

第五章 結論與建議

本章整理前述文本分析與師生理解之研究結果，並提出相關的問題討論，以及教學與後續研究之建議，以下分為結論、討論及建議三節說明之。

第一節 結論

本研究主要探討科學文本論述級位分體關係的方式，以及師生對於這些論述方式的語意理解，因此本節分別呈現科學文本級位分體論述方式與師生對其語意理解二部分的結論。

研究一：科學文本級位分體論述之分析

（一）科學文本級位分體關係之論述方式

由前述研究結果可知，科學文本在物質組成與分類主題上，共有 35 種描述級位分體關係的論述方式，這些論述方式列於表 3-5-6 之中。這 35 種論述方式在語句中可分為「過程」、「關係元」、「修辭」以及「過程+修辭」四種詞彙角色，而且有「解構」、「組合」、「確認」、「含攝」、「範疇」、「列舉」及「符號」等七種語式類型。

（二）級位分體論述方式之語意特性

物質組成與分類的主題中，概念之間的級位關係可以透過「是、稱為、例如」來描述，例如「元素與化合物是純物質」的語意即表示元素、化合物與純物質之間為類屬語意，代表它們之間屬於級位關係，「金屬與氧反應生成的化合物稱作金屬化合物」是利用內涵定義的形式來表述級位關係，另外也可利用外延定義的形式來描述，「所得的物質即為化合物，例如水、二氧化碳、二氧化錳」中「例

如」用於連接水、二氧化碳和二氧化錳等次類，來定義化合物的意涵。然而無論是內涵定義或是外延定義，這類的論述方式在描述上都可用於指涉級位關係，使級位關係得以清楚地被描述。

而概念之間的分體關係也可藉由某些論述方式來體現，例如「組成、構成、混合而成、化合而成」等，這些論述方式蘊含分體關係的意義，讀者透過這些論述方式來瞭解概念之間的分體關係語意，例如在「氧分子是由氧原子所組成」中，或許讀者不清楚氧分子與氧原子之間的語意關係，但是組成的意義透露出概念之間是屬於整體與部分的關聯，因此讀者得以瞭解氧分子與氧原子的語意關係。

此外，本文研究也發現，有些論述方式在某個句子中是用於體現級位關係，在某些句子中卻是體現分體關係，也就是無論級位或分體均可透過這樣的論述方式來描述。文本將具有這種性質的論述方式呈現於表 5-1-1 中。這類論述方式在描述語意關係的使用相當方便，但也因其便利性，使得語意關係更為隱晦而增加理解困難。本文將這樣的論述語句稱為「內隱論述」(implicit discourse)。

表5-1-1 語意關係內隱論述的方式

詞彙角色	語式類型	論述方式
過程	解構	分為
		分成
	含攝	含
		包含
		包括 ¹
	確認	有
關係元	列舉	除了

為了避免這種模糊性的產生，文本會以更能明確呈現語意關係的論述來表達，例如文本會將「純物質可分為元素與化合物」寫成「純物質可分為元素與化合物兩類」，「血液可分為血漿和血球」寫成「血液可分為血漿和血球兩部分」，這種寫法在詞彙層次上屬於「過程+修辭」的詞彙角色，可見這種詞彙角色所代

¹ 該型式是在物質組成與分類主題外，以 STAR 程式查尋而得。

表的是語意關係更精確的描述，以幫助讀者對語意關係的理解，本文將此論述稱為「外顯論述」(explicit discourse)。

(三) 不同文本中級位關係論述之異同

研究結果發現不同版本中有四組共有概念，分別為「化合物-元素」、「原子核-質子、中子」、「純物質-元素、化合物」以及「粒子與原子」。這些詞彙在語意上並非指涉實體物，以Wellington與Osborne(2001)觀點來說，這些詞彙屬於「概念詞彙」，它們具有一定的語意抽象性，但是這些概念共同出現在不同文本中，表示在物質組成與分體主題中具有相當的重要性，同時它們的語意關係理應也是教學上應特別強調之處。在共有論述方面，不同版本有「組成」、「構成」、「含有」、「是」、「種」五種共有論述方式，前三者用於描述分體關係，而後二者描述級位關係，其中「組成」與「是」在論述中出現最為頻繁，由此可知，「組成」與「是」是科學文本用來描述分體與級位關係的主要論述方式。

不同文本中描述共有概念的論述方式並不相同，對於化合物與元素而言，HT、KT及NT各以「化合而成」、「組成」以及「含」等論述方式來描寫其語意關係。這三種論述方式在意義上有何殊異？由化學結構式的知識來看，化合物中不同元素之間具有鍵結性質，可見化合物與元素的分體關係具有鍵結語意。要描述此類的分體關係，「化合而成」似乎是傳達較精確的語意。而「含」屬於內隱論述的論述方式，因此在語意關係相對較未能傳達明確的鍵結情形。

原子核與質子、中子之間屬於空間的分體語意，部分之間並無鍵結，HT、KT及NT各使用「含有」、「包含」以及「構成」來描述，這些論述方式在語意上均可用來描述分體關係，但是「包含」在本文的分析中，可以用來指涉級位與分體關係，屬於內隱論述的詞彙之一，在用法上可能降低精確語意關係的體現，這種描述方式是否合適也許是值得思考之處。純物質與元素、化合物之間屬於級位關係，HT與KT以「是」此內涵定義論述來描述，而NT則使用「分為...類」這種外顯論述的論述方式，雖然兩者均適於體現級位關係，唯外顯論述能夠呈現更明確的級位語意。粒子與原子同樣為級位關係，KT採破折號的論述方式，這種符號

語式缺乏文字的說明，較具語意抽象性，而NT與HT以內涵定義「是」來確認級位關係，在體現級位關係上相對較為清楚。

綜上所述，依目前教科書推行一綱多本的理念，不同科學文本為了避免內容相同，可能會使用不同論述方式來描述概念的語意關係，但由上述結果可知，每種論述方式事實上各具其意，也各有合適描述的語意關係，同時也呈現不同的語意明確程度，有些論述的意義較為明顯，有些則較為內隱，本文呈現的研究結果，則提供不同論述方式能否適切描述語意關係的選擇參考。

