

【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式(系統端上傳 PDF 檔)

教育部教學實踐研究計畫成果報告(封面)

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PEE1080246

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2019/08/01~2020/07/31

(計畫名稱/Title of the Project)

建立工程數學認知後進行雲端驗證與即時反饋的教學實踐研究

(配合課程名稱/Course Name)

工程數學(一)

計畫主持人(Principal Investigator)：黃啟光

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

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

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)：

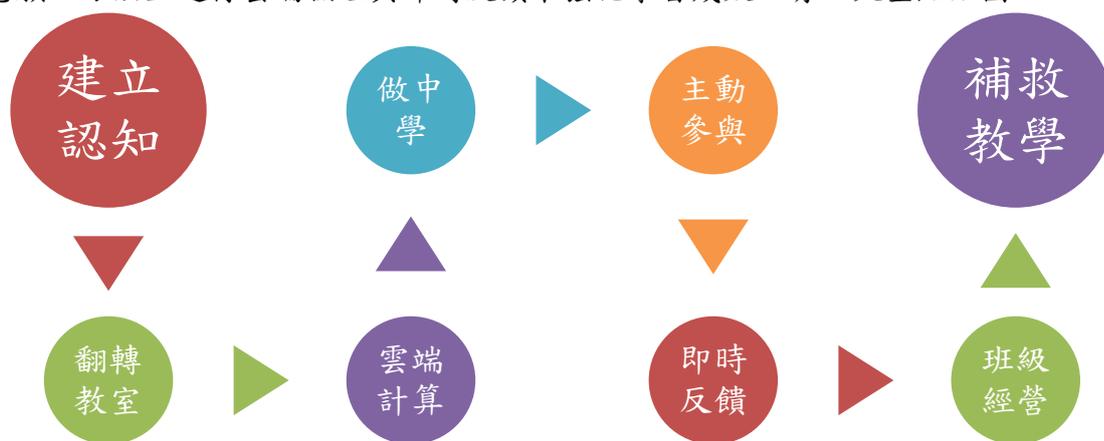
2020/09/20

Study of Teaching Practice Based on Cloud Verification and Immediate Feedback after Establishing Cognition of Engineering Mathematics

一、報告內文(Content)

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

目的是針對不易學習的工程數學進行教學實踐的研究。透過理念的確立、多元實踐方法與即時反饋來促進學習成效。利用小學學習算術過程，來認知工程數學重要性及提高主動學習的意願，方法上進行雲端驗證與即時反饋來強化學習成效。有八大重點如圖一：



圖一：教學實踐研究的八大重點

- 關於『建立認知』循序漸進的方式條列如下：
 - 「函數與組合函數」有如阿拉伯數字「0~9」
 - 「微分」如小學一年級所學的「加法」
 - 「積分」如小學二年級所學的「減法」
 - 「工數(一)」如小學三年級所學的「乘法」
 - 「工數(二)」如小學四年級所學的「除法」
 - 「電機專業課程」如小學五六年級所學的「應用題」
- 認知工程數學就是解決工程相關問題所發展出的數學，希望學生『建立認知』後，能夠主動參與
- 整合中華大學資源，配合手機雲端計算來克服教室環境的限制
 - Matlab 軟體與手機雲端計算、Ecampus、Chumoodel、IRS
 - 翻轉教室、做中學與問題導向學習(PBL, problem based learning)
- 藉由即時反饋來調整內容與進度，配合期中及期末的補救教學完成本計畫目標，達到多數學生不放棄的班級經營理念

2. 文獻探討(Literature Review)

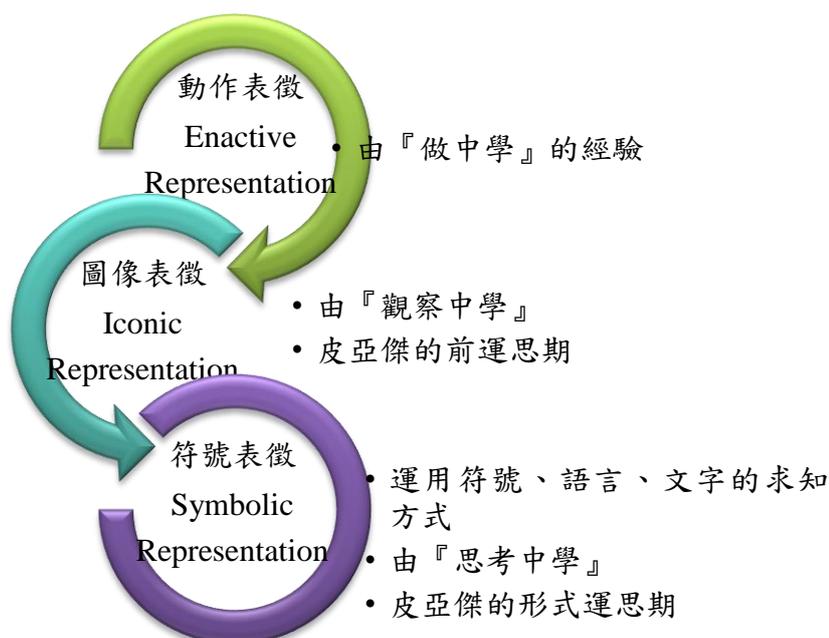
- 本研究將採納布魯納(J. S. Brunner)及布魯姆(Bloom)所提『建立認知』相關的理論來進行此計畫。首先從布魯納所提出『認知表徵』理論開始著手，布魯納強調二個重點，如圖二所示。第一個重點是針對『認知表徵』或『知識表徵』來討論，對這些表徵布魯納認為是人類對環境中周遭的事物，經過『知覺』體驗後，將外在事件轉換為『內

在心理』事件的過程。第二個重點主軸，強調是否能夠有效鼓勵學生『主動探索』，是構成學生學習的主要條件

- 如同本研究的實踐方法 5 的『主動參與』，希望學生能『主動』從『工程數學』表象變化中，利用歸納分類的技巧，來感知或發現其原理原則，所以特別強調及鼓勵『發現式教學』(Discovery Learning)。
- 瞭解『認知表徵』兩個重點後，進一步討論由『做中學』經驗的『動作表徵』，進而由『觀察中學』的『圖像表徵』，最後到『思考中學』的抽象『符號表徵』重要發展三階段，如圖三所示。
- 布魯納『思考』兩種基本方式『故事性思考』與『典範性思考』，如圖四所示，此兩種基本思考方式如何應用在學習『工程數學』的關聯性也闡述於圖五。
- 表一條列四大類知識維度(KNOWLEDGE DIMENSION)：『事實性知識』、『概念性知識』、『程序性知識』、『後設認知知識』，同時於圖六詳述此四大類知識維度與小學時期所學習算數的關聯性。依據循序漸進發展四大類的知識維度，來進一步闡述本計畫所規劃的『工程數學』於圖七。
- 本計畫重點首先是『建立工程數學認知』，而圖八中的認知維度(COGNITIVE PROCESS DIMENSION)所提的六大認知過程：『記憶』、『理解』、『應用』、『分析』、『評價』與『創造』六大認知過程，是本計畫建立認知『工程數學』重要過程與評估的重點。



