

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: PEE1135959

學門專案分類/Division: 工程學門

計畫年度: ☒113學年度一年期 ☐112學年度多年期

執行期間/Funding Period: 2024.08.01 – 2025.07.31

**(利用鷹架理論奠基學思達教學法協助學生熟悉熱力學基礎/ Utilizing the instructional scaffolding to establish the sharestart method to assist students in familiarizing themselves with the fundamentals of thermodynamics.)**  
(熱力學一/Thermodynamics I)

計畫主持人(Principal Investigator): 莊程巽

協同主持人(Co-Principal Investigator): 無

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

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09月16日

# 利用鷹架理論奠基學思達教學法協助學生熟悉熱力學基礎。(Utilizing the instructional scaffolding to establish the sharestart method to assist students in familiarizing themselves with the fundamentals of thermodynamics.)

## 一、本文 (Content)

### 一.1. 研究動機與目的 (Research Motive and Purpose)

「熱力學」是研究能源領域的基礎課程，被安排在國立台灣海洋大學機械與機電工程學系二年級時一整學年的必修課程，分為上下學期各三學分的「熱力學一」和「熱力學二」，之後會銜接上應用課程「熱傳學」。近年隨著地球暖化導致節能減碳成為重點的等背景下，聯合國永續發展目標中的「可負擔的潔淨能源」和「氣候行動」兩大項目日益重要，這些包括提高能源效率、促進高效率能源基礎建設開發、提高全球再生能源比例與節能減碳科技的投資，需要更多專業人才投入此相關領域，若能讓學生對於這門課程有興趣的話則可鼓勵更多有識之士投入此領域研究，進而提升進入此領域的專業人才數。

「熱力學」是以能量中的熱為主要觀點出發的基礎科學，主要處理的是在經過時間或儀器後的熱平衡狀態下的能量變化差異，而不在細探熱變化當中的過程，這過程會在熱傳學中再行教授，因此這兩門課是連續性的。「熱力學」會先從溫度、壓力、接著說明熱力學第零定律的「熱平衡」，然後在傳統能量和力學觀點上說明能量轉換相關的熱力學第一定律「能量守恆」，接著再定義介紹純物質及其相變化，同時說明相變化所造成的能量變化，可以知道熱等能量在理想狀態下經過轉換成「功」(包括機械能)的過程。接著介紹封閉系統、開放系統，以及構成系統的裝置，然後多個系統裝置可以構成我們生活中各式各樣的循環系統整體，例如冰箱、冷氣、發電廠等。然而，前述的課程內容中，通篇談到「能量」或者是「熱」都是無法直接觀察到的東西，是一種抽象的概念，學生對於這類非直觀的事物會呈現吸收較差甚至部分學生會有些抗拒，有些學生反應想要好好學習但是呈現出心有餘而力不足的學習準備狀態，有點無法掌握技巧和方法的窘境。

目前授課方式是以投影片為主來講述，部分重要內容以特別抄寫筆記的「講述教學法」，在授課前先把課程投影片放上教學平台讓學生可以下載，投影片講義文字和圖片互相搭配，上課以圖片講述整體性的觀念部分為主，投影片文字的部分讓學生回去搭配課本閱讀能掌握重點。上課講解例題，學生回家則有勾選章節後面的習題回家自己練習。每一章節結束後部分會有作業或者小考以確認他們學習狀況。學生對於這個教學的方法反饋大多可以接受，但是反映出來的成績結果卻不是詢問時的結果，這兩學年呈現出兩群成績群，高分群的人數比低分群少很多，這代表學生認知和運用或計算上有一定的落差，這也是學生心有餘而力不足的主要因素。

同時觀察到這些聽講的學生是在消費性電子世代長大的，他們擁有天賦在廣度大、直覺且簡單的內容中學習反應很快，然而對於需要花時間深探摸索且需要用到數理推導的課程需要更多時間來教授。另外，我們為了讓授課學生習慣英語課本的，投影片製作以全英語為主，部分學生有反映需要一點時間習慣，但大多學生在期中考時的反應是英語的部分可以習慣，不過仍然有少部分的學生需要著重英語閱讀能力精進。同時上學年本校開始搭配現在16+2週的多元授課模式，在時間的限縮下要用更有效率的方法才能完成以前教授的部分。

本教學實踐研究計畫由以上所述教學問題針而來的目的是「如何具象化抽象的能量和能量轉換概念、培養由簡單觀點深入切進數理推導，進而可以提升學生對於本學科的理解和吸收狀態是這門課要改善的重要課題。」讓學生可以結合生活經驗或者曾經學過的學理知識，來具象化抽象的概念，進而可以先由生活常見的例子入手，再搭配適當的數理推導進而深入學科的內涵，讓學生不抗拒這門學科，而以後願意成為能源領域的生力軍。

本教學實踐研究計畫的方法是「藉著鷹架理論(instructional scaffolding)奠基學思達(Sharestart)教學法來輔助改善講述教學法中的不足部分，利用課程中錄製影片教授學生推導和解題，再利用回家作業或小考來檢查概念問題進而讓學生習慣思考和反饋問題。」這些

方法可以訓練現在學生普遍沒有預習習慣下，期望讓學生養成自「學」的能力，但由於本課程比較抽象，在每次前一堂課時先預先說觀念，給學生當作預習的引子；再來是課堂授課時課程內容會用「鷹架理論」來鋪陳串接內容，學生可以結合生活經驗或者曾經學過的學理知識，來具象化抽象的概念，再搭配適當的數理推導進而深入學科的內涵，最終讓學生可以融會貫通，進而培養「思」考能力。接著，培養學生分析歸納表「達」等思考的方法，進而讓學生通過考試思考甚至反思自己的觀念培養是否正確。因為經驗上發現成績差的同學無法指出哪裡不懂，這個問題可以透過此安排來改善。由於本必修科目有一定的數理計算量，除了運算之外透過鷹架理論讓學生來問答簡述這些數理量代表的意義。另外針對16+2週的授課中，最後兩週安排會是期末考和考卷檢討，以及把下學期銜接的第七章第1和2節的內容製作成影片給學生回家觀看，再利用回家作業反饋結果，如果時間允許會鼓勵學生自己尋找一個網路影片來寫份心得以確定是否能理解熱力學的應用面。希望可以達成以下幾點學習成效：

- A. 提高學生上課學習興趣。
- B. 降低學生自我能力評估和考試成績的落差度。
- C. 減少學生缺席的意願。
- D. 幫助學生可以反饋學習的問題給授課老師。
- E. 有限授課時間下有效的完整授課。

## 一.2. 研究問題 (Research Question)

根據前述的動機與目的得知本研究問題如下：「熱力學一如何具象化抽象的能量和能量轉換概念、培養由簡單觀點深入切進數理推導，進而可以提升學生對於本學科的理解和吸收狀態是這門課要改善的重要課題。」如果再細分還可以分成以下三大類問題對應學習成效目的：

- A. 課堂投影片講義編排和教授是否具象化抽象的能量和能量轉換概念。
- B. 學生是否能夠培養由簡單觀點深入切進數理推導
- C. 能否提升學生對於本學科的理解和吸收狀態。

## 一.3. 文獻探討 (Literature Review)

許多前人文獻顯示，「熱力學」對學生是很難學習的科目，學生容易對於熱、內能、焓、熵有錯誤的理解，甚至導致熱力學第二定律和熱力學第三定律理解上遭遇到困難，這部分可能前扯到學生的基礎學理能力不足，還有邏輯堆疊上的缺乏，進而導致學生最終學習效率低下，另外教科書提出的某些例子距離學生的生活經驗過遠，使得學生無法連結想像應用性。

(Doige 和 Day, 2012; Klimenko, 2012; Sreenivasulu 和 Subramaniam, 2013)

為了解決以上這些問題，本計畫課程需要重塑學生的學科邏輯堆疊方式，利用國內張輝誠老師於2013年提出的屬於翻轉教學(flipped classroom)之一的「學思達(sharestart)」教學法來雕塑。執行內容是透過問題為導向的講義，並運用小組之間既合作又競爭的學習策略，將學習主動權交給學生，訓練其自學、閱讀、思考、討論、分析、歸納、表達、寫作等能力的過程中，提升學生學習興趣，進而增加學生在各方面的綜合能力。學思達教學上講義設計很重要，講義上的每個問題都會進入課程的五個步驟循環：自學→思考→討論→表達→統整，前四種的主體是學生，最後一項的主體是老師，如圖1(a)所示。「學思達」教學法步驟中除了學生自學這一項是不可以省略之外，其他都可以自由進行調整，因為自學能力後面的步驟都是為了建立和深化自學能力的輔助過程，然而當建立了自學能力後又可以培養出思考和表達能力，因此整個是相輔相成的作用。由於「熱力學」課程緊湊，導致時間限制大，為了教學速度維持，省略了進行小組討論和學生表達兩步驟，如圖1(b)所示，改變成在學生自學→思考問題→老師統整的步驟上循環，讓老師在統整上可以採取變化，進而影響學生自學和思考知結果，這樣也是在可以允許的「學思達」教學法變化。未來，甚至當學生自學能力很足夠的情況下，還可以更加省略老師統整的步驟，變成學生完全自學和思考問題，達到學生已身有自學的能

