時段對照組則由教學經驗

長達15年的化學科老師，以講述式教學法為主進行化學課程之教學，教學內容以化學課本知識為主。

本研究實驗組學生，根據其導師描述該班雖為自然組的學生，但他們在科學課程學習動機低落，在非制式科學學習上(例如：參加科展等科學相關活動)學習態度相當積極。另外，研究者發現學生透過資料卡表示「能親自參與科學活動或實驗」是影響他們喜愛科學的主要因素。然而，有大部分的學生提及「在科學學習上，雖投入大量的時間學習，卻無法獲得較佳的學習成效，讓他們覺得自信心低落。」

二、研究工具

(一)論證能力測驗

本研究所使用的論證能力測驗，是由PISA 2006的公開試題(release item)中，選取了溫室效應、健康風險、酸雨及蛀牙等四大主題(舉例論證能力測驗第2題如圖3)。每個主題均有4小題，其目的在於評量學生的論證層次，內容分述如下：1.聲明自己的立場及發表自己的主張；2.針對自己的主張，提出具體的論述；3.提出不支持對方的結論與理由，並舉出反證；4.對於自己的結論提出完整的依據或是具有說服力的理由，及舉出一個以上的反證。每個主題的試題內容均由研究者與具有化學背景的科學教育學者共同討論、修飾完成定稿，試題類型為開放性問答題，測驗時間為40分鐘。論證能力測驗的内部一致性Cronbach's α 值為.75，為「可信」的範圍(Cohen, 1988)。試題評分則由研究者與一位具有科學教育背景的博士生針對學生的回答內容依照表3的評分標準予以評分，兩位評分者在各題的評分者一致性達.97 ~ .99。評

二. 健康風險？

若是你住在一家大型化學工廠的附近，它製造肥料供農業用途。近幾年，有幾位住在這區的人士苦於長期以來所造成的呼吸器官問題。很多本地人士相信這些症狀是附近化學肥料工廠排放的有毒濃煙所導致。居民舉行一個公眾集會討論化學工廠對本地居民健康的潛在威脅。科學家在集會中做出下列的聲明。

為化學公司工作的科學家的聲明：

「我們已研究本地泥土的毒性。我們在我們所採集的泥土樣本中，沒有找到有毒化學物品的證據。」

為不安的居民工作的科學家的聲明：

「我們已審視本地有長期呼吸問題個案的數目，並將這個數目與遠離居住化學工廠地區的個案數目相比較。化學工廠附近有更多的案件。」

1. 你覺得誰說的對?(提出主張)
2. 為什麼你支持他? 請說明你的理由。(提出論述)
3. 你為什麼不支持另外一個說法? 請說明反對的理由。(舉出反證)
4. 請提出其他更有說服力的證據來支持你的結論。(舉出一個以上反證)

圖3：論證能力測驗試題：健康風險

分過程中若有不一致的部分則由兩位評分者與具有化學背景的科學教育學者共同商討得到一致的評分標準。

(二)科學自我效能量表

本研究的「科學自我效能量表」改編自何仕仁等(2007)「科學自我效能量表」，共有23題，包含22題正向題，1題反向題。本量表的設計為Likert四點量表，正向題依照學生選擇「從未」、「很少」、「有時候」、「經常」而分別給予1至4分，反向題則採反向計分，科學自我效能量表得分最高為92分，最低分為23分，得分越高表示學生的科學自我效能程度越高。為了考驗量表的信、效度，首先選取由高雄市郊區某公立高中二年級學生，共計76位學生進行預試(社會組及自然組各38位)，施測時間為40分鐘，有效樣本數為74位，科學自我效能量表的內部一致性Cronbach's α 值為.92，顯示此份量表具有良好的信度。科學自我效能量表分為3個向度，分別為1.效能強度(strength)：指個人確信完成特定科學行為的把握程度，共8題。例如：我能夠擬定實驗計畫，並且蒐集數據。2.效能類

化(generality)：指個體對於科學情境所評估的自我效能，類化至其他相似情境的情形，共6題。例如：我能利用科學相關知識，解決日常生活之相關問題。3.效能程度(level)：指科學工作的困難度，當將同類但困難度不同的行為依序排列時，個人會因面對難度不同的行為而有所調適，共9題。例如：面臨科學成績不理想時，我會要求自己更加努力以求進步。科學自我效能量表因素分析結果顯示效能強度、效能類化、效能程度三個向度所能解釋的變異量分別為22.24%、18.73%及12.41%，總解釋變異量53.38%。

(三)訪談對象與大綱

本研究所選取訪談目標學生($N = 4$)，他們的自我效能進步分數分別為26分、22分、20分、18分，論證成績進步分數分別為8分、6分、6分和5分，其論證能力與自我效能進步分數為全班前四名，以此作為選取訪談對象之依據，進一步深入瞭解實驗組學生論證能力與科學自我效能改變的可能原因。

論證能力與科學自我效能關係的質性訪

談分為二個部分：1.瞭解科學新聞融入論證活動對學生的科學自我效能之影響。例如，請舉例說明，在科學新聞融入論證活動後，你認為你的改變是什麼？2.確認學生是否能將自我效能延伸至科學學習：例如，未來當你遇到科學學科的問題及困難，你會用什麼態度面對它？

(四)科學新聞論證活動學習單

教育部普通高級中學必修基礎化學2014年課程核心能力中指出，中學生化學學科能力培養應注重概念的理解與應用，數據圖表的轉化與解讀，並能就生活中與科學相關的事件或現象尋求證據導向及理性判斷的思考與觀點(教育部，2010)。故本研究選擇以食品化學新聞為論證教材，教材的設計模式是依據Osborne, Erduran與Simon (2004b)所編 *IDES, Evidence & Argument in Science* 論證教學訓練手冊及範例為參考依據，該手冊提出九項適合教室內進行論證教材架構分別是：

1.陳述表格內容；2.學生思考概念圖；3.學生的實驗報告；4.競爭理論——卡通；5.競爭理論的故事；6.競爭理論——想法與證據；7.建構論點；8.預測—觀察—解說(Prediction-Observation-Explanation, P-O-E)；9.設計實驗。因為不同的布題方式會影響學習者的論證品質(黃翎斐等，2008)，因此與一位具有化學背景的科學教育學者討論後，所選取的科學新聞教材以競爭理論的故事、P-O-E和競爭理論—想法與證據多種教材之架構，使用開放式題型布題激發學生自發提出多元觀點或反駁的產生，提供學生多元及開放的論證學習。同時，將選取的科學新聞建立合適的情境脈絡，共分為下列7個教學單元(如表2所示)：1.一杯接一杯滿口甜蜜藏危機；2.電解水治痛風？3.麥克兒童餐放一年也不壞？4.烤肉會致癌？5.「啡」常好！日喝4至5杯咖啡可降死亡率？6.英研究：阿斯匹靈可防癌；7.基因改造食品安全嗎？科學新聞學習單舉例說明如圖4。

