

理科大學生在科學探究文本寫作中之能力覺知 與學習表現

靳知勤*

國立臺中教育大學 科學教育與應用學系

摘要

本研究以專題本位學習模式，讓理科大學生在小組情境下從事科學探究文本寫作；藉此提供學生應用及覺知科學教育所需能力的機會，並探討對科學寫作的態度改變及寫作成果的表現。研究採混合研究法，歷經一學期，將國小科學展覽得獎作品，轉寫為適合國小學生閱讀之科學探究文本。研究之初，研究者引介專題任務的目標與進程，並提供一份轉寫作品為範本及評量文本的規準給學生參考；隨後各組選擇一份科學展覽作品進行轉寫；研究者逐週以中介任務做為鷹架，協助學生逐步完成任務。另在學期中，請各組進行兩次期中報告，研究者與同儕提出修訂建議。各組發展作品期間，研究者蒐集質性與量性資料包括：撰寫札記、學生作品、訪談資料、學生學習單、回饋問卷及前、後測量表等。結果顯示：學生對科學寫作態度前、後測間無顯著差異，但其傾向與喜好的改變具小效果量；對從事科學教育所需能力的重要性及勝任度覺知有顯著改變；另從專題任務發展出的作品，可知其所展現的能力及尚待加強的部分。期末藉學生回饋意見，確認收穫、障礙及有助益的項目。透過探究文本轉寫之專題學習，能提升理科大學生對科學教育所需能力之覺知與學習表現。本研究結果可供未來培養學生科學普及文本轉寫能力之參考。

關鍵詞：科學普及、科學寫作、探究、理科大學生、專題本位學習

壹、緒言

一、研究背景與動機

基於近年跨領域學習的觀念廣受重視，以理科大學生而言，除了科學知識、科學探究等能力的養成外，將科學新知的建構歷程透過科學寫作，轉譯成中、小學生或一般大

眾所能理解的文本形式，也是他們可以從事的跨領域學習。尤其是科學知識，雖由位居科學前沿的科學家探究而得，但在當今科學素養普及的需求下，對於不同的閱聽對象，具有不同表徵形式及學習心理需求的考量，自是理科人士所需思考並積極從事的任務。而對於理科大學生來說，於在學期間，若能

*通訊作者：靳知勤，chin@mail.ntcu.edu.tw

(投稿日期：民國108年9月22日，修訂日期：民國108年12月24日，接受日期：民國108年12月24日)

學習科學寫作從事報導的能力，威信可拓展他們未來的職涯發展，有助於其從事科學教育的機會與潛力(靳知勤，2013，2016；Yore, Hand, & Prain, 2002)。

由於科學探究是當前科學教育領域的核心議題(National Research Council [NRC], 1996, 2012)，對於國小學生而言，參與科學展覽(簡稱科展)競賽是實踐探究的重要途徑之一(許良榮，2009)，是以，若在前述所說之培養科學寫作與報導能力中，運用科展成果作為範本供理科大學生練習轉寫，庶可凸顯知識形成過程與成果間之科學探究本質。因此，倘欲呈現探究本質於科學普及(簡稱科普)文本之中，科展作品的轉寫自是可以應用於實作的專題任務之一。承上理念，本研究乃主張：理科大學生在學期間藉「專題本位學習」(Project-Based Learning, PBL) (方榮爵，2006；Krajcik & Blumenfeld, 2006)，從事整合科學知識、科學閱讀與寫作、設計與製作專題；一方面得能跨越學習領域並應用所學，另一方面以其所長練習轉化探究內涵於不同表徵之形式，獲致科學教育所需的基本能力，有其必要。綜此，本研究旨在藉專題本位學習任務培養理科大學生的科學探究普及文本的寫作能力，以發揮及擴充其專長之影響面向。

由於本研究的專題任務整合科學知識、閱讀與寫作、資料蒐集與整理及小組合作等各面向，期藉此一達成普及科學教育目標，故在任務中包含從事科學教育所需能力的養成；職是，本研究中所謂從事科學教育所需的能力，乃是指藉科學寫作做為科學教育之一種任務，所涉發展文本或活動過程中所需的各種能力。換言之，本研究規劃轉寫科展作品成為適合國小學生閱讀的故事性文本，此項科學寫作專題任務之旨趣及其所運用的

情境、策略涉與能力，都和從事科學教育所需的基本能力相關。基於此，本研究乃將參與學生在研究前、後所覺知到對此等能力的重要性及勝任程度的變化情形，做為研究問題之一。至於本研究所完整包括的研究問題，則臚列如下節。

二、研究問題

本研究的研究問題為：

- (一)參與學生對科學寫作態度是否有所改變？
- (二)參與學生對於從事科學教育所需基本能力的重要性覺知，是否有所改變？
- (三)參與學生對於從事科學教育所需基本能力的勝任度覺知，是否有所改變？
- (四)各組學生在期末所完成之轉寫作品的表現程度如何？
- (五)參與學生對於執行專題本位學習任務效果的回饋性自評為何？
- (六)參與學生對於執行專題本位學習任務中的收穫、困難及在歷程中所認知之助益因素為何？

貳、文獻探討

一、科學寫作的意義、目的與類型

本研究聚焦於科學寫作，係因寫作是一種高度的心智活動，可以整理個人的想法，而且能夠表達理念予他人；簡言之，寫作是一個人語文能力的最高表現，最終達成促進社會溝通與理解的目的(Santangelo, Harris, & Graham, 2007)。基於這種思考與其展現的過程，在從事科學教育的任務中亦須以此作為基礎，進行構思、設計、執行與傳達；因此，科學寫作可以視為科學教育的基礎，因其具有整合性的能力養成與應用的本質；在

過程中運用了高階的思考與調適能力。本研究乃以科學寫作為專題任務，讓學生經歷此一學習的歷程。

其實，在學校中不惟語文科注重寫作，其他各科目亦須透過寫作學習達成專業養成及營造對特定領域問題具有共識的目標(靳知勤，2018；Kamalski, Sanders, & Lentz, 2008; Monash University, n.d.)。寫作非但是一種溝通的工具，它也是一種能夠產製更多思想的核心；在寫作的過程中需要蒐集與整理資料，並將自己原有的及蒐羅所得的想法予以整合，成為一套新的思想。所以，學會寫作可說是一種「基本的素養」，而以所習得的寫作再去學習新的事物，乃稱為「衍生的素養」(Norris & Phillips, 2003; Yore & Treagust, 2006)。本研究中側重的轉寫任務，也屬衍生素養的一環，亦為較高階的能力。而在高中及大學階段中進行寫作時，需要蒐集及整理資料，並以組織、系統的方式表達思想，乃被視為一項具專業性的寫作能力(Yore et al., 2002)。

談到練習寫作的過程，一般學生學習組織訊息、邏輯陳述與思考整合的能力(洪月女、靳知勤，2008)。若聚焦於科學教育領域，研究者或教師透過學生寫作的內容，來研究他們在科學學習後的概念改變；也有學者以寫作做為鷹架，來幫助學生發問、記錄過程、思辨、探究與整合學習結果(Osborne, 2002)。然而，隨著近年科普與傳播領域的興起，科學寫作能力的養成亦被視為根本，受到廣泛的重視。實則，寫作的目的為了要傳達想法、促進理解；所以在藉由科學寫作產生文本以促進普及科學的目的時，也要審度讀者的心理、習慣與需求(林文寶、徐守濤、陳正治、蔡尚志，2015)。科學領域的大學生藉著寫作，除可從事本科的學習，以此精進

對此領域內涵及文化的瞭解外，亦可跨越領域將科學的知識及其本質引介給其他人士，諸如其他一般大眾或學童知曉；這個能力在理科領域裡，也益形重要(黃俊儒，2000；謝瀛春，2006)。

