

國中科學教科書中「物質」及其複合詞之分析

陳世文 楊文金

國立臺灣師範大學 科學教育研究所

摘要：有些生活中常見詞彙在科學教科書中常被使用，這些詞彙所衍生出來的複合詞亦經常出現，雖然這些詞彙的使用情形以及其背後所具有的複合規則並非顯而易見，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卻不容忽略，本文主要即在於以「物質」此詞彙作為例子，透過 CKIP 以及 STA 兩套電腦程式，來探討物質及其複合詞在科學教科書中的使用情形及它們的複合規則。

研究結果發現科學教科書中「物質」及其衍生之複合詞構成了相當龐大的概念系統，而且這些詞彙所衍生之複合詞在語法組態與語意類別上均表現出不同的複合規則，然而教科書對此方面之說明有所不足。因此研究結果除了呈現出科學教科書中關於物質此詞彙之使用情形以其複合詞之複合規則之外，亦建議日後教科書編寫或是教師教學上，應該注意教科書中有關這些詞彙的使用以及其複合詞所形成複合規則，以促進學生對於這些詞彙的相關概念有進一步之理解。

關鍵字：科學教科書、複合詞、複合規則

壹、前言

科學教科書一直是學生學習科學知識的一項重要來源，它們不僅提供學生關於科學活動的操作，同時也必須考慮如何有系統地用科學的角度來解釋自然現象，並且將關於自然現象的知識組織性的介紹給學生，甚至試圖透過某種說服方式使學生接受教科書作者的論點，因此，Veel(1997)指出科學教科書之目的是使學生能夠「操作科學實驗」(doing science)、「組織知識」(organize knowledge)、「從科學的角度解釋現象」(explain phenomenon scientifically)以及培養學生「挑戰科學論點」(challenge science)的能力。

爲了達成這些目的，科學教科書考慮的是如何將科學知識有組織的加以呈

現，在此過程中，不等地需要透過許多詞彙來達成介紹科學概念的目的。其中某些用來傳達專業科學概念之詞彙並不常見，也使得學生對於這些詞彙感到陌生，甚至難以理解，這可能與該類詞類背後所蘊含之深層的科學訊息有關。不過科學教科書並非全由隱澀的專業詞彙所組成，其內容還包括了日常生活的用語，例如：粒子之間的「吸引力」，這個詞很難斷言它是一個專門服務於科學領域的詞彙，但是它卻是描述物理對象時經常使用的語言，具有這類特徵的詞彙在科學教科書中相當多見，它們彷彿自然地滑入到科學的領域，不知不覺地充斥於科學教科書的內容之中。

科學教科書中，專業的科學術語雖然是教學上的焦點，但是一些日常生活中所

使用的詞彙也常在其中出現，例如「物質」一詞，因為它在生活語言與科學教科書中的科學語言如此自然地被使用，以致於教科書的編者在編寫教科書內容時，並不會特別注意到「物質」一詞在書中的使用，等到要介紹其意義時，卻發現有其挑戰性，以過去的科學教科書為例，其對於「物質」的介紹如下：

我們已經在第一冊提過物質，但並未解釋物質是什麼，這個問題很難回答，但是我們可以透過觀察和學習逐漸的理解。(國編本國中理化第二冊, 2002)

依據上述的說法，教科書中並不直接解釋物質是什麼這個問題，而是認為若欲瞭解物質的涵意需要透過觀察和學習來達成，但是這種介紹方式顯然不易使人瞭解其定義。根據教育部國語辭典的解釋：「具有重量，在空間占有地位，並能憑感官而知其存在的，稱為物質」，其也提到：「凡一切元素及其相互所組成的化合物，都是物質，如鐵、水等」。雖然使用何種觀察與學習的方式才能達成對於物質意義的瞭解尚需更精緻的討論，然而清楚可知教科書在介紹物質的涵意之前，就已經開始使用此詞彙，而如何使用卻未加以說明，究竟物質在科學教科書如何被使用？是否介紹前會比介紹後更被廣泛的使用？這些問題有待進一步瞭解。

另外有趣的是，若將「物質」一詞拆為「物」與「質」兩字，它們分別可以具有「物質」的含意，例如「聚合物」的「物」以及「電解質」的「質」即可解釋為物質的意思。這類的詞彙通常是某個詞彙與「物」或「質」複合而成另一個詞彙，這些複合詞是透過「物」或「質」兩字在語法層次與其他詞彙組合而形成的概念系

統(concept system)，例如上述教育部國語辭典解釋中出現的「化合物」便是一個由「物」所衍生之複合詞的例子。這些複合詞所形成的概念系統並未在教科書中受到討論，因此學生不易透過表面的文字閱讀來瞭解此概念系統中所包含的詞彙意義。然而這樣隱含的概念系統，卻是真實存在於科學教科書中，是學生在閱讀科學教科書中所必須面臨的，因此究竟由物質衍生的複合詞在語法上有什麼樣的複合規則？這些複合詞中的「物」或「質」在語意上有什麼樣的解釋類別？它們的詞性是否有轉變情形，轉變情形又是如何？我們有必要對於這些所知有限的問題加以探討。

這些對於科學教科書中複合詞所形成之概念系統的解構工作試圖提供一種對於科學教學上的後設分析，除了對於「物質」此詞彙以及其衍生之複合詞在科學教科書中的使用情形進行瞭解之外，同時分析複合詞中「物」與「質」的語意成分，使這些科學教科書之中隱含的概念系統加以具體化，以提供學生對於「物質」之複合詞的意義瞭解，精緻其對「物質」之意義的學習。因此，本文目的即在於探討「物質」此詞彙和由「物」、「質」所衍生之複合詞在科學教科書中的使用情形，以及這些複合詞之中在語法與語意上呈現的組合規則，希望對於科學教科書中「物質」這個概念能進一步認識。

