科學教育學刊
2010, 第十八卷第五期, 443-467

Chinese Journal of Science Education
2010, 18(5), 443-467

引導式Toulmin論證模式對國小學童在科學讀寫表現上的影響

靳知勤[1]　**楊惟程**[2]　**段曉林**[2]

[1]國立臺中教育大學　科學應用與推廣學系(含科學教育碩士班)
[2]國立彰化師範大學　科學教育研究所

(投稿日期：民國99年3月2日；修訂日期：99年7月15日；接受日期：99年9月7日)

摘要：本研究結合讀寫活動和Toulmin論證模式(Toulmin's Argument Pattern, TAP)成爲「引導式Toulmin論證模式」(簡稱引導式TAP)，期以結構與明確化特性，協助國小六年級學童進行科學讀寫，並檢視其成效。研究採單組前、後測設計，27名學生參與；起始於基因改造食品讀寫活動，隨後從事閱讀理解測驗與短文撰寫，此爲前測；繼之，以具結構化特性之TAP細格工作單，供學生填寫，組織其相關概念；最末，再進行一次閱讀理解測驗與短文撰寫，做爲後測。所蒐集分析的資料包括閱讀理解成績、撰文得分、課程回饋意見等。研究發現學童的閱讀理解在前、後測間無顯著差異，且前測答對率已接近八成，顯示先前之閱讀活動已使學童對基因改造相關內容有了充分的理解，足以做爲從事後續填寫TAP論證細格之所需。至於在短文撰寫方面，前、後測間達顯著差異；且科學用詞在後測時增加，一般生活用詞則減少。綜上，引導式TAP可協助學童科學讀寫中整理思考，以提升讀寫表現。末了，本文亦就本模式之運用提出相關建議。

關鍵詞：引導式Toulmin論證模式(引導式TAP)、科學素養、科學寫作、科學閱讀、閱讀與寫作

壹、前言

讀寫在科學教室中扮演重要的角色，科學教師常須透過讀寫活動讓學生學習科學概念；科學讀寫是根本且重要的科學學習方式(楊惟程、靳知勤，2006；Hynd, Holschuh & Nist, 2000)。從科學素養的觀點觀之，有學者(Osborne, 2002, p. 203)認爲科學如果不談素養，猶如無帆之船(science without literacy: a ship without a sail)，而讀寫是素養的基本要素，讀寫如果不佳，科學素養就難穩固紮實，科學學習成效之達成也就遙遙無期了。惟許多研究指出，國小階段的學童不太會進行讀寫，例如有關國小四、五、六年級學生讀寫能力的分析研究(錡寶香，1999)顯示，學童在了解文章基本事實的能力發展

良好，但由文章中抽取大意的做摘要能力則發展最差。在國外依實際的課室觀察經驗，亦發現12歲青少年有許多仍缺乏讀寫的技巧(Morgan & Beaumont, 2003)，又如Felton與Herko (2004)的研究報導，美國有高達55%的十二年級學生無法寫出良好的說服性文章。這顯示高中生的論述寫作不佳，而國中、小學生寫作能力的培養其實是不足的，基礎讀寫教育仍待持續推行。職是，以讀寫爲主的科學素養，在重視資訊與溝通的當今社會，益顯重要。若在國小階段，發展一個適當可行的科學讀寫策略，從基礎做起，應屬奠定國民基本素養之途。

日常生活中的真實社會現象與科技議題，例如生物複製、幹細胞、全球暖化、基因改造食品、替代燃料等，具有屬於鬆散結構的問題之特性(ill-structured problem; Savin-Baden & Wilkie, 2006)。此等生活中的議題因其介於社會和科學間，形成複雜的交互作用而致生爭議事件，故又稱爲社會性科學議題(Socio-Scientific Issues, SSI; Kolstø, 2001; Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002)。這些SSI並無標準的解答方式，沒有固定的結構，因此乃成爲近年來各國科學教育中探討科學與社會關係中的關注焦點(靳知勤，2007；靳知勤、陳又慈，2007；Sadler, 2004)。本研究爲了達成促進國小學童從事科學讀寫之目的，乃選擇常見的「基因改造食品」議題，以其爲一項具有正反爭議立場的社會性科學議題來設計讀寫教材，進而結合Toulmin的論證模式(Toulmin's Argument Pattern, TAP)，形成明確結構化的細格呈現方式，藉之處理SSI原具問題結構鬆散之困境，做爲引導學童從事讀寫的策略，以之呼應培養學生解決真實生活問題的科學素養目標。而以此理念結合讀寫活動與TAP細格寫作兩者，乃成爲本研究所稱之「引導式Toulmin論證模式」，簡稱爲「引導式TAP」。

承上，本研究的待答問題有三：

一、引導式TAP對國小學童閱讀理解的影響爲何？

二、引導式TAP對國小學童寫作表現的影響爲何？

三、學生對以引導式TAP從事讀寫的學習回應爲何？

貳、文獻探討

一、科學讀寫的理論基礎

(一)學習心理學的觀點

Calfee與Drum (1986)曾歸納閱讀學習之原理與派別可分成四類：閱讀是自然習得的過程、閱讀具階段發展、閱讀是特定的技巧、閱讀是正規的活動等。依認知論的觀點，係經由描述閱讀的中介認知歷程和結構，來解釋閱讀教學的操弄和結果表現之關係，而非單純的探討刺激和反應二者。再者，閱讀有不同的層次(Rasinski, Rikli & Johnston, 2009)：分別是流暢地將字解碼(decoding)、流暢地將字的意義聯合起來、理解段落所隱含的含意、以及評價各種觀念。

其次關於寫作的心理學基礎，依據美國教育研究協會(the American Educational Research Association, AERA)的教學研究手冊之陳述，寫作過程的本質是計畫、轉譯(translating)、回顧(reviewing; Calfee & Drum, 1986)；「計畫」是從長期記憶中檢索並選取與寫作有關的訊息，「轉譯」是寫出與計畫一致的文本，「回顧」是編輯修正已產出的文章。

(二)素養的觀點

學生如何積極地、批判地和有效率地閱讀，是科學素養的一部分(Wellington & Osborne, 2001)。Glynn與Muth (1994)曾提出一些屬於科學閱讀的活動，例如：有關科技最新發展的故事、各式科學主題的專書、比較不同的教科書內容、常被引用的科學家傳記、得獎的科學家、和受歡迎的科學小說等之閱讀。

關於寫作與素養，Rivard (1994)指出寫作活動首重了解，次爲溝通。陳慧娟(1998)認爲「科學寫作」是將寫作活動融入科學教室，鼓勵學生用自己的話就科學概念表達心得與想法，達成溝通、組織與改變科學概念的目的。Prain與Hand (1996)提出爲提升科學素養，可循科學寫作之途，例如：記敘文、遊記、指南或說明、詩歌、演說或討論稿、概念或心像圖、海報、科學和口頭報告、小記事冊、期刊寫作、信件、說明文等。

科學讀寫之良窳亦和資訊素養息息相關，Young (2008)認爲科學素養是學生能覺察科學規則和方法，汲取有用科學訊息；而今日的學生，必須透過資訊素養爲管道，增進科學素養。Nichols (2009)指陳資訊素養的主要基本成分包括讀、寫、思考和資訊搜尋。Abram (2007)則界定資訊素養是發現、評鑑和使用資訊的能力。許多學者以資訊素養凸顯科學讀寫的重要，例如Young (2007)認爲結合科學素養和資訊素養，可幫助學生有效提升學習表現層次，依美國國家科學教育標準(the National Science Education Standards, NSES)之陳述，學生必須學會描述、解釋和預測科學現象，理解科學文章，評估科學訊息，因此科學教師應涵養學生的科學素養和資訊素養。Firooznia與Andreadis (2006)認爲在科學課程中置入資訊素養的練習，可幫助學生在面對各類訊息時，游刃有餘地選擇重要資訊，資訊素養讓學生成爲優秀的科學思考者和寫作者(scientific thinkers and writers)。以資訊素養的意涵而言，科學讀寫是學生必備的基本能力，科學教師的教學策略，應能協助學生判讀科學讀寫文本的重點、搜尋重點、以及取捨重點，同時將重點適當地展現在科學寫作中。

(三)整合讀寫的觀點

科學的讀和寫可以適當的整合，當科學課室進行寫作活動時，寫作者是自己文章的第一位讀者，既是文章意義的建構者，亦是從這篇文章建構意義與脈絡理解的讀者，此等共融關係與共同建構(co-construct)文章意義之溝通整合概念，異於過去將閱讀與寫作、讀者和作者分立的觀念(Spivey, 1995)。在從事閱讀與寫作活動的整合時，實無法將語言因素排除在外；學者(Florence & Yore, 2004; Hand & Prain, 2006; Yore & Treagust, 2006)乃強調語言是當今進行科學探究活動與科學概念習得不可或缺的部分。Goodman (1997)則開啓了將閱讀和寫作視爲語言歷程來研究的風氣；他主張以全語言的角度審視讀與寫，在學童語言學習過程中的「產生面」有說和寫，在「接受面」則有聽和讀。質言之，科學的讀與寫二者的關係是共同建構的，可以視爲一種語言的學習過程，而且二者互爲整體(洪月女、靳知勤，2008)。是以，本研究探討「引導式TAP」對提升科學讀寫表現的影響，除考量科學讀寫的理論基礎外，其間亦以整體看待活動中與科學有關的讀與寫。

