

永續校園智慧決策資訊整合平台之研發

An Information Integration Platform for Smart Decision Making on Campus Sustainability

指導教授 | 謝尚賢 專案經理 | 張芸翠

學生 | 陳泓吟、林宏勸、陳珮慈、岑文早、林予婷、吳承鴻

專案簡介

本研究專案擬以大學校園建築 GIS 及 BIM 3D模型為基礎，搭配物聯網(IoT)感測數據資訊整合技術，透過數位孿生(Digital Twins)技術視覺化呈現即時與模擬資訊，並建立校園永續發展的目標與管理決策指標，據以發展永續校園的智慧決策資訊整合平台，以利校園符合聯合國所發佈的永續發展目標(SDGs)。

本研究專案所擬發展的系統平台主架構分成四層面向（詳見右圖），包含資料層級（Data Level）、分析層級（Analysis Level）、視覺層級（Visualization Level）與決策層級（Decision Level），並包含五個模組－開放資料（Open Data）、物聯網（IoT）、系統數據資料庫（Database）、數位孿生（Digital Twin）、SDGs指標（SDG Indicator）等，以國立臺灣大學的校園為案例，進行平台系統的測試與應用。

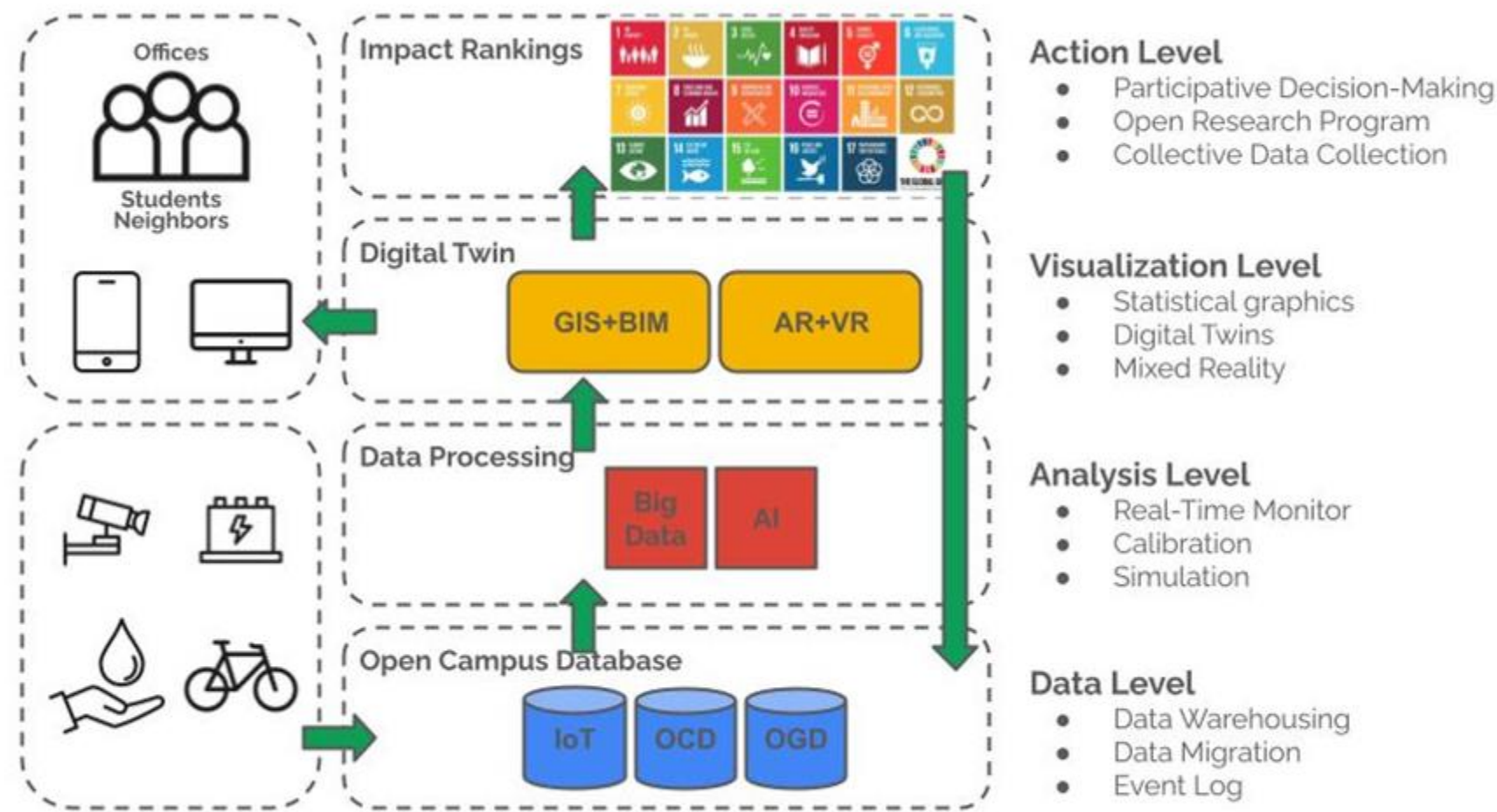


圖1、本研究資訊整合平台之架構

本研究專案獲得科技部三年經費補助，於2020年夏天開始執行。第一年執行重點為永續校園文獻回顧、永續校園資料搜集、數位孿生技術測試、基礎資料庫和平台建構。第二年的重點為永續校園治理架構和指標建立、永續校園資料分析與應用、進階資料庫和平台建構、數位孿生建構指南擬定。

目前本研究所建構之資訊平台以整合2D地圖和其相對應的歷史和即時資料為主，未來此平台將整合3D模型資訊，並設計輔助決策之資訊儀表板，以整體、地圖、立體形式呈現，此乃此次暑期實習的重點項目。

