

出國報告（出國類別：開會）

參加2023年第4屆亞洲園藝大會
(Asian Horticultural Congress 2023,
AHC2023)

服務機關：台灣糖業股份有限公司研究所

姓名職稱：陳臻 農藝技術師

派赴國家/地區：日本/東京

出國期間：112年8月27日~112年9月4日

報告日期：112年11月3日

摘要

日本園藝學會於日本東京主辦第 4 屆亞洲園藝大會 (Asian Horticultural Congress 2023, AHC2023)，會議為期 4 天(2023 年 8 月 28-31 日)，來自全球各國學者合計約 800 位參加。在四天的會議中，參加了不同主題之演講及觀摩其他研究者的海報論文展示，包含了植物生理學、植物育種、生物化學、分子生物學、作物生產品質調控、作物採後處理、土壤肥料、植物病理與微生物、智慧農業精準生產、農業經濟以及環境永續等，除了解目前國際園藝科學的新知及研究趨勢外，也同時以海報方式發表 1 篇研究成果。最後一天參加大會安排至豐洲市場、明治大學黑川農場以及玉川大學 Future Sci Tech Lab 參訪，了解日本農業永續、資源循環、智慧化系統設施栽培、太陽能光源應用於農業生產設施降低碳排放量等技術。本報告聚焦於智慧農業、韌性農業和循環農業研發新知，最後提出關於環保及永續、智慧農業、作物穩定生產、業界與學研界間合作以及增加國際交流機會等 5 個部分之建議，以期對台糖公司農業相關發展有所幫助，以及提供農業科學研究之參考。

目次

一、目的.....	3
二、人員名單及行程摘要.....	4
三、過程.....	6
(一)會議場地.....	6
(二)會議議程與相關資料.....	8
(三)日本園藝學會(JSHS)100週年紀念演講.....	10
(四)開幕式及全體會議.....	11
(五)與會主題報告 (Oral Presentation Program).....	13
(六)海報論文發表 (Poster Presentation Program).....	20
(七)參訪行程.....	24
四、心得與建議.....	39

一、目的

本次參加 2023 年第 4 屆亞洲園藝大會(AHC2023)，除了發表本所於 112 年度之生物防治研究成果，以及與各國專家學者進行交流切磋外，也期透過國際研討會提升台糖公司國際知名度及企業形象。同時，會中參與各項研究主題的成果發表演講汲取農業領域新知及全球研發趨勢與市場資訊，提供研究所農業創新研發構想、研發量能及公司產業發展參考。此外，透過研討會安排之技術參訪取得國外技術經驗，有助於後續在智慧農業、循環農業及淨零減碳相關計畫執行。

二、人員名單及行程摘要

(一)出國人員

姓名	職稱	服務機關
陳臻	農藝技術師	台灣糖業股份有限公司研究所

(二)會議行程及內容說明

表一、行程表

日期	行程及地點	工作紀實
112/8/27(週日)	台南→高雄→日本東京	啟程至日本東京
112/8/28(週一)	日本東京	1.大會報到，領取會議資料(圖一) 2.參加日本園藝學會 100 週年紀念大會及演講 3.參加 AHC2023 開幕式及全體會議
112/8/29(週二)	日本東京	1.參與智慧農業、都市農業、永續及經濟議題演講 2.觀摩其他研究者的海報論文展示
112/8/30(週三)	日本東京	1.參與植物基因工程、育種及病害議題演講 2.發表研究成果海報論文: 「Evaluation of <i>Bacillus</i> spp. for biological control of Fusarium stem rot in <i>Anoectochilus formosanus</i> Hayata」 3.觀摩其他研究者的海報論文展示
112/8/31(週四)	日本東京	參加 AHC2023 會議安排之參訪行程，在東京大學彌生講堂 (Yayoi Auditorium) 集合後搭乘巴士至以下 3 個參訪地點: 1.豐洲市場 2.明治大學黑川農場 3.玉川大學 Future Sci Tech Lab
112/9/1~3 (週五至週日)	自費行程	私人行程，經報備核准，以休假辦理請假程序並自行負擔生活費及保險相關費用。
112/9/4(週一)	日本東京→高雄→台南	返程回臺灣

(A)



(B)

