科學教育學刊
2007, 第十五卷第二期, 195-214

Chinese Journal of Science Education
2007, 15(2), 195-214

學生對「類屬-組成」論述的語意理解 — 以「血液」文本為例

楊文金
國立臺灣師範大學　科學教育研究所

（投稿日期：民國 95 年 4 月 3 日，修訂日期：95 年 9 月 10 日，接受日期：95 年 10 月 12 日）

摘要：本研究旨在探討讀者對科學文本中「類屬-組成」論述的理解。科學文本具有做科學、組織科學訊息、解釋科學、以及挑戰科學的功能。在提供組織科學訊息時，常涉及「類屬-組成」論述。所謂「類屬-組成」論述就是指用來呈現科學概念間類屬與組成關係的陳述方式，例如：「A 分為 B、C」指出 A 和 B 及 C 間具有類屬（kind of）關係，而「A 由 B、C 組成」則指出 A 和 B、C 間的組成（part of）關係。本研究以七年級教科書中關於「血液」的課文為內容，設計「科學文本文句語意測驗」，並以八年級至大學共 544 名學生為研究對象。學生在閱讀「血液」的文本後，在可參考文本的條件下作答語意測驗。研究結果顯示，讀者在區別諸如「血球分為紅血球、白血球、血小板」及「血球由紅血球、白血球、血小板組成」等類屬與組成論述有困難，且對這些論述有多元的語意理解；論述的語句結構（例如：「A 是 B 的一種」與「A 是一種 B」）也有明顯的語意理解歧異。此外，名物化的名詞組對讀者語意理解也有一定的難度。

關鍵詞：閱讀理解、科學文本、「類屬-組成」論述

壹、導論

科學教科書在科學的教與學扮演重要的角色。根據系統功能語言學（Systemic Functional Linguistics, SFL），科學文本中所使用的語言與日常語言的不同，不只是語彙層的差異，而是整個語彙語法（lexico-grammar）的區別，因此有所謂的科學語言（the language of sci-ence）的呼聲（Halliday, 2004）。而以 SFL 進行科學文本的改寫，確實能達到促進學生閱讀理解的目的（例如，Hsu 與 Yang, 2005; Yang 與 Hsu, 2005; 楊文金與陳世文, 2006）。科學教科書的目的有四：指導讀者做科學（doing science）、解釋科學（explaining science）、組織科學（organizing science）、及挑戰科學（challenging science）。針對上述各項目的，科學文本已發展出「做科學」、「解釋科學」、「組織科學」、以及「挑戰科學」等寫作體裁（Unsworth,

2001）的四種類型。**組織科學**是引領學習者進入科學世界重要的一環，因為它為讀者「描述屬於同一類屬之事件的屬性、特徵和行為等」及「描述系統中許多類屬事物的分類」。前者傾向於敘述同一物件或事件的組成及其特性，後者則呈現同一範疇之物件或事件的分類。而且，**組織科學**不僅呈現自然現象世界的科學組織給讀者，同時也因而對概念下了**定義**。這也是為什麼組織科學在科學文本中佔有重要地位的原因之一。要如何定義一個概念呢？定義的方式可區分為「外延定義」（de-notative definition）及「內含定義」（connotative definition）兩種（張身華譯, 1972）。所謂外延定義是指以指涉子類（sub-class）方法來定義主類（super-class），例如下文 (1)中對「化學性質」介紹及 (2)中對血液、血漿、及血球的說明等，均為此類：

(1)將二氧化碳通入澄清石灰水中，一段時間後會產生白色沉澱；日常生活中具有可燃性的物質，例如木炭、去漬油，可以在空氣中點火燃燒，像這樣，描述一種物質與其他物質作用後，變成另一種物質的性質，稱為化學性質，例如可燃性、助燃性、安定性、腐蝕性等。

(2)血液由血漿和血球組成。血漿的主要成分是水和蛋白質，其他為養分和細胞代謝所產生的廢物等。血球分為紅血球、白血球和血小板。

內含定義在科學文本中扮演極重要的角色。它是以主類來定義次類。例如 (3)中將昆蟲定義為節肢動物、無脊椎動物。

(3)昆蟲是陸地上最普遍的節肢動物，也是唯一能飛翔的無脊椎動物。

Unsworth（2001）指出，在科學文本中，詞彙間的關係可區分為兩大類，一類是分類學（taxonomic）的關係，另一類則為預期（expectancy）的關係。在本文中將焦點放在前者。分類學關係可分為兩類，一為闡述「部分-整體」的組成關係，另一類則為闡述物件間具上下位的類屬（classification）關係。在類屬關係中又有幾種情形，首先是具有主類/次類的顯明類屬關係，例如 (2)中「血球分為紅血球、白血球和血小板」。其次是僅涉及次類/次類的內隱類屬關係，在這種情形中，缺乏作為上位主類名稱，而所有的名稱均為同一層級的類名；例如「植物可藉光合作用自行製造所需要的養分，還可把養分儲存於根、莖、葉、花、果實或種子，而成為人類和其他動物的養分來源」及「植物的葉綠體內有葉綠素和酵素」，在這兩個個例子中，「根、莖、葉、花、果實或種子」或「葉綠素和酵素」都是同一層級的次類名，但缺乏高一層次的主類名，讀者必須自行推論主類名是什麼。

就組成關係而言，也有兩種情形。一為整體/部分關係，例如「樹有樹皮、樹幹、樹葉及樹根」。另一則為部分/部分關係，例如「封面、內頁、及索引等可以幫助閱讀」或上面提及的「根、莖、葉、花、果實或種子」等，這些劃底線的詞，前者是「書本」這個概念的一部份，後者是植物的一部分，但文本中並未出現像「書本」這類的整體詞。

如上所述，在描述自然現象或說明科學事物時，常以外顯的或內隱的敘述來指涉事物的組成、類屬關係。這類的論述稱為「類屬-組成」論述。科學文本在描述科學訊息時，使用的「類屬-組成」論述的型式不一，例如：

1.以內隱的方式論述，例如以「**例如**」來陳述事物間的類屬關係。在上文 (1)中的「日常生活中具有可燃性的物質，例如木炭、去漬油，可以在空氣中點火燃燒」，蘊含木炭、去漬油等分別為**一種**可燃物。

2.以指示類屬關係的過程詞（謂詞或動詞）

陳述事物間的類屬關係。在上文 (2)中的「血球分為紅血球、白血球和血小板」，即以「分為」來說明血球和紅血球、白血球、及血小板間的類屬關係。

3.以指示組成關係的過程詞陳述事物間的組成關係。在上文 (2)中的「血液由血漿和血球組成」，即以「由…組成」說明血液和血漿、血球間的組成關係。

4.以性質關係的關係過程詞「是」、「為」來陳述事物間的關係。但是，「是」既可以陳述類屬關係，例如：(3)中的「昆蟲是陸地上最普遍的節肢動物，也是唯一能飛翔的無脊椎動物」為類屬關係；也可以陳述組成關係，例如 (2)中的「血漿的主要成分是水和蛋白質，其他為養分和細胞代謝所產生的廢物等」，此為組成關係。

除了上述的幾個類型之外，科學文本中還有那些用以描述事物間的類屬-組成關係的語式，這是一個值得探討的議題。另一方面，即便是以外顯的語式所述的類屬-組成論述，其語意不一定可以立即判斷。例如 (2)中「血液由血漿和血球組成」，除了從字面上直接可得「血漿是血液的一部分」的語意外，也可透過論述型式的改變，從組成的語意變成類屬的語意。例如，「血液由血漿和血球組成」可改寫為「血漿和血球是血液的組成成份」或「血漿和血球組成血液」，如此，血漿和血球便分別成為血液的一種組成成份。相對的，有些類屬論述也可經由類似論述型式的轉換而成為具有組成語意的論述。關於類屬-組成論述間語意關係的轉換，也是一個有趣的議題。

