

### 【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式

#### 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：PSK1080233

學門專案分類/Division：技術實作

執行期間/Funding Period：民國 108 年 8 月 1 日至 109 年 7 月 31 日

(計畫名稱/兼具大學社會責任及專業證照導向之課程設計-以環境污染物分析為例)

(配合課程名稱/環境污染物分析；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)：大仁科技大學

環境與職業安全衛生系

成果報告公開日期：

☐立即公開 ☒延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：民國 108 年 9 月 8 日

## 摘要

本計畫針對本校環境與職業安全衛生系(以下簡稱本系)日 4 技學生 108-2 之專業課程「環境污染物分析實驗」，除於上課前完成 13 套課程相關實驗之影音教材及進行問卷設計，包括學生基本資料、教育目標、基本素養及專業職能，並架設於校內數位教學平台，方便學生於上課前後透過行動載具填寫，再藉由成對樣本檢定(Paired-Sample-t-test)進行學生學習前後測分析，及學生課程學習心得反饋，並針對問卷重要結果說明如下：

研究結果顯示，在學生基本資料，半數學生雖屬學習意願低落，但 13 項實驗課程導入實作影片之線上教學，透過線上測驗前後測分析，結果皆達顯著差異，代表學生學習明顯進步。學生在不同教學主題中對教學目標學習成效分析，以平均數由大至小排序是「讓學生具備實務的操作能力」、「建構職場的安全文化」及「培養學生環境關懷能力」；在基本素養教學項目中，由大至小前三項分別是「團隊合作」、「工作責任及紀律」與「人際互動」；環境保護與衛生(職能)學習成效部分，由大至小前三項分別是「環境採樣分析能力」、「評估及改善環境污染的問題」與「推廣環境教育能力」。學生多元學習成績低分群組每週打工時間明顯高於中、高群組者；高分群組及低分群組在學習目標之「讓學生具備實務的操作能力」與基本素養中「問題解決能力」之學習成效，兩群間有明顯差異。在學生課程反思部分，學生對影片教學導入課程，普遍反應可增加對實驗之理解程度及減少實驗錯誤，呈現正向反應。

**關鍵字：**環境污染物分析實驗；數位教學平台；實作影片；學習反思

## ABSTRACT

This program was aimed at the learning change of 31 students studied in the four-years education system course of "environmental pollutant analysis experiment" for the Department of Environment and Occupational Safety and Health in Tajen University. Before the start of course, the completion of 13 audio-visual films of course-related experiments and questionnaire design, including the individual information, educational objectives, basic literacy and professional literacy were conducted and set up on iLMS learning platform to facilitate students to complete pre- and post-test analysis of student learning on each kind of curriculums as well as analyze the feedback from student learning experiences.

Current results show that according to the preliminary investigation information, although half of the students are low willingness to learn, 13 audio-visual films of course-related experiments, through the online test before and after the analysis, the results are significantly different, representing the improvement of students' learning progress. Regarding to the learning effectiveness of teaching objectives in different teaching topics, its order is followed by "to enable students to have practical operational skills", "to build a safe culture in the workplace" and "to develop students' environmental care skills". For the top three basic literacy teaching programs, "teamwork", "work responsibility and discipline" and "interpersonal interaction" are in order. Finally, the learning effectiveness of environmental protection and health is followed by "environmental sampling and analysis ability", "assessing and improving environmental pollution problems" and "promoting environmental education capacity".

In comparison between the low-achieving group of students' multi-learning and the middle and high-level groups, worked time in each week for former was higher than that for the later, revealing significant differences in terms of learning objectives of "allowing students to have practical operational ability" and "problem-solving ability" in basic literacy. In the reflection part of the student curriculum, the general response of the students to the video teaching introduction course can increase the understanding of the experiment and reduce the experimental error, showing a positive response.

**Keywords:** Environmental Pollutant Analysis Experiment; Interaction & Integrate & Internet Learning Management ; Implement films ; Curriculum reflection

## 目錄

一. 報告內文(Content) .....	1
1.研究動機與目的(Research Motive and Purpose) .....	1
(1) 研究動機 .....	1
(2) 研究目的 .....	1
2.文獻探討(Literature Review) .....	1
(1) 實驗課程之教學實踐 .....	2
(2) 學生學習成效 .....	3
3.研究問題(Research Question) .....	3
4.研究設計與方法(Research Methodology) .....	4
(1) 研究架構 .....	4
(3) 研究範圍及對象 .....	6
(4) 研究方法及工具 .....	6
(5) 資料處理與分析 .....	6
(6) 實施程序 .....	6
5.教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes) .....	6
(1) 學生基本資料 .....	6
(2) 課程學習成效 .....	7
(3) 學生在教學目標、基本素養及專業職能之教學成效分析 .....	10
(4) 學生在各實驗單元之學習回饋 .....	10
6.建議與省思(Recommendations and Reflections) .....	10
二. 參考文獻(References) .....	11
三. 附件(Appendix) .....	11

# 兼具大學社會責任及專業證照導向之課程設計-以環境污染物分析為例

## 一. 報告內文(Content)

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

#### (1) 研究動機

環安衛專業人才培養標準的制定應從兩方面重點考慮，一方面從關注教師教學行為轉變為關注教學環節的安排，另一方面從關注學生考試分數轉變為關注學生的學習態度和學習過程。周作明、荊國華&呂碧洪(2016)文章引用2004年美國工程院的《2020工程師：新世紀工程展望》報告中明確提出對未來優秀工程師的要求與期望，指出未來工程師應具備分析問題和解決問題的能力，以及實踐、創造、溝通、管理、倫理、終身學習等方面的能力。

系所在大三下學期“環境污染物分析”及“環境污染物分析實驗”，由於兩門課程內容與化學專業知識緊密扣連，加上學生過去背景均屬高工職的電機、汽修及機械學生，如何簡化課程文字說明，轉換圖像及重覆演練實驗過程，及提供優良的實作練習場域，及學習與解決問題的目標設定，均是系所老師需思考的改善重點。系所於106年3月通過勞動部乙級技術士下水道設施操作維護-水質檢驗考場設置，亦於107年2月第一次舉辦乙級技術士下水道設施操作維護-水質檢驗術科考試，且本計畫團隊通過教育部107學年度「環安衛專業應用型技術人才實踐教學」的補助計畫，配合學校執行高教深耕計畫，推動系所學生在畢業專業證照門檻之規定，(1)取得專業核心證照1張；(2)通過專業核心證照筆試及格與1張相關專業證照；(3)2張相關專業證照，及提供新圍社區發展協會關注的新圍大排水的水質監測及水質環境教育，透過系所大三下學開設的“環境污染物分析”及“環境污染物分析實驗”之課程大綱、上課內容與方式及評量修訂，讓學生藉由關懷社區及社區互動過程，引發學生對專業課程之興趣，進而主動學習，提昇乙級技術士下水道設施操作維護-水質檢驗之考照率。

#### (2) 研究目的

學生在“勞動部乙級技術士下水道設施操作維護-水質檢驗”之證照術科考試之軟硬體應已完備，但在提昇考照意願，除需在“環境污染物分析實驗”之專業課程大綱、上課內容與方式及評量修訂，及藉由關懷社區及社區互動過程，認同社區，提昇學生主動學習及解決社區之問題之態度，讓學生擔負大學社會責任，增強專業信心，轉動學生考照意願，方便學生進入環境檢測市場之競爭力，故本計畫之主題目的如下：

- A. 建置「乙級技術士下水道設施操作維護-水質檢驗」實作過程影片。
- B. 完成「大仁科技大學環境與職業安全衛生系學生學習成效反應問卷調查」。
- C. 進行社區新圍大排定期水質監測。
- D. 鼓勵學生參與社區發展協會活動。
- E. 重建實務專題、實作課程與實習整合設計。
- F. 增進學生在環境污染物分析實驗專業學習成效。
- G. 瞭解不同實驗授課類型導入教學影片暨專家演講對學生在教育目標、基本素養及專業職能提昇之差異性。

### 2. 文獻探討(Literature Review)

高等教育的任務就是培養具有創新精神和創新能力的專門人才，台灣教育部 2017 年推動的「大學社會責任實踐計畫」提到，大專校院的社會責任包含了四大方向：1.強化區域產學的鏈結，協助在地產業發展與升級；2.連結區域學校資源，協助城鄉教育與產業的發展；3.落實大學社會責任，推動師生社會創新；4.促進區域學校學生連結在地就業，提升在地就業率。環安衛專業的創新教育應依託課程實驗、實習、課程設計、實務專題或畢業論文等實踐教學環節及大學生創新創業活動，其中國內科技大學實務專題或畢業論文由於承載了綜合運用所學專業知識解決實際問題的使命，另如何藉由解決緊鄰社區環境問題，讓學生提昇專業能力，亦是培養大學生作中學及學中作，衍生多元創新能力、實踐能力和創業能力的重要環節。

## (1) 實驗課程之教學實踐

環安衛專業實驗教學是對環境學科基本知識、理論和技能的驗證、鞏固、創新和深化，通過理論與實踐相結合的實驗教學，將書本知識轉化為專業技能、職業素養，培養學生的創新思維、研究能力和專業技術綜合應用能力。學生參與實驗設計，通過與實驗指導老師一起設計實驗，學生對所掌握的理論知識進行一次生動的複習，同時培養學生設計實驗的能力。柴立元&王雲燕 (2005)說明綜合性、設計性及研究性探索性實驗。(1)綜合性實驗：是指實驗內容涉及相關的綜合知識或用綜合性實驗方法、實驗手段，對學生的知識、能力及素養形成綜合性的學習與培養的實驗，其可開設於大學高年級，幫助其順利渡過讀研究所或走向社會與工作崗位前的磨合期。(2)設計性實驗：學生在老師設計指導下，根據設定的實驗目的和實驗條件，自己設計實驗方案，確定實驗方法、選擇實驗器材及擬定實驗操作程序，最後藉由自己對實驗結果進行分析處理。(3)研究性探索：是指學生在教師指導下，在自己的研究領域或教師選定的學科方向，針對某一或某些選定研究目標所進行的具有研究、探索性質的實驗，是學生早期參加科學研究，教學科研的早期結合的一種重要形式，最後學生要寫出實驗總結報告，是對學生綜合分析和表達能力的有效鍛鍊。

