

114學年度科學教育專案年度期中報告綱要

計畫編號：60

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

協同主持人：王祥宇

執行單位：高雄市立中正高級工業職業學校

壹、計畫目的及內容：

一、計畫目的

本研究聚焦於生成式AI技術在冷凍空調節能技術教育中的應用，旨在應對全球氣候變遷所引發的空調使用增加與都市熱島效應的惡性循環，許多研究指出，隨著極端高溫氣候越加頻繁發生，導致空調的需求遽增造成大量排熱，對城市環境造成重大影響，參考許多學者的研究指出空調環境若設定降低1°C，耗能也將增加至少6%以上。(王祥宇等人(2024)[1]；洪國安(2021)[2]；王美男等人(2024)[3])。

本研究旨在透過生成式AI技術，幫助學生進行環境數據分析與微氣候模擬，以深入理解空調排熱對城市環境的具體影響，並提出有效的節能策略(何靜娟等人(2024)[4])，此外也有學者提出利用 3D 熱成像分析行人空間熱環境，以及相關的熱環境分析的應用，指出創造舒適的步行空間最有效的策略是遮蔭的相關設施(趙學秀等人(2020)[5]；陸江等人(2024)[6][7])，本研究也將透過AI工具融入教學，進行曝曬與遮蔭比率的計算，達到學生自主學習的成果。生成式AI技術已廣泛應用於教育領域，成為學生探索跨領域知識並進行自主學習的有力工具。生成式AI技術能夠透過使用者的應用，預測多種與高溫相關的健康結果(Boudreault, J. 等人(2024)[8])，然而，應用於教學上能夠顯著提升學生的學習動機和問題解決能力，並幫助其在實際情境中應用所學知識。本研究進一步透過數據分析與AI模型訓練，指導學生觀察空調排熱對都市微氣候的影響，並藉由分辨式AI工具輔助進行數據精確度校正，以探索不同AI技術在環境監測與節能策略中的應用潛力。本計畫結合生成式AI技術，發展以「都市微氣候分析」與「節能技術」為核心的創新課程，培養學生自主學習、數據分析與跨領域問題解決能力，並強化其對永續發展目標（SDGs）的認知與實踐。

以下幾點為本研究課程預期達成之目的：

1. 結合生成式AI與分辨式AI技術：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。
2. 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。

3. 培養學生自主學習動機：透過E度（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。
4. 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。
5. 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. 教務處、實習處、圖書館等相關單位，協助課程規劃、排課協調、場地提供，並提供AI自主學習平台帳號建置及支援。
2. 實習處協助冷凍空調科專業教室及實驗設備借用，確保教學活動順利進行。
3. 總務處及主計單位協助教學設備、熱顯像儀等設備採購及核銷作業。
4. 圖書館協助借用平板電腦等數位教學設備，讓同學們能即時參與學習。

（二）參與計畫人員

- 計畫主持人、協同主持人：負責課程規劃、教學實施與成果彙整
- 協同教師：協助課程教學、數據分析指導
- 行政支援人員：協助設備管理、活動協調與經費核銷

貳、研究方法及步驟：

本研究採行動研究法，以提升高職學生科學教育學習動機與實務能力為目的，成立教師專業學習社群，將冷凍空調專業知識與生成式AI技術相互結合，發展創新且有趣的科學教學活動。

一、 研究對象

中正高工冷凍空調科學生，對AI分析技術及環境永續議題有興趣者。

二、 研究工具

1. 生成式AI平台：教育部因材網E度工具，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）、全景相機，用於拍攝校園微氣候數據。
4. 數據分析軟體：以Python、R-Studio軟體，進行圖像轉換、天空可視率分析及遮蔭曝曬比例之計算。

本研究地點於中正高工校園與周遭環境(圖1)，研究過程讓學生透過自主學習平台，使用生成式以及分辨式AI工具，進行區域環境觀測與數據分析。如圖2、3所示，學生結合全景影像和熱顯像技術監測微氣候，並利用生成式AI與分辨式AI，如：機器學習方法、影像辨識方法，進行數據建模和分析。AI工具在學習過程中提供即時回饋，幫助學生有效解決氣候問題與空調排熱之間的關係。

