

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：PEE1110257

學門專案分類/Division：工程學門

計畫年度：111 年度一年期 110 年度多年期

執行期間/Funding Period：2022.08.01 – 2023.07.31

基於 ADDIE 模型目標導向情境學習模式於電力管理實踐教學之學習成效研究
/Research of Learning Performance of Goal-Based Scenarios Learning with
ADDIE Model for Power Management Practice Teaching
配合課程：電力品質訊號處理/Signal Processing of Power-Quality Disturbances

計畫主持人(Principal Investigator)：陳正一

協同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立中央大學/電機工程學系

成果報告公開日期：立即公開 延後公開（統一於 2025 年 7 月 31 日公開）

繳交報告日期(Report Submission Date)：2023 年 9 月 16 日

基於 ADDIE 模型目標導向情境學習模式於電力管理實踐教學之學習成效研究 /Research of Learning Performance of Goal-Based Scenarios Learning with ADDIE Model for Power Management Practice Teaching

一. 本文 Content

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

近年來，隨著能源成本的上升，各國紛紛尋求可行的替代能源，並積極思考如何改善現有能源消耗設備，以提高用電效率，進而減少發電過程中的碳排放，以應對全球暖化問題。在這個節能控制的概念基礎上，智慧電網 (smart grid) 概念應運而生，以能源資通訊技術為基礎，成為現代化傳統電力系統的趨勢。像義大利、法國等國家已經完成了基礎智慧電網的建設。然而，由於太陽能、風能等分散式電源的導入，用戶也可以成為電力的生產者，並將多餘的能源銷售給電力公司。對於台灣來說，能源進口比例高達百分之九十八，因此思考如何節約發電成本變得至關重要。政府積極推動相關計畫，產學界專家進行深入的研究和討論，並吸收國外技術，使國內的智慧電網架構逐漸成熟。在近年來，供電業者和用戶都越來越關心電力品質議題。電力品質干擾訊號會對連接到電力系統的電氣設備造成損壞，進而導致設備誤動作和壽命縮短。政府近年來大力推動半導體和光電綠能產業，由於這些相關設備需要高精度的控制，它們都需要優質的電力品質來保持競爭力。因此，準確且快速有效的電力品質分析和測量已成為現代電網中的一項重要工作。

本計畫所配合的課程「電力品質訊號處理」主要在介紹電力系統中會出現的電力品質現象及該訊號分析的基本原理和方法，進而教授發展能源管理系統所需之跨領域技術。在計畫主持人多年的教學經驗中發現，採用傳統的板書及投影片教學與考試之評量方式下，學習者常常對數學分析感到困擾甚至無法理解，進而造成只會考試不知所學之工程實務應用的困境。因此本計畫針對電力品質訊號處理課程採用美國訓練發展協會(American Society for Training and Development, ASTD)所開發之 ADDIE 模式，將課程設計區分為分析(Analysis)、設計(Design)、發展(Development)、實施(Implementation)、評鑑(Evaluation)等五個階段，使課程設計得以結構化與系統化，讓學生能掌握紮實的工程基礎理論和專業知識，透過主動、解決實際問題為導向的學習方法，以及團隊合作與創新實踐的訓練，獲得工程師所需具備的相關能力，並結合基於 ADDIE 模型目標導向情境學習模式、翻轉教室、相互教學法、問題導向學習、場域實踐之教學策略，藉此探討學習成效提升的效益。此外，本課程亦利用 LaVIEW 與嵌入式系統平台進行電力品質分析，藉此輔助學生了解工程實務問題。

計畫主持人從指導學生及執行教學改進計畫過程中發現，學習者對訊號處理與電力工程之數學理論在透過實作後，皆有明顯之高認知層次之發展。在執行 107 學年度、108 學年度、109 學年度與 110 學年度教育部教學實踐研究計畫中發現，學習者透過增加實作練習、相互教學討論與利用專題式課程方式開發所學技術，對電力分析課程有很大程度學習認知層次的上升，甚至少數人有達到工程創新能力提升的水準。上述各年度實踐研究計畫教學策略之缺點如表 1 所示。因此，為了扎根工程之基礎訊號處理課程及改善教學策略，本計畫透過基於 ADDIE 模型目標導向情境學習模式、翻轉教室、相互教學法、問題導向學習、場域實踐之跨領域教學策略，取代傳統板書及投影片教學與考試之評量方式，以提升工程領域學生之理解度，進而達成工程實務應用之創造力訓練。

表 1、各年度實踐研究計畫教學策略之缺點

計畫年度	計畫名稱	主要教學策略	需改善之缺點
107	結合翻轉教室、相互教學法及專題導向學習之教學策略於電力品質訊號處理課程之學習成效分析	翻轉教室、相互教學法、專題導向學習	需學生自主學習階段多，不利學習態度低落學生之學習成效提升。
108	結合翻轉教室與相互教學法之教學策略於電力系統故障分析課程之學習成效分析	翻轉教室、相互教學法、鷹架式引導教學	鷹架式引導教學方式須安排多項實作階段引導學生學習，因此實作項目繁多，阻礙學生學習熱忱。
109	結合多元評量雙 PBL 微電網電力場域實踐教學策略之學習成效分析	專題導向學習、問題導向學習、場域實踐教學	無完善的發展框架，學生針對專題項目及欲待解決之工程問題，易受小組領導人思維影響，各組學習成效提升度差異大。
110	以 CDIO 為基礎之 PBL 電力量測與儀表實踐教學策略學習成效研究	CDIO 教學框架、問題導向學習、場域實踐教學	CDIO 教學框架透過構思(Conceive)、設計(Design)、實施(Implement)、操作(Operate)四階段的工程教育人才培育模式，可解決工程教育學用落差問題，然而缺乏教學策略之評估程序，易因構思及設計階段不當而偏離學習目標。

2. 研究問題 Research Question

(1) 研究問題

本計畫希冀納入問題導向學習方式輔助導引學生，藉以了解學生對專題導向問題的感知程度與學習態度，並經由基於 ADDIE 模型之目標導向情境學習策略、翻轉教室、相互教學法、業師導入及場域實踐之教學策略，探討學習者認知層次、學習行為對創造力的影響與三者間的關係。

