

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PSK1090430

學門專案分類/Division：[專案]技術實作

執行期間/Funding Period：109/08/01 ~ 110/07/31

以 iLMS 搭配 UCAN 評估實作課程影像化對學生共通職能及專業職能之表現
(配合課程名稱/環境污染物分析實驗)

計畫主持人(Principal Investigator)：賴文亮

共同主持人(Co-Principal Investigator)：吳佩芬、邱俊彥

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

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)：2021 年 8 月 31 日

以 iLMS 搭配 UCAN 評估實作課程影像化對學生共通職能及專業職能之表現

一、研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

藉由教育部 107-108 學年度兩年之教學實踐計畫，除檢視兩種職路徑，包括環境保護衛生及職業安全衛生管理對系所基本素養與教學目標，前者對基本素養之影響較後者為顯著，甚至可直接影響教學目標，但後者只能透基本素養影響教學目標，並發現部分課程學生在專業能力期待與老師設計不同，特別是在「環境污染物分析實驗」的課程。因此，在 108 學年度針對「環境污染物分析實驗」透過實作教學影片配合第一年自行設計的問卷，發現教學影片介入後對於學生學習成效有顯著影響，並以該課程對準的下水道乙級水質技術士證照進行學生訓練，全程完成參與訓練 10 位同學均通過筆試及實作考試，取得畢業專業證照門檻。配合中長程校務發展及高教深耕計畫推動大專校院就業職能平台(University Career and Competency Assessment Network, UCAN)導入系所專業課程，作為學生在共通職能及專業職能自我評量之工具，且學校建立數位學習平台 EE-CLASS(原是 iLMS)，可提供教師進行課程線上教學活動設計，故本研究目的為透過實作影片教學及數位線上學習系統進行下列事項之評估：

1. 學生多元學習成效及客觀評量項目如專業測驗與作業學習之影響。
2. 學生在 UCAN 共通職能及專業職能之自我評量變化。
3. 學生在 UCAN 共通職能及專業職能教學能量回饋分析。

二、文獻探討(Literature Review)

教育訓練進行方式大致可分為三類，分別為單向講述法、實地演練法、群體增進法(周瑛琪、顏如妙, 2010; 黃郁仁等人, 2010)，單向講述法為講師單向對受訓者進行講授，受訓者是被動接受教育訓練內容，例如傳統講述型教學、影音教學、線上數位影音教學；實地演練法為受訓者可主動參與學習過程的訓練方式，例如師徒制由資深人員帶領新進人員，新進人員不僅可直接接受資訊內容，也可透過觀察學習到一些內隱知識，工作輪調將員工輪流調動在不同部門，讓員工學習多種職務的技能，又不會耽誤到整體工作進度；群體增進法為增進群體互動或團隊效率的一種訓練方式，例如團隊競賽。彭鳳鶯等人(2015)研究結果發現目前職業安全衛生教育訓練的類型以講師講授為最大宗，其次是觀看影片，第三則是職災案例討論。

數位學習管理系統就是將教材進行電子化，使用者可透過個人電腦、智慧型手機、平板電腦等等，在任何時間地點連接網路就可以進行學習的模式，打破了時空限制，受訓者適性度高，可以用自己的步調來進行學習，重複觀看的特性能幫助學習者回憶起教學情境及重新思考問題，有效提升學習成效(賴膺守等人, 2011)。圖 1 為線上數位學習對雇主及員工之優勢分析，對於雇主來說，目前網路上有許多免費易上手的影音編輯軟體，相較於以前，可以利用更低的成本即可製作出影音教材，線上數位學習也可讓受訓者自行利用時間學習，不影響原本工作排成，因此有效降低了時間及金錢的成本，還可隨時分享最新情報，另外透過學習管理系統的後台記錄受訓者的學習狀況，也可以方便管理學習效果，這是一種隨著電腦網路發展出來的網路非同步學習(陳怡鈞, 2016; 黃新峰等人, 2010)。



圖 1 線上數位學習對雇主及員工之優勢分析

教育訓練評鑑可用來測量受訓者對於課程的體驗和學習成果不同程度的反應，藉此證明訓練的成效，並可衡量目標是否達成，一般探討評鑑層級的模式雖然不少，但大體不脫 Kirkpatrick(柯氏四級培訓評估模式)的範圍，其層級依序為反映(Reaction)、學習(Learning)、行為(Behavior)和結果(Results)(楊松德，1998；簡建忠，1995)。劉淑芬(2007)先後討論五種常見的評估模式，最後歸納出多數與 Kirkpatrick 提出之理論相近。許宏明(1995)將 Kirkpatrick 四個評鑑層級中心議題整理如下：

1. 反應層級(Reaction Levels)

探討受訓者對於訓練方案反應如何，包括對教師態度、課程、教材、教學方法等的滿意程度。

2. 學習層級(Learning Levels)

受訓者是否因為接受訓練而獲得有關的知識、技能、態度，這方面可利用測驗等客觀且可衡量的方法決定。

3. 行為層級(Behavior Levels)

評估受訓者因為參加訓練而形成的行為改善的程度，其目的在量測受訓者將在訓練中所學習到的帶回工作崗位，也就是判斷學習移轉對實際工作的影響程度如何。

4. 結果層級(Result Levels)

