

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE1090392
學門專案分類/Division：工程
執行期間/Funding Period：109/8/1 – 110/7/31

同儕教學策略應用於電路學課程之行動研究
課程:電路學(二)

計畫主持人(Principal Investigator)：王朝興 副教授
共同主持人(Co-Principal Investigator)：無
執行機構及系所(Institution/Department/Program)：
國立彰化師範大學/電機系
成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：110/8/13

同儕教學策略應用於電路學課程之行動研究

摘要

有鑑於學生對分組學習意願不高，學習動機低落的學生始終不易投入課堂中學習，進而影響成績，而且老師在課堂中無法特別關顧所有學習意願低落的學生或是有問題卻不敢提問的學生，而導致學生學習意願低落的困境始終存在，因此本計畫實施同儕教學策略探討對學生的合作學習、學習動機、學習成效是否有顯著影響？由調查結果進行成對樣本 t 檢定，結果顯示同儕教學法對學生合作學習態度有顯著改善，顯示學生更願意在小組討論時發表自己想法、分享自己蒐集到的資訊、更願意幫助學習有困難的同學、對於合作學習帶來的好處更能認同。統計分析結果也顯示同儕教學法對學習動機的「自我效能」之前後測有顯著差異，顯示學生對於自己學習能力的評價有明顯提升，對學生的學習自信與效能有所助益。評估同儕教學法對學習成效的影響則是比較本班期末考成績與前屆的期末考，考題難易度相仿，獨立樣本 t 檢定分析結果顯示全班平均分數有 8.3 分的進步，且 $p=0.017$ (小於 0.05)，代表同儕教學法對學生學習成效有顯著改善。此外，觀察課堂中學生學習狀況也明顯改善，例如小組討論時間同學都非常認真討論、課間學生來問問題的人次大幅增加，課堂沒有學生趴在桌上睡覺，學生對於此課程皆給予高分教學評量 4.44 分。

關鍵字: 同儕教學、合作學習、學習動機、學習成效

Abstract

In view of the fact that students are not willing to cooperate in group learning, students with low learning motivation are always difficult to participate in class learning, which affects their grades. In the classroom, the teacher cannot pay special attention to all the students with low willingness to learn or students who have problems but dare not ask questions. This dilemma leads to that students with low willingness to learn always exists. Therefore, this project explores whether there is a significant impact on students' cooperative learning, learning motivation, and learning effectiveness through the implementation of peer teaching strategies? The analysis of the paired samples t-test based on the survey results shows that the peer teaching strategy has significantly improved students' attitudes towards cooperative learning. Students are more willing to express their thoughts during group discussions, share the information they have collected, are more willing to help students with learning difficulties, and are more likely to agree with the benefits of teamwork learning. The statistical analysis results also show that there is a significant difference in the "self-efficacy" of the peer teaching strategy for learning motivation. Students' evaluation of their own learning abilities has been significantly improved, which is helpful to students' learning confidence and effectiveness. To assess the impact of peer teaching strategy on learning effectiveness is to compare the results of the final exam of this class with the final exam of the previous term. The difficulty of the final exam is similar. The independent sample t-test analysis results show that the average score of the whole class has improved by 8.3 points, and $p=0.017$ (less than 0.05). It represents that peer teaching strategy significantly improves student learning effectiveness. In addition, the learning status of students in

the classroom has also been significantly improved. For example, during group discussions, classmates are discussing very seriously. The number of students asking questions during the break has increased significantly. There are no students sleeping on the table in class. Students give a high score of 4.44 for this course.

Keyword: peer teaching strategy, cooperative learning, learning motivation, learning effectiveness

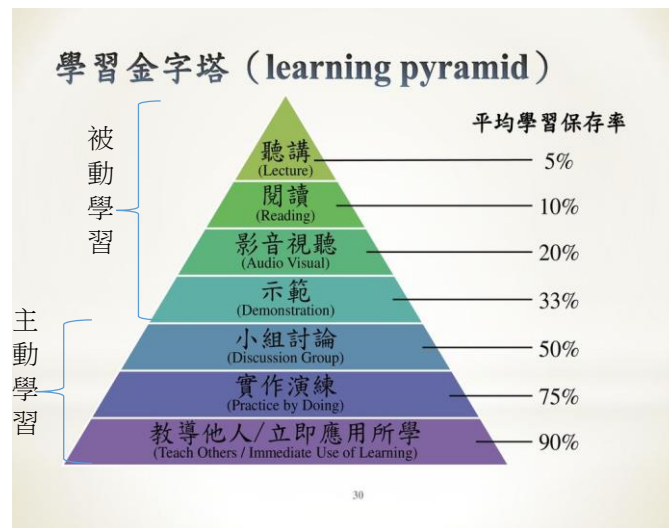
成果報告內文

一、 研究動機與目的

末學曾對某一屆大三學生作問卷調查，了解學生對於「分組」的經驗與感受，42位同學受測，高達54.5%同學表達不喜歡上課分組，僅有9.1%表示喜歡分組，其餘表示無意見。而不喜歡分組的原因：「沒有分組的時候成績考試都是看自己的實力，但是分組之後要考量到很多其他狀況」，「會有不幫忙的組員、參與度低的人卻可以靠別人得分」，「自己的成績自己負責，不希望分組」，顯然同學不喜歡分組的原因是擔心如果組員不配合，則自己的成績會受組員影響，且認為得分不公平，有些人不用努力卻可以跟努力的人得一樣的分數。而9.1%喜歡分組的同學則表示：「可以分攤困難、互相討論」，「有問題可以立即解決」。於是再繼續追問調查：「如果分組只是一起討論，不牽涉到成績分數，是否可以接受分組？」調查結果顯示，願意接受分組的同學增加至72.7%，但仍有27.3%同學仍持反面意見。

