

# STS科學讀寫探究對四年級不同程度學生 科學學習動機、小組合作及過程技能影響之研究

靳知勤<sup>1,\*</sup> 陳錦滿<sup>2</sup>

<sup>1</sup>國立臺中教育大學 科學教育與應用學系

<sup>2</sup>桃園市立蘆竹國民小學

## 摘要

本研究採混合研究法設計，將Science-Technology-Society (STS)生活化素材與科學讀寫融入以「Engagement/Exploration/Explanation/Elaboration/Evaluation (5E)探究學習環模式」設計之自然科學教學，讓一班國小四年級學生( $N = 25$ )經歷蒐集資料、解決問題、運用知識的過程，來探討其全體及不同程度學生之科學學習動機、小組合作技能、科學過程技能是否有所成長。研究歷經「時間」、「美麗的彩虹」、「水中生物」三個單元之學習，共31節課；在教學前、後，施以科學學習動機、小組合作技能、科學過程技能等量表；另以科學讀寫單、活動單、回饋問卷、檢核表、焦點小組觀察與訪談，蒐集質性資料。研究結果顯示學生的科學學習動機、小組合作技能、科學過程技能均獲提升；不同程度學生間，在小組合作技能後測總分有顯著差異；另在科學學習動機及科學過程技能之總分及分量表中，亦發現有不同程度學生在教學後獲致成長。

**關鍵詞：**STS讀寫、小組合作技能、科學過程技能、科學學習動機、探究

## 壹、緒言

Science-Technology-Society (STS)教學是一種以建構主義為本位的教學模式，主張藉生活化題材促進學生習得知識及多面向的能力(R. E. Yager, Choi, Yager, & Akcay, 2009)。歐用生(1993)亦指出學習不僅包含了人和人的互動，也包含人和環境的互動，因此學習不能和社會脈絡脫節。在先前針對學者專家的調查研究，得知「將科學學習與生活相互結合」與「在學校教育中融入有利國民科學

素養養成之內涵」在15項有待解決的科學教育問題中之迫切性居第二、三位，僅次於排列第一的「重視教師的科學素養養成」(靳知勤, 2014)。此外多位學者的研究結果，亦發現STS教學能有效提升學生學習科學的成效，諸如學習成就、興趣、動機、科學本質觀等，並能促進學生主動建構知識、進行科學探究(靳知勤, 2008；廖靜玫、黃萬居, 2002；Akcay & Akcay, 2015; Kapici, Akcay, & Yager, 2017; Lee & Erdogan, 2007)。實則，STS教學理念和近年強調跨領域知識統整與

\*通訊作者：靳知勤，chin@mail.ntcu.edu.tw

(投稿日期：民國109年9月22日，修訂日期：民國110年1月19日，接受日期：民國110年1月19日)

素養導向的教育目標相符(國家教育研究院，2018)；足以透過生活與趣味化的議題營造合作的正向學習環境，引導學生進行討論，並令其透過探究的歷程理解社會問題、經歷解決社會問題的過程，以提升投入學習的動機與科學素養(靳知勤、楊惟程，2018)。

近年，科學探究作為科學教育的重要目標(National Research Council [NRC], 1996)，而其過程係指一連串以解決問題為中心的活動，在這些活動中學生所遭遇到的現象或問題皆會刺激學生進行思考，細心且系統化的觀察是這些活動的起點，透過觀察到的現象進行推論、提出假說，進而檢驗自我假說的合理性，最後歸納出合理的結論(洪振方，2010)。根據國內外學者研究指出學生在科學探究教學活動下，表現出高度正向的學習態度與動機，會藉與同學間的合作來修正自己的看法，也擁有較高的推理、過程能力與學習成就(蔡執仲、段曉林，2005；Lawson, Abraham, & Renner, 1989)。

然而，學生在進行探究的過程時需要不斷的蒐集、整理及解讀資料；對國小中年級學生來說，是一個複雜的心智活動。為使學生的討論及思考能夠有效地聚焦於探究的主題，教師實需將學習內容融入生活化的STS素材(謝詩詠、余鑑、林弘昌，2006；Aikenhead, 2005)，並藉科學讀寫單提供學生透過「閱讀」和「寫作」的過程，一方面獲取和探究主題相關的資訊，連結個人生活經驗來建構所需的背景知識與體驗；另方面則經由生活化情境的寫作過程，俾利學生將內在想法轉化為外顯文字，除訓練思考及溝通表達能力之外，亦可藉此進行後設認知的監控，以助其瞭解自我的學習成效(趙毓圻，2011)。

根據以上背景，本研究目的為將STS生

活化素材與科學讀寫探究融入自然科學教學，來探討國小四年級學生之科學過程技能、小組合作技能，以及科學學習動機等三方面是否有所成長；並探討不同程度學生間是否有所差異。是以本研究的研究問題為以STS科學讀寫探究融入自然科學學習下：

- 一、是否提升國小四年級學生之科學學習動機？
- 二、是否提升國小四年級學生之小組合作技能？
- 三、是否提升國小四年級學生之科學過程技能？
- 四、對不同程度學生之科學學習動機、小組合作技能及科學過程技能的影響是否有所不同？

## 貳、文獻探討

### 一、STS教育理念及其實踐

STS是一種結合社會及其情境中的科學觀點所發展而得的課程，為重視學生生活經驗的一種課程方案(R. E. Yager, 1993)。美國國家科學教師協會(National Science Teacher Association)將STS界定為「在人類經驗脈絡中的科學與技術的教與學」，並且列為科學教育領域的中心目標(S. O. Yager, Yager, & Lim, 2006)。許多學者亦主張STS是科學、技學與社會間相互交會時所發生的議題，以其生活化的特性若能應用於教學，將有助於學生學習成效，甚且能呼應國民科學素養的需求，養成學習者做決定的能力和關心社會的行動力(Amirshokoochi, 2016)。

STS本位的教學模式係以社會及生活上所關切的問題為議題，讓學生透過主動投入對問題的探討(R. E. Yager, 1993)。在STS教

學中，技學扮演科學與社會間橋樑之角色；所涉及的社會問題涵蓋地方、全國或全球等層次，由於具有生活化的特質，故能引發學生對於學習的興趣，進而投入科學探究的過程，透過探討問題解決之道獲得對問題的瞭解，並增進其相關的能力(R. E. Yager & Akcay, 2007)。

而在STS教學中所常被使用的策略，包括教師講解、使用媒體、小組討論、問題解決活動、實驗探究、室外調查、角色扮演、室外遊戲、資料蒐集、實際活動等類型的活動等等；顯示以STS為本位的教學環境較傳統教學，有更多元的表徵方式(黃鴻博，1998；靳知勤、陳又慈，2007)。STS理念融入教學的研究顯示在對學生的科學理解、應用概念、對科學的態度與興趣、科學本質、論證能力、思考智能等各方面獲致提升的效益；且前人研究涵蓋了中、小學及大學等不同階段的學生(張世忠、鐘敏綺，2005；Akcay & Akcay, 2015; Kartikasari, Roemintoyo, & Yamtinah, 2018; Lee & Erdogan, 2007; Lester, Ma, Lee, & Lambert, 2006; Pimvichai, Yuenyong, & Buaraphan, 2019; Tsai, 2000; R. E. Yager et al., 2009)。本研究基於研究對象為國小學生，運用讀寫結合探究的策略，乃採取STS問題情境融入教學內容，以符合學生生活的經驗，希冀能有助於學習目標的達成。

## 二、科學讀寫意義、策略及其在教育上的應用

### (一)科學讀寫的意義

科學閱讀與寫作兩者互為雙向進行思考與產出的過程，尤其在當代強調素養導向的教育理念中，更加彰顯閱讀與寫作在促進實踐學習表現中的意義。以在近年廣為周知的國際學生評量計畫(Programme for International Student Assessment)測驗為例，無論是科學、

數學或是語文領域的測驗，都已揚棄過去傳統紙筆測驗探知正確答案的窠臼，而改以提供文本資訊讓學生在閱讀後，理解問題情境，並將之運用於解題的過程(余曉清、林煥祥，2017)。所以學生在解題時乃是藉著閱讀後所知的內容為基礎，針對問題的旨趣組織及整理資料後，藉著寫作表達想法。是以此般素養導向的教育宗旨強調教導學生習得能讀、能寫的能力，並能活用知識有效地解決問題及做決策(國家教育研究院，2018)。

所以，科學讀寫是從事科學學習的基本素養，科學閱讀與科學寫作兩者間且互為鏡像的關係(Yore & Treagust, 2006)。學習者在閱讀時，透過外在文字符號間接認識內容，再轉化為內心的認知；而寫作則是透過學生的感知去認識外在事物，再轉化成為文字符號輸出給其他讀者。簡言之，閱讀是理解的吸收，寫作則是理解的表達。閱讀是寫作的基礎，而寫作又是閱讀的延伸，兩者實為相輔相成。就意義獲得而言，科學閱讀在教育上所扮演的角色不僅是由文字表面取得意義，而是一種建構意義的過程；也就是說閱讀是藉著讀者已有的先備認知去建構新知識的過程(柯華葳、陳冠銘，2004；謝進昌，2015)。至於科學寫作則是將內在表徵具體化為外在表徵；許多學者認為寫作與思考有密切地關連，可用寫作來提升科學學科的學習(Kim & Irving, 2010; Yore & Treagust)。

### (二)科學讀寫策略及其應用

本段列舉科學讀寫策略應用在教育上的實證研究結果做說明：Keys (2000)針對16位八年級的學生在探究情境下，於從事「侵蝕」單元的實驗中閱讀並蒐集資料，藉啟發式科學寫作完成報告；研究者以放聲思考蒐集他們的思考過程，結果指出啟發式科學寫作直接刺激學生科學學習，學生會運用假設、證

據及主張以達成科學問題解決。靳知勤、楊惟程與段曉林(2010b)曾利用生物複製議題為教材，探討六年級學童對其非形式推理及閱讀理解與寫作表現的影響。研究先讓學童進行以此議題編寫而成的科學讀寫活動，而後引入該議題的引導式(Toulmin Argument Pattern, TAP)細格填寫，在後測時再次進行讀寫活動。研究發現學童對生物複製的非形式推理立場與方式有所轉變。靳知勤、楊惟程與段曉林(2010a)也指陳利用TAP讀寫策略的設計，在閱讀的部分重視結構與明確的引導，足以提供學生學習時所需之鷹架；學童閱讀這些內容後能流暢地進行學習活動，再以寫作回應其中所示之問題，達成兼顧科學內容及讀寫、論證能力提升的效果。

另亦有學者將讀寫活動作為鷹架，融入在論證的教學中。例如：李如偉、蘇明洲、黃泮翔、呂仲誠與高慧蓮(2012)針對30位五年級學生為對象，以「海洋資源」為教學主題，用圖片、影片、互動式短片、辯論會片段及社會性科學議題等多元的素材，編寫適合的教材與閱讀文本，讓學生進行論證式科學寫作單之撰寫；經教學後，學生的論證總分有顯著提升；且學生在理由的正確性、論點數目的多寡、反駁出現的次數、論證組成的多寡等四個論證面向的得分皆有顯著增加。趙毓圻(2011)則是針對國小資優學生，參考TAP來設計融入文本讀寫從事論證的科學課程，藉此提升資優學生的高層次思考。

綜合以上，胡瑞萍與林陳涌(2002)曾針對寫作在科學教育的功能主要包括：增進學生認知策略的使用、幫助學生監控自我的學習狀況、創造以學習者為中心的學習環境、作為師生間雙向溝通的媒介、增進學生的科學推理能力，以及促進科學概念的發展等；但事實上這些功能雖屬於由自身向外發出，

但對應於此亦存在著從外接收資訊的機制；換言之，前者指的是寫作，而後者則是閱讀；閱讀與寫作在教學策略上常是相互整合的設計方式。故此，將這些寫作功能的概念套用於讀寫整合的情境下，亦屬可信之理。

### 三、科學探究與科學學習之關係

#### (一)科學探究與過程技能

科學探究是一種發現問題與解決問題的循環過程，其不僅是提出假說、進行實驗驗證、形成結論此一簡單的過程而已；在探究的過程中，需將自己的實驗結果提出與他人討論，藉由不同人的批判過程，最後產生一個最有效解決問題的理論(洪振方、賴羿蓉，1997；楊秀停、王國華，2007)。在美國 *National Science Education Standards* 中，亦指出讓學生進行探究實驗的重要性，認為透過探究式的實驗過程可以讓學生瞭解到細心、耐心與確實的重要性，並且增進學生科學研究和解題的技能，以及處理事務的能力(NRC, 1996)。至於國內的《國民中小學九年一貫課程綱要》「自然與生活科技學習領域」，對於探究活動的內涵做了如是解讀：「學習科學，讓我們學會如何去進行探究活動：學會觀察、詢問、規劃、實驗、歸納、研判，也培養出批判、創造等各種能力。特別是以實驗或實地觀察的方式去進行學習，使我們獲得處理事務、解決問題的能力」(教育部，2003，頁1)。

