

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

楊文金 陳世文

國立臺灣師範大學科學教育研究所

摘要

本文旨在探討漢語與英語在描述科學內容的論述特質及其差異，研究選取漢語版與英語版觀念物理之牛頓第一運動定律作為標的文本，並建立文本的電腦資料庫，從小句事件、詞彙密度以及語意位階的遷移情形等向度來分析兩文本的論述差異及其蘊含意義。研究發現相較於科學英語，科學漢語的論述蘊含較多事件的描述，呈現較多科學事件之訊息，科學英語的單一語句經常僅表達單一科學事件，但科學漢語的單一語句則常包含多個科學事件。科學漢語會使用較多內容詞彙來論述，而科學英語則使用較多結構詞呈現科學事件中的條件脈絡。此外，由於科學漢語文本為英語版的譯文，相對於原版本，漢譯版常出現將多個科學事件合併為單一事件的包裝過程、以及將單一科學事件拆解為多事件的過程；包裝過程可使論述簡化，但容易造成科學語意的曲解，而拆解過程則突顯了科學事件所處的環境條件及物件的動作狀態。本文藉由對不同語言之科學內容論述的分析，瞭解科學漢語論述的特質，以作為科學文本閱讀、教學及編輯等方面的參考，並期望後續研究對科學漢語如何論述以促進科學理解的議題有更多的重視與討論。

關鍵字：牛頓第一運動定律、物理文本、科學漢語、科學英語

壹、導論

科學知識的內涵主要在於說明自然世界中各種現象背後所蘊含的原理，這些原理雖繁簡不一，但是它們的共同點均是對於某些事件進行陳述，在陳述科學事件的同時，需要清楚地說明事件背後的理論意義，如何才能清楚說明理論的意涵則與語言論述脫不了關係，簡單來說，語言（或廣義的符號）是科學事件的體現，而科學事件則是語言意涵；二者如銅板的兩

面，關係密切。

科學研究上，科學家為了呈現其所發現的新技術或新理論，他們必須整合各式的資源或方法，例如以圖示、照片、數據資料、甚至是實驗示範等，將其發現呈現於他人面前。但是單呈現事例並不足夠，科學家不但要能複製新的科學發現，還需說明現象背後的原理為何，換言之，他們需要清楚地交待整個科學現象發現的過程細節及解釋。

為達此目的，科學家必須藉助於語言的使用。但科學家所看見的既然是新事件，既有語言可能缺乏直接可用的詞彙與說明該事件的論述，因此科學家可能得產生新語言來論述新事件。不僅科學家要面對以新語言對他人談論新事件的問題，科學教科書的作者、科學教師、甚至是科學書籍的翻譯者等也都面臨類似的情境。在這些情境中，雖然所要談論的科學事件並不新穎，但對讀者或學習者而言仍是新的經驗。即便在這種情形之下，科學的言談仍為一個挑戰。

「談科學」是不同語言體系需共同面臨的現象。西方以英語來介紹科學，在華人世界則是以漢語介紹科學。今日看來，以漢語來介紹西方科學知識並不為奇，但事實上，其歷史不過百餘年時間。近代科學始於歐洲，以漢語論述科學遲至十九世紀方受重視；在西潮衝擊之下，西方科學開始滲入華人社會，漢語開始擔負起傳達科學思想的責任，以漢語談論科學的議題也受到討論，在這過程中，有學者指出漢語描述科學的缺陷，甚至主張廢除漢語，例如錢玄同（1999）在五卅時期即指出漢語的字義含混，語法也不精確，只能表達古時的幼稚思想，而無法代表拉馬克、達爾文以來的新世界文明。張慶仁（2006）也點出相似的批評。其指出漢語適合表現抒情寫意和敘事，西方語言則適合科學性表達。

這些論點反應漢語談論科學的可能問題，事實上，漢語是否適於描述科學可能因看法殊異而難有定論，但是科學漢語在描述科學知識時，呈現什麼樣不同於科學英語的論述特性，以及這些論述特性所反應的意義，也許是討論上述問題之前應先思考的議題。就中小學科學教育而言，無論是教材、教學甚至課室言語都是以漢語來呈現，因此科學教育中，無可避免地需要以漢語來呈現科學知識，尤其在基礎教育階段，無法要求學生直接閱讀英語科學文本，要傳達這些科學知識仍需以漢語為媒介，但它與科學英語的論述有何不同？有否產生語意傳達的殊異？對這些問題的思考應有助於科學漢語如何體現科學知識的內涵有更深入的理解。

或許有人質疑，多少人從小接觸以漢語談論的科學還不是學而無礙，若漢語不能描述科學，何至如此？因此，與其討論漢語是否為描述科學的精確語言，或是英、漢語孰者精確，不如換個角度關注英語與漢語論述科學的特性，事實上，無論英語或漢語，在描述科學事件之際，目的不外希望語言論述能貼實地反映意義；也許透過不同語言論述都可達成相同的目標。換言之，同樣體現一件科學事件的意義，英語有其論述特性，漢語也可能有它的論述特性，英語可能以某種論述形式即能傳達出事件背後的意義，在漢語中卻可能不同於此，對於相同科學內容，英、漢語究竟如何論述，也許可透過本文獲得更多的瞭解。

探討科學英語論述與科學漢語論述的特性，科學文本是一個適切的題材，它不但是學生學習科學知識的重要媒材，更重要的是它具有提供自然事件科學解釋的功能（Veel, 1997）。在此方面，有些研究已經指出科學英語在文本中所呈現的論述特性，例如科學文本與歷史文本的論述體裁並不相同（Unsworth, 2001：113-147）以及科學文本在表達概念語態時，除了常見的被動語氣之外，還會透過中動語氣（middle voice）來淡化自然事件背後發生的主觀操弄，以增加科學語言論述的客觀性（Veel, 1998：114-151）。除了之外，科學語言會以文法隱喻（grammatical metaphor）的表達方式，來形塑科學概念的意涵及概念之間的關係（Halliday, 2004：49-101），同時整個論述的結構呈現出由技術事件、巨集事件到後設事件等語意更深層建構與發展之過程（Halliday & Martin, 1993：203-267）。

這些科學文本的論述特質主要是以英語作為研究語言，但是它所指的並非一般的口語英語，而是存在於科學文本的語言之中，它需要對於科學文本中所存在的概念意義與關係作更精確的描述，簡單來說，科學英語與一般英語的論述方式並不相同。

但是漢語呢？漢語如何談論科學？從什麼時候談論科學？從早期科學傳入中國的歷史來看，十九世紀末，康有為「日本書目志」的「科學入門」與「科學之原理」二書目中首先提到科學一詞，意指分科之學而非知識、學問之原意（樊洪業，2000）。而當時對於科學名詞的使用也與現在大有不同，例如「牛頓」當時被譯為「奈端」，原子則是「阿頓」，將能量稱為「愛納涅」等（張君勱，1923）。有些科學術語則是源於日文，例如「方程式、微積分、電子、短波、有機、陽極、內分泌、放射、紫外線」等詞（樊洪業，2001），由此可見，以漢語談論科學的歷史甚短，今昔在科學詞彙層次的語言使用也有所不同。

近來一些研究（如：林俊智，2003；翁育誠，2004；李哲迪，2006；Lai & Yang, 2007），將前述科學英語論述特性應用在漢語科學文本之中，顯示對閱讀理解具有正向提升，這些研究專注在如何以漢語描述科學以提升科學學習的焦點，同時也反映如何提升科學漢語可讀性的重要。要討論其可讀性可以從瞭解科學文本的語言論述作為切入點，來瞭解科學漢語的論述特質。現今對於如何運用漢語描述自然事件的論述特質仍需更多瞭解，因此，本文初探英語與漢語論述科學的特質，提供科學文本論述方式的改善思考。