故此，寫作以其做為可將散漫想法及學習片段，予以嚴謹組織形成精練體系的過程，非但有助於個人從事思考，進而形成思想，更可達成傳播普及的意圖；連帶也對專業的建立產生廣義的效果。惟於說明科學寫作的涵義後，為明瞭其如何做為轉化知識之途徑，吾人亦須對科學寫作之目的與類型有所認識。Wallace與Hand (2004)曾歸納出五種科學寫作的類型，包括：實驗寫作(experiment)、解釋性寫作(explanation)、報告寫作(report)、傳記寫作(biography)與說明性寫作(exposition)。另外，Hand與Prain (2004)針對寫作任務，發展出在教學中實施科學寫作的架構；亦即在任何的寫作任務中可思考以下五個面向：(一)寫作目的、(二)寫作類型、(三)所訴諸的目標讀者、(四)所涉及的概念主題和(五)文章產生的方法等，讓老師和學生討論後形成寫作的協定，並藉此來檢核寫作的成果。其實科學寫作的類型相當多元，在大學階段因所學涉及學術界的研發成果，故開始接觸並閱讀第一手的期刊論文、研究報告與學術文章等。但在與日常生活中為大眾或學童所親和的詩詞、科普文章等文體等，也都屬於科學寫作的範疇(靳知勤，2009)。只是這些形式具有故事與脈絡性，多以引發讀者的興趣為主，一般理科大學生在專業學習期間，未必有機會習得轉寫專業科學知識的能力。也因此科普的需求下，本研究試圖協助理科大學生獲得這方面的認知與能力，也是可以發展的方向之一。

二、科學探究普及文本的寫作與呈現

科普文章、科學新聞、科學書刊、兒童讀物或教材的編寫等，都屬於寫作用以推廣科學的範疇；這些教學與訓練不僅可以提升學生的科學素養與博雅教育，更可以促成科學的傳播與推廣(洪月女、靳知勤，2008)。對於理科大學生而言，也具有在專業上跨越領域的特質；此亦呼應Yore等(2002)提出科學寫作的實施應從科學學習再延伸到科學推廣的建議。

由於從事科學寫作的能力對於知識的傳播具有貢獻，是以就目標讀者群而言，不能只限於對科學社群同行分享的傳統作為；尚且需訴諸其他更廣闊的讀者，如一般成人大眾在科學素養上的即學即用需求，以及針對就學階段學生，寫出適合他們閱讀的科學文本，則更有助於科普的奠基工作。但就專業社群來說，文本的呈現屬於學術報告及論文的方式，著重於問題、假設、設計與執行實驗、蒐集與分析資料、下結論與傳達分享等探究的歷程(Ben-David & Zohar, 2009)。這樣的寫作方式固然有其章法，但對於一般民眾與學童而言，有過於艱澀、難以理解的障礙。因此，在科普文本的寫作上，乃會考量讀者的屬性，特別採用問題鋪陳、主人翁的思考與嘗試、實作過程中解決問題、推敲解釋的模式等具有故事化的歷程，俾利讀者能夠循其脈絡與理路，有如親身經歷科學知識形成的過程一般。就此，過去亦有學者建議在科學教學中，融入科學史故事，獲致學生科學知識、態度、動機等方面的提升，即已見證其效益(邱奕華、劉湘瑤，2014；林陳涌、鄭榮輝、張永達，2009；靳知勤、楊惟程，2018；Kim & Irving, 2010)。

然而，吾人為何需要將探究做為科普寫作中之一例呢？洪月女與靳知勤(2008)曾引用

美國NRC (1996)所提出的國家科學教育標準(National Science Education Standards)中的說明如下，來強調此一特性：「各年級的學生在學科學時，應要有機會運用科學探究及以探究的方式從事思考與行動的能力；這些包括：提問、規劃及執行調查、運用適合的工具及技術蒐集數據、以批判及邏輯思考證據和解釋間的關係、建構與分析另有的解釋，以及傳達科學性的論點。」(p. 105)

所以一份有助於學童理解科學本質的文本，是必須融入探究的內涵的。基於此一理念，科普文本不僅只是以呈現科學知識及興趣式的文句來吸引學童閱讀，亦可更进一步結合科學之探究本質，使得所發展出的科普文本具備科學探究的成分。如何讓讀者在閱讀後，親歷科學探究的發展過程，此即本研究所聚焦發展之科學探究普及文本具備了故事脈絡性，以及科學探究性的雙重內涵。若以前述Wallace與Hand (2004)歸納出的五種科學寫作類型來看，前者屬於敘述性文本的特質，此與傳記文本相呼應之；至於後者則可兼容實驗性、說明性、解釋性與報告等寫作的特性。

在講求探究的科學教育課程裡，閱讀與寫作扮演著相當重要的角色。科學探究的歷程所包括的觀察、動手做，固然確能提供學生真實、有意義的學習經驗；然而，自然界裡的現象與概念，以及問題的產生及論證除了藉操作實驗獲得解答外，如何幫助從事思考也是相形重要。因此在學界也有鼓勵藉由閱讀文本做為二手學習經驗的來源，讓學童透過閱讀從事思考，也是科學探究學習中的重要一環(洪月女、靳知勤，2008；Palincsar & Magnusson, 2001)。實則，語言(包含口語及書寫兩種形式)具有形塑並影響思考與知識建構的功能，Yore與Tregust (2006)也建議

透過多樣化的科學寫作設計可以幫助學生把口語表達不完整的觀念用文字釐清，並強化學生科學寫作與閱讀能力的萌發。是以，在十二年國民基本教育課程綱要中，關於自然科學領域中與國小階段五至六年級的認知能力描述(國家教育研究院，2018)，亦有如下的說法：

本階段課程除透過具體操作經驗外，應漸次提供運用思考能力的機會，亦應延續具體操作，提供學生閱讀科普文章之機會。學生能依據觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據，提出自己的看法或解釋資料，並能依據科學資料，簡單瞭解其中的因果關係，進而理解科學事實會有其相對應的證據或解釋方式。利用簡單形式的口語、文字、影像、繪圖、模型、實物與科學名詞等，表達其發現或成果。(頁8-9)

因此，文本提供大量科學學習與探究技巧的示範，例如如何從事觀察、提出問題與假設、設計與執行實驗、蒐集並分析資料來支持假設等，此可有助於學生透過閱讀理解科學的本質及探究的歷程。本研究針對理科大學生，培養其發展探究性科普文本的能力，一則希冀藉此俾利學童由閱讀中獲致此一需求；再則呼應前述科學寫作整合觀察、提問、設計、執行解題過程中所需的邏輯、批判思考，以及資料蒐集與整理、傳達與合作等能力；就此科學寫作實為從事科學教育任務的基礎之一，本研究乃據此評量參與學生在這些能力上的覺知是否有所改變。

三、專題本位學習與能力養成

前述將科學知識轉換成有意義的書面語言，以利科學成果的傳播與推廣，實有賴

科學寫作訓練的實施。惟於學習寫作的過程中，或有以個人獨立完成，不假他人而內化成為一項專業能力；但在近代教育思潮則倡導廣泛地獲致各方的見解，於是乃有透過小組合作方式完成之議。故此，以專題本位為任務從事學習，一方面可以發揮分工合作的功能，另一方面藉從事討論、協商，營造共識俾利達成任務的需求。

是以，「專題本位學習」是一種重要的教學策略；具備四項基本特徵：(一)係以一個真實的問題引導，(二)具備結構化的小組任務，(三)採取多面向的評量方式，以及(四)參與在一個專業學習的網絡中(Barron et al., 1998)。譬如說，注重實作過程及產出的技職體系，為培養學生的動手操作與問題解決能力，常設計「專題研究」課程讓學生藉進入一個問題情境，首先將基本問題釐清後，規劃出一個計畫方案，依據解決問題所需來建立工作任務的時序表，循序漸進地發展解決方案的進度，最終產出具體的實作成果，並就實際需求予以評估(方榮爵，2006)。而在「專題本位學習」中，吾人可以從學生及教師兩方來解讀其歷程。其一，學生從一個具驅動性的問題起始，而此問題是由教師所提出，導引學生後續的解決進程；其二，學生藉著參與真實的、情境式的探究來探索這個問題，而且在這個過程中，學生、教師及同組成員共同投入在解決問題的任務；其三，當學生在投入探究的過程時，教師提供學生可能的策略、方法或資源做為鷹架，來突破學習的現況；其四，在歷程中，學生在小組中逐步產製出成果(可能是解決方案或具體的產品)，以回應專題之初所賦予的任務，教師在過程間持續與學生小組進行討論、互動，提供支持鷹架；其五，各學生小組向班上同儕分享成果與想法，教師就任務需求進行評

量(Krajcik & Blumenfeld, 2006)。

綜合以上，專題本位學習是整合與任務相關的各種資源所進行的一種學習方式，具有相當的複雜性，提供學習者擬真的情境，足以挑戰學生面對問題從事思考、規劃與實作，並藉著各種可及的資源及科技規劃方案，在經歷一個發展性的過程中逐步地解決問題(Wang & Hannafin, 2005)。而在本研究中以規劃並完成一個作品做為任務，符合專題本位學習的定義。且在前人的研究中，也曾有基於不同的目的，在認知上、情意上、技能上的各面向獲致學習成效，從小學以至於中學、大學等各階段，以及技職領域的學生都可採用(方榮爵，2006；Hasani, Hendrayana, & Senjaya, 2017; Kızıkan & Bektaş, 2017; Lin, Ma, Kuo, & Chou, 2015; Williams, 2017)。

