

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：PEE1101210

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2021 年 8 月 1 日至 2022 年 7 月 31 日

開放式課程「工程數學」常被徵詢的問題與其解答探討  
(配合課程名稱：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

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2022 年 9 月 20 日

## 摘要

本研究嘗試彙整歷年來在實體課程與開放式課程平台上，學生們所提出的各類工程數學之疑問並加以解答，所蒐集的問題共計有 228 個。解答疑問的方式與過程已以開放式課程的形式，分享至 YouTube 教學平台，用以幫助對工程數學的學習有興趣之莘莘學子們。所採用的教學方法包括問答教學法、資訊科技融入教學法、和自學輔導法等，然後將相關研究成果實際應用於工程數學(一)(二)的教學中，並採用問卷調查法和質性分析方法等進行教學成果的評估。本計畫有針對 26 位同學進行問卷，結果顯示問卷分數分別高達 94.78 分和 97.66 分。

另外，由質性分析結果得知，學習者相信計畫主持人所開發出的數位教材至少具備八項優點。(1)實現教育資源共享的理念；(2)創造自主學習的教學環境；(3)提供虛擬學習的機會；(4)幫助弱勢學生；(5)構建以單元為主題的學習材料；(6)營造積極學習的環境；(7)提供教師和學生之間透過 YouTube 進行互動的機會；(8)學習不受時間和空間的限制。研究成果有助於提升工程數學的學習水平。

**關鍵字：**工程數學、YouTube、開放式課程、教育資源共享、自主學習

## ABSTRACT

This research attempts to collect and answer various engineering mathematics questions raised by students in the physical classroom and OpenCourseWare over the years. The total number of questions and answers collected is about 228. Results are shared on YouTube in the form of OpenCourseWare to help students who are interested in engineering mathematics through virtual learning. The primary teaching methods used in these courses are processed through question-and-answer, integrated information technology teaching techniques, and self-study tutoring. The practical application of research results is concentrated on the teaching of engineering mathematics I and II. The questionnaire survey methods and qualitative analysis methods are used to evaluate teaching effectiveness. This project has conducted a questionnaire for 26 students, and the scores of the questionnaire are high at 94.78 and 97.66, respectively.

According to a qualitative analysis of the results, the learners believe that the developed digital teaching materials can provide at least eight learning advantages summarized as follows: 1) realizing the concept of sharing educational resources, 2) creating a teaching environment for autonomous learning, 3) providing opportunities for virtual learning, 4) helping disadvantaged students, 5) constructing unit-themed learning materials, 6) building an environment for active learning, 7) supporting the opportunity to interact between teachers and students through YouTube, and 8) learning with less restricted on time and space. The results of this project can improve the learning of engineering mathematics.

**Keywords:** Engineering Mathematics, YouTube, OpenCourseWare, Sharing Educational Resources, Autonomous Learning

## 目錄

摘要 .....	I
ABSTRACT .....	II
目錄 .....	III
一、研究動機與目的(Research Motive and Purpose) .....	1
二、文獻探討(Literature Review) .....	2
三、研究問題(Research Question) .....	5
四、研究設計與方法(Research Methodology) .....	6
五、教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes) .....	8
六、建議與省思(Recommendations and Reflections) .....	15
參考文獻(References) .....	16
附件(Appendix) .....	20

# 開放式課程「工程數學」常被徵詢的問題與其解答探討

## 一、研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

本計畫是根據計畫主持人的教學經驗，將許多教授工程數學的老師認為學生理應具備的基本能力，或學生們尚待突破的學習瓶頸和困擾，透過開放式課程平台給予即時的解惑。本計畫嘗試以學生為視角，已建立 228 題的工程數學常見問題與其解答，是以影音教學影片搭配自行撰寫的教學講義之形式加以呈現，最後再將所完成的計畫成果建置於如圖 1 所示之 [YouTube 教學平台](#) 上，用以提供給對工程數學的學習有興趣之莘莘學子們參考。以上這些努力，應有助於提升使用 YouTube 工程數學之教學平台的同學在自學工程數學時的學習成效。



圖 1 計畫案相關之教學實踐研究成果已建置 [YouTube 教學平台](#) 之播放清單中

本計畫是基於 107 至 109 學年度所執行的教育部教學實踐研究計畫案[1-3]之教學研究成果，所建立之以學生為視角的工程數學常見問題的影音問答集暨教學講義，此一努力至少可以在三方面幫助學生們學好工程數學：

- (1) **讓自學者了解前人遭遇的學習瓶頸：**以前的學生曾經遇到的工程數學之學習困擾，有可能也是目前多數學生的學習瓶頸，今本計畫已有系統的整理出這些關鍵問題並加以解惑，應有助於減少自學者之學習困擾。
- (2) **讓自學者擁有線上輔助教學的助教：**學生們在自學工程數學的過程中，可透過本計畫之工程數學影音問答集暨教學講義的協助，這好比擁有家教老師或助教的效果，可即時獲得學習輔導，能有清晰的思路，研討並解析所面對的工程數學問題。
- (3) **讓自學者獲得觸類旁通的學習機會：**同學們在檢視工程數學常見問題時，會同時看到各個面向的問題與解答，此應有助於讓同學們獲得觸類旁通之深入學習的機會。

自 2003 年起，計畫主持人即引用資訊科技融入教學法，建立開放式課程平台上的工程數學教材，所完成的工程數學之系列教學影片和教學講義，均無需帳號密碼，即可在本校開放式課程平台[4-7]、YouTube 教學平台[8-16]及社團法人臺灣開放式課程暨教育聯盟[17-20]上順利取得所建置的教材。計畫主持人本著知識共享的理念及建立開放式教科書的熱忱，很樂意

提供學習資源給對工程數學的學習有興趣之莘莘學子們。所錄製的教學影片或所撰寫的講義，均採用啟發式教學法，讓學生學會解決問題的過程，希望能幫助學生們建立清晰的邏輯分析與理解能力。計畫主持人的教學會完全避免公式的呆板記憶與公式的套用，且在教學過程中，會將公式的來源清楚呈現給學生們，使學習者能建立完整的問題解決之能力。根據學生們的學習回饋得知，此一學習過程，學生們較能獲得學習樂趣與學習成就感。計畫主持人本著知識共享的理念及建立開放式教科書的熱忱，很樂意提供學習資源給對工程數學的學習有興趣之莘莘學子們。

## 二、文獻探討(Literature Review)

由文獻[21、22]知，教學設計與教學策略是數位學習的重要關鍵，基於此，計畫主持人擬訂了系列的工程數學教材的開發策略，且均已安置於 YouTube 平台、中華大學開放式課程平台、社團法人臺灣開放式課程暨教育聯盟平台等，可免費供莘莘學子們參閱。在 107 學年度的教學實踐研究計畫案[1]中，計畫主持人主要是擬回應網路上眾多莘莘學子們考研究所時的殷殷期盼，故錄製 2013~2018 年各校的研究所考試之工程數學考題的解題影片與講義，並已獲致初步的成果，共錄製 407 個研究所考古題之解題影片。

計畫主持人認為學習工程數學不應該只是為了應付考試，教授工程數學的老師們應該都很期待學生們亦能將所學到的工程數學知識應用於解決工程問題。基於此，計畫主持人提出 108 學年度之教學實踐研究計畫案[2]的申請，並已順利執行完畢，共建立 110 個工程數學在工程上之應用案例的解題影片。

若數位學習只仰賴自主學習者的堅強毅力，則所開發出的數位教材仍只能讓少數學生受益，因多數學習者可能在瀏覽教學影片的過程中分了心，致降低學習成效。為協助學習者專注於學習，故已在學習者瀏覽教學影片的過程中，引用 H5P.com 提供的功能，安排讓影片暫停並請學習者思考學習重點和回答所擬問題後，才能繼續瀏覽教學影片。另外，單元主題影片結束時，也會給予總結性的單元測驗，讓學習者有機會了解自己的學習成效。最後，亦已在影片的結尾安置兩個關聯影片，讓自學者有機會進行延伸學習。以上努力，是 109 學年度執行中的教學實踐研究計畫案[3]之主要努力方向。這些已完成的研究成果，應可協助網路上自學工程數學的同學建立後設認知的技能，目前每月仍以 57 美元持續租用 H5P.com 的教學應用功能。若以萬米賽程形容工程數學之數位教材的建構，計畫主持人自評，目前各方面的努力成果還在起跑階段。

計畫主持人是採用非同步的數位學習模式進行開放式課程的授課，希望透過教學設計，讓學習者得以持續建立自主學習的習慣。但即使學習者本身很有學習工程數學的熱忱，仍需輔以學習方法與時間管理[23、24]，才能得到數位學習的好處。為幫助透過網路自學工程數學的莘莘學子們，已以 107 至 109 學年度所完成的教育部教學實踐研究計畫之成果[1-3]為基礎，繼續建立 228 題以上，以學生為視角之工程數學問答集，此應極有助於自學工程數學的同學之參考。圖 2 是在 YouTube 上，以問卷方式調查「所彙整具有代表性之常被徵詢的工程數學問題」之果效。由問卷結果得知，有 91% 的同學認為此一教學研究成果「非常有幫助」，亦有 9% 的讀者同意這是「有幫助」的，由此可知，本計畫所完成的教學研究成果確實已受到高度的肯定。

因在開放式課程平台上的學生來自四面八方，又各學系之工程數學的教學內容精彩、豐富、多元且多面向，故所彙集的工程數學之常見問題的集錦，亦擬盡可能的能符合各方的需求。基於此，圖 3 是計畫主持人所彙集的第 1 個學生最常詢問的問題「為什麼要學習工程數學？」；也會納入計畫主持人在教授工程數學(三)(四)時，學生們較不清楚的學習重點；此外，107~109 學年度的教育部教學實踐計畫案[1-3]之教學研究成果中，常被同學們關注的工程數學問題，也會加以蒐集。以上努力，應有助於豐富本計畫案之研究成果，可讓對工程數學的學習有興趣之自學者，肯定其參考價值。





