

教育資料與圖書館學

Journal of Educational Media & Library Sciences

<http://joemls.tku.edu.tw>

Vol. 51 , no. 4 (Summer 2014) : 561-595

探究式資訊素養融入課程成效之
四年長期研究

The Effects of Inquiry-Based Integrated
Information Literacy Instruction:
Four-Year Trends

林 菁* Lin Ching Chen*

Professor

E-mail: lingin@mail.ncyu.edu.tw

顏 仁 德 Ren-De Yan

Graduate student

黃 財 尉 Tsai-Wei Huang

Professor

[English Abstract & Summary see link](#)

[at the end of this article](#)





探究式資訊素養融入課程成效之 四年長期研究

林 菁^{a*} 顏仁德^b 黃財尉^c

摘要

本研究旨在檢視四年實施探究式資訊素養融入課程對國小學生記憶和理解融入學科內容之影響，並比較不同學業成就學生的差異趨勢。研究對象為嘉義地區一所國小的72位學生，他們從國小一年級即參與此研究，接受探究式資訊素養融入課程。此所國小實施由研究者及該國小老師共同設計的資訊素養課程，並利用Super3和Big6探究模式將其融入不同學習領域中。自國小一年級下學期開始，每一學期進行一個主題探究任務，至四年級下學期總共七次。搭配此七次探究式學習，本研究分別開發七個記憶與理解測驗，作為檢驗學生學習不同融入學科的成效。研究結果發現探究式資訊素養融入課程可幫助國小一至四年級學生記憶學科的知識，及理解學科的概念，並應用於新的情境中。無論何種學業成就的學生，只要能投入探究的學習過程中，均能有效的記憶與理解學科內容，但低成就學生可能需要較長的時間才能熟練資訊素養課程教導的學習策略。

關鍵詞：探究式學習，資訊素養，記憶，理解，學業成就，長期研究

前 言

資訊素養 (information literacy) 是指一個人具有尋找、組織、評估、利用和創造各種資訊的能力和態度 (American Association of School Librarians & Association for Educational Communication and Technology [AASL & AECT], 1998; Andretta, 2005)。許多學者指出資訊素養教育不能另成一領域單獨教學，它應

^a國立嘉義大學數位學習設計與管理系教授

^b國立嘉義大學數位學習設計與管理系研究生

^c國立嘉義大學輔導與諮商系教授

*本文主要作者兼通訊作者：lingin@mail.ncyu.edu.tw

該適切的融入相關課程，透過探究式學習的架構，來幫助學生將資訊素養內化成自我學習的方式，並讓其能更深入與完整地學習融入學科的內容（林菁，2011；Chu, Tse, Loh, & Chow, 2011; Harada & Yoshina, 2004; Kuhlthau, Maniotes, & Caspari, 2007）。Eisenberg和Robinson（2007）及Eisenberg與Berkowitz（1999）即建議可以Super3和Big6模式，將資訊素養融入不同年齡層和不同學習領域。許多研究也發現這兩項探究式學習架構不但淺顯易懂，且已廣為全世界的幼兒園至高中，甚至大學生使用，成效不錯（Heider, 2009; Thomas, Crow, & Franklin, 2011）。

事實上，探究式學習（inquiry-based learning）的理念已是時代的趨勢，許多研究發現它是有效的教和學之模式之一，因其是以學生為中心，強調學生主動提問、尋找資料、批判思考、自律學習，及深層理解的精神（洪振方，2010；Kuhn, 2008; Saunders-Stewart, Gyles, & Shore, 2012）。然而，Houle與Barnett（2008），以及Taraban、Box、Myers、Pollard與Bowen（2007）等學者也發現探究式學習對於學科內容的記憶與理解有不同的影響，而這些影響可能會因學生的學業成就而有差異（洪振方，2010；Ben-David & Zohar, 2009; Chu, 2009; Cuevas, Lee, Hart, & Deaktor, 2005）。然而，這些研究多是短期研究，一年以上學生學習趨勢發展之長期研究較付之闕如。

鑑此，研究者近年與一所國小的資訊素養團隊老師共同開發一套資訊素養課程，並將其逐年融入不同領域課程的主題探究。本研究旨在檢視學生從一至四年級主題探究的記憶和理解學習之表現，及探討不同學業成就學生間的學習差異，是否會因資訊素養課程的導入而有不同變化。其細部的研究目的和待答問題如下：

- (一)探討在四年探究式資訊素養融入課程學習中，學生的學科記憶學習表現。
 - 1. 整體學生的學科記憶表現為何？
 - 2. 不同學業成就學生在四年探究式學習中學科的記憶學習是否有差異？
 - 3. 不同學業成就學生的四年學科記憶學習之差異趨勢為何？
- (二)探討在四年探究式資訊素養融入課程學習中，學生的學科理解學習表現。
 - 1. 整體學生的學科理解表現為何？
 - 2. 不同學業成就學生在四年探究式學習中學科的理解學習是否有差異？
 - 3. 不同學業成就學生的四年學科理解學習之差異趨勢為何？

二、文獻探討

(一) 資訊素養的內涵與教學

資訊素養一詞自1974年由當時的資訊工業學會（The Information Industry Association）主席Paul Zurkowski提出後，隨著各類資訊的快速發展，其涵



蓋內容已愈益多元與分歧，如健康素養 (health literacy)、金融素養 (financial literacy)、政府素養 (government literacy) 等，均成為資訊素養可含括的一環 (Lombard, 2010; Yates et al., 2012)。但就資訊素養主要的內涵來說，可從兩方面來深思。從過程層面 (process)，它是指一個人具有有效的尋找、取得、組織、評估、利用和創造各種資訊的能力和態度；就範圍層面 (scope)，資訊素養包括圖書館素養、圖像媒體素養，及電腦網路素養等三大領域 (林菁，2008；American Association of School Librarians [AASL], 2009; Eisenberg, Lowe, & Spitzer, 2004; Taylor, Arth, Solomon, & Williamson, 2007)。整體而言，它旨在培養人們成為具備終身學習和問題解決能力的現代公民。

若要在學校確實落實資訊素養理念，單獨教學和融入學校原有課程教學是較被採用的二種方式，且二者可以彼此相互搭配 (AASL, 2009; Thomas et al., 2011)。所謂「單獨教學」是由圖書老師單獨設計若干單元學習活動，教導學生圖書館利用的技巧、閱讀理解的策略、媒體內容的分辨及網路資源的評估等主題。但由於缺少實際在學校其他課程中應用這些知能的機會，學生多無法將之落實於實際生活中 (Accardi, Drabinski, & Kumbier, 2009; Fontichiaro, 2009)。鑑此，「融入學校原有課程教學」是近來資訊素養課程設計的新趨勢。它是由圖書老師與科任或級任老師合作，從學期課程中挑選出適合進行探究式學習的單元，根據有效的探究式學習模式，將之前習得的知能與技巧 (包括資訊素養的過程與範圍層面)，應用於課程的探究活動中，以深化學生對於該課程的理解，並讓學生實際演練資訊素養的各項技能和問題解決方法，達到內化的目的。至今為止，已有許多實證研究和實務工作者支持此融入式教學方法 (林菁，2011；林麗娟，2003；盧秀琴、戴文雄，2012；Chu et al., 2011; Harris, 2012; Kuhlthau et al., 2007)。例如，研究者將資訊素養融入國小一年級「校園生物大搜索」主題探究，結果發現學生在自然與生活科技學習單元的記憶與理解認知表現有顯著進步，在提問、海報創作與反省上也表現不錯 (林菁，2011)。Chu 等人 (2011) 讓國小四年級學生探究地球科學和中港歷史二個主題，探究時間各為十週與九週，研究發現學生在文學類和非文學類閱讀測驗上均有進步。

許多學者指出：應從國小階段即開始經由循序漸進的課程，來培養學生的資訊素養 (AASL, 2009; Grassian & Kaplowitz, 2009; Thomas et al., 2011)。Callison (2006) 更建議學者專家應要進行更多且嚴謹的實驗研究，獲得客觀的量化資料，來檢驗資訊素養課程的效益，如此才能讓教育相關單位和大眾，認識資訊素養教學的重要性。然而，有系統且持續的開發和檢視資訊素養課程成效的相關研究仍不多見，過往的研究多是在不同年級進行零星的融入學習領域之相關實驗 (林菁，2012；侯政宏、崔夢萍，2013；郭藍儀、陳海泓，2011；Heider, 2009)。因此，本研究統整研究者四年來研發之探究式資訊素養融入課程，檢視其對於學生學習學科內容的成效，並探討其中可能的調節變因。

(二) 探究式學習

探究式學習的主要目的在教導學生以探究的精神來學習，擔負起自己的學習責任，選擇想探究的問題，並多方找尋資訊來解決這些問題 (Berghoff, Eganwa, Harste, & Hoonan, 2000; Kuhn, 2008; Loyens & Rikers, 2011)。在過程中，學生要有探索的動機，願意忍受可能無法立即獲得標準答案的焦慮，以及具備爬梳許多不同觀點資訊的能力與態度；最後還要根據自己對此問題已獲得的了解，再採取進一步的行動，如提出更深入的探究問題。因此，Kuhlthau 等人 (2007) 強調探究式學習的主要優點就是學生可以主動地與老師、同儕及學習材料，不斷的進行討論與互動，所以可深入了解資訊素養和融入學科的內容與概念。

Crow (2009) 則指出學生的內在動機也是探究式學習過程重要的一環。他以量表篩選出具有內在動機的九位國小五年級學生，再深入訪談他們最喜歡的資訊尋找活動及喜歡的原因，以了解影響他們想要進行資訊搜尋的因素。研究結果發現獨立自主不是最重要的影響因素，反而是探究主題與自己的相關性、老師和家長的支持、小組合作，與沒有時間限制才是重點所在。Thomas 等人 (2011) 繼之統整若干可提升學生探究動機的教學策略，包括提供學生自由選擇探究主題的機會，探究主題要與課程內容相關，清楚說明探究任務的目標和過程，以及設定符合學生程度的評量規準等。

科學教育是最早採用也最推崇探究式學習的學科，甚至有學者認為探究式學習就是源自科學實驗，包含擬定問題、設計實驗流程、蒐集和分析資料、解釋證據、回答問題等過程 (引自 Loyens & Rikers, 2011)。因此，無論美國國家研究委員會 (National Research Council, 2000) 和台灣教育部 (教育部, 2003) 均強調探究式學習可增進學生科學知識的深度理解、科學概念的遷移和生活問題的解決。此外，社會學習領域教學近年也漸朝向探究教學的方式改革，Savage 和 Armstrong (2007)、Soares 與 Wood (2010) 及 Mitra 與 Seriere (2012) 等均指出在民主社會中，每位公民都應成為具有批判思考的問題解決者，運用探究的精神，蒐集、評估和應用資訊，並做出合理的決定，以解決社區、鄉鎮、國家甚或整個世界遭遇的問題。

近年來有許多探究式學習模式被用來做為資訊素養融入課程的架構，如 Information Search Process、REACTS、I-Search、Pathways to Knowledge、Handy 5，及 Big6 模式等；其中又以 Eisenberg 與 Berkowitz 提出 Big6 模式最為廣泛應用於國小至高中階段 (Thomas et al., 2011)。Big6 模式包括定義問題、尋找策略、取得資訊、使用資訊、統整資訊和評估等六步驟 (Eisenberg & Berkowitz, 1999)。爾後，Eisenberg 與 Robinson (2007) 將此六步驟濃縮為計畫、執行和評量三個階段，發展出 Super3 模式，以適合幼兒園至國小低年級學生使用。至

