

出國報告（出國類別：其他）

參加 2024 歐洲地球科學聯盟大會

服務機關：農業部農業試驗所

姓名職稱：許健輝副研究員

派赴國家：奧地利

出國期間：113 年 4 月 12 日至 113 年 4 月 21 日

報告日期：113 年 5 月 4 日

摘要

2024 年歐洲地球科學聯盟大會(2024 European Geosciences Union General Assembly, EGU 2024)於奧地利維也納舉辦，該會議是地球科學領域非常重要的會議，會議主題相當多元，包括大氣科學、生物地球科學、氣候變遷、地球化學、礦物學、水文學、天然災害、海洋科學、土壤科學等，來自 116 個國家相關領域，超過 2 萬名學者發表研究成果，透過與會者現場交流及討論，建立未來國際合作的管道。會議時間從 113 年 4 月 14 日至 4 月 19 日，不同時間安排不同研究主題成果之發表。許健輝副研究員於會議期間進行壁報論文發表，發表題目為「Using satellite images to monitor the spatiotemporal distribution and irrigation dynamic of paddy fields」，呈現農業試驗所(農試所)應用遙測影像進行水稻田分布與灌水動態之監測技術。於會議期間，除了聽取有關應用遙測技術進行農業監測的研究成果外，也關注土壤沖蝕、土地退化與保育、數位土壤繪圖、土壤碳匯、不同尺度水動態監測等研究發表。EGU 會議的領域涵蓋廣泛，研究的空間尺度以大尺度佔多數，期望透過不同研究議題之了解，激發農試所土壤及其他農業空間資料的研究和應用方向及想法，提升資料的應用價值。

目錄

摘要.....	2
本文.....	4
一、 目的.....	4
二、 過程.....	5
三、 心得與建議.....	7
附錄.....	9

本文

一、 目的

本次參加 2024 歐洲地球科學聯盟大會(2024 European Geosciences Union General Assembly)，該研討會每年舉辦一次，每年會議地點皆為奧地利維也納，今年研討會舉辦的時間為 4 月 14-19 日。該會議是全世界地球科學相關領域重要的會議之一，國際上(歐洲佔多數)相關領域的學者藉此機會發表研究成果，並藉此機會相互交流。本會議主題廣泛，包括大氣科學、生物地球科學、氣候變遷、地球化學、礦物學、水文學、天然災害、海洋科學、土壤科學等，參加本會議主要關注與農業空間資訊應用相關的研究成果。藉由本次會議除了可得知與業務相關的研究發展(土壤碳匯、農業水資源等)外，也可以瞭解其他我們未來可以投入的研究議題。透過會議參與和交流討論，期望可激盪研究想法，提高農試所建置之土壤調查及農業空間資料的應用價值。

二、 過程

1. 會議行程表

日期	地點	行程
113 年 4 月 12-13 日	臺灣-奧地利維也納	由臺灣出發至奧地利維也納，4/13 抵達維也納。
113 年 4 月 14-19 日	奧地利維也納	參加研討會，搜尋和研究相關的議題，到會議廳聽取相關研究學者之簡報，並且於壁報討論時間(4/15 14:00-18:00)與各國學者進行學術討論。
113 年 4 月 20-21 日	奧地利維也納-臺灣	4/20 由奧地利維也納返回臺灣，4/21 抵達臺灣。

2. 會議經過概述

2024 年 4 月 12-13 日

4 月 12 日上午由桃園機場出發，奧地利當地時間 4 月 13 日抵達維也納國際機場。

2024 年 4 月 14 日

4 月 14 日至研討會辦理會場報到，領取會議名牌，並於住處準備會議資料。

2024 年 4 月 15 日至 4 月 19 日

4 月 15 日至 4 月 19 日期間為口頭及壁報發表時間，5 天的會議內容都是由各國參與學者對於不同主題(1044 個)的研究成果進行發表和討論。有關這 5 天會議期間發表內容，記錄與本計畫(衛星科學跨學門計畫-衛星反演水稻田、葉面積指教等地真資訊強化氣象模式預測能力)、農業水資源、土壤碳匯等研究有關的研究成果，摘述如下：