探討教育訓練對組織績效的影響效果，這方面的成果一般可歸類為成本的減少、流動率及曠職率減少、抱怨減少、生產品質和量的增加、改善士氣等。

三、研究問題(Research Question)

本計畫依背景動機及過去執行教學實踐計畫成果，仍存在學生在課程參與度不足、自行設計問卷無法提供系所老師在不同課程進行學生學習效之比較，故期藉由數位學習系統及實作影片教學透過山 UCAN 共通與專業職能問卷期能解決下列三問題：

1. 吸引同學投入課程學習。
2. 多元學習評量之客觀量化成效。
3. 學生在 UCAN 共通及專業職能自我學習評量成效。

四、研究設計與方法(Research Methodology)

1. 實作場域介紹

透過教育部 107 學年度「環安衛專業應用型技術人才實踐教學」，整合系上多位教師完成勞動部乙級技術士下水道設施操作維護-水質檢驗學科及術科的證照考試講義，並藉由學校整體發展費用及老師們的產學計畫案，建置「勞動部乙級技術士下水道設施操作維護-水質檢驗術科」考場一間(圖 2A)，及模擬考場空間之上課教室(圖 2B)。



圖 2 實作場域(A)考場(U146) (B)模擬考場上課教室(U946)

2. 實作教學模式介紹

本計畫乃針對「環境污染物分析實驗」課程進行，研究思考流程如圖 3，背景機資料主要來自過去執行教學實踐計畫師生學生反思、每年之課程公聽會委員意見及文獻收集，透過歸納整理比較，進行教學模式及評量方式選擇，透過學校之 EECLASS(前一版為 iLMS)將多元評量之項目建置於系統中，課程活動操作(詳見圖 4)，將 18 週課程區分為不同授課主題，實作部分進行專業測驗前後測、期末則進行整組之反思報告、學期開始及結束則進行 UCAN 共通及專業職能問卷前後，並進行統計質量化分析討論。

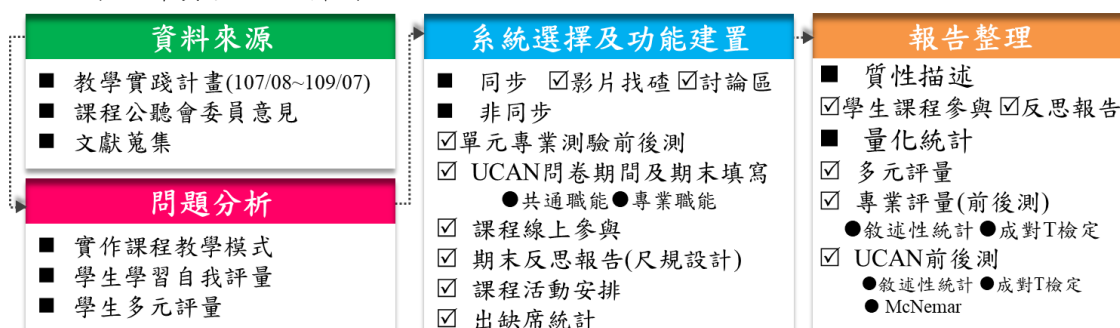


圖 3 「環境污染物分析實驗」課程計畫操作之研究思考流程

UCAN前後測(基本素養、專業素養、職涯興趣探索)



圖 4 「環境污染物分析實驗」課程活動設計及操作模式

3. 研究對象及授課大綱

本計畫對應實作課程為「環境污染物分析實驗」，參與學生為本系大學部三年級 43 名學生，各週課程進度如表 1。每週實作課程，在課程進行前 10 分鐘讓學生藉由手機進入 EE-CLASS 進行專業小考前測，之後則播放實作影片，教師再針對影片之重點進行教學說明，隨之同學進行實驗操作，操作過程，學生仍可透過教室大螢幕重覆播放學習，課程結束前 10 分鐘，再進行相同專業小考題目後測，以瞭解學生學習成效。同學實驗結束，必需依實驗報告規定格式進行線上繳交報告，截止時間設定為隔週上課前 1 天，以利教師批閱報告及可於適當時間與學生討論報告內容相關問題，作為學生修改報告之依據。參訪行程則有設定參訪心得報告，其運作模式如實驗報告繳交模式。學期末進行學生反思報告，並依據老師設定之六項題目進行反思檢討，2 位共課教師則依學生簡報表達進行八項共通職能之尺規評分，可與學生在共通職能自我評量討論其差異。

表 1 「環境污染物分析實驗」課程之授課大綱

週次	課程主題
1	環境污染物分析之簡介
2	專題演講－環境檢測業就業市場及發展變化
3	pH、濁度、導電度之測定
4	滴定法－氫氧化鈉標準溶液之配製及標定
5	滴定法－硫酸標準溶液之配製
6	滴定法－水中酸度及鹼度之檢測
7	滴定法/水中氯鹽之檢測(硝酸汞滴定法)
8	滴定法/硫代硫酸鈉標準溶液配製及標定
9	滴定法/水中化學需氧量之檢測
10	移地學習－仰山農場生態湖進行體驗參訪
11	滴定法/水中生化需氧量之檢測(BOD ₅)
12	重量法/水中懸浮固體之檢測
13	生物性檢測/水中大腸桿菌群數
14	比色法/水中硫酸鹽之檢測
15	比色法/水中正磷酸鹽之檢測
16	比色法/水中亞硝酸鹽氮之檢測
17	學習成果師生教學反思
18	