貳、理論探討

在理論探討部份，首先說明的是關於漢語中對於複合詞意義的看法，其次是介紹複合詞在語法與語意層次上的類別情形。

一、複合詞的意義

我們所稱的詞彙(Words)是指在語言使用時，言語使用者用來表達其觀點以及言語接受者形成概念的主要語意成份，它們可以視為是語意承載的基本單位，同時在句法層次中可以被當成獨立的句子使用，也可以與其他的詞彙組成另一個詞組或是片語。一般中文的詞法成份包含語素(morpheme)、詞(word)及詞組(phrase)三種，詞組由詞所組成，是詞法層次中較大的單元，詞則是由語素所組成，簡言之，中文的單字(characters)通常組成詞(word)，而詞通常組成詞組(phrase)，例如「物」和「質」組成「物質」，而「化學」與「物質」可以再組成詞組「化學物質」，但是這三項成份之間的區分會因為使用的語言情境不同而不易明確界定。

張淑敏(1996)指出在漢語的詞彙結構上，詞可以分為單純詞(simple word)與合成詞(complex word)，前者是指只含單一個語素的詞，例如花、鳥等，後者則有包含二個以上語素的詞。而合成詞又可以進一步分為派生詞(derivative word)與複合詞(compound word)，派生詞的結構是由詞幹(stem)與詞綴(affix)組成，例如瓶子，其中「子」在這個詞中是屬於詞綴的角色，用來修辭「瓶」，而複合詞則是由詞幹與磁幹組成，例如地震、氣球等，根據這個定義，本文所稱的複合詞可以視為包含「物」或「質」以及其他詞幹所組成的名詞。

二、複合詞之語法結構

如果要對物質衍生之複合詞在語法層次上的組成規則進行探討，則有必要對於組成這些複合詞的字在其中所具有的語法結構先具認識，既然複合詞是由不同的字元(characters)或詞幹(stems)所組成，這些字元可能在複合詞當中具有不同的

語法結構。一般而言，漢語複合詞中的複合名詞，依其詞幹之間的語法結構來看，可以分為七類：(一)「偏正式」；(二)「並列式」；(三)「述賓式」；(四)「述補式」；(五)「主謂式」；(六)「簡縮式」；(七)「重疊式」(張淑敏，1996)。

這些類別分別說明如下：

(一) 「偏正式」(modifier-head type, M-N)，這類的複合詞由主要語的詞幹與修飾語的詞幹組成，其中修飾語可以包括數量詞、名詞、動詞等，例如廢水的廢是修飾語，水是主要語，廢的功能在於修飾水。

(二) 「並列式」(coordinative type; C-N)，其由兩個以上的詞幹所組成，這些詞幹的詞性相同，語意亦相容或相關，如土壤的土與壤的詞性同為名詞，兩者詞意亦相近。

(三) 「述賓式」(predicate-object type; V-O)，其由「述語」的詞幹與「賓語」的詞幹所組成，述語通常是指主語操作的動作，可視之為動詞，而述語如果是及物動詞，它所表示的動作便會涉及其他的人、事、物等對象，動作所及的對象則稱「賓語」。述賓式中有些賓語的詞幹可由形容詞或動詞轉類而成為名詞，如脫水的脫是述語，水則是作為脫的賓語來使用。

(四) 「述補式」(predicate-complement, V-C)，其由述語動詞詞幹與補語詞幹所組成，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，如震動的震是述語而動則是補語，作為震的補充說明。漢語中的複合名詞亦可作複合動詞使用。

(五) 「主謂式」(subject-predicate; S-N)，其是由主要語的名詞詞幹與述語的動詞所組成，可以視為是一簡單句子的縮影，如碳化的碳是主要語，化則是述語，

形成主謂的結構。

(六) 「重疊式」(reduplicative type ; R-N)，這類名詞由名詞詞幹重複出現兩次的組合，如猩猩。

(七) 「簡縮式」(abbreviatory type ; A-N)，此類名詞多為專有名詞及術語的簡稱，如中國石油公司簡縮為中油。

在上述的類別中，由於複合詞中詞幹排序、詞性差異與轉換的作用，使其具有不同的語法功能而區分不同類別的複合名詞，這些是漢語中常見的類別，但是在科學教科書中，有些科學術語或詞彙是由英文翻譯而來，可能產生不同於上述幾項類別之外的情況，並不適於使用傳統的漢語語法解釋。

三、複合詞的語意分類

檢視複合詞及其詞幹的意義，可分為三種語意的特徵，如表一所示，第一種是詞彙的詞意與詞幹詞意組合相同，例如「地」和「震」的詞意組合就是「地震」。其次，有些複合詞的詞意除了字面上的意義解讀之外，尚隱涵著另一層的詞意，例如肚量除了可以形容一個人的食量之外，尚可以用來作形容某人的氣度之用，這種情形是詞幹組合意義之外的延伸，作為借喻上的使用。另外，有一類的語意無法直接從字面上來瞭解該詞彙的意義，而是具有其他的涵義，這類的詞彙在科學教科書中是常見的，例如「焦耳」通常用來作為能量計量的單位。其與日常生活的使用意義並不相同。區別這些語意特徵是重要的，Yore 與 Denning(1989)指出理解科學課文的三種能力，這三種能力分別是字彙認知(vocabulary)、內容理解(comprehension)以及學習技能(study skill)等，詞彙方面是指關於字的認定、專有名詞的界定、字根的組合來瞭解詞義，而內容的理解包含了字義的理解與應用的理

