

# 應用 PBL 教學方法於中部海岸地區熱環境舒適度調查與參與式地圖製作

王竣鴻、盧沛文\*

本研究關注專題導向學習（project-based learning, PBL）與參與式地圖製作（participatory mapping）對本系地圖學課程學習成效的影響。本研究之課程以熱環境舒適度為主題，透過實作回應「參與式地圖實作能否且如何最佳化地圖學教學？」的研究課題，以深化地圖知識系統與生活應用間的連結。研究結果顯示，實作的教學方式能加深加廣地圖學知識，有助於未來地理知能學習，特別是使用地圖完成空間資訊視覺化的能力。根據研究發現，本研究以主題探究的教學方式能強化其學習成效，如製圖能力、團隊合作能力、資料收集能力與問題解決能力等；課程學生普遍滿意本研究之地圖學課程的參與式地圖實作課程安排。然而，本研究之課程從理論到實踐的課程安排，在達到教學最佳化的同時，讓授課時間略顯不足。建議未來將評估加開「地圖學實習」之效益，或是將田野調查以微學分形式分開授課，透過學分與授課時數的增加，達到更好的教學成效。

**關鍵詞：**中部海岸地區、地圖學、參與式地圖製作、專題導向學習、熱環境舒適度

---

王竣鴻：國立彰化師範大學地理學系研究助理

\*盧沛文：國立彰化師範大學地理學系副教授

（通訊作者：peiwenlu@cc.ncue.edu.tw）

## Applying Project-Based Learning and Participatory Mapping to a Thermal Comfort Investigation in the Coastal Region of Central Taiwan

Chunhung Wang & Peiwen Lu\*

*This study focuses on the impact of integrating Project-Based Learning (PBL) and Participatory Mapping on learning outcomes in a Cartography course. Centered on the theme of thermal comfort in the coastal region of central Taiwan, the course engaged students in hands-on mapping activities and the study explored whether and how participatory mapping can optimize cartography education. The goal was to strengthen the connection between cartographic knowledge systems and real-life applications. The research results indicate that this 'hands-on' teaching approach deepens and broadens students' cartographic knowledge, contributing to future spatial intelligence learning, especially in the ability to visualize spatial information using maps. Students generally reported satisfaction with the participatory mapping component of the course, noting its distinction from previous learning experiences; the project-based inquiry approach was also found to improve key learning outcomes, such as mapping skills, teamwork abilities, data collection skills, and problem-solving abilities. However, the integration of theoretical and practical elements within the course led to insufficient instructional time. Based on these findings, the study recommends evaluating the feasibility of introducing a "Cartography Practicum" or offering field investigations as separate micro-credit courses, thereby improving teaching effectiveness through increased credits and instructional hours.*

**Keywords:** *cartography, coastal region of central Taiwan, participatory mapping, project-based learning (PBL), thermal comfort*

---

Chunhung Wang: Research Assistant, Department of Geography, National Changhua University of Education

\* Peiwen Lu: Associate Professor, Department of Geography, National Changhua University of Education (corresponding author: peiwenlu@cc.ncue.edu.tw)

# 應用 PBL 教學方法於中部海岸地區熱環境舒適度調查與參與式地圖製作

王竣鴻、盧沛文

## 壹、緒論

### 一、研究動機與目的

本研究關注專題導向學習（project-based learning, PBL）與參與式地圖製作（participatory mapping）對本系地圖學課程學習成效的影響。地圖不僅是地表景色的圖像表達，也是藉由科學化的方式所產生的空間資訊載體。過往地圖學課程專注於地圖繪圖知識系統的建構，課程內容缺乏與資訊通訊科技（information communication technologies, ICT）及互聯網（Internet of things, IoT）的連結。學生儘管對地圖有很高的興趣，但在地圖製作（mapping）上卻出現困難，無法在知識系統與生活應用間形成連結。除了內容，修課同學從高中到大學授課方式與學習型態的轉換，也是地圖學課程所面對的重大挑戰。本系地圖學為大一上學期必修課程，修課同學甫進入大學，往往因不了解高中與大學地圖課程在教育理念、教學研究與學習目標上的差異而感到無所適從，甚者喪失學習動力。例如：大學課程偏重對地圖發展的理解，製圖與讀圖者間的意圖與空間資訊呈現背後的動機與意涵，這些都與高中以解題為主的理解邏輯有很大的差距。

本研究之課程以熱環境舒適度為主題，透過實作回應「參與式地圖實作能否且如何最佳化地圖學教學？」的研究課題，並達成下列研究目的：一、改善地圖學教學品質，二、建立地圖學理論與實務應用的連結，三、探討運用 PBL 教學方式於地圖學課程，對學生學習成效之影響。

課程分為理論講述，田野調查，地圖協作與資料展現等四部分，建構地圖學訓練從資料收集，資料分析到跨尺度屬性資料嫁接的演練，並透過空間資訊視覺化的形式加以再現，在消極面重新檢視地圖學養成的時代價值，在積極面建構地圖教育實作與

資訊分析再現之技能。由於 PBL 形式的課程安排能引導學生進行團隊合作與跨領域學習，對社會科學領域而言能獲得更好的學習成效（Chen & Yang, 2019），張瓊文（2022）也指出，PBL 方式應用於田野調查能獲得良好的學習動能並能提升田野給予學生的調查能力。為此，本研究藉由將參與式地圖製作納入課程之中，窺探學生在製作參與式地圖的過程中如何進行團隊合作與田野調查資料收集，進而了解其能力是否提升，還能提供修課同學從高中銜接到大學階段必要的探索與反思。

以下的討論分為四部分，第一部分說明授課內容與課程規劃，第二部分回顧教學研究發展理論，第三部分則闡述課程操作執行進行，第四部分針對資通訊服務導入地圖製作之教學成效，並透過建置、嫁接與詮釋等三方面進行評量後，根據教學回饋反思參與式地圖製作對學生學習成效以及從高中到大學的地圖學教學內涵。

## 二、課程規劃

地圖學為本系大一必修課。以往的大學地圖學課程以口述教學為主，並專注於地圖學理論的傳授，如地圖投影與種類、製圖原理與標準、地圖要素與評論等。雖然學生獲得扎實的地圖學概念與論述，但在實作及應用的能力較為缺乏，難以跟上當代社會的發展趨勢與製圖服務。為此，本研究之教學以主題式的方式進行設計，企圖讓學生在面臨全球氣候變遷下，發現「熱主題」對於城市與鄉村間的重要性與熱區域，並藉由這樣的田野調查轉化成視覺化的成果，進而學習到從發現問題到解決問題的過程以面對未來地圖製作的需求與挑戰。

本年度修課同學為 50 人，課程規劃如表 1 所示，分為理論講述，田野調查，地圖協作與資訊展現等四部分，完成 18 週課程規劃。理論講述（第 1~7 週）以核心能力養成為主要目標，內容為地圖學基礎理論，如地圖發展，地圖特質，座標與地圖投影，大地測量等。主要進行地圖學的知識脈絡與核心議題，建立地圖學的基礎知識。田野調查（第 8~13 週）以空間資料建置為目標，本年度田野調查以「環境熱舒適度」為主題，在中部海岸地區的 3 次的田野調查中，完成主觀與客觀環境熱舒適度資料收集，主觀資料為個人熱環境舒適度感受，利用都市探針（city probe）APP 進行建置，客觀資料為則透過黑球溫度計紀錄現地綜合溫度熱指數（Wet Bulb Globe Temperature, WBGT）。3 次的田野調查後，在課堂內進行資料匯出、校正與信效度檢核等作業，使用黑球溫度計測量研究區域選定定點的溫度，紀錄選地定點時空資訊，例如：座標與採樣時間，計算 WBGT，並在教學現場進行編碼除錯與資料格式標準化等作業，以完

