

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：**PEE107085**

學門分類/Division：**工程**

執行期間/Funding Period：**2018/08/01~2019/07/31**

計畫名稱/Title of the Project：**開放式課程「工程數學」之教學暨解題講義/影片的建  
立與應用**

配合課程名稱/Course Name：**工程數學(一)、工程數學(二)**

計畫主持人(Principal Investigator)：**呂志宗**

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：**中華大學土木工程學系**

繳交報告日期(Report Submission Date)：**2019/09/18**

## 目 錄

一、報告內文(Content) .....	1
1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose) .....	1
2. 文獻探討(Literature Review) .....	4
3. 研究方法(Research Methodology) .....	5
4. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes) .....	11
二. 參考文獻(References) .....	13
三. 附件(Appendix) .....	17

## 圖目錄

圖 1 計畫主持人之數位教材開發時序圖	1
圖 2 計畫主持人於 YouTube 平台上所建立之「工程數學」教學社群 <a href="https://goo.gl/QysvnW">https://goo.gl/QysvnW</a>	2
圖 3 計畫主持人擅長寫出工整清楚的板書，並以淺顯易懂的方式清楚講解之	3
圖 4 【解題影片】提要(★)：非線性微分方程式的解題說明 #01   Solve $yy'' = (y')^2$	6
圖 5 計畫主持人在中華大學所建立的開放式課程「工程數學(一)」至「工程數學(四)」	7
圖 6 關鍵字《工程數學》之 Google 檢索排名為第 1 名	8
圖 7 關鍵字《工程數學一》之 Google 檢索排名為第 1 名	8
圖 8 關鍵字《工程數學二》之 Google 檢索排名為第 3 名	9
圖 9 關鍵字《工程數學三》之 Google 檢索排名為第 1~3 名	9
圖 10 關鍵字《工程數學四》之 Google 檢索排名為第 1~3 名	10
圖 11 YouTube 平台會提供許多有用的統計數據	10
圖 12 YouTube 所提供的「資訊卡」、「結束畫面與註解」等功能可應用於教學設計	11

# 開放式課程「工程數學」之教學暨解題講義/影片的建立與應用

## 一. 報告內文(Content)

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

#### (1)教學實踐研究計畫動機

計畫主持人曾於 2017/10/20(週五),參加教育部在中興大學舉辦的教學實踐研究補助計畫之推動及說明會,會議中有提及大專院校校長及立法院分區會談等的重要結論,包括:

- 大學需重視給了學生什麼,是否培育出具備解決問題能力的學生。
- 教學成效的關鍵在於老師,教學應該形成社群進行教學方法的改革,才有創新的可能。
- 高等教育資源優先目標為提升大專院校的教學品質。
- 教育經費以學校為補助對象應以哪些條件作為判斷標準:學校專業職能訓練符合產業需求表現(45%);學校教學表現(43%)。註:括弧中之數字為認同百分比。
- 學校為爭取經費未思考定位,大學呈現同質性發展,輕教學、重研究。
- 學校為追求排名衍生出以論文點數進行教師評鑑或獎勵,論文浮濫掛名增加論文集數,甚至部分學校商業化操作等現象,不利高等教育學術發展。

以上各項論點,計畫主持人自我檢視後,自評以往各項學術努力均與教育改革方向互相呼應。如文獻[1~29]所示,自 2003 年起,即以身體力行的方式,從不間斷的進行開放式數位教材的開發,並於 2014 年據此獲得正教授之教學升等的肯定。本人在教學上之各項努力與成就,可以圖 1 之教學時序圖加以表示。本計畫之順利完成,可強化以下幾項指標:

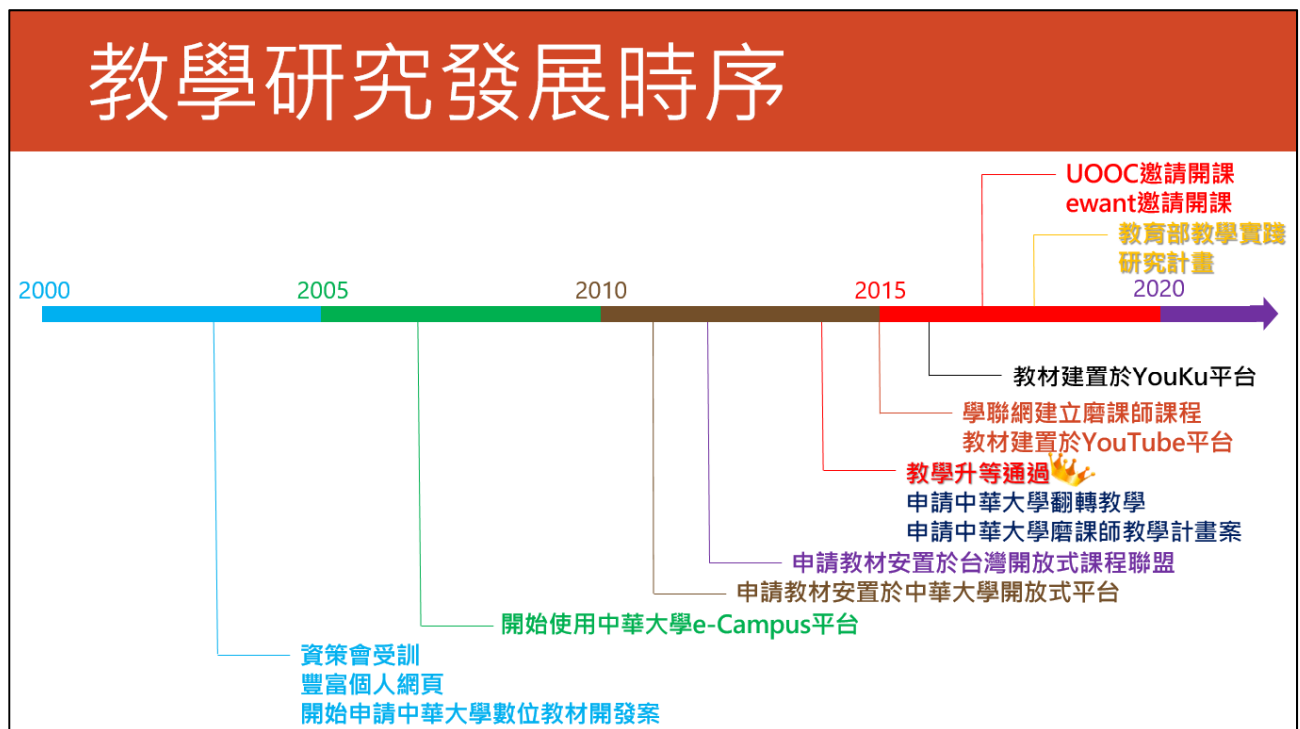


圖 1 計畫主持人之數位教材開發時序圖



圖 2 計畫主持人於 YouTube 平台上所建立之「工程數學」教學社群 <https://goo.gl/QysvnW>

- **強化教學社群：**在 YouTube 平台強化教學社群與進行教學方法的改革，所建立之教學社群如圖 2 所示，本人針對社群訂閱者提出之工程數學疑問或感謝，均會盡可能在 12 小時內盡快予以回應。
- **建立習題之解題影片：**以開放式課程方式，幫助對工程數學的學習有興趣之學生。工程數學 YouTube 頻道之訂閱者 Vitus Li 於 2017/12/29 詢問說：「呂老師您好，請問講義後面的習題有無解法影片或詳解可以參考嗎？」本計畫之完成，應極有助於協助網路上眾多的莘莘學子，學好工程數學。
- **將複雜問題以淺顯易懂的方式表達：**根據目前所經營之教學社群中之學生們的回饋得知，均相當讚許個人講解的方式與內容。例如，彭成康同學於 2018/01/16 瀏覽了「以待定係數法解析高階常係數非齊性 ODE 之特解(一)」之 YouTube 開放式課程影片後，評論說：「我的救世主阿 很好懂～」，其他類似的留言尚有許多，可以在 YouTube 平台上自由點閱了解之。
- **讓學生們體驗自主學習的樂趣：**將教學資源投注於關心網路上對自主學習工程數學有興趣的學生，亦引導實體課程中的學生使用此一資源。網路上有許多像 lee\_people chung 認真的自主學習者，他曾於 2018/01/12 簡短留言說：「謝謝老師」，雖然只有簡單的幾個字，卻令計畫主持人感動不已。
- **發揮個人在教學上的強項：**如圖 3 所示，計畫主持人擅長寫出工整清楚的板書，且具備能將複雜問題以淺顯易懂的方式清楚講解的能力，此對想自主學習工程數學的同學相當有利。本計畫已擴充建立 400 題以上的工程數學題庫，撰寫出教學講義 <https://reurl.cc/9zZZ0V>，並錄製其解題影片 <https://reurl.cc/K6xxNy>，所建立之題庫和解

題影片已完全免費開放給莘莘學子們使用。

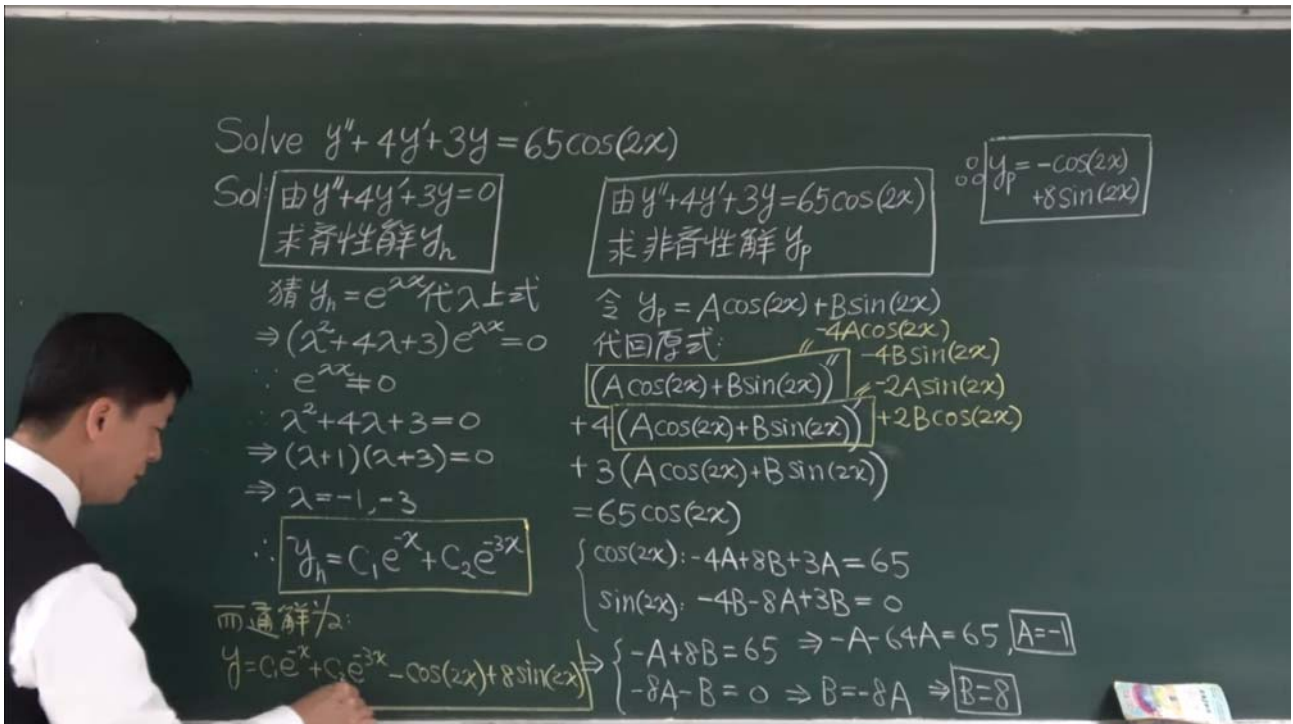


圖 3 計畫主持人擅長寫出工整清楚的板書，並以淺顯易懂的方式清楚講解之

## (2)教學實踐研究計畫主題及研究目的

計畫主持人所擬教學實踐研究計畫主題，與基礎課程「工程數學」有關，此類課程，強調理解與計算能力的訓練，而非死背公式或以艱深題目扼殺學生們的學習興趣。主持人於 2003~2012 年所建立的工程數學 400 提要之教學講義與教學影片，基本上已解決莘莘學子們學習「工程數學」的部分困擾。本著個人對全國學習「工程數學」之莘莘學子們的關愛，以及我對教育的熱情，內心不斷催促著自己能在「工程數學」之開放式課程上，繼續作出努力與貢獻。本計畫之順利完成，應極有利於加快所擬完成之教學目標。

本教學實踐研究計畫之目的及目標有以下 5 項：

- **實現教育資源共享的理念：**所完成之數位教材，已安放在 YouTube 等平台上 <https://reurl.cc/K6xxNy>，可免費提供莘莘學子們使用，這對全國修習工程數學的學生都有幫助。例如愛蘋果同學於 2015/10/29 說：「教授您好，學生是您開放課程的學生，學生幾天前看到教授您的網站，發現很多很棒的學習資源，也是聽了許多堂精彩的解說，讓學生觀念獲益良多。」
- **解決工程數學的學習困擾：**計畫主持人擅長寫出工整清楚的板書，且具備能將複雜問題以淺顯易懂的方式清楚講解的能力，此可由目前所完成的工程數學 400 提要及本計畫所完成的解題影片與解題講義獲得印證。2016/06/16 台大劉塵漢同學說：「謝謝老師錄製這麼精采觀念清楚的工數影片，解救萬千學子。」
- **建立學生們的學習自信心：**許多學生一開始學習工程數學時，常被艱深題目扼殺學習興

趣，建立題庫和解題影片以供不同程度學生之學習需求，極有助於讓學生依其能力建立學習自信心。2017/06/20 中央警察大學的王韋竣同學推薦說：「... 蠢材的工數解藥...從志宗開始。」

- **幫助弱勢學生**：很多學生因無力補習而造成課業落後。但透過所建立之優質開放式課程，將可彌補這方面的缺失。有一位宜蘭大學的經濟弱勢學生王奕涵同學於 2014/11/13 來函感謝說：「呂志宗老師您好，我本身是就讀於宜蘭大學日間部的學生，由於家中經濟條件不允許補習，所以在大二時經常上網瀏覽您的教學影片，讓我收穫良多，所以特別寄信來謝謝老師，想表達對您的感謝，謝謝您！」
- **建立單元主題式的學習模式**：計畫主持人認為，單元主題式的學習模式，將更有助於建立學習興趣與學習樂趣。許多學生常會因為教科書上某一原理或方法無法領會，就放棄學習，個人希望能藉由開放式課程，幫助更多學生解決這類的困擾。有一位成大的學生黃柏文同學於 2017/08/02 來函說：「我是之前就讀台北大學資工系二年級的黃柏文，這一個學期以來，跟著您的工數開放式課程一步一步跟著您學習，學到了很多，也因此，讓我正取成功大學工程科學系三年級的轉學考，很感謝您提供一個這麼棒的學習平台，我想這是我上榜的關鍵，謝謝您。」

## 2. 文獻探討(Literature Review)

直到如今，仍有許多學者專家非常關心基礎課程之題庫的建立及其應用，例如，科技部近年來仍積極補助題庫練習系統的設計、開發與成效分析等[30~33]，亦有學術論文曾提及相關之研究[34、35]。傳統上，英文類題庫[36]、微積分題庫[37]仍持續受到關注。開放式課程的發展與網路的逐漸普及有關，2001 年美國麻省理工學院[38]開始推動開放式課程，此一教學模式，對教學資源不足之偏鄉應有相當的幫助。李海碩[39]曾探討交通大學開放式課程之起源、影響、以及台灣開放式課程聯盟之發展。徐奕銜[40]基於機器學習方法與學習特徵，探討大規模開放式課程平台分群系統的研製。陳瑞挺[41]則是研究語音辨識技術在開放式課程的應用效果，並研究改善的方法。林姿妤[42]採問卷調查法，分析線上微積分先修課程的學生，並提出具體建議。張容容[43]認為開放式課程應考慮如何避免學生分心，因注意力會影響學習成效。王蕙茹[44]研究如何建置適切的評鑑指標，用以評鑑開放式課程網站。

Freeman 等人[45]的研究旨在探討主動學習，如何提高學生在科學、工程和數學方面的學業成績表現；d'Inverno 等人[46]使用「工程數學」之個人回饋系統促進學生的學習與互動；Becker 和 Kyungsuk[47]提出綜合分析方法，用以瞭解科學、技術、工程和數學等科目對學生學習的影響；Rahman、Yusof 和 Baharun[48]引用行動研究方法，增進工程數學的教學成效；Tawil 等人[49]引用互聯網工具，增進工程數學之教與學，並獲得成效；Kipli 等人[50]曾針對馬來西亞砂勞越大學工程學院一年級學生，進行工程數學(一)之個案研究；Kashefi 等人[51]提出學生與老師可透過創造性之解決問題的比較研究方法，了解工程數學的學習障礙並加以突破；Othman 等人[52]認為學生們可透過合作學習，學好工程數學。

相關之研究尚有許多，不勝枚舉。「工程數學」屬基礎類課程，雖已有不少撰寫教科書的作者提供所建立的題庫，但一則缺乏解題影片，二則許多「工程數學」書籍之講解內容，多偏向公式解法，缺乏解題所需之邏輯思考能力的訓練。基於此，本計畫所建立之題庫，係以

各類重要考試之題目為主，並進行解題影片 <https://reurl.cc/K6xxNy> 的錄製和解題講義 <https://reurl.cc/9zZZ0V> 的撰寫。計畫主持人擅長寫出工整清楚的板書，且具備能將複雜問題以淺顯易懂的方式清楚講解的能力，此應有助於幫助網路上的莘莘學子們學好工程數學。


許多的教學理論或教學原理，都有賴老師們透過教學實踐印證之，本人藉由網路科技的運用，已建立優質的工程數學開放式課程教材，並在 YouTube 平台上經營教學社群 <https://reurl.cc/EK2n2K>，已逐步實踐了「問題教學法」、「設計教學法」、「思考教學法」和「自學輔導法」等之教學原理與內涵。

### 3. 研究方法(Research Methodology)

#### (1)研究說明

教師是民族的保姆，也是國民的導師，每位老師都身繫傳道、授業、解惑的重責大任，個人非常認同教育家 Adler 等人所說的話：「一位理想的教師，實負有一種神聖的使命，做著一種有趣而引人入勝的工作，...，掌握著人類將來的命運。」期許自己能向偉大教師看齊，發揮教學影響力，為教育界作出貢獻。在網路科技發達的今日，我國之各項改進教學的努力，甚至已影響著其他國家，特別是華人眾多的國家。本著知識共享的理念，期待自己能對教育界作出實質貢獻。

教學需以學生的能力與興趣做為起點，因此計畫主持人所運用之教學方法，包括透過「網路科技」，融合運用「問題教學法」、「設計教學法」、「思考教學法」和「自學輔導法」等。課程之內容設計需見樹亦見林，2003 至 2012 年，計畫主持人透過持續不斷的努力精進與所服務學校的支持，完成了「工程數學(一)100 提要」、「工程數學(二)100 提要」、「工程數學(三)100 提要」和「工程數學(四)100 提要」，這十年的努力，基本上已建立好該系列課程之數位化影音教材，也顧及該類課程之完整性。今已藉由本計畫案之順利完成，加深加廣工程數學之相關內容。本計畫之相關研究方法，說明如後。

- **問題教學法**：近年來，網路上眾多之莘莘學子們曾建議，工程數學 400 提要所給的習題，若亦能提供解題講義和解題影片，則對同學們的學習會更有幫助。基於此，自 2015 年下半年起，個人已作了部分努力，但因學校經費有限，進度較慢， 圖 4 即是一年前所錄製的解題影片。本計畫已透過教育部經費的挹注，完成額外 400 題以上的解題影片 <https://reurl.cc/K6xxNy> 的錄製。計畫主持人有能力提供不用死背公式的解題方法，訓練學生們擁有解決問題的邏輯思考能力。問題教學法將更有助於提升學生的學習興趣，因學生們在短時間內，集中精神了解常見題目之解法後，就會對工程數學的學習更有自信與興趣，並獲得學習樂趣。



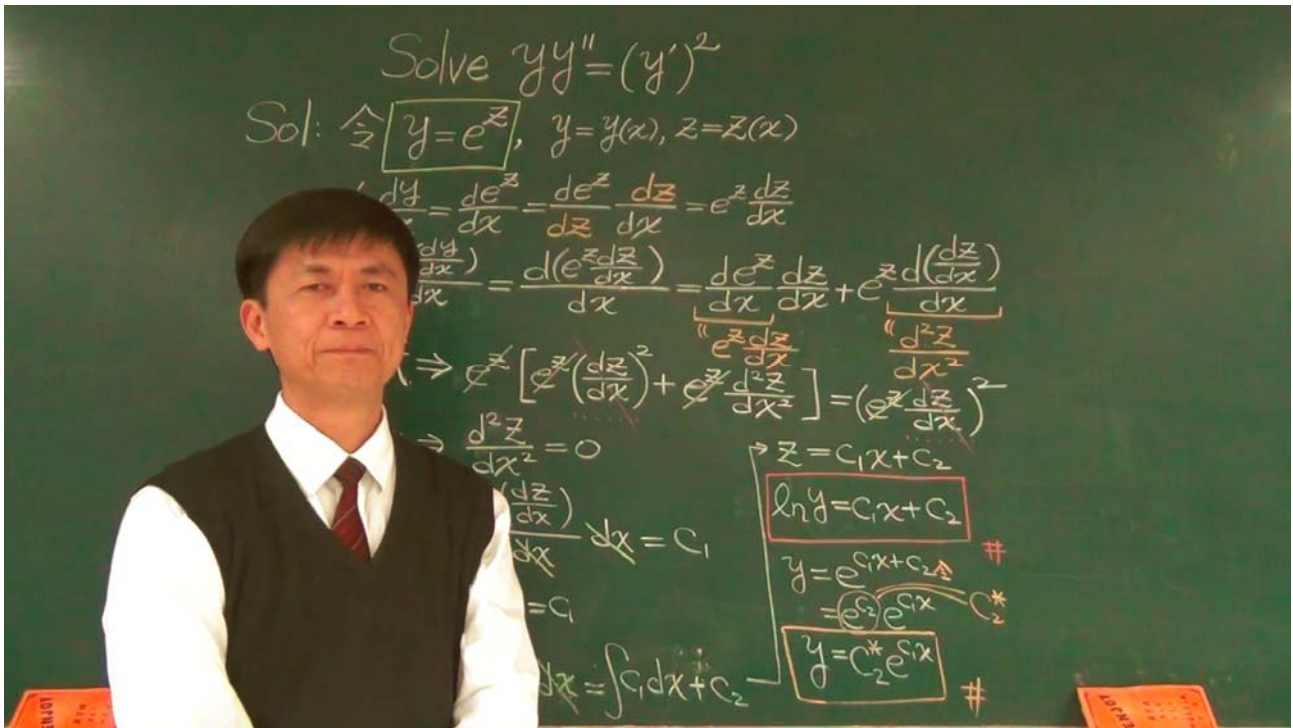


圖 4 【解題影片】提要(★)：非線性微分方程式的解題說明 #01 | Solve  $yy'' = (y')^2$ .

- **設計教學法**：設計教學法的涵意，是指由學生自己擬定計劃，決定自己要學習的進度與內容。例如，學生若希望了解「為什麼要學習工程數學？」，則他只需閱讀計畫主持人所提供的提要 001 之[教學影片](#)與[教學講義](#)，當學生弄清楚一個問題之後，會有助於建立自信心並提高學習動機。因所有的學習資源都已建構在開放式課程平台上，學生們可依自己的興趣和時間，規劃出適合自己的學習進度。
- **思考教學法**：思考教學法包括(1)安排問題情境，(2)提供思考機會，(3)尋求解決方法等。許多老師即是透過所安排的習題，提供學生思考與練習的機會，並幫助學生能以活用並熟練解決問題的方法。學生們在學習工程數學的過程中，多不清楚老師希望學生們能建立什麼能力，且多以為考試會考所以就硬背解題公式。以此方式讀工程數學，較不易獲得學習樂趣。計畫主持人認為，若能讓學生曉得解題公式的來源並放棄使用解題公式，就能學到解決問題的邏輯思考過程，並且能訓練出理解能力。期待學生們均能透過解題的邏輯思考過程，獲得學習的樂趣。
- **自學輔導法**：「教」學生如何「學」很重要，很多學生的學業成績不良，均與學習方法錯誤有關，而這問題可能老師要負大部分的責任。工程數學使用自學輔導法時，老師有責任先教會學生如何學，並讓學生依自己的時間規劃學習進度。本著知識共享的理念，並本著對教育的熱情，計畫主持人很樂意完全免費提供學習資源，給對工程數學的學習有興趣之全國學生。計畫主持人擅長寫出工整清楚的板書，且具備能將複雜問題以淺顯易懂的方式清楚講解的能力，透過網路科技的幫助，應有助於幫助學生建立自學的理想環境。[圖 5](#) 是計畫主持人在本校開放式課程平台上，所建立的開放式課程「工程數學(一)」至「工程數學(四)」。

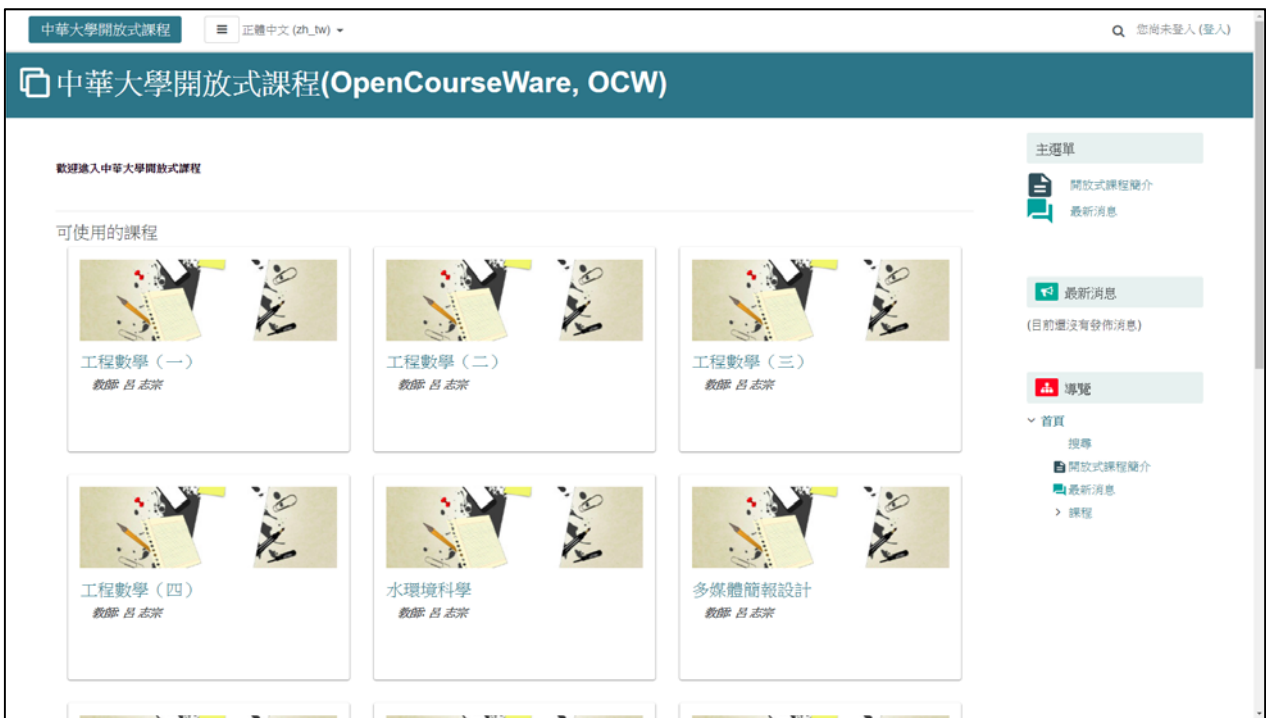


圖 5 計畫主持人在中華大學所建立的開放式課程「工程數學(一)」至「工程數學(四)」

## (2)研究步驟說明

如圖 6 至圖 10 所示，若以關鍵字「工程數學」、「工程數學一」、「工程數學二」、「工程數學三」、「工程數學四」等進行 Google 檢索，則所完成之工程數學 400 提要之 Google 檢索排名常位居前茅。藉由 Google 檢索排名，可清楚了解所完成之工程數學 400 提要之開放式課程的影響力。透過本計畫的完成，已新建立 400 多個工程數學之重要题目的講解，此應有助於解決同學們學習工程數學的困擾。

所使用之開放式課程平台包括台灣開放式課程聯盟、中華大學開放式課程平台、YouTube 平台等，其中 YouTube 平台會提供最近 28 天或自定時間內之「觸及率」、「參與度」、「非重複觀眾人數」、「年齡」等，如圖 11 所示，此圖顯示有 46.6% 的工程數學訂閱者之年齡介於 45~54 歲，另外 55~64 歲的訂閱者也有 5.1%，這些都是非常有效的資料處理方式與資料分析結果。值得一提的是，計畫主持人自 2014/09/21 開始使用 YouTube 平台之教學功能起，均將教學影片上之廣告功能關閉，這樣學生們在瀏覽教學影片時，就不會受到廣告的干擾，可以更專注於學習。另外，YouTube 還提供「資訊卡」、「結束畫面與註解」等功能，這些功能均極有助於建立關聯檔案，讓學生能進行關聯單元的學習，如圖 12 所示。個人認為，恰當的使用這類功能，將極有助於建立有效的學習模式，讓學生能獲得融會貫通的學習樂趣。



圖 6 關鍵字《工程數學》之 Google 檢索排名為第 1 名



圖 7 關鍵字《工程數學一》之 Google 檢索排名為第 1 名



圖 8 關鍵字《工程數學二》之 Google 檢索排名為第 3 名



圖 9 關鍵字《工程數學三》之 Google 檢索排名為第 1~3 名



圖 10 關鍵字《工程數學四》之 Google 檢索排名為第 1~3 名

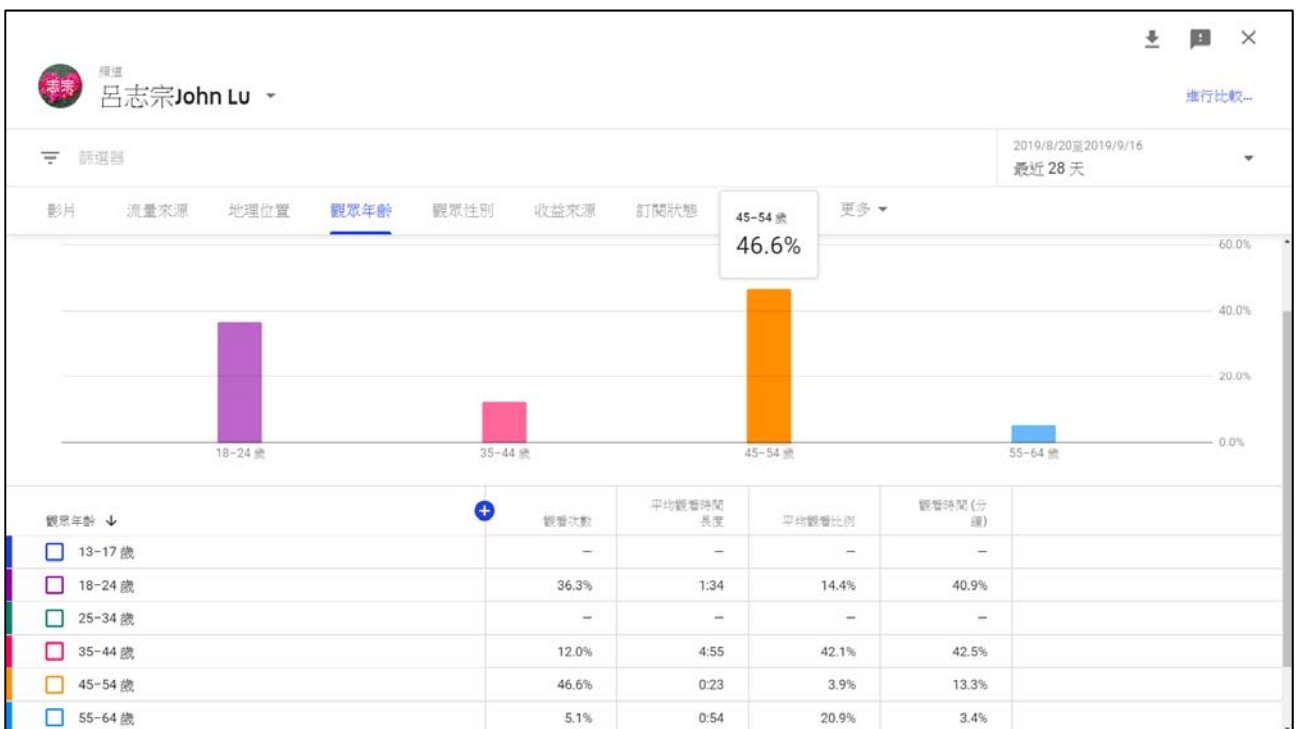


圖 11 YouTube 平台會提供許多有用的統計數據



圖 12 YouTube 所提供的「資訊卡」、「結束畫面與註解」等功能可應用於教學設計

本計畫是以全國對工程數學的學習有興趣之學生為研究對象，問卷調查法及 Google 檢索排名法均可用以了解所建立之開放式課程的教學成效，YouTube 所提供的統計資料，可了解那些影片更受青睞。

關於影片的錄製方式，計畫主持人已有非常豐富的經驗，這些經驗包括：(1)重錄比後製更省時。(2)教室就是攝影棚。(3)一個人照樣可以錄。(4)重在清楚講解而非呈現華麗的配樂與藝術效果。(5)鏡頭固定方向視覺效果佳。(6)熟悉威力導演、VideoScribe、Camtasia、PhotoImpact、Photoshop、Dreamweaver 等類影音編輯軟體或網頁設計軟體。(7)有能力親自將影片上傳 YouTube 平台，並完成「資訊卡」、「結束畫面與註解」等之設定，且能掌握 YouTube 提供的分析數據。(8)了解且完全尊重著作權法。(9)熟悉攝影器材，且知道如何操作使用。(10)最重要的是能持續保持教學熱情。

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

本計畫之教學暨研究成果可透過三方面來呈現：

(1)**實體課程之翻轉教學**：計畫執行期間，曾分別於 107 學年度第一、二學期講授「工程數學(一)」與「工程數學(二)」，這兩門課程均有列為本校之翻轉教學課程，故可透過附件 1 與附件 2 之翻轉教學成果報告，分別檢視實體課程中之教學暨研究成果。整體而言，實體課程之修課學生給予的問卷回饋分數，分別為 91.65 分和 92.50 分。可見修課同學普遍均認同所採用的翻轉教學之授課方式，並給予高度的評價。

(2)**開放式課程中之學生回饋**：茲挑選計畫執行期間，20 則所建立之 YouTube「工程數學」教

學平台上，學生們的留言回饋，藉以了解本課程之教學暨研究成果的第二個面向。

- 石辰同學於 2018/09/19 說：「感謝老師的教學用心!非常懂我們學生要的是甚麼:)」。
- peng penggy 同學於 2018/09/19 說：「喜欢，支持老师」。
- eting lin 同學於 2018/10/22 說：「謝謝老師!!!!很棒的講解~!!!」。
- Justin Weng 同學於 2018/11/07 說：「講得很清楚」。
- lin lin 同學於 2018/11/08 說：「非常感謝老師如此認真的錄製工程數學教學影片..老師清晰深入的說明讓我可以真正學到什麼是工數..以前都是背公式不太懂為何如此.因此學的很痛苦..看過老師錄的很多仔細說明講解影片後有種恍然大悟的感覺..真的要謝謝老師無私的奉獻..造福無數的學子..」。
- 吳宗翰同學於 2018/11/20 說：「謝謝老師」。
- TePei Lin 同學於 2018/12/01 說：「真的很棒。謝謝辛苦的教学」。
- 蔡哥我愛同學於 2018/12/01 說：「老師，謝謝您，學生受益良多~」。
- Lucky man 同學於 2018/12/18 說：「很感謝這位老師拍的這些影片 讓我真的對工數有更好的理解」。
- Oapa 66 同學於 2018/12/19 說：「老師做的影片簡而易懂 非常棒!」。
- Zhi SUN 同學於 2018/12/23 說：「老书上都仅仅是结论，从来不知道是怎么来的。今天我终于是明白了，推导实在是太详尽了，吕老师辛苦了啊！果断订阅!!!」。
- Hero Chiu 同學於 2019/01/29 說：「感謝老師 讓我以前不清楚的地方 更加清楚了」。
- Steven 同學於 2019/01/31 說：「謝謝老師」。
- Zi Fang 同學於 2019/02/09 說：「講得很清晰，對於自學的學生有很大幫助」。
- chenxu zhao 同學於 2019/02/16 說：「老师讲得不错 板书也很认真 好老师」。
- 陳太和同學於 2019/03/14 說：「誨人不倦」。
- akila 同學於 2019/05/29 說：「感謝~講解十分清楚」。
- tabby wu 同學於 2019/06/11 說：「推導過程清晰易懂，謝謝您的教學!!!」。
- 羅立渝同學於 2019/06/15 說：「講的非常清楚 而且很有條理 謝謝您」。
- Eric Apple 同學於 2019/07/15 說：「字體工整、邏輯清晰，呂教授真的厲害!!感謝分享~」。

(3)論文發表：本計畫執行期間，共計發表以下兩篇與本計畫相關之研討會論文，其中第 1 篇論文更獲得優秀論文獎的肯定。第 2 篇論文主要是引用工程數學中之微分方程的解析方法，探討耦合壓密沉陷問題，此一研究成果可彰顯工程數學之應用價值。所發表的論文，請參

閱附件 3 與附件 4。

- 呂志宗，2019/06/21，「開放式課程教學心得分享-以工程數學為例」，2019 教學實踐研究暨書院教育研討會論文集，第 80~88 頁。
- John C.-C. Lu\*, Darwin Liao and Feng-Tsai Lin, 2019, “Analysis of Coupled Settlement by Using Three Asymptotic Expansion Parameters,” *Advances in Computer Science Research*, Vol. 91, pp. 217~229.