王建兵、何緒文與王春榮 (2009)在其系所開設綜合型、設計型和研究型實驗，教學過程中教師只對學生提出實驗要求、提供實驗材料，負責指導和檢查實驗結果。學生查閱有關方面的文獻資料，寫出綜合實驗方案，完成實驗和分析實驗結果，編寫實驗報告或研究論文，同時間，任課老師需保證實驗室在時間、場地、設備等方面進行全方位開放。另對於一般實驗儀器的使用，學生需自己參閱儀器使用說明書，對大型精密設備，採取定期舉行大型儀器培訓，說明學生掌握現代化的分析、測試手段，提高學生的科學實驗能力。在實驗教學成績則採取綜合評價方式，包括操作水準、實驗報告、考核成績、和實驗設計能力等四部分，此方式較單純由實驗報告評價的方法更能激發學生的學習興趣。不少學生在實驗中努力發現問題，並努力克服解決或通過小組討論解決，整體評價體系更趨於合理化、科學化，符合現代教育思想對學生的培養要求。

王文琴與張盛楠(2015) 在實驗教學中依原有基礎上進行開發，除基礎性和驗證性的實驗教學，還引入和開發綜合設計型實驗，目前採用的實驗課教材提供多個綜合性實驗。如水處理實驗設置了離子交換實驗，顆粒自由沉澱實驗，活性污泥法實驗。另外，增加設計性實驗，學生針對校園仁愛湖水微污染的狀況，測定湖水各項水質指標，根據湖水污染的情況，自行設計一套處理工藝流程，再到實驗室進行驗證，最後師生共同對設計的處理流程進行評價，提高學生對於知識的綜合利用能力。盧素錦等(2016)指出傳統的實驗教學屬於“保姆式”教學方式，學生對教師依賴程度高，缺乏獨立性，學生的自主動手能力訓練不足。優化的實驗教學方法應採用開放式和自主式結合的方式，即在實驗課開始之前，教師先和學生預習實驗內容及探討實驗中的有關事項，教師只需回答學生提

出的問題，學生自行進行操作，教師再針對學生操作過程中出現的問題進行講解、糾正錯誤，最後再完整地重新操作整個實驗。這樣既提高了學生學習的主動性，更容易及時發現問題、解決問題，增強學生的理性認識。

曹金保(2016)採用案例式教學法，使學生由被動的聽講轉變為主動的思考，在明確需求的驅動下去積極地探尋相關未知領域知識。採用定時問題與作業流程，每週固定時間，教師就實驗教學難點與同學開展討論、交流，學生可以課內或課外隨時提交實驗報告與問題，使得學生的學習活動建立在一個更加科學、開放、規範、高效的教學環境中。從驗證性實驗內容向綜合性設計性教學內容轉變發展，將實驗內容分成三大類：基礎類實驗項目(基本的實驗技能項目)、提高型實驗項目(技能操作訓練實驗)、綜合性設計性實驗項目。開設基本+綜合性+創新性實驗項目，摒棄單項技能簡單重複，建立前後銜接、層次分明、相對獨立的基本技能實驗+綜合性+創新性能力培養實驗教學模組。重點增設綜合性和設計性實驗專案，提升教學內容，強化學生實驗操作能力的訓練效果。

## (2) 學生學習成效

台灣各大學 2011 年起，大學校務評鑑開始以「學生學習成效」為主軸，其中所謂的成效(outcome)，其重點並不在於學生的課業分數，而是強調學習歷程結束後，學生真正擁有的能力，並以學生表現來檢核教育成果。詹惠雪(2011)以教育現場的觀察，此機制要真正在大學落實，仍有幾點值得思考之處：(1) 透過基本素養與核心能力的訂定，要能促使各系所真正有效檢視及修正課程；(2) 透過專業團體訂定各專業領域應達成的能力標準，才能有效評估學生學習成果；大學全人教育的理念能透過能力指標檢核達成嗎？

蔡小婷(2014)檢視 2012 年到 2013 年上半年，高等教育評鑑中心辦理 24 所大學的系所評鑑工作，針對「學生學習成效評估機制」進行簡易分析，發現多數系所採用總結性課程評量學生的專業知識與核心能力的學習成果，也有許多大學運用標準化測驗檢測學生的核心能力，這些都屬於直接評估的方式。問卷調查則屬間接評估，例如「全國大學生投入程度調查」(National Survey of Student Engagement)可確認學生進行學習的機會與投入的努力；畢業生流向追蹤調查(Graduate Follow-up Survey)可用於了解學生的表現以及教育在職涯發展上的影響度。整體而言，評估與蒐集學生學習成效資料之目的在於了解學校與系所的教育效能，而非針對個別學生的表現；同時，學生學習成效的評估是以直接評估為主，間接評估為輔。彭森明(2010)對於學生學習成效評估機制之設計，強調下列原則：(1)評估必須有效益、有彈性，並應把教師與學生的負擔減到最低。(2)每個系所單位都應定義出最適合自身特性、最重要的學習成果。(3)評估方法應盡量簡化，並與教師、學生息息相關。(4)教師的參與非常重要。

## 3. 研究問題(Research Question)

本研究團隊在 107 年教學實踐研究計畫，針對本系(環境與職業安全衛生系) 104-107 學年度入學學生，透過自行設計的學生學習成效反應問卷調查表，發現下列問題：

- (1) 有關環境保護與衛生相關證照，針對取得率偏低部分，系上可以就證照考取上，多給學生幫助。
- (2) 針對學生在環境保護與衛生、職業安全衛生管理兩大職業類別有興趣部分，可以進一步調整淺至深的課程設計，吸引不同類形學生學習。
- (3) 學生對於部分專業課程的核心能力想法與老師不一致，可能要調整核心目標，或者進一步調整教學方法、內容，讓學生能有機會達到設定的核心能力。

- (4) 科目核心能力，建議在期初授課時，要讓學生確認及瞭解，並透過課程的設計安排，讓學生達到目標。

#### 4.研究設計與方法(Research Methodology)

##### (1) 研究架構

本研究配合系所核心專業證照取得之環境污染實驗專業課程，進行學生學習問卷設計，包括學生基本資料、學習目標、基本素養及專業素養，問卷調查內容詳如附件一。並針對教學實踐科目-環境污染物分析課程之授課大綱(表 1)，透教學方式包括比色法、重量法、微生物、電極法、滴定法導入教學影片、與學習反思及二次外聘專家進行學習目標、基本素養及專業素養之前後測之差異性，並透過專業能力之考試，檢核學生專業學習成效之改變。關於學生於「環境污染物分析實驗」學習成效之研究架構圖，整理如圖 1，研究之相關問卷、專業學習考試、出缺席、上課表現、反思、線上作業，亦建置於學校的 iLMS 系統，並可呈現學生線上學習記錄，並據此依不同權重進行學生學習成績之綜合評量(圖 2)，以符合學校多元評量之規定。

表 1 本學期環境污染物分析實驗之授課大綱

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分析
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	專題演講－屏東縣水污染防治推動工作簡介
11	滴定法－水中生化需氧量之檢測(BOD <sub>5</sub> )
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	學習成果展示及師生教學反思