在閱讀科學文本時，學生對文本中，理解科學事物間關係的陳述，顯然對閱讀理解有重要的意義。本研究的目的就是想要探討學生對文本中，「類屬-組成」論述的語意瞭解情形。

貳、部分與整體關係

「類屬-組成」關係不但科學文本中常用以描述與分類自然事物，在心理學、哲學與計算語言學中，也有重要的討論。在這一節中，將簡要回顧在這些領域中，對「部分-整體」關係的相關研究。

一、分體論

首先回顧哲學對「部分-整體」關係的論述。分體論（mereology）或「部分整體論」是在探討部分與整體的關係，而部分與整體的關係也是本體論的一部分。根據 Varzi（2004），mereology 一詞源自希臘文 'μερος', 其意為「部分」，是關於部分關係的理論：部分與整體及在一整體中，部分與部分的關係。在早期的哲學中，例如前蘇格拉底的原子論者，及柏拉圖、亞里士多德…等哲學著作中，都有相關的討論；而在中世紀的本體論者及經院哲學家的作品中，分體論也佔有重要地位。作為部分關係的正式理論，分體論主要是以 Franz Brentano 和他的學生（尤其是胡塞爾）的作品，進入現代哲學中。而胡塞爾被視為第一個發展該理論嚴格型式的學者；一直到 1916 年波蘭哲學家 Leśniewski 發表 "*Foundations of a General Theory of Manifolds*"，今天所知之分體論的純理論型式才獲得確立，但因為 Leśniewski 的作品是以波蘭文寫作的，對非波蘭文讀者來說，一直到 1940 年 Leonard 和 Goodman 的 "*The Calculus of Individuals*" 出版後，這理論才變成當代本體論者與形上學者探討的一個核心議題。

Varzi（2004）指出三個部分整體關係的基本定理：反身性、反對稱性及遞移性。若有 x 及 y，x 為 y 的一部分，記為 P_{xy}，則這

三個定理可表述為：

(1)P_{xx}（反身性, reflexivity）。x 為自己的一部分；在日常用法中，較不常說：「自己是自己的一部分」，因此，若主張 P_{xx} 不成立，此時稱為這種分體關係為正則部分（proper part）關係；

(2)（P_{xy} & P_{yx}）→ x = y（**反對稱性**, **anti-symmetric**）。若 x 是 y 的一部分，且 y 為 x 的一部分，則 x = y；

(3)（P_{xy} & P_{yz}）→ P_{xz}（**遞移性**, **transitivity**）。若 x 為 y 的一部分，且 y 為 z 的一部分，則 x 為 z 的一部分。

Varzi 進一步指出，除了正則部分關係外，基本分體學區別了更多種的部分整體關係，例如低層重疊（overlap）、高層重疊（underlap）、正則分體（proper part）、低層交錯（over-crossing）、高層交錯（under-crossing）、低層正則重疊（proper overlap）及高層正則重疊（proper underlap）等，換言之，分體關係不僅討論單一「部分」與「整體」間的關係，同時也涉及「部分」與「部分」間的關係。詳細的分體學介紹請參見 Varzi（2004）的論述。

二、部分整體關係類型

認知科學家對分體論也有所探討。例如 Morton E. Winston（1987）便將部分與整體的關係分為六大類：

1.元件-成品物件（component-integral object）關係（例如：腳踏板-腳踏車）。在這裡的成品物件是指具整體性的物件，例如腳踏車、人體…等等。組成這此成品物件的部分，在此稱之為元件。元件與成品物件間具有功能上的整合關係，且不可取代。例如「這個把手是這台車子的一部分」，則這個把手就不會是其他車子的一部分。

2.成員-團體集合關係（member-collection）關係（例如：船-船隊）。這種關係屬於部分集合與整體集合的關係。因此，A 是 B 的一個成員，並不排除 A 也是 C 的成員的可能性。

3.小體-大體（portion-mass）關係（例如：一片派是一個派的一部分）。在內含性質上，小體與大體是一樣，而小體的外延量等於大體。例如，從燒杯中取得的 1 ml 溶液與燒杯中的溶液有相同的性質（例如：密度、PH 值…等），但在體積或質量上，燒杯中原有的溶液是被取出之溶液的倍數。

4.材料-物件（stuff-object）關係（例如：鋼-汽車）。在性質上，材料有材料的性質，而物件有物件的性質。材料性質與物件性質間或有重疊部分，但並不等同，甚至重疊部分可能是空集合。(1)用鋼鐵為材料做成汽車；(2)將氫與氧依 2:1 的比例化合為水；(3)將糖加入水形成糖水。看起來這三個例子中的物件間都是材料-物件的關係，但若仔細分析，其間還是十分不同。(1)可以推論：「汽車有鐵」，(3)也可推論：「糖水中有糖」，但 (2)「水中有氫」的推論恐怕不能立，而且「水中有氧」的論述涉及了「氧溶解在水中」的概念，而非原來的意義。

5.特色-活動（feature-activity）（付賬-購物）。在從事一項活動時，常有固定的過程程序，Shunck & Abelson 稱之為腳本。例如，購物可能是由「到商場」、「選購」、「付賬」、「打包」等過程所組成。在科學教育中，科學探究的過程也常被詮釋為由某些過程所組成，例如基本科學過程技能及統整科學過程技能等。同樣的，在教科書中所呈現的「實驗」或「活動」也常有固定的組成。特

色-活動的關係可以是有時間順序的，也可能不具時序。

6.地方-地區（place-area）（台北-台灣）。這是指空間物件間的關係。

另外，Gerson（2000）區別了兩種分體關係。第一種稱為「聚集」（aggregate）關係；在這種關係中，部分與部分之間並無特別的關係，但這些部分同屬一個集體，因此屬於前述中「高層重疊」的情形。另一方面，各個部分與其所形成的整體間，也無相同的特性。這些成分可以在整體中自由移動、互換、甚至可以被刪除或加入，卻不顯著的影響集體的特性。表 1 中的 1-3 為一些聚集關係。

第二種部分整體關係，Gerson 將之稱為「組成」（compositions），整體中的一部分被改變、增加或刪除時，將以某種方式顯著的改變整體的功能。因此組成與聚集的差異在於：在組成的情形，組成的部分與整體間至少有一種關係，這種關係通常被概念化為**功能**（function）關係，即部分的存在或活動反映在整體的性質或表現上。例如，在拱橋中的每一個石頭的作用是要保持拱橋能直立起來，移除任一個石頭將使橋倒塌。相對的，一堆沒有組織的石頭堆，移除、增加或改變石頭間相對位置，仍將使其為沒有組織的石頭堆。表 1 中的 4-6 為一些組成關係。

有一點值得注意的是，在英語中區分了**部分**（part of）與**一部分**（a part of）的不同。Tversky（1989）指出一個成品物件的元件是該物件的一部分（*a part* of it）而不止是它的部分（*part* of it）。在漢語中 (a)「一部分的糖水」、(b)「部分（的）糖水」及 (c)「糖水的一部分」是否同義，也頗具討論的意義。(a) 與 (b) 都是指上述 (3)中的「小體-大體」關係，即「一部分的糖水」或「部分（的）糖水」仍是糖水，只是量比原來的糖水少罷了。反之，「糖水的一部分」所指的可能是「水」、「糖」或「糖水」。

三、心理學中的分體研究

部分整體的關係不只單純與物件有關，

表 1：聚集及組成關係

關係 Relation	部分 Part	整體 Whole	例子 Example
1. …的會員 Member-of	成員 Member	集體 Collection	樹/林 Tree/forest
2. 部分的… Portion-of	小塊 Portion	物質 Material	顆粒/鹽 Grain/salt
3. …時期 Period-of	時期 Period	時間區間 Duration	幼年/有生之年 Childhood/lifetime
4. …的地方 Place-of	地方 Place	地區 Region	城市/縣 City/county
5. 由…做成 Made-of	成分 Ingredient	組成物 Compound	麵粉/麵包 Flour/bread
6. …的元件 Component-of	元件 Component	系統 System	引擎/汽車 Engine/car