解，強調主要觀念及證據的辨識以及應用於解決問題的能力，而學習技能則指能組織課文，記錄訊息等。從此可知，學生對於詞彙意義的辨識與認知可以說是重要的基礎能力，因此對於教科書的詞彙語意有需要加以區別，以進一步釐清這些詞彙在語意上的差異情形。

表一 複合詞語意特徵之區別

| 語意分類 | 說明 | 範例 |
|------|------------------|----|
| 第一類 | 複合詞詞義為其詞幹詞義之總和 | 地震 |
| 第二類 | 複合詞除其字面意義外尚有其他詞義 | 肚量 |
| 第三類 | 複合詞詞義異於字面上之意義 | 焦耳 |

參、研究方法

一、研究步驟

要瞭解物質及其複合詞等詞彙在科學教科書中的使用情形與複合規則，必須對於教科書進行內容分析，從句子中選取出這些詞彙，但是教科書中的句子數量相當多，無法利用人工的方法從每個文句中找出這些詞彙，這種工作不僅耗時費力，同時也可能會產生遺漏的情況，因此用傳統人工的方式將它們找出有其困難度，而必須透過電腦來處理這些複雜的工作。

因此研究的首要步驟，就是將分析之科學教科書中的文句資料輸入電腦並建立資料庫，建立資料庫的檔案之後，必須處理中文斷詞的問題，因為中文在書寫形式上不同於英文，句子中詞彙與詞彙之間並沒有空格分開，讀者在閱讀中文語句時，無法像閱讀英文語句一樣，明確的從視覺上直接區分出個別的詞彙，往往必須依據自己的認知或經驗從連續的字串當中區辨每個詞彙，在從這些個別的詞彙組成瞭解其語意，但是如此一來便可能產生中文斷詞歧異的情形，此情形不僅會造成

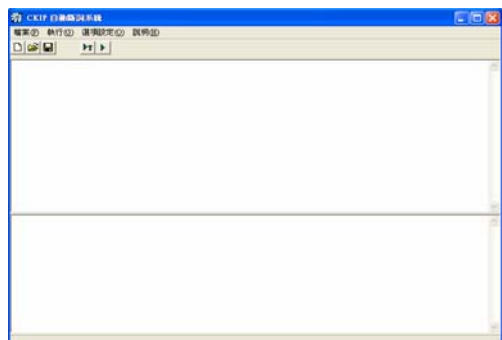
語法結構上的不同，還會造成讀者對於原本所欲表達語意的誤解。因此在汲取物質及其複合詞等詞彙時，中文斷詞的問題是重要的考量。

斷詞的工作可以透過中文知識訊息系統 (Chinese Knowledge Information Processing, CKIP) 的程式加以處理，將句子輸入程式之後，經過斷詞步驟，即可以將資料庫中的文句由連續字串的形式變成以詞彙為單位所組合的形式，並且可以透過該程式給予之詞性標識。幫助操作者辨識出句子的名詞。處理斷詞之後，再利用 STA 程式計算物質與其複合詞等詞彙的出處與它們出現的詞頻，透過詞彙的出處與詞頻來瞭解其在科學教科書的使用情形，並對於這些選取出的詞彙進行組合

規則的分析。

二、研究工具

本文所使用的工具主要透過二套電腦程式來進行分析工作。此二套電腦程式為 CKIP 與 STA。CKIP 主要處理文句斷詞的工作，此程式是由中央研究院中文詞庫小組(CKIP Group)所開發設計，該程式的介面如圖一所示，上方的欄位是輸入文句的地方，而下方欄位則是顯示斷詞的結果，句子中的詞彙彼此以空格分開，並且已標記上每個詞彙的詞類，幫助使用者瞭解句中包含何種詞彙，以及這些詞彙所具有的詞性，該程式可於 <http://godel.iis.sinica.edu.tw/CKIP/> 提供申請下載。



斷詞前的介面



斷詞後的介面

圖一 CKIP 自動斷詞系統之介面

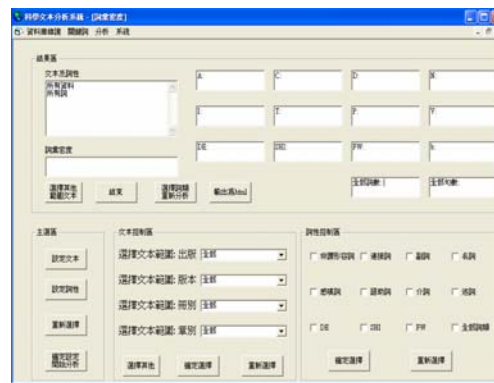
另一個文中使用的 STA 稱為科學文本分析系統(Scientific Text Analysis ,STA)。是由楊文金所設計，暫未對外開放使用。其提供的主要功能為建立資料庫、閱讀資料訊息以及詞頻與詞類計算與統計。建立資料庫的方式是將原始文字資料轉存入資料庫，其次再透過 CKIP 處理後的斷詞內容加入資料庫中。

如圖二所示，從 STA 所設計的介面中可以知道文句或欲尋找之詞彙的出處或來源，以及文句經過 CKIP 斷詞後詞彙與其所具有之詞類的情形。詞頻統計可以幫

助找出資料庫文句中所有的詞彙所出現的次數，若欲找出物質或是與物質相關的複合詞，只要鍵入關鍵字即可獲得所需的種類以及其詞頻。透過 STA 所提供的功能，可以得知詞彙詞頻，以及從閱讀資料訊息功能中瞭解這些詞彙在科學教科書中的出處，再從這些蒐集的資料當中進行詞彙的使用情形及其複合規則之分析。



