

書脊

報告封面

國立中正大學 109 學年度第 1 學期
深耕計畫補助創新教學成果報告

國立中正大學深耕計畫創新教學成果報告

數學理論型課程的教學法-前導計畫

計畫主持人：王琪仁 助理教授

國立中正大學數學系




中華民國 109 年 12 月 31 日

目錄

- 執行成果報告表 p.2~3
- 年度計畫執行內容與成果說明 p.4~20
 - 計畫構想。 P.4
 - 計畫目的。 P.4
 - 計畫實施方式。 P.5
 - 計畫具體成果。 P.10
 - 計畫自我總評。 P.15
 - 計畫執行建議回饋。 P.18
 - 計畫執行影像集錦。 P.20
- 附件 電子檔
 - 附件一：計畫申請書
 - 附件二：課程大綱
 - 附件三：課程資料（學前測驗、小組學習單、小考 Quiz、Test、Homework、
期中期末省思、教室日誌）
 - 附件四：上課實況錄影（由教發中心提供）
 - 附件五：創新教學課程意見調查表（由教發中心提供）

國立中正大學 109 學年度第 1 學期深耕計畫補助創新教學成果報告表

執行單位	數學系	分項計畫	1-2 精進教學及學習 支持系統
計畫主持人	王琪仁		
計畫聯絡人	王琪仁		
計畫名稱	數學理論型課程的教學法-前導計畫		
計畫成果 摘要	量化成果	<p>92.3%的學生同意小組合作學習對個人的學習有進步。</p> <p>比較講述法與小組合作學習法，38.5%沒特殊喜好、38.5%比較喜歡小組合作學習法、23%喜歡講述法。</p> <p>說明與結論：對於步驟較不繁瑣的題目，小組合作學習法的確能引起大多數同學的學習熱忱，並且與全組一起成長，享受做中學的樂趣。仍需要針對步驟繁瑣的題目，再次思考教學策略與方法。</p>	
	質化成果 (1000 字以內)	<p>本計畫具體成果有三。</p> <p>一、實施小組合作學習對班上多數學生數學上的成長有助益。</p> <p>二、在較困難的證明題時需再做教法上的改變。</p> <p>三、蒐集多數學生在本課程的學習歷程與學生端給予的課程改進建議。</p> <p>多數學生在課程初期所撰寫的定理證明論述常有缺失。經過長期的小組合作學習後，多數學生逐漸可以進行較有數學邏輯的推理，逐漸開始檢查所有定理條件，逐漸習慣抄寫完整的定理結論而不自行修改敘述。交白卷的狀況大幅減低。</p>	

<p>成果照片與說明 (請放置辦理活動及購置設備之照片,至少四張)</p>		
	<p>小組合作解題</p>	<p>上台發表解法</p>
		
	<p>專題報告</p>	<p>教師講解</p>
<p>成果自評與建議 (200字以內)</p>	<p>藉由本計畫的執行獲得許多數學理論型課程重修生的寶貴訊息,可以供下次課程設計修改的參考。小組合作學習法配合翻轉教室的確對重修生的數學理論成長初期有所幫助。針對學生提出的課程改善建議,做出課程修正。在 Test 考試採用 open book 的方式,但仍由學生自行尋找解題線索。</p> <p>針對步驟繁瑣的題目,可以嘗試於學期初期先給予各步驟的提示,在學期中後段逐漸地減少提示到完全不給。</p>	
<p>計畫成果 補充電子檔</p>	<p>附件一：計畫申請書 附件二：課程大綱 附件三：課程資料光碟 附件四：上課實況錄影 (由教發中心提供) 附件五：創新教學課程意見調查表 (由教發中心提供)</p>	
<p>備註</p>		

壹、計畫構想

數學理論的證明訓練是進行數學分析的基本功，本系多數學生對數學理論型課程適應良好，在首次修習時可以通過訓練。仍有部分學生對數學理論型課程接受度不高，在首次修習時未及時調整學習方法，適應不良，無法跟上多數同學的學習步伐。