成資料建置。

**表 1**  
**本研究課程內容**

| 週次 | 教學階段 | 課程內容與目標                                                                              | 教學內容說明                |
|----|------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1  |      |                                                                                      | 課程介紹                  |
| 2  |      |                                                                                      | 地理與地圖：從地理資訊傳遞到空間資訊視覺化 |
| 3  | 理論講述 | 核心能力養成                                                                               | 尺度：紙圖與數值地圖的形變         |
| 4  |      | 理論講述與核心能力養成：<br>包含地圖繪製的科學，如投影<br>座標的轉換，比例尺的計算等                                       | 地圖投影：理論與實際演練          |
| 5  |      | 傳統製圖技術與讀圖能力培<br>養                                                                    | 地圖與資料庫建置              |
| 6  |      |                                                                                      | 地圖協作：開放街圖的發展與使用環境     |
| 7  |      |                                                                                      | 疊圖：時間在空間上的漫遊          |
| 8  | 田野調查 | 空間資訊建置：                                                                              | 資料收集（研究區）             |
| 9  |      | 以地理空間資訊收集與資訊<br>視覺化及地理資訊系統應用                                                         | 資料收集（研究區）             |
| 10 |      | 為養成目標。以「環境熱舒適<br>度」為主題，搭配 2~3 次的田<br>野調查，引導修課者建立空間                                   | 資料收集（研究區）             |
| 11 |      | 資訊搜集，疊合，地圖呈現等<br>技術實作訓練。                                                             | 資料建置（授課教室）            |
| 12 |      |                                                                                      | 資料建置（授課教室）            |
| 13 |      |                                                                                      | 資料建置（授課教室）            |
| 14 | 地圖協作 | 環境資料使用：                                                                              | 公共性資料與地圖建置            |
| 15 |      | 以開源資料（open data）使<br>用，資料格式整理與圖台資料                                                   | 課堂協作                  |
| 16 |      | 匯入/出為技術實作養成目<br>標，配合使用氣象模式嫁接平<br>台進行教學與技術實作。                                         | 協作地圖的空間資訊彙整與套疊        |
| 17 |      |                                                                                      | 空間資訊標準化再現             |
| 18 | 資料展現 | 地理空間資訊視覺化：<br>探討並深化地圖在環境事物<br>釐清，溝通與回饋上的效益，<br>包含地圖的視覺效果，地圖要<br>素建構與配置，空間資訊視覺<br>化等。 | 空間資訊視覺化成果展出           |

地圖協作（第 14~17 週）以空間資訊嫁接，套疊與應用為主要教學內容。前兩週教導修課學生在 GIS 平台上，利用開放圖資（如 TGOS 圖台，國土測繪中心等）進行地圖套疊與環境分析，做一般性操作練習。後兩週則針對本學期「熱環境舒適度」主題，使用國家災害防救科技中心「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫（Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform, TCCIP）」公布之中部觀測月平均溫資料進行外部開放資料嫁接與技術實作。

資訊展現（第 18 週）以田野調查所建置的主客觀資料為基礎，應用上述資訊嫁接能力，完成空間資訊視覺化與資料詮釋。修課同學分組展示所完成之地圖製作成果，並進行資料建置（資料建置能力與品質檢核），嫁接（開放資料選擇與套疊）與詮釋（理解並解釋地理空間資訊的意涵）的評估。以協同式教學的方式，探討並深化地圖在環境事物釐清，溝通與回饋上的效益，包含地圖的視覺效果，地圖要素建構與配置，空間資訊視覺化等。

## 貳、文獻探討

### 一、專題導向學習法（Project-based learning, PBL）

PBL 是一種以專題為核心的學習方法，其特點是讓學生藉由實際參與或從事具體的專題或事物，進行探究、組織、研究並解決問題的方式學習，以追求現實生活中各項問題的解答（Donald & Paul, 1989/2006；呂錘卿，2022）。專題導向學習中，教導者（老師）並非傳統口述教學的角色，而是協助學生的學習歷程更加順利的諮詢者（Hmelo-Silver, 2004；Savery, 2006），使學生能透過自主學習建構課程知識。當教師作為一個諮詢者或引導者的角色時，適時協助與引導學生進行自主學習與探究課程，能培養學生自主學習、互動溝通與社會參與的能力。劉青雯（2020）以高中的性教育課程的研究中就發現，PBL 教學方式的使用，較傳統傳遞教授的知識建構表現更佳，也更為有效。

現有文獻已證實 PBL 教學方式在高中與大學端教學現場有其助益。自教育部發布與推動 108 新課綱後，PBL 廣泛應用於高中端素養教育，以建構高中核心能力（王金國，2018；曾子旂，2019）。楊喬涵（2008）以自己任教的中等教育商業概論課程為

例，進行 PBL 教學法，研究成果顯示，該課程的學生經由 PBL 的學習方法能提升學習興趣、增進報告技巧且有助於同儕相處與合作關係。在大學端，PBL 除了個人知能與理解能力的養成，也培養並深化團體協作能力以面對複雜議題的能力（Lin et al., 2012）。例如：王馨葦（2022）利用 PBL 教學法，能明顯感受學生自我能力的進步，包含創新、企劃、行銷與團隊合作能力等。PBL 應用在田野調查，則能優化學生的學習動能，進而觀察跟體悟田野帶給自身的學習經驗與調查能力（張瓊文，2022）。

在適當的教學情境中善用 PBL 教學法，除了有助於學生習得預期知識內容外，更重要的是能衍生、培養原有講述課程教學所不能提供的軟實力，如團隊合作、問題解決、實際操演等能力（Moesby, 2005）。PBL 與其他學習方法的整合，也可能優化既有的學習形式，沈揚庭等人（2022）針對建築領域的研究中就發現，PBL 加上強調構思（conceive）－設計（design）－執行（implement）－運作（operate）的 CDIO 工程教育教學法，能有助於學生進行專案規劃與實際設計，這對已普遍使用專題或專案進行學習的設計相關系所而言格外重要。而鄭曉楓等人（2023）在 PBL 的基礎上設計跨域課程後發現，學生在此課程後更能與他人進行溝通合作，且包容差異，形成高度的凝聚力以成就目標。此外，於全英語教學課程中融合 PBL 與翻轉教室的教學方式進行教學後，發現其成效能滿足學生的學習需求與目標（戰寶華，2022）。事實上，不論是何種學習領域，藉由課程的引導與設計，啟發學生面對困難問題的解決能力與團隊經驗合作，讓學生能夠在高等教育階段培養各式的軟實力，以符應未來出社會的需求（張如慧，2017；莊秀文等人，2019）。

儘管 PBL 的效益已在許多學科領域中受到肯定，我們仍不能忽視在教學現場可能會遇到的阻礙，例如：學生可能無法精準的提出發問並規劃適切的路徑來尋找答案，或是與同儕間發展出合宜的協作與共學機制來找尋答案（楊喬涵，2008）。呂郁婷（2018）的研究中就發現，在文藻大學西文新聞課中，藉由翻轉課堂與專題導向學習的教學模式儘管有趣，學生普遍對課堂發表意見感到膽怯，容易使得議題討論中斷。蔡智孝（2016）針對科技大學學生所做的調查也證實上述現象的發生與所帶來的干擾，上述案例皆證實當學生普遍缺乏主動學習的態度時，PBL 的教學成效並不高，可知，友善的班級環境與積極的學習氛圍是 PBL 成效的關鍵。在本研究地圖學課程「核心能力養成」的階段中，授課者（研究者）除了核心能力建構，也特別關注班級中的學習情境與同學間的互動氛圍，作為後續田野調查與技術實作階段 PBL 應用的基礎。

## 二、參與式地圖製作 (participatory mapping)

參與式地圖製作是公眾參與式地理資訊系統 (public participatory geographic information systems, PPGIS) 的一支，透過地方動能與公民價值進行空間資料收集與視覺化展現。自 1990 年代開始，PPGIS 作為應用群眾參與的地理資訊建構形式，逐漸應用在地方訊息的收集，透過地圖建構，作為行動者間協商及決策服務支援 (Sieber, 2006)。PPGIS 最重要的成就，在於突破了過往專業者主導的圖資生產方式，透過「自願性地理資訊 (volunteered geographic information, VGI)」的方式提供一般人已協同合作的方式來生產地理資訊，重新詮釋了地圖製圖者 (map makers) 與使用者 (map users) 間的定位。多數學者肯定 PPGIS 在地方參與規劃決策上的價值，如梳理地方資源，建立群眾共識，強化在地動能等 (Bugs et al., 2010; Czepkiewicz et al., 2018; Rall et al., 2019; Santos et al., 2018)。PPGIS 引導的參與式決策多半以工作坊這類的形式進行，以地圖為平台呈現參與者的個人意見，提供資訊透明與對話協商的憑藉，並透過資訊的彙整與分析尋求共識 (Brown et al., 2014; Santos et al., 2018)。

互聯網 (Internet of Things, IoT) 與 Web2.0 的興起讓 PPGIS 的發展有了新的突破，Rzeszewski 與 Kotus (2019) 指出，互聯網技術突破了過去 PPGIS 軟硬體的限制，建立了在網路服務下，以網頁為介面，透過群眾外包 (crowdsourcing) 建立更彈性且即時的地圖資料生產，部分學者則以「參與式地圖製作」稱之 (Brown & Kytä, 2018; Kim, 2015; Pearson et al., 2017)，同時，參與式地圖製作也被證實其能賦權且整合權利關係人的有效過程 (Laituri et al., 2023)。