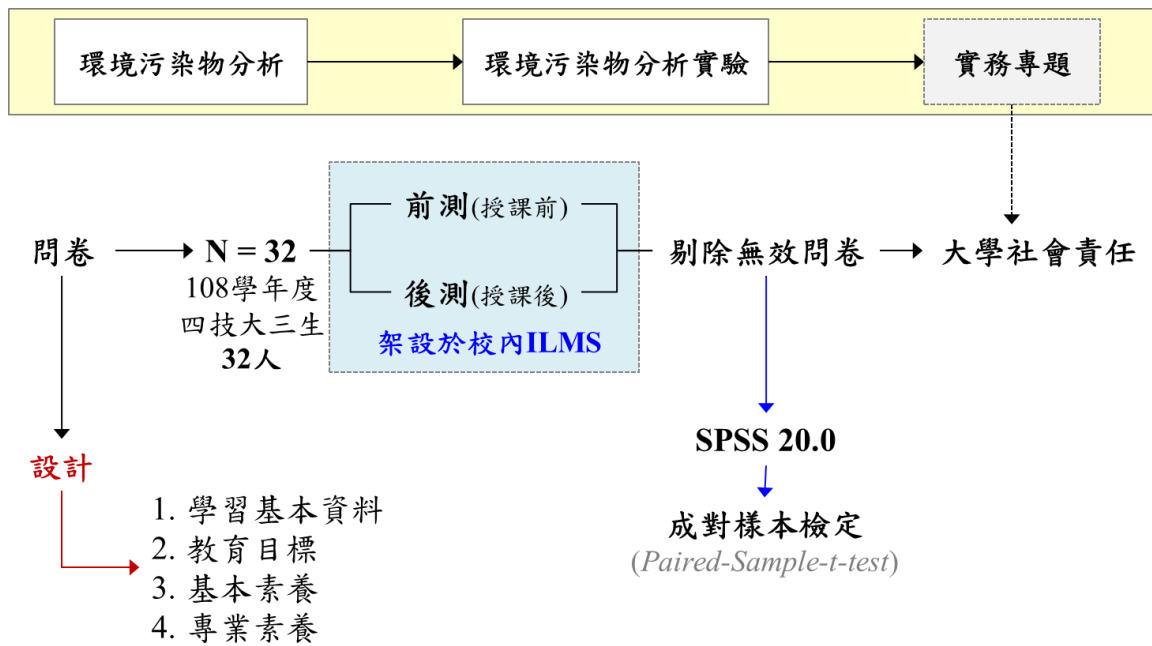


圖 1 學生於「環境污染物分析實驗」學習成效之研究架構圖

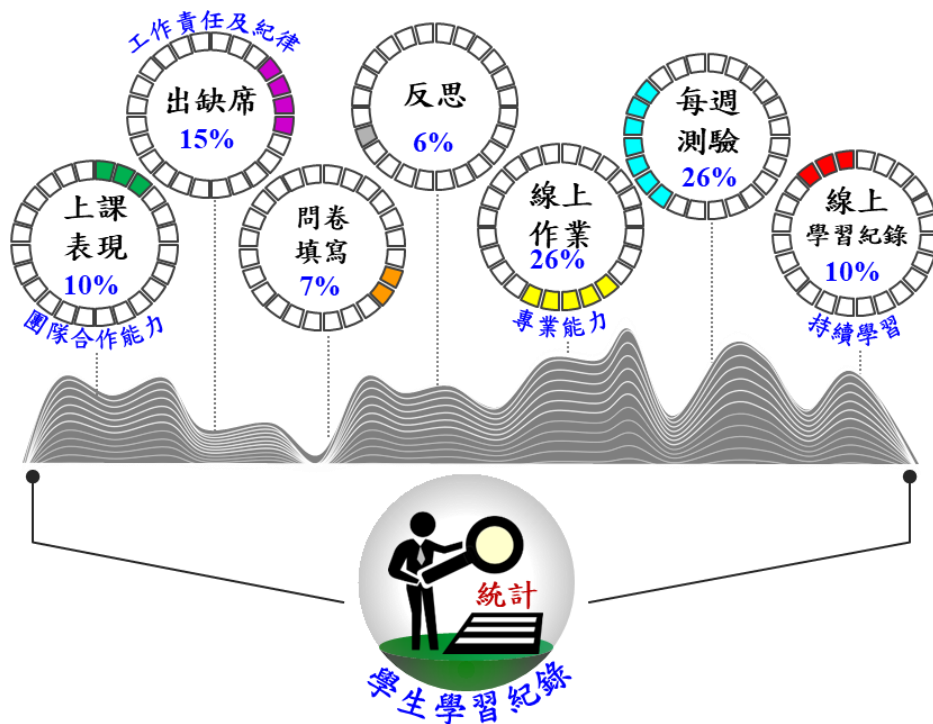


圖 2 學生學習成績的多元評量

## (2) 研究假設

- H1：**環境污染物分析課程在實務教材及輔助工具介入前後對學習目標、基本素養及專業素養有顯著差異。
- H2：**環境污染物分析課程在外聘專家授課模式對學習目標、基本素養及專業素養有顯著差異。
- H3：**環境污染物分析實驗課程在學習反思對學習目標、基本素養及專業素養有顯著差異。

### (3) 研究範圍及對象

環境污染物分析及實驗教學實踐課程是針對單一課程傳統理論教學方法，並透過問卷調查瞭解學生對學習目標、基本素養及專業素養在前後測之差異性，並提出確切的課程改善建議。研究之教學行動-研究採實地實驗法進行，研究對象為環境污染物分析及實驗課程之任課班級約 32 名學生。每週課程安排前一小時以教學影片方式為主之教學活動，其餘時間則由各組學生共同完成各項實驗分析項目。

### (4) 研究方法及工具

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 20.0 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，把資料組織分類成一些類別變項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)。

### (5) 資料處理與分析

- (A)描述性統計分析:分析本研究對象基本資料、核心能力、教學目標、考照能力及大學社會責任等各變項呈現情形，以次數分配、百分比、平均數、標準差等統計量呈現其分析結果。
- (B)成對樣本 t 檢定:分析研究對象進行在地地區議題、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情形。

### (6) 實施程序

本研究為環境污染物分析之實踐教學科目之教學行動研究，實施程序採實地實驗法進行。主要是先透過本課程相關資料(如：課程大綱、教學大綱、在地地區議題、實務教材及輔助工具)的收集整理，並進行問卷之設計，進而決定研究對象，針對教學實踐科目-環境污染物分析課程及實驗之課程單元進行社區關懷議題等實務教材及輔助工具之介入(如:教學實作)前後，針對學生基本素養、核心能力及學習目標等學習成效評估，再將問卷調查之資料進行整理、分析與討論。

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

### (1) 學生基本資料

附件 2 為環安系三年級學生基本資料表，附表 2 顯示本系所大學部三年級學生 32 人同學之性別均為男性。有擔任班級幹部之比例為 34.4%，低於未擔任班級幹部之 65.5%。課外沒有從事課業相關活動者之人數比例超過半數，其比例為 56.3%，每週 10 小時內者，僅 25%，每週達 20 小時以上者，其比例僅有 9.4%。社團活動部分，學生沒有參加者之比例高達 93.8%，每週達 2 小時以上者，其比例亦僅有 6.2%。志工服務部分，全部學生皆沒有參加。打工部分，40.6%之同學並未有此經驗，每週 10 小時內之比例為 21.9%，20 小時以上者，其比例高達 34.4%。上網部分，每週超過 20 小時或小於 10 小時，各有 40.6%之同學，10-20 小時/週之比例僅佔 18.8%。複習相關課業部分，每週 10 小時以內所佔比例高達 96.9%。

綜合上述，學生在公眾服務的時間，包括擔任班級幹部及志工服務，呈現低度參與

的意願，且學校社團活動對學生的吸引力不高。另外，在自我學習部分，包括課外從事課業相關活動(實習)及複習相關課業，每週投入時間小於 10 小時之同學超過半數，學生對於專業學習意願顯然不高，並卻與每週上網時間，小於 10 小時及大於 20 小時，呈現有趣的對比狀況，應可藉由比對學生基本資料，即可得知，資料經整理如後，學習低成就者在本學期平均一週打工時間顯著高於中、高成就者。

## (2) 課程學習成效

### A. 學生學習問卷成效

針對環安系學生在課程學習成效反應狀況，採用自編的學習成效反應問卷進行調查，填答者共計 32 位學生，問卷內容包含教學目標、基本素養、環境保護與衛生(職能)等項目，以成對樣本檢定(Paired-Sample-t-test)進行不同上課模式，包括比色法、重量法、微生物、電極法、滴定法導入教學影片、與學習反思及二次外聘專家，透過成對樣本 T 檢定，比較前後測分析，結果整理如附件 3。附件 3 顯示發現，針對比色法部分，僅在基本素養部分，「溝通表達」及「橘色關懷」呈現顯著性差異；外聘專家 II 部分，在專業職能的「評估及改善環境污染的問題」呈現顯著性差異；微生物部分，僅在基本素養部分的「橘色關懷」呈現顯著性差異。電極法部分，在基本素養部分的「團隊合作」與「問題解決」呈現顯著性差異；學習反思部分，在教學目標的「讓學生具備實務的操作能力」，及基本素養部分的「持續學習」、「問題解決」及「橘色關懷」呈現顯著性差異；然而在重量法、滴定法及外聘專家 I 部分，雖在教學目標、基本素養以及環境保護與衛生相關職能之後測成績，大部分都呈現進步的趨勢，但無呈現顯著性差異。

整合上述說明，學生針對幾種授課模式，雖在教學目標、基本素養以及環境保護與衛生相關職能之後測成績有成長的現象，但僅在比色法、微生物及電極法導入影片教學，分別在部分教學目標、基本素養及環境保護與衛生(職能)等項目對應能力有顯著性差異，此結果意謂不同上課模式及導入教學影片對教學目標、基本素養及環境保護與衛生(職能)等項目會有不同程度影響，可作為系所在環境污染物實驗在共通能力及專業職能設定之參考，並可藉由本研究方式應用於其它實作課程，進而比較探討其間差異性，持續精進及改善本系所課程之設計及操作方式。

### B. 各實驗單元專業知識之學習成效

本研究收集近 10 年下水道水質乙級技術士之筆試考題，並加以分類，對應實作考試之題目，設置於 iLMS 線上測驗，每單元共設置 5 題，學生在實驗前進行填寫，實驗結束後再填寫一次，並以成對樣本檢定(Paired-Sample-t-test)進行線上測驗前後測分析，整理如表 2，結果發現 13 項實驗課程皆達顯著差異，代表明顯進步很多，特別是在「滴定法—硫代硫酸鈉標準溶液配製及標定」、「生物性檢測—水中大腸桿菌群數」、「滴定法—水中化學需氧量之檢測」、「比色法—水中亞硝酸鹽氮之檢測」及「滴定法—標定及水中生化需氧量之檢測」，可歸類為第 I 區；「比色法—水中正磷酸鹽之檢測」、「比色法—水中硫酸鹽之檢測」、「滴定法—硫酸標準溶液之配製」及「滴定法—氫氧化鈉標準溶液之配製及標定」則屬第 II 區；第 III 區則是「滴定法—水中酸度及鹼度之檢測」及「儀器測定濁度、導電度及 pH 之測定」。此差異性是否與題目難易度相關，並再酌參每題同學答錯率再進行比較，應可獲得更深入之探討，並作為未來在選題之參考。

表 2 各實驗操作單元專業知識測驗前後測成績之 T 檢定

項目	平均數	標準偏差	顯著性(雙尾)
比色法—水中正磷酸鹽之檢測	-31.250	42.179	.000*
比色法—水中亞硝酸鹽氮之檢測	-40.625	33.499	.000*
比色法—水中硫酸鹽之檢測	-28.750	33.288	.000*
生物性檢測—水中大腸桿菌群數	-43.125	36.317	.000*
重量法—水中懸浮固體之檢測	-26.875	33.160	.000*
滴定法—水中化學需氧量之檢測	-42.500	30.374	.000*
滴定法—水中氯鹽之檢測(硝酸汞滴定法)	-21.250	34.431	.001*
滴定法—硫代硫酸鈉標準溶液配製及標定	-49.375	26.389	.000*
滴定法—標定及水中生化需氧量之檢測	-40.000	34.827	.000*
滴定法—水中酸度及鹼度之檢測	-19.375	29.396	.001*
滴定法—氫氧化鈉標準溶液之配製及標定	-21.875	31.050	.000*
滴定法—硫酸標準溶液之配製	-28.125	27.290	.000*
儀器測定濁度、導電度及 pH 之測定	-18.125	35.327	.007*