- (1) 羅馬第三大學(Università Degli Studi Roma Tre)學者 Philipp Saggau 報告主題為「Soil loss due to sugar beet harvesting is an underestimated but significant soil erosion process in mechanized agricultural systems」，該學者提到作物收穫導致的土壤流失(Soil loss due to crop harvesting, SLCH)是常見且容易被低估的過程，它也是造成土壤退化的原因之一。作者指出土壤含水量和黏粒含量為影響 SLCH 程度高低的關鍵，並且發現 SLCH 會導致土壤中的養分及有機碳損失，作者建議在侵蝕模式中需考量 SLCH，這對於緩解土壤退化非常重要，特別在高度機械化的農業環境。因此，建議國內在農地土壤侵蝕的研究也可考量收穫物導致的土壤流失，將可更精準地評估土壤侵蝕造成土壤退化的程度。
- (2) 我國國立中興大學 Yung-Chieh Wang 教授的報告主題為「Evaluating the environmental sensitivity to land degradation: a case study in central Taiwan」，該學者利用氣候、土壤、植被、管理和土石流指標計算環境敏感區指數 (Environmentally Sensitive Areas Index, ESAI)，評估濁水溪流域的土壤退化情形。結果指出，於植被茂密、海拔較高、人類活動有限的上游地區土地退化程度較低，下游地區的土地退化趨勢則較高，雨季的退化趨勢低於旱

季。作者也比較不同氣候變遷情境下研究區土壤退化情形，並指出該成果可作為防止濁水溪流流域持續土壤退化及保育陸域生態系及多樣性的參考基礎。

- (3) 德國 Hamburg University of Technology 學者 Mehdi H. Afshar 報告主題為「AI-driven insights into soil health and soil degradation in Europe in the face of climate and anthropogenic challenges」，該研究屬歐盟 AI4SoilHealth 計畫(利用 AI 技術加速土壤健康資訊的收集和使用)。講者說明該研究利用機器學習方法分析歐洲土壤健康指標與各種氣候參數以及土壤化學、物理和生物屬性之間的關係，並且利用歐洲 LUCAS (Land Use/Cover Area frame statistical Survey)土壤資料庫和數位土壤繪圖技術(Digital soil mapping)。初步結果顯示，歐洲各地區土壤養分和碳含量持續下降，顯示土壤退化的潛在風險。作者指出，該研究結果呈現不同土地管理和氣候情境下生態系統的土壤變化，這有助於制定永續的土壤管理和保護的必要行動方案。農試所具有高密度農地土壤調查資料，也可參考該研究之方法評估農地土壤健康。
- (4) 法國 INRAE 學者 Qianqian Chen 報告主題為「Uncertainty in Digital Soil Mapping at broad-scale: A review」，講者指出至今仍有許多研究報告產出的數位土壤繪圖產品未評估不確定性，這可能會導致結果的誤用，進而做出不適當的決策。因此，於報告中介紹在執行數位土壤繪圖的過程中，不同階段(資料來源、空間和時間採樣、測量、環境變量和模型建立)產生的不確定性，以及同時利用不同土壤屬性產出資訊的不確定度，利用土壤有機碳儲量的計算需要利用四個性質(土壤有機碳含量、總體密度、土壤深度及含石量)計算，作者也針對如何降低結果的不確定度提出了建議。該報告的內容相當重要，不確定度評估是繪圖成果應用前必須掌握的資訊，以準確呈現圖資的解釋程度。
- (5) 瑞士 Bern University of Applied Sciences 學者 Liv Kellermann 報告主題為「Useful digital soil mapping products for farmers」，該學者報告指出在瑞士的大部分地區，迄今還沒有比例尺比 1:25000 更精確的土壤圖，2020 年後導入新的繪圖工具(數位土壤繪圖)，這是為了提供農民用於農場管理，以達精準農業的目標。示範的案例包含連續性(有機質含量)、分類型(質地)及聚合型的土壤性質(有效水容量)。如何將產製的土壤圖資讓不同使用者合理的使用，是圖資增值應用的重點。
- (6) 中國浙江大學學者 Songchao Chen 報告主題為「Machine learning based pedotransfer function improves soil bulk density prediction but not for soil organic carbon stock」，該學者指出總體密度(BD)的土壤轉換函數(PTF)目前已廣泛被使用，但尚未探討其估算值對於土壤有機碳儲量估算準確性的影響。結果顯示在土壤有機碳儲量較低時($<3 \text{ kg/m}^2$)，應用 PTF 估算的總體密度，進而計算出的土壤有機碳儲量的預測準確性較差。相反的，有機碳儲量較高時($>3 \text{ kg/m}^2$)，應用 BD PTF 推算的土壤有機碳儲量的預測準確性較高。該研究指出 BD 的估算對於碳儲量的計算相當重要，後續在計算國內土壤碳匯時必須再三確認。

