

第五章 結論與建議



本章就本研究中所提的問題及歸納各項研究的結果，進行討論並根據研究的結果對教師在教學前的備課、教材的選編以及對未來研究方向提出建議。內容共分為兩節，第一節為研究結論，第二節為研究建議。

第一節 研究結論

本研究係以國中三年級學生為研究對象，研究的樣本為 337 人，其中男生 181 人，女生 157 人，受測學校分佈的地區為台北縣市共七所公立國中。以三角交叉檢視的方式，使用二階段式設計及臨床晤談等方式，以不同面向，探討學生對於力的認知基模及對非接觸力概念的瞭解，並診斷學生對重力另有概念的種類及認知架構，以及學生對詮釋重力概念的心智模式。

底下就本研究的研究問題，做一結論，分述如下：

一、國三學生對於力的初始概念的瞭解

國三受測學生對於力的初始概念的四個向度中，經非接觸力概念半開放式問卷調查分析後，其認知基模結論為：

（一）受測國三學生超過 90% 的學生瞭解力不是物質，但是約有三成的學生認為力不是物質，而是能量。能正確說出力不是物質且瞭解物質定義的學生約有一成（11.2%）的學生。

（二）認為「力是看不見的」受測學生人數約有 60%。而將近四成的學生認

為力是可以看得見的。

(三)約有 47.7%的受測學生瞭解,發生力作用時,不需要靠物體作為媒介。而部分學生力概念基模中的原型中,將接觸的物體視為媒介物,認為物體需要接觸才會發生推或拉的現象,因此認為接觸才會產生力作用。

(四)約有 83.4%的學生認為力對物體產生的影響是看得見的,理由的敘述也環繞著物體的形狀改變及運動狀態的改變。但是約有一成的學生,憑著眼見為實的感覺來詮釋自然界的現象,認為力對物體產生的影響不一定看得見。

二、國三學生對於非接觸力概念測驗中介質概念評量與接觸概念評量的得分差異

本研究經非接觸力概念半開放式問卷調查,對於非接觸力概念的介質概念評量與接觸概念評量的得分差異結果分析後,顯示非接觸力概念測驗中,力與接觸作用之概念每題平均得分為1.82分,標準差為0.67,力與介質傳遞之概念每題平均得分1.48分,標準差為0.69。經由t考驗得知 $t(336) = 8.441$, $p = .000$,達顯著水準,因此國三學生在接觸方面的平均略優於在介質方面的題目。由二因子變異數分析得知,在有關介質題目方面,喜歡理化學科的主要效應達顯著水準, $F(1, 328) = 6.803$, $P = .000 < .001$ 。喜歡理化學科的學生在介質評量平均得分為1.80,而未選擇喜歡理化學科者的平均得分為1.40,顯示喜歡理化學科的學生在介質評量平均得分顯著高於未選擇喜歡理化學科的學生。

在有關接觸題目方面,經二因子變異數分析得知,發現喜歡理化學科的主要效應則達顯著水準, $F(1, 328) = 29.217$, $P = .000 < .001$ 。喜歡理化學科的學生在接觸評量平均得分為2.22,而未選擇喜歡理化學科者的平均得分為1.72,顯示喜歡理化學科的學生在接觸評量平均得分顯著高於未選擇喜歡理化學科的學生。

三、診斷學生對重力的另有概念之分析

經由非接觸力概念之半開放式問卷的分析，發現國三受測學生常出現的重力相關的另有概念有：

（一）認為靜置在桌上的物體，不會掉落到地面上：經問卷調查，約有 28% 的學生認為是自然現象，30% 的學生認為是因為桌子擋住了，物體不受向下的拉力作用，另外約有 34% 的學生認為是施予物體向上的力大於向下的拉力。

（二）認為蘋果成熟後，會掉下來的原因：經問卷調查，發現約有 20% 的學生認為是蘋果樹要繁衍，為生物界的自然現象；另外約有 13% 的學生認為是蘋果和地面之間有空氣存在，蘋果才能掉下來。

（三）認為在天空中的月亮不會掉到地球上的原因：經問卷調查，發現約有 53% 的學生認為是月球有固定的軌道，約有 23% 的學生認為月球和地球沒有接觸，不受地球引力的影響；約有 22% 的學生認為月球和地球之間有一排斥力，此力和地球引力平衡；而有 46% 的學生認為月球在地球的大氣層外，不受地球引力的影響。

