

緒論

閱讀是重要的學習途徑，學習幾何證明往往始於閱讀與仿做已經完成的證明。閱讀幾何證明涉及圖文解碼、圖文整合、閱讀理解、邏輯推論等認知活動，學生閱讀理解幾何證明有相當的難度，而探討幾何證明閱讀的理論與實徵研究將有助於對這類特殊文本閱讀歷程的瞭解與教學。現有的文獻包括探究閱讀幾何證明的認知成分特徵（Heinze, Cheng, Ufer, Lin, & Reiss, 2008; Lin & Yang, 2007）、錯誤解讀幾何證明的類型（Yang, Lin, & Wang, 2008），或者探討不同數學能力或不同閱讀理解能力受試者在幾何證明閱讀理解表現上的差異（左台益等，2011）等議題。

過去評量幾何證明的閱讀理解常採測驗（左台益等，2011；Yang et al., 2008），對於幾何證明閱讀理解的歷程也是以測驗、訪談、自陳報告等方式加以推論。然而，細緻的認知歷程經常無法單以最終的測驗結果展示，也未必為個體所能覺知而加以報告。本研究透過眼動追蹤技術分析受試者閱讀時的眼動型態，以探究閱讀幾何文本時圖文整合的認知歷程。另一方面，以往幾何證明閱讀理解的研究多以Duval（1995, 1998）所提出的幾何證明閱讀理解為理論基礎，但對於該理論中所提及的視覺化與推理歷程的探討，並無直接的實徵資料加以佐證和闡釋。因此，本研究將透過眼動資料的分析，探討幾何證明閱讀歷程中的視覺化及推理活動。

幾何閱讀的眼動文獻不多（陳琪瑤、吳昭容，2012；Epelboim & Suppes, 2001; Lin, Wu, & Sommers, 2012），其中，陳琪瑤與吳昭容（2012）以大學生的眼動資料指出，幾何證明讀圖凝視時間約占總時間的50%，遠高於科學文本或廣告等圖文閱讀的20%~30%（簡郁芩、吳昭容，2012；Rayner, Rotello, Stewart, Keir, & Duffy, 2001），顯示幾何圖形之於幾何證明閱讀的重要性。此外，該研究亦將幾何證

明的凝視時間畫分為初始理解（initial comprehension）與回視（re-reading）兩階段，以對應 Duval（1998）所提出的視覺化（visualization）與推理（reasoning）兩個認知活動。其研究結果顯示，幾何圖形著色可降低初始理解時間，卻不影響回視時間，初步驗證初始理解與視覺化歷程的關係。

本研究比較不同類型幾何文本的不同眼動指標，用來探究幾何閱讀中視覺化與推理的認知成分。參考陳琪瑤與吳昭容（2012）的發現，本研究除了以幾何證明為閱讀材料外，也採用了單純描述幾何圖形的幾何敘述，使得不同文本之閱讀任務中視覺化與推理的比重有所不同，據此對照各種眼動指標以及閱讀軌跡。所謂的「幾何敘述」，意指描述一個幾何物件之結構的語句，例如「 $\triangle ABC$ 中， $\overline{AB} > \overline{AC}$ ， \overline{PQ} 為 \overline{BC} 的中垂線，連結 \overline{CP} 。」包括了 $\triangle ABC$ 這個幾何物件，描述 \overline{AB} 和 \overline{AC} 的長度關係，以及 \overline{PQ} 在 $\triangle ABC$ 這個脈絡中的角色，並透過連結兩點而新增一個幾何元件 \overline{CP} 。幾何敘述句廣泛出現在各類幾何文本中，是建構幾何任務的基本材料。不論是闡釋幾何概念、依據定義推論幾何性質、說明幾何作圖的步驟，抑或幾何證明、幾何文字題，多數的幾何文本都包含了上述的敘述句。例如幾何文字題解題，題目中會先以幾何敘述句架構出問題脈絡，接著提供已知的數量訊息，最後提出求解的問句。而幾何示範證明，通常在題目部分以及示範證明部分也都有幾何敘述句，用來作為求證的已知條件或者論證的基礎。由於幾何證明的認知歷程是本研究的重點，而證明的題目，也就是「已知、求證」，在型態與任務上介於「幾何敘述」與「示範證明」兩類文本之間；已知求證的推理成分比幾何敘述多了一些，但又不及示範證明。因此，本研究將以幾何敘述、證明的已知求證和示範證明三類文本進行比較。此外，圖形在幾何文本中的角色相當關鍵，且視覺化歷程是本研究關注的焦點之一，所以前述三種文本都附有幾何圖形。