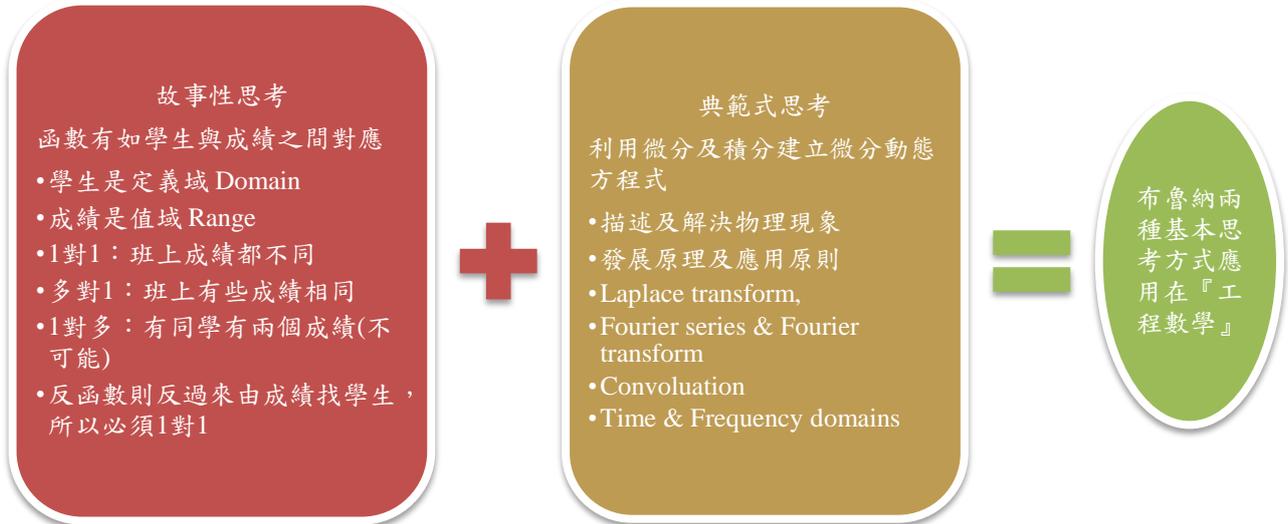
圖二：布魯納的『認知表徵』理論二個重點



圖三：布魯納的『認知表徵』理論發展三階段



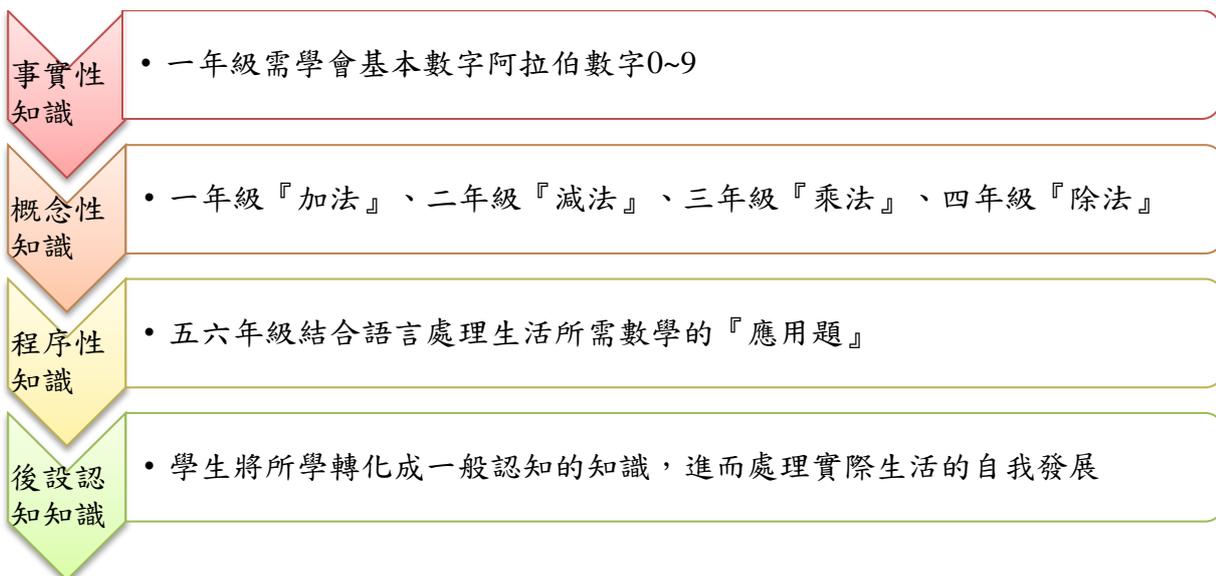
圖四：布魯納『思考』兩種基本方式



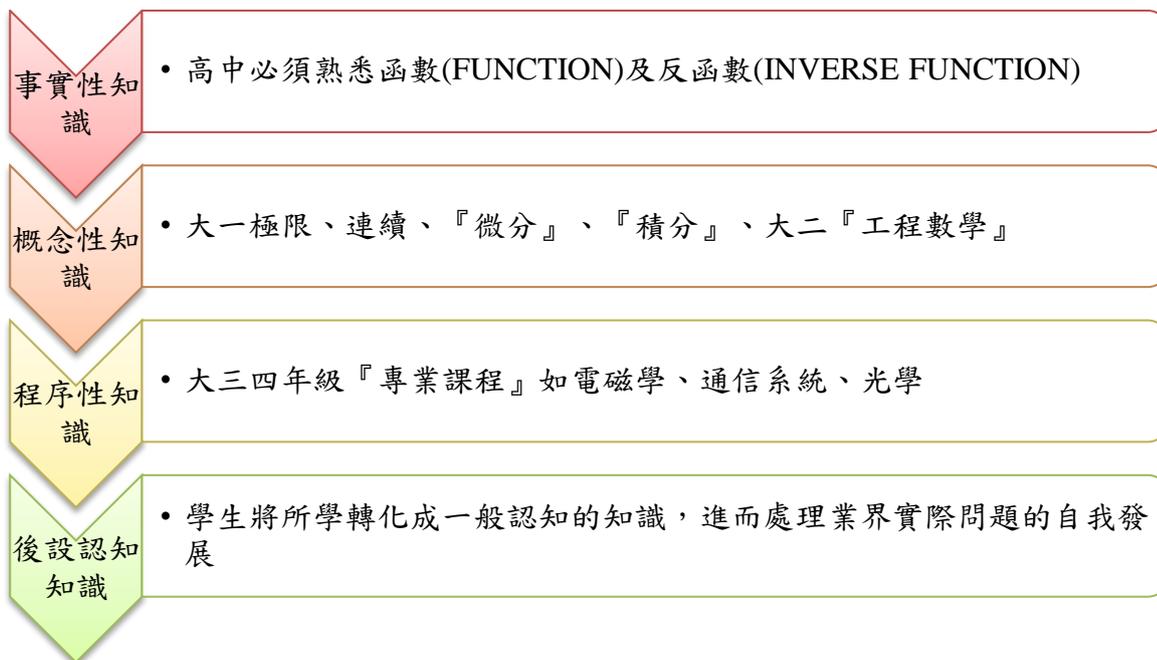
圖五：布魯納兩種基本思考方式應用在『工程數學』的關聯性

表一：知識維度(KNOWLEDGE DIMENSION)四大類

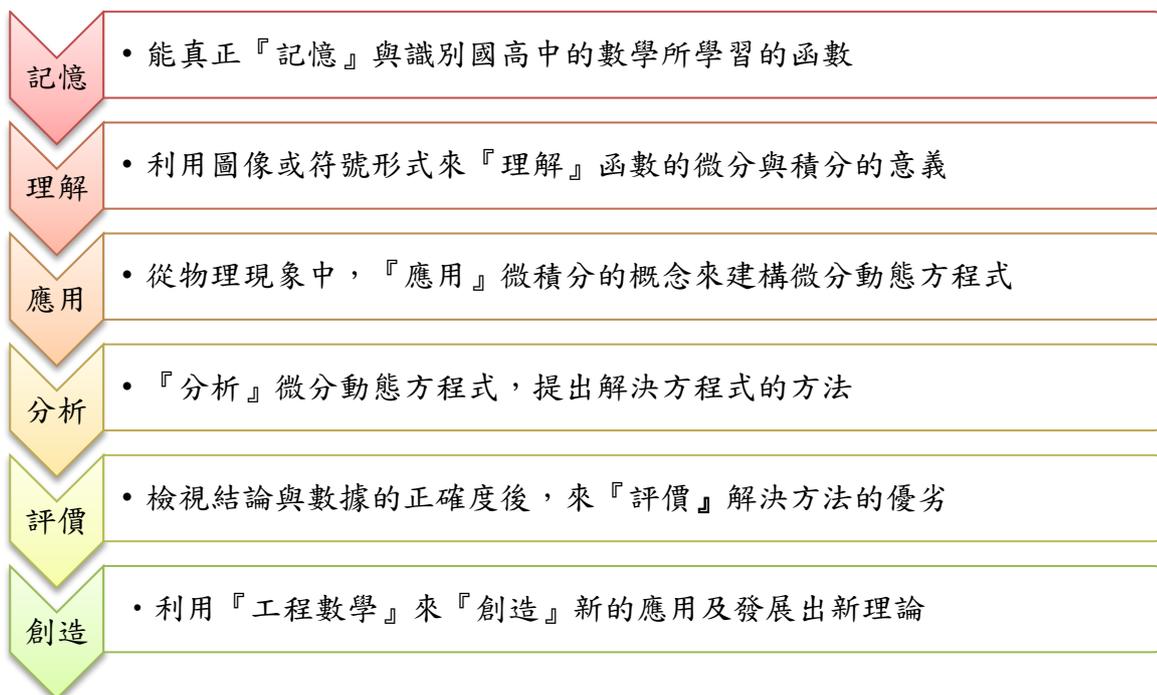
Factual	事實性知識：在了解一門學科或解決其相關問題所須掌握的基本要素
Conceptual	概念性知識：進入更廣的體系內，其基本要素之間所共同產生作用的關係，例如原理或理論等
Procedural	程序性知識：處理事物的方法及相關技術或技能使用及相對應的準則
Metacognitive	後設認知知識：轉化成一般認知的知識，進而關於自我認知的意識與知識



圖六：知識維度(KNOWLEDGE DIMENSION)四大類與小學算數的關聯性



圖七：依據知識維度中循序漸進發展四大類的來闡述『工程數學』



圖八：認知維度(COGNITIVE PROCESS DIMENSION)六大認知過程與微積分與工程數學關聯性

3. 研究問題(Research Question)

- **建立主動學習的意願**，由圖二的第一重點，經過『知覺』體驗後，將外在轉換為『內在心理』的過程。第二重點為有效鼓勵學生，利用歸納分類發現原理與原則的『主動探索』，是構成學生學習的主要條件。
- **配合雲端驗證『做中學』**，如圖三所示，由布魯納所發展的『做中學』經驗的『動作表徵』，進而由『觀察中學』的『圖像表徵』，最後到抽象『思考中學』的『符號表徵』重要發展三階段。

- 在學習『工程數學』過程中，如何由布魯納的『故事性思考』進化到『典範性思考』，如圖四與圖五所述。
- 討論如何達成知識維度中循序漸進發展四大類的前兩類，來奠定後兩類的基礎。
 - 1)事實性知識：熟悉函數及反函數
 - 2)概念性知識：大一極限、連續、『微分』、『積分』、大二『工程數學』
 - 3)程序性知識：大三四年級『專業課程』如電磁學、通信系統、光學