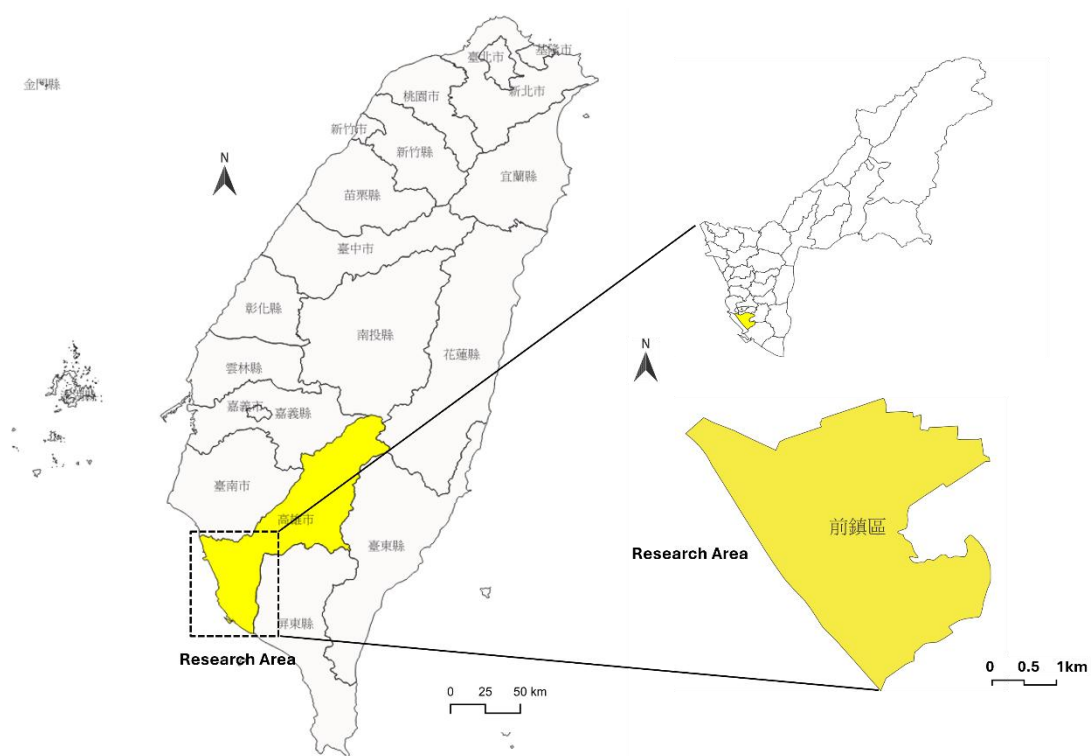


圖1. 研究範圍-高雄市前鎮區中正高工校園與周遭環境



圖2 中正高工校園全景圖

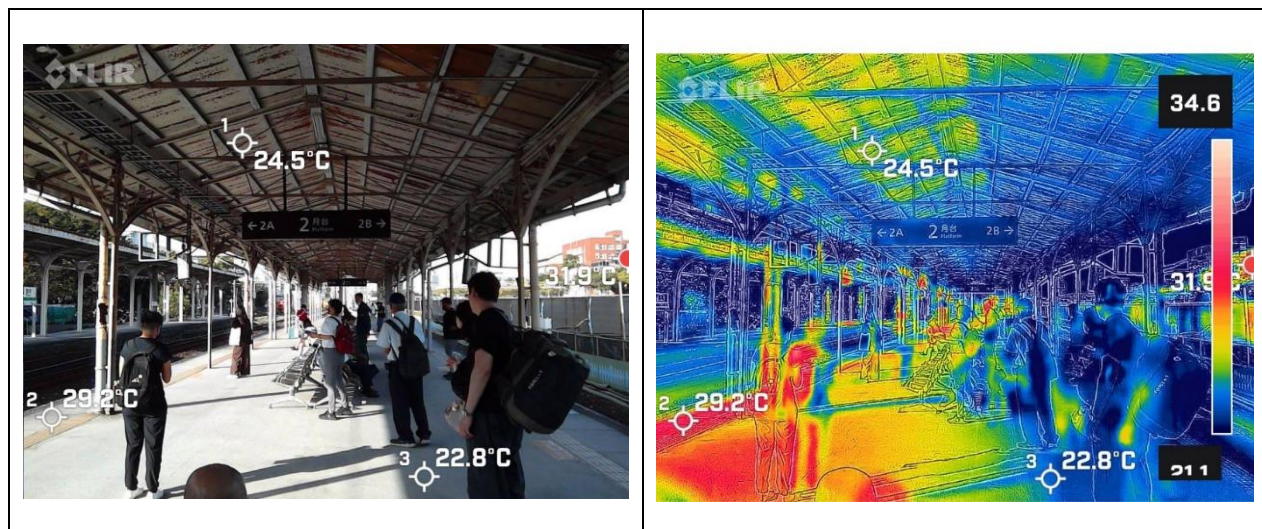


圖3 火車站一隅-熱環境之實景圖(左)與熱顯像圖(右)