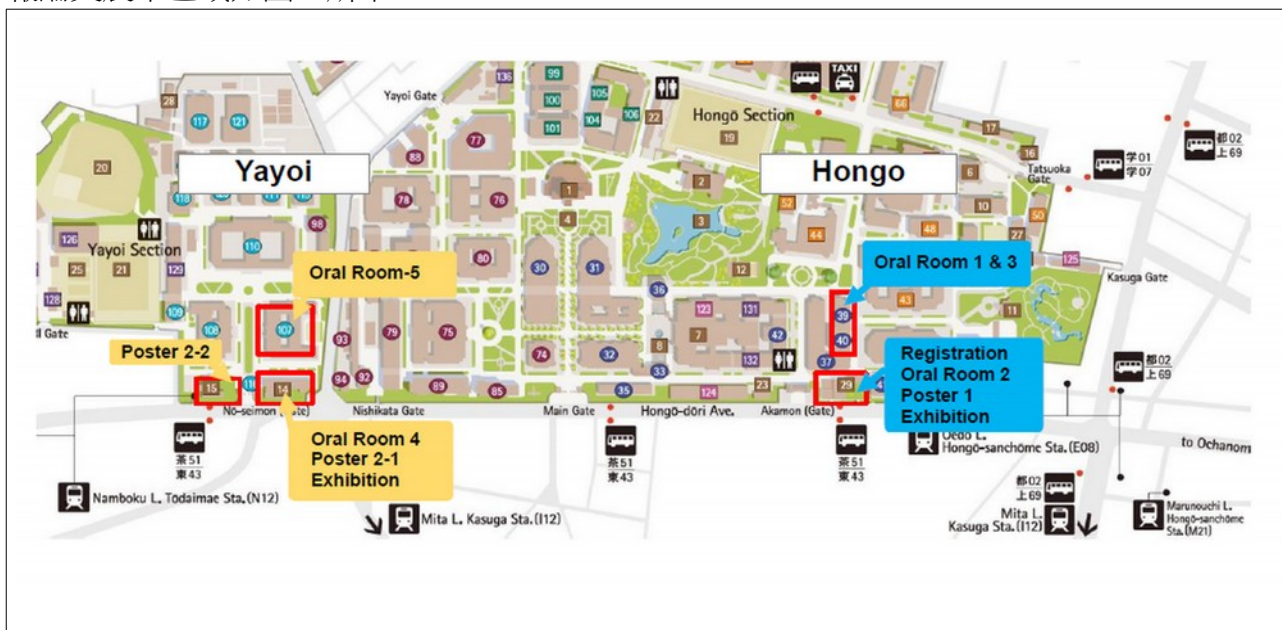


圖一、AHC2023 會議資訊及報到地點。(A)會議宣傳資訊；(B)報到地點 Ito International Research Center 外觀。

三、過程

(一)會議場地

AHC2023 於東京大學舉行，因本次會議研究議題眾多，會場分布於本鄉校區 (Hongo Campus) 以及彌生校區 (Yayoi Campus)，兩個校區步行約需 15 分鐘(圖二)。相關演講廳及海報論文展示區域如圖三所示。



圖二、會議演講、海報展示之場地資訊。



(C)



(D)



(E)



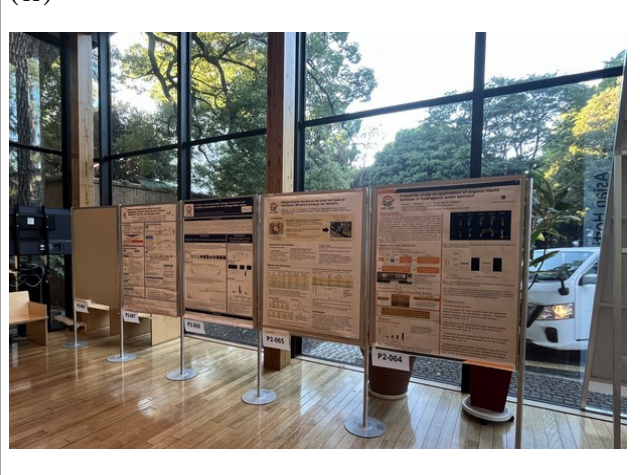
(F)



(G)



(H)



圖三、AHC2023 會議會場。(A)演講廳 Room 2；(B) 演講廳 Room 3；(C) 農學部 1 館外觀；(D) 演講廳 Room 5；(E) 演講廳 Room 4；(F)海報論文展示區 1；(G)彌生講堂外觀；(H) 海報論文展示區 2-1。

(二)會議議程與相關資料

AHC2023 會議於 2023/8/28~8/31 舉行，28~30 日為口頭及海報論文發表，主題涵蓋植物生理學、植物育種、生物化學、分子生物學、作物生產品質調控、作物採後處理、土壤肥料、植物病理與微生物、智慧農業精準生產、農業經濟以及環境永續等，演講共 207 場，海報論文發表共計 345 篇，與會者可依據議程表時段，選擇有興趣的演講主題及海報論文至不同會場參與（圖四），會議最後一天(31日)為技術參訪行程。

(A)

MONDAY 28 AUGUST 2023-PROGRAM

Hongo Campus		
Room1	Room2 (Ito Hall)	Room3
	JSHS 100 Years Anniversary Ceremony 13:00-15:20	Live viewing
	Opening Ceremony Plenary Sessions 15:30-17:30	