末學細究其中原因，大部分的大學生從小到大求學過程中，「分數至上」的觀念根深蒂固，因此學生認為如果學習不能反映在成績上就不算是學習，只在乎能否獲取高分成績進入好的研究所，同學也在意老師給分的公平性，卻忽略大學畢業後進入社會更需要的是人際互動與團隊合作的學習。甚者，成績好的同學以自我為中心的觀念較強，不太願意犧牲自己一點點時間去協助成績不好的同學。這樣的偏執觀念進入職場可能不利於生涯進展與人際關係，綜上所述，末學希望在電路學課堂中，採用同儕教學(Peer Instruction)策略，設計學生能接受的分組方式與評量方法，減輕同學對分組的擔憂，促進「同學幫助同學」的氛圍，讓成績好的同學建立「成就他人，就是成就自己」的觀念，而成績後段的同學在課堂中也能得到同學及時的支援，並進行課後訪談，匯集班上學生的建議與學習困難，即時調整教學法與進度，以提升全班的學習動機與學習成效。

根據美國學者Edgar Dale於1969年提出的「學習金字塔」理論顯示(如圖一)，學生的學習保存率會因為學習的方式而有所不同。金字塔頂端的被動學習(聽講)，保存率最少，在學習兩個星期後，「聽講」的方式能夠記住學習內容的僅5%，「閱讀」能夠記住學習內容的10%，「影音視聽」能夠記住學習內容的20%；愈往金字塔底端的主動學習保存率愈高，「示範」可達33%，「小組討論」能夠記住50%，「實作演練」能記住70%，「教導他人」能夠記住90%。



圖一、學習金字塔

電路學教學方式傳統上多採用 PPT 授課或板書，由於授課章節與內容繁多，在有限課堂時間，教師可能為了趕進度，常單向講述式的從頭講到尾，忽略了學生的吸收程度，且有些章節介紹抽象概念(三相實功與虛功、Laplace 與 Fourier 轉換等)，學生不易了解，更易導致成績後段的學生放棄此科目的學習。因此本計畫「同儕教學策略應用於電路學課程之行動研究」擬藉由異質分組，促使同儕之間合作學習，成績前段的同學教導後段的同學，可獲得成就感並增加演算精熟度，而後段的同學也藉此提升學習效果，也解決「有問題卻不敢問老師」的窘境，能激發學生學習動機，促進學習成效。

二、 文獻探討

同儕教學(Peer Instruction)，是由哈佛大學的 Eric Mazur (1997、1999)及其物理教育開發團隊所研發的教學方法應用於物理導論授課中，強調學生透過分組討論問題，使學生主動參與課堂，在課堂中思考(Crouch et al. 2004、2001, Fagen et al. 2002)。在同儕教學的課堂中，老師會引入概念性的測驗問題。這些問題是同學對該題材常有的疑惑或誤解。透過同學互相討論的過程，釐清疑惑或誤解。研究也發現將成績優異的學生安排與成績一般的學生一起討論，果效更為明顯(Crouch and Mazur 2001)。

李莉(2005)於「同儕教學在大學英語教學中的應用」論文中認為同儕教學適合作為傳統大學英語課堂教學的補充,同儕教學不僅體現以學生為中心的教學方式，而且可幫助學生自學能力的培養。

Eric Mazur 在北京師範大學物理系客座教授期間，指導該校應用同儕教學於物理導論課堂，北京師範大學的張萍(2010)教授將此研究成果發表論文，研究指出同儕教學能實現學生自主學習、合作學習、師生互動、學生之間互動，有效提升該系物理導論教學品質與學生學習成效。許多研究顯示男女生在工科分數有明顯差異，女生的分數通常低於男生分數。從 1980 年起有許多研究試圖尋找減少工程領域因性別差異所致分數落差的教學法(Mercedes Lorenzo, 2006)，研究顯示在沒有競爭氣氛與強調概念的課程中，學生受益更多，女生較願意在互相討論中用語言表達想法，而男

生則習慣獨自學習。Mazur 博士的研究團隊提出以同儕教學法可以減少物理學習的性別差異，並提出有效的研究數據證明同儕教學法所建構的學習氛圍對男女生的物理學習有很好的提升，女生獲益更多，所以課程結束時男女生的學習差異明顯減小。

同儕教學法已經廣泛應用於大學、中學、小學不同課程中，並帶動許多相關的研究，諸多的研究顯示此教學法可以增進學生的學習潛能、自信心，促進學生思考、發現問題、解決問題的能力，降低學習焦慮，同時有利於所學知識的保存率和記憶 (C. H. Crouch, E. Mazur, 2001)。

Mazur (2009)在 Science 發表一篇論文「Farewell, Lecture?」研究全世界 384 位使用同儕教學法的老師，調查結果顯示 80%老師認為同儕教學法有助於教學(很成功)，超過 92%老師願意持續使用此方法來改進教學。

Greenwood (1990)列出同儕教學優於教師講述的優勢，如表一。同儕教學能夠讓教學活動盡量個別化，更貼近每位學生，創造優良的生師比率。此外，對學生反應的監督、指正錯誤、增強正確概念等都較容易達成。Greenwood 指出由小組長(學生)擔任小老師在組內的互動與討論可以讓學生參與學業的時間由 15%-35%增加至 45%-75%，同儕教學也能增進學生反應問題的機會。

表一、同儕教學優於教師講述的優勢分析

優點	教師講述	同儕教學
學生/教師比例 (生師比)	高	低
受教者參與學業時間	變動	多
反應機會	低	高
指正錯誤的機會	低	高
立即指正錯誤	延遲	立即
協助與鼓勵的機會	少	多
競爭與合作學習的經驗	少	多
動機	教師支持	教師與同儕支持

三、 研究問題

電路學(二)授課內容多為抽象與數學概念，由於授課章節與內容繁多，容易導致學生學習動力低落，甚至放棄學習，為了改善此一窘境，本研究探討同儕教學策略是否能增進合作學習意願，及提高學生學習動機及學習成效。

故研究問題簡言如下：

1. 探究同儕教學策略對提高學生學習電路學(二)之合作(團隊)學習是否有實質幫助
2. 探究同儕教學策略對提高學生學習電路學(二)之學習動機是否有實質幫助
3. 探究同儕教學策略對提高學生學習電路學(二)之學習成效是否有實質幫助