三、 生成式AI (E度)之運用

本研究採取多階段的教學循環設計，依據生成式AI和分辨式AI工具的特性分階段進行。如圖4所示，首先，學生使用生成式AI(E度)進行初步數據分析，並通過自主學習平台進行都市微氣候影響的因素找尋。



圖4 生成式AI(E度)互動學習之數據分析

課程初期要求學生使用全景影像與熱顯像儀等技術拍攝校園內不同區域的圖像，如圖5所示，觀察空調運行排熱對環境的影響，並透過與E度工具的互動進行分析，學生獲得即時反饋後，進而生成初步模型以探索空調排熱與溫度升高之間的關聯性。

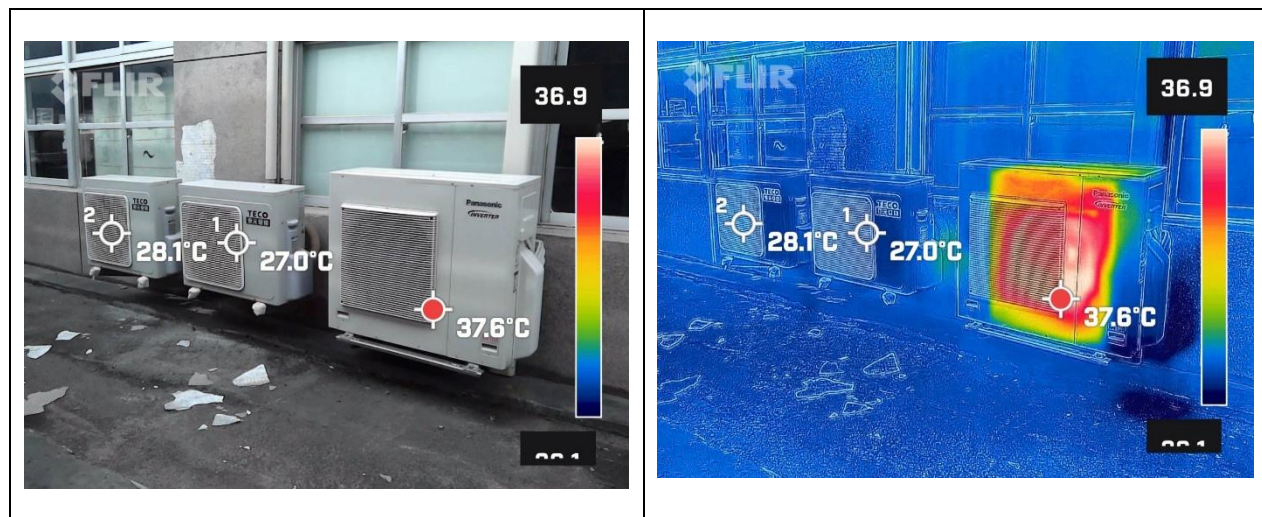


圖5 空調設備排熱影響都市微氣候示意圖

四、 分辨式AI工具(決策樹演算法)之運用

如圖6、7所示，第二階段利用E度工具協助程式撰寫引入分辨式AI工具(決策樹演算法)，幫助學生進行數據精確度校正。此階段利用類神經網路的迭代訓練，重新計算定義環境升溫的變因佔比，以得到更加正確且具可靠性的數據。



圖6 生成式AI(E度)協助程式撰寫引入分辨式AI工具-1



圖7 生成式AI(E度)協助程式撰寫引入分辨式AI工具-2

五、 全景影像之曝曬與遮蔭比例之轉換與計算(115年之期末進度)

學生利用拍攝不同校園區域的天空可視率、遮蔭和曝曬圖像，並以生成式AI工具搭配程式撰寫，對圖像進行數據轉換和分析。首先，學生針對校園中不同區域進行天空可視率觀測，識別各區域受到直射日照的程度。生成式AI提供的遮蔭與曝曬分析數據，有效幫助學生理解遮蔭對校園微氣候的冷卻效應，並提出適當的節能方案，例如：增設遮蔭設施、調整空調設定溫度等。並且透過分辨式AI的數據校正，學生能夠進行更為精準的節能設計。