圖 2 以問卷方式調查「所彙整具有代表性之常被徵詢的工程數學問題」的果效

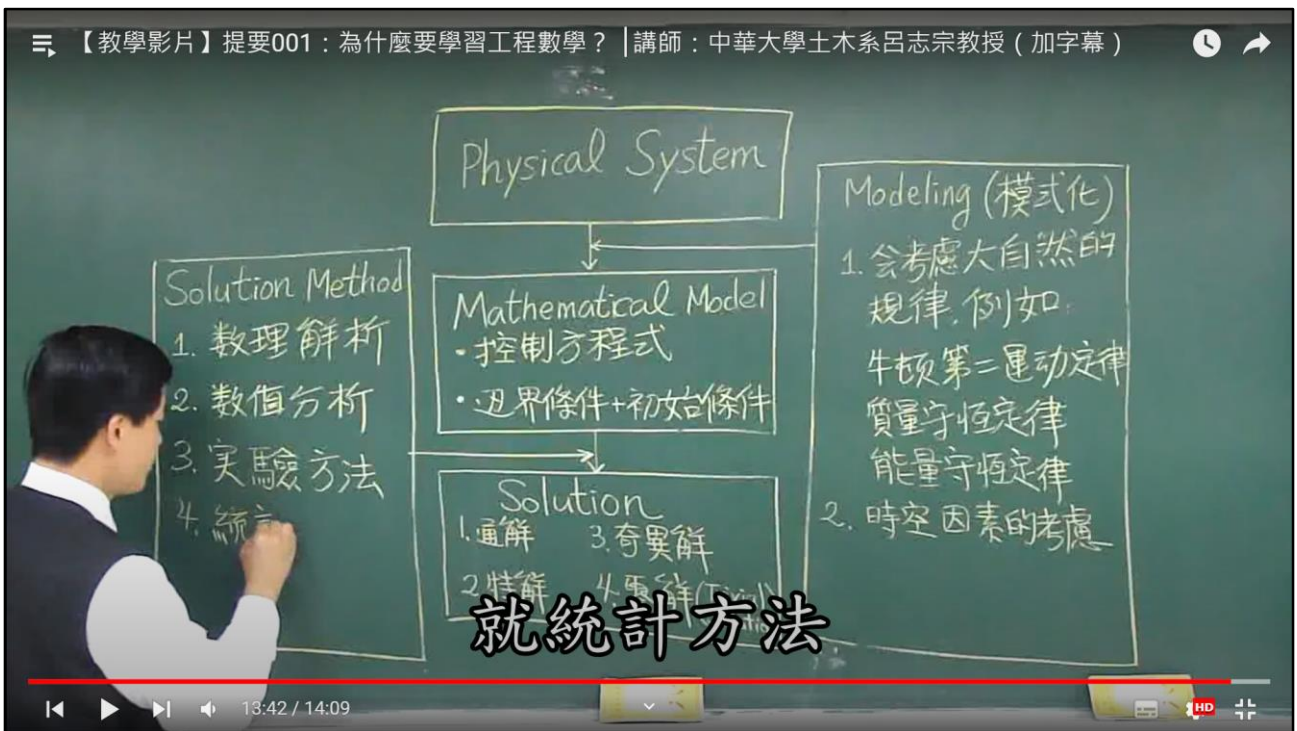


圖 3 計畫主持人所彙集的第 1 個學生最常詢問的問題「為什麼要學習工程數學？」

Lyon 與 Magana[25]曾建議工程教育者在教授數學模式的建立時，應留意所實施的教學策略。Muhammad 和 Srinivasan[26]則提出以解決問題為導向的教學策略，結果顯示學生們的學習表現相當令人滿意。Lohgheswary、Zakaria、Nopiah 和 Aziz[27]的研究認為，符號運算軟體 Mathematica 在工程數學的數位學習上具有正面的應用成效。Noor、Alwadood、Sulaiman 和 Halim[28]則引用符號運算軟體 Maple 為交互式學習工具，並評估學生使用該工具的意願，結果顯示 Maple 有助於增加學生工程數學的學習興趣。Ambikairajah 和 Tisdell[29]引用線上測

驗，並評估其適用性和適當性，結果顯示學生們的滿意度顯著提高。Freeman、Eddy 與 McDonough 等人[30]的研究認為，主動學習有助於提高學生們在科學、工程和數學方面的學業表現；Cheong 與 Koh[31]提供可進行虛擬學習的整合實驗室環境，介紹工程數學中之 Fourier 分析原理，藉以提升學習動機與學習成效。Marchisio 等人[32]引用先進的計算機環境 (Advanced Computer Environment, ACE)，讓學生們藉由持續的互動以建構數學知識和解決問題的能力。Yelamarthi[33]以學習者為中心，融合工程、數學、程式設計等課程的教學模式，可改善大二學生的學習。d'Inverno、Davis 和 White[34]使用工程數學之個人回饋系統，促進學生的學習與互動；Becker 與 Kyungsuk[35]在研究過程中，提出綜合分析方法，用以探討其對科學、技術、工程和數學的學習影響；Rahman、Yusof 與 Baharun[36]在教學上引用行動研究方法，提升工程數學的學習成效；Tawil、Shaari 與 Zaharim 等人[37]曾引用互聯網工具，增進工程數學之教與學的成效；Kipli、Bateni 和 Osman 等人[38]曾針對馬來西亞砂勞越大學工程學院的一年級學生，進行工程數學(一)之學習成效的個案研究；Kashefi、Ismail 與 Yusof[39]提出比較研究方法，探討工程數學的學習障礙並加以突破；Othman、Asshaari、Bahaludin 等人[40]認為，學生們可以透過合作學習，學好工程數學。Tisdell[41]的研究認為，多數學生均認同使用 YouTube 教學影片進行工程數學的輔助學習，確實有助於提升學生們的學習成效。Winangun 和 Fauziah[42]曾提出科學教育之課程設計構想，期能結合科學、工程、技術、及數學，以提升理工科系學生之相關素養。

計畫執行期間，正值 COVID-19 在全球發生大流行，因本計畫之研究成果，是採用開放式課程方式，分享給網路上使用 YouTube 的同學，此一分享模式，亦相當適合線上學習的同學。在自學工程數學的過程中，有許多議題均值得深入加以探討。YouTube 自 2005 年 2 月 14 日在美國註冊以來[43]，即不斷的擴大其影響力。此一發展過程中，麻省理工學院[44]所推廣的開放式課程概念亦早已與 YouTube 融合，因 YouTube 能夠支援每一種影音格式，這極有助於老師們上傳教學影片，建構開放式課程。計畫主持人本著知識共享的精神，亦將所錄製的工程數學之教學影片安置於 YouTube 平台，讓對工程數學之學習有興趣的自學者，有機會獲得一套免費的高質量教材，可以適時翻閱查考。

由文獻探討得知，Marsudi 等人[45]在 COVID-19 大流行期間，亦引用 YouTube 社交媒體，以提高學生們對數學概念的理解。Irawan 等人[46]藉由 YouTube 頻道提供的數據進行分析，分析結果顯示，使用 YouTube 進行線上學習，是 COVID-19 期間有效的學習解決方案。Simamor 等人[47]旨在調查 COVID-19 大流行期間，高等教育環境中老師們的觀點，該研究得出的結論是，在替代的學習環境中，需確保學生在學習過程中的持續性，使學習能達到有效、高效、容易取得且高質量的標準。George[48]曾提出有效的教學和考試策略，可應用於 COVID-19 大流行期間之大學部學生的授課。Moliner 等人[49]在西班牙的 COVID-19 大流行期間，依學生程度進行 YouTube 遠距教學之成效分析，其研究結果顯示，線上學習仍有相當的挑戰需克服。Alea 等人[50]在 COVID-19 大流行期間，曾探討教師的教學經驗及其專業，在遠程教學上的關聯性，其研究發現教師性別也會是顯著的影響因素。Singhal 等人[51]認為循環疊代的主動學習過程可應用於持續教學和學習架構，這在 COVID-19 大流行期間可能很有用。Radha 等人[52]的研究結論認為，線上教學是有效的教學方法，且可以教出優秀的學生。Elfirdoussi 等人[53]的研究表明，在線學習對教授和學生來說，並沒有像面對面的教學和學習那麼有趣，所以老師們應至少提供 50% 的面對面之教學模式。Chirinda 等人[54]使用質性研究與定性研究方法，評估 COVID-19 大流行期間，緊急遠距教學在數學教育方面的教學成效。Adedoyin 和 Soykan[55]得出的結論是，在線學習更具有可持續性，並且在這場大流行期間所經歷的挑戰中，教學活動變得更加混成。Pattier[56]強調 EduTuber 成功的因素，可作為未來教育訓練的考慮重點。在 COVID-19 大流行期間，仍有許多與遠距教學、線上學習或虛擬學習相關的研究可以參考。

自 2003 年起，計畫主持人每學期均向中華大學或教育部，申請執行一個數位教材開發計畫案，至今已順利執行過 36 個相關之計畫案，且從未曾間斷。計畫執行過程中，主持人擬藉



由網路科技，將資訊科技融入教學活動中，已建立一系列的優質工程數學(一)(二)(三)(四)之開放式課程教材，並在 YouTube 平台上經營工程數學之教學社群 <https://goo.gl/QysvnW>，已逐步實現了「以學習者為中心」、「問題導向學習法」、「資訊科技融入教學法」、「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。以此為基礎，進一步安排本計畫所擬訂之研究課題，新增「工程數學常被徵詢的問題與其解答探討」，此應有助於提升自學工程數學者之學習成效。

### 三、研究問題(Research Question)

本研究中，計畫主持人可根據定性分析暨定量分析之教學研究成果，探討計畫主持人在實體課程與 YouTube 上之開放式課程的學生之學習成效。此一努力過程，可據以不斷的改善工程數學之實體暨虛擬學習環境。

根據主持人的開放式課程之教學經驗，本研究之基本假設有三點：(1)假設工程數學之學習者都是努力投入學習的，因此學習者的每一種反應，教師都應正向看待並積極給予回應。(2)教學沒有最好，只有相對來說更好，因此努力突破自我和現狀的各種教學措施都是有意義且應該被鼓勵的。(3)假設所設計的教學問卷或試題，都可有效鑑別學習者的程度。

本計畫之研究範圍限定如後：(1)只探討兩類的學習者，一是 YouTube 工程數學社群中之學習者，二是實體課程中之學習者。(2)僅探討學習者使用所開發的數位教材之學習成效。(3)僅探討 YouTube 所提供的工程數學社群中之各種教學統計數據，和實體課程中之翻轉教學問卷等之問卷結果。

本計畫是以實體課程的授課經驗為核心，再於已錄製的工程數學教材中，彙集各類與工程數學相關之主持人所錄製的教學影片及撰寫的講義，並以開放式課程模式，提供給對工程數學之學習有興趣的學習者參考。由圖 4 得知，發布至今 (2014/9/21~2022/9/14)，YouTube 統計分析資料顯示，累積的觀看次數有 1,304,696 次，觀看時間是 4.5 萬小時，訂閱人數是 3,435 人。這些學習者的各種學習數據，YouTube 都有提供，值得深入加以探討。計畫主持人已根據 YouTube 之統計資料，發表了一篇 EI 等級的論文[57]，作為本計畫案之研究成果，擬持續努力，繼續投稿 EI 等級以上的期刊或研討會論文[58-60]。



圖 4 發布至今 (2014/9/21~2022/9/14) 之 YouTube 統計分析資料總覽

## 四、研究設計與方法(Research Methodology)

### 1. 研究設計說明

主持人所擬定的研究設計內容，可同時照顧好實體課程和開放式課程中之學習者。本計畫之研究主題與實體課程的「工程數學(一)」和「工程數學(二)」有關。主持人的研究設計構思是，在實體課程中，藉由所累積的教學經驗，彙整學生們學習工程數學時之困擾，並嘗試找到為同學們解惑的關鍵。然後，在錄製以工程應用為主題的教學影片時，將實體課程的關鍵過程錄製成教學影片。最後再以開放式課程的模式，將教學影片分享給網路上眾多的工程數學之學習者，此亦是最直接有效達成公開發表的方式。經由以上的努力，可達成以下目標：

