

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：PEE1080026

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：108/8/1 – 109/7/31

結合分組合作學習與探究式教學法提升學生學習動機  
與學習成效之行動研究  
課程: 電路學(二)

計畫主持人(Principal Investigator)：王朝興

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 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：109/8/13

# 結合分組合作學習與探究式教學法提升學生學習動機 與學習成效之行動研究

## 一. 報告內文(至少 3 頁)

### 1. 研究動機與目的

電路學(一)是敝系大一下學期必修課，也是第一個電機專業課程，是基礎且重要的科目，所以在修電路學(一)的同一學期，需同時修電路學實驗，以實際焊接或接線電路來體驗基礎 RLC 電路之理論，例如克希荷夫電路定理、運算放大器、整流器等等，理論課程與實驗課程同時搭配的確能幫助同學的學習成效，然而當學生升到大二上學期，修電路學(二)時，課程內容多以數學運算有關的主題，例如三相功率計算、Laplace Transform、Fourier Series、Fourier Transform 應用於電路分析等等，這些主題較為抽象，且不再安排實驗課搭配，再加上同學經過一個暑假對電路學(一)的理論印象早已模糊，因此導致許多同學在修電路學(二)有銜接困難的現象，此刻老師若仍以傳統單向講述式授課，易導致同學學習效果不佳。因此若不能及時引發學生對電路學(二)的學習興趣與成就感，容易導致後續更難的電子學、電磁學無法順利學習，因此以行動研究來改變教學方法，增進學生對於電路學(二)的自主學習動力有其必要性。末學希望在課堂中引發學生學習的成就感，建立學生學習電路學的好樂，培養學生正確且積極的學習態度，方能面對往後難度加深加廣的電機專業課程。

電路學教學方式多採用 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。

本研究目的簡言之如下：

- i. 探究分組合作學習與探究式教學法對提高學生學習電路學(二)之學習動機是否有實質幫助
- ii. 探究分組合作學習與探究式教學法對提高學生學習電路學(二)之學習成效是否有實質幫助
- iii. 探究分組合作學習與探究式教學法能否提高學生課堂參與度

### 2. 文獻探討

在傳統教育方式，老師單向灌輸學科知識給學生為主要教學法，過於注重學生能記住多少知識，與解多少題目，但缺乏學生思考能力的培養，與自主學習力的引發。Bruner(1961) 曾提及「學校應該是學生學習如何找知識的地方，並非一個灌

輸知識的地方。」大學的電路學課堂教學不宜採全闡述理論與示範如何解題的教學法，應在課堂給予時間漸次引導同學解題，也是教學的必要過程。日本京都大學佐藤學教授在日本推動「學習共同體」的教育改革時，他試圖去改變孩子失去學習的動力，他認為：學習的不應該只有學生，包括學校、家長、教師都必須要一起學習，透過彼此相互學習以及經驗分享，更能保障孩子的學習品質。佐藤學教授將學習的主體由老師轉移至學生，目的是希望透由引導學生的方式，從學習中得到成就感，並藉由討論與探索的機會，來提升自己的思考力和學習力(佐藤學, 2013)。黃政傑、林佩璇(1996)指出：合作學習的教學方法不僅可以善用學生互相幫助的能力，發揮同儕影響力，增強學生的學習效果；同時也能增進學生人我互動技巧的學習。

探究式教學法可追溯自 Schwab(1962)以科學探究方式進行教學，認為學生是學習過程中的主角，以學生為中心所建構的一種教學法，教師扮演鷹架的輔助與引導者角色，重視學生的學習歷程。鄒佳芬(2007)彙整分析國內「探究式教學」所累積 34 篇探究式教學的研究資料做分析，以瞭解探究式教學對於學生「科學學業成就」、「科學態度」、「對科學的態度」、「科學本質」、「過程技能」和「探究能力」的影響，研究結果顯示：探究式教學對學生科學學業成就、對科學的態度、科學本質、探究能力的成效優於傳統教學法的成效，在量方面的分析，則顯示科學學業成就及對科學的態度的效果量較高。