(2) 研究對象與場域

學習者在之前的課程當中未有電力品質訊號處理演算法的實作經驗，僅接受過基礎電機工程知識訓練，在課程開始第 1 週時，會先請學生填寫個人特質能力的分析表，藉此於期末時可了解個人特質對分組專題成果及創造力等能力提升之影響性。並透過翻轉教室、相互教學及小組專題導向式的合作學習方式提升學生個人學習成效。場域實踐方面，則於本校建置的建築微電網貨櫃屋中，結合業師進行，進而分析太陽能、儲能系統、用電設備間的能源管理狀況，並完成電能監測技術、電力資料庫、電力量測與儀表設計、系統企劃等系統規劃訓

練，且實現跨電機、通訊、資工領域技術之系統整合能力提升。

3. 文獻探討 Literature Review

近年越來越多高等教育教師已著手在教學中使用翻轉教室教學策略。然而，在工程教育中翻轉教室的使用較少受到關注。由於工程領域的畢業生所需具備的能力為透過團隊合作來解決現實問題，此點顯示了翻轉教室教學策略的優點。目前僅有少數研究在探討翻轉教室模型對工程教育的影響。ADDIE 教學模式乃教學系統設計過程中，用以引導教學設計的一般慣用之模式。ADDIE 代表教學系統「分析(Analysis)」、「設計(Design)」、「開發(Development)」、「實施(Implementation)」、「評鑑(Evaluation)」各個階段之要項。ADDIE 的起源無法考據，但早在 1978 年，Branson 以「分析(Analysis)」、「設計(Design)」、「開發(Development)」、「實施(Implementation)」、「控制(Control)」，ADDIC 作為美國陸海空不同軍種間之教學系統規劃步驟(Interservice Procedures for Instructional Systems Development, 簡稱 IPISD)，但是 Branson 並未以 ADDIC 或 ADDIE 為名，而是將其歸類為 ISD (instructional system design) 之一。後來廣泛被使用的 ADDIE 模式中之「分析」階段強調教學設計之初對於需求分析、內容分析、對象分析、現有資源之分析、開發工具之分析，以及教學目標之分析，以及企畫書之擬定，其目的在於確保開發的內容符合教學各個層面需求配合。「設計」階段強調課程內容設計、教學策略之運用、教學流程與活動之設計、美工／畫面設計，以及介面藍圖設計，其目的在於確保教材內容之互動性與組織性。「開發」階段強調透過各種軟體的運用，製作教學內容所需的各項元素，其目的在於完成與整合所有設計的要項，進而驗收課程系統之開發成果。「實施」階段強調課程實地運用的狀況，包括推廣與服務之實際運作與所需的配套措施，其目的在於讓課程系統能夠配合實地教學情境。「評鑑」階段強調形成性的評鑑(改進性：提供改進系統運作之項目)與總結性的評鑑(評定性：提供滿意度與學習成效，或專家審定之項目)。評鑑的要項一方面在於幫助系統藉由回饋，進行必要的修正；另外一方面也在於提供系統開發的價值論斷。綜合來說，ADDIE 教學模式可用於提供教學設計者系統化的規劃指標，以確保教學設計成果之教學品質。而相互教學法則是一種用來教授學生提升閱讀理解的認知改善教學策略，其流程涵蓋總結、產生問題、澄清和預測等引導架構，透過教師與學生之間的對話嘗試從內容中理解意義，相互教學有兩個主要特點。其一是前述四種理解培養策略的指導與實踐，其二則是利用相互教學對話作為學習和實踐這四種策略的工具。上述四種策略既能提高閱讀理解能力，亦可提高閱讀理解能力的自我監控能力。綜合上述研究工程教育課程的策略探討，明確的指出透過相互教學的教學方式，學習者能得到良好的學習成效並發現小組合作對於工程實作課程的重要性，然而在學習者的學習過程中認知層次與創造力的發展方面並沒有深入討論，本研究則針對此部分進行分析與調整教學策略，並藉由 ADDIE 模型五階段的安排，融合目標導向情境學習策略、翻轉教室、相互教學、小組專題導向及場域實踐式的合作學習方式，以促進學生對課程技術之認知層次與創造力的發展。

4. 教學設計與規劃 Teaching Planning

本計畫配合課程為電力品質訊號處理，主要教學目標為強化學生工程實務能力與啟發學生跨領域創新思維。在強化學生工程實務能力方面，本計畫利用 ADDIE 模型教學框架，建立目標導向情境學習為基礎之教學策略，並輔以自行開發之教具，採用相互教學法、翻轉教室、同儕互評、業師導入等方式進行學員互動以激發工程創新想法，最後採用實作作業、課題簡報、成果實際展示及場域實踐方式進行評量，取代傳統考試方式。並於每次實作練習請學生填寫進度報告，除可掌握學生問題導向之實作進度外，亦可了解學生小組內部的討論結果與發現，進而促使學生自主學習解決問題、團隊溝通、創意力激盪等能力。而在口頭報告中，將採用互評表單設計方式，促成各學生之間的討論及分享。最後於期末將透過報告、實作展示及場域實踐方式讓學生進行表達力、宣傳力、溝通力等訓練，並進行評量與跟同儕互動討

論，激發學生所做實作之創意與成效反思。在啟發學生跨領域創新思維方面，本課程設計將著重在“做中學”、“學中做”的概念，讓學生能及早接觸跨領域之實驗，並開始進行專題實作前即開始由授課老師引導學習跟專題相關之課程。跨領域實作課程將融合系統與電機、通訊、資工相關專業之一系列基礎實驗課程，最後於本校建置的建築微電網貨櫃屋中，進行能源管理系統場域實踐，其目的在讓學生透過基礎實驗課程，了解跨領域技術之相關應用，提升學生之學習興趣與方向，進而激發工程創新思維。

學期 18 週之課程規劃安排如表 2 所示：

表 2、電力品質訊號處理課程規劃

週次(堂次)	課程主題	內容【說明】
1-2	電力系統簡介	簡介電力系統的架構，以及相關應用與背景知識。
3-5	電力品質與能源問題介紹	透過數學方式將電力品質所欲解決之問題表示出來，並依據不同應用主題練習相關軟硬體操作練習。
6-8	諧波問題分析方法與設計	針對所採用之分析平台，依據訊號處理類型，進行諧波訊號量測所需操作練習。
9	期中報告	期中分組專題報告，並請業師指導
10-12	電壓閃爍問題分析方法與設計	針對電壓閃爍問題進行分析，並利用分析平台完成求解架構設計。
13-17	電力品質事件問題分析方法與設計	利用分析平台，針對所欲解決之電力品質事件問題，進行分析系統實作及測試。
18	期末報告	期末分組專題與場域實踐成果報告，並請業師指導