 - 4)後設認知知識：學生將所學轉化成一般認知的知識，進而處理業界實際問題的自我發展
- 本計畫重點首先是『建立工程數學認知』，而圖八所提的六大認知過程：『記憶』、『理解』、『應用』、『分析』、『評價』與『創造』六大認知過程，是本計畫建立認知『工程數學』重要過程與評估的重點。
 - 記憶：能真正『記憶』與識別國高中的數學所學習的函數
 - 理解：利用圖像或符號形式來『理解』函數的微分與積分的意義
 - 應用：從物理現象中，『應用』微積分的概念來建構微分動態方程式
 - 分析：『分析』微分動態方程式，提出解決方程式的方法
 - 評價：檢視結論與數據的正確度後，來『評價』解決方法的優劣
 - 創造：利用『工程數學』來『創造』新的應用及發展出新理論
- 配合即時反饋的教學實踐來調整補救教學內容與進度，達到多數不放棄的班級經營理念

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

○ 研究對象與配合課程：

中華大學電機工程學系二年級學生，工程數學(一)

○ 採用之研究方法與流程

完成之教學成果有八大重點教學方法：

- 建立工程數學『重要性』認知及提高『主動學習』的意願
- 『翻轉教學』進行複習微積分達到熟練『積分表』目標
- 整合 Matlab 手機『雲端驗證』克服教室環境的限制
- 『做中學』達到『雲端 Matlab 成為工程數學的計算機』目標
- 鼓勵同學『主動參與』上台書寫與寫筆記
- 『即時當面檢查隨堂作業與簡述內容』的即時反饋
- 『過半數學生不放棄』與『課堂班級小助教』的班級經營
- 學期中『補教教學』搭配『期末補考』的補救措施

達成之學生學習成效有下列九項：

- 大部分學生了解工程數學重要性能增加學習的動機。
- 學生能充分學習到如何進行即時雲端的驗證。
- 學生能相當熟練微分與積分，完成所規劃的積分表。
- 學生可隨時隨地進行 Matlab 手機『雲端驗證』克服環境的限制。
- 學生從『做中學』將『雲端 Matlab』成為工程數學的計算機。
- 學生培養出『主動參與』上台書寫與寫筆記
- 教師的『即時當面檢查隨堂作業』與『即時當面簡述內容』，即時解決課堂的困惑。
- 學生在『過半數不放棄與小助教』班級經營下，由同儕間團隊合作感受到『教學相長』的成就。
- 學生經由學期中『補教教學』與『期末補考』，提升學生的學習成效。