學習動機是引發學生參與學習，維持學習活動，以朝向既定的學習目標進行的一種心路歷程(李勇輝, 2017)。一些研究將學習動機分為價值、期望、情感等三方面。價值動機指學生為何從事某學習工作的理由與信念，例如學生可能會為了成績、升學、興趣等因素投入課程學習活動；期望動機指學生對於學習工作成敗的預期，例如對成敗機率的把握；情感動機指學生對學習工作、學習結果或本身學習能力的情感，例如考試焦慮或自我價值與自尊等(張春興, 1994; Robert.E. Slavin, 2005)。本研究計畫所指的學習動機係指於課堂中進行分組合作學習與探究式教學法時，引起學生學習行為、維持學習活動並達成預先設定目標的動力。

學習成效是衡量學生學習成果的指標，衡量學習成效的目的在使學生瞭解其自身學習成果多寡，並做為教師改進教學和學生改善學習的依據(Guay, Ratelle, & Chanal, 2008)。

### 3. 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，本研究以探究學生分組合作學習與老師採探究式教學法是否能提高學生學習電路學(二)之學習動機及學習成效是否有實質幫助。

### 4. 研究設計與方法

本計畫針對 108 學年度之電機系二年級上學期學生(約 40 位)之電路學(二)課程進行教學實踐研究。因為本系僅有一班，無法採真實驗(實驗組與控制組)，故以

同一班級之前半學期與後半學期作為學習動機之前測與後測，即前半學期仍採用傳統講述教學法，期中考之後改採本計畫所提教學法，學習動機量表則以 Pintrich、Smith、與 McKeachie(1989)所設計的動機量表，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(有中文版)，並將其七點李克特量表改為五點李克特量表，得分愈高表示學習動機越強，反之越弱。學習動機量表之前後測以統計分析成對-t 檢定。

學習成效則以期末考成績為依據，與上一屆學長成績作比較，期末考試題一樣。期末考課本範圍則為後半學期有採用本計畫所提之教學法授課內容。

分組合作學習擬藉由異質分組，促使同儕之間合作學習，成績前段的同學教會後段的同學，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」的困境，能激發學生學習動機。

因應本計畫教學方法的調整，為了讓同學可以了解電路學中抽象的概念或理論，在某些主題將利用手機 APP 軟體輔助教學，讓學生在接觸電路理論或公式前，能先有動手操作教具或輔具的機會，有助於明瞭後續介紹的電路理論或公式，以促進學生自主學習動力。

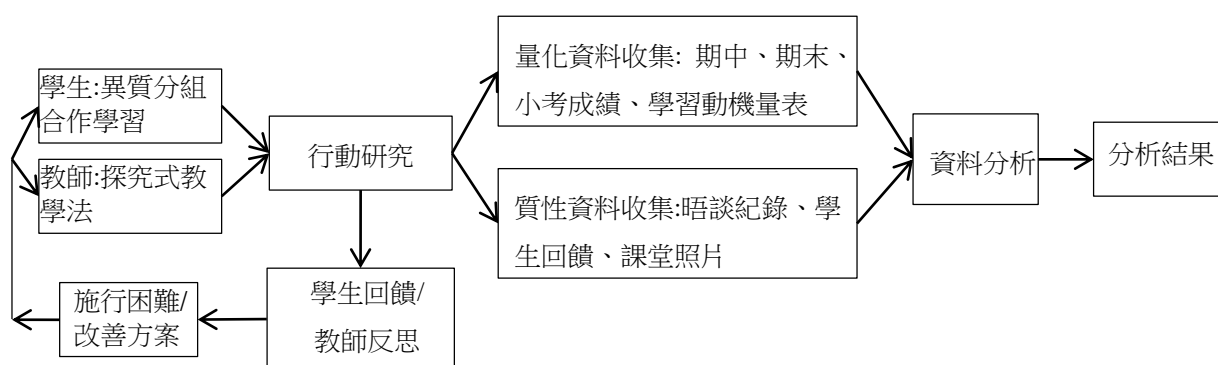


圖 1、本計畫研究架構圖

本計畫研究架構如圖 1 所示，針對電機系二年級電路學(二)學生進行教學研究，探討異質分組合作學習結合探究式教學法對學生學習動機與學習成效的影響，過程中以行動研究的方法進行調整與改善，以克服教學實踐過程中遭遇之困難。學期中，會同時收集量化資料與質性資料，以進行研究分析。