在課程開始第 1 週時，會先請學生填寫個人特質能力的分析表，藉此於期末時可了解個人特質對分組專題成果及創造力等能力提升之影響性。並利用歷年教學策略導入之成效分析結果，進行課程先期分析(定義學習內容)、設計(確認學習程序)、發展(編纂學習教材)。初期藉由課程引導，讓學生發掘電力品質訊號處理相關議題，並引導學生構思所學專業如何應用，以求達成專題設計並解決問題(目標導向情境學習)。於課堂講授內容之前，會先請各組學生上台報告，以翻轉教室之模式進行課程內容介紹，並搭配相互教學法之表單設計，讓上課學生整理各組所報告之重點。並於每次實作練習請學生填寫進度報告，除可掌握學生專題導向之實作進度外，亦可了解學生組內的討論結果與發現，進而促使學生自主學習解決問題、團隊溝通、創意力激盪等能力。而在口頭分組報告中，將採用互評表單設計方式，促成學生各分組間的討論及分享。最後於期末將舉行成果展，透過報告及場域實踐成果展示方式讓學生進行表達力、宣傳力、溝通力等訓練，並進行評量與跟各組互動討論，激發學生所做專題之創意與成效反思。整體課程進行過程中，皆使用 ADDIE 教學模型，透過分析(Analysis)、設計(Design)、開發(Development)、實施(Implementation)、評鑑(Evaluation)五階段規劃電力品質訊號處理技術開發與實作，進而引導學生完成系統整合與跨領域之設計概念。

5. 研究設計與執行方法 Research Methodology

本計畫透過整理文獻相關電力品質訊號處理之理論與分析方法，依據各類訊號處理屬性

並配合課程內容進行劃分，進而完成設計電力管理暨分析平台之雛形。並配合學生的使用情況，進行學生對該門課程之學習狀況評估，進而將所擷取之學習成果及學生同儕間互動討論情形，進行學習效果評比，並修正與規劃合適之課程進行方式，以強化學生之學習動機與工程應用之創造力。本計畫利用所發展之電力管理暨分析平台，整合相關軟硬體裝置，並提供彈性的開發環境予使用者進行其分析技術的創新、改進、實作及驗證。配合 ADDIE 教學模型框架，建立目標導向情境學習為基礎之教學策略，納入問題導向學習方式輔助導引時規劃電力管理的應用情境給學生，並設立實作時解決工程實務問題之目標，進而了解學生對專題導向問題的感知程度與學習態度，搭配相互教學法、翻轉教室、同儕互評、業師導入、場域驗證等方式，並經由探討學習者認知層次、學習行為對創造力的影響與三者間的關係，所得之反饋意見將採納來完成電力品質訊號分析學習教育平台之效益評估及設計修正。本計畫研究架構如圖 1 所示，而所開發之電力管理暨分析平台如圖 2 所示，關於電力干擾測試源部份，該硬體測試架構設計規劃與設備圖片如圖 3 所示。