今，國內外已有若干研究採用Big6和Super3模式來培養幼兒園至高中學生，甚至大學生的資訊素養和學科能力，學習成效多不錯（林菁，2011，2012；許義淵，2006；郭藍儀、陳海泓，2011；黃國禎、郭凡瑞、徐勝旺，2008；Abdullah & Zainab, 2008; Heider, 2009; Lowery, 2005）。

(三) 記憶學習與理解學習

Bloom等人(1956)曾將認知學習區分成六個階層，分別是知識(Knowledge)、理解(Comprehension)、應用(Application)、分析(Analysis)、綜合(Synthesis)和評估(Evaluation)。爾後Anderson等人(2001)重新修正此理論，更加強調有意義的學習(meaningful learning)，將認知學習分成知識和認知過程兩個向度。前者包括A.事實性(Factual)、B.概念性(Conceptual)、C.過程性(Procedural)和D.後設認知(Metacognitive)等四種知識；後者則依認知過程的複雜度分成1.記憶(Remember)、2.了解(Understand)、3.應用(Apply)、4.分析(Analyze)、5.評量(Evaluate)和6.創造(Create)等六個認知過程。若以二維的表格來思考，根據Krathwohl(2002)的解釋，當學習目標屬知識向度中偏重事實性的知識且強調記憶的能力，就屬於A1；當同屬事實性的知識，但強調認知過程中的解釋、推論、比較等能力就會屬於事實性—了解的A2層次。因此，記憶與理解學習的最大不同處在於認知過程。前者是能回想和辨認之前長期儲存於大腦的學習內容；後者則是將學習的內容藉由解釋、舉例、推論、比較等心智過程，移轉運用於新的情境中(Anderson et al., 2001)。

有關探究式學習對於學生認知學習方面的影響，許多後設研究顯示探究式學習會讓學生的認知成就、過程技巧和科學態度有顯著進步(Furtak, Seidel, Iverson, & Briggs, 2012; Minner, Levy, & Century, 2010; Schroeder, Scott, Tolson, Huang, & Lee, 2007; Shymansky, Hedges, & Woodworth, 1990; Wang et al., 2011)。例如Schroeder等人(2007)統整美國1980至2004年出版有關科學教育教學策略的61篇研究，發現探究策略對於學生認知成就影響的效果量達.65，屬於高效果值，表示探究式學習在科學教學上具有實質應用的價值。Minner等人(2010)蒐集1984至2002年在K-12階段進行的138篇科學探究式學習的相關研究，結果發現51%的研究對學生學習科學知識和保留有正面影響，且「學生主動思考」和「對學習負責程度」兩個因素與學生學習科學概念相關。Furtak等人(2012)則深入分析美國國家研究委員會於1996年公告科學教育標準開始，至2006年10年期間，各國進行的37個有關K-12科學教育探究式學習的實驗和準實驗研究。結果整體的效果量為.50，表示探究式學習對於科學教育有正面的影響，且活動中若有讓學生進行推演和論證者，其效果量較大；此研究也發現對科學教育來說，雖然探究式學習比傳統教學方法好，但老師主導的學習活動效果比全然由學生主導者為佳。Wang等人(2011)蒐集台灣1997至2009年國中小階段科

學教育方面的探究式學習研究，進行後設分析。結果發現與傳統教學相較，探究式學習對於學生科學概念、科學過程技巧和態度均有正面影響。

若針對學習成效的記憶和理解學習兩方面來討論，Wilson、Taylor、Kowalski 與 Carlson (2010) 隨機將 58 位 14 至 16 歲學生分為探究式學習和傳統學習兩組，學習相同的教材。結果探究式學習組在知識記憶、推理應用和科學解釋等方面均較傳統組表現為好；且經過四星期後再檢測他們提出論點、論據和論證的能力也均顯著優於傳統組。因此，Wilson 等人認為科學教育應使用探究式學習方式來教導學生。洪振方 (2010) 檢視以探索、解釋、交流和反思四項要素，設計的思考導向的探究式學習對國二學生科學探究能力的影響。實驗組接受思考導向的探究式學習，控制組則實施教科書教學；研究工具是開放式寫作的科學探究能力測驗，檢驗學生的發現問題、形成另有假設、評價及選擇假說、設計實驗、預測實驗結果及解釋等五項探究能力。研究結果發現，除「發現問題」外，實驗組在「形成另有假設」、「評價及選擇假說」、「設計實驗」和「預測實驗結果及解釋」等探究能力上均優於對照組，且在形成假設和設計實驗兩項能力上有學習保留效果。

林菁 (2011) 以探究式學習方式，將資訊素養融入不同學科的系列質化研究，也發現此融入式教學可提升學生學科內容的記憶和理解。研究者以 Super3 探究模式將資訊素養融入國小一年級「校園生物大搜索」主題探究，結果發現此班級學生在生活領域單元的記憶和理解學習表現皆有顯著進步；且在學校定期評量此單元中，他們也均達到學習目標。之後研究者繼續追蹤此班學生在二年級「我們的社區」主題探究的學習表現。結果發現經由 Super3 模式探究活動，學生在社會學習領域的記憶與理解之前測與後測檢定達顯著差異，且了解有關學校附近社區的基本知識，能用六感來感受這個社區，感激為自己服務的人，並知道自己可為社區盡心力的方法 (林菁，2012)。繼之，林菁、謝欣穎與謝文峰 (2014) 探究這群學生進行三年級「樹朋友」主題探究的表現，發現學生在自然與生活科技領域「植物的身體」單元的記憶與理解學習表現有顯著進步；在學習態度方面，大部分學生對此探究主題有興趣，願意繼續研究有關樹的議題 (謝欣穎、林菁，2013)。雖然研究者系列研究屬質化性質，無意將研究結果作過度推論，但根據多元的資料顯示，探究式學習對於學生記憶與理解不同學科內容應有幫助。

另一方面，Chang 與 Mao (1999) 檢視國三地球科學採用探究式學習方式對於學生學習成就和態度的影響。實驗組接受探究式教學，控制組則是傳統教學，教學時間為八週。結果發現探究教學對於學生理解和態度方面有正向幫助，但對於記憶層次則沒有顯著影響。Taraban 等人 (2007) 也進行了類似的研究，卻獲得不同的研究結果。他們以高中生物課為例，比較主動學習之實驗教學與傳統教學的差異。結果發現相較於傳統教學，使用主動探究式學習的學生獲得更

多的內容知識和過程技巧，且他們自認收穫良多；但實驗組學生的批判性思考卻沒有顯著提升。Pine等人(2006)及Wolf與Fraser(2008)分別以國小五年級和國中生為研究對象，比較探究式學習組和非探究式學習組的科學探究技巧和科學概念的差異。結果兩研究都發現，探究式學習小組在科學概念和科學調查技巧的分數較高於傳統組學生，但沒達到統計上顯著差異。

根據上述國內外的相關研究結果可知，探究式學習對於不同學科內容的記憶與理解學習的影響仍莫衷一是，有待專家學者進一步探討與釐清。

(四) 不同學業成就學生的學習

過往的若干研究發現探究式學習的成效可能與學生的學業成就相關。Sivanesarajan、McNicholas與Todd(1993)以學科能力較弱的16歲學生為研究對象，採用質化研究方法，檢視其在接受一年資訊素養融入科學教育後的學習表現，結果發現其科學分數有顯著增加。之後Todd(1995)比較傳統和探究式的資訊素養課程對於高中學生學習的影響，結果發現由圖書館員和科學老師合作教導的探究式實驗課程組，在科學概念和探究過程技巧的學習表現均較優於控制組，但這些影響會因學生的學業成就不同而有差異。Todd依據學生的推理測驗成績高低，將研究對象分為四組，雖此研究沒有證實教學方式和學生學科能力間有顯著交互作用，但發現經由探究式資訊素養教學，成績最低落學生的科學成績並無起色。此發現與Sivanesarajan等人(1993)進行的研究結果不同，對此不同研究結果，Todd推論是之前的研究對象同質性高，均為低成就學生，老師可根據學生能力來設計適合的資訊素養課程，但這次研究對象的學業能力差異較大，故資訊素養課程內容可能無法滿足每一學生的需求，造成學業成績較弱的學生進步小。

較近期有關學生學業成就因素的研究是Cuevas等人(2005)。他們以25位來自不同語言和文化背景的國小三年級和四年級學生為研究對象，檢視科學探究結合資訊素養課程的介入，是否可縮小不同學業成就學生在進行科學探究表現之差異。研究結果發現無論高成就或低成就學生的探究能力都有進步，但低成就學生在接受介入課程後，其科學探究的進步程度(5.21分)較高成就學生的進步更多(2.73分)。因此，Cuevas等人認為低成就學生可利用主題探究方式來學習，只是開始進行時，老師需要提供較多的鷹架給他們。Ben-David與Zohar(2009)的研究也發現類似結果。他們設計了兩個後設探究策略知識單元的課程(如研究問題的定義、研究假設的形成)融入探究過程，教導八年級實驗組學生，以檢視此後設課程的成效，及是否與學生的學業成就相關；控制組則只進行探究式學習，無教導此課程。結果發現經過此後設課程教導，實驗組的探究表現顯著優於控制組，且與學業成就有交互作用，即低學業成就實驗組學生的探究表現顯著優於控制組。雖此研究的後測寫作測驗出現天花板效應，高程

度學生與低程度學生的成績相近，無法推論前者的進步情形是否受到阻礙。但 Ben-David 與 Zohar 強調將後設認知教學融入探究式學習情境，對於低學業成就學生是個有價值的教學策略。

然而，若干類似的研究卻獲得不同研究結果。Chu (2009) 利用多位學科老師共同設計的國小四年級探究式專題計畫，來檢測不同學業成就學生的學科知識、資訊素養、閱讀寫作、資訊科技等表現。82 位研究對象依據其學業成績高低被分為五組，再在問卷中填答自身的感知。研究結果顯示學生對於自己在探究等方面學習的感知，不會因自身的學業成就高低而有差異。唯一發現達到顯著差異者是中程度與低程度學生的閱讀興趣。因此，Chu 以為學業成就對於探究式專題學習不是一個重要調節變項，無論何種學業程度的學生均可受惠於探究式主題教學。然而，由於 Chu (2009) 使用自答式問卷作為研究工具，其資料的可信度仍有待進一步驗證。

上述洪振方 (2010) 的實證研究旨在討論思考導向的探究式學習對國二學生的影響，但他也將 172 名國二實驗組學生按照其科學探究能力測驗成績，分為低、中和高三組，比較其在科學探究各個階段的能力。結果發現低分組學生較無法提出一個合理的假說，或解釋提出的原因；中分組與低分組學生也較無法配合假說設計實驗和控制變因，以及預測實驗結果。洪振方推測可能的原因是思考性的探究式學習活動次數不夠多，建議應將教科書中多個章節的實驗轉換為探究式學習模式。

綜合上述，有關探究式資訊素養融入課程成效之研究結果仍未有定論，無論學生的認知學習層次或自身學業成就高低等變項，均需要進一步進行實證研究，提供證據給資訊素養的教學者，以設計出更完善的資訊素養課程，幫助不同類別的學生自主學習。

三、研究方法

(一) 研究架構

研究者近年與一所國小的資訊素養老師團隊共同開發一套資訊素養課程，並將其逐年融入不同學習領域的主題探究。本研究為一長期研究，旨在檢視學生自一至四年級的主題探究中，其記憶和理解融入學科內容之表現，並探討不同學業成就學生間的學習差異，是否會因資訊素養課程的導入而有不同變化。

