

運用寫作認知歷程策略提升大學生的科學主題寫作表現

靳知勤*

國立臺中教育大學 科學教育與應用學系

摘要

本研究針對45位修習科學寫作課程之大學生，利用寫作認知歷程策略之計畫、轉譯與回顧過程，以國小高年級學童為閱讀對象，就全球暖化從事寫作。在寫作歷程中，首先由研究者進行寫作規準的介紹，並示範科普作品的解析；繼之請學生依據全球暖化主題訂定題目，並寫出計畫綱要；隨後撰寫文本。再之，依所撰寫之計畫及文本，安排小組進行多次的分享與討論，以協助每位學生從事檢查的歷程；最後由學生進行修訂與精緻作品的任務。本研究依據寫作認知歷程模式所發展之規準，評量學生所撰之初稿(版本一)與修訂後的版本二。結果顯示：學生在「想法內容」向度上，除「全球暖化影響之描述」在版本二的表現有顯著提升外，其餘各規準均無差異。在「表達性」與「組織性」向度中的各規準，其版本二得分皆顯著高於版本一。本研究指出寫作認知歷程策略之應用，有助於大學生的主題寫作。本文亦蒐集學生的回饋心得，與量化結果符應。本文另就未來科學寫作教學及研究，提出省思與建議。

關鍵詞：大學生、全球暖化、科學寫作、寫作認知歷程模式

壹、前言

自「科學素養」概念被提出之後，增進大眾對於科學知識的瞭解，乃成為各國科學教育的重要目標(靳知勤，2007；Miller & Januszyk, 2014; Webb, 2010)。而為提升國民科學素養，且有效推廣科學教育，科學寫作與出版專業人才之養成，實不可或缺。然而有關科學之普及現況面臨科學寫作人才不足、專門培育機構短缺、專家學者自限於科學社群、以及傳媒對科學知識的疏離等問題

(謝瀛春，2006)。教育部與國科會於2002年所提出之「科學教育白皮書」中，也指出科普讀物質量低落問題，確為臺灣科學教育的重大困境(教育部，2002)。且現存之大眾科學教育養成問題，亦須透過包含出版科普文本之策略，加以改進(靳知勤，2014)。基此，為突破此一困境，培育優秀之科學寫作人才，養成其知識轉化與傳播能力，實為當前教育重要課題之一。

科學寫作教學雖已投入臺灣教育久矣，但教學對象多為中、小學生，且往往作為提

*作者通訊：靳知勤，chin@mail.ntcu.edu.tw

(投稿日期：民國107年7月27日，修訂日期：民國107年9月21日，接受日期：民國107年9月25日)

升學生科學相關知識與本質之手段。至於在大學中實施科學寫作，也多為提供學習與理解科學概念的機會。反觀以轉化與表達科學知識為訴求，使其具備科學文本撰寫與科學知識普及能力者，則少見之(靳知勤，2013)。由於從事科學知識之轉化與表徵，首須對科學領域有所涉入與瞭解；故此培養此類人才當以科學專業主修者為優先，且應注重主題文本之撰寫，以符應科學所具備之說明自然現象的本質(靳知勤，2009)。

若論及科學寫作從主題切入，以澳洲蒙那許大學(Monash University)的語言學習網站(Language and Learning Online Home)為例(Monash University, 2018)，即曾指出主題式寫作可分為藝術設計、藝文、商業經濟、教育、資訊科技、工程、法律、醫學、藥學與科學等十大領域；而從事科學主題文本寫作，則建議應關注閱讀對象的多元性，其中包括了科學專業與非科學專業背景的大眾。而如何依據讀者需求，將科學知識清楚表徵，並注重內容的正確與適當性，乃為科學主題文本寫作之重點。再者，相較於文學作品中的情感抒發與意念表達，科學文本著重於理性知識的呈現，文詞應力求淺顯易懂、正確無誤的說明；寫作者在特定科學主題下，結合自我長期記憶與先備知識，依據主題情境，撰寫符應讀者需求的文章，是為科學主題寫作之重心。故此，科學主題文本與資訊化文本(informative text)的性質相近，可讓學生在既有之寫作環境下，依循主題與自我知識經驗，結合證據與情境脈絡，將科學知識及訊息傳達給讀者，以達科學教育推廣的目的。綜言之，撰寫科學文本除須留意與主題相關內容的正確性外，在文字的組織與表達上，也須合乎寫作對象的需要。

基此理念，本研究乃以科學主修之大二

學生為寫作者，並設計科學寫作課程提供科學寫作教學，於其中融入寫作任務，指定其針對國小高年級學生撰寫特定主題「全球暖化」之文本。另因科學寫作之主題化取向，注重其發展過程間之認知歷程，是以乃援引「寫作認知歷程模式」為策略，希冀協助學生提升其寫作表現。故本研究之目的旨在探討學生在此一模式融入科學寫作課程之初(版本一)及之後(版本二)的撰文表現有何改變，另以回饋問卷及訪談蒐集有關學生所獲能力增長的質性資料。據此，本研究之待答問題包括：

- 一、學生在本課程前後兩次文本的「想法與內容」之各項規準表現是否提升？
- 二、學生在本課程前後兩次文本的「組織性」之各項規準表現是否提升？
- 三、學生在本課程前後兩次文本的「表達性」之各項規準表現是否提升？
- 四、大學對在從事科學文本寫作後的回饋心得為何？

貳、文獻探討

一、科學主題文本與資訊化文本之意涵

本研究以科學主修大學生為對象，由其撰寫與科學主題相關之文本，既屬「科學文本」，也是「主題文本」，故在內容方面須符合呈現科學相關資訊的要求。就此，乃與所謂「資訊化文本」的定義相符。以下先就資訊化文本說明其意義。

早年，德國學者Reiss (1971)經統整諸多相關研究後，歸納出文本類型可分為強調內容或信息(inhaltsbetone)、強調語言形式(formbetone)與強調對讀者的感召力

(appellbetone)三種，亦即資訊化文本、表達性文本(expressive text)與感召性文本(operative text)。其中資訊化文本係以傳達事實資訊為主，例如新聞報導文本、評論報告、官方文件、教科書、學術文章、契約文書等均屬之。寫作者在既定主題下，如何客觀正確地傳達資訊，著重內容之邏輯組織，並為讀者所瞭解，即為資訊化文本的特點(Kamalski, Sanders, & Lentz, 2008)。Reiss也指出，由於資訊化文本常是實事求是，由論述的客體出發，因此文章的風格、句法、用字遣詞皆有一定的規範，其架構較表達性文本嚴謹。

又根據Vanmaele與Lowyck (2005)的整理，資訊化文本係屬目標導向，旨在以內容、文本結構及語言來呼應主題、寫作主旨與寫作對象；換言之，資訊化文本須將知識予以妥善組織，以明白表徵特定的寫作主題。是以他們指出資訊化文本的評量首重與撰文目標的契合，主要包括內容與結構是否與主題一致；再則為內容是否正確完備；至於在文本結構方面，則以是否具備引言、主體與結論；最末，有關語言修辭方面則著重所使用的語詞是否正確、達雅等。

文本的形式可區分為敘述式文本和說明式文本兩類(Berman & Nir-sagiv, 2007)。敘述式文本旨在講述一個故事，具有「故事語法」的結構，包括背景、主題、情節與結局等元素(Rasmussen, 2005)。透過此系統，讀者能將敘述式文本分析為一些事件和狀況的階層，從而理解文本內容。反觀說明式文本則在告知學生新的訊息，其功能在於呈現解釋事實、資料、規律與理論訊息(Akhondi, Malayeri, & Samad, 2011)。一般科學性文章如科學、社會、歷史等即屬以說明式文本形式呈現(楊文金, 2011)。由此可知，科學主題文本屬於說明式文本，而對同樣以傳遞知識、