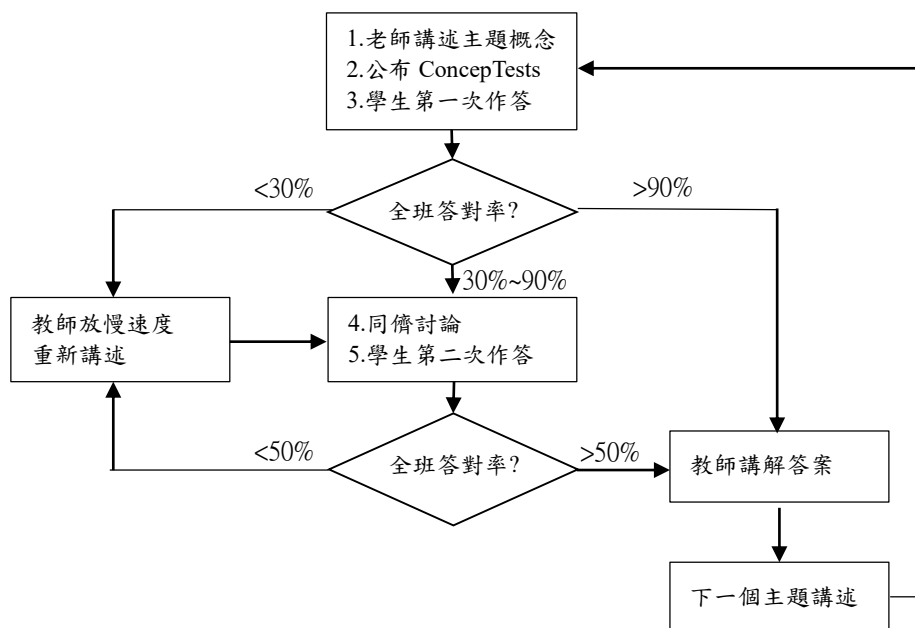
四、 研究設計與方法

1. 教學目標

本計畫之研究採教育行動研究模式，擬針對 109 學年度之電機系二年級上學期學生 (54 位) 之電路學(二)後半學期課程進行教學實踐研究，課程主題包含濾波器與傅立葉轉換。教學目標乃使修課學生能建立電路學(二)之被動濾波器與主動濾波器(包含高通、低通、帶通、帶阻濾波器)及傅立葉級數與傅立葉轉換之基礎觀念、熟練演算能力、提升運用基本電學定理及解析之能力。過程中，並習得團隊合作精神、思考能力與討論技巧、增長自主學習動力。

2. 教學方法

傳統講授式教學法通常以老師準備的教案或 PPT，依照內容順序組織一節課的教學，然後讓學生課後自行複習，然而此方法只適用於有自主學習動力的學生，不適合程度稍差或學習動機低落的學生。因此本計畫採用同儕教學策略(Eric Mazur 1997、1999)，老師提醒學生須課前預習，然後在正式上課時將一節課(50 分鐘)分成 3 個小單元的時間(每個約 16 分鐘)，每一個單元都是圍繞一個關鍵概念設計的，老師在簡短時間(約 10 分鐘)內講授一個關鍵概念後，在投影布幕上給出一個概念測試題(ConceptTests)給同學作答，並依此為核心組織教學，ConceptTests 是專門為此教學法與課程而設計，用於凸顯學生可能的錯誤概念，並進而引導學生深入探究的測試題，一般是選擇題或是非題。學生看到 ConceptTests 問題後，首先要獨自思考，自主學習，然後將個人的答案用即時回饋系統(Instant Response System)匯集同學的答案，本研究的即時回饋系統採用 Google 表單。學生在指定時間內全部作答完畢後，在投影布幕上顯示出全班學生答題情況，教師和學生可以立即得到回饋(這些題目與學生的回答存檔供研究用)。接下來教師可以根據學生答題的情況分別採用不同的教學策略。如果答對的學生比例低於 30%，表示大部分同學尚未吸收所學概念，因此教師依據同學的答案對所學概念進一步的解釋與講述，然後使用另一個測試題再次評價學生對所學概念的理解是否有進步。如果答對的學生比例為 30%-70%，則表示各組內有些同學答對、有些答錯，教師請各組同學開始分組討論 3-5 分鐘，這個討論過程中，因為老師尚未公布正確答案，所以學生需解釋自己的答案、乃至說服對方、或反省自己的答案、質疑組員的答案、或彼此添加資訊相互支援，這是學生之間的互動學習的過程，也是建構所學概念的過程，在討論之後學生需再次回答，在發送答案前學生會重新思考，反思自己和別人的觀點，做出個人的新判斷。如果答對的學生比例高於 70%，教師就精簡的講述所學概念，然後直接進入下一個小單元。研究顯示答對的學生人數占 30%-70%時，分組討論最有效，低於 30%和高於 70%時，討論的有效性較差。圖十表示同儕教學方法的課堂進行流程。



圖二、同儕教學方法的課堂進行流程

同儕教學的課堂進行流程時間安排如下表。下表依據張萍、Mazur(2010)論文所建議時間作微調。

表二、同儕教學的課堂進行流程時間安排

同儕教學的流程時間安排	
老師講述一個主題概念	10 分鐘
2 個概念問題投影布幕與解釋	1 分鐘
學生獨立思考後送出答案	1-2 分鐘
各組討論(同儕教學)	2-4 分鐘
學生再次回答問題	0.5 分鐘
老師解釋正確答案	2 分鐘

在進行同儕教學過程中，採用異質性分組(四人一組)，於期中考後進行，依據電路學(二)期中考成績由高至低以 S 型依序分成不同組，盡量使得分組異質化，小組長的設定則為成績較高者。