- (7) 加拿大 University of Guelph 學者 Solmaz Fatholouloum 報告主題為「Evaluating the effectiveness of remote sensing-based vegetation indices in estimating the spatio-temporal distribution of Nitrogen rates」，講者利用衛星資料不同植生指數 (NDVI、EVI、MSAVI、ARVI、GNDVI 和 OSAVI) 估算玉米生長季節土壤銨和硝酸鹽態氮的有效性，此外，也探討作物生長高峰時的植生指數與土壤施肥量間的關係。講者指出該研究成果有助於優化氮肥的施用管理，透過衛星監測決定合理的施肥時間其掌握作物的氮肥需求狀況。若能引用該技術於國內農業環境，不但可合理的施肥，也可降低溫室氣體(氧化亞氮)的排放。
- (8) 澳洲學者 Sahar Ahmad 報告主題為「Predicting the spatial distribution of SOC using remotely sensed data and vegetation data in southern Queensland's grasslands」，講者利用 30 年的衛星影像萃取植生與土壤指數，探討植被對 SOC 的長期影響。結果顯示雖然某些植被參數與 SOC 有顯著的相關性，但不同地點、不同季節間的相關性不一致。該研究的結論為應用衛星影像的植生因子對於小尺度的 SOC 預測能力有限。利用衛星影像來監測土壤有機碳是值得發展的技術，它可提供大尺度且具有時序的土壤有機碳空間分布資料，這對於區域或國家尺度土壤碳匯的估算相當重要。

2024 年 4 月 20-21 日

4 月 20 日於奧地利維也納搭機返國，臺灣時間 4 月 21 日上午抵達桃園機場。

3. 論文發表

論文題目為 Using satellite images to monitor the spatiotemporal distribution and irrigation dynamic of paddy fields (4/15 壁報發表)，發表內容摘述如下：水稻是台灣種植面積及需水量最大的主要作物。精準且快速掌握水稻種植時間、面積、生育期，有助於農業水資源的規劃，提升農業水資源管理效率。遙測提供高覆蓋、即時、多光譜、多角度影像等資訊，應用衛星影像發展各種農業監測技術已用於作物種植面積、產量估算和病蟲害預警。然而，臺灣位於熱帶/亞熱帶地區，由於降雨和雲層覆蓋，在獲取高品質光學衛星影像方面面臨挑戰。這導致解釋種植時間和面積的準確性降低。因此，本研究目的為利用光學和雷達衛星影像監測稻田的時空分佈和灌溉動態。研究區域位於台灣西部，水稻第一期作插秧時間為 1 月至 3 月，收割期為 5 月至 7 月，種植面積約 9 萬至 12 萬公頃。使用光學 (Sentinel-2) 和雷達 (Sentinel-1) 影像訊號以及最大概似法 (監督式分類) 來解釋 2021 年至 2023 年第一期稻作早期的灌溉和水稻種植分佈。根據稻田灌溉之空間分布估算試驗區 1-3 月水稻種植面積，並對水稻分佈判釋表現進行評估。結果顯示，稻田面積判釋的平均 Kappa 值為 0.92。1-3 月水稻播種比例分別為 $48\pm 13\%$ 、 $32\pm 4\%$ 及 $29\pm 14\%$ 。本研究中建立的水稻灌溉和分布區域的監測流程有助於農業用水總體調配的規劃和決策。