教育大眾之資訊化文本而言亦然。

二、科學文本評量的面向與規準

在介紹科學寫作的評量策略之前，首先需陳述評量的基本理念。寫作是一種實作的歷程，而作品為其結果；是以，有關寫作品質的評量本質乃屬實作評量，所評量的對象為作品本身(Montgomery, 2002)。作品源自於作者的想法，透過創作歷程，以作品的方式呈現，意圖與作者的理念、想法呼應(王小萍, 2015；黃永和, 2012)。作品像是創作者的符號語言，將義理蘊含於文字，這些文字除了具有思想外，也有實質的內容。比方說，讓讀者獲得對人、事、物的知識，以及藉由知識的結構所組織而成的情境系統。所以，經寫作所得的作品自然地內蘊主題旨趣，且透過文字內容及其組織、結構予以鋪陳。對於實作的結果所做的評量，並非藉給予一個絕對分數來評定品質；反而需要綜合考量上述多個面向的表現來做評斷；基於評量的理念與策略，乃有規準的評量策略可供使用(林佩樺、彭淑惠、藍珮君, 2011；楊淑華、葉憲峻、王暄博, 2009；Covill, 2012)。

有關規準係指不同的表現面向，而在各面向之下，各有若干等級，不同等級有其最低的符合標準。透過此般規準及等級標準的判讀，可以評定一個作品的等級。通常每個規準會包含一個標準的列表，這些列表和呈現出來的寫作所需達成的成效呼應(H. G. Andrade, 2000)。對於任一個規準中的標準而言，通常會有四到六個等級來分別描述寫作在各該等級中的品質程度(H. L. Andrade, Wang, Du, & Akawi, 2009)。

就寫作評量的規準內涵，張新仁(2004)在其所修訂之「作文評定量表」中，分為內容思想、文字修辭、組織結構等三部分。而

柯華葳(2004)也指出教師在從事寫作評量的標準，大多是以「語言(包含文字、修辭、文法)」、「組織」及「內容」為主。Saddler與Andrade (2004)評量寫作的規準包括(一)內容；(二)組織；(三)用字(word choice)；(四)聲調(voice and tone)；(五)句構(sentence structure)；(六)慣例(convention)。事實上，這六項中的「用字」與「句構」與「表達」相符，至於「慣例」則與標點、格式等有關，亦可彙整於「表達」之中。在國內其他相關研究，例如蘇明俊與羅豪章(2007)也認同採取「想法內容」、「組織性」與「表達性」三者，做為評量科學寫作之重要面向的看法。

本研究基於科學文本既然是以科學為主題的資訊化文本，應著重文章的內容想法、組織性與表達性之呈現。此外，資訊化文本不似文學寫作般偏重情感的抒發與流露，亦與科普文學強調知性與感性的結合表達有差異(潘震澤，2006)；因此在特定主題下，如何將科學知識化繁為簡，以淺顯清楚的文字表達，便於讀者瞭解，實乃資訊化文本寫作目的。而以此三個面向做為評量規準，一方面能涵蓋寫作評量的重要面向，另一方面亦便於實務操作，發展各等級所相應的標準。

三、主題文本寫作教學策略

根據學者的研究指出，藉由寫作策略的運用，能幫助學生依特定步驟完成寫作任務(De La Paz, 2001; Mason, Harris, & Graham, 2011)。Monroe與Troia (2006)認為，教導學生適當的寫作策略，能提升學生的寫作態度、行為與寫作表現。Santangelo, Harris與Gramham (2007)也提出，透過寫作策略的運用，能在寫作歷程中簡化與組織複雜的寫作任務，對完成寫作任務所需的行動給予明確的解釋，並使寫作歷程的心智操作具體化。

由此可知，寫作策略的指導與精熟，不僅有助於學生寫作能力的增長，對於培養寫作自信與興趣，也具正面效益。

早期學者對寫作歷程的看法，較著重於寫作的先後順序上，把寫作分成一系列直線進行的階段。例如：Rohman (1965)提出寫作三階段為寫作前、寫作中與改寫；Elbow (1973)則將寫作歷程分為勾繪心中意念與將意念轉變為文字等兩個主要階段；Draper (1979)的寫作五階段模式包括寫作前、構思、起草、再構思及編修；Larsen與Hammill (1987)則將寫作分為準備、醞釀、寫作中及寫作後等四階段。陳弘昌(2000)更詳細的將寫作歷程分為審題、立意、運思、取材、擬定大綱、各自寫作及審閱等七個階段。

然而寫作歷程卻並非是直線發展的，也難以明確劃分不同階段。早期學者之觀點雖有其立論基礎，但當在實際運用於教學時，卻有其困難。又以寫作歷程實為著重寫作者內在心理的運思，屬於高層次認知歷程，是以後繼之學者為彌補此方面理論之不足，乃發展出寫作歷程的遞迴模式來取代早期的直線模式。遞迴模式是從心理層面探討寫作者在寫作過程中的思維。例如：在1980年代由Flower與Hayes (1981)所提出之「寫作認知歷程模式」，認為在寫作教學中，應關注「寫作者的長期記憶」、「寫作歷程」與「寫作環境」等三個層面(圖1)。而後，Bereiter與Scardamalia (1987)以此為基礎，提出「寫作知識轉換模式」(knowledge-transforming model)。此模式指出寫作時一方面要注重內容呈現，但同時應與文詞的組織與表達隨時進行交互作用，以求在撰寫與修訂間持續行使動態改進的過程，向前發展出一個品質提升的文本。

本研究過程中既然要求學生撰寫科學主

題文本，於是發展並運用適切之寫作教學策略，乃有其必要性。是以，研究者在發展本研究中之主題文本寫作教學策略時，考量到「寫作認知歷程模式」中之此三個面向對初學寫作者所具備之結構化特性，乃採Flower與Hayes (1981)所發展的模式。以下對此模式做一解析。

首先，注意參與本研究中從事撰文的學生之「長期記憶」部分，在全球暖化議題的知識上具備基礎；但另在對科學寫作的認知程度、對讀者的認識、寫作經驗的多寡、主題文本寫作的瞭解、寫作技巧能力等方面則屬初步接觸階段；因此，在教學過程中除透過講述教學與撰文練習之外，也運用主題科學文本之閱讀解析，希冀有利於學生瞭解

科學主題文本的定義、科學寫作的形式與內容，並增進其對寫作策略與技巧的認識。此外，由於學者(Norris & Phillips, 2003)強調閱讀與寫作應相輔相成；於此，在寫作所需的先備知識方面，乃將科學主題文本解析的教學融入本課程。

其二，在「寫作歷程」方面，Flower與Hayes (1981)強調須重視學生知識轉換與文詞表達的能力。對此，潘震澤(2006)指出好的科學寫作應兼具簡潔與創意；除傳達新的知識與觀念外，更應引人入勝。科學寫作並非單純呈現資料數據，而是向讀者敘說知識；故在寫作前，有關前置計畫的擬定；在寫作中與寫作後，亦要對文章從事回顧與修改。在本研究的教學設計中同時重視此二者，希冀