研究二：師生對級位分體論述的語意理解

（一）學生對科學文本中級位分體論述之語意理解

1. 國中學生之語意理解

從學生對於各概念語意關係的相似性來看，概念之間的語意關係主要區分為二類，其中[元素/氫,氧]與[化合物/水]屬於一類，而其他概念的語意關係則另屬一類，這二類概念的語意關係之相似度只達 65%，顯示國中學生認為這二個語意關係的意思有所不同。[元素/氫,氧]與[化合物/水]屬於級位關係，而其他概念之間則偏屬分體關係，由此可見國中學生對於級位關係與分體關係的語意差異有明顯的理解。在分體關係上，學生也理解到不同的分體語意，他們能識別空氣與氮氣等氣體之間的分體語意有別於其他概念的分體語意，也就是能夠注意到混合分體的不同，但是對於鍵結分體則否，二個語意關係的不同。整體而言，國中學生認為{一種、是}與{組成、構成}最適於用來描述概念級位與分體關係，而{混合而成}適於描述混合分體的語意關係。

2. 高中學生之語意理解

高中學生將所有概念的語意關係理解成四種類型，從語意相似度來看，[元素/氫,氧]與[化合物/水]被解讀為級位關係，而其他概念則是分體關係，此外，高中

學生能夠識別出[空氣/氫氣...]與[混合物/純物質]的混合分體意義，他們認為應該用{混合而成}來描述這些概念的語意關係。同時也辨識[水/原子]、[水分子/氫原子,氧原子]及[氫分子/氫原子]語意關係的不同，顯示他們體認到其語意關係為鍵結分體。在論述方式上，高中學生認為{一種、是}可用於描述級位關係，而{化合成、結合成}適於描述鍵結分體，{混合而成}適合描述混合分體，這與國中學生有相似的理解。雖然他們認為{組成、構成、分成}等論述方式適合描述分體關係，但是他們卻沒有辨識出這些論述方式在表達概念間混合或鍵結分體語意的不同。

高中學生對於{包含、有、含}等論述方式指涉的語意關係並無明顯地分化。他們反映出這類的論述方式並不適合用來描述某些語意關係，從前述分析來看，這些論述方式其實是屬於內隱論述的形式，他們在語意關係的指涉上本來就具有較為模糊的性質，可能因此使得學生認為這些論述方式並無特別適合描述某種語意關係。另外，學生指出當描述主類與二個次類之間的級位關係時，例如元素與氫、氧之間的關係，可用{一部分}來描述級位關係，由此可見，高中學生認為當描述二個次類或成員以上的級位關係，也可透過{一部分}來描述，顯示出{一部分}除了具有分體語意外，還蘊含級位語意。

整體而言，高中學生能夠識別概念之間級位與分體關係之分，也注意較為細微的分體意義，例如注意到分體關係中混合分體與鍵結分體的差異，同時也反映不同論述方式具有不同語意關係描述的精確性。

3. 高中學生與國中學生語意理解之差異

高中學生與國中學生對於各概念的語意關係與各論述方式的語意相似度達90%以上，顯示二組學生在語意理解上具有高度共識，他們清楚地分化級位關係與分體關係，以及適於描述級位關係與分體關係的論述方式。但其中差異較大的是對[氫氣/氫分子]與[水分子/氫原子,氧原子]之語意關係以及{聚集而成}、{化合成}之論述方式之語意理解，這表示兩組學生對混合分體（如[氫氣/氫分子]）與鍵結分體（如[水分子/氫原子,氧原子]）之分體語意的理解略有不同，同時也理解到描述混合分體的論述方式（如{聚集而成}）與描述鍵結分體的論述方式（如{化合成}）的語意有所差別。由研究結果可知，兩組學生對於概念之級位關係有清楚

理解，而在分體關係上，高中學生似乎較明確地指出不同的分體關係以及適合描述這些分體關係的論述方式，這些結果意味著高中學生對於級位分體論述比國中學生有更佳的語意理解。

(二) 科學教師對科學文本中級位分體論述之語意理解

科學教師將文本的概念區分出四類語意關係，其分出的語意關係如下：級位關係：[元素/氫,氧]與[化合物/水]；鍵結分體：[水/原子]、[水分子/氫原子,氧原子]及[氫分子/氫原子]；多重成分混合分體：[空氣/氫氣...]與[混合物/化合物]以及單一成分混合分體：[氫氣/氫分子]與[氫/氫原子]。

這些概念語意關係的分類情形大致與高中學生對概念語意關係的分群相似，唯差別在於高中學生認為[氫氣/氫分子]、[氫/氫原子]與[水分子/氫原子,氧原子]、[水/原子]、[氫分子/氫原子]的語意較為相近，但教師卻認為[氫氣/氫分子]、[氫/氫原子]與[空氣/氫氣...]、[混合物/純物質]的語意關係較相似，可見教師認為氫氣與氫分子之間也是一種混合分體，而非水分子與氫原子、氧原子之間的鍵結分體，但是它的分體語意又與[空氣/氫氣...]、[混合物/純物質]的分體語意不同，空氣是混合物，且空氣中有多重的成分氣體混成，但是氫氣為純物質，只有氫分子一種成分氣體，雖同屬混合分體，但科學教師區別出它們之間的語意差異。

在論述方式的理解上，科學教師認為{是、一種}適合被用來描述級位關係，{組合、構成}或是{分為、分成}適合描述一般的分體關係，{混合而成}適合描述混合分體，{結合成、化合成}則適於描述鍵結分體，其他如{含有、含、有}等論述方式與{組成、構成}等論述方式的投影位置接近，顯示科學教師傾向於認為它們適合描述分體關係，但是{包含、一部分}投影位置仍落於原點附近，表示科學教師認為這些論述方式較無法清楚體現概念的語意關係。

