

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：PEE1136066

學門專案分類/Division：

計畫年度：113 年度一年期 112 年度多年期

執行期間/Funding Period：2024.08.01 – 2025.07.31

**實踐水文動手做：以 PBL 教學方法結合戶外教學場域與先進地球物理實驗儀器分析土壤含水量的序率變化特性**

計畫主持人(Principal Investigator)：林遠見

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

成果報告公開日期：立即公開 延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date)：2025 年 7 月 22 日

## 目錄

一、 本文.....	1
1.計畫研究動機與目的 .....	1
2.研究問題.....	1
3.文獻探討.....	1
4.教學設計與規劃.....	2
5.研究設計與執行方法 .....	3
6.教學暨研究成果.....	5
(1)教學過程與成果 .....	5
(2)學生學習回饋 .....	9
(3)教師教學反思 .....	9
7.建議與省思.....	11
二、參考資料.....	12
三、附錄.....	12

## 圖目錄

圖 1 學生於中央大學土木系館中庭進行雙環入滲試驗過程.....	4
圖 2 本研究室設備 Sensors & Software Conquest 100 透地雷達(右)與透地雷達掃描圖成果範例(左)(資料來源：中翰國際).....	4
圖 3 中央大學土木系館中庭長期連續多層土壤含水量監測.....	5
圖 4 課前問卷與課後問卷平均分數比較 .....	7
圖 5 水文學課前課後分數差異統計.....	8
圖 6 問卷課前課後分數分組之學生對水文學課程之態度提升分析.....	8
圖 7 課前問答題文字雲分析：學生認為台灣面臨的重要水文課題.....	9
圖 8 課前問答題文字雲分析：學生希望從水文學課程中學到的內容.....	9
圖 9 課後問答題文字雲分析：最大的收穫與印象深刻的課程活動.....	9
圖 10 課後問答題文字雲分析：給老師的話與建議 .....	9
圖 11 三坑自然生態公園合影.....	10
圖 12 石門水庫-石門水庫展示館參與導覽解說.....	10
圖 13 地下含水層布丁鑽井實驗.....	10
圖 14 雙環入滲實驗.....	10
圖 15 地球物理實驗-透地雷達 .....	10

## 表格目錄

表格 1 課前後問卷題項之統計差異與效應量分析表.....	7
-------------------------------	---

表格 2 課前課後問卷分組分析比較統計表 .....	8
----------------------------	---

**公式目錄**

式 1 .....	3
-----------	---

式 2 .....	4
-----------	---

## 一、本文

### 1. 計畫研究動機與目的

根據以往的教學經驗以及畢業學生建議應加強之課程與專業能力的回饋，發現現行課程在教學現場面臨許多需要改善的問題，如：

1. 學生學習態度普遍偏向被動，對課程內容缺發深刻印象。
2. 大學部課程多以倫理講授為主，實作與應用的比例不足，導致出現學用落差的現象。
3. 師生互動機會有限，教師難以即時掌握學生的學習困難與進度。
4. 氣候變遷與永續發展為當代重要的全球議題，教師應持續關注產業動向與國際趨勢，並即時更新教學內容，以協助學生畢業後能夠學以致用，與時俱進。

本計畫主持人為教育部氣候變遷教學聯盟成員，為跳脫傳統講述式教學，期待以翻轉教學與互動式學習為核心，設計更多具參加感與實作性之課程，以提升學習動力與學習後的成效。

本課程除傳授基本水文學理論，亦融入範例教學、影片學習與戶外實作報告，讓學生從實際操作中體驗水文知識的應用。如：學生將學習如何由降雨量推估洪水流量，進而探討堤防或橋梁的工程設計；透過雙環入滲實驗，實地理解地表水與地下水之間的交互作用，並應用特地雷達等地球物理儀器，觀察土壤含水量入滲過程的變化情形，了解其時序變化特性。並規劃參訪。三坑自然生態公園、大漢溪堤防、桃園大圳進水口 - 石門水庫後池堰、石門水庫大壩、溢洪道、石門水庫排洪隧道、中庄調整池等桃園地區重要的水利工程，讓學生能夠了解水利工程、防洪與水資源工程的重要性，也更能實際體驗到教室以外的事情。

### 2. 研究問題

本研究計畫旨在回應以往教學經驗擊斃學生建議加強之課程與專業能力的回饋中所提到的學用落差、學生學習動機不足以及師生互動有限問題，透過翻轉教學與戶外實作等多元教學策略，探討其學生學習成效與參與度之影響，研究問題如下：

1. 翻轉教學與互動式學習是否能提升學生之學習動機與課程參與度？
2. 戶外實作與校外參訪是否能強化學生對水文學知識的理解與實務應用能力？
3. 實施本課程後，學生是否能對水利工程與氣候變遷相關議題有更深的了解與興趣？
4. 教師在本課程實施過程中，是否能透過新的教學設計更加了解學生學習狀況？

透過上述問題的探討，本研究期望建立一套參與性的水文學教學模式，作為後續相關課程規劃與改進之參考。

### 3. 文獻探討

地表水對於人類基本需求與自然聲帶系統中皆具扮演重要的角色，隨著人口的增加與經濟活動發展，社會對於淡水需求持續增加，用於農業灌溉、衛生用水、公共設施與工業製程等領域，但同時與水資源相關的自然災害，如洪水、乾旱與山崩，已成為多數國家面臨的重要議題(Entekhabi et al., 1999)。為深入了解水文過程，水文學家、土壤學家、生態學家等通常從不同的時間與空間尺度，探討土壤含水量的變異性，特別是在區域尺度下，土壤、水與大氣之間的水分與能量的交換，將直接影響進地表的濕度與溫度(Huisman et al., 2003; Lu et al., 2017)。

在眾多監測技術中，透地雷達(Ground Penetrating Radar, GPR)是一種非破壞性、高解析度的地球物理探測技術，近年被廣泛應用於土壤含水量監測研究中，相較於傳統的方法，GPR 技術具有移動便利、可快速涵蓋大範圍測試區域的優勢，根據多篇文獻指出，只要由具經驗的研究人員操作，GPR 在估算地下水份變化上可達到高度可信度，且量測時不會破壞土壤層結構，適合應用於教學與研究整合之實作課程中(Huisman et al., 2003; Lu et al., 2017)。