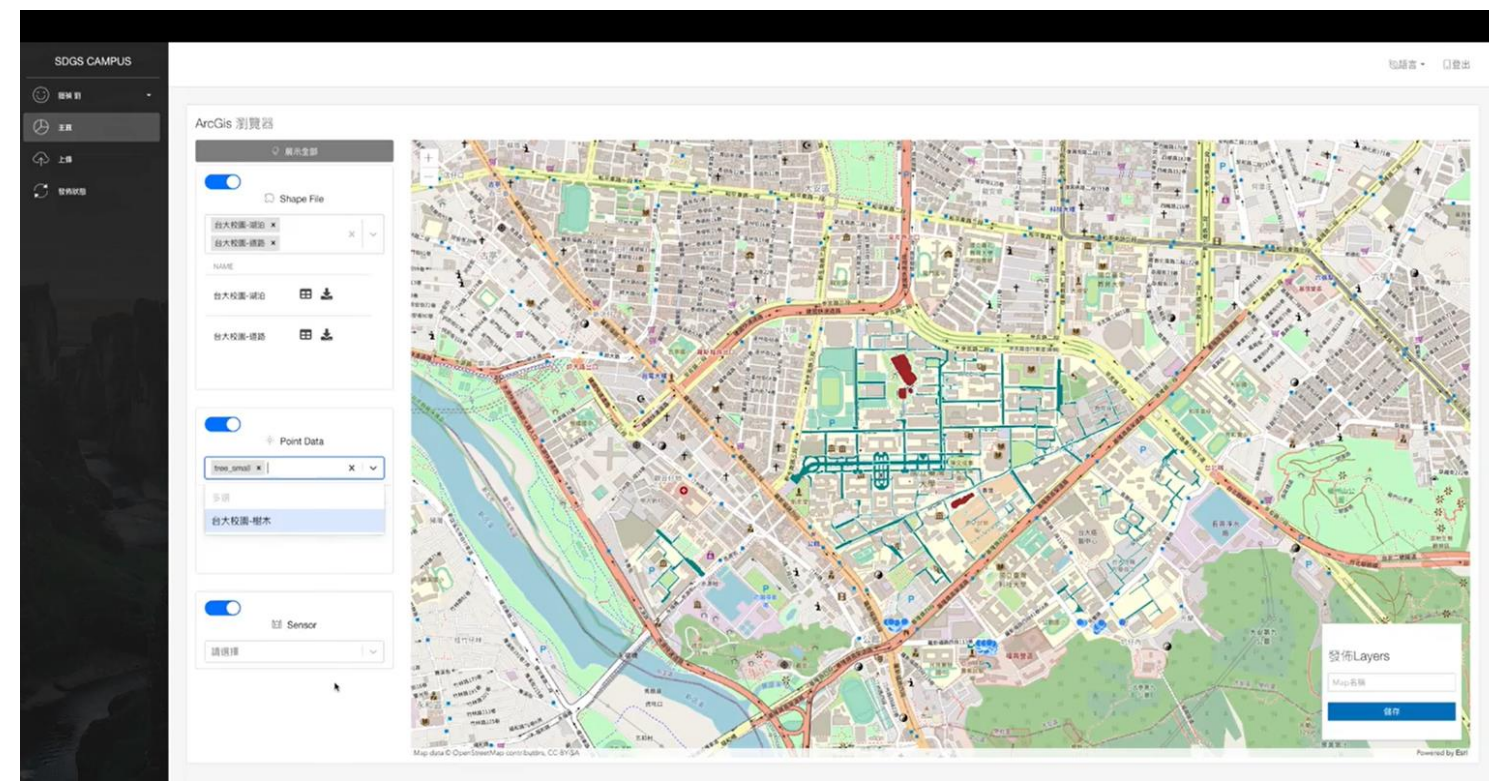


圖2、本研究現階段資訊平台建構

永續校園整體資訊整合與視覺化 學生 | 陳泓吟

一、研究背景

教育部推動大學社會責任實踐計畫(University Social Responsibility),其一目標為推動校園永續環境發展。而根據台大環境保護暨職業安全中心所定義之環保與永續的校園中共有九大項指標，本專案針對其中第二項節約能源指標收集台大校內用電、用水及溫室氣體排放三項數據，製作成互動性的數據圖表。藉由視覺化的報表呈現歷年資源使用的變動狀況，讓對台大永續校園議題有興趣的人能夠快速長掌握台大校內的資源使用情形與趨勢，也有利校內各單位推動及促進校園永續的發展。

二、研究流程

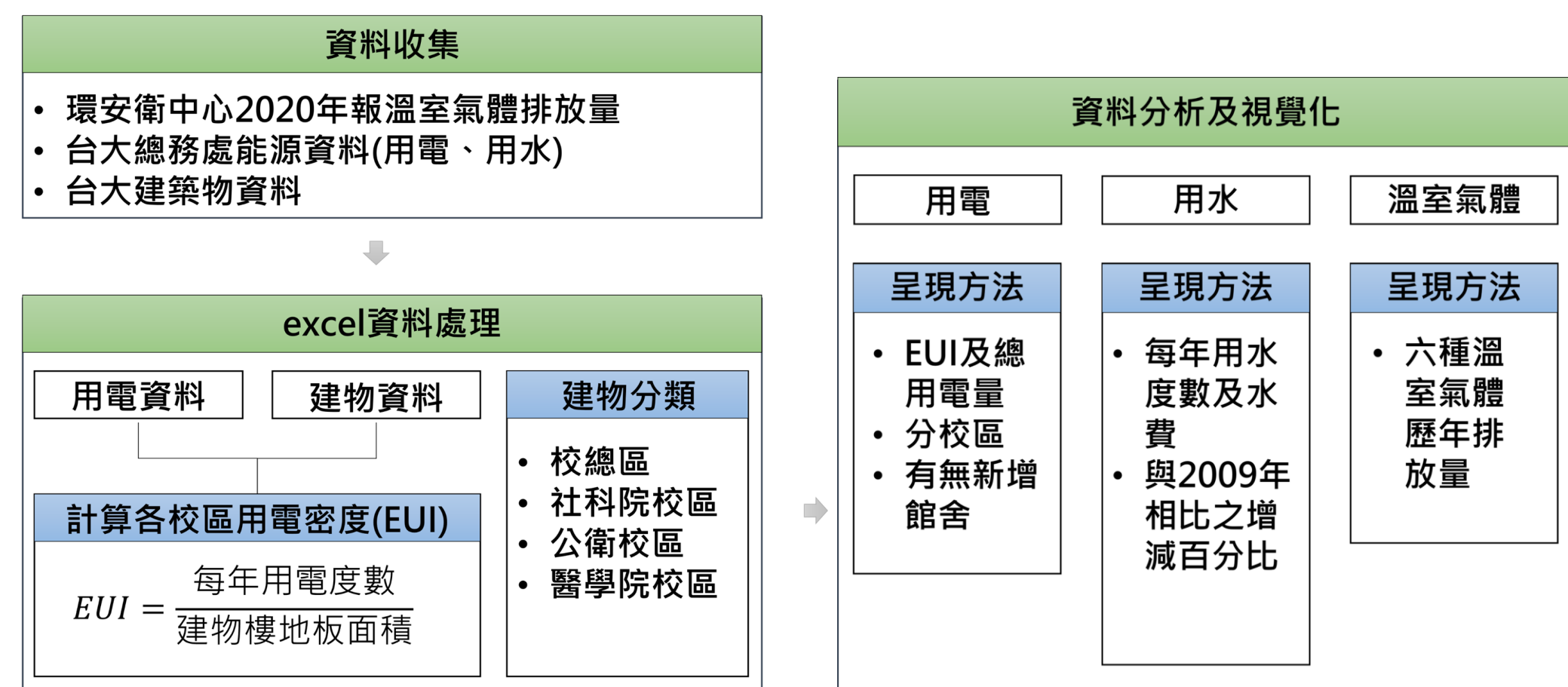


圖3、研究流程圖

三、研究成果

本專案將研究成果以Power BI呈現為互動性的圖表，並區分成用電、用水及溫室氣體三個不同的儀表板，總計七頁(右圖4)。透過點選圖表皆可詳細察看不同資源的使用情形，以及年份的篩選檢視年份之間的差異。