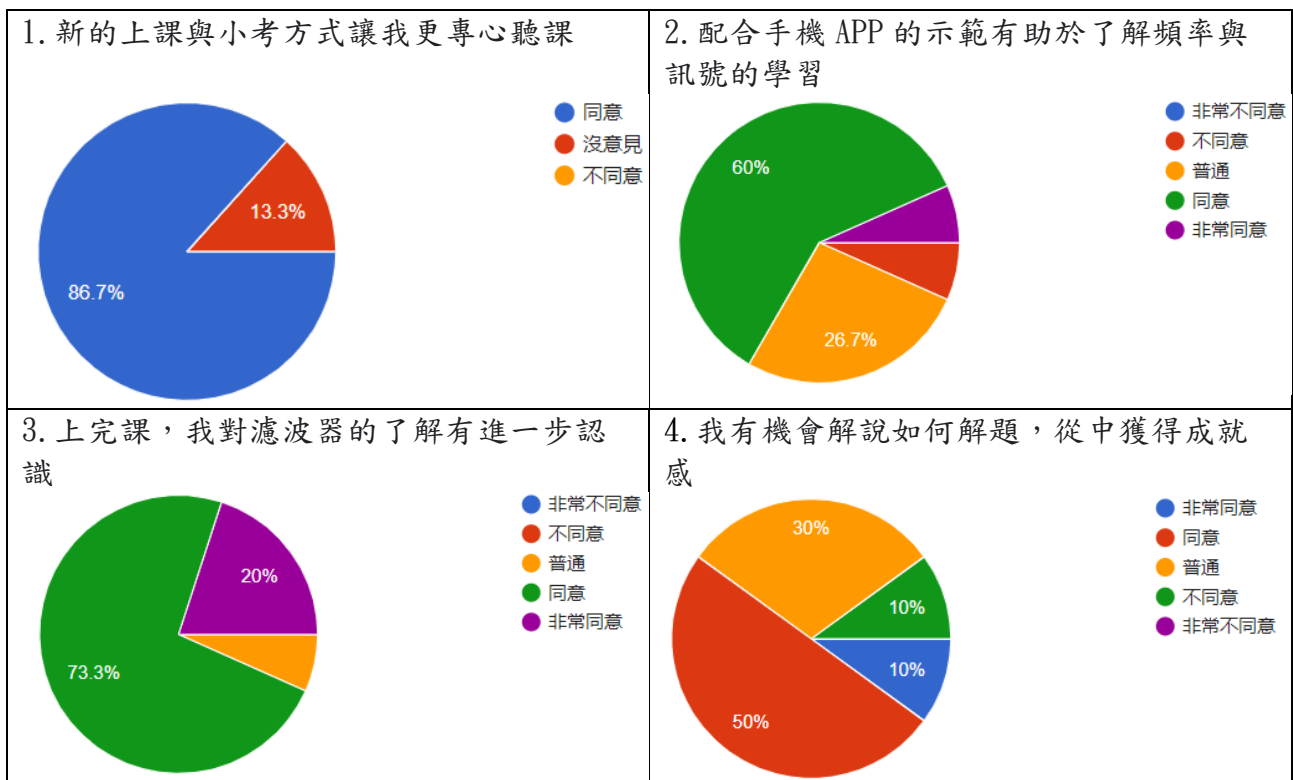
## 5. 教學暨研究成果

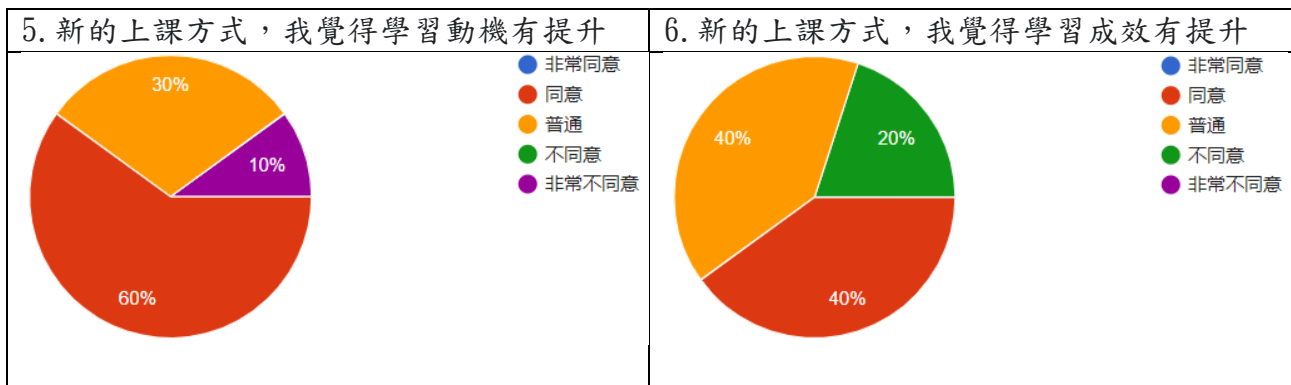
### (1) 教學過程與成果

第 1~8 週採傳統講述授課方式，每週上課會先小考前一週的範圍，讓同學做好複習。第 9 週期中考，第 10 週上課前作學習動機量表的前測，第 10-17 週則採用學生異質分組合作學習方式來進行小考，異質分組是依據期中考成績由高至低以 S 型排序分組，四人一組，成績最優者為組長，老師當週授課結束時，以組為單位進行小測驗，同組間可以進行討論，小測驗有搶答機制，先完成考卷並繳交的組別其成績會依得分權重加分，越慢繳交的組別其加分權重越少。進行第一次新方法之後，末學有請同學填寫問卷收集學生意見回饋，多數同學

反應搶答機制讓人產生急迫感，不利於學習與思考，有同學為了搶快，沒有再驗算確認答案就衝忙催促組長趕快繳交考卷，有此弊病，所以末學取消搶答機制，並給予足夠時間讓同學充分討論。隔兩三周之後，問卷調查反映出同學希望小考範圍是複習的範圍，而非當週老師授課進度，同學認為考上一週的範圍，可以充分準備再考試，比較能得高分，如果考當天的進度會一知半解