\*: P&lt;0.05 具有顯著差異

## C. 學生基本資料對學習多元總成績之影響

本學期採用多元學習進行學生學習總成績計算，計算方式說明，詳見圖 2，整體學生多元學習總成績分數之分佈概況，整理如表 3。表 3 顯示，高分群組(學習總成績分布佔前 27%)為 94~98 分之學生人數為 9 人；中分群組落於 83~92 分，共 14 人；低分群組(學習總成績分布佔後 27%)界於 65~82 分，共有 9 人。為瞭解學生擔任幹部比例及線上閱讀次數對學生學習多元總成績是否有影響，其結果整理如圖 3。圖 3 說明，在低分組群，無人擔任幹部，中分群組有 36 % 學生擔任幹部，高分群組有 44 % 學生擔任幹部，此意謂對班上公共事務熱衷者，基本上對專業學習應有其熱誠度，課業學習成績表現亦會呈現較佳結果。另外，線上閱讀次數較多者，在學習成效的表現會較閱讀次低者為佳。表 4 為學生多元學習成績分群與學生打工時數之 ANOVA 之分析，表中明顯看出，多元學習成績低分群組每週打工時間顯著高於中、高成就者。

表 3 學生多元學習總成績分群、分數及人數之分佈

成就分組	分數	人數	累積%
高	94-98	9	100%
中	83-92	14	73%
低	65-82	9	27%

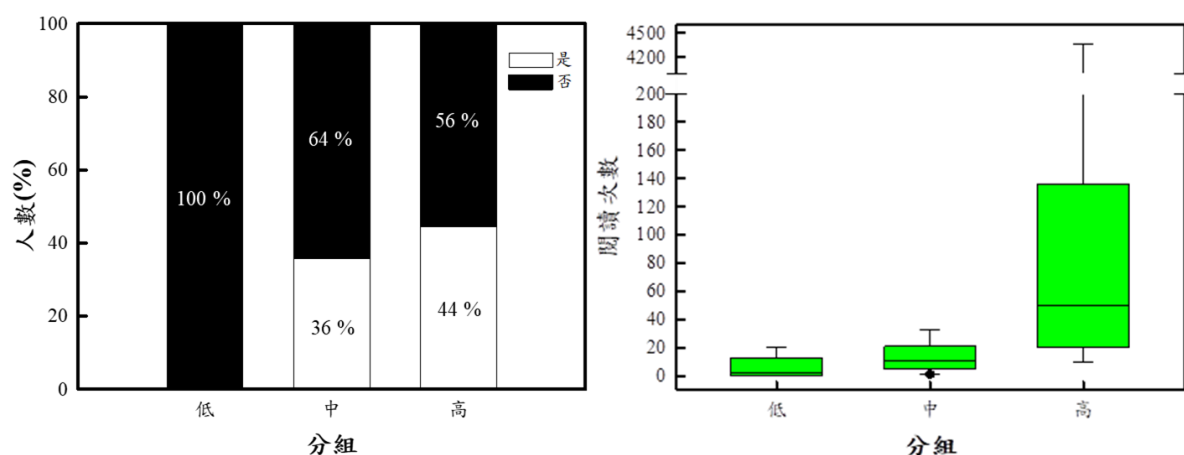


圖 3 (A)學生擔任幹部比例及(B)線上閱讀次數對學習總成績對學生學習多元總成績影響

表 4 學生多元總成績分群與學生打工時間 ANOVA 之分析

學習成績分群	人數 (N)	每週平均打工時數(M)	標準差 (SD)	95%下限	95%上限	顯著性	事後比較 <sup>(註 2)</sup>
低	7	6.29	1.113	2.26	4.31	0.008 <sup>*(註 1)</sup>	
中	13	1.62	.961	1.03	2.20		低>中
高	9	1.89	1.167	.99	2.79		低>高

註 1：P<0.05\*有顯著差異；註 2：以 LSD 法做事後比較

表 5 為以獨立樣本檢定(Independent Sample t-test)進行學習總成績之高分組及低分組與學習目標/共通職能/專業職能課程學習成效反應之分析，結果顯示，在學習目標之「讓學生具備實務的操作能力」與基本素養中「問題解決能力」之學習成效，低分群與高分群有明顯差異，此意謂高分群同學在兩項能力指標高於低分群組，顯示本課程在施作課程中對有意願學習之同學仍有一定的幫助，並達成一定的學習目標，但如何減少低分群同學人數，將是本計畫未來工作重點。

表 5 學習總成績高分組及低分組與課程學習成效反應之分析

目標/基本素養/專業職能	能力項目	低分組		高分組		比較	
		N=9		N=9		T	P
		平均值	標準差	平均值	標準差		
學習目標	讓學生具備實務的操作能力	3.68	0.81	4.40	0.51	-2.272	0.037*
	持續學習	3.69	0.73	4.26	0.53	-1.884	0.078
基本素養	工作責任及紀律	3.72	0.82	4.28	0.62	-1.624	0.124
	問題解決	3.68	0.74	4.35	0.53	-2.198	0.043*
專業職能	環境採樣分析能力	3.74	0.79	4.31	0.41	-1.921	0.073

\*：統計顯著關係 p<0.05

### (3) 學生在教學目標、基本素養及專業職能之教學成效分析

附件 4 為學生在不同教學主題中對教學目標學習成效分析，發現教學目標項目中，以平均數來判斷學習成效，由大至小排序是讓學生具備實務的操作能力(平均數 3.97；標準差=0.729)、建構職場的安全文化(平均數=3.91；標準差=0.742)、培養學生環境關懷能力(平均數=3.90；標準差=0.723)。從附件 5 發現基本素養教學項目中，學習成效部分，由大至小前三項分別是團隊合作(平均數=3.97；標準差=0.753)、工作責任及紀律(平均數=3.96；標準差=0.714)、人際互動(平均數=3.96；標準差=0.690)。從附表 6 發現環境保護與衛生(職能)，學習成效部分，由大至小前三項分別是環境採樣分析能力(平均數=3.96；標準差=0.669)、評估及改善環境污染的問題(平均數=3.93；標準差=0.708)、推廣環境教育能力(平均數=3.85；標準差=0.739)。

### (4) 學生在各實驗單元之學習回饋

根據各單元測驗前後測成績之 T 檢定，選出前後測平均較高的 6 項實驗，觀察學生之心得反饋，包括比色法-水中亞硝酸鹽氮之檢測、生物性檢測-水中大腸桿菌群數、滴定法-水中化學需氧量之檢測、滴定法-硫代硫酸鈉標準溶液配製及標定及滴定法-標定及水中生化需氧量之檢測；分數差異較低的實驗項目分別為滴定法-水中酸度及鹼度檢測及儀器測定濁度、導電度及 pH 之測定，資料整理於附表 6。整體而言，學生對影片教學導入課程，普遍反應可增加對實驗之理解程度及減少實驗錯誤，呈現正向反應。

## 6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

### (1) 建議：

- A. 不同上課模式及導入教學影片對教學目標、基本素養及環境保護與衛生(職能)等項目會有不同程度影響，可作為系所在環境污染物實驗在共通能力及專業職能力設定之參考，並可藉由本研究方式應用於其它實作課程，進而比較探討其間差異性，持續精進及改善本系所課程之設計及操作方式。
- B. 學生對影片教學導入課程，普遍反應可增加對實驗之理解程度及減少實驗錯誤，呈現正向反應，配合 AI 及 AR 之智能時代趨勢，系所相關專業課程之智能與 IOT 的適時導入應快速應對調整。

### (2) 省思：

- A. 本系大三學生在公眾服務的時間，包括擔任班級幹部及志工服務，呈現低度參與的意願，且學校社團活動對學生的吸引力不高。另外，學習低成就者在本學期平均一週打工時間顯著高於中、高成就者，透過落實高教深耕計畫及校內獎學金助學模式，有效率將資源導入真正的需求者，進而降低學生在外打工時數，除可益於學生學習外，另亦可改善續學率。
- B. 關於 UCAN 之職涯興趣探索、共通職能與專業職能診斷導入各年級學生分析，再配合學生在各專業課程統整成績，檢視學生在透過不同正式課程及非正式課程學習改變，並作為系所專業課程對應共通及專業能力調整，應有助於系所課程發展的科學化思考及運作，修正以老師教學為主，並可有效轉化為學生學習成效檢視的主流思考。

## 二. 參考文獻(References)

- [1]. 柴立元、王雲燕(2005)環境工程專業實驗教學的創新與改革. *實驗室研究與探索*, Vol.24, No.5, pp.60-62.
- [2]. 王建兵、何緒文、王春榮(2009)環境專業實驗課教學改革的探索. *中國現代教育裝備*, Vol.2, pp. 95-97.
- [3]. 王文琴、張盛楠(2015)構建獨立學院環境工程專業實踐教學平臺的研究. *廣州化工*, Vol.2219, pp.216-217.
- [4]. 盧素錦、侯傳瑩、周燕平、袁坤宇、喬婭、楊潔、孫樹嬌(2016)青海大學環境科學專業應用型人才培养實踐教學模式的研究與實踐. *中國校外教育:下旬*(2), pp.27-27.
- [5]. 曹金保(2016)環境工程(高職)專業實踐教學改革研究. *江西化工*, Vol.2, pp.10-11.
- [6]. 詹惠雪(2011) 學生學習成效評估機制對大學教育的影響及省思, *臺灣教育評論月刊*, V.ol.1, No.2, pp.43-45.
- [7]. 蔡小婷(2014) AACSB 2013 認證新標準與臺灣現況. *評鑑雙月刊*, Vol.47, pp.51-56.
- [8]. 彭森明(2010) 大學生學習成果評量：理論、實務與應用. 高教出版,第一版.