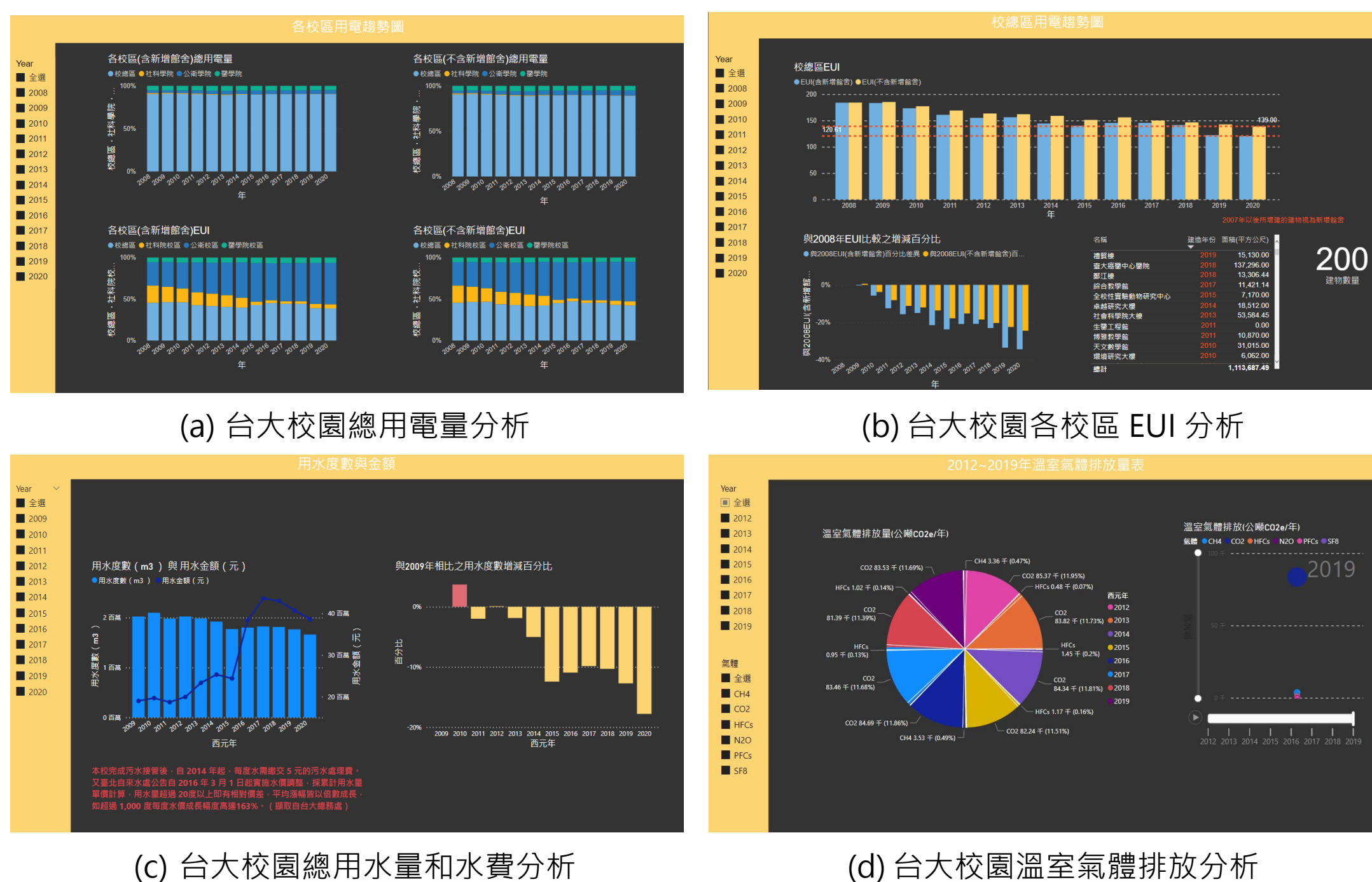


圖4、Power BI 圖表設計



用電儀錶板



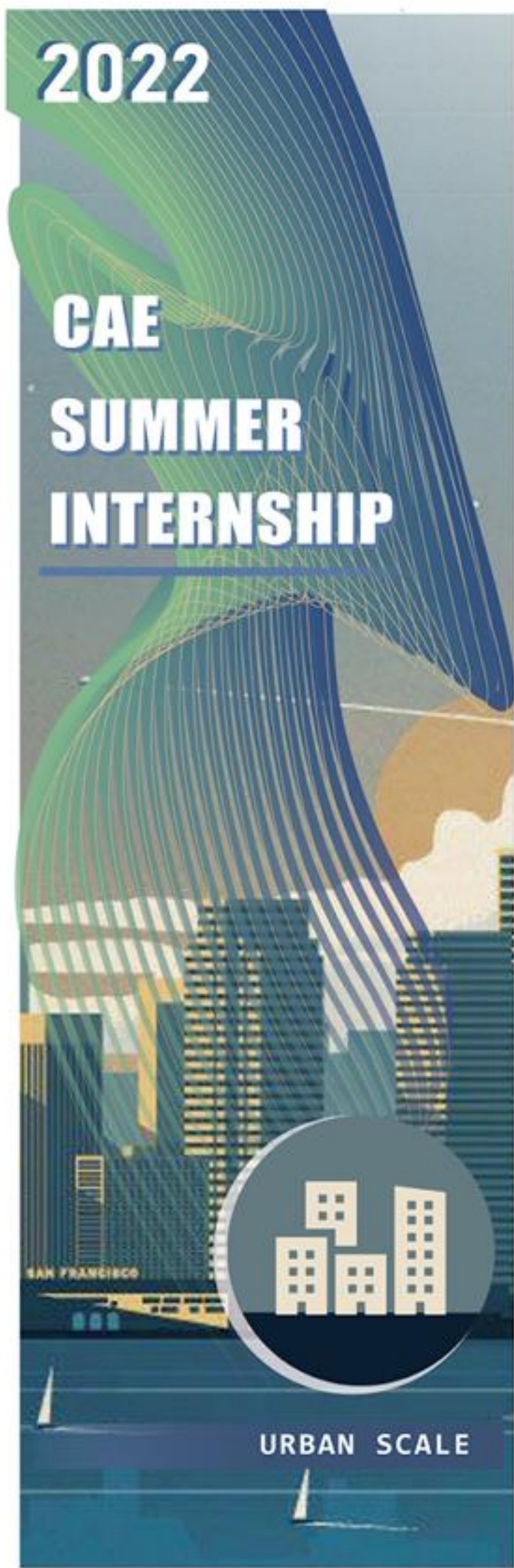
用水儀錶板



溫室氣體儀錶板

四、未來展望

期許未來能將圖表及資料統整至本專案所建構的SDGs Campus網站，以利未來的資料更新及各處室使用，促進台大永續校園的發展。



永續校園智慧決策資訊整合平台之研發

An Information Integration Platform for Smart Decision Making on Campus Sustainability