六、 研究流程

研究流程如圖8所示，共分為四個階段，為課程設計階段、建立先備知識階段、課程實施與數據收集階段、成果彙整與發表階段，以下列點為細項說明。

- 第一階段（114年8-10月）：課程設計、師資共同備課、AI工具操作培訓
- 第二階段（114年11-12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、辦理講座課程
- 第三階段（115年1-4月）：實施課程教學、環境數據收集、AI工具應用、專題研究指導
- 第四階段（115年5-7月）：成果彙整、專題發表、成效評估與報告撰寫



圖8 研究流程進展

參、目前研究結果：

一、 計畫預期完成工作項目如下：

- 研發生成式AI輔助的冷凍空調節能與微氣候分析課程模組
- 建置AI自主學習平台與數據分析工具
- 培訓教師團隊，提升AI與數位教學能力
- 指導學生完成專題研究與節能方案設計

肆、目前完成進度：

一、 執行進度（目前完成百分比：約40%）

（一）表1 執行進度表概況

工作項目	比重%	執行進度（114年8月-115年7月）
課程規劃與教案編撰	15%	已完成課程架構設計、教學目標訂定、教案初稿編撰
相關講座課程	10%	已完成AI工具操作培訓、R語言與Python基礎講座教學
學生先備知識建立	15%	已完成都市熱島效應、空調原理、數據分析基礎課程
AI工具融入教學	25%	E度平台操作教學、決策樹演算法應用指導（進行階段）
環境數據收集與分析	20%	校園微氣候監測、熱顯像拍攝、數據整理（持續準備階段）
專題研究指導	10%	學生專題題目確認、研究方法指導（持續準備階段）
成果彙整與發表	5%	持續準備階段

二、 執行概況

(一) 報告概述

本計畫自114年8月啟動至今，已完成課程規劃、師生增能研習與學生先備知識建立等階段性任務。目前正進入AI工具融入教學核心階段，學生已能初步運用E度（生成式AI）平台進行環境數據分析(惟因材網平台異常，故配合其他生成式AI進行教學，如：Gemini、Chat GPT等大語言模型)，並透過決策樹演算法（分辨式AI）進行數據校正，以探討空調排熱對都市微氣候的影響。教學過程中，學生展現出高度學習興趣與自主學習動機，能夠運用熱顯像儀與全景相機拍攝校園不同區域的微氣候數據，並透過AI工具進行圖像轉換與數據分析。教師團隊透過共同備課與教學討論，持續優化教學內容，確保課程符合學生學習需求。目前已完成的講座課程如下圖所示（圖9至圖34）：

- 1. 10/25(六)辦理AI工具於氣候預測與分析應用講座課程(黃建宏講師)
- 2. 10/26(日)辦理生成式AI工具操作與應用講座課程(王祥宇講師)
- 3. 11/08(六)辦理全景影像與微氣候分析技術講座課程(王冠儒講師)
- 4. 11/09(日)辦理熱環境結合AI工具進行節能技術分析講座課程(王祥宇講師)