參、研究方法

一、研究情境及參與者

本研究以一班理科大學生為對象，透過混合研究法設計，採行專題本位學習取向，在過程中聚焦於探究、閱讀寫作及設計，以近年來在全國科展「國民小學組」中獲獎的作品為鷹架，提供理科大學生透過閱讀後，分析並理解其探究的內涵與本質；進而從事科普式之科學探究讀物的發展任務(圖1)。

此即是本研究所謂之「專題本位學習」的基礎。參與之大學生在此過程中結合科展作品中所呈現的探究歷程，做為寫作及發展文本的基礎，在課程結束時，完稿成具故事脈絡性之科學探究文本作品。在過程中，研究者以引導及促進者的角色提供相關資源及理念，使之能顧及諸如科學、寫作、圖像等多元表徵的可能性；期能協助理科大學生培養轉化知識及發展文本的寫作能力；並從中探討參與學生在過程前、後，對科學寫作態度及從事科學教育所需能力的覺知改變狀況。

本研究的研究情境為開授給大學理科學生的一門科學閱讀與寫作的課程中，進行一學期的發展性活動。修習本課程的學生計有43人，其中男生29人，女生14人，均為理科主修的大二學生。參與本研究的學生在此之前，除了撰寫實驗報告之外，均無從事撰寫敘事性與解釋性科普文本的經驗；至於如本研究之專題任務，係將科學研究報告轉寫成適合學童閱讀的文本，參與本研究的學生對此則無此方面的認知，亦無撰寫此類文本之先備經驗。

二、研究流程

本研究將參與學生分為二至三人一組。以小組為單位，進行本學期發展專題製作的任務。研究之初，研究者提供一份由一位資

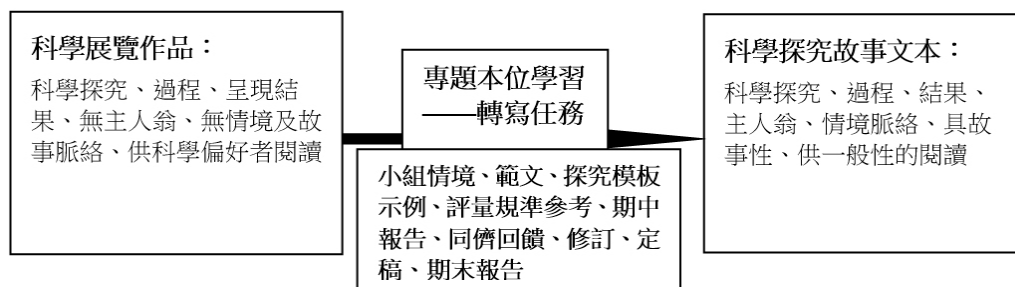


圖1：科學展覽作品轉寫成科學探究文本中之情境與過程示意圖

深自然科老師依據一篇科展作品所轉寫的故事文本，供學生觀摩閱讀，介紹此範本在呈現故事性、圖文表徵、探究的本質等各方面的作法，讓學生從示範的作品思索在製作與設計歷程中所需關注的項目。

接下來，研究者向學生講述各種科學寫作的理論、從事科學寫作的各種基本元素、認識故事脈絡文體、圖文配置、創作表徵的媒介方式，以及介紹當代探究基本的理念與內容。在介紹探究基本的內涵時，提供學生(一)觀察、(二)提出問題、(三)提出假設、(四)設計實驗、(五)資料收集與分析及(六)溝通與發表等六個元素作為模板(洪振方，2010)，讓學生在轉寫任務中參照並掌握探究歷程的重點，請各組於轉寫過程中，依據所選主題及情境予以適當的融入。

隨後，進入專題製作任務的階段。每個小組先從所發給的十份三年內在全國科展競賽得獎作品中，選擇二至三個作品做為可能轉寫的對象。各組討論各作品的主題內容相關知識、和國小中、高年級學童的生活相關性、故事的重要性與趣味性、可供轉寫的適宜性等各方面進行評估後，選定一個科展作品為主題進行後續的轉寫。

在轉寫的過程中，由研究者依時程進度，發給各組學習紀錄單做為省思鷹架，讓學生記錄轉寫過程中的心得；例如轉寫過程中所考量的因素、遭遇的障礙、查閱及蒐集的資料、接觸及訪談的對象、修正的原因、組員討論的內容等。

為了提供全班各不同分組間觀摩階段性的作品，研究者將一個學期均分為三等分，在第一與第二階段末時，請各組學生就當時所完成的作品向全班同學做口頭報告，並由其他各組同學及教師提出建議與評論。各組

在每次報告後，蒐集並討論同儕的建議與評析，進行後續修改及精緻化作品的任務，直至期末定稿為止。

在期末，由全班進行作品觀摩展示會，由各組進行分享報告。研究者及協同研究者依據本計畫先前所發展出的評量規準，對各組作品進行評等。

三、資料蒐集

本研究依據混合研究設計，在過程中蒐集質性與量性資料。研究者暨教學者於每次上課後，針對課程實施的狀況、學生的表現與反應、學生設計與製作的情況等面向，撰寫心得札記。並蒐集學生各階段所轉寫的作品、訪談的資料、學生在學習紀錄單中的內容，此外，另亦請學生填寫「課程回饋問卷」；此問卷包括了學期末課程結束時，讓學生填寫「專題本位學習課程回饋問卷」，內容包括：(一)從事此項專題任務中，學習收穫有哪些？(二)從事此項專題任務中，遭遇哪些困難？(三)從事此項專題任務中，老師的哪些作法或教學有助於做好任務？藉著問卷中的這三項開放式問題，以蒐集他們對於本課程的看法與建議。

此外，在本研究中，於期初、期中及期末進行問卷工具的施測，以蒐集量性的資料。這些問卷工具包括如下。

(一)對科學寫作態度量表

本工具全量表有13題(靳知勤，2009)，由「傾向與喜好」、「學到什麼」及「生涯發展覺知」等三個分量表所組成。「傾向與喜好」包含4題，在調查學生對於從事科學寫作的偏好程度；「學到什麼」有4題，則是調查其在參與前所預期從科學寫作可以習得的知識或能力，在後測則是經過實際的經歷

後所得到的學習體驗程度；「生涯發展覺知」包含5題，調查對於從事科學寫作可以對未來生涯發展的助益。各分量表的題目範例如表1。

本量表的每一題均為李克特式五點量表形式，分別以5 = 非常同意、4 = 同意、3 = 無意見、2 = 不同意、1 = 非常不同意來計分。藉著學生在研究期程之前與後所填答之量表，以瞭解學生在對科學寫作態度上的狀況與改變。本量表已經研究的歷程確立效度，全量表的信度Cronbach's α 值為.89，三個分量表則介於.77與.84之間，具有良好的信度水準(靳知勤，2009)。

(二)對從事科學教育所需能力之重要性與勝任度覺知問卷

本研究中所謂「對從事科學教育所需能力」，係如上文中所述之從事科學教育所涉及的相關能力，亦即學生從本研究之科學寫作專題任務中所可以習得的能力；此等能力且為足供運用於從事科學教育相關任務之

所需。是以，本研究在學生經歷專題任務之前、後，以此工具調查他們覺知到這些相關能力的重要性及勝任度程度的變化情形。

本問卷包含從事科學教育所需能力計15項：「基本科學知識」、「對科學與社會間關係的瞭解」、「創造力」、「邏輯推理能力」、「批判能力」、「基本的語彙與文字運用能力」、「閱讀理解能力」、「發現問題的能力」、「書寫表達能力」、「口語表達能力」、「資料蒐集與整理的能力」、「教材發展與活動設計的能力」、「與人合作的能力」、「自主學習的能力」與「問題解決的能力」等，提供學生回應其個人對其所覺知的重要性與勝任度(靳知勤，2013，2018)。每項目的型式均採十點量表，分別就「重要程度」與「自我勝任程度」供學生勾選從1至10之間不等的知覺程度，例題如圖2所示。本研究藉著學生在研究期程之前與後所填答之上述量表，以瞭解其對科學教育所需能力覺知的狀況與改變。本工具在本研究包含15個題項的重要性覺知方面的Cronbach's α 值 = .87；