本研究的方式初期採用『問卷調查』、『參與率』及『成績』來評估本計畫的成效，其研究流程如下：

- 藉由小學期間學習算術過程比喻，來建立認知『工程數學』重要性，除了幫助學生了解其定位，是否提升學習意願(問卷與學期成績)
 - 學生能否積極參與複習微積分的『翻轉教室』，並能否有效結合『做中學』與『雲端計算』(參與度與學期成績)
 - 配合雲端驗證(Matlab 作業與做中學)，當學生驗證能力增加後，是否有提升學生的自信心及主動參與度(問卷與參與度)
 - 在即時反饋方式(LINE、IRS 與課堂最後 20 分鐘的總結)確認學生了解的程度，教師是否能有效調整適合的內容與進度(成績)
 - 教師能否藉由期中的補救教學，達到基本進度，並掌握學生的學習意願(參與度)
 - 最重要是評估能否達到『多數學生不放棄』的『班級經營』理念(成績與參與度)
 - 學期末不及格學生參加補考的意願(參與度)
 - 參與工程數學補考的學生，通常經過近一週的努力，是否有助於提升能力(成績)
- 教學活動介紹(結合全校性 Matlab、Ecampus、IRS)
- 配合學校『翻轉教室』參與工程數學(一)甲乙兩班(請參考附件)
 - 錄製的數位影音軟體 YOUTUBE 提供學生進行預習(請參考附件)
 - 配合學校『問題導向學習 PBL』參與工程數學(一)甲乙兩班(請參考附件)
 - 配合手機雲端計算來克服教室環境的限制的雲端驗證 Matlab 做中學作業(請參考附件)
 - 即時反饋(LINE、IRS 與課堂最後 20 分鐘的總結)
 - 配合即時反饋來調整內容與進度
 - 參加學校高教深耕計畫『工程數學 TA 助教』進行補救教學，提升學習成效
- 108 年度【高教深耕計畫-三階段人才打造計畫(電機系 B)】計畫編號：
108-ZP0-TEC-001-01-B01-0)

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

四篇研討會論文

- 在建立工程數學認知後結合翻轉教室與補救教學進行微積分複習教學實踐研究
- 行動研究與社會實踐活動的銜接—以中華書院《成功密碼》通識課程的教學實踐革新為研究個案
- 中華書院樂學家族所進行電磁學初步教學實踐研究
- 中華書院自我領導力的教育規劃與實踐成效

多元教學過程與研究相關項目的問卷調查

- 小學學習算術過程比喻來建立工程數學重要性認知
 - 上課實質詢問約 9 成多學生，認為瞭解工程數學的定位
- 建立主動學習的意願
 - 上課實質詢問約 8 成多學生，認為有提高學習工程數學的意願
 - 學生上課出席率整學期甲乙兩班平均約 8 成多
- 翻轉教室教學歷程之評估：8 成以上滿意(請參考附件)
- 問題導向學習 PBL 教學歷程之評估：8 成以上滿意(請參考附件)
- 配合雲端驗證(Matlab 作業與做中學)：IRS 與 LINE 相簿繳交情形(請參考附件)
- 即時反饋(LINE、IRS 與課堂最後 20 分鐘的總結)：IRS 與 LINE 相簿繳交情形(請參考附件)

題目模組化教材及教學歷程之評估

本計畫教材的特色為，教學內容既為作業題目，也為考題題目。換言之，整合教材、作業與考題三位為一體，並以模組化的小題題型，搭配新係數變化，如下所示：

(a) $y'' + 3y' + 2y = 4t$ over-damping system with distinct real eigenvalues

(b) $y'' + 2y' + y = 4e^t$ critical damping system with repeated real eigenvalues

(c) $y'' + y = 3\sin(2t)$ under-damping system with complex-pair eigenvalues

with $y(0) = y'(0) = 0$,

(1) Matlab **dsolve** (2) $y = y_h + y_p$ (3) Given y_1 to find $y_2 = uy_1$ (4) Find $y_p = u_1y_1 + u_2y_2$ Wronskian

(5) Laplace transform (6) 微分因子(旋積)(7) State-space representation (8) $H(s) = C(sI - A)^{-1}B + D$

(8) $e^{At} = \alpha I + \beta A$ (9) $e^{At} = L^{-1}\{(sI - A)^{-1}\}$ (10) $e^{At} = Te^{At}T^{-1}$ (11) Matlab **expm(A*t)**

首先課堂上闡述上列 33 小題的題型解題過程，搭配新係數為作業的題型，最後搭配另一組新係數為考試。希望以模組的小題化的題型一貫設計與反覆演練，達到學習工程數學的教材設計。換言之，其中(a)(b)(c)方程式整合課堂、作業、考試及期末補考考題為一體「一貫設計」來進行「反覆演練」。

- 整合各種解法於(1)至(11)小題，共 33 小題
- 具全面性 (a)過阻尼 (b)臨界阻尼 (c)欠阻尼的題型
- 搭配各類型輸入 $t, e^t, \sin 2t$
- 簡單係數的設計，降低計算複雜度 $\lambda = -1, -2; -1, -1; \pm j$
- 含多元 Matlab 的應用與驗證
- 有如「學習護照」驗證項目
- 以不同解法來推導相同答案，具相互驗證特性
- 利於自行偵錯並察覺常犯的推導盲點
- 提供詳解並錄製影片有利於「課前預習」
- 提升「授課時程」安排「解惑」的學習成效

學生學習回饋

- 以小學六年數學來比喻電機系四年課程關聯有很大的助益
- 六角圖對三角函數的微分及超越三角函數的微分有很大的助益
- 整合教材、作業與考題三位為一體模組化的小題題型，經「反覆演練」有助於學習成效
- 錄製的數位影音軟體 YOUTUBE 有助益於學生預習
- 『問題導向學習 PBL』有助益於學生互相討論
- 學生喜歡雲端驗證 Matlab 做中學作業
- 即時反饋(LINE、IRS 與課堂最後 20 分鐘的總結) 對學生有整理上課內容
- 工程數學 TA 助教的補救教學，有助於提升學習成效
- 考題是否可以減少或開書考試(open book)

題目模組化後的三個重要統計資料為

- 配合 Matlab 雲端驗證、即時反饋含 IRS、翻轉教學及補救教學，約 8 成學生能夠瞭解或敘述解題過程，所以學習成效__較佳。
- 同題型新係數，配合 open book 考試，約有 6 成學生通過，學習成效__普通。
- 同題型同係數，配合 close book 考試，約 5 成學生通過，學習成效__不理想。

教師教學反思

分析後主要原因如下：

- (a) 學生大多能瞭解「解題過程」，常因為計算錯誤造成演算停頓，無法順利完成推導與計算。
- (b) 學生已知相同題型的多種解法，需推導出相同答案，常因**不熟練**，致無法在時間內偵錯。
- (c) 因少子化加大本系學生程度的差距，需調整既有的「**補救教學**」才能改善「學習成效」。
 - 綜合上述全面性、多元性、整合性及簡單係數的教材、作業及考試一貫的題型，降低學生學習的困擾
 - 透過影片預習提高學習意願
 - 藉由學生自行錄製影片的質與量，可評估其學習成效
 - 同時學生可察覺個人的錯誤觀念，是另類具「**驗證性**」的「**翻轉教學**」
 - 允許並鼓勵學生小題考試方式，逐漸累積得分
 - 並列入學習護照的「**動態補救教學**」

