

【附件三】 成果報告(系統端上傳 PDF 檔)

封面 Cover Page

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：PEE1122230

學門專案分類/Division：工程學門

執行期間/Funding Period：2023.08.01 – 2024.07.31

**(CDIO 結合生活流力的沉浸式教學-流體力學 / Applying immersion education
to teaching fluid mechanics in combination of CDIO)
(流體力學/Fluid Mechanics)**

計畫主持人：黃振家

執行機構及系所：逢甲大學/水利工程與資源保育學系

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：2024 年 9 月 18 日

CDIO 結合生活流力的沉浸式教學-流體力學

Applying immersion education to teaching fluid mechanics in combination of CDIO

一. 本文

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

流體力學對理工系學生而言為重要的基礎學科，特別是逢甲大學水利工程與資源保育學系（下稱水利系）的學生會於大二上、下學期修習「流體力學(一)」及「流體力學(二)」兩門必修課，大三則需修習「明渠水力學」及「流體力學實驗」兩門必修課，不僅如此，系上還有「中等流體力學」選修課，上述流力相關課程不僅占畢業學分一成以上，大三、大四許多科目皆須具備流力基本常識方能接軌學習。然而，許多同學常因對力學有所畏懼而在這個重要的學科出現「卡關」的問題。本計畫希望能夠透過創新教學模組協助學生走出恐懼並沉浸於流力之美，最後能提升修習流力及後續相關科目之效率及成績，使學生融會貫通相關學科並成為稱職水利工程師。

觀察現今的流力教學仍是以板書推導公式輔以例題解答。然而，現今學生在學習流體力學時的抗拒程度較之過去幾無差異。為有效促進學生學習興趣並提升測驗成績，本計畫將「生活流力」概念融入課程當中，課程將以「一般人都能聽懂」的觀念，搭配「生活週遭的流力現象」進行課程改造並建構創新課程方案，使學生能夠逐步了解流體力學的世界，有效提升學生學習成效。

本計畫擬定以「創新教學模組」的方式來設計水利系大一流體力學（一）課程。針對學習流體力學時可能產生的「痛點」對症下藥，除了學習基礎科目時最常使用的板書教學，也會導入基礎實驗、影片解說、簡報說明、腦力激盪等活動，最後融入「生活中隨處可見的流體力學」概念，培訓學生完成小組實驗競賽，期能使學生有系統的組織流體力學的全貌。

綜上，本人在教學過程中依照學生理解能力調整教學目標。本計畫主題包含：設計「創新教學模組」提升學生學習成效、訓練學生由構思至運作完成實作競賽。提升學生對流體力學的興趣並提升後續相關課程的成績。整體目的如圖 1 所示。

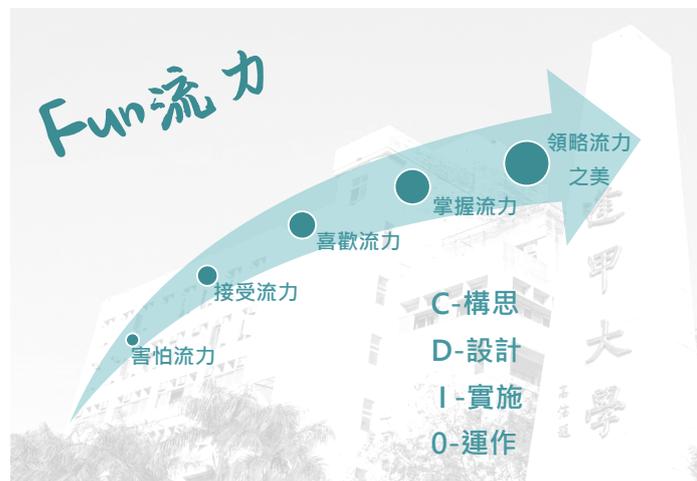


圖 1 教學實踐研究計畫目的

2. 文獻探討 Literature Review

流體力學為工程領域大學生主要之基礎學科，其發展歷史已相當悠久，不僅具有堅強的理論基礎，現今教學內容也已有固定章節系統。然而，一般學生多對於需要推導過程的科目敬而遠之，部分嘗試跳過理論基礎並採用背誦方式學習的學生則有分數低落問題。因此，分數低落在流體力學科目中是屢見不鮮的狀況。本計畫引導學生使用系統思維概念看待流力問題並了解其核心意義，讓學生不僅學習理論基礎也能夠訓練發現及解決實務問題的方法 (Ahern et al., 2019; Al Atabi, 2014; Monat & Gannon, 2018)。綜合上述，本計畫主要結合「**問題導向學習(Problem Based Learning, PBL)**」及「**CDIO 教學模式 (Conceive-Design-Implement-Operate)**」，利用一學期的時間訓練學生從害怕流力、接受流力、喜歡流力到掌握流力。本計畫所使用方法如下：

(1) 問題導向學習 (Problem Based Learning, PBL)

問題導向學習已是一套相當成熟的學習系統，其主要精神為調整教室中角色，施教者須彙整過往學習時所遭遇問題重新形塑學習環境，引領受教者統整問題後協助學生理解問題並提出加強學習成效的方法 (Barrows & Tamblyn, 1980; Duch, 1996; Rankin, 1992; Tâm, 2001, p.)。問題導向學習在近年來也大量被應用在土木、交通及水利工程領域協助學生透過發想、合作等步驟解決課堂問題 (Ahern 2010; Johnson 1999; Wang 2016)。若以流體力學而言，Mynderse et al. (2015)由實務應用面出發，訓練學生從設計作品過程了解流力問題，對各學生表現進行定性評估時亦同時指出應改進及可持續優化的建議。Corcoles & Martínez-Romero (2019)認為將學生分組進行問題思考，並要求學生單獨回答問題能提高學習積極性。Rajabzadeh et al. (2022)認為培養工程知識時也須培養思考能力，讓學生在參與實作過程提升創造力和表達力。綜整上述問題，流力教育應改變過往以教學者 (教師)課堂授課為主且過分倚賴板書教學及訓練解題的方法，轉而以受教者 (學生)視角出發，培養學生發現問題、分析問題、解決問題、連結實務等能力 (王芳 et al., 2022; 白莉 et al., 2014)。結合中外學者過往教學研究經驗，本計畫認為過往教師主導課程的角色應逐漸轉變為輔助功能，因此在教授流體力學時應讓學生當課堂的主人，以問題為起點自我成長並探索興趣。

(2) CDIO 教學模式 (Conceive-Design-Implement-Operate)