表2：教學課程安排與教學目標

單元	教學單元與架構	新聞所對應的科學概念	教學方式
1	一杯接一杯滿口甜蜜藏危機(競爭理論)	認識及練習論證因子與架構 生物體中的有機化合物——醣類	紙筆論證
2	電解水治痛風？(競爭理論)	物質的分類	紙筆論證 小組口頭論證
3	麥當勞兒童餐放一年也不壞？(競爭理論) 麥克兒童餐放一年也不壞？實驗影片 英研究：阿斯匹靈可防癌(回家功課)	氧化還原反應——抗氧化劑 官能基與常見的有機化合物	紙筆論證 小組口頭論證
4	影片：烤肉傳說實驗設計(流言追追追)(P-O-E) 烤肉傳說實驗設計學習單	酸鹼反應	紙筆論證 小組口頭論證
5	「啡」常好！日喝4至5杯咖啡可降死亡率？(競爭理論)	官能基與常見的有機化合物	紙筆論證 小組口頭論證
6	英研究：阿斯匹靈可防癌議題討論(競爭理論) 食品怪物基因改造食品介紹	官能基與常見的有機化合物 化學與永續發展	小組口頭論證
7	基因改造食品安全嗎？(競爭理論)	化學與永續發展	紙筆論證 小組口頭論證 公開口頭論證

「啡」常好！日喝4至5杯咖啡可降死亡率？

2012年5月18日【華人健康網記者許育璋／編譯】

強忍著睡意和疲倦起床，大多數的學生和上班族都必須來上一杯咖啡才能順利上工，除了提神的功效外，大家或許有更多喝咖啡的好理由。美國國衛生研究院（National Institutes of Health, NIH）的學者近期發表一篇研究指出，日喝4到5杯的咖啡，可以降低心血管、呼吸道、糖尿病等病發的可能，進而達到延年益壽的功效。美國《紐約時報》（New York Times）16日引述刊登在《New England Journal of Medicine》期刊上最新的論文，當中調查了40萬名年紀介於51到70歲的中老年人喝咖啡的習慣和頻率，分成好幾個組別，有人甚至一天喝到6杯。從1995到2008這14年的追蹤期間，有5萬2千人因不同原因死亡，在排除掉其他致死因素後，研究人員發現單日攝取的咖啡量似乎和死亡率呈現反比，反應在男女身上則分別降低了10%和15%的平均死亡率，至於有無「咖啡因」（caffeine）並不會形成差異，顯示咖啡因並非降低飲用者死亡風險的關鍵因素。美國一項長期廣泛的調查顯示，多攝取咖啡似乎可以將低死亡率，每天4到5杯也不算過量。據了解，很多「咖啡重毒」的人也同時有重度的菸癮、愛吃紅肉、少吃蔬果、少運動或酗酒等不良生活習慣，這都可能導致慢性病的發生，但咖啡當中的抗氧化物質（antioxidants）和鎂（magnesium）卻可以稍稍抵銷這些有害物質對人體造成的危害，這或許是降低死亡風險的關鍵，然而因罹癌而身亡者並不包含在這個範疇當中。負責這項研究的Neal D. Freeman博士表示，由於咖啡中含有上千種的物質，每一種都可能對人體造成正面或負面的影響，因此我們不能因此斷言「多喝咖啡有益健康」，只能保守地說「攝取適量的咖啡能微幅降低死亡風險」。英國咖啡協會（British Coffee Association）理事長Euan Paul博士則指出，該研究告訴我們一天喝4到5杯的咖啡都屬「適量」（moderate）範圍，但孕婦仍須遵守一天不超過200毫克（milligram）的上限，否則對胎兒發展會產生不利的影響。

1. 你覺得誰說得對？（提出主張）
2. 為什麼你支持他？請說明反對的理由。（請提出論述及反證）
3. 請提出更有說服力的證據來支持你的結論。（舉出一個以上反證並包含依據）

圖4：單元五：「啡」常好！日喝4至5杯咖啡可降死亡率？

三、科學論證教學活動的實施

本研究在每個單元教學前，提供學生「個人學習單」與「小組學習單」做為學生在論證中的學習輔助工具，及協助學生在小組中與組員的溝通與討論。本研究教學課程內容經由研究者與科學教育學者討論後，利用暑期輔導期間實施兩週，每週2堂課，接著於開學期間選擇每周六輔導課時間，每週3堂課為期4週，共計16堂課，每堂課為50分鐘實施科學論證活動，同時段對照組學生也在進行化學課，詳細的教學課程安排如表2所示。科學論證教學的實施過程如圖5，學生分成6組，每一組4～5人，學生們能自由選擇組員，教學者會依據討論的狀況調整組員任務分配，例如：學習者不想與其他組員討論時，教學者會要求他們在公開論證時當作小組代表，其目的在賦與他們任務和責任，增進他們與組員的互動。另外，更開放小組間互相討論，其目的在激發學習者能產生多元的觀點及增進論證品質。以單

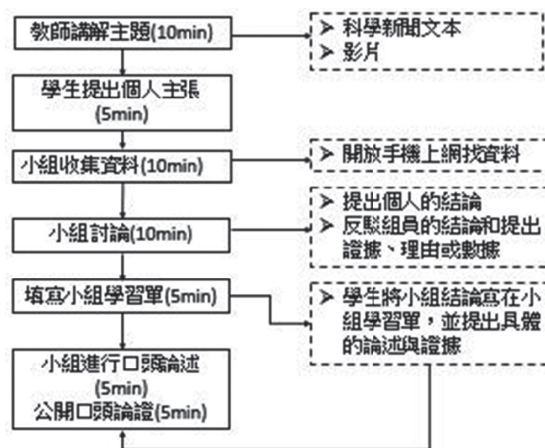


圖5：教學流程設計

元五為例：「『啡』常好！日喝4至5杯咖啡可降低死亡率？」（圖4）是一篇具有正、反兩面立場的科學新聞，教學者先針對新聞內容所提及的科學概念進行教學，減少學生因科學知識不足而導致閱讀困難或對報導內容有所偏見及誤解，而無法進行有效的論證，並根據

Toulmin (1958)的論證模式(圖2)教導學生運用數據或資料支持自己的結論，且對於對立的結論能舉出一個以上的反證推翻新聞內容。教學結束後，學生需先針對新聞內容進行個人紙筆論證(填寫個人學習單)，爾後教學者會開放5~10分鐘的時間讓學習者運用網際網路查詢資料，以協助他們在小組論證時能從多元的觀點思考(填寫小組學習單)，不僅能闡述反對的理由，更能提出有效的證據作為反駁的論述。