也對事件的探討有重要的意義。什麼是一件「事件」？那些活動會被認為是同一事件的一部分？又，人們如何理解事件？這些都是心理學家關心的一個議題。對於事件的探討，可以 Tversky, Zacks 和 Lee（2004）等人的研究為例，簡要予以說明。

Tversky 等人（2004）指出，生活是一件事（thing）接著一件事所組成。注意「事」這個字，什麼是「一件事」？雖然生活是一個連續的過程，但我們卻將生活想成是離散的，即，一件「事情」接著一件「事情」的發生。然而，「事情」（'thing'）代表了事件及物件。就像物件一樣，事件也有其邊界。我們可以類比物件之受空間限制，而認為事件是受制於時間的。但是，如果因為物件的結構是空間的，即，物件的組成部分有其正確的空間關係，進而推論：事件的結構是順序的、時序的；事件有其起點、中段、及結束，那麼，就像大部分的類比一樣，這個類比也並不完美。Tversky 等人認為，雖然物件受限於空間，但事件並不必然受制於時間。事件與活動有相似性，但同時也和活動相對照。就像活動，事件意味著在時間上的改變，通常是一種移動（movement），而不像活動的部分在於事件常指涉「完成」或「成就」。所以，跑步及吃東西是活動，而參加賽跑或吃早餐則是事件。因此，事件是從時間觀點而言的心理構念。相同的行為、相同的動作，相同的時間片段，可以不同的方式被構想為不同事件。

四、計算語言學的探討

在計算語言學的研究中，分體學也是一個重要的研究主題。例如，蔡柏生、黃居仁、曾淑娟、陳克健與莊元珣等人（2002）認為：一個同義詞集所代表的詞義可能與其他詞集代表的詞義具有某種語意關係，如上下位（hyperonymy-hyponymy）、部份-整體（part-whole）關係等。他們進一步介紹歐語詞網（EuroWordNet）的結構。這個語詞網是以同義詞集為節點，節點間以語意關係相互連結起來，就形成了一個龐大的詞彙語意網絡。各別語言的獨立網絡再透過中介索引（Inter-lingual-index）相互連結起來，多語的語意網絡就成形了，這就是歐語詞網的主要架構。

蔡柏生等人以取代的方式來檢驗詞集間的語意關係。在他們的研究中，被檢驗的詞集語意關係包括「**因果關係**」、「**分體關係**」、以及「**反義關係**」。在此僅回顧分體關係的檢驗方法。

部份-整體關係是一個常見的語意關係，特別的是它只出現在名詞之間。例如，中文詞「手指」、「手掌」都是「手」的一部份，所以它們之間具有分體的語意關係。在蔡柏生等人（2002）的研究中，只討論**一般性**的分體關係。分體關係的檢驗方式如下所述。首先，建立兩個普遍分體關係原則，即『整體詞_為』與『部份詞_為』關係（HAS_HOLONYM/HAS_MERONYM）。對名詞 X 及 Y 而言，可以有下列四個句式：

S_{a1}(X, Y) = X 算是 Y 的一部份。

S_{a2}(X, Y) = 一般說來，Y 包含 X 這一部份。

S_{b1}(X, Y) = Y 算是 X 的一部份。

S_{b2}(X, Y) = 一般說來，X 包含 Y 這一部份。

如果 S_{a1}(X, Y)、S_{a2}(X, Y)是合常理的句子，而 S_{b1}(X, Y)、S_{b2}(X, Y) 是不合常理，則：X 與 Y 具有『整體詞_為』（HAS_HOLONYM）關係，亦即，X 有整體詞 Y；相對的，Y 與 X 具有『部份詞_為』（HAS_MERONYM）關係，亦即，Y 有部份詞 X。

這個看似簡單的測試方式，若加以擴大應用於科學文本分析，對於理解學生如何理解科學文本中，科學概念間複雜的關係，可能有實質的助益。

五、小結

從以上回顧哲學、心理學、及計算語言學中關於部分與整體關係的討論可知，基於部分（part）或整體（whole）的特性不同，而有性質各異的部分-整體、或是主、次類關係。正如在第一節中所指出的，科學教科書大量使用中呈現了大量語言來呈現科學概念間的部分-整體關係及概念間的類屬關係，讀者是否瞭解這些「類屬-組成」論述呢？雖然僅就「組成」論述而言，學習者能否瞭解與區別如 Winston（1987）或 Gerson（2000）所述之各種組成關係，是一個相當有趣的研究議題。但在探討這個議題之前，區別類屬論述與組成論述間的差異，似應優先加以探討。在漢語中，常以「分為」或「有…幾種」等方式來達成分類與建立上下類屬的關係，例如「A 分為 B 與 C」及「A 有兩種，一種是 B，一種是 C」。另一方面，漢語中以「由…組成」或「…成分是/有…」等方式達成組成論述的目的，例如：「A 由 B 和 C 組成」及「A 的成分是/有 B 及 C」。雖然這兩類論述表達了不同的語意，若讀者無法區別其間的不同，在閱讀科學文本時將產生超乎預期的理解。以實際例子來說，「物質分為純物質和混合物」語意並不等於「物質由純物質與混合物組成」；同樣地，「血球分為紅血球、白血球與血小板」也不等同於「血球由紅血球、白血球和血小板組成」。

綜合以上所述，本文將焦點鎖定在探討學生對於科學文本中，類屬與組成論述的語意理解。

參、研究設計

在本節中將說明本研究所採用的科學文本，並介紹相關的研究設計。

一、文本

科學文本在描述科學事物間關係的論述，其複雜程度遠超乎想像。以自然與生活科技教科書中，描述「血液」的文本為例，來說明這種論述的特性。圖 1 中為該文本的部分摘錄。

圖 1 所述的「血液」文本共計 157 個字，不含標點符號則為 145 個字，由 5 個句子、13 個小句組成。有些句子只包含單一小句[1]，部分則包含多個小句。表 2 是這段文本的簡要分析。其中，數字的第一及第二部分，分為是句子編號和該句中的小句編號。以系統功能語言學的觀點，N1 及 N2 為該小句中的參與者（participant），參與者在小句中可能扮演主詞、受詞、或其他角色；在此處 N1 為小句中的主詞，N2 為主詞之外的參與者。C 為環境成份（circumstance），為小句中指出時空條件背景的部分，最後，過程詞（process）為小句中動詞，其角色為聯結參與者使之成為一個事件。表 2 為「血液」文本小句的簡要主述位分析結果。

其中，劃底線及黑體字均為內容詞，計有 42 個內容詞，平均每個小句含 42/13 = 3.1 個內容詞[2]，而每個內容詞平均含由 (157-25)/42 = 3.14 個字組成。

以概念圖來呈現上述文本的「類屬-組

[1] 此處所謂的句子是以作者在文本中使用句號、問號、驚嘆號等符號做為區別句子的依據。而小句則是 SFL 的分析單位，即為英文中的子句（clause）。每一個小句代表一個事件（event）。細節請見 Unsworth（2001）第一章。

[2] SFL 將詞分為兩類：內容詞及功能詞，後者為諸如連接詞、介詞等。在此將名詞組及過程詞歸為內容詞。

血液由**血漿**和**血球**組成。血漿的主要成分是水和蛋白質，其他為養分和細胞代謝所產生的廢物等。血球分為紅血球、白血球和**血小板**。紅血球的外形似內凹的圓盤，無核，內含**血紅素**。血液的紅色便是來自血紅素的顏色，血紅素可和氧氣結合，血液中充滿攜帶氧氣的血紅素時，呈鮮紅色（充氧血），血液中攜帶氧氣的血紅素較少時，呈暗紅色（減氧血）。