貳、研究目的

本研究旨在藉由英語與漢語二種科學文本的分析，來探討科學英語與科學漢語文本的論述特性及差異，試圖對於提升科學漢語可讀性及科學文本的論述方式提供思考，為考量所描述科學內容歧異所造成的論述影響，將選擇描述相同科學內容的兩種科學文本進行比較。

參、理論背景

描述任何學科的語言特質反映在其論述上，在討論英語與漢語論述性質時，應該考慮到語言論述的基本功能：論述對象、論述內容、論述方式以及論述目的，也就是考慮「誰對誰說？說了什麼？以什麼方式說？以及背後的意圖為何？」等，以科學文本為例，科學文本之論述對象以學生為主，其內容在於說明科學知識，這些論述在表述科學事件時可能蘊含某些特質，以及其意圖在使學生能獲得較佳的學習理解。其中對象與意圖是大家較為熟悉的部份，但是以什麼方式說，說了什麼，也就是語言在論述內容上所反映的特質，則是需要再探析之處。

一、系統功能語言之意義

在探析語言論述科學的特質上，系統功能語言學（Systemic Functional Linguistics, SFL）適於作為理論基礎，該理論主要由 M.A.K. Halliday 等人建立，雖稱其為語言學，但其應用範圍卻不僅止於語言，凡舉各種符號都有其對應的理論系統，例如 Kress 與 van Leeuwen（1996）的視覺語法（visual grammar）以及 K. O'Halloran（2005）的多模態理論，這些理論將 SFL 應用於圖象、公式、肢體、表情及媒體等分析，當然在文字論述的分析，SFL 提供系統性的分析功能，此外，Halliday 熟知漢語，亦曾指出科學英語與科學漢語的共同特性（Halliday & Martin, 1993）。雖然目前研究焦注於 SFL 於科學英語的分析，但其理論同樣可應用於科學漢語，這也是何以運用 SFL 作為本文理論基礎之故。

若將上述所提語言功能的論述對象、內容、方式及意圖對應到 SFL 的理論，則論述的對象與意圖表達的是語言的人際功能（interpersonal function）。它所指的是說話者的立場，或是表達對事物的評價或觀點，呈現出言談者之間的社會地位或人際關係。而論述的內容與方式則分別屬於語言的概念功能（ideational function）與語篇功能（textual function），則是分指訊息的傳遞與交流與論述形式，使人們瞭解語言承載的意義。與本文分析主題有關的是概念與語篇的功能，於此簡單說明相關理論，更詳細內容可參閱 Unsworth（2001）與 Halliday（2004）的說明。

二、科學語言的語句分析

當人們要描述外部世界或是內在世界的經驗時，是以「事件」（event）作為描述的基本單位。構成事件通常具有三個基本要素：事件中參與的角色、角色經歷的過程、以及事件發生的時空環境（胡壯麟等人，2005；Unsworth, 2001）。舉例來說：

- (a) 「物質燃燒時會產生熱能。」

(b)「熱是能量的一種形式。」

(c)「光反應中會利用吸收來的太陽能將水分解產生氧氣和能量。」

上述三句都是科學所指的事件，在事件（a）中，「物質」、「熱能」是該事件中的角色，在 SFL 中稱為參與者（participant）；「產生」描述參與者之間動作狀態，是為「過程」（process）；而「燃燒時」則是「物質會產生熱能」的狀態條件，是為環境（circumstance）。這是描述科學事件最基本的論述結構，但是某些情況下，環境條件可以略而不提，例如在（b）中省去了環境，而其參與者為「熱」與「能量的一種形式」，過程則為「是」，因此這個論述結構只含參與者與過程，此二者是構成科學事件中的要角。參與者與過程並非只是單純的詞彙形式，它還可以透過名詞組或是多個動詞的組合來表示。例如（c）事件呈現的是一個事件的過程可由多個動詞的組成來描述，如句中「利用…將…分解產生」就是一個動詞組。此外，除了「物質」、「熱能」等單詞形式所表現的參與者之外，「吸收來的太陽能」名詞片語的形式亦可作為一參與者，同樣，環境也可透過蘊含較複雜科學訊息的形式來表現，如「光反應中」的條件其實蘊含更深層的科學意涵。

在描述經驗世界時，人們會使用語句來表達事件。事件所對應的語言單位是小句（clause）（Halliday, 2004）。簡單來說，小句是事件的語言表徵，而事件是小句的語意內涵；在一個小句中，參與者、過程及環境成分是小句表達語意關係的主要角色，因此在分析科學文本時，小句數同時也意味科學文本描述科學事件的多寡。

描述相同科學概念內容不必然會有相同事件數量，也就是相同科學概念可以透過不同小句數量來描述，舉例來說：

(d)「近年來，臺灣的松鼠數量大增，造成森林極大的災害。」

此句中描述了「近年來，臺灣的松鼠數量大增」以及「造成森林極大的災害」二個事件，其中第一個事件是導致第二個事件發生的因素，但第二個事件的主詞卻被隱略不提，讀者需由語意的脈絡來判斷該主詞為何。然而（d）可被濃縮為一個事件來描述，也就是將第一個事件轉換為實體（entity）而作為事件二的主語，因此（d）可被描述成：

(e)「近年來，臺灣松鼠數量的大增，造成森林極大的災害。」

（d）與（e）的轉換過程描述同樣的科學概念內容，但是描述的小句數減低，同時也由「事件+事件」寫為「[事件中的角色]+事件」，使得濃縮後小句中的詞彙角色更為明確。乍看之下（d）與（e）的論述僅是「的」在句中位置改變，但是這樣的改變則呈現科學概念內容不同論述的特質。當將一個事件濃縮為一個實體詞組（例如從「臺灣的松鼠數量大增」變成「臺灣松鼠數量的大增」），這個過程稱為包裝（packing）；包裝的過程可將意義濃縮，但

同時也產生多義性。例如「臺灣松鼠」可能是指一種特有品種的松鼠，也可能只是指生活在臺灣的松鼠。在翻譯的過程中，若出現以包裝來完成翻譯，便有可能增減語意內涵。關於這一點，在後文中有較深入的討論。

三、文本論述形式的意義

文本論述是由各種不同的詞彙所組成，在文法的層次上，這些詞彙可以區分為常見的連接詞、介系詞、動詞、形容詞以及名詞等，但是這些詞彙的重要性不在於其具有的形式，而是在於這些形式背後在論述中所體現的語意功能 (Halliday, 2004)，簡言之，這些不同形式的詞彙在科學文本論述中各有其語意對應的關係，這些對應的作用如表 1 所示。

表 1 論述形式與語意功能的對應關係

論述形式	語意功能	語句結構
連接詞	關係	複合小句
副詞或介系詞片語	環境成分	小句
動詞或動詞組	過程	
形容詞	性質	名詞(組)
名詞或名詞組	實體	

由表 1 可知論述形式與語意功能之間的對應情形。舉例來說，連接詞對應關係 (relator)，其語句結構為複合小句。在文本論述中，諸如「因為、所以、而且、然而、此外、或是」等均屬連接詞，其作用在於連繫兩個小句使其發生意義，也就是在語意功能上扮演使兩事件產生關係的元件角色。同時，兩個小句之間也可透過不同連接詞聯結使其產生不同意義的關係 (Halliday, 2004)，例如：

(f) 滲透壓增加，而腐胺很快地排出體外 [並列聯繫關係] (paratactic)

(g) 滲透壓增加，然後腐胺很快地排出體外 [次序聯繫關係] (sequel tactic)

(h) 因為滲透壓增加，腐胺很快地排出體外 [從屬聯繫關係] (hypotactic)

此三者使用的詞彙十分相似，但卻因連接詞使用的不同而產生語意上的變化，其因在於連接詞在不同小句當中具有賦予不同關係的作用。在 (f) 中，「而」使兩個小句之間呈現並列關係，因此兩個小句的語意地位並列。(g) 中的「然後」使兩小句間發生時間上的順序，但仍未明確體現語意的因果關係，(h) 中的「因為」即指出了語意的因果邏輯，由此可見，連接詞在文本論述中具有體現不同關係的作用。一般人認為詞彙形式並不起太大作用，但其