- 建立問答教學法適用之教材
- 以學習者為中心
- 結合數位科技進行學習成效評估

### 2. 研究步驟說明

主持人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、H5P.com 等，其中 YouTube 平台會提供自定時間內之「觀看次數」、「喜歡的人數」、「不喜歡的人數」、「分享次數」、「觀看次數」等，這些都是非常有效的資料處理方式與資料分析結果。另外，YouTube 還提供「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。計畫主持人認為，恰當的使用這類功能，將極有助於建立有效的學習模式，讓學生們能獲得融會貫通的學習樂趣。

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。如圖 2 所示，計畫主持人曾利用 YouTube 所提供之問卷功能，調查「所彙整具有代表性之常被徵詢的工程數學問題」的果效，分別有 91%與 9%的學習者回答這樣的安排「非常有幫助」與「有幫助」，亦即本計畫所完成之內容，已獲得相當的肯定。

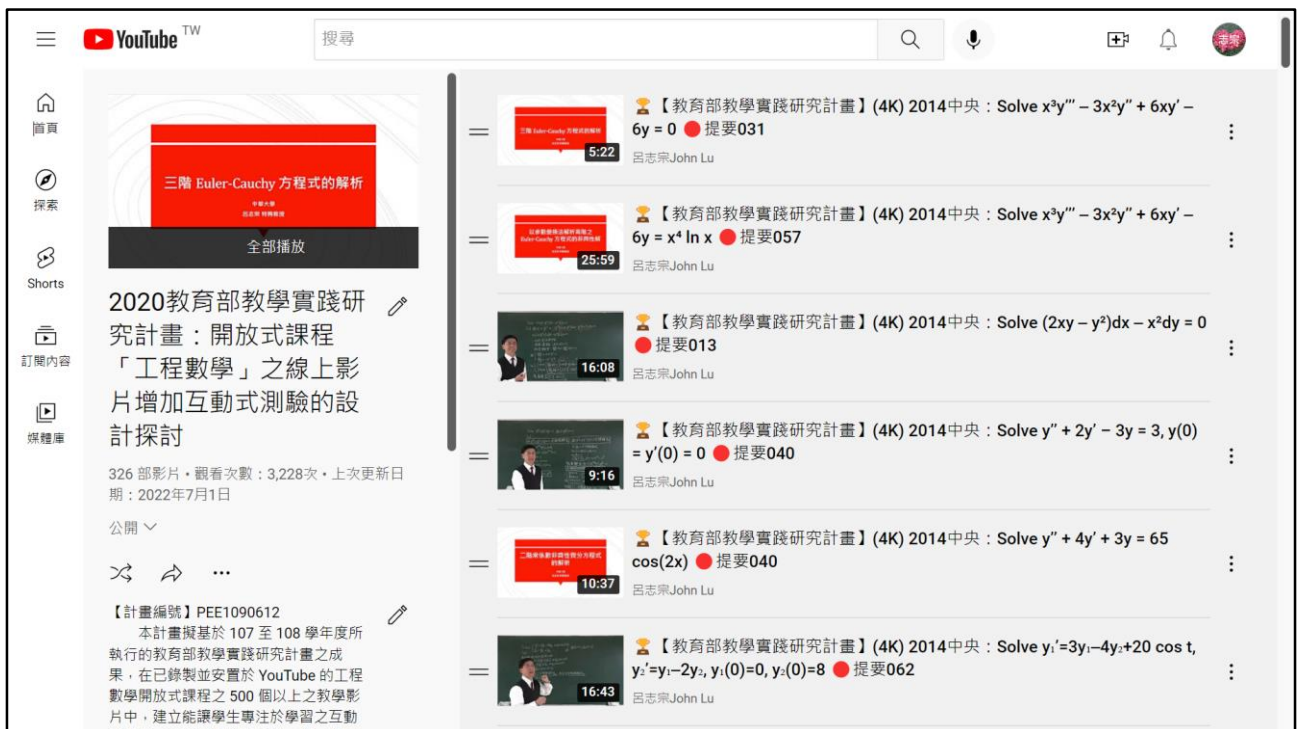


圖 5 具有影片互動測驗功能的研究成果[3]已安置於 [YouTube 播放清單](#) 中

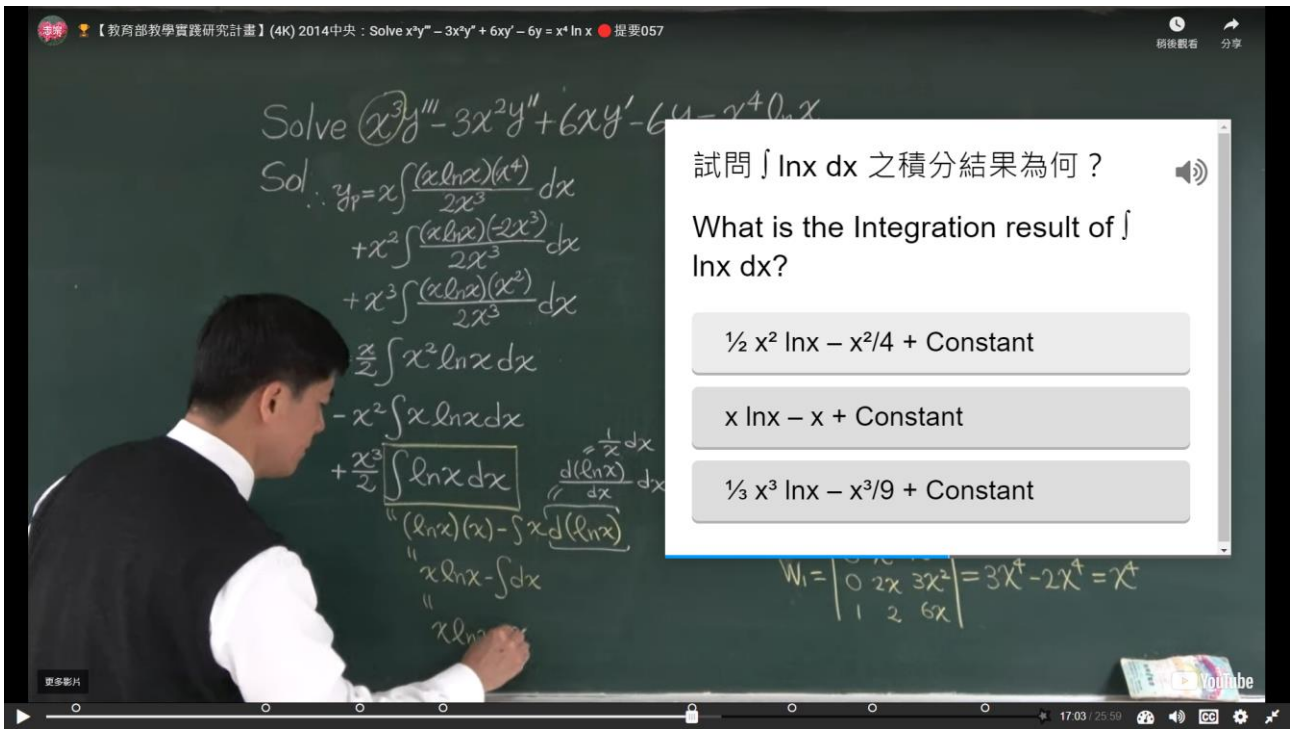


圖 6 持續租用 H5P.com 之影片互動測驗功能可幫助學生們自我檢測學習成效



圖 7 研究流程圖

為持續推廣 109 學年度教學實踐計畫案之研究成果[3]，藉以幫助網路上眾多的莘莘學子有機會自我檢測工程數學之學習成效，本計畫每月仍繼續提供 57 美元，租用 H5P.com 所提供的互動測驗功能。這些有安排互動測驗的影片，均已透過 YouTube 協作平台，安置於研究成果[3]之播放清單中，如圖 5 所示。學生們可持續免費使用這些如圖 6 所示之可自我檢測的測驗功能。綜合以上所述，茲以圖 7 之流程圖彙整說明研究步驟。

關於影片的錄製方式，計畫主持人已有非常豐富的經驗，這些主觀的經驗包括：(1)遵守著作權法。(2)熟悉攝影器材的操作使用。(3)熟悉各類影音編輯軟體的使用方式。(4)華麗的配樂與視覺藝術效果並非必要。(5)重錄 1~5 次有可能比影片後製更省時。(6)教室也可以取代攝影棚。(7)無人協助亦可錄製優質影片。(8)鏡頭方向高低會產生不同的視覺效果。(9)有能力親自將影片上傳 YouTube 等教學平台。(10)已了解 YouTube 等教學平台的基本功能並進行數據分析。(11)持續學習新的數位科技。(12)維持個人身心靈的健康。(13)有效的時間管理。(14)最重要的是能持續的保持教學熱情。

以上這些是主觀的條件，但亦需客觀條件的配合，例如穩定的教學環境和家庭生活也很



重要，穩定的教學環境和家庭生活能讓老師們無後顧之憂，可以全心全力的投入影音教學影片的錄製。但由於少子化的影響，許多學校的老師都有招生壓力，無法全心投入優質教學影片的製作。老師們需盡可能的簡化教學影片之製作流程，方能有成。謹以「堅忍不拔、淬煉新生」與老師們共勉之。

## 五、教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

### 1. 教學過程與成果

本計畫在教學過程中，需同時關注實體課程與開放式課程中之學生。實體課程與工程數學(一)(二)的教學有關，其修課人數分別為 38 位和 36 位，學期成績之及格率分別為 94.74% 和 88.89%。實體課程亦有申請服務學校的翻轉教學，並已順利完成報告之撰寫[61、62]。另外，關於開放式課程的經營，是以 YouTube 為協同作業平台，此一平台上已累積約 1,800 餘個教學影片，許多對工程數學之學習有興趣的同學，常使用所建立之 [YouTube 工程數學社群](#) 進行學習。實體課程或開放式課程中，同學們所提出的問題，會盡可能在 12 小時內予以回應。自 2003 年起，計畫主持人即持續投入工程數學之教學改進計畫案的申請與執行，最重要的是近年來能榮獲教育部教學實踐計畫案的補助[1-3]，使本計畫所擬訂的工作項目得以順利完成。

基於以上所述之教學研究過程，本研究嘗試彙整歷年來在實體課程與開放式課程平台上，學生們所提出的各類工程數學之疑問並加以解答，所蒐集的問題共計已有 228 個。解答疑問的方式與過程已以開放式課程的形式，分享至 YouTube 教學平台，可用以幫助對工程數學的學習有興趣之莘莘學子們。所採用的教學方法包括問答教學法、資訊科技融入教學法、和自學指導法等。以上相關之教學研究成果往後可實際應用於工程數學(一)(二)的教學中。本計畫是採用問卷調查法和質性分析方法進行教學成果的評估，本計畫之實體課程的問卷結果顯示，問卷分數分別高達 94.78 分(14 位同學參與)和 97.66 分(12 位同學參與)，後面會再詳細加以說明。