力。(張輝誠, 2020; 呂錘卿, 2022)



圖1、學思達教學法步驟(a) 原本五步驟, (b) 省略小組討論和學生表達(張輝誠, 2020)

傳統的講述教學法在本研究計畫中將以前面所述的學思達教學法輔助，其中思考問題的步驟中重要的授課講義的安排和製作，將引進教育心理學中的鷹架理論(instructional scaffolding)來奠基協助此步驟再分成更詳細的小步驟，主要是因為鷹架理論在科學教育中被使用的很成功，例如協助學生認識數學符號。(黃志賢, 2006; 謝周恩, 2016)鷹架理論較早由 Vygotsky 在1920年代提出，學習離不開社會與文化的情境脈絡，語言是其中最重要的工具，學習中較高能力者可以帶領較低能力者，進而使較低能力者得到成長，爾後成長到能獨自解決問題的程度，這些程度差距距離即為近側發展區 (zone of proximal development, ZPD)為鷹架理論的前端，如圖2所示，從過去已知的串連到未來未知的部分，中間以學習來達成。之後經過 Wood、Bruner 和 Ross 於1976年提出，以輔助學習者維持學習方向與鷹架的動態架構是最根本的鷹架理論觀點，其中的鷹架可以指的是人例如老師或同儕，或者是人造物例如文字、圖形和電腦軟體，及人和人造物混合。(Obukhova 和 Korepanova, 2009; Zaretskii, 2009; 謝周恩, 2016; Nomura 等人, 2019)

Vygotsky's zone of proximal development (ZPD)

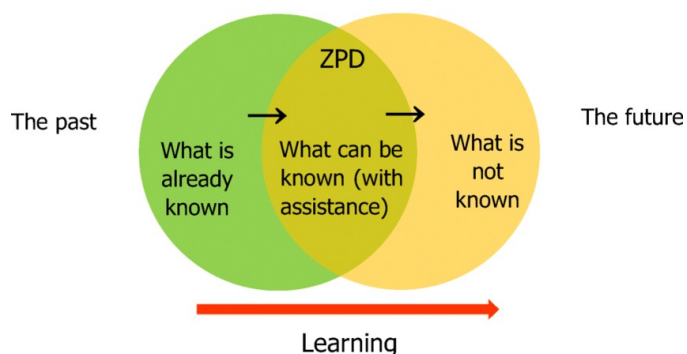


圖2、側發展區示意圖(Nomura 等人, 2019)

鷹架分佈區分出了三種模式：分散性鷹架、重複鷹架和協同的鷹架。分散性鷹架模式是最基本的，每一個學習目標分別對應一個鷹架，例如以優勢遺傳和環境壓力等來解釋生物天擇，這裡的鷹架就是人和人造物混合。重複鷹架是指同一個學習目標有不同來源的鷹架支持，目的能協助不同 ZPD 學習者可以避免錯過某個鷹架而能重複學習，例如問題的交流討論版供大家討論，這邊鷹架是人為主。最後協同的鷹架，是針對一個學習目標有交互作用不同的鷹架連結，另外一個鷹架也可作為另一個鷹架的連結，同時有些鷹架可以非直接與學習目標連結，例如將授課老師與電腦軟體鷹架整合，並透過授課老師與軟體同時針對學習目標交互學習，這邊的鷹架也是人和人造物混合。(Tabak 和 Reiser, 1997; 謝周恩, 2016)

學生已經逐漸熟悉目標的能力時，就可以撤離原本支持他們的鷹架。然而有些論述提出若鷹架成為能力中或者活動中不可缺少的因素時，即便仍是支持的作用但由於本質已經轉變則不以鷹架來稱呼，這時候呈現的是鷹架未撤離情況。利用鷹架理論前進行教學的限制評估，再來決定是否採用：每個學生 ZPD 都不同，即程度不同，首先授課老師要瞭解每個學生 ZPD 才行。鷹架理論運用在教學需要感情比較豐富的授課老師，對學生要有耐心，才能瞭解學生的需求與能力。鷹架理論用在教學上需要有語言、仲介技巧的媒介，以去除溝通上的問題並產生信任。授課老師對於學生初學習時要能忍耐他們的犯錯。鷹架理論教學本身無法直接有具體文字指引，需要透過經驗隨機應變來執行。(謝周恩, 2016)

本計畫課程重塑「熱力學一」的學科邏輯堆疊方式以達到抽象概念具象化的目標，「學思達」教學法來雕塑，執行時僅以自學→思考→統整的三步驟為主，部分章節甚至把自學和統整結合在一起方便學生快速進入學習狀態。問題為導向的講義，引進鷹架理論來奠基協助此步驟再分成更詳細的小步驟，以人和人造物混合的鷹架物搭配協同的鷹架模式來進行講義撰寫，將學習主動權部分交給學生，訓練其自學、閱讀、思考等能力的過程中，提升學生學習興趣。

#### 一.4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

本課程使用「Thermodynamics-An Engineering Approach, Ninth Edition in SI Units, Y. A. Cengel, M. A. Boles and M. Kanoglu, 2020.」課本為主，搭配參考資料：「Principles of Engineering Thermodynamics, Eighth Edition, SI Version, M. J. Moran, H. W. Shapiro, D. D. Boettner and M. B. Bailey, Wiley, 2012.」搭配鷹架理論來編輯投影片，再利用學思達教學法做整個授業課程的建構，其使用步驟示範舉例如下：

##### 1. 講義重編制，於內容中埋下想讓學生經由自學後思考問題，同時這邊開始要加入怎樣的鷹架來支撐學生要學到的內容。

例如 a.第一章介紹到控制體積的概念，這個不是實際的物體對於學生理解會有點難度。因此設計鷹架是以高中時學習過的物理裡面多是固體物質分析來考慮，學習目標則是假若現在目標物是流體時會有怎樣的差別？

例如 b.第五章介紹流體作功概念，為何液體作功會是壓力和體積的相乘？這邊鷹架設計也是以高中物理的固態物體做功的想法來得到。

##### 2. 每堂課結束前提示學生下一次上課會教的範圍和內容，讓學生達到思達教學法中自學，從中先得到每段的重點，然後可以用課堂上的小考或者回家作業形式來詢問。

例如1.所說的問題 a. 的思考方向，請同學去預習控制體積、系統，其中系統分為封閉系統和開放系統。對學生提出為何需要這樣來想？請他們設向若是液體的情況下，可以假設虛擬的控制體積來當作實際的體積後就可以套用固體的解題方法來算力分析。

例如2.所說的問題 b. 的思考方向，從高中所學的作功定律是物體被施加一力量而其移動了一定的長度(位移)，這中間所需要的能量就是功，然而由於流體無法施力於一點，因此施力改成作用於一個平面的壓力，此壓力乘上垂直平面截面積即成力量，代表壓力可以看成力量的變形，之後再把垂直平面和移動長度相結合則會出現一個體積，即表示固體作功力量乘上位移，可以改成壓力乘上作用的體積，也可用數學式表示，如式1所示。

$$W = FL = (PA)L = P(AL) = PV \quad (1)$$

##### 3. 製作投影片來講述課程內容的細節，要包含前面所提到的觀念，適當的安插進去，已達成鷹架放置的效果，然後也符合學思達教學法中統整的成效。同時由於現在 16+2 週的課程安排，如此可以把更詳細的內容讓學生在自學中好好達成。

本人認為經過前面的新教學法的引進可以讓傳統講述教學法導致知識是片段的問題連貫起來。學生經過這些鷹架支持後應該可以更快更容易的理解新的內容。例如前面所說的問題如何實際在計算上來分析這些操作的細節在課堂上當然也會演繹，可是當影片呈現時，學生



可以依據自己所學的部分重複觀看，這樣對於不同學習程度的學生也可以同等於提供不同的鷹架支持。課堂上講述可能一兩遍，但是影片提供兩至三部，學生重複觀看，可以彷彿達到講述 N 遍的成效，而且隨著自己的吸收速度可以讓影片進度條前後自己調整。而這部分搭配測驗可以知道學生是否有自學成功的成效。此外，有些計算的部分不只有一種解析方法，這樣就可以在有限的授課時數上用影片把細節補足。