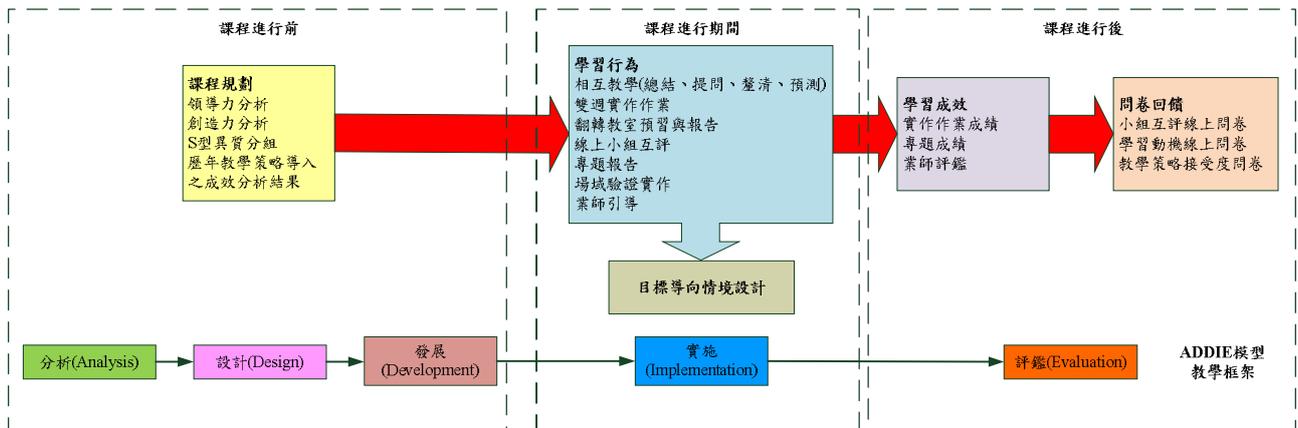


圖 1、本計畫研究架構。

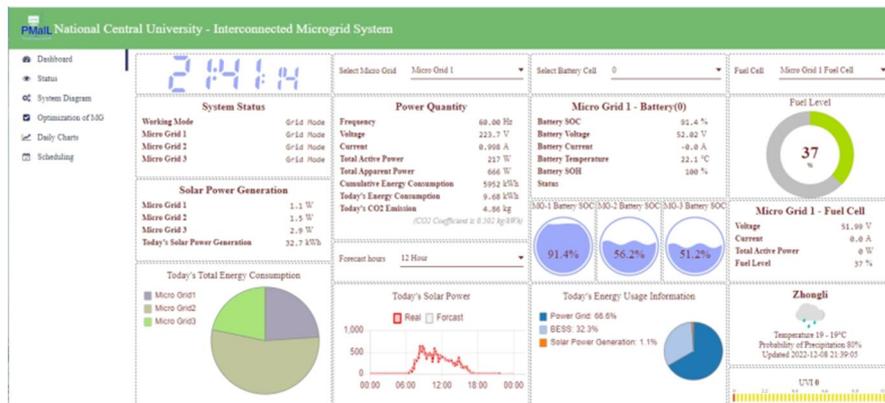


圖 2、本計畫開發之電力管理暨分析平台。

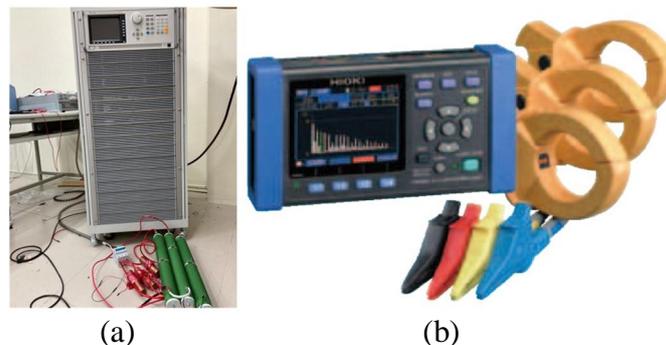


圖 3、(a)電力品質訊號測試硬體設計架構、(b)HIOKI PW3360-21 電力品質分析儀。

此外，本計畫於本校建置的建築微電網貨櫃屋中，結合業師進行場域實踐，進而分析太

陽能、儲能系統、用電設備間的能源管理狀況，並完成電能監測技術、電力資料庫、電力量測與儀表設計、系統企劃等系統規劃訓練，且實現跨電機、通訊、資工領域技術之系統整合能力提升，實踐場域與規格如圖 4 所示。圖 5 為合作企業所提供之電力調節系統與儲能設備，並提供本校業師輔助教學及企業實習機會。

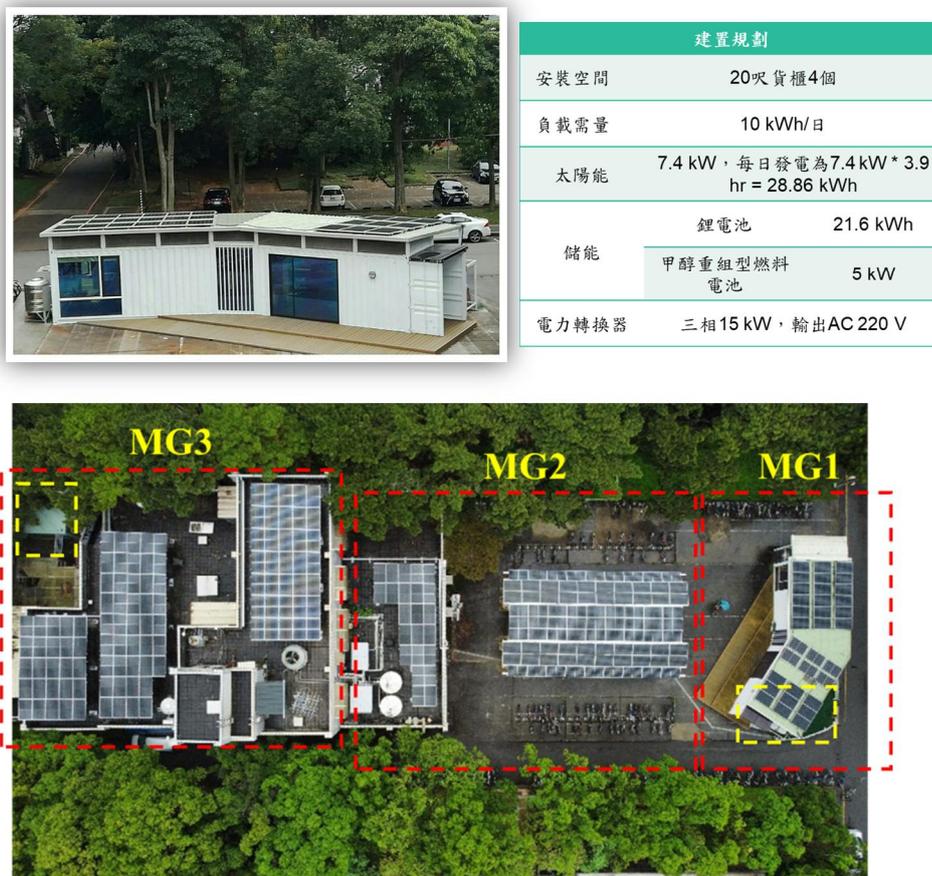


圖 4、本計畫實踐場域-於本校建置的建築微電網貨櫃屋系統規格及三區域微電網(MG)架構。



圖 5、合作企業所提供之電力調節系統(100 kW)與儲能設備(168 kWh)。

電力品質訊號處理為工程教育當中軟體類型的課程，其中包含許多實作演算法過程，課程中透過作業與專題階段循序漸進地讓學習者了解實作的過程，並藉由教師的引導與小組討論讓學習者互相激盪藉此提升學習者之認知層次與創造力，本研究將學習過程中的小組報告與工作報供內容，藉由修改並重新定義 Bloom 認知層次，如下表 3 所示，各階段小組報告及

工作日誌內容皆由兩位專業人士對其學習內容進行認知層次評估，進而分析學習者在學習過程之認知層次變化與學習成效之影響關係。

表 3、本課程之認知層次定義

認知層次	定義
記憶	對於電力品質訊號處理演算法的基本知識
理解	瞭解電力品質訊號處理中演算架構、運用與分析程序
應用	設計電力分析系統的運作架構與實際執行作業
分析	能分析電力演算法及系統運作的架構，並瞭解如何完成後續工程
評鑑	學習者根據電力分析系統的規範、標準與其經驗來評論作品的優劣
創造	產生新的構架方式或創新想法，融入到目前的實作當中
表達力	學習者對實作成果之報告表達能力
完成度	實作成果之完成度
正確性	實作成果之正確性

除了透過小組報告之外，為瞭解小組之間對於別組報告內容的評價與理解程度，藉由小組互評問卷的方式讓各組可以互相給予建議與討論，藉此提升組與組之間的競爭力與加強學習目標。每次小組報告結束之後都會有一次小組互評，小組互評問卷總共有六個項目，並且由專任導師編制而成。問卷量表之量測尺度採用 Likert 五點量表，每個項目皆有五個選項可勾選，分別從非常同意(5分)、同意(4分)、普通(3分)、不同意(2分)及非常不同意(1分)，由學習者對其問卷問題的主觀感受進行填答。小組互評問卷評估項目與定義如表 4 所示。