因為本系僅有一班，故無法採真實驗(實驗組與控制組)，會以同一班級之前半與後半學期之改變來進行研究分析。開學第一週會進行個別學生晤談，前半學期的教學法仍採學生不分組傳統講述式教學，期中考之後的課堂則依期中考分數高低作為異質性分組(S 行排序)進行教學法實驗。期末考成績則作為學習成效之後測，與前一屆的學生(傳統講述法)的期末考成績作比較與統計分析，期中考後與期末考前分別進行學習動機與團隊合作學習的問卷評量作為前測與後測。學生定期撰寫學習日誌上傳雲端供助教與老師評閱，教師則撰寫教學反思日誌，以作為行動研究之每週微調教學方式之依據，此外期初與期末師生晤談紀錄、學習單、活動錄影或拍照皆可作為質性分析之資料，需有系統的記錄與彙整。期末考成績是以獨立樣本 t 檢定進行統計分析，而團隊合作學習評量問卷與學習動機評量問卷之調查結果則以成對樣本 t 檢定分析數據。

3. 評量工具

(1) 團隊合作量表:

哈佛大學在大學物理導論課程中使用同儕教學方法進行十多年的教學實踐，同時對這一教學方法進行了科學研究，研究中使用標準化的評量工具 FCI (Force Concept Inventory)和 MBT (Mechanics Baseline)將同儕教學方法與傳統教學方法進行科學的比較(張萍、Mazur 2010)。故本計畫採用此量表並稍修改如表三:

表三、團隊合作量表

題號	團隊合作態度	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
1	我能仔細聽取別人的發言	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	我會敢於說出自己的意見	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	我對自己角色在上課表現感到滿意	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	我對於不同角色分工合作、相互學習感到滿意	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	我樂於分享自己的想法或蒐集到的資料	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	同學學習上遇到疑難時，我會幫助他解決	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	自己學習上遇到疑難時，我會主動求助	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	我會為全組榮譽而努力表現(爭取最佳成績)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	我對組員少數犯錯(如：沒寫作業、不守秩序等)會包容與提醒	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(2) 學習動機量表:

在眾多學習動機量表之中，Pintrich、Smith、與 McKeachie(1989)所設計的學習動機策略量表(Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ)之中的動機量表最為廣泛使用，Pintrich 曾對此量表進行分析驗證建構效度，結果在各方面獲得良好的信度 0.74~0.89，此動機量表有 31 題，得分愈高表示學習動機越強，反之越弱。由於本量表係以大學生為測驗對象所設計，故適合本計畫，本計畫採用其中文版，並做部分修改，並將其七點李克特量表改為五點李克特量表(如附錄)。

(3) 學習成效:

學習成效則以實施同儕教學法後之期末考成績與前一屆沒有實施同儕教學法班級的期末考成績做量化分析。

五、 教學暨研究成果

1. 教學過程與成果

(1) 概念題測驗與分析結果

教學實驗過程共進行 5 次概念題的測驗，測驗的全班答對率如表四，第一次測驗是同學自己作答，沒有互相討論，而第二次作答則是同組組員互相討論之後作答。其中第 13、15 週的測驗因為時間不足，或超過 90%答對率，故不進行第二次測驗。其餘三次測驗皆有進行二次測驗。

表四、同儕教學法之概念題測驗全班答對率

週次	第一次全班答對率(%)	經同儕討論後 第二次全班答對率(%)
第 11 週	86	92
第 12 週	62	90
第 13 週	83	時間不足以做第二次
第 14 週	80	100
第 15 週	90	老師直接講解

細部分析第 11 週的全班同學作答情況如表五，有 6 位同學經過同儕討論後改善作答結果(正確更新答案)，然有 1 位同學二次皆答錯，由於該生的同組組員皆答對，所以顯然該生沒有參與討論。令研究者意外的是有 3 位同學原本答對，卻在第二次作答時答錯了，且該 3 位學生是同一組組員，另 1 位組員則是組長有答對，探究原因可能是該 3 位第一次答對並非完全了解理論的狀況下答對，而在同儕討論時也沒有與組長達成解題的共識，所以 3 位組員一同答錯。

表五、第 11 週概念題二次作答狀況

第 11 週二次作答狀況	人數	全班百分比 (%)	說明
OO (二次皆答對)	40	80	經同儕討論後確認第一次答案是正確的
XO (第一次答錯，第二次答對)	6	12	經同儕討論後，更正而答對
XX (二次皆答錯)	1	2	沒有參與討論
OX (第一次答對，第二次答錯)	3	6	同儕討論後得到錯誤結果
總人數:	50		

細部分析第 12 週的全班同學作答情況如表六，其中 18 位同學(34.6%)第一次答錯，但經由同儕互相討論後答對題目，另有 5 位學生在互相討論後在第二次作答中答錯了，他們皆是某兩組的組員與組長，表示是經同儕討論後得到錯誤結果，但此兩組仍有 3 位組員是答對的，表示在討論過程中有不同討論結果。同儕討論時允許跨組討論，是考量組內討論若無共識，可以尋求別組的解法，有助於討論熱絡氛圍，及較多機會檢驗自己的理解或解法是否正確。

表六、第 12 週概念題二次作答狀況

第 12 週二次作答狀況	人數	全班百分比 (%)	說明
OO (二次皆答對)	29	55.8	經同儕討論後確認第一次答案是正確的
XO	18	34.6	經同儕討論後，更正

(第一次答錯, 第二次答對)			而答對
XX (二次皆答錯)	2	3.8	同儕討論後得到錯誤結果或是沒有討論
OX (第一次答對, 第二次答錯)	3	5.8	同儕討論後得到錯誤結果
總人數:	52		

從以上表格分析結果顯示，第一次答錯的同學中經過同儕討論後可以更正答案的比例分別為:85.7%(第 11 週)、90%(第 12 週)、100%(第 14 週)。顯示同儕教學法可以在課堂中立即讓有疑惑或不懂理論的同學經過同儕討論之後獲得解答或釋疑，且數字顯示從第 11 週至第 14 週經過幾週的同儕教學策略之後，越多學生可以透由互相討論而獲得正確解答，表示同學接受合作學習的意願越來越高。