另外，科學新聞的傳播方式除了書面資料外，影片及網路也是學生接觸科學新聞的管道之一。因此在教學流程設計(圖5)上，除了單元1~2的紙本科學新聞外，另外在單元3~4中加入影片，除了試圖引起學生學習興趣外(Lin, Hong, & Chen, 2013)，同時也期望學生對不同管道的科學新聞內容之真實性練習評估。單元6的影片則是藉由影片的介紹，使學生對基因改造食品有基本的認識，以便能在單元7針對基因改造食品議題進行公開口頭論證。在第7單元中以具SSI屬性的科學新聞讓學生進行論證，原因在於本研究所選取的論證題材是以貼近學生的日常生活情境為主，而基因改造食品、核能發電、電磁輻射、環境生態保護及永續發展等SSI，與日常生活亦具有相關性，且每個人在日常生活中都應具備使用科學資訊做出選擇的能力，同時願意積極參與和科學或科技發展相關議題的討論，並經由理性判斷做出相關的決策，如此才是具科學素養的現代國民(Sadler & Zeidler, 2009)。

四、資料分析與處理

(一)量化資料分析

1. 實驗組與對照組學生論證能力及科學自我效能之差異比較

為了控制實驗處理前，實驗組與控制組起始能力的不同，以組別為自變項，再分

別以論證能力測驗及科學自我效能量表前測得分為共變項(ANCOVA)，以檢測兩組學生的論證能力和科學自我效能是否具有顯著差異。然後以效果量(effect size)的計算公式 $\sqrt{\frac{\eta^2}{1-\eta^2}}$ ，將效果量.01、.25、.40，分別歸類為低、中、高三種效果程度(Cohen, 1988)。

2. 實驗組不同科學自我效能學生在論證能力及科學自我效能表現變化之情形

本研究將實驗組學生在科學自我量表前測得分前27%學生歸類為高自我效能者(高分組)，與得分後27%的學生歸類為低自我效能者(低分組)(Kelley, 1939)。此外，因高分組($N = 8$)與低分組($N = 9$)，兩組人數樣本數甚小($N < 30$)，故採用無母數相依樣本之魏可遜配對組符號等級考驗(魏氏考驗，Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test)(吳明隆，涂金堂，2005)以瞭解兩組學生科學自我效能及論證能力改變之情形。

3. 實驗組學生論證能力與科學自我效能之關聯性

為瞭解實驗組學生論證能力與科學自我效能之關聯性，以Pearson積差相關分別檢測實驗組學生論證能力與科學自我效能兩變項在前測、後測及前後測之變化量(後測分數-前測分數)之相關性。然後依據吳明隆與涂金堂(2005)對兩個變數之間的相關係數 r 值=.0、.4、.8，區分為低、中、高三個程度。

(二)質性資料分析

1. 論證能力評分標準

本研究蒐集的個人論證及小組論證學習單，採用主題內容分析法加以分析及評分，依據Erduran等(2004)所發展出論證層次分析架構，將學生的論述分成五個論證層次(如表1)。層次高低取決於學生所提出的反證，反

證包含薄弱的反證(r_w)與明確的反證(r_s)，得分越高代表學生能提出具體的反證及論證內容越完整。本研究參考上述理論架構，將論證能力的評分標準及學生在論證能力測驗主題二的回答內容舉例說明如表3。

2. 資料轉錄

(1) 將小組口頭論證的影音檔轉成文字檔，並將文字檔依照表1及表3的評分架構及標準分析，以下舉例為層次四(4分)的論證內容。例如：在「基因改造食品安全嗎？」的論證活動中，其中一組的小組口頭論證的內容如下：基因改造食品是不安全的，因為天然食品就已經會引起過敏了，特定的食物在經過不同的搭配混和後，若人體食用後產生過敏現象，會不清楚自己的過敏原是什麼，因此基因改食品是不安全的(薄弱的反證， r_w)。學生並進一步舉出「科學家已經利用基因改造將玉米培養出殺蟲劑功效的蘇力菌玉米(明確的反證， r_s)，當人類吸入蘇力菌玉米花粉時，會造成身體不適。蘇力菌玉米花粉也會殺死傳播花粉的昆蟲」。

(2) 將實驗組學生論證能力和科學自我效能後測訪談錄音檔轉成文字檔，將其內容整合，依照開放式編碼(open coding)分析方法(Strauss & Corbin, 1990)，瞭解學習者參與論證活動影響其自我效能可能的因素。

肆、研究結果

一、實驗組與對照組論證能力與科學自我效能後測成績之差異性

(一)兩組學生在論證能力測驗後測的表現

以論證能力測驗前測分數為共變數，後測分數為依變項，進行單因子共變數分析比較，結果顯示在排除共變數之影響後，實驗組學生在論證能力測驗後測的表現($M = 11.97$)，顯著優於對照組的學生($M = 8.07$)， $F = 43.93$ ， $p < .001$ ，Cohen's f 值 = .60，效果量達高度效果，詳細結果如表4。

(二)兩組學生在論證能力後測論證內容之差異

以下舉例說明實驗組與對照組學生，在論證能力測驗後測表現的差異，所選取2位

表3：論證層次的編碼方式及得分

論證層次	所包含的論證因子	實際例子	得分
層次一	主張及簡單的論述。	• 為不安的居民工作的科學家。	1
層次二	具有具體的依據。	• 討論的是空氣污染問題，但化學公司卻以土壤來證明。	2
層次三	有提及具體的論述，並提出薄弱的反證。	• 化學公司提出的聲明中未提及檢查哪個範圍的土壤。(r_w)	3
層次四	具有明確的反證。	• 化學公司也許只檢查未受到污染的土壤而已，因為有污染的空氣會飄到哪，我們不知道，所以應該針對化學公司遠近的範圍，蒐集氣體進一步研究。(r_s)	4
層次五	論證完整，具有一個以上明確的反證。	• 為化學公司的科學家有可能會對自己有利而這樣(r_w)，我們可以化學公司為中心，並測量風向，確定和進行氣體蒐集並分析其物質。(r_s)	5

註： r_w 代表薄弱的反證； r_s 代表強的反證。

學生皆在後測得分最高，一位是實驗組的小筠，後測分數為17分，且與前測相較之下進步幅度最大。另一位為控制組的小其，後測分數為12分，表5是他們在論證能力測驗內容中第二大題「健康風險」後測的回答內容。由表5可以發現，實驗組的小筠能提出具體的理由及完整的論述，並提出較強的反駁，相較之下控制組的小其所提出的論述及反駁理由則較為薄弱。

(三)兩組學生在科學自我效能量表後測的表現

分別以效能類化、效能強度、效能程度等三個分向度和自我效能總分的前測分數為共變數，後測分數為依變項，進行單因子共變數分析比較，結果顯示在排除共變數之影響後，實驗組學生在科學自我效能後測總得分的表現($M = 73.22$)，顯著優於對照組的學生($M = 62.99$)， $F = 45.77$ ， $p < .001$ ，Cohen's

表4：論證能力前、後測和調整後後測之平均數及標準差

組別	<i>N</i>	前測 <i>M</i> (<i>SD</i>)	後測 <i>M</i> (<i>SD</i>)	調整後 後測(<i>M</i>)
實驗組	29	10.03 (2.16)	12.38 (2.21)	11.97
對照組	29	8.59 (2.65)	7.66 (2.82)	8.07