#### 4. 課程講述上本人需要有意識的設置鷹架。讓學生在老師的引導下達成「學思達」教學法的自學→思考→統整的三步驟循環。

對於講授課程的老師，授課上對於課程內容大多駕輕就熟，可是相對於第一次學習的學生，對於學科邏輯和專業觀念未建立則容易造成理解落差，如果講述者本人沒有特別意思到這些差異，無法適時的插入鷹架幫助學生理解，儘管很簡單的觀念，都有可能造成學生的學習效率差的原因。本人開學時先和學生講述如何使用投影片和課本等工具。課程講述的部分仍是以投影片講述為主，部分重要內容特別以抄寫筆記來加重學生的專注力和思考力。投影片的講義內容以學生的思維來出發，設置「鷹架理論」的思維來撰寫。例如使用的課本在第二章主要是各種能量介紹和帶出熱力學第一定律「能量守恆」，其中講到高中就有學到的機械功的形式，當一個固態物體被施加一力量而其移動了一定的長度(位移)，而若是不固定力量則需要使用積分的方法來計算，例如彈簧作功。課本講到這邊就停止了，若能夠在這邊補充一下非固體即氣體或流體的作功概念，這樣在後面第五章提到「流功(flow work)」時就可以和前面高中以及第二章所學的部分銜接起來。這些鷹架可以幫助修習這門課的學生整體在學課程在本人的引導下達成「學思達」教學法的自學→思考→統整的三步驟循環。

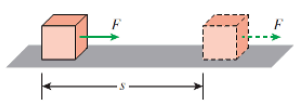
### If we move a non-solid thing? Flow work(chapter 5)

- **Work:** The energy transfer associated with a force acting through a distance.
- There are two requirements for a work interaction between a system and its surroundings to exist: **There must be a force acting on the boundary. The boundary must move.**

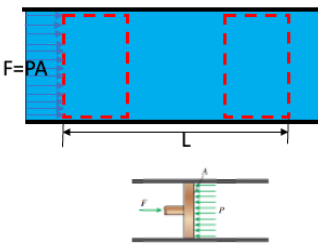
➤ Work = Force × Distance

- **Flow work, or flow energy:** The work (or energy) required to push the mass into or out of the control volume. This work is necessary for maintaining a continuous flow through a control volume.

$$W_{\text{flow}} = FL = PAL = PV \quad (\text{kJ})$$



**FIGURE 2-28**  
The work done is proportional to the force applied ( $F$ ) and the distance traveled ( $s$ ).



**FIGURE 5-13**  
In the absence of acceleration, the force applied on a fluid by a piston is equal to the force applied on the piston by the fluid.

圖3、使用「鷹架理論」搭配「學思達」教學法後課程後增加編輯的投影片

#### 5. 課程進度安排與教學場域

本教學研究計畫實踐於113學年度第一學期的「熱力學一」，由於本校當時正在招聘老師，那學期由本人同時教授同一屆的兩班學生，每班學生修習人數上限是教室大小的65位同學，修課場域是一般的黑板教室，具有投影裝置。教授的課程週數共16+2週，每班每週授課三堂課，每堂課50分鐘。各週進度如表1所示。

表1、「熱力學一」的課程進度安排

周次	課程主題
第1-2週	第一章熱力學概念： 概述熱力學的背景，溫度和壓力的介紹
第2-3週	第二章能量和能量轉換： 講述能量的種類以及能量轉換的形式與熱力學第一定律
第3-5週	第三章純物質性質： 講述純物質的特性和相變化隨溫度或壓力與比容的關係等，同時還介紹氣體關係式
第5-7週	第四章封閉系統的能量分析(前半)： 講述何謂封閉系統及其特點，如何運用熱力學第一定律分析
第8週	期中考
第8-9週	第四章封閉系統的能量分析(後半)： 講述比熱分為等體積和等壓比容兩種，再運用在封閉系統上
第10-12週	第五章控制體積系統中質量和能量分析： 講述開放系統用控制體積運算，必須考慮質量守恆和能量守恆
第13-15週	第六章熱力學第二定律： 講述熱力學第二定律的兩個假說和卡諾熱機循環與效率等
第16週	第七章第1和2節熵： 根據前面的卡諾循環來說明熵的來源和定義以及用途
第17週	期末考
第18週	熱力學一補充講義和二準備課程

採用的學習成效評量工具搭配前述的授課時數有練習卷和小考，此為直接反映當次課程的吸收度和專注度的方法。回家作業讓他們回去寫比較複雜的觀念回答和計算練習可以當作自學複習的一種訓練。期中考和期末考，考試題目分為兩種，其一是概念題確認基本觀念是否理解，其二則是標準的計算題類型，其中會有題目的解法和回家觀看的影片類似，確認學生是否有自學看影片，且是否可以融會貫通。以上這些是有配分比例的評量，而本次為了鼓

勵學生自學看影片等教材，教學平台上影片觀看率上有特別加分。另外課堂出席表現也是額外加分的部分。期中和期末口頭訪問，確認學生的實行感受。最後再搭配學校對於修課者的學習評鑑和以往比較差別。

### 一.5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

本研究計畫的研究對象113學年度第一學期修習「熱力學一」的學生，原本預計只教授一個班級，但是因為本系正在招聘新老師，因此變成兩班都有我來教授。此門課為必修課程，是屬於熱流領域的畢業學分之一。進行場域是一般授課教室上限是65人，課程內容以大學二年級生以上為主，A 班修課人數50人，B 班修課人數65人。本課程一開學就告知學生進行本研究計畫，同時宣告那些部分資料會被使用，讓修課同學都知道和同意才進行。

本課程「熱力學一」是熱流領域的基礎必修課程，藉著本次研究計畫來以「鷹架理論」搭配「學思達」教學法來輔助改善「講述教學法」不足的教学問題，執行時「學思達」教學法的部分僅以自學→思考→統整的三步驟為主，以避免授課時數不足的問題。本人在每節課偉先預告下次內容以讓學生可以自學預習，課程重要內容或者繁複的題目解題部分改以影片錄製，放置教學平台，給學生依照自己的學習速度自學。在投影片的製作上，會用「鷹架理論」來鋪陳串接內容，學生的生活經驗、曾經學過的學理知識及老師的講解，將會作用鷹架來協同支持學生新觀念的建立且具象化抽象的概念，課堂講授時也會特別意識的把鷹架放入投影片的講義說明中。課堂時提供練習卷或小考來確認學生當下是否有吸收觀念，然後比較複雜的解題計算等放在回家作業裡面進行。在期中考和期末考前原本預計會進行隨機與學生訪談，但由於時間有限等等的現實情況，實際上施行不彰，原本預計藉由學生提供的反饋意見，由學校的教學評量表來代替。另外從期中考和期末考的做題方法，可以看出端倪，確認學生對於哪種題型或者概念是哪裡不足。最後由前述的各項學習評量來研究本門課程學生的學習成效，以上整體架構如圖4所示。

