

從系統功能語言觀點探討科學詞彙的歧義與解歧

陳世文^{1,*} 古智雄² 楊文金³

¹國家教育研究院 教科書研究中心

²國立東華大學 教育與潛能開發學系

³國立臺灣師範大學 科學教育研究所

摘要

本文旨以系統功能語言的主述位結構觀點探討國中階段科學文本詞彙歧義類型、詞頻分布、解歧詞彙及解歧語境類別，以「氫」一詞為例，利用AntConc軟體檢索106學年度三個版本國中教科書中含「氫」的語句，由三位科教學者進行詞彙歧義及語境類型之分析。研究發現國中科學文本中「氫」含有「氫元素」、「氫氣」、「氫原子」、「氫的元素符號」四種意義，在八年級科學文本中出現次數最高，歧義類型最多，特別是在元素與化合物、氧化還原反應等單元中。此外，在科學文本中「氫」有九種的解歧詞彙，其構成六種解歧語境類型。多數解歧語境屬同句主位及同句述位，其次是前句主位及前句述位，後句主位及後句述位最少，顯示閱讀解歧上可先從相同小句之主位及述位解讀歧義，其次回溯至先前小句主位及述位尋找解歧線索，最後才是後面小句的主位及述位。最後根據研究結果提出文本編輯、科學閱讀及後續研究等方面之建議。

關鍵詞：系統功能語言、科學文本、科學語言、科學閱讀、詞彙歧義與解歧

壹、研究背景與目的

近年來，國際學生測驗評量(Programme for International Student Assessment, PISA)強調閱讀素養的重要性，其中理解文本語言是閱讀素養重要向度之一(Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2016)，在科學教育中，閱讀科學語言亦逐漸成為重要的科學素養(Pearson, 2010)。傳統科學素養較少強調科學閱讀的

重要性，教師在教學上亦忽略文本語言的意義表徵，使得學生容易產生閱讀困難(Norris & Phillips, 2003)。為了表達科學專有知識或理論，科學語言會形成許多不同日常生活語言的特徵，使得閱讀科學文本語言常是困難的解謎活動。這些特徵包括科學語言中諸多艱澀難懂的專有詞彙(Fang, 2005; Wellington & Osborne, 2001)、科學語言蘊含複雜說明類別與組成的分類性(Wignell, Martin, & Eggins, 1993)、科學語言具高詞彙密度且科學詞彙之

*通訊作者：陳世文，shiwen@mail.naer.edu.tw

(投稿日期：民國107年8月9日，修訂日期：民國107年9月17日，接受日期：民國107年9月18日)

間經常形成交互定義(interlocking definition)(Halliday, 1993)、科學語言的語法存在表達因果關係的模糊性(Halliday, 2004)、科學語言會透過語法隱喻(grammatical metaphor)去濃縮意義(Halliday & Matthiessen, 2004)等。

除了前述特徵之外，另一未被提及之議題為科學語言的詞彙歧義(lexical ambiguity)。這種歧義不是詞彙在科學與其他學科間意義的不同，而是在科學中同一個詞彙會產生多種不同意思，一般觀念亦認為科學語言為了表達精確科學意義，它是一套精確的語言，不會有詞彙歧義，但它確實出現在國中階段科學教科書中，本文以「氫」這個具有代表性的科學專有名詞為例，引用國中科學教科書中三個例句，檢視科學語言的詞彙歧義：一、「碘是紫黑色固體，溴是暗紅色液體(圖6-8)，氯是黃綠色氣體(圖6-9)，氫、氧及氮都是無色氣體。」(郭重吉，2017c，頁169)；二、「只含有碳、氫兩種原子的有機化合物，稱為碳氫化合物，又稱為烴。」(史家瑩，2017c，頁123)；三、「有機化合物都含有碳元素，其他的組成元素還有氫、氧、氮等。」(林英智，2017b，頁132)三句中，句一的氫是指「氫氣」，因為它說氫是無色「氣體」；句二的氫是指「氫原子」，因為句中提到碳、氫兩種「原子」；句三的氫是指「元素」，句中提到「其他的組成元素」還有氫，這些例句中，氫有「氫氣」、「氫原子」、「氫元素」三種解釋，它們的科學意義不盡相同，但都被簡化成「氫」來表達，由此可看出科學文本語言中存在著詞彙歧義，而在語句中蘊含一些解歧詞彙(disambiguated word)可以幫助讀者解歧，因此，若能探討「氫」在文本中的多重意義和在年級上的詞頻分布，找出氫的解歧詞彙及其語境類型，對於瞭解科學詞彙歧義的內

涵，提供教師詞彙歧義教學上的建議，提升學生科學閱讀理解的效果均具正向價值及教學效益。

有關詞彙歧義的研究(Duffy, Morris, & Rayner, 1988; Rayner & Frazier, 1989; van der Schoot, Vasbinder, Horsley, Reijntjes, & van Lieshout, 2009)指出讀者在閱讀含有詞彙歧義的句子，解讀歧義的歷程會受到相對頻率(relative frequency)及語境效應(contextual effect)的影響。前者是指某個歧義詞彙指涉某個意義的詞頻愈高，愈易促使讀者解讀成該意義，而後者是指語言脈絡中通常含有解歧詞彙，提供有助讀者釐清語義的解歧線索，以上述三個句子為例，句中的「氣體」、「原子」、「元素」即屬解歧詞彙，提供解歧線索以助讀者瞭解詞彙的明確意義。有關科學詞彙的歧義及解歧，系統功能語言學(Systemic Functional Linguistics, SFL)提供一個解析語言結構的適切視角，該理論指出語言在表達使用者的思想過程中，語言會組織出語場(field)、語旨(tenor)和語式(mode)三種語域範疇(Unsworth, 2001)。語場是指語言用來表達概念的型式，說明真實世界中的事件意義；語旨描述的是語言表達角色、關係和態度的溝通功能；語式則是語言訊息中的組織的脈絡結構，這些語言的語域範疇中，語式的主位(theme)與述位(rheme)提供了語篇中訊息如何組織及發展的角色，句首的主位結構通常載負已知訊息，句末的述位則為未知的新訊息，語篇中主述位結構關係著訊息在語句中如何組織，透過系統功能語言中主述位結構的論點可分析解歧語境的組成。

本文以國中科學文本的「氫」為例，分析其歧義類型及詞頻分布，並探討其解歧詞彙及詞彙構成之解歧語境，提供教師進行詞彙歧義與解歧教學的鷹架作用，幫助學生釐

清科學語言詞彙所描述的精確語義，亦對科學語言教學及文本編寫提出可行建議，提升科學語言的閱讀理解。循此，本文探討的問題如下：

- 一、氫一詞在國中科學文本中具有哪些歧義類型？
- 二、氫的歧義在國中科學文本中的詞頻為何？其在各學習年段如何分布？
- 三、國中科學文本中氫的解歧詞彙為何？其構成什麼樣的解歧語境類型？

貳、文獻探討

一、詞彙歧義的意涵

顧名思義，詞彙歧義是指一個詞彙具有二個以上的意義，其依語義關聯性可分為同形異義(homonymy)與一詞多義(polysemy)二個類型(Lyons, 1977)。同形異義是指詞彙形音相同但意義不同；一詞多義是指音形相同，且意義之間彼此相關。此分類觀點受到多數學者認同(如Azuma & Van Orden, 1997; Rodd, Gaskell, & Marslen-Wilson, 2002)，Pustejovsky (1995)亦說明兩者差異，如“Mary walked along the bank of the river”的“bank”是指河岸；“Harbor Bank is the richest bank in the city”的“bank”是指「金融機構」，兩者為同形異義。而“John crawled through the window”是指窗戶，“The window is closed”是指「通道、開口」，且兩者意義相關，屬於一詞多義。

上述研究從語義關聯性去區別同形異義與一詞多義的差別，但有時兩者意義的關聯性並不容易判斷，有學者(Apresjan, 1974; Klepousniotou, 2002; Klepousniotou, Titone, & Romero, 2008)認為詞彙歧義應考量詞彙意義的重疊程度，而非語義關聯性。Aprésjan認