(三) 科學教師與學生對級位分體論述的理解差異

科學教師與國中學生能理解[元素/氫,氧]、[化合物/水]的語意關係不同於其他概念的語意關係，這顯示他們對於級位關係可以辨識出其間的差異，但是科學教師更明確地分化級位關係不同於其他語意關係。此外科學教師與學生在{化合成、結合成、含}等論述方式有不同的語意理解（共識度低於80%）。科學教師認為{化合成、結合成}適合用來描述鍵結分體的語意，但是學生在這方面的理解則較不明顯，同時科學教師比學生更認為{含}適合描述分體關係，這表示學生認為{含}並沒有特別語意關係描述分化的傾向，這可能與{含}具有內隱論述的性質有關，而導致此結果，因此，這也意味著這些內隱論述方式可能使學生產生模糊的語意理解。

雖然師生對於「含」用於描述級位或分體關係的適合程度有不同的看法，但是他們卻沒有分化出「含」用來描述混合或鍵結分體的適合程度。研究發現{含}不僅為級位分體關係的內隱論述方式，同時，它在科學文本之中還可以用來指涉混合分體或是鍵結分體，但師生在這層關係上，並未能清楚分化{含}在指涉混合鍵結分體上的不同意義。

整體而言，科學教師語意關係理解優於學生，除了對於級位與分體關係之間有清楚地辨識之外，還進一步對於混合分體與鍵結分體的不同比學生有更明顯的分化，同時科學教師似乎也注意到單一成分與多重成分的混合分體蘊含不同的科學意義，這顯示了科學教師比學生對級位分體關係的論述有較精確的語意理解。

（六）綜論文本分析與語意理解

由研究結果來看，本文瞭解了科學文本對於級位分體關係的論述方式，以及師生對於這些論述方式的語意詮釋，原先將科學文本中概念之間的語意關係區分為級位關係與分體關係，但在分析之後發現，分體關係中尚蘊含更多不同的類型，這些不同類型不僅呈現了分體關係的語意多樣性，同時也可看出師生在這些不同類型上的洞悉程度。

科學文本確實使用了許多不同的論述方式來描述概念的級位與分體關係，但

是並非每種論述方式都適合描述這二種關係，也就是說，級位關係有級位關係的論述方式，分體關係有分體關係的論述方式，為了使語意關係能夠清楚地被體現，因此需要以不同的論述方式來描述。本文指出在描述級位關係時，科學文本通常會透過「是、一種」等論述方式，而當描述分體關係時，科學文本通常使用「組成、構成」等論述方式，這個結果蘊含一個重要的作用就是當讀者看到科學文本在使用論述方式來描述概念的語意關係時，他們能夠意識到科學文本現在可能正在傳達某種語意關係，以及從這些論述方式中瞭解科學文本欲體現的語意關係，換言之，分析這些論述方式的目的即在於幫助讀者辨識科學文本中蘊含之語意關係，經過此研究，也對於這些論述方式如何被科學文本用來表達語意關係有進一步的認識。

另一方面，本文選取了「過程」詞彙角色的論述方式來探討師生對此的看法，結果發現對於同樣的實驗文本內容，教師與學生對於文本概念之間的語意關係呈現出不同分化程度，兩者雖均能注意到級位關係與分體關係的語意有明顯的不同，但是對於進一步的分體關係，教師較學生表現出更細微的語意識別。同時也因這些概念之間有不同的語意關係，因此師生也分化了適合表達這些語意關係的論述方式，整體而言，師生認為「是、一種」是適合體現級位關係，而「組成、構成」適於描述分體關係，這樣的結果與前述分析中「是」與「組成」是科學文本體現級位與分體關係的論述方式吻合。不過要進一步描述混合分體或是鍵結分體的語意差異，則有「混合而成」以及「化合成、結合成」的論述方式，來體現更為精確的分體語意。

研究亦發現，師生對於「有、含、包含、分成、分為」這些論述方式反映出它們在語意關係分化上存有模糊性。也就是說他們認為這些論述方式並不適合描述特定的語意關係，與前述分析科學文本論述方式的結果相較，這些論述方式正是屬於內隱論述的方式，也就是同一個詞彙可以同時體現級位與分體關係，這似乎印證了內隱論述確實會造成師生在語意關係辨識上的困擾，同時這也反映了一些啟示，這些論述方式雖然在體現級位或分體關係上有很大的運用性，但所呈現的語意卻也相對模糊，避免此問題可以將這些論述方式轉換成過程修辭的形式，即改以外顯論述的方式來陳述，明顯地體現所表達的語意關係。

本文所呈現的分析結果，背後目的是希望這些結果能提供科學課室教學或是科學文本編輯上的思考，因為在科學教學上，科學教師或文本編者能瞭解概念之間級位分體關係的意義以及不同論述方式對表達語意關係的適切性，相信可減少語意描述不清的情況，進而提升學生閱讀科學文本的語意理解。

第二節 討論

一、分體關係之語意多樣性

在本文探討的語意關係中，級位關係的意義較為單純，也就是單指上下階概念之間的類屬關係，但是分體關係的意義則較為多樣，由教師與學生的語意理解來看，分體關係有混合分體(blending meronymy)與鍵結分體(bonding meronymy)二種主要類型。這兩種分體意義屬於 Varzi(2004)所指出的「高層重疊」(underlap)，但二者的意涵不同，在 Gerson(2000)與 Winston(1987)的研究中也對分體關係有不同意義的區分。

Gerson(2000)將分體關係分為二種：一種是所謂的聚集(aggregation)的分體，乃指整體是部分的彼此聚集，部分與部分之間沒有關聯，同時與整體之間不具共同特性。聚集關係中，部分可在整體中移動或增刪，也不會改變整體的性質，例如顆粒(grain)與鹽(salt)之間即屬於聚集分體(即一顆鹽與一堆鹽的分體情形)。另一種稱為組合(composition)的分體，部分的增刪或變動會導致整體性質的改變，同時，不同於聚集的是，組合分體的部分對整體而言，提供了某種性質或活動上的功能，例如一座石頭所構築的橋，每一顆石頭是構築石橋的材料，同時對於整座石橋提供了支撐的功能，抽離石頭可能造成石橋的崩解，石頭與石橋之間的關係，即是 Gerson 所稱組合的分體關係。