表1：「對科學寫作態度」之各分量表的題目範例

分量表	題目範例
傾向與喜好	●我喜歡從事與科學主題有關的寫作工作 ●我樂意和他人合作完成一項科學寫作的任務
學到什麼	●從事與科學主題有關的寫作，使我有更多的學習機會 ●從事與科學主題有關的寫作，能增進我的思考智能
生涯發展覺知	●科學寫作可以幫助社會不同背景人士間的相互瞭解 ●科學寫作有助於我的生涯發展

能力面向	重要	<----->										不重要
1.基本科學知識	10	9	8	7	6	5	4	3	2			1
	能勝任	<----->										不能勝任
6.基本的語彙與文字運用能力	10	9	8	7	6	5	4	3	2			1

圖2：對從事科學教育所需能力之重要性與勝任度覺知問卷中之例題示意圖

至於勝任度覺知的Cronbach's α 值 = .92，亦具穩定的信度。

(三)專題本位學習自評問卷

在學期末課程結束時，讓學生填寫此問卷。此問卷由施教旺與張淑娟(2012)所發展，調查146位接受過一項創作性專題完整課程訓練，並產出作品的學生；得到的資料使用多元迴歸分析，得到「過程滿意」、「個人學習」、「個人績效」、「任務—專業適配」、「任務清晰度」、「任務複雜性」、「任務創造性」、「開放性溝通」等八個面向，一共28題；確立其效度並具有良好的信度。在本研究中，計算各面向及各題的分數，以瞭解學生參與本課程中相關任務的自我感知。本問卷的題型係採李克式五點量表供參與學生填寫，5 = 很同意、4 = 同意、3 = 中立意見、2 = 不同意、1 = 很不同意。在本研究中施測的Cronbach's α 值 = .91。參與學生在本問卷中所得的分數，將以4分亦即「同意」的標準加以討論。

(四)作品評量表

本研究發展一份規準對學生的文本作品評量。這份規準參考了柯華葳(2004)、蘇明俊與羅豪章(2007)等前人文獻，撰寫出初稿後，交由三位科學教育與科學寫作領域的學者專家審查，經修訂後定稿。本評量表包含「向度」、「規準」、「等級描述」三個階層。第一階層包括：1.科學主題與內容之立意取材，2.故事性，3.探究性，4.表徵性等四個向度。這四個向度下各自包含三個規準，分述如下：

1.「科學主題與內容之立意取材」向度所包含的三個規準分別為：(1)題目與內容主旨是否契合；(2)科學內容選用適當與否；(3)內容融入方式是否恰當。

2.「故事性」向度則包括：(1)組織主題與事件的情境、邏輯、修辭是否具一致及完整性；(2)主題與文本是否為學生熟悉、感興趣的；(3)敘寫採用的功能性策略，如引言、轉折銜接、結論、分段等是否合宜。

3.「探究性」向度的三個規準是：(1)呈現觀察與提問的方式是否合宜；(2)呈現提出假設與設計實驗的方式是否合宜；(3)呈現資料收集、分析與表達的方式是否合宜。

4.「表徵性」向度包括：(1)文本的結構是否靈活、彈性、具變化及多樣性；(2)非文字的圖表等表徵方式與文本配合是否得宜；(3)非文字的圖表等表徵方式是否具創意或多樣性。

接著在規準之下，則包含下一階層的「等級描述」。每個規準有「優」、「可」、「待加強」等三個等級描述。表2中顯示每一向度舉一個規準為例，並呈現其所屬的3個等級描述，供讀者參考。

四、資料分析

本研究中透過「對科學寫作態度量表」所蒐集而得的資料，先以描述性統計，計算出各分量表及總量表在前、後測時的平均及標準差，並再以 t 考驗檢定各分量表及總量表在前、後測間是否有顯著差異。另也計算前、後測間之Cohen's d 值。

至於在「對從事科學教育所需能力之重要性與勝任度覺知問卷」方面，除了分別計算重要性覺知及勝任度覺知的全問卷平均及標準差外，亦計算各單一題目的平均及標準差；再以 t 考驗檢定全問卷及各單一題目在前、後測間是否有顯著差異。另也計算Cohen's d 值，此值係指效果量(effect size)而言，是衡量實驗效應或者自變項與依變項間

表2：評量作品的向度、規準及等級描述之示例

向度	規準	等級描述		
		優(3分)	可(2分)	待加強(1分)
1. 科學主題與內容之立意取材	題目與內容主旨契合程度	內容主旨與題目間呼應與契合度高	內容主旨與題目間尚可呼應	內容主旨與題目間呼應程度不足
2. 故事性	主題與事件的組織情境、邏輯及修辭一致與完整	情境妥適、前後具邏輯一致性、修辭完備	情境、前後邏輯性及修辭完備性尚可	情境不適切、前後邏輯一致性及修辭不完備
3. 探究性	呈現觀察與提問的方式	呈現觀察與提問的動態過程，討論爭議本質，方式合宜	呈現觀察與提問的動態過程，但討論爭議本質方式可加強	呈現觀察與提問的過程及討論爭議本質不足
4. 表徵性	文本的結構	文本靈活彈性、有變化及呈現多樣	文本的彈性、變化及多樣性尚可	文本的彈性、變化及多樣性上不足

關聯強度的指標；由於以統計的顯著性(p 值)來作為假設檢定的唯一指標，容易受到樣本大小的影響，因此統計上的顯著性並不等於實務上的顯著性，故不適合做為推論假設檢定的唯一依據。乃建議「效果量」可做為實務上顯著性的輔助判準(葉晉嘉、鄭時宜、徐茂洲，2016)。是以，根據Cohen (1992, pp. 156-157)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與0.80之間則具中度效果量，介於0.20與0.50之間則具小效果量。在研究結果上，有的項目未達顯著性，但配合效果量，宜謹慎推論。

針對學生在學期末課程結束時填寫的「專題本位學習自評問卷」，則分別計算所包含的8個向度及各單題的平均及標準差。藉以檢視學生對各不同向度的回應程度。

針對各組的作品的評量，則包含三個方式。其一：為在轉寫後的作品中，有無包含探究過程中的六個元素；舉「提出假設」為例，由評分者檢視在每一組的作品中是否呈現這個元素。其二：檢視各組作品在呈現探究過程中的六個元素時，是否顯示出討論協商的科學本質。其三：則是依據前文「資料蒐集」一節中所述之作品評量表，分別由研究者及另一位協同研究者評定「優」、「可」、

「待加強」不同等級後，換算為由3至1不等的分數；在兩人中若有評分不一致的部分，則由兩人協商討論、獲致共識後決定之；經評分後，兩者間的評分者信度為.88。

至於由學生在期末填寫的「課程回饋問卷」質性資料部分，包括：得到的收穫、遭遇的困難、教師提供有幫助的作法等三項問題，則是先將學生所填寫的資料轉錄成逐字稿後，依據質性資料分析的方式，在建立編碼後，進行歸納成為各種類別；並計算其出現的頻率，以此來進行不同類別間之比較。

肆、研究結果

一、參與學生對於科學寫作態度的改變狀況

表3中呈現參與的學生，在本研究前、後對於科學寫作態度的改變狀況。在研究前，其科學寫作態度為3.94分，在後測時為3.90分，並無顯著差異。但若以分量表觀之，最高的「學到什麼」向度在前、後測時均已超過4分，兩者間無顯著差異；學生在參與本課程前即對科學寫作可達成的學習效益有所瞭解，且在後測時依然維持此一水準。至於「傾向與喜好」向度，在前、後測間無顯著

表3：參與學生在科學寫作態度前、後測的統計分析($N=43$)

向度	前測		後測		t	p	d
	平均數	標準差	平均數	標準差			
傾向與喜好	3.70	0.84	3.88	0.74	-1.62	.056	0.323
學到什麼	4.26	0.62	4.18	0.64	0.80	.216	-0.150
生涯發展覺知	3.88	0.79	3.68	0.72	2.42	.010	-0.383
全量表	3.94	0.75	3.90	0.70	-0.63	.267	-0.101

差異；其效果量 d 值為0.323，表示本課程對於學生在對科學寫作態度中的傾向與偏好，具有小的影響程度；此結果可能與本研究歷程中持續激勵學生並確保參與轉寫任務的興趣與喜好有關。至於「生涯發展覺知」向度的後測分數下降，且達顯著性；這個結果可能與本研究從事寫作任務過程中，教師所提供與未來生涯發展的相關資料較少所致；而這也可從本文後段中所呈現學生由本課程的收穫項目中，並未提及未來生涯可從事的行業或發展等，可以知之。未來在規劃與科學寫作有關的專題本位學習時，可以多加關注引介從專題任務習得之能力、觀念和生涯發

