

不同寫作對象對於四年級學生科學寫作內容之 影響的探討

林雅慧 蔡佩穎

國立彰化師範大學科教所

張惠博

國立彰化師範大學物理學系

張文華

國立台灣師範大學生命科學系

摘要

本研究旨在探討學生在寫作任務中對於寫作對象的覺察所呈現的作品差異。研究者經由預先分析教學內容、設計系列融合動手做與寫作的教學活動，並要求 36 位四年級學生以家人、學生、或同儕為對象撰寫說明文。檢視分析學生針對不同對象的寫作內容特徵時，在六次寫作任務所收錄的 190 份學生作品中，研究者發現寫作任務中的假想對象會影響學生提供說明訊息的內容要點。參與的學生在研究者設計的系列教學活動下，可以用寫作的方式表徵出他們的概念及程序理解。以家人為對象時，學生傾向描繪自己在課室學習的情意面；以同儕為對象時，學生會嘗試釐清學習的內容概念及程序；以學生為對象時，則會模擬運用教師上課的程序、進行之活動、以及術語。基於以上發現，研究者對後續研究及教學運用提出建議。

關鍵字：小學科學、說明文、寫作學科學、寫作對象

壹、研究背景

許多國外科學課程由 1960 年代就著重探究式活動，我國的小學科學課程也深受影響。延續這樣的科學課程理念，九年一貫課程中主張科學教育必須具有多元教育型態，並採用以學生學習為中心的教學策略，強調自然科學學習應以探究和實作來進行，增進科學與科技素養（教育部，2001）。然而科學素養是指是什麼呢？對於科學素養的內涵，Norris 和 Philips（2003）認為應包含基本的意涵——學生必須能讀、寫科學的內容，延伸的意涵——在科學層面上是知識淵博、受過教育，並主張基本的意涵才應該是科學素養的核心。雖然 1970 年代就開始注意連結感官經驗的學習以及口語、閱讀文本、寫作，但是各國的科學教育改革文獻中，卻明顯忽略了

讀寫在科學教育中應該扮演的角色。Yore、Hand 和 Florence（2004）引用 Gee 的觀點，指出科學的言談是一種專業化的語言，具有自己的字彙與組織方式，因此當在科學教室中，教師如果能夠藉由教學活動，引導學生在學習歷程中利用語言來表徵他們的科學想法，並與社群中的參與者進行互動，學生便能涵化入科學社群的文化中。Cervetti 等人（2005）強調科學課程應鷹架學生使用與教學目標和過程相符合的語言，且教師必須建立具有豐富科學文字與語言架構之學習環境，以協助學生藉由書本、學習單、視覺的展示、以及教師的談話等途徑接觸科學語彙與語言結構；讓學生學習選取能表徵關鍵概念的核心科學術語來和他人溝通科學活動與

想法；引導學生利用日常語言，搭建出概念橋，熟習使用更多科學語言；以及提供一個能讓學生將語言與第一手探究活動產生連結之學習情境。

Freedman (1999) 曾指出，許多改革計畫均建議科學教學中，應讓學生進行能運用高階思考及進行探究的真實科學活動。Brooke 和 Solomon (1998) 認為，由讓孩童自己動手做，比較有機會習得概念。當學生由教學的壓力中放鬆，有意識地進行各式活動，學生便能由消極的好奇轉變為積極的對因果關係感到興趣，最後能探索自己的問題。Duit 等人 (1998) 亦主張，學生對現象的解釋來自於許多元素的交互作用，包括過去的經驗及情境脈絡、現在活動的課程脈絡、物理環境以及物體或事件。而此種論點與 Van Zee (2000) 的觀點相吻合，亦即當學生能利用觀察所得的證據來進行預測、澄清說明、建構及思考另有解釋時，參與討論的學生就能藉由批判及邏輯思考來得到專家知識。但實際上，很多學校科學教學著重於讓學生模仿由教師提供的知識體系，而不是提供機會讓學生主動探究 (Freedman, 1999)。

在我國開放教材多元版本之後，教科書的編纂者大多強調教材與活動設計活潑有趣、強調動手操作、並宣稱兒童概念學習活動設計，遵循概念發展的順序，先學習主概念，再學習次概念，先具體後抽象，先從「生活經驗」出發，後再「重新建構」(牛頓出版社，2004)。然而一般小學科學課室的教學，教師常過份倚重教學指引的內容與教學程序。因教師未自行分析建構教材內各個概念之間的連結性，不易覺察學生連結相關概念時遭遇的困難，容易錯過延伸、擴展學生學習的契機。學生也可能落入片段地擷取概念，或僅是模仿教師實驗操作過程的學習方式，無法刺激學生進一步思考潛藏在實驗背

後的科學原理。科學教師實應謹慎考量如何設計科學教學課程，讓學生有機會在學習歷程中不斷思考、檢核自己學習的概念，藉此促使學生在自己與學習情境中各種不同的挑戰下激盪建構概念。

基於對關於語言在科學學習中扮演的角色，以及 Cervetti 等人主張教師必須提供一個連結語言與科學的建議，科學教育領域上開始出現系列性關於語言與科學學習的研究，將語言融入科學學習的教學策略恰能提供相關的協助。關於語言在科學學習中的角色，以及 Cervetti 等人主張教師必須提供一個連結語言與科學的建議，在讓學生經由動手做及談論科學的活動情境脈絡下，一些研究 (林雅慧、張文華、林陳涌，2003；Lin & Chang, 2002) 發現低年級孩童能利用對話的方式針對科學主題進行談論，然而受限於口語表達的即時性，學生經過對話論辯過程，似乎並無法形成個人思維的推理脈絡。這樣的教學困難應如何克服，才能提供學生如科學社群一般的學習環境，又能確定學生在其中建立了個人思維脈絡？

小學科學課室現況中，除了動手做、討論外，較常用的學習形式是寫作。根據 Vygotsky (1978) 的論點，寫作是第二順位的符號系統，因為文字代表說出的話語，而此種說出的話語即在將感官印象表徵為有意義的言語。然而，科學課室中大多數的書寫活動，包括紙筆測驗、寫報告、做紀錄...等等，常常只是讓學生複製黑板上教師的筆記、將書本上的重點記到筆記上以及將研究室的活動紀錄下來，這些大多是本質上屬於較低層次並且容易達成的類型，學習者不一定在過程中形成意義 (Wellington & Osborne, 2001)。Wallace、Hand 和 Prain (2004) 根據文獻指出，在科學領域，我們對自然現象形成感官意象，然後經由語言來傳達、溝通，

以致產生新意義，因此科學學習、形成言語以及寫作之間有極為密切的關聯，然而三十多年來，對於藉由寫作來學習科學的機制為何，相關研究並沒有提出明確的證據。

寫作對學生學習科學具有重要影響，教師該如何在科學課室中融入寫作活動，讓寫作確實成為提升學生科學素養的途徑，是研究者所欲探究的最終目標。因此，營造一個讓學生動手操作實驗的學習環境後，教師如

何基於寫作的認知歷程，發展科學寫作模式，協助學生整合觀察的現象與專有術語或定義，便成為重要的研究議題。本研究中即運用較能促成學生利用寫作表徵科學想法的寫作文體——說明文，藉由改變學生在寫作任務中的對象，去探究學生在針對不同寫作對象撰寫說明文時所呈現的寫作特色，俾以做為建立適用於小學教學中的科學寫作模式時之參酌。

貳、文獻探討

一、寫作在科學學習之角色

Yore、Bisanz 和 Hand (2003) 指出因為科學社群成員運用語言來從事科學及建構科學主張，並以獨特的論辯模式溝通探究歷程及其科學理解，所以語言是科學和科學素養整合的部分。Warwick、Stephenson 和 Webster (2003) 指出，許多英國孩童（大約 11 歲）能利用言語（speech）清楚表達他們所操作的公平測試（fair testing）；大部分的學生也能夠表達出與測量、資料處理等相關的證據之概念，但在學生的寫作任務上，此種對於證據之理解則表現得較不明顯。這是因為一般的科學學習往往僅讓學生理解任務的程序，很少強調為了達到概念理解而必須強調的學習程序。Warwick 等人因此建議，必須藉由寫作的方式讓學生參與進入與自己和他人的對話。

Bangert-Drowns、Hurley 和 Wilkinson (2004) 整理文獻發現，1970 年代以來，許多研究者主張寫作能促進學習，理由包括：寫作是學習形式之一、寫作近似言談、寫作能支持學習策略；但是，寫作出現的情境脈絡，卻可能會影響寫作提升學習的成效，例如如果寫作時有提示學生運用後設認知，對

學習效果將有顯著影響。學生是主動建構知識的學習者，常運用的認知學習策略可區分成背誦、精緻、組織、理解-監控等四類策略，教師如果在教學歷程中教導學生這些學習策略，就能夠提升學生的學科成就。此外，寫作任務的特徵也是重要影響因素，包括寫作的範圍及頻率、所需要的心智運思、及是否是寫作者感興趣的。Bangert-Drowns 等人認為寫作能促使並支持認知學習策略的使用，是因為寫作者在寫作時會把新理解連結到類似理解上，這歷程促使學習者使用更複雜化的精緻策略與組織策略，進而合成知識、探究其相關性且加以應用、建立大綱與概念的架構，並因此而發展理解以及對主題的感受。所以寫作是一種自我反映的監控工具，教師可以藉由寫作來創造機會，讓學生評鑑自己對於主題的理解、困惑以及感受。

Cervetti 等人 (2005) 更強化寫作對於科學學習的重要性，他們認為科學言談的內容是用談論或寫作將主張和證據組織成論證。Sandoval 和 Millwood (2005) 則認為，學生在經由寫作提供說明時所使用的語彙，可以反映出他們對於所運用之語彙的意義，以及他們可以如何支持主張之內隱想法。而且學生要能夠做到調合主張及證據，只是理解資

料或是具有認知技能是不夠的，還應該要能夠說服他人。

就學習的觀點來看，寫作涉及到學習者的認知層面。Klein (1999) 回顧相關文獻，提出經由寫作而學習的四個認知假設：產生語言當下的型塑、向前搜尋、形式效應、以及向後搜尋。其中向後搜尋機制所提到的寫作的問題解決模型，就如同 Bereiter 和 Scardamalia (1987) 的知識轉化 (knowledge transforming) 模型，寫作者可以經由處理內容和處理論述兩者間的互動而獲得更多知識 (Keys, et al., 1999)。

Keys 等人 (1999) 認為 Bereiter 和 Scardamalia (1987) 說明的寫作模型中，除了知識轉化模型，另一類則是知識講述 (knowledge telling) 模型，其基本的步驟包括對寫作任務形成心智表徵、定義主題，以及利用這些定義當線索去修正獲得的訊息。Keys (2000) 提出對於此兩種模型的理解，她認為在知識講述的寫作模式中，作者會依賴記憶中已經存在的知識內容，且每一個對記憶探索的結果是彼此獨立的。由於缺乏能形成與目標有關的計畫或是去做有意義的校正，因此寫作者不大會對已經完成的寫作作品做反思，亦即只要與主題相關的訊息都會被紀錄下來，故在此過程中，學生並無法產生新的知識。知識轉化的寫作模式，功能較廣，因為經過對寫作問題的分析後，寫作者會訂出修辭的與內容的目標和次目標，而為了創造出符合想傳達的目標之內容，作者必須選擇適合的文體類型或文法以表達其在內容空間中所產生的知識或做出的推論、思考的過程，亦即經由語言的使用來澄清意義，並引導寫作成品的產出；而選擇合適的語文以溝通、精緻所欲傳達的知識內容的過程，也會促使作者去重新建構資料的意義與論辯。作者寫作時，會藉由內容的問題（包括

