

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：PEE1090391

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：109/8/1-111/1/31

運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學/
**Implementation of student-centered effective course structure in materials
thermodynamics**
材料熱力學/Materials Thermodynamics

計畫主持人(Principal Investigator)：田禮嘉(Li-Chia Tien)

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立東華大學材料科學與工程學系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2022 年 2 月 15 日

(運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學/ Implementation of student-centered effective course structure in materials thermodynamics)

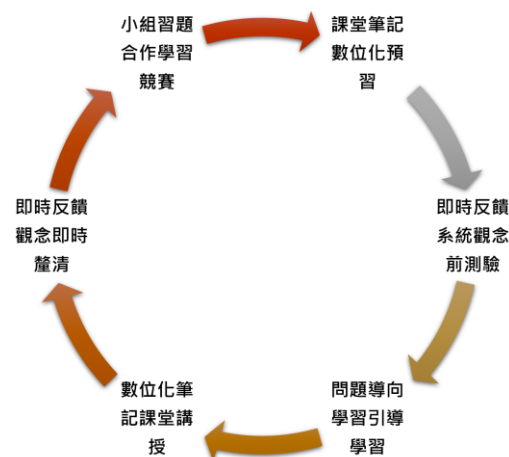
一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

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

熱力學簡單的來說是研究能量轉換物理及化學現象的一門重要學科，熱力學的知識建立於大量的實驗觀察結果，並將所得結果建立於歸納整理成理論及基本定理，因此內容包含大量的觀念、理論、定理、公式與計算應用。簡而言之熱力學主要討論在熱現象中物質狀態轉變和能量轉換規律的一門知識，主要在於研究物質的平衡態以及與準平衡態的物理、化學過程，以及對應的熱力學狀態變化。傳統的課綱授課教學方式通常以大量的熱力學公式計算以及能量轉換觀念出發，搭配大量課堂講授的習題計算，其中牽涉到許多抽象的觀念與大量的熱力學函數，例如內能(internal energy)、功(work)、熱(heat)、焓(entropy)、熵(enthalpy)以及熱力學三大定律(law of thermodynamics)等主題。材料熱力學更著重於固態物質在不同溫度、壓力、成分下反應條件的相變化以及平衡態的變化，學習者在熱力學基礎觀念不熟悉的狀況下很難對於延伸的問題有所吸收與理解，學習方式多半以背誦記憶為主缺乏理解與實際應用，在學習上也是造成學習者們對於學習材料熱力學感到挫折感與無力的最主要原因。經過多年的教學經驗累積，基於熱力學課程內容由複雜抽象基礎觀念、原理與大量熱力學公式推導所組成的特性，發現教學者在實施傳統以教師為中心教學方法的教學現場，也就是課綱導向授課方式下，教學者與學習者往往面臨幾個主要的問題，導致學習者學習成效不佳與學習信心與興趣的低落，依據其成因不同可以歸納統整為下列四大項問題：

- 一、學習者對於熱力學重要基礎觀念的理解與建立的困難導致學習興趣的低落。
- 二、欠缺教學者對於個別學習者學習狀態缺乏即時掌握評估的機制。
- 三、學習者在大班教學現場缺乏專注力與參與度。
- 四、傳統教學以課綱導向授課方式欠缺以學習者為中心的有效教學結構。

因應學習者學習心態與方式的改變，教師的教學模式也應該與時俱進，為了解決教學現場所面臨的困境，近年持續投入執行教育部教學實踐研究計畫的研究成果顯示，問題導向學習有助提升激發同學對課程內容的學習興趣與觀念理解，對於熱力學教學屬於一有效創新教學改善方式，PBL 教學方式主要在於提升同學在課程初期對於課程內容的理解與學習興趣，主要是針對前述的第一項問題做解決(同學對於熱力學重要基礎觀念的理解與建立的困難)，而即時反饋系統的運用則可以提升對於個別學習者學習狀態以及重要觀念的理解掌握，即時對課程內容提出重要觀念釐清與問題，有效解決教學問題，在上課參與問題導向學習的過程中，同學們對於內容的討論與提問相對踴躍且有效的提升投入的專注力。因此藉由這兩項創新教學法投入的材料熱力學教學，已能夠解決教學現場的前三項重要問題，但最後一項問題，也就是傳統教學以課綱導向授課方式欠缺以學習者為中心的有效教學結構的重要核心問題仍然尚未解決，為了提升精進材料熱力學教學品質與提升學習者學習成效，在本研究計畫中，我們建構一以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學的教學實踐行動研究，除了融入問題導向學習及即時反饋系統外，並新加入數位化教材與小組習題合作學習競賽模



圖一：以學生為中心的有效教學結構

組於此教學結構中，如圖一所示，我們藉由 BOPPPS 的有效教學結構概念設計適合材料熱力

學教學有效教學模組與結構，課程模組內容包含課堂筆記數位化預習、即時反饋系統觀念前後測驗、問題導向學習引導學習、數位化筆記課堂參與式學習講授、即時反饋觀念釐清以及小組習題合作學習競賽這些創新教學模式模組所組成，目的在探討材料熱力學課程教學中，運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學的成效，並藉由創新的教學結構設計以及結合問題導向學習與運用即時反饋系統，搭配單元數位化課堂筆記預習及講授，以合作式競賽學習方式提升學習動機與成效進而改善教學品質，同時針對教學活動歷程、遭遇的困難以及相對應的策略，了解以學生為中心的有效教學結構以及所實施的創新教學法對學生學習動機以及學習成效的影響，並評估不同教學模組對學習者的幫助程度以及偏好度，觀察學生的學習認知與改變以及在課程的成長與表現，探究以學生為中心的有效教學結構及創新教學法在教學現場中的教學成效，提升學習成效及開發創新教法供參考。

此外在傳統授課方式中，以教師為中心的教學結構設計著重觀念與定理的講授與熟練度，傾向以試題評量的方式作為教學的手段，以學生為中心的有效教學結構將課程分成許多小單元，利用不同功能的教學模組與活動提升教學效益，在教學中若能善用此教學結構，即可達成有效果、有效率又兼具效益的教學，是一種有效的教學方式。然而在目前有關於運用以學生為中心的有效教學結構在材料熱力學教學上較為少見，因此希望能以材料科學與工程學系大二學生為研究對象，希望藉由運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學的可行性，同時提升同學對於材料熱力學基礎觀念的理解與建立的能力，此為第一個研究動機。

為配合材料熱力學課程教學研究需要，本研究運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學，搭配問題導向學習、即時反饋系統、單元數位化筆記以及合作式學習方式教學方式解決教學現場所面臨的重要教學問題，運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學，即時掌握評估個別同學的學習狀態，並提升同學在課堂的專注力與參與度，使材料熱力學課程與學習更具特色，引起學生對材料熱力學課程的學習興趣與動機，此為第二個研究動機。最後也希望透過本行動研究，運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學，確認此教學結構的有效性，我們也將比較以學生為中心的有效教學結構與傳統以教師為中心的教學結構學習者的學習成效差異，並以學生學習歷程的演變，做為研究者改進材料熱力學教學之回饋與反思，提升教學成效，此為第三個研究動機。而由研究計畫能達到下列教學實踐目的：

- (一) 運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學，提升學習者對於材料熱力學基礎觀念的理解與建立的能力。
- (二) 運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學，即時掌握評估個別學習者的學習狀態，並提升同學在課堂的專注力與參與度。
- (三) 運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學，使材料熱力學課程與學習更具特色，引起學習者對材料熱力學課程的學習興趣與動機。
- (四) 透過行動研究，運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學，呈現學習者學習歷程，以做為研究者改進材料熱力學教學之回饋與反思。

2. 文獻探討(Literature Review)

以學生為中心的理論在教育學上有廣泛的應用，早在 1930 年代 John Dewey 即提出了以學生為學習主體的教學觀念，具有目前以學生為中心教學方式的基本概念，而 1940 年代後期 Carl Rogers 提出以學生為中心的教學模式，認為人是教育的根本，主要強調人類與生俱來自我實現的特質，教學主張以學生為中心而非以教師為中心，讓學生發展自己的學習計畫、探索自己的學習興趣以及自由選擇學習方向，並且為自己的學習負責，教師的任務是協助學習者對環境變化、自身理解、以及將自己的潛能發揮為主要目標，強調自由學習及有意義的學習，在此狀況下的教學屬於以學生為中心的教學方式(朱敬先, 1997)。以學生為中心的教學，特點在於重視學生的學習需求與學習目標，課程安排及課程設計應採納學生的需求與意見。以學生為中心的教學方式，讓學生對於課程的內容與進行扮演更重要的角色，教學者的定位

