

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：PEE1080060

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：108.08.01-109.07.31

以應用問題及實作導向教學法提升「工程數學」的學習成效
工程數學(I)、工程數學(II)

計畫主持人(Principal Investigator)：陳錡楓

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：東海大學電機工程學系

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 年 8 月 13 日

目錄

一、教學實踐報告內文.....	1
1. 研究動機與目的.....	1
2. 研究問題.....	2
3. 研究設計與方法.....	2
4. 教學暨研究成果.....	6
二、參考文獻.....	10
三、附件.....	10

以應用問題及實作導向教學法提升「工程數學」的學習成效

一. 報告內文(Content)

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

我國於 1980 年中期開始，憑電機電子高科技產業的蓬勃成長與發展，帶動了國家經濟建設的卓越進步，使台灣憑藉著優質的人力資源，得以立足於世界經濟體，成為高科技產業鏈中所不可或缺的一環。而「工程數學」於我國未來科技產業之尖端發展，佔有舉足輕重之關鍵地位，因為所有的電子產業研發設計技術皆以「工程數學」為基礎，因此在各大學中的理、工相關科系皆將「工程數學」列為專業必修科目。然而，不可諱言地，學生對於「工程數學」學習的畏懼，恐成為我國未來科技產業發展的隱憂。

依據計畫主持人過去的教學經驗與徵詢相關領域專家學者，推論下列幾點「工程數學」教育的長期問題：

- (1) **授課教材偏重理論，缺乏與實際應用結合**：目前電機領域的人才供給不僅是量的不足，即人才品質亦有待提昇。臺灣有經驗的電子、電路設計人才仍顯不足，尤其是能以系統性的方式有效率解決整合性問題的工程人員更少，工程師多依賴試誤法 (trial and error) 完成電子產品之設計或效能提升，導致設計經驗無法累積，遑論系統效能的最佳化。探究其原因，乃因大學工程教育中的專業基礎課程之學習成效不佳，其中包含「工程數學」一科。傳統「工程數學」的授課教材過於偏重理論分析、公式推導與證明，難以與大學生既有經驗產生共鳴，且學生難以從中了解「工程數學」在電機電子工程領域中的實際應用，故學生普遍覺得太過理論且不實用，畢業工作後即使需要著手處理應用問題，亦難以採用課程中所學的邏輯及理論來思考與實際解決問題。同時，學生亦不知如何將工程上的問題科學化與數學模式化，及如何解這些模式化背後所連接的工程問題原理。
- (2) **考試導向學習與實務操作之缺乏**：目前大學學生為準備研究所考試，常過於偏重少數科目的鑽研與解題，忽略實際操作的重要性，更遑論從實習操作中領會進行研究工作的法則及要領。因此，當學生進入研究所或職場時，其學習主體由考試解題轉換為成果解析與創新研發時，自然產生極強烈之不適應。這不僅是學生個人生涯規劃的損失，也是國家投入教育資源的明顯浪費。
- (3) **互動式學習教學仍顯不足**：目前的教科書大都著重於數學公式的推導，然而推演過程中很多步驟通常因為篇幅有限而有所忽略，此外，推導過程絕非憑空想像，而是有跡可循，其中思路的講解通常必須花費較多的言語來解釋，這對於目前以紙本為主的教材是極大的挑戰，又復加以現今乃圖像化思考時代，需要大量多媒體教材輔助學習，以彌補傳統紙本教科書所欠缺之關鍵部分。
- (4) **純數學的推導與理論證明無法提升學生的學習興趣**：「工程數學」在電機電子相關科系的專業基礎課程當中是較具有學習挑戰的一門學科，學習者需要具備相當程度的數學與微積分基礎，且傳統的教法往往著重於純數學的推導與理論證明，導致多數學生缺乏學習興趣。
- (5) **與課程地圖無法形成有效的鏈結**：由於多數學生在修完「工程數學」後不會將所學的知識與解題技巧活用於專業進階課程中(例如：電路學、電磁學、通訊原理、類比積體電路設計等課程)，導致「工程數學」與系上之課程地圖無法形成有效的鏈結。

「工程數學」這門科目在電機系裡是最重要和最基礎的科目之一，學生在修習完這門科目之後，會學習到各種解數學方程式的方法與技巧，但多數的學生卻不知道學完這門科目之後可以應用在哪？也就是不知道如何以理論方法分析與解決工程上的問題，因此如何將工程上的問題科學化與數學模式化，及如何解這些模式化背後所連接的工程問題原理，使學生可以成為具備分析、處理及解決問題能力及態度的優秀工程師是本研究要試圖解決的問題。因此，本研究計畫旨在提升「工程數學」教學品質，進而培養學生成為科技業所需要的人才。

2. 研究問題(Research Question)

為了培養電機工程領域專業人才，東海大學電機系課程設計配合目前產業界電子電機人才的需求，分為 IC 設計與無線通訊組及奈米電子與能源技術組二組。各領域目標擬訂如下。

IC 設計與無線通訊組：以數位/類比積體電路設計、超大型積體電路設計、通訊積體電路設計、嵌入式系統、系統晶片設計、無線通訊系統、訊號處理、射頻與微波電路設計、網路技術及網路安全為方向。

奈米電子與能源技術組：以先進的奈米電子與半導體材料理論基礎為出發點，應用在感測與訊號擷取、先進綠色能源獵取與轉換、固態照明、微控制器應用、工業自動化、生物科技、生醫感測及半導體產業等方面之技術。

其中「工程數學(I)」與「工程數學(II)」為本系兩組學生的共同必修科目，由於「工程數學」的內容涵蓋許多單元，因此本系將之分為兩個學期授課，其分別開設在大一下學期與大二上學期，主要之授課內容是在教導學生對於各工程領域中專業理論與原理，並提供基礎數學理論建模技巧與分析、解決問題的方法[1]，其對學生教育目的在於訓練學生具備基本數學思惟及推理的能力。然而，傳統「工程數學」的教學只著重在純數學的推導與理論證明，而本系學生對有關數學題材之授課內容，往往接受度較為吃力，導致缺乏學習興趣。此外，學生修習這門科目時，往往不知其在電機電子工程領域中的實際應用為何，且更是不知如何將工程上的問題科學化與數學模式化，及如何解這些模式化背後所連接的工程問題原理。甚至學生普遍對於如何活用在這門科目中所學之理論知識於進階的專業課程中是一知半解的，導致學生的學習動力不佳，進而影響到整體的學習效果[2]-[8]。