二、引導學童讀寫的策略

有鑑於參與本研究之國小高年級學生，在認知發展上仍處於具體運思期，且本研究

所採用之社會性科學議題具有鬆散不全結構之特質，爲因應國小學生的認知現況並取此議題具促進思考智能之優勢，故本研究乃認爲須採行適當之引導策略，結合TAP發展出所謂之「引導式TAP」。下文將就「引導策略」之相關理念與研究說明之。

(一)「引導」的學習心理基礎

依學習心理學理論，國小階段的學習策略應考量學習者的心智發展(Weston, 2005)。依據皮亞傑的認知發展理論，國小學生多數仍處於具體運思期，是以在從事一些結構不全的學習任務時，需要引導策略予以支持。以科學探究教學爲例，在國小階段實施開放式探究教學之成效，不若引導式探究教學的效果，此可說明在不夠結構化的學習情境下，施以引導策略的必要性(Brown, Throop & Timku, 2009; Volkmann, Abell, & Zgagacz, 2005)。

J. S. Bruner是重視引導式教學的教育心理學者，他認爲純發現式的教學策略常需額外的學習時間，無法確保學習者真正接觸學習目的；說明式教法花的時間雖少，但學習遷移最差；但若依任務性質將發現式學習輔以引導策略，最能確保學生掌握學習內容，並有較佳的保持與學習遷移效果(Mayer, 2004)。

(二)以結構化、明確化做為引導原則

皮亞傑的認知發展論中之「兒童中心」意謂只有當教學能配合學童的認知發展水準時，學習經驗才是有用的；而另外有關「學習環境中心」則說明學童經由與外在的環境互動，同化和調適訊息，方能導致認知的改變(梅伊爾，1987／林清山譯，1994)。是以，在學前和小學階段，雖然兒童是一個主動的參與者，但提供其適當結構化、明確化的經驗，是重要而且必要的；從此種循具體到抽象及從操作到形式的做法，符合學習心理學的學習原則。因讀與寫是素養的基本要素，故此，學習科學中的讀和寫亦應符合學習心理學的認知發展原則(Glynn & Muth, 1994)。承此，設計一個適當策略幫助國小階段的學生，尤其是初學者學童，流暢地進行科學讀寫，明確化、結構化應是必要考量。

舉例來說，提示字(pointer words)因用於表示明確的觀點或強調重要訊息，故有利於明確引導讀寫的進行。而在本研究中所使用之TAP細格呈現出的字詞，皆屬提示字之謂。在文章內安排一些非內容的文字可達標示的作用，以強調文章的概念結構和組織；用之於教學可提高學童對文章的理解，建立對文章訊息之間的內在連結(internal connection)。對於缺乏閱讀技巧的學生而言，標示策略可以做爲一種補償；文本中的標示，可避免學生在閱讀過程中迷失脈絡。經實徵研究，閱讀含標示文本的實驗組學生，學習結果表現優於閱讀普通文本的對照組學生；以及閱讀含大量標示文本的學生，對於文章脈絡的掌握，優於閱讀僅含少量標示文本的學生(Naumann, Richter, Flender, Christmann, & Groeben, 2007)。

另外，本研究之TAP八個細格間形成一個結構化的體系，各方格彼此間呈現意義化的關係。所以在教學設計安排「結構」，也是意義化的教學法。針對學童的教學策略，不宜僅提供知識的學習，而應輔以結構訓練，以及營造問題情境(Weston, 2005)。若於教導學童讀寫中，在段落的層次提供類似表格結構的標示，在句子的層次提供因果關係結構的標示，且教師於過程中同時引導學生注意這些結構的標示字；如此爲之，則更有助於學童在閱讀時辨識文本內容，爾後從事

寫作亦能應用這些結構，達到學習遷移的效益(Bolton, 2007)。

基此觀點，本研究之引導式TAP設計讓國小學童接觸具體的結構化表徵，循此與形式化的符號表徵學習連結。此取向符合由具體到抽象的心智發展順序教學，應能產生有意義的學習。

(三)引導讀寫的策略

進行讀寫的策略很多，例如自然過程寫作法、教師呈現法、純發現式、說明式等等，但卻缺少引導的效能。以下列舉一些具有引導效果的讀寫策略，以供參考。比方說，概念圖是由概念節點、連結線(通常有箭頭)及關係連結語組成，正可以呈現學生的知識結構表徵(Yin, Vanides, Ruiz-Primo, Ayala, & Shavelson, 2005)。Kanari與Millar (2004)認爲概念圖是兒童習得概念的呈現，展現了學生的知識體(body of knowledge)。概念圖是明確化、結構化的寫作方式，但在實際課室應用概念圖前應事先進行概念圖教學，確定學生已學會繪製技巧，而且概念圖教學不是短時間內可達成，需要花費較久的時間(Yin et al.)。此外，其雖具結構性，但可大可小，故不具固定結構；對初學者而言，尤其是學童，可能感到困難。Wellington與Osborne (2001)從輔助學生的觀點訂定寫作鷹架(writing frames)模式的科學寫作策略：分別是解釋式寫作支持架構、實驗報告式寫作支持架構，這二種鷹架方式，有明確化、結構化的特質，可幫助學習者完成寫作任務。

有些讀寫策略雖無明顯固定結構，但卻具明確化的效果；例如做摘要、做筆記、畫重點、回答問題，或大聲複誦等產出性的活動(generative activity)都屬之；而學生需要接受結構訓練(structure training)來習得如何確認重要意念(Rosa, 1994)。因此不管是接受式的閱讀，或是產出性的寫作，學童如果能掌握結構進而建立良好的內在連結，對讀寫必有助益。概念圖、頂層結構和基模訓練，是三個已被證明有效的結構訓練。前文中已討論過概念圖，至於頂層結構則類似大綱格式，基模訓練常用在自然科學文章，指利用列舉、序列、分類、比較和對照的技巧以辨認文章結構。對讀寫的初學者而言，接受結構訓練可以幫助他們掌握主要的觀念，並區分材料的重要性，其學習遷移的效果最顯著(Bolton, 2007)。

三、以引導式TAP為科學讀寫策略

(一)Toulmin論證模式

Toulmin論證模式常應用在提升學生科學素養的教學。Toulmin的論證專書“The Uses of Argument”於1958年出版以來，已經引導許多的科學教育相關研究，對於科學教育在論證的方法學和理論二方面的知識貢獻卓著，其TAP模式對論證的研究領域亦有深遠的影響(Erduran, 2008)。TAP利用宣稱、資料、依據、支持、合格和反駁(claims, data, warrants, backings, qualifiers and rebuttals)等說明論證的本質(如圖1)。

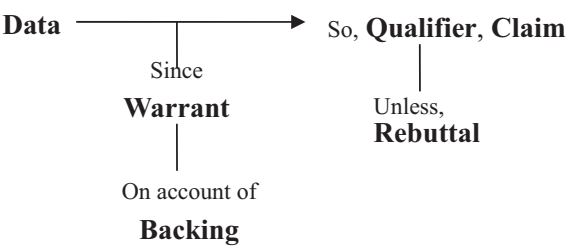


圖1：TAP模式(Toulmin, 1958, pp. 94-97)

另依Simon, Erduran與Osborne (2006)對TAP之詮釋，宣稱是人類所持的價值或關於

何物存有之主張，資料被視爲對發生宣稱之條件的描述，依據是說明資料和宣稱之間的關係，合格是當宣稱爲真時之特殊情況，支持常常是非外顯的基本假設，反駁是對資料、依據、支持或是合格之反向陳述。「TAPping」一詞來自於Erduran, Simon與Osborne (2004)以TAP做爲教學策略，也以此做爲論證在方法學上的譬喻。該研究將12名教師論證教學過程的錄音錄影資料，內容以cd, cw, cdw, cdr, cwr, cdwb和cdwr等形式呈現，研究結果以群集(clusters)表示，例如論證形式cd、cw都屬群集2，其中cd是宣稱結合資料，cw是宣稱伴隨依據。而Simon等在實施針對教師發展論證活動能力的研究中，指出兩個設計TAP活動的情境：一爲科學情境(scientific context)，另爲社會性科學情境(socio-scientific context)，前者針對科學性的論證，而後者則針對社會情境下與科學相關內涵的事件之論證。本研究因以國小學生爲對象，綜合考量學習者的認知特性與科學知識理解的程度，乃以後者之社會性科學情境設計「引導式TAP」。

(二)建構引導式TAP為科學讀寫策略

綜上討論，本研究將Toulmin論證模式統整爲如圖2之引導式TAP細格工作單，用於學童讀寫活動後填寫(過程詳如下節研究方法)。此TAP細格之設計，呼應基因改造食品此一社會性科學議題，具有問題結構鬆散的特性，以及兩難的概念架構，能夠產生爭論點和對立點，乃分成贊成與反對兩個部分。學者(Gracia-Mila & Andersen, 2008; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008)認爲社會性科學議題以讀寫和論證的教學方式呈現，具有提升學生科學素養的潛在貢獻。爲了幫助學童易於理解，細格選用適當的翻譯用語「因爲、由於、所以、除非」(張淑女，2004)分別表示TAP中的依據、支持、合格和反駁。這些細格內的用語猶如提示字，冀以產生標示的作用，有助於明確引導欠缺讀寫技能的初學兒童，從事讀寫活動(Naumann et al., 2007)。