應該為幫助學生學習而非知識灌輸(李茂興, 1998)。

綜合以上所述，現今的教育應該以學生為中心並且強調學生的主體性，在課程模組設計時應考量重視學生的不同且多元的學習方式，以最有效率的方式引導學生做更有效的學習，且透過此方式的學習可激發學生學習動機，並提升學習興趣進而提升教學成效。就教學方面，以學生為中心的教學方式，其最主要進行的方式為，教學的目的在引導學生建構知識而非單方面的傳遞知識，學習是以多元互動的方式進行，而非以單向的方式學習，教學的目的在於促進學生思考和理解，教師在教學中應該協助引導學生解決問題而非給於答案，進而發展解決問題的架構(張春興, 2001)。強調以學生為中心的教學法，需尊重學生的個別差異，也需建構在主動學習的理念上，目前在工程與科學領域強調以學生為中心的創新教學法有以下幾種：運用 BOPPPS 有效教學模組教學、設計以學生為中心的有效課程結構、合作學習(cooperative learning)、問題導向學習教學(PBL)、翻轉教室(flipped classroom)、主動式學習(active learning) 包含即時反饋系統運用(IRS)、同儕教學(peer instruction)、互動式課堂講授(interactive lecture demonstration)等，這些創新教學法都是以學生為中心的教學方式，也都能提供學習者更多面向的學習與能力提升，往往是傳統以教師為中心考量的教學方式所無法提供的。傳統的教學方式當以教師為中心的課程設計考量，常以教師教學內容為焦點，以量化成績評量為目標，以學生為中心的課程設計考量，則以學生表現為焦點，例如學生修完課後會學到什麼新的知識、技能、態度，目標則以學習者的能力發展為導向，最終目的是為了讓教學更具成效。Ramsden 在 1992 年所提到在高等教育中有幾個有效教學原則需要掌握(Ramsden, 1992)：(1) 教學者明確的說明讓課程有趣。(2) 教學者關心和尊重學生及其學習。(3) 教學者與學習者具有適當的評鑑和回饋。(4) 學習者具有清楚的學習目標及知識上的挑戰。(5) 學習者獨立、自制和主動的參與。(6) 教學者與學習者教學相長。

許多教學研究與學習理論的文獻指出，以學生學習為中心的教學(student-centered teaching) 被認為能夠實現多元化的教學方式。在以學生為學習中心的教學中，教師的角色、學生的學習方式以及學習成效評量方式都需要適時的調整以符合以學生為中心的教學方式。在以學生學習為中心的教學設計下，教師們不再是教室中的主要角色：知識的傳授灌輸者，而改變為協助學生學習的角色。教師如果將自己教學任務侷限於傳授知識，教學的方法採取傳統的授課方式，考試侷限於記憶與背誦欠缺活用理解所學，在這樣的學習方式所教育出來的大學畢業生恐怕無法適應在目前多變的職場環境。以學生學習為中心的教學中，除了讓學習者從專業的方向來思索他們所學知識觀念與定理的基礎定義，活用所學是更重要的目標。學習從多角度與面向思考獲取知識，也能創造多元多樣的學習活動，讓學習者從不同的理解應用所學的專業知識。了解他們是為何而學，讓學習者針對自己的學習過程、學習成效反思，如此才能有效的提升學習興趣與學習成效。跳脫記憶背誦這種無法活用的學習過程與結果。教學應該以學生為中心而非以教師為中心，強調學生的主體地位，學生是主動的學習者，教師主要的任務是提供促進學習的教學環境，而教學活動的安排應該從學生的需求出發，課程的設計應該以適合學生學習的角度出發，並且讓學生以自己的學習成效負責，透過此教學方式，可以有效的激發學生動機提升學習成效，並有效達成學習目標。(Brown, 2001, Huba, 2000)

3. 研究問題(Research Question)

經過文獻回顧後發現(Kautz, 2005, Lund, 2015)，以學生為中心的有效教學結構教學方式屬於一有效創新教學方式，以學生為中心的教學被廣泛的應用在各領域的教學活動，能提升學習動機與學習成效，屬於更有效率的教學模式，基於多年的教學經驗與反思以及接續先前計畫的成果、文獻探討後提出研究假設：『在材料熱力學的學習態度與學習成效上，相較於傳統以教師為中心的教學方式，當教師改採用以學生為中心的有效教學結構教學方式應能改善學生的學習態度與學習成效，並可解決在傳統以教師為中心的教學方式所面臨學習者學習動機與學習成效低落的教學問題為本研究的研究問題假設。』。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

本研究計畫主要在設計運用以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學課程的教學實踐研究，目的在探討以學生為中心的有效教學結構在材料熱力學課程教學中，教師進行各項教學模組教學活動歷程、遭遇的困難以及相對應的策略，了解學生的學習認知與改變以及經歷以學生為中心的有效教學結構學習過程中在課程的成長與表現，進而提升學習興趣與成效，本計畫同時研究比較以教師為中心的教學結構與以學生為中心的有效教學結構對同學基礎觀念學習成效與課堂參與度、專注度的影響。本研究在 109 學年度上學期的課程中，以研究者任教的材料科學與工程學系大學部二年級學生為對象，在此計畫中我們運用以學生為中心的創新教學法建構一以學生為中心的有效教學結構於材料熱力學教學的教學行動研究，在此教學結構中，我們建構一個以學生為中心且兼顧效果、效力與效益的有效教學結構，運用單元數位化筆記進行翻轉教學、問題導向學習引發學習興趣、即時反饋系統進行觀念前後測驗並於授課時即時釐清、小組習題合作學習競賽能夠讓學生投入課程當中，並藉由討論、練習如以科學邏輯的方式，解釋自己的想法與答案，並從這樣的互動過程中，讓同學學習的重心從答案為主轉移到推理的過程，能有效的帶領同學思考問題，進而解決問題。本研究計畫與先前所執行計畫著重所研究的問題導向學習與即時反饋系統運用這兩種創新教法不同，本計畫希望藉由根本改善課程教學結構為主要方法，藉由以學生為中心課程模組的設計與教學活動的安排，徹底改善教學品質與提升教學成效，我們也比較以學生為中心的有效教學結構與傳統以教師為中心的教學結構學習者的學習成效差異。本研究將透過行動研究方法運用教學觀察記錄、單元學習單、即時反饋系統回饋資料等研究工具蒐集資料，並收集學生反思心得，以及發放問卷的書面調查，呈現出教學歷程的問題、反思與行動，以系統化整理學生對於以學生為中心的有效教學結構學習的認知、學習的成長與影響。本研究將根據研究分析的結果，對於以學生為中心的有效教學結構在材料熱力學教學提出教學設計反思與可能的教學改進方向，作為促進提升工程教育教學品質的參考。

研究場域為國立東華大學材料科學與工程學系，研究對象為修習 109 學年開設之「材料熱力學」課程學生，有 85 名學生全數為材料科學與工程學系大學部學生，其中約 51 人為材料科學與工程學系大二學生，為首次修習本課程的學生，以及約 34 人為大三、四重修學生。

資料蒐集方法有：前測、IRS 系統紀錄(包含 TBL 同儕互評與組內互評分數)、期中及期末學習回饋單、學習者學期成績表現及期末教師課程教學評鑑資料，同時包含質性與量性資料。

