

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 :

學門專案分類/Division :

計畫年度 : 113 年度一年期 112 年度多年期

執行期間/Funding Period : 2024.08.01 – 2025.07.31

實施去中心化與適性策略於 EMI 工程科目：以流體力學課程為例

計畫主持人(Principal Investigator) : 吳俊毅

協同主持人(Co-Principal Investigator) :

執行機構及系所(Institution/Department/Program) : 國立臺灣海洋大學機械與機電工程系

成果報告公開日期 : 立即公開 延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date) : 2025 年 8 月 26 日

實施去中心化與適性策略於 EMI 工程科目：以流體力學課程為例

一、本文 (Content)

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

流體力學是機械系必修課程，研究者在面對五十位學生的課堂，在有限的教學時數內，目前採用的是傳統講述式教學法，這種教學法可將嚴謹的數學和科學知識，在有限的時間將基礎理論全面覆蓋，在課堂上將基礎的工程理論完整傳授給學生，為同學生打下紮實的工程基礎，進而讓同學能夠在實際工程問題中予以活用。這種成功的教學方式，為臺灣培養無數優秀的工程師，為臺灣經濟奇蹟不可缺的幕後工程。然而，因應當前臺灣 2030 雙語國家政策及全面提升學生國際競爭力下，大學端開始執行 EMI 以英語為媒介的教學。在流體力學課程的傳統講述式教學法英語授課教學現場，研究者在教學方法與學生面，觀察到了以下的挑戰：

在教學方法方面：

(a) 講述式教學法：因應流體力學，作為機械系的一門核心課程，以往有效的講述式教學法，近年來似乎遇到了困境，對部分學生而言，以講述式教學法學習成效不佳，理論實踐和問題解決能力都有了挑戰。在面對一個五十位學生的大班授課環境中，研究者以講述式教學法授課，由於學生能力與態度不一，無法激勵所有學生深入理解和應用知識，以及學生學習成果的評估主要依賴於期中和期末考試，無法及時反映學生的學習過程和實際能力外，在教學現場觀察到了以下幾點問題：

1. 學生專注度不一：在傳統的講述式教學模式下，學生的專心程度存在明顯差異，這影響了整體學習效率。
2. 學習動機差異：學生的學習動機不一，這對學習成效有顯著影響。
3. 學生能力層次不均參差不齊：學生在流體力學的先備基礎理論和應用能力上表現出不同的程度，這對教學帶來了挑戰。

(b) 英語為媒介的教學 (English as a Medium of Instruction,EMI)：在當今全球化的背景下，工程教育越來越注重培養學生的國際視野。英語教學不僅提升學生的語言技能，還為他們開啟參與國際交流與合作的大門，如：參加國際會議、國際研討會、國際工作坊、赴國外研修及國外企業實習。此外，許多跨國工程項目將英語作為工作語言。學生在學習過程中習慣使用英語進行專業溝通，對於未來融入國際工作環境非常有利。國際標準和規範，例如：ISO 標準，大多以英語發布。因此，掌握英語能使學生能直接閱讀和理解這些標準，並在未來的職業生涯中加以應用。隨著全球化進程的加快，越來越多的公司尋求具有國際視野和英語溝通能力的員工。流利的英語和專業知識使學生的就業機會不僅限於本國，還可以擴展至國際市場。EMI 教學有助於學生參與專業認證、進階研修學習機會（如碩士和博士學位、專業研討會和培訓）。同時，英語能力強的學生能夠更快地獲取最新的學術資訊和研究成果，因為大部分高質量的學術研究和期刊文章都是用英語撰寫的。

然而在 EMI 流體力學教學現場，研究者利用講述式教學法講述課程時，部分學生顯示出抗拒態度，與同學討論後，了解他們抗拒態度的起因是源自於自身的英語能力。英語能力差異影響學生理解英語授課的專業課程，進而影響學習效果。

在學生端方面：

(a) 當 Z 世代兩極化的學生面臨傳統講述式教學法：臺灣於 108 學年度推出十二年國民基本教育課程綱要（「108 課綱」）是一項重要的教育改革，旨在從傳統的知識、能力、態度學習目標轉變為強調「素養」的培養。這一轉變不僅影響基礎教育階段，也對高等教育，特別是工程教育，提出了新的挑戰和機遇。老師面對的學生程度從原本高度均一到更多元。

108 課綱採素養教育的核心，素養教育著重於學生的全面發展，不僅包括學科知識的掌握，亦包括批判性思考、問題解決、創新能力以及社會與文化意識等。這種教育模式強調學生作為學習的主體，重視學生的主動探索和自我驅動。當這些學生逐漸從高中端進入大學，習慣「學生為中心」教學法的學生，面對傳統的講述式教學可能不足以滿足素養教育的需求。因為研究者在教學現場觀察到，部分學生的學習動機及能力表現十分傑出，更能夠表現自己，也更有自主的想法。同時，也有部分的學生先備基礎知識不足，語言能力較弱，故跟上教學進度顯有困難。

(b) 教學現場發現 Z 世代的學生對實作實務部分內容表示高度興趣

研究者在教學現場觀察到以講述式教學法進行理論推導或是系統分析時，大部分的同學都是低頭做自己的事，僅有少數同學在聽講。學生因為上課沒有專心聽講且無積極參與，當紙筆測驗題目以課堂上已講述過之例題為主時，仍僅有一半同學及格，學習效果低落。研究者同時發現同學有實務學習機會或實作課堂練習時，同學們的學習動機及積極性開始提高。流體力學為熱流領域基礎課程之一，其應用十分廣泛。Z 世代同學是生長在一個資訊爆炸以及資源充足的環境，他們應用科技的能力、所吸收的資訊及享受的資源，均遠超過早幾年的同學。

(c) 在某些情況下更願意表現自己：研究者這幾年在教學現場，更容易發現如果探討的問題是學生有興趣的，Z 世代學生更願意在課堂上積極發言。反映了國民教育環境的轉變，其中鼓勵學生表達自己的觀點和興趣。這種轉變可能源於多種因素，包括可能 108 課綱開始逐漸影響學生，更加開放和互動的教學方法、技術的進步，以及對學生個人發展的更多關注。

(d) 如何與 Z 世代溝通：當前在大學就讀的學生主要屬於 Z 世代，即 1997 年至 2012 年間出生的群體。這一代人的成長伴隨著先進科技，如：社交媒體、網路、即時通訊、智慧手機和平板電腦的普及。因此，Z 世代被視為第一代在實體世界和數字虛擬世界中同時成長的群體。他們的自我認知受到科技驅動的社會互動和價值觀的深刻影響，並在使用各種科技產品方面表現出天賦。Z 世代學生在使用科技產品方面表現出高度的熟練度，但當他們面臨大學中那些抽象的理論課程時，往往感到不適應。他們在科技領域的專長與傳統教學方法之間存在顯著的差異，導致他們無法在這種教學環境中充分發揮自己的潛力，講述式教學法似乎無法有理想的學習成果。

對於 Z 世代學生來說，能夠在課堂上討論他們感興趣的話題，不僅有助於提高他們的學習動機，還可以增強他們的批判性思維和溝通技巧。這種教育模式更加注重學生主動學習，而不僅僅是被動接受知識。透過這種方式，學生可以做好充足的準備迎向未來的挑戰。

面對上述這些挑戰，本計畫希望開發一套去中心化概念並適用於 Z 世代教學環境使用的混成式教學模組，結合「探索式教學法（Inquiry-based Learning, IBL）」、

「翻轉教學 (Flipped Classroom) 」與「問題導向教學 (Problem-based Learning, PBL) 」於 EMI 流體力學課程。讓我們培育的機械工程學生，能夠符合業界的需求，以及提升同學們的機械專業素養能力，如何讓我們 Z 世代的學生能夠學習到他們所需知識，改變教學方法以因應 Z 世代學生所需則勢在必行，所以這個計劃是面對工程學生的轉變，建構適性教學模組，以新型的課程安排與教學方法，培育 Z 世代的工程學生。

希望達成：

1. 利用翻轉教室教學法將課堂留給學生進行問題導向學習活動及探索式學習活動。
2. 課堂實作練習及活動佔比高
3. 課堂講授比例將降至一半以下
4. 能降低學生在 EMI 學習環境中的抗拒，協助其學習。

2. 研究問題 (Research Question)

本計畫以機械系流體力學這門必修課程為例，顯示傳統的講述式教學法已無法有效滿足當前新世代學生多樣化的學習需求，並考慮學生對實務學習和實作課堂的正面反應，本研究旨在探討如何規劃設計創新教學方法，以促進學生的學習動機和成效

(a) 研究將探討將探究式學習、翻轉教室和問題導向學習融合於工程課程中的可能性和有效性。

(b) 本研究將評估工學院學生對於在翻轉教室中實施以英語為媒介的教學法的觀點和接受程度

3. 文獻探討 (Literature Review)

流體力學是支撐工程學、生物學和環境科學等眾多應用領域的基礎科學。然而，傳統的講述式教學法為基礎的課堂，常常難以吸引 Z 世代學生參與並促進深入理解。為了應對這一挑戰，研究者探索運用了以下創新教學方法以設計規劃課程，包括：探究式學習 (Inquiry-based Learning, IBL)、翻轉教室(Flipped Classroom) 和問題導向學習 (Problem-based Learning, PBL)。因此，本計畫檢視了去學習中心化(Learning Decentralization)與這三種教學方法的現有文獻，透過上述三種教學法運用，並將它們整合在一個混合教學框架中，以強化完備整體流體力學課程教育。上述這三種教學法是以學生為中心的教學法，並在高等教育中受學生越來越歡迎。研究表示，這些方法可以提高學生的參與度、批判性思維技能和各個學科的學習成果 (Freeman 等人，2014 年)

以下回顧了有關探究式學習、翻轉教室 和問題導向學習應用於工程類學門課程中之相關文獻，重點關注與科學、技術、工程和數學 (STEM) 領域相關的研究，並將說明以探究式學習、翻轉教室和問題導向學習等教學法結合在一個混合教學框架中，是教授相關工程類學門課程為一種有效之策略。