4. 研究方法及工具

本計畫問卷使用「大專校院就業職能平台」(University Career and Competency Assessment Network, UCAN)系統的共通八大職能(共 54 題)，其中溝通表達 7 題、持續表達 7 題、人際互動 6 題、團隊合作 7 題、問題解決 6 題、創新 6 題、工作責任及紀律 7 題及資訊科技應用 8 題；環境保護 4 項專業職能(共 15 題)及教學能量回饋(共 5 題)，題目則自行匯入於 EE-CLASS 之問卷項目，提供學生於課程開學前及結束後於系統中填寫。

經施測後，將問卷資料歸納整理，編碼登錄並輸入電腦後，使用統計套裝軟體 SPSS 22.0 版進行各項統計分析，質性及量化研究之資料分析方式是根據主題、概念或類似特徵，把資料組織成一些類別以進行系統性分析的過程。通常研究者可以運用編碼登錄的技巧，逐步將概念發展成主軸概念，以作為理論建構的基礎(林郁雅，2009)。



圖 5 UCAN 共通與專業職能問卷說明

本計畫使用的統計說明如下：

- (1). 描述性統計：分析本研究對象共通職能、專業職能、測驗、實驗報告、課堂表現及課後持續學習等多元評量指標各變項呈現情形，以平均值(Mean, M)、標準差 (Standard-deviation, SD)、次數分佈(N)、百分比(%)等統計量呈現其分析結果。
- (2). 推論性統計：
 - A. 單因子變異數分析(One-way ANOVA)：分析研究對象學習總成績分群與共通職能/專業職能/課程學習成效反應之差異情形。
 - B. 成對樣本 T 檢定(Paired-Sample-t-test)：針對學生專業測驗在實作影片教學與 EE-CLASS 數位學習系統運成之前後測比較。另學期所課程操作模式透過 UCAN 共通與專業職能之學生前後測自評分析，理解其在職能項之變化。
 - C. McNemar 卡方檢定：分析研究對象進行實務教材及輔助工具之教學及學習方式改善，並於介入前後進行學生實際操作評估學習成效之差異分析。
 - D. 重複量數單因子變異數分析(One-way ANOVA Repeated Measures)：用以考驗量表各構面因素間之相對重要性，若達顯著水準，表示各構面間有顯著差異，需進一步進行 LSD 事後比較。LSD 事後比較法：在 ANOVA 分析法，若 p 值達顯著水準($p < .05$)，表示組內至少有一對平均數之間有顯著差異，當各組人數不相等或想進行複雜的比較時，即以 LSD 事後比較法進行比較，以檢定各群組間之差異情形。
 - E. 徑路分析(Path-analysis)：分析教育訓練技巧影片的介入後，造成學生學習成效反應的影響路徑。

五、教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

1. 教學過程與成果

(1) 學生課程參與度

本課程評量採取多元評量方進行學習評量，包括線上作業(20%)、每週測驗(10%)、問卷填寫、線上學習記錄(20%)、出席率(10%)及加分項目(10%)，如圖 6。學生準時出席次數為 15 次 11 人，14 次 9 人，13 次 8 人，12 次 1 人，11 次 3 人，10 為 4 人，已達 80% 以下。分組作業繳交全班完成度為 100%，UCAN 共通職能(前測 100%/後測 86%)；UCAN 環境保護與衛生專業職能(前測 100%/後測 86%)。多元評量項目，整體呈現學生參與度甚高，達到 80 以上。整體學生之評量分數落於 60-99，90 分