## 二. 參考文獻(References)

- [1] 呂志宗 (計畫主持人)，2017/9/20~2018/2/6，「**工程數學 (一)**之磨課師課程開發」，中華大學 106 學年度上學期磨課師及 SPOCs 課程開發補助計畫。《本計畫榮獲中華大學課程開發獎金之獎勵》
- [2] 呂志宗 (計畫主持人)，2017/2/13~2017/6/17，「**工程數學 (二)**之磨課師課程開發」，中華大學 105 學年度下學期磨課師及 SPOCs 課程開發補助計畫。《本計畫榮獲中華大學課程開發獎金之獎勵》
- [3] 呂志宗 (計畫主持人)，2016/9/12~2017/1/23，「**工程數學 (一)**之磨課師課程開發」，中華大學 105 學年度上學期磨課師及 SPOCs 課程開發補助計畫。《本計畫榮獲中華大學課程開發獎金之獎勵》
- [4] 呂志宗 (計畫主持人)，2016/2/18~2016/6/16，「**工程數學 (二)**之磨課師課程開發」，中華大學 104 學年度下學期磨課師及 SPOCs 課程開發補助計畫。《本計畫榮獲中華大學課程開發獎金之獎勵》
- [5] 呂志宗 (計畫主持人)，2015/9/14~2016/2/6，「**工程數學 (一)**之磨課師課程開發」，中華大學 104 學年度上學期磨課師及 SPOCs 課程開發補助計畫。《本計畫榮獲中華大學課程開發獎金之獎勵》
- [6] 呂志宗 (計畫主持人)，2015/2/23~2015/7/8，「**水環境科學**之網路影音輔助教學教材開發」，中華大學 103 學年度下學期網路教學補助計畫。
- [7] 呂志宗 (計畫主持人)，2014/9/15~2015/1/23，「**電腦繪圖 (一)**之網路影音輔助教學教材開發」，中華大學 103 學年度上學期網路教學補助計畫。
- [8] 呂志宗 (計畫主持人)，2014/2/17~2014/6/27，「**電腦繪圖 (二)**之網路影音輔助教學教材開發」，中華大學 102 學年度下學期網路教學補助計畫。《本教材與《多媒體簡報設計》共同榮獲中華大學 102 學年度優質教材開發獎勵競賽之「第二名」》
- [9] 呂志宗 (計畫主持人)，2013/9/24~2014/1/24，「**多媒體簡報設計**之網路影音輔助教學教材開發」，中華大學 102 學年度上學期網路教學補助計畫。《本教材與《電腦繪圖 (二)》共同榮獲中華大學 102 學年度優質教材開發獎勵競賽之「第二名」》
- [10] 呂志宗 (計畫主持人)，2013/3/21~2013/7/8，「**網頁設計**之網路影音輔助教學教材開發」，中華大學 101 學年度下學期網路教學補助計畫。《本教材與《商務應用軟體》共同榮獲中華大學 101 學年度優質教材開發獎勵競賽之「第二名」》



- [11] 呂志宗 (計畫主持人), 2012/9/10~2013/5/31, 「商務應用軟體之網路影音輔助教學教材開發」, 中華大學 101 學年度上學期網路教學補助計畫。《本教材與《網頁設計》共同榮獲中華大學 101 學年度優質教材開發獎勵競賽之「第二名」》
- [12] 呂志宗 (計畫主持人), 2012/2/20~2012/6/23, 「工程數學 (四)之網路影音輔助教學教材開發」, 中華大學 100 學年度下學期網路教學補助計畫。《本教材與《工程數學 (三)》共同榮獲中華大學 100 學年度優質教材開發獎勵競賽之「第一名」》
- [13] 呂志宗 (計畫主持人), 2011/9/12~2012/1/31, 「工程數學 (三)之網路影音輔助教學教材開發」, 中華大學 100 學年度上學期網路教學補助計畫。《本教材與《工程數學 (四)》共同榮獲中華大學 100 學年度優質教材開發獎勵競賽之「第一名」》
- [14] 呂志宗 (計畫主持人), 2011/2/21~2011/7/31, 「工程數學 (二)之網路影音輔助教學教材開發」, 中華大學 99 學年度下學期網路教學補助計畫。《本教材與《工程數學 (一)》共同榮獲中華大學 99 學年度優質教材開發獎勵競賽之「第一名」》
- [15] 呂志宗 (計畫主持人), 2010/9/13~2011/1/31, 「工程數學 (一)之網路影音輔助教學教材開發」, 中華大學 99 學年度上學期網路教學補助計畫。《本教材與《工程數學 (二)》共同榮獲中華大學 99 學年度優質教材開發獎勵競賽之「第一名」》
- [16] 呂志宗 (計畫主持人), 2010/2/22~2010/6/30, 「工程數學 (四) 習題演習」, 中華大學 98 學年度下學期網路教學補助計畫。
- [17] 呂志宗 (計畫主持人), 2009/9/14~2010/1/15, 「工程數學 (三) 習題演習」, 中華大學 98 學年度上學期網路教學補助計畫。
- [18] 呂志宗 (計畫主持人), 2009/2/17~2009/6/30, 「工程數學 (二) 習題演習」, 中華大學 97 學年度下學期網路教學補助計畫。
- [19] 呂志宗 (計畫主持人), 2008/10/22~2009/1/31, 「工程數學 (一) 習題演習」, 中華大學 97 學年度上學期網路教學補助計畫。
- [20] 呂志宗 (計畫主持人), 2008/3/19~2008/6/30, 「地下水」, 中華大學 96 學年度下學期網路教學補助計畫。
- [21] 呂志宗 (計畫主持人), 2007/9/27~2008/1/14, 「邊界元素法」, 中華大學 96 學年度上學期網路教學補助計畫。
- [22] 呂志宗 (計畫主持人), 2007/2/26~2007/6/30, 「地下水與滲流」, 中華大學 95 學年度下學期網路教學補助計畫。
- [23] 呂志宗 (計畫主持人), 2006/9/19~2007/1/17, 「高等土壤力學」, 中華大學 95 學年度上學期網路教學補助計畫。《本作品榮獲中華大學 95 學年度上學期網路教學競賽之「佳作獎」》
- [24] 呂志宗 (計畫主持人), 2006/3/24~2006/6/20, 「網路多媒體設計」, 中華大學 94 學年度下學期網路教學補助計畫。《本作品榮獲中華大學 94 學年度下學期網路教學競賽之「佳作獎」》

- [25] 呂志宗 (計畫主持人), 2005/9/15~2006/1/31, 「水環境科學」, 中華大學 94 學年度上學期網路教學補助計畫。《本作品榮獲中華大學 94 學年度上學期網路教學競賽之「佳作獎」》
- [26] 呂志宗 (計畫主持人), 2005/2/15~2005/7/31, 「複變分析 100 提要」, 中華大學 93 學年度下學期網路教學補助計畫。《本作品榮獲中華大學 93 學年度下學期網路教學競賽之「優勝獎」》
- [27] 呂志宗 (計畫主持人), 2004/9/15~2005/1/31, 「工程數學(三) 100 提要」, 中華大學 93 學年度上學期網路教學補助計畫。《本作品榮獲中華大學 93 學年度上學期網路教學競賽之「優勝獎」》
- [28] 呂志宗 (計畫主持人), 2004/2/15~2004/7/31, 「工程數學(二) 100 提要」, 中華大學 92 學年度下學期網路教學補助計畫。《本作品榮獲中華大學 92 學年度下學期網路教學競賽之「佳作獎」》
- [29] 呂志宗 (計畫主持人), 2003/9/15~2004/1/31, 「工程數學(一) 100 提要」, 中華大學 92 學年度上學期網路教學補助計畫。《本作品榮獲中華大學 92 學年度上學期網路教學競賽之「優勝獎」》
- [30] 陳碧茵, 2017/08/01~2018/07/31, 「動態分組策略之合作式證照題庫練習系統的設計、開發與成效分析」, 科技部補助專題研究計畫。
- [31] 黃博聖, 2017/08/01~2018/07/31, 「不同連結形式之遠距聯想創造問題的題庫建置及解題歷程之檢驗」, 科技部補助專題研究計畫。
- [32] 陳同孝, 2016/11/01~2017/10/31, 「結合即時通訊之數位資料隱藏暨智慧學習創新題庫整合平台研究」, 科技部補助專題研究計畫。
- [33] 陳淑英, 2011/08/01~2014/01/31, 「提高《電腦適性測驗》測驗重疊率控管下的題庫使用效能」, 科技部補助專題研究計畫。
- [34] 吳彥璋, 2016, 「題庫建置及出題系統設計與實作」, 碩士論文, 國立高雄第一科技大學資通訊服務創新產業碩士專班。
- [35] 賴亮如, 2016, 「線上題庫系統之設計與實作」, 碩士論文, 國立中正大學資訊工程研究所。
- [36] 龔營, 2013/08/01~2014/07/31, 「大學英語專業學生英語能力畢業考試標準與實驗題庫之建設」, 科技部補助專題研究計畫。
- [37] 黃傳鈞, 2017, 「微積分統一教學題庫之研究: 以台灣大學微積分(上)期末試題為例」, 碩士論文, 國立中山大學應用數學系研究所, 高雄。
- [38] MIT, 2006, "2005 Program evaluation findings report," [http://ocw.mit.edu/ans7870/global/05\\_Prog\\_Eval\\_Report\\_Final.pdf](http://ocw.mit.edu/ans7870/global/05_Prog_Eval_Report_Final.pdf).
- [39] 李海碩, 2010, 「開放式課程(OpenCourseWare)在台灣: 交通大學開放式課程之起源、影響、以及台灣開放式課程聯盟之發展」, 國立交通大學教育研究所, 新竹。

- [40] 徐奕銜, 2018, 「基於機器學習方法與學習特徵之大規模開放式課程平台分群系統研製」, 國立清華大學資訊工程學系所, 新竹。
- [41] 陳瑞挺, 2017, 「開放式課程語音辨認的初步研究」, 國立交通大學電控工程研究所, 新竹。
- [42] 林姿妤, 2017, 「開放式課程學生自我調節與學習表現之研究—大一微積分網路課程」, 國立中興大學應用數學系所, 台中。
- [43] 張容容, 2015, 「大規模網路開放式課程教學方式對不同認知風格學習者注意力與學習成效之研究」, 國立臺中教育大學數位內容科技學系碩士班, 台中。
- [44] 王蕙茹, 2014, 「開放式課程網站評鑑面向與指標建置之研究」, 國立交通大學教育研究所, 新竹。
- [45] Freeman, S., S.L. Eddy, M. McDonough, M.K. Smith, N. Okoroafor, H. Jordt, and M.P. Wenderoth, 2014, “Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 111, No. 23, pp. 8410-8415.
- [46] d'Inverno, R., H. Davis, and S. White, 2003, “Using a personal response system for promoting student interaction,” *Teaching Mathematics and its Applications*, Vol. 22, No. 4, pp. 163-169.
- [47] Becker, K., and Kyungsuk P., 2011, “Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis,” *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, Vol. 12, No. 5/6, pp. 23-37.
- [48] Rahman, R.A., Y.M. Yusof, and S. Baharun, 2012, “Improving the teaching of engineering mathematics using action research,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 56, pp. 483-493.
- [49] Tawil, N.M., I. Shaari, A. Zaharim, H. Othman, and N.A. Ismail, 2013, “Implementing internet source as tools in teaching and learning engineering mathematics,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 102, pp. 122-127.
- [50] Kipli, K., N. Bateni, M.S. Osman, N. Sutan, A. Joseph, and O.S. Selaman, 2012, “Engineering mathematics I: A case study of first year students at faculty of engineering, UNIMAS,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 56, pp. 573-578.
- [51] Kashefi, H., Z. Ismail, and Y.M. Yusof, 2012, “Engineering mathematics obstacles and improvement: A comparative study of students and lecturers perspectives through creative problem solving,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 56, pp. 556-564.
- [52] Othman, H., I. Asshaari, H. Bahaludin, N.M. Tawil, and N.A. Ismail, 2012, “Student's perceptions on benefits gained from cooperative learning experiences in engineering mathematics courses,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 60, pp. 500-506.

### 三. 附件(Appendix)

本計畫共提供 5 個附件，擬藉以呈現教學暨研究等成果。

- 【附件 1】呂志宗，2019/01/29，「107-1《工程數學(一)》翻轉教學課程成果報告書」。
- 【附件 2】呂志宗，2019/07/01，「107-2《工程數學(二)》翻轉教學課程成果報告書」。
- 【附件 3】呂志宗，2019/06/21，「開放式課程教學心得分享-以工程數學為例」，2019 教學實踐研究暨書院教育研討會論文集，第 80~88 頁。
- 【附件 4】John C.-C. Lu\*, Darwin Liao and Feng-Tsai Lin, 2019, “Analysis of Coupled Settlement by Using Three Asymptotic Expansion Parameters,” *Advances in Computer Science Research*, Vol. 91, pp. 217~229.
- 【附件 5】呂志宗，2019/09/18，「開放式課程《工程數學》之教學暨解題講義/影片的建立與應用」，2018 教育部教學實踐研究計畫，<https://reurl.cc/K6xxNy>。

# 附件 1

呂志宗，2019/01/29，「107-1《工程數學  
(一)》翻轉教學課程成果報告書」。



# 中華大學

107 學年度第 1 學期

「翻轉教學」

成果報告

編號：107-1-B04-001

申請單位：土木工程學系

課程名稱：工程數學(一)

課號：B04201A

授課教師：呂志宗

中華民國 108 年 1 月 29 日

# 中華大學 「翻轉教學」 成果報告

編號	107-1-B04-001	姓名	呂志宗	職稱	教授
聯絡電話	03-5186708	手機	0920047787	E-mail	cclu@chu.edu.tw
開課單位	土木工程學系二年甲班				
課程名稱	工程數學（一）				
課號	B04201A				
開課班級數	1				

## 成果報告

### 課程目標

本課程之教學目標是希望修課同學能在上課過程中，培養出以數學及科學方法解決工程問題的能力，其教學內容會牽涉到「認識工程問題」、「數學模式的建立」、及「數學模式的解析」等。教學過程中，會讓修課同學瞭解「模式化 (Modeling)」的觀念與方法，以及許多解析數學模式的技巧與觀念。

本學期的教學重點為：(1)一階常微分方程式(First – Order Differential Equations)的解析。(2)二階及高階線性微分方程式(Linear Differential Equations of Second and Higher Order)的解析。(3)聯立微分方程式(Systems of Differential Equations)的解析。

### 「翻轉教學」之教學規劃與設計

1. 本課程共計安排 10 回的線上單元測驗，如圖 1a 所示，這些測驗均採翻轉教學的模式進行。學生可藉由單元測驗瞭解授課重點，每一測驗題目都會指引學生應點閱瀏覽的教學影片與講義，如圖 1b 所示，好讓修課學生可以在教學影片中找到答案，以獲得學習成就感，進而提升學生的學習成效。

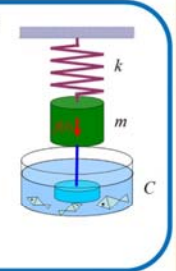
測驗名稱	測驗開始時間	測驗結束時間	單元	測驗次數	備註	當前狀態	操作
【測驗1】待定係數法求參數與動止	2018/12/12 00:00:00	2019/01/12 23:59:59	平分量元	20	自動出題	22 個已考 4 個未考 22 個已考 不可重覆建立	結束
【測驗2】非齊性常微分方程式的解法	2018/12/12 00:00:00	2019/01/12 23:59:59	平分量元	20	自動出題	22 個已考 4 個未考 22 個已考 不可重覆建立	結束
【測驗3】線性常微分方程式建立	2018/12/12 00:00:00	2019/01/12 23:59:59	平分量元	20	自動出題	22 個已考 4 個未考 22 個已考 不可重覆建立	結束
【測驗4】Euler-Cauchy Equation 的解法	2018/12/12 00:00:00	2019/01/12 23:59:59	平分量元	20	自動出題	22 個已考 4 個未考 22 個已考 不可重覆建立	結束
【測驗5】自由項為 A 函數的解法	2018/12/12 00:00:00	2019/01/12 23:59:59	平分量元	20	自動出題	22 個已考 4 個未考 22 個已考 不可重覆建立	結束
【測驗6】二階齊性/非齊性常微分方程式的解法 - 正交對法	2018/11/21 00:00:00	2019/01/12 23:59:59	平分量元	20	自動出題	22 個已考 4 個未考 22 個已考 不可重覆建立	結束
【測驗7】聯立常微分方程式的解法-4種方法	2018/10/17 00:00:00	2019/01/12 23:59:59	平分量元	10	自動出題	21 個已考 9 個未考 22 個已考 不可重覆建立	結束
【測驗8】聯立常微分方程式的解法-4種方法	2018/10/03 00:00:00	2019/01/12 23:59:59	平分量元	20	自動出題	22 個已考 4 個未考 22 個已考 不可重覆建立	結束
【測驗9】聯立常微分方程式的解法-4種方法	2018/09/24 00:00:00	2019/01/12 23:59:59	平分量元	20	自動出題	22 個已考 4 個未考 22 個已考 不可重覆建立	結束
【測驗10】Modeling(模式化)	2018/09/12 00:00:00	2019/01/12 23:59:59	平分量元	20	自動出題	22 個已考 4 個未考 22 個已考 不可重覆建立	結束

圖 1a 本課程共計安排 10 回的線上單元測驗

如圖所示，已知強制振動問題之控制方程式為：

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + C \frac{dy}{dt} + ky = f(t)$$

其中之符號  $m$  稱為     A    ，  
符號  $C$  稱為     B    ，  
符號  $k$  稱為     D    ，  
符號  $f(t)$  稱為     E    ，  
試問 D 應選擇下列何者？



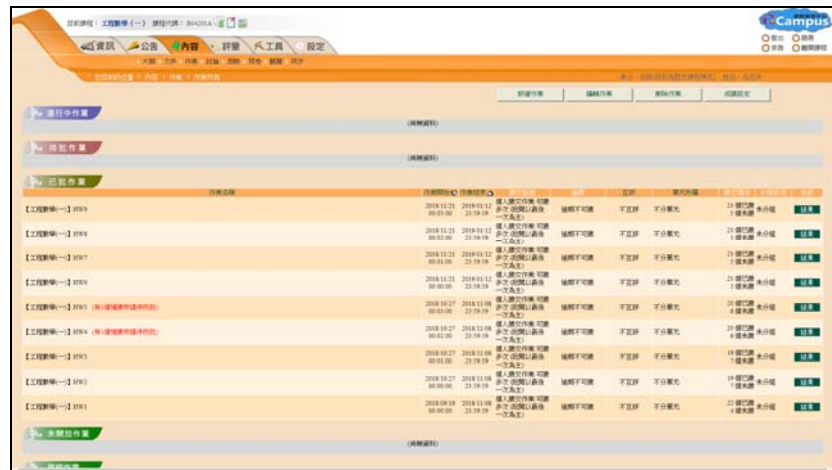
【教學影片】提要046：認識振動問題與電流問題之類比關係（加字幕）

題目詳情：◎【教學講義】提要046：認識振動問題與電流問題之類比關係.pdf  
(單選題)(答數: 7 分) (答對: 20 人, 答錯: 2 人, 未作答: 0 人)

- 物體之位移量
- 物體質量
- 系統之阻尼係數
- 系統之彈性係數
- 作用在物體上的外力

圖 1b 每一測驗題目都會指引學生應點閱瀏覽的教學影片與講義

2. 本課程亦安排 9 次的紙筆作業，如圖 2 所示，紙筆計算能力很重要，故以紙筆作業訓練修課同學。



作業名稱	作業時間	作業狀態	作業時間	作業狀態	作業時間	作業狀態	作業時間	作業狀態
【工程數學(一)】HW1	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業
【工程數學(一)】HW2	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業
【工程數學(一)】HW3	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業
【工程數學(一)】HW4	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業
【工程數學(一)】HW5	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業
【工程數學(一)】HW6	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業
【工程數學(一)】HW7	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業
【工程數學(一)】HW8	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業
【工程數學(一)】HW9	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業	2018.11.21 2018.11.21	多人提交作業

圖 2 本課程亦安排 9 次的紙筆作業

3. 持續重新建構本校開放式課程平台上之「工程數學(一)」  
<http://ocw.chu.edu.tw/course/view.php?id=6>，所錄製的教學影片均符合 MOOCs(Massive Open Online Courses)精神，如圖 3 所示。



中華大學開放式課程

提要001~050：教學影片+教學講義

- 【教學影片】提要001：為什麼要學習工程數學？（有字幕）
- 【教學影片】提要001：為什麼要學習工程數學？（無字幕）
- 【教學影片】提要001：為什麼要學習工程數學？（1.無字幕 2.解析度升級）
- 【教學影片】提要001：為什麼要學習工程數學？（高解析度教學影片上傳至本平台）
- 【教學影片】提要001：為什麼要學習工程數學？（教學影片建置於优酷平台）
- 【教學講義】提要001：為什麼要學習工程數學？
- 【教學影片】提要002：如何建立數學模式？（一）（有字幕）
- 【教學影片】提要002：如何建立數學模式？（一）（無字幕）
- 【教學影片】提要002：如何建立數學模式？（一）（1.無字幕 2.解析度升級）
- 【教學影片】提要002：如何建立數學模式？（一）（高解析度教學影片）

圖 3 中華大學開放式課程平台上重新建構的「工程數學(一)」

4. 本課程資料已獲得台灣開放式課程聯盟的收錄  
<https://goo.gl/46kaQB>，如圖 4 所示。





圖 4 「工程數學(一)」已獲得臺灣開放式課程聯盟的收錄

5. 新錄製 13 時 10 分 11 秒的「工程數學(一)」解題影片，並已安置於 YouTube 平台 <https://goo.gl/Xfktac>，如圖 5 所示。



圖 5 新錄製的「工程數學(一)」解題影片

6. 本課程「工程數學(一)」之新剪輯教學影片亦已安置於 YouTube 平台 <https://goo.gl/5oZfwP>，如圖 6 所示。



圖 6 YouTube 平台上新剪輯的「工程數學(一)」教學影片

7. 本課程「工程數學(一)」之教學影片亦已加字幕並安置於 YouTube 平台 <https://goo.gl/cerjaT>，如圖 7 所示。



圖 7 YouTube 平台上加字幕的「工程數學(一)」教學影片

8. 本課程「工程數學(一)」之加字幕教學影片亦已安置於 YouKu 平台 <https://goo.gl/aHDokQ>，如圖 8 所示。



圖 8 「工程數學(一)」的教學影片已安置於 YouKu 平台

9. 本課程有安排兩次總結性的評量，即期中考與期末考各有一次，這一部分是採用紙筆測驗完成的。

如前所述，本課程共計安排 11 回的單元測驗和 9 次的紙筆作業，這些測驗和作業均採翻轉教學的模式進行。各週次之課程安排進度與內容，如表 1 所示。

表 1 授課進度及內容

教學實施情形

單元名稱與內容(Unit Title & Content)	教學方法 (Teaching Methods)	評量方法 (Evaluation Methods)
1. ●課程簡介(Course introduction) 【教學影片】 提要 001：為什麼要學習工程數學？	講授(Lecture) 個案教學 (Case Study)	
2. ●數學模式的建立與解析 ●實施翻轉教學 【教學影片】	講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同	學完成 e-Campus 平台線上單

	<p>提要 002：如何建立數學模式？(一) 提要 003：如何建立數學模式？(二) 提要 004：如何建立數學模式？(三) 提要 005：如何建立數學模式？(四) 提要 006：如何建立數學模式？(五)</p>	學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】	元測驗】
3.	<p>●一階常微分方程式的解析(3-1) ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 007：認識五個專有名詞 提要 008：解一階 ODE 的第一個方法—直接積分法 提要 009：解一階 ODE 的第二個方法—變數可分離之 ODE 的解法 提要 010：解一階 ODE 的第三個方法—更換變數使成變數分離(1) 提要 011：解一階 ODE 的第四個方法—更換變數使成變數分離(2)</p>	講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】	【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】
4.	<p>●一階常微分方程式的解析(3-2) ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 012：解一階 ODE 的第五個方法—正合微分方程式的解法 提要 013：解一階 ODE 的第六個方法—非正合微分方程式的解法 提要 014：解一階 ODE 的第七個方法—一階線性微分方程的合併法 提要 015：解一階 ODE 的第八個方法—Bernoulli 方程式的解法</p>	講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】	【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】
5.	<p>●1. 一階常微分方程式的解析(3-3) ●2. 一階常微分方程式在工程上的應用 ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 016：解一階 ODE 的第九個方法—Riccati 方程式的解法 提要 017：解一階 ODE 的第十個方法—Clairaut 方程式的解法 提要 018：解一階 ODE 的第十一個方法—Picard 循環積分方法 提要 019：解一階 ODE 的第十二個方法—作圖法 提要 020：如何推求正交軌跡？</p>	講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】	【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】
6.	<p>●二階常係數齊性常微分方程式的解析(2-1) ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 021：認識非齊性微分方程之解 提要 022：認識重疊原理(Superposition Principle) 提要 023：二階常係數齊性 ODE 的解法(一)—相異實根 提要 024：二階常係數齊性 ODE 的解法(二)—重根</p>	講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】	【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】
7.	<p>●二階常係數齊性常微分方程式的解析(2-2) ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 025：二階常係數齊性 ODE 的解法(三)—複數根</p>	講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平	【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】

	<p>提要 026：認識微分運算子 提要 027：為何要學習二階 ODE 問題？ 提要 028：與大自然相關的數有那些？ 提要 029：如何建立自由振動問題的數學模式？ 提要 030：自由振動問題的數學模式之解</p>	台瀏覽教學影片】	
8.	<p>●Euler–Cauchy 方程式的解析 ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 031：認識 Euler–Cauchy 方程式的解法(一) – 相異實根 提要 032：認識 Euler–Cauchy 方程式的解法(二) – 重根 提要 033：認識 Euler–Cauchy 方程式的解法(三) – 複數根</p>	<p>講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】</p>	【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】
9.	●期中考(Midterm)	綜合第 1~8 週之上課內容舉辦總結性評量	筆試 (Writing Test)
10.	<p>●二階微分方程式的基本性質 ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 034：初始值問題之解的存在性與唯一性定理 提要 035：線性相關與線性獨立(一) 提要 036：線性相關與線性獨立(二) 提要 037：線性相關與線性獨立(三) 提要 038：Wronskian 的定義</p>	<p>講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】</p>	【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】
11.	<p>●二階非齊性常微分方程式的解析 ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 039：二階非齊性 ODE 之通解 提要 040：以待定係數法解析二階常係數非齊性 ODE 之特解(一) 提要 041：以待定係數法解析二階常係數非齊性 ODE 之特解(二) 提要 042：以待定係數法解析二階常係數非齊性 ODE 之特解(三) 提要 043：認識參數變換法</p>	<p>講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】</p>	【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】
12.	<p>●二階常微分方程式在工程上的應用 ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 044：強制振動問題之數學模式 提要 045：強制振動問題之數學模式的解 提要 046：認識振動問題與電流問題之類比關係</p>	<p>講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】</p>	【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】
13.	<p>●高階齊性常微分方程式的基本性質 ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 047：為何要學習高階 ODE 問題？ 提要 048：認識高階 ODE 之重疊原理(Superposition Principle) 提要 049：高階初始值問題之解的存在性與唯一性定理 提要 050：認識高階 ODE 之解的基底所對應的</p>	<p>講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】</p>	【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】

	Wronskian		
14.	<p>●高階常係數齊性常微分方程式的解析 ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 051:高階常係數齊性 ODE 之通解(一)-相異實根 提要 052:高階常係數齊性 ODE 之通解(二)-重根 提要 053:高階常係數齊性 ODE 之通解(三)-複數根</p>	<p>講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】</p>	<p>【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】</p>
15.	<p>●高階常係數非齊性常微分方程式的解析 ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 054:以待定係數法解析高階常係數非齊性 ODE 之特解(一) 提要 055:以待定係數法解析高階常係數非齊性 ODE 之特解(二) 提要 056:以待定係數法解析高階常係數非齊性 ODE 之特解(三) 提要 057:以參數變換法解析高階非齊性 ODE 之特解</p>	<p>講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】</p>	<p>【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】</p>
16.	<p>●聯立常微分方程式的解析(2-1) ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 058:認識聯立 ODE 問題 提要 059:聯立齊性 ODE 的解法(一)-讓一個方程式只包含一個未知數 提要 060:聯立齊性 ODE 的解法(二)-矩陣解法(相異根) 提要 061:聯立齊性 ODE 的解法(三)-矩陣解法(重根) 提要 062:聯立非齊性 ODE 之非齊性解的解法(一)-讓一個方程式僅含一個未知數</p>	<p>講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】</p>	<p>【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】</p>
17.	<p>●聯立常微分方程式的解析(2-2) ●實施翻轉教學</p> <p>【教學影片】 提要 063:聯立非齊性 ODE 之非齊性解的解法(二)-矩陣解法(非齊性項與齊性解不重複) 提要 064:聯立非齊性 ODE 之非齊性解的解法(三)-矩陣解法(非齊性項與齊性解重複時) 提要 065:聯立非齊性 ODE 之非齊性解的解法(四)-矩陣解法(參數變換法) 提要 066:特徵向量的解法(一)-相異特徵根 提要 067:特徵向量的解法(二)-特徵根有重根</p>	<p>講授(Lecture) 個案教學 (Case Study) 【請修課同學至 e-Campus 平台瀏覽教學影片】</p>	<p>【請修課同學完成 e-Campus 平台線上單元測驗】</p>
18.	<p>期末考(Final exam)</p>	<p>綜合第 10~17 週之上課內容舉辦總結性評量</p>	<p>筆試 (Writing Test)</p>

