

出國報告（出國類別：其他）

## 參加第 9 屆土壤礦物與有機物及微生物交互作用國際研討會

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：日本

出國期間：113 年 10 月 14 日至 113 年 10 月 18 日

報告日期：113 年 11 月 19 日

## 摘要

2024 年第 9 屆土壤礦物與有機物及微生物交互作用國際研討會(9th International Symposium of Interactions of Soil Minerals with Organic Components and Microorganism, ISMOM2024)於日本筑波舉辦，該會議是土壤有機質-礦物-微生物交互作用研究領域非常重要的會議，會議重點為土壤結構/團粒構造對有機碳在土壤中生物化學反應過程的影響，以及如何透過對於土壤有機質-礦物-微生物交互作用的瞭解應用於土地管理及土壤碳相關政策之制定。會議時間從 113 年 10 月 14 日至 10 月 18 日，發表的形式包含口頭及壁報。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「Modelling the spatiotemporal dynamics of organic carbon sequestration potential in cultivated soil by integrating digital soil mapping and process-based models」，內容主要為整合數位土壤繪圖及有機碳機制模型產製大尺度土壤有機碳儲潛力之時空分布圖。本會議的主題在探討土壤有機質、礦物和微生物之間的交互作用，順應全球淨零排放目標，許多研究也將重點放在如何提高土壤碳匯、評估土壤的碳固存潛力、以及如何將微小尺度的研究成果提供決策者參考。期望透過參考各國對於土壤碳匯研究之方向及成果，讓目前正在執行的土壤碳匯研究方向能夠更具體且具可行性。

# 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.....	8

# 本文

## 一、 目的

本次參加第 9 屆土壤礦物與有機物及微生物交互作用國際研討會(9th International Symposium of Interactions of Soil Minerals with Organic Components and Microorganism, ISMOM2024)，每次會議辦理地點不同，今年度為日本筑波，研討會舉辦時間為 10 月 14-18 日。該會議是全世界土壤有機質-礦物-微生物交互作用研究領域最具代表性的會議。參與本次會議的目的為發表農業試驗所於土壤碳匯議題之研究成果，同時了解各國在土壤碳匯的研究發展及未來可以投入的研究議題。此外，期望透過會議參與和交流討論，可激盪研究想法，提供政策制定可參考之研究成果。

## 二、 過程

### 1. 會議行程表

日期	地點	行程
113 年 10 月 14 日	臺灣-東京-日本筑波	由臺灣出發至日本，10/14 日抵達日本東京機場，並由東京成田機場前往筑波研討會辦理地點。
113 年 10 月 15-18 日	日本筑波	參加研討會，搜尋和研究相關的議題，聽取相關研究學者之簡報，並且於壁報發表時間(10/17 16:35-18:00)與各國學者進行學術討論。
113 年 10 月 18 日	日本筑波-東京-臺灣	由日本筑波至東京成田機場返回臺灣，10/18 日抵達臺灣。

### 2. 會議經過概述

#### 2024 年 10 月 14 日

10 月 14 日上午由桃園機場出發，日本當地時間 10 月 14 日中午抵達東京成田國際機場，並於同日下午搭乘巴士前往筑波研討會辦理地點。當日傍晚到達會場，領取會議名牌，並於住處準備會議資料。本次會議農業部參與單位包括農業試驗所、花蓮區農業改良場、臺南區農業改良場，大專院校包括國立臺灣大學(農業化學系和生物環境系統工程學系)及國立中興大學(土壤環境科學系)，共約 20 人參與。

#### 2024 年 10 月 15 日至 4 月 18 日

10 月 15 日至 10 月 18 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 5 大主題(1. ISMOM 的基本面向：挑戰與機遇；2. 土壤結構作為礦物、有機質與微生物界面反應的物理限制因素；3. 方法學與概念的進展；4. ISMOM 與生物地球化學循環的多尺度研究；5. 以 ISMOM 為基礎的土壤碳管理)的研究成果進行發表和討論。有關這 4 天會議期間發表內容，記錄與本計畫(氣候變遷對農業土地利用與碳儲存衝擊與調適策略)及土壤碳匯研究有關的研究成果，摘述如下：

- (1) 美國 University of Arizona 學者 Jon Chorover 報告主題為「Microbe-Mineral-Organic Matter Interaction at Pore to Hillslope Scales」，該學者利用現地的根部分布觀察，二氧化碳/氧氣/濕度/溫度感測器蒐集不同時間之觀測數據，同時搭配土壤樣本的礦物及生物化學特性分析，探討礦物-有機物-微生物在山坡地不同地形下的時空變化。研究結論指出，碳的穩定同時受到微生物-礦物-有機質交互作用所影響，其影響過程發生在分子到地景尺度。該學者提供了從分子到地景尺度的研究方法，以及如何整合靜態及動態的數據進行土壤有機碳變化之探討。
- (2) 智利 Universidad de La Frontera 學者 Francisco Matus 報告主題為「Microscale self-organization of mineral-associated organic carbon for macroscale global predictions」，該學者分享利用土壤碳飽和概念，透過細顆粒土壤含量推估土

