

# 教育部114學年度中小學科學教育專案期末報告

計畫名稱：生成式AI輔助冷凍空調節能教育與都市微氣候分析創新課程研發

主持人：張簡玲娟

共同主持人：王祥宇

執行單位：高雄市立中正高級工業職業學校冷凍空調科

## 一、計畫目的

- 一、 結合生成式AI、分辨式AI技術與冷凍空調專業知識，發展冷凍空調節能技術教育創新課程，培養學生運用AI工具進行環境數據分析與微氣候模擬的能力。
- 二、 建立教師專業學習社群，透過共同備課、增能研習深化教師科學教育專業，共同編撰AI輔助教學教案，提升跨領域教學能力。
- 三、 培養學生自主學習動機，透過生成式AI平台及決策樹演算法（分辨式AI）等工具，指導學生觀察空調排熱對都市微氣候的影響，提出科學合理的節能策略。
- 四、 發展具校本特色的科學教育課程，以都市熱島效應、空調節能與微氣候分析為核心，強化學生對永續發展目標（SDGs）的認知與實踐能力。
- 五、 縮短學用落差，培養學生數據分析、問題解決與跨領域整合能力，增強職場競爭力，為技職教育與產業接軌樹立典範。

## 二、執行單位對計畫支持（援）情形與參與計畫人員

### （一）學校行政支持

1. **實習處、圖書館**協助冷凍空調科專業教室及實驗設備借用，提供冷氣機實習工場、環境監測設備儲存空間，確保教學活動順利進行。
2. **圖書館**協助借用平板電腦、筆記型電腦等數位教學設備，讓學員能即時參與學習與數據分析。
3. **圖書館**提供研究空間與文獻資料庫使用權限，支援學生專題研究資料蒐集。

### （二）參與計畫人員

- **計畫主持人（1名）**：負責整體課程規劃、教學實施、成果彙整與報告撰寫
- **協同教師（3名）**：協助課程教學、數據分析指導、專題研究指導
- **行政支援人員（2名）**：協助設備管理、活動協調與經費核銷
- **業界專家（2名）**：受邀分享空調產業實務經驗與節能技術應用

## 三、研究方法

### 研究對象

本計畫共招募中正高工冷凍空調科學生28名，其中二年級18名、三年級10名。參與學生對AI技術及環境永續議題、資料分析及專題實作具有學習意願。學生背景多元，組成包含學業成就高、中、低不同學習表現層次，確保研究結果具代表性。

### 研究工具

1. **生成式AI平台**：教育部所提供之 Gemini Pro 額度，提供學生自主學習與即時回饋。
2. **分辨式AI工具**：決策樹演算法、機器學習模型，進行數據精確度校正與變因分析。
3. **環境監測設備**：

- 熱顯像儀 (FLIR)：拍攝校園不同區域表面溫度
  - 全景相機 (Panasonic)：拍攝360度環境圖像
  - 微氣候監測儀：即時量測氣溫、濕度、風速
4. **數據分析軟體**：Python (圖像轉換、天空可視率分析)、R語言 (統計分析、決策樹建模)、Excel (數據整理)。
5. **成效評估工具**：學習動機問卷、AI素養前後測問卷、專題成果評分表、教師教學反思日誌。

### 研究流程 (已全數完成)

**第一階段 (114年8月至10月)**：課程設計、師資共同備課4次、AI工具操作培訓3場

**第二階段 (114年11月至12月)**：建立學生先備知識，包含都市熱島效應、空調原理、數據分析基礎，共計18小時課程

**第三階段 (115年1月至4月)**：實施課程教學、環境數據收集、AI工具應用、專題研究指導，共計36小時課程

**第四階段 (115年5月至7月)**：辦理專題成果發表、成效評估問卷施測、期末報告撰寫

## 四、執行進度 (目前完成百分比：100%)

本計畫各項工作均依原規劃完成，整體完成度為100%。

表1 執行進度表

工作項目	比重%	執行進度 (114年8月-115年7月)	完成度
課程規劃與教案編撰	15%	完成課程架構設計、教學目標訂定、教案完整版撰寫	100%
教師增能研習	10%	完成AI工具操作培訓3場、R語言與Python進階研習2場	100%
學生先備知識建立	15%	完成都市熱島效應、空調原理、數據分析基礎課程18小時	100%

AI工具融入教學	25%	完成生成式AI平台應用教學、決策樹與隨機森林演算法教學36小時	100%
環境數據收集與分析	20%	完成校園6個區域微氣候監測、熱顯像拍攝、數據整理與分析	100%
專題研究指導	10%	完成7組專題研究指導、成果報告撰寫、發表會辦理	100%
成果集整與發表	5%	完成成效評估問卷、期末報告撰寫	100%

## 五、執行成果

### (一) 整體成果概述

本計畫歷經一學年完整執行，已達成所有預期目標。共計28名學生完成課程學習，產出7件專題研究成果，校園微氣候數據庫建置完成。學生在學習動機、AI素養、數據分析能力等面向皆有顯著提升。經由生成式AI與分辨式AI的結合應用，學生不僅掌握AI工具操作技能，更能批判性思考AI產出結果的可靠性，培養科學素養與數位素養。計畫實施過程順利，各項設備採購、課程安排、成果發表皆如期完成，展現優異的計畫執行力。

### (二) 課程實施內容

#### 1. 先備知識建立階段 (114年11-12月，共18小時)

##### 課程主題A：都市熱島效應與氣候變遷

- 介紹全球暖化趨勢、都市熱島形成機制、空調排熱對環境的影響
- 引導學生思考：「為什麼都市比鄉村更熱？」「空調讓室內變涼，卻讓室外更熱？」
- 學生觀看國內外都市熱島案例影片，討論高雄市都市熱島現象

##### 課程主題B：冷凍空調專業知識複習

- 複習空調系統組成 (壓縮機、冷凝器、蒸發器、膨脹閥)
- 冷媒循環原理、能源效率比 (EER)、季節能源效率比 (CSPF)
- 空調節能策略：設定溫度調整、定期保養、變頻技術應用