TUESDAY 29 AUGUST 2023-PROGRAM

Hongo Campus	Yayoi Can
--------------	-----------

(B)

TUESDAY 29 AUGUST 2023-PROGRAM

Hongo Campus			Yayoi Campus	
Room1	Room2 (Ito Hall)	Room3	Room4	Room5
S1 Fruit Tree Science, Plant Physiology, Breeding 9:00-10:15	S2 Floriculture, Biochemical and Molecular Aspect 9:00-10:15	S4 Vegetable Science, Production System, Urban Agriculture 9:00-10:15	S6 Postharvest Physiology 9:00-10:15	S8 Seed, Sustainability, Economics 9:00-10:00
Coffee Break 10:15-10:45	Coffee Break 10:15-10:45	Coffee Break 10:15-10:45	Coffee Break 10:15-10:45	Coffee Break 10:00-10:30
S1 Fruit Tree Science, Plant Physiology, Breeding 10:45-12:00	S2 Floriculture, Biochemical and Molecular Aspect 10:45-11:30	S4 Vegetable Science, Production System, Urban Agriculture 10:45-12:00	S6 Postharvest Physiology 10:45-11:30	S8 Seed, Sustainability, Economics 10:30-11:15
Lunch Break 12:00-13:15	Lunch Break 11:30-13:00	Lunch Break 12:00-13:15	Lunch Break 11:30-13:00	Lunch Break 11:15-13:00
S1 Fruit Tree Science, Plant Physiology, Breeding 13:15-15:00	S2 Floriculture, Biochemical and Molecular Aspect 13:00-14:45	S4 Vegetable Science, Production System, Urban Agriculture 13:15-15:00	S6 Postharvest Physiology 13:00-15:00	S8 Seed, Sustainability, Economics 13:00-14:45
Coffee Break 15:00-15:30	Coffee Break 14:45-15:15	Coffee Break 15:00-15:30	Coffee Break 15:00-15:30	Coffee Break 14:45-15:15
S1 Fruit Tree Science, Plant Physiology, Breeding 15:30-17:15	S2 Floriculture, Biochemical and Molecular Aspect 15:15-17:00	S4 Vegetable Science, Production System, Urban Agriculture 15:30-17:30	S6 Postharvest Physiology 15:30-17:00	S8 Seed, Sustainability, Economics 15:15-17:00
P1 / Odd# (18:00 - 19:00) & Cocktail Party (- 20:00)			P2 / Odd# (18:00 - 19:00) & Cocktail Party (- 20:00)	

(C)

WEDNESDAY 30 AUGUST 2023-PROGRAM

Hongo Campus			Yayoi Campus	
Room1	Room2 (Ito Hall)	Room3	Room4	Room4
S1 Fruit Tree Science, Plant Physiology, Breeding 9:00-10:00	S3 Production System, Hydroponics, Soil 9:00-10:15	S5 Genetic Resources and Breeding 9:00-10:30	S7 Plant Protection 9:00-10:15	S9 Genetic Modification, Breeding 9:00-10:15
Coffee Break 10:00-10:30	Coffee Break 10:15-10:45	Coffee Break 10:30-11:00	Coffee Break 10:15-10:45	Coffee Break 10:15-10:45
S1 Fruit Tree Science, Plant Physiology, Breeding 10:45-11:15	S3 Production System, Hydroponics, Soil 10:45-11:45	S5 Genetic Resources and Breeding 11:00-12:00	S7 Plant Protection 10:45-11:30	S9 Genetic Modification, Breeding 10:45-11:45
Lunch Break 11:15-13:00	Luncheon Seminar 11:45 - 13:00	Lunch Break 12:00-13:00	Lunch Break 11:30-13:15	Lunch Break 11:45-13:00
S1 Fruit Tree Science, Plant Physiology, Breeding 13:00-14:00	S3 Production System, Hydroponics, Soil 13:00-14:15	S5 Genetic Resources and Breeding 13:00-14:00	S7 Plant Protection 13:15-14:15	S9 Genetic Modification, Breeding 13:00-14:30
Coffee Break 14:00-14:30	Coffee Break 14:15-14:45	Coffee Break 14:00-14:30	Coffee Break 14:15-14:45	Coffee Break 14:30-15:00
S1 Fruit Tree Science, Plant Physiology, Breeding 14:30-15:15	S3 Production System, Hydroponics, Soil 14:45-15:30	S5 Genetic Resources and Breeding 14:30-15:30		
Commemorative photo @ Ito Hall 16:00-16:15				
P1 / Even# (16:15 - 17:15)			P2 / Even# (16:15 - 17:15)	
Business Meeting 17:30-18:15				
Closing Ceremony 18:15-18:30				

