

出國報告（出國類別：研究）

113 年度國際農業科技政策與人才培  
育計畫-研習日本溫室氣體連續監測  
相關技術

服務機關：農業部高雄區農業改良場

姓名職稱：胡智傑 副研究員

派赴國家：日本

出國期間：2024 年 8 月 19 日至 8 月 30 日

報告日期：2024 年 10 月 30 日

## 壹、摘要

因氣候變遷對全世界威脅愈來愈大，已有 130 多國提出「2050 淨零排放」的宣示與行動。為呼應此一全球趨勢，蔡總統亦於 2021 年 4 月 22 日世界地球日宣示，2050 淨零轉型也是臺灣的目標。農業部門規劃在 2040 年完成淨零排放目標，在「減量」、「增匯」、「循環」及「綠趨勢」等四大主軸下具體提出 19 項策略與對應的 59 項措施。減量—減少溫室氣體排放 50%：透過各項低碳操作策略與措施，減少溫室氣體排放。農業栽培環境不若工業環境，對於電力、汽油等碳排項目有各項確切係數可供盤點，各項作物或田間栽培行為的碳排，有賴於精確的分析，才能進一步進行減排工作。臺灣農業部門中，水稻是主要碳排放源之一，約占農業部門的 18.5%，且面積達 22.4 萬公頃(2021 年稻米生產量調查報告)，為急需減碳的作物之一。高雄區農業改良場在大計畫「因應氣候變遷淨零排放與調適之農業部門科學技術及策略推展研究」下，執行了「高屏地區水稻與毛豆碳排係數建立」、「高屏地區水稻、棗低碳栽培模式建立」等計畫，並於 2022 年開始進行屏東地區水稻溫室氣體分析，部分試驗與國立中興大學土壤環境科學系林政賢老師合作建置密閉罩式溫室氣體連續監測系統，採用日本環境省國立環境研究所開發的 Automated Chamber System，為臺灣第一組設置於農田且同時串連 N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub> 分析的連續監測系統，可更精確反映作物及田區操作造成的溫室氣體排放變化。本次研習希望藉由與日本環境省國立環境研究所共同討論已經收集的數據，商討可自動化或更快速的數據處理方式，並拜訪多位相關研究學者，希望增加雙邊合作機會。本次研習主要於日本環境省國立環境研究所學習溫室氣體連續分析系統架構及組裝，並學習溫室氣體大量數據品質控管及分析；另以觀察員的身分參加 A3 Foresight Program 2024 International Workshop-Study on ecosystem GHGs exchange and its response on Climate Change in Northeast Asia，獲得日本、韓國、中國在氣體通量研究上之新知，並參觀日本國立環境研究所富士山北麓試驗場域，了解日本如何收集 20 年以上氣候變遷對森林影響的數據，長期且有制度地進行各種減排操作的溫室氣體量測。

## 目錄

壹、摘要.....	1
貳、目的.....	3
一、問題分析.....	3
二、前人研究.....	3
三、擬解決問題.....	5
參、研習內容.....	6
一、行程.....	6
二、研習日本國立環境研究所溫室氣體連續分析系統.....	7
三、參加 A3 Foresight Program 2024 International Workshop.....	8
四、日本國立環境研究所富士山北麓試驗場域研習.....	9
肆、心得與建議.....	9
伍、圖片.....	11

## 貳、目的

### 一、問題分析

因氣候變遷對全世界威脅愈來愈大，已有 130 多國提出「2050 淨零排放」的宣示與行動。為呼應此一全球趨勢，蔡總統亦於 2021 年 4 月 22 日世界地球日宣示，2050 淨零轉型也是臺灣的目標。政府隨後於 2022 年 3 月及 12 月分別公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」及「12 項關鍵戰略行動計畫」，其中與農業較相關戰略為「自然碳匯」，以執行造林及相關經營工作，降低大氣二氧化碳濃度，並建構負碳農法及海洋棲地、動植物保育技術，保護生物多樣性，來達到減排的效果。