部分高年級學生於重修時因自我要求，仍可順利通過數學理論課程的訓練，可知學生只要立下決心皆可完成訓練。在學生下定決心後，我們如何協助其逐步跟上本系多數同學的學習步伐，是本計畫在探討的一個適合重修生的教學模式。

本創新教學計畫在營造一個適合重修生在數學理論型課程中的讀書環境，培養其良好的讀書習慣，協助其自我成長。

貳、計畫目標

長期計畫的目的為發展一套適合數學理論課程低成就學生的教學方法，幫助學生自我成長、實現自我目標。

此前期計畫目標一為收集數學理論課程首次修習成績不佳學生的學習歷程與外在表現。目標二為實驗小組合作學習與翻轉教室教學法並觀察其效益。下一期計畫為依據此歷程，加以修正學生學習方法與教師教學策略，並實施教學實驗。

參、計畫實施方式

課程籌備期間

課程籌備期間須先設計好課程教學與評量內容、排定各教學活動執行時間表、找助教、準備場地與器材。

1. 借 TEAL 創意互動教室。

課程需要小組討論與發表的場地，因此商借通識中心的 TEAL 創意互動教室。該教室具備有十多個小組(每個小組九人)的討論桌與電腦，每組旁邊有投影幕與黑板，可供學生觀看教材與書寫，亦可以使用實物投影機輔助小組當場展現本節課完成的學習單，並向全班發表。

2. 設計個人質性化資料。

課程知識學習前與學習後的測驗內容。期中期末省思的報告與問卷內容。個人學習歷程資料收集。

3. 規劃課程進度。

由於本次做創新教學實驗，尚不知教學速度的快慢，因此課程內容必須可以隨時調整。將課本章節分類為重要(重要的定義、定理或是課程後段需要的知識)與次重要(相關定理但課程後段暫不需要，或是連結到更深入科目的內容)，以便彈性調整章節。