展之間的關係。

二、參與學生對於從事科學教育所需基本能力的重要性覺知改變

表4中呈現出參與本研究的學生，在本研究前、後對於從事科學教育所需基本能力的重要性覺知改變。前、後測時的總平均分數各為8.60及8.76分，在兩者間無顯著差異。在各單項上，只有「發現問題的能力」和「問題解決的能力」有顯著差異。在效果量方面，本研究之專題本位學習任務對學生從事科學教育所需基本能力的重要性覺知則具有小的效果量($d = 0.212$)。在15個項目中，

表4：參與學生在從事科學教育所需基本能力的重要性覺知之前、後測統計分析($N=43$)

題項	前測		後測		t	p	d
	平均數	標準差	平均數	標準差			
1.基本科學知識	9.00 (2)	1.21	9.14 (2)	1.15	-0.614	.271	0.119
2.對科學與社會間關係的瞭解	8.19 (14)	1.38	8.53 (12)	1.37	-1.118	.135	0.247
3.創造力	8.44 (10)	1.53	8.86 (5)	1.21	-1.648	.054	0.305
4.邏輯推理能力	9.14 (1)	1.13	8.81 (6)	1.10	1.402	.084	-0.297
5.批判能力	8.65 (7)	1.38	8.63 (10)	1.35	0.088	.466	-0.015
6.基本的語彙與文字運用能力	8.53 (9)	1.59	8.53 (12)	1.16	0.000	.500	0.000
7.閱讀理解能力	8.84 (3)	1.13	8.81 (6)	1.14	0.101	.460	-0.026
8.發現問題的能力	8.72 (5)	1.14	9.07 (3)	1.10	-1.950	.029	0.312
9.書寫表達能力	8.37 (12)	1.18	8.65 (9)	1.02	-1.475	.074	0.254
10.口語表達能力	8.72 (5)	1.35	8.91 (4)	1.04	-0.969	.169	0.157
11.資料蒐集與整理的能力	8.63 (8)	1.40	8.81 (6)	1.16	-0.752	.228	0.140
12.教材發展與活動設計的能力	8.33 (13)	1.52	8.63 (10)	1.11	-1.318	.098	0.225
13.與人合作的能力	8.44 (10)	1.35	8.37 (15)	1.13	0.330	.372	-0.056
14.自主學習的能力	8.19 (14)	1.45	8.44 (14)	1.08	-1.120	.135	0.196
15.問題解決的能力	8.84 (3)	1.29	9.23 (1)	0.90	-2.164	.018	0.351
總計	8.60	1.34	8.76	1.13	-1.552	.064	0.212

註：在括號內的數值為該項能力的排名。

有6項的效果量具影響力，包括：「問題解決的能力」、「發現問題的能力」、「創造力」、「書寫表達能力」、「對科學與社會間關係的瞭解」、「教材發展與活動設計的能力」等。本專題任務對於學生在這6項的重要性覺知之影響，均具小的效果量；但對「邏輯推理能力」的重要性覺知，則有負向之小效果量。

三、參與學生對於從事科學教育所需基本能力的勝任度覺知改變

表5中呈現出參與本研究的學生，在本研究前、後對於從事科學教育所需基本能力的勝任度覺知改變。前、後測時的總平均分數各為7.16及7.55分，兩者間具顯著差異；以效果量計算，本研究之專題本位學習任務對勝任度覺知具有小的效果量($d = 0.379$)。

若以對15項基本能力勝任度覺知論之前、後測以 t 檢定知，勝任度覺知呈現後測顯

著高於前測的項目有：「基本科學知識」、「對科學與社會間關係的瞭解」、「創造力」、「邏輯推理能力」、「基本的語彙與文字運用能力」、「閱讀理解能力」、「資料蒐集與整理的能力」、「教材發展與活動設計的能力」及「問題解決的能力」等9項。除了「發現問題的能力」、「書寫表達能力」、「口語表達能力」、「自主學習的能力」之外，本研究的科學寫作專題任務對其他11項則分別具有小至中度的效果量。

四、對各組專題本位學習作品的評量結果

表6中各組作品中呈現探究歷程六個元素的狀況，以及是否就六個探究元素呈現多元討論與討論協商的內容。從表中結果可知：有5組的作品未呈現「提出假設」，至於「溝通與發表」則有2組未涵蓋；其餘4個探究歷程元素則在15組的作品中都有呈現。

表5：參與學生在從事科學教育所需基本能力的勝任度覺知前、後測之統計分析($N = 43$)

題項	前測		後測		t	p	d
	平均數	標準差	平均數	標準差			
1.基本科學知識	7.19 (6)	1.44	7.95 (2)	1.23	-3.701	<.001	0.568
2.對科學與社會間關係的瞭解	6.77 (14)	1.57	7.40 (11)	1.51	-2.642	.006	0.408
3.創造力	7.05 (12)	1.51	7.44 (10)	1.64	-1.749	.044	0.248
4.邏輯推理能力	7.53 (1)	1.45	7.98 (1)	1.52	-1.739	.045	0.303
5.批判能力	7.12 (9)	1.95	7.53 (8)	1.44	-1.450	.077	0.239
6.基本的語彙與文字運用能力	7.12 (9)	1.71	7.51 (9)	1.79	-1.830	.037	0.223
7.閱讀理解能力	7.14 (8)	1.68	7.77 (6)	1.73	-3.020	.002	0.369
8.發現問題的能力	7.44 (4)	1.20	7.67 (7)	1.34	-1.044	.152	0.181
9.書寫表達能力	7.07 (11)	1.28	7.09 (13)	1.48	-0.117	.454	0.014
10.口語表達能力	6.88 (13)	1.79	7.00 (15)	1.66	-0.503	.309	0.069
11.資料蒐集與整理的能力	7.47 (3)	1.40	7.84 (3)	1.27	-1.946	.029	0.276
12.教材發展與活動設計的能力	6.53 (15)	1.39	7.09 (13)	1.32	-2.642	.006	0.413
13.與人合作的能力	7.37 (5)	1.48	7.79 (4)	1.42	-1.634	.055	0.289
14.自主學習的能力	7.16 (7)	1.38	7.37 (12)	1.41	-1.000	.162	0.150
15.問題解決的能力	7.53 (1)	1.10	7.79 (4)	1.25	-1.715	.047	0.221
總計	7.16	1.49	7.55	1.47	-3.243	.001	0.379

註：在括號內的數值為該項能力的排名。

表6：評量各組作品中是否呈現探究歷程六個元素的狀況

探究元素	有呈現該探究元素	有呈現多元意見討論協商
觀察	15 (100%)	3 (20%)
提出問題	15 (100%)	6 (40%)
提出假設	10 (67%)	8 (62%)
設計實驗	15 (100%)	12 (80%)
資料收集與分析	15 (100%)	8 (62%)
溝通與發表	13 (87%)	6 (40%)

另，有關在各階段是否有討論協商的內涵，在「提出假設」、「設計實驗」、「資料蒐集與分析」等三階段較多，至少有超過半數的組別呈現之，但在「觀察」這項最低，只有3組有此內涵融入作品，次為「提出問題」及「溝通與發表」這兩項，各有6組涵蓋之。

以下引一篇「百步穿楊！誰能射得又快又準？」的學生作品中，一段與呈現「提出假設」的文本為例，說明這組學生接續前一幕的提出問題後，在第二幕提出假設中的討論過程。從此段內容，可以得見故事的脈絡發展、以假設為例的探究內涵、文句的表徵，以及文本內容呼應主旨等。

第二幕：弓箭的秘密？

兩位學生——曉修和阿廷來到自然科辦公室，剛好遇見自然小老師沐嵐和葉老師，便將問題告訴他們。

葉老師：「我覺得這個問題非常有趣！你們如果真的有興趣的話，要不要來做實驗啊？這樣不但可以知道問題的答案，還可以增加自己的實驗經驗喔！」

(兩位學生點頭答應)

沐嵐：「那老師我也可以做這個實驗嗎？我對這個問題的答案也很有興趣！」

葉老師：「當然可以！你們可以一起討論，人多的話討論起來也比較快，實驗方面也會比較有效率！」

上課鐘聲響了，他們約好放學的時候一起討論。

(到了放學，老師來教室和三位學生討論)