農業部門規劃在 2040 年完成淨零排放目標，在「減量」、「增匯」、「循環」及「綠趨勢」等四大主軸下具體提出 19 項策略與對應的 59 項措施。減量—減少溫室氣體排放 50%：透過各項低碳操作策略與措施，減少溫室氣體排放，包含精準餵飼、調整飼料配方、使用電動農機、低碳耕作模式，以及精確掌握溫室氣體排放基礎數據等技術研發與推廣。增匯—增加 1,000 萬公噸碳儲存：強化在森林、土壤、海洋等自然環境，讓溫室氣體從大氣分離，並提升固定溫室氣體能力，包含造林、加強森林撫育管理、提高國產材自給率、加強土壤管理、推廣負碳農法、管理並復育海洋及濕地等措施的技術研發與推廣。循環—建立農林漁畜低碳永續循環場域：透過「從搖籃到搖籃」的循環概念降低資源浪費，減少環境衝擊，加值剩餘資源，創造跨域循環新興產業，包含剩餘資源加值再利用、建置跨域循環場域、循環營運模式及循環技術科技研發等。綠趨勢—建構淨零農業友善環境：透過各項助攻型措施，建構淨零農業友善環境，包含推動能源自主農漁村、建立農業有效碳定價與碳權交易輔導機制、農業綠色金融工具、完善主要農產品碳足跡資訊以推廣綠色消費、人才培育及全產銷鏈創新科研等。

農業栽培環境不若工業環境，對於電力、汽油等碳排項目有各項確切係數可供盤點，各項作物或田間栽培行為的碳排，有賴於精確的分析，才能進一步進行減排工作。臺灣農業部門中，水稻是主要碳排放源之一，約占農業部門的 18%，且面積達 22.4 萬公頃(2021 年稻米生產量調查報告)，為急需減碳的作物之一。

### 二、前人研究

臺灣農業部門中，水稻是主要碳排放源之一，約占農業部門的 18%，水田的甲烷排放主要由於湛水狀態下，土壤缺氧而呈現還原態，使土壤中的甲烷生成菌將土壤有機碳轉變為甲烷釋放。影響水稻田甲烷排放管理因素包含：氣候、灌溉類型、有機物添加、土壤類型、水稻品種、硫酸鹽和土壤氮含量等，或是區域前述因子所造成的綜合表現。目前本土水稻田甲烷排放係數為依據 Yang 等人(2003；

2009)彙整資料，台中、彰化、南投所設定之一、二期水稻田甲烷排放係數為：93.7 kg-CH<sub>4</sub>/ha/season、97.9 kg-CH<sub>4</sub>/ha/season。美國 2021 年版國家清冊，使用 Daycent、耕作面積計算水稻田甲烷排放量；日本利用 DNDC-rice 模擬不同耕作模式及地區(排放係數 3~973kg CH<sub>4</sub>/ha)以耕作面積計算水稻田甲烷排放量；義大利以不同管理模式係數(排放係數 249.4~329.5 kg CH<sub>4</sub>/ha)以耕作面積計算水稻田甲烷排放量。

水稻種植被認為是一項重要的人為活動排放 CH<sub>4</sub> 和 N<sub>2</sub>O 的來源。全球水稻種植占人為溫室氣體排放總量的 1.5%，而在孟加拉，水稻種植占農業溫室氣體排放量的 32% (FAOSTAT, 2015 年)。所使用的灌溉方式，以及作物栽培管理，如品種選擇和肥料管理等，都會影響溫室氣體的排放量(Gaihre et al., 2011; Sun et al., 2013)。連續漫灌(continuous flood irrigation, CF)是許多有種植水稻國家的常見做法，會產生大量 CH<sub>4</sub>。它使土壤變成厭氧環境，從而降低氧化還原電位(<-150 mV)。這導致甲烷生成菌對複雜有機介質(organic substrates)進行厭氧降解，並產生 CH<sub>4</sub>(Wang et al., 1993; Minamikawa et al., 2006)。CF 灌溉所排放的 CH<sub>4</sub>，因土壤類型、地點(由於有機碳的差異)(Gaihre et al., 2011; Sun et al., 2013)及水稻生長季節(農業氣候變化)(Datta et al., 2013)而有差異。間歇性和少量漫灌(minor flood irrigation)管理相比，連續漫灌(CF)造成的 N<sub>2</sub>O 和 CH<sub>4</sub> 排放量最大，分別高達 200% 和 70% (Berger et al., 2013)。這些對水資源管理的不同反應可能會被其他管理因素(如施肥)干擾，而水資源管理與這些因素的相互作用，大多都是未知的。乾濕交替灌溉(AWD)可以減少溫室氣體排放量達 40% (Hadi et al., 2010; Liu et al., 2010; Hou et al., 2012; Feng et al., 2013; Ku et al., 2017; Li et al., 2018)。間歇灌溉極大地促進大氣中氧氣(O<sub>2</sub>)擴散到土壤中，從而減少了 CH<sub>4</sub> 的排放(Yang et al., 2012; Xu et al., 2015)。雖然 AWD 灌溉可能會略微增加 N<sub>2</sub>O 排放(Ku et al., 2017; Islam et al., 2018)，但是由於乾早期間 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 的硝化作用增加，以及隨後在乾旱土壤再潤濕(re-wetting)期間，NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的脫氮作用，仍然減少稻田的溫室氣體排放總量。這主要是由於 CH<sub>4</sub> 排放量的減少。因此，在水稻栽培中，減少從土壤中 CH<sub>4</sub> 的排放，是減輕全球暖化潛勢(GWP)的最有效方法(Sander et al., 2014; Janz et al., 2019)。