6.建議與省思(Recommendations and Reflections)

建議在不影響「授課時程」下的解決方式，是於「非授課時程」進行下列教學實踐研究：

- 具「**驗證性**」的「**翻轉教學**」：學生看一小題吸收後，就照原資料講解一次，學生自己錄製那一小題，放至 YouTube 頻道來證明，歸納為作業。
- 具「**即時改善**」的「**補救教學**」：鼓勵參與小題筆測
- 具「**除錯式複習**」的另類小補考：將答案卷拍照攜回演練的學生，可針對小題進行筆測補考的申請。

所以於 109 學年度提出『**融合翻轉教室與動態式補救教學達到熟練學習工程數學之教學實踐研究**』，鼓勵學生於「非授課時程」先預習外並在熟練每小題後，錄製影片上傳。同時鼓勵學生提申請時間動態式「**補救教學**」的小題測驗。而在「教學現場」方面，則增加在「非授課時程」進行另類的「**創新**」教學實踐研究，詳述如下：

- 教師透過學生錄製的小題影片，即具「**驗證性**」的「**翻轉教學**」，可謂另類「**創新**」的「**翻轉教學**」。
- 學生透過解題影片的錄製過程，加強對題型的熟練度，來逐漸提高學習興趣，再申請參與小題式測驗，可謂是「**即時適切**」的「**補救教學**」也是另類「**創新**」的「**補救教學**」。

二、參考文獻(References)

[1]布魯納(Jerome_S._Bruner)教育百科

[https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/Detail/?title=%E5%B8%83%E9%AD%AF%E7%B4%8D\(Jerome_S._Bruner\)](https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/Detail/?title=%E5%B8%83%E9%AD%AF%E7%B4%8D(Jerome_S._Bruner))

[2]班傑明·山繆·布魯姆 (Benjamin Samuel Bloom) 維基百科

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9C%AC%E6%9D%B0%E6%98%8E%C2%B7%E5%B8%83%E9%B2%81%E5%A7%86>

[3]教育研究月刊，150 期

[4]布魯姆(Bloom)的教育目標分類-修訂版，教育名人 2010-03-04 4

<https://blog.xuite.net/kc6191/study/15894297-%E5%B8%83%E9%AD%AF%E5%A7%86%28Bloom%29%E7%9A%84%E6%95%99%E8%82%B2%E7%9B%AE%E6%A8%99%E5%88%86%E9%A1%9E-%E4%BF%AE%E8%A8%82%E7%89%8889%88>

[5] Discovery learning from Wikipedia, the free encyclopedia

https://en.wikipedia.org/wiki/Discovery_learning

[6] 尚·威廉·弗里茲·皮亞傑(法語：Jean William Fritz Piaget)維基百科書

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%AE%93%C2%B7%E7%9A%AE%E4%BA%9E%E5%82%91>

[7] Symbolic Math Toolbox, Mathworks

<https://ww2.mathworks.cn/products/symbolic/features.html>

[8] Flipped classroom 『翻轉教室』 from Wikipedia, the free encyclopedia 23

https://en.wikipedia.org/wiki/Flipped_classroom

[9] Learning-by-doing 『做中學』 from Wikipedia, the free encyclopedia

<https://en.wikipedia.org/wiki/Learning-by-doing>

[10] “More and Better Class Participation”, CIDR Teaching and Learning Bulletin, University of Washington

[11] Remedial education 『補教教學』 from Wikipedia, the free encyclopedia

https://en.wikipedia.org/wiki/Remedial_education

[12] "Which Remedial Education Models Work Best for Students?", U.S. News & World Report. The Hechinger Report. February 20, 2018. Retrieved September 9, 2018.

[13] IRS 即時反饋系統(Interactive Response System) <https://www.ccr.tw/irs.php>

[14] Wolfgang Gräther Blockchain for Education: Lifelong Learning Passport, Proceedings of 1st ERCIM Blockchain Workshop 2018, Reports of the European Society for Socially Embedded Technologies: vol. 2, no. 10.

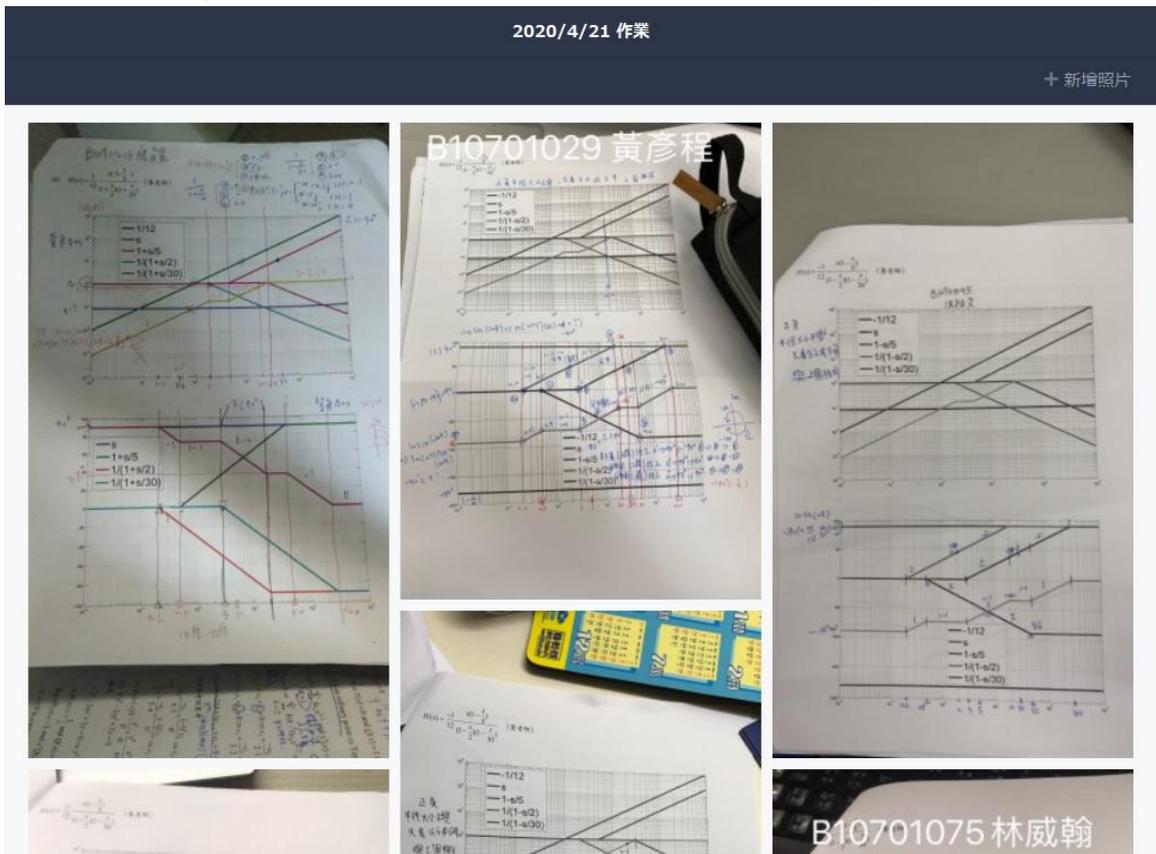
[15] Classroom management 『班級經營』 from Wikipedia, the free encyclopedia

https://en.wikipedia.org/wiki/Classroom_management

三、附件(Appendix)