文本資料介面



詞頻統計介面

圖二 STA 分析程式之介面

三、研究對象

本文的研究對象是科學教科書，所選取的教科書是國立編譯館所出版的國中生物與理化科目教科書，這些教科書的版本包括國中一年級使用的「生物」課本，以及國中二年級及三年級的「理化」課本，共計生物課本二冊與理化課本四冊，作為本文的分析範圍。由於本文將國中階段國編版的理化及生物課本的所有資料全數建入資料庫，並且利用電腦程式來取代傳統人工分析的方式，因電腦精確的計算性質，因此不會產生人工計算的疏漏情形，在信、效度上具有相當的可靠性。

目前國中課程正值傳統課程與九年一貫課程更替之際，其他出版機構國三下學期的科學教科書尚未發行，而國立編輯館的科學教科書在各年級的版本均已齊全，因此作為研究分析的對象。此外，國編版科學教科書在國中課程所擔負之任務即將隨著新課程的推行而暫告段落，未來教育部編輯之版本亦將投入國中的科學課程之中，在新舊兩版本更換的階段，因此選取傳統國編版之科學教科書進行分析，可以對於以往版本內容作一番檢視與省思，同時也可提供對於現階段或是未來科學教科書之分析議題的參考，呈現承先啓後的價值意義。

肆、研究結果與討論

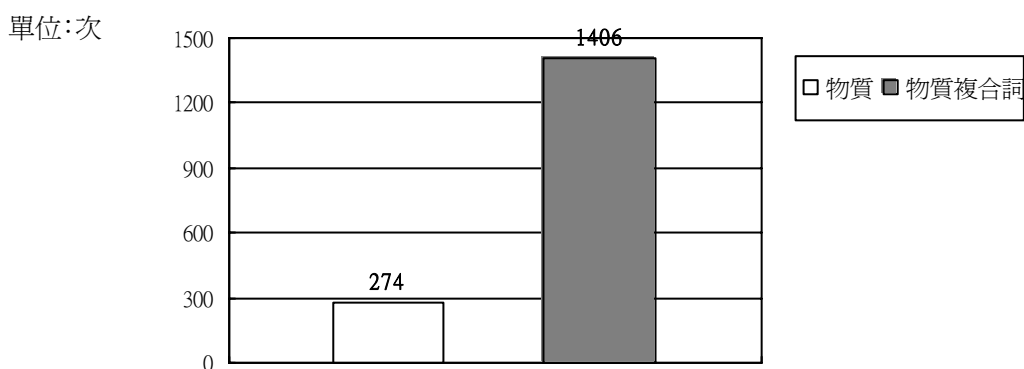
本文主要分析物質此詞彙與其複合詞在科學教科書中的使用情形以及這些詞彙中所蘊含的複合規則，因此以下將呈現對於這些議題的分析發現：

一、物質與其複合詞的使用情形

(一) 詞彙頻率

在閱讀科學教科書的內容時，似乎經常接觸到「物質」這個詞彙，經過 STA 程式對於資料庫所作的分析發現，物質此詞彙在國編本的科學教科書中出現的次數相當高，其出現的次數在所有六冊的範圍中共有 274 次，若將教科書中所有的名詞找出並加以排序，即發現它在所有名詞當中的次序僅次於「水」，此意味學生在閱讀時確實接觸此詞彙機會相當頻繁。

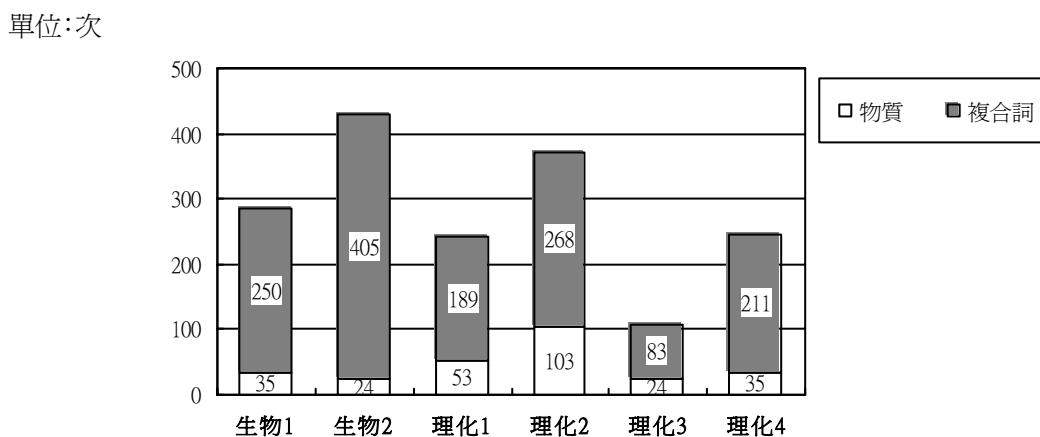
進一步的分析發現除了物質此詞彙之外，其衍生出的複合詞共有 71 種不同的類別（如表二所示），而所有類別詞彙的頻率更高達 1406 次。如果再包括物質此詞彙的詞頻，那麼由物質與其複合詞在科學教科書中構成了一個龐大的概念系統，學生在學習科學的過程中自然會面臨到這些概念系統中的詞彙。這些概念系統中的詞頻統計結果如圖三所示。