表 4、本課程之小組互評問卷構面與定義

項目	定義
完成度	評估小組體整報告的完整程度。
理解度	評估小組對自己報告的理解程度。
正確性	評估小組實驗結果的正確程度。
應用度	評估小組報告內容的拓展與跨領域應用程度。
創新性	評估小組對於應用是否有新的想法與創新性。
表達力	評估小組報告時的表達能力。

學習活動設計方面，本研究是使用問題導向式學習，透過實作電力品質訊號處理演算法專題的方式進行，本研究的學習活動設計總共有四個階段，每個階段各有不同的學習活動，並在活動結束後進行小組報告，而每次的報告完畢皆會進行小組互評，藉此瞭解學習者對於其他組別的實作情況，詳述如下：

(一) 第一階段

由於學習者在之前的課程當中未有電力品質訊號處理演算法的實作經驗，過去的課程皆為理論課程，因此第一階段會讓各組的學習者藉由導師與助教的指導，開始基礎的電力品質訊號處理演算法實作練習，並在結束後進行工作報告紀錄，以瞭解學習者練習的情況，期中前主要報告基礎實作練習成果。並配合目標導向情境學習教學策略，進行電力品質干擾嚴重程度之指標分析演算技術開發。

(二) 第二階段

第二階段同樣進行實作練習，此階段學習者進行進階的電力品質訊號處理演算法練習，透過實作練習將所學習到的內容，開始規劃專題計畫，並且在期中報告時提出專題規劃與實作內容，在導師與助教進行實作評估後，指導學習者進入下個階段。並配合目標導向情境學習教學策略，進行諧波訊號分析演算技術開發。

(三) 第三階段

此階段學習者正式進入專題實作，此階段的學習者開始進行專題實作，而學習者在此階段會遇到許多實作上的問題，需要透過導師與助教的引導，藉此瞭解目前的實作情況並且解決問題，在期末前報告目前專題進度外，還須完成專題半成品。並配合目標導向情境學習教學策略，進行電壓閃爍訊號分析演算技術開發。

(四) 第四階段

最後一個階段各組必須完成專題實作，在此階段同樣會透過導師與助教的指導，並在期末報告時報告完整的專題並且展示實作成果。並配合目標導向情境學習教學策略，進行電力品質事件分析演算技術開發。

在整體 18 週的電力品質訊號處理課程規劃中，透過訊號處理演算法介紹、專題背景知識討論、模組系統實作練習、專題問題分析與設計、專題應用實作等程序，得以協助學生運用所學之工程知識，了解電力訊號之應用問題，進而透過工程相關軟硬體工具、問題分析與設計、與同儕的合作討論，完成專題系統實作與場域實踐。因此，可經由所規劃的平時專題作業練習與整合，得以瞭解學生是否達成本系之教學核心能力；最後再透過期中與期末報告方式，培養學生工程報告寫作及口頭語文表達能力。核心能力與評量表單對應之項目如下表 5 所示。

表 5、本課程使用之核心能力對應 Rubrics 評量表單

核心能力	比例	分組						平均
		1	2	3	4	5	6	
運用工程知識	15%							
實作能力	15%							
使用工程工具	15%							
應用工程設計	5%							
多元化團隊合作	15%							
理論分析能力	15%							
論文寫作/語文表達	10%							
環境影響/終身學習	5%							
工程倫理	5%							
總分	100%							

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

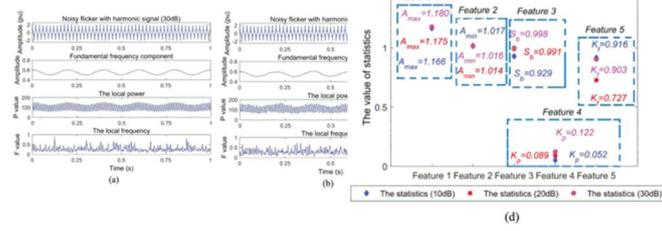
(1) 教學過程與成果

本計畫課程進行方式包含如下：

- 翻轉教學報告(組間互動)
- 相互教學表單(組間互動)
- 小組互評問卷(組間互動)
- 工作進度報告(組內互動)
- 專題期中規劃報告
- 專題期末成果展示與報告
- 核心能力對應 Rubrics 評量表單

本計畫課程期間學生之翻轉教學報告抽樣與相互教學表單如下圖 6 所示。而本課程學生實作之成果如圖 7 所示。

Investigation on Noise Influences



(a)

翻轉相互教學活動表單
激發學生間、師生間的互動，腦力激盪，有所思有所學。

clchen@ee.nccu.edu.tw (未分享) 切換帳戶

*必填

電子郵件地址 *

您的回答

本次課程日期 *

日期
年 / 月 / 日

活動小組 *

選擇

小組成員(學號與姓名) *

您的回答

四大項活動說明

- 總結：根據各組報告後之內容，以一段文字來總結這次翻轉教學討論的主題內容。
- 提問：根據這次的主題，寫下您不懂的地方或問題。
- 闡明：根據自己和聽取所提出的問題，你的回答與理解為何？
- 預測：預測本次的主題，在後續會有什麼樣的應用與發展。

總結 *

您的回答

提問 *

您的回答

闡明 *

您的回答

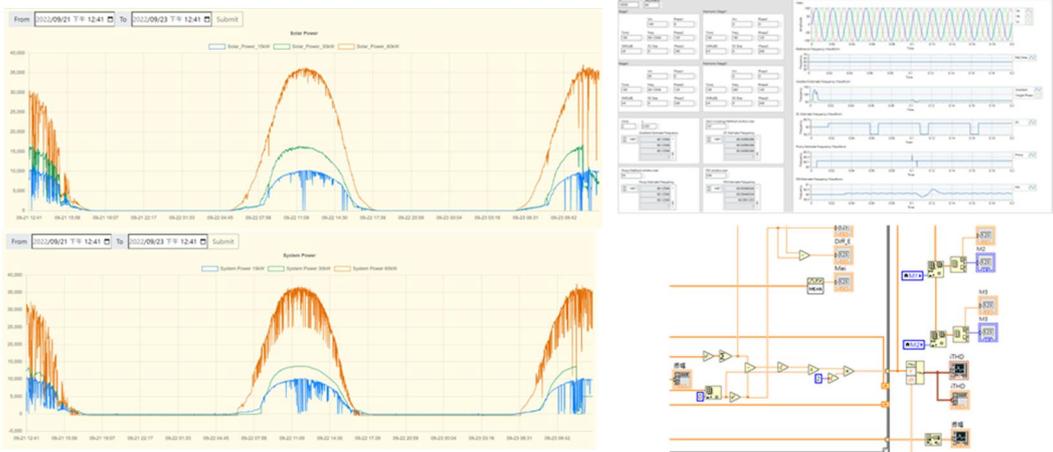
預測 *

您的回答

提交 清除表單

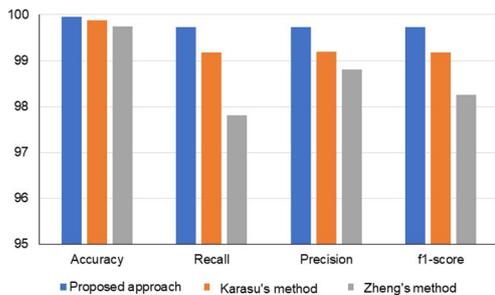
(b)