(二) 研究對象

本研究以雲嘉地區的小小國小為研究現場(化名)，此國小從 2005 年開始，一至六年級每週利用一節彈性課程教導資訊素養課程；三至六年級則再利用一節電腦課，教導電腦網路相關素養。本研究利用該校每週一至二節的資訊素養

相關課程，進行探究式資訊素養融入課程，以該校98學年度入學的一年級學童（4個班級共120人）為研究對象。四年以來，因轉學、缺考和填答測驗有缺漏等因素而缺少完整資料的人數有48人，故本研究最後的研究對象為72人，男生41人，女生31人。學生學業成就分組的方式是按照研究對象一至四年級全學年的五個學習領域（國語、數學、生活、自然與社會）成績平均來排序。成績前27%為高分組（24人），後27%為低分組（20人），中間則為中分組（28人）¹。

（三）資訊素養課程內容

小小國小的資訊素養課程包括資訊素養歷程層面的主題探究任務，以及資訊素養範圍層面的圖書館素養、圖像媒體素養和電腦網路素養等。其中主題探究任務每學年上和下學期各進行一次，均是融入該學期的相關學習領域單元中，配搭該單元的進度來教學，旨在讓學生在有意義的學習情境中，熟練資訊素養課程習得的各項資訊搜尋、使用和統整的知能，來解決問題。

從一年級下學期至三年級上學期，探究式資訊素養融入課程進行的主題探究多為期一至兩個月不等，以Super3模式為教學架構。選用Super3模式是因此模式專門設計給低年級學生進行探究式學習使用；合作的學校老師希望學生能更熟練Super3三步驟後再進入Big6階段，故三年級上學期的探究學習仍繼續採用Super3模式。有關這些主題探究更深入的研究過程與結果請參考林菁（2011，2012）及林菁、謝欣穎與謝文峰（2014）。表1是此四個學期主題探究的細部資訊。

表1 前四個學期主題探究相關資訊

年級	Super3模式主題探究	融入之學習領域及單元	節數
一年級下學期	校園生物大搜索	生活領域「美麗的春天」單元	21節
二年級上學期	社區巡禮	生活領域「我們的社區」單元	28節
二年級下學期	民俗節慶	生活領域「感恩與祈福」單元	23節
三年級上學期	樹朋友的身分證	自然領域「植物的身體」單元	30節

茲以「社區巡禮」為例，簡單說明利用Super3模式為架構，進行主題探究的流程。首先，在計畫階段老師請學生閱讀有趣的社區資料和觀賞相關媒體，以提升學生的先備經驗，並引發其探究興趣；之後學生自社區的四個地點，任選一個自己有興趣探究的地點，提出二至三個想了解的問題。進入執行階段後，老師帶領學生繞行此四個地點，並向解說老師提問；之後老師教導多元的閱讀策略，以讓學生能從更多相關報章書籍，找出問題的答案。之後，學生將自己的發現製作成數張QA頁（questions & answers），並向全班同學報告。最後

¹按照比例，低分組和高分組各應有20人，中分組應有32人。但因有九位學生的總平均分數相同，若全數放在中分組，中分組會有37人，高分組則只有15人。故將此九位學生全數分至高分組，使得高分組人數為24人，略超過27%。

在評量階段，學生根據規準為自己打分數，並反省與思考整個探究的過程，以利日後改進。

隨著學生年齡的增長及能力的提升，探究式資訊素養融入課程從三年級下學期開始採用Super3的進階版—Big6問題解決模式，來進行主題探究，因每位學生已熟悉Super3模式的計畫、執行和評量三階段，可進一步理解再細分的定義問題、尋找策略、取得資訊、使用資訊、統整資訊和評估等六個步驟。每個學期進行一個主題探究，但由於學生最後統整的作品較多元（如根據企畫書實際配置水族箱、製作昆蟲四部曲小書等），且自三年級開始涵蓋的電腦網路素養也益趨複雜，故主題探究進行的時間較長（為期二至二個半月），節數也較多。細部課程的資訊如表2所示。

表2 後三個學期主題探究相關資訊

年級	Big6 模式主題探究	融入之學習領域及單元	節數
三年級下學期	家鄉的故事	社會領域「家鄉風情畫」單元	33節
四年級上學期	我們的水族箱	自然領域「水生家族」單元	33節
四年級下學期	我的昆蟲朋友	自然領域「昆蟲世界」單元	34節

茲以四年級下學期「我的昆蟲朋友」任務為例，說明利用Big6模式進行主題探究任務的方式。在定義問題階段，藉由昆蟲相關書籍的閱讀，提高學生學習的動機，並讓其選擇想要探究的昆蟲；之後藉由K（已經知道）和W（還想知道）的思考，繪製昆蟲的概念圖。繼之，在尋找策略和取得資訊階段，學生嘗試運用多元的管道來找尋資訊，如書籍、報紙、期刊、圖鑑、電子資料庫、參訪昆蟲館等。之後，學生閱讀取得的資訊，並將重點記錄在學習單上，此為使用資訊階段。最後，學生統整各項資訊，完成昆蟲四部曲小書創作；並透過反省，重新思考整個主題探究過程還可進步之處，此乃Big6模式中的統整和評估階段。

(四) 研究工具

本研究為一長期研究，共進行七次主題探究任務，每個任務均採用記憶與理解兩種測驗來評估學習成效，故總共有14個測驗。以下分述這些測驗的信度、難度和鑑別度。

1. 記憶測驗

記憶測驗的題型均為選擇題，旨在檢測學生在融入課程中有關回想事實性知識方面的學習成效。每份測驗題數為18~36題不等，題目如「春天的校園測驗」：「下列哪一項是昆蟲的特徵？①都有翅膀 ②都以樹汁當作食物 ③都有六隻腳」。各測驗的細部資料列於表3，附錄一為「家鄉的故事測驗」的部分題目。

表3 各記憶測驗之細部資料

測驗名稱	題數	總分	信度 KR-20	難度 區間	難度 平均	鑑別度 區間	鑑別度 平均
春天的校園測驗	19	19	.736	.858~.340	.659	.778~.278	.508
社區巡禮測驗	30	30	.693	.978~.134	.529	.618~.082	.366
民俗節慶測驗	27	27	.777	.895~.217	.591	.853~.235	.459
植物的身體測驗	30	30	.753	.847~.389	.645	.891~.211	.675
家鄉的故事測驗	25	25	.770	.897~.297	.759	.727~.113	.474
水生家族測驗	26	26	.898	.911~.418	.659	.744~.105	.497
昆蟲世界測驗	36	36	.954	.912~.436	.782	.635~.295	.470

2. 理解測驗

理解測驗的題型多元，包括選擇、填充、簡答、作文和畫圖題，旨在檢測學生了解並應用融入課程之相關知識、概念和過程的效果。每份測驗各題配分一至六分，由兩位評分者根據規準批改，題數14至21題不等，題目如「春天的校園大考驗」：「請你用不同顏色的彩色筆在圖片上圈出這兩種動物不一樣的地方」。各測驗的細部資料列於表4，附錄二為「家鄉的故事大考驗」的部分題目。

表4 各理解測驗之細部資料

測驗名稱	題數	總分	信度 Cronbach's α	難度 區間	難度 平均	鑑別度 區間	鑑別度 平均	評分者 信度
春天的校園大考驗	14	31	.785	.921~.271	.619	.920~.246	.600	.873
社區巡禮大考驗	15	62	.771	.882~.433	.602	.933~.333	.667	.850
民俗節慶大考驗	14	35	.710	.832~.168	.598	.937~.245	.560	.946
植物的身體大考驗	15	29	.718	.849~.338	.612	.765~.289	.459	.874
家鄉的故事大考驗	21	28	.795	.872~.341	.519	.640~.241	.452	.850
水生家族大考驗	19	87	.785	.654~.131	.343	.606~.093	.319	.810
昆蟲世界大考驗	15	45	.726	.804~.126	.484	.518~.167	.346	.736

(五) 資料處理與分析

各測驗的結果以Excel軟體建檔，再以SPSS 20版軟體，進行統計分析，包括分別將學生四年來的記憶與理解測驗分數進行成對樣本 t 檢定，來檢視整體學生在探究式學習之前和後，記憶與理解學習的進步情形。此外，為了解不同學業成就學生四年來在記憶與理解方面之差異趨勢，需進行低中高三組間的跨年度比較。然而，由於四年來發展的七個記憶和理解測驗包含的題數與配分皆不相同，無法直接進行比較。故將三組學生的記憶與理解後測原始分數轉為標準分數 T 分數，之後低中高組別兩兩相比（如低 vs. 中組、中 vs. 高組、低 vs. 高組），再計算出各組別的效果值大小，做為判斷的依據，以檢視四年長期趨勢的變化。本研究以Cohen (1988) 訂定之效果值大小 (effect size, *Cohen's D*) 作為檢視分析結果的實質應用價值。依據Cohen訂定之效果值標準，0.2以下屬無運用價值，0.2~0.5屬低效果值，0.5~0.8屬中效果值，0.8以上屬高效果值。本研究會依此效果值標準，來判斷四年來不同學業成就學生在記憶與理解學習之差異趨勢。

(六) 研究限制

雖然「社區巡禮測驗」、「水生家族大考驗」和「昆蟲世界大考驗」各有一至二題的難度和鑑別度不佳(如「社區巡禮」有一題難度.978, 一題鑑別度.082; 「水生家族」有一題鑑別度為.093, 「昆蟲世界」有一題難度為.126且鑑別度為.167), 但為顧及融入課程單元的每個學習目標均有對應的題目, 故予以保留。

四、研究結果與討論

(一) 融入學科記憶學習的表現分析

1. 整體學生的記憶表現

為檢視研究對象逐年在不同主題探究中學科的記憶學習表現, 乃將其填答的七個記憶測驗之前、後測分數, 進行成對樣本 t 檢定。由表5可看出, 除一年級「校園生物大搜索」稍有退步外(前測是12.68分, 後測為12.00分, 未達顯著水準 $p > .05$), 其餘的記憶學習皆有顯著進步。根據Cohen(1988)的標準, 表5的七個效果值中, 有三個高效果值, 二個中效果值, 它們均有實質參考價值; 另二個屬低效果, 尤以一年級「校園生物大搜索」($Cohen's D = -0.213$)最低, 較無實質參考價值。推測可能原因是研究對象年紀仍小, 可能尚未適應此測驗類型所致, 或者是第一次接觸探究式資訊素養融入課程, 仍未完全掌握此課程欲教導的學習方法。總之, 學生在四年探究式學習中學科的記憶學習表現不錯, 大多有顯著進步。此結果呼應Wilson等人(2010)、Taraban等人(2007)及研究者之前的研究(林菁, 2011, 2012), 即探究式資訊素養融入課程可幫助國小一至四年級學生記憶融入學科的內容。

表5 四年融入學科記憶學習測驗之相依樣本 t 檢定摘要表

年級	前測		後測		t	p	Cohen's D	效果值 高低
	平均數	標準差	平均數	標準差				
一年級(生物)	12.68	3.459	12.00	1.993	-1.806	.075	-0.213	低
二年級(社區)	13.60	3.935	19.81	3.283	17.306	.000	2.041	高
二年級(節慶)	16.11	4.949	23.01	3.248	14.105	.000	1.662	高
三年級(樹朋友)	15.47	6.079	19.36	7.974	5.518	.000	0.650	中
三年級(家鄉)	16.99	4.610	20.11	4.787	5.860	.000	0.690	中
四年級(水族箱)	16.18	5.366	21.01	5.377	8.612	.000	1.014	高
四年級(昆蟲)	24.74	7.186	28.22	8.668	3.275	.002	0.385	低