CDIO 是為因應現代教育所開發之教學模式，目前已廣泛應用於工程教育中 (Crawley et al., 2011; Jianfeng et al., 2013; 李靜儀 et al., 2016)。其可用以制定創新教學架構、發想學習核心問題 (Edström and Kolmos 2014; Nirmalakhandan et al. 2007; Takemata et al. 2013)。逢甲大學於 2017 年 3 月起正式導入 CDIO 教學模式。CDIO 是可完整培育學生四大能力主軸的系統，內容包含(i)系所專業知識與能力；(ii)個人能力與態度；(iii)人際溝通能力；(iv)理論與實務的整合實踐。教學者在經 PBL 發現

學生問題後可協助啟發學生學習動機與興趣，最終讓學生瞭解專業領域如何與產業實務銜接（資料來源：<https://cltd.fcu.edu.tw/cdio>）。因此，教導學生學習理論及練習解題固然重要，若能融入實作課程將有助於學生融會貫通相關知識。

上述文獻內容顯示結合 PBL 與 CDIO 於流力教學具備可行性，本研究讓學生以真實世界的流力問題為主題，經歷構思、設計、實施、運作的過程，從中掌握紮實的基礎知識，構思並設計各種具備流力理論的小試驗或小遊戲，透過實施及運作完成流力競賽作品，**讓流力知識透過 CDIO 教學模式內化為學生基礎常識的一部分。**

3. 研究問題 Research Question

根據本教學研究計畫之動機與目的，首先須了解課程的目的為何，接著需要理解自身所學及經驗是否足以達到目的。因此，本計畫首先提出 5 個研究問題：

- (1) 學習狀況是否需要改善？
- (2) 需要改善何種狀況？
- (3) 如何解釋狀況？
- (4) 學習教材是否需更新？
- (5) 如何開始

相關問題需滾動式蒐集，目前所列出之對應思考意識如表 1 所示。針對表 1 內容，本研究計畫列出須研究問題如下，做為未來設計課程之核心精神，也能用以進行學習成效評估及持續改善之用。

- (1) 如何設計讓學生覺得有趣的課程
- (2) 如何提升課堂發想時的討論風氣
- (3) 如何提升連續上課的學習專注度
- (4) 如何提升學生接受度及學習成效
- (5) 戶外教學場域是否具足夠代表性

表 1 研究問題發想與思考意識列表

問題思考	思考意識
學習狀況是否需要改善？	分析過往成績
	分析學生相關學科成績
	分析重修比例
需要改善何種狀況？	學習方式有效程度
	使用教材適用度
	學生程度是否普遍下降
如何解釋狀況？	諮詢教師
	列出假設

	選出最可能假設
學習教材是否需更新?	傳統板書教學
	實驗教學
	影片導入
	導入小遊戲
如何開始	找尋資源
	自我學習
	實際操作

4. 研究設計與方法 Research Methodology

(1) 教學目標與方法

本研究以「讓流體力學更有趣一點!」為理念，針對傳統以板書講授理論基礎及解題技巧造成學生學習情緒低落進而導致成效不彰所產生的困境，結合PBL和CDIO研擬「讓學生當課堂主人的創新教學模組」。圖2為教學目標與流程圖

本研究利用PBL概念，進行課程前資料蒐集。首先由教學者以授課教師身份設計創新流體力學課程之整體大綱，接著探訪就學期間(台灣大學)及現職學校(逢甲大學)曾教授流體力學課程的師長組織諮詢團隊，獲取從過去到現在修習流力學生的心得。

第二步將教學問題分類，修正過去全板書教學的模式，在16+2週的課程當中改以60%板書教學、20%問題討論、20%作品設計的比例，導入構思、設計、實施、運作的操作概念探討「生活中隨處可見的流體力學問題」。目的是要讓學生能夠將理論基礎與實務應用結合。

第三步為正式實施創新教材，本研究擬定使用水利系大二上開設的流體力學(一)進行研究。在課程中教師在進行板書教學時應隨時注意台下反應，適時導入問答、解題等遊戲來提升課堂學習情緒；課堂及課後作業則以學號單雙分配，讓分配不同題目學生有機會組成讀書團共學。另外，問題討論時間則以分組方式進行，讓同學共同發想成果並獨力回答訓練表達能力。最後，作品設計也會以分組方式進行，由老師利用課堂及請益時間和同學討論作品進度。另為維持教學品質與進度，教師陸續錄製解題影片供同學線上學習。

第四步為評估教學成果，本課程所採用評量方式共分為「平時參與及課堂發想」、「期中考試」、「期末考試」、「期末競賽」四部分。評分比例為各部分皆不可放鬆，但偶有失誤仍有補救機會為原則。在本階段需仔細檢視在每一個步驟實施時所產生困境、藉由諮詢師長修正教學策略。並透過觀察學生回饋意見進行分析，最後藉由學生學習表現評鑑教學研究成果。若有不足處則可返回上述兩步驟進行滾動式調整，期能有效解決教學現場問題，使老師與學生達教學相長之效。最後，教學者建立產官學界專家學者諮詢顧問團，藉此獲取未來優化教學內容之寶貴建議。



圖 2 教學目標與流程圖

(2) 各週課程進度與教學空間

本教學研究以 PBL 搭配 CDIO 方法進行，以修習流體力學的學生為對象，教室及戶外 (逢甲學思湖) 為教學場域。使學生具備學習流體力學的基礎能力，培養學生成為理論與實務兼備的一流工程師。表 2 為初擬課程進度。目的為培養學生基礎能力，並能理解及表達生活中可能遇到的流力問題，讓學生具備以下能力：

- (i) 應用流體性質與流體靜力學 能力
- (ii) 能應用 Bernoulli 方程式
- (iii) 能理解 Reynolds 轉換定律
- (iv) 能應用連續、動量、與能量方程式
- (v) 構思、設計、實施、運作生活流力競賽題目
- (vi) 具備結合流體力學理論基礎與實務應用能力

表 2 初擬課程進度

週次	章節	主要課程【板書教學】	輔助課程【生活流力】	備註
1	第一章	流體特性、因次分析	水滴成形與變形	簡報說明
2	第一章	流體黏滯性	黏滯性與高血壓	影片解說
3	第二章	流體壓力基本方程式	長頸鹿的生物流體奇蹟	簡報說明
4	第二章	標準大氣與壓力測量	為何血壓計要用”水銀”	腦力激盪
5	第二章	水下平面靜壓	汽車落水自救法則	基礎實驗
6	第二章	水下曲面靜壓及浮力	渡船過河	腦力激盪
7	第三章	靜態、停滯、動態和總壓	飛機飛行的秘密	簡報說明
8	第三章	柏努利定理	生活中的柏努利應用	戶外說明
9	一至三章	期中考試	-	筆試
10	三至四章	流體運動學-速度場	柏努利解題地圖	基礎實驗
11	第四章	流體運動學-速度場	流場可視化	基礎實驗
12	第五章	質量守恆連續方程	灑水器	簡報說明

