

第肆章 研究結果與討論

本章分爲四節，分別針對四個主要研究問題——說明研究之結果。

第一節 科學力與常識力之話語

研究一旨在瞭解：在常識和科學裡，力是如何被說的？漢語提供哪些語法資源來說「力」？這些不同的說法爲了表達「力」的哪些性質？而在常識和科學的對照下，各自凸顯了哪些特點？

以下先概略地說明常識力和科學力在不同語料庫中出現的頻率（問題 1-1、1-6），以及它們在小句和名詞組中以不同角色出現的頻率（問題 1-2、1-7）。接著進一步針對特定的「過程類別」比較常識力和科學力出現的情形（問題 1-3、1-8），藉以分析它們之間談論方式的差異。然後分別比較出現在小句「環境成分」和名詞組「修飾語」之中兩種力所扮演的角色（問題 1-4、1-5、1-9、1-10）。最後是綜合討論，針對能區別常識力和科學力的動詞加以分析（問題 1-11）。

一、力類詞的角色概述

在中研院平衡語料庫隨機挑選出來的 1000 個力類詞當中，常識力出現 973 次（97.3 %）。這表示在日常溝通中絕大多數的時候是在使用常識力，使用科學力的機會不高。

從國中課本中隨機挑出來的 277 個力類詞當中，科學力出現 211 次（76.2 %），而常識力出現 66 次（23.8 %）。在國中課文中，兩種力是混雜出現的。

在接下來的報告中，「常識力」指的是在中研院平衡語料庫裡出現的「常識力」。「科學力」指的是在國中課本裡出現的「科學力」。

(一) 常識力

在 973 個含常識力的句子中，去除孤立名詞組的情況，常識力在小句和名詞組中功能如下：

表 4-1-1：常識力在小句和名詞組中語義角色分佈

	小句核心成分 與者	小句環境成分 參與者	名詞組 修飾語	合計
次數	767	47	132	946
百分比 (%)	81.1	5.0	14.0	100

常識力在絕大多數的情況下是小句的直接參與者。下面在說明常識力參與的過程時，再進一步說明在不同過程中出現的角色類型。

(二) 科學力

針對國中教科書中隨機選出來的 211 個科學力分析其在小句和名詞組中的功能如下：

表 4-1-2：科學力在小句和名詞組中的語義角色分佈

	小句核心成分 參與者	小句環境成分 參與者	名詞組 修飾語	合計
次數	137	10	64	211
百分比 (%)	65.1	4.7	30.2	100

科學力在多數情況下也是小句核心成分的參與者。

另外，將此一比例分佈跟常識力在日常用語中的分佈比較，可發現科學力在「名詞組修飾語」中佔了較高的比例。為什麼比例會偏高？必須進一步瞭解在「名詞組修飾語」當中科學力的角色。這將在第四小節裡進一步說明。

二、力參與的過程

當需要表達經驗的時候，人們在及物系統（語言提供的意義系統）中進行選擇。粗略地來講，我們先選擇過程類別，然後選擇參與者語義角色以及環境成分。最後在各種可能的詞彙中進行選擇，於是形成能夠表達出來的小句。重點是：經驗以小

句來構作時，是以「過程」為核心來組合的。如上所示，力類詞作為名詞，在小句中它大部分時候是以參與者的角色出現的，因此瞭解力類詞參與的「過程」也是瞭解力類詞的關鍵。

在分析力類詞所參與的過程時，常識力的部份僅針對出現三次以上（含）的詞彙進行分析。跟常識力一起搭配以構成小句核心的動詞共有 299 種。其中 104 種只出現 1 次，43 種只出現 2 次。出現 3 次以上（含）的有 52 種，合計 477 次，佔 62.2% (=477/767)。科學力的部份則分析全部的詞，共出現 137 次。

以下先針對幾個類別的過程加以討論，最後作整體的比較。比較的次序先是「關係過程」的幾類過程：(1) 領有（與存在過程對照）、(2) 分類與命名、(3) 量和量變；然後是「物質過程」的幾類：(4) 給受、(5) 行使、(6) 抗衡和 (7) 因果。

(一) 領有和存在

常識力顯然偏愛「被領有」，科學力則否之。「有」又有兩種意義：領有義和存在義，這使得教科書在說明科學力時，不知不覺地套用了常識力的說法。

在各種過程中，屬性關係過程是常識力參與比例最多的過程，佔 59.5% (=284/477)，其中 63.7% (=181/284) 是領有過程（表 4-1-3）。也就是說，跟其他類別的過程比較，在日常用語裡要說明個體「領有」各種「能力」的情況相對相當多。相較之下，科學力就不以這種方式參與在過程中。

表 4-1-3：常識力與科學力在領有過程和存在過程中的語義角色分佈

過程 詞彙	常識力 ^a					科學力 ^a				
	屬性關係：領有			存在關係		屬性關係：領有			存在關係	
	載體	屬性	合計	存在者	合計	載體	屬性	合計	存在者	合計
有	6	113	119	8	8	0	0	0	3	3
無	0	8	8	1	1	0	0	0	0	0
具有	0	23	23	0	0	0	0	0	0	0
具	0	18	18	0	0	0	0	0	0	0
具備	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0
擁有	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0
總計	6	175	181	9	9	0	0	0	3	3

^a 總次數：常識力 477 次，科學力 137 次。

常識力顯然偏愛「被領有」，因為大部分時候，它是作為屬性而參與在過程中（96.7%=175/181）。少數情況中常識力以「載體」的角色出現時，是為了要構作常識力的性質。如：「壓力有三個特質。」「充沛的高級人力，對國家發展自然是有正面影響。」

在物理學裡，「力」是存在於兩物之間的，並非某物所領有。「有」在與科學力搭配時，是否反而偏向取「存在」的意義而出現？答案是否定的。

僅從所取樣的 137 個小句或許還看不出結果。檢視全部康軒版國中課本的語料，在全部 1030 個文本句中「力」和「有」有 16 次一起出現（結果如表 4-1-4）。

表 4-1-4：「有」與科學力搭配之語義角色分佈

過程 詞彙	科學力 ^a				
	屬性關係：領有			存在關係	
	載體	屬性	合計	存在者	合計
有	5	5	10	6	6

^a 以康軒版全六冊為檢索基礎。

這裡面值得注意的是科學力作為「屬性」的情況。尤其是科學力被某個參與者所「領有」的說法。如：

地球對物體有引力。

磁鐵有磁力。

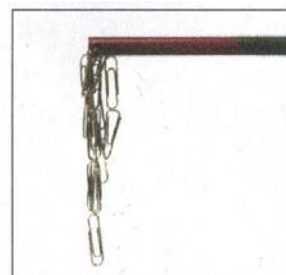
彈簧有彈性恢復力(又稱彈力)。(康軒第三冊，頁 42)

在這些例子裡，除了把「有」解釋為「領有」，有沒有別的解釋？不會是「存在」的意義。因為把上面句子裡的「有」換成「存在著」，都說不通。抑或是，在上下文裡，句子裡有些什麼部份可以省略。如：

磁鐵（間）有磁力。

課文裡完整的文本句如下：

在日常生活中，我們會接觸到各種不同的力，地球對物體有引力，手抬東西要用力，磁鐵有磁力，彈簧有彈性恢復力(又稱彈力)(圖 3-1)。(康軒第三冊，頁 42)



◎ 磁力

課本裡提供的圖並不是兩塊磁鐵。因此，上面的猜想也不成立。

基於常識力的調查，「有」配合常識力使用時，主要的意義就是「領有」。課文中出現的這個寫法顯示了作者在此時正處於所謂的日常生活的現實當中(Berger & Luckmann, 1966/1991, 頁 36)。

從上面所引的完整文本句可知：作者在一開始就意圖將讀者帶回日常生活的現實裡，於是它說「在日常生活中」。接著它似乎就進入了日常生活的「現實」，它用了「接觸到力」這種說法。「接觸」是一語雙關的，它既有「經驗」的意思，又有「碰觸」的意思。作者不知不覺地如 Burr(1995, 頁 140)所說的「套上了語言所打造的外套」。這些外套就是存在於語言中的「詮釋劇本」。

(二) 分類與命名

分類和命名是科學語言的特徵（表 4-1-5、4-1-6）。在隨機選取的 137 次科學力的使用中，就各出現了 8 次（各佔 5.8 %）。

科學力參與命名過程而成爲有名字的（作爲標誌），或者使別人有名字（作爲涵值）。從科學技術性的建構來看，命名是一項重要的語法資源。

表 4-1-5：常識力與科學力在分類過程中的語義角色分佈

過程類別	過程詞彙	常識力 ^a			科學力 ^a		
		載體	屬性	合計	載體	屬性	合計
分類	屬於	0	0	0	4	1	5
	分爲	0	0	0	1	2	3
	總計	0	0	0	5	3	8

^a 總次數：常識力 477 次，科學力 137 次。

表 4-1-6：常識力與科學力在命名過程中的語義角色分佈

過程類別	過程詞彙	常識力 ^a			科學力 ^a		
		標誌	涵值	合計	標誌	涵值	合計
命名	稱爲	0	1	1	4	3	7
	代表	0	0	0	0	1	1
	總計	0	1	1	4	4	8

^a 總次數：常識力 477 次，科學力 137 次。

相對而言，在日常生活的使用中，常識力的類型雖然很多（在隨機選取的語料裡常識力有 123 種，科學力卻只有 30 種），但卻不使用外顯的方式為這些力命名、定義、或解釋。這顯示在日常生活裡，使用語言建構實在的方式就像 Berger 和 Luckmann (1966/1991, 頁 110)所說的第一階段合法化。在這個層次裡，事物的存在本身就是合法化的理由。相關事物的學習是在與意義他人互動中，在使用中學會的。像是「想像力」、「創造力」這一類語彙，在日常生活裡是不解釋或定義的，所做的就是直接使用它們。如此該事物透過「名稱」而存在於人類社會中，並透過使用而獲得傳承。

（三）數量 and 量變

在這兩類過程中，常識力話語有較多現成的詞彙隱喻資源。科學力在量變過程中傾向以動作者的角色出現，從而創造出「自我肇始」的意象。

無論是數量或量變過程，常識力話語偏向使用具體隱喻來表達。例如：在數量過程中，用「強」、「旺盛」、「雄厚」等，在量變過程中，用「付出」、「耗費」等。科學力話語在這兩類過程中雖然沒有這些詞彙隱喻，但並不表示也不使用詞彙隱喻來產製別的過程，例如：「傳遞」就是一個明顯的詞彙隱喻。

如同「有」的使用一樣，常識力話語使用這些隱喻，於是由於日常用語的習用，而科學力又有相同的意義要表達（都是量的改變），因此在實際使用上很可能會把它們運用在科學力的使用上。

科學用語有「大於」、「小於」、「成（正比）」這些更為細緻地進行數量比較的詞彙，這跟科學裡講究數量的測量與比較是一致的。

常識力在量變過程中主要以「目標」這樣的角色出現，科學力則傾向以「動作者」的角色出現（表 4-1-8）。科學力以「動作者」的角色出現，這種方式顯現出科學力「自我肇始」（self-cause）的語義(Halliday, 1994, 頁 164)。也就是說，或許有外在的原因造成科學力數量的改變，但是科學力在量變事件中出現的方式則呈現出不需要外在原因，它自然而然地就會發生的樣子。作者刻意地把「改變者」加以隱瞞。

表 4-1-7：常識力與科學力在數量過程中的語義角色分佈

過程類別	常識力 ^a		科學力 ^a			
	過程詞彙	載體	過程詞彙	載體	屬性	合計
屬性：數量	強	23	大於	4	3	7
	大	15	大	5	0	5
	足	11	小於	1	1	2
	有限	5	小	1	0	1
	旺盛	3	高	1	0	1
	高	3	成	1	0	1
	強大	3				
	雄厚	3				
	總計	66	總計	13	4	17

^a 總次數：常識力 477 次，科學力 137 次。

表 4-1-8：常識力與科學力在量變過程中的語義角色分佈

過程類別	常識力 ^a				科學力 ^a			
	過程詞彙	動作者	目標	合計	過程詞彙	動作者	目標	合計
物質：量變	增加	5	10	15	減少	3	3	6
	提升	1	12	13	變大	3	0	3
	培養	1	10	11	減小	2	0	2
	提高	3	4	7	改變	2	0	2
	加強	0	5	5	變小	1	0	1
	失去	0	5	5	變為	1	0	1
	盡	0	5	5	放大	0	1	1
	付出	0	4	4				
	花	0	3	3				
	耗費	0	3	3				
	消耗	1	2	3				
	增進	0	3	3				
	下降	3	0	3				
	總計	14	66	80	總計	12	4	16

^a 總次數：常識力 477 次，科學力 137 次。

(四) 給受

常識力和科學力都會出現這種說法。不過，科學力多半是「被接受」，很少「被給」，僅出現 1/12 (8%) 次 (表 4-1-9)。但也不是不能以這種方式現身，如：

水給身體反作用力。(康軒第五冊，頁 91)

「給」一個力。這種說法會不會造成誤解？讓人以為好像有個像是「物體」的東西被「傳送」過去？這是一種可能。

不過，另一種可能是：這是隱喻，它是「施力」的另一種說法。因為「受力」也有可能被理解為「接收」了某個「物體」，但一般在談物體和力之間的關係時，用的就是「受力」這種說法。科學家也不得不用這種說法。但科學家在這樣講的時候，並不意味著它要表達的意思是「接受了某個物體」，而是「被影響了」。同一種說法，說了不同的意思，這是詞彙隱喻。

「力」被用來作為「作用」、「影響」、「推拉」這類動詞名物化之後的詞彙之後，反而具有了不得不存在的「身份」。在說明物體之間交互作用時，於是出現了第三個參與者—「力」，原來它是以「過程」的角色出現的，現在「過程」的角色空了出來，需要另一個詞彙來填補，在漢語裡用了一系列的詞彙來肩負這個工作，以使得意義的產製得以完成。「給」是其中一個選項。

表 4-1-9：常識力與科學力在給受過程中的語義角色分佈

過程類別	常識力 ^a		科學力 ^a	
	過程詞彙	目標	過程詞彙	目標
物質：給受	給	4	受	11
	承受	4	給	1
	提供	3		
	投入	3		
	受到	3		
	面臨	3		
	總計	20	總計	12

^a 總次數：常識力 477 次，科學力 137 次。

(五) 行使

透過這類過程，漢語於是有能力使力類詞出現事件裡。⁵³

「發揮」、「行使」、「施」等這類過程本身的意義是很空虛的，並沒有說出過程的實質內涵。對過程的實質說明是出現在後面這個參與者身上；Halliday(1994)認為

⁵³ 這種動詞的構詞結構，傳統文法稱為「動賓結構」。不過，現在討論的不是在詞的層級，而是在小句的層級。

這樣的參與者功能特殊，名之為「範圍」(表 4-1-10)。

在日常語言裡，使常識力能夠出現在事件裡的過程是「發揮」、「行使」這類動詞所體現的虛過程。而在科學用語裡，用的是「施」這個詞。「施力」在整個中研院語料庫當中僅出現 9 次。其中 6 次是在科學脈絡下使用的。⁵⁴)

表 4-1-10：常識力與科學力在行使過程中的語義角色分佈

過程類別	常識力 ^a		科學力 ^a			
	過程詞彙	範圍	過程詞彙	動作者	範圍	合計
物質：行使	發揮	17	作(功) ^b	9	0	9
	行使	4	施	0	10	10
			施予	0	1	1
	總計	21	總計	9	11	20

^a 總次數：常識力 477 次，科學力 137 次。

^b 在這 9 筆記錄中「作」都是和「功」一起出現。

「手施力在桌上。」跟「手推桌子」的意思是一樣的，但說法不同。

一致式的說法是「手推桌子。」「推」名物化後成為「力」，此時，同一個事件有三個參與者要表達：「手」、「桌子」和「力」，卻沒有過程。因此需要「創造」出一個過程。習慣上，運用「施」，於是「手」和「力」就直接參與在事件裡，而「桌子」則退到環境成分。

然而，這並非僅僅是重述而已，這是建構理論事物的一部份，透過這種方式語言製造了像「力」這樣的理論事物。Halliday (1998a) 指出科學在建立技術術語時，由於有分類、修飾、推理的需要，因此會出現名物化的過程，術語最後會以名詞的形式被建立。在這個例子裡，「推」原是動詞，被轉換為名詞「力」。於是，它就成為可以數的、可進一步運用名詞組來修飾、也能夠在句子裡成為主語等等。

「施」這個動詞使我們產生了物體好像對力做了什麼事的印象，其實它是個虛化的過程(a virtual process)。實質上發生了什麼過程，「力」這個字已經表達了，「施」並沒有表達什麼實質的內涵。而且「施」雖然跟「實行」是同義的，但是在科學脈絡裡，我們不會說「某物實行了力」。這種特殊的用詞也在告訴聽者或讀者，此力不

⁵⁴ 在中研院語料庫中「施力」被當作是一個詞，並被標記為動詞。

是別的力，它就是物理學上所說的力。

(六) 抗衡

科學力需要表達兩相抗衡，而常識力不需要。常識力話語中無此類過程。

體現此類過程的詞彙有：「平衡」、「抵抗」、「抵消」等（表 4-1-11）。不過這些詞彙運用在科學力之後，意義都不會跟原來一樣。例如：「抵消」原義中被抵消的事物會消失，例如：「這兩種藥不能同時服用，否則藥效會抵消的（教育部國語辭典）。」主語是「藥效」，說的是「藥效」會消失。不過，力可不會消失。但是，就如同「施」、「作用」一樣，當這些動詞運用來建構關於科學力的事件時，它們的意義在這些新的使用情況裡，已經有所改變。也因此，用「抵消」來構作科學事件，並不致遭致誤解。不過，這些細微意義的轉變需要加以說明。

另外，抗衡類過程的參與者是兩個力，而這產生一個表達和學習上的麻煩。因為實際上並不是兩個力凌空地彼此抗衡，它們中間總是有個物體（或質點）。但是在語言構作上，並沒有把這個物體構作進來，抗衡過程的參與者直接就是兩個力。若一定要把中間的這個物體放進來，也只能放在環境成分，而環境成分不是核心成分，是可講可不講的。於是很容易被學生忽視。

表 4-1-11：科學力在抗衡過程中的語義角色分佈

過程類別	過程詞彙	科學力 ^a		
		動作者	目標	合計
物質：抗衡	平衡	3	0	3
	抵抗	0	1	1
	抵消	1	0	1
	總計	4	1	5

^a 總次數：科學力 137 次。

(七) 因果

在因果關係的表達上，科學話語多了「作用」這個說法。

物體「施力」，而力「作用在物體上」。這是一套說法，來說明力與物體之間的

關係。前面已經說過，「施」這個詞彙是詞義是空虛的，沒有表達什麼內容。同樣，「作用」也類似。不過，「作用」有因果的意涵在內，所以歸於此類。

在牛頓物理學模型下，彼此有影響的是並不是力和物體，而是「兩個物體」。不過，「力」經過名物化取得了「身份」，這使得語言系統要提供一組詞彙來說明它跟物體之間的關係，「作用」就是其中的選項。

於是，我們就看到這個有趣的現象：當科學力變成「行動者」的時候，它甚至會發展出自己的「行動」出來，也就是「作用」。此動詞表達的一樣是虛化的過程。因此並不需要像 Touger (1991)一樣爭論說，像力這樣的「作用」不應該「作用」在物體上。