$\alpha = .05$

2. 不同學業成就學生融入學科記憶學習之前後測差異分析

為了解不同學業成就學生在各主題探究之前、後測表現差異, 將研究對象一至四年級五個學習領域平均總成績排序, 分成低分組、中分組和高分組等三

組，並將他們逐年的融入學科的記憶測驗，進行前測與後測成對樣本 t 檢定，結果列於表6。

由表6的21項檢定結果可發現，達顯著進步的有15項，另五項則未達到顯著程度，它們是：一年級「校園生物大搜索」低分組($t = 1.165, p = .258$)與中分組($t = -0.741, p = .465$)、三年級「樹朋友的身分證」低分組($t = 1.653, p = .115$)、四年級「我的昆蟲朋友」中分組($t = 1.273, p = .214$)與高分組($t = 1.952, p = .063$)。此外，一年級「校園生物大搜索」高分組($t = -3.497, p = .002$)則是顯著退步。

表6 不同學業成就學生的記憶學習前、後測相依樣本 t 檢定

年級	學業成就	人數	前測		後測		t	p	Cohen's D	效果值高低
			平均數	標準差	平均數	標準差				
一年級 (生物)	低	20	10.40	3.560	11.20	2.608	1.165	.258	0.261	低
	中	28	12.54	2.782	12.14	1.779	-0.741	.465	-0.143	無
	高	24	14.75	2.893	12.50	1.445	-3.497	.002	-0.714	中
二年級 (社區)	低	20	10.70	4.079	16.70	3.908	9.189	.000	2.057	高
	中	28	13.93	3.196	20.50	1.915	11.944	.000	2.257	高
	高	24	15.63	3.214	21.58	2.020	8.666	.000	1.766	高
二年級 (節慶)	低	20	12.20	4.432	21.15	4.171	8.915	.000	1.994	高
	中	28	16.61	4.825	22.82	2.790	7.960	.000	1.503	高
	高	24	18.79	3.310	24.79	1.641	8.676	.000	1.771	高
三年級 (樹朋友)	低	20	12.45	5.404	15.10	5.748	1.653	.115	0.370	低
	中	28	16.07	5.741	21.50	7.058	4.596	.000	0.868	高
	高	24	17.29	6.280	20.42	9.380	3.687	.001	0.753	中
三年級 (家鄉)	低	20	13.05	3.818	16.15	5.402	2.800	.011	0.626	中
	中	28	17.07	4.233	21.04	3.958	4.299	.000	0.685	中
	高	24	20.17	2.914	22.33	2.899	2.923	.008	0.595	中
四年級 (水族箱)	低	20	14.60	5.295	18.85	5.613	5.044	.000	1.128	高
	中	28	15.75	5.582	21.46	5.037	5.577	.000	1.053	高
	高	24	18.00	4.827	22.29	5.238	4.461	.000	0.910	高
四年級 (昆蟲)	低	20	23.30	6.449	27.55	7.770	3.042	.007	0.680	中
	中	28	25.43	5.547	27.57	9.020	1.273	.214	0.240	低
	高	24	25.13	9.294	29.54	9.156	1.952	.063	0.398	低

$\alpha = .05$

依Cohen(1988)對效果值的評估標準，重整表6的效果值高低如表7。統整結果顯示，無論低分組、中分組和高分組，它們達到高效果值的數量，均較中效果值和低效果值為多，分別為10個、6個和5個；如以中分組來說，達到高效

表7 不同學業成就組別之記憶學習效果值平均及高低數量統整表

組別	平均	低效果值	中效果值	高效果值
低分組	1.017	2個	2個	3個
中分組	0.923	2個	1個	4個
高分組	0.783	1個	3個	3個
總計		5個	6個	10個

果值的有4個主題探究任務、中效果值有1個、低效果值有2個。另一方面，若將各分組的效果值平均，可發現低分組平均數(1.017)高於中分組(0.923)及高分組(0.783)。由此可推論探究式資訊素養融入課程對於低程度、中程度和高程度學生的記憶學習均有實質的幫助，尤以低分組進步最多。

3. 不同學業成就學生的記憶學習差異趨勢分析

由以上結果可知，在探究式學習中，大部分不同學業成就學生的記憶學習皆有進步。為能進一步檢視其彼此間長期的差異趨勢，先將三組學生記憶測驗的後測原始分數轉為標準分數T分數，再將一學年上、下學期後測成績加總平均，並以低分組 vs. 中分組、中分組 vs. 高分組、低分組 vs. 高分組兩兩比對方式，進行獨立樣本 *t* 檢定，及計算效果值高低，以分析逐年的差異趨勢(見表8和圖1)。

表8 兩兩分組記憶學科學習差異 *Cohen's D* 效果值

	一年級	二年級	三年級	四年級
低 vs. 中分組	0.445	1.053	1.213	0.275
中 vs. 高分組	0.223	0.919	0.072	0.223
低 vs. 高分組	0.648	1.695	1.336	0.499

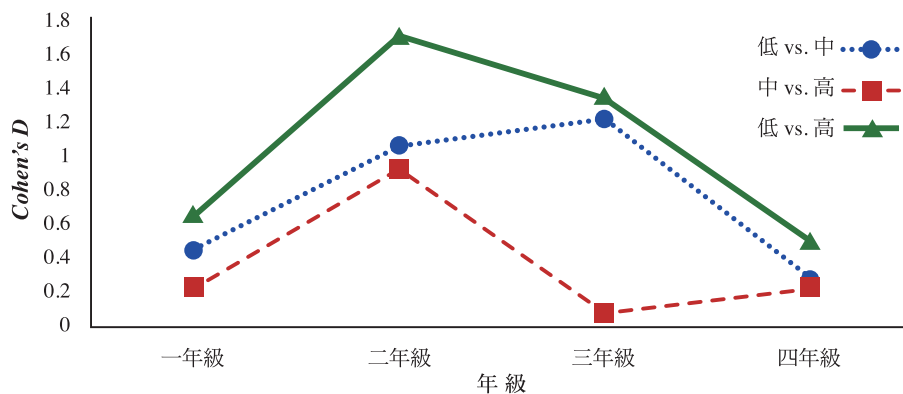


圖1 不同學業成就學生四年記憶學科學習差異趨勢圖

在低 vs. 中分組方面，記憶學習測驗獨立樣本 *t* 檢定發現，一年級 ($t = 1.401, p = .171$) 與四年級 ($t = 0.919, p = .363$) 皆未達顯著水準，效果值分別為 0.445 和 0.275，皆屬低效果值。但二年級 ($t = 3.202, p = .004$) 與三年級 ($t = 4.056, p = .000$) 則達顯著水準，效果值分別為 1.053 和 1.213，皆屬高效果值，有較高的實質參考價值。

從中 vs. 高分組檢定結果可知，只有二年級 ($t = 3.324, p = .002$) 達顯著水準，效果值為 0.919，屬高效果值。其餘一年級 ($t = .786, p = .436$)、三年級 ($t = 0.252, p = .802$) 和四年級 ($t = 0.785, p = .436$) 皆未達顯著水準，效果值分別為 0.223、0.072 和 0.223，皆屬低和無效果值，較無實質參考價值。

低 vs. 高分組學生檢定結果顯示，一年級 ($t = 1.990, p = .056$) 和四年級 ($t = 1.609, p = .115$) 皆未達顯著水準，效果值分別為 0.648、0.499，屬中和低效果值，反之二年級 ($t = 5.095, p = .000$) 與三年級 ($t = 4.309, p = .000$) 則達顯著水準，效果值分別為 1.695 和 1.336，屬高效果值，有較高的實質參考價值。

圖 1 統整各分組長期比較的結果，利用效果值 (*Cohen's D*) 高低數據，畫出四年趨勢圖。根據圖 1 可知，無論低 vs. 中分組、低 vs. 高分組和中 vs. 高分組，在一年級下學期進行第一次主題探究任務後，其彼此間的記憶學習尚無顯著差異。但隨著年級增長，彼此間差異也隨之變大，如低 vs. 中分組、低 vs. 高分組和中 vs. 高分組在二年級的差距都大過一年級；低 vs. 中分組之差距甚至持續擴大至三年級。但經由每學期探究式資訊素養融入課程的長期教導，各組間的差距未持續擴大，反有逐步縮小的趨勢，如中 vs. 高分組的差距在三年級即下降，至四年級有略為升高，但均無顯著差異，沒有實質意義。低 vs. 中分組和低 vs. 高分組之差距雖下降較緩慢，但至四年級也都達到低效果值，顯示彼此間的差異不大。

由上述數據可推知，雖低中高三組學業成就學生的程度仍有差異（如至四年級下學期「我的昆蟲朋友」記憶後測測驗，低中高組三組的分數分別為 27.55 分、27.57 分和 29.54 分），但藉由探究式資訊素養課程融入不同學習領域循序漸進的教導，中程度與低程度學生可逐漸掌握記憶學習的方法，學會融入學科中較偏重記憶之知識。對於中分組學生來說，可能由於能力較佳，可較快速的學會記憶之技巧，故他們與高分組學生的差距可在一年中拉近。但對於低分組學生來說，他們則需要較長時間才能學會記憶方法，縮短與中和高分組學生的差異。此結果與 Chu (2009)、Ben-David 與 Zohar (2009) 之研究發現類似，意即學業成就對於探究式學習不是一個重要的調節變項，無論何種程度的學生均可受益於探究式學習，只是低程度的學生需要時間可能較長，才能掌握記憶學習的竅門，縮短與其他學業成就學生的差距。

(二) 融入學科理解學習的表現分析

1. 整體學生的理解表現

研究對象四年來在不同主題探究中，學科理解測驗之前、後測分數及 t 檢定結果列於表 9。從表 9 可發現七項理解學習皆有進步，且均達顯著水準。以 Cohen (1988) 之效果值標準來檢視，七個效果值中有五個高效果及二個中效果，均有實質參考價值。因此，研究對象四年來在探究式資訊素養融入課程的融入學科之理解學習表現佳。此印證了過往的許多研究發現探究式學習有助於深度學習和概念的應用與遷移 (林菁, 2011, 2012; 洪振方, 2010; Loyens & Rikers, 2011; Mitra & Seriere, 2012)。

表9 四年理解學習測驗之相依樣本t檢定摘要

年級	前測		後測		<i>t</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>D</i>	效果值 高低
	平均數	標準差	平均數	標準差				
一年級(生物)	21.03	5.222	24.54	4.028	6.696	.000	0.788	中
二年級(社區)	29.79	8.900	37.60	7.740	7.032	.000	0.829	高
二年級(節慶)	14.36	5.638	18.68	5.296	7.975	.000	0.940	高
三年級(樹朋友)	8.64	4.047	17.24	5.223	14.016	.000	1.652	高
三年級(家鄉)	13.58	4.222	23.21	5.323	14.901	.000	1.758	高
四年級(水族箱)	34.89	13.067	43.36	13.287	5.693	.000	0.671	中
四年級(昆蟲)	14.75	6.371	22.29	5.673	11.576	.000	1.364	高

 $\alpha = .05$

2. 不同學業成就學生的理解學習前後測差異分析

為了解低、中和高分組學生在各主題探究前、後測表現之差異，故進行主題探究前測與後測成對樣本t檢定，如表10所示。由以下21項檢定結果可發現，一至四年級不同學業成就學生大都有顯著進步，只有四年級「我們的水族箱」高分組學生未達顯著水準($t = 1.804$, $p = .084$)，效果值0.369屬低效果值，較無實質參考價值。