(2) 同儕教學法對合作學習之影響

合作(團隊)學習量表之前後測的成對樣本 T 檢定分析結果如表七。問卷 9 道題之後測平均數皆比前測平均數進步，其中第 2 至第 6 道題皆有顯著差異性 ($p < 0.05$)，表示同儕教學法可以有效促進學生的合作學習意願。有顯著差異的這 5 道題中，第 2 道題「我會敢於說出自己的意見」代表更多學生願意在課堂表達自己的問題或針對問題的解法，第 4 道題「我對於不同角色分工合作、相互學習感到滿意」代表更多同學意識到團隊合作是需要互相配合以達到互利共好的目標，第 5 道題「我樂於分享自己的想法或蒐集到的資料」代表更多同學願意投入團隊、貢獻己力，第 6 道題「同學學習上遇到疑難時，我會幫助他解決」代表更多同學樂於幫助同學。

表七、合作學習量表之成對樣本 T 檢定分析結果

合作學習問卷	前測平均數 (標準差)	後測平均數 (標準差)	T-test	顯著性
1. 我能仔細聽取別人的發言	4.31 (.68)	4.45 (.59)	-1.416	.164
2. 我會敢於說出自己的意見	3.73 (.92)	4.16 (.75)	-3.170	.003
3. 我對自己角色在上課表現感到滿意	3.31 (.99)	3.64 (.92)	-2.238	.030
4. 我對於不同角色分工合作、相互學習感到滿意	3.9 (.76)	4.14 (.67)	-2.982	.005
5. 我樂於分享自己的想法或蒐集到的資料	3.96 (.75)	4.34 (.64)	-4.583	.000
6. 同學學習上遇到疑難時，我會幫助他解決	3.98 (.79)	4.27 (.73)	-2.546	.015
7. 自己學習上遇到疑難時，我會主動求助	3.92 (.87)	4.16 (.89)	-1.244	.220
8. 我會為全組榮譽而努力表現(爭取最佳成績)	3.96 (.89)	4.14 (.77)	-1.242	.221
9. 我對組員少數犯錯(如:沒寫作業、不守秩序等)會包容與提醒	3.98 (.91)	4.14 (.73)	-.927	.359

(3) 同儕教學法對學習動機之影響

本學習動機量表所測量含三大成分、七個分量表，其中三大成分為：「價值成分」、「期望成分」與「情感成分」；七個分量表則為「內在目標導向」、「外在目標導向」、「工作價值」、「控制信念」、「自我效能」、「期望成功」和「測試焦慮」。如表所示：

表八、學習動機量表之三大成分、七個分量說明

三大成分	七個分量表	說明	題號
價值成分 (指學生對某一特定工作的整體價值感)	內在目標導向	指學生為達到精熟、挑戰與好奇而從事學習活動的程度。得分愈高表示目標導向愈強；反之愈弱	1、16、22、24
	外在目標導向	指學生為外在的價值觀或標準(如報酬、成績、讚美等)而從事學習活動的程度。得分愈高表示外在目標導向愈強；反之愈弱	7、11、13、30
	工作價值	指學生對於學習工作的重要性、效用性及興趣的看法。得分愈高表示價值信念愈強；反之愈弱	4、10、17、23、26、27
期望成分 (指學生對學習工作的成功期望)	控制信念	指學生將學習的成功與失敗所做的歸因方式。內控信念強者較易將學習上的成敗歸因於個人是否努力；而外控信念強者則較易將學習上的成敗歸因於運氣、機會或命運等非個人能操控的因素。得分愈高表示其內控信念越強，得分愈低則表示內控信念愈弱	2、9、18、25
	自我效能	指學生對於自己學習能力的評價。得分愈高表示其在從事學習時自我效能愈強；反之則愈弱	6、12、15、20、29
	期望成功	指學生對學習工作期望能成功的程度。得分愈高表示對學習成功的期望愈高；反之則愈低	5、21、31
情感成分 (指學生對於學習工作的情緒反應)	測試焦慮/ 認知干擾	指學生在考試時的認知表現，例如缺乏自信，擔心考試結果等。得分愈高表示學生在面臨考試時，測試焦慮程度愈高；反之則愈低	3、8、14
	測試焦慮/ 情緒化	指學生在考試時的生理反應，如手心出汗、恐慌或心跳加速等	19、28

學習動機量表調查結果之全部 31 道題成對樣本 t 檢定結果如附錄所示。31 道題目中，有 6 道題目的前後測有顯著差異如表八，其餘無顯著差異者不列入討論。

表八、學習動機前後測之成對樣本 t 檢定結果(p<0.05)

題號	問卷題目	分量	顯著性 (p 值)
5	我相信這門課我可以拿到很棒的成績	期望成功	0.009
6	我確定我可以了解課堂上最困難的內容	自我效能	0.000
12	我有信心我可以學好課堂上的基礎概念	自我效能	0.031
15	我有信心我可以了解課堂上老師所講複雜的內容	自我效能	0.035
29	我確定我可以將這門課所教的技巧變得很精熟	自我效能	0.032
30	我想學好這門課，因為展現我的能力給我的家人與朋友看，這件事對我而言很重要	外在目標導向	0.046