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

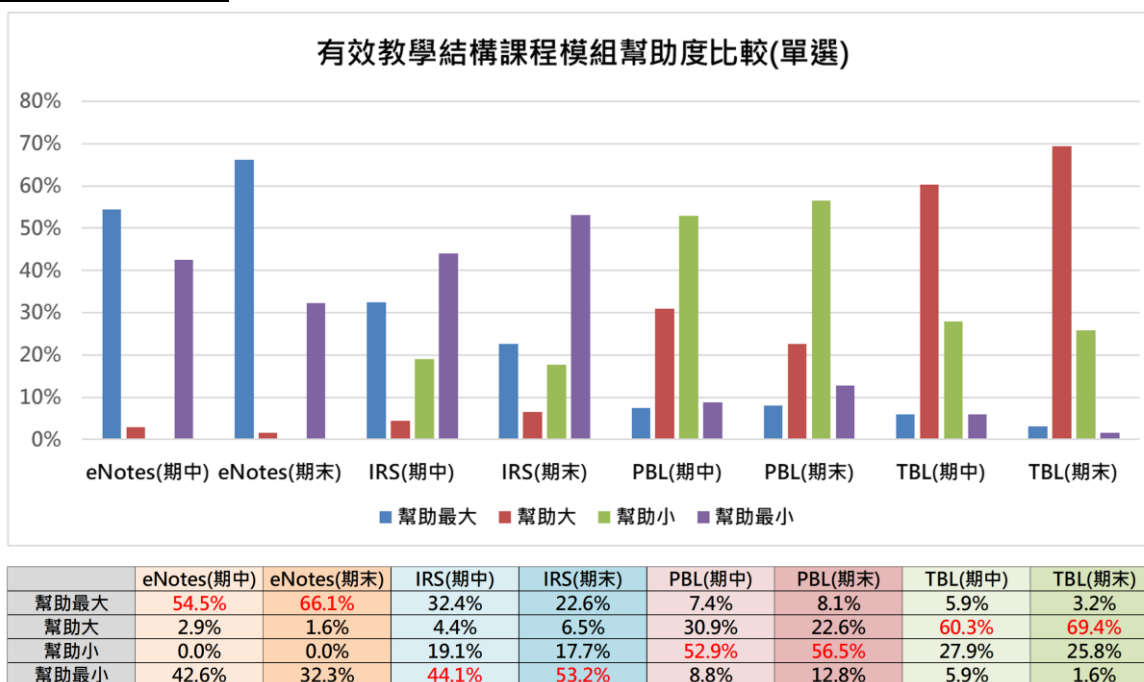
(1) 教學過程與成果

本學期的課程教學內容除了融入 PBL 與 IRS 兩種創新教學模組於教學中之外，另外加入了課程內容課堂數位筆記(enotes)提供學習者在課前與課後進行預習與複習，並依此為課程授課內容，此外最特別的是首次加入了小組習題合作學習競賽(TBL)這個教學模組，希望藉此改善傳統教學中習題演練以個人的習題演練方式，在基礎課程的傳統教學中，往往以習題演練來驗證強化知識的記憶與應用，但學習者多半欠缺主動討論研究的動機，這種個人單打獨鬥的習題練習方式，習題演練對學習者的學習門檻較高，因此同學多以獨立作業並缺乏討論的方式，習題演練的學習成效相對較差，且難以杜絕以抄襲的方式完成習題，往往造成習題演練的學習成果不彰，為了改善這個問題，我們在課程中適當的導入小組習題合作學習競賽模組，以團體競賽的方式提升學習者對於習題練習與表達的能力，能夠讓學生願意投入習題演練當中，並藉由討論、練習如以科學邏輯的方式，解釋自己的想法與答案，並從這樣的互動過程中，讓同學學習的重心從答案為主轉移到推理的過程，能有效的帶領同學思考問題，除了提升對習題練習的參與度之外，也可藉由團隊競賽以及 IRS 同儕互評以及分組互評的方式提升課堂活動的趣味與參與感。簡而言之，本學期的課程教學運用以學生為中心的方

式，教學結構藉由融入 PBL、IRS、enotes 與 TBL 這四個主要的教學模組進行教學實踐研究，經過研究資料蒐集以及分析，本研究計畫歸納出三個重要研究成果主題亮點值得深入探討，分別為：(一)、以學生為中心的有效教學結構教學方式比較各教學模組對學習的幫助度。(二)、以學生為中心的有效教學結構教學方式各教學模組的認同度比較。(三)、分組習題合作學習競賽中小組成員成績表現與團隊成績表現的關聯性等三個研究主題進行分析討論。

(一)、以學生為中心的有效教學結構教學方式比較各教學模組對學習的幫助度

首先我們針對以學生為中心的有效教學結構教學方式比較不同教學模組(enotes、IRS、PBL 與 TBL)對學習者學習的幫助度，分別在期中以及期末以學習回饋單問卷(如附件所示)方式進行質性與量性的資料蒐集，而問卷方式同時以(1)單選排序方式及(2)複選幫助度方式針對這四個教學模組進行調查，第一種方式是針對學習者個人對這四種教學模組的偏好度排序(從幫助大至幫助小排序，單選)以及第二種方式學習者個人對四種教學模組的幫助程度調查(幫助度複選)方式，進行問卷調查，圖二顯示第一種單選排序方式進行有效教學結構學習者個人偏好度排序期中及期末調查結果，結果顯示 enotes 教學模組對學習者的幫助度為最高，其次為 TBL 較高，而 IRS 與 PBL 的幫助度略小與最小，比較期中與期末的調查結果顯示，學習者個人對不同課程模組的偏好度排序並沒有呈現顯著的差異，惟認為 enotes 與 TBL 幫助最大及幫助大的個人偏好比例分別有約 12% 以及 9% 的增加，顯示 enotes 與 TBL 對學習者來說在課程學習過程中是屬較重要的教學模組，偏好度也較高。由這個部分的結果顯示，在材料熱力學這個基礎課程來說，就學習者而言，教學材料的有組織有計畫的整理，對課程學習的預習與複習是最迫切也最重要的，其次則是 TBL 習題演練與討論，這兩項教學模組與課程內容直接密切相關，因此幫助偏好度較高，且學習者的個人偏好在期中與期末的調查並無太大差異，顯示此推論的一致性與可靠度，而 PBL 與 IRS 這兩種教學模組在課程中則屬於學習輔助工具的運用，分別有提升對課程的興趣以及對學習內容的檢驗與反思，本質上相對與課程並非直接相關，因此幫助偏好度較低。在此第一部分偏好度排序(單選)的調查結果顯示，教學者在工程基礎課程教學過程，考量以學習者需求為中心的教學模式的前提下，在引進創新課程教學模組或課程模組安排時，與課程直接密切相關的教學模組例如 enotes 與 TBL 應優先進行，而與課程非直接相關的課程模組例如 PBL 與 IRS，雖然這兩個教學模組在先前的研究已被證實對學習者有幫助，但以學習者的需求來說，輔助學習對學習者的幫助可能偏好排序較低，優先性可較低。



圖二：有效教學結構學習者個人偏好度排序調查結果。

為了進一步確認這四種教學模組的有效性，我們同時也以有效教學結構對學習者幫助度在期中與期末階段分別進行調查，以非常有幫助、有幫助、普通、沒幫助、非常沒幫助及無意見等不同學習者自我認知教學模組的學習幫助程度，調查前述四種教學模組對學習者課程學習的幫助有效度，此第二種有效教學結構對學習者幫助度期中調查結果如圖三所示，與先前的差異在於學習者可分別針對四種不同的教學模組進行分別獨立的幫助度評價，以學習者的角度調查不同教學模組間對學習幫助度差異，以四種教學模組分開比較，分析調查結果顯示認為 TBL 非常有幫助的佔 54.2%，認為 enotes 非常有幫助的佔 48.6%，有 45.8% 的學習者認為 PBL 對學習的幫助度普通，38.9% 的學習者認為 IRS 的幫助度普通，與先前排序的調查結果類似，學習者認為與教學內容直接且密切相關的教學模組幫助度較高(TBL 及 enotes)，屬於輔助性質的 PBL 與 IRS 則幫助度較低，與先前結果稍有不同的是認為 TBL 的幫助度最大的比例略高於 enotes，若以非常有幫助及有幫助的加總比例來看，TBL 與 enotes 這兩種教學模組都有分別高達 91.7%(enotes)及 87.5%(TBL)的正面評價，這部分則與先前第一種單選方式調查排序的結果相同一致，顯示 enotes 與 TBL 這兩種教學模組確實對學習者學習有正向的幫助。而圖四顯示有效教學結構對學習者幫助度的期末調查結果，與期中調查結果相比較，幫助有效度的排序並沒有太大的差異，學習者對這四種教學模組都具正向評價，而幫助有效度排序依序為 enotes>TBL>IRS>PBL，期末調查的結果與期中調查結果相符合，說明教學模組對學習者的有效性與幫助度並不隨著課程進行進度與難度的變化而有所變化。

另外我們也對這四種教學模組進行質性資料意見蒐集調查，就期中調查的質性資料來說，以學生為中心的教學結構主要對學習的幫助有：

1. 理解課程內容(23.6%)
2. 整體感覺教學品質較佳(18.1%)
3. 提高學習動機(15.3%)
4. 達到自主學習目的(11.1%)

我們也就四種不同的課程教學模組進行比較調查：

enotes 課程模組對學習主要的幫助有：

1. 可以提前預習、課後複習(34.7%)
2. 更能融入課程學習(20.8%)
3. 可快速複習學習重點(13.9%)
4. 可提供隨時學習機會(11.1%)

IRS 課程模組對學習的主要幫助有：

1. 即時反應學習問題(40.3%)
2. 幫助觀念釐清(12.5%)

PBL 課程模組對學習的主要幫助有：

1. 幫助不大(26.4%)
2. 透過思考運用所學觀念解題(19.4%)
3. 驗證章節熟悉度(12.5%)

TBL 課程模組對學習的主要幫助有：

1. 小組討論使學習效率大幅提升(36.1%)
2. 增加自主學習動力(20.8%)
3. 強迫自己練習題目(13.9%)

由期中調查的質性資料來看，與先前的量化資料相似，認為學習幫助度較高的有 enotes、TBL 與 IRS，enotes 主要的幫助在課程前預習、課程中學習、課程後複習，與學習幫助直接相關，而 TBL 提供小組討論以及自主學習動力，對學習也有直接幫助，IRS 則提供反應評估學習與觀念釐清，與學習相關度也較高，而 PBL 與學習關聯性與幫助較小，屬於幫助較小的教學模組。

我們在期末針對相同的內容進行質性資料意見蒐集調查問卷調查，就期末調查的質性資料來

說，以學生為中心的教學結構主要對學習的幫助有：

1. 整體教學品質較佳(21.5%)
2. 提升課程內容理解(18.1%)
3. 幫助學生自主學習(15.3%)

就不同的課程教學模組的比較：

enotes 課程模組對學習主要的幫助有：

1. 方便重點統整(30.8%)
2. 可提前預習內容(23.1%)
3. 可提供隨時學習機會(13.8%)

IRS 課程模組對學習的主要幫助有：

1. 教學品質較佳(16.9%)
2. 即時反應學習問題(16.9%)
3. 幫助觀念釐清(15.4%)

PBL 課程模組對學習的主要幫助有：

1. 幫助不大(18.5%)
2. 透過思考運用所學觀念解題(13.8%)
3. 教學品質較佳(16.9%)

TBL 課程模組對學習的主要幫助有：

1. 提升學習動力(27.7%)
2. 提升小組討論與思考能力(26.2%)
3. 教學品質較佳(15.4%)