13	第五章	動量守恆連續方程	懸浮乒乓球	基礎實驗
14	第五章	能量方程	風扇葉片的秘密	簡報說明
15	考前複習	質/動/能量問題進階分析	-	考題分析
16	四至五章	期末考試	-	筆試
17	-	期末競賽	生活中的流體力學	海報/影片
18	全章節	線上影片教學	-	考題分析

參考用書：Young (2010)；王曉剛 (2018)

(3) 學生成績考核與學習成效評量工具

本研究以各項皆須兼顧，但偶有失誤仍可補救的概念，將學生成績考核分為四大區塊，內容包含：「平時參與及課堂發想」、「期中考試」、「期末考試」、「期末競賽」。

「平時參與及課堂發想」使用即時問答、上台解題及課後作業作為評分標準，重點在參與而非答案對錯；「期中考試」及「期末考試」則是測驗流體力學理論基礎及大學生應具備的物理及數學能力；「期末競賽」邀請產官學界專家學者進行評比。對應之成績考核與學習成效評量工具如表 3 所示。

表 3 成績考核與學習成效評量工具列表

學習成效評量	成績考核	評量工具
1	平時參與及課堂發想 (10%)	即時問答、上台解題、課後作業
2	期中考試 (30%)	筆試
3	期末考試 (30%)	筆試
4	期末競賽 (30%)	影片評比、海報競賽

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

(1) 教學過程與成果 (對應表 2 內容)

在教授流體力學課程時在理論教學中會適時融入生活實驗內容，讓同學了解各章節議題如何與生活周遭的流體現象扣合。以下依序說明各章節之上課內容及授課時與學生之互動方法：

- (i) 第一章課程：從流體特性、因次分析、質量/重量等基本概念開始，逐步引入在國家考試中偶會出現兩大主題：流體黏滯性及表面張力。學習黏滯性時導入不同流體之流動狀態搭配剪應力進行說明；學習表面張力時亦導入水滴成球形及昆蟲在水面行走等典型案例來協助學生理解。
- (ii) 第二章課程：流體靜力學重點是流體壓力的基本方程式，課程透過長頸鹿的生物流體奇蹟來解釋流體現象。在探討標準大氣與壓力測量則利用水銀血壓計案例鼓勵學生發想壓力測量儀器如何應用。在學生學習水下平面靜壓時則導入汽車落水情境循序漸進帶領學生進行小組討論，從力矩、受力、計算推

求自救法則。最後，討論水下曲面靜壓輔以國考題目教學；並利用渡船過河案例讓學生腦力激盪進而理解浮力的應用。

- (iii) 第三章課程：課題轉向靜態、停滯、動態和總壓，透過簡報方式說明飛機飛行原理，解釋流體動力學在飛行的應用。接著探討經典的柏努利定理，並分析生活中的應用實例，本週的戶外活動幫助學生更直觀地體會柏努力的應用實例。柏努利解題地圖則選定第 10 週於第四章課程執行前完成。
- (iv) 期中考試：針對前八週所學內容進行筆試考核。
- (v) 第四章課程：課程進入流體運動學，重點是速度場，並透過實驗進行流場的可視化展示。接著討論雷諾轉換式及其應用領域，並搭配影片解說，讓學生掌握雷諾數於水利領域之廣泛應用程度。
- (vi) 第五章課程：教導學生學習質量守恆連續方程，並以灑水器說明何謂質量守恆。接著課程進入動量守恆連續方程，利用懸浮乒乓球實驗，讓學生理解動量守恆的實際應用。最後討論能量方程，學生可藉由簡報說明了解風扇葉片的設計秘密。
- (vii) 期末考試：第 15 週是複習及解題週，學生將針對疑難問題進行解答和複習。第 16 週進行期末考試，考核學生對流體力學的掌握。
- (viii) 成果競賽課程：第 17 週是學生展示期末競賽成果的時間，各組進行競賽，綜合考驗學生的理論知識與實際應用能力。
- (ix) 最終週：考題分析

本課程不僅強調理論教學，還通過實驗、影片、競賽等多樣的互動形式，設計生動且富有挑戰性的學期課程，透過生活流力概念來強化理論基礎，確保學生能夠理解且在現實生活中看到應用實例。此外，為了因應逢甲全校性 16+2 週課程規劃，本課程教學內容包含四個主要輔助學習方式(圖 3)，希望可以在有限授課時數內有效增進學生學習效率：

- (i) **戶外場域**：圖 3 左上角展示戶外學習環境(校內學思湖)，利用地利之便在校內進行現地教學，讓學生在真實環境中觀察流體現象，有助於學生更直觀地將課堂所學與真實流體現象結合。
- (ii) **電子筆記**：圖 3 左下角為授課者逐年整理之電子筆記。筆記內容主要為各章節重點整理。學生可藉由電子筆記複習上課時未完整掌握之基礎理論，提升學習信心及考試成績。
- (iii) **解題影片**：圖 3 右上角為教師透過錄製解題影片進行教學之截圖。本課程提供影片資源，幫助學生釐清流力習題內容，讓學生隨時隨地觀看，並重複學習，解決他們在回家練習時解決無法即時詢問的困擾。
- (iv) **回饋系統**：圖 3 右下角為授課者與學生透過逢甲 iLearn 回饋系統討論習題之過程，iLearn 系統是一個可提供學生向老師詢問學習問題的平台，授課者可以根據對答內容來調整教學策略，確保有心學習者跟上課程進度且有效掌握課程內容。

綜上，本課程考量 16+2 週可能壓縮原有教學進度，且希望與學生產生更多互動，使用上述四大教學工具與資源，從戶外場域學習、數位筆記，並輔以影片解說與回饋系統，構立可充分溝通的學習環境，讓學生有效理解流力的核心概念。



圖 3 四大輔助學習方式

(2) 教師教學反思

本研究導入生活流力競賽，希望結合「PBL」及「CDIO 教學模式」提升學生能力，不僅如此，本研究也邀請國內公私立大學教師、水利署官員、水利工程顧問公司主管、高科技廠主管/工程師等與流體力學相關之產官學界專家學者組成本計畫諮詢團隊，透過圖 4 所羅列之七大問題就教於專家學者團隊，作為提升學生學習效果及改進教學模式之依據。以下敘述七大問題設計理念：