田間溫室氣體排放調查大致可分為密閉罩法、微氣候法與土壤氣體調查，但各有其限制。密閉罩法所受干擾(安裝和取樣時)以及空間的變異影響較大，密閉罩分析方法可配合氣體分析儀或氣象層析儀，前者由於分析速度較快，可提高測量設頻率減少缺漏或高估情形，傳統氣象層析儀，雖分析頻率較低且氣體樣品保存時間限制，但因設備成本較低，隨著採樣調查技術及自動進樣改善，仍在開發中國家或溫室氣體排放的查證被廣泛使用；微氣候法，包含渦流協變法、隨意渦流累積法，具高頻率(> 10 Hz)且持續性分析，可避免遺漏突增性排放源，但進行量測時需有一定範圍。學者指出，沒有溫室氣體通量的最佳技術，每種技術都有其優勢和缺點，沒有一種方法適用於所有條件或目的(Sapkota et al., 2016)。

### 三、擬解決問題

高雄區農業改良場在大計畫「因應氣候變遷淨零排放與調適之農業部門科學技術及策略推展研究」下，執行了「高屏地區水稻與毛豆碳排係數建立」、「高屏地區水稻、藁低碳栽培模式建立」等計畫，並於 2022 年開始進行屏東地區水稻溫室氣體分析，部分試驗與國立中興大學土壤環境科學系林政賢老師合作建置密閉罩式溫室氣體連續監測系統，採用日本環境省國立環境研究所開發的 Automated Chamber System，為臺灣第一組設置於農田且同時串連 N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub> 分析的連續監測系統，可更精確反映作物及田區操作造成的溫室氣體排放變化。本次研習希望藉由與日本環境省國立環境研究所共同討論已經收集的數據，商討可自動化或更快速的數據處理方式，並拜訪多位相關研究學者，希望增加雙邊合作機會。

## 參、研習內容

### 一、行程

日期	地點	研習內容
8月19日	桃園-成田國際機場 -茨城縣筑波市	交通移動
8月20日~ 8月25日	日本國立環境研究所	1.日本國立環境研究所環境認識 2.研習 Automated Chamber System 組裝、簡單問題排除 3.研習 Automated Chamber System 控制器原理及程式碼 4.研習溫室氣體數據品質控制 5.屏東水稻溫室氣體分析結果討論
8月26日	茨城縣筑波市-靜岡縣御殿場市	交通移動
8月26日~ 8月28日	靜岡縣御殿場市	1.參加 A3 Foresight Program 2024 International Workshop 2.日本國立環境研究所富士山北麓試驗場域研習
8月29日	靜岡縣御殿場市-茨城縣筑波市 日本國立環境研究所	1.交通移動 2.與日本國立環境研究所商討自動化或更快速的數據處理方式
8月30日	茨城縣筑波市-成田國際機場-桃園	交通移動回程

## 二、研習日本國立環境研究所溫室氣體連續分析系統

日本國立環境研究所(National Institute for Environmental Studies, NIES)位於茨城縣筑波市小野川 16-2 號，成立於 1974 年，於 1990 年由國立環境污染研究所更名為國立環境研究所，為日本環境省下唯一的研究單位，每年預算約 214 億日圓。日本將筑波市定位為科學研究中心，市內有 60 處國家級研究機構和 2 所大學，超過 240 所私人研究機構坐落在 5 個不同的功能區域(高等教育和訓練區、建築研究區、物理科學和工程研究區、生物和農業研究區，及公共設施區)內，日本產業綜合技術研究所、筑波大學、高能加速器研究機構、日本電工實驗室、日本機械工程實驗室、日本國家材料和化學研究院、宇宙航空研究開發機構、日本農業研究所等全日本 70% 以上研究機構皆集中於此，有利於機構研合作交流。