圖 1：「血液」文本摘錄（郭重吉, 2003, 第二冊, p. 89）

表 2：「血液」文本的主述位分析

小句	文本句	環境 C	N1（主位）	過程詞（P）	N2（述位）	說明
1	1-1		血液	由…組成	血漿和血球	組成論述
2	2-1		血漿的主要成分	是	水和蛋白質	組成論述
3	2-2		其他	為	養分和細胞代謝所產生的廢物等	組成論述；其他 = 次要成份
4	3-1		血球	分為	紅血球、白血球和血小板	類屬論述
5	4-1		紅血球的外形	似	內凹的圓盤	4-2 及 4-3 為零代詞(zero anaphor)，這兩個小句的主詞由 4-1 取得[3]；4-2 及 4-3 組成論述
6	4-2			無	核	
7	4-3			內含	血紅素	
8	5-1		血液的紅色	便是來自	血紅素的顏色	功能論述
9	5-2		血紅素	可和…結合	氧氣	功能論述
10	5-3	血液中		充滿	攜帶氧氣的血紅素時	5-3 至 5-6 為功能陳述+類屬論述。5-3 及 5-5 的「血液中」為環境成分，不是主詞。5-3、5-4 及 5-6 均無主詞，為零代詞的情形。
11	5-4			呈	鮮紅色（充氧血）	
12	5-5	血液中	攜帶氧氣的血紅素	較少	時	
13	5-6			呈	暗紅色（減氧血）	

[3] 零代詞是漢語中常見的一個特色，參見張黛琪（2003）

成」關係。在圖 2 中，每一個節點代表一個科學的事物，而連接線則代表事物間的關係。依文本的敘述，血液文本中的事物可分為七層，計六層關係。其中，直線代表組成關係，折線代表類屬關係，而虛線代表屬性。由此可見看似簡單的「血液」文本，實際上蘊含非常豐富的語意訊息。尤其是部分的類屬-組成語意關係，隱含在字面之下，不易辨識。例如，充氧血、減氧血與血液的關係，便無法從字面讀取。

在此特別值得注意的是本文介紹充氧血與減氧血的方式，事實上也是科學文本用以定義新概念的一種方式。Unsworth（2001, p. 132-3）指出，科學的技術術語有時會以包含該術語的名詞組來加以定義。這通常會以括號的方式來完成定義，例如：

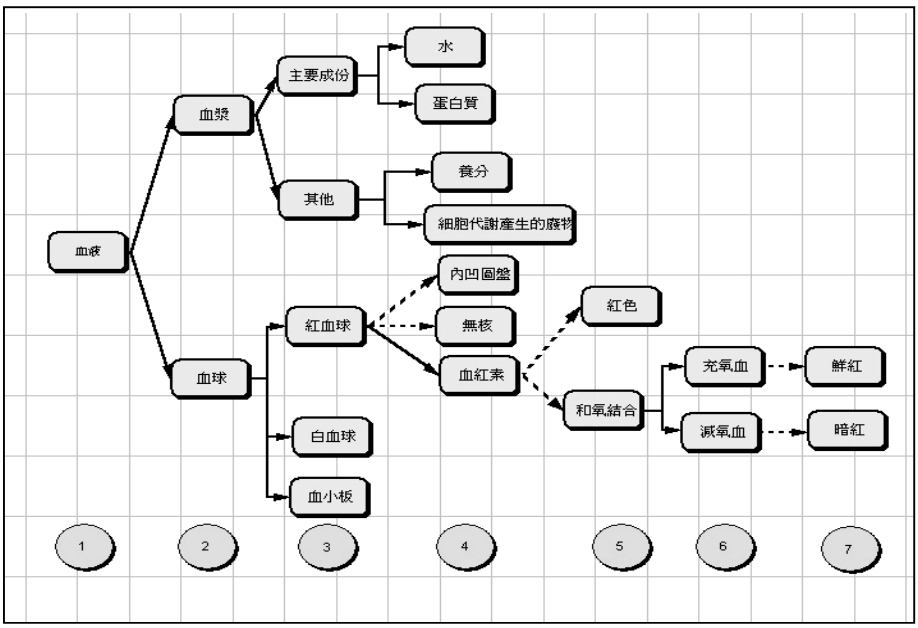


圖 2：「血液」文本的概念階層圖

1a.蛇是爬蟲類（**冷血動物**）

1b.Snakes are reptiles (*cold blooded creatures*)

2a.磁性鐵酸鹽（**含鐵的金屬**）可用以製造磁鐵…

2b.Magnetic ferrites (*metals containing iron*) can be used to make hard magnets …

科學文本在定義或介紹新科學概念的方式，也有多種語式。雖然不同的方式是否影響讀者閱讀與理解，也是一個有趣的議題，本文將不再討論其它的定義方式。

二、研究工具

本研究的研究工具並不以閱讀理解為目的，而是希瞭解讀者對於文本中的類屬-組成及其他論述的語意理解，因此試題的設計完全以文本為參考依據。首先，從表 2 主述位中的過程詞及其他語詞特性，可知小句 1、2、3、6、7 等小句，是以「由…組成」、「成分是」、「無」、「含有」等指示「組成」的過程詞所形成的。同理，小句 4、11、13 為類屬論述，而小句 8、9、10、12 為功能論述。

為了達成瞭解讀者對文本的語意理解，若文本中原來的論述是類屬論述，則將其改寫為組成或其他的類屬論述，反之，若原來的論述為組成論述，則將之改述為類屬或其他組成論述。

例如，小句 1 為「血液由血漿和血球組成」改述為第 6 題：「血液可分為血球和血漿」；而小句 3 為「血球分為紅血球、白血球和血小板」則改述為如第 3 題「白血球是血球的一部分」（組成論述）及第 2 題「紅血球是血球的一種」（類屬論述）…等。

此外，在血液文本中還有一些十分有趣的論述型式。例如小句 5：「紅血球的外形似山凹的圓盤」，指出紅血球的屬性；小句 8 為「血液的紅色便是來自血紅素的顏色」，這指出血紅素有使血液呈紅色的功能；在本

表 3：語意測驗分析結果

文本句	題號及題目	分析結果
1.血液由血漿和血球組成	6 血液可分為血球和血漿	J[a].88/.33 M.89/.31
		C.93/.25 T.90/.30
2.血漿的主要成分是水和蛋白質，其他為養分和細胞代謝所產生的廢物等	7 血漿可分為水和蛋白質 (J > M)	J.56/.50 M.39/.49
		C.47/.50 T.49/.50
3.血球分為紅血球、白血球和血小板	2 紅血球是血球的一種 (J > M, C > M)	J.98/.13 M.95/.22
		C.1.00/.0 T.98/.15
	3 白血球是血球的一部分 (C > M)	J.54/.50 M.50/.50
		C.64/.48 T.56/.50
	8 血球由紅血球、白血球和血小板組成 (C > J, C > M)	J.51/.50 M.51/.50
		C.69/.47 T.55/.50
	9 血小板是血液的一部分 (C > J, C > M)	J.81/.40 M.84/.37
		C.94/.24 T.85/.36
	14 血球有紅血球、白血球和血小板 (C > M)	J.93/.26 M.89/.31
		C.98/.14 T.93/.25
4.紅血球的外形似內凹的圓盤，無核，內含血紅素。	13 紅血球的一部份是血紅素 (J > M)	J.58/.49 M.42/.49
		C.53/.50 T.52/.50
	16 血紅素是血液的一部分	J.80/.40 M.74/.44
		C.81/.40 T.79/.41
5-1.血液的紅色便是來自血紅素的顏色，	5 血紅素使血液呈現紅色	J.93/.26 M.94/.25
		C.95/.21 T.94/.24
5-2.血紅素可和氧氣結合，血液中充滿攜帶氧氣的血紅素時，呈鮮紅色（充氧血），	1 血液中充滿血紅素時，血液呈鮮紅色 (J > M, J > C)	J.63/.48 M.39/.49
		C.41/.49 T.50/.83
	4 充氧血是一種血液	J.74/.44 M.71/.45
		C.74/.44 T.73/.44
	10 攜帶氧氣的血紅素充滿血液中時，血液呈鮮紅色	J.93/.24 M.91/.29
		C.96/.20 T.94/.25
	12 充氧血是血液的一種 (J > M)	J.81/.39 M.71/.46
		C.81/.40 T.78/.41
5-3.血液中攜帶氧氣的血紅素較少時，呈暗紅色（減氧血）。	11 減氧血是血液的一部分	J.67/.47 M.73/.45
		C.66/.47 T.68/.47
	15 減氧血的血紅素較少	J.46/.50 M.38/.49
		C.35/.48 T.41/.49

