除了「因為...所以...」之外
國中理化教師口語敘說中因果意涵的體現

蔣佳玲
國立東華大學 科學教育研究所
Email: clchiang@mail.ndhu.edu.tw

摘　要

科學語言在科學知識產生的過程中扮演重要的角色，科學的教與學亦深深地依賴著語言的傳遞與溝通。其中，科學教師的口語敘說更是在科學概念因果關係的建立上，有著舉足輕重的影響力。基於此，本研究目的在於探索科學教師的口語敘說如何體現因果關係的意涵。研究對象為四位國中教師，分析的主題為慣性定律。主要採錄音方式蒐集資料。研究結果歸納出教師口語中具有因果意涵的常見辭彙，包括有「因為…所以…」、「受…作用」、「發生、形成、變成、產生」、「靠、藉由」等等。這些辭彙的形式與使用方式相當多元且具有彈性。有些辭彙在表面上是條件關係或時序關係，但在整個句子中卻隱含了因果的意涵。有些句子雖然沒有這些辭彙，但透過前後句的聯結、或是段落的鋪陳，仍能具有因果的意涵。

關鍵字：口語敘說、因果意涵

一、前言

(一) 口語敘說在科學教學中的重要性

一般人彼此之間相互對話、溝通，所使用的是日常語言(ordinary language)，但在學校學習科學所使用的卻是論說語言(expository language)。許多學者的研究與教師實際教學的經驗顯示，兒童從四年級左右開始，會因學習過程中愈來愈需要使用論說語言，而出現不適應的學習挫折現象(Fang, 2006)。如何協助學生跨越日常語言與論說語言之間的鴻溝，遂成為教學研究重要課題之一。最直接而常見的是學生對於科學辭彙理解上的困難，已有不少的科教研究呈現此一現象。例如 Sutton(1992)指出學生因為日常語言與論說語言之不同，而對「能」(energy)與「功」(work)的想法與正統科學概念有所不同。國內也有類似的研究顯示學生會以日常語言對該字詞的意義來詮釋科學詞彙，如「維管束」、「一年生植物」(張筱莉、林陳涌, 2001)等等。然而，Lemke(1990)認為在科學教室中的科學話語，不應只是討論科學詞彙，而應更進一步地討論科學詞彙彼此的關係。換言之，學生學習科學語言時，並不是只有學科學專有名詞而已，而必須學習不同的科學詞彙結合時所具有的意義與關係。對學生而言，帶領他們跨越日常語言與論說語言之間橋樑的重要人物就是教師；同時，敘述與解說科學詞彙之間意義與關係的人也是教師。是以，教師的口語敘說在學生科學概念建構上扮演了十分重要的角色。

(二) 科學語言在科學知識產生與溝通過程中具有的重要地位

另一方面，近代科學本質觀顯示，科學的發展不僅仰賴自然世界的實際經驗，也仰賴論證的邏輯。換言之，科學思考的發展與論證思考能力有著緊密的關聯，科學家經常使用緊密、有結構、避免不一致與矛盾的論述來說服科學社群。他們用了各式各樣的連接詞將嚴格、精確的意義連結在一起(Fang, 2006)。諸如 and, and then, but, so because, if 等字，在日常生活中用法較鬆散，但在科學界卻非如此。Fang(2006)指出，科學家有其一套特定的語言學與認知活動相結合。首先，為了發展科學理論，在主張、證明、與證據之間，科學家必須建立起清晰的連結；再者，在閱讀與評價同儕的科學論述時，科學家應採取批判的立場；同時，科學家透過書寫發表將新的知識產生出來，藉此溝通科學的探究歷程，並理解彼此的想法。由此可見，語言在科學知識產生與溝通的過程中，有其不可或缺的重要地位。