與寫作內容相關的事實、信念與資料）與論述的問題（包括修辭與使用的寫作文體）兩者間的互動而產生出知識。

由上述的文獻整理可以發現，當學生要將想法以寫作的方式表徵出來時，必須涉及到更為複雜的認知策略，例如精緻、組織以及理解-監控策略等，才能協助學生進一步建構出對科學知識的理解，達到科學學習的終極目標。由此可推知，試圖利用寫作來協助學生學習科學時，教師的首要任務是設計足以誘使學生表徵其對科學想法的寫作任務。因此，以下便針對寫作任務發展的相關理論與實徵性研究做簡要的說明。

二、經由寫作學習科學的科學寫作任務

對於寫作必須具備的構成要素，Hand 和 Prain (2002) 提出一個 Model for writing-to-learning 的架構，在架構中共定義了五個要素，作為藉由寫作學習科學的基礎關鍵性組成的面向，包括：產生文本的方法、寫作對象、寫作目的、形式以及主題。Hand 和 Prain 認為這五個要素可以被類比成一個密碼鎖的複合式鑰匙，每一把鑰匙代表任務選擇與多樣需求，設計寫作活動時，有多元的方式可以有有效的結構出增進學生學習的寫作方式。Hand 和 Prain 指出，傳統科學課室中的寫作任務同樣是以這些要素作為基礎，但貫穿這些要素的需求顯得較為狹窄。以台灣的科學教學現場來思考，教學者多是運用寫作來評鑑學生對於學習內容的理解，學生多是利用紙筆，寫下對較封閉問題的解答（如回答簡答題或填充題）；對學生而言，寫作對象是教師，因此，寫作的首要任務是將教師教的概念完整的呈現，未必會發揮經由寫作學習內容的功能。

在實徵研究上，Hand、Prain 和 Trobe (1999) 在教室實施的寫作係以 Yore 和

Shymansky (1997) 的互動式建構模型為基礎，主張學習是學生在社會文化情境脈絡中，基於具體經驗來產生意義的過程，學生的先前知識會影響學習。Hand 等人認為，在參與、探究與強化概念的階段所生產的寫作文本，如圖像模型、解釋的論文等等，都是科學學習的真實證據。在互動建構的科學教室中，寫作具有增進學習的潛能，因為科學寫作常被概念化成一種能發展推理、引導學生科學對話以及促進對與科學相關的解釋以及產生意義的過程。因此，學生必須理解自己的寫作並能回應別人的寫作，澄清他們自己對於特定概念知識及方法的理解，以及學習寫作的表徵方式。在教學實務上，Hand 等人設計了三種寫作任務：包括報紙文章，概念圖，以及對同儕的報導。每個任務的主要教學功能在讓學生對不同階段產生的科學內容與寫作提供回饋，且在針對同儕寫作而不是針對老師寫作的情境中形成科學素養。

依據 Hand 和 Prain (2002) 所定義的五個寫作構成要素，以及教師必須要依據教學目標結構出能有效增進學生科學學習的寫作方式之建議，說明文是相當符合學生寫作表徵的一種寫作形式。撰寫說明文旨在解釋想法、描述或是提供訊息 (Raimes, 1999)。日常生活中即有各種說明文如報紙文章、雜誌或是私人信件。在學科活動中說明文也扮演重要角色 (Stanford Website "The Expository Writing Program", 2005)。說明文寫作計畫指出，當提供說明時，由於寫作者無法假定讀者能認同先前的理解，因而必須使用文字去清楚的呈現他所思考的。因此寫作者必須處理詳細的觀察、描述特色、特徵或是例子、相關聯的事件、建立因果關係、比較等以撰寫說明文。Bereiter 和 Scardamalia 認為撰寫說明文是問題解決的一個好例子，探究學生

組織寫作說明文的歷程，能更深入理解學生獲得知識的方式，但學生也必須自發地寫下所回想起的知識。Klein (1999) 所提出的文體類型效應認知假設，引用 Bereiter 和 Scardamalia 等人所提出的論點，認為寫作者會利用文體形式結構去組織文本要素間之關係，因而連結知識的要素。亦即，文本架構的特徵會促使作者產出並精緻訊息。

林雅慧、張文華和張惠博 (2007) 於寫作研究中提及，參與寫作時，多數四年級學生會由生活經驗、可直接觀看或是測試的活動中尋找寫作的資料與素材，研究結果亦指出，基於先前學習活動而設計的寫作活動，更能引導學生將所學的專門術語、科學概念應用於寫作文本之中，能有效地擴展學生對於概念的理解與應用。而根據前述的文獻整理，可以發現，若教師能依據教學概念彼此關聯性的分析結果，設計能引導學生由舊有學習概念去啟發新概念的學習、或是能藉由動手操弄的歷程讓學生能利用已學習的概念去重組、建構出新知識想法的學習情境，能讓學生在藉由探究科學的歷程中，提升其科學學習的能力。而由寫作學習科學的相關文獻回顧可知，許多研究者支持運用寫作來協助學生學習專家科學知識。

綜合寫作文體形式結構以及修辭的使用對於寫作者在寫作時傳達與論辯能力之影響，在本研究中，研究者依據閱讀文獻所得，透過單元概念分析的歷程，設計能提供學生經由學習產生經驗或概念的課程，並在讓學生在學習該單元的過程中寫作說明文，希望促成學生運用相關舊有概念，並連結到新的概念。在這樣的寫作學習科學的情境下，研究者收集資料並分析學生寫作說明文的內容特徵及品質，藉此探討學生會不會因為寫作對象不同，而在寫作表徵上有不同的呈現。

參、研究方法

一、研究情境

本研究的參與學生是中台灣市區學校裡一班國小四年級學生，共計 36 位學生（23 位男生，13 位女生）。學校位於市中心，家長的社經地位普遍為中上，多重視學生的課業表現。學校教學著重於知識部分，自然科的教學亦然。該班學生先前的自然科教師，其教學程序係由詳細的解說單元概念開始，接著讓學生藉由重複操作教師示範的實驗來驗證所學習的科學概念，最後，由教師帶領學生討論習作的問題後再將答案抄寫在黑板上，讓學生直接謄寫在習作上。這樣的學習歷程，雖強化了學生記憶知識的能力，但卻可能誤導學生形成科學是存在唯一正確答案的思維，甚至養成學生等待教師提供正確答案的錯誤態度，缺乏讓學生自行思考、整合科學想法的學習機會。因此，研究者受到前述探討之文獻的啟發後，在教學的科學課室中，除了營造一個能讓學生動手做實驗的學習環境外，並根據單元概念分析的架構圖，設計寫作任務，以引導學生能在科學學習的過程中體會並學習科學家利用文字來與思維對話的歷程。

二、研究設計

（一）與寫作活動互相配合之教學活動

由作者（2007）先前的研究發現，提供銜接相關概念的動手做學習活動，會刺激學生進行推理、將學習的概念連結到觀察的現象或是待解決的問題。此種情況即符合「搭橋策略」（熊召弟等，2002），亦即經由實際的演示操作，提供學生一個能做類推的現象或概念，以誘發學生建構概念。因此，研究

者參照此研究成果，設計提供學生連結先前學習經驗的寫作活動。

本研究針對某版本四年級下學期的「鹽到哪裡去了」以及「燈泡亮了」單元去設計寫作教學活動。首先分析單元內容架構（例如圖 1），再以單元所涵蓋的概念為軸，發展動手操作活動去貫穿學習的核心概念。例如在「鹽到哪裡去了」單元中，教師的教學程序為：先讓學生進行鹽的溶解活動，待水溶液的底部產生鹽的沉澱時，便接續探討該如何增加鹽水溶液的溶解量，引導出加熱、增加水量等方法皆可以增加鹽的溶解量之相關概念。接著冷卻靜置經過加熱與增加水量的鹽水溶液，待學生觀察到加熱溶解的鹽再析出，教師就再次回顧定量的水只能溶解定量食鹽的概念，以全班討論互動的方式，協助學生把概念與程序操作的結果相關連起來。本研究即是基於前述的教學流程設計原則，讓學生藉由動手操作、實際觀察的學習歷程，以及在互動討論中，將觀察到的現象與預定的概念目標相關連，完整的學習該單元之相關概念。而後，再運用先前的教學單元裡學生的學習經驗，設計寫作教學活動。

（二）寫作課程的設計

1. 「鹽到哪裡去了」單元

教師基於學生對於「溶解」以及「影響物質溶解的因素」等概念的理解，設計「做碳酸汽水」活動（如圖 2），讓學生觀察剛從冰箱裡拿出來的汽水與放在桌上一段時間的汽水，冒出來的泡泡數量的差異；讓學生藉由泡泡數量的不同去發現可能引起差異的因素；以及泡泡產生情形的差異——溫度升高，泡泡冒出來的比較多。做汽水的活動歷程

中，利用「知識補給站」介紹汽水的成分：糖水、二氧化碳，並連結前述觀察汽水的活動，利用寫作學習單引導學生思考二氧化碳溶解在水中的情形（041203 的寫作任務---請寫下一段文章來向家人說明你對溶解的了解，儘可能的以我們做過的實驗裡的現象來做解釋）。最後在單元教學以及做汽水的活動結束後，利用讓學生對家人或對同學說明對

溶解的理解之說明性的寫作活動，提供讓學生描述並反思整個溶解單元的相關學習（050114-1 寫作任務--學習完「鹽的溶解」以及「製作汽水」的活動，請你利用實驗的觀察以及上課中學到的概念，想像你是一個老師，正要向學生說明「溶解」的概念，請寫下你預定要對學生做的說明，讓你的學生能明白這些相關的知識。）