與 Gerson 的觀點相較，本文的混合分體相當於聚集的意義，例如空氣與氮氣、氧氣、氫氣、二氧化碳等之間的關係就是混合分體，空氣這個整體是由氮氣、氧氣、氫氣以及二氧化碳等部分所混合而成，這些成分氣體在空間位置與組成比例並非固定不變，而是可以移動與改變的，空氣所具有的性質也與個別成分氣體的性質不盡相同。而鍵結分體則類似組合的意義，例如組成水分子的氫原子與氧原子之間具有鍵結的情形，而且氫原子與氧原子之間有一定的結合比例與鍵結排列，因此兩原子之間不能任意變動或是增減，否則可能導致水分子性質或功能的改變，甚至無法鍵結為水分子。因此混合與鍵結在科學上各具有其分體意義，若以 Winston(1987)的分類觀點來說，混合與聚集的分體關係相當於「集合—成員」

的關係，集合相對於整體而成員即為整體中的部分，整體中的部分是可以變動的；另外鍵結與組合的分體關係則相當於「物件—元件」的關係，元件提供了物件的功能，元件的改變可能造成物件性質或功能的改變。這些討論顯示出雖以不同角度探討分體語意，卻發現彼此具有相似的研究結果。

但是仔細思考可以發現，本文所指的「混合」與「鍵結」兩種分體意義與 Gerson 和 Winston 研究所提的分體意義又有所不同。Gerson 認為聚集分體中，部分可以增刪，而不造成整體性質的改變，例如在鹽堆中拿走一顆鹽或加入一顆鹽，並不會影響到這堆鹽的意涵，Winston 的集合與成員的分體關係中，成員的改變也不影響集合的性質，例如在一個委員會中減少一個委員，委員會還是得以成立並運作。但是科學中的混合分體可能需要另當別論，以空氣為例，空氣中的成分氣體為氮氣、氧氣、氫氣和二氧化碳等，空氣中各成分氣體可能有比例上的增加或減少，但若完全移除或加入其他的氣體，恐怕造成空氣性質的改變，而影響對空氣原有語意的詮釋。

另一方面，Gerson 認為組合分體中，部分是整體不可或缺的材料，例如石頭是石橋建築必要材料，缺少一顆石頭可能影響石橋結構的穩定，Winston 所認為的元件也是物件中不可或缺的材料，缺少引擎的汽車即失去了行駛的功能，本文的鍵結分體中，部分同樣具有構成整體不可或缺的角色，例如失去氫原子的水分子不能再稱為水分子。但是 Gerson 和 Winston 所稱的組合或是物件與元件的分體中，部分在整體中雖然不能缺少，但在整體中所處的位置是可以調整的，某塊石頭在建築石橋時，它可以放在橋的任何位置上而提供相同的支撐功能，前置引擎與後置引擎也提供相同的功能，但鍵結分體中組成整體的部分是固定不變的，不僅無法任意增刪，同時也不能有空間位置的調整，水分子中的氫原子與氧原子永遠是二個 S 軌域的鍵結，不僅軌域類別不變，構成水分子的鍵角也固定，由此看來，這樣的分體意義與 Gerson 和 Winston 所述的意義有所不同。

上述討論中，我們會發現不同情境中的分體關係具有某些相似的語意，但是從科學知識的角度來看，科學中的分體關係可能比一般非科學的分體關係有更嚴格的語意限制，也就是科學的分體關係有其特別的語意。提出此項討論，目的在

於呈現對不同分體關係所蘊含語意的深入思考，從這些思考中不僅可以察覺科學中分體語意特別之處，同時也提供一個啟示，那就是教師在教學過程中，可以採用類比方式來說明概念語意關係，但是所舉的類比例子在語意上是否適當也許是可以思考之處。

二、語式轉換的語意影響

在本文問卷試題中，對於「一部分」的描述語式是「X 是 Y 的一部分」，但是對於「一種」的語式則寫為「X 是一種 Y」，這二者的語式並不相同。以英文來表達級位關係時，會說成「X is a kind of Y」，翻譯成中文時，就是「X 是一種 Y」或是「X 是 Y 的一種」，但是為何使用「一部分」時，需要寫為「X 是 Y 的一部分」，而不寫為「X 是一部分的 Y」？舉例來說，糖加水會溶解成糖水，在描述糖與糖水的關係時，糖是糖水的一部分在語意上可以成立，但是糖是一部分的糖水並不正確，原因在於語式的轉換造成了語意的改變，糖水的一部分是指糖水成分而言，強調定性層次，但一部分的糖水是指糖水體積量的多寡，強調定量層次。明顯地，糖是糖水的一部分，在於描述糖與糖水的定性關係，若寫成糖是一部分的糖水，則變成糖是指體積量較少的糖水，這明顯是錯誤的語意。

由此可知，語式轉換的同時，語意可能隨之改變，「一部分的 a」與「a 的一部分」有不一樣的語意差別，但是學生對於這樣的語式轉換有什麼瞭解？根據 Chen 與 Yang(2007)對 368 位中學學生語式轉換理解的研究，有 111 位學生（約 30%）認為「氫原子是氫分子的一部分」的語意正確，但是同時也有 221 位學生（約 61%）同意「氫原子是一部分的氫分子」，顯然大部分的學生可能認為此二句子的語意相同，但如此一來也顯示學生並未分化或是混淆不同語式蘊含的語意，「一部分」的語式轉換可能導致學生的誤解，但是「a 的一部分」與「一部分的 a」在文本中是常見的語式，也許文本編者能夠用這二個不同語式表達正確的語意，但是學生在閱讀這些語式時，可能有不同意義或是錯誤的理解，為了避免這樣的情形產生，也許需要透過教師在教學上闡明這些語式的意義，幫助學生建構正確的語意關係。

三、級位分體關係與科學詞彙的命名

級位關係與分體關係雖具不同分類意義，但二者均有語意階層性，級位關係的語意階層存在於主類與次類之間，分體關係的語意階層存在於整體與部分之間，舉例來說，「空氣」是整體，而「氮氣、氧氣、氫氣、二氧化碳...」是「空氣」的部分，「元素」是主類，而「氫、氧」是元素的次類，如果我們將主類與整體稱為上階概念，而部分與次類稱為下階概念。那麼可看出二個例子的下階概念均具有聚離性(seperability)，氮氣可以從空氣中分離而出，氫在元素中也是獨立的類屬。但是下階概念的移除，是否會影響上階概念的語意？換言之，將某些下位概念移除之後，上階概念的語意是否仍能成立？