3. 研究設計與方法(Research Methodology)

為解決上述問題，同時使學生有更多的學習空間，培養較高層次的學習與認知能力，深入學習應用課程內容，因此所規劃的課程將透過提高單堂課學分數的實施方式，也就是把課程的學分加重，在原來的三學分外再加一學分，教師仍然在課堂上講授三小時/每週，而外加的一學分則安排為一小時/每週之延伸的實作與討論課程(即深碗型課程)。透過此外加學分(時數)的方式來讓學生學習如何利用原本「工程數學」課程中所學的數學理論來解決各種工程應用上(例如：電路學、電磁學、通訊原理等)所遇到的問題，同時引導學生學習電腦輔助設計軟體 MATLAB 的各項指令[9]-[12]，並訓練學生使用該軟體設計分析工程數學、電路相關議題與解析方程式的各種技巧，以提升解決問題的效率。透過一系列的軟體操作，可與學生現有的知識相結合，將可提高學生的學習興趣，減低學生學習工程數學的排斥感與恐懼感。期許學生經過本課程的訓練後，能具備解決電機工程相關領域之問題的能力，畢業後進入產業界能有所貢獻。

本計畫將建立全面性的「工程數學」教材知識庫，契合現今翻轉教育與開放式教學之理念，所規劃之架構與目的如圖 1。首先，本計畫將針對既有之「工程數學」教材進行內容優化，並開發新的實作教材，務使課程品質達到最好；其次，本計畫將針對所有的教材與數位影片均上傳東海大學 iLearn 數位教學平台，以供學生做課程預習與複習之用，以提升學習成效。同時，透過互動式影片之設計開發，提升學生參與度；同時，工程應用實例之練習題庫的建立與內容優化，將使在學學生可充分學習與享受「工程數學」所帶來的樂趣。又，本計畫將積極與本校其他相關科系做連結，共同促成「工程數學」教育之合作與交流擴散。

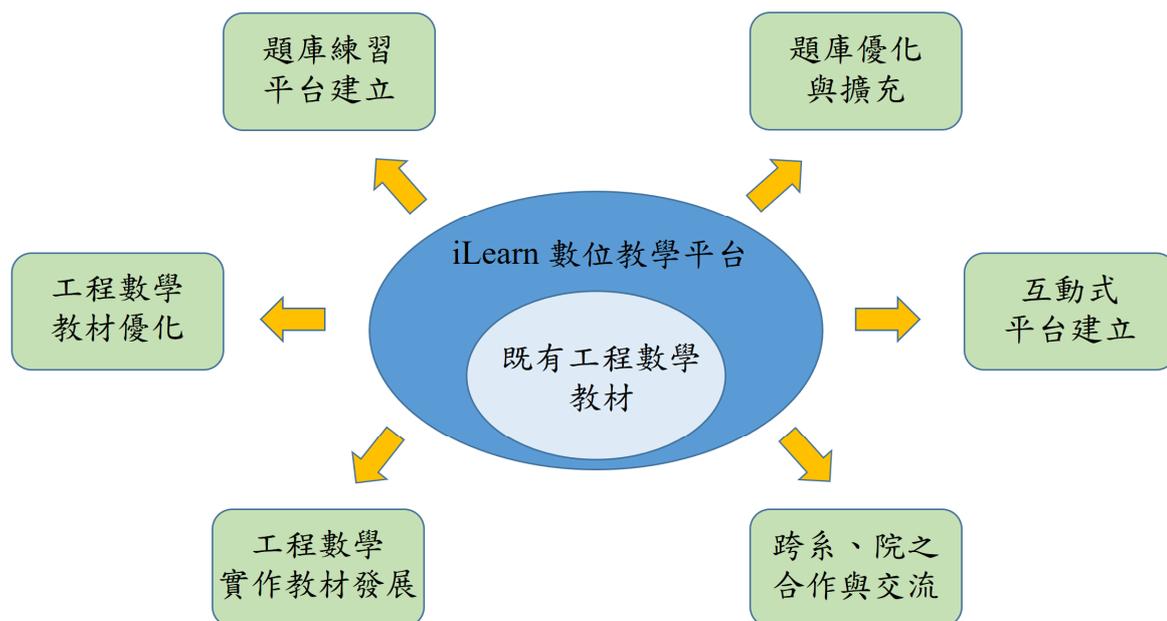


圖 1 計畫架構與使命。

本系「工程數學(I)」與「工程數學(II)」的課程內容包含：常微分方程的一般解法、正合方程式、高階微分方程式的系統與質性分析方法(級數解、尤拉解)、初始值問題與邊界值問題、拉氏轉換、向量微分計算法及向量積分計算法等主題、傅立葉級數、傅立葉積分與傅立葉轉換、偏微分方程式、複數幾何與複數函數、複數函數積分、函數的級數表示、奇異性與剩餘定理及保角映射等主題。其評量方式，期中考試與期末考試各佔 30%，作業佔 30%，出席率佔 10%。

所規劃之工程數學實作課程亦分為兩個學期授課，此實作課程將搭配「工程數學(I)」與「工程數學(II)」一起修讀。本實作課程著重在讓學生以討論的方式解決一些實際的應用問題，藉由解題的過程，學生可以了解到自己不足之處，並加以補強。另外，在實作課中亦會訓練學生以 MATLAB 軟體進行工程數學微分方程的解析及驗證，並結合相關軟體工具箱，進行後續應用課程的演練。本實作課程的執行與實施方式如圖 2 所示，授課教師於重要基礎觀念之課程單元中將會加強實例之講解，藉以培養學生實作之能力。例如圖 3 為本實作課程所設計之工程應用的實例問題，學生透過實作的過程，不但可以學習到 MATLAB 軟體的操作技巧，且可以更迅速、更有效率的獲得問題的解答，同時可以與理論推導之解答來做互相驗證。