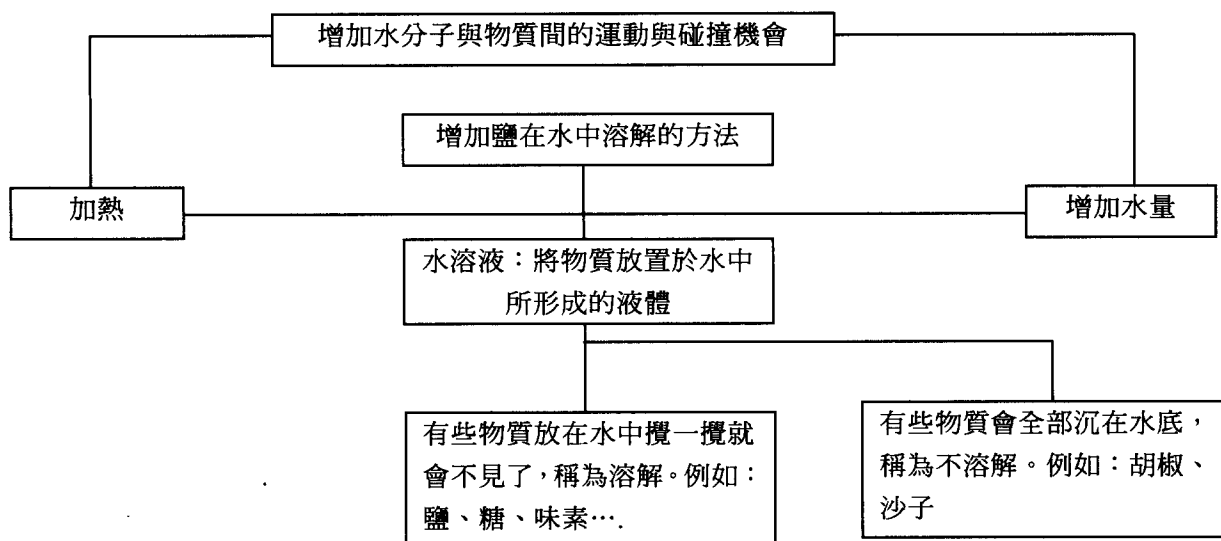


圖1 「鹽到哪裡去了」單元之教學內容架構圖

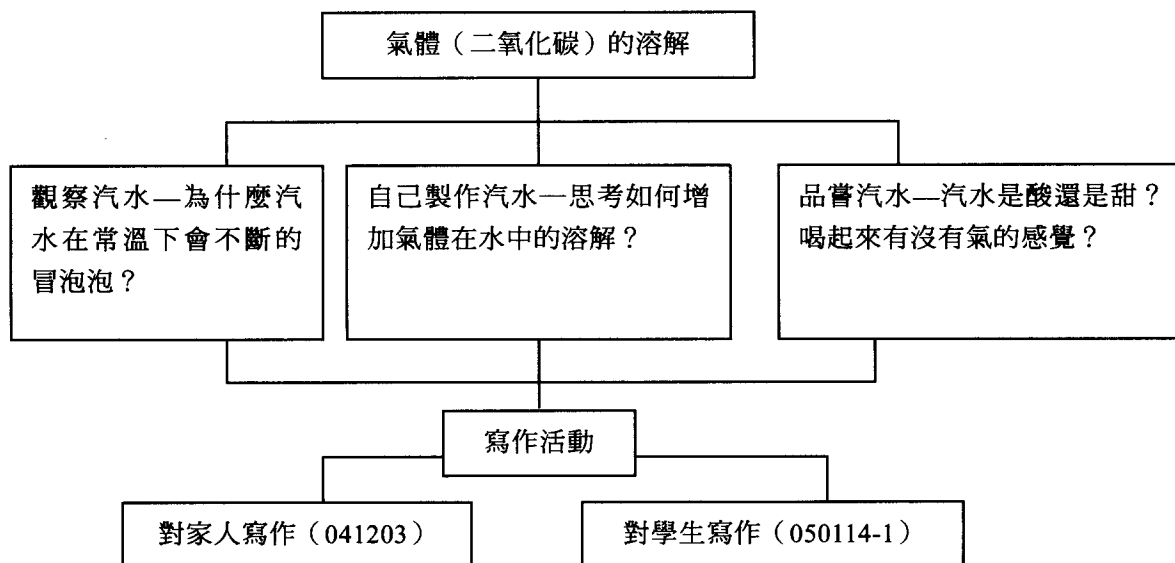


圖2 「做碳酸汽水」之教學活動關係圖

2. 「燈泡亮了」單元

由於學生在低年級時便玩過了利用電池、燈泡去組成會亮的玩具，因此，學生對於如何讓燈泡亮起來已有基礎的概念，但並不懂一些相關的科學術語，例如：通路、串聯、並聯以及導體等。「燈泡亮了」單元的學習重心便聚焦於讓學生理解這些術語、並利用對這些基本概念的认识去設計一個具有開關的電池玩具（如圖3）。這些概念對學生而言顯得較為抽象，因此，概念的引入主要經由動手做活動。教學一開始，教師先以製作「電流急急棒」引發學生學習動機，並引入「導體」的概念。教師準備好各項材料：包括漆包線、短的電線、燈泡、電池以及當做底座之保麗龍片。由於學生已經具有組成電路的基本能力，因此學生很快速的參照老師的成品組好了電流急急棒，之後，教師再引入導體與不良導體的概念。

在教學過程中，教師用寫作學習單來串連概念的學習。例如，在學習完「導體」的概念後，藉由對同學說明如何利用一個東西來代替手電筒裡斷掉的電線（041220 寫作任務---手電筒的電線斷掉了，你的手邊又找不

到電線？請寫下一段文章來向同學說明解決方式），讓學生藉由寫作的歷程去思考對於導體概念的整體理解；利用寫作來向朋友說明手電筒不亮了的可能原因（041210 寫作任務---手電筒不亮了，請寫下一段文章來向朋友說明，可能發生什麼問題了）；設計有趣的電池玩具（041227 寫作任務---想像你是一個玩具發明家，你利用上課所學的知識，利用電池、電線等形成一個通路，做出了一個讓小朋友喜愛的電池玩具。現在請你簡要的對你的家人介紹依下你的玩具，說明你利用什麼材料、怎麼組合而成的，玩具的優點在哪裡？寫的越詳細越好）；以及在教學最後讓學生假設自己是一個教師正在對學生說明「燈泡亮」的知識等寫作活動，讓學生再思考、整合整個單元的學習概念（050114-2 寫作任務---學習完「燈泡亮了」的單元，請你利用在上課中學到的概念（例如：通路、電線的構造、電池要怎麼接會怎樣比較亮...），想像你是一個老師，正要向你的學生說明「燈泡亮」的知識，請寫下你要怎樣說明，你的學生才會明白這些相關的知識？。

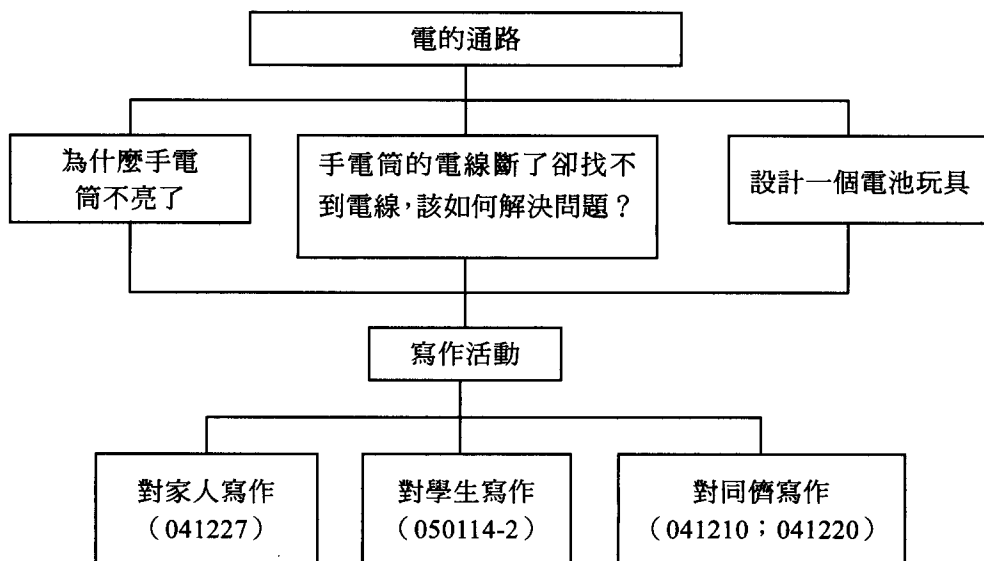


圖3 「燈泡亮了」單元之教學活動關係圖

3.在寫作學習單中設計不同的寫作對象

由於本研究主在探討對不同對象進行寫作時 (Hand & Prain, 2002)，學生表徵寫作文本的特色，因此，研究者設計寫作學習單時，以小學生最常接觸、談論學校話題的家人、以及在同一個情境中共同學習的同儕做為寫作對象。此外也讓學生假想自己是教師，呈現如何將瞭解的概念融入寫作文本來對學生提供說明。不同的單元，會搭配類似的寫作對象做設計，但在一個半月的實施過程中，礙於單元內容與時間限制，在「鹽到哪裡去了」的單元中，少了一次對同儕的寫作。共計進行六次說明文寫作活動，如圖 2、圖 3 所

示。

(三) 寫作活動的進行過程

本研究中課程的設計理念，係讓學生經由動手做的歷程以學習單元的概念之後，再藉由進行科學寫作，讓學生反思所學概念或是利用所學概念，去推論學習新的概念，最後再藉由對家人以及對學生說明的寫作方式，讓學生綜合整理其對「物質的溶解」之整體性理解。寫作活動的實施流程，表示如圖四，每個教學活動在結束之後提供讓學生針對不同的寫作對象進行說明的寫作活動。

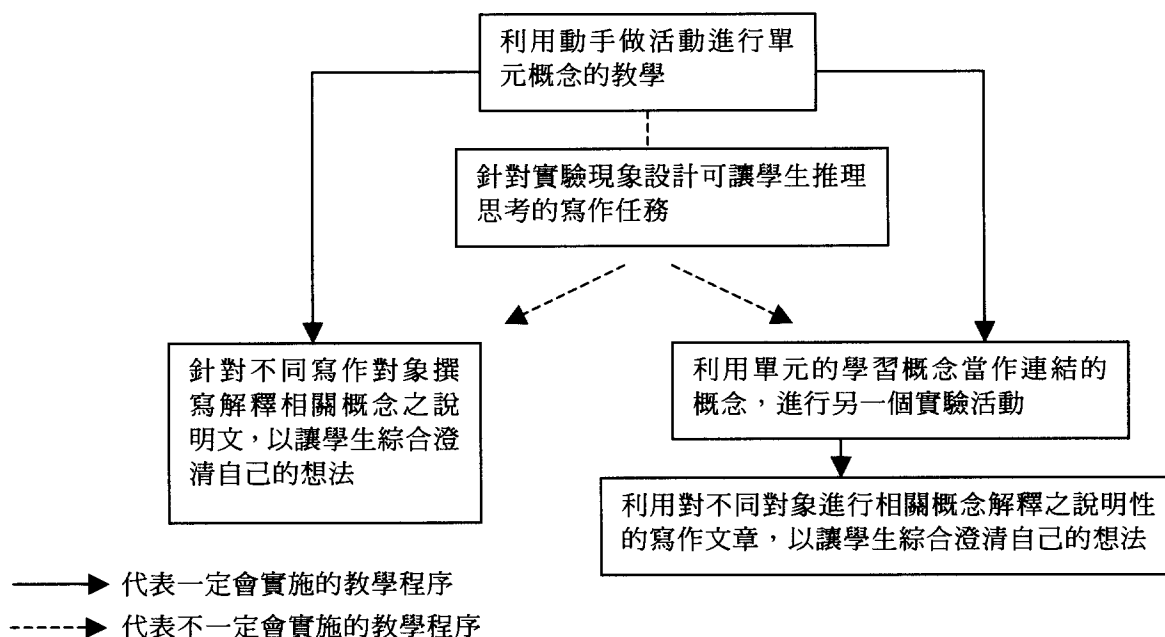


圖 4 寫作教學流程圖

(四) 晤談學生的抽樣

編碼、分析完學生的寫作文本後，整理出學生說明文寫作成品所呈現的特徵 (表 1)，多次比對後，發現，大部分學生會採用的典型回答方式為---以描述在教室中操作過程的程序性的描述之寫作方式，因此，針對

此一特色挑選幾位在寫作時，均能將程序描寫得較為清楚的學生 (阿穎、阿儀、阿暉、阿泰) 進行晤談。

此外，比對表六以及學生的寫作文本後發現，有些學生會利用比較特殊的描寫方式來完成其寫作文本，因此，研究者針對不同的寫作任務，在相同寫作特徵類別均出現較

多頻率的學生以進行晤談，包括阿鏞、阿儒偏好於描述課室外的程序性工作；阿彤喜愛在每次的寫作文本中融入自己的情意面向；阿甄、阿鏞和阿儒在文本中會將科學操作由學校內的情境脈絡轉換為學校外的情境脈絡。希望藉此深入了解學生寫作歷程中的思緒過程。

(五) 學生寫作資料的分析

本研究收錄了六次學生的寫作任務，一共有 36 個學生進行此寫作教學課程。扣除因故缺席或是缺交者，總計共收錄 190 篇學生的寫作文本。由於寫作任務的目的在於協助學生透過寫作的歷程來學習科學，為了分析學生在架構各個寫作文本時，每個陳述句所

涵蓋之功能性，並檢視學生的科學寫作文本中所蘊含的訊息，本研究依據每個教學活動的教學目標以及教學活動關係圖，建立編碼表格（表一），而後，針對 190 篇學生的寫作文本進行編碼分析。其中，內文中摘要學生資料的編碼意涵分別如下：

