

出國報告（出國類別：其他）

執行 112 年度國科會補助「地理空間  
大數據分析於氣候智慧型農業之應  
用」雙邊研究人員交流計畫

服務機關：行政院農業委員會 農業試驗所  
姓名職稱：許健輝副研究員、張翊庭助理研究員  
派赴國家：義大利  
出國期間：112 年 4 月 23 日至 112 年 5 月 4 日  
報告日期：112 年 7 月 4 日

## 摘要

本次交流會議為執行 112 年度國科會補助「地理空間大數據分析於氣候智慧型農業之應用」臺灣-義大利雙邊研究人員交流計畫，計畫期程為 112-113 年，本計畫義大利合作單位為國家研究委員會-生物經濟研究所 (National Research Council-Institute of BioEconomy, CNRIBE)。本次交流會議由義方規劃交流行程，整個交流行程時間為 112 年 4 月 23 日至 5 月 4 日，交流活動包括今年度台義雙邊交流計畫執行規劃會議、目前執行成果分享會議、雙邊合作單位介紹、地理空間大數據技術交流會議及現地訪視等。本次台義雙邊計畫的交流目的為探究地理空間技術對智慧農業和永續農業操作的優勢和可行性，今(112)年度的交流重點為(1)發展田間尺度與區域尺度作物蒸散和灌溉需水量監測的方法，(2)以氣候作物模型模擬限水條件下的作物產量。全世界正面臨氣候異常帶來的威脅，對農業生產影響更是顯著，義大利和我國近年來都面臨非常嚴重的乾旱，義方合作單位研究人員分享利用長時間的數位農業觀測資料，整合遙測(衛星、UAV)、近端感測(NIR)、AI 模型等技術，掌握不同空間尺度農業用水資訊，進而提供政府作為決策依據。在本次的技術交流發現，義方在應用 UAV 搭載不同感測器於精準農業的技術已相當純熟，在應用遙測及近端感測技術來監測土壤溼度、作物生長及有機碳變化之研究成果也相當豐碩，這部分是我認為值得學習，並且未來應該發展的方向。透過本次的雙邊技術交流除了能夠擴展研究視野，也深刻了解我國在數位農業技術的發展必須要更加努力，才能更有效率的進行農作物用水監測及其他農業環境議題(如農產品安全、韌性農業、糧食安全、農業監測、淨零排放等)之研究，並且有助於提供政府決策重要的參考資訊。因此，建議能夠鼓勵及支持研究人員積極參與國際技術交流活動。

# 目錄

摘要 .....	2
本文 .....	4
一、 目的 .....	4
二、 過程 .....	5
三、 心得與建議 .....	11
附錄 .....	10

# 本文

## 一、目的

本次台義雙邊計畫的交流目的為探究地理空間技術對智慧農業和永續農業操作的優勢和可行性，今(112)年度會議重點包含四個面向：(1) 雙邊合作單位研究人員交流與機構參訪；(2) 雙邊合作計畫初步成果討論與技術交流；(3) 義大利田間試驗現地考察；(4) 未來工作目標及本年度義方來訪安排。藉由本次會議除了可得知農業水資源相關之研究發展外，也可以瞭解到該單位其它學者做了哪些未來我們可能可以投入的研究議題(遙測、近端感測、IoT 等)，透過彼此的交流討論，期望可激盪出新的想法，改善及強化現有的不足。

## 二、過程

### 1. 會議行程表

日期	地點	行程
112年4月23-24日	臺灣-義大利羅馬	由臺灣出發至義大利，4/24抵達義大利羅馬。
112年4月24日	義大利羅馬-義大利佛羅倫斯	由義大利羅馬前往佛羅倫斯，(義方合作機構國家研究委員會-生物經濟研究所所在地點)，抵達後準備會議資料。
112年4月24-27日	義大利佛羅倫斯	於義大利佛羅倫斯進行交流活動，包含今年度台義雙邊交流計畫執行規劃會議、目前執行成果分享會議、雙邊合作單位介紹、地理空間大數據技術交流會議及現地訪視等。
112年4月28日	義大利佛羅倫斯-義大利羅馬	由義大利佛羅倫斯前往羅馬，於駐義大利台北代表處進行交流會議(當天回到佛羅倫斯)。
112年4月29日-5月2日	義大利佛羅倫斯	於義大利佛羅倫斯進行交流活動，包含田間資料收集及現地訪視。
112年5月2日	義大利佛羅倫斯-義大利羅馬	由義大利佛羅倫斯前往羅馬
112年5月3-4日	義大利佛羅倫斯-臺灣	由義大利佛羅倫斯返回臺灣，5/4抵達臺灣。