學習評量方式如以下所示：

1. 單元測驗和紙筆作業：30%
2. 期中考試及期末考試：40%
3. 出席率暨參與討論：14%
4. 小考：14%

註：本次授課未舉辦小考，故將小考配分等比例分配至其他項目。

本課程於期末時，曾在 Google 平台進行翻轉教學之期末問卷評量，共計 11 位同學回答了問卷，問卷題目如下。其中「非常滿意」、「滿意」、「普通」、「不同意」、「非常不同意」分別給予 100 分、85 分、70 分、60 分、50 分。

- 1、老師的翻轉教學，有助於提升我對本課程的學習興趣。  
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 2、修習這門課，有助於提升我在本課程領域的專業知識。  
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 3、老師使用多元的學習資源或管道進行翻轉教學。  
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 4、老師所提供的課前數位教材，有助於我完成作業或進行小組討論。  
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 5、老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、老師的翻轉教學，能增強我們的學習效果。  
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意
- 7、老師對本課程所安排翻轉教學的作業、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
- 8、整體而言，我對本課程任課老師的教學感到滿意。  
(A)非常同意 (B)同意 (C)普通 (D)不同意 (E)非常不同意

#### 學生學習成效

Google 平台上所安排的問卷結果，如圖 9a 至圖 9h 所示。

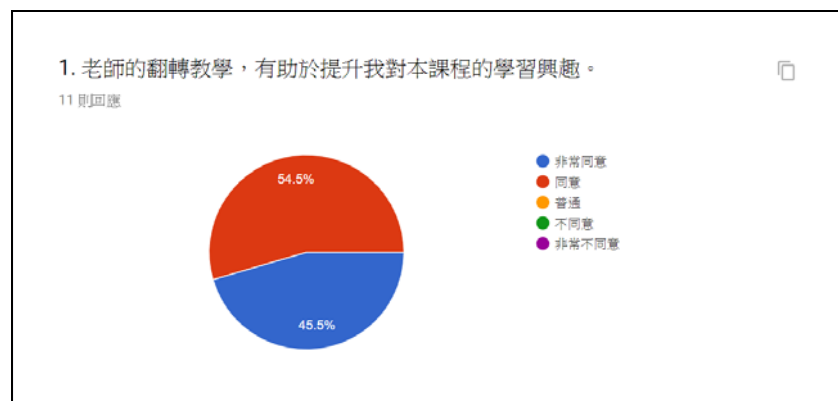


圖 9a 課程網路問卷第 1 題：「老師的翻轉教學，有助於提升我對本課程的學習興趣。」

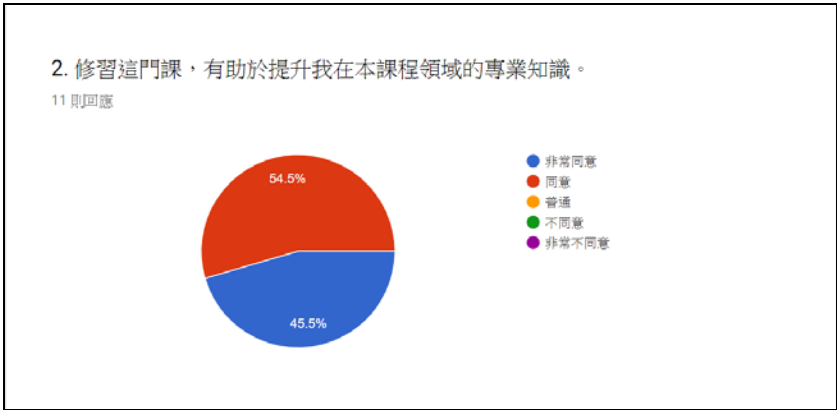


圖 9b 課程網路問卷第 2 題：「修習這門課，有助於提升我在本課程領域的專業知識。」

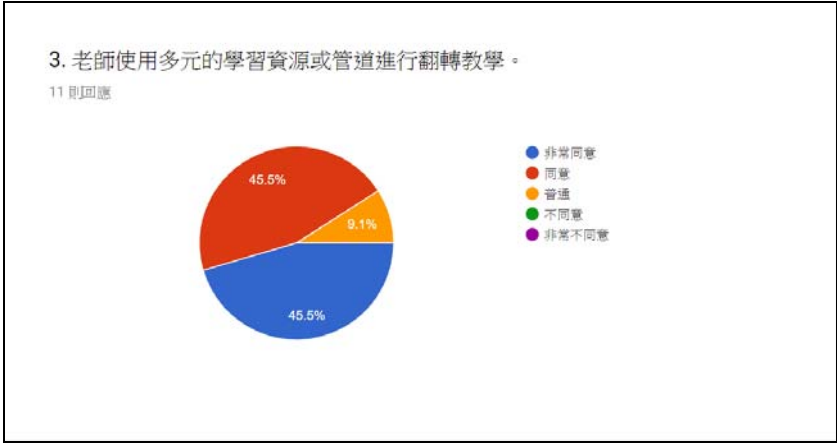


圖 9c 課程網路問卷第 3 題：「老師使用多元的學習資源或管道進行翻轉教學。」

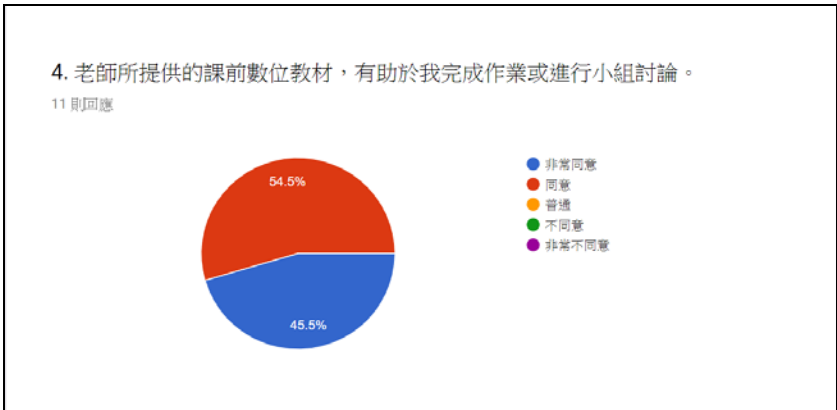


圖 9d 課程網路問卷第 4 題：「老師所提供的課前數位教材，有助於我完成作業或進行小組討論。」

5. 老師在翻轉教學時會引導我們進行作業或小組討論。

11 則回應

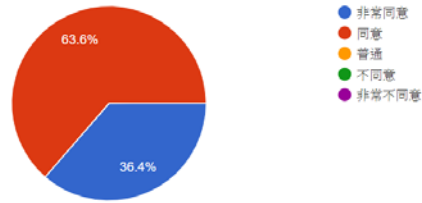


圖 9e 課程網路問卷第 5 題：「老師在翻轉教學時會引導我們進行作業或小組討論。」

6. 老師的翻轉教學，能增強我們的學習效果。

11 則回應

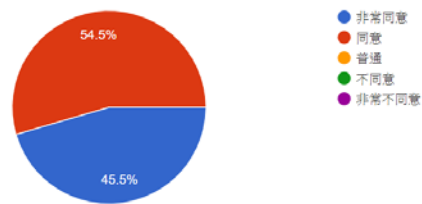


圖 9f 課程網路問卷第 6 題：「老師的翻轉教學，能增強我們的學習效果。」

7. 老師對本課程所安排翻轉教學的作業、報告或考試，能確實反映我們的學習內容。

11 則回應

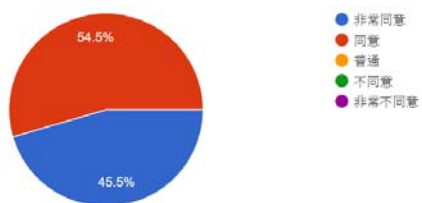


圖 9g 課程網路問卷第 7 題：「老師對本課程所安排翻轉教學的作業、報告或考試，能確實反映我們的學習內容。」



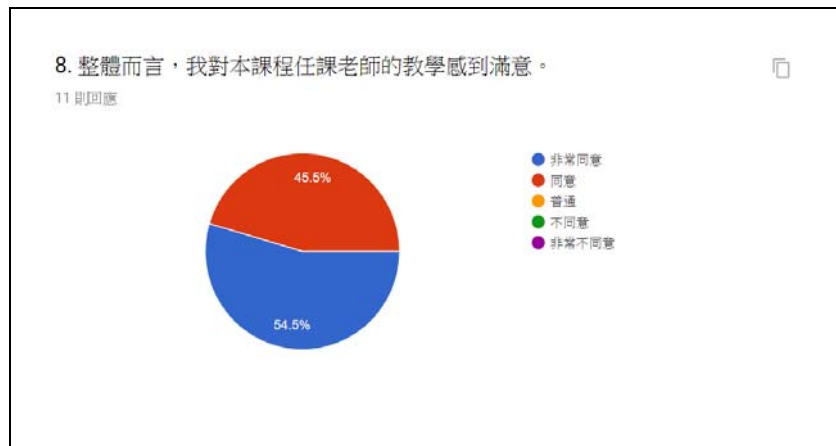


圖 9h 課程網路問卷第 8 題：「老整體而言，我對本課程任課老師的教學感到滿意。」

26 位修課同學中，共計 11 位修課同學回答了以上問卷，由問卷結果得知，問卷之平均分數高達 91.65 分。可見修課同學普遍均認同本學期所採用的翻轉教學之授課方式，並給予高度的評價。

因本課程之授課教材完全對網路上之使用者開放，由 Google 檢索排名得知，若輸入關鍵字「工程數學一」或「工程數學」，則第一個被搜尋到的課程教材，即為本人所完成的「工程數學(一)」數位影音輔助教材，如圖 10 與圖 11 所示。亦即授課老師所開發出的教學影片和講義，在網路上已有眾多學生採用這份教材，以進行課程預習或複習。網路上眾多莘莘學子的喜歡瀏覽，應亦可證明所完成的教學影片確實具有提升學習成效之效果。



圖 10 關鍵字「工程數學一」之 Google 課程檢索排名為第 1 名



圖 11 關鍵字「工程數學」之 Google 課程檢索排名亦為第 1 名

網路上有許多莘莘學子持續不斷表達感謝本課程提供的網路教學，代表範例如後說明所示。例如 2018/12/23 Zhi SUN 同學透過 YouTube 留言板說：「书上都仅仅是结论，从来不知道是怎么来的。今天我终于是明白了，推导实在是太详尽了，吕老师辛苦了啊！果断订阅！！！」<https://youtu.be/A4RMEmdZw68>，肯定本人所錄製的教學影片「【教學影片】提要 295：圓柱座標系統的 Laplacian」，如圖 12 所示。類似的肯定留言已有數十則，不勝枚舉。同學們所提出之各類工程數學問題，均會盡可能於 12 小時內及時給予回覆。

感人故事一則



圖 12 Zhi SUN 同學透過 YouTube 留言板說：「书上都仅仅是结论，从来不知道是怎么来的。今天我终于是明白了，推导实在是太详尽了，吕老师辛苦了啊！果断订阅！！！」

其他相關說明

1. 本課程已順利完成，共計 26 位同學選修本課程，學期成績顯示有 3 位同學不及格。擬請學期成績不及格的同學繼續努力，並給予必要的輔導與協助。

2. 本課程包含 5 位不及格同學之學期成績平均分數為 75.85 分;另外,扣除不及格者的學期成績平均分數是 80.91 分。顯然多數同學均已獲得本課程之基本知識與能力。
3. 本課程於期末時,曾在 Google 平台上進行翻轉教學之期末問卷評量,問卷之平均分數為 91.65 分,可見修課同學普遍均認同本學期所採用的翻轉教學之授課方式,並給予極高度的評價。
4. 為確保修課同學均有親自上網完成所擬定之單元測驗,獲得必備之工程數學(一)的基本知識與能力,本課程之期中考試與期末考試是安排在實體教室中進行紙筆測驗。
5. 本課程有搭配本校 e-Campus 平台進行授課,也會在該平台安排線上單元測驗、課程作業、課程講義,並使用 Zuvio 的點名功能,如圖 13 與圖 14 所示。
6. 圖 15 是修課同學正參加期末考的補考,圖 16 是上傳 YouTube 之「工程數學(一)」教學影片。

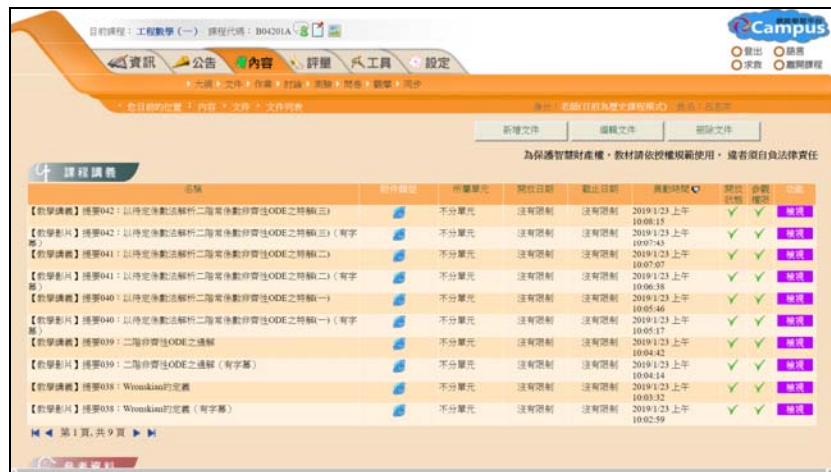


圖 13 「工程數學(一)」有使用 e-Campus 平台之課程講義功能



圖 14 「工程數學(一)」有使用 Zuvio 平台之基本功能

照片



圖 15 「工程數學(一)」之修課同學正參加期末考的補考(2019/01/10)

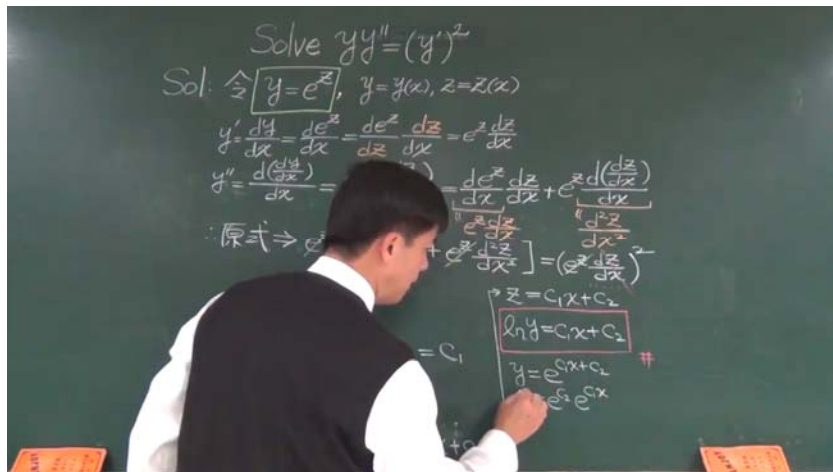


圖 16 上傳 YouTube 之「工程數學(一)」教學影片

備註

其他佐證資料請教師依實際教學情形提供：

教師簽章：

系主管審核簽章：

中華大學 107 學年度第 1 學期  
成績登記表

課號：B04201A

科目：工程數學（一）

學分：2

教師：呂志宗

★ 於2019/01/21完成成績遞交

序號	學 號	姓 名	成績	備註
1	B10304205	陳達逸	37	
2	B10402093	陳緯誠	34	
3	B10404202	徐為勝	81	
4	B10405070	楊曙成	99	
5	B10505037	古子靜	60	
6	B10510041	黃宣銘	65	
7	B10604003	施志翰	64	
8	B10604004	阮雅琪	80	
9	B10604005	石智翔	89	
10	B10604006	姚昇宏	80	
11	B10604007	林智捷	97	
12	B10604008	呂奕韻	85	
13	B10604009	李承威	88	
14	B10604010	陳昱銓	78	
15	B10604011	徐亦呈	82	
16	B10604012	陳家宥	85	
17	B10604013	陳威璵	76	
18	B10604014	游柏彥	92	
19	B10604015	黃啟維	83	
20	B10604017	沈東弈	69	
21	B10604018	馮天辰	80	
22	B10604019	薛昀瑄	88	
23	B10604021	呂浩愷	78	
24	B10604022	徐翼達	84	
25	B10604024	林宇祥	40	

頁次 ▼

第 1 頁 / 共 2 頁

任課教師簽名蓋章\_\_\_\_\_

中華大學 107 學年度第 1 學期  
成績登記表

課號：B04201A

科目：工程數學(一)

學分：2

教師：呂志宗

★ 於2019/01/21完成成績遞交

序號	學 號	姓 名	成績	備 註
26	B10604025	留偉彬	78	

頁次 ▼

第 2 頁 / 共 2 頁

任課教師簽名蓋章\_\_\_\_\_

# 附件 2

呂志宗，2019/07/01，「107-2《工程數學  
(二)》翻轉教學課程成果報告書」。



# 中華大學

107 學年度第二學期

「翻轉教學」

成果報告

編號：107-2-B04-001

申請單位：土木工程學系

課程名稱：工程數學(二)

課號：B04204A

授課教師：呂志宗

中華民國 108 年 7 月 1 日



## 中華大學「翻轉教學」成果報告

編號	107-2-B04-001	姓名	呂志宗	職稱	教授
聯絡電話	03-5186708	手機	0920-047787	E-mail	cclu@chu.edu.tw
開課單位	建築與設計學院/土木工程學系				
課程名稱	工程數學(二)				
課號	B04204A				
開課班級數	1				
<b>成果報告</b>					
課程目標	<p>本課程之教學目標是希望修課同學能在上課過程中，培養出以數學及科學方法解決工程問題的能力，其教學內容會牽涉到「認識工程問題」、「數學模式的建立」、及「數學模式的解析」等三部分的連結。教學過程中，需讓修課同學瞭解「模式化 (Modeling)」的觀念與方法，以及許多解析數學模式的技巧與觀念。</p> <p>本學期的教學重點為：(1)高階線性微分方程式(Linear Differential Equations of Second and Higher Order) (2)聯立微分方程式(Systems of Differential Equations) (3)拉氏轉換(Laplace Transforms) (4)微分方程式的級數解(Series Solutions of Differential Equations) (5)矩陣與行列式(Matrix &amp; Determinant)。</p>				
「翻轉教學」之教學規劃與設計	<p>1. 整理目前已錄製好的教學影片。這些教學影片的全長超過 30 個小時，目前均已安置於：</p> <p>(1) 本校開放式課程平台 <a href="http://ocw.chu.edu.tw/course/view.php?id=8">http://ocw.chu.edu.tw/course/view.php?id=8</a>。</p> <p>(2) 台灣開放式課程聯盟 <a href="https://goo.gl/dkAgBI">https://goo.gl/dkAgBI</a>。</p> <p>(3) YouTube 平台：</p> <p>(a) 2018 教育部教學實踐研究計畫 <a href="http://bit.ly/2LuDHSO">http://bit.ly/2LuDHSO</a></p> <p>(b) 工程數學 (二) ★新剪輯★ <a href="https://goo.gl/VclLNI">https://goo.gl/VclLNI</a></p> <p>(c) 工程數學 (二) ★加字幕★ <a href="https://goo.gl/Vm37PN">https://goo.gl/Vm37PN</a></p> <p>(d) 工程數學 (二) ★新錄製★ <a href="https://goo.gl/nE5ELs">https://goo.gl/nE5ELs</a></p> <p>2. 透過本校開放式課程平台、本校 e-Campus 平台、台灣開放式課程聯盟之課程平台及 YouTube 平台，進行課程的教學規劃，擬於課程中進行翻轉教室之教學模式，每一單元均會給予適當之測驗，測驗中則搭配所錄製的教學影片，修課學生必須瀏覽過教學影片，才會有能力完全答對所擬之單元測驗。</p> <p>評量方式包括：</p> <p>1. 單元測驗(Quizzes)及作業(Homework)：30%</p> <p>2. 期中考試及期末考試(Midterm &amp; Final Exam)：40%</p> <p>3. 第一次小考：5%</p> <p>4. 第二次小考：5%</p> <p>5. 出席率(Attendance)暨參與討論(Participate in Discussions)：20%。</p>				

小考、期中考與期末考擬於所安排的上課教室採紙筆測驗方式進行，單元測驗則擬採線上測驗方式進行。

如前所述，本課程會安排手寫作業或線上單元測驗，共計安排 4 次手寫作業、11 回的線上單元測驗，這些手寫作業或線上單元測驗均採翻轉教學的模式進行。各週次之課程安排進度與內容，如表 1 所示。

表 1 授課進度及內容

單元名稱與內容 (Unit Title & Content)	教學方法 (Teaching Methods)	評量方法 (Evaluation Methods)
第 1 週 <ul style="list-style-type: none"> <li>●瞭解拉氏轉換的基本觀念</li> <li>●Laplace 積分轉換與反轉換之定義的由來</li> <li>●Laplace 積分轉換方法的主要用途</li> <li>●應用 Laplace 積分轉換方法時所可能遭遇的瓶頸</li> </ul>	講授(Lecture) ●本週進行第 1 次翻轉教學	
第 2 週 <ul style="list-style-type: none"> <li>●基本函數之拉氏轉換</li> <li>●Laplace 積分轉換方法與複變分析有什麼關係？</li> <li>●Laplace 積分轉換之存在性定理與線性相加定理</li> <li>●常數 1 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>t</math> 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>t^2</math> 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>t^n</math> 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>\exp(at)</math> 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>\cosh(at)</math> 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>\sinh(at)</math> 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>\cos(at)</math> 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>\sin(at)</math> 之 Laplace 積分轉換</li> </ul>	講授(Lecture) ●本週進行第 2 次翻轉教學	線上單元測驗 (Online unit test)
第 3 週 <ul style="list-style-type: none"> <li>●瞭解拉氏轉換的移位性質與週期函數</li> <li>●瞭解部分分式法求反拉氏轉換</li> <li>●函數 <math>f'(t)</math> 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>f''(t)</math> 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>f(t)</math> 之 <math>n</math> 次微分的 Laplace 積分轉換</li> <li>●單位階梯函數 <math>u(t - a)</math> 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●單位脈衝函數之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>\exp(at)*f(t)</math> 之 Laplace 積分轉換</li> <li>●函數 <math>f(t - a)u(t - a)</math> 之 Laplace 積分轉換</li> </ul>	講授(Lecture) ●本週進行第 3 次翻轉教學	線上單元測驗(Online unit test)
第 4 週 <ul style="list-style-type: none"> <li>●瞭解拉氏轉換的迴旋積分</li> <li>●迴積分定理(Convolution Theorem)</li> <li>●單位階梯函數 <math>u(t - a)</math> 在工程上的應用</li> <li>●單位脈衝函數在工程上的應用</li> </ul>	講授(Lecture) ●本週進行第 4 次翻轉教學	手寫作業 (Home work)
第 5 週 <ul style="list-style-type: none"> <li>●第 1 次小考</li> </ul>	●綜合第 1~4 週之上課內容舉辦總結性評量	線上單元測驗(Online unit test)
第 6 週 <ul style="list-style-type: none"> <li>●瞭解單位脈衝函數與狄拉克函數之拉氏轉換</li> <li>●瞭解拉氏轉換法解微分方程式</li> <li>●包含單位階梯函數之數學模式的解</li> <li>●包含單位脈衝函數之數學模式的解</li> <li>●週期為 <math>p</math> 之函數 <math>f(t)</math> 的 Laplace 積分轉換</li> </ul>	講授(Lecture) ●本週進行第 5 次翻轉教學	線上單元測驗(Online unit test)

教學實施情形

第7週	<ul style="list-style-type: none"> <li>●瞭解拉氏轉換法的應用</li> <li>●函數 <math>f'(t)</math> 與 <math>f''(t)</math> 之 Laplace 積分轉換公式的應用</li> <li>●函數 <math>f(t)</math> 之 <math>n</math> 次微分的 Laplace 積分轉換公式的應用</li> <li>●應用 Laplace 轉換方法解析聯立常微分方程式</li> <li>●題目給 <math>t</math> 不等於 0 之初始條件時的 Laplace 積分轉換的解析</li> <li>●Laplace 反轉換的挑戰 —— 迴積分定理的應用</li> <li>●Laplace 積分轉換方法與傳統解法的比較</li> </ul>	講授(Lecture) ●本週進行第 6 次翻轉教學	手寫作業 (Home work)
第8週	<ul style="list-style-type: none"> <li>●(a)瞭解冪級數的基本性質</li> <li>●(b)瞭解平常點之冪級數解</li> <li>●認識級數解法之專有名詞</li> <li>●認識何謂冪級數(Power Series)?</li> <li>●認識 Maclaurin 級數</li> <li>●認識幾何級數(Geometric Series)</li> <li>●一階 ODE 之冪級數解法</li> <li>●二階 ODE 之冪級數解法</li> <li>●認識級數解之收斂半徑的解法</li> </ul>	講授(Lecture) ●本週進行第 7 次翻轉教學	
第9週	期中考【Midterm】	●綜合第 1~8 週之上課內容舉辦總結性評量	筆試(Writing Test)
第10週	<ul style="list-style-type: none"> <li>●瞭解規則奇異點的冪級數解</li> <li>●正規點與奇異點之定義</li> <li>●級數之下標平移原則</li> <li>●冪級數解之運算規則</li> <li>●冪級數解之存在性定理</li> <li>●實數解析函數之定義</li> <li>●Legendre 方程式之定義</li> <li>●那一類問題與 Legendre 方程式有關?</li> <li>●Legendre 方程式的解析</li> <li>●Legendre 多項式 <math>P_n(x)</math> 的推導</li> </ul>	講授(Lecture) ●本週進行第 8 次翻轉教學	線上單元測驗(Online unit test)
第11週	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Frobenius 解法</li> <li>●Frobenius 解法簡介</li> <li>●Indicial 方程式的推導</li> <li>●Frobenius 解法之案例 1 —— 兩根相異且相減不等於整數</li> <li>●Frobenius 解法之案例 2 —— 兩根相同</li> <li>●Frobenius 解法之案例 3(a) —— 兩根相異但相減等於整數 (通解中不含 <math>\ln x</math>)</li> <li>●Frobenius 解法之案例 3(b) —— 兩根相異且相減等於整數 (通解中會出現 <math>\ln x</math>)</li> </ul>	講授(Lecture) ●本週進行第 9 次翻轉教學	線上單元測驗(Online unit test)
第12週	<ul style="list-style-type: none"> <li>●貝色方程式(Bessel Equation)</li> <li>●貝色方程式(Bessel Equation)之定義</li> <li>●那一類問題與貝色方程式(Bessel Equation)有關?</li> <li>●貝色方程式(Bessel Equation)所對應之 Indicial 方程式</li> <li>●Frobenius 解法在 Bessel 方程式的應用之案例 1 —— 兩根相異且相減不等於整數</li> <li>●Frobenius 解法在 Bessel 方程式的應用之案例 2 —— 兩根均為 0 (通解中會出現 <math>\ln x</math>)</li> <li>●Frobenius 解法在 Bessel 方程式的應用之案例 3 —— 兩根相異但相減等於整數 (通解中不含 <math>\ln x</math>)</li> </ul>	講授(Lecture) ●本週進行第 10 次翻轉教學	手寫作業 (Home work)

	●各種類型之 Bessel 函數的定義		
第 13 週	●第 2 次小考	●綜合第 10~12 週之上課內容舉辦總結性評量	線上單元測驗(Online unit test)
第 14 週	●瞭解矩陣的定義及其代數運算 ●學習線性代數的目的 ●線性代數的專有名詞 ●矩陣之加法的運算規則 ●矩陣之乘法的運算規則 ●矩陣之純量乘積的運算規則	講授(Lecture) ●本週進行第 11 次翻轉教學	線上單元測驗(Online unit test)
第 15 週	●瞭解反矩陣的解析 ●瞭解聯立線性方程組的解析 ●以高斯消去法解析聯立線性之代數方程式 ●以高斯-喬登消去法求反矩陣 ●以伴隨矩陣法求反矩陣	講授(Lecture) ●本週進行第 12 次翻轉教學	手寫作業 (Home work)
第 16 週	●瞭解行列式的解析 ●瞭解特徵值與特徵向量的解析 ●行列式的計算 ●行列式的基本性質 ●矩陣的特徵根與特徵向量	講授(Lecture) ●本週進行第 13 次翻轉教學	線上單元測驗(Online unit test)
第 17 週	●瞭解矩陣的對角化之解析 ●矩陣的對角化 ●矩陣 A 之 m 次方的計算方式 ●矩陣的秩(Rank) ●以 Cramer's Rule 解析聯立之代數方程式	講授(Lecture) ●本週進行第 14 次翻轉教學	
第 18 週	期末考【Final Exam】	●綜合第 10~17 週之上課內容舉辦總結性評量	筆試(Writing Test)

<b>學生學習成效</b>	<p>本課程於期末時，曾進行翻轉教學之期末問卷評量，問卷題目如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> <li>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</li> <li>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</li> <li>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</li> <li>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</li> <li>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</li> <li>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</li> </ol> <p>各問卷題目是透過 Google 問卷加以完成，其回覆後之統計結果如圖 1 至圖 8 所示。</p>
---------------	---

1. 修讀這門課有助於提升我在本課程專業領域之知識。



4 則回應

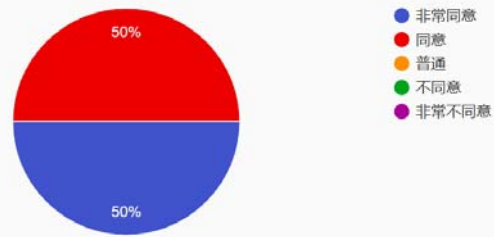


圖 1 「工程數學(二)」問卷第 1 題之問卷結果

2. 教師自我開發之授課教材或方式能啟發我的學習興趣。



4 則回應

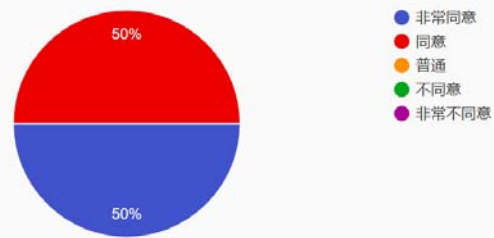


圖 2 「工程數學(二)」問卷第 2 題之問卷結果

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。



4 則回應

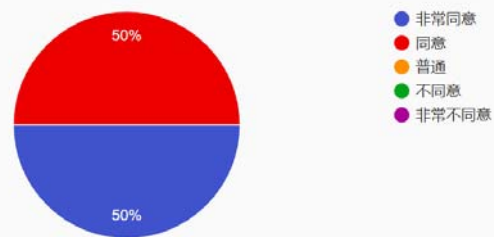


圖 3 「工程數學(二)」問卷第 3 題之問卷結果

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。

4 則回應

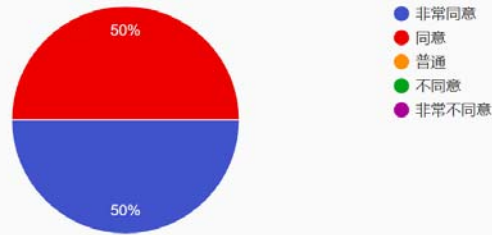


圖 4 「工程數學(二)」問卷第 4 題之問卷結果

5. 教師在翻轉教學時會引導我們進行作業或小組討論。

4 則回應

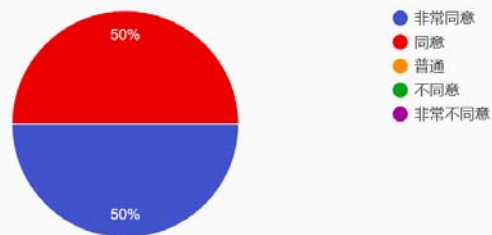


圖 5 「工程數學(二)」問卷第 5 題之問卷結果

6. 教師實施翻轉教學之上課模式能增強我的學習效果。

4 則回應

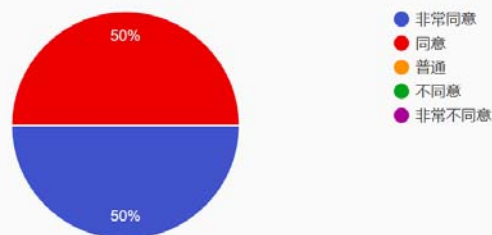


圖 6 「工程數學(二)」問卷第 6 題之問卷結果

7. 教師上課態度熱忱、認真、負責。

4 則回應

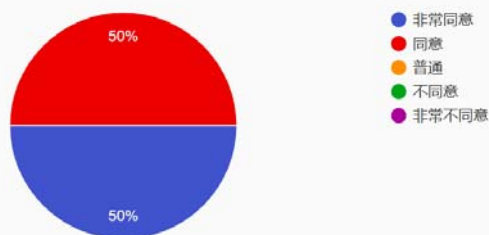


圖 7 「工程數學(二)」問卷第 7 題之問卷結果

8. 我認為翻轉教學型態課程較傳統課程更具有學習效果。

4 則回應

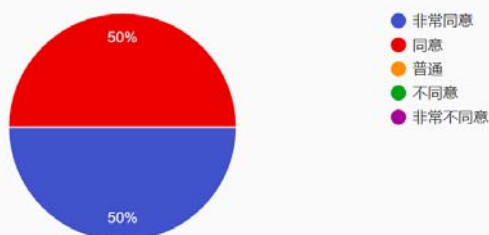


圖 8 「工程數學(二)」問卷第 8 題之問卷結果

21 位修課同學中，共計 4 位修課同學回答了以上問卷，由問卷結果得知，問卷平均分數為 92.50 分，可見修課同學普遍均認同本學期所採用的翻轉教學之授課方式，並給予高度的評價。