學習成效評估工具(配合課程或教學活動)

利用 LINE 相簿來繳交作業，可從繳交順序及正確性來激勵同學解題及求正確意願



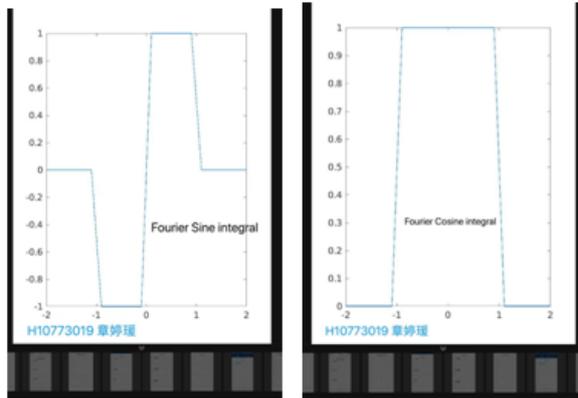
利用 LINE 相簿將每次上課同學座位情形已向片記錄，可供防疫使用



學習成效評估工具(配合課程或教學活動)

利用 LINE 相簿將手機雲端 MATLAB 的圖形作業，答案以螢幕截圖上傳相簿，可從繳交順序及正確性，來激勵同學做中學雲端驗證意願。

LINE相簿: MATLAB 學習成效評估工具(配合課程或教學活動)



配合 IRS 來進行將數學文字化的 MATLAB

利用 IRS 來進行『問題導向學習』PBL(PROBLEM BASED LEARNING)

學習成效評估工具(配合課程或教學活動)

配合學校翻轉教室錄製影音數位教材上傳 YOUTUBE 提供學生預習

<https://www.youtube.com/watch?v=UqUZP4LKsaI&t=12s>

- <https://www.youtube.com/watch?v=oWyRIENYt1g&t=9s>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Fz-78qPAmtg&t=10s>
- <https://www.youtube.com/watch?v=LZZmK2uIw1Y&t=8s>
- <https://www.youtube.com/watch?v=iGOcgsARbUo&t=11s>



配合學校「翻轉 FUN 教學課程單元劇」課程滿意度調查問卷

108 學年度適用(108.9.10 更新)

中華大學「翻轉 FUN 教學課程單元劇」課程滿意度調查問卷

- 1、修讀這門課有助於提升我在本課程專業領域之知識。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 2、教師自我開發之授課教材或方式能啟發我的學習興趣。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 3、教師對本課程所安排的作業、報告或考試，能確實反映我們的學習內容
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 4、教師課前所提供個人錄製數位教材影片，有助於我調整學習進度。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 5、教師在翻轉教學時會引導我們進行作業或小組討論。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 6、教師實施翻轉教學之上課模式能增強我的學習效果。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 7、教師上課態度熱忱、認真、負責。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 8、我認為翻轉教學型態課程較傳統課程更具有學習效果。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意

配合學校「翻轉 FUN 教學課程單元劇」課程滿意度成果表
 工程數學(一)甲班

【翻轉教室教學】課程滿意度成果表

學年度	一零八學年度第一學期		
單位	資電學院	系所	電機系
教師名稱	黃啟光	課程名稱	工程數學(一) 甲班
授課學生數	62	滿意度施作問卷數	35
滿意度須達 80 分	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 滿意度分數：90.8 分		

申請教師核章

單位主管核章

配合學校「翻轉 FUN 教學課程單元劇」課程滿意度成果表
 工程數學(一)乙班

【翻轉教室教學】課程滿意度成果表

學年度	一零八學年度第一學期		
單位	資電學院	系所	電機系
教師名稱	黃啟光	課程名稱	工程數學(一) 乙班
授課學生數	44	滿意度施作問卷數	25
滿意度須達 80 分	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 滿意度分數：85.3 分		

申請教師核章

單位主管核章

108 學年度適用

中華大學「PBL 問題導向式教學」課程滿意度調查問卷_(108.09 更新)

- 1、修讀這門課有助於提升我在本課程專業領域之知識。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 2、教師設計之討論議題及引導方式能啟發我的學習興趣。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 3、教師對本課程所安排的作業、報告或考試，能確實反映我們的學習內容
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 4、教師於課程中運用多元且創新的教材內容。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 5、教師於授課時會引導我們思考，增加對議題或問題的理解，進而組織出解決方案。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 6、教師實施問題導向式教學之上課模式能增強我的學習效果。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 7、教師上課態度熱忱、認真、負責。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 8、我認為問題導向式教學型態的課程，相較傳統課程更具有學習效果。
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意

*成績計算方式：

(A)非常同意-12.5分、(B)同意-10分、(C)普通-7.5分、(D)不同意-5分、(E)、非常不同意-2.5分。

配合學校【PBL 問題導向式教學】課程滿意度成果表
工程數學(一)甲乙兩班

【PBL 問題導向式教學】課程滿意度成果表

學年度	一零八學年度第一學期		
單位	資電學院	系所	電機系
教師名稱	黃啟光	課程名稱	工程數學(一)
授課學生數	二甲 62 二乙 44	滿意度施作問卷數	61
滿意度須達 80 分	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 滿意度分數： 82.9 分		

申請教師核章

單位主管核章

問題導向學習

組員：B10701025 謝易晴、B10701001 張朝筌

進行問題導向學習 PBL(problem based Learning) 「如何有效學習微積分」

1.三角函數 $\sin(ax)$

A 定義(斜邊、鄰邊、對邊)