日本國立環境研究所占地面積面積 230,639 平方公尺，建築皆以清水模方式建造，主要研究單位(領域)有地球系統領域、資源循環領域、環境風險/健康領域、地域環境保護領域、生物多樣性領域、社會系統領域、氣候變遷調適中心、福島地區同研究中心等。本次主要研習單位為位於地球溫暖化研究棟內地球系統領域-碳素循環研究室，共同討論研習專家為資深研究員-梁乃申博士，梁博士自 1996 年進入國立環境研究所以來一直致力於森林土壤氣體通量研究，收集超過 20 年以上氣候變遷對森林土壤氣體通量影響，截至目前為止 SCI 發表文章 66 篇以上，為亞洲氣體通量研究極負盛名、備受尊重的資深研究員，近期也與國立臺灣大學實驗林江博能研究員合作發表多篇 SCI 研究文章。

梁博士近 30 年能穩定產出 66 篇以上 SCI 文章，深入研究各項溫室氣體排放、森林土壤呼吸研究，主要有賴於梁博士自行研發的 Automated Chamber System，該系統主機依大小功能不同能串聯 2~24 個氣室，控制氣室輪流開閉及氣管進氣的時間，可內建或串接 CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 等氣體分析儀，達到全年 24 小時連續量測溫室氣體通量功能，並可利用遠端收集溫室氣體通量、氣壓、氣溫、濕度、土壤溫度、土壤濕度等各項參數，用於分析或校正量測結果。

本次所研習組裝的 Automated Chamber System，主要是由一個控制單元(紅外光氣體分析儀，IRGA，LI-820，LI-COR，Lincoln，NE，USA)、數據記錄器(CR1000, Campbell Scientific Inc., Logan, UT, USA)、氣體採樣器和空氣壓縮機所組成。有 2 個自動氣體採樣氣室(50 cm × 50 cm × 50 cm)，分別用鋁桿和 PVC 板作為骨架和牆面。此外，氣室還配備了兩個用於混合空氣的微型風扇，氣室頂蓋由兩個氣壓為 0.2 MPa 的氣壓缸所控制，而氣壓缸由微型壓縮機(M-10，Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)所驅動。當測量溫室氣體時，由電磁閥控制氣室頂蓋關閉，氣室內兩個微型風扇同時啟動以達到量測空氣均質，此時透過微隔膜幫浦(microdiaphragm pump)(5 L min<sup>-1</sup>; CH-50, Enomoto Ltd., Tokyo, Japan)抽取氣



室內溫室氣體並維持流速為  $700 \text{ mL min}^{-1}$ ，抽取之氣體同時通過紅外光分析儀(IRGA)、甲烷分析儀(ABB GLA 131)以及氧化亞氮分析儀(Aries MIRA)，經分析後之溫室氣體再回送回原來之氣室以平衡氣室壓力。測量期間，氣室頂蓋會依序關閉，每個氣室的測量週期為 300 秒。此外，每個氣室配有氣溫與土溫感測器，並以每秒記錄溫度變化。最後，每半小時彙整一次來自每個氣室的數據( $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、氣溫、土溫)，形成數據集(datasets)並儲存於數據紀錄器中。數據可由微電腦搭配 4G 通訊即時回傳數據集於後端資料庫，達到異地備援數據與監控效能。本次研習也使用 Campbell 系統開啟 CR1000 數據紀錄及控制器的 code，梁博士也提供 CR1000 內的 code，讓我們團隊可以在臺灣自行練習修正，基於雙方合作默契，則不公開於本次報告中。

Automated Chamber System 中的數據每 6 秒會傳回一筆，也就是一天有 14,400 筆溫室氣體監測的數據，如何進行數據品質控管(QC)就是一件非常重的問題。回傳至日本國立環境研究所伺服器的數據，會先在伺服器內進行品質控管，首先將數據依氣室開闔的時間進行切分，依本次研習組裝的氣室上蓋關閉量測的時間為 300 秒，表示每小時數據則被切分成 12 份，每組數據進行第一次一次線性迴歸運算，並計算 R squared 值，僅保留 R squared 值 0.9 以上的氣室數據，未達品管的數據則將三倍標準差以上的數據( $\pm 3\text{SD}$ )剔除，並重新計算 R squared 值，重複剔出三倍標準差以上的數據，直至 R squared 值大於 0.9 以上，該數據才可用於計算氣體通量(flux)。

