

科學術語複合詞構詞形式及其對學習影響之探討

彭致翎* 劉君毅**

科學語言既是通往科學領域之必要途徑，卻往往是造成科學學習的障礙。如何透過語言學習科學，以培養學生科學閱讀理解的能力至為重要。術語或稱專有名詞係用於指涉該學科領域特定概念及意義；複合詞係將兩個以上的自由詞素結合成一個詞彙，其中至少有一個詞素是整個複合詞的語意核心，有特別的結構規律。本研究採內容分析及訪談法，旨在探析科學術語複合詞的態樣、類型與特徵，並提出對教學、教科書編寫及學術名詞審譯等方面應用的建議。教師教學應強化複合詞之識別意識，亦應瞭解學生的先備知識以引導學生解讀詞彙意義、隱含的語法規則及語義成分；教科書可針對詞彙設計教學，例如詞彙定義、剖析涉及的知識內涵概念層次，以深化有意義的學習；學術名詞審譯可參酌複合詞建構規則，依據類別屬性擇取適當對應詞彙，將能進行更精確的轉譯。

關鍵字：科學術語、科學語言、複合詞

* 彭致翎：國家教育研究院語文教育及編譯研究中心副研究員

**劉君毅：國家教育研究院課程及教學研究中心助理研究員

通訊作者：彭致翎，e-mail: chiling@mail.naer.edu.tw

壹、緒論

科學家透過語言詮釋自然世界，因此產生科學詞彙 (Barnett, 1992)。科學詞彙或術語在科學領域中經常用於指涉重要之科學概念或知識，透過某個特定的語言符號，與其所代表特定科學意義之間產生連結。但對學生而言，他們未接觸或經常使用的科學詞彙，不易理解其特殊的語言型態及科學語義，故而理解詞彙的意義是科學學習必經途徑，卻也常是造成科學學習的主要障礙 (Lemke, 1990; Wellington & Osborne, 2001)。理解教科書中科學術語的意義對科學學習上是重要的，Yore與Denning (1989) 即指出理解科學文本需具備詞彙認知、內容理解，以及學習技能等能力，可見理解科學術語是理解科學文本意義的第一步，詞彙認知是指有關字詞、術語釋義，內容理解包含字義及應用的理解。學生在閱讀過程中，需辨識詞彙、整合個別文字成為一個句子，進而將個別句子再整合成為連貫的文本表徵，構建意義達成篇章之理解 (Van den Broek & Kremer, 2000)。由此可見，詞彙是閱讀理解的基本要素，辨識理解詞彙意涵是從事學習與進入該領域的基礎，關於認知學習的分析應用、綜合評鑑等高層次學習，均需具備豐富的詞彙知識 (彭致翎、陳建民, 2014)。如果我們同意 Wellington和Osborne (2001) 所述理解科學語言是培育科學素養的關鍵，那麼認識及理解科學語言中的詞彙意義更是不容忽視的重要基礎。

然而，詞彙在語言脈絡中經常不是靜態的存在，而是動態的衍生，也就是詞彙會不斷地繁衍變化，形成愈來愈多的複合詞 (compound word)。所謂複合詞是指兩個或兩個以上的詞素 (morpheme) 結合成一個詞，而該詞涵義與原本單獨兩個詞素之間的涵義並不完全相同 (張淑敏, 1996)。瞭解由詞素所建構而成的複合詞，它所代表的意義與結構的知識，將有助於詞彙辨識與閱讀理解 (Chen, Hao, Geva, Zhu, & Shu, 2009)；而能夠了解複合詞的分解以及運用詞素創造或理解新的複合詞，是一個基本並且重要的能力 (張苾含、胡潔芳、陳俊光, 2013)。這種能力也適合用在科學文本的閱讀上，尤其科學領域許多詞彙不會只是單一型態出現，某些詞彙會衍生出不同的複合詞，這些複合詞通常具有與原有詞彙不同的語義。例如「溫室氣體」，是由「溫室」和「氣體」二個詞所組合而成的複合詞，在科學意義上指涉大氣中促成溫室效應的氣體成分，已經不是表面詞義上「溫室裡的氣體」這種解釋。由此可見，詞彙在科學領域中，不會是溫室一直出現，或是氣體一直使用，它們會組合在一起形成「溫室氣體」這個新的複合詞，並傳達特定的科學意義。這些複合詞出現有一定的構詞規則，溫室氣體雖然由溫室與氣體二個字所構成，但是構成字義上，並不是兩者並列的語義，主要的語義是在「氣體」這個詞上，「溫室」變成是限定詞的角色，表示一種具有特定意義的氣體。以語言學的觀點言之，此類複合詞屬於偏正式的複合詞，亦即語義上會有一個中心詞，這個中心詞就是「氣體」，而「溫室」是

修飾語，用於補述中心語的意義。由此可見，複合詞的組成具有一定的結構規則可循，而這種詞彙上的結構規則與其語義是緊密相關的，從某些構詞規則上看，其實某種程度可以推敲其語義。事實上，已有相關研究指出複合詞在閱讀理解上的影響，如張筱莉與林陳涌（2001）即發現，學生對於科學詞彙，瞭解最初的意義是由個別文字意義所拼湊而成，而非整體語詞的意義。換言之，學生在真正理解科學詞彙之前，會試圖以「拆字」認識詞彙，再將個別文字試圖湊合為語詞的整體意義。因此，探究科學領域中複合詞的構詞形式，可提供科學學習上對於詞彙語義理解的功能。

教科書中的複合詞會與主題相關，也就是在某個主題下，詞彙的意義會相互關聯，而具有適合複合詞發展的條件。本研究以「氣候變遷」作為探討主題，氣候變遷是一個社會性科學議題，與日常生活和科學學習息息相關，同時也是十二年國民基本教育課程綱要總綱中所指出的跨科概念（教育部，2014；國家教育研究院，2018）。例如在地球科學、地理學科均會探討氣候變遷，主題內容中的詞彙也會衍生出複合詞，同時隨著許多的科學研究報告，以及氣候異常中的極端事件在世界各地造成影響的報導，氣候變遷不僅是單純的科學議題，也成為重要的國際政治議題（楊惟任，2014）。也因為氣候變遷是全球性的議題，其影響範圍包括生態環境、人類本身、社會和經濟等層面，其知識本質則涉及地質圈、水圈、冰雪圈、大氣圈、生物圈等範疇，因此在議題內容上便形成允許複合詞形成的空間，適合作為科學術語複合詞的探討主題。

由前述可知，科學領域之複合詞結構和科學意義之間關聯緊密，因此了解教科書中複合詞的結構能幫助師生對其代表科學意義的解讀。不過複合詞所衍生的科學意義可能遠比想像中來得複雜。對此，學校教師因具有學科專業知識及教學經驗，探討他們對教科書中科學術語複合詞的教學觀點，可有助於了解在教學實務上複合詞對學生科學學習的影響。綜上所述，本研究探討高中階段教科書科學術語複合詞的結構，以及探討教師對於複合詞之學習影響的觀點解析。研究目的如下：一、探討教科書科學術語複合詞的態樣類型；二、探討術語複合詞在教學與學習方面可能的影響。

貳、文獻探討

一、術語在科學識讀上的重要性

術語可謂是科學知識體系中的基本元素，也常是引領進入各學門、學科知識核心的關鍵詞彙，因此學生在學習過程中，必須先經由對這些關鍵詞彙的充分理解與精熟，在奠定基礎後，才能有效從事後續的攝取意義、溝通意見及探