引導式TAP的細格設計之特色，也符合結構化、明確化的讀寫引導原則。若將圖2中的TAP細格與一般概念圖相較，則知後者之起始是完全空白的，其結構是可多變性的；但TAP細格在學童填答之前是明確的與結構固定的，可引導學童尋找重點。雖然「因爲、由於、所以、除非」各自表述，成爲一個系統，但四格彼此推理是一致的，共同牽引，產出宣稱。細格的設計幫助推理，這些特色有助於國小學童的學習。學者

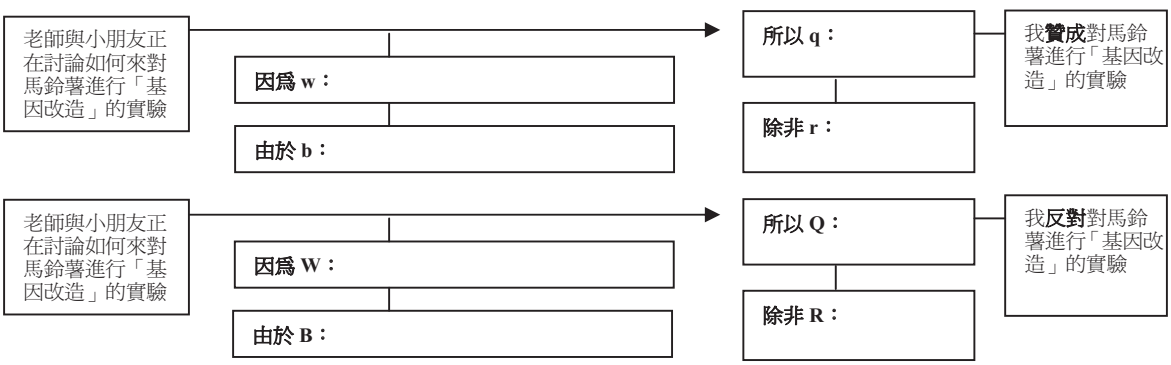


圖2：引導式TAP細格工作單

們(Morgan & Beaumont, 2003; Reznitskaya, Anderson, & Kuo, 2007; Zembal-Saul, 2009)曾指出若未經適當的教學活動，12歲左右的學生並不太會論證，故建議科學教師應設計適合國小學童的論證方式，使之習得論證技巧。本研究所設計之TAP細格教學策略的目的，即在呼應符合結構化、明確化之原則，並期以簡單化的方式引導學童構思論證內容。

歸納言之，TAP細格、概念圖、做摘要和前述之產出性的活動，功能都是在於整理，俾使概念明確化，但其中之TAP細格則多了結構固定的特色；反觀概念圖和做摘要是複雜的，而TAP細格的結構較簡單，利於學童填答。

參、研究方法

本節就引導式TAP讀寫策略，運用於本研究中之方法與過程，說明如下：

一、研究參與者

本研究屬於國科會計畫之一部分(靳知勤，2006a，2006b；靳知勤、楊惟程、段曉林，2010)，參與者來自於臺灣中部某國民小學六年級一個班的學生，共計27人。該國小每年度的分班採取常態方式，每班學生的學業表現相近。因該班級任老師是資深的語文科教師，所以對閱讀與寫作活動的喜好程度傾向於正向。但該班級任老師指出，在從事此研究前，雖在班上推動閱讀與寫作，但所使用的讀寫題材少有涉及科普類文章，也未曾引用過社會性科學議題，這些學童在過去也不曾涉獵科學論證學習活動。授課的科學教師為資深自然與生活科技的專任教師，科教系所畢業，具有科學讀寫教學的設計與發表經驗；為進行本研究教學，由研究者安排這一位科學教師事先閱讀TAP的相關文獻報導，參加論證教學相關的專題演講，並與研究者進行對話討論，故適合做為本研究的授課教師。

二、研究過程

本研究過程包括準備階段與引導式TAP階段，敘述如下：

在準備階段，全班學童學習二則與教科書內容相關的科學讀寫活動(每一則活動40分鐘)，以及兩次TAP細格實例觀摩與填寫練習(每一則實例教學時間20分鐘和學童試作20分鐘)。在準備階段安排練習活動，係讓學童事先熟練讀寫工作單的進行方式，以及考量論證教學必須經由適當地教學、結構化任務和練習過程等方式，以使學童習得TAP論證所需的基本技巧(Erduran et al., 2004; Jiménez-Aleixandre, 2008; Zohar & Nemet, 2002)。以上準備階段利用綜合活動課實施，每週一節，持續四週。

本研究之引導式TAP讀寫策略活動階段，依單組前、後測設計分為三個步驟如下：

(一)學生從事基因改造食品讀寫活動

本研究是利用綜合活動課實施。研究初始，係由參與學生從事與基因改造食物主題有關的讀寫活動。所供作讀寫的文本乃是依Wellington與Osborne (2001)提出之文本關聯指導活動(Directed Activities Related to Texts, DARTs)理論發展而來。此一讀寫活動所發展出的文本除提供與主題有關的閱讀資料外，並融入相關問題，以選擇題、填充題或問答題等方式呈現，其目的在強調同組學生間，針對文本中之字詞及其相關問題從事合作性的閱讀、討論與填詞寫作等任務。是以，DARTs具有積極閱讀之有目的、同儕教練協助以及小組合作分享的三大特色；此過

程可呼應TAP論證的特色，在過程中鼓勵學童之間對特定議題進行折衝。所以，此活動乃主張小組成員之異質性；故此，本研究依據學童在國語文及自然科的學業表現，以異質性分組方式，三至四人爲一組，將全班分爲七組。此部分讀寫活動的時間爲40分鐘。

學生完成文本關聯指導活動後，在下一節課中，本研究施以一份基因改造食品讀寫工作單，內嵌十題閱讀理解選擇題與一題短文撰寫題，讓學生個別完成，時間是20分鐘。此份閱讀理解測驗的發展，在研究前亦經過專家審查與學生之試作，以確立其信度與效度。

(二)填寫基因改造食品TAP細格

基於本研究在準備階段，已安排所有學童參與論證細格實例觀摩與填寫練習，本階段係讓每一位學童個別填寫八個wbqr/WBQR (因爲[warrant]、由於[backing]、所以[qualifier]、除非[rebuttal])之基因改造食品TAP細格(如圖2)。其中的小寫表示贊成，大寫表示反對細格，以呼應事先已設定好的[資料]細格(老師與小朋友正在討論如何來對馬鈴薯進行基因改造的實驗)與[宣稱]細格(我贊成／反對對馬鈴薯進行基因改造的實驗)；綜言之，本研究TAP中之論證細格設計，乃是基於社會性科學情境的營造(Simon et al., 2006)；係以同一社群從事一項與科學有關的活動爲情境條件，引發對這項事件本質的贊成或反對立場與意見，以此做爲填寫論證細格的基礎。附錄一以一位學生(s24)所填寫的TAP細格工作單內容爲例，提供參考。

本研究的wbqr/WBQR細格設計，於贊成和反對處各設置四個固定空格，用以引導學童填寫，此一方式對照前述TAP的TAPping研究(Erduran et al., 2004)，屬於群集4 (cluster 4)的設計，此與一般TAP的研究並不設定群集長度有別。保留TAP中間固定的四個細格，除可引導學生按各個細格的提示字填寫，達到標示(signaling)的作用外，其功能亦爲降低論證的難度。本階段採取學童個別寫作方式實施，爲一項個人的思考和寫作活動。填寫引導式TAP細格，全部的wbqr/WBQR論證細格呈現在一張A4工作單上，過程中容許學童參考前階段讀寫文本的內容，唯限制學童彼此之間的討論，時間控制爲20分鐘。

(三)重複基因改造食品讀寫活動

基於評量引導式TAP對閱讀與寫作的成效，在第三階段中安排與第一階段相同的DARTs讀寫活動(40分鐘)，並施予閱讀寫作評量20分鐘，包括和前測時相同的一份基因改造食品讀寫工作單，內嵌十題閱讀理解選擇題與一題短文撰寫題。同樣的，令學生個別完成。

三、資料蒐集與分析

本研究蒐集資料包括：全班讀寫活動後所撰之短文與閱讀理解測驗成績，兩者均包括前、後測。其中學童的基因改造食品閱讀理解選擇題得分分析，每題1分，滿分是10分；短文撰寫得分分析，依據「內容、組織、用詞、句構」等四項評量指標評分(Saddler & Andrade, 2004)，每個指標給分基準爲1到4分，四個指標滿分是16分；其中內容指標檢視答案完整度與正確度，組織指標檢視重點顯著性與呈現順序，用詞指標檢視短文撰寫用字的使用程度，句構指標檢視文章清晰程度與語句長度(如附錄二)。此外亦藉*t*考驗比較學生經引導式TAP讀寫策略活動後的讀寫前、後測表現。

另就學童前、後測短文撰寫用詞從事

比較分析，分析時將學童每一篇短文的每一個語詞視爲一個獨立的文本資料，搭配學生編號依序輸入excel軟體的儲存格內，並藉排序功能將全班學童相同語詞聚集在一起，然後把每一種語詞視爲一類短文用詞，並計算全班的短文用詞類別數及各類用詞次數。此外，爲進一步檢視學童對基因改造食品議題內容的學習效果，考量科學語言的文字可分爲科學用詞及非技術性的常用詞(non-technical but widely used for science)等(Wellington & Osborne, 2001)，本研究乃將上述短文用詞亦分爲科學用詞與一般生活用詞兩大類；其中科學用詞定義爲與基因改造食品議題內容有關的科學語詞，一般生活用詞定義爲與基因改造食品議題之研究內容無直接關聯的平常生活用語。