本次研習也透過研究室會議報告高雄區農業改良場(屏東長治)自 2023 年一期作至 2024 年一期作水稻甲烷、氧化亞氮溫室氣體量測的結果。在屏東長治所量測的水稻溫室氣體排放量，一期作甲烷排放量為  $195.7\sim 235.5 \text{ kg-CH}_4\cdot\text{ha}^{-1}$ ，氧化亞氮排放量為  $0.73\sim 2.76 \text{ kg-N}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$ ，全球暖化潛勢(Global warming potential, GWP)為  $6.21\sim 6.79 \text{ tCO}_2\text{e}\cdot\text{ha}^{-1}$ ；二期作甲烷排放量為  $648.8 \text{ kg-CH}_4\cdot\text{ha}^{-1}$ ，氧化亞氮排放量為  $0.76 \text{ kg-N}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$ ，全球暖化潛勢(Global warming potential, GWP)為  $18.37 \text{ tCO}_2\text{e}\cdot\text{ha}^{-1}$ ，其中 GWP 採 AR5 版本， $\text{CH}_4$  為 28， $\text{N}_2\text{O}$  為 265。若水稻田區採用乾濕輪灌(Alternate wetting and drying, AWD)，一期作全球暖化潛勢約可減少 29.9~73.0%，二期作約可減少 45.5%。經與梁博士討論，本場二期作炎熱時的溫室氣體排放量測，因為早上 9~12 時氣體通量高，但非 24 小時連續量測平均的結果，因此做為代表一整天排放量的數值會有高估的情形，需要考慮如何進行修正。

### 三、參加 A3 Foresight Program 2024 International Workshop

本次研習期間也再次需要感謝梁乃申博士力排眾議，協助本人以觀察員的身分參加 A3 Foresight Program 2024 International Workshop-Study on ecosystem GHGs exchange and its response on Climate Change in Northeast Asia。A3 主要指

Asia three countries 日本、韓國、中國國家，其出資每年固定舉辦的研究東北亞生態系統受氣候變遷影響溫室氣體排放研究之工作坊，日本參加的學者主要來自國立環境研究所、宇宙航空研究開發機構、北海大學、靜岡大學、東京農業大學等的研究專家教授；韓國參加的學者主要來自國家農業氣象中心、國家農業科學研究所、國家生態研究所、江南大學、首爾大學等的研究專家教授；中國參加的學者主要來自地理科學與自然資源研究所、華東師範大學、東北林業大學、天津大學等的研究專家教授。工作坊期間與多位學者進行交流，其中交流最多的為江南大學趙在一教授，其主要研究水稻及大豆的溫室氣體排放，採用隨意渦流累積法-閉路式氣體分析儀結合 3 維風速計，該研究室研究水稻及大豆的溫室氣體排放已逾 4 年，將持續累積水稻及大豆的溫室氣體排放數據。另外，與國立環境研究所地球系統領域衛星觀測中心兩角有喜特別研究員也進行多次交流，兩角採用衛星太陽誘導螢光(Solar-Induced Fluorescence, SIF)進行大範圍森林或植被觀察，因太陽誘導螢光 SIF 已被證明與總初級生產力 (Gross primary production, GPP) 及作物逆境密切相關，可用於測量植被遭受自然災害或乾旱等逆境後的變化。工作坊也有多位學者進行氣候變遷下對森林溫室氣體排放、芬多精排放之研究，試驗設計及執行規模都讓人驚豔，無論在視野或嚴謹程度都讓人獲益良多。

#### 四、日本國立環境研究所富士山北麓試驗場域研習

本次研習期間也與各國學者共同至日本國立環境研究所富士山北麓試驗場域進行研習，國立環境研究所在日本分別於北、中、南地區選定北海道落石岬、靜岡縣富士山北麓、波照間島設立長期觀測站，森林年齡及林相在三觀測站儘量選擇相近，進行 20 年以上的觀測，如溫度、濕度、光度、風速、風向、森林呼吸作用、土壤有機物累積、芬多精排放等各項觀測分析。試驗場觀測站內設有氣體層析分析站，定期更新標準氣體鋼瓶，量測通量塔量不同高度大氣的各項氣體變化。梁博士在此試驗場域主要進行氣候變遷或疏伐對總初級生產力、林下呼吸、土壤呼吸、土壤異營呼吸間關係的研究。結果顯示，不疏伐會使得林下總初級生產力下降，森林根呼吸下降、土壤異營呼吸占比下降，經過疏伐後則可恢復林下總初級生產力。觀測站為減少調查過程的人為干擾而影響觀測結果，皆搭設半固定式木板棧道，並要求研究人員行走其上以減少土壤干擾。