由期末調查的質性資料顯示本計畫所採用的以學生為中心的教學結構確實提供更佳的教學品質、課程理解及幫助學生自主學習，相較於期中調查的結果內容各課程模組的認同度大幅度提升。

(二)、以學生為中心的有效教學結構教學方式各教學模組的認同度比較。

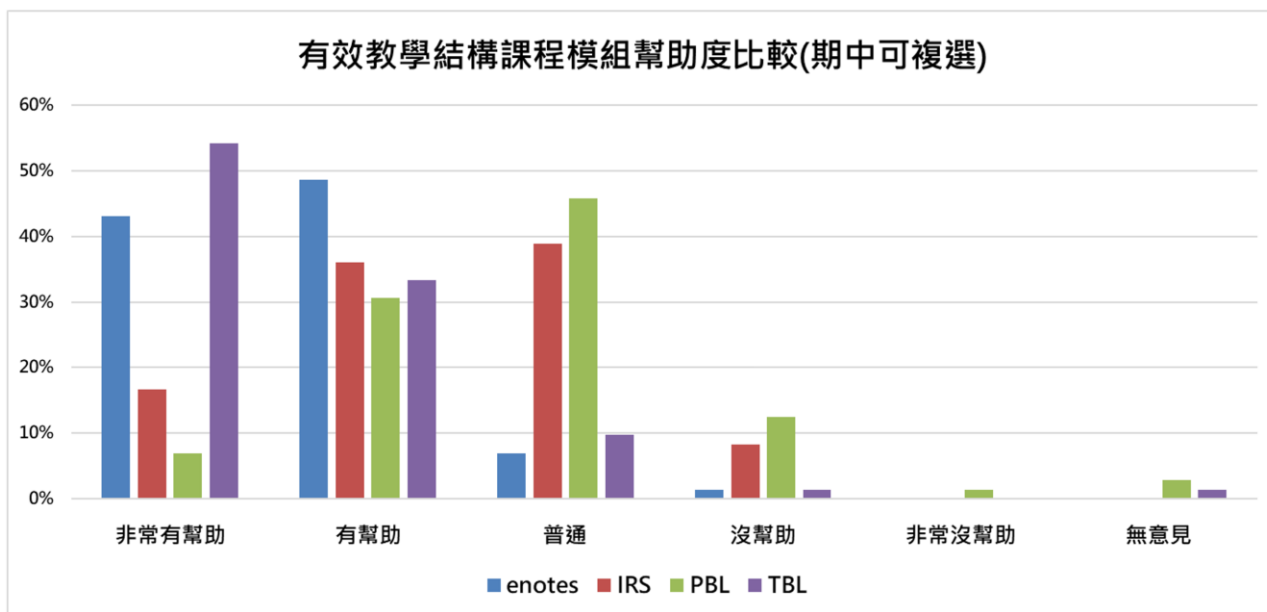
如先前提到的，本研究以學生為中心的方式進行工程基礎課程教學，為了研究比較以學生為中心的教學方式與傳統以教師為中心的教學方式的差異，我們也設計了以學生為中心的教學方式的七個不同評分向度，包含：以學生為中心導向、上課變得更有興趣、增進對抽象觀念的理解、更能融入課程教學、學習對實際工程問題解決能力、熱力學變得更實用、幫助學習動機等。分別在期中與期末進行對學生為中心的教學方式學習者認同度的調查，期中與期末調查結果分別如圖五及圖六所示，可以發現此教學模式在七個評分向度中，學習者多給予正面的評價，個別選項認為非常有幫助及有幫助的都有高達八成以上的認同度，研究成果證實本研究以學生為中心的課程模組安排對學習者在學習材料熱力學課程有非常大的學習幫助及認同度，且各評分向度期末的評價都略高於期中，值得一提的是認為沒幫助的比例在各個評分項度都低於5%，顯示以學生為中心的教學方式的教學成效較傳統以教師為中心的教學方式對學習者學習更有幫助，且學習者對這種以學生為中心型態的教學方式更具認同度。我們同時也統計了實施以學生為中心的有效教學結構課程期末成績分布如圖七所示，此成績分布相較於往年課程的成績分布，除了平均 GPA 有效提升，中高學習表現的同學比例也相對較高，顯示實施以學生為中心的有效教學結構確實能夠有效提升學習者的學習表現。

(三)、分組習題合作學習競賽中小組成員成績表現與團隊成績表現的關聯性

在基礎課程的傳統教學中，往往以習題演練來驗證強化知識的記憶與應用，但學習者多半欠缺主動討論研究的動機與機會，這種個人單打獨鬥的習題練習方式，習題演練對學習者的學習門檻較高，因此同學多以獨立作業方式完成，往往缺乏同儕深入討論的方式，習題演練的學習成效相對較差，且難以杜絕以抄襲的方式完成習題，往往造成習題演練的學習成果不彰，為了改善這個問題，我們在課程中導入四次小組習題合作學習競賽模組，TBL 習題如附件一所示，以團體分工競賽的方式提升學習者對於習題練習與表達的能力，能夠讓學生願

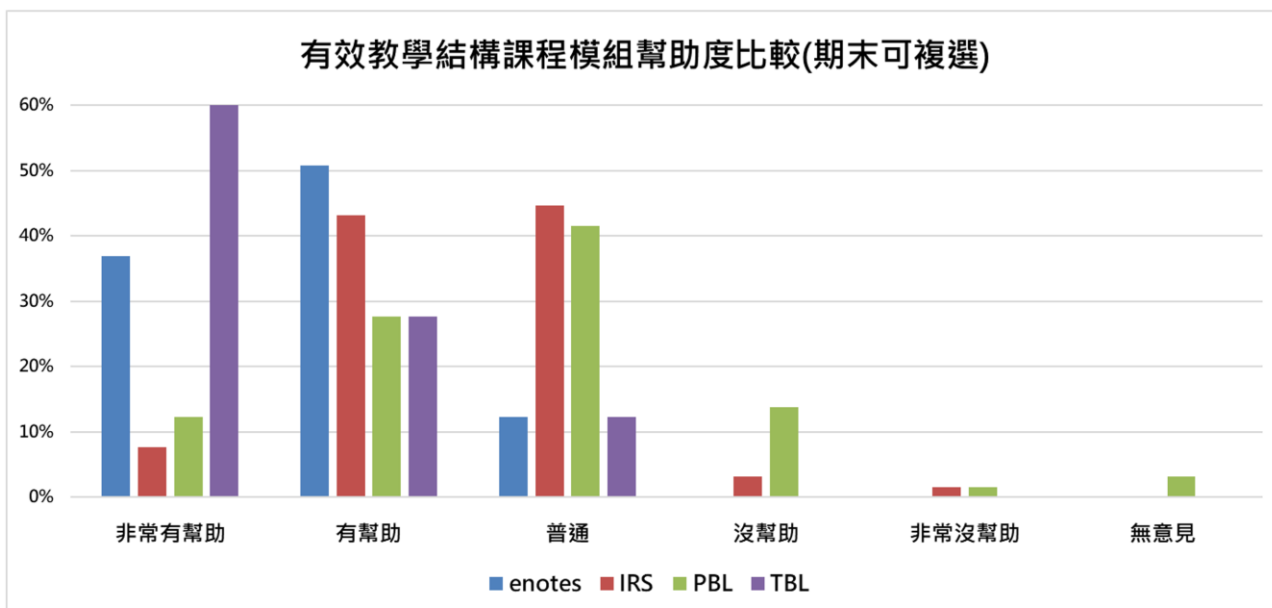
意投入習題演練當中，並藉由討論、練習如以科學邏輯的方式，解釋自己的想法與答案，並從這樣的互動過程中，讓同學學習的重心從答案為主轉移到推理的過程，能有效的帶領同學思考問題，除了提升對習題練習的參與度之外，也可藉由團隊競賽以及 IRS 同儕互評以及分組互評的方式提升課堂活動的趣味與參與感。

如同先前所提到的，在本學期所實施四種不同的課程教學模組中，學習者普遍對 TBL 課程教學模組的偏好度較高，我們同時也觀察到在課程四次 TBL 的過程中，學習者為了團隊合作與同儕互評的競爭性，對 TBL 活動的參與度與專注度、對習題的熟練度與表現都超乎預期，因此有為數眾多的同學紛紛表達對 TBL 教學活動的正向看法與評價，也同時表示在參與 TBL 活動能夠提升對課程內容至更高層次的理解，對課程學習有極大的幫助。為了研究 TBL 對學習者學習的有效程度，我們將本學期四次小組習題競賽 TBL 活動各組排名(附件二)以及各小組成員學期成績(附件三)進行分析比較，其 TBL 小組平均學期成績與 TBL 分組排名關聯性如圖八所示，小組排名前四名的小組成員平均成績(2.58、2.54、2.52、2.54)明顯高於排名後六名的小組(1.95、1.91、1.98、1.81、1.44、2.04)，顯示小組內同儕討論、互動及合作等行為以及小組間的同儕競爭學習活動確實可大幅提升小組內學習者的學習成效，這部份的分析結果顯示 TBL 的小組排名與小組平均 GPA 呈現高度相關，顯示學習者對 TBL 活動的投入與表現，確實反應學習者的學習成效，TBL 學習活動可有效提升小組間與組內不同學習者的互動與學習層次的提升。值得進一步深入探討此教學模組的實施與融入課程中。因此我們在 110 年度的教學實踐研究計畫也將深入研究 TBL 在工程基礎課程中的更適切的實施方式，包含學習成就及能力不同小組成員分組活動安排方式對學習的影響、小組內小組成員分工不合作行為改善策略及分組互評與同儕互評對組內學習者學習成效的影響等，進行 TBL 學習活動在工程基礎課程的深入研究探討。