究問題等學習作為。根據Bloom的分類，將學生的學習概分為事實性、概念性、程序性與後設認知等知識類別，各類知識之間，彼此保有關聯性和層次性。其中，就事實性知識 (factual knowledge) 而言，意指學生在完成單元學習之後，或當需要對某一問題提出解釋時，必須獲取或已經具備的特定基本知識要素，常見的事實性知識又可分成：(1) 術語或專有名詞知識：在學科領域中已存在被適當定義、界說的特定知識。當學生欲從事分析、推論、解釋、建構學科中某涉及複雜或抽象的知識體系時，必須先具備這些基本術語的知識，及充分理解它們所代表的意義；(2) 特定細節和要素知識：指某些具體或具個別意義的資訊，例如涉及的人事時地物等訊息，這是在建構較複雜、較抽象知識概念時，必須先揭示的細節和要素。先瞭解這些背景訊息，有助於學生後續建構、分析、解釋或發展該學科的知識體系 (葉連祺、林淑萍, 2003; Anderson & Krathwohl, 2001)。透過理解術語詞彙，領會學科基礎知識，組織相關核心概念等一連串歷程，學生對事實知識的學習，由建立科學識讀知識基礎開始，逐步通達真正理解的最終目的。

學習者在透過閱讀文本時，會涉及「學習語言」(learning language) 及「藉由語言來學習」(learning through language) 兩個層面，一方面要學習該學科所使用的語言，另一方面又需學習這些語言它們所要表達的學科知識，是構成學習的一體兩面。然而科學文本所使用的語言和其他文本有顯著差異，其特點包括科學詞彙本身及結構兩部分 (Halliday, 2004)。自語言學的角度來看，科學文本和一般文本所使用的語言特徵有所不同。Halliday (2004) 及相關學者對科學語言的研究，已指明若干主要的科學語言特徵，諸如科學文本的體裁有別於人文學文本的體裁 (Unsworth, 2001)、使用語法隱喻，用來構作科學概念，並試圖描述概念之間的關係。語法隱喻將動詞、形容詞轉換成名詞，稱為名物化 (nominalization)。易言之，名物化是將動作 (典型以動詞體現)、屬性 (典型以形容詞體現) 轉變為物件 (典型以名詞體現)，或稱為「實體」(entity)。如此，說話者即可針對該實體進行語言操作分類，且可以讓科學推理歷程更合乎邏輯 (Halliday, 2004)。名物化對科學語言的助益，包括：(1) 名物化讓科學家創造出理論實體或者虛擬實體，這種實體能夠被觀察、實驗及修改。例如動詞「生存」(survive) 轉變成名詞「存活」(survival)，可以擴展「存活」成為「植物的存活率」。形容詞「很濃、很淡」，轉變成名詞「濃度」，再擴展成「血糖濃度」後，就能說明「血糖濃度」和人體內激素之間的關係；(2) 從文本結構的觀點來看，名物化可以讓先前討論的一連串事件轉變成事物/實體之後，而後直接指稱該事物，就能持續討論；(3) 名物化可以促進訊息的呈現以及論證的推演 (Fang, Lamme, Pringle, & Abell, 2010)。瞭解名物化在科學意義的構作和話語的建構上是如何運作的語法資源，有助於科學文本的理解。

熟稔科學語言，可以增進科學知識的攝取，能夠以科學語言溝通對話，以

及好的識讀技能都可以讓學習科學變得更為容易；再者，透過科學文本習得之識讀技能，可進一步將此技能舉一反三遷移至其他學科（Hines, Wible, & McCartney, 2010）。科學教科書的功用除了可藉由其語言的表述方式，幫助學生由一般的書寫語言轉化到科學語言的論述方式之外，還可以幫助學生習得科學知識內容。然而因為論述科學知識的語言與一般口語表達所使用的語言有所差異（Lemke, 1990），因為兩者之間語言表達的形式並不相同，也就造成了日常語彙和科學用語的意涵不一致，像是「吸引力」一詞，在一般口語及科學用語上的解釋就大相逕庭，這樣的混淆可能成為學生學習科學的困難點，意想不到的關卡往往只是描述科學知識的語言本身（陳世文、楊文金，2008；Wellington & Osborne, 2001）。因此要涵育學生之科學素養，就必須讓他們先學會科學語言及其相關詞彙，以便進一步幫助他們閱讀和理解文本在科學上想要表達的知識和思想意涵。

二、科學術語和閱讀理解

從符號學角度而言，一個能指（signifier）與外在實體之間有許多可能的所指（signified）（Saussure, 2011），對於科學概念的理解，若心中所指不同，往往會造成學習的困難。科學世界使用的詞彙意義通常融入了特定的科學意義，已與生活世界的日常用語不同，但學生不知其義。例如科學上使用的「冰河」一詞，與學生在旅遊經歷中參觀的冰河，指涉的是同一個實體，且意象相同。這時候，如果再提供學生一張圖片讓他們指認，學生能輕易將「冰河」這個字詞符號的「能指」和「冰河」認知概念中的「所指」產生連結，基本上不太會對科學世界中與生活世界中「能指」與「所指」產生連結的概念產生迷思。但是當對於「能指」和「所指」之間的連結性不明顯，並且不容易看見「所指」的實體或事物的本身即屬於抽象概念時，例如「溫室氣體」、「溫室效應」等由複合詞所形成的概念系統，就非顯而易見，對學生而言，也就不容易透過表面的文字直接瞭解它所傳達的意涵。

再從語言學角度觀之，閱讀漢語科學文本的學習者，除了遭遇因科學語言的特性而產生的學習困難之外，還會因漢語本身具有的特性，多出了一項在學習時的挑戰。由於我國的科學教科書在國民教育階段均是以漢語編寫，因此，要討論對術語的閱讀理解，除了就科學文本語言特性加以分析之外，還需將漢語的語言特性納入考量。邇來國內研究者嘗試從不同方面針對漢語科學文本的語言特徵進行分析比較，範圍包括文本詞彙密度、斷詞歧義、零代詞、名詞組內隱分類、蘊含序列等相關問題（陳世文、楊文金，2005；葉佳承、楊文金、廖斌吟、賴廷倫、林芯聿，2009；葉佳承、楊文金、廖斌吟、黃柏森，2011；楊文金、陳世文，2008）。這些研究共同指出科學文本的語言特性，會影響學生對科學文本的閱讀理解，顯示了語言特徵本身可能也是影響科學學習的重要因