三、心得與建議

1. 歐洲地球科學聯盟大會 (European Geosciences Union General Assembly) 為地

球科學重要的會議，發表的主題相當廣泛且多元，多達 1044 個主題及 18,896 場發表，發表的方式包含口頭發表、壁報發表及兩分鐘口頭發表(PICO presentation)，大會統計參與人數為 20,979 人。該會議雖然規模大且複雜度高，但會議進行的流暢度高，會場的動線及提供個人行程規劃的 APP 及網頁相當順暢及方便，整體參與會議的體驗是非常好的。

2. 主辦單位提供名牌的方式為自行列印，現場準備多組電腦及列表機，讓與會人員自行掃 QR code 列印，這不但讓報到流程順暢許多，也降低人力成本。未來在國內舉辦的大型會議或許可考慮類似的作法。此外，主辦單位不提供紙本會議資料，以本次發表的數量約為 20000 件，單純印摘要就要 20000 頁以上，因此主辦單位以 APP 及網頁取代紙本資料，這已是許多大型國際研討會的作法，可減少紙本資料的浪費及不便。
3. 在發表主題的安排，不僅有單一領域的論文發表，也有許多主題是涵蓋多個專業領域，如 Digital Geosciences、Environmental and Society in Geosciences 等，這代表現在的研究趨勢為跨領域合作，特別是環境科學的研究議題。例如本次發表的論文為利用遙測技術進行水稻田灌水動態及空間分布之監測，研究內容涵蓋遙測領域、統計領域、農學領域等。
4. 利用數位土壤繪圖來探討土壤物理化學性質的空間分布為農試所近年的研究重點，因此有在數位土壤繪圖發表的場次參與相關研究之發表，也在休息時間和與會學者進行交流及交換聯絡資訊，建立未來發展國際合作的基礎。這次在數位土壤繪圖的發表論文中，最感興趣的題目為法國 INRAE 學者報告有關大尺度繪圖的不確定度分析(報告題目: Uncertainty in Digital Soil Mapping at broad-scale: A review)，因為近年在利用該技術建立我國土壤物理(水資源計畫)及化學(碳匯計畫)性質的基礎圖資，因此，聽到繪圖流程中不同階段需要注意的不確定度分析，對我來說相當受用。
5. 土地退化也是全球關注的議題，本次會議也參與一整天「**Soil Erosion, Land Degradation and Conservation**」主題的口頭發表，內容包含利用不同研究方法於不同空間尺度來評估土地退化的程度，其中以土壤流失及土壤沖蝕的研究發表佔多數。農試所過去蒐集全台土壤物理與化學數據，未來可做為評估土壤流失、土壤沖蝕及土壤健康重要的根本。
6. 有關利用遙測技術監測植生的研究，除了植生(如森林、水稻)的空間分布判釋，也有預估作物(小麥)產量的研究。在這些研究中，利用 AI 技術(機器學習、深度學習)都是基本使用的研究工具，自動化也是大多數研究的目標。雖然臺灣面積小，但土地利用/覆蓋空間分布複雜，為能提高作物分布圖資產製效率及品質，導入 AI 運算技術及自動化流程必定是未來努力的方向。
7. 本次參與的地球科學研討會，大部分是屬於大尺度的研究，符合農試所在農業環境議題研究的空間尺度，如韌性農業、農業水資源、糧食安全、淨零排放、退化土地等議題皆符合大尺度研究的範疇，因此，建議國內農業研究單位之研究人員也可考慮參與和本會議性質相似的研討會。