背後蘊含的功能可能塑造不同的意涵。

四、論述形式的位階遷移

語言論述中，不僅可以透過不同形式來呈現，同時形式之間亦可相互遷移，也就是某些形式可以透過特別的寫作方式轉換成其他形式。如表 1 所示，論述形式主要有連接詞、介系詞、動詞、形容詞及名詞五類，這五類分別對應關係、環境成份、過程、性質及實體等五種語意功能之分，分別指涉描述事件間的關係，所具之環境條件、事件進行的狀態或動作、物件的屬性與特徵以及事物的概念意義，論述之間可以透過形式的遷移來表達語意，而不同的形式有不同的遷移路徑，這些路徑如圖 1 所示。

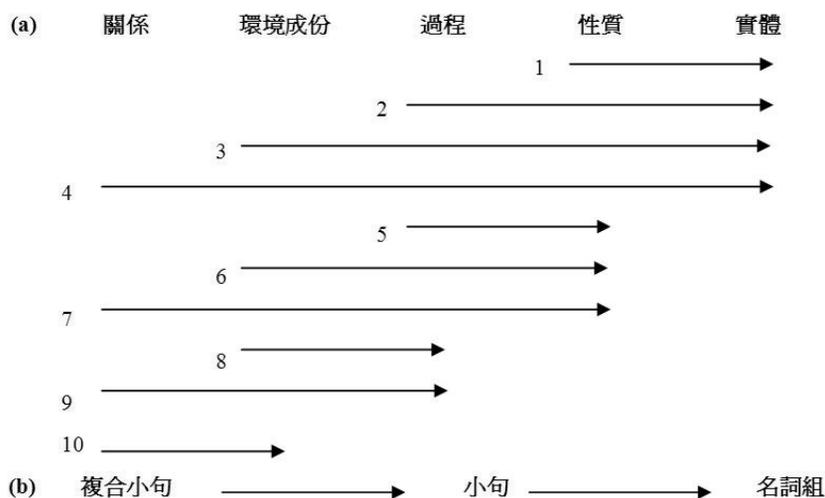


圖 1 語意功能的位階遷移路徑 (引自 Halliday, 2004:42)

圖中上方 (a) 為五項語意功能，愈靠近右方表示其語意功能越高階，也就是蘊含較多的訊息量，因此實體 (entity) 比其他語意功能體現更多的概念意義，當談論實體 (名詞或名詞組) 時，某種程度也蘊含該實體具有的屬性、動作過程，出現或發生的環境條件以及它與其他實體之間的關係，舉前述的例子來說，(d) 句「近年來，臺灣的松鼠數量大增，造成森林極大的災害」可以寫成 (e) 句「近年來，臺灣松鼠數量的大增，造成森林極大的災害」，這樣的論述方式事實上已經產生的論述位階的遷移，「臺灣松鼠數量大增」是屬於小句型式，但是「臺灣松鼠數量的大增」已經轉變成名詞組的型式 (見圖 1 中 (b) 的變化)，而「大增」原指「大量增加」，形式上屬於動詞形式，也就是過程的語意功能，但是後述的「大增」則指「大量的增加」，屬於名詞形式，具有實體的語意功能。因此它的語意位階由過程遷移至實體，也就是路徑 2 的指向，透過這些例子可以看出語意位階的變化。

五、小結

由上述討論可知，同樣在表達相同的科學事件，但各種論述方式具有豐富的語言特性，它們呈現出不同的語意遷移的變化，這些特性也反映了不同的語意功能，本文也藉此探討科學漢語與科學英語在這方面所呈現的論述特性。

肆、研究方法

本文旨在比較科學英語與科學漢語在科學內容的論述特性，分析對象為科學文本的內容，以下針對本文選用的科學文本以及研究分析方式進行說明。

一、實驗文本

科學文本是呈現科學語言最為普遍的媒介，它適合作為比較科學英語與科學漢語之論述特性的分析對象，本文所選用分析的科學文本為「觀念物理」(Conceptual Physics)，該書是美國作為科學教學的主要書籍，在國內亦是有名的物理讀物，其內容並非以公式來介紹，而是透過文字描述的方式，來說明物理的各種理論概念，現今版本已出版至第十二版，其中譯版亦於 2001 年出版，亦常被視為國中、高中亦或大學階段科學領域的閱讀書籍。由於漢譯版本譯於英語版本，兩者科學主題及概念內容的論述一致，同時也因為其體現形式以文字為主，適合作為分析題材，因此可作為兩種語言描述科學概念的論述分析。

在物理科學文本的單元中，有幾個主要單元，其中「力」是重要的單元之一，而談論「力」的單元，便會談論到「牛頓的三大運動定律」，其中「牛頓第一運動定律」作為內容談論的始點。本文即以「牛頓第一運動定律」作為分析的實驗文本(target text)，考量原因有二點。

首先，牛頓第一運動定律主要是說明慣性運動的概念，而慣性運動則是談論動力學的第一章，與先前章節的連動性較低，同時相較於其他單元而言，此主題屬於基礎的內容說明，對於讀者具有較高的可讀性，如此可配合「閱讀困難」的研究。其次，生活中許多現象與「力」的理論息息相關，而「慣性運動」之原理更是重要的物理概念，這個主題的科學語言，不僅反映出生活現象方面的論述，同時也涵蓋對背後理論原則的說明，同時「力」並非指涉具體實物，而是抽象的物理作用，如何具體說明抽象概念，兩種語言可能反映不同的論述特質。基於上述因素，本文以觀念物理英語版(Hewitt, 1997)以及觀念物理漢譯版(常雲惠譯, 2001)中的「牛頓第一運動定律」單元作為實驗文本，兩文本分別以「ECP」與「CCP」稱之。

二、研究設計

有鑑於傳統以人工檢視文本內容可能產生的分析錯誤，本文以電腦取代人工的方式來處

理文本資料，分析工作首先建立兩文本語句的資料庫 (data base)，將 ECP 與 CCP 的內容加以斷句，以句子的句號、驚嘆號以及問號等作為語句單位的判別標準，斷句後的語句稱為「文本句」(text sentence)，兩文本之間的文本句彼此逐筆對應，並予以編號，斷句階段始告完成。

漢語寫作與英語寫作的主要差異在於詞與詞之間並沒有用空格加以區格，為求分析的精確程度，需要將句中的詞彙加以區格，因此第二階段為斷詞工作，此工作乃透過中央研究院開發的中文知識與訊息處理斷詞系統¹ (CKIP) 進行斷詞，該程式可將句子加以斷詞，同時標示詞性類別，而英語部份則根據相同的詞性分類標準標記。依上述方式，文本資料庫共建立 431 筆文本句，再扣除 CCP 中未譯的語句，則有效的文句筆數共有 362 筆資料，兩文本資料庫內容可檢視 <http://star.gise.ntnu.edu.tw:8080/sta/review.asp>，本文主要以此資料庫進行分析。

三、研究分析

對文本論述特性有許多不同的分析面向，本文主要探討 ECP 與 CCP 兩文本論述在小句差異、詞彙密度以及語意位階的遷移等三方面。其意義與重要性說明如下：

(一) 小句差異

小句差異主要在於比較兩文本內容的小句數量，乍看之下，兩文本小句數量的統計數據並無太大意義，但事實上，這些數據背後具有其意涵。由前述可知，小句是描述事件最基本的單位，而相同的科學概念透過兩種語言來描述，可能形成不同事件數量，而事件數量則反映在小句數量上，因此，小句數的多寡意味著文本論述中所蘊含事件數的多寡。

本文針對前述 362 筆 ECP 與 CCP 所建的資料庫係由研究者及兩位中學科學教師依每筆文本句中小句的語意結構進行小句斷句，三者斷句的一致性達 98%，爾後計算 ECP 與 CCP 二文本之平均小句數 (總小句數/總文本句數)，再以 T 考驗檢視兩者在小句層次論述上的差異情形。