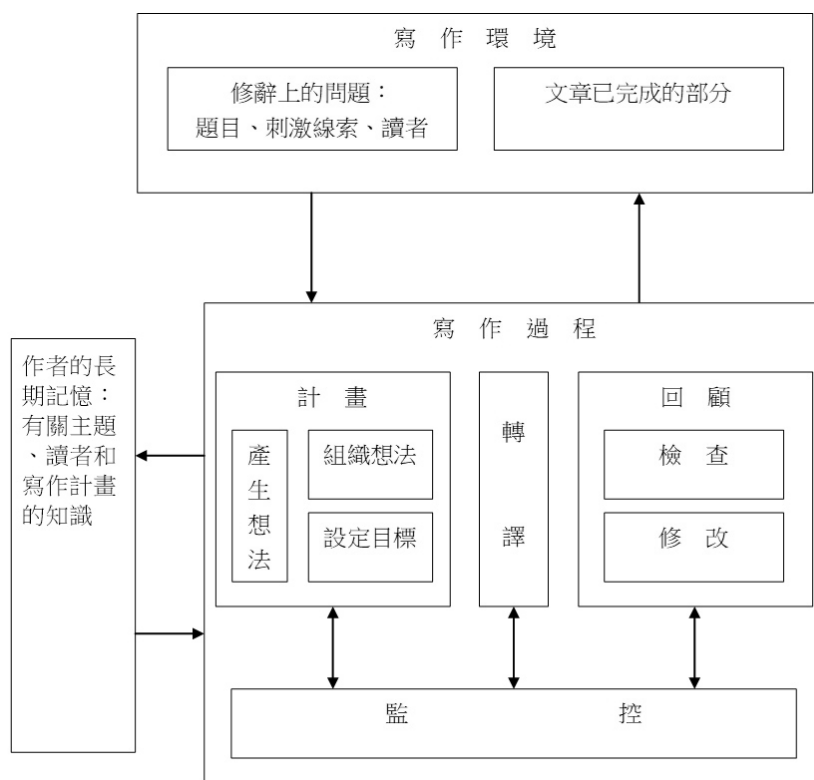


圖1：「寫作認知歷程模式」模式

資料來源：引自“A cognitive process theory of writing” by L. Flower & J. R. Hayes, 1981, *College Composition and Communication*, 32(4), p. 370.

培養學生正確的寫作態度，並讓學生在撰寫及改寫文章的過程中從事自我省思。

最末，在「寫作環境」部分，研究者訂定「全球暖化」為寫作主題，指導學生考量現有之事實證據、情境脈絡和讀者需求從事寫作；在寫作環境的制約下，讓學生發展適應以國小高年級學生為對象，以及以全球暖化為主題的寫作環境及條件從事創作的能力。

參、研究方法

一、研究情境與對象

本研究以研究者在某大學開授之科學寫作課程為情境，並以修習本課程之45位二年級科學主修學生為對象。

二、研究架構與流程

在研究架構部分，以研究者設計之科學寫作課程，進行一學期的教學研究。課程內容包括：科學寫作理論、科學寫作技巧、全球暖化撰文練習與改寫、科普文本賞析討論與寫作文章分析比較等，詳細課程架構參見表1。

(一)導入階段

在撰寫全球暖化文本初稿之前，首先指導學生認識本課程的目的、有關寫作文體的介紹、科學寫作的理論；尤其是以介紹本研究的理論依據——寫作認知歷程模式(Flower & Hayes, 1981)為主。藉此，以使學生覺察到寫作過程中要關注自身與所將從事的主題、讀者、寫作計畫的長期記憶部分；這個部分是在接獲寫作任務時，立即可以從事的省思。

另外，在寫作環境方面，則包含了寫作中作品已完成的部分，以及為了因應撰寫進行中完成的稿件內容，所思索與讀者、修辭及前後文句中呈現出線索以幫助讀者理解的部分；這部分是透過寫作進行對作者產生的即時刺激，對於本研究初期階段的學生而言，雖尚未實際從事文本的撰寫，但透過理論介紹展現其中的重點，期能有助於後續學生實際創作時的個人動態省思歷程。

至於理論的第三個部分，則是寫作的歷程；其中包括計畫、轉譯與回顧等三個步驟，期間並隨時進行監控，檢視文稿並修訂計畫及轉譯的方式。於是，在前後之間，在動態中隨時進行回顧與修訂，以保持作品呈現的穩定狀態。

表1：科學寫作課程流程

階段	周次	主要內容
1.導入	1	課程導入與介紹
	2~3	文類、文體與科學寫作理論介紹
2.發展	4~5	依據全球暖化擬定撰文題目與綱要
	6	撰寫全球暖化文本
3.精緻	7~8	教師依據認知歷程寫作模式示範科學文本分析
	9~10	學生進行科普文本分析練習
4.修訂	11~12	從事先前所撰全球暖化文本之修改
5.回饋	13~14	討論、比較兩次全球暖化文本
	15	課程心得回饋

(二)發展階段

而後，並示範若干科學寫作的作品，以供學生經閱讀後獲致觀摩與體驗。隨後由授課教師即研究者，指定一當前重要之全球暖化主題作為寫作的範圍，將學生分為3～4人為一小組，從事討論後，每一人思索自己所欲呈現的重點後，自訂題目，並以此發展出支持從事後續寫作的題綱。隨後依此，撰寫全球暖化文本的初稿(版本一)。

(三)精緻階段

在學生完成初稿(版本一)後，教師再選取若干範文，依據寫作認知歷程模式的要領，從事文本分析示範。藉此，引介文章的組織結構以及表達中用詞與句構的要領，並分享如何在撰文及審視文稿中實施監控的技巧，一方面協助學生建立監控的覺知，並讓學生能在後續修改文本的過程中，應用此能力。在教師講解分享後，學生隨即以自己所撰寫的初稿(版本一)，從事文本分析，藉以確認其中的優點與缺點。

(四)修訂階段

接下來，學生進入修訂階段，依據先前寫作認知歷程理論中之各元素，審視初稿的內容，並做修改(版本二)。

(五)回饋階段

最後，在修訂文本後，請學生將兩次文章做討論比較，一方面對科學寫作改變做自我檢視，使其認知文章改寫練習的重要性；另方面則回顧整個學習寫作的歷程中的收穫及心得，提供其回饋意見。

三、「全球暖化」科學主題文本評量規準

研究者參酌國內外有關科學寫作評量之

相關研究的作法(柯華葳，2004；蘇明俊、羅豪章，2007)，將本研究評量科學主題文章之規準設定為：「想法與內容」、「組織性」與「表達性」等三面向，以此含括科學知識內容與科學寫作技巧等要項。為考量撰文主題為「全球暖化」，且預設讀者為國小高年級學童，故在想法與內容部分，著重全球暖化重要概念的呈現與說明；在寫作技巧部分，則講求層次分明的組織結構、淺顯易懂的文字表達，以及吸引讀者興趣之內容敘述。

其中，第一部分之「想法與內容」向度包含：「全球暖化之原因敘述」、「溫室效應機制之說明」、「全球暖化影響之描述」、「全球暖化預防方法之敘述」、「全球暖化生活實例之說明」、「全球暖化迷思概念之提出」、「文章標題擬定」等七個規準。第二部分之「組織」向度包含了：「文章開頭引言敘寫」、「文章段落架構」、「文章層次敘寫」及「文章結論敘寫」等四個規準。第三部分之「表達」向度則包括「文章詞語運用方式」、「文章修辭句法使用」及「連接詞與標點符號之運用」等三個規準。每一個評量規準均由四個表現等級所組成，以供評分者就所撰文本呈現的實際狀況，予以評定由1～4之級分。

本規準於初稿編製完成後，先交由四位具科學教育專長並精熟本主題的學者審查，提供修訂意見，並經召開諮詢會議，就規準層面與等級計分逐項討論後定稿之(見附錄)。經研究者與專業研究群反覆討論與檢視後，本工具確保其內容的正確性與可靠性。本研究並對兩次的文本計算評分者信度，得到版本一與版本二的撰文評分者信度值分別為.95與.91。三個向度的信度值在版本一介於.86～.92之間，版本二則介於.88～.91之間。至於

各單項規準的信度值，在版本一介於.73 ~ .95之間，版本二之評分者信度值介於.77 ~ .96之間。兩次全球暖化文章在各項評量之一致性極高；且相關考驗亦呈現顯著差異，顯示評分者間之評分極為一致；各項評分者信度皆達到.70以上之水準。由此可看出，全球暖化文章評量規準的信度值高，可做為評量學生全球暖化文章之工具。

四、研究資料蒐集與分析

學生撰寫的第一次初稿(版本一)與後續修正之第二次文本(版本二)，交由兩位兼具環境教育、科學教育專長，並嫺熟科學寫作的評分者，依據各項規準，進行各自獨立的評分。在評分實務上，若兩位評分者間在45位大學生文本的評分中有不同的項目，則由評分者討論協商後，評定出獲致共識的等級。