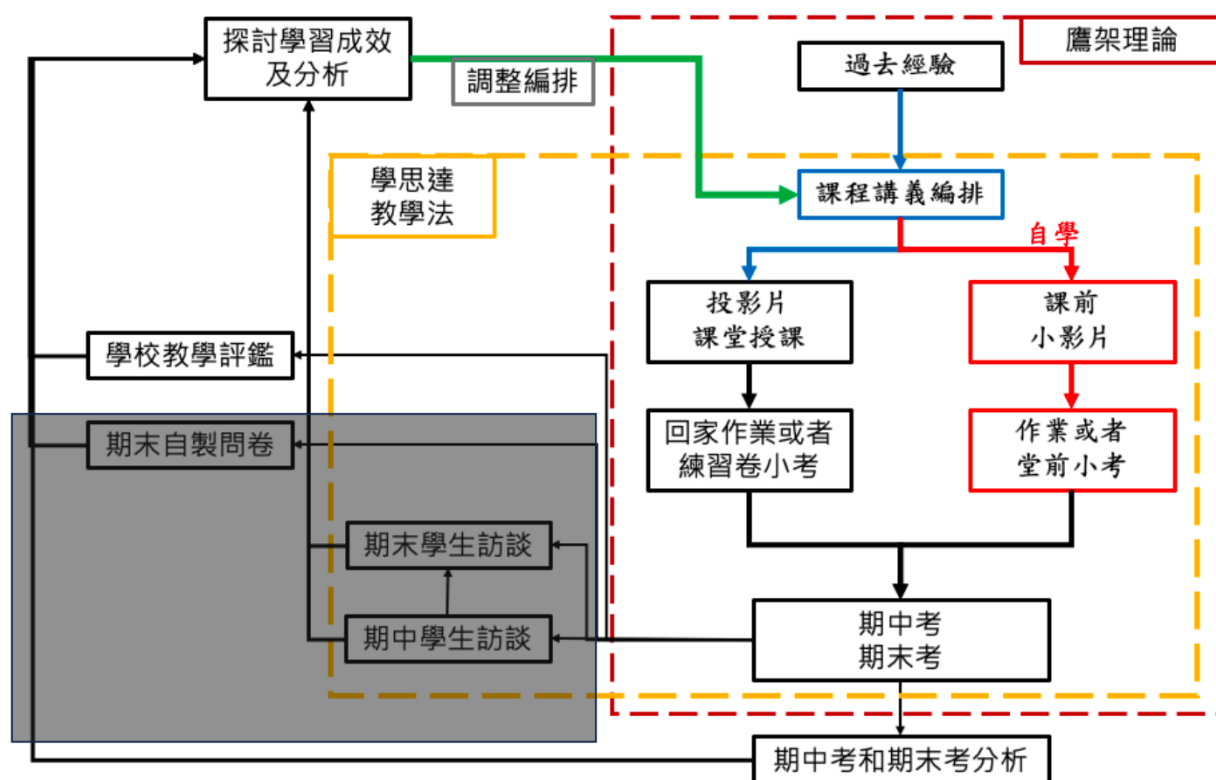


圖4、本研究計畫之執行研究架構圖(執行後和申請書不同，有部分修改)



本研究計畫研究範圍對於修課者有練習卷或課堂小考和回家作業，練習卷小考和回家作業的成績和完成次數，可以量化修課學生的投入度和自學成效，進而和後面期中考和期末考成績量化比較關聯性。期中考和期末考，以成績當作學習的直覺依據，統計概念題的分數，可以確認學生對於哪種題型或者概念是哪裡不足。教學評鑑調查，搭配學校的教學評鑑調查，來看授課的滿意度，以此跟以前學生的評鑑結果比較。另外還有出席率和 Tronclass 教學平台線上影片觀看，從教學平台後台，授課老師可以確認學生有觀看的情況，然後和期中考及期末考成績量化是否有相關性。以上這些可以質化投影片的鷹架設置或製作是否適當，進而反饋修改授課教材。可以量化解修課者的修課狀態，進而設計下一次的課程安排。

## 一.6. 教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes)

本教學實踐研究計畫的目的是讓「熱力學一」這門必修課，從抽象的能量和能量轉換概念具象化、培養由簡單觀點深入切進數理推導，進而可以提升學生對於本學科的理解和吸收狀態，藉著「鷹架理論」來奠基「學思達」教學法來輔助改善講述教學法中的不足部分，利用課程中錄製影片教授學生推導和解題，再利用回家作業或小考來檢查概念問題進而讓學生習慣思考和反饋問題。這些方法可以訓練現在學生普遍沒有預習習慣下，期望讓學生養成自「學」的能力。

### (一.6.1) 教學過程與成果

教學過程由於涉及多方故以架構圖來解釋，如圖5所示。首先是本人在準備課程時適當的把「鷹架(紅色)」擺入投影片之中，然後在正式課堂中的課程講授時有意識的在講課時再口頭加入「鷹架」抑或是在章節開始前先以影片來當「鷹架」給學生一個預期結果的想法，Tronclass 教學平台上的講授影片之中也以同樣方式講解。接著是學生的課堂練習卷或小考，給我即時的反饋，適當的增加「鷹架」或者要換個敘述方法。回家作業則是以比較複雜的計算為主，這部分會配合教學平台影片對應做題，這邊就引入「學思達」的「自學(綠色)」想法。然後這些的「自學」成果，最後以期中考和期末考的成績作為學生的對這門課的最終回饋。而學校提供的教學評鑑評量，除了是學生自己給我的反省評鑑則是提供我一個跨學年比較的機制。

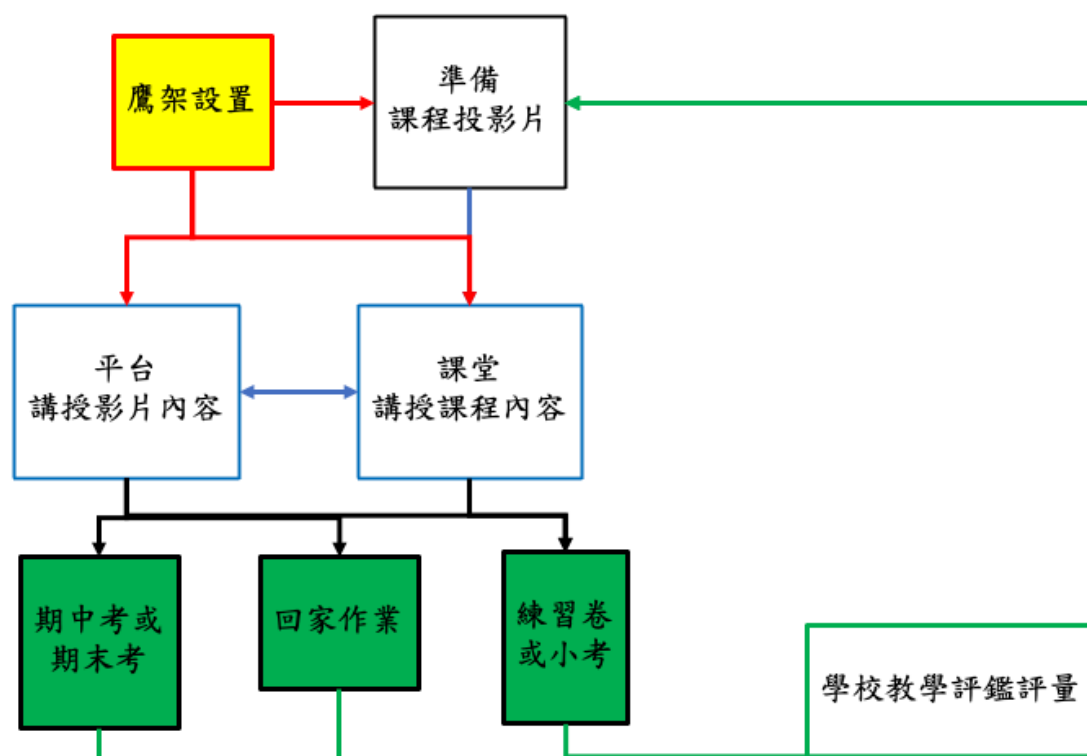


圖5、本教學過程架構圖

在此舉一個「鷹架理論」使用的例子作為成果表示。以前學生修習完這門課後曾經詢問過我的問題：「熱力學究竟要做什么？」以前教學給予很細節的內容，沒有給學生一個全面的整體概念，因此在第一堂課時開宗明義給學生看「熱力學二」會用到的火力發電廠的朗肯(Rankine)循環，其中詢問學生看到什麼樣的「能量變化」，在此點出「熱力學」的重點一是「能量變化」，以燒熱的蒸汽流體能量轉換成機械功的能量，接著再把機械功轉換成電能以輸出電力。接著給學生看細節中有各種裝置，鍋爐(boiler)、渦輪機(turbine)等，其中鍋爐就是把煤炭或天然氣的化學燃燒能轉換成熱能用以加熱水，渦輪機則是把帶著高溫高壓的水流體經過特別設計的裝置轉換成機械功來利用，此機械功再給電動機轉換成最終所需要的電能。在此強調我們只在意轉換後的量，不在意轉換過程的快慢等等的，這是因為「熱力學」是一個討論起始穩定狀態的學科。

### (一.6.2) 教師教學反思

這門課程包括計畫執行在內開過四學年，第一年本人認為自己教授上有很大可以改進的地方，需要經驗，之後兩年自認為比較有信心可以提供良好講授，然而學生成績不盡理想，學生的學習成效高高低低。剛好透過這次計畫的機會，引進「鷹架理論」和「學思達」教學法來改進授課。

然而在準備課程中，要如何架設鷹架給本人很大的挫折，嘗試了好幾次才比較好設置，目前114學年度在上改進後的第二次，剛開學教授起來比第一次來的順暢。每個理論和教學法對於本人來是一個全新的挑戰，需要更多的時間備課，和讓研究生幫忙工讀查找資料等等的，但是可以感覺到教案準備好後，就可以運用大框架只需要小部分修改，目前教案仍還有很多可以改善的地方，誠如簡報時委員給的建議，鷹架理論有很多工具和方式可以使用，本人仍然會持續動態調整內容，以讓修課同學可以有更好的學習成效。

另外在現今變化快速的社會，學生很會使用 AI 工具和網路等做很多搜索，但卻不知道如何使用在自學上，如何讓學生可以有興趣自主學習，透過本人給予的鷹架與影片等幫助他們，是在授課中一件重要的事情，讓學生在課堂中對於此課程更具象化理解「熱力學」。