	
圖9 AI工具於氣候預測 與分析應用講座課程	圖10 全景影像與微氣候 分析技術講座課程



圖11 生成式AI工具操作
與應用講座課程



圖12 熱環境結合AI工具
進行節能技術分析講座課程



圖13 360全景相機設備



圖14 FLIR熱顯像儀設備



圖15 全景相機教學操作-1



圖16 全景相機教學操作-2



圖17 全景相機教學操作-3



圖18 全景相機教學操作-4



圖19 熱顯像儀器操作教學-1



圖20 熱顯像儀器操作教學-2

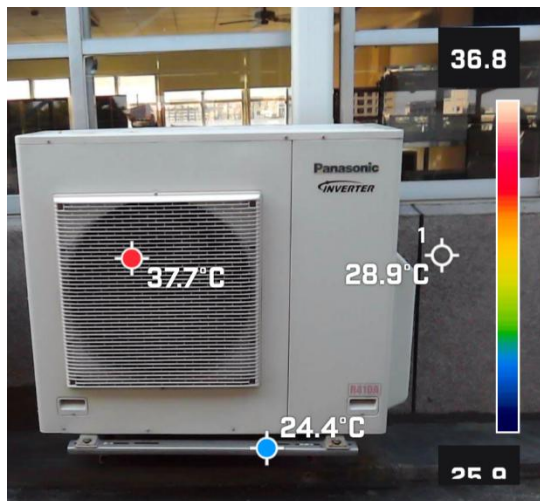


圖21 熱顯像儀器操作成果-1

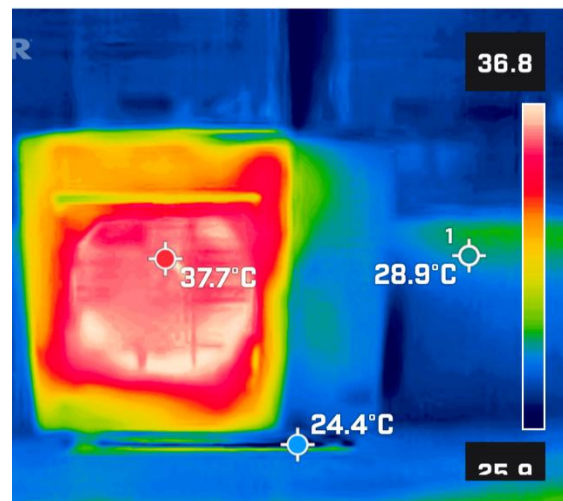


圖22 熱顯像儀器操作成果-2

(二) 課程內容

1. 先備知識建立（114年10-11月）

- 都市熱島效應概念：介紹全球氣候變遷、都市熱島形成原因、空調排熱對環境的影響。

- 冷凍空調基礎原理：複習空調系統運作原理、能源效率概念、節能策略。
- 數據分析基礎：教導學生使用Excel進行數據整理、基礎統計分析。

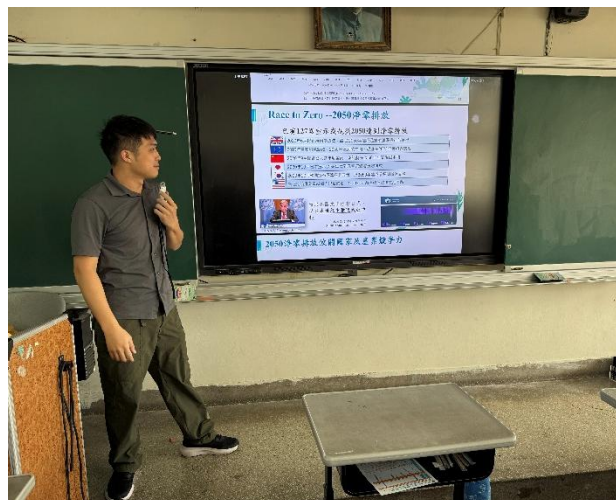


圖23 微氣候分析課堂講解-1

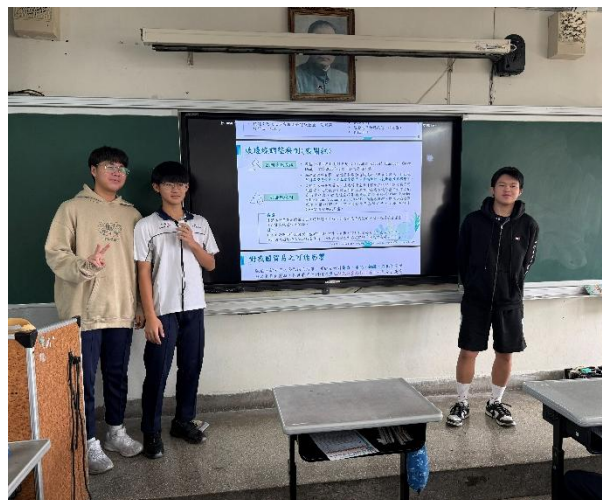


圖24 微氣候分析課堂講解-2



圖25 AI工具於氣候預測與分析應用-1



圖26 AI工具於氣候預測與分析應用-2



圖27 生成式AI工具操作與應用-1



圖28 生成式AI工具操作與應用-2



圖29 熱環境結合AI工具進行節能技術-1



圖30 熱環境結合AI工具進行節能技術-2

2. AI工具應用教學（115年12月-116年3月）預計進度

（1）生成式AI（E度）平台應用

學生透過教育部因材網E度工具(與其他生成式AI工具)，進行自主學習與問題探索。課程初期，學生向E度提問「影響教室耗電的因子有哪些?」「空調設定溫度對耗電量的影響比重?」等問題，E度即時提供回饋，幫助學生建立初步認知。