GPR 技術具有高潛力應用於土壤水文觀測與教學活動，也可以結合雙環入滲實驗、連續含水量監測儀器，處進學生對水文物理過程的理解，並提升其儀器操作與資料判讀的實務能力。

#### 4.教學設計與規劃

本課程以「翻轉式教學」、「戶外實作」與「以問題為本的教學方式(Problem-Based Learning, PBL)」為核心，搭配扎實的基礎理論課程內容，從概念理解到現地應用，強化學生的整合式學習成效。教學設計強調活潑互動、深入淺出與類比引導，並透過創意實作培養問題分析與解決能力。同時，課程內容也呼應聯合國永續發展目標 **SDG6：潔淨水與衛生**，鼓勵學生關注水資源的公平分配與管理議題，思考全球水環境挑戰的解方。其課程內容可分為以下四大方向：

##### A. 基礎水文學理論

以循序漸進的方式引導學生掌握水文基本理論，核心課程單元包含：

(1)第 1-3 週:降水、截留與滲入過程(precipitation, interception, depression storage, infiltration)

(2)第 4-7 週:蒸散作用與地下水系統(evapotranspiration, groundwater)

(3)第 9-15 週:傳統工程水文學計算應用與風險評估等(runoff and river, hydrologic computation, discharge hydrograph, hydrograph estimation)

課堂以理論講授與工程水文實務計算應用，培養學生在面對水資源工程問題時，具備扎實的基礎理論知識。

##### B. 實地參訪教學

三坑自然生態公園、大漢溪堤防、桃園圳進水口、石門水庫大壩與後池堰、中庄調整池，透過實地現場導覽，學生在經過基礎學文理論後，能

進一步理解這些工程設施背後所應對水文概念與設計依據，進而反思這些理論如何實際應用解決、改善，甚至預防日常生活中所面臨的水資源短缺與防災問題。

### C. 互動式課堂活動與 PBL 設計

課堂中融入許多小組活動與 PBL 設計，透過互動式活動，可以培養學生解決問題能力、邏輯思考、團隊合作與溝通表達技巧。主要活動包括：

- (1)挖地下水比賽：模擬地下水位預測與量測
- (2)透地雷達尋寶：操作 GPR 設備進行目標定位
- (3)土壤液化模擬挑戰：結構物耐震性測試
- (4)水文議題討論報告：如「如何由降雨量推估洪水流量」等

### D. 實驗操作與期末成果

#### 雙環入滲實驗：

學生需全程參與現地實作，並繳交完整的實驗報告，其內容包含：時序入滲資料紀錄、圖表與 Horton infiltration curve 計算參數、分析與討論實驗變異與現象，並作結果與討論。

#### 地下水含水層布丁鑽井實驗：

以生活化的甜品模型比擬含水層與隔水層結構，說明鑽井與出水機制；透過具象化教具提升學生的參與度與課堂互動。

#### 地球物理實驗-透地雷達：

利用透地雷達以非破壞性檢測觀察與分析地下土壤含水量變化。

## 5.研究設計與執行方法

### A. 研究架構

透過課程設計的改變，觀察學生學習表現與回饋，研究架構主要包含：教學設計之改變、課程前與課程後問卷調查、問卷資料分析。

### B. 研究範圍與對象

研究場域為本校教室與戶外實作地點(如石門水庫)，研究對象為本系大學部三年級必修之水文學課程之學生，教學期間共 16 週。

### C. 研究方法與工具

為衡量課前與課後問卷的學習效果差異，本研究使用統計效應量指標，是最常見的標準化效果量指標。由兩組的平均值差異除以組別間的標準差計算出來的。其指標主要分為三個區域， $d < 0.2$ (幾乎無效果)、 $0.2 \leq d < 0.5$ (中等效果)、 $d \geq 0.8$ (效果顯著)。(Goulet-Pelletier & Cousineau, 2018)

$$d = \frac{\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre}}{SD_{pooled}} \quad \text{式 1}$$

其中  $\bar{x}_{post}$  為課後平均、 $\bar{x}_{pre}$  為課前平均、 $SD_{pooled}$  為整合標準差、 $d$  是無單位的標準化差異。下式(式 2)為  $SD_{pooled}$  整合標準差的計算式。

$SD_{poole}$

$$= \sqrt{\frac{SD_{Pre}^2 + SD_{post}^2}{2}}$$

式 2

教學部分以雙環入滲實驗與透地雷達(Ground Penetrating Radar, GPR)為主要的實作工具，工具說明如下：

雙環入滲儀：其原理為透過內環控制垂直入滲、外環抵銷側向流動影響，使得測得之水位變化更接近真實入滲行為。學生需紀錄時間與水位變化數據，繪製入滲曲線。透過實作導向的逐步教學，學生更能體驗水文與生活的樂趣。



圖 1 學生於中央大學土木系館中庭進行雙環入滲試驗過程

透地雷達：為一種非破壞性地球物理探測技術，透過發射高頻電磁波並接收其在地下不同介質間反射的訊號，判讀土壤結構與水分分布。在教學中將應用於土壤含水量之時序變化觀測，讓學生實際操作儀器，理解資料蒐集、剖面圖判讀與應用原理。

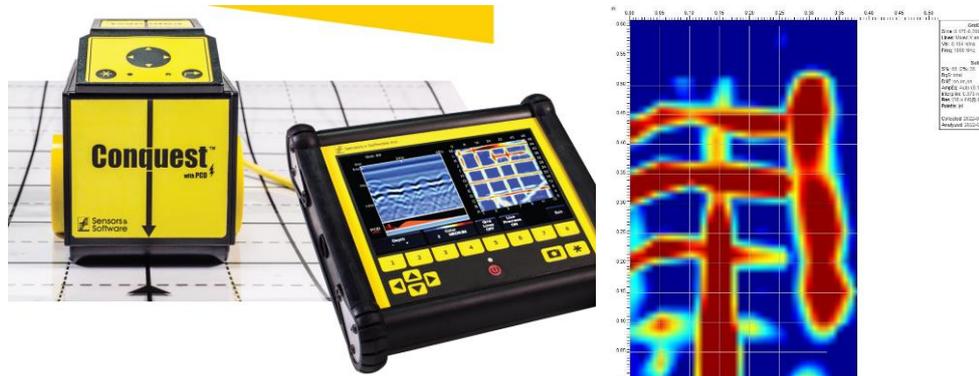


圖 2 本研究室設備 Sensors & Software Conquest 100 透地雷達(右)與透地雷達掃描圖成果範例(左)(資料來源：中翰國際)