本計畫最重要之教學研究成果包括：

- 已彙集 228 個工程數學常被徵詢的問題與其解答，詳細內容可參考如圖 1 所示之 [YouTube 學習清單](#)，此可幫助對工程數學之學習有興趣的同學，了解前人常諮詢的問題與其解答。
- 已將部份教學成果發表至 EI 等級的國際會議[57]，近期將持續完成另三篇 EI 等級以上之論文的投稿[58-60]。

以下說明本計畫於教學過程中所採用之教學方法。

- (1) **問題教學法**：工程數學的教與學，常會舉例進行講解，而每個工程數學範例在解析的過程中，常需了解其背後的工程意義，然後引用合適的數學方法加以解析。又解析方法背後常有定理的支撐，學生們需掌握定理等精髓，解題才會得心應手。通常套用公式解題時，學生們會覺得無趣，建議最好能丟棄公式化的解題，學習會更有樂趣。
- (2) **設計教學法**：設計教學法是指由學生自己擬定要學習的進度與內容。例如，學生若希望了解「一階常微分方程式」的解析方法，則學生只需閱讀相關之教學影片與教學講義即可，此會有助於建立其自信心，並提高學習動機。
- (3) **思考實驗教學法**：愛因斯坦曾提出思考實驗的概念，亦即可透過思考進行實驗。數學並不是完全抽象的概念，計畫主持人常在工程數學的教學過程中，帶領學生們進行思考實驗。例如放射性物質的衰變速率與放射性物質的質量成正比，物體的溫度變化速率與溫度差成正比，這些大自然的規律均可透過思考實驗來理解。期待學生們均能透過此一過程，獲得學習樂趣。
- (4) **自學指導法**：計畫主持人在傳授工程數學知識的過程中，亦會引導學生們掌握學習方法，提高其自學能力並養成自學的習慣。計畫主持人已建構優質的工程數學教材，此應極有利於學生們的預習、複習或參考。

- (5) **結合「拼圖式」與「金字塔式」的學習**：主持人的教學暨學習經驗認為，知識的建構可分為「金字塔式」和「拼圖式」。工程數學的學習是以「拼圖式」學習為基礎，但在每一小塊拼圖中，都有一個小小的「金字塔」。這說明教授工程數學時，老師可專注於單一主題的教與學，提醒同學們需加強某單元的微積分或高中數學等基本觀念。計畫主持人所建立的單元主題教學影片，均會根據以上所述原則錄製，故能獲得同學們的高度肯定。

## 2. 教師教學反思

計畫主持人透過參與教學社群、學術會議及教育部舉辦的成果交流會等，提出以下的教學反思：

- (1) **引用興趣能力適合的創意教學**：有心就有路，隨著科技的日新月異，許多老師均嘗試將科技融入教學。通常資訊背景專長的老師，更有機會將新科技應用於教學活動中。計畫主持人是土木專長，擬藉由參加教師數位增能講座等機會，不斷的充實科技新知，提升數位能力，找出適合自己的創意教學模式。目前對擴增實境技術與工程數學的結合有濃厚興趣，因每位同學必定都已擁有手機，有手機即可使用擴增實境技術，此可解決為每位同學添購設備的困擾，亦即可大幅降低添購設備的費用，只要購買必要的軟體即可。此一方向，值得努力看看。
- (2) **推廣教學研究成果的具體作法**：計畫主持人雖已將大部分的研究成果，建置於 YouTube 平台、中華大學開放式課程平台和社團法人臺灣開放式課程暨教育聯盟的平台等，但仍有許多面向可以持續加強。例如可以在教學影片中安置英文字幕；含互動式測驗的教學影片進行多元多面向的互動測驗安排，或安排所有的教學影片都有互動式測驗；也可以考慮新增教學影片的安置平台等。眼見可以努力的明確方向已有許多，希能逐步加以落實。
- (3) **應找機會發表計畫案研究成果**：研究成果以論文發表的型式加以呈現，現已是社會各界的共識。雖然教育部極力推動多元升等，但各校所訂定之升等條件仍會包括論文發表。多數師長認為論文發表是有其必要的，因學術成果應能在同儕審核的基礎上，進行驗證、公開、累積、評鑑與交流等；又許多學術機構均會以論文品質與數量，評鑑教師暨所屬學校。基於此，至今大學教師仍不可忽略其論文發表的質量，此一觀點，個人亦深表認同，會努力達成目標。
- (4) **需多了解教育原理與教學方法**：計畫主持人是土木工程專業背景，期待自己能像教育專業背景出身的老師一樣，對各種教育原理與教學方法，均能清楚掌握，運用自如。已知十大教育法則[63]分別為賞識法則、多元法則、全面法則、鼓勵原則、體貼法則、情感法則、信任法則、行為法則、價值法則、整體法則。常見的教學方法[64]有講述法、觀察法、示範教學法、協同教學法、討論法、問題教學法、價值澄清教學法、合作學習教學法、角色扮演教學法、欣賞教學法、發現教學法、探究教學法、發表教學法。這些都需要持續深入領略引用。
- (5) **將數位新科技融入工數的教學**：因資訊科技日新月異，如何引用各類新科技，將其融入教學活動或教材製作中，亦是相當值得關注的。已知「元宇宙」應用潛力最大的領域可能是教育，現階段元宇宙主要是依賴虛擬實境（Virtual Reality, VR）、擴增實境（Augmented Reality, AR）、擬真現實（Emulated Reality, ER）和混合現實（Mixed Reality, MR）等虛擬實境技術，或者是裸眼模擬現實技術（Glasses-free 3D Technology）。可考慮將老師之教學模式和經驗 AI 化，訓練成各種款式的虛擬數位老師，以匹配不同類型學生的需求。以上的教學反思，均會成為計畫主持人的努力方向。

## 3. 學生學習回饋

- (1) **實體課程的學生學習回饋**：本計畫案之配合課程為「[工程數學\(一\)](#)」與「[工程數學\(二\)](#)」，以上課程有申請列為中華大學之翻轉教學課程，故可透過所設定之翻轉教學成果報告的超



聯結，檢視實體課程的教學研究成果。此外，實體課程有進行如表 1 所示之 Google 線上問卷，分別有 14 位與 12 位修課學生給予問卷回饋，統計得出之問卷分數分別為 94.78 分和 97.66 分，問卷之統計過程，分別如表 2 和表 3 所示。配合課程之及格率分別為 94.74% 和 88.89%。由此可知，實體課程的學生普遍均認同所採用的翻轉教學之授課方式，故能獲得高度的肯定。

- (2) **YouTube 開放式課程的學生學習回饋**：茲以表 4 條列最近兩個年度中，在 YouTube 所建立的工程數學開放式課程，學生們熱情的學習回饋，可藉以了解工程數學開放式課程之教學實踐研究成果。另外，若使用 Yahoo 和 Google 進行關鍵字搜尋時，也可以發現所開發的工程數學相關教材常名列前茅，如圖 8 與圖 9 所示，亦即至今為止，仍有許多學生常常使用計畫主持人所開發出之優質工程數學教材。

表 1 翻轉教學之期末問卷評量表

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

表 2 工程數學(一)翻轉教學之期末問卷評量分數統計表

選項	配分	第 1 題	第 2 題	第 3 題	第 4 題	第 5 題	第 6 題	第 7 題	第 8 題	總平均
非常同意	100	8	8	8	10	9	10	11	11	9.38
同意	85	6	6	5	4	4	4	3	3	4.38
普通	70	0	0	1	0	1	0	0	0	0.25
不同意	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
非常不同意	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
平均分數	-	93.57	93.57	92.50	95.71	93.57	95.71	96.79	96.79	<b>94.78</b>







註：共計 14 位同學完成問卷。

表 3 工程數學(二)翻轉教學之期末問卷評量分數統計表

選項	配分	第 1 題	第 2 題	第 3 題	第 4 題	第 5 題	第 6 題	第 7 題	第 8 題	總平均
非常同意	100	9	10	11	11	10	10	11	9	10.13
同意	85	3	2	1	1	2	2	1	3	1.88
普通	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
不同意	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
非常不同意	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
平均分數	-	96.25	97.50	98.75	98.75	97.50	97.50	98.75	96.25	<b>97.66</b>

註：共計 12 位同學完成問卷。

表 4 工程數學開放式課程之使用者見證

暱稱	使用者見證	日期
 Chris Jiang	相見恨晚，很好的教學 謝謝這麼用心的老師	2021/12/01
 Dj Jd	太神啦~~~~	2021/11/06
 陳思亭	謝謝老師!! 終於懂線性 ODE 了 QvQ	2021/11/01
 太帥了健	謝謝呂教授 在中華大學的四年覺得您教得最好	2021/10/22
 吳法吳天	真希望我們學校有這麼好的工數老師	2021/10/19
 Che-Hsien Su	老師您的講義和影片都十分精美且詳細！真的十分	2021/08/25

	感謝您！	
 嘿嘿鋼琴廢職人	老師的教學非常詳細!!	2021/08/07
 何冠良	在準備研究所考試的時候搜尋到這一系列的影片，有幫助到我，謝謝。	2021/07/28
 trtcxu	以前上課老師都沒提到奇異解就是通解的漸進線... 謝謝老師的說明...	2021/07/19
 詹廷嘉	謝謝你 你是全台灣最棒的教授 你救了我的工程數學	2021/06/12
 Marco T	Thank you for your contribution, since mathematics is a universal language, I will always understand. Good video! Greetings from Mexico.	2021/06/10
 WJ Fan	謝老師，因為您的課，讓我考上研究所了。	2021/06/04
 Brian Cheng	終於找到了，超感謝老師把複數相除幅角相減，複數相乘幅角相加，講解這麼清楚。	2021/06/01
 Jenny Liao	非常詳細的介紹！讓人淺顯易懂，板書也非常好看！	2021/05/21
 Victor Tai	非常詳細，感謝在考試前一天救了我。	2021/04/10
 織	原本課本是用別的方法，一直看不懂，老師的這個方法很好理解，謝謝老師！！	2021/01/06
 An An	教的蠻不錯，感謝耶！	2020/12/15
 Lian Qiao	簡直太棒了！	2020/12/15
 Robertsan	Ahora en español Gracias. [譯] Now, in Spanish, thank you.	2020/12/15
 Ming RJ	謝謝老師 受用無窮 每一步都很清楚	2020/11/11
 Debin Lu	老师讲的太详细了，认真负责。	2020/10/20
 馮翊婷	謝謝老師，謝謝老師上傳那麼多非常有用的知識！教得真的很好！	2020/10/13
 Lance Ker	呂教授太強了，受用無窮。	2020/10/08
 Teris Ho	很清楚的解析	2020/09/30
 曾世墉	真的很棒，是我看過 YouTube 中解法最好的，我本身學機械的，熱力學篇中有篇章就是講格林定理，但我始終不理解，感謝你傳道，授業，解惑也。世界有你變的更好。	2020/09/29
 羅子煬	可說是救了遠在雲林讀書的我的線性 ODE	2020/09/29
 SSLuis98	Thank you so much, Teacher!!! You have helped me a lot!!! I cannot express how grateful I am right now. Thank you so much, please stay safe and take care. :D	2020/09/29
 冷火	感謝教授的影片教學，受益匪淺，教授講得真的非常清楚明瞭。	2020/09/21
 of cake a piece	講得很清楚，謝謝老師。	2020/08/18