以有 10 位同學，60-69 共 4 位，其它同學落於 70-89 間，班上同學成績呈現常態分佈之形式。

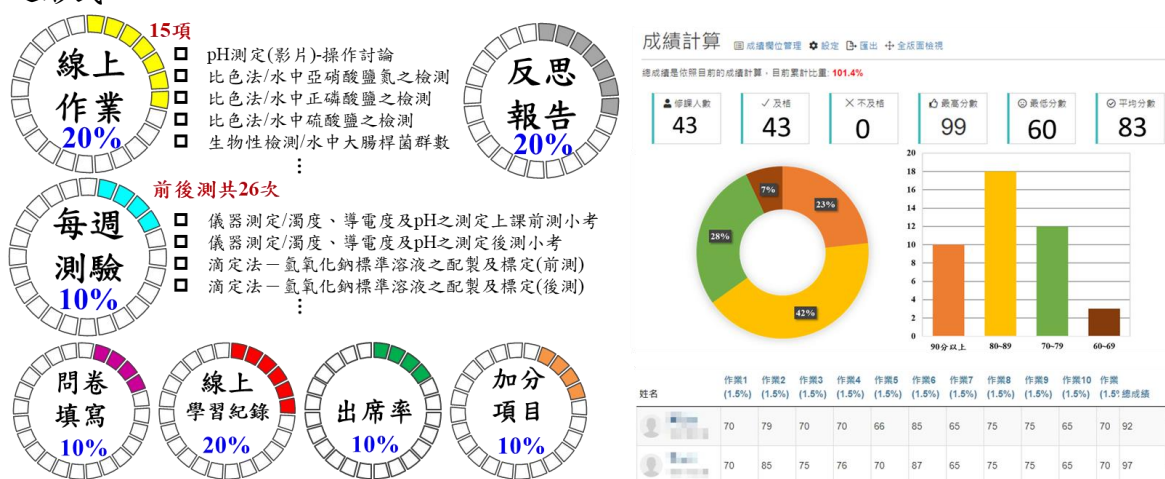


圖 6 多元學習評量項目、配分比及成績分佈

(2) 量化統計

(A) 專業評量之前後測

學生在各實作單元之專業前後測驗平均值及成對 t 檢定分析結果，整理如附件 1 及附件 2。由附表 1 及 2 得知，在實作課程主題之專業理解，後測成績明顯優於前測，且前後測平均值之差值在統計上呈現顯著差異，其中以生物性檢測最為明顯，電極法為最差。另在 6 種不同課程主題操作形態之學習報告平均值差異(附件 3)，以參訪仰山農場生態湖體驗參訪之報告平均值最高，且達統計上之顯著性，其次為比色法較參訪之學習報告成績為低，但均優於其它主題之學習報告成績，並呈現統計之顯著性差異，第三部分則是生物性檢定之學習報告成績，除低於參訪及比色法，均高於其它學習主題，並達到統計顯著。

綜合上述說明，依學生學習報告成績表現，未來在課程安排，可以思考不同排列組合，包括高、中及低或低、中及高或高、低及中進行安排，再進行比較不同課程學習報告成績表現變動之比較，作為隔年課程進度安排之依據，其目的仍在維持學生在多元評量的最佳表現。

根據學期多元評量成績進行 one-way ANOVA(單因子變異數分析)，將班上區分為低分組(後 27%)60-78 分、中分組(中 46%)79-88 分及高分組(前 27%)89-99 分，針對三群學生在不同測驗成績報告之表現，除電極法及滴定法二項在低分與中分群組有顯著差異外，但高分及低分群組未達顯著差異(附件 4)；另其餘各實作主題，在不同多元成績分群均未顯示明顯差異，其原因可能與報告為整組之評分報告，成績雖有差異但不明顯相關。

(B) UCAN 共通與專業職能問卷之前後測

附件 5 為學生在八項共通職能前後測問卷自我評量之平均值，附件 5 顯示八項共通職能在前後測平均值均落在 4 分以上，在五分量表呈現 80%之滿意。在前測部分，學生對工作責任及紀律之評量最高，在後測部分，則轉換成溝通表達，而溝通表達及持續學習兩項平均值部分，後測略高於前測，此部分推測應與實作課程採分組操作，且所有課程講義均置於 EE-CLASS，學生上網閱讀要求列為評分項，各組成員報告撰寫需註明同組成員之分工項目及組長進行組員對工作貢獻度說明及評分，成員間為完成工作，學員間的磨擦增多，溝通次數愈頻繁，自然同學在這二項的後測成績略顯增高應是可理解。整體而言，學生在共通職能之自我評量問卷差異(附件 6)，在八項均未呈現統計上的顯著性，此可能與後測部分，因第 13 週後受限

疫情採用線上同步教學，實作課程未能實際操作演練，雖有影片教學，但仍不能取代實作效果，均會影響學生在自我評量問卷填寫意願及對上課之滿意度。

對於共通職能/教學能量回饋問卷，10 項選項包括(1)專業知識、知能傳授(2)同學及老師人脈(3)課程實務/實作活動(4)業界實習(5)社團活動(6)語言學習(7)參與國際交流活動(8)志工服務服務學習(9)研究或教學助理(10)通識課程，只呈現「課程實務/實作活動」前後測答題結果整理於附件 7，透過 McNemar 卡方檢定，呈現統計上的顯著性(附件 8)，表示學生認為「課程實務/實作活動」可有效增共通職能，本課程亦屬實作課程，透過教學能量回饋問卷，實作課程對學生在共通職能表現有其效果。

附件 9 為學生在四項專業職能前後測問卷自我評量之平均值，附件 9 顯示四項專業職能僅「環境保護衛生之規劃」平均值低於 4 以上，在前測部分，學生對「環境保護衛生之系統操作」評量最高，在後測部分，其結果與前測結果具相同趨勢。關於學生專業職能之自我評量問卷前後差異(附件 10)，四項專業職能均未呈現統計上的顯著差異。三種成績族群對共通職能(附件 11)、專業職能(附件 12)之前後測問卷平均值，在統計上呈現無明顯差異性，三種成績族群之間與在群組內對專業職能前後測問卷平均值，在統計上呈現無明顯差異性(附件 13)，各組學生在反思報告反應第 13 週後採用線上同步教學，實作課程未能實際操作演練，均會影響學生在自我評量問卷填寫意願及對上課之滿意度。綜合上述分析，因應未來疫情需線上進行實作課程，課程操作模式值得探討及因應。