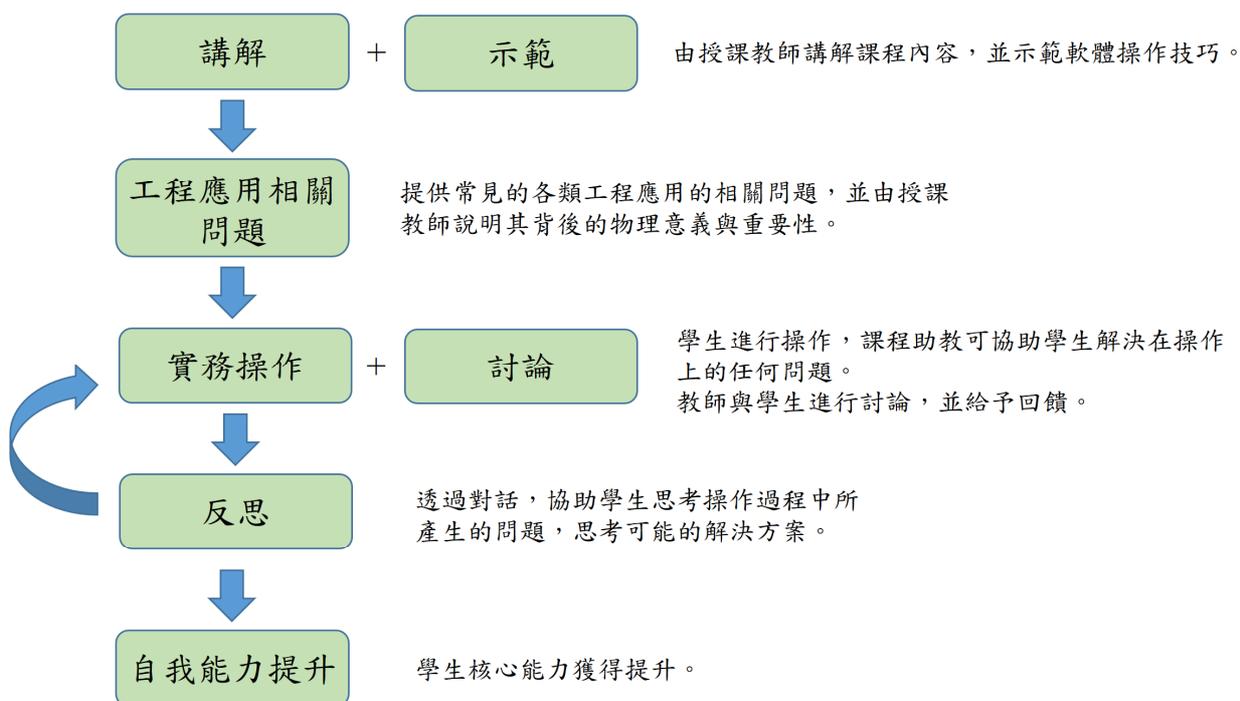


圖 2 實作課程執行方式。

本課程為了落實課程網路化，相關的上課教學投影片與教材皆上傳東海大學 iLearn 數位教學平台，其數位平台輔助教學規劃說明如下：

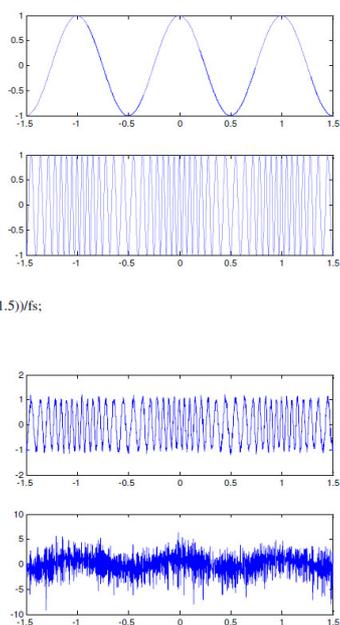
- (1) **行動學習**：學生可透過授課教師規劃之學習路徑，於課堂前或結束後，利用數位教材反覆預習或複習所授單元之課程，作為有效之學習輔助及行動學習使用。隨著網路與個人行動裝置的快速發展，網路學習平台越來越受到重視，因為學生可以隨時隨地根據個人的需求和進度來自我學習，不受時空的限制。網路媒體的多樣性也可以吸引學生的學習興趣。
- (2) **完善的線上題庫**：授課教師建立完善的線上題庫(電機、電子工程應用類)，供學習者除了在課堂上使用外，亦能在課後做反覆的練習，以提升學習成效。
- (3) **闖關遊戲**：授課教師在教學平台上設計「闖關遊戲」，授課教師會依題型的難易度分為幾道關卡，學生可以像玩遊戲的方式來闖關，通過簡易的關卡後才能進入更困難的關卡，學生破關後，授課教師會給予適當的獎勵，預期透過此方式來提升學生學習工程數學的樂趣。
- (4) **學生意見即時回饋**：授課教師在教學平台上開設一個課程討論群組，學生對於本課程有任何的問題與意見都可以即時反應，授課教師可隨時與學生進行互動，並依學生反應的意見在課程內容、進度及上課方式上做即時的調整。
- (5) **互動教材**：相關的教學影片檔案將會上傳教學平台，並於影片中插入題目，使影片與學生產生雙向互動，提高學生參與度。透過教學動畫的呈現，將可翻轉傳統教室內單向的學習方式，讓學習變得更有吸引力與效率。
- (6) **長期追蹤學生的學習行為**：授課教師可利用教學平台上的學生學習追蹤功能，當新的教材上傳教學平台後，會持續累積每位修課學生所有的學習紀錄，例如：學生瀏覽次數、瀏覽時間等，有助於授課教師長期追蹤學生的學習行為。