（四）認為站在月球上的太空人，手中舉起一個石頭，輕輕放手後，石頭移動的方式：經問卷調查，發現約有 27% 的學生認為石頭會保持在同一高度，漂浮不動；另外約有 48% 的學生認為石頭會逐漸飄離月球。

（五）認為單腳傾斜站立在月球表面隕石坑邊緣的太空人，經過一段時間後的遭遇：經問卷調查，發現約有 76% 的學生認為太空人會離開隕石坑，漂浮在月球上；另外約有 30% 的學生認為太空人會不改變姿勢，自然的繼續維持原來的姿勢。

（六）認為地球會繞著太陽運行的原因：經問卷調查，發現約有 32% 的學生認為這是一個自然的現象；約有 54% 的學生認為太陽附近有固定的軌道線，

地球不可隨意離開；另外約有 48% 的學生認為是其他星球對地球的拉力達到的平衡。

四、國三受測學生詮釋重力概念之心智模式的類別

本研究分析之國三學生對於詮釋重力現象的心智模式歸納後有四種類別：

（一）經驗論模式：以日常生活經驗的觀察為主，而且不受成人科學模式影響，是一種直觀、經驗的信念。他們認為非接觸力作用需要靠介質的傳遞，地球引力僅能存在大氣層內，在月球上因缺少空氣，所以沒有引力，因而月球表面上的物體會任意的飄浮。天體的運行乃是宇宙形成時，具有的自然現象。

（二）大氣壓力論模式：學生一方面保有自己的看法，一方面又認知到科學觀點的重要性。他們瞭解不同地點重量有所不同，會利用已學的大氣壓力概念，來詮釋物體在不同地點產生重量差異的原因。學生認為非接觸力是要靠介質傳遞的，但是如果有大氣壓力，則物體不但會受到地球引力的作用，也會因為大氣壓力的作用而具有重量。

（三）引力製造論模式：基於觀察的經驗中，依個人背景不同及科學的解釋，會建構一種新的概念。學生瞭解非接觸力不需要靠介質傳遞，距離地心越遠，物體受到的引力越小。但是認為引力是星球本身製造出來的，若是製造出來的引力大，則物體所受的引力較大。物體在月球所受的引力較小，是因為月球本身所儲存的能量不足，製造的引力較小的緣故。

（四）準科學平衡論模式：這類型的模式已接近科學模式，對於非接觸力的作用具備有較完整的基本科學概念，對於地球環境及月球環境下的事例亦能用基本的科學概念來詮釋現象，延伸至天體運動時，學生會在認知架構中試圖運用靜力平衡的概念來詮釋。

第二節 研究建議

底下將針對本研究的結果，對教師在教學方面、對本研究的結果以及對未來研究方向提出建議，茲說明如下：

一、教學方面

（一）國中科學教師

1、多數學生對於物質、能量及介質的定義不清楚，因此對於力是否為物質、力是否看得見、及發生力作用時是否需要靠媒介物等有關力的概念中，存有諸多的迷思概念。科學教師需留意學生自行建構而產生概念上的迷思，在教學時名詞引介的過程中，需常與學生做雙向及同儕之間多向的討論，以確定學生是否達到概念的改變。

2、於能量二字的詮釋，在科學上的用語與生活的用語，學生在認知上亦出現不協調的現象，例如學生認為力就是一種能量，能量會以力的形式表現出來，所以地球引力就是地球所儲存能量的一種表現。教師在教學時應多舉事例及實例，鼓勵學生討論，以作為概念的澄清。

3、當研究者在問學生有沒有看到力時，學生都會直覺說看得到。但是一旦拿圖片讓學生看時，此時，學生就會反應說力是看不見的，這表示學生的視覺與直覺的反應是連結不完全的；或是學生直覺反應力是看得到的，一旦要求學生詳細解釋力是什麼的時後，在學生的認知基模中會立即顯現出前後的矛盾，這表示學生在較早、較原始基模中的認知結構存在著迷思概念，因此教師在教學過程中需先瞭解學生對於力概念的先備知識，以矯正學生的迷思概念。