指導教授 | 謝尚賢 專案經理 | 張芸翠

學生 | 陳泓吟、林宏勳、陳珮慈、岑文早、林予婷、吳承鴻

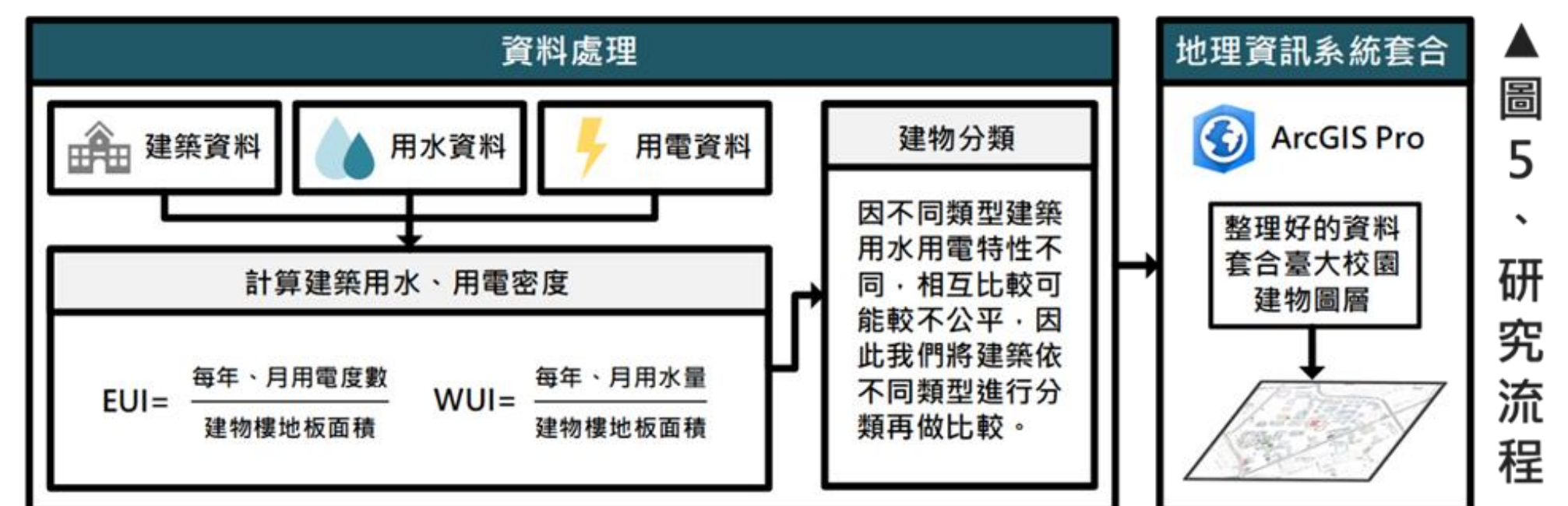
永續校園地圖資訊整合與視覺化 - 建築相關 學生 | 林宏勳

一、研究背景

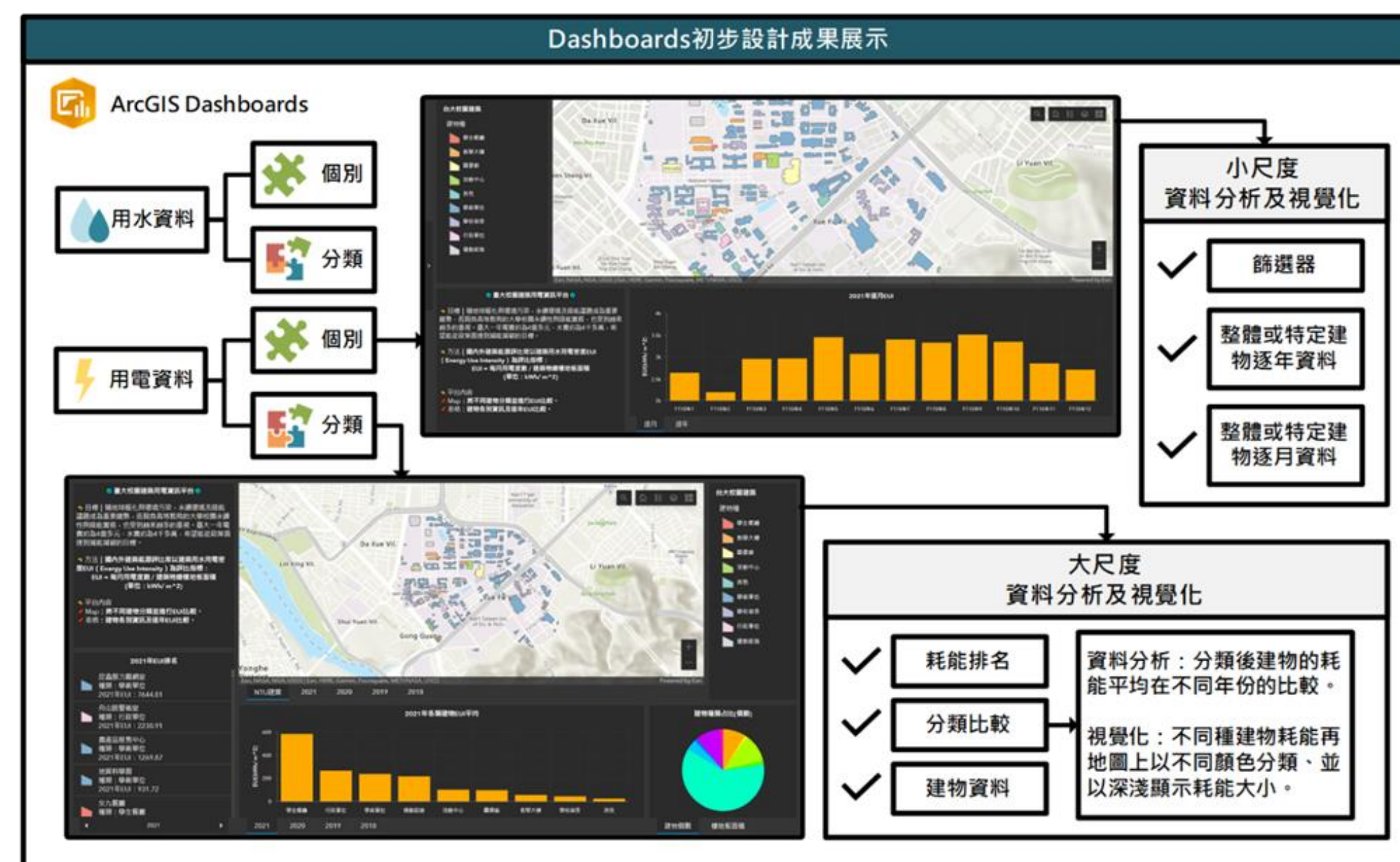
隨著地球暖化與環境污染，永續環境及綠能議題成為重要趨勢，而肩負高等教育與社區參與之重要角色，大學校園的永續性與綠能實務，也受到越來越多的重視。臺大一年電費約為4億多元、水費約為4千多萬，希望能從政策面達到減能減碳的目標。此專案整理臺大用水用電資料，透過簡單易讀的方式呈現在GIS平台上，提供學校在永續校園決策上的方針。

二、研究流程

國內外建築能源評比最常以建築用水用電密度EUI (Energy Use Intensity) 及WUI (Water Unit Intensity) 為評比指標。



三、研究成果



▲圖6、研究成果

四、未來展望

希望未來Dashboard能達到資料的自動更新，使有新的用水用電資料時，可以不用重新搭建Dashboard，縮短決策平台更新的時間。最後期待此平台能提供校園永續決策上的指引，也提供相關研究人員用水用電資料的下載服務。



永續校園地圖資訊整合與視覺化 - 交通相關 學生 | 陳珮慈

一、研究背景

臺大校園於2020年作為YouBike 2.0試辦場域，至今仍為臺灣共享單車場域之先驅，本研究鎖定臺大交通相關議題，如共享單車、校園無車化，基於先前研究基礎 (Song, J. C., Wu, T. H., Chang, Y. C., & Hsieh, S. H., in press) 及其他資料來源進行資料視覺化，提供快速有效的資訊閱讀，作為決策者、利益關係人及社會大眾之參考依據，裨益後續研究發展。