$\sin = \frac{\text{對邊}}{\text{斜邊}}$

$\cos = \frac{\text{鄰邊}}{\text{斜邊}}$

$\tan = \frac{\text{對邊}}{\text{鄰邊}}$

$\cot = \frac{\text{鄰邊}}{\text{對邊}}$

$\csc = \frac{\text{斜邊}}{\text{對邊}}$

$\sec = \frac{\text{斜邊}}{\text{鄰邊}}$

B 等式 $\cos(x)^2 + \sin(x)^2 = 1$

$\cos(x)^2 + \sin(x)^2 = 1$

$1 + \tan(x)^2 = \sec(x)^2$

$\cot(x)^2 + 1 = \csc(x)^2$

C 微分

$\sin(x)$ 微分 = $\cos(x)$

$\cos(x)$ 微分 = $-\sin(x)$

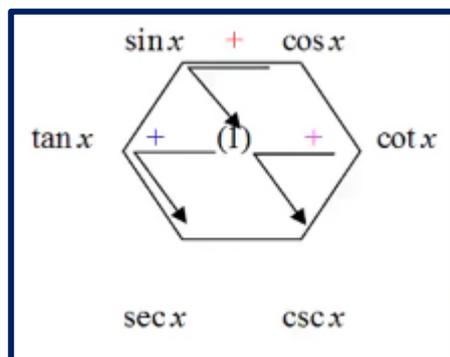
$\tan(x)$ 微分 = $\sec(x)^2$

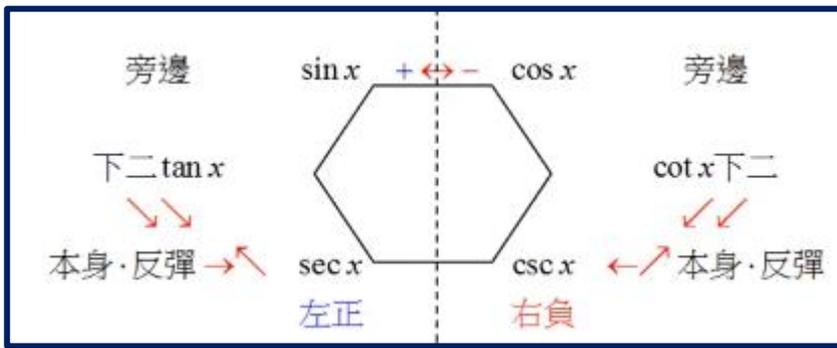
$\sec(x)$ 微分 = $\sec(x) \cdot \tan(x)$

$\cot(x)$ 微分 = $-\csc(x)^2$

$\csc(x)$ 微分 = $-\csc(x) \cdot \cot(x)$

D 六角圖的輔助





sin 微分=旁邊

tan 微分=下面一個乘以二

sec 微分=本身和上一個相乘

cos 微分=旁邊 (加負號)

cot 微分=下面一個乘以二 (加負號)

csc 微分 =本身和上一個相乘 (加負號)

$$\cos(x)^2 + \sin(x)^2 = 1$$

$$1 + \tan(x)^2 = \sec(x)^2$$

$$\cot(x)^2 + 1 = \csc(x)^2$$

E. Matlab diff(sin(a*x),x)

```
clc;syms x a
```

```
ans1=diff(sin(x*a))
```

```
ans2=diff(cos(x*a))
```

```
ans3=diff(tan(x*a))
```

```
ans4=diff(cot(x*a))
```

```
ans5=diff(csc(x*a))
```

```
ans6=diff(sec(x*a))
```

答案：

```
ans1 = a*cos(a*x)
```

```
ans2 = -a*sin(a*x)
```

```
ans3 = a*(tan(a*x)^2 + 1)
```

```
ans4 = -a*(cot(a*x)^2 + 1)
```

```
ans5 = -(a*cos(a*x))/sin(a*x)^2
```

```
ans6 = (a*sin(a*x))/cos(a*x)^2
```

你們原先面臨的困難處(全組整理結果)：

搞不太清楚斜邊、鄰邊和對邊的關係，六角形圖也背不好，什麼都算不出來。

你們如何克服這些困難處(全組整理結果)：

把圖形畫出來，再去看斜邊、鄰邊和對邊的關係，會比較容易去記憶，還有，把六角形圖畫在小紙上，有空就拿出來背，搭配手跟著比可以記運算的方向。

你們有何建議(全組整理結果)：

我覺得一開始就應該搭配圖形去看，這樣方便記憶。而且，六角形圖能越

早背起來，越能在面對題目時拿出來運用，建議可以在上課時間的前五分鐘考六角形圖，連續考四五次，幫助記憶。

2 三角超越函數的

A 定義 $\sinh(ax) = (\exp(a \cdot x) - \exp(-a \cdot x)) / 2$

$$\sinh(ax) = (\exp(a \cdot x) - \exp(-a \cdot x)) / 2$$

$$\cosh(ax) = (\exp(a \cdot x) + \exp(-a \cdot x)) / 2$$

$$\tanh(ax) = \sinh(ax) / \cosh(ax)$$

$$\coth(ax) = 1 / \tanh(ax)$$

$$\operatorname{sech}(ax) = 1 / \cosh(ax)$$

$$\operatorname{csch}(ax) = 1 / \sinh(ax)$$

B 等式 $\cosh(x)^2 - \sinh(x)^2 = 1$

$$\cosh(x)^2 - \sinh(x)^2 = 1$$

$$1 - \tanh(x)^2 = \operatorname{sech}(x)^2$$

$$\coth(x)^2 - 1 = \operatorname{csch}(x)^2$$

C 微分

$$\sinh(x) \text{ 微分} = \cosh(x)$$

$$\cosh(x) \text{ 微分} = \sinh(x)$$

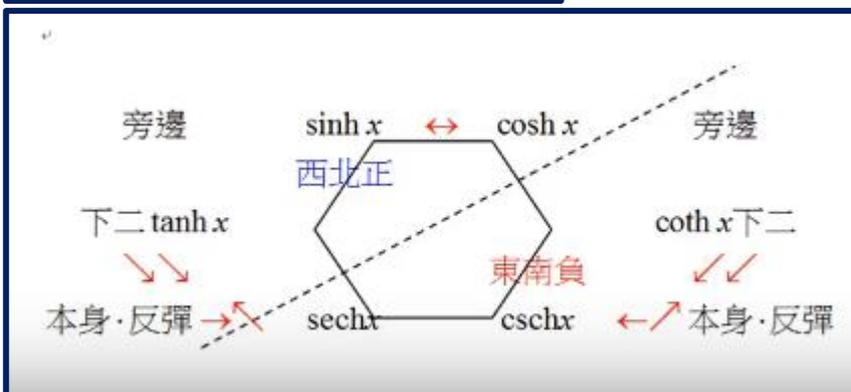
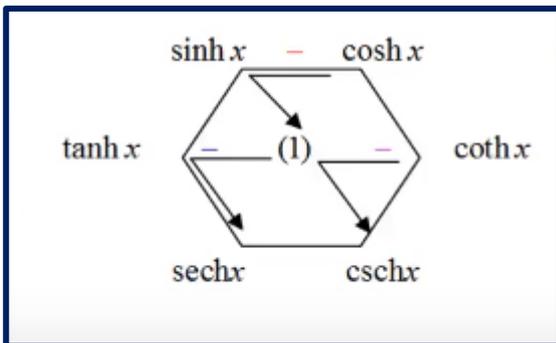
$$\tanh(x) \text{ 微分} = \operatorname{sech}(x)^2$$

$$\operatorname{sech}(x) \text{ 微分} = -\operatorname{sech}(x) \cdot \tanh(x)$$

$$\coth(x) \text{ 微分} = -\operatorname{csch}(x)^2$$

$$\operatorname{csch}(x) \text{ 微分} = -\operatorname{csch}(x) \cdot \coth(x)$$

D 六角圖的輔助



\sinh 微分 = 旁邊

tanh 微分=下面一個乘以二

sech 微分=本身和上一個相乘(加負號)

cosh 微分=旁邊

coth 微分=下面一個乘以二 (加負號)

csch 微分 =本身和上一個相乘 (加負號)

$$\cosh(x)^2 - \sinh(x)^2 = 1$$

$$1 - \tanh(x)^2 = \operatorname{sech}(x)^2$$

$$\operatorname{coth}(x)^2 - 1 = \operatorname{csch}(x)^2$$

E. Matlab diff(sinh(a*x),x)

```
clc;syms x a
```

```
ans1=diff(sinh(x*a))
```

```
ans2=diff(cosh(x*a))
```

```
ans3=diff(tanh(x*a))
```

```
ans4=diff(coth(x*a))
```

```
ans5=diff(csch(x*a))
```

```
ans6=diff(sech(x*a))
```