 高維聖	謝謝老師，我大致上可以了解怎麼來的了，因為在解問題時遇到 LT 函數與未知函數相乘做 inverse Laplace transform 轉換成定積分形式時，會出現 $g(t-\tau)$ 這個問題困擾我大概一年的時間，終於有一個比較好的解釋方法。	2020/08/18
 yong yuan	谢谢! 讲的清晰	2020/07/24
 米國大神	謝謝老師的解說 非常清晰	2020/07/01
 Omar Lucana Ramos	Sí entendí, muchas gracias. [譯] Yes, I understood. Thank you very much.	2020/07/01
 xXCrozz	arigato gosaimasu [譯] Thank you.	2020/06/24
 aaa sodfkas	感謝 我期末直接考 90 過了	2020/06/16
 楊璿	謝謝老師的詳細講解!	2020/06/16
 冰室雪菜	非常棒的影片	2020/06/03
 ㄅㄅㄅ	老師的工數影片深入淺出 對於先修很有幫助👍	2020/05/29
 Lance	大學工數老師完全不會教方程式的幾何意義 只有不停地在黑板計算冷冰冰的算式 都要看老師的影片來學習 非常感謝 講得真的很棒!!	2020/05/26
 小凡	證明推導的很漂亮，精彩，謝謝老師分享。	2020/05/21
 告	我覺得字幕會擋到最底下黑板的字. 但是真的講得很好	2020/05/17
 Adolfo García Narciso	Gracias, Profesor👋. Saludos! MX [譯] Thank you, Professor👋. Greetings! MX	2020/05/13
 達立	太感謝了!!!! 老師解釋的很清楚!	2020/04/15
 Cerebro Matemático	Quizás no pude entender las palabras. Pero los números tienen lenguaje universal. Gracias profesor! 😊 [譯] Maybe I couldn't understand the words. But numbers are a universal language. Thank you, Professor! 😊	2020/04/15
 1212 54564	感謝你這麼用心在製作教學影片，經過講解後我學習到了許多，希望可以持續更新下去!!!	2020/03/12
 Felipe César	Thank you, I don't speak your language, I'm Brazilian. But it helped me a lot for a test.	2020/03/07
 耀	老師的講解非常詳細，字體又好看，準備研究所剛好找到老師的影片，真的很棒！考得還不錯，很期待放榜，先謝謝老師了。	2020/02/29
 小凡	老師好，365 個日子在忙碌的催趕中，又不知不覺地悄悄地流失走過，近來老師是否依舊安好如意，且過著充實有意義的生活，一年多來受到老師許多的啟蒙指導，使學習有所增長，由衷感謝。	2020/01/25
 China Wang	教的很好且平易近人，非常認真的老師！感謝老師的分享！	2020/01/01



圖 8 關鍵字「工程數學教學影片」之 Yahoo 檢索排名為第 1 名（檢索日期：2022/09/18）



圖 9 關鍵字「工程數學應用」之 Google 檢索排名為第 1 名（檢索日期：2022/09/18）

表 4 顯示同學們回饋的訊息，均相當肯定計畫主持人所給予的協助，此亦促使主持人樂意持續專注於開放式課程的精進。工程科學之根基是工程數學，學好工程數學，至少可以擁有四項優勢：

- (1) **建立模式化的能力**：工程師應有能力，可以準確的模式化工程問題，模式化過程需引用合適的大自然規律、時間條件和空間條件等，建立與工程之實際情況一致的數學模式並加以解析，以上為工程數學的學習重點之一。



- (2) **獲得基礎課程能力**：工程領域的學習，常與微分或積分方程有關，故工程類學系之課程規劃，常將工程數學列為必修，亦即工程數學確實相當重要。此外，工程領域之問題分析，必定會有學理依據，且多與數學模式的建立和解析相關。
- (3) **建構邏輯分析素養**：工程教育相當重視邏輯分析能力的培養，而學習工程數學，應極有助於建立此一能力，這能力有助於工程分析、軟體開發、邏輯判斷等，對跨領域的學習亦很有幫助。
- (4) **與大自然和諧相處**：理性與感性是生活中需具備的涵養，工程數學的學習過程中，學生們常會詢問微分方程或積分方程的由來，而其緣由是與自然律的引用有關。若進一步追問自然律的由來，敬天的心即會油然而生。因此如何與大自然和諧相處，會常駐工程師的心中。

## 六、建議與省思(Recommendations and Reflections)

本計畫案藉由計畫主持人所建立的 [YouTube 工程數學教學社群](#)，暨參與「中華大學教學實踐種子教師社群」、「中華大學教學實踐研究計畫撰寫教師成長社群」和教育部舉辦之「教學實踐研究計畫成果交流會」等，進行省思與後續的規劃，相關省思與建議謹整理如後所示。

1. **持續分享教育資源**：歷年來，計畫主持人均盡可能的分享所完成的數位教材，供網路上眾多的莘莘學子們參考使用，許多學生均曾表達感激之意。例如，2021/07/28 有位學生留言說，「在準備研究所考試的時候搜尋到這一系列的影片，有幫助到我，謝謝。」
2. **持續幫助同學們弄懂工程數學**：個人的教學經驗是，許多學生反映無法吸收工程數學之課程內容時，老師們應負較大的責任。若同學們有心向學，老師只要能以簡潔易懂的方式清楚解釋問題，則學生們一定可以學會所安排的課程內容。2020/09/29 有位同學留言說，「真的很棒，是我看過 YouTube 中解法最好的，我本身學機械的，熱力學篇中有篇章就是講格林定理，但我始終不理解，感謝你傳道，授業，解惑也。世界有你變的更好。」
3. **依學生能力建立其學習自信心**：學生們普遍認為，所製作的工程數學之教學影片淺顯易懂，有助於獲得學習成就感，建立學習自信心。主持人擬持續努力，幫助對工程數學的學習有興趣之同學們。2021/05/21 有位同學在 YouTube 留言說，「非常詳細的介紹！讓人淺顯易懂，板書也非常好看！」感謝同學的肯定與鼓勵。
4. **幫助弱勢學生**：所建立之工程數學優質開放式課程教材，是以免費的方式提供給網路上眾多的莘莘學子們使用。另外，為避免干擾學習，已關閉 YouTube 廣告功能，使學生們能專注於學習。有同學透過電郵來函表示感謝說，他因家庭經濟因素無法補習，但透過主持人所錄製的教學影片與講義，即可獲得補習效果，順利考上研究所。所錄製的工程數學教學影片，確實已能充分涵蓋多數研究所的考試範圍。2021/06/04 有同學留言表示，「謝老師，因為您的課，讓我考上研究所了。」
5. **建立以單元為主題的教學影片**：知識的建立，主持人的教學暨學習經驗認為可分為「金字塔式」和「拼圖式」。若知識的建立需要一定程度的基礎，則可以「金字塔式」的學習來形容；若無需要求基礎即可建構學習內容，就可以形容為「拼圖式」學習。計畫主持人認為，工程數學的學習是以「拼圖式」學習為基礎，但在每一小塊拼圖中，都有一個小小的「金字塔」。這說明學習工程數學的過程中，老師只要針對單一主題，提醒同學們需引用到的微積分或高中數學等基本觀念即可。計畫主持人所建立的單元主題教學影片，均會根據以上所述原則錄製，故能獲得高度肯定。2021/08/25 有同學留言評論說，「老師您的講義和影片都十分精美且詳細！真的十分感謝您！」

## 參考文獻(References)

- [1] 呂志宗 (主持人),「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」,教育部教學實踐研究計畫, PEE107085, <https://reurl.cc/vn2yQN>, 2018/08/01~2019/07/31。
- [2] 呂志宗 (主持人),「開放式課程「工程數學」之應用個案探討」,教育部教學實踐研究計畫, PEE1080315, <https://reurl.cc/VagGWn>, 2019/08/01~2020/07/31。
- [3] 呂志宗 (主持人),「開放式課程「工程數學」之線上影片增加互動式測驗的設計探討」,教育部教學實踐研究計畫, PEE1090612, <https://reurl.cc/dWpmGD>, 2019/08/01~2021/01/31。
- [4] 呂志宗,「工程數學(一)」,中華大學開放式課程收錄, <https://goo.gl/iX3lpm>, 2013/04/18。
- [5] 呂志宗,「工程數學(二)」,中華大學開放式課程收錄, <https://goo.gl/uBko53>, 2013/05/01。
- [6] 呂志宗,「工程數學(三)」,中華大學開放式課程收錄, <https://goo.gl/W98Rgc>, 2014/02/07。
- [7] 呂志宗,「工程數學(四)」,中華大學開放式課程收錄, <https://goo.gl/VrzzeL>, 2013/05/03。
- [8] 呂志宗,「工程數學(一)新剪輯」,YouTube 收錄, <https://goo.gl/5oZfwP>, 2017/10/09。
- [9] 呂志宗,「工程數學(一)加字幕」,YouTube 收錄, <https://goo.gl/cerjaT>, 2016/02/05。
- [10] 呂志宗,「工程數學(一)解題影片」,YouTube 收錄, <https://goo.gl/Xfktac>, 2018/01/09。
- [11] 呂志宗,「工程數學(二)新剪輯」,YouTube 收錄, <https://goo.gl/VclLNI>, 2016/02/23。
- [12] 呂志宗,「工程數學(二)加字幕」,YouTube 收錄, <https://goo.gl/Vm37PN>, 2016/06/29。
- [13] 呂志宗,「工程數學(二)新錄製」,YouTube 收錄, <https://goo.gl/nE5ELs>, 2017/09/04。
- [14] 呂志宗,「工程數學(三)」,YouTube 收錄, <https://goo.gl/JTDcFY>, 2016/03/14。
- [15] 呂志宗,「工程數學(三)加字幕」,YouTube 收錄, <https://goo.gl/TRaS6Y>, 2017/11/02。
- [16] 呂志宗,「工程數學(四)」,YouTube 收錄, <https://goo.gl/8Qf4Xu>, 2016/05/08。
- [17] 呂志宗,「工程數學(一)」,社團法人臺灣開放式課程暨教育聯盟收錄, <https://x.chu.edu.tw/UXT8FV/>, 2013/09/15。
- [18] 呂志宗,「工程數學(二)」,社團法人臺灣開放式課程暨教育聯盟收錄, <https://x.chu.edu.tw/SDXZ9S/>, 2014/09/02。
- [19] 呂志宗,「工程數學(三)」,社團法人臺灣開放式課程暨教育聯盟收錄, <https://x.chu.edu.tw/UCFBVW/>, 2014/02/20。
- [20] 呂志宗,「工程數學(四)」,社團法人臺灣開放式課程暨教育聯盟收錄, <https://x.chu.edu.tw/AR2E84/>, 2014/09/04。
- [21] 顏春煌,「數位學習--觀念、方法、實務、設計與實作」,第三版,基峯資訊股份有限公司, ISBN: 978-986-347-835-5, 2015。
- [22] Mustafa, M.N., H. Hermandra, and Z. Zulhafizh, "Teachers' strategies to design media to implement communicative leaning in public schools," *Journal of Educational Sciences*, Vol. 3, No. 1, pp. 13~24, 2019.
- [23] 宋怡林,「大學生自主學習意識的促生與強化」,現代教育管理,第4期,第114~118頁, 2016。
- [24] Khiat, H., "Using automated time management enablers to improve self-regulated learning," *Active Learning in Higher Education*, Vol. 23, No. 1, pp. 3~15, 2019.
- [25] Lyon, J.A. and A.J. Magana, "A review of mathematical modeling in engineering education," *International Journal of Engineering Education*, Vol. 36, No. 1A, pp. 101~116, 2020.
- [26] Muhammad, N. and S. Srinivasan, "A problem solving based approach to learn engineering mathematics," *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 1134, pp. 839~848, 2020.