4. 準備錄影器材。

108 學年度下學期恰逢全國學校推廣遠距教學，老師已具備相關課程錄影技能。

課程設計

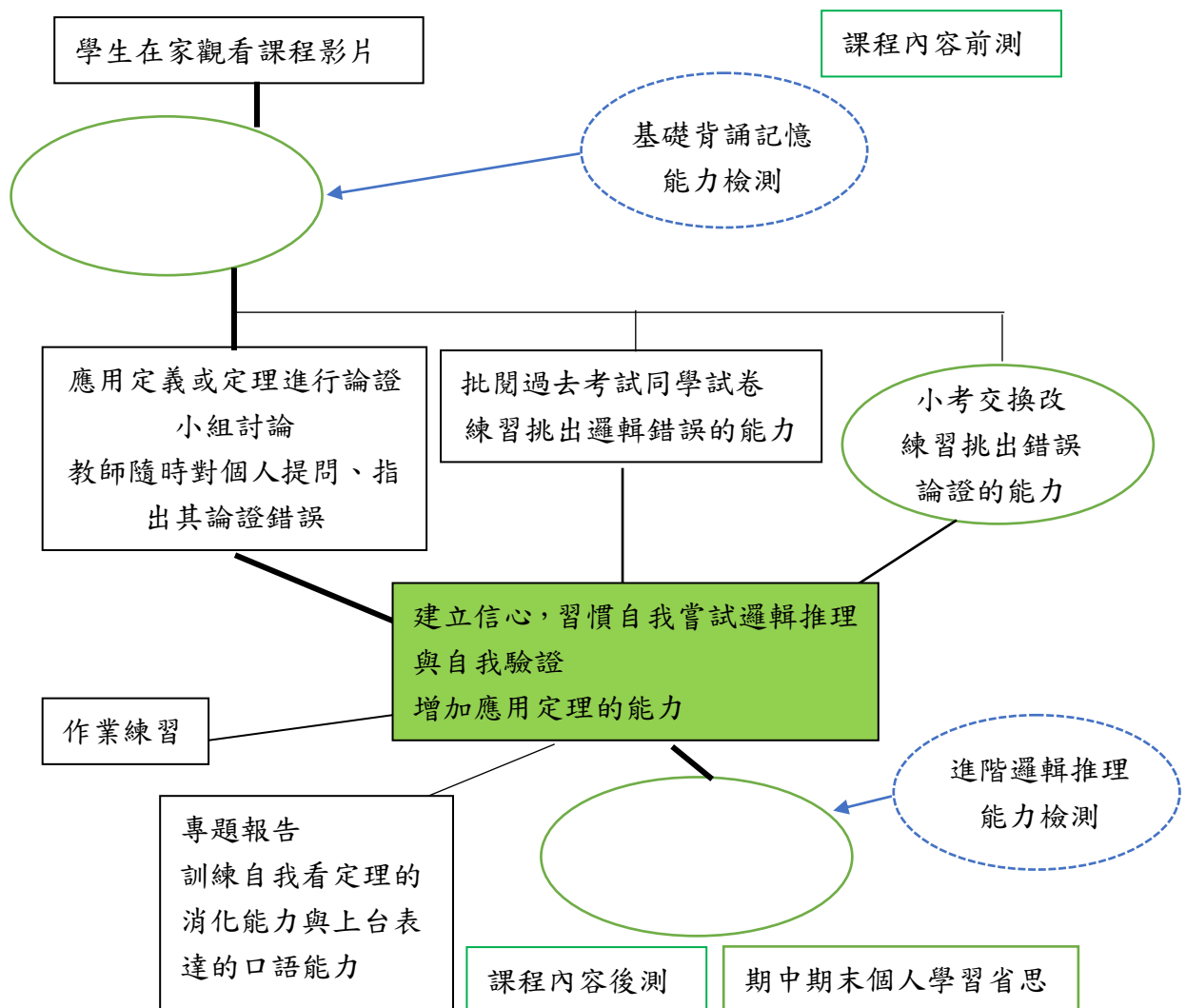
課程包含下列項目：

教師端：(一)錄製講述式課程內容。(二)蒐集學生學前學習效果與學習

歷程。(三) 設計小考與Test檢測學生學習成果。(四)課程中協助學生成長。(五)調整學期內容與學習活動。(六)蒐集學生修課後學習效果。(七)撰寫教室日誌。

學生端：(一)課前觀看課程影片。(二)背誦基本定理與其證明。(三)課中參與小組討論與書寫邏輯證明，並上台發表。(四)錯誤範例探討、批改同學考卷。(五)分組專題報告。(六)作業練習。(七)實際使用定理、進行邏輯證明測驗。(八)期中期末個人省思回饋。

課程設計簡圖如下。



項目解釋如下：

教師端(一)錄製講述式課程內容。預先錄製好分析性強需要重複觀看與消化的講述式數學理論內容。

教師端(二)蒐集學生學前學習效果與學習歷程。蒐集部分學生首次修課時的試卷，用以分析其前後次學習效果。蒐集學生已修習通過課程的成績與未通過課程的成績。進行前測來確定其已習得的課程內容。

教師端(三)設計小考與 Test 檢測學生學習成果。小考測驗學生觀看課前影片後，是否具備基礎的知識與理解的能力。Test 測驗學生在進行小組合作學習後，是否具備中階的應用與分析的能力。

教師端(四)課程中協助學生成長。教師於課程中，發現學生個別問題後，針對不同學生給予不同建議，並在課堂中指出個別學生的邏輯錯誤且給予改正方向。在期中期末省思回饋，給予學生個別鼓勵與指引。