圖 6、(a)學生翻轉教學報告抽樣、(b)相互教學表單。

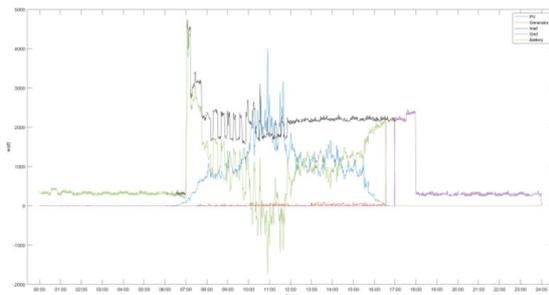


(a)

(b)



(c)



(d)

圖 7、學生實作之成果(a)太陽能輸出平滑化、(b)電力品質訊號分析機制改善策略、(c)電力事件辨識、(d)最佳化能源管理。

此外，本課程亦導入業師、企業參訪、場域導覽及實作等面向，協助學生了解電網實務及電力品質問題與思索解決方案，如圖 8 所示。



圖 8、(a)業師與企業參訪、(b)場域導覽、(c)場域實踐。

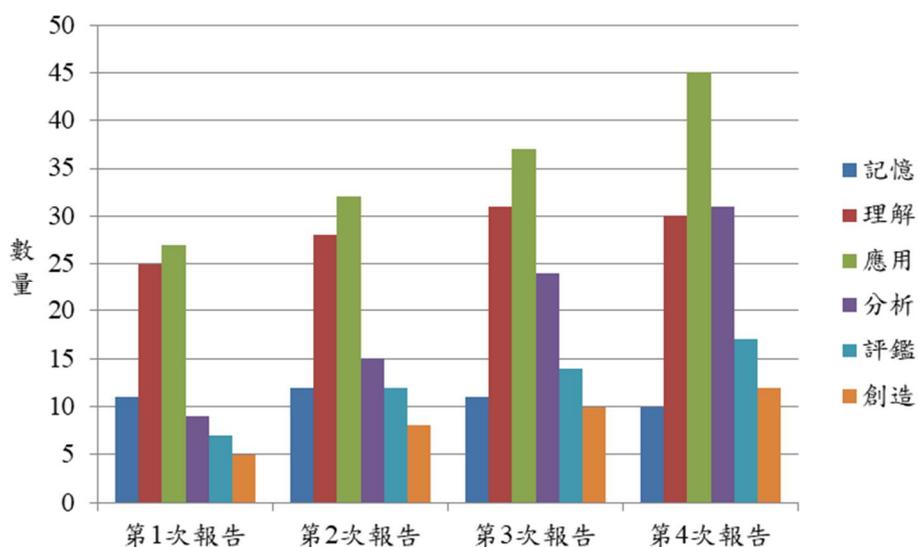
本計畫執行成果彙整如下：

- 軟硬體教具數件
- 長利科技股份有限公司、七泰電子股份有限公司、熙特爾新能源股份有限公司、儲盈科技股份有限公司、亞氫動力股份有限公司、明緯企業股份有限公司企業實習 20 人次與參訪
- 中央大學互聯微電網場域實踐 20 人
- 林柏辰與賴佳辰 同學以「基於粒子群優化並考慮環境因子為基礎之微電網最佳化能源管理系統」榮獲 2022 智慧科技應用創意競賽銀獎
- 詹詠竣 同學以「Multi-Functional Power Conditioning System for Microgrid」榮獲 IEEE 2023 International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C 2023) 最佳論文獎
- 計畫主持人團隊榮獲 2022 台灣創新技術博覽會發明競賽銅牌獎
- 計畫主持人團隊榮獲 2022 未來科技獎
- 七泰電子股份有限公司、儲盈科技股份有限公司提供設備進行人才培育，並協助進行業師實作輔導
- 發展之電力品質訊號處理分析及控制技術刊登於國際期刊

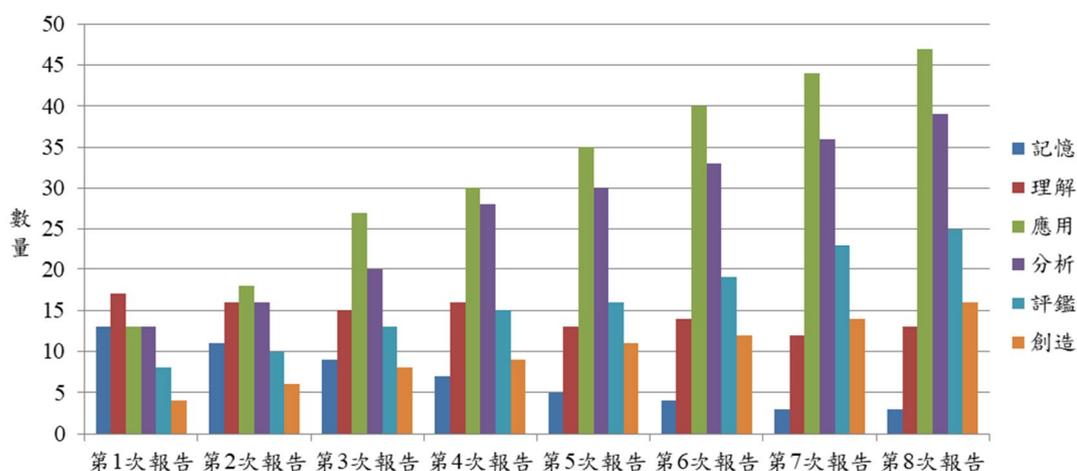
- C. I. Chen, Y. C. Chen, and C. H. Chen, "Recurrent Wavelet Fuzzy Neural Network-Based Reference Compensation Current Control Strategy for Shunt Active Power Filter," *Energies*, 15, 8687, 2022, pp. 1-23.
- Y. J. Liu, C. I. Chen, W. C. Fu, Y. D. Lee, C. C. Cheng, and Y. F. Chen, "A Hybrid Approach for Low-Voltage AC Series Arc Fault Detection," *Energies*, 16, 1256, 2023, pp. 1-22.