4、談到力現象的詮釋，學生想到的就是接觸才會發生力的作用，至於磁力、地球引力等的屬性，要慢慢的歸納再重新思考力的種類，才漸漸出現

概念的改變。建議科學教師教授力學時，能從科學史著手，期能使學生減少在這方面的迷思概念。

5、在國小學習階段的自然課程相關單元，其內容與「力」有關的主題中，已將「物體受力後會產生形狀或運動速度的改變」納入第九冊第五章的單元教材中，而且在國中二年級理化必修的課程中亦將「力能改變物體的形狀或運動狀態」納入第一冊第六章的單元教材中，然而學生經過不同階段的課程學習後，仍未能說出看到物體運動狀態的改變即能判斷物體受到力作用的概念。顯然學生在學習不完全之下，未能將力對物體產生的影響之概念同化至重力相關的概念中，以至於學生不能解釋蘋果會掉到地面上因為受到力作用的現象，表示學生對於力的基本定義仍不清楚，多數同學可以說出形狀改變是受到力的作用，但是對於較抽象的運動狀態的改變，便無法與力的定義連結。因此建議國小及國中的科學教師應再強化這一部份的教材內容，在教學時，多舉實例，期使學生能夠完全瞭解，並能同化至相關的概念中。

6、在前測晤談時發現到一些同學雖然尚未正式學過萬有引力的名詞，因生活用語、科學用語的影響，使得萬有引力的名詞在日常生活中不同的資訊管道中聽過，例如電視中的影片、卡通影片、故事書或者在國小科學課程中，科學教師曾經提過等等，因此學生自行建構出萬有引力的心像，認為萬有引力是一個特殊的名詞，是一個物質。例如，空氣、黑洞、它是可以轉移的等等。而稍具科學概念的同學，將萬有引力視為一種力，但是力的方向是向上的，甚且認為是與地球引力互相抗衡的。關於這一點，建議國中科學教師在教授力的單元時，以萬有引力作為事例時，必須先瞭解學生的先備知識，再給於正確的科學概念。

7、部分的學生認為引力是地球或月球本身自己會製造產生的，當星球沒有核心或是爆炸變成了隕石，引力就消失了。學生在解釋物理現象時，會用自己建構的模式來解釋，所以科學教師在教學時應該注意學生這方面自行建構的想法，在適當的時候給於正確的科學概念。多舉實例，讓學生能融會貫通，而不是教室科學與生活科學脫節，各行其事。

8、學生將因果關係混淆，將地球引力比喻為使物體移動的拉力，認為要使重的物體移動，其「拉力」的力量要大；使輕的物體移動，其「拉力」的力量較小，科學教師應重視學生自行建構科學知識概念的邏輯順序。

9、對於同類型的力之事例，學生無法歸類。當研究者從不同角度提示，學生仍不得要領，例如學生知道靜電力、磁力及地球引力都是在一段距離即可作用，但是無法聯結歸類至非接觸力即所謂的超距力。科學教師在教學時，對於接觸力及非接觸力概念的意義及名稱，應多舉例及給予學生討論的空間與時間，以期學生能清楚的瞭解分辨力的種類。

10、前測及正式深度晤談學生階段，研究者先提出了磁力、靜電力等概念，部分學生能指出它們是非接觸力，但無法將地球引力的概念同化於磁力、靜電力的相關概念的基模中，因此教師在教學過程中要訓練加強學生獨立思考、歸納、推理的能力，以期提升學生科學素養的能力。

11、在學生的認知中對於大氣層的定義不明瞭，具有迷思概念。認為大氣層是有範圍的，事實上大氣層是一個概括的名詞，沒有明顯的界線，僅僅是大氣隨著高度漸減，但絕非是有一界線，教師在這一方面的教學應詳細解說。

12、學生不知道對於天體運行的動力來源，這是層次較高的部分，在本研究測試及晤談時，研究者試探學生對於這個問題能了解多少，結果學生確實不清楚天體運行的動力來源。他們會利用在國二學過的靜力平衡觀念，而自行建構平衡力的內在含意，來解釋星球具有固定軌道的原因，部分學生也會用各星球之間的吸引力互相牽制來解釋天體運行現象。關於這一部份，則有待學生在不同階段的學習並累積相關知識後，以達到概念的改變。