之下作答，分數也不高，末學考當天進度的用意是希望以考試激勵同學認真上課，然而同學認為即使有認真聽課，有些電路學的理论是需要回去細讀與推敲並練習題目才能真的讀通，所以同學認為考當天的進度比較無法反映出學習成效，建議老師改成考上一週的範圍，所以末學考量為了讓小考可以反映出學生學習成效，所以採納了學生建議。而在探究式教學方法上，末學在頻率與濾波器的章節，採同學兩人一組，利用手機兩種 APP(Sonic 與 Oscilloscope)來體驗聲音與頻率，一位同學用 APP 調整欲發出聲音的頻率與波型，另一位同學的手機則安裝可以分析音頻的 APP 顯示出頻譜，末學提問同樣頻率但弦波、三角波、方波的聲音聽起來為何不同，同學可在遊戲音頻中了解頻率組成不同，最後末學會解釋:弦波只有基頻，而方波則是基頻的奇數倍的加總，這樣的解說也有助於後續傅立葉轉換的理論。

採用探究式教學方法的學生問卷調查結果如下，新的上課方式與分組合作小考的方式有高達 86.7%同學有更專心聽課。採用手機 APP 輔助教學有助於了解頻率的同學有高達 60%，採用探究式教學方法使學生對濾波器有進一步了解的同 學高達 93.3%。60%學生認為學習動機有提升，40%學生認為學習成效有提升。