為歧義詞彙的意義關聯性易受個人主觀評定的影響，因此一詞多義與同形異義兩者只是語義關聯性相對強弱的概念，無明顯的二分界限。此外，Ravin與Leacock (2000)主張應從詞彙的詞源來解釋意義關聯性，同形異義之詞彙在詞源上的意義並無相關，一詞多義之詞彙在詞源上的語義彼此關聯，但這種說法又會因詞源時間久遠而不易考究，顯見二者之間仍存模糊界限(Geeraerts, 1993; Tuggy, 1993)。雖然不易明確區別兩者界限，但不難看出二者在意義上仍有差異，在教科書中不乏同形異義與一詞多義的例子，如「分子」為同形異義，數學教科書是指被除數在分數算式中的指稱，科學教科書則指組成物質的單位結構。而「氫」一詞在科學教科書中可以表達氫氣、氫原子和氫元素之多種科學意義，且這些科學意義之間彼此相關，顯示「氫」屬於一詞多義的類型。

二、詞彙歧義與解歧

當讀者閱讀具有歧義詞彙的句子時，語境(context)扮演重要的影響角色。語境是指文本中語句使用的情境，當語句中蘊含某個解歧訊息，即形成偏向性語境(Duffy et al., 1988)。偏向性語境可能出現在歧義詞彙之前或之後，當解歧訊息出現在歧義詞彙之前，對解歧處理有促發效果，當解歧訊息出現在歧義詞彙之後，在詞彙的不同意義均被促發後，再發揮解歧作用(Rayner & Frazier, 1989; van der Schoot et al., 2009)。語境與詞彙歧義閱讀的關係，主要有模組論(modularity theory)與交互論(interactive theory)二個觀點。模組論認為在閱讀過程中，語境與詞彙歧義激發各屬獨立的心智模組運作(Fodor, 1983)，解歧過程中，語境不影響歧義的激發，而是在語義被喚醒後，語境才幫助語義

解讀。交互論認為語境有益協助語義解讀，在閱讀過程中將影響語義的選取(McClelland & Rumelhart, 1981)，它引導合適意義的選取，使讀者在接觸歧義詞彙時選擇合適意義(Sereno, O'Donnell, & Rayner, 2006)。

對於詞彙歧義的解歧歷程，主要以模型設計來瞭解語境對詞彙歧義促發的作用，如Onifer與Swinney (1981)提出跨模型詞彙促發(cross model lexical priming)探討閱讀過程中對歧義詞彙的辨識歷程，顯示在前偏向性語境的句子中，讀者在接觸歧義詞彙之後，語境才介入作用，此結果傾向於支持模組論的觀點。另有研究(Rayner & Frazier, 1989; Rayner, Pacht, & Duffy, 1994)採選擇存取模型(selective access model)，發現語境會影響詞彙激發與選取，雖然不同意義會被激發，但符合語境的意義會被選擇，即語境在詞彙歧義辨識中會直接作用，這偏於支持交互論的觀點。國內研究(楊芝瑜、柯華葳、張毓仁，2012)透過眼動儀探討讀者閱讀漢語含有多義詞的句子時眼動型態的影響，發現語境位置與語境意義偏向會互相作用於詞義擷取歷程，若語境在前，會影響讀者的語意擷取且在詞彙觸接時已進行歧義處理。高佩如、李佳穎與蔡介立(2011)亦利用眼動儀來探討一詞多義的表徵形式與處理歷程是否受語境預測力的影響，結果發現可預測語境較不可預測語境的凝視時間較短，其凝視比例也較低，顯見語境確實影響詞彙辨識的歷程。

前述研究多以眼動追蹤技術探討一詞多義語義的促發與語境的關係，但有研究著重於一詞多義閱讀解歧，例如蕭惠貞與陳昱蓉(2014)的研究以「做＋名詞組」來探討動詞歧義與消解歧義的方式，引導學生去尋找線索詞來推測多義詞的確切意義，而本研究則是著重探討科學教科書語言中一詞多義名詞的

歧義與解歧方式。

三、系統功能語言的主述位結構

從前述研究可知詞彙歧義的解歧與語境有關，而語境可以分為解歧詞彙在歧義詞彙之前的前偏向性語境，以及解歧詞彙在歧義詞彙之後的後偏向性語境。這二種語境雖能表示解歧詞彙出現在歧義詞彙之前或是之後，然而未能精確指出解歧詞彙在文本語句中的位置，在這方面，系統功能語言觀點的主述位結構，可以提供明確的分析框架。

Halliday (2004)指出語言是一套完整的語意系統，甚於單純的語法結構，我們可以運用這套系統組成各種意義潛勢(meaning potential)，同時語言系統提供了體現表達概念、人際關係及語篇意義。如圖1所示，主位與述位的語句結構屬語言系統的詞彙語法層，對應到語義層的語篇後設功能，這種功能透過語篇的結構與組織來呈現，在情境脈絡中即是對應到語式，透過彼此的結構對應，將訊息體現在語篇當中，而主述位結構即是幫助讀者識別訊息在語言中所呈現的角色。

Halliday與Mattheiessen (2004)指出小句(clause)是描述訊息的基本單位，訊息開始與結束分別是小句主位和述位結構。「主位」是一個小句的訊息起始點，表達已知訊息，而小句中提供其他訊息的部分稱為「述位」，用以呈現新訊息(Martin, Matthiessen, & Painter, 2010)。主位通常是小句的初始位置，通常包含主詞及修飾詞，述位則是非初始位置，包括述詞、謂詞和其他修飾詞，主位與述位以過程詞(動詞)作為分隔，過程詞之前為主位，過程詞之後為述位。以圖2為例，詞彙階級包括詞彙(word)、詞組(group/phrase)和小句，圖中“However apparently these two green

plastic food containers have been washed in the dishwasher” (Halliday & Matthiessen, p.54) 是一個5個詞組、14個詞的小句, “However apparently these two green plastic food containers”在小句中屬於主位結構, 表示已知訊息, 而“have been washed in the dishwasher”

則是述位, 描述新訊息, 語境便透過小句主述位結構不斷組織出連貫的語意。除了英語之外, 漢語同樣也用主述位結構來組織訊息 (Halliday & McDonald, 2004), 因此主述位結構亦適宜進行科學文本語言的分析。

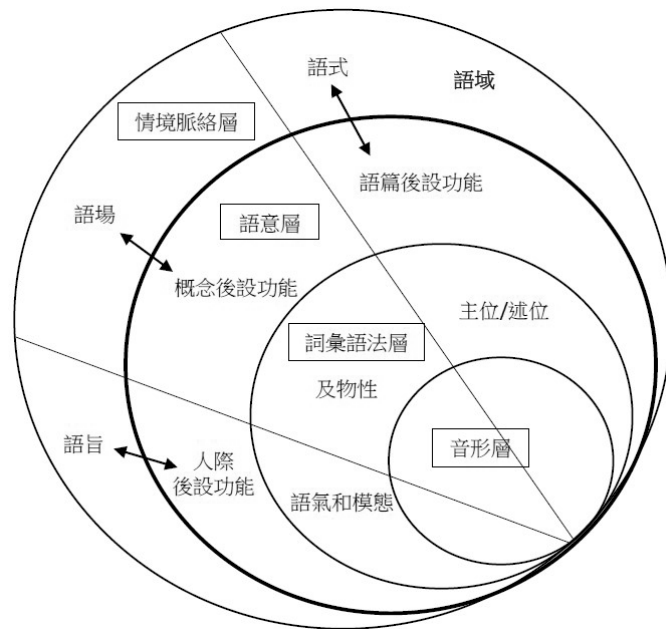


圖1：系統功能語言的理論架構

資料來源：引自 *Teaching multiliteracies across the curriculum: Changing contexts of text and image in classroom practice* (p.37), by L. Unsworth, 2001, Philadelphia, PA: Open University Press.