連續多層土壤含水量監測儀器：安裝於 10 公分與 40 公分深度處，可進行全天候（24 小時不間斷）自動記錄，掌握不同深度土壤水分含量

的時序變化。透過與降雨資料或入滲實驗數據的比對，學生可觀察土壤在不同天候條件下的水分變化反應，有助於培養其分析自然環境水文過程的能力，並結合理論與現地觀測結果，進行綜合判讀與應用。

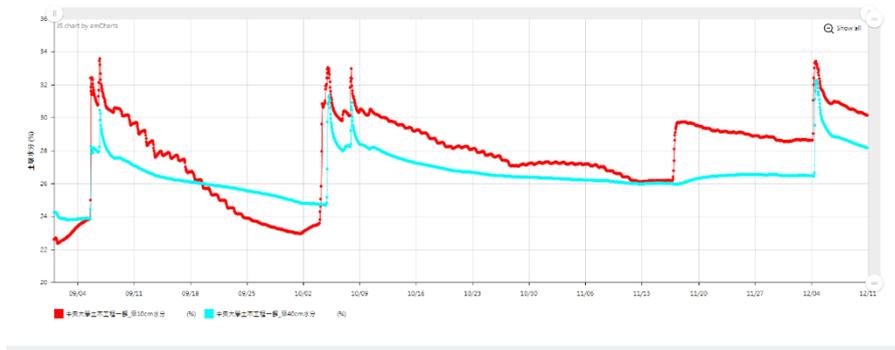


圖 3 中央大學土木系館中庭長期連續多層土壤含水量監測

(紅色為 10cm 深土壤含水量、青色為 40cm 深土壤含水量，本圖以一小  
時採樣頻率 2023 年 9 月 1 日至 2023 年 12 月 11 日為例的時間序列。)

## 6. 教學暨研究成果

### (1) 教學過程與成果

本次課程設計了前後之問卷調查，共計 17 題問題與各 2 題開放式問答題，主要是想了解課程前後的學習態度、認知、興趣的變化。

問卷內容如下：

#### 課前問答題：

1. 你認為台灣目前面臨哪些水的重要課題急需解決？為什麼？
2. 你希望藉由水文學課程學到什麼？

#### 課後問答題：

1. 你在水文學課程中最大的收穫？或是最印象深刻的課程活動？
2. 想對老師說的話及建議。

而 17 題問題為調查問卷是針對課程前後所設計之問卷，其中問題有以下：

#### (1-10 分)

- (1)我對水文學的興趣非常強烈
- (2)我認為水文學在我的學習中很重要
- (3)我希望了解更多關於水文學的知識
- (4)我對水文學的應用感到好奇
- (5)我對水文學有基本的了解(如降雨、逕流、入滲等)
- (6)我知道水文學在工程與生活上的意義與重要性
- (7)我知道水文學在工程上與生活上的意義與重要性
- (8)我知道地下水在水資源運用的重要性
- (9)我對水文分析的方法及工具有一定的了解
- (10)我知道水文循環對氣變遷的影響力

- (11)我能夠將水文學知識運用到生活當中(如參觀水庫、湧泉、土壤液化現象等)
- (12)我認為透過實驗與實際場域的親身體驗能夠深刻了解水文學的知識
- (13)我認為實作有助於提升我對水文學的學習熱忱
- (14)我有興趣從事水文相關研究
- (15)我有興趣參與水文相關的實驗
- (16)我有興趣學習使用程式語言或結合 AI 技術進行水文分析與預測
- (17)我有興趣參加水文學相關知識的研討會(如世界水論壇、台灣國際水論壇、地下水研討會、水利工程研討會等)，以進一步拓展我的知識

圖 4 所示，在 Q6-Q11 題有明顯的提升，其問題內容涵蓋工程與生活意義、地下水資源重要性、氣候變遷與水文循環的關聯性、水文工具的理解與生活應用方面，皆有顯著提升，其中 Q9「我對水文分析的方法及工具有一定的了解」，其提升幅度最大，反映課程中關於工具操作與方法說明的內容，對學生學習成效極具影響。Q7-Q11 之效益最高，對應的效應量(Cohen's d)皆超過 0.75，屬於終至大程度的學系效果。其中:Q9:「我對水文分析的方法及工具有一定的了解」之效應量達 1.024，為所有題目中分數最高，顯示課程在水文分析方法與相關工具教學與實作操作方面成效最為顯著。Q7:「我知道水文學在工程上與生活上的意義與重要性」，Q11:「我能夠將水文學知識運用到生活當中(如參觀水庫、湧泉、土壤液化現象等)」中效益量分別為 0.761 與 0.775 顯示效果為中高效果，表示學生在課程結束後對於生活應用與重要性皆有實質提升，此課程設計能有效強化學生對水文學知識之理解與興趣。

為探討學生對水文學課程的整體感受變化，本研究依照課前問卷總分(代表學生對課程興趣、態度與認知感受)進行分層分析，分為高分組以及低分組，分別取前 25%作為高分組的學生，後 25%為低分組的學生，進行學習成效分層分析。該分析可以將原本學習動機或興趣較弱的學生是否在課程後有顯著成長，以及原本就是高分組的學生是否能在課程中獲得更好的體驗與知識的拓展，圖 5 所示問卷題目中(Q1-Q17)，課後成績高於課前之學生比例，藉此觀察學生在不同題目的進步幅度，評估課程在各項學習目標上的成效。兩組學生皆有進步，尤其以低分組進步幅度更為明顯(14.87 分)，顯示課程具有激發學習興趣與正向感受的效果。