學生初步透過E度分析得出：

- 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%

(2) 分辨式AI（決策樹演算法）應用

為提升數據精確度，教師進一步指導學生使用E度(與其他生成式AI工具)協助撰寫R語言程式碼，建立決策樹演算法模型。學生透過程式設計視窗式操作介面，匯入實際測量的環境數據，進行變因分析與數據校正。

經決策樹演算法分析後，得出更精確的結果：

- 空調設定溫度影響比重上升至51%（為最關鍵因素）
- 外氣溫度影響比重降至20%
- 外氣焓值影響比重為15%
- 相對濕度影響比重為14%

此階段讓學生理解到：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，才能得出可靠的節能策略依據。

(3) 圖像轉換技術應用

學生使用全景相機拍攝校園不同區域，並透過AI工具協助撰寫Python程式，將全景圖轉換為魚眼圖、灰階圖，進行天空可視率分析。

此外，學生結合熱顯像儀拍攝校園遮蔭與曝曬區域，透過程式計算出：

- 高遮蔭區域（涼亭、樹下）溫度約28-30°C
- 曝曬區域（操場、不透水地面）溫度可達44°C以上
- 最大溫差達16°C

這些數據直觀的呈現遮蔭設施對微氣候的冷卻效應，並且讓學生得以於學習的過程中，經由討論與問題的探討，進一步提出節能方案提供未來改善的科學依據。



圖31 校園操場熱環境之探索-1

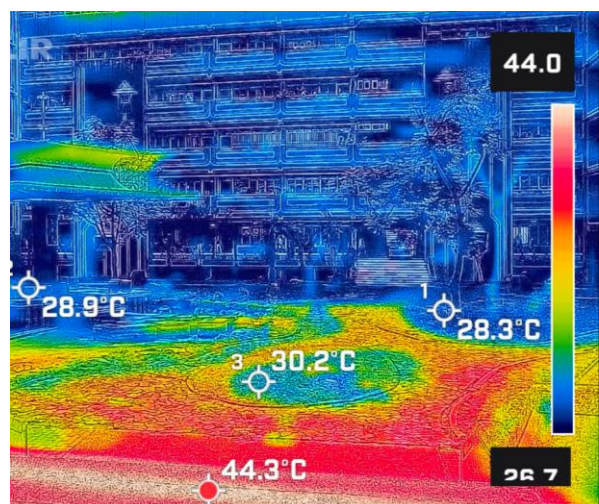


圖32 校園操場熱環境之探索-2



圖33 冷卻水塔設備之熱顯像-1



圖34 冷卻水塔設備之熱顯像-2

（三）學生學習反應

整體學習氛圍

課程實施期間，學生展現出高度學習熱情與好奇心。在操作AI工具時，學生積極提問、討論，並主動嘗試不同的數據分析方法。透過實際拍攝校園環境、收集數據，學生能將理論知識與實務操作結合，學習動機顯著提升。

學習困難與突破

部分學生初期對程式語言（Python、R語言）感到陌生，但透過E度平台的即時協助與教師的引導，學生逐漸掌握基本語法與邏輯思維。小組合作學習模式讓學生能互相討論、解決問題，學習成效良好。

（四）學生回饋

學生A（冷凍空調科二年級）：

「一開始以為AI只能聊天，沒想到可以幫我們寫程式、分析數據！透過E度學習，我可以隨時問問題，不用擔心打斷老師上課。用熱顯像儀拍攝校園真的很有趣，原來空調排熱對環境影響這麼大。」

學生B（冷凍空調科二年級）：

「我以前覺得數學、程式很難，但這次課程讓我發現，只要有工具輔助，我也能做數據分析！決策樹演算法讓我們知道，空調設定溫度才是影響耗電的最大因素，調高1°C真的能省很多電。」

學生C（冷凍空調科三年級）：

「透過這個課程，我學會用Python轉換圖像、計算天空可視率，這些技能在未來工作上一定用得到。而且我們提出的節能方案很實際，生活中真的可以參考應用！」

(五) 專題產出 (預計115年1月~5月完成，並參加專題競賽)