- (i) 各組競賽表現：讓專家學者針對各組試驗影片及海報分析，並提供簡短的優缺點評價。評價內容可幫助學生反思和改進，有助於學生個人/團隊的進步。
- (ii) 自身學習經驗談：了解專家學者學習歷程，幫助授課者了解不同年代的教學方式是否與時俱進，並分析創新教學模組與傳統教學方式的差異及優缺點。
- (iii) 學生程度：了解不同領域所接觸學生/後輩的能力。專家學者們可根據過去同儕和當前學生的表現來分析學生是否達到相應的能力標準，作為授課者設計教學內容之參考。
- (iv) 教學模式：隨著時代變遷，傳統教學模式不完全適合當前的學習環境，專家學者可以根據傳統教學和創新教學模組給出具體建議。作為授課者改進教學模式之重要依據。
- (v) 推動成果競賽之優點：分析競賽模式對學生學習的正面影響，有助於教學者進一步優化教學模式，促進學生積極參與並提升學習動機。
- (vi) 推動成果競賽之缺點：針對競賽模式的潛在缺點出發，讓專家學者們倡言成果競賽的負面影響，有助於教學模式之改進。
- (vii) 精進作為：專注於精進教學模式之建議，讓專家學者們針對當前課程設計和教學進行具體的建議，找出需修正處後在未來能有更佳執行效果。

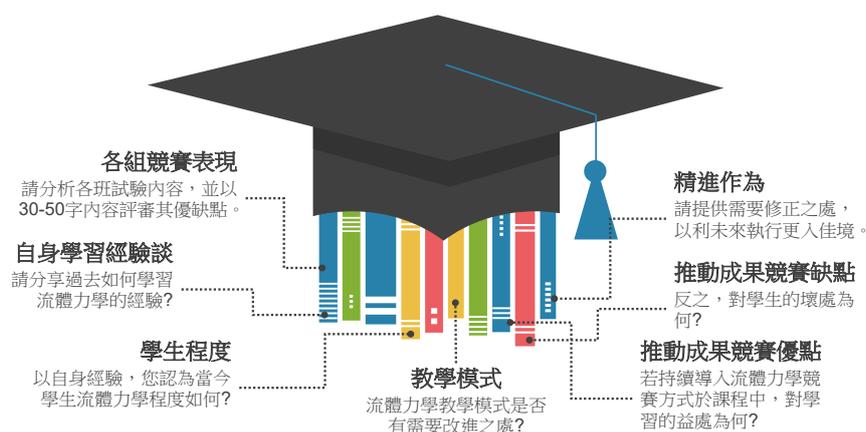


圖 4 問卷題目及請益內容

圖 5 為產官學界專家學長意見彙整，針對圖 4 所提出之七大問題，包含：「各組競賽表現」、「自身學習經驗談」、「學生程度」、「教學模式」、「成果競賽優點與可改進處 (將七大問題中的優缺點合併為一題)」及「精進作為」、進行重點彙整。以下為提示重點內容：

- (i) 各組競賽表現：專家學者們一致認為創意是競賽的重要部分，且當前學生拍攝影片及設計海報能力皆富有創意。然而，單純依賴創意而忽略理論，可能會導致學生在實際應用中缺乏深入理解。從嚴格批判角度而言，部分組別未能兼顧創意與理論的平衡，對於核心學習內容並未能完全掌握。
- (ii) 自身學習經驗談：多數專家學者過去的學習經驗為「板書教學」和「自主練習」。板書教學雖然具有傳統教學優勢，但在當代學習環境中，導入不同教學模式為必要作為。自主練習固然重要，缺少引導容易讓學生偏離學習方向。因此，教授者所導入之學習工具及教學模式應有正面效果。
- (iii) 學士程度：多數專家學者認為「整體程度降低」。可能與不同世代學生學習需求改變、外在環境影響有關，在教學時可考慮理論與實務並重，以提升學習興趣為要務執行教學任務。
- (iv) 教學模式：專家學者們認為教學模式「可行」，但「不可犧牲理論基礎」。教學模式可行是指隨著科技發展，更多創新教學方式 (如本研究提及之學習工具) 應被引入以符合學生需求。與此同時，必須保證理論基礎的教學內容不被削減。
- (v) 成果競賽優點與可改進處：多數專家學者們同意[果競賽可「提升學習興趣」，缺點是學生「懂應用但理論較弱」。競賽的設計原則應平衡理論與應用的關係，教導學生不僅要完成作品，更要理解作品背後的理論基礎。
- (vi) 精進作為：「與實務結合」是教學實踐的重要方向，但必須確保實務應用案例與課程核心學習目標高度相關。選擇「小水力發電」可讓學生結合理論基礎及實務應用，未來可考慮導入。

綜上，專家學者團隊提供許多具體改善建議，並對於理論與實務結合相當重視，本研究之創新教學模組受到肯定，但仍應注重不可背離學習流體力學的初衷。學習內容多樣化應與理論教學齊頭並進，方能培養具備實務應用能力的學生。



圖 5 產官學界專家學長意見彙整

(3) 學生學習回饋

本研究綜整學生問卷及總成績數據，以下依據「問卷前測成果」、「問卷中/後測成果」、「整體理解程度分析成果」、「分析文字雲」及「學習總成績」分析學生學習回饋內容。

圖 6 根據學生學習歷程、興趣、期望等不同面向進行評估，以下依序分析由前測成果觀察到的現象：

- (i) 缺乏動力：一般學生在學習力學相關課程皆會遇到挫折在這個面向上，造成在流體力學課程缺乏動力。教授者所得到的啟發為：教學方式的吸引力非常重要，提升學習興趣為第一要務。
- (ii) 產生期待：乍看之下缺乏動力似乎與產生期待相互矛盾，但由前測成果顯示，學生在理解創新教學模組後發現這門課與原先認知的學習方式略有不同，因此產生期待為可預估結果。
- (iii) 奮發向上：多數學生在學習時屬於心有餘而力不足，因此在學習初期的熱情容易因一次次的挫折於中後期消逝殆盡，因此，如何讓學生延續學習興趣非常重要。
- (iv) 信心不足：學生容易投射過往學習經驗於相關課程，尤其流體力學同時涉及靜力學及動力學等更多複雜力學機制，說明學生需要更多有效的教學工具來協助建立學習信心。

