

第五章 結果與討論

國中學生在自然課程的學習中，對科學名詞的運用通常是無經驗的。也因此他們會依循較熟悉的日常用語模式，來使用這些科學名詞。雖然教師或教科書在教學活動中都已對這些科學名詞下了明確的定義，但這個舉動對很多學生而言顯然是無效的。在學生初學到科學名詞時，對這些名詞的定義感到陌生也尚未形成正確的科學概念，而在建構正確科學概念的路途上，會出現很多的因素會加以影響以至於教師的教學無法達到預期的成效，而使學生一直存有各種的迷思概念。所以本章將依據研究的資料，歸納出影響學生學習之迷思概念的來源因素，以及探討該如何教學以提昇學生的學習成效。

第一節 迷思概念的來源

國中學生對學習科學名詞之迷思概念的來源，由本研究的資料可歸納出下列幾項：1、交互重疊性高的不同概念；2、名詞的相同或相似；3、感官印象的干擾；4、日常用語的使用習慣；5、概念結構的殘缺；6、教學的簡約與錯誤。而且在大多多的課程內容中這些因素都是一起存在的，並非是哪個教學單元的內容只存在特有單一的迷思概念來源。以下將分別加以討論：

壹、交互重疊性高的不同概念

當學生的兩個概念結構之延伸部份 (Extension) 交互重疊在一起時，且又沒有明顯的界線，此時他將會分不清這兩個概念間彼此的差異，而將其所對應的科學名詞視為是一樣的，或雖然知道可能有所不同但不知是哪裡不同。如本研究中的壓力與力量、重量與質量、熱與溫度等內容都發現有這樣的現象。舉例而言：

1、重量與質量概念：

在物理學上，重量是質量乘以重力加速度，所以重量與質量是相關的。而在日常生活經驗也告訴我們，較多的東西會比較重，所以這兩個概念相互重疊的部分很多。因此當告訴學生物質的多少與輕重其實是不同的兩個概念，很多人反而會覺得為什麼要把它們看成是兩件事？而且質量與重量常表現出來的數據完全一樣（質量五公斤的物體有五公斤重的重量），使學生弄不清楚它們的差別。所以雖然很多學生能背出物體在月球表面與地球表面的質量相同，重量為六分之一，但卻不認為重量是力量，而認為重量是與質量一樣代表著物質的多寡。

2、壓力與力量概念：

壓力與力量是相關的，壓力是作用力除以接觸面積，也可說是物體單位面積所承受的力量。但是很多學生卻無法如此清晰的辨別壓力與力量的概念。在他們的概念結構中，當處理有關壓力或力量的問題時，所連結到的是一個壓力與力量相混合的概念結構（另有架構），而此架構的建立是由日常生活的經驗累積而來。例如學生認為海綿凹陷的深淺是因為力量的大小，也認為是因力量較集中的關係。也就是說他們認為力量大等於凹陷的深，力量較集中也等於凹陷的深，所以力量大與力量較集中是同一件事。因此無法分辨壓力與力量這兩個科學名詞的不同，而將它們視為是相同的。

3、熱量與溫度概念：

由熱力學的定律可知熱量與溫度是相關的。然而學生常將熱量看成等同於溫度，並認為溫度高的物體一定比溫度低的物體含有較多的熱量。甚至在研究結果中顯示，當教師已特別強調溫度高的水但很小杯，還是很多人認為會比溫度低的水但很大杯的熱量多，所以熱量等同溫度的概念相當明顯。

因此我們可以確定當學生在學習一個科學名詞時，若此名詞所代表的概念與該學生在日常生活中所熟悉的另一概念重疊性很高時，則這另一概念將對這個科學名詞的學習產生干擾的現象。

貳、名詞的相同或相似：

從語言學的觀點，詞彙的使用是為了要把概念「包裝」好，而能用來作為與他人溝通的憑藉，並也使自己能方便記憶並歸納這個概念。但當名詞太過相似的結果，就如同用了一樣的包裝紙來包裝兩個不同的禮品，其結果將會使人很容易的拿錯。所以對於太過相似的名詞，在概念發展時一定會造成相互干擾現象。例如本研究的重量與質量、速度與速率、壓力與力量、乾餾與分餾以及蒸餾、面鏡與透鏡、原子與分子等都有這樣的現象。舉例而言：