範例一：雜訊對 FM 調變之影響

Q：利用 MATLAB 軟體產生一個週期訊號 $m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$ ，其中 $A_m = 1$ 、 $f_m = 1$ ，且此基頻調變載波為 $c(t) = A_c \cos(2\pi f_c t)$ ，其中 $A_c = 1$ 、 $f_c = 15$ Hz、 $k_f = 1$ 。請將訊號 $m(t)$ 做 FM 調變後，加入白高斯雜訊，並繪出所得之訊號圖。

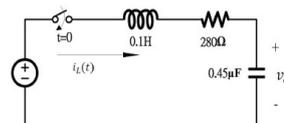
Ans：假設 SNR = 20，則

```
clear;
clc;
Am=1;
Ac=1;
fm=1;
fs=500;
fc=15;
kf=5;
dev=kf*Am;
t=-1.5:0.002:1.5;
x=Am.*cos(2*pi*fm.*t);
i=1;
z=0;
for n=1:length(t)
    z=z+Am*cos(2*pi*fm*(n/fs-1.5))/fs;
    y(i)=z;
    i=i+1;
end
figure;
subplot(2,1,1);
plot(t,x);
signal_fm=Ac*cos(2*pi*fc*t+2*pi*kf*y);
subplot(2,1,2);
plot(t,signal_fm);
fm_noi=awgn(signal_fm,20);
figure;
subplot(2,1,1);
plot(t,fm_noi);
fm_demod=fmdemod(fm_noi,fc,fs,dev);
subplot(2,1,2);
plot(t,fm_demod);
```



範例二：常微分方程式解題應用

Q：給予一 RLC 電路，如下圖所示：



- (a) 當 $v(t) = 48$ V，請繪製出 $v_C(t)$ 、 $i_L(t)$ 之圖形，其中 $t \geq 0$ 且 $v_C(0) = 0$ 、 $i_L(0) = 0$ 。
- (b) 當 $v(t) = 75\cos(5000t + 30^\circ)$ V，試將(a)小題重作之。

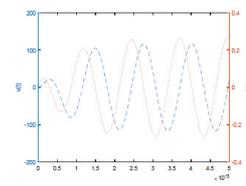
Ans：

(a)

```
function y = HW3_3_3(t,x)
y=[x(2)/(0.45*10^-6); (48-280*x(2)-x(1))/0.1];
```

.m檔：

```
[t,x] = ode45(@HW3_3_3,[0,0.005],[0,0]);
[AX H1 H2] = plotyy(t,x(:,1),t,x(:,2));
ylabel(AX(1),'v(t)');
ylabel(AX(2),'i(t)');
set(H1,'LineStyle','-');
set(H2,'LineStyle',':');
```



(b)

```
function y = HW3_3_3_2(t,x)
y=[x(2)/(0.45*10^-6); (75*cos(5000*t+pi/6)-280*x(2)-x(1))/0.1];
```

.m檔：

```
[t,x] = ode45(@HW3_3_3_2,[0,0.005],[0,0]);
[AX H1 H2] = plotyy(t,x(:,1),t,x(:,2));
ylabel(AX(1),'v(t)');
ylabel(AX(2),'i(t)');
set(H1,'LineStyle','-');
set(H2,'LineStyle',':');
```

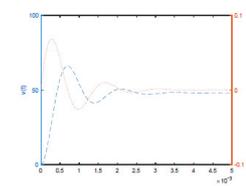


圖 3 工程應用實例。

- (7) **線上測驗**：授課教師可利用教學平台進行線上測驗，選擇題目作為學生學習評鑑之用，並視情況可強制要求學生必須充分了解所學習內容並正確解答問題後，方可進入下一階段學習。學習平台將統計學生評量成績，供教師隨時掌握學生學習狀況。
- (8) **雷達點名**：授課教師可利用教學平台上的雷達點名功能，學生只要使用個人的行動裝置(例如手機)上網，即可完成點名。此方式比傳統的點名節省更多的時間且更有效率，而節省下來的時間可以讓學生們做更多的實務操作。

本課程之核心能力評量方式如下：

1. **工數軟體實作**：透過 MATLAB 軟體的設計分析工程數學、電路相關議題與解析方程式的各種技巧等實作的過程，檢視學生上述核心能力達成度，並觀察學生實作成果，了解學生對於本課程之學習狀況。
2. **考試與作業評量**：利用考試與作業的方式，檢視學生上述核心能力，並透過考試成果，了解學生對於工程數學之學習狀況。
3. **教學成效問卷調查**：學期末於網頁實施學習成效問卷調查，由學生自主評估學習狀況及核心能力達成度。

所訂定的學習成效評量方式總表如表 1 所示。此外，本課程授課完畢後，將由授課教師針對課程做分析與評估，授課教師依據當學期開授課程學生修課狀況自行評估授課內容及學生學習成效是否能達成核心能力預估值，以提供教師個人改進課程之意見。

表 1 學習成效評量方式總表

學習成效	評量指標	需蒐集的資料與分析方法
核心能力 1：運用數學、科學與電機工程知識的能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 修課學生出席率須達 70% 以上。 2. 修課學生在正式考試中，題目答對率須達 75% 以上。 3. 修課學生每次作業皆可以收到對作業的指導與回饋。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生的期中與期末考試批閱結果。 2. 學生於實際的軟體操作與討論過程及其實作成果。 3. 學生的作業與作業回饋。 4. 學生的期末教學成效問卷調查。
核心能力 2：設計、執行實驗、分析與詮釋數據的能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 修課學生出席率須達 70% 以上。 2. 修課學生每次作業皆可以收到對作業的指導與回饋。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生於實際的軟體操作與討論過程及其實作成果。 2. 學生的作業與作業回饋。 3. 學生的期末教學成效問卷調查。
核心能力 3：設計與實作元件、模組、次系統或系統所需的技術能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 修課學生出席率須達 70% 以上。 2. 修課學生每次作業皆可以收到對作業的指導與回饋。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生於實際的軟體操作與討論過程及其實作成果。 2. 學生的作業與作業回饋。 3. 學生的期末教學成效問卷調查。
核心能力 4：熟悉與使用電機工程專業工具的能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 修課學生出席率須達 70% 以上。 2. 修課學生每次作業皆可以收到對作業的指導與回饋。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生於實際的軟體操作與討論過程及其實作成果。 2. 學生的作業與作業回饋。 3. 學生的期末教學成效問卷調查。
核心能力 5：發掘、分析及處理電機工程相關領域問題的能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 修課學生出席率須達 70% 以上。 2. 修課學生在正式考試中，題目答對率須達 75% 以上。 3. 修課學生每次作業皆可以收到對作業的指導與回饋。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生的期中與期末考試批閱結果。 2. 學生於實際的軟體操作與討論過程及其實作成果。 3. 學生的作業與作業回饋。 4. 學生的期末教學成效問卷調查。

4. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

本研究是以修習「工程數學(I)」與「工程數學(II)」的學生為研究對象，修課人數分別為 109 人與 84 人，所有修課的學生皆接受每週三小時的課堂授課(圖 4)和一小時之延伸的實作與討論課程(圖 5-7)，研究期程為二個學期(108 學年度上學期與 108 學年度下學期)。在課堂授課的部分，授課教師是以板書的方式親自授課，授課內容是在教導學生對於各工程領域中專業理論與原理，並提供基礎數學理論建模技巧與分析、解決問題的方法。且所有的授課過程都有錄製成影片，並上傳至 iLearn

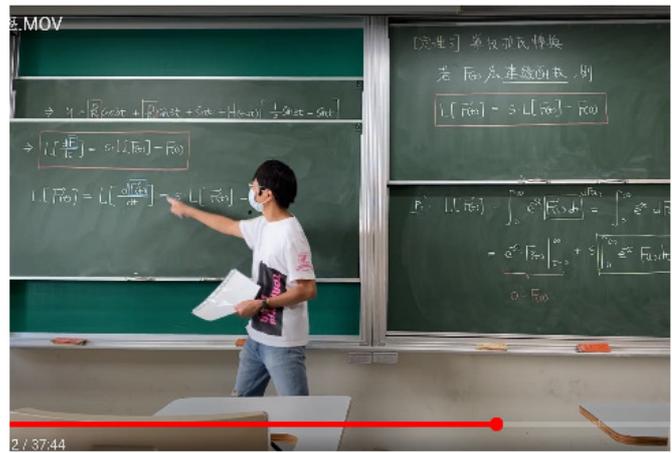
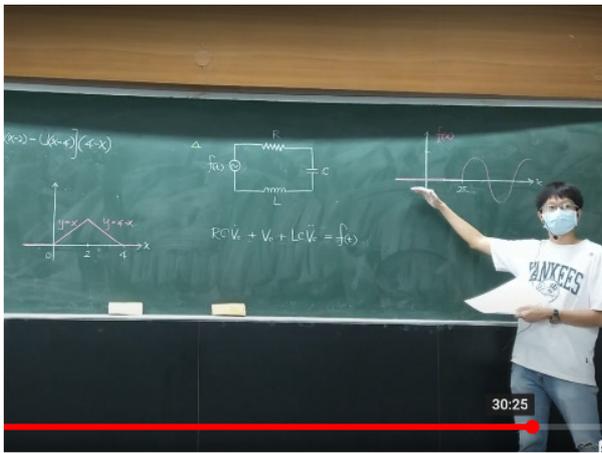


圖 4 教師課堂授課的情形。



圖 5 學生操作 MATLAB 軟體。

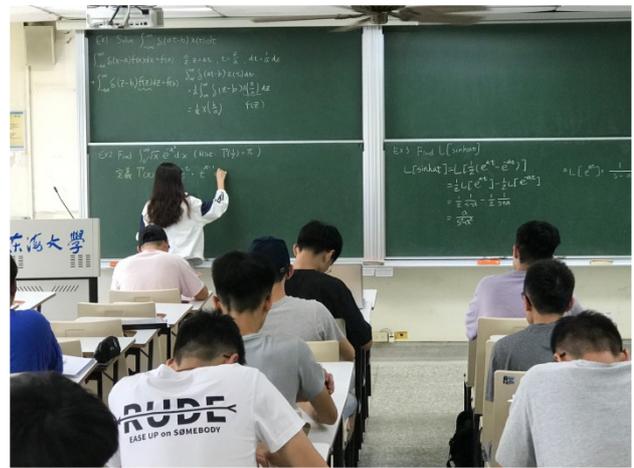


圖 6 鼓勵同學上台解題。



圖 7 修課學生與助教互相討論。

數位教學平台供修課學生複習使用。在實作與討論課程中，主要是由授課教師設計一系列的工程應用問題讓學生來做練習與討論。當學生了解在課堂中所學的理论是能應用於工程實務上，學生自然就會產生學習的動力。另，在實作中也會引導學生學習電腦輔助設計軟體 MATLAB，並訓練學生使用該軟體設計分析工程數學的問題。

表 2 修課成績總表

		工程數學(I)	工程數學(II)
108 學年度	修課人數	109	84
	平均分數	62.5	64.7
	及格率	70%	69%
107 學年度	修課人數	80	81
	平均分數	60.6	54.7
	及格率	58%	47%

表 3 教學評鑑值

學年度	開授課程	修課人數	填寫人數	評鑑值	備註
108-1	工程數學(II)	84	67	92.1	電機系
108-2	工程數學(I)	109	96	93.3	電機系

學生在實作中可以隨時與教師或助教討論，透過對話，協助學生思考操作過程中所產生的問題，思考可能的解決方案。同時，本課程也鼓勵同學能踴躍上台解題，分享自己所學。

表 2 為 107 學年度與 108 學年度東海大學電機系學生修習「工程數學(I)」與「工程數學(II)」的成績總表，從表中顯示，108 學年度之修課學生的成績與及格率都有明顯的提升，這說明在本研究中以應用問題及實作導向的教學法是可以有效提升「工程數學」的學習成效。