素之一。

以斷詞歧義為例，漢語的體例，因為是字字相連，沒有明顯的詞界線，導致在閱讀時，相鄰的文字容易出現彼此競爭成詞的現象，這也造成了中文讀者在閱讀過程中，需額外涉及詞彙之區辨（楊立行、陳學志，1995），相較英語的讀者而言，需要多花費一些工夫進行斷詞。彭瑞元和陳振宇（2004）在研究中文讀者的斷詞方式時，發現讀者傾向將單字詞往前或往後與鄰近的詞合併，將其隱含的中文語言知識擴張延伸。黃忻怡與廖晨惠（2010）進一步指出，中文讀者除了需有的斷詞能力之外，還需具備一般詞彙能力和相關背景知識，甚至還要有一定的後設認知能力進行詞彙之間的統整與推論，方能達成有效的閱讀理解。此外，關於名詞組分類潛勢，也是學習者另一個要克服的難題。所謂名詞組是指由一個或多個修飾成分，加上一個中心成分所構成。以「綠色植物」為例，其中「綠色」為其修飾成分，「植物」則為其中心成分，「綠色」就隱含「非綠色」，因而有「非綠色植物」這一類別（葉佳承等人，2009）。可是並非所有的修飾成分都具有科學上的分類意涵，因此名詞組的修飾成分可能為分類詞，或者為修飾詞，用來只單純形容某物件。至於特定名詞組的修飾成分究竟扮演修飾詞或是分類詞角色，從語法上看並無明確的區分方式，這使得一個名詞組同時具有多元的閱讀理解可能性，間接造成學習者對修飾成分的解讀不知所措的困境。

三、漢語複合詞的意涵及類型

中文詞法成分包含詞素（morpheme）、詞（word）及詞組（phrase）。詞由詞素組成，詞組則由詞組成。至於詞素則是語言中最小的音義結合體，是構詞要素，也是詞彙分析中具有意義的最小單位。其中詞根（roots）屬於自由詞素（free morpheme），能單獨使用，通常具有明確意義；「詞綴」（affix）則屬於非自由詞素，不能單獨使用，為「黏著詞素」（bound morpheme），因不具有實質意義，只是單純屬於詞彙內部附加成分之虛詞。詞綴可依其附在詞根的位置不同，進一步分為（1）前綴（詞頭）：例如老、小、第、阿；（2）後綴（詞尾）：例如兒、頭、們、的；（3）中綴（詞嵌）：例如亂七八糟的七、八等。此外，尚有臨時詞綴（亦稱「類詞綴」），分為類前綴、類後綴等。雖大部分已經虛化，某些程度仍保留原來詞彙的意義，具有定位性，順序不能混用，亦不能獨立成詞。例如：～性、～化、～論、～運動等（竺家寧，1999；趙元任，1994）。

漢語詞彙可以分為單純詞（simple word）與合成詞（complex word）。單純詞指稱含單一個詞素的詞，例如氧、碳等。合成詞則包含二個以上詞素的詞，進一步又分為派生詞（derivational words）與複合詞（compound word）。派生詞為「附加式合成詞」，由詞根和詞綴所組成，即是由一個自由詞素和非自由詞素

組合而成。漢語的派生詞較為稀少，這點與英語不同。像英語的複數詞綴-s幾乎可以用在所有的可數名詞，漢語僅有少數此種詞綴，且適用範圍有限，例如「們」僅適用於生命體，如老師們等。複合詞在漢語與英語數量皆非常多，在語言使用上不可或缺，複合詞亦稱「複合式合成詞」，由兩個或兩個以上的自由詞素合成，例如「海洋」、「地震」，而該詞之意涵與單獨兩個詞素的意涵並不完全相同，組成成分中至少有一個詞素是整個複合詞的語意核心，稱為該複合詞的「中心詞」（張淑敏，1996）。漢語複合詞除了因本身在「詞」的界定方法及標準的不同，而影響「複合詞」界定之外，尚有「複合詞」與「詞組」的劃界問題，成分之間的區分，會因為使用語境不同，而不易明確界定（陳世文等，2005），使「複合詞」的區辨界定較之英語更為複雜。

綜上所述，不論是派生詞或複合詞，都是由兩個或兩個以上詞素組合而成的單位。派生詞是由一個詞根加上詞綴所構成；複合詞則是由詞根組成的單位，組成成分均是自由詞素，且其中至少有一個詞素是整個複合詞的語意核心。不論是詞根與詞根的組合，或是詞根與詞綴的組合，都有一定的結構規律。漢語複合詞中的複合名詞，依其詞根之間的語法結構，可以概分為7類，分別為偏正式、並列式、述賓式、述補式、主謂式、重疊式、簡縮式等（竺家寧，1999；張淑敏，1996；湯廷池，1988、2014；趙元任，1994）。

- (一) 偏正式 (**modifier-head type**)：由主要語的詞根與修飾語的詞根組成。兩個詞素當中，一個是語意核心，是中心詞，另一為中心詞的修飾語，出現在中心詞之前。詞素之間的關係有主從之分。前一個是修飾語，可以包括數量詞、名詞、動詞等。後一個是被修飾語，也是主體詞。主體詞的詞類多是名詞、動詞。例如：污水、酸雨等。
- (二) 並列式 (**coordinative type; parallel compound**)：由兩個以上的詞根所組成，這些詞根的詞性相同，語意相容或相關，由詞義相反、相對、相同或相似的詞並立而成。語意結構有並列平行的關係，沒有一個特別的中心詞，兩個都是帶著主要語意的核心成分。例如：土壤、行列等。
- (三) 述賓式 (**predicate-object type; verb-object compound**)：由「述語」的詞根與「賓語」的詞根所組成。功能近似動詞（述語），作為語意的中心詞，後面的詞素近似賓語（受詞）。述賓式中有些賓語的詞根可由形容詞或動詞轉類而成為名詞。例如：脫水、出版等。
- (四) 述補式 (**predicate-complement type; verb-complement compound**)：由述語動詞詞根，作為語意的中心詞，與後面的詞素為補語詞根所組成，說明動詞的狀態、結果及方向等，用來修飾、補充前面的動詞。這類名詞主要是複合動詞或形容詞的轉類，或是直接作動詞使用。例如：

震動。

- (五) 主謂式 (subject-predicate type)：由主要語的名詞詞根與謂語功能之述語的動詞組成，前一個詞素是主語，是被描述的對象；後一個詞素是謂語，是對主語的描述，可以視為是一簡單句子的縮影，通常近似主語的詞素是複合詞的中心詞。例如：山崩。
- (六) 重疊式 (reduplicative type)：由名詞詞根重複出現兩次的組合，亦即重複部分或是全部詞素而成。除因應音韻上的需要之外，亦有因意義而成。例如：猩猩、星星、毛毛蟲等。
- (七) 簡縮式 (abbreviatory type)：多為術語專有名詞簡稱。例如：IPCC是 Intergovernmental Panel on Climate Change的簡稱，政府間氣候變遷委員會。

探討詞彙覺識與中文識讀關係的研究，多採用複合詞覺識，此乃因為詞複合為中文主要的構詞方式 (Chung & Hu, 2007; Packard, 2000)。由於中文複合詞數量多，有學者將複合詞覺識定義為「瞭解由詞素所建構而成的複合詞之意義與結構的知識」(Chen et al., 2009)。王宣車、洪儷瑜與辜玉旻 (2012) 指出複合詞覺識對詞彙與字詞辨識具有獨立的解釋力，且對詞彙的解釋量比聲音覺識更高，顯示複合詞覺識對中文閱讀相當重要。在一般單純詞中，均先將該名詞當作一個具體可見的概念或抽象描述的概念，再加以區分為具體名詞或抽象名詞；而在複合詞中，則將其區分為具體名詞及代表有相同屬性集合之集合性名詞。前述複合詞是漢語中常見的類別，但是在科學術語詞彙中，因其多由英文翻譯而來，致使術語複合詞類型呈現的態樣為何？亦是本研究關注之重點。