表10 不同學業成就學生理解學習前、後測相依樣本t檢定

年級	學業成就	人數	前測		後測		<i>t</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>D</i>	效果值 高低
			平均數	標準差	平均數	標準差				
一年級 (生物)	低	20	17.30	6.482	22.90	5.098	4.089	.001	0.914	高
	中	28	21.46	4.041	24.50	3.697	4.718	.000	0.893	高
	高	24	23.63	3.308	25.96	2.851	3.431	.002	0.699	中
二年級 (社區)	低	20	24.75	8.608	34.65	7.257	4.271	.000	0.955	高
	中	28	29.68	8.641	36.50	7.275	3.765	.001	0.711	中
	高	24	34.13	7.344	41.33	7.464	4.167	.000	0.850	高
二年級 (節慶)	低	20	10.15	4.545	14.40	4.838	5.044	.000	1.128	高
	中	28	13.29	4.585	17.96	4.096	4.969	.000	0.938	高
	高	24	19.13	3.982	23.08	3.283	3.955	.001	0.806	高
三年級 (樹朋友)	低	20	7.60	3.747	14.55	4.211	5.814	.000	1.300	高
	中	28	7.79	3.563	16.11	5.101	8.069	.000	1.525	高
	高	24	10.50	4.314	20.79	4.242	11.386	.000	2.323	高
三年級 (家鄉)	低	20	11.65	5.019	19.45	5.735	5.562	.000	1.244	高
	中	28	13.61	4.058	24.93	3.868	12.480	.000	2.358	高
	高	24	15.17	3.002	24.33	5.053	8.710	.000	1.777	高
四年級 (水族箱)	低	20	28.15	10.806	37.40	17.614	3.068	.006	0.686	中
	中	28	33.75	11.329	45.32	9.760	4.941	.000	0.934	高
	高	24	41.83	13.732	46.04	11.566	1.804	.084	0.369	低
四年級 (昆蟲)	低	20	12.25	4.482	19.80	3.636	7.090	.000	1.585	高
	中	28	14.68	5.292	22.86	4.249	8.833	.000	1.669	高
	高	24	16.92	8.091	23.71	7.704	4.887	.000	0.997	高

 $\alpha = .05$

根據Cohen(1988)評估標準，重新整理表10的效果值資料如表11。統整結果顯示，在七個主題探究中，無論低分組、中分組和高分組，它們達到高

效果值的數量，均較中效果值者和低效果值者為多，分別為17個、3個和1個。低分組和中分組學生在七個探究式資訊素養融入課程的學科理解學習上，有六個達到高效果值；表示此教學策略可實質幫助此類型學生進行較高層次的學習。它如高分組學生表現亦佳，多半達到高效果值，表示他們沉浸在此探究式教學法中，能實質上理解學科知識和概念之效益。另一方面，若將各分組的效果值平均，可發現中分組平均數(1.290)高於高分組(1.117)及低分組(1.116)。由此可推論：探究式資訊素養融入課程對於低程度、中程度和高程度學生的理解學習均有實質幫助，但中分組進步最多。

表11 不同學業成就組別之理解學習效果值平均及高低數量統整表

分組	平均	低效果值	中效果值	高效果值
低分組	1.116	0個	1個	6個
中分組	1.290	0個	1個	6個
高分組	1.117	1個	1個	5個
總計		1個	3個	17個

3. 不同學業成就學生的理解學習差異趨勢分析

由以上結果可知，除了一組高分組別外，大部分不同學業成就學生在主題探究的理解學習皆有顯著進步。為進一步了解其四年來彼此間在理解學習的差異趨勢，如之前記憶學習所述，先將其理解測驗後測分數轉為標準分數T分數，再將之以低分組vs.中分組、中分組vs.高分組，和 low vs. high 方式，兩兩進行獨立樣本t檢定，及計算效果值高低，並畫出趨勢圖(見表12和圖2)。

表12 兩兩分組理解學科學習差異Cohen's D效果值

	一年級	二年級	三年級	四年級
低 vs. 中分組	0.367	0.743	0.902	0.787
中 vs. 高分組	0.438	1.339	0.59	0.144
低 vs. 高分組	0.763	2.275	1.502	0.752

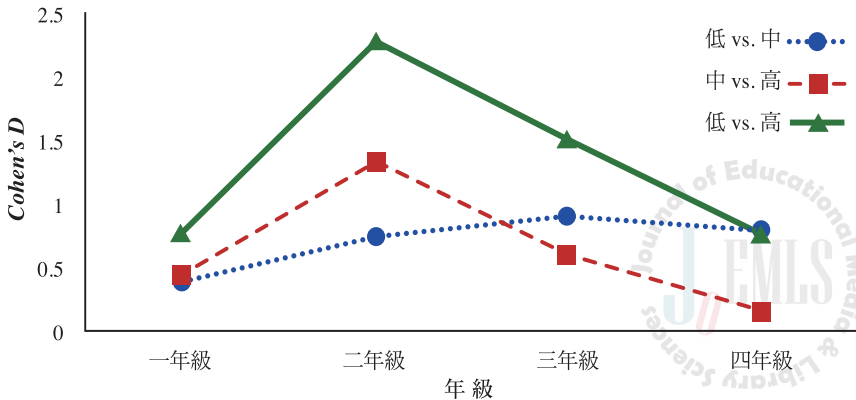


圖2 不同學業成就學生四年理解學習差異趨勢圖

從低 vs. 中分組獨立樣本 t 檢定結果得知，只有一年級 ($t = 1.228, p = .226$) 未達顯著水準，效果值 0.367 屬於低效果值，其餘二年級 ($t = 2.488, p = .017$)、三年級 ($t = 3.015, p = .004$)，以及四年級 ($t = 2.634, p = .011$) 均有顯著水準，效果值分別為 0.743、0.902、0.787，皆達高與中效果值，有較高參考價值。

中 vs. 高分組學生方面， t 檢定結果發現一年級 ($t = 1.540, p = .130$) 與四年級 ($t = 0.490, p = .627$) 皆未達顯著水準，效果值分別為 0.438 與 0.144，皆屬低和無效果值，較無實質參考價值；反之二年級 ($t = 4.716, p = .000$) 和三年級 ($t = 2.078, p = .043$) 皆達顯著水準，效果值是 1.339 和 0.590，也皆達高和中效果值。

低 vs. 高分組 t 檢定發現，一年級 ($t = 2.345, p = .026$)、二年級 ($t = 7.341, p = .000$)、三年級 ($t = 4.845, p = .000$) 和四年級 ($t = 2.426, p = .020$) 在主題探究式學習的理解測驗皆達顯著水準，一年級和四年級效果值 0.763、0.752 均屬中效果值，二年級和三年級則分別為 2.275 和 1.502，皆達高效果值，有較高參考價值。

圖 2 是不同學業成就學生四年來兩兩比較之理解測驗趨勢圖。由圖 2 可知，就如記憶學習，無論低 vs. 中分組及中 vs. 高分組，在一年級進行主題探究任務後，其理解學習尚無顯著差異；但低 vs. 高分組已展現差異。之後隨著年級增長，其彼此間差異也持續擴大，低 vs. 中分組在二年級和三年級時，差異緩慢增加，直至四年級才降至中效果值；中 vs. 高分組的差異則至二年級達到頂點後就急速下降，至四年級兩者間已無顯著差異。低 vs. 高分組的差異在四年間也於二年級達到頂峰，後逐步舒緩，但至四年級仍有中效果值的差異。

由上述數據可推知，在一年級下學期主題探究中，可能是中、高分組學生都仍在適應此學習方法，故二者理解學習間的差距不大；但理解學習屬於較高層次的學習，低分組學生在一年級時已與高分組學生有顯著差異。之後，高分組學生快速掌握理解學習方法，所以在二年級時，與中分組和低分組的差異達到高峰 ($Cohen's D = 1.339$ 和 2.275)。然而，就如記憶學習，探究式資訊素養課程融入不同學習領域的教導，可逐步幫助中分組學生獲得應用學科知識和概念的能力，故在理解學科學習上，能縮短與高分組學生的差距；到了四年級，二者間差距已沒有實質價值。然而對於低分組學生來說，此探究課程是可幫助其掌握學科內容的概念並靈活應用，逐步縮小中分組和高分組的差距，但最後四年級仍與中、高分組學生有一段距離。因此，如果此長期研究持續進行，可繼續檢視低分組學生在理解學習上與中分組和高分組的差異趨勢是愈益縮小抑或擴大，即可推論探究式教學對於低分組學生理解學習的影響是否需要更長時間才會產生較強效果。

五、結論與建議

(一) 結論

從上述研究結果可知，學生在四年探究式資訊素養融入課程的學習中，其學科內容的記憶和理解學習表現不錯，大部分有顯著進步，只有在一年級「校園生物大搜索」的記憶學習略有退步，但並沒有達到顯著水準，這可能是因研究對象對於此類型的測驗尚不熟悉所致；之後，其在二年級再次進行主題探究任務和測驗，情況就較為穩定。因此，探究式資訊素養融入課程可幫助國小一至四年級學生記憶學科中偏重事實性的知識，以及理解學科中的相關概念，並應用於新的情境中。此結果呼應了之前許多學者的發現(林菁，2011，2012；洪振方，2010；Loyens & Rikers, 2011; Mitra & Seriere, 2012; Tarabon et al., 2007; Wilson et al., 2010)，即探究式學習是讓學生成為學習的主角，藉由探究與自己興趣相關的主題，以讓學生能熱情地投入探究的過程，無論知識的記憶與推理的應用都可獲得提升。事實上，在此四年的探究式資訊素養融入課程中，每一個探究主題的挑選與教學流程的設計，均是由研究者、國小資訊素養老師和融入學科的科任和級任老師(包括生活領域、自然領域、社會領域和語文領域)三者，經過不斷的對話與反思，共同選擇了適合學生程度的Super3和Big6探究模式，並研擬可配搭的主題探究任務(林菁，2011，2012；林菁、謝欣穎、謝文峰，2014)。因此，符合Thomas等人(2011)所統整之提升學生探究動機教學策略，包括提供學生自由選擇探究主題的機會、探究主題與課程內容相關、清楚說明探究任務的目標和過程，以及設定符合學生程度的評量標準等。

另一方面，對於不同學業成就學生來說，在融入學科的記憶學習方面，大多數的低、中、高分組學生成績有顯著進步。更進一步，若比較表3各記憶測驗的總分與表6高分組學生的各記憶後測原始成績，可發現天花板效應並沒有在高分組學生身上發生，即高分組學生後測成績與總分還有一段距離(如二年級「民俗節慶」主題探究記憶測驗的總分是27分，高分組學生在此測驗的平均分數為24.79分，與滿分仍有2.21分差距)。因此，Ben-David與Zohar(2009)發現的高程度學生成績進步受到阻擋之情形，並未在本研究發生。本研究的發現與Cuevas等人(2005)類似，即低成就學生可利用主題探究方式來進行記憶學習。中程度學生與高程度學生之差距，也在探究式資訊素養融入課程之長期介入後，在二年級後逐漸縮小；造成此現象的原因應是中程度和低程度學生在主題探究中慢慢地習得有效的記憶策略。因此，學生的學業成就應非探究式學習的一項調節變項，只要學生能投入探究的學習過程中，無論何種程度的學生均能有效的記憶學科知識；對於程度較弱的學生，老師要更有耐心，提供較多鷹架，以讓其能逐步跟上其他程度同儕的腳步(Cuevas et al., 2005)。