【041203-06】：摘錄自 6 號學生在 2004 年 12 月 3 日寫作學習單內容

【050114-1-22】：摘錄自 22 號學生在 2005 年 1 月 14 日第 1 份寫作學習單內容

【050114-2-22】：摘錄自 22 號學生在 2005 年 1 月 14 日第 2 份寫作學習單內容

【阿泰 050628i】：摘錄自阿泰在 2005 年 6 月 28 日的晤談內容

表 1 編碼綱要以及範例說明

類 別	學生寫作範例
1.事實的層面：學生對於重要術語所提供的描述訊息	
(1)操作型定義：學生對於自己所從事的或是計畫去收集數據之程序的描述	拿一杯水，加入一些鹽，攪拌一會後，鹽就不見了，這是因為鹽溶解在水中【041203-06】
(2)功能性定義：學生對於來自觀察現象或是教科書的定義陳述等之描述	溶解就是讓可溶解的物質溶入液體中【041203-15】
(3)舉例：學生描述他們聽到的或是自己本身的例子	生活中可以溶的物質，例如奶粉、鹽、糖…【041203-34】
(4)其他：學生對於術語所給予的其他描述	我拿一杯的水並且將糖倒入水中，過了兩秒鐘，糖不見了，我說「這就是溶解」【041203-04】
2.程序性的描述：學生描述操作時的相關性程序	
(1)課室中的程序性工作：描述發生於課室中的工作程序	你可以用剪刀剪斷電線的一些塑膠皮，並且將他們接在一起【041220-02】
(2)課室外的程序性工作：描述發生於課室外的程序性工作	我和爸爸開始實驗其他的東西，我們發現可以用手而會不見的東西，他就會溶解，如果不會的話那樣東西就不回溶解【041203-04】
3.情意面向：在寫作中對於自身情緒感受的描述	我把東西拿給姊姊看，她說：「你做的很好」，我感到很高興！【041227-25】
4.情境脈絡：對於寫作情境場域的描述	
(1)學校內的情境脈絡	我是一個老師，現在我要教你一些關於燈泡的知識。現在我要開始教學。我問學生：「你們知道要如何連接燈泡才會亮嗎？讓我們來做個實驗」【050114-22】
(2)學校外的情境脈絡	有一天，我最喜歡的手電筒壞了，我不知道為什麼他不能工作。因為我最近學了一些跟這有關的內容，因此我就檢查了手電筒的內部【041220-22】

由於先前知識對於學習有重要影響 (Yore & Shymansky, 1997)，研究者反覆檢視寫作資料，認為學生的科學寫作內容，主要可歸類於概念性的知識以及描述實驗操作的程序性知識。因此，在建立學生寫作品質評鑑表時，便運用這兩個向度來呈現學生的作品，如表 2，主要以兩部分來評鑑學生寫

作文本的品質，一是學生在寫作文本裡是否包含原理：指學生在該單元教學中必須學會的概念；另一部分則是是否包含對程序部分的說明：指學生對於操作部分的說明，包括利用文字描述程序步驟以及正確的畫出正確圖像的表徵方式。

表 2 學生寫作品質評鑑向度表

得分	寫作內容包含	原理	程序步驟	說明
5		+	+	結合理論與程序步驟，並能做有結構性的描述（可以呈現邏輯性）
4		+	+	陳述包含理論與程序步驟，但較缺乏結構邏輯性
3		+	+	分別的陳述原理和程序步驟
2		+	-	僅陳述原理或是程序步驟
		-	+	
1		有少許陳述，但不觸及原理或是程序步驟		
0		-	-	完全沒有寫作表徵

為了提供具體的評鑑基準，研究者比對教學前繪製的教學內容架構圖，先針對教學單元整理所包含之各個原理類別（包括教學之概念、涉及的實驗操作等）之定義、例子以及概念間之從屬性。之後，依據教學內容

及目標清楚定義各個原理的意義，最後配合相對應的學生寫作例子，發展成一個可供評鑑者參照之概念評鑑表（表 3、表 4）。並針對學生寫作之程序性知識的表徵，給予更為精緻區分的定義（表 5）。

表 3 「鹽到哪裡去了」單元之概念評鑑基準表

原理類別	定義（說明）	範 例
溶解	物質放入水中消失不見了現象	1.溶解是各種物質放入水中而不見（鹽當它溶解在水中時水還是透明無色的） 2.糖、味精、咖啡、奶粉等其他的也可以溶解在水中【041203-01】
驗證水中溶解了鹽的方法	1.熱會使鹽析出	鹽加入量杯裡，放在火上面如果杯子裡剩下白色的東西那就是鹽的結晶【050114-1-25】
	2.稱重重量會增加	加鹽後的食鹽水比還沒加鹽的水重【041203-30】
	3.嚐起來味道不同	會變ㄟㄣㄣ【041203-01】
影響鹽溶解的方法	1.加熱	可以使物質溶解的快呢？ Δ 加熱【041203-01】 要鹽溶解的比較多可以把水加熱【050114-1-03】
	2.增加水量	直接加入一點點的水【050114-1-03】

(表 3 續)

	3.攪拌（加快速度不影響量）	可以使物質溶解的快：攪拌、顆粒小【041203-01】 物質有一定的溶解，除非改變水量、水溫；和如何使物質溶解較快的方法 1 攪拌 2 加溫 3 把固體變小，所以物質溶解的量和水溫、水量有密切的關係【050114-1-22】
不同物質有不同的溶解量	1.同樣的水可以溶解某物質的量是固定的	讓鹽溶解的更多有兩種方法 △ 把鹽水加熱，可以溶解更多鹽，可是，不是無限量的喔！ △ 加更多水(不是鹽水喔)【050114-1-29】
	2.飽和溶液：杯子裡有剩餘的東西無法再溶解	遇到溶解不了的話，就是這杯水已經不能再溶解了【041203-05】

表 4 「燈泡亮了」寫作單元之概念評鑑基準表

原理類別	定義（說明）	範例
二氧化碳的製作	檸檬酸加上小蘇打產生二氧化碳	汽水裡的二氧化碳是由小蘇打和檸檬酸加起來的【041203-13】
氣體也會溶解於水中		做汽水最重要的就是要把二氧化碳溶解在糖水中，然後再把汽水放在冷水裡或熱水裡就可以了【050114-1-13】
氣體的溶解度受到溫度的影響	溫度變高，二氧化碳的溶解度降低；放在冰水增加二氧化碳的溶解度	為什麼加熱的汽水不好喝呢？因為放進熱水裡的汽水二氧化碳會一直跑掉，沒有二氧化碳的汽水當然就不好喝了，而且加冰的汽水會好喝是因為「冰」不會讓二氧化碳「跑」掉。如果，你有做過實驗就會發現在汽水在熱水中泡泡冒的時間比在冷水裡長。【050114-1-29】
通路	電線連接電池的正極（+）、負極（-）以及燈泡的兩端時，形成一個電的通路，燈泡就會亮。	燈泡只要用電線和電池聯接成通路後，就會從燈絲中發出光亮【050114-2-13】 你們知道怎麼連接使電燈泡亮起來呢？就讓我們來實驗吧！首先我們要準備材料，要準備的材料有：電線、電池、燈泡，好了，材料都齊全了嗎？我們要選擇一種可以讓燈泡亮起來的路線，就像這樣，如果燈泡亮起來了，我們就稱為「通路」【050114-2-23】 要怎樣讓電燈泡形成通路呢？首先，先準備用具，有：2 顆電池，1 個燈泡，2 條電線，然後，由電池正極→電線→電燈→電池負極【050114-2-27】
	(1)電池：電流流出的一極叫正極，電流流入的一極叫負極	電池有正極和負極，ㄊㄨ的是正極，平的是負極【050114-2-28】
	(2)電線：內部為電阻小的銅線，外包覆絕緣的塑膠線	電線的外層是ㄌㄨ、膠，內部是ㄊㄨㄌㄣ線【050114-2-05】 電線就是把塑膠包在銅線上，這是為了不讓我們被電到【050114-2-13】
	(3)燈泡：①鎢絲與導線：燈泡的玻璃球內部有導線和鎢做的燈絲。②金屬罩與金屬接點：導線一端連接金屬罩，另一端連接金屬接點。	燈泡的通路是從正極出發經過小灰點金ㄡㄨㄣ、到ㄣㄨ、極，然後才回到正極又ㄣ一、ㄤㄣ、ㄤㄣㄣ、ㄡㄨㄣ、【050114-2-20】

(表 4 續)

電的導體(不良導體)	連接電路的材料中，能讓小燈泡亮的材料稱為「電的導體」；不能讓燈泡亮的材料稱為「電的不良導體」	在斷掉的電線上，加上一些東西，如果亮了，就是電的「導體」，如果不亮的話，就是「電的不良導體」【050114-2-08】
電池的串聯	(1)在電路中，把兩個電池（或兩個以上的電池）串在一起，一個電池的正極接在另一電池的負極上，即為電池的串聯 (2)電池串聯會增加燈泡的亮度、使馬達的轉速加快	只要把電池串聯在一起，燈泡就會比較亮，因為它是兩個電池的電力【050114-2-13】 要讓燈泡亮一點，可以多串聯一些電池，串聯就是正極對負極【050114-2-15】 串聯的原理就是能使小燈泡更亮，但是鎢絲很容易壞，通路也會很熱，是電池正極接負極【050114-2-22】
電池的並聯	(1)在電路中，把兩個電池的正極、負極各和燈泡連接的方式，即為電池的並聯 (2)電池並聯時，燈泡的亮度與一個電池的亮度相同，電池可以使用較久	把電池並聯，燈泡的亮度就不變，可是他有個優點就是它能讓燈泡亮得比較久【050114-2-13】 如果要讓燈泡亮久一點，可以多並聯一些電池，並聯就是正極對正極【050114-2-15】 而並聯則是讓燈泡亮更久，通路是正極接正極，負極接負極，但電力比較弱如果扯掉一條通路，小燈泡還是會亮【050114-2-22】

表 5 「燈泡亮了」單元的程序性知識之評鑑基準表

	定 義	例 子
程序性知識的描述	清楚陳列形成通路的必要成分，並詳細說明通路的接點該如何接觸：電池的正（負）極電線 → 燈泡的小灰點（金屬罩） → 燈泡的金屬罩（小灰點） → 電池的負（正）極（中間接點可以再增加電線的連接）	只要把電池的正極或負極連接到電線的「ㄇ」端，再把另一端的一隻電線的「ㄇ」端接到燈泡上的「小灰點」，再把另一隻電線的「ㄇ」端連接到燈泡上的「金」上【050114-2-01】 通路就是把電線接在燈泡的金，或是小灰點，再把電線接在電池的正極或負極，這樣燈泡就會亮了【050114-2-36】
	簡要說明形成通路的接法（包括電池、燈泡、電線之必要成分）	燈泡怎麼連接，比如說：正極→電線→燈泡→負極。這樣子的連接就會使燈泡亮起來【050114-2-32】
以圖加強程序性知識的表徵	圖能否正確表徵出形成通路的要素（畫出電池兩極與燈泡兩個接點和電線之連接關係）	

在評鑑時，依據表 2 的雙向度架構，分別針對學生的寫作是否涵蓋如表 3、表 4 所提及之概念，以及是否兼具如表 5 之程序性知識，判斷學生寫作品質。而評鑑過程中再

依據學生對於原理（概念知識部分）以及程序性知識符合的層次，將寫作等級區分為五級（第一級級到第五級），統計人數如表 7。

概念評鑑表的形成，係由第一作者比對

教學內容架構圖訂出核心概念，接著摘錄學生的寫作句子當作編碼概念、以及評斷學生寫作等級的範例。第一作者完成初步的評鑑表格後，共同作者依據評鑑表格，分別進行寫作等級評鑑後，再比對編碼出的概念數目，以及在評鑑寫作等級所編碼之概念知識以及程序性知識之寫作句子。針對兩個編碼不一致進行磋商、討論，以修正評鑑表。而後，由另一個經過訓練的科教研究領域之同儕，使用評鑑表格針對學生的寫作進行評鑑，主要目的在於檢覈評鑑表是否容易由他人理解使用，以及利用評鑑表評鑑的一致性為何。針對有異議處，研究者再進一步磋商討論，確認評鑑表的最後版本。