另外，在施事和受事的對照比較下（表 4-1-12），科學力顯著地是以施事的角色參與在因果事件之中。這體現了科學力作為原因的意義。

表 4-1-12：常識力與科學力在因果過程中的語義角色分佈

過程類別	常識力 ^a				科學力 ^a			
	過程 詞彙	施事	受事	合計	過程 詞彙	施事	受事	合計
物質：因果	影響	1	4	5	作用	15	0	15
	造成	1	3	4	產生	3	2	5
	產生	1	3	4	使	3	0	3
	形成	1	3	4	造成	1	1	2
	讓	3	0	3	達成	2	0	2
	使	2	0	2				
	總計	9	13	22	總計	24	3	27

^a 總次數：常識力 477 次，科學力 137 次。

三、出現在環境成分裡的力

科學力僅出現 10 次，卻被分成這麼多類別。在這種情況下對它進行討論可能有問題，還需要更多的取樣才能分析。

不過，這裡顯示出的重要訊息是：無論是常識力或科學力都很少出現在環境成

分裡。然而在訪談中，學生進入陌生的問題情境時，把「力」置於環境成分則是語言提供給它們的重要言談資源。例如：

因為磁力，所以兩個磁鐵相吸。

這種說法既可以提到力，又不必去說自己不知該如何說的過程詞。

表 4-1-13：常識力與科學力所屬環境類別的頻率分佈

主環境類別	次環境類別	常識力 ^a	科學力 ^a
樣態	手段	19	3
	比較	0	2
	面向	13	1
原因	目的	1	0
	理由	1	0
情況	條件	8	0
	預設	1	1
伴隨	隨同	2	2
範圍	時間	1	0
主題		1	1
總計		47	10

^a 總次數：常識力 477 次，科學力 137 次。

四、作為所有者的力

在力類詞角色概述時已經知道：跟常識力比較，科學力在名詞組中作為修飾語的比例較高。其原因乃在於科學力名物化之後，在後續的文本中會不斷地談及它的屬性。於是其屬性會被名物化，以便分類與推理。而指稱該屬性的方式就是在名詞組中以科學力作為修飾語來達成。

進一步看科學力所修飾的中心詞類別，則發現：中心詞多半為科學力的「性質」（表 4-1-14）。若進一步分析是哪些中心詞，則會發現這 33 次出現的中心詞當中，方向佔 15 次，大小佔 13 次。⁵⁵亦即，在科學力成為物件之後，在科學的論述中會不斷地提及它的重要屬性：大小和方向。對這些性質作進一步的測量、分析、解釋。

⁵⁵ 其餘的中心詞（次數）如下：六分之一（1）、作用點（1）、差（1）、效應（1）、單位（1）。

在科學力的情況下，科學力的「歷程」有兩個：「作用」（9 次）和「影響」（3 次）。這意味著「因果過程」是科學力的主要行動。

跟其他中心詞類別相比，常識力作為分類詞而與類名構成名詞組的情況較多，例如：物力資源、人力資源、聽力訓練等。

表 4-1-14：常識力與科學力修飾之中心詞類別之頻率分佈

中心詞類別	常識力 ^a	科學力 ^a
類名	66	19
性質	36	33
歷程	30	12
總計	132	64

^a 總次數：常識力 477 次，科學力 137 次。

五、小結

語料的證據顯示常識力和科學力的談論方式是有差別的，因此在語言系統中存在著這兩種力。也就是說，劃分這兩個範疇的力對語言使用的差異是具有解釋效力的。茲先將研究一分析所得摘要如下：

問題 1-1：在日常語言裡，科學力和常識力出現頻率為何？

在日常溝通中絕大多數的時候是在使用常識力(97%)，使用科學力的機會不高。

問題 1-2：在科學語言裡，科學力和常識力出現頻率為何？

在國中科學課文中，兩種力是混雜出現的（科學力=76.5%，常識力=23.8%）。

問題 1-3：在日常語言裡，常識力出現在小句核心成分和環境成分，以及名詞組的比例是多少？

常識力在小句核心成分、小句環境成分、名詞組的比例分別是 81%、5%、14%。

問題 1-4：在科學語言裡，科學力出現在小句核心成分和環境成分，以及名詞組的比例是多少？

科學力在小句核心成分、小句環境成分、名詞組的比例分別是 65%、5%、30%。

跟環境成分和名詞組修飾語相比，科學力和常識力在大多數的情況下是小句的核心參與者。跟常識力相比，科學力在名詞組中作修飾語的比例較高；因為在科學力成爲物件之後，在科學的論述中會經常提及它的重要屬性：大小和方向。

問題 1-5：在日常語言裡，常識力參與哪些過程？在這些過程中分別作為何種參與者角色？

問題 1-6：在科學語言裡，科學力參與哪些過程？在這些過程中分別作為何種參與者角色？

常識力和科學力參與的過程類別分佈表，見表 4-1-15。

問題 1-7：在日常語言裡，常識力參與哪些類別的環境成分？

問題 1-8：在科學語言裡，科學力參與哪些類別的環境成分？

常識力和科學力都很少出現在環境成分裡，詳見表 4-1-13。

問題 1-9：在日常語言裡，常識力在名詞組中與哪些類別中心詞一起出現？

跟其他中心詞類別相比，常識力作爲分類詞而與類名構成名詞組的情況較多，詳見表 4-1-14。

問題 1-10：在科學語言裡，科學力在名詞組中與哪些類別中心詞一起出現？

從科學力所修飾的中心詞來看：科學力除了被量化爲向量的各種性質（大小和方向）之外，餘下所參與最重要的過程就是與物體之間的因果關係（作用和影響），詳見表 4-1-14。

問題 1-11：可用以區別科學力和常識力的過程有哪些？

常識力顯然偏愛「被領有」，科學力則否之。即使教科書在說明科學力時，也會不知不覺地套用了常識力的「領有」話語。在數量和量變這兩類過程中，常識力話語有較多現成的詞彙隱喻資源。

分類和命名是科學語言的特徵。常識力的學習一般不透過定義，直接在使用中體會其意義。在數量和量變這兩類過程中，科學力在量變過程中傾向以動作者的角色出現，從而創造出「自我肇始」的意象。

在科學力話語中以「施」來構作施力者與力之間的關係，用「作用」來構作力與受力者之間的關係，用抗衡類過程來構作力與力之間的關係。這些方式都是科學力話語獨有的。這些詞彙被創造性地運用在科學事件的建構中，而且它們的意義多少都有了改變。

「給」和「受」這類過程的功能跟「施」是一樣的，都是虛化的過程。但，這類說法在科學力和常識力話語中都存在。

歸納科學力在詞彙語法層的特徵，可知與下列三種因素有關：

- (1) 科學力的特殊性質。如：科學力是事物間因果關係的一種，而常識力則是事物之屬性。此特性表現在領有類過程的參與頻率上，以及在名詞組中作為「作用」和「影響」的修飾語的頻率上。又如：科學力之間才彼此抗衡，因此抗衡類過程是科學力所獨有。
- (2) 約定俗成的意義產製方式。如：數量和量變中常識力有較多詞彙隱喻，科學力則無。參與給受類過程時，科學力較多以「受力」的說法出現。「施」和「作用」等過程詞是科學力所獨有。這些過程並非只跟科學力有關，但說法卻是科學力所獨有的。
- (3) 科學學科的特徵。如：科學強調量化的比較；在科學文本的鋪陳中為討論力的「大小」、「方向」等性質，於是產生較多以這些性質為中心詞的名詞組；科學對術語給予清晰的定義；科學力自我肇始的意象的創造等。

第一和第二項因素跟本研究選取之特定主題「力」有關，第三項因素則是跨內容主題的學科特徵。以 SFL 的理論架構來講，科學力和常識力是不同的語場，本研究所闡述的是詞彙語法層所體現的語場差異。

這三項因素是使得在約定用法中，存在著科學力和常識力兩種話語的原因。因此，能識別這兩範疇的力也就是能識別這兩種話語，也就是透過與常識力的對照，掌握了科學力的意義。

表 4-1-15：力類詞及其參與之過程類別分佈表

主過程 類別	次過程 類別	常識力		科學力	
		動詞詞彙（頻率）	合計	動詞詞彙（頻率）	合計
屬性 關係 過程	所有	有(119)*、具有(23)、具(18)、 無(8)、具備(7)、擁有(6)	181		0
	是（爲）	是(15)、爲(4)	19	爲(3)	3
	數量	強(23)、大(15)、足(11)、有限 (5)、旺盛(3)、高(3)、強大(3)、 雄厚(3)	66	大於(7)、大(5)、小於(2)、 小(1)、高(1)、成(1)	17
	評價	差(4)	4		
	分類			屬於(5)、分爲(3)	8
	相關			有關(1)	1
	空間	集中(7)、充滿(4)、密集(3)	14	垂直(1)、同向(1)	2
	小計		284		31
識別 關係 過程	是（爲）	是(22)	22	是(3)、爲(2)	5
	數量			等於(2)	2
	命名	稱爲(1)	1	稱爲(7)、代表(1)	8
	小計		23		15
存在過程	存在	有(8)、無(1)	9	有(3)	3
物質 過程	因果	影響(5)、造成(4)、產生(4)、 形成(4)、讓(3)、使(2)	22	作用(15)、產生(5)、 使(3)、造成(2)、達成(2)	27
	量變	增加(15)、提升(13)、培養 (11)、提高(7)、加強(5)、失去(5)、 盡(5)、付出(4)、花(3)、 耗費(3)、消耗(3)、增進(3)、 下降(3)	80	減少(6)、變大(3)、減小 (2)、改變(2)、變小(1)、 變爲(1)、放大(1)	16
	給受	承受(4)、受到(3)、給(4)、 提供(3)、投入(3)、面臨(3)	20	受(11)、給(1)	12
	行使	發揮(17)、行使(4)	21	作(功)(9)、施(10)、 施予(1)	20
	抗衡			平衡(3)、抵消(1)、 抵抗(1)	5
	手段	運用(3)	3	利用(2)	2
	其他	結合(3)、應付(3)、紓解(4)、 需要(4)	14	傳遞(2)	2
	小計		160		84
心理與 言語過程	心理	驚訝(1)	1	知(1)、察覺(1)	2
	言語			介紹(2)	2

*：這些加上外框的詞彙被運用在研究二的問卷設計中。

第二節 學生對科學力與常識力話語之識別

高中學生能否識別關於科學力和常識力的兩種話語？高一和高三學生之間又有何差異？

根據語詞的組合關係和聚合關係，結合凱利方格的內在結構，本研究設計了語詞用法問卷（附錄一）以回答上述兩個問題。以下首先將描述全體學生的作答結果，分析力和描述語之間的關係，然後概略地說明高一和高三學生間的差異，最後針對高一和高三學生理解上差異較大三種力（彈力、體力、重力）和兩種描述語（{儲存}和{抵消}）加以討論。

一、整體學生之表現

整體學生作答結果的平均值經過轉換後如圖 4-2-1 方格表所示（部分數值之轉換參見圖 4-2-1 左側之簡表）。圖中各種力是「元素」，而「儲存」、「用盡」等標記則代表了不同的描述語，也就是「構念」。每個方格則代表一種陳述。每個陳述的可接受度有兩種極端狀態：可接受和不可接受。為了使構念間相似性達到最大，RepGrid 會反轉方格內的數值（右側樹狀圖表達的就是構念間及元素間的相似性）。圖 4-2-1

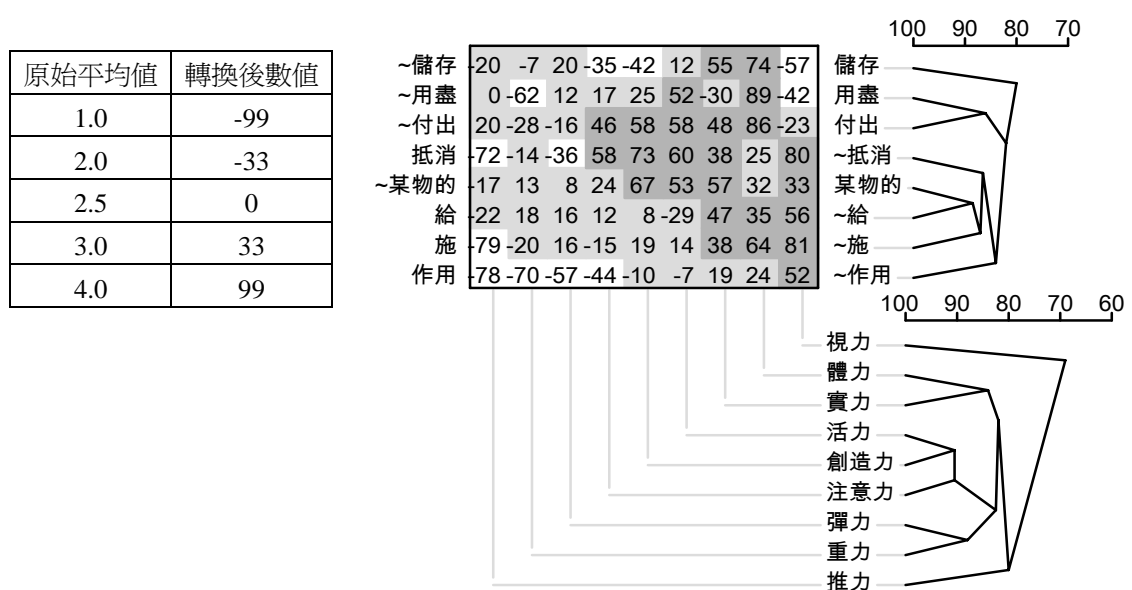


圖 4-2-1：整體學生之 FOCUS 分析

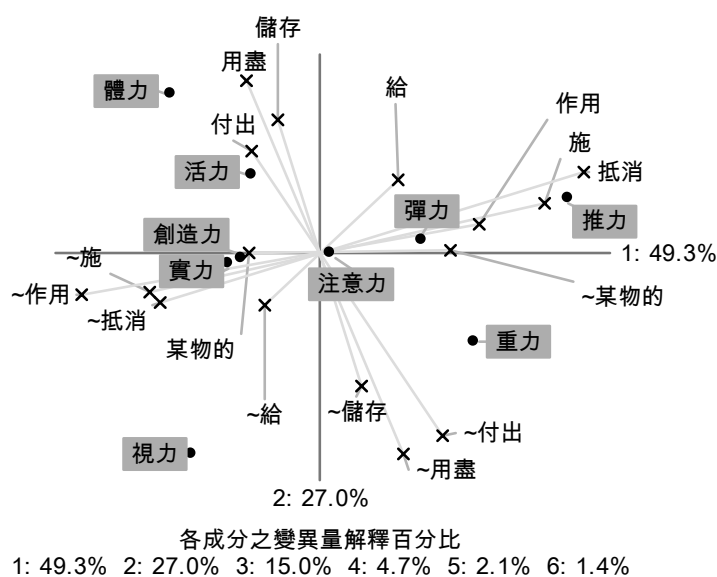


圖 4-2-2：整體學生之主成分分析

表格「右」側的描述語標記若帶有「~」則表示該橫列每個方格的可接受度都反轉過了。因此，只有當表格右邊的描述語標記不帶有「~」時，方格的正值才表示該陳述傾向「可接受」。

以下的分析分為兩部分。一、探討學生是否能識別出兩種話語：根據 FOCUS 分析和主成分分析，討論各種力和描述語集群的情況，以及力和描述語之間的關係。二、針對主成分分析圖所呈現的特殊形態進一步加以討論。

(一) 兩種話語

主成分分析（如圖 4-2-2）得到的前三個成分能解釋的變異量達 91.3%，前兩個成分累積的變異量也已達 76.3%，因此圖 4-2-2 以二維空間來表徵元素和構念是具有代表性的。根據主成分分析（圖 4-2-2），科學力都出現在右側，常識力在左側，分為兩群。同時，{作用}、{施}、{抵消}、{某物的}（{...} 表示描述語）這四種描述語相關極高（即它們之間的夾角極小），而且方向與科學力一致，顯示兩者相關極高。FOCUS 分析的樹狀圖（圖 4-2-1）也呈現出類似的集群，也就是彈力、重力和推力成為一群，除視力之外的常識力成為一群。從圖 4-2-1 表格中的數值可知視力在 {施}、{作用}、{抵消}、{某物的} 等描述語的使用上還是跟別的常識力一致，而與科學力不同（之所以與別的常識力有差異，乃是因為它在 {儲存}、{用盡}、{付

出} 描述語的使用上有所不同)。圖 4-2-1 也顯示 {儲存}、{用盡}、{付出} 等描述語相近、成爲一群，而 {施}、{作用}、{抵消}、{~某物的} 等描述語成爲一群。結合 FOCUS 和主成分分析的結果可知：學生可識別出兩種話語，而且兩個範疇的力主要可用 {施}、{作用}、{抵消} 這些描述語來區別。

注意力較爲特殊。在圖 4-2-2 它處在原點附近。從圖 4-2-1 表格中的數值可看出學生認爲注意力可以跟 {施} 和 {作用} 這兩個描述語一起使用。這是傾向於科學力的用法，這使得它與別的常識力有所區別。

{用盡}、{儲存}、{付出} 這三個描述語在圖 4-2-2 中方向一致。從語義上可推斷它們都跟量的變化有關。體力和活力與這些描述語極爲靠近而且處於「意義可接受」的極端，這表示體力和活力適用於此類描述語。

(二) 有爭議的陳述

在主成分分析圖中，創造力、實力、注意力、彈力和推力這五種力位於 X 軸附近。這表示 {用盡}、{儲存}、{付出} 這組描述語跟它們的相關極低。是什麼原因造成相關性低呢？對這五種力而言，肇因都是相同的嗎？

觀察圖 4-2-1 表格中相關方格的評分，可發現：這五種力處於 X 軸附近是因爲兩種評分表現造成的。第一種評分表現是當它們被 {用盡}、{儲存}、{付出} 描述時，其中一種陳述被判定爲無意義（可接受度=1 或 2），而另兩種陳述爲有意義（可接受度=3 或 4）。例如：實力被 {用盡} 描述時無意義（-30，原始平均值爲 2.05），但被 {儲存} 和 {付出} 描述時則是有意義（55 和 48，原始值爲 3.33 和 3.22）。由於不同描述語間的評分有變異，於是造成該力與此組描述語相關低。第二種評分表現是它們被這三種描述語描述時，平均值都在 0 附近（在 20 和 -20 之間，原始平均值在 2.5 ± 0.3 之間）。例如：推力被 {儲存} 描述時，可接受度是 -20，{用盡} 是 0，{付出} 是 20。這類陳述的平均可接受度在 0 附近是因爲認爲該陳述有意義和無意義的學生都超過全體 1/3。可以說，這類陳述是否可接受存在著較大的爭議。

分析圖 4-2-1 方格表的數值分佈，還可發現：這類有爭議的陳述（平均可接受

度在 0 附近) 佔 35% (= 25/72)，而且科學力顯著地比常識力有較多的這類陳述 (表 4-2-1)。

表 4-2-1：兩範疇的力及陳述可接受度之分佈

力	陳述可接受度 (X)		總和
	X>20 or X<-20	20≥X≥-20	
常識力	38	10	48
科學力	9	15	24
總和	47	25	72

註： $\chi^2_{(1)} = 12.3$ ， $p=0.000$

第一類描述語 ({儲存}、{用盡}、{付出}、{某物的}) 原多用來描述常識力，但有為數甚多的學生認為它們也可用來描述科學力。它們和科學力構成的陳述中 83% (=10/12) 有爭議。在科學力爭議陳述中，這類陳述佔 2/3 (=10/15)。對此，一般會以迷思想法來解釋。例如：「重力是某物的。」「推力可以儲存。」學生似乎把力當作是物體所擁有的能力或某種「實體」來理解 (Reiner, Slotta, Chi, & Resnick, 2000)。不過，基於兩個理由，事情並沒有如此單純。