在「十二年國民基本教育課程綱要——國民中小學暨普通型高級中等學校：自然科學領域」亦延續此一精神如下：「具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備與資源，進行自然科學實驗。」(國

家教育研究院，2018，頁5)更且「探究」具有多元的面貌，分別包含了基本的及整合性的科學過程技能。其中的重要成分有：1.定義研究問題，2.形成研究假設，3.計畫實驗，4.觀察結果和收集資料，5.分析資料，6.結論和傳達，以及7.修改問題或假設和重複實驗(Ben-David & Zohar, 2009)。在《國民中小學九年一貫課程綱要》中關於科學過程面向的說明為：「增進科學探究過程之心智運作能力」(教育部，2003，頁3)，另在能力指標方面則包含：觀察、比較與分類、組織與關連、歸納與推斷、傳達等五個部分(教育部)。綜合言之，科學探究包含從觀察發現問題到解決問題的動態歷程，透過問問題、形成假設、設計實驗、驗證假設等整合思考和具體操作的過程，其中包括了組織與關連、歸納與推理，讓學習者獲得科學知識、訓練過程技能並培養解決問題的能力。因此在探究歷程中除涉及思考之外，也有關注過程技能的養成；是以本研究乃關注學習者在這些能力上的習得與改變，予以探討之。

## (二)科學探究中之合作學習及學習動機

Keys (1998)採用詮釋性研究法發現六年級學生在引導式探究的情境下，能產生問題，並用到「觀察」、「預測」、「推論」及「控制變因」等過程技能；而老師則是扮演促進小組合作及評鑑與影響變項選擇的角色。此外，在探究過程中，學生的認知活動是透過定義、選擇、測量等技能，將抽象的想法轉換成具體的物件和事實。張世忠與鐘敏綺(2005)指出學習者在知識形成的過程中，需要運用過程技能從事個體主動的建構；然而將所經驗的世界加以組織以適應外在環境中，其實是發生在社會真實情境之下，並受同儕間互動的影響。就此，Lawson等(1989)也認為在「探究」的情境下，學生以自己的先備知識為基礎，透過小組合作的方式，不

斷地和同學、教師、收集到的相關資料及外在學習環境進行互動，主動建構科學認知，老師則扮演引導者的角色，適時的提出刺激與鼓勵，於是營造小組合作學習的環境，將有利於學生建構知識。有關以小組合作從事探究的理念，也在官方文件中述明；例如：美國*National Science Education Standards*對探究活動的歷程有如下的描述：「和他人合作不僅可促進對科學的理解，也可養成許多足以形塑科學技能、態度與價值的實踐。有效的教師能設計許多需要團隊合作的科學學習活動，而非只是在操作而已。這是探究中重要的一環。教師的角色是要去組織小組，並教給學生能一起合作的技能。」(翻譯自NRC, 1996, p. 50)

而我國《國民中小學九年一貫課程綱要》「自然與生活科技學習領域」的實施要點中提及：「教學應以能培養探究能力、能進行分工合作的學習、能獲得科學智能、習得各種操作技能、達成課程目標為原則。」(教育部，2003，頁26)至於在「十二年國民基本教育課程綱要——國民中小學暨普通型高級中等學校：自然科學領域」中，亦在「社會參與」面向下提及：「透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。」(國家教育研究院，2018，頁6-7)由此可見，合作是科學探究中不可或缺的元素，亦是我國科學教育重要目標之一。

近年來，許多實徵性研究也採用Engagement/Exploration/Explanation/Elaboration/Evaluation (5E)學習環策略設計科學探究教學，發現有助提升學生科學學習動機；尤其是這些探究學習的情境皆為將學生分成小組後，由小組成員透過合作學習從事探究，在探究中共同釐清問題、設計實驗、蒐集及整理資料並下結論等。例如：蔡執仲與段曉林

(2005)曾為國中二年級學生規劃了一整學期的5E探究式實驗教學活動，在學生們從事了一學期小組合作學習情境中的探究後，發現實驗組的「自我效能」、「主動學習策略」和「成就目標」的平均顯著高於對照組。此外，實驗組的整體動機及「自我效能」、「主動學習策略」、「表現目標」、「成就目標」的表現，均獲致提升，但「學習環境誘因」向度則略微下降。

綜言之，以科學探究進行教學除了要發展學習者的過程技能外，也強調在歷程中輔以討論、傳達與分享來促進其思考。是以在近年內，教育界乃倡導透過小組合作從事科學探究的學習環境。科學探究對學生的探究能力和思考能力皆有正向的幫助，除了學習過程中建構知識及其意義外，亦對學生的科學學習動機有所提升。

## 參、研究方法

### 一、研究對象

本研究的對象為北部某都會郊區一所小型國小四年級一個班的學生，共計25人。該校約半數學生家長為自耕農或鄰近工業區的作業人員，教育程度多為中學畢業；三成為商業、私人機構上班族或服務業，其餘少數為公教人員，教育程度為大專院校畢業。該班三年級的自然教師強調「做中學」，鼓勵學生積極參與教學活動，從實驗中培養探索科學的興趣、擴充科學知識，但並無接受科學讀寫教學活動之經驗。

### 二、研究流程

本研究採混合研究法設計，研究流程分為：準備階段、發展研究工具階段、教學活動編擬與實施階段、資料蒐集與分析階段、撰寫報告階段等五階段。

#### (一)準備階段

- 1.STS、科學讀寫、探究學習、合作學習等相關文獻探討。
- 2.選定可融入教學單元之生活化議題。
- 3.教學活動規劃與科學讀寫單設計。

#### (二)發展研究工具階段

- 1.教學活動與科學讀寫單的修正。
- 2.擬定學生行為檢核表，並選定符合研究目的之量表。
- 3.擬定適合的單元回饋問卷。
- 4.擬定焦點小組訪談大綱。

#### (三)教學活動編擬與實施階段

為了提升學生的學習動機，研究者將課室中的科學學習活動和學生切身相關的生活經驗或關心的社會議題產生連結，讓學生感受自然科的學習內容和生活是息息相關。課程係以南一書局出版之國小《自然與生活科技》教科書為基礎，針對第三冊「時間」和第四冊「美麗的彩虹」、「水中生物」(表1)編製教案，並結合STS議題之科學讀寫單及活動單，以引導學生進行自然探究學習活動。在此，研究者以「美麗的彩虹」為例，說明議題之選擇及教學活動編擬的過程。

為掌握學生對「彩虹」的先備知識和生活經驗以挑選出合宜的議題，研究者訪談六位四年級學生，瞭解其對彩虹的概念，並請學生舉出於日常生活中可觀察到彩虹的實例。接著，將研究者查閱所得的資料及訪談學生的回答後，選擇若干主題作為融入教學活動設計，並編製科學讀寫單。以「美麗的彩虹」單元為例，「遊戲王卡上看到彩虹」、「下雨天的馬路上，有時也可以看到彩虹」、「路邊攤販吊的水袋，有時候也會看到彩虹」，以及「在夜市撈魚不容易撈到

表1：教學內容與上課時數

| 單元    | 上課節數 | 課程內容                                                            |
|-------|------|-----------------------------------------------------------------|
| 時間    | 8節   | 1.時間的變化是如何觀測出來的？<br>2.哪些東西可以當作計時的工具？<br>3.設計工具發展史。<br>4.做時間的主人。 |
| 美麗的彩虹 | 10節  | 1.生活中的彩虹。<br>2.教室裡的彩虹。<br>3.彩虹的成因。                              |
| 水中生物  | 13節  | 1.生活中的植物。<br>2.水生植物。<br>3.水生動物。                                 |

是因為折射的影響」等主題，融入科學讀寫教學活動中。為了確定教學活動符合研究需求，教案編擬完成後，研究者商請一位科學教育教授及兩位具三年以上自然科學教學經驗的老師審核；學習單部分則請三名中等程度的學生閱讀後做語意上的修改。

四年級學生已具備初階的過程技能，但尚無完整探究活動的經驗，為讓學生經驗發現問題、確認問題、尋找資料到解決問題、運用知識的過程，本研究的教學設計採用「5E探究學習環教學模式」，亦即整個教學活動包含投入、探索、解釋、精緻化及評鑑階段，幫助學生經驗探究的意涵。在進行探究的過程中，學生需要持續的蒐集、整理及解讀資料。因顧及到四年級學生其蒐集與整理資料的技巧尚未純熟，為幫助學生順利進行探究活動，研究者亦根據教學主題設計了融入生活化STS議題的科學讀寫單。研究者以學生欲探討的議題為主軸進行資料蒐集，再依學生的認知發展和生活經驗做初步的篩選、整理，最後改寫成適合四年級學生閱讀的文本，以協助學生在有限的時間內，吸收有效的資訊以利後續探究活動的進行。有關科學讀寫單及活動單與5E學習環相融的方式，見表2及圖1中的示例。

至於寫作的部分如圖2所示，研究者以簡要的問題作為鷹架來刺激學生思考，透過回答問題時的寫作活動，學生嘗試將內在的思緒轉化為外顯的文字，一來可以訓練學生的思考能力和溝通能力，亦能透過後設認知讓學生監控自我的學習歷程，以提升學習成效。

#### (四)資料蒐集與分析階段

本研究採混合研究法設計，故所蒐集的資料包含量性及質性兩方面。在量性方面，在實施三個單元的STS科學讀寫教學活動前、後，分別施以自然科學學習動機量表、小組合作技能量表、科學過程技能量表，以瞭解全班學生在這三個方面是否有所改變。另也計算前、後測間之Cohen's *d*值；根據Cohen (1992)的建議，該值大於0.80的項目表示本研究對其影響具大的效果量，介於0.50 ~ 0.80之間則具中度效果量，介於0.20 ~ 0.50之間則具小效果量。

此外亦依據參與本研究的25位學生前一年度的總成績，將之分成高( $n = 8$ )、中( $n = 8$ )與低成就組( $n = 9$ )，因考量四年級學生的階段別及成熟度，以總成績比單一領域的自然成績較能顯現出各群在程度上的落差。本研究以Kruskal-Wallis test比較這三組學生之間在三個量表及其各分量表上的表現有無顯著差

表2：5E教學流程融入讀寫活動示意表

| 活動名稱     | 活動內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第1節「投入」  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.藉漫畫中的故事情節，讓學生思考主角為何遲到？</li> <li>2.分享遲到經驗和原因。</li> <li>3.討論為何多數時間，我們都可準時上學？父母親能按時接我們？</li> <li>4.學校生活有一定步驟，都是依照什麼來安排呢？</li> <li>5.不讓生活混亂，我們需要什麼工具調整生活步調呢？</li> <li>6.交代回家功課(時間小偵探)。</li> </ol>                                                                                                                                                 |
| 第2節「探索」  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.已知「依時間來做事的重要性」，但該怎麼測量時間？</li> <li>2.自然界有哪些東西或現象可以用來測量時間？各組依「時間小偵探」的紀錄，寫到白板(月形變化、楓葉變紅了、日升日落、四季變化、候鳥的遷移、竿影的變化)。</li> <li>3.討論為什麼這些現象可用來計時？</li> <li>4.教師總結。</li> <li>5.進行科學讀寫單I(自然界中計時的工具)： <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)讀完文章，寫下這些計時工具的特徵。</li> <li>(2)你覺得這些自然界中的計時器好用嗎？有什麼優、缺點？</li> <li>(3)學習時間單元對生活有幫助嗎？</li> </ol> </li> </ol> |
| 第3節「解釋」  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.從上一節的討論，我們已經知道自然界中的計時工具，都具有規律變化的特徵。除了這些自然界中的計時工具，還有哪些人工的計時工具？(手錶、鬧鐘、碼錶)</li> <li>2.討論這些人工計時工具是否也和自然界中的計時工具具備相同特徵。</li> <li>3.討論還有哪些工具可以用來計時呢？燃燒中的蠟燭適合嗎？</li> <li>4.除了規律變化，用來計時的工具還要其他特徵嗎？</li> <li>5.進行科學讀寫單II(單擺鐘的秘密)。</li> </ol>                                                                                                            |
| 第4節「精緻化」 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.使用活動單I進行討論： <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)製造良好的計時器，需具備的條件？(具規律性、每次變化時間也要一樣)</li> <li>(2)有哪些規律變化可以運用？(轉圈、移動、跳動、慢慢減少)</li> <li>(3)哪些材料或工具可製造出這些變化？</li> </ol> </li> <li>2.小組討論如何製造計時器，並分配組員需攜帶的用具和材料。</li> <li>3.分享各組設計理念。</li> </ol>                                                                                               |
| 第5節      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.依上節討論結果，製作計時器。</li> <li>2.各組展示作品，並分享心得，其他同學提問或回饋。</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 第6節      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.教師引導學生參考活動單II使用棉線、紙黏土、螺絲、竹筷等材料，製作計時器。</li> <li>2.觀察各組繩擺的速度一樣嗎？</li> <li>3.討論能調整擺動速度嗎？可改成擺動一分鐘的繩擺嗎？</li> <li>4.各組實作。</li> <li>5.以一分鐘為標準，進行小組競賽，找出計時效果最好的繩擺。</li> </ol>                                                                                                                                                                         |
| 第7節「評鑑」  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.教師說明：配合活動單III製作「滴漏計時器」，各組做出能十分鐘的滴漏計時器。</li> <li>2.各組實作。</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 第8節      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.進行小組競賽，找出計時效果最好的繩擺。</li> <li>2.各組展示作品，並分享心得，其他同學提問或回饋。</li> <li>3.小組自評、互評和單元回饋問卷。</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                  |

註：5E: Engagement/Exploration/Explanation/Elaboration/Evaluation.