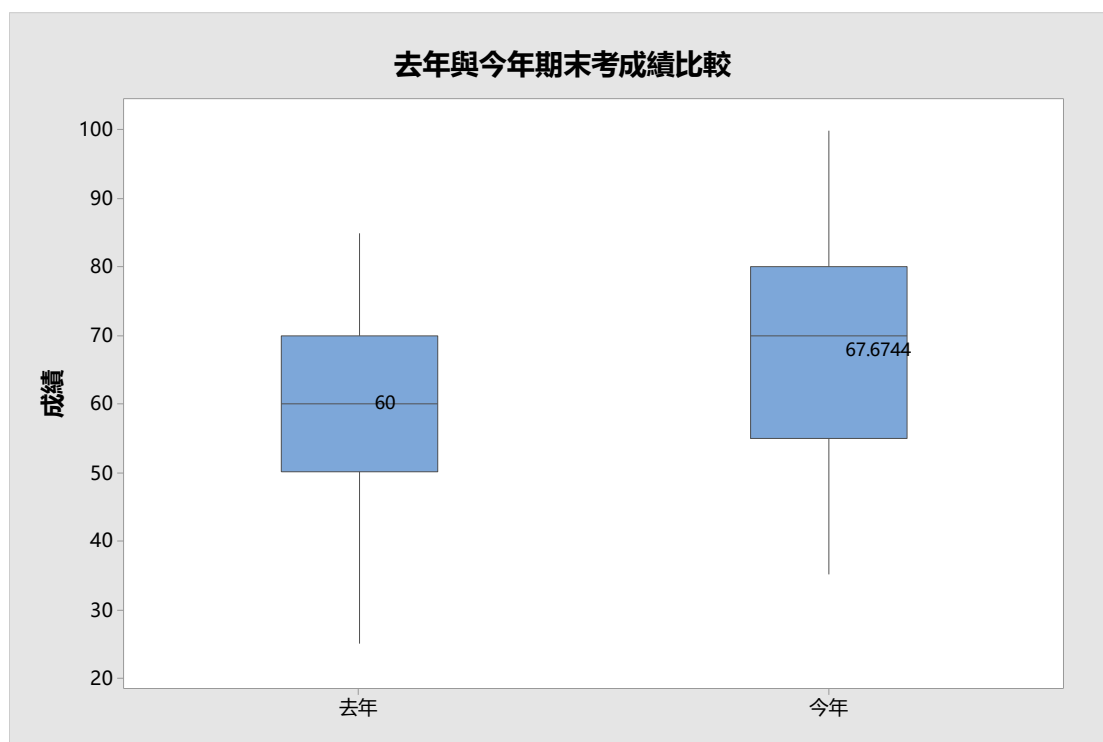
以下是學習動機量表的成對樣本 t 檢定的分析結果如下，唯有內在目標導向有改善，其餘呈現下降趨勢，究其原因乃前測是在期中考後一週施測，此時考試都已經考完，學生心情較為輕鬆，然而後測是在期末考當天考試前施測，此刻同學有很多科目要期末考與期末報告，課業壓力極大，所以前後測的施測當下學生心理狀態有很大差異，所以學習動機量表施測時間應該慎選。而學習成效上的分析如下，期末考成績的獨立 t 檢定分析顯示全班平均成績有明顯進步。

顯著性 $<0.05$  表示有明顯差異。在內在目標導向的平均數，學生對於題目的精熟度與想挑戰而投入學習的程度有些微進步，但顯著性並不明顯。由於此學習動機量表的後測是在期末考前 10 分鐘填寫的，同學當時面對期末考週諸多考科，壓力極大，所以從成對 7 與 8 的平均數看出同學很擔心考試結果不好，心情緊張等情緒波動，此乃由於前測是在期中考後一週施測，當時期中考已經都考完，同學心情也較輕鬆，所以造成本量表在認知干擾與情緒化的向度有明顯的退步。

	成對變數差異	成對變數差異		顯著性
		平均數	平均數的標準誤差	
成對 1	內在目標導向post - 內在目標導向pre	.058	.117	.623
成對 2	外在目標導向post - 外在目標導向pre	-.117	.115	.321
成對 3	工作價值post - 工作價值pre	-.034	.091	.711
成對 4	控制信念post - 控制信念pre	-.125	.110	.267
成對 5	自我效能post - 自我效能pre	-.133	.138	.342
成對 6	期望成功post - 期望成功pre	-.145	.090	.117
成對 7	無認知干擾post - 無認知干擾pre	-.693	.293	.025
成對 8	無情緒化post - 無情緒化pre	-.900	.298	.005

期末考成績獨立樣本 t 檢定的分析結果與 boxplot 如下所示，有 7.67 分的進步

	個數	成績平均數	標準差	最小值	最大值
去年	41	60.00	14.36	25	85
今年	43	67.67	16.88	35	100



## (2) 教師教學反思

(i). 老師教學日誌 2019/11/20:今天第一次進行異值分組小考，前兩堂先上課章節 14-4/14-5，因為是考當天的進度所以同學上課認真聽講的狀況改善很多，考試的時候同學也很認真的分工合作討論，因為考試的分數是依據答題時間與答對的題數，下課後吳同學與詹同學主動跟我反應如下:第一點：當初為了增加樂趣與競賽的氛圍所以有用搶答時間的模式，搶答時間的模式可能造成同學沒辦法清楚理解每一道題，造成每一位同學平均分攤兩三題算出來，並沒有時間與其他同學討論，所以不會的同學還是不會，所以修改成沒有搶時間的模式讓他們有足夠的時間，針對每一題充分的討論研究，當然這樣子考題就必須要難度加深，第二點：我高估他們在課堂上的吸收程度，即使是很用功聽講的同學，他們對於當天上的進度需要計算的題目仍然會覺得困難，何況是沒有全程認真聽講的同學對於當天的進度要考計算題是不太可能完成回答的，同學認為聽完課大概只能吸收一部分，大部分的理解還是要回去複習慢慢吸收與思考才能夠真的學起來，以後考慮一半的題目是複習的比較難的計算題，另一半是當天新的進度是概念性的題目。