二、研究流程

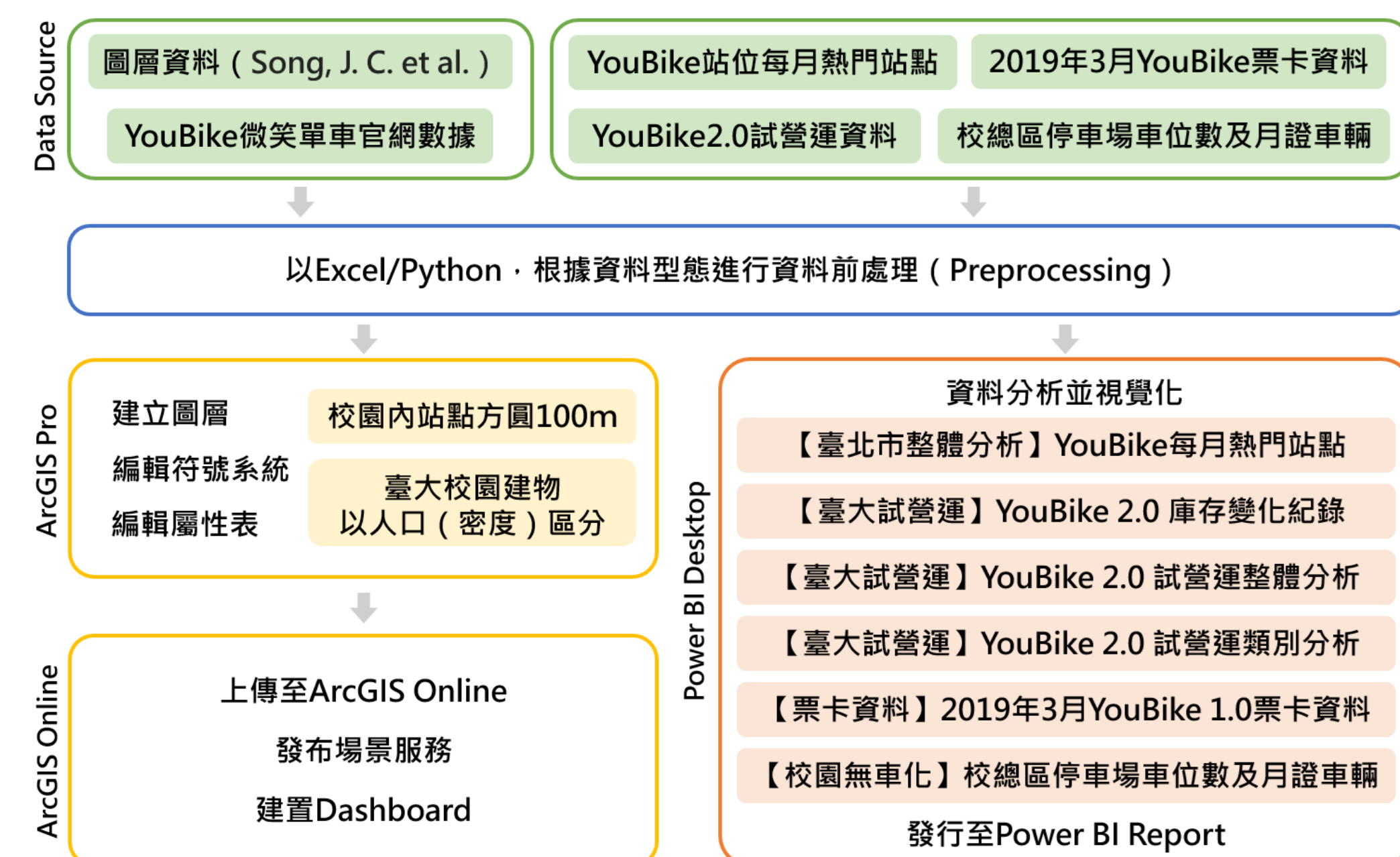


圖7、研究流程圖

三、研究結果

將成果分別使用ArcGIS Dashboard及PowerBI Report作視覺化呈現。ArcGIS Dashboard畫面最左方可開啟說明欄，於地圖、圖表、清單中任意點選欲瀏覽欄位即可連動檢視詳細資訊，其餘介面操作說明如圖8所示。



圖8 ArcGIS Dashboard

本研究選擇Power BI作為工具，將四個面向的數據進行視覺化，如圖9，於六個頁面任意點選圖表、站點名稱、時間等，皆可連動顯示其詳細資訊，符合本研究預期目標。

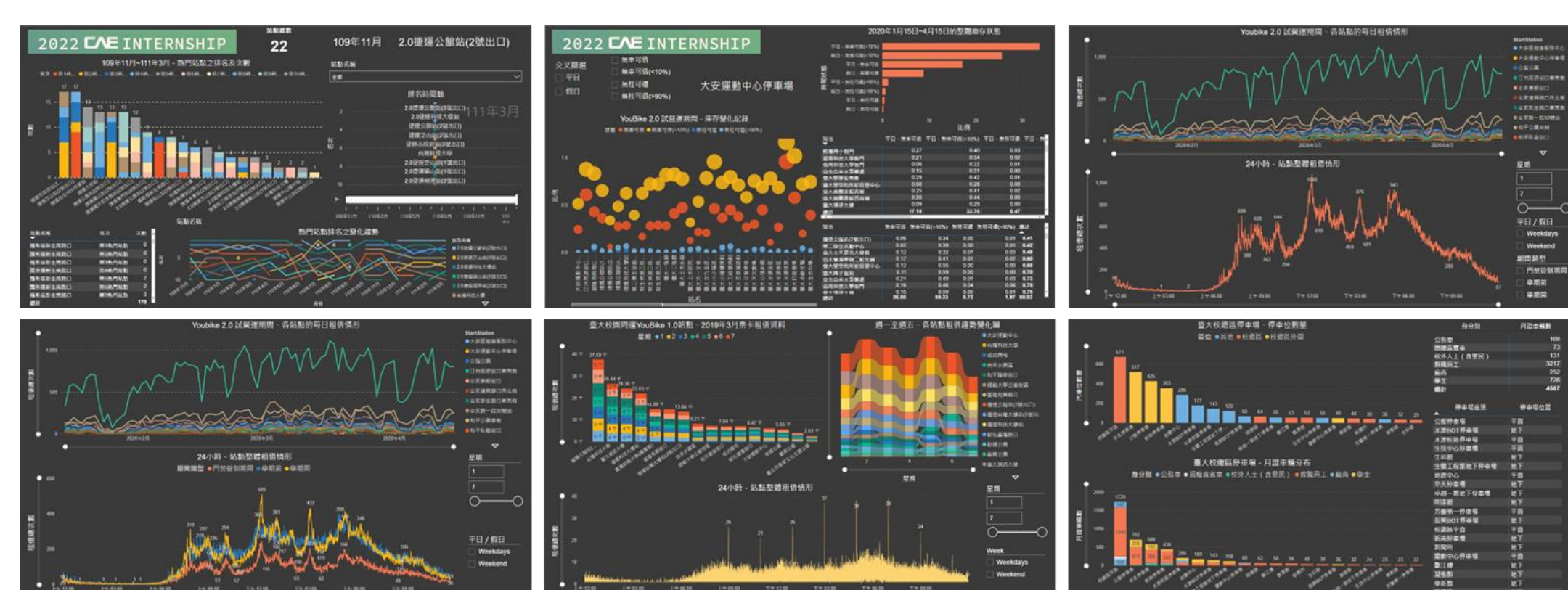
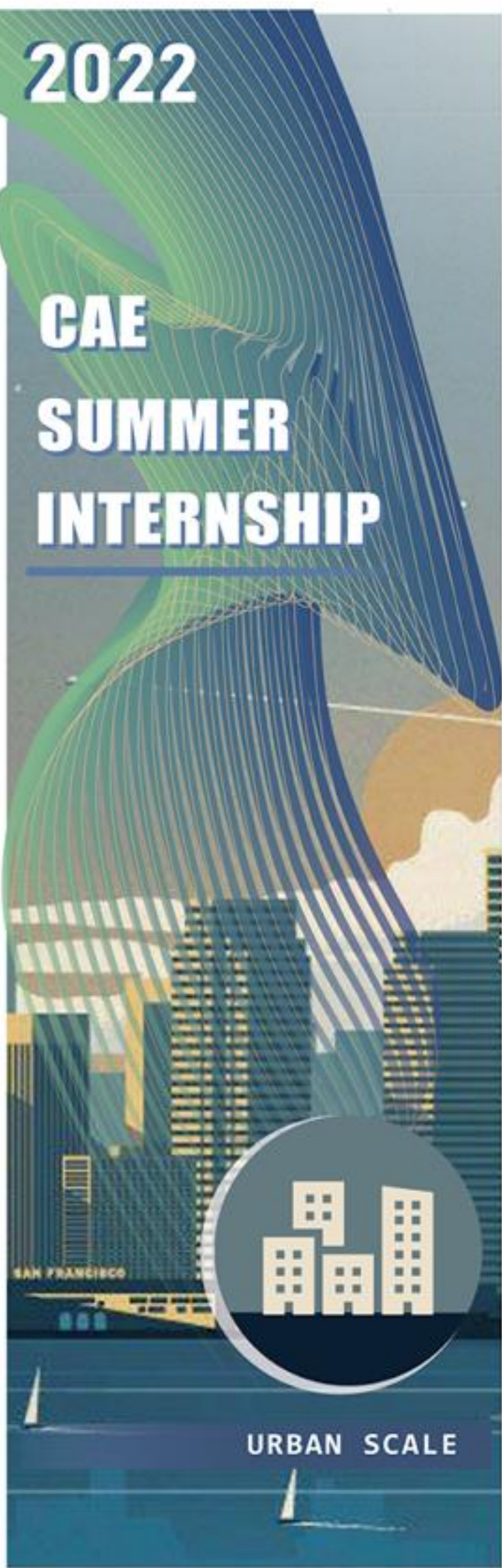