2. 教師教學反思

根據學生學習研究成果及反思，針對本學期授課課程主題及操作方式修正如表 2。

表 2 教學反思 18 週課程改善

週次	課程主題
1	環境污染物分析之課程簡介(新增儀器設備講解說明及工作分工要求)(多元評量要求說明系統操作)
2	專題演講－環境檢測業就業市場及發展變化
3	pH、濁度、導電度之測定(前後測驗題目修正)
4	滴定法－氫氧化鈉標準溶液之配製及標定(前後測驗題目修正)(修正作業格式範本)(時間控制)
5	滴定法－硫酸標準溶液之配製(前後測驗題目修正)(修正作業格式範本)(時間控制)
6	滴定法－水中酸度及鹼度之檢測(前後測驗題目修正)(修正作業格式範本)(時間控制)
7	滴定法/水中氯鹽之檢測(硝酸汞滴定法(前後測驗題目修正)(修正作業格式範本)(時間控制)
8	滴定法/硫代硫酸鈉標準溶液配製及標定(前後測驗題目修正)(修正作業格式範本)(時間控制)
9	滴定法/水中化學需氧量之檢測(前後測驗題目修正)(修正作業格式範本)(時間控制)
10	移地學習(保留)修正學習心得報告
11	滴定法/水中生化需氧量之檢測(BOD ₅)(前後測驗題目修正)(修正作業格式範本)(時間控制)
12	重量法/水中懸浮固體之檢測(前後測驗題目修正)(修正作業格式範本)(時間控制)
13	生物性檢測/水中大腸桿菌群數(前後測驗題目修正)(修正作業格

週次	課程主題
	式範本)(時間控制)
14	比色法/水中硫酸鹽之檢測(前後測驗題目修正)(修正作業格式範本)(時間控制)
15	比色法/水中正磷酸鹽之檢測(前後測驗題目修正)(修正作業格式範本)(時間控制)
16	比色法/水中亞硝酸鹽氮之檢測(前後測驗題目修正)(修正作業格式範本)(時間控制)
17	下水道乙級技術士考照經驗及訓練分享(新增)
18	學生課程反思報告(修正反思報告格式)

3. 學生學習回饋

針對學生學習反饋意見整理如下”

(1) 依本課程之學習經驗，若未來學習相近之實作課程，各組會如何因應：

各組同學共提出 26 點說明，經整理發現主要在課前影片預習、工作分工、學習討論及團隊溝通四大部分。

(2) 自我評價學習態度是否滿意？

依共同職能進行 5 分量表評分，在創新部分整體顯得低於其它共通職能項目。

(3) 學期教學模式，有需要再調整部分

- 希望老師播放實驗影片中可以暫停，介紹重要畫面講解影片的內容或一些要注意的事項。
- 課堂可以多出一點問題探討，使用手機查詢答案、有討論過的問題不容易遺忘。
- 可以請有考取證照的學長姐分享考試的心得，或考試需注意事項，未來請老師納入考量。
- 在第一次上課時，我覺得需要讓同學了解實驗室有哪些實驗器材，因為不是全部的同學都做過實驗，所以有可能會對實驗器材不了解，所以我覺得可以第一次的課程讓同學認識器材。
- 強制性的給每組每位同學責任，這樣不僅可以克制懶散的同學，在實驗室以責任制的方式，誰沒達到就扣分，諸如此類，避免老師在台上上課，學生在台下玩手機，實驗時交給同學做。

(4) 本學期實際操作課程(第 4~12 週實驗項目)及遠距教學課程(第 13~16 週實驗項目)之差異？

- 實驗操作課程，可以親身體驗及以動作複習，遠距採用影片理解，不太能確定到時候考試會不會有印象。
- 實作課程有比較多的同儕互動，遠距則只能各自理解課程內容。
- 遠距上課比較容易被家人干擾，實際在學校操作比較容易印象深刻。

六、建議與省思(Recommendations and Reflections)

- 未來課程每週操作模式可參酌教師反思進行，並進行相同的多元評量及瞭解學生在 UCAN 職能自我評量變化。
- 透過學生反思建議，可持續改善課程操作方式，教學實踐計畫提供老師現場教學問題改善所需資源。
- 在多元成績評量項目及權重值，未來可因應線上學習系統功能及學生學習成效進行調整及變化，另系統之即時回饋、報告同儕評分及線上閱讀時間或次數均可作為評量參考選項之一。
- 針對計畫成果簡報可提供於校內開放平台提供同仁參考及討論。

5. 關於 UCAN 各項職能權重值設定，本研究提良好的參考，未來會在系所課程委員會提出作為同質性課程修正之參考。

參考文獻(References)

- 楊奕農、柴蕙質(2002) 非同步網路學習成效及影響因素之計量分析：經濟學課程個案研究。科學教育學刊，10(2)，193 - 210。
- 陳怡鈞(2016) 企業行動學習研究之趨勢分析，國立臺灣大學，圖書資訊學研究所碩士論文。
- 黃新峰、陳子建、劉洲男(2010)。網路互動式多媒體教學平台建置並應用於高中數學。數位教學暨資訊實務研討會，第五屆，P870-886。
- 楊松德編(1998) 企業訓練專業人員工作手冊，台北:行政院勞工委員會職業訓練局。
- 簡建忠(1995) 人力資源發展，臺北:五南圖書出版公司。
- 劉淑芬(2007) 企業教育訓練評鑑方法應用之研究~Kirkpatrick 四層次模式理論分析的觀點，國立中正大學，成人及繼續教育所博士論文。
- 許宏明(1995) 高科技產業的教育訓練制度與組織績效之相關性研究，中央大學，企業管理研究所未出版之碩士論文。
- 林郁雅(2009) 幼稚園教師利用博物館實施校外教學之研究—以參觀臺北市立天文科學教育館為例，國立臺灣師範大學，社會教育學系碩士論文。