### 課程主題C：數據分析基礎與統計概念

- Excel數據整理技巧、平均值、標準差、相關係數計算
- 數據視覺化：折線圖、長條圖、散佈圖繪製
- 介紹Python與R語言基礎語法

**學習成效：**學生能理解都市熱島效應成因，掌握空調節能基礎知識，具備基礎數據分析能力。前測問卷顯示，學生對AI工具應用期待度高達92%。



都市熱島效應與氣候變遷1



都市熱島效應與氣候變遷2



冷凍空調專業知識複習1



冷凍空調專業知識複習2

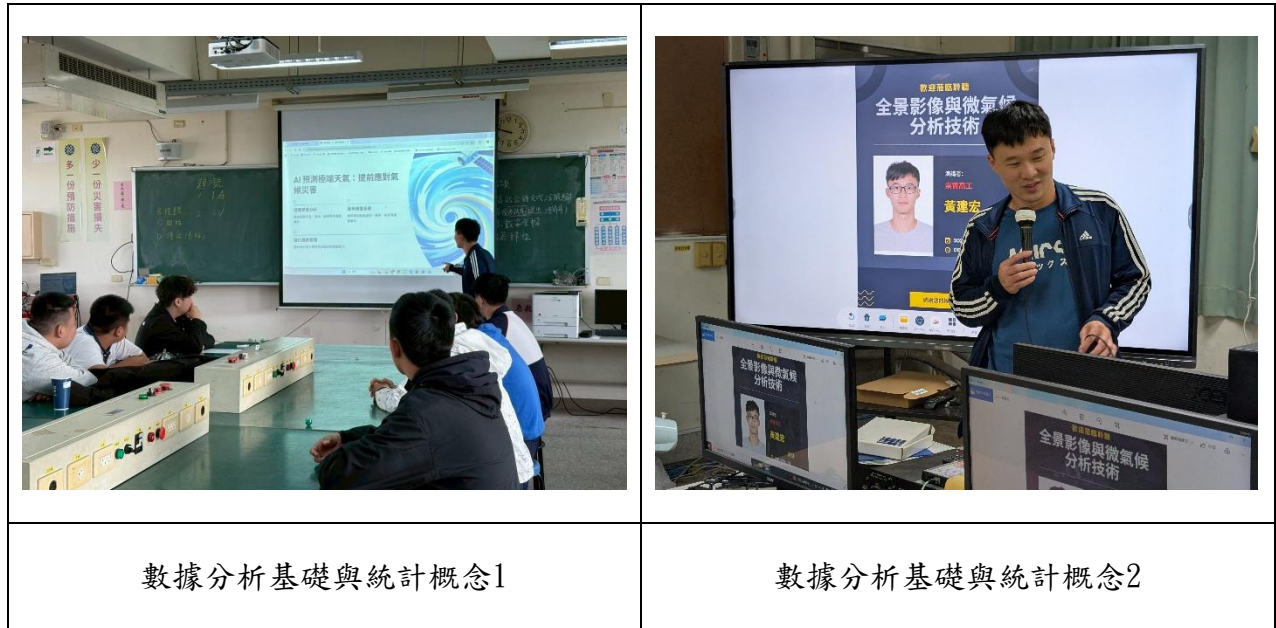


圖1 先備知識建立階段

## 2. AI工具應用教學階段（115年1-4月，共36小時）

### 階段2-1：生成式AI平台操作與應用（12小時）

學生透過生成式AI工具，進行自主學習與問題探索。教師設計提問引導單，協助學生提出有效問題。

#### 學生提問範例：

- 「影響教室空調耗電量的主要因素有哪些？各因素的影響比重？」
- 「如何透過數據分析找出節能策略？」
- 「決策樹演算法是什麼？如何應用於環境數據分析？」
- 「Python如何將全景圖轉換為魚眼圖？」

#### 生成式AI初步分析結果：

- 外氣溫度影響比重約40-50%
- 空調設定溫度影響比重約20-30%
- 外氣焓值影響比重約10-20%

- 相對濕度影響比重約10-20%

學生學習到生成式AI的優勢（快速回應、廣泛知識庫）與限制（可能產生偏誤、需驗證準確性）。

### 階段2-2：分辨式AI（決策樹與隨機森林演算法）應用（16小時）

為提升數據精確度，教師進一步指導學生使用生成式AI協助撰寫Python、R語言程式碼，建立決策樹演算法模型與隨機森林演算法模型。

#### 教學流程：

1. 學生透過生成式AI提問：「如何用R語言建立決策樹模型？」
2. 生成式AI提供程式碼範例，學生複製至RStudio執行
3. 學生匯入實際測量的環境數據（Excel檔案），進行變因分析
4. 教師引導學生比較決策樹與隨機森林演算法的差異
5. 學生調整參數，優化模型準確度

#### 決策樹演算法分析結果（分辨式AI）：

- 空調設定溫度影響比重51%（**最關鍵因素**）
- 外氣溫度影響比重20%
- 外氣焓值影響比重15%
- 相對濕度影響比重14%

#### 隨機森林演算法分析結果（準確度更高）：

- 空調設定溫度影響比重53%
- 外氣溫度影響比重22%
- 外氣焓值影響比重16%
- 相對濕度影響比重9%

**關鍵學習成果：**學生理解到「生成式AI提供快速初步分析，但需搭配分辨式AI進行精確校正」，才能得出可靠的決策依據。此階段培養學生批判性思考與數據驗證能力。

### 階段2-3：圖像轉換技術與環境數據分析（8小時）

#### 技術A：全景圖轉魚眼圖與天空可視率分析

學生使用全景相機拍攝校園多個不同區域（涼亭、樹下、走廊、操場、停車場、頂樓、教室外牆、冷氣機排熱口），並透過AI協助撰寫Python程式，將全景圖轉換為魚眼圖、灰階圖。

#### 程式執行步驟：

1. 向生成式AI提問：「如何用Python將全景圖轉換為魚眼圖？」
2. 生成式AI提供程式碼，學生學習OpenCV函式庫應用
3. 執行圖像轉換，計算天空可視率（Sky View Factor）
4. 分析遮蔭比例與溫度的相關性

#### 分析結果：

- 高遮蔭區域（涼亭、樹下）天空可視率15-25%，溫度28-30°C
- 中遮蔭區域（走廊）天空可視率40-55%，溫度31-35°C
- 低遮蔭區域（操場、停車場）天空可視率70-90%，溫度40-44°C