受到經驗主義的影響，過去科學教育相當強調實驗的操作。時至今日，我們瞭解到學習一個科學概念或是產生概念改變，並不是只是做做實驗就可以「看到」「事實真相」。以牛頓第一運動定律為例，慣性這個概念在教學上相當地困難，因為教師無法讓學生做實驗檢視此一命題，甚至學生做了實驗之後還會更加強、鞏固既有的另有想法。是以，在進行科學教學時，除了動手做實驗之外，教師必須透過豐富的口語敘說，與學生溝通、協助學生建立合適的科學概念。慣性定律的教學尤其如此。

(三) 科學文本中的因果關係

在教師豐富的口語敘說中，因果關係的說明相當常見。這是由於科學理論的核心即在於解釋自然現象，而解釋正是因果關係的建立。然而，科學文本(包括書寫文本、口語文本等)如何體現因果關係？李哲迪(2006)在分析了 Chapman、Perry 和 Stead 所著的《科學 9》一書之後，發現過程詞(process)扮演著連接事物間關係的角色，而過程詞雖然沒有清楚、明確地展現出因果關係之意涵，但諸如「影響」、「形成」、「產生」、「造成」、「使」、「達成」等過程詞，會使得句子具有因果關係。例如「以手推、拉物體會使它們改變運動狀態」這個小句來看，「以手推、拉物體」這個事件是讓「它們（物體）改變運動狀態」此一事件發生的原因，前一個事件為因，而後一個事件為果，連接此一因果關係所使用的過程詞為「使」，因此「使」這個過程詞在這個小句中具有因果關係的意涵。那麼，學生在閱讀科學文本中諸如「有關」、「形成」、「是」、「造成」及「等於」等過程詞，是否會察覺因果關係的存在？相關研究結果顯示，學生在讀這些過程詞時，也都會將該子句視為具有因果關係。但有趣的是，有時會因為文本鋪陳過程中將事件與事件之間的關係以過程詞表達，常會造成學生對兩事件之間的關係做錯誤的理解(林文杰, 2006; 林文杰與楊文金, 2008)。

相關的研究多著重於科學書寫文本的分析上，在教師口語如何展現因果關係方面，仍有相當多探討的空間。因此，本研究嘗試以牛頓第一運動定律(慣性定律)為主題，分析教師的口語文本，探索科學教師的口語敘說如何體現因果關係的意涵。

二、分析對象與主題

本研究採個案研究。研究對象為台北縣市四位分別於不同國中任教的自然與生活科技領域教師(以下匿名為 T1-T4)，他們大學就讀的學系分別物理系(2 位)、化學系(1 位)、與化工系(1 位)。分析的主題為牛頓第一運動定律(慣性定律)。資料蒐集方式是將教師上課時敘說牛頓第一運動定律時的情形予以錄音，並加以轉錄為逐字稿。資料分析時除了反覆閱讀逐字稿，另搭配教師上課用的教科書與寫在黑板上的板書加以對照。分析時主要是以句為單位，當整個句子具有因果關係意涵時，找出其中的關鍵辭彙，並加以整理、比較與歸納。