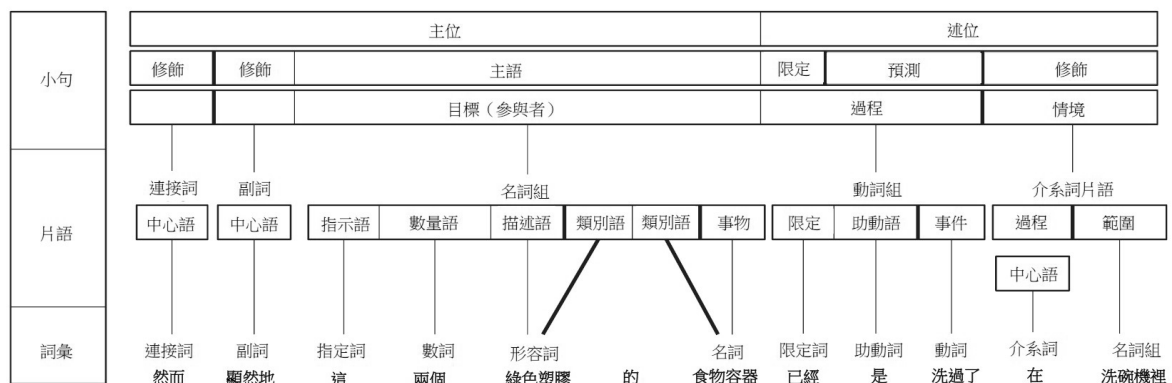


圖2：主述位的結構與詞彙對應

資料來源：引自 *An introduction to functional grammar* (3rd ed., p.54), by M. A. K. Halliday & C. M. I. M. Matthiessen, 2004, London: Hodder Arnold.

若以「只含有碳、氫兩種原子的有機化合物，稱為碳氫化合物」(史家瑩，2017c，頁213)的句子為例進行語句主述位結構分析，「只含有碳、氫兩種原子的有機化合物」是語句的主位結構，提供讀者有機化合物含有碳、氫兩種原子的已知訊息，「稱為碳氫化合物」則是述位結構，告訴讀者此類有機化合物可被稱為碳氫化合物的新訊息，由此可知，「原子」這個解歧詞彙和「氫」在同一小句，且在主位，屬於同句主位的語境類型，如果解歧詞彙出現在同一小句的述位，即為同句述位。解歧詞彙也可能會出現在前面或是後面小句中的主位或述位，進而形成許多不同的語境類型。

參、研究方法

除了從系統功能語言的視角切入之外，本文亦利用語料庫分析(corpus-based analysis)技術探析科學教科書中詞彙歧義及解歧語境。此技術是檢索搜尋巨量語料的有效方法，作法上先從科學文本的語料庫中檢索及擷取所有含「氫」的語句，分析其歧義類型，並檢視這些歧義類型在國中科學文本語料中的詞彙頻率及在不同年段的分布情形，最後以專家效度分析歧義類型、解歧詞彙及解歧語境。語料庫分析技術是指使用語料庫作為範例資料的來源，去確認研究者的假設或是檢視某語料範圍中語言的特性(Tognini-Bonelli, 2001)，此分析方法主要特點是能夠快速檢索巨量資料的資訊，允許研究者從大量語料範疇中找出研究者所欲檢索的目標，這些由巨量語料中可以看出語言實際使用的情境，而非研究者個人的主觀臆測，且能夠精確涵蓋所有語料範疇中的訊息，藉此降低資料檢索的訊息遺漏(Baker, 2006)。以下將說明研究流程、語料分析範疇與工具、資料處

理與分析。

一、研究流程

研究流程主要分為語料建置、語句處理及語義分析三個階段，語料建置方面，選擇國中南一、翰林、康軒三個版本106學年度自然與生活科技領域教科書作為語料範疇，分別建置成三個文本語料庫，並利用中央研究院線上中文斷詞系統進行語句斷詞，最後形成三個版本的國中科學文本語料庫。語句處理方面，運用語料技術軟體AntConc分別從三個語料庫中檢索提取含「氫」的語句，因為氫的複合詞(compound word)不屬一詞多義範疇，故含有氫的複合詞語句不予列入分析。在語義分析方面，邀請專家學者針對從語料庫中檢索出的語句進行歧義類型、解歧詞彙、語境類型之分析，研究流程如圖3所示。

二、語料範疇與分析工具

(一)文本語料範疇

本文以現行國中三個版本自然與生活科技教科書作為文本分析的語料範疇，科學文本是學校科學知識學習的主要來源，在科學課室中廣被師生使用，分析科學文本語言之詞彙歧義現象對於促進學生科學閱讀理解提供了科學教育的實用價值。這三個科學文本的版本涵蓋七年級至九年級，每個版本冊數各為6冊，總冊數合計為8冊，各版本的句數訊息分布呈現如表1。

上述的教科書是106學年度的版本，正是目前國中學生閱讀的科學教科書內容，在內容效度上有其時效性及代表性，此外，因為分析的內容範疇涵蓋了國中階段所有年級，能夠充分反映現今國中科學教科書中詞彙歧義的現況。

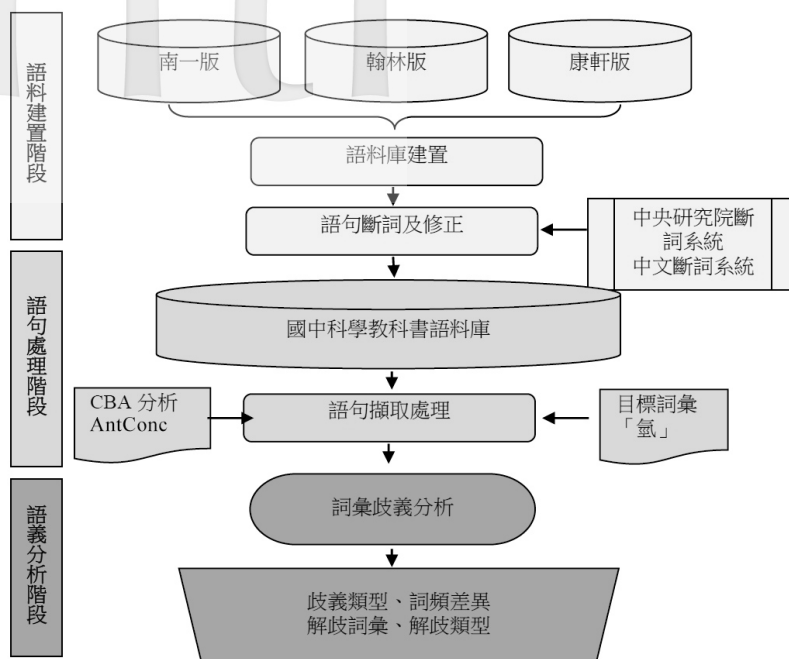


圖3：研究流程圖

表1：科學教科書分析範疇

範疇	南一版	翰林版	康軒版
年級	7~9	7~9	7~9
冊數	6	6	6
總句數	6,147	7,590	5,421

(二)語料庫分析工具

本研究利用AntConc作為語料庫分析工具。AntConc是一套著名的語料庫分析軟體，由日本早稻田大學科學工程學系的Anthony (2018)教授撰寫，功能強大且可分析英文、中文、日文、韓文、拉丁文等多重語系，加上免費和使用簡便，使得AntConc成為相當受歡迎的語料分析軟體，其主要提供索引(concordance)、索引分布圖(concordance plot)、檔案檢視(file view)、字串(cluster)、共現(collocate)、詞列(word list)、關鍵詞列(keyword list)等功能，且能分析漢語語料，適合作為本研究語料分析軟體。

語料分析程序主要有四個步驟：

1. 檔案彙整與輸入：首先彙整所有語料範疇，將三個版本語料經斷詞處理後輸入到AntConc軟體中，所有輸入的語料檔案名稱會被列在介面左方。
2. 詞列分析：選定並執行「詞列」功能，該功能會將所有語料庫範疇的詞彙類別、詞彙出現頻率、頻率排序由高到低呈現出來，呈現所有語料範疇中詞彙的詞頻和排序。
3. 索引分析：在索引選單下方的空欄中，輸入關鍵詞「氫」，並按下開始鍵，則AntConc會開始執行索引程序，將所有符合