(2) 教師教學反思

本研究小組報告與工作日誌之認知層次分析結果如圖 9 所示。針對每週的工作日誌認知層次與學習成效進行相關分析，結果發現到工作日誌認知層次中的『記憶』層次與專題成績呈顯著負相關，『理解』層次則沒有與專題成績顯著相關，而『應用』、『分析』、『評鑑』、『創造』層次與專題成績呈正相關，也就是說在小組工作日誌當中的『記憶』層次數量越少，『應用』、『分析』、『評鑑』、『創造』層次數量越多，對於其專題成績就會越高。由此結果可以推論，因為本課程透過基於 ADDIE 模型之目標導向情境學習、翻轉教室、相互教學法、問題導向學習、業師導入及場域實踐之教學策略，最後成績著重在於實作成果方面，所以每週工作進度報告當中越少出現基本的理論知識內容，對於整體學習成果來看越優秀，也就是說學習者要擺脫基本『記憶』層次的框架進入到越高的層次當中，其學習成效就會越好。



(a)



(b)

圖 9、(a)小組報告之認知層次數量統計圖、(b)工作進度報告之認知層次數量統計圖。

(3) 學生學習回饋

學生對於本課程之教學評量分數為 4.8 分，標準差 0.4，課程滿意度佳。學生問卷回饋方面，各面向評量分數如下表 6 所示，其中注意力面向呈現學生透過本研究教學策略可提升學習內容的專注程度；相關性面向呈現學生透過本研究教學策略可提升鏈結課程內容與其他知識與經驗之應用程度；自信心面向呈現學生透過本研究教學策略可提升學習之信心度；滿意度面向呈現學生對本研究教學策略之接受滿意程度；易用性面向呈現學生透過本研究教學策略對教學內容是否容易掌握之程度；有用性面向呈現學生透過本研究教學策略對教學內容之應用與吸收程度；使用意圖面向呈現學生針對本研究教學策略之採用意願。由表 6 之問卷回饋結果可知，學生對於本研究教學策略各面向皆有高度評價。學生問卷回饋內容如附件所示。

表 6、本課程學生問卷回饋評量分數

評量面向	分數
注意力	4.7
相關性	4.6
自信心	4.5
滿意度	4.8
易用性	4.7
有用性	4.6
使用意圖	4.5

學生之部分訪談回饋意見如下：

- 「對這堂課的滿意度我覺得超過 100 分，老師除教學還與學生一起討論，讓學生可以更容易吸收上課內容。」
- 「這堂課相較於一般理論課程來說更多了實作，所幸老師會做課程的微調，不然可能會是一門負擔相當重的課程，因為我本身是想來學理論基礎，也沒有預期到會有實作，但老師以及同學的表現都讓我更想加強自己的能力，雖然平常學習的東西與本課程較無相關，但未來我也會試著將本課程所學融入自己的研究。」
- 「我認為這堂課很好值得推薦大家來學習，我在這門課學習到了很多東西，對我也很有幫助，謝謝老師這學期的教學以及努力！」
- 「這門課因為是給碩士生上的課程，學生們在大學的時候都上過工程數學、訊號與系統等課程，所以已具備應有的先備知識，此外如沒上過大學部相關領域的課程，我們在課堂講解電力品質訊號處理技術的時候都是從基本開始介紹，都不難入門，不受先備知識、理解與否而影響成績。」

7. 建議與省思 Recommendations and Reflections

本計畫整合基於 ADDIE 模型之目標導向情境學習、翻轉教室、相互教學法、問題導向學習、業師導入及場域實踐之教學策略，以報告方式促進學生主動學習，而且老師也容易看出學生是否有認真或理解該知識，學生約有一週時間可以做小組討論和找資料，於下次課堂報告和同學們及老師交流互動，解決了上述問題。並可促進學生系統整合及跨領域技術之能力培養。且透過 ADDIE 模型可有效地引導學生進行電力品質訊號處理演算法之設計、實踐與應用，業師之實務經驗及場域實踐有助於學生理解實務問題。學習成效評量方面，本計畫比較不注重在考試成績上，反而是關注學生，能否能理解、應用、分析、創新等其他認知層面上，致力於學生實作能力的提升，從進步上做評比。