葉老師：「你們覺得箭射得快和什麼因素有關係呢？」

曉修：「是弓箭的材料嗎？」

葉老師：「很好，還可以再提出其他的可能原因。」

阿廷：「我在練習射箭的時候，拉得越大力，箭好像就會飛的越快！」

葉老師：「沒錯，箭的速度和拉力有關，那是什麼讓箭射的準呢？」

阿廷：「可能就是我的問題了嗚嗚……」

沐嵐：「會不會和射的角度有關？射箭選手都會瞄準，調了一下角度之後才會射箭。」

葉老師：「非常好！那我們的實驗內容出來了，不過，要去哪裡找弓箭呢？」

阿廷：「假日可以來我們的部落做

弓箭喔！那裡的阿伯阿姨知道你們要去一定會很開心的！」

經過一番討論後，大家覺得箭射得準、射得快和弓箭本身、拉力以及仰角有關，他們約好這個週末一起到阿廷的部落去一探究竟。(作品181217-1)

本研究亦發展了評分表，過程中透過參考相關研究文獻初擬向度及規準後，邀請專家小組進行審查修訂後定稿。作品評分表計有四個向度，每個向度之下各有3個規準；是以，評量表總計包含12個規準，以此對各組作品進行評量。表7的結果顯示出15組改寫作品的總分的平均為25.54分，換算為3分的量尺，則為2.13分，在優=3、可=2與待加強=1的三個等級中，屬略高於「可」的水準。

各組在四個向度中，平均分數最高的是科學主題與內容之立意取材($M = 6.80$ 分)，居次的為故事性($M = 6.47$ 分)，探究性($M = 6.40$

分)；至於最末的是表徵性($M = 5.87$ 分)。如果換算為3分的量尺，則這四個向度分別為科學主題與內容之立意取材($M = 2.26$ 分)、故事性($M = 2.16$ 分)、探究性($M = 2.13$ 分)、表徵性($M = 1.96$ 分)。換言之，前三向度達到「可」的水準，至於表徵性則低於此水準。在12個規準中，屬於故事性向度中的「主題與文本是否為學生熟悉、感興趣的」($M = 2.60$ 分)最高；惟有3個未達到2分的水準，分別是：故事性向度中的「組織主題與事件的情境、邏輯、修辭是否具一致及完整性」($M = 1.87$ 分)；表徵性向度中的「非文字的圖表等表徵方式與文本配合是否得宜」($M = 1.87$ 分)及「非文字的圖表等表徵方式是否具創意或多樣性」($M = 1.80$ 分)。圖表製作及與文字間相互配置的問題，是各組較弱的項目，對於一篇探究性文本的撰寫而言，是未來所需致力的方向之一。至於故事性向度的「敘寫採用的功能性策略，如引言、轉折銜接、結論、分段等是否合宜」及探究性向度中的「呈現

表7：各組對科展作品改寫文本的表現

向度	規準	平均
1. 科學主題與內容之立意取材	(1)題目與內容主旨是否契合	2.20
	(2)科學內容選用適當與否	2.13
	(3)內容融入方式是否恰當	2.47
小計		6.80
2. 故事性	(1)組織主題與事件的情境、邏輯、修辭是否具一致及完整性	1.87
	(2)主題與文本是否為學生熟悉、感興趣的	2.60
	(3)敘寫採用的功能性策略，如引言、轉折銜接、結論、分段等是否合宜	2.00
小計		6.47
3. 探究性	(1)呈現觀察與提問的方式是否合宜	2.40
	(2)呈現提出假設與設計實驗的方式是否合宜	2.00
	(3)呈現資料收集、分析與表達的方式是否合宜	2.00
小計		6.40
4. 表徵性	(1)文本的結構是否靈活、彈性、具變化及多樣性	2.20
	(2)非文字的圖表等表徵方式與文本配合是否得宜	1.87
	(3)非文字的圖表等表徵方式是否具創意或多樣性	1.80
小計		5.87
總分		25.54

提出假設與設計實驗的方式是否合宜」和「呈現資料收集、分析與表達的方式是否合宜」的平均都是2.00分；這也顯現出學生在轉寫寫作中進行文本組織上的能力尚需加強，此外在呈現設計實驗及資料收集、分析與表達部分的精緻度有提升的必要。

五、參與學生對專題本位學習效果的回饋性自評

表8為參與學生在研究後，對專題本位學習效果之自評結果。本自評量表包括8個面向，其中有「開放性溝通」($M = 4.15$ 分)、「任務清晰度」($M = 4.02$ 分)、「個人績效」($M = 4.02$ 分)高於4分，亦即「同意」以上的程度，表示學生對於從事專題任務的發展中，小組具有開放的心態與進行溝通，對這項任務的內容有清楚瞭解，對於個人在小組中的任務從事創新也具貢獻。另在「任務創造性」($M = 3.93$ 分)、「過程滿意」($M = 3.84$ 分)、「個人學習」($M = 3.79$ 分)、「任務—專業適配」($M = 3.78$ 分)、「任務複雜性」($M = 3.50$ 分)等5項則低於4分。

在各單題部分，分數由最低依序是「覺得這個創作的難度很高」($M = 3.47$ 分)、「認為此創意作品相當複雜」($M = 3.53$ 分)、「對於寫作專業的呈現有說服力」($M = 3.63$ 分)、「我覺得有效率」($M = 3.67$ 分)及「我覺得很滿意」($M = 3.70$ 分)、「可以增加寫作專業知識」($M = 3.70$ 分)。從這些低於4分，亦即未達「同意」程度的題項，顯示學生認為專題相對地不難，亦不複雜；另對所製作出的專題專業性持保守的看法，問題解決過程效率及滿意度可再提升。以下舉一位學生S₁的訪談內容，予以佐證：

S₁：「這個是一個小組的作業，我們都能蠻合理地去分配每個人的任

務。三個人負責的部分也是差不多的，就是我覺得我們在分工這部分做得很好，我覺得蠻難能可貴的。……畢竟我們還是不同的人，小組間還是會有一些不同的意見，但我們還是可以學習去聆聽別人的意見，然後，討論出一個最好的結果。」(訪談S₁190103)

在專題任務的過程中，S₁認為所承擔的任務難度與複雜度不致於太高。另在專業度方面，S₁對於轉寫後成為科普文本，乃失卻了科學專業知識取向；就此，他表示過程中也想融入專業相關內容，但未能在所轉寫後的作品中妥適達成。

S₁：「把它寫得更生活化的時候，我們其實有想過它會不會太簡單，它就變成一個文本了，已經沒有科學的概念了——雖然我們要寫得簡單，但是，還是要有一些關於科學的內容，而不是把它寫成一個繪本一樣，……有一些專業性的東西我們也嘗試把它用簡單的話語來說明，可是，自己在看的時候，就會覺得這整篇文本好像有一點點缺乏所謂科學專業性的東西。」(訪談S₁190103)

由這段訪談可知，雖然S₁指陳他對專業的關注，但因所聚焦的所謂「專業」係指科學知識範疇，在觀念尚未及於轉寫任務達成科普文本的目標可稱為另一種專業的認知。這個轉變尚待未來的課程予以加強改進。

基於以上，未來研究可就轉寫任務過程中的安排予以改進，以促進效率、複雜度與滿意度；此外，並可加強轉寫任務所需能力之培養及其相關理念的引介，俾使學生能在

表8：參與學生對專題本位學習效果之自評彙整表(N = 43)

題項	平均數	標準差
過程滿意：有關創作進行時，對於各個問題解決的過程，	3.84	0.763
1.我都很瞭解	3.74	0.658
2.我覺得有效率	3.67	0.747
3.我的意見有被整合	4.02	0.707
4.我覺得很公平	4.05	0.899
5.我覺得很滿意	3.70	0.803
個人學習：對於進行創新創意作品的內容來說，	3.79	0.795
1.我從這個創作中學到重要的技巧	3.86	0.774
2.我從這個創作中上了重要的一課	3.74	0.953
3.這個創作使我個人成長	3.72	0.776
4.這個創作讓我的能力提升	3.84	0.688
個人績效：對於進行創新創意作品的內容來說，	4.02	0.751
1.我對於這創新創意作品的完成貢獻度很高	4.07	0.737
2.我的投入可以反應在最後的創新創意作品中	4.07	0.737
3.我所負責的部分對於作品的完成很重要	3.91	0.781
任務—專業適配	3.78	0.851
1.對於寫作專業的養成有幫助	3.95	0.815
2.對於寫作專業的呈現有說服力	3.63	0.787
3.可以提升寫作專業能力	3.86	0.914
4.可以增加寫作專業知識	3.70	0.887
任務清晰度：在這次的創作過程中，	4.02	0.871
1.我清楚地知道任何事情的細節	3.95	0.843
2.對於我必須要完成的事，我被清楚地告知	4.02	0.913
3.我可以清楚地說出來我必須要做的事	4.21	0.861
4.我明確地被指定我應該完成的工作	3.91	0.868
任務複雜性：對於進行創新創意作品的內容來說，我們整組	3.50	0.881
1.覺得這個創作的難度很高	3.47	0.827
2.認為此創意作品相當複雜	3.53	0.935
任務創造性	3.93	0.702
1.評估最後成品應該是具有創造力	3.98	0.707
2.認為我們的作品有創新性	3.88	0.700
開放性溝通：在這次的創作過程中，我們這組成員	4.15	0.869
1.可以放心地對大家表達看法	4.12	0.851
2.會針對問題做公開性討論	4.12	0.823
3.可以提出問題來澄清想知道的事	4.02	0.988
4.可以在本小組裡開放地發言	4.35	0.813