註[a] J：國中生；M：中學生；C：大學生；T：全部學生。黑體底線部分的試題為整體學生判斷該試題為「正確」的平均值和 0.5 無差異者。其他的題目為顯著傾向判斷為「正確」或「不正確」。

文中將這些論述稱為「功能」類的論述。像這樣的論述還有小句 10 到小句 13。在研究工具的發展中也針對與血紅素有關之功能類的論述設計了三道試題，如表 3 中的第 1、5、10 三題所示。

根據以上所述，本研究根據「血液」文本的分析，設計了「科學文本語意理解測驗」作為研究工具。在該測驗中，先呈現血液文本，然後是 16 題與「類屬-組成」語意相關的測驗試題。所有題目均為是非題，讀者閱讀文本後，**在可參考原文本的情況下**，判斷每一試題陳述是否正確，並要求回答原因。這 16 題試題可分為三部分：功能類（3 題）、組成類（5 題）、及類屬類（8 題），每一試題都與文本有關，圖 3 為試題與文本的關係圖。

在圖 3 中，以圖 2 所示之文本概念關係為架構，將每一題試題與文本中相關概念的關聯性標示出來。從這個圖示可知，「科學文本語意理解測驗」是根據血液文本為基礎而發展的。

三、研究對象

以 544 名學生為研究對象。其中，國中學生共計 243 名；這些學生來自台北市三所公立國中，國三學生略多於國二學生。高中學生計為 154 名，取自台北地區排名中等的高中，其中高一及高二學生比約為 1：1。另外，有 147 名大學生也參與了本研究，其中 120 名為大三及大四學生，27 名為科學教育所的研究生。這些學生來自一所教育大學，其中，約三分之二為數理主修，其餘為修習自然科教材教法的學生。所有研究對象都曾修習生物課程。所有學生作答「科學文本語

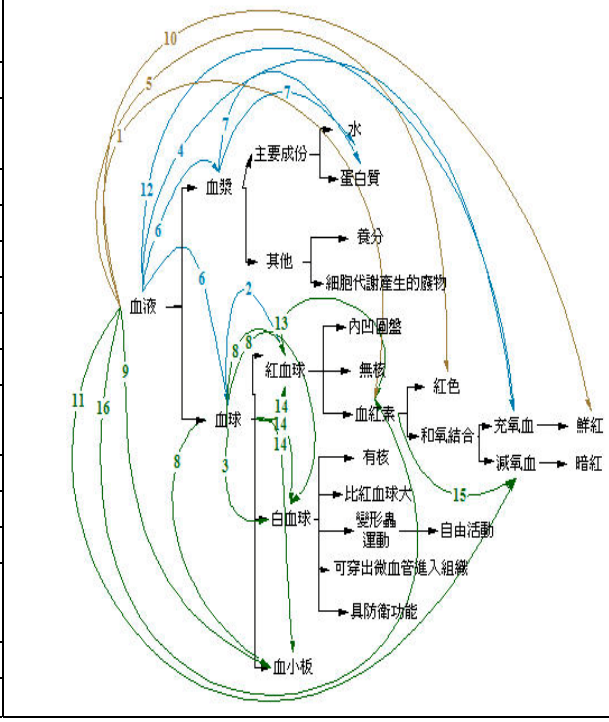
試題類別		試題與文本關係圖
功能類	1.血液中充滿血紅素時，血液呈鮮紅色	
	5.血紅素使血液呈現紅色	
	10.攜帶氧氣的血紅素充滿血液中時，血液呈鮮紅色	
類屬類	2.紅血球是血球的一種	
	4.充氧血是一種血液	
	6.血液可分為血球和血漿	
	7.血漿可分為水和蛋白質	
	12.充氧血是血液的一種	
組成類	3.白血球是血球的一部分	
	8.血球由紅血球、白血球和血小板組成	
	9.血小板是血液的一部分	
	11.減氧血是血液的一部分	
	13.血球的一部份是血紅素	
	14.血球有紅血球、白血球和血小板	
	15.減氧血的血紅素較少	
	16.血紅素是血液的一部分	

圖 3：語意測驗試題與「血液」文本的關係

意理解測驗」的 Alpha 信度係數為 0.79。這樣的信度值足以進行群體的比較（郭生玉, 1990, p. 80）。

關於上述的研究對象並非隨機取樣，因此研究的發現並不能推論到所有國、高中及大學生。然而為了論述方便起見，本文中將分別「國中生」、「高中生」、及「大學生」指稱上述三類參與本研究的學生。

另一方面，在本文中雖然暫時忽略學生的其他背景，但這些背景可能影響其對「血液」文本的語意。

四、資料分析

資料分析分為三部分，先以描述統計逐題分析學生作答的情形，以描述學生在各試題上的表現情形。再以變異數分析（ANOVA）分析作答情形，並以 Scheffe 事後比較分析不同學級間的差異情形，以探討不同學級對類屬-組成論述的語意瞭解。最後，針對相關的試題進行列聯表卡方（Chi-Square）分析，探討類屬-組成論述的語意分化情形。「科學文本語意理解測驗」雖然也搜集了作答者的文字作答，而這些質性的語料也已予以分析，但因篇幅所限，並未在此文中呈現。唯有興趣的讀者可逕自 http://scied.gise.ntnu.edu.tw/pk/show.htm 中取得本研究相關的資料及質性資料的分析結果。

肆、發現

一、全部學生的作答分析

首先，先看全部學生作答 16 道語意測驗試題的情形。如表 3 所示，除了第 1，7，8，13 等四題外，其餘 12 題均呈現顯著傾向於「正確」或「不正確」的判斷，也就是說，學生在這些題目上的判斷較具方向一致性。

在類屬論述部分，第 2 題「紅血球是血球的一種」，98% 的同學認為正確，因此，該敘述等同於原文「血球分為紅血球、白血球和血小板」的敘述。第 4 題為「充氧血是一種血液」，有 73.4% 的學生判斷為正確，顯示讀者傾向將「血液中充滿攜帶氧氣的血紅素時，呈鮮紅色（充氧血）」中的「( )」詮釋為類屬論述。90% 的學生判斷第 6 題為「血液可分為血球和血漿」為正確，對照原文為「血液由血漿和血球組成」，為組成論述，這顯示大部分同學將這兩種論述視為同義。第 7 題為「血漿可分為水和蛋白質」，只有 49% 認為正確，而原文為「血漿的主要成分是水和蛋白質，其他為養分和細胞代謝所產生的廢物等」，檢視學生作答的理由，反對的原因大多指出「除水和蛋白質外，還有其他成份」。因此，和第 6 題一樣，學生傾向於將「分為」和「組成」或「成份」詮釋為同義。和第 4 題一樣，第 12 題也是類屬論述：「充氧血是血液的一種」，唯語式不同。但判斷後者為正確的學生比率上升 5%，為 78%。