## 讀寫單(二)---水生植物

第\_\_組\_\_號 姓名：

小朋友，每當颱風帶來了大量的雨水，把農夫們辛苦種的菜淹在水裡了，使得那蔬果都爛掉了；還有種在花盆裡的植物，水澆太多植物因而死亡。但是你有沒有發現有些植物，例如：荷花、浮萍，這些植物常期泡在水中，竟然都活得好好的，你知道這是為什麼嗎？讓我們來瞧一瞧！有一群植物喜歡生長在有水的環境裡，這些植物我們就叫它「水生植物」，其實我們平常吃的食物中，有許多便是來自水生植物的葉、莖及果實等。例如米（水稻）、空心菜、菱角、蓮藕等。

仔細觀察就會發現許多水生植物的莖或葉有膨大的現象可將空氣儲存在體內，以用來進行呼吸作用，如果把水生植物的莖或葉切斷，用放大鏡觀察，可看到許多小孔，將切斷的莖或葉放入水中擠壓，會有許多氣泡冒出，都是因為水生植物的莖或葉中充滿了許多空氣。

例如：

- \* 大萍的葉片內儲存許多空氣。
- \* 布袋蓮膨大的葉柄內存有許多空氣。
- \* 蓮藕(也就是蓮花的莖)中空有許多的孔，用來儲存空氣。



大萍



布袋蓮



蓮藕



- (1) 盆栽植物澆太多水，為什麼會死亡？ ☐ 吸太多水脹死 ☐ 根無法呼吸而死亡
- (2) 水生植物為什麼可以在水中生活？（可以複選）  
☐ 水中植物可以在水中進行呼吸作用 ☐ 水中植物能將空氣儲存在體內  
☐ 水中植物在水中不需要呼吸
- (3) 水生植物通常把空氣儲存在哪個部位？ ☐ 莖 ☐ 葉

圖1：科學讀寫單範例

- (6) 你覺得「水蘊草」和「草莓」哪一種比較容易在水中生存？為什麼？請設計一個實驗來證明你的說法。

◎ 我覺得是 ☐ 水蘊草 ☐ 草莓；因為：

◎ 我打算用這樣的實驗來證明：

【實驗方法】把步驟寫下來

【控制變因】

【觀察對象】

【預測結果】

圖2：科學讀寫單中寫作部分的示例

異。另以Wilcoxon signed-rank test來檢定不同程度分組內的三個總量及其各分量表之前、後測間是否有顯著差異。以下分別說明這三項測驗工具的內涵。

## 1. 科學學習動機量表

本量表係由段曉林與靳知勤(2004)執行國家科學委員會計畫發展Likert五點量表(Tuan, Chin, & Shieh, 2005)；共包含六個向度35題。

(1) 自我效能(7題)：是指學生相信自己能完成科學學習任務的程度。

(2) 主動學習策略(8題)：學生在學習過程中以各種主動學習策略，建構新知識的程度。

(3) 科學學習價值(5題)：學生覺察學習中問題解決、探究、思考歷程等與其生活相關的程度。

(4) 非表現目標(4題)：學生意圖透過表現與同儕競爭並獲得教師注意的程度。

(5)成就目標(5題)：在學習中學生感受到成就感的程度。

(6)學習環境誘因(6題)：學生受環境中諸如教師教法、各種誘發因素從事學習的程度。

其中，前三項屬內化動機，後三項則為外部性動機。該量表在發展階段經專家學者審查，具內容效度，並由因素分析考驗以達構念效度，且建立良好的信度。

## 2. 小組合作技能量表

本量表係由靳知勤與段曉林(2009)根據Johnson與Johnson (1999)就小組合作技能所包含的正向互賴、面對面正向互動、個人績效、社會技能與團隊處理等四個向度編製題目，經因素分析後得到15題，包括互賴能力(4題)、溝通能力(5題)、個人與團體的成長(6題)等三個向度。採用Likert五點量表方式，從「總是如此」、「經常如此」、「有時如此」、「很少如此」、「從來沒有」分別給予5至1分的計分。

## 3. 科學過程技能量表

科學過程技能測驗係引用黃婉鈴(2005)所發展，該工具在發展階段曾經三位科教專家和三位資深自然科老師討論與修正，具備「專家效度」。該量表內容係根據《國民中小學九年一貫課程綱要》「自然與生活科技學習領域」第二階段能力指標設計而成(教育部，2003，頁4-5)，本研究選擇依據該課程所訂定之過程技能四面向的工具施測，係因從事教學研究時仍值該課程實施之階段。該工具的問題形式採開放式設計，共計14大題，主要測驗學生在：觀察(1題)、比較與分類(5題)、組織與關連(4題)、歸納與推論(3題)和傳達(1題)等科學過程技能表現。本測驗中的每題均設計有評分的規準，整份量表評分者信度為.97，各分量表的信度則介於.91 ~ .96。

研究者針對25名四年級學生施測後，求得整體信度為.83。

本研究除了使用上述三項工具，在教學前、後施以測驗外，另亦以下列方式蒐集質性資料。

### 1. 焦點小組觀察與訪談

研究者選定一組包含學習表現低(ST05、ST20)、中(ST08、ST22)、高(ST12、ST17)學生各一名，總計六名，其中男女各半，作為攝影紀錄之對象；另於每一個教學單元結束後針對小組成員六人進行半結構式訪談，以瞭解學生在學習過程中與學習動機、小組合作技能及科學過程技能的相關感受。

### 2. 學習單

包含「科學讀寫單」和「活動單」兩種。其中的「科學讀寫單」由閱讀和寫作兩部分組成，係以南一書局出版之國小《自然與生活科技》教科書第三冊「時間」和第四冊「美麗的彩虹」、「水中生物」之單元目標為依據，結合生活化議題與科學讀寫編製而成。在其閱讀部分提供學生和教學單元相關的資訊，以引導學生進行自然科學學習活動；而在寫的部分，一方面可以讓學生檢視自我的學習狀況，亦能幫助研究者瞭解學生在教學活動中的學習狀況和感受。「活動單」：配合教學活動設計而成，主要目的在於引導學生蒐集資料或練習實驗設計能力，藉以瞭解學生探究過程技能的發展情形。

### 3. 教學活動回饋問卷

每個單元教學結束後，施以教學活動回饋問卷，主要包含學生對參與各單元學習的感受與態度。

此外，研究者於歷程中持續撰寫教師札記，在各節上課時亦以錄影做記錄。以上各類質性資料在轉錄為逐字稿後，依據量

性之統計檢定結果，提供佐證。例如：焦0301ST01：代表在3月1日於小組焦點訪談中1號學生的回答稿；個0301ST01：代表在3月1日對1號學生的個別訪談稿；教札0301：代表在3月1日由研究者所做的札記；錄影0301：代表在3月1日的錄影；學習單ST01-1-2：代表1號學生的第一單元的第二張學習單；科學讀寫ST01-1-2：代表1號學生的第一單元的第二張科學讀寫單；回饋ST01-1：代表1號學生的第一單元回饋問卷。至於學生於學習單中有關科學過程技能的回答，則針對不同的能力編製檢核表，經科教專家審核後定稿。於教學活動結束後，提供研究者和協同研究者進行檢核。

## 肆、研究結果

### 一、學生在科學學習動機上的表現

學生在科學學習動機前測與後測的平均分別為3.05及3.32分；經以 $t$ 考驗檢定之後，發現後測顯著高於前測。由此可知，融入STS議題之科學讀寫探究教學能有效提升學生的科學學習動機(表3)。教學後學生在自我效能、成就目標和學習環境誘因分量表的後測平均顯著大於前測平均，表示學生在這三個向度有顯著進步；亦即經過教學，學生對參與科

學學習及解決問題較具信心，也從學習科學中獲得成就感；此外，學生亦認STS科學讀寫探究課程內容較生動有趣以及老師的教學策略富變化性，因而讓他們變得比較願意參與討論。至於「非表現目標」分量表則由前測的3.88分降低為3.46分，由於此面向計分係屬反向，亦即對於所屬各題有正向的表現反應，是與動機內化相反，而參與本研究的學生的非表現動機後測顯著低於前測，表示其學習動機更傾向於表現；究其原因可能是受到環境中所營造的誘因從而幫助投入學習活動，使其較前測時更傾向於在學習中表現自己。

在教學全程後的回饋問卷中，有20位學生(80%)認為本研究之教學活動有助於提升學習的信心，以之可反映自我效能分量表成績的顯著提升。其所持的看法在於STS科學讀寫探究教學包含多元化的學習方式，如：利用網路查詢相關資料、和組員一同實驗、討論生活中的議題……等，透過這些活動的進行，學生得以和組員進行討論、釐清問題並提高學習成效(如：月考成績進步)，故其認為教學活動有助於自我效能之提升，以下引述ST01和ST10的訪談內容：

ST01：「有，因為這學期老師都給我們做實驗，在實驗的過程、和大

表3：科學學習動機總分的前、後測 $t$ 考驗與 $d$ 值

| 向度     | 前測   |       | 後測   |       | $t$    | $p$  | $d$    |
|--------|------|-------|------|-------|--------|------|--------|
|        | 平均   | 標準差   | 平均   | 標準差   |        |      |        |
| 自我效能   | 3.30 | 0.751 | 3.49 | 0.619 | 2.656  | .014 | 0.266  |
| 主動學習策略 | 2.93 | 0.677 | 3.19 | 0.596 | 1.079  | .292 | 0.400  |
| 科學學習價值 | 2.78 | 0.753 | 3.33 | 0.768 | 1.885  | .072 | 0.716  |
| 非表現目標  | 3.88 | 0.990 | 3.46 | 1.084 | -2.859 | .009 | -0.405 |
| 成就目標   | 2.80 | 0.737 | 3.26 | 0.785 | 2.419  | .024 | 0.610  |
| 學習環境誘因 | 2.81 | 0.743 | 3.26 | 0.765 | 3.252  | .003 | 0.601  |
| 總量表    | 3.05 | 0.502 | 3.32 | 0.388 | 2.457  | .022 | 0.598  |

註： $N = 25$ 。

家一起討論就可以找到答案，如果真的不懂也可以問老師，所以比較知道課本在說什麼。聽得懂當然就比較有信心了。」(個0622ST01)

ST10：「有，因為有時候老師會帶我們去上網查跟主題有相關的資料。看完資料就覺得好像也沒那麼難。」(個0622ST10)

由表4可以看出全體學生在教學活動過程中對自然科學習信心的轉變歷程：「時間」單元中，僅有10位學生(40%)指出無論學習內容的難易程度，都有學會的信心；到了「美麗的彩虹」單元，有信心學會所有課程內容的學生增加到17位(68%)；到了「水中生物」單元，有信心學會的學生則已達21位(84%)。