### (一.6.3) 學生學習回饋

#### 1. 學生總成績狀態和教學平台影片觀看率

名稱	觀看次數	完成指標	已完成/部分完成/未觀看	已完成/部分完成/未觀看
Example 4-11 影音教材	38	需累積觀看 80%(含)以上	21 / 8 / 36	12 / 10 / 27
Example 5-1... 影音教材	45	需累積觀看 80%(含)以上	8 / 20 / 37	5 / 21 / 23
Example4-7 影音教材	44	需累積觀看 80%(含)以上	17 / 11 / 37	12 / 15 / 22
Example5-4&... 影音教材	54	需累積觀看 80%(含)以上	17 / 16 / 32	12 / 13 / 24
Example5-6&... 影音教材	34	需累積觀看 80%(含)以上	15 / 14 / 36	9 / 13 / 27
Example5-8&... 影音教材	40	需累積觀看 80%(含)以上	16 / 10 / 39	11 / 11 / 27

圖6、「熱力學一」兩班學生在教學平台後台觀看率完成指標圖，藍色匡是 A 班，藍色匡是 B 班。

由於鷹架架設後如何評鑑和回饋有難度，因此本人看著手頭有的資訊後，以 Tronclass 教學平台上的後台觀看率如圖6所示，和學期總成績的結果如圖7所示，來看看是否有關聯。A 班觀看人數多於 B 班，其中包括已完成和部分完成，在成績上可以看到 A 班不及格人數相較 B 班少。

另外每次考試當天有稍微隨機詢問同學，但 A 班同學大多反應考卷難易適中，B 班同學有些反應考試時間不夠等。但因為教授學生太多，此種隨機詢問不具代表性，但和最終學期成績比對似乎有脈絡可循。程度較差的同學表示無法好好使用和理解查表計算的方法和原因。程度較好的同學大多在計算上沒問題，反而觀念題的部分無法完全得分。

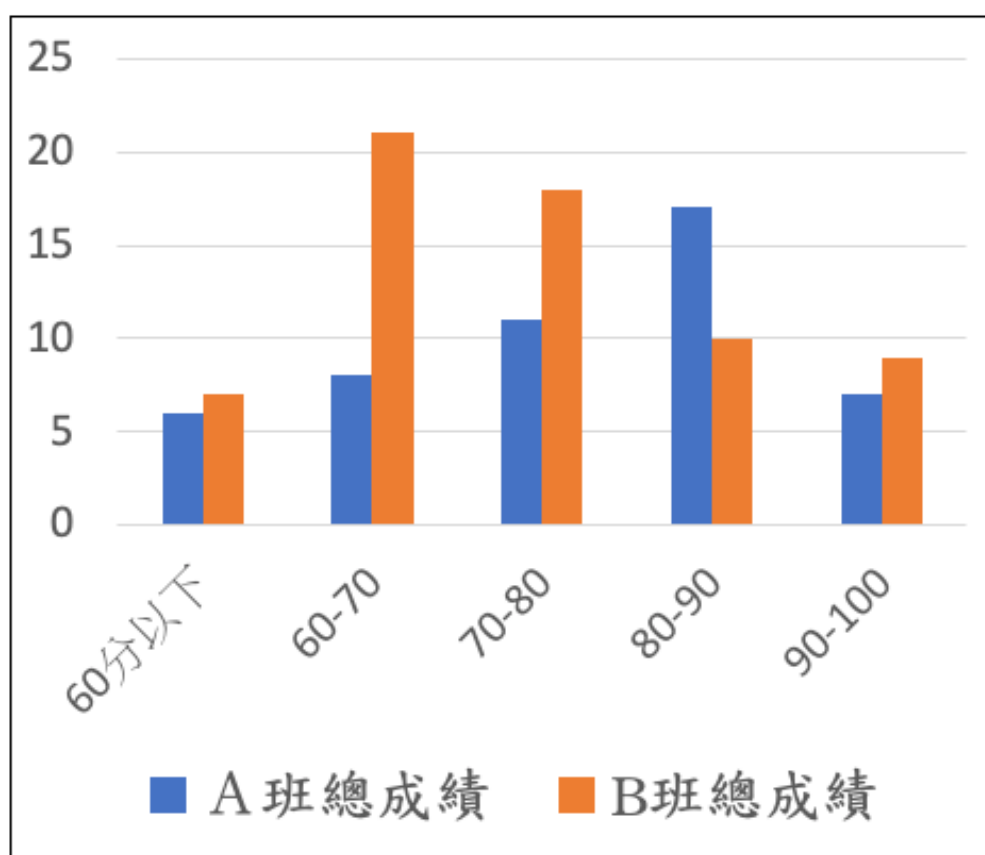


圖7、「熱力學一」兩班學生的學期總成績分佈圖

## 2. 學校教學務系統教學評鑑

和上學年度開課相比，以教學務系統中的教學評鑑來看，如附件一至附件四所示。112學年第一學期的「熱力學一」也是開授兩班，A 班平均值4.20標準差0.60，B 班平均值4.45標準差0.68，113學年度 A 班平均值4.16標準差0.76，B 班4.42標準差0.60。單就數字來看，112學年度 B 班的課程問卷最高分，而113學年度 B 班也分數較 A 班高，但成績反應上卻不同步。

因此，細看問卷中「對老師教學滿意」和「學習到增進思考及組織的能力」的兩個細項。學校的分類把學期總成績80分以上的歸類在 A 區，其他的在 B 區，還有全部一起的部分，此內容可以參看附件一至附件四。「對老師教學滿意」這部分本人認為是對整個投影片和鷹架及講授的滿意，可以看到113學年度80分以上的同學最滿意，但是80分以上的人數 B 班沒有 A 班多，代表學生的滿意和學習成績的反應無法直接對照。「學習到增進思考及組織的能力」這部分本人認為是對「學思達」教學法的反饋，可以看到113學年度80分以上的同學最滿意，但是80分以上的人數 B 班沒有 A 班多且觀看影片人數也較少，代表學生的自學反饋和學習成績的反應也無法直接對照。