圖9 Power BI 使用介面 (共6頁)

四、未來展望

期許將來能夠補足捷運及公車站點之圖資及旅次資料，落實大眾運輸導向發展 (Transit-Oriented Development, TOD) 理念，並與時俱進，有效達成資訊揭露及整合之目的，以裨益校園永續平台運營及相關研究發展。



永續校園智慧決策資訊整合平台之研發

An Information Integration Platform for Smart Decision Making on Campus Sustainability

指導教授 | 謝尚賢 專案經理 | 張芸翠

學生 | 陳泓吟、林宏叡、陳珮慈、岑文早、林予婷、吳承鴻

永續校園建築資訊模型指引 - 建模準則 學生 | 岑文早

一、校園建築資訊模型指引

本研究檢視了臺大27棟現有的校園建築資訊模型 (BIM) 專案，並總結出數項要點。因此在大一工程圖學課程中，學生使用Revit軟體建立BIM時，需注意之要點：

1. 確認所取得CAD圖資之建置日期，若該日期距離2年以上，需到建築現場實地勘察，確認原件是否被更新。
2. 學生需建置 (不含機電與管線系統，簡稱 MEP) 建築之整體結構 (包含屋頂、天花板、地板等) 。
3. 若要建立門窗，需從元件庫取得該構件；若無所需門窗，自行設計後需上傳已建立之門窗原件至構件庫。
4. 窗戶之設計無需太過擬真，但是窗戶的開口面積需符合實際尺寸，以利於後續的日照能源、陰影分析等。
5. 建立正確樓層數量，並將樓層名稱設定以方便檢測與一致性。
6. 所有模型在定義空間時，統一需根據永續校園建築資訊模型指引，對空間進行編碼，有幫助於定位。
7. 新增之空間名稱需到建築現場確認填寫是否正確。
8. 建置之模型構件的「詳細程度」 (Level of Details)，基本要求為LOD200：
 - a. 需要將結構元件建模：可根據實際建物之結構尺寸作參考。
 - b. 一般構件 (門窗、桌椅等) 建模應包括：總體元件的尺寸和幾何。
 - c. 本地專案座標系統的結構網格被定義在模型裡並和TW97大地座標系統協調作用。



圖10、LOD200範例
(綜合大樓)

二、校園建築資訊模型導入ArcGIS

整合BIM與GIS的應用模式，希望協助使用者可同時對校園或區域內多棟建築及公共設施系統進行維護管理，大範圍的觀看建築周邊區域環境場景，及提供公共設施定位及園區路徑引導功能等。



永續校園建築資訊模型指引 - 空間分類 學生 | 林予婷

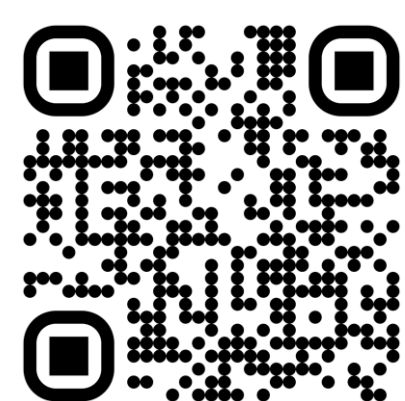
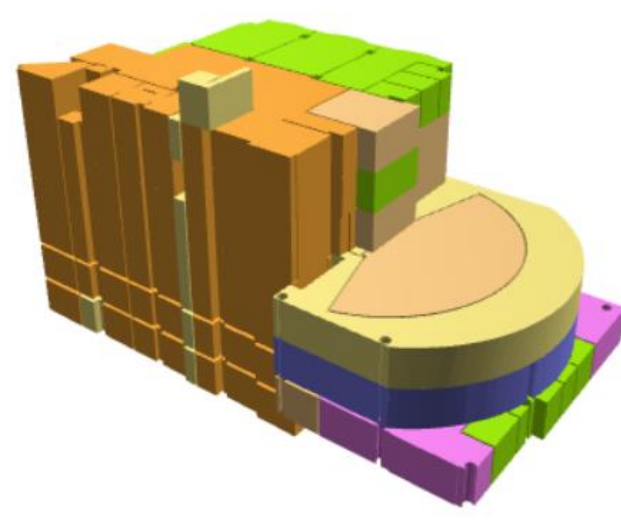
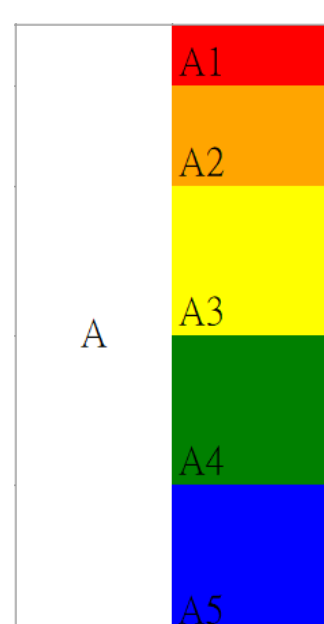
一、研究背景

為使永續議題能夠在校園中被體現及落實，本研究參考BERS建築能效評估系統及相關研究及國外針對台大三棟建築進行相關電力使用數據分析及色彩空間規畫之相關分析如下，本文章力求將相關數據具體化，參考的是由中華民國內政部建築研究所出版的 2022 年版綠建築評估手冊建築能效評估系統 (EEWH BERS) 所規範之建築空間分類標準 (附錄一))，進行相關分類作業 同時考慮空間性質及營運 活動時間。同時，將其分類及相關模型置於台大公開網站，以 Javascript 為背景編輯後台，希望能夠讓一般民眾更加了解，永續校園的運作模式。另外在永續校園的色彩規劃上，訂定了一系列以EUI為基準之認定標準色系，方便觀看者能夠快速掌握建築物空間組成與特性。

二、研究方法

耗能分區法原則

- I. 耗能分區以使用現況區分之 (附錄一))，盡量以相似大分類、相似營運時程就近認定之
- II. 耗能分區以室內面積計算，戶外之走廊陽台等空間均不得計入
- III. 必須先檢視是否有表五之免評估分區，排除後再進行 BERS 評估
- IV. 耗能分區跨不同空間，不同棟時 如果出現個別空調或無空調設備之空間，則兩者為同一營運模式，可歸納為同一分區處理
- V. 劃分區域不宜太細小、形狀迂迴之空間分割，如遇該情況則以合併為大行空間處理
- VI. 照明密度大、人員設備密度差異大、空調系統獨立之大空間，以獨立耗能分區處理