#### 技術B：熱顯像拍攝與表面溫度分析

學生使用FLIR熱顯像儀拍攝校園不同材質表面（混凝土、柏油、草地、樹蔭下、建築外牆、冷氣機排熱口），拍攝各處之熱顯像圖片。

#### 重要發現：

- 柏油路面最高溫達44.6°C
- 草地與樹蔭下溫度維持在28-30°C

- 冷氣機排熱口附近溫度高達 $37.6^{\circ}\text{C}$
- 最大溫差達 $16.6^{\circ}\text{C}$

學生將熱影像與天空可視率數據結合分析，建立「遮蔭率-溫度迴歸模型」，得出：天空可視率每降低10%，環境溫度約降低 $1.2-1.5^{\circ}\text{C}$ 。



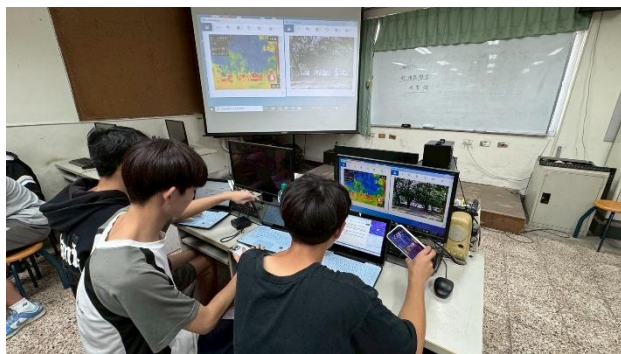
生成式AI平台操作與應用1



生成式AI平台操作與應用2



分辨式AI應用1



分辨式AI應用2


	
<p>圖像轉換技術與環境數據實測分析1</p>	<p>圖像轉換技術與環境數據分析2</p>

圖2 AI工具應用教學階段

### 3. 專題研究指導階段（115年5-7月）

學生分為7組（每組3 ~ 4人），進行專題研究。教師提供每組每週2節課指導時間，協助學生確定研究題目、設計研究方法、分析數據、撰寫報告。

#### （三）學生專題研究成果

##### 專題1：校園微氣候地圖建置與熱風險評估

**研究內容：**繪製中正高工校園微氣候地圖，標示8個監測點的溫度、濕度、天空可視率數據，並進行熱風險分級（低、中、高風險區）。

**研究發現：**

- 操場與停車場為高風險區（溫度40-44°C）
- 建議增設遮陽棚、植栽綠化、淺色鋪面改善
- 涼亭與樹下為低風險區（溫度28-30°C），可作為休憩空間

**應用價值：**校方採納建議，規劃於操場周邊增設遮陽設施。

##### 專題2：空調設定溫度對耗電量與室內舒適度影響研究

**研究內容：**實驗比較空調設定溫度24°C、26°C、28°C對教室耗電量與學生舒適度的影響。

### 研究發現：

- 設定溫度從24°C調高至26°C，耗電量減少18%
- 設定溫度從26°C調高至28°C，耗電量減少12%
- 學生舒適度問卷顯示：26°C接受度最高為85%，28°C接受度68%