在評定完畢所有的文本後，所得的數據輸入成為工作檔，再以SPSS 12.0中文版進行統計分析。並將兩次撰文評分做兩個版本間之卡方考驗與相依樣本 t 考驗，前者旨在檢定學生在兩次文本的等級得分分布是否相同，後者則是檢測學生的兩次撰文的得分是否有顯著的改變。另亦計算各向度及各項規準之前後測間的Cohen's d 值，以檢視其效果量；根據Cohen (1992)的建議，此值達到0.20為小效果量，達0.50為中效果量，達到0.80則為大效果量。

在學期末課程結束時，另請學生撰寫課後回饋心得作業，此外並邀請3名學生從事半結構式訪談。訪談的題綱主要聚焦在從事撰文的過程所得到的收穫有哪些？獲得了哪些能力？有哪些心得？以及回顧及修訂文本對其有何影響？等等。這些訪談的資料，在轉錄成逐字稿後，經歸納分析後所得之結果，一方面與量化結果相互配合，以強化研究結

果之精確性與推論性，另方面則是將由不同來源的這兩份資料分析所得的結果相互佐證，做為三角校正之用。

肆、研究結果

本節將依據本研究發展之評量規準、前後兩次文本在「想法與內容」、「組織性」與「表達性」等三大向度得分之卡方考驗與 t 考驗結果，以及學生在從事科學文本寫作中，自陳所習得的能力等三個方面撰寫本研究之結果。

一、「想法與內容」向度的改變情形

表2呈現學生在科學寫作課程前後，於「想法與內容」向度中之各規準得分分布的情形，以及以卡方考驗檢定各規準在兩次得分分布間的差異情形。檢定結果發現在「想法與內容」向度中之各規準，在兩個版本的名級分中均無顯著差異。

表3則是呈現「想法與內容」向度中之各規準在版本一與版本二的得分平均，並以 t 考驗檢定其差異與否。從平均數可知：學生在「全球暖化迷思概念」($M = 3.38$)「文章標題擬定」($M = 3.20$)兩項的表現較佳。換言之，學生呈現與全球暖化有關的迷思狀況並不嚴重，且所擬定的文章標題能與該主題關連，可被讀者所理解。但另五項規準均低於3分的水準；其中「溫室效應機制之說明」的成績最低($M = 2.04$)；而「全球暖化生活實例之說明」則為次低項目($M = 2.58$)，呼應了說明溫室效應機制屬難度較高的任務，以及運用生活化方式呈現科學資訊的限制。

至於在課程末，就原文本修訂的版本二中，七項規準的排序除了「全球暖化影響

之描述」由第五位提升至第四位，而「全球暖化預防方法之敘述」由第四位降至第五位外，其餘五項的排序皆與版本一時相同。

若就得分而言，版本二的「全球暖化迷思概念」維持在3分以上，另「全球暖化之原因敘述」則提升至3分，但無顯著性。其他五項規準則都在2 ~ 3分之間，尤其是「溫室效應機制之說明」的分數只有2.07。

若以 t 考驗衡量，在兩次文本間，僅「全球暖化影響之描述」有顯著提升，呼應前述有關排序由第五位提升至第四位的結果。至於其他五項則在課程前後之間，皆無顯著差異。但若以Cohen's d 值觀之，也可發現學生在兩次文本間，有「全球暖化之原因敘述」($d = 0.46$)、「文章標題擬定」($d = 0.36$)、「全球暖化預防方法之敘述」($d = 0.30$)和

表2：學生的兩個寫作版本在「想法與內容」向度中各規準得分分布之卡方檢定

規準	版本別	1	2	3	4	χ^2 值	p 值
全球暖化之原因敘述	版本一	1 (2.2%)	10 (22.2%)	27 (60.0%)	7 (15.6%)	0.77	.86
	版本二	1 (2.2%)	8 (17.8%)	26 (57.8%)	10 (22.2%)		
溫室效應機制之說明	版本一	21 (46.7%)	8 (17.8%)	9 (20.0%)	7 (15.6%)	0.08	.99
	版本二	20 (44.4%)	9 (20.0%)	9 (20.0%)	7 (15.6%)		
全球暖化影響之描述	版本一	3 (6.7%)	12 (26.7%)	25 (55.6%)	5 (11.1%)	3.30	.35
	版本二	1 (2.2%)	7 (15.6%)	29 (64.4%)	8 (17.8%)		
全球暖化預防方法之敘述	版本一	4 (8.9%)	8 (17.8%)	32 (71.1%)	1 (2.2%)	0.40	.94
	版本二	4 (8.9%)	7 (15.6%)	32 (71.1%)	2 (4.4%)		
全球暖化生活實例之說明	版本一	7 (15.6%)	13 (28.9%)	17 (37.8%)	8 (17.8%)	0.29	.96
	版本二	7 (15.6%)	12 (26.7%)	16 (35.6%)	10 (22.2%)		
全球暖化迷思概念之提出	版本一	0 (0%)	7 (15.6%)	14 (31.1%)	24 (53.3%)	2.67	.26
	版本二	0 (0%)	6 (13.3%)	13 (28.9%)	26 (57.8%)		
文章標題擬定	版本一	3 (6.7%)	9 (20.0%)	9 (20.0%)	24 (53.3%)	3.43	.33
	版本二	0 (0%)	9 (20.0%)	12 (26.7%)	24 (53.3%)		

表3：學生的兩個寫作版本在「想法與內容」向度得分之相依樣本 t 考驗($N = 45$)

規準	版本別	平均數	標準差	t 值	p 值	d 值
全球暖化之成因敘述	版本一	2.89	0.68	1.530	.133	0.46
	版本二	3.00	0.71			
溫室效應機制之說明	版本一	2.04	1.15	0.374	.710	0.11
	版本二	2.07	1.14			
全球暖化影響之描述	版本一	2.71	0.76	3.080	.004	0.93
	版本二	2.98	0.66			
全球暖化預防方法之敘述	版本一	2.67	0.67	1.000	.323	0.30
	版本二	2.71	0.69			
全球暖化生活實例之說明	版本一	2.58	0.97	0.440	.660	0.13
	版本二	2.64	1.00			
全球暖化迷思概念之提出	版本一	3.38	0.75	0.900	.372	0.27
	版本二	3.44	0.73			
文章標題擬定	版本一	3.20	0.99	1.180	.208	0.36
	版本二	3.33	0.80			
向度總計	版本一	2.78	0.45	2.610	.012	0.23
	版本二	2.88	0.42			

「全球暖化迷思概念之提出」($d = 0.27$)等四項具有小效果量；至於「全球暖化影響之描述」($d = 0.93$)則具大效果量。此等變化亦可說明，本課程對於修改文本在這些項目中所具有的影響效果。

二、「組織」向度的改變情形

表4呈現學生在科學寫作課程前後，於「組織」向度中之各規準得分分布的情形，以及以卡方考驗檢定各規準在兩次得分分布間的差異情形。檢定結果發現在「組織」向度中之各規準，均有顯著差異。經事後比較後，得到在「文章段落架構」和「文章層次敘寫」兩項規準中，呈現出2級分為「版本一」大於「版本二」，而4級分為「版本二」大於「版本一」的結果。「文章結論敘寫」則是2級分與3級分為「版本一」大於「版本二」，而4級分為「版本二」大於「版本一」的結果。至於「文章引言敘寫」則無差異。

若以 t 考驗檢定，從表5得知，學生在版本二之「組織」向度得分，顯著高於版本一；在各規準中之版本二表現，亦皆顯著高於版本一。且此向度中之四項規準在版本一與版本二的排序不變，二者由高至低依序均為「文章結論敘寫」、「文章引言敘寫」、「文章段落架構」與「文章層次敘寫」。其