的確，透過互聯網的服務，PPGIS 得以藉由以網頁為基礎的地圖平台 (web-based mapping platform)，有效率的展現更即時 (real-time) 的互動資訊，也讓操作的時間與地點變得更有彈性。舉例而言，Pitidis 等人 (2024) 在巴西藉由參與式地圖製作的方式，使社區居民理解當地的社群韌性與風險情境。根據結果顯示，這樣的做法能增強地方的適應能力和社群韌性外，還能使地方推動都市政策時聽見更多元的聲音，特別是那些被邊緣化社群的意見。更多的相關研究如在漁撈場域 (Paul et al., 2018; Paul et al., 2016)、環境資源調查 (Pearson et al., 2017)、都市空間與規劃 (Stefánsdóttir et al., 2024; Grzyb, 2024) 與特定群體身體與地方感的討論 (Petteway et al., 2019) 等都能看見參與式地圖使用。參與 PPGIS 圖台繪製的民眾也沒有年齡限制，如 Mansournia 等人 (2024) 用伊朗作為例子，讓兒童利用 PPGIS 的方式繪製他們常去的遊樂場域，

並為都市空間提出新的建設想法。換言之，參與式地圖製作是能有益收集多元民意，且將其視覺化於地圖之上，甚至呈現更公正的成果。從 Maurer 等人（2023）在丹麥的研究就能發現，藉由 PPGIS 呈現結合質性方法、持續且反思的社群參與的參與式地圖時，能有效揭露當地的意義地方與關係價值，為邊緣社群展現更公正的成果，連結社群民意與都市政策，進而提出以自然為本的政策解方。

然而，參與式地圖製作蓬勃發展的同時，也正面對許多足以影響其在決策過程中可信賴程度的課題（Afzal et al., 2019；Baggio et al., 2015；Brown et al., 2017；Brown & Kytä, 2018）。例如：仰賴互聯網圖台所建立的資料，在吸引年輕有較高教育背景的參與者的同時，也排除了年長，或是對網路服務不熟悉的使用者，同溫層（filter bubbles）的地圖成果是否能被視為地方共識，就成為研究者需克服的課題。圖台之外，網路服務的差異性也是一大挑戰，參與者不必然擁有一樣的連線品質（internet quality），資料傳輸的效率與流暢度勢必影響參與者執行專案與表達個人意見的意願。

綜整學者對上述的回應，我們發現，發展參與式地圖製作於決策支援服務，至少有以下四點無法迴避的課題（Deng et al., 2012；Kim, 2015；Kim, 2012；Paul et al., 2016）：第一，辨識作者身份（authorship）與特性，並選擇更能表現真實地方環境治理生態的群體。第二，建立多樣化的資料收集方法，相互參照以減少單一取徑的誤差。第三，重視地圖製作與資料呈現的倫理課題，盡力確保資訊的呈現不傷害任何人的權益。最後，也是最關鍵的，持續深化與地方的連結，地圖的呈現不是成果，而是協商對話的開始。

本研究應用參與式地圖製作為方法，記錄學生對田野現場環境熱舒適度的主觀感受（perception），在群眾外包的概念上進行視覺化呈現，得到具參與式感知（participatory sensing）的空間資料。參與式感知是由美國學者 Goodchild 提出，Goodchild（2007）表示，將市民所感知的資訊，也就是認知，以動態的標註呈現在地圖之上，這與電腦或感應器需要透過特定程式設計才能判斷事件具有非常大的差異。由於參與式感知能標的出民眾對標定事物的感受，而這些標定事務又與發生地點產生連結，因此能在空間上建立有效的加值應用。當市民所貢獻的資訊能被標定在發生地點並持續更新與累積時，便能促成地點的權重性，使城市空間地理轉變具有價值評斷的智慧城市權重地圖。

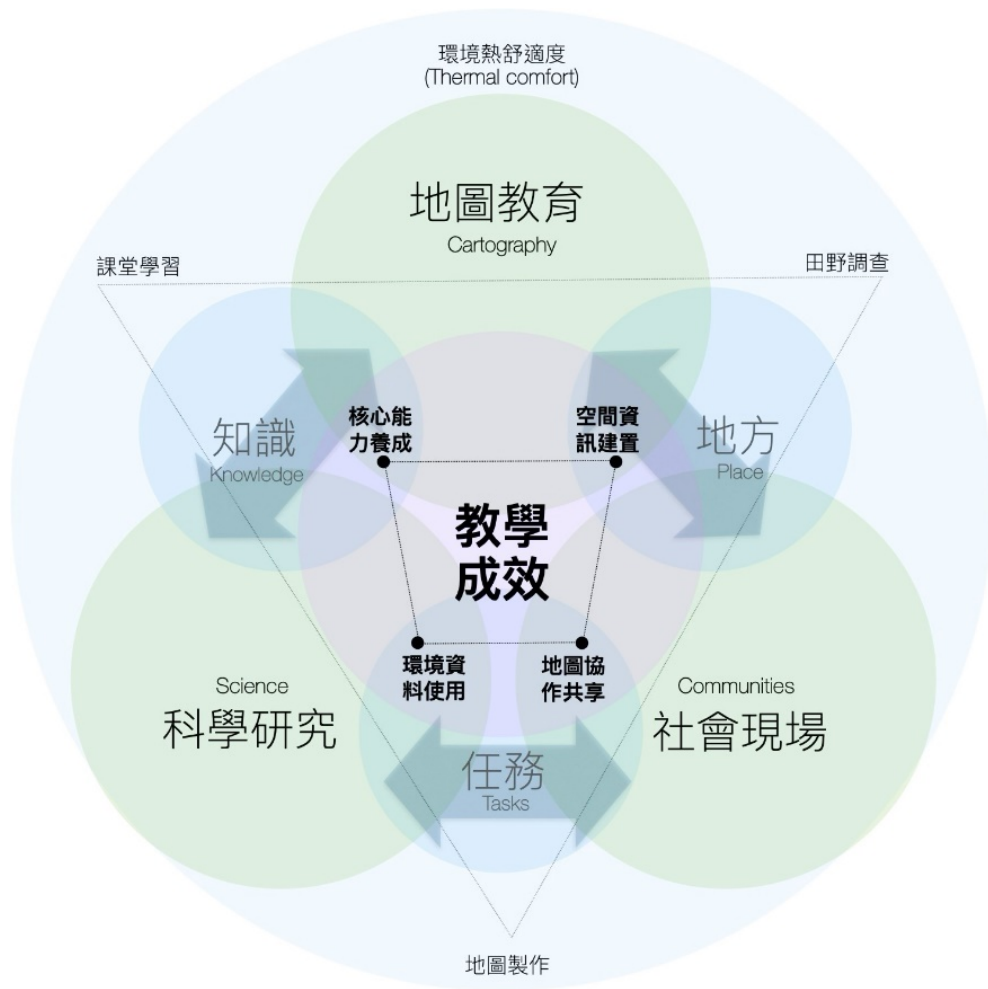
## 參、教學方法與設計

### 一、教學實踐研究：導入參與式地圖製作的教學設計

#### （一）研究架構

本研究之研究架構如圖 1 所示，以技術實作為核心，由修課者（主要為本系大一同學）與研究者（作者與研究團隊）共同完成鏈結地圖教育，科學研究與社會現場的地理空間資料建置。建置之資料為課程後段資料嫁接與詮釋之基礎，以落實地圖學課程規劃，形成知識（地圖學），任務（熱舒適度調查）與地方（中部海岸地區）的 PBL 導向性探究。本課程以資通訊服務導入於地圖製作為核心目標，以知識系統學核心，透過在地方具任務的主客觀資料收集與後續在 GIS 平台上的套疊，分析與探究，以技術實作的方式，使地圖成為一種用來傳遞訊息的空間資訊載體，建立學生轉化地圖知能於生活中的應用能力。

圖 1  
研究架構圖



## (二) 研究工具：都市探針 (city probe) 與黑球溫度計 (black ball thermometer)

本課程使用「都市探針 (city probe app, CP app)」參與式地圖製作平台進行環境熱舒適的主觀 (subjective) 感受資料建置。CP app 是一個自願性地理系統服務平台，研究者歷年來也多次利用這套系統進行空間盤點資料建置。CP app 以拍照及議題指認的方式，對目標地點進行評價 (assessment)，並將評價的結果以適地性服務 (local-based services, LBS) 的模式標定於地圖上，透過資通訊科技結合群眾外包與用戶生成內容的概念，發展一套用於城市空間特性動態指認，加值並可檢視的服務系統。由於 CP app 所建構之資料庫有明確的序號、議題、上傳時間、地理座標、評價與照片，這些具有空間權重判斷與地理座標的資料，能用於繪製具有量化指標的權重地圖，呈現出場域特質與累計數量。