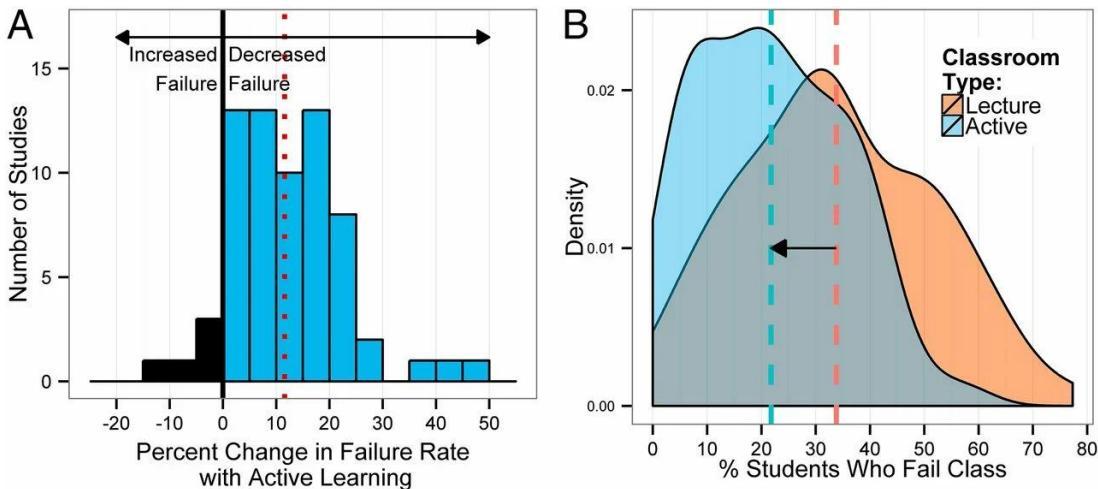


圖 1 不及格的變化。(A) 數據以同一課程中積極學習與講授方式下的不及格百分比變化來繪制。平均變化(12%)由虛線垂直線表示。(B) 在積極學習和講授下的不及格率的核密度圖。每種課堂類型下的平均不及格率(21.8%和33.8%)由虛線垂直線顯示(Freeman 等人, 2014年)。

去中心化(Decentralization): 傳統集中式的教育模式，知識是由單一權威人物傳授，這種模式正日益受到學習去中心化概念 (learning decentralization) 的挑戰。首先，去中心化的學習環境賦予學生掌控自己學習歷程的能力，培養自主和自我指導的重要感覺，對於理解複雜學科至關重要 (Duch 等人, 2012年)。此外，去中心化的學習環境促進合作和同儕互動，這對於工程領域成功發展溝通和團隊合作技能是關鍵 (Prince 和 Felder, 2006年)。去中心化學習將課程進度、活動、資源和評估方式之控制權從教師轉移至學生。在流體力學中，可以由學生共同開發評分標準以評估同儕的項目。實證研究表明，專注於學生自主性的去中心化課程能培養出能夠引導自我學習、達到深入理解、質疑假設並在個人層面上理解內容的思考者。透過上述去中心化概念，使學習掌握權大多回歸至學生，進行以學生為中心 (Student-centered Learning)的方式進行學習，以達提供學生更多適性學習機會之目標。

探究式學習 (Inquiry-based Learning, IBL) 是一種歸納式教學法，學生在學習知識的過程中扮演積極角色，通過提出、調查和回答研究問題 (Pedaste 等人, 2015年)。與傳統以講述式教學法為基礎的教學不同，講述式教學法教師向學生傳遞事實信息供其記憶，探究式學習通過學生主導的探究進行學習 (Miller 等人, 2018年)。在工程科學課程中，探究式學習可以以學生進行動手流體實驗方式進行，收集和分析數據，並推導出基本的流體原理 (Prince & Vigeant, 2006年)。研究表明，在探究式學習教學法中，學生進行探究式學習的流體實驗，更能提高概念理解、批判性思維和研究能力 (Miller 等人, 2018年；Prince & Vigeant, 2006年)。

翻轉教室 (Flipped Classroom) 利用科技將授課移到教室外，同時利用課堂時間進行協作、基於項目和驅動探究的活動 (Bossaer 等人, 2016年)。在工程科學學門課程背景下，學生可以在上課前觀看講解基本流體原理的影片。這使得寶貴的課堂時間

可以從被動聽講轉向完成進行工作實例、動手實驗、測量、設計任務和應用複雜流體物理概念的計算項目 (Bossaer 等人, 2016 年)。

問題導向學習 (Problem-based Learning, PBL) 將流體力學教育集中在開放式、真實世界的問題上 (Wedelin 等人, 2015 年)。與教科書上的習題不同, PBL 問題甚至可以設計不結構化, 以更接近工程科學學門之專業人士經常遇到的情境的複雜性 (Wedelin 等人, 2015 年)。例如, 學生可能被提出一個實際案例研究, 涉及設計市政供水系統的管網。學習者必須啟動先前的知識, 識別相關的流體原理和公式, 應用技術技能, 協作分析模糊性, 進行文獻綜述, 收集數據, 最終推導出針對具體問題的基於證據的解決方案 (Wedelin 等人, 2015 年)。研究表明, 問題導向學習 (Problem-based Learning, PBL) 創造了比傳統課程更深入和持久的工程科學學門課程理解, 同時建立了關鍵的專業能力, 如問題解決、溝通、應變能力、分析性思維和團隊合作 (Wedelin 等人, 2015 年)。

工程科學學門教育中混合方法的論證

雖然探究式學習、翻轉教室和問題導向學習各自的優點, 但將這些以學生為中心的教學方法結合在一個綜合的混合框架中, 代表了一種理想的以證據為基礎的方法, 專門用於最大化工程科學學門課程的學習成果 (Freeman 等人, 2014 年)。翻轉課堂模型確保學生通過課前影片獲得充分的理論基礎。允許將珍貴的課堂時間專注於探究式學習課堂實驗, 將抽象的流體原理轉化為基於測量和觀察的具體理解。然也可以在課內進行以情境化、開放式的問題導向學習案例研究和項目, 利用通過翻轉和探究式學習活動培養的更深層次的概念基礎和實驗技能。這種多層次的混合策略結合每種單獨方法的優勢, 提供了一種獨特且有效的工程科學學門學教育體驗。

因此, 探究式學習、翻轉教室和問題導向學習都增強了學生學習動機和各種工程科學學門之學習成果。將這些策略作為一個整合的混成式教學, 利用它們各自的優勢, 進而提供了一種教授流體力學的優異教學模式。此外, 針對這種混成式教學法下, 如何安排究式學習、翻轉教室和問題導向學習模組最佳實施比例值得探究。

4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

本課程幫助本系學生建立必須的流體力學之知識基礎。修習本課程後學生應熟悉流體基本原理, 速度與壓力之非線性關係, 簡易流體量測工具原理, 基本流體力學統御方程式之微分積分型態, 速度、壓力、流區組合成的流場概念, 黏性、非黏性流場, 層流與紊流流場性質之性質, 簡易管路設計概念等。本計畫將利用一套創新的教學策略, 以提升機械系學生在流體力學課程中的學習動機、參與度和理解能力。目標還包括增強學生在批判性思維、實際問題解決和專業英語的能力, 以配合當代工程教育的需求和全球化趨勢。

教學場域: 機械系普通教室、本校雲端教學平台

教學方法: 結合翻轉教室、探究式學習和問題導向學習之混和型教學法。

(a) 教學目標

本計畫希望能夠以英語為媒介(EMI)之課堂過程中，利用融合探究式學習、翻轉教室和問題導向學習混成型教學法，增加學生於EMI流體力學課程中的學習動機，強化流體力學的學習效果，增強學生的批判性思維、問題解決能力，並強調實際應用。促進學生對流體力學的深入理解，適應Z世代學生的學習需求。配合臺灣2030雙語國家政策，並藉由英語授課，以提高學生的英語專業溝通能力。以去中心化方式，給其自訂研究題目與配分的空間；對於學習成效薄弱的同學，亦可藉此循序漸進依自行程度運用課堂提供之學習資源，進行適性學習。這項研究旨在探討Z世代學生於傳統教室環境中學習的挑戰。當教學僅限於文字和圖片，Z世代學生往往難以充分吸收知識，從而影響學習成效。由於大多數學生缺乏工程領域的工作經驗，他們對相關專業課程缺乏實際感受。因此，本研究提倡在教學過程中融入創新的混成型教學法，並通過與學生的互動討論，來提升課程互動性和學習成效。

(b)教學方法

主要利用以下三種教學法，並以英語為媒介(EMI)之教學環境。

- 翻轉教室 (Flipped Classroom)
- 探索式學習 (Inquiry-Based Learning)
- 問題導向學習 (Problem-Based learning)

將探索式教學、翻轉教室和問題導向學習整合於流體力學的教學中，可以創造一個豐富且互動的學習環境。這種綜合方法不僅能提高學生對流體力學概念的理解，還能培養他們的批判性思維、問題解決和團隊合作能力。以下是如何在流體力學課程中實施這三種教學方法的具體步驟：

課前準備 (翻轉教室)：

學生活動：學生在家觀看關於流體力學基礎理論的影片，如流體靜力學和動力學的原理。

目的：提供基礎理論知識，為課堂深入討論做準備。

課堂活動 1 (問題導向學習)：

教師活動：介紹一個與實際相關的流體力學問題，例如設計一個高效率的水力發電系統。

學生活動：分組討論問題，提出初步的假設和解決策略。

目的：激發學生的興趣，並促進他們對流體力學應用的思考。

深課堂活動 2 (探索式教學)：

學生活動：進行實驗、模擬或數據分析來探索問題，比如測量不同條件下的流體流動特性。

教師角色：提供指導和資源，幫助學生進行實驗設計和數據分析。

目的：通過實踐活動幫助學生更深入地理解流體力學的概念和原理。

反思和評估：

學生活動：反思學習過程和解決問題的方法，進行自我評估。

教師活動：提供反饋，評價學生的表現，並指出改進的方向。

目的：幫助學生認識到自己的學習成效，並鼓勵持續學習和自我提升。

通過這種整合方法，學生不僅能夠理解流體力學的理論知識，還能通過實踐活動和解決實際問題來加深對這些知識的理解和應用。這樣的教學方法能夠激發學生的學習興趣，提高他們的主動學習能力和批判性思維。

