科學教育學刊
2004, 第十二卷第四期, 399-420

Chinese Journal of Science Education
2004, 12(4), 399-420

國三學生板塊構造運動概念學習之心智狀態研究

劉嘉茹[1]　侯依伶[2]
[1]國立高雄師範大學 科學教育研究所
[2]高雄市立陽明國中

（投稿日期：民國 92 年 8 月 26 日，修訂日期：93 年 1 月 5 日，接受日期：93 年 3 月 25 日）

摘要：本研究的目的是了解國中三年級學生學習地球科學課程板塊構造運動概念的心智狀態，並藉由探討心智狀態對概念學習的影響來釐清學生學習板塊構造運動概念的困難癥結，以提供研究及教學上的建議。本研究根據劉嘉茹、侯依伶（2002a）對心智狀態的分類方法，先行發展出適合偵測學生學習板塊構造運動概念的心智狀態量表和板塊構造運動概念測驗，隨後以高雄市區某國中三年級 88 名學生爲研究對象分別於教學前後進行三次施測，並根據施測結果挑選學生深入晤談，最後進行量化統計以及質性資料分析。研究結果顯示學生在學習過程中情緒、意圖、概念內在心智表徵以及概念外在心智表徵之間環環相扣、相互影響，且不同概念學習成就的學生在學習過程中的心智狀態變化情形均具有不同之特色。其中低分組學生的學習成效受意圖變化的影響較明顯，而中分組和高分組學生的學習成效則明顯受到內在心智表徵能力變化的影響。不同的學生在概念學習的過程中也會受到不同心智狀態子向度的影響，教師可藉由了解學生心智狀態特質的呈現來提升學生學習的心智狀態來改善學生概念學習的成效。

關鍵詞：情緒、意圖、心智表徵、心智狀態、板塊構造運動概念。

緒　　論

長久以來在概念學習的研究領域中，國內外諸多學者由各種不同的觀點切入探討，試圖幫助教學者釐清學生學習困難的來源以提升教學的成效。其中 Snow 在 1989 年提出「認知／意動模式」，將學習者特性區分成概念結構、程序技能、學習策略、自我調整功能和動機導向等五種類型的心理建構，並認爲這五類心理建構能有效解釋學習者在學習表現上的個別差異（程炳林, 2000）。而由學習動機出發的學者也發現，學習動機會影響認知結構的組織度和類似度（Lin, 1999）。劉嘉茹、侯依伶（2002a）則從心智狀態的觀點來探討學生概念學習的困難，認爲學習者的心智狀態會影響概念在他們

學習時腦海中所形成的心智表徵，進而影響學生學習的成效，並建議應進一步探討概念學習時心智狀態的動態變化歷程，藉以發展出適當的教學模式。

心智狀態（mental state）是 Chi（1992, 1994）將世界所有實體分成三個本體類別中的其中一個類別。但 Chi 在論文中對於「心智狀態」的本體類別，僅提及尚可再區分成「情緒的」(emotional) 和「意圖的」(intentional) 兩個次類別，並沒有更深入的描述。因此劉嘉茹、侯依伶（2002b）從學生概念學習之心智狀態的面向探討在概念學習過程中心智狀態的影響，認爲心智狀態正是學生在學習過程中橋接每一個科學概念學習階段的重要因素，並將學習者在科學概念學習時的「心智狀態」分爲情緒、外在心智表徵以及意圖、內在心智表徵等向度。該研究亦以「酸鹼概念」爲例，發展出偵測學生心智狀態的量表，以提供理化教師用具經濟效益的方式得知學生學習時的心智狀態以幫助學習者概念學習。

基於上述的研究結果， 本研究擬以國中地球科學課程中「板塊構造運動」概念爲例，從 Chi 本體分類的角度，進一步探討其未觸及之心智狀態類別。希冀對概念學習理論提供一個不同面向的探索空間。由於「板塊構造運動」單元在國三地球科學課程中是學生較難以理解的部分，研究者亦期望藉由本研究的進行來使教師更明瞭學生學習「板塊構造運動」單元的困難癥結，冀望經由對學習者心智狀態的了解使教學者和研究者能更切實解決學生概念學習的困難。

研究目的

本研究根據劉嘉茹、侯依伶（2002b）對心智狀態的分類，擬以國中地球科學課程中「板塊運動」概念爲例，探討國三學生在學習板塊運動學說前後之心智狀態變化，以進一步釐清學生心智狀態的變化歷程和學習成效之間相互關聯的情形。希冀藉著本研究的進行來幫助教學者更有效率地掌握學生學習的情況，進而運用在教學上以降低學習者所面臨的學習困難。

基於以上的研究目的，本研究所擬定的研究問題如下：

(一)學生在板塊構造運動概念學習前後的心智狀態變化與概念學習成就之間的交互作用情形爲何？

(二)學生在學習板塊構造運動概念時心智狀態與概念學習的關係爲何？

(三)心智狀態各子向度與概念學習之間的關係爲何？

壹、文獻探討

一、心智狀態的內涵

Snow 和 Farr（1987）曾指出現代的教育應要求一個「全人」的觀點，這個觀點是將學習時的認知（cognitive）、意欲（conative）和情緒（affective）三方面結合成一體。許多學者也同意認知和意動是學習者學習與表現歷程中重要的決定因素(Snow, 1990; Young & Perkin, 1995; Shute, 1992, 引自程炳林, 2000）。

Chi（1992; 1997）和 Chi, et al.（1994）從知識本體論出發，將世界所有的實體分爲物質、過程和心智狀態三個本體類別，且認爲同一類別內的概念改變較容易達成，而不同類別間的概念改變則較不容易達成。Chi 認爲學生將很多應屬於過程中有限制條件的交互作用（Constraint-based Interaction, CBI）類別的概念錯誤的歸類在物質或是過程中的事件類別是造成學生難以學習 CBI 概念的原因。劉嘉茹（2000）更進一步將物質類別細分成佔有空間、具有質量以及不佔有空間、不具有質量兩個次類別，且後者又可區分成經驗證和未

經驗證兩大類。經驗證的類別之下尚可以再被區分爲富含過程特質的特定屬性物（Rich Processlistic Properties, RPP）和簡易物質特質的特定屬性物（Simple Maritialistic Properties, SMP）。因而認爲學生學習科學概念時遭遇到的困難不僅是發生在跨事件與 CBI 類別，也會發生在跨 SMP 與 RPP 類別之間。但 Chi 對於心智狀態在概念學習過程中的地位並有深入的敘述，只認爲「心智狀態」這一支本體類別態包含了夢、心像等抽象的概念，可以用「眞實的」、「錯誤的」來加以描述，其下可以區分成「情緒的（emotional）」和「意圖的（intentional）」兩個分支。

Sehon（1994）指出心智狀態的本質根基於功能主義，即是致個體產生不同狀態的原因。在日常生活中，我們經常用高興、焦慮、渴望等心智狀態述詞來描繪我們對事物的反應。心理學家也可以藉由某一種心智狀態與另一種心智狀態或行爲的相關的因果關係歸納，來區分出不同的心智類型。在西方的哲學中將行動的解釋當作是一種因果關係解釋的型式，亦即他們認爲心智狀態是導致行爲發生的原因。Leslie 主張兒童對有關人類行爲的思考是經由個體模組的理論得來的，提供了從心智狀態來看待人類行爲的解釋方法（Leslie, 1994, 引自 Wellman & Cross, 2001）。

Lillard 和 Flavell（1992）曾經測試了兒童對五種不同心智狀態的了解。根據他們的研究可知學生對科學概念的錯誤想法除了和概念內容本身相關外，也和學生學習的心智狀態有關。這樣的研究結果顯示，學生在學習科學概念的歷程中遭遇的困難是因爲無法了解概念的心智表徵和其所欲表徵的事物之間有何不同。也就是說，學生若誤以爲所有對眞實世界實體的心智表徵都能完美的對應到眞實世界的實體，則在學習科學概念時就容易遭遇失敗。因此教師應該在進行教學前，先行了解學生對該科學概念的原有心智表徵，並調整學生學習新概念前的心智狀態，使其適合學習的進行。

由於 Chi 只將心智狀態簡單分爲「情緒的」和「意圖的」兩部分，並未對心智狀態在概念學習過程中的地位進行深入研究，因此劉嘉茹和侯依伶（2002a; 2002b）針對心智狀態與概念學習間的關係，參考許多相關文獻並經因素分析確認影響學生概念學習的心智狀態應可分爲情緒、意圖和內在心智表徵、外在心智表徵等四個子向度。劉嘉茹和侯依伶並以酸鹼概念爲例發展出「國三酸鹼概念學習心智狀態量表」。根據他們的研究結果顯示，學生學習理化酸鹼概念時所具備的心智狀態與學習成就之間有高度相關，且經由因素分析證實在四個子向度下可再細分成對學科的正向情緒、對課程的正向情緒、對課程的負向情緒、對命題的理解程度、解題時心像的運用、解題時圖表的運用、獲得他人肯定的意圖、假裝的意圖、學習時心像的形成、對權威的存疑、知識的轉換等十一個次成分。由於學生在學習過程中的心智狀態如此的重要，因此教導學生監控自身學習時的心智狀態，協助學生調整心智狀態使適合概念學習也就非常重要。