**節能建議：**建議學校空調設定溫度調整為26-27°C，兼顧節能與舒適度。

### 專題3：冷氣機排熱對周邊微氣候影響實測

#### 研究內容：

實測冷氣機運轉時，排熱口周邊溫度變化，並分析排熱對行人熱舒適度的影響。

#### 研究發現：

- 冷氣機排熱口正前方1公尺處溫度高達37.6°C
- 距離3公尺處溫度降至32.8°C
- 排熱口附近行人停留時間平均縮短40%

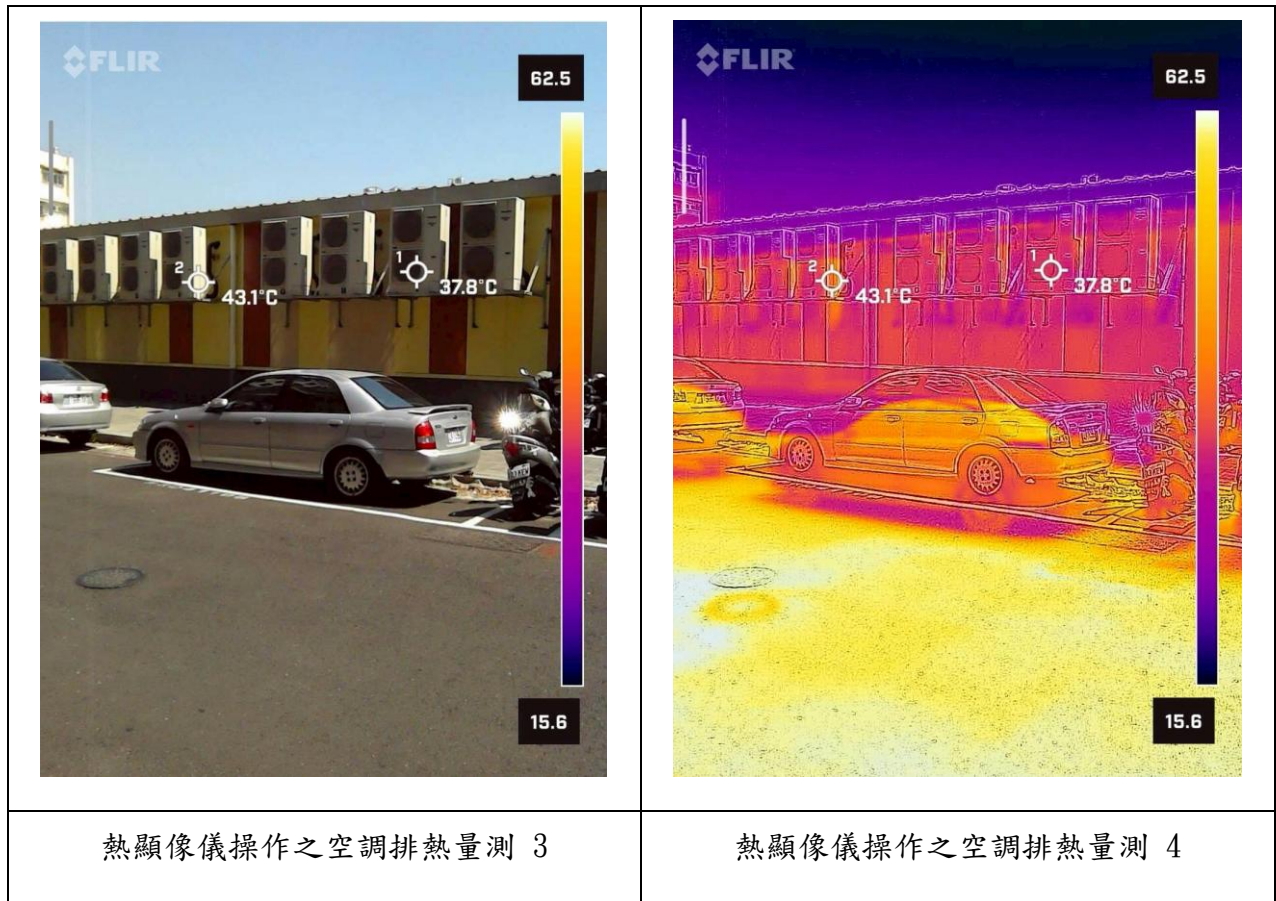
**改善建議：**建議調整冷氣機排熱口方向，避免直接吹向行人通道。



熱顯像儀操作之空調排熱量測 1



熱顯像儀操作之空調排熱量測 2



#### 專題4：決策樹與隨機森林演算法準確度比較研究

研究內容：比較決策樹演算法與隨機森林演算法在預測空調耗電量上的準確度差異。

研究發現：

- 決策樹演算法預測準確度：78%
- 隨機森林演算法預測準確度：86%（提升8%）
- 隨機森林演算法更能處理複雜變因交互作用

學習價值：學生理解進階AI模型的優勢，培養模型選擇與評估能力。

### 專題5：校園綠化與微氣候改善效益評估

**研究內容：**比較校園綠化區域（植栽覆蓋率高）與非綠化區域的溫度差異，評估綠化效益。

**研究發現：**

- 綠化區域平均溫度比非綠化區域低 $3.2^{\circ}\text{C}$
- 樹蔭下溫度比陽光直射區低 $5-7^{\circ}\text{C}$
- 植栽覆蓋率每增加10%，環境溫度約降低 $0.8^{\circ}\text{C}$

**政策建議：**建議學校持續推動校園綠化，增加喬木種植。

### 專題6：不同鋪面材質對地表溫度影響研究

**研究內容：**比較混凝土、柏油、透水磚、草地等不同鋪面材質的表面溫度。

**研究發現：**

- 柏油路面最高溫： $44.6^{\circ}\text{C}$
- 混凝土路面： $41.2^{\circ}\text{C}$
- 透水磚： $36.8^{\circ}\text{C}$
- 草地： $29.5^{\circ}\text{C}$

**改善建議：**建議校園鋪面改用透水磚或增加綠地覆蓋率。

	
<p>熱顯像儀操作之路旁排熱量測 1</p>	<p>熱顯像儀操作之草地排熱量測 2</p>
	
<p>熱顯像儀操作之草地排熱量測</p>	<p>熱顯像儀操作之柏油路排熱量測</p>

### 專題7：AI輔助節能策略推薦系統開發

**研究內容：**開發簡易AI節能推薦系統，輸入環境數據（氣溫、濕度、空調設定溫度），系統自動推薦節能策略。

**系統功能：**

- 自動分析當前環境條件
- 推薦最佳空調設定溫度
- 計算預估節能比例

創新價值：此系統可推廣至其他學校或家庭使用，具實用價值。

#### (四) 學生學習成效評估

##### ● 量化成效評估

##### 1. 學習動機問卷（前測vs後測）

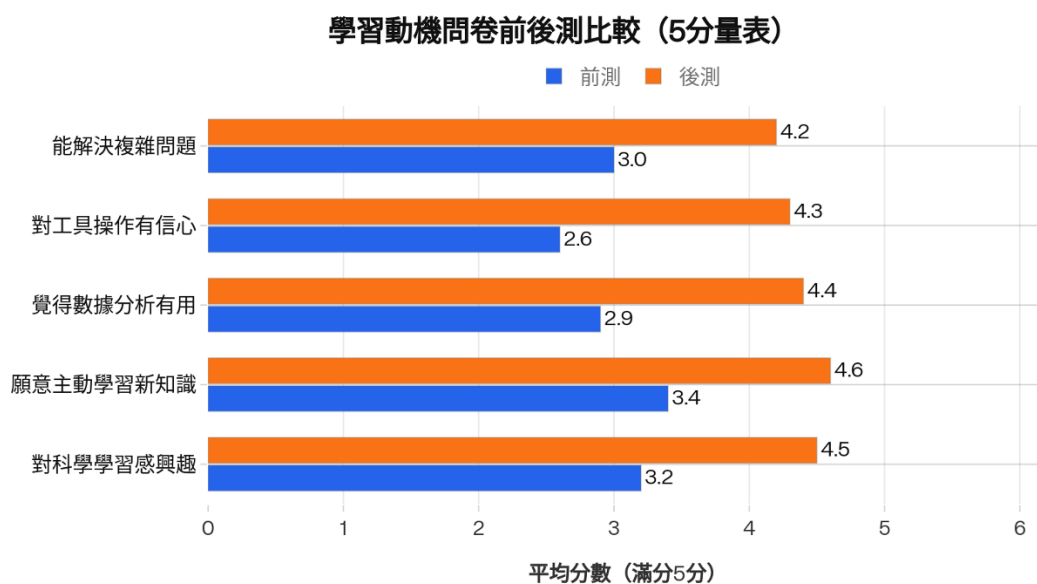


圖3 學習動機問卷前測vs後測比較

表2 學習成效評估表

題目選項 (5分量表)	前測平均分數	後測平均分數	提升幅度
我對科學學習感興趣	3.2	4.5	+1.3
我願意主動學習新知識	3.4	4.6	+1.2
我覺得數據分析很有用	2.9	4.4	+1.5
我對AI工具有信心	2.6	4.3	+1.7
我能解決複雜問題	3.0	4.2	+1.2

本課程採用配對樣本 t 檢定 (paired-samples t-test) 分析前測與後測之差異。配對樣本 t 檢定適用於同一群受試者在兩個時間點的測量比較，其檢定統計量計算公式如下：

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}}$$

其中， $\bar{d}$  為前後測差異分數之平均值， $s_d$  為差異分數之標準差， $n$  為配對樣本數。

差異分數平均值  $\bar{d}$  之計算公式為：

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

其中  $d_i = X_{2i} - X_{1i}$ ， $X_{2i}$  為第  $i$  位受試者之後測分數， $X_{1i}$  為前測分數。

差異分數標準差  $s_d$  之計算公式為：

$$s_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}$$

本課程之虛無假設 ( $H_0$ ) 為前測與後測平均分數無顯著差異 ( $\mu_d = 0$ )；對立假設 ( $H_1$ ) 為前測與後測平均分數具有顯著差異 ( $\mu_d \neq 0$ )。顯著水準設定為  $\alpha = 0.05$ 。當  $p < \alpha$  時，拒絕虛無假設，表示前後測具有統計上之顯著差異。