(二) 詞彙密度

小句數代表文本論述事件的多寡，但每個小句蘊含的訊息量可能不同，詞彙密度 (lexicon density) 即在於呈現文本事件中訊息的蘊含程度，在 SFL 理論中，詞彙主要被分為兩類，一類是內容詞 (content words)，以名詞、動詞、形容詞及副詞等，而另一類則稱功能詞 (function

¹ CKIP 為 Chinese Knowledge and Information Processing 的簡稱，為中研院資訊語言二所於 1986 年成立的中文自然語言處理的資源與研究環境，是由中文計算語言研究小組共同建置，為國內外中文自然語言處理及其相關研究提供基本的研究資料與知識架構。詳細訊息可參查 <http://godel.iis.sinica.edu.tw/CKIP/index.htm> 之說明

words) 或結構詞 (structure words) (Unsworth, 2001), 其詞類則為限定詞、介詞、連接詞、及代名詞等, 其中內容詞數與小句數的比值稱為詞彙密度²。

在呈現科學概念時, 有些論述會使用較多內容詞來描述, 尤其是名詞、動詞等, 這類的詞彙通常為科學術語或具有它的科學意義, 因此詞彙密度高的文本通常也傳遞較高的訊息量, 而低詞密度的文本出現較少的科學名詞或以結構詞來描述科學內容, 相對來說較接近一般口語形式的文本論述, 由此分析可瞭解不同語言在詞彙密度上可能呈現的不同論述特性。

詞彙密度的分析先以 CKIP 斷詞, 再作科學詞彙的斷詞校正, 例如:

原始語句 : 伽利略公開站出來支持哥白尼的地動說

CKIP 斷詞 : 伽利略 公開 站出來 支持 哥白尼 的 地 動 說

斷詞修正 : 伽利略 公開 站出來 支持 哥白尼 的 地動說

其中, CKIP 將「地動說」斷為「地、動、說」三個詞彙, 而其科學意義應調整為「地動說」一詞。經過斷詞修正後, 在每個詞彙後方以括號修正其所屬詞性, 詞性主要分為動詞(V)、形容詞(A)、名詞(N)、副語(D)、連接詞(C)以及介詞(P)等六大類(中研院詞庫小組, 1993)。各項詞性又可區分不同小類。其中內容詞以 V、A、N、D 四類為主, 作為事件中主要的訊息角色, 而結構詞則以 C、P 為主, 主要用以呈現語篇的組織結構。而文本的內容詞數與小句數之比值即為詞彙密度。

另外, 雖然名詞是主要的內容詞之一, 但是名詞之中的數詞、定詞以及某些人稱代名詞等, 並不蘊含訊息的實質意義, 因此並不加入本文內容詞的分析範圍, 但非人稱代名詞(例如: Newton's)以及計量單位的量詞(例如: 公斤、公里、牛頓)等具有特殊計量意義的詞彙則加入討論。另一方面, 漢語「的」與英語(of)以及標詞副詞(例如: 了、著)等詞, 主要作為其他詞彙的修綴功能, 因此也不加入分析範圍。本文所分析之詞彙密度的詞性範圍整理如表 2 所示。

透過上述的分析方法, 可比較兩個文本之中內容詞與結構詞的多寡與差異, 瞭解文本論述是著重詞彙訊息或是強調語篇的組織特性, 亦可計算詞彙密度的差異以瞭解文本書寫形態的不同, 以及比較各詞性數量, 瞭解論述上詞彙使用的特性。

² 詞彙密度的相關意義可參見李世文與陳秋梅(1993)、翁育誠(2004)之研究。

表 2 詞彙密度分析之詞性範圍

詞彙類別	詞 性	例 子	說 明		
內容詞	名詞	普通名詞	重量、直角、單槓...	名詞不含數詞並保留計量單位之量詞。	
		專有名詞	伽利略、牛頓、土星...		
		地方名詞	斜面、地表、桌面...		
		時間名詞	今日、早期、將來		
		量詞	立方公分、英鎊、公里...		
		方位詞	上方、側邊、之後...		
	動詞	動作動詞	滾動、爬升、行駛...		
		雙賓動詞	分配、送達、提供...		
		分類動詞	組成、視為、等於...		
		狀態動詞	傾斜、存有、持續...		
		形容詞	非謂形容詞		最佳、唯一、主要...
			數量副詞		恰好、大約、幾乎...
		副詞	時間副詞		正在、突然、時常
			否定副詞		不會、沒有、未...
句首副詞	相反地、總之、如此一來...				
程度副詞	最、相當、非常...				
結構詞	連接詞	並列連接詞	與、以及、或...	不含「的」以及「of」；「是」在使用上視為功能詞彙（詞庫小組，1993），故列於結構詞。	
		關聯連接詞	但是、假如、因此...		
	介系詞	由、被、對於...			
	特殊詞	Be 動詞	是		

（三）語句位階轉換

語句位階轉換的情形是另一項反映論述特質之處，科學概念內容的描述，可以透過不同論述位階來表達，例如以環境成分、過程亦或實體等不同語意位階來體現，科學英語與科學漢語在此點上可能呈現不同特質，同時位階的轉換也可能造成小句數的增減，究竟兩者在科學論述上的位階轉換情形如何，以及這些轉換呈現什麼樣的語意是探討的重點。本文將由資料庫中選出漢語小句多於英語小句，以及英語小句多於漢語小句的文本句，並分析這些語句中所具有之位階轉移的論述特質。

伍、研究發現

科學漢語與科學英語之論述特質將由兩文本論述內容的小句差異、詞彙密度以及語意的位階轉換等方面來予以分析，以下呈現主要之研究發現。

一、小句差異之分析結果

(一) 文本之事件數比較

事件為文本語意的基本單位，論述上以小句方式體現。因此 ECP 與 CCP 的小句差異分析在於反映此二版本論述上所呈現事件數的多寡。經分析發現，兩文本資料庫 362 筆文本句中，ECP 之小句數為 540，而 CCP 小句數則為 669。

再由小句平均值來看，ECP 與 CCP 之小句平均值分別為 1.49 與 1.85，此結果意味 ECP 中每一文本句平均蘊含 1.49 事件數，而 CCP 則是蘊含 1.85 個事件數。再比較兩者 T 考驗結果，兩文本平均呈現的事件數呈現顯著差異 ($t = -10.48, p < .001$)。由此結果可知，科學漢語比科學英語在科學內容論述上具有較高的事件密度，這也表示漢語在描述科學內容的文句中具有蘊含較多事件的論述特質。

(二) 文本句蘊含之事件數比較

由前述可知 ECP 與 CCP 之平均事件數均大於 1，意味兩者文本句均蘊含 1 個以上的事件數。若比較文本句中所蘊含的事件數可發現如表 3 所示之分析結果。

表 3 漢、英版本文本句事件數比較

單一文本句之事件數	ECP 文本		CCP 文本	
1	213	(58.8%)	145	(40.1%)
2	123	(34%)	143	(39.5%)
3	23	(6.4%)	59	(16.3%)
4	3	(0.8%)	14	(3.9%)
5	0	(0%)	1	(0.3%)

在 ECP 中有 58.8% 的文本句中只含一個事件數，兩個事件數的文本句只有 34%，可見 ECP 中單一文本句大多只描述一個科學事件，蘊含多個事件的情形相對偏少，反觀 CCP 中單一科學事件的比例達四成 (40.1%)，而蘊含二個科學事件的比例也接近四成 (39.5%)，同時描述三個以上事件的比例佔了總文本句的 20.5%，多於 ECP 文本的 7.2%。這些數值可以透過

