科學教育學刊
2009, 第十七卷第五期, 387-407

Chinese Journal of Science Education
2009, 17(5), 387-407

應用數位影音融入 POE 教學改善國小高年級學童脊椎動物分類另有概念之效益研究

楊凱悌[1]　**邱美虹**[1]　**王子華**[2]

[1]國立臺灣師範大學　科學教育研究所

[2]國立新竹教育大學　教育學系

（投稿日期：民國 98 年 1 月 3 日，修訂日期：98 年 9 月 21 日，接受日期：98 年 10 月 7 日）

摘要：本研究旨在探討數位影音融入 POE 教學策略，應用於改善國小高年級學童在脊椎動物分類之另有概念的效益情形，並探究國小高年級學童對於脊椎動物分類之另有概念。本研究在半年內分別針對採用 POE 教學（26 人，男：15、女：11）與採用傳統教學（23 人，男：12、女：11）的國小高年級學童進行探究，以瞭解學童在脊椎動物分類之另有概念以及本研究 POE 教學設計的效益情形。研究發現，國小高年級學童對於脊椎動物之分類，多按其知覺到動物的原型加上明顯特徵來將之分類，因而產生許多另有概念；透過數位影音融入 POE 教學有助於改善其對脊椎動物分類之另有概念。

關鍵詞：POE 教學策略、數位影音、自然與生活科技、脊椎動物分類、另有概念

壹、研究動機

許多研究均指出學童對於生物分類單元存有一些另有概念，特別是脊椎動物與昆蟲的分類（莊志彥、蘇育任，1999；黃達三，2004；Yen, Yao, & Chiu, 2004）；然而即使經過傳統生物相關課程的教學後，學童在該方面的概念表現依然不佳（Braund, 1991）。雖然學童在生物分類單元存有一些另有概念，但是目前國內外在該部份的研究仍較缺乏（黃達三，2004），因此，本研究主要針對脊椎動物分類進行探討，以瞭解國小高年級學童在脊椎動物分類上之另有概念的現況，並發展一套教學活動來改善其於脊椎動物分類的另有概念。

由於我們生活週遭充滿著許許多多的生物，而對於週遭事物進行分類又是人類的本能之一（莊志彥、蘇育任，1999），因此，學童往往在進到教室之前便對於生物分類具有相當豐富的另有概念，例如：會動的才是動物、不會動的是植物、會爬的就是爬蟲類等（莊志彥、蘇育任，1999；黃達三，2004；Chen & Ku, 1998; Yen et al., 2004）。然而因學

童在進行脊椎動物分類時，心中會存有一個原型（prototype），並參酌其明顯特徵，來將所見到的脊椎動物進行分類（邱玉枝，2005；莊志彥、蘇育任，1999；Chen & Ku, 1998），一旦原型及屬性特徵的建立與科學社群所公認的脊椎動物分類準則有別，學童便容易將所見的脊椎動物分類到不適當的類別。

依據 Duit 與 Treagust（1995）整理相關文獻指出，挑戰學生教學前概念的教學策略，顯著優於不考量到學生概念的教學策略；另外，Guzzetti, Snyder 與 Glass（1992）針對概念改變教材進行後設分析後，指出有效之概念改變教材設計的關鍵是讓學童產生認知衝突，因此，從學童的教學前概念出發並讓學生產生認知衝突，將有助於達到概念改變。而本研究將依據上述學者針對概念改變教學之建議，藉由教學活動來引發學童對於脊椎動物分類的先備知識，並透過教學設計促使其產生認知衝突，進而達到概念改變，而概念衝突的教學方式主要有 POE 教學、Driver 與 Oldham 之建構主義的教學模式、差異性事件、異例教學等（邱美虹，2000）。其中，POE 教學策略不但是一個能有效引出學生另有概念的方法（葉辰楨，2000；Gunstone, 1990; Liew & Treagust, 1998; Palmer, 1995; White & Gunstone, 1992），若經由設計製造概念衝突的情境給學生，亦將有助其主動建構或重新組合自己的概念（Liew, 1995; Liew & Treagust, 1998; Kucukozer, 2008; Tao & Gunstone, 1999; White & Gunstone, 1992），而且，許多研究均指出 POE 教學策略有助於引發學生的學習興趣與動機，是一個有效的教學策略（Gunstone, 1990; Liew & Treagust, 1998），換言之，POE 教學對於科學概念之學習是有其一定效益的。

但是，截至2009年4月份為止，採用碩博士論文網（http://etds.ncl.edu.tw/theabs/index.html）與台灣電子期刊服務網（http://www.airiti.com/teps/ec/），以及 EBSCOhost 電子期刊資料庫系統，使用關鍵字：POE、animal classification 查詢，卻無法找到相關文獻，由此可知，將 POE 教學策略應用於動物分類的教學較少。因此，本研究採用 POE 教學理論為基礎，設計一教學活動，來改善國小高年級學童在脊椎動物分類上的另有概念，除瞭解 POE 教學策略對於促進學習者概念改變的效益情形外，亦期待本研究設計之 POE 教學活動，可以做為第一線教師教學時參考。此外，隨著資訊科技的快速發展，逐漸有許多 POE 相關之研究嘗試與資訊科技整合，Kearney, Treagust, Yeo 與 Zadnik（2001）指出數位影音整合 POE 任務提供了 POE 教學策略一個新的發展取向，其可提供學生大量超出傳統課室所無法提供的真實情境。而生物分類學的依據兼採外型特徵、解剖學、生理學或演化學等證據，不易於傳統課室中呈現。基於此，本研究將採用 POE 教學策略（White & Gunstone, 1992）整合數位影音，發展一電腦媒介之 POE 教學活動來改善學童於脊椎動物分類上的另有概念，並評估該 POE 教學活動對於學童概念改變的效益情形，以供教學設計者與研究者之參考。基於上述研究目的，本研究共有兩個待答問題：

(一)國小高年級學童於脊椎動物分類之另有概念為何？

(二)利用數位影音融入 POE 教學，對於改善國小高年級學童之脊椎動物分類另有概念的效益情形為何？

貳、文獻探討

一、認知衝突取向之概念改變教學策略－POE 教學策略

認知衝突取向概念改變模式主要是由

Posner, Strike, Hewson 與 Gertzog 於1982年提出。Posner 等提出的認知衝突取向的概念改變模式，是基於 Kuhn, Toulmin 與 Lakatos 的認識論基礎與科學概念學習之研究的大量文獻，歸納整理後提出概念改變的四個機制（Strike & Posner, 1992）：對於原概念的不滿足、 新概念必須是可以被理解的、新概念必須是合理的、新概念必須是有效的。

此四個概念改變的條件中，讓學生產生認知衝突是啟動概念改變的先決條件，從實徵性研究亦發現，製造學童認知衝突之策略設計，可以有效促進學童的概念改變。以認知衝突取向之概念改變模式為理論基礎，發展出的概念改變教學策略相當多，例如：預測－觀察－解釋（Prediction-Observation-Explanation）教學（White & Gunstone, 1992）、建構式的教學序列（Driver, 1988; Duit & Treagust, 1995）和異例教學（Chinn & Brewer, 1993）等，另有一些學者則嘗試將引發學生認知衝突的觀點融入教材設計中（Cepni, Tas, & Kose, 2006; Mikkila-Erdmann, 2001; Wang & Andre, 1991），亦獲致良好的教學效果。

然而，利用認知衝突教學策略引導學生進行概念改變的過程中，應從學生的教學前概念著手較能獲致效益（Duit & Treagust, 1995）；而 POE 教學策略不但是一個能有效引出學生另有概念的方法（葉辰楨，2000；Gunstone, 1990; Liew & Treagust, 1998; Palmer, 1995; White & Gunstone, 1992），若經由設計製造概念衝突的情境給學生，將有助其主動建構或重新組合自己的概念（Liew, 1995; Liew & Treagust, 1998; Kucukozer, 2008; Tao & Gunstone, 1999; White & Gunstone, 1992），從許多實徵研究亦發現，POE 教學策略有助於引發學生的學習興趣與動機，是一個有效的教學策略（Gunstone, 1990; Liew & Treagust, 1998），故此，本研究採用 POE 教學策略來促進國小學童在脊椎動物分類之學習。POE 教學策略的說明如下：