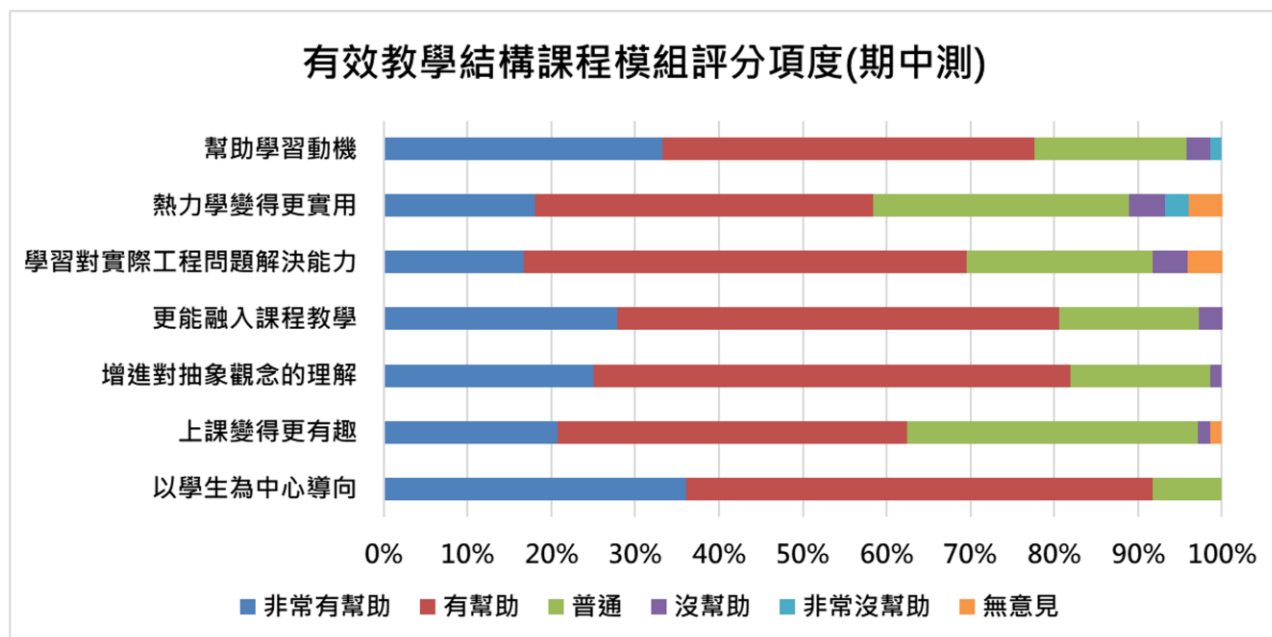
期中	非常有幫助	有幫助	普通	沒幫助	非常沒幫助	無意見
enotes	43.1%	48.6%	6.9%	1.4%	0.0%	0.0%
IRS	16.7%	36.1%	38.9%	8.3%	0.0%	0.0%
PBL	6.9%	30.6%	45.8%	12.5%	1.4%	2.8%
TBL	54.2%	33.3%	9.7%	1.4%	0.0%	1.4%

圖三：有效教學結構對學習者幫助度期中調查結果



期末	非常有幫助	有幫助	普通	沒幫助	非常沒幫助	無意見
enotes	36.9%	50.8%	12.3%	0.0%	0.0%	0.0%
IRS	7.7%	43.1%	44.6%	3.1%	1.5%	0.0%
PBL	12.3%	27.7%	41.5%	13.8%	1.5%	3.1%
TBL	60.0%	27.7%	12.3%	0.0%	0.0%	0.0%

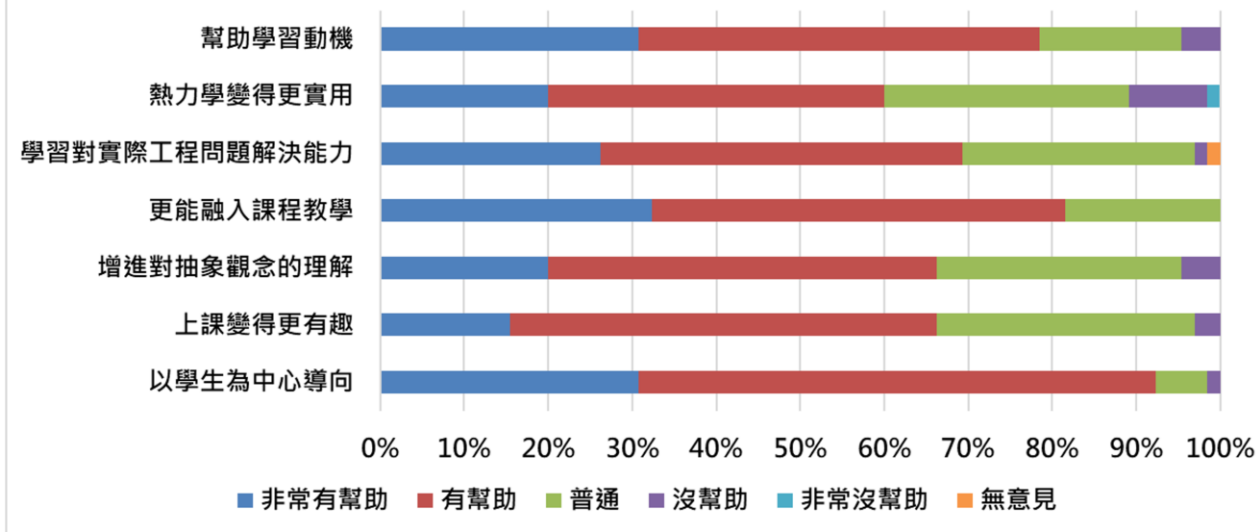
圖四：有效教學結構對學習者幫助度期末調查結果



期中測	非常有幫助	有幫助	普通	沒幫助	非常沒幫助	無意見
幫助學習動機	33.3%	44.4%	18.1%	2.8%	1.4%	0.0%
熱力學變得更實用	18.1%	40.3%	30.6%	4.2%	2.8%	4.2%
學習對實際工程問題解決能力	16.7%	52.8%	22.2%	4.2%	0.0%	4.2%
更能融入課程教學	27.8%	52.8%	16.7%	2.8%	0.0%	0.0%
增進對抽象觀念的理解	25.0%	56.9%	16.7%	1.4%	0.0%	0.0%
上課變得更有趣	20.8%	41.7%	34.7%	1.4%	0.0%	1.4%
以學生為中心導向	36.1%	55.6%	8.3%	0.0%	0.0%	0.0%

圖五：有效教學結構課程模組評分項度期中調查結果

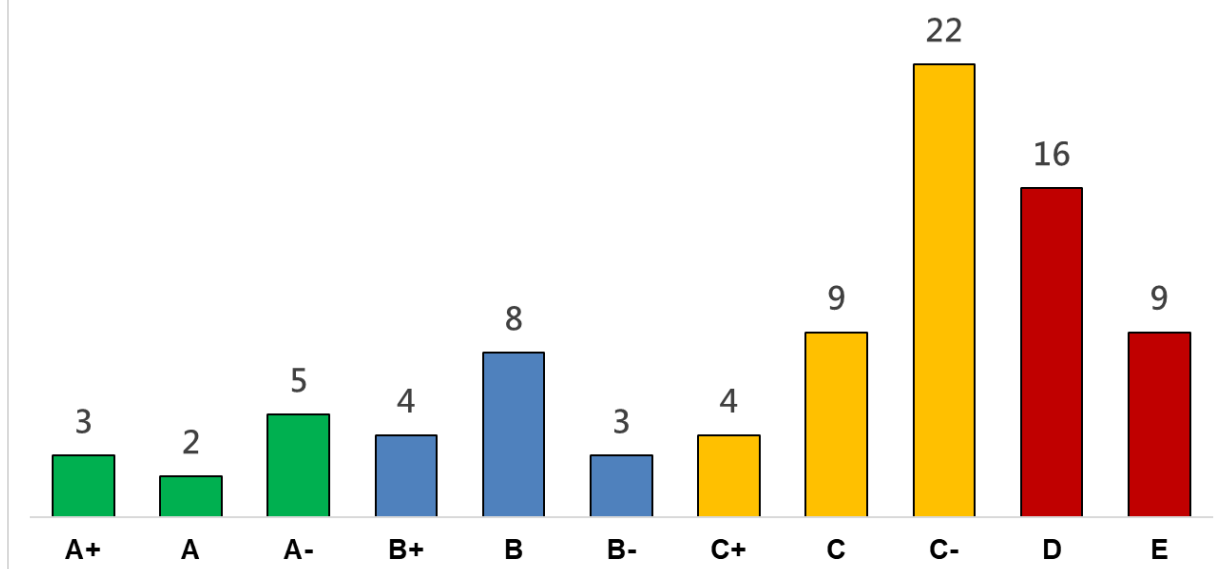
有效教學結構課程模組評分項度(期末測)