有同學說分組的缺點：有些成員及較差程度的同學可能還是繼續保持擺

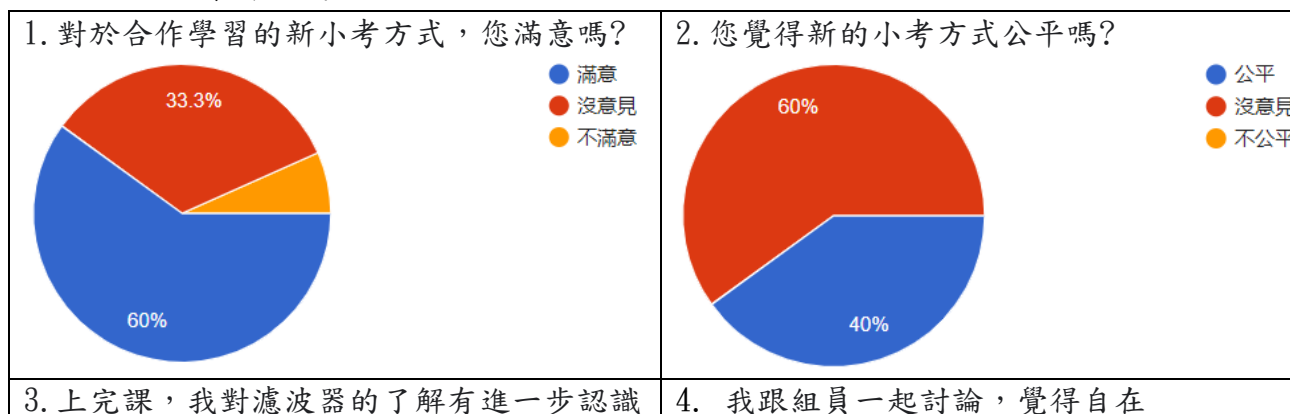
爛，我的回答是：應該不至於如此，藉由四個人一組，組員彼此之間會有同儕影響力，可能因為是面子的問題覺得不好意思問同學，成績不好的同學總會覺得想要稍微努力一些，這樣子效果就達到了，所以藉由成績好的同學產生帶動的力量來影響成績不好的同學，大家一起努力，來增進成績不好的同學的學習動力，這就是同儕的影響力

(ii). 老師教學日誌 2019/11/27:今天的實施異質分組小考後，我有留小組長下來詳談，同學表示這一次 OK，沒有什麼需要特別調整的，僅有少數一兩位同學學習狀況不好，他的組長認為都讀到大學了應該自己為自己負責，同學或老師沒有義務或責任去提醒這類的同學。另外，約有三分之二的組長認為其組員的學習狀況有改善，有比較投入課堂以及討論，每一組組員之間都還算團結，會互相討論合作，他們分工的方式大約有兩種，大部分是同學有些人從前面的題目開始算，有些人從後面的題目開始算，然後再一起彙整相比較如果答案不一樣會互相討論出正確的答案，另外一種方式是四個人一起逐題討論與回答，大致上今天的考試大家還算滿意。