因本課程之授課教材完全對網路上之使用者開放，由 Google 檢索排名得知，若輸入關鍵字「工程數學二教學影片」，則第一個被檢索到的課程教材，即為本人所完成的工程數學(二)數位影音輔助教材，如圖 9 所示。亦即授課老師所開發出的教學影片和講義，在網路上已有眾多學生採用這份教材，以進行課程預習或複習。網路上眾多莘莘學子的喜歡瀏覽，應亦可證明所完成的教學影片確實具有提升學習成效之效果。

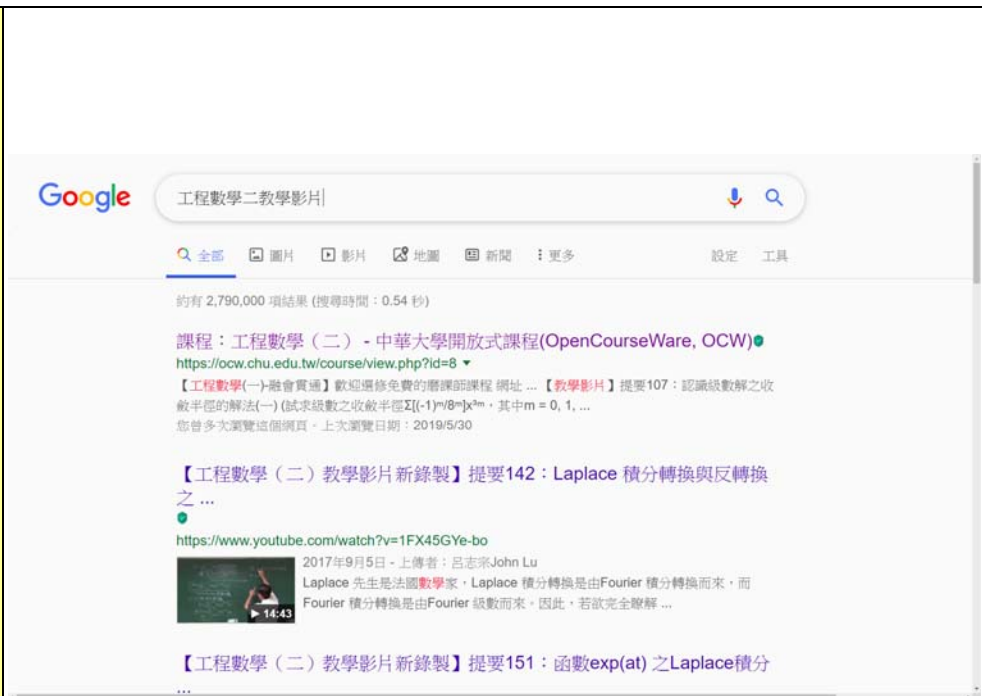


圖 9 關鍵字「工程數學二教學影片」之 Google 課程檢索排名為第 1 名

如圖 10 所示，本課程已在 YouTube 頻道上建立「工程數學」社群，並歡迎網路上的學生提問。目前已有 1,497 同學訂閱所建立的「工程數學」頻道，故常與來自世界各地的學生有互動，如圖 11 所示。由圖 11 知，羅立渝同學於 2019/06/13 曾留言說：「講的非常清楚 而且很有條理 謝謝您」；Tabby Wu 曾於 2019/06/10 貼文說：「推導過程清晰易懂，謝謝您的教學!!!」；因不小心講錯觀念，故小凡同學於 2019/06/02 鼓勵我說：「無心之錯，人皆有之，勿太在意，老師加油！」。各類訊息我均會適時回應並表達感謝。由圖 12 至圖 14 知，亦有 Rob 同學透過電郵、Sunbird Sun 同學透過 Messenger、姜麟容同學親自來中華大學向我請益。學生們在「工程數學」頻道或其他聯繫管道的留言或提問，我均會盡可能在 24 小時內適時給予回覆或解惑，以「助人為快樂之本」及「施比受更為有福」的態度，享受教學的樂趣。

感人故事一則



圖 10 本課程已在 YouTube 上建立「工程數學」教學頻道





圖 11 授課老師常與來自世界各地的學生在 YouTube 平台上有互動

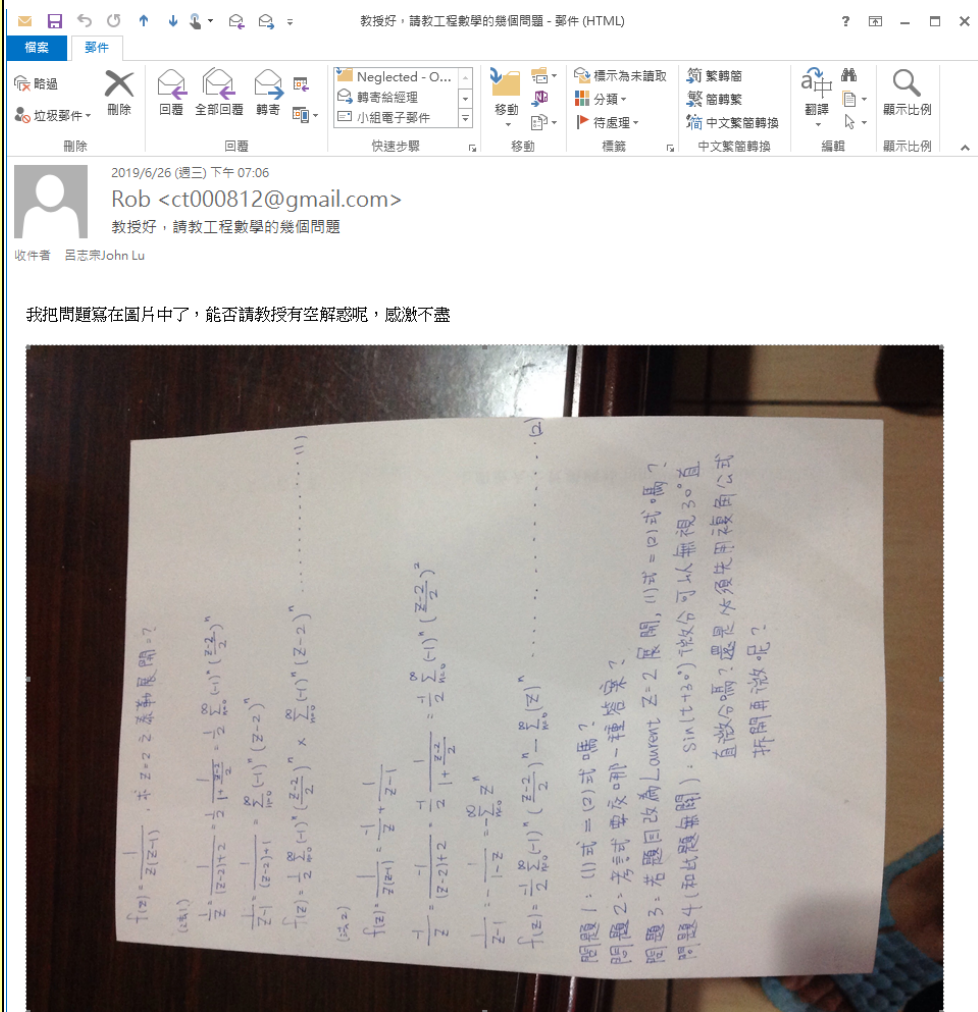


圖 12 Rob 同學於 2019/06/26(週三)透過電郵向我請益



圖 13 成大 Sunbird Sun 同學於 2019/06/27(週四)  
透過 Messenger 詢問工程數學問題

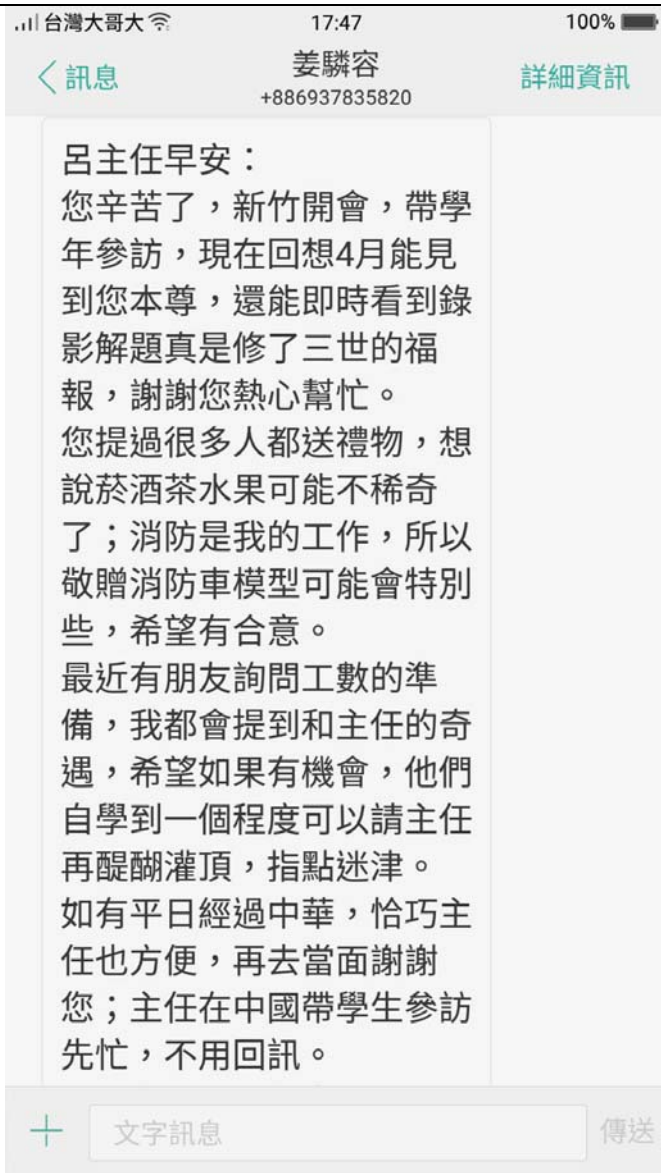


圖 14 今年四月份姜麟容同學親自來中華大學向我請益並考取警大研  
究所，他於 2019/06/27(週四)傳來以上致謝簡訊

其他相關  
說明

1. 本課程已順利完成，共計 21 位同學選修本課程，學期成績顯示有 3 位同學不及格。擬請學期成績不及格的同學繼續努力，並給予必要的輔導與協助。
2. 本課程包含不及格同學之學期成績平均分數為 70.10 分；若不考慮 3 位不及格者，則平均分數達 79.00 分。顯然多數同學均已獲得本課程之基本知識與能力。
3. 本課程於期末時，曾進行翻轉教學之期末問卷評量，問卷之平均分數為 92.50 分，可見修課同學普遍均認同本學期所採用的翻轉教學之授課方式，並給予極高度的評價。
4. 為確保修課同學均有親自上網完成所擬定之單元測驗，獲得必備之工程數學(二)的基本知識與能力，本課程之期中考試與期末考試是安排在實體教室中進行，於確認身分後以紙筆測驗的方式進行。
5. 本課程之教學安排與授課方式，已具備大規模開放式線上課程(MOOCs, 磨課師)所需的教學規劃與安排，曾於 105 學年度第二學期轉換為完全對外開放之磨課師課程，可持續推動磨課師課程。

照片

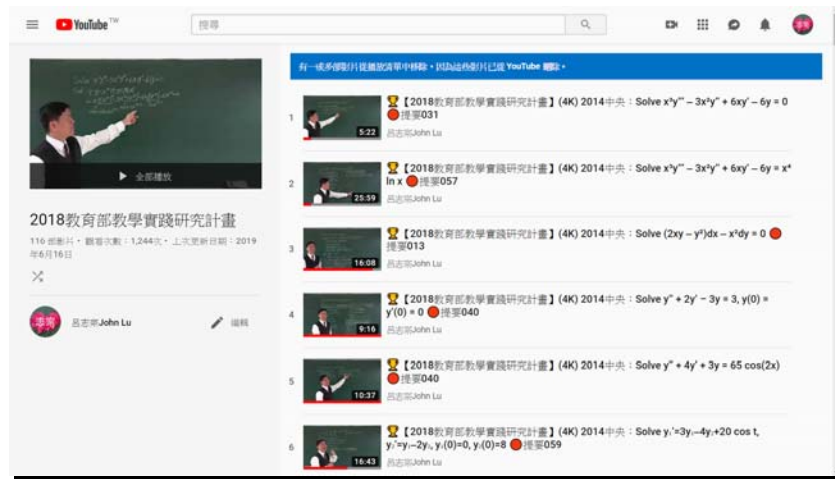


圖 15 YouTube 平台上持續新增與工程數學有關之「2018 教育部教學實踐研究計畫」的教學影片



圖 16 本校「工程數學(二)」開放式課程平台上持續新增教學影片中：「【2018 教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018 中央：Solve  $x(x-1)y'' + (3x-1)y' + y = 0$ ，已知  $y_1 = 1/(1-x)$ ，求  $y_2$  ●提要 122」

備註

其他佐證資料請教師依實際教學情形提供

教師簽章：

系主管審核簽章：

中華大學 107 學年度第 2 學期  
成績登記表

課號：B04204A

科目：工程數學（二）

學分：2

教師：呂志宗

★ 於2019/06/28完成成績遞交

序號	學 號	姓 名	成績	備 註
1	B10406051	黃建淵	0	
2	B10504204	林張造庭	60	
3	B10604003	施志翰	60	
4	B10604004	阮雅琪	85	
5	B10604005	石智翔	85	
6	B10604006	姚昇宏	74	
7	B10604007	林智捷	99	
8	B10604008	呂奕韻	80	
9	B10604009	李承威	92	
10	B10604010	陳昱銓	60	
11	B10604011	徐亦呈	74	
12	B10604013	陳威璵	88	
13	B10604014	游柏彥	79	
14	B10604015	黃啟維	96	
15	B10604017	沈東弈	82	
16	B10604018	馮天辰	60	
17	B10604019	薛昀瑄	93	
18	B10604021	呂浩愷	30	
19	B10604022	徐翼達	77	
20	B10604024	林宇祥	20	
21	B10604025	留偉彬	78	

第 1 頁 / 共 1 頁

任課教師簽名蓋章\_\_\_\_\_

# 附件 3

呂志宗，2019/06/21，「開放式課程教學心得分享-以工程數學為例」，2019 教學實踐研究暨書院教育研討會論文集，第 80~88 頁。



# 優秀論文獎

呂志宗 君著作『開放式課程教學心得分享-以工程數學為例』之論文，經大會評審為優秀論文獎，特頒獎狀以資鼓勵。

校長 劉維琪

中華民國一〇八年六月二十一日

## 開放式課程教學心得分享-以工程數學為例

# Sharing the Teaching Experience of OpenCourseWare -Taking Engineering Mathematics as an Example

呂志宗

中華大學土木工程學系

### 摘要

本文擬以工程數學為例，分享開放式課程之教學心得。作者是以中華大學之開放式課程網站為平台，將教學講義轉成 PDF 檔後，安置於該平台上；教學影片則是安置於 YouTube 平台，再以超連結的方式，將教學影片連結至中華大學之開放式課程網站。由學生們的回饋得知，絕大多數的同學都認為此一教學模式受益良多，並希望提供更多的教材幫助其學習工程數學。目前作者的努力是以 4K 解析度之數位攝影機錄製新的教學影片，並提供更多的解題範例給同學們參考，以期能在工程數學之教學上作出貢獻。

關鍵字：開放式課程、工程數學

### 壹、緒論

開放式課程的發展與網路的逐漸普及有關，2001 年美國麻省理工學院(2006)開始推動開放式課程，此一教學模式，對教學資源不足之偏鄉應有相當的幫助。李海碩(2010)曾探討交通大學開放式課程之起源、影響、以及台灣開放式課程聯盟之發展。徐奕銜(2018)基於機器學習方法與學習特徵，探討大規模開放式課程平台分群系統的研製。陳瑞挺(2017)則是研究語音辨識技術在開放式課程的應用效果，並研究改善的方法。林姿妤(2017)採問卷調查法，分析線上微積分先修課程的學生，並提出具體建議。張容容(2015)認為開放式課程應考慮如何避免學生分心，因注意力會影響學習成效。王蕙茹(2014)研究如何建置適切的評鑑指標，用以評鑑開放式課程網站。相關之研究尚有許多，不勝枚舉。

自 2011 年起，作者開始參與開放式課程的建置，並陸續將數位教材建置於本校開放式課程平台。而數位教材的開發，則可追溯到 2003 年。因許多同學反映本校開放式課程平台無法順利瀏覽數位教材，個人推測是網路頻寬不夠，造成伺服器當機。為改善此一問題，故自 2014 年起，開始將教學影片建置於 YouTube 平台上，然後以超連結方式，連結至本校的開放式課程平台，也因此同步在 YouTube 平台上，建置了教學網站。自此之後，學生們都能順利的透過本校開放式課程平台，瀏覽所建置的數位教材。目前作者已建立 10 門開放式課程，其中工程數學方面則建置有「工程數學(一)」、「工程數學(二)」、「工程數學(三)」、「工程數學(四)」，這四門課也都有獲得台灣開放式課程聯盟的收錄。

本文擬分享開放式課程的建立所需要的準備工作，包括課程的錄製，影片的上傳，學生



們的回饋等。個人認為第一重要的是教學熱忱，教學熱忱會驅使老師們補足不足的教學智能，之後就會在努力的過程中，不斷的精進，改進缺點，發揮所長，達到盡善盡美。例如，作者已在 YouTube 平台建立教學網站，隨時都有學生會在 YouTube 留言，有些是感謝的美言，當然令人欣慰，但也會有提出指正的善意留言，這些我都會一一回覆，並確實改進教學內容。本文希望能提供有意進行開放式課程教學的同好參考，一起為教育作出貢獻。

## 貳、數位教材開發

開放式課程的重要起頭是如何建立優質的數位教材，作者嘗試以最精簡的人力和時間，錄製優質的教學影片，相關之想法，說明如後。

1. 想錄製數位教材的原因：想幫助學生，想保留教研紀錄，想爭取經費補助。
2. 錄製數位教材方法：須選擇適合方式，需挑選數位錄製器材，亦可考慮擷取電腦螢幕。
3. 經費不足怎麼辦：可考慮簡化錄製方式，調整需有錄製團隊協助的心態，亦可考慮減少錄製產量。
4. 沒有攝影棚怎麼辦：我是把教室當作我的攝影棚，但須了解基本攝影學；若是擷取螢幕，則更不受影響。
5. 數位軟體不熟悉怎麼辦：我是看教學影片自學的，但也會找學生來幫忙，我認為生命會自己找到出路的。
6. 教學影片藝術效果不足怎麼辦：教學影片跟娛樂片不同。教學影片首重清楚正確，根據作者的實驗，無聲的影片可能更勝於有聲的影片。
7. 數位軟體要學哪些：個人依自己的興趣，有自學威力導演、VideoScribe、Camtasia、PhotoImpact、Photoshop、Dreamweaver 等軟體，類似的影音、圖片編修、網頁編輯軟體尚有許多，可選擇適合自己的軟體。
8. 沒時間錄製教學影片：時間總是不夠用的，個人會設定優先順序，先完成簡單的，再處理複雜的問題。
9. 著作權法是限制和保護：個人認為拍編畫寫都要學，可花一點時間了解創用 CC 授權的方式，積極面對著作權。
10. 找到自己的強項：個人的強項是工程數學、電腦繪圖、網頁設計等，故所開發的數位教材會以此為優先考慮的對象。
11. 開課規劃預作安排：作者有預先規劃擬講授的系列課程，並預估 3~4 年後的情況，建議老師們除了錄製教學影片外，若亦能提供教學講義就更好了。
12. 教學屬於學術成就之一：作者認為大學本屬學術單位，其產出應均屬於學術成果與表現，故除了研究成果屬學術表現外，教學應亦屬於學術表現。
13. 積極參加工作坊或社群：老師們可選擇適合自己的工作坊或社群，此會有助於吸收新知、蒐集資料、結識同好，並提升自己的教學智能。
14. 分享數位教材：個人相當認同新的機會是分享的想法，透過分享可增加個人的影響力，但需留意著作權問題。
15. 教學成果公開發表：開放式課程即是將課程研發成果公開發表於網路上，且網路發表是最

公開的型式之一，但需熟悉平台功能。此外，期刊或研討會論文仍要發表。

16. 發表平台具有審查機制：教學平台本身即會嚴格審查所上傳或連結的教學影片，個人認為眾多的網友也都是審查委員。另外，透過網路的檢索排名即可得知所發表的數位教材之受重視程度，進而了解其貢獻度。
17. 數位化有助於保存紀錄：個人是將數位教材安置於開放式課程平台，透過平台進行資料整理，這樣安排的好處是許多珍貴的紀錄都能保存下來。過程中，記得要進行資料的備份。
18. 得失輕鬆面對：作者認為助人為快樂之本，保持心情愉快最是重要，天天開心讓人充滿活力。雖然可能少了一點收入，但收獲可能更豐盛。
19. 傳統教學模式仍應保留：個人完全認同傳統教學模式應繼續保留的想法，但可透過許多的革新加以精緻化，以建立課程特色。
20. 所有工作盡可能獨立完成：若是能了解每一執行細節，就知道如何維持教材品質。作者的自我要求標準比較高，但熟能生巧，沒有適應不良的問題。
21. 助人為快樂之本：雖是自得其樂，但亦是創造自己的價值。透過開放式課程，可得天下英才教之，這也是令人快樂的事。

以上旨在說明歷年來，個人在開發數位教材的過程中，所走過的心路歷程。

### 參、開放式課程的建置與成效

本校開放式課程的教材建置會牽涉到影音格式的選擇，即使同樣是 mp4 的檔案格式，也不見得都可以與平台之系統相容。但在 YouTube 平台上傳不同影音格式的教學影片時，已幾乎沒有任何影音格式的限制了，故自 2014 年起，已逐漸將所有的影音教學影片上傳至 YouTube 平台，然後再以超連結的方式，將影音類的教學影片連結至本校的開放式課程平台。圖 1 是作者在本校開放式課程平台上所建立的課程之擷圖，已建立「工程數學(一)」、「工程數學(二)」、「工程數學(三)」、「工程數學(四)」等 10 門開放式課程。而工程數學系列課程也都有獲得台灣開放式課程聯盟的收錄，如圖 2 至圖 5 所示。如前所述，作者自 2014 年起，已在 YouTube 平台建立教學網站，目前有 1,488 位的工程數學同好訂閱了所建立的教學頻道，如圖 6 所示。為執行教育部的教學實踐研究計畫，作者每週持續更新教學影片中，影片內容主要是以各校研究所考古題的解題說明為主，如圖 7 所示。圖 8 顯示最近錄製的教學影片上傳 YouTube 平台後之瀏覽次數為 55 次，按讚的人次為 2 次。個人期待能藉由以上努力，幫助想學好工程數學的莘莘學子們。在開放式課程平台上建立影音教學影片，對提升本校之能見度應具有相當的效益。例如，在 2018 年 10 月在大陸的百度搜尋引擎上以「中華大學」為關鍵字進行搜尋時，則第三個被搜尋到的網站即是本校的開放式課程平台，如圖 9 所示。由此可知，開放式課程平台的建立，極有助於提升學校的能見度。

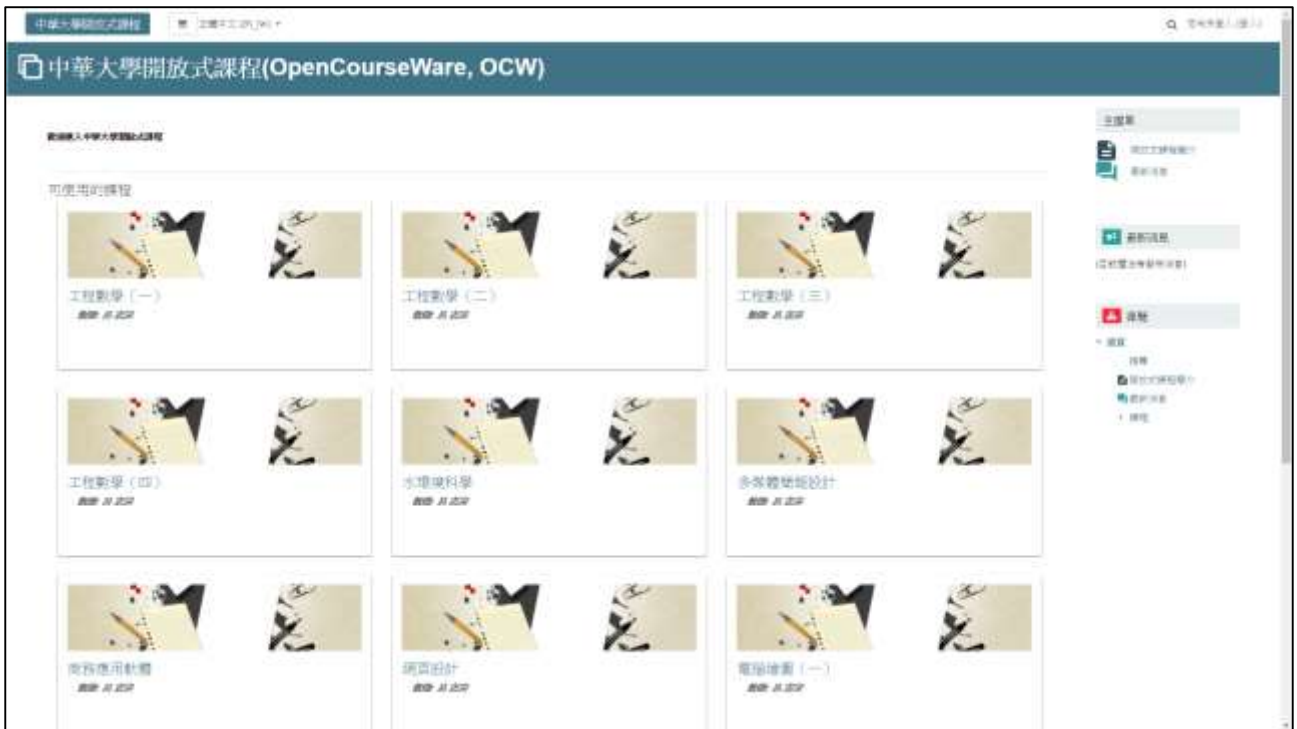


圖 1 作者在本校開放式課程平台上所建立的開放式課程



圖 2 「工程數學(一)」已獲得台灣開放式課程聯盟的收錄



圖 3 「工程數學(二)」已獲得台灣開放式課程聯盟的收錄



圖 4 「工程數學(三)」已獲得台灣開放式課程聯盟的收錄



圖 5 「工程數學(四)」已獲得台灣開放式課程聯盟的收錄



圖 6 目前有 1,488 位的工程數學同好訂閱了所建立的教學頻道

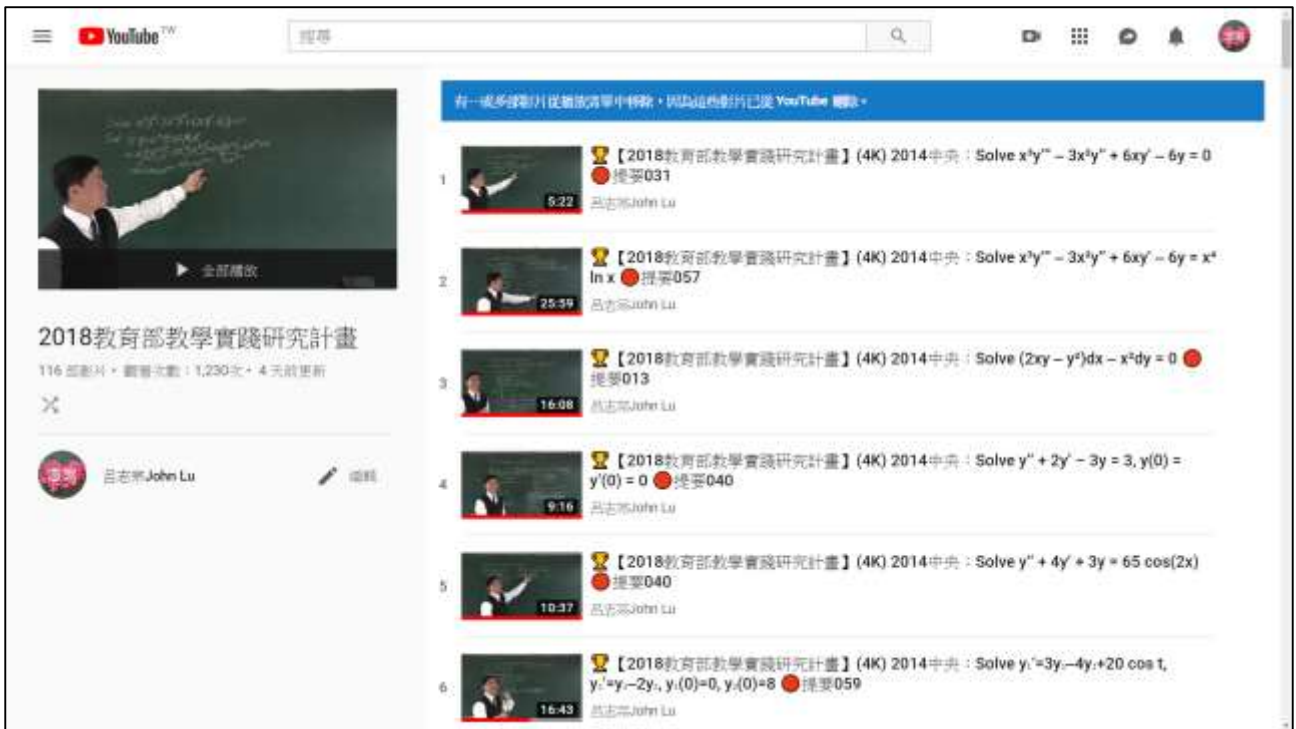


圖 7 為執行教育部的教學實踐研究計畫，每週持續更新教學影片中

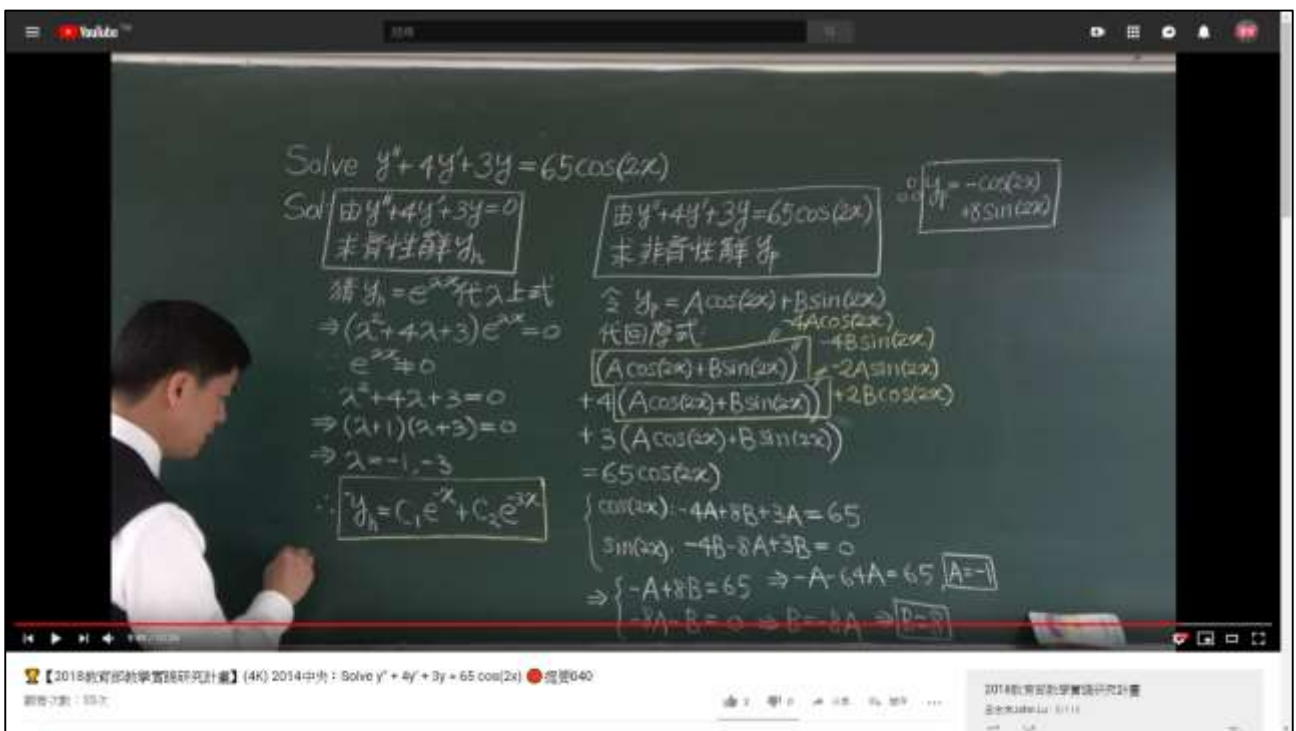


圖 8 最近錄製的教學影片上傳 YouTube 平台後之瀏覽次數為 55 次等



圖 9 在大陸的百度搜尋引擎上以「中華大學」為關鍵字進行搜尋的結果

已有許多學生給予作者肯定，並期待更多的課程深化內容。個人持續的努力，至少可達成五項目標。

1. 實現教育資源共享的理念：所完成之數位教材，已陸續安放在 YouTube 等平台上，免費提供莘莘學子們使用，這對修習工程數學的學生都很有幫助。例如某同學於 2015/10/29 曾說：「教授您好，學生是您開放課程的學生，學生幾天前看到教授您的網站，發現很多很棒的學習資源，也是聽了許多堂精彩的解說，讓學生觀念獲益良多。」
2. 解決工程數學的學習困擾：個人擅長寫出工整清楚的板書，且具備能將複雜問題以淺顯易懂的方式清楚講解的能力，此可由目前所完成的工程數學 400 提要獲得印證。例如 2016/06/16 台大的同學說：「謝謝老師錄製這麼精采觀念清楚的工數影片，解救萬千學子。」
3. 建立學生們的學習自信心：許多學生一開始學習工程數學時，常被艱深題目扼殺學習興趣，建立題庫和解題影片以供不同程度學生之學習需求，極有助於讓學生依其能力建立其學習自信心。2017/06/20 中央警察大學的同學推介說：「…蠢材的工數解藥…從志宗開始。」
4. 幫助弱勢學生：很多學生因無力補習而造成課業落後。但透過所建立之優質開放式課程，將可彌補這方面的缺失。有一位宜蘭大學的經濟弱勢學生於 2014/11/13 來函感謝說：「呂志宗老師您好，我本身是就讀於宜蘭大學日間部的學生，由於家中經濟條件不允許補習，所以在大二時經常上網瀏覽您的教學影片，讓我收穫良多，所以特別寄信來謝謝老師，想表達對您的感謝，謝謝您！」
5. 建立單元主題式的學習模式：個人認為，單元主題式的學習模式，將更有助於建立學習興趣與學習樂趣，許多學生常會因為教科書上某一原理或方法無法領會，就放棄學習，個人希望能藉由開放式課程幫助更多學生解決這類的困擾。有一位成大的學生於 2017/08/02 來