表5：論證能力文本後測回答內容

題目	實驗組 小筠	對照組 小其
1.你覺得誰說的對？	為不安的居民的科學家的聲明。	為不安的居民的科學家的聲明。
2.為什麼你支持他？請說明你的理由。	因為居民反應的是空氣污染的問題，而化學公司卻是以土壤的毒性來回答。	他們有「長期」審視這個案件。
3.你為什麼不支持另外一個說法，請說明反對的理由。	我認為化學公司只檢查該地的土壤，但是有汙染的空氣會飄到哪裡，我們並不知道。	化學公司製作肥料，裡面必含有化學物質，就算是不污染土，也有可能是空氣。
4.請提出其他更有說服力的證據來支持你的結論。	我們可以以化學公司為中心並測量風向，蒐集由近至遠的氣體，進一步分析其氣體。 (強反駁並提出具體的理由)	汙染物不見得是土，也有水和空氣。 (反駁較薄弱，也無具體的理由)

f 值 = .60，效果量達高度效果。另外，實驗組學生在效能類化、效能強度、效能程度等三向度的表現(M 分別為18.76、31.88、22.66)亦顯著優於對照組的學生(M 分別為15.52、27.22、20.16)， $p < .01$ ，Cohen's f 值依序為.56、.50及.19，效果量達低度到高度效果，詳細結果如表6。

(四)不同科學自我效能學生透過科學新聞教學後，其論證能力及科學自我效能改變之情形

1.實驗組學生科學自我效能之變化

將實驗組學生依科學自我效能量表前測分數的前27%及後27%，將其分別歸類為科學自我效能高分組($N = 8$)及低分組($N = 9$)，以魏氏考驗分析兩組學生在科學新聞融入教學前後，其科學自我效能改變之情形，結果顯示高分組學生的科學自我效能由前測的72.38分略提高至後測的77.67分($p < .05$)，低分組學生則由前測的55.00分提高至後測的70.11分($p < .01$)，不論高或低分組科學自我效能的學生，其科學自我效能在科學新聞融入教學後均有顯著之提升，詳細結果如表7所示。

表6：科學自我效能三向度及總分之前、後測和調整後後測之平均數及標準差

自我效能	組別	N	前測M(SD)	後測M(SD)	調整後後測(M)	F	p
效能類化	實驗組	29	15.48 (2.40)	18.59 (1.88)	18.76	40.73	< .001
	對照組	29	16.14 (4.00)	15.69 (2.74)	15.52		
效能強度	實驗組	29	28.79 (4.11)	32.00 (3.69)	31.88	11.71	.001
	對照組	29	28.48 (3.78)	27.10 (4.61)	27.22		
效能程度	實驗組	29	18.83 (3.36)	22.66 (3.12)	22.66	35.48	< .001
	對照組	29	18.86 (4.00)	20.17 (3.53)	20.16		
總分	實驗組	29	63.55 (8.57)	73.24 (7.48)	73.22	45.77	< .001
	對照組	29	63.48 (8.99)	62.97 (9.07)	62.99		

表7：實驗組不同科學自我效能學生科學自我效能魏氏考驗分析結果

科學自我效能	科學自我效能	N	平均數 (M)	標準差 (SD)	Z	p
高分組	前測	8	72.38	5.42	-2.11	.035
	後測	8	78.38	6.35		
低分組	前測	9	55.00	7.94	-2.67	.008
	後測	9	70.11	5.71		

2.實驗組不同科學自我效能學生論證能力之變化

以魏氏考驗分析不同科學自我效能學生在科學新聞融入教學前後，其論證能力之變化情形，結果顯示高科學自我效能學生的論證能力由前測的10.00分提高至後測的11.88分($p > .05$)，低科學自我效能學生則由前測的10.22分提高至後測的13.56分($p < .05$)，低科學自我效能的學生，其論證能力在科學新聞融入教學後有顯著之提升，詳細結果如表8所示。

綜合上述分析結果可以發現藉由科學新聞融入教學，對於高及低科學自我效能學生，其科學自我效能皆具有顯著之提升，但

在論證能力表現上，僅低自我效能學生有顯著之提升。

二、實驗組學生在論證活動前期、中期、後期，論證能力表現之成長歷程

本研究根據表3論證能力測驗編碼的評分方式，分析學習者個人學習單初期(單元1至單元2學習單)、中期(單元3至單元4學習單)及後期(單元5至單元7學習單)的論證能力表現，以單元1、單元3及單元5個人學習單為例，學生個人論證能力表現的平均分數分別為1.7分、2.2分及3.4分(滿分為5分)(如圖6所示)，

表8：實驗組不同科學自我效能學生論證能力魏氏考驗分析結果

自我效能	論證能力	N	平均數 (M)	標準差 (SD)	Z	p
高分組	前測	8	10.00	2.27	-1.61	.106
	後測	8	11.88	1.36		
低分組	前測	9	10.22	2.44	-3.09	.024
	後測	9	13.56	1.88		

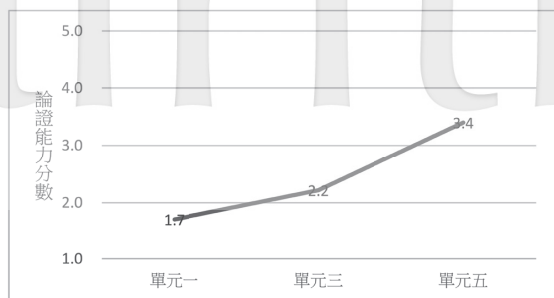


圖6：學生論證能力成長圖

可以發現學習者在個人論證能力表現逐漸有所成長。

在科學新聞論證教學前，首先研究者先講解主題，再讓學生填寫個人論證學習單，然後再進行小組論證，學習者需提出自己的主張及支持的理由，組員間透過討論及協商達成共識，選擇所支持的正方或反方，並提出具體的理由與其他組別進行公開口頭論證。透過16堂科學新聞融入論證活動的實施，發現實驗組學生的論證能力成長模式可分成前期、中期及後期三個階段，分別敘述如下。

(一)前期

研究者先將全班分成六組，進行小組論證及公開辯論。學生在經過先前二次的個人紙筆論證後，在小組討論時，能夠提出薄弱反證(r_w)其內容。同時，大多數的學生對於新聞的內容，仍是處於認同及相信的階段。以下為單元3：「麥克兒童餐放一年也不壞，防腐劑放太多」小組論證內容：