搜尋條件(即含「氫」的句子)呈現在欄位中，找出所有版本教科書中含有「氫」的句子，亦可執行索引分布瞭解氫出現的冊別。

- 4.檔案檢視：在索引資料中，關鍵詞「氫」在句子會以藍色字體標示出，若點選藍色字體，則自動執行檔案檢視功能，列出該筆氫在文章中出現位置。

三、資料處理與分析

本文建置之語料庫規模共計19,158筆句子、21,566個不同詞類和505,610個詞數，經過AntConc軟體的索引分析，去除如碳酸氫鈉、氫氧根、氫離子、氫氧化鈉等非氫單詞的詞彙，找出國中科學教科書中所有含氫單詞的句子共計70筆，接著邀請三位科學教育領域之學者擔任評分者，先由研究者向三位評分者說明本文理論架構及分類向度，確認每位評分者清楚瞭解後，在正式分析前，先對於氫的歧義及解歧語境類型進行二次評定培訓，每次評定培訓從70筆母群中隨機抽樣20筆語句進行分類，經計算二次的評分者信度各為.92及.95，顯示評定培訓結果具高度一致性，最後由三位評分者正式進行所有70筆語句的識別，對於不同識別結果進行討論，最後所有評分者意見達成共識，確認其所屬類型。本文依據系統功能語言主述位結構的觀點，將解歧語境分為六種類型(如表2)，主述位結構包括主位(T)和述位(R)兩種，歧義詞彙與解歧詞彙之對應位置分為同一小句、前一小句、後一小句，因此兩者可進而交織

細分成如表2所示之六種語境類型：同句主位(ST)、同句述位(SR)、前句主位(FT)、前句述位(FR)、後句主位(BT)、後句述位(BR)，這些解歧語境類型有助檢視歧義詞義與解歧詞彙之彼此定位，提供尋找解歧線索的參考。

肆、發現與討論

一、氫詞彙的歧義類型

經分析發現，「氫」在國中科學文本中蘊含四種歧義：分別解釋為「氫元素」、「氫氣」、「氫原子」、「氫的元素符號」，這些歧義情形分述如下。

(一)「氫元素」的歧義類型

「氫」單詞在科學文本中具有「氫元素」的意義，例如：

- 1.「有機化合物若只含有碳和氫兩種元素者，稱為碳氫化合物，簡稱『烴 C_nH_m 』。」(郭重吉，2017b，頁126)
- 2.「煤是古代植物的遺骸，在地底下經高溫高壓作用而得，其主要的成分為碳，並含有氫、氧、氮、硫等元素。」(史家瑩，2017c，頁123)
- 3.「組成現今恆星的主要元素為氫、次要元素為氦。」(林英智，2017c，頁247)

三個語句中，「氫」以單詞的形式出現，語句中也同時會出現「元素」一詞，例如「只含有碳和氫兩種元素」可以看出此氫表示的是氫元素的意義，因此「元素」提供

表2：解歧語境之類型

主述位結構	同一小句(S)	前一小句(F)	後一小句(B)
主位(T)	同句主位(ST)	前句主位(FT)	後句主位(BT)
述位(R)	同句述位(SR)	前句述位(FR)	後句述位(BR)

了識讀「氫」歧義的解歧線索；其他如「主要元素為氫」、「並含有氫、氧、氮、硫等元素」中也是相同情況。當讀者在閱讀文本時看到氫這個單詞時，「元素」可以幫助讀者理解氫是指氫元素。

(二)「氫氣」的歧義類型

有些「氫」在科學文本中又解釋成「氫氣」，此時語句中會出現「氣體」一詞，如「氫……都是無色氣體」、「將氫……等氣體」、「例如氫……等氣體」等句中都提到氣體，顯示「氣體」是語句中的解歧詞彙，幫助讀者閱讀科學文本語言時理解「氫氣」的意義。例如：

1. 「碘是紫黑色固體，溴是暗紅色液體，氯是黃綠色氣體，氫、氧及氮都是無色氣體。」(郭重吉，2017a，頁169)
2. 「為了模擬原始地球的環境，米勒設置了一個化學反應裝置(如圖)，將氫(H_2)、氮(NH_3)、甲烷(CH_4)和水(H_2O)等氣體密封於無菌的玻璃裝置中，以模擬原始大氣的成分。」(史家瑩，2017a，頁33)
3. 「西元1953年，芝加哥大學的兩位化學家米勒(Stanley Miller，西元1930～2007年)及尤瑞(Harold Urey，西元1893～1981年)在一個燒瓶中放入當時人們認為的地球原始大氣成分，例如氮、甲烷、氫等氣體及水蒸氣，再插入兩支電極後將燒瓶密閉，然後在容器中放電，以模擬早期地球可能的原始狀態。」(林英智，2017a，頁20)

均屬氫氣歧義類型的語句。

(三)「氫原子」的歧義類型

「氫」除了被解釋為「氫元素」及「氫氣」之外，亦可解釋為「氫原子」，特別是出現在介紹有機化合物組成或是化學反應過

程中原子重新鍵結排列的單元中。句中出現解歧詞彙幫助理解其義，例如：

1. 「碳原子不但可以和氫、氧、氮、硫、磷、氯等原子結合，彼此也可以連接，形成長鏈狀或環狀，再和其他原子結合，因此，有機化合物的種類遠多於無機化合物。」(郭重吉，2017b，頁125)
2. 「碳本身可以彼此結合，也可以與氫、氧、氮、硫等其他原子結合，進而形成100萬種以上的有機化合物。」(史家瑩，2017c，頁122)
3. 「其中氫與氧原子數目的比例和水(H_2O)一樣為2：1，所以醣類也稱為碳水化合物。」(林英智，2017b，頁126)

等句中，均出現「原子」一詞，幫助讀者識別「氫」一詞解釋為「氫原子」。

(四)「氫的元素符號」的歧義類型

除了上述「氫元素」、「氫氣」、「氫原子」三種歧義類型之外，還有一種「氫」是指氫的元素符號「H」，例如：「有機化合物的化學式依照碳、氫、氧等的順序，例如葡萄糖的化學式以 $C_6H_{12}O_6$ 表示。」(郭重吉，2017a，頁187)，並不像其他類型有「元素」、「原子」、「氣體」等解歧詞彙，此類型沒有明顯的解歧詞彙，句中「……依照碳、氫、氧等的順序……」的「氫、氧等」和「的順序」之間缺少解歧詞彙，而是透過葡萄糖化學式中的「H」告訴讀者「氫」是指「氫的元素符號」。雖然此類型出現次數甚少，然文本書寫上若能明確寫出解歧線索供讀者閱讀，如將此句寫成「有機化合物的化學式依照碳、氫、氧等元素符號的順序，例如葡萄糖的化學式以 $C_6H_{12}O_6$ 表示。」相信讀者更能明確理解句中「氫」所指的是元素符號「H」，教師在教學上亦可提醒學生此

類解歧線索較為隱晦的歧義詞彙，發揮幫助學生解歧的鷹架角色。

二、氫歧義之詞頻分布

分析結果顯示，氫的四種歧義類型之詞頻分別為31、21、17和1，各占整體比例的44.3%、30%、24.2%以及1.4%，顯示國中科學文本中，氫最常被解釋為「氫元素」，其次是「氫原子」，接著是「氫氣」，「氫的元素符號」最少。進一步分析這些歧義類型詞頻在各年級的分布發現，如圖4所示，七年級上學期的科學文本開始談到「氫」的概念，此處的氫均指「氫氣」的意義，這與國中七年級上學期科學文本主要介紹生物知識有關，例如在介紹「生命起源」等相關單元提到科學家為了模擬原始地球的大氣成分，將氨、甲烷、氫等氣體置入密閉燒瓶內加以放電，可見「氫」表示氫氣這種氣體的巨觀概念層次。