參、研究方法

一、術語複合詞擷取

本研究以「氣候變遷」為主題，其為學校課程跨領域跨科的重要議題，研究者擷取現行高中階段地球科學6個版本（全華、南一、泰宇、康熹、龍騰、三民）教科書，以及高中地理教科書3個版本（南一、龍騰、三民），有關氣候變遷主題內文之術語詞彙，同時以問卷調查臺北市、新北市高、國中地科、地理教師意見，蒐集得出與「氣候變遷」相關56個關鍵術語詞彙 (Peng et al, 2017) 進行詞彙比對分析。為進一步分析科學術語複合詞之類型，接續再邀請漢語語言學背景專家2位及科學教師4位，進行交叉驗證，以確認資料之正確性及可靠性。

二、教師訪談

為了解術語複合詞在教學上可能存在的問題，研究者透過教師訪談，蒐集5名資深科學教師的看法。本研究訪談之對象包括：科學術語與翻譯、科學教學等相關領域學者專家教師等，教師教學經驗均超過15年以上。受訪者A為資深國高中地球科學教師；受訪者B為資深國小自然科學與環境教育教師，曾任教於大學；受訪者C為大學助理教授，擔任國家教育研究院術語名詞審譯委員，學術背景專長為大氣科學；受訪者D為資深國高中地理教師，專長為環境科學教育；受訪者E為資深國小自然科學教師，並兼任教於大學。訪談採半結構問卷方式，針對前述有關氣候變遷的重要術語複合詞之教學問題進行訪談。問卷題綱包括：哪些詞彙是學生不容易瞭解或有迷思？這些詞彙是翻譯的問題？或是其他的原因？以及對於術語複合詞在教科書文本閱讀理解與教學所遇到的困難和建議。每位受訪者約進行70~90分鐘，訪談採匿名方式處理。為使訪談的進行不受到干擾，在徵得受訪者同意下，使用錄音以保留完整對話。訪談結束後，研究者將訪談錄音製成逐字稿，再透過比對文獻和逐字稿進行編碼分析，將各受訪者之意見歸納彙整後呈現。

肆、結果與討論

一、科學術語複合詞類型特徵結構

本研究依據 Peng等人(2017)問卷調查臺北市、新北市66名高國中教師眼中的氣候變遷重要關鍵詞彙，除了目標詞彙「氣候變遷」，計有「溫室效應」等56個詞彙，再行檢視現行高中地球科學教科書6個版本，及地理教科書3個版本進行比對分析，了解教科書詞彙收錄情形。研究發現在高中地理與地科教科書中皆有收錄的共30個詞彙，分別為：調適、溫室效應、海平面上升、冰川、全球暖化、太陽輻射、天氣、大氣環流、二氧化碳、輻射、溫室氣體、生態系、化石燃料、懸浮微粒、京都議定書、土地利用、氟氯碳化物、碳循環、沙漠化、生物多樣性、生質燃料、氣候系統、氮氧化物、氧化亞氮、氣候模式、政府間氣候變遷專門委員會、聯合國氣候變遷綱要公約、調適能力、海洋酸化、百萬分之一；僅在地理教科書中收錄的有6個詞彙，分別為：碳封存、碳足跡、滯留時間、排放交易、總量管制、碳權；僅在地科教科書中收錄的有13個詞彙，分別為：溫鹽環流、臭氧層、冰蕊、紅外線輻射、蒙特婁議定書、歲差、全球平均溫度、熱膨脹、聖嬰南方振盪、紫外線輻射、偏心率、反饋機制、反照率；而未收錄於地科、地理教科書中的術語，例如：碳價、溫室氣體強度、氣候反

專論

饋、相對海平面、全球增溫潛勢、二氧化碳當量、排放軌跡等詞彙，由於均是問卷調查結果所顯示教師認為重要的詞彙，故本研究仍將其併入研究結果討論分析。

經本研究分析發現，前述氣候變遷重要術語複合詞所具有的語法規則、語意特徵可以歸結如次。

- (一) 依語法規則，可將前揭科學術語複合詞型態分為偏正式、並列式、述補式、主謂式、簡縮式複合詞，而無述賓式、重疊式類型。

表1 科學術語複合詞語法類型

類型	說明	舉例
偏正式	包括修辭詞根與主要語詞根	化石燃料、全球增溫潛勢、溫室效應、排放交易、生物多樣性、碳足跡、氣候回饋、氣候模式
並列式	詞根詞性相同有相關意義	調適
述補式	包括述語動詞詞根為中心詞，與後面補語詞根	旋進、進動
主謂式	包括主要語的名詞詞根與謂語功能之述語動詞	全球暖化、海洋酸化、碳循環
簡縮式	專有名詞術語的簡稱	UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)，聯合國氣候變遷綱要公約

經分析發現，氣候變遷重要術語複合詞多屬偏正型態，且具偏右中心詞規則。本研究結果與相關文獻指出，現代漢語中詞的結構多半是中心詞素靠右，漢語偏正型複合詞比例較多之結果，具有一致性。

- (二) 依語意特徵，可將前揭術語複合詞概分為望文生義及隱含他義。

表2 科學術語複合詞語意特徵

類型	說明	舉例
望文生義	詞彙詞意與詞根詞意組合相同	「冰」和「河」的詞意組合為「冰河」
隱含他義	詞意除了字面意義解讀之外，具有其他的涵義	「聖嬰」另涉及宗教上之意義

(三) 依詞類結構，以名詞加上名詞的頻率最高

科學術語向來多以名詞表達概念，所以複合詞中名詞出現的頻率最高。其詞類結構可進一步分為：1.名詞（或動名詞）+名詞；2.形容詞+名詞；3.名詞+動名詞；4.形容詞+動名詞；5.多重組態：由一個中心詞（一般為名詞），前面加上兩個或兩個以上的修飾詞（名詞、代詞、形容詞、動名詞、分詞等）共同組成，此可視為是一種複合詞的複合詞。修飾詞多在中心詞之前，修飾詞有時不只一個，因此分析複合名詞需留意分析修飾詞之指向，釐清修飾詞是直接修飾中心詞，或是修飾中心詞之前的某個修飾詞，以利瞭解和掌握複合詞的構成（程淑一，1999）。複合詞詞類結構參見表3所示。

表3 科學術語複合詞詞類結構

類型	結構	說明	舉例
名名	N + N	名詞（或動名詞）+名詞	溫室氣體（greenhouse gas）
形名	A + N	形容詞+名詞	調適能力（adaptive capacity）
名動	N + Ving	名詞+動名詞	排放交易（emissions trading）
形動	A + Ving	形容詞+動名詞	全球暖化（global warming）
多重	Multiple configuration	多重組態，由一個中心詞，前面加上兩個或兩個以上的修飾詞組成	全球增溫潛勢（global warming potential）

本研究之科學術語複合詞多屬偏正類型，亦即在一個複合詞中可以同時找到「中心詞」和「修飾詞」，中心詞是語義的核心，修飾詞則是用來修飾中心詞的意義，出現在中心詞之前。另外，術語之間會再繼續繁殖成新術語，例如「全球增溫潛勢」，是「全球」和「增溫」先複合成「全球增溫」，「全球增溫」再與「潛勢」複合成「全球增溫潛勢」，這經過二層的複合過程，「潛勢」成為複合詞的「中心詞」，「全球增溫」就成了「修飾詞」。因此當複合作用不斷發生時，「中心詞」和「修飾詞」的角色也會不斷地轉變，故而分析複合詞需留意「中心詞」和「修飾詞」的差異及其角色的轉換，方能掌握複合詞的真正意涵。