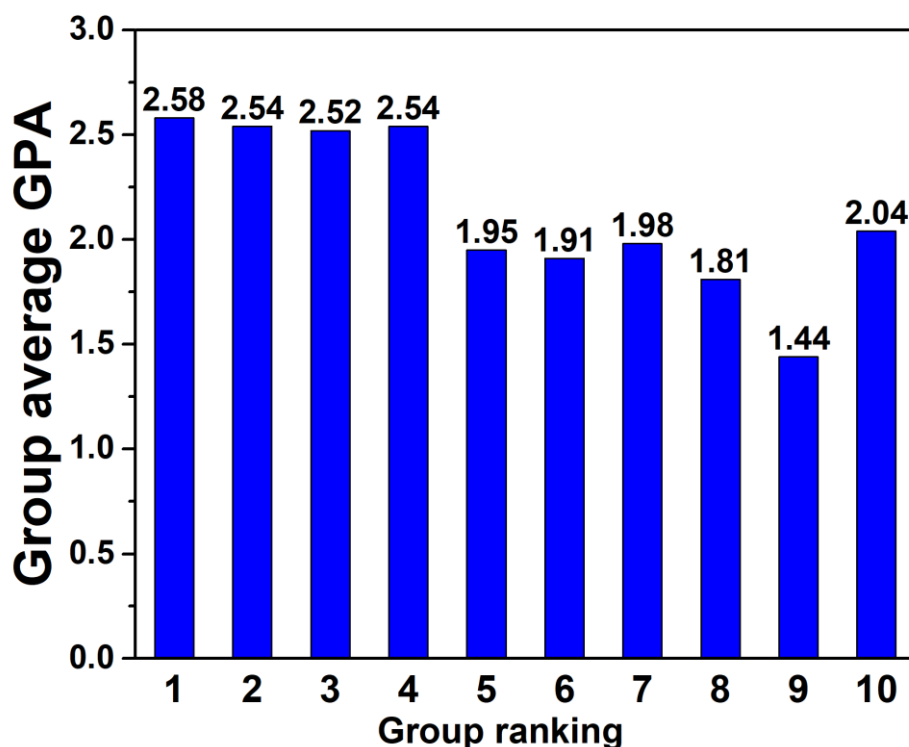
期末測	非常有幫助	有幫助	普通	沒幫助	非常沒幫助	無意見
以學生為中心導向	30.8%	61.5%	6.2%	1.5%	0.0%	0.0%
上課變得更有趣	15.4%	50.8%	30.8%	3.1%	0.0%	0.0%
增進對抽象觀念的理解	20.0%	46.2%	29.2%	4.6%	0.0%	0.0%
更能融入課程教學	32.3%	49.2%	18.5%	0.0%	0.0%	0.0%
學習對實際工程問題解決能力	26.2%	43.1%	27.7%	1.5%	0.0%	1.5%
熱力學變得更實用	20.0%	40.0%	29.2%	9.2%	1.5%	0.0%
幫助學習動機	30.8%	47.7%	16.9%	4.6%	0.0%	0.0%

圖六：有效教學結構課程模組評分項度期末調查結果

109-1 材料熱力學學期成績 (N=85)



圖七：實施以學生為中心的有效教學結構課程期末成績分布



圖八：TBL 小組平均學期成績與 TBL 分組排名關聯性

(2) 教師教學反思

本計畫研究在材料熱力學教學活動中實施以學生為中心的教學結構，這對教學者在傳統工程基礎課程教學過程是一個全新的嘗試，雖然課程本質教授的內容並沒有太大的改變，但在以學習者為中心的考量下，將課程內容以模組化的方式重新安排，在將課程內容數位化的前提下可提供學習者更為便利的學習方向與目標，安排團隊導向學習競賽可提升習題活動的參與度與趣味性，同時加入適當的教學科技輔助，可有效的提升學習者在學習過程的學習興趣與成效。教學及研究過程並發現，當考量以學習者需求為中心的教學模式的前提下，在引進創新課程教學模組或課程模組安排時，與課程授課內容直接密切相關的教學模組例如 enotes 與 TBL 應優先進行，而與課程授課內容間接相關的課程模組例如 PBL 與 IRS，雖然這兩個教學模組在先前的研究已被證實對學習者有幫助，但以學習者為中心的需求及評價顯示，PBL 與 IRS 輔助學習對學習者的幫助可能偏好排序較低，優先性可較低。

除此之外在教學過程中發現，以學生為中心的課程模組安排對學習者在學習材料熱力學課程有非常大的學習幫助及認同度，且各評分項度在期末的評價都略高於期中評價，值得一提的是認為沒幫助的比例在各個評分項度都低於 5%，顯示以學生為中心的教學方式的教學成效相較傳統以教師為中心的教學方式對學習者學習更有幫助，且學習者對這種以學生為中心型態的教學方式更具認同度。學習者成績分布相較於往年課程的成績分布，除了平均 GPA 有效提升，中高學習表現的同學比例也相對較高，顯示實施以學生為中心的有效教學結構確實能夠有效提升學習者的學習表現。我們並深入研究 TBL 小組成員的學習表現與分組同儕互評成績排名的關聯性，我們發現在四次 TBL 活動中，小組排名成績與小組成員平均 GPA 呈現高度相關，顯示學習者對 TBL 活動的投入與活動表現，確實忠實反應學習者的學習成效，我們並觀察到 TBL 學習活動可有效提升組內不同學習者的互動與學習層次的提升，因此推論在傳統工程基礎課程中融入以習題練習為主題的競賽式 TBL 學習活動，可有效提升學習興趣與成效，值得運用。

(3) 學生學習回饋

具體的學生學習回饋，可參考教學評鑑資料(附件四)，本課程教學評鑑分數為 4.67 分，

高於全校大學部課程平均(4.51)及理工學院課程平均(4.39)以及本系大學部課程平均(4.37)，在一門通過率不高的基礎課程來說，其教學評鑑分數反映應屬極正面，同學對於課程的反應以及學習回饋多為正面，其中以”老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式”與”老師能採用適合而多元的教學方式”得到最高分，顯示以學習者為中心的教學方式確實得到高度認可，此外根據歷年的教學評鑑比較(附件五)，相較於 107 學年度實施 PBL 教學模組的 4.49 分與 108 學年度實施 PBL 與 IRS 教學模組的 4.39 分比較，109 學年度中融合四種教學模組以學生為中心的教學方式的 4.67 分教學評鑑最高，顯示實施以學生為中心的教學模式確實可得到更好的學習者認同度。

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

本計畫研究在材料熱力學教學活動中實施以學生為中心的教學結構，在以學習者為中心的考量下，將課程內容以模組化的方式進行授課，發現課程內容數位化可提供學習者更為便利的學習方向與目標，團隊導向學習競賽可提升習題活動的參與度與趣味性，適當的教學科技輔助如 IRS 系統的介入可有效的提升學習者在學習過程的學習興趣與成效。在以學習者為中心的教學模式下，創新課程教學模組介入或課程模組安排時，應將與課程授課內容直接密切相關的教學模組優先進行，而與課程授課內容間接相關的課程模組優先性可較低或所占課程比例較低，此為本研究所觀察到的重要結論之一。

研究成果顯示以學生為中心的課程模組安排，對學習者在學習材料熱力學課程有非常大的學習幫助及認同度，顯示以學生為中心的教學方式的教學成效相較傳統以教師為中心的教學方式對學習者學習更有幫助。學習者成績分布相較於往年課程的成績分布，除了平均 GPA 有效提升，中高學習成就表現的同學比例也相對較高，顯示實施以學生為中心的有效教學結構確實能夠有效提升中等程度學習者的學習表現，此為本研究所觀察到的重要結論之二。

最後我們研究 TBL 習題競賽學習活動中，小組成員的學習表現與分組同儕互評成績排名的關聯性，我們發現在四次 TBL 習題競賽學習活動中，小組排名成績與小組成員平均 GPA 呈現高度相關，顯示學習者對 TBL 習題競賽學習活動的投入與活動表現，確實忠實反應學習者的學習成效，我們並觀察到 TBL 習題競賽學習活動可有效提升組內不同學習者的互動與學習層次的提升，因此推論在傳統工程基礎課程中融入以習題練習為主題的競賽式 TBL 學習活動，可有效提升學習興趣與成效，值得運用於工程基礎課程中，如何運用及最佳化 TBL 學習活動融入工程科目基礎教學，值得深入研究探討，此為本研究所觀察到的重要結論之三。

二、 參考文獻(References)

- 朱敬先 (1997)。教育心理學 教學取向。台北：五南。
- 李茂興 (1998)。教育心理學。台北：弘智文化。
- 張春興 (2001)。教育心理學。台北：東華。
- Brown, H. D. (2001), Teaching by principles: An interactive approach to language pedagogy (2nd Ed.) NY: Addison Wesley Longman.
- Huba, M. E. & Freed, J. E. (2000), *Learner-centered assessment on college campus: Shifting the focus from teaching to learning*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon. MA: Allyn & Bacon.
- Kautz, C. H., Heron, P. R. L., Shaffer, P. S & McDermott, L. C. (2005), Student understanding of the ideal gas law, part II: a microscopic perspective, *Am. J. Phys.*, 73, 1064–1071.
- Lund, T. J. & Stains, M. (2015) The importance of context: an exploration of factors influencing the adoption of student-centered teaching among chemistry, biology, and physics faculty, *Journal of STEM education*, 2, 13.
- Ramsden, P. (1992), Learning to teach in higher education, New York, Taylor & Francis Group.