在級位關係中，移除某個次類，似乎不影響到主類的完整語意，因為主類具有集合的性質，失去或移除一個次類，主類的語意還是存在，舉例來說，世界上除去咖啡杯，但杯子的概念還是存在，因此將氫或是氧從元素的集合中抽離，並不影響元素的語意，因為元素還有其他的次類，這些次類的集合同樣可以被稱為元素，由此來看級位關係中似乎此問題。但是分體關係的狀況是否相同？事實上分體關係中，移除了某個部分可能造成整體語意的改變，例如蠟燭燃燒的實驗中，瓶中的氧氣被耗盡了，那麼瓶中剩餘的氣體是否還可被為是空氣？至少從組成成分來看，空氣中少了氧氣這個成分氣體，原有空氣的語意可能不再完整，但是論述上如何來處理這個問題，這時候便會出現語彙包裝(lexicon packing)的過程，因此我們還是回答它還是空氣，但它是「缺少氧氣的空氣」，但是這種包裝的過程會遇到邏輯上的問題。

以符號作為例子，概念a是概念b、c、d、e、f的整體，因此從a中移除b，那麼我們可以說「沒有b的a」或「缺乏b的a」，這種論述語法在語意上是可以成立的，因此科學文本可以“安全地”使用語彙包裝的過程來回答整體中部分抽離的問題，依此邏輯繼續推論，a中移除b可說成缺乏b的a，那麼a中移除b和c，是否可以說成缺乏b和c的a？再從a中移除d，是否可以說成缺乏b、c和d的a？如果答案為「是」，那麼剩下e和f的a是否還是a？或只剩f的a是否還是a？如果答案為「否」，那麼究竟是移除哪一個部分之後，使得a不再是原來的a？這樣說來，答案無論「是」或「否」

都會有邏輯的衝突。

以實際的例子來說，「空氣是由氮氣、氧氣、氫氣、二氧化碳等氣體混合而成」，如果將氮氣從空氣中移除，我們可以說成「缺乏氮氣的空氣」，但再將氧氣移除，是否能說成「缺乏氮氣、氧氣的空氣」？如果答案為「是」，那麼再將氫氣從空氣中移除，剩下的二氧化碳、水蒸氣和少量惰性氣體是否還可以說成「缺乏氮氣、氧氣和氫氣的空氣」？如果答案為否，為何「缺乏氮氣、氧氣的空氣」可以成立，而「缺乏氮氣、氧氣和氫氣的空氣」不能成立？如此一來，在語意上便會產生自相矛盾的地方，也就是說，從語法的觀點來看，分體關係的語彙包裝在語意上可以成立，但是從邏輯的角度來看，它似乎又不是那麼安全。

一個解套的方法就是將「缺乏b的a」再進行命名或定義，科學文本在論述上也採取同樣的方式，例如文本所寫的：「缺乏維管束的植物」稱為蘚苔植物。這種做法可以跳脫邏輯上遇到的問題，同時，這樣的做法也在進行更精緻的分類工作，不斷地分化及塑造出更多的科學詞彙，因此科學也就變成是不斷地在進行分類工作的學科。科學詞彙的命名乍看之下似乎與級位分體論述無關，但是在科學詞彙定義或命名的過程，事實上也是一種級位分體關係的論述方式。這些有趣的問題涉及到更多語意關係的邏輯思考，也許可以在另外文章中做更深入的討論。

四、定義論述的適用性

科學文本會使用外延定義(denotative definition)與內涵定義(connotative definition)來描述主類與次類的關係(楊文金,2007)，外延定義是從次類(sub-class)來定義主類，而內涵定義是以主類(super-class)定義次類。在本文中，「例如」就是外延定義的型式，「是(為)、稱為」就是內涵定義的型式。舉例來說，「元素」也可從內涵與外延二種定義來解釋，「什麼是元素？例如氫、氧、矽以及銅等就是元素」就是外延定義的論述，而「什麼是元素？元素就是只含一個原子的純物質」就是內涵定義的論述，氫、氧等就是元素的次類，而純物質則是元素的主類，這二種都是定義科學詞彙的方式，但是「元素」這個主類要在外延定義上具有語意，它本身便不能是空集合的概念，也就是它至少需要具有一個次類來加以定

義，換言之，「元素」至少要包含一種元素才能以外延定義的方式來解釋，因此，在級位關係中，若欲對主類下外延定義，則它需要包含至少一個以上的次類。

由此可知並非所有詞彙都具有外延定義，可以透過次類來定義，對於某些科學詞彙而言，採用內涵定義可能比外延定義來得容易。例如「異丙醇」這個科學詞彙來說，我們會以內涵定義來解釋其意義，例如「異丙醇是一種醇類」，但是我們難以從次類來說明它的意義。我將此類詞彙稱為終端詞彙(*terminal lexicon*)，這種詞彙需要往上定義而不能往下定義。另外一類詞彙稱為極限詞彙(*ultimate lexicon*)，它具有語意的極大值，也就是無法再往上定義的詞彙，例如「物質」這個詞彙就不適合內涵定義而適合外延定義，舉出物質的次類來定義物質或是另作性質上的論述，例如早期國編版的國中科學教科書在介紹物質時，便不對物質進行內涵定義，而是指出「物質佔有空間，具有質量」的性質論述（陳世文、楊文金，2005）。

定義方式本身並無好壞之區別，需要留意的是定義方式應該取決於詞彙本身的語意性質，以及讀者是否能夠瞭解所舉出的主類或次類的意義。為了定義科學詞彙，在科學文本中也使用許多定義論述，但是它們如何定義這些科學詞彙？哪些詞彙使用內涵定義，哪些詞彙使用外延定義？科學文本是否考慮到詞彙適切的定義方式？這是值得再剖析之處。