附錄

Using satellite images to monitor the spatiotemporal distribution and irrigation dynamic of paddy fields

Yi-Ting Zhang, Hsuan-Hui Wang, Feng-Wei Liu, and Chien-Hui Syu*

Division of Agricultural Chemistry, Taiwan Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture, Taichung City, Taiwan. Email: chsyu@tari.gov.tw, * Corresponding author

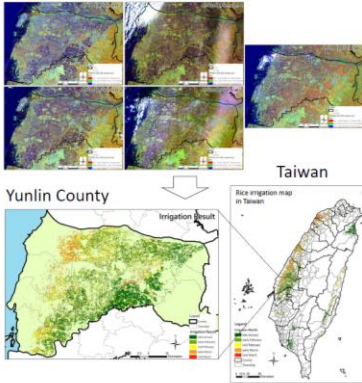


Abstract

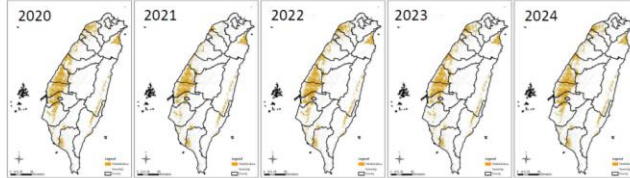
Rice is the staple crop with the largest cultivation area and water demand in Taiwan. An accurate and rapid understanding of rice planting time, area, and growth period is beneficial for overall planning and improving the efficiency of agricultural water resource management. Remote sensing provides information such as high coverage, real-time, multispectral images, and multi-angle images. Various agricultural monitoring technologies have been developed for crop planting areas, yield estimation, and pest warnings. However, Taiwan, located in the tropical/subtropical region, faces challenges in obtaining high-quality optical satellite images due to rainfall and cloud cover. Therefore, the purpose of this study is to monitor the spatiotemporal distribution of paddy fields and irrigation dynamics using optical and radar satellite images. The study area is in western Taiwan, where the first rice planting period extends from January to March, with harvesting taking place from May to July, covering an area of approximately 90,000 to 120,000 hectares. Optical (Sentinel-2) and radar (Sentinel-1) image signals, along with the Maximum Likelihood method (supervised classification), were used to interpret the irrigation and rice planting distribution during the early stages of the first rice crop from 2021 to 2023. Finally, the rice planting area in the test area from January to March was calculated based on the irrigation distribution results, and the performance of the rice distribution area interpretation was evaluated.

Results

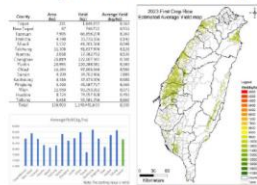
1. Irrigation dynamic monitoring in 1st cropping of 2023



2. Spatiotemporal distribution of rice planting in 1st cropping from 2020 to 2024



3. Rice yield estimation in 1st cropping of 2023



Conclusions

- The results indicated that the average Kappa value for paddy field area interpretation was 0.92.
- The percentage of rice planting from January to March was 48±13%, 32±4%, and 29±14%, respectively.
- The monitoring process established in this study for rice irrigation and distribution areas contributes to government planning and decision-making regarding overall agricultural water allocation.

European Geosciences Union General Assembly 2024 (EGU 2024), Vienna, Austria.