#### 肆、心得與建議

本次研習期間要感謝農業部及高雄區農業改良場長官的支持，也要感謝臺大實驗林江博能博士的協調安排，才能在日本溫室氣體量測國家級研究單位—國立

環境研究所學習溫室氣體量測及數據分析，期間學習了組裝的 Automated Chamber System、系統回傳大量數據的品質控管(QC)與分析，並了解水稻高濕度下溫室氣體分析注意事項，更進一步討論本場於屏東長治量測的溫室氣體排放可能潛在的問題，都再再增加我在溫室氣體量測上思考的深度。研習期間更要感謝梁乃申博士協助智傑以觀察員的身份參加 A3 Foresight Program 2024 International Workshop-Study on ecosystem GHGs exchange and its response on Climate Change in Northeast Asia。了解日本、韓國及中國在氣體通量研究的近程，更有機會認識各國氣體通量研究專家，並尋求可能合作機會。

日本對於溫室氣體研究，從 20 多年前的京都議定書簽訂後，就持續不斷的進行各項環境溫室氣體量測，並長期投入研究人力與經費，結合宇宙航空研究開發機構進行全球大規模地且長期的觀察，提供日本政府全球氣候變遷調適或應變上長期正確趨勢的資料，在全球淨零碳排的政策或研究上領先各國。因應全球淨零碳排趨勢及我國氣候變遷因應法的發布，各級政府機關、事業團體無不積極推動溫室氣體減量，發展溫室氣體負排放技術。雖然農業部門排放占全國溫室氣體排放量 2 億 8,300 萬公噸二氧化碳當量僅 2.10%，但農業或林業部門碳匯則有機會抵減全國溫室氣體排放的 7% 以上。農業環境複雜且不易制式化操作，是否能抵減全國溫室氣體排放，有賴於各研究單位長期且有制度地進行各種減排操作的溫室氣體量測。建議為達到農業 2040 年淨零目標，需拉長溫室氣體觀測的時間，持續穩定地投注研究人力與經費，才有機會像日本一樣累積 20 年以上有效且可靠的數據供政策參考。

伍、圖片

	
<p>日本國立環境研究所大門</p>	<p>日本國立環境研究所皆為清水模建築</p>
	
<p>日本國立環境研究所人工氣候室</p>	<p>日本國立環境研究所-地球溫暖化研究棟</p>









日本國立環境研究所資深研究員-梁乃申博士(圖左)