二、心智狀態中心智表徵與概念學習的關係

所謂「表徵」是指在我們心理重新呈現某件事物。表徵能代表某件事的一個象徵性結構：可以是代表一個物體的字，代表一件事情狀態的句子，一張編排事情的圖表，也可以是一個場景的圖片等等（Novak, 1998; Peterson, 1996, 引自 McKendree, et al., 2002）。Gagné 等人指出，知識表徵是指在我們的長期記憶與工作記憶中，訊息如何呈現的方式（岳修平譯, 1998）。由此可知個體對事物的表徵的方式與心理狀態有密切的關聯，同一事物之於不同的

個體會有不同的表徵，即便同一個體也會在不同的心理狀態下對同一事物形成不相同的表徵。

McKendree, et al.（2002）也指出表徵是個體的一種思考工具，個體能藉由不同的表徵模式來認知這個世界。而表徵的能力則是一種以個人有意義的方式建立和轉換訊息的流暢能力。換句話說，個體可以藉由表徵的過程讓思考精練以及外顯。個體的表徵系統所提供的基本功能包括了：評價的功能、記憶的功能以及動機和情緒的功能（Paivio, 1986）。因此，教師若能在教學過程中可以幫助學生領悟到他們所習得的知識和所遇到問題的最佳表徵方式，不僅可以幫助他們以最佳的的方式評價和記憶所學習到的知識，以了解在不同的狀況下所遭遇問題的最重要部分，並分析接下來該如何做；而幫助學生發展適當的表徵方式對其學習的動機及情緒也會有所增益。

關於表徵的區分方式，Hieberrt 和 Carpenter（1992）認爲，依據表徵存在的形式可以區分成外在表徵（external representation）及內在表徵（internal representation）兩類，認爲此兩類表徵分別在人類的溝通活動與心智思考中扮演重要的角色(黃永和, 1997)。以下便根據 Palmer（1978, 引自 Paivio, 1986）、Eysenck, M. W.和 Keane, M. T.（2000, 引自李素卿譯, 2003）以及黃永和的說明分別討論外在表徵與內在表徵的不同：

1. 外在表徵：指以語言、文字、符號、圖片、具體物、活動或實際情境等形式存在的表徵。大體而言，外在表徵不是書面符號就是圖示符號，其中書面符號的表徵是較爲抽象的，它所代表的訊息可以從任何知覺形式中取得，而圖示符號的表徵較爲具體，雖然也能從任何知覺形式中取得，但與視覺形式的關聯性明顯較強。
2. 內在表徵：指存在於個人心中或腦海裡而他人無法直接觀察的心智表徵，通常它可與心像（image）一詞交互使用。內在表徵也有不同的形式，有些表徵是個別的、外顯的、能根據規則加以組合的以及較爲抽象的，有些則是非個別的、以內隱的方式表徵各種事物、具有寬鬆的組合規則，以及較爲具體的形式。

總之，人類透過外在表徵，可以表達出自己的想法而與他們達到溝通的目的；而內在表徵則是指存在於個人心中或腦海裡而他人無法直接觀察的心智表徵。透過內在表徵，個體可以進行想像、構思、推理等思考活動。因此研究者在學生對命題的判斷以及解題的應用歸類爲學生對概念的外在表徵，而將心像的形成及知識的轉換、連結等則歸類於學生對概念的內在表徵向度。

三、心智狀態中情緒、意圖對概念學習的影響

從 1980 年代開始就有許多理論的立場開始建構於情感與認知的互動之上，如 Mook 在 1987 年就主張「認知與情感乃是直接密切相關連的」（岳修平譯, 1998）；McComb（1984）認爲唯有結合後設認知、認知及情意三個系統才能達成有效的學習（張景媛, 1997）；在 Snow 的「認知／意動模式」中也將情感反應和學習動機合稱動機導向，屬於意動成份的兩個重要變項（程炳林, 2000）。

基本上情緒可以分爲成正向情緒及負向情緒兩種（Westen, 1986）。Carver 和 Scheier 的研究結果則指出個體的情緒會影響對目標的趨盡或遠離，例如高興和悲傷的情緒會使人有趨近目標的動力，而放鬆和焦慮的情緒則會使人逃避目標（Linnenbrink & Pintrich, 2002）。

事實上關於認知和情緒之間的關聯一直存在著兩種爭論不休的觀點，傳統的觀點認爲認

知和情緒是兩種分離的現象，情感會根據先前認知的確認和對刺激的解釋來加以反應。而 Zajonc 提出另一個相對的觀點，認爲情感是認知的一部分，從情感的反應中能夠聯想到先前的刺激（Paivio, 1986）。目前已經有許多研究都指出學習者的情緒會對學習成效產生影響，包括對記憶的影響、對學習成效的影響、對認知組織的影響、對知識連結的影響、對後設認知的影響、對問題解決能力的影響以及對學習行爲的影響（Eysenck, 1994; Isen et al., 1987; Lin, et al., 1999; Linnenbrink et al., 1999; Linnenbrink & Pintrich, 2002a; Oatley & Nundy, 1996; Sarason, 1987; Schwarz 和 Bless, 1991; 張景媛, 1997）。由以上研究得知，學生的概念學習會受到情緒的影響，進而產生不同的認知結構和學習行爲，形成不同解決問題的能力，也因此教師必須知覺到情緒和認知在教室課堂內交互作用的情形，才能幫助學生擁有更好的學習成效。

目前有許多有關對意圖的研究結果發現，意圖可以被視爲是一種心智狀態，當個體形成意圖並依賴意圖活動時，個體的心智會呈現出一個行動計畫的目標和決定以使他們成功的達成目標並相信他們將會實行這個行動，個體亦會採取更進一步的行動來達到先前所形成的心智意圖而得到他們意圖的結論。而且個體需要某些心智表徵來對照內在心智的活動（Feinfield et al., 1999）。

學生學習時的意圖與概念的學習是息息相關的，Dickinson（1978）的研究中也指出，意圖會影響學習者對所學知識的長期儲存。Butler（1999）亦從對 254 位小學生和中學生所做的研究中顯示學生完成科學活動的意圖與他們的完成度有相當的關聯。Martinez（1997）也認爲，意圖性較強的學習者較能轉換、精練知識，也較能使知識產生意義，他們對學習也較積極、熟練，並且較能夠設定並達到短期及長期目標。

由上述的討論結果可以得知，學生學習時的心智狀態是由許多不同的面向相互混合、相互影響而形成的。不同的學生進入教室環境時，已各具不同的心智狀態，而同一個學生在學習不同的科學概念，也可能具有不同的心智狀態，這些因素導致學生在學習科學概念時，產生不同的學習成效。因此從心智狀態的角度來切入概念學習的討論是一個值得深入研究的範疇，但這方面卻極少有學者介入，故本研究擬以國中地球科學課程中「板塊運動」概念爲例，來探討學生學習過程中心智狀態變化及對概念學習的影響層面，更期能更進一步擴展心智狀態研究的理論依據。

貳、研究方法

一、研究設計

本研究擬根據劉嘉茹、侯依伶（2002b）對概念學習心智狀態的分類，編定一份適合量測國中三年級學生在學習地球科學課程「板塊構造運動」概念前後心智狀態變化的量表，並用以回應研究目的與研究問題。

在正式施測階段，爲完整獲取學生學習板塊構造運動概念前後之心智狀態資料，研究者分別於教學前、教學後以及複習考後分三階段進行施測，並同時施測一份研究者自編之概念測驗，以探討心智狀態與概念得分之相關情形。而爲更進一步確定學生在板塊運動概念學習時的心智狀態對學生學習所造成的影響，本研究除了分析量表施測的結果外，亦於施測結束後選取合適對象進行晤談，以蒐集質性資料來探究學生學習時心智狀態的變化與特質。

二、研究對象

由於本研究需與受測學生進行深入的晤談，爲顧及研究時間和晤談效果，故在研究對象的選取上，選取研究者任教之高雄市區某國

中三年級學生爲研究對象。該國中位爲高雄市和高雄縣交界處，學生來源包括高雄市和高雄縣，平均每班人數約爲 40~45 人，由於該國中未實施能力編班，故學生程度異質性高，有利於研究結果之推廣。

在量表發展階段，研究者選取任教班級中學習成就高、中、低學生各二人，進行晤談，以深入了解國三學生在學習地球科學課程「板塊運動」概念前所具有之另有架構以及學習傾向，作爲編訂板塊構造運動概念學習心智狀態量表及板塊構造運動概念測驗之參考。在量表發展的預試階段，研究者採便利取樣方式，選取該校八個班級，共 360 名學生進行施測，回收之有效樣本共 348 份。在量表正式施測階段，研究者考慮到需經三次施測以及施測後的晤談，故採立意取樣方式，選取二個導師及學生配合意願較高的班級，共 88 名學生，於教學前後選取三個時段分別施測板塊構造運動概念學習心智狀態量表及板塊構造運動概念測驗，其中 63 位學生三次施測之心智狀態量表及概念測驗皆爲有效樣本。研究者並於其中分別選取 11 位學生進行深入晤談以得知學生在概念學習過程中心智狀態之動態變化及概念理解情形。

三、研究工具發展

本研究所發展的研究工具有「板塊構造運動概念另有架構晤談問卷」、「板塊構造運動概念學習心智狀態量表」、「板塊構造運動概念測驗」，以及「板塊構造運動概念學習之心智狀態研究半結構式晤談大綱」。分別介紹如下：