學生將完成以下專題成果：

1. 校園微氣候分析報告：包含以不同區域的溫度分佈、遮蔭曝曬比例以及天空可視率數據。
2. 空調排熱影響評估：透過AI模型量化空調排熱對環境的影響程度。
3. 節能策略方案：基於數據分析，提出可行的校園節能措施（調整空調設定溫度、增設遮蔭設施、改善空調操作模式等）。
4. AI工具應用：整理E度平台與決策樹演算法的操作步驟，供後續學生參考。

伍、建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)

陸、檢討與改進

(一) 執行過程遭遇的困難

1. 學生程式基礎不足：部分學生對Python、R語言較陌生，初期學習的時間較長，需要花較多的時間進行複習與操作。
2. 設備調度限制：熱顯像儀、全景相機數量有限，需輪流使用，影響數據收集效率。
3. 天候因素影響：戶外數據收集需配合天氣狀況，遇雨天或陰天時數據準確度降低。

(二) 改進策略

1. 強化先備知識教學：增加Python、R語言基礎教學時數，並製作教學影片供學生課後自學。
2. 分組輪流操作：將學生分為3-4組，輪流使用設備，提高設備使用效率。
3. 善用E度平台：鼓勵學生透過E度平台自主解決問題，減輕教師負擔，提升學習自主性。
4. 彈性調整課程進度：視天氣狀況彈性安排戶外數據收集與室內分析課程。

柒、結語：(114年度，115年度規劃持續進行中)

本計畫透過生成式AI與分辨式AI的結合應用，成功發展出創新的冷凍空調節能教育課程。學生不僅學習到專業知識，更培養了自主學習、數據分析與問題解決能力。透過實際觀測校園微氣候、分析空調排熱影響，學生對永續發展與節能議題有更深刻的認識。未來將持續優化課程內容，擴大推廣至其他職業類科，並深化產學合作，為技職教育與AI科技整合樹立典範，培養具備未來競爭力的技術人才。

捌、參考資料

- [1] Wang, S. Y., Ou, H. Y., Chen, P. C., & Lin, T. P. (2024). Implementing policies to mitigate urban heat islands: Analyzing urban development factors with an innovative machine learning approach. *Urban Climate*, 55, 101868.
- [2] 都市高溫化下之空調排熱分析, 洪國安, 2021. PhD Thesis.
- [3] Wang, M., Li, Q., Wang, F., Yuan, Z., Wang, L., & Zhou, X. (2023). Residential indoor thermal environment investigation and analysis on energy saving of air conditioning in hot summer and warm winter zone in China. *Urban Climate*, 47, 101369.
- [4] He, J., Shi, Y., Xu, L., Lu, Z., Feng, M., Tang, J., & Guo, X. (2024). Exploring the scale effect of urban thermal environment through XGBoost model. *Sustainable Cities and Society*, 114, 105763.
- [5] Zhao, X., Luo, Y., & He, J. (2020). Analysis of the thermal environment in pedestrian space using 3D thermal imaging. *Energies*, 13(14), 3674.
- [6] Jiang, L., Zhao, H., Cao, B., He, W., Yun, Z., & Cheng, C. (2024). A UAV Thermal Imaging Format Conversion System and Its Application in Mosaic Surface Microthermal Environment Analysis. *Sensors*, 24(19), 6267.
- [7] Lin, ZE., Wang, SY*, Hung, KA. et al. The influence of shading facilities on outdoor thermal comfort, pedestrian walking speed, and indoor satisfaction. *Int J Biometeorol* (2025). <https://doi.org/10.1007/s00484-025-02900-z>
- [8] Boudreault, J., Ruf, A., Campagna, C., & Chebana, F. (2024). Multi-region models built with machine and deep learning for predicting several heat-related health outcomes. *Sustainable Cities and Society*, 115, 105785.

玖、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	E度平台操作、環境數據初步分析	E度（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：生成式AI與分辨式AI比較表

使用AI工具	空調設定溫度	外氣溫度	外氣焓值	相對濕度
E度 （生成式AI）	20-30%	40-50%	10-20%	10-20%
決策樹演算法 （分辨式AI）	51%	20%	15%	14%
兩者差異	約20-30%	約20-30%	約5%	約5%

附件三：校園微氣候數據比較

區域	溫度範圍	遮蔭比例	熱風險評估
涼亭/樹下	28-30℃	高（約60-70%）	低
走廊/有遮蔽區	31-35℃	中（約40-50%）	中
操場/曝曬區	40-44℃	低（約10-20%）	高