

## 壹、研究背景與目的

學生學習時，同儕之間或是師生之間透過相互的對話、溝通意見、經驗分享，探索相關數學知識，不但能讓學生監控彼此的想法與解題的歷程，更能有助於發展批判性思考、高層次認知及解決問題的能力。對話教學近年來在數學教學與科學教學中頗受重視，核心概念是教師有效運用提問與對話，從學生的回答蒐集證據，作為調整教學之依據，並將評量嵌入於教學中（張景媛、鄭章華、范德鑫、林靜君，2012）。教師於課堂中大多詢問低層次思考之問題，學生僅需回憶事實、規則及程序，較少出現高層次或後設認知問題（Ai, 2002; Graesser & Person, 1994; Sullivan & Clarke, 1991）。師生對話常以一問一答的方式快速進行，教師常未能給予學生充分的待答時間，就緊接著詢問下一個問題，此種現象不僅存在於西方的課堂中，也存在於臺灣的課堂中（張景媛等，2012；Black, Harrison, Lee, Marshall, & William, 2002）。

專家教師進行教學思考與決定時，能從學生的需求與角度思考教學活動，隨時調整教學活動適應學生的學習狀態（Westerman, 1991），如能讓電腦模擬專家教師之對話，將能促進學生的學習成效，類似的系統已被開發運用，如智慧家教系統。VanLehn（2011）的研究指出，真人學科專家家教與智慧家教系統之間的教學成效並沒有顯著差異。科技輔助學習能拓展數學學習機會，如何善用數位科技於數學學習場域中，已成為數學教育的研究重點。

臺灣的八年級學生在全國學生學習成就評量表現的測驗中，能理解畢氏定理（Pythagorean theorem）及其應用之能力指標（8-S-08），答對率是53%（國家教育研究院，2014）。課程綱要中建議由面積的概念引入畢氏定理的證明過程，但相關的練習題目皆是使用代數式的操作進行運算，而畢氏定理在國中課程的學習，除了兼具代數與幾何的學習之外，更可延伸至推論與論證，例如，高中的餘弦定理需仰賴畢氏定理或由直角三角形的面積關係引入（郭耕汎，2011），課程地位十分重要，因之，本研究選擇幾何能力指標中的畢氏定理作為研究內容。

在畢氏定理證明中，學生透過各種不同的推理過程洞察直角三角形的性質，而其中推理的過程也支持構圖，如作各邊上的正方形，而構圖的過程能讓學生了解圖形從何而來或其結構，進而支持學生對於圖形視覺化的歷程（許舜淵、胡政德，2014）。多數科技融入幾何學習的方案，主要著重於提供動態幾何物件讓學生經由視覺化歷程支持推理歷程，如使用度非常廣泛的GeoGebra，2009年之後約有22篇碩士論文是使用GeoGebra促進數學教學，但仍有許多教師認為運用資訊科技輔助

數學教學是十分困難的，而學生可能花太多時間於盲目探索，卻沒有達到預期的教學目標（許舜淵、胡政德，2014）。在科技融入幾何學習的過程中，如何有效引導學生探索，達到預期的教學目標，是一仍待探索之議題。

本研究結合數學的教學理論開發對話式智慧家教系統，藉由科技之優勢，透過學生與電腦代理教師對話，讓每位學生都能有機會參與數學，不再因學習落差而成為教室中的過客，甚至回家也能學習；教師能藉由科技儲存資料與快速分析之優勢，充分掌握每一位學生的學習狀況，良性循環將能讓每一位學生有機會因接觸數學而喜歡數學，提升數學素養。目前智慧家教學習系統在國外已廣泛應用於電腦資訊、物理學、生物學、閱讀理解、批判性思考等領域（Graesser, Penumatsa, Ventura, Cai, & Hu, 2007），而Ma、Adesope、Nesbit與Liu（2014）經由後設分析，檢視智慧家教學習系統之成效，結果顯示其教學效果優於「沒有教學」、「團班教師教學」、「非智慧家教系統的個別化電腦教學」及「使用教材或學習單的個別學習」，但與小團體及一對一學科專家教學在成效上沒有顯著差異。

儘管已有多項研究顯示，智慧家教學習系統具有教學成效（Ma et al., 2014），但此種對話式家教系統應用於數學學習仍不多見，而數學科的科技輔助系統著重於學生自己動手，透過電腦介面呈現不同表徵幫助學生學習數學，過程中常需獨自摸索，而無法聚焦於學習內容，本研究設計一對一畢氏定理對話式智慧家教系統，主要特色是設定專家對話腳本，透過電腦代理教師評估回饋，給予學生適性學習機制，達成有效數學教學目標。一對一是指一位電腦代理教師對一位學生，本研究目的是建置國中一對一畢氏定理對話式智慧家教系統，使用此系統進行實地實驗，採團班教學方法之班級作為控制組進行比較，以評估兩種教學方式的教學成效差異，驗證「畢氏定理」之對話式智慧家教系統的成效。本研究問題如下：

一、使用一對一畢氏定理對話式智慧家教系統之實驗組學生和團班教學方法的控制組學生，在畢氏定理的學習成效是否有差異？

二、高中低能力的學生使用一對一畢氏定理對話式智慧家教系統，在畢氏定理的學習成效為何？

三、學生對於使用一對一畢氏定理對話式智慧家教系統之回饋為何？

## 貳、文獻探討

本研究主要目標是以國中教材畢氏定理為內容，設計對話式智慧家教教學系統，核心成分包含教學理論、畢氏定理的學科本質，以及數位科技之運用。文獻探討首先說明對話式智慧家教系統和科技優勢幾何學習，說明目前科技融入幾何教