函說：「我是之前就讀台北大學資工系二年級的同學，這一個學期以來，跟著您的工數開放式課程一步一步跟著您學習，學到了很多，也因此，讓我正取成功大學工程科學系三年級的轉學考，很感謝您提供一個這麼棒的學習平台，我想這是我上榜的關鍵，謝謝您。」

#### 四、結論與建議

本著對學習工程數學之學生的關愛，並本著教育的熱情，持續開發「工程數學」之開放式多媒體教材，初步來說，已具備相當的教學成果和學習成效等。本文旨在提供有興趣投入開放式課程教學的老師一些參考，重點整理如後：

1. 建議授課老師直接將影音教材上傳至 YouTube 平台，此可避免影音格式不相容的問題，且在 YouTube 平台上，老師們的努力可以讓更多人看到。
2. 最重要的還是保持教學熱情，這能讓老師們想辦法克服經費不足、人力不夠、時間太少等等問題。雖然資源可能短缺，但老師們的熱情學生們都會感受到，並樂意努力進行學習。
3. 絕大多數的學生都會肯定開放式課程教師的努力，偶有建設性之批判的聲音，也是自我持續成長並改進的錚言，虛心接受並給予留言者鼓勵，是不錯的處理模式。

個人仍持續強化開放式課程平台上之教材內容，希望能透過增加習題的演練、4K 解析度的影片錄製、YouTube 新功能的使用等，為工程數學的教育作出貢獻。

#### 伍、參考文獻

- 王蕙茹(2014)，「開放式課程網站評鑑面向與指標建置之研究」，國立交通大學教育研究所，新竹。
- 李海碩(2010)，「開放式課程(OpenCourseWare)在台灣：交通大學開放式課程之起源、影響、以及台灣開放式課程聯盟之發展」，國立交通大學教育研究所，新竹。
- 林姿妤(2017)，「開放式課程學生自我調節與學習表現之研究—大一微積分網路課程」，國立中興大學應用數學系所，台中。
- 徐奕銜(2018)，「基於機器學習方法與學習特徵之大規模開放式課程平台分群系統研製」，國立清華大學資訊工程學系所，新竹。
- 張容容(2015)，「大規模網路開放式課程教學方式對不同認知風格學習者注意力與學習成效之研究」，國立臺中教育大學數位內容科技學系碩士班，台中。
- 陳瑞挺(2017)，「開放式課程語音辨認的初步研究」，國立交通大學電控工程研究所，新竹。
- MIT (2006). 2005 Program evaluation findings report, [http://ocw.mit.edu/ans7870/global/05\\_Prog\\_Eval\\_Report\\_Final.pdf](http://ocw.mit.edu/ans7870/global/05_Prog_Eval_Report_Final.pdf).



## 附件 4

John C.-C. Lu\*, Darwin Liao and Feng-Tsai Lin, 2019, “Analysis of Coupled Settlement by Using Three Asymptotic Expansion Parameters,” *Advances in Computer Science Research*, Vol. 91, pp. 217~229.

# Analysis of Coupled Settlement by Using Three Asymptotic Expansion Parameters

John C.-C. Lu<sup>1,\*</sup>, Darwin Liao<sup>1</sup> and Feng-Tsai Lin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Chung Hua University, No. 707, Sec. 2, Wufu Rd., Hsinchu 30012, Taiwan R.O.C.

<sup>2</sup>Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, National Kaohsiung University of Science and Technology, No.142, Haijhuang Rd., Kaohsiung 81157, Taiwan R.O.C.

\*Corresponding author

**Keywords:** Poroelasticity, Asymptotic expansion, Settlement.

**Abstract.** Based on Biot's coupled theory of poroelasticity, the uniform loading induced settlement is investigated by applying asymptotic expansion approach. Using three small asymptotic expansion parameters, the variables of settlement and excess pore fluid pressure are expressed in this study. Substituting these variables into the non-dimensional mathematical model, the coupled settlement model of the porous medium can be simplified into the uncoupled ones. The results are verified by the closed-form solutions to show the value of applying asymptotic expansion.

## Introduction

Ground surface loading induced settlement is an important engineering point of issue. Many studies were focused on mechanical and hydraulic interactions due to coupled consolidation. Hydraulic seepage disturbance usually leads to a volumetric change of fluid and solid skeleton. The volumetric change of the porous stratum can increase excess pore fluid pressure and lead to a decrease in effective stress. The loss of shear resistance of solid skeleton may result in a hydraulic failure of the porous stratum. The simulation and its validation of this study is a major concern for the safety improvement of the engineering construction.

In the study of Yang and Tian [1], the hyperbolic functions for the asymptotic expansions of gamma function are given. Huang, Cao and Wang [2] aim to develop a simple and unified technique in finding asymptotic expansion of orthogonal polynomials from their difference equations. Barrera and Volkmer [3] give asymptotic expansion study of the strongly damped wave equation. A novel three-scale asymptotic expansion used to evaluate viscoelastic analysis of composites with multiple configuration is systematically studied by Yang, Sun, Cui and Ge [4]. Kang [5] introduces and analyzes quadrature rules and asymptotic expansions of a few highly oscillatory infinite integrals. Hoang and Martinez [6] study the long-time behavior of spatially periodic solutions of the Navier–Stokes equations in the three-dimensional space. Yang [7] investigates asymptotic expansions for the Laplace transforms. An effective second-order reduced asymptotic expansion approach is proposed by Yang *et al.* [8] to analyze the thermo-mechanical coupling problems of nonlinear periodic heterogeneous materials.

The current study is concentrated on the analytical solutions of an isotropic pervious stratum subjected to uniform ground surface loading. The porous stratum is modelled as a linearly elastic medium with isotropic mechanical and hydraulic fluid flow properties. The analytical solutions of excess pore fluid pressure and displacements of the stratum due to uniform loading are obtained by using Laplace integral transforms. The results can provide better understanding of the uniform surface loading induced coupled responses of the pervious stratum.

## Mathematical Model

### Basic Equations

Figure 1 illustrates a uniform surface loading on the pervious isotropic stratum. The stratum is modeled as a homogeneous elastic porous medium, and the constitutive law can thus be expressed by

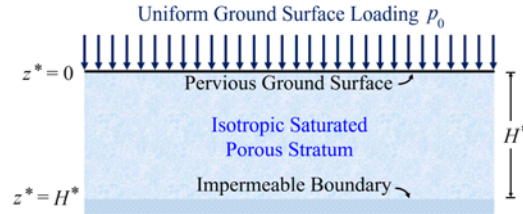


Figure 1. Consolidation due to uniform ground surface loading

$$\tau_{ij}^* = 2G\varepsilon_{ij}^* + \frac{2G\nu}{1-2\nu}\varepsilon^*\delta_{ij} - \alpha p^*\delta_{ij}, \quad i, j = 1, 2, 3, \quad (1)$$

$$\theta^* = \alpha\varepsilon^* + \frac{p^*}{Q}, \quad (2)$$

in which  $\tau_{ij}^*$ ,  $\varepsilon_{ij}^*$ ,  $\theta^*$ ,  $\varepsilon^*$  and  $p^*$  are the total stress components, strain components, fluid content per unit volume of porous medium, volumetric strain and excess pore fluid pressure of the stratum, respectively. The symbols  $G$  and  $\nu$  are material constants of shear modulus and Poisson's ratio of the isotropic stratum. The coupled material constants  $\alpha$  and  $Q$  are defined by  $\alpha = 3(\nu_u - \nu) / [B(1-2\nu)(1+\nu_u)]$  and  $Q = 2GB^2(1+\nu_u)^2 / [9(\nu_u - \nu)(1-2\nu_u)]$ , in which  $B$  and  $\nu_u$  are Skempton pore water pressure coefficient and undrained Poisson's ratio defined by Rice and Cleary [9]. The strain components  $\varepsilon_{ij}^*$  are related to displacement components  $u_i$  of the stratum as below:

$$\varepsilon_{ij}^* = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_i^*}{\partial x_j^*} + \frac{\partial u_j^*}{\partial x_i^*} \right), \quad i, j = 1, 2, 3. \quad (3)$$

In general, the total stresses  $\tau_{ij}^*$  must satisfy the equilibrium equations of Newton's second law with the body forces  $b_i^*$ :

$$\tau_{ij,j}^* + b_i^* = 0, \quad i, j = 1, 2, 3. \quad (4)$$

The equilibrium equations can be expressed in terms of displacements and excess pore fluid pressure as follows:

$$G\nabla^2 u_i^* + \frac{G}{1-2\nu} \frac{\partial \varepsilon^*}{\partial x_i^*} - \alpha \frac{\partial p^*}{\partial x_i^*} = 0, \quad i = 1, 2, 3, \quad (5)$$

in which  $\nabla^2$  is the Laplacian operator. Let  $v_i^*$  denotes the volumetric fluid flow through a unit area in a unit time. The hydraulic seepage flow should obey Darcy's law (6) and continuity equation (7) as shown below:

$$v_i^* = -\frac{k}{\gamma_w} \frac{\partial p^*}{\partial x_i^*}, \quad i = 1, 2, 3, \quad (6)$$

$$\frac{\partial \theta^*}{\partial t^*} = -\frac{\partial v_1^*}{\partial x_1^*} - \frac{\partial v_2^*}{\partial x_2^*} - \frac{\partial v_3^*}{\partial x_3^*}, \quad (7)$$

in which the symbols  $k$  and  $\gamma_w$  are permeability and unit weight of pore water of the porous medium. The governing equation for fluid flow can be derived by using Darcy's law (6) and continuity equation (7) as below:

$$\frac{k}{\gamma_w} \nabla^2 p^* = \alpha \frac{\partial \varepsilon^*}{\partial t^*} + \frac{1}{Q} \frac{\partial p^*}{\partial t^*}. \quad (8)$$

The governing equations (5) and (8) can be simplified as following if one-dimensional consolidation is considered:

$$\frac{1}{a} \frac{\partial^2 u_3^*}{\partial x_3^{*2}} - \alpha \frac{\partial p^*}{\partial x_3^*} = 0, \quad (9)$$

$$\frac{k}{\gamma_w} \frac{\partial^2 p^*}{\partial x_3^{*2}} = \alpha \frac{\partial^2 u_3^*}{\partial x_3^* \partial t^*} + \frac{1}{Q} \frac{\partial p^*}{\partial t^*}, \quad (10)$$

in which the final compressibility  $a$  is defined as  $a = (1 - 2\nu) / [2G(1 - \nu)]$ .

### Boundary Conditions and Initial Conditions

As shown in Figure 1, the study can be treated as one-dimensional consolidation model for the uniform ground surface loading. The soil layer of ground surface boundary  $x_3^* = 0$  is treated as pervious for all times, while the lower boundary at  $x_3^* = H^*$  is assumed as impervious with a rigid rock shown below, i.e.:

$$p^*(0, t^*) = 0, \quad \frac{\partial u_3^*(0, t^*)}{\partial x_3^*} = -ap_0, \quad (11)$$

$$\frac{\partial p^*(H^*, t^*)}{\partial x_3^*} = 0, \quad u_3^*(H^*, t^*) = 0. \quad (12)$$

The initial conditions can be treated as [10]:

$$p^*(x_3^*, 0^+) = \frac{a - a_i}{\alpha a} p_0, \quad (13)$$

$$\frac{\partial u_3^*(x_3^*, 0^+)}{\partial x_3^*} = -a_i p_0, \quad (14)$$

where  $a_i$  is the instantaneous compressibility, and  $a_i = a / (1 + \alpha^2 a Q)$ . If the compressibility of solid skeleton and pore water can be neglected, then  $\alpha = 1$ ,  $Q \rightarrow \infty$  and  $a_i = 0$  [10].

### Asymptotic Expansion

Using three small asymptotic expansion parameters ( $\varepsilon = \sigma_0 / G$ ,  $\varepsilon = \sigma_0 / Q$  and  $\varepsilon = \alpha \gamma_w H^* / G$ ), the space variable  $x_3^*$ , time variable  $t^*$ , vertical displacement  $u_3^*$  and excess pore fluid pressure  $p^*$  can be expressed as

$$z = \frac{x_3^*}{H^*}, \quad t = \frac{t^*}{t_0}, \quad w = \frac{u_3^*}{u_0}, \quad p = \frac{p^*}{\sigma_0}. \quad (15)$$

The parameters  $H^*$ ,  $\sigma_0$ ,  $u_0$  and  $t_0$  are layered stratum thickness, critical excess pore fluid pressure, characteristic displacement and characteristic time as the non-dimensional parameters, respectively.

The one-dimensional consolidation settlement and excess pore fluid pressure can be expressed as below based on the asymptotic expansion theory:

$$w = \varepsilon^0 w^{(0)} + \varepsilon^1 w^{(1)} + \varepsilon^2 w^{(2)} + \varepsilon^3 w^{(3)} + \dots, \quad (16)$$

$$p = \varepsilon^0 p^{(0)} + \varepsilon^1 p^{(1)} + \varepsilon^2 p^{(2)} + \varepsilon^3 p^{(3)} + \dots, \quad (17)$$

where  $w$  and  $p$  are the dimensionless vertical displacement and excess pore fluid pressure, respectively. The symbols  $w^{(i)}$  and  $p^{(i)}$  are the  $n$ th-order dimensionless vertical displacement and excess pore fluid pressure with respect to the asymptotic expansion parameter  $\varepsilon^i$ .

**Using Asymptotic Expansion Parameter**  $\varepsilon = \sigma_0 / G$

Therefore, the characteristic parameters should be defined as  $u_0 = a\sigma_0 H^*$ ,  $t_0 = \gamma_w H^{*2} / k\sigma_0$  and  $\sigma_0 = 10^{-3} G$  [11]. Then the governing equations of (9) and (10) can be transformed to:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial z^2} - \alpha \frac{\partial p}{\partial z} = 0, \quad (18)$$

$$\frac{\partial^2 p}{\partial z^2} - \alpha a \sigma_0 \frac{\partial w}{\partial z \partial t} - \frac{\sigma_0}{Q} \frac{\partial p}{\partial t} = 0. \quad (19)$$

Besides, the transformed boundary conditions and initial conditions can be expressed as:

$$p(0, t) = 0, \quad \frac{\partial w(0, t)}{\partial z} = -\frac{p_0}{\sigma_0}, \quad \frac{\partial p(1, t)}{\partial z} = 0, \quad w(1, t) = 0, \quad (20)$$

$$p(z, 0^+) = \frac{a - a_i}{\alpha a} \frac{p_0}{\sigma_0}, \quad \frac{\partial w(z, 0^+)}{\partial z} = -\frac{a_i p_0}{a \sigma_0}. \quad (21)$$

Based on equations (16) and (17), the transformed governing equations, boundary conditions and initial conditions are derived as following.

- Transformed governing equations of order  $\varepsilon^0$

$$\frac{\partial^2 w^{(0)}}{\partial z^2} - \alpha \frac{\partial p^{(0)}}{\partial z} = 0, \quad (22)$$

$$\frac{\partial^2 p^{(0)}}{\partial z^2} - \frac{\sigma_0}{Q} \frac{\partial p^{(0)}}{\partial t} = 0. \quad (23)$$

- Transformed boundary conditions and initial conditions of order  $\varepsilon^0$

$$p^{(0)}(0, t) = 0, \quad \frac{\partial w^{(0)}(0, t)}{\partial z} = -\frac{p_0}{\sigma_0}, \quad \frac{\partial p^{(0)}(1, t)}{\partial z} = 0, \quad w^{(0)}(1, t) = 0, \quad (24)$$

$$p^{(0)}(z, 0^+) = \frac{a - a_i}{\alpha a} \frac{p_0}{\sigma_0}, \quad \frac{\partial w^{(0)}(z, 0^+)}{\partial z} = -\frac{a_i p_0}{a \sigma_0}. \quad (25)$$

- Transformed governing equations of order  $\varepsilon^1$

$$\frac{\partial^2 w^{(1)}}{\partial z^2} - \alpha \frac{\partial p^{(1)}}{\partial z} = 0, \quad (26)$$

$$\frac{\partial^2 p^{(1)}}{\partial z^2} - \frac{\sigma_0}{Q} \frac{\partial p^{(1)}}{\partial t} = \frac{\alpha}{2\eta} \frac{\partial^2 w^{(0)}}{\partial z \partial t}. \quad (27)$$

- Transformed boundary conditions and initial conditions of order  $\varepsilon^1$

$$p^{(1)}(0,t) = 0, \quad \frac{\partial w^{(1)}(0,t)}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial p^{(1)}(1,t)}{\partial z} = 0, \quad w^{(1)}(1,t) = 0. \quad (28)$$

$$p^{(1)}(z,0^+) = 0, \quad \frac{\partial w^{(1)}(z,0^+)}{\partial z} = 0. \quad (29)$$

The transformed mathematical model is uncoupled as shown in the governing equations (22), (23), (26) and (27).

### Using Asymptotic Expansion Parameter $\varepsilon = \sigma_0/Q$

The transformed mathematical model can be expressed in the same form with chosen asymptotic parameter  $\varepsilon = \sigma_0/G$ . Besides, the characteristic parameters can also be defined as  $u_0 = a\sigma_0 H^*$ ,  $t_0 = \gamma_w H^{*2}/k\sigma_0$  and  $\sigma_0 = 10^{-3}G$  [11]. Then the transformed governing equations are derived in (30)-(33) while the transformed boundary conditions and initial conditions are found in the same form as (24)-(25) and (28)-(29).

- Transformed governing equations of order  $\varepsilon^0$

$$\frac{\partial^2 w^{(0)}}{\partial z^2} - \alpha \frac{\partial p^{(0)}}{\partial z} = 0, \quad (30)$$

$$\frac{\partial^3 w^{(0)}}{\partial z^3} - \alpha^2 a \sigma_0 \frac{\partial^2 w^{(0)}}{\partial z \partial t} = 0. \quad (31)$$

- Transformed governing equations of order  $\varepsilon^1$

$$\frac{\partial^2 w^{(1)}}{\partial z^2} - \alpha \frac{\partial p^{(1)}}{\partial z} = 0, \quad (32)$$

$$\frac{\partial^3 w^{(1)}}{\partial z^3} - \alpha^2 a \sigma_0 \frac{\partial^2 w^{(1)}}{\partial z \partial t} = \alpha \frac{\partial p^{(0)}}{\partial t}. \quad (33)$$

Again, the transformed mathematical model is uncoupled as expressed in the transformed governing equations (30)-(33).

### Using Asymptotic Expansion Parameter $\varepsilon = \alpha\gamma_w H^*/G$

Based on the asymptotic expansion parameter  $\varepsilon = \alpha\gamma_w H^*/G$ , and the defined characteristic parameters  $u_0 = H^*$ ,  $t_0 = H^*/k$ , the governing equations (9)-(10) can be transformed to:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial z^2} - \alpha a G \frac{\partial p}{\partial z} = 0, \quad (34)$$

$$\frac{\partial^2 p}{\partial z^2} - \frac{\alpha\gamma_w H^*}{G} \frac{\partial^2 w}{\partial z \partial t} - \frac{\gamma_w H^*}{Q} \frac{\partial p}{\partial t} = 0. \quad (35)$$

The corresponding boundary conditions and initial conditions can be transformed as below:

$$p(0,t) = 0, \quad \frac{\partial w(0,t)}{\partial z} = -ap_0, \quad \frac{\partial p(1,t)}{\partial z} = 0, \quad w(1,t) = 0, \quad (36)$$

$$p(z, 0^+) = \frac{a - a_i}{\alpha a} \frac{p_0}{G}, \quad \frac{\partial w(z, 0^+)}{\partial z} = -a_i p_0. \quad (37)$$

The corresponding transformed governing equations, boundary conditions and initial conditions are derived as below.

- Transformed governing equations of order  $\varepsilon^0$

$$\frac{\partial^2 w^{(0)}}{\partial z^2} - a\alpha G \frac{\partial p^{(0)}}{\partial z} = 0, \quad (38)$$

$$\frac{\partial^2 p^{(0)}}{\partial z^2} - \frac{\gamma_w H^*}{Q} \frac{\partial p^{(0)}}{\partial t} = 0. \quad (39)$$

- Transformed boundary conditions and initial conditions of order  $\varepsilon^0$

$$p^{(0)}(0, t) = 0, \quad \frac{\partial w^{(0)}(0, t)}{\partial z} = -ap_0, \quad \frac{\partial p^{(0)}(1, t)}{\partial z} = 0, \quad w^{(0)}(1, t) = 0, \quad (40)$$

$$p^{(0)}(z, 0^+) = \frac{a - a_i}{\alpha a} \frac{p_0}{G}, \quad \frac{\partial w^{(0)}(z, 0^+)}{\partial z} = -a_i p_0. \quad (41)$$

- Transformed governing equations of order  $\varepsilon^1$

$$\frac{\partial^2 w^{(1)}}{\partial z^2} - a\alpha G \frac{\partial p^{(1)}}{\partial z} = 0, \quad (42)$$

$$\frac{\partial^2 p^{(1)}}{\partial z^2} - \frac{\gamma_w H^*}{Q} \frac{\partial p^{(1)}}{\partial t} = \frac{\alpha \gamma_w H^*}{G} \frac{\partial^2 w^{(0)}}{\partial z \partial t}. \quad (43)$$

- Transformed boundary conditions and initial conditions of order  $\varepsilon^1$

$$p^{(1)}(0, t) = 0, \quad \frac{\partial w^{(1)}(0, t)}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial p^{(1)}(1, t)}{\partial z} = 0, \quad w^{(1)}(1, t) = 0, \quad (44)$$

$$p^{(1)}(z, 0^+) = 0, \quad \frac{\partial w^{(1)}(z, 0^+)}{\partial z} = 0. \quad (45)$$

The mathematical model is decoupled as shown in the transformed governing equations (38), (39), (42) and (43).

### Analytical Solutions

The closed-form solutions of the uniform loading induced consolidation settlement was derived by Biot [10] and can be expressed in the non-dimensional form:

$$w = \frac{8(a - a_i) p_0}{a\pi^2 \sigma_0} \times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} \left\{ 1 - \exp \left[ -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4(1 + \alpha^2 a Q)} \left( \frac{Q}{\sigma_0} \right)^2 t \right] \right\}, \quad (46)$$

$$p = \frac{4(a - a_i) p_0}{\alpha a \pi \sigma_0} \times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1} \exp \left[ -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4(1 + \alpha^2 a Q)} \left( \frac{Q}{\sigma_0} \right)^2 t \right] \sin \frac{(2n-1)\pi z}{2}. \quad (47)$$

The analytical solutions of transformed mathematical model of order  $\varepsilon^i$  can be derived as  $w \cong w^{(0)} + \varepsilon w^{(1)}$  and  $p \cong p^{(0)} + \varepsilon p^{(1)}$  by using Laplace transform technique. After a proper manipulation, the analytical solutions are derived as equations in (48)-(53).

**Using Asymptotic Expansion Parameter  $\varepsilon = \sigma_0/G$**

$$w \cong \frac{p_0}{\sigma_0} \left\{ 1 - z - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a - a_i}{\pi^2 a} \left[ \frac{8}{(2n-1)^2} + \varepsilon \frac{\pi^2 \alpha^2 Q}{\eta \sigma_0} c_1 t \right] \times \exp \left[ -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_1 t \right] \cos \frac{(2n-1)\pi z}{2} \right\}, \quad (48)$$

$$p \cong \frac{a - a_i}{\pi a} \frac{p_0}{\sigma_0} \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{4}{\alpha(2n-1)} + \varepsilon \frac{(2n-1)\pi^2 \alpha Q}{2\eta \sigma_0} c_1 t \right] \times \exp \left[ -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_1 t \right] \sin \frac{(2n-1)\pi z}{2}, \quad (49)$$

where  $c_1 = \frac{Q}{\sigma_0} = \frac{2B^2(1-2\nu)(1+\nu_u^2)^2}{9(\nu_u - \nu)(1-2\nu_u)} \frac{G}{\sigma_0}$  and  $\eta = \frac{1-\nu}{1-2\nu}$ .

**Using Asymptotic Expansion Parameter  $\varepsilon = \sigma_0/Q$**

$$\begin{aligned} w \cong & \frac{p_0}{\sigma_0} \left\{ 1 - z + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a - a_i}{\pi^2 a} \frac{8(-1)^n}{(2n-1)^2} \times \exp \left[ -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_2 t \right] \sin \frac{(2n-1)\pi(1-z)}{2} \right. \\ & + \varepsilon \left\langle \frac{\pi(a - a_i)}{2a} c_2^2 \int_0^t \left[ 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4(-1)^n}{\pi 2n-1} \times \exp \left( -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_2 u \right) \cos \frac{(2n-1)\pi z}{2} \right. \right. \\ & \times \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} (2n-1) \exp \left( -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_2 (t-u) \right) \Big] du - c_2 \left[ 1 - z - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2n-1)^3} \exp \left( -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_2 t \right) \right. \\ & \left. \left. \times \sin \frac{(2n-1)\pi(z-1)}{2} \right] - c_2 z \left[ 1 + \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n-1} \times \exp \left( -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_2 t \right) \cos \frac{(2n-1)\pi(1-z)}{2} \right] \right\rangle \Bigg\}, \quad (50) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p \cong & \frac{p_0}{\sigma_0} \left\{ -\frac{4(a - a_i)}{\pi a \alpha} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n-1} \times \exp \left( -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_2 t \right) \cos \frac{(2n-1)\pi(1-z)}{2} \right. \\ & + \varepsilon \left\langle \frac{a - a_i}{2a} \left[ 2\pi c_2^2 \exp \left( -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_2 t \right) \times \int_0^t (-1)^{n-1} \exp \left( -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_2 u \right) \sin \frac{(2n-1)\pi z}{2} \right. \right. \\ & \times \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} (2n-1) \exp \left( -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_2 u \right) du - 2c_2 z \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \exp \left( -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_2 t \right) \\ & \left. \left. \times \sin \frac{(2n-1)\pi(z-1)}{2} \right] \right\rangle \Bigg\}, \quad (51) \end{aligned}$$

where the symbol  $c_2 = 1/\alpha^2 a \sigma_0$ .

**Using Asymptotic Expansion Parameter  $\varepsilon = \alpha \gamma_w H^*/G$**

$$w \cong a p_0 \left\{ 1 - z - 2(a - a_i) \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{4}{\pi^2 a (2n-1)^2} + \varepsilon \alpha^2 Q c_3 t \right] \times \exp \left( -\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} c_3 t \right) \cos \frac{(2n-1)\pi z}{2} \right\}, \quad (52)$$



$$p \cong \frac{(a - a_i) p_0}{G} \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{4}{\pi \alpha \alpha (2n - 1)} + \varepsilon (2n - 1) \pi \alpha Q c_3 t \right] \times \exp \left( - \frac{(2n - 1)^2 \pi^2}{4} c_3 t \right) \sin \frac{(2n - 1) \pi z}{2}, \quad (53)$$

in which  $c_3 = Q / \gamma_w H^*$ .

### Numerical Results

The model input parameters (Charcoal granite, Tennessee marble and Ruhr sandstone) are given in Table I, following Detournay and Cheng [12]. The normalized settlement  $w^{(0)}$  and normalized excess pore fluid pressure  $p^{(0)}$  are defined as the zeroth order solutions, respectively. The approximate solution of normalized settlement is written as  $w \cong w^{(0)} + \varepsilon w^{(1)}$ , while the approximate solution of normalized excess pore fluid pressure is determined by  $p \cong p^{(0)} + \varepsilon p^{(1)}$ . The theoretical solutions of the uniform loading induced normalized consolidation settlement  $w$  and normalized excess pore fluid pressure  $p$  were derived by Biot [10] as expressed in (46) and (47), respectively. The zeroth order solutions, approximate solutions, theoretical solutions of normalized settlement and excess pore pressure dissipation are employed to numerically display in Figures II to VII.

Table 1. Model parameters [12]

Category	Parameters		
	Poisson's Ratio $\nu$	Undrained Poisson's Ratio $\nu_u$	Skempton Pore Fluid Pressure Coefficient $B$
Case 1: Charcoal Granite	0.27	0.30	0.55
Case 2: Tennessee Marble	0.25	0.27	0.51
Case 3: Ruhr Sandstone	0.12	0.31	0.88

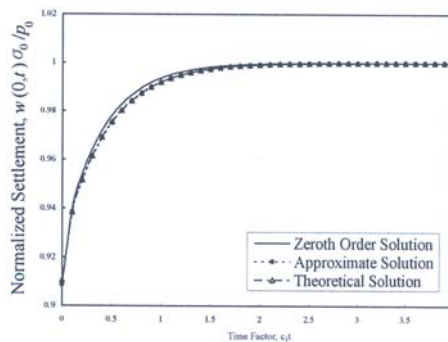


Figure 2(a). Comparison of normalized settlement of case 1:  $\nu = 0.27$ ,  $\nu_u = 0.30$ ,  $B = 0.55$ ;  $\varepsilon = \sigma_0 / G$ ,  $c_1 = Q / \sigma_0$ .

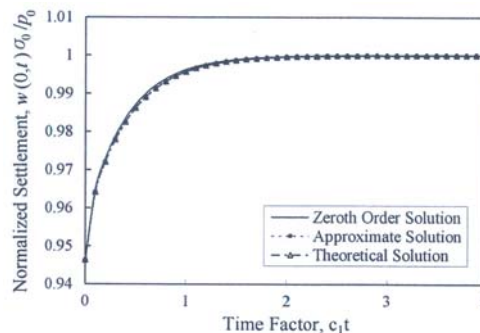


Figure 2(b). Comparison of normalized settlement of case 2:  $\nu = 0.25$ ,  $\nu_u = 0.27$ ,  $B = 0.51$ ;  $\varepsilon = \sigma_0 / G$ ,  $c_1 = Q / \sigma_0$ .

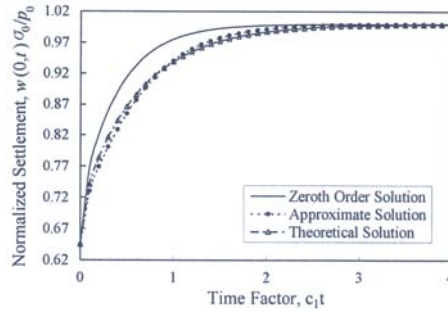


Figure 2(c). Comparison of normalized settlement of case 3:  $\nu = 0.12$ ,  $\nu_u = 0.31$ ,  $B = 0.88$ ;  $\varepsilon = \sigma_0/G$ ,  $c_1 = Q/\sigma_0$ .