除上述資料蒐集與分析外，本研究於研究結束後並以課程回饋問卷蒐集學童自陳其對引導式TAP讀寫策略的看法，並藉質性資料開放性編碼(open coding)方式分析。另亦依學業成績中之語文與數理成績，立意選取居高、中、低分組學生各三人，一共九位學生，進行深入訪談。訪談的內容，由研究者閱讀後，依據質性資料分析的方式，首先從閱讀第一份訪談資料開始，歸納出其中的主要成分，並撰寫暫時性結論(primitive assertion)，以做爲詮釋之用。隨後，逐一檢視每一份訪談內容，依序從後者找出和前面一份資料中相同的部分，以及前者中未出現過的論點，以這些資料逐步修正先前寫出的暫時性結論。在撰寫暫時性結論的過程中，研究人員從事討論、修訂並加以確認，最終乃獲致本研究中針對學生對本學習活動回饋意見的研究主張(Erickson, 1986)。

四、研究的信度與效度

在本研究設計之基因改造食品單元讀寫活動中所使用的基因改造食品閱讀文本，字數約一千字，篇幅爲兩張A4頁面。主要內容包括基因與基因改造食品之基本介紹、基因重組技術與應用、基因改造食品之優點與缺失等面向。該閱讀文本與讀寫工作單經研究群審慎編寫，並就本單元活動之整體呈現序列加以討論、提出意見並做修改後，交由兩位科教學者審查，並請一位資深語文老師潤飾以維持文章可讀性，確保此則讀寫題組能符合六年級學童的理解程度。又爲保有閱讀內容品質，所選用的閱讀文本符合資訊文本(informational text)的特色，亦即文本具有真實性，與生活周遭事件有關，能提供相關先備知識，提供時間讓學生與文本互動，有標題、指引或圖例說明等(Palincsar & Duke, 2004; Shymansky, 2005)。

評量短文係依「內容、組織、用詞、句構」等四項指標(writing rubrics)評分，該指標以教導學生具備良好寫作能力爲依據，具有良好的信度與效度(Saddler & Andrade, 2004)。評分時，除由第二位研究者據此指標爲之，亦隨機抽取三分之一的短文交由一位資深且具科教專長的國小老師評分。經比較此兩位評分者對各指標之得分，有80.6%相同。其餘差異之各項評分，則由此二位評分者取共識決定最後評分結果。短文撰寫用詞再分爲科學用詞與一般生活用詞兩大類，先由一位研究者分類，完成後亦請上述資深教師檢閱，結果有15種用詞出現在不同的兩大類別中，佔全部所有用詞類別數218種的6.8%，此等產生差異的用詞最後歸屬亦由二人討論商定最後分類結果。

本研究群亦考量原Toulmin的論證元素係以外文呈現，爲了避免語言翻譯誤差降低學童對TAP的理解，乃經討論後選用適當的翻譯用語：「因爲、由於、所以、除非」(張淑女，2004)，以具備工具效度。選用此

中譯詞之理由，乃因其與國小六年級學生的生活用語相近之故。至於藉分析訪談內得到主張的整個過程中，係採逐一比對與確認，使得期間之暫時性結論漸次修訂，乃增進了主張的可靠度(Erickson, 1986)。

肆、研究發現與討論

一、引導式TAP策略對閱讀理解與寫作表現的影響

(一)全體學生的閱讀理解

從表1所顯示資料可知學童經過「讀寫－填寫TAP細格－讀寫」的學習活動後，閱讀理解的前測分數爲7.96分，而後測分數爲8.11分，兩者間無顯著差異(t = -0.50, p = .621 > .05)，其Cohen's d值未具效果量(0.08)。此或許因爲編製的基因改造食品議題閱讀文本之目的原爲協助學童獲得相關理解，故本屬易懂之層次；且研究過程中採取DARTs讀寫策略所營造之學習環境，係利用小組合作方式進行文本閱讀，學童彼此分享理念與檢視文本之解釋；因此以前測之7.96分可知，其已讓學童對基因改造食品議題有了良好的理解，致使在後測並無顯著進步。但就本研究中學童後續針對基因改造食物所從事的短文撰寫，正需具有對此議題足夠的理解後爲之，方有意義。故以閱讀理解前測中的分數已達7.96分，且前、後測間無顯著差異，可以顯示學童在從事後續活動時的理解已足；換言之，其後在短文撰寫表現上的變化可以去除來自缺乏議題內容知識的顧慮。

(二)全體學生的寫作表現

承上，本研究在短文撰寫上的結果顯示，學生在前測時之「內容」與「用詞」兩個面向表現就已經超過「可」(2分)的程度，且更於後測時得到顯著的提升。至於在「組織」與「句構」兩個面向，則由不及於「可」，提升至超越「可」的程度，且其後測也顯著高於前測時的成績。綜合言之，無論在總分及內容、組織、用詞、文句結構等四個向度的分數，後測都顯著高於前測。若檢視其Cohen's d值，在整體的短文撰寫分數是中等效果量(0.73)，內容向度(0.42)、組織向度(0.47)和用詞向度(0.44)則均具小效果量，語句結構向度則爲大效果量(1.02)。由上述結果可知，學童經過填寫基因改造食品TAP細格活動後，後測短文中的用詞更豐富多元外，用詞也更精準且能凸顯文章重點，並經由完整語句展現出較爲清晰的文章脈絡。學童歷經引導式TAP讀寫策略後，寫作的得分有明顯地進步。

表1：學童閱讀理解與短文撰寫得分的前後測表現

	閱讀理解		短文撰寫									
	選擇題		內容		組織		用詞		句構		短文分數	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
平均數	7.96	8.11	2.26	2.48	1.93	2.15	2.26	2.52	1.85	2.22	8.30	9.37
標準差	1.93	1.74	0.53	0.58	0.47	0.36	0.59	0.70	0.36	0.42	1.59	1.74
t 值	-0.500		-2.720*		-2.280*		-2.050*		-3.911**		-4.030**	
顯著性	0.621		0.011		0.031		0.046		0.001		0.000	
Cohen's d	0.08		0.42		0.47		0.44		1.02		0.73	

*p < .05, **p < .01

(三)個別學童的短文撰寫表現

以下則依短文後測分數的低分、中分與高分的表現，分別舉出個別學生在後測時的撰寫分數較前測進步的三個例子：

表2學生s4的後測總分是6分，低於後測平均分數(9.37分)一個標準差以上，屬於低分表現學生。該生後測所撰之短文內容較前測完整，回答了全部問題，但誤陳棉花和玉米屬於水果，答案屬部分正確，且大部分答案是不完整的，故內容維持1分；組織方面呈現的重點與順序與前測相似，短文不具重點，答案不符邏輯順序，故仍維持1分；用詞正確方面使用13個語詞表示完整的科學內容或事實，但不包括棉花和玉米兩個語詞，故進步爲2分；文句結構方面雖文句不清，但每個答案由二個以上長度不相近的句子組成，也具有12個字以上的句子，故亦進步爲2分。

表3是學童s25所撰寫的例子，其後測總分10分接近平均分數(9.37分)，屬於中分表現學生；相較於前測，此生的後測短文表現在內容、用詞和句構方面皆與前測相似，故都維持相同得分；但在組織方面，由於就基因改造食品明確的好處呈現三項益處並排列順序，短文內容呈現簡要重點，答案亦符合邏輯，故組織得分進步爲3分。

又以學童s24所撰的例子(如表4)，此生的短文前、後測總分(11分、13分)都高於全班前、後測平均分數一個標準差以上，屬高分表現學生；相較於前測，此生在後測組織方面的表現，於好處與壞處上皆明確陳述分項理由與排列順序，短文內容明確呈現重點，答案符合邏輯順序，故得到滿分4分；在內容方面答案完整度與正確度佳，回答了所有問題，各項答案正確但因有些答案仍不完整，所以後測和前測一樣都得到3分；在用詞方面，前、後測都選用豐富的詞彙，正

表2：學生s4在前、後測短文撰寫的內容與得分(低分表現學童)

基因改造食品 短文撰寫	**前測**(總分4分) 內容1分，組織1分，用詞1分，句構1分	**後測**(總分6分) 內容1分，組織1分，用詞2分，句構2分
意思	是一個可抗蟲的食品。	是指對食品的個別性狀去挑選特定基因。
好處	可以讓食物變營養。	可使我們吃到好吃及健康的水果，如棉花、玉米等。
壞處	它是無法預測的，可以是很危險的。	這樣農人就會種可以改造的食品，不種不可以改造的食品。

表3：學生s25在前、後測短文撰寫的內容與得分(中分表現學童)

基因改造食品 短文撰寫	**前測**(總分9分) 內容2分，組織2分，用詞3分，句構2分	**後測**(總分10分) 內容2分，組織3分，用詞3分，句構2分
意思	是指針對食品的性狀，去挑選特定基因並改變食品之基因組成。	又稱基因轉殖食品，是由基因改造生物所加工而成，因此凡以基因重組技術所衍生的食品，都稱爲「基因改造食品」。
好處	遺傳工程可能可改善我們周圍環境，一個基因上設計的蕃茄能供應很多營養素，桔子能是我們的每日維生素。	1. 遺傳工程可能改善我們的環境。 2. 一個基因上設計的番茄供應很多營養素。 3. 桔子是您每日維持健康的維生素。
壞處	可讓處理不好的天花成爲一種新病毒，也能讓基因改造後的魚和別的魚混種。	如果變化莫測，修改過的有機體也許不僅影響我們的生活，也可能對周圍環境產生影響。