再就融入學科的理解學習方面來討論，低、中和高三組學生在七個探究主題之前測和後測比較中，只有一項未達顯著，其它20項均有長足進步，且多半達到高效果值，表示他們沉浸在此探究式教學法中，達到理解學科知識、概念和過程之效益。同樣的，若檢驗表4各理解測驗的總分與表10高分組學生的各理解後測成績，也沒有發現天花板效應（如二年級「民俗節慶」主題探究理解測驗的總分是35分，高分組學生在此測驗的平均分數為23.08分，與滿分仍有11.92分差距）。因此，無論低、中和高成就學生均可利用主題探究方式來進行學科的理解學習。再就理解學習之差異趨勢來檢視，雖然兩兩分組之間的差異至四年級均有縮小，中與高分組之間的差距甚至已無實質意義，但低與中分組及低與高分組則仍有一些差距。此發現與洪振方（2010）的發現類似，即低分組學生可能需要較多的練習機會才能達到較高層次的認知學習，不致與中和高分組同儕之差距愈益增大。

(二) 建議

根據本研究的發現，提出四點建議做為未來有關此領域教學和研究的參考：

1. 採用Super3和Big6模式的探究式資訊素養融入課程可幫助國小學生記憶融入學科的知識，以及應用融入學科的概念於新的情境。

2. 學生的學業成就不是影響探究式學習的調節變項，只要學生能投入探究的學習過程中，無論何種程度的學生均能有效的學習學科的知識與概念。

3. 低成就和中成就學生藉由探究式資訊素養融入課程的導入，可逐步縮小與其他程度學生在記憶和理解學習的差距，但他們需要熟練此種教學策略的時間可能不一樣。低成就學生可能需要更多的協助與時間方能縮小與中成就和高成就學生的差距。

4. 未來研究可繼續檢視低、中和高分組在五年級和六年級的差異趨勢，以及性別是否是項調節變項，會影響探究式資訊素養融入課程的成效。

誌 謝

本研究為國科會「國小資訊素養教育課程探究之協同行動研究II」(NSC101-2511-S-415-011-MY3)之部分研究成果。

參考文獻

- 林菁(2008)。資訊素養融入大學生主題探究之研究。教育資料與圖書館學, 46(2), 233-266。
- 林菁(2011)。資訊素養融入國小一年級「校園生物大搜索」主題探究：以Super3模式為例。教育資料與圖書館學, 48(4), 539-570。

- 林菁(2012)。資訊素養融入國小二年級社會學習領域「我們的社區」主題探究：以 Super3 模式為例。教育資料與圖書館學，49(3)，447-478。
- 林菁、謝欣穎、謝文峰(2014)。資訊素養融入國小三年級自然學習領域「樹朋友」主題探究。圖書資訊學研究，8(2)，57-99。
- 林麗娟(2003)。問題導向融入學生專題探索之評析。資訊與教育，94，108-114。
- 侯政宏、崔夢萍(2013)。問題導向網路學習系統應用於國小五年級資訊素養與倫理之研究—著作權單元為例。教育傳播與科技研究，104，17-36。doi:10.6137/RECT.2013.104.02
- 洪振方(2010)。思考導向的探究式學習對國二學生科學探究能力的影響。科學教育學刊，18(5)，389-415。
- 教育部(2003)。國民中小學九年一貫課程綱要：自然與生活科技學習領域。台北：教育部。
- 許義淵(2006)。資訊素養教學模式 Big6 教學法融入高中職課程設計—以國文科為例。蘭女學報，10，45-74。
- 郭藍儀、陳海泓(2011)。Super3 技能融入國小一年級生活課程之探究。區域與社會發展研究，2，329-362。
- 黃國禎、郭凡瑞、徐勝旺(2008)。結合 Big Six 技能與線上自律學習模式之學習策略—以社會科主題探究活動為例。數位學習科技期刊，1(1)，25-38。
- 盧秀琴、戴文雄(2012)。國小師資生應用 Big6 技能於自然領域探究式教學的學習與改進。科學教育學刊，20(2)，171-192。
- 謝欣穎、林菁(2013)。國小三年級學生在資訊素養融入主題探究的科學探究學習態度表現。教育傳播與科技研究，103，1-15。doi:10.6137/RECT.2013.103.01
- Abdullah, A., & Zainab, A. N. (2008). Empowering students in information literacy practices using a collaborative digital library for school projects. *Journal of Educational Media & Library Sciences*, 46(1), 5-29.
- Accardi, M. T., Drabinski, E., & Kumbier, A. (2009). *Critical library instruction: Theories and methods*. Duluth, MN: Library Juice Press.
- American Association of School Librarians. (2009). *Standards for the 21st-century learner in action*. Chicago, IL: Author.
- American Association of School Librarians. & Association for Educational Communication and Technology. (1998). *Information power: Building partnerships for learning*. Chicago, IL: American Library Association.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., ... Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York, NY: Longman.
- Andretta, S. (2005). *Information literacy: A practitioner's guide*. Oxford, UK: Chandos.
- Ben-David, A., & Zohar, A. (2009). Contribution of meta-strategic knowledge to scientific inquiry learning. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1657-1682.
- Berghoff, B., Egawa, K. A., Harste, J., & Hoonan, B. T. (2000). *Beyond reading and writing: Inquiry, curriculum, and multiple ways of knowing*. Urbana, IL: National Council of Teachers of English.

- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Kruthwohl, D. R. (Eds.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I. Cognitive domain*. New York, NY: McKay.
- Callison, D. (2006). Enough already?: Blazing new trails for school library research: An interview with Keith Curry Lance, Director, Library Research Service, Colorado State Library & University of Denver. *School Library Media Research*, 8, 1-39. Retrieved from <http://www.ala.org/aasl/aaslpubsandjournals/slmb/editeurschoiceb/lance/interviewlance#top>
- Chang, C.-Y., & Mao, S.-L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *Journal of Educational Research*, 92(6), 340-387. doi:10.1080/00220679909597617
- Chu, K. W. S. (2009). Inquiry project-based learning with a partnership of three types of teachers and the school librarian. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(8), 1671-1686. doi:10.1002/asi.21084
- Chu, S. K., Tse, S. K., Loh, E. K. Y., & Chow, K. (2011). Collaborative inquiry project-based learning: Effects on reading ability and interests. *Library & Information Science Research*, 33(3), 236-243. doi:10.1016/j.lisr.2010.09.008
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Crow, S. R. (2009). Relationships that foster intrinsic motivation for information seeking. *School Libraries Worldwide*, 15(2), 91-112.
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 337-357. doi:10.1002/tea.20053
- Eisenberg, M. B., & Berkowitz, R. E. (1999). *Teaching information & technology skills: The big6 in elementary schools*. Worthington, OH: Linworth.
- Eisenberg, M. B., Lowe, C. A., & Spitzer, K. L. (2004). *Information literacy: Essential skills for the information age* (2nd ed.). Westport, CT: Libraries Unlimited.
- Eisenberg, M. B., & Robinson, L. E. (2007). *The Super3: Information skills for young learners*. Worthington, OH: Linworth.
- Fontichiaro, K. (2009). *21st-century learning in school libraries*. Santa Barbara, CA: Libraries Unlimited.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. doi:10.3102/0034654312457206
- Grassian, E. S., & Kaplowitz, J. R. (2009). *Information literacy instruction: Theory and practice*. New York, NY: Neal-Schuman.
- Harada, V. H., & Yoshina, J. M. (2004). *Inquiry learning through librarian-teacher partnerships*. Worthington, OH: Linworth.
- Harris, B. R. (2012). Subversive infusions: Strategies for the integration of information literacy across the curriculum. *The Journal of Academic Librarianship*, 39(2), 175-180. doi:10.1016/j.acalib.2012.10.003

- Heider, K. L. (2009). Information literacy: The missing link in early childhood education. *Early Childhood Education Journal*, 36(6), 513-518. doi:10.1007/s10643-009-0313-4
- Houle, M. E., & Barnett, G. M. (2008). Students' conceptions of sound waves resulting from the enactment of a new technology-enhanced inquiry-based curriculum on urban bird communication. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 242-251. doi:10.1007/s10956-008-9094-6
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218. doi:10.1207/s15430421tip4104_2
- Kuhlthau, C., Maniotes, L., & Caspari, A. (2007). *Guided inquiry: Learning in the 21st century*. Westport, CT: Libraries Unlimited.
- Kuhn, D. (2008). *Education for thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lombard, E. (2010). *Pursuing information literacy: Roles and relationships*. Oxford, UK: Chandos.
- Lowery, J. (2005). Information literacy and writing: Natural partners in the library media center. *Knowledge Quest*, 34(2), 13-15.
- Loyens, S. M. M., & Rikers, R. M. J. P. (2011). Instruction based on inquiry. In R. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 361-381). New York, NY: Routledge.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. doi:10.1002/tea.20347
- Mitra, D. L., & Serriere, S. C. (2012). Student voice in elementary school reform: Examining youth development in fifth graders. *American Educational Research Journal*, 49(4), 743-774. doi:10.3102/0002831212443079
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Pine, J., Aschbacher, P., Roth, E., Jones, M., McPhee, C., Martin, C., ... Foley, B. (2006). Fifth graders' science inquiry abilities: A comparative study of students in hands-on and textbook curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 467-484. doi:10.1002/tea.20140
- Saunders-Stewart, K. S., Gyles, P. D. T., & Shore, B. M. (2012). Student outcomes in inquiry instruction: A literature-derived inventory. *Journal of Advanced Academics*, 23(1), 5-31. doi:10.1177/1932202X11429860
- Savage, T. V., & Armstrong, D. G. (2007). *Effective teaching in elementary social studies* (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y., & Lee, Y.-H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1436-1460. doi:10.1002/tea.20212
- Shymansky, J. A., Hedges, L. V., & Woodworth, G. (1990). A reassessment of the effects of inquiry-based science curriculum of the 60s on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 127-144. doi:10.1002/tea.3660270205

- Sivanesarajan, Y., McNicholas, C., & Todd, R. (1993). Making sense of science: An information skills approach. *Science Education News*, 42, 25-27.
- Soares, L. B., & Wood, K. (2010). A critical literacy perspective for teaching and learning social studies. *The Reading Teacher*, 63(6), 486-494. doi:10.1598/RT.63.6.5
- Taraban, R., Box, C., Myers, R., Pollard, R., & Bowen, C. W. (2007). Effects of active-learning experiences on achievement, attitudes, and behaviors in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 960-979. doi:10.1002/tea.20183
- Taylor, T., Arth, J., Solomon, A., & Williamson, N. (2007). *100% information literacy success*. Clifton Park, NY: Thomson Delmar Learning.
- Thomas, N. P., Crow, S. R., & Franklin, L. L. (2011). *Information literacy and information skills instruction: Applying research to practice in the 21st century school library*. Santa Barbara, CA: Libraries Unlimited.
- Todd, R. J. (1995). Integrated information skills instruction: Does it make a difference? *School Library Media Quarterly*, 23(2), 133-138.
- Wang, J.-R., Huang, B.-Y., Tsay, R.-F., Lee, K.-P., Lin, S.-W., & Kao, H.-L. (2011). A meta-analysis of inquiry-based instruction on student learning outcomes in Taiwan. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 20(3), 534-542.
- Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M., & Carlson, J. (2010). The relative effects and equity of inquiry-based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 276-301. doi:10.1002/tea.20329
- Wolf, S. J., & Fraser, B. J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, 38(3), 321-341. doi:10.1007/s11165-007-9052-y
- Yates, C., Stoodley, I., Partridge, H., Bruce, C., Cooper, H., Day, G., & Edwards, S. L. (2012). Exploring health information use by older Australians within everyday life. *Library Trends*, 60(3), 460-478. doi:10.1353/lib.2012.0004