In this paper, three cases of Charcoal granite, Tennessee marble and Ruhr sandstone are simulated to examine the effects of three asymptotic expansion solutions. Based on asymptotic expansion parameter  $\varepsilon = \sigma_0/G$ , the three cases of approximate solutions of increasing normalized settlements  $w \cong w^{(0)} + \varepsilon w^{(1)}$  and excess pore pressure dissipation  $p \cong p^{(0)} + \varepsilon p^{(1)}$  are closed to theoretical solutions as shown in Figures II and III. However, the simulated results of Charcoal granite and Tennessee marble are better than the simulation effects of Ruhr sandstone.

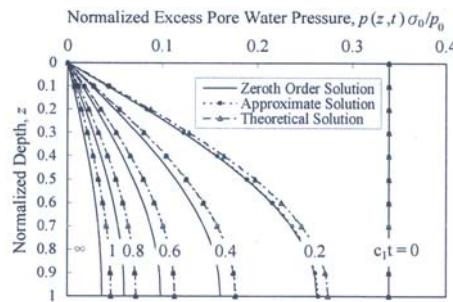


Figure 3(a). Comparison of normalized excess pore fluid pressure of case 1:  $\nu = 0.27$ ,  $\nu_u = 0.30$ ,  $B = 0.55$ ;  $\varepsilon = \sigma_0/G$ ,  $c_1 = Q/\sigma_0$ .

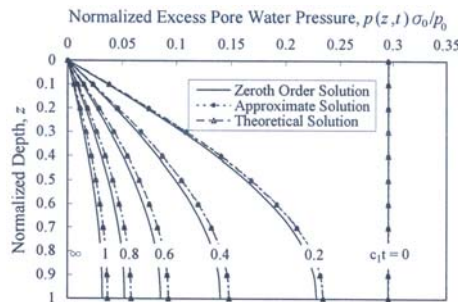


Figure 3(b). Comparison of normalized excess pore fluid pressure of case 2:  $\nu = 0.25$ ,  $\nu_u = 0.27$ ,  $B = 0.51$ ;  $\varepsilon = \sigma_0/G$ ,  $c_1 = Q/\sigma_0$ .

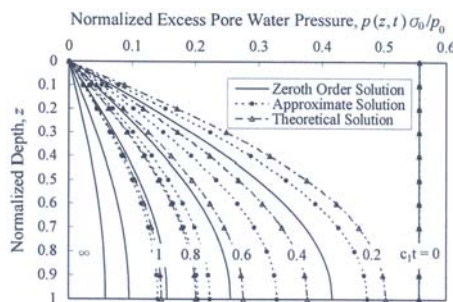


Figure 3(c). Comparison of normalized excess pore fluid pressure of case 3:  $\nu = 0.12$ ,  $\nu_u = 0.31$ ,  $B = 0.88$ ;  $\varepsilon = \sigma_0/G$ ,  $c_1 = Q/\sigma_0$ .

Figures IV and V show the normalized settlements and excess pore pressure dissipation on the basis of asymptotic expansion parameter  $\varepsilon = \sigma_0/Q$ . As observed in Figure IV, the zeroth order solutions and approximate solutions of normalized settlements are very close to the theoretical solutions. It should be underlined that the excess pore pressure simulations of Charcoal granite stratum are good enough as shown in Figure V(a). Usually, the long-term simulation of excess pore pressure is better than short-term simulation as illustrated in Figures V(b) and V(c).

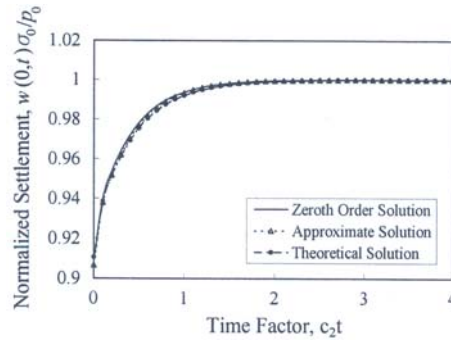


Figure 4(a). Comparison of normalized settlement of case 1:  $\nu = 0.27$ ,  $\nu_u = 0.30$ ,  $B = 0.55$ ;  $\varepsilon = \sigma_0/Q$ ,  $c_2 = 1/\alpha^2 a \sigma_0$ .

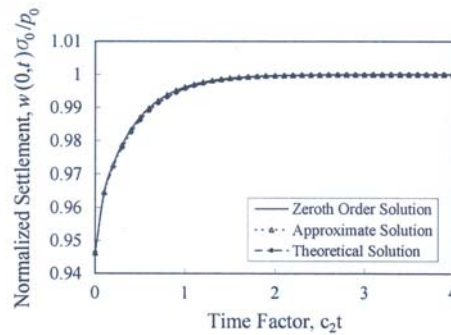


Figure 4(b). Comparison of normalized settlement of case 2:  $\nu = 0.25$ ,  $\nu_u = 0.27$ ,  $B = 0.51$ ;  $\varepsilon = \sigma_0/Q$ ,  $c_2 = 1/\alpha^2 a \sigma_0$ .

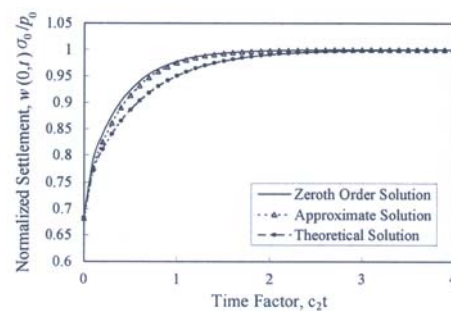


Figure 4(c). Comparison of normalized settlement of case 3:  $\nu = 0.12$ ,  $\nu_u = 0.31$ ,  $B = 0.88$ ;  $\varepsilon = \sigma_0/Q$ ,  $c_2 = 1/\alpha^2 a \sigma_0$ .

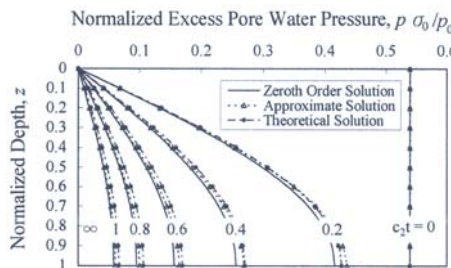


Figure 5(a). Comparison of normalized excess pore fluid pressure of case 1:  $\nu = 0.27$ ,  $\nu_u = 0.30$ ,  $B = 0.55$ ;  $\varepsilon = \sigma_0/Q$ ,  $c_2 = 1/\alpha^2 a \sigma_0$ .

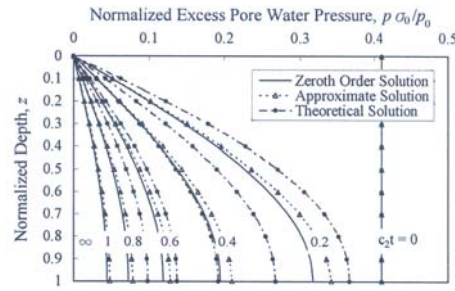


Figure 5(b). Comparison of normalized excess pore fluid pressure of case 2:  $\nu = 0.25$ ,  $\nu_u = 0.27$ ,  $B = 0.51$ ;  $\varepsilon = \sigma_0/Q$ ,  $c_2 = 1/\alpha^2 a \sigma_0$ .

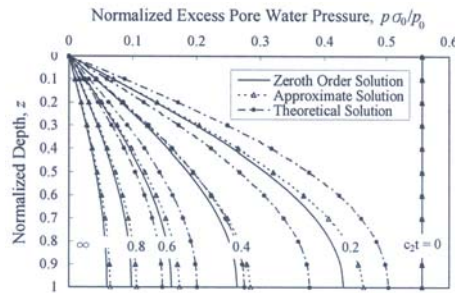


Figure 5(c). Comparison of normalized excess pore fluid pressure of case 3:  $\nu = 0.12$ ,  $\nu_u = 0.31$ ,  $B = 0.88$ ;  $\varepsilon = \sigma_0/Q$ ,  $c_2 = 1/\alpha^2 a \sigma_0$ .

Based on the asymptotic expansion parameter  $\varepsilon = \alpha \gamma_w H^* / G$ , the comparison between the increase in time of theoretical solutions, the zeroth order solutions and approximate solutions are illustrated in Figures VI and VII, respectively. It is demonstrated that the settlement simulation results of Charcoal granite and Tennessee marble are better than Ruhr sandstone as shown in Figures VI(a), VI(b) and VI(c), respectively. Figures VII(a) to VII(c) display better simulation of excess pore pressure results of Tennessee marble than the results of Charcoal granite and Ruhr sandstone. Therefore, we can conclude that asymptotic expansion theory is a proper simulation technique on the application of consolidation deformation subjected to uniform loading.

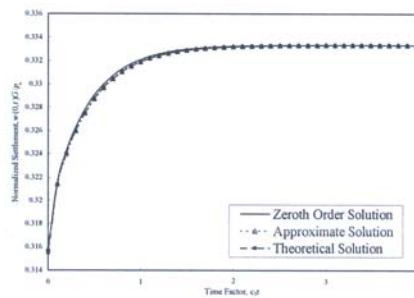


Figure 6(a). Comparison of normalized settlement of case 1:  $\nu = 0.27$ ,  $\nu_u = 0.30$ ,  $B = 0.55$ ;  $\varepsilon = \alpha \gamma_w H^* / G$ ,  $c_3 = Q/\gamma_w H^*$ .

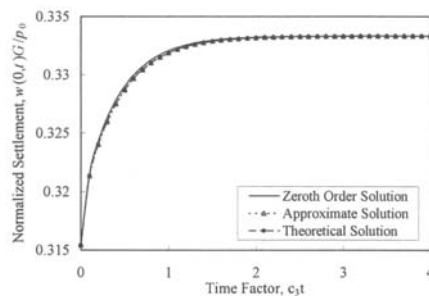


Figure 6(b). Comparison of normalized settlement of case 2:  $\nu = 0.25$ ,  $\nu_u = 0.27$ ,  $B = 0.51$ ;  $\varepsilon = \alpha \gamma_w H^* / G$ ,  $c_3 = Q/\gamma_w H^*$ .

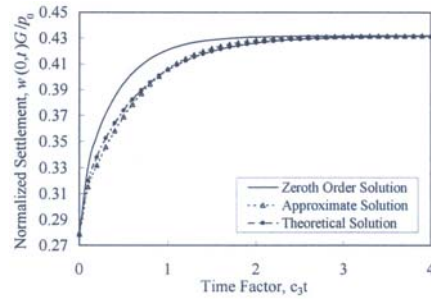


Figure 6(c). Comparison of normalized settlement of case 3:  $\nu = 0.12$ ,  $\nu_u = 0.31$ ,  $B = 0.88$ ;  $\varepsilon = \alpha\gamma_w H^* / G$ ,  $c_3 = Q / \gamma_w H^*$ .

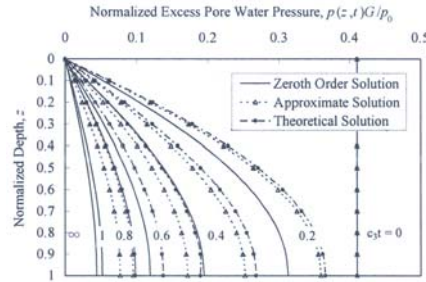


Figure 7(a). Comparison of normalized excess pore fluid pressure of case 1:  $\nu = 0.27$ ,  $\nu_u = 0.30$ ,  $B = 0.55$ ;  $\varepsilon = \alpha\gamma_w H^* / G$ ,  $c_3 = Q / \gamma_w H^*$ .

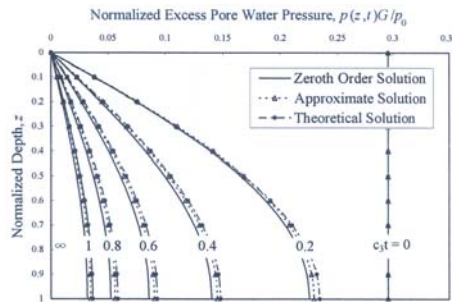


Figure 7(b). Comparison of normalized excess pore fluid pressure of case 2:  $\nu = 0.25$ ,  $\nu_u = 0.27$ ,  $B = 0.51$ ;  $\varepsilon = \alpha\gamma_w H^* / G$ ,  $c_3 = Q / \gamma_w H^*$ .

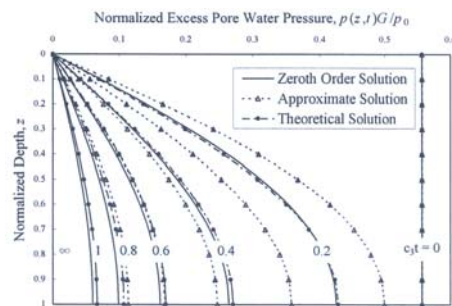


Figure 7(c). Comparison of normalized excess pore fluid pressure of case 3:  $\nu = 0.12$ ,  $\nu_u = 0.31$ ,  $B = 0.88$ ;  $\varepsilon = \alpha\gamma_w H^* / G$ ,  $c_3 = Q / \gamma_w H^*$ .

### Conclusions

The purpose of this paper is to evaluate the asymptotic expansion theory on elastic layer of one-dimensional deformation and excess pore fluid pressure subjected to uniform loading. Results from the consolidation simulations of Charcoal granite and Tennessee marble displayed better effects than the simulation results of Ruhr sandstone on the basis of three kinds of asymptotic expansion parameter. We can conclude that asymptotic expansion theory is a proper simulation method on the application

of uniform loading induced consolidation. The results can improve understanding of the asymptotic expansion theory on coupled consolidation.

### **Acknowledgment**

This work is supported by the Ministry of Education of Taiwan, Republic of China, through grant PEE107085.

### **References**

- [1] Z. H. Yang and J. F. Tian, “Asymptotic expansions for the gamma function in terms of hyperbolic functions,” *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, vol. 478, no. 1, pp. 133–155, 2019.
- [2] X. M. Huang, L. H. Cao, and X. S. Wang, “Asymptotic expansion of orthogonal polynomials via difference equations,” *Journal of Approximation Theory*, vol. 239, pp. 29–50, 2019.
- [3] J. Barrera and H. Volkmer, “Asymptotic expansion of the  $L^2$ -norm of a solution of the strongly damped wave equation,” *Journal of Differential Equations*, vol. 267, no. 2, pp. 902–937, 2019.
- [4] Z. Q. Yang, Y. Sun, J. Z. Cui, and J. G. Ge, “A three-scale asymptotic expansion for predicting viscoelastic properties of composites with multiple configuration,” *European Journal of Mechanics - A/Solids*, vol. 76, pp. 235–246, 2019.
- [5] H. C. Kang, “Efficient calculation and asymptotic expansions of many different oscillatory infinite integrals,” *Applied Mathematics and Computation*, vol. 346, pp. 305–318, 2019.
- [6] L. T. Hoang and V. R. Martinez, “Asymptotic expansion for solutions of the Navier–Stokes equations with non-potential body forces,” *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, vol. 462, no. 1, pp. 84–113, 2018.
- [7] X. F. Yang, “Asymptotic expansions for Laplace transforms of Markov processes,” *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, vol. 457, no. 1, pp. 694–721, 2018.
- [8] Z. Q. Yang, Z. W. Hao, Y. Sun, Y. Z. Liu, and H. Dong, “Thermo-mechanical analysis of nonlinear heterogeneous materials by second-order reduced asymptotic expansion approach,” *International Journal of Solids and Structures*, in press, 2019.
- [9] J. R. Rice, and M. P. Cleary, “Some basic stress diffusion solutions for fluid-saturated elastic porous media with compressible constituents,” *Reviews of Geophysics and Space Physics*, vol. 14, no. 2, pp. 227–241, 1976.
- [10] M. A. Biot, “General theory of three-dimensional consolidation,” *Journal of Applied Physics*, vol. 12, no. 2, pp. 155–164, 1941.
- [11] M. Kurashige, “A thermoelastic theory of fluid-filled porous materials,” *International Journal of Solids and Structures*, vol. 25, no. 9, pp. 1039–1052, 1989.
- [12] E. Detournay and A. H.-D. Cheng, “Comprehensive rock engineering: practice, projects, analysis and design method,” *Fundamentals of Poroelasticity*, vol. 2, pp. 113–171, 1993.

# 附件 5

呂志宗，2019/09/18，「開放式課程《工程數學》之教學暨解題講義/影片的建立與應用」，2018 教育部教學實踐研究計畫，<https://reurl.cc/K6xxNy>。

序號	題目	網址	影片長度
1	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018警大：Solve $y'' + y' + 3y = 5 \sin(2x)$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/iXAu-0O3dWI">https://youtu.be/iXAu-0O3dWI</a>	11'17"
2	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018警大：Solve $y'' + 4y = 8x$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/ljBcK8mT3-M">https://youtu.be/ljBcK8mT3-M</a>	10'28"
3	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018警大：Solve $y' + y/x = 3x^2, y(1) = 5$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/kmE5oAXcBi8">https://youtu.be/kmE5oAXcBi8</a>	8'33"
4	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018臺師大：Solve $y'' - 6y' + 9y = 0$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/zy4egs2SwCM">https://youtu.be/zy4egs2SwCM</a>	2'11"
5	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018臺師大：Solve $(1+x)dy - ydx = 0$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/jUz21Age74M">https://youtu.be/jUz21Age74M</a>	3'08"
6	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018臺師大：Prove that $L\{f'(t)\} = s^2 L\{f(t)\} - s f(0) - f'(0)$ ●提要157	<a href="https://youtu.be/mKRjJULQkJ9E">https://youtu.be/mKRjJULQkJ9E</a>	11'32"
7	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018臺師大：Prove that $L\{\exp(at)\} = 1/(s-a)$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/ZU-QIDWMKUA">https://youtu.be/ZU-QIDWMKUA</a>	3'56"
8	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018臺師大：Compute the inverse of the 3 x 3 matrix ●提要192	<a href="https://youtu.be/ASFjgGdWbTw">https://youtu.be/ASFjgGdWbTw</a>	8'11"
9	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $y_1' = -y_1 - y_2, y_2' = y_1 - y_2, y_1(0) = 0, y_2(0) = 1$ ●提要062	<a href="https://youtu.be/U3_f5IFeSZ4">https://youtu.be/U3_f5IFeSZ4</a>	10'34"
10	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $y'' + 9y' = 0, y(0) = 10, y'(0) = 9$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/8jIqUisS24o">https://youtu.be/8jIqUisS24o</a>	2'47"
11	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $y'' + 9y' = 0$ by Power Series Method ●提要105	<a href="https://youtu.be/YyqXQNvczAs">https://youtu.be/YyqXQNvczAs</a>	11'15"
12	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $y'' + 9y' = 0$ by letting $y' = p$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/Wz69NzcOkx0">https://youtu.be/Wz69NzcOkx0</a>	4'41"
13	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $y'' + 9y' = 0$ by letting $y = \exp(\lambda x)$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/Ovl-ia9TsM0">https://youtu.be/Ovl-ia9TsM0</a>	2'20"
14	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $y'' + 9y' = 0$ by Laplace transform ●提要143	<a href="https://youtu.be/_jsEvpkx4u4">https://youtu.be/_jsEvpkx4u4</a>	10'10"
15	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $y'' + 9y = 15 \exp(x)$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/OPISh0-R0d4">https://youtu.be/OPISh0-R0d4</a>	6'41"
16	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $y'''' - 5y'' + 4y = 10 \exp(-3x), y''(0) = y'(0) = y(0) = 0$ ●提要054	<a href="https://youtu.be/PXWaaibxpSE">https://youtu.be/PXWaaibxpSE</a>	21'16"
17	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $y'' + 8y' + 16y = t^2 \exp(-4t), y(0) = 1, y'(0) = -4$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/v0V7CgDZSEk">https://youtu.be/v0V7CgDZSEk</a>	14'06"
18	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $y'' + 4y' + 4y = \exp(-2x)/x^2$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/4FV6tYs0XuU">https://youtu.be/4FV6tYs0XuU</a>	10'07"
19	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $y'' + 2y' + y = \exp(-x) \cos x$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/9bXXZpxZd5o">https://youtu.be/9bXXZpxZd5o</a>	11'48"
20	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Solve $(2x + 3y + 4)dx + (3x - 4y - 11)dy = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/szeOqY3SkMQ">https://youtu.be/szeOqY3SkMQ</a>	10'26"
21	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Given 3 x 2 matrix A and 3 x 3 matrix B. Find (a) AB (b) BA ●提要189	<a href="https://youtu.be/QMI9pu1kSJQ">https://youtu.be/QMI9pu1kSJQ</a>	3'22"
22	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Find the Laplace transform of the given figure ●提要147	<a href="https://youtu.be/MCH52SqgeVI">https://youtu.be/MCH52SqgeVI</a>	4'51"
23	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018暨大：Find the Laplace transform of $\exp(3t) \sinh(t)$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/dhtKfjOSrBs">https://youtu.be/dhtKfjOSrBs</a>	2'59"
24	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018彰師大：Solve $y'' + y' - 2y = x^2 + 1$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/svcNLX82iGg">https://youtu.be/svcNLX82iGg</a>	21'00"
25	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018彰師大：Solve $y' - y = 0$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/0qkQ3Kr50Y">https://youtu.be/0qkQ3Kr50Y</a>	3'26"
26	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018彰師大：Solve $xy' = y + 2$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/yWDxMaPP4xk">https://youtu.be/yWDxMaPP4xk</a>	3'29"
27	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018彰師大：Solve $x^2y' + 3xy = 1$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/1kpD3CKRnQs">https://youtu.be/1kpD3CKRnQs</a>	4'20"
28	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018彰師大：Solve $L\{t\}$ ●提要148	<a href="https://youtu.be/DQiS7rm0rA4">https://youtu.be/DQiS7rm0rA4</a>	10'41"
29	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018彰師大：Find the eigenvalues of a 2 x 2 matrix A ●提要196	<a href="https://youtu.be/NDdrd-q2Ntk">https://youtu.be/NDdrd-q2Ntk</a>	6'02"
30	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018嘉大：試以高斯消去法解析聯立代數方程式 ●提要191	<a href="https://youtu.be/4Z68fSww5Z_M">https://youtu.be/4Z68fSww5Z_M</a>	6'54"
31	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018嘉大：試以反矩陣法解析聯立代數方程式 ●提要192	<a href="https://youtu.be/DshTMWvEkiA">https://youtu.be/DshTMWvEkiA</a>	14'34"
32	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018嘉大：Solve $y'' - 4y' + 4y = 0, y(0) = 3, y'(0) = 4$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/Ddfm_nANs9s">https://youtu.be/Ddfm_nANs9s</a>	5'58"
33	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018嘉大：Solve $xydx + (2x^2 + 3y^2 - 20)dy = 0$ ●提要013	<a href="https://youtu.be/24rudG6JOwY">https://youtu.be/24rudG6JOwY</a>	13'27"
34	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018嘉大：Solve $(x-2)^2y'' - 5(x-2)y' + 8y = 0, y(4) = 32, y'(4) = 0$ ●提要031	<a href="https://youtu.be/kpI2XLD-pyc">https://youtu.be/kpI2XLD-pyc</a>	8'30"
35	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018嘉大：Determine the eigenvalues of the given 3 x 3 matrix ●提要196	<a href="https://youtu.be/DiBxD-TAMbU">https://youtu.be/DiBxD-TAMbU</a>	5'40"
36	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018雲科大：Solve $y'' - 3y' + 2y = 4 \exp(2t), y(0) = -3, y'(0) = 5$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/cIRU43d9VtY">https://youtu.be/cIRU43d9VtY</a>	18'40"
37	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018雲科大：Solve $y'' - 2y' - 3y = 3t^2 + 4t - 5, y(0) = 9, y'(0) = -4$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/03sL4FUZeGs">https://youtu.be/03sL4FUZeGs</a>	12'56"
38	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018雲科大：Solve $3x(xy-2)dx + (x^3 + 2y)dy = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/0ZZObiQ9jkI">https://youtu.be/0ZZObiQ9jkI</a>	9'29"
39	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018雲科大：Prove that $L\{4 \exp(2t)\} = 4/(s-2)$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/1I1QbWntJ00">https://youtu.be/1I1QbWntJ00</a>	6'36"
40	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018雲科大：Given matrix A, B and C. (a) Find (A+B)C (b) If $2X - 6(2A-B) = 0$ , find X ●提要189	<a href="https://youtu.be/TBMjlyJC5X4">https://youtu.be/TBMjlyJC5X4</a>	6'09"
41	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018清大：Solve $y'' + 4y' + 6y = f(t), y(0) = 1, y'(0) = -1, f(t) = 2$ for $1 \leq t < 2$ ... ●提要174	<a href="https://youtu.be/AU5esCSOhNE">https://youtu.be/AU5esCSOhNE</a>	21'02"
42	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018清大：Solve $y' + 3x^2y = x^5$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/-USz3QtfgFs">https://youtu.be/-USz3QtfgFs</a>	7'17"
43	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018清大：Solve $xy'' + 2y' = (\ln x)x^3$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/EDHOVVui_U4">https://youtu.be/EDHOVVui_U4</a>	19'35"
44	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018清大：Solve $(y - x^2y)y' = x + 1$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/cUdRUK-cSbc">https://youtu.be/cUdRUK-cSbc</a>	4'03"
45	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018高大：Solve $y'' + 3y' + 2y = 1/[1 + \exp(x)]$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/ZGUoHOVbOPw">https://youtu.be/ZGUoHOVbOPw</a>	17'27"
46	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018高大：Solve $y' = (x + y + 1)^2$ ●提要010	<a href="https://youtu.be/K-oMn7yWa7I">https://youtu.be/K-oMn7yWa7I</a>	4'08"



序號	題目	網址	影片長度
47	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018宜大：Solve $y'' + 4y' + 4y = 0, y(0) = 1, y'(0) = 1$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/HVYlP-lH1mc">https://youtu.be/HVYlP-lH1mc</a>	4'27"
48	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018宜大：Solve $x^2y'' - 20y = 0$ ●提要031	<a href="https://youtu.be/NEaiL8movas">https://youtu.be/NEaiL8movas</a>	3'15"
49	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018宜大：Solve $\sin x \sin 2y dx = 2 \cos x \cos 2y dy$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/V7y0PQlq5Aw">https://youtu.be/V7y0PQlq5Aw</a>	5'37"
50	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018成大：Solve $y'' - 2y' + y = \exp(x) / (1-x)^2$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/BDbHLtrb-OA">https://youtu.be/BDbHLtrb-OA</a>	19'16"
51	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018成大：Solve $f(t) = t \exp(t) + \int_{\tau} f(t-\tau) d\tau$ , 積分上限為 $t$ , 下限為 $0$ ●提要163	<a href="https://youtu.be/OpYjllG2jdE">https://youtu.be/OpYjllG2jdE</a>	18'35"
52	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018成大：Solve $3(1+x^2)y' + 2xy = 2xy^4$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/00pINMNAEZU">https://youtu.be/00pINMNAEZU</a>	7'33"
53	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018交大：Solve $y'' + 3y' + 2y = \sin(2t), y(0) = 2, y'(0) = -1$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/rAxU5wK9D6o">https://youtu.be/rAxU5wK9D6o</a>	30'28"
54	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018交大：Solve $y'' + 3y' + 2y = \sin(2t), y(0) = 2, y'(0) = -1$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/JUKY3mHmBzU">https://youtu.be/JUKY3mHmBzU</a>	21'57"
55	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018交大：Solve $y'' - 5y' + 6y = 4 \exp(-x) + 5 \sin x$ ●提要042	<a href="https://youtu.be/_I0ld7SKBZg">https://youtu.be/_I0ld7SKBZg</a>	11'27"
56	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018交大：Solve $y' = y - 2y^2$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/5wXG4Tjb2x8">https://youtu.be/5wXG4Tjb2x8</a>	8'59"
57	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018交大：Solve $xy'' + 2y' + 25xy = 0$ ●提要(☆001☆)	<a href="https://youtu.be/8vO7eDsONQ0">https://youtu.be/8vO7eDsONQ0</a>	12'58"
58	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018交大：Solve $2x'' + 6x - 2y = 0, y'' - 2x + 2y = 1, x(0) = x'(0) = y(0) = y'(0) = 0$ ●提要182	<a href="https://youtu.be/ekkbLAYWj4M">https://youtu.be/ekkbLAYWj4M</a>	27'00"
59	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018交大：Show that $L\{f'(t)\} = sF(s) - f(0)$ , where $F(s) = L\{f(t)\}$ ●提要156	<a href="https://youtu.be/4zpxdeRk4nc">https://youtu.be/4zpxdeRk4nc</a>	9'04"
60	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018交大：Show that $\cos^3 x = \frac{3}{4}\cos x + \frac{1}{4}\cos 3x$ ●提要(☆005☆)	<a href="https://youtu.be/BLHKtI0sjTU">https://youtu.be/BLHKtI0sjTU</a>	7'54"
61	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018台大：Solve $y'' + 4y' + 4y = g(t), y(0) = 2, y'(0) = -3$ ●提要163	<a href="https://youtu.be/u8EjuVGXP1I">https://youtu.be/u8EjuVGXP1I</a>	12'07"
62	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018台大：Solve $y'' + 2y' + 2y = \delta(t), y(0) = y'(0) = 0$ ●提要175	<a href="https://youtu.be/DrPbrGUN5DE">https://youtu.be/DrPbrGUN5DE</a>	7'00"
63	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018台大：Solve $y'' + 2y' + 2y = f(t), y(0) = 0, y'(0) = 0$ ●提要163	<a href="https://youtu.be/L8ffYI9RPCY">https://youtu.be/L8ffYI9RPCY</a>	11'15"
64	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018台大：Solve $y'' - 2y' + y = \exp(x) \ln x, x > 0$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/0rS1Z3JwDOA">https://youtu.be/0rS1Z3JwDOA</a>	16'24"
65	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018台大：Solve $y(x) = x^3 + \int \{\sin(x-t)*y(t)\} dt$ , 積分上限為 $x$ , 下限為 $0$ ●提要163	<a href="https://youtu.be/mxxd98NMzWY">https://youtu.be/mxxd98NMzWY</a>	10'35"
66	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018台大：Solve $y + [2xy - \exp(-2y)]y' = 0$ ●提要013	<a href="https://youtu.be/rCu3U7wbudY">https://youtu.be/rCu3U7wbudY</a>	19'13"
67	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018台大：Solve $my'' + cy' + ky = 0, y(0) = 0, y'(0) = 1, c = 2\sqrt{mk}$ ●提要030	<a href="https://youtu.be/SYB87bIUus4">https://youtu.be/SYB87bIUus4</a>	13'18"
68	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018台大：Solve $4y'' + 8y' + 3y = 65 \cos t$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/4ISPW2MMbas">https://youtu.be/4ISPW2MMbas</a>	13'06"
69	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018台大：Solve $4y'' + 8y' + 3y = 0, y = y(t)$ ●提要023	<a href="https://youtu.be/okuEbueNXI8">https://youtu.be/okuEbueNXI8</a>	5'11"
70	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018台大：Solve $(2x+1)^2y'' - (12x+6)y' + 16y = 2$ ●提要032	<a href="https://youtu.be/-sm5I9DTMIw">https://youtu.be/-sm5I9DTMIw</a>	11'18"
71	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018中央：Solve $y'' + 2y' + 2y = 4 \cos t, y(0) = 0, y'(0) = 0$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/WFU9Pa8VXo4">https://youtu.be/WFU9Pa8VXo4</a>	26'58"
72	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018中央：Solve $y'' - 8y' + 16y = 6 \exp(4t)$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/KsiVSWOr6XQ">https://youtu.be/KsiVSWOr6XQ</a>	10'27"
73	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018中央：Solve $x^4y' = y^4 + x^3y$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/_H7RD6ly-T4">https://youtu.be/_H7RD6ly-T4</a>	13'19"
74	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018中央：Solve $x^4y' = y^4 + x^3y$ ●提要010	<a href="https://youtu.be/IlzXK_Uypku">https://youtu.be/IlzXK_Uypku</a>	5'46"
75	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018中央：Solve $x^2y'' + 3xy' + 2y = 0$ ●提要033	<a href="https://youtu.be/bPyLEeUx9EQ">https://youtu.be/bPyLEeUx9EQ</a>	10'45"
76	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018中央：Solve $x(x-1)y'' + (3x-1)y' + y = 0$ , 已知 $y_1 = 1/(1-x)$ , 求 $y_2$ ●提要122	<a href="https://youtu.be/VTtfUImreMY">https://youtu.be/VTtfUImreMY</a>	12'35"
77	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2018中央：Find $y$ of $y' + (\tan x)y = 4 \sin(2x)$ as $y(0) = 1$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/Y-nz72Dsp-w">https://youtu.be/Y-nz72Dsp-w</a>	8'48"
78	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017警大：Solve $y'' + 4y = x + 2 \exp(-2x)$ ●提要042	<a href="https://youtu.be/16qJ7DKyUiQ">https://youtu.be/16qJ7DKyUiQ</a>	10'49"
79	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017警大：Solve $y'' - y = 5 \sin^2 x, y(0) = 2, y'(0) = -4$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/SFfnhWZtuFg">https://youtu.be/SFfnhWZtuFg</a>	17'02"
80	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017警大：Solve $x^2y'' + 5xy' - 21y = 0, y(2) = 1, y'(2) = 0$ ●提要031	<a href="https://youtu.be/bTNHjC-4_NE">https://youtu.be/bTNHjC-4_NE</a>	10'32"
81	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017聯大：Solve $y'' + 4y = 8x^2, y(0) = -3, y'(0) = 0$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/YJZTgxCbvC8">https://youtu.be/YJZTgxCbvC8</a>	10'19"
82	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017聯大：Solve $y'' - 3y' + 2y = x^2 + 1, y(0) = 1, y'(0) = 1$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/TxOzMUWsOMw">https://youtu.be/TxOzMUWsOMw</a>	13'32"
83	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017聯大：Solve $y' = -(2xy^3 + 2) / [3x^2y^2 + \exp(y)]$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/e7kBmbviL_Q">https://youtu.be/e7kBmbviL_Q</a>	10'40"
84	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017聯大：Solve $xy' + y = -2xy^2$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/iKy4aaS_3UA">https://youtu.be/iKy4aaS_3UA</a>	7'45"
85	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017聯大：Solve $x^2y'' + 2xy' - 6y = 0, y(1) = 0.5, y'(1) = 1.5$ ●提要031	<a href="https://youtu.be/yMqMeQyZYbs">https://youtu.be/yMqMeQyZYbs</a>	9'05"
86	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017聯大：Solve $x^2y'' - 4xy' + 6y = 4$ ●提要031	<a href="https://youtu.be/N6viDSA0RoU">https://youtu.be/N6viDSA0RoU</a>	5'11"
87	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017聯大：Solve $L\{u(t-a)\}$ ●提要159	<a href="https://youtu.be/hDo24yMOIXU">https://youtu.be/hDo24yMOIXU</a>	7'52"
88	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017聯大：Solve $L\{f(t)\}, f(t) = \exp(-t)$ if $t < \pi, f(t) = 0$ otherwise ●提要151	<a href="https://youtu.be/3dqhhrIJH7U">https://youtu.be/3dqhhrIJH7U</a>	5'25"
89	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017聯大：Solve $\cos(x+y)dx + [3y^2 + 2y + \cos(x+y)]dy = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/SAuZ8nQfgng">https://youtu.be/SAuZ8nQfgng</a>	9'06"
90	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y''' + 12y'' + 36y' = 0, y(0) = 0, y'(0) = 1, y''(0) = -7$ ●提要051	<a href="https://youtu.be/M6gbmztWoWc">https://youtu.be/M6gbmztWoWc</a>	8'56"
91	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y'' + 2y' + y = 0, y'(0) = 2, y(1) = 2$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/rk4EFG1Dz5g">https://youtu.be/rk4EFG1Dz5g</a>	8'05"