三、口語中的因果意涵

(一) 具因果意涵的常見辭彙

在教師教授牛頓第一運動定律的過程中，其口語敘說蘊含有因果意涵的辭彙如下：

1. 因為…所以…：正如同一般人所認知的，口語中最常出現具有因果意涵的辭彙為「因為…所以…」。例如當教師 T4 說明人在靜止的車上，當車子突然開動時，人會向後仰的原因時，他說：「…因為腳跟著前進了，上半身還來不及前進，所以會有後仰的情況。」然而，並不是所有的句子都有明確的「因為…所以…」，相反地，絕大多數的情況是只出現「因為」、或是只出現「所以」，但仍使整個句子具有因果關係的意涵。例如當教師 T1 說明人在靜止的車上，當車子突然開動時，人會向後仰的原因，「並不是我們的人主動往後仰哦，不是哦，是因為你的屁股被車子拉著往前進，(所以)你的人感覺好像往後仰，懂不懂這個意思？」此句雖然省略了「所以」，但仍具有因果關係的意涵。只有「所以」，沒有「因為」的情形也十分常見。例如教師 T3 說明太空船在外太空的運動情形時，「(因為)在太空船裡面都不受力了嘛，都不受力了嘛，所以它就會等速度運動，一直往同一個方向一直過去。」由此可見，「因為」和「所以」相互連接可以完整地表達因果關係，但即便少了其中一項，整個句子仍可存在著因果意涵。
2. 受、受到、受…作用：除了「因為…所以…」之外，有些動詞在句子裡具有因果意涵。「受」即為一典型的例子。它出現的型態或許是「受」、「受到」、也可能是「受…作用」。例如教師 T3 進行示範實驗，他將硬幣放在靜止的健保卡上，健保卡置於玻璃杯杯口上。當快速抽走健保卡時，硬幣會直接掉在玻璃杯中。「會受地球重力作用，就往下，掉到杯子裡面。」諸如此類的例子不勝枚舉，例如「受到外力作用，物體會...」、「受到桌面給它的支撐力，物體…」等。
3. 作用、讓：與前一點相似地，「作用」、「讓」等動詞亦具有因果意涵。例如：當教師 T3 解釋運動中的椅子突然停止時，椅子上的書本會繼續往前的現象：「外力只是作用在椅子上，沒有直接作用在書本」，意謂著外力是椅子停止的原因，椅子停止是外力「作用」之後的結果。相似地，「讓這個小球從斜面滾下來」、「讓它掉下去」，亦存在著「讓」字之前的陳述，是小球從斜面滾下來或掉下去的原因。
4. 發生、形成、變成、產生：以「形成」為例：當教師 T1 說「(前面)那個車子已經停下來了，後面一個大貨車又給你開過來，這個時侯就會形成所謂的三明治。」此處「三明治」是指中間的車輛被前後兩輛車夾住的意思。整句話意謂著，形成

三明治的原因是因為前面車子停下來、後面大貨車又追上來。另一例子是一個問句：「(兩個人共騎摩托車)突然之間緊急煞車，我跟他會發生什麼事？」此處所蘊含的因果關係，原因是「緊急煞車」，結果則是「我跟他所發生的事情」。

5. 靠、藉由：「靠」、「藉由」這一類的辭彙表面上看起來是方法或物體的使用，但其中亦會蘊含著因果意涵。例如教師 T1 說：「車子靠引擎在運轉」，意謂著車子之所以能運動，是因為引擎運轉的關係。
6. 會怎麼樣、會怎樣：問句亦可能蘊含著因果關係。例如「突然之間它在這邊煞車，後面這個會怎樣？」、「那個(杯子裡的)水它會變成怎麼樣？」這一類的問句可能引發因果關係思考與推論，故具備因果意涵。
7. 如果(若)…，就會(則)…：一般而言「如果…，就會…」、「若…則…」、或是「…的情況下，…」具有條件關係，並不一定具有因果關係。但是因果關係的運作，通常需要條件的配合，若沒有足夠條件的組合，該結果並不能發生。因此條件句中容易隱含、或被解讀為因果關係。例如教師 T4 進行總結時說：「可見得一個物體，如果它所受的合力不為零，就會有加速度。」有趣的是，此類條件句常有省略的情形，但仍具有因果的意涵。譬如「如果…，就會…」可以省略成「如果…，…」、「…，就會…」、「…，就…」等。例如「你不去動它，它就不會動」、「只要我把斜邊壓的夠平，它就可以跑的更遠。」條件句也可能以更複雜的形式出現，例如「本來是…，現在…，它會…」，也就是先陳述原來的條件，再陳述現在的條件(原因的改變)，然後推論出應有的現象(造成的結果)。
8. 當….的時候，…會…：一般而言「當….的時候，…會…」是表達時序關係的連接詞。但具有時序關係的連接詞，若聽者(學生)從因果關係的角度詮釋，語意還輯上也可以成立。例如「當你棍子一拍，…拍下去的時候，…這些灰塵通通都會飛散起來。」倘若聽者將之詮釋成「拍棍子」是造成「灰塵飛散起來」的原因，並無不可，因此具有時序關係的連接詞，在教師口語敘說中，有時亦具有因果關係的意涵。
9. 為了想要…，必須要…：此一辭彙鮮少出現，但所具有的因果意涵不可忽視。例如教師 T1 在解釋小球從斜面滾下後，在平面上會做等速度運動，「它為了想要到達一樣的高度，它必須要做什麼事情？」其中「為了想要 A，必須要 B」，B 可以被解讀為是 A 的條件，也可以解讀為是產生 A 的原因，因此具有因果關係的意涵。
10. 愈…，愈…：例如「質量愈大的東西，它的慣性是愈大的。」與條件關係相似地，此句雖只表達質量和慣性的相關性，但也隱含著二者間似乎具有因果關係。