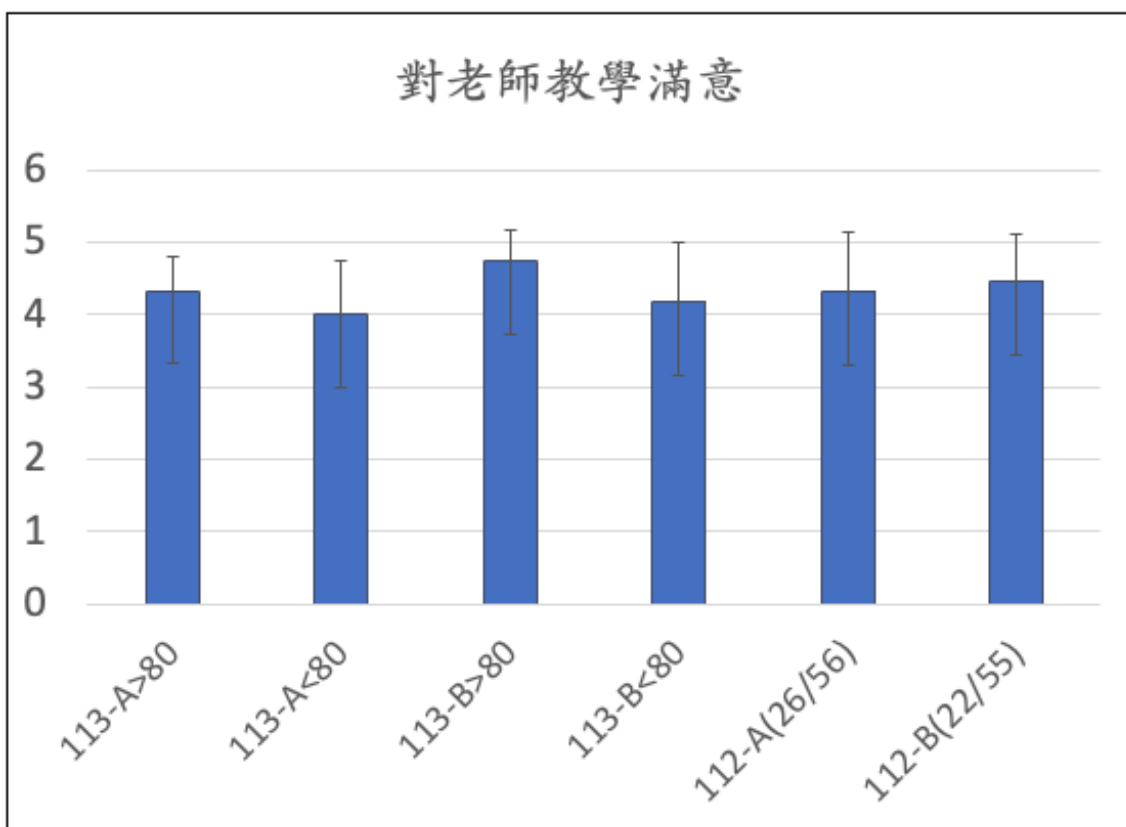


圖8、112學年度和113學年度的「熱力學一」教學評鑑評量表中「對老師教學滿意」細項的統計圖

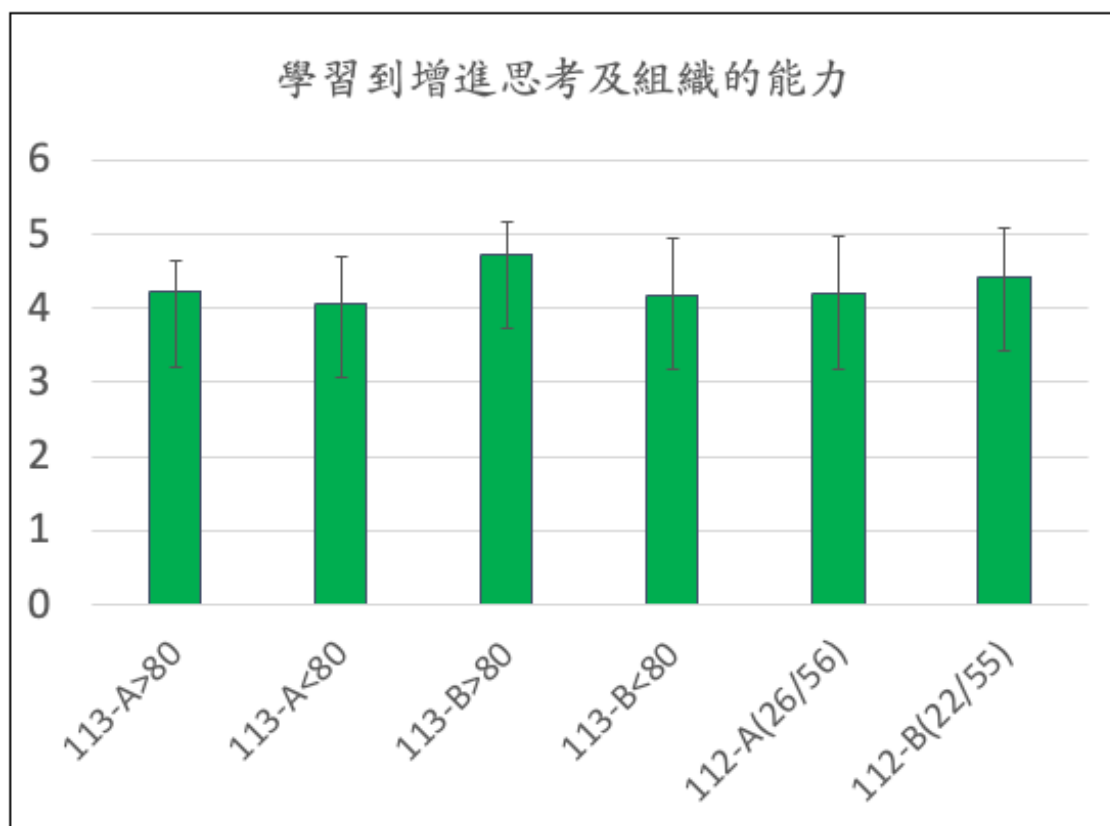


圖9、112學年度和113學年度的「熱力學一」教學評鑑評量表中「學習到增進思考及組織的能力」細項的統計圖

### 一.7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

必修課程對於每個學生來說都需要及格才行，但是機械系的領域很廣泛，並不是每個學生都對全部的領域都會有興趣，其中又以熱流領域最常遇到這個問題，因為扣除熱流領域的課程其他都是固體相關，比較好銜接高中的課程。因此總會遇到因為必修需要及格學分但又無興趣的學生，對於這種學生我希望他們可以在最終學期總成績可以達到70分上下即可，而不一定要求要到極致的結果。對於第一次進行必修課程的教學實踐計畫，很感激有這樣的機會可以來進行教案的大修改。然而教案的完整仍然需要更多時間才能完備，本計畫主持人仍會繼續努力。



## 二、參考文獻 (References)

- 呂錘卿(2022)。新教學原理與設計。臺北市:五南。
- 張輝誠(2015)。學思達翻轉教學法——我的十五年教學生涯之後的全新改革  
<https://flipedu.parenting.com.tw/article/000270>
- 張輝誠(2020)。學思達教學五步驟之多元變化。  
<https://medium.com/學思達 sharestart/學思達教學五步驟之多元變化-7c6f482c8300>
- 黃志賢(2006)。結合可能發展區與鷹架教學方案於原住民高職學生數學文字符號概念改變之研究。科學教育學刊, 14(4), 467-491。
- 謝州恩(2013)。鷹架理論的發展、類型、模式與 對科學教學的啟示。科學教育月刊, 364, 2-16。
- Doige, C. A., and Day, T. (2012) “A typology of undergraduate textbook definitions of ‘heat’ across science disciplines,” *International Journal of Science Education*, 34, 677–700.
- Klimenko, A.Y. (2012) “Teaching the third law of thermodynamics,” *The Open Thermodynamics Journal*, 6, 1–14.
- Nomura, N., Matsuno, K., Muranaka, T., and Tomita, J. (2019) “How Does Time Flow in Living Systems? Retrocausal Scaffolding and E-series Time,” *Biosemiotics*, 12(4).
- Obukhova, L. F., and Korepanova I. A. (2009) “The zone of proximal development: A spatiotemporal model. *Journal of Russian and East European Psychology*, 47(6), 25-47.
- Sreenivasulu, B., and Subramaniam, R. (2013) “University students’ understanding of chemical thermodynamics,” *International Journal of Science Education*, 35, 601–635.
- Tabak, I., and Reiser, B. J. (1997). “Complementary roles of software-based scaffolding and teacher-student interactions in inquiry learning. In R. Hall, Miyake, N., & Enyedy, N. (Eds.),” *Proceedings of CSCL '97: The Second International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*, Mahwah, NJ. 289-298.
- Zaretskii, V. K. (2009) “The zone of proximal development: what Vygotsky did not have time to write,” *Journal of Russian and East European Psychology*, 47(6), 70-93.

### 三、附件 (Appendix)

#### 附件一、113學年度 A 班「熱力學一」教學評鑑調查回饋細項

查詢條件			
教學評鑑名稱	海洋大學113學年度第1學期課程評鑑	評鑑卷別	甲卷—一般性教學課程
課號	B7202S42	班別	A
課程名稱	熱力學(一)	授課教師	莊程嬰
問卷人數	64	填答人數	35
【編輯畫面】－明細			
課程平均值	4.163571	課程標準差	0.761899
聘任系所平均值	4.342220	聘任系所標準差	0.767066
所屬學院平均值	4.455402	所屬學院標準差	0.730518
全校平均值	4.479498	全校標準差	0.696367