(2) 教師教學反思

以應用問題及實作導向的學習方式可以得到很好的學習效果，學生的反應也都是非常正面的，對於「工程數學」這類較枯燥的課程有很不錯的教學成效，結合工程實務的應用，可以大大提高學生對「工程數學」的理解與學習動機。只是這學年僅實施一小時之延伸的實作與討論課程，或許在之後的課程中可以思考再增加實作與討論課程的時數，讓學生有更多的機會來做練習與討論，學生也許會獲得更大的成長。另，授課教師亦觀察到許多修課學生仍不熟練 MATLAB 軟體，更不用說會使用該軟體設計分析工程數學的問題，因此藉由增加實作與討論課程的時數也可以來改善此問題。

(3) 學生學習回饋

表 3 為 108 學年度的修課學生對於「工程數學(I)」與「工程數學(II)」的教學評鑑值，本課程所獲得的分數分別是 92.1 分與 93.3 分(附件一)，圖 8 為修課學生的意見調查表，從以上的數據與結果顯示學生普遍對於這門課程的評價是極正面的。

大學部工學院 電機系陳鈞楓先生	2020/08/05 14:15	列印(A4直印)
◎對於本課程及授課教師你認為最值得肯定的是？(請盡量舉例說明)		
1091-工程數學 (I)		
1. 板書工整 條理清晰 講解題目有邏輯 並運用邏輯教學 助於學生理解工程數學		
2. 老師認真、年輕有教學熱忱		
3. 上課內容超豐富		
4. 線上直播畫質也很清楚非常方便		
5. 老師上課非常的清楚		
6. 考試只有有誤 分數好拿		
7. 教學認真		
8. 能夠利用問題來教學		
9. 筆記精良		
10. 上課講義清楚，板書字體極致整齊		
11. 老師上課超認真，比學生認真，是個好老師(•̀•́)o		
12. 下學期終於開始用麥克風，板書美		
13. 上課板書排版很清楚		
14. 老師很認真，課手抄板書		
15. 考題不會太難		
16. 沒有		
17. 無		

大學部工學院 電機系陳鈞楓先生	2020/08/05 14:09	列印(A4直印)
◎對於本課程及授課教師你認為最值得肯定的是？(請盡量舉例說明)		
1104-工程數學 (II)		
1. 老師非常用心認真教學		
2. 講解認真		
3. 看重學生是否瞭解上課內容		
4. 上課聲音很好聽，有助於專心		
5. 上課很清楚		
6. 上課不遲到，課程筆記非常清楚		
7. 老師教的好		
8. 無		
9. 老師上課很認真		

圖 8 教學意見調查。

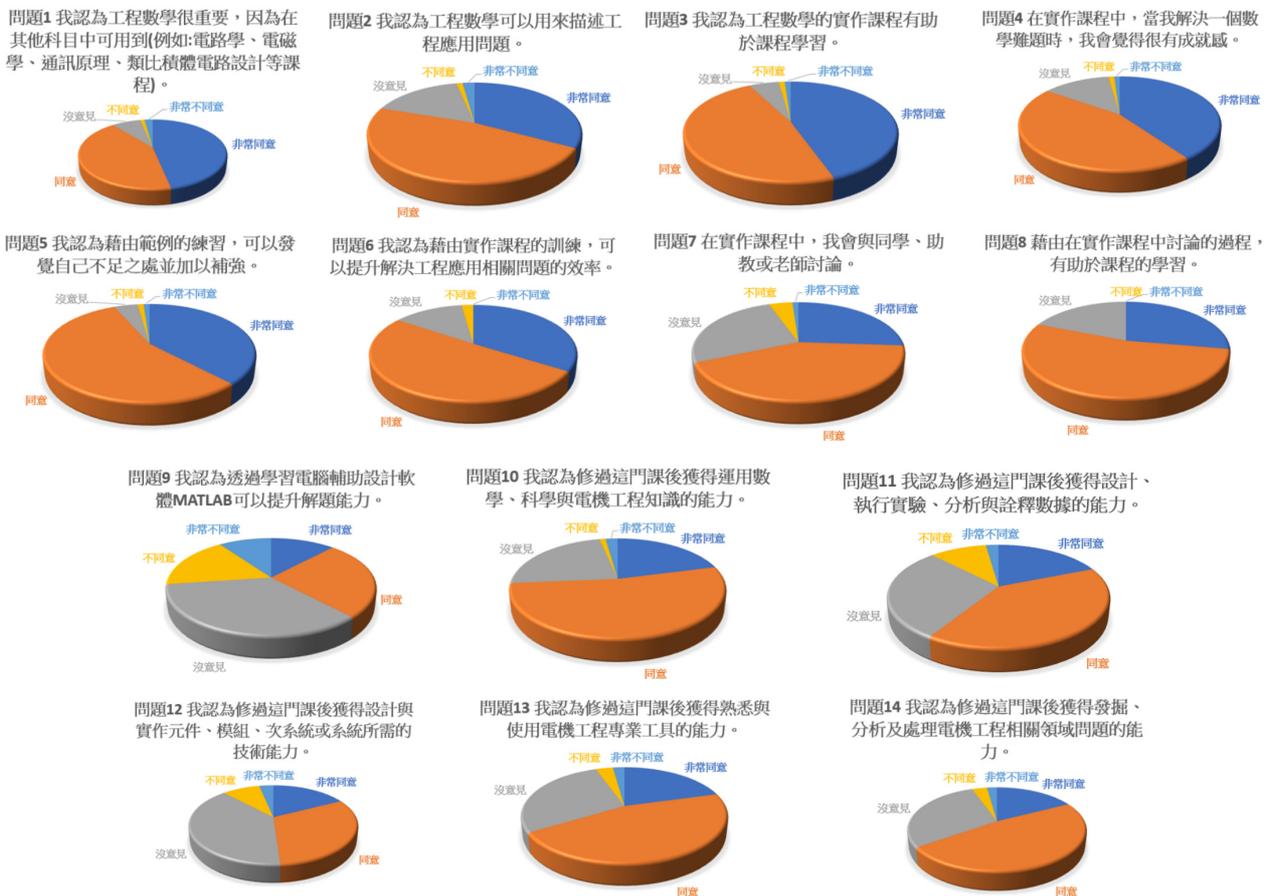


圖 9 學生問卷調查結果。

另外，授課教師於期末設計一份學生意見調查表(附件二)供學生作答，調查結果如圖 9 所示，其結果分析如下：

1. 多數學生經由本課程了解到「工程數學」的重要性，並提升其學習動機。
2. 多數學生認為透過「工程數學」的實作與討論課程有助於課程的學習。
3. 有部分學生尚無法使用 MATLAB 軟體分析問題，其原因是這些學生還不熟悉這套軟體，未來可透過增加實作的時數，並讓學生多做練習來改善。