壤碳飽和量，進而了解土壤碳飽和程度。該研究結果指出，火山灰土壤 MAOC 接近飽和；然而，大部分非火山灰土壤呈現非飽和的狀態。該學者認為瞭解不同尺度下的土壤有機碳變化機制對於監測及預測土壤有機碳固存是非常重要的。

- (3) 瑞士蘇黎世聯邦理工學院(ETZ Zurich) Sebastian Doetterl 博士的報告主題為「Nature, time and humans: Why we need a landscape perspective to get soil organic matter cycling right at larger scales」，該學者分享不同研究尺度探討土壤有機碳循環的目的和代表意義不同，小尺度的研究探討土壤微生物、物理過程、土壤團粒及優勢流等影響；生態系統-地景尺度的研究探討地形、土壤分類及植生種類的影響；大尺度的研究探討地質、氣候及全球生物地質化學的影響。
- (4) 美國 Michigan State University 學者 Alexandra Kravchenko 報告主題為「Microbial geography within the constrains of soil structure - are we there yet?」，該學者認為瞭解微生物功能在微環境的貢獻對於發展預測土壤有機碳變化的機制型模型是相當重要的，該學者也指出，複雜土壤孔隙中微生物的活性受到孔隙內水分分布所影響，進而影響土壤有機碳的時間及空間變化。
- (5) 紐西蘭 Manaaki Whenua Landcare Research 學者 Sam McNally 報告主題為「Scaling organic carbon stocks - from microbes to landscapes」，該學者指出，過去紐西蘭著重探討土地利用及管理方法的變化對土壤有機碳儲量的影響，然而，較少探討礦物種類及微生物對土壤有機碳穩定的貢獻。因此，該學者分享相關的研究成果，結果指出土壤微生物組成、土壤種類及土壤有機質含量共同影響著土壤有機碳儲量。
- (6) 美國 Lawrence Livermore National Laboratory 學者 Katerina Georgiou 報告主題為「Mineral-organic associations influence the capacity and vulnerability of soil carbon storage」，該學者分享礦物與有機物的結合對土壤碳儲存的容量與脆弱性的影響，該學者蒐集全球土壤資料進行研究，發現在全球尺度下土壤礦物種類為影響碳穩定的關鍵因子。
- (7) 法國 INRAE 學者 Claire Chenu 報告主題為「From organo-mineral interactions to soil and carbon policies」，該學者分享如何將有機-礦物交互作用研究成果應用於土壤及碳相關的政策，包括如何訂定合理的指標(如土壤健康指標或土壤碳儲潛力指標)以及對應的管理措施，同時須考量可行性及成本。該學者分享的內容說明了全世界共同面對的問題，如何將豐富的科研成果歸納為政策可參考的依據及對策。

2024 年 10 月 18 日

10 月 18 日由東京成田國際機場搭機返國，臺灣時間 10 月 18 日下午抵達桃園機場。

### 3. 論文發表

論文題目為 Modelling the spatiotemporal dynamics of organic carbon sequestration potential in cultivated soil by integrating digital soil mapping and process-based models (10/17 壁報發表)，發表內容摘述如下：農田對於土壤有機碳

(SOC) 固存發揮至關重要的作用，適當的土壤管理可以緩解氣候變遷並增強全球糧食安全。為了保持土壤健康，有必要了解和量化 SOC 固存潛力的速率，同時考慮時間和空間變化。本研究利用數位土壤繪圖技術產製全台 SOC 儲量分布圖。進而透過整合氣候、土壤質地、土地利用和植被覆蓋圖，採用 RothC 模型模擬 2021 年至 2040 年耕地有機碳投入和 SOC 儲量隨時間的變化。模擬情境包含 BAU(business as usual)、SSM1、SSM2 及 SSM3，SSM1 至 3 分別代表碳投入量與 BAU 相比增加 5%、10%、20%，模擬空間解析度為 1 公里。模擬結果指出，BAU、SSM1、SSM2 及 SSM3 在 2021-2040 期間，耕地土壤平均 SOC 固存潛力速率分別為-0.005、0.039、0.082 和 0.170 t C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>。在本研究模擬條件下，BAU、SSM1、SSM2 和 SSM3 土壤管理情境能夠達到「千分之四」目標的耕地面積分別佔總耕地面積的 2.48%、11.9%、23.7%和 78.0%。本研究提供了我國耕地 SOC 固存潛力的時空變化資訊，期望未來可作為負碳農耕執行區位規劃之參考。

