

第伍章 結論與建議

本研究主要是以 Vosniadou(2002)所探究孩童持有「力的意義」作為研究藍本，研究對象是選擇台北市一所國民中學，三個班級，取樣年齡為八年級共 82 人。重複 Vosniadou(2002)所使用的研究工具，經適當的修飾，符合中文敘述，來診斷八年級學生在不同力學情境下，對力所持有的解釋。此診斷試卷為問答題形式，研究者在課堂中以整個班級學生作施測，每個班級按照不同類型，再各抽出 10 位學生，總共 30 人進行個別晤談，提供相關質性分析的佐證資料。

本章共分二節，第一節為結論，第二節為建議，以下分別作說明。

第一節 結論

一、學生持有力的意義

本研究結論來自於第肆章第一節的分析，用以回應第一個研究目的與問題。

1. 本研究的結果出現學生持有力的意義為「綜合模式」，但是不同於 Vosniadou 的分類表中第七類型「重力與其他力」。此「綜合模式」可分成兩種類型：第一種為「內在力(i)+獲得力(a)+推拉力(p)+重力(g)」(佔 34.1%)；第二種為「獲得力(a)+推拉力(p)+重力(g)」(佔 65.9%)。
2. 本研究中，大部分學生持有的「力的意義」會因不同情境的問題，而產生改變，力的意義隨情境不同而改變，因此研究者認為學生對力的想法不具有內在一致性，不同於 Vosniadou 的觀點。她認為年齡由小到大，學生明顯地從「內在力」轉變到「綜合力」，學生企圖去整合力的意義，她認為綜合意義是「內在一致性的」，即學生在不同情境下會使用不同的意義。這是此研究最主要的爭議點。
3. Vosniadou 對「力」的定義分成四種核心意義，「內在力」、「獲得力」、「推/拉力」與「重力」，不同於科學的定義，科學上對「力」的定義為「兩物體間的相互作用所造成，分成接觸力與超距力」。其中「推/

拉力」與「獲得力」，在科學解釋為：「推/拉力」為因，「獲得力」為果，為因果關係。若以學生對力的解釋去分辨這兩種意義，在判斷上容易出現錯誤、混淆；Vosniadou 將學生因「物體受力大小與物體的重量、大小有關」歸類成學生具有「內在力」，是容易造成誤判，因為物體的重量大小與受力大小有關，學生不見得有「內在力」的想法。主要的誤差在於「解釋」具有多樣性與多重性，在力的分類上無法達到客觀的結果。

4. Vosniadou 的分類上，第 3 類「內在力」與「獲得力」與第 4 類「獲得力」，她的受試者有出現解釋矛盾的情形，但她仍將這幾個歸類成具有一致性的類型，只有第 8 類型「混合型」為內在不一致性，她只有舉幾個例子，並沒有將一致性或融貫性作明確的界定，因為力的意義太過含糊不清，無法診斷受試者的思考方式。
5. Vosniadou 的研究是跨年齡的，不過每個年齡層的人數較少，產生的類型種類較少，本研究對象八年級學生，人數眾多，產生更多不同的類型，不過都沒有完全符合她所舉例的樣本類型，推測可能是不同文化、教育所造成的。

二、學生對力的解釋與心智模式

本研究結論來自於第肆章第二節與第三節的分析，用以回應第二個研究目的與問題。

(一)、八年級學生的對力的解釋與情境相依的迷思概念

從一系列答題的分析，可以發現有些情境下，學生確實存在迷思概念。當情境改變學生就以（「不穩定」→「會掉下來」→「有動」→「有受力」）的推論，回答「地心引力」或「人的推力」，學生的回答深受情境因素的影響，產生迷思概念。大部分具迷思概念的學生對於「靜止的物體」，都只會回答一種力「重力」或「地心引力」，符合研究迷思概念學者的論述：「靜止的物體只受到一種力之作用，此力為重力；或者，有些學生人認為不受力的作用」（Thijs, 1992）

(二)、直覺地使用單一力去解釋物體靜止

研究發現，學生回答物體受到「一種力」的比例，在每個情境都超過六成，表示說八年級這個階段的學生，大多數都只能回答一種力，而且是很直觀、直覺的。並不具有「平衡力」的概念。「地心引力」一直是大部分學生對物體受力所持有的解釋。情境一、三與四持有「地心引力」解釋的學生佔持有「一種力」解釋的最多比例，表示當情境為物體靜止、放在尖端或是自由落下時，學生很容易就會反應是受到「地心引力」。可是，當情境為二與五時，即是「人去推一個物體」與「人拋出一物」時，學生卻轉移焦點，把注意力專注在人與物體之間的接觸力，即「人的推力」或「人的作用力」，卻忽略看不見的超距力，即「地心引力」。對於物體靜止，學生受限於其素樸架構，與先前環境的影響，大部分學生對力的現象仍有迷思概念。

(三)、學生對於不同情境下心智模式的種類

研究發現，在 82 個施測樣本中，配合 30 人的晤談資料，診斷出學生的心智模式共有四種類型，本研究並無出現完全正確的科學模式，這四種類型分別為：初始模式、漸進模式、混合模式、類科學模式。

三、解釋一致性與內在一致性

本研究結論來自於第肆章第四節的分析，用以回應第三個研究目的與問題。

(一)、解釋一致性

現學生所佔的人數比例最高的為「大小」，其次為「輕重」，接著為「靜止與落下」，最少的是「靜止與拋出」。表示學生不會因為物體「大或小」就有不同力的解釋，「輕或重」的物體也是一樣。但是學生會因為物體「靜止與被拋出」就有不一樣的解釋，「靜止與落下」這類的比較，學生也是容易改變力的解釋。