第一組：我們不支持，因為天氣太乾燥(r_s)也可能使漢堡及薯條延長不腐壞的原因，不一定是因為防腐劑太多。

第二組：支持，因為放了一年什麼事都沒有，放在窗戶邊容易腐壞的地方，漢堡及薯條還好好的，

因此，代表他的防腐劑含量應該很多。

第三組：支持，防腐劑本來就會使食物延長腐臭的期限，那防腐劑多的話，當然也會使食物腐臭期限延長，因此我們支持這個說法。

第四組：我們的結論是防腐劑放太多，因為食物放了一年，卻沒腐壞，表示一定含有防腐劑，這對人類的飲食會有害處。

第五組：我們支持含防腐劑的說法，因為就新聞內所呈現的照片中，相隔一年，以外表來看並無太大的差別，況且是在特定高溫下還能不腐壞(r_w)，令我們感到神奇。

第六組：支持這篇報導的說法，我們的理由是速食所使用的是冷凍食品，因此冷凍食品中一定加入防腐劑避免腐壞。此外，從報導中，就連微生物也無法分解(r_w)，因此進入人體中也無法正常代謝。(1010915學習單)

(二)中期

學習者會針對科學新聞的內容提出質疑及批判，並以具體的理由提出較強的反駁(r_s)。例如，第一組能明確指出，只以40萬個中年人當作實驗對象，該新聞內容過度推論其研究結果，無法說服學習者。以下為單元5：「『啡』常好！日喝4至5杯咖啡可降低死亡率？」小組論證內容：

第一組：不支持，因為會咖啡因中毒，而且這篇報導的研究只找40萬個中年人做實驗，應該要對所有喝咖啡的年齡層多做調查(r_s)，還有飲

用的多寡(r_s)，才能確定是否真的能夠降低死亡率。

第二組：不支持，雖然咖啡因能提神，但是每天喝到4～5杯，會產生心悸及手發抖的情形。

第三組：不支持，因為咖啡中的抗氧化物才是降低死亡率(r_s)的關鍵，該抗氧化物可以保護心血管及降低癌症發生的機率(r_w)。

第四組：不支持，雖然有提到是大規模調查，但卻有限定年齡51～70歲(r_s)。

第五組：支持，因為報導指出，咖啡中的抗氧化物可以清除體內的自由基(r_w)，會降低人類的死亡率。

第六組：不支持，報導中所做的研究，對象是51～70歲的成年人，所以對青少年和70歲以上的人是否有效(r_s)還有待進一步調查。另外，美國哈佛大學在2007年發表的論文顯示，茶葉也能夠消除人體有害的自由基，達到降低死亡率的功效(r_s)。
(1010929學習單)

(三)後期

學生能進一步提出一個以上延伸性的理由或具有說服力的反駁資料進行論述。例如：第三組不僅論述反駁的原因，更進一步提出「蘇力菌玉米」延伸的資料來支持其反對的理由。以下為單元7：「基因改造食品安全嗎？」小組論證內容：

第一組：我們認為基因改造食品是安全的，因為基因改造食品的優點是可防蟲害、增加農產品產量、可抗旱寒及除去食物中可能過敏的成分(r_s)。

第二組：我們是支持的，因為基因改造食品經過改造後，可以增加農作物產量，使農作物更能適應艱難的生長環境，增加蟲害的抵抗力(r_s)，世界衛生組織及聯合國農業與糧食組織，提出基因改造食品是安全的(r_s)。另外，基因改造食物上市才能上架，要先經過一段時間的測試和實驗，所以有一定的安全性。

第三組：不安全，因為天然食品就已經會引起過敏，特定的食物在經過不同的搭配混和後，若人體食用後產生過敏現象，會不清楚自己過敏原是什麼，因此基因改造食品是不安全的。例如：科學家已經利用基因改造，發明出殺蟲劑功效的「蘇力菌玉米」(r_s)，當人類吸入蘇力菌玉米花粉時，會造成身體不適。蘇力菌玉米花粉也同時殺死傳播花粉的昆蟲(r_w)。這更表示，這類的基因改造食品不但對人體有害，還會破壞大自然的平衡。

第四組：不支持，基因改造食品的測試安全，大多在生產單位內部進行，並沒有一個具有公信力的單位提供檢測其安全性(r_w)，因此我們對基因改造食品的安全持質疑的態度。

第五組：支持，因為抗蟲毒素「蘇力菌」，此種毒素經測試過對人體無害(r_s)。另外，基因改造食品在上市前一定會經過安全評估，例如，評估是否會直接影響健康及毒性物質、有無過敏性、基因的穩定性、所含的營養成分以及可能發生的非預期的結果(r_s)。

第六組：不支持，有國內學者指出，就貿易來看，目前基因改造食品會衝擊臺灣農業(r_s)，雖然基因改造食品可以抗蟲害，但是農委會指出只能對抗某種害蟲，某些地區會因為風吹的關係，將基因改造的植物的花粉傳播到非基因改造的農地(r_s)，對於環境有直接的影響，對於人體的反應，需進一步觀察及評估及觀察。(1011006學習單)

由上述質性和量化結果得知，實驗組的學生在論證學習的歷程，其論證能力逐漸成長(圖6)，由質性的資料顯示，學習者對於科學新聞的內容，從前期的全盤相信，到中期能提出質疑及批判，並能產生較具體的反證，到了後期更能提出一個以上的延伸性反證，佐證其主張。因此，透過論證活動的練習，學習者的論證能力成長循序漸進，且其論證品質趨於精緻化。

三、實驗組學生論證能力與科學自我效能之關係

以Pearson續差相關分析實驗組學生論證能力與科學自我效能之關聯性，結果發現實驗組在論證能力前測與科學自我效能前測相關係數 $r = .08$ ($p > .05$)，並且在論證能力後測和科學自我效能後測的相關係數 $r = .11$ ($p > .05$)，並未達顯著相關。研究者進一步分析實驗組學生論證能力變化量(後測分數－前測分數)與科學自我效能變化量(後測分數－前測分數)的關係，結果發現兩者具有中度顯著性相關($r = .463, p < .01$)。

另外，實驗組學生在自我效能分數增加、不變以及減少的學生分別是26人、0人、3人(如圖7所示)，從中選取四位目標學生，他

們的自我效能進步分數分別為26分、22分、20分、18分，論證成績進步分數分別為8分、6分、6分和5分，透過質性訪談瞭解學生論證能力與科學自我效能可能改變的原因。

以下為後測訪談之內容：

研究者：對於科學論證活動，你的改變是什麼？請舉例說明。

受訪者：我覺得與同學互相辯論及討論達成共識這一點是我最大的改變(小哲、小筠、小元)，學習論證前的我不知道如何提出自己的意見，只會相信別人所說的(小琪)，但是，我上完論證課後，我比較知道要如何與他人溝通及表達自己的主張，並且會蒐集證據當作說服組員的證據(小哲、小筠、小琪、小元)。

研究者：對於公開論證及小組論證，你的感受是？

受訪者：在「公開論證」時，因為我很少上臺發表我的意見(小哲、小筠、小琪、小元)，但是，我看到其他同學上臺發表自己的意見時很大方，換我上臺發表時，好像也沒那麼害怕(小哲、小筠)。