其中的第 6、12、15、29 道題皆屬於期望成分(指學生對學習工作的成功期望)中的自我效能，顯示同儕教學法有效的增強學生對於自己學習能力的評價。

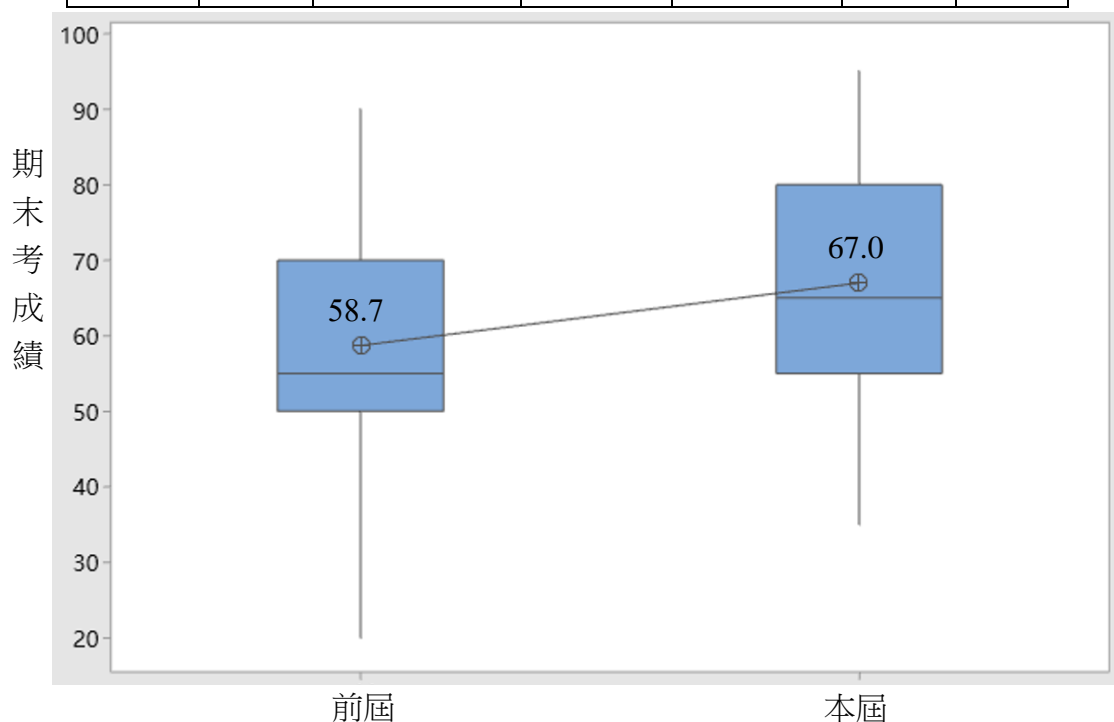
另外，第 5 道題顯示學生對學習工作期望能成功的程度有顯著提升。第 30 道題屬於外在目標導向，指學生為外在的價值觀或標準(如報酬、成績、讚美等)而從事學習活動的程度有顯著提升。

(4) 同儕教學法對學習成效之影響

期末考成績獨立樣本 t 檢定的分析結果與 boxplot 如下所示，全班平均分數有 8.3 分的進步，且 $p=0.017$ (小於 0.05)，代表同儕教學法對學生學習成效有顯著差異之影響。

表九、期末考成績獨立樣本 t 檢定的分析結果

	個數	成績平均數	標準差	平均值差	T 值	p 值
前屆	43	58.7	15.5	8.3	-2.44	0.017
本屆	43	67.0	16.0			



圖三、箱型圖顯示本班與前屆班級之學習成效(期末考)有明顯進步

(5) 研究問題小結

本計畫之三個研究問題(詳述如下 3 點)，經實驗後證明同儕教學策略對合作(團隊)學習、學習動機、學習成效有明顯改善：

- A. 探究同儕教學策略對提高學生學習電路學(二)之合作(團隊)學習是否有實質幫助?

從合作學習量表的結果統計分析得知，以下五點皆有顯著性的改善($p < 0.05$)

- a. 我會敢於說出自己的意見
- b. 我對自己角色在上課表現感到滿意
- c. 我對於不同角色分工合作、相互學習感到滿意
- d. 我樂於分享自己的想法或蒐集到的資料
- e. 同學學習上遇到疑難時，我會幫助他解決

B. 探究同儕教學策略對提高學生學習電路學(二)之學習動機是否有實質幫助?

在學習動機量表的七個分量中的「自我效能」之前後測有顯著差異，指學生對於自己學習能力的評價有明顯提升，顯示同儕教學策略對學生的學習自信與效能有所助益，促進其學習動機。

C. 探究同儕教學策略對提高學生學習電路學(二)之學習成效是否有實質幫助?

全班期末考成績平均分數比前屆學長班級(傳統講述法)增加 8.3 分(兩屆考題難易度相仿)，且 $p < 0.017$ ，代表全班學習成效有明顯改善。

(6) 成績與合作學習之關聯與探討

圖六是全班每位學生在合作學習提升程度與期中期末考成績進步程度之分布圖，統計數字列於表十中。第一象限的點表示合作學習意願提升，同時成績也進步(13 人，佔 29.5%)；第三象限表示合作學習意願提升，但成績退步(9 人，佔 20.4%)；第二象限表示合作學習意願降低，但成績進步(6 人，佔 13.6%)；第四象限表示合作學習意願降低，成績也退步(1 人，佔 2.2%)。在正 X 軸上的點表示合作學習意願提升，但成績維持不變的學生(4 人，佔 9.1%)；在負 X 軸上表示合作學習意願降低，但成績維持不變(3 人，佔 6.8%)；在正 Y 軸上的點表示合作學習意願沒有改變，但成績進步的學生(3 人，佔 6.8%)；在負 Y 軸上表示合作學習意願沒有改變，但成績退步(5 人，佔 11.4%)。

數字顯示合作學習意願提升的人數(26 人)佔全班 59%，其中成績進步人數佔一半，是所有分類的最大宗，顯示合作學習意願提升對學生考試成績也有幫助。而少數合作學習意願降低的學生中，仍有 6 位學生成績進步的原因是因為這些學生期中考成績偏低(不及格)，而產生危機意識，因此自己加強努力準備考試而有所進步，與合作學習可能關係不大，這些學生的讀書習慣偏向自己讀書，不善於合作學習互相討論，或是認為互相討論耗費時間，不如自己讀比較快。

表十、成績進步與合作學習之關聯與人數統計

合作學習意願	成績	分布圖位置	人數	比例(%)
合作學習意願 提升	成績進步	第一象限	13	29.5
	成績不變	正 X 軸上	4	9.1
	成績退步	第三象限	9	20.4
合作學習意願 不變	成績進步	正 Y 軸上	3	6.8
	成績不變	原點	0	0
	成績退步	負 Y 軸上	5	11.4