(二) 但是有這些辭彙不見得就具有因果意涵

當教師口語敘說的句子裡有上述辭彙時，常常具有因果意涵。然而，有上述辭彙的句子，並不見得就蘊含有因果關係。以「所以」為例，「所以」有時是省略了「因為」，而單獨存在於句子裡。例如教師 T1 說「(因為)等速度運動它就是直線運動，所以在這邊就不用特別再說(等速度直線運動)。」此時句子仍具有因果意涵。但是，有「所以」的句子並不都是具有因果意涵。最常見到的情形是，在一整段說明結束之後，教師通常會進行總結。總結時的第一句話常以「所以」或「所以說」、「所以呢」為開端。例如「所

以(物體)往斜坡會減速，向上的時候減速，向下的時候加速」。其次，當教師要應用剛講過的原理，來解釋某一日常生活例子時，也會以「所以」為開端。例如「所以我的手指頭去碰到頭皮屑，撥到灰塵，這個都是跟第二運動定律有關。」但是，「所以」有時單純只是一段新話題開始時的發語詞，並未與前面的句子有直接關聯。例如教師 T1 在結束一段說明、要開始另一個新概念的說明時：「所以，在這邊要順便跟你講一個概念，這以後高中才會講到」，或者是「所以，各位請看到課本的 33 頁。」

「如果」也有相似的情形。一般而言，「如果」具有條件的意涵，例如「如果車子突然停下來」、「如果你都不去碰它」。但是，「如果」有時候只是一種與現實不符的假設狀況，例如「如果我是 Amy，…」。

(三) 沒有這些辭彙仍可能具有因果意涵

有趣的是，有時語句裡沒有任何具有因果意涵的辭彙，但整個句子仍存有因果意涵。以「為什麼」為例，教師 T3 在討論棍子打板擦時，粉筆灰會飛起來的現象。

T3 問：「為什麼我沒有打到它(粉筆灰)，但是它就會飛上來？」

學生回答：「慣性。」

T3：「這跟慣性有關係。」

從這一段對話中可以看到，「為什麼」引發了學生進行因果關係思考，儘管對話裡沒有明顯具有因果意涵的辭彙，但學生仍解讀出其中的因果意涵。另一個例子是教師 T2 在敘述快速抽出桌布時，桌布的光滑程度會影響桌布上的杯子是否會被桌布拖著跑。T2 說：「…沒有人會豬頭到拿一條桌巾，那表面非常粗糙的有沒有，那你用力一抽，杯子全部都怎麼樣？掉下去。」同樣地，整句話沒有明顯具有因果意涵的辭彙，但由於前一段話是 T2 先說明光滑的桌巾上，杯子不會跟著桌巾動，因此，在桌巾「光滑 vs.粗糙」的前後對照中，這一段敘說仍隱含了因果意涵。此一結果顯示出，要判斷教師口語敘說中是否具有因果意涵，除了考慮句子裡的辭彙外，也應考量前後句之間串聯成的因果意涵。

