

3 研究方法

本章旨在說明本研究方法與進行的程序。分為以下四節：第一節為「研究設計」，第二節為「研究對象」，第三節為「研究工具」，第四節為「研究步驟」。

3.1 研究設計

本研究的目的是要了解高一學生於「複數與複數平面」單元教學完畢後，解題時常發生的錯誤為何？並將這些錯誤整理、分析、歸納，探討發生錯誤的主要原因。再根據這些錯誤的原因，設計補救教學課程，以進行補救教學活動，並分析補救教學活動的成效。希望能增進學生本單元的學習成效，並作為教師們進行本單元教學，或補救教學時的參考。

為了確實瞭解學生解題時發生錯誤的原因，歸納錯誤類型階段分成兩方面進行。首先，藉由研究者自編「複數與複數平面單元解題測驗卷」，以團體方式實施紙筆測驗，蒐集學生的解題策略與形成錯誤之原因及類型。再經由面談的過程，進一步瞭解學生解題時的想法及運算過程與犯錯的原因。

面談時佈置良好不受打擾的環境，讓學生在輕鬆自在、沒有心理負擔的情況下接受面談。面談採非結構性訪問(Unstructured Interview)的方式進行，此種訪問具有彈性，並不事先預設發問的內容，或侷限於某些問題，且很少限制回答者的答案。詳細詢問學生解題時的想法與思考過程，儘量拋出問題，讓學生暢談，鼓勵學生自由表達自己的觀點。面談時若有特殊的解法或錯誤型態，將於面談過程中寫出類似的問題，並要求學生當場作答，希望能確實了解學生於解題時所擁有的概念及採用的解題策略。另一方面，面談過程全程錄音，事後再將錄音的內容轉成文字稿。研究者再綜合學生的紙筆測驗、及面談的訊息，整理所有資料，深入分析學生解題時的想法，歸納出主要的錯誤類型，並探討學生犯錯的原因。

針對學生的主要錯誤類型及犯錯原因，研究者再編製教材，搭配電腦軟體 PowerPoint 及 GSP 進行補救教學活動，並於補救教學活動後實施測驗，測驗結

果以統計軟體分析成效。希望能藉此導正學生在「複數與複數平面」單元的解題錯誤與迷思，並作為高中數學科教師教授本單元時，改進教學策略的參考依據，以增進教學成效。

本研究的施測試題須經二次預試，並針對難度及鑑別度不適當的試題予以修改，且內部一致性係數達 0.9 以上，才對學生實施前測。再根據學生前測解題過程，及對學生實施面談的資料，將所犯錯誤予以歸類，具有質化的特性；另一方面將學生的作答情形予以量化，依統計方法進行分析，以判定補救教學是否具有成效及其保留效果是否良好？所以本研究的特色是具有完整的程序，採質化與量化混合模式同時進行。

3.2 研究對象

由於本研究分為二個主要階段進行，為了方便後續研究的進行，第一階段研究對象是由研究者任教的學校—北區某縣立高中，於96學年度第1學期選出二個高一班級及北區某國立高中一個高一班級，共125名學生作紙筆測驗，並挑選適當的學生實施面談，以瞭解學生在「複數與複數平面」單元主要的錯誤類型及犯錯的原因。為求有效的配合與支持，研究的班級及學生並非隨機抽樣，而是商請肯配合的班級支援。本研究所採用的樣本基本資料如表 3-2-1 所示：

表3-2-1 研究樣本基本資料

施測班級代號	A	B	C
人數	43	40	42
基測數學最高分	50	60	54
基測數學最低分	19	24	21
基測數學分數平均	36.3	38.5	34.5
基測數學分數標準差	6.9	7.5	7.6

第二階段為研究者根據前一階段所歸納出高一學生在「複數與複數平面」單元解題時，常出現的主要錯誤類型及形成原因，編製補救教學活動教材，由研究者任教學校的二個班級(A、B班)實施補救教學活動，所以研究對象為A、B二班共82位學生(A班一位學生於補救教學前休學)。