本教學設計按照翻轉課堂的原則，對每週的課程活動進行全面評估。這包括記錄學生在學習、實踐、概念化、應用和拓展階段的進展。學習階段強調學生預習錄製的課程內容，而面對面的課堂時間則用於實際活動，鼓勵學生運用線上學習的概念來解決問題。概念化活動旨在評估學生對概念的理解，應用活動則評估他們運用概念解決問題的能力。最後，拓展活動則旨在激發學生的學習熱情，並評估他們運用所學概念解決實際問題的能力。

針對各教學法於本課程的實施細節如下

翻轉教室 (Flipped Classroom)：將理論講解部分轉移到線上，以 EMI 方式進行講述式教學，學生可在家中自學，利用視頻、互動教材等。課堂時間專注於討論、問題解決與實踐練習。影片將以知識點為主軸，將每部影片控制時間在 20 分鐘以內。學生可依其程度需求，反覆觀看。課前：公布影片和閱讀材料，供學生在課前學習。這些資源應涵蓋關鍵的流體力學概念和理論。利用課堂時間進行互動討論、解決問題的活動，並通過實際應用加強概念。

探索式學習 (Inquiry-Based Learning)：鼓勵學生提問，透過探索研究來獲得知識。教師扮演引導者的角色，幫助學生建立知識連結。將利用課堂實驗讓同學自行設計、規劃、執行實驗。

問題導向學習 (Problem-Based Learning)：設計與真實世界相關的流體力學問題案例。以小組或個人形式進行，強調團隊合作與實際應用。首先，選擇一個與流體力學相關的真實世界問題。例如，可以選擇水力發電、血液流動、管道設計、航空器設計等主題。明確定義問題的範圍和要求。問題具有開放性，允許多種解決方案。例如，設計一個最有效的水輪機，或者分析和優化飛機的空氣動力學性能。提供或指導學生找到相關的學習資源，如教科書、學術論文、專業軟體等。讓學生以小組形式工作，鼓勵團隊合作。小組成員可以分配不同的任務，例如資料收集、模型建立、數據分析等。在活動結束後，讓學生進行反思，並對整個學習過程進行評估。

C. 學生成績考核與學習成效評量工具

學生成績考核採用每個活動均給予評量用以了解學生學習狀況，並鼓勵學生參與：

(a) 成績評量分配比例為前測共佔 15%，課堂參與（含 PBL、IBL 參與部分）35%，

考試 50%。

- (b)課堂參與成績主要由老師對學生課堂表現及 PBL、IBL 參與程度評分。
- (c)教室授課，將依課程需求，加入 Zuvio 平台活動，增加課堂互動與學生參與感
- (d)由於本課程屬機械系核心必修課程，課程內容涉及許多基礎知識學能，模組考試之評量方式，並可藉此客觀量測翻轉教室後的學習成效前後差異。

學習成效評量工具：

1. 課程模組進行前與後之課程內容測驗前測與後測
2. 學期初整體課程問卷
3. 執行該創新課程教學課程回饋問卷
4. 期末整體課程問卷

5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

在以英語為媒介(EMI)之課堂過程中，運用三種教學法：探究式學習、翻轉教室和問題導向學習於課堂教學中，並記錄學生的課堂活動表現，並課堂中亦以網路表單進行課堂反饋活動，藉此發掘教學問題，讓學生有管道進行雙向溝通。上述教學方法於課堂運用完後，將透過量化研究工具-問卷及課前課後評量，進一步分析探究，了解學生整體學習成效與實際現場問題。

A.研究架構

本研究架構為四大部分：

- (a)研究目標：提升學生學習流體力學的學習成效。
- (b)影響因素：學習資源（含：線上課程內容、實作學習活動、解決問題之實務例題等其他課程規劃活動）的提供、學生學習的動機、教師因素（含教學方法）將會影響研究目標。
- (c)教學策略：基於上述影響因素，利用結合探究式學習、翻轉教室及問題導向學習於流體力學，將採用課中即時反饋系統 (Zuvio)、線上、線下及課堂實際實作活動虛實結合等教學策略，來達成研究目標。
- (d)成效評估：將透過量化研究工具-問卷及課前課後評量測驗，進一步分析探究等方式，評估研究目標是否達到。

B.研究問題意識

本計畫以機械系流體力學這門必修課程為例，顯示傳統的講述式教學法已無法有效滿足當前新世代學生多樣化的學習需求，並考慮學生對實務學習和實作課堂的正面反應，本研究旨在探討如何規劃設計創新教學方法，以促進學生的學習動機和成效

- (a)研究將探討將探究式學習、翻轉教室和問題導向學習融合於工程課程中的可能性和有效性。

- (b)本研究將評估工學院學生對於在翻轉教室中實施以英語為媒介的教學法的觀點和接受程度。

C.研究目標

計畫針對規劃設計創新工程學門類科目之課程架構與內容，將以「流體力學」為例。旨在開發和評估一套以英語為媒介(EMI)之教學結合探究式學習、翻轉教室及問題導向學習的混合型教學策略，以提升學生修習流體力學課程的學習成效。此研究目標包括評估新教學模式對學生批判性思維、問題解決能力的影響，以及其對提升學生專業知識和英語能力素養效果。目標包括創建和測試相關教學材料和課程設計，並透過學生反饋來評估教學方法的有效性。具體而言，本計畫針對創新「流體力學」課程架構與內容，開發教學模組，課程將預錄課程內容，並挑選適合進行探究式學習或問題導向學習。課堂授課以加強與學生互動為原則，利用相關智慧教學平台或app，增進學生學習成效。未來可以此模組設計為主，可逐漸延伸開發到相關熱流領域課程，相關課程如下：

熱傳學(必修)

應用數值分析(選修)

D.研究對象與場域

本計畫研究對象以機械系大學部學生為主。以 2024 年修習「流體力學」之大三學生為研究對象。場域為授課教室與校內雲端學習平台(Tronclass)。研究者將於課堂中除提供相關實作實務學習活動等，亦提供學生使用 Zuvio 及 Google 雲端協作表單等進行學習。

E.研究方法與工具

本研究計畫採用結合翻轉教室、探究式學習和問題導向學習的混合教學方法應用於流體力學課程。具體來說，翻轉教室將理論講解轉移到線上，學生在家中透過觀看視頻和互動教材進行自學，課堂時間專注於討論、問題解決與實踐練習。探究式學習鼓勵學生透過實驗、模擬或數據分析來探索問題，並由教師提供指導和資源。問題導向學習則集中於開放式、真實世界的問題，促使學生運用流體力學知識解決具體問題。透過上述教學法之課程進行後，本研究欲進一步探究了解學生整體課程回饋反應及其之間差異，將透過量化研究工具-問卷施測及課程前、課程後課程內容測驗之結果，將其探究分析，如：線上教學影片、互動式學習活動、實作課程及問題解決案例等課程活動，以達了解整體創新課程規劃設計是否達到其目的與否。

本計畫採用之研究方法、實施程序及資料蒐集分析與工具分述如下：

研究方法

將採量化研究方法之間卷施測調查法為主，該「教學課程回饋問卷」將引用並改編自 Al-Zahrani 2015 之量表，分析統計以此教學方式學生之學習成效。此外，為了解學生學習課堂專業知能成效概況，亦於相關課程授課前及課程授課完畢後，進行課堂專業之能測驗，並參考前後測課程內容測驗成績進行分析。

實施程序

在第一天上課時，將提供每位學生「教育部教學實踐研究計畫告知書」，告知學生參與教學實踐研究計畫之相關細節資訊、學生權益與個資保護，並徵求學生同意。課

程開始後，將依上述之「課程規劃」以及「教學方法」之規劃依進度實施授課。並將於課堂活動過程中，進行教學記錄，紀錄將以錄影、拍照或錄影等方式進行，此紀錄將客觀了解學生上課之表現，著重於在教學現場學生個人之參與度、分組討論狀況、以及學生與老師間之交流互動之情況與現象。

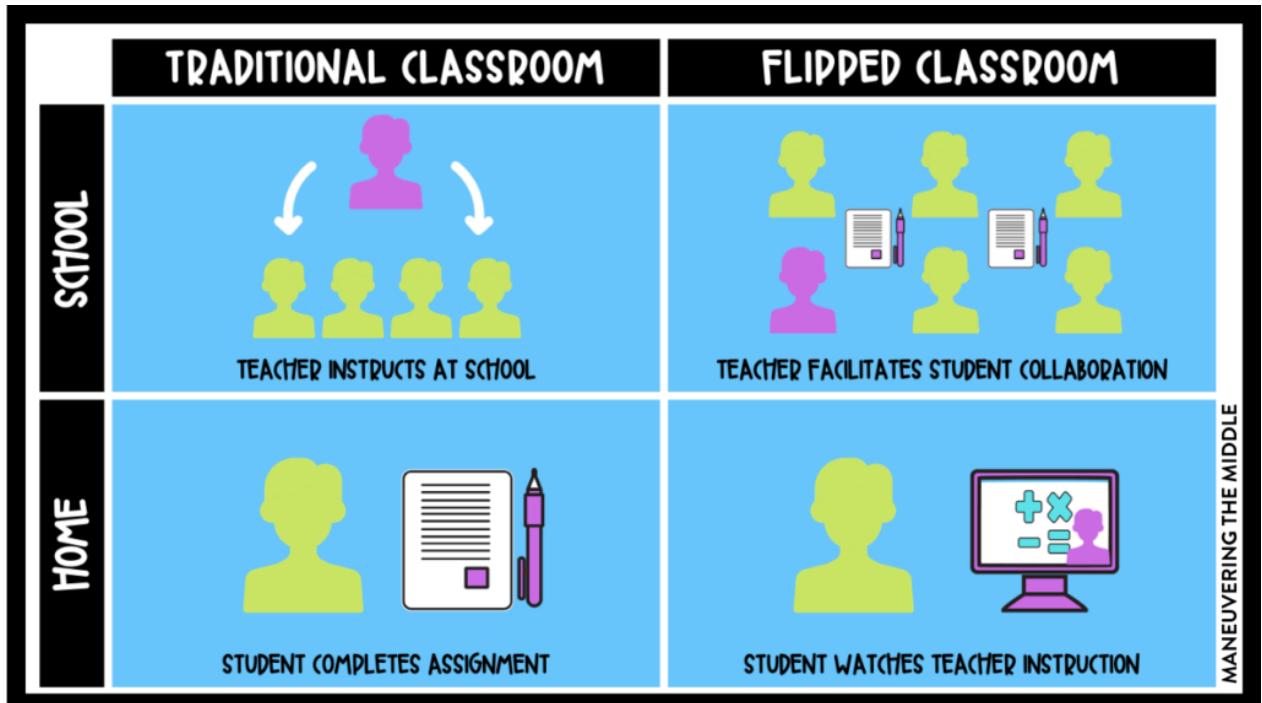


圖 2 翻轉教室(Noelle 2023)