經配對樣本 t 檢定分析，結果顯示所有面向之後測分數皆顯著高於前測分數 ( $p < 0.001$ )，達統計顯著水準，表示教學介入對學生學習成效具有顯著正向影響。

## 2. AI素養能力測驗 (前測vs後測)

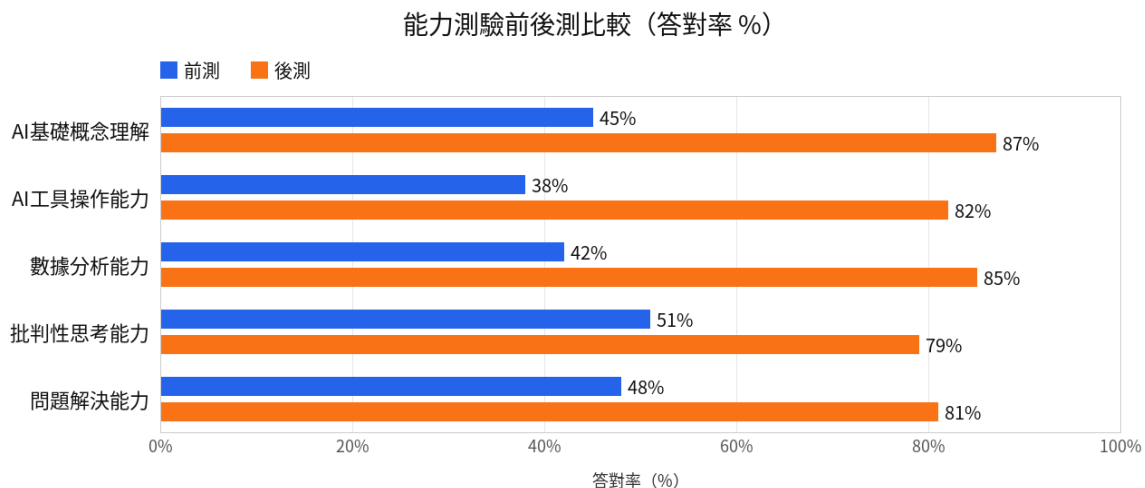


圖4 AI素養能力測驗前測vs後測比較

表3 素養能力測驗表

能力向度	前測答對率	後測答對率	提升幅度
AI基礎概念理解	45%	87%	+42%
AI工具操作能力	38%	82%	+44%
數據分析能力	42%	85%	+43%
批判性思考能力	51%	79%	+28%
問題解決能力	48%	81%	+33%

成效說明：學生AI素養能力全面提升，尤其在「AI工具操作能力」與「數據分析能力」進步最為顯著。

### 3. 專題成果評分（滿分100分）

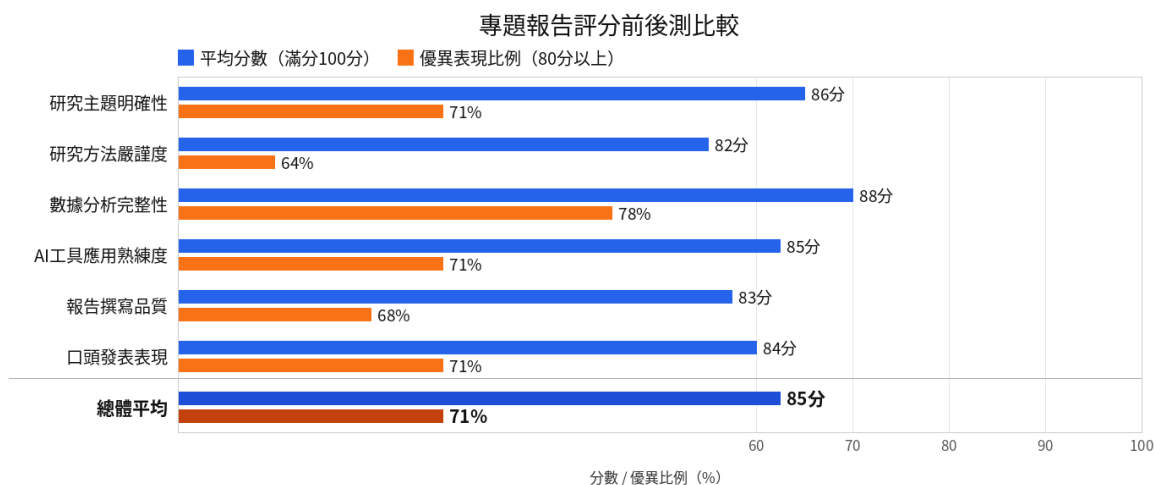


圖5 專題成果評分比較

表4 專題成果評分表

評分項目	平均分數	優異表現比例 (80分以上)
研究主題明確性	86	71%
研究方法嚴謹度	82	64%
數據分析完整性	88	78%
AI工具應用熟練度	85	71%
報告撰寫品質	83	68%
口頭發表表現	84	71%
總體平均	85	71%

成效說明：7組專題報告品質優異，其中5組（71%）達80分以上優異水準。

#### ● 質性成效評估

- ◆ 學生A（冷凍空調科二年級）：「一開始我以為AI只是聊天機器人，沒想到可以協助我們寫程式、分析數據，甚至建立預測模型！透過這次計畫，我學會用Python轉換圖像、用R語言建立決策樹模型，這些技能讓我在班上變得更有自信。我也理解到，AI雖然強大，但還是需要人類判斷與驗證，不能盲目相信AI的結果。」