有六位學生(24%)認為在月考中比以前進步或考高分等成就目標的達成，是從事學習自然的主要動機，如：ST12提到：「讓我覺得最有成就感的一件事就是月考九十分以上。」(焦0622ST12) ST13提及：「因為我的月考分數進步很多，讓我在學習自然中很有成就感。」(個0622ST13)

有九位學生(36%)認為能解決大家公認的難題、實驗能力的提升和完成實驗任務，是學習自然的動機來源，如：ST06提到：「做實驗，因為本來看起來很難的實驗，看到ST13成功，我就試試看，沒想到成功了，讓我很有成就感。」(個0622ST06) ST10提及：「覺得自然實驗變簡單了，而且和生活有關係。」(個0622ST10)

七位學生(28%)認為參與學習的動機來自小組組員間的合作投入，以及受到老師和同儕的認可與接納；此可與學習環境誘因的顯著提升相呼應。以下引述ST21和ST24的訪談內容：

ST24：「以前不喜歡自己的組別，因為以前都有人在玩、做自己的事，現在覺得還好，因為現在大家都認真、而且會跟我們一起做實驗、認真上課，讓我覺得很有成就感。」(個0622ST24)

ST21：「我做的實驗成功時，而且也被大家認同，這就是我覺得最有成就感的事，因為被大家認同的時候，心裡面就會覺得很開心，覺得我也有成功的時候。」(個0622ST21)

從焦點小組學生晤談中，亦知STS科學讀寫探究教學活動營造出一個較有趣、吸引人的學習情境，老師的上課方式和以往不同，讓自然課不但能寫學習單也包含有趣又具挑戰性的實驗，除了老師教學方式改變外，上課態度也較親和。如：老師提問：「你們要不要多說一點自己的想法呢？」ST17回答：「大家對實驗的印象是：有趣、挑戰、好玩！還有老師上課方式變好玩了，老師態度變好了、不常生氣了，所以大家就更有興趣了。」(焦0622ST17) ST20則說：「我覺得老師上課的方式也不一樣了，因為有時寫學習單、有時做實驗。」(焦0622ST20)

表4：學生對自然課程難易度的感受

| 單元    | 不管內容簡單或困難，<br>都有信心學會 | 對較難的部分，<br>沒把握學會 | 不管多努力，<br>還是沒把握學會 | 其他      |
|-------|----------------------|------------------|-------------------|---------|
| 時間    | 10 (40%)             | 9 (36%)          | 3 (12%)           | 3 (12%) |
| 美麗的彩虹 | 17 (68%)             | 3 (12%)          | 5 (20%)           | 0 (0%)  |
| 水中生物  | 21 (84%)             | 0 (0%)           | 4 (16%)           | 0 (0%)  |

註：N = 25。

## 二、不同程度學生在科學學習動機上的表現

參與本研究的25位學生依據其前一年度的總成績，分成高、中與低成就組，並以Kruskal-Wallis test分析比較這三組學生在科學學習動機的得分，有無顯著差異。由表5的結

果可知，在前、後測的科學學習動機總量表及各分量表得分，三組的表現並無顯著差異。

另以Wilcoxon signed-rank test來檢定不同分組內的科學學習動機總量及分量表之前、後測間是否有顯著差異。從表6的結果可知在各分量表中，高成就組的主動學習策略、

表5：不同程度分組學生在科學學習動機總量表及各分量表上之檢定結果

| 向度     | 前測    |       |          | 後測    |       |          |
|--------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|
|        | 平均等級  | 卡方    | <i>p</i> | 平均等級  | 卡方    | <i>p</i> |
| 自我效能   |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組   | 15.06 | 2.403 | .301     | 14.31 | 0.955 | .620     |
| 中成就組   | 14.31 |       |          | 13.81 |       |          |
| 低成就組   | 10.00 |       |          | 11.11 |       |          |
| 主動學習策略 |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組   | 11.63 | 2.810 | .245     | 14.56 | 1.290 | .525     |
| 中成就組   | 16.56 |       |          | 10.63 |       |          |
| 低成就組   | 11.06 |       |          | 13.72 |       |          |
| 科學學習價值 |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組   | 11.88 | 0.739 | .691     | 13.00 | 0.218 | .897     |
| 中成就組   | 14.81 |       |          | 13.88 |       |          |
| 低成就組   | 12.39 |       |          | 12.22 |       |          |
| 非表現目標  |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組   | 12.75 | 0.088 | .957     | 12.25 | 0.956 | .620     |
| 中成就組   | 13.63 |       |          | 15.06 |       |          |
| 低成就組   | 12.67 |       |          | 11.83 |       |          |
| 成就目標   |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組   | 12.56 | 4.504 | .105     | 14.56 | 0.552 | .759     |
| 中成就組   | 17.19 |       |          | 12.50 |       |          |
| 低成就組   | 9.67  |       |          | 12.06 |       |          |
| 學習環境誘因 |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組   | 13.63 | 3.427 | .180     | 13.63 | 0.315 | .854     |
| 中成就組   | 16.13 |       |          | 11.81 |       |          |
| 低成就組   | 9.67  |       |          | 13.50 |       |          |
| 總計     |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組   | 13.31 | 2.787 | .248     | 13.75 | 0.123 | .940     |
| 中成就組   | 16.00 |       |          | 12.69 |       |          |
| 低成就組   | 10.06 |       |          | 12.61 |       |          |

註：高成就組： $n = 8$ ，中成就組： $n = 8$ ，低成就組： $n = 9$ 。

表6：科學學習動機總量表及各分量表前、後測之檢定結果

| 向度     | 前測   |       | 後測   |       | Z      | p     | d      |
|--------|------|-------|------|-------|--------|-------|--------|
|        | 平均   | 標準差   | 平均   | 標準差   |        |       |        |
| 自我效能   |      |       |      |       |        |       |        |
| 高成就組   | 3.50 | 0.847 | 3.57 | 0.712 | -0.632 | .528  | 0.091  |
| 中成就組   | 3.38 | 0.786 | 3.52 | 0.732 | -0.426 | .670  | 0.188  |
| 低成就組   | 3.06 | 0.643 | 3.38 | 0.463 | -0.424 | .671  | 0.568  |
| 主動學習策略 |      |       |      |       |        |       |        |
| 高成就組   | 2.81 | 0.707 | 3.31 | 0.644 | -2.113 | .035  | 0.739  |
| 中成就組   | 3.25 | 0.691 | 3.02 | 0.506 | -0.986 | .324  | -0.386 |
| 低成就組   | 2.75 | 0.606 | 3.22 | 0.658 | -1.548 | .122  | 0.746  |
| 科學學習價值 |      |       |      |       |        |       |        |
| 高成就組   | 2.65 | 0.819 | 3.38 | 0.483 | -2.113 | .035  | 1.078  |
| 中成就組   | 3.00 | 0.807 | 3.43 | 0.528 | -1.272 | .203  | 0.623  |
| 低成就組   | 2.71 | 0.686 | 3.20 | 1.136 | -1.123 | .261  | 0.521  |
| 非表現目標  |      |       |      |       |        |       |        |
| 高成就組   | 3.81 | 1.201 | 3.34 | 1.164 | -1.265 | .206  | -0.397 |
| 中成就組   | 4.03 | 0.839 | 3.81 | 0.765 | -1.382 | .167  | -0.272 |
| 低成就組   | 3.81 | 1.014 | 3.25 | 1.281 | -1.547 | .122  | -0.481 |
| 成就目標   |      |       |      |       |        |       |        |
| 高成就組   | 2.70 | 0.997 | 3.30 | 1.042 | -2.226 | .026  | 0.588  |
| 中成就組   | 3.23 | 0.506 | 3.30 | 0.545 | -0.354 | .723  | 0.143  |
| 低成就組   | 2.51 | 0.501 | 3.20 | 0.794 | -2.140 | .032  | 1.038  |
| 學習環境誘因 |      |       |      |       |        |       |        |
| 高成就組   | 2.98 | 0.866 | 3.29 | 0.576 | -1.279 | .201  | 0.426  |
| 中成就組   | 3.06 | 0.549 | 3.15 | 0.538 | -0.923 | .356  | 0.153  |
| 低成就組   | 2.43 | 0.693 | 3.33 | 1.093 | -2.439 | .015  | 0.991  |
| 總分     |      |       |      |       |        |       |        |
| 高成就組   | 3.05 | 0.479 | 3.37 | 0.326 | -1.472 | .141  | 0.774  |
| 中成就組   | 3.29 | 0.610 | 3.33 | 0.397 | 0.000  | 1.000 | 0.070  |
| 低成就組   | 2.84 | 0.348 | 3.27 | 0.464 | -1.958 | .050  | 1.053  |

註：高成就組： $n = 8$ ，中成就組： $n = 8$ ，低成就組： $n = 9$ 。

科學學習價值、成就目標的後測平均顯著高於前測；低成就組的成就目標與學習環境誘因的後測平均顯著高於前測；中成就組則在總分及任一向度之前、後測間，皆無顯著差異。除了成就目標為高、低成就組均有前、後測間之差異外，高成就組另在內化動機，

如：主動學習策略、科學學習價值有顯著性；反觀低成就組則在外部性動機的學習環境誘因有顯著性。從此結果，可知本教學研究對高、低成就生間動機影響的差別。

從質的資料來看，在主動學習策略方面：

高成就生ST12在教學初期做實驗時，心不在焉地玩弄實驗用具，老師靠近時才進行觀察。實驗結束進行全班討論時，才趕緊問組員結果。(錄影1121)

教學後期ST12專心參與討論，遇到老師提問問題時，會翻閱資料尋找解答或和組員討論，一起解決問題的方法，問老師問題時也從早期的「老師，答案是什麼？」轉變成「老師，提示一個方向嘛。」可見其學習策略已有改變，從早期的被動式敷衍轉為積極、主動的策略。(錄影0418)

此外，在回答科學學習的價值時，ST12答以：「自然課常會有一些問題，能讓我們好好思考，就像這張學習單就要思考後才能找出答案，多想一想就能解決問題了」(焦0622ST12)。至於在高(ST12、ST17)及低(ST20)成就生有顯著提升的成就目標，有如下看法：ST12：「讓我覺得最有成就感的一件事就是月考90分以上，這讓我覺得很有成就感」(焦0622ST12)、ST17：「如果想出解決問題的方法，我會很有成就感，可以贏過別組就更開心」(焦960622ST17)、ST20：「大家認真做實驗，不去干擾別人做實驗，大家都會做好自己組的事」(個0622ST20)。

另低成就生也在學習環境誘因有顯著提

升，諸如提到教學活動包含的實驗因素，因為實驗的時間、實驗的次數變多了，而且動手做的實驗都很有趣，讓他們更願意參與自然課的活動。ST05：「老師只要教到一個單元就會做實驗，也可以和組員一起研究怎麼做最好」(學習單ST05-3-3)、ST20：「我覺得老師上課的方式也不一樣了，因為有時寫學習單、有時做實驗」(學習單ST20-3-3)。

### 三、學生在小組合作技能上的表現

表7中呈現學生在小組合作技能量表及其三個分量表的前、後測平均與標準差。經相依樣本 $t$ 考驗後得知，在總量表及個人與團體的成長後測得分顯著高於前測。由此可知STS科學讀寫探究活動能有效提升學生的小組合作技能，以及促進個人與團體的成長。

在「時間」單元教學時有八位學生(32%)喜歡現在的組員，反之有16位學生(64%)不喜歡現在的組員，另有一人未表達意見；到了「水中生物」單元，喜歡現在組員的學生已提高到13人(52%)。以下分別引述學生ST05在「時間」及「水中生物」單元回饋問卷中的回答：ST05：「我不喜歡現在的組員，因為有人會忘記該帶的東西。」(回饋ST05-1) ST05：「我喜歡現在的組員，因為討論的時候大家都很認真、做實驗時大家會分工合作、有時遇到意見不合時，大家會先聽聽別人的看法、再一起選擇最適合的方式。」(回饋ST05-3)

表7：小組合作技能量表之前、後測 $t$ 考驗與 $d$ 值

| 向度       | 前測   |       | 後測   |       | $t$   | $p$  | $d$   |
|----------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|
|          | 平均   | 標準差   | 平均   | 標準差   |       |      |       |
| 互賴能力     | 3.19 | 0.264 | 3.39 | 0.140 | 1.124 | .272 | 0.262 |
| 溝通能力     | 2.85 | 0.362 | 3.04 | 0.366 | 1.046 | .306 | 0.232 |
| 個人與團體的成長 | 3.45 | 0.302 | 3.83 | 0.137 | 2.595 | .016 | 0.599 |
| 總量表      | 3.18 | 0.520 | 3.45 | 0.549 | 2.357 | .027 | 0.519 |