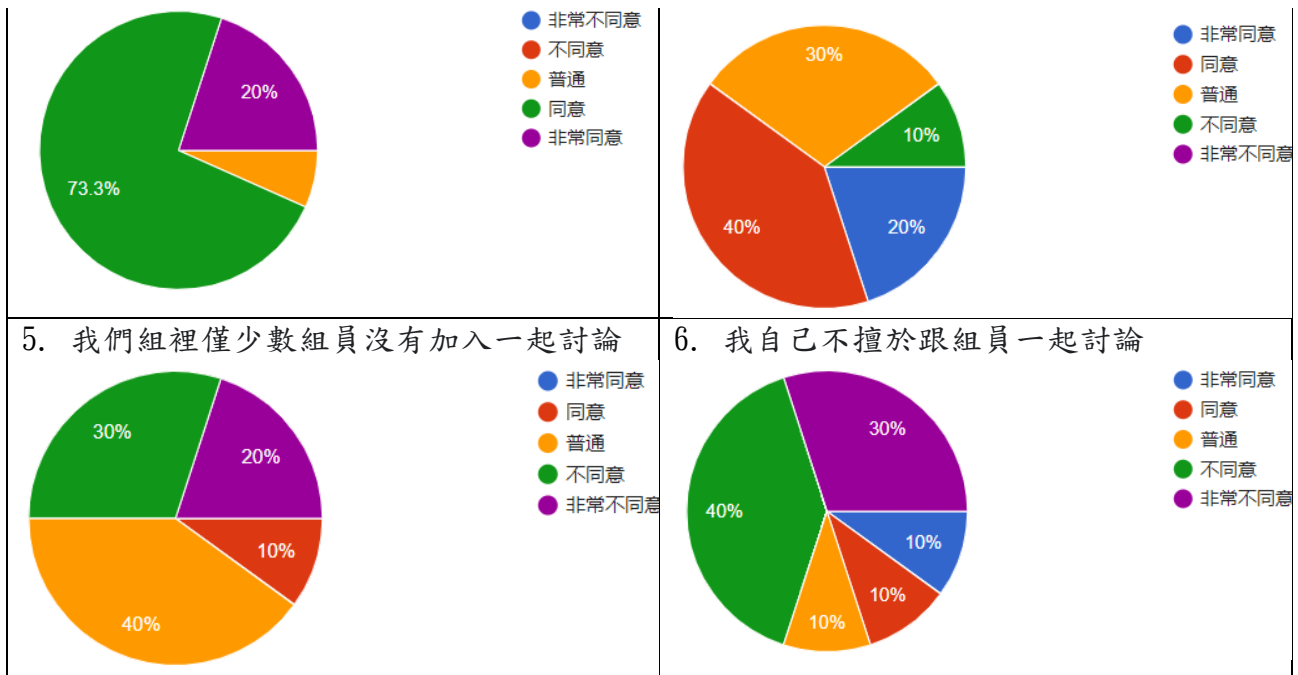
(iii) 教學實踐紀錄 2019/12/04:發現今天同學都充分討論互相教導，僅有一位同學沒有加入小組討論。

### (3) 學生學習回饋

下表是利用 Google 表單即時問卷調查同學對於新的上課方式的反應，採無記名。高達 86.7%同學認為新的上課方式有助於專心聽課；若輔以手機 APP(訊號產生器與音譜儀)，60%同學認為有助於了解頻率與訊號；93.3%同學認為對濾波器有更進一步了解；60%同學認為跟同學一起討論很自在；60%同學認為向同學解說如何解題可以從中獲得成就感；40%同學認為學習成效有提升，另有 40%認為普通；60%同學認為有助於提升學習動機，另 30%認為普通。從學生問卷調查顯示大部分同學認同以探究式教學法及分組合作學習的上課方式能促進學習成效與學習動機。







以下節錄同學們之文字回饋:

**同學 A:** 我覺得這種分組小考主要目的是為了提高後段同學對學習的慾望，因此要兼顧公平性本來就有難度，所以我覺得身為組長的我們，可能就像個小老師帶同學做小考題，能拉幾個同學是幾個，分數對於我來說並不是最重要的，在教導他們的過程中我也很樂在其中，看見他們真的有慾望學習弄懂，我自己也可以加深印象，老師加油！

**同學 B:** 在這一學期承蒙老師不少照顧，…，我真的是十二萬分的感謝老師，您也是我少數在彰師看到用心在教書的老師(尤其是電機系)，不過我在這邊可以提供給老師一些這學期上下來的心得與建議，我感覺老師上得很仔細很好，但有時候前面可能花太多時間，後半段課程就會有點趕(e. x. 上到第二、三節課可能發現有點來不及就會變得比較跳躍性的講解)，在那部份可能就比较難吸收，另外就是我還是強烈建議分組單純考複習就好，因為其實老師後來都會講得偏快，且自己預習沒聽過老師先講解，較沒效率且更花時間需要複習，以至於可能無法將老師預定之範圍全部預習完，只是單純聽過課堂講解沒回家做複習題目，很難直接寫小考且有點像是純粹亂代公式沒有去真正理解此公式背後的意義及運用之時機，感覺對學生吸收效果幫助也較差，我在後半段這種考預習的考試方法下，我感覺有點空虛沒有對檢視自己的學習太有幫助，這只是我的一點拙見給您參考。