## 三. 附件(Appendix)

與本研究計畫相關之研究成果資料，補充於附件。

## 附件 1 大仁科技大學環境與職業安全衛生系學生學習成效反應問卷調查

親愛的同學：

本系執行教育部 107 學年度”環安衛專業應用技術型人才培育之實踐教學研究”計畫，為瞭解本系同學學習成效反應與教學回饋的情形，進而設計本問卷，調查分析結果將提供系上任課教師作為增進學習輔導及課程教學之參考，與你（妳）的學業成績無關，請放心填寫。

計畫主持人:賴文亮 教授

共同主持人:吳佩芬 副教授

分機：08-7624002#2608；承辦助理：曹靜雯小姐

### 第一部份、基本資料【請在符合你（妳）的選項□打勾「✓」】

姓名:\_\_\_\_\_ 學號:\_\_\_\_\_

- 1.性別：☐男 ☐女
- 2.年級：日四技 ☐一年級 ☐二年級 ☐三年級 ☐四年級 ☐其他\_\_\_\_\_
- 3.本學期擔任**班級幹部**情形：☐是 ☐否
4. 本學期你（妳）平均一週**課外從事課業有關活動**時間約：  
☐10 小時以內 ☐10-20 小時 ☐20 小時以上
- 5.本學期你（妳）平均一週參加**社團活動**時間約：  
☐沒有參加 ☐2 小時以內 ☐2-5 小時 ☐5 小時以上
- 6.本學期你（妳）平均一週參加**志工服務**時間約：  
☐沒有參加 ☐2 小時以內 ☐2-5 小時 ☐5 小時以上
- 7.本學期你（妳）平均一週**打工**時間約：  
☐沒有打工 ☐10 小時以內 ☐10-20 小時 ☐20 小時以上
- 8.本學期你（妳）平均一週**上網**時間約：  
☐10 小時以內 ☐10-20 小時 ☐20 小時以上
- 9.本學期你（妳）平均一週**複習相關課業**時間約：  
☐10 小時以內 ☐10-20 小時 ☐20 小時以上

《請翻到內頁填寫》



## 第二部份、課程學習成效反應問卷內容

填答說明：請依個人實際表現，在每題敘述中符合你（妳）的選項□打勾「✓」。

指標種類		題號	題目	非常符合	符合	普通	不符合	非常不符合
教學目標		1	讓學生具備實務的操作能力					
		2	培養學生環境關懷的能力					
		3	建構職場的安全文化					
基本素養		1	溝通表達					
		2	持續學習					
		3	工作責任及紀律					
		4	團隊合作					
		5	問題解決					
		6	創新					
		7	人際互動					
		8	資訊科技應用					
		9	橘色關懷					
環境保護與衛生 (職能)	核心專業能力	1	環境採樣分析能力					
		2	評估及改善環境污染的問題					
		3	推廣環境教育的能力					
		4	機械操作維護的能力					
		5	撰寫環境管理/職業安全衛生管理的系統能力					
職業安全衛生管理 (職能)	核心專業能力	1	具備職場溝通表達能力					
		2	具備撰寫安全與衛生計畫的能力					
		3	具有現場危害分析能力					
		4	建構職場健康管理的能力					
		5	職場作業環境監測的能力					
相關	環境	你(妳)	<input type="checkbox"/> 下水道設施操作維護水質檢驗乙級技術士 <input type="checkbox"/> 廢棄物清除/處理技術員 <input type="checkbox"/> 廢水處理專責人員 <input type="checkbox"/> 空氣污染防制專責人員 <input type="checkbox"/> 環境教育人員 <input type="checkbox"/> 其					

證 照	保 護 與 衛 生	需 求	他:_____ <input type="checkbox"/> 無(若選此項不得選其他選項)
		已 取 得	<input type="checkbox"/> 下水道設施操作維護水質檢驗乙級技術士 <input type="checkbox"/> 廢棄物清除/處理技術員 <input type="checkbox"/> 廢水處理專責人員 <input type="checkbox"/> 空氣污染防治專責人員 <input type="checkbox"/> 環境教育人員 <input type="checkbox"/> 其 他:_____ <input type="checkbox"/> 無(若選此項不得選其他選項)
	職 業 安 全 衛 生 管 理	你 (妳) 需 求	<input type="checkbox"/> 職業安全甲級技術士 <input type="checkbox"/> 職業衛生甲級技術士 <input type="checkbox"/> 職業安全衛生乙級技 術士 <input type="checkbox"/> 職業安全衛生業務主管 <input type="checkbox"/> 營造業職業安全衛生業務主管 <input type="checkbox"/> 有機 溶劑作業主管 <input type="checkbox"/> 特定化學物質作業主管 <input type="checkbox"/> 缺氧作業主管 <input type="checkbox"/> 化學性因子 作業環境監測技術士 <input type="checkbox"/> 物理性因子作業環境監測技術士 <input type="checkbox"/> 其 他:_____ <input type="checkbox"/> 無(若選此項不得選其他選項)
		已 取 得	<input type="checkbox"/> 職業安全甲級技術士 <input type="checkbox"/> 職業衛生甲級技術士 <input type="checkbox"/> 職業安全衛生乙級技 術士 <input type="checkbox"/> 職業安全衛生業務主管 <input type="checkbox"/> 營造業職業安全衛生業務主管 <input type="checkbox"/> 有機 溶劑作業主管 <input type="checkbox"/> 特定化學物質作業主管 <input type="checkbox"/> 缺氧作業主管 <input type="checkbox"/> 化學性因 子作業環境監測技術士 <input type="checkbox"/> 物理性因子作業環境監測技術士 <input type="checkbox"/> 其 他:_____ <input type="checkbox"/> 無(若選此項不得選其他選項)
相 關 職 業	環 境 保 護 與 衛 生	課 程 相 符	<input type="checkbox"/> 環境採樣和規劃分析師 <input type="checkbox"/> 環保/環境工程師 <input type="checkbox"/> 環境保護專業人員 <input type="checkbox"/> 水 污染防治技術員 <input type="checkbox"/> 污染預防和控制管理師 <input type="checkbox"/> 焚化爐/水處理及有關設 備技術員 <input type="checkbox"/> 環境教育人員 <input type="checkbox"/> 其他:_____ <input type="checkbox"/> 無(若選此項不得選其他選項)
		興 趣 相 符	<input type="checkbox"/> 環境採樣和規劃分析師 <input type="checkbox"/> 環保/環境工程師 <input type="checkbox"/> 環境保護專業人員 <input type="checkbox"/> 水 污染防治技術員 <input type="checkbox"/> 污染預防和控制管理師 <input type="checkbox"/> 焚化爐/水處理及有關設 備技術員 <input type="checkbox"/> 環境教育人員 <input type="checkbox"/> 其他:_____ <input type="checkbox"/> 無(若選此項不得選其他選項)
	職 業 安 全 衛 生 管 理	課 程 相 符	<input type="checkbox"/> 工地安全衛生工程師 <input type="checkbox"/> 廠務工程師 <input type="checkbox"/> 職業安全衛生管理人員 <input type="checkbox"/> 安全 衛生相關採樣及檢驗人員 <input type="checkbox"/> 其他:_____ <input type="checkbox"/> 無(若選此項不得選其他選項)
		興 趣 相 符	<input type="checkbox"/> 工地安全衛生工程師 <input type="checkbox"/> 廠務工程師 <input type="checkbox"/> 職業安全衛生管理人員 <input type="checkbox"/> 安全 衛生相關採樣及檢驗人員 <input type="checkbox"/> 其他:_____ <input type="checkbox"/> 無(若選此項不得選其他選項)

附件 2 環安系三年級學生基本資料表

項目	組別	人數	百分比(%)
性別	男	32	100
	女	-	0
班級幹部	是	11	34.4
	否	21	65.5
課外從事課業相關活動(實習) (時/週)	沒有參加	18	56.3
	10 小時以內	8	25.0
	10-20 小時	3	9.4
	20 小時以上	3	9.4
社團活動 (時/週)	沒有參加	30	93.8
	2 小時以內	0	0
	2-5 小時	1	3.1
	5 小時以上	1	3.1
志工服務 (時/週)	沒有參加	32	100
	2 小時以內	0	0
	2-5 小時	0	0
	5 小時以上	0	0
打工 (時/週)	沒有打工	13	40.6
	10 小時以內	7	21.9
	10-20 小時	1	3.1
	20 小時以上	11	34.4
上網 (時/週)	10 小時以內	13	40.6
	10-20 小時	6	18.8
	20 小時以上	13	40.6
複習相關課業 (時/週)	10 小時以內	31	96.9
	10-20 小時	0	0
	20 小時以上	1	3.1