二、科學術語複合詞在閱讀理解上的問題

經與科學教師訪談發現，術語複合詞基於其語詞特徵，在教學或學習上可

能存在諸多讓學生不易跨越的難點，容易導致學習上的困惑，以下分述討論本研究之發現。

(一) 學生對科學術語認知困難

老師和學生是不同認知發展程度、不同角色任務的教育主體。老師具備專業知識，學生則以新手之姿學習科學，師生之間存在著不同認知基礎和標準，除非教師具有專業學科背景和豐富教學經驗，否則不容易知道學生對於哪些詞彙認知有困難。學生對科學術語的認知困難主要有三：

1. 「能指」與「所指」的連結性？

學生對於科學術語的初步理解與詮釋，往往基於經驗，直接以字面上的意義解釋，對於字面意義與日常生活用語之意義相吻合或相近似的科學術語，較能做出與課本意義相近的解釋；反之，對於未曾聽聞的科學術語，學生傾向以字面的意義去詮釋（張筱莉、林陳涌，2001）。例如「溫室氣體」一詞在科學上指涉造成溫室效應的 N_2O 、 CH_4 、 CO_2 、 O_3 等氣體，學生可能以為是「溫室裡的氣體」（溫室裡的空氣成分），而不是「造成溫室效應的氣體」，所以「能指」的意義產生轉變，再加上氣體這個「所指」在生活中也看不見，學生看不見「所指」的實體，導致「能指」和「所指」的連結性薄弱，容易產生科學詞彙的閱讀困難。簡言之，能指和所指，某些程度上具有因果的邏輯，能指為因，所指為果。若教師在教學時能多加闡述概念背後的因果關係、邏輯，連結會更佳清晰，故教學應考量學生的先備知識。

2. 科學術語複合詞簡化所產生之理解困惑

茲以「氟氯碳化物」為例，在語法結構上，我們可將「氟氯碳化物」分為「偏正」的詞彙類型，再細分為「一個修飾詞+中心詞」，此就語言學分析上自無疑義，但是就化學之教學，尚需進一步細究。教師宜對詞彙包含之元素關係加以解釋，協助學生解除可能之理解困惑。本研究受訪教師 E 即表示：

「氟氯碳化物」在化學中屬於烴類結構，也就是碳上的氫被活性較高的氟元素和氯元素取代。烴類在化學上屬於有機物，碳化物會放在無機化學來介紹，「氟氯碳化物」在有機化學中是指「氟氯碳化合物」，由碳原子、氟原子和氯原子三者透過單鍵鏈結的化合物，簡稱 CFCs，加一個 s 是指它是一類化合物的總稱，如 CCl_3F 、 CCl_2F_2 、 $C_2Cl_3F_3$ 等，所以我們應將「氟氯碳化物」解讀為「氟氯碳化合物」。若要符合語言學的語法和科學語意，「氟氯碳」是修飾詞，「化合物」是中心詞，而這個中心詞同時被簡化了。一般學生看到「氟氯碳化物」，往往會斷詞「氟氯」和「碳化物」，如果缺乏科學背景，不太可能

會斷成「氟氣碳」和「化合物」(受訪教師 E)。

3.科學術語在語言語法的昇華及隱晦轉換

解讀科學術語已屬不易，但科學術語還具有語法到語用上的昇華，使得科學語意不斷被抽象化，讓理解術語更具挑戰。這部分亦有賴教師詳加解釋、區別異同，以協助學生理解。

「二氧化碳」在化學上是無機化合物，不具有機化合物中烷烴炔醚醇醛酯酸酐的性質，如果學生缺少這種分類概念，他們會將「二氧化碳」和「氟氣化碳」分為同一類(受訪教師 E)。

「二氧化碳當量」(Carbon dioxide equivalent)在談論溫室效應上被賦予特定的科學語意，它被科學家從談論物體質量的概念演化成作為不同溫室氣體轉換之間的單位詞，這種演化是科學家為了方便計算而演化的，是科學社群之間的共有術語，這種語意上的演化是相當隱晦的，學生不容易閱讀與理解。

「二氧化碳當量」是「二氧化碳」和「當量」的複合詞，當量在化學上與 1 莫耳氫離子或是 1 莫耳電子反應的物質的量，通常以克為單位，所以常稱「克當量」。在科學術語上，「的」這個字很麻煩，「溫室氣體的強度」可說成「溫室氣體強度」，但是「二氧化碳的當量」和「二氧化碳當量」意義並不相同(受訪教師 E)。

(二) 複合詞的詞類轉換問題

複合詞的詞類轉換須從詞根定義來辨別。當複合詞中的詞根用於修辭其他詞根時，該詞根的原有詞類會產生變化，進而對語意解釋有所影響。例如「碳」在「碳循環」，乃係由名詞轉為形容詞使用，可以解釋為「碳的」意思。此外，名詞組分類潛勢，也是學習者要克服的難題。名詞組是由一個或多個修飾成分，加上一個中心成分所構成，可是並非所有的修飾成分都具有科學上分類的意涵，因此名詞組的修飾成分可能為分類詞，或者可能為修飾詞，只是單純地形容某物件。特定名詞組的修飾成分究竟扮演修飾詞或是分類詞，從語法上看並無明確的區分方式，一個名詞組具有多元的閱讀理解的可能性，對修飾成分的解讀有可能引起困難。

像「溫室氣體」這樣的複合詞，如果我們把它切成溫室和氣體兩個詞，學生可能會覺得是「溫室的氣體」，而不是溫室氣體。溫室氣體是指造成溫室的氣體，但溫室的氣體指的是溫室裡的氣體，這是完全不同的，這就很容易會讓學生造成迷思，像二氧化碳在化學中是氧化物加上某個東西，像二氧化碳就是碳的氧化物，所以其實是一個氧化物的概念加上某一種元素，這樣概念就會比較清楚（受訪教師 B）。

再者，就複合詞的名物化言之，學生對於詞彙感到陌生，甚至難以理解，這可能與該類詞類背後所蘊含之深層豐富的科學訊息有關，如詞彙加上「效應」、「作用」，像是堆積作用、土壤液化、溫室效應等，已將複雜運作歷程濃縮為一詞彙，背後蘊含深層豐富的科學訊息。語法隱喻之中，將動詞、形容詞轉換成名詞，謂之名物化，像是「濃度」、「密度」。了解名物化在科學意義的構作和話語的建構上是如何運作，不管對於科學教科書編寫者、教師，以及學習者都是學習理解的關鍵。

（三）複合詞的詞意結構與斷詞問題

漢語由於字字相連，詞與詞之間的邊界模糊，讀者在閱讀漢語科學文本時，需要多上斷詞歷程。構成名詞組的詞彙切分，即斷詞，要判定多少個漢字要成為一個詞組，常有斷詞歧義的問題。學生慣以「拆字」認識科學術語，加上日常生活中常用的文字語意明顯地影響學生對科學術語的認識（張筱莉、林陳涌，2001；Schollum & Osborne, 1985），可能產生閱讀理解上的誤解與困難。本研究受訪專家 E 表示：

術語最難處理的就是斷詞。例如「發光」、「二極體」、「發光二極體」三個都是學術名詞，在斷詞時，應斷成「發光」、「二極體」二個詞，還是「發光二極體」一個詞？「發光二極體」可以說是「發光的二極體」嗎？這背後有許多在文本脈絡中需要去處理，斷詞在教學現場並不容易，需要有許多科學專業知識的判斷（受訪教師 E）。