在客觀 (objective) 熱環境資料方面，本研究使用黑球溫度計來收集研究區綜合溫度熱指數 (Wet Bulb Globe Temperature, WBGT)。WBGT 是近年來廣泛運用於測量熱傷害的指標 (Budd, 2008)，通常會運用在工業場域或是運動場域 (Dimiceli et al., 2011)。WBGT 數值由乾球、濕球與黑球推算而成，戶外測量 WBGT 的計算公式為： $0.7 \times (\text{濕球溫度}) + 0.2 \times (\text{黑球溫度}) + 0.1 \times (\text{乾球溫度})$ 。日本的環境省 (Ministry of the Environment Government of Japan) 指出，當 WBGT 指數超過攝氏 28 度時熱傷害患者發生率即會增加。中華民國勞動部 (2014) 也發布「高溫作業勞工作息時間標準」，指示依循 WBGT 制定相關法規，以保護勞工安全。與此標準中明確規範高溫作業勞工須依規定分配作業及休息時間，以中度工作為例，倘若 WBGT 值達到攝氏 29.4 度時，每小時作息的時間比例為 25% 的休息與 75% 的工作。

## 二、田野調查

本研究選定六個中部沿海地區做為研究區進行環境熱舒適度調查，其中包含濕地、堤防、公園、市場等地，目的是企圖呈現在不同屬性的田野場域中，環境舒適度會具有區域差異，進而展現各物理環境下的舒適度多樣性。修課同學分為 5 組，各組主題為表 2 所示，進行三次的田野調查。田野調查以分組方式進行，每組分配一支黑球溫度計，由一位同學負責進行黑球溫度測量，完成客觀資料建置；其他同學使用手機，以 CP app，透過【拍照 - 打卡 - 上傳】紀錄個人環境熱舒適度，已完成主觀資

料建置，每個定點停留 20 分鐘後前往下一定點。

本研究之課程的研究對象為 50 名地圖學修課學生，若田野調查過程中有遇到居民或其他空間使用者，則隨機詢問其熱環境舒適度感受作為參考，但不列入資料分析與視覺化使用。

**表 2**  
**各組主題與內容**

| 組別   | 主題題目                | 內容摘要                                     |
|------|---------------------|------------------------------------------|
| 小組 1 | 空間信息的傳遞通道           | 藉由不同的平台資料嫁接呈現地圖的溝通成效是否明確。                |
| 小組 2 | 今仔日風真透              | 在原有議題上增加與風相關的屬性資料，如風速、PM2.5 等。           |
| 小組 3 | 道聽圖說-以疊圖分析探討中彰舒適滿意度 | 利用疊圖分析將收集而來的資料進一步觀察哪些地區的屬性重疊率較高而影響舒適滿意度。 |
| 小組 4 | 糟糕的天氣與熱情的地方環境       | 透過不同的氣象資料與環境感知進行比對。                      |
| 小組 5 | 周圍環境對旅遊感受的影響        | 使用大眾對於環境知覺與熱感受的資料剖析是否具有關聯。               |

註：氣溫量測與嫁接是每組一定呈現的主題，故不在內容摘要中再次贅述

### 三、TCCIP 資料嫁接

為深化修課同學對資通訊服務與資料嫁接的理解，本研究之課程除了田野調查「熱環境舒適度」主客觀資料收集外，也使用國家災害防救科技中心的臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（TCCIP）所公布之中部觀測月平均溫資料進行技術實作練習。授課教師引導學生匯入空間資訊，並利用 ESRI 故事地圖（story map）平台展現調查成果，不同時空尺度資料建置的技術與空間資訊視覺化之能力，藉以呈現環境熱舒適度調查成果。以 CP app、WBGT 與 TCCIP 等三種不同性質與時空尺度的資料為基礎，探討空間資料的限制，以及應用地圖進行呈現時所需要注意的課題。舉例來說，在空間尺度上，TCCIP 所提供的空間資料為 5 公里×5 公里的網格資料，而 CP app 與 WBGT 的資料為向量資料，在空間尺度上的嫁接成為課程設計的一部分，引導修課同學理解資料類型的差異與必要的轉換；時間尺度上，TCCIP 提供的是日資料，CP app 與 WBGT 則是特定空間的秒資料，如何透過地圖呈現這三者資料，也是本研究之課

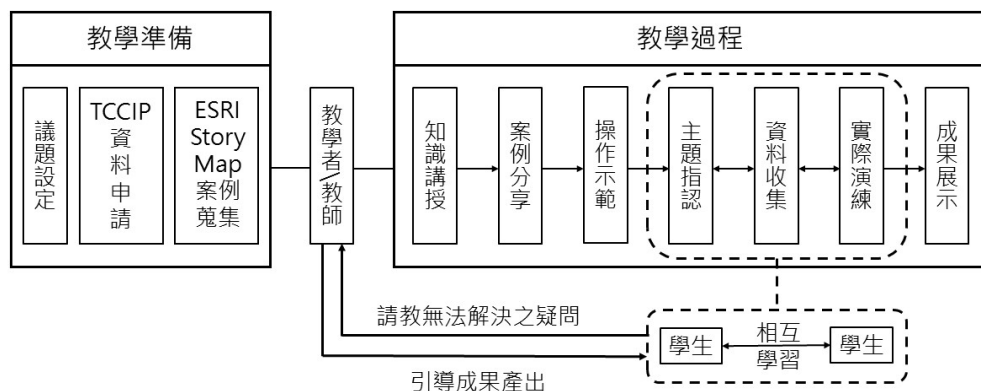
程中有別於過往的實作練習。

#### 四、教學流程

本課程的教學流程如圖 2 所示。教學準備期間授課者需訂定大方向議題，以確保學生能有效收斂問題核心，而本研究以「環境熱舒適度」為主題，並先行與 TCCIP 申請資料，如日/月均溫資料，並收集 ESRI 故事地圖的範例，以便學生理解主題地圖的呈現方式與預期成果。

而教學過程除了基礎知識授予外，將著重於參與式地圖協作的過程，包含於教學活動裡藉由提問的方式，以利學生在問答過程中，藉由問答與討論的方式產出主題，以及訓練田野調查與二手的資料收集，跟實際操作演練地圖製作等操作技能加深學習印象。

圖 2  
教學流程圖



本研究之授課方式為例，講述基礎知識前，會請學生自由尋找合作對象進行分組，總共分為五組，爾後便以組為單位的方式進行資料收集與實際演練。首先，展現故事地圖的案例給學生觀察，並請他們分組討論該圖的主題為何、認出可能使用何種圖層資料及如何取得資料。此時若學生的討論過於發散，這時教導者需請學生關注於地圖所呈現的資訊，如圖例，以利後續課程進行。

而操作示範之課程的目的是使學生學會如何使用跨平台地圖嫁接與製作。故需教

導學生如何在電腦上使用該系統 (ESRI 故事地圖)，並進行演示，如地圖套疊與製作，演示過程盡可能將每一步驟演示清晰，最好能邀請學生同時進行。最後回扣本研究此次課程的主題：環境熱舒適度，並請學生進行主題指認，以討論的方式進行構思熱舒適度受什麼因素影響，且需要何種資料素材。學生進行實際操作前，教導者會適當提醒學生資料收集的困境，例如格式轉換不齊全、居民不願進行協作等，並透過換位思考的方式，思考是否或如何邀請受訪者進行協作。

當進行預演或操作過程時，學生會先試圖分析自身需要何種資料，舉例而言，某組認為熱舒適度與空氣品質與風速有關，便會自行分工合作，如實地測量風速、查詢空氣品質監測資料等，並將這些資料進行初步整理，如格式轉換、資料彙整等，再將資料上傳至 ESRI 平台，並繪製成圖層，再製成地圖。

學生產生步驟上的疑問或困境時，通常會先進行組內討論，自行生產解決方法，倘若遇到無法解決的問題時，教師會先請學生梳理其操作步驟及圖資，企圖了解學生對操作流程的理解是否正確，並用問答的方式給予回饋，如：「針對這個圖資，其座標資料是什麼屬性，是否能適當套疊於地圖之上？」此外，教導者也需統一追蹤各組的操作進度，除了能確認學生都照進度執行外，也透過這個方式讓其他進度較為落後的組別發生問題時，能先求助於進度相對較快的組別，培養出合作的能力且找出解決問題的方法。