POE 是「預測（Prediction）－觀察（Observation）－解釋（Explanation）」的簡稱。該教學序列最初源於 Champagne, Klopfer 與 Anderson 於1980年所發展之 DOE（Demonstration-Observation-Explanation）的研究工具，主要用以瞭解大一學生學習古典力學時，對於物體運動的另有概念，教師在展示實驗的過程中，會要求學生觀察並記錄後，回答相關物體運動的問題，當中有些題目會要求學生於實驗展示前先進行預測，雖 DOE 未強調該預測的步驟，但相較於教師的講述，該預測的步驟卻較能引發學生的興趣。Gunstone（1990）將之延伸發展出 POE，POE 雖與 DOE 有相近的步驟，但其更強調了觀察前的「預測」，以讓學生能於該活動中將其所學的知識運用出來。

POE 活動執行的過程主要是，先讓學生預測某個事件的結果，並說明其預測的理由；接著再描述自己觀察到什麼現象並解釋之；最後再調和（reconcile）自己在預測與觀察間所可能會出現的衝突（White & Gunstone, 1992）。其於預測階段中要求學生說出自己預測與推理的理由，主要藉以引發學童的教學前概念，再據此作為教學基礎，來引導後續的觀察、解釋與調和的步驟，促使學生進行有意義的學習，故該教學活動主要在激發學生面對既有的知識與觀察現象產生認知衝突時，重新調適與組織，以形成新的知識體系來達成概念改變的目的（邱美虹，2000；Liew, 1995; Liew & Treagust, 1998; White & Gunstone, 1992）。POE 之具體實施步驟為：

1. 預測（prediction, P）：先讓學生預測某個事件的結果，並說明其預測推理的理由。然而，由於學生與教師間對於任務的認定往往有不同的想法，為讓 POE 教

學能發揮其功效，在預測的階段，可先讓學生針對該預測物進行發問，以確定所有學生都瞭解所要預測之事件、現象或情境等的性質；學生徹底瞭解該任務之後，再讓學生依其個人經驗或理論來進行預測，但須注意不可隨意猜測，否則便失去預測的價值。而教師也須選擇能夠提供預測的情境，且該情境是依據某些學童的經驗或理論而設計的任務。

2. 觀察（observation, O）：該階段是讓學生進行觀察並記錄之，為求每位學生都盡可能可以觀察到老師所欲其觀察的結果；因此，觀察需盡量直接一點，且事件的結果應盡量明確。以脊椎動物的分類為例，若學生沒有觀察到教師所欲其觀察的特徵，則學生無法產生認知衝突；另外，科學上對於動物分類的依據除了外觀之外，還包含有一些解剖證據，非直觀可視之。Kearney 等（2001）指出數位影音可提供學生大量超出傳統課室所無法提供的真實情境，故本研究的教材設計將採用一些數位影音與文字敘述，來引導學生進行觀察。
3. 解釋（explanation, E）：該部分主要讓學生在遭遇觀察與預測間的不一致時，能嘗試解決這些衝突，以調和其預測和觀察間的差距，並獲得有意義的學習。

從上述可知，POE 教學策略主要是先引出學童的先備知識（原概念）後，再透過觀察發現先備知識與真實情況的矛盾，並經由解釋與調和的過程，協助學童達到概念改變的目的。以下將針對 POE 教學策略應用於教學之實徵性研究進行說明。

二、POE 教學策略的實徵性研究

由於 POE 教學策略涉及預測－觀察－解釋的步驟，不但能有效引出學生的另有概念，若經由設計製造概念衝突的情境給學生，亦有助其主動建構或重新組合自己的概念，是一個有效的教學策略（Gunstone, 1990; Kucukozer, 2008; Liew, 1995; Liew & Treagust, 1998），因此，與 POE 教學策略相關之研究的類型相當得多，近來更隨著資訊科技的發展，逐漸有許多 POE 的教學設計嘗試與資訊科技整合，來輔助學生透過 POE 教學策略進行有意義的學習（Kearney et al., 2001; Kucukozer, 2008; Monaghan & Clement, 1999; Tao & Gunstone, 1999; Zacharia, 2005）。以下將針對 POE 作為教學策略之相關研究進行介紹。

Liew（1995）利用 POE 序列針對11年級學生進行熱與液體的膨脹單元進行教學後，發現 POE 序列可以藉由預測與觀察間的矛盾創造機會，讓部分學生重建並改變其先有概念，並建議教師可以將 POE 教學策略納入其教學庫，將有助於教師對學生的學習理解獲得更多的瞭解。Palmer（1995）讓60位職前教師在國小實施 POE，以瞭解國小學童對於科學知識的理解，研究發現國小學童對於該策略相當熱衷，而教師也對其持正向的態度，認為該策略有助於教師瞭解學生對概念之理解與過程技能的發展。Liew 與 Treagust（1998）針對11年級學生進行水的膨脹、鹽的溶解度以及燈泡之功率與電阻等概念的研究，發現 POE 不但能診斷學生對於概念瞭解的情況與另有概念外，亦可將上述資訊作為設計教學活動之參考。葉辰楨（2000）也嘗試將 POE 教學策略應用於國中生物科「唾液的作用」、「擴散作用」、「對溫度的感覺」與「顯微鏡的使用」的教學，發現 POE 有助於瞭解學生的另有概念，提升學生的觀察與表達能力外，也有助於教學活動與生物概念間的整合。邱彥文（2001）針對國中教師試行 POE 教學進行個案研究，發現 POE 教學策略不但可以幫助教師診斷學生的學習狀況

外，也可以提升學生的學習興趣。田佳立（2007）也將 POE 應用於國中生物科生態單元的教學，發現 POE 教學策略可以增進學生的學習效益外，也可以提升學生對學習環境的知覺與學習動機。王盈琪與王美芬（2006）則利用 POE 教學策略來探討國小三年級學童對於「光」的迷思概念與教學後的概念改變情形，其發現 POE 教學策略有助於學童將其迷思概念修正至正確的科學概念。另有一些研究（例如：林嘉琦，2005；紀宗秀，2005；蔡宇姍，2008）也將 POE 教學策略應用於其他單元與其他年級，來協助學生進行概念改變，亦獲得不錯的成效。

除此之外，隨著資訊科技的進步，逐漸有學者嘗試將 POE 教學策略與資訊科技整合來協助學生進行有意義的學習（Kearney et al., 2001; Kucukozer, 2008; Monaghan & Clement, 1999; Tao & Gunstone, 1999; Zacharia, 2005）。Monaghan 與 Clement（1999）將 POE 教學策略與電腦模擬技術結合，來呈現「相對運動」的概念，並讓中學生與之互動後對其進行訪談，發現該線上模擬能促進學生在相關問題上的心智模擬。Tao 與 Gunstone（1999）設計一個融入 POE 教學策略的電腦模擬程式－「力與運動的微觀世界」，並將之結合合作學習策略應用於10年級的物理教學，發現學生藉由該程式與同儕共同建構理解的過程中，逐步達成長期且穩定的概念改變。Kearney et al.（2001）則嘗試另一種新的整合取向—將 POE 教學策略與數位影音整合，也就是在電腦上呈現真實的影片片段，讓中學生在電腦教室執行電腦媒介之 POE 任務，來進行力和運動概念的學習，研究發現該整合取向有助於引發學童的先前經驗，並在觀察階段提供更多的機會與回饋，讓學生以自己的步調進行有意義的學習，學生與教師均對此教學取向持有正向態度。Zacharia（2005）亦將互動式電腦模擬與 POE 教學策略結合設計一程式，來探討碩士班自然教師對於機械、光與熱等物理概念的解釋，研究發現該設計有助於精緻化教師們的解釋與推理，並建議這樣的教學取向應融入碩士課程的學習。Kucukozer（2008）則設計一結合 POE 教學策略的3D 電腦建模程式，將之應用於探討職前科學教師關於季節與月相的迷思概念與概念改變的效益情形，研究發現該設計對於該主題之概念改變相當有效。

從上述實徵性研究可以知道，POE 教學策略應用於教學，無論在小學、中學甚至研究所階段均有不錯的成效，且應用於物理、生物、地球科學等學科，甚至與資訊科技整合之教學活動也獲得成功的經驗。然而 POE 教學策略與資訊整合的設計多以電腦模擬技術居多，但是真實的展示將有助於讓學生將科學與生活情境產生連結，且影片的展示可以克服傳統實驗室中可能遭遇之危險、困難與耗時等障礙（Kearney et al., 2001）。雖然 POE 教學策略與數位影音結合的教學取向可以讓學生暴露於超出課室且非一般實驗室的大量情境中進行學習，但 Kearney 等指出讓學童在電腦環境中進行 POE 任務的文獻仍很缺乏。