總結而言，前測成果指出教學者須針對學生學習意願努力，執行更具吸引力的課堂教學來提升整體學習效果。

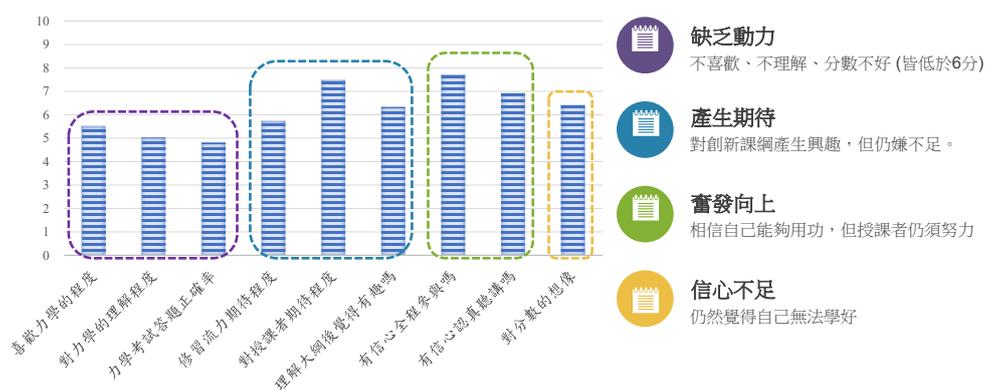


圖 6 問卷前測成果

從圖 7 可看出，在「中測」與「後測」之間，學生對於學習意願已有顯著提升。根據相關數據分析如下：

- (i) 我喜歡流力的程度：學生對自己學習流力的認同感顯著增加，從中測的 6.6 分提升到後測的 8.2 分，顯示學生認知學習流力方式和自己的刻板印象不同，創新教學模組有效提升提升學習興趣。
- (ii) 流力考試的答題正確率：在期初到中考期間，學生仍在摸索階段，因此分數為偏低的 5.3 分，直至後期學生對於流體力學理解及答題能夠較有效掌握，讓分數提升至 7.2 分。說明創新教學模組提升學習成效。
- (iii) 授課者講解清晰程度：中測與後測分數分別為 8.5 及 8.8 分，顯示學生認同教學風格。
- (iv) 課堂出席情況：學生在此項表示高度出席意願。
- (v) 課堂中專注聽講比例：由 7.5 進步至 8.1 分，推估其原因為在逐週的教學過程中，教授者導入不同教學工具增加更多互動，有效增加學生學習意願，進而更專注在課堂上。
- (vi) 你認為最後能夠得到幾分：由 7.2 進步至 8.3 分顯示學生提升信心，最後平均成績落在 70 至 80 分之間，亦符合學生自評成果。
- (vii) 準備競賽是否更了解流力：8.6 分顯示學生高度肯定成果競賽有助於學習流力，透過實作過程可更直觀地理解和應用所學的流體力學知識。

總結而言，從中測到後測的變化顯示出學生自評分都有所提升，可評估創新教學模組的教學策略產生作用，提升學生的學習成效與滿意度。

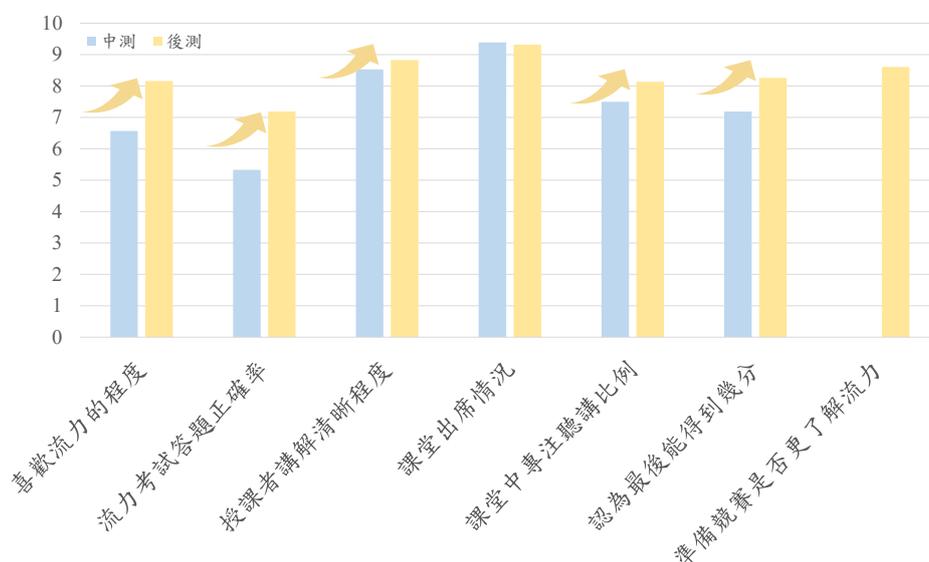


圖 7 問卷中/後測成果

由圖 8 可分析學生之整體理解程度隨著課程不斷推進而提升，在期中前的分數為 6.4 進步至期末的 7.9 分，顯示學生的學習成效逐步提升。特別是在課程的後半段，學生對於整體課程的滿意度和理解程度都有所增強。合理推估是因為準備成果競賽需搭配大量實作，進而提升學習意願。此成果顯示創新教學模組之課程設計有效地幫助學生逐步掌握流體力學的核心概念。

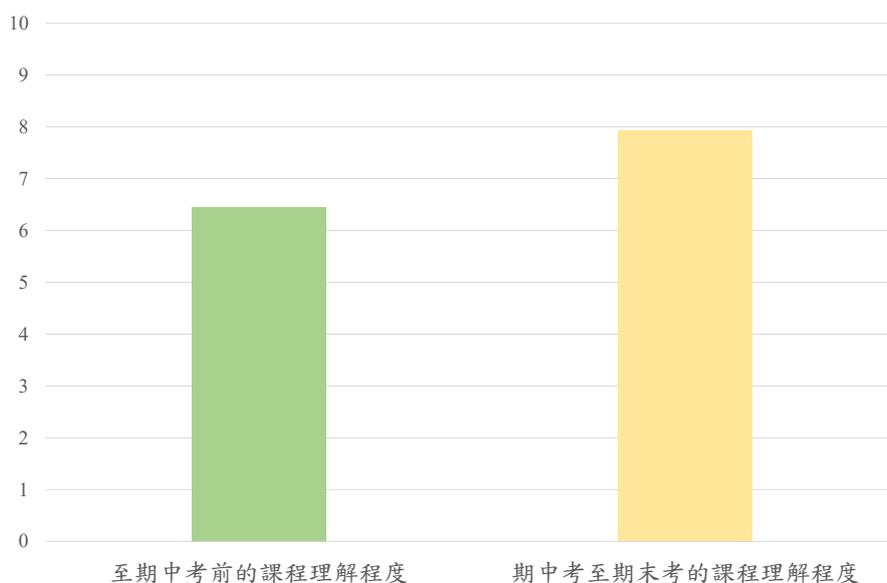


圖 8 整體理解程度分析成果

本研究選取 111 學年度 (未執行創新教學模組) 與 112 學年度 (已執行創新教學模組) 修習流體力學學生之平均成績進行比較如圖 9 所示。未實施創新教學機制前平均成績為 72 分，為基礎參考值，可用來與執行創新教學後的成績進行比較。在實施創新教學模組後，平均成績提升到了 75 分。以比率而言，平均成績小幅度提升為 4.1%，表示創新教學策略對學生學習成效產生正面影響。