第三節 建議

本節將針對研究結論提出相關的建議，以下即對科學教學的建議以及對後續研究的建議分述之。

一、對科學教學之建議

(一) 級位分體論述的教學應用

科學教師的 RrinCom 分析反映出他們對於語意關係與論述方式的相關性，由語意關係的分佈大致可知，二維座標的 X 軸與 Y 軸代表級位分體軸與混合鍵結軸，+X 軸表示級位關係端，-X 軸表示分體關係端，而 +Y 軸表示混合分體端，-Y 軸表示鍵結分體端。如果將各概念語意關係的分佈位置由座標中移除，只剩論述方式的分佈（即移除元素而保留構念），那麼各論述方式在座標中的分佈位置意味著他們所適合體現之語意關係的程度，下圖呈現它們的分佈情形。

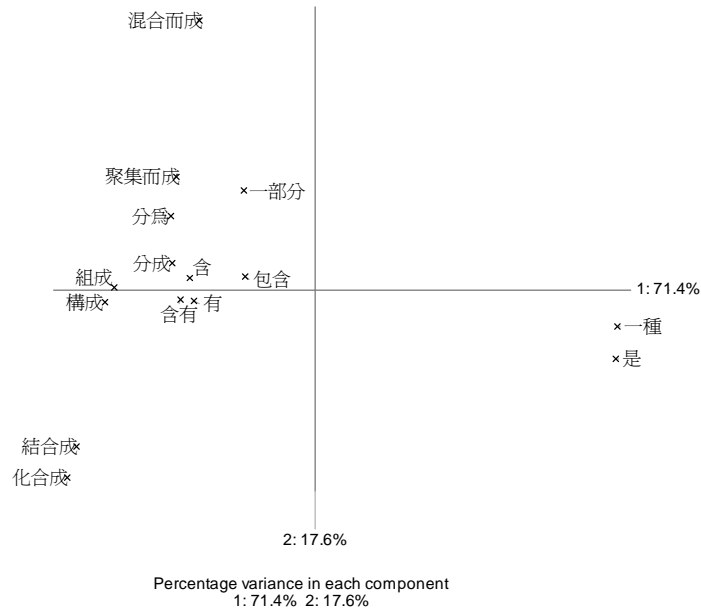


圖 5-3-1 科學教師對論述方式語意理解之分佈

此圖雖然呈現科學教師對各論述方式語意理解的相關分佈，但同時它也幫助

我們瞭解各論述方式在描述不同語意關係上的適合程度，若將上圖各論述方式的節點(x)分別投影在 X 軸與 Y 軸上，那麼，所呈現的圖則如圖 5-3-2(a)與圖 5-3-2(b)所示。由圖 5-3-2(a)可以看出不同論述方式在表達級位關係或分體關係上的適合程度，因此在當科學教師或科學文本在表達級位或分體語意時，能夠瞭解應該使用哪些合適的論述方式來表達。例如以「是、一種」來體現級位關係，而「組成、構成」在體現分體語意上會比「分為、含、包含」等更為貼切。另外由圖 5-3-2(b)可知，各論述方式在體現混合或鍵結分體上的適合程度，例如「混合而成」是最適合描述混合分體的論述方式，其次才是「聚集而成」，而「化合成、結合成」則適合描述鍵結分體，但其他如「組成、構成、包含、有」等論述方式則是無法體現出明確的分體意義。

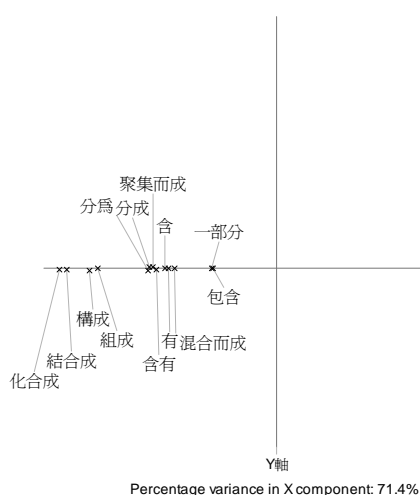


圖 5-3-2(a)

描述級位分體之論述方式的適合程度

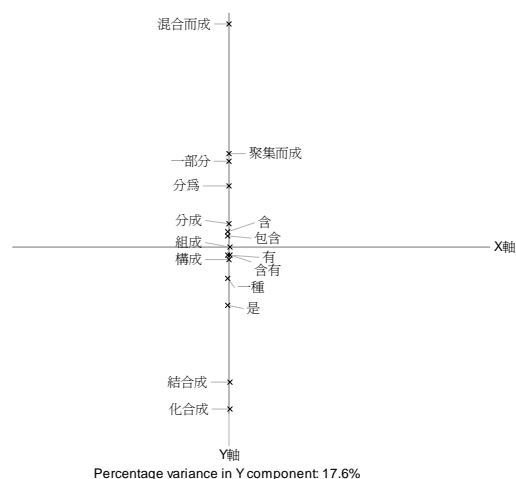


圖 5-3-2(b)

描述混合鍵結之論述方式的適合程度

雖然這些論述方式在 X 軸或 Y 軸的分佈位置，尚有其他因素(factors)的干擾，但是 X 軸與 Y 軸的變異量總和達到 89%，顯示上述結果具有相當高的解釋效果，這些結果可提供教師或文本編者在教學或編輯過程中思考應該使用什麼樣的論述方式才能適切地體現所要體現的語意關係，也許我們可能不加思索地使用各種論述方式來描述所要表達的語意關係，而從來沒想過原來不同論述方式可用於體現不同語意關係，甚至在描述上有不同的適合程度，但是透過此研究結果可知，

這些論述方式實際上傳達不同語意關係的精確性。

此外，本文指出的內隱論述，是教學上需要特別留意的地方，因為這些論述在語意上無法直接解讀出它所描述的語意關係，而需要由讀者自行解讀，如此一來也相對增加讀者誤解的可能性，尤其當科學教師在課堂教學之際，可能不經意的使用這些論述方式，或許學生能夠自己理解其指涉的語意關係，但是當碰上更為複雜的概念系統時，使用這些論述方式來表達繁複概念間的語意關係恐怕無法表達適切的意義，應以其他更為合適的論述方式來表達。此外，當科學教師察覺科學文本使用這類論述方式之際，亦可提醒學生其確切指涉的語意關係。