此外，生物分類學上除了依據外型等屬性將生物進行分類外，也會兼採解剖學、生理學或演化學的證據，這些觀察不易於傳統課室環境中呈現，而且僅以實物進行教學，在取材上也相當有限，因此，本研究將參考 Kearney 等（2001）的建議，依據 POE 的理論與實施步驟，脊椎動物分類上的限制，採用日常生活中常見之脊椎動物的相關影片、圖片與文字敘述等資料，作為學童預測與觀察的材料，來發展 POE 之教學活動，讓學童在電腦環境中進行 POE 任務的學習，並深入探討該教學活動設計之效益情形。

三、概念改變與二階層診斷式測驗（two-tier diagnostic instrument）

隨著科學概念學習研究的蓬勃發展，教育研究者發展出許多策略來瞭解學生另有概念的情形，例如：診斷式的傳統測驗題、概念圖法、晤談法、關係圖法、Vee 圖、二階層診斷式測驗（張惠博，1999）。其中最常被使用的測量工具主要為晤談法、概念圖法與紙筆測驗三種（賴明照，2005），說明如下：

晤談法通常分為事例晤談（interview about instances）與事件晤談（interview about events）兩大類。事例晤談是針對某概念，設計10-20張由單線所描繪的卡片給學生看，並詢問學生這些卡片是不是某概念的事例，接著再引出其判斷的理由，該方法主要在瞭解學生對於某概念的理解（Osborne & Gilbert, 1980）；事件晤談則在探討孩童對於日常生活現象的想法，例如光的反射、水的凝結等，其以孩童的經驗或圖卡來呈現問題的情境（Osborne & Freyberg, 1988）。自皮亞傑以來，晤談法已被廣為用來探討兒童對於科學概念的理解，雖然，良好的晤談技巧能引出學生的另有概念，但晤談法耗時費力，且無法同時收集大量樣本資料，訪談者的訪談技巧與詮釋資料的能力也都需要長時間的訓練與培養（郭重吉，2000）。概念圖法則可以藉由讓學生繪圖的過程中，來瞭解學生對某一知識主題的瞭解情況，獲知其所持有的概念數量以及概念間的關係。但是，概念圖的繪製會受到學生學習經驗與能力的影響，同時也不容易教會學生繪製概念圖。紙筆測驗主要有開放式問答題、選擇題與二階層測驗三種。相較於前述二者，雖然紙筆測驗可以同時收集大量樣本的資料，但是開放式問答題需要花費大量時間進行評分與信度的校正；傳統式診斷測驗則採用選擇題型式，其雖有客觀評分標準，但卻無法真確知道學生的選答理由，且容易受猜測因素的影響；二階層測驗則是 Haslam 與 Treagust（1987），Treagust（1995）為了改善晤談法耗時且訪談者須受過相當訓練的缺失，以及診斷式傳統紙筆測驗無法真確知道學生選答理由的缺點而發展出來，用以偵測學生於生物領域之「光合作用」與「呼吸作用」主題，以及化學領域之「共價鍵及結構」主題所持有之另有概念與想法。二階層測驗中的每個試題都包含兩個部份，均為選擇題型式，第一階層主要在提供一個情境來讓學生選答，以瞭解學生對於所欲探討之概念理解的情形，第二階層則為第一階層作答的理由，藉以診斷學生持有的概念與想法為何，故二階層測驗能評量到的是學生在特定情境下的「思考結果」而非「特定的知識」（Treagust, 1995）。

Tsai 與 Chou（2002）也指出二階層測驗是一種以相對有效且直接的方式來對大樣本學生進行另有概念評量的方式，其不但可瞭解學生的另有概念，還可以用來探索學生蘊藏在這些想法背後的推理。因此，國內外相當多學者將之用來作為診斷學生另有概念的工具。基於此，本研究將採用二階層測驗作為偵測國小高年級學童概念改變之依據。

四、學童脊椎動物分類之另有概念

許多研究均指出學童對於生物分類普遍存有一些另有概念（莊志彥、蘇育任，1999；黃達三，2004；顏瓊芬，2002；Braund, 1991, 1998; Yen, Yao, & Chiu, 2004），即便經過傳統生物相關課程的教學後，學童在該方面的概念表現依然不佳（Braund, 1991），而目前國內外在該部份的研究仍然相當缺乏（黃達三，2004），為能促進學童生物分類概念的學習，實有必要從學童所持有之另有概念著手，設計相關教學活動來協助其學習，故本

研究將回顧相關研究來設計 POE 教學活動與研究工具。

由脊椎動物分類的相關研究（邱玉枝，2005；莊志彥、蘇育任，1999；黃達三，2004；葛梅芳，2002；顏瓊芬，2002；Braund, 1991, 1998; Yen et al., 2004）可知，學童具備之另有概念整理如下：

(一)魚類：在水中生活、會游泳、四肢成鰭狀、外型像魚、名字有“魚”字。

(二)兩生類：能在水中和陸地上生活。

(三)爬蟲類：會爬行、有四隻腳、住在森林。

(四)鳥類：會飛、有翅膀、卵生、嘴型是尖的。

(五)哺乳類：胎生、體型大、會照顧小孩、只要名字中有常見的哺乳類生物（如海馬、海獅、飛鼠等）。

學童所持有脊椎動物分類之另有概念，多源自日常生活所熟悉之動物，且多按照其所知覺到的屬性特徵，例如外形、大小、棲地、腳數、活動的方式、攝食的方式等來進行分類（邱玉枝，2005；姚宗威，2004；莊志彥、蘇育任，1999；黃達三，2004；葛梅芳，2002；Chen & Ku, 1998; Trowbridge & Mintzes, 1988），而學童在進行脊椎動物分類時，即會用其心中存有的原型，伴隨其所知覺到的明顯特徵，來將其所見到的脊椎動物進行分類（邱玉枝，2005；莊志彥、蘇育任，1999；Chen & Ku, 1998），然而，學童所持有之脊椎動物的原型或屬性特徵，往往不同於科學社群所公認的分類準則，而造成許多脊椎動物分類上的另有概念。

因此，本研究將以學童所知覺到的屬性特徵，對其在脊椎動物分類的影響來進行探究；並設計 POE 活動進行教學，以探究該策略對於改善國小高年級學童脊椎動物分類另有概念之效益情形。

五、生物分類教學之實徵性研究

分類學是許多生物學科的必要基礎（麥爾，1997/涂可欣譯，1999），若學生缺乏分類概念或持有另有概念，將會影響學生對生態學、演化學的學習（Trowbridge & Mintzes, 1988），換言之，學生在生物分類上的另有概念，會對科學教師想要教的其他重要概念造成重大的影響（姚宗威、顏瓊芬，2007），由此可知，生物分類教學對於學生之生物科學習是很重要的。

關於生物分類教學，姚宗威與顏瓊芬（2007）採用分組學習的策略，讓學生在分組討論過程中，依據生物字卡，採用合理之分類依據，並嘗試建立分類系統，之後，各組上台發表自己的分類系統，並且進行全班性的討論，最後由老師進行總結與教學。劉新、林如愔、李秀玉、楊雯仙與張永達（2006）採用分組合作學習的方式進行生物分類教學，並採用認知衝突取向之概念改變教學策略為基礎，發展整個教學活動。由劉新等所設計的概念改變教學活動可知，其主要的流程是：「教師提出問題」，然後「引出學生先備概念」，接著藉由「考驗先備概念的正確性、促使學生重組概念、提供衝突情境與自我澄清、小組交換意見、辯論」，逐步讓學生「建構新的概念」以及「應用新的概念」。

由上述兩種生物分類之教學設計可知，姚宗威與顏瓊芬（2007）所著重的是分組討論以及以分組實作的方式建立各組的分類系統，並由建立分類系統的過程，學習生物分類相關知識；劉新等（2006）所設計之教學活動，著重的是認知衝突取向之概念改變教學，其所設計之教學活動亦符合 POE 教學策略的設計，強調教師藉由發問的方式，引發學生之先備概念，並且讓學生藉由觀察或接觸實物的方式，驗證先備概念之正確性，並

進行概念重組、澄清，以及進行小組意見交換與辯論，然後進一步達成概念改變與概念之應用。

本研究將參考劉新等（2006）所設計之概念改變教學策略，發展本研究之教學活動，並採用數位影音融入 POE 教學策略的方式，讓國小高年級學童在電腦教室進行脊椎動物分類之概念學習，此外，並將進一步驗證本研究所設計之教學活動的效益情形。