圖三 物質及其複合詞之詞頻

既然知道物質此詞彙與其複合詞在科學教科書中所構成的概念系統相當龐大，那麼概念系統中詞彙的聚集程度為何？也就是這些概念系統中的詞彙是否會集中

在某些冊別之中，或是呈現平均分布的情形。如果再針對概念系統中詞彙在各冊內容中的分佈情形這個問題加以分析，則獲得如圖四的結果。



圖四

由圖四的結果來看，概念系統中的詞彙分佈並不平均，物質此詞彙在理化第二冊與理化第三冊的比例差距將近五倍，若是算入複合詞的數量，在生物第二冊與理化第三冊也是差距約四倍，從整體的比例來看，理化第三冊出現物質及其複合詞的數量較少。就教科書內容而言，理化第二冊主要介紹物質的性質與分類，如物質的化學與物理反應，以及元素與化合物的概念等，而理化第三冊的內容主要介紹有關電與磁的相關概念，屬於「能量」的範疇，並非關於物質實體的概念，可能相對較少提及物質相關的詞彙，而出現詞頻較低的現象。

另外，以各冊的詞頻分布來說，生物

兩冊分居一、三位，可見物質與其複合詞在該二冊出現的頻率頗高，對此結果，可能令人好奇的是，物質及其複合詞在生命世界所出現的頻率為何會較物質世界出現之頻率來得高，進一步探討在生物二冊出現的詞彙會發現，「生物」、「物種」、「動物」及「植物」等複合詞所出現的數量較理化課本為多，而導致物質及其複合詞在生物課本的數量較理化課本為高的現象。

(二) 複合詞的分佈

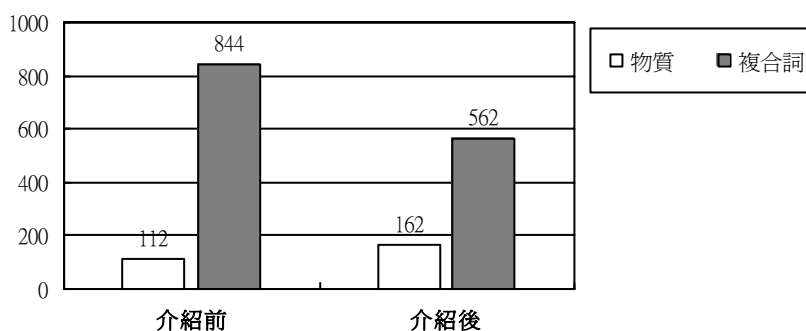
在呈現出詞頻分佈不均的現象之後，接著思考的是科學教科書在哪個冊別中正式介紹物質的概念呢？經過分析發現，有關物質的概念一直要到理化第二冊才被正式的介紹。該冊內容一開始便描述

物質的定義及性質，然而教科書中對於物質的定義則是如前言部份所引述的內容，並無直接提供明確的說明，不過在教科書正式介紹之前，物質這個概念已經開始使用，而且次數頗為頻繁。

如果將理化第二冊作為物質介紹前後的分水嶺，統計兩者的使用情形如圖五所示，不僅物質及其複合詞在介紹前即已使用，並且介紹前的使用次數明顯較介紹後來得頻繁，同時複合詞次數比物質出現的次數多出七倍之多，不僅意味著學生在

接觸到物質正式介紹之前便需要經常面臨這些詞彙，在未有系統認知這些概念之前，他們可能必須先依自我的先備知識加以解讀，若是教師未補充說明這些概念，學生更可能對這些概念在科學領域中所具有的意義感到困擾。此外，物質相關的複合詞是物質此詞彙在語法層次上所延伸而出，在語意上可能比起物質的概念來得豐富，這些詞彙對於學生的學習究竟產生什麼樣的學習雖然不是本文所著重的焦點，但卻是一值得探討之問題。

單位:次



圖五 物質及其複合詞在正式介紹前後的詞頻分佈

上述提及教科書中關於物質的概念在未正式定義或介紹之前，便以開始使用，學生可能會依據他們在生活世界中對該詞彙意義的認知來解讀它們在科學領域中的意義。然而，對於有些詞彙在未作意義介紹之前，已在教科書中普遍使用之情形所應進一步思考的是：是否未介紹意義的詞彙，便不能在教科書中使用？依此邏輯思考，是否所有的詞彙都必須經過意義的解釋，才能出現在後續的文句中，如果不需要，那麼哪些詞彙不用解釋便可直接使用，哪些詞彙需要解釋後才能使用，是否有些詞彙可以先使用，再於後續內容中加以定義說明，這些決定何者可先使用，何者不可使用的判準又是什麼？這些問題並非本文所探討之目的，也許需要更多科學家、科學教育家以及專擅課程領域學者之參與討論，不過這也提供了教科書編者在編寫科學教科書時對於詞彙概念如何引介值得思考的問題。

(三) 複合詞的解釋情形

教科書對於這些複合詞是否有所解

釋？分析發現教科書僅對少數複合詞提供說明，例如「聚合物」(理化第二冊，頁 72)、「電解質」(理化第三冊，頁 48)等概念，然而許多像「氰化物」、「碳水化合物」以及「有機物」這種具有科學特殊意義的概念均未說明，當學生接觸到這些詞彙，他們可能會有所疑惑什麼

稱為氰化物？或者是什麼是碳水化合物，什麼又是有機物，教科書也未對於某些類似的複合

詞加以區別，例如「碳氧化物」與「碳水化合物」這二個概念的涵義有何不同。這些均是學生在學習科學教科書時可能產生的問題，但是這些問題可能也是以往教師在教學上容易疏忽之處。因此除了前述所發現的物質及其複合物在教科書中值得質疑的使用情形之外，學生還需要遭遇到許多課本未加說明的複合詞，這些情形對他們來說都可能感到陌生，同時也會形成一種隱然的概念困擾，如此一來也會增加他們的認知負擔。

二、物質與其複合詞的複合規則

(一) 複合詞複合結構

研究結果顯示，科學教科書中物質中的「物」與「質」會結合其他的詞彙而形成數量龐大的複合詞。如果從字元複合的結構來看，可以分為四種複合類別，這些類別分別稱為「雙字詞」，「三字詞」，「四字詞」以及「多字詞」。