教師端(五)調整學期內容與學習活動。教師隨著課程發展，選取需加入的或需回顧的課程內容，調整章節順序，增刪課程內容。

教師端(六)蒐集學生修課後學習效果。蒐集學生修課時所撰寫的各學習單、試卷，用以分析其前後次學習效果。進行後測來判斷其對本學期課程內容的熟稔度。

教師端(七)撰寫教室日誌。紀錄每節課的發現與提醒未來要改進的事項。

學生端(一)課前觀看課程影片。課前觀看錄製好的數學理論課程內容用以

預習課程。

學生端(二)背誦基本定理與其證明。課程影片中會告知本次要背的定理，須記熟其證明邏輯、手法、與步驟。從模仿厲害的作品開始學習。利用重複補考，要求學生必須要完成此模仿證明的能力。

學生端(三)課中參與小組討論與書寫邏輯證明，並上台發表。課堂中隨機分組，給予小組學習單一起合作完成題目。教師會在旁引導學生聚焦與釐清疑點。學習單題目完成後，小組上台發表解法。

學生端(四)錯誤範例探討、批改同學考卷。配合主題，教師提供真實的學生數學推理過程考卷，由學生進行再次批改，比較本次與前次批改給分的不同，再次分析兩者評鑑能力的不同或評分觀點的不同。或是當次小考由學生交換批改考卷。訓練其較高階的分析、挑錯、與評鑑的能力，能看到其他同學邏輯錯誤，就有能力發現自己書寫的邏輯錯誤。

學生端(五)分組專題報告。由一個學習分組針對指定數學理論主題，進行專題報告。

學生段(六)作業練習。自主練習相關題目。

學生端(七)實際使用定理、進行邏輯證明測驗。較大範圍的測驗題目，可能會用到許多不同章節的定義或定理，可以 open book，需書寫完整邏輯證明才能得分。

學生端(八)期中期末個人省思回饋。書寫個人的學習成長歷程，或學習相

關議題的看法或意見，問卷調查。

實際執行時程

Week	Concepts	Assignments
1-4	(a) Uniform Convergence of Sequences. (b) Uniform Convergence of Series. (c) Power Series.	Quiz 1-2, Test 1
5-8	(a) Open sets and closed sets in \mathbb{R}^n . (b) Interior, closure and boundary in \mathbb{R}^n . (c) Heine-Borel Theorem in \mathbb{R}^n . (d) Limits of sequences in \mathbb{R}^n . (e) Limits of functions in \mathbb{R}^n . (f) Continuous functions in \mathbb{R}^n .	上台報告兩組 Quiz 3-5, Test 2
9-11	(a) Metric spaces. (b) Stone-Weierstrass theorem (c) Definition of differentiability.	期中省思報告 上台報告兩組 Quiz 6, Test 3
12-15	(a) Limits of functions in metric space. (b) Partial derivatives. (c) Mean-value theorem and Taylor's formula. (d) Inverse and implicit function theorems.	上台報告兩組 Quiz 7-9, Test 4
16-18	(a) Jordan regions. (b) Riemann integration on Jordan regions.	期末省思報告 Quiz 10, Test 5

肆、計畫具體執行成果

本計畫具體成果有三。

- 一、實施小組合作學習對班上多數學生數學上的成長有助益。
- 二、在較困難的證明題時需再做教法上的改變。
- 三、蒐集多數學生在本課程的學習歷程與學生端給予的課程改進建議。

以下就學生分析、學生在學習高等微積分的成長、對於小組合作學習的看法、資料蒐集、學生建議課程改善模式，此五部分展現此具體成果。

學生分析

期中學習省思共回收 13 份。其中大三 5 份，大四 5 份，大五 2 份，大六 1 份。**期末學習省思尚未達到繳交時間。**

- 13 位同學將來想從事的行業：考公職 4 位，電資 2 位，考公職或補習班老師 2 位，金融 1 位，補習班老師 1 位，數學老師或西洋棋教練 1 位，未定 2 位。