參、研究方法

一、研究對象與研究情境

本研究之研究對象為苗栗縣某國小五、六年級各一班，五年級為 POE 組，共26人（男：15、女：11），六年級為傳統教學組，共23人（男：12、女：11），上述班級均為常態編班。五年級的學童是在五年級下學期時進行研究，而六年級學童則是在六年級上學期時實施，換言之，本研究在同一年度進行。兩個班級的教學者均為自然專長之教師，傳統教學組教師是採用一般傳統教學的方式來進行授課，POE 組教師則熟悉 POE 教學之精神，對學生進行本研究所設計之 POE 教學活動；POE 組教師進行授課時數與傳統教學組教師相同，約為一週三節課。另外，本研究的五年級學童是採用電腦媒介之 POE 教學活動，在電腦教室進行 POE 活動，教學過程中，每位學童均能透過自己專屬的電腦螢幕，觀察到相關的圖片、影片等資訊。

二、研究工具

(一)POE 教學活動設計

本研究設計之 POE 教學活動，是以國小五年級自然與生活科技課本（下冊）（南一書局，2007）及調查發現之學童脊椎動物分類的另有概念為基礎，選擇魚類、兩生類、爬蟲類、鳥類、哺乳類中易混淆之脊椎動物為代表，篩選其相關影片、靜態圖片（即實物照片）、文字敘述等資源，來設計整合數位影音之 POE 活動。

本研究之 POE 教學步驟，請參考圖1所示，關於 POE 教學步驟、認知衝突取向之概念改變模式（Posner et al., 1982）與本研究教學範例的對應情形，請參考表1所示。本研究之 POE 教學步驟為，首先讓學童觀看某些脊椎動物的靜態圖片後，讓他們預測這些動物的分類，並填寫學習單記錄下自己的預測，以及預測的依據與理由；接著，讓他們仔細且逐一地觀察這些動物的棲地、外型、行為、生殖策略等數位影音且伴隨著文字敘述，讓學童從這些提示中整理出他們對於這些動物的觀察與理解；然後，再讓他們填寫下自己認為這些動物所屬的類別，並解釋其理由；全部活動進行完後，由教師帶領學童一起討論以協助學童進行調和的活動。本研究為讓每位學童均能清楚觀看到數位影音，於電腦教室進行該教學活動，讓每位學童均有一專屬螢幕，可仔細觀察 POE 活動中的數位影音。

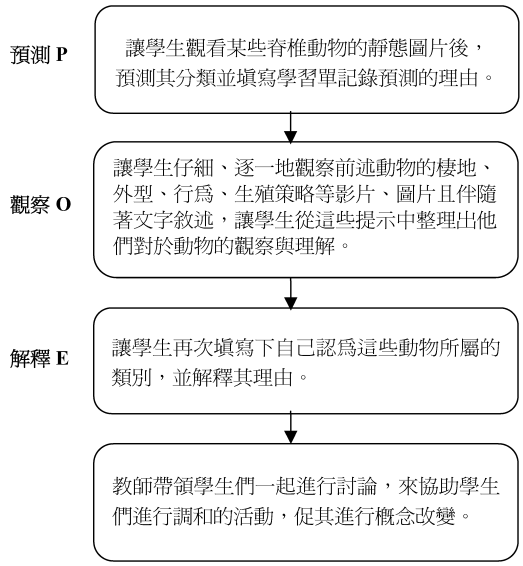

圖 1：POE 教學活動執行流程圖

表 1：研究中採用之 POE 教學步驟與認知衝突取向之概念改變模式的對照表

POE 步驟	POE 教學範例－以海豚為例	認知衝突取向之概念改變模式（Posner et al.,1982）
預測 P：讓學生觀看某些脊椎動物的靜態圖片後，**預測**其分類並填寫學習單記錄預測的理由。	• 讓學生觀看海豚的圖片，並寫下其分類與分類的理由。	• 引出學童原概念
觀察 O：讓學生仔細、逐一地**觀察**前述動物的棲地、外型、行為、生殖策略等數位影音且伴隨著文字敘述，讓學生從這些提示中整理出他們對於動物的觀察與理解。	• 讓學童觀看海豚游泳姿態的數位影音（作者按：尾鰭以垂直方向擺動前進，而魚類是採用水平方向泳動） • 讓學童觀看海豚哺乳育幼之敘述與相關數位影音（作者按：海豚能在水中哺育乳汁，而魚類無法哺育乳汁） • 要求學童依據學習單，記錄其所觀察到的事件或現象。	• 學童對於原概念的不滿足 • 新概念必須是可以被理解的 • 新概念必須是合理的 • 新概念必須是有效的
解釋 E：讓學生再次填寫下自己認為這些動物所屬的分類，並**解釋**其理由。接著，教師再帶領學生們一起討論，以**調和**其預測和觀察間的差距，進而促進其**概念改變**。	• 讓學童再次寫下其認為海豚所屬的分類與理由。 • 讓學童比較其預測與觀察後的差異，並由老師帶領所有學童一起進行討論澄清其疑惑。	◎ 概念改變

(二)脊椎動物分類之二階層測驗（Two-tier Test for Classifying Vertebrates, TTCV）

本研究發展之「脊椎動物分類之二階層測驗（Two-tier Test for Classifying Vertebrates, TTCV）」主要用以瞭解學童的另有概念與類型及其學習效益，且兩組學生均採用相同之 TTCV 問卷進行紙筆方式的施測。TTCV 信度方面，本研究採用再測信度，以瞭解 TTCV 之穩定係數（coefficient of stability），針對非研究對象但學習過相關單元之國小高年級學童實施本問卷兩次，相隔一個月，求其再測信度為0.81，依據 Rubin 與 Babbie（1993）的論點，TTCV 具良好信度。在 TTCV 效度方面，採專家效度，TTCV 共有十題，其命題陳述與雙向細目表如表2，此外，TTCV 之題目內容乃依據動物分類概念圖（圖2），以及參酌文獻調查之動物分類另有概念（邱玉枝，2005；姚宗威，2004；莊志彥、蘇育任，1999；黃達三，2004；顏瓊芬，2002；Braund, 1991, 1998; Yen et al., 2004）所設計而成[1]，並經由兩位具有科學教育背景之在職教師及一位生物教育專家修改完成。另外，由於本問卷的主要目的除可瞭解學童之另有概念外，還將用以瞭解該另有概念隸屬的類別為何，本研究探究之類別分別為：命名、外型、行為、棲地與生殖方式，其定義分別說明如下：

1.命名：從脊椎動物的名稱判定其所屬類別，例如：海「馬」判定為哺乳類。

2.外型：從脊椎動物的外型（即型態構造）判定其所屬類別，例如：海獅具有「鰭

[1]TTCV 之部份內容參考顏瓊芬教授未出版之二階層測驗。

表 2：脊椎動物分類命題陳述、國小學童主要另有概念及 TTCV 命題雙項細目表

主題	命題陳述	學生主要另有概念	TTCV 之題序 [a]
魚類	1-1 魚類有鰭、鰓，身體成流線形	魚類生活在水中 會游泳的就是魚類 四肢成鰭狀的就是魚類 命名中有「魚」	Q1、Q5
兩生類	2-1 幼蟲生活在水中，用鰓呼吸 2-2 成體生活於陸地，用肺呼吸，但兩生類不能遠離水而生活	可以在水中與陸地生活 只能生活在陸地就不是兩生類	Q2、Q10
爬蟲類	3-1 體表有鱗片或骨板，防止水分散失	爬蟲類會爬行 爬蟲類有四隻腳 爬蟲類住在森林	Q2、Q3、Q6
鳥類	4-1 有翅膀 4-2 有羽毛 4-3 會生蛋	鳥類會飛 鳥類有翅膀 鳥類有羽毛 鳥類有尖嘴 鳥類是卵生的	Q4、Q7、Q8
哺乳類	5-1 母體會分泌乳汁育兒 5-2 卵生 5-3 胎生	哺乳類是胎生的 會照顧小孩的是哺乳類 哺乳類是喝母奶長大的 哺乳類多為肉食者 哺乳類的體型較大 哺乳類生活在陸地 命名中有常見哺乳類生物	Q1、Q5、Q9