(一)板塊構造運動概念另有架構晤談問卷

由於國內外對國中學生「板塊運動」概念的另有架構相關的研究資料缺乏，故本板塊構造運動概念另有架構晤談問卷的設計是爲了了解國三學生在學習板塊構造運動學說之前，對該學說所具有之另有架構，以作爲編訂板塊構造運動概念學習心智狀態量表及板塊構造運動概念測驗之參考。由於國三學生剛開始學習地球科學，無法以地球科學學習成績作爲篩選學生的依據，故研究者以同屬自然科學的理化科成績作爲篩選學生的依據，選取任教班級中理化學習成就高、中、低學生各二人，在板塊運動學說學習之前分別於不同時間施測。施測過程中，研究者先讓受測學生填寫晤談問卷，再依照學生填答的情況進行晤談，以更進一步了解受測學生的想法，作爲編定量表的依據。

(二)板塊運動概念學習心智狀態量表

在板塊運動概念學習心智狀態量表發展上，本研究擬根據劉嘉茹、侯依伶（2002a; 2002b）對心智狀態的分類方式來發展適合用來偵測國三學生學習地球科學課程板塊構造運動概念的心智狀態量表。量表發展過程中，研究者根據文獻及晤談結果先編訂初稿，再敦請地球科學資深教師、科學教育學者各二人，就初稿題目內容與敘述方式加以審核、評分，綜合各方意見之後，酌予修正量表問題，再送前述四位專家審核，使量表具有專家效度。研究者並挑選三位成績中等的國三學生閱讀修正後量表的題目，務求量表題目具有表面效度。定稿後的量表在預試後經項目分析、因素分析、建構效度分析等步驟，形成共 37 題的正式量表。

在量表格式的設計方面，本研究採用李克特式量表法，量表的反應量尺點數根據 Bollen 和 Barb（1981）及 Comrey（1988）建議採五點式多選項式量尺，以避免因量尺點數過小使得相關係數被低估而影響到因素分析的結果或因量尺點數過多而使學生不利作答（引自王嘉寧、翁儷禎, 2002）。

本研究發展之板塊構造運動概念學習心智狀態量表經因素分析後可以分爲情緒、意圖、概念內在心智表徵、概念外在心智表徵等四大向度，其下並分爲對學科的情緒、對課程的情

表1：板塊構造運動概念學習心智狀態量表因素分析向度對照表

向　度	次向度	說明
情　緒	對學科的情緒	學生對地球科學學習的情緒
	對課程的情緒	學生對板塊構造運動概念學習的情緒
意　圖	獲得他人肯定的意圖	學生在地球科學學習過程中得到師長、父母、同儕肯定的意圖
概念內在心智表徵	動態心像的形成	學生心智中對板塊構造運動概念的動態表徵
	靜態心像的形成	學生心智中對板塊構造運動概念的靜態表徵
	對知識的存疑	學生對板塊構造運動概念的存疑態度
	知識的轉換	學生轉換不同知識表徵的能力
	知識的連結	學生連結課堂學習與日常生活經驗的能力
	疑惑的處理	學生遭遇問題時尋求幫助的傾向
概念外在心智表徵	解題的應用	解題過程對不同概念知識表徵的應用
	命題的判斷	板塊構造運動概念命題表徵的判斷

表2：板塊構造運動概念學習心智狀態量表範例說明

向　度	次向度	範例
情　緒	對學科的情緒	我覺得上地球科學課很有趣
	對課程的情緒	我會很期待學習有關「板塊運動」的知識
意　圖	獲得他人肯定的意圖	我會爲了讓老師喜歡我而認眞學習地球科學
概念內在心智表徵	動態心像的形成	一提到「板塊運動」的過程，我的腦海中會立刻浮現板塊在相互碰撞而造成地殼被擠壓隆起的情形
	靜態心像的形成	一提到板塊運動學說我的腦海中會立刻浮現地球的岩石圈由大小不等的板塊拼湊而成的畫面
	對知識的存疑	對於無法經由實驗觀察到的地球科學知識，我都會抱著存疑的態度
	知識的轉換	我能夠用畫圖的方式來表達「板塊運動」的過程
	知識的連結	日常生活中發生地震或火山爆發時我會用我學過的板塊運動的理論來解釋給別人聽
	疑惑的處理	當我聽不太懂老師上課的內容時，我會蒐集相關資料來解答我的疑惑
概念外在心智表徵	解題的應用	解題的時候，如果腦海中能浮現有關「板塊運動」過程的景象會較容易寫出答案
	命題的判斷	陸地和陸地之間彼此的相對位置會改變

緒、獲得他人肯定的意圖、動態心像的形成、靜態心像的形成、對知識的存疑、知識的轉換、知識的連結、疑惑的處理、解題的應用和命題的判斷等十一個次向度（表1、表2）。完成後的量表之各分量表的α係數介於.81～.94 之間，總量表信度亦達.96，顯示量表具有良好的信度，足以提供研究者進行下一階段的分析研究。

(三)板塊構造運動概念測驗

爲了解學生對板塊構造運動概念理解的情

表 3：國三學生板塊構造運動概念學習之心智狀態研究晤談大綱舉例

目的一：了解心智狀態對概念學習的影響性	
子目的	晤談問題
情緒對學習的影響	你對不同的課程內容好惡情況有沒有很大的差異？較喜歡哪一個單元？對板塊運動這個單元感覺如何？
意圖對學習的影響	上課時，你會不會很積極的學習？爲什麼？是想要弄懂，還是爲了考試，或老師、同學的眼光？

形，研究者與三位資深國民中學地球科學教師討論後，根據現行國中課程教學的內容中重要的板塊構造運動概念編製板塊構造概念測驗，並做雙向細目表以達內容效度，經由前述專家教師審核，符合專家效度。最後定稿前，挑選二位國三學生閱讀題目，進行表面效度分析。

本份測驗包括有六題單選題、二題複選題，以及三題繪圖題。在三題繪圖題中，研究者分別要求受測者以圖形來表徵出地球內部構造、板塊構造運動方式及台灣的形成過程。施測結束後研究者再邀請前述三位資深地球科學教師分別依據地球內部爲層圈構造、板塊的概念、地球內部的熱對流運動、板塊的地質作用等重要的板塊構造概念來共同評測學生所畫出的圖形，以達評分者信度。

本份測驗的平均難度約 0.52，平均鑑別度約 0.31，顯示本測驗的難易適中，並可區辨出學生概念學習成就的差異。另外本份測驗的內部一致性係數α雖僅.71，但由於單選題題數只有六題，故信度稍低，亦可接受。

(四)板塊運動概念學習之心智狀態研究晤談大綱

爲進一步確認量表發展結果並深入了解國三學生板塊構造運動概念學習的心智狀態，研究者遂根據研究問題擬定合適之晤談大綱。擬於受測學生三次施測結束，統整施測結果之後，挑選合適學生進行深入晤談。晤談大綱內容舉例如表 3 所示。

參、研究結果

一、學習前後的心智狀態變化與概念學習之間的相關情形

爲了解學生在學習前後三次量表及概念測驗施測的得分狀況變化情形，研究者首先檢驗受測學生三次施測的心智狀態得分相關情形，結果顯示受測學生在板塊構造運動概念學習前後的心智狀態呈顯著相關（$r = .731\sim.847$，$p = .000 < .01$），也就是說概念學習前的心智狀態會持續影響概念學習過程的心智狀態。

爲了解心智狀態各向度在學習前後的變化情形，研究者分別分析受測學生三次施測的心智狀態各向度的得分情形。由表 4 的分析結果可以發現，整體受測學生在板塊構造運動概念學習上的情緒（Emotion, 簡稱 EMO）和意圖（Intention, 簡稱 INT）向度得分呈現先下降後回升的現象，而概念的內在心智表徵（Internal-mental representation, 簡稱 IMR）、外在心智表徵向度（External-mental representation, 簡稱 EMR）的得分則呈現先上升後下降的情況。

爲更進一步了解其間的差異情形，研究者續分別檢定各向度三次施測的結果。由表 5 的分析結果發現學生在板塊構造運動概念學習前的意圖顯著高於學習後的意圖（$t_{(80)} = 3.326, p = .001 < .01$），學生在板塊構造運動概念學習後的內、外在心智表徵顯著高於學習前的內、

表4：受測學生心智狀態各向度平均數和標準差

	情緒		意圖		概念內在心智表徵		概念外在心智表徵	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
第一次施測	3.44	1.02	2.58	1.10	2.94	0.81	3.83	0.92
第二次施測	3.36	1.01	2.36	1.03	3.13	0.81	4.04	0.81
第三次施測	3.38	0.89	2.37	0.96	3.09	0.78	4.00	0.71