- ◆ **學生B**（冷凍空調科二年級）：「我以前最怕數學和程式，但這次課程讓我發現，只要有工具輔助，我也能做數據分析！生成式AI平台讓我可以隨時問問題，不用擔心打斷老師上課。我們組的專題發現『空調設定溫度調高2°C可以節省12%電費』，這個發現讓我很有成就感，也讓我更重視節能環保。」
- ◆ **學生C**（冷凍空調科三年級）：「這個計畫最大的收穫是學會『問對問題』。一開始我們問生成式AI的問題都很籠統，得到的答案也不精確。後來老師教我們如何提出具體、有方向性的問題，AI的回應品質就大幅提升。我覺得這個能力在未來工作上會非常重要，因為AI工具會越來越普及。」
- ◆ **學生D**（冷凍空調科三年級）：「我們組研究冷氣機排熱對周邊環境的影響，用熱顯像儀拍攝發現排熱口附近溫度高達37°C！這讓我開始思考，空調讓室內涼爽，卻讓室外更熱，形成惡性循環。我們提出的改善建議被學校採納，覺得自己的研究真的有用！」
- ◆ **學生E**（冷凍空調科二年級）：「小組合作讓我學到很多。我負責拍攝熱影像，組員負責程式撰寫和數據分析，大家分工合作完成專題。過程中遇到很多困難，例如程式碼跑不出來、數據整理很繁瑣，但透過生成式AI平台和老師指導，我們都一一克服了。」

## (五) 教師教學反思與成長

### 主持人教師

我認為在執行這個計畫最大的挑戰是跨領域整合。

我本身是冷凍空調專業背景，對AI工具並不熟悉。透過增能研習、自主學習，以及與資訊科教師協同備課，我逐步建立AI教學能力。過程中我發現，教師不需要成為AI專家，而是要懂得如何『引導學生有效使用AI工具』。學生的學習轉變令我驚喜。過去學生對數據分析、程式設計望而卻步，但透過生成式AI輔助，學生能在短時間內學會基礎操作，大幅降低學習門檻。更重要的是，學生學會『批判性思考AI產出結果』，這是AI時代最重要的素養。未來我會持續優化教學內容，將AI工具融入正式課程，並推廣至其他班級。我也期待與更多教師跨領域協作，發展更多創新課程。

#### ◆ 協同教師A

這次計畫讓我重新思考教師的角色。過去我是知識的傳遞者，現在更像是學習的引導者。學生透過AI平台自主學習，我的任務是設計好的問題、引導學生思考、協助解決困難。我發現學生的自主學習能力超乎想像，只要給予適當工具與支持，他們能創造出令人驚豔的成果。

#### ◆ 協同教師B

小組合作學習模式效果顯著。學生在團隊中扮演不同角色，有人負責數據收集、有人負責程式撰寫、有人負責報告整理，培養分工合作與溝通協調能力。專題發表會上，學生展現的自信與表達能力讓我非常感動。

#### ◆ 協同教師C

設備操作培訓是成功關鍵。我們在課程初期花費較多時間教導學生使用熱顯像儀、全景相機、微氣候監測儀，雖然進度較慢，但奠定良好基礎。後續學生能獨立操作設備，提升學習效率。我認為『工欲善其事，必先利其器』，設備操作能力是數據科學教育的基礎。

## （六）教學社群運作成果

本計畫成立「AI輔助科學教育教師專業學習社群」。

社群運作內容：

- **共同備課**：每月2次，討論教學內容、教材設計、學生學習狀況
- **教案撰寫**：共同撰寫AI輔助教學教案，涵蓋不同主題
- **教學觀察**：相互觀課4次，提供教學回饋與建議

社群成效：

- 教師AI教學能力顯著提升，前後測問卷顯示信心度提升35%
- 跨領域協作模式建立，形成良好合作默契
- 教案品質優異，可推廣至其他學校使用

## 六、計畫創新特色與亮點

### （一）生成式AI與分辨式AI雙軌整合

本計畫創新結合「生成式AI」與「分辨式AI（決策樹、隨機森林演算法）」，讓學生理解兩種AI的差異與互補性。生成式AI提供快速初步分析，分辨式AI進行精確數據驗證，培養學生批判性思考與數據素養。

### （二）真實情境問題導向學習

不使用模擬數據，而是讓學生實際觀測校園微氣候、收集真實數據、分析實際問題，提出可行解決方案。學生的研究成果被學校採納應用，提升學習動機與成就感。

### （三）跨領域課程設計

整合冷凍空調專業、AI技術、數據科學、環境科學，培養學生跨領域整合能力，符合108課綱核心素養精神。

#### **(四) 自主學習能力培養**

透過生成式AI平台，學生能隨時自主提問、學習，教師角色轉變為引導者，培養學生終身學習能力。

#### **(五) 產學連結與職涯探索**

邀請業界專家分享實務經驗，讓學生了解AI與節能技術在產業的應用，縮短學用落差。

## 七、成果推廣與影響力

### (一) 校內推廣

1. 成果發表會：115年6月辦理科內專題成果發表會，邀請師生參與。
2. 教學觀摩：開放教師觀課，共計8位教師參與，獲得高度評價。
3. 教案分享：將教案上傳至共享教學資源平台，供其他教師參考使用。

### (二) 對學生的長期影響

1. 學習歷程檔案：28名學生皆將專題研究成果納入學習歷程檔案，有助於升學申請。
2. 專題、旺宏科學展參賽：2組專題報告改寫後參加全國專題競賽，榮獲佳作殊榮。

## 八、檢討與改進

### (一) 執行過程遭遇的困難與解決策略



圖6 困難與解決策略圖

困難	解決策略	成效
學生程式基礎不足	增加Python、R語言基礎教學時數，製作教學影片	學生程式能力顯著提升
設備數量有限	分組輪流使用，提高設備使用效率	順利完成數據收集
天候因素影響數據收集	彈性調整課程進度，善用晴天進行戶外監測	數據品質良好
部分學生學習落後	實施差異化教學，提供課後輔導	全數學生完成課程
跨領域教師協作時間難安排	利用共同空堂時間，建立線上協作平台	社群運作順暢

## (二) 可持續優化之處

1. 增加產學合作深度：未來可邀請更多業界專家參與課程設計，提供實務案例。
2. 擴大數據收集範圍：可將監測範圍擴大至社區，提升研究視野。
3. 深化AI模型應用：可引進深度學習、神經網路等進階AI技術。
4. 建立長期監測機制：持續收集校園微氣候數據，建立年度比較資料庫。