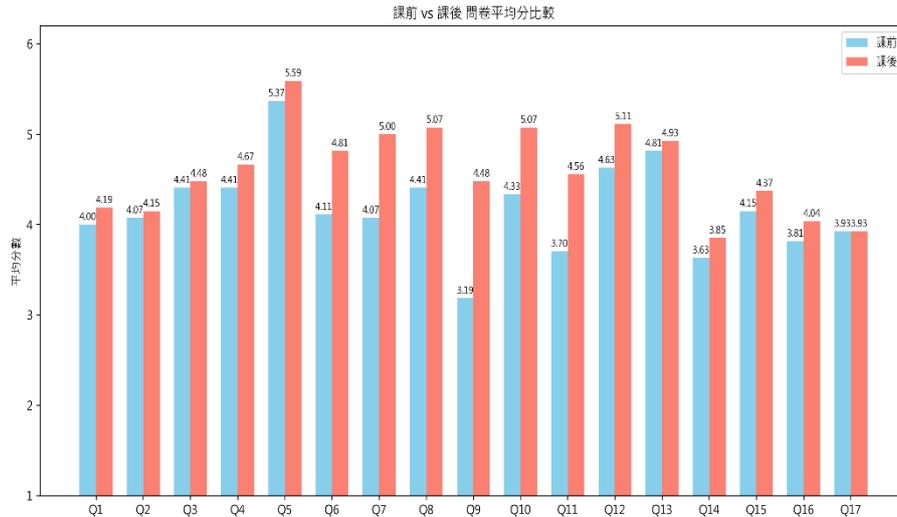


圖 4 課前問卷與課後問卷平均分數比較

表格 1 課前後問卷題項之統計差異與效應量分析表

問題	課前平均	課後平均	差異	p 值	Cohen's d 值
Q1	4.00	4.19	0.19	0.3942	0.167
Q2	4.07	4.15	0.07	0.7026	0.074
Q3	4.41	4.48	0.07	0.6780	0.081
Q4	4.41	4.67	0.26	0.2439	0.229
Q5	5.37	5.59	0.22	0.3864	0.170
Q6	4.11	4.81	0.70	0.0065	<b>0.570</b>
Q7	4.07	5.00	0.993	0.0005	<b>0.767</b>
Q8	4.41	5.07	0.67	0.0026	<b>0.642</b>
Q9	3.19	4.48	1.30	0.0000	<b>1.024</b>
Q10	4.33	5.07	0.74	0.0006	<b>0.753</b>
Q11	3.70	4.56	0.85	0.0004	<b>0.775</b>
Q12	4.63	5.11	0.48	0.0164	0.494
Q13	4.81	4.93	0.11	0.5871	0.106
Q14	3.63	3.85	0.22	0.4157	0.159
Q15	4.15	4.37	0.22	0.4565	0.145
Q16	3.81	4.04	0.22	0.3757	0.173
Q17	3.93	3.93	0.00	1.000	0.000

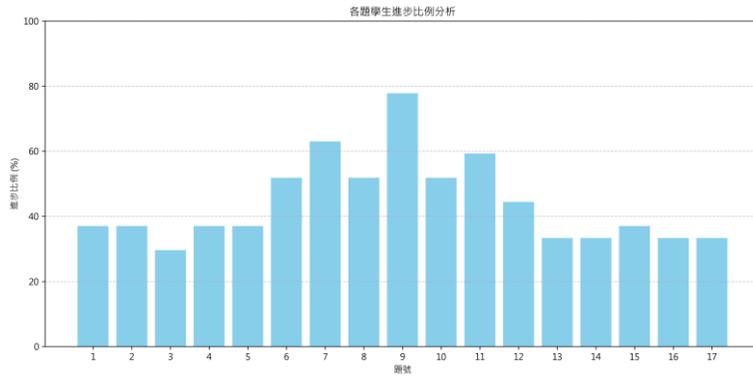


圖 5 水文學課前課後分數差異統計

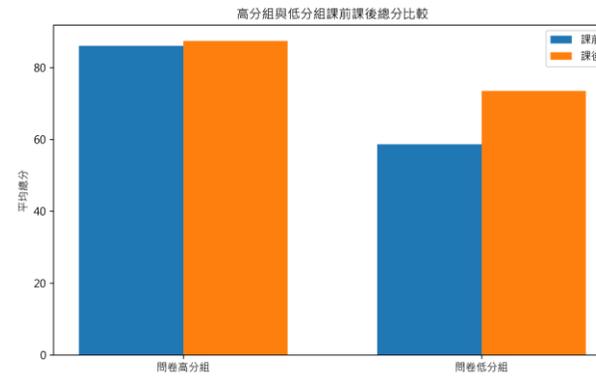


圖 6 問卷課前課後分數分組之學生對水文學課程之態度提升分析

表格 2 課前課後問卷分組分析比較統計表

組別	課前平均總分	課後平均總分	平均進步分數
問卷高分組	86.000	87.428571	1.428571
問卷低分組	58.625	73.500000	14.875000



活動有助於學生建立水文科學與環境永續整合的觀念與價值。



圖 11 三坑自然生態公園合影



圖 12 石門水庫-石門水庫展示館參與  
導覽解說

圖 12 為前往石門水庫，透過導覽解說了解其蓄水功能與洩洪防災機制，並實地認識水庫的整體管理流程與工程設計考量。課程中詳細介紹了水庫在台灣水資源系統中所扮演的關鍵角色，協助學生掌握從集水、儲水、調度到防洪的完整運作模式。

除戶外參訪外，課堂亦設計多項實作型水文實驗。其一為雙環入滲實驗，使學生直接觀察地表水進入土壤之入滲歷程，將抽象理論轉化為可量測的時序資料與入滲曲線（圖 14）。其二為地下水含水層「布丁鑽井」示範，以甜品模型比擬含水層／隔水層與井的出水機制，提升概念之具象化與課堂互動（圖 13）。其三為地球物理實驗—地面穿透雷達（GPR），透過非破壞量測呈現地下介質含水差異，說明除傳統土壤含水量量測之外的替代與互補方法；本課程亦提供操作高精度專業儀器之機會，強化學生之儀器素養與資料解釋能力（圖 15）。



圖 14 雙環入滲實驗



圖 13 地下含水層布丁鑽井實驗



圖 15 地球物理實驗-透地雷達

## 7. 建議與省思

為提升學生出社會後的競爭力與實務能力，課程未來發展方向除持續強化基礎理論教學外，更將著重於培養學生舉一反三的思辨能力、主動學習的態度、有效溝通與團隊合作技巧，並引導學生建立國際觀與時事敏感度，期能在快速變遷的社會中保持專業優勢與人際互動的軟實力。