圖 2 來呈現事件數差異的分佈情形。

由圖 2 可知，隨著文本句蘊含的事件數增加，兩文本的文本句數減少。此結果符合一般對文本論述的認知，因為單一文本句蘊含多個事件數，不僅語句過於冗長，語意也會相對複雜，因此論述上單一文本句並不會表述太多的事件，而是以一個或二個事件數為主。但有趣的是，科學漢語與科學英語在低事件數的語句中呈現不同的論述特質，由結果來看，科學英語傾向於在單一文本句中表達單一個科學事件，但科學漢語的這種特質並不明顯，因為單一文本句中描述二個科學事件的情形也一樣普遍，甚至是在描述三個事件的比例是科學英語呈現比例的二倍以上，可見科學漢語在文本論述上經常表達較多的事件數，這亦意味著相對於科學英語，科學漢語具有較多事件蘊含的論述特質。

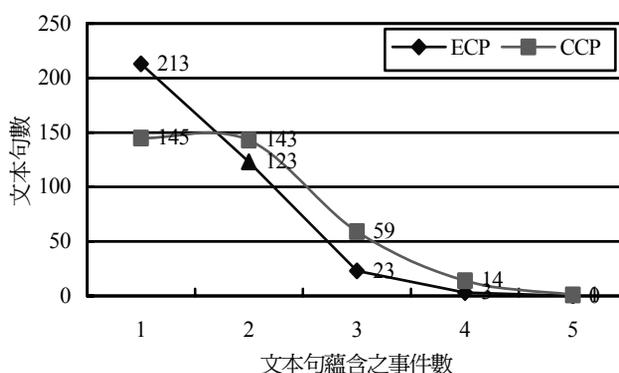


圖 2 文本句蘊含事件數之差異

二、詞彙密度之分析

詞彙密度的分析主要在於瞭解科學事件所蘊含的訊息量，由於詞彙密度涉及到文本中詞彙的詞性類別，主要是由文本的小句數量以及其包含的內容詞（content word）數來決定，因此在比較詞彙密度時，亦檢視兩文本的內容詞差異。

（一）文本內容詞彙之差異

前述提及內容詞以名詞、動詞、形容詞及副詞為主，該詞類在科學文本中具有重要語意，即可蘊含某些科學事件的角色或過程的解釋，也可描述科學事件的程度與狀態，科學文本中科學詞彙密度的高低象徵其蘊含訊息的程度，詞彙密度愈高表示小句中所含的內容詞愈多，同時也使得文本蘊含較多科學概念的語意。

CCP 與 ECP 二文本雖表述相同的科學內容，但兩者可能在內容詞上有所不同。究竟科學漢語與科學英語在內容詞上有何論述差異？由表四分析結果可知，ECP 與 CCP 的內容詞數各

有 1017 與 1069，後者僅較前者多出 5% (52/1017)，而詞彙出現的頻率卻增加 22% (739/3363)，這表示科學漢語與科學英語出現的內容詞「種類」差異甚少，但是科學漢語裡這些詞彙出現的「頻率」較多。若以 T 考驗分析，兩者的差異雖未達顯著 ($t = -1.68, p > .05$)，不過相較於科學英語，科學漢語的論述在內容詞使用上仍有偏多的現象，換言之，科學漢語似乎使用較多的內容詞來論述科學內容。

表 4 ECP 與 CCP 之內容詞差異

		ECP	CCP	差值	t 值
內容詞	詞數	1017	1069	52	
	詞頻	3363	4102	739	-1.68 (.092)

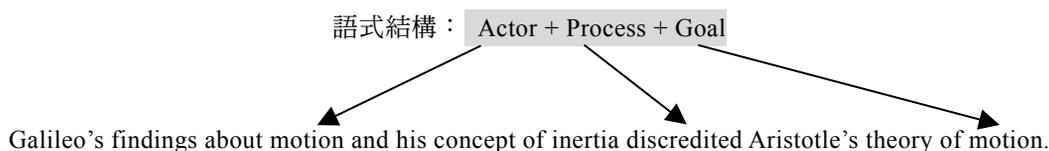
ECP 與 CCP 中內容詞的差異原因主要來自於動詞使用頻率的不同，經分析發現，ECP 的動詞詞頻為 1008，而 CCP 的動詞詞頻則為 1181，CCP 較 ECP 增加 17%，以 T 考驗發現兩者差異雖未達顯著，但仍相當接近 .05 的顯著水準 ($t = -1.91, p > .05$)，其他內容詞的詞頻差異則較接近，由此可知動詞是造成兩者內容詞差異的主要來源。

為何科學漢語會呈現使用較多動詞的論述特質？在論述上如何造成動詞使用的差異？研究發現差異原因主要有二。

首先是科學漢語裡使用較多的狀態動詞，這類動詞並非指涉物件的具體動作，而是描述物件時下的狀態，例如「受到」、「讓」、「使」等均屬於狀態動詞，科學英語出現較少狀態動詞，但在科學漢語的論述中經常可見，舉例來說：

	ECP	CCP
主位	Galileo's findings about motion and his concept of inertia	伽利略對運動的發現及慣性觀念，
述位	discredited Aristotle's theory of motion.	使亞里斯多德的運動理論受到質疑。

在此，將一個小句中先於動詞的語句成份稱為主位，其他（含動詞）稱為述位。上述例句中，ECP 與 CCP 的語句結構接近，最大差異在於動詞陳述特性的不同，ECP 中「discredited」對應到 CCP 的「質疑」，但科學漢語會以「使…受到質疑」來表示，在英語例句中並無「使」與「受到」，因此，漢語便比英語多出「使」與「受到」兩個動詞。雖然這二個詞只出現在科學漢語裡，但呈現出不同的論述特性，ECP 中主位對述位的論述是主動語態，「discredited」作為主位與述位之間論述的動作者（Actor），而此句的語式結構與對應情形呈現如下。



但在 CCP 例句中，主位不再是述位的動作者，而是成為述位的肇因者（Causer），使「亞里斯多德的運動理論」成為被質疑的目標（Goal），不過此句中仍具有動作者的角色，在科學漢語的表達上，句子的動作者不再是伽利略的理論，而是另有所指，但是動作者是誰在科學漢語的論述中被省略不提。而此例句中，「使」成為聯繫「肇因者」與「目標」之間的狀態動詞，而「受到」則是聯繫「動作者」與「目標」的狀態動詞，而「質疑」則成為了主要的過程。整個例句的語式結構與對應情形呈現如下：



換言之，加了「使」之後，原有的作動者轉變為肇因者，而新的作動者與目標之間則由「受到」來聯繫。相同的情況也出現在「讓」這個狀態動詞上，在該詞前面的主詞作為肇因者的角色，例如表 5 的句子中，英語只有單一小句，但漢語描述成二個小句，「He」作為「tested his idea」與「rolling balls」的動作者，而漢語裡並不直接將「rolling balls」描述為「滾動球」，而是描述為「讓球滾動」。在此句中，「他」具有兩種角色：不僅是「測試自己想法」的動作者，也是造成球產生「滾動」這種狀態的肇因者。在英語論述中，會直接描述為「He rolls the ball」，漢語的論述卻寫為「他讓球滾動」：「球滾動」是一種狀態，而「roll ball」卻是一種動作。因此在英語與漢語的描述中，相同的主詞會分別呈現「動作者」以及形成某種狀態的「肇因者」，這種論述差異顯示出科學英語傾向於動詞動作的描述，而科學漢語則傾向於動詞狀態的描述。

表 5 科學漢語與科學英語之狀態動詞的描述

	ECP	CCP
主位	He	他
述位	tested his idea by rolling balls along plane surfaces tilted at different angles.	讓球在不同角度的光滑斜面上滾動
主位		(主詞「他」省略)
述位		來測試自己的想法。

如果回到詞頻的統計次數來分析，可以發現「使」與「讓」此二詞彙在 CCP 中共出現 28 次，但 ECP 中僅有 1 次，兩者詞頻相差 27 次，而兩者動詞詞頻相差 73 次，因此在此二個動詞上便有 37% (27/73) 的差異，由此可知上述狀態動詞的用法確實是兩種語言論述的差異之一。