合作學習意願 降低	成績進步	第二象限	6	13.6
	成績不變	負 X 軸上	3	6.8
	成績退步	第四象限	1	2.2
	合計		44	100

2. 教學反思與觀察

(1) 概念題的難易度:

- 題目要有點難度與挑戰性，較能引起學生熱烈討論，學習氛圍濃厚，經過討論有助於學生對該理論加深印象。
- 題目若太難，則學生陷入膠著，沒有頭緒，難以啟動討論氣氛，僅有極少數成績優秀或有預習的學生才知道如何解題。
- 題目若看似太容易，也不容易促進學生討論，學生會認為自己的答案是正確的，無須討論。

(2) 小組討論的可能結果與反思:

- 團體思考易造成過度尋求組員的一致性，導致整組的答案皆錯，需要批判思考與獨立思考的能力提出反問。
- 組內沒人確切的知道解法，最後是猜答案。建議學生應跨組討論。
- 組內有不同見解，所以有不同答案。學生會互相辯論試圖說服對方，有助於勇於討論、合作學習習慣的養成。互相說服過程中，對方會指出己方觀念的錯誤點，藉此可以釐清概念。
- 若概念題簡單，組內討論後只有一個答案，大家皆無質疑。
- 可能有搭便車現象，依賴某組員(或組長)的表現，全體成員不需努力即可受益。期解決方案→討論前的概念題成績也採計

(3) 實施同儕教學法之前後觀察:

- 實施同儕教學法之前，老師講課過程中常有 1~2 位同學趴在桌上睡覺，或是做自己的事，沒有認真聽課。
- 但實施之後，三節課幾乎沒人趴在桌上睡覺，大都認真聽課。
- 實施之前，課間約 2~4 人會來請教老師問題，但實施之後，請教問題的人次大幅增加: 7 人(第 11 週)、10 人(第 12 週)、9 人(第 13 週)。表示課堂中學生投入學習的人數與深度皆有進步，尤其是下課後有常有 5-7 位學生圍繞著我，他們想一起聽同學的提問與我的回答。學生表示很想聽其他同學問什麼問題?及老師如何回答，學生體會到藉由提問有助於學生自己的學習是很明顯的，這也是學生學習動機的一個指標。

3. 學生心得回饋

- 學生 1:這種學習方式真的吸收到課本的理论與練習的機會，會加深印象。
- 學生 2:如果組內討論的答案不一樣，就會找課本再進行討論，或是跨到別組去詢問請教。
- 學生 3: 概念題雖然難，但是有助於思考，跟同學討論而得到正確答案時有

成就感。

- (4) 學生 4:我覺得分組是蠻不錯的，有些疑問確實能得到解答。
- (5) 學生 5:藉由組別之間的互動以及利用手機軟體來完成學習單的填寫，又覺得好像跟傳聞的不同感覺還滿容易的，整個的感覺又被顛覆了一樣。
- (6) 學生 6:常常聽學長姐跟教授說傅利葉轉換很重要，如果沒有學好的話未來在很多地方都會沒辦法好好運用，所以也會比較擔心能不能確實學習，不過在與同學互相討論後，比較能加深印象，也能更清楚觀念，希望這樣能夠在獨自解題是時能有顯著的幫助

六、 建議與省思(Recommendations and Reflections)

1. 設計概念題的難易度: 概念題的難易度深深影響學生討論進程順利否?如果太簡單(例如第一次答對率 90%)，學生會不重視討論，甚至只是將討論用來確認答案對不對而已，若是出太難，則讓學生無從下手，不知從何討論起。因此適中的難易度約略在第一次答對率 50%-75%，若以一組四人來計算，平均會有 1~2 人不知如何解題或持不同見解，如此便有互相討論的空間，因此教師於課前設計的概念題需要精心設計，已達到最好的同儕學習效果。
2. 合作學習中，雖然安排一位小組長是組內成績較好的同學，但難免遇到全組對概念題解題莫衷一是，連小組長也不知如何解題，此時應該鼓勵跨組討論。
3. 末學也發現經常給予學生合作學習互相討論的機會，該班同學彼此感情也較融洽，彼此連結較緊密，課堂中同學之間偶爾出現的搞笑對話(互開玩笑)，也促進班級的活潑學習氛圍，讓老師上起課來也比較有趣，更來勁。末學認為老師想辦法讓學生動起來學習，也會帶動老師自己的教學熱情，這是互利的雙贏局面。
4. 學生對於此課程給予高分教學評量 4.44 分，顯示學生自己有明顯收穫、對老師的教學也予以肯定。

參考文獻(References)

1. Eric Mazur, "Peer Instruction: A User's Manual", American Journal of Physics 67, 359 (1999)
2. Eric Mazur, Peer Instruction: A User's Manual, PrenticeHall, Upper Saddle River, NJ, 1997.
3. C. H. Crouch, A. P. Fagen, J. P. Callan, and E. Mazur, "Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment?", Am. J. Phys. 72, 835 (2004).
4. A. P. Fagen, C. H. Crouch, and E. Mazur, "Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms", Phys. Teach. 40, 206 (2002).
5. C. H. Crouch and E. Mazur, "Peer Instruction: Ten years of experience and results", Am. J. Phys. 69, 970 (2001)
6. 李莉，同儕教學在大學英語教學中的應用，河北聯合大學學報，2005 年 02 期，P165-169
7. 張萍，Eric Mazur，"Peer-Instruction-哈佛大學物理課程教學新方法"，中國大學教學 2010 年 08 期 69-71 (2010/07)
8. C. H. Crouch and E. Mazur, "Peer Instruction: Ten years of experience and results", Am. J.