未來可朝以下方向提升教學內容：

1. **跨領域技能整合**：結合資料分析、空間資訊系統(GIS)等工具，拓展學生在學水文學與實務應用上的能力。
2. **強化業界連結與職涯探索機會**：期望可以業界合作，帶領學生實地參訪業界單位，協助學生認識水資源工程在真實職場的應用，此類安排不僅有助於學生理解專業知識與實務接軌，也能幫助其探索自身興趣與未來深造方向

期盼學生能在本課程中，奠定穩固的專業知識外更能培養與時俱進的軟實力，未來能在各行各業中發光發熱，實現自我。

## 二、參考資料

- Entekhabi, D., Asrar, G. R., Betts, A. K., Beven, K. J., Bras, R. L., Duffy, C. J., Dunne, T., Koster, R. D., Lettenmaier, D. P., & McLaughlin, D. B. (1999). An agenda for land surface hydrology research and a call for the second international hydrological decade. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80(10), 2043-2058.
- Goulet-Pelletier, J.-C., & Cousineau, D. (2018). A review of effect sizes and their confidence intervals, Part I: The Cohen's d family. *The Quantitative Methods for Psychology*, 14(4), 242-265.
- Huisman, J. A., Hubbard, S. S., Redman, J. D., & Annan, A. P. (2003). Measuring soil water content with ground penetrating radar: A review. *Vadose zone journal*, 2(4), 476-491.
- Lu, Y., Song, W., Lu, J., Wang, X., & Tan, Y. (2017). An examination of soil moisture estimation using ground penetrating radar in desert steppe. *Water*, 9(7), 521.

## 三、附錄

### 課前問卷調查

課前問卷調查 Q1-Q17																		
時間戳記	學號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10/2/2024 21:43:43	111302xxx	3	4	4	4	5	5	5	5	4	5	3	3	3	3	3	2	2
10/2/2024 21:45:36	111302xxx	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6
10/2/2024 21:47:08	111302xxx	4	5	5	5	6	4	4	5	3	5	4	4	6	4	5	3	3
10/2/2024 21:48:31	111302xxx	6	5	6	6	6	5	5	4	3	5	5	6	6	6	6	6	6
10/2/2024 21:54:13	111302xxx	4	4	4	3	6	4	5	4	2	4	4	5	4	2	2	2	2
10/2/2024 21:54:32	111302xxx	3	3	3	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4
10/2/2024 21:58:42	111302xxx	3	3	5	4	6	3	3	3	2	3	3	4	5	4	5	5	5

10/2/2024 22:06:52	111302xxx	4	4	5	4	5	3	4	4	3	5	3	5	5	4	4	2	3
10/2/2024 22:07:03	111302xxx	4	4	4	4	5	5	5	4	3	4	4	5	4	3	3	2	2
10/2/2024 22:07:49	111302xxx	3	4	4	4	6	3	1	6	3	6	3	6	6	5	6	5	5
10/2/2024 22:19:51	111302xxx	5	4	4	5	6	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5
10/2/2024 22:20:41	111302xxx	5	5	5	4	6	4	5	3	3	4	4	4	6	3	3	6	6
10/2/2024 22:23:16	111302xxx	5	5	5	6	6	5	4	5	3	5	3	6	6	4	5	5	4
10/2/2024 22:30:54	111302xxx	4	4	4	4	6	4	4	4	3	4	2	5	4	4	3	3	2
10/2/2024 22:54:28	111302xxx	5	6	6	6	6	5	4	5	3	3	4	6	5	4	5	4	5
10/2/2024 22:59:15	111302xxx	4	4	4	4	6	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4
10/2/2024 23:35:03	110302xxx	6	6	6	6	6	4	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6
10/3/2024 0:57:18	111302xxx	5	4	4	4	4	4	6	6	5	5	3	5	4	5	4	6	4
10/3/2024 0:57:20	111302xxx	5	5	5	5	6	4	5	5	4	5	4	5	5	3	3	4	2
10/3/2024 1:01:28	111302xxx	3	4	5	5	6	5	4	6	3	4	5	6	6	3	4	2	2
10/3/2024 1:31:35	110302xxx	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	3	4	4	6
10/3/2024 10:37:11	111302xxx	6	6	6	6	5	4	5	6	3	5	5	6	6	4	6	3	5
10/3/2024 13:10:30	110302xxx	3	3	3	3	3	5	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
10/3/2024 17:06:54	111302xxx	5	5	5	5	6	5	5	5	5	6	5	6	5	4	5	4	6
10/3/2024 17:57:31	111302 xxx	3	3	3	3	4	5	4	5	3	3	3	5	4	3	3	3	2
10/3/2024 18:13:48	111302 xxx	3	4	3	4	5	4	5	6	2	3	3	4	4	3	2	1	4
10/3/2024 18:19:13	110302 xxx	4	4	4	4	6	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
10/3/2024 18:41:38	111302 xxx	4	3	4	5	6	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4
10/3/2024 19:15:18	110302 xxx	3	3	4	4	5	4	3	5	2	5	4	6	6	3	5	3	4
10/3/2024 19:51:11	111302 xxx	5	5	6	6	6	4	5	6	3	3	4	6	6	5	6	5	6
10/4/2024 0:29:41	110302 xxx	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	6	1	2	2	3
10/4/2024 2:24:31	111302 xxx	4	4	5	5	6	4	5	6	4	6	4	5	5	3	4	4	3
10/4/2024 5:07:23	110302 xxx	4	4	6	5	6	4	4	6	5	4	6	3	2	4	3	6	6
10/4/2024 3:39:45	110302 xxx	3	3	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
10/4/2024 8:31:01	110302 xxx	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
10/4/2024 9:42:24	110302 xxx	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