3.3 研究工具

為能達成研究目的，本研究需利用下面幾項研究工具。茲將內容說明如下：

(1)複數與複數平面單元解題測驗卷：由研究者自行編製，用來分析學生於本單元教學完畢後，其解題常犯的主要錯誤類型及犯錯的原因。為了使試題具有效性及代表性，所以試題的來源是多方面的。原始試題編製係參考：

<1>文獻資料。

<2>各家出版社高中數學第一冊教科書與教師手冊。

<3>校內「數學科課程發展研究會」之研究內容。

<4>學校自行編製的教學講義。

<5>研究者本身的教學經驗。

並與本校多位資深數學科教師討論，最後再經指導教授的修定與指正，設計出「複數與複數平面單元解題測驗卷」，題目共 20 題，以 50 分鐘的測驗時間為主，然後實施預試。

余民寧(1997)於「教育測驗與評量—成就測驗與教學評量」一書中指出：難度分析係將受試者分成三組，得分位於最前面的一部份學生為高分組(人數介於全體受測者的 25%~33%)，得分位於最末的一部份學生為低分組(人數介於全體受測者的 25%~33%)，運用下列公式可求得某題目的難度指數及鑑別度指標：

$$P_{iH} = \frac{R_{iH}}{N_{iH}} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \text{為高分組在第 } i \text{ 個試題上的答對率}$$

$$P_{iL} = \frac{R_{iL}}{N_{iL}} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \text{為低分組在第 } i \text{ 個試題上的答對率}$$

其中， R_{iH} 和 R_{iL} 分別表示高分組和低分組學生在第 i 個試題上的答對人數， N_{iH} 和 N_{iL} 分別表示高分組和低分組學生的總人數。

$$\text{難度指數 } P_i = \frac{P_{iH} + P_{iL}}{2} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

P_i 值愈接近 0.5 時，表示該試題是難易適中。惟基於動機上的目標與若干統計上的理由，測驗中 P_i 值的範圍，介於 0.2 至 0.8 之間為宜，在此範圍之外的試題，通常要重加修改或廢棄(王文科，1986)。

$$\text{鑑別度指標 } D_i = P_{iH} - P_{iL}$$

鑑別度愈大，區分高低分組學生答對試題的功能愈好。負值鑑別度的試題，則一律刪除不用。一般來說，只要達到 0.3 或較高一點，即可被接受 (Ailken，1985)。

而信度係指該測量工具所衡量的結果是否具有穩定性或一致性。一般而言，一份優良的教育測驗至少應該具有 0.8 以上的信度係數值，才比較具有使用的價值。

第一次預試(試題如附錄一)

實施目的：了解本測驗試題的可行性。將針對難度不適合，及鑑別度太低試題做修正。修改文字用詞，使題意用詞更簡潔清楚，適合學生的程度。(預試結果詳見附錄二)

實施對象：北區縣立高中高二一個班 39 人。

測驗方式：採用集體測驗方式。

測驗時間：50 分鐘。

測驗結果：利用余民寧(1997)所編寫 `tester` 程式得內部一致性係數 (coefficient of internal consistency) 為 0.87。

第二次預試(試題如附錄三)

實施目的：了解經修改後的測驗試題的可行性。將針對難度不適合，及鑑別度太低試題做修正。修改文字用詞，使題意用詞更簡潔清楚，適合

學生的程度，並確立本研究測驗試題卷。(預試結果詳見附錄四)

實施對象：北區縣立高中高二一個班 39 人（與第一次預試不同班級）。

測驗方式：採用集體測驗方式。

測驗時間：50 分鐘。

測驗結果：內部一致性係數為 0.90。

經過二次預試，且參考相關文獻、課本、資料，研究者與本校多位資深數學教師合力多次修改，再經指導教授的指正完成正式施測試卷（試題如附錄五），因此這份測驗具有專家效度與內容效度。下表為正式施測試卷的雙向細目表：

表 3-3-1 複數與複數平面單元解題測驗卷雙向細目表

主題	學習目標	認知層次			合計題數
		知識	理解	應用	
基本概念	定義	1-1	1-2		2
	複數相等		1-3	1-4	2
複數四則運算	根式運算		2-1		1
	i 的性質			2-3	1
	四則運算	2-2,2-4			2
共軛複數	基本觀念	3-1,3-2			2
	性質	3-3	3-5		2
	根與係數			3-4	1
複數平面	求絕對值	4-1			1
	絕對值性質		4-2,4-3		2
	圖形面積			4-4	1
	與原點距離			4-5	1
	兩點距離			4-6	1
	圖形判別			4-7	1
合計題數		7	6	7	20