首先，對某力具有迷思和認為該力被 {儲存}、{用盡}、{付出} 描述時有意義，兩者之間並無相關。由於 {某物的} 這個描述語沒有隱喻的意涵，因此可以當作有迷思的指標。也就是說，如果學生認為某種力是某物的，那麼很可能他就具有此力的迷思。那麼是不是這樣的學生就會認為該力被 {儲存}、{用盡}、{付出} 描述時，是有意義的呢？答案是否定的。在所有九種情況中，只有兩種情況有相關：「彈力是某物的」和「付出彈力」($\chi^2_{(1)}=3.84$ ， $p=0.05$)，以及「推力是某物的」和「推力會被用盡」($\chi^2_{(1)}=7.51$ ， $p=0.006$)。

其次，學生也認為注意力可以用 {施} 和 {作用} (多用於科學力的第二類描述語) 來描述，這兩者「實行」的意義被運用在注意力的虛化過程上。如下：

對某物施 推力。

對某人施 注意力。

在這個組合關係的運用中，顯示推力和注意力被歸為同一類，都能夠被「施」。注意

力能不能被「施」呢？並無不可，只是這不是約定的一般用法罷了。在這個使用中，「施」的外延擴大了，把注意力的實行也包含在內。述詞的語義擴展了。這是造成{施}和{作用}在描述常識力時有爭議的原因（爭議陳述佔 $6/12=50\%$ ）。同樣，第一類描述語轉而述說科學力的時候，也會發生述詞語義擴展，使該述詞也能用在科學力上。例如：在科學的脈絡裡，「付出」雖然平常很少用來描述推力，但是還是可以把它作為「實行」的意義的外延擴及推力的實行。同樣，「付出」、「儲存」與「用盡」等「量的改變」的意義也可以擴及推力這類的科學力。平常不這麼說，那是為了溝通有效，在習慣上不這樣說。這類陳述有爭議可能是這個原因。這裡所呈現的現象可以理解為約定用法和語義擴展的緊張狀態。

「付出」、「儲存」、「用盡」這些動詞之所以能擴大運用到科學力上，是因為科學力和常識力一樣都是被名物化了的語法物件。首先是這些力投射為參與者，然後這些述詞從具體物體的存放與消耗投射為虛擬物件量的增減。前者是語法語義域之間的投射，後者是詞彙語義域之間的投射。因此這不僅僅是詞彙隱喻，隱喻的發生不是只發生在詞彙語義的層次而已，也發生在語法的層次，力被名物化了。事實上，在物理學裡，能量就能被說成是「可以儲存與消耗的」。而能量也是名物化了的語法物件。

二、高一和高三學生之比較

高一和高三學生的整體作答結果可透過 COMPARE 和合併方格之主成分分析來瞭解。分別計算高一和高三學生作答的平均值，製作成兩個凱利方格表（圖 4-2-3），然後進行 COMPARE 運算，結果如圖 4-2-4。根據共同的構念（描述語），合併元素（力），就會得到 18×8 的合併方格，對此方格進行主成分分析，於是可得高一和高三學生對各種力的瞭解的差異（如圖 4-2-5）。根據共同的元素（力），合併構念（描述語），就會得到 16×9 的合併方格，對此方格進行主成分分析，於是可得高一和高三學生對各種描述語的瞭解的差異（圖 4-2-6）。圖 4-2-5 和圖 4-2-6 中兩個主成分的變異數解釋量都達到 70% 以上，因此兩圖都具有足夠的代表性。

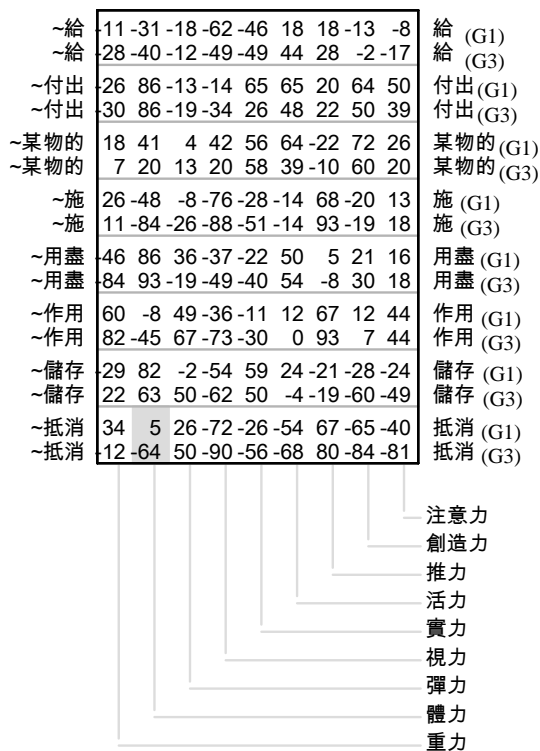


圖 4-2-3：高一(G1)及高三(G3)學生之方格表

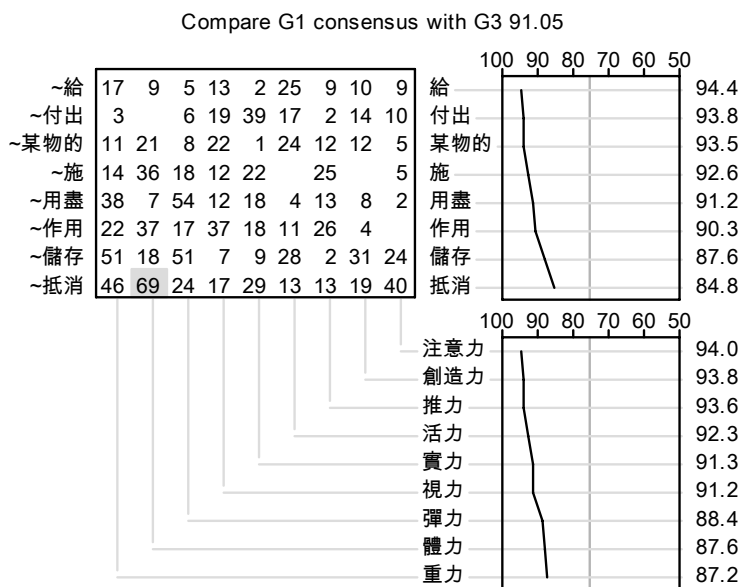


圖 4-2-4：高一和高三學生交換方格及 COMPARE 分析

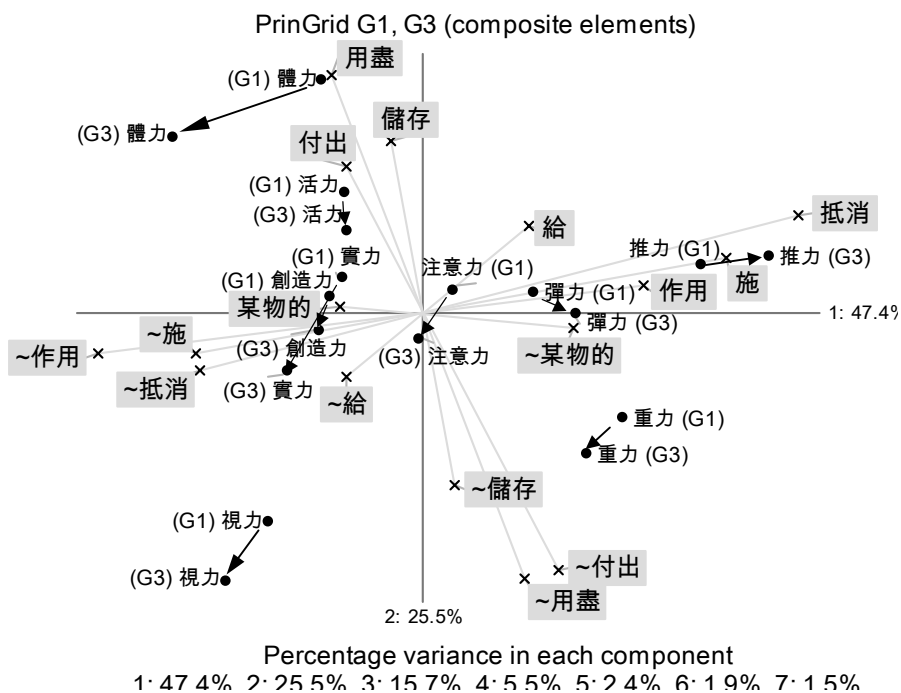


圖 4-2-5：力的差異（合併元素方格之主成分分析）

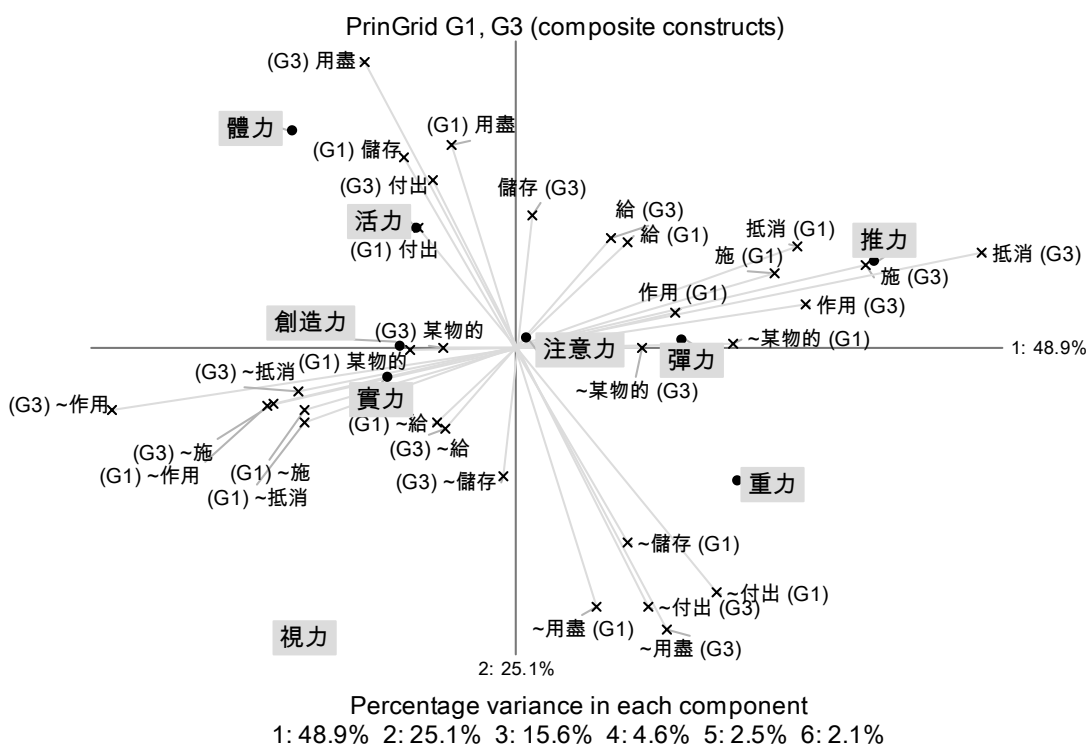


圖 4-2-6：描述語的差異（合併構念方格之主成分分析）

圖 4-2-4 顯示無論是各種力或各種描述語，高一和高三學生間的共識極高。相似度都高於一般判定為相同的 80% (Shaw & Gaines, 1995)。雖然如此，在各種力之中，相似度低於 90%的有三個：重力、體力、彈力；在各種描述語中，相似度低於 90%的有兩個：{抵消}、{儲存}。接下來兩小節將進一步分析之。

圖 4-2-5 和圖 4-2-6 的運算基於一個假設：那就是合併的部分對高一和高三學生來講，是相同的。例如：圖 4-2-5 是合併元素（力），那就是假設兩個年級對力的認知是不變的。即使不是不變的，差異也不可太大。從 COMPARE 分析（圖 4-2-4）可知，無論是力或描述語的相似度都非常高，因此在本研究中運用這兩個圖來進行分析是可行的。

從圖 4-2-5 可知：重力和彈力在兩個主成分方向上都有變化，體力的變化則主要出現在第一主成分，也就是第二類描述語（{作用}、{施}、{抵消}）構成的主成分上。此一解讀，可透過圖 4-2-4 的方格表得到印證。同樣，在描述語方面，圖 4-2-6 顯示：{抵消}的改變主要是在向量長度上，而不是在方向上；也就是說它們描述的可接受度在不同的力之間的差異擴大了。相對而言，{儲存}的改變主要是在方向上。方向的改變表示它與元素（各種力）之間的相關性改變了。從圖 4-2-6 可看出：跟高一學生相比，高三學生更傾向於將{儲存}用來描述科學力。

從兩張主成分分析圖還可看出約定效力，即在語言學習上社會化的效果。

圖 4-2-5 上常識力改變的趨勢是 $-X$ 方向，而科學力則是 X 方向。科學力中重力的改變方向是例外。從圖 4-2-3 可知：跟高一學生相比，高三學生反而較不認為{施}（高一：高三=26：11）與{抵消}（高一：高三=34：-12）可用於重力。

圖 4-2-6 上，{施}、{作用}和{抵消}之間的夾角變小了，{用盡}和{付出}之間的夾角變小了。這表示兩組描述語組內的相關性提高了。前已指出的{儲存}和科學力之間的關係則是例外。

雖然透過合併方格的主成分分析可以看出個別的力和描述語的改變，但是這些改變未必顯著。因此接下來要針對在 COMPARE 分析（表 4-2-4）中相似度低於 90%

的力和描述語做進一步的討論。

三、個別力的改變

在各種力之中，相似度低於 90%的有三個：重力、體力、彈力。在每個個別的力上，要分析的是：(1) 高一和高三學生的差異是來自第一類描述語還是第二類？(2) 這些差異有沒有顯著？(3) 這些差異改變的方向為何？

(一) 重力和彈力

從圖 4-2-5 可知：關於重力和彈力這兩種科學力，高一和高三學生間的差異來自第一和第二類描述語。

從圖 4-2-4 可知：在第一類描述語中，重力的改變主要在{儲存}和{用盡}這兩個描述語上。但是在這兩個描述語上改變的方向是不同的。

從圖 4-2-4 表格中的數值無法得知改變的方向。單單從圖 4-2-5 會誤以為重力在{儲存}和{用盡}這兩個描述語的使用上都轉向否定，事實不然。參照圖 4-2-3 可知，高三學生對重力受{用盡}描述的可接受度評比轉向否定，但對重力受{儲存}描述的可接受度卻轉向肯定。⁵⁶

為了根據{儲存}和{用盡}這兩個描述語來描述每個學生對重力的理解，運用合併方格主成分分析繪製成圖 4-2-7。進一步分高一和高三兩群，計算 X 方向和 Y 方向的平均值，兩群學生的平均值是從圖 4-2-7 第二象限往第四象限的移動，兩群學生在 Y 方向的改變有顯著差異（表 4-2-2）。

高三學生認為重力不可用盡，這是符合約定用法的。但有較長時間學習科學的他們卻認為重力可用{儲存}來描述，其原因則有待進一步瞭解。

從圖 4-2-3 得知：跟高一學生比較，高三學生認為重力更可以用{作用}來描述，但更不可用{施}和{抵消}來描述。不過，這個結果在透過合併方格（圖 4-2-8）中各個學生的平均值的比較後，發現其差異還未達顯著 ($p>0.05$ ，表 4-2-3)。

⁵⁶ 無法直接從主成分分析圖上而得到正確判讀的原因是{儲存}的意義高一和高三學生間在方向上有了較大的轉變（參見圖 4-2-6 及後面的討論）。

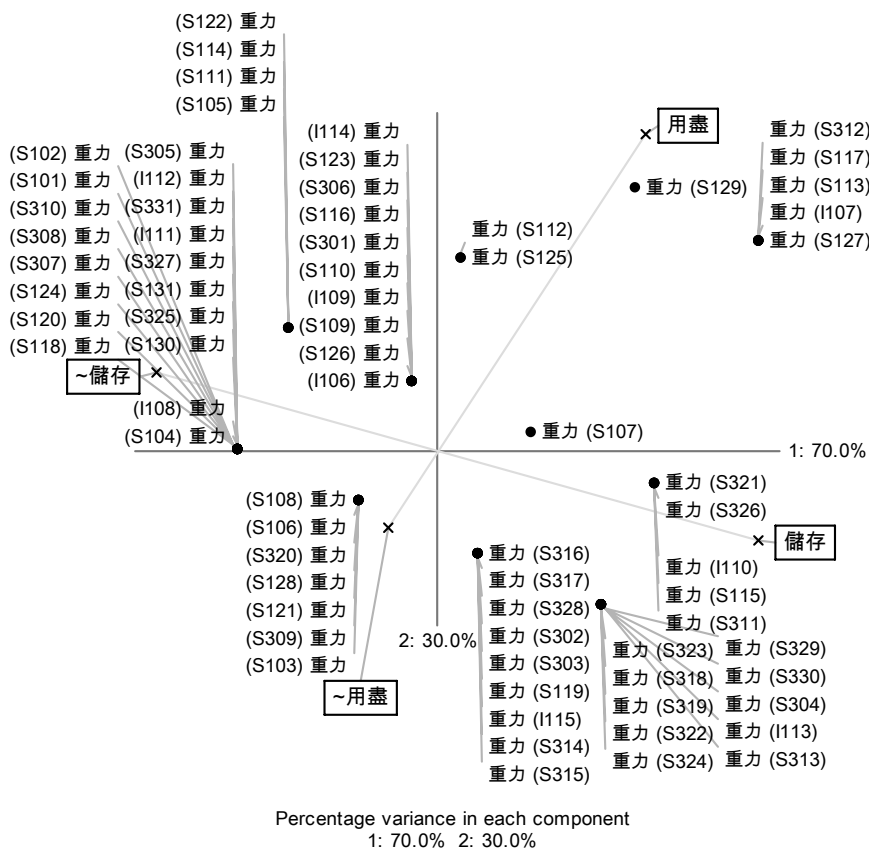


圖 4-2-7：「儲存」和「用盡」兩種描述語與每個學生對重力的理解

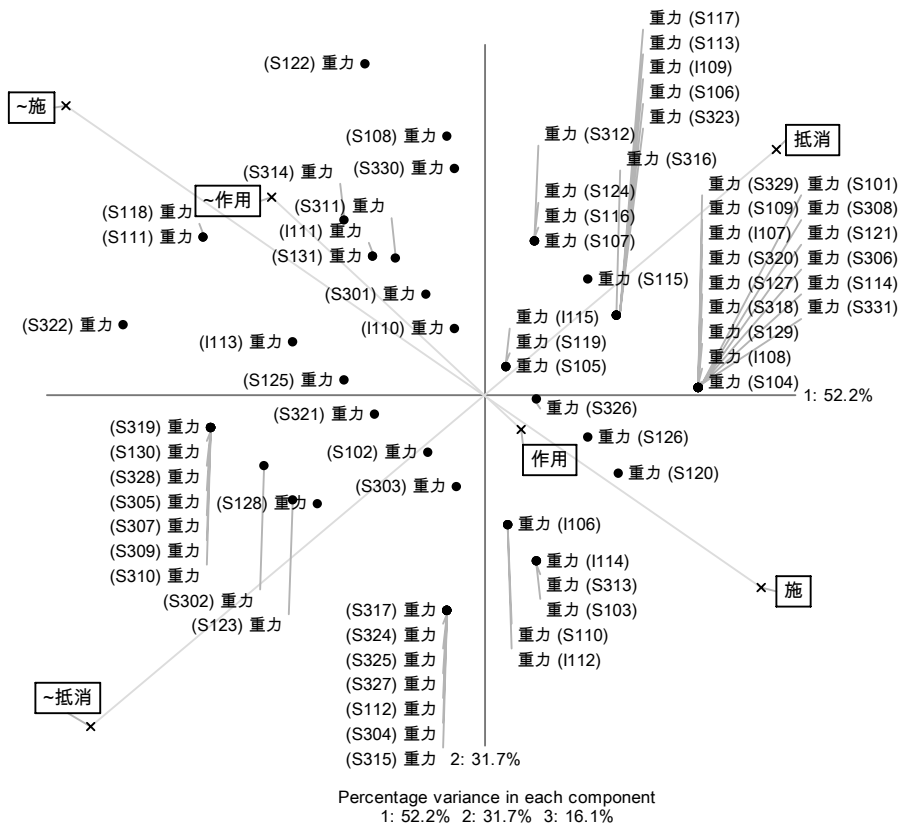


圖 4-2-8：第二類描述語與每個學生對重力的理解

表 4-2-2：高一和高三學生對重力理解的差異（基於「儲存」和「用盡」兩種描述語）

	N	平均值	標準差	t 值	p 值
高一(X)	41	-0.1373	0.8430		
高一(Y)	41	0.2361	0.4979		
高三(X)	31	0.1800	0.7961		
高三(Y)	31	-0.3145	0.4406		
高三 - 高一(X)	72	0.3173	0.1959	1.620	0.110
高三 - 高一(Y)	72	-0.5506	0.1129	-4.878	0.000