中，前三項規準在版本二時的分數，都超過3.00分。至於「文章層次」雖未達此程度($M = 2.96$)，但亦已接近。由版本二平均可知：學生對於做引言與結論的掌握程度較高；相較之下，學生將主要與次要概念做適當的鋪陳，使得文章具有層次的能力，則是此向度中程度最低的項目。

另以Cohen's d 值衡量， d 值最高者為「結論敘寫」($d = 2.51$)，次為「段落架構」($d = 2.34$)與「文章層次」($d = 2.09$)，最末為「文章引言」($d = 1.18$)。惟此4項規準均達到大的效果量。

三、「表達」向度的改變情形

表6呈現學生在科學寫作課程前後，於「表達」向度中之各規準得分分布的情形，以及以卡方考驗檢定各規準在兩次得分分布間的差異情形。檢定結果發現在「表達」向度中之各規準，均有顯著差異。經事後比較後，得到在「語詞運用」和「文章修辭句法」兩項規準中，呈現出2級分為「版本一」大於「版本二」，而4級分為「版本二」大於「版本一」的結果。「連接詞和標點符號運用」則是2級分與3級分為「版本一」大於「版本二」，而4級分為「版本二」大於「版本一」的結果。

表4：學生的兩個寫作版本在「組織」向度中各規準得分分布之卡方檢定

規準	版本別	1	2	3	4	χ^2 值	p 值	事後比較
文章引言敘寫	版本一	3 (6.7%)	14 (31.1%)	16 (35.6%)	12 (26.7%)	5.61	< .001	n.s.
	版本二	2 (4.4%)	7 (15.6%)	14 (31.1%)	22 (48.9%)			
文章段落架構	版本一	3 (6.7%)	18 (40.0%)	24 (53.3%)	0 (0%)	17.31	< .001	2：一>二；4：二>一
	版本二	1 (2.2%)	6 (13.3%)	28 (62.2%)	10 (22.2%)			
文章層次敘寫	版本一	4 (8.9%)	21 (46.7%)	20 (44.4%)	0 (0%)	18.65	< .001	2：一>二；4：二>一
	版本二	2 (4.4%)	6 (13.3%)	29 (64.4%)	8 (17.8%)			
文章結論敘寫	版本一	0 (0%)	11 (24.4%)	30 (66.7%)	4 (8.9%)	38.66	< .001	2：一>二；3：一>二， 4：二>一
	版本二	1 (2.2%)	3 (6.7%)	9 (20.0%)	32 (71.1%)			

註：n.s. 表示其改變未達統計顯著水準。

表5：學生的兩個寫作版本在「組織」向度得分之相依樣本 t 考驗($N = 45$)

規準	版本別	平均數	標準差	t 值	p 值	d 值
文章引言續寫	版本一	2.82	.91	3.92	< .001	1.18
	版本二	3.24	.88			
文章段落架構	版本一	2.47	.63	7.76	< .001	2.34
	版本二	3.04	.67			
文章層次敘寫	版本一	2.36	.65	6.94	< .001	2.09
	版本二	2.96	.71			
文章結論敘寫	版本一	2.84	.56	8.32	< .001	2.51
	版本二	3.60	.72			
向度總計	版本一	2.62	.52	11.84	< .001	1.08
	版本二	3.21	.57			

表6：學生的兩個寫作版本在「表達」向度中各規準前後測得分分布之卡方檢定

規準	版本別	1	2	3	4	χ^2 值	p 值	事後比較
語詞運用	版本一	0 (0%)	22 (48.9%)	23 (52.1%)	0 (0%)	45.02	< .001	2：一>二；4：二>一
	版本二	0 (0%)	0 (0%)	22 (48.9%)	23 (51.1%)			
文章修辭句法	版本一	0 (0%)	20 (44.4%)	25 (55.6%)	0 (0%)	24.43	< .001	2：一>二；4：二>一
	版本二	0 (0%)	3 (6.7%)	32 (71.1%)	10 (22.2%)			
連接詞和標點符號運用	版本一	0 (0%)	12 (26.7%)	33 (73.3%)	0 (0%)	50.68	< .001	2：一>二；3：一>二；4：二>一
	版本二	0 (0%)	0 (0%)	14 (31.1%)	31 (68.9%)			

表7：學生的兩個寫作版本在「表達」向度得分之相依樣本 t 考驗($N = 45$)

規準	版本別	平均數	標準差	t 值	p 值	d 值
語詞運用	版本一	2.51	.51	11.89	< .001	3.59
	版本二	3.51	.51			
文章修辭句法	版本一	2.56	.50	8.12	< .001	2.45
	版本二	3.16	.52			
連接詞和標點符號運用	版本一	2.73	.45	11.40	< .001	3.44
	版本二	3.69	.47			
向度總計	版本一	2.60	.31	19.19	< .001	2.53
	版本二	3.45	.36			

以 t 考驗檢定，從表7得知，學生在版本二之「表達」向度得分明顯高於版本一；且在各規準中之版本二表現，皆顯著高於版本一。三項規準的Cohen's d 值均達到大的效果量；尤其是「語詞運用」和「連接詞和標點符號運用」的 d 值甚至達到3.50上下。至於在排序上，「連接詞和標點符號運用」在版本一與版本二時均居首位；版本一時分居第二位與第三位的「文章修辭句法」、「語詞運用」，在版本二時的排序則互易。

承上可知，經此課程，學生撰文確有進步；無論在想法與內容、文章組織與表達上，皆有成長，但在三個向度的成長幅度有所不同。

若以量尺的中點2.50分做為衡量指標，在「想法與內容」版本一的七項規準中，有六項高於此中點；最低的規準為「全球暖化生活實例之說明」。到了版本二時，情形亦與版本一時相同。七個規準從版本一至版本

表8：學生自陳在從事科學文本寫作中的收穫

收穫項目	人數	收穫項目	人數
文章寫作技巧與能力進步	35	促進相關科學知識的融會貫通	18
提升批判思考能力	31	能以淺顯易懂通暢的文句表達	15
增加文章組織能力	26	瞭解具備科學知識對從事科學寫作的重要性	15
溝通表達能力提升	22	增加對科學文章的理解能力	10
關注讀者心智發展與閱讀動機的重要性	22	覺知到深層思考能力的重要性	10
		能調整文章整體的組織架構	7

二間的分數提升程度，介於0.03～0.27之間。

在版本一，「組織」向度的四項規準中，有兩項高於此中點。較低的兩項分別是「文章段落架構」與「文章層次敘寫」。到了版本二時，四項規準均超越此一水準。四個規準從版本一至版本二提升的分數，介於0.42～0.76之間。

至於「表達」向度的三項規準，於版本一時皆已高於2.50之中點分數。版本二時，這3項的分數都高於2.00分。三項規準從版本一至版本二間提升的分數，介於0.60～1.00之間。

三個向度版本一的總平均介於2.60～2.78之間，差距不大。但版本二的分數由高至低為「表達性」($M = 3.45$)、「組織性」($M = 3.21$)、「想法與內容」($M = 2.88$)。由版本一至版本二之分數提升多少之順序亦同。

四、學生回饋意見分析

在期末課程結束後，45名學生亦針對課程提出回饋意見。這些資料經質性分析後，得到表8中的11個項目：從位居前四位的收穫項目，可知其皆與寫作技巧以及與之有關的組織、批判思考及溝通表達能力有關。其中，有35位學生較籠統的指出文章寫作的技巧進步了；亦有22位學生表示因寫作及後續的修改過程，乃覺察到讀者心智發展與閱讀

動機的重要性。至於，在所需的知識方面，有18位學生表示為了從事特定主題的寫作，乃對與其相關的知識有所融會貫通；另也有學生覺察到從事主題寫作時，具備科學知識的重要性($N = 15$)。此外，因為主題寫作之資訊化文本特性所致，學生也依據寫作的目的調整文句使其淺顯易懂，以利讀者閱讀($N = 15$)。另位居十一個項目之末的一項雖僅有7位學生，但他們的看法主要聚焦在經由文本的改寫修訂後，能將第二次文本的整體架構調整得更具層次感；這是較具體的指出回顧與修訂做為寫作能力養成的一部分。