題次	內容	A平均值	A標準差	B平均值	B標準差	平均值	標準差
1	我需要在課後花費很多時間修讀、複習本課程。I have to spend lots of time studying and reviewing this course after class.	4	0.79	4.05	1	4.03	0.91
2	我在本課程的上課出席率很高。My attendance rate for this class is very high.	4.38	0.86	4.16	0.74	4.26	0.81
3	我上課會認真聽講並參與課程活動。I concentrated on listening and participating in this class.	4.25	0.83	4.16	0.81	4.2	0.82
4	我上課會做筆記。I took notes for this course.	4.31	0.77	4.11	0.81	4.21	0.8
5	我有問題會請教老師。I asked the teacher when I encountering problems.	4.13	0.86	4.21	0.77	4.17	0.81
6	我有問題會查更多資料以瞭解此課程。I queried more references in order to understand this course, if I get questions.	4.25	0.83	4.32	0.73	4.29	0.78
7	教師在學期初清楚說明教學目標，提供清楚的教學大綱與評分方式。The instructor clearly explained course goals, provided a clear syllabus with grading standard at the beginning of the semester.	4.31	0.77	4.32	0.65	4.31	0.71
8	教學目標能適當反應此課程學習重點，讓學生了解可預期的學習成果。The teaching goals appropriately reflected the importance of the course objectives. The instructor also helped students understand the expectations of their learning results.	4.19	0.88	4.21	0.69	4.2	0.79
9	授課內容充分準備，並且與教學大綱相符。The instructor well prepared for his/her teaching, which corresponded with the syllabus.	4.25	0.83	4.16	0.81	4.2	0.82
10	授課內容適中。The teaching content was moderate.	4.19	0.88	4.16	0.67	4.17	0.77
11	教師授課清楚生動。The instructor presented the lessons clearly and vividly.	4.06	0.9	4.16	0.87	4.11	0.89
12	教師能與學生維持良好的互動關係，允許學生發問或表達意見。The instructor maintained good interaction with students and allowed students to raise questions or express their viewpoints.	4.19	0.88	4.21	0.77	4.2	0.82
13	教師能鼓勵或指導學生善用學術資源及課程參考資料。The instructor encouraged or guided students to utilize academic resources and references.	4.31	0.85	4.11	0.85	4.2	0.86
14	教師對學生考核及評分公正合理。The instructor's grading policy was fair and reasonable.	4.25	0.9	4.16	0.74	4.2	0.82
15	教學態度熱忱、認真、負責。The instructor possessed enthusiastic, serious and responsible teaching attitudes.	4.13	1.11	4.21	0.77	4.17	0.94
16	教師樂於協助學生解決有關本課程之疑問。The instructor was willing to answer the relevant questions raised by the students.	4.44	0.79	4.32	0.65	4.37	0.72
17	教師重視學生學習效果。The instructor show positive expectations toward his students' learning performance.	4.19	0.88	4.21	0.77	4.2	0.82
18	教師很少缺課或遲到早退。The instructor was seldom absent or late for class, neither left early.	3.5	1.46	4.05	0.83	3.8	1.19
19	整體而言，我對老師的教學效果滿意。Overall, I was satisfied with the quality of this course.	4.19	0.88	4.05	0.89	4.11	0.89
20	我從修課過程中學習到分析及解決問題的能力。I learned to analyze and solve problems from this course.	4.25	0.83	4	0.88	4.12	0.87
21	我從修課過程中學習到增進思考及組織的能力。I learned to develop my ability to plan and organize from this course.	4.25	0.83	3.94	0.94	4.09	0.9
22	我從修課過程中學習到團隊合作的能力。I learned to develop my team work ability from this course.	4.13	0.86	3.82	0.98	3.97	0.94
23	我從修課過程中學習到有自信地與別人探索與討論意見的能力。I learned to explore ideas confidently with other people from this course.	4.19	0.81	3.94	1	4.06	0.92
24	請寫下對這門課的建議。Please write down suggestions for this course.	0	0	0	0	0	

## 附件二、113學年度 B 班「熱力學一」教學評鑑調查回饋細項

教學評鑑名稱	海洋大學113學年度第1學期課程評鑑	評鑑卷別	甲卷-一般性教學課程
課號	B7202S42	班別	B
課程名稱	熱力學(一)	授課教師	莊程斐
問卷人數	49	填答人數	40

【編輯畫面】- 明細			
課程平均值	4.423125	課程標準差	0.601957
聘任系所平均值	4.342220	聘任系所標準差	0.767066
所屬學院平均值	4.455402	所屬學院標準差	0.730518
全校平均值	4.479498	全校標準差	0.696367

題次	內容	A平均值	A標準差	B平均值	B標準差	平均值	標準差
1	我需要在課後花費很多時間修讀、複習本課程。I have to spend lots of time studying and reviewing this course after class.	4.32	0.63	3.89	1.1	4.13	0.9
2	我在本課程的上課出席率很高。My attendance rate for this class is very high.	4.55	0.58	4.39	0.76	4.47	0.67
3	我上課會認真聽講並參與課程活動。I concentrated on listening and participating in this class.	4.5	0.58	4.28	0.73	4.4	0.66
4	我上課會做筆記。I took notes for this course.	4.5	0.58	4.24	0.73	4.38	0.66
5	我有問題會請教老師。I asked the teacher when I encountering problems.	4.41	0.58	4.39	0.76	4.4	0.66
6	我有問題會查更多資料以瞭解此課程。I queried more references in order to understand this course, if I get questions.	4.45	0.58	4.28	0.73	4.38	0.66
7	教師在學期初清楚說明教學目標，提供清楚的教學大綱與評分方式。The instructor clearly explained course goals, provided a clear syllabus with grading standard at the beginning of the semester.	4.45	0.58	4.44	0.68	4.45	0.63
8	教學目標能適當反應此課程學習重點，讓學生了解可預期的學習成果。The teaching goals appropriately reflected the importance of the course objectives. The instructor also helped students understand the expectations of their learning results.	4.41	0.58	4.39	0.68	4.4	0.62
9	授課內容充分準備，並且與教學大綱相符。The instructor well prepared for his/her teaching, which corresponded with the syllabus.	4.36	0.57	4.44	0.68	4.4	0.62
10	授課內容適中。The teaching content was moderate.	4.41	0.58	4.28	0.73	4.35	0.65
11	教師授課清楚生動。The instructor presented the lessons clearly and vividly.	4.5	0.58	4.5	0.69	4.5	0.63
12	教師能與學生維持良好的互動關係，允許學生發問或表達意見。The instructor maintained good interaction with students and allowed students to raise questions or express their viewpoints.	4.45	0.58	4.44	0.68	4.45	0.63
13	教師能鼓勵或指導學生善用學術資源及課程參考資料。The instructor encouraged or guided students to utilize academic resources and references.	4.5	0.58	4.44	0.68	4.47	0.63
14	教師對學生考核及評分公正合理。The instructor's grading policy was fair and reasonable.	4.41	0.65	4.5	0.69	4.45	0.67
15	教學態度熱忱、認真、負責。The instructor possessed enthusiastic, serious and responsible teaching attitudes.	4.41	0.58	4.44	0.68	4.43	0.63
16	教師樂於協助學生解決有關本課程之疑問。The instructor was willing to answer the relevant questions raised by the students.	4.41	0.58	4.5	0.69	4.45	0.63
17	教師重視學生學習效果。The instructor show positive expectations toward his students' learning performance.	4.45	0.58	4.39	0.68	4.43	0.63
18	教師很少缺課或遲到早退。The instructor was seldom absent or late for class, neither left early.	4.36	0.57	4.22	0.79	4.3	0.68
19	整體而言，我對老師的教學效果滿意。Overall, I was satisfied with the quality of this course.	4.45	0.58	4.39	0.68	4.43	0.63
20	我從修課過程中學習到分析及解決問題的能力。I learned to analyze and solve problems from this course.	4.45	0.58	4.44	0.68	4.45	0.63
21	我從修課過程中學習到增進思考及組織的能力。I learned to develop my ability to plan and organize from this course.	4.45	0.58	4.33	0.75	4.4	0.66
22	我從修課過程中學習到團隊合作的能力。I learned to develop my team work ability from this course.	4.23	0.67	4.11	1.05	4.18	0.86
23	我從修課過程中學習到有自信地與別人探索與討論意見的能力。I learned to explore ideas confidently with other people from this course.	4.32	0.7	4.11	1.05	4.22	0.88
24	請寫下對這門課的建議。Please write down suggestions for this course.	0	0	0	0	0	↑

# 附件三、112學年度 A 班「熱力學一」教學評鑑調查回饋細項

CET5020\_ 查詢教學評鑑統計(教師)

回查詢頁

查詢條件

教學評鑑名稱	海洋大學112學年度第1學期課程評鑑	評鑑卷別	甲卷--一般性教學課程
課號	B7202S42	班別	A
課程名稱	熱力學(一)	授課教師	莊程嬰
問卷人數	50	填答人數	28

【編輯畫面】- 明細

課程平均值	4.207143	課程標準差	0.596784
聘任系所平均值	4.338793	聘任系所標準差	0.822127
所屬學院平均值	4.404311	所屬學院標準差	0.751914
全校平均值	4.439804	全校標準差	0.714368

※若有其他意見，請直接輸入於意見欄內。  
 (If you have other opinions or comments, please type them in opinion column.)  
 ※個人基本資料將不存入問卷結果資料庫，且不會影響學科成績，請同學放心填寫！！  
 (Your personal information will not be saved in the questionnaire result database.  
 The results of the questionnaire will not influence your course grade.  
 Please answer the following questions without reservation.Thanks for your participation.)