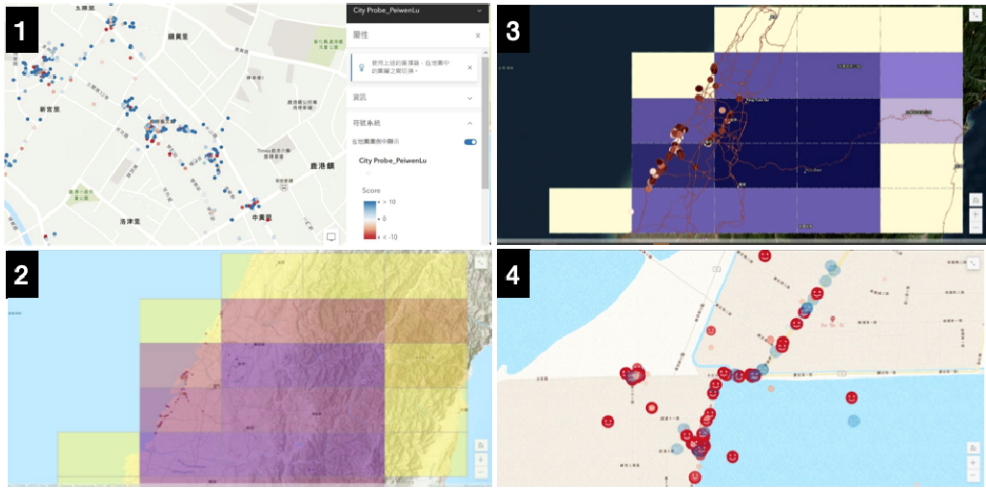
## 五、參與式地圖建置成果

本課程收集主觀熱環境舒適度感受 (CP app) 與客觀溫度 (WBGT) 資料。儘管在同一時間同一地點，主客觀資料間的關聯性並不顯著，推測是因為構成修課同學主觀感受的變因較黑球溫度計為多，包含了環境中的他人行為、聲音、風、氣味以及其他人為或自然因素等，這也意味著人的感知是複雜的接收器，能辨識環境中的複雜課題，並將複雜資訊轉化成個人偏好 (舒適度) 與價值判斷 (正負值)。以第一次田野調查所收集之資料為例，圖 3 為根據當天中午時段在 L 研究區主觀環境舒適度所建置的參與式地圖 (粉色代表正值，藍色代表負值)，可以發現，儘管當時 WBGT 已達到 29-30°C 的危險等級，多數修課同學仍認為這裡是舒適的。在 C 研究區，儘管當時的 WBGT 顯示在舒適範圍 (24°C)，修課同學會因雜物垃圾、噪音等主觀因素而給予低分。

[illegible]

應用參與式地圖製作方法所完成的分組圖資如圖 4 所示，藉由這些成果可發現各組能將其收集之一手與二手環境資料轉換成製圖所需的資訊，並進行空間建置，最後再與其他參與者的資料共疊以完成協作共享的製圖目的。而從其成果展現也發現地圖套疊受空間資料格式的限制（圖 4-2, 4-3）。各組選擇的地圖呈現形式，圖例與顏色也有很大的差異，有可能發生空間資訊的過度解釋或誤判。例如，圖 4-1 使用紅色和藍色來表示舒適程度，紅色代表負面，藍色代表正面，與 CP app 預設相反，讀圖者可能因難以判別而產生盲點與誤區；圖 4-4 使用笑臉和哭臉作為舒適和不舒適，相較之下就顯得更為易讀且直覺。

圖 4  
各組圖資套疊成果展現



學生在進行口頭報告時，多數組別也對熱與舒適度的主題提出類似結論：熱是影響舒適度的一項因子，但不是唯一因素。結合風速、環境識覺、心理感受以及人群等多重因子會影響到舒適度的判斷，如圖 5 與圖 6 就分別為風速因子與空氣污染因子的地圖展現。換言之，當評價一地的舒適度時，需要掌握該地的多重要素才能得到客觀評價。藉由學生的反饋，能展現出其對主題性的掌握、發現問題與議題的核心與解決方式，且額外尋找其他材料以回應現實生活所遇到的各式疑問。

圖 5

小組進行風速圖資套疊成果展現

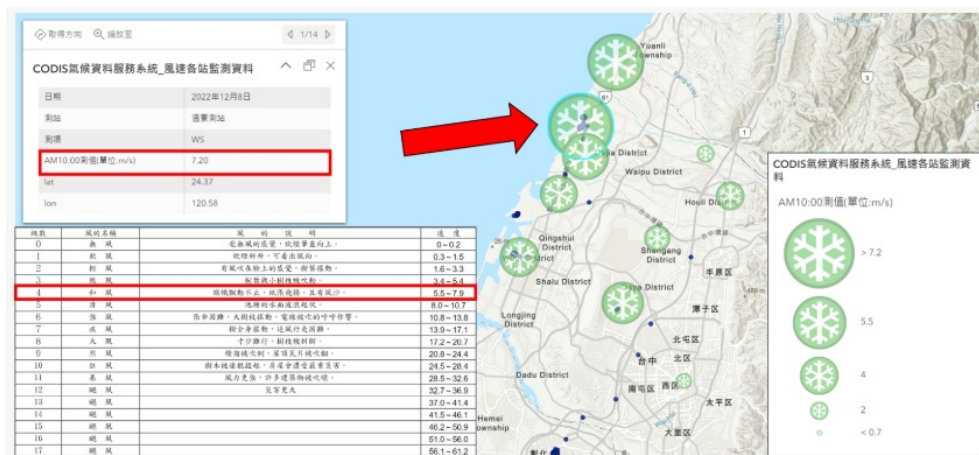
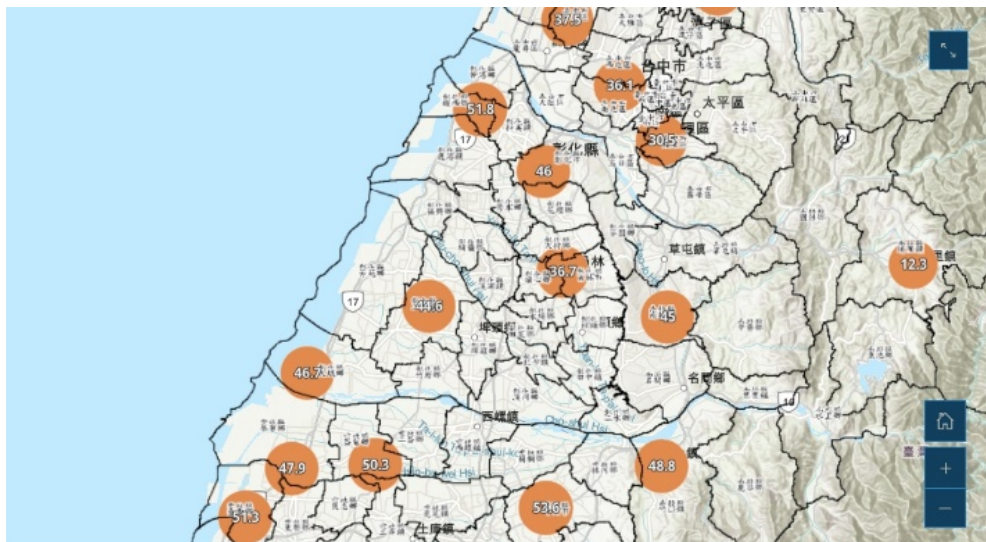


圖 6

小組進行空氣汙染圖資套疊成果展現



## 肆、研究結果

### 一、學習成效評量：建置，嫁接，詮釋

本研究將學習成效評量分為四部分，分別為：問題發現與構想方案、資料收集的合理性、地圖的完整性與易讀性以及對社會實踐的展望性。首先，於問題發想方面，教導者會評斷學生對於本次議題設定提出疑問與解方構思，例如本課程的議題設定以「熱舒適」作為主題，學生若提出影響熱舒適的因素有哪些，並試圖講述如何控制或是該如何判定等思考，便可得到較高評價。第二，是學生資料收集的合理性，此項目將回應學生在設計問題與解方中，是否運用正確的資料，如影響熱舒適的因子除了氣溫資料外，還有沒有參照其他數據，達到更高的完整性。再者，針對其地圖製作的成效，教導者將先評價該地圖的完整性，如圖例是否標示，座標系統是否正確等（像是圖 4 與圖 6 並沒有展示其圖例說明，故相關分數就不會太高），再討論其易讀性，如美學、主題明確性等，最後，對社會實踐的展望性，是評斷學生提出針對該議題以及解方對未來社會的重要性、發展性與可行性，同時也希望學生能於這次的教學中，從議題到製作再到詮釋的過程中習得如何對社會有所貢獻。

此外，為瞭解本課程學生對課程的滿意程度與教學方向是否正確，本研究以問卷前後測進行學習成效評量，問卷設計採用李克特（Likert scale）五尺度量表方式填答，依據受試者對每一題的看法表達同意程度，問卷設計將問題分成從非常不同意到完全同意五個尺度（完全不同意=1，不同意=2，中立=3，同意=4，完全同意=5），答案越正向分數越高（滿分為 5）。如表 3 所示，評量項目包含建置，嫁接與詮釋 3 項，每項有 2 題，發展出 Q1~Q6 等 6 子題，而各子題也回應本研究希望學生獲得的學習成效，如 Q1 及 Q2 回應空間資訊建置的能力，Q3 與 Q5 則是檢驗環境資料使用與地圖協作之能力，Q4 及 Q6 則是體現學生能養成其核心能力（包含學生的專業能力及自我發展等）。本研究在期初（第 1 週）與期末（第 18 週）分別進行同一份問卷填答，期初有效問卷為 50 份，期末有效問卷 34 份，以前後測均有填答的 34 位同學為研究對象，進行相依樣本 t 檢定，分析結果如表 3 所示。