- [27] Lohgheswary, N., E. Zakaria, Z.M., Nopiah, and A.A. Aziz, "Innovative learning in engineering mathematics," *Proceedings of 2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF)*, pp. 768~772, 2017.
- [28] Noor, N.M., Z. Alwadood, H. Sulaiman, and S.A. Halim, "The prospect of teaching and learning engineering mathematical courses using learning tool," *International Journal of Academic Research in Business & Social Sciences, Special Issue: Revolutionizing Education: Challenges, Innovation, Collaboration.*, Vol. 9, No. 13, pp. 15~23, 2019.
- [29] Ambikairajah, A. and C.C. Tisdell, "E-Examinations and the student experience regarding appropriateness of assessment and course quality in science and medical science," *Journal of Educational Technology Systems*, Vol. 47, No. 4, pp. 460~478, 2019.
- [30] Freeman, S., S.L. Eddy, M. McDonough, M.K. Smith, N. Okoroafor, H. Jordt, and M.P. Wenderoth, "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, 2014.
- [31] Cheong, K.H. and J.M. Koh, "Integrated virtual laboratory in engineering mathematics education: Fourier theory," *IEEE Access*, Vol. 6, pp. 58231~58243, 2018.
- [32] Marchisio, M., A. Barana, A. Conte, C. Fissore, F. Floris, A. Brancaccio, and C. Pardini, "The role of an advanced computing environment in teaching and learning mathematics through problem posing and solving," *Proceedings of the 15th International Scientific Conference eLearning and Software for Education*, pp. 11~18, 2019.
- [33] Yelamarthi, K., "Improving student success through an effective learner-centered course in introductory engineering, mathematics, and programming," *International Journal of Engineering Education*, Vol. 34, No. 6, pp. 1829~1837, 2018.
- [34] d'Inverno, R., H. Davis, and S. White, "Using a personal response system for promoting student interaction," *Teaching Mathematics and its Applications*, Vol. 22, No. 4, pp. 163~169, 2003.
- [35] Becker, K. and P. Kyungsuk, "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, 2011.
- [36] Rahman, R.A., Y.M. Yusof, and S. Baharun, "Improving the teaching of engineering mathematics using action research," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 56, pp. 483~493, 2012.
- [37] Tawil, N.M., I. Shaari, A. Zaharim, H. Othman, and N.A. Ismail, "Implementing internet source as tools in teaching and learning engineering mathematics," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 102, pp. 122~127, 2013.
- [38] Kipli, K., N. Bateni, M.S. Osman, N. Sutan, A. Joseph, and O.S. Selaman, "Engineering mathematics I: A case study of first year students at faculty of engineering, UNIMAS," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 56, pp. 573~578, 2012.
- [39] Kashefi, H., Z. Ismail, and Y.M. Yusof, "Engineering mathematics obstacles and improvement: A comparative study of students and lecturers perspectives through creative problem solving," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 56, pp. 556~564, 2012.
- [40] Othman, H., I. Asshaari, H. Bahaludin, N.M. Tawil, and N.A. Ismail, "Student's perceptions on benefits gained from cooperative learning experiences in engineering mathematics courses," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 60, pp. 500~506, 2012.
- [41] Tisdell, C.C., "How do Australasian students engage with instructional YouTube videos? An engineering mathematics case study," *Proceedings of AAEE2016 Conference*, pp. 1~9, 2016.
- [42] Winangun, M.M. and D. Fauziah, "Designing lesson plan of Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) education in science learning," *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1318, No. 1, 2019.

- [43] Wikipedia, YouTube, <https://en.wikipedia.org/wiki/YouTube>, 2022.
- [44] MIT OpenCourseWare, “2005 Program evaluation findings report,” [https://ocw.mit.edu/ans7870/global/05\\_Prog\\_Eval\\_Report\\_Final.pdf](https://ocw.mit.edu/ans7870/global/05_Prog_Eval_Report_Final.pdf), pp. 1~131, 2006.
- [45] Marsudi, A.S., M.P. Lestari, and N. Hidayati, “The use of YouTube social media in the covid19 pandemic to improve understanding of mathematical concepts,” *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, Vol. 12, No. 13, pp. 6327~6333, 2021.
- [46] Irawan, E., Ahmadi, A. Prianggono, A.D. Saputro, and M.S. Rachmandhani, “YouTube channel development on education: Virtual learning solutions during the covid,” *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vol. 29, No. 4, pp. 2469~2478, 2020.
- [47] Simamora, R.M., D. de Fretes, E.D. Purba, and D. Pasaribu, “Practices, challenges, and prospects of online learning during COVID-19 pandemic in higher education: Lecturer perspectives,” *Studies in Learning and Teaching*, Vol. 1, No. 3, pp. 185~208, 2020.
- [48] George, M.L., “Effective teaching and examination strategies for undergraduate learning during COVID-19 school restrictions,” *Journal of Educational Technology Systems*, Vol. 49, No. 1, pp. 23~48, 2020.
- [49] Moliner, L., G. Lorenzo-Valentin, and F. Alegre, “E-learning during the COVID-19 pandemic in Spain: A case study with high school mathematics students,” *Journal of Education and e-Learning Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 179~184, 2021.
- [50] Alea, L.A., M.F. Fabrea, R.D.A. Roldan, and A.Z. Farooqi, “Teachers’ COVID-19 awareness, distance learning education experiences and perceptions towards institutional readiness and challenges,” *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, Vol. 19, No. 6, pp. 127~144, 2020.
- [51] Singhal, R., A. Kumar, H. Singh, S. Fuller, and S.S. Gill, “Digital device-based active learning approach using virtual community classroom during the COVID-19 pandemic,” *Computer Applications in Engineering Education*, Vol. 29, No. 5, pp. 1007~1033, 2020.
- [52] Radha, R., K. Mahalakshmi, V. Sathish Kumar, and A.R. Saravanakumar, “E-learning during lockdown of COVID-19 pandemic: A global perspective,” *International Journal of Control and Automation*, Vol. 13, No. 4, pp. 1088~1099, 2020.
- [53] Elfirdoussi, S., M. Lachgar, H. Kabaili, A. Rochdi, D. Goujdami, and L. El Firdoussi, “Assessing distance learning in higher education during the COVID-19 pandemic,” *Education Research International*, Vol. 2020, pp. 1~13, <https://doi.org/10.1155/2020/8890633>, 2020.
- [54] Chirinda, B., M. Ndlovu, and E. Spangenberg, “Teaching mathematics during the COVID-19 lockdown in a context of historical disadvantage,” *Education Sciences*, Vol. 11, No. 4, pp. 1~14, <https://doi.org/10.3390/educsci11040177>, 2021.
- [55] Adedoyin, O.B. and E. Soykan, “COVID-19 pandemic and online learning: The challenges and opportunities,” *Interactive Learning Environments*, <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>, 2020.
- [56] Pattier, D., “Educational leaders during the COVID-19 pandemic: The success of EduTubers,” *Publicaciones*, Vol. 51, No. 3, pp. 549~563, 2021.
- [57] Lu, John C.-C., “Effects of developed teaching materials on YouTube as learning solutions during pandemic,” *Proceedings of the 5th IEEE Eurasian Conference on Educational Innovation 2022*, Taipei, Taiwan, **in press**, 2022/02/10~12. (EI) 論文接受函
- [58] Lu, John C.-C., “Using YouTube as an effective educational tool to improve engineering mathematics teaching during COVID-19 pandemics,” *Proceedings of the 6th IEEE Eurasian Conference on Educational Innovation 2023*, Singapore, **prepared to submit for review**, 2023/01/28~30. (EI)
- [59] Lu, John C.-C., “Creating effective educational videos on YouTube for higher education,” *Proceedings of the 6th IEEE Eurasian Conference on Educational Innovation 2023*, Singapore, **prepared to submit for review**, 2023/01/28~30. (EI)

- [60] Lu, John C.-C., “Analysis of learning behavior in engineering mathematics on YouTube,” *Active Learning in Higher Education*, **prepared to submit for review**, 2023. (SCI)
- [61] 呂志宗, 「工程數學(一)」, [中華大學 110 學年度第一學期「翻轉 Fun 教學課程單元劇」課程成果報告書](#), 2022/02/09。
- [62] 呂志宗, 「工程數學(二)」, [中華大學 110 學年度第二學期「翻轉 Fun 教學課程單元劇」課程成果報告書](#), 2022/07/07。
- [63] 賈黛翎, 「世界上最偉大的教育法則」, 海豚出版社, 共 289 頁, 2005/04/01。
- [64] 張添洲, 「教材教法—發展與革新」, 五南圖書出版股份有限公司, 共 464 頁, 2008/11/01。



## 附件(Appendix)

本教學實踐計畫之研究成果已撰寫成一篇 EI 等級論文[57]加以發表，另有三篇論文[58-60]會陸續於近期投稿並發表，各篇論文之篇名、作者、摘要、關鍵字、參考文獻等，謹摘錄如後所示。

### 第 1 篇 EI 資料庫收錄論文

Lu, John C.-C., “Effects of Developed Teaching Materials on YouTube as Learning Solutions During Pandemic,” *Proceedings of the 5th IEEE Eurasian Conference on Educational Innovation 2022*, Taipei, Taiwan, **in press**, 2022/02/10~12. (EI) 論文接受函

## Effects of Developed Teaching Materials on YouTube as Learning Solutions During Pandemic

**John C.-C. Lu**

*Department of Civil Engineering  
Chung Hua University  
Hsinchu, Taiwan  
cclu@chu.edu.tw*

### ABSTRACT

The study intends to explore the effects of engineering mathematics teaching materials provided by the author on YouTube in the form of OpenCourseWare during the COVID-19 pandemic based on students' feedback. According to the results of qualitative analysis, learners believe that the developed digital teaching materials provide at least eight learning advantages summarized as follows: 1) realizing the concept of sharing educational resources, 2) creating a teaching environment for autonomous learning, 3) providing opportunities for virtual learning, 4) helping disadvantaged students, 5) constructing unit-themed learning materials, 6) building an environment for active learning, 7) supporting the opportunity to interact with each other between teachers and students through YouTube, and 8) learning less restricted by time and space. Creating these teaching materials consistently improves the virtual learning environment.