這些分類的原則是依據字元數來加以區分，當物質的複合詞字數愈多時，表示加入了新的概念而可能造成詞義的愈加延伸，例如電解質一詞乃由電解與質複合，因此該詞彙當中涉入了電解的概念，

而電解的概念中又與電子與解離的概念有關，因此電解質中所涉及的概念集合就包括了「物質、電子、解離」等概念，較物質單一詞彙所具有的概念更為豐富，雖然概念的豐富性並非與字元數多寡有直接相關，但是仍需要對這些種類加以區別。若將這四種類別中所包含的詞彙列出，則發現雙字詞中的詞彙種類最多，並依字數而遞減，可見在科學教科書中，「物」與「質」此二個詞幹與其他詞彙的複合程度隨著字元數增多而遞減。

表二 物質複合詞的複合結構

| 組合類別 | 物質的複合詞 | | | | | | |
|------|--------|------|------|------|------|-----|-----|
| 雙字詞 | 飾物 | 物證 | 產物 | 植物 | 特質 | 事物 | 矽質 |
| | 礦物 | 本質 | 物理 | 人物 | 性質 | 藥物 | 水質 |
| | 重物 | 土質 | 物體 | 衣物 | 角質 | 作物 | 質量 |
| | 廢物 | 鐵質 | 介質 | 萬物 | 質地 | 獵物 | 品質 |
| | 食物 | 質子 | 雜質 | 物種 | 溶質 | 物品 | 生物 |
| 三字詞 | 動物 | 寵物 | | | | | |
| | 氧化物 | 非生物 | 反應物 | 化合物 | 混合物 | 有機物 | 糊狀物 |
| | 動植物 | 廢棄物 | 農作物 | 氯化物 | 聚合物 | 添加物 | 細胞質 |
| | 微生物 | 電解質 | 障礙物 | 蛋白質 | 氰化物 | 碳化物 | 物理獎 |
| | 無生物 | 質子數 | 沈積物 | 礦物質 | 硫化物 | 生成物 | 建築物 |
| 四字詞 | 野生動物 | 棘皮動物 | 哺乳動物 | 原生動物 | 物理學家 | | |
| 多字詞 | 碳水化合物 | | | | | | |

(二) 複合詞的語法類別

對應於漢語的複合名詞類別，進一步分析科學教科書中複合名詞的類別以及類別所具有的一些特殊規則，例如詞幹可以作為主語、述語或是補語的角色。這些詞幹所扮演的角色亦象徵著複合詞語法組合的規則。

經分析發現，科學教科書中物質複合詞所具有的語法規則可以分為歸結出四種類別，這些類別分述如下：

1. 偏正式複合：包括修辭詞幹與主要詞幹。例如「重物」，「重」這個詞幹修辭「物」這個詞幹；「聚合物」中的「聚合」修辭「物」。
2. 並列式複合：詞幹具有相同詞類與相關意義，例如「質量」的「質」與「量」同樣都是名詞的詞類，而二者的意義也具有關聯。

3. 述賓式複合：賓語名詞語幹作為述語動詞的載體，例如「獵物」的賓語名詞「物」作為述語動詞「獵」的載體。

4. 例如「藥物」中補語詞幹「物」的功能是幫助來說明「藥」這個詞幹。

對於複合詞語法類別分析的目的在於幫助我們認清詞彙中字元所扮演的角色，同一字元與不同字元複合時，可能導致語法結構的角色上有所改變，要察覺這樣的變化，除了從前後文的語意脈絡來判別之外，對於複合詞的語法結構的認知也

是一種方式，對於複合詞中字元之語法角色的認知愈清楚，自然對於字元間彼此的語意成分有所掌握，如此也較能夠幫助精確的解讀該詞彙的意義。

(三) 複合詞的語意類別

物質複合詞中的「物」或「質」並非均是作為「物質」的意義，還有其他種類的意義解釋，在檢視複合詞中詞幹的意義

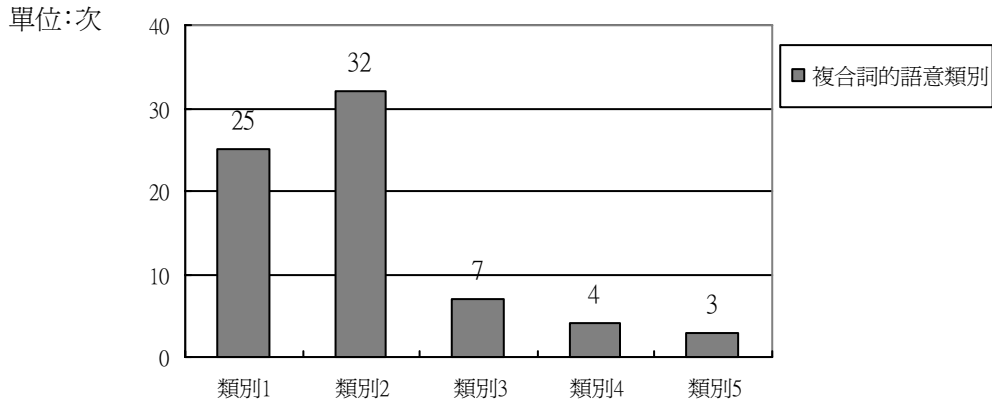
後，其可被分為下述五種的語意類別：

1. 「物質」類別：例如「電解質」與「聚合物」等，這些詞彙的「物」或「質」是指物質的意思，教科書中也明確的指出其中的「物」與「質」是作為物質的涵意。
2. 「物體」類別：例如「植物」或「微生物」等，這些詞彙指涉的是自然界存在的實體，就教育部國語辭典之定義：「由物質構成且占有一定大小空間的個體」而言，此詞彙應該作為物體的意義解釋。
3. 「物質或物體」類別：這類詞彙中的物或質不易辨別出其作物體或是物質來解釋，在解釋上具有涵