表5：各向度每題平均值的成對樣本檢定

		成對變數差異					t	自由度	顯著性（雙尾）
		平均數差值	平均數差值的標準差	平均數差值的標準誤	差異的95％信賴區間				
					下界	上界			
成對 1	EMO（實際1）-EMO（實際2）	0.13	0.95	0.11	-0.08	0.34	1.23	80	.222
成對 2	EMO（實際2）-EMO（實際3）	0.06	0.79	0.09	-0.12	0.23	0.66	79	.512
成對 3	INT（實際1）-INT（實際2）	0.29	0.78	0.09	0.12	0.46	3.33	80	.001**
成對 4	INT（實際2）-INT（實際3）	-0.01	1.06	0.12	-0.24	0.23	-0.05	79	.958
成對 5	IMR（實際1）-IMR（實際2）	-0.16	0.50	0.06	-0.27	-0.05	-2.87	80	.005**
成對 6	IMR（實際2）-IMR（實際3）	0.00	0.58	0.06	-0.13	0.13	0.05	79	.964
成對 7	EMR（實際1）-EMR（實際2）	-0.15	0.66	0.07	-0.30	-0.01	-2.07	80	.041*
成對 8	EMR（實際2）-EMR（實際3）	0.06	0.54	0.06	-0.06	0.19	1.05	79	.295

**$p < .01$; *$p < .05$

外在心智表徵（$t_{(80)} = -2.872, p = 0.005 < .01$; $t_{(80)} = -2.072, p = .041 < .05$），但情緒向度則無顯著差異的變化（$t_{(80)} = 1.232, p = .222 > .05$; $t_{(79)} = 0.658, p = .512 > .05$）。

根據上述的分析結果，研究者發現學生的心智狀態會隨著板塊構造運動概念的獲得而增強，且學生在概念學習前對板塊構造運動概念學習的心智狀態會持續影響概念學習過程的心智狀態。其中對概念學習的意圖會隨著概念的學習而降低，情緒的變動幅度則較小，而對板塊構造運動概念的內外在心智表徵則顯著隨著概念的學習而增強。這樣的結果顯示，學生在學習概念的過程中，心智狀態各向度會有不同的變化。

爲釐清學生心智狀態的變化對概念成就動態變化的影響，因此進一步分析不同概念成就高低分組學生三次概念成績的變化情形，並與心智狀態向度的得分變化作對比。研究者先將受測學生依據第三次概念測驗得分高低情形，分別取前後 27 %加以區分爲高分組、中間組和低分組三組，接著分析不同概念成就組別學生三次施測的成績變化情形，結果發現學生的測驗成績變化情形多爲逐漸進步及成績先進步後稍微退步（即表示有概念回歸現象）兩種，故研究者擬進一步比較這兩類型學生在學習過程中心智狀態各向度得分的變化情形。研究者先行計算每一類型學生在學習前後三次施測中每一個心智狀態子向度的平均每題得分並繪製折線圖分析其趨勢變化（圖 1、圖 2、圖 3、圖4、圖5、圖6）。

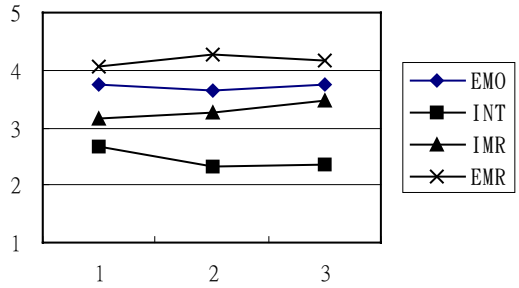


圖 1：高分組逐漸進步學生各向度平均得分

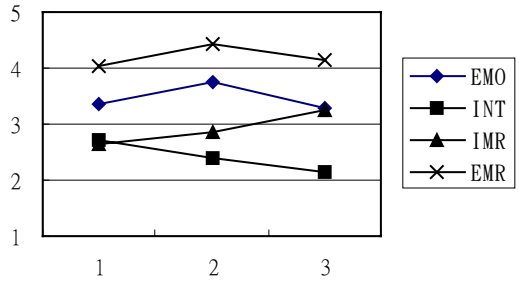


圖 2：中間組逐漸進步學生各向度平均得分

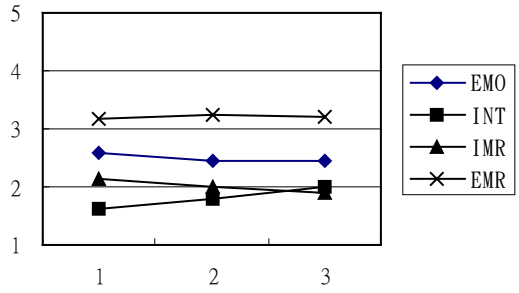


圖3：低分組逐漸進步學生各向度平均得分

圖 1、2、3 分別爲高分組、中間組及低分組在三次的概念測驗成績中逐漸進步的學生在各子向度的平均每題得分情況。分析結果發現高分組和中間組二次施測成績逐漸進步的學生在內在心智表徵的向度得分逐漸增加，而意圖向度的得分卻逐漸衰減，其餘兩個向度的變化並不明顯，而顯示低分組學生則是意圖向度得分逐漸增加，內在心智表徵的向度得分卻逐漸減少，其餘兩個向度的變化趨勢亦不明顯。

圖 4、5、6 分別爲高分組、中間組及低分組，在第二次概念成績比第一次高，而第三次概念測驗成績則略有回降的學生在各子向度的平均每題得分情況。可以發現在第二次成績進步且第三次稍微退步的學生也具有上述相同的情況，意即高分組和中間組內在心智表徵的向度得分較接近概念測驗成績的變化，而低分組則是以意圖向度得分較接近概念測驗成績的變化。

綜合分析結果可知，不同概念成就的學生雖然在概念測驗上的得分有類似的變化情形，但導致概念測驗成績變化的心智狀態因素則不盡相同。高分組學生的概念測驗得分的變化與其內在心智表徵向度得分的變化有一致的趨勢，低分組學生概念測驗得分的變化則與意圖向度得分的變化趨勢一致。以下研究者便進一步討論造成此現象的原因。

二、心智狀態與概念學習之相關情形探討

爲進一步探討學生學習之心智狀態與概念學習成就之間的相互影響情形，研究者分別就三次施測心智狀態量表總分與概念學習相關情形探討、強中弱心智狀態組別之不同概念成就學生心智狀態差異情形比較來分別討論：

(一)三次施測心智狀態量表總分與概念學習相關情形探討

表 6 爲受測學生在三次心智狀態實際狀況量表的總分與三次概念測驗總分之 Pearson 相關係數。研究結果顯示三次施測的心智狀態實際狀況量表總分以及三次概念測驗總分之間均達顯著相關（$p < .01$），顯示受測學生的心智狀態與概念學習成就有關。

爲進一步瞭解心智狀態得分與概念測驗成績之間的關係，研究者遂將受測學生依心智狀

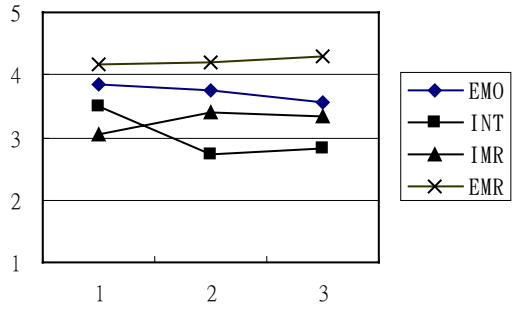


圖 4：高分組先進步後稍降低學生各向度平均得分

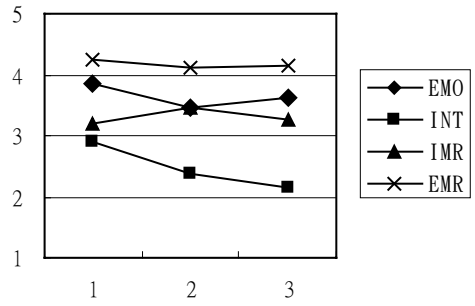


圖 5：中間組先進步後稍降低學生各向度平均得分

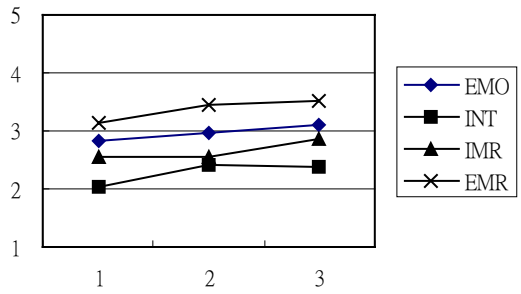


圖 6：低分組先進步後稍降低學生各向度平均得分

態得分和概念測驗成績加以分組以進行交叉比對。研究者分別就三次施測心智狀態量表的實際狀況總得分，以學生得分前後 27 %分界，分別將學生依心智狀態的實際狀況總得分區分爲強心智狀態組（簡稱爲「HMS」）、中心智狀態組（簡稱爲「MMS」）、弱心智狀態組（簡稱爲「LMS」）。爲研究不同心智狀態組別學生在概念成就上的差異情形，研究者以心智狀態的強中弱分組來對概念測驗得分進行單因數變異數分析，並以 Scheffe 法進行事後多重比較。研究結果發現不同心智狀態分組學生在概念測驗得分上達顯著差異水準（$p < .01$），意即學生學習板塊構造運動概念的心智狀態的強弱情形與概念學習的成果確實會相互影響。