以下另引述學生的訪談資料，以供佐證。例如s112在回答其學習收穫時，指出將文章組織成具有架構，且注意文句修辭使能達意，亦強調科學知識做為科學主題寫作的基礎，並藉此探究與該主題有關的內涵：

可培養構成一篇文章的組織性，將豐富的內容，藉由文字的傳導給讀者以及審視文章的能力；將一些詞句做修改，使其更精緻化。另一方面，可使科學知識更精進，因為要想出好的文章，作者需有一定的科學知識，因此可激勵作者針對主題做出更多的研究。(s112)

另以下列兩位學生s110及s133為例，其均在回答時，強調寫作、檢視、修改的過程，不惟增進對文句的敏感度；換言之，即

是運用合宜的文詞，並使之通順；還加強了文章的組織結構。而他們在文中不只一次提及改寫過程令其有機會從事審視，以使文章精進，能力也得以成長：

研究者：從練習寫作中，你有那些收穫？

受訪者：在寫作中藉由修改自己的文章，增加了對文句的敏感度。因為自己在撰文時，腦中所想的文句在手中寫出來會不一樣，譬如常在文句中會寫很多贅字，或錯字。可是因為作文的時間限制等因素，讓我們在寫作完後無法回頭審視。但若有機會回頭審視，就可多磨練自己對文句的敏感度。還有用字修辭的部分，在第一次寫作時，無法好好地對文句進行修飾，使文句更美更活潑。這樣的問題在第二次審視時都可以改善，讓文章更好。(s110)

研究者：這些都是你在文章表達部分的收穫，除此之外還有哪些呢？

受訪者：再來，就是加強文章的內容架構和邏輯思考。在撰文時腦子所想的東西偶爾會「跳針」，就是上文不接下文，或在架構的分配上不夠協調。像是開頭的第一段洋洋灑灑寫了五、六千字，可是剩餘後面幾段的字數加起來也才五、六千字，這樣的文章架構就有問題。透過運用寫作的策略，在第二次審視時，可以有效改善這些問題。(s110)

研究者：所以再次的回顧，可以修訂前面說的字詞表達，也可以檢視組織架構。

另一位學生(s133)的訪談意見如下：

藉由科學寫作練習，我認為幫助提升邏輯思考的習慣。當在回顧檢視文章時，發現文章內容跳來跳去，自己就要想辦法重新組織，一次講一件事，一直反覆看就可發現很多自己盲點，然後一直想，可以調整。另外在文字運用方面，就是練習表達能力，一再反覆寫的過程，可以更精簡明確，或更白話自然，口語表達能力也會有幫助。也正因为反覆思考，會讓自己對所陳述的主題深入瞭解、體會，就會很熟悉，把那個東西內化成自己價值觀的一部分。而除了自己的文章外，對於一般性事情分析思考的敏銳度也會提升。(s133)

從上述意見回饋的整理分析中，可以確定寫作認知策略應用於科學主題文本寫作教學，對學生具有正面助益。尤其在科學寫作技巧的成長上，文辭運用與表達能力，寫作表徵手法的運用、文章組織架構、批判分析的思考能力等，皆是多數學生回饋中，認為獲益最多者。而文章改寫練習，亦幫助學生從事自我檢視與省思；透過回顧與修訂的練習，學生一方面學到更多能力，使文章品質提升，另一方面也察覺並精進自我能力之不足。在內容想法方面，雖然學生的回饋不若在組織及表達面向般積極，但仍有部分同學認同科學寫作練習有助於科學知識的增長。

伍、結論、討論與建議

一、結論與討論

研究者針對本教學研究，歸結出下列兩點結論，並討論之。

(一)本課程教學，對於大學生科學寫作中之組織與表達能力有顯著提升

從量化結果得知，學生在科學寫作中之組織性與表達性，皆有顯著進步。而透過質性資料分析也發現，學生普遍認為本課程促進其批判思考、邏輯推理、組織架構等能力的提升，而在文詞運用與文章寫作能力上，亦有進步。此外，部分學生也認為科學寫作教學有別過傳統寫作教學，不僅在寫作前需有前置計畫擬定，文章的檢視與改寫亦是過去所沒有之經驗，而文章改寫使學生有機會能檢討自我的作品，同時省思文章缺點與能力不足之處，是為學習最大的收穫。

(二)大學生科學寫作中之想法與內容，經課程教學後雖有顯著改變，但其影響程度較組織與表達向度為低

由量化結果顯示，版本二之「想法與內容」面向得分顯著提升，但若分別就七項規準論，達到顯著提升者僅有「全球暖化影響之描述」一項；不若在版本二時，「組織性」及「表達性」面向中之各規準皆有顯著提升之現象。

就「想法與內容」中之多項規準未顯著提升的可能原因，研究者認為科學主修大學生熟知撰文主題——「全球暖化」議題，故能掌握主要概念與相關知識，在版本一之分數已屬較高；加上預設讀者為國小高年級學生，寫作者在科學知識的表達上，所能呈現的是主要的科學概念，故無必要對該主題之學理做較深入的解說與探討，乃在專有名詞的使用上也受限制，以避免超越國小學生的理解範圍。職是，大學生在撰文中之迷思概念這一項上均可得到較高的分數；但反觀「溫室效應機制之說明」則在兩次版本之得分均較低。從這分屬高分與低分結果的項目，可以知道主題文本寫作條件設定導致學

生在基本表現上的達成度與規準屬性是有所關係的。

另就效果量而論，雖七項中僅有「溫室效應機制之說明」與「全球暖化生活實例」未達到低效果量；但比起「組織」與「表達」向度的效果量程度較低。在質性資料部分，學生之意見回饋也多認同課程學習有助於組織與表達等科學寫作技巧的提升，但在將內容知識應用於主題寫作上的成長上，回饋意見較少。以上證據顯示本課程對學生在「想法內容」之影響，雖具正面效益，但其影響不如對「組織性」與「表達性」兩個向度的提升程度。

二、建議

本節依據研究結果，分別從科學主題文本寫作教學與未來研究等兩方面，提出下列建議：

(一)科學主題文本寫作教學方面

- 1.科學寫作人才不足為國內科普傳播困境之一，將科學寫作教學融入教育領域有其必要與重要性。尤其是國內大學校院為人才培育重鎮，可更積極投入科學寫作教育，以促進人才養成。若能培育科學寫作人才，乃能俾利科學教育推廣，進而提升國民科學素養。
- 2.科學主題文本的寫作涉及「科學與內容」與「組織、表達」等兩大區塊，前者和基礎科學知識及概念有關，需透過寫作策略與技巧予以實踐。依據本研究結果可知，科學主題內容之知識基礎並非於短期內可以迅速增長，尤其是在寫作生涯中所涉之主題其範疇也可能甚為廣泛，亦常須依時代潮流發表符應時事脈動之文本；是以，在未來從事科學主題文本的寫作教學時，

教學者除就本研究所應用的寫作認知歷程模式之外，應可再結合並強化知識轉譯的任務；這在Bereiter與Scardamalia (1987)所建構的「寫作知識轉換模式」中，指出了引導學習者一方面注重文詞組織與表達的內容呈現，但亦應即時性地持續進行動態性的資料蒐集、增補與修訂過程。如此，將使寫作歷程猶如探究歷程一般，在經歷問題中即時以新進資訊解決問題。

- 3.再者，本研究雖發現科學寫作教學對學生具正面影響，但以一學期的課程提供學生的課程內容與練習機會仍屬有限。研究者認為未來在規劃與設計科學寫作相關課程時，可增加寫作任務時數與內容的多元性，並讓學生能有更多的學習機會與實務經驗。