**Keywords:** COVID-19, Engineering Mathematics, YouTube Channel, Virtual Learning

### REFERENCES

- [1] Wikipedia, YouTube, <https://en.wikipedia.org/wiki/YouTube>, 2022.
- [2] MIT OpenCourseWare, “2005 Program evaluation findings report,” [https://ocw.mit.edu/ans7870/global/05\\_Prog\\_Eval\\_Report\\_Final.pdf](https://ocw.mit.edu/ans7870/global/05_Prog_Eval_Report_Final.pdf), pp. 1–131, 2006.
- [3] A. S. Marsudi, M. P. Lestari, and N. Hidayati, “The use of YouTube social media in the covid19 pandemic to improve understanding of mathematical concepts,” *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, vol. 12, no. 13, pp. 6327–6333, 2021.
- [4] E. Irawan, Ahmadi, A. Prianggono, A. D. Saputro, and M. S. Rachmandhani, “YouTube channel development on education: Virtual learning solutions during the covid,” *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 29, no. 4, pp. 2469–2478, 2020.
- [5] R. M. Simamora, D. de Fretes, E. D. Purba, and D. Pasaribu, “Practices, challenges, and prospects of online learning during COVID-19 pandemic in higher education: Lecturer perspectives,” *Studies in Learning and Teaching*, vol. 1, no. 3, pp. 185–208, 2020.
- [6] M. L. George, “Effective teaching and examination strategies for undergraduate learning during COVID-19 school restrictions,” *Journal of Educational Technology Systems*, vol. 49, no. 1, pp. 23–48, 2020.

- [7] L. Moliner, G. Lorenzo-Valentin, and F. Alegre, "E-learning during the COVID-19 pandemic in Spain: A case study with high school mathematics students," *Journal of Education and e-Learning Research*, vol. 8, no. 2, pp. 179–184, 2021.
- [8] L. A. Alea, M. F. Fabrea, R. D. A. Roldan, and A. Z. Farooqi, "Teachers' COVID-19 awareness, distance learning education experiences and perceptions towards institutional readiness and challenges," *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, vol. 19, no. 6, pp. 127–144, 2020.
- [9] R. Singhal, A. Kumar, H. Singh, S. Fuller, and S. S. Gill, "Digital device-based active learning approach using virtual community classroom during the COVID-19 pandemic," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 29, no. 5, pp. 1007–1033, 2020.
- [10] R. Radha, K. Mahalakshmi, V. Sathish Kumar, and A. R. Saravanakumar, "E-learning during lockdown of COVID-19 pandemic: A global perspective," *International Journal of Control and Automation*, vol. 13, no. 4, pp. 1088–1099, 2020.
- [11] S. Elfirdoussi, M. Lachgar, H. Kabaili, A. Rochdi, D. Goujdami, and L. El Firdoussi, "Assessing distance learning in higher education during the COVID-19 pandemic," *Education Research International*, vol. 2020, pp. 1–13, <https://doi.org/10.1155/2020/8890633>, 2020.
- [12] B. Chirinda, M. Ndlovu, and E. Spangenberg, "Teaching mathematics during the COVID-19 lockdown in a context of historical disadvantage," *Education Sciences*, vol. 11, no. 4, pp. 1–14, <https://doi.org/10.3390/educsci11040177>, 2021.
- [13] O. B. Adedoyin and E. Soykan, "COVID-19 pandemic and online learning: The challenges and opportunities," *Interactive Learning Environments*, <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>, 2020.
- [14] D. Pattier, "Educational leaders during the COVID-19 pandemic: The success of EduTubers," *Publicaciones*, vol. 51, no. 3, pp. 549–563, 2021.

## 第 2 篇 EI 資料庫收錄論文

Lu, John C.-C., "Using YouTube as an effective educational tool to improve engineering mathematics teaching during COVID-19 pandemics," *Proceedings of the 6th IEEE Eurasian Conference on Educational Innovation 2023*, Singapore, **prepared to submit for review**, 2023/01/28~30. (EI)

# Using YouTube as an effective educational tool to improve engineering mathematics teaching during COVID-19 pandemics

**John C.-C. Lu**

*Department of Civil Engineering  
Chung Hua University  
Hsinchu, Taiwan  
cclu@chu.edu.tw*

## ABSTRACT

This study is an investigation and assessment of virtual learning in engineering mathematics during the COVID-19 pandemic. The media platform can be an especially useful technology for students to create, share, learn, and interact with others. The free media-sharing website YouTube has proved to be an effective educational tool to add a new dimension to education in increasing student engagement, motivation, understanding, and achievement. This research surveyed students' learning models on OpenCourseWare of YouTube. This paper aims to investigate how virtual activities during coronavirus confinement lead to improvement in e-learning of engineering mathematics, and it describes how YouTube can be used to improve the teaching of engineering mathematics by engaging students in realistic mathematical problem-solving.

**Keywords:** COVID-19, Engineering Mathematics, YouTube Channel, Online Learning

## REFERENCES

- [1] L. D. S. Lapitan Jr., C. E. Tiangco, D. A. G. Sumalinog, N. S. Sabarillo, and J. M. Diaz, "An effective blended online teaching and learning strategy during the COVID-19 pandemic," *Education for Chemical Engineers*, vol. 35, pp. 116-131, 2021.
- [2] K. M. Tahat, W. Al-Sarayrah, S. A. Salloum, M. Habes, and S. Ali, "The influence of YouTube videos on the learning experience of disabled people during the COVID-19 outbreak," *Advances in Data Science and Intelligent Data Communication Technologies for COVID-19*, Editors: A.-E. Hassaniien, S. M. Elghamrawy, and I. Zelinka, pp. 239–252, 2021.
- [3] A. N. Syafiq, A. Rahmawati, A. Anwari, and T. Oktaviana, "Increasing speaking skill through YouTube video as English learning material during online learning in pandemic Covid-19," *Journal of English Language Studies*, vol. 3, no. 1, pp. 50–55, 2021.
- [4] M. S. Taufik, A. F. Ridlo, S. Solahuddin, T. Iskandar, and B. S. Taroreh, "Application of YouTube-based virtual blended learning as a learning media for fundamental movement skills in elementary schools during the Covid pandemic 19," *Annals of Applied Sport Science*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [5] S. Pokhrel and R. Chhetri, "A literature review on impact of COVID-19 pandemic on teaching and learning," *Higher Education for the Future*, vol. 8, no. 1, pp. 133–141, 2021.
- [6] Aldi Yuliansyah and Mutiara Ayu, "The implementation of project-based assignment in online learning during COVID-19," *Journal of Educational Technology Systems*, vol. 2, no. 1, pp. 32–38, 2021.
- [7] G. L. Naik, M. Deshpande, D. C. Shivananda, C. P. Ajey, and G. C. Manjunath Patel, "Online teaching and learning of higher education in India during COVID-19 emergency lockdown," *Pedagogical Research*, vol. 6, no. 1, pp. 1–14, 2021.
- [8] H. A. Maulana, "Psychological impact of online learning during the COVID-19 pandemic: A case study on vocational higher education," *Indonesia Journal of Learning Education and Counseling*, vol. 3, no. 2, pp. 130–139, 2021.
- [9] A. Ouajdouni, K. Chafik, and O. Boubker, "Measuring e-learning systems success: Data from students of higher education institutions in Morocco," *Data in Brief*, vol. 35, pp. 1–10, 2021.
- [10] Á. Benito, K. D. Yenisey, K. Khanna, M. F. Masis, R. M. Monge, M. A. Tugtan, L. D. V. Araya, and R. Vig, "Changes that should remain in higher education post COVID-19: A mixed-methods analysis of the experiences at three universities," *Higher Learning Research Communications*, vol. 11, pp. 51–75, 2021.
- [11] A. E. E. Sobaih, A. E. Salem, A. M. Hasanein, and A. E. A. Elnasr, "Responses to COVID-19 in higher education: Students' learning experience using Microsoft Teams versus social network sites," *Sustainability*, vol. 13, no. 8, pp. 1–12, 2021.
- [12] F.-Z. Hibbi, O. Abdoun, and H. El Khatir, "Coronavirus pandemic in Morocco: Measuring the impact of containment and improving the learning process in higher education," *International Journal of Information and Education Technology*, vol. 11, no. 1, pp. 30–34, 2021.
- [13] L. Triviño-Cabrera, E. I. Chaves-Guerrero, and L. Alejo-Lozano, "The figure of the teacher-prosumer for the development of an innovative, sustainable, and committed education in times of COVID-19," *Sustainability*, vol. 13, no. 3, pp. 1–18, 2021.
- [14] I. Doyumgaç, A. Tanhan, and M. S. Kiymaz, "Understanding the most important facilitators and barriers for online education during COVID-19 through online photovoice methodology," *International Journal of Higher Education*, vol. 10, no. 1, pp. 166–190, 2021.
- [15] N. Cavus, A. S. Sani, Y. Haruna, and A. A. Lawan, "Efficacy of social networking sites for sustainable education in the era of COVID-19: A systematic review," *Sustainability*, vol. 13, no. 2, pp. 1–18, 2021.
- [16] B. Lloyd-Jones, "Developing competencies for emotional, instrumental, and informational student support during the COVID-19 pandemic: A human relations/human resource development approach," *Advances in Developing Human Resources*, vol. 23, no. 1, pp. 41–54, 2021.
- [17] M. L. George, "Effective teaching and examination strategies for undergraduate learning during COVID-19 school restrictions," *Journal of Educational Technology*, vol. 49, no. 1, pp. 23–48, 2020.
- [18] K. Stecuła and R. Wolniak, "Influence of COVID-19 pandemic on dissemination of innovative e-learning tools in higher education in Poland," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, no. 2, pp. 1–22, 2022.
- [19] R. Karasneh, S. Al-Azzam, S. Muflih, S. Hawamdeh, M. Muflih, and Y. Khader, "Attitudes and practices of educators towards e-learning during the COVID-19 pandemic," *The Electronic Journal of e-Learning*, vol. 19, no. 4, pp. 252–261, 2021.
- [20] Z. Kanetaki, C. Stergiou, G. Bekas, C. Troussas, and C. Sgouropoulou, "Analysis of engineering student data in online higher education during the COVID-19 pandemic," *International Journal of Engineering Pedagogy*, vol. 11, no. 6, pp. 27–49, 2021.