附件(Appendix) (請勿超過 10 頁)

與本研究計畫相關之研究成果資料，可補充於附件，如學生評量工具、訪談問題等等。

附件 1 實驗專業知識測驗前後測平均值

課程主題	項目	數目	平均數	
			前測	後測
電極法	pH 及濁度	2 項	47.18	61.54
重量法	水中懸浮固體之檢測	1 項	17.84	44.86
生物性檢測	水中大腸桿菌群數	1 項	34.84	90.32
滴定法	氫氧化鈉標準溶液之配製及標定、硫酸標準溶液之配製、水中酸度及鹼度之檢測、水中氯鹽之檢測(硝酸汞滴定法)、硫代硫酸鈉標準溶液配製及標定、水中化學需氧量之檢測、水中生化需氧量之檢測(BOD ₅)	7 項	41.91	71.51
比色法	水中硫酸鹽之檢測、水中正磷酸鹽之檢測、水中亞硝酸鹽氮之檢測	3 項	33.64	59.61

附件 2 實驗專業知識測驗前後測成對 t 檢定分析

項目	成對差異數					T	df	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準 偏差	標準錯誤 平均值	95% 差異數 信賴區間				
				下限	上限			
電極法/2 項實驗	-14.36	36.69	5.88	-26.25	-2.47	-2.44	38	0.02
重量法/1 項實驗	-27.03	25.91	4.26	-35.67	-18.39	-6.34	36	0.00
生物性檢測/1 項實驗	-55.48	24.61	4.42	-64.51	-46.46	-12.55	30	0.00
滴定法/7 項實驗	-29.60	17.02	2.59	-34.83	-24.36	-11.41	42	0.00
比色法/3 項實驗	-25.97	20.40	3.11	-32.25	-19.69	-8.35	42	0.00

附件 3 不同單元主題作業成績表現之差異性

(I) factor	(J) factor	平均 差異 (I-J)	標準 錯誤	顯著性 ^b	95% 差異的 信賴區間 ^b	
					下限	上限
1、電極法/2 項實驗	2	-5.14*	1.33	0	-7.83	-2.45
	3	1.25	1.74	0.48	-2.28	4.78
	4	-16.42*	0.97	0	-18.28	-14.56
	5	-0.76	0.87	0.39	-2.53	1.01
	6	-8.30*	1.4	0	-11.14	-5.45
2、生物性檢測/1 項	1	5.14*	1.33	0	2.45	7.83
	3	6.39*	1.63	0	3.07	9.71
	4	-11.28*	1.15	0	-13.61	-8.94
	5	4.38*	1.11	0	2.12	6.63
	6	-3.16*	1.27	0.02	-5.74	-0.58

(I) factor	(J) factor	平均 差異 (I-J)	標準 錯誤	顯著性 ^b	95% 差異的 信賴區間 ^b	
					下限	上限
3、重量法/1 項	1	-1.25	1.74	0.48	-4.78	2.28
	2	-6.39*	1.63	0	-9.71	-3.07
	4	-17.67*	1.93	0	-21.58	-13.75
	5	-2.01	1.46	0.18	-4.98	0.95
	6	-9.55*	2.04	0	-13.69	-5.4
4、仰山農場生態湖體驗參訪	1	16.42*	0.92	0	14.56	18.28
	2	11.28*	1.15	0	8.94	13.61
	3	17.67*	1.93	0	13.75	21.58
	5	15.66*	0.93	0	13.77	17.54
	6	8.12*	1.22	0	5.65	10.6
5、滴定法/7 項	1	0.76	0.87	0.39	-1.01	2.53
	2	-4.38*	1.11	0	-6.63	-2.12
	3	2.01	1.46	0.18	-0.95	4.98
	4	-15.66*	0.93	0	-17.54	-13.77
	6	-7.53*	1.59	0	-10.76	-4.31
6、比色法/3 項	1	8.30*	1.4	0	5.45	11.14
	2	3.16*	1.27	0.02	0.58	5.74
	3	9.55*	2.04	0	5.4	13.69
	4	-8.12*	1.22	0	-10.6	-5.65
	5	7.53*	1.59	0	4.31	10.76

附件 4 三種學習成績族群對應不同授課單元測驗成績差異性分析(LSD)