資料分析時，亦遵循編制評鑑表的歷程。第一作者及第四作者詳盡地編碼並比對彼此編碼的結果，針對編碼相異處，經討論、

磋商後修正。第三位檢核者，對第一份寫作文本進行編碼分析時，參照修正過的評鑑表格完整的對所有學生的寫作文本進行編碼，接著與另兩位作者討論磋商相異處後、修正確認編碼。經由多次編碼的矯正確認後，三者的編碼可以達到一致時，則改採抽樣式的檢核編碼，檢視編碼的一致性。其方法為，第三位編碼者對學生的寫作文本，每份隨機抽取 5 個寫作文本，檢視是否同意兩位共同作者已經討論磋商過的編碼，若無異議，則接著抽取下一份寫作文本，若有異議，先針對不相同之處進行討論，確定論點的一致後，再抽取同一份寫作文本的其他 5 個寫作文本做檢覈，無誤後，以相同的檢核模式繼續進行下一份寫作文本的檢核。每份寫作文本的抽樣檢覈以檢視不同的寫作者之文本為原則。

肆、研究結果與討論

本研究旨在探討學生在研究者設計的學習活動中，進行寫作說明文之任務時，因對象的不同，表徵寫作說明文之特徵。承此研究意旨，研究者分析學生的寫作作品，彙整分析結果以表呈現，並輔以學生寫作作品內容、訪談、參與觀察等質性資料來形成主張。

以下呈現學生在不同寫作任務下，因應不同對象進行寫作時，所展現之寫作文本的特徵、學生寫作文本之品質趨勢之主張，並分別說明主張形成的依據及進行討論。

一、學生針對不同對象寫作說明文時，寫作作品所呈現的特徵

為了窺見學生架構寫作文本的特色，研究者分析了學生所有寫作文本的句子，藉由反複檢視歸納結果，將學生的寫作句子歸類為「事實層面」、「程序性的描述」、「情意面

向」以及「情境脈絡」等四大類別的描述。表六針對學生共 190 份寫作文本，依據此四大分類類別給予編碼，而後分別計算在每個寫作任務中，學生在每種類別以及次類別下，累計的描述類別次數。例如，在 041203 對家人寫作的這份寫作單中，學生的文本共計出現 11 次的操作型定義、16 次的功能性定義、22 次的舉例說明、以及 2 次不屬於上述次類別但歸類於事實層面的寫作句子，在這個寫作任中，總計有 51 次的寫作描述句子是被歸類屬於事實層面的寫作；依此類推，041203 的寫作文本共計有 26 次的程序性描述、8 次屬於情意面向的描述句、以及 25 次屬於情境脈絡的描述。而 041203 的寫作共有 110 次的寫作句子。以同樣的計次方式，可以發現，在六次的寫作任務中，一共有 65 次的描述被編碼歸類屬於操作型定義。表格中

表 6 學生說明文寫作成品所呈現的特徵

單 元	鹽到哪裡去了		燈泡亮了				總次數
日期/寫作對象 編碼	041203/ 家人	050114-1/ 學生	041210/ 同儕	041220/ 同儕	041227/ 家人	050114-2/ 學生	
1.事實的層面							
(1)操作型定義	11	13	5	9	4	23	65
(2)功能性定義	16	9	29	2	23	3	82
(3)舉例	22	6	0	4	36	5	73
(4)其他	2	0	0	0	0	0	2
2.程序性的描述							
(1)課室中的程序性工作	24	26	30	33	26	26	165
(2)課室外的程序性工作	2	0	0	0	0	0	2
3.情意面向	8	0	0	1	3	1	13
4.情境脈絡							
(1)學校內的情境脈絡	13	14	1	0	2	11	41
(2)學校外的情境脈絡	12	0	8	8	4	0	32
總次數	110	68	73	57	98	69	475

的其他細格依循此種方式檢視其代表的意義。

比對表 6 的數據，我們發現：

（一）學生的寫作文本，以描述其在課室學習活動中所學到的概念以及程序為主，尤其以程序性的描述呈現最高的頻率次數。而學生在寫作時，會依據自己對寫作文本所界定的功能來決定架構寫作文本的要素與詮釋方法。

研究者在分析學生的寫作文本時發現，學生的說明文大多以事實層面以及程序性的描述當作說明文本的要素，事實層面的描述總次數共達 220 次，但教室中的程序性描述總次數即達 165 次（見表 6），但，學生在組織文本時，說明的焦點以及所欲傳達的目的卻存有差異性。為了理解學生對於組成自己的寫作文本的要素之判準依據，研究者藉由詢問學生：「什麼是你認為在寫作文本中是很重要的部分，必須放進去寫作文章的段落裡」的晤談歷程，來釐清學生組織寫作文本時的想法。由學生的晤談資料發現，在寫作時，

學生心中所認定的寫作文本的功用也是引導學生組織寫作文本的一個關鍵點：

1.當學生認為寫作的目的在於讓讀者對所欲呈現的概念有一定的理解時，學生即認為寫作時必須針對主題，將能讓讀者了解的所有要素寫出來，因此包括了實驗的過程、過程發現的現象以及最後的結果

學生對於寫作的目的的想法，會影響學生的寫作內容。例如阿鏞的想法，阿鏞先確定了寫作的目的在於讓讀者知道「溶解」的概念，因此，舉凡跟溶解相關的實驗過程、變化、結果等基本的概念，都必須在文本中呈現，以協助讀者能理解「溶解」這個概念。

阿鏞：就是溶解會變成飽和溶液，然後顏色會改變，跟那個什麼沙子的一些溶劑會沉澱，然後跟不可以溶解的東西，這些都要寫出來。

研：為什麼這些都要寫出來？

阿鏞：因為這樣才可以讓大家知道什麼東西可以溶解，什麼東西不能溶解。

阿鏞：大概就沒有啦，就是基本的一定要寫出來。

研：所謂基本的是什麼？

阿鏞：就是對溶解一些一定要的了解。

【阿鏞 050617i】

2.當學生認為寫作的功能在於紀錄學習過程中與實驗相關的歷程，學生的寫作文本會趨向於紀錄比較特殊的實驗過程、在動手做歷程裡學到的知識以及實驗過程、原理或是步驟等。

對寫作功能的觀點，也會影響學生的寫作內容。有的學生是直接的紀錄實驗的步驟，例如阿彤認為實驗的過程以及原理是很重要的，必須紀錄；有的會認為在做實驗過程中自己所學到的知識是必需要紀錄下來的，例如阿穎；至於阿泰對於紀錄實驗的過程，則是經過精粹的步驟，認為必須將特殊的，專屬於該實驗的特殊之處紀錄下來。

研：那我剛剛有問你一篇文章裡什麼是最重要的？就是一段文章裡你覺得什麼是一定要寫進去的？

阿泰：做的過程。

研：步驟嗎？就是第一步驟怎麼做第二步驟怎麼做，還有嗎？

阿泰：比較特殊的。

阿泰：實驗過程中比較特殊的。

研：所謂的比較特殊是跟你原來想的不一樣嗎？

阿泰：像那個小蘇打再加檸檬酸會產生二氧化碳。

研：就是比較新奇就是你本來不知道的後來知道了？

阿泰：只有做那種實驗才做得到的

【阿泰 050628i】

阿穎：自己學到的知識。

研：很好啊！自己學到的知識是在什麼樣的情況之下學到的？

阿穎：以前的時候。

研：你以前學過溶解？是在什麼情況之下。

阿穎：就是做那個實驗的時候。

【阿穎 050628i】

阿彤：實驗的過程、她的原理。

研：她的原理？什麼是所謂的原理？

阿彤：譬如說某個東西會形成什麼東西

研：譬如說「燈泡不亮了，請你寫一段文章來向朋友說明…」如果是這個寫作任務，你覺得可能要寫的是什麼？你剛剛說要寫實驗過程，那可不可以寫一個例子來做說明，大概會怎麼樣子來陳述？

阿彤：就是把實驗的步驟寫下來。

【阿彤 050617i】

3.當學生認為學習便是將重點知識紀錄下來，寫作便成為紀錄重點知識的工具，因此寫作文本必須紀錄包括教師所教學的內容、說過的話、強調的重點

晤談時發現，學生對於學習的觀點，影響了學生寫作的內容。例如，如果認為寫作是將重要的知識記錄下來，而教師說過的話、講過的內容知識、甚至課本內容往往都是學生認為的重點，這類學生的寫法如下列引用的晤談內容：

阿穎：他的重點

研：什麼是所謂的重點？譬如說溶解這個單元你覺得重點是什麼？

阿穎：在…嗯

阿穎：老師說出來..我就可以想到

【阿穎 050628i】

阿甄：老師講過的內容

研：嗯...那有包括你們做過的實驗嗎？

阿甄：嗯

【阿甄 050620i】

阿儀：就是知識啊，空氣有什麼特性啊？

研：那除了這些之外，還有沒有覺得什麼是一定要寫的？

阿儀：嗯...就是...老師在上課的時候所教到的，或是我們在讀書的時候在讀自然課本的時候就會有科學的知識，再把它寫下去

【阿儀 050625i】

依據上述三項主張及引用的證據，可以進一步歸納出，不管學生所界定的寫作功能與寫作的目的性為何，學生皆認為在寫作文本中要包括概念以及實驗的過程，包括步驟以及學習的知識。此種傾向可以呼應表六所呈現的數據，亦即學生主要以描述在教室的學習活動中所包括的概念以及程序當作架構寫作文本的要素，但學生的寫作文本會因為寫作的目的性的不同思考層面，而呈現不同的架構組織。例如上述晤談例子中，阿鏞鋪陳的寫作架構，目的在於能讓家人對溶解有基本的了解、因此利用本身已知的概念內容以及寫作最後想達到的目的之間的連結，決定文章必須包括的內容；阿泰與阿穎雖然也認為在寫作中必須要呈現出已理解的知識，但在呈現結果之歷程中，事實上已經進一步審慎思考與比較，例如阿泰認為只有比較特殊的、具有獨特性質的實驗過程才需要紀錄。反之，當學生認為寫作是一種將老師說過的、教過的紀錄下來時，學生呈現的便是

比較簡單的寫作歷程，缺乏自我的反思與創造重組知識的歷程。

(二) 寫作時，學生會依據寫作對象的不同，決定寫作的表徵，包括內容的多少、難易程度以及表達的方式

檢視學生的晤談和寫作文本資料可以發現，寫作任務中要求假想的對象更是左右學生架構寫作內容的重要因子：

1. 對年紀較低的家人或朋友，會選擇較淺顯的、簡單且份量較少的內容，使閱讀者容易看懂

當面對不同的寫作對象時，學生會以對象的理解程度來決定寫作內容的難度，例如阿泰和阿彤認為大人懂得比較多，寫作可以呈現較複雜、深奧的內容；阿穎和阿彤則認為，對年紀小的讀者寫作，可以呈現較少份量、較淺顯的內容，如以下摘要的晤談內容：

研：那你對誰說會說的比較複雜？

阿泰：大人吧！因為他們比較懂

【阿泰 050628i】

研：那如果老師說你要把你對溶解的了解說給弟弟聽的時候啊，你剛剛說要比較淺顯，那要到什麼地步？

阿穎：他聽得懂就好了

【阿穎 050628i】

阿彤：我比較喜歡對著小朋友講

研：為什麼呢？

阿彤：因為我覺得他們應該不會懂的比我多，就可以減少一些

研：減少一些什麼？

阿彤：內容

研：那內容呢？剛剛你說跟小朋友寫的時候，可以寫比較簡單的內容，可以寫

比較少一點的內容，那跟對爸爸媽媽
寫的時候你會覺得內容會不一樣嗎？

阿彤：對！會比較深奧

【阿彤 050617i】

由摘錄的學生晤談資料可以發現，學生判斷寫作內容所需要涵蓋的難易程度，係依據寫作對象的不同而異，因此會出現對大人寫的時候內容要比較深奧，對年紀較小的孩子寫作則可以寫得比較簡單簡短，寫作說明的深度則以讓對方聽懂為原則。