總之，在科學教科書與科學課室之中，常會使用不同的論述方式來表達概念之間的級位分體關係，從本文研究結果來看，不同的論述方式有適合描述的語意關係，因此無論文本編輯或教師教學上，在描述級位分體關係時，應留意到各種論述方式的使用，例如以「B 和 C 都是一種 A」或是「A 可以分為 B 和 C 二類」來體現級位關係，以「A 是由 B 和 C 混合而成」或「A 是由 B 和 C 所化合而成」來取代「A 是由 B 和 C 所組成」或是「A 包含 B 和 C」，使分體關係之意義更能清楚地被體現，來幫助學生建立明確的語意關係。此外，透過本文的研究結果，科學文本的研究除了傳統的內容分析之外，科學文本的語言也是不容忽視的分析面向，尤其科學知識的傳遞通常需要透過語言論述來達成，而這其中科學詞彙的定義與詞彙之間關係的說明更與論述密切相關，因此對於級位分體論述議題的探討可說是科學文本研究中相當基礎而重要的工作。

二、對未來研究之建議

(一) 不同領域之級位分體論述的語意理解

本文以物質與原子之主題來探討師生對級位分體論述的語意理解，此主題屬於化學領域的範疇，師生所反映對級位分體論述的語意理解是以化學知識來解釋，例如空氣與其成分氣體之間的混成關係，或是物質之間的鍵結性質都與化學知識有關，但是在其他主題中，概念的語意關係是否有不同的解讀？也就是說，

級位關係或是分體關係在不同主題中是否具有不同的意涵？在本文中，師生反映出描述不同語意關係有不同適合體現該語意關係的論述方式，某些論述方式適合級位關係，某些則適合分體關係，但可以思考的是，師生認為適合描述級位或分體關係的論述方式，是否因為領域的不同而有差異？例如空氣與氮氣等氣體之間被解讀為混合分體，但血液與血漿、血球之間是屬於什麼語意關係？它們之間被解釋為混合分體嗎？如果是，師生是否也會以「混合而成」來說「血液是由血漿和血球混合而成」？或是他們認為有更適合的說法？

這個研究建議至少反映出三個價值，首先，它幫助我們瞭解不同領域中語意關係的意義，如果將本研究主題視為是「非生物體組成與分類」，那麼生物領域中所探討的可以說是「生物體的組成與分類」，這兩個主題中所蘊含的級位分體關係可能具有不同意涵，師生在本文中區別混合分體與鍵結分體，甚至是單一成分與多重成分的分體，但是在生物領域中也許有不同分體關係的分化，甚至是不同級位語意的分化，如此一來，不僅對於級位分體關係有更清楚的認識，同時也可以更深入瞭解師生們對於級位分體關係的語意理解。

其次，它呈現在不同領域中適合描述語意關係的論述方式，在本文中，師生指出某些論述方式適合體現某些語意關係，但透過上述的做法，我們能更具體地瞭解這些適合的情形是否因不同領域而有所差異，也許同一個論述方式，在不同領域中，適合描述的語意關係便不相同，或是相同的語意關係，在不同領域中，應以不同的論述方式來體現。在原先語意關係與論述方式兩個向度上，又加入領域這個向度的分析，也許能發現某些有趣的結果。

最後，這樣的做法最重要的是幫助教師或是文本編者在教學或是編輯之際，能以適當的論述方式在不同領域中精確地體現概念的語意關係，某個論述方式或許不能適用於不同領域中的語意關係，某個語意關係在不同領域中也可能有不同適合程度的論述方式來體現，對於這些問題的釐清，相信在教學的口語論述或是教科書的文字論述中能夠傳達更精確的意涵，幫助學生對於語意關係的理解。

（二）科學詞彙的語意歧異

實驗文本的內容寫到「氫為元素」，因此「氫」在此句中是指「氫元素」的意思，事實上，在科學文中，「氫」是經常提到的詞彙，然而，除了氫元素之外，「氫」這個詞彙似乎還有其他的語意解讀，例如：

1. 「只含碳和氫的化合物稱為烴」²
2. 「在高溫、高壓的反應條件下用氮和氫來合成氨，這就是著名的哈柏法製氨」³
3. 「水是由氫和氧所組成，但水沒有氫的可燃性，也沒有氧的助燃性。」⁴

這些例句中均出現「氫」的詞彙，但它們的語意是否相同？因為化合物是指含有二種原子以上的純物質，因此「氫」在例 1 中是指「氫原子」的意思，在例 2 中，「用氮和氫來合成氨」顯然不能將氫解讀為氫原子而應解讀為「氫氣」。在例 3 中，「氫」連續在二個小句中出現，第一個氫的語意應指氫原子，也就是水是由氫原子和氧原子組成，因為將氫氣與氧氣組合在一起並不會變成水，但第二個氫並非是「氫原子」，而應是「氫氣」的語意，因為氫原子並無所謂的可燃性。

由這些討論可知，「氫」這個詞彙在科學文本中至少有「氫原子」、「氫元素」以及「氫氣」三種意思，換言之，它具有指涉不同語意的歧異性。若要瞭解氫所指涉的語意，文本應可明確的寫出完整的意義，例如水沒有氫氣的可燃性，然而有時文本為了描述方便或是避免詞彙贅述，經常以「氫」來描述，但是除了上述的解讀之外，「氫」還可以指涉什麼樣的語意？哪些科學詞彙也同樣具有語意歧異的特性？學生能否理解或是可能誤解它們所代表的意義？相信是值得討論的議題。

（三）級位分體關係的圖文整合

廣義來說，除了文字之外，圖示也是一種體現級位分體關係的論述方式，這種論述方式相當特別，它是以圖像來承載訊息，試圖以更簡潔直接地表達所欲表達的意義而取代文字的繁冗說明，也因為圖示具有這樣的體現優勢，因此科學文