註：[a]TTCV 問卷總題數為 10 題，Q1 代表第一題。

狀的四肢」而判定其為魚類。

3.行為：從觀察到之脊椎動物的行為來判定所屬類別，例如：飛鼠會「飛」判定其為鳥類。

4.棲地：從脊椎動物的棲息地判定其所屬類別，例如：鯨魚「生活在水中」而判定其為魚類。

5.生殖方式：從脊椎動物的生殖方式判定其所屬類別，例如：鴨嘴獸會「產卵」而判定其為鳥類。

三、研究流程

本研究因研究限制的關係，僅能找到苗栗縣某國小五年級與六年級各一班的學童進行研究，此二班級均為常態編班之班級，由於六年級學童已於五年級接受過傳統脊椎動物分類之教學，而將其作為對照組（傳統教學組）；而五年級學童尚未經過傳統脊椎動物之分類教學，而將之作為實驗組（POE 組）。研究流程方面，首先，針對所有學童實施第一次 TTCV 紙筆測驗（TTCV I），由於傳統教學組學童已於過去接受過傳統分類課程的教學（為期一週三節課），因此，本研究定義傳統教學組之 TTCV I 成績為學童經過傳統教學後之脊椎動物分類的另有概念情形。另外，由於 POE 教學組學童過去並未接受任何正式的脊椎動物分類教學，因此，本研究定義 POE 教學組學童之 TTCV I 成績為 POE 教學前的起點行為；然後針對 POE 教學組學童進行為期一週三節課的 POE 教學後，再對

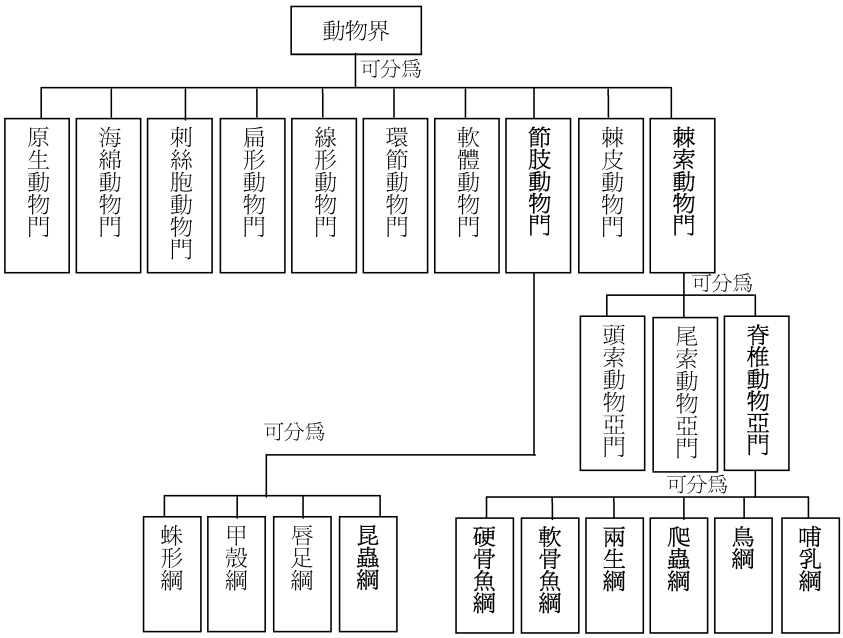

圖 2：動物分類概念圖。其中粗體部分為本研究涉及的概念主題。

其實施第二次 TTCV 紙筆測驗（TTCV II），以瞭解其在接受 POE 教學後，於脊椎動物分類之另有概念的改善情形。

四、資料的收集與分析

本研究所收集到的量化資料為 TTCV 測驗成績，本研究將 POE 教學組學童之 TTCV I 成績作為國小高年級學童未經過教學前之脊椎動物分類概念情形，以傳統教學組之 TTCV I 成績，作為國小高年級學童經過傳統脊椎動物分類教學後之概念情形。另外，本研究採用效果量（effect size）（Cohen, 1988），來探究本研究之 POE 教學設計的效益，效果量估算方式如下：

$$\text{Cohen's } d = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{2}}}$$

M_1、M_2：第一與第二組成績的平均值

σ_1、σ_2：第一與第二組成績的標準差

肆、研究結果與討論

一、國小高年級學童於脊椎動物分類之另有概念的情形

本研究因研究設計之考量，以未經脊椎動物分類概念教學之 POE 教學組學童的 TTCV I 填答結果，作為國小高年級學童對於脊椎動物分類之另有概念的情形。由表3之 TTCV 的逐題分析可以發現到，26.9% 學童因海獅體型大而將之分類為哺乳類；38.5% 學童認為鯨魚會浮出水面像人類游泳一樣而認為是哺乳類，另有19.2% 學童則因其外型像魚、有鰭會游泳而認為牠是魚類。有26.9% 與23.1% 學童因河口鱷能水陸兩棲以及名字有河口（推測亦是水陸兩棲）而判斷其為兩生類；亦有57.7% 學童認為彈塗魚可以水陸兩棲而將其歸類為兩生類。有30.8% 學童因毛毛蟲身體呈現一節一節而將之歸為昆蟲類，另有23.1% 學童會以身體爬行前進而將

表 3：POE 組學童 TTCV 問卷的逐題分析表（n＝26）

題序	內涵	選項（第一階層）	理由（第二階層）				選答率（%）	另有概念隸屬之類別[b]
			A	B	C	D		
Q1	海獅	1	1	2	0	-	11.5%	外型
		2	2	7[a]	14*	-	88.5%	
Q5	鯨魚	1	0	2	3	1	23.1%	行為＞外型
		2	3	10[a]	7*	-	76.9%	
Q2	河口鱷	1	6	2	7[a]	0	57.7%	棲地、行為＞命名
		2	4*	5	2	-	42.3%	
Q10	彈塗魚	1	0	0	4*	-	15.4%	棲地＞行為
		2	15[a]	6	1	-	84.6%	
Q3	毛毛蟲	1	8[a]	3	7*	-	69.2%	外型、行為
		2	1	6	1	-	30.8%	
Q6	穿山甲	1	10[a]	3	0	-	50.0%	外型＞命名
		2	9	0	4*	-	50.0%	
Q4	鴨嘴獸	1	0	10[a]	3	-	50.0%	外型＞行為＞棲地
		2	2	7*	4	-	50.0%	
Q8	飛鼠	1	1	2	0	-	11.5%	命名＞外型
		2	9[a]	6	8*	-	88.5%	
Q7	企鵝	1	0	1	7*	-	30.8%	行為＞棲地
		2	1	10[a]	7	-	69.2%	
Q9	海馬	1	0	3	8*	-	42.3%	外型
		2	0	13[a]	2	-	57.7%	

註*：正確答案；[a]：最多人填答；

[b]：另有概念隸屬之類別共有五類，分別為：命名、生殖、外型、行為、棲地。依比率高低，例如外型＞行為＞棲地，意指學童對鴨嘴獸分類錯誤的依據，以外型最多，其次是行為，最後才是棲地，其餘命名、生殖類別未列出來表示選擇此二類別者均少於 3 人。

-：該題沒有 D 選項（因內容關係，TTCV 僅 Q2、Q5 有 D 選項）

其歸為爬蟲類；38.5% 學童因穿山甲外覆鱗甲將之分類至爬蟲類，34.6% 學童從穿山甲的命名中推測其可能住在山洞裡，而認為其為哺乳類。38.5% 學童因鴨嘴獸嘴型像鴨子而將之歸為鳥類；有34.6% 與23.1% 學童分別因飛鼠的名字內有鼠以及外型有四隻腳而將之歸為哺乳類，另有相當比例的學童分別因為企鵝不會飛行（38.5%）、生活在冰原非天上（26.9%）而將其歸為哺乳類。有高達 50.0% 學童因海馬有育兒袋可以照顧小孩而將之歸為哺乳類。

另由整理後可以發現，國小高年級學童對於魚類的主要分類標準為會游泳、用鰓呼吸（行為）、有鰭跟鱗片、長得像魚（外型）。兩生類的分類依據主要是從棲地、名字或行為來判斷是否有水陸兩棲的特性。爬蟲類的分類依據則是有粗糙的皮膚或鱗甲（外型）、會爬行（行為）。鳥類則為產卵（生殖）、會飛行（行為）、有尖扁或喙型的嘴（外型）。哺乳類的判斷標準主要為胎生（生殖）、育幼行為、哺乳（行為）、名字裡有常見的哺乳類生物，例如海「獅」、飛「鼠」（命名）、

生活在泛陸地的地方（棲地）、有四隻腳（外型）。此外，從表3中可以發現，國小高年級學童對於脊椎動物分類的依據主要是外型（包括腳數、體被、大小），其次為行為、棲地，這些比較巨觀的現象，最後才是採用命名或生殖方面的判斷標準，該結果與前人研究指出國小學童常以其所知覺到之動物的外型、棲地、覓食行為來進行分類相同（姚宗威、顏瓊芬與邱玉枝，2002；莊志彥、蘇育任，1999；黃達三，2004；Chen & Ku, 1998; Trowbridge & Mintzes, 1985, 1988），而這些常用的分類屬性也影響學童對於分類概念的形成。