其次，對漢語而言，在論述中有時「動詞」並不當動詞使用，而是作為語助詞的功能，例如「說」與「言」。這類動詞便常作為語助詞使用，根據詞頻的統計發現，此二詞的詞頻共為 23 次，但作為動詞僅有 3 次，其餘均作語助詞解釋，但在英語描述中並無此情況，例如下述例子：

	ECP	CCP
主位	More specifically, in the absence of a net force, objects	更精確地說，在「淨力」為零的情況下，物體
述位	do not change their state of motion.	不會改變它的運動狀態。

英語例句以「more specifically」作為開頭，但在漢語裡會描述為「更精確地說」，兩者的差別在於「說」在整句中並不具有實質語意成分，亦即「說」在此句中作為語助詞使用，其他類似的語句如「for …」描述為「對…而言」或「對…來說」；「or」描述為「或是說」；「simply」描述為「簡單地說」，均屬此類，雖然在口語論述中也經常會出現此類動詞作為語助詞使用的情形，但這也是兩種語言論述在動詞使用上的差異之一。

上述是兩文本內容詞差異的分析，內容詞的差異主要來自於動詞部份，而動詞的差異原因則來自於狀態動詞使用造成句中主詞的語意角色有所不同，以及部分動詞作為語助詞之用。整體而言，科學漢語與科學英語在內容詞種類相當接近，但就內容詞次數而言，科學漢語則會重複內容詞的使用，導致詞彙詞頻有偏多的現象。

(二) 文本詞彙密度之差異

若將兩文本的內容詞頻除以文本的小句數，也就是每個小句中平均所含的內容詞數，則視為文本的詞彙密度。由表 6 可知 ECP 內容詞頻為 3363，而小句數為 540，故詞彙密度為 5.80。CCP 內容詞頻為 4102，小句數為 669，詞彙密度為 6.13。由統計的數值來看，CCP 的詞彙密度高於 ECP 的詞彙密度，根據李世文與陳秋梅 (1993) 的研究，書寫文本的詞彙密度較高，而口語文本的詞彙密度偏低，由此來看，科學漢語的文本論述似乎較像書寫文本的表達方式。

表 6 ECP 與 CCP 詞彙密度的差異

	ECP		CCP		t 值	顯著性
	詞數	詞頻	詞數	詞頻		
內容詞	1017	3363	1069	4102	-1.68	.092
結構詞	61	1283	76	785	10.10	.000
小句數	540		669			
詞彙密度	5.80		6.13			

表 6 中另值得注意的是 ECP 與 CCP 在結構詞上的使用差異。ECP 結構詞數為 61，其詞頻為 1283，而 CCP 結構詞數為 76，詞頻為 785，該數據顯示，CCP 中結構詞種類較 ECP 多出 15 種，但詞頻卻減少 498，兩文本在結構詞頻使用上有顯著不同 ($t = 10.10, p < .001$)。由此可知，科學英語使用較多的結構詞來「潤滑」內容詞，組織表達科學概念的內詞使其產生意義聯結。

本文所指的結構詞包含二類：連接詞與介詞。既然得知兩文本在結構詞上有顯著差異，然而究竟何者是造成結構詞差異的主要因素？再進一步以 T 考驗分析發現，兩文本的連接詞的詞頻無顯著不同 ($t = 1.12, p > .05$)。連接詞在文本中通常扮演文本語意脈絡的因果推理與時序發展的鋪陳角色，由此來看，科學漢語與科學英語的論述在此特質上並未有異，兩者的科學論述均重視科學概念之間的語意聯繫。而在介詞方面，兩個文本亦未具顯著 ($t = 1.98, p = .053$)，然相較於連接詞而言，兩文本在介詞使用上差異較大。一般而言，介詞在論述上常用於指涉某種狀態或條件，即本文所謂之環境成分，當一個文本使用較多的介詞時，通常意味著該文本在論述上相對增加對狀態條件的描述。由結果來看，科學英語比科學漢語更顯現如此的論述特質，舉例來說：

Every object continues **in a state of rest**, or of motion **in a straight line at constant speed**, unless it is compelled to change that state **by forces exerted upon it**.

在此例中，如「in a state of rest」、「in a straight line at constant speed」、「by forces exerted upon it」等均呈現科學英語對物體的運動狀態或條件的論述，而這些論述則由「in」、「at」、「by」及「upon」等介詞所引出。但是這些指涉狀態條件的語詞，在科學漢語中不見痕跡，既然科學漢語不透過介詞來描述，那麼它又是如何表達介詞在文句中所傳達的意義？我們可由下例來看漢語的描述方式。

除非物體受到外力作用，改變它的運動狀態，否則，每個物體靜者恆靜，動者維持直線等速率運動。

句中的黑體字是與上述科學英語的描述對應的情形，由兩例句可知，「**by forces exerted**

upon it」的意思是藉由力施加在物體上，來造成其所處狀態的改變，但在漢語的描述中，則會呈現濃縮的過程，例如在漢語的表達上則會描述為「受到外力作用」，將「forces exerted upon it」簡述為「外力作用」，這種論述方式稱為「包裝」(packing)，「by」則由「受到」狀態動詞取代。以前述語意位階遷移的觀點來看，這種包裝途徑是由「環境成分」到「實體」的發展，實體階段的語詞成為名詞形式，包裝了較多的科學訊息。

由上述的結果可知，科學英語呈現較多的結構詞，而這些結構詞主要反映在文本論述中環境成分性質的表達，換言之，科學英語較具事件狀態條件的鋪陳，相對地，科學漢語在這方面則會以蘊含較多訊息的包裝名詞來替代，因此在論述特質上，科學英語傾向於科學事件狀態條件的描述，而科學漢語則要傾向於科學事件中意義訊息的描述，而此結果也呼應了前述所提之科學漢語論述中內容詞彙偏多的情況。

三、位階遷移的論述差異

詞彙密度的分析將討論詞語「包裝」的過程，實際上它可視為是一種語意位階遷移的途徑，其途徑是由較低的語意位階朝向較高的位階「包裝」(packing)，蘊含較深入的訊息意義，另外途徑也可能由較高位階朝較低位階的方向「拆解」(unpacking)。以下將就兩文本在包裝及拆解的論述特質討論之。

(一) 文本論述的「包裝」

科學英語與科學漢語之間主要有二種語意位階的包裝途徑，也就是原在科學英語中具有較低位階形式的論述，在科學漢語裡則呈現較高階的位階形式，這二種主要的包裝途徑為：

1. 過程至性質 (process to quality)

依前述 SFL 對語意位階的論點，此為動詞轉換為形容詞的路徑 (圖一路徑 5)，在語言論述中，這兩者之間的路徑僅有一階，其包裝情形如前述例句：

ECP	CCP
Every object continues in a state of rest, or of motion in a straight line at constant speed , unless it is compelled to change that state by forces exerted upon it.	除非物體受到外力作用，改變它的運動狀態，否則，每個物體靜者恆靜，動者維持直線等速率運動。

由例句可知，科學英語的「保持靜止」(continues in a state of rest) 在科學漢語中被表述為「靜者恆靜」，由原來的動詞包裝為形容物體靜止狀態的形容詞，經過這層遷移後，論述上變得簡潔，同時語意也被包裝得更為深入。

2. 環境成分至性質 (circumstance to quality)

科學漢語可用性質的形式來表述科學英語中的環境成分，例如上例中，「in a straight line at constant speed」的介詞即轉換成「直線等速率」，兩者同樣在修飾「運動」，但「直線等速率運動」似乎比「在直線上速率固定的運動」更像科學文本的論述，因為這種簡單的論述形式就像透過一個科學術語來表達科學意義，然而這種簡化的論述形式可能造成語意的曲解。舉例來說：

ECP	CCP
The table actually pushes up on the book with the same force that the book presses down .	因此桌面朝上對書本的推力，恰好等於書本向下對桌面的 <u>壓力</u> 。