附錄一 「家鄉的故事測驗」的部分題目

- 1.() 家鄉的先民會為了滿足何種需求而建造古城門？①安全 ②信仰 ③運輸 ④生產。
- 2.() 「丘陵廣布，日照充足，能生產品質優良的柳丁。」這是屬於下列哪一類的家鄉特色？①飲食習慣 ②娛樂 ③建築 ④物產。
- 3.() 嘉義市的「蘇周連宗祠」是屬於哪一類的家鄉特色？①加工品 ②商店 ③建築 ④農作物。
- 4.() 下列對於家鄉風貌的敘述，哪一項錯誤？①家鄉風貌是長期累積的結果 ②家鄉自然環境不同，會產生不同的特色 ③應該要多了解自己家鄉的風貌 ④每個人的家鄉風貌都相同。
- 5.() 小玉想認識家鄉信仰方面的風貌，她應該參觀哪裡？①砲臺 ②水圳 ③學校 ④土地公廟。

附錄二 「家鄉的故事大考驗」的部分題目

• 我是導覽員

家鄉有很多獨特的物產值得推薦給我們的外國朋友。現在就讓我們當一位稱職的導覽員，向你的朋友介紹一項家鄉的特色（例如：農產品、美食、建築物、景點、節慶活動等），並說說你為什麼想介紹它。

1. 我的家鄉在_____（縣/市）_____（鄉/鎮/市）
2. 我想介紹的是_____
3. 它特別的地方是：
 - (1) _____
 - (2) _____
 - (3) _____
4. 我喜歡它是因為：
 - (1) _____
 - (2) _____
 - (3) _____
5. 我想如何推廣它？

6. 我覺得它還可以被如何改善會更棒？



The Effects of Inquiry-Based Integrated Information Literacy Instruction: Four-Year Trends

Lin Ching Chen^{a*} Ren-De Yan^b Tsai-Wei Huang^c

Abstract

The purpose of this study was to examine the effects of four-year integrated information literacy instruction via a framework of inquiry-based learning on elementary students' memory and comprehension. Moderating factors of students' academic achievement was another focus of this study. The subjects were 72 students who have participated in this study since they entered an elementary school in Chiayi district. This elementary school adopted the integrated information literacy instruction, designed by the researchers and elementary school teachers, and integrated it into various subject matters via a framework of inquiry-based learning, such as Super3 and Big6 models. A series of inquiry-based integrated information literacy instruction has been implemented since the second semester of the subjects' first grade. A total of seven inquiry learning projects has been implemented from grade one through grade four. Fourteen instruments were used as pretests and posttests to assess students' factual recall and conceptual understanding of subject contents in different projects. The results showed that inquiry-based integrated information literacy instruction could help students memorize facts and comprehend concepts of subject contents. Regardless of academic achievements, if students would like to devote their efforts to inquiry processes, their memory and comprehension of subject contents improved effectively. However, students of low-academic achievement might need more time to be familiar with the inquiry-based learning strategy.

Keywords: *Inquiry-based learning; Information literacy; Memory; Comprehension; Academic achievement; Longitudinal study*

SUMMARY

Introduction

Information literacy is the ability to recognize, locate, evaluate, use and create the information needed effectively (American Association of School Librarians & Association for Educational Communication and Technology [AASL

^a Professor, Department of E-learning Design & Management, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

^b Graduate student, Department of E-learning Design & Management, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

^c Professor, Department of Counseling, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

* Principal author for all correspondence. E-mail: lingin@mail.ncyu.edu.tw

& AECT], 1998; Andretta, 2005). Many studies find that information literacy instruction should be integrated across the contexts of school curriculum and through inquiry-based learning (Chen, 2013; Eisenberg, Lower, & Spitzer, 2004; Kuhlthau, Maniotes, & Caspari, 2007; Rockman, 2004). Inquiry-based learning results better knowledge application and reasoning skills. However it is not as effective in basic or factual knowledge acquisition than traditional curriculum does (Strobel & Barneveld, 2009; Wolf & Eraser, 2008). Studies also find that students of different academic achievement may perform differently in integrated information literacy instruction (Chu, 2009; Cuevas, Lee, Hart, & Deaktor, 2005; Todd, 1995). However, the abovementioned studies are mostly conducted in a short term. Few research investigates the effects of information literacy instruction in a longer period of time.

The purpose of this study is to investigate the effects of four-year integrated information literacy instruction on elementary students' memory retention and comprehension of subject contents through inquiry-based learning. Moderating factor of students' academic achievement is another focus of this study.

Methods

The researchers collaborated with classroom teachers and school librarians to develop the inquiry-based information literacy curriculum and integrated it into various subject matters year by year. All participants received two pretests, the integrated instruction, and two posttests each semester since the first grade. The tests were designed to test participants' memory retention and comprehension of the instructional contents respectively.

The study was conducted at Chiachia Elementary School (a pseudonym), which was in an urban area in southern Taiwan. Since 2005, this school has adopted the information literacy curriculum and integrated it into various subject matters. The curriculum was taught once a week from the first grade to the second grade and twice the third grade through the sixth grade. Each class period was forty minutes.

The participants were 72 students (41 boys and 31 girls), who have enrolled in this study since they were first graders entering Chiachia Elementary School. According to their performance in five subject areas (Chinese, mathematics, life, science, and social studies) for the past four years, participants were divided into three groups of low-, medium-, and high-academic achievement students.

The information literacy curriculum was integrated into subject matters via an inquiry-learning framework, such as Super3 and Big6 models. A total of seven inquiry projects had been carried out in each semester since the second semester of the first grade. The inquiry themes involved relevant units in subject matters so

that students could apply the information literacy skills in real situations.

Seven instruments of memory retention were used as pretests and posttests to assess students' recall of factual knowledge. All of the questions were multiple-choice. The KR-20 reliability coefficients of the seven memory tests were from .693~.954. Their discrimination coefficients ranged from .366 to .675.

Seven instruments of comprehension were used to assess students' understanding and applications of the subject contents in different projects. There were different types of questions in the instruments, such as multiple-choice, fill-in-the-blank, essay, drawing, etc.. The Cronbach's α reliability coefficients of the seven tests were from .710~.785. The discrimination coefficients of the seven tests ranged from .217 to .600.

The data source for this study was the scores from the instruments. Data were collected over 4 years from 7 inquiry projects and analyzed by SPSS 20. Paired sample t tests were conducted to measure students' improvements in memory retention and comprehension between pretests and posttests. Due to the item numbers were different among the seven instruments of memory retention and comprehension, the test scores could not be compared directly. Therefore, the test scores of memory retention and comprehension were transformed into standard T scores and pair-wise comparisons (i.e., low-achieving group vs. medium-achieving group, low-achieving group vs. high-achieving group) were used to obtain the difference between them. The effect sizes (*Cohen's d*) were calculated in order to determine the relative magnitudes of experimental treatments and to judge the practical meaningfulness of the results derived. At last, the effect size values were plotted out in a run chart which displayed four-year trend among students of different academic achievements.

Results

1. Students' Memory Retention in the Inquiry-Based Learning Projects

The results of paired-sample t tests for seven memory retention pretests and posttests in the inquiry-based projects were calculated. Except for "Investigation of Life on Campus" in the first grade, all six obtained t values were all significant. The results might be caused by the reason that the participants learned the inquiry-based information literacy curriculum for the first time. In all, students performed well in memorizing factual knowledge in subject-matter contents.

To further understand the learning performance differences among students of different academic achievements, paired t tests for memory retention pretests and posttests on seven inquiry projects were conducted. According to Cohen's effect size index (1988), regardless of low-, medium- and high-achieving students, the numbers of large effect size were more than the numbers of medium and

small effect size. It implied that the instructional interventions could improve effectively students' memory retention, regardless of their academic achievements.

We further examined the trends of effect sizes across four years by comparing the posttest scores between two groups. All the three trends of effect sizes seemed to increase in the second grade and then decrease from the third grade thru the fourth grade. This meant that the discrepancies of memory capability between students of lower level and higher level of academic achievements were first enlarged but shrunk later after integrating information literacy into the inquiry projects during the four years. In other words, the lower levels of academic-achieving students may be not familiar with memory learning in the information literacy instructions at the beginning, but they can progress and reach to the level of high academic-achieving students in one or two years later. The medium-achieving students reached to level of the high-achieving students in the third grade, while the low-achieving students drew near the memorization levels of their medium- and high-achieving peers in the fourth grade.

2. Students' Comprehension in the Inquiry-Based Learning Projects

The obtained t values of paired-sample t tests for seven comprehension pretests and posttests were all significant, which meant all students improved in comprehending subject contents. Regardless of low-, medium- and high-achieving students, the numbers of large effect size were more than the numbers of medium and small effect size. The medium achieving students progressed with the highest level of improvement.

The comprehension trends of effect sizes across the four years between the two groups were similar to the memory retention trends. All the three trends of effect sizes seemed to increase in the second grade and then decrease from the third grade to the fourth grade. The discrepancies of comprehension capability between lower and higher levels of academic-achieving students were first enlarged but shrunk later after integrating information literacy into the inquiry projects during the four years. The scenario of progression on comprehension ability was specially manifested for the medium-achieving students to reach to level of the high-achieving students. However, the effect sizes of L-M and L-H in the fourth grade still are medium magnitude, which have practical significance. Thus, it seems that low-achieving students may need more time to get familiar with inquiry-based learning strategy.

Conclusion

In the four-year integrated information literacy instruction, students performed well in memorizing and comprehending subject contents. Therefore, integrating information literacy into inquiry learning can help elementary students

memorize factual knowledge, comprehend subject concepts and apply in new situations. These findings are similar to the results found by previous researchers (Chen, 2012; Loyens & Rikers, 2011). In fact, in the four-year integrated information literacy instruction, the selection of inquiry topics and the design of instructional activities were both completed via constant dialogues among researchers, classroom teachers and librarians. Thus, the integrated instruction matched the elements for building inquiry motivation proposed by Thomas, Crow and Franklin (2011). The elements included choice of topics, ties between course contents and research topics, explicit goals and evaluation criteria, etc..

With respect to academic achievements, regardless of low-, medium- and high- achieving students, if students would like to devote their efforts to inquiry processes, their factual memory and conceptual understanding of subject contents improved effectively. Low- achieving students were still behind medium- and high- achieving ones in comprehension learning. The results confirms Hung's claim (2010) that students of low-academic achievement might need more time to be familiar with inquiry-based learning strategy.