查詢學生意見欄 關閉本頁

題次	內容	A平均值	A標準差	B平均值	B標準差	平均值	標準差
1	我需要在課後花費很多時間修讀、複習本課程。I have to spend lots of time studying and reviewing this course after class.	4.44	0.5	4.26	0.64	4.32	0.6
2	我在本課程的上課出席率很高。My attendance rate for this class is very high.	4.78	0.42	4.26	0.78	4.43	0.73
3	我上課會認真聽講並參與課程活動。I concentrated on listening and participating in this class.	4.22	0.63	4.11	0.66	4.15	0.65
4	我上課會做筆記。I took notes for this course.	4.33	0.67	4.06	0.78	4.15	0.76
5	我有問題會請教老師。I asked the teacher when I encountering problems.	4.11	0.57	4.12	0.68	4.12	0.64
6	我有問題會查更多資料以瞭解此課程。I queried more references in order to understand this course, if I get questions.	4.33	0.47	4.11	0.66	4.19	0.61
7	教師在學期初清楚說明教學目標，提供清楚的教學大綱與評分方式。The instructor clearly explained course goals, provided a clear syllabus with grading standard at the beginning of the semester.	4.33	0.47	4.21	0.69	4.25	0.63
8	教學目標能適當反應此課程學習重點，讓學生了解可預期的學習成果。The teaching goals appropriately reflected the importance of the course objectives. The instructor also helped students understand the expectations of their learning results.	4.22	0.42	3.95	0.69	4.04	0.63
9	授課內容充分準備，並且與教學大綱相符。The instructor well prepared for his/her teaching, which corresponded with the syllabus.	4.33	0.47	4.16	0.67	4.21	0.62
10	授課內容適中。The teaching content was moderate.	4.33	0.47	3.95	0.69	4.07	0.65
11	教師授課清楚生動。The instructor presented the lessons clearly and vividly.	4.33	0.47	4.21	0.69	4.25	0.63
12	教師能與學生維持良好的互動關係，允許學生發問或表達意見。The instructor maintained good interaction with students and allowed students to raise questions or express their viewpoints.	4.33	0.47	4.16	0.74	4.21	0.67
13	教師能鼓勵或指導學生善用學術資源及課程參考資料。The instructor encouraged or guided students to utilize academic resources and references.	4.22	0.42	4.16	0.67	4.18	0.6
14	教師對學生考核及評分公正合理。The instructor's grading policy was fair and reasonable.	4.44	0.5	4.11	0.64	4.21	0.62
15	教學態度熱忱、認真、負責。The instructor possessed enthusiastic, serious and responsible teaching attitudes.	4.33	0.47	4.16	0.67	4.21	0.62
16	教師樂於協助學生解決有關本課程之疑問。The instructor was willing to answer the relevant questions raised by the students.	4.33	0.47	4.26	0.71	4.29	0.65
17	教師重視學生學習效果。The instructor show positive expectations toward his students' learning performance.	4.33	0.47	4.21	0.69	4.25	0.63
18	教師很少缺課或遲到早退。The instructor was seldom absent or late for class, neither left early.	4.56	0.5	4.16	0.67	4.29	0.65
19	整體而言，我對老師的教學效果滿意。Overall, I was satisfied with the quality of this course.	4.33	0.47	4	0.73	4.11	0.67
20	我從修課過程中學習到分析及解決問題的能力。I learned to analyze and solve problems from this course.	4.33	0.47	4	0.61	4.12	0.59
21	我從修課過程中學習到增進思考及組織的能力。I learned to develop my ability to plan and organize from this course.	4.22	0.42	4.06	0.64	4.12	0.58
22	我從修課過程中學習到團隊合作的能力。I learned to develop my team work ability from this course.	3.44	0.83	3.88	0.76	3.73	0.81
23	我從修課過程中學習到有自信地與別人探索與討論意見的能力。I learned to explore ideas confidently with other people from this course.	3.78	0.79	3.94	0.64	3.88	0.7
24	請寫下對這門課的建議。Please write down suggestions for this course.	0	0	0	0	0	↑

# 附件四、112學年度 B 班「熱力學一」教學評鑑調查回饋細項

CET5020\_ 查詢教學評鑑統計(教師)

回查詢頁

查詢條件

教學評鑑名稱	海洋大學112學年度第1學期課程評鑑	評鑑卷別	甲卷--一般性教學課程
課號	B7202S42	班別	B
課程名稱	熱力學(一)	授課教師	莊程嬰
問卷人數	60	填答人數	29

【編輯畫面】- 明細

課程平均值	4.45	課程標準差	0.681516
聘任系所平均值	4.338793	聘任系所標準差	0.822127
所屬學院平均值	4.404311	所屬學院標準差	0.751914
全校平均值	4.439804	全校標準差	0.714368

※若有其他意見，請直接輸入於意見欄內。  
 (If you have other opinions or comments, please type them in opinion column.)  
 ※個人基本資料將不存入問卷結果資料庫，且不會影響學科成績，請同學放心填寫！！  
 (Your personal information will not be saved in the questionnaire result database.  
 The results of the questionnaire will not influence your course grade.  
 Please answer the following questions without reservation.Thanks for your participation.)

查詢學生意見欄 關閉本頁

題次	內容	A平均值	A標準差	B平均值	B標準差	平均值	標準差
1	我需要在課後花費很多時間修讀、複習本課程。I have to spend lots of time studying and reviewing this course after class.	3.91	1.16	4.06	1.03	4	1.08
2	我在本課程的上課出席率很高。My attendance rate for this class is very high.	4.64	0.48	4.22	0.71	4.38	0.67
3	我上課會認真聽講並參與課程活動。I concentrated on listening and participating in this class.	4.64	0.48	4.33	0.82	4.45	0.72
4	我上課會做筆記。I took notes for this course.	4.55	0.66	4.22	0.71	4.34	0.71
5	我有問題會請教老師。I asked the teacher when I encountering problems.	4.73	0.45	4.22	0.79	4.41	0.72
6	我有問題會查更多資料以瞭解此課程。I queried more references in order to understand this course, if I get questions.	4.55	0.5	4.18	0.71	4.32	0.66
7	教師在學期初清楚說明教學目標，提供清楚的教學大綱與評分方式。The instructor clearly explained course goals, provided a clear syllabus with grading standard at the beginning of the semester.	4.82	0.39	4.22	0.79	4.45	0.72
8	教學目標能適當反應此課程學習重點，讓學生了解可預期的學習成果。The teaching goals appropriately reflected the importance of the course objectives. The instructor also helped students understand the expectations of their learning results.	4.82	0.39	4.22	0.71	4.45	0.67
9	授課內容充分準備，並且與教學大綱相符。The instructor well prepared for his/her teaching, which corresponded with the syllabus.	4.82	0.39	4.17	0.76	4.41	0.72
10	授課內容適中。The teaching content was moderate.	4.73	0.45	4.06	0.78	4.31	0.75
11	教師授課清楚生動。The instructor presented the lessons clearly and vividly.	4.82	0.39	4.17	0.76	4.41	0.72
12	教師能與學生維持良好的互動關係，允許學生發問或表達意見。The instructor maintained good interaction with students and allowed students to raise questions or express their viewpoints.	4.82	0.39	4.33	0.75	4.52	0.68
13	教師能鼓勵或指導學生善用學術資源及課程參考資料。The instructor encouraged or guided students to utilize academic resources and references.	4.73	0.45	4.17	0.76	4.38	0.72
14	教師對學生考核及評分公正合理。The instructor's grading policy was fair and reasonable.	4.82	0.39	4.28	0.73	4.48	0.68
15	教學態度熱忱、認真、負責。The instructor possessed enthusiastic, serious and responsible teaching attitudes.	4.73	0.45	4.28	0.8	4.45	0.72
16	教師樂於協助學生解決有關本課程之疑問。The instructor was willing to answer the relevant questions raised by the students.	4.82	0.39	4.39	0.76	4.55	0.67
17	教師重視學生學習效果。The instructor show positive expectations toward his students' learning performance.	4.82	0.39	4.28	0.8	4.48	0.72
18	教師很少缺課或遲到早退。The instructor was seldom absent or late for class, neither left early.	4.73	0.45	4.33	0.75	4.48	0.68
19	整體而言，我對老師的教學效果滿意。Overall, I was satisfied with the quality of this course.	4.73	0.45	4.17	0.83	4.38	0.76
20	我從修課過程中學習到分析及解決問題的能力。I learned to analyze and solve problems from this course.	4.73	0.45	4.24	0.73	4.43	0.68
21	我從修課過程中學習到增進思考及組織的能力。I learned to develop my ability to plan and organize from this course.	4.73	0.45	4.18	0.78	4.39	0.72
22	我從修課過程中學習到團隊合作的能力。I learned to develop my team work ability from this course.	4.36	0.77	4.18	0.71	4.25	0.74
23	我從修課過程中學習到有自信地與別人探索與討論意見的能力。I learned to explore ideas confidently with other people from this course.	4.73	0.45	4.12	0.76	4.36	0.72
24	請寫下對這門課的建議。Please write down suggestions for this course.	0	0	0	0	0	↑