任務實作中學習思行並重，藉此，加強說服轉寫做為一項專業應用的理由。

六、學生在探究文本轉寫任務中的收穫、所遭遇的困難及教師的協助

在經歷一學期的轉寫任務後，參與學生

在期末回答三個有關從本項任務中的收穫、所遭遇的困難及在歷程中教師即研究者提供哪些有利於任務完成的協助。從表9可知，直接表示寫作能力提升最多，達27人次；在專題任務的過程中，因需進行資料蒐集、處理等，所以也有26人次指出他們的資料處理能力提升了。又因本項任務係採分為小組的方式進行改寫，透過組內的溝通、討論是必須進行的活動，所以有24人次提到溝通、合作能力提升。這三項所獲填答的人次居超過全體參與學生之半數以上。針對寫作方面，就一份原稿從事改寫是項特別的任務需求，但也需要特別的能力；有17人次說他們的改寫能力有所提升。至於，本項任務是將科展作品改寫成故事性文本，明白指出提升了故事設計能力的也有17人次。

但相對於從專題任務的收穫，在表10中呈現出過程中所遭遇到的困難的前四項：諸如，設計情境與對話($N = 23$)、對文本組織呈現方式不瞭解($N = 21$)、表達趣味性及文句運用不足($N = 17$)、圖表使用($N = 16$)等，均呼應了寫作中所需的組織、表達、故事發展及圖文配置等的基本要素。這些項目可供吾人在未來做為加強學生轉寫專題任務中的主要面向。

表11則呈現在本次轉寫任務的過程中，參與學生認為教師提供哪些協助有助於其學習。其中，有39人次指出：老師安排定期的進度報告，向全班同學說明設計理念及內容，事後並由老師給予回饋意見，占第一位。其次，老師針對每次繳交的轉寫內容，也會給學生修改的意見，提示各組接續的寫作重點，有34人次。這兩項由大多數學生所指出的措施，可知在歷程中提供回饋做為鷹架來幫助學生從事發展性的活動，具有助益。此外，由於參與學生在過去少有撰寫

故事性文本的經驗，因此他們也舉出多項對進一步認識閱讀、寫作策略有關的項目。例如：在課堂中，教師講解寫作的目標與技巧，並引介「瀏覽、提問、精讀、背誦、複習」策略(Survey! Question! Read! Recite! Review! 亦即SQ3R)、「已知、想學、學到」策略(What I know! What I want to know! What I learned! 亦即KWL)等閱讀理解策略，藉這些策略幫助學生透過對文本的分析閱讀示範文本，從而理解文章的組織結構；引導學生嘗試藉逆向學習的實作方式應用在寫作上。此外，有關能夠促進學習互動的策略，例如各組內的互評機制、課堂中的提問與討論等，也是學生認為有幫助的作法。

表9：學生在從事轉寫任務中的學習收穫項目彙整表

類別	類別次數
寫作能力提升	27
資料處理能力提升	26
溝通、合作能力提升	24
改寫能力提升	17
故事設計能力提升	17
心智能力提升	17
閱讀理解能力提升	13
對探究式教學更加瞭解	10
更深入瞭解科學知識	7
口語表達能力增加	7
總計	165

表10：學生在從事轉寫任務的過程中所遭遇困難的項目彙整表

類別	類別次數
設計情境與對話	23
對文本組織呈現方式不瞭解	21
表達趣味性及文句運用不足	17
圖表使用	16
小組團隊合作	15
原科展作品使用	14
角色	12
實驗的改寫與數據呈現	9
探究融入文本困難	8
總計	135

表11：學生對本專題任務中有助於學習的項目彙整表

類別	次數
定期口頭報告，並給予意見、回饋	39
給予學生文本修改建議，提示文本寫作重點	34
提供多樣化的文本作參考資料，並詳細說明	23
講述SQ3R、KWL閱讀理解策略，讓學生逆向學習文本寫作	20
講解寫作目標及技巧	19
每週訂定階段目標、追蹤小組進度	15
各組互評、給意見，進而自我審核	11
課堂中的提問、討論，激發學生想像力、解答學生疑惑	8
總計	169

註：SQ3R：「瀏覽、提問、精讀、背誦、複習」策略(Survey! Question! Read! Recite! Review!); KWL：「已知、想學、學到」策略(What I know! What I want to know! What I learned!)

伍、結論、討論與建議

一、結論

經由本研究所設計之專題本位學習任務，理科大學生參與探究文本轉寫歷程後，其科學教育所需相關能力覺知與學習表現，獲得提升。本研究結果，可以提供未來相關課程培養學生科普文本轉寫能力之參考。

二、討論與建議

本研究發現學生經專題本位學習後，對從事科學教育所需相關能力的勝任度覺知有顯著成長；在重要性及勝任度則都具有低度的效果量。在全部15項能力中，有2項的重要性覺知、9項的勝任度覺知，有顯著提升。重要性覺知顯著提升的2個項目，一為發現問題，另為解決問題的能力，都以問題為焦點，顯示本研究以問題引導完成專題任務對學生覺知的影響，呼應Krajcik與Blumenfeld (2006)指陳專題本位學習之理念、策略與目標。

至於科學寫作態度在前、後測間無顯著差異；有關態度上的培養需要更長的時間，或在未來課程設計上再予加強。本專題學習

任務對學生「傾向與喜好」的影響，有小效果量。在「生涯發展覺知」後測的分數則顯著低於前測，可能與寫作任務中所提供與生涯發展的相關資料較少所致；建議未來可以在課程中融入科學寫作相關職涯介紹。

另從學生對專題本位學習效果的回饋性自評，建議未來相關課程可多加引介從事科學寫作任務所涉之能力、觀念，和生涯發展間的關係，並酌予修訂專題任務過程，以促進學生的效率與滿意度；此外，並可加強轉寫任務所需能力之培養及其相關理論的引介，俾使學生能在任務實作中學習思行並重，藉此，加強說服轉寫做為一項專業應用的理由。這些都呼應了前述文獻指出，專題本位學習要讓學生參與在一個專業學習的網絡中的說法(Krajcik & Blumenfeld, 2006)。

從期末回饋問卷，可知學生對參與專題的意見也傾向於正面。所陳主要收穫在：資料處理能力、溝通、合作的能力、寫作能力與改寫能力的提升；這些項目呼應了學生在從事科學教育所需能力之重要性與勝任度覺知問卷的調查結果。另在過程中對其有幫助的策略包有：定期的進度報告，向全班同學說明設計理念及內容，事後並由老師給予回

饋意見；對每次繳交的轉寫內容，也會給學生修改的意見，提示各組接續的寫作重點。此外，教師在學期初對示範對文本的分析閱讀，引導學生嘗試藉逆向學習的實作方式來體驗文本寫作等作法，也讓學生在從事任務之初，能夠建立一個前導性的組體，有助於後續的任務發展。另藉營造同儕互動方面，例如：各組內的互評機制、課堂中的提問與討論等，也是學生認為有幫助的作法。從這些有助益的策略，顯示科學需要寫作做為素養，以此獲致學習目標的達成，乃建議未來的專題任務結合科學寫作的必要性；而此重點亦呼應Osborne (2002)的看法。

至於，有關各組學生所發展的作品品質問題。正如在〈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〉(國家教育研究院，2018)中揭示：「……利用簡單形式的口語、文字、影像、繪圖、模型、實物與科學名詞等，表達其發現或成果。」(頁8-9)在本研究中，依據專題任務的特性，乃須達成運用圖文、影像來表徵轉寫的成果；然而圖表製作及其與文字間相互配置的問題，是各組較弱的項目；對一篇探究性文本的撰寫而言，這些都是未來所需致力加強的方向。另從故事性向度中