ECP 例句的語意是指桌子推書本與書本向下壓具有相同的力，這是作用力與反作用力的概念，但是 CCP 例句將科學漢語在這個事件上將書本向桌面下壓的力，描述為書本向下對桌面的壓力，這個「向下壓的力」被描述成書本對桌面的「壓力」，在「向下壓的力」簡化為「壓力」的過程產生語意的曲解。

就科學解釋來說，壓力與磁力、浮力等詞雖然均具有「力」這個字，但是它並非是力的類屬，簡言之，壓力並非是一種力，而是力在單位面積上的物理量，因此以科學意義來說，桌面朝上對書本的「推力」，並非等於書本對桌面的「壓力」，而是書本對桌面「下壓的力」，顯然地，這就是簡化過程中忽略“down”所具有的語意，而產生語意傳達的錯誤，因此在科學語意論述包裝的過程，仍應留意語意曲解的可能性。

(二) 文本論述的「拆解」

以語意位階較高的形式來描述稱為「包裝」，反之，以較低位階的形式來描述則稱為「拆解」，拆解論述的特色在於降低語意的隱蘊性，主要以結構詞語來表達文章的語意。在科學漢語裡，對科學英語的論述拆解有下述二種情形。

1. 實體至環境成分

科學英語中屬於實體的論述，在科學漢語裡常被拆解為環境成分。科學漢語並不將原有科學英語中的名詞譯出，而是將它們描述成條件句，也就是圖一途徑 3 的反逆，下二例就是屬於實體至環境成分的拆解情形。

ECP	CCP
He also noted that a ball rolling up an inclined plane -- in a direction opposed by gravity -- slows down , as shown in the center in Figure 4.2.	另外，當球在斜面上往上滾動，也就是與重力方向相反時，球速會減慢，如圖 4.2 中間的圖。

在 ECP 中，上例的“a ball rolling up an inclined plane...slows down”若直接以直譯的方式來描述原為「滾上斜面的球…會慢下來」，但是科學漢語卻不寫為單一小句，而是以條件句來表達，實體「滾上斜面的球」是一個包裝的名詞，拆解為環境成分後則為「當球在斜面上往上滾動時」的條件句。下例也具有相同情形。

ECP	CCP
<u>A ball released to roll down one plane</u> would roll up the other to reach nearly the same height.	當球從左邊斜面往下滾後，會接著滾上右邊的斜面，而且幾乎達到原來的高度。

例二之“A ball released to roll down one plane”屬於實體的位階論述，直譯的語意為「從斜面釋放而往下滾的球」，但科學漢語並不以實體形式來書寫，而是拆解為「當球從左邊斜面往下滾後」環境成分的條件句，它強調的是什麼樣的條件下，事件才會發生，而這樣的位階拆解除了突顯事件發生的條件之外，也呈現出發生事件條件的時序性，例如其提到「當球從左邊斜面往下滾後，會接著滾上右邊的斜面」，也就是球在斜面上滾動這個事件，先描述球往下滾再往上滾的過程次序。由此可知「拆解」式的漢譯涉及對原敘述的「詮釋」。

此二例顯示環境成分的論述特色在於突顯導致事件發生的條件，甚至是條件先後順序，這方面是漢譯版著墨多於原版。從上述結果來看，科學英語偏重於事件實體訊息的描述，而科學漢語則強調事件發生環境條件。

2. 實體至過程

科學漢語也出現以動詞來替代科學英語中名詞的描述，也就是由實體往過程的位階遷移，這種遷移是圖一中路徑 2 的反逆，如下例所示：

ECP	CCP
Except for the gravitational effect of the stars and planets in the universe, do you see that <u>the motion of the spacecraft</u> will continue without change?	除了受到宇宙中恆星與行星的重力吸引外，你是否理解到太空船會繼續運動，而不會有任何改變？

在 ECP 中，“the motion of the spacecraft”是指「太空船的運動」，這是以實體的形式表達，其重點在於描述「太空船的運動」的情形，但 CCP 中以過程形式表達，所強調的是「太空船」本身的狀態，以太空船作為描述的主語，說明太空船處於「運動」的狀態，就語意脈絡的發展來說，應先描述「太空船」的狀態再來描述「太空船的運動」為何。因此在論述上，科學英語表達的是「太空船的運動」此事件的特徵，而科學漢語表達的是「太空船」此物件的特徵，這存在語意位階的拆解過程來指涉所強調語意對象的不同。前者告訴讀者太空船已設立

於運動狀態，後續要告訴讀者的是這個運動狀態接下來可能發生的變化，但是後者先指出太空船，再描述太空船這個物件所接續要產生的動作，乍看之下兩者只是論述形式上的差異，但是在語意發展上，科學漢語描述的是物件本身，但科學英語描述的是包含物件的事件發展。

由上可知，在語意位階的遷移上，有時科學漢語是將科學英語所描述的語句包裝成較高的語意位階，原有普通的論述被包裝成更訊息化的科學用語，使語句更像是科學性質的文本論述，但有時卻容易產生語意的曲解。另一方面，科學漢語有時會將科學英語拆解為較低的語意位階，去強調事件發生的條件以及物件的狀態。因此，兩種語言雖然就相同的科學內容進行描述，但仍呈現出不同的論述特質。

陸、結論與建議

本文主要透過對「觀念物理」英語與漢語兩種版本的內容分析，來瞭解科學英語與科學漢語的論述特質以及其所呈現的意義。由研究結果可知，兩者在小句論述、詞彙密度以及論述的位階遷移各呈現出不同的論述差異。

首先在小句論述差異方面，在科學內容的論述中，科學漢語比科學英語蘊含較多事件的描述，意味著告訴讀者較多科學事件的訊息，而科學英語傾向於在單一文本句中表達單一個科學事件，但科學漢語的論述經常描述二個以上的科學事件，可能使得讀者需要分割論述所蘊含的事件以及解讀事件之間的脈絡關係。在詞彙密度及使用特性上，科學漢語使用較多的內容詞來論述，因此具有較高的詞彙密度，科學英語則使用較多的結構詞來組織文本論述中環境成分的表達，較著重於事件狀態條件的鋪陳。在語意位階的論述上，有時科學漢語會對科學英語的論述包裝或簡化為科學術語，但產生了語意誤解的現象，有時則會將原有的實體訊息拆解成強調事件發生條件以及物件狀態的描述。

以往在閱讀英語的科學文本或是漢語的科學文本，我們只專注文本介紹科學知識的語句，不易覺察到單一語言的文本在論述科學內容上所呈現的特質，但透過本文分析之後，可略知科學英語與科學漢語在描述科學事件上所具有的論述特質及差異，這種差異並非來自於科學事件本身，而是來自於論述方式的不同，因為將 ECP 的內容直接譯為漢語，雖然兩文本的論述可能完全相同，但在科學語意上可能無法完整的傳達，因此要表達相同的語意，科學英語有它的論述方式，但科學漢語也有本身在表達相同語意上的論述方式，這兩者在描述科學內容上的論述並非完全相同，而是各具特色。

科學英語與科學漢語以各自的論述特質來表達相同的科學意義，可謂為異曲，但是異曲能否收到同工之效？從研究結果來看，科學漢語較偏重於詞彙本身的語意蘊含，在表達上可見以較簡短的詞語來承載相同的科學意義，例如「力施加在它上面」，可描述為「施加在它上面的力」，但科學漢語裡直接描述為「外力作用」，這樣的描述方式或許看起來較像是「科學

描述」，但是詞彙包裝後，反而看不見原來的語意：原來可能是簡單的意義，但包裝過後反而增加模糊性。再如，「力向下壓」應描述為「向下壓的力」，而非「壓力」，這兩者的科學意義並不相同。換言之，在科學知識中，每個詞語可能具有其特別的科學含意，在論述或是語詞使用上應多加區別，以避免產生這樣的語意誤解。雖然這是詞彙使用所傳達的語意需要留意，但是科學漢語論述上的拆解過程，卻是值得肯定之處，例如以條件句代替名詞形式的論述，來強調科學事件發生的關鍵條件，使讀者更加瞭解科學事件在哪些條件狀態下可能導致的結果。