到了七年級下學期，科學文本教到生物

學中有關「生殖遺傳」、「演化及生態」等單元，這些單元內容未出現任何「氫」，也沒有任何氫相關的複合詞，這表示七年級下學期的學生閱讀科學文本時不需面臨「氫」的解歧問題。不過到了八年級上學期，科學文本介紹「元素與化合物」的單元有關物質組成的微觀概念層次，氫表示為「氫元素」意思的詞頻逐漸增加。該冊亦談到分子結構中原子組成的種類與數目，在這些單元內容中，氫即表示「氫原子」意義，此外科學文本中提到「氫」是最輕的氣體，故氫又作氫氣之解，而「氫的元素符號」類型也在八年級上學期出現，因此國中七年級學生升至八年級上學期的學生需要閱讀識別四種氫的歧義類型。

到了八年級下學期，科學文本中「氫」單詞大量出現，共計有36次之多，超過總詞頻一半以上，其中「氫元素」與「氫原子」的詞頻比例相當接近，各出現16次和15次。八年級下學期的科學文本提到「化學反應、

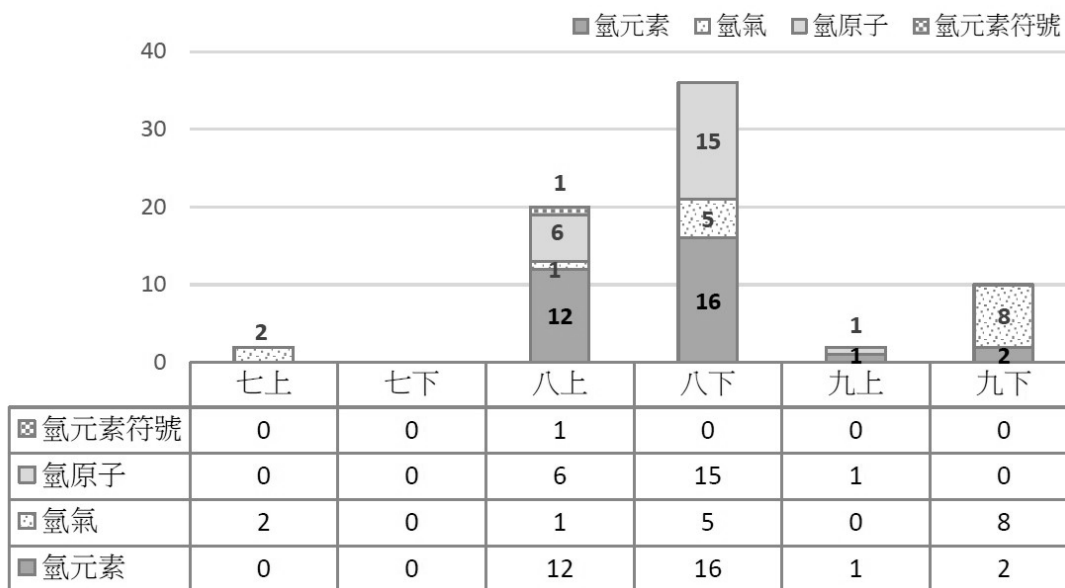


圖4：氫的歧義類型與詞頻分布

電解質和酸鹼鹽、有機化合物」的單元內容，這些單元中需要介紹各類有機化合物的元素種類及原子組成結構，如透過葡萄糖說明碳、氫、氧等元素種類和原子的組成。讓學生可以認識不同的元素種類和元素中的原子組態，不過八年級下學期科學文本內容中，「氫」出現的次數相當頻繁且集中在少數單元中，教師及學生應留意這些「氫」的多重歧義，以釐清容易混淆的歧義。九年級上學期的科學文本主要談到「力與運動」、「功與能」、「靜電」等物理領域相關知識以及「板塊運動」、「宇宙組成」等地科內容，與「氫」的概念較無直接相關，使得「氫」出現的頻率又快速減少，因此除了提到「氫」是組成恆星的主要元素、「氫」燃料電池的構造和性質之外，氫已甚少出現。綜合上述，在國中階段，「氫」在八年級科學文本出現次數最多，特別在「元素和化合物、氧化還原反應」等有關物質的組成構造與性質之主題內容中，這些內容除了出現許多如氧化物、還原劑、有機酸等科學術語之外，又蘊含多種「氫」的歧義，指涉氫元素、氫氣、氫原子以及氫的元素符號等義，因此從詞頻分布的結果來看，國中八年級對於學生而言，是面臨辨識氫的歧義的重要階段。

三、氫的解歧詞彙與解歧語境

前述發現科學文本語句中通常會出現某個解歧詞彙，提供讀者解歧線索，幫助讀者辨識氫的意義，這個解歧詞彙與「氫」構成不同的解歧語境類型，以下進一步探析「氫」的解歧詞彙及解歧語境類型。

(一)氫的解歧詞彙

由表3可知，氫的解歧詞彙共計九種，

氫最常解釋為氫元素，它可以透過「元素」這個解歧詞彙辨識其義；當語句中提到「氣體、製、燃料、燃燒」這些詞彙時，「氫」是指氫氣的意思；氫原子則有「原子、水分子、原子團」三種解歧詞彙。

「氫的元素符號」這種歧義類型可透過「H」識別，如「有機化合物的化學式依照碳、氫、氧等的順序，例如葡萄糖的化學式以 $C_6H_{12}O_6$ 表示」中「H」表示「氫」。用「H」在解歧上宜注意二點：第一，讀者在句中看不到「元素符號」的文字，只看得到英文符號「H」，表示讀者需知道「H」代表氫的元素符號來幫助解歧。第二，並非語句中出現「H」，「氫」就解釋成「氫的元素符號」，如「水分子含有兩個氫與一個氧，以 H_2O 表示，兩個水分子則以 $2H_2O$ 表示」句中有「H」元素符號，但它並非解歧詞彙，語義上是水分子含有二個氫原子和一個氧原子，「氫」應解釋為氫原子，而非氫的元素符號，因此「水分子」是解歧詞彙，它較「H」提供了更明確的解歧訊息。

此外，氫除了可透過「氣體」來辨識外，還可以用「製、燃燒」動詞來表示，在科學上可以說透過氧化還原反應製造氫氣，但不會說製造氫元素或氫原子；氫氣具有可燃性，因此氫燃燒是指氫氣「燃燒」，而不是氫元素或氫原子燃燒，同理，氫是一種具有可燃性的「燃料」，而不會說氫元素或氫原子是一種「燃料」，這顯示氫在巨觀與微觀的概念層次不宜混為一談，在燃料或燃燒的巨觀層次上是指氫氣，在化合物結構的微觀層次上則指氫原子。