在課堂活動及課後自主學習時間，教師透過 TronClass 及 Zuvio 等數位雲端資訊平台，即時掌握學生之學習進度與狀況，數位化記錄學升學習相關資訊，並依學生之表現，及時挑整教學方式及強化特定課程內容。每一模塊結束後，也將設計 Google 教學問卷，及時掌握學生意見，讓學生有管道與老師溝通，供教學方式與內容之調整參考。

資料蒐集分析與工具

課程紀錄之影音資料檔案，著重於團體教學之記錄，為保護個資不標註個人資訊，紀錄不對外開放。老師授課相關部分資料，則俟貴部計畫之需求，將內容上傳平台，授權給特定群體參考。分析部分以 Google Form 進行調查，採不記名調查無個人標記，以圖表方式分析，綜合統計數據以呈現學生於此門課程之學習成效，以供未來教學模組內容調整之參考。以上所述資料預計保存期限 5 年，視情況得延長。

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

(1) 教學過程與成果

壹、研究對象基本特徵分析

一、學生組成結構

本研究以國立臺灣海洋大學機械與機電工程學系三年級學生為研究對象，共計 33 名

學生參與完整的教學實踐過程。從性別分布來看，男性學生 30 人 (90.9%)，女性學生 3 人 (9.1%)，如圖三。此分布狀況符合台灣工程科系的典型特徵，反映了機械工程領域長期存在的性別結構現象。雖然樣本中女性比例較低，但在後續的各項教學效果評估中，並未發現性別差異對 EMI 教學接受度造成顯著影響，所有參與學生均展現出積極的學習態度與高度的課程參與意願。

學生性別分布 (N=33)

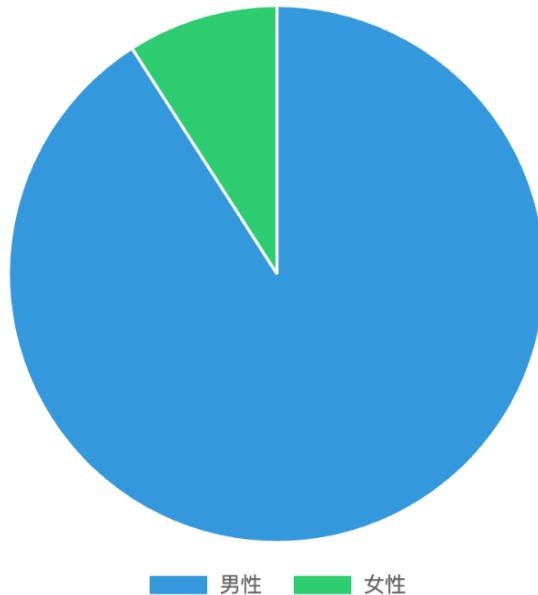


圖 3 學生性別分布

二、英語學習背景分析

在學生的英語接觸時間分布方面，呈現出相當多元化的特徵。其中，每日接觸英語 1-30 分鐘的學生占最大比例，計 13 人 (39.4%)，顯示現代大學生透過數位媒體平台如 Netflix、YouTube 等接觸英語內容已成為普遍現象。值得注意的是，每日接觸英語 31 分鐘以上的學生合計 15 人 (45.5%)，顯示超過四成的學生具備相對充足的英語接觸經驗，這為 EMI 教學的實施提供了良好的基礎條件。然而，仍有 5 名學生 (15.2%) 完全沒有日常英語接觸經驗，這群學生在 EMI 課程中可能面臨較大的語言適應挑戰。如圖四。

每日英語接觸時間分布

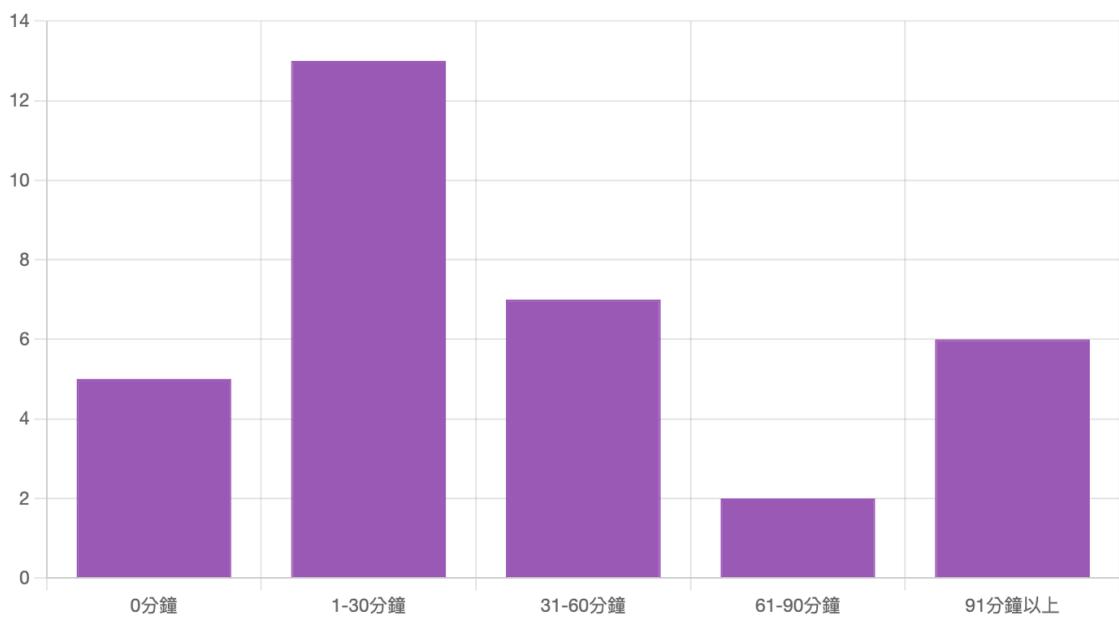


圖 4 學生每日英語接觸時間自評

基於此多元化的英語背景分布，研究者在課程設計中特別採取了差異化教學策略，針對不同英語程度的學生提供適性化的學習支援。透過同儕協助機制與多元化的學習資源配置，有效緩解了語言能力差異可能帶來的學習障礙。後續的教學滿意度調查結果證實，即使是英語接觸經驗相對不足的學生，對於 EMI 教學模式的接受度仍然達到了相當高的水準。

英語四技能整體程度評估

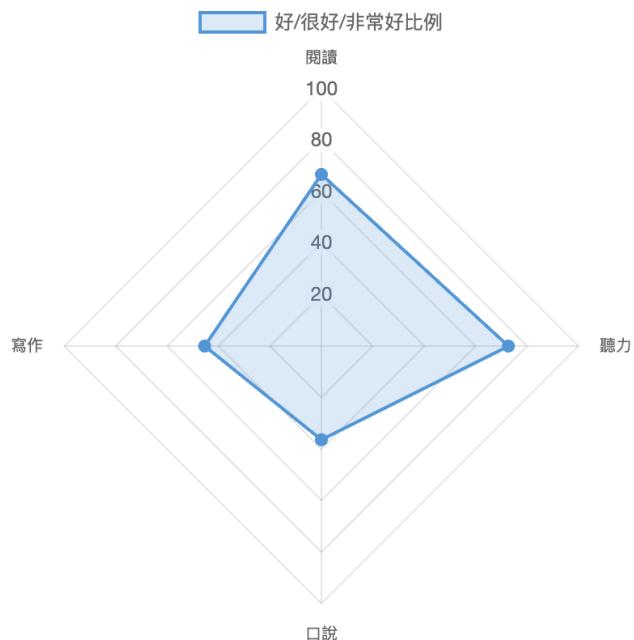


圖 5 英語四季能整體程度學生自評

貳、學生英語能力現況分析

一、英語四技能整體評估

透過學生自我評估的結果分析，可以清楚觀察到台灣工程科系學生典型的英語能力分布特徵。在英語四項基本技能中，學生的表現呈現明顯的輸入技能優於輸出技能的現象。具體而言，聽力能力表現最為優異，有 72.7%的學生自評為好以上程度，這反映了現代學生經常透過英語影音內容接觸語言的學習環境特色。閱讀能力位居第二，66.7%的學生認為自己具備良好的英語閱讀能力，這與台灣英語教育長期重視閱讀技能培養的傳統相呼應。

相較之下，輸出技能的表現則相對薄弱。寫作能力方面，僅有 45.4%的學生自認具備良好程度，而口說能力的表現更是明顯，只有 36.4%的學生對自己的口語表達能力具有信心。此結果反映了台灣英語教育體系中，長期較為缺乏口語表達訓練機會的結構性問題。面對此一現實狀況，本研究的 EMI 課程設計特別強調循序漸進的口語參與機制，從簡單的問答互動開始，逐步建立學生的英語表達信心。如圖五。

二、英語聽力理解層次分析

進一步檢視學生的英語聽力理解能力，研究發現學生在不同理解層次上的表現存在顯著差異。在較為高階的理解任務上，學生表現相對優異，其中 60.6%的學生能夠理解英文講者的說話目的，57.6%的學生能夠掌握英文演講的主要想法。這顯示學生在整體訊息掌握和意圖理解方面具備相當的能力基礎。

然而，當涉及更細緻的理解任務時，學生的表現則呈現下降趨勢。僅有 36.4%的學生認為自己能夠準確理解英文演講中的重要事實和細節，39.4%的學生能夠理解英文演講中觀點之間的關聯性。此種由宏觀到微觀理解能力遞減的現象，為 EMI 課程的講解策略提供了重要的設計依據。在實際教學過程中，研究者採用了結構化的講解方式，首先建立整體概念框架，再逐步深入具體細節，並透過重複強調、語調變化等技巧突出重要訊息，同時輔以豐富的視覺教材協助學生理解。如圖六。

