

## 壹、前言

數學是使用符號語言進行數量、結構和變化等概念進行知識建構的學科，屬於形式科學的一種。也因為如此，需要透過抽象化和邏輯推理等認知活動的進行，往往才能夠具體化計數、計算、量度和對物體形狀及運動等抽象和應用的理解。而數學被廣泛地應用在各領域，如科學、醫學和經濟學；由此可見學習數學的重要性，尤其需要從小即培育學童對於學習數學有強烈的動機和興趣。

歷來我國皆非常重視數學的基礎教育，在九年一貫課程中便強調以學習者為主體，且明定國民教育數學課程的目標，強調下列理念的落實：一、數學能力是國民素質的一個重要指標；二、培養學生正向的數學態度，了解數學是推進人類文明的要素；三、數學教學（含教材、課本及教學法）應配合學童不同階段的需求，協助學童數學智能的發展；四、數學作為基礎科學的工具性特質（教育部，2008）。對於國民小學（以下簡稱國小）一年級生初學數學階段，理解數與量的概念和掌握數與量之運算過程是最重要的基礎學習任務，也是影響以後學習數學成功關鍵之重要因素（Holloway & Ansari, 2009），因此，許多研究從認知層面強調協助學童學習數學時，提供知識建構環境的重要性（Dunleavy & Dede, 2014; Pea, 2004; Roschelle et al., 2010; Vygotski, 1980）。同時學界也極力導入數位科技以協助學童基礎能力的建立，發展了許多應用於教學現場的學習系統、教學機制與相關理論。

遊戲式學習是近幾年於教育界和研究領域非常重視的一環，主要是透過遊戲活動與學習內容的結合，可於學習過程中誘發學習者的學習動機（郭昕周、林華、周倩，1998；Van Eck, 2006），且提升學習者的問題解決、創造思考、推理和批判思考等能力（朱浚維，2013；蕭顯勝、李貞穎、洪琬諦，2009；Papastergiou, 2009）。遊戲教學法可運用於不同領域的教學，若要達到學習成效則不僅需具備趣味性、挑戰性等特質，也須包含學習內容，以從中誘導學習者產生適當的學習能力及反應，使其從遊戲活動中得到有效的學習且達到教育目標（Chuang et al., 2012）。一些研究已於數學學習中導入遊戲活動，例如饒見維（1996）的研究顯示，將數學學科的教學活動轉變成以遊戲進行的教學方法能讓學生在進行選擇和決定的過程建構概念性知識，同時也讓學習者由主動參與的知識挑戰活動中得到學習的樂趣。Chang、Wu、Weng與Sung（2012）的研究將遊戲情境融入於小學生學習數學的問題解決過程中，結果顯示當參與者在學習活動中沉浸程度較高時，其問題釋出和問題解決能力的表現也較高，且對於低成就的學習者具有提升問題解決能力的效果。而遊戲進行時所導入的多媒體動畫，往往能夠結合情境和人物的設計，

以故事化呈現內容，讓使用者能更為融入於遊戲之中，加深他們對遊戲過程與內容的理解，達到遊戲動機提升及遊戲沉浸的目的。過去多媒體動畫已被廣泛應用於電腦輔助學習的數位教材中，成為電腦輔助教學（computer-assisted instruction, CAI）中的重要元素之一。以Rodicio與Sanchez（2012）的研究為例，其系統明確展示了如何將多媒體動畫與其他學習策略活動進行包裝以支援學習活動，並獲得顯著的成果。

近年來因科技蓬勃發展而備受矚目的另一項數位科技是擴增實境（augmented reality, AR），以AR支援的人機互動也被應用於日常生活和學習活動。AR技術可以透過虛擬影像和實體情境的重疊體驗，讓無法親身經歷或親臨場域的使用者獲得現場般的體驗（Billingham, Grasset, & Looser, 2005）。AR提供的人機互動，不僅能夠呈現2D影像，且能夠呈現多媒體動畫影片，也因此提供使用者多重感官刺激的模擬情境。以Kesim與Ozarlan（2012）的研究為例，即應用AR的成像技術以虛擬方式重疊至真實場景，協助學生學習抽象概念的知識。而Dunleavy、Dede與Mitchell（2009）則是探討教師與學生對於AR應用於學習活動的反應，該研究對象以美國東北部三位六年級、七年級與十年級學生進行質性案例研究，結果顯示，教師和學生們認為導入這類的學習環境有助於他們更專注於互動、情境和協同學習。此外，研究亦顯示應用AR於學習活動更有助於學習者經歷情境式學習來滋長知識建構的經驗，且由於AR能夠將實際資訊以虛擬方式重疊至真實場景，因此應用AR於學習活動中有助於學習抽象概念的知識（Kesim & Ozarlan, 2012）。例如Leitão、Rodrigues與Marcos（2014）的研究以8~10歲的小學生學習幾何為主題，透過AR技術提供學習環境輔助學生學習幾何體的頂點、邊和面之特性，和讓他們熟悉相關之專有名詞。

上述的研究雖顯示了數位科技對於提升學生學習成效上的優勢，但這些研究對象對於資訊科技的運用、概念的自我建立、相關應用的理解、認知發展程度及知識建構與小學低年級的學童之能力與特徵不盡相同。以小學低年級建構數與量的概念為例，著重於早期數字概念的發展和教材的關聯與重要性，數量和學習內容彼此間的互動，量測、資料和運算的意義等。在建構實際量化彼此間的概念時，須透過物件的輔助，以建構數數、數字順序和運算認知等（Dunleavy & Dede, 2014）；也因此教學方面往往透過手指與可具體化物件為輔助教具以演繹給學童觀看（Leitão et al., 2014; Squire & Klopfer, 2007）。這些研究顯示對於小學低年級學童更需要從視覺發展結合認知發展，協助學童學習抽象概念時的知識建構。此外，過去的研究雖亦提及應於幼童學習時導入數位科技以輔助知識及認知的建立（Gialamas & Nikolopoulou, 2010; Haugland & Wright, 1997; Huang, Huang, & Tschopp, 2010; Keller,