圖 1. 許健輝副研究員發表壁報

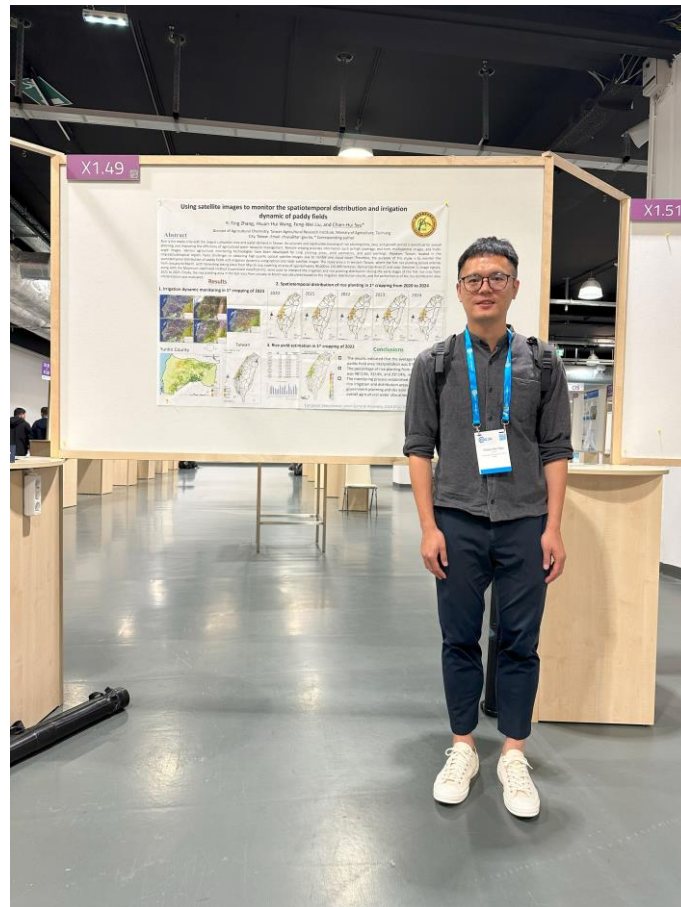


圖 2. 許健輝副研究員與發表壁報合照



圖 3. 自行車印名牌設備