註： $N = 25$ 。

另引述ST07和ST17的回答，說明個人與團體間關係的改變：ST07：「我們每次實驗的時候，ST10都會把東西帶來一起做實驗，還有ST19也有努力的在做實驗，我們都變認真了喔！」(學習單ST07-3-7) ST17：「學會分工了！因為以前，這組是把一件事交待給別人，現在，大家都願意一起分工，我也會將一大堆事分一分了！我們這組真的長大了！」(學習單ST17-3-7)

此外，在整理學生於不同時期科學讀寫單上對「在實驗或寫學習單的過程中遇到困難，你是怎麼處理？」的填答情況(表8)，得知在「時間」單元中有12位學生(48%)遇到障礙時會和同儕討論以尋求解決的方式，有13位學生(52%)會翻閱課本或資料尋求解答，有九位學生(36%)則採用消極的策略來面對困境(如：假裝會了、看同學答案、隨便亂寫交差)；「美麗的彩虹」單元中藉由和同儕討論以解決問題的學生數提升到18位(72%)，選擇運用消極策略的學生數仍有五位(20%)；到「水中生物」單元遇到障礙時會和同儕討論的學生提高到20位(80%)，翻閱課本或資料以尋求解答的學生提升到19位(76%)，以消極策略面對困境的學生則降到三位(12%)。由教學

之初以至後期，學生在從事小組內的STS讀寫探究活動中，喜歡同組組員及和同學互動討論的人數增加，也呼應小組合作技能總分和個人與團體的成長分量表分數顯著提升。

由表9可知，在「時間」單元的小組討論過程中，只有八位學生(32%)總是提出自己的看法，高達11位學生(44%)很少提出自己的看法，而有三位學生(12%)則是從來不曾提出自己的看法；在「美麗的彩虹」單元的教學活動中，總是提出自己看法的學生提升到九位(36%)；到了「水中生物」個單元時，有高達16位學生(64%)總是提出自己的看法，七位學生(28%)很少提出自己的看法，剩下兩位學生(8%)仍然未提出自己的看法。

從焦點小組訪談可知，學生明白和同學討論、專心聆聽同學分享想法，較能達成學習的成效。例如：ST05：「上課時都有認真聽老師講課。大家一起討論，看看怎麼做比較會成功。」(焦0301ST05)以及ST08：「我覺得小組討論有進步，因為比較專心聽別人意見，可以知道他的原因，做事的時候知道的人說出來，有人拿東西、有人負責做，分工比較容易成功。」(焦0301ST08)

上述資料顯示在STS讀寫探究中所營造

表8：學生克服學習障礙之策略

| 單元    | 跟同學討論 | 翻課本或資料 | 自己想答案 | 請教老師 | 假裝會了 | 看同學答案 | 隨便亂寫 |
|-------|-------|--------|-------|------|------|-------|------|
| 時間    | 12    | 13     | 12    | 6    | 3    | 3     | 3    |
| 美麗的彩虹 | 18    | 16     | 12    | 12   | 1    | 3     | 1    |
| 水中生物  | 20    | 19     | 14    | 7    | 1    | 1     | 1    |

表9：學生對「小組討論情況」之填答表

| 單元    | 總是提出自己的看法 | 很少提出自己的看法 | 從來不曾提出看法 | 未答者     |
|-------|-----------|-----------|----------|---------|
| 時間    | 8 (32%)   | 11 (44%)  | 3 (12%)  | 3 (12%) |
| 美麗的彩虹 | 9 (36%)   | 12 (48%)  | 2 (8%)   | 2 (8%)  |
| 水中生物  | 16 (64%)  | 7 (28%)   | 2 (8%)   | 0 (0%)  |

註：N = 25。

的小組討論過程，能促進學生提出自己的看法、和小組成員合作、更多人能主動參與學習；此皆能支持小組合作技能及其個人與團體的成長分數獲致顯著提升的結果。

#### 四、不同程度學生在小組合作技能上的表現

再以Kruskal-Wallis test比較這三組不同學業程度學生之間的小組合作技能有無顯著差異。由表10的結果可知，前測時，三組學生間的小組合作技能總分無顯著性；在後測中的各組小組合作技能總分間有顯著差異，以事後比較檢定知高成就組分別顯著高於中、低成就組。

另以Wilcoxon signed-rank test來檢定不同分組內的小組合作技能總量及分量表之前、後測間，是否有顯著差異。從表11的結果可知高

成就組的後測總分顯著高於前測之總分；在其他各分量表中，三個不同成就組學生的前、後測間均未發現有顯著差異。顯示教學提升了高成就組的小組合作技能，但對另兩組無影響；對中、低成就組的小組合作技能之養成，可能需另做差異化的處理及設計。

承上，高成就組分別顯著高於中、低成就組的小組合作技能後測總分；且高成就組的後測顯著提升。舉以下高(ST17、ST12)、中(ST08)、低(ST05)成就生的資料佐證：

ST05：「上課時大家一起討論，看看怎麼做比較會成功，可是有時候講一講就變成在聊天，還會被老師罵。」(焦0301ST05)

ST05：「我從來不會提出自己的看法，因為我常聽不懂大家在說什麼。」(回饋ST05-1)

表10：不同程度分組學生在小組合作技能及各分量表上之檢定結果

| 向度       | 前測    |       |          | 後測    |       |          | 事後比較        |
|----------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|-------------|
|          | 平均等級  | 卡方    | <i>p</i> | 平均等級  | 卡方    | <i>p</i> |             |
| 互賴能力     |       |       |          |       |       |          |             |
| 高成就組     | 15.56 | 1.813 | .404     | 16.88 | 4.495 | .106     |             |
| 中成就組     | 12.94 |       |          | 9.19  |       |          |             |
| 低成就組     | 10.78 |       |          | 12.94 |       |          |             |
| 溝通能力     |       |       |          |       |       |          |             |
| 高成就組     | 16.19 | 2.811 | .245     | 17.00 | 3.596 | .166     |             |
| 中成就組     | 12.94 |       |          | 11.69 |       |          |             |
| 低成就組     | 10.22 |       |          | 10.61 |       |          |             |
| 個人與團體的成長 |       |       |          |       |       |          |             |
| 高成就組     | 16.00 | 2.077 | .354     | 18.13 | 5.786 | .055     |             |
| 中成就組     | 12.19 |       |          | 10.94 |       |          |             |
| 低成就組     | 11.06 |       |          | 10.28 |       |          |             |
| 總計       |       |       |          |       |       |          |             |
| 高成就組     | 17.69 | 5.020 | .081     | 19.44 | 9.121 | .010     | 高 > 中；高 > 低 |
| 中成就組     | 11.69 |       |          | 9.38  |       |          |             |
| 低成就組     | 10.00 |       |          | 10.50 |       |          |             |

註：高成就組：n = 8，中成就組：n = 8，低成就組：n = 9。

表11：小組合作技能總量表及各分量表前、後測之檢定結果

| 向度       | 前測   |       | 後測   |       | Z      | p    | d      |
|----------|------|-------|------|-------|--------|------|--------|
|          | 平均   | 標準差   | 平均   | 標準差   |        |      |        |
| 互賴能力     |      |       |      |       |        |      |        |
| 高成就組     | 3.47 | 0.784 | 3.81 | 0.563 | 1.192  | .233 | 0.502  |
| 中成就組     | 3.16 | 0.778 | 2.91 | 0.906 | -0.775 | .438 | -0.296 |
| 低成就組     | 2.97 | 0.956 | 3.44 | 0.325 | 1.409  | .159 | 0.662  |
| 溝通能力     |      |       |      |       |        |      |        |
| 高成就組     | 3.20 | 0.842 | 3.60 | 0.814 | 1.185  | .236 | 0.483  |
| 中成就組     | 2.83 | 0.817 | 2.88 | 0.932 | 0.170  | .865 | 0.057  |
| 低成就組     | 2.56 | 0.445 | 2.69 | 0.917 | 0.536  | .592 | 0.183  |
| 個人與團體的成長 |      |       |      |       |        |      |        |
| 高成就組     | 3.73 | 0.556 | 4.31 | 0.491 | 1.630  | .103 | 1.115  |
| 中成就組     | 3.65 | 0.726 | 3.60 | 0.660 | 1.205  | .228 | 0.370  |
| 低成就組     | 3.28 | 0.750 | 3.61 | 0.540 | 1.268  | .205 | 0.510  |
| 總量表      |      |       |      |       |        |      |        |
| 高成就組     | 3.48 | 0.318 | 3.94 | 0.425 | 2.032  | .042 | 1.221  |
| 中成就組     | 3.13 | 0.533 | 3.18 | 0.500 | 0.280  | .779 | 0.097  |
| 低成就組     | 2.96 | 0.568 | 3.26 | 0.410 | 1.192  | .233 | 0.614  |

註：高成就組：n = 8，中成就組：n = 8，低成就組：n = 9。

ST08：「我有時會提出自己的看法，但有時候因為聽不懂大家在說什麼、有時候我講了大家都不聽我的意見，我就會不想講，我怕講錯了大家會笑我。」(回饋ST08-1)

ST17：「討論可以聽別人發言知道自己錯在哪，找到問題後，月考、小考分數不斷進步。……有時大家都有各自的建議與想法，聽起來好像都有道理，到最後只能去請教老師。」(回饋ST17-1)

ST12：「我覺得有進步，因為比較專心聽別人意見，可以知道他這樣說的原因。」(焦960301ST12)

## 五、學生在科學過程技能上的表現

表12的結果顯示科學過程技能的後測總分顯著高於前測；表示在運用STS讀寫探究教學後，學生的科學過程技能顯著提升。此外，學生在小組中進行生活化STS議題融入讀寫作為探究歷程之鷹架，對於比較與分類、組織與關連、歸納與推論等三個分量表之成績有顯著提升。

以下藉不同的質性資料分析，呈現教學後獲得提升的(一)比較與分類、(二)組織與關連、(三)歸納與推論等三個面向能力的改變。

### (一)比較與分類

#### 1.比較的能力

首先針對「比較能力」，所分析的資料為學生在科學過程技能測驗中之第六題：

「為什麼一樣是250毫升的水，六組同學都按照一樣的步驟進行，結果卻不太一樣呢？」前、後測中的回答情況。在前測時，焦點小組的六位學生中，僅ST17和ST08察覺水溫是導致實驗結果不同的因素(表13)。此外，ST12認為有的組別比較不認真，乃導致實驗結果不同；或如ST20僅直陳該兩組不同，但未說明原因。至於ST05則空白未能答出理由。

到了後測時，有ST08、ST12和ST17等

三位學生察覺影響實驗結果的可能原因為：水溫高低不同及是否進行攪拌。比較前、後測填答的情況，前測時已能掌握導致實驗結果不同的ST08和ST17，後測時，另有ST12能透過比較，正確說出導致實驗結果不同的原因，至於兩位低學習成就的學生仍無法察覺到影響實驗的原因。

## 2. 分類的能力

科學讀寫單II-(1)第五題的題目是：請觀察學習單中能製造出彩虹的物品(1)安全帽的

表12：科學過程技能量表之前、後測 $t$ 考驗與 $d$ 值

| 向度    | 前測    |       | 後測    |       | $t$   | $p$    | $d$    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|       | 平均    | 標準差   | 平均    | 標準差   |       |        |        |
| 觀察    | 2.04  | 0.89  | 2.20  | 1.04  | 0.891 | .382   | 0.169  |
| 比較與分類 | 14.84 | 5.72  | 21.92 | 6.87  | 6.603 | < .001 | 1.143  |
| 組織與關連 | 6.88  | 5.05  | 11.32 | 5.10  | 5.795 | < .001 | -0.893 |
| 歸納與推論 | 7.44  | 3.93  | 9.84  | 3.47  | 4.457 | < .001 | 0.661  |
| 傳達    | 2.44  | 1.56  | 3.24  | 1.33  | 2.021 | .055   | 0.564  |
| 總量表   | 33.64 | 13.49 | 48.52 | 15.23 | 9.732 | < .001 | 1.056  |