(二)在未來研究方面

- 1.本研究顯示學生在科學寫作各面向能力顯著提升，尤其在組織與表達能力上的效益更大。然而內容想法上的各規準成長有限，僅全球暖化影響的說明此項有顯著提升。在此方面為可供後續研究的項目之一。
- 2.本研究以科學主修大學生為對象，惟於後續相關研究中，可擴及語文相關科系學生或是有志於寫作之讀書會或社團成員從事相關課程的研討，藉此探討其科學寫作的成長等現象，以及與本研究之科學主修學生間之異同。
- 3.本研究以「全球暖化」為主題從事科學寫作教學研究，未來可以其他多元主題諸如：新興科技議題、科學新知、社會性科學議題等主題從事科學寫作練習，以探究

科學內容知識對於寫作表現的影響關係。

- 4.本研究以國小高年級學生為對象從事科學寫作教學研究，未來可以設定不同對象之讀者，例如：國中生、一般社會大眾等從事科學主題寫作練習，探討學生的寫作表現。以此，觀察學生從事寫作時，在設定不同讀者的條件之下，所作的調整或轉換。
- 5.本研究以「全球暖化」為主題從事科學寫作教學研究，僅只要求學生使用文字呈現相關內容。未來研究亦可從事後續進階性的要求，例如：配合圖表、資料的使用，使得科學主題文本中融入科學表徵的基本要件，藉此以探討學生使用多元表徵來呈現科學的能力。
- 6.本研究聚焦於以發展及運用規準對於一班大學生的寫作文本從事評量，未來可以再針對學生所撰寫的文本做內容分析，從質性資料的觀點，探查學生在寫作表現的特性與成長。
- 7.本研究的評量工具為「全球暖化主題文本評量規準」，係針對特定主題發展而來，具有專一性。然而，未來可以在後續研究中探討簡化本規準之可行性，藉以提供更精緻與效率之評量歷程。

誌謝

本研究獲科技部經費補助(NSC 96-2511-S-142-003-MY3)，並蒙兩位審查委員提供寶貴意見，特此致謝。

參考文獻

1. 王小萍(2015)。高中生寫作表現與作文長度、寫作創意之研究。資優教育季刊，136，25-36。
2. 林佩樺、彭淑惠、藍珮君(2011，6月)。「華語文寫作能力測驗」評分者一致性探討。發表於華語文能力測驗成果發表會，臺北市：國立臺灣師範大學。
3. 柯華蕙(2004)。寫作評分標準研究。華語文教學研究，1(2)，15-32。
4. 教育部(2002)。科學教育白皮書。臺北市：作者。
5. 張新仁(2004)。寫作的認知歷程研究：跨教育階段別、不同寫作能力的學生在不同寫作文體上的寫作歷程和寫作表現(I)(NSC 93-2413-H-017-014)。臺北市：行政院國家科學委員會。
6. 陳弘昌(2000)。國小語文科教學研究。臺北市：五南。
7. 黃永和(2012)。國小學童作文自我效能量表之發展。高雄師大學報：教育與科學教育類，32，1-24。
8. 楊文金(2011)。漢語與科學文本閱讀。臺北市立圖書館館訊，28(4)，1-15。
9. 楊淑華、葉憲峻、王暄博(2009)。寫作評量之研發與應用：以國小六年級記敘文為例。教育科學研究期刊，54(3)，139-173。
10. 靳知勤(2007)。科學教育應如何提升學生的科學素養——臺灣學術精英的看法。科學教育學刊，15(6)，627-646。
11. 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。
12. 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。
13. 靳知勤(2014)。臺灣所需優先解決的科學教育問題——科學教育與科學學者之觀點。教育學報，42(1)，53-76。
14. 潘震澤(2006年5月17日)。知性與感性的結合：談科學寫作。聯合報，E7版。
15. 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。
16. 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。
17. Akhondi, M., Malayeri, F. A., & Samad, A. A. (2011). How to teach expository text structure to facilitate reading comprehension. *The Reading Teacher*, 64(5), 368-372.
18. Andrade, H. G. (2000). Using rubrics to promote thinking and learning. *Educational Leadership*, 57(5), 13-18.
19. Andrade, H. L., Wang, X., Du, Y., & Akawi, R. L. (2009). Rubric-referenced self-assessment and self-efficacy for writing. *The Journal of Educational Research*, 102(4), 287-302.

20. Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1987). *The psychology of written composition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
21. Berman, R. A., & Nir-sagiv, B. (2007). Comparing narrative and expository text construction across adolescence: A developmental paradox. *Discourse Processes*, 43(2), 79-120.
22. Cohen, J. (1992). Quantitative methods in psychology: A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159.
23. Covill, A. E. (2012). College students' use of a writing rubric: Effect on quality of writing, self-efficacy, and writing practices. *The Journal of Writing Assessment*, 5(1). Retrieved August 25, 2018, from <http://www.journalofwritingassessment.org/article.php?article=60>
24. De La Paz, S. (2001). Stop and dare: A persuasive writing strategy. *Intervention in School and Clinic*, 36(4), 234-243.
25. Draper, V. (1979). *Formative writing: Writing to assist learning in all subject area*. Berkeley, CA: University of California Press.
26. Elbow, P. (1973). *Writing without teachers*. New York: Oxford University Press.
27. Flower, L., & Hayes, J. R. (1981). A cognitive process theory of writing. *College Composition and Communication*, 32(4), 365-387.
28. 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.
29. Larsen, S., & Hammill, D. D. (1987). *Assessing the writing abilities and instructional need of student*. Austin, TX: Pro-Ed.
30. Mason, L. H., Harris, K. R., & Graham, S. (2011). Self-regulated strategy development for students with writing difficulties. *Theory into Practice*, 50(1), 20-27.
31. Miller, E., & Januszyk, R. (2014). Guest editorial: The NGSS case studies: All standards, all students. *Science and Children*, 51(5), 10-13.
32. Monash University. (2018). *Writing for subject—Writing in science*. Retrieved August 27, 2018, from <https://www.monash.edu/search?query=Writing+for+subject+-+Writing+in+science>
33. Monroe, B. W., & Troia, G. A. (2006). Teaching writing strategies to middle school students with disabilities. *The Journal of Educational Research*, 100(1), 21-33.
34. Montgomery, K. (2002) Authentic tasks and rubrics: Going beyond traditional assessments in college teaching. *College Teaching*, 50(1), 34-40.
35. Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
36. Rasmussen, L. B. (2005). The narrative aspect of scenario building—How story telling may give people a memory of the future. *AI & Society*, 19(3), 229-249.

37. Reiss, K. (1971). *Möglichkeiten und Grenzen der Übersetzungskritik: Kategorien und Kriterien für eine sachgerechte Beurteilung von Übersetzungen*. München, Germany: Hueber.
38. Rohman, D. G. (1965). Pre-writing the stage of discovery in the writing process. *College Composition and Communication*, 16(2), 106-112.
39. Saddler, B., & Andrade, H. (2004). The writing rubric. *Educational Leadership*, 62(2), 48-52.
40. 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.
41. Vanmaele, L., & Lowyck, J. (2005). Fostering novices' ability to write informative texts. In G. Rijlaarsdam, H. Bergh, & M. Couzijn (Eds.), *Effective learning and teaching of writing: A handbook of writing in education* (pp. 393-415). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
42. Webb, P. (2010). Science education and literacy: Imperatives for the developed and developing world. *Science*, 328(5977), 448-450