欲從事與大學數學相關性高的行業的人數比例略低。

- 大三的五位皆是第一次修習高等微積分二，原本應該在大二下學期修習，但有四位因為高等微積分一尚未通過，不貿然修習高等微積分二，有一位同學高等微積分一恰好 60 分，同時雙主修必修衝堂，便決定先不修習高等微積分二。

大四以上的同學皆曾經修習過高等微積分二，但尚未通過。

- 有 4 位同學微積分一次就修過。亦有 9 位同學的微積分一或微積分二曾經棄選或未通過。
- 教師觀察：多數學生基礎的微積分計算、高等微積分(一)內容無法有效使用。

- 教師觀察：多數學生在課程初期所撰寫的定理證明論述常有缺失。

學生在學習高等微積分的成長

教師觀察：

- 半數學生已習慣在課堂上自己花時間找線索，翻 Index 找關鍵字，找尋相關定義定理，逐漸開始與同儕們一齊討論數學的論證過程。習慣嘗試寫證明，習慣寫錯敘述，被質疑後再修正敘述。
- 在寫考卷的部分，多數學生從過去放棄寫題目或是書寫過於簡單的敘述，逐漸可以進行比較有數學邏輯的推理，逐漸開始檢查所有定理條件，逐漸習慣抄寫完整的定理結論而不自行修改敘述。
- 多數同學對 bounded 的證明敘述與證明手法，從課程初期的十分不熟稔，到後期多數學生大致上能進行 bounded 的證明。

學生自敘：

- ...漸漸地，我有比較會去應用那些定理去解題，也有辦法去提出疑問去想說這個等號是因為那些條件而成立...。
- ...模仿永遠是學習的第一步，但我一直沒有認真的踏出第二步---自行思考解題，而老師給了我們這一個環境去進行操作...。
- ...一開始真的不想到課堂上，因為分組討論我很多東西都不懂，很常在旁邊看同學解題，自己只有偶爾剛好有我會的題目才能提出一些意見，有時候會被同學說都在旁邊耍廢...。
- ...每當我寫完詢問老師我們的證明是否正確時，老師常常反問我們「你確定 n 帶任何數字都成立嗎？」、「你們知道 x 是對任何都可以，還是有特定嗎？」這些問題都讓我們去思考一件事，我們的證明真的足夠嚴謹嗎？是不是常常漏洞百出呢？...

- ...雖然常常一題可能就要耗費一整堂課的時間去完成，我們也必須盡力去完成它。我相信在不知不覺間，我的心態一定是有進步的，變得更加懂得如何應對困難的事情，並且不會輕易放棄。...跟一般的題目不同，高微的證明往往不是一個步驟可以完成的...這時我們的耐心就會不知不覺地被磨練出來，如何保持專注直到解出問題的答案，這是我們做題目時不可或缺的。
- ...現在比較能接受證明，每堂課小組學習單大家都嘗試自己寫證明，所以證明看多有點習慣了，也算是成長的一部分。...我有變得比較嚴謹了，但是偶爾還是會缺一些說明，每個步驟都要有前因後果，在寫證明上也會變得比較有條理，別人看到我的證明也會比較容易看懂。
- ...逐漸習慣和同組別同學一起討習題，也開始試著一步步地推演如何解題，不再是看見題目便腦袋一空，毫無嘗試一番的想法，便雙手舉白旗投降，藉由一次次成功或失敗的經驗，我也開始降低對高等微積分的恐懼...仔細的觀察錯誤的地方，無非便是一些上課寫練習題時沒有注意到的細節，或者是題目上沒有注意到的條件...
- ...和不同的組員們討論時都會有不同的想法互相碰撞，這樣也讓每一個觀念和習題都更加的熟悉，在課堂上已經懂得活用定理，考試時也不用死背...進度比較慢，但是確實學得比較扎實...而聽同學的報告時，不知道是不是章節比較簡單或是同儕間的頻率比較對得到，上課輕鬆也很容易聽懂...
- ...剛開始很害怕寫高微的證明，因為自己沒有很了解，討論時怕說錯寫錯拖累組員，之後才明白勇於嘗試比什麼都重要，畢竟失敗乃為成功之母，至少我發現了一種不能達到目標的方式...
- ...由於每次上課時寫的題目對自己來說都是新的，而解題所需的定

理都需要自己去找，因此，每一題自己都會很清楚這題的過程，而因為每個定理都是自己去找的...程度並不高這些人同組時，效率並不高只能算是中等，很大部分的時間都在鬼打牆，而當組內有一名高手時，效率會大幅提升...