4. 多數學生認為修過這門課後獲得運用數學、科學與電機工程知識的能力。
5. 多數學生認為修過這門課後獲得設計、執行實驗、分析與詮釋數據的能力。
6. 多數學生認為修過這門課後獲得熟悉與使用電機工程專業工具的能力。
7. 多數學生認為修過這門課後獲得發掘、分析及處理電機工程相關領域問題的能力。

二. 參考文獻(References)

- [1] Peter V. O'Neil, "Advanced Engineering Mathematics", 8th edition, Cengage Learning.
- [2] O. Ravn and L. Henriksen, "Engineering mathematics in context-learning university mathematics through problem based learning," *International Journal of Engineering Education*, vol. 33, no. 3, 956-962, 2017.
- [3] N. Davidson and D. L. Kroll, "An overview of research on cooperative learning related to mathematics," *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 22, no. 5, 362-365, Nov. 1991.
- [4] R. A. Rahman, Y. M. Yusof, and S. Baharun, "Improving the teaching of engineering mathematics using action research," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 56, no. 8, pp. 483-493, Oct. 2012.
- [5] N. M. Tawil, I. Shaari, A. Zaharim, H. Othman, and N. A. Ismail "Implementing internet source as tools in teaching and learning engineering mathematics," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 102, no. 22, pp. 122-127, Nov. 2013.
- [6] K. Kipli, N. Bateni, M. S. Osman, N. Sutan, A. Joseph, and O. S. Selaman, "Engineering mathematics I: A case study of first year students at faculty of engineering, UNIMAS," *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, vol. 56, no. 8, pp. 573-578, Oct. 2012.
- [7] H. Kashefi, Z. Ismail, and Y. M. Yusof, "Engineering mathematics obstacles and improvement: A comparative study of students and lecturers perspectives through creative problem solving," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 56, no.8, pp. 556-564, Oct. 2012.
- [8] H. Othman, I. Asshaari, H. Bahaludin, N. M. Tawil, and N. A. Ismail, "Student's perceptions on benefits gained from cooperative learning experiences in engineering mathematics courses," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 60, no. 17, pp. 500-506, Oct. 2012.
- [9] MATLAB 程式設計基礎篇(第四版),葉倍宏 編著,全華科技圖書股份有限公司。
- [10] MATLAB 7 程式設計應用篇,葉倍宏 編著,全華科技圖書股份有限公司。
- [11] MATLAB 在工程上的應用,William J. Palm III 著,翁展翔 譯著,高立圖書。
- [12] MATLAB 程式設計與工程應用,陳奇中 編著,東華書局。

三. 附件(Appendix)

與本研究計畫相關之研究成果資料，可補充於附件，如學生評量工具、訪談問題等等。

東海大學108學年第2學期教學意見反映統計表

大學部工學院 電機系陳錡楓先生

2020/08/10 16:25

列印

課程代號	課程名稱	A	一學生學習自評				二教學準備		三教學內容與方法		四教學態度		五教學評量			應填寫 / 不可評量學生人數	問卷填寫率 %	問卷未填寫數				
			1. 我對這門課的興趣程度(%)	2. 我對這門課的修業程度(%)	3. 我對這門課的修業程度(%)	4. 我對這門課的修業程度(%)	5. 我對這門課的修業程度(%)	6. 我對這門課的修業程度(%)	7. 我對這門課的修業程度(%)	8. 我對這門課的修業程度(%)	9. 我對這門課的修業程度(%)	10. 我對這門課的修業程度(%)	11. 我對這門課的修業程度(%)	12. 我對這門課的修業程度(%)	13. 我對這門課的修業程度(%)							
1091	工程數學 (I)	A	64	30	58	56		72	75		75	58		60	78	84		70	67	109	88.07	13
		B	26	27	29	35		22	18		17	22		20	17	10		21	23	0		
		C	3	21	8	5		2	3		4	14		12	1	1		5	6			
		D	2	15	1																	
		E	1	3										1		1						
評量值	(A+B)/(A+B+C+D+E)							97.9	96.9		95.8	83.3		83.3	99.0	97.9		94.8	93.8		A+B人數%	93.6
	(D+E)/(A+B+C+D+E)							0.0	0.0		0.0	2.1		4.2	0.0	1.0		0.0	0.0		D+E人數%	0.8
	單科各題分數							94.6	95.0		94.8	88.3		88.1	96.0	96.7		93.5	92.7		單科分數	93.3