### 2. 會議經過概述

#### 2023年4月23日(日)-4月24日(一)

4月23日晚上10:55由桃園機場出發，搭乘中華航空CI075班機飛往義大利羅馬達文西機場，抵達時間約為當地時間4月24日上午，飛行時間約為14小時，同行人員包括國立中央大學太遙中心團隊7人及國立臺北大學團隊1人。

#### 2023年4月25日(二)

會議：計畫合作會議(I)

地點：Ximeniano 氣象觀測站 (Florence, FI, Italy)

內容：臺灣方以 Landsat 資料尺度之衛星資料估算每週作物蒸真實發散量；義大利方以 eddy covariance 方法估算真實蒸發散量，雙方交流監測技術以及所面臨的挑戰以及參訪觀測站，討論內容摘述如下：

- (1) 第一場報告：由 CNR-IBE Dr. Piero Toscano 簡介此次計畫合作會議的緣由、參與計畫人員、過去交流成果與本次會議之概述，以及國立中央大

學太遙中心陳繼藩老師簡介本次團隊成員以及預計討論事項。

- (2) 第二場報告：由本所張翊庭助理研究員介紹本所(農業試驗所)應用遙測技術估計全台水稻產量與水稻病蟲害監測之研究成果，包括利用雷達及光學影像進行全台水稻產量一二期作的估算，未來可作為農業決策之相關使用。以及利用全台微氣象站來蒐集田區之氣象資訊，預測稻熱病害結合 UAV 搭載高光譜/多光譜感測器蒐集水稻田區影像探討水稻氮肥施用量及稻熱病害發生之相關性。
- (3) 第三場報告：由國立中央大學太遙中心 Dr. Nguyen Thanh Son 報告基於衛星的每週陸地衛星尺度實際蒸散量 (ET) 監測方法，以及實際蒸散量與水稻種植面積相關成果。未來預計在今年度，模擬限水條件下農作物產量狀況，與 2024 年耕作時期預測水資源需求/可用量。
- (4) 第四場報告：由 CNR-IBE Dr. Brilli Lorenzo 介紹以 eddy covariance 方法估算真實蒸發散量，提供生態系統能量和氣體通量的高頻度測量，從而區分其對氣候和人為變量的影響。
- (5) 第五場報告：由 CNR-IBE Dr. Ramona Magno 介紹以義大利對於水資源的危機監測乾旱，對於最熱和最乾燥的季節，預見可能出現的緊急情況，如：河流流量異常預報、國家一級受嚴重極端乾旱影響的農業地區百分比等，並做每月的發布提醒。
- (6) 第六場報告：由 CNR-IBE Dr. Piero Toscano 主持最後的綜合討論，針對今天該單位研究人員報告的內容進行討論及交流。

2023 年 4 月 26 日(三)

會議：計畫合作會議(II)-CNR activities and discussion

地點：Ximeniano 氣象觀測站 (Florence, FI, Italy)

內容：CNR-IBE 機構簡介以及計畫人員技術交流，包含使用精準農業、利用遙測及近端感測估測土壤特性、AI 雜草辨識及數位農業科技於灌溉管理之應用，討論內容摘述如下：