表 4-2-3：高一和高三學生對重力理解的差異（基於第二類描述語）

	N	平均值	標準差	t 值	p 值
高一(X)	41	0.1576	0.8449		
高三(X)	31	-0.2103	1.0018		
高三 - 高一(X)	72	-0.3679	0.2179	-1.689	0.096

表 4-2-4：高一和高三學生對彈力理解的差異（基於第一類描述語）

	N	平均值	標準差	t 值	p 值
高一(X)	41	0.0490	0.8976		
高三(X)	31	-0.6484	1.0306		
高三 - 高一(X)	72	-0.1139	0.2277	-0.500	0.619

表 4-2-5：高一和高三學生對彈力理解的差異（基於第二類描述語）

	N	平均值	標準差	t 值	p 值
高一(X)	41	-0.0461	0.9822		
高三(X)	31	0.0619	0.8780		
高三 - 高一(X)	72	0.1080	0.2235	0.483	0.630

雖然彈力的相似度小於 90%，但是運用合併方格結合兩群學生平均值 t 考驗所得的結果是：關於彈力，在兩種類型描述語的可接受度上兩群學生沒有顯著差異（表 4-2-4 和表 4-2-5）。

（二）體力

經過學校科學的學習，學生對於力的瞭解會產生改變，而且主要應該發生在三個科學力上，可是在三個改變最大的力當中，卻出現了體力這種常識力。爲什麼？在圖 4-2-4 的表格可知主要的變化來自{抵消}、{作用}、{施}這些描述語。從圖 4-2-5 體力(G1)到體力(G3)的移動，也可知：改變發生在這三個描述語上。也就是說，部

分高一學生認為體力適用這些描述語，如同推力一樣，而有較大比例的高三學生認為不行，認為體力和推力等科學力應加以區別。

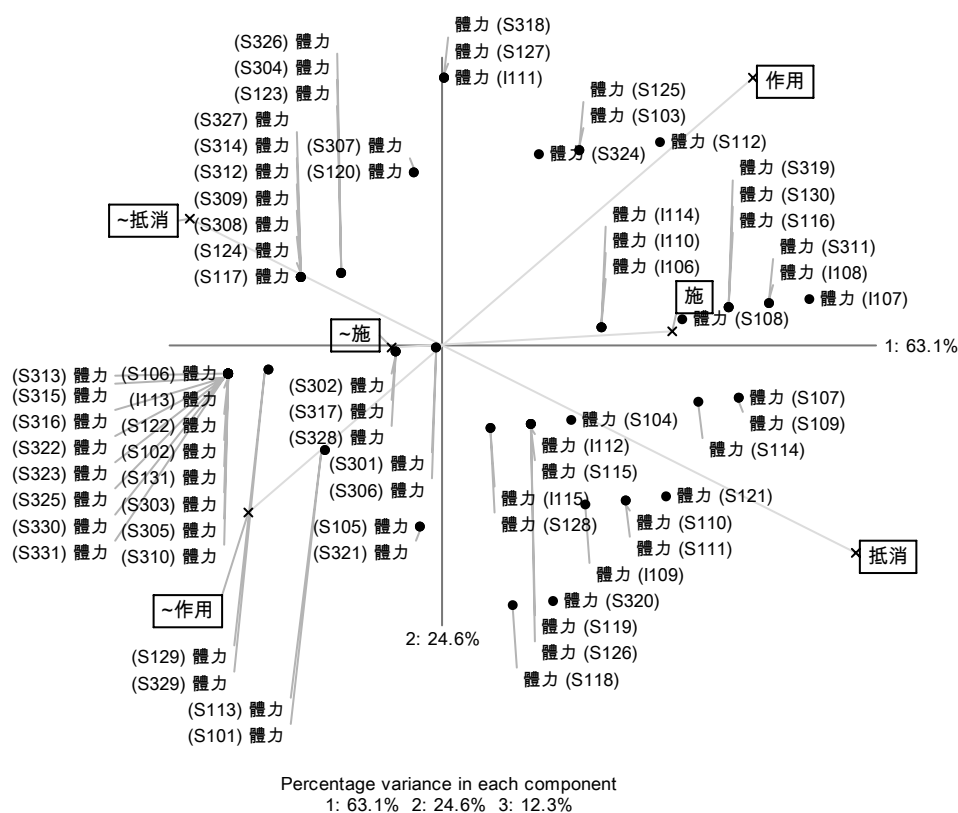


圖 4-2-9：第二類描述語與每個學生對體力的理解

取圖 4-2-9 中每個學生的體力的 X 軸座標，分高一和高三兩群，兩群的平均值有顯著差異 ($t=-4.14, p=0.000$)。高一學生多在左側，高三學生多在右側。此分析與圖 4-2-4 和圖 4-2-5 是一致的。

表 4-2-6：高一和高三學生對體力理解的差異（基於第二類描述語）

	N	平均值	標準差	t 值	p 值
高一(X)	41	0.3632	0.9219		
高三(X)	31	-0.4803	0.7599		
高三 - 高一(X)	72	-0.8435	0.2038	-4.139	0.000

四、個別描述語的改變

在各種描述語中，相似度低於 90%的有兩個：{抵消}和{儲存}。在主成分分析圖（圖 4-2-6）上運用向量的概念來表徵構念（描述語）。長度表達該構念對變異量

的解釋量。在本研究裡，各種力與某描述語結合會產生各種陳述，由於有常識力和科學力之別，因此可接受度理應兩極化。據此，長度越大表示可接受度變動的範圍就越大。向量的方向表達的是該構念（描述語）與不同元素（力）之間的相關性。在圖 4-2-6 中常識力和科學力形成極化的方向。因此，某描述語的方向若與此力類詞極化方向相同，則相關性越高。結合長度與方向兩個面向，對個別描述語要分析的是：（1）在力類詞極化的方向上，高一和高三學生的描述語向量的長度有無顯著差異？也就是該描述語和科學力之間的相關性有無顯著改變？（2）該描述語的改變方向為何？也就是，是正相關還是負相關？

（一）抵消

從圖 4-2-6 可知{抵消}這個描述語的改變是在長度上，而非角度。長度增長表示{抵消}描述科學力的陳述更可接受，用之描述常識力的陳述則更不可接受。

同樣，為描述各個學生對{抵消}的瞭解，運用合併方格及主成分分析，則可將每個學生對{抵消}這個描述語的瞭解表徵在圖 4-2-10 上。

在圖 4-2-10 中，力類詞所形成的兩極約與 X 軸平行。因此各個學生所理解的{抵消}描述語與科學力之間的相關性可用該向量的 X 軸座標來表示。對高一和高三兩群學生進行 t 考驗，結果如表 4-2-7。無論高一還是高三學生都認為{抵消}可用以描述科學力，而且高一和高三學生之間有顯著差異，高三學生認為{抵消}更適合於描述科學力，同時更不適合於描述常識力。

（二）儲存

在描述語的使用上，{儲存}產生了較大的改變，這是較不尋常的。從主成分分析圖上可知：儲存的改變在角度上有較大的改變。角度的改變呈現出它與元素之間的相關性改變了。相較於高一學生，高三學生認為{儲存}更適合於使用在科學力上。從圖 4-2-3 的數值可知，高三學生認為彈力和重力可以儲存，而推力有爭議。

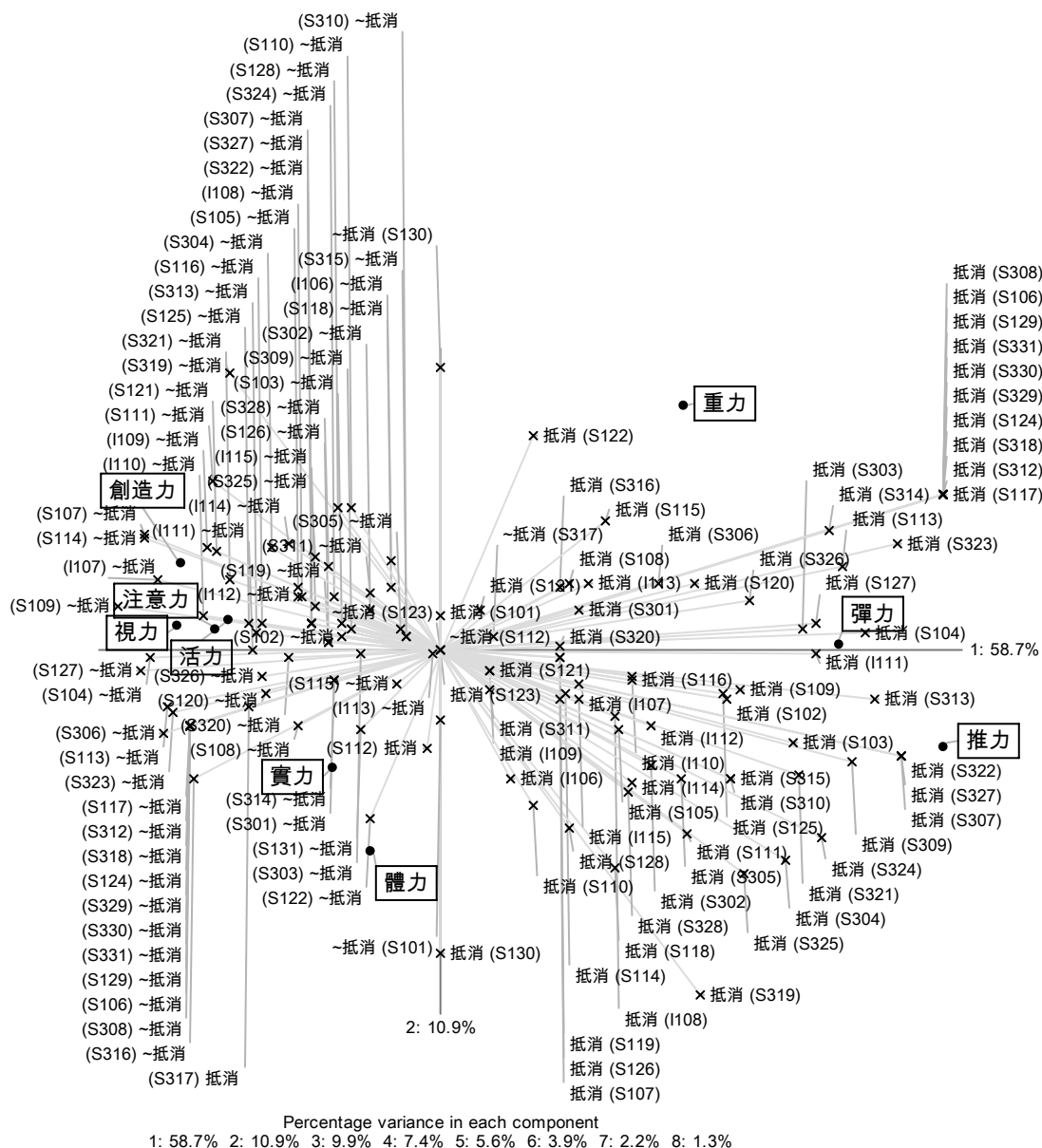


圖 4-2-10：各種力與每個學生對「抵消」描述語的理解

表 4-2-7：高一和高三學生對「抵消」描述語理解的差異

	N	平均值	標準差	t 值	p 值
高一(X)	41	1.3068	0.7956		
高三(X)	31	1.7187	0.7991		
高三 - 高一(X)	72	0.4119	0.1897	2.171	0.033

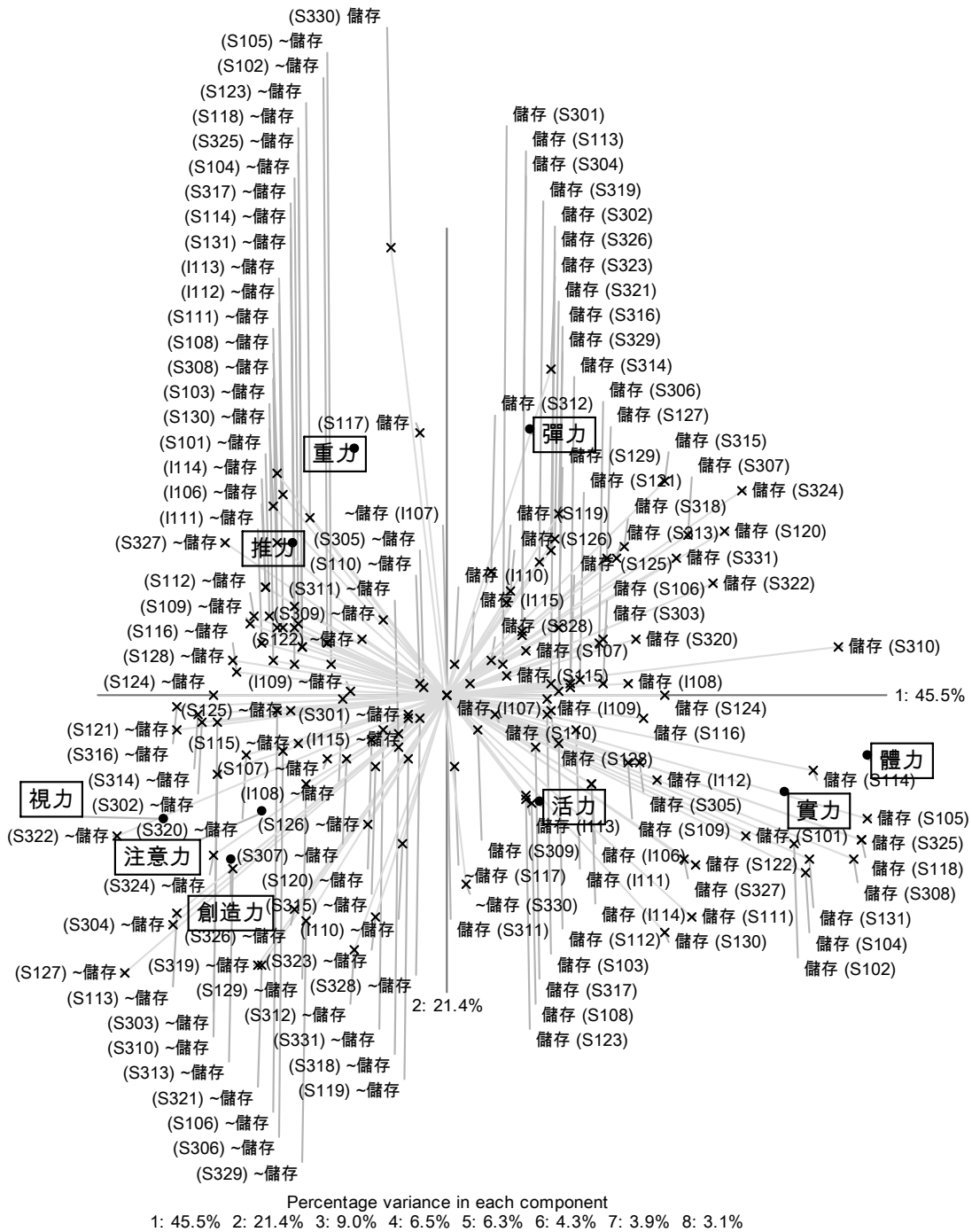


圖 4-2-11：各種力與每個學生對「儲存」描述語的理解

表 4-2-8：高一和高三學生對「儲存」描述語理解的差異

	N	平均值	標準差	t 值	p 值
高一(Y)	41	-0.2078	0.7936		
高三(Y)	31	0.6342	0.9245		
高三 - 高一(Y)	72	0.842	0.2028	0.357	0.000

同樣，運用合併方格和主成分分析，將各個學生對{儲存}的瞭解表徵在圖 4-2-11 上。在圖 4-2-11 上，科學力的方向在 Y 軸上。因此代表{儲存}描述語和科學力之間相關性的是每個構念向量的 Y 軸座標值。比較高一和高三學生的 Y 軸平均值，結果顯示高三學生認為{儲存}更適合於描述科學力，有顯著差異。

為什麼會有這樣的轉變？這可能是因為高三學生在高二剛學過力學，彈力和重力的討論往往涉及位能，而能量是可以儲存的。因此儲存的意義被擴展到了力的使用上。先前已然討論過，儲存就是為了表達量的改變，說力不能用儲存來描述，而能量可以，全然是人為的約定。學生若沒有注意到這種限制，將儲存借來描述力，正是人們拓展語義資源的方式。

五、小結

對高中學生進行語詞用法問卷調查，所得之研究成果摘要如下：

問題 2-1：高中學生是否能識別常識力和科學力兩種話語？

學生在語詞用法問卷上的表現呈現出他們可以識別出科學力和常識力兩種話語。主成分分析顯示{施}、{作用}與{抵消}三種描述語是區別兩種話語的主要成分。研究二的結果與研究一一致。

在 72 個陳述中，有 35 % 的陳述有爭議（認為這類陳述有意義和無意義的人數都達全體 1/3 以上）。有爭議陳述顯示了約定用法和語義擴展之間的張力。例如：{作用}可用於描述注意力，{儲存}可用於描述彈力等等。透過詞彙隱喻、語法隱喻、外延擴展等方式，不同範疇的力可跨範疇共用相同的描述語。

問題 2-2：高一和高三生對常識力和科學力兩種話語的識別情形有何差異？

一般而言，高三學生更知道在描述科學力時，使用科學力的話語。

高一和高三學生在重力、體力、{抵消}和{儲存}的理解上有差異。在這些差異中，除{儲存}外，高三學生的語言使用傾向約定用法。此現象可稱為約定效力。語

言使用之差異可運用合併方格之主成分分析圖加以表徵，如：在主成分分析圖中，高三學生所理解的科學力沿著{施}、{作用}和{抵消}的方向移動（圖 4-2-5）。{施}、{作用}和{抵消}之間的夾角變小了，{用盡}和{付出}之間的夾角也變小了，這表示兩組描述語組內的相關性提高了（圖 4-2-6）。

從意義產製的角度來看學習，那些爲了要表達意義而以各種方式從現有語言資源中借用的現象，可稱之爲語義擴展。語義擴展的方式可以是詞彙隱喻、語法隱喻、或外延擴展（外延定義域的擴大）。例如：受限於約定用法，「付出」原用於常識力，但爲了產製意義，於是將之用於科學力。