- ...在上課的時間把一兩題搞懂，我是覺得我有學到東西的，至少很清楚今天做了什麼，而且不會像之前自己讀時候，讀很久還是不會...

對於小組合作學習的看法

Q: 你覺得在小組合作學習的情況下，對你個人的學習是否有進步呢？

綜合統計：12位同學同意有某程度的進步。

Q: 小組合作學習教學法和傳統講述教學法，你比較喜歡哪一個？

綜合統計：小組合作 5 位；講述法 3 位；兩者皆可、沒特殊偏好 4 位；未答 1 位。

學生自述：

- 如果小組中的大家都不會解，就感覺很瞎忙。
- 剛開始的新課程，對於定義理論比較不熟，有些同學理解速度比較慢，還不太會活用定義和理論容易有整組卡關的問題，這樣進度拖延還得找時間補課。
- 當我身邊的同儕們都比我更加優秀時，我會傾向於「小組合作學習教學法」，反之，因我的程度不足以領導他人成長，所以我會更偏好於「傳統講述教學法」。
- 傳統講述上課會講比較多的東西，但對於定理及定義的應用會比較模糊。小組合作學習教學法會對於題目的應用及解決辦法會更加了解，但上課進度會較為緩慢一些。

- 合作對我而言很可怕，我很怕我會拖累別人，特別是報告時。
- 比起一個人單打獨鬥，小組成員互相提攜激盪彼此想法會更有效率。
- 透過老師在旁給予幫助，也能及時矯正自己的錯誤。
- 學生對課程掌握度仍然不足，無法抓取與題目關鍵字相關的定理、例題。直接採取合作學習的方式，有時候在進入新單元會有適應上的問題

資料蒐集

課前預錄影片 12 集、上課錄影約 30 集、課程學習單 20 餘份、Quiz10 份、Test5 份、學習前測與後測各乙份、期中期末省思回饋報告各乙份、教學日誌乙份。最末兩周的學習單尚未蒐集、Test5 尚未舉行、期末省思尚未達到繳交時間。

學生建議課程改善模式

多數學生希望可以多給例題與提示。

- 影片可以提早放上網。
- 可以將正確的答案附上或是將最接近的答案進行批改，讓我們知道是缺了哪個細節或關鍵步驟，讓我們從模仿-解題-修正，有一個良性的循環。
- 分組的時候或許可以一開始就固定組員，讓熟悉認識的人在一起，這樣討論的時候可能更敢說，有些人可能會因為怕生，所以不太敢跟不熟的組員討論，這樣能討論的機會就漸少了，但是這樣也怕認識的人會包庇組員翹課。
- test 真的比較難拿到分數，希望老師可以微微調整一下。

- 做題目前先可以告訴我們會用到的所有定理，不然有時候跳章節去找會花費太多的時間，且當我們遇到某部分不會的時候，如果過了 10 分鐘還是卡著的話，能直接告訴我們要怎麼證這部分，才能進到下個階段，畢竟我們沒有老師那麼厲害，能一針見血的指出問題並解決它。