溫室氣體 Automated Chamber System 主機



溫室氣體 Automated Chamber System 氣室



溫室氣體 Automated Chamber System 氣室氣壓缸





利用森林地表加熱裝置研究氣候變遷對森林呼吸影響



森林地表加熱裝置



梁乃申博士指導組裝氣室

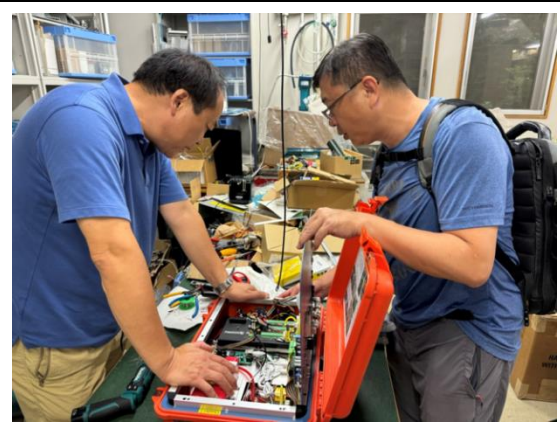


梁乃申博士指導組裝氣壓缸





學習組裝氣壓缸



研習溫室氣體 Automated Chamber System 主機構造

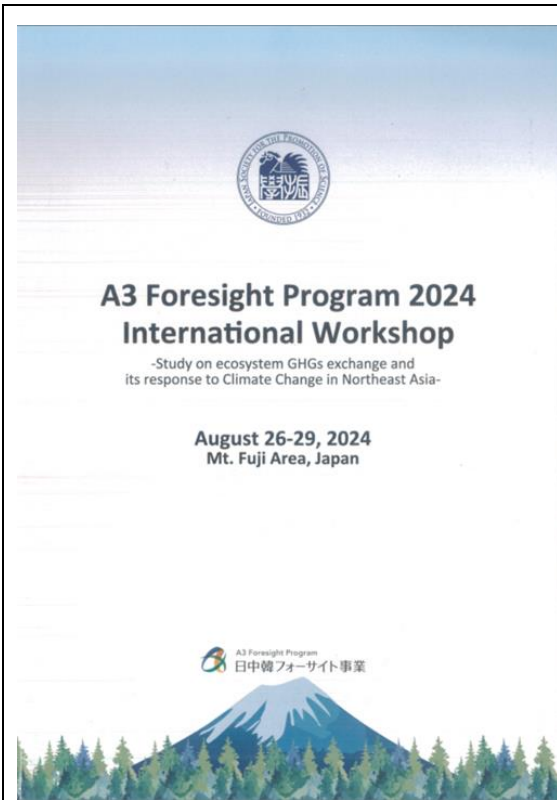


富士山北麓試驗區 20 年溫室氣體分析  
結果討論



屏東水稻溫室氣體分析結果討論





A3 Foresight Program 2024 International Workshop 手冊封面

Korea	
Name	Affiliated Institution
(Presentation No.) Title of presentation	
1. KANG Minseok	National Center for AgroMeterology
2. CHO Sunguk	National Center for AgroMeterology
(K-2) Annual carbon storage estimates in South Korean forests using biometric and eddy covariance methods	
3. PARK Juhan	National Center for AgroMeterology
(K-1) Impact of Tree Species Composition on Fire Resistance of forest stands	
4. KANG Mingu	National Institute of Agricultural Sciences
(K-3) Assessment of Carbon Flux in a Soybean Field Over the Past Four Years	
5. CHO Jaecil	Chonnam National University
6. KIM Bokyeong	Chonnam National University, graduate student
(K-4) Observations of one-year seasonal variations of CO <sub>2</sub> and CH <sub>4</sub> Fluxes in Rice Paddy Fields and Agricultural Reservoirs in South Korea	
7. KIM Kyeongmin	Chonnam National University, graduate student
(K-5) Crop Monitoring Based on the Relationship Between Vegetation Index and Chlorophyll Fluorescence Index	
8. HONG Jeonghyun	Seoul National University, graduate student
(K-6) Analysis of the relationships among diameter growth, phenology, and forest productivity in a Korean pine plantation and natural oak forest	
9. LEE Minsu	Seoul National University, graduate student
10. KIM Sukyang	Seoul National University, graduate student
11. KIM Kanhyo	Seoul National University, graduate student
12. LEE Hyohyemi	National Institute of Ecology
13. PARK Jung Soo	National Institute of Ecology
14. AN Jae	National Institute of Ecology

Observers	
Name	Affiliated Institution
1. CHIANG Po-Neng	Experimental Forest, National Taiwan University
2. HU Chi-Chieh	Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture, Taiwan

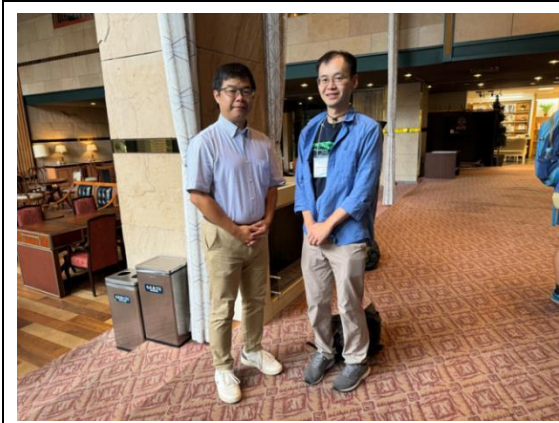
以觀察員身份參加 A3 Foresight Program 2024 International Workshop-Study on ecosystem GHGs exchange and its response on Climate Change in Northeast Asia