體力是日常用語裡極爲常用的語詞，學生絕不陌生，然而與高三學生比較，高一學生認爲{抵消}、{作用}、{施}這組描述語可用於體力，而且兩群學生的意見有顯著差異（表 4-2-6）。這就是語義擴展的結果。而高三學生的表現顯示了語義範圍的縮減，這是經過學校教育之後，約定說法內化後的效果。

第三節 對課文合法化策略之解讀

根據第 3-3 節的分析，高中教科書在引介「力的作用」這一節時，以事實宣告的方式運用解釋類和組織類體裁向學生介紹。透過技術性建構分析，課文 1「力的定義」有下列問題：

- (1) 「力的作用」被直接使用而作爲巨集事件，課文一開始列舉之各類現象與「力的作用」之間的因果關係不清楚。
- (2) 在「力的作用」這個名詞組中「作用」一詞有歧義。
- (3) 最後一句定義句中「作用」的意義有待釐清。

課文 3「力的種類（2）」則對超距力和接觸力給了不恰當的定義。

晤談的目的就在於針對這些問題，向學生確認課文文本分析的結果，瞭解學生的解讀。以下從五個部分來說明訪談的內容：「力的定義」重點回憶、「力的作用」、「力的作用」中的「作用」、力的定義與「作用」、超距力與接觸力。

一、「力的定義」的回憶

(一) 重點回憶

當讀完課文 1 之後，詢問學生：「說一下！這一段它的重點是什麼？」學生都知道該段重點在最後一句：「力是一種能使物體改變運動狀態或使物體發生形變的作用。」根據課文的分析（第 3-3 節）可知這一句是因子解釋的改寫，同一個內容以不同方式重述，這就有強調的效果，同時課文透過「因此」這個連接詞，也加強了下結論的效果。這些都在向學生暗示這句話是重點。

學生雖然能識別出這句重點，但對這句話做了程度不同的改寫。從及物系統加以分析，學生的回答在語法上有下列幾種類型：

(1) 事件（識別關係） → 事件（識別關係）⁵⁷

I05：力 就是 一種使物體形變或者是移動位置的作用。⁵⁸

(2) 事件（識別關係） → 事件（因果）

I09：就是力會 讓 物體的運動狀態有所改變。

I13：力可以 使 東西產生形變跟影響它的運動速率。

(3) 事件（識別關係） → 事件（因果）；力：原是中心詞，改為修飾語

I03：力的作用可以 讓 物體改變形狀或是位置移動。

(4) 事件（識別關係） → 事件（屬性關係：所有）

I02：力 有 改變物體的形狀和原本速率的作用。

(5) 事件（識別關係） → 事件序列（因果連接）、事件（物質：行使）

I07：你對一個東西 施 力的話，它有可能會移動，或造成形狀改變。

I08：就是 施 力在物體上面，可以改變它的運動狀態，或是讓它形體發生變化。

(6) 事件（識別關係） → 事件序列（因果連接）

⁵⁷ 箭頭左側指課文中定義句的經驗範疇是事件，過程類別是識別關係；右側是學生回答的經驗範疇和過程類別。

⁵⁸ 這個回答在小句層次沒有改變，改變的是小句組裡面關於「力的效果」的部分——「移動位置」。

I14: 重點喔,就是你 使用 很多的力啊,都可以使出,讓它變成一種作用⁵⁹,作用出來,就是,就是可以把那個力的結果呈現出來啊。那譬如你拉這東西,壓這東西可以讓它變形。這是一種力的之後的結果,然後譬如踢球啊,可以使它動啊,也是一種力的結果啊。

將學生的回答與課文定義比較,可發現下列兩點。其一,「作用」遺失了。其二,「作用」有三種意義:虛過程義、過程義和效果義。

首先,絕大多數學生僅把定義裡種差的意義表達出來,就算他的回答裡有「作用」一詞,但意義也不一樣了。定義句原來是識別關係過程被轉換為因果過程、所有式屬性關係過程、或因果連接的事件序列。課文裡力的定義是標準的類差定義,類名是「作用」,種差是分類詞一力的功能。學生的重述僅僅把分類詞的意義重述出來。

分類詞所描述的是力產生的效果,如課文分析中所指出的,這個部分課文透過詞彙銜接建立得很好。學生僅把分類詞重述出來,也就意味著學生不瞭解「作用」對應於一致式所構作的技術事件中的那個部分。

其次,「作用」有三種意義:虛過程義、過程義和效果義。

「力的作用可以讓…(I03)」這個句子在課文分析時,已經分析過,此句中的「作用」可以有兩種意義:過程義和虛過程義。

「力有改變物體的形狀和原本速率的作用(I02)。」這裡的「作用」是「效果」的意思。同樣的,在I14的回答裡也出現「作用」,「使用很多的力啊,都可以使出,讓它變成一種作用。」接著他說:「就是可以把那個力的結果呈現出來啊。」很明顯地,前面他說的「作用」就是後面他說的「結果」,也就是「效果」。

「作用」的遺失與「作用」的效果義有關。因為若把「作用」當效果,那麼既然「運動狀態改變和形變」已經表達出來了,「作用」就是多餘的了。

爲了在敘述定義時,暗暗地把「作用」轉換成效果義,學生或者把「作用」省略,或者使用了下列這樣的所有式屬性關係過程:

⁵⁹ 這個作用是結果義。看後面的敘述可知。

I02：力 有 改變物體的形狀和原本速率的作用。

這表示力「有」一種性質，這種性質是力能夠改變物體的形狀和運動狀態，力能達到這種「效果」。

(二) 定義的功能：存在性判斷

當讀完第一段課文之後，詢問學生：「說一下！這一段它的重點是什麼？」學生的回答顯示他們關注的焦點是在力的效應上。除了前述課文的強調之外，還跟解題行動有關，因為這個部分可用來判斷力是否存在（存在性判斷）。

學生的回答像是：

I06：它的意思就是指說...那個，運動...就是說，力...

「運動」在述位，處於引入新訊息的地方。先提到「運動」，然後才是「力」。

或者，根本沒有提到力

I11：就是使物體的外形改變或是說...使它的運動狀態轉變

I15：會產生形變或是產生位置的變化

在這些回答中，參與者一力一被省略了。僅僅保留了因果過程中效應的部分。

學生 I11 進一步詮釋如下：

I11：就是如果發生的話，我們就可以知道有力的存在，但是如果沒有這些發生的話，我們不可以說一定沒有力的存在。

同時，他做了下面的論證

1. R：他是說就是由於力的作用所發生，他這樣講，為什麼？
2. I11：因為...（短沉默）
3. R：在這邊他沒有提到力嘛，那他這樣講是什麼意思？
4. I11：就是說...就是因為最後一句
5. R：那最後一句怎麼用在這個具體的例子
6. I11：就是它的形變
7. R：誰的形變？
8. I11：皮球和彈簧
9. R：怎麼樣？
10. I11：因為他們物體形狀改變，所以我們知道有力作用在他們身上

力的定義（即最後一句）變成了論證中的因果保證。論據是「皮球和彈簧的形變」，論點是「有力作用」。

這個詮釋與論證充分指出了學生在閱讀時關懷的學習目標。學生的首要關懷是「有沒有」力，而不是力是「什麼」。弔詭的是：如果不知道力是什麼，當問題情況一變，也就難以判斷有沒有力了。

二、力的作用

「力的定義」課文的第一個問題是：

「力的作用」被直接使用而作為巨集事件，前述各類現象與「力的作用」之間的因果關係不清楚。

那麼針對課文描述的具體現象，問學生：

課本說：這是由於力的作用所發生的。這是什麼意思？

請學生說明，會得到什麼答案呢？

無論是把「作用」看成虛過程或是過程，「力的作用」都指的就是兩物之間的影響，也就是技術事件裡的「推拉」、「擠壓」、「吸引」等等。學生面對這個死去的語法隱喻—力—是沒有能力指出它的日常意義的。那麼他們會如何回答呢？

（一）力發生的手段

I11：力透過我們的手作用在它身上。

這個說法的及物分析如下：

力	透過我們的手	作用	在它身上。
參與者：動作者	環境：手段	過程：因果	環境：位置

從這個分析可看到這個回答重複了「力」和「作用」，但透過環境成分回答了問題，這個環境成分是對手段的說明。如前對課文 2 和 3 所做的分析，這樣的說明對「作用」有了進一步的闡釋。

(二) 重述定義句

I02：我施給橄欖球力，所以力就會改變運動狀態飛出去。

這兩個小句都是隱喻事件。後面一句是套用課文的定義句。前一句是{給}這個描述語的變形，「給」改成「施給」，語法結構一樣，橄欖球是「受益者」。「我施給橄欖球力」只是說明了「施力者」和「受力者」是誰而已，除此之外「施給」並沒有多說些什麼。

這個策略跟課文所採取的是一樣的。只是把「這些現象是由於力的作用所發生」重述一遍而已。

(三) 創造虛過程

I09：當磁鐵接近鐵釘的時候，磁鐵就會有磁力吸住鐵釘，鐵釘就會向磁鐵移動。

I12：地球繞太陽運轉，因為太陽有萬有引力吸引住地球。

這個回答「磁力吸住鐵釘。」「吸住」說明了「力的作用」。這有兩種詮釋：(1) 把「吸住」當作是一般的物質過程，從而把這個回答解讀為迷思概念。因為「吸住」如果是一般的物質過程，那麼參與者就是某種真實的實體，因此判定學生把力當作實體。不過，這個詮釋有個問題。那就是若追問學生：「萬有引力吸住地球。」這是什麼意思？學生不會進一步描述萬有引力，而是轉而描述地球，於是「吸住」就不是在描述萬有引力和地球的關係，而是在描述地球所受的影響。而無論如何，萬有引力於是被置於「暫不討論」的狀態中，僅以其名而留在現實裡。(2) 認為「吸住」只不過是爲了要說明磁力和磁鐵之間的關係暫時創造出來的「虛過程」罷了。由於參與「吸住」的是磁力，而磁力是語法物件，這使得「吸住」的意義也不同以前，可作各種可能的解釋。因此「作用」就是「吸住」。

不過，無論如何在這個說明裡，出現了一個可以對應的「過程」。但是，並沒有多說明什麼，因為力還是參與其中。原來我們問：「力的作用」是什麼意思？現在我們只不過改問：「力的吸引」是什麼意思？

(四) 還原為別的理論事物參與的隱喻事件

I03：就是腳有能量，釋放到皮球上面去，然後皮球就先是往上，最後，因為地心引力還是對皮球作用，然後皮球就是往上的能量已經消耗完畢了，所以球掉下來。

I06：力對它施作用，對物體施作用時就會使物體產生功。功就是一種能量，就是它會改變成動能，動能就會向上拋起。

學生把力換成能量，把「力的作用」以「能量釋放」這種隱喻事件來解釋，沒有回到日常意義。不過 I03 和 I06 的回答還是有區別。

I03 的回答中僅提到了能量，於是力和能量的關係是不清楚的。I06 的回答中處理了力和能量的關係的問題。他用了「產生」這樣的過程來聯繫力和能量。

力產生功（功就是能量）。

(五) 利用因果關係躲過回答

I02：/1 因為你給彈簧力啊！/2 彈簧就會受到擠壓，/3 擠壓就會產生力，/4 彈簧就會自己產生一個力，/5 所以就會變形。

在這個回答裡，有力，也有力的效果，但兩者被分開了。

在這裡有五個小句。從小句 1 到 4 都是「後續關係」，最後到小句 5 是個因果關係。先是一個隱喻事件，力出現。小句 2 是個技術事件，完全是力的效果。最後，又是一個隱喻事件。小句 3 這個後設事件又「產生」一個力。「產生」是個常見的虛過程詞，它僅僅表達了時間上的某個點。

不過，為什麼產生了一個力，就會導致變形？還是沒有回答。

怎麼樣躲過了回答呢？這個回答把「力」放在小句 4，然後把力的效果放在小句 5，中間用因果關係詞相連，於是「力」和「力的效果」就分開在兩個事件裡。甚至因果關係連接的是小句 4 和 5 兩個事件，而不是「力」和「力的效果」。

三、作用的效果義

「力的定義」課文的第二個問題是：

「力的作用」，「作用」是什麼意思？

此問題透過一個訪談技巧來瞭解學生的想法。作法是透過課文一開始所陳述的具體現象當作問答雙方都可理解的基礎，當作參照點。

在課文中一開始有一連串的具體現象，以技術事件表達。及物系統分析如下：

1	手	擠、壓	皮球或彈簧	使	它們		變形
2	腳	踢	足球	使	足球		被向上拋起，
3	磁鐵	吸引	鐵釘	使	鐵釘	向磁鐵	移動，
4	太陽	吸引	地球	使	地球	繞著太陽	運轉。
	動作者	過程	目標	因果過程	受事(動作者)	環境	物質過程
	施事						
小句							

原來的這些小句是由「使」字因果結構句來表達，施事是交互作用的「過程」，而因果結構中受事作為動作者所參與的過程則是交互作用的「效果」。這兩部分完整地包含了物體交互作用的經驗內容，因此適合作為晤談的工具。

既然語言把經驗構作成這些意義單位，那麼就可以把這些意義單位當作是可能的所指，在訪談時，請學生指出「作用」所指的是這些句子裡的那個部分。

由於「使」有因果意義在內，因此在訪談時，把「使」字拿掉。又為了使施事中的結構簡單，因此原來由環境成分表達的，全部改成動作者。最後，原文中磁鐵是「靠近」鐵釘，改為「吸引」。

這個訪談的方式可稱為「技術事件晤談法」。

在課文「這是由於力的作用所發生的」的這個脈絡中，向學生詢問時，典型的回答如下：

1. R：手擠壓皮球皮球變形，在這個具體的例子裡面，這個作用指的是什麼？
2. I11：整個的一個變化吧！
3. R：整個的一個變化，什麼意思？
4. I11：就是說....它就是變形啊
5. R：這個作用指的就是變形？
6. I11：作用喔，有點像吧...（短沉默）可以算吧！

學生把這個「作用」既不是理解為「過程義」，也不是「虛過程義」，而是「效果義」。而這個效果義顯然不是由「這些現象都是由於力的作用所發生。」這句話而來的。在課文的這個脈絡裡，學生怎麼會把「作用」理解為「效果」呢？

還有，定義句明明是說：「力是一種作用。」怎麼會認為「作用」是「效果」？如果作用是效果？那麼力不就也是一種效果了嗎？

四、定義裡的「作用」

由於定義句裡的「作用」存在著歧義，因此需要讓學生先瞭解該詞彙的歧義，然後再詢問他們對定義句的瞭解。爲了讓學生確認該詞彙的過程義和效果義，在訪談中，向學生提示下列兩種對照說法：⁶⁰

說法一：力造成兩物體相互作用。

例如：磁力造成兩磁性物體互相吸引。

說法二：力就是兩物體間的相互作用。

例如：磁力就是兩磁性物體間的吸引。

然後，再運用前述的技術事件晤談法，問學生在說法一和說法二之中的「作用」指的是什麼。

說法一屬於因果過程。說法二屬於識別關係過程。說法二就是定義句的節縮版，語法結構是一樣的。如果「作用」的意義不固定，在兩句中意義可以不同，那麼這兩句並不衝突。因爲說法一可以是「力造成兩物體相互作用（效果）。」而說法二則是「力就是兩物體間的相互作用（過程）。」兩個說法合併起來就是「相互作用（過程）造成兩物體相互作用（效果）。」是沒有問題的。但如果「作用」的意義固定爲效果義，則說法二不是原來力的定義的意思。如果「作用」的意義固定爲過程義，那麼將說法二代入說法一，就會變成「力造成力」。如果這兩個「力」是指同一個力，那就不合理。若是不同的個別的力，那何以力能夠「造成」另一個力？則需要說明。

⁶⁰ 在漢語裡，似乎有一組類似的詞彙，例如：吸引、排斥、影響等，都是既有過程義，也有效果義。因此在對照句的舉例中，用了「吸引」取代「作用」。

(一) 力造成兩物體相互作用

單單看「力造成兩物體相互作用」這個句子，「作用」一詞也未必「一定」就要取效果義，取過程義邏輯上也可以。只要把「力」想成不是作用過程，而是別的東西即可。但是，學生在解讀這個句子裡的「作用」時都會取效果義。

學生能夠在技術事件中指認出「作用」所指的是力的「效果」。例如：

1. R：那我們先確認一下作用的意思。我現在一樣用這四個例子，第一個是說手擠壓皮球，皮球變形。在這個具體的例子裡面，這個作用指的是什麼意思？
2. I11：它變形。
3. R：變形。那腳踢足球，足球向上拋起，這邊這個作用指的是什麼意思？
4. I11：就是它飛起來。

學生之所以會作如此答覆有幾個可能原因。首先，這是一組對照句一起呈現出來，學生心理上或許會預期這兩個「作用」的意義是有差異的。其次，在「力就是兩物體間的相互作用」這個句子裡，「作用」絕不會是效果義，否則力就是「效果」了。因此，第一種說法的「作用」很可能就是效果義。其三，在沒有別的上下文的情況下，「力」已經是現象發生的原因，因此「作用」取效果義作為結果是合理的判斷。若有上文脈絡，指出整個談的是「別的力造成了某個力的發生」，那麼第一種說法的「作用」就也可以是過程義了。

(二) 力就是兩物體間的相互作用

對第二種說法「力就是兩物體間的相互作用」裡的「作用」，學生也能夠在技術事件中指認出是「過程」。

1. R：那在這樣一個情況下，磁鐵吸引鐵釘，會使鐵釘向磁鐵移動，那這樣講的話，這邊作用是什麼？
2. I04：吸引。
3. R：地球繞著太陽運轉，
4. I04：太陽吸引地球啊！
5. R：那邊作用是什麼意思？
6. I04：吸引。

根據這個訪談可知：「作用」拆解為「推擠」、「吸引」等是可以被理解與接受的。

(三) 定義句的「作用」是什麼意思？

既確認了「作用」的意義，接下來的問題是課文裡定義句是什麼意思？

1. R：嗯哼，那這句話它是說，在講第一種說法，還是第二種說法？
2. I07：嗯，第一種。
3. R：第一種。
4. I07：嗯哼。
5. R：為什麼呢？
6. I07：因為它說力是一種把物體怎樣的東西。
7. R：嗯，那後面那個「的作用」是什麼意思？
8. I07：嗯，就是互相、互相的作用，嗯…（念課文）…的作用，是什麼意思？的作用應該就是…的作用、嗯、的作用。
9. R：不是，我是說它這邊的作用指的是結果呢？還是剛剛我們談的那些過程？
10. I07：結果。
11. R：結果，這邊的作用指的是結果。
12. I07：嗯！等一下！發生、發生物體形變的作用，應該是過程吧。因為它、作用是造成它發生形變。或是運動狀態改變，然後，形變跟運動狀態改變才是結果。

課文 1 的定義句的結構和說法二是一樣的，可是學生卻認為該定義句是在講說法二。原因是什麼呢？跟語言有關的影響因素可能有二：(1) 結構分析的問題，(2) 上下文偏重力的效果。

1. 結構分析的問題

定義句的結構如下（有中心詞的分析）：

1 力	是	一種	能使物體改變運動狀態或使物體發生形變的	作用。
2 力	就是		兩物體間的	相互作用。
參與者：標誌	識別關係	數量詞	分類詞	中心詞
		參與者：涵值		