表 3

課程滿意度前後測問卷結果 (N = 34)

| 評量項目        |                            |                         | 前測    |      | 後測    |      | t 值      |
|-------------|----------------------------|-------------------------|-------|------|-------|------|----------|
|             |                            |                         | 平均數   | 標準差  | 平均數   | 標準差  | t-test   |
| 評量 1：<br>建置 | 資料建置<br>能力與品<br>質檢核        | Q1：我能了解當代地圖的發展趨勢        | 3.21  | 0.76 | 4.26  | 0.82 | -6.49*** |
|             |                            | Q2：我能利用地圖來傳達想表達的內容      | 3.62  | 0.80 | 4.44  | 0.60 | -4.81*** |
| 評量 2：<br>嫁接 | 開放資料<br>選擇與套<br>疊          | Q3：我有學會線上地圖的嫁接功能        | 2.47  | 1.04 | 4.24  | 1.16 | -6.60*** |
|             |                            | Q4：我對製作地圖有信心            | 2.88  | 1.13 | 3.82  | 0.98 | -3.72*** |
| 評量 3：<br>詮釋 | 理解並解<br>釋地理空<br>間資訊的<br>意涵 | Q5：我認為用地圖來建立空間資訊視覺化是重要的 | 4.59  | 0.73 | 4.71  | 0.52 | -0.78    |
|             |                            | Q6：我在地圖學中收穫良多           | 3.97  | 0.79 | 4.41  | 0.69 | -2.45*   |
| 總分          |                            |                         | 20.74 | 3.48 | 25.88 | 3.54 | -6.48*** |

\* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$ 

調查結果顯示，除了「Q5：我認為用地圖來建立空間資訊視覺化是重要的」此題，其餘題目皆反映其學習成效良好，意味著學生普遍滿意地圖學課程學習成效，資料嫁接子題的滿意度變化最高，建置次之，顯示本課程主題探究的安排有別於修課同學過往學習經驗，能強化學生的學習動機與興趣。資料詮釋的變化相對的較不顯著，特別是 Q5，本研究認為是因大多數同學於自己過往的學習經驗中，業已習慣將地圖視為空間資訊視覺化的工具及成果。如前所述，建置資料與嫁接資料的空間尺度差距是修課同學進行深入討論的限制。然而，這樣的限制可說是本課程「有意圖的安排」，目的在引導修課同學了解時空尺度，期能在後續空間分析資料選擇上有所理解。

## 二、質性回饋：課程規劃能建立知識系統與生活應用的連結

修課同學肯定「實作」在地圖學教育中不可或缺，絕大多數的回饋資料都認為實作能加深加廣地圖學知識，有助於未來地理知能學習，特別是使用地圖完成空間資訊視覺化的能力。質性回饋資料中可以發現，應用 PBL 的地圖學課程，較傳統的授課方

式更能引發學生學習動機，學生能更明確了解理論講述在建立基礎之能上的重要性，並在議題探討與分析的過程中建立小組協作的工作模式。研究者樂見小組選擇在完成課堂要求之外，套疊其他開源資料，建立更完整的詮釋。例如：加入 TCCIP 風速資料，深化環境舒適度資料討論與詮釋；或是協力完成海岸地區選定研究區再生能源設施空間分佈圖資，以探討再生能源發展與熱舒適的關聯性。

回饋資料也肯定本研究理論講述，田野調查，地圖協作與資訊展現等四階段的課程規劃。講述課程能建立修課同學地圖學相關基本知識，銜接後續各階段以議題為導向的課程安排，引導修課同學確實了解田野調查在資料建置的意圖，避免無所適從，或是將田野視為外出旅遊的窘境。在課程的教學活動中加入田野調查或是實作課程，能有助於學生引起學習動機與提升素養能力，如 S15 表示：「有更多時間實作，並且針對自己喜歡的領域探索。」和 S29 也認為：「(課程)多了實察與實作更有趣。」同時，實作課程也使學生認為已習得知識有益於之後的課程，「我認為高中是告訴我們有地圖這個東西，大學是使用高中的知識，然後自己繪製地圖。(S18)」，說明進行實作課程能有益於老師進行不同教育階段間課程的整合與調適。口述教學與主題探究能讓學生更快速及全面的理解物聯網時代下地圖學的重要性，再搭配田野調查與實作體驗更能展現其學習成效與學識深度，換言之，對學生而言，創新與實踐的課程設計能夠加深他們對這門學科的印象，提升他們的學術知識、數據收集技巧、問題解決能力和溝通能力，更重要的是，能使學生認識到這門學科的前景，甚至大部分學生認為這樣的地圖教育有益於他們的未來發展，如 S14 認為：「大學地圖學是在面向未來」。

### 三、課程價值：作為從高中到大學知識系統的轉換與橋接

地圖學作為本系大一上學期必修課，有機會（也有必要）針對修課同學從高中到大學課程內容的轉換進行討論，並鼓勵其表達感受與適應情形。回饋資料顯示，學生從本次課程重新認識地圖的重要性與應用「……因為高中學的地圖……就是一些很表面和很死板的東西。但是上了大學以後，就會發現到，其實地圖很有趣，而且可以運用在很多地方(S19)」。田野調查與 GIS 實作也有助於將理論與實務結合，例如 S13 認為「實察將地圖和真實世界做結合」，這樣的課程規劃有助於提升課堂參與組內協商合作，深化理解與應用能力。

此外，從回饋資料中也可以發現，高中課程著重於要如何「使用」及「閱讀」地圖，屬於課業學知的範疇，大學課程則需要「製作」、「評斷」與「探究」，需要邏輯

思辨與價值判斷，也沒有標準答案可循。S07 就認為「大學較多實作課程，討論地圖的面向也不再像高中一樣，以介紹地圖的基本要素為主，而是更深入的去帶我們思考地圖背後的意義，繪製地圖所要傳遞的訊息為何等。」。S06 則指出「高中比較著重地形、河川判讀，比較概念性的東西。大學比較著重思考，實際操作的感覺」，與 S11「大學較多實作，多運用資訊，高中比較重視課業考試」及 S12「高中只有介紹大概的概念，大學學習的比較深入的應用」的觀點不謀而合。

從高中到大學的轉換也展現在修課同學從地圖使用者（map user），製圖者（map maker）到創作者（mapper）的角色轉變，S24 認為，「最大差別在於，高中時我是地圖的使用者，大學要了解並學習如何做一個地圖的創作者」。角色的轉變帶來對抽象思辨價值的認識，S03 就認為，「高中所學幾乎都是點到即可，較不著重背後的運作原理，比較注重的是成果跟應用，而大學的話，幾乎都是主題式的教學，較能夠從源頭理解透徹，在應用的方面也比較廣泛」。S10 則表示，「我認為大學在教授地圖的課程上與高中有基本結構架構上很大的不一樣，包括以地理人角度深度分析地圖的意義，用更專業的眼光操作製圖軟體，比起高中還在培養各學子的興趣，粗淺的介紹地圖，有天壤之別。」

部分學生也指出，本學期課程規劃養成其地圖製作的技術能力，系統性的知識建構方式也有助於未來學習與發展。例如：S34 認為高等教育能與中等教育的課程內涵區分明確且加深加廣。

大學的地圖學課程學習到比高中更深入的内容，就像空間資訊視覺化的部分，資料套疊與嫁接在高中是比較少提到的課程，可是在大學卻是很重要的部分，因為可以觀察出嫁接後資料之間的關係，並與該地區做連結，可能又會發現不一樣的事情。在這之中，我也學會需要找到更多的資料來佐證我要敘述的事情，我認為相當地有趣。（S34）

#### 四、課程反思：理論與實作的平衡與省思

藉由本研究的課程安排，有以下幾點反思與建議。首先，本研究從理論到實踐的課程安排，確實讓授課時間略顯壓縮，部分同學認為資訊展現階段未能如前三階段般，有足夠的時間進行資料詮釋與反饋，「……相對要花較多時間才能融會貫通，也比較容易遇到挫折（S25）」。針對這樣的回饋，研究者與團隊研擬未來加開「地圖學

實習」，或是將田野調查以微學分形式分開授課，透過學分與授課時數的增加，達到更好的教學成效。

再者，由於授課時間的不足，以至於學生對於地圖理論的認識與基本認知顯得不夠理解。舉例而言，從其呈現的製圖成果（圖 4）來看，會發現在地圖上都缺少圖例，這會使得地圖不易辨讀，而失去原有的意涵。為此，本研究認為，授課過程中重點觀念仍要重複講述外，實際操作時依舊需要提醒學生地圖的意義與基本要素，以使學生能製作保有本質的地圖。