註： $N = 25$ 。

表13：焦點小組成員於「比較能力」題目前、後測中之填答

| 個案學生 | 前測                               | 後測                                     |
|------|----------------------------------|----------------------------------------|
| 低成就組 |                                  |                                        |
| ST05 | 空白未答。                            | 有些放很多，有些放很少。(後測第6題ST05)                |
| ST20 | 第三組和第五組跟大家不一樣。(前測第6題ST20)        | 每一組有不同的想法，有人會放的比較少、有的放的比較多。(後測第6題ST20) |
| 中成就組 |                                  |                                        |
| ST08 | 有些水是熱的，比較快溶解。(前測第6題ST08)         | 有可能水溫比較高。(後測第6題ST08)                   |
| ST22 | 因為同樣的水裡面，有不同溶解鹽、糖的含量。(前測第6題ST22) | 可能有些水裡面可含很多鹽或糖。(後測第6題ST22)             |
| 高成就組 |                                  |                                        |
| ST12 | 可能是有的組別比較不認真。(前測第6題ST12)         | 有一些有攪拌、有一些沒攪拌。(後測第6題ST12)              |
| ST17 | 水溫不同，溶解量也不同。(前測第6題ST17)          | 可能是因為「水溫」，水溫高的溶解量多、低的溶解量少。(後測第6題ST17)  |

雷射貼紙、(2)遊戲王卡、(3)光碟片、(4)在陽光下旋轉的寶特瓶、(5)泡泡的表面、(6)水晶燈、(7)牙膏包裝紙、(8)受陽光照射的三稜鏡，再做出簡單的分類。

ST20在教學研究初期時，分為漂亮類(1, 3, 5, 6, 8)及不漂亮類(2, 4, 7)；在這時期，ST20能依事物的單一性質做出一級分類，然其選用的分類標準屬於個人主觀的感受，並不恰當。另一位ST08則分為大小類(1, 6)，照射類(4, 8)，不透明類(1, 3, 7)，透明類(2, 5, 6)，顯示ST08已能依事物的性質做出一級分類，惟其中同一件(水晶燈)既被分到大小類，又被分到透明類，在類別命名與選定分類標準的能力上仍不完備。

到了研究後期，在另一與分類有關的題目中，ST20將五種蔬果分為水果類(西瓜、水蜜桃、香瓜)及植物類(地瓜葉、九層塔)；ST20雖能選用客觀的標準進行分類，然其分出的兩個類別「水果」和「植物」屬於上、下位概念，即植物類包含水果類。經晤談，ST20表示他指的植物是地瓜葉、九層塔等實用葉部植物；而水果指的是實用水果部位的植物。可見經STS議題融入科學讀寫教學活動後，ST20已能選擇客觀標準作為分類之依據。至於ST08則是將所待處理的項目分為陸生植物(西瓜、地瓜葉、草莓、南瓜)及水生植物(水蘊草)，其分類標準客觀、明確，足見ST08在選擇分類標準的進步。

綜上可知，無論是中成就生(ST08)或低

成就生(ST20)在教學後期時所呈現的分類能力均較其前期時為佳。

## (二)組織與關連

### 1. 控制變因的能力

表14呈現了分析學生在「時間」單元活動單I-(2)第四題(前測)、「水中生物」單元活動單III-(2)第六題(後測)的結果。在前測中，有10位學生(40%)能正確說出變因和結果間的關係，亦即「棉線越長、擺動次數越少」；八人(32%)能指出變因，亦即知道影響擺動次數的變因是「棉線的長度」，但未描述變因和結果間的關係；另五人能說出變因和結果互為因果關係，但未進一步描述變因和結果間的關係。到了後測以水生植物做實驗設計時，增至21位學生(84%)能正確說出變因和結果間的關係。

再舉三位不同程度學生為例，低成就生ST05在前測中，對變因的意義、該實驗的變因和實驗時要觀察的現象無清楚概念，學習單中相關欄位皆空白；到後測時，ST05雖無法清楚描述實驗的方式，但已能清楚表達實驗時該觀察的對象和預測結果。中成就生ST08在前測就能說出變因的意義，並察覺到影響的變因，但是無法正確掌握實驗的因素；後測時，能精確的指出須控制的變因、實驗時的觀察對象並進行合理的預測。高成就生ST17在前測中，便能掌握變因的意義、實驗中的觀察主體和預測實驗結果，然敘述較為簡短；到了後測，相關的描述顯得更為清楚。由此皆可見其進步情況。

表14：控制變因能力整理表

| 等級說明                     | 活動單I-(2)<br>第四題 | 活動單III-(2)<br>第六題 |
|--------------------------|-----------------|-------------------|
| 能正確說出變因和結果間的關係           | 10 (40%)        | 21 (84%)          |
| 能指出變因，但未描述變因和結果間的關係      | 8 (32%)         | 1 (4%)            |
| 瞭解變因會影響到結果，但未描述變因和結果間的關係 | 5 (20%)         | 2 (8%)            |
| 未作答                      | 2 (8%)          | 1 (4%)            |

## 2. 通則性描述的能力

在教學活動初期，透過對焦點小組的觀察可知，學生雖能察覺資料的特徵，卻缺乏做出通則性描述的能力：「今天的課程主要是培養學生做通則性描述的能力，先配合活動單要求學生將實驗結果記錄到表格上，接著再引導學生觀察資料、提出通則性的敘述。沒想到學生發言內容五花八門，雖多數學生皆提到擺動次數，卻未能將時間和擺動次數做通則化描述。」(教札1228)

惟在後期活動中，從錄影紀錄中已可看出焦點小組成員能專注參與討論，並且仔細觀察課本中的植物再說出共通的規則。

老師：「如果我們能仔細觀察、找到事物的規則，學起東西就變很快了……像是：生活在水中或水邊的生物，通通都叫『水生生物』，現在大家觀察課本裡的圖……找看看規則在哪裡？」

ST17：「水蘊草整棵都沉在水裡……」

老師：「所以，我們可以叫它？？性植物？」

ST05：「水沉性植物……」

老師：「嗯……這答案不錯……不過聽起來有點怪怪的……還可以怎麼叫呢？」

ST12：「沉水性……就是永遠沉在水裡的植物啦……」

老師：「嗯……很棒喔……科學家也都是這樣叫它的……那像大萍這種呢？」

ST20：「整棵都浮在水面上……」

ST05：「我懂了……就叫浮水

性植物……因為整棵都浮在水面上……」

老師：「不錯喔……越來越厲害了……」(錄影0523)

## (三) 歸納與推論

從教學初期對焦點小組的觀察紀錄可知，學生在參與實驗過程中，能夠歸納出自變項與依變間之關係，但卻不能提出合理的解釋：「今天的實驗重點在於各組設計兩個相同重量但不同長度的擺錘，讓學生觀察擺錘的長度和擺動次數間的關係，各組學生皆能運用表格將實驗數據記錄下來，亦能歸納出『比較短的擺錘，擺動的次數比較少』。當要求學生提出自己的解釋時，學生就說不知道。」(教札0102)

此外，研究者和協同研究者依據檢核表評定其程度後，得到表15中的結果。兩位評分者的信度達.95。在教學活動初期，五位成員中，有二位僅察覺到資料具有規則性，三位則能進一步由資料歸納出個人化的結果，然其歸納出的結果尚未符合當代的科學觀。在推理能力方面，有三位學生能察覺到資料和某個事件相關連，另位則能進一步進行預測或推論，惟其推論仍屬較粗糙的形式。

在教學活動後期，中、高學習成就的學生皆能根據既有資料的內容，歸納出正確的結果。至於低成就學生則能察覺資料中的規則或由資料歸納出個人化的結果。推理能力部分，除了ST20學生能根據資料與事件中的關連做出自己推論，其餘學生均能做出有意義的推論。

## 六、不同程度學生在科學過程技能上的表現

以Kruskal-Wallis test比較三組不同學業程度學生之間的科學過程技能總測驗及分量表

表15：學生在教學活動前、後期有關歸納與推論的表現

| 個案學生 | 歸納能力 |    | 推論能力 |    |
|------|------|----|------|----|
|      | 前測   | 後測 | 前測   | 後測 |
| 低成就生 |      |    |      |    |
| ST05 | 0    | 1  | 1    | 3  |
| ST20 | 1    | 2  | 2    | 2  |
| 中成就生 |      |    |      |    |
| ST08 | 2    | 3  | 2    | 3  |
| ST22 | 1    | 3  | 2    | 3  |
| 高成就生 |      |    |      |    |
| ST12 | 2    | 3  | 1    | 3  |
| ST17 | 2    | 3  | 1    | 3  |

註：歸納的等級：0為未能找出既有資料的規則；1為能找出既有資料的規則；2為能根據既有資料預測未知的結果；3為能根據資料預測出正確的結果。推理的等級：0為未能指出資料和事件具有某些關連；1為能指出資料和事件具有某些關連；2為能根據資料與事件中的關連做出自己推論；3為能根據資料和事件做出有意義的推論。

有無顯著差異。由表16的結果可知，在前、後測中的科學過程技能總測驗及各分量表的高、中、低成就各組間之表現無顯著差異。

以Wilcoxon signed-rank test來檢定不同分組內的科學過程技能總測驗及分量表之前、後測間是否有顯著差異。從表17的結果可知低成就組的後測總分及組織與關連、歸納與推論、傳達等分量表平均顯著高於前測；高、中成就組的後測總分及比較與分類、組織與關連等分量表平均顯著高於前測。從此表可知歸納與推論、傳達兩分量表之前、後測之顯著性，只在低成就組中發現。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

本研究結果顯示，融入STS議題之科學讀寫探究教學能提升學生的科學學習動機、

小組合作技能及科學過程技能。在科學學習動機的分量表方面，自我效能、成就目標、學習環境誘因等，有顯著提升，至於非表現目標則顯著降低。小組合作技能中之個人與團體的成長後測得分顯著高於前測；在科學過程技能的各分量表中，比較與分類、組織與關連、歸納與推論等有顯著提升。

至於不同程度學生間，在科學學習動機方面，經歷教學後獲致顯著提升的有：高成就組的主動學習策略、科學學習價值、成就目標，以及低成就組的成就目標與學習環境誘因。中成就組在總分及各分量表均無顯著提升，此現象值得關切並在後續研究中探討。總言之，高成就組的主動學習策略、科學學習價值有顯著性，這兩者均有動機內化的特性；至於低成就組則在學習環境誘因有顯著性，此項偏向於外部性動機；顯示出STS科學讀寫探究教學，對高、低成就組的動機影響有別。根據Lawson等(1989)，學生在知識形成的過程中將所經驗的世界組織以適應外在環境；這個建構過程需要主動的策略及後設認知能力，乃能促進動機的內化，此與外部性的誘因有別；可能是STS讀寫探究中的生活化特性對低成就組較有影響，至於高成就組的表現較佳的項目或與讀寫探究有關，在未來可再就此深入研究。

前測時，不同程度學生的小組合作技能無顯著差異；後測時，高成就組總分顯著高於中、低成就組。僅高成就組在教學後之小組合作技能獲致顯著提升，在三個分量表的前、後測間無顯著差異，但其Cohen's *d*值均達中至高效果量來看，比其他兩組學生顯現較多的進步。考量STS科學讀寫探究教學中，雖融入生活化議題，但在讀寫探究上仍需高度心智能力；而上述結果可能與高成就組在心智上具備較佳的自我監控及調節的理

表16：不同程度分組學生在科學過程技能總量表及各分量表上之檢定結果

| 向度    | 前測    |       |          | 後測    |       |          |
|-------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|
|       | 平均等級  | 卡方    | <i>p</i> | 平均等級  | 卡方    | <i>p</i> |
| 觀察    |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組  | 12.88 | 0.014 | .993     | 14.00 | 0.494 | .781     |
| 中成就組  | 12.88 |       |          | 11.63 |       |          |
| 低成就組  | 13.22 |       |          | 13.33 |       |          |
| 比較與分類 |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組  | 12.88 | 1.426 | .490     | 14.63 | 0.600 | .741     |
| 中成就組  | 10.81 |       |          | 12.50 |       |          |
| 低成就組  | 15.06 |       |          | 12.00 |       |          |
| 組織與關連 |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組  | 16.00 | 1.985 | .371     | 17.06 | 3.685 | .158     |
| 中成就組  | 11.81 |       |          | 11.63 |       |          |
| 低成就組  | 11.39 |       |          | 10.61 |       |          |
| 歸納與推論 |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組  | 14.06 | 1.368 | .505     | 14.31 | 0.576 | .750     |
| 中成就組  | 14.50 |       |          | 11.56 |       |          |
| 低成就組  | 10.72 |       |          | 13.11 |       |          |
| 傳達    |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組  | 11.63 | 1.044 | .593     | 11.00 | 1.919 | .383     |
| 中成就組  | 15.06 |       |          | 12.56 |       |          |
| 低成就組  | 12.39 |       |          | 15.17 |       |          |
| 總計    |       |       |          |       |       |          |
| 高成就組  | 15.31 | 1.188 | .552     | 15.38 | 1.245 | .537     |
| 中成就組  | 11.63 |       |          | 12.13 |       |          |
| 低成就組  | 12.17 |       |          | 11.67 |       |          |