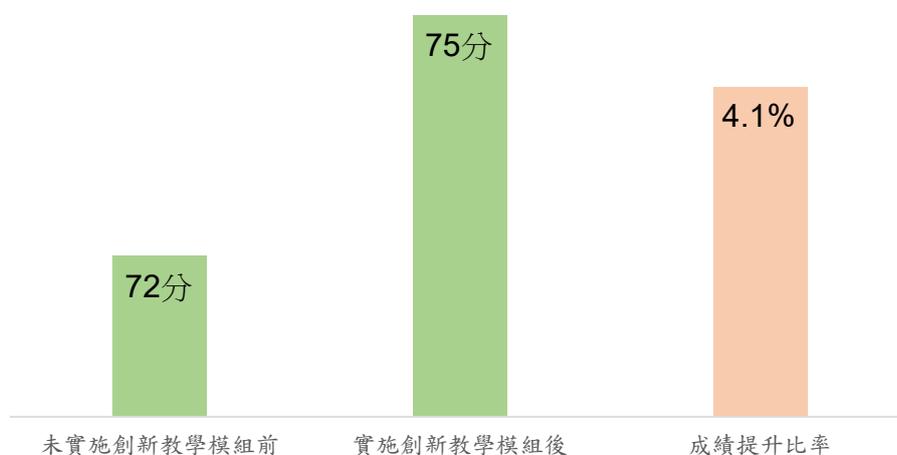


圖 9 實施較學模組前後之分數差異分析圖

圖 10 為學生回饋意見所組成的文字雲，透過詞彙大小來顯示學生在回饋表單中提到這些詞語的頻率。以下是對圖 10 關鍵詞的分析：

- (i) 用心、清楚、教學、講解：這些詞彙字體相對較大意味著出現頻率高，說明學生對於老師的教學態度與講解的清晰程度感到滿意。「用心」這個詞表明學生認為老師在準備課程與講課時非常用心，投入了大量的精力，而「清楚」、「教學」與「講解」則顯示出學生認為課程內容被講得非常清晰，易於理解。
- (ii) 競賽、理解、太棒、有趣：這些詞語反映了課程中的競賽元素以及對課堂內容的理解程度。「理解」、「太棒」與「有趣」搭配「競賽」字眼，顯示學生對活動持正面態度，認為這是一種有效的學習方式。

- (iii) 希望、自己：表明學生對未來課程或自我學習的期待。「希望」可能暗示學生對未來相關課程有進一步改進的期望，而「自己」則可能與學生對自我學習能力的反思有關。
- (iv) 其他：仍有少數學生反應部分章節理解不易，且進度略快。這些改進的建議都會納入未來優化課程之考量因素。

由文字雲結果分析，學生普遍對課程高度肯定。整體而言，創新教學模組得到正面回饋，顯示此教學方法值得持續優化並執行。



圖 10 學生回饋之分析文字雲

6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

本研究所執行之創新教學模組針對 CDIO 結合生活流力進行流力教學，整體而言，主要精神為以學生為課堂主人嘗試以問題導向出發，訓練學生由構思至運作完成實作競賽，進一步提升學習興趣，進而提升課程成績。相關成果已於前述文章中敘述，在此不再贅述。

本研究認為專注能力、數理能力和學習意願為進一步提升學生能力之關鍵因素。未來的「Fun 流力 2.0」教學模組應考量上述三大關鍵，並以學術與實務並重的核心精神進行優化。圖 11 為教學省思及未來工作，內容敘述如下：

- (i) 培養專注能力：授課者執行本研究時發現部分學生仍有缺課及不專注行為，進而發生成績不盡理想現象。因此，「專注能力」是未來優化課程需要關注的重點之一。建議作為如：
 - (a) 通過短時間的專題討論或分段講解來保持學生的專注度。
 - (b) 增加教師手做試驗活絡課堂氛圍，進一步提升學生的學習專注度。
 - (c) 導入小遊戲或腦力激盪活動，幫助學生維持專注度。
- (ii) 提升數理能力：「數理能力」是流體力學的重要基礎，學生需要具備較強的數學與物理基礎來理解複雜的流動現象。未來可考慮：
 - (a) 安排基礎數理複習課程，確保學生具備理解流力課程的能力。
 - (b) 簡化數理推導流程，確保學生理解程度。
 - (c) 安排基礎數理輔導，讓學長姐手把手教學找回高中數理能力。

(iii) 激發學習意願：「學習意願」是學生是否能夠投入課程的關鍵之一。未來可考慮：

- (a) 邀請業界專家來課堂分享實際案例，增加學術與實務之連動性
- (b) 安排學生參加與流體力學相關的現地參訪行程。
- (c) 提供有效學習資源，例如：持續擴充線上解題影片、解題助教...等。