就複合詞語意結構言之，如何根據正確的科學意義進行斷詞是閱讀的第一步，而斷詞正確與否和閱讀理解密切相關。本文發現利用中央研究院 CKIP 斷詞系統進行科學文本的斷詞時，經常無法斷成正確的詞彙。例如「聖嬰南方振盪」一詞，會斷分為聖嬰（Na）、南方（Ncd）、振盪（VA），而非聖嬰南方振盪（Nb）這個專有詞彙。這表示利用機器斷詞傾向於斷成常用詞彙或最小詞彙，例如聖嬰斷成普通名詞，南方被辨識為方位詞，振盪被視為動詞。事實上，聖嬰南方振盪（英文簡稱 ENSO）屬於地球科學專有詞彙，因為缺乏專業學科背

景知識之故，這種將專有詞彙斷成常用詞彙或最小詞彙也可能發生在學生身上，亦即學生的斷詞結果很可能和 CKIP 的斷詞結果相似或相同，如此一來便容易產生閱讀理解困難甚至錯誤，因此 CKIP 斷詞與學生斷詞之比較，及其對閱讀理解之影響，實值得後續進一步深入探究。

(四) 學生不易了解或存有迷思的術語詞彙

本研究透過受訪教師針對氣候變遷重要術語複合詞，探析學生不易瞭解或容易產生迷思的詞彙，包括：溫室效應、溫室氣體、調適、化石燃料、二氧化碳當量、聖嬰南方震盪等。這些詞彙基於其構成之語詞特性、具先備知識條件或過度抽象等原因，往往容易造成學生在理解上的障礙，教師教學時必須多加闡釋以利學生理解，茲引本研究訪談結果數例。

溫室效應：學生會有迷思困惑，溫室效應裡到底是誰讓它產生溫室效應（受訪教師 A）。學生無法學好是因為他不知道溫室是什麼，結果我們又用更難的名詞去解釋，他更不懂；學生也比較不懂系統性的，像溫室效應可能有個因果關係，如果學生中間稍微有不瞭解的像是長波輻射、短波輻射，接下來後面的就會不懂（受訪教師 D）。

調適：調適有調整的意思，不是只有被動適應。把這些複合詞分開來看的話，是比較容易會造成迷思（受訪教師 B）。調適在中文裡並不明確，它的概念是要調整去適應一個改變的狀態，這是一個縮減的中文詞，英文 adaption 很清楚，但中文相對而言，現在學生國文底子不太好的時候，他更不容易了解，需要多一點解釋（受訪教師 A）。究竟是適應在變遷狀況下，可以存活的可能性呢？還是用什麼樣的方式去調適它？調適能力在不同的領域有不同的解釋，對學生解釋這個詞的時候，需要讓他們有多面向的了解（受訪教師 C）。

化石燃料：化石燃料和石化燃料會有所謂的迷思，有人會常講石化燃料，事實上化石是古生物殘存下來的東西，但石化是石油產業提煉出來的，兩個並不一樣（受訪教師 A）。

二氧化碳當量：並不是二氧化碳的當量，這可能是學習有困難的地方，學生容易解釋錯誤或學習混亂（受訪教師 B、E）。

聖嬰南方震盪：不只是一個詞彙而是解釋一個範圍很大的現象。聖嬰現象是氣候學家觀測二十年的結果去推論出的狀況，意涵比較複雜（受訪教師 A、B）。

(五) 因翻譯導致詞彙之不易理解或歧義

科學漢語術語多是由英文術語翻譯而來，翻譯結果可能對於後來的閱讀理解造成一些影響，因為科學英文所表達出來的科學語意通常會比較精確，這並非意謂科學漢語不夠完整去表達精確的科學語意，問題可能出現在譯者，是否能夠注意到一些細微的科學語意。茲以本研究訪談為例討論之。

氟氯碳化物：從英文 Chlorofluorocarbons 字義來看，「化合物」較「化物」更適合，譯者應該考慮到沒有科學背景的讀者，並不會將「化物」解讀為「化合物」，當「化物」又和「碳」放在一起時，詞彙之間的共現和閱讀經驗，會告訴讀者「碳」應該和「化物」組成「碳化物」。這個例子顯示，英文較易理解，但中文很難，尤其還將「化合物」寫成「化物」更難望字生義了（受訪教師 E）。

歲差：我們通常講到歲差，在經濟學也會提到像歲入歲出中間的歲差是多少，如果不是看原文，只是看國字就是會有這種差別，學生就會有迷思（受訪教師 B）。每一年的情況下的地轉軸會有一點點偏差，這是長時間上面的偏差所造成的影響。又翻譯成「旋進」和「進動」，描述的東西就不一樣了。如果指地轉軸，它就是在旋轉，所以它是一個旋進的過程，進動是指對某一個觀測點而言，有一個進動現象，所以對象不同，講的事情就會不同（受訪教師 C）。

Climate extremes：英文意指「長期氣候裡少數的極端事件」，極端事件本身是不規律的，是一個突然發生、異常事件。中文常見的翻譯是「極端氣候」，很容易造成誤解，用極端去形容氣候，變成「極端的氣候」。中文上更合理的講法是將氣候放在前面，也就是「氣候中的極端事件」，是一個異常的天氣事件。氣候在中文的定義是平均穩定的狀態，那麼什麼是平均穩定的極端狀態呢？像高原氣候這種和一般人居住的不一樣的，我們稱作「極端狀態」，但實際上在英文描述的是一個平均狀態裡面會出現一兩次的極端事件，這兩者是完全不一樣的意義。所以在中文和英文的描述上產生極大的落差（受訪教師 C）。

(六) 科學術語複合詞之鷹架教學

教科書受限於它的篇幅內容長度，無法像百科全書一般敘明，突顯了教科書中術語複合詞概念內涵，需要教學輔助。

課本詞彙的分配或是介紹度不夠，老師要有專業知識判斷學生要具備什麼樣的知識（受訪教師 D）。像是歲差非常難解釋，教學現場可能要搭配教具，拿

個地球儀會比較好解釋。第一線老師的責任非常大，所以在每個名詞解釋之前應去多了解，傳遞訊息一定要正確，之後才不需花很多時間矯正（受訪教師 C）。

針對術語複合詞教學，張筱莉與林陳涌（2001）指出，學生對於概念術語的理解，往往是「個別意義優於詞語意義」，術語名詞可能被拆開來再重新組合，對學生而言，最初的意義是由個別文字意義拚湊而成，非整體語詞的意義；學生解釋名詞時，習慣以名詞中的文字為線索，與腦中的知識、生活經驗尋找連結，並賦予該語詞可自圓其說的意義。為避免此所產生的迷思與困惑，教師可透過適當引導學生於學習科學術語時進行正增強，加強新概念的介入學習，讓學生對於術語複合詞有更深一層的認識。