因變數	(I) 成績 分組	(J) 成績 分組	平均 差異	標準 錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
						下限	上限
電極法/2 項實驗	1(低分組)	2	34.97*	12.96	0.01	8.71	61.22
		3	14.56	14.44	0.32	-14.71	43.8
	2(中分組)	1	-34.97*	12.96	0.01	-61.22	-8.71
		3	-20.42	12.96	0.12	-46.67	5.83
	3(高分組)	1	-14.55	14.44	0.32	-43.8	14.71
		2	20.42	12.96	0.12	-5.83	46.67
重量法/1 項	1(低分組)	2	-2.34	10.68	0.83	-24.02	19.35
		3	4.24	11.76	0.72	-19.63	28.12
	2(中分組)	1	2.34	10.68	0.83	-19.35	24.02
		3	6.58	10.01	0.52	-13.75	26.91
	3(高分組)	1	-4.24	11.76	0.72	-28.12	19.63
		2	-6.58	10.01	0.52	-26.91	13.75
生物性檢測/1 項	1(低分組)	2	13.28	13.62	0.34	-14.57	41.14
		3	9	14.58	0.54	-20.81	38.81
	2(中分組)	1	-13.28	13.62	0.34	-41.14	14.57

因變數	(I) 成績 分組	(J) 成績 分組	平均 差異	標準 錯誤	顯著性	95% 信賴區間	
						下限	上限
	3(高分組)	3	-4.28	9.72	0.66	-24.16	15.59
		1	-9	14.58	0.54	-38.81	20.81
		2	4.28	9.72	0.66	-15.59	24.16
滴定法/7 項	1(低分組)	2	15.69*	5.75	0.01	4.07	27.31
		3	11.81	6.54	0.08	-1.41	25.04
	2(中分組)	1	-15.69*	5.75	0.01	-27.31	-4.07
		3	-3.88	6.05	0.53	-16.11	8.35
	3(高分組)	1	-11.81	6.54	0.08	-25.04	1.41
		2	3.88	6.05	0.53	-8.35	16.11
比色法/3 項	1(低分組)	2	6.25	7.23	0.39	-8.36	20.87
		3	15.03	8.23	0.08	-1.59	31.66
	2(中分組)	1	-6.26	7.23	0.39	-20.87	8.36
		3	8.78	7.61	0.26	-6.6	24.16
	3(高分組)	1	-15.03	8.23	0.08	-31.66	1.59
		2	-8.78	7.61	0.26	-24.16	6.6

附件 5 UCAN 共通職能成對樣本統計(N=37)

項目	平均數	
	前側	後側
溝通表達	4.05	4.14
持續學習	4.05	4.08
人際互動	4.17	4.08
團隊合作	4.15	4.09
問題解決	4.14	4.02
創新	4.01	4.01
工作責任及紀律	4.25	4.12
資訊科技應用	4.12	4.11

附件 6 UCAN 共通職能成對樣本(前後測)T 檢定(N=37)

前後測	成對差異數					T	df	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準 偏差	標準錯誤 平均值	95% 差異數的信賴區間				
				下限	上限			
溝通表達	-0.09	0.7	0.11	-0.32	0.14	-0.81	36	0.42
持續學習	-0.03	0.59	0.1	-0.23	0.17	-0.32	36	0.75
人際互動	0.09	0.81	0.13	-0.18	0.35	0.65	36	0.52
團隊合作	0.06	0.74	0.12	-0.19	0.3	0.48	36	0.64
問題解決	0.12	0.75	0.12	-0.13	0.37	0.96	36	0.35
創新	0.00	0.75	0.12	-0.25	0.25	0.00	36	1
工作責任及紀律	0.13	0.64	0.11	-0.09	0.34	1.21	36	0.24
資訊科技應用	0.01	0.69	0.11	-0.22	0.24	0.12	36	0.91

附件 7 UCAN 共通職能/教學能量回饋問卷(交叉分析)

		課程實務/實作活動(後測)		總計
		無	有	
課程實務/實作活動 (前測)	無	2	12	15
		40.0%	40.6%	40.5%
	有	3	19	22
		60.0%	59.4%	59.5%
總計		5	32	37
		100%	100%	100%

附件 8 UCAN 共通職能/教學能量回饋問卷(卡方測試)

	數值	精確顯著性(雙尾)
McNemar		.021 ^a
有效觀察值個數	37	

a. 使用二項式分配。

附件 9 UCAN 專業職能成對樣本統計(N=37)

項目	平均數	
	前側	後側
環境保護衛生之影響評估	4.08	4.06
環境保護衛生之科學運用	4.05	4.03
環境保護衛生之系統操作	4.12	4.11
環境保護衛生之規劃	3.91	3.86

附件 10 UCAN 專業職能成對樣本(前後測)T 檢定(N=37)

前後測	成對差異數					T	df	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準 偏差	標準錯誤 平均值	95% 差異數的信賴區間				
				下限	上限			
環境保護衛生之 影響評估	0.02	0.95	0.16	-0.30	0.34	0.13	36	0.90
環境保護衛生之 科學運用	0.02	0.79	0.13	-0.24	0.28	0.16	36	0.88
環境保護衛生之 系統操作	0.01	0.74	0.12	-0.24	0.25	0.04	36	0.97
環境保護衛生之 規劃	0.04	0.88	0.14	-0.25	0.33	0.28	36	0.78

附件 11 三種學習成績族群對應共通職能滿意度平均值比較

項目(平均)		N	平均數	標準 偏差	標準 錯誤	95% 差異數 信賴區間		最小值	最大值
						下限	上限		
溝通表達	1(低分組)	9	3.98	0.84	0.28	3.34	4.63	3	5
	2(中分組)	17	4.22	0.65	0.16	3.88	4.55	3	5
	3(高分組)	11	4.16	0.48	0.14	3.83	4.48	3	5
	總計	37	4.14	0.65	0.11	3.93	4.36	3	5
持續學習	1(低分組)	9	4	0.88	0.29	3.33	4.67	3	5