英語聽力理解能力評估

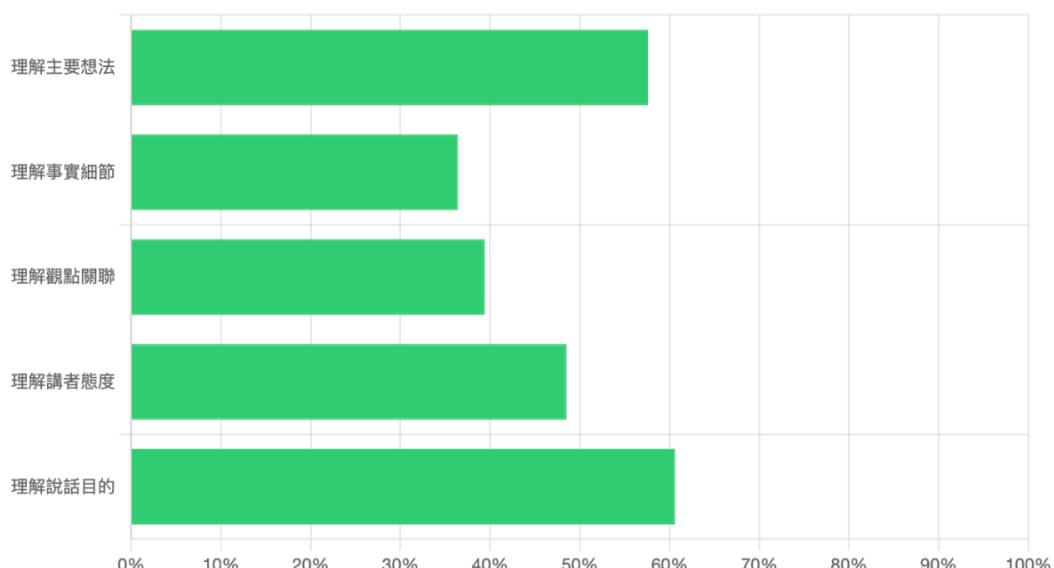


圖 6 學生英語能力自評

參、教學效果統計結果分析

一、整體教學滿意度表現

本研究針對EMI混合教學模式的實施效果進行了全面的評估，結果顯示學生對於新教學方式的滿意度達到了極為優異的水準。在所調查的十四項教學相關指標中，有十項指標獲得了100%的完全滿意度，包括複習機會提供、線上學習工具使用、學習歷程豐富性、理論與實務結合、合作學習效果、師生溝通改善、學習活動參與、自主學習管理能力、學習愉快感，以及個人學習幫助等面向。這些項目涵蓋了教學方法創新、技術工具整合、學習環境營造、以及能力培養等多個層面，顯示EMI混合教學模式在各個面向都獲得了學生的高度認同。

其餘四項指標，包括網路學習資源運用、問題解決能力培養、同儕溝通促進，以及教學方式偏好等，也都達到了97%的高滿意度。整體而言，所有教學相關指標的平均滿意度達到98.8%，此一優異表現不僅證明了研究設計的成功，更為EMI工程教育的推廣應用提供了強有力的實證支持。特別值得注意的是，學習愉快感達到100%的滿意度，這表明創新的教學方式成功地重新激發了學生對於學習的熱忱，突破了傳統講述式教學可能造成的學習疲乏問題。如圖七。

學生總體觀點滿意度 (Q1-Q14)

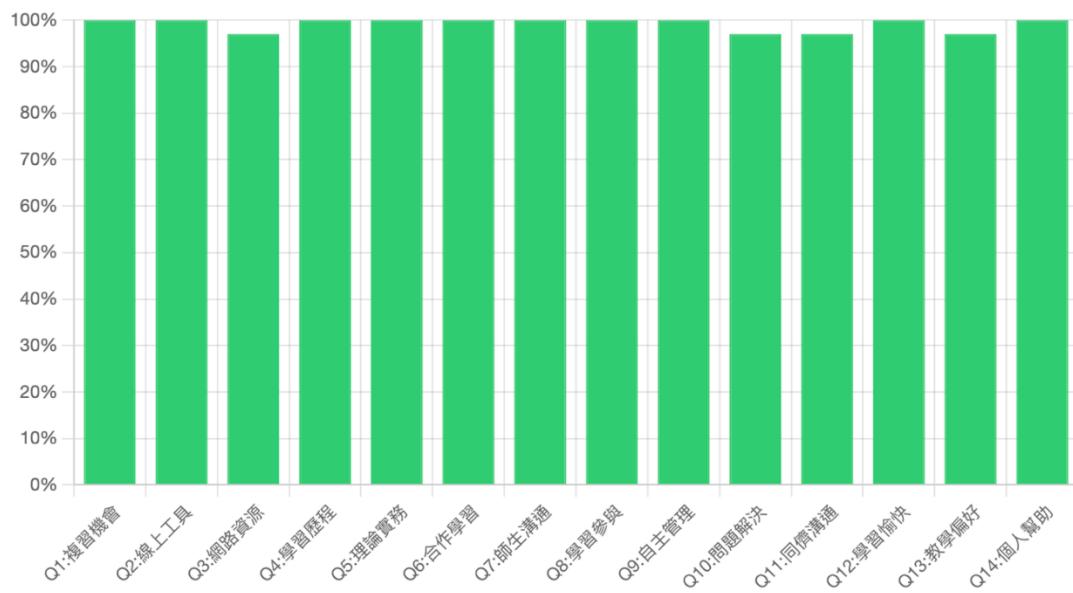


圖 7 學生總體觀點滿意度

二、創意思考能力培養成效

在創意思考能力的培養方面，本研究取得了近乎完美的成果。透過對十個不同創意思考指標的評估，包括另類思考能力、靈活運用想法、多元思維產生、新穎點子創造、創新分析能力、以及創意問題解決等面向，結果顯示99.7%的學生認為自己的創意思考能力獲得了顯著提升。此一卓越成果遠超研究初期的預期，充分證明了探究式學習、問題導向學習與翻轉教室等教學方法在激發學生創新思維方面的強大效能。

透過探究式學習的實施，學生被鼓勵主動提出假設、設計驗證方法、並進行深

度探索，這種學習過程大幅提升了學生的創新思考能力。問題導向學習則讓學生面對真實的工程問題情境，需要跳脫既有的思維框架，尋找創新的解決方案，有效刺激了創意思考的產生。去中心化的學習環境更為學生提供了自由表達不同觀點、提出創新想法的機會，培養了批判性思維與獨立思考能力。相較於傳統講述式教學可能限制學生思考模式的問題，本研究的混合教學法明顯突破了這一限制，讓幾乎所有參與學生都體驗到了創意思考能力的實質提升。如圖八。

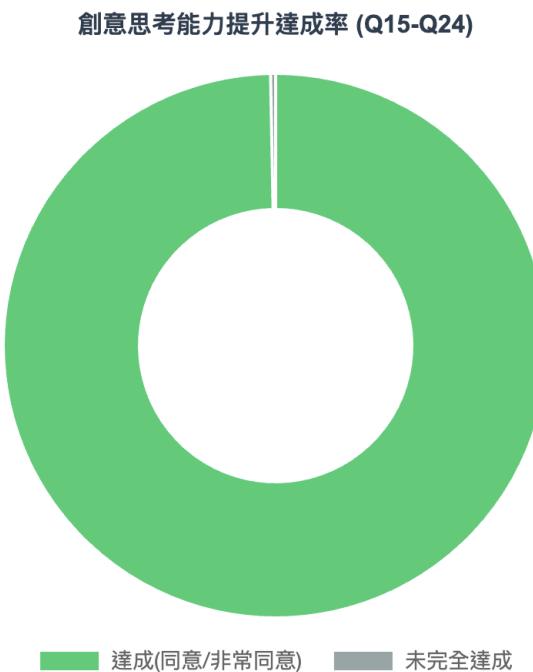


圖 8 創意思考能力提升達成率

三、學習適應狀況評估

儘管創新的教學模式帶來了顯著的學習成效，但同時也對學生的學習適應能力提出了新的挑戰。透過對七個不同適應面向的調查分析，整體而言，89.4%的學生表現出良好的學習適應狀況，顯示絕大多數學生能夠成功調整學習方式，適應 EMI 混合教學模式的要求。

在各項適應指標中，回饋充足性獲得了 96.9%的正面評價，顯示研究者透過多元化的回饋機制，包括即時反饋、同儕互評、教師評點等方式，有效地支援了學生的學習過程。課程目標清晰度和時間管理兩個面向都達到 93.9%的適應良好率，證明課程設計的邏輯性和學生的時間規劃能力都達到了令人滿意的水準。

然而，在學習負擔感受方面，適應良好率為 75.7%，這意味著有 24.3%的學生認為新的教學方式比傳統方法需要投入更多的心力。此現象反映了主動學習模式的本質特徵，學生需要承擔更多的學習責任，參與更多的思考與實作活動。雖然這增加了學習的挑戰性，但從整體滿意度和學習成效來看，學生普遍認為這種額外的付出是值得的，因為它帶來了更深入的理解和更豐富的學習體驗。如圖九。

學習困難度評估 (Q25-Q31)

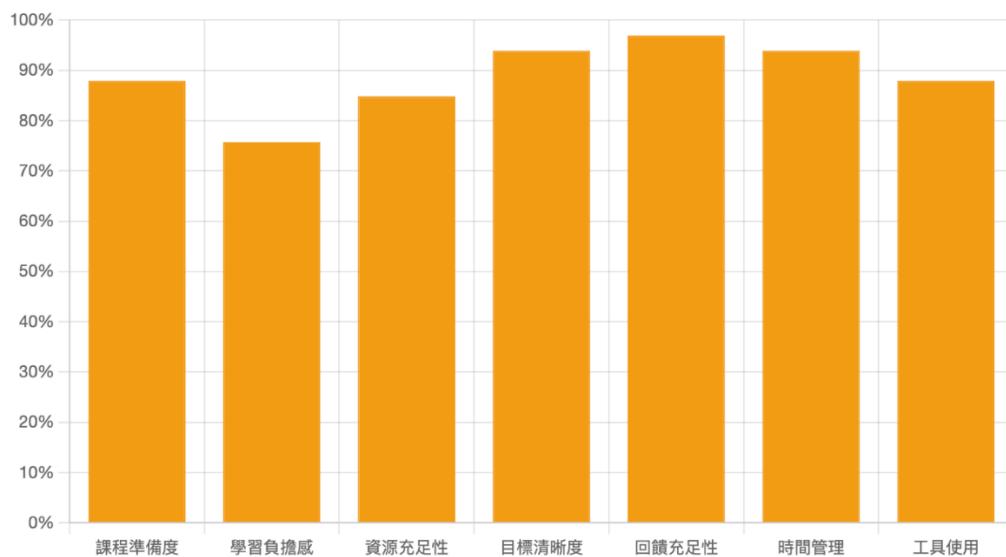


圖 9 學生學習困難度評估

肆、教學方法效果比較分析

一、新舊教學方式偏好對比

在教學方式偏好的調查中，呈現出極為明顯的傾向性結果。高達 97%的學生表示偏好創新的 EMI 混合教學方式，而僅有 3%的學生傾向於傳統的講述式教學方法。這種壓倒性的偏好差異具有重要的教育意義，不僅驗證了本研究教學創新的成功，更反映了學生學習需求與期待的根本性轉變。