註：高成就組： $n = 8$ ，中成就組： $n = 8$ ，低成就組： $n = 9$ 。

解與實踐力，乃能有效地促進溝通、互賴等能力的養成有關(胡瑞萍、林陳涌，2002)。

在STS科學讀寫探究教學後，高、中、低成就組的科學過程技能測驗總分均顯著提升。顯示生活化議題與讀寫鷹架融入探究，對學生的科學過程技能具顯著提升的效果。中、高成就組呈現顯著成長的項目有比較與分類、組織與關連等兩項。低成就生在組織與關連、歸納與推論、傳達等獲致顯著提升；歸納與推論、傳達兩分量表之前、後測

之顯著性，只在低成就組中發現，另兩組學生則無。不同程度學生在STS科學讀寫探究教學後，在不同向度產生影響，有待未來進一步加以探討。

## 二、建議

### (一)對教學的建議

本研究的結果顯示以生活化的STS議題設計科學學習單元，並以閱讀與寫作作為引導學生進行探究歷程的鷹架，能提升四年級

表17：科學過程技能測驗總量表及各分量表前、後測得分之檢定結果

| 向度    | 前測   |       | 後測   |       | Z      | p     | d     |
|-------|------|-------|------|-------|--------|-------|-------|
|       | 平均   | 標準差   | 平均   | 標準差   |        |       |       |
| 觀察    |      |       |      |       |        |       |       |
| 高成就組  | 2.00 | 0.756 | 2.38 | 1.061 | -0.966 | .334  | 0.407 |
| 中成就組  | 2.00 | 0.756 | 2.00 | 0.926 | 0.000  | 1.000 | 0.000 |
| 低成就組  | 2.11 | 1.167 | 2.22 | 1.202 | -0.447 | .655  | 0.094 |
| 比較與分類 |      |       |      |       |        |       |       |
| 高成就組  | 2.93 | 1.322 | 4.75 | 1.326 | -2.524 | .012  | 1.378 |
| 中成就組  | 2.70 | 1.095 | 4.43 | 1.033 | -2.524 | .012  | 1.621 |
| 低成就組  | 3.24 | 1.090 | 4.02 | 1.704 | -1.955 | .051  | 0.544 |
| 組織與關連 |      |       |      |       |        |       |       |
| 高成就組  | 2.28 | 1.333 | 3.56 | 1.266 | -2.103 | .035  | 0.986 |
| 中成就組  | 1.41 | 0.916 | 2.56 | 1.266 | -2.176 | .030  | 1.047 |
| 低成就組  | 1.50 | 1.425 | 2.42 | 1.125 | -2.527 | .012  | 0.714 |
| 歸納與推論 |      |       |      |       |        |       |       |
| 高成就組  | 2.15 | 0.893 | 2.65 | 1.030 | -1.362 | .173  | 0.519 |
| 中成就組  | 2.23 | 0.796 | 2.60 | 0.595 | -1.784 | .074  | 0.534 |
| 低成就組  | 1.60 | 1.020 | 2.60 | 0.877 | -2.673 | .008  | 1.051 |
| 傳達    |      |       |      |       |        |       |       |
| 高成就組  | 2.25 | 1.488 | 2.75 | 1.753 | -0.531 | .595  | 0.308 |
| 中成就組  | 2.88 | 1.458 | 3.13 | 1.458 | -0.557 | .577  | 0.171 |
| 低成就組  | 2.22 | 1.787 | 3.78 | 0.441 | -2.032 | .042  | 1.196 |
| 總分    |      |       |      |       |        |       |       |
| 高成就組  | 2.61 | 1.033 | 3.83 | 1.146 | -2.521 | .012  | 1.121 |
| 中成就組  | 2.30 | 0.835 | 3.38 | 0.857 | -2.524 | .012  | 1.276 |
| 低成就組  | 2.31 | 1.086 | 3.21 | 1.244 | -2.668 | .008  | 0.774 |

註：高成就組： $n = 8$ ，中成就組： $n = 8$ ，低成就組： $n = 9$ 。

學生的科學學習動機、小組合作技能及科學過程技能。在小組合作技能學習環境的營造中，雖然團體與個人獲致顯著成長，但溝通能力的後測平均在五點量表中也僅略超過3分的水準。此亦呼應先前研究結果(靳知勤、吳靜宜，2017)，表示學生的溝通能力仍有大幅改善的空間；未來可在研究中營造有利於小組合作技能善盡溝通的環境。

由於科學讀寫單能讓學生聚焦於所要探究的問題，故乃有利科學過程技能方面，例

如：比較與分類、組織與關連、歸納與推論等向度的顯著提升。建議教師教學中設計適合的科學讀寫單為鷹架，協助學生學習。

針對不同程度學生所顯現出的差異性，在科學學習動機方面為高成就組偏向於內化動機，而低成就組則受外部性動機影響；小組合作技能以高成就組表現較佳；有別於其他組，低成就組在歸納與推論、傳達獲致提升。在教師從事STS讀寫探究教學時，可以考量學生的特質給予不同層次的探究任務或

是環境設計，抑或建議在一個多元屬性的班級中採取多元教學策略的規劃。

## (二)對未來研究的建議

本教學研究歷經三個單元，共計31節課，採取混合式的量性及質性資料，惟本研究在設計時考量四年級的特性，乃將讀寫策略結合STS取向，透過採取5E學習環策略的流程，基本上屬於整合之屬性。未來若資源允許，可規劃不同組別的教學方式，進行準實驗研究，例如：STS讀寫、STS讀寫融入探究，以及探究等組從事教學研究，藉此更進一步釐清讀寫與探究對學生學習的影響。

至於本研究亦關注不同學業程度學生學習改變，由結果得知不同程度學生在不同面向上亦有所提升。未來研究可針對某一程度

學生群的特性，加以研究，探討其特質及所需要的教學支援與協助。

本研究中評量科學過程技能的架構，因值九年一貫課程實施時期，乃採此階段之指標所設計的工具。由於近年在課程設計上逐年實施十二年國民基本教育新課綱，未來研究可引用新的課程綱要所訂之架構設計新工具，以符時代潮流中教學與評量的演變。

## 誌謝

本研究蒙行政院科技部補助專題研究計畫經費(MOST 106-2511-S-142-001-MY3)，並經兩位審查委員提供修訂意見，在此特致謝忱。

## 參考文獻

1. 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。doi:10.6173/CJSE.2012.2006.01  
[Lee, J.-W., Su, M.-C., Huang, P.-H., Liu, C.-C., & Kao, H.-L. (2012). A study of adopting the scientific reading and writing model to promote elementary pupils' argumentation ability. *Chinese Journal of Science Education*, 20(6), 483-514. doi:10.6173/CJSE.2012.2006.01]
2. 余曉清、林煥祥(2017)。PISA 2015臺灣學生的表現。臺北市：心理。  
[She, H.-C., & Lin, H.-S. (2017). *Taiwan student performance on PISA 2015*. Taipei, Taiwan: Psychological.]
3. 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。doi:10.6173/CJSE.2010.1805.01  
[Hung, J.-F. (2010). The influences of a thinking-based inquiry learning intervention on Eighth graders' scientific inquiry abilities. *Chinese Journal of Science Education*, 18(5), 389-415. doi:10.6173/CJSE.2010.1805.01]
4. 洪振方、賴羿蓉(1997)。教師對以邏輯實證與後邏輯實證主義科學哲學觀建構之電化電池發展史教材的認識與抉擇。《科學教育學刊》，5(3)，347-390。  
[Hung, J.-F., & Lai, Y.-R. (1997). Teachers' understanding and selection on two teaching materials incorporated with the history of voltaic cell constructed from the views of positivism and

- postpositivism. *Chinese Journal of Science Education*, 5(3), 347-390.]
5. 柯華葳、陳冠銘(2004)。文章結構標示與閱讀理解——以低年級學生為例。《教育心理學報》，36(2)，185-200。doi:10.6251/BEP.20041008  
[Ko, H.-W., & Chen, K.-M. (2004). Improving children's reading comprehension with highlighted text structures. *Bulletin of Educational Psychology*, 36(2), 185-200. doi:10.6251/BEP.20041008]
  6. 胡瑞萍、林陳涌(2002)。寫作與科學學習。《科學教育月刊》，253，2-18。doi:10.6216/SEM.200210\_(253).0001  
[Hu, R.-P., & Lin, C.-Y. (2002). Writing and learning of science. *Science Education Monthly*, 253, 2-18. doi:10.6216/SEM.200210\_(253).0001]
  7. 段曉林、靳知勤(2004)。臺澳學習環境跨文化研究——提升異質性學生的科學學習——科學學習動機(III) (NSC92-2511-S018-003)。臺北市：行政院國家科學委員會。  
[Tuan, H.-L., & Chin, C.-C. (2004). *Enhancing heterogeneous students' motivation toward science learning (III)* (Report No. NSC92-2511-S018-003). Taipei, Taiwan: National Science Council.]
  8. 張世忠、鍾敏綺(2005)。建構取向STS教學在國小六年級自然與生活科技領域之研究。《教育科學期刊》，5(1)，40-74。doi:10.6388/JES.200506.0040  
[Jang, S.-J., & Chung, M.-C. (2005). A study on constructivist approach STS instruction upon the sixth grade students in the domain of nature science and technology. *The Journal of Educational Science*, 5(1), 40-74. doi:10.6388/JES.200506.0040]
  9. 教育部(2003年1月15日)。國民中小學九年一貫課程綱要。查詢日期：2020年9月20日，檢自<https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/722/67284.pdf>。  
[Ministry of Education. (2003, January 15). *Guomin zhongxiaoxue jiuniyiguan kecheng gangyao*. Retrieved September 20, 2020, from <https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/722/67284.pdf>]
  10. 國家教育研究院(2018年11月2日)。十二年國民基本教育課程綱要——國民中小學暨普通型高級中等學校：自然科學領域。查詢日期：2020年9月20日，檢自<https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/1336/%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%B0%91%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E6%95%99%E8%82%B2%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E5%9C%8B%E6%B0%91%E4%B8%AD%E5%B0%8F%E5%AD%B8%E6%9A%A8%E6%99%AE%E9%80%9A%E5%9E%8B%E9%AB%98%E7%B4%9A%E4%B8%AD%E7%AD%89%E6%A0%A1-%E8%87%AA%E7%84%B6%E7%A7%91%E5%AD%B8%E9%A0%98%E5%9F%9F.pdf>。  
[National Academy for Educational Research. (2018, November 2). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for elementary, junior high schools and general senior high schools—Natural sciences*. Retrieved September 20, 2020, from <https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/1336/%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%B0%91%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E6%95%99%E8%82%B2%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E5%9C%8B%E6%B0%91%E4%B8%AD%E5%B0%8F%E5%AD%B8%E6%9A%A8%E6%99%AE%E9%80%9A%E5%9E%8B%E9%AB%98%E7%B4%9A%E4%B8%AD%E7%AD%89%E6%A0%A1-%E8%87%AA%E7%84%B6%E7%A7%91%E5%AD%B8%E9%A0%98%E5%9F%9F.pdf>]

doc/1336/%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%B0%91%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E6%95%99%E8%82%B2%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E5%9C%8B%E6%B0%91%E4%B8%AD%E5%B0%8F%E5%AD%B8%E6%9A%A8%E6%99%AE%E9%80%9A%E5%9E%8B%E9%AB%98%E7%B4%9A%E4%B8%AD%E7%AD%89%E6%A0%A1-%E8%87%AA%E7%84%B6%E7%A7%91%E5%AD%B8%E9%A0%98%E5%9F%9F.pdf]

11. 黃婉鈴(2005)。以科學探究教學模組提升國小中年級學童科學過程技能之行動研究。未出版之碩士論文，國立屏東師範學院數理教育研究所，屏東縣。

[Huang, W. L. (2005). *Action research on using science inquiry instructional module to elevate the science process skills of the third and fourth grade elementary school students*. Unpublished master thesis, National Pingtung University of Education, Pingtung, Taiwan.]