1、壓力與力量

在我國壓力這個名詞與力量系列的名詞太過相似，如磁力、拉力、彈力等都與壓力這個詞彙的結構一致。而從本研究中發現，縱使具有壓力與力量正確且穩定概念的人，在乍然聽見壓力這個名詞時，若沒有仔細的加以思考，也會有將壓力等於力量的錯誤概念聯想。例如在對已確定建立有正確壓力概念的學生，問及豎立與平放的磚塊，何者對桌面向下壓的力量較大時，有非常多的學生回答是豎立的，且除非技巧的使他再多想一想，否則他將很難發現這個錯誤。所以在初學者，或在壓力與力量概念尚未成熟的學生而言，這種名詞相近的干擾現象是一定會發生而不可避免的。

2、面鏡與透鏡

在日常用語中，我們常說的鏡子是屬於科學名詞中面鏡的一種，而眼鏡鏡片是屬於透鏡的一種。所以學生在接觸面鏡與透鏡這兩個科學名詞時，往往都會特別注意「鏡」這個字，反而對「面」與「透」較不注意。例如學生很清楚知道這些面鏡、透鏡通常是玻璃做的且光

亮平滑的，但對於這些面鏡、透鏡分別是利用反射、折射現象的不同，則常不能清晰的加以分辨。所以凸面鏡這個名詞常被一些學生解讀為凸透鏡，而凹面鏡則常被解讀為凹透鏡。甚至當面告知學生「面」與「透」這兩個字是不同的，但很多學生還是分不出它們彼此的差異。

因此我們可以確定當學生在學習一個科學名詞時，若此名詞的字彙，與學生日常生活中較熟悉的另一名詞字彙相同或相近時，則這個較熟悉的另一名詞將對這個科學名詞的學習產生干擾的現象。

參、感官印象的干擾

我們常說眼見為憑。人類常以自己的感官來判斷事情的對錯。然而感官經驗的錯誤引用，卻是造成迷思概念的來源。例如本研究中的壓力、重量、溫度、熱量、平衡概念等，都發現有這種的現象的產生。舉例而言：

1、溫度與熱量：

很多學生將感官的熱等同於溫度高或熱量多，而將感官的冷等同於溫度低或熱量少。當然在一般的日常生活中有很多的情況是符合這樣看法的，所以這種看法也漸漸形成相當穩固的概念。然而當學生在課程中學習到科學上溫度與熱量的名詞時，這種由日常生活中所建立的感官印象的概念就很容易的被喚出，並干擾了學習。例如當問學生冬天裡摸一樣溫度為 10 的鐵片與木片，感覺鐵片比木片冷的原因，很多學生認為是鐵的溫度低或熱量少，而且縱使認為此現象是與導熱有關的學生，很多也會解釋為導熱使鐵的溫度下降或減少熱量的關係。

2、平衡概念

在日常生活中所看到的平衡往往是靜止的，例如：翹翹板、天平的平衡；以一隻手指支撐書本的重心而達到平衡；走鋼索的人身體達成平衡等。然而在大自然很多的平衡卻不是靜態的而是動態平衡，

但研究顯示學生日常生活中這種靜態平衡的感官印象常造會成干擾動態平衡概念的學習。如本研究中發現很多學生認為：在飽和鹽水裏，未溶解的鹽將不再被溶解；或蓋上蓋子的杯水將停止蒸發。而一部分原因就是學生認為未溶解鹽的量與杯水的水量都不再改變，以達到平衡，所以整個系統也會停止溶解或蒸發而達成不變的靜止狀態。

因此我們可以確定當學生在學習一個科學名詞時，若此名詞所代表的概念包含了日常生活中的感官印象時，則這個感官印象將對這個科學名詞的學習會產生干擾的現象。

肆、日常用語的使用習慣：

我們平常在使用日常用語的名詞時，是不需要明確定義名詞意義的，並且一個日常用語的名詞所對應的概念通常都是非常的廣泛，而視哪種狀況就會有不同的意義解釋，所以因為用法很多以至於沒有明顯的「用對」與「用錯」之分。然而這種用詞的習慣若延續到學生學習科學名詞上時，學生就不會想弄清楚科學名詞的定義，並會以他所知的日常用語所對應的某項概念來使用這個名詞。所以在大量的錯誤使用科學名詞的結果，往往固化了這些迷思概念，並造成教學上概念改變的困難。例如本研究中的溫度、熱量、重量、質量、壓力、速度、速率等，幾乎所有的科學名詞的學習或多或少都會被這個現象所干擾。舉例而言：