括性，例如產物或萬物。

4. 「特徵」類別：是指物體或物質的性質，例如「本質」或「性質」。
5. 其他類別：無法辨識是否作為物質之解釋，例如「質子」或「質子數」。

分析上述五種類別中詞彙的出現次數，結果呈現於下圖六中，其中以解釋為物體或物質的次數較多，其他三類的次數並不多，可見在所有的複合詞當中，「物」或「質」等詞幹作為物質解釋的機會頗高，但是並非只作「物質」的解釋意思，還包括其他的解釋，在這些類別差異上有清楚的區辨，可以避免語意上產生混淆的情形。



圖六 複合詞的語意類別詞頻

(四) 複合詞的詞類結構

不僅詞彙本身有屬於它自己的詞類，詞彙中的每個詞幹同樣也具有自身的詞類，這些詞彙的詞類某種程度上是其內部詞幹詞類的延伸，但是詞幹的詞類可能會因為結合其他不同的詞幹而產生變化，這種現象可以稱為是「詞類轉換」，這種現象也會與語意的解釋產生影響，有需要對其分析以更為明確瞭解詞彙意義。

在利用 CKIP 程式分析完詞彙中詞幹的詞類之後，發現有四種不同的詞類結構，這四種結構分別為名一名(N-N)、動一名(V-N)、形一名(A-N)以及多重組態(M-C)，如表三所示：

1. 名一名(N-N)：複合詞的詞幹組合為名詞一名詞。
2. 動一名(V-N)：主要詞幹為名詞，

修辭詞幹為動詞。

3. 形一名(A-N)：修辭詞幹是形容語，而主要詞幹為名詞。
4. 多重組態(MP)：複合詞中的修辭詞幹是以名一名、動一名以及形一名等結構所組成，再加上名詞的主要詞幹而形成複合詞。

多重組態之詞類結構的複合詞是複雜的，因為其修辭詞幹包含了前三種詞類結構，舉例來說，「原生動物」或「哺乳動物」等詞彙是指涉某些特質的動物，其中「動物」對整個詞彙而言是屬於主要詞幹的角色，但是對於動物此詞彙來說，「物」則成了主要詞幹，從這樣的結構來看，多重組態的複合詞可以在語法與語意層次上視為是一種複合詞的複合詞。

表三 複合詞的詞類結構

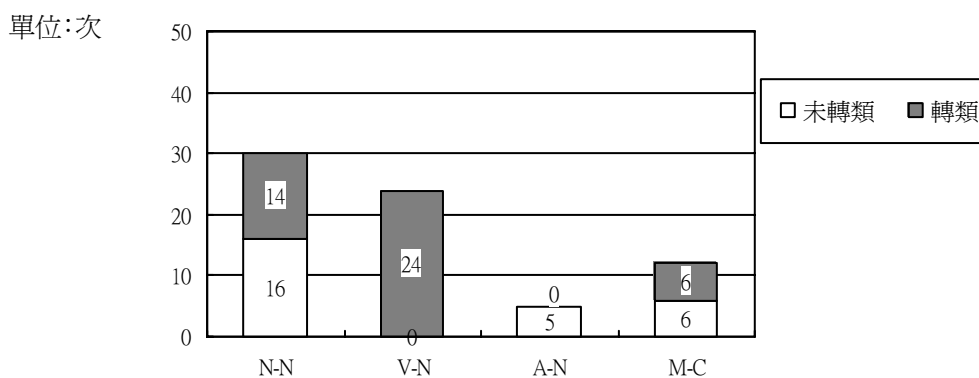
| 詞類結構 | 物質的複合詞 | | | | | | | |
|------|--------|-------|------|-------|------|------|--------|------|
| 名一名 | 品質* | 本質 | 人物 | 質量 | 植物 | 水質* | 事物 | |
| | 礦物 | 角質 | 衣物 | 性質 | 障礙物* | 矽質* | 萬物* | |
| | 農作物* | 質地 | 糊狀物* | 鐵質* | 物種* | 細胞質* | 建築物* | |
| | 蛋白質 | 土質* | 礦物質 | 質子 | 物體 | 物品 | 物證* | |
| | 物理* | 藥物 | | | | | | |
| 動一名 | 飾物* | 聚合物* | 作物* | 添加物* | 獵物* | 氰化物* | 食物* | 碳化物* |
| | 寵物* | 硫化物* | 產物* | 生成物* | 廢物* | 廢棄物* | 氯化物* | 化合物* |
| | 沈積物* | 溶質* | 反應物* | 介質* | 混合物* | 電解質* | 氧化物* | 動物* |
| 形一名 | 生物 | 雜質 | 重物 | 特質 | 有機物 | | | |
| 多重組態 | 微生物 | 哺乳動物* | 非生物 | 棘皮動物* | 動植物 | | 碳水化合物* | |
| | 無生物 | 物理獎* | 野生動物 | 物理學家* | 原生動物 | | 質子數* | |

*表示有轉換詞類的現象

(五) 複合詞的詞類轉換

複合詞的詞類轉換必須從詞幹的定義來辨別。當複合詞中的詞幹用於修辭其他詞幹時，該詞幹的原有詞類會產生改變，而作為形容詞的角色，例如「矽」在「矽質」的意思可以解釋為「矽的」或是「矽化的」意思，由名詞轉為形容詞使用。再舉一例，「哺乳動物」這個詞彙中的「哺乳」所具有的詞類應該由原有的動詞轉換成形容詞，是指一種需要哺育後代的動物，而非作哺乳動物的解讀。