10/4/2024 9:53:03	111302 xxx	4	5	6	5	6	4	5	4	2	4	4	4	6	3	5	2	6
10/4/2024 12:48:21	111302 xxx	4	4	4	3	5	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3
10/4/2024 16:44:47	111302 xxx	4	3	4	4	5	2	3	3	2	4	4	5	4	3	4	5	3
10/4/2024 20:28:38	111302 xxx	5	5	6	6	6	4	4	4	2	3	4	5	5	3	4	4	4
10/5/2024 16:01:07	110302 xxx	2	3	3	3	3	2	3	4	1	4	1	4	4	4	4	3	4
10/6/2024 19:54:33	111302 xxx	5	4	5	6	6	4	5	5	4	5	4	6	6	6	6	6	6
10/8/2024 0:55:03	111302 xxx	6	6	6	6	5	4	3	5	5	4	6	5	6	6	4	5	6

課後問卷調查

課後問卷調查 Q1-Q17																		
時間戳記	學號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
12/26/2024 10:58:14	111302xxx	4	2	3	4	6	4	4	4	3	5	3	3	3	3	3	2	1
12/26/2024 10:58:23	111302 xxx	3	3	4	5	6	5	6	5	4	6	5	6	6	3	5	2	4
12/26/2024 11:00:09	110302 xxx	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12/26/2024 11:00:59	111302 xxx	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
12/26/2024 11:09:00	111302 xxx	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	5	5	6	6	6
12/26/2024 11:39:31	111302 xxx	4	4	4	4	6	5	5	5	5	5	5	6	5	4	4	3	3
12/26/2024 14:08:57	111302 xxx	4	4	5	5	6	2	2	3	2	3	2	4	4	2	3	3	3
12/26/2024 14:15:26	111302 xxx	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	4	2	2	3	2
12/26/2024 16:23:24	111302 xxx	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	5	3	3	3	3	3
12/26/2024 19:38:33	111302 xxx	5	4	5	6	6	5	5	5	4	6	6	6	5	6	6	6	6
12/27/2024 23:58:02	110302 xxx	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
12/28/2024 15:51:07	110302 xxx	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3
12/28/2024 16:40:46	111302 xxx	5	5	5	5	6	4	4	5	3	4	4	4	5	3	4	3	3
12/31/2024 14:34:15	111302 xxx	4	4	4	5	6	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4
12/31/2024 17:23:33	111302 xxx	4	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6
1/1/2025 16:12:56	111302 xxx	4	4	4	4	6	4	6	6	4	6	5	5	5	3	4	4	4
1/2/2025 14:09:33	111302 xxx	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	4	4	4

1/2/2025 19:24:38	111302 xxx	4	3	4	4	4	4	4	4	3	5	4	4	4	3	3	5	4
1/2/2025 23:53:07	111302 xxx	5	4	5	5	6	5	6	6	5	6	5	5	5	4	5	5	4
1/3/2025 23:34:02	111302 xxx	4	4	4	5	6	5	5	5	4	5	4	6	5	3	3	2	2
1/4/2025 20:18:19	110302 xxx	6	5	5	6	6	5	6	6	6	6	5	5	6	6	6	5	6
1/6/2025 13:53:46	111302 xxx	3	3	4	4	6	5	5	5	3	5	4	4	4	3	3	3	3
1/6/2025 23:52:24	111302 xxx	5	5	5	5	6	5	5	6	5	5	5	5	6	4	5	5	4
1/7/2025 1:01:12	111302 xxx	4	4	5	3	4	5	4	4	4	4	4	4	5	3	4	2	4
1/7/2025 21:00:27	111302 xxx	3	3	4	4	6	4	4	5	4	5	5	5	4	3	2	4	3
1/7/2025 23:51:35	111302 xxx	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	4	6	6	3	6	3	3
1/9/2025 17:20:04	110302 xxx	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	5
1/10/2025 0:55:42	110302 xxx	2	3	3	5	6	5	5	5	5	4	4	5	5	2	3	2	1
1/10/2025 12:17:26	111302 xxx	4	4	5	4	6	5	5	5	4	4	4	6	5	3	5	6	5

課前問卷之問答題調查

時間戳記	學號	Q1 你認為台灣目前面臨哪些水的重要課題急需解決？為什麼？	Q2 你希望藉由水文學課程學到什麼？
2024-10-02 21:43:43	111302xxx	水土保持 可用淡水缺乏 水污染	在社會上發生關於水文的事件時，能夠有較為專業的觀點想法
2024-10-02 21:45:36	111302xxx	宿舍水不好喝	很水的知識
2024-10-02 21:47:08	111302xxx	降水分佈不均台灣的降水雖然整體豐富，但往往是集中於夏季，冬季往往會出現乾旱情況。	氣候變遷的影響以及應對方式
2024-10-02 21:48:31	111302xxx	1.降雨量非常多但是能留住的非常少,這個問題想必和生活息息相關，沒有水就沒辦法生活。2.台灣的極端降雨越來越明顯，要嘛下	學習使用程式語言或結合 AI 技術進行水文分析與預測(地下水汙染、土壤液化、水文統計、水文設計)

		的炸多，不然就是下一個寂寞。3.水價太便宜，造成民眾用水意識不佳，所以常常浪費水。	
2024-10-02 21:54:13	111302xxx	缺水跟地下水超抽。在非雨季時可能用水會缺乏，導致農作物無法耕作，生活用水受到限制	如何更好運用水在發電的情況，在水循環中如何從中獲取更好的利益在不破壞環境的情況下
2024-10-02 21:54:32	111302xxx	南北部水資源不平均以及部分地區的土壤液化，造成缺水或淹水以及地層下陷等問題。	水文學的在生活中的應用
2024-10-02 21:58:43	111302xxx	許多地方下大雨就淹水，因為低窪地區只要一下大雨就淹水，排水不及	我希望可以學到台灣水利工程的主要功能
2024-10-02 22:06:52	111302xxx	南部枯水期較長導致旱災民生農作等缺水	工程上水資源的有效應用
2024-10-02 22:07:03	111302xxx	台灣的儲水量不穩定，山坡過於陡峭，導致雖然降雨多，但是能儲存下來的不多，再加上南部雨季較短，所以台灣時常缺水，用水量的減少對每個人都非常傷，我覺得這個部分是蠻重要的問題	關於台灣對於水的防災、管理、運用是如何進行的，會用到什麼東西
2024-10-02 22:07:49	111302xxx	到乾季時民生用水會受到影響而被迫停水，但在平常又能看到許多水資源浪費的情況發生，我能看到的大概是馬桶故障持續沖水，或是某些地方水管漏水之類的。如果將好好節約水資源並妥善分配，才能讓人民一直有充足且乾淨的水可以用。	水的去來，對工程的影響，在工程上如何應用。