的「敘寫採用的功能性策略，如引言、轉折銜接、結論、分段等是否合宜」及探究性向度中的「呈現提出假設與設計實驗的方式是否合宜」和「呈現資料收集、分析與表達的方式是否合宜」的表現，故也建議未來課程中須關注學生在轉寫中進行文本組織上的能力尚需加強；此外在呈現設計實驗及資料收集、分析與表達部分的精緻度也都有提升的必要。

在本研究中，轉寫科展作品係依據探究歷程六個元素做為模板；在這六個元素中，除了「提出假設」及「溝通與發表」各有5和2組未呈現外，其他四個探究歷程元素在15組的作品中都有呈現。反觀在各元素融入討論協商的本質者，則在「觀察」這項最低，只有3組；次為「提出問題」及「溝通與發表」這兩項，各有6組涵蓋之，不及半數。建議未來可以提供機會，在這些部分幫助學生獲致全備的探究經驗。

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. 方榮爵(2006)。科技專案學習。生活科技教育月刊，39(3)，20-31。
2. 林文寶、徐守濤、陳正治、蔡尚志(2015)。兒童文學。臺北市：五南。
3. 林陳涌、鄭榮輝、張永達(2009)。融入科學史教學對高中學生的科學本質觀、對科學的態度以及學習成就的影響。科學教育學刊，17(2)，93-109。doi:10.6173/CJSE.2009.1702.01
4. 邱奕華、劉湘瑤(2014)。科學史教學對學生科學認識觀與概念學習的影響——不同教學順序的比較。科學教育學刊，22(3)，307-330。doi:10.6173/CJSE.2014.2203.04

5. 洪月女、靳知勤(2008)。科學寫作理論與教學之探討。《課程與教學季刊》，11(2)，173-192。
6. 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
7. 施教旺、張淑娟(2012)。以任務特性觀點探討創新創意專案的學習效果。《科學教育學刊》，20(5)，461-482。doi:10.6173/CJSE.2012.2005.04
8. 柯華葳(2004)。作文評分標準研究。《華語文教學研究》，1(2)，15-32。
9. 許良榮(2009)。科學遊戲之教學設計與科學展覽應用。《科學教育月刊》，316，43-48。
10. 國家教育研究院(2018)。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：2019年12月17日，檢自<https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/27888/82352.pdf>。
11. 黃俊儒(2000)。不一樣的風貌——科學普及工作的管道與突破。《科學月刊》，31(1)，23-26。
12. 靳知勤(2009)。大學生對科學寫作態度量表之發展研究。《課程與教學季刊》，12(4)，113-140。doi:10.6384/CIQ.200910.0113
13. 靳知勤(2013)。大學生對科學寫作態度與相關能力知覺之研究——科學寫作課程的影響。《課程與教學季刊》，16(2)，89-114。doi:10.6384/CIQ.201304_16(2).0004
14. 靳知勤(2016)。以科學探究培養科學主修大學生科學寫作與報導能力之行動研究(MOST 103-2511-S-142-004-MY3)。臺北市：科技部。
15. 靳知勤(2018)。運用寫作認知歷程策略提升大學生的科學主題寫作表現。《科學教育學刊》，26(3)，261-282。doi:10.6173/CJSE.201809_26(3).0004
16. 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
17. 葉晉嘉、鄭時宜、徐茂洲(2016)。效果量的重要性與及其在學術論文中的應用。《高應科大人文社會科學學報》，11(1)，93-109。
18. 謝瀛春(2006)。從科學傳播理論的角度——談臺灣的科普困境。《科普研究》，3，14-19。
19. 蘇明俊、羅豪章(2007)。科學寫作融入野外探究教學之研究。《教育研究與發展期刊》，3(2)，163-188。
20. Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., et al. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and Project-Based Learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 7(3&4), 271-311. doi:10.1080/10508406.1998.9672056
21. 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
22. Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159. doi:10.1037/0033-

2909.112.1.155

23. Hand, B., & Prain, V. (2004). A research program on writing for learning in science, 1992-2002. In C. S. Wallace, B. Hand, & V. Prain (Eds.), *Writing and learning in the science classroom* (pp. 47-66). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
24. Hasani, A., Hendrayana, A., & Senjaya, A. (2017). Using Project-Based Learning in writing an educational article: An experience report. *Universal Journal of Educational Research*, 5(6), 960-964. doi:10.13189/ujer.2017.050608
25. Kamalski, J., Sanders, T., & Lentz, L. (2008). Coherence marking, prior knowledge, and comprehension of informative and persuasive texts: Sorting things out. *Discourse Processes*, 45(4-5), 323-345. doi:10.1080/01638530802145486
26. 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
27. Kızıkan, O., & Bektaş, O. (2017). The effect of Project-Based Learning on seventh grade students' academic achievement. *International Journal of Instruction*, 10(1), 37-54.
28. Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. (2006). Project-Based Learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317-334). New York, NY: Cambridge University Press.
29. Lin, C.-S., Ma, J.-T., Kuo, K. Y.-C., & Chou, C.-T. C. (2015). Examining the efficacy of Project-Based Learning on cultivating the 21st century skills among high school students in a global context. *Journal on School Educational Technology*, 11(1), 1-9.
30. Monash University. (n.d.). *Science: Scientific writing*. Retrieved September 16, 2019, from <https://guides.lib.monash.edu/science/writing>
31. National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academies Press.
32. National Research Council. (2012). *A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
33. Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240. doi:10.1002/sce.10066
34. Osborne, J. (2002). Science without literacy: A ship without a sail? *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 203-218. doi:10.1080/03057640220147559
35. Palincsar, A. S., & Magnusson, S. J. (2001). The interplay of firsthand and text-based investigations to model and support the development of scientific knowledge and reasoning. In S. M. Carver & D. Klahr (Eds.), *Cognition and instruction: Twenty-five years of progress* (pp. 151-194). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

36. Santangelo, T., Harris, K. R., & Graham, S. (2007). Self-regulated strategy development: A validated model to support students who struggle with writing. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 5(1), 1-20.
37. Wallace, C. S., & Hand, B. (2004). Using a science writing heuristic to promote learning from laboratory. In C. S. Wallace, B. Hand, & V. Prain (Eds.), *Writing and learning in the science classroom* (pp. 67-89). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
38. Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23. doi:10.1007/BF02504682
39. Williams, D. L. (2017). *The impact of Project-Based Learning on fourth-grade students' understanding in reading*. Unpublished doctoral dissertation, Capella University, Minneapolis, MN.
40. Yore, L. D., Hand, B. M., & Prain, V. (2002). Scientists as writers. *Science Education*, 86(5), 672-692. doi:10.1002/sce.10042
41. 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

Science Majors' Awareness and Performance in the Practices of Science-Inquiry Writing

Chi-Chin Chin *

Department of Science Education and Application, National Taichung University of Education

Abstract

The purpose of this one-semester-long study focused on science-majors working on small-group basis for developing inquiry-based reading materials from a science-fair outstanding masterpiece for primary students. Project-Based Learning was emphasized as the theory-basis. In the beginning, the purpose of project was introduced; a sample text and a grade rubric were given to them to assist their understanding of the evaluation criteria of a submitted masterpiece. Students then worked together to do their rewriting to inquiry-based narrative-oriented readings. During this process, several tasks were offered to students as scaffold for fulfilling the assigned task. Two mid-term reports were arranged for students to share and revise their semi-products based on peers' comments. In addition, the researcher advised each group to pay special attention to visual representations, figure modifications, and the argumentation and decisions embedded in the context of the text. Mixed methods were used for collecting information from students. Results revealed (1) this project had a small-size effect on intention and likeness of students' attitudes toward scientific writing; (2) students' awareness of the importance toward and their competence of science education were significantly improved after the project; (3) the final student products revealed students' strengths and shortcomings. At the end of the study, for the purpose of improving the design of this project for future investigation, the researcher collected comments from the students on what they had gained through the study, what they found to be obstacles, and what they believed were the benefits of the instructional strategies of the project. It was concluded that the tasks experienced in this Project-Based Learning had enhanced students' awareness and practice of abilities in science education. The findings from this study hopefully will be implicated in developing a course for nurturing college students with the abilities in science popularization.

Key words: Science Popularization, Scientific Writing, Inquiry, College Science Majors, Project-Based Learning

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