東海大學108學年第1學期教學意見反映統計表

大學部工學院 電機系陳錡楓先生

2020/08/10 16:27

列印

課程代號	課程名稱	A	一學生學習自評				二教學準備		三教學內容與方法		四教學態度		五教學評量			應填寫 / 不可評量學生人數	問卷填寫率 %	問卷未填寫數				
			1. 我對這門課的興趣程度(%)	2. 我對這門課的修業程度(%)	3. 我對這門課的修業程度(%)	4. 我對這門課的修業程度(%)	5. 我對這門課的修業程度(%)	6. 我對這門課的修業程度(%)	7. 我對這門課的修業程度(%)	8. 我對這門課的修業程度(%)	9. 我對這門課的修業程度(%)	10. 我對這門課的修業程度(%)	11. 我對這門課的修業程度(%)	12. 我對這門課的修業程度(%)	13. 我對這門課的修業程度(%)							
1104	工程數學 (II)	A	43	23	43	39		50	50		49	40		38	50	51		44	43	84	79.76	17
		B	17	20	18	22		12	13		15	19		18	15	13		20	18	0		
		C	7	12	5	5		5	4		3	7		10	2	3		3	5			
		D		8																		
		E		4	1	1					1			1		1			1			
評量值	(A+B)/(A+B+C+D+E)							92.5	94.0		95.5	88.1		83.6	97.0	95.5		95.5	91.0		A+B人數%	92.5
	(D+E)/(A+B+C+D+E)							0.0	0.0		0.0	1.5		1.5	0.0	0.0		0.0	1.5		D+E人數%	0.5
	單科各題分數							93.4	93.7		93.7	89.0		87.5	94.3	94.3		92.2	90.4		單科分數	92.1

附件二

【工程數學】學生問卷調查

為了瞭解同學們對工程數學的學習狀況，請同學看完每一題敘述之後，根據你(妳)自己真實的想法選擇適切的回答，並在□內打勾。這份問卷沒有標準答案，也不會列入成績計算。採匿名方式填寫，請同學放心作答。

題目	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
我認為工程數學很重要，因為在其他科目中可用到(例如：電路學、電磁學、通訊原理、類比積體電路設計等課程)。					
我認為工程數學可以用來描述工程應用問題。					
我認為工程數學的實作課程有助於課程學習。					
在實作課程中，當我解決一個數學難題時，我會覺得很有成就感。					
我認為藉由範例的練習，可以發掘自己不足之處並加以補強。					
我認為藉由實作課程的訓練，可以提升解決工程應用相關問題的效率。					
在實作課程中，我會與同學、助教或老師討論。					
藉由在實作課程中討論的過程，有助於課程的學習。					
我認為透過學習電腦輔助設計軟體 MATLAB 可以提升解題能力。					
我認為修過這門課後獲得運用數學、科學與電機工程知識的能力。					
我認為修過這門課後獲得設計、執行實驗、分析與詮釋數據的能力。					
我認為修過這門課後獲得設計與實作元件、模組、次系統或系統所需的技術能力。					
我認為修過這門課後獲得熟悉與使用電機工程專業工具的能力。					
我認為修過這門課後獲得發掘、分析及處理電機工程相關領域問題的能力。					

其他意見：

【工程數學】學生問卷調查

為了瞭解同學們對工程數學的學習狀況，請同學看完每一題敘述之後，根據你(妳)自己真實的想法選擇適切的回答，並在□內打勾。這份問卷沒有標準答案，也不會列入成績計算。採匿名方式填寫，請同學放心作答。

題目	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
我認為工程數學很重要，因為在其他科目中可用到(例如：電路學、電磁學、通訊原理、類比積體電路設計等課程)。	✓				
我認為工程數學可以用來描述工程應用問題。	✓				
我認為工程數學的實作課程有助於課程學習。	✓				
在實作課程中，當我解決一個數學難題時，我會覺得很有成就感。	✓				
我認為藉由範例的練習，可以發掘自己不足之處並加以補強。	✓				
我認為藉由實作課程的訓練，可以提升解決工程應用相關問題的效率。	✓				
在實作課程中，我會與同學、助教或老師討論。	✓				
藉由在實作課程中討論的過程，有助於課程的學習。	✓				
我認為透過學習電腦輔助設計軟體 MATLAB 可以提升解題能力。	✓				
我認為修過這門課後獲得運用數學、科學與電機工程知識的能力。	✓				
我認為修過這門課後獲得設計、執行實驗、分析與詮釋數據的能力。	✓				
我認為修過這門課後獲得設計與實作元件、模組、次系統或系統所需的技術能力。	✓				
我認為修過這門課後獲得熟悉與使用電機工程專業工具的能力。	✓				
我認為修過這門課後獲得發掘、分析及處理電機工程相關領域問題的能力。	✓				

其他意見：

在修習這門課之後，我對工程數學有更進一步的認識和了解，也學到如何於其它科應用我於課堂上所學的。和老師的討論和解惑的過程，讓我更加熟練我(學)。助教在課堂題目的講解也十分仔細認真，總的來說這門課令我受益良多。

【工程數學】學生問卷調查

為了瞭解同學們對工程數學的學習狀況，請同學看完每一題敘述之後，根據你(妳)自己真實的想法選擇適切的回答，並在□內打勾。這份問卷沒有標準答案，也不會列入成績計算。採匿名方式填寫，請同學放心作答。

題目	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
我認為工程數學很重要，因為在其他科目中可用到(例如：電路學、電磁學、通訊原理、類比積體電路設計等課程)。	✓				
我認為工程數學可以用來描述工程應用問題。	✓				
我認為工程數學的實作課程有助於課程學習。	✓				
在實作課程中，當我解決一個數學難題時，我會覺得很有成就感。	✓				
我認為藉由範例的練習，可以發掘自己不足之處並加以補強。	✓				
我認為藉由實作課程的訓練，可以提升解決工程應用相關問題的效率。	✓				
在實作課程中，我會與同學、助教或老師討論。	✓				
藉由在實作課程中討論的過程，有助於課程的學習。	✓				
我認為透過學習電腦輔助設計軟體 MATLAB 可以提升解題能力。	✓				
我認為修過這門課後獲得運用數學、科學與電機工程知識的能力。	✓				
我認為修過這門課後獲得設計、執行實驗、分析與詮釋數據的能力。		✓			
我認為修過這門課後獲得設計與實作元件、模組、次系統或系統所需的技術能力。		✓			
我認為修過這門課後獲得熟悉與使用電機工程專業工具的能力。	✓				
我認為修過這門課後獲得發掘、分析及處理電機工程相關領域問題的能力。	✓				

其他意見：藉由實作課加強了我對工數在工程問題上的解題能力，並且在與老師及助教的討論中，提升了對老師上課內容的理解，也幸虧有實作課，讓我在複習重奏時有更好的效率