其次，組成論述部分共有 7 題。原文「血球分為紅血球、白血球和血小板」為類屬論述，對應於該文共有 4 題。有 56% 的學生認為第 3 題「白血球是血球的一部分」為正確，55% 認為第 8 題「血球由紅血球、白血球和血小板組成」為正確，85% 認為第 9 題「血小板是血液的一部分」正確，93% 第 14 題「血球有紅血球、白血球和血小板」。其次，就原文「紅血球的外形似內凹的圓盤，無核，內含血紅素」而言，有兩題對應的論述，79% 認為第 16 題「血紅素是血液的一部分」為正確，只有 52% 認為第 13 題「紅血球的一部份是血紅素」。對減氧血與血液的關係，68% 認為第 11 題「減氧血是血液的一部分」是正確的。

在功能及性質的論述共有四題，即第 1，

5，10，15 題。第 1 題為「血液中充滿血紅素時，血液呈鮮紅色」，雖然與原文不同，但仍有五成的讀者判斷為正確。第 10 題為「攜帶氧氣的血紅素充滿血液中時，血液呈鮮紅色」，這是改寫自「血液中充滿攜帶氧氣的血紅素時，呈鮮紅色」，94% 讀者認為這個敘述正確。第 5 題為「血紅素使血液呈現紅色」，是將「血液的紅色便是來自血紅素的顏色」改寫為連動句，大部分讀者（94%）能瞭解這種改變的語意。第 15 題「減氧血的血紅素較少」是將「血液中攜帶氧氣的血紅素較少時，呈暗紅色（減氧血）」中的名詞組「攜帶氧氣的血紅素」改寫為名詞而成。雖然有原文供參考，仍有 41% 的同學認為這種改寫是正確的。第 5 題及第 10 題的情形將在稍後再予討論。

二、不同學級學生差異分析

針對不同學級學生在「語意測驗」中的表現，進行 One-Way ANOVA 分析，針對 F 考驗達顯著水準（= .05）者，以 Scheffe 法進行事後比較，學級間差異情形如表 3 中灰色部分所示。除了第 4，5，6，10，11，15，16 等七題外，不同學級學生在超過半數的試題作答上有顯著的差異。

在「白血球是血球的一部分」、「血球由紅血球、白血球和血小板組成」、「血小板是血液的一部分」、「血球有紅血球、白血球和血小板」等四個論述方面，大學生認為正確的比率都顯著高於國中或高中生。這似乎意謂學習經驗越豐富的學生，越能忍受將類屬論述轉化為組成論述。

針對以上的結果，除了「血小板是血液的一部分」之外，其餘的轉換基本上都存在著概念歧異性。例如「白血球是血球的一部分」是指「一個血球中有一部分是白血球」或是將血球及白血球視為集合名詞，而血球這個集合包含白血球集合？同樣的，在「血球由紅血球、白血球和血小板組成」、「血球有紅血球、白血球和血小板」等兩個轉換也有一樣的歧異性。為什麼相對於國中生來說，高中生及大學生更能忍受這種轉換類屬-組成論述，可能可從文化沉浸的角度來加以解釋。在漢語中說：「水中有氧」就有兩種意義，一是「在水裡溶有氧氣」，另一是「H_2O 有氧」-- 就科學概念上來說，前者是可接受的，後者可能就有概念上的歧異。不管如何，這是一個可再深入討論的議題。

相對的，國中學生傾向於對「血液中充滿血紅素時，血液呈鮮紅色」、「血漿可分為水和蛋白質」、「充氧血是血液的一種」、「紅血球的一部份是血紅素」等論述，給予正確的判斷。

三、學生對類屬-組成關係的理解

在表 3 中，與文本中第三句：「血球分為紅血球、白血球和血小板」有關的論述，共計五題，分別是：「2 紅血球是血球的一種」、「3 白血球是血球的一部分」、「8 血球由紅血球、白血球和血小板組成」、「9 血小板是血液的一部分」、及「14 血球有紅血球、白血球和血小板」。全部學生判斷這五個論述為正確的比率分別是 98%、56%、55%、85%、及 93%。其中，第 3 及第 8 題的作答顯著大於 0.5，也就是說，即使這兩題學生也是明顯傾向於接受這樣的論述。這個結果顯示，大部分學生認為「A 分為 B、C、D」的陳述蘊涵「B 是 A 的一種」的語意。雖然，原文本敘述應為「類屬」論述，有超過五成的學生接受了「白血球是血球的一部分」及「血球由紅血球、白血球和血小板組成」，而有八成以上的同學接受「血小板是血液的一部分」的論述。而對於將「分為」轉以「有」字的論述，學生的接受度更達九成以上。對

於這些替代的論述，平均而言大學生接受度顯然高於國、高中學生。

根據趙恆玉（2001）的研究，「有」字在漢語中具有多元的意義：1.表示擁有的「領有義」，例如：「人人都有兩隻手」；2.表示存在的「存在義」，例如：「那天晚上有月亮，天不太黑」；3.表示發生的「出現義」，例如：「去年國民收入又有了增長」；4.表示列舉和包括的「包括義」，例如「雲的種類很多，有捲雲、積雲、層雲等」；及 5.表示程度的「比較義」，例如：「那塊石頭有一間房間那麼大」。

上述中值得注意的是，「有」字可以表達分類的語義，也可以表達組成的語義，例如「血液的組成有血球和血漿」。對於大學生來說，是否因其使用漢語的經驗較多，較能容忍字詞的模糊使用程度，這是值得深入討論的一個議題。

另外，在表 3 中，對應原文本「血液由血漿和血球組成」的論述，在「語意測驗」中設計第 6 題:「6 血液可分為血球和血漿」。這是將「組成」論述改為「類屬」論述的一個例子。當然，在此這個改述是不合適的。儘管如此，讀者判斷其為正確的比例分別是：0.88、0.89、0.93，全體而言，有九成的讀者認為第 6 題的敘述是正確的。換言之，讀者似乎並不區別將組成論述轉為類屬論述。造成這種情形的原因，除了可能是因為學生無法區別這兩種論述的不同，也可能是漢語的讀者能自動將「分為」解讀為「分離為」，因為「血液由血漿和血球組成」確實蘊涵「血液可分離為血漿和血球」的語意。

四、交叉分析

在「科學文本語意測驗」中，有一些成對出現的試題，例如第 4 及第 12 題。學生在這兩題的作答情形如表 4(A)所示。

第 4 題為「充氧血是一種血液」，第 12 題為「充氧血是血液的一種」。學生對這兩個論述的詮釋並不完全一致。至少有 108(67 + 41) 位同學認為這兩種論述的意義不同。如果這兩種論述是等價的，也就是說，不管那一個論述都是正確的，那麼有 34.32% 的學生至少對其中的一個論述有不合適的詮釋。這種情形值得在撰寫教科書時加以注意。

第 4 題為類屬論述，即指出充氧血是一種血液。而第 11 題為「減氧血是血液的一部分」，為組成論述。學生作答這兩題的情形如表 4(B)所示。合計有 66 位同學認為兩個論述都不正確，也就是說，充（減）氧血既非一種血液，也非血液的一部分。同時，有 291 位同學認為充（減）氧血既是一種血液，也是血液的一部分。

再看一組相關論述試題組的作答情形。這是第 11 題：「減氧血是血液的一部分」及 12 題：「充氧血是血液的一種」。如表 4 之(C)

表 4：第 4, 11, 12 題列聯表

(A)

		第 12 題		
		錯誤	正確	全部
第 4 題	錯誤	78	67	145
	正確	41	356	397
	全部	119	423	542

(B)

		第 11 題		
		錯誤	正確	全部
第 4 題	錯誤	66	79	145
	正確	106	291	397
	全部	172	370	542

(C)

		第 11 題		
		錯誤	正確	全部
第 12 題	錯誤	48	71	119
	正確	124	299	423
	全部	172	370	542

所示，學生對這兩個論述的判斷也有顯著差異（卡方 = 5.21, df = 1, p = .022）。

很顯然對於「類屬」及「組成」的論述，學生並沒有非常清楚的判斷依據。底下試對這種「類屬/組成」論述混峭的情形，稍予討論。對於充氧血、減氧血及血液間可有如圖 4(a)及(b)所示的關係。在(a)中，血液作為一個階層分類的上位類屬，而充氧血及減氧血為其下位類屬。反之，在(b)中，血液作為組成關係中的組成物，而充氧血及減氧血分別為其組成成份。上述學生作答上的差異表現，是否反映了學生理解血液、充氧血和減氧血間的關係所致，應可進一步探討。