Lu, John C.-C., “Creating effective educational videos on YouTube for higher education,” *Proceedings of the 6th IEEE Eurasian Conference on Educational Innovation 2023*, Singapore, prepared to submit for review, 2023/01/28~30. (EI)

## Creating effective educational videos on YouTube for higher education

**John C.-C. Lu**

*Department of Civil Engineering  
Chung Hua University  
Hsinchu, Taiwan  
cclu@chu.edu.tw*

### ABSTRACT

Educational videos have become an important part of higher education, and this article details practical tips for creating high-yield educational videos. The electronic medium is integrated into traditional courses and served as a cornerstone of many blended courses. Multiple studies have demonstrated that video can be a highly effective educational tool for learning, particularly for hard-to-visualize processes and procedural education. Video allows learners to view content at their own pace and revisit on-demand materials. Video on YouTube can be integrated as supplement course content to provide targeted information and enrich the learning environment for students. In this article, creating an effective video on YouTube is introduced, and it provides examples of effective recording and integrating video into engineering mathematics courses on YouTube.

**Keywords:** Educational video, YouTube Channel, Higher Education, Engineering Mathematics

### REFERENCES

- [1] M. Mahendraprabu, K. S. Kumar, M. Mani, & P. S. Kumar, “Open educational resources and their educational practices in higher education,” *Mukt Shabd Journal*, vol. 10, no. 2, pp. 527–540, 2021.
- [2] A. D. Maynard, “How to succeed as an academic on YouTube,” *Frontiers in Communication*, vol. 5, pp. 1–9, 2021.
- [3] N. K. M. Listiani, N. K. A. Suwastini, G. R. Dantes, N. L. P. S. Adnyani, and I G. A. S. R. Jayantin, “YouTube as digital learning resources for teaching bilingual young learners,” *Proceedings of the 2nd International Conference on Technology and Educational Science, Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, vol. 540, pp. 156–162, 2020.
- [4] S. Kirange and D. Sawai, “A comparative study of e-learning platforms and associated online activities,” *The Online Journal of Distance Education and e-Learning*, vol. 9, no. 2, pp. 194–199, 2021.
- [5] A. Z. Al Rawashdeh, E. Y. Mohammed, A. R. Al Arab, M. Alara, and B. Al-Rawashdeh, “Advantages and disadvantages of using e-learning in university education: Analyzing students’ perspectives,” *The Electronic Journal of e-Learning*, vol. 19, no. 2, pp. 107–117, 2021.
- [6] S.-L. Cheng and K. Xie, “Why college students procrastinate in online courses: A self-regulated learning perspective,” *The Internet and Higher Education*, vol. 50, pp. 1–17, 2021.
- [7] A. D. Talosa, B. S. Javier, and E. L. Dirain, “The flexible-learning journey: Phenomenological investigation of self-efficacy influencing factors among higher education students,” *Linguistics and Culture Review*, vol. 5, no. S3, pp. 422–434, 2021.
- [8] M. Singh, S. O. Adebayo, M. Saini, and J. Singh, “Indian government e-learning initiatives in response to COVID-19 crisis: A case study on online learning in Indian higher education system,” *Education and Information Technologies*, vol. 26, pp. 7569–7607, 2021.
- [9] G. Oliveira, J. G. Teixeira, A. Torres, and C. Morais, “An exploratory study on the emergency remote education experience of higher education students and teachers during the COVID-19 pandemic,” *British Journal of Educational Technology*, vol. 52, pp. 1357–1376, 2021.

- [10] F. Ozdamli and N. Cavus, "Knowledge sharing technologies in higher education: Preferences of CIS students in Cyprus," *Education and Information Technologies*, vol. 26, pp. 1833–1846, 2021.
- [11] Y. S. Rizvi and A. Nabi, "Transformation of learning from real to virtual: An exploratory-descriptive analysis of issues and challenges," *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, vol. 14, no. 1, pp. 5–17, 2021.
- [12] O. Marunovich, V. Kolmakova, I. Odaruyk, and D. Shalkov, "E-learning and m-learning as tools for enhancing teaching and learning in higher education: A case study of Russia," *Proceedings of SHS Web of Conferences*, vol. 110, pp. 1–8, 2021.
- [13] E. Gaufman and S. Möller, "More than a YouTube channel: Engaging students in an online classroom," *Pandemic Pedagogy*, Editors: A. A. Szarejko, pp. 39–58, 2022.
- [14] A. O. Inorio and D. M. Macandog, "Video lessons via YouTube channel as mathematics interventions in modular distance learning," *Contemporary Mathematics and Science Education*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2022.
- [15] I. Makruf, A. A. Rifa'i, and Y. Triana, "Moodle-based online learning management in higher education," *International Journal of Instruction*, vol. 15, no. 1, pp. 135–152, 2022.
- [16] S. M. Noble, J. D. Saville, and L. L. Foster, "VR as a choice: What drives learners' technology acceptance?" *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 19, no. 6, pp. 1–21, 2022.

#### 第 4 篇 SCI 資料庫收錄論文

Lu, John C.-C., "Analysis of learning behavior in engineering mathematics on YouTube," *Active Learning in Higher Education*, **prepared to submit for review**, 2023. (SCI)

## Analysis of learning behavior in engineering mathematics on YouTube

**John C.-C. Lu**

*Department of Civil Engineering  
Chung Hua University  
Hsinchu, Taiwan  
cclu@chu.edu.tw*

### ABSTRACT

A large percentage of students chose to use YouTube online videos for their learning. Especially, many education activities are moved toward virtual learning during pandemics. At the same time, the media platform YouTube has become one of the most popular sources for learning the content of engineering mathematics. Particularly, students prefer trusted online materials in the course of engineering mathematics. The study suggests that students prefer virtual learning materials to be multifunctional, consistently available, private, user-friendly, and self-paced. Overall, students can get significant educational benefits from engaging with virtual educational videos on their learning.

**Keywords:** Engineering Mathematics, YouTube, Virtual Learning, Learning Behavior

### REFERENCES

- [1] E. T. Maziriri, P. Gapa, and T. Chuchu, "Student perceptions towards the use of YouTube as an educational tool for learning and tutorials," *International Journal of Instruction*, vol. 13, no. 2, pp. 119–138, 2020.
- [2] A. Tella, "The perspective of undergraduate students on information needs and seeking behavior through YouTube," *Journal of Electronic Resources Librarianship*, vol. 32, no. 2, pp. 94–109, 2020.
- [3] E. Irawan, A. Ahmadi, A. Prianggono, A. D. Saputro, and M. S. Rachmadhani, "Youtube channel development on education: Virtual learning solutions during the covid," *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 29, no. 4, pp. 2469–2478, 2020.
- [4] S. Utz and L. N. Wolfers, "How-to videos on YouTube: The role of the instructor," *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 25, no. 7, pp. 959–974, 2022.
- [5] M. Fyfield, M. Henderson, and M. Phillips, "Navigating four billion videos: Teacher search strategies and the YouTube algorithm," *Learning, Media and Technology*, vol. 46, no. 1, pp. 47–59, 2021.



- [6] A. O. Insorio and D. M. Macandog, "Video lessons via YouTube channel as mathematics interventions in modular distance learning," *Contemporary Mathematics and Science Education*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2022.
- [7] R. Rabiman, P. Sudira, H. Sofyan, and M. Nurtanto, "Practical learning media in subject maintenance of chassis and power (MCP) based online: Simple learning using videos on YouTube," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 15, no. 3, pp. 130–145, 2021.
- [8] J. Beauteemps and A. Bresges, "What comprises a successful educational science YouTube video? A five-thousand user survey on viewing behaviors and self-perceived importance of various variables controlled by content creators," *Frontiers in Communication*, vol. 5, pp. 1–14, 2021.
- [9] D. Pattier, "Science on Youtube: Successful edutubers," *TECHNO Review*, vol. 10, no. 1, pp. 1–15, 2021.
- [10] D. Schicchi, B. Marino, and D. Taibi, "Exploring learning analytics on YouTube: A tool to support students' interactions analysis," *Proceedings of the 22nd International Conference on Computer Systems and Technologies*, pp. 207–211, 2021.
- [11] A. Wadood Tadbier and A. Shoufan, "Ranking educational channels on YouTube: Aspects and issues," *Education and Information Technologies*, vol. 26, pp. 3077–3096, 2021.
- [12] D. Pattier, "Teachers and YouTube: The use of video as an educational resource," *Journal of Theories and Research in Education*, vol. 16, no. 1, pp. 59–77, 2021.
- [13] S. Kohler and T. C. Dietrich, "Potentials and limitations of educational videos on YouTube for science communication," *Frontiers in Communication*, vol. 6, pp. 1–10, 2021.
- [14] A. K. Amin, I N. S. Degeng, P. Setyosari, and E. T. Djatmika, "The Effectiveness of mobile blended problem based learning on mathematical problem solving," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 15, no. 1, pp. 119–141, 2021.
- [15] S. Yang, D. Brossard, D. A. Scheufele, and M. A. Xenos, "The science of YouTube: What factors influence user engagement with online science videos?," *PLOS ONE*, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267697>, pp. 1–19, 2022.
- [16] B. A. Manko, "Video advertising: Using YouTube analytics for the target audience," *Journal of Information Technology Teaching*, <https://doi.org/10.1177/20438869221087448>, 2022.
- [17] R. Nacheva and A. Jansone, "Current perspectives in social media supported e-learning," *Baltic Journal of Modern Computing*, vol. 10, no. 1, pp. 71–86, 2022.
- [18] M. Liebendörfer, R. Göller, L. Gildehaus, J. Kortemeyer, R. Biehler, R. Hochmuth, and L. Ostsieker, "The role of learning strategies for performance in mathematics courses for engineers," *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, vol. 53, no. 5, pp. 1133–1152, 2022.
- [19] C. Tang, S. Mao, S. E. Naumann, and Z. Xing, "Improving student creativity through digital technology products: A literature review," *Thinking Skills and Creativity*, vol. 44, pp. 1–15, 2022.
- [20] C. Wu, J. DeBoer, J. F. Rhoads, and E. Berger, "Use of worked-example videos to support problem-solving: An analysis of student behavior," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 30, no. 1, pp. 195–221, 2022.
- [21] L. O. Campbell, S. Heller, and L. Pulse, "Student-created video: An active learning approach in online environments," *Interactive Learning Environments*, vol. 30, no. 6, pp. 1145–1154, 2022.
- [22] M. Bedjaoui, N. Elouali, S. M. Benslimane, and E. Şengel, "Suggestion pattern on online social networks: Between intensity, effectiveness and user's satisfaction," *The Visual Computer*, vol. 38, pp. 1331–1343, 2022.