附件 3 學習成效反應前後測分析比較表

教學主題	目標/基本素養/專業職能 對應能力	平均數	標準偏差	顯著性(雙尾)	
比色法	教學目標	1.讓學生具備實務的操作能力	-.310	.850	.059
		2.培養學生環境關懷的能力	-.138	.790	.355
		3.建構職場的安全文化	.000	.802	1.000
	基本素養	1.溝通表達	-.345	.721	.016*
		2.持續學習	-.138	.915	.424
		3.工作責任及紀律	-.207	.675	.110
		4.團隊合作	-.241	.830	.129
		5.問題解決	-.207	.940	.246
		6.創新	-.207	1.048	.297
		7.人際互動	-.172	.759	.232
		8.資訊科技應用	-.138	.875	.403
		9.橘色關懷	-.552	1.055	.009*
	(職能) 環境保護與衛生	1.環境採樣分析能力	-.241	.872	.147
		2.評估及改善環境污染的問題	-.137	.915	.424
		3.推廣環境教育的能力	-.275	.922	.118
		4.機械操作維護的能力	-.275	.960	.133
		5.撰寫環境管理/職業安全衛生 管理系統能力	-.103	.900	.541
外聘專家一	教學目標	1.讓學生具備實務的操作能力	-.125	.751	.354
		2.培養學生環境關懷的能力	.031	.647	.786
		3.建構職場的安全文化	.063	.759	.645
	基本素養	1.溝通表達	.000	.718	1.000
		2.持續學習	-.125	.751	.354
		3.工作責任及紀律	-.063	.669	.601
		4.團隊合作	-.094	.777	.500
		5.問題解決	-.156	.677	.201
		6.創新	.063	.878	.690
		7.人際互動	-.094	.641	.414
		8.資訊科技應用	.250	.842	.103
		9.橘色關懷	-.188	1.176	.374
	護與衛生	1.環境採樣分析能力	-.125	.554	.211
		2.評估及改善環境污染的問題	-.094	.734	.476

教學主題	目標/基本素養/專業職能 對應能力	平均數	標準偏差	顯著性(雙尾)
外聘專家 N	3.推廣環境教育的能力	-.031	.782	.823
	4.機械操作維護的能力	.031	.740	.813
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生 管理系統能力	-.063	.878	.690
	教學目標			
	1.讓學生具備實務的操作能力	-.069	.704	.602
	2.培養學生環境關懷的能力	-.069	.753	.626
	3.建構職場的安全文化	.103	.860	.522
	基本素養			
	1.溝通表達	-.241	.786	.109
	2.持續學習	-.172	.889	.305
	3.工作責任及紀律	-.103	.817	.501
	4.團隊合作	-.276	.960	.133
	5.問題解決	-.034	.865	.832
	6.創新	-.207	1.048	.297
	7.人際互動	.034	.906	.839
	8.資訊科技應用	.103	.860	.522
	9.橘色關懷	-.345	1.078	.096
	環境保護與衛生 (職能)			
	1.環境採樣分析能力	-.069	.593	.537
	2.評估及改善環境污染的問題	-.241	.577	.032*
重量法	教學目標			
	1.讓學生具備實務的操作能力	-.080	.954	.679
	2.培養學生環境關懷的能力	-.080	.862	.647
	3.建構職場的安全文化	.080	.954	.679
	基本素養			
	1.溝通表達	-.200	.764	.203
	2.持續學習	-.200	.866	.260
	3.工作責任及紀律	.000	.707	1.000
	4.團隊合作	-.320	.802	.058
	5.問題解決	-.160	.688	.256
	6.創新	-.120	1.054	.574
	7.人際互動	-.160	.746	.294

教學主題	目標/基本素養/專業職能 對應能力	平均數	標準偏差	顯著性(雙尾)
微生物	8.資訊科技應用	.000	.764	1.000
	9.橘色關懷	-.160	.943	.405
	(職能)			
	環境保護與衛生			
	1.環境採樣分析能力	-.120	.781	.450
	2.評估及改善環境污染的問題	.160	.850	.356
	3.推廣環境教育的能力	-.040	.841	.814
	4.機械操作維護的能力	-.120	1.013	.559
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生 管理系統能力	.000	.816	1.000
	教學目標			
電極法	1.讓學生具備實務的操作能力	-.167	.791	.258
	2.培養學生環境關懷的能力	-.167	.592	.134
	3.建構職場的安全文化	.033	.765	.813
	(職能)			
	基本素養			
	1.溝通表達	-.167	.834	.283
	2.持續學習	-.233	.817	.129
	3.工作責任及紀律	-.033	.850	.831
	4.團隊合作	-.167	.699	.202
	5.問題解決	-.167	.791	.258
電極法	6.創新	.033	1.066	.865
	7.人際互動	-.067	.907	.690
	8.資訊科技應用	.200	.961	.264
	9.橘色關懷	-.367	.850	.025*
	(職能)			
	環境保護與衛生			
	1.環境採樣分析能力	.000	.788	1.000
	2.評估及改善環境污染的問題	.133	.776	.354
	3.推廣環境教育的能力	.167	.874	.305
	4.機械操作維護的能力	.033	1.189	.879
電極法	5.撰寫環境管理/職業安全衛生 管理系統能力	.267	.907	.118
	教學目標			
	1.讓學生具備實務的操作能力	-.290	.588	.010*
	2.培養學生環境關懷的能力	-.065	.680	.601
	3.建構職場的安全文化	.323	.979	.077
	(職能)			
	基本素養			
	1.溝通表達	.065	.854	.677
	2.持續學習	-.194	.792	.184
	3.工作責任及紀律	.000	.683	1.000
	4.團隊合作	-.323	.541	.002*

教學主題	目標/基本素養/專業職能 對應能力	平均數	標準偏差	顯著性(雙尾)		
滴定法	(職能) 環境保護與衛生	5.問題解決	-.226	.560	.032*	
		6.創新	.032	.836	.831	
		7.人際互動	-.129	.670	.292	
		8.資訊科技應用	.194	.873	.226	
		9.橘色關懷	-.226	.717	.090	
		1.環境採樣分析能力	-.032	.912	.845	
		2.評估及改善環境污染的問題	-.065	.629	.572	
		3.推廣環境教育的能力	.000	.632	1.000	
		4.機械操作維護的能力	-.065	.929	.702	
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生 管理系統能力	.097	.790	.500		
	教學目標	1.讓學生具備實務的操作能力	-.200	.707	.170	
		2.培養學生環境關懷的能力	.000	.913	1.000	
		3.建構職場的安全文化	.280	.936	.148	
		基本素養	1.溝通表達	.000	.866	1.000
			2.持續學習	-.040	.889	.824
3.工作責任及紀律			.120	.833	.478	
4.團隊合作			-.040	.978	.840	
5.問題解決			-.080	.862	.647	
6.創新			-.040	1.060	.852	
7.人際互動	.040		.889	.824		
8.資訊科技應用	.360		.907	.059		
9.橘色關懷	-.360		.995	.083		
(職能) 環境保護與衛生	1.環境採樣分析能力	.080	.812	.627		
	2.評估及改善環境污染的問題	.160	.898	.382		
	3.推廣環境教育的能力	.080	.909	.664		
	4.機械操作維護的能力	-.080	1.115	.723		
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生 管理系統能力	-.080	.862	.647		
學習反思	教學目標	1.讓學生具備實務的操作能力	-.320	.690	.029*	
		2.培養學生環境關懷的能力	-.200	.645	.134	
		3.建構職場的安全文化	-.040	.676	.770	
	素養 基本	1.溝通表達	-.200	.707	.170	
		2.持續學習	-.320	.748	.043*	

教學主題	目標/基本素養/專業職能 對應能力	平均數	標準偏差	顯著性(雙尾)
	3.工作責任及紀律	-.040	.790	.802
	4.團隊合作	-.200	.764	.203
	5.問題解決	-.320	.748	.043*
	6.創新	-.280	.891	.129
	7.人際互動	-.240	.779	.136
	8.資訊科技應用	-.040	.790	.802
	9.橘色關懷	-.560	.821	.002*
	1.環境採樣分析能力	-.120	.881	.503
	2.評估及改善環境污染的問題	-.160	.746	.294
(職能)	3.推廣環境教育的能力	-.200	.816	.233
	4.機械操作維護的能力	-.280	1.021	.183
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生 管理系統能力	.000	.957	1.000

註：以成對樣本 T 檢定進行前後測分析，\*P<.05



附件 4 學生在不同教學主題對教學目標滿意度分析(後測) (N=32)

教學主題	教學目標	非常符合	符合	普通	不符合	非常不符合	平均值	標準差
比色法	1.讓學生具備實務的操作能力	17 (53.1)	11 (34.4)	1 (3.1)	-	-	4.55	.572
	2.培養學生環境關懷的能力	16 (50.0)	9 (28.1)	4 (12.5)	-	-	4.41	.733
	3.建構職場的安全文化	16 (50.0)	11 (34.4)	2 (6.3)	-	-	4.48	.634
外聘專家Ⅰ	1.讓學生具備實務的操作能力	17 (53.1)	12 (37.5)	3 (9.4)	-	-	4.44	.669
	2.培養學生環境關懷的能力	12 (37.5)	18 (56.3)	2 (6.3)	-	-	4.31	.592
	3.建構職場的安全文化	17 (53.1)	13 (40.6)	2 (6.3)	-	-	4.47	.621
外聘專家Ⅱ	1.讓學生具備實務的操作能力	15 (46.9)	10 (31.3)	4 (12.5)	-	-	4.38	.728
	2.培養學生環境關懷的能力	16 (50.0)	10 (31.3)	2 (6.3)	1 (3.1)	-	4.41	.780
	3.建構職場的安全文化	18 (50.3)	7 (21.9)	3 (9.4)	1 (3.1)	-	4.45	.827
重量法	1.讓學生具備實務的操作能力	14 (43.8)	6 (18.8)	5 (15.6)	-	-	4.36	.810
	2.培養學生環境關懷的能力	13 (40.6)	9 (28.1)	3 (9.4)	-	-	4.40	.707
	3.建構職場的安全文化	14 (43.8)	8 (25.0)	3 (9.4)	-	-	4.44	.712
微生物	1.讓學生具備實務的操作能力	17 (53.1)	9 (28.1)	4 (12.5)	-	-	4.43	.728
	2.培養學生環境關懷的能力	15 (46.9)	14 (43.8)	1 (3.1)	-	-	4.47	.571
	3.建構職場的安全文化	16 (50.0)	12 (37.5)	2 (6.3)	-	-	4.47	.629
電極法	1.讓學生具備實務的操作能力	21 (65.6)	8 (25.0)	2 (6.3)	-	-	4.61	.615
	2.培養學生環境關懷的能力	17 (53.1)	10 (31.3)	4 (12.5)	-	-	4.42	.720
	3.建構職場的安全文化	15 (46.9)	10 (31.3)	5 (15.6)	-	1 (3.1)	4.23	.956
滴定法	1.讓學生具備實務的操作能力	15 (46.9)	9 (28.1)	1 (3.1)	-	-	4.56	.583
	2.培養學生環境關懷的能力	13 (40.6)	8 (25.0)	4 (12.5)	-	-	4.36	.757