答案：

$$\text{ans1} = a * \cosh(a * x)$$

$$\text{ans2} = a * \sinh(a * x)$$

$$\text{ans3} = -a * (\tanh(a * x)^2 - 1)$$

$$\text{ans4} = -a * (\operatorname{coth}(a * x)^2 - 1)$$

$$\text{ans5} = -(a * \cosh(a * x)) / \sinh(a * x)^2$$

$$\text{ans6} = -(a * \sinh(a * x)) / \cosh(a * x)^2$$

你們原先面臨的困難處(全組整理結果)：

不太清楚微分後跟一般的三角函數差異。而且，三角超越函數的六角形圖方向與三角函數六角形圖的運算方向相反，容易把超越函數的圖跟原本的圖記反。

你們如何克服這些困難處(全組整理結果)：

把六角圖畫出來後，有比較好去區分和背起來相關的關係，再加上計算超越函數的題目次數一多就記起來了

你們有何建議(全組整理結果)：

應該用圖形的方式去記憶，會比較好記，相對的關係也會變得比較好背。再加上一次做個四五題，因為每題都要用到，很快就可以記起來了。

3.指數 a^x 、對數 $\log_{10}(x), \ln(x)$ 、 x^a

A 微分

$$(a^x) \text{微分} = a^x * \log(a)$$

$$\log(x) \text{微分} = 1 / (x * \log(10))$$

$$\ln(x) \text{微分} = 1/x$$

$$(x^a) \text{微分} = a * x^{(a - 1)}$$

B. Matlab diff(a^x,x)

```
clc;syms x a
```

```
ans1=diff(a^x)
ans2=diff(log10(x))
ans3=diff(log(x))
ans4=diff(x^a)
```

答案：

```
ans1 = a^x*log(a)
ans2 = 1/(x*log(10))
ans3 = 1/x
ans4 = a*x^(a - 1)
```

你們原先面臨的困難處(全組整理結果):

遇到 \ln 或 \log 就不知道從何處下手。而且，要記得指數不是數字時不能直接往前移，可是常數 a 就可以拿下來再-1，變成 $a*x^{(a-1)}$ 。

你們如何克服這些困難處(全組整理結果):

多練習幾道題目，並試著出一些算式比較長，且包含指數的微分方程式，因為多做幾次練就會有一點手感，久了就熟能生巧了。

你們有何建議(全組整理結果):

先去分遇到 \ln 和 \log 要怎麼解，再從練習題裡練熟解題方法，也可以競速解長算式，最快算好的前幾名有加分之類的。

4. 三角函數 $\sin(ax)$

A 積分

```
sin(x)積分=-cos(x)+C
cos(x)積分=sin(x)+C
tan(x)積分=-ln|cos(x)|+C
cot(x)積分=ln|sin(x)|+C
sec(x)積分=ln|sec(x)+tan(x)|+C
csc(x)積分=ln|csc(x)-cot(x)|+C
```

B Matlab int(sin(a*x),x)

```
clc;syms x a
ans1=int(sin(x*a))
ans2=int(cos(x*a))
ans3=int(tan(x*a))
ans4=int(cot(x*a))
ans5=int(csc(x*a))
ans6=int(sec(x*a))
```

答案：

```
ans1 = -cos(a*x)/a
ans2 = sin(a*x)/a
ans3 = log(tan(a*x)^2 + 1)/(2*a)
ans4 = - x*1i + log(exp(a*x*2i) - 1)/a
ans5 = -atanh(cos(a*x))/a
ans6 =atanh(sin(a*x))/a
```

你們原先面臨的困難處(全組整理結果):

積分算到一半時，容易跟微分搞混，然後就會不知道自己到底在做什麼，再加上積分要去想這個積分是哪一個函數微分出來的，回推比較不容易。

你們如何克服這些困難處(全組整理結果):

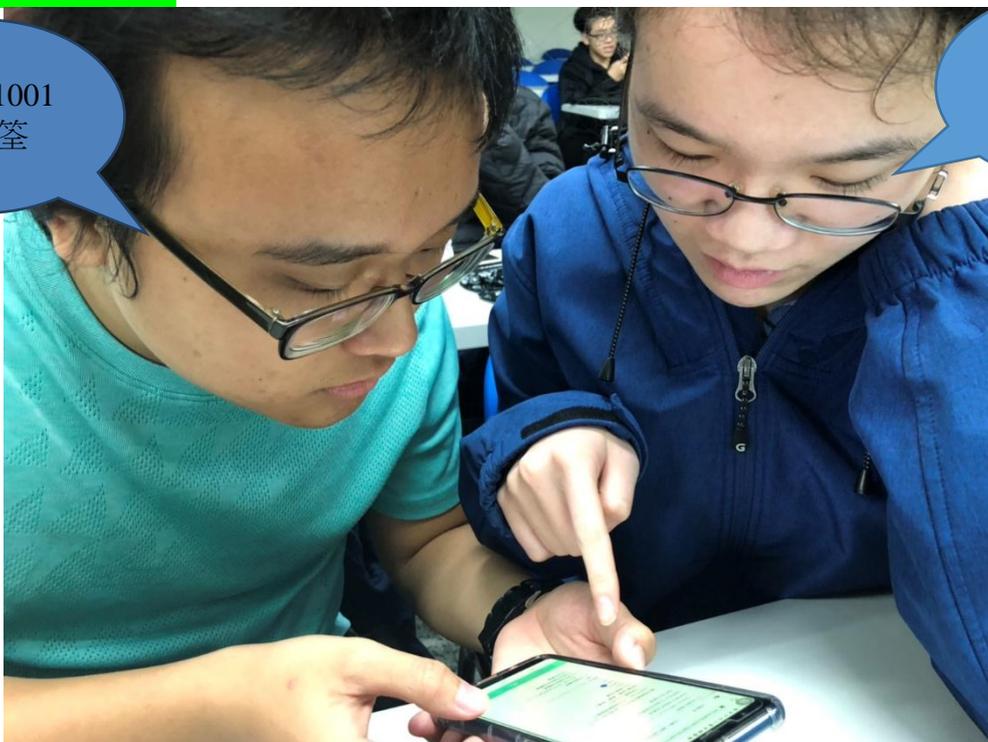
在旁邊寫上註記，提醒自己算到哪裡，算完後微分回去驗算對不對，再加上積分與微分的算式交叉練習運算，多做幾次就會有概念，未來面對題目很快就找到方向。

你們有何建議(全組整理結果):

開始算之前，確認題目是要積分還是微分，寫的過程不要漏掉符號，再加上練習時讓積分與微分題目交叉出現，雖然計算很麻煩，但進步的比較快。

分組討論照片

B10701001
張朝銓



B10701025
謝易晴