

壹、緒論

許多研究指出，學生在接受教學前，對科學知識已有其獨特想法。這些想法大多與科學家所認同的概念不一致，且受到日常生活經驗、感官直覺、社會文化、媒體等影響，因而根深柢固，不易改變，進而影響學生對科學概念的學習 (Hammer, 1996; Treagust, 1988)。有些學者將此種想法稱為「另有概念」(alternative conception) (Thomaz, Malaquias, Valente, & Antunes, 1995; Wandersee, Mintzes, & Novak, 1994)，與另一個常用名詞「迷思概念」(misconception) 相較，「另有概念」一詞，價值判斷的意味較少，較為尊重兒童的想法，而研究者亦認同此理念，而以「另有」的精神，統稱學生與目前科學社群觀點不同，且不易概念改變之各種答題類型。

許多教育工作者都致力於探查學生的另有概念，希冀奠基於學生的先備概念之上，設計適切的教學協助學生概念改變 (例如：許瑛珺、謝惠珠，2004；盧秀琴、黃麗燕，2007；Chiu & Lin, 2005)。幾種常用以診斷的方式，包括晤談、選擇題、二階層診斷測驗 (two-tier diagnostic instrument) (Duit, Treagust, & Manfield, 1996; Wandersee et al., 1994) 及繪圖 (Çepni & Keleş, 2006) 等。其中，晤談最能深入得知學生的想法及理由，但因耗時費力而無法蒐集大量樣本；而選擇題雖能於資料蒐集上達省時省力之效，卻無法獲知學生選擇某一選項背後的原因。目前，繪圖題與二階層診斷測驗是較有潛力運用於大樣本測驗中，又能獲知學生答題理由的折衷方式。然而，這兩種方式亦有其限制。舉例而言，繪圖題較適合表現空間相關的概念問題，例如：電流方向 (Azaiza, Bar, & Galili, 2006; Magnusson, Boyle, & Templin, 1997)、原子結構 (邱美虹、高淑芬，1999) 等，因而欲測驗之主題便有所限制。而二階層診斷測驗，由於從選擇題變異而來，因此仍存有選擇題本質上的缺點，例如：難以區別學生的正確答案是起因於猜測還是真正理解？而錯誤答案是源於知識缺乏或是另有概念？由於不同的答案類型，在教學上的建議並不相同：真正理解意味著教師毋須在此概念上加強教學，但若學生是猜對的，則除了需要教學外，測驗設計可能也要修正，以降低猜答情形；知識缺乏可透過爾後的教學及學習彌補，而另有概念則可能需要設計認知衝突等概念改變教學 (Hasan, Bagayoko, & Kelley, 1999)。因此本研究認為，一份好的另有概念診斷工具，應能協助教師釐清學生各種答題類型的真正意義，方能「對症下藥」，設計最有效的教學。據此，本研究參考心理學領域信心評估的研究 (Pugh & Brunza, 1975; Stankov & Crawford, 1997)，嘗試藉由學生後設認知，將之融入繪圖題及二階層診斷試題，以改進過去國內常用以診斷跨年級學生簡單暨串聯電路之另有概念及心智模式的「簡單暨串聯電路診斷測驗」(林靜雯，2006，2008；林靜雯、邱美虹，2009；林靜雯、吳育倫，2011；林靜雯、吳育倫、林燕青，2011) 之信度，並依據研究結果對相關教學提出適當的建議。

另一方面，過去研究著重於探討在某特定主題中，形成另有概念的普遍來源，其所含括的尺度與範圍較大，鮮少針對該主題裡的某個特定另有概念的影響來源進行調查。Lin 與 Chiu (2007, 2010) 曾採質性晤談方式進行，但礙於少數晤談資料而較難推論到大樣本，因而對教學設計之實質回饋有限。由於影響概念之來源極為多元，每個學生概念形成的經驗亦多所不同，質性晤談的確是獲得另有概念形成來源的最佳方法，然而，另有概念與一般概念有別，具有普遍性，因此，影響另有概念之來源，亦應具有某種程度的雷同性，奠基於這些共通性來設計教學，相信最能事半功倍地協助學生概念改變。因此，大規模概念來源之調查，實有其必要。

有鑑於此，本研究以容易產生學習困難的簡單暨串聯電路概念為主題，分別以接受電路課程前之三年級學生與接受課程後之五年級學生（以下簡稱跨年級學生）為研究對象，進行跨年級調查，測驗之設計嘗試於繪圖題與二階層診斷試題中納入答題信心及概念影響的來源，以診斷跨年級學生於簡單暨串聯電路一主題中，真正理解、猜答或知識缺乏、另有答題類型的情形。此外，為深入獲得這些答題類型及影響來源比重背後的機制，研究以大樣本量化施測及較小樣本一對一晤談的方式同步進行，資料相互對照以歸納結論。綜上所述，本研究詳細研究問題如下：

一、跨年級學生於簡單暨串聯電路一主題中，各種答題類型與答題信心之表現為何？

二、影響跨年級學生於簡單暨串聯電路一主題中，正確答題（含真正理解與猜答）與典型另有答題類型的來源為何？

貳、文獻探討

一、二階層診斷測驗

關於如何獲得學生對某一事物或現象的概念或想法，過去研究大多採用個別晤談（e.g., Osborne & Gilbert, 1980）或選擇題（e.g., Engelhardt & Beichner, 2004）方式。其中個別晤談耗時、費力、不易推論，且繁瑣過程易使受試者感到不耐；而選擇題雖能克服晤談的不便，但卻無法深入瞭解學生對概念的解釋或理由。

針對上述限制，目前於科學概念研究裡較常使用的評量方式為 Treagust (1988) 所發展的二階層診斷測驗。該測驗形式是一種雙層式選擇題。第一層評量學生對現象的描述或事實性知識，第二層則探查學生對事實性知識的進一步解釋。二階層診斷測驗含括選擇題及晤談法的優點，提供大量施測的便利性，並協助教師瞭解學生可能的另有想法分布情形及這些想法背後的理由（Chu, Hwang, Tsai, & Tseng, 2010），有助於科學教育研究者進一步奠基於學生想法，設計相應的課程與教材。

但二階層診斷測驗畢竟仍是選擇題方式，難免承繼選擇題的缺點，造成學生可能會有猜