確表示完整的基因改造食品內容或事實，故都得到3分；第四項文句結構因前、後測的文句清晰度相近，每個答案由二個以上長度相近的句子組成，或具有12個字以上的句子，故前、後測的分數也都得到3分。

二、引導式TAP策略對短文撰寫用詞的影響

本研究另外亦藉分析撰文中之用詞，檢視TAP細格對學童短文寫作的影響。由於科學語言的文字可分爲科學用詞及非技術性的常用詞等類別(Wellington & Osborne, 2001)，本節續將學童的前、後測短文撰寫內容之用詞分爲科學用詞與一般生活用詞兩大類，並計算這二大類用詞所包含的語詞類別數與各類用詞次數的前後測變化(如表5)。

表5顯示在前測時，短文用詞的類別與次數，分別爲159類與444次；後測爲153類與527次；扣除重複部分，前、後測全部共有218類用詞。每位學童皆會應用到相同或類似的科學用詞，全班科學用語前、後測次數約佔全部用詞總次數的85%；科學用語後測次數更有增加的趨勢。而一般生活用詞的應用情形則依每位學童而異，類別與次數也偏低，全班一般生活用詞前、後測次數僅佔全部總次數的15%，一般生活用詞後測次數則呈現減少的趨勢。

除了上述趨勢，經進一步計算表5前、

表4：學生s24在前、後測短文撰寫的內容與得分(高分表現學童)

基因改造食品 短文撰寫	**前測**(總分11分) 內容3分，組織2分，用詞3分，句構3分	**後測**(總分13分) 內容3分，組織4分，用詞3分，句構3分
意思	又稱「基因轉殖食品」，是由基因改造生物加工而成，由基因重組技術所衍生的食品。	又稱基因轉殖食品，由基因改造生物所加工而成，所以用基因重組技術所生出來的食品，都稱爲「基因改造食品」。
好處	可改善周遭環境，一些植物的種子被改變了，可以增加抗藥性。	1. 可改善我們的生活環境。 2. 提供多種營養素。 3. 對農藥有抵抗性。 4. 殺蟲劑的用量變少。
壞處	基因工程的風險高不易成功，像基因改造的魚與野生的魚有可能會互相改變彼此特徵，甚至打架。	1. 這個世界已非常多變，但基因改造的工程又添加了負擔。 2.無法預測，非常危險。 3. 基因改造的魚若和野生魚混在一起，有可能改變野生魚的品種。

表5：學童短文撰寫用詞類別數及各種用詞次數彙整表

	前測	**後測**	合計
科學用詞			
類別次數	107	113	220類
用詞次數	356	470	826次
一般生活用詞			
類別次數	52	40	92類
用詞次數	88	57	145次
合計	159類，444次	153類，527次	218類*，971次

*註：扣除前、後測重複之94類後全部共有218類短文用詞。

後測中重複之94類語詞共計794次；其中科學用詞有702次，佔所有前、後測全部總用詞次數(N = 971)的72.3%。換言之，若以概念生態的角度詮釋此種結果，顯示引導式TAP讀寫策略教學前後，學童短文撰寫中之用詞呈現穩定狀態，亦即在後測的短文撰寫中，學童仍大量保留在前測時已出現的用詞。

至於學生在科學用詞前、後測所出現次數，則依高低序分別整理如表6。其中，「病毒」一詞由13次增至22次，爲後測中最多的用詞；其他增加最多的用詞還有「生物」(由7次增至17次)，「基因」(由9次增至14次)，「天花病毒」(由6次增至12次)，「遺傳物質」(由5次增至9次)，「營養素」(由3次增至9次)，「基因組成」(由2次增至8次)，「基因改造」(由2次增至8次)，「性狀」(由1次增至6次)，「農藥防治」(由0次增至6次)。其他的用詞有的維持不變，有的則雖略有降低，但變化不大。綜觀學生前後兩次撰文出現次數總和超過5次的科學用詞，均在所提供閱讀的文本中出現，而無學生自行拓展衍生出來的用詞(表6)。由此可知學生透過倚賴文本資料從事特定主題寫作，擷取重要資訊的現象，且文本內容做爲學生寫作鷹架的功能。這對於提供一份內容充足的主題文本，幫助學習者從主題文章閱讀的過程中，獲得且整合資訊，並透過寫作以呈現其理解，是具有啓示作用的。

另若進一步將表6中居前20位的科學用詞次數加總，達384次，佔科學用詞總次數(N = 792)之48.5%，此亦可視爲學童的核心概念。再觀察此核心概念由前測時之172次增加至後測之212次，增加的比例達23%。

表6：學童短文撰寫中之科學用詞類別數及次數變化表

語詞內容(總次數)	前測	後測	該詞在閱讀文本中出現的頻率	語詞內容(總次數)	前測	後測	該詞在閱讀文本中出現的頻率
基因改造食品(36)	18	18	9	基因組成(10)	2	8	2
病毒(35)	13	22	2	基因改造(10)	2	8	3
加工(30)	16	14	2	遺傳訊息(9)	4	5	1
基因重組技術(24)	13	11	2	遺傳工程(8)	3	5	3
生物(24)	7	17	7	基因改造的魚(8)	5	3	1
抗蟲(24)	13	11	2	耐運送(8)	5	3	1
基因(23)	9	14	9	特定基因(7)	2	5	2
抗病(20)	11	9	2	性狀(7)	1	6	2
天花病毒(18)	6	12	1	變種(7)	2	5	1
基因改造生物(17)	9	8	1	農藥防治(6)	0	6	1
基因轉殖食品(17)	9	8	1	抵抗性(6)	2	4	1
保存期限(17)	9	8	1	基因工程(5)	3	2	3
抗除草劑(16)	8	8	1	維生素(5)	2	3	1
抗低溫(15)	8	7	1	導致(5)	3	2	2
遺傳物質(14)	5	9	2	過程(5)	1	4	1
生長速度(13)	7	6	1	混種(5)	1	4	1
營養素(12)	3	9	1	特徵(5)	1	4	1

註：本表僅呈現前、後測次數總和達5次的用詞。

另外在一般生活用詞方面(表7)，其前、後測中之次數都不算多。除「改善」一詞由2次增至5次外，其餘各詞相對於27位學生數，其變化程度可視之爲微小。

這些一般生活用詞大多充滿價值判斷，或蘊含情意感受。例如：「改善、擔心、針對、破壞、變化莫測、不僅、掌聲、批評、恐懼、危險、失敗、不好的……」等。換言之，如果將科學用詞視爲基因改造食品議題的核心概念，則一般生活用詞應可做爲學童對此基因改造食品議題的情意指標。依此，引導式TAP讀寫策略對國小學童短文撰寫用詞的影響尚包括學童的情意改變。經過研究處理(填寫基因改造食品TAP細格)，學童在後測所撰短文中的一般生活用詞使用次數減少了。這可謂學童在後測短文中的用詞更趨內容導向，意即TAP細格的訓練讓學童趨向於認知的整理與展現，相形之下情意的用詞減少了，後測變得更爲理性。

綜觀以上的變化，學童在類別數與用詞次數增加，則在短文寫作的「內容向度」上相對的也能獲得較高的分數；而這些用詞在短文中所鋪陳的脈絡意義準確且凸顯重點，亦可進一步在「組織向度」獲得高分；而正確的短文撰寫用詞使用程度則影響「用詞向度」的得分；另一方面，掌握用詞時機也讓短文清晰語句完整，這有利於「句構向度」上的得分。

總言之，引導式TAP讀寫策略有助於學童科學寫作表現的提升；而TAP細格的推理歷程，與科學寫作的歷程也頗爲相似。本研究之引導式TAP讀寫策略，令學生填寫八個wbqr/WBQR論證細格，過程中須對基因改造食品議題表示贊成和反對的觀點，以此展現推理技巧，期望其推理的結果被接受。此種論證歷程和認知心理學上所指寫作歷程爲「計畫、轉譯、回顧」相近(Calfee & Drum, 1986)。由本研究結果可知，引導式TAP讀寫策略讓學童在撰寫基因改造食品的後測短文時，先從DARTs讀寫文本中，藉自己對基因改造食品議題的理解，選取適當有用的短文用詞；繼之填寫wbqr/WBQR八個論證細格時，必須有組織、有結構地將基因改造食品短文轉譯出來，寫作的構思過程中也如同考量論證結果須獲得接受一般，不斷地回顧修正所產出的短文。實則，寫作的產出歷程與TAP的推理歷程相似。可說明學童將TAP細格的推理技巧應用於科學寫作，且在後測有比前測時進步的結果。

表7：學童短文撰寫中之一般生活用詞類別數及次數變化表

語詞內容與總次數	前測	後測	語詞內容與總次數	前測	後測
改善(7)	2	5	放很久(3)	3	0
東西(7)	4	3	掌聲(3)	0	3
擔心(5)	1	4	吃到(3)	1	2
針對(5)	2	3	批評(2)	0	2
人類社會(5)	2	3	想法(2)	0	2
機會(5)	3	2	造成(2)	1	1
破壞(5)	3	2	恐懼(2)	1	1
生活(4)	1	3	危險(2)	1	1
變化莫測(4)	1	3	失敗(2)	1	1
不僅(3)	1	2	不好的(2)	2	0