定義句（小句 1）和說法二（小句 2）的結構是一致的。但定義句也能夠分析如下（沒有中心詞的分析）：

3 力	是	一種	能使物體改變運動狀態	或使物體發生形變的作用。
參與者：標誌	識別關係	數量詞	分類詞 1	分類詞 2
		參與者：涵值		

後面這句話雖然沒有中心詞，但是還是可以理解的，而且正如 I07 所說的：「力是一種把物體怎樣的『東西』。」若把定義句作沒有中心詞的分析，那麼力就不知道是什麼，因此用「東西」來指稱。

在沒有中心詞的分析中，分類詞 2「使物體發生形變的作用」是一個級轉移的小句，結構如下：

使	物體	發生	形變的作用
因果過程	參與者：動作者	物質過程	參與者：範圍

「形變的作用」就是「形變的這種作用」，也就是「形變的這種效果」。因此，「作用」就取效果義了。

2. 上文過於偏重「力的效果」

I13 指出：「看得很順，就跳過去了。」沒有注意到中間的差別。他的回答顯示：課文成功地強調了力的效果，使學生忽略了力是一種作用（過程）。I09 和 I10 的回答如下：

1. R：你看一下這最後一句話。最後一句話它是怎麼說力的？
2. I09：就是它使運動方法改變或是物體發生形變，剛好就是一個結果吧。
3. R：嗯哼。所以你把這個作用認為是…
4. I09：認為是一個結果。我覺得發生形變或運動狀態都是結果。對啊，都是結果。

在上列回答中「是一種」這三個字都被忽略了。所以很可能是讀到定義句時，由於將之解讀為力是一種作用（效果）是不通的，於是就把「是一種」忽略。這句話就變成：「力能使物體改變運動狀態或使物體發生形變的作用（效果）。」

（四）事出必有因

無論是擠壓或力，若認為他們的發生必有因，那麼力就不會被拆解為擠壓。⁶¹也就是說，即使他們能瞭解說法二的「作用」是「擠壓」，也不一定會接受說法二。

如果認為擠壓的發生必有因，那就「一定」是力導致的。於是，就會認為說法

⁶¹ 把理論事物間的轉換叫做還原。技術事件和隱喻事件間的轉換叫做拆解。

一才是正確的。

如果力發生的原因是擠壓，那麼擠壓產生力，力就不是擠壓。

1. I08：說法一，不對吧！
2. R：說法一不對，怎麼說？
3. I08：因為我們要「擠」，才有力。力不是造成我們手跟球「擠」的因素。所以，很奇怪。
4. R：所以你說「力」是擠跟壓之後，產生的。
5. I08：嗯！

又如：

I12：下面這一個好像是說，磁鐵和鐵釘先吸引，產生那個東西叫做這個力。力就是他們之間磁鐵和鐵釘吸引之後產生的東西。

這個力由於因果解釋的需要被創造出來，要把它拆解為日常意義並不容易。

五、超距力和接觸力

幾乎所有學生在讀課文 3 的時候，都無法讀出課文裡存在的問題，可是這不代表課文 3 沒有問題。

（一）分類的功能：存在性判斷

學生都認為課文 3 和課文 2 沒有兩樣。甚至把課文放在面前，請他逐字小心讀，都讀不出差異。必須直接問：「誰和誰不用接觸？」

有接觸就叫接觸力！

請學生用自己的話把課文 2 的重點說出來時，一開始回答時都僅把「有無接觸」說出來。如：

I07：如果有碰在一起所產生的這個叫做接觸力，然後如果不是經由碰在一起就可以產生的就叫做超距力。

I10：重點就是...接觸力需要接觸，超距力不需要接觸。

沒有說誰跟誰，也就是參與者通常都會被省略。為什麼？因為說者假設不需要講，聽者也會知道。或者，說者認為最重要的訊息是「接觸與否」，參與者不是重點。

如前所分析過的，課文 2 和課文 3 在建構術語時，要做的也就是把接觸這個事件隱喻化而成爲分類詞，在這個過程中參與者的訊息隱去。參與者隱去，正表示要凸顯的是「接觸」，要把「接觸」從事件中分離出來。而這也正就是學生所掌握到的重點。

可是根據課文 3，力跟物體之間接觸與否如何判斷？追問之下，學生才會發現無法判斷。如前所指出的，「力的種類」課文最重要的就是要提供判斷接觸力和超距力存在的判準；從記號學的角度來看，就是要指出他們之所指，解除合法化危機。因此，課文 3 沒有辦法完成這項任務。

(二) 接觸的意義

一般學生不會意識到「接觸」的意義發生了改變。

1. R：他們兩個（定義），有沒有，有沒有矛盾？
2. I10：嗯...接觸力...
3. R：會不會有衝突？
4. I10：接觸力...接觸力好像沒有甚麼矛盾，我在想超距力有沒有...應該沒甚麼，沒甚麼東西吧。
5. R：接觸力為甚麼沒有甚麼矛盾？
6. I10：因為，一樣都是要接觸啊。
7. R：一樣都是要接觸。
8. I10：嗯，只是它是講物體跟物體，還有，物體跟力...
9. I10：超距力啊...不知道耶

不過在課文 3 裡「接觸」是什麼意思呢？

1. I04：小球往下掉，是不需要跟地球相接觸。可是這個「力不需要跟地球相接觸」，我覺得很奇怪！
2. R：按照你剛剛之前的講法，地球產生一個力、一個重力，產生重力影響了那個小球。
3. I04：力不需要跟地球相接觸。力怎樣跟一個東西相接觸呢？力只是一個概念，應該是一個抽象的東西，就是一個概念。
4. R：力不存在於自然界。
5. I04：存在呀！它是一個現象。但是怎麼講，我們不能講，力能可以看得見，摸得到的東西，它不能可以跟地球相接觸啊！沒有所謂重力接觸不接觸的關係吧！我是說沒有所謂重力接觸不接觸的關係吧，而且重力與地球相接觸？假如它這樣講，我就不知道重力與地球相接觸是什

麼意思？

當不質疑「接觸」的意義的時候，似乎「接觸」可以在言談中使用得很好。而由於「接觸」的語法結構，使得力彷彿是具體之物，參與在「接觸」的過程中。但是，參與在「接觸」過程中的參與者還可以有別的選項。例如：「力」所在空間，「接觸」的地點與時間等等，這些語義成分就暫時被擱置而不被注意。因為在使用這個詞的時候，及物系統語義結構僅僅強制我們的意識指出參與者就好，並不要求將其他的意義放置到意識的前景中。

（三）力和誰不接觸？

假如預設「無論哪一種力都要和受力者接觸才能發生」，那麼課文 3 提供的定義有邏輯上的問題。根據課文 3，接觸力的定義是「需要與物體接觸才發生作用的力」，而超距力的定義是「不需要與施力者接觸就能發生作用的力」。但是，根據預設，超距力一樣需要與受力者接觸才能發生作用。接觸力的定義就不能區別接觸力和超距力了（I04、I11、I13）。

1. I04：在我的想法中，不是給物體一個力，有沒有接觸，而是給一個東西，而是給一個力，需要跟物體接觸，才有作用力產生。
2. R：給它一個力，是什麼意思？
3. I04：等等，這不是廢話嗎？就算是超距力，也是跟物體接觸哇！

那麼，力有可能不和施力者接觸嗎？也就是說，「力與施力者不需接觸」的判準還有效嗎？

I04：但我不知道力如何、怎麼與地球接觸？力與東西接觸？我的想法是，對啦，假如這樣講，你的力接觸到物體。那你怎麼跟施力者接觸。施力者本身就發出的人，它本身就在，而說有沒有接觸？很奇怪。假如發出一道光波，你本身就是發出的人，怎麼說有沒有接觸呢？

I04 認為此判準無效，因為施力者必然發出力，在發出力的時候，施力者必然「接觸」了力。不過，課文 3 已經指出「力與施力者不需接觸」的判準是要用於「發生作用」時，如此這個判準似乎還是有可能用來區分接觸力和超距力的。不過什麼是「接觸」呢？如果「接觸」的意義跟原來的用法相差不遠的話，要知道有無「接觸」至少要知道「力的位置」。那麼根據牛頓物理學如何定義「力的位置」呢？

不過，在此要指出的不單單是該判準能不能適用的問題，而是整個語言提供了一套讓我們談論它的方式。於是，我們可以作如上的種種討論。

若不小心地加以注意，「接觸」的意義就好像沒有改變一樣；力好像能夠「接觸」物體。而，這是什麼意思呢？力是「因果關係」，是「作用過程」，使用「接觸」這個語言資源要產製何種意義呢？當我們在這種情況下使用它時，其意義應該已經改變了，就像「壓力」被「傳遞」所描述一樣（表 4-1-15），此時所「傳遞」的當然不是具體的物體。然而「力接觸物體」的意義為何？課文 3 沒有交代。在這個情況下，「接觸」這個概念是無法用來作為超距力和接觸力的判準的。

六、小結

課文 1 採因子解釋體裁，未運用技術性建構對因果保證提供支柱，因此屬第二類合法化任務，課文 2 和 3 採用分類報告體裁，屬事實層次合法化。根據連接關係和名物化過程分析的結果，課文 1 和課文 3 在技術事件和隱喻事件之間銜接不佳，未能恰當地將日常意義和科學術語整合在一起。從技術性建構的角度，課文分析指出「力的定義」與「力的種類」課文的問題主要有四，而訪談資料與課本分析的結果一致。

問題 3-1：學生瞭解「作用」的意思嗎？

- (1) 學生能指出力所造成的效果，但無法在技術事件中指認「力的作用」。回答的策略如下：說明力發生的手段、重述定義句、創造虛過程、還原為別的理论事物參與的隱喻事件、利用因果關係躲過回答等。
- (2) 「作用」有三種意義：過程義、虛過程義和效果義。學生以效果義來解讀「這些現象都是由於力的作用所發生」此句中的「作用」。
- (3) 運用對照句，學生可澄清「作用」的兩種意義（過程義和效果義）。雖然如此，學生仍把定義句中的「作用」理解為效果義。

問題 3-2：學生瞭解「接觸力」和「非接觸力」的意思嗎？

所有學生在一開始都不會注意到課文 2 和 3 在定義上的差異。學生並不質疑「接

觸」一詞的意義，於是「接觸」一詞就「沒有困難地」出現在語言使用中，以致於課文 3 提供的定義實際上無法用來判斷超距力是否存在，但學生卻不自知。

就指出語詞意義的目的而言，定義方式有二：外延定義和內涵定義。⁶²外延定義藉由指出語詞所指涉的事物來達成解說意義的目的；具體的方式可以是實際展示該事物（實指定義），也可以用語文將那些事物列舉出來（列舉定義）。例如：「力的定義」和「力的種類」課文中具體經驗事實的列舉。內涵定義可分廣義和狹義的內涵定義兩種。⁶³一般採用狹義的內涵定義。狹義的內涵定義僅將一組界定特徵（defining characteristics）列出（何秀煌, 2000, 頁 136-138, 180）。建立狹義內涵定義常用的方法是類差定義（class-difference definition）；此定義由類名和種差所構成，類名指出被定義語詞所指事物所屬的上位類別，種差則指出使所指事物所構成的次類和其他次類足以有所區別的特徵，即定義特徵。例如：「人是有理性的動物」就是定義「人」的類差定義。又如：「力是一種使物體運動狀態改變或產生形變的作用」。

傳統邏輯學和科學教育研究者都指出概念引介需要給出定義（即內涵定義）、與別的概念的關係、屬性、事例（即外延定義）等等（Herron et al., 1977）。然而內涵定義與外延定義之間的關係顯然不是條列出來之後，其關係就不證自明的。從課文的分析可知：三篇高一關於力的課文都是簡單地條列了內涵定義和外延定義，而沒有說明兩者間的關係。

科學裡的概念多半是無法直接觀察的理論事物。從語法隱喻的角度來看，這些術語的意義需要被拆解，以回復其日常意義。其中內涵定義就是以隱喻事件來表達的，而外延定義既然是表達具體的經驗，因此也就是以技術事件來表達的。從這個角度來思考，聯繫外延定義與內涵定義的方式也就是技術性建構。如文獻探討及研究三所指出的，技術性建構涉及體裁之選用、語篇語義層的連接關係和詞彙銜接、

⁶² 語詞的意義有三個向度：外延（extension、denotation）、內涵（intension、connotation）和情感意義（emotional meaning）（陳瑞麟, 2003, 頁 34-35）。其中情感意義（如：「數學」這個詞對很多學生而言有焦慮的情感意義）並不是定義要闡述的對象。

⁶³ 廣義的內涵定義由所指事物的共同屬性（特徵）所組成，這些特徵就共同構成該語詞的內涵。例如：「人是有理性、會使用工具、沒有羽毛、兩腳直立的動物。」但事實上，我們不可能將某類事物所有的特徵都列舉出來，藉以達到完整的定義，抑或者在某個脈絡下，我們並不關心所有的特徵，因此有狹義的內涵定義。

以及詞彙語法層的語法隱喻轉換等等。

此小結最後，茲以「力的定義」為例，說明原課文的修改方式。

於此所建議的課文，其體裁結構保持與原課文一樣，僅針對名物化過程加以修改如下：

石頭滾動。皮球或彈簧變形。鐵釘突然開始移動。這些物體的運動狀態或形狀發生改變必然是某種原因促成的。石頭滾動可能是有木棍推動了它。皮球或彈簧變形可能是手擠壓了它們。鐵釘突然開始移動可能是被磁鐵吸引了。因為木棍對石頭的推動、手對皮球或彈簧的擠壓、和磁鐵對鐵釘的吸引，所以這些物體的運動狀態或形狀改變了。造成這些物體運動狀態或形狀改變的原因是木棍、手和磁鐵對這些物體的影響，也就是推、擠壓和吸引。兩物體間的影響，或說是作用，有很多種。造成物體運動狀態改變或形變的這種影響就叫做「力」。

改寫後的課文，其體裁還保持是因子解釋體裁（表 4-3-1）。小句 1 至 4 是現象確認階段，小句 5 至 10 是因子解釋階段，小句 11 和 12 是結論。小句 4 到小句 10 是爲了闡釋原課文小句 7「這些現象都是由於力的作用所發生」。小句 4 位於這些小句的開端，扮演著特殊的角色，它除在主位用一個名詞組總結前面三個小句的內容「這些物體的運動狀態或形狀發生改變」之外，還在述位提示讀者接下來是一個因子解釋的體裁，同時暗示讀者注意「原因爲何」。

針對原課文的三個問題，對應的修改策略如表 4-3-2。力是一種作用，在第二章第二節第二小節已討論過，「作用」有兩層意義要在名物化的過程中從技術事件打包爲隱喻事件。這兩層意義是因果關係（因爲…所以…）和物質過程（如：推、擠壓、吸引等）；其打包過程分別說明如下。

因果關係的意義從一致式表達到隱喻式表達的連串變化，可以從連接關係（如：「因爲（事件）所以（事件）」、環境成分（如：「因爲（參與者）所以（事件）」、過程（如：「（參與者）造成（參與者）」一直轉換到物件（如：「（參與者）的原因是（參與者）」）（參見表 2-2-7）。在修改的課文中，因果關係的一致式出現在小句 8，原因部份透過「因爲」爲首的環境成分（介詞詞組）來體現。此一致式一定要以環境成分來體現，非得如此才能把「推動、擠壓和吸引」從小句中抽離出來。如果用

表 4-3-1：「力的定義」改寫課文之體裁與名物化分析

體裁階段	小句	
	主 位	述 位
現象 確認	1 石頭	滾動。
	2 皮球或彈簧	變形。
	3 鐵釘	突然開始移動。
	4 這些物體的運動狀態或形狀發生改變	必然是某種原因促成的。
因子 解釋	5 石頭滾動	可能是有木棍推動了它。
	6 皮球或彈簧變形	可能是手擠壓了它們。
	7 鐵釘突然開始移動	可能是被磁鐵吸引了。
	8 因為木棍對石頭的推動、手對皮球或彈簧的擠壓、和磁鐵對鐵釘的吸引	改變了。
	9 所以這些物體的運動狀態或形狀造成這些物體運動狀態或形狀改變的原因	是木棍、手和磁鐵對這些物體的影響，
	10	也就是推、擠壓和吸引。
結論	11 兩物體間的影響 或說是作用，	有很多種。
	12 造成物體運動狀態改變或形變的這種影響，	就叫做「力」。

註：圓形框呈現因果關係，方形框呈現物質過程。虛線框是一致式表達，實線框是隱喻式表達。

表 4-3-2：「力的定義」課文修改對策

原課文的問題	修改對策
1. 課文一開始列舉的各類現象與「力的作用」之間的因果關係不清楚。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 把「推、擠壓、吸引」清楚地從事件中抽離出來。 ■ 清楚地指明造成運動狀態改變和形變的各類現象的原因是「推、擠壓、吸引」等物體間的影響。標明它們是「原因」所指涉的對象，是力學要探討的主題。
2. 在「力的作用」這個名詞組中「作用」一詞有歧義。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 以「影響」取代「作用」。此作法可避免原「作用」一詞虛過程義的誤解。 ■ 在定義的這個階段，或稱「力」，或稱「影響」，或稱「作用」，避免「力的作用」這種說法。
3. 最後一句定義句中「作用」的意義有待釐清。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 透過技術性建構，清楚地展示名物化的過程，使「影響」一詞和技術事件中的語詞(如：「推」、「吸引」)能外顯而清楚地對應起來。 ■ 在這段課文中「影響」的意義限定為「推、擠壓、吸引」等過程，避免學生產生別的理解。

連接關係來體現，說法會是如下：

因為木棍推動石頭，所以石頭的運動狀態改變了。

「因為」後面接的是事件（小句）——「木棍推動石頭」，這樣的話，力學要談論的主題——「推動」——就被埋在「木棍推動石頭」裡，無法被突顯出來。用環境成分來體現，就可以如修改課文這樣（表 4-3-9），把「推動」建構成為參與者，使之被標明出來。因果關係的隱喻式以兩種形式出現。一個隱喻式在小句 9，因果關係表達在「原因」上。在「原因」前面有「造成這些物體運動狀態或形狀改變」這個部分，表達了結果，而「是」之後的涵值則表達了肇因。另一個隱喻式在小句 9 和 12，因果關係以過程「造成」來體現。透過小句 9 的識別關係小句，「原因」和物體間的「影響」得以聯繫在一起。透過小句 12 的識別關係小句（…就叫做…），因果關係「造成」於是成為「力」的意義的一部份。

「作用」（即「影響」）的物質過程義，其一致式表達是物質過程，隱喻式表達是參與者（參見表 2-2-7）。在小句 5 至 7 中，物質過程義以一致式表達，「推動」、「擠壓」和「吸引」體現為物質過程（動詞）。在小句 8 至 12 中，物質過程義以隱喻式表達，「推」、「擠壓」、「吸引」和「影響」體現為參與者（名詞）。表 4-3-1 清楚地顯示了名物化的過程。「推動」、「擠壓」和「吸引」一開始是物質過程，出現在小句 5 至 7 的述位。成為已知訊息後，出現在小句 8 的主位，此時已轉換為參與者，開始從技術事件抽離出來。隨後，爲了要用一個詞來概括它們，因此在小句 9 的述位，以參與者的語義角色引入「影響」這個詞，並以小句 10 補充說明之，指出在前面所舉的這些特例中，「影響」就是「推、擠壓和吸引」。最後「影響」作為已知訊息出現在小句 12 的主位，透過識別關係小句引出述位的「力」，完成打包的工作。