12. 黃鴻博(1998)。在國民小學實施STS教育教師學科知識問題之探討。臺中師院學報，12，455-479。

[Huang, H.-B. (1998). The problem of science subject matter knowledge: The implication of STS teacher education. *Journal of National Taichung Teachers College*, 12, 455-479.]

13. 楊秀停、王國華(2007)。實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響。科學教育學刊，15(4)，439-459。doi:10.6173/CJSE.2007.1504.05

[Yang, H.-T., & Wang, K.-H. (2007). Investigating effectiveness of implementing guided inquiry teaching on students' science learning in the elementary school. *Chinese Journal of Science Education*, 15(4), 439-459. doi:10.6173/CJSE.2007.1504.05]

14. 靳知勤(2008)。臺灣STS教育領域學位論文之發展回顧與評析。科學教育學刊，16(4)，351-373。doi:10.6173/CJSE.2008.1604.04

[Chin, C.-C. (2008). An overview of graduate theses on STS education in Taiwan between 1992 and 2004. *Chinese Journal of Science Education*, 16(4), 351-373. doi:10.6173/CJSE.2008.1604.04]

15. 靳知勤(2014)。臺灣所需優先解決的科學教育問題——科學與科學教育學者的觀點。教育學報，42(1)，53-76。

[Chin, C.-C. (2014). Prioritizing major science education problems in Taiwan—Views of scientists and science educators. *Education Journal*, 42(1), 53-76.]

16. 靳知勤、吳靜宜(2017)。國小學生對社會性科學議題學習環境之知覺：個人學習動機、小組合作能力與教室環境知覺。教育學報，45(1)，71-97。

[Chin, C.-C., & Wu, C.-Y. (2017). Elementary students' perception of socioscientific issue-based learning environment—Perspectives of personal learning motivation, group cooperative ability, and the classroom environment. *Education Journal*, 45(1), 71-97.]

17. 靳知勤、段曉林(2009)。區塊研究：以社會性科學議題本位課程提升教師專業發展與學生學習成效——發展社會性科學議題本位之自然科教學模組研究——科學課程發展、學生學

- 習成效與教師專業成長(NSC95-2522-S142-002-MY3)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- [Chin, C.-C. & Tuan, H.-L. (2009). *The development of socioscientific issue-based curriculum—The growth of teachers and students* (Report No. NSC95-2522-S142-002-MY3). Taipei, Taiwan: National Science Council.]
18. 靳知勤、陳又慈(2007)。臺中縣市國小自然科教師對以STS議題從事教學之調查研究。科學教育學刊，**15**(1)，25-52。doi:10.6173/CJSE.2007.1501.02

[Chin, C.-C., & Chen, Y.-T. (2007). The interest, understanding and implication of STS issues among elementary science teachers in central Taiwan. *Chinese Journal of Science Education*, *15*(1), 25-52. doi:10.6173/CJSE.2007.1501.02]

  19. 靳知勤、楊惟程(2018)。以故事情境策略營造美感體驗對不同學習成就國小學生學習成效之影響研究。科學教育學刊，**26**(3)，219-239。doi:10.6173/CJSE.201809\_26(3).0002

[Chin, C.-C., & Yang, W.-C. (2018). The effectiveness of science learning in an aesthetic environment with a story-telling strategy for different levels of sixth grade achievers. *Chinese Journal of Science Education*, *26*(3), 219-239. doi:10.6173/CJSE.201809\_26(3).0002]

  20. 靳知勤、楊惟程、段曉林(2010a)。引導式Toulmin論證模式對國小學童在科學讀寫表現上的影響。科學教育學刊，**18**(5)，443-467。doi:10.6173/CJSE.2010.1805.03

[Chin, C.-C., Yang, W.-C., & Tuan, H.-L. (2010a). Exploring the impact of guided TAPping scientific reading-writing activity on sixth graders. *Chinese Journal of Science Education*, *18*(5), 443-467. doi:10.6173/CJSE.2010.1805.03]

  21. 靳知勤、楊惟程、段曉林(2010b)。國小學童的非形式推理之研究——以生物複製議題之引導式論證為例。課程與教學，**13**(1)，209-232。doi:10.6384/CIQ.201001.0209

[Chin, C.-C., Yang, W.-C., & Tuan, H.-L. (2010b). A study on informal reasoning of sixth graders through guided TAPping integrated with clone issue. *Curriculum & Instruction Quarterly*, *13*(1), 209-232. doi:10.6384/CIQ.201001.0209]

  22. 趙毓圻(2011)。科學教室中的論證能力培養。資優教育季刊，**119**，1-8。doi:10.6218/GEQ.201106\_(119).0001

[Chao, Y.-C. (2011). Improving students' argumentation skills in the science classroom. *Gifted Education Quarterly*, *119*, 1-8. doi:10.6218/GEQ.201106\_(119).0001]

  23. 廖靜玫、黃萬居(2002)。STS教學與認知風格對國小學童自然科學習之研究。科學教育研究與發展季刊，**27**，1-18。

[Laio, C.-M., & Huang, W. (2002). A research of STS teaching and elementary students' cognitive style on science learning. *Research and Development in Science Education Quarterly*, *27*, 1-18.]

  24. 歐用生(1993)。課程發展的基本原理。高雄市：復文。

[Ou, Y.-S. (1993). *Kecheng fazhan de jiben yuanli*. Kaohsiung, Taiwan: Fu Wen.]

25. 蔡執仲、段曉林(2005)。探究式實驗教學對國二學生理化學習動機之影響。科學教育學刊, 13(3), 289-315。doi:10.6173/CJSE.2005.1303.03  
[Tsai, C.-C., & Tuan, H.-L. (2005). The influence of inquiry-based laboratory teaching on 8th graders' motivation toward learning physical science. *Chinese Journal of Science Education*, 13(3), 289-315. doi:10.6173/CJSE.2005.1303.03]
26. 謝進昌(2015)。有效的中文閱讀理解策略：國內實徵研究之最佳證據整合。教育科學研究期刊, 60(2), 33-77。doi:10.6209/JORIES.2015.60(2).02  
[Hsieh, J.-C. (2015). Effective Chinese reading comprehension strategy: Best-evidence synthesis of Taiwanese empirical studies. *Journal of Research in Education Sciences*, 60(2), 33-77. doi:10.6209/JORIES.2015.60(2).02]
27. 謝詩詠、余鑑、林弘昌(2006)。STS融入生活科技課程教學活動設計。生活科技教育月刊, 39(5), 16-27。doi:10.6232/LTE.2006.39(5).3  
[Hsieh, S.-Y., Yu, C., & Lin, H.-C. (2006). STS rongru shenghuo keji kecheng jiaosyueh huodong sheji. *Living Technology Education*, 39(5), 16-27. doi:10.6232/LTE.2006.39(5).3]
28. Aikenhead, G. S. (2005). Research into STS science education. *Educación Química*, 16(3), 384-397. doi:10.22201/fq.18708404e.2005.3.66101
29. Akcay, B., & Akcay, H. (2015). Effectiveness of science-technology-society (STS) instruction on student understanding of the nature of science and attitudes toward science. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 3(1), 37-45. doi:10.18404/ijemst.50889
30. Amirshokooi, A. (2016). Impact of STS issue oriented instruction on pre-service elementary teachers' views and perceptions of science, technology, and society. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(4), 359-387. doi:10.12973/ijese.2016.324a
31. Ben-David, A., & Zohar, A. (2009). Contribution of meta-strategic knowledge to scientific inquiry learning. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1657-1682. doi:10.1080/09500690802162762
32. Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159. doi:10.1037/0033-2909.112.1.155
33. Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). Making cooperative learning work. *Theory into Practice*, 38(2), 67-73. doi:10.1080/00405849909543834
34. Kapici, H. O., Akcay, H., & Yager, R. E. (2017). Comparison of science-technology-society approach and textbook oriented instruction on students' abilities to apply science concepts. *International Journal of Progressive Education*, 13(2), 18-28.
35. Kartikasari, A., Roemintoyo, R., & Yamtinah, S. (2018). The effectiveness of science textbook based on science technology society for elementary school level. *International Journal of*

- Evaluation and Research in Education*, 7(2), 127-131. doi:10.11591/ijere.v7i2.13022
36. Keys, C. W. (1998). A study of grade six students generating questions and plans for open-ended science investigations. *Research in Science Education*, 28(3), 301-316. doi:10.1007/BF02461565
  37. Keys, C. W. (2000). Investigating the thinking processes of eighth grade writers during the composition of a scientific laboratory report. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 676-690. doi:10.1002/1098-2736(200009)37:7<676::AID-TEA4>3.0.CO;2-6
  38. Kim, S. Y., & Irving, K. E. (2010). History of science as an instructional context: Student learning in genetics and nature of science. *Science & Education*, 19(2), 187-215. doi:10.1007/s11191-009-9191-9
  39. Lawson, A. E., Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1989). *A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills*. Cincinnati, OH: National Association for Research in Science Teaching. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 324 204)
  40. Lee, M.-K., & Erdogan, I. (2007). The Effect of science-technology-society teaching on students' attitudes toward science and certain aspects of creativity. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1315-1327. doi:10.1080/09500690600972974
  41. Lester, B. T., Ma, L., Lee, O., & Lambert, J. (2006). Social activism in elementary science education: A science, technology, and society approach to teach global warming. *International Journal of Science Education*, 28(4), 315-339. doi:10.1080/09500690500240100
  42. National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/4962
  43. Pimvichai, J., Yuenyong, C., & Buaraphan, K. (2019). Development of grade 10 students' scientific argumentation through the science-technology-society learning unit on work and energy. *Journal of Technology and Science Education*, 9(3), 428-441. doi:10.3926/jotse.527
  44. Tsai, C.-C. (2000). The effects of STS-oriented instruction on female tenth graders' cognitive structure outcomes and the role of student scientific epistemological beliefs. *International Journal of Science Education*, 22(10), 1099-1115. doi:10.1080/095006900429466
  45. Tuan, H.-L., Chin, C.-C., & Shieh, S.-H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639-654. doi:10.1080/0950069042000323737
  46. Yager, R. E. (1993). Science-technology-society as reform. *School Science and Mathematics*, 93(3), 145-151. doi:10.1111/j.1949-8594.1993.tb12213.x
  47. Yager, R. E., & Akcay, H. (2007). What results indicate concerning the successes with STS instruction. *Science Educator*, 16(1), 13-21.

48. Yager, R. E., Choi, A., Yager, S. O., & Akcay, H. (2009). Comparing science learning among 4th-, 5th-, and 6th-grade students: STS versus textbook-based instruction. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 15-24. doi:10.1007/BF03173681
49. Yager, S. O., Yager, R. E., & Lim, G. (2006). The advantages of an STS approach over a typical textbook dominated approach in middle school science. *School Science and Mathematics*, 106(5), 248-260. doi:10.1111/j.1949-8594.2006.tb18083.x
50. Yore, L. D., & Treagust, D. F. (2006). Current realities and future possibilities: Language and science literacy—Empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 291-314. doi:10.1080/09500690500336973

# The Effect of Inquiry With STS Reading and Writing on Fourth-Graders' Motivation, and Cooperative and Process Skills in Learning Science: Different Competent Group Approach

Chi-Chin Chin<sup>1,\*</sup> and Jin-Mann Chen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Science Education and Application, National Taichung University of Education

<sup>2</sup>Taoyuan Municipal Luzhu Elementary School

## Abstract

This mixed-method study infused Science-Technology-Society (STS)-reading/writing strategy together with Engagement/Exploration/Explanation/Elaboration/Evaluation (5E)-inquiry learning cycle to develop science instruction materials for teaching a class of fourth graders ( $N = 25$ ). Students were instructed on a process of information gathering, problem solving, and knowledge forming. Investigators explored if this process could improve their motivation, cooperation, and process skills in learning science. Thirty-one hours of instruction were used during this investigation focused on three topics: Time, A Beautiful Rainbow, and Aquatic Living. At the beginning and end of instruction for each topic, a scientific learning motivation questionnaire, a cooperative-skill inventory, and a process-skill test were administered to evaluate changes among the students. In addition, reading-writing worksheets, activity worksheets, a feedback questionnaire, a checklist on students' performance, and observation and interviews among members of the focus group were used to collect qualitative data. Results showed that students achieved significant growth on all three tests. High-, mid-, and low-achievers revealed significant differences in cooperative learning on the post-test. Changes were also found among students in learning motivation and process skills.

**Key words:** STS Reading and Writing, Cooperative Skills, Process Skills, Motivation on Science Learning, Inquiry

---

\* Corresponding author: Chi-Chin Chin, chin@mail.ntcu.edu.tw