本文雖然在於比較兩種語言在科學內容上的論述特質，但由於漢語本身的先天限制，研究中仍有值得檢討之處，例如漢語書寫每個字連在一起，研究中雖以中研院的斷詞系統作為斷詞工具，但某些詞彙在科學上具有其特殊意義，在一般用法與科學用法上有不同的斷法，「地動說」在斷詞系統上被斷為三個詞，但依其科學意義應視為一單詞：地動說，不過某些詞語卻有不易分別的情況，如「牛頓第一運動定律」應為單詞或多詞？若將其視為單詞，則「慣性定律」又應為單詞或多詞？這些模糊之處雖暫以上述斷詞系統為主，但如何進行科學斷詞，仍有待更多的思考。其次是斷小句的分析由三位研究者進行；但漢語的語句結構複雜，斷句結果的一致性比例達 98%，仍有少部分的斷句出現相異之處，這些差異雖可透過更多討論獲得共識，不過無法避免地會對研究結果有所影響。另外如內容章節或是文本取材的不同，也可能有不同的研究結果，這些不足之處需要更多研究的思考與共識。

本文以科學文本的語言分析初探科學英語與科學漢語的論述差異，要瞭解兩者的論述差異雖有待更多研究的努力，但由本文可反映二點思考，一是科學漢語在表達科學意義上相當重要，以本文來說，觀念物理是普遍受到肯定的科學文本，但相對地，目前市面上並沒有其他中譯版本可供選擇，讀者只能閱讀此一版本，也因如此，某些表達科學意義不夠精準的論述方式也直接影響到讀者對科學意義的理解，這意味科學語言的組織影響著科學語意的表達，在科學課室之中，文字或話語都是傳達科學意義的方式，這些方式表達了什麼樣的科學意義也自然影響學生的科學學習。二是讀者可能認為有不同的論述方式表達更精確的科學意義，然而，正因為有不同的論述方式，我們得以思考漢語如何更精確論述科學意義的可能。透過本文結果可以瞭解，漢語過於簡化可能導致語意的抽象而造成曲解，因此在描述科學意義時，應減低上述情況的發生，此外，不同於其他學科，科學事件時常需要強調其狀態或成立條件的描述，因此可透過環境條件句的方式來表達，以使讀者有明確的瞭解。這些均是對漢語更精確談論科學這個議題的思考。

因此，與其考慮能否以漢語談科學，不如思考漢語如何談論科學。對於科學教育而言，則是關注科學漢語如何論述以促進科學理解，在回答這個問題之前可對科學漢語的論述特質以及與科學英語的論述差異有所瞭解，本文研究結果希望提供文本閱讀，科學教學，或是文本編輯作為參考，然而科學漢語的分析遠比想像複雜，藉此研究冀望更多研究的投入與探討。

參考文獻

- 李世文、陳秋梅（1993）。漢語口語與書寫語的比較研究。《教學與研究》，15，63-96。
- 李哲迪（2006）。高中物理教科書與學生關於力的話語與合法化的語言策略，國立臺灣師範大學科學教育研究所博士論文，未出版，台北市。
- 林俊智（2003）。以系統功能語言學觀點探討不同課文結構對科學文章的理解—以溫度與熱為例，國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 胡壯麟、朱永生、張德祿、李戰子（2005）。《系統功能語言學概論》。北京：北京大學出版社。
- 翁育誠（2004）。以蘊含序列與詞彙密度兩種結構探討科學課文結構與閱讀理解的關係—以溫度與熱為例，國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 張君勳（1923）。再論人生觀與科學並答丁在君。載於帕米爾出版社編輯部編輯，科學與人生觀之論戰。台北：帕米爾書店。
- 張慶仁（2006）。人文社會科學量表的建構觀點及策略。《人文與社會》學報，1(9)，137-162。
- 漢語詞知識庫小組（1993）。《漢語詞類分析（三版）》。台北：中央研究院資訊科學研究所。
- 樊洪業（2000）。《科學舊蹤》。南昌：江西教育出版社。
- 蔡大成（1990）。衝決傳統代際文化的「狂人」：錢玄同思想散論。載於劉青峰編，歷史的反響（pp.294-315）。香港：三聯書店。
- 錢玄同（1999）。《錢玄同文集第三冊》。北京：中國人民大學出版社。
- Hewitt, R. G. (2001)。《觀念物理 I (Conceptual Physics-The High School Program)》(常雲惠譯)。台北：天下遠見出版社。(原著出版於1997年)
- Halliday, M. A. K., & Martin, J. R. (1993). *Writing science: Literacy and discursive power*. London: The Falmer Press.
- Halliday, M. A. K. (2004). *The language of science*. London/ New York: Continuum.
- Hewitt, P. 1997. *Conceptual Physics: The High School Physics Program (3rd Ed.)*. CA: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Kress, G. & van Leeuwen. (1996). *Reading Images: The Grammar of Visual Design*. London: Routledge.
- Lai, T. L. & Yang, W. G. (2007). *Students' understanding about the taxonomic organization implied in nominal groups construed in a photosynthesis science text*. Paper presented in 2007 International Conference on Reading, Writing and Argumentation in Science and Mathematics Education. Taiwan: Chang-Hua.
- Unsworth, L. 2001. *Teaching Multiliteracies Across the Curriculum: Changing Context of Text and Image in Classroom Practice*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- 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.
- Veel, R. (1998). The greening of school science: Ecogenesis in secondary classrooms. In J. R. Martin, & R. Veel (eds.), *Reading science: Critical and functional perspectives on discourses of science*. London and New York: Routledge.

誌謝

本文承國科會專案 NSC95-2511-S-003-027-MY3 及 NSC95-2522-S-003-017-MY3 補助，而兩位論文審查者的指正及建議，使本文得以付梓；另外，在準備漢、英語版本資料過程中，承吳姍姍小姐、邱名惠小姐及施嶸旭先生的協助，在此一併致謝。

作者簡介

楊文金，國立臺灣師範大學科學教育研究所，副教授

Wen-Gin Yang is an associate professor of Graduate Institute of Science Education, NTNU

陳世文，花蓮縣中正國民小學，教師

Shih-Wen Chen, the teacher of Chung-Zhen primary school in Hualien.

收稿日期：96.11.01

修正日期：97.02.25

接受日期：97.03.04

A Comparison of the Discourses of Science Texts in English and Mandarin on Newton's First Law of Motion

Wen-Gin Yang Shih-Wen Chen

Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

Abstract

This study aimed to investigate the differences between the “discourses” of science texts in English and Mandarin. The target texts concerned the physics of Newton’s first law of motion and its Mandarin translation. A database of these texts was constructed, so that it could be studied in terms of systemic functional linguistics. The number of events, lexical density, and rank shifts of both texts were analyzed in order to clarify the differences between the English and Mandarin versions. It was found that the Mandarin science text used more events (e.g. one event might be the attempt to get a large truck to start moving by pushing on it with your hands) to describe the same scientific fact or concept than did its English-language counterpart. Each sentence of the English text was often composed of a single event; sentences always consisted of plural events in case of Mandarin. Furthermore, while the English text used more function words (such as prepositions, conjunctions, and so on) to present the context of the science events, the latter content words (Mainly include nouns, verbs, adjectives and adverbs). Both “packing” and “unpacking” processes were utilized in translating English discourses into Mandarin ones: the former “packs” two or more events in English into a single event, while the latter “unpacks” a single event into two or more events in Mandarin. These processes condense or unfold original discourses; both risk distorting the meaning. The implications for of Mandarin science textbook reading, teaching, and editing were discussed.

Keywords: Newton’s First Law of Motion, Physics Text, Scientific Mandarin, Scientific English