教學主題	教學目標	非常符合	符合	普通	不符合	非常不符合	平均值	標準差
	3.建構職場的安全文化	12 (37.5)	8 (25.0)	5 (15.6)	-	-	4.28	.792
學習反思	1.讓學生具備實務的操作能力	17 (53.1)	8 (25.0)	-	-	-	4.68	.476
	2.培養學生環境關懷的能力	16 (50.0)	8 (25.0)	1 (3.1)	-	-	4.60	.577
	3.建構職場的安全文化	17 (53.1)	7 (21.9)	1 (3.1)	-	-	4.64	.569
排序	教學目標						總平均值	標準偏差
1	讓學生具備實務的操作能力						3.97	0.729
2	建構職場的安全文化						3.91	0.742
3	培養學生環境關懷的能力						3.90	0.723

**附表 5** 學生在不同教學主題對基本素養滿意度分析(後測) (N=32)

上課 類型	基本素養	非常 符合	符合	普通	不符合	非常 不符合	平均值	標準差
比 色 法	1.溝通表達	18 (56.3)	11 (34.4)	-	-	-	4.62	.494
	2.持續學習	14 (43.8)	14 (43.8)	-	1 (3.1)	-	4.41	.682
	3.工作責任及紀律	17 (53.1)	12 (37.5)	-	-	-	4.59	.501
	4.團隊合作	17 (53.1)	11 (34.4)	-	-	1 (3.1)	4.48	.829
	5.問題解決	15 (46.9)	2 (37.5)	2 (6.3)	-	-	4.45	.632
	6.創新	14 (43.8)	11 (34.4)	4 (12.5)	-	-	4.34	.721
	7.人際互動	18 (56.3)	10 (31.3)	-	1 (3.1)	-	4.55	.686
	8.資訊科技應用	17 (53.1)	10 (31.3)	2 (6.3)	-	-	4.52	.634
	9.橘色關懷	16 (50.0)	9 (28.1)	3 (9.4)	1 (3.1)	-	4.38	.820
外 聘 專 家 Ⅰ	1.溝通表達	15 (46.9)	13 (40.6)	4 (12.5)	-	-	4.34	.701
	2.持續學習	15 (46.9)	15 (46.9)	2 (6.3)	-	-	4.41	.615
	3.工作責任及紀律	17 (53.1)	14 (43.8)	1 (3.1)	-	-	4.50	.568
	4.團隊合作	16 (50.0)	12 (37.5)	4 (12.5)	-	-	4.38	.707
	5.問題解決	17 (53.1)	14 (43.8)	-	1 (3.1)	-	4.47	.671
	6.創新	11 (34.4)	15 (46.9)	5 (15.6)	1 (3.1)	-	4.13	.793
	7.人際互動	17 (53.1)	13 (40.6)	2 (6.3)	-	-	4.47	.621
	8.資訊科技應用	11 (34.4)	16 (50.0)	5 (15.6)	-	-	4.19	.693
	9.橘色關懷	13 (40.6)	10 (31.3)	6 (18.8)	-	3 (9.4)	3.94	1.216
外 聘 專 家 Ⅱ	1.溝通表達	18 (56.3)	10 (31.3)	1 (3.1)	-	-	4.59	.568
	2.持續學習	17 (53.1)	8 (25.0)	4 (12.5)	-	-	4.45	.736
	3.工作責任及紀律	18 (56.3)	9 (28.1)	2 (6.3)	-	-	4.55	.632
	4.團隊合作	18 (56.3)	9 (28.1)	2 (6.3)	-	-	4.55	.632
	5.問題解決	15 (46.9)	9 (28.1)	5 (15.6)	-	-	4.34	.769
	6.創新	17 (53.1)	8 (25.0)	2 (6.3)	2 (6.3)	-	4.38	.903

上課 類型	基本素養	非常 符合	符合	普通	不符合	非常 不符合	平均值	標準差
重量法	7.人際互動	15 (46.9)	9 (28.1)	5 (15.6)	-	-	4.34	.769
	8.資訊科技應用	16 (50.0)	9 (28.1)	3 (9.4)	1 (3.1)	-	4.38	.820
	9.橘色關懷	11 (34.4)	9 (28.1)	9 (28.1)	-	-	4.07	.842
	1.溝通表達	14 (43.8)	11 (34.4)	-	-	-	4.56	.507
	2.持續學習	15 (46.9)	8 (25.0)	2 (6.3)	-	-	4.52	.653
	3.工作責任及紀律	13 (40.6)	10 (31.3)	2 (6.3)	-	-	4.44	.651
	4.團隊合作	16 (50.0)	8 (25.0)	1 (3.1)	-	-	4.60	.577
	5.問題解決	15 (46.9)	7 (21.9)	3 (9.4)	-	-	4.48	.714
	6.創新	12 (37.5)	8 (25.0)	5 (15.6)	-	-	4.28	.792
微生物	7.人際互動	17 (53.1)	6 (18.8)	2 (6.3)	-	-	4.60	.645
	8.資訊科技應用	13 (40.6)	11 (34.4)	1 (3.1)	-	-	4.48	.586
	9.橘色關懷	14 (43.8)	4 (12.5)	5 (15.6)	1 (3.1)	1 (3.1)	4.16	1.143
	1.溝通表達	17 (53.1)	10 (31.3)	3 (9.4)	-	-	4.47	.681
	2.持續學習	16 (50.0)	12 (37.5)	2 (6.3)	-	-	4.47	.629
	3.工作責任及紀律	17 (53.1)	11 (34.4)	1 (3.1)	-	1 (3.1)	4.43	.858
	4.團隊合作	15 (46.9)	14 (43.8)	-	-	1 (3.1)	4.40	.814
	5.問題解決	15 (46.9)	13 (40.6)	2 (6.3)	-	-	4.43	.626
	6.創新	10 (31.3)	14 (43.8)	5 (15.6)	1 (3.1)	-	4.10	.803
電極法	7.人際互動	15 (46.9)	12 (37.5)	3 (9.4)	-	-	4.40	.675
	8.資訊科技應用	13 (40.6)	11 (34.4)	5 (15.6)	1 (3.1)	-	4.20	.847
	9.橘色關懷	10 (31.3)	11 (34.4)	9 (28.1)	-	-	4.03	.809
電極法	1.溝通表達	15 (46.9)	10 (31.3)	6 (18.8)	-	-	4.29	.783
	2.持續學習	17 (53.1)	12 (37.5)	2 (6.3)	-	-	4.48	.626
	3.工作責任及紀律	15 (46.9)	15 (46.9)	1 (3.1)	-	-	4.45	.568

上課 類型	基本素養	非常 符合	符合	普通	不符合	非常 不符合	平均值	標準差
	4.團隊合作	21 (65.6)	8 (25.0)	2 (6.3)	-	-	4.61	.615
	5.問題解決	18 (56.3)	12 (37.5)	1 (3.1)	-	-	4.55	.568
	6.創新	14 (43.8)	9 (28.1)	7 (21.9)	1 (3.1)	-	4.16	.898
	7.人際互動	17 (53.1)	13 (40.6)	1 (3.1)	-	-	4.52	.570
	8.資訊科技應用	15 (46.9)	10 (31.3)	5 (15.6)	1 (3.1)	-	4.26	.855
	9.橘色關懷	13 (40.6)	8 (25.0)	7 (21.9)	2 (6.3)	1 (3.1)	3.97	1.110
滴 定 法	1.溝通表達	12 (37.5)	10 (31.3)	3 (9.4)	-	-	4.36	.700
	2.持續學習	10 (31.3)	13 (40.6)	2 (6.3)	-	-	4.32	.627
	3.工作責任及紀律	13 (40.6)	9 (28.1)	3 (9.4)	-	-	4.40	.707
	4.團隊合作	12 (37.5)	11 (34.4)	2 (6.3)	-	-	4.40	.645
	5.問題解決	14 (43.8)	9 (28.1)	2 (6.3)	-	-	4.48	.653
	6.創新	10 (31.3)	12 (37.5)	3 (9.4)	-	-	4.28	.678
	7.人際互動	12 (37.5)	11 (34.4)	2 (6.3)	-	-	4.40	.645
	8.資訊科技應用	8 (25.0)	13 (40.6)	4 (12.5)	-	-	4.16	.688
	9.橘色關懷	10 (31.3)	9 (28.1)	6 (18.8)	-	-	4.16	.800
學 習 反 思	1.溝通表達	15 (46.9)	9 (28.1)	1 (3.1)	-	-	4.56	.583
	2.持續學習	16 (50.0)	9 (28.1)	-	-	-	4.64	.490
	3.工作責任及紀律	16 (50.0)	8 (25.0)	-	1 (3.1)	-	4.56	.712
	4.團隊合作	15 (46.9)	10 (31.3)	-	-	-	4.60	.500
	5.問題解決	16 (50.0)	9 (28.1)	-	-	-	4.64	.490
	6.創新	14 (43.8)	7 (21.9)	4 (12.5)	-	-	4.40	.764
	7.人際互動	16 (50.0)	8 (25.0)	1 (3.1)	-	-	4.60	.577
	8.資訊科技應用	15 (46.9)	8 (25.0)	2 (6.3)	-	-	4.52	.653
	9.橘色關懷	14 (43.8)	6 (18.8)	5 (15.6)	-	-	4.36	.810