此結果顯示，儘管新的教學方式要求學生承擔更多的主動學習責任，但學生已經充分體驗到主動參與學習所帶來的成就感和實質效益。相較於傳統講述式教學的被動接受模式，學生更享受探索、發現、創造的學習過程，這種轉變標誌著學習主體性意識的覺醒。僅有 3%的學生偏好傳統教學方式，也從另一個角度證實了講述式教學在滿足當代大學生學習需求方面的明顯不足，為教育改革的必要性提供了強有力的證據支持。

二、三種教學方法協同效果分析

本研究所採用的翻轉教室、探究式學習與問題導向學習三種教學方法，在不同的教學目標達成上展現出各自的優勢特色，同時形成了良好的互補效應。翻轉教室在促進線上學習和培養自主管理能力方面表現卓越，為學生提供了彈性的學習時間安排和豐富的數位學習資源。探究式學習則在激發創意思考和促進實務結合方面發揮了突出效用，有效培養了學生的創新思維和實際操作能力。問題導向學習在實務結合、互動合作和問題解決等面向都達到了完美的表現水準，充分體現了其在培養實務應用能力和團隊協作精神方面的優勢。如圖十。

三種教學方法的結合運用創造了顯著的協同效應，形成了完整而豐富的學習生態系統。翻轉教室提供了學習的工具基礎和時間彈性，探究式學習激發了學生的好奇心和創造潛能，問題導向學習則強化了實務應用能力和協作解決問題的技巧。這

種多元化教學方法的整合運用，不僅避免了單一教學方法可能產生的局限性，更透過不同方法的優勢互補，大幅提升了整體教學效果。此協同效應的成功展現，解釋了為什麼本研究能夠在各項教學指標上都達到如此優異的表現水準。如圖十一。

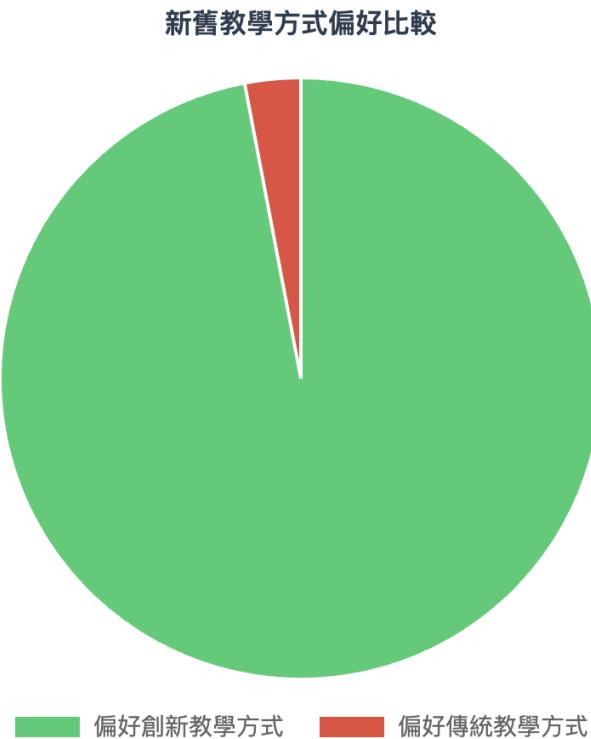


圖 10 學生對不同教學方式比較

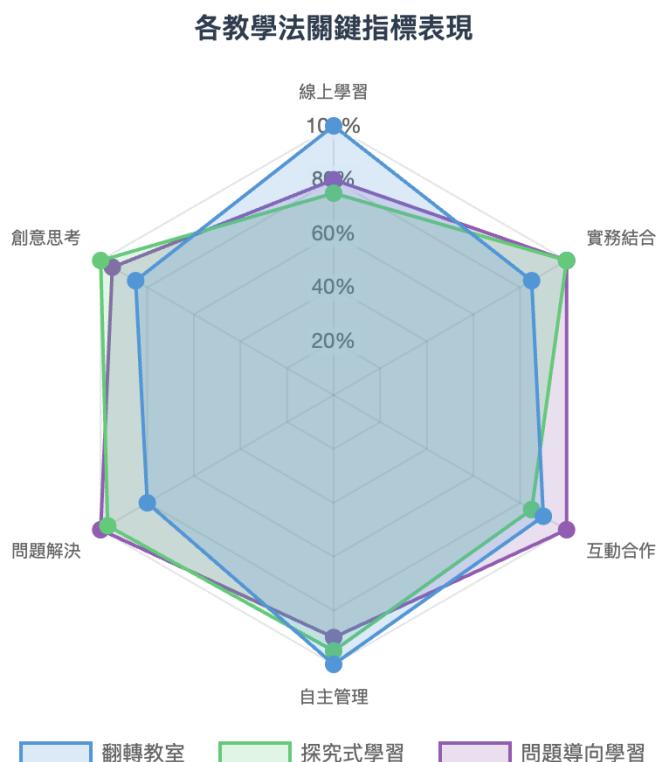


圖 11 各教學法關鍵指標表現

伍、研究發現與教育意涵

透過詳細的統計分析，本研究證實了EMI混合教學模式在工程教育領域的顯著成效。研究結果不僅達到了原先設定的教學目標，更在多個面向上超越了預期表現，為EMI工程教育的理論基礎與實務推廣提供了堅實的實證支撐。整體而言，98.8%的教學滿意度、99.7%的創意思考能力提升達成率，以及97%的新教學方式偏好率，這些優異的量化指標充分證明了創新教學模式的價值與潛力。

更重要的是，本研究突破了EMI教學中常見的語言障礙問題，證明了透過適當的教學設計與策略運用，即使在學生英語能力參差不齊的情況下，仍然能夠達成優質的教學成果。此發現對於推動台灣高等教育國際化具有重要的政策意涵，為相關教育政策的制定與實施提供了寶貴的參考依據。同時，研究成果也為其他工程科系實施類似教學改革提供了可資借鑑的成功模式，具有相當的推廣應用價值。

(2) 教師教學反思

壹、教學實踐過程反思

一、教學方法轉變的心路歷程

回顧本次教學實踐研究的整個過程，最深刻的體會是從傳統講述式教學轉向EMI混合教學模式所帶來的根本性改變。面對Z世代學生在傳統流體力學課程中表現出的學習動機低落與參與度不足問題，我深感教學方法改革的迫切性。然而，真正踏入EMI教學與混合式教學模式的實踐時，才發現這不僅是教學方法的調整，更是教學理念的根本轉變。

從以教師為中心轉向以學生為中心的教學模式，要求我重新審視自己的教師角色定位。過去習慣於在講台上系統性地傳授知識，現在則需要更多地扮演學習引導者與協助者的角色。在翻轉教室的實施過程中，我需要提前錄製英語教學影片，重新組織教學內容，使其更適合學生自主學習。

二、課堂教學動態調整的經驗

在實際教學過程中，我發現理論設計與實際執行之間存在著相當的差距，需要不斷地進行動態調整。例如，在初期實施探究式學習活動時，部分學生因為不熟悉主動探索的學習模式，表現出明顯的不適應。我觀察到有些學生在面對開放性問題時顯得茫然，期待教師直接給出標準答案。面對這種情況，我學會了更有耐心地引導學生逐步適應新的學習方式，透過小組討論、同儕協助等方式降低學習焦慮。

三、技術工具整合的學習過程

EMI混合教學模式的實施過程中，數位工具的運用是一個重要環節。從TronClass平台的課程管理到Zuvio即時互動系統的使用，我發現技術工具不僅是教學的輔助手段，更能夠改變師生互動的模式和學習評估的方式。

透過TronClass平台與Zuvio系統，我能夠即時監控學生的線上學習進度，了解哪些內容學生理解困難。這些數據幫助我及時調整課堂教學的重點，對學生困惑的概念進行重點講解。然而，技術工具的使用也帶來了額外的工作負擔，需要花費更多時間準備數位教材和設計互動活動。

貳、學生學習變化的觀察與省思

一、學習態度的顯著轉變

在整個教學實踐過程中，最令我感到欣慰的是學生學習態度的顯著轉變。傳統講述式教學時期，課堂上經常可見學生低頭做自己的事情，對課程內容缺乏主動關注。然而，隨著EMI混合教學模式的推進，我明顯觀察到學生課堂參與度的大幅提升。在進行探究式學習活動時，學生們展現出前所未有的積極性，主動提問、熱烈討論成為課堂的常態。

特別是在進行流體力學實驗操作時，學生們的學習熱忱完全被激發出來。原本對理論推導感到枯燥的學生，在親自操作實驗、觀察現象後，主動詢問背後的原理機制。這種從被動接受到主動探索的轉變，讓我深刻體會到適性教學的重要性。學生不是不願意學習，而是需要更符合他們學習特質的教學方式。

二、批判性思維能力的發展

在實施探究式學習和問題導向學習的過程中，我特別關注學生批判性思維能力的發展。傳統教學模式下，學生習慣接受標準答案，較少質疑或提出不同觀點。然而，在新的教學模式下，學生被鼓勵提出假設、設計驗證方法、分析結果並得出結論。

我觀察到學生逐漸從尋求唯一正確答案轉向探索多種可能性。在討論流體力學在實際工程中的應用時，學生開始主動思考不同條件下的解決方案，並能夠批判性地評估各種方案的優缺點。這種思維方式的轉變不僅有助於專業學習，更培養了學生面對複雜問題時的分析判斷能力。