2.學生的表達方式，亦會因為寫作對象而呈現出不同的特徵

學生對家人寫作時會呈現比較高頻率的情感反應（在 041203 寫作任務中學生呈現出的情感性描述之次數是 8 次）。從寫作文本可以發現，當寫作對象是家人時，學生多會針對在學校裡學習的概念或是活動進行描述。寫作時會在文本中加入家人的期許或是自己的情緒等情感描述，亦比較容易出現對話式的寫作，例如家人的對話、反應。

阿儀：我大部分都是跟我姐講說：「你看，這是我做的，你看，你能做這樣子嗎？」

【阿儀 050625i】

今天媽媽問我在學校學了什麼？我說我在學校學了什麼是溶解。媽媽問什麼東西可以溶解在水中，我說可以溶解在中的有鹽、糖、味精、小蘇打粉和檸檬酸。媽媽說：「good」……

【阿育 041203w】

我昨天回到家，爸爸問我什麼是「溶解」，我告訴爸爸溶解就是一種物質在水中不見，可是爸爸不相信……。爸爸把糖水喝

下去，他：「真的！你說的沒錯！」我和爸爸又開始實驗其他的東西，我們發現可以搓而會不見的東西他就會溶解……

【阿鏞 041203w】

從上述的例子中可以發現，對著家人寫作時，學生會出現與家人互動時的情感表徵，藉由和家人熟悉的互動模式當媒介，學生會將想傳達的科學概念想法鋪陳在與家人對話的脈絡中。由上述阿鏞的寫作可以發現，在寫作的段落中，阿鏞不但將溶解的定義在文本中描述出來，藉由實際讓爸爸感受糖溶解的活動，以及在家中與爸爸共同做實驗，再進一步擴展出老師沒有教導的概念——「我們發現可以搓而會不見的東西他就會溶解……」。

當對學生進行寫作時，寫作文本的情境脈絡會受限於學校的情境中（例如在表六，050114-1 的寫作中，描述學校情境脈絡是 14 次，學校外的情境脈絡是 0 次；在 050114-2 的寫作中，描述學校的情境脈絡是 11 次，學校外的情境脈絡是 0 次）；對於程序性以及事實知識之描述次數則相近（在 050114-1 的寫作中，事實的次數是 28 次，程序性的次數是 26 次；在 050114-2 的寫作中，事實的次數是 31 次，程序性的次數是 26 次）。

相對於以家人為寫作對象，當學生的寫作對象轉換成是學生時，從學生的寫作文本可以發現，學生將自己當成是一位老師，寫作鋪陳的情境脈絡全部限制在學校，文本的架構則依據學生不同的寫作描繪而有不同的樣貌呈現：

(1)學生會描述一個曾經在學校實際進行過的教學活動，並針對重要的概念以重現實驗的實況來貫穿文本

在阿勤的寫作中，可以發現，他將做汽水的材料包括糖、檸檬酸、二氧化碳、小蘇

打等逐一列出，進一步利用描述做實驗時觀察到的現象以及重要的關鍵點---是否將汽水放在冰塊裡降低溫度---來強調做汽水時必須注意的重點，並在最後總結從鹽的溶解所學習到的如何增加溶解的量，以及做汽水的實驗與鹽的溶解之間的關係。

這一單元鹽的溶解有要做汽水的活動，一起來製做汽水吧！

「為什麼這個單元要做汽水呢？」有一位同學好奇的問。「那是因為做汽水也要溶解，像溶解糖、檸檬酸、二氧化碳、小蘇打等」我回答。

有一位同學的汽水，糖溶解了、小蘇打、檸檬酸都溶解了，就是只有二氧化碳溶解不了，他的汽水不斷的有泡泡出現。我說：「一定是你沒有馬上把蓋子蓋上或是你沒有放在冰塊裡」。

當我看到有幾位小朋友在觀察他的汽水和外面做的汽水有哪裡不同，我過去問：「你們發現了什麼？」有一位小朋友喝了一口他做的汽水回答：「我這杯一定失敗了」。我問：「為什麼？」「因為好酸好酸」，他回答。

經過上次的實驗，大家都知道攪拌可以增加鹽溶解的速度，加水可以增加鹽溶解的量。雖然我們是在製作汽水，同樣的，他們都已經了解鹽放在水裡為什麼會消失，那都是因為溶解。

【阿勤 050114-1w】

雖然阿勤沒有更深入的推論出影響汽水中二氧化碳的溶解之可能因素，但他假設自己是教師的角色扮演，藉由寫作的歷程，整合了他所知道的關於「鹽到哪裡去了？」以及「做碳酸汽水」的概念。

(2)簡要的描述不同實驗的重點

共有 17 位學生在寫作中，著重在展現獨立的描述同系列實驗的操作程序以及實驗結果，例如以下摘錄的寫作文本，阿宏分別陳述了固體以及氣體溶解的實驗：

我會跟他們說液體氣體和固體的觀念，比如：水是液體、桌子是固體、鹽也是固體，而空氣就氣體了。鹽只要放進水裡後，再攪拌就能溶解了。如果再加熱就可以增加溶解度。

做汽水最重要的，就是要把二氧化碳溶解在糖水中，只要把檸檬酸和小蘇打加在一起就會產生二氧化碳，然後再把汽水放在冷水裡或熱水裡就可以了。

【阿宏 050114-1w】

阿宏的寫作，著重的是對於兩個實驗步驟的重點性描述，與上述阿勤不同的是，阿宏的寫作不處理兩個實驗之間的關係，僅是簡要的分別描述兩個實驗的步驟。另外，在描述做碳酸汽水的實驗步驟時，阿宏還出現對於不確定的實驗步驟的陳述---把汽水放在熱水裡或是冷水裡，從阿宏的寫作文本中，我們亦可以知道阿宏對於整個做汽水的步驟以及最後的目的，並沒有一個確切的理解。

(3)描述自己是教師時，對課程的計畫與期許

有 4 位學生會跳出自身的角色，由教師的觀點，在寫作文本中呈現自身對於科學課程的期待，在兼顧情感層面時還會融入課程教學的步驟，如阿辰的寫作：

我會去買一些鹽來給那些小朋友做實驗，因為我知道現在的小朋友你一直強迫他、一直教他課本他是不會聽，因為他們人在教室心在外面。

做完實驗後，我會教他們溶解。我會問他們鹽為什麼會溶解？要怎樣做才可以讓鹽溶解的更多更快？還要問他們要注意哪些事情？總之，我要讓他們知道溶解是什麼，不管要花多少錢和多少精力我都願意

【阿辰 050114-1w】

從阿辰的寫作裡可以發現，他藉由寫作強烈表達自己想要營造的自然課程類型—要多做實驗，並且在第二個段落裡，把上課必須要有的概念以問句的方式呈現出來。事實上，希望上課能多做實驗，認為實驗可以幫助理解以及讓學生喜歡上自然課的想法即是反映了阿辰自己心中的感受：

阿辰：就是做一些比較好玩的課程，就像是在玩遊戲一樣的上課，那學生會比較喜歡上自然課

研：那你說要做一些有趣的課程，就是我們之前常常做的動手做的遊戲，對不對？

阿辰：對

【阿辰 050611i】

從上述歸類可以發現，當學生假設自己是老師時，大部分學生會複製在學習過程中老師教學的程序與內容，包括了教學單元中對概念的定義、實驗的程序以及可能在真實學習情境中發生過的師生對話，由學生呈現的概念類型以及在實驗操作時所要注意的重點可以發現，在以學生為寫作對象時，大多數的學生幾乎完全呈現教師實際教學的版本。

(4)當對同儕進行寫作時，會出現比較多對於將呈現出來的符合任務需求的不可缺少的功能性描述

在表 6 的 041210 任務，學生被要求針對

手電筒不亮了的現象，寫一段文章來向朋友說明可能發生了什麼問題的寫作任務中，可以發現，學生在藉由寫作來解說手電筒不亮的可能原因時，多數的學生會藉由檢視在課堂中讓電線接成通路的各項必要的條件是否成立的方式，來呈現他們的對於任務的推論。在 041210，全部學生的寫作文本中對於功能性定義的描述次數總計達到 29 次：

我覺得可能是電池沒電了，因為燈泡需要電才會亮。

如果上一個方法不可以，可以把燈泡換掉，因為可能是燈泡燒壞了，通不了電所以亮不起來

【阿泰 041210w】

為什麼手電筒不亮了？我問姊姊，姊姊說「可能是電池沒電了，或是手電筒壞了，還是電路不通，手電筒就不亮」我也補充一句：「手電筒為什麼不亮是因為他裡面的構造不同」。還有一個可能就是電池裝錯邊了，所以裝電池要小心…

【阿旻 041210w】

停電了，手電筒居然沒亮，可能的原因有：
①沒裝電池。②電線接觸不良③沒開開關。

電池和電線都非常重要，如果電池沒裝，電池裡有電，光要電才會亮。

電線也有很大的功用，如果沒有電線，電池沒辦法把電接觸給手電筒，燈當然就不會亮。

原來是因為這三種原因，我又想到一點，有可能電線連接電池的反邊，就非常有可能接觸不良，燈也就不亮了

【阿涵 041210w】

晤談學生時亦發現，學生認為在對同學朋友寫作時，由於彼此的熟絡，故寫作時會比較常使用朋友彼此懂得的默契話語；也因為彼此學習的內容相同，因此寫作也可以當作彼此學習的橋樑，可以利用寫作來教別人不會的地方。

研：那你剛剛說對不同的對象講會不一樣嘛，你對弟弟講就比較簡單，那你覺得對誰可以比較深奧一點的講？

阿穎：對我朋友講的時候

研：為什麼呢？

阿穎：因為她跟我一樣

研：跟你一樣什麼

阿穎：嗯…有跟我一樣的知識

【阿穎 050628i】

阿甄：就是朋友跟我比較熟啊，所以可以有些我們之間的對話，比較奇怪比較俏皮的對話

研：那你剛剛說的是呈現的方式，那內容呢？內容會不會不一樣？

阿甄：會啊

研：為什麼呢，內容會不一樣？

阿甄：因為同學有時候上課也會聽到，所以就可以把不會的教他

【阿甄 050620i】

研：那通常你都是怎麼樣寫的？譬如你要寫給阿鏞好了…同學…一樣是寫對溶解的了解…你要怎麼寫？

阿儒：要寫他比較容易了解的

研：那如果寫給阿鏞，你覺得他比較容易了解什麼事情…譬如說像溶解…你對爸爸是寫做汽水嘛…那你對阿鏞寫你會寫什麼？

阿儒：嗯…空氣是怎麼產生氣泡

【阿儒 050620i】

上述晤談資料裡的阿儒，在對家人寫作時，僅描述做汽水的程序步驟而已，但對同學阿鏞寫作時，則將焦點轉移到上課中共同學習討論的重點---空氣是怎麼產生氣泡。

由前面關於不同寫作對象的主張中摘錄的學生晤談資料可以知道，學生在對同儕進行寫作時，考量寫作的呈現時會以課程中的教學活動為核心，認為同儕和他有一樣的知識、上課會聽到同樣的內容，因此對同儕寫作時要寫同儕較容易了解的。而學生會依據「上課也有聽到」、「共同操作過的實驗或活動」等等學生之間相同的知識基礎與學習經驗，而認為寫作的內容呈現可以表現較深奧的層次。

（三）學生在寫作說明文時，除了會以文字來表徵其想法之外，部分學生會藉由圖畫來傳達其想法方式，而此種表徵趨勢，係受到任務屬性的影響

檢視會以圖畫來協助表徵想法的學生，發現其寫作任務都屬於較偏抽象概念的「燈泡亮了」單元，統計學生在寫作中融入圖畫來輔佐文字說明的紀錄，發現寫作任務041210對同儕的寫作有2個人次、041220對同儕寫作有1個人次、041227對家人寫作有24個人次，以及050114-2對學生寫作有9個人次的圖畫紀錄。在這些任務中，學生除了以文字表徵之外，還會佐以圖形來補充想法。其中，041227對家人寫作的任務，係要求學生利用學習過的概念，自行設計一個電池玩具，並對家人說明設計品運用之概念、優點與缺點。由於此任務係設計一個電池玩具，因此多數學生會將作品的圖形描繪出來，因而呈現高比例的圖形表徵趨勢。