三、學生對以引導式TAP從事讀寫的學習回應

本節整理學童在訪談與課程回饋問卷中對引導式TAP讀寫策略的看法，經分析後以主張方式呈現如下四點：

主張一：經小組讀寫再填答TAP細格，提供學童進行論證推理時的先備知識，以利了解科學議題的內涵與進行有意義的論證推理活動。

本研究之引導式TAP是一種結構化、明確化的讀寫推理活動，係依先讀寫再填答TAP論證細格的設計方式，首先經讀寫過程幫助國小學童事先獲得與主題有關的先備知識，而後再將之應用在TAP論證細格的填寫。在進行讀寫時，運用強調小組合作的文本關聯指導活動(DARTs)，讓學生藉討論、分享理念與檢視內容學習基因改造食品議題。這樣的引導式活動規劃從學生閱讀理解起始，逐步發展學習任務，從以下對學生s12訪談，可得知他所認知到該讀寫活動的目的與效益：

> 我們先讀了基因改造食品裡面的內容，讓我們知道這主題是在講什麼，再來寫一寫就像一個能看課本的考試，讓我們能找到基因改造食品的重點。再來是因為、由於、所以、除非格子，這可能是想讓我們學到的充分的利用在上面，藉由這些格子來知道我們到底有沒有在學，也能知道哪些課題的看法。(s12)

此學習效益呼應Reznitskaya等(2009)認為在國小階段運用小組合作推理方式針對社會科學議題進行討論，可提升個別學童的論證能力。而當學童歷經有意義的TAP推理活動，亦有助於將學習成效遷移應用至未來的學習情境(Bolton, 2007)，有利於後續的學習發展。

主張二：TAP細格工作單培養學生周延思考的讀寫習慣，產出的讀寫成果更具說服力。

細格工作單的設計，讓學童在讀寫的過程中可依據確切的目標，從事良好的理解監控與自我檢核。簡言之，細格之結構化、明確化設計特性，能引導學童思考，並應用於寫作過程(Naumann et al., 2007)：

> 老師這樣安排八個格子，只是要教我們如何思考，「因為、由於、所以、除非」這樣是要讓我們懂得如何寫作，如果熟練怎樣寫作，那長大上國中、高中、大學……就不怕了。(s8)

> 這幾個小格子看似簡單卻各有不同的意義，不但可以幫助我們學習，也讓(我)了解到做事情一定要先思考。(s14)

在TAP細格架構中，透過「因為」、「由於」、「所以」與「除非」所組織而成的完整陳述，一則輔助學童從事周延思考，另則將論證的技巧遷移(Bolton, 2007)，展現在讀寫過程中，讓學童產出的成果更具有說服力，並為他人所接受。

> 可以讓我講的話和寫的句子有說服力，很難找到缺點。(s13)

> 在思考過程中，我們必須站在雙方面的立場思考，第一思考「因為」，這就像要我們說事情如何發生。第二思考「由於」，這要我們思考後來發生什麼，第三思考「所以」，這就是要我們對事情做個結論，最後是思考「除非」，這是要我們把意外因素思考進去，然而老師要我們寫此作業是要我們學會多方面的思考。(s23)

> 因為這樣子以後跟人說話時，人家會覺得你說的很有道理，而且不覺得你是隨便說說的，還有這樣說起話來或寫作文時比較有知識淵博的樣子。(s27)

主張三：引導式TAP讀寫策略具有讓推理自動化的效用，有利於學童提升其讀寫技能。

在學習過程中，學童將許多基本讀寫步驟，合併而成單一的運作步驟，如此將省下的工作記憶容量轉用於處理複雜歷程的現象，稱之爲自動化(automaticity)；自動化是解決問題策略的認知能力，而現階段的自動化是轉換至下一階段讀寫步驟的必備條件(Klauda & Guthrie, 2008; LaBerge & Samuels, 1974; Rasinski et al., 2009)。以此，本研究中，讀寫結合TAP的引導式策略，可協助學生熟練推理過程，並予以自動化。純熟的推理自動化過程有利於讀寫進行的流暢性，進而輔助學童提升讀寫技能：

> 如果能先了解以及應用「因為、由於、所以、除非」才能順利寫出短文的答案，就像你要先知道如何運算才能寫數學作業一樣，我覺得那過程是一個了解後再練習的過程，這是合理的。老師會這樣安排(指TAP細格)是想讓我們學得更多，並再一次的練習，在訂正中學到許多知識，在錯誤中成長。用各種方法實驗，直到把問題解決為止，像解決數學題一樣，不斷的運算，直到找出答案。(s24)

> 這是一個很複雜的過程，必須想出應該怎麼寫，才比較容易看的懂，不會讓大家看了都不知道到底在寫什麼，然後為什麼老師會這樣安排應該是因為這個(指TAP細格)對我們有幫助，所以老師才會要我們學習怎麼寫才會寫的比較好，使大家看了都會知道裡面到底是在寫什麼，幫我了解應該怎麼做，別人才會知道我在寫什麼，以及幫助我了解該怎麼從這些格子去寫才會比較完整。(s9)

本研究先安排學童讀寫，獲致基因改造食品議題的先備知識；繼之引導學童進行八個TAP細格的推理活動，讓學童感受到結構化、明確化方式學習論證的技巧比較容易，並利於將習得的論證技巧有效遷移至爾後的閱讀和寫作過程。

> 先閱讀讓自己了解「基因改造食品」，可增加思考能力，再寫一寫「因為、由於、所以、除非」會比較順，不會中途停下來。(s10)

> 先看完基因改造食品的文章大綱後自然會有印象，再寫那八個格子比較容易，也不會過了幾天就忘了，久而久之，讀書和寫作也會照著這種方式，功課也就漸漸變好了。(s5)

從以上學生的觀點，發現實施引導式TAP的影響，與Andrews, Torgerson, Low與McGuinn (2009)所描述7 ~ 14歲學童論證寫作教學的成功經驗相似。基此，教師在教學時宜提供學童進行閱讀和寫作時的過程示範，並給予符合結構化、明確化的方法與策略，藉以引導學生純熟地和自動化地計畫、構思、和修正讀寫的內容。

主張四：不同讀寫表現的學生對於參與引導式TAP中之讀寫活動與論證細格填寫，存有不同程度的反應。

本研究亦發現不同讀寫程度學生，對從事引導式TAP讀寫活動有不同程度的反應。表8是從三位個案學童(s4、s25、s24)讀寫中的表現及其課程回饋問卷分析結果，綜合整理而得。這三名學童在後測時的讀、寫表現皆較前測進步，然三名個案所屬的得分組別，在閱讀理解方面，s4從前測時的低分組，成長至後測時之中分組；而s25則由中分組提升至高分組；s24則維持在高分組內。但三人在短文撰寫上，則都維持原前測所屬組別不變。

綜合上段三人在讀寫上及學業表現，s4屬於低分組，他認為讀寫活動是困難的，在後測時，他還是停留在低分組，惟經由小組成員的幫助，學習進步漸入佳境。在回饋問卷中，他回應「非常喜歡小組讀寫活動」，也表示「讀寫活動非常有幫助」，顯見基本讀寫能力欠佳的他對引導式TAP策略的倚賴：

> 雖然老師發的(閱讀)資料有很多說明，但我還是有很多不了解的地方。(s4)

> 一開始我完全不了解內容，直到我請教小組同學才慢慢了解。(s4)

> s4學童在小組讀寫活動中的參與度算是投入，能與小組成員一起進行閱讀、討論，但是在進行閱讀文本畫重點的過程中，顯得有點吃力；在撰寫短文時，內容偏少，似乎寫作仍然不拿手，鼓勵他再寫詳細點，但並未奏效。(教札，後測時)

另一位學童s25屬中分組，她認為「讀寫活動是有點困難的」，基本讀寫能力有所限制，但本研究中小組合作的機制發揮的效

表8：個案學童的引導式TAP策略之表現與知覺摘要表

項目＼個案編號	s4	s25	s24
學業表現	低分組	中分組	高分組
閱讀理解：前後測表現變化	低分組→中分組	中分組→高分組	高分組→高分組
短文撰寫：前後測表現變化	低分組→低分組	中分組→中分組	高分組→高分組
對讀寫活動的知覺	困難	有點難懂	簡單
小組讀寫活動的喜歡程度	非常喜歡	喜歡	不喜歡
小組讀寫活動的幫助程度	非常有幫助	非常有幫助	有幫助
填答TAP細格的喜歡程度	喜歡	喜歡	非常喜歡
填答TAP細格的幫助程度	有幫助	有幫助	還算有幫助
填答TAP細格的滿意程度	滿意	滿意	滿意

用，讓她因而喜歡小組讀寫活動，更認爲對她非常有幫助。

> 一起合作，和自己做其實往往都是不同的，大家一起合作的時候，可以互相找答案，而且大多都是正確的。我會自己先找找，找不到就和大家一起討論。(s25)

> s25學童在小組讀寫活動中，十分活躍，不但會鼓勵組員多互動，也會時常問教師一些關於讀寫活動的進行細節。但在進行短文撰寫時，也問老師短文是否有字數的限制，因為擔心無法達到老師的規定。(教札，前測時)

至於表現屬高分組的學童s24，在本研究的讀寫前、後測表現都在高分組中，顯見她有不錯的基本讀寫能力。她也認爲讀寫活動是簡單的，小組讀寫活動對她而言是有幫助的，但她表示並不喜歡。s24的基本讀寫能力無礙，她也認爲並非單賴引導式TAP策略，還有其他多元的學習管道可供利用，例如：

> 基因改造食品的定義，寫的非常淺易懂又明瞭。(s24)