值得一提的是，若以 Winston（1987）的組成關係分類的前四項來說，充/減氧血本來就是血液，前者並非組成血液的「元件」；同時，血液與充/減氧血間也很難以材料/物件關係視之。因為材料/物件關係蘊涵著材料與物件功能上的不同；從血液中任意取出一部分，並不會就是充/減氧血，因此也不是「小塊/大塊」的關係。充氧血與減氧血和血液間最適當的關係應是「會員/團體」關係。果真如此，那麼充氧血就不應是一種血液，充其量充/減氧血只是血液一種成員。例如，學生會員、一般會員都是科學教育學會的會員，但學生會員不是一種學會，而是學會的一種成員。這樣的論述在血液的情形中，卻又不甚妥適。因為就語言的結構來說，「充氧」「血」（oxygenated blood）中的「充氧」（oxygenated）可解釋為種差（specific difference），而「血」（blood）則為類名（genus）（Copi, 1968, p. 75-80）。因此，充氧血是一種血液，在語言上是成立的。

上述的現象可能意指：應用 Winston（1987）的組成關係的分類在科學文本中的語意分析時，可能有所不足。關於這一點將於另文中深入討論。

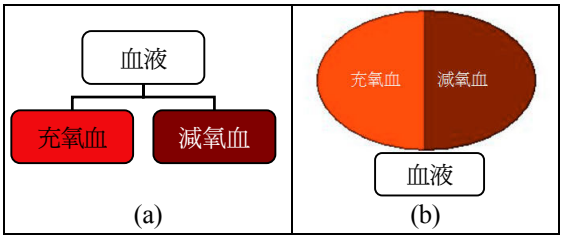


圖 4：血液、充氧血及減氧血可能關係圖

五、學生對「類屬-組成」遞移關係的判斷

常被討論的一個組成關係就是遞移性。若 B 是 A 的一部分，C 又是 B 的一部分，C 是否為 A 的一部分呢？在「語意測驗」中的第 9 題：「血小板是血液的一部分」及第 16 題：「血紅素是血液的一部分」都涉及遞移性的判斷。第 9 題的組成關係為 {血液⊙血球⊕血小板}（⊕表示類屬關係，⊙表示組成關係）；第 16 題則為 {血液⊙血球⊕紅血球⊙血紅素}。很顯然這兩個敘述混合了類屬及組成的關係。混合類屬-組成的關係，可能變得更複雜，也因而使讀者在判斷論述中物件間語意關係的困難度。例如：{元素⊕金屬元素⊙原子} 中可推論「元素由原子組成」，而 {血球⊕紅血球⊙血紅素}並不蘊涵「血球由血紅素組成」或「血球有血紅素」。在此旨在說明「類屬-組成」論述的語意複雜性，至於學生對這些論述的語意理解，則另以專文討論。在此，僅呈現學生對於含有類屬-組成論述的語意判斷結果。

全部學生對第 9 及 16 題的正確性判斷分別是 85% 及 79%，其間具有顯著差異（t = 2.21, p = .028），而學生對這兩題的判斷也有顯著差異（χ^2 = 13.76, df = 1, p = .00）。影響學生對這兩個論述正確性判斷的因素之一，可能是因為兩者的「類屬-組成」關係鏈長度

不同所致。

六、其他

(一)「語意測驗」中的第 10 題：「攜帶氧氣的血紅素充滿血液中時，血液呈鮮紅色」，其對應的文本為「血液中充滿攜帶氧氣的血紅素時，呈鮮紅色」。國中、高中、大學及全體學生判斷該敘述正確的比率分別是 0.93、0.91、0.96 及 0.94。這是相當一致的判斷。基本上，原文本敘述的句式為

(a) N1 + V + N2

其中，N1 =「血液中」，V =「充滿」，N2 =「攜帶氧氣的血紅素」，若將(a)寫成

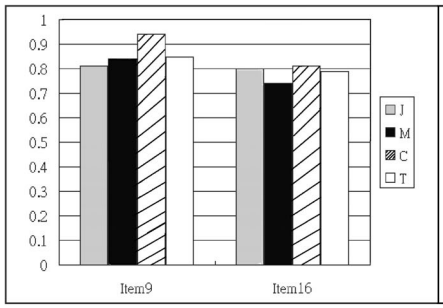
(b) N2 + V + N1

其語意應該改變。例如，「酒精燈加熱燒杯」不等於「燒杯加熱酒精燈」。如果想要以(b)的方式表示與(a)相同的意義，那麼度的改變 P（例如從主動語氣變為被動語氣）是必要的。

然而在漢語中，有些過程詞會使(a)、(b)兩種語式有相同的語義。例如：「大雪覆蓋山頂」與「山頂覆蓋大雪」、「空氣充滿房間」與「房間充滿空氣」、「水倒入燒杯」與「燒杯倒入水」、「水滲入地下道」與「地下道滲入水」…等。這些敘述雖然語式不同，但卻可能有相同的語意。在科學教科學書中，是否還有其他類似的過程詞，應該加以檢視，而學生是否理解此類過程詞的語意蘊涵，也是一個有趣的議題。

(二)名詞組的語意常是不易理解的。在「語意測驗」的第十五題是功能類敘述之一，其內容為「減氧血的血紅素較少」，國、高中、大學生及全部學生判斷這個敘述正確的比率分別是 0.46、0.38、0.35 及 0.41，這四類受試者間無顯著差異（F = 2.56, p = .078），而其平均值顯著小於 0.5。這顯示雖然有六成的學生判斷這個敘述不正確，卻仍有 41% 的學生認為它是正確的。

在「血液」文本中，對應的敘述為「血液中攜帶氧氣的血紅素較少時，呈暗紅色（減氧血）」。其中，攜帶氧氣的血紅素是一個名詞組，「攜帶氧氣」是類屬詞，而「血紅素」則為類名。這樣的名詞組可能需要較佳的文本閱讀理解能力，這可配合學生對第 1 題的作答結果加以佐證。第 1 題的敘述為「血液中充滿血紅素時，血液呈鮮紅色」，其所對應的原文本為「血液中充滿攜帶氧氣的血紅素時，呈鮮紅色（充氧血）」，三個學級學生判斷為正確的比率為 0.63、0.39、0.41，整體為 0.5。其中，國中生分別顯著高於高中生及大學生。這些結果顯示國中生傾向於僅擷取「攜帶氧氣的血紅素」這種名詞中的類名，即「血紅素」，進而忽略了類屬詞（「攜帶氧氣的」）的重要意義。



		第 16 題		
		錯誤	正確	全部
第 9 題	錯誤	30	51	81
	正確	86	374	460
	全部	116	425	541

圖 5：組成的遞移關係

另一方面，「血液中攜帶氧氣的血紅素較少」是否等同於「血液中血紅素攜帶的氧氣較少」，也是值得討論的。如果血紅素只有攜氧與不攜氧等兩種可能性，那麼上述的兩個敘述可能同義，如果血紅素可能攜不同數量的氧，那麼後者的敘述可能較能陳現這樣的語意。

伍、結語

如 Veel（1997）及 Unsworth（2001）所述，科學教科學書提供了學生做科學、組織科學訊息、對現象提供科學解釋，以及挑戰科學的憑藉及功能。本文針對學生在閱讀組織科學訊息時，對其中類屬及組成論述的理解情形進行探索。