經分析發現教科書之物質複合詞中詞幹具有詞類轉換現象之比例佔了複合詞總數的 62% (如圖七所示)，這些詞類轉換嵌置在複合詞的詞類結構中，所有屬於動一名結構的複合詞呈現出詞類轉換的現象，但在形一名結構中，因為修辭詞幹本身就是形容詞，因此並不需要加以轉換，然而在名一名結構與多重組態結構中則是部份詞彙產生轉換。這些結果顯示了一些辨識複合詞詞類的一些重要規則。



圖七

伍、結論與建議

一、結論

從研究的結果來看，物質此詞彙在科學教科書中出現的次數確實相當頻繁，在各冊當中幾乎不乏它的踪跡，同時由它所衍生而出的複合詞次數與種類也相當可觀。這些詞彙所構成的概念集合相當龐大，是讀者在閱讀科學教科書時所必須面臨的，然而教科書對於此概念集合中的概念在正式介紹之前已大量使用，同時在介紹物質這個概念的時候也未給予清楚的說明，這種使用情形與介紹方式對於讀者可能產生的影響是教科書編寫上值得評估的問題，因為讀者在獲得關於這些概念的介紹之前，必須依據他們原有的先備知識來解讀這些詞彙的意義，而可能產生閱讀理解上的困難。

此外，在本文中指出某些複合詞的複合規則，這些複合規則包括了組合類別、語法類別、語意類別、詞類結構與詞類轉換現象等。其中有些規則涉及到描述複合詞以及其詞幹結合組態的語法，有些則是探討複合詞中詞幹所具有的意義。透過這些規則的分析，幫助我們認識教科書中關於物質此詞彙與其複合詞所隱含的概念集合。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，甚至難以察覺有這樣一個概念系統的存在。本文利用電腦程式的計算處理來進行分析，協助了讀者瞭解科學教科書中的物質詞彙與其複合詞所形成之系統的面貌。

二、建議

如同「物質」一樣，有些詞彙在生活世界中與科學世界中同樣被習以為常的使用，造成教科書中忽略了如何有組織的去介紹這些詞彙以使讀者更容易瞭解其意義的重要性。這些詞彙除了本身的意義之外，可能還衍生出許多複合詞，這些複合詞彙的語法與語意成分可能相當豐富與複雜，讀者在剛開始接觸這些詞彙之際自然感到不熟悉，因此如何有效的將概念引入科學教科書中，使學生能獲得最充分的瞭解，不僅是日後值得分析的議題，同時也是教科書設計所需考量的因素。

在學校的科學教育當中，除了科學教科書之外，教師也是學生科學學習上一個重要的角色，在學生學習的過程中，診斷學生的學習情形，對於學生不懂之科學概念加以解釋說明。因此教師對於科學教科書中詞彙本身以及其所形成複合詞的概念系統應有所瞭解，在教科書未解釋清楚之處，能夠適時的加以解釋，並留意這些詞彙是否可能造成學生學習上的困擾，補充說明這些詞彙的意義，詞彙之間的關係，以及他們背後隱涵的複合規則，提供學生更完整的概念學習。

參考文獻

1. 中研院資科所中文詞知識庫小組 (1993): *中文詞類分析三版—詞庫小組技術報告*。台北，南港。
2. 張淑敏 (1996): *漢語複合詞的研究*。國立清華大學語言研究所博士論文。
3. 國立編譯館 (2003): *國民中學生物教科書上冊*。台北，國立編譯館。
4. 國立編譯館 (2002): *國民中學生物教科書下冊*。台北，國立編譯館。
5. 國立編譯館 (2002): *國民中學理化教科書第一冊*。台北，國立編譯館。
6. 國立編譯館 (2002): *國民中學理化教科書第二冊*。台北，國立編譯館。
7. 國立編譯館 (2002): *國民中學理化教科書第三冊*。台北，國立編譯館。
8. 國立編譯館 (2003): *國民中學理化教科書第四冊*。台北，國立編譯館。
9. Veel, R. (1997). *Learning how to mean—scientifically speaking. Apprenticeship into scientific discourse in secondary school*. In F. Christie & J. R. Martin (eds.), *Genres and institutions: social process in the workplace and school*. London: Cassell.
10. Yore, L. D., & Denning, D. (1989). *Implementing change in secondary Science reading and textbooks usage: A desired image, a current profile, and a plan for change*. ERIC, No. ED305270.

An Analysis of the Word “Material” and Its Compound Words in Science Textbooks in Secondary School

Shih-Wen Chen Wen-Gin Yang

National Taiwan Normal University

ABSTRACT

Some words and their compound words are used frequently in science textbooks. However, it seems not obvious to know immediately their usage and the compounding rules from reading the content of textbooks only. The ways of introducing these compound words may play a central role for readers' understanding of the concepts deployed in the text. This study takes the word “material” as an example, aims to examine the usages of the word and its compound words and their compounding rules in science textbooks in secondary school by two computer programs – CKIP and STA.

The results reveal that compound words derived from “material” in textbooks can be divided into four combinative and syntactic types, and five semantic categories. The stems of these compound words also can be divided into four parts of speech (POS) structures, and the phenomenon of POS transformation are found in these parts. In addition, science textbooks have used the word “material” and its compound words before introducing their definition formally. Most of their meanings, however, are not explained clearly yet. This may easily lead pupils to misunderstand the meanings of these words. Therefore, to provide more explicit definitions and even the compound rules about these words is necessary for pupils. The editors for science textbooks and science teachers in school also need to pay more attentions for the deployment of the compound words of some keywords that students may get confuse easily when editing science textbooks and teaching with them.

Keywords: science textbook, compound word, compound rule