2024-10-02 22:19:51	111302xxx	水庫淤積；因為每年都耗費很多錢在這上面	台灣水資源運用
2024-10-02 22:20:41	111302xxx	台灣目前面臨的水資源課題主要包括旱季缺水、水庫淤積以及工業與農業用水之間的爭奪。由於台灣地形與氣候特性，降雨集中在特定季節，旱季時常出現水資源短缺的問題。除了旱季缺水，台灣有許多水庫面臨淤積問題，土石流與颱風等自然災害常把泥沙帶到水庫裡，減少蓄水容量。最後，工業用水需求逐年增加，而農業用水的分配也仍舊重要，這導致工業與農業間的水資源爭奪問題日益嚴重。	我希望能藉由水文學課程了解與大地相關的水循環現象，特別是有關水資源管理、洪水預測及乾旱防治等方面。此外，如果未來課程有機會結合程式語言或 AI 技術進行水文分析與預測，提高數據處理的效率，我會覺得相當有趣。
2024-10-02 22:23:16	111302xxx	水資源使用過度浪費，台灣水費太便宜，很多人都沒有合理運用水資源的概念	水文對土木工程的影響
2024-10-02 22:30:54	111302xxx	水資源的浪費，因為水費很便宜導致很常有浪費水的情況發生，許多人都不珍惜水資源	"希望能學到如何看懂及了解平常的水費都花在哪裡，還有為何會缺水的原因
2024-10-02 22:54:28	111302xxx	颱風帶來的降水是否能全數收集成為重要的水資源？假如以後因氣候變遷，使得梅雨季降雨不足以支撐全台用量，要再從其他的地方收集到水資源。	以及冷笑話 (×)"
2024-10-02 22:59:15	111302xxx	最近的氣候讓中南部地區（有時包含北部）常常出現短時間內的急性強降雨，所以會讓很多地方都會有淹水的跡象，我認為要好好	更加了解在環保領域，能夠利用水文知識作出更好的改變。

		處理排水和儲水的問題，不然每次都下很大，然後淹水，結果過一陣子又會缺水，聽起來蠻沒邏輯的但好像去年常發生這種事。	
2024-10-02 23:35:03	110302xxx	降雨時空間分布不均/水資源不足	想知道水資源跨領域的交流之類的知識
2024-10-03 00:57:18	111302xxx	山高水短所以缺水 存水很困難	台灣水文環境及目前的發展潛力
2024-10-03 00:57:20	111302xxx	地層下陷，因為我家在危險區	學到水文學
2024-10-03 01:01:28	111302xxx	河川污染	水文學
2024-10-03 01:31:35	110302xxx	乾旱，近幾年好像越來越常聽到旱災	水文的未來發展
2024-10-03 10:37:11	111302xxx	地層下陷土壤液化海水倒灌，因為灌極端氣候造成枯旱頻率加劇，地下水的的需求各大，使地下水被過度抽取。	有效正確推估某地區之水資源，以作為開發利用、水害消滅等興利除弊之依據
2024-10-03 13:10:30	110302xxx	如果颱風和大潮同時來容易淹水,淹水如果沒有及時排除可能會有傳染病孳生	雨水下水道的設計
2024-10-03 17:06:54	111302xxx	降雨時間分佈不均，雨季時水多到滿出來，旱季時卻時常缺水沒水用，若這個問題不解決，反覆用停水的方式限水，只會徒增民眾的困擾	如何更有效利用水資源以及如何解決台灣常面臨的水資源問題
2024-10-03 17:57:31	111302xxx	"南部乾季缺水問題	有關水文學的知識
2024-10-03 18:13:48	111302xxx	因為水不夠"	如何將水的相關知識應用在工程中
2024-10-03 18:19:13	110302xxx	有部分水利設施由於是早期興建的，目前有點過於老舊，可能會在水資源管理上出現狀況	水資源管理、下水道設計及水資源再利用領域，

2024-10-03 18:41:38	111302xxx	缺水，雖然台灣年降雨量豐沛，卻還是名列全世界前 20 名缺水的國家	學分
2024-10-03 19:15:18	110302xxx	南部乾旱，冬天少雨	一些奇怪的水文冷知識，越奇怪越好
2024-10-03 19:51:11	111302xxx	降雨分布不均、台灣南部超抽地下水	學到有關水情形的偵測方法
2024-10-04 00:29:41	111302xxx	應該是高科技所產生的廢水能否再次被人所利用如飲用水或農業用水等 因為在台灣高速發展晶元產業途中一定會產生許多廢水 如果能發展一個產業專門處理的話不僅對於台灣環境有幫助 也能賺到不少錢	如何妥善運用水資源
2024-10-04 02:24:31	111302xxx	洪水及缺水問題，因為極端氣候影響	水文對於我們日常生活中的幫助及應用
2024-10-04 05:07:23	110302xxx	南部缺水問題，因為每年常在新聞上看到南部水庫水量告急	課外常識
2024-10-04 03:39:45	110302xxx	水庫無法有效蓄水。海島國家水資源非常重要	認識有關水文的各式應用與工程
2024-10-04 12:48:21	111302xxx	短時間強降雨淹水的問題 因為 會造成民眾困擾	更加了解水文學的應用
2024-10-04 16:44:47	111302xxx	水汙染	水利相關設施，比如我們日常用水是怎麼來的、怎麼運輸、污水又是怎麼處理的
2024-10-04 20:28:38	111302xxx	雖然降雨量很高，但蓄水不易，導致水資源匱乏	學習生活中即可使用的水文學知識
2024-10-05 16:01:07	1103025xxx	旱季跟雨季越來越明顯，會導致缺水問題跟缺水問題	水對工程的影響

2024-10-06 19:54:33	111302xxx	缺水和淹水	除了學習水循環及一些人類與水的歷史外，更想了解關於人類面對水資源不足的問題時做出了何種應用及解決之道，並鑑古知今，預測未來。
2024-10-08 00:55:03	111302xxx	缺水跟淹水	台灣的颱風排水