三、 附件(Appendix) (請勿超過 10 頁)

109-1 材料熱力學期初學習回饋單

一、本學期的課程強調以學生為中心的有效課程結構，主要由以下教學模組組成：

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 1. 數位化教學與預習學習(pdf 筆記) | 3. 問題導向學習引導學習(PBL) |
| 2. 即時反饋系統運用(IRS, ZUVIO) | 4. 小組習題合作學習競賽(TBL) |

請依照自身學習經驗，將各教學模組對你課程學習幫助由大至小排序：(例：1>2>3>4)

幫助大	幫助略大	幫助略小	幫助小
-----	------	------	-----

二、請依照自身學習經驗，評估以下教學模組的看法：

	非常有幫助	有幫助	普通	沒幫助	非常沒幫助	無法作答
數位化教學與預習學習						
即時反饋系統運用						
問題導向學習引導學習						
小組習題合作學習競賽						

三、對本學期實施結合各教學模組以學生為中心的有效課程結構學習方式學習材料熱力學的意見：

	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	無法作答
以學生為中心導向						
上課變得更有興趣						
增進對抽象觀念的理解						
更能融入課程教學						
學習對實際工程問題解決能力						
熱力學變得更實用						
幫助學習動機						

四、問答題：

(一) 與傳統授課模式相比較，我對這門課使用以學生為中心的教學結構的看法？對學習這門課程的幫助為何？

(二) 對數位化教學與預習學習的看法？對學習這門課程的幫助為何？

(三) 對即時反饋系統運用的看法？對學習這門課程的幫助為何？

(四) 對問題導向學習的看法？對學習這門課程的幫助為何？

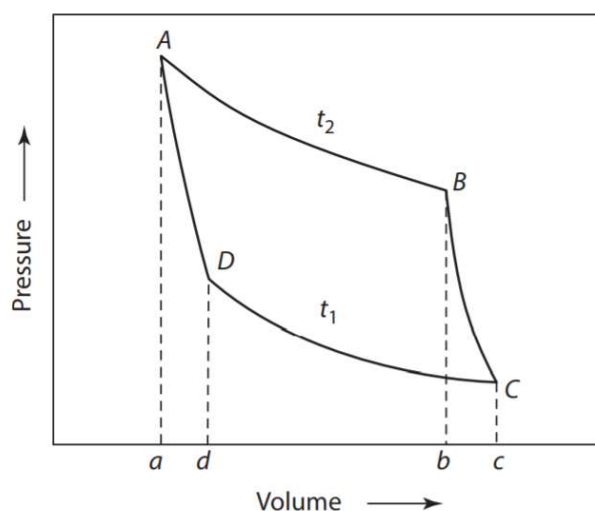
(五) 對小組習題合作學習競賽的看法？對學習這門課程的幫助為何？

(六) 其他意見

Materials Thermodynamics TBL Problem Set 1

- When 1 kg of Ar is heated from 300K to 400K either by process I (constant pressure) and process II (constant volume)
 - Draw the P - V diagram for the two process .
 - Calculate ΔU , q , w , and ΔH for process I.
 - Calculate ΔU , q , w , and ΔH for process II .
 (Take Ar as a monoatomic gas, MW : 40 g/mole , $C_p = 2.5R$, $C_v = 1.5R$ J/K , $R = 8.314$ J/K)
- The standard reaction enthalpy for the hydrogenation of propane, $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_3(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3(\text{g})$ is -124 kJ / mole .
 The standard reaction enthalpy for the combustion of propane, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ is -2220 kJ / mole .
 The standard reaction enthalpy for the decomposition of water, $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 0.5 \text{O}_2(\text{g})$, is 286 kJ / mole .
 Calculate the standard enthalpy of combustion of propene.
 $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_3(\text{g}) + 4.5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- Calculate the final temperature when a monoatomic gas at 300K and 24 l/mole is compressed adiabatically and reversibly until the volume is 2.2 l/mole. ($C_v = 1.5R$, $C_p = 2.5R$, $R = 8.314$ J/K)
- A monatomic ideal gas at 300 K has a volume of 15 liters at a pressure of 15 atm. Calculate
 - The final volume of the system
 - The work done by the system
 - The heat entering or leaving the system
 - The change in the internal energy
 - The change in the enthalpy when the gas undergoes
 - A reversible isothermal expansion to a pressure of 10 atm
 - A reversible adiabatic expansion to a pressure of 10 atm. The constant-volume molar heat capacity of the gas, C_v , has the value 1.5 R.
- One mole of a monatomic ideal gas is taken on the path $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$, as shown in Figure below. All paths are reversible.
 - $A \rightarrow B$ is a reversible isothermal expansion of the gas.
 - $B \rightarrow C$ is a reversible adiabatic expansion of the gas.
 - $C \rightarrow D$ is a reversible isothermal compression of the gas.
 - $D \rightarrow A$ is a reversible adiabatic compression of the gas.
 - Derive expressions for ΔU , q, and w during each step in terms of V_a , V_b , V_c , V_d , t_1 , t_2 , and R. Determine the sign of each.
 - Determine the values of $\sum(w_i)$, $\sum(q_i)$, and $\sum(\Delta U_i)$ in terms of V_a , V_b , V_c ,

V_d , t_1 , t_2 , and R . Determine the sign of each.



6. The initial state of a quantity of monatomic ideal gas is $P = 1$ atm, $V = 1$ liter, and $T = 373$ K. The gas is isothermally expanded to a volume of 2 liters and is then cooled at constant pressure to the volume V . This volume is such that a reversible adiabatic compression to a pressure of 1 atm returns the system to its initial state. All of the changes of state are conducted reversibly. Calculate the value of V and the total work done on or by the gas.
7. Two moles of a monatomic ideal gas are contained at a pressure of 1 atm and a temperature of 300 K; 34,166 J of heat are transferred to the gas, as a result of which the gas expands and does 1216 J of work against its surroundings. The process is reversible. Calculate the final temperature of the gas.
8. When 1 cal of heat is given to 1 g of water at 14.5°C , the temperature rises to 15.5°C calculate the molar heat capacity of water at 15°C . (1 cal = 4.18 J, $\text{H}_2\text{O} = 18$ g/mole)
9. The densities of water ice and water at 0°C are 0.9168 and 0.9998 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, respectively. If ΔH for the fusion process at 1 atm is 6.025 kJ/mole, what is ΔU for the process? How much work is done on the system? (1 atm = 1.013×10^5 Nt/m²)
10. The internal energy (U) of a certain gas, with molecular weight of 85 g/mole is given by $U = 0.17T + D$. Where U is internal energy in kJ/kg, T is temperature in Kelvin, and D is a constant.
 - a) If 1 kg of the gas is heated in a constant volume container from 25°C to 500°C . Calculate ΔU .
 - b) Calculate the amount of work done with container and heat flow into the container.

附件二：四次TBL分組團體表現排名與分組GPA

Ranking	TBL1	TBL2	TBL3	TBL4	積分
1	第8組	第6組	第4組	第6組	10
2	第10組	第10組	第10組	第10組	9
3	第2組	第4組	第5組	第4組	8
4	第9組	第8組	第7組	第7/5組	7
5	第7/4組	第7組	第1組	第7/5組	6
6	第7/4組	第3組	第2組	第2組	5
7	第5組	第1組	第3組	第9/1組	4
8	第6組	第5組	第8組	第9/1組	3
9	第3組	第2組	第9組	第3組	2
10	第1組	第9組	第6組	第8組	1

	學期GPA	總積分	TBL排名
第一組	1.44	14.5	9
第二組	1.98	20	7
第三組	1.81	13	8
第四組	2.54	31.5	2nd
第五組	1.95	21.5	5
第六組	1.91	24	4th
第七組	2.52	25	3rd
第八組	1.91	21	6
第九組	2.04	13.5	10
第十組	2.58	36	1st

附件三：TBL分組名單、組員期末成績與團體表現排名

第01組	第九名	
組員編號	期末成績	GPA
6	E	0.00
23	E	0.00
25	E	0.00
38	A-	3.70
41	C	2.30
50	D	1.00
77	C-	2.00
78	C-	2.00
81	C-	2.00

1.44

第02組	第七名	
組員編號	期末成績	GPA
9	B	3.00
13	C-	2.00
15	C-	2.00
27	C+	2.50
40	B	3.00
47	D	1.00
49	E	0.00
56	C	2.30

1.98

第03組	第八名	
組員編號	期末成績	GPA
1	E	0.00
14	A+	4.50
19	E	0.00
42	A	4.00
46	E	0.00
63	B-	2.70
73	D	1.00
76	C	2.30