- (1) 第一場報告：由 CNR-IBE Dr. Giorgio Matteucci 簡介生物經濟研究所(IBE)的組織架構、組織任務、人員組成、研究方向、研究經費、國內外合作夥伴等，並且表示希望雙方可以持續合作。
- (2) 第二場報告：由 CNR-IBE Dr. Filippo Salvatore Di Gennaro 介紹該單位(IBE)執行有關精準農業(Precision Agriculture)之研究成果，包括利用無人飛行載具(UAV)搭載不同感測器(如 RGB、多光譜、高光譜、熱感、光達等)進行作物影像資料之蒐集，進而發展農業監測及作物管理技術，例如利用 UAV 搭載熱感影像監測作物水分逆境、利用 UAV 搭載高光譜/多光譜感測器蒐集葡萄生長特徵、利用 UAV 搭載光達來估算羅勒產量，以及利用衛星影像及 UAV 影像產製之 NDVI 來作為作物施肥時機的依據。
- (3) 第三場報告：由 CNR-IBE Dr. Fabio Castaldi 介紹該單位(IBE)執行有關如何利用遙測(Remote sensing)及近端感測(Proximal Sensing)來估測土壤特性，其中以土壤碳含量為報告的重點。內容包括利用 NIR 分析儀於實驗室進行非破壞性量測土壤碳含量技術、比較搭載於 UAV 上不同感測器對於土壤

碳分析之優缺點，並且利用衛星影像比較不同空間解析度間碳量測之差異。最後也提到利用衛星影響監測土壤碳含量及土壤溼度的研究成果，以及利用高光譜衛星影像對於土壤有機碳及黏粒含量的初步研究成果，並且表示高光譜影像對於土壤性質的估測具有非常大的潛力。

- (4) 第四場報告：由 CNR-IBE Dr. Riccardo Daineli 報告利用 AI 工具建立雜草辨識的工具，內容包括影像資料庫建立流程、AI 辨識演算法的介紹、以及將辨識模式整合至手機 APP(透過手機照相即可提供雜草種類、數量、防治方法等資訊)，現場也實際示範操作過程。
- (5) 第五場報告：由 CNR-IBE Dr. Alessandro Matese 報告利用數位農業技術 (Digital Agriculture Technologies)於節水灌溉，該研究利用 UAV 監測技術 (水分逆境、植生生長狀況)、IoT 蒐集微氣象和土壤資訊及現地滴灌設備，於田間進行番茄及哈密瓜的水分管理試驗，透過技術整合發展利用數位資訊的管理流程。
- (6) 第六場報告：由 CNR-IBE Dr. Piero Toscano 主持最後的綜合討論，針對今天該單位研究人員報告的內容進行討論及交流。

#### 2023 年 4 月 27 日(四)

會議：試驗田參訪

地點：Grosseto, GR, Italy

內容：該試驗場分別以 100%、75%、50%供灌條件觀察番茄與哈密瓜需水量與產量之相關性試驗，同時演示以 UAV 搭載光達(LiDAR)感測器監測作物三維生長狀態與即時處理獲取資料的整合技術。本所亦分享相關水資源的計畫成果，以及與 CNR-IBE 研究人員討論關於需水量試驗所遇到的一些問題，如地勢平衡、水量計算及遠端控制各地區試驗田的解決方式。關於 UAV 搭載感測器，各團隊間也交流了各項感測器及應用，除了蒐集資訊及資訊分析應用，也針對以無人機噴藥的議題提出討論，目前從人工噴藥到無人機載具噴藥並無推薦施藥用量，作物的安全採收期、施藥噴嘴、飛行高度、風向等等因素皆須考慮，義大利與台灣皆有相關研究試驗。

#### 2023 年 4 月 28 日(五)

會議：臺義雙邊計畫人員訪問代表處

地點：駐義大利臺北代表處 (Rome, RM, Italy)

內容：我方(農試所團隊、中央大學太遙中心團隊及台北大學團隊)與 CNR-IBE 研究人員向駐義大利臺灣代表(蔡允中大使)雙邊合作計畫內容 (遙感探測、數位農業、大數據分析等技術)，並且討論未來持續合作之方向及可能的議題。

#### 2023 年 4 月 29 日(六)

會議：周末假日

地點：Florence, FI, Italy

內容：準備會議報告及簡報資料

#### 2023 年 4 月 30 日(日)

會議：周末假日

地點：Florence, FI, Italy

內容：準備會議報告及簡報資料

2023年5月1日(一)