氫原子的解歧詞彙則相對明確，「原子」、「水分子」、「原子團」都是解歧詞彙，在科學上解釋分子與原子意義最常使用的例子就是水分子是由2個氫原子和1個氧原

表3：氫的解歧詞彙與語境類型

歧異	語境類型	解歧詞彙	例句
氫元素	FT	元素	「 元素的原子量 是由各原子互相比較得知 , 早期科學家曾 採用氫和氧作為原子量的比較標準。」(史家瑩, 2017c, 頁29)
	ST	元素	「 有機化合物都 含有碳 , 其他的組成元素還 有氫、氧、氮等 。」(林英智, 2017b, 頁108)
	FR	元素	「 葡萄糖 是由碳元素、氫元素和氧元素組成的化合物 , 但是葡萄糖與碳、氫、氧的物理及化學性質 都不相同 。」(郭重吉, 2017a, 頁167)
	SR	元素	「 有機化合物若只 含有碳、氫、氧元素者 , 稱為碳氫氧化合物 。」(郭重吉, 2017b, 頁128)
	BR	元素	「 拉瓦節(Antoine Laurent Lavoisier, 1743 ~ 1794) 命名氧與氫 , 並且 預測了矽的存在 , 幫助建立了公制 。 1789年 發表第一個現代化學元素列表 , 列出33種元素 , 其中 包括光與熱和一些當時被認為是元素的化合物 。」(郭重吉, 2017b, 頁51)
氫氣	ST	氣體	「 米勒 設置了一個化學反應裝置 , 將氫(H ₂)、氮(NH ₃)、甲烷(CH ₄)和水(H ₂ O)等氣體 密封於無菌的玻璃裝置中 , 以 模擬原始大氣的成分 , 並利用正、負電極 通電產生火花 , 模擬閃電能量的來源 。」(史家瑩, 2017a, 頁33)
		製	「 目前多 使用石油、天然氣製氫 , 亦可使用電解水、生質能等方法 製氫 。」(郭重吉, 2017d, 頁195)
		燃料	「 燃料電池組 是一種可直接將燃料經過電化學作用而輸出低電壓直流電所組成的裝置 , 其燃料除了氫之外,目前也 使用甲醇、天然氣等材料 。」(郭重吉, 2017d, 頁5)
	SR	氣體	「 碘 是紫黑色固體 , 溴 是暗紅色液體 , 氯 是黃綠色氣體 , 氫、氧及氮都 是無色氣體 。」(郭重吉, 2017a, 頁169)
氫原子		燃燒	「 寫出氫與氧燃燒生成水的化學反應式 。」(郭重吉, 2017d, 頁19)
	FT	原子	「 若物質 由不同原子以固定比例組成 , 則稱為化合物 , 例如 :水由氫和氧以2:1的比例 結合 。」(史家瑩, 2017b, 頁178)
	ST	原子	「 碳原子不但可以和氫、氧、氮、硫、磷、氯等原子 結合 , 彼此也可以 連接 , 形成長鏈狀或環狀 , 再和其他原子 結合 , 因此,有機化合物的種類 遠多於無機化合物 。」(郭重吉, 2017b, 頁125)
		水分子	「 水分子 含有兩個氫與一個氧 , 以H ₂ O 表示 , 兩個水分子則以2H ₂ O 表示 。」(史家瑩, 2017b, 頁179)
	BT	原子團	「 醇類都 含有氧與氫形成的連結-OH , 這種原子團能 表示該有機化合物的特性 。」(林英智, 2017b, 頁115)
氫的元素符號	FR	原子	「 當 取一樣數目的其他原子與碳原子 , 兩者 做質量的比較 , 就可以 推算出其他原子的原子量 , 例如氫、氧的原子量分別 為1與16 。」(林英智, 2017b, 頁115)
	SR	原子團	「 帶1個負電荷的氫氧根離子 是由氫與氧結合成的原子團 , 以OH ⁻ 表示 。」(林英智, 2017b, 頁53)
	BR	H	「 有機化合物的化學式 依照碳、氫、氧等的順序 , 例如葡萄糖的化學式以C ₆ H ₁₂ O ₆ 表示 。」(郭重吉, 2017a, 頁187)

註：FT：前句主位；ST：同句主位；FR：前句述位；SR：同句述位；BR：後句述位；||表示小句；/表示主位與述位之分隔。

子所組成，當讀者看到水分子含有二個氫和一個氧時，可以由水分子這個詞來解歧。氫原子是有機化合物結構中常見的原子，當描述有機化合物的氫氧根離子概念時，原子團這個詞彙是由氫原子和氧原子所組成，因此看到原子團時有助於氫的解歧。

(二)氫的解歧語境類型

氫的解歧語境類型如表2所示分為ST、SR、FT、FR、BT、BR六種類型。若解歧詞彙和「氫」出現在同一小句，解歧詞彙出現在位置在主位，則為ST類型，解歧詞彙出現在述位，則為SR類型，餘此類推。「氫」語境類型的分析結果如圖5所示，解歧詞彙位於主位結構的比例有54%，位於述位結構比例有46%，主位結構主要呈現已知訊息，而述位結構主要鋪陳新的訊息，顯然科學文本中的解歧詞彙不一定放在主位結構，也有46%比例的解歧訊息是鋪陳在述位。「氫」的解歧詞彙會有77%比例會在同一個小句之中，讀者可從中找到解歧詞彙，不過也意味著有23%的機率讀者在同一小句中找不到解歧詞

彙，而需要到前後小句脈絡中去尋找解歧線索。77%比例中，ST語境占43%，高於SR語境的34%，其中氫元素、氫氣、氫原子這三種歧義中，ST語境的比例也都高於SR語境，換言之，讀者在解歧時，應先從同一小句的主位去尋找解歧詞彙，再從同一小句的述位去尋找解歧詞彙。

FT和FR占19%比例，顯示讀者如果在同一小句中找不到解歧詞彙，就需要往前面小句去尋找，不過特別的是，對「氫元素」而言，其FR比例(8%)大於FT(4%)，表示讀者要尋找氫元素的解歧詞彙，應先從前句述位去尋找；氫原子則剛好相反，其FT比例(6%)大於FR比例(1%)，表示讀者應先從前句主位尋找解歧詞彙。而氫氣只有ST和SR，表示解歧「氫氣」時，同一小句中就能找到解歧詞彙。BT和BR這二種語境各有1%和3%，合計僅有4%，少數「氫元素」、「氫原子」和「氫的元素符號」的解歧詞彙位於後句的述位，讀者需要從後句述位的新訊息中去解讀氫的歧義。

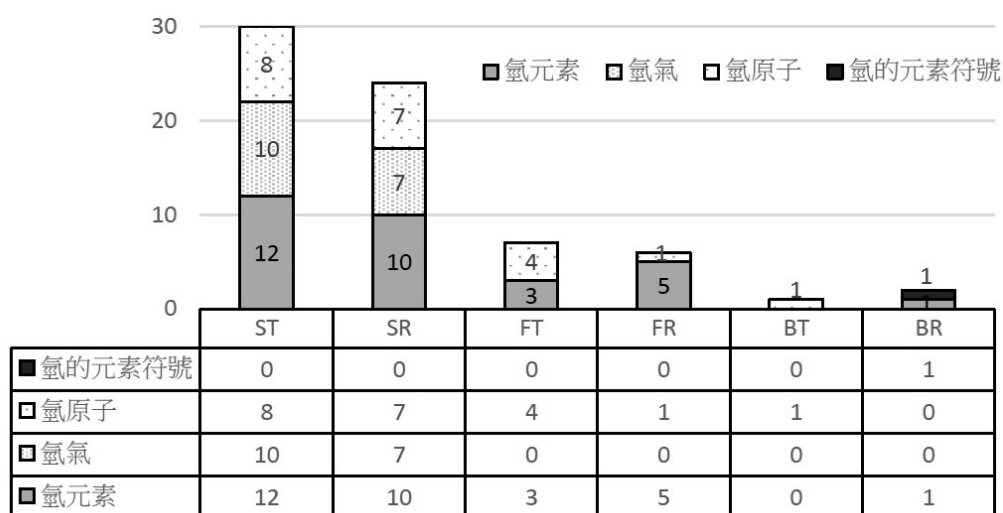


圖5：氫的解歧語境類型與詞頻比例

註：ST：同句主位；SR：同句述位；FT：前句主位；FR：前句述位；BT：後句主位；BR：後句述位。

再從解歧詞彙與語境類型的關聯性來看，解歧詞彙離「氫」愈近，提供解歧訊息愈明顯，讀者較易找到解歧詞彙，因此ST和SR語境中，解歧詞彙和「氫」在同一小句中，讀者可直接在小句主述位中找到解歧詞彙，有助識別解歧語境，其中ST表示在小句主位先出現解歧詞彙，讀者閱讀時可先注意解歧詞彙的出現再進行解歧，如「有機化合物都含有碳元素，其他的組成元素還有氫、氧、氮等」屬於ST語境類型，解歧詞彙出現在主位，表示已知訊息，「氫」出現在述位，表示未知訊息，因此在小句主位即可找到「氫」的意義，讀者在閱讀路徑上可以很快找到解歧訊息，而SR語境類型則是「氫」先出現，解歧詞彙再出現，例如「氫、氧及氮都是無色氣體」句中，「氫」出現主位，而「氣體」在述位出現，讀者看到「氫」尚不確定其義，閱讀到述位的「氣體」時才理解氫表示氫氣。因此在閱讀解歧上，ST比SR更有助解歧。