(2)數位器材：本研究需要下列器材的輔助。

<1>筆記型電腦：內含文書處理系統、SPSS 及 EXCEL 統計軟體、Powerpoint 簡報軟體、GSP (The Geometer's Sketchpad) 繪圖軟體，以作為文書處理、資料分析及補救教學之用。其中 PowerPoint 是由

Microsoft 公司開發，是一個簡報系統的軟體，可以呈現非常多樣的效果。後來增加了互動的功能，使得簡報呈現效果更加豐富。PowerPoint 在數學教學活動的素材設計與視覺化圖像的呈現效果精采且多元，是一個容易上手且能吸引學生注意的軟體。而 GSP (The Geometer's Sketchpad) 是一個尺規作圖功能強大的平面幾何構圖軟體。學生經由動態幾何圖形的變換及度量來描述他們所發現的幾何關係，增強開放式的猜測與研究，適合處理一些動態幾何圖形的模擬實驗與觀察，提供使用者一個最佳化的幾何學習環境。

<2>錄音筆及數位錄影機：錄音筆是要將面談過程錄音，以方便將面談過程轉為文字檔及事後的分析，而補救教學的過程則需要數位錄影機錄影。

(3)補救教學活動：本研究的目的是將學生學習「複數與複數平面」單元後，解題時容易犯的錯誤加以分類，希望藉補救教學活動改善學生們的錯誤。活動的設計原則為：

<1>盡量與圖形產生連結，並藉 Powerpoint 簡報軟體動態、可重複操作的特性，提高學生的學習興趣及增強學生的精熟度。同時利用 GSP 軌跡殘留功能，加深學生在座標幾何上圖形形成的印象，增進學生觀察學習的效果。

<2>爲了增進補救教學的效果，於補救教學結束一個活動後，立刻實施類似題練習。

<3>強化學生與根式及複數有關的運算邏輯。

補救教學活動預計時間爲二小時，必要時適度延長。共分爲六個活動，詳如第五章第一節，僅將補救教學活動設計如下表：

表 3-3-2 補救教學活動設計

主題名稱	複數及複數平面主要錯誤類型補救教學		授課教師	吳銘川
教學資源	筆記型電腦、單槍投影機、PowerPoint & GSP 等軟體、簡報雷射光筆、多色粉筆		授課時間	2 小時
教學方法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電腦輔助教學法 2. 實際操作法 			
先備知識	<ol style="list-style-type: none"> 1. 會根式基本運算 2. 會乘法公式及分配率 3. 有平面座標系概念 4. 會兩點間距離公式 			
教學目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 補救教學後，能清楚知道複數的定義。 2. 補救教學後，能活用兩複數相等的條件。 3. 補救教學後，能做正確的複數四則運算。 4. 補救教學後，能了解 i 乘冪的特殊性質。 5. 補救教學後，能明白複數絕對值在複數平面的意義。 6. 補救教學後，能靈活運用複數絕對值的運算性質，快速且正確地獲得運算結果。 7. 補救教學後，能正確地將複數對應到複數平面上。 8. 補救教學後，能解決複數平面上簡易的幾何問題。 9. 補救教學後，能將複數方程式在複數平面上形成的圖形求出。 			
教學活動	教師活動	學生活動	時間	
活動 1-3	<ol style="list-style-type: none"> 1. 喚起學生先備知識。 2. 利用 PowerPoint 作複數定義動態教學。 3. 利用 PowerPoint 作複數四則運算動態圖解教學。 4. 利用 PowerPoint 作 i 乘冪動態圖解教學。 5. 觀察學生反應。 6. 適時提出問題。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 聆聽教師講解。 2. 完成學習單上的內容。 3. 回答教師問題。 	60 分鐘	
活動 4-6	<ol style="list-style-type: none"> 1. 喚起學生先備知識。 2. 利用 PowerPoint 作複數絕對值的動態圖解教學。 3. 利用 PowerPoint 作複數絕對值運算性質的動態圖解教學。 4. 利用 PowerPoint 及 GSP 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 聆聽教師講解。 2. 完成學習單上的內容。 3. 回答教師問題。 	60 分鐘	