會議：義大利勞動節

地點：Florence, FI, Italy

內容：準備會議報告及簡報資料

2023年5月2日(二)

會議：計畫合作會議(III)- Taiwan activities and discussion

地點：Ximeniano 氣象觀測站 (Florence, FI, Italy)

內容：由本所(許健輝副研究員)、中央大學太遙中心、臺北大學之計畫人員各自介紹機關的組織架構、研究方向、研究專業，並且針對雙方有興趣之技術進行交流，討論未來持續合作的方向，以及今年度義大利方來臺訪問相關事宜。

2023年5月3日(三)-5月4日(四)

5月3日上午 11:30 搭乘中華航空 CI075 班次返國，5月4日上午抵達桃園機場。

### 三、心得與建議

1. 義大利位於地中海地區，有溫暖的冬季和炎熱的夏季，對某些農作物的種植非常有利，如橄欖、葡萄和柑橘類水果。然而，也帶來了一些挑戰，例如夏季的乾旱可能對農作物產生負面影響。在本次會議中，義大利研究人員積極探索抗旱品種和水資源管理方法，以因應氣候變遷帶來的挑戰。台灣位於亞熱帶地區，雨量充沛，但同時也面臨著季節性的颱風和乾旱。因此，對於台灣的農業而言，有效的水資源管理至關重要。目前有如農業水資源計劃擬提高水資源的使用效率，有助於確保農作物的灌溉需求，同時減少對水資源的依賴。
2. 全世界正面臨氣候異常帶來的威脅，特別對農業生產影響更是顯著。近年來，義大利和我國都面臨非常嚴重的乾旱，義方合作單位研究人員分享利用長時間的數位農業觀測資料，整合遙測(衛星、UAV)、近端感測(NIR)、AI 模型等技術，掌握不同空間尺度農業用水資訊，進而提供政府作為決策依據。在本次的技術交流發現，義方在應用 UAV 搭載不同感測器於精準農業的研究已相當純熟，不論在 UAV 工具開發及研究成果皆相當豐碩，這部分是我認為值得學習，並且未來應該發展的方向。
3. 義方合作單位研究人員也分享如何利用氣象及衛星影像資料來產製土壤乾旱指標、作物缺水逆境指標等資訊，以及利用水氣通量儀量測蒸發散之技術(eddy covariance)，該技術可提供區域尺度及國家尺度農業用水監測資訊，可作為灌溉用水估算及政府用水決策的參考。本所於 111-114 年執行農業水資源綱要計畫，有關氣象及衛星影像資料的應用，後續將與計畫執行團隊分享，作為未來計畫工作規劃之參考。