研究者進一步比較 HMS、MMS 和 LMS 等組別學生的在各方面的得分情形，以進一步瞭解不同心智狀態學生在各個層面的差異情形，茲將研究分析結果整理如下：

1. 三組學生心智狀態之差異：
   (1)HMS 學生在四個子向度的得分皆高於 MMS、LMS 的得分。顯示 HMS 學生在每一個子向度的表現情形都比較良好。且不同心智狀態分組的學生在情緒、意圖、概念內在心智表徵等向度的得分差異較大，而在概念外在心智表徵的差異則較小。
   (2)HMS 學生在知識轉換以及知識的連結二向度的得分一直高出 MMS 和 LMS 許多；而且隨著學習的過程，MMS 和 LMS 學生知識的轉換和知識的連結二向度的差異也會隨著加大。
2. 三組學生在概念學習之差異：
   (1)經由變異數分析的結果得知，不同心智狀態分組的學生在三次概念測驗中的得分有顯著的差異。
   (2)使用 Scheffe 法進行事後比較分析得知，HMS 學生除了在第一次施測得分約與 MMS 學生相同外外，其餘得分皆較高於 MMS 組和 LMS 組的學生。而 MMS 組的學生在三次概念測驗的得分上也皆顯著高於 LMS 組的學生（$p < .05$）。

表6：三次施測心智狀態與概念學習相關情形

		第一次心智狀態	第二次心智狀態	第三次心智狀態
第一次施測概念測驗（學習前）	個數	82	80	75
	Pearson 相關	.531	.466	.416
	顯著性（雙尾）	.000**	.000**	.000**
第二次施測概念測驗（學習後）	個數	71	71	66
	Pearson 相關	.336	.400	.489
	顯著性（雙尾）	.004**	.001**	.000**
第三次施測概念測驗（複習後）	個數	75	80	75
	Pearson 相關	.381	.364	.300
	顯著性（雙尾）	.001**	.001**	.009**

** $p < .01$

3. 三組在概念繪圖題呈現上的差異：

在板塊構造運動概念測驗中有三題繪圖題，研究者分別要求受測者以圖形來表徵出地球內部構造、板塊構造運動方式及台灣的形成過程。研究者再依據地球內部爲層圈構造、板塊的概念、地球內部的熱對流運動、板塊的地質作用等重要的板塊構造概念來分析受測學生所畫出的圖形。

研究者逐一將所有受測學生三次測驗所繪製的圖形加以編碼歸類，並挑選各組最具有代表性的繪圖類型。結果發現各組別的學生在學完國三地球科學課程第一章後均多具有地球內部爲層圈構造的表徵。其中 LMS 的學生幾乎完全不具有熱對流運動的表徵，對各項板塊運動概念的表徵都相當模糊不清，對板塊造成地質作用的表徵在剛學習後較強，隨著學習的時間拉長而減弱。MMS 學生只有少數能具有熱對流運動的表徵，在剛學習後對板塊概念稍微增強，但隨著學習的時間拉長而消退。對板塊地質作用的表徵則前後較爲一致。HMS 的受測學生在剛學習後各項概念幾乎均具有完整正確的心智表徵，但板塊概念及地球內部熱對流運動的心智表徵會隨時間稍微減弱，但對板塊地質作用的表徵則能維持。整體而言，HMS 學生學習後概念的回歸情形較不明顯，對板塊構造運動的表徵多包含地球內部深處的熱對流運動。表 7 即列舉不同心智狀態組別學生在第三次施測時對於繪圖題「你認爲板塊是怎麼運動的？請你試著畫圖說明。」所繪製的圖形。由例圖中可以發現 LMS 學生對板塊運動的心智表徵只有聚合一種形式，且板塊彼此分離獨立，而 MMS 學生的表徵包含了聚合和分離二種形式，HMS 學生的表徵更是完整的包含了深層熱對流的機制。

綜合以上的討論，研究者發現 LMS 學生由於內在表徵能力的不足，而導致學習的情緒和意圖偏低且逐漸下降，在重要概念的繪圖上也僅能複製課本上既有的圖形，而鮮少表現出對引發板塊運動的深層機制以及板塊交界的動態變化的想法。而且由於 MMS 和 LMS 學生對他人肯定的意圖較低，因而在知識的轉換和知識的連結上能力較差。這些學生在概念的繪

表 7：第三次施測不同組別學生概念繪圖題範例

題目	你認爲板塊是怎麼運動的？請你試著畫圖說明。		
組別	弱心智狀態組（LMS）	中心智狀態組（MMS）	強心智狀態組（HMS）
範例			

圖上傾向以簡略的圖形來表達概念，在板塊概念及板塊交界地質作用的概念上，他們也僅表達地球表面的變化情況，而忽略深層的變化。加上對他人肯定意圖的低落的學生會導致其長期儲存的能力較差（Dickinson, 1978），因此在第三次施測的概念繪圖中呈現較大的概念回歸現象。而 HMS 學生則由於學習的情緒及意圖較強，對知識有較完善的連結及轉換能力，故在繪圖時不僅能表現出熱對流的影響，亦能繪出地球內部的情況。由此可見心智狀態對學生概念的學習有極大的影響，學生學習的心智狀態不僅在知識的理解和儲存方面，對知識的連結、心像的形成能力也有重要的影響。

(二)強中弱心智狀態組別之不同概念成就學生心智狀態差異情形比較

爲深入瞭解強、中、弱心智狀態組別學生在概念學習成就上的心智狀態差異情形，研究者分別計算 LMS、MMS、HMS 三個不同組別的學生中，低、中、高不同概念成就組別的人數以及心智狀態次向度的得分，結果發現，LMS 學生多分布於概念成就低分組，僅有二個學生爲概念成就高分組；而 HMS 學生則多爲概念成就高分組，僅有二個學生爲概念成就低分組；MMS 學生的分布情形則較爲離散。其中不同心智狀態組別的學生在概念成就上產生差異的原因亦有所不同。研究結果發現雖然心智狀態較弱的學生在概念學習的成就也會較差，但少數能在對課程的情緒、動態心像的形成、對疑惑的處理、解題的應用以及命題的判斷等向度獲得高分的學生在概念學習成就上亦能獲得高分。MMS 學生若能具備較強的知識轉換能力，則較容易在概念成就上獲得高分。而心智狀態較強的學生雖然在概念學習上往往能獲致較高的成就，但少數在知識的轉換、知識的連結 LIMR 較弱的學生在概念的學習成就上亦較不理想。

經由心智狀態與概念學習之相關研究結果發現，受測學生在各學習階段的心智狀態情形與其概念學習成就有關。學生在學習前的概念、對學科及課程的情緒、對他人肯定的意圖、心像形成的能力、知識的連結、疑惑的處理以及解題應用能力等向度的表現情形與概念學習成果之間有顯著關聯。而在板塊構造運動概念學習的過程中，對課程的情緒、知識的連結、解題的應用、命題的判斷等向度會一直持續動態的影響概念學習的成果。在概念學習後，概念學習成就較高的學生較會對知識抱著懷疑的態度，並能將知識用不同的表徵形式轉換。

根據本研究對 LMS、MMS、HMS 三個不同組別的學生中，低、中、高不同概念成就組別的分析結果，研究者發現能在對課程的情緒、對知識的存疑、疑惑的處理、解題的應用以及對命題的判斷等向度獲得高分的弱心智狀態的學生在概念學習成就上亦能獲得高分。知識轉換的能力對 MMS 學生在概念學習上具有相當的重要性，而知識轉換和連結能力較弱的 HMS 學生在概念的學習成就上亦較不理想，顯示不同心智狀態的學生對概念的理解能力、

連結和轉換能力以及知識的記憶儲存都有所差異。而經由本研究對學生晤談的結果亦發現，學生內在表徵能力和學生學習的情緒和意圖會相互影響。對他人肯定的意圖低落的學生，在知識的轉換和知識的連結上能力較差，容易忽略概念深層的變化，而且對概念長期儲存的能力也較差，會出現較大的概念回歸現象。若學生學習的情緒及意圖較強，則對知識有較完善的連結及轉換能力，故對概念的表徵不僅包含深層的變化，也會連結到動力的機制。因此教學者應採取不同的教學策略針對不同心智狀態的學生給予適當的增強，以提升學生概念學習的成就。

三、概念內外心智表徵與概念學習的關係

在這一節中研究者擬由量化資料分析和質性資料分析分別探討國三學生學習「板塊構造運動」概念時之內外心智表徵對概念學習的影響。

研究者首先分析完全施測的 63 名受測學生在第三次概念測驗得分與第三次施測之內外心智表徵向度得分之間的相關情形。經由統計分析結果發現受測學生的概念測驗得分與內外心智表徵的八個向度皆達顯著相關。其中對知識的存疑、知識的轉換、知識的連結、解題的應用以及對命題的判斷等六個向度更是達到 $p < .01$ 的顯著考驗水準。可知學生在概念上的學習成就與其對概念的內在心智表徵及外在心智表徵有顯著的關聯。爲了進一步了解其相關的情形，需要從晤談資料及概念測驗表現中加以分析討論。

爲深入探討概念上的學習成就與其對概念的內、外在心智表徵相關聯的情形，研究者分析高分組、中間組和低分組等三個不同組別在不同概念繪圖表徵上的呈現情形，結果發現：

(一)低分組學生在繪圖題的作答情形很不理想，不僅許多學生空白未畫圖，其餘學生呈現的概念也較零散、不完整，甚至完全錯誤。雖然少數受測學生能隨著學習而具有較完整的板塊運動概念表徵，但仍存在較大的概念回歸。

(二)中間組學生在學習前多數僅具有層圈構造的概念，在學習後多數學生亦具有部分完整的板塊概念以及完整的地質作用概念，且中間組學生亦於複習後具備了熱對流帶動板塊構造運動的概念表徵。