最後，根據本學期的操作以及學生的反饋，本研究認為有益於大一新生的教學方法需要建立一個「講述—案例—操作—呈現」的系統。初始階段仍需藉由講述的方式讓學生了解地圖的基本理論，並輔以案例介紹。再者，藉由案例引導學生進行操作，使學生了解地圖有哪些表現手法，以及如何進行地圖的數據收集與製作，且在學生進行操作時，適當提醒地圖的基礎與意義。能使之最後呈現時，充分了解地圖的意涵以及其功能性。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

本課程為 PBL 學習法的地圖學課程，以參與式地圖製作為方法，分階段達到資料建置，嫁接與詮釋的課程訓練。研究結果發現，參與式地圖製作技術在地圖課程上的應用，的確有助於改善過去地圖知識系統與生活應用間的缺口，深化資通訊能力，從而建立修課同學對地理空間資訊的理解，思辨與技術能力。

同時，對學生的成效而言，本研究透過 PBL 的教學方式，能促使學生藉由自身觀察而對現在社會提出問題並試圖解決之，與先前的研究成效相符（王馨葦，2022；呂錘卿，2022；鄭曉楓等人，2023），此外，這樣的教學與學習能讓組內學生可以互相幫忙、強化小組討論和主動學習。雖然各組使用類似甚至相同資料，但因為對圖例、顏色等地圖視覺化呈現理解和美學的差異，作業呈現出多元的樣貌，在簡報分享過程中可以相互學習與包容。

藉由參與式地圖製作的練習，也體現學生四大面向之學習成效：一、核心能力養

成，如：問題解決與團體合作能力；二、空間資訊建置，如：因應主題發問進行資料收集與篩選；三、環境資料使用，如：使用 TCCIP 之空間資料與一手田野資料；四、地圖協作共享，如：跨平台的空間比對與地圖嫁接製作。換言之，地圖學創新與實踐的課程設計能夠加深他們對這門學科的興趣，提升資料建置、嫁接與詮釋能力，了解要如何與同伴合作發現並解決問題，以及鏈結地圖學知能於個人未來發展的企圖與知能。

本研究作為地圖學課程的教學實踐紀錄，希望透過對學生感受的理解，建立一套有助於教學銜接，提升學習動機與成效的地圖學課程規劃。作為大一系上重要必修課，透過這樣的指認，更清楚掌握本課程的價值——不僅有益於地圖學教育本身，也更清楚本課程對於本系高等教育養成定位與角色。

## 二、討論與建議

根據本研究的授課紀錄與經驗，本研究認為若想使學生更能將地圖學等專業知能課程融入生活並達到良好的學習成效，除了透過 PBL 的學習方式外，也應盡可能積極參與高中階段的課程開發或透過田野調查等形式，尋求更多課程外的參與者（如學校教師與社區居民等）加入，以深化從高中到大學地圖課程的銜接與連貫，特別是田野調查的活動有助於提升學習能力（張瓊文，2022）。

這樣的參與方式不僅有益地圖學教育發展，也能在積極面連結 108 課綱素養導向能力的培養，將實踐實作課程與「探究與實作」課程進行結合與施作，以做中學(learning by doing)與 PBL 引導課程規劃，從理論到實踐，建立良好的地圖素養養成。換言之，這樣從中等延續到高等教育的作法或許能提早讓學生培養各式軟實力，更能強化莊秀文等人（2019）認為 PBL 教學方法帶來的效益。

然而，針對呂郁婷（2018）與蔡智孝（2016）先前的研究，所提出學生可能較膽怯表達的情形，於本研究之課堂發生次數不多，其原因本研究認為是在課程上需要不斷的與同儕或是教導者對話，同時教導者也會鼓勵學生不管發言量多寡但一定要發言所致。

最後，本研究認為在一學期教學僅有 18 週的情況之下，需要進行基礎知識講授、田野資料收集、地圖製作以及成果發表等活動，會產生教學時數不足的問題，故本研究建議未來將評估加開「地圖學實習」等額外實作課程之效益，或是將田野調查以微學分形式分開授課，透過學分與授課時數的增加，達到更好的教學成效。

## 誌 謝

本研究感謝教育部教學實踐研究計畫補助。計畫名稱：「地圖為加 (Carto+)：彰化海線熱環境舒適度調查與氣候服務資訊視覺化」。衷心感謝期刊審查委員與編輯委員們的寶貴意見與指導，使本文得以更加完備，謹誌謝忱。

## 參考文獻

- 王金國(2018)。以專題式學習法培養國民核心素養。**臺灣教育評論月刊**, 7(2), 107-111。  
[Wang, C.-K. (2018). Using project-based learning to cultivate the key competencies for nationals. *Taiwan Educational Review Monthly*, 7(2), 107-111.]
- 王馨葦(2022)。教創新、創新教：應用創新教學法實踐「行銷創新」教學。**教學實踐研究**, 2(4), 1-39。  
[Wang, H.-W. (2022). Teaching innovation, innovative teaching: Applying instructional innovation to practice marketing innovation teaching. *Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 2(4), 1-39.]
- 呂郁婷(2018)。「翻轉課堂」及「問題/專題導向學習」強化跨文化溝通能力-以「西文新聞」課程為例。**語文與國際研究**, 19, 25-44。  
[Lu, Y.-T. (2018) Strengthening the intercultural communication skills through the flipped classroom and problem & project-based learning: A case study of the course “journalism”. *Languages and International Studies*, 19, 25-44.]
- 呂鍾卿(2022)。**新教學原理與設計**。五南。  
[Lu, C.-C. (2022). *New Principles of Teaching and Learning*. Wu-Nan Publishing Company.]
- 沈揚庭、盧沛文、李芝瑜(2022)。發展基於 CDIO 與雙菱形設計模型的建築設計教學法。**科技管理學刊**, 27(3), 45-74。

[Shen, Y.-T., Lu, P.-W., & Lee, J. (2022). The development of CDIO and double diamond-based architecture design pedagogy. *Journal of Technology Management*, 27(3), 45-74.]

高溫作業勞工作息時間標準（民國 103 年 7 月 1 日）修正公布。

<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=N0060007>

[The criteria of high-temp operation laborers to have time off, July 1, 2014, <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=N0060007>]

張如慧（2017）。大學專題導向學習課程實施經驗：以臺東大學數位媒體與文教產業學系為例。**臺灣教育評論月刊**，6（1），93-95。

[Chang, J.-H. (2017). Experience in implementing project- based learning courses in universities: A case study of the department of digital media and education industry at National Taitung University. *Taiwan Educational Review Monthly*, 6(1), 93-95. ]

張瓊文（2022）。田野調查：實作，專題與轉化的學習路徑。**中華民國地理學會會刊**，69，45-62。

[Chang, C.-W. (2022). Fieldwork: Learning paths of practice, project and transformation. *Bulletin of the Geographical Society of China*, 69, 45-62.]

莊秀文、陳炯皓、王雅萱、林均泓、陳曉君、葉佳幸（2019）。系統思考之實踐：專案導向式學習教學。**課程與教學**，22（3），77-98。

[Chuang, S., Chen, C.-H., Wang, Y.-H., Lin, J.-H., Chen, H.-C., & Yeh, C.-H. (2019). Implementation of systems thinking: Teaching in project-based learning. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 22(3), 77-98.]

曾子旂（2019）。從二十一世紀關鍵能力的養成論以專案式學習促進核心素養。**課程研究**，14（2），85-106。

[Tseng, T.-C. (2019). On competency-based curriculum and instruction through project-based learning based on the empirical evidences of the implementation of 21st century skills. *Journal of Curriculum Studies*, 14(2), 85-106.]

楊喬涵（2008）。「專題導向學習」策略應用在商業概論課程教學之行動研究。**中等教育**，59（1）。

[Yang, C.-H. (2008) Action research on implementing project-based commercial course teaching and learning in a comprehensive High School. *Secondary Education*, 59(1).]