> 要讓短文答案完整，我認為可先問專家、訪問他們有關基因改造的事，再討論提出看法。也可問老師、同學、上網查資料，把資料拿出來分享，再討論。(s24)

> s24學童在短文寫作的進行過程頗為流暢，她答題時專心，寫字快速，也擅用讀寫文本，在撰寫過程中適時地翻閱參考。(教札，後測時)

另外，無論低、中、高分組的三名個案學童，都喜歡填答TAP細格，認爲填答TAP細格對讀寫是有幫助的，並對自己所填的細格內容感到滿意。只不過三人對於填答TAP細格對讀寫的幫助知覺程度不一，s25和s4兩位中、低分組學童表示「有幫助」，但s24認爲寫TAP細格「還算有幫助」。該生的短文撰寫成績爲高分組，學業和語文平均表現皆優，但也可能因此而較其他學生更熟悉細格撰寫所欲營造的系統化引導功能，故對此倚賴及受到幫助的感受較低。

伍、結論與建議

一、研究結論

參與本研究的國小六年級學童，在閱讀基因改造食品文本後之前測分數，顯示已具相當程度的理解。而引導式論證模式對短文寫作表現，有正向的影響。在撰文方面，學童的科學用詞在後測時有增加的現象，意指學童撰文的用詞更加豐富，這和學童的內容、組織、用詞、文句結構等方面的得分有所關聯。學童在TAP細格的結構化、明確化架構下，使推理加以系統化，這些具提示字的細格能引導學童整理思考的脈絡。經引導式TAP讀寫策略之後，幫助學生判讀及呈現重點，一如經歷過資訊素養的訓練般。

依學童對引導式TAP讀寫策略相關自陳資料的回應，亦支持上述的研究結論。亦即經小組讀寫再填答TAP細格，可提供學童進行推理時的有效先備知識，以利快速了解科學議題的內涵與進行有意義的TAP推理活動，從而習得論證的技巧，並應用至日後的讀寫歷程。學童也表示TAP細格工作單符合結構化、明確化的特色，引導其培養周延思

考的讀寫習慣，產出的讀寫成果具說服力並易受他人所接受。從學童的回應亦發現，引導式TAP讀寫策略具備讓推理自動化的效用，因而有助於提升學童的讀寫技能。綜言之，引導式TAP讀寫策略可在國小高年級階段有效實施，對學童科學讀寫能力的提升具有明顯助益。

二、研究建議

依本研究的發現與啓示，學童上科學課就如同經歷一段新的語言讀寫課程，學生常需面對許多科學概念的學習。然而科學是經由論證的方式而產生，學童唯有學習論證的本質，例如TAP細格內的提示字「因爲、由於、所以、除非」等，方可降低在科學讀寫學習中的障礙。建議國小科學教師可在自然課程中融入引導式TAP教學設計，藉此提供學童一個多元與價值衝突的環境，以培養學童批判思考及與同儕論辯、論述、溝通的論證能力。

另又以學童若要成功解決複雜的問題，則須降低基本成分技能所佔用的工作記憶容量，這將有助於自動化的發生。學童在解決問題前，若能輕鬆操作問題解決所需的基本技能，就能符合所謂的「免除規則」(freedom from constraints；梅伊爾，1987／林清山譯，1994)，使執行這些基本成分技能不再是關注的重點。本研究運用「因爲、由於、所以、除非」細格，即屬「前置性自動化」(prior automatization)的功能；在解決問題時，引導式TAP讀寫策略的設計，可以幫助學童在細格推理的基本能力上，達到自動化的水準。在推理自動化的情境下，流暢地進行科學讀寫活動。如此可一方面顧及衍生素養中之科學內容教學，且能強調基礎素養中之讀寫與論證的重要性。

再者，本研究與錡寶香(1999)的研究發現相近：國小四、五、六年級學生的讀寫能力，在了解文章基本事實的能力發展良好，但由文章中抽取大意的做摘要能力則發展較差。職是，學童引導式TAP策略的學習表現結果，基本讀寫能力仍是影響關鍵。其次，在TAP細格填答上，「明確化、結構化」的引導原則，亦應立基於資訊素養的基礎之上，誠如Nichols (2009)指陳資訊素養的主要基本成分包括讀、寫、思考和資訊搜尋，是以，填答TAP細格在本質上仍是一種寫作活動，Abram (2007)乃界定資訊素養是發現、評鑑和使用資訊的能力。以資訊素養的意涵而言，科學讀寫是學生必備的基本能力，科學教師的教學策略，應能協助學生具備判讀科學讀寫文本的重點、搜尋重點、以及取捨重點的能力；且對素養程度較弱的學生尤須給予指導與關照。但相對而言，對基本素養程度較佳的學生，應可發展進階的模式以供細格寫作，例如將包含資料及宣稱等共八個論證細格皆予空白，以增加任務的挑戰性。

末了，由於日常生活中的真實社會現象與科技議題，多是缺乏結構的，屬於鬆散結構的問題(Savin-Baden & Wilkie, 2006)。學生須先習得結構化、明確化的策略，方能將解決問題的技能遷移到結構鬆散的真實生活問題。在科學課室中，學童所讀所寫的常會缺乏論證與檢核的歷程，以致只停留在印刷文字讀寫素養(print literacy)的階段，因此建議在學校的科學教學中，宜多運用結構化與明確化的引導式TAP讀寫策略，使學生連結他們的生活經驗來審視讀寫的內容，隨後透過文本世界進一步周延地理解真實的世界，此乃社會文化素養(sociocultural literacy)之謂，也是一種資訊素養(information literacy; Young, 2008)，非但呼應培養科學素養的目的，也能使學生面對與解決真實的生活問題。

誌謝

本研究係由行政院國家科學委員會經費補助(NSC 95-2522-S-142-001-MY3，NSC 95-2522-S-142-002-MY3)，並蒙審稿委員悉心指正，在此特誌謝忱！

參考文獻

1. 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。
2. 張淑女(2004)。**從認識論的觀點探究大學生論證思考之能力與模式**。國立臺灣師範大學科學教育研究所博士論文，未出版，臺北市。
3. 梅伊爾(Mayer, R. E.)著(1994)。**教育心理學——認知取向**(*Educational psychology: A cognitive approach*，林清山譯)。臺北市：遠流。(原作1987年出版)
4. 陳慧娟(1998)。科學寫作有效促進概念改變的教學策略。**中等教育**，**49**(6)，123-131。
5. 楊惟程、靳知勤(2006)。國小六年級學童對讀寫活動融入自然科教學之知覺研究。**科學教育學刊**，**14**(1)，29-53。
6. 靳知勤(2006a)。**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：總計畫**。行政院國家科學委員會研究計畫成果報告(NSC95-2522-S-142-001-MY3)。臺中市：臺中教育大學科學應用與推廣學系。
7. 靳知勤(2006b)。**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**。行政院國家科學委員會研究計畫成果報告(NSC95-2522-S-142-002-MY3)。臺中市：臺中教育大學科學應用與推廣學系。
8. 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。
9. 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。
10. 靳知勤、楊惟程、段曉林(2010)。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爲例。**課程與教學季刊**，**13**(1)，209-232。
11. 錡寶香(1999)。國小學童閱讀理解能力之分析。**國教學報**，**11**，100-133。
12. Abram, S. (2007). The pipeline k-12 reference work: Learning to not answer their questions. *MultiMedia & Internet@Schools*, *14*(6), 23-25.
13. Andrews, R., Torgerson, C., Low, G., & McGuinn, N. (2009). Teaching argument writing to 7- to 14-year-olds: An international review of the evidence of successful practice. *Cambridge Journal of Education*, *39*(3), 291-310.
14. Bolton, F. (2007). Top-level structures. *Teaching Pre K-8*, *37*(6), 46-47.
15. Brown, T. J., Throop, S., & Timku, L. (2009). More than meets the eye. *Science and Children*, *47*(4), 28-31.
16. Calfee, R., & Drum, P. (1986). Research on teaching reading. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed., pp. 804-849). New York: Macmillan.
17. Erduran, S. (2008). Methodological foundations in the study of argumentation in science classrooms. In S. Erduran & M. P.

Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 47-69). Dordrecht, Netherlands: Springer.