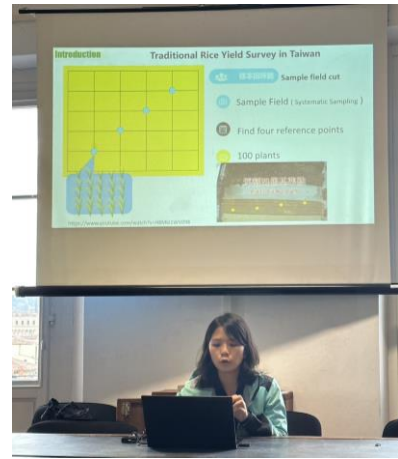


4. 除了農業水資源監測技術交流外，義方合作單位之研究人員也分享利用遙測及近端感測技術來監測和估測土壤有機碳變化，並且也有豐碩的研究成果。我國有關該技術之研究有限，未來可參考義方之研究成果，將該技術依據我國農業環境進行調整，相信有助於我國在執行前瞻自然碳匯計畫，有關土壤碳匯的監測和非破壞性土壤有機碳量測技術之研究發展。
5. 此次參訪發現義大利以其豐富的地區特色聞名，每個地區都有自己獨特的農產品。此外，義大利也積極推動產銷鏈的合作，以確保農產品的品質和可持續性。這種地區性的合作不僅有助於農業經濟的繁榮，還有助於保護當地環境和社區，可做為參考借鏡之用。
6. 透過本次的台義研究人員交流，了解義大利合作單位於數位農業技術發展的方法和成果，並且藉由本交流吸取義方於農業用水監測之研究經驗與技術。由於我國農業環境與義大利不同，在同樣面對農業乾旱議題時，無法完全複製義方發展的技術，必須因應我國環境進行改良及在地化。雙方從不同角度探討同一個議題往往能夠提出客觀的建議，以及激盪出更全面的解決方法及研究想法，因此，期望未來能夠深化及延續雙邊合作之關係。
7. 對於個人而言，這次的雙邊技術交流活動能夠擴展自己的研究視野，也深刻了解我國在數位農業技術的發展必須要更加努力，才能更有效率的進行農作物用水監測及其他農業環境議題(如農產品安全、韌性農業、糧食安全、農業監測、淨零排放等)，並且有助於農業用水決策之參考資料。建議農委會能夠鼓勵及支持研究人員積極參與國際技術交流活動。

# 附錄



附圖 1. 4/25 相關計畫人員於研討會會場合照



附圖 2. 4/25 本所張翊庭助理研究員報告水稻產量估測與稻熱病監測



附圖 3. 4/25 CNR-IBE Dr. Brilli Lorenzo 介紹 eddy covariance 方法



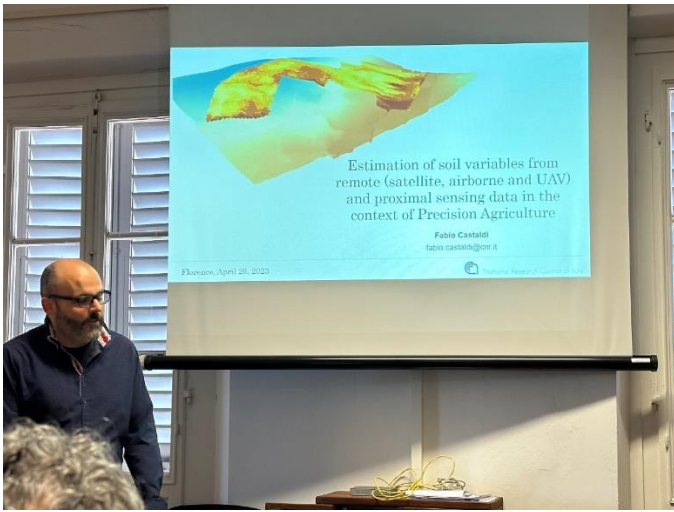
附圖 4. 4/25 CNR-IBE Dr. Ramona Magno 介紹以義大利監測乾旱的主題



附圖 5. 4/26 CNR-IBE Dr. Giorgio Matteucci 簡介生物經濟研究所



附圖 6. 4/26 CNR-IBE Dr. Filippo Salvatore Di Gennaro 介紹精準農業研究成果



附圖 7. 4/26 CNR-IBE Dr. Fabio Castaldi 介紹利用遙測及近端感測估測土壤特性



附圖 8. 4/26 CNR-IBE Dr. Riccardo Daineli 報告利用 AI 工具建立雜草辨識 APP



附圖 9. 4/26 CNR-IBE Dr. Alessandro Matese 介紹利用數位農業技術於節水灌溉



附圖 10. 4/27 於 Grosseto, GR, Italy 參訪 CNR-IBE 野外用調查車



附圖 11. 4/27 計畫團隊於 Grosseto, GR, Italy 試驗田參訪情形



附圖 12. 4/27 CNR-IBE 水管理計畫團隊使用儀器



附圖 13. 4/28 拜訪駐義大利代表處合照



附圖 14. 5/2 本所許健輝副研究員簡介農業試驗所



附圖 15. 5/2 陳良健教授簡介國立中央大學太遙中心



附圖 16. 5/2 陳淑玲教授簡介國立臺北大學金融與合作經營學系



附圖 17. 5/2 本次交流會議結束合照