為了理解圖畫對於學生表達想法的功能性，研究者選以晤談資料來釐清學生的想法，發現，有的學生喜歡在寫作學習單上以

畫圖的方式來呈現，其理由包括：用畫圖的方式，能比較快速的表現自己的想法，也比較能夠呈現出真實感，如阿儒認為因為畫圖比較快、而畫圖還可以再標示一些字，那些字代表的是一些重點【阿儒 050620i】，亦即可以利用在圖形的旁邊以文字說明的方式，來補充、豐富所欲表達的想法。

研：你剛剛說你喜歡畫圖，然後利用圖畫能夠幫你來做說明，那你在畫這些圖的時候，你腦子裡想到的就是你的想法，是很像畫卡通這樣子嗎！還是你要畫這個圖是你真正看到的？

阿彤：對

研：是你真正在什麼地方看到的？

阿彤：在實驗中

研：那這些看到的現象你用文字寫可以嗎？就是用文字寫出來跟畫圖有什麼不一樣

阿彤：畫圖應該比較容易吧！

【阿彤 050617i】

由晤談資料可以發現，阿彤認為畫圖比文字容易，畫圖的作用在於協助做說明。

研：那你在寫作文…科學寫作的時候除了可以用文字寫，有沒有偏好什麼樣的表達方式？

阿儀：我都會用畫畫或者是一些些漫畫接起來

研：那你為什麼喜歡畫畫？是因為你畫畫很漂亮嗎？

阿儀：就是覺得這樣比較容易，用寫的會覺得沒有真實，在畫會覺得比較知道的感覺

【阿儀 050625i】

這次老師要介紹什麼是「通路」。

準備材料：2 條電線，2 個燈泡，2 個電池。

把電線連在正極連到金尸乂`出么\，用第 2 條電線連在小灰點(可以用一條電線就好了)，再把線連在負極燈泡一定亮，如果不亮，可能是沒有形成通路，或是電池沒電，小燈泡壞了這些可能性。

如果想讓燈泡更亮，就要用「串聯」的方法串在一起，燈泡就會很亮。

也可以用「並聯」方法，這樣一個電線拔掉也不會不亮。

【阿儀 050114-2w】

從阿儀的晤談可以了解，她會利用畫圖的方式來連接。比照阿儀的其中一個寫作文本發現，對於在文本中簡要提及的名詞或概念，阿儀會以圖畫加上文字說明的方式來補強，例如在文本中，簡要提到的材料：電線、電池；而在文本中描述較為詳盡的部分，例如連接成通路的方法，則以具體的電路接圖來協助補充。

由此可以理解阿儀所謂的用畫畫或者是一些些漫畫接起來，亦可以支持她在晤談裡的想法覺得這樣比較容易，用寫的會覺得沒有真實，在畫會覺得比較知道的感覺。

學習完「燈泡亮了」的單元，我終於知道什麼是通路，怎樣才能把燈用的比較亮一點，我想把這份知識給不知道的人，要是我是老師的話，我會告訴他們什麼是通路，通路就是把電線接在燈泡的金尸乂`出么\，或是小灰點，再把電線接在電池的正極或負極，這樣燈泡就會亮了，或者是怎樣才能把燈泡用的亮一點，就是把多一點的燈泡（應該是電池串聯）串聯在一起，然後再形成通路，這樣燈泡就會比較亮了。

【阿暉 050114-2w】

由阿暉架構的的寫作文本可以發現，阿暉利用圖畫來表徵其文字敘述所呈現的意義---把多一點的燈泡（應該是電池串聯）串聯在一起，然後再形成通路，這樣燈泡就會比較亮了---利用燈泡發出來的亮光數來表徵亮度變亮了。

學生在晤談時會表示，喜歡利用畫畫來協助表達心中的想法的一個重要的理由是，利用畫圖來表示能給予比較真實的感覺，此種真實的感覺也會讓自己有比較了解的感受。此種說法亦與阿彤提到他在畫圖時畫的是在實驗中看到的東西相符合，亦即畫圖有助於學生將學習到的知識具像化。Roth（2005）認為當寫作者與閱讀者不能共享一個共有的情境，而寫作者必須要提供一個額外的資源以協助閱讀者能以一種適宜的方式再情境脈絡化到寫作者想要傳達的意義裡。Roth 的研究指出，讓學生共同討論一個應用他們正在學習的理論所表徵出來的現象之圖畫，能提供一個讓學生從做科學跨越到寫科學的重要踏板。由 Roth 的觀點可理解，在寫

作任務中，國小學童會利用圖畫來媒介抽象的文字以及他們心中對某概念或現象的理解之趨勢。而雖然晤談時，有的學生會提到畫圖比寫字的速度快、或是畫圖比寫作容易的，因此他們會喜歡用畫圖來幫助傳達想法，但分析學生的寫作文本，學生利用圖形來協助表徵想法的比例並不高，未來，可以進一步探究何種屬性的寫作任務、哪些學生類別、以及寫作對象等因子與偏好以圖形來協助文字表徵的方式之間的關係。

二、針對不同寫作對象進行寫作時，根據寫作評鑑表分析學生的寫作文本後，學生的寫作文本之品質所呈現的整體趨勢

除了理解學生對不同對象進行寫作時，架構寫作文本時所呈現的特色外，研究者欲進一步探究當學生對不同對象進行寫作時，寫作文本呈現的品質趨勢。研究者依據表 2 之評鑑基準，針對六個寫作任務進行寫作品質的評鑑，將學生的寫作品質層級彙整成表 7。

表 7 針對不同寫作對象進行寫作時，分布於不同寫作層級之學生人數百分比

對不同對象寫作 寫作層級 (%)	050114-2/ 學生 (燈泡亮)	050114-1/ 學生 (溶解)	041203/ 家人 (溶解)	041227/ 家人 (燈泡亮)	041210/ 同儕 (燈泡亮)	041220/ 同儕 (燈泡亮)
第五層級	11	0	3	0	0	6
第四層級	32	38	28	0	28	29
第三層級	21	17	25	15	31	24
第二層級	33	24	44	71	38	38
第一層級	4	14	0	14	3	3

由表 7 發現學生在針對不同寫作對象時，整體學生所呈現出的寫作文本品質具有以下的趨勢：

（一）學生的寫作表現，會因為寫作任務以及寫作對象的不同而有變化

大致而言，大約有三成至四成的學生（第

二層級，24%~38%，除了 041227 對家人的寫作高達 71%之外)，其寫作文本僅個別呈現概念的描述，或是程序性知識的描述，其寫作較缺乏組織架構，而多偏於片段的陳述多個概念或是說明如何操作的實驗程序；約有二至三成（第三層級，15%~31%）的學生，能分別描述概念以及程序性的知識，但並未將概念與程序性知識間相關聯起來；約有近三成（第四層級，28%~38%，除了 041227 對家人的寫作沒有學生達到此層級）的學生能夠同時描述概念以及程序性知識，但邏輯以及整合性欠佳。

多數的學生在針對不同的寫作任務進行寫作時，都可以或多或少的寫出內容。傳統的科學教學配合的寫作活動，多要求學生回答簡要、正確的科學概念。因此學生往往僅需熟記某些簡要的定義、專有的科學術語，便能夠應付科學課室中的寫作需求。但這樣的學習目標僅能引導學生由短期記憶區直接擷取可用的片段知識，學生表徵的，多為片段無組織的單一概念或是程序的描述，無助於提升學生自行組織、建構知識的能力。

由表 7 的分析趨勢看來，學生在撰寫說明時，每個寫作任務的各個寫作評鑑層級皆有一個大致穩定的學生分布比例。但仔細比對學生在每個寫作任務的層級分布，會發現除了極少數的學生具有穩定的寫作表現層級外，大多數學生的寫作表現，會因為寫作任務以及寫作對象的不同而有起伏的變化。

（二）在進行說明文寫作時，經由寫作評鑑表的評鑑結果，發現學生在「對學生進行寫作」之寫作文本，其表現較偏向於有組織、邏輯性的寫作層級（寫作歸屬於四、五層級的學生百分比約佔四成，43%和 38%）；而寫作對象係針對家人之寫作，其評鑑等級在六個寫作任務

中，以第二層級所佔的比例居多（44%和 71%）

當學生假設自己是教師，必須對學生進行解釋性寫作時，學生的寫作思維會以一個教師要呈現的教學活動來主導，因此會出現學生模擬研究者的教學，營造一個可以提供師生對話的寫作情境，寫作時學生會針對一個教學活動進行詳盡的說明，如阿勤的寫作：

這一單元鹽的溶解有要作汽水的活動，一起來製作汽水吧！「為什麼這個單元要作汽水呢？」有一位同學好奇的問。「那是因為作汽水也要溶解，像溶解糖、檸檬酸、二氧化碳、小蘇打等。」我回答。

有一位同學的汽水糖溶解了，小蘇打檸檬酸都溶解了，就是只有二氧化碳他溶解不了，他的汽水不斷的有泡泡出現。我說：「一定是你沒有馬上把蓋子蓋上，或是你沒有放在冰塊裡。」當我看到有幾位小朋友在觀察他的汽水和外面作的汽水哪裡不同，我過去問：「你們發現了什麼？」

有一位小朋友喝了一口她做的汽水回答：「我這杯一定失敗了。」我問：「為什麼？」「因為好酸好酸。」他回答。

經過上次的實驗，大家都知道攪拌可以增加鹽溶解的速度，加水可以

增加鹽溶解的量。雖然我們是在製作汽水，同樣的他們都已經了解鹽放在

水裡為什麼會消失，那都是因為溶解。

【阿勤 050114-1w】

學生亦會回顧教學歷程中的多個教學活動的教學重點，整合成一個描述各個教學重點的集合，如阿泰的寫作：

我們使用的電池分為正極和負極，當電池和電線燈泡形成通路時，燈就會亮，如果要讓燈泡亮一點，可以多串聯一些電池，串聯就是正極對負極，如果要讓燈泡亮久一點，可以多並聯一些電池，並聯就是正極對正極；如果把電池連接馬達，馬達就會運轉，把電池正負極反過來接，馬達就會轉另一個方向，利用馬達可以做出許多有趣的玩具。 【阿泰 050114-2w】

而此種整合學生自己已學習過的經驗或是概念的寫作文本，係比較容易引導學生架構出較高品質的寫作內容。

根據比較兩個要求學生藉由寫作說出對「溶解」的了解之任務--041203 之寫作任務：「請寫下一段文章來向家人說明你對溶解的了解，僅可能的以我們做過的實驗裡的現象來做解釋」；050114 之寫作任務則為：「學習完「鹽的溶解」以及「製作汽水」的活動，請你利用實驗的觀察以及上課中學到的概念，想像你是一個老師，正要向你的學生說明「溶解」的概念，請寫下你預定要對學生做的說明，讓你的學生能明白這些相關的知識？」，我們可以發現，學生即使面對相似的寫作主題，卻會因為寫作對象的不同，而呈現不同的趨勢。

此兩個寫作任務，皆要學生藉由寫作去說明對於「溶解」概念的學習，其寫作皆於教學結束後進行。由表七可以發現，對家人說明「溶解」概念時，有較高比例（44%）的學生僅單純的描述概念或是程序。而這種趨勢，在 041227 的寫作：「向家人說明自己發明的電池玩具」的寫作裡，可以看見更明顯的差異，學生在對家人陳述時，呈現了 71% 單純的概念描述或是程序性知識的描述，即使有少數學生（15%）能同時描述到概念和程序性知識，但沒有學生能將概念與程序性