² 該句出自於康軒版國中自然與生活科技第四冊，2004，頁 56。

³ 該句出自於翰林版國中自然與生活科技第四冊，2004，頁 20。

⁴ 該句出自於康軒版國中自然與生活科技第三冊，2004，頁 116。

本在描述級位分體關係時，有時亦會輔以圖示的說明。雖然本文未涉及到科學文本有關級位分體關係圖示的討論，但是卻也發現到這類的圖示存在著一些值得討論的問題。

文本如何用圖示來呈現概念之間的關係，以下舉出一段科學文本中介紹「宇宙組成」的文章：

我們太陽所在的銀河系是由為數眾多的恆星所組成之星系，像這樣的星系在宇宙中還有許多。而恆星周圍常有繞著它運行的星球，我們稱為行星，例如地球。衛星則是繞著行星轉動的星球，例如月球。太陽系的成員包括太陽、行星、衛星、小行星、彗星與氣體塵埃等。

《引自南一國中自然與生活科技第一冊2004，頁8》

文本為了幫助學生理解「宇宙組成」的概念，除了文字論述之外，還呈現下列的概念分類圖：

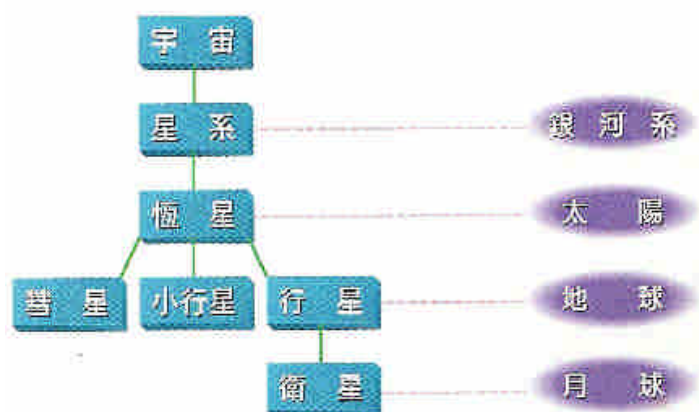


圖 5-3-3 「宇宙組織」的概念分類圖

(引自南一國中自然與生活科技第一冊 2004，頁 9)

此圖示在表達「宇宙組織」的概念分類關係，乍看之下，這是一張有系統的分類圖，它一層一層地呈現出宇宙組織的概念架構，但仔細檢視圖中表達的訊息會發現該圖存在著某些問題。圖中以長方形方塊與橢圓形方塊標出文中出現的詞彙，前者指出宇宙組成的概念詞彙，後者則列出詞彙的例子。線條則是用來代表詞彙之間的關係。

再進一步解讀實線與虛線二種線條代表的意義，從語意關係來看，虛線用來代表級位關係，例如「地球是一種行星」或「月球是一種衛星」。因此讀者可以瞭解虛線所指涉的關係是主類與次類的級位關係。但是實線卻蘊含了多重語意關係，星系與宇宙屬於部分整體關係，因此宇宙與星系之間的實線指涉分體關係，若依此語意邏輯來推論，那麼「行星應該是恆星的一部份」，而「衛星應該是行星的一部份」。顯然地，這二句話的語意有誤，行星是恆星周圍運轉的星球，兩者並非屬於分體關係，同理，行星與衛星亦非為分體關係，但是它們之間卻用相同的線條來表示。

這種相同線條蘊含不同分類意義可能對學生學習造成嚴重影響，因為圖中的目的在於呈現詞彙之間的關係，線條上未有任何文字說明，因此讀者在觀看圖示的同時，也在解讀線條所指涉之語意關係，可見線條類型（實線或虛線）在圖中具有提供讀者語意關係解讀線索的功能，依理而言，每種線條只能從一而終地指涉某種語意關係，否則就會產生語意模糊性(semantic ambiguity)。上述圖示中線條的使用意涵可能使讀者難以適從，因此要透過此張圖示來輔助文字論述促使學生的理解，其效果令人擔慮。

其他版本也以圖示來輔助說明宇宙組織的單元，但是所表達的語意關係同樣具有模糊性，例如圖 5-3-4 是其他版本說明宇宙組成關係的圖示。圖中左方以箭頭來描述概念之間的組成關係，而右方例子用於說明左方概念依文本中所描述的「宇宙中的恆星分布並不均勻，有些地方有很多恆星、星團與星雲聚集，形成星系」，因此由圖中可解讀為「星系組成宇宙」而「恆星組成星系」，但是依此邏輯，是否可以解讀成「行星組成恆星」、「衛星組成行星」？若不是，那麼應該如何解讀恆星與行星之間，行星與衛星之間的箭頭所代表的組成關係？同樣地，讀者是否可以理解成「月球組成地球」、「地球組成太陽」？事實上，這張圖示並沒有告知讀者組成關係的意涵以及箭頭所代表的組成意義，所透露的語意關係也不清楚。這樣語意隱晦的圖示，反而可能造成負向的理解。

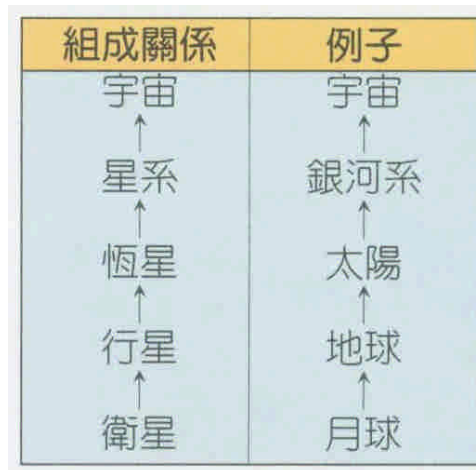


圖 5-3-4 宇宙組成關係的圖示

(引自翰林國中自然與生活科技第一冊, 2004, 頁 9)

上述的二個例子顯然忽略了說明線條或箭頭的意義，也忽略了讀者對於這些線條與箭頭的可能理解，更可能的是忽略了級位分體關係所蘊含的更深層語意，我們知道圖示具有簡化文字冗長論述，清楚呈現內容訊息的意義與關係，希望能收一目了然之效，以提供讀者更為清楚的訊息組織。但是由上述討論中，我們需要思考的是科學文本中還有許多呈現級位分體關係的圖示，這些圖示是否能夠正確地呈現文字論述所欲表達的語意？這些圖示對於讀者的閱讀理解有何影響？如何呈現理想的圖文對應？是後續研究值得著墨之處。