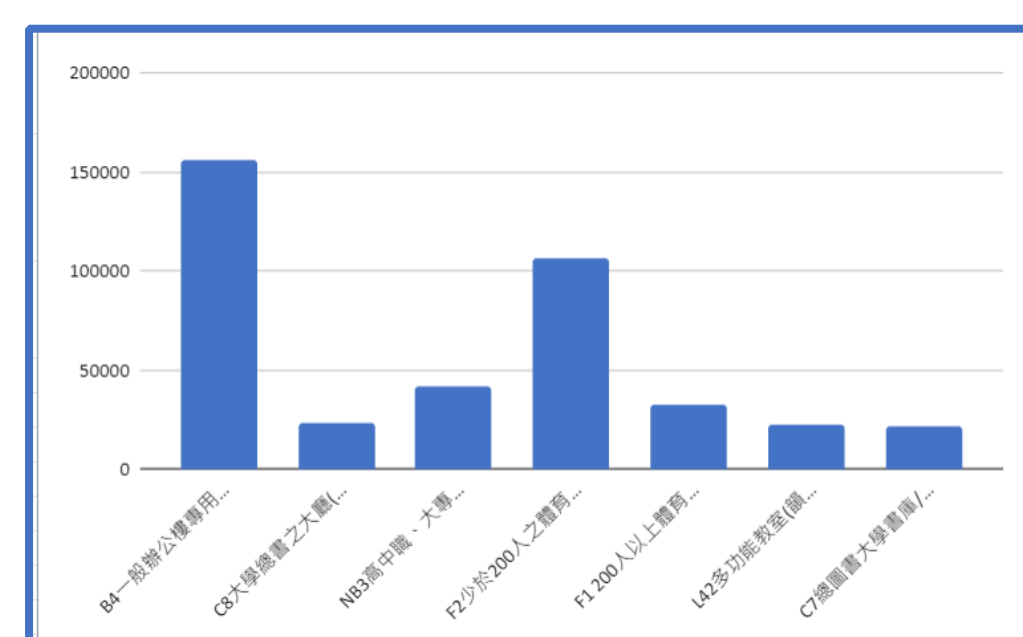


BIM線上模型瀏覽

三、研究成果



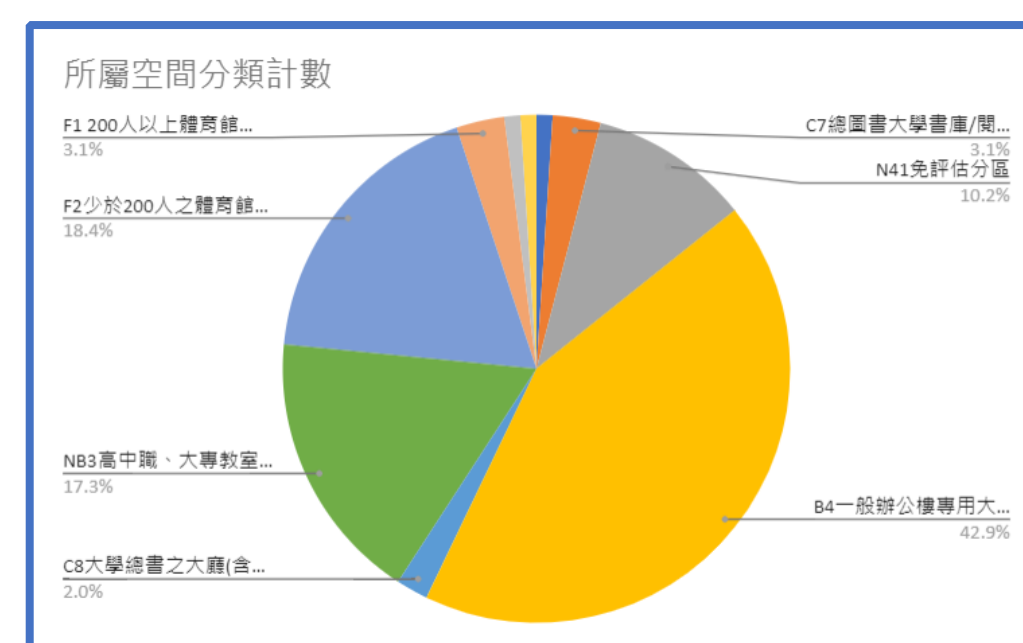
(a) 台大總圖書館模型



(b) 台大綜合教學大樓空間類別用電量分析



(c) 台大總圖書館房間元件模型採現



(d) 台大綜合教學大樓空間類別數據分析

圖11、台大校園建物之空間組成和資料資料顯示 - 以圖書館為例

2022

CAE
SUMMER
INTERNSHIP

URBAN SCALE

永續校園智慧決策資訊整合平台之研發

An Information Integration Platform for Smart Decision Making on Campus Sustainability

指導教授 | 謝尚賢 專案經理 | 張芸翠

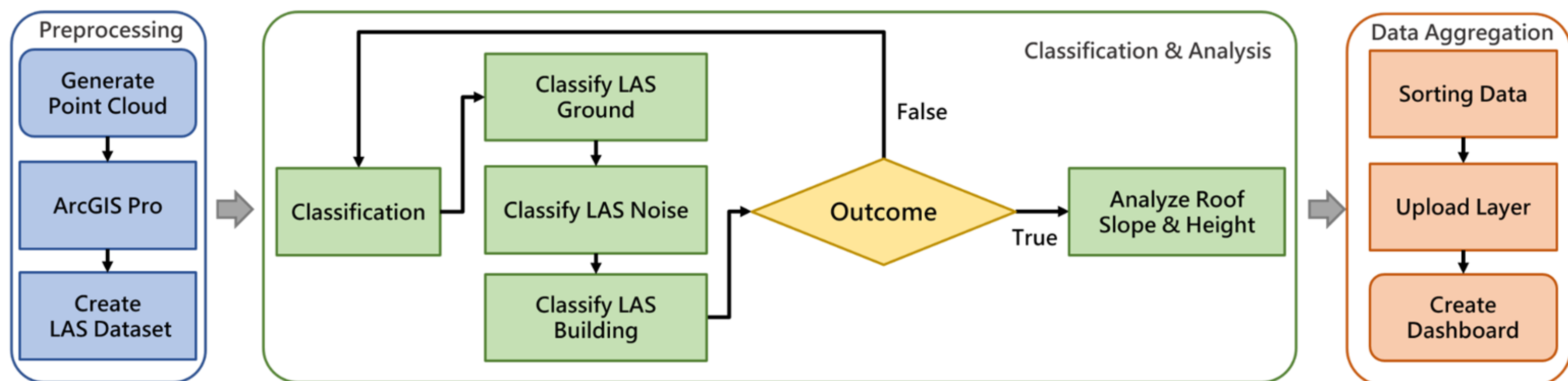
學生 | 陳泓吟、林宏勸、陳珮慈、岑文早、林予婷、吳承鴻

永續校園點雲資訊分析與應用 學生 | 吳承鴻

一、研究背景

點雲是指空間中點的資料，包含色彩資訊(R.G.B)、物體反射強度(Intensity)及精準的三維座標，能還原照射當下物體的實際情況。目前台大資料庫中之初始點雲資料為未辨識狀態，本次研究藉由ArcGIS Pro空間資訊分析軟體，支援2D地圖及3D建模可視覺化，提供點雲資料的前處理，並依據美國攝影測量和遙感學會(ASPRS)分類標準，主要針對屋頂斜率(Slope)和建築高度(Height)分析計算，應用於太陽能板架設可行性研究。

二、研究流程



三、研究成果

根據研究所需，僅提取建築屬性資料，使用ArcGIS Pro內建分析工具，將3D點雲資料(LAS Dataset)轉換成2D平面圖層 (Polygon)，接著手動方式刪除非必要雜訊與圖塊，最後進行屋頂斜率和建築高度的計算。儘管計算平均數值結果會受到建築邊緣垂直牆面、屋頂其他建物或機電設備管線所影響，進一步觀察分析結果，顯示此批數據仍為正向，對於評估太陽能板架設仍具有參考價值，符合本研究預期目標成果。