（二）高中科學教師

國中理化課程對於力的單元著墨淺顯，學生瞭解部分地球引力概念時，不能將它延伸至萬有引力的相關概念，而無法從地球的範圍擴展至其他物

體。以致於接受高中教育後，對於課程的銜接會有力不從心之感。建議高中科學教師在教學前，應廣泛的收集及整理學生對於詮釋地球引力的心智模式，及具有地球引力的迷思概念及另有概念相關文獻，藉以幫助教師在規劃及設計教學內容時，能實施有意義的教學活動。

（三）教科書或有關科學相關書籍的編者

1、教科書或有關科學相關書籍中對於萬有引力的內涵要交代清楚，在舉例的事例中，將地球以外的星球，如月球與月球上的物體間的引力需描述清楚。而非用總括「任何兩物體都有引力」帶過，即認為讀者可以舉一反三，而能延伸至地球以外的星體及物體。

2、「萬有引力」是一特殊而非日常通用名詞，因中、西有別，教科書中有關使用的名詞或譯名，常因習焉不察，造成名詞的多解，為避免讀者混淆不清，宜力求統一。

3、九年一貫的「自然與生活科技」其課程目標：「國民中小學之課程理念應以生活為中心，配合學生身心能力發展歷程；尊重個性發展，激發個人潛能；涵泳民主素養，尊重多元文化價值；培養科學知能，適應現代生活需要。」為達成上述課程目標，其課程設計：「國民教育階段的課程設計應以學生為主體，以生活經驗為重心，培養現代國民所需的基本能力。」以上的課程目標及課程設計，是以學生的生活經驗為重心，以培養解決問題的能力。但是太生活化的教材缺少了「科學」，畢竟，理論是抽象的，科學必須抽離人為操控，才會出現理論，科學基本知識雖不生活化，仍是要學。例如，「萬有引力」中之「萬有」非常不生活化，在日常生活中勿需提及，但卻是基礎科學必須瞭解的；然而缺少生活化的教材，將導致學生學了科學知識而不會應用，出現凡事不關己的現象。因此，如何取得中庸，是考驗著編者的智慧了。

4、編輯國中或高中教科書的作者，應瞭解國三學生在詮釋重力概念時的心智模式，建議在有關介紹重力概念的教材中，適度的加入、強化並澄清

本研究中所發現學生詮釋重力概念時的心智模式中所使用的概念。

5、「力」與「壓力」的名詞，亦使學生產生連結上的誤解，以為「壓力」也是「力」的一種，所以建議編輯者在教材中解說壓力的操作型定義時，強調力與壓力的不同之處，同時教師亦配合教材而給予學生正確的科學概念。

二、對本研究的建議

本研究在研究者自我檢視中，發現在研究工具的題本上有一些問題需再加強。

本研究在設計研究工具時，是由研究者及研發小組藉著多年的教學經驗，以及長時間的共同討論所研發的結果。但是正式測試後，在資料分析時，總有些遺憾。例如，題本中另有概念的設計可以再加強些，儘量將學生可能存有的另有概念清楚的表達出來。然而，在這裡遇到一些困難，即沒有測試，研究者又如何能清楚的知道學生的認知基模呢？這因果關係，在邏輯上是不可避免的。本研究經過一年的預試及前測的晤談階段，在錯誤中求取經驗，在經驗中力求進步，雖然題本中已加上了「其他」的選項，其目的就是避免在思慮中有遺漏的地方，但是在資料分析時，仍然覺得題本有再改善的空間。因此，研究者建議：如果時間允許，論文產出前，先以小論文的方式研究，可以作為論文產出的參考資料。

三、未來研究的方向

研究者對未來研究方向有兩點建議：

（一）由於本研究的主題為探討國中三年級學生對於地球引力的概念瞭解及心智模式，建議未來研究者有系統的對於學畢萬有引力概念的高中學生做更深入的探討，以提供國高中科學教師進行加深加廣的科學知識傳授或規劃、設計概念改變的教學活動的參考。

（二）由學生的問卷及探討心智模式結果，我們發現學生對於力與壓力之間

的定義混淆不清，而且國三學生會將大氣壓力概念遷移和同化至地球引力概念，因此建議未來研究者深入研究學生對於詮釋大氣壓力概念的心智模式以及在物理學上不同概念之間遷移作用的認知基模。