二、POE 教學促進國小高年級學童脊椎動物分類另有概念之改變情形

(一)不同教學策略下國小高年級學童學習脊椎動物分類概念之效益情形

該部分主要針對 POE 教學組 TTCV II 測驗與傳統教學組學童之 TTCV I 測驗成績進行逐題比較。由表4可以發現，POE 教學組學童在其中七題的表現較傳統教學組好，該七題均具有正向效果量，分別為：海馬（Cohen's d＝0.662）、河口鱷（Cohen's d＝0.317）、飛鼠（Cohen's d＝0.249）、彈塗魚（Cohen's d＝0.249）、鯨魚（Cohen's d＝0.171）、企鵝（Cohen's d＝0.155）和海獅（Cohen's d＝0.032）；然而，另外三個題項具有負向效果量，分別為毛毛蟲（Cohen's d＝-0.278）、穿山甲（Cohen's d＝-0.166）和鴨嘴獸（Cohen's d＝-0.032）。其中，POE 教學組學童在毛毛蟲表現最弱，雖其均已在三年級時上過昆蟲的單元，但仍表現不佳，這可能與 POE 教學活動中沒有特別提及毛毛蟲的分類有關，另外，穿山甲與鴨嘴獸之分類雖經 POE 教學後有獲得改善，但仍有學童在此分類發生問題，這可能與 POE 教學不像傳統採用直接教學的方式，而是以相關分類之動物範例來進行教學，再加上時間上的限制而未能有效引發部分學童的認知衝突，若能延長 POE 的教學時間，亦或是再增加一些範例讓學童可以將新獲致的概念加以應用，使其有充分的時間進行概念改變，將可能獲致更好的效益，不過上述推論仍需後續研究進行驗證。

另外，從 POE 教學組與傳統教學組學童之 TTCV 作答之逐題分析，可以發現到 POE 教學組學童經過 POE 教學之後，對於脊椎動物分類之另有概念，主要來自於外型的判

表 4：不同教學策略下國小高年級學童之 TTCV 作答的情形

題序	內涵	易被錯誤分類的類別	POE 組答對率（%）（n＝26）	傳統教學組答對率（%）（n＝23）	Cohen's d
Q1	海獅	哺乳類→魚類	53.8	52.2	0.032
Q5	鯨魚	哺乳類→魚類	38.5	30.4	0.171
Q2	河口鱷	爬蟲類→兩生類	30.8	17.4	0.317
Q10	彈塗魚	魚類→兩生類	42.3	30.4	0.249
Q3	毛毛蟲	節肢動物→爬蟲類	38.5	52.2	-0.278
Q6	穿山甲	哺乳類→爬蟲類	23.1	30.4	-0.166
Q4	鴨嘴獸	哺乳類→鳥類	46.2	47.8	-0.032
Q8	飛鼠	哺乳類→鳥類	42.3	30.4	0.249
Q7	企鵝	鳥類→哺乳類	42.3	34.8	0.155
Q9	海馬	魚類→哺乳類	34.6	8.7	0.662

斷，其次才是行為與棲地，而學童因為命名產生另有概念的情形降低；但傳統教學組學童經過傳統教學後，對於脊椎動物分類所產生之另有概念的原因，主要來自於命名，其次才是外型、行為與棲地的判斷。本研究推測該情形可能是因為傳統教學下，學童僅能從課本所附的靜態照片或手繪圖，以及動物的命名來知覺圖片中的動物，並從任課教師的講述來獲得分類的知識，因而較易產生由命名所造成的另有概念，黃達三（2004）針對學童之動物分類概念進行跨年齡的調查研究，其發現名稱字詞是國小六年級學童產生另有概念的主要來源之一，另外，陳柏棻（1993）對於職前生物教師進行動物分類概念之研究，發現職前教師對動物分類亦存有不少的另有概念，且對於不熟悉的動物多會依據字面上的線索來分類，這些另有概念亦有可能影響學生對於動物分類概念的學習；而本研究之 POE 教學則輔以數位影音以及針對動物之行為、棲地、生殖策略等相關文字描述，讓學童透過多種來源來知覺動物，可能是減少學童依據命名造成脊椎動物分類之另有概念的原因之一（如表5所示）。另外，Kearney 等人（2001）指出觀察是 POE 的關鍵，其不但可在預測與解釋間形成連結，更可提供回饋與機會給學生，使之重建並改變其先有概念，而本研究在觀察階段提供多重資源予學童，可能是減低學童從字面判斷動物分類的原因。

(二)POE 教學下國小學童學習脊椎動物分類概念之效益分析

該部分將 POE 教學組學童之 TTCV I 與 TTCV II 成績用來計算效果量，以瞭解學童在 POE 教學中的效益，結果發現具有正向效果量（Cohen's d＝0.567）。由此可知，該 POE 教學有助於學童學習脊椎動物分類之概念，並協助其改善教學前對於脊椎動物所持有的另有概念。此外，從進一步的逐題分析發現（如表6所示），除了海獅之外，其他題目均具有正向效果量，分別為：彈塗魚（Cohen's d＝0.621）、鴨嘴獸（Cohen's d＝0.409）、河口鱷（Cohen's d＝0.371）、企鵝（Cohen's d＝0.328）、毛毛蟲（Cohen's d＝0.249）、鯨魚（Cohen's d＝0.249）、飛鼠（Cohen's d＝0.240）、穿山甲（Cohen's d＝0.196）和海馬（Cohen's d＝0.081）。經過 POE 教學後，有更高比例的學童重新將彈塗魚自兩生類歸為魚類、將鴨嘴獸自鳥類歸為哺乳類、將飛鼠自鳥類歸為哺乳類、將企鵝自哺乳類歸為鳥類，由此可見，學童較能區分哺乳類與鳥類間的差異。該結果可從許多文獻獲得支持，POE 教學策略無論應用於中、小學，均能促進其達成概念改變（王盈琪、王美芬，2006；林嘉琦，2005；紀宗秀，2005；蔡宇姍，2008；Kucukozer, 2008; Liew, 1995），而將資訊科技整合 POE 教學策略應用於科學概念的學習與概念改變上亦有相同的成效（Kearney et al., 2001; Kucukozer, 2008; Tao & Gunstone, 1999）。

伍、結論與建議

一、國小高年級學童脊椎動物分類概念之學習困難

本研究發現國小高年級學童對於脊椎動物分類主要依據外型、行為、棲地等巨觀的屬性，其中又以外型為最，該結果與前人研究指出國小學童常以其所知覺到之動物的外型、棲地、覓食行為來進行分類相同（姚宗威等，2002；莊志彥、蘇育任，1999；黃達三，2004；Chen & Ku, 1998; Trowbridge & Mintzes, 1985, 1988）。從這些分類準則可以發現學童在對脊椎動物進行分類時，心裡都會存有一個原型並參酌明顯特徵，來將所見

表 5：不同教學策略下國小學童之 TTCV 成績逐題分析表

題序	內涵	組別	人數	選項（第一階層）	理由（第二階層）				選答率（%）	另有概念隸屬之類別[b]
					A	B	C	D		
Q1	海獅	P	26	1	1	4	0	-	19.2%	外型
				2	1	6[a]	14*	-	80.8%	
		T	23	1	2	0	1	-	13.0%	命名
				2	5[a]	3	12*	-	87.0%	
Q5	鯨魚	P	26	1	1	2	4	1	30.8%	行為＞外型
				2	0	8	10*	-	69.2%	
		T	23	1	0	1	5	2	34.8%	行為、外型
				2	2	6[a]	7*	-	65.2%	
Q2	河口鱷	P	26	1	7[a]	0	5	0	46.2%	棲地
				2	8*	2	4	-	53.8%	
		T	23	1	5	2	9[a]	1	73.9%	棲地＞命名
				2	4*	2	0	-	26.1%	
Q10	彈塗魚	P	26	1	0	2	11*	-	50.0%	棲地
				2	8[a]	2	3	-	50.0%	
		T	23	1	2	0	7*	-	39.1%	棲地
				2	9[a]	3	2	-	60.9%	
Q3	毛毛蟲	P	26	1	5	3	10*	-	69.2%	行為＞外型
				2	1	7[a]	0	-	30.8%	
		T	23	1	0	4	12*	-	69.6%	行為
				2	0	7[a]	0	-	30.4%	
Q6	穿山甲	P	26	1	10[a]	4	2	-	61.5%	外型＞行為
				2	3	1	6*	-	38.5%	
		T	23	1	7[a]	1	3	-	47.8%	外型＞命名
				2	5	0	7*	-	52.2%	
Q4	鴨嘴獸	P	26	1	1	9[a]	1	-	42.3%	外型
				2	3	12*	0	-	57.7%	
		T	23	1	2	4[a]	3	-	39.1%	外型
				2	2	11*	1	-	60.9%	
Q8	飛鼠	P	26	1	1	2	1	-	15.4%	命名＞外型
				2	7[a]	4	11*	-	84.6%	
		T	23	1	1	5	0	-	26.1%	命名＞行為
				2	9[a]	1	7*	-	73.9%	
Q7	企鵝	P	26	1	0	1	11*	-	46.2%	棲地＞行為
				2	2	5	7[a]	-	53.8%	
		T	23	1	0	1	8*	-	39.1%	行為、棲地
				2	2	6[a]	6[a]	-	60.9%	
Q9	海馬	P	26	1	0	2	9*	-	42.3%	外型＞生殖
				2	0	10[a]	5	-	57.7%	
		T	23	1	0	3	2*	-	21.7%	外型＞生殖＞命名
				2	3	10[a]	5	-	78.3%	