關於詞彙語法方面，可以透過判斷構詞規則，瞭解由詞素建構而成的複合詞意涵，掌握中心語，以促進詞彙意義的瞭解。教師可利用：（1）詞彙建立（*vocabulary building*）：科學中的科技詞彙經常含有希臘起源或者拉丁起源，直接教導這些根源及詞綴，可以幫助學生學習技術詞彙，也因此對科學的理解更為精確（Fang, 2006; Fang et al., 2010）；（2）詞群分類：透過將概念相同的詞彙歸納分類比較，釐清並拓展概念；（3）語詞聯想：以主要的術語詞彙為核心，促發學生對相同概念、相近或相關語詞進行聯想；（4）語意網絡：將科學意義相近或相關的術語複合詞，透過視覺化網絡圖象方式呈現概念之間語義關聯性，引領學生組織和推論訊息，促進學生對科學術語的抽象意義有更多的理解。

本研究受訪教師 A、B、D 建議可透過影片動畫、實驗實作、科學閱讀等，提升學生對抽象術語詞彙學習之理解；教師也需具備專業學科知識及教學知能，意識學生的先備知識經驗、學習能力及學習可能遭遇到的困難問題，適切提供協助引導學習。

以前我們都是純粹談科學，不會去提科學閱讀。其實如果我們就是讓學生去做科學、學科學，卻沒有注意要用科學閱讀的方式去傳播，極容易造成學習混亂或迷思，所以得重視科學閱讀，讓學生知道重點是什麼，而不是學一個大概（受訪教師 B）。

舉例來說，我在求學時，當時國外有嚴重汙染事件，班上同學詢問老師事件緣由，老師是美國科學研究院院士，學問很高深，他聽了就直接回答這就是有毒物質，不要去碰它即可。如果是我，我會先讓學生瞭解光氣是什麼，它可能是怎麼造成的，如果有這樣的工廠可能會有怎樣的危害，如果你住附近要有怎樣的因應方法等。在科學傳播上，老師要讓學生學習正確的知識，老師應該要意識到學生為什麼會問，意識到學生是哪裡不清楚（受訪教師 B）。

此外，科學文本體裁有別於人文社會科學文本，常使用語法隱喻構作科學概念，瞭解其如何建構/解構術語之過程值得科學教學重視。語法隱喻是人類認識與理解世界的重要方式，其途徑是將事件、活動、情緒、思想等偏屬抽象的概念轉化為實體來表示，透過語法間結構的遷移表達語意遞變。易言之，科學文本透過語法隱喻的形式將所欲描述的科學事件變成實體，從開始的「事件」階段遷移到「物件」階段，最後再變成「實體」階段，亦即經歷「事件」、「物件」、「實體」三個語法隱喻階段，逐步將語意從一個句子循序漸進地包裝成科學術語。那麼如何讓學習者藉由語法隱喻的語意組織，逐步理解術語的意義呢？茲以「可溶物」為例，「有些物質攪拌後會溶解在水中」、「有些物質則不會溶解」是「事件」階段，它是一個含有主詞與動詞句子的形式，到了下一個「物件」階段，「有些物質會溶解在水中」演變成「可以溶解在水中的物質」，「有些物質不會溶解」變成「不能溶解在水中的物質」的名詞組形式，最後「可以溶解在水中的物質」變成「可溶物」、「不能溶解在水中的物質」變成「不可溶物」，可見透過不同語法隱喻階段濃縮語意的歷程，科學事件便逐漸被包裝成科學術語。本研究受訪教師 E 以其教學經驗與實徵研究結果，指出有效教學可行方向：

教師可以運用「事件」→「物件」→「實體」語法隱喻的包裝結構，逐步包裝介紹科學文本術語的意義，反之也可以運用「實體」→「物件」→「事件」語法隱喻的拆解結構來逐步解析科學術語的意義。透過這種說法來引導學生有效地認識困難的科學詞彙。

伍、結論與建議

學生形成正確的科學概念，關係著學生未來科學概念的發展，因此教學者不應只是教授科學知識而已，更應該確認學生對科學術語的理解情形 (Lemke, 1990)。本研究指出科學術語複合詞的複合規則，這些複合規則包括了組合類型、語法規則、語意特徵、構詞規則與詞類轉換等。分析術語複合詞語法語意可以協助釐清詞彙在科學閱讀理解學習中所扮演的角色，瞭解複合詞的字元語法結構、語意成分，有助於精確解讀詞彙意涵。詞彙的使用情形與其背後所具有的複合規則，複合詞所形成的概念系統等並非顯而易見，學生不易透過表面的文字閱讀瞭解概念系統中所包含的詞彙意義，但是這些詞彙如何介紹與其組合規則，對於讀者對概念理解的重要性，值得投入更多的關注。對於複合詞中字元之語法角色的認知愈清楚，對於字元間彼此的語意成分有所掌握，也較能夠幫助精確解讀該詞彙的意義。如何讓學生注意到複合詞組合上有中心詞和修飾詞之分，同時也能留意兩個術語的複合不是只有單純的兩個詞義組合，而可

能是衍生出新的科學意義，這些不但是複合詞在學習上可能造成影響的層面，也是在科學閱讀上需要突破之處。

本研究基於對科學術語有關複合詞之語言特性，嘗試探索分析、尋找脈絡，期能為科學教育之紮根及提升學生學習效果尋求著力點，獲得之結論與建議如下：

一、複合詞是素養導向學習重要的知識錨點

科學術語常蘊含大量的知識成分，往往是學習重點之所在。教師在指導學生學習時，可以培養學生在一段教科書文字或科學文本敘述中，先找出文句中的術語或關鍵字詞，透過詞彙來解讀整段文意內涵的習慣，在這方面學生所養成對複合詞的區辨、識讀及理解能力，很可能成為影響學生學習效果的重要因素。因此，在強調素養導向的新課程綱要中，學生更有機會接觸到不同的學習素材，教師與學生在對學習內容出現複合詞的態度上，宜將其視為重要的知識錨點，從熟悉構詞原則到推敲理解知識本意，若能掌握複合詞，將更可切中課綱精神強調的學習內容與表現。

二、教科書編寫宜適度為複合詞標註說明

教科書是學生進入科學領域獲取知識的主要媒介，教科書文本詞彙組成、分類、用字會影響學生的學習成效。詞彙所衍生之複合詞在語法類型與語意特徵上均表現出不同的複合規則，然而教科書對此方面說明有所不足，當讀者在閱讀教科書內容的文句時，可能無法直接瞭解這些複合規則，甚至難以察覺。建議國內教科書編者宜加強對科學術語之說明，例如詞彙的定義、其知識內涵及概念意義、教科書術語詞彙中英文並列，於教師手冊、教師用教科書版本中適度標舉注解，提醒教師留意。

三、教師應強化科學術語複合詞之識別意識

教師應強化科學術語複合詞之識別意識，對於術語複合詞背後隱含複合之語法規則及語意成分，應隨時警覺並作出正確識別，對複合詞可能形成的概念系統，應詳細理解辨明，亦應瞭解學生先備知識來引導學生認識解讀詞彙意義，體認詞彙出現所在即可能是學生學習之難點，於教學時宜多加停留、闡釋、解惑，幫助學生跨越知識門檻，以促進學生有效學習。

四、複合詞構詞原則可提供學術名詞審譯之參準

就術語複合詞翻譯而言，依據《國家教育研究院學術名詞審譯準則》已揭示了若干規準，諸如：1.準確（accurate）：譯名對原英文名詞的涵義須準確；

專論

2.自然 (natural): 譯名用詞和語域須符合華語文使用之方式; 3.簡潔 (concise): 譯名使用的字數以精簡為佳, 惟應不失其原意; 4.可理解 (comprehensible): 譯名與學生先備概念與所學之新概念須連結。本研究建議學術名詞審譯時倘能參酌複合詞特徵等構詞規則, 依據類別屬性擇取適當對應詞彙, 將能進行更精確的轉譯, 促進學習者的識讀理解。