(三)高分組學生在學習之前不僅具備了地球內部層圈構造的心智表徵，對板塊概念亦有部份的正確概念，對板塊運動造成的地質作用也有相當的理解。這群學生經由學習過程亦學得了熱對流帶動板塊運動的心智表徵。

由分析結果可以歸納得知，多數學生在學習前後皆對地球層圈構造有一定的認知。而高分組的學生學習前後最大的變化即是將熱對流帶動板塊漂移的概念融入表徵系統中，並且使用動態的表徵模式來說明板塊構造運動的概念。中間組的學生對板塊動態運動模式的學習較慢，須於複習後才具有熱對流的表徵。低分組的學生連結及轉換表徵能力較弱，故作圖情形十分不理想，空白及錯誤概念普遍存在。

爲進一步研究學生對板塊構造運動概念的內外在心智表徵，研究者根據事先所擬定的晤談問題與學生分別進行深入晤談，並將晤談結果逐字謄錄以進行後續分析研究。

爲完整的表達晤談的結果，研究者在以下的分析中僅呈現經過統整的晤談紀錄結果，以清楚的表達整體晤談的結果，並用以回應上述量化資料的分析結果。

(一)概念內在表徵對學習的影響：

研究者擬根據以下五個方面分別討論學生學習板塊構造運動時腦海中對板塊構造運動的圖像表徵、對板塊構造運動的類比表徵、知識

表徵的連結、對知識的存疑以及對疑惑的處理等來分析內在心智表徵對概念學習所造成的影響：

1.腦海中對板塊構造運動的圖像表徵

當研究者要求接受晤談的學生描述腦海中的板塊構造運動畫面時，低分組的學生都沒有提及地球深處的熱對流運動，而且低分組學生所回答的描述中，板塊之間的相對運動方式僅有相互聚合一種形式，甚至不包含板塊之間的相互關係，而只是單一的板塊圖像。中間組的學生的回答則皆描述一個板塊之間動態進行相互碰撞過程的畫面，但不包含內在機制的作用過程。這些學生所描述的內在圖像心智表徵皆與教師教學使用的教學表徵相似，顯示學生會吸收教師的教學表徵進而轉化爲自己的心智表徵。高分組的學生對此問題回答使用熱對流運動來描述板塊移動的原因，也同時描述了張裂和聚合等兩種主要的板塊相互運動的方式。顯示在高分組學生的圖像表徵系統是動態的，且重視因果關係的連結。

研究者：現在如果提到「板塊構造運動學說」，你的腦海中會不會產生有關的畫面？是靜態的圖像，還是動態的模式？

低分組：一個靜態的圖，是島嶼擠壓的形成圖，圖上還有山，就像課本上畫的那樣。

中間組：會想到造山運動的畫面，是兩個大陸撞在一起，然後不斷擠高的動態模式。

高分組：一種動態的運動，地球內部的軟流圈在流動，上方的板塊也跟著動。

由上述結果可以得知，概念測驗的高低與受測學生對板塊構造運動的內在圖像表徵系統的型式有高度的相關。高分組的學生會運用動態的模式連結深層的來表徵他們的板塊構造運動概念，在重視運動機制的表徵下能完整的儲存各種板塊運動產生的地質作用。而中間組學生僅將板塊構造運動的概念表徵成一個動態的過程，卻沒有涵蓋深層的機制，反觀低分組的學生的表徵系統較爲靜態且簡單型式，因此在學習複雜的概念時便顯得有所不足，難以順利的結合各種概念。

2.對板塊構造運動的類比表徵

當研究者要求接受晤談的學生用比喻的方式來說明板塊構造運動時，大多數的學生都覺得很困難，尤其低分組的學生往往在絞盡腦汁後，回答「不知道」，顯示低分組學生使用及連結類比表徵的能力較差。多數中間組的學生對此一問題的回答也是不盡理想。部分學生無法回答此一問題，或是僅直接陳述板塊碰撞的方式。而其中有一位學生用兩朵靈芝的相互擠壓來比喻板塊運動，以下節錄了某位中間組學生的晤談資料：

研究者：如果要你想一個例子來比喻板塊運動學說，你會將它比喻成什麼？說明一下你的比喻。

中間組：像靈芝，我覺得板塊跟靈芝很像，好像兩朵靈芝在那邊擠壓。

研究者：為什麼會想到靈芝？香菇可以嗎？

中間組：香菇的邊緣是圓的，靈芝才是不規則的，比較像板塊的樣子。

研究者：那個靈芝的柄呢？

中間組：不要看那個柄就好了。

由上述的對話可以發現，中間組的學生在類比的表徵對應上形成較多的「屬性對應」，對板塊運動之間的「關係對應」則較不重視。

高分組的學生對此問題回答也不盡理想，其中一部分學生的類比表徵中皆包含了地形受板塊運動影響的變化，而有一位學生的回答還包含了軟流圈的概念。顯示高分組學生的類比表徵系統較爲完整不僅包含了「屬性對應」，也涵蓋了「關係對應」。例如：

研究者：如果要你想一個例子來比喻板塊運動學說，你會將它比喻成什麼？說明一下你的比喻。

高分組：板塊像浮板一樣，漂在軟流圈上。板塊擠壓就像是車禍相撞，而且是已經撞上之後的樣子。

由上述分析可知，概念學習成就愈高的學生形成類比表徵系統時會同時注意到概念屬性的對應以及概念之間關係的對應情形，反之，學習成就較低的學生較難形成完整的類比表徵，且僅重視概念的屬性對應。這樣的研究結果可以和邱美虹、高淑芬（1999）在原子結構心智表徵上的研究結果相同。

3.知識表徵的連結

當研究者詢問晤談學生對看到或聽到地震消息時是否會連結到課堂所學過的知識時，低分組的學生多表示不會想到，或表示只會想到已經學過了，而不會馬上想到板塊擠壓、碰撞作用。中間組的學生多表示會想到板塊擠壓的作用，且部分學生所連結到的表徵是有畫面的，顯示此組學生的心像能力較低分組強。高分組的學生中都有提到地震造成的原因，對地震成因的描述也比低分組和中間組清楚完整，這些學生的描述多包含了畫面並使用了類比表徵。顯然高分組組學生在連結各種知識表徵上的能力明顯優於低、中二組。

研究者：當在報紙、電視上看到地震的消息，你會不會聯想到你曾經學過的理論？

低分組：以前是沒什麼感覺，不過最近開始有一點感覺。.....就覺得學過了。

中間組：會想到很多學過的內容，還有板塊擠壓的畫面、岩漿在流動的景象等。

高分組：想到地震是因為板塊在相撞，就像是板子碰撞太大力就破掉了一樣。而且我會覺得這個東西我懂，就覺得蠻高興的。

由上述的分析結果可以歸納得知，能順利連結、轉換各種知識表徵的學生，方能在概念的學習上獲致良好的成就，因此由於高分組的學生較能連結課堂上所學知識於日常生活發生的事件，並且使用心像及類比表徵來描述地震形成的機制，而低分組學生知識的連結能力較弱，且侷限於命題式表徵的連結。

(二)概念外在心智表徵對學習的影響：

另外爲探討外在心智表徵對概念學習所造成的影響，研究者就學生在解決測驗題目時所使用的策略來分析不同概念學習成就組別間的差異：

4.解決測驗題目的策略

研究者期望由晤談中了解概念測驗得分高低不同學生，在解題時所應用的策略有何差異，以了解概念成就不同的學生在各種心智表徵形式運用上的差異情形。結果發現低分組學生認爲背過的知識、課本上的圖片及文字對解題的幫助比較大。顯示低分組學生較依賴使用命題表徵以及課本上的圖形表徵來解題。中間組的學生認爲背過的知識以及心像的畫面對解題的幫助較大。意即中間組的學生較常使用命題表徵和自己形成的圖形表徵來解題。高分組的學生認爲課本的圖形、動態的心像畫面對解題的幫助較大，且能完整描述他們所運用的圖像畫面。換言之，高分組的學生對圖形的表徵系統十分依賴，且他們的圖形表徵往往是連續的動態過程，藉由這種表徵方式使他們對概念的認知更爲完整，也使他們在概念測驗時能獲得較高的分數。

研究者：在作板塊的題目時，你會聯想到板塊運動的畫面嗎？是怎樣的畫面？哪一類的資訊是你在解題的過程中經會運用到的？

低分組：不太會去想，因為那些自己想的畫面對考試沒什麼用。以前背過的知識對做題目幫助較大。

中間組：不太一定需要圖像，背過的知識、表格的內容比較重要。

高分組：會想到板塊彼此擠壓、張裂，有火山噴發、造山運動.....。考試的時候這些腦海中的畫面幫助蠻大的。

根據上述的分析結果發現，能將動態的圖像表徵應用在解題過程中的學生較易在概念測驗上獲得高分，反之將所學概念以命題表徵型

式儲存，並賴以解題的學生在概念測驗上的得分偏低。研究結果顯示，動態的圖像表徵系統是一種較爲經濟有效的表徵方式，教師應幫助學生將所學概念轉換成此種表徵型式，以利長期儲存和提取。