第四節 將力之測量合法化的語言策略

當學生受到質問而被置入合法化危機之中時，會為理論事物之合法性提供理由。學生無論如何是看不到「力」、「磁力」、「重力」和「拉力」的。那麼，

看不到力，你卻說你量到了它，這是什麼意思？

測量磁鐵互斥，指標指到 100 克重，這代表什麼意思？

這是對有所指的質疑。

量重量和重力，量到的是一樣的嗎？

在手互拉和手拉桌子兩種情況下，量到的是一樣的嗎？

這是對無所別的質疑。

當學生面對這些質疑時，他說了什麼？同時，他是以何種方式說的？也就是，「所完成的是哪些合法化任務？」在合法化的過程中，如何運用技術事件和隱喻事件？」

在接下來各個問題情境中，將根據不同的合法化任務來分類，然後在各個模式內分析運用技術事件和隱喻事件的方式。

一、量到看不到的力？

看不到力，你卻說你量到了它，這是什麼意思？

在這個問題下所觀察到的論證策略有四類：一、提出因果保證，二、對因果保證提供支柱，三、以操作程序為理由，四、以語言事實為理由。從合法化任務來看，第一類是提出無支柱之保證，第二類是提出有支柱之保證，最後兩者是提出事實。

（一）因果保證

看不到力，但是卻可以量到它。為什麼？最直接的回答如下：

1. R：我的意思是說你能夠看到的是…你能夠看到的是什麼？你能夠看到的是指針到了 200 克的地方嘛！你看不到力嘛！
2. I03：但是它，但力可以讓彈簧變形，那彈簧只要一變形，指針就會跟著跟著動，這樣子。

這個回答的論證結構是：

論據：指針到了 200 克的地方，即彈簧變形。

因果保證：力可以讓彈簧變形。

宣稱：力存在。

論據是出現在交談的脈絡中，是問答雙方的預設。宣稱出現在研究者的提問中。論據和宣稱都沒有出現在學生的回答裡。學生的回答是提出保證。這是屬於第二類型的合法化—沒有支柱的保證。

這個保證是以隱喻事件來表達的。

在這個例子裡，學生的回答有三個小句。這三個小句構成因果序列解釋。這三個小句所構作的事件之間都是外部連接關係（如下表）。在小句 1 和 2 之間的連接是透過詞彙銜接，小句 1 述位的內容，在小句 2 被重複。⁶⁴小句 2 和 3 之間透過「只要…就會…」外顯地做了連接。

連接關係	小句	
	主位	述位
接續	1 力	可以讓彈簧變形，
接續	2 彈簧	只要一變形，
	3 指針	就會跟著動，

後兩個小句是技術事件。這兩個小句是對小句 1 中力造成的效果的進一步說明，並不是對隱喻事件（有網底的部分，即小句 1）的拆解。這兩個小句並沒有對保證（小句 1）提供支柱—這是第二類型的合法化。

對前述因果保證—力使彈簧變形—的敘述並非都是一樣的。以下舉出兩種變形以資說明。

1. 通則的變形 1：力無法從事件中分離出來

下面所舉出的說法有兩點值得注意。其一，它對力所產生的效果採用了更為概括的表達方式，其二，它以模糊的方式表達了「力是什麼」。語料上標記的方形外框

⁶⁴ 或者把小句 2 和小句 3 合起來看成是透過「只要…就會…」連結在一起的小句組，那麼小句 2 就是這個小句組的句項主位，也就是「舊訊息」該出現的位置。

是力的效果，圓形外框是「指認出力」的識別關係小句。

1. R：可是…力…你可以看得到力嗎？
2. I09：就是經由彈簧秤秤，就是經由彈簧秤秤才能知道它的大小吧。應該，看到力的話，應該只能看到力對物體，就是物體有移動，或是它的狀態有所改變，那才是力。可是力應該是看不到的吧。就是無形，然後可是它可以對、就是它作用在物體上面的時候，然後使得物體改變，應該這就是這就是力吧！

首先，在這個回答裡，力的效果被描述為「物體有移動」、「物體的狀態有改變」、「物體改變」，而不再是僅僅指「彈簧」。

其次，在這個回答裡，出現了兩次關於力的識別關係小句：「那才是力。」和「這就是力吧！」但是，這兩次都沒有清楚地指出「那」和「這」指的是什麼。在前後的脈絡裡，「那」和「這」指的都是前面提過的整個事件：「力對物體，就是物體有移動，或是它的狀態有所改變。」以及「它可以對、就是它作用在物體上面的時候，然後使得物體改變。」

這個現象顯示出「力」這個詞無法從「交互作用的整個事件」中分離出來。「力」本來是「吸引」這類的過程義，若它保持著動詞的形式，那麼它就總是要和參與這個過程的參與者一道出現，唯有它名物化之後，採取了名詞的形式，它才能獨立地參與在別的事件當中，也就是從原來的事件中分離出來，這正是名物化這種語法隱喻所要達到的功能。

2. 通則的變形 2：使彈簧秤變長的施事不明

下面這種說法對於使彈簧秤變長的施事交代不清。

1. R：看不到。那妳怎麼知道會有力？
2. I01：因為彈簧秤需要力，才能讓它變長。

雖然 I01 似乎是在說：「力使彈簧秤變長。」不過話輪 2 是由兩個小句所構成，而且前一句用了「需要」這樣的過程而使彈簧秤和力參與在事件之中，後一小句的主語卻被省略了。

「需要」是從連接關係投射到過程的語法隱喻。如果要把「彈簧秤需要力」拆解為連接關係的表達方式，則只能拆解如下：

如果彈簧秤 ___?___ 力，則…

由此可以看出：彈簧秤和力所參與的物質過程是不清楚的。

小句 2 省略主語，這則使得造成彈簧秤變長的施事曖昧不明。我們不知道這個施事是力，是彈簧秤，還是「彈簧秤需要力」。

這兩個小句構成的是因子解釋。這個因果關係是透過「需要…才能…」這樣的方式來表達的。

(二) 對因果保證提供支柱

「力可以讓彈簧變形。」這個保證未必有效。因為這個保證可拆解成如下的邏輯結構：

若有力作用，則彈簧變形。

單單這個保證，其逆命題未必成立。此保證是否有效，在此不是關心的焦點。不過，為了瞭解學生為此保證提供支柱的方式，研究者質問：「讓彈簧變形的一定是力嗎？」

(那個原因必然指向力嗎?) I03 回答如下表(此分析是在句項主位的層次著手的)：

合法化 任務	連接關係	小句		
		語篇主位	主題主位	述位
支柱	即	1 因為	在我施力的時候，	這個指針才會就是跟著變動，
		2 但是	在一般的時候，	這個彈簧秤它沒有、它不會說、無緣無故就跑到 50，
		3		到 100 這樣子。
保證	即	4 所以，就是表示說，	在我施力的情況下，	這個彈簧秤的指針才會跟著變動。
		5 然後，	當然這個變動	就是彈簧秤的裡面的彈簧變形，
		6 然後	指針	這樣跟著下來。

這個回答拆解了力這個後設事件當中因果關係的意涵。從支柱和保證之間的對比，可以看出來小句 4 的條件關係，在支柱中拆解為兩個事實（一個隱喻事件，一個技術事件），以及這兩個事實之間「但是」的連接關係。

從連接關係來看，小句 1 和 2 之間是轉折關係，透過外顯的「但是」建立起來。這兩個小句構成小句 4 的支柱。其間的關係是重述關係，是內部關係。這個重述外

顯地透過「所以，就是表示說」表達出來。從名物化過程來看，原來是由連接詞體現的連接關係現在投射為小句 4 的環境成分，這是語法隱喻的過程。在這個過程中，對照的「一般的時候」的訊息就被隱去。

力作為後設事件打包了兩層意義：因果關係和物質過程（第 2-2 節語法隱喻類型中已有說明）。所謂物質過程指的是兩物之間實質的物質過程，也就是「我拉彈簧秤」的「拉」。這層意義還是沒有拆解出來（小句 1 當中相依句的隱喻事件「我施力」可進一步拆解）。

1. 還原與拆解

R：看不到力，你怎麼知道那個彈簧秤上面量到了力？

有的回答用能量的隱喻事件來解釋力的作用，藉此提供支柱。這類解釋把力「還原」為別的理论事物所構成的隱喻事件。將一個隱喻事件轉換為別的理论事物構成的隱喻事件，這種轉換稱為「還原」。以便與「拆解」區別。「拆解」指的是從隱喻事件到技術事件的轉換。I03 其回答如下：

合法化 任務	連接關係	小句		
		語篇主位	主題主位	述位
保證	後續	1 因為	我	有一個能量，
		2 然後	它	傳遞到彈簧秤，
		3	彈簧秤	可以就是把這個能量釋放出來，
		4 然後	讓	指針跑到指定的位置，
宣稱	增補 即	5 然後就	可以從這個刻度	瞭解到說
		6	我	對這個彈簧秤施了多少力，
		7 或是說間接的說，	我	對桌子施了多少力。

小句 1 到 3 是因果解釋序列，取代了原來的「有力作用」。

在這個解釋裡，事件間的關係是外部關係，也就是要由學科知識來判斷。若外部關係錯誤，則支柱也就失效了。在本例中，外部關係就是錯誤的。

在這個解釋中，有能量的隱喻事件，有力的隱喻事件（「我對桌子施了多少力。」），但是力和能量的關係並不清楚。

2. 兩種隱喻事件之間的轉換

在下面這個文本裡，力和能量之間的轉換被明顯地說出。

1. R：是，我量的就是這個長度，那你說你量到力是什麼意思？
2. I14：因為力也是一種能量啊，那可以藉由它產生、彈簧也是被拉，然後它所產生的那種，嗯，使那個彈簧轉換成那個拉力啊，然後所產生出來的數值就是它本身所具有的吸引力...所以力不一定是一定要看得見啊，是一種能量的轉換之類的，所產生的一種...
3. R：能量你也看不到啊
4. I14：對啊
5. R：那你說量到了，那是什麼意思？
6. I14 嗯，量到了。是，我剛已經說了，是去、是讓那個彈簧所被拉的力所產生的那種變化的數值所測出來的。所以，這個、它可能，不一定能測出那個能量，但是可以測出它所被拉的那個力...對啊

「力也是一種能量。」「能量轉換，產生力。」不過，這種轉換在抽象程度上並沒有降低。兩類事物可以互相解釋，對照話輪 2 和話輪 6 可知。兩個名物化的隱喻事件個別的意義其實還有待進一步解釋。

(三) 操作程序

1. R：那，OK，乜，你可以看得到力嗎？
2. I04：看不到！
3. R：那、嗯...那你說你拉到 100 克，指針、指標到 100 克的時候，代表你對...
4. I04：對桌子施 100 克的力。
5. R：嗯哼、那你怎麼知道？

部分學生 (I04、I05、I10、I11) 以操作步驟來回答。以 I04 的回答為例 (如下表)，其回答首先說明透過標準砝碼制訂力的測量標準的過程，然後說明手拉彈簧秤測量拉力的過程，最後把兩種測量加以比較。這個回答看起來非常複雜，其實是把論據用操作步驟展開來而已。小句 2 到 13 展開的是：「掛上東西後，刻度指到 50。」小句 17 到 18 以及小句 22 到 23 展開的是「手拉彈簧秤，刻度指到 100。」小句 14、小句 19 和小句 24 說的就是宣稱：「它們代表量到了力。」小句 20 到 24 是在做一個論證，論證小句 2 到 14 的測量和小句 17 到 19 的測量是一樣的。不過，要解決的問題並不是這兩個測量之間是否相同，而是每個測量為什麼可以宣稱「量到了力」。

合法化任務	體裁		主位	述位	
論據	目標	1	因為 它	可以把你施的力讓它數值化。	
	步驟	2	就像 你	掛了一個東西好了，	
		3	當 你	今天知道	
		4		這東西的質量	就是 50 好了，
		5		就像做彈簧秤的方法一樣。	當你知道這東西的質量是 50 克，
		6		你	把它掛上去，
		7	那	它	會往下沈嘛！
		8	那假設	這邊上面	都沒有劃過標示好了，
		9	那	它會指到這個地方	代表說就是彈簧拉到這個程度，
		10		它	會是 50 克嘛！
		11	所以	我們	就做了一個刻度在這邊是 0 啊，
		12		這邊	是 50。
		13	代表說、當	你的指針	指到這邊來的時候，
宣稱	結果	14		這個彈簧秤	施了 50 克的力。
	結論	15		它	把它的力就是用距離把它數值化，
		16	所以	彈簧秤的設計	就是這樣。
論據	步驟	17	所以	我	現在要把它這個壓住不動，
		18		我	拉。
宣稱	結果	19		就可以知道	我對它施了多少力，
平行個案保證	結論	20	就相當於說	我	在下面掛一個重物。
		21	然後，	就地心引力，	就是你掛重物的意思就像是地心引力去拉那個重物。
論據		22	所以	彈簧秤	我用這個來拉，
		23			拉到 100，
宣稱		24		意思是說	我對它施了 100 的力。

因此整個而言，I04 的回答是個事實的陳述，屬於事實層次的合法化。

在這個說明中反覆地用了兩次程序體裁。在說明步驟的時候使用技術事件，一旦要說明研究結果時，力馬上被搬出來用—「就可以知道我對它施了多少力」。「我對它施力」這是隱喻事件。隱喻事件和技術事件之間的關係沒有被說明。

(四) 語言的事實

也有學生直接用語言的事實當理由，如：

1. I12：嗯，有那個量的話，好像才、意思才是可以量的出來，…
2. R：喔！
3. I12：對啊，我對它施的力量，對，
4. R：力跟力量有什麼不一樣嗎？
5. I12：好像，沒有什麼不一樣，對啊，沒有什麼不一樣啊！可是，好像，只有力量吧，沒有對它施什麼力的。就是，我，我對它施力，可是它可以量出我對它施了多少的力量，應該是這樣吧，
6. R：你對它施力，然後，
7. I12：它測力量…就是，就是有一個量的話，它才有數值跑出來嘛，這樣才會有量，量的定義是這樣子。

這屬於事實層次的合法化。所陳述的理由是技術事件：「它的名稱裡有個『量』字。」

二、磁鐵互斥，指標指到 100 克重代表什麼意思？

測量磁鐵互斥，指標指到 100 克重，這代表什麼意思？

學生的回答顯示：他們不知道如何讓磁力參與在事件中：

1. R：你會怎麼描述這二個磁鐵之間的交互作用情形
2. I09：嗯...他們兩個是排斥的。
3. R：他們二個是排斥的那假如要把磁力放進去描述的話你會怎麼描述
4. I09：嗯，磁力啊…搞不太懂、等一下，嗯，磁力會使他們二個會使他們二個…嗯哼…怎麼講呢…我要怎懂呢！嗯！我不太會！嗯！不太會那個描述，磁力、磁力…

能不能說這是因為這個測量情境對他們來講是陌生的？不能。因為從後面的晤談中發現，在國中階段他們已經有許多接觸磁鐵的經驗。雖然跟測量蘋果重量和手拉桌子的交互作用的情境相比，或許測磁力會是比較陌生的，但上述觀察到的現象與其說是陌生造成的，不如說是比較少開口說科學造成的。

從上面所引的回答中可發現：當學生不知道如何把磁力放在過程中的時候，一開始他就是使用常識提供的解析經驗的理論來陳述事實，因此他說兩磁鐵間的交互作用是「它們兩個是排斥的。」雖然已經知道如此，但由於不知道「磁力」或「力」

的日常意義，因此無力以「磁力」重構經驗。

學生要面對的問題表面上是「指標指到 100 代表什麼意思呢？」明顯地，這 100 代表磁力。於是接下來的問題是磁力的存在性問題，也就是

你怎麼知道有磁力？

學生所提出的保證可分為兩類：一、僅提出因果保證，二、為磁力進一步提供支柱。在學生的回答中，用以表達因果關係的語言是支撐磁力存在的基礎。

（一）因果保證

在這一類的回答中，學生以「磁力使磁鐵排斥」作為保證，這類型的合法化屬於未提供支柱的保證（第二類合法化任務）。例如：

1. R：你知道他們之間有磁力嗎？
2. I09：嗯，對！
3. R：那、OK。你說磁力會使他們兩個…
4. I09：排斥，產生排斥的作用。所以這樣子講就好了嗎？磁力會使它們…
5. R：會使他們兩個產生排斥的作用。
6. I09：嗯…磁力對啊！

此例中學生提出的因果保證是用使字因果結構句來表達因果關係。又如：

I12：很明顯的是沒有像它、比如說這樣子靠近它，就一直被推走、一直不斷地在推走。像這樣子很明顯的就有說有一定是有什麼作用在！ 嗯、有什麼作用東西嗯…就是有什麼作用在他的身上，在這個磁鐵裡面，才會一直把它推走。

此例學生提出的因果保證是透過「作用」這個動詞來表達因果關係，而且在這個回答裡還有一個強調了又強調並且有推斷意涵的副詞組：「很明顯地」「就有」「一定是」。

這類保證僅僅提出因果關係來說明「有磁力存在」。這些保證都是隱喻事件。

（二）為磁力提供支柱

磁力造成彈簧秤變動，那麼為什麼有磁力？學生為這個問題提供了三種理由：

（1）磁力是排斥造成的，（2）磁力是磁力線造成的，（3）不是磁力影響彈簧秤，而是力量，磁力是產生力量的手段。

1. 磁力是排斥造成的

爲了說明排斥力存在，I04 的解釋如下：

合法化任務	連接關係	語篇主位	話題主位	述位
支柱		1	它們倆	碰在一起的時候，
		2	爲某些物質	會產生排斥，
		3	排斥	就會給它一個力。
		4	它們	不可能在一起，
		5 所以，	給	它一個力，
		6	強迫	在一起，
		7 然後	彈開，	
		8	這	就是排斥力。
宣稱				

這個解釋簡單講，就是「排斥產生排斥力，然後排斥力產生排斥。」當面對的問題是「爲什麼有排斥力？」時，就用「排斥產生排斥力」來解釋。面對的問題是「爲什麼排斥？」時，就用「排斥力產生排斥」來解釋。小句 1 至 3 的意思就是「排斥產生排斥力」。小句 4 和 5 是小句 1 至 3 的重述；「排斥」就是「不可能在一起」。小句 5 到 7 講的就是「排斥力產生排斥，所以彈開。」I04 後續的補充說明如下：

I04：就是說，那些物質不能讓它兩極、同極在一起時，不能在一起，就產生抗斥的力量，這力就是相斥力。

因此這個解釋的主要部分是一個技術事件「它們排斥」，一個隱喻事件「給它們一個排斥力」，以及一個連接關係「所以」。此三者構成一個因子解釋。這個支柱提供的是大前提。小前提則是「目前兩個磁鐵確實排斥。」所以得到宣稱「有排斥力。」

整個支柱是隱喻事件。而且是從外部關係來建立支柱，爲宣稱提供理由。這個外部關係從物理學的角度來判斷是錯誤的，因此這個支柱也就無效了。

2. 磁力是磁力線造成的

利用磁力線來解釋磁力，和用能量來解釋力是一樣的。都是用另一個理論事物參與的隱喻事件作爲支柱。例如：

1. I07：嗯，當兩個磁鐵用我的磁力線嘛，然後當它越靠近的時候，兩個磁力線會有互相排斥的影響。
2. R：嗯哼。

3. I07：但是當你越靠近的話，他們不會結合，然後磁力線會越密集，然後越密集的話，他們的排斥力會變的越大，因為本身不同，不同極就會產生的排斥力，然後當你越靠近的時候，因為磁力線如果排斥的話，它就是，嗯怎麼講，它是不會合在一起嘛。然後當你壓的越緊，它有原本的形狀，然後它會想要回到原來的形狀，然後就會把沒有固定，就是會，會有一個力量，把他們兩個往外推。