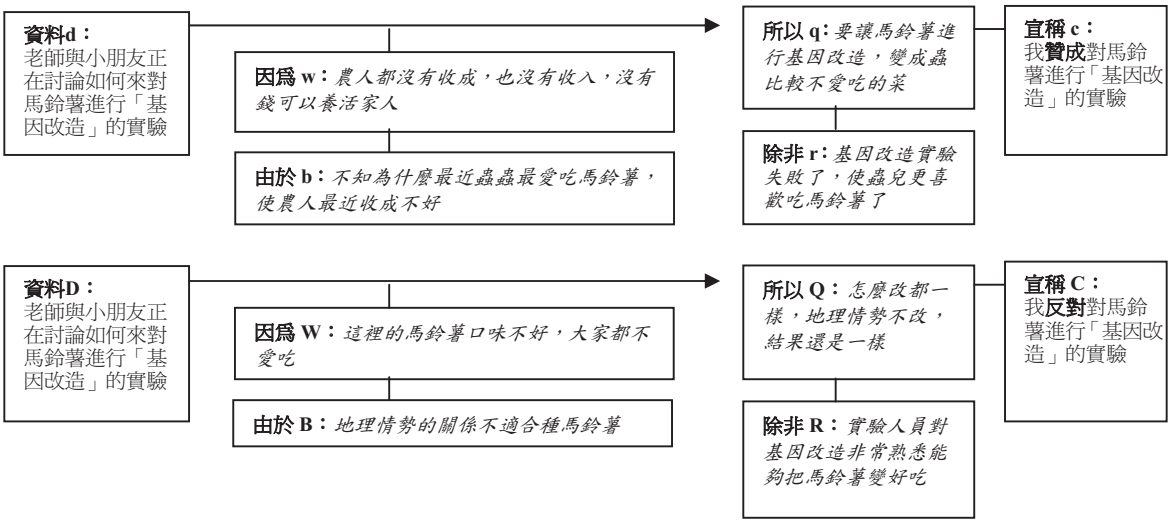
18. Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, *88*(6), 915-933.
19. Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed., pp. 119-161). New York: Macmillan.
20. Felton, M. K., & Herko, S. (2004). From dialogue to two-sided argument: Scaffolding adolescents' persuasive writing. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, *47*(8), 672-684.
21. Firooznia, F., & Andreadis, D. K. (2006). Information literacy in introductory biology. *Journal of College Science Teaching*, *35*(6), 23-27.
22. Florence, M. K., & Yore, L. D. (2004). Learning to write like a scientist: Coauthoring as an enculturation task. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(6), 637-668.
23. Glynn, S. M., & Muth, K. D. (1994). Reading and writing to learning science: Achieving scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*(9), 1057-1073.
24. Goodman, K. (1997). Putting theory and research in the context of history. *Language Arts*, *74*(8), 595-599.
25. Gracia-Mila, M., & Andersen, C. (2008). Cognitive foundations of learning argumentation. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 29-46). Dordrecht, Netherlands: Springer.
26. Hand, B., & Prain, V. (2006). Moving from border crossing to convergence of perspectives in language and science literacy research and practice. *International Journal of Science Education*, *28*(2-3), 101-107.
27. Hynd, C., Holschuh, J., & Nist, S. (2000). Learning complex scientific information: Motivation theory and its relation to student perceptions. *Reading & Writing Quarterly*, *16*(1), 23-57.
28. Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Designing argumentation learning environments. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aeixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 91-116). Dordrecht, Netherlands: Springer.
29. Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3-28). Dordrecht, Netherlands: Springer.
30. Kanari, Z., & Millar, R. (2004). Reasoning from data: How students collect and interpret data in science investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(7), 748-769.
31. Klauda, S. L., & Guthrie. J. T. (2008). Relationships of three components of reading fluency to reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, *100*(2), 310-321.

32. Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, *85*(3), 291-310.
33. LaBerge, D., & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, *6*(2), 293-323.
34. Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, *59*(1), 14-19.
35. Morgan, W., & Beaumont, G. (2003). A dialogic approach to argumentation: Using a chat room to develop early adolescent students' argumentative writing. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, *47*(2), 146-158.
36. Naumann, J., Richter, T., Flender, J., Christmann, U., & Groeben, N. (2007). Signaling in expository hypertexts compensates for deficits in reading skill. *Journal of Educational Psychology*, *99*(4), 791-808.
37. Nichols, J. T. (2009). The 3 directions: Situated information literacy. *College & Research Libraries*, *70*(6), 515-530.
38. Osborne, J. (2002). Science without literacy: A ship without a sail? *Cambridge Journal of Education*, *32*(2), 203-218.
39. Palincsar, A. S., & Duke, N. K. (2004). The role of text and text-reader interactions in young children's reading development and achievement. *The Elementary School Journal*, *105*(2), 183-197.
40. Prain, V., & Hand, B. (1996). Writing for learning in secondary science: Rethinking practices. *Teaching and Teacher Education*, *12*(6), 609-626.
41. Rasinski, T., Rikli, A., & Johnston, S. (2009). Reading fluency: More than automaticity? More than a concern for the primary grades? *Literacy Research and Instruction*, *48*(4), 350-361.
42. Reznitskaya, A., Anderson, R. C., & Kuo, L. -J. (2007). Teaching and learning argumentation. *Elementary School Journal*, *107*(5), 449-472.
43. Reznitskaya, A., Kuo, L. -J., Clark, A., Miller, B., Jadallah, M., Anderson, R. C., et al. (2009). Collaborative reasoning: A dialogic approach to group discussions. *Cambridge Journal of Education*, *39*(1), 29-48.
44. Rivard, L. O. P. (1994). A review of writing to learn in science: Implications for practice and research. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*(9), 969-983.
45. Rosa, M. H. (1994). Relationships between cognitive styles and reading comprehension of expository text of African American male students. *Journal of Negro Education*, *63*(4), 546-555.
46. Saddler, B., & Andrade, H. (2004). The writing rubric. *Educational Leadership*, *62*(2), 48-52.
47. Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(5), 513-536.
48. Savin-Baden, M., & Wilkie, K. (2006). *Problem-based learning online*. New York: Open University Press.
49. Shymansky, J. A. (2005, February). *Defin-*

ing and measuring reading comprehension. Paper presented at the Reading and Writing in Science and Mathematics International Conference of the Symposium, Changhua, Taiwan.

50. Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, *28*(2-3), 235-260.
51. Spivey, N. N. (1995). Written discourse: A constructivist perspective. In L. P. Steffe & J. E. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 313-329). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
52. Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
53. Volkmann, M. J., Abell, S. K., & Zgagacz, M. (2005). The challenges of teaching physics to preservice elementary teachers: Orientations of the professor, teaching assistant, and students. *Science Education*, *89*(5), 847-869.
54. Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Philadelphia: Open University Press.
55. Weston, D. R. (2005). Training in infant mental health: Educating the reflective practitioner. *Infants & Young Children*, *18*(4), 337-348.
56. Yin, Y., Vanides, J., Ruiz-Primo, M. A., Ayala, C. C., & Shavelson, R. J. (2005). Comparison of two concept-mapping techniques: Implications for scoring, interpretation, and use. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(2), 166-184.
57. 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.
58. Young, T. E. (2007). Library "science": Make it work! *Library Media Connection*, *26*(1), 24-26.
59. Young, T. E. (2008). Core science reference and series titles. *Book Links*, *17*(4), 42-42.
60. Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, *86*(3), 343-367.
61. Zembal-Saul, C. (2009). Learning to teach elementary school science as argument. *Science Education*, *93*(4), 687-719.
62. Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(1), 35-62.

附錄一、一位學生(s24)所填寫的TAP細格工作單之內容 (中間的八格斜體字)



附錄二、短文寫作評量指標

項目與等級	優(4分)	良(3分)	可(2分)	差(1分)
內容	短文回答所有問題，答案完整且正確。	短文回答所有問題，各項答案正確但有些答案是不完整的。	短文回答全部問題，但各項答案僅部分正確、答案是不完整的。	短文回答的內容，大部分答案是不完整或不正確的。
組織	短文內容呈現明確的重點，答案符合邏輯順序。	短文內容呈現簡要或不完整的重點，答案符合邏輯順序。	短文內容不具重點，答案符合邏輯順序。	短文內容不具重點，答案不符合邏輯順序。
用字	正確使用36個以上語詞表示完整的科學內容或事實。	正確使用24-35個語詞表示完整的科學內容或事實。	正確使用12-23個語詞表示完整的科學內容或事實。	正確使用11個以下語詞表示完整的科學內容或事實。
文句結構	文句十分清晰，每個答案是由二個以上長度相近的句子組成，或是一個具有12個字以上的句子。	文句還算清晰，每個答案是由二個以上長度相近的句子組成，或是一個具有12個字以上的句子。	文句不清晰，每個答案是由二個以上長度不相近的句子組成，或是一個具有12個字以上的句子。	文句不清晰，每個答案句子長度不相近，或是只有一個具有12個字以下的句子。

科學教育學刊
2010, 第十八卷第五期, 443-467

Chinese Journal of Science Education
2010, 18(5), 443-467

Exploring the Impact of Guided TAPping Scientific Reading-Writing Activity on Sixth Graders

Chi-Chin Chin[1], Wei-Cheng Yang[2] and Hsiao-Lin Tuan[2]

[1]Department of Science Application and Dissemination, National Taichung University of Education
[2]Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education

Abstract

Based on the importance of constructing a useful reading-writing strategy for elementary students, this study aimed to develop the guided TAPping module that utilizes an integrated approach with TAP (Toulmin's Argument Pattern) and scientific reading-writing activity, to explore the impact of argumentation on reading and writing. 27 sixth graders participated in this one-group pretest-posttest design study. Both in the pre/posttests, all students engaged in active scientific reading-writing activities on a genetically modified foods issue. TAP argumentation work occurred between the pre/posttests, which involved all students filling out the eight wbqr/WBQR (warrant, backing, qualifier, and rebuttal) argument cells. Data collections and analysis included reading comprehension scores, essays, the use of science words in essays, and students' responses from feedback questionnaires as well as interviews. The impact of TAP on reading and writing revealed that no significant difference in reading comprehension was found between the pre/posttests, but a significant difference occurred in essay writing. The total science words in all students' essays were more than in the pretests. Moreover, the students' responses expressed that the design of TAPping cells worksheets helped them to conscientiously and carefully do the reading-writing activities, that the method of reading-writing activity connecting TAP argumentation work provided them with valid prior knowledge for arguing, and that the module of guided TAPping helped them achieve a learning effect in writing automaticity. This study suggests that integrating TAP argumentation work with reading-writing activity is a useful strategy in elementary school literacy learning.

Key words: Guided Toulmin's Argument Pattern (Guided TAP), Scientific Literacy, Scientific Writing, Scientific Reading, Reading and Writing