FT和FR屬前句語境，解歧詞彙和「氫」相隔較遠，讀者需要到前句去尋找解歧訊息，解歧訊息不如ST和SR明顯，如「若物質由不同原子以固定比例組成，則稱為化合物，例如：水由氫和氧以2：1的比例結合」屬FT語境，讀者要到前句主位的找到「原子」來解歧。FR語境是解歧詞彙出現在前句述位，如「葡萄糖是由碳元素、氫元素和氧元素組成的化合物，但是葡萄糖與碳、氫、氧的物理及化學性質都不相同。」中，「氫」的解歧詞彙在前一小句的述位。相較於FT，FR解歧詞彙在前面小句的述位，距離「氫」較近，有助讀者更快辨識氫的意義。

BT和BR則是後句語境，即「氫」先出現，解歧詞彙出現在後面小句，如「醇類都含有氧與氫形成的連結—OH，這種原子團能

表示該有機化合物的特性」屬BT語境，「原子團」出現在「氫」後面小句的主位。「拉瓦節(Antoine Laurent Lavoisier, 1743 ~ 1794)命名氧與氫，並且預測了矽的存在，幫助建立了公制。1789年發表第一個現代化學元素列表，列出33種元素，其中包括光與熱和一些當時被認為是元素的化合物」則屬BR語境，這二種類型都是先看到「氫」，再看到解歧詞彙才能確認意思。BT的解歧詞彙距離「氫」更近，有助讀者較快解歧。由此可知，不同語境類型提供不同強度的解歧訊息，文本解歧語境可依ST、SR、FR、FT、BT、BR等順序來排列，以助讀者理解及釐清歧義。

伍、結論與建議

一、結論

本文探討科學文本中詞彙歧義的現象，發現「氫」具有四種歧義，分別為「氫元素」、「氫氣」、「氫原子」及「氫的元素符號」，這四種歧義類型比例在不同年級中分布各異，氫在八年級出現次數最多，其次是九年級，最少是七年級，因此國中八年級學生將面臨最多歧義理解的問題。當學生閱讀到「氫」時，可從語篇脈絡中尋找解歧詞彙，本文發現「氫」多達九種的解歧詞彙，構成六種不同的語境。多數解歧詞彙出現在相同小句，其次是先前小句，最後才是後面小句，這也是學生在閱讀科學文本的解歧順序。不過研究亦發現要判斷「氫的元素符號」之解歧詞彙並不容易，如「有機化合物的化學式依照碳、氫、氧等的順序，例如葡萄糖的化學式以 $C_6H_{12}O_6$ 表示」要透過「H」幫助解歧，若能寫成「有機化合物的化學式依照碳、氫、氧等元素符號的順序，例如葡

葡萄糖的化學式以 $C_6H_{12}O_6$ 表示」，相信更有助於學生閱讀詞彙歧義的理解。

此外，從本文的研究結果亦可看出二點科學文本的語言特性：(一)詞彙歧義反映出科學文本語言同中求異，異中求同的現象，同中求異是指科學語言為了對自然世界有更精確的論述，需要創生更多科學詞彙，例如「氫氣、氫原子、氫元素」等不同詞彙來指涉氫的狀態和結構意義；異中求同則是因為語言指涉上的用法，簡用「氫」一詞表達不同意義，進而衍生詞彙歧義的現象，這並非表示科學文本不應該出現氫，而是在簡化詞彙的情況下，若能在語句中提供明確解歧線索，不僅保有語言簡潔的美感，亦有助於讀者的閱讀解歧。(二)氫的歧義意味閱讀科學語言並非「我讀故我懂」的歷程，學生在科學閱讀上會面臨「先備知識」、「科學知識」、「科學語言」三個向度的整合，他們不僅要調適先備知識與科學知識的衝突與差異，也會發現在科學語言不同於生活語言，更會面臨科學語言在科學知識上的表徵特性，學生要閱讀他們陌生的語言來建構他們未知的科學知識，確實造成科學學習的挑戰。

二、建議

依據本文的研究結果，可以提供教科書編寫方面三點建議：(一)在語句論述上，宜提示明確的解歧詞彙，讓讀者容易辨識，例如「有機化合物的化學式依照碳、氫、氧等的順序，例如葡萄糖的化學式以 $C_6H_{12}O_6$ 表示」中直接明確寫成「有機化合物的化學式依照碳、氫、氧等元素符號的順序排列，例如葡萄糖化學式以 $C_6H_{12}O_6$ 表示」，讓讀者清楚知道氫是指元素符號是H，使解歧語境更為明顯。(二)在詞彙解歧上，亦加強語境類型的鋪

陳，除了上述揭示明確解歧訊息之外，可考量語境類型的解歧強度，留意解歧詞彙與氫的語境對應，幫助讀者閱讀解歧。(三)在歧義區辨上，解歧詞彙應該要精確表達意義，例如在介紹有機化合物的概念上，句子「只含有碳、氫兩種原子的有機化合物，稱為碳氫化合物，又稱為烴」中的「氫」是指氫原子，但句子「有機化合物都含有碳元素，其他的組成元素還有氫、氧、氮等」中的「氫」又變成「氫元素」的意思。依據科學文本中化合物的定義：「由兩種或兩種以上元素，以一定比例組合的純物質，稱為化合物」，可知說明有機化合物的元素種類時，「氫」作氫元素之意，因此前句應寫成「只含有碳、氫兩種元素的有機化合物，稱為碳氫化合物，又稱為烴」，讓語義表達能夠更加精確。

此外，在解歧教學方面，本文亦可提供二點參考。(一)教師可從本文得知「氫」有四種歧義，最主要出現在八年級文本單元中，「氫」在科學文本中具有九類的解歧詞彙，這些解歧詞彙與「氫」在主述位結構和語句對應位置上構成了六種語境類型，這些語境揭示解歧詞彙與氫之間的相對關係，教師在科學教學上可循此引導學生注意氫的不同意義，並嘗試從不同語境類型中去尋找解歧詞彙以解讀歧義。(二)本文結果顯示國中八年級學生將面臨最多「氫」的歧義類型，因此科學教師宜特別留意八年級學生對「氫」歧義的理解，特別是元素與化合物、有機化合物、氧化還原反應這些「氫」歧義頻繁出現的主題。

