

第五章 結論與建議

第一節 研究結論

1. 發展與實施新順序教材時，應注意下列各階段的觀念發展，並輔以適當的教學活動：引入廣義角三角函數定義、認識六個三角函數符號的歷程、特殊化到銳角三角函數定義時，如何在各種不同擺放位置的直角三角形找到正確的邊長對應。
2. 從「學習成效」的角度來看，學習新順序的學生整體表現優於學習傳統順序的學生。學習新順序的學生在廣義角三角函數「值域」的觀念上表現顯著優於傳統順序的學生。
3. 在「數學態度」上，關於學習三角函數的困難，學習新順序的學生對『三角函數』單元的記憶負擔感覺比較少，且主動表達正面態度的比例較學習傳統順序的高。
4. 學習新順序的學生在「學習遷移」的表現上，整體成功率較高，且在品質上有下列特點：
 - (1) 能自行產生「平移、旋轉、鏡射的思維方式」的遷移；
 - (2) 在「將角度或三角形疊合」的遷移表現優異。

第二節 研究建議

1. 後續研究方面

- ◎ 可以延長實施教學的時間：本研究實施教學的時間較短，考量到學生必須沒有學過三角函數的背景，教學時間和課間測驗的時間必須在寒假中進行；又限於人力，教學時間規劃在五天之內共十個小時完成，學生在學習的歷程受到壓縮下，若干問卷的題目中受到當下教學內容的干擾情形嚴重，此為一缺憾。同時，若在正常上課時間進行同一實驗，時間可以延長，對於學生學習的歷程，有何影響，是未來可以深入探討的方向。
- ◎ 觀察的面向可以增廣：本研究由於施測時間有限，對於兩組學生在認知上可能產生的差異並未深入研究，例如：三角函數的解題中，學生連結的強弱、喚起的圖形、解題策略…等的差異，在本研究中並未詳細探討，希望將來能繼續研究。
- ◎ 應用到其他程度的學生是否可行：本研究的樣本為數學程度較佳的高中生，在學習態度和先備知識方面表現良好，所以能夠有不錯的成就測驗結果與順暢的教學過程，若應用到其他程度的學生，這個教學計畫可能要再做修正，才能符合學生的學習需求。而其效應如何，本研究沒有辦法回答，有待後續再做研究探討。

2. 數學教育的教學面向

- ◎ 實驗結果顯示，新順序教學在這一些學生身上是可行的。也就是說，在他們的學習中，先學習廣義三角函數這個較大、較難的框架之後，再特殊化到銳角部分，其整體的學習時間和內容都與傳統順序相同時，原有的銳角迷思不見了，且所遇到的認知困難是比較少的，顯示本研究的假設獲得印證。
- ◎ 如果教師們想試用新順序的教材，建議注意下列事項：
 - (1) 學生的先備知識是否具備且完善？例如比和比值、計算能力、函數觀念等概念。

(2)應比本研究所花的教學時間為長，建立好學生的每一個基本概念，再進行下一段教學。

(3)進入銳角三角函數時，應有適當的活動，發展學生對於不同角度方向的直角三角形中的銳角，都能對應到第一象限，順利使用廣義角函數概念來類化。

◎ 從教材的角度來看，本研究的發現是針對銳角三角函數到廣義三角函數之間的過渡，對於三角函數後續其他單元的學習是否有直接的正面影響，仍不得而知。這是因為，高中教材的三角函數單元後續有正餘弦定理、測量問題、和角公式、和差化積公式、棣美弗定理，都有材料上的特殊性和學習上的困難點(李昭慧, 2000; 蕭宇凱, 尚未公開發表)。但研究者相信，在經過新順序的學習後，廣義角三角函數不會再受銳角的干擾，這可以提升後面單元學習時的先備能力，幫助降低一些學習困難。