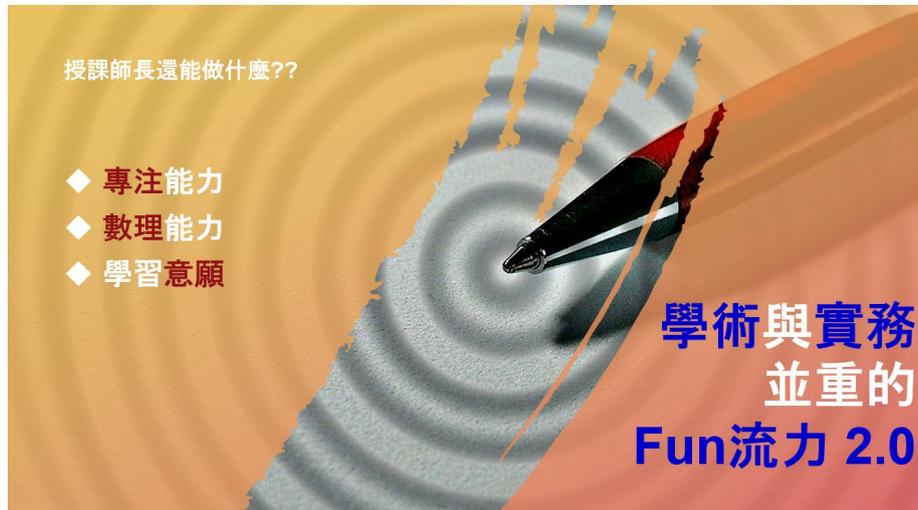


圖 11 教學省思及未來工作

二. 參考文獻 References

1. Ahern, A. A. (2010). A case study: Problem-based learning for civil engineering students in transportation courses. *European Journal of Engineering Education*, 35(1), 109–116. <https://doi.org/10.1080/03043790903497328>
2. Ahern, A., Dominguez, C., McNally, C., O’Sullivan, J. J., & Pedrosa, D. (2019). A literature review of critical thinking in engineering education. *Studies in Higher Education*, 44(5), 816–828. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586325>
3. Al Atabi, M. (2014). *Think like an engineer: Use systematic thinking to solve everyday challenges & unlock the inherent values in them*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
4. Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education* (Vol. 1). Springer Publishing Company.
5. Corcoles, J. I., & Martínez-Romero, A. (2019). Introduction to the Method of Problem Based Learning for Teaching Fluid Mechanics. *INTED2019 Proceedings*, 2577–2584. <https://doi.org/10.21125/inted.2019.0699>
6. Crawley, E. F., Malmqvist, J., Lucas, W. A., & Brodeur, D. R. (2011). The CDIO syllabus v2. 0. An updated statement of goals for engineering education. *Proceedings of 7th International CDIO Conference, Copenhagen, Denmark*.
7. Duch, B. J. (1996). Problem-based learning in physics: The power of students teaching students. *Journal of College Science Teaching*, 15(5), 326–329.
8. Edström, K., & Kolmos, A. (2014). PBL and CDIO: Complementary models for engineering education development. *European Journal of Engineering Education*, 39(5), 539–555. <https://doi.org/10.1080/03043797.2014.895703>
9. Jianfeng, B., Hu, L., Li, Y., Tian, Z., Xie, L., Wang, L., Zhou, M., Guan, J., & Xie, H. (2013). The Progress of CDIO Engineering Education Reform in Several China Universities: A Review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93, 381–385. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.09.207>
10. Johnson, P. A. (1999). Problem-Based, Cooperative Learning in the Engineering Classroom. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 125(1), 8–11. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(1999\)125:1\(8\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(1999)125:1(8))
11. Monat, J. P., & Gannon, T. F. (2018). Applying Systems Thinking to Engineering and Design. *Systems*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/systems6030034>
12. Mynderse, J. A., Gerhart, A. L., Liu, L., & Arslan, S. (2015). *Multi-course Problem-based Learning Module Spanning Across the Junior and Senior Mechanical Engineering Curriculum: Mechatronics, Fluid Mechanics, and Heat Transfer*. 26.1174.1-26.1174.18. <https://peer.asee.org/multi-course-problem-based-learning-module-spanning-across-the-junior-and-senior-mechanical-engineering-curriculum-mechatronics-fluid-mechanics-and-heat-transfer>
13. Nirmalakhandan, N., Ricketts, C., McShannon, J., & Barrett, S. (2007). Teaching tools to promote active learning: Case study. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 133(1), 31-37.
14. Rajabzadeh, A. R., Mehrtash, M., & Srinivasan, S. (2022). Multidisciplinary Problem-Based Learning (MPBL) Approach in Undergraduate Programs. In M. E. Auer & T. Tsiatsos (Eds.), *New Realities, Mobile Systems and Applications* (pp. 454–463). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96296-8_41
15. Rankin, J. A. (1992). Problem-based medical education: Effect on library use. *Bulletin of the Medical Library Association*, 80(1), 36.
16. Takemata, K., Kodaka, A., Minamide, A., & Nakamura, S. (2013). Engineering project-

- based learning under the CDIO concept. *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)*, 258–261.
17. Tãm, N. T. M. (2001). *Problem-based learning*.
 18. Wang, H.-W. (2016). *Inspiring Future Hydraulic Engineers with Problem-Based Learning*. 2016 ASEE Annual Conference & Exposition. <https://peer.asee.org/inspiring-future-hydraulic-engineers-with-problem-based-learning>
 19. 李靜儀, 吳俊哲, & 王柏婷. (2016). Conceive-Design-Implement-Operate (CDIO) 理念對臺灣工程教育的啟發. *臺灣教育評論月刊*, 5(2), 101–104.
 20. 王芳, 劉中秋, 譚建鵬, 榮文傑, 李寶寬, & 齊鳳升. (2022). 以學生為中心的工程流體力學課程體系改革和構建. *力學與實踐*, 44(3), 700.
 21. 白莉, 劉志慧, & 李曉東. (2014). 流體力學研究性教學實踐: 以創新性實驗為例. *力學與實踐*, 36(5), 657.
 22. Young, D. F., Munson, B. R., Okiishi, T. H., & Huebsch, W. W. (2010). *A brief introduction to fluid mechanics*. John Wiley & Sons.
 23. 王曉剛 (2018)。流體力學-生活中實例之應用。滄海圖書。
 24. CDIO 教學模式 - 逢甲大學-教學發展中心(<https://cltd.fcu.edu.tw/cdio>)

三. 附件

授課老師黃振家與郭沛淳、劉昭妤兩名助教一同參與
創新時代的教育：2024 創新教育與教學實踐研究論壇

結合CDIO實踐於生活中的流體力學教學

黃振家、郭沛淳、劉昭妤

逢甲大學水利工程與資源保育學系



研究目的

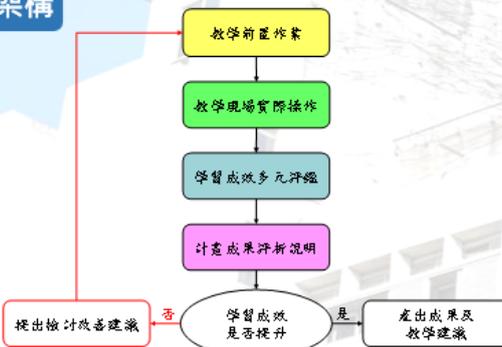
工程領域同學在學習流體力學時常有抗拒心態，主要原因為流體力學為同學初次接觸須同時結合物理觀念及數學基礎的專業學科，本研究以「讓流體力學更有趣一點！」為理念，結合CDIO研擬「讓學生當課堂主人的創新教學模式」，引導學生從害怕到接受流體力學。

研究方法

本研究鼓勵學生從日常生活觀察流體現象，讓學生自由分組後經歷影片構思、內容設計、拍攝測試、實際運作的過程，藉由分組活動產出生活流體實驗短影片，讓學生能夠藉由錄製影片的新鮮感來提升學習意願，並從中掌握流體基礎知識。



研究架構



研究意識

- 如何設計讓學生覺得有趣的課程
- 如何提升課堂進行時的討論風氣
- 如何提升學生上課的學習專注度
- 生活流體試驗加入教學是否可行

研究成果



結論與展望

本研究旨在結合CDIO，並運用於工程領域流體力學之基礎學科教學。

本研究利用水利系大二流體力學(I)進行課程操作，成果顯示班上同學之學習意願有顯著提升，整體成績亦呈現小幅提升。

本研究盤點教學過程及整體成績發現，少部分學生仍有專注能力不佳、數理能力較弱及學習意願不彰共計三大問題。未來仍應持續研發創新教學內容，希望能夠持續改善流體力學教學品質並提升學生整體程度。

創新時代的教育：2024創新教育與教學實踐研究論壇

Fun 流力 競賽規則及格式說明



FUN!流力

期末成果競賽

教育部教學實踐研究計畫



組隊方式

- 以組呈現
- 一組一成績
- 繳交組員名單 (第14週)

我希望

- 影片方式呈現
- 清楚表達實驗目的
- 獨特性是高分關鍵

教育部教學實踐研究計畫



影片製作規則

- 3-5分鐘
- 須包含實驗內容
- 須包含說明 (字卡、白板...等)
- 須有導證或計算過程

思考一下這和柏努利有什麼關係??