「大小」與「輕重」：學生的解釋一致性較高，一致性係數主要集中在 0.8~1.0；「靜止與落下」與「靜止與拋出」：學生的解釋一致性較分散，表示學生對這類的概念並不瞭解，解釋一致性就顯得有的人很高，有的人很低，人數較分散。

(二)、內在一致性

同一年級中，每個學生成長背景不同，心智模式是動態的模組，即使是同一年齡，心智成熟度有所不同，跟其生長環境與文化影響最深遠，因為是常態編班，所以施測的對象程度差異頗大，呈多樣性分佈。心智模式發展過程，研究者推測為「初始模式」→「漸進模式」→「混合模式」→「類科學模式」→「科學模式」。

以「初始模式」具有的內在一致性最低，係數為 0.5，「漸進模式」一致性較高，有 0.86，推測可能是知識量不多，但有系統地連結，思考能力有較進步所致，雖然較少科學性的表徵，但內在一致性較好。「混合模式」，一致性驟減，為 0.72，可能是因為具有較多迷思概念，加上有一些初淺的科學表徵，但主要因為概念之間沒有做好系統性的連結，導致一致性降低，低於「漸進模式」，「類科學模式」(0.96)最高，因為心智結構中，概念的連結較有系統。

總之，心智模式剛開始內在一致性較低，隨著心智模式的成長、成熟，加上假使老師能正確地導正學生迷思概念，從「混合模式」的不一致性有機會演變成正確性與一致性兼具的「科學模式」。

四、本研究與 Vosniadou 及 diSessa 的作比較

以下表 5-1-1 為本研究與 Vosniadou 及 diSessa 的研究之比較表，並且比較差異性：

相同處

1. 本研究與 Vosniadou 使用相同的施測工具。
2. 本研究與 Vosniadou 同樣是以學生的解釋作力的意義為編碼。
3. 本研究與 Vosniadou 使用測驗相同的概念、情境面向。

4. 本研究與晤談方式同 Vosniadou，使用一次晤談。

相異處

1. 文化及語言不同，可能造成孩童對力的理解有不同的影響。
2. 本研究針對同一年齡層施測，不同於 Vosniadou 及 diSessa 跨年齡的樣本，但是以一個年齡層的樣本數最多，結果較具代表性 diSessa 同一個年齡層最少，代表性受質疑。
3. diSessa 使用不同於 Vosniadou 以學生的解釋編碼，他是以五個觀點去編碼：1. 是否有力在物體 2. 力的本質 3. 力與兩物體間，強度比較 4. 物體在其他物體有無力。5. 其他物體是什麼。
4. diSessa 使用語言學的觀點，每個學生用三種不同陳述方式訪談，去檢視學生的回答，少數會因問法不同而產生改變。

表 5-1-1 本研究與 Vosniadou 及 diSessa 的研究之比較表

研究者	對象	工具	面向	晤談方式 人數 次數	研究結果
-----	----	----	----	------------------	------

續表 5-1-1

Vosniadou	幼稚園 15 人 小四 30 人 小六 30 人 九年級 30 人	力的測驗	大小、重量、 運動、穩定性	同一種問法， 105 人， 一次	1. 力的意義 隨年齡而改變(從內在力 至綜合力) 2. 約九成學 生在力的詮 釋具有融貫 性且內在一 致性
diSessa	學齡前 9 人 國小 9 人 國中 6 人 高中 6 人	仿製力的測 驗 +延伸性測驗	1.是否有力在 物體 2.力的本質 3.力與兩物體 間，強度比較 4.物體在其他 物體有無力 5.其他物體是 什麼	使用不同語 言學的問法， 30 人， 三次	1. 不同問法 造成解釋結 果的影響不 明顯 2. 學生的解 釋與有情境 相關，產生情 境相關的片 段性
本研究者	八年級 82 人	力的測驗	大小、重量、 運動、穩定性	同一種問法， 30 人， 一次	1. 不同於 Vosniadou 的 結論(力的意 義在在八年 級為綜合意 義) 2. 不同心智 模式對應不 同的內在一 致性

第二節 建議

本研究根據研究的結論，作出對於未來從事這類的研究應該修正的問題與繼續探究的方向如下：

1. 本研究最初是要重複 Vosniadou(2002)對於不同年齡的孩童，進行力學概念的檢視，為跨年齡對於力解釋意義的探究，但是由於跨年齡的商借學生不易，以及跨年齡每一階段的樣本數要夠多，其結果才具代表性。鑑於時間、人力、物力有限，僅以八年級為其樣本，三個班的人數。未來研究，如果時間、人力允許，建議做跨年級力的心智模式比較，或許可以如同 Vosniadou，找到跨年齡的心智模式發展的脈絡。

2. 試著使用不同的工具，檢視學生更多關於力的研究面向，如力的本質、強度比較、方向與來源等。比對更多的資料可以瞭解學生的思考脈絡。因為解釋可以是多樣性，含糊不明的，容易造成歸類上的錯誤。

3. 本研究所用的問卷為問答題的方式，有些學生可能在敘述上無法清楚地表達內心真實的想法，有些想法是隱而不顯的，建議可以如同 Vosniadou 全部使用晤談的方式，可以獲得更詳盡的資料。

4. 本研究沒有使用教學，與教學後的心智模式後測，建議未來可做這方面的研究，將可作為科學教師在概念改變與課程設計提供明確的方向。