另外，我們組員會一起準備很多問題

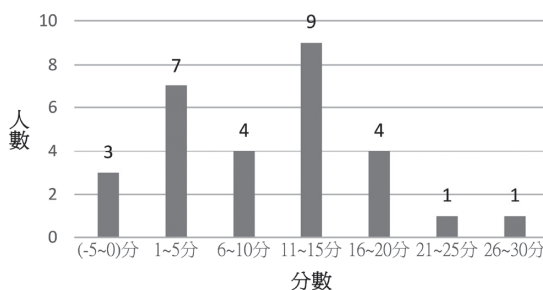


圖7：實驗組自我效能進步分數分布圖

跟資料，如果臺下的同學提出問題及質疑的時候，能夠解釋及說明給全班同學聽，我會感到相當有自信及成就感(小哲、小筠、小琪、小元)。

研究者：未來當你遇到科學學科的問題及困難，你會如何用什麼態度面對它？

受訪者：以前當我在學習化學有機物及化學計量時覺得課程很難，會認為自己能力不夠，沒有信心能學好。但是，現在我比較有自信，我會嘗試理解課本中所描述觀念，也會想和同學或老師討論化學計量的方法，我相信能克服及解決所面對的困難(小哲、小筠、小琪、小元)。(1020511訪)

以上訪談結果顯示，學習者認為公開口頭論證與小組論證學習會影響其科學自我效能。例如：小哲在小組論證學習歷程，從初期不敢表達自己的意見，藉由多次與組員的討論切磋，受到其他組員的認同及肯定，他在論證學習後期能夠勇於表達己見。另外，學習者在公開論證時，他們回答的內容受到其他同學質疑時，若能夠提出相關證據資料反駁，學生會獲得成就感及備受肯定。例如：小筠在公開論證學習歷程，從初期在面對其他同學提問時，未能舉出相關科學理論及具體的數據說服他人。但在教學後，透過多次的論證練習，她不僅勇於面對其他同學的提問，更能舉出具體的證據說服他人，獲得其他小組的認同，也願意接受下次的挑戰。

由量化分析結果顯示，學生論證能力的進步成績和自我效能的進步成績呈現中度正相關($r = .463, p < .01$)，且在質性的訪談中，學生透過公開論證及小組論證之學習，讓他們更加肯定自己，獲得成就感(效能強度)，

當獨自面對科學學習的難題時能夠尋求解決之道(效能類化)並擁有自信克服困難(效能程度)。故綜合上述量化及質性資料訪談結果顯示，學生論證能力的成績進步量與自我效能進步量具正相關性。

伍、討論

本研究在方法上的獨特性為以科學新聞做為論證教學的題材，並針對新聞的內容進行教學，以協助學生理解新聞內容及習得新知。另外，論證方式除了紙筆論證，亦融入小組論證(對話式)及公開口頭論證，研究結果進一步發現結合這三種論證學習的方式，可以有效地提升學生的論證能力。以往有關提升論證能力的文獻，大多以社會性科學議題或以科學理論及現象為主(Khishfe, 2014; McDonald, 2010)，其他以科學新聞進行論證的研究，也大多是由學習者自行閱讀，採取紙筆論證的方式，這樣的研究設計可能會受限於學習者的科學知識不足，而導致學習者在判讀過程中過度評價新聞的正確性，較無法針對新聞中所描述的科學現象做出合理的解釋及評估(Norris et al., 2003)。因此在進行論證活動時，教師應配合學生的程度，選擇適合的文本，營造適當的論證情境及提供學生論證相關的背景知識，或是透過資料及證據的搜尋增加學生對論證議題的瞭解，進而降低論證活動的困難度，促使學生表現出較佳的論證品質(黃柏鴻、林樹聲, 2007; Clark & Sampson, 2008; Gardner, Jones, & Ferzli, 2009)。此外，紙筆論證過程中，教學者亦無法直接給學習者立即性的回饋，學習者對於論證的議題，大部分的思考模式都是自行在內心爭辯，並形成不同的論點加以比較而進行決策，因此無法進行有效的社會互動及激盪出不同的思考模式(洪振方、林志能，

2011; Billig, 1987)。在進行論證活動時可採用小組討論的教學策略，透過不同立場學生彼此的互動與協商，可以促使學生精緻化其主張(Albe, 2008; Chin & Osborne, 2010; Simon, Erduran, & Osborne, 2006)，另外透過與其他小組進行口頭論證，可以形成一個較具歸屬感的科學社群，透過口語及肢體語言豐富多元的表達方式，相互影響同儕間的辯證思考(Simonneaux, 2007)。本研究將科學新聞融入論證教學的特點在於以符合學生背景知識及生活化的科學新聞為論證題材，並針對新聞內容之科學概念進行教學，能讓學習者進行有意義的學習，進而可以運用所學評估科學新聞的真實性，並以小組合作的學習模式進行論證活動，藉由與同儕的對話與討論激發彼此的批判及思考能力，能進一步澄清其主張或對不同的立場和結論提出反駁，透過理性溝通進而達成共識。除此之外，也提供學生能直接與其他小組進行公開口頭論證的機會，讓學生可以體驗類似科學家社群間針對不同假設或推論進行論證的過程。本研究的研究結果發現透過上述的論證教學活動有助於提升論證能力表現，可提供科學教師在將來進行論證教學參考之依據。

本研究的第二個獨特發現為透過科學新聞融入論證活動，能有效地提升學習者的科學自我效能，且學習者的論證能力與科學自我效能兩者的前後測變化量間呈現顯著正相關($r = .463, p < .01$)。本研究利用科學新聞，讓在制式化課程中學習成效不佳、自我效能低落的學生，能夠體認到科學與日常生活的相關性，並以小組討論方式完成任務，促進學生產生更高的成就表現及自尊，相較於制式化的科學學習較易完成，亦能夠降低對於學習科學的焦慮感並提升其學習興趣及熱忱(Hong, Lin, & Lawrenz, 2012; Khishfe, 2014; Oliveras et al., 2013)。公開口頭辯論的過程

中，能促使學習者自發提出主張及產生反駁，透過不斷論證練習所獲得的成功經驗，逐漸建構出自我效能的信念，轉化成一種相信自己能夠完成任務的能力(Lee et al, 2014; Usher & Pajares, 2008)，未來若能持續將此效能內化，當其獨自面臨困難時，較具自信解決問題。學生透過公開論證及小組論證學習，讓他們更加肯定自己，獲得成就感(效能強度)，當獨自面對科學學習的難題實能夠尋求解決之道(效能類化)並且具有信心及把握克服困難(效能程度)。學習者從初期不敢表達自己的意見及面對他人發問及質疑時，未能提出具體的數據或是相關科學理論加以論述，經過多次的論證練習，他們不僅能夠提出具體的證據，更勇於接受他人的質疑，展現面對挑戰的自信。此外，同儕及教學者給予支持及鼓勵，增進他們在自我效能的強度，並學習同儕或師長的成功經驗類化至相似的情境讓目標達成。