上課 類型	基本素養	非常 符合	符合	普通	不符合	非常 不符合	平均值	標準差
排序	基本素養						總平 均值	標準 偏差
1	團隊合作						3.97	0.753
2	工作責任及紀律						3.96	0.690
3	人際互動						3.96	0.723

附表 5 學生在不同教學主題對環境保護與衛生職能滿意度分析(後測) (N=32)

上課 類型	環境保護與衛生 (職能)	非常 符合	符合	普通	不符 合	非常 不符合	平均值	標準差
比色法	1.環境採樣分析能力	18 (56.3)	10 (31.3)	1 (3.1)	-	-	4.59	.568
	2.評估及改善環境污染的問題	16 (50.0)	11 (34.4)	2 (6.3)	-	-	4.48	.634
	3.推廣環境教育的能力	18 (56.3)	8 (25.0)	3 (9.4)	-	-	4.52	.688
	4.機械操作維護的能力	16 (50.0)	9 (28.1)	4 (12.5)	-	-	4.41	.733
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生管理系統能力	16 (50.0)	10 (31.3)	2 (6.3)	1 (3.1)	-	4.41	.780
外聘專家Ⅰ	1.環境採樣分析能力	19 (59.4)	12 (37.5)	-	1 (3.1)	-	4.53	.671
	2.評估及改善環境污染的問題	19 (59.4)	11 (34.4)	1 (3.1)	1 (3.1)	-	4.50	.718
	3.推廣環境教育的能力	15 (46.9)	13 (40.6)	4 (12.5)	-	-	4.34	.701
	4.機械操作維護的能力	12 (37.5)	14 (43.8)	5 (15.6)	1 (3.1)	-	4.16	.808
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生管理系統能力	18 (56.3)	10 (31.3)	4 (12.5)	-	-	4.44	.716
外聘專家Ⅱ	1.環境採樣分析能力	16 (50.0)	11 (34.4)	2 (6.3)	-	-	4.48	.634
	2.評估及改善環境污染的問題	20 (62.5)	8 (25.0)	1 (3.1)	-	-	4.66	.553
	3.推廣環境教育的能力	15 (46.9)	11 (34.4)	3 (9.4)	-	-	4.41	.682
	4.機械操作維護的能力	10 (31.3)	13 (40.6)	5 (15.6)	1 (3.1)	-	4.10	.817
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生管理系統能力	13 (40.6)	12 (37.5)	4 (12.5)	-	-	4.31	.712
重量法	1.環境採樣分析能力	17 (53.1)	4 (12.5)	4 (12.5)	-	-	4.52	.770
	2.評估及改善環境污染的問題	13 (40.6)	5 (15.6)	7 (21.9)	-	-	4.24	.879
	3.推廣環境教育的能力	13 (40.6)	7 (21.7)	5 (15.6)	-	-	4.32	.802


上課 類型	環境保護與衛生 (職能)	非常 符合	符合	普通	不符 合	非常 不符合	平均值	標準差
	4.機械操作維護的能力	13 (40.6)	6 (18.8)	6 (18.8)	-	-	4.28	.843
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生管理系統能力	14 (43.8)	6 (18.8)	4 (12.5)	1 (3.1)	-	4.32	.900
微生物	1.環境採樣分析能力	16 (50.0)	10 (31.3)	3 (9.4)	1 (3.1)	-	4.37	.809
	2.評估及改善環境污染的問題	13 (40.6)	11 (34.4)	6 (18.8)	-	-	4.23	.774
	3.推廣環境教育的能力	12 (37.5)	11 (34.4)	6 (18.8)	-	1 (3.1)	4.10	.960
	4.機械操作維護的能力	12 (37.5)	11 (34.4)	6 (18.8)	-	1 (3.1)	4.10	.960
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生管理系統能力	11 (34.4)	12 (37.5)	6 (18.8)	-	1 (3.1)	4.07	.944
電極法	1.環境採樣分析能力	18 (56.3)	11 (34.4)	1 (3.1)	-	1 (3.1)	4.45	.850
	2.評估及改善環境污染的問題	17 (53.1)	12 (37.5)	2 (6.3)	-	-	4.48	.626
	3.推廣環境教育的能力	14 (43.8)	13 (40.6)	4 (12.5)	-	-	4.32	.702
	4.機械操作維護的能力	15 (46.9)	9 (28.1)	7 (21.9)	-	-	4.26	.815
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生管理系統能力	15 (46.9)	11 (34.4)	4 (12.5)	1 (3.1)	-	4.29	.824
滴定法	1.環境採樣分析能力	14 (43.8)	8 (25.0)	3 (9.4)	-	-	4.44	.712
	2.評估及改善環境污染的問題	14 (43.8)	6 (18.8)	5 (15.6)	-	-	4.36	.810
	3.推廣環境教育的能力	14 (43.8)	6 (18.8)	5 (15.6)	-	-	4.36	.810
	4.機械操作維護的能力	14 (43.8)	7 (21.9)	3 (9.4)	1 (3.1)	-	4.36	.860
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生管理系統能力	15 (46.9)	8 (25.0)	2 (6.3)	-	-	4.52	.653



上課 類型	環境保護與衛生 (職能)	非常 符合	符合	普通	不符 合	非常 不符合	平均值	標準差
學習 反思	1.環境採樣分析能力	15 (46.9)	8 (25.0)	2 (6.3)	-	-	4.52	.653
	2.評估及改善環境污染的問題	16 (50.0)	8 (25.0)	1 (3.1)	-	-	4.60	.577
	3.推廣環境教育的能力	16 (50.0)	6 (18.8)	3 (9.4)	-	-	4.52	.714
	4.機械操作維護的能力	15 (46.9)	6 (18.8)	4 (12.5)	-	-	4.44	.768
	5.撰寫環境管理/職業安全衛生管理系統能力	14 (43.8)	7 (21.9)	4 (12.5)	-	-	4.40	.764
排序	環境保護與衛生(職能)						總平 均值	標準 偏差
1	環境採樣分析能力						3.96	0.669
2	評估及改善環境污染的問題						3.93	0.708
3	推廣環境教育能力						3.85	0.739

附表 6 學生於不同實驗課程的學習反思

實驗名稱	心得反饋	
比色法/水中亞硝酸鹽氮之檢測	這次實驗和正磷酸鹽差不多，分光光度計要提前預熱 30 分鐘避免實驗誤差，實驗中加入呈色劑後變成粉紅色，十分漂亮。實驗中需特別注意的是檢量線繪製，否則將導致結果偏差，我們 r 值有在 0.995 以上。過程中，同學的移液吸管沒清洗乾淨導致水樣污染，pH 校正儀的密封膠條的密合度不良導致液體滲出，這些失誤都讓我們更體會了實驗過程中細心度的重要性!這是最後一堂實驗課程，希望我們日後能活用這堂課教的所有的知識。	
前後測 平均數差值 -40.625		
	影片截圖	上課照片
生物性檢測/水中大腸桿菌群數	這次的實驗較需注意消毒部份，消毒的步驟非常多，一點疏忽都可能導致數值偏差，所以組員都很仔細為器具消毒。另外，使用酒精燈時也要特別注意，不可以在實驗室玩鬧，以防釀成悲劇。	
前後測 平均數差值 -43.125		
	影片截圖	上課照片
滴定法/水中化學需氧量之檢測	這次的實驗步驟很多且複雜，也使用了許多藥品，顏色變化也很大，十分考驗團隊合作性，我們在實驗開始前先模擬了步驟，經過了事前計畫後成功讓這次的實驗順利的完成。學習到氯離子會被重鉻酸鉀氧化生成氯而產生正干擾，此種干擾可加入硫酸汞，排除回流完成後要用硫酸亞鐵氨，而此課程只是模擬，實際操作時需上架兩小時，要特別注意。	
前後測 平均數差值 -42.500		

實驗名稱	心得反饋	
	影片截圖	上課照片
滴定法/標定及水中生化需氧量之檢測(BOD <sub>5</sub> )	做 BOD 瓶的時候，要用標籤標記注意日期，加硫酸的時候吸管要插在底部，搖晃混合的時候去水槽進行，此實驗滴定顏色變化是直接從淡黃色至無色，模擬實驗課程中，沒有放入恆溫培養箱，但考試時一定要實際操作。在這次實驗步驟中，複雜的步驟與困難的細節，造雖然造成了瓶頸，但也間接提升了我們對於問題解決的能力。	
前後測 平均數差值 -40.000		
	影片截圖	上課照片
滴定法/硫代硫酸鈉標準溶液配製及標定	氧化還原反應是先前我在五專時所沒學習過的，因此剛開始都一頭霧水，經過老師的講解後就理解了。這次的實驗過程非常有趣，學習到藥品稱重時需先歸零、器材倒入化學品前要潤洗、滴定時要注意顏色變化，以及滴定時的穩定度還有待加強。	
前後測 平均數差值 -49.375		
	影片截圖	上課照片
儀器測定/濁度、導電度及 pH 之測定	課前的測驗能引導出學習的慾望，老師的口頭敘述後由影片輔助過程，能對整個校正過程有更明確的瞭解，對實作有很實用的幫助！	
前後測 平均數差值 -19.375		
	影片截圖	上課照片
滴定法—水中酸度及鹼度之檢測	這次的實驗過程較簡易，需注意實驗藥品種類不能拿錯、滴定管的材質、實驗結果要記錄，水樣使用前必須先搖晃，滴定過程不能太快，實際操作讓我們發現原來水樣變化很大，從無色變至有色，學習到很多知識。這次實驗能從頭到尾都了解的很透徹，影片佔有很大的功勞，使我們充	

實驗名稱	心得反饋	
	滿了成就感。	
前後測 平均數差值 -18.125	 <p>加入 5 滴酚酞指示劑後進行攪拌</p>	
	影片截圖	上課照片