註 P：POE 教學組、T：傳統教學組；*：正確答案；[a]：最多人填答；[b]：另有概念隸屬之類別共有五類，分別為：命名、生殖、外型、行為、棲地。依比率高低，例如：外型＞命名，意指學童對穿山甲分類錯誤的依據，以外型最多，其次是命名，生殖、行為、棲地類別未列出來表示選擇此三類別者均少於 3 人。
-：該題沒有 D 選項（因內容關係，TTCV 僅 Q2、Q5 有 D 選項）

表 6：POE 教學下國小高年級學童之 TTCV I 和 TTCV II 成績的逐題分析表（n＝26）

題序	內涵	易被錯誤分類的類別	TTCV I 答對率（%）	TTCVII 答對率（%）	Cohen's d
Q1	海獅	哺乳類→魚類	53.9	53.9	0
Q5	鯨魚	哺乳類→魚類	27.0	38.5	0.249
Q2	河口鱷	爬蟲類→兩生類	15.4	30.8	0.371
Q10	彈塗魚	魚類→兩生類	15.4	42.3	0.621
Q3	毛毛蟲	節肢動物→爬蟲類	27.0	38.5	0.249
Q6	穿山甲	哺乳類→爬蟲類	15.4	23.1	0.196
Q4	鴨嘴獸	哺乳類→鳥類	27.0	46.2	0.409
Q8	飛鼠	哺乳類→鳥類	30.8	42.3	0.240
Q7	企鵝	鳥類→哺乳類	27.0	42.3	0.328
Q9	海馬	魚類→哺乳類	30.8	34.6	0.081

到的脊椎動物進行分類（邱玉枝，2005；莊志彥、蘇育任，1999；Chen & Ku, 1998），一旦學童從正式與非正式教學中所獲得之脊椎動物的原型及其知覺到的屬性特徵，與科學社群所公認的脊椎動物分類準則有別，便會產生另有概念，而這些另有概念在某些情境下雖可發揮分類的功效，但在某些情況下則可能成為分類上的阻礙，且常獲得日常經驗的支持而難以改變。然而，由於分類學上除了依據外型等屬性將生物進行分類外，亦採用解剖學、生理學或演化學的證據，並非全由外觀可視之，而學童往往以其所接觸到的動物作為原型的依據，並參酌巨觀上所知覺到的明顯特徵來將之分類，因而產生許多分類上的另有概念，而非刻意忽略解剖學或生理學等分類的屬性，故僅讓學童強記各類生物所屬的類別並非最適切的方式。

二、數位影音融入 POE 教學之效益

本研究採用之 POE 教學流程為，「透過預測引出學童對於某類脊椎動物的想法（原型或屬性特徵）」、「藉由觀察產生認知衝突」，進而「調合、重組以建構某類脊椎動物較為正確的概念」；其具體實施策略即為，透過脊椎動物的圖片引出學童對於某類脊椎動物的想法之後，再讓學童透過所觀察之動物的數位影音以及相關文字敘述等多方面線索，從中歸納、建立起某類脊椎動物較為適當的屬性特徵或修正其原本持有之原型或屬性特徵，之後再透過比較、調和的過程，來達到概念改變的歷程，並藉由不同於 TTCV 測驗中的動物例子，來協助學童建立較為正確之各類脊椎動物的分類概念，以增進其對於脊椎動物分類概念的學習。而本研究發現，該 POE 教學流程具良好效益，另外，本研究亦發現，進行 POE 教學若能從學童之先備知識著手，以促進學童產生認知衝突的取向為基礎，並將數位影音結合 POE 任務，不但有助於改善學童對脊椎動物分類之另有概念，而且，較不易有傳統教學下以字面或動物命名來進行動物分類的情形產生，該結果可以由許多文獻（王盈琪、王美芬，2006；林嘉琦，2005；紀宗秀，2005；蔡宇姍，2008；Liew, 1995; Kucukozer, 2008）獲得支持，Guzzetti, Snyder 與 Glass（1992）指出挑戰學童的教學前概念有助其達成概念改變，而 POE 教學策略經設計後，即可在觀察和預測間創造矛盾的情境，不但能喚起學童的先有概念，亦有助其重建並改變其先有概念（Liew, 1995; Liew & Treagust, 1998; Kearney et al.,

2001; Kucukozer, 2008; Tao & Gunstone, 1999; White & Gunstone, 1992）。此外，Kearney 等（2001）指出，觀察是 POE 教學策略的關鍵，其可以提供回饋給學習者，使之達成有意義的學習，本研究的 POE 教學流程，即嘗試突破傳統課室環境的限制，在誘發學童的先有概念後，於觀察階段提供多重資源給學童，來協助其達成概念改變。

三、本研究在教育應用上之建議

本研究建議，POE 教學策略的實施上，在預測的步驟，需考慮到學童的經驗與背景知識，才能獲致較佳的效果，在觀察階段應採用數位影音與文字敘述等多元素材，讓不同經驗、背景的學童能從多重來源進行觀察，不但可以引發學童的興趣外，也能突破生物觀察上的限制，此外，為能讓學童們均能產生認知衝突，在素材的選擇上也需要特別注意，才能獲致較佳的效益。然而，由於本研究進行教學的時間有限，POE 教學對於學童在脊椎動物分類之另有概念的改變，雖然具有正向效果量，但若能延長 POE 教學的時間，並設計一些範例讓學童將已獲得的概念加以應用，將有助於其獲致更佳的效果。由於數位影音融入 POE 教學策略，可以提供大量超出課室的情境、突破生物觀察上的限制，而資訊科技的發展正提供了一個輔助學生進行觀察的媒介（Kearney et al., 2001），因此，本研究建議第一線教學者可以採用結合數位影音呈現的 POE 教學設計，來發展更多的教學設計輔助學童概念之學習，而本研究的設計可提供給教學者作為進行脊椎動物分類概念教學之參考。

誌　　謝

感謝國科會專題研究計畫 NSC 97-2511-S-003-026-MY2 與 NSC 97-2511-S-134-006-MY2經費補助，讓本文順利完成。另外，亦感謝主編與審查者的寶貴建議，讓本文得以更加完善。

參考文獻

1. 王盈琪、王美芬（2006）。**利用 POE 教學模式探討國小三年級學童光迷思概念及其概念改變之成效**。文章發表於：中華民國第二十二屆科學教育學術研討會。臺北市：國立臺灣師範大學。
2. 田佳立（2007）。**應用 POE 教學於國中自然與生活科技課程試行研究－以國一生態單元為例**。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，高雄縣。
3. 林嘉琦（2005）。**應用 POE 教學策略探討學習「溶解」單元概念改變之情形**。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，高雄縣。
4. 邱玉枝（2005）。**探討實物觀察教學策略對國中生學習生物分類的效益**。國立彰化師範大學生物學系碩士論文，未出版，彰化縣。
5. 邱彥文（2001）。**國中理化課試行 POE 教學之個案研究**。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化縣。
6. 邱美虹（2000）。概念改變研究的省思與啟示。**科學教育學刊**，**8**，1-34。
7. 南一書局（2007）。**國民小學自然與生活科技（五下）**。臺南市：南一書局。
8. 姚宗威（2004）。**探究國中生物科「形形色色的生物」單元之教與學－以課室觀察及教科書分析的角度**。靜宜大學生態學研究所碩士論文，未出版，臺中縣。
9. 姚宗威、顏瓊芬（2007）。生物多樣性的敲門磚－生物分類教案設計。**科學教育**，**300**，45-57。