附錄

附錄一：全球暖化文章評量規準表

(A)想法與內容面向度評量規準

內容	具體說明
全球暖化之原因敘述	a.寫出全球暖化主因為溫室效應。 b.指出溫室效應形成源為溫室氣體。 c.寫出二氧化碳及其他溫室氣體(甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、六氟化硫等化合物氣體)。 d.人類工商業活動間接影響(砍伐林木、畜養牲畜、工廠與汽機車廢氣污染等)。 評量等級—— 1：未寫出全球暖化原因。 2：寫出一點全球暖化原因，描述正確無誤。 3：寫出二點或三點全球暖化原因，描述正確無誤。 4：完全寫出四點全球暖化原因，描述正確無誤。
溫室效應機制之說明	溫室效應機制示意：太陽光穿透大氣溫暖了地球表面 → 地球表面將熱輻射向大氣的過程中，部分熱能回到太空，而部分熱能則留在地球 → 當地球的溫室氣體越來越多時，留在地球的熱能便會越來越多，所以地球也就越來越熱。 評量等級—— 1：完全未寫出溫室效應機制。 2：溫室效應機制進程順序錯或遺漏，內容描述有錯誤。 3：溫室效應機制進程敘寫不完全，內容不夠完整。 4：完全寫出溫室效應機制的重要進程，且順序與敘述正確無誤。
全球暖化影響之描述	a.南北極冰山融化，海平面上升，陸地淹沒。 b.地球動植物生態異常轉變，農作物收植時節受到影響。 c.氣候異常，風災、水旱災漸增。 d.全球生物生存環境減縮，瀕臨存亡危機。 e.傳染疾病增加與擴散。 評量等級—— 1：未寫出全球暖化之影響。 2：僅寫出一點全球暖化之影響，描述正確無誤。 3：寫出二至三點全球暖化之影響，描述正確無誤。 4：寫出四至五點全球暖化之影響，描述正確無誤。
全球暖化預防方法之敘述	a.垃圾減量分類與資源回收，減少焚化垃圾產生的溫室氣體。 b.節省能源使用，減輕火力發電之溫室氣體排放。 c.多利用大眾運輸工具，降低溫室氣體排放量。 d.多食用當地食材，減輕運輸成本與溫染。 e.減少肉製品食用量，降低牲畜排氣影響(甲烷)。 f.管制工商廠房廢氣污染，減少空氣中溫室氣體含量。 評量等級—— 1：未寫出全球暖化預防方法。 2：寫出一點預防方法，描述正確無誤。 3：寫出二至三點預防方法，描述正確無誤。 4：寫出四點以上預防方法，描述正確無誤。

(A)想法與內容面向度評量標準(續)

內容	具體說明
全球暖化生活實例之說明	<p>評量等級——</p> <p>1：完全未舉例。</p> <p>2：生活實例說明無法為國小高年級學童所理解。</p> <p>3：生活實例說明僅為國小高年級學童部分理解(如：知道作者所要表達之概念，但無法清楚瞭解概念的內容與原理)。</p> <p>4：生活實例說明完全為國小高年級學童所理解。</p>
全球暖化迷思概念之提出	<p>a.全球暖化造成臭氧層破洞致使紫外線強度增加。</p> <p>b.全球暖化引發「聖嬰現象」。</p> <p>c.全球暖化乃因土地之過度開發。</p> <p>d.全球暖化乃因廢水污染所致。</p> <p>e.全球暖化造成地球溫度上升，引發人類皮膚諸多病變。</p> <p>f.海洋珊瑚的白化死亡導因為全球暖化。</p> <p>g.化學藥品之濫用加速全球暖化影響。</p> <p>h.機械廢熱是導致全球暖化加劇原因。</p> <p>評量等級——</p> <p>1：文中出現之迷思概念達三點以上。</p> <p>2：文中僅出現二點迷思概念。</p> <p>3：文中僅出現一點迷思概念。</p> <p>4：文中未出現任何迷思概念(除具體說明之迷思概念外，錯誤與不完整之概念說明亦然)。</p>
文章標題擬定	<p>評量等級——</p> <p>1：標題與全球暖化主題無關，用詞無法為國小高年級學生理解。</p> <p>2：標題無法立即與全球暖化主題產生連結，用詞對國小高年級學生過難。</p> <p>3：標題能看出與全球暖化主題之關聯，用詞較難但能為國小高年級學生理解。</p> <p>4：標題能明顯看出全球暖化主題，用詞適合國小高年級學生閱讀與理解。</p>

(B)組織面向度評量規準

內容	具體說明
文章開頭引言敘寫	評量等級—— 1：內容完全偏離全球暖化主題，文詞表達雜亂無章難以理解。 2：內容僅部分連結全球暖化主題，文詞表達難以吸引學生閱讀動機。 3：內容連結全球暖化主題，但文詞表達平淡，未貼近學生生活經驗。 4：內容緊扣全球暖化主題，文詞表達清楚且貼近學生生活經驗。
文章段落架構	評量等級—— 1：各段落內容混亂難以理解，銜接錯亂不連貫。 2：各段落概念闡述不完整，各段銜接脫落且不連貫。 3：各段落概念闡述不完整，各段銜接生硬但合乎邏輯。 4：各段落能完整闡述個別概念，各段銜接連貫合乎邏輯。
文章層次敘寫	評量等級—— 1：未點出主次概念，敘寫混亂不完整。 2：寫出主次概念但兩者有所混淆，概念說明不夠完整。 3：主次概念分層清楚，但未敘寫完全，概念說明亦不甚清楚。 4：主次概念完全寫出且分層清楚，概念解說明白完整(主次概念之敘寫以全球暖化為主)。
文章結論敘寫	評量等級—— 1：文章沒有結論，內容敘寫不完全且有中斷感。 2：文章結論倉促且不知所云，未能發人深省。 3：文章結論完整但平淡，但仍具教育意義。 4：文章結論完整且與主題呼應，不僅能發人省思且具有教育意義。

(C)表達面向度評量規準

內容	具體說明
詞語運用	評量等級—— 1：文字使用錯字連篇，贅字大量，詞語運用一再重複。 2：文字使用錯字與贅字過多，詞語變化性有限。 3：文字使用偶有錯字與贅字，但詞語使用具變化性。 4：文字使用正確無誤且無贅字，詞語運用變化性高。
文章修辭句法使用	評量等級—— 1：完全未使用修辭句法，文章內容混亂無序。 2：文章敘寫極少使用修辭，句法亦單調無變化。 3：能運用修辭於文章敘寫，但句法變化性仍有不足。 4：文章敘寫能善用修辭，句法使用多元且變化性高。
連接詞與標點符號之運用	評量等級—— 1：幾無使用標點符號，連接詞使用錯誤頻繁，文章幾乎無法閱讀(註：標點符號使用僅局限逗號、句號運用)。 2：標點符號使用出現許多錯誤，連接詞重複使用，影響文章閱讀流暢性。 3：標點符號幾無錯誤，連接詞使用具有錯誤，但文章閱讀與理解未受影響。 4：標點符號與連接詞使用正確無誤，文章閱讀流暢且易為理解。

Using a Cognitive Process of Writing Strategy to Improve Undergraduate Students' Performance on Science Thematic Writing

Chi-Chin Chin^{*}

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

Abstract

This research adopted a cognitive process of writing strategy—plan, transcript, retrospect, and revise to inquire undergraduate students' ($N = 45$) performance on science thematic writing by surveying their capability of generating comprehensible texts on global warming for upper graders at the elementary level. In the beginning of this course, the fundamentals of writing and its rubrics were introduced and then the students were asked to write a global warming text beginning with planning the guidelines. In the following classes, the small groups were formed for facilitating in-depth discussion and reexamining process. After learning knowledge and skills relevance to scientific writing, the text written beforehand was revised. The texts before (version 1) and after (version 2) revision were assessed by using a self-developed rubric based on cognitive process of writing model specific to global warming issue. The results revealed that all rubric items except “impact of global warming” in the dimension of ideas and content were not significantly enhanced. All means of rubric items in the dimensions of organization and presentation in version 2 were significantly higher than version 1. It means that the cognitive process of writing had positive impacts on students' scientific writing performance. The follow-up survey and interview from students confirmed the quantitative results. Finally, this study provides suggestions for future science writing research and teaching.

Key words: Undergraduate Student, Global Warming, Scientific Writing, Cognitive Process of Writing Model

^{*} Author Email: Chi-Chin Chin, chin@mail.ntcu.edu.tw