(四) 段落鋪陳中的因果意涵

除此之外，教師口語敘說中的因果意涵，有時是藉由前後段落的鋪陳來體現。以教師 T3 說明物體沿斜面下滑後，會停在相同的斜面高度的現象為例。首先，他舉小鋼珠為例，強調小鋼珠表面非常光滑、摩擦力很小。接著，他再問學生是否看過人家玩骰子。在描述骰子在碗裡的情形時，T3 說：「你那些小豆豆在那邊滾來滾去的阿，可是這些小豆豆是不是正立方體？(學生回答：是)**有八個角，它會卡卡的，很快就停了**。」然後，T3 再回到小鋼珠的話題：「老師說的那個小鋼珠。請問，很光滑對吧？很光滑。如果你再把這個斜面抹油，摩擦力幾乎是零的情況下…(略，T3 繼續說明小鋼珠的運動情形)」。值得注意的是，單獨看「有八個角，它會卡卡的，很快就停了」這句話本身未具有因果意涵，但對照前後段落之後，可以發現 T3 藉由「光滑的小鋼珠 vs.卡卡的骰子」二者的對照，使得這個句子隱含著「(因為)有八個角，它會卡卡的，(所以)很快就停了」的因果關係，而且還進一步鋪陳了「摩擦力會影響物體在斜面上停止的高度」的因果關係。

四、結論與建議

科學語言在科學知識產生的過程中扮演重要的角色，科學的教與學亦深深地依賴著語言的傳遞與溝通。其中，科學教師的口語敘說更是在科學概念因果關係的建立上，有著舉足輕重的影響力。本研究歸納出教師口語中具有因果意涵的常見辭彙，包括了「因為…所以…」、「受…作用」、「發生、形成、變成、產生」、「靠、藉由」、「會怎麼樣、會怎樣」等等。這些辭彙有的是連接詞，有的是動詞，有的是介詞，甚至是問句，形式與使用方式相當多元且具有彈性。有些辭彙在表面上是條件關係、或是時序關係，但在整個句子中卻隱含了因果的意涵。有些句子雖然沒有這些辭彙，但透過前後句的聯結、或是段落的鋪陳，仍能具有因果的意涵。

為何這些辭彙在某些句子裡具有因果意涵，在其他句子裡卻不具因果意涵？為何有些句子雖然沒有這些辭彙，但透過前後句的聯結、或是段落的鋪陳，仍能具有因果的意涵？此一發現提醒了我們，語言不只是辭彙的堆疊而已，辭彙的意義與關係必須在文本的前後脈絡中才能被彰顯出來。是以，科學教學口語內容的分析與研究，不應忽略脈絡的重要性與影響力。

本研究亦發現到，同一辭彙有時可能具備不同的意義，例如「所以」。倘若老師在口語解說時沒有清楚地區隔，具有因果意涵的「所以」，和只是做為發語詞的「所以」，那麼，學生在聽到「所以」時，將無法清楚地判定該句陳述是否具有因果意涵，而產生困擾與混淆。因此，教師對於辭彙的因果意涵應具有敏感度，才能在口語敘說時，以清楚、明確的方式表達應存在／不應存在的因果關係。

五、參考文獻

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.

林文杰(2006)。**「科學語言遊戲」融入教學對物理文本的語意理解與語法應用之探討—以「生活中的力」單元為例**。國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版。

林文杰與楊文金(2008)。高一學生對物理文本過程詞隱含之連接關係的理解。**物理教育學刊, 9**(1), 1-16。

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。

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

Lemke, J. L. (1990). **Talking Science: Learning, Language, and Values**. Norwood, NJ: Ablex Publishing.

Sutton, C. (1992). **Words, Science and Learning**. Buckingham: Open University Press.