由 1.～4.的分析討論中，研究者發現概念學習成就較高學生的表徵系統具有對概念的表徵系統較爲動態且完整、使用以關係對應爲主的類比表徵、使用心像及類比表徵來連結知識、在解題過程中會應用動態的圖像表徵等四點特徵。概念成就中間組學生的表徵系統雖爲動態模式但並不完整，使用以屬性對應爲主的類比表徵、使用圖形表徵連結知識、使用命題表徵和圖形表徵來解題。而概念學習成就較低的學生的表徵系統則具有以下四點特徵：對概念的表徵系統較爲靜態且簡單、形成類比表徵的能力低落、侷限於命題式表徵的連結方式、在解題過程中較依賴所儲存的命題表徵。也就是說能將熱對流運動帶動板塊漂移的概念融入表徵系統中，並且使用動態的表徵模式來說明板塊構造運動概念的學生亦能在概念測驗中獲得高分。在類比表徵系統的對應關係方面，高分組學生同時會考慮類比物與概念之間的屬性對應及關係對應，反之，學習成就中間組學生較難形成完整的類比表徵，而僅重視概念的屬性對應，甚至對那些概念成就低分組的學生而言，幾乎沒有自發性類比的形成。

經由心智表徵與概念學習的探究結果顯示，學生內外心智表徵與其在概念測驗上的得分密切相關，概念成就較高的學生往往心智表徵的能力也較爲良好。由繪圖分析和晤談的研究結果得知，高分組的學生較傾向使用心像及類比表徵來連結知識系統，而中間組的學生則侷限在使用命題表徵方式來進行知識的儲存與連結，低分組學生對知識的儲存則零星片斷，連結的能力極差。換言之，比較高分組和中間組的情況，會發現使用心像及類比表徵來連結知識系統比使用命題表徵的連結系統更經濟且有效率，也較能幫助學生在概念測驗上獲得較高的分數。而侷限在使用命題表徵方式進行知識的儲存與連結的學生，在概念測驗時也習慣提取命題的表徵來解題，較不經濟且過於獨斷，因而概念測驗的成績偏低。

四、情緒、意圖與概念學習的關係

爲了解國三學生學習「板塊構造運動」概念時情緒和意圖向度對概念學習的影響，研究者首先分析完全施測的 63 名受測學生在第三次概念測驗得分與三次施測情緒和意圖向度得分之間的相關情形。結果發現在顯著水準 $p < .05$ 的考驗水準下，概念測驗的得分與「對學科的情緒」、「對課程的情緒」二個次向度三次施測結果皆達顯著相關。而概念測驗的得分與第一次施測中「獲得他人肯定的意圖」次向度亦達到顯著相關，但與第二、三次施測的「獲得他人肯定的意圖」得分則相關不顯著。

爲了進一步比較學生在情緒和意圖向度得分高低不同對概念學習的影響，研究者將三次心智狀態問卷中，情緒、意圖向度的得分的前後 27 %分界，分別將學生區分爲強情緒組、中情緒組和弱情緒組以及強意圖組、中意圖組和弱意圖組。並進一步比較概念測驗得分的高、中、低組別在情緒及意圖向度得分的強弱分組中之分配情形。分析結果顯示，低分組的學生在三次施測中皆約有一半的學生情緒向度在弱情緒組；高分組學生在三次施測亦約有近一半的學生情緒向度在強情緒組；而中間組學生則平均分布於情緒向度的強、中、弱各組。而概念成就的高低分組與意圖向度的高低分組之間的相關雖不若與情緒向度之間的明顯，但亦可看出低分組學生則皆主要分布於意圖向度的弱、中二組；而高分組學生則皆主要分布於意圖向度的中、強二組；概念測驗得分的中間組學生則分布較離散。

研究者進一步根據預先所擬定的晤談問題與 11 名學生進行晤談以深入了解情緒、意圖對概念學習的影響。為完整的表達晤談的結果，研究者在以下的分析中僅節錄部分經過統整的晤談紀錄結果。

(一)學習地球科學的情緒

低分組的學生對學科學習的情緒受任課教師的影響明顯，多認為上地球科學課比較不無聊，而不會去排斥這一門課，但也並非特別喜歡。低分組的學生們很難具體說出喜歡或不喜歡的理由，且對學科的內容「上什麼都無所謂」。中間組學生會具體描述到因為地球科學課程較和「日常生活」相關，而使得他們較喜歡地球科學課，也有學生會因為教師的風格而喜歡這一門課。高分組學生多直接認為學習情緒是直接受到地球科學課程的內容的影響。

研究者：你會不會特別喜歡上地球科學？為什麼？是課程吸引你？還是教師的關係？

低分組：還好，跟理化比起來比較喜歡上地科，不過還是比較喜歡一些背的科目。因為理化不好念，計算很困難，而且不喜歡那個老師。老師的影響比較大，上什麼都無所謂，反正學科都差不多。

中間組：算喜歡吧，因為這門課比較輕鬆，而且教的內容也跟日常生活比較有關係。

中間組：會，因為喜歡老師上課的風格，所以老師上什麼都喜歡。

高分組：還好，但有時候不太喜歡，對某些章節沒什麼興趣，例如說板塊那一章。不過地球科學已經可以算是我比較有興趣的科目了。

綜上所述，研究者發現概念學習成就較低的學生受對教師喜惡與否的情緒較大，且多不在意所學習的內容，而概念學習成就較高的學生對學習內容則較重視，認為其學習的情緒會直接受所學內容的影響。

(二)學習板塊構造運動概念的情緒

低分組的學生認為不同的課程內容對學習不會有太大的影響，同時對「板塊構造運動」也都覺得沒有很喜歡。中間組的學生多認為學什麼內容對學習情緒影響很大，「對板塊也沒麼特別的感覺」。高分組的學生多認為學習不同課程內容的情緒不會差很多，且「比較喜歡板塊運動的單元」，認為這個學說「有可能是錯的學說，讓我覺得很好玩」。

研究者：你對不同的課程內容好惡情況有沒有很大的差異？較喜歡哪一個單元？對板塊運動這個單元感覺如何？

低分組：都沒有很大的差別。反正每個單元都有普通知道就好了。對板塊運動單元的印象最深刻，因為一直在寫問卷，就會常去想它是怎麼撞在一起的。

中間組：有很大的差異。像第四章水的單元就比較喜歡。而板塊需要花一些時間去思考，所以比較不喜歡。

高分組：不會差很多，特別喜歡板塊運動，因為這個內容很特別，感覺比較不一樣。覺得自己在學習一個有可能是錯的學說，讓我覺得很好玩。

研究者歸納上述結果發現雖然有小部分例外的情形，但整體而言，對課程內容的喜歡與否會影響到概念學習的成就。

(三)對學習成就的意圖

大部分的晤談學生都很在意自己的學習成就，只有少數學生表示不在意。其中的差別在於低分組的學生認為不在意的原因是只要「差不多就好了」，而高分組的學生認為不在意的原因是因為「考低了就是自己沒有讀熟」。在意學習成就的低分組學生所描述的原因只有自身對成績的態度。而中間組學生所描述的原因則包括了自身對成績的態度以及同儕的比較。高分組學生的描述的原因則包括了自己和父母的因素。

研究者：你會很在意自己在地球科學上學習的成就嗎？為什麼？

低分組：不會，無所謂吧！差不多就好了。

中間組：會，每一科都很在意，地科和其他科

沒什麼差別，大家都考很好的時候，自己如果考很差也很丟臉。

高分組：我爸很在意。那因為我的自尊心蠻強的，希望自己表現的很好，不要讓別人覺得我很差。至少不要讓我爸覺得我比哥哥姐姐差。

整體而言，研究者發現學生多認爲自己本身就是會去在乎學習成績高低，而多不能清楚說出其中因素，顯示現今國中學生對考試成績已形成一種制約，認爲學習成績的高低直接的肯定或否定他們。此外，研究者也發現在意同儕看法及父母期望的學生學習成就較高。

根據對情緒、意圖與概念學習之相關研究結果得知，學科學習的情緒及對他人肯定的意圖是啓動學生概念學習的重要關鍵，對課程的學習情緒更是整個學習過程中的一個重要的影響因素。而本節經由心智狀態問卷分析結果也同樣發現學生的概念學習成就與情緒和意圖相關，其中情緒向度對概念學習的影響尤大於意圖向度。

研究結果發現概念學習成就較低的學生受對教師喜惡與否的情緒較大，且多不在意所學習的內容，而概念學習成就較高的學生對學習內容則較重視，認爲其學習的情緒會直接受所學內容的影響。值得注意的是，學生學習的情緒在整個學習過程中的波動並不大，因此往往一開始接觸課程或該學科時就已經形成刻板的印象，因此教師應致力於教學之初引發學生正向學習的情緒。

雖然在量表施測中，學生多不認爲自己在學習上希望獲得他人的肯定，但從晤談過程中，可以發現學生內心還是相當在乎來自師長和父母的批評、肯定。加上國三學生面臨升學的壓力，因此對未來、對學測成績的意圖也對學習也相當大的影響。整體而言，學生對課程內容的喜歡與否、是否在意同儕看法及父母期望、對學測成績的意圖、上課態度是否積極皆會影響到概念學習的成就。