從第二節對「血液」文本的分析可知，雖然只有 157 個漢字所形成的血液論述，事實上蘊涵了多層次科學事物間關係的論述。這些論述可以分為功能屬性說明（例如，「血液中充滿攜帶氧氣的血紅素時，呈鮮紅色（充氧血）」）、類屬論述（例如，「血球分為紅血球、白血球和血小板」）、以及組成論述（例如「血液由血漿和血球組成」），對初學的學生而言，其複雜情形可能超乎學科專家的想像。也正因為這樣，學習者即便已經學習過相關的內容，對於諸如此類的科學文本，仍有相當大的理解障礙。

在「科學文本語意測驗」的分析中，發現學生可以接受將類屬論述轉換為其他類屬論述（例如「紅血球是血球的一種」），而對於將類屬論述轉換為組成論述（例如「白血球是血球的一部分」）的判斷，就出現困難。有高於五成的學生認為像這樣的轉換是成立的。另一方面，在組成論述轉換為類屬論述中（例如「血液可分為血球和血漿」），判斷為成立的比率更高，而在組成轉換為其他組成論述中（例如「紅血球的一部份是血紅素」），學生不必然能做出合適的判斷。

類屬-組成論述中，一方面涉及集合與子集合的普通邏輯關係，另一方面，也可能涉及特定學科的特定邏輯關係。在此以介紹「化合物」的文本為例來說明特定學科領域中，相似或相同的類屬-組成論述，可能產生不同的語意。

由兩種或兩種以上的元素以一定的比例組成，所得到的新物質，稱為化合物，例如水、二氧化碳、二氧化錳；元素和化合物都具有一定的組成和性質，均為純物質。（郭重吉, 2003. 第三冊第一章 p. 11）

上述的文本指出「由兩種或兩種以上的元素以一定的比例組成，所得到的新物質，稱為化合物」，雖然都使用了「組成」一詞，但其語意卻相當不同。和「血液由血球和血漿組成」對比，可以得到「血液中有血球」或「血液中有血漿」的推論，但卻不能因「水由一定比例的氫及氧組成」而推得「水中有氧」或「水中有氫」。因此，雖然在語言形式上，類屬論述（例如：A 分為 B 及 C）或組成論述（例如：A 由 B 及 C 組成）的語式相同，但在不同的學科間，甚至是相同學科中的不同概念單元間，像「分為」、「組成」等指述「類屬」或「組成」的過程詞（動詞），可能有極不相同的學科差異。這似乎意味著對於科學概念理解，不但與諸如「血液」、「血球」…等科學概念有關，也與連結概念與概念間的關係（通常是過程詞）有關。換言之，探討讀者對於諸如「分為」、「有」、「含」、「由…組成」等詞的語意理解，是理解學生的理解之重要的主題之一。

另一方面，經由語式的改變，可以將類屬-組成論述彼此改寫。例如，「血液由血球和血漿組成」可改寫為「血球是血液的一種組成成分」或「血漿是血液的一種組成成

分」。如此，組成論述便可在相同語意下，改寫為類屬論述。強化讀者對於類屬-組成論述間的轉換，或可促進其對論述的語意理解。

綜合以上所述，雖然類屬-組成論述在形式上並不困難，但因涉及學科知識的特定邏輯關係，又涉及一般的集合關係，其衍生的語意既抽象又複雜，並非簡單只是字面的閱讀理解而已。科學教科書若要能正確的傳達科學訊息，顯然的，選擇合適的類屬-組成論述是必要的。而要強化讀者閱讀科學文本的理解，那麼如何使讀者能在類屬-組成論述中，尋求合適的語意詮釋，更是科學教學不可忽略的一環。

最後，基於本研究的發現，將引申一些重要議題。例如，對於類屬-組成論述的理解是否影響學生對科學的學習？又，學生的學科背景知識是否與類屬-組成論述語意的理解有關？是否有某些另有想法源自此類論述的理解？這些都是可供進一步討論的議題。

參考文獻

1. 郭生玉（1990）：**心理與教育測驗**。台北：精華書局。
2. 郭重吉（主編）（2003）：**國民中學自然與生活科技，第二冊**。臺南市：南一書局。
3. 郭重吉（主編）（2003）：**國民中學自然與生活科技，第三冊**。臺南市：南一書局。
4. 張黛琪（2003）：**零代詞的診斷式測驗與評量**。台北市：國立臺灣師範大學華語文教學研究所。碩士論文（未出版）。
5. 楊文金、陳世文（2006, 4 月）：**以系統功能語言學觀點探討學生對不同結構科學文本的閱讀理解**。論文發表於「華人社會的教育發展研討會」。澳門：澳門大學。
6. 趙恆玉（2001）：**漢語「有」的語義分析與教學語法**。台北市：國立臺灣師範大學華語文教學研究所。碩士論文（未出版）。
7. 蔡柏生、黃居仁、曾淑娟、林貞儀、陳克健、莊元珣，2002，中文詞義關係的定義與判定原則。**中文信息學報**, **16**(4), 21-31。
8. 張身華譯（1972）：**邏輯概論**。台北市：幼獅。
9. Gerson, E. M. (2000, August). *Different parts for different smarts: Partonomies and the organization of work.* Prepared for a workshop on Cooperative Organization of Common Information Spaces. Center for Tele-Information, Technical University of Denmark, Copenhagen.
10. Halliday, M. A. K. (2004). *The language of science*. London: Continuum.
11. Hsu, P.-L. & Yang W.-G. (2005). A Systemic Functional Linguistics Prespective of The Effect of Text And Image Integration on Pupils' Reading Comprehension: An Example of "Moon Phase". Paper presented at Reading and Writing in Science and Mathematics-International Conference, Changhua, Taiwan.
12. Tversky, B., Zacks, J. & Lee, P. (2004). Events by Hands and Feet. *Spatial Cognition and Computation*, *4*(1), 5-14.
13. Tversky, B. (1989). Parts, partonomies, and taxonomies. *Developmental Psychology*. *25*(6), 983-995.
14. Unsworth, L. (2001). Teaching multiliteracies across the curriculum: Changing contexts of text and image in classroom practice. Open University Press.
15. Varzi, A. (2004). "Mereology", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2004 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.). Retrieved December, 2005 from URL = http://plato.stanford.edu/archives/fall2004/entries/mereology/.

16. 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.
17. Winston, M. E. (1987). A taxonomy of part-whole relations. *Cognitive Science: A Multidisplinary Journal*. *11*(4), 417-444
18. Yang, W.-G. & Hsu, P.-L. (2005, September). Text and Image Integration and Reading Comprehension: A Systemic Functional Linguistics Perspective of "Moon Phase". Paper presented at ESERA. Spain: Barcelona.

Students' Semantic Understanding of 'Kind-of/Part-of' Discourses: An Example of the 'Blood' Science Text

Wen-Gin Yang
Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

ABSTRACT

This study aimed at exploring students' understandings on the 'kind-of/part-of' discourses in science texts. The functions of science text are conventional to the readers capable of doing science, organizing information scientifically, explaining natural phenomenon, and challenging science. To organize science information, science texts oftentimes utilize 'kind-of/part-of' discourses. By 'kind-of/part-of' discourses the taxonomic and partonomic relations of science concepts could thus be described. For instance, 'A is divided into B and C' and 'A is composed of B and C' indicate that there exists 'kind-of' and 'part-of' relation between A and B and C, respectively. A short paragraph of 'blood' excerpted from the 7th grade science text was selected, and a sixteen-item 'semantic test' was developed accordingly. Total of 544 junior, senior and university students participated in this study. They were asked to read the selected excerpts and to answer the semantic test with being able to refer to the text freely. The results indicated that the readers did not make distinction of the kind-of from part-of discourses, such as 'blood cells are divided into to red blood cells, white blood cells, and blood platelet' and 'blood cells are composed of red blood cells, white blood cells, and blood platelet'. Readers also interpreted these discourses with multiple semantic understandings. Similarly, different patterns of taxonomic discourse affected readers' understanding significantly. Additionally, readers encountered difficulty to understand the discourses with nominal group.

Key words: Reading Comprehension, Science Text, Kind-of/Part-of Discourses