項目(平均)		N	平均數	標準 偏差	標準 錯誤	95% 差異數 信賴區間		最小值	最大值
						下限	上限		
	2(中分組)	17	4.14	0.6	0.14	3.84	4.45	3	5
	3(高分組)	11	4.04	0.62	0.19	3.62	4.46	3	5
	總計	37	4.08	0.66	0.11	3.86	4.3	3	5
人際互動	1(低分組)	9	4	0.87	0.29	3.33	4.67	3	5
	2(中分組)	17	4.14	0.69	0.17	3.78	4.49	3	5
	3(高分組)	11	4.06	0.56	0.17	3.68	4.44	3	5
	總計	37	4.08	0.68	0.11	3.85	4.31	3	5
團隊合作	1(低分組)	9	4.1	0.9	0.3	3.41	4.79	3	5
	2(中分組)	17	4.11	0.56	0.14	3.82	4.4	3	5
	3(高分組)	11	4.05	0.52	0.16	3.7	4.4	3	5
	總計	37	4.09	0.63	0.1	3.88	4.3	3	5
問題解決	1(低分組)	9	3.98	0.87	0.29	3.31	4.65	3	5
	2(中分組)	17	4.05	0.63	0.15	3.72	4.37	3	5
	3(高分組)	11	4	0.67	0.2	3.55	4.45	3	5
	總計	37	4.02	0.69	0.11	3.79	4.25	3	5
創新	1(低分組)	9	3.98	0.87	0.29	3.31	4.65	3	5
	2(中分組)	17	4.03	0.64	0.15	3.7	4.36	3	5
	3(高分組)	11	4	0.6	0.18	3.6	4.4	3	5
	總計	37	4.01	0.67	0.11	3.79	4.23	3	5
工作責任 及紀律	1(低分組)	9	3.9	0.88	0.29	3.23	4.58	3	5
	2(中分組)	17	4.13	0.57	0.14	3.84	4.43	3	5
	3(高分組)	11	4.29	0.55	0.17	3.92	4.65	3	5
	總計	37	4.12	0.65	0.11	3.91	4.34	3	5
資訊科技 應用	1(低分組)	9	4.03	0.88	0.29	3.35	4.7	3	5
	2(中分組)	17	4.06	0.55	0.13	3.78	4.34	3	5
	3(高分組)	11	4.25	0.54	0.16	3.89	4.61	4	5
	總計	37	4.11	0.63	0.1	3.9	4.32	3	5

附件 12 三種學習成績族群對應專業職能滿意度差異性分析

項目		N	平均數	標準 偏差	標準 錯誤	平均值的 95% 信賴區間		最小值	最大值
						下限	上限		
環境保護衛生 之影響評估	1(低分組)	8	4	0.93	0.33	3.23	4.77	3	5
	2(中分組)	18	4.06	0.73	0.17	3.69	4.42	2.5	5
	3(高分組)	11	4.11	0.64	0.19	3.69	4.54	3.25	5
	總計	37	4.06	0.73	0.12	3.82	4.3	2.5	5
	1(低分組)	8	4	0.93	0.33	3.23	4.77	3	5

項目		N	平均數	標準 偏差	標準 錯誤	平均值的 95% 信賴區間		最小值	最大值
						下限	上限		
環境保護衛生 之科學運用	2(中分組)	18	4.1	0.63	0.15	3.78	4.41	3	5
	3(高分組)	11	3.95	0.8	0.24	3.41	4.5	3	5
	總計	37	4.03	0.73	0.12	3.79	4.28	3	5
環境保護衛生 之系統操作	1(低分組)	8	3.98	0.73	0.26	3.37	4.58	3	5
	2(中分組)	18	4.24	0.68	0.16	3.91	4.58	3	5
	3(高分組)	11	4	0.67	0.2	3.55	4.45	3.4	5
	總計	37	4.11	0.68	0.11	3.89	4.34	3	5
環境保護衛生 系統之規劃	1(低分組)	8	4	0.93	0.33	3.23	4.77	3	5
	2(中分組)	18	3.75	0.73	0.17	3.39	4.11	2.5	5
	3(高分組)	11	3.95	0.85	0.26	3.38	4.53	3	5
	總計	37	3.86	0.8	0.13	3.6	4.13	2.5	5

附件 13 三種學習成績族群對應專業職能滿意度變異數分析

項目		平方和	df	平均值平方	F	顯著性
環境保護衛生之影響評估	群組之間	0.061	2	0.03	0.05	0.95
	在群組內	18.99	34	0.56		
	總計	19.05	36			
環境保護衛生之科學運用	群組之間	0.15	2	0.08	0.13	0.88
	在群組內	19.25	34	0.57		
	總計	19.4	36			
環境保護衛生之系統操作	群組之間	0.6	2	0.3	0.64	0.53
	在群組內	16	34	0.47		
	總計	16.6	36			
環境保護衛生系統之規劃	群組之間	0.47	2	0.24	0.36	0.7
	在群組內	22.35	34	0.66		
	總計	22.82	36			