結論與建議

本研究根據劉嘉茹、侯依伶（2002a）對心智狀態的分類方法，發展出偵測學生學習板塊構造運動概念的心智狀態量表，並藉以探討學生板塊運動概念的學習與心智狀態之間的關係。研究發現學生學習的心智狀態會持續影響概念學習過程的心智狀態，且其心智狀態會隨著板塊構造運動概念的習得而增強，其中不同概念學習成就的學生在學習過程中的心智狀態變化情形也不相同，低分組學生的學習成效受意圖變化的影響較明顯，而中分組和高分組學生的學習成效則較受到內在心智表徵能力變化的影響。

研究結果亦指出學生在概念開始學習之初的心智狀態對概念學習的成就會有所影響。在概念學習的過程中，學習者對課程的情緒、知識的連結、解題的應用、命題的判斷等心智狀態也會持續動態的影響概念的學習成果。研究結果亦發現不同的學生在概念學習的過程中會受到不同心智狀態的影響，高分組的學生學習的情緒受對概念的學習情緒主要受到學習內容的影響，對概念的內外心智表徵的能力亦較優。中間組學生的學習情緒則同時受到學習內容及對教師喜惡與否的影響，僅能使用命題來連結、儲存個別的概念，對動態模式的表徵會忽略深層的機制。低分組的學生學習的情緒較弱，且認爲對概念的學習情緒受對教師喜惡與否的影響較大，知識表徵系統屬於簡單的靜態模式，對知識的儲存也較零散，缺乏良好的連結系統。

根據本研究的研究結果，研究者認爲教師在教學過程中應重視學習者的心智狀態。教師應提供合適的教學表徵以使學生對概念形成合適的心像表徵及類比表徵系統，並讓學習者有機會練習用不同方式來轉換知識，以協助學習者形成完整的概念架構。此外教師可以深入了

解不同學習階段學生的學習意圖的傾向，並設法加強該意圖的強度，以提升概念學習的情緒，並讓學習者能主動連結概念以增長知識長期儲存的效果。

本研究屬於理論建構的驗證，雖有一些初步的發現，但未來的研究空間仍然很大，劉嘉茹(2003)亦發展出學習環境之心智狀態量表，因此研究者建議未來可以針對不同困難學習的學科作縱向及橫向的研究，使心智狀態的理論更加完備。

致　　謝

本研究感謝國科會計畫經費之支助（NSC 91-2511-S-017-016），在此特別致謝。

參考文獻

1. 王嘉寧、翁儷禎（2002）：**探索性因素分析國內應用之評估：1993 至 1999**。中華心理學刊, **44**(2), 239-251。
2. 李素卿譯（2003）：Eysenck, M. W. & Keane, M. T.著。**認知心理學**。台北：五南書局。
3. 岳修平譯(1998):E. D. Gagné, C. W. Yekovich, & F. R. Yekovich 著。**教學心理學：學習的認知基礎**。台北市：遠流出版社。
4. 黃永和（1997）：「教學表徵」－教師教學的法寶。**國教世紀**, 178, 17-24。
5. 程炳林（2000）：國中生認知／意動成份與學習表現之相關研究。**師大學報：教育類**, **45**(1), 43-59。
6. 張景媛（1997）：國中生之正負向情緒與其後設認知、學習動機關係之研究。**教育心理學報**, **29**, 51-76。台北市：國立台灣師範大學教育心理與輔導學系。
7. 劉嘉茹（2000）：**以研究綱領與本體分類論的觀點探究概念改變機制之研究**。台北市：國立台灣師範大學科學教育研究所博士論文（未出版）。
8. 劉嘉茹、侯依伶（2002a）：**心智狀態對酸鹼概念學習的影響**。發表於中華民國第三屆化學教育研討會。彰化縣：國立彰化師範大學。
9. 劉嘉茹、侯依伶（2002b）：**概念學習心智狀態與人格特質之相關研究**。發表於中華民國第十八屆科學教育研討會。彰化縣：國立彰化師範大學。
10. Butler, M. B. (1999). Factors Associated with Students' Intentions To Engage in Science Learning Activities. *Journal of Research in Science Teaching*, *36*(4), 455-473.
11. Chi, M. T. H. (1992). Conceptual Change within and across Ontological Categories: Examples from Learning and Discovery in Science. *Cognitive models of science Minnesota studies in the philosophy of science* (pp. 129-186). Minneapolis: University of Minnesota.
12. Chi, M. T. H., Slotta, J. D., and de Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, *4*, 27-43.
13. Chi, M. T. H. (1997). Creativity: Shifting across ontological categories flexibly. In T. B. Ward, S. M. Smith, & J. Vaid (Eds.) *Creative thought*: *An investigation of conceptual structures and processes* (pp. 209-234). Washington, DC: American Psychological Association.
14. Dickinson, J. (1978). Retention of Intentional and Incidental Motor Learning (ERIC Document Reproduction Service No. EJ202405).
15. Eysenck, M. W. (1994). The Blackwell dictionary of cognitive psychology. Cambridge, MA: Basil Blackwell Ltd.
16. Feinfield, K. A., Lee, P. P., Flavell, E. R., Green,

F. L., Flavell, J. H. (1999). Young Children's Understanding Intention, *Cognitive Development*, *14*, 463-486.

17. Isen, A. M., Daubman, K. A., & Gorgolione J. M. (1987). The Influence of Positive Affect on Cognitive Organization: Implications for Education. In Snow, R. E., & Farr, M. J. (Eds.), *Aptitude*, *Learning*, *and Instruction* (pp.143-164). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
18. Jackson, D. N. (1994). *The Exploration of a Selection of Conative Constructs Relevant to Learning and Performance*. U.S.: California (ERIC Document Reproduction Service No. ED379300).
19. Komatsu, L. K. (1992). Recent Views of Conceptual Structure. *Psychological Bulletin*, *112*(3), 500-526.
20. Lillard, A. S., & Flavell, J. H. (1992). Young Child's Understanding of Different Mental States, *Development Psychology*, *28*(4), 626-634.
21. Lin, Y.-G., McKeachie, W. J., & Naveh-Benjamin, M. (1999). Motivation and Students' Cognitive Structure. *Chinese Journal of Psychology*, *41*(2), 121-130。
22. Linnenbrink, E. A., Ryan, A. M. & Pintrich, P. R. (1999). The Role of Goals and Affect in Working Memory Functioning. *Learning & Individual Differences*, *11*(2), 213-231.
23. Linnenbrink, E. A. & Pintrich, P. R. (2002). Achievement Goal Theory and Affect: An Asymmetrical Bidirectional Model *Educational Psychologist*, *37*(2), 69-78.
24. Liu, C.-J. (2003). *The study on the relationship between student's mental state and the learning environment*. Third International Conference on Science, Mathematics and Technology Education. South Africa.
25. Martinez, M. (1997). Transformation: A Description of Intentional Learning. U.S.: Utah. (ERIC Document Reproduction Service No. ED408260).
26. McKendree, J., Small, C., Stenning, K., & Conlon, T. (2002). The Role of Representation in Teaching and Learning Critical Thinking. *Educational Review*, *54* (1), 57-67.
27. Oately, K., & Nundy, S. (1996). Rethinking the Role of Emotions in Education. In Olson, D. R., & Torrance, N. (Eds.) *The handbook of education and human development* (pp. 257-274).
28. Paivio, A. (1986). *Mental Representation*: *A Dual Coding Approach*. New York: Oxford University Press.
29. Sarason, I. G. (1987) Text Anxiety, Cognitive Interference, and Performance. In Snow, R. E., & Farr, M. J. (Eds.), *Aptitude*, *Learning*, *and Instruction* (pp. 131-142). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
30. Sehon, S. R. (1994). Teleology and the Nature of Mental States. *American Philosophical Quarterly*, *31*(1), 63-72.
31. Snow, R. E., & Farr, M. J. (1987). Cognitive-Conative-Affective Process in Aptitude, Learning, and Instruction: An Introduction. In Snow, R. E., & Farr, M. J. (Eds.), *Aptitude*, *Learning*, *and Instruction* (pp. 1-10). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
32. Wellman, H. M., & Cross, D. (2001). Theory of Mind and Conceptual Change. *Child Development*, *72*(3), 702-707.

A Study on Mental States of Ninth Grade Students in Learning about the Concepts of Plate Tectonics

Chia-Ju Liu[1] and I-Lin Hou[2]

[1]Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

[2]Kaohsiung Municipal Yang Ming Junior High School

Abstract

The main purposes of this study were to investigate the mental states of ninth grade students in learning about the concepts of plate tectonics in an earth science course, and to study the reasons behind the difficulties students had by investigating the impacts of mental states on conceptual learning. Based on the classifications of mental states (Liu and Hou, 2002), a questionnaire was developed to measure mental states in learning about the concepts of plate tectonics. The questionnaire was administered three times to eighty-eight ninth graders while they were learning about plate tectonics. After instruction, eleven students were selected for further interviews. The important findings showed that emotions, intentions, internal mental representations, and external mental representations of mental state were cross linked. The mental states of students while they were learning continuously affected achievement. Students with different levels of achievement had different changes in metal states during learning. For low-achievement students, the changes in the category of intention affected their learning the most. On the other hand, the middle-achievement and high-achievement students were affected mainly by the changes in the category of internal mental representations. Teachers can use this questionnaire to understand the mental states of their students and improve the mental states of students to promote their learning.

Key word: Emotion, Intention, Mental Representation, Mental States, The Concepts of Plate Tectonics.