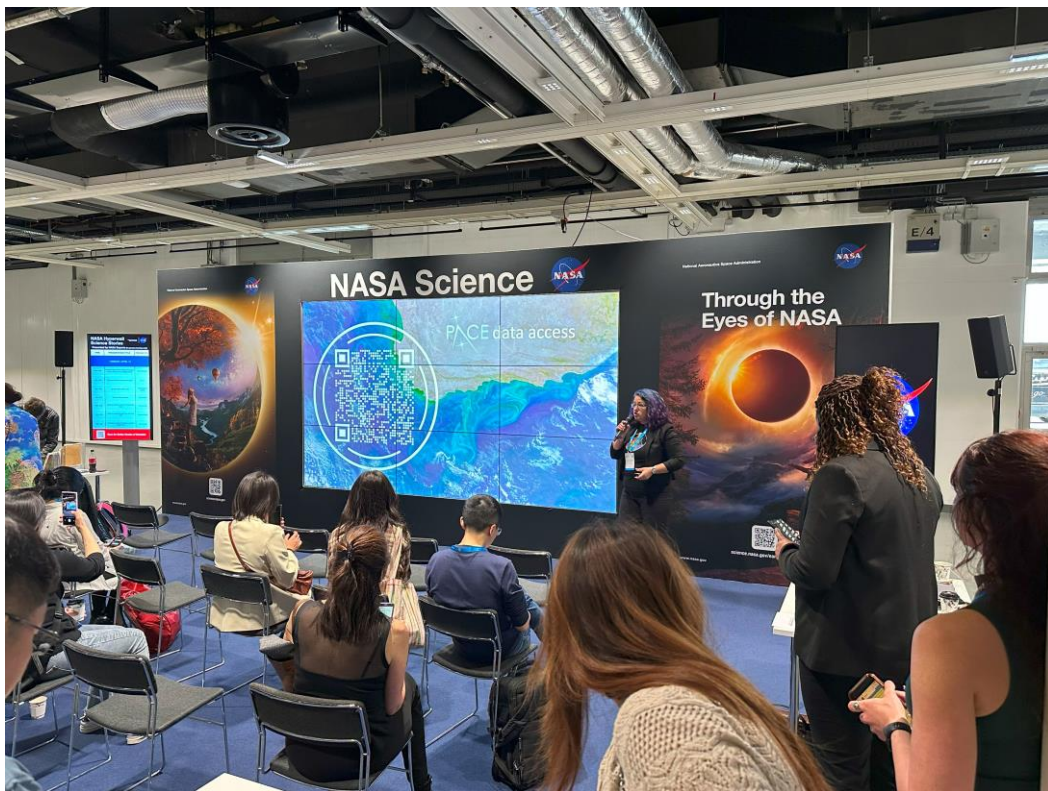


圖 4. NASA 攤位介紹衛星資料的應用

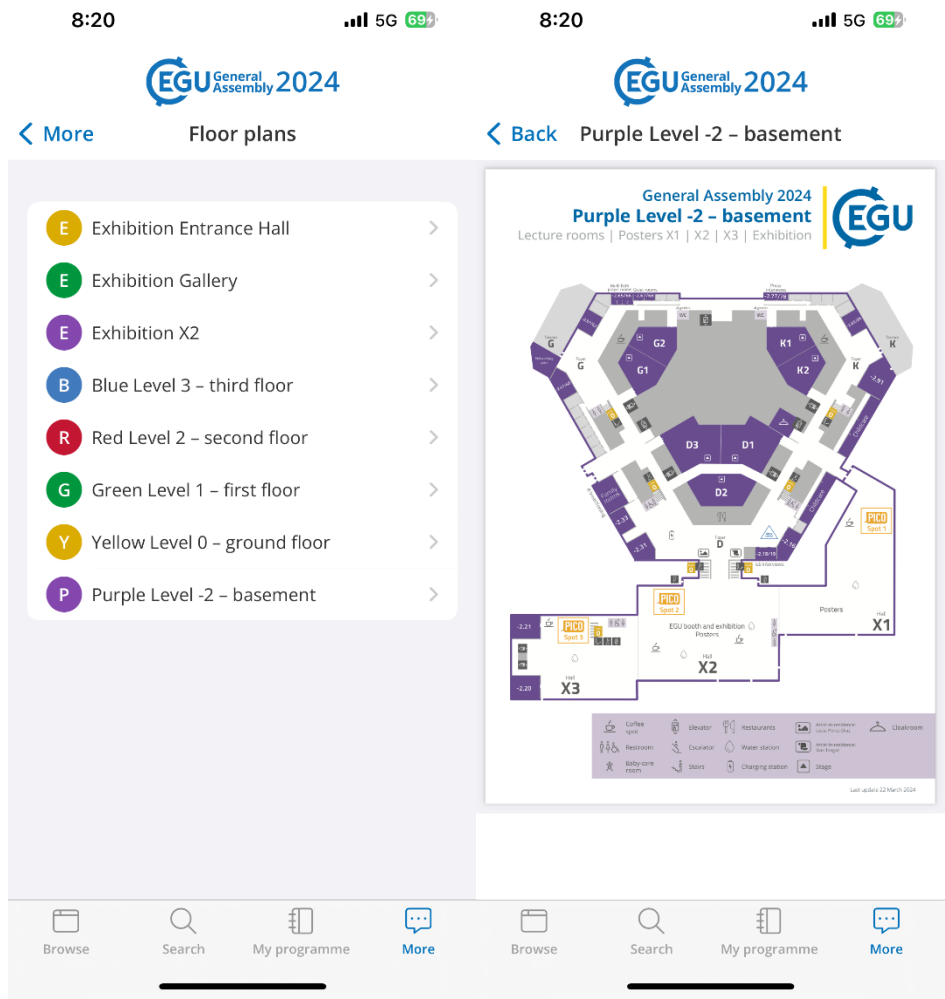


圖 5. 研討會 APP 查詢會議地點功能