序號	題目	網址	影片長度
92	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y'' + 16y = 0, y(0) = 0, y'(0) = -2$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/kztYZCksB90">https://youtu.be/kztYZCksB90</a>	5'40"
93	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y'' - y' + 3y = 15 \sin 3x$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/9K_lj3AFAA8">https://youtu.be/9K_lj3AFAA8</a>	11'57"
94	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y'' - 4y' - 5y = 0, y(1) = 0, y'(1) = 2$ ●提要023	<a href="https://youtu.be/EMvkvuQmU0I">https://youtu.be/EMvkvuQmU0I</a>	7'01"
95	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y'(t) = 1 - \sin t - \int y(\tau) d\tau, y(0) = 0$ , 積分上限為 $t$ , 下限為 $0$ ●提要163	<a href="https://youtu.be/V17zJ6-bPIs">https://youtu.be/V17zJ6-bPIs</a>	19'13"
96	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y' = y^2 - 4, y(0) = -1$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/BLrf5QhB2uU">https://youtu.be/BLrf5QhB2uU</a>	6'04"
97	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y' = \sin 5x + \cos 2x, y(0) = 0$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/55wtVZCKg4c">https://youtu.be/55wtVZCKg4c</a>	2'49"
98	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y' = 4x^3 + 6x^2 - 10x, y(0) = 2$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/FNxbE7eEo9o">https://youtu.be/FNxbE7eEo9o</a>	2'43"
99	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y' = (-2x + y)^2 - 7, y(0) = 0$ ●提要010	<a href="https://youtu.be/J-c_wbOqtKU">https://youtu.be/J-c_wbOqtKU</a>	7'20"
100	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y' = (1 + x)^2, y(0) = 1$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/268hoS-nNSA">https://youtu.be/268hoS-nNSA</a>	2'18"
101	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $y' + 2y = 0, y(0) = 1$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/a_4uCVqZPjI">https://youtu.be/a_4uCVqZPjI</a>	2'13"
102	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $x^2y'' + xy' - y = \ln x$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/TdNHkCPQVd0">https://youtu.be/TdNHkCPQVd0</a>	17'07"
103	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $3y' + 12y = 4, y(0) = 0$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/A-yzzVEq6ps">https://youtu.be/A-yzzVEq6ps</a>	5'00"
104	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $2y'' + 3y' - 2y = 14x^2 - 4x - 11$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/FUer8qKzGmE">https://youtu.be/FUer8qKzGmE</a>	9'50"
105	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Solve $(\sin y - y \sin x)dx + (\cos x + x \cos y - y)dy = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/d6OP7pQXsPY">https://youtu.be/d6OP7pQXsPY</a>	7'51"
106	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Find the inverse of a 3 x 3 matrix A ●提要192	<a href="https://youtu.be/K6bSKc7bVis">https://youtu.be/K6bSKc7bVis</a>	7'13"
107	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺海大：Find the inverse of a 2 x 2 matrix A ●提要192	<a href="https://youtu.be/Kd1l1mUgTios">https://youtu.be/Kd1l1mUgTios</a>	5'16"
108	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $y''' - 3y'' + 4y = \exp(2x)$ ●提要054	<a href="https://youtu.be/0r1IT8jm84k">https://youtu.be/0r1IT8jm84k</a>	14'52"
109	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $y'' - 8y' + 15y = 0$ ●提要023	<a href="https://youtu.be/epIVJMTQMXM">https://youtu.be/epIVJMTQMXM</a>	3'01"
110	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $y' + p(x)y = r(x)$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/A0uQ4OKhevg">https://youtu.be/A0uQ4OKhevg</a>	4'28"
111	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $y' + a(x)y = b(x)$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/LZ5iYjk65jo">https://youtu.be/LZ5iYjk65jo</a>	5'02"
112	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $xy' = x^{-1}y^2 + y$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/GRtZL_Iojbs">https://youtu.be/GRtZL_Iojbs</a>	6'25"
113	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $xy' + 2y = \sin x / x, y(\pi / 2) = 1$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/Qh6kWIbjmMo">https://youtu.be/Qh6kWIbjmMo</a>	5'42"
114	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $L^{-1}\{s / [(s-3)(s^2+2s+3)]\}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/W5FAYNnsveA">https://youtu.be/W5FAYNnsveA</a>	10'03"
115	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $L^{-1}\{s / [(s-1)(s+2)]\}$ and determine $f(0)$ and $f(\infty)$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/muvlY3i5bzk">https://youtu.be/muvlY3i5bzk</a>	2'53"
116	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $L^{-1}\{2s / (s^2+s-6)\}$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/5zjbrGbOH9k">https://youtu.be/5zjbrGbOH9k</a>	3'02"
117	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $L\{5 + 3 \exp(2t) - 3t\}$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/BSk6mmjdtLQ">https://youtu.be/BSk6mmjdtLQ</a>	9'27"
118	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $L\{\int \int f(t)dt dt\}$ , $f(t) = \cos(t-3)$ if $t \geq 3$ , $f(t) = 0$ if $t < 3$ ●提要154	<a href="https://youtu.be/KhU1Ryr26AU">https://youtu.be/KhU1Ryr26AU</a>	7'23"
119	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $2y'' + 4y' + 20y = 100$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/kfIzrKH6N88">https://youtu.be/kfIzrKH6N88</a>	8'22"
120	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $(y^2 + 5)dx + (2xy + 6)dy = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/rRMfwNZvd3U">https://youtu.be/rRMfwNZvd3U</a>	6'58"
121	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017臺師大：Solve $(D-1)^2(D+2)^2(D^2+4D+5)y = 0, D = d / dx$ ●提要052	<a href="https://youtu.be/YKreVx5OX4U">https://youtu.be/YKreVx5OX4U</a>	4'12"
122	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017暨大：Solve $x^2y'' - xy' + y = 0, y(1) = 1.5, y'(1) = 0.25$ ●提要032	<a href="https://youtu.be/ReA-r75SwEE">https://youtu.be/ReA-r75SwEE</a>	5'31"
123	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017暨大：Solve $(x^2 + y^2)dx = 2xydy$ ●提要010	<a href="https://youtu.be/nwwFEVknijg">https://youtu.be/nwwFEVknijg</a>	8'39"
124	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017暨大：Solve $(D^2 - 2D + 1)y = 35 x^{1.5} \exp(x)$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/tB1Mv2SGU5E">https://youtu.be/tB1Mv2SGU5E</a>	11'26"
125	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017彰師大：Solve $y'' + y' + 9y = 0, y(0) = 0.16, y'(0) = 0$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/TIXdJKQtqQY">https://youtu.be/TIXdJKQtqQY</a>	12'22"
126	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017彰師大：Solve $\exp(2x) (2 \cos y dx - \sin y dy) = 0, y(0) = 0$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/gWaj7GC75bY">https://youtu.be/gWaj7GC75bY</a>	5'09"
127	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017逢甲：Solve $y'' - 6y' + 9y = t^2 \exp(3t), y(0) = 2, y'(0) = 17$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/CEfumZYJYo8">https://youtu.be/CEfumZYJYo8</a>	14'28"
128	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017逢甲：Solve $dy - (y-1)^2 dx = 0$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/bbMW5J3hsBU">https://youtu.be/bbMW5J3hsBU</a>	2'40"
129	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017逢甲：Solve $[\exp(x) + y] dx + [2 + x + y \exp(y)]dy = 0, y(0) = 1$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/VWu3oyFZPO4">https://youtu.be/VWu3oyFZPO4</a>	11'05"
130	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017第一科大：試求 4 x 4 矩陣 A 之行列式值 ●提要194	<a href="https://youtu.be/B5KNZzIbNXw">https://youtu.be/B5KNZzIbNXw</a>	7'05"
131	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017第一科大：試求 3 x 3 矩陣 A 之反矩陣 $A^{-1}$ ●提要193	<a href="https://youtu.be/C9tNdZ0y-6E">https://youtu.be/C9tNdZ0y-6E</a>	9'08"
132	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017第一科大：試求 3 x 3 矩陣 A 之 $A^5$ ●提要189	<a href="https://youtu.be/YKoxIvxvQcA">https://youtu.be/YKoxIvxvQcA</a>	9'17"
133	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017第一科大：Solve $y'' + 4y' + 4y = 0$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/GT6tII0TYOo">https://youtu.be/GT6tII0TYOo</a>	2'42"
134	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017第一科大：Solve $y'' + 2y' + y = 2 \cos(t), y(0) = 3, y'(0) = 0$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/v8YQ46isTbQ">https://youtu.be/v8YQ46isTbQ</a>	7'37"
135	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017第一科大：Solve $y'' + 2y' + y = 2 \cos t, y(0) = 3, y'(0) = 0$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/2Pvm0g2ehQU">https://youtu.be/2Pvm0g2ehQU</a>	11'09"
136	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017第一科大：Solve $y'' - 3y' + 2y = \exp(2x) + \exp(-3x)$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/q-D3Ku54EVc">https://youtu.be/q-D3Ku54EVc</a>	10'54"

序號	題目	網址	影片長度
137	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017第一科大：Solve $x^2y'' - 4xy' + 6y = 1/x^4$ ●提要031	<a href="https://youtu.be/ujpP4nqUB38">https://youtu.be/ujpP4nqUB38</a>	8'07"
138	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017第一科大：Solve $x_1' = x_1 - x_2, x_2' = x_1 + x_2$ ●提要059	<a href="https://youtu.be/aXgijC3CCCI">https://youtu.be/aXgijC3CCCI</a>	9'58"
139	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017第一科大：Solve $L\{(2s^2+1)/(s^2+3s+2)\}$ ●提要160	<a href="https://youtu.be/Gq8r_NrDNg0">https://youtu.be/Gq8r_NrDNg0</a>	6'45"
140	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017淡江：Solve $y'' + 2y' - 3y = 8 \exp(x) - 9x$ ●提要042	<a href="https://youtu.be/kwDrbWGzwto">https://youtu.be/kwDrbWGzwto</a>	11'45"
141	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017淡江：Solve $y' - 2x + 1 = 0$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/NRgfs2WNdU">https://youtu.be/NRgfs2WNdU</a>	2'14"
142	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017淡江：Solve $x^2y'' - 5xy' + 9y = 0, y(1) = 1, y'(1) = 0$ ●提要032	<a href="https://youtu.be/B137xOF7M4w">https://youtu.be/B137xOF7M4w</a>	6'35"
143	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017淡江：Solve $4xy + 2x + (2x^2 + 3y^2)y' = 0, y(0) = 2$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/P9D0fdLH-c0">https://youtu.be/P9D0fdLH-c0</a>	9'22"
144	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017高應大：試求 $4 \times 4$ 矩陣 A 之行列式值 ●提要194	<a href="https://youtu.be/7co52XxcwkA">https://youtu.be/7co52XxcwkA</a>	5'31"
145	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017高應大：試求 $2 \times 2$ 矩陣 A 之 $A^8$ ●提要189	<a href="https://youtu.be/cUhFU9gj6gk">https://youtu.be/cUhFU9gj6gk</a>	7'56"
146	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017高應大：Solve $y'' - 9y = \cos 2x + \sin 3x$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/FzBHj39jpv0">https://youtu.be/FzBHj39jpv0</a>	10'42"
147	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017高應大：Solve $x^2y'' - 5xy' + 8y = x, y(1) = 4/3, y(2) = 3/8$ ●提要031	<a href="https://youtu.be/vpyzJpsHG6U">https://youtu.be/vpyzJpsHG6U</a>	10'15"
148	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017高應大：Solve $[\exp(x) + y + 5]dx + (x + \sin y + 6)dy = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/z0tuzbVclvs">https://youtu.be/z0tuzbVclvs</a>	8'03"
149	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017高應大：Solve $(\cos x + y + 5)dx + (x + \sin y + 6)dy = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/dVsD-CxV5OI">https://youtu.be/dVsD-CxV5OI</a>	7'54"
150	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017高應大：Solve $(5x^3 + y^3 + 2)dx + xy^2dy = 0$ ●提要013	<a href="https://youtu.be/yefH9VJ7y8E">https://youtu.be/yefH9VJ7y8E</a>	13'53"
151	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017高大：Solve $y''' - 6y'' + 12y' - 8y = 0$ ●提要052	<a href="https://youtu.be/hgGqFzbeVX8">https://youtu.be/hgGqFzbeVX8</a>	5'09"
152	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017高大：Solve $y' + 2y = f(t), y(0) = 0, f(t) = 1$ if $0 \leq t < 2, f(t) = 0$ otherwise ●提要143	<a href="https://youtu.be/U8SADgRDn20">https://youtu.be/U8SADgRDn20</a>	11'19"
153	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017高大：Solve $f(t) = 2t - 3 \int \sin \tau f(t - \tau) dt$ , 積分上限為 $t$ , 下限為 $0$ ●提要163	<a href="https://youtu.be/Xcg5IGxf7r8">https://youtu.be/Xcg5IGxf7r8</a>	6'41"
154	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017東華：試求 $3 \times 3$ 矩陣 A 之反矩陣 $A^{-1}$ ●提要192	<a href="https://youtu.be/Ln1ZzY2SI8">https://youtu.be/Ln1ZzY2SI8</a>	15'14"
155	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017東華：Solve $y''' - 4y'' - y' + 4y = 0$ ●提要051	<a href="https://youtu.be/Z8dcBpEBDH4">https://youtu.be/Z8dcBpEBDH4</a>	2'53"
156	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017東華：Solve $y'' + y = \exp(x) + \exp(-x)$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/BkqUxSQZs2c">https://youtu.be/BkqUxSQZs2c</a>	5'21"
157	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017東華：Solve $y'' - 4y' + 3y = 10 \exp(-2t), y(0) = 2, y'(0) = 2$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/mw8HG1yELSE">https://youtu.be/mw8HG1yELSE</a>	13'28"
158	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017東華：Solve $x' = -y + t, y' = x - t$ ●提要059	<a href="https://youtu.be/LbfRepL2qQw">https://youtu.be/LbfRepL2qQw</a>	8'26"
159	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017東華：Solve $3x^2ydx + (2x^3 - 2)dy = 0$ ●提要013	<a href="https://youtu.be/XfrVkegEBZI">https://youtu.be/XfrVkegEBZI</a>	12'35"
160	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017東華：Given $2 \times 2$ matrix A and B. Solve (a) $-2A + 3B$ (b) $BA$ ●提要188 & 189	<a href="https://youtu.be/EzLuPgM9KR0">https://youtu.be/EzLuPgM9KR0</a>	6'27"
161	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017交大：Solve $y_1' = -8y_1 - 2y_2, y_2' = 2y_1 - 4y_2$ ●提要182	<a href="https://youtu.be/ybL5leV1808">https://youtu.be/ybL5leV1808</a>	14'21"
162	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017交大：Solve $y'' + 2y = f(t), y(0) = y'(0) = 0, f(t) = 1$ for $0 < t < 1; f(t) = 0 \dots$ ●提要174	<a href="https://youtu.be/7Tw7-ADRVIM">https://youtu.be/7Tw7-ADRVIM</a>	7'02"
163	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017交大：Solve $y'' + 8y' + 25y = 26 \sin(3x)$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/ZQ1BHIE_Zq4">https://youtu.be/ZQ1BHIE_Zq4</a>	14'54"
164	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017交大：Solve $y'' + 2y' + 10y = 3 \cos(5t), y(0) = 0, y'(0) = 0$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/rbAl6yCkT9M">https://youtu.be/rbAl6yCkT9M</a>	26'05"
165	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017交大：Solve $y'' - 2y' = \exp(x) \sin x$ ●提要042	<a href="https://youtu.be/8DMvJoKY0wI">https://youtu.be/8DMvJoKY0wI</a>	11'53"
166	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台南：Solve $y' + 6xy = 0, y(0) = 15$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/NCImpLLVT9k">https://youtu.be/NCImpLLVT9k</a>	2'28"
167	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台南：Solve $y' + 2y/x + x^4y^3 = 0$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/oyrcWFjoIF0">https://youtu.be/oyrcWFjoIF0</a>	7'38"
168	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台南：Solve $L^{-1}\{(s^3 + s^2 + 1)/[s^2(s^2 + 4)]\}$ ●提要147 + 154 + 155	<a href="https://youtu.be/L82gyloedUk">https://youtu.be/L82gyloedUk</a>	2'57"
169	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台北科大：已知 $y_1 = x^4$ 為 $x^2y'' - 7xy' + 16y = 0$ 之一解，試以降階法求 $y_2$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/w1kg1qJEkxU">https://youtu.be/w1kg1qJEkxU</a>	9'35"
170	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台北科大：Solve $(\cos x - 2xy) + [\exp(y) - x^a]y' = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/7fND2e8mF-0">https://youtu.be/7fND2e8mF-0</a>	10'06"
171	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台大：Solve $y'' + 16y = \cos(4t), y(0) = 0, y'(0) = 1$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/v316fpdJktU">https://youtu.be/v316fpdJktU</a>	15'29"
172	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台大：Solve $y'' + 16y = \cos(4t), y(0) = 0, y'(0) = 1$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/vy-qllSahGo">https://youtu.be/vy-qllSahGo</a>	13'20"
173	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台大：Solve $x^2y'' + xy' - y = 2x^3$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/LTNy6iOzV9E">https://youtu.be/LTNy6iOzV9E</a>	13'01"
174	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台大：Solve $x^2y'' - 2xy' + 2y = x, y(1) = 1, y'(1) = -1$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/SYqbHd6KvN4">https://youtu.be/SYqbHd6KvN4</a>	5'32"
175	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台大：Solve $x^2y'' - 2xy' + 2y = x$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/y6xLhXv2enI">https://youtu.be/y6xLhXv2enI</a>	10'21"
176	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台大：Solve $L^{-1}\{(6s + 7)/(2s^2 + 4s + 10)\}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/OjEARRmt0pM">https://youtu.be/OjEARRmt0pM</a>	6'46"
177	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台大：Solve $L^{-1}\{(s + 1)/[(s + 1)^2 + 9]\}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/JrTKczQRGgs">https://youtu.be/JrTKczQRGgs</a>	3'11"
178	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017台大：Find the Laplace transform for $y(t) = t^2 \sin 3t$ ●提要176	<a href="https://youtu.be/NEEVddaLg2k">https://youtu.be/NEEVddaLg2k</a>	10'52"
179	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $y''' - 4y'' + y' + 6y = \sin x$ ●提要054	<a href="https://youtu.be/zwTvQPmWhbA">https://youtu.be/zwTvQPmWhbA</a>	11'07"
180	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $y''' - 3y''/x + 6y'/x^2 - 6y/x^3 = x \ln x$ ●提要057	<a href="https://youtu.be/a6tOqta7_AA">https://youtu.be/a6tOqta7_AA</a>	21'57"
181	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $y'' + 4y = 8x^2$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/0XrQj9W6I9c">https://youtu.be/0XrQj9W6I9c</a>	6'36"

序號	題目	網址	影片長度
182	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $y'' + 3y' + 2y = 3 \cos x$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/hWFztN1TJug">https://youtu.be/hWFztN1TJug</a>	8'21"
183	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $y'' + 2y' + 2y = 2 \exp(-x) \sin 2x$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/tu70VFj9-I">https://youtu.be/tu70VFj9-I</a>	14'33"
184	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $y'' - y' + y = 2 \sin 3x$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/OD369YytqHE">https://youtu.be/OD369YytqHE</a>	13'33"
185	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $y'' - y / x^2 = x^4 + x^3$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/ahZWcYS6-4s">https://youtu.be/ahZWcYS6-4s</a>	9'19"
186	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $x^2y'' + xy' - y = 0$ ●提要031	<a href="https://youtu.be/6wgrfytZRFU">https://youtu.be/6wgrfytZRFU</a>	3'46"
187	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $x^2y'' - 2xy' + 2y = x^2 + 4$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/su_J9at9nXQ">https://youtu.be/su_J9at9nXQ</a>	11'37"
188	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $x' + 2x - y' = 0, x' + x + y = t^2, x(0) = y(0) = 0$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/rt6L8HIX2-g">https://youtu.be/rt6L8HIX2-g</a>	18'05"
189	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $2xydx + (4y + 3x^2)dy = 0, y(1) = 2$ ●提要013	<a href="https://youtu.be/B2QLniRpiKI">https://youtu.be/B2QLniRpiKI</a>	15'14"
190	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Solve $2xydx - (y - 1)dy = 0$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/LQOz3ZRpvVc">https://youtu.be/LQOz3ZRpvVc</a>	3'32"
191	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Given $\phi = \exp(-xyz)$ , solve (a) $\nabla\phi$ (b) $\nabla \cdot \nabla\phi$ ●提要226 + 230	<a href="https://youtu.be/pFH-8tqsR30">https://youtu.be/pFH-8tqsR30</a>	8'00"
192	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017北科大：Compute the inverse of the 3 x 3 matrix ●提要192	<a href="https://youtu.be/L6A5UD4Yfdk">https://youtu.be/L6A5UD4Yfdk</a>	17'18"
193	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中興：Solve $y'' + 2y' + y = 0, y(0) = 0, y(1) = 2$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/gVpiC4Xn-ZU">https://youtu.be/gVpiC4Xn-ZU</a>	6'31"
194	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中興：Solve $y'' + 0.4y' + 9.04y = 0, y(0) = 0, y'(0) = 3$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/wHlrjTBEIPU">https://youtu.be/wHlrjTBEIPU</a>	9'29"
195	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中興：Solve $y' + y = x \exp(-x)$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/LUy5-zEVLrQ">https://youtu.be/LUy5-zEVLrQ</a>	3'23"
196	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中興：Solve $y' - 2xy = x^2 + y^2$ ●提要011	<a href="https://youtu.be/8-74kokuUOA">https://youtu.be/8-74kokuUOA</a>	4'11"
197	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中興：Solve $L^{-1}\{2s / (s^2 + 25s + 150)\}$ ●提要152 + 153 + 161	<a href="https://youtu.be/boDIRMF3_s4">https://youtu.be/boDIRMF3_s4</a>	10'12"
198	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中興：Solve $L\{t^3 + t^2 e^{-2t} + \exp(2t) \sin t\}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/qSZzE21mRX8">https://youtu.be/qSZzE21mRX8</a>	5'10"
199	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中興：Solve $L\{2 \cosh(\omega t) + 3 \sinh(\omega t)\}$ ●提要152 + 153	<a href="https://youtu.be/IX_3TLacVT0">https://youtu.be/IX_3TLacVT0</a>	3'00"
200	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中興：Solve $2xy' = 10x^3y^5 + y$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/-dM4d8HB-9Y">https://youtu.be/-dM4d8HB-9Y</a>	7'47"
201	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中正：Solve $y'' + y = -3 \sin 2x$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/cjRL5VXTMhI">https://youtu.be/cjRL5VXTMhI</a>	7'47"
202	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中正：Solve $y'' + 4y = x^2 \sin(2x)$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/b4hIDoQly7U">https://youtu.be/b4hIDoQly7U</a>	21'36"
203	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中正：Solve $y' + y / x = \sin x, y(\pi) = 1$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/DfApJxF0Lm8">https://youtu.be/DfApJxF0Lm8</a>	6'07"
204	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中正：Solve $x^2y' = y^2 + xy$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/RZ2HaOkHHag">https://youtu.be/RZ2HaOkHHag</a>	7'16"
205	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中正：Find the inverse matrix of the 3 x 3 matrix A ●提要192	<a href="https://youtu.be/kOak0eMTd_0">https://youtu.be/kOak0eMTd_0</a>	16'01"
206	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中正：Find the eigenvalues and diagonalize the 2 x 2 matrix A ●提要197	<a href="https://youtu.be/m_70EhHOaQk">https://youtu.be/m_70EhHOaQk</a>	16'21"
207	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中央：Solve $y'' + 4y' + 3y = 5 \exp(2x)$ ●提要023	<a href="https://youtu.be/8lpPNmdXjKI">https://youtu.be/8lpPNmdXjKI</a>	6'02"
208	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中央：Solve $(3x^2 + y \cos x)dx + (\sin x - 4y^2)dy = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/t0iaxn3xepk">https://youtu.be/t0iaxn3xepk</a>	8'11"
209	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中山：Solve $y''' - 3y'' + 3y' - y = 4 \cos x$ ●提要054	<a href="https://youtu.be/en2Lq6Jg8sA">https://youtu.be/en2Lq6Jg8sA</a>	9'27"
210	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中山：Solve $y''' - 2y'' + 4y' - 8y = 0, y(0) = -1, y'(0) = 30, y''(0) = 28$ ●提要053	<a href="https://youtu.be/zV5SrQKYpdc">https://youtu.be/zV5SrQKYpdc</a>	12'58"
211	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中山：Solve $y'' - 4y' + 4y = t \exp(2t), y(0) = 1, y'(0) = 2$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/b2eEtdoeiyY">https://youtu.be/b2eEtdoeiyY</a>	9'47"
212	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中山：Solve $y' = -8x^2 / y$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/GiXDu9wLFdg">https://youtu.be/GiXDu9wLFdg</a>	1'36"
213	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中山：Solve $y' + y / x = 4x^2y^3$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/Ddw7gbIzsrM">https://youtu.be/Ddw7gbIzsrM</a>	7'34"
214	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中山：Solve $x^2y'' - xy' - 3y = x^2$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/zVlmcTsQSFs">https://youtu.be/zVlmcTsQSFs</a>	15'26"
215	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2017中山：Solve $2xyy' = y^2 - x^2$ and plot the solution ●提要010	<a href="https://youtu.be/xI1zYmoZbNE">https://youtu.be/xI1zYmoZbNE</a>	10'26"
216	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016聯大：Solve $y'' - 2y' = \exp(x) \sin x$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/9O-zIwjndr8">https://youtu.be/9O-zIwjndr8</a>	17'29"
217	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016聯大：Solve $y' = (-2xy^3 - 2) / [3x^2y^2 + \exp(y)]$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/SE7uOGU_6G8">https://youtu.be/SE7uOGU_6G8</a>	6'33"
218	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016聯大：Solve $y' + y = y^6$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/QeIqxCnUESQ">https://youtu.be/QeIqxCnUESQ</a>	7'30"
219	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016聯大：Solve $x^2y'' - 4xy' + 4y = 0$ ●提要031	<a href="https://youtu.be/EYngOUkzx1M">https://youtu.be/EYngOUkzx1M</a>	2'57"
220	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016聯大：Solve $L^{-1}\{(s^2 + 2) / [s(s + 1)(s + 2)]\}$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/18WUvAYki2A">https://youtu.be/18WUvAYki2A</a>	6'05"
221	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016聯大：Solve $L^{-1}\{(2s + 5) / (s^2 + 4s + 13)\}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/ngTSv7gzQEo">https://youtu.be/ngTSv7gzQEo</a>	4'36"
222	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016臺師大：試以 Cramer's Rule 解析聯立代數方程式 ●提要200	<a href="https://youtu.be/yRmPOiQuM9k">https://youtu.be/yRmPOiQuM9k</a>	5'25"
223	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016臺師大：Solve $y(x) = x^2 + \int y(x - \tau) \exp(-\tau) d\tau$ , 積分上限為 $x$ , 下限為 $0$ ●提要163	<a href="https://youtu.be/9byU5in3wxU">https://youtu.be/9byU5in3wxU</a>	6'02"
224	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016臺師大：Solve $xy''' - 2y' / x = 0$ ●提要032	<a href="https://youtu.be/7hrxdb1LIL4">https://youtu.be/7hrxdb1LIL4</a>	5'24"
225	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016臺師大：Solve $xy' - y = y^2$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/3sYRqURsKFfs">https://youtu.be/3sYRqURsKFfs</a>	9'14"
226	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016臺師大：Solve $x^2y'' - 4xy' + 6y = 0, y(1) = 0.4, y'(1) = 0$ ●提要031	<a href="https://youtu.be/MRVD5NQDnsY">https://youtu.be/MRVD5NQDnsY</a>	5'07"