參、教學策略效果評估與調整

一、翻轉教室實施效果分析

翻轉教室的實施在本計畫中發揮了關鍵作用。透過將基礎理論講解轉移到課前自主學習，課堂時間得以充分用於深度討論、問題解決和實作活動。學生回饋顯示，能夠依照自己的學習節奏反覆觀看教學影片是翻轉教室最大的優勢。然而，我也發現部分學生在缺乏外在監督的情況下，課前準備不夠充分，影響了課堂活動的效果。

針對這個問題，我在學期中期調整了策略，增加了課前小測驗和預習檢核機制，確保學生確實完成了課前準備工作。同時，我也改善了教學影片的製作方式，將長時間的講解分割成多個短片，增加學生的參與感和注意力集中度。

二、問題導向學習的情境設計

在問題導向學習的實施過程中，問題情境的設計是影響學習效果的關鍵因素。初期我提供的問題偏向理論化，與學生的生活經驗距離較遠，學生的投入度不高。經過反思和調整，我開始設計更貼近學生生活和未來職業發展的問題情境。

與學生生活直接相關的問題，學生的參與熱忱明顯提高。在解決這些問題的過程中，學生不僅應用了流體力學的專業知識，也學會了如何將理論知識轉化為實際解決方案。這種真實情境的問題設計讓學習變得更有意義和動機。

肆、面臨挑戰與解決策略

一、語言能力差異的處理

EMI 教學實施過程中最大的挑戰之一是學生英語能力的差異。班級中有些學生具備良好的英語基礎，能夠順利理解英語授課內容，但也有部分學生的英語能力相對薄弱，在理解和表達上都面臨困難。如何在同一個課堂中照顧到不同英語程度的學生，是我需要持續思考和解決的問題。

我採取了多層次的教學策略來應對這個挑戰。首先，在教學內容的呈現上，我使用了大量的視覺輔助材料，包括圖表、實物演示等，減少學生對純語言理解的依賴。其次，我建立了同儕協助機制，鼓勵英語能力較強的學生協助能力較弱的同學，形成互助學習的環境。此外，我也提供了雙語學習資源，讓學生在需要時可以參考中文資料輔助理解。

二、課程時間安排的挑戰

實施多元化教學活動後，課程時間的安排變得更加緊湊和複雜。傳統講述式教學能夠在有限時間內覆蓋大量理論內容，但探究式學習和問題導向學習需要更多時間進行討論、實驗和成果分享。如何在既定的課程時數內平衡理論講解與實作活動，是一個持續的挑戰。

為了解決這個問題，我重新審視了課程內容的重要性和必要性，精簡了部分理論推導的細節，將重點放在核心概念的理解和應用上。同時，我也充分利用了課外時間，透過線上平台延伸學習活動，讓學生可以在課外時間繼續深化學習。這種課內外結合的方式有效地緩解了時間壓力，也提供了更多元的學習機會。

伍、未來展望

基於這次教學實踐的成功經驗，我計劃將 EMI 混合教學模式擴展應用到其他相關課程中，包括熱傳學、應用數值分析等科目。每一個科目都有其特殊性，需要根據課程性質和學生特點進行適性調整。我希望能夠建立一套完整的 EMI 工程教育教學模組，為整個系所的國際化發展做出貢獻。

同時，我也計劃深化對教學效果的研究分析，透過更長期的追蹤調查了解學生能力發展的持續性影響。我希望能夠將這次的研究成果發表於學術期刊，與更多的教育工作者分享經驗，推動工程教育的創新發展。

回顧整個教學實踐研究的歷程，我深感這是一次充滿挑戰但極具收穫的專業成長經驗。從最初對 EMI 教學的不確定和焦慮，到逐步掌握混合教學方法的精髓，再到看見學生學習態度和能力的顯著提升，這個過程讓我對教育工作有了全新的認識和更深的熱忱。

學生的正面回饋和優異的學習表現是對這次教學創新最好的肯定，但更重要的是，我看到了教育改革的可能性和價值。每一位教師都有責任和機會為學生創造更好的學習經驗，培養他們面對未來挑戰所需的能力和素養。

這次的教學實踐不僅是一個研究計劃的完成，更是我教學生涯中的重要里程碑。它讓我更加堅信教育的力量，也激勵我繼續在教學創新的道路上努力前行。我期待能夠將這些寶貴的經驗和心得與更多的教育工作者分享，共同為提升教育品質和學

生學習成效而努力。

(3) 學生學習回饋

本研究於 2024 年 12 月 26-27 日進行課後最終回饋調查，共計 32 名學生參與回饋，顯示學生對於課程的高度關注與參與意願。回饋內容涵蓋學生對 EMI 混合教學模式的整體看法、各教學方法的優缺點評價，以及個人學習偏好等多個面向。

一、學習方式偏好調查結果

在學習方式偏好的調查中，呈現出完全均分的結果：16 名學生（50%）偏好「透過英文講述、老師錄製教學影片、課堂分組進行實驗」的方式，另外 16 名學生（50%）則偏好「透過英文講述、老師錄製教學影片、課堂任務解題」的方式。此結果顯示兩種教學策略都獲得了學生相當程度的認同，反映了學生學習需求的多元化特徵，驗證了混合教學模式能夠滿足不同學習風格學生的需求。

選擇實驗方式的學生主要認為實務操作能夠加深理論理解，如學生表示「把學到的知識運用到實際中」、「可以藉由實驗更加了解課本上的理論知識」。此外，實驗增加了學習趣味性與動機，學生提到「因為我喜歡從實驗中學習」、「我比較喜歡能有多點互動的學習模式」。特別值得注意的是，有學生深入反思：「我認為在大學這個階段，流力會是我印象深刻的一門課，儘管學科成績並沒有很好，但我了解了公式背後的意義，也知道如何去使用它。」此回饋顯示實驗教學不僅提升了學習興趣，更幫助學生建立了對專業知識的深層理解。

選擇解題方式的學生則著重於實用性與考試導向的考量，主要理由包括考試準備效益，如「透過多練習題目對考試內容較有幫助」、「因為考試都考題目」。學習效率考量方面，學生認為「可以清楚知道哪些部分是重點」、「解題理解比實驗來的多」。即時檢核學習成果方面，學生表示「比較想確定自己在前一天的課堂影片中是否有學進去」、「寫題目能夠比較清楚怎麼使用公式」。

二、教學方法優點回饋

學生對於翻轉教室模式給予高度肯定，主要優點集中在學習彈性與自主性方面。時間彈性是最被讚賞的特色，學生表示「可以找自己有空的時間看影片、重複看，不用被課表綁住」、「能分配自己的時間去學習，也省去了交通的時間」。重複學習功能深受好評，如「不會的時候可以重複檢視」、「老師錄製的影片能讓我反覆觀看，可以有更多機會複習」。個別化學習步調獲得認同，學生認為「還能針對自己不了解的部分多觀看幾次」。

學生對實驗活動的正面評價主要體現在理解深化與學習動機提升兩個層面。理解深化方面，學生提到「實際操作更能夠理解理論」、「可以以實際實驗來觀察流體現象」、「實驗可以知道學的東西要怎樣運用在生活中」。學習動機提升方面，學生表示「有趣、看得到老師您的用心規劃」、「學習更高效，更活化，不只是冷冰冰的文字及公式」。互動學習效果獲得肯定，如「可以討論瞭解每個人的見解」、「反覆觀看練習，增加互動促進思考，也因為有活動可以增加記憶點」。

學生對於課堂解題活動的評價主要聚焦於學習檢核與技能提升。學習檢核功能得到認同，學生表示「可以現場知道哪裡未理解清楚」、「透過題目能讓學生確認是

否理解自己所學的內容」。技能提升效果明顯，如「更快了解到所學的知識要怎麼運用在題目上」、「可以督促我們練習，我們也比較可以正確的去寫題目」。即時支援獲得好評，學生認為「課堂解題幫助我們更輕鬆了解題目內容，有問題也可以直接向老師提出，獲得清楚的解題思路」。

三、教學方法挑戰與改進建議

學生反映的技術問題主要包括影片功能限制，如「不能快轉」、「錄影品質差一點」；學習平台問題，學生提及「學校軟體很爛」；教材呈現問題，如「ppt容易跑版造成部分內容無法閱讀」。這些技術層面的問題雖然不影響教學核心內容，但確實影響了學習體驗的順暢度。

EMI 教學帶來的語言挑戰在學生回饋中清楚呈現。英語理解困難是主要問題，學生表示「英文不太好一開始比較吃力，考試時有些題目有點看不懂」、「英文不太好的同學可能會比較吃力」。語言使用一致性問題也被提及，如「英文講述的話覺得可以完整一點，不然就是全中文，因為這樣交錯會有點混亂」。

翻轉教室模式對學生自主學習能力的要求帶來挑戰。拖延問題是主要困難，學生承認「有時候會忘記或懶得看」、「可能會累積到考前才看，自己會怠惰」。學習進度掌控困難，如「若自己安排的進度跟不上時會不知道在做什麼」。即時求助問題，學生指出「看教學影片若有問題無法即時提問」、「當下有問題無法及時解決」。

在實驗設計方面，學生提出「在一般教室能做的實驗有限」、「感覺我們做的實驗都是偏簡單的，相對來說理解沒辦法這麼深」。教學節奏問題也被關注，如「有時候老師覺得題目簡單會講太快」、「老師有時候講得比較快，我們不一定都有辦法把題目紮實算完」。

四、整體學習成效與感受

學生對於整體教學創新表達了高度的肯定與感謝。多位學生明確表達感謝之意，如「我很感謝老師這學期的教學」、「最後，我覺得這學期的課程真的十分有趣且生動」、「很感謝老師，讓我體驗到流力裡有趣的地方，也謝謝老師辛苦錄製的影片」。學生認識到教師的努力投入，表示「看得到老師您的用心規劃」、「我覺得老師很用心在設計課程」。

學生回饋顯示學習動機獲得顯著提升。課程趣味性增加，學生表示「跟我以前上的流力課程很不一樣，有趣許多」。學習主動性提升，如「會到教室看看實驗在做什麼」、「比較認真上課不然不知道要回答什麼」。學生明確認識到多元能力的發展，專業能力提升方面表示「我了解了公式背後的意義，也知道如何去使用它」。英語能力進步獲得肯定，如「英文講述有助於加強我的英文能力」、「能夠多理解英文單字與敘述」。