劉青雯（2020）。素養導向教學實踐之研究：以 PjBL 導入高中性教育為例。**師資培育與教師專業發展期刊**，13（1），75-100。

- [Liu, C.-W. (2020). Research on competency-based instruction practicing: A case study for PjBL introduced in high school sex education. *Journal of Teacher Education and Professional Development*, 13(1), 75-100.]
- 蔡智孝 (2016)。專案導向學習模式對科技大學學生學習投入與學習成效之影響。 **德明學報**，40 (1)， 25-38。
- [Tsai, C.-H. (2016). Using project-based learning model to promote technical and vocational college students' learning engagement and learning achievement - A quasi-experimental study. *Takming University Journal*, 40(1), 25-38.]
- 鄭曉楓、張連強、連廷嘉 (2023)。跨域課程專題導向學習的成果探究：以教育戲劇融入心理學為例。 **教育實踐與研究**，36 (2)， 1-36。
- [Cheng, H.-F., Chang, L.-C., & Lien, T.-C. (2023). Exploring the Outcomes of Interdisciplinary Project-Based Learning: A Case Study of Integrating Drama-in-Education into Psychology. *Journal of Educational Practice and Research*, 36(2), 1-36. ]
- 戰寶華 (2022)。翻轉教室與問題導向學習融入全英語課程之行動研究。 **教育實踐與研究**，35 (2)， 1-58。
- [Chan, P.-H. (2022). Action research on the integration of flipped classroom and problem-based learning into EMI courses. *Journal of Educational Practice and Research*, 35(2), 1-58.]
- Donald, P. K., & Paul, D. E. (2006)。 **教學原理：學習與教學** (邱立崗、蘇照雅、張守仁、謝振奇、江桂馨、黃靜琚、許鈺玲、蕭若蘭、陳芳瑜、劉韻芬、潘逸真、潘叡如譯，初版)。學富文化。(原著出版於 1989 年)
- [Donald, P. K., & Paul, D. E. (2006). *Learning and Teaching: Research-Based Methods* (Qiu, L.-G., Su, Z.-Y., Zhang, S.-R., Xie, Z.-Q., Jiang, G.-X., Huang, J.-J., Xu, Y.-L., Xiao, R.-L., Chen, F.-Y., Liu, Y.-F., Pan, Y.-Z., & Pan, R., Trans.). Proed Publishing Company. (Original work published 1989)]
- Afzal, B., Umair, M., Asadullah Shah, G., & Ahmed, E. (2019). Enabling IoT platforms for social IoT applications: Vision, feature mapping, and challenges. *Future Generation Computer Systems*, 92, 718-731. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.12.002>
- Baggio, J., Brown, K., & Hellebrandt, D. (2015). Boundary object or bridging concept? A citation network analysis of resilience. *Ecology and Society*, 20(2). <https://doi.org/10.5751/ES-07484-200202>

- Brown, G., & Kytä, M. (2018). Key issues and priorities in participatory mapping: Toward integration or increased specialization? *Applied Geography*, 95, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.04.002>
- Brown, G., Donovan, S., Pullar, D., Pocewicz, A., Toohey, R., & Ballesteros-Lopez, R. (2014). An empirical evaluation of workshop versus survey PPGIS methods. *Applied Geography*, 48, 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.01.008>
- Brown, G., Strickland-Munro, J., Kobryn, H., & Moore, S. A. (2017). Mixed methods participatory GIS: An evaluation of the validity of qualitative and quantitative mapping methods. *Applied Geography*, 79, 153-166. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.12.015>
- Budd, G. M. (2008). Wet-bulb globe temperature (WBGT)—Its history and its limitations. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(1), 20-32. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.07.003>
- Bugs, G., Granell, C., Fonts, O., Huerta, J., & Painho, M. (2010). An assessment of Public Participation GIS and Web 2.0 technologies in urban planning practice in Canela, Brazil. *Cities*, 27(3), 172-181. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2009.11.008>
- Chen, C.-H., & Yang, Y.-C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>
- Czepkiewicz, M., Jankowski, P., & Zwoliński, Z. (2018). Geo-questionnaire: A spatially explicit method for eliciting public preferences, behavioural patterns, and local knowledge – An overview. *Quaestiones Geographicae*, 37(3), 177-190. <https://doi.org/10.2478/quageo-2018-0033>
- Deng, J., Huang, S. C.-H., & Han, Y. S. (2012). An online relay selection scheme in power controllable wireless sensor networks. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 8(6), Article 6. <https://doi.org/10.1155/2012/213598>
- Dimiceli, V. E., Piltz, S. F., & Amburn, S. A. (2011). Estimation of black globe temperature for calculation of the wet bulb globe temperature index. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*, 2, 19-21.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69, 211-221.

- Grzyb, T. (2024). Mapping cultural ecosystem services of the urban riverscapes: the case of the Vistula River in Warsaw, Poland. *Ecosystem Services*, 65, 101584
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.  
<https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Kim, A. M. (2015). Critical cartography 2.0: From “participatory mapping” to authored visualizations of power and people. *Landscape and Urban Planning*, 142, 215-225.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.07.012>
- Kim, P. S. (2012). Advocacy coalitions and policy change: The case of south Korea’s saemangeum project. *Administration & Society*, 44(6), 85S-103S.  
<https://doi.org/10.1177/0095399712460078>
- Laituri, M., Luizza, M. W., Hoover, J. D., & Allegretti, A. M. (2023). Questioning the practice of participation: Critical reflections on participatory mapping as a research tool. *Applied Geography*, 152, 102900.
- Lin, L. Y.-Y., Chan, W. P., & Chang, N.-C. (2012). Students’ Perspectives on Project-Based Learning in a Course, “Reading Literary Classics: The Interpretation of Dreams”. *Journal of Medical Education*, 16(3), 114-121.  
[https://doi.org/10.6145/jme.201209\\_16\(3\).0002](https://doi.org/10.6145/jme.201209_16(3).0002)
- Mansournia, S., Sijtsma, F. J., Freeman, C., Ergler, C., Naqshbandi, R., Pirzadeh, A., Niekerk, F., & Ch, O. V. (2024). From fun to function: PPGIS unlocks the power of play in cities. *Applied Geography*, 166, 103246.
- Maurer, M., Chang, P., Olafsson, A. S., Møller, M. S., & Gulsrud, N. M. (2023). A social-ecological-technological system approach to just nature-based solutions: A case of digital participatory mapping of meaningful places in a marginalized neighborhood in Copenhagen, Denmark. *Urban Forestry & Urban Greening*, 89, 128120
- Moesby, E. (2005). Curriculum development for project-oriented and problem-based learning (POPBL) with emphasis on personal skills and abilities. *Global J. of Engng. Educ*, 9(2), 121-128.

- Paul, J. D., Buytaert, W., Allen, S., Ballesteros-C´ anovas, J. A., Bhusal, J., Cieslik, K., Clark, J., Dugar, S., Hannah, D. M., Stoffel, M., Dewulf, A., Dhital, M. R., Liu, W., Nayaval, J. L., Neupane, B., Schiller, A., Smith, P. J., Supper, R., (2018). Citizen science for hydrological risk reduction and resilience building. *WIREs Water*, 5(1), e1262. <https://doi.org/10.1002/wat2.1262>
- Paul, S. A. L., Wilson, A. M. W., Cachimo, R., & Riddell, M. A. (2016). Piloting participatory smartphone mapping of intertidal fishing grounds and resources in northern Mozambique: Opportunities and future directions. *Ocean & Coastal Management*, 134, 79-92. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.09.018>
- Pearson, A. L., Rzotkiewicz, A., Mwita, E., Lopez, M. C., Zwickle, A., & Richardson, R. B. (2017). Participatory mapping of environmental resources: A comparison of a Tanzanian pastoral community over time. *Land Use Policy*, 69, 259-265. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.09.020>
- Petteway, R. J., Mujahid, M., Allen, A., & Morello-Frosch, R. (2019). The body language of place: A new method for mapping intergenerational “geographies of embodiment” in place-health research. *Social Science & Medicine*, 223, 51-63. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.01.027>
- Pitidis, V., Coaffee J., & Lima-Silva, F. (2024). Advancing equitable ‘resilience imaginaries’ in the Global South through dialogical participatory mapping: Experiences from informal communities in Brazil. *Cities*, 150, 105015. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105015>
- Rall, E., Hansen, R., & Pauleit, S. (2019). The added value of public participation GIS (PPGIS) for urban green infrastructure planning. *Urban Forestry & Urban Greening*, 40, 264-274. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.06.016>
- Rzeszewski, M., & Kotus, J. (2019). Usability and usefulness of internet mapping platforms in participatory spatial planning. *Applied Geography*, 103, 56-69. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.01.001>
- Santos, G. S., Gomes, R. de A., & Santos, E. A. dos. (2018). PPGIS as an urban planning tool around airports. *Journal of Air Transport Management*, 69, 269-278. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.07.005>

- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1).  
<https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Sieber, R. (2006). Public participation geographic information systems: A literature review and framework. *Annals of the Association of American Geographers*, 96(3), 491-507.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2006.00702.x>
- Stefánsdóttir, H., Mouratidis, K., Rynning, M. K., & Meyer, S. F. (2024). Perceived walkability and daily walking behaviour in a “small city context” – The case of Norway. *Journal of Transport Geography*, 121, 104014.

投稿收件日：2024 年 09 月 13 日

第 1 次修改日期：2025 年 01 月 07 日

第 2 次修改日期：2025 年 04 月 03 日

接受日：2025 年 04 月 03 日