### 三、心得與建議

1. ISMOM 研討會是由國際土壤科學聯盟組織的一系列國際研討會之一，舉辦的目的為來自土壤科學、生物地球化學、生態學和環境科學等多學科的科學家和學生提供交流平台。雖然研討會的規模不大，但參與國家的組成相當多元，可見該會議舉辦的相當成功，確實讓全球相關領域的專家齊聚一堂。
2. 相較其他大型的國際研討會，ISMOM 會議屬於特定領域(有機物-礦物-微生物界面研究)的交流會議，參與人數不到兩百人。所有口頭發表都在同一間演講廳內進行，與會人員對於發表內容能夠有更密切的討論和意見交流，同時，也更容易去認識來自各地進行相似研究領域的學者。
3. 過去在探討土壤中的有機物-礦物-微生物界面的研究往往著重在細微尺度的機制研究，在這次的會議中，有部分研究在探討如何將不同尺度的研究整合及鏈結，也有研究說明不同研究尺度解決的問題不同，另外也有研究分享不同研究尺度的試驗方法及分析工具。雖然都是在探討同一個主題，但是可從不同的面相、空間尺度和應用方向切入，進而衍生不同的研究題目，從會議得到的資訊相當豐富。
4. 在本次的會議中，所有的主題都與土壤碳的穩定和動態有關，對於正在執行碳匯計畫的研究人員相當有幫助，透過不同學者分享的研究成果及經驗，有助於激發更多的研究想法，以及檢討自己在研究規劃上不足的地方。例如，微生物在土壤碳匯所扮演的角色非常重要，但如何透過試驗研究呈現及證明微生物的價值，在本次的會議中有許多學者進行分享，獲益良多。
5. 本次會議最後一天，主辦單位安排的主題為如何將土壤礦物-有機物-微生物交互作用的大量研究成果，轉化或歸納成決策者在制定政策及執行措施時可參考或應用的資訊，這樣的議題安排非常合適，讓不同尺度研究領域，以及不同身分(研究人員、教授、學生、其他等)一同討論，共同激發具有可行性的解決方案。
6. 試驗研究單位內的研究助理對於研究成果的貢獻顯著，建議農業試驗研究單位

能夠鼓勵具有研發能量的研究助理出國參與國際研討會，不但能夠達到人才培訓的目的，也可提升整體的研究量能與風氣。

- 現今的研究著重於全球面對的問題(如淨零排放)，要能夠做出有足夠代表性的成果，國際合作是必須且重要的，參與國際學術活動為國際合作的溝通平台之一。本次會議農業部出席的單位包括農業試驗所、花蓮區農業改良場、臺南區農業改良場，這兩年農業試驗改良場所參與的人數相對過往多出許多，期望農業部及國科會未來能夠持續支持農業試驗改良場所的研究人員參與國際學術研討會，以提高研究量能。