特別值得注意的是，有延畢重修學生提供了深刻的回饋：「能在延畢重修的這段時間裡修到老師您如此用心設計的課程，學生也感到幸運...謝謝老師，讓我體驗到流力裡有趣的地方，也謝謝老師辛苦錄製的影片，讓我在複習時幫了我很大的忙。」此回饋顯示創新教學不僅幫助一般學生提升學習成效，更對學習困難的學生提供了重要的支援。

五、回饋分析結論

綜合學生回饋分析可以得出以下結論：EMI 混合教學模式成功地滿足了不同學習風格學生的需求，實現了真正的差異化教學。翻轉教室、探究式學習與問題導向學習三種方法的結合，為學生提供了多元化的學習機會，每種方法都有其獨特價值。雖然教學創新帶來了一些技術與適應挑戰，但學生整體上表現出高度的接受度與感謝。學生不僅在專業知識學習上獲得成效，在英語能力、自主學習能力、批判思考能力等方面也獲得了顯著提升。

最重要的是，學生回饋顯示這次教學實踐成功地重新點燃了學生對學習的熱忱，讓原本可能枯燥的工程課程變得生動有趣。學生從被動接受知識轉向主動探索學習，從畏懼英語轉向積極嘗試使用，從個人學習轉向協作互助。這些轉變不僅達成了課程的專業學習目標，更培養了學生面對未來挑戰所需的關鍵能力，充分證明了教學創新的價值與成效。

7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

壹、研究成果總結與價值

一、量化成效驗證

本研究透過一年期的教學實踐研究計畫，在 EMI 混合教學模式方面取得了顯著成效。根據 32 名學生的問卷回饋結果，整體教學滿意度達 98.8%，創意思考能力提升達成率 99.7%，學習適應良好率 89.4%，以及 97% 的學生偏好創新教學方式。這些數據證明了翻轉教室、探究式學習與問題導向學習三種教學方法結合的有效性。

二、質性效果突破

根據學生回饋分析，研究觀察到學習態度的顯著轉變。學生從被動接受轉向主動探索學習，課堂參與度明顯提升。在英語使用方面，儘管初期存在語言挑戰，但透過循序漸進的引導，學生逐漸建立英語學習信心。團隊協作方面，問題導向學習和實驗活動促進了學生之間的互動合作。特別值得注意的是，有延畢重修學生表示課程重新激發了學習興趣，顯示創新教學對不同程度學生都具有正面效果。

三、理論貢獻與實務價值

本研究在理論層面驗證了去中心化學習理論在 EMI 工程教育中的適用性，證明了翻轉教室、探究式學習與問題導向學習三種教學方法的協同效應。在實務層面，研究成果可直接應用於其他工程科目的 EMI 教學改革，為台灣高等教育國際化政策的推動提供了成功範例。

貳、教學實務建議

一、EMI 工程教育實施建議

分階段導入策略：基於本研究觀察到學生英語能力的多元分布（15.2% 完全無英語接觸、39.4% 每日接觸 1-30 分鐘、45.5% 接觸 31 分鐘以上），建議採取分階段導入 EMI 教學的策略。研究顯示，透過適當的教學設計，即使在學生英語能力參差不齊的情況下，仍能達成高滿意度的學習成效。

多元化支援機制：針對英語理解困難（如學生反映「英文不太好一開始比較吃力」、「英文不太好的同學可能會比較吃力」），建議建立支援機制，包括同儕協助、

視覺化教材輔助等。本研究透過多層次教學策略，有效緩解語言障礙對學習的影響。

技術工具整合： 本研究使用 TronClass、Zuvio 等數位教學平台，雖然提升了教學互動性，但學生也反映技術問題如「學校軟體很爛」、「不能快轉」等。建議注意技術工具的穩定性和使用便利性。

二、混合教學模式優化建議

課程時間配置： 本研究設定「課堂講授比例降至一半以下」的目標，學生回饋顯示 50%偏好實驗方式、50%偏好解題方式，且實作相關活動的滿意度都達到 97-100%。建議在類似課程中參考此經驗，適度調整實作活動的時間分配。

評量方式多元化： 本研究採用前測 15%、課堂參與 35%、考試 50%的評量配置，獲得學生認同。建議將傳統紙筆測驗與實作評量、課堂參與等多元評量方式結合，以更全面評估學生學習成果。

教學內容調整： 基於翻轉教室模式的實施經驗，建議將基礎理論內容轉移至課前自主學習，課堂時間專注於深度討論和實作練習。本研究中學生對翻轉教室模式的滿意度達 100%，證實了此策略的有效性。

三、學生適性學習支援

差異化教學設計： 研究觀察到的學生多元化學習需求（如 50-50 的學習偏好分布），建議設計不同層次的學習任務，讓不同能力和興趣的學生都能獲得適合的學習機會。

學習動機激發： 學生回饋顯示對實務應用和互動體驗的高度興趣，如「把學到的知識運用到實際中」、「我比較喜歡能有多點互動的學習模式」。建議在課程設計中融入更多真實工程案例和動手實驗。

自主學習能力培養： 翻轉教室模式雖獲得 100%滿意度，但學生也反映自主學習挑戰，如「可能會累積到考前才看，自己會怠惰」。建議提供學習策略指導，協助學生適應新的學習模式。

參、行政資源建議

硬體設備提升： EMI 混合教學需要完善的數位教學設備支援，包括高品質的錄影設備等。可考慮投入必要資源進行設備升級。

教學資源整合： 建議建立教學資源共享平台，讓教師能夠分享教學材料、交流教學經驗、協作開發課程內容。

肆、研究限制與未來發展

一、研究限制分析

樣本規模限制： 本研究以單一班級學生為對象，樣本規模相對有限。未來研究可擴大樣本，包含不同學校、不同科系的學生，以提升研究結果的普遍性。

二、未來研究方向

跨領域擴展： 基於本研究的成功經驗，建議將 EMI 混合教學模式擴展到其他工程科目，如熱傳學、材料力學、電路學等，驗證教學模式的適用範圍。

個別化學習路徑： 未來可結合人工智慧技術，根據學生的學習表現和偏好，提供更個別化的學習路徑和資源推薦。

國際比較研究：與國外相似的EMI工程教育計畫進行比較研究，了解不同文化背景下EMI教學的實施策略和成效差異。

產學合作整合：將產業實務專家引入課程設計，讓學生接觸更真實的工程問題，強化理論與實務的結合。

三、推廣應用規劃

教學模組開發：基於本研究成果，開發標準化的EMI混合教學模組，包括課程設計指南、教材範本、評量工具等，供其他教師參考使用。

師資培訓體系：建立完整的EMI混合教學師資培訓體系，透過工作坊、研習營、同儕觀課等方式，培養更多具備創新教學能力的教師。

經驗分享平台：建立教學創新經驗分享平台，讓實施EMI教學的教師能夠交流心得、分享資源、共同解決問題。

伍、對工程教育未來的展望

一、教學模式變革趨勢

隨著數位科技的快速發展和Z世代學習特質的轉變，傳統的講述式教學模式已無法滿足現代學生的學習需求。本研究證實了以學生為中心的混合教學模式能夠有效提升學習成效，這種教學理念的轉變將成為未來工程教育發展的重要趨勢。

二、國際化人才培養

在全球化的趨勢下，工程教育必須培養具備國際視野和跨文化溝通能力的人才。EMI教學不僅提升學生的英語能力，更重要的是培養他們適應國際工作環境的能力。本研究的成功實踐為工程教育的國際化發展提供了重要參考。

三、跨領域整合能力

現代工程問題往往需要跨領域的知識整合和團隊協作來解決。探究式學習和問題導向學習的教學方式能夠有效培養學生的系統思考和跨領域整合能力，這對於培養未來的工程領導人才具有重要意義。

四、終身學習素養

在技術快速更迭的時代，工程師必須具備終身學習的能力。翻轉教室模式培養的自主學習能力，將為學生未來的持續發展奠定重要基礎。

陸、結語

本教學實踐研究證實了EMI混合教學模式在工程教育中的巨大潛力。透過去中心化的適性教學策略，我們不僅成功地提升了學生的學習成效，更重要的是培養了他們面對未來挑戰所需的關鍵能力。

這次研究的成功，歸功於多個因素的共同作用：學校的政策支持、技術平台的有效整合、學生的積極參與。每一個環節都是不可或缺的，這也提醒我們教學創新是一個系統工程，需要多方協作才能取得成功。

面向未來，工程教育將面臨更多的挑戰和機遇。新興技術的快速發展、學習者需求的持續變化、國際競爭的日益激烈，都對工程教育提出了新的要求。我們必須持續創新教學方法、更新教學內容、提升教學品質，才能培養出真正符合時代需求的工程人才。

二、参考文献 (References)

Al-Zahrani, A. M. (2015). *From passive to active: The impact of the flipped classroom through social learning platforms on higher education students' creative thinking*. British Journal of Educational Technology, 46(6), 1133-1148.

Bossaer, J. B., Panus, P. C., Stewart, D. W., Hagemeier, N. E., & George, J. E. (2016). *Student performance in a pharmacotherapy oncology module before and after flipping the classroom*. American journal of pharmaceutical education, 80(2), 31.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). *Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410-8415.

Kurt, S (2020). *Problem-Based Learning*. <https://educationaltechnology.net/problem-based-learning-pbl/>

Miller, K., Lasry, N., Chu, K., & Mazur, E. (2018). *Role of physics lecture demonstrations in concept learning*. Physical Review Physics Education Research, 14(1), 010113.

Noelle (2023) *The flipped classroom* <https://www.maneuveringthemiddle.com/the-flipped-classroom-and-hybrid-learning/>

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). *Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle*. Educational research review, 14, 47-61.

Prince, M. J., & Vigeant, M. A. (2006). *Using inquiry-based activities to promote understanding of critical engineering concepts.* *age*, 6(1), 14.

Wedelin, D., Adawi, T., Jahan, A., & Andersson, P. H. (2015). *Investigating and developing engineering students' mathematical modelling and problem-solving skills.* *European Journal of Engineering Education*, 40(5), 557-572.

Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. (2012). *The power of problem-based learning: A practical guide to implementation in the classroom.* Stylus Publishing, LLC.