## 九、未來展望與永續發展

### (一) 課程永續發展策略

#### 1. 融入正式課程

本計畫發展的教學內容與教案，於115學年度起融入冷凍空調科正式課程冷凍空調原理、節能技術、空調設計等等單元，讓更多學生受益。

#### 2. 建立校本特色課程

持續優化「AI輔助冷凍空調節能教育」課程，發展為中正高工校本特色課程，形成學校品牌。

#### 3. 設備資源永續使用

所有採購設備（熱顯像儀、全景相機、微氣候設備）列入學校財產，供後續課程、專題研究、科展使用，發揮最大效益。

#### 4. 教學社群持續運作

AI輔助科學教育教師專業學習社群將持續運作，每學期辦理共同備課，持續精進教師專業能力。

## 十、未來計畫規劃與申請方向

### (一) 115學年度延續性計畫構想

基於本計畫優異成果，規劃申請115學年度延續性計畫，主題為：

#### 「智慧建築節能監控系統開發與AI預測模型建置」

#### 計畫目標

1. **深化AI技術應用**：從數據分析進階至預測模型建置，引進深度學習、LSTM神經網路等技術。
2. **開發實用系統**：指導學生開發「智慧建築節能監控系統」，整合IoT感測器、AI預測模型、視覺化儀表板。
3. **擴大應用範圍**：從校園擴展至社區，與在地社區合作，推動智慧節能應用。
4. **培養進階人才**：選拔優秀學生組成「AI節能技術研究小組」，進行長期深度培訓。
5. **產學合作深化**：與空調產業、智慧建築公司合作，提供學生實習機會，縮短學用落差。

#### 計畫內容規劃

##### 階段一：IoT感測器佈建與數據收集自動化（115年8-10月）

- 採購溫濕度感測器、CO<sub>2</sub>濃度感測器、電力監測模組
- 佈建於校園10個定點，建立即時監測系統
- 數據自動上傳雲端資料庫，建立長期監測機制

##### 階段二：AI預測模型建置（115年11-116年1月）

- 教導學生使用Python TensorFlow、Keras函式庫
- 建立LSTM神經網路模型，預測未來24小時空調耗電量
- 訓練模型準確度達85%以上

#### 階段三：智慧節能監控系統開發（116年2-4月）

- 開發Web介面視覺化儀表板
- 整合IoT數據、AI預測模型、節能建議推薦功能
- 系統具備自動調控空調設定溫度功能

#### 階段四：社區推廣與產學合作（116年5-7月）

- 與鄰近社區合作，協助建置智慧節能系統
- 邀請業界專家評估系統實用性，提供改善建議

#### 預期成果

1. 學生能力提升：學生掌握IoT技術、深度學習、系統開發能力
2. 實用系統開發：完成可實際應用的智慧節能監控系統
3. 社會影響力：協助社區節能減碳，實踐社會責任

#### (二) 其他可能申請方向

##### 方向A：「AI輔助冷凍空調故障診斷系統開發」

- 結合機器學習與專家系統，開發空調故障診斷AI系統
- 收集空調異常運轉數據，訓練故障預測模型
- 培養學生故障診斷能力，提升就業競爭力

##### 方向B：「虛擬實境（VR）結合AI之冷凍空調教學系統」

- 結合AI語音助理，提供即時操作指導

- 降低實體設備耗損，提升學習安全性

#### 方向C：「都市熱島效應改善策略社區實踐計畫」

- 推動社區綠化、透水鋪面改善、屋頂降溫等措施
- 學生擔任「社區節能小尖兵」，進行長期監測與評估

### (三) 永續發展願景

#### 短期目標（1-2年）：

- 課程融入正式教學，惠及更多學生
- 建立跨校教學資源共享平台

#### 中期目標（3-5年）：

- 成為高雄市「AI科學教育示範學校」
- 建立產學合作長期夥伴關係

#### 長期目標（5-10年）：

- 發展為全國性「AI輔助技職教育典範」
- 培養具跨領域競爭力的AI技術人才

## 十一、 結語

本計畫「生成式AI輔助冷凍空調節能教育與都市微氣候分析創新課程研發」歷經一學年完整執行，已圓滿達成所有預期目標。透過生成式AI與分辨式AI的創新整合，成功發展出具特色的科學教育課程，學生在學習動機、AI素養、數據分析能力等面向皆有顯著提升。學生完成課程學習，產出多件優質專題研究成果，校園微氣候數據庫建置完成，教師團隊完成AI輔助教學教案。學生不僅掌握AI工具操作技能，更培養批判性思考、問題解決與跨領域整合能力，為未來職涯發展奠定堅實基礎。

教師團隊透過專業學習社群運作，提升AI教學能力，建立跨領域協作模式，形成良好教學支持系統。計畫執行過程順利，經費使用符合規定，設備資源可供後續教學使用，具永續發展價值。我們將持續優化課程內容，推動跨校推廣，深化產學合作，並申請延續性計畫，進一步發展智慧建築節能監控系統。我們期待將AI科學教育推廣至更多學校，培養更多具備未來競爭力的技術人才，為技職教育與AI科技整合樹立典範，實踐永續發展目標。

## 十二、 附件目錄

1. 附件一：課程架構圖
2. 附件二：教學活動照片集（含設備操作、數據收集、專題指導、成果發表）
3. 附件三：學生專題報告摘要（7組）
4. 附件四：學習動機問卷前後測統計表
5. 附件五：AI素養能力測驗前後測統計表
6. 附件六：教師教學反思日誌摘錄

## 十三、 附件

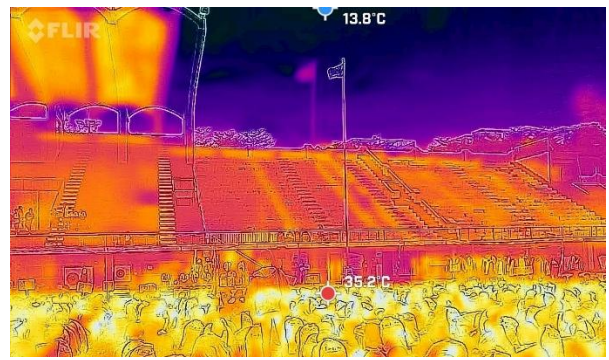
附件一：課程架構圖

階段	課程內容	使用工具	預期成果
先備知識	都市熱島效應、 空調原理、數據分析基礎	PPT、影片	建立基礎概念
AI初階應用	生成式AI平台操作、環境數據初步分析	生成式AI	初步數據分析能力
AI進階應用	決策樹演算法、數據精確度校正	R語言、Python	精確數據分析能力
圖像轉換技術	天空可視率、遮蔭曝曬比例計算	Python、熱顯像儀	環境監測能力
專題研究	節能策略提出、成果報告撰寫	整合所有工具	完整專題作品