1、壓力與力量的誤用

壓力是在生活中常被使用的名詞。而壓力在日常語言中可以對應的概念有：一個人的心理對龐大負荷量的感覺、下壓的力量、與打破水缸時水噴出的強度...等。但在當科學名詞使用時，學生卻常因沒弄清楚其定義而誤用。例如在本研究中，很多學生以被原子筆刺得痛不痛來作為判斷受力大小的依據。因為在日常用語中，當我們被人打得很痛時，我們常說：「打得好用力喔！」殊不知打得痛不痛主要是壓

力的影響。但在日常用語中沒人會去追究這樣的錯誤，因為力量雖不是直接影響痛不痛的原因，可是憑藉著力量與壓力的相關性，在對事物態度不嚴謹的日常生活中，將力量的大小與痛的程度做一連結是一般人都能接受的用法。所以造成有些學生對原子筆受力的大小，不以其運動狀態來判斷，反而以手指頭是否疼痛來做判斷。

2、原子量與分子量

由本研究的結果發現這個部分主要有兩個因日常用語的習慣所產生的迷思概念：1、認為「原子量」是指原子的數量而不是指原子的質量。2 認為原子大於分子，且分子是由原子所分出的小粒子(等同於質子、中子)。其原因是日常用語中類似像原子量的「量」字通常都作數量解釋。例如車流量、出貨量、漁獲量等，這些名詞的「量」都解釋為數量。而分子的「分」字，也常被解讀為分開成更小的意思。例如分化、分流、分割等。所以若學生沿用日常用語的習慣而不去留意科學名詞的定義時，很容易產生迷思概念。

3、速度與速率的誤用

在日常用語中，速度是常被使用的名詞，如開車速度、工作速度、吃飯速度、穿衣速度等。但這些使用法卻比較接近科學名詞「速率」的定義。所以學生在學習速度與速率這兩個名詞時，但卻常只有連接到日常生活中較熟悉的速率概念。例如本研究中發現很多學生分不清速度與速率的差別，認為它們都代表快慢的程度，甚至會問：「這兩個名詞究竟有什麼不同？」所以若不先弄清楚名詞的定義，而以舊有日常的用法來使用科學名詞，如此的習慣將造成學生對科學名詞概念學習的干擾。

伍、概念結構的殘缺：

如前所述，學生在學習速度與速率這兩個名詞時，常都只連接到了速率概念，其原因除了日常用語較常出現速率概念外，還有是因為

學生對速度概念結構的殘缺不全。物理學上的速度為一向量名詞，而速率為一個純量名詞，但國中學生並未有處理向量名詞的概念與經驗，國中數學課程中也沒有相關的內容，所以此階段的學生絕大多數對速度概念的結構是殘缺的。例如本研究中發現學生對折返跑回原點的總位移為零，平均速度也為零，卻常問為什麼有在跑步但沒有速度呢？顯示學生於日常生活中對向量概念的欠缺，因而產生對學習速度概念的干擾現象。

陸、教師或教科書在教學時的簡約或錯誤：

在教學時，教師或教科書常因為要使教學內容趨於生活化，引起學生學習的興趣，而忽略了較死板與冷闢但具有邏輯性的科學語言的架構，所以上課中有些語句的表達是不詳細的，甚至是錯誤的。例如在有關大氣壓力的課程教學中，對於為什麼吸盤會吸住東西而不會掉下來，很多教師常解釋為：「因為大氣壓力將吸盤壓住了，使吸盤不會掉下來。」但仔細的想，這種說法只會加強大氣壓力是一個力量的迷思概念，而這個力量把吸盤壓住了使吸盤不會掉下來。在壓力與力量概念尚未成熟的學生而言，這類教學的簡約，如同一隻無形的手，將學生推回了迷思概念的境地。又例如本研究發現有些教師認為力量是可以單獨存在而非交互作用的結果，所以在本校一次段考的試題中出現：「甲乙兩人手掌相抵互推，甲以 5 公斤重的力量推乙，同時乙以 3 公斤重的力量推甲....」的敘述。殊不知力量是交互作用的結果，所以甲與乙以 5 公斤重的力量互推這種敘述才是正確的，也才符合牛頓第三運動定律。所以當教師在傳達了簡約或錯誤的訊息時，無疑的將對學生的科學名詞的學習產生干擾現象。