- Phys, 2001(9), 69(9), pp.970-977
9. Rao, S. P. and S. E. DiCarlo. "Peer instruction improves performance on quizzes", *Physiology - Advances in Physiology Education*, 2000, 24(1), pp. 51-55.
 10. Mercedes Lorenzo, "Reducing the gender gap in the physics classroom," *Am. J. Phys*, 2006 (2), 74(2), pp.118-122
 11. Eric Mazur, "Farewell, Lecture?" *SCIENCE*, 2009 (2), 323, p.50-51.
 12. Adam P. Fagen, Catherine H. Crouch, and Eric Mazur. "Peer Instruction: Results from a Range of Classroom", *Physics Teacher*, 2002(4), 40, pp. 206-209.
 13. Charles R. Greenwood, Judith J. Carta, Debra Kamps, Carmen Arreaga-Mayer, *Ecobehavioral Analysis of Classroom Instruction, Book of Disorders of Human Learning, Behavior, and Communication*, 1990, pp.33-63.
 14. 李勇輝(2017), 學習動機、學習策略與學習成效關係之研究-以數位學習為例, 經營管理學刊, 第十四期, 68-86 頁
 15. 陳舜文、魏嘉瑩, 大學生學習動機之「雙因素模式」: 學業認同與角色認同之功能, 中華心理學刊, Vol.55, No.1, 41-55 頁
 16. 張春興(1994), 教育心理學, 頁 218-220。台灣東華書局。
 17. Robert.E. Slavin (2005), (張文哲譯), 教育心理學, 頁 376-379, 培生教育出版
 18. Guay, F., Ratelle, C. F., & Chanal, J. (2008), "Optimal learning in optimal contexts: The role of self-determination in education," *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, vol. 49, no.3, pp. 233-240.
 19. Ludmila Praslova (2010), "Adaptation of Kirkpatrick's four level model of training criteria to assessment of learning outcomes and program evaluation in Higher Education," *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, Aug. 2010, Vol. 22, Issue 3, pp 215-225
 20. 吳祖賢(2018), 以專題導向為基礎之相互教學翻轉教室對於工程教育的高認知層次與學習成效之影響, 中央大學博士論文
 21. Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., McKeachie, W. J. (1989), "A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)," MI: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.

二. 附件(Appendix)

學習動機問卷前後測成對樣本 t 檢定結果

學習動機問卷	前測平均數 (標準差)	後測平均數 (標準差)	T-test	顯著性
1. 我比較喜歡有挑戰性的課程內容，讓我可以學到新的事物	3.51 (.961)	3.73 (.804)	-1.602	.118
2. 如果我有適當的學習方法，我將可以學到課堂的內容	4.16 (.646)	4.19 (.616)	-.239	.812
3. 當我考試時，我會覺得比起其他同學考得更糟糕	3.57 (1.214)	3.35 (1.006)	1.113	.273
4. 我覺得我可以將這門課所學的知識應用在別的課程	3.92 (.894)	3.76 (.723)	.973	.337
5. 我相信這門課我可以拿到很棒的成績	3.14 (.855)	3.46 (.691)	-2.782	.009
6. 我確定我可以了解課堂上最困難的內容	2.54 (1.016)	3.22 (.886)	-4.494	.000
7. 在這門課得到好成績是最能滿足我的事情	3.81 (1.101)	3.86 (.787)	-.274	.786
8. 考試的時候，我會覺得我無法回答考試卷其他題目	3.16 (.866)	3.08 (.924)	.400	.692
9. 如果我沒有學習好課程的內容，我覺得這是我自己的錯	3.65 (.857)	3.78 (.712)	-.867	.391
10. 對我而言，學好課堂上的內容是重要的	4.24 (.683)	4.11 (.699)	.961	.343
11. 目前對我最重要的是改善我的學期平均成績，所以我最在意的就是這門課能夠得到好成績	3.97 (.799)	4.00 (.816)	-.162	.872
12. 我有信心我可以學好課堂上的基礎概念	3.57 (.765)	3.84 (.688)	-2.245	.031
13. 如果可以，我想得到比其他同學更棒的成績	4.11 (.843)	4.38 (.794)	-1.763	.086
14. 考試的時候，我會想著這門課我不及格的結果	3.11 (1.329)	3.30 (1.051)	-.980	.334
15. 我有信心我可以了解課堂上老師所講複雜的內容	3.11 (.966)	3.46 (.900)	-2.185	.035
16. 在課堂上我比較喜歡能夠激發我好奇心的課程內容，即使內容很困難	3.41 (1.066)	3.73 (.769)	-1.672	.103
17. 這門課的內容我很有興趣	3.38 (.758)	3.57 (.765)	-1.419	.164
18. 如果有足夠的努力用功，我就可以了解課程內容	4.16 (.764)	3.95 (.664)	1.672	.103
19. 考試的時候我有一種焦慮煩亂的感覺	3.76 (1.090)	3.59 (1.040)	.845	.404
20. 我有自信可以把這門課的作業與考試都做得很好	3.30 (.777)	3.43 (.899)	-1.044	.304
21. 我期待這門課能夠順利完成	4.46 (.803)	4.35 (.633)	.941	.353
22. 在門課最令我滿意的是努力去盡量透徹了解這門課內容	3.76 (.895)	3.95 (.705)	-1.313	.198
23. 我覺得這門課的內容對我的學習是有幫助的	4.14 (.787)	4.11 (.658)	.226	.822

24.	如果有機會，我寧願選擇可以讓我學到東西的作業，縱然不會得到好成績	3.49 (1.121)	3.51 (.901)	-.154	.878
25.	如果我不了解課堂的內容，是因為我沒有認真努力	3.54 (1.043)	3.84 (.928)	-1.868	.070
26.	我喜歡這門課的主題	3.65 (.857)	3.65 (.676)	.000	1.000
27.	我覺得了解這門課的主題是很重要的	4.08 (.795)	4.14 (.751)	-.404	.689
28.	當我考試時，我覺得我的心跳加速	3.70 (1.077)	3.92 (.862)	-1.434	.160
29.	我確定我可以將這門課所教的技巧變得很精熟	3.19 (.877)	3.49 (.870)	-2.227	.032
30.	我想學好這門課，因為展現我的能力給我的家人與朋友看，這件事對我而言很重要	3.65 (1.136)	3.30 (1.175)	2.068	.046
31.	考量到這門課的困難度、老師以及我的技巧，我覺得我會把這門課學好	3.78 (.821)	3.70 (.812)	.517	.608