最後，在後續研究方面，「氫」在元素週期表有元素之義，在中文命名上表示最輕的氣體，在物質結構上又可指涉原子，使得學生常需要去釐清氫的歧義，不過除了氫之

外，科學文本中可能還有其他詞彙會出現歧義情形？這些詞彙歧義和解歧語境類型有何不同？在解歧策略上有什麼不同？學生對於

科學文本中歧義詞彙的理解情形為何？如何受到語境位置及不同偏向類型的影響？均值得後續研究進一步深入探討。

參考文獻

1. 史家瑩主編(2017a)。國民中學自然與生活科技一上(第三版)。臺南市：翰林。
2. 史家瑩主編(2017b)。國民中學自然與生活科技二上(第三版)。臺南市：翰林。
3. 史家瑩主編(2017c)。國民中學自然與生活科技二下(第三版)。臺南市：翰林。
4. 林英智主編(2017a)。國民中學自然與生活科技一上(第三版)。新北市：康軒文教。
5. 林英智主編(2017b)。國民中學自然與生活科技二下(第三版)。新北市：康軒文教。
6. 林英智主編(2017c)。國民中學自然與生活科技三上(第三版)。新北市：康軒文教。
7. 高佩如、李佳穎、蔡介立(2011，5月)。語境預測力對中文一詞多義處理歷程的影響：來自眼動研究的證據。發表於第十二屆漢語詞彙語義學研討會。臺北市：國立臺灣大學。
8. 郭重吉主編(2017a)。國民中學自然與生活科技二上(第三版)。臺南市：南一。
9. 郭重吉主編(2017b)。國民中學自然與生活科技二下(第三版)。臺南市：南一。
10. 郭重吉主編(2017c)。國民中學自然與生活科技三上(第三版)。臺南市：南一。
11. 郭重吉主編(2017d)。國民中學自然與生活科技三下(第三版)。臺南市：南一。
12. 楊芝瑜、柯華蕓、張毓仁(2012)。記憶廣度及語境效應對閱讀歧義詞彙的影響：來自眼動的證據。《教育與心理研究》，35(3)，1-36。
13. 蕭惠貞、陳昱蓉(2014)。漢語詞彙歧義探究與教學應用。《華語文教學研究》，11(2)，1-30。
14. Anthony, L. (2018). AntConc (Version 3.5.7) [Computer software]. Tokyo, Japan: Waseda University.
15. Apresjan, J. D. (1974). Regular polysemy. *Linguistics*, 142, 5-32.
16. Azuma, T., & Van Orden, G. C. (1997). Why safe is better than fast: The relatedness of a word's meanings affects lexical decision times. *Journal of Memory and Language*, 36(4), 484-504.
17. Baker, P. (2006). *Using corpora in discourse analysis*. London: Continuum.
18. Duffy, S. A., Morris, R. K., & Rayner, K. (1988). Lexical ambiguity and fixation times in reading. *Journal of Memory and Language*, 27(4), 429-446.
19. Fang, Z. (2005). Scientific literacy: A systemic functional linguistics perspective. *Science Education*, 89(2), 335-347.

20. Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind: An essay on faculty psychology*. Cambridge, MA: MIT Press.
21. Geeraerts, D. (1993). Vagueness's puzzles, polysemy's vagaries. *Cognitive Linguistics*, 4(3), 223-272.
22. Halliday, M. A. K. (1993). The construction of knowledge and value in the grammar of scientific discourse: Charles Darwin's "The origin of the species." In M. A. K. Halliday & J. R. Martin (Eds.), *Writing science: Literacy and discursive power* (pp. 95-116). Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.
23. Halliday, M. A. K. (2004). The grammatical construction of scientific knowledge: The framing of the English clause. In A. Caffarel, J. R. Martin, & C. M. I. M. Matthiessen (Eds.), *Language typology: A functional perspective* (pp. 305-396). Amsterdam, The Netherlands: John Benjamins.
24. Halliday, M. A. K., & Matthiessen, C. M. I. M. (2004). *An introduction to functional grammar* (3rd ed.). London: Hodder Arnold.
25. Halliday, M. A. K., & McDonald, E. (2004). Metafunctional profile of the grammar of Chinese. In A. Caffarel, J. R. Martin, & C. M. I. M. Matthiessen (Eds.), *Language typology: A functional perspective* (pp. 305-396). Amsterdam, The Netherlands: John Benjamins.
26. Klepousniotou, E. (2002). The processing of lexical ambiguity: Homonymy and polysemy in the mental lexicon. *Brain and Language*, 81(1-3), 205-223.
27. Klepousniotou, E., Titone, D., & Romero, C. (2008). Making sense of word senses: The comprehension of polysemy depends on sense overlap. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(6), 1534-1543.
28. Lyons, J. (1977). *Semantics*. London: Cambridge University Press.
29. Martin, J. R., Matthiessen, C. M. I. M., & Painter, C. (2010). *Deploying functional grammar*. Beijing, China: Commercial.
30. McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: I. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88(5), 375-407.
31. Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
32. Onifer, W., & Swinney, D. A. (1981). Accessing lexical ambiguities during sentence comprehension: Effects of frequency of meaning and contextual bias. *Memory & Cognition*, 9(3), 225-236.
33. Organization for Economic Co-operation and Development. (2016, May). *PISA 2018 Draft analytical frameworks*. Retrieved December 30, 2017, from <https://www.oecd.org/pisa/data/PISA-2018-draft-frameworks.pdf>

34. Pearson, P. D. (2010). Literacy and science: Each in the service of the other. *Science*, 328(5977), 459-463.
35. Pustejovsky, J. (1995). *The generative lexicon*. Cambridge, MA: MIT Press.
36. Ravin, Y., & Leacock, C. (2000). Polysemy: An overview. In Y. Ravin & C. Leacock (Eds.), *Polysemy: Theoretical and computational approaches* (pp. 1-29). Oxford, UK: Oxford University Press.
37. Rayner, K., & Frazier, L. (1989). Selection mechanisms in reading lexically ambiguous words. *Journal of Experiment Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15(5), 779-790.
38. Rayner, K., Pacht, J. M., & Duffy, S. A. (1994). Effects of prior encounter and global discourse bias on the processing of lexically ambiguous words: Evidence from eye fixations. *Journal of Memory and Language*, 33(4), 527-544.
39. Rodd, J., Gaskell, G., & Marslen-Wilson, W. (2002). Making sense of semantic ambiguity: Semantic competition in lexical access. *Journal of Memory and Language*, 46(2), 245-266.
40. Sereno, S. C., O'Donnell, P. J., & Rayner, K. (2006). Eye movements and lexical ambiguity resolution: Investigating the subordinate-bias effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(2), 335-350.
41. Tognini-Bonelli, E. (2001). *Corpus linguistics at work*. Amsterdam, The Netherlands: John Benjamins.
42. Tuggy, D. (1993). Ambiguity, polysemy and vagueness. *Cognitive Linguistics*, 4(3), 273-290.
43. Unsworth, L. (2001). *Teaching multiliteracies across the curriculum: Changing contexts of text and image in classroom practice*. Philadelphia, PA: Open University Press.
44. van der Schoot, M., Vasbinder, A. L., Horsley, T. M., Reijntjes, A. H. A., & van Lieshout, E. C. D. M. (2009). Lexical ambiguity resolution in good and poor comprehenders: An eye fixation and self-paced reading study in primary school children. *Journal of Educational Psychology*, 101(1), 21-36.
45. Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Philadelphia, PA: Open University Press.
46. Wignell, P., Martin, J. R., & Eggins, S. (1993). The discourse of geography: Ordering and explaining the experiential world. In M. A. K. Halliday & J. R. Martin (Eds.), *Writing science: Literacy and discursive power* (pp. 136-165). Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.

Exploring Lexical Ambiguity and Disambiguation of Science Terminologies From the Lens of Systemic Functional Linguistics

Shih-Wen Chen^{1,*}, Chih-Hsiung Ku² and Wen-Gin Yang³

¹Center for Textbook Research, National Academy for Educational Research

²Department of Education and Human Potentials Development, National DongHwa University

³Graduate institute of Science Education, National Taiwan Normal University

Abstract

This present study aimed to explore the lexical ambiguities and the disambiguation contexts via the example of “Hydrogen” in secondary school science textbooks from the lens of Systemic Function Linguistics by the corpus-based analysis technique. Total seventy sentences including the lexicon “hydrogen” were selected from the corpus of science textbooks by the software “AntConc,” and then these sentences were semantically categorized into various meanings and contexts by three science education experts. The results showed that “Hydrogen” in science textbooks could be referred to four ambiguities: “hydrogen element,” “hydrogen gases,” “hydrogen atom,” and “element symbol of hydrogen.” These ambiguities appear frequently in the science textbooks of eighth grade. Moreover, eight types of disambiguated words could help readers distinguish the ambiguities of “hydrogen.” They could be further characterized into six disambiguation contexts. Among these contexts, ST and SR appear most frequently, while FT and FR follow, then BT and BR are the least, which indicated that these contexts could provide disambiguating tracks for readers to understand the precise semantics of hydrogen through their sequences and structures. Finally, the suggestions of the lexicon ambiguity and disambiguation are provided to the textbook writing, science reading, and future research.

Key words: Systemic Functional Linguistics, Science Text, the Language of Science, Science Reading, Lexicon Ambiguity and Disambiguation

*Corresponding author: Shih-Wen Chen, shiwen@mail.naer.edu.tw