### 課後問卷之問答題調查

課後問卷調查-問答題			
時間戳記	學號	Q1 你在水文學課程最大的收穫？或是最印象深刻的課程活動？	Q2 想對老師說的話及建議
2024-12-26 10:58:23	111302xxx	印象最深的就是戶外教學去水庫那次到處走走看看挺好的	感謝老師這學期的教學
2024-12-26 11:09:00	111302xxx	最印象深刻的課程活動：參訪石門水庫。石門水庫一直是我來到桃園讀大學想去的景點之一，礙於交通考量一直沒有機會去。很高興水文學課程提供機會，帶領學生前往石門水庫參觀，透過實際了解水工構造來呼應課程的教學內容。	感謝老師這個學期生動的教導，以及許多活動的細心安排。祝老師身體健康、萬事如意～
2024-12-26 11:39:31	111302xxx	校外教學是我印象最深刻的活動，老師帶我們去參觀，讓我們不只是看講義，而是能夠現場了解有關水文的各種設施。	謝謝老師這學期的教導，讓我對水文有了更深的理解
2024-12-26 14:08:57	111302xxx	其實生活上跟水文息息相關，不論是颱風、水	老師很認真在教學，上課不會無聊想睡覺。

		<p>庫、降雨、土壤液化等等，都跟‘水’有關聯。我覺得之後我看到水庫或河流應該不會只有‘啊 這就是風景’僅此而已，應該會聯想到上課有講到的內容，公式可能會忘記，但一些觀念應該都還是會記得。</p>	
2024-12-26 19:38:33	111302xxx	<p>大概就是把錘子敲到爛掉的入滲實驗，而且我們的入滲中途還出現反入滲的情形真的很好笑。我覺得實驗比單純學習理論還更能讓我了解水文的知識，因為如果只在課堂上聽的話非常無聊，那就只是前人做出來的研究，然後我們就把它全部學起來而已，不過如果真的有去實地做實驗，並且將觀測到的數據畫出圖片來，不僅可以讓我們發現原來他的公式不是隨便來的，可以從現地得到驗證。儘管我們做的實驗不是那麼精確，但是這個過程很有趣。</p>	<p>老師好帥好棒好好玩好有趣好幽默好厲害好讚好認真教學好體貼好溝通，什麼都好，唯一的缺點是沒有缺點。</p>
2024-12-28 16:40:46	111302xxx	<p>課本的敘述再詳盡，也無法完全將現實世界寫進書中，在水文學課堂上，可以學習到各種公式、理論，但更多的是老師為我們補充的現實案例，透過這些案例，能夠更好地了解水文學的運作，以及對我們生活的環境是如此重要。印象最深刻的活動果然還是雙環入滲實驗，因為那實在是非常難做的一個實驗，要將雙環都</p>	<p>雖然我不時因為睡過頭翹過不少次課程，但遠見老師的課真的相當有趣，且在當中也能學習到很多知識，甚至是不限於書本的內容，我非常喜歡這樣的上課氛圍！</p>

		貫入土壤中耗費我們相當大的精力，一個實驗就使得三個人受傷，只能說不是適合人類來進行的實驗。	
2024-12-31 14:34:15	111302xxx	水文學雙環入滲實驗	老師很有趣，上課內容豐富，期中一度想要停修，但因為老師鼓舞想繼續修下去，謝謝老師!
2024-12-31 17:23:33	111302xxx	剛進入土木系時總覺得最重要的是結構大地，對於水資源的部分並沒有特別去了解。不過經過老師上課講述一些台灣及世界的著名工程後，才漸漸感受到水資源工程的重要性，遠超乎我原本的認知（雖然是我才疏學淺的緣故）。	覺得實作和參訪的部分很有趣，雖然遇到了一些困難，但很喜歡不只是坐在課堂上聽講的方式來學習及了解知識。
2025-01-01 16:12:56	111302xxx	最深刻的課程活動是雙環入滲實驗，因為學校的紅土不好操作，把雙環固定進土壤的過程中耗費了很多時間和力氣，為了好用一點點的土還往遠一點的地方跑，變成要去取水就要拿著一堆水桶提來提去，橡膠槌甚至都爛掉，各組還輪流集合水桶用，在最後才很克難的做出實驗並產生結果，看到大家都不放棄的樣子真的很可愛!	上完水文學覺得比想像中的還不那麼枯燥乏味，因為多了生動的講解跟實作、實地走訪，讓抽象的觀念和理論變得具體，再融合日常生活的經驗，覺得水文學其實還蠻有趣的，謝謝老師!
2025-01-02 14:09:33	111302xxx	我印象最深刻的活動是在課堂中老師帶領我們在校園中做雙環入滲試驗	老師的上課方式很棒，常常在授課中講一些笑話我很喜歡，希望老師可以繼續保持熱誠繼續

			教課
2025-01-02 23:53:07	111302xxx	最深的印象還是去實地參訪了石門水庫，當一整個大水庫在自己眼前時還是非常的震撼的，站在水庫的上游，往下眺望，整個感覺非常的震驚。	老師很棒，課程安排有趣，講解清晰，能夠讓人喜歡上水文學
2025-01-06 13:53:46	111302xxx	印象最深刻的課程是雙環入滲實驗，當時扛了很多趟的水，還有整組的人一起站在雙環上，讓環能更深入土壤下，雖然失敗了兩三次，不過是個特別的體驗!	課程內容有趣生動，出去參訪水庫還能讓我更了解如何將課程所學運用到生活。
2025-01-07 21:00:27	111302xxx	雙環入滲實驗讓我發現原來我們學校的土都還蠻硬蠻堅固的，原本以為是鬆鬆軟軟的，而且吸水吸很快。	謝謝老師這一學期的教導和布丁!
2025-01-10 12:17:26	111302xxx	學習到很多水相關的知識，以前上課都沒教過，才知道還有這麼多公式可以來探討水文相關的問題。印象最深刻的就是吃布丁，好吃!	我覺得老師很棒，讚讚
2025-01-11 14:03:51	111302xxx	最大的收穫應該是認識水文組的專業大概是往什麼方向及大概如何對水文環境分析，雖然沒有學的很好但我有對水文學產生一點興趣。	感謝老師讓我們能比較輕鬆的學習水文學，感謝老師