在這個說明中有一個磁力和磁力線間的相關關係，說明磁力發生的條件。這個條件在小句間以「目的關係」透過「想要」這個動詞來構作。

此外，學生對磁力線還能進一步說明其存在的理由。

1. R：喔，你說磁力線看不到，你怎麼知道？
2. I07：嗯，就是那個，課本上面那個討人厭的實驗。
3. R：嗯。
4. I07：就是放一顆磁鐵，然後上面蓋一張紙，然後倒鐵屑上去，然後敲敲敲敲，然後它會，鐵屑它會跟著磁力線的形狀排出來，慢慢排列出來。

這個理由是以操作程序來說明的，屬於事實層次的合法化。

3. 磁力是產生力量的手段

在前述的例子裡，磁力都是被構作為「原因」，但在下例中，則被構作為「手段」：

1. R：那，指針現在，你剛剛說指針被帶動，那他現在到了 100 克，為什麼，那這代表什麼意思呢？
2. I03：嗯，這代表這個磁鐵像這樣往下面拉，就代表說這個磁鐵呢，這顆紅色磁鐵…
3. R：排斥的情況…
4. I03：排斥的情況。就代表說，這個磁鐵，這個紅色磁鐵可以讓，可以藉由磁力，然後，給這個彈簧秤多大的力量。

該保證的語法結構分析如下：

這個紅色磁鐵	可以	藉由磁力	給	這個彈簧秤	多大的力量
參與者：動作者		環境：手段	過程：物質	參與者：受益者	參與者：目標

不僅如此，在接下來的推理中直接影響彈簧秤變化的原因還不是「磁力」，而是「力量」，磁力只是產生力量的手段而已。

在這個回答裡，由於「磁力」是出現在環境成分，因此僅知道它是手段，至於

磁力和力量之間如何，磁力在力量生成的過程中還扮演什麼角色則無從得知。

三、測重量和重力，一樣嗎？

1. R：彈簧秤是用來量什麼、測什麼的？
2. I14：重量！

在測量重物的情境中，重量取代了力，成為測量的目的。這是很特別的，因為在別的情境下，力都是彈簧秤測量的標的，而掛重物時，彈簧秤卻是測量「重量」。

這兩種測量所得的結果，意義是否相同？

重量和重力有別否？或，重量和手拉彈簧的力有別否？如果有別，重量之存在會以何種方式被產製出來？重量是生活世界裡的詞，沒有那麼容易被取消。學生如何說重量的呢？

學生所提的保證首先可分為兩類：一、重量和重力都是力，二、重量不是重力。後面這種回答，又可進一步分為兩類：一、重力造成重量，二、兩者名稱不同。

（一）都是力—平行個案保證

如果學生知道重量也是力，那麼他面對這個問題最直接的回答就是：「它們都是力！所以是一樣的。」以 I04 的回答為例，

I04：其實重量、其實重量就是所謂的、就是、地心對這個東西所施的力嘛，它的吸引力有多大。那今天反過來講，我用手去拉好了。就只是等於說是我去產生一個力而已。所以，我覺得這兩個應該是一樣的。

這類回答的論證結構如下：

論據：手拉彈簧秤，刻度移至 100 克重處，此為測拉力。

保證：重量和拉力本質上是相同的，都是力。（平行個案保證）

宣稱：蘋果吊在彈簧秤下，刻度移至 100 克重處，此為測重量，也是在測重力。

在 I04 的回答中包含了保證和宣稱，論據存在於問答脈絡中。論據是對測量程序的描述。保證與宣稱則是以屬性關係過程進行判斷。

(二) 重力造成重量

在解讀語言使用中「重量」的意義時，區分重量的兩個意義是有幫助的。這兩個意義是效果義和過程義。當「重量就是重力」時，重量是取過程義，也就是「被地球吸引」。但在「物體的重量來自於地球引力的作用 (林明瑞等, 2005, 頁 52)。」這個句子裡，將重量理解為效果義是比較恰當的，也就是形容詞「重」的意思，也就是「重的感覺」，若以測量儀器表達指的就是「掛上彈簧秤會使之拉長的效果」。在實際的使用中，這兩種意義又是交錯地運用著。

1. 因果保證 1

學生使重量與重力有差別的方式主要是運用因果關係來建立的，重力為因，重量為果，從而兩者有別。如：

1. I06：那我們被它們拉，我們被地球拉著嘛，然後，我們相對應就會產生一個重量出來，就是成比的重量出來。
2. R：那你剛剛說產生重量，那又是什麼意思？
3. I06：哦！產生重量哦！
4. R：對！
5. I06：那也不知道，以前課本上講的是哪個…什麼萬有引力讓我們產生有重量，課本是這個樣子講

在重量和重力之間透過因果關係製造區別的過程是「產生」、「造成」、「導致」等。這些過程已經是隱喻化了的。這些過程都可進一步拆解為因果連接關係。例如：

- I07：重量就是嗯，一個物質在、它所有的質量在地球上，被地心引力所吸引到的那個重量、所吸引而造成的一個重量。

可拆解為：

因為地心引力吸引物質，所以物質有重量。

此處的「重量」應取效果義，若是過程義（被地球吸引），就會變成同語反覆。由於重量是效果義，因此 I06 才會用名詞組「成正比的重量」這種說法。

在課文中確實也存在著與學生講法一致的說法。換句話說，不同版本的課文並沒有一致地將重量定義為重力。

另外，一般我們也會說「物體的重量」。這種說法延續自日常用法。此一說法若

用於「重力」，就不恰當。但在日常生活中的這種用法延續到科學文本中隨處可見，這個部分是使重量有別於重力的原因之一。在晤談中出現的混淆如下：

1. R：可是你不是說，你不是說，那個重量就是地心引力嗎？
2. I14：對啊！對啊！
3. R：那，乜，為什麼你又說是它本身的重量？
4. I14：啊？
5. R：嗯，我的意思是說，所以，我的意思是說，那你這樣講的話，地心引力就是這物體的囉！
6. I14：地心引力是物體的，嗯...不盡然啦，就是，它跟地球的交互作用，所產生的那種，乜，互相的吸引力，所導致的它的重量，嗯，對啊！
7. R：所以...乜，重量是地心引力導致的。
8. I14：嗯，也可以這樣說，對啊，也可以這樣說。
9. R：那就、就不是地心引力呀！
10. I14：咁！你剛剛不是說地心引力是，嗯，重量是，乜，重量是地心引力所導致的啊，對啊，可是質量是它本身就有啦，對啊！

這類因果保證簡單講就是「重力造成重量」。這是隱喻事件。「重力」、「造成」、「重量」三者都是隱喻。「重力」和「重量」是名物化了的理論事物。「造成」是隱喻化了的連接關係。

2. 因果保證 2

重量和力之間的因果關係並非單方向的。重量還能產生拉力！如：

1. R：我的意思是說，你是測量的是一樣的東西嗎？
2. I07：量的喔。嗯，是一樣的。
3. R：是一樣的，怎麼說？
4. I07：因為嗯...物質的重量在彈簧秤上，產生的拉力使彈簧的，彈簧秤的彈簧有變化。

在這個情況下，重量是過程義才說得通。

在這個因果關係的構作中，所使用的同樣是「產生」這類的過程詞。使用這類過程詞的方式似乎是很自由的。參與在這類過程中的參與者似乎沒有什麼限制。從這個動詞本身我們無從得知重量實際上是如何「產生」拉力的。

(三) 語言的事實

單單從構詞上看，重量和重力僅相差一個字，根據「可測量之物其名稱都有一個量字」，那麼就會有下列的回答：

1. R：那量重量跟量重力是不是一樣的意思？
2. I13：不一樣。
3. R：不一樣，怎麼說？
4. I13：重量、重量是一個單位。我還是得這樣講。重量是一個力的單位。可是重力是一種力。然後重量，其實重量是用一個東西觀測到的。

I13 堅持將重量和重力分開，一個指稱重力的測量結果，一個指重力自己。他同時宣稱重力是不能測的，能測量的是重量或力量。這種方式可使他避免所測之物無法觀察的問題。

四、手互拉和手拉桌子的測量結果，意義一樣嗎？

雙手互拉的時候，測量結果雖然和手拉桌子一樣（假設都是 100 克重），但在解讀數據時，卻是不同的，因為對學生而言，在雙手互拉的情況下，測量結果的所指很明顯會多出一個力來。到底在兩種狀況下，測到的東西是否一樣？

若刻度在 100 克重，一開始的時候，學生會說此時兩邊各施力 100 克重。如：

1. R：好，那表示什麼意思？
2. I06：表示說，我現在拉你的力是一百克啊
3. R：嗯！
4. I06：然後，你實際上施的力也是一百克，因為你沒有動嘛。所以你也應該是會拉到一百克才是。

這個推論是根據論據「我現在拉你的力是 100 克重」，然後「你沒有動」意味著平衡，所以「你實際上施的力也是 100 克」。這個論證看來似乎沒有錯誤，但實際上，論據很可能是承襲以前對測量結果的解讀習慣而產生的。從觀察彈簧伸長量到說出它代表的意義，這之間很可能只是基於習慣，這是此測量問題的特殊狀況，因此研究者首先必須質疑這個論據。研究者故意質問如下：

既然手拉桌子的時候，僅有一方施力，刻度指在 100 克重表示手施力

100 克重，那麼雙手互拉時，兩邊都在施力，為什麼不是兩邊各施力 50 克重？

推理時，學生都略過了彈簧秤，直接談兩力之間的抗衡。透過質疑，當他們把注意力放在彈簧秤時，就發現：如果雙手互拉是兩邊都施力，那麼彈簧秤的受力狀況就不一樣了（多一倍），可是伸長量卻跟手拉桌子一樣（都指在 100 克重）。⁶⁵於是，原來對測量數據的解讀就成為可疑的。那麼，手互拉時測到的力和手拉桌子時測到的力是不是相同呢？也就是，測量結果雖然相同，但是所指是否相同呢？

對手拉桌子和手互拉兩種測量情況的比較，學生的宣稱可分為兩類：一、兩種情況不同，二、兩種情況一樣。第一類宣稱中出現的保證是「沒有拉就沒有力」。第二類又有三種提供保證的方式：任何情況下彈簧兩邊都是有力，兩種情況都是兩邊平衡，以及根據作用與反作用力來推論。分別說明如後。

（一）沒有拉就沒有力

在檢視兩種測量情境後，「桌子沒有拉」是被學生指出來的差異。基於這一點差異，於是推論出兩種測量情況下所測得的力是不同的。

在所提出的保證中提及「拉」。拉，是日常意義，只不過，此拉非彼拉。以 I08 的回答為例。

1. R：你怎麼知道桌子沒有拉你？
2. I08：因為桌子不會拉我。

I08 回答裡的「拉」是身體動作的拉，在「力就是拉」裡的「拉」指的是交互作用過程，不限於身體動作的拉，例如：正電荷拉負電荷。對測量情境的判斷雖然是基於技術事件，但是由於日常語言裡用以構作經驗的「拉」的意義未經過語義擴展，不具有「交互作用」的抽象意義（抽離具體的身體動作），因此沒有被指認為力。於是也就無法進一步成為接下來推理時隱喻事件中的主角。

另一種觀察是「桌子沒有動而手在動」，因此桌子沒有施力，而手有施力。

I05：因為桌子沒有動，所以它就不是施力。

⁶⁵ 這個推理本身是有問題的，在計算彈簧秤受力大小時將兩側的力做代數和相加。

「動」同樣是從物理動作來做的觀察，不過「動」是單就動作者本身而做的描述，並不涉及另一個參與者（在漢語及物系統此屬行為過程，從語法結構來看，這個過程只需要一個參與者—動作者）。而「力」指涉的是兩物之間的因果關係。因此在「動」這個符號下所構作出來的經驗，就只把桌子本身的行動放在意識之中。進一步要透過「桌子沒有動」指認出「力」那就更困難了。

I05 的回答可以看做是從技術事件「桌子沒有動」到隱喻事件「施力」之間關係的建立。然而，所建立的是兩個事件間的關係，「力」之所指是不明確的。因此不是技術性建構。

(二) 任何情況下彈簧兩邊都有力

面對「兩邊各 50」的挑戰，要否定它，就是要指出手拉桌子也是兩邊都有力。此類回答的論證結構如下：

論據 1：手拉桌子時，刻度到 100。

論據 2：手互拉時，刻度到 100。

保證：任何情況下，兩邊都有力。

宣稱：手互拉的情況和手拉桌子是一樣的。

I11 進一步為保證提出支柱，他的論證如下：

合法化任務	連接關係	語篇主位	主題主位	述位
支柱		1 但是	應該就是就跟我們	平常量東西一樣吧！
		2	我們	把它掛在某個地方，
		3	一個物體	掛在下面，
		4	那個物體	拉它的時候，
		5	它掛的地方	也有給彈簧秤一個支撐力，
保證	結果	6 所以	不管任何情況下都有	兩邊的力。

在這個說明裡，保證以通則的形式提出：「不管任何情況下都有兩邊的力」。保證是隱喻事件。

回答的其餘部分是以列舉的事實為此保證提供支柱。對事實的說明，以技術事件描述測量過程。最後論及彈簧秤和掛它的地方之間的關係時直接使用隱喻事件—

該處有給彈簧秤支撐力。名物化的科學術語就直接被運用了，不加拆解與解釋。因此並不存在技術性建構。

（三）兩種測量都是兩邊平衡

平衡、抵消、抵抗等過程詞被拿來說明你我施力是相等的。

I14：嗯，你的 100 克重跟我的 100 克重互相抵消掉了。你不要動嘛，後這樣拉，然後你拉 100，你出 100，然後它（彈簧秤）也、它也用 100 克力來卡住這 100，所以它都是 100，

同樣的論證用在手拉桌子的情況，但因為「桌子不施力」，因此迫使學生尋找另一個力來達成平衡，於是那個力就是來自地面的摩擦力。

如此，手拉桌子的測量和手互拉的測量就是一樣的了。⁶⁶

在這個論證結構中，保證是隱喻事件。論證如下：

論據 1：手拉桌子時，刻度到 100。

論據 2：手互拉時，刻度到 100。

保證：兩種測量中都存在著另一力與拉力平衡。

宣稱：手拉桌子和手互拉情況是一樣的。

I14 用了一個特別的語言資源—「卡住」。分析「卡住」的語法結構如下：

它	用 100 克的力	卡住，
參與者：動作者	環境：手段	過程：物質

力作為手段，變成出現在環境成分裡的參與者。透過這個作法，對抗外力的變成了彈簧秤（它）。然後接下來的推論是彈簧秤拿同一個 100 克重來「卡住」兩側的施力。「卡住」就好像是拿一個東西來阻隔兩側的力，因此不必考慮施力方向。

I14 創造了一種新的隱喻事件。

（四）作用與反作用力

為了提出「兩邊各施力 100」的宣稱，引用作用力與反作用力定律作為保證是

⁶⁶ 不過，如此小節一開始已經說明過的，這個論證無法解決手互拉的情況下，彈簧秤是兩側受力而非單側受力的問題。

一種類型，雖然這是錯誤引用。例如：

1. R：嗯，一百克的長度。這邊也伸長了一百克的長度，那不是伸長了兩百克的長度嗎？
2. I06：喔，沒有。因為作用力等於反作用力。我這裡是作用力，你那裡是反作用力。所以這是個別分開來的。

「作用力等於反作用力」是隱喻事件。同樣的保證可用來論證「兩邊各 50」。

I04：我承受的力，桌子不會對我施的力，而是，我承受的力是我給他的力的反作用力，而不是桌子對我施的力，應該說不是桌子主動對我施的力。那就是我承受我給它的作用力而已，我承受給它的作用力，就是反作用力。互拉時，我不僅要承受我自己的作用力的反作用力，我還要承受你拉的力，所以，... 就是我往那邊拉 100。我要承受我自己 100 克的反作用力。但是，你又往那邊拉 100，所以我還要承受你 100 的作用力，相對，我的手要承受 200 作用力，我手要承受 200 的力。

這裡的論證完全是隱喻事件，連結隱喻事件的是外部關係（見下表）。小句 1 和 2 之間以作用力和反作用力的關係作為保證。

連接關係	語篇主位	主題主位	述位
結果	1	我	往那邊拉 100。
增補	2	我	要承受我自己 100 克的反作用力。
結果	3 但是,	你	又往那邊拉 100,
結果	4 所以	我	還要承受你 100 的作用力,
	5 相對,	我的手	要承受 200 作用力,

這些外部連接關係的正確性由科學知識所決定。

不過，這裡面卻有一個語言造成的連接關係蘊涵在作用力和作用力之間。

力本來是兩物之間的交互作用，無所謂在交互作用中有多少成分是你貢獻，有多少成分是我貢獻的。然而一旦力名物化成為物件之後，在語言中需要以某物為談論的主語，也就是以某物為受力者的方式來談論，因此需要區分出受力者和施力者，同時，也就區分出作用力和反作用力。雖然同一個交互作用只能有一組作用力和反作用力，但是既然能以某物為受力者，就能以另一物為受力者，於是若不加注意，就會產生兩組作用力與反作用力出來。這正是 I04 所誤入的陷阱。

此一語言問題是名物化取得分類和推理的利益之後所必須付出的代價。這個語言問題可稱為雙胞作用力的問題。

五、小結

學生在本研究設置的三種測量活動中接受晤談，在面對合法性危機時所出現的合法化任務及語言策略摘要如下：

問題 4-1：僅出現事實的合法化運用了何種語言策略？

事實層面的合法化有提供操作程序的、有提出語言事實的。操作程序的說明以技術事件為主，到最後說明測量結果時，才利用識別關係過程把力引入。語言事實則是運用單詞的特徵作為論證的理由。

問題 4-2：出現無支柱的保證的合法化運用了何種語言策略？

無支柱的保證有提出因果保證的，有提出平行個案保證的，有以創造出來的隱喻事件為保證的。保證以隱喻事件表達。

問題 4-3：出現有支柱的保證的合法化運用了何種語言策略？

有支柱的保證有對保證的因果關係進行拆解的、有將力還原為能量的、有將磁力還原為磁力線的、有說明磁力或力量生成之原因的、有提供保證之事例作說明的。

問題 4-4：學生會運用技術性建構進行論證嗎？

學生的回答中，僅能將力的意涵中因果關係的意義拆解出來。

在「力的測量」這類測量活動中，為測量結果合法化的方式就是指出造成結果的因果關係，在科學社群的約定上「力」就是這個因果關係。於是，如果瞭解「力就是拉」，那麼提供支柱以合法化時，只要直指力本身，將之拆解回日常意義即可。從定義的角度來看，也就是從內涵定義下手—力就是造成彈簧伸長的作用（保證），指出在具體測量情境中的外延意義—力就是拉、推、擠、壓等（支柱），說明兩者之關連，合法化也就完成了。

不過，如研究三所分析的，課文拆解死去隱喻以揭示日常意義的工作並沒有做好，因此學生也就無從源引日常意義以為支柱。在此情況下，以「還原」的方式，或透過某些因果過程「產生」事物的方式，就成為取代的語言策略。這類方式在「量到看不到的力」、「測量磁力」、「比較重量和重力」這三類問題中出現。「比較手互拉和手拉桌子的測量」同樣在不能認出測量情境中力的日常意義的情況下，轉向抗衡類過程則是取代的語言策略。

在手互拉的問題情境中由於涉及作用力與反作用力，引發一個有趣的語言問題——雙胞作用力問題。此問題是名物化的力在帶來某些利益時，要求我們付出的代價。類似的這類問題應將之發掘以便在教學中使學生有意識地察覺自我語言的使用。