誌謝

本文係國家教育研究院「科學教科書術語語言特徵——複合詞之研究」(NAER-106-12-F-1-01-03-1-03)之部分研究成果, 特此致謝。同時感謝參與研究計畫成員陳建民、翁亞婷的協助。

參考文獻

- 王宣車、洪儷瑜、辜玉旻 (2012)。小學中年級學童詞素覺識與閱讀理解之相關研究。《當代教育研究》, 20 (1), 123-164。
- 竺家寧 (1999)。《漢語詞彙學》。臺北市: 五南。
- 國家教育研究院 (2018)。十二年國民基本教育領域課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校自然科學領域課程手冊。取自 <https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/img/67/196757124.pdf>
- 張苾含、胡潔芳、陳俊光 (2013)。英漢雙語學童聲韻覺識及構詞覺識與英漢認字能力之相關研究。《教育心理學報》, 45 (2), 201-220。
- 張淑敏 (1996)。《漢語複合詞的研究》(未出版之博士論文)。國立清華大學語言研究所, 新竹市。
- 張筱莉、林陳涌 (2001)。學童眼中的科學專有名詞。《科學教育學刊》, 9 (3), 219-234。
- 教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。取自 https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/87/pta_5320_2729842_56626.pdf
- 陳世文、楊文金 (2005)。國中科學教科書中「物質」及其複合詞之分析。《物

理教育，6 (1)，11-23。

陳世文、楊文金(2008)。學生對科學教科書詞彙關係理解之分析。**教科書研究**，1 (2)，101-127。

彭致翎、陳建民(2014)。環境教育術語資料庫之建置。**教育資料與研究**，115，111-130。

彭瑞元、陳振宇(2004)。「偶語易安，奇字難適」：探討中文讀者斷詞不一致之原因。**中華心理學刊**，46，49-55。

湯廷池(1988)。**漢語詞法句法論集**。臺北市：學生書局。

湯廷池(2014)。**華語詞法研究入門(上)**。臺北市：致良出版社。

程淑一(1999)。英語複合詞的構成及翻譯。**中國科技翻譯**，12，59-61。

黃忻怡、廖晨惠(2010)。斷詞能力在中文閱讀認知歷程之探究。**國小特殊教育**，50，64-72。

楊文金、陳世文(2008)。科學漢語與科學英語論述特質的比較—以「觀念物理」文本為例。**師大學報**，53 (1)，113-137。

楊立行、陳學志(1995)。中文斷詞歧義語句的閱讀歷程研究。**應用心理學報**，4，135-168。

楊惟任(2014)。國際氣候政治的發展與研究議題。**通識教育與多元文化學報**，4，91-114。

葉佳承、楊文金、廖斌吟、黃柏森(2011)。兩篇七年級「能量塔」文本之比較分析。**教育科學研究期刊**，56 (2)，175-206。

葉佳承、楊文金、廖斌吟、賴廷倫、林芯聿(2009)。光合作用文本對學生概念學習的影響。**科學教育學刊**，17 (4)，343-365。

葉連祺、林淑萍(2003)。布魯姆認知領域教育目標分類修訂版之探討。**教育研究月刊**，105，94-106。

趙元任(1994)。**中國話的文法**。香港：中文大學出版社。

Anderson, W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of blooms' educational objectives*. New

York, NY: Longman.

Barnett, J. (1992). Language in the science classroom: Some issues for teachers. *The Australian Science Teachers Journal*, 38(4), 8-13.

Chen, X., Hao, M. L., Geva, E., Zhu, J., & Shu, H. (2009). The role of compound awareness in Chinese children's vocabulary acquisition and character reading. *Reading and Writing*, 22, 615-631.

Chung, W. L., & Hu, C. F. (2007). Morphological awareness and learning to read Chinese. *Reading and Writing*, 20, 441-461.

Fang, Z. (2006). The language demands of science reading in middle school. *International Journal of Science Education*, 28(5), 491-520.

Fang, Z., Lamme, L. L., Pringle, R. M., & Abell, S. K. (2010). *Language and literacy in inquiry-based science classrooms, Grades 3-8*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Halliday, M. A. K. (2004). *The language of science*. London, UK: Continuum.

Hines, P. J., Wible, B., & McCartney, M. (Eds.). (2010). Learning to read, reading to learn. *Science*, 328(5977), 447.

Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Norwood, NJ: Ablex.

Packard, J. L. (2000). *The morphology of Chinese: A linguistic and cognitive approach*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Peng, C. L., Wu, J. C., Liu, C. Y., Chen, J. M., Lin, Z. Y., & Lin, C. C. (2017, September). *Climate change keywords mining in the news and secondary science textbooks in Taiwan*. Paper was presented at the 9th World Environmental Education Congress. Vancouver, Canada.

Saussure, F. de. (2011). *Course in general linguistics*. New York, NY: Columbia University Press.

Schollum, B., & Osborn, R. J. (1985). Relating the new to the familiar. In R. Osborne & P. Freyberg (Eds.), *Learning in science: The implication of children's science* (pp. 29-40). Auckland, NZ: Heinemann.

- Unsworth, L. (2001). *Teaching multiliteracies across the curriculum*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- Van den Broek, P., & Kremer, K. (2000). The mind in action: What it means to comprehend during reading. In B. M. Taylor, M. F. Graves, & P. van den Broek (Eds.), *Reading for meaning: Fostering comprehension in the middle grades* (pp. 1-31). Newark, DE: International Reading.
- Wellington, J. J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, UK & Philadelphia, PA: Open University Press.
- Yore, L., & Denning, D. (1989). *Implementing change in secondary science reading and textbook usage: A desired image, a current profile and a plan for change*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED305270.pdf>

An Analysis on the Compound Structures of Science Terminology and Their Impacts on Learners' Learning

Chih-Ling Peng* Chun-Yi Liu**

Terminology refers to a collection of conceptual naming in a particular subject. Both the scientific language and its special word forms are necessary and essential to science and technology applications. Therefore, it is important to learn science through them, which also becomes a fundamental task to develop students' comprehensive ability to read scientific papers. Compound words and structures refer to two or more free morphemes combined into a word, under certain structural rules, of which at least one morpheme is the semantic core of the whole compound unit. Though this conceptual system is not obvious, the importance of its lexical combination rules cannot be ignored. The main purposes of this study are to explore the principles of compound words formation, to analyze semantic analysis and understanding of science textbooks used in secondary schools. The research methods conducted consist of a text analysis and teachers' interviews. Based on the results, a conclusion, together with a discussion of the implications of the findings, suggests some practical guidelines for curriculum planning and teaching, textbook editing and reviewing, translating and compiling academic terminologies in order to deepen the learners' learning.

Keywords: scientific terminology, scientific language, compound words

* Chih-Ling Peng, Associate Research Fellow, Research Center for Translation, Compilation and Language Education, National Academy for Educational Research

**Chun-Yi Liu, Assistant Research Fellow, Research Center for Curriculum and Instruction, National Academy for Educational Research

Corresponding Author: Chih-Ling Peng, e-mail: chiling@mail.naer.edu.tw