如果老師不想直接把會用到的定理直接講出來，就列個 3、4 個定理，讓我們去判斷要用哪一個，順便增加學生對於定理的敏銳度。

- 希望考試能用一步一步的方式引導作答，才不會有一個地方錯就全部都錯的慘況。
- 小組分配時，盡量三人一組並注意一下平均能力，避免同一組別的同學都毫無頭緒的問題。
- 我覺得可以一堂課傳統講述，下一堂課小組合作，這樣第一堂課不懂的地方可以馬上提問，完全了解之後，第二堂課進行分組，比較不會有卡很久的問題。
- 近期的課程中，時常會面臨學生在某些問題上卡關許久，以致於出現進度極度緩慢的情形。故認為若能適時輔以傳統講述的方式，為學生解惑，或許能夠使在同學們在解題的過程中，對於卡關的情形能有所舒緩，也更有使授課節奏更加明快等助益產生。
- 希望學習單能回到剛開始先講一題例題，再讓我們做類題的方式，上課提示可以多一點，不然完全沒方向。

伍、計畫自我總評

此前期實驗計畫，整體而言藉由本計畫的執行獲得許多數學理論型課程重修生的寶貴訊息，可以供下次課程設計修改的參考。小組合作學習法配合

翻轉教室的確對重修生的數學理論成長初期有所幫助。目前為課程第 16 周，計畫的兩個目標皆即將達成，後續仍有一些課程改進的空間，需要再進行其他教育實驗。

計畫目標一：收集數學理論課程首次修習成績不佳學生的學習歷程與外在表現。

預期蒐集項目：課程學習單 20 餘份、Quiz10 份、HW8 份、Test5 份、學習前測與後測各乙份、期中期末省思回饋報告各乙份。(最末兩周的學習單尚未蒐集、Test5 尚未舉行、期末省思尚未達到繳交時間。)

執行率 77.9% @第十六週。

課程學習單 21/24、Quiz 10/10、HW 8/8、Test 4/5、前後測 1/2、省思報告 1/2。

目標達成情況：多數資料皆順利蒐集。但因學生出席狀況，單一同學不一定會參與到全部的課程，因而無法蒐集到每一位同學的全部上課演進歷程。另外因為小考的默寫定理證明部分可以補考，少數同學在小考時僅書寫是非填充題(不能補考的部分)，而背書部分交白卷，等待小考補考時再背書默寫定理證明。有些同學未參加前測，缺少其前測資料，無法判斷其學前是否已具備相關知能。需重新設計與思考如何完整蒐集課程資料。

計畫目標二：實驗小組合作學習與翻轉教室教學法並觀察其效益。

執行率：88.9% @第十六週。

目標達成情況：逾九成學生同意使用合作學習小組對個人的學習成長有幫助。比較講述法與小組合作學習法，3成85沒特殊喜好、3成85比較喜歡小組合作學習法、2成3喜歡講述法，主因是在遇到難題時，整組都無法前進，需要修改小組合作的方法。小組合作學習法的確對學生的數學邏輯推理寫作成長有幫助，多數班上學生已習慣書寫數學論證，也開始注意準確的檢查定理的每一句敘述。交白卷的狀況大幅減低。小組上台報告時，針對老師所提出的問題，組員多數時候能想到如何正確回答。對於步驟較不繁瑣的題目，小組合作學習法的確能引起大多數同學的學習熱忱，並且與全組一起成長，目前仍需要針對步驟繁瑣的題目，再次思考教學策略與方法，可以嘗試於學期初遇到較複雜的題目先給予各步驟的提示，在學期中後段逐漸地減少提示到完全不給，用以減少學生對提示的依賴性。

分析檢討

同學希望小組學習單有參考答案，業已利用批改小組學習單，使學生能看到書寫證明時要注意到的細節。同學希望在小組合作分組時，可以分配到一位程度較好的學生，以免遇到難題時全組都卡住；業已在遇到

難題時由老師統一講解證明邏輯與步驟。教師主觀認為若正課班(非重修班)實施能力分組，在遇到難題時組內有同學可以解決問題，在重修班也許需要採用其他方法，但仍需實驗此觀點是否正確，並設計一些適合重修班的方法，也許可以實驗初期先給予步驟提示，再隨時間逐漸低學生對提示的依賴性。同學希望考 Test 時多給一些提示，Test 可以 open book，應由學生自行尋找線索，暫不考慮額外多給提示。