ROMANIZED & TRANSLATED REFERENCE FOR ORIGINAL TEXT

林菁 [Chen, Lin Ching] (2008)。資訊素養融入大學生主題探究之研究 [A study on integrating information literacy into undergraduates' inquiry learning]。教育資料與圖書館學, 46(2), 233-266 [*Journal of Educational Media & Library Sciences*, 46(2), 233-266]。

林菁 [Chen, Lin Ching] (2011)。資訊素養融入國小一年級「校園生物大搜索」主題探究：以 Super3 模式為例 [Integrating information literacy into first-grade inquiry learning: An example of creature investigation on campus using the Super3 model]。教育資料與圖書館學, 48(4), 539-570 [*Journal of Educational Media & Library Sciences*, 48(4), 539-570]。

林菁 [Chen, Lin Ching] (2012)。資訊素養融入國小二年級社會學習領域「我們的社區」主題探究：以 Super3 模式為例 [Integrating information literacy into second-grade inquiry learning using the Super3 model: An example of our community in social studies]。教育資料與圖書館學, 49(3), 447-478 [*Journal of Educational Media & Library Sciences*, 49(3), 447-478]。

林菁、謝欣穎、謝文峰 [Chen, Lin Ching, Hsieh, Hsin-Ying, & Sie, Wun-Feng] (2014)。資訊素養融入國小三年級自然學習領域「樹朋友」主題探究 [Integrating information literacy into third-grade science inquiry learning: An example of my plant]。圖書資訊學研究, 8(2), 57-99 [*Journal of Library and Information Science Research*, 8(2), 57-99]。

林麗娟 [Lin, Linda] (2003)。問題導向融入學生專題探索之評析 [Wenti daoxiang rongru xuesheng zhuan ti tansuo zhi pingxi]。資訊與教育, 94, 108-114 [*Information and Education*, 94, 108-114]。

侯政宏、崔夢萍 [Hou, Cheng-Hung, & Tsuei, Meng-Ping] (2013)。問題導向網路學習系統

- 應用於國小五年級資訊素養與倫理之研究—著作權單元為例[A study of developing the problem-based learning system on information literacy and ethic curriculum for fifth-grade students: Applying on the internet copyright courses]。教育傳播與科技研究，104，17-36 [*Research of Educational Communications and Technology*, 104, 17-36]。doi:10.6137/RECT.2013.104.02
- 洪振方[Hung, Jeng-Fung] (2010)。思考導向的探究式學習對國二學生科學探究能力的影響[The influences of a thinking-based inquiry learning intervention on eighth graders' scientific inquiry abilities]。科學教育學刊，18(5)，389-415 [*Chinese Journal of Science Education*, 18(5), 389-415]。
- 教育部[Ministry of Education.] (2003)。國民中小學九年一貫課程綱要：自然與生活科技學習領域[*Guomin zhongxiaoxue jiu nian yi guan kecheng gangyao: Ziran yu shenghuo keji xuexi lingyu*]。台北：教育部[Taipei: Author]。
- 許義淵[Hsu, I-Yuan] (2006)。資訊素養教學模式Big6教學法融入高中職課程設計—以國文科為例[The incorporation of the Big 6 teaching method of the information equipment teaching mode into senior high schools and occupational senior high schools curriculum designing--taking chinese subject for example]。蘭女學報，10，45-74 [*Bulletin of Taiwan Provincial Lan Yang Girls' Senior High School*, 10, 45-74]。
- 郭藍儀、陳海泓[Kuo, Lan-Yi, & Chen, Hai-Hon] (2011)。Super3技能融入國小一年級生活課程之探究[The study of integrating Super3 skills into first grade life curriculum in elementary school]。區域與社會發展研究，2，329-362 [*The Journal of Regional and Social Development Research*, 2, 329-362]。
- 黃國禎、郭凡瑞、徐勝旺[Hwang, Gwo-Jen, Kuo, Fan-Ray, & Hsu, Sheng-Wang] (2008)。結合Big Six技能與線上自律學習模式之學習策略—以社會科主題探究活動為例[A learning strategy using the Big Six skills and the self-regulation model: A theme-based learning activity in a social science course]。數位學習科技期刊，1(1)，25-38 [*International Journal on Digital Learning Technology*, 1(1), 25-38]。
- 盧秀琴、戴文雄[Lu, Chow-Chin, & Tai, Wen-Hsiung] (2012)。國小師資生應用Big6技能於自然領域探究式教學的學習與改進[Pre-service elementary teachers use of Big6 skill for learning and improving their science inquiry teaching]。科學教育學刊，20(2)，171-192 [*Chinese Journal of Science Education*, 20(2), 171-192]。
- 謝欣穎、林菁[Hsieh, Hsin-Ying, & Chen, Lin Ching] (2013)。國小三年級學生在資訊素養融入主題探究的科學探究學習態度表現[Third-graders' attitude towards science inquiry and learning in the integrated information literacy inquiry learning]。教育傳播與科技研究，103，1-15 [*Research of Educational Communications and Technology*, 103, 1-15]。doi:10.6137/RECT.2013.103.01
- Abdullah, A., & Zainab, A. N. (2008). Empowering students in information literacy practices using a collaborative digital library for school projects. *Journal of Educational Media & Library Sciences*, 46(1), 5-29.
- Accardi, M. T., Drabinski, E., & Kumbier, A. (2009). *Critical library instruction: Theories and methods*. Duluth, MN: Library Juice Press.

- American Association of School Librarians. (2009). *Standards for the 21st-century learner in action*. Chicago, IL: Author.
- American Association of School Librarians. & Association for Educational Communication and Technology. (1998). *Information power: Building partnerships for learning*. Chicago, IL: American Library Association.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., ... Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York, NY: Longman.
- Andretta, S. (2005). *Information literacy: A practitioner's guide*. Oxford, UK: Chandos.
- Ben-David, A., & Zohar, A. (2009). Contribution of meta-strategic knowledge to scientific inquiry learning. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1657-1682.
- Berghoff, B., Egawa, K. A., Harste, J., & Hoonan, B. T. (2000). *Beyond reading and writing: Inquiry, curriculum, and multiple ways of knowing*. Urbana, IL: National Council of Teachers of English.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Kruthwohl, D. R. (Eds.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I. Cognitive domain*. New York, NY: McKay.
- Callison, D. (2006). Enough already?: Blazing new trails for school library research: An interview with Keith Curry Lance, Director, Library Research Service, Colorado State Library & University of Denver. *School Library Media Research*, 8, 1-39. Retrieved from <http://www.ala.org/aasl/aaslpubsandjournals/slmb/rb/editorschoiceb/lance/interviewlance#top>
- Chang, C.-Y., & Mao, S.-L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *Journal of Educational Research*, 92(6), 340-387. doi:10.1080/00220679909597617
- Chu, K. W. S. (2009). Inquiry project-based learning with a partnership of three types of teachers and the school librarian. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(8), 1671-1686. doi:10.1002/asi.21084
- Chu, S. K., Tse, S. K., Loh, E. K. Y., & Chow, K. (2011). Collaborative inquiry project-based learning: Effects on reading ability and interests. *Library & Information Science Research*, 33(3), 236-243. doi:10.1016/j.lisr.2010.09.008
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Crow, S. R. (2009). Relationships that foster intrinsic motivation for information seeking. *School Libraries Worldwide*, 15(2), 91-112.
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 337-357. doi:10.1002/tea.20053
- Eisenberg, M. B., & Berkowitz, R. E. (1999). *Teaching information & technology skills: The big6 in elementary schools*. Worthington, OH: Linworth.

- Eisenberg, M. B., Lowe, C. A., & Spitzer, K. L. (2004). *Information literacy: Essential skills for the information age* (2nd ed.). Westport, CT: Libraries Unlimited.
- Eisenberg, M. B., & Robinson, L. E. (2007). *The Super3: Information skills for young learners*. Worthington, OH: Linworth.
- Fontichiaro, K. (2009). *21st-century learning in school libraries*. Santa Barbara, CA: Libraries Unlimited.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. doi:10.3102/0034654312457206
- Grassian, E. S., & Kaplowitz, J. R. (2009). *Information literacy instruction: Theory and practice*. New York, NY: Neal-Schuman.
- Harada, V. H., & Yoshina, J. M. (2004). *Inquiry learning through librarian-teacher partnerships*. Worthington, OH: Linworth.
- Harris, B. R. (2012). Subversive infusions: Strategies for the integration of information literacy across the curriculum. *The Journal of Academic Librarianship*, 39(2), 175-180. doi:10.1016/j.acalib.2012.10.003
- Heider, K. L. (2009). Information literacy: The missing link in early childhood education. *Early Childhood Education Journal*, 36(6), 513-518. doi:10.1007/s10643-009-0313-4
- Houle, M. E., & Barnett, G. M. (2008). Students' conceptions of sound waves resulting from the enactment of a new technology-enhanced inquiry-based curriculum on urban bird communication. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 242-251. doi:10.1007/s10956-008-9094-6
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218. doi:10.1207/s15430421tip4104_2
- Kuhlthau, C., Maniotes, L., & Caspari, A. (2007). *Guided inquiry: Learning in the 21st century*. Westport, CT: Libraries Unlimited.
- Kuhn, D. (2008). *Education for thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lombard, E. (2010). *Pursuing information literacy: Roles and relationships*. Oxford, UK: Chandos.
- Lowery, J. (2005). Information literacy and writing: Natural partners in the library media center. *Knowledge Quest*, 34(2), 13-15.
- Loyens, S. M. M., & Rikers, R. M. J. P. (2011). Instruction based on inquiry. In R. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 361-381). New York, NY: Routledge.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. doi:10.1002/tea.20347
- Mitra, D. L., & Serriere, S. C. (2012). Student voice in elementary school reform: Examining youth development in fifth graders. *American Educational Research Journal*, 49(4), 743-774. doi:10.3102/0002831212443079

- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Pine, J., Aschbacher, P., Roth, E., Jones, M., McPhee, C., Martin, C., ... Foley, B. (2006). Fifth graders' science inquiry abilities: A comparative study of students in hands-on and textbook curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 467-484. doi:10.1002/tea.20140
- Saunders-Stewart, K. S., Gyles, P. D. T., & Shore, B. M. (2012). Student outcomes in inquiry instruction: A literature-derived inventory. *Journal of Advanced Academics*, 23(1), 5-31. doi:10.1177/1932202X11429860
- Savage, T. V., & Armstrong, D. G. (2007). *Effective teaching in elementary social studies* (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T.-Y., & Lee, Y.-H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1436-1460. doi:10.1002/tea.20212
- Shymansky, J. A., Hedges, L. V., & Woodworth, G. (1990). A reassessment of the effects of inquiry-based science curriculum of the 60s on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 127-144. doi:10.1002/tea.3660270205
- Sivanesarajan, Y., McNicholas, C., & Todd, R. (1993). Making sense of science: An information skills approach. *Science Education News*, 42, 25-27.
- Soares, L. B., & Wood, K. (2010). A critical literacy perspective for teaching and learning social studies. *The Reading Teacher*, 63(6), 486-494. doi:10.1598/RT.63.6.5
- Taraban, R., Box, C., Myers, R., Pollard, R., & Bowen, C. W. (2007). Effects of active-learning experiences on achievement, attitudes, and behaviors in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 960-979. doi:10.1002/tea.20183
- Taylor, T., Arth, J., Solomon, A., & Williamson, N. (2007). *100% information literacy success*. Clifton Park, NY: Thomson Delmar Learning.
- Thomas, N. P., Crow, S. R., & Franklin, L. L. (2011). *Information literacy and information skills instruction: Applying research to practice in the 21st century school library*. Santa Barbara, CA: Libraries Unlimited.
- Todd, R. J. (1995). Integrated information skills instruction: Does it make a difference? *School Library Media Quarterly*, 23(2), 133-138.
- Wang, J.-R., Huang, B.-Y., Tsay, R.-F., Lee, K.-P., Lin, S.-W., & Kao, H.-L. (2011). A meta-analysis of inquiry-based instruction on student learning outcomes in Taiwan. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 20(3), 534-542.
- Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M., & Carlson, J. (2010). The relative effects and equity of inquiry-based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 276-301. doi:10.1002/tea.20329

- Wolf, S. J., & Fraser, B. J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, 38(3), 321-341. doi:10.1007/s11165-007-9052-y
- Yates, C., Stoodley, I., Partridge, H., Bruce, C., Cooper, H., Day, G., & Edwards, S. L. (2012). Exploring health information use by older Australians within everyday life. *Library Trends*, 60(3), 460-478. doi:10.1353/lib.2012.0004

Lin Ching Chen ORCID 0000-0002-6759-0645
Ren-De Yan ORCID 0000-0003-2743-0046
Tsai-Wei Huang ORCID 0000-0002-2726-5565