教育部教學實踐研究計畫

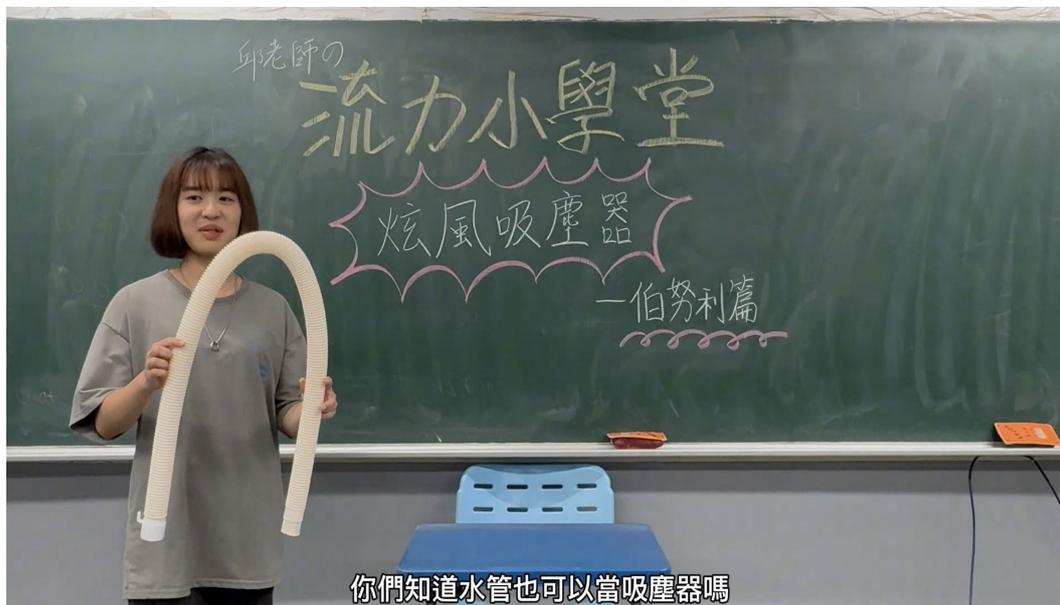


海報製作格式

- 請勿增刪此海報格式
- 需有題目及組員名字
- 須簡介實驗內容及感想
- 請自由發揮

教育部教學實踐研究計畫

表面張力

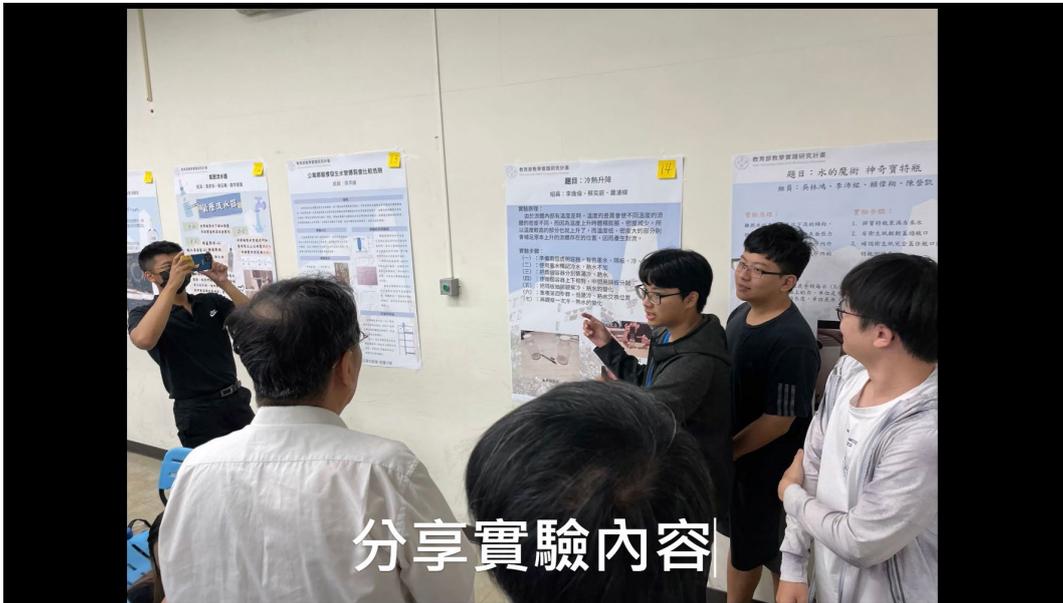


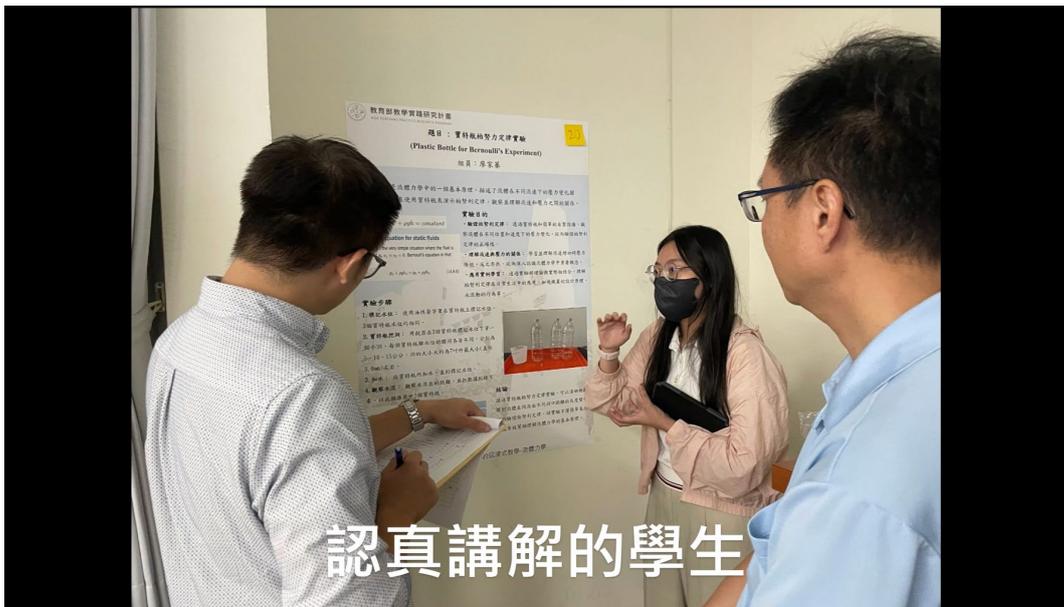
氣壓
流水器





發表當天...





認真講解的學生



大合照

演出者
逢甲大學水利系、土木系二年級學生

流體力學(一)黃振家老師

水利三乙 劉昭妤 郭沛淳

感謝
教育部教學實踐研究計畫