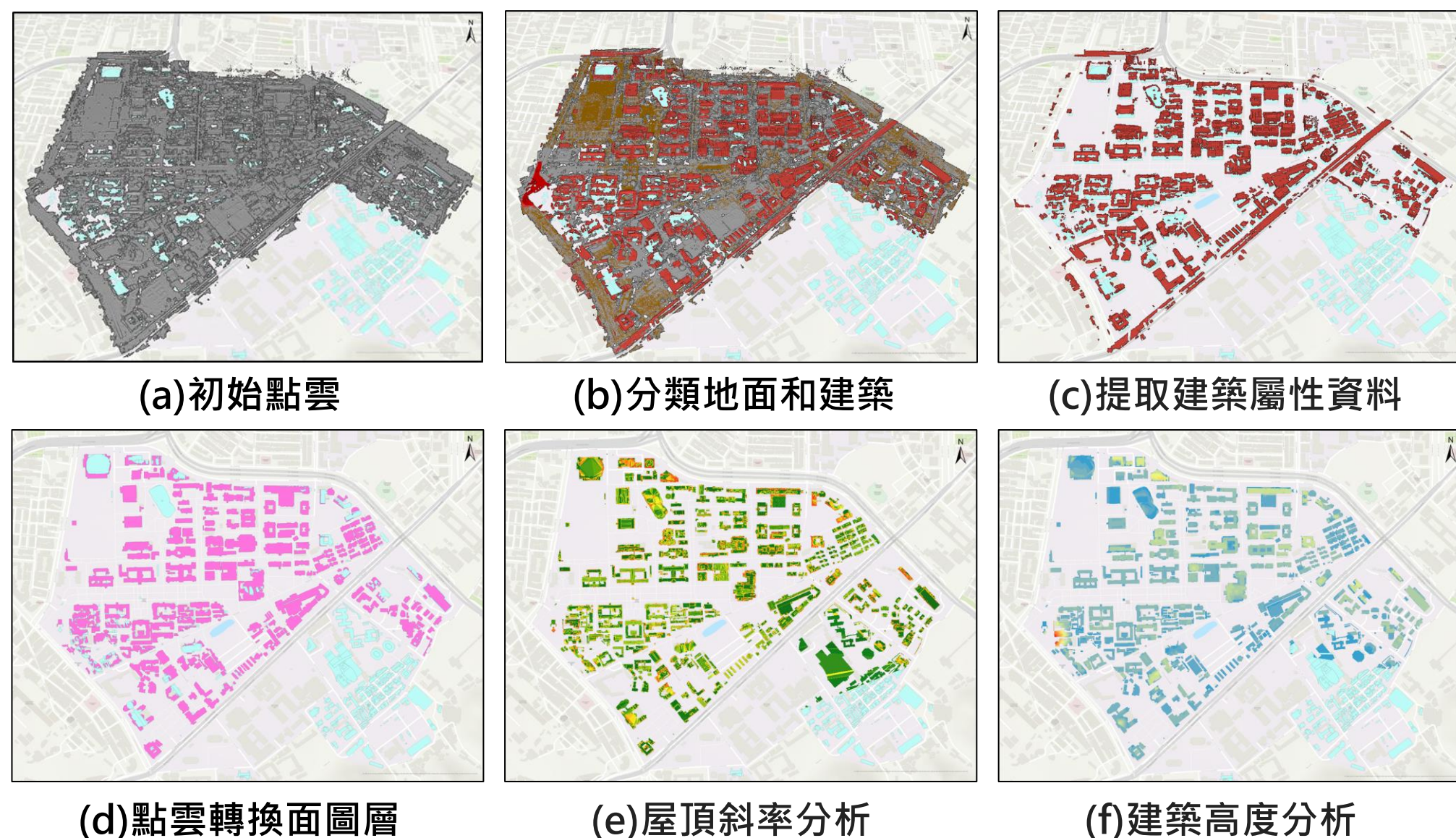
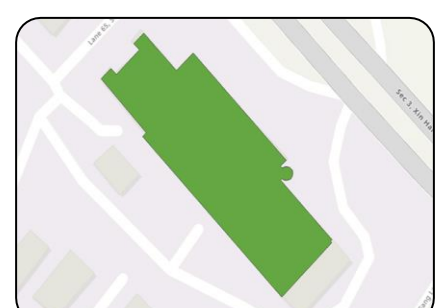
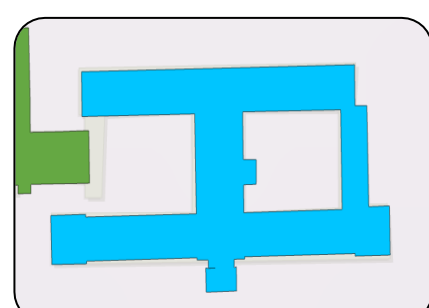


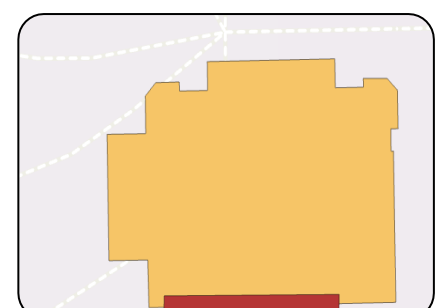
圖12、台大校園點雲資料處理與分析畫面



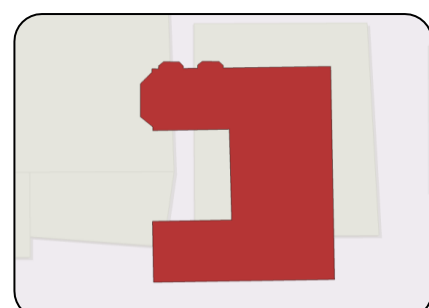
國家地震中心



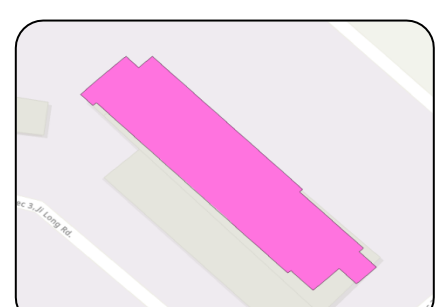
文學院



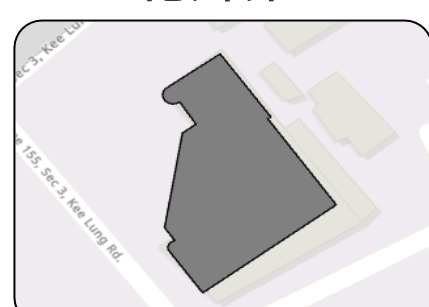
化學館



花卉館



土木研究大樓



動物醫院

Site	Area(m ²)	Classes	Mean Slope(°)	Height(m)	Category
國家地震中心	13135.83	0	15.96	21.93	非常可以
文學院	5980.44	6	33.23	11.96	可以
化學館	11460.91	0	37.71	27.19	待確認
花卉館	1381.30	8	41.26	13.04	不可以
土木研究大樓	9686.44	-	60.05	21.75	點雲不足
動物醫院	10478.88	-	-	-	無點雲資料

四、未來展望

- 1.補足點雲資料
- 2.建築屋頂太陽和陰影分析

Dashboard連結



專案成果

本次暑期實習成果協助本研究專案推進資訊平台的架構和運作流程，將幫助本專案在最後一年執行期間建構完整永續校園數位學生架構和實作平台。

望此資訊平台能夠示範出如何將 SDGs 實際運用在大學常見教學、研究、社經角色與公共議題參與的現存活動與影響力上，並對於深化SDGs 的發展上，也能夠進行回饋與相互加值。未來本次實習成果也將整合在本研究專案的成果網站。



圖13、大學貢獻於SDGs 指標概觀



本專案成果網站