

壹、緒論

科技的進步與發展使得電腦多媒體應用於教育上已成趨勢，透過整合多重表徵的教學媒體來協助學生建立知識概念，在許多研究上都獲致豐碩的成果（ChanLin, 1997; Mayer & Anderson, 1992; Rieber, 1990; Sanger & Greenbowe, 2000）。其中，具備動態視覺表徵性質的動畫投影片，不僅製作簡單，具備多樣化的視覺與聽覺效果，且可呈現動態概念的特質，因此適合協助學生理解抽象且具動態特質的概念（例如：電流與電路、氣體粒子運動），而被廣泛應用於相關教學活動中（陳盈吉, 2004；蔡嘉興、周進洋、連坤德, 2005；Park & Gittelman, 1992）。雖然動態表徵（dynamic representation）被大量應用於具動態特質之概念的教學設計中，但有關其如何運用於評量的相關研究卻仍處於起步階段。Mislevy等人（2010）認為如何運用外在知識表徵（external knowledge representation）是每個學科的中心議題，其在課程、教學和評量中都扮演了重要的角色。他們更進一步指出，在教育評量中，外在知識表徵最重要的角色之一即「評量本身就是一種外在知識表徵」這樣的觀念，研究者藉著外在表徵的使用，可以在評量中凸顯出知識的價值、概念的本質及其運用的方式。由於動態表徵屬於外在在知

識表徵的一種，是故，若欲評量的概念具有動態的特質，選取動態外在表徵來呈現此概念的本質，便是設計相關評量時，值得重視的一環。

電學對中、小學生而言，屬於比較複雜與抽象的領域。由於電學中許多概念無法透過直接觀察來理解，因此學生在學習電學課程時，往往產生許多學習困難，即便已學習過電學課程，學生仍普遍存在不同程度的迷思概念。根據Pfundt和Duit（2009）於學生概念文獻資料庫整理發現，有關電學的研究超過19%，是除了力與運動一主題外，最多研究者關注的焦點。而Tsai、Chen、Chou與Lain（2007）針對臺灣八至十一年級學生進行關於電流與電壓概念的調查，則發現電流是學生理解電路的關鍵概念。Carlton（1999）認為「電流」是一種混合能量與物質向度的概念。由於其具有「動態」、「抽象」、「看不見」的特質，因此教師於教學的過程中常運用動態表徵來呈現電流的動態特性，以協助學生理解（林靜雯、邱美虹, 2009；蔡嘉興等, 2005；Sanger & Greenbowe, 2000）。本研究的研究者認為，若教授電流於電路中的情形時，需倚賴動態的表徵，那麼基於評量目標與教學目標應一致的原則，教育工作者進行評量時，便應考慮與教學時一致的表徵方能獲致共同的目標。另一方面，建構主義的教學強調教學應奠基於學生的

先備概念，但由於電流抽象、動態的複雜特質，當教育工作者欲探討從未學習過電流之學生的先備概念時，常會因為學生的年齡較小，文字理解情形較弱，而不易獲得學生的先備概念。此時，動態表徵的呈現，便可能協助學生理解題意，而幫助教育工作者瞭解學生的先備概念。雖然外在表徵在評量中扮演了重要的角色，但有關外在表徵，特別是將動態表徵運用於評量時，學生可能會有怎樣的認知行為，我們則瞭解得不多，因此是值得加以研究與探討的重要議題。

最後，即時回饋系統（Interactive Response System, IRS）已被廣泛運用在教室中的形成性評量，以協助教師於教學前快速獲得學生的先備概念，或於教學中、後瞭解學生們的學習狀況（Kay & LeSage, 2009; Liu, Liang, Wang, & Chan, 2003）。而IRS其中一個特性，便是可以結合多媒體以呈現動態的特質及變化多端的視聽效果。若沒有IRS的協助，欲運用動態表徵進行形成性評量，僅能將學生帶到電腦教室中進行一人一臺電腦的施測。以目前國中小的設備，以及教學時數的緊湊程度而言，欲達到一人一機、隨時在電腦教室中施測，實為不易。相對地，運用動態表徵結合IRS在原班級進行相關形成性評量，在現今國中、小的教學環境中則較為可行，故而研究者將電流於簡單暨

串聯電路中流動的動態表徵設計到測驗的答題內容，並以IRS作為測驗答題的工具。但值得注意的是，動態表徵結合IRS可能對學生的答題行為產生複合效應。因此，研究者雖關注動態表徵對於學生答題行為的影響，但不排除IRS亦會對學生答題產生效應，故而本研究乃針對此一特殊的評量方式進行實驗設計。據此，本研究之研究目的有二：其一為診斷五年級與七年級學生於簡單暨串聯電路一主題中所持有的心智模式及另有概念；再者，則初探動態表徵結合IRS，對於診斷學生簡單暨串聯電路另有概念之答題類型及態度的影響。研究者希望藉著研究目的一與二的比較，協助我們初步比較同一群學生於不同方式（靜態圖文vs.動態表徵結合IRS），但內容相近之測驗的作答情形；而第二個研究目的，研究者則希望能拓展我們對不同測驗方式，特別是表徵形式對相異群體學生作答情形影響的理解。

根據上述研究目的，本研究詳細的研究問題如下：

一、五年級與七年級學生於簡單暨串聯電路一主題中所持有的心智模式分別為何？

二、動態表徵結合IRS對於診斷五年級與七年級學生簡單暨串聯電路另有概念之答題情形的影響分別為何？

（一）五年級與七年級學生於診斷式測驗前測之得分情形分別為何？