二. 參考文獻 References

- [1] R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, and H. W. Beaty, *Electrical Power Systems Quality*, McGraw-HILL International Editions, 2000.
- [2] J. Arrillaga, N. R. Watson, and S. Chen, *Power System Quality Assessment*, John Wiley & Sons Ltd, Jan. 2001.
- [3] A. A. Girgis and F. M. Ham, "A Quantitative Study of Pitfalls in the FFT," *IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems*, vol. AES-16, no. 4, July 1980, pp. 434-439.
- [4] *Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*, IEC Std. 61000-4-7, 2002.
- [5] F. J. Harris, "On the use of windows for harmonic analysis with the discrete Fourier transform," *Proc. of IEEE*, Vol. 66, No. 1, Jan. 1978, pp. 51-83.
- [6] D. Agrez, "Weighted multipoint interpolated DFT to improve amplitude estimation of multifrequency signal," *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. 51, No. 2, Apr. 2002, pp. 287-292.
- [7] D. Gallo, R. Langella, and A. Testa, "Desynchronized processing technique for harmonic and interharmonic analysis," *IEEE Trans. on Power Delivery*, Vol. 19, No. 3, July 2004, pp. 993-1001.
- [8] G. W. Chang, C. I. Chen, Y. J. Liu, and M. C. Wu, "Measuring power system harmonics and interharmonics by an improved fast Fourier transform-based algorithm," *IET Proc. on Generation, Transmission, and Distribution*, Vol. 2, No. 2, March 2008, pp. 193-201.
- [9] M. Aiello, A. Cataliotti, and S. Nuccio, "A chirp-z transform-based synchronizer for power system measurements," *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. 54, No. 3, June 2005, pp. 1025-1032.
- [10] M. Aiello, A. Cataliotti, V. Cosentino, and S. Nuccio, "Synchronization techniques for power quality instruments," *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. 56, No. 6, Oct. 2007, pp. 1511-1519.
- [11] V. V. Terzija, "Improved recursive Newton-type algorithm for frequency and spectra estimation in power systems," *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. 52, No. 5, Oct. 2003, pp. 1654-1659.
- [12] A. Cataliotti, V. Cosentino, and S. Nuccio, "A phase-locked loop for the synchronization of power quality instruments in the presence of stationary and transient disturbances," *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. 56, No. 6, Dec. 2007, pp. 2232-2239.
- [13] D. Gallo, R. Langella, and A. Testa, "On the processing of harmonics and interharmonics: using Hanning window in standard framework," *IEEE Trans. on Power Delivery*, Vol. 19, No. 1, Jan. 2004, pp. 28-34.
- [14] I. Y. H. Gu and M. H. J. Bollen, "Estimating interharmonics by using sliding-window ESPRIT," *IEEE Trans. on Power Delivery*, Vol. 23, No. 1, Jan. 2008, pp. 13-23.
- [15] S. H. Kia, H. Henao, and G. -A. Capolino, "A high-resolution frequency estimation method for three-phase induction machine fault detection," *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, Vol. 54, No. 4, Aug. 2007, pp. 2305-2314.
- [16] M. H. J. Bollen and I. Y. H. Gu, *Signal Processing of Power Quality Disturbances*, John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [17] R. K. Branson, "The interservice procedures for instructional systems development," *Educational Technology*, March, 11-14, 1978.
- [18] M. Molenda, "In search of the elusive ADDIE Model," *Performance Improvement*, Vol. 42, No. 5, pp. 34-37, 2003.
- [19] Peng-Chun Lin, Huei-Tse Hou, Shu-Ming Wang, and Kuo-En Chang, "Analyzing knowledge dimensions and cognitive process of a project-based online discussion instructional activity using Facebook in an adult and continuing education course," *Elsevier Computers & Education*, Vol. 60, No. 1, Jan. 2013, pp. 110-121.

- [20] Mrinal Patwardhan and Sahana Murthy, "Teaching-Learning with Interactive Visualization: How to Choose the Appropriate Level?" *2012 IEEE International Conference on Technology Enhanced Education*, Jan. 2012, pp. 1-5.
- [21] W. Anderson and D. R. Krathwohl, "A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's educational objectives," NY: Longamn, 2001.
- [22] Karl L. Wuensch, "What is a Likert Scale? and How Do You Pronounce 'Likert?'," East Carolina University, Oct. 4, 2005.

三. 附件 Appendix

學生問卷回饋表單

親愛的先生/小姐您好：										
這是一份關於『基於 ADDIE 模型目標導向情境學習模式於電力管理實踐教學之學習成效研究』的學術性調查問卷，很高興您能參與這項研究，請根據您的真實感受作答，感謝您於百忙之中填寫此問卷。										
評量面向					1	2	3	4	5	
注意力										
1.本課程的上課模式讓我對電力品質訊號處理課程更感興趣。										
2.本課程的進行方式讓我更投入到電力品質訊號處理課程的學習。										
3.本課程的上課模式吸引我的注意力。										
4.課程的進行模式能幫助我更專注於電力品質訊號處理的學習內容。										
5.以本課程的進行模式能提升我的學習注意力。										
相關性										
1.我能將這門課所學的內容與自己的專業做連結。										
2.這門課與我的需求相關，且有助於實務能力提升。										
3.我能夠將這門課所學的內容和過去學過的知識與經驗連接起來。										
4.我覺得課堂中所學的知識與內容和自己生活中曾經思考過的議題有關。										
5.這門課所學的知識對我很有幫助。										
自信心										
1.當我知道此門課進行方式時，我覺得它會是一堂可以掌握的課。										
2.本課程的上課模式幫助我更有信心來學會這門課的內容。										
3.本課程的教學機制能幫助我在學習的過程中遇到困難時，也有信心去克服。										
4.在電力品質訊號處理課程中，有了本學期導入的教學機制，我有信心能夠學得更好。										
5.我有信心可以在本課程的教學機制下，表現得很好。										
滿意度										
1.我很滿意能夠透過本課程的教學機制來學習電力品質訊號處理。										
2.我很滿意在本課程的教學機制下所學到的電力品質訊號處理的專業知識。										
3.我覺得我在本課程教學機制下的課程表現，成績得到足夠的肯定。										
4.在本課程的活動小組中，我會很主動的參與。										
5.參與本課程之教學機制讓我覺得很開心。										
易用性										
1.透過本課程之教學機制，我可以更快理解課程內容。										

2.透過本課程教學機制下的教學活動與討論，我對課程專業知識變得更加理解且容易掌握。				
3.我認為參與本課程教學機制下的教學活動方式並不困難與複雜。				
4.熟練地運用本課程教學機制下的相互教學活動進行學習與討論，對我來說是輕而易舉的。				
5.學習如何將本課程教學機制下的教學活動做良好的運用，對我來說是簡單的。				
有用性				
1.本課程教學機制下的 ADDIE 模型之目標導向情境學習，能夠有效提升我對專業知識的吸收與運用。				
2.本課程教學機制下的翻轉教室報告，能夠有效增加我對課堂專業知識的記憶與理解。				
3.本課程教學機制下的相互教學法，可以更容易地持續促進我們的學習進度。				
4.本課程教學機制下的問題導向學習及場域實踐，可以促進我們對實務問題及應用之學習進度。				
5.本課程教學機制下的業師導入，可以促進我們對產業實務狀況之理解與應用面。				
使用意圖				
1.如果下次還有機會，我願意繼續採用本課程的教學機制來進行課堂活動與學習。				
2.在可能的情況下，我願意再以本課程的教學機制來修習其他課程。				
3.在本課程教學機制下，每次的專題報告發表過程中，我是積極且樂意的為他人解說成果與分享經驗。				
4.在本課程教學機制下，我會想要跟隨其引導的學習腳步踏實學習。				
5.整體而言，我對本課程的教學機制來引導學習感到滿意。				
其他建議或意見：				