綜合以上所述，由本研究資料所歸納的迷思概念來源，其實大都與日常生活經驗或日常用語有關。當日常生活的經驗概念與科學名詞所代表的概念重疊性很高時，當日常用語的名詞與科學的名詞相同或相近時，當以日常生活經驗的感官印象來解釋科學名詞時，當以日常

用語的習慣來學習科學名詞時，當因日常生活經驗不足或日常用語沒涉略到的科學名詞而產生概念殘缺時，以及當教師將教學內容生活化所造成教學的簡約或錯誤時，這些都是造成學生迷思概念的來源。而且這些迷思概念的來源並非全以單一的出現來干擾學生的學習，也常出現兩個甚至多個一起干擾的現象。所以研判個別學生迷思概念的來源，並提出有效的教學策略，是每位教師努力的方向。

第二節 迷思概念改變的教學策略

針對上述所探討迷思概念的不同來源，我發現所使用教學策略也應有所不同，才可發揮較大的教學成效。茲將各種不同的迷思概念來源所應採取的教學策略或教學重點，詳述如下：

壹、針對交互重疊性高的不同概念的教學策略

當兩概念交互重疊性高而使學生分不清其差異時，教學的重點應放在釐清兩概念的意義與界定兩概念的不同並最好能畫出兩概念間的界線。例如熱量與溫度概念的教學，教師可先對兩概念的屬性做明確的規範，如熱量是一種能量的形式，溫度是一個描述物體狀態的數值。再以異例法製造兩概念間的衝突實例，如加熱正在融化的冰但溫度不變，大杯的冷水比小杯的熱水熱量多等。同時也應介紹兩個概念的相關性，如熱量由溫度高的物體傳給溫度低的物體。直到學生能辨別兩個概念的不同與相關性後，再以作業、報告等方式以鞏固其概念。

貳、針對名詞的相同或相似的教學策略

要改變因為名詞的相同或相似所產生的迷思概念，首先應對兩名詞作明確的定義，並以適當的實驗觀察來輔助，以建構學生對兩名詞的正確科學概念。例如在壓力與力量名詞的教學中，首先應先將壓力的意義作明確的描述，如壓力是物體受到擠壓的程度，當所受的力量

越大以及接觸面積越小時，則這個擠壓程度會越明顯。此時可以做些實驗來輔助學生建構新的概念，如將磚塊以豎立或平放的方式放在海綿上，觀察何者對海綿擠壓的程度較大等。然而要消除此迷思概念的來源，事後不斷的重複練習，鞏固學生的概念最為重要。否則還是常會有干擾現象的發生。例如對學生在透鏡與面鏡的分辨上，應在教學時不厭其煩的強調兩者的不同，並多舉實例以鞏固學生的概念。

參、針對感官印象的干擾的教學策略

感官印象會對科學名詞的學習發生干擾現象，主要是因為感官的經驗不足，以至於做出了錯誤的判斷。因此教學的策略主要是讓學生能多親自動手做實驗，且實驗的設計需配合異例法，製造與舊有感官相衝突的觀察結果。例如在動態平衡概念的教學上，可讓學生長時間的紀錄飽和食鹽水中未溶解的鹽之外觀形狀。其目的是使學生能發現其實這些未溶解的鹽之外觀形狀會隨時在改變，以打破整個鹽水系統為靜止的感官印象之迷思概念。

肆、針對日常用語的使用習慣的教學策略

日常用語使用的習慣是對名詞不做出明確的定義。因此教學策略首重對科學名詞下明確的定義。而且教師應適當的舉例說明，使學生能充分的了解該定義的意義。例如在原子量與分子量的教學上，教師首先應對名詞下定義並做充分的說明解釋，使學生都能知道「量」的意義是質量而非數量。然而最重要的是教學後的檢驗，可用問答與測驗的方式，使學生能充分表達其內心想法，以判斷學生是否對科學名詞有錯誤的解釋。

伍、針對概念結構的殘缺的教學策略

概念結構的殘缺是由於以前不知道而沒有經驗過或思考過這個科學名詞的內容，或雖有思考過但思考的過程中充斥著矛盾或不合邏

輯的地方，以至於無法建立完整的概念。所以教學策略著重在建構此一概念。例如當介紹速度概念時，必須同時建立學生有關向量的基本概念，而且教學的時間流程需拉長，使學生有充分思考的機會，以消化吸收教學的內容，而才能建立新的概念。