序號	題目	網址	影片長度
227	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016雲科大：Solve $y^2 dx + (1 + xy)dy = 0$ ●提要013	<a href="https://youtu.be/Sof3fqFFyX4">https://youtu.be/Sof3fqFFyX4</a>	11'02"
228	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016雲科大：Solve $y'' + 0.4y' + 9.04y = 0$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/3kONasbhoBk">https://youtu.be/3kONasbhoBk</a>	3'11"
229	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016雲科大：Solve $y'' - 4y' + 3y = \sin 2x$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/VV60uuFYyYM">https://youtu.be/VV60uuFYyYM</a>	7'52"
230	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016雲科大：Solve $xyy' = 2y^2 + 3x^2$ ●提要010	<a href="https://youtu.be/6lo0SzUdvWk">https://youtu.be/6lo0SzUdvWk</a>	6'16"
231	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016雲科大：Solve $x^2 y'' - 5xy' + 9y = 0$ ●提要032	<a href="https://youtu.be/QfEMlzn1WLg">https://youtu.be/QfEMlzn1WLg</a>	3'05"
232	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016雲科大：Solve $L^{-1}\{1/[s(s^2+5)]\}$ ●提要154	<a href="https://youtu.be/-58sgUBsJT0">https://youtu.be/-58sgUBsJT0</a>	2'29"
233	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016雲科大：Solve $L\{\sin(\omega t + \theta_0)\}$ ●提要155	<a href="https://youtu.be/2fyB94kk7iI">https://youtu.be/2fyB94kk7iI</a>	2'49"
234	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：試求 $4 \times 4$ 矩陣之行列式值 ●提要194	<a href="https://youtu.be/h1fJ91C84Wk">https://youtu.be/h1fJ91C84Wk</a>	6'30"
235	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $y'' = 3$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/AAXoLLHkxLg">https://youtu.be/AAXoLLHkxLg</a>	3'05"
236	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $y'' + y = \tan x$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/DOc9s_q1vHA">https://youtu.be/DOc9s_q1vHA</a>	11'11"
237	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $y'' + 3y' + 2y = 6 u_s(t)$ , $y(0) = -1$ , $y'(0) = 2$ ●提要173	<a href="https://youtu.be/61Hlv-Z3U5I">https://youtu.be/61Hlv-Z3U5I</a>	11'23"
238	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $y'' + 2.5y' + 1.5y = -\exp(-1.5x)$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/ApX8JiDbXPM">https://youtu.be/ApX8JiDbXPM</a>	10'59"
239	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $y'' - 4y' + 13y = 0$ ●提要042	<a href="https://youtu.be/SmJX12vbgAM">https://youtu.be/SmJX12vbgAM</a>	4'39"
240	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $y'' - 3y' - 4y = x^2 \exp(x)$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/KbsWKWV81kc">https://youtu.be/KbsWKWV81kc</a>	15'21"
241	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $y'' - 2y' - 3y = f(t)$ , $y(0) = y'(0) = 0$ , $f(t) = 0$ if $0 \leq t < 4$ , $f(t) = 12$ if $t \geq 4$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/p7byov1DINU">https://youtu.be/p7byov1DINU</a>	14'26"
242	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $y' = x$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/ocIIR2eS2fM">https://youtu.be/ocIIR2eS2fM</a>	2'13"
243	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $y' = \exp(x)$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/w3q6Alzb5Hw">https://youtu.be/w3q6Alzb5Hw</a>	2'08"
244	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $y' = \cos 2x$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/EUB6eTH23Nc">https://youtu.be/EUB6eTH23Nc</a>	1'46"
245	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $y' = 5y$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/vyub42aeFz0">https://youtu.be/vyub42aeFz0</a>	2'47"
246	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $xyy' = x^2 - y^2$ ●提要010	<a href="https://youtu.be/MzOPnplalbo">https://youtu.be/MzOPnplalbo</a>	7'14"
247	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $L^{-1}\{(2s+9)/(s^2+4s+13)\}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/XyykQK40kfQ">https://youtu.be/XyykQK40kfQ</a>	5'57"
248	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016第一科大：Solve $2x^2 y'' + 9.2xy' + 6.48y = 0$ ●提要032	<a href="https://youtu.be/NxBv6ZFHY">https://youtu.be/NxBv6ZFHY</a>	6'32"
249	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016宜大：Solve $y'' + 2y' + y = x \exp(-x)$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/IsRZZcLsh2c">https://youtu.be/IsRZZcLsh2c</a>	7'42"
250	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016宜大：Solve $y'' - 3y' + 2y = \exp(x)$ , $y(0) = 1$ , $y'(0) = 1$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/w5-83JEq5rc">https://youtu.be/w5-83JEq5rc</a>	8'40"
251	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016北科大：Solve $x^2 y'' - xy' + y = 0$ , $y(1) = 1.5$ , $y'(1) = 0.25$ ●提要032	<a href="https://youtu.be/CP4DEdUTWNk">https://youtu.be/CP4DEdUTWNk</a>	5'38"
252	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016中央：Solve $y'' + 2y' + 5y = 0$ , $y(0) = 1$ , $y'(0) = 1$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/ATGVPulUvJw">https://youtu.be/ATGVPulUvJw</a>	9'28"
253	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016中央：Solve $y'' - 6y' + 8y = 0$ , $y(0) = 1$ , $y'(0) = 0$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/BQ05WkRDwVw">https://youtu.be/BQ05WkRDwVw</a>	7'58"
254	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016中央：Solve $y' + xy = x/y$ , $y(0) = 3$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/zSVP1cZx-HU">https://youtu.be/zSVP1cZx-HU</a>	6'34"
255	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016中央：Solve $2y' + y = t^2$ , $y(0) = 0$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/tkuIogfxjd4">https://youtu.be/tkuIogfxjd4</a>	12'12"
256	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2016中央：Prove that $L\{\exp(at) f(t)\} = F(s-a)$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/mNv2Kh53rKM">https://youtu.be/mNv2Kh53rKM</a>	4'27"
257	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015警大：Solve $y'' - 5y' + 6y = -3 \sin(2x)$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/Td7K01wtsM0">https://youtu.be/Td7K01wtsM0</a>	12'17"
258	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015警大：Solve $[\exp(x+y) + y \exp(y)]dx + [x \exp(y) - 1]dy = 0$ , $y(0) = -1$ ●提要013	<a href="https://youtu.be/EHyHrOJAldw">https://youtu.be/EHyHrOJAldw</a>	16'44"
259	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015聯大：Solve $y' + y/x = 3x^2 y^3$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/865SufK8sWM">https://youtu.be/865SufK8sWM</a>	7'44"
260	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015銘傳：Solve $y'' + 4y' + 6y = 0$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/nVWXL-YGMHY">https://youtu.be/nVWXL-YGMHY</a>	4'55"
261	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015銘傳：Solve $y' = 3x^2 + 1$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/7T49KMVL4UM">https://youtu.be/7T49KMVL4UM</a>	2'53"
262	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015銘傳：Solve $L^{-1}\{(s^2+2s-4)/(s^3-5s^2+2s+8)\}$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/hk16EU0uoaI">https://youtu.be/hk16EU0uoaI</a>	8'20"
263	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015雲科大：Solve $y'' + y' + 0.25y = 0$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/ppAVfVQ0wNc">https://youtu.be/ppAVfVQ0wNc</a>	2'22"
264	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015雲科大：Solve $x(y^2+3)dx + 3y(x^2+2) = 0$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/IhVJx_qujDQ">https://youtu.be/IhVJx_qujDQ</a>	4'58"
265	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015逢甲：Solve $y'' - 2y' + 10y = 0$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/jCUpidFdOMA">https://youtu.be/jCUpidFdOMA</a>	5'22"
266	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015逢甲：Solve $y' = 2y^3 \exp(x)$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/WNo2kNsPhbs">https://youtu.be/WNo2kNsPhbs</a>	1'56"
267	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015逢甲：Solve $L^{-1}\{s/[s(s+1)]\}$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/s43WyxqKxNw">https://youtu.be/s43WyxqKxNw</a>	1'11"
268	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015逢甲：Solve $L^{-1}\{s/(s^2+4s+2)\}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/id6m0YNxkO0">https://youtu.be/id6m0YNxkO0</a>	5'38"
269	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015逢甲：Solve $L^{-1}\{\exp(-5s)/(s^2+4s+2)\}$ ●提要161 + 162	<a href="https://youtu.be/GrhgbKDE7Ps">https://youtu.be/GrhgbKDE7Ps</a>	6'48"
270	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015逢甲：Solve $L\{\exp(-5t)\}$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/sT8LsBakZNM">https://youtu.be/sT8LsBakZNM</a>	3'27"
271	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015逢甲：Solve $L\{\exp(5t)\}$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/_hTdWBW6Uyg">https://youtu.be/_hTdWBW6Uyg</a>	3'35"

序號	題目	網址	影片長度
272	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015逢甲：Solve $L\{ \exp(3t) \sin(5t) \}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/Hx51yPtzK74">https://youtu.be/Hx51yPtzK74</a>	2'42"
273	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015逢甲：Solve $L\{ \exp(-2t) \cos(6t) \}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/elQeLIWRty0">https://youtu.be/elQeLIWRty0</a>	2'36"
274	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015第一科大：Using Cramer's rule to solve the system ●提要200	<a href="https://youtu.be/gmIRir7NciQ">https://youtu.be/gmIRir7NciQ</a>	11'12"
275	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015第一科大：Solve $y'' + 4y' = 2\delta(t-2)$ , $y(0) = 0$ , $y'(0) = 3$ ●提要175	<a href="https://youtu.be/eFu-oapuUEE">https://youtu.be/eFu-oapuUEE</a>	12'59"
276	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015第一科大：Solve $y'' - 6y' + 8y = \exp(t)$ , $y(0) = 3$ , $y'(0) = 9$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/Zun0ffcf4MI">https://youtu.be/Zun0ffcf4MI</a>	16'59"
277	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015第一科大：Solve $y'' - 4y' + 4y = 4x \exp(2x)$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/p0hPDiAF_E">https://youtu.be/p0hPDiAF_E</a>	12'44"
278	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015第一科大：Solve $y'' - 3y' + 2y = 4 \exp(2x)$ , $y(0) = -3$ , $y'(0) = 5$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/fqixqNtnZzs">https://youtu.be/fqixqNtnZzs</a>	16'05"
279	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015第一科大：Solve $y'' - 2y' - 3y = 8 \exp(3x)$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/WQ0az8xFQ5w">https://youtu.be/WQ0az8xFQ5w</a>	9'12"
280	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015第一科大：Solve $y' + 2y / (x+1) = 3$ , $y(0) = 5$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/QW3zAfKGkWE">https://youtu.be/QW3zAfKGkWE</a>	6'07"
281	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015第一科大：Solve $L\{ t^2 \sin kt \}$ ●提要176	<a href="https://youtu.be/1CRAdKFq31A">https://youtu.be/1CRAdKFq31A</a>	15'04"
282	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015第一科大：Solve $L\{ 1 \}$ ●提要147	<a href="https://youtu.be/zNn5yxKMPqA">https://youtu.be/zNn5yxKMPqA</a>	3'33"
283	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015第一科大：Solve $2y'' - 5y' - 3y = 0$ ●提要023	<a href="https://youtu.be/-7LLrqFWohs">https://youtu.be/-7LLrqFWohs</a>	2'38"
284	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015第一科大：Solve $(1+x^2)y' + xy = 0$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/AtM3uDarqNI">https://youtu.be/AtM3uDarqNI</a>	6'51"
285	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015淡江：Solve $y'' + 2y' + 5y = 0$ , $y(0) = 1$ , $y'(0) = 1$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/1M6sydKJxBM">https://youtu.be/1M6sydKJxBM</a>	7'35"
286	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015淡江：Solve $y'' - 2y' - 8y = 0$ , $y(0) = 2$ , $y'(0) = 2$ ●提要023	<a href="https://youtu.be/B7RGs96pOz0">https://youtu.be/B7RGs96pOz0</a>	3'28"
287	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015淡江：Solve $y' = \sin 5x$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/0p3D8-6_Y4E">https://youtu.be/0p3D8-6_Y4E</a>	1'47"
288	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015淡江：Solve $y' = 4x^2 - y / x$ , $y(1) = 2$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/Zua4XYUs_3k">https://youtu.be/Zua4XYUs_3k</a>	4'12"
289	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015淡江：Solve $L^{-1}\{ 1 / [(s-1)^2 - 4] \}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/9aUeo3dI-pU">https://youtu.be/9aUeo3dI-pU</a>	3'05"
290	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015淡江：Solve $L^{-1}\{ 1 / (s+1)^2 \}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/4MMsCnUUVv0">https://youtu.be/4MMsCnUUVv0</a>	1'44"
291	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015淡江：Solve $L^{-1}\{ 1 / (s-2)^4 \}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/9LSYhuXj8JO">https://youtu.be/9LSYhuXj8JO</a>	1'55"
292	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015淡江：Solve $\exp(y)y' - x = 0$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/47cuBCY1KrI">https://youtu.be/47cuBCY1KrI</a>	2'15"
293	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015淡江：Compute the inverse of the 2 x 2 matrix by Gauss-Jordan elimination ●提要192	<a href="https://youtu.be/xwO4lhng5qk">https://youtu.be/xwO4lhng5qk</a>	6'05"
294	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015高應大：Solve $y'' - 2y' + y = 0$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/tdHGYG9QZfg">https://youtu.be/tdHGYG9QZfg</a>	1'49"
295	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015高應大：Solve $y'' - 2y' - 24y = 0$ , $y(0) = 0$ , $y'(0) = 20$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/9dFsoH4OzSE">https://youtu.be/9dFsoH4OzSE</a>	5'30"
296	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015高應大：Solve $5y'' - 10y' + 5y = 0$ , $y(0) = 0$ , $y'(0) = 2$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/qOrsTwnEJ2I">https://youtu.be/qOrsTwnEJ2I</a>	4'48"
297	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015屏科大：Solve $y''' - 2y'' - y' + 2y = 5 \exp(3x)$ ●提要054	<a href="https://youtu.be/J654tM5Yy5k">https://youtu.be/J654tM5Yy5k</a>	7'51"
298	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015屏科大：Solve $y'' + 5y' + 4y = 0$ , $y(0) = 1$ , $y'(0) = 1$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/mJJod8Bznec">https://youtu.be/mJJod8Bznec</a>	7'56"
299	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015屏科大：Solve $y'' + 4y = \sin 2x + \cos 2x$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/GDCOrfRowI">https://youtu.be/GDCOrfRowI</a>	16'22"
300	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015屏科大：Solve $y' + y = x / 2$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/VSJHo9TnQ5I">https://youtu.be/VSJHo9TnQ5I</a>	6'22"
301	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015屏科大：Solve $(4xy+1)dx + (2x^2-3)dy = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/OzowitzExR3c">https://youtu.be/OzowitzExR3c</a>	7'40"
302	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015屏科大：Find the value of the determinant of a 4 x 4 matrix ●提要194	<a href="https://youtu.be/2_i-IRxwtPQ">https://youtu.be/2_i-IRxwtPQ</a>	2'30"
303	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015屏科大：Find the inversion of a 3 x 3 matrix ●提要193	<a href="https://youtu.be/V0IAFICIdS8">https://youtu.be/V0IAFICIdS8</a>	10'05"
304	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015明志：Solve $y'' + 2y' - 3y = 9 \exp(2x) + x$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/HYMUvSxfgd0">https://youtu.be/HYMUvSxfgd0</a>	7'52"
305	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015明志：Solve $y'' - 3y' + 2y = 2x + 3$ , $y(0) = 4$ , $y'(0) = 5$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/25N6ohG9k7I">https://youtu.be/25N6ohG9k7I</a>	7'39"
306	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015明志：Solve $y'' - 2y' + y = 2 \sin 3x + \exp(2x)$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/YAJ6L_6YUA8">https://youtu.be/YAJ6L_6YUA8</a>	11'26"
307	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015明志：Solve $y' = y^2 \exp(-2x)$ , $y(0) = 4$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/fxofsLbq6Q8">https://youtu.be/fxofsLbq6Q8</a>	3'03"
308	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015宜大：Solve $y^2 + y - xy' = 0$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/MY1AEKUc3xw">https://youtu.be/MY1AEKUc3xw</a>	4'41"
309	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015宜大：Solve $y'' + 2y' - 8y = 16 + (12x-4) \exp(2x)$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/gdasKO0ah0U">https://youtu.be/gdasKO0ah0U</a>	13'51"
310	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015宜大：Solve $xdy + (y - x^4y^3)dx = 0$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/9y5VZWwlCjU">https://youtu.be/9y5VZWwlCjU</a>	7'35"
311	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015宜大：Solve $x' = 3x - 2y$ , $y' = y - 4x$ , $x(0) = 8$ , $y(0) = 4$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/btW4A3mb2Qo">https://youtu.be/btW4A3mb2Qo</a>	13'17"
312	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015文化：Solve $y'' + y = 0.001x^2$ , $y(0) = 0$ , $y'(0) = 1.5$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/LfNSMHPmGso">https://youtu.be/LfNSMHPmGso</a>	10'08"
313	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015文化：Solve $y'' + 6y' + 9y = 0$ , $y(0) = 2$ , $y'(0) = 0$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/aoNiWz9fSSE">https://youtu.be/aoNiWz9fSSE</a>	4'57"
314	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015文化：Solve $y'' - 3y' + 2y = t$ , $y(0) = 4$ , $y'(0) = 5$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/T_gX8JzPpWE">https://youtu.be/T_gX8JzPpWE</a>	16'08"
315	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015文化：Solve $y' = (y+x)(y+x-5) - 2$ ●提要011	<a href="https://youtu.be/QVGPpsQOoK4I">https://youtu.be/QVGPpsQOoK4I</a>	13'22"
316	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015文化：Solve $xy' = y^2 + y - 7$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/yIFRjdOg95s">https://youtu.be/yIFRjdOg95s</a>	10'20"

序號	題目	網址	影片長度
317	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015文化：Solve $(y^2 - 4)dx + xdy = 0$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/OIEaME9K5VI">https://youtu.be/OIEaME9K5VI</a>	5'57"
318	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015文化：Prove that $L\{\cos kt\} = s / (s^2 + k^2)$ ●提要154	<a href="https://youtu.be/VyN2WF8tgUk">https://youtu.be/VyN2WF8tgUk</a>	11'04"
319	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015文化：Find the value of the determinant of a 3 x 3 matrix ●提要194	<a href="https://youtu.be/J5Njd4gnt84">https://youtu.be/J5Njd4gnt84</a>	2'57"
320	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $y''' - y' = 2x + \exp(x)$ ●提要055	<a href="https://youtu.be/8ISUTvjw8Ks">https://youtu.be/8ISUTvjw8Ks</a>	9'12"
321	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $y'' + 9y = \cos 2x, y(0) = 1, y(\pi/2) = -1$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/rbB3g8qaXaI">https://youtu.be/rbB3g8qaXaI</a>	13'09"
322	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $y'' + 4y' + 7y = 0$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/qH0VRM7PCZ4">https://youtu.be/qH0VRM7PCZ4</a>	4'38"
323	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $y'' + 3y = 13 \sin 2t, y(0) = 6$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/7TWWnbxIMW8">https://youtu.be/7TWWnbxIMW8</a>	9'37"
324	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $y'' + 2y' + 4y = 0$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/FdyvhWgBJWA">https://youtu.be/FdyvhWgBJWA</a>	5'01"
325	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $y'' + 2y' - 3y = 8 \exp(x)$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/GtonYIY7db8">https://youtu.be/GtonYIY7db8</a>	5'35"
326	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $y'' + 2y' - 3y = 0$ ●提要023	<a href="https://youtu.be/ub2Cfmm8oFY">https://youtu.be/ub2Cfmm8oFY</a>	2'13"
327	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $y'' - 10y' + 25y = 0$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/rx37WAfJgLM">https://youtu.be/rx37WAfJgLM</a>	2'20"
328	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $y' = x^3y, y(0) = 2$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/PGYfbK6SeEE">https://youtu.be/PGYfbK6SeEE</a>	2'28"
329	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $y' - y / x = x^2$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/FqebQkDF3K8">https://youtu.be/FqebQkDF3K8</a>	3'41"
330	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $x^2y'' - xy' + y = x \ln x, y(1) = y'(1) = 0$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/AS3MrdC6paI">https://youtu.be/AS3MrdC6paI</a>	12'36"
331	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $2y'' - 5y' - 3y = 0$ ●提要023	<a href="https://youtu.be/6M7mg2qoQEY">https://youtu.be/6M7mg2qoQEY</a>	2'17"
332	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $\int(4x^2ydx + xydy)$ , 積分路徑C：沿 $x = y^2$ 由點 (1,-1) 到點 (1,1) ●提要237	<a href="https://youtu.be/bs_9k6vLjE8">https://youtu.be/bs_9k6vLjE8</a>	3'45"
333	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $[\exp(2y) - y \cos xy]dx + [2x \exp(2y) - x \cos xy + 2y]dy = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/l0la0lp0GkI">https://youtu.be/l0la0lp0GkI</a>	8'40"
334	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $(x^2 - 9)y' + xy = 0$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/P7xtVXcoKIs">https://youtu.be/P7xtVXcoKIs</a>	4'30"
335	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中原：Solve $(x^2 - 4)y' + xy = x$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/CsfQ5e2r7bE">https://youtu.be/CsfQ5e2r7bE</a>	6'44"
336	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中央：Solve $y'' + 4y' + 4y = 0, y(0) = 3, y'(0) = -1$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/vFkOrBXZj_U">https://youtu.be/vFkOrBXZj_U</a>	3'52"
337	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015中央：Solve $L^{-1}\{1 / [(s+a)(s+b)]\}, a \neq b$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/HIQFEyKBS4">https://youtu.be/HIQFEyKBS4</a>	3'53"
338	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015大同：試證明 3 x 3 矩陣之行列式值為 $(b-a)(c-a)(c-b)$ ●提要194	<a href="https://youtu.be/dtQsAJuYJLY">https://youtu.be/dtQsAJuYJLY</a>	4'09"
339	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015大同：試解析聯立之代數方程式 ●提要191	<a href="https://youtu.be/dhsUaRQ2c38">https://youtu.be/dhsUaRQ2c38</a>	14'06"
340	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015大同：Solve $y'' + 4y' + 3y = \exp(t), y(0) = 0, y'(0) = 2$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/xlIRh48DbQs">https://youtu.be/xlIRh48DbQs</a>	12'57"
341	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015大同：Solve $y'' - 6y' + 9y = 0$ ●提要024	<a href="https://youtu.be/_ecTyiK4Sz0">https://youtu.be/_ecTyiK4Sz0</a>	2'02"
342	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015大同：Solve $y'' - 2y' + y = \exp(x)$ ●提要041	<a href="https://youtu.be/Cu21tnKL5M8">https://youtu.be/Cu21tnKL5M8</a>	7'42"
343	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015大同：Solve $xy' + y = x^2y^2$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/FPyopqNejw4">https://youtu.be/FPyopqNejw4</a>	7'36"
344	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2015大同：Solve $x^2y'' - 5xy' + 9y = 0$ ●提要032	<a href="https://youtu.be/E4v6DF8AJyg">https://youtu.be/E4v6DF8AJyg</a>	3'15"
345	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014成大：Solve $yy' + xy^2 = x^3$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/31Vlc5w5KGs">https://youtu.be/31Vlc5w5KGs</a>	10'08"
346	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014成大：Solve $y'' - y = 2 / [\exp(x) - 1]$ ●提要043	<a href="https://youtu.be/uf6uGbaL1sE">https://youtu.be/uf6uGbaL1sE</a>	15'30"
347	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014成大：Solve $x^2y'' - xy' + y = \cos(\ln x)$ ●提要032	<a href="https://youtu.be/wFWTofAdzrQ">https://youtu.be/wFWTofAdzrQ</a>	18'22"
348	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014成大：Solve $x'' + 9x = 0, x = x(t)$ ●提要025	<a href="https://youtu.be/h25r_k3prPE">https://youtu.be/h25r_k3prPE</a>	3'55"
349	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014成大：Solve $x' = 2x + y + \exp(-t), y' = x + 2y, x(0) = y(0) = 1$ ●提要182	<a href="https://youtu.be/pnBQdIKg8hM">https://youtu.be/pnBQdIKg8hM</a>	20'47"
350	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台科大：試求矩陣 A 之 10 次方 ●提要198	<a href="https://youtu.be/TH1GcT8QWXA">https://youtu.be/TH1GcT8QWXA</a>	4'39"
351	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台科大：已知 $2xy^3 - 3y - (3x + ax^2y^2 - 2ay)y' = 0$ 為正合微分方程式 ... ●提要012	<a href="https://youtu.be/T4e9HXID55A">https://youtu.be/T4e9HXID55A</a>	17'39"
352	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台科大：Solve $y'' + 4y = \delta(t), y(0) = y'(0) = 0$ ●提要175	<a href="https://youtu.be/mUkjtLjwqA">https://youtu.be/mUkjtLjwqA</a>	5'01"
353	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台科大：Solve $y' \cos x + (3y - 1) \sec x = 0, y(\pi/4) = 4/3$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/6fKiYKcJf-4">https://youtu.be/6fKiYKcJf-4</a>	8'31"
354	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台科大：Solve $xy'' - 5y' + 10y / x = 0, y(1) = 2, y'(1) = 3$ ●提要033	<a href="https://youtu.be/cR3qXY-2ALI">https://youtu.be/cR3qXY-2ALI</a>	15'51"
355	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台科大：Solve $x^2y'' - xy' + 2y = 0$ ●提要033	<a href="https://youtu.be/V9VJD8tGeCM">https://youtu.be/V9VJD8tGeCM</a>	7'50"
356	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台科大：Solve $x'' - 2x' + 3y' + 2y = 8, 3y + 2y' - x' = 0, x(0) = x'(0) = y(0) = 0$ ●提要182	<a href="https://youtu.be/1Zo-YAjOGns">https://youtu.be/1Zo-YAjOGns</a>	32'53"
357	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台科大：Solve $L^{-1}\{4 \exp(-3s) / (s^2 + 4s + 20)\}$ ●提要162	<a href="https://youtu.be/5ktKDk8hebU">https://youtu.be/5ktKDk8hebU</a>	8'20"
358	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台科大：Solve $L\{f(t)\}, f(t) = 2t - \sin t$ for $0 \leq t < \pi, f(t) = 0$ for $t \geq \pi$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/tUQOSwxjFKs">https://youtu.be/tUQOSwxjFKs</a>	16'56"
359	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台科大：Solve $f(t) = t^2 + \int f(t-\tau) \exp(-\tau) d\tau$ , 積分上限為 t, 下限為 0 ●提要163	<a href="https://youtu.be/O4PfQFcOhwM">https://youtu.be/O4PfQFcOhwM</a>	7'34"
360	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台科大：Find the Laplace transform of $t \exp(t) \cos(3t)$ ●提要177	<a href="https://youtu.be/x8hCh3rF_ec">https://youtu.be/x8hCh3rF_ec</a>	10'29"
361	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014台大：Find the value of the determinant of 4x4 matrix ●提要194	<a href="https://youtu.be/MpKTmy23FIY">https://youtu.be/MpKTmy23FIY</a>	13'12"
362	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：試解聯立之代數方程式 $AX = b$ ●提要192	<a href="https://youtu.be/R7sBKuza3T0">https://youtu.be/R7sBKuza3T0</a>	19'09"

序號	題目	網址	影片長度
363	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：試求 3x3 矩陣之反矩陣 ●提要192	<a href="https://youtu.be/1PtX6a1c-t4">https://youtu.be/1PtX6a1c-t4</a>	11'55"
364	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：試求 3x3 之上三角矩陣的反矩陣 ●提要192	<a href="https://youtu.be/tOe_GPrJmCs">https://youtu.be/tOe_GPrJmCs</a>	11'04"
365	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $y_1' = -3y_1 + y_2 - 6 \exp(-2t)$ , $y_2' = y_1 - 3y_2 + 2 \exp(-2t)$ ●提要059	<a href="https://youtu.be/SKDCWz0M0SU">https://youtu.be/SKDCWz0M0SU</a>	15'15"
366	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $y'' + 2y' + 2y = \delta(t)$ , $y(0) = 0$ , $y'(0) = 0$ ●提要175	<a href="https://youtu.be/MSdMgYy01Hc">https://youtu.be/MSdMgYy01Hc</a>	7'52"
367	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $y'' - y' - 2y = 10 \sin x$ , $y(0) = 1$ , $y'(0) = 0$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/alNH9Z7iWnE">https://youtu.be/alNH9Z7iWnE</a>	26'08"
368	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $y'' - y' - 2y = 10 \sin x$ , $y(0) = 1$ , $y'(0) = 0$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/2vCdWr_AC18">https://youtu.be/2vCdWr_AC18</a>	13'16"
369	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $y' = y / x + 2x^3 \cos x^2 / y$ , $y(\sqrt{\pi}) = 0$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/TqhvOHRkigQ">https://youtu.be/TqhvOHRkigQ</a>	9'52"
370	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $y' - 2y = -3y^2$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/c4rjhU5p5uQ">https://youtu.be/c4rjhU5p5uQ</a>	6'46"
371	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $xy'' = y' + x(y')^2$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/OppXWdcUDaQ">https://youtu.be/OppXWdcUDaQ</a>	10'45"
372	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $x^2y'' + axy' + by = x \ln x$ ●提要032	<a href="https://youtu.be/smvWqRt2D-Q">https://youtu.be/smvWqRt2D-Q</a>	19'58"
373	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $x'' + 3y' + 3y = 0$ , $x'' + 3y = t \exp(-t)$ , $x(0) = 0$ , $x'(0) = 2$ , $y(0) = 0$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/ArJboIfUBdk">https://youtu.be/ArJboIfUBdk</a>	26'38"
374	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $L^{-1}\{(s-2)/(s-3)\} \exp(-s)$ ●提要162	<a href="https://youtu.be/-FhmzMP7Mhg">https://youtu.be/-FhmzMP7Mhg</a>	4'45"
375	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $L^{-1}\{(s-2)/(s-3)\} \exp(-s)$ ●提要162	<a href="https://youtu.be/Xz4vwIfVEhY">https://youtu.be/Xz4vwIfVEhY</a>	4'08"
376	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $L\{t - t^2 + t^3/2! - t^4/3! + \dots\}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/0IOBMgbh6ew">https://youtu.be/0IOBMgbh6ew</a>	2'49"
377	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $\int [x^2 \exp(-2x)] dx$ ●提要(☆004☆)	<a href="https://youtu.be/A6IVV4tW4b0">https://youtu.be/A6IVV4tW4b0</a>	4'29"
378	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Solve $(D^2 - 4)D^3(D^2 + D + 2)^2 y = 0$ , $D = d/dt$ ●提要052	<a href="https://youtu.be/1T2ZXv3YDd8">https://youtu.be/1T2ZXv3YDd8</a>	7'05"
379	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Find the orthogonal trajectories of $xy^2 = C$ ●提要020	<a href="https://youtu.be/e77JOPwU1Wg">https://youtu.be/e77JOPwU1Wg</a>	4'32"
380	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中興：Find the eigenvalues and eigenvectors of a 2 x 2 matrix A ●提要066	<a href="https://youtu.be/Cssc2Rr5LeY">https://youtu.be/Cssc2Rr5LeY</a>	9'29"
381	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中正：Solve $y'' - 3y' + 2y = 12 \exp(-2t)$ , $y(0) = 2$ , $y'(0) = 6$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/UfmG5oEyqKM">https://youtu.be/UfmG5oEyqKM</a>	13'21"
382	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中正：Solve $(x^2 + 3y^2)dx - 2xydy = 0$ ●提要010	<a href="https://youtu.be/mzYDoY9rTts">https://youtu.be/mzYDoY9rTts</a>	7'25"
383	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中央：Solve $y^2y' = \frac{2}{3}(2x^2 - y^3) / x$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/oF5n9c9fm4M">https://youtu.be/oF5n9c9fm4M</a>	11'44"
384	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中央：Solve $y_1' = y_1 + y_2 + 10 \cos x$ , $y_2' = 3y_1 - y_2 - 10 \sin x$ ●提要062	<a href="https://youtu.be/ExK_ow1jnF4">https://youtu.be/ExK_ow1jnF4</a>	15'32"
385	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中央：Solve $y_1' = 3y_1 - 4y_2 + 20 \cos t$ , $y_2' = y_1 - 2y_2$ , $y_1(0) = 0$ , $y_2(0) = 8$ ●提要059	<a href="https://youtu.be/i_GdNuHDGok">https://youtu.be/i_GdNuHDGok</a>	16'43"
386	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中央：Solve $y'' + 4y' + 3y = 65 \cos(2x)$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/ymua5cn0iz4">https://youtu.be/ymua5cn0iz4</a>	10'37"
387	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中央：Solve $y'' + 2y' - 3y = 3$ , $y(0) = y'(0) = 0$ ●提要040	<a href="https://youtu.be/yWlzb-tyyyQ">https://youtu.be/yWlzb-tyyyQ</a>	9'16"
388	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中央：Solve $y'(t) = 1 - \exp(-2t) \int y(t) \exp(2t) dt$ , 積分上限為 t, 下限為 0 ●提要163	<a href="https://youtu.be/eISFFzy3_OY">https://youtu.be/eISFFzy3_OY</a>	9'13"
389	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中央：Solve $y' + y = -x / y$ ●提要015	<a href="https://youtu.be/qWw1wIXwqk8">https://youtu.be/qWw1wIXwqk8</a>	10'31"
390	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中央：Solve $x^3y''' - 3x^2y'' + 6xy' - 6y = x^4 \ln x$ ●提要057	<a href="https://youtu.be/rRKEgwt7U10">https://youtu.be/rRKEgwt7U10</a>	25'59"
391	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中央：Solve $x^3y''' - 3x^2y'' + 6xy' - 6y = 0$ ●提要031	<a href="https://youtu.be/pLU_DNxE-2c">https://youtu.be/pLU_DNxE-2c</a>	5'22"
392	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中央：Solve $L^{-1}\{\exp(-6s) / [s(s^2 + s + 1)]\}$ ●提要162	<a href="https://youtu.be/LwmMjObF3Lk">https://youtu.be/LwmMjObF3Lk</a>	12'55"
393	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2014中央：Solve $(2xy - y^2)dx - x^2dy = 0$ ●提要013	<a href="https://youtu.be/JvOZQsPggQ0">https://youtu.be/JvOZQsPggQ0</a>	16'08"
394	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013銘傳：Solve $y'' = 0$ , $y(0) = 1$ , $y'(0) = 2$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/ZzOOGLibmZs">https://youtu.be/ZzOOGLibmZs</a>	3'59"
395	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013銘傳：Solve $y'' + \omega_n^2 y = f(t)$ , $y(0) = y_0$ , $y'(0) = 0$ ●提要143	<a href="https://youtu.be/az7XW1DDZL8">https://youtu.be/az7XW1DDZL8</a>	3'51"
396	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013銘傳：Solve $y' - y = \exp(-x)$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/Am1fctxRvI">https://youtu.be/Am1fctxRvI</a>	5'17"
397	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013銘傳：Solve $dy = 2xdx$ ●提要008	<a href="https://youtu.be/LnFr-xNa4Q4">https://youtu.be/LnFr-xNa4Q4</a>	1'58"
398	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013銘傳：Solve $L^{-1}\{1 / [s(s^2 + 1)]\}$ ●提要147 + 154	<a href="https://youtu.be/4NLrHQZy2w">https://youtu.be/4NLrHQZy2w</a>	2'16"
399	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013銘傳：Solve $L^{-1}\{1 / [(s+1)(s+2)]\}$ ●提要151	<a href="https://youtu.be/qZc5VVnn0pE">https://youtu.be/qZc5VVnn0pE</a>	2'27"
400	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013銘傳：Solve $L\{t^3 \exp(2t)\}$ ●提要161	<a href="https://youtu.be/XOOIkwlYU2U">https://youtu.be/XOOIkwlYU2U</a>	2'45"
401	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013義守：Solve $y''' - 5y'' + 3y' + 9y = 0$ ●提要052	<a href="https://youtu.be/yuiMhVN3rMA">https://youtu.be/yuiMhVN3rMA</a>	4'24"
402	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013義守：Solve $y' = y^2 - 16$ ●提要009	<a href="https://youtu.be/BAI73nqyobU">https://youtu.be/BAI73nqyobU</a>	6'13"
403	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013義守：Solve $y' + y = \exp(-3x)$ ●提要014	<a href="https://youtu.be/RwJ9X9LrEVU">https://youtu.be/RwJ9X9LrEVU</a>	2'45"
404	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013義守：Solve $x^2y'' + xy' - y = 0$ ●提要023	<a href="https://youtu.be/NZMF2zT23a8">https://youtu.be/NZMF2zT23a8</a>	2'44"
405	【2018教育部教學實踐研究計畫】(4K) 2013義守：Solve $(8x + 4y)dx + (4x - 8y^3)dy = 0$ ●提要012	<a href="https://youtu.be/pU7wVUIIn-Qc">https://youtu.be/pU7wVUIIn-Qc</a>	6'13"