**同學簡短回覆整學期的學習心得:** 比上學期的還難。學起來算題目蠻有成就感。讓我電子學可以聽得懂。懂一點電路學了。我覺得老師教的很好很用心。我覺得對交流電有更多認識。難度上升好多，有點不太好讀。學到更多有關以後專業的相關知識。感覺還是不太懂很抽象。解題思路有越來越清晰，比較知道怎麼去從題目解析電路。

期末同學對這門課的建議：計算過程講詳細一點。希望可以用版書。老師可以多講一點笑話。解題目的時候可不可以改用板書，ppt 換頁稍微讓我來不及。教的速度稍微慢一點。老師上課可以講慢一點或是清楚一點，謝謝！。希望老師可以多舉例一些生活周遭關於電路學的應用。能夠在重要觀念的時候在講的詳細一點，或一些解題的基本步驟。

末學對於學生的心得與建議非常珍惜，會慎重看待，並作適當調整，希望有助於改善末學的教學品質。

## 6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

- (1).分數公平的問題:大部分學生很在意自己的成績，所以如果分組學習時讓同學覺得會浪費自己的時間，或自己的成績會受組員影響，若這樣的心態產生都不利於計畫的執行，所以需有足夠的溝通，評量方式也要更謹慎。
- (2).藉由分組合作學習，培養學生的利他精神，但同時要關顧評量成績的公平性，成績能否如實呈現同學的學習成效，要兼顧此兩者需要老師花許多心力關注。
- (3).學習動機量表的後測是在期末考當天考試前施測，同學當天有很多科目要期末考且有諸多期末報告，所以課業壓力極大，心理狀態不佳，導致量表施測分析結果不準，這是要特別注意的，施測的時間點應慎選。

## 二. 參考文獻(References)

1. 黃政傑、林佩璇(1996)。合作學習。台北市:五南。
2. 趙沐深(2008)，認知型態與合作學習 STAD 的教學設計應用在電路學課程的研究，臺中教育大學學報：教育類,v.22, n.2,p 15-34。
3. 楊亞萍，胡俊傑，錢裕祿(2007)，合作性學習模式在電類課程教學中的應用，電氣電子教學學報 2007 年第 6 期，p. 110-112。
4. Schwab, J. (1962). The Teaching of Science as Enquiry. In the teaching of science Cambridge, MA: Harvard University Press, 1-103
5. 鄒佳芬(2007)，探究式教學對學生科學學習成效影響之統合分析，中原大學教育研究所學位論文
6. Arthur A. Carin, and Robert B. Sund (1985), Teaching Science Through Discovery, Merrill Press.
7. J. Richard Suchman (1961), Inquiry training: building skills for autonomous discovery, Merrill-Palmer Quarterly of Behavior and Development Vol. 7, No. 3, pp. 147-169
8. Joseph J. Schwab (1958), The Teaching of Science as Inquiry, Journal Bulletin of the Atomic Scientists, Volume 14, Issue 9, p 374-379
9. 楊榮祥(1983)，科學教學方法—理論與實際(二)舒華布的探討科學模式，科學教育月刊，64，2-12 頁
10. 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
11. 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.
12. 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
13. 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
  14. J. Elliot (1991), *Action research for educational change*, Open University Press.
  15. 吳靜吉、程炳林 (1992), 激勵的學習策略量表之修訂, 中國測驗學會測驗年刊, No. 39, 59-78 頁
  16. 黃鈺雯 (2004), 嘉義地區國小高年級教師教學態度、師生互動與學生學習動機之關係研究, 國立嘉義大學國民教育研究所碩士論文。
  17. 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
  18. 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
  19. 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
  20. J. Elliot (1991), *Action research for educational change*, Open University Press.
  21. 吳靜吉、程炳林 (1992), 激勵的學習策略量表之修訂, 中國測驗學會測驗年刊, No. 39, 59-78 頁
  22. 黃鈺雯 (2004), 嘉義地區國小高年級教師教學態度、師生互動與學生學習動機之關係研究, 國立嘉義大學國民教育研究所碩士論文。

### 三. 附件(Appendix)

無