知識銜接、整合。

比對表 6 以及學生的晤談資料可以發現，在對家人談話時，學生會偏向於情感的描述，亦即會有較多對話方式的寫作類型呈現，有 22% 學生的寫作描述會以「今天爸爸（媽媽）問我在學校學了什麼…」或是「我回到家，爸爸（媽媽）問我溶解是什麼…」作為文章的起始點，有 13% 學生會直接以「我會跟爸爸（媽媽）說…」作為寫作文章的起始點。而大多數的學生在和家人談論到學習狀態時，會偏向將所知道的知識陳述出來，就像閒話家常般，以情感性的稱讚或感嘆串聯在陳述的各個概念之間，因而呈現出對家人進行解釋性寫作時，學生的寫作趨勢，雖能表現出較佳的文章長度，但習慣向家人陳述所學的概念卻弱化了學生架構概念之間的相關性的表現，因而提高了學生在較低層級寫作評鑑中的人數比例（例如 041203 寫作任務中有高達 44% 的學生其寫作品質是屬於第二層級）。

（三）對同儕做解釋性的寫作時，學生較不會發生寫作的內容與主題偏頗無關的現象

由表 7 可以發現，仍有一部分的學生其寫作的表現會落在層級一--即寫作的內容與任務無相關性。以不同的寫作對象來比較，雖然對同儕寫作也不免有學生無法針對寫作任務進行相呼應的寫作，但其比例較低。根據表 6 的開放性編碼歸類的結果顯示，學生在對同儕進行寫作時，會出現比較多運用學校外情境脈絡的描述，而晤談的結果顯示，學生會認為同儕跟他有一樣的學習經驗與知識，因此可以做更多深入的描述，詳細解釋自己的想法。或許是因為如此，學生在針對同儕進行寫作的兩個配對寫作任務（041210 與 041220），在各層級分佈的人數百分比（表 7）最具一致性，且表現出文不對題的寫作人

數比，有較低的傾向。

基於以上的證據，研究者認為，學生寫作時除了會提取記憶中已經存在的知識內容，也會考量寫作對象對於所指稱之環境或事件的熟悉度，而調整提供的說明。基本上這呼應 Keys (1999、2000) 對於經由寫作學習科學的認知歷程之詮釋，也把 Hand 和 Prain

(2002) 的模式更加精緻化--寫作確實可以促成學習，然而不同的寫作對象會引導寫作者提取知識、關聯概念及產生意義。教師在科學課室中運用寫作任務鷹架學生使用語言時 (Cervetti et al., 2005)，應該要特別注意寫作任務的修辭目標。

伍、結語與建議

本研究利用撰寫說明文來協助學生學習科學，寫作任務的設計，強調讓學生針對不同對象進行說明文的寫作。Bereiter 和 Scardamalia (1987) 認為，學校的任務在於協助學生能將儲存的科學知識用於日常生活中，而解說性的寫作即具有此種本質。經由本研究我們發現，學生確實會因為寫作對象的不同，而影響他們組織寫作文本的方向。當對家人進行寫作時，學生偏向於富含情感式的陳述在自然課室中的學習經驗，會出現較多對話式的寫作表徵。而因為寫作對象是家人，呈現的模式較傾向和家人對話的模式，因此學生的寫作句子無形中呈現出較多份量，在對話中亦會呈現大量的概念性知識，但較缺乏重組這些概念的意圖。由此可知，以家人當作寫作對象，學生的接受度較高，因此，在自然課室中開始引介科學寫作時，寫作對象的選取，可以考慮由對家人寫作開始進行。

當假設自己是教師正在對學生進行說明之寫作，學生的寫作會傾向模擬教師上課的程序，操弄過的實驗活動，以及強調過的術語名稱。對此種寫作對象進行寫作，學生必須能自己組織與重整老師教過的概念，以呈現較高層級的寫作品質，否則，寫作便會淪為學生複述教師的教學流程或是教學過程，失去欲在自然課室中利用寫作協助學生整合

概念、建構知識的目的。因此，進行此種寫作對象的寫作時，教師必須權衡學生的能力，適時引導學生組織與重整概念。

本研究發現，當寫作對象是同儕時，學生的寫作出現文不對題的比例顯得最低，而由於同儕共享學習訊息與資源，寫作的資源與概念的呈現，會更趨近於學生現在的認知，學生的立論比較能立足在現在學習的概念，甚至延伸到較深入的申論，涵蓋的學生寫作能力的範圍較為廣大，學生接受的程度亦屬於中等，因此，教師在課室中進行寫作活動時，選擇同儕作為寫作對象，可以提供學生一個澄清科學概念、建構知識想法的機會，是研究者建議參考運用的策略。

進行科學寫作時，讓學生由先前學習經驗過的現象切入，連結到新學習的概念，並且教學時與系列動手做活動與寫作活動交融進行，可讓學生在現象與抽象概念之間連結學習，所以學生在寫作中有具體經驗及名辭可以運用於寫作。而教學者如何知道該在何時協助學生應用已學習的概念去連結新事物的學習？教學者可以在單元概念分析之後，針對貫穿各個概念之教學內容進行分析，由分析學生已學習的概念、學習時可能遇到的困難，以及可能協助解決的教學活動之思考歷程，便能洞悉協助連結新概念的適當時機。

教師的教學策略與教學設計，其目的不

外乎想要監控與了解學生對於課程的學習情況。由本研究可以發現，探究學生組織文本的過程能提供教師一種很好的洞見，以理解學生如何將他們可獲得的知識整合並施用於寫作文本中。藉由建立寫作評鑑表，我們確認了當學生能在寫作文本裡整合概念與程序性知識時，其寫作文本的品質會較趨於富有邏輯性的層級。由目前的研究資料僅能解釋整體學生的寫作趨勢發展，我們由個別的學生在每個寫作任務所表現出來的寫作品質層

級可以發現，部分學生對於針對特定的寫作對象以及寫作任務會有較佳的寫作表徵，但對於學生在該寫作任務中的概念發展情形，尚未加以探究。在釐清寫作任務中的不同寫作對象對學生寫作表徵的影響之後，後續研究可以進一步探究，當學生有一個適當的寫作對象後，教師提供的寫作任務該提供何種引導，方能連結學生新知識的學習以及銜接舊知識的應用，以探究並進一步歸納學生在寫作任務建構概念之認知模式。

參考文獻

- 牛頓出版社 (2004)。牛頓自然與生活科技教學指引。
台北市：牛頓開發教科書股份有限公司。
- 林雅慧、張文華、林陳涌 (2003)。國小低年級學生參與科學對談的類型之研究。科學教育學刊，11(1)，51-74。
- 林雅慧、張文華、張惠博 (2007)。發展錨定式科學寫作模式之行動研究。科學教育學刊，15(5)，491-520。
- 教育部 (2001)。國民中小學九年一貫課程暫行綱要。
台北市：教育部。
- 熊召弟等(譯)(1996)。S. M. Glynn, R. H., Yeany & B. K. Britton。科學學習心理學。台北：心理。
- Bangert-Drowns, R. L., Hurley, M. M., & Wilkinson, B. (2004). The effects of school-based writing-to-learn interventions on academic achievement: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 74(1), 29-58.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1987). *The psychology of written composition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Brooke, H., & Solomon, J. (1998). From playing to investigating: Research in an interactive science center for primary pupils. *International Journal of Science Education*, 20(8), 959-971.
- Cervetti, G. N., Pearson, P. D., Bravo, M. A., & Barber, J. (2005). *Reading and writing in the service of inquiry-based science*. Regents of the University of California.
- Duit, R., Roth, W.-M., Komorek, M., & Wilbers, J. (1998). Conceptual change cum discourse analysis to understand cognition in a unit on chaotic systems: Towards an integrative perspective on learning in science. *International Journal of Science Education*, 20(9), 1059-1073.
- Freedman, R. L. (1999). *Science and writing connections*. New York: White Plains.
- Hand, B., & Prain, V. (2002). Teachers implementing writing-to-learning strategies in junior secondary science: A case study. *Science Education*, 86(6), 737-755.
- Hand, B., Prain, V., & Trobe, L. (1999). A writing in science framework designed to enhance science literacy. *International journal of science education*, 21(10), 1021-1035.
- Keys, C. W. (2000). Investigating the thinking processes of eighth grade writers during the composition of a scientific laboratory report. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 676-690.
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084.
- Klein, P. D. (1999). Reopening inquiry into cognitive process in writing-to-learn. *Educational Psychology Review*, 11(3), 203-270.
- Lin, Y. H., & Chang, W. H. (2002). *An elementary teacher's action research on scaffolding students in talking science*. Paper presented at the 2002 NARST Annual Meeting, New Orleans, LO, U.S.A.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- Raimes, A. (1999). *Keys for writers: A brief handbook* (2nd Ed.). Boston: Houghton Mifflin. Retrieved Feb 13, 2005, from <http://www.stanford.edu/~arnetha/expo/write/info.html>.
- Roth, W.-M. (2005). Gestures: The leading edge in literacy development. In J. R. Saul. (Eds), *Crossing borders in literacy and science instruction-Perspectives on theory and practice*, pp. 48-68. Arlington, VA: NSTA.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and instruction*, 23(1), 23-55.
- Van Zee, E. H. (2000). Analysis of a student-generated inquiry discussion. *International Journal of Science Education*, 22(2), 115-142.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Warwick, P., Stephenson, P., & Webster, J. (2003). Developing pupils' written expression of procedural

understanding through the use of writing frames in science: findings from a study approach. *International journal of science education*, 25(2), 173-192.

Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Philadelphia: Open University Press.

Yore, L. D., Bisanz, G. L., & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689-725.

Yore, L. D., Hand, B. M., & Florence. M. K. (2004). Scientists' views of science, models of writing, and science writing practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 338-369.

Yore, L. D., & Shymansky, J. A. (1997). *Constructivism: implications for teaching, teacher education and research---breakthroughs, barriers and promises*. Paper presented at the National Science Council ROC Workshop for Science Educators, Taipei, Taiwan, 22-28 September.

作者簡介

林雅慧，國立彰化師範大學科學教育研究所，博士班研究生

Yahui Lin is a Doctoral Student of Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education.

蔡佩穎，國立彰化師範大學科學教育研究所，博士班研究生

Peying Tsai is a Doctoral Student of Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education.

張惠博，國立彰化師範大學物理學系，教授兼校長

Huey-Por Chang is a Professor and President of Department of Physics, National Changhua University of Education.

張文華，國立台灣師範大學生命科學系，副教授

Wen-Hua Chang is an Associate Professor of Department of Life Science, National Taiwan Normal University.

收稿日期：95.06.09

修正日期：96.08.15

接受日期：96.11.06

Effects of the Assumed Readers on 4th Graders' Scientific Expository Writing and Science Learning

Yahui Lin Peying Tsai

Graduate Institute of Science Education,
National Changhua University of Education

Huey-Por Chang

Department of Physics,
National Changhua University of Education

Wen-Hua Chang

Department of Life Science,
National Taiwan Normal University

Abstract

This study explored the effects of an assumed reading audience on expository writing. To elaborate a model of expository writing on scientific topics to accompany and promote scientific learning, the authors analyzed text content, designed and sequenced tasks for two science units, and incorporated expository writing tasks that assumed a role for the writer's family and peers as assumed readers. They also examined actual student writing samples to identify the key features of student expository writing. From the 190 writing samples, based on 6 scientific tasks, of 36 fourth graders, it was found that students give different types of information and even of explanations to various assumed reading audiences. In general, the participating students could represent their conceptual and procedural understanding in written form. However, in writing that is intended to be read by family members there are more affective descriptions and the narrative forms are more creative. On the other hand, in writing intended for peers, students would focus on giving specific task instructions in guiding their peers. Based on the research findings, they suggested that science teachers should be aware of the influence of assumed reading audiences on students' expository writing.

Keywords: elementary science, expository writing, writing to learn science, assumed readers