陸、 計畫執行建議回饋

感謝深耕計畫補助此教學創新計畫，以及中正大學教務處、理學院、與數學系對於本計畫的支持與協助。因為本身在中學教育與特殊教育的專業，對於中小學近期發展的教學法有初步的認知，並結合大學數學的理論型課程，欲尋找適合的結合與實驗場域。發現到有一塊較少人關注的教育點之一——補教教學，於是興起了這個創新教學的念頭。

課程初期設計的時候十分糾結，因為內容是數學系中需要嚴謹證明的課程(訓練不足的學生在考試中不容易寫出嚴謹的證明)，學生是由本課程的重修生組成，於是重新思考如何利用重修生的特點——“曾經修習過本課程”，對本課程並非一無所知，相關例題習題也許不熟悉但皆曾經看過。於是將課程內容講述的部分交給學生自行觀看預錄影片，主旨在重新培養其對邏輯寫作的能力，翻轉課程時間(有教師在旁指導)為學生的邏輯寫作時間，重修同學曾經寫過該題目但是當時無法寫成一個嚴謹的證明，在這次的修課中將由老師個別化指出其觀念錯誤的地方。

為避免本課程的重修生在課程中期放棄學習，我們重新檢視課程的評分方式，將小考部分設計為可以重複補考，學生可以透過反覆練習以了解與模仿重要定理的證明邏輯與證明方式，避免一次失敗就放棄。再藉由佔比 40%的考試，檢驗其是否具有書寫完整證明的能力，做為課程內

容的把關。

在決定考試是否要 open book 時，要注意不能 open book 時學生在考試時可能沒有回憶到需要用到的定理；可以 open book 時老師就必須出設計出與例題不同的題目。最終選擇 open book，使重修生免去回憶之苦。

課程中需要用各式方式指出各個學生書寫出的不同邏輯錯誤，並給予正面鼓勵加強其信心。多數學生會練習書寫證明，在老師指出其邏輯錯誤並給予方向後，能夠繼續前進下一步的證明。但仍有些學生留著一片空白沒有書寫任何證明步驟，造成教師無法指出是否有邏輯錯誤或給予提示，我們仍需改善與設計課程使這類學生有學習理論型課程的契機。

學生指出遇到步驟較多的題目時，整組進展很慢，分析不出所需要完成的目標敘述，也聯想不到可用的定理，看著定義而無從下手。此時就是鍛鍊其分析能力的最佳時刻，希望學生能自行從中抽絲剝繭，不須依靠老師的提示，完成複雜的拼圖。這就是數學最有樂趣的地方，也是最燒腦的地方。學生指出此時需要老師給予提示。此時給予提示學生就少了一次鍛鍊自我的機會，老師往往耐著性子只提示一點點，希望學生自己想出來以求其自我成長。也因此課程進度十分緩慢，往往老師準備了三個題目，最終兩小時只完成一~二題，但是每題都是由學生自行書寫，學生表示從中學到很多也很扎實。

課堂時間與學期進度又是一個掙扎的選擇，因此在學期初便分類好各章節的重要度，以便彈性增修章節。執行時發現學生對微積分計算的熟悉度仍然不足，基礎的計算已經花了許多時間，造成沒有足夠時間進行問題核心的分析。學生對高等微積分一的內容掌握度不足，無法觸類旁通推廣過去的低維度證明到高維度上，經常需要在課堂上複習高等微積分一的內容，係進度緩慢的原因之一。此仍需要學生配合自主訓練，以免在課堂時間回頭進行基礎訓練。

柒、計畫執行影像集錦

	
小組合作解題	小組合作解題
	
專題報告	專題報告
	
教師講解	上台發表解法
	
上台發表解法	上台發表解法