	作複數平面上圖形的動態圖解教學。 5. 觀察學生反應。 6. 適時提出問題。		
--	--	--	--

(4)補救教學學習單：為了使補救教學活動有更大的成效，提升學生的參與感且於課後有複習的材料，研究者另外編製「補救教學學習單」(詳見附錄六)，提供學生於每一個補救教學活動後立即練習，其內容涵蓋了上課內容所須的練習題目，希望對學生的學習有所幫助。

(5)補救教學課後意見調查表：為了瞭解補救教學活動的的學習情形，及補救教學需要改進的地方，特別編製「補救教學課後意見調查表」(詳見附錄七)，以便於補救教學後讓學生填寫。其內容包括上課的意願、上課的學習情況、對教材內容的接受度、對以 Powerpoint & GSP 作為補救教學工具的看法，以及感想與建議等。希望從學生回答的情形，讓研究者評估補救教學的成效時，能提供一些參考資訊。

3.4 研究步驟

本研究的步驟如圖 3-4-1：

圖 3-4-1 研究過程流程圖



本研究的實施步驟與過程說明如下：

- (1)文獻探討與資料蒐集：無論任何研究，閱讀國內外相關文獻與蒐集資料都是最重要的。同時應參考各出版社的教學用書，並與教學經驗豐富的高中數學教師討論，有關學生在「複數與複數平面」單元的表現與學習時易犯的錯誤。
- (2)編製施測試題與施測：爲了瞭解高一學生學習「複數與複數平面」單元後，其解題及運算常出現主要的錯誤類型及形成原因，本研究依實際的需求編製一份「複數與複數平面單元解題測驗卷」。在編製時研究者與本校數位資深數學教師多次的討論，了解高中學生複數概念的發展及運算時容易犯錯的題型，以期使測驗內容更具客觀性與代表性。研究者將所蒐集的文獻及相關資料，編製成初步的試卷。再經過二次預試，修改或更換鑑別度不足及難度不適當的試題，最後得「複數與複數平面單元解題測驗卷」一份，以供正式施測。
- (3)錯誤類型的分析與歸類：研究者於 2007 年 10 月底，以「複數與複數平面單元解題測驗卷」對三個高一班級共 125 名學生作紙筆測驗，並挑選適當的學生作面談。統計所有學生在「複數與複數平面單元解題測驗卷」中每一題的答題情形，包含答對率、空白率。並對每一題的答題錯誤情形進行編碼，歸納學生的解題錯誤類型，並統計各錯誤類型的人數。再由學生作答過程，搭配與學生面談時的了解，以釐清學生在「複數與複數平面」單元教學完畢之後，其解題時常犯的主要錯誤類型與犯錯的原因。
- (4)補救教學活動：研究者依據學生「複數與複數平面」單元解題時常犯的主要錯誤類型，設計以 PowerPoint & GSP 爲輔助工具的補救教學活動，並於 2007 年 11 月底實施補救教學。整個活動的過程，研究者請同事幫忙，利用數位攝影機將教學活動攝影。並於補救學活動後，請學生填寫「補救教學課後意見調查表」，且將其資料統計整理，以利後續研究工作

及補救教學活動的檢討。

- (5)實施後測及成效分析：約於補救教學活動一週後實施後測，將學生的作答情形，包含空白率、答對率，以整份試卷或個別試題做統計檢定，並於需要時對部分作答情形較特殊的學生實施面談，以判定補救教學活動是否具有成效。並針對後測情況，提出分析或解釋。
- (6)實施延後測及成效保留分析：約於後測結束後一個月進行延後測，將學生的作答情形與後測的成效做相關性及差異分析，以評估補救教學活動成效在學生方面的保留效果。並於需要時對後測、延後測差異較大的學生面談，了解造成此一結果的原因。並針對後測、延後測差異情況，提出分析或解釋。
- (7)綜合分析報告：這是本研究的最終、最為關鍵的階段。研究者將依據前面的研究過程、資料的分析，並透過反覆的省思、修正，使研究結果逐漸成形。