目前既有文獻大多探討藉由論證提升學習者的科學本質觀、探究及批判思考能力及科學學習參與度(楊桂瓊等，2012; Chen, Wang, Lu, Lin, & Hong, 2016; Kuhn, 2016; Nichols et al., 2016)，有關提升學習者科學自我效能的實質效益則較少著墨。因此本研究的發現可提供教學現場的科學教師在面對習得無助感及自我設限的學生時，透過論證活動提升學習者科學自我效能的一個可行性教學策略。

陸、研究建議與限制

一、本研究發現透過16節課的科學新聞教學，可顯著提升學習者的科學自我效能。以往研究指出科學自我效能能夠有效地預測學生的科學能力、科學學習參與度及其在未來學習科學的興趣(Lin,

Lawrenz, Lin, & Hong, 2013), 故在未來研究上, 研究者建議在實驗介入後, 能夠持續追蹤實驗組學生是否能將提升之效能延伸至其制式化的科學學習及學科表現上, 並運用科學自我效能量表的延宕測驗及質性訪談深入分析科學自我效能延宕效果, 或是可採用情境測驗或動態評量的方式瞭解學習者自我效能變化的情形, 能夠使探討的層面更為深入。

二、本研究建議科學教師應將教育均等融入教學現場, 對於低自我效能及低成就的學生, 無論是認知或是情感方面, 都應給予更多重視及協助, 倘若能夠運用科學活動, 激發他們學習科學的熱情, 並在活動融入科學知識, 讓學習者從中學習科學, 才能彰顯教育的公平正義(楊淑萍、林煥祥, 2010)。

三、本研究將科學新聞融入教學, 以小組論證、公開口頭論證及紙筆論證方式進行教學, 提升11年級自然組學生之科學自我效能及論證能力, 要提醒讀者是, 對於導致學生論證能力成長的原因, 需要在未來進行更嚴謹及更深入的探討瞭解。此外本研究並未將性別、小組討論成績與同儕關係進行分析, 故研究者建議在未來研究上能將這三個變項納入探討, 以補強本研究之不足。

誌謝

本文作者感謝審查委員們用心提出之寶貴及懇切的意見, 對文章可讀性裨益良多, 特此感謝。本研究由科技部經費補助, 計畫編號: 104-2511-S-110-013-MY3。

參考文獻

1. 何仕仁、黃台珠、吳裕益(2007)。科學自我效能量表之發展。《科學教育學刊》, 15(6), 613-626。
2. 余曉清、黃莉郁、蘇怡蓓(2017)。臺灣學生科學素養的表現。收錄於余曉清、林煥祥(編著), **PISA 2015臺灣學生的表現**。新北市: 心理。
3. 吳明隆、涂金堂(2005)。SPSS與統計應用分析。臺北市: 五南。
4. 李如偉、蘇明洲、黃泮翔、呂仲誠、高慧蓮(2012)。以科學讀寫模式提升國小學童論證能力之研究。《科學教育學刊》, 20(6), 483-514。
5. 李松濤、林煥祥、洪振方(2010)。探究式教學對學童科學論證能力之探究。《科學教育學刊》, 18(3), 177-203。
6. 林宗進、林樹聲、陳映均(2010)。大學生對基因改造作物議題的認知與論證能力之研究。《科學教育學刊》, 18(3), 229-252。
7. 林煥祥、洪振方、洪瑞兒(2007)。智育理念與實踐。收錄於張靜文、賴彥君、張巧娟(編著), **德智體群美五育理念與實踐**(頁57-104)。臺北市: 教育部。
8. 林樹聲、黃柏鴻(2009)。國小六年級學生在社會性科學議題教學中之論證能力研究——不同學業成就學生間之比較。《科學教育學刊》, 17(2), 111-133。

9. 林靜雯、林錦鴻、陳美蓉(2014)。科學新聞觀點對不同年齡階段女性健康決策之影響——以荷爾蒙療法為例。**科學教育學刊**，**22**(3)，281-306。
10. 洪振方、林志能(2011)。網路與課室學習環境促進學童論證能力之效益。**教育實踐與研究**，**24**(1)，67-106。
11. 洪瑞兒、王薪惠、魯盈讌(2017)。學生問卷分析結果。收錄於余曉清、林煥祥(編著)，**PISA 2015臺灣學生的表現**(頁59-79)。新北市：心理。
12. 張緯文、林樹聲(2014)。實施議論文寫作活動提升國小學生論證與寫作能力。**科學教育月刊**，**368**，2-19。
13. 教育部(2010)。普通高級中學必修科目「基礎化學」課程綱要。查詢日期：2017年7月28日，檢自<http://ftp.nsssh.ntpc.edu.tw/natural/09-chemi.pdf>
14. 教育部(2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。查詢日期：2017年7月28日，檢自<http://12cur.naer.edu.tw/upload/files/96d4d3040b01f58da73f0a79755ce8c1.pdf>
15. 梁茂森(1988)。國中生學習自我效能量表之編制。**教育學刊**，**14**，155-192。
16. 陳文正、古智雄、許瑛珩、楊文金(2011)。概念卡通論證教學促進學童論證能力之研究。**科學教育學刊**，**19**(1)，69-99。
17. 陳穎志、曾敬梅、張文華(2010)。探討教師角色在促進國小學童論證表現的改變——以啟發式科學寫作(SWH)教學為情境的四年個案研究。**科學教育學刊**，**18**(5)，417-442。
18. 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。
19. 黃俊儒、簡妙如(2010)。在科學與媒體的接壤中所開展之科學傳播研究：從科技社會公民的角色及需求出發。**新聞學研究**，**105**，127-166。
20. 黃柏鴻、林樹聲(2007)。論證教學相關實證性研究之回顧與省思。**科學教育月刊**，**302**，5-20。
21. 黃翎斐、張文華、林陳涌(2008)。不同佈題模式對學生論證表現的影響。**科學教育學刊**，**16**(4)，375-393。
22. 楊桂瓊、林煥祥、洪瑞兒(2012)。以論證活動探討國小學童論證能力和科學本質之表現。**科學教育學刊**，**20**(2)，145-170。
23. 楊淑萍、林煥祥(2010)。由家庭經濟資源及文化資源探討我國學生在PISA科學、數學素養的表現科學。**科學教育學刊**，**18**(6)，547-562。
24. 蔡佩穎、張文華、林陳涌、張惠博(2013)。不同性別七年級學生論證科學新聞之學習效益。**科學教育學刊**，**21**(4)，455-481。
25. 蔡佩穎、張文華、林雅慧、張惠博(2012)。初探論證科學新聞對七年級學生生物學習之效益。**中等教育**，**63**(1)，13-37。
26. 蔡佩穎、張惠博、林雅慧、張文華(2010)。小組立場、小組組成及文本特性對於學生論證生殖遺傳新聞之效應。**科學教育學刊**，**18**(3)，253-276。