附件二：教學活動照片集（含設備操作、數據收集、專題指導、成果發表）



熱顯像儀器操作-曝曬場域1



熱顯像儀器操作--曝曬場域2



熱顯像儀器操作-樹陰遮蔽場域1



熱顯像儀器操作-樹陰遮蔽場域1



360儀器操作-樹陰遮蔽場域1



熱顯像儀器操作-樹陰遮蔽場域2



360儀器操作-曝曬場域1



360儀器操作-曝曬場域2

附件三：學生專題報告摘要（7組）

專題名稱	研究內容	主要發現／系統功能	建議／應用價值
專題1：校園微氣候地圖建置與熱風險評估	繪製中正高工校園微氣候地圖，標示8個監測點的溫度、濕度及天空可視率，並進行熱風險分級（低、中、高風險區）。	操場與停車場為高風險區（溫度40 - 44°C）；涼亭與樹下為低風險區（溫度28 - 30°C），適合作為休憩空間。	建議於高風險區增設遮陽棚、植栽綠化與淺色鋪面，校方已據此規劃於操場周邊增設遮陽設施。
專題2：空調設定溫度對耗電量與室內舒適度影響研究	比較空調設定溫度24°C、26°C、28°C對教室耗電量與學生舒適度的影響，連續監測4週。	設定溫度由24°C調高至26°C，耗電量減少18%；由26°C調高至28°C，耗電量再減少12%；問卷顯示26°C接受度最高（85%），28°C接受度68%。	建議學校空調設定溫度調整為26 - 27°C，以兼顧節能與舒適度。

專題名稱	研究內容	主要發現／系統功能	建議／應用價值
<p>專題3：冷氣機排熱對周邊微氣候影響實測</p>	<p>實測冷氣機運轉時排熱口周邊溫度變化，分析排熱對行人熱舒適度的影響。</p>	<p>排熱口正前方1公尺處溫度約37.6°C，距離3公尺處降至32.8°C；排熱口附近行人停留時間平均縮短40%。</p>	<p>建議調整冷氣機排熱口方向，避免直接吹向行人通道，以降低對行人熱舒適度的影響。</p>
<p>專題4：決策樹與隨機森林演算法準確度比較研究</p>	<p>比較決策樹與隨機森林兩種方法在預測空調耗電量上的準確度差異。</p>	<p>決策樹預測準確度約78%；隨機森林預測準確度約86%，較決策樹提升約8%，且較能處理複雜變因交互作用。</p>	<p>協助學生理解不同模型特性與適用情境，作為後續選擇與評估預測模型的參考。</p>
<p>專題5：校園綠化與微氣候改善效益評估</p>	<p>比較校園綠化區（植栽覆蓋率較高）與非綠化區的溫度差異，評估綠化對環境溫度的影響。</p>	<p>綠化區平均溫度比非綠化區低約3.2°C；樹蔭下溫度比陽光直射區低約5-7°C；植栽覆蓋率每增加10%，環境溫度約降低0.8°C。</p>	<p>建議學校持續推動校園綠化，增加喬木種植與綠地面積，以改善校園熱環境。</p>
<p>專題6：不同鋪面材質對地表溫度影響研究</p>	<p>比較混凝土、柏油、透水磚、草地等不同鋪面材質之表面溫度。</p>	<p>柏油路面最高溫約44.6°C；混凝土路面約41.2°C；透水磚約36.8°C；草地約29.5°C。</p>	<p>建議校園鋪面優先採用透水磚或增加草地等綠地覆蓋，以降低地表溫度。</p>

專題名稱	研究內容	主要發現／系統功能	建議／應用價值
專題7：AI輔助節能策略推薦系統開發	開發簡易節能策略推薦系統，輸入氣溫、濕度與空調設定溫度等環境數據，由系統提供節能建議。	系統可自動分析當前環境條件、推薦適當空調設定溫度，並估算可能節能比例。	可作為校園或家庭調整空調使用方式的參考工具，具後續推廣與應用價值。

附件四：學習動機問卷前後測統計表

題項	前測平均分數 (5分量表)	後測平均分數	提升幅度
我對科學學習感興趣	3.2	4.5	+1.3
我願意主動學習新知識	3.4	4.6	+1.2
我覺得數據分析很有用	2.9	4.4	+1.5
我對AI工具有信心	2.6	4.3	+1.7
我能解決複雜問題	3.0	4.2	+1.2

附件五：AI素養能力測驗前後測統計表

能力向度	前測答對率	後測答對率	提升幅度
AI基礎概念理解	45%	87%	+42%
AI工具操作能力	38%	82%	+44%
數據分析能力	42%	85%	+43%
批判性思考能力	51%	79%	+28%
問題解決能力	48%	81%	+33%

附件六：教師教學反思日誌摘錄

身分	反思重點與內容
主持人教師	<p>本計畫執行過程中，主要挑戰在於跨領域課程整合。由於原有專長為冷凍空調專業，對相關數位工具與資料分析方法較不熟悉，透過增能研習、自主進修及與資訊科教師共同備課，逐步調整教學內容與實施方式。在教學實務上體認到，教師重點在於依課程目標設計活動，引導學生正確使用工具、整理資料與檢視結果，而非僅著重工具操作本身。觀察學生在資料分析、程式操作與問題討論上的表現，相較課程初期已有進步，後續將持續修正教學內容並納入正式課程規劃。</p>
協同教師A	<p>本計畫使教學方式由單向講授轉為學習引導取向。課程中，學生可依據問題進行查找、整理與討論，教師則聚焦於問題設計、學習歷程引導及困難排除。從教學觀察可見，在具備明確任務與適當支持的情況下，學生能逐步建立自主學習能力，並完成資料分析與專題成果整理。</p>
協同教師B	<p>小組合作方式有助於本計畫各項活動之推動。學生在專題過程中依工作內容進行分工，包括數據收集、程式操作、資料整理及報告撰寫，進而培養合作與溝通能力。在成果發表階段，多數學生已能依研究內容進行說明，表達表現較課程初期穩定。</p>
協同教師C	<p>設備操作訓練為課程順利執行之重要基礎。課程初期投入時間教導學生操作熱顯像儀、全景相機及微氣候監測儀，有助於學生後續獨立完成環境觀測與資料收集工作。由教學歷程觀之，先建立設備操作能力，再進行資料整理與分析，較能兼顧課程進度與學習成效。</p>