1.81

第04組	第二名	
組員編號	期末成績	GPA
8	C-	2.00
16	D	1.00
29	C-	2.00
31	A+	4.50
32	B	3.00
48	C+	2.50
55	C-	2.00
82	B+	3.30

2.54

第05組	第五名	
組員編號	期末成績	GPA
10	C-	2.00
11	B	3.00
21	E	0.00
39	B+	3.30
52	C-	2.00
61	C	2.30
67	D	1.00
85	C-	2.00

1.95

第06組	第四名	
組員編號	期末成績	GPA
2	C-	2.00
5	C	2.30
12	D	1.00
18	A	4.00
33	C-	2.00
72	D	1.00
75	C-	2.00
80	D	1.00

1.91

第07組	第三名	
組員編號	期末成績	GPA
22	C+	2.50
24	C-	2.00
30	B	3.00
43	A+	4.50
54	D	1.00
60	C-	2.00
62	C-	2.00
64	C-	2.00
70	A-	3.70

2.52

第08組	第六名	
組員編號	期末成績	GPA
3	C-	2.00
4	B+	3.30
7	D	1.00
20	C	2.30
28	C	2.30
34	B	3.00
37	C	2.30
44	E	0.00
71	D	1.00

1.91

第09組	第十名	
組員編號	期末成績	GPA
26	D	1.00
36	B	3.00
51	C-	2.00
57	D	1.00
58	D	1.00
59	B-	2.70
66	A-	3.70
79	B	3.00
83	D	1.00

2.04

第10組	第一名	
組員編號	期末成績	GPA
17	A-	3.70
35	B+	3.30
45	C-	2.00
53	D	1.00
65	C-	2.00
68	C+	2.50
69	B-	2.70
74	C	2.30
84	A-	3.70

2.58

田禮嘉教授107-1至109-2教學評量分數列表

學年	學期	學院	開課系所	級別	課程代碼	課程名稱	分數	選課人數	填表人數	該學期大學部平均	該學期研究所平均	該學期全部科目平均
107	1	/理工學院/ 理工學院	/材料科學 與工程學 系/材料科 學與工程學 系	/碩士/ 博士	/MS_54300 /MS_70970	/半導體製程/ 半導體製程	4	8	7	4.49	4	4.25
107	1	/理工學院	/材料科學 與工程學系	/學二	/MS_20500	/材料熱力學(一)	4.49	71	71	4.49	4	4.25
107	2	/理工學院	/材料科學 與工程學系	/學二	/MS_20800	/材料熱力學(二)	4.48	63	61	4.48	0	4.48
108	1	/理工學院	/材料科學 與工程學系	/學二	/MS_20500	/材料熱力學(一)	4.39	62	60	4.39	0	4.39
108	2	/理工學院	/材料科學 與工程學系	/學二	/MS_20800	/材料熱力學(二)	4.41	72	65	4.41	0	4.41
109	1	/理工學院	/材料科學 與工程學系	/學二	/MS_20500	/材料熱力學(一)	4.67	85	82	4.67	0	4.67
109	2	/理工學院	/材料科學 與工程學系	/學二	/MS_20800	/材料熱力學(二)	4.7	80	68	4.7	0	4.7

田禮嘉教授107-1至109-2 依照本校教師評鑑辦法換算得分

大學部課程教學評量平均分數	4.52
大學部課程所獲分數(滿分:60分)	52.5分
大學部授課科目總數	6科
研究所課程教學評量平均分數	4.00
研究所課程所獲分數(滿分:60分)	35分
研究所授課科目總數	1科
全部授課科目總平均分數	4.45
依照科目比例換算之總分(滿分:60分)	50.00分

學年	學期	全校大學部平均	全校研究所平均	全校平均	校區
107	1	4.46	4.59	4.49	全校
107	2	4.47	4.56	4.48	全校
108	1	4.49	4.58	4.51	全校
108	2	4.5	4.58	4.52	全校
109	1	4.51	4.63	4.53	全校
109	2	4.57	4.61	4.58	全校
總平均:		4.5	4.59	4.52	

學年	學期	學院	大學部平均	研究所平均	平均	校區
107	1	理工學院	4.3	4.41	4.33	全校
107	2	理工學院	4.28	4.35	4.3	全校

108	1	理工學院	4.32	4.41	4.34	全校
108	2	理工學院	4.33	4.42	4.35	全校
109	1	理工學院	4.39	4.42	4.4	全校
109	2	理工學院	4.43	4.47	4.44	全校
總平均：			4.34	4.41	4.36	

學年	學期	系所	大學部平均	研究所平均	平均	校區
107	1	材料科學與工程學系	4.33	4.42	4.37	全校
107	2	材料科學與工程學系	4.39	4.3	4.34	全校
108	1	材料科學與工程學系	4.22	4.38	4.27	全校
108	2	材料科學與工程學系	4.2	4.44	4.29	全校
109	1	材料科學與工程學系	4.37	4.37	4.37	全校
109	2	材料科學與工程學系	4.42	4.38	4.41	全校
總平均：			4.32	4.38	4.34	

附註1：每學期之課程區分為「大學部科目」（包括師資培育中心、通識中心之科目）與「研究所科目」兩類。

附註2：依照本校教學評量分數計算辦法規定，指導論文及畢業專題之課程，免接受學生之教學評量；凡屬下列課程均不列入計算（亦不列入本表）：三人（含）以上合授之課程、非實際授課教學之課程（例如實驗、實習、演講討論性質）、大學部選課人數不足十人之課程、研究所不足五人之課程（但音樂類術科、實作科目例外）、同步遠距教學之收播課程。此外，大學部課程依照選課人數給予每名學生0.004分之調增分數（以0.4分為上限）。

附註3：依照本校教學評量分數計算辦法規定，適用之相關業務如後：(一)教師評鑑 (二) 教師聘任及升等評審 (三) 教學優良教師遴選與獎勵 (四) 教師教學評量追蹤輔導。

附註4：各單位或教師若有其他特殊之教學評量分數需求，請逕洽教務處課務組辦理（8906123）。

分數:4.7

壹、課堂學習的情形

一、對於授課教師之教學意見

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意	總分	平均	極端值逕予排除後填表人數
1	本課程上課內容符合課程的教學目標	0	0	5	30	33	300	4.41	68
2	本課程內容安排有組織、有條理	0	0	7	24	37	302	4.44	68
3	本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計	0	0	5	29	34	301	4.43	68
4	老師能採用適合而多元的教學方式	0	0	6	26	36	302	4.44	68
5	老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式	0	0	5	25	38	305	4.49	68
6	老師講課深入淺出，條理清晰	0	0	7	26	35	300	4.41	68
7	老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好	0	0	6	23	39	305	4.49	68
8	老師很願意幫助我們解決學習上的困難	0	0	6	28	34	300	4.41	68
9	老師的評量方式能合理反映出教學重點	0	0	5	29	34	301	4.43	68
10	老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果	0	0	6	30	32	298	4.38	68
11	老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋	0	0	6	29	33	299	4.4	68
12	老師採用_不_適切而_無_效的教學方式	30	15	4	8	11			68
13	老師能夠按時上課，如有請假(含出國開會)會安排調課或補課	1	0	5	30	32			68

二、自我學習評量

題號	題目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
14	我能理解本課程的專業知識	0	0	9	28	31
15	我能應用本課程的專業知識	0	0	13	24	31
16	我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考	0	0	9	28	31
17	本課程讓我學到如何溝通合作	0	0	9	27	32
18	本課程讓我學到如何將理論與實務連結	0	0	12	25	31
19	本課程讓我學到如何解決問題	0	0	10	27	31
20	本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣	0	0	8	28	32
21	本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識	0	0	9	28	31
22	有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程	0	0	8	28	32

三、學生學習成效

科目代碼	科目名稱	題號	題目	能力指標相關度	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
MS_20800	材料熱力學(二)	25	具備材料科學所需的物理、化學及數學的知識。	1			10	28	30
MS_20800	材料熱力學(二)	26	具備材料科學的專業知識，並能應用於解決工程上之問題。	2			11	26	31

MS_20800	材料熱力學 (二)	27	具備專業道德及責任感，與良好的溝通與團隊合作的能力。	1		11	27	30
MS_20800	材料熱力學 (二)	28	具備適當的英文能力，應用於學習與交流。	1		9	29	30

四、自加題

科目代碼	科目名稱	題號	題目	非常 不同意	不同意	普通	同意	非常 同意
------	------	----	----	-----------	-----	----	----	----------

貳、對本課程的心得與建議

1. 對於這門課我最喜歡的是

無

無

TBL

..

無

good

都還行

.

小考第3個拿考卷的那個瞬間

無

是一位很認真的教授

講義

無

無

老師真的是我修過東華所有課的老師內，最用心的老師!

2. 對於這門課我的建議是 (包括教學內容、方法、評量方式... 等方面)

無

無

沒有

..

無

good

沒有

.

沒有

無

講義有些頁數下面會被砍掉

建議不要用 TBL 當成績, 因為有人寫 TBL 時易幾乎全錯, 然後, 也許在不知道有解答的情況下, 可能就成績就全爆了, 另外, 也許筆記可以標下符號代表甚麼意思, 這樣比較容易直接看懂(...?)

無

無