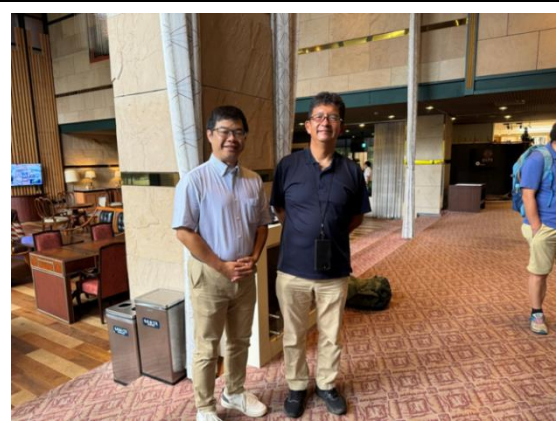
A3 Foresight Program 2024 International Workshop 會場



以觀察員身份參加 A3 Foresight Program 2024 International Workshop 桌牌



與日本國立環境研究所地球系統領域  
衛星觀測中心兩角有喜特別研究員合  
照(圖右)



與日本國立環境研究所地球系統領域  
物質循環觀測研究室室長荒卷能史博  
室合照(圖右)



與韓國江南大學趙在一教授合照(圖右)

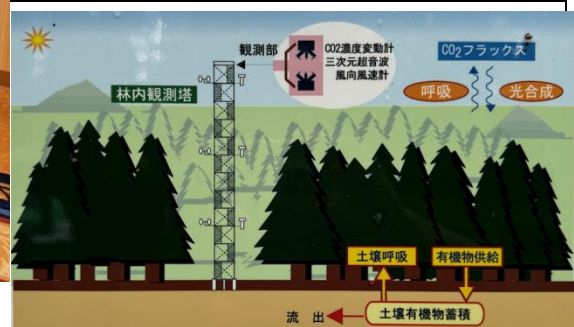
### 富士北麓フラックス観測サイト

富士北麓フラックス観測サイトでは、森林生態系のCO<sub>2</sub>吸収能力を測定するとともに、測定精度向上を目指し、多くの機関の協力を得ながら「富士北麓カラマツ林における炭素収支機能に係わる観測研究」を進めています。

- 観測内容**
  - 森林生態系—大気間のCO<sub>2</sub>収支（フラックス）の観測
  - 林内環境（気温、湿度、風向、風速、地温、土壌水分量など）の観測
  - 森林生態系の構造（バイオマスなど）の調査
  - 森林植物の生理機能（気孔伝導、蒸散など）の調査
  - 土壌生態系の機能（有機物分解など）の調査
  - リモートセンシングによる森林生態系の機能（炭素循環、水循環など）の測定
- 観測林の特徴と位置**
  - 富士北麓フラックス観測サイトの観測林は、均質で平坦なカラマツ林が広がり、かつ、近隣には人為的なCO<sub>2</sub>発生源がないことから、CO<sub>2</sub>フラックス観測にとって、理想的な条件が揃っています。観測林が中央に位置した観測タワーを中心として、様々な観測を進めています。
- 協力機関**
  - 山梨県
  - 富士市
  - 富士吉田市
  - 富士吉田市外二ヶ村森林組合
  - 環境省

本観測サイトは無人ですが、観測は自動化されており、取得データや画像情報はインターネットを介して、常時最新の国立環境研究所へ伝送されます。

国立環境研究所 | 地球環境研究センター | 独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター  
TEL (029) 850-2384 E-mail: www.cger/imies.go.jp

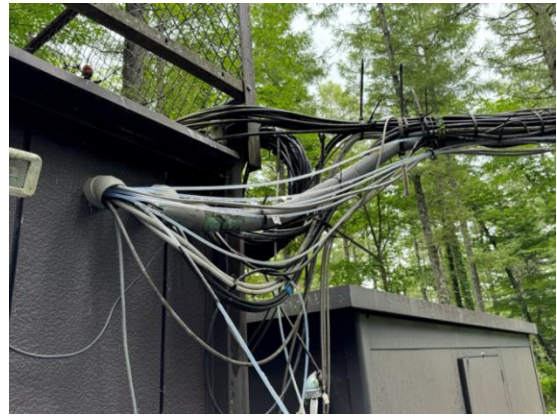


富士山北麓実験林観測站告示牌





富士山北麓實驗林觀測塔



富士山北麓實驗林觀測塔 GC 管線



富士山北麓實驗林觀測塔氣體分析室



富士山北麓實驗林 Automated Chamber System 氣室



與各國專家討論富士山北麓實驗林  
Automated Chamber System



富士山北麓實驗林 Automated Chamber  
System 主機