10. 姚宗威、顏瓊芬、邱玉枝（2002）。**中學生動物分類另有概念二階試題之研究與限制**。中華民國第十八屆科學教育學術研討會。彰化縣：國立彰化師範大學。
11. 紀宗秀（2005）。**從直觀法則分析學童的迷思概念及概念改變之研究**。國立花蓮師範學院國小科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮縣。
12. 莊志彥、蘇育任（1999）。國小學童知覺選擇與動物分類概念之研究。**科學教育學刊，7**，135-156。
13. 張惠博（1999）。**迷思概念的研究方法**。文章發表於「科學概念學習研究」研習會。臺北市：國立臺灣師範大學。
14. 郭重吉（2000）。**事例訪談與事件訪談－以物理概念為例**。文章發表於「八十九年度自然科學概念學習研究坊」。臺北市：國立臺灣師範大學。
15. 陳柏棻（1993）。**職前生物教師動物分類另有概念之研究**。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化縣。
16. 麥爾（Mayr, E.）著（1999）。**看！這就是生物學**（*This is Biology: the Science of the Living World*, 涂可欣譯）。臺北市：天下遠見出版股份有限公司。（原作 1997 年出版）
17. 黃達三（2004）。學童動物分類及脊椎動物概念的發展：跨年齡研究。**科學教育學刊，12**，289-310。
18. 葉辰楨（2000）。**POE 模式在國一生物科教學之運用**。文章發表於：中華民國第十六屆科學教育學術研討會。臺北市：國立臺灣師範大學。
19. 葛梅芳（2002）。**國一學生動物分類之另有概念及電腦簡易施測之研究**。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化縣。
20. 劉新、林如愔、李秀玉、楊雯仙、張永達（2006）。小組合作學習的教學理念與實務。**科學教育，294**，34-46。
21. 蔡宇姍（2008）。**以 POE 教學模式探究國小高年級學童水溶液相關性質概念改變之研究**。臺北市立教育大學自然科學系碩士論文，未出版，臺北市。
22. 賴明照（2005）。**國小高年級學童槓桿迷思概念之研究**。臺中師範學院自然科學教育系碩士論文，未出版，臺中市。
23. 顏瓊芬（2002）。**中小學童生物分類概念之研究**。行政院國家科學委員會研究計畫期中報告（NSC 90-2511-S-126-002），臺中縣：靜宜大學生態學研究所。
24. Braund, M. (1991). Children's ideas in classifying animals. *Journal of Biology Education, 25*(2), 103-110.
25. Braund, M. (1998). Trends in children's concepts of vertebrate and in vertebrate. *Journal of Biology Education, 32*(2), 112-118.
26. Cepni, S., Tas, E., & Kose, S. (2006). The effects of computer-assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers & Education, 46*, 192-205.
27. Chen, S. H. & Ku, C. H. (1998). Aboriginal children's alternative conceptions of animals and animal classification. *Proceedings of the National Science Council Part D: Mathematics, Science and Technology Education, 8*(2), 55-67.
28. Chinn, C. A. & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research, 63*(1), 1-49.
29. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
30. Driver, R. (1988). Theory into practice II: A

constructivist approach to curriculum development. In P. Fensham (Ed.), *Development and dilemmas in science education* (pp. 133-149). London: Falmer Press.

31. Duit, R. & Treagust, D. F. (1995). Students' conceptions and constructivist teaching approaches. In B. J. Fraser & H. J. Walberg, (Eds.), *Improving science education* (pp. 46-69). Chicago: NSSE.
32. Gunstone, R. F. (1990). Children's science: A decade of developments inconstructivist views of science teaching and learning. *The Australian Science Teachers Journal, 36*(4), 9-19.
33. Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., & Glass, G. V. (1992). Promoting conceptual change in science: Can texts be used effectively? *Journal of Reading, 35*(8), 642-649.
34. Haslam, F. & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education, 21*(3), 203-211.
35. Kearney, M., Treagust, D. F., Yeo, S., & Zadnik, M. G. (2001). Student and teacher perceptions of the use of multimedia supported Predict-Observe-Explain tasks to probe understanding. *Research in Science Education, 31*, 589-615.
36. Kucukozer, H. (2008). The effects of 3D computer modelling on conceptual change about seasons and phases of the Moon. *Physics Education, 43*(6), 632-636.
37. Liew, C. W. (1995). A predict-observe-explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids. *Australian Science Teachers Journal, 41*(1), 68-71.
38. Liew, C. W. & Treagust, D. F. (1998). *The effectiveness of predict-observe-explain tasks in diagnosing students' understanding of science and in identifying their levels of achievement*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. San Diego, April 13-17, 1998. (ERIC Document Reproduction Service No. ED420715)
39. Mikkila-Erdmann, M. (2001). Improving conceptual change concerning photosynthesis through text design. *Learning and Instruction, 11*, 241-257.
40. Monaghan, J. M. & Clement, J. (1999). Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. *International Journal of Science Education, 21*(9), 921-944.
41. Osborne, R. & Freyberg, P. (1988). Children's science. In R. Osborne & P. Freyberg (Eds.), *Learning in science: The implications of children's science* (pp. 5-14). Auckland, New Zealand: Heinemann.
42. Osborne, R. & Gilbert, J. (1980). A technique for exploring students' views of the world. *Physics Education, 15*, 76-379.
43. Palmer, D. (1995). The POE in the primary school: An evaluation. *Research in Science Education, 25*(3), 323-332.
44. Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education, 66*(2), 211-227.
45. Rubin, A. & Babbie, E. (1993). *Research Methods for Social Work*, 2nd ed. California: Brooks/Cole.
46. Strike, K. A. & Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. A.

Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (pp. 147-176). Albany, NY: State University of New York Press.

47. Tao, P. K. & Gunstone, R. F. (1999). Conceptual change in science through collaborative learning at the computer. *International Journal of Science Education, 21*(1), 39-57.
48. Treagust, D. F. (1995). Diagnostic assessment of student's science knowledge. In S. Glynn & R. Duit (Eds.), *Learning science in the schools: Research reforming practice* (pp. 327-346). New Jersey: Erlbaum.
49. Trowbridge, J. E. & Mintzes, J. J. (1985). Students' alternative conceptions of animal and animal classification. *School Science and Mathematics, 85*(4), 304-316.
50. Trowbridge, J. E. & Mintzes, J. J. (1988). Alternative conceptions in animal classification: A cross-age study. *Journal of Research in Science Teaching, 25*(7), 547-571.
51. Tsai, C. C. & Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning, 18*, 157-165.
52. Wang, T. & Andre, T. (1991). Conceptual change text and application questions versus no questions in learning about electricity. *Contemporary Educational Psychology, 16*(2), 103-116.
53. White, R. & Gunstone, R. (1992). Prediction-observation-explanation. In R. White & R. Gunstone (Eds.), *Probing understanding* (pp. 44-64). London: The Falmer Press.
54. Yen, C. F., Yao, T. W., & Chiu, Y. C. (2004). Alternative conceptions in animal classification focusing on amphibians and reptiles: A cross-age study. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*(2), 159-174.
55. Zacharia, Z. C. (2005). The impact of interactive computer simulations on the nature and quality of postgraduate science teachers' explanations in physics. *International Journal of Science Education, 27*(14), 1741-1767.

A Study of the Effectiveness of Implementing Digital Video Clips Supported POE Teaching Strategy in Improving Elementary School High-Grade Students' Alternative Conceptions about the Classification of Vertebrates

Kai-Ti Yang[1], Mei-Hung Chiu[1] and Tzu-Hua Wang[2]

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

[2]Department of Education, National Hsinchu University of Education

Abstract

This study explored the effectiveness of digital video clips supported POE teaching strategy when applied to improve elementary school high-grade students' alternative conceptions about the classification of vertebrates. It also tried to understand elementary school high-grade students' alternative conceptions about the classification of vertebrates. The POE teaching strategy was applied in the teaching of 26 students (Male: 15; Female: 11), while the traditional way was applied in the teaching of 23 students (Male: 12; Female: 11). This study tried to understand students' alternative conceptions about classification of vertebrates, and tried to test the effectiveness of the POE teaching strategy developed in this study. The results of this study show that elementary school high-grade students tend to classify vertebrates based on the animal prototypes they know about and their distinguishing features, which leads to many alternative conceptions. The results also prove that digital video clips supported POE teaching strategy is effective in improving elementary school high-grade students' alternative conceptions about the classification of vertebrates.

Key words: POE Teaching Strategy, Digital Video Clips, Nature and Life Technology Curriculum, Classification of Vertebrates, Alternative Conceptions