## 附錄

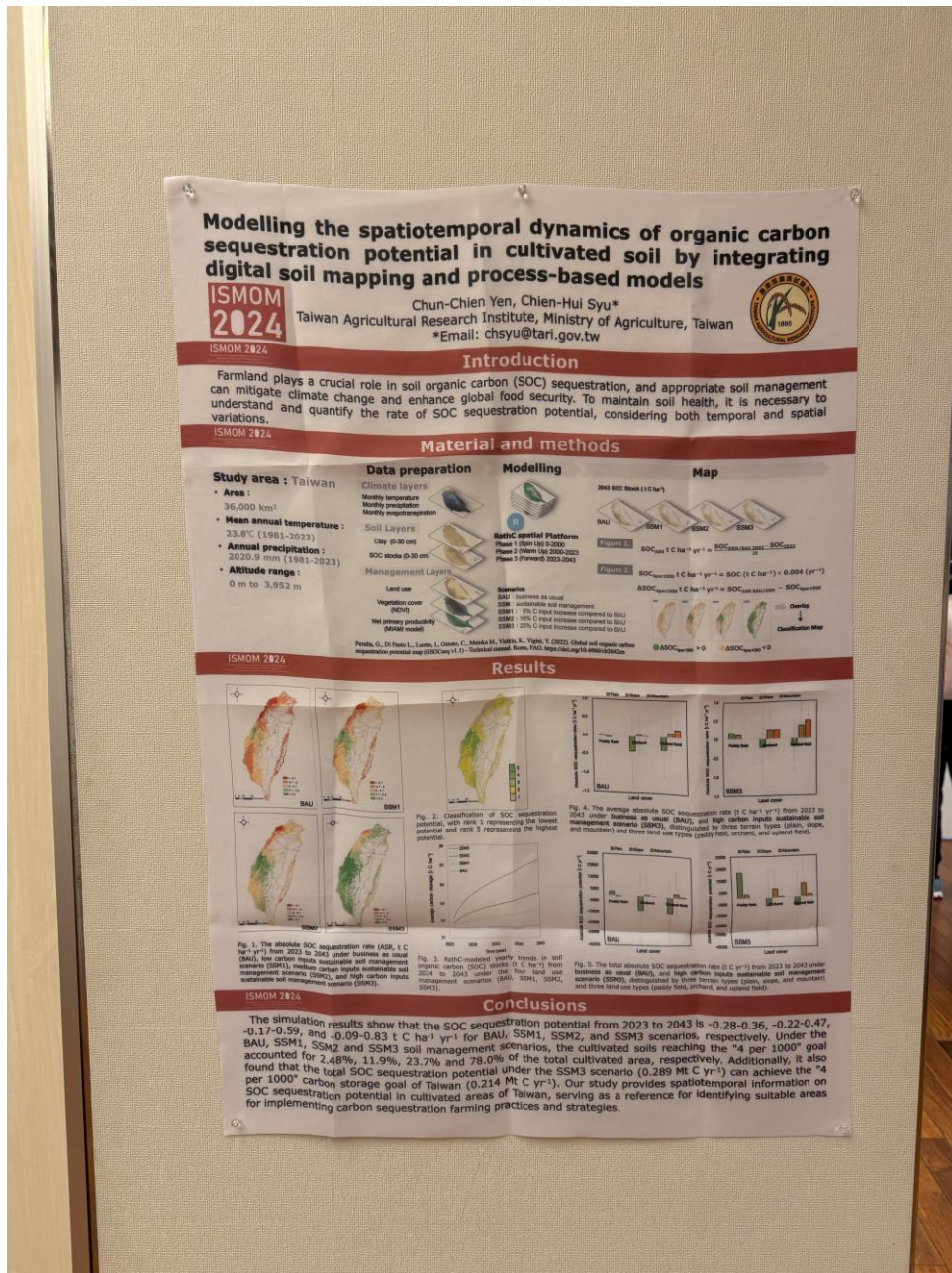


圖 1. 許健輝副研究員發表壁報



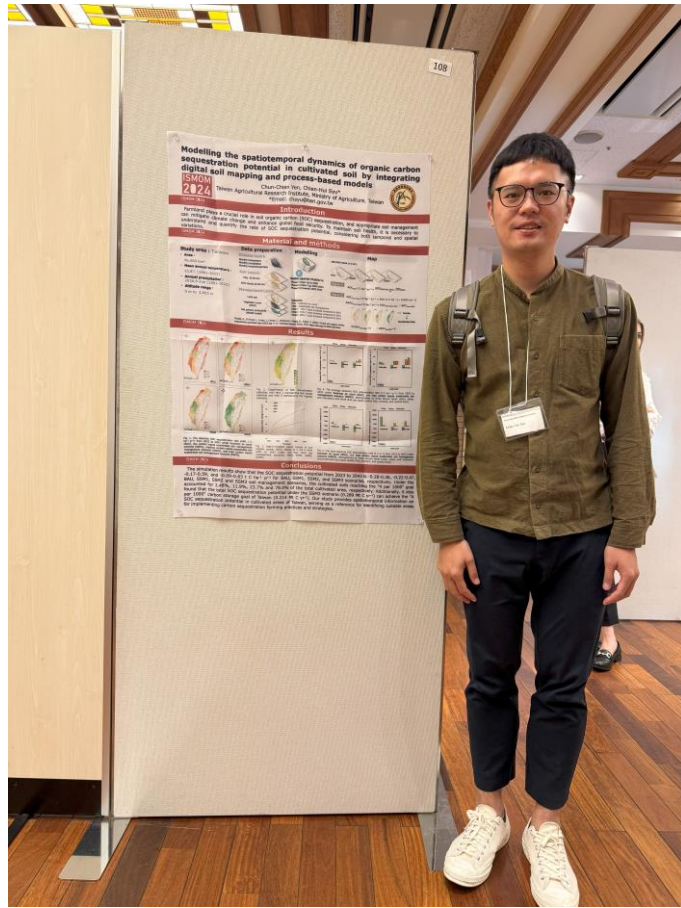


圖 2. 許健輝副研究員與發表壁報合照



圖 3. 與會人員合照



圖 4. 研討會開幕式



圖 5. 壁報發表現場