27. 蔡俊彥、黃台珠、楊錦潭(2008)。國小學童網路論證能力及科學概念學習之研究。《科學教育學刊》，16(2)，171-192。
28. 蕭建華、張俊彥(2012)。介入自我效能對不同性別學生「自我學習評估」與「學習成效」之影響——以高一地球科學為例。《科學教育月刊》，352，28-34。
29. 鍾昌宏、王國華(2014)。國民中學學生接受不同電腦模擬融入論證式探究的教學模式之學習成效探討——以遺傳單元為例。《數位學習科技期刊》，6(3)，19-40。
30. 蘇衍丞、林樹聲(2012)。在社會性科學議題情境下應用鷹架教學提升國小六年級學生論證能力。《科學教育學刊》，20(4)，343-366。
31. Adúriz-Bravo, A., & Chion, A. R. (2017). Language, discourse, argumentation, and science education. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science education* (pp. 157-166). Rotterdam, The Netherlands: Sense.
32. Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussions on a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 38(1), 67-90.
33. Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman.
34. Billig, M. (1987). *Arguing and thinking: A rhetorical approach to social psychology*. New York: Cambridge University Press.
35. Britner, S. L., & Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 485-499.
36. 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.
37. Chin, C., & Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: Their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 883-908.
38. Clark, D. B., & Sampson, V. (2008). Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 293-321.
39. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
40. Dawes, L. (2004). Talk and learning in classroom science. *International Journal of Science Education*, 26(6), 677-695.
41. Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133-148.

42. Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
43. Elliott, P. (2006). Reviewing newspaper articles as a technique for enhancing the scientific literacy of student-teachers. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1245-1265.
44. Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
45. Gardner, G. E., Jones, M. G., & Ferzli, M. (2009). Popular media in the biology classroom: Viewing popular science skeptically. *The American Biology Teacher*, 71(6), 332-335.
46. Halkia, K., & Mantzouridis, D. (2005). Students' views and attitudes towards the communication code used in press articles about science. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1395-1411.
47. Hobbs, R. (2007). *Reading the media: Media literacy in the high school English*. New York: Teachers College Press.
48. 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.
49. Hong, Z. R., Lin, H.-S., & Lawrenz, F. P. (2012). Effects of an integrated science and societal implication intervention on promoting adolescents' positive thinking and emotional perceptions in learning science. *International Journal of Science Education*, 34(3), 329-352.
50. Jarman, R., & McClune, B. (2007). *Developing scientific literacy: Using news media in the classroom*. Maidenhead, England: Open University Press.
51. Kelley, T. L. (1939). The selection of upper and lower groups for the validation of test items. *Journal of Educational Psychology*, 30(1), 17-24.
52. Khishfe, R. (2014). Explicit nature of science and argumentation instruction in the context of socio scientific issues: An effect on student learning and transfer. *International Journal of Science Education*, 36(6), 974-1016.
53. Krajcik, J. S., & Sutherland, L. M. (2010). Supporting students in developing literacy in science. *Science*, 328(5977), 456-459.
54. Kuhn, D. (2016). A role for reasoning in a dialogic approach to critical thinking. *Topoi*, 37(1), 121-128.
55. Lee, W., Lee, M.-J., & Bong, M. (2014). Testing interest and self-efficacy as predictors of academic self-regulation and achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 86-99.
56. Lin, H.-S., Hong, Z.-R., & Chen, Y.-C. (2013). Exploring the development of college students' situational interest in learning science. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2152-2173.

57. Lin, H., Lawrenz, F., Lin, S., & Hong, Z. (2013). Relationships among affective factors and preferred engagement in science related activities. *Public Understanding of Science*, 22(8), 941-954.
58. Maier, M., Rothmund, T., Retzbach, A., Otto, L., & Besley, J. C. (2014). Informal learning through science media usage. *Educational Psychologist*, 49(2), 86-103.
59. McClune, B., & Jarman, R. (2010). Critical reading of science-based news reports: Establishing a knowledge, skills and attitudes framework. *International Journal of Science Education*, 32(6), 727-752.
60. McDonald, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1137-1164.
61. Next Generation Science Standards Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
62. Nichols, K., Gillies, R., & Hedberg, J. (2016). Argumentation-based collaborative inquiry in science through representational work: Impact on primary students' representational fluency. *Research in Science Education*, 46(3), 343-364.
63. Norris, S. P., Phillips, L. M., & Korpan, C. A. (2003). University students' interpretation of media reports of science and its relationship to background knowledge, interest, and reading difficulty. *Public Understanding of Science*, 12(2), 123-145.
64. Nussbaum, M. (2002). Education for citizenship in an era of global connection. *Studies in Philosophy and Education*, 21(4-5), 289-303.
65. Oliveras, B., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 885-905.
66. Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004a). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
67. Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004b). *Ideas, evidence & argument in science: CPD training pack*. London: King's College.
68. 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.
69. Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260.
70. Simonneaux, L. (2007). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education* (pp.179-199). Dordrecht,

The Netherlands: Springer.

71. Strauss, A. L., & Corbin, J. M. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage.
72. Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. New York: Cambridge University Press.
73. Uçar, F. M., & Sungur, S. (2017). The role of perceived classroom goal structures, self-efficacy, and engagement in student science achievement. *Research in Science & Technological Education*, 35(2), 149-168.
74. Usher, E. L., & Pajares, F. (2008). Sources of self-efficacy in school: Critical review of the literature and future directions. *Review of Educational Research*, 78(4), 751-796.
75. Wellington, J. (1991). Newspaper science, school science: Friends or enemies? *International Journal of Science Education*, 13(4), 363-372.

Promoting Secondary School Students' Science Self-Efficacy and Argumentation Ability with Science News Instruction

Yi-Ju Pan¹, Ya-Chun Chen² and Huann-Shyang Lin^{1,*}

¹Center for General Education National Sun Yat-sen University

²Institute of Education National Sun Yat-sen University

Abstract

This quasi-experimental study was designed to explore the efficacy of using science news to promote the development of secondary students' argumentation ability and science self-efficacy and investigate the relationship of the two dependent variables. A pre-posttest design was employed to invite one class of 11th grades ($N = 29$) as the experimental group with 16 lessons argumentation instruction, while another class ($N = 29$) with the similar backgrounds using traditional instruction served as the comparison group. The instruments of science argumentation ability test, science news argumentation activity worksheet and science self-efficacy questionnaire along with follow-up interviews were used to assess the two group students' performance. Research findings revealed that the experimental group students outperformed those in comparison group in science argumentation ability ($F = 49.93, p < .001$) and science self-efficacy ($F = 45.77, p < .001$). The level of experimental group students' argumentation ability have developed gradually from lower level to higher level overtime. In addition, significant correlation existed between the experimental group students' pre-posttest variation scores in the science argumentation ability test and the survey of science self-efficacy questionnaire.

Key words: Self-Efficacy, Science News, Argumentation Ability

* Corresponding author: Huann-shyang Lin, huannlin@mail.nsysu.edu.tw