圖四、AHC2023 會議議程。(A)8月28日議程；(B)8月29日議程；(C)8月30日議程。

會議手冊中依照姓氏排序列出所有與會者的名字及其國家，當與會者於本次會議有口頭論文或海報論文發表時，其姓名後面會標註發表論文摘要編號，提升檢索便利性（圖五）。

Cabahug, Raisa Aone Marciales (South Korea)	
Canhoto, Jorge M (Portugal)	S5-14
Cao, Yufen (China)	S1-25, P1-9, S6-2
Casquero, Pedro A (Spain)	P2-60, P2-58
Chaiprasart, Peerasak (Thailand)	P1-65
Chang, Jenyu (Taiwan)	S1-18
Chang, Lanyen (Taiwan)	S6-6
Chang, Ya Ching (Taiwan)	P2-98
Chang, Yao-Chien Alex (Taiwan)	
Chauphaeng, Thanatcha (Japan)	P1-216
Chen, Chen (Taiwan)	P1-166
Chen, Guohu (China)	P1-35, P1-103
Chen, Hsin Liang (Taiwan)	S1-22
Chen, Hsuan (U.S.A.)	
Chen, Sam (Taiwan)	P1-47
Chen, Tsung Chi (Taiwan)	P1-141, P1-150
Chen, Yen Hua (Taiwan)	P1-84
Chen, Yiting (Denmark)	
Chen, Yuhkun (Taiwan)	S7-5
Chen, Zhi Yin (Taiwan)	
Chen, Zhen (China)	P1-226

圖五、會議手冊中列出與會者姓名及其發表研究摘要編號。

(三)日本園藝學會(JSHS)100週年紀念演講

首先以日本園藝學會 100 週年紀念演講揭開本次會議序幕，日本園藝學會會長田尾龍太郎教授談到在日本園藝學會成立 100 週年之際選擇於學會的發源地東京舉辦此次亞洲園藝大會(AHC2023)，期許來自世界各地的研究人員和專家可以經由會議討論和交流新知。日本園藝學會 100 週年紀念演講除了回顧日本園藝學會創立 100 年以來的歷史之外，同時著眼未來日本園藝學會將引領園藝科學和園藝產業之創新(圖六(A))。

長野縣農業試驗場智慧財產權管理部長小川秀和報告指出長野縣的水果產值在 2021 年位列全國第二，成為日本一個重要的果樹種植區域。長野縣將新品種的育成視為生產促進的重要策略，致力於蘋果、葡萄、桃子、日本梨等主要果樹品種的研發。其中，蘋果品種'Shinano Gold'的育成以及高品質的穩定生產技術為業界和學術界合作的成功案例，並成功地完成海外授權推廣至歐洲，透過商標保護，使該品種在歐盟和日本得到了智慧財產權的保護。未來，應綜合考慮全球市場，制定策略，推動品種開發和智慧財產權的策略性利用(圖六(B))。

千葉大學的中野明正教授指出應用智慧農業技術使蔬菜穩定供應的重要性以及相關策略。蔬菜對我們的日常生活相當重要，近期也面臨到價格上漲及社會環境因素等挑戰，如 COVID-19 流行和氣候變遷，影響蔬菜的供應，凸顯智慧農業技術的重要性。為了吸引多樣化的人才加入，需要詳細的分析現狀，並制定相關策略，以確保技術的有效實施。經由綜合多種領域的知識，包括生物技術和社會科學技術，建立智慧農業的社會體系，並強調技術開

發基礎研究的重要性(圖六(C))。



圖六、日本園藝學會 100 週年紀念會及演講。(A)田尾龍太郎教授演講；(B)小川秀和部長演講；(C)中野明正教授演講

(四)開幕式及全體會議

全體會議邀請了 3 位教授 Yoshinori Kanayama、Changhoo Chun 及 Xiu-xin Deng，分別來自日本、韓國及中國。Yoshinori Kanayama 教授提到日本的園藝科學發展將著重省工、新技術、高值(市場)以及功能性作物開發，並以分子標誌輔助育種方法篩選耐環境逆境及園藝性狀佳之作物品種(圖七(A))。Changhoo Chun 教授談到今年來韓國農業統計資料顯示智慧化栽培及無土栽培等新農業技術占比增加，許多以 LED 光源栽培作物的植物工廠及智慧農場的應用幫助農業轉型，以因應韓國農業人口老化的挑戰(圖七(B))。Xiu-xin Deng 教授

的演講以果樹栽培為主，以野生柑橘作為柑橘遺傳學和功能基因組學的模式植物，進行果實顏色、多胚性等重要性狀的相關研究，並介紹了觀賞桃的品種(圖七(C))。



圖七、全體會議。(A)Yoshinori Kanayama 演講；(B)Changhoo Chun 演講；(C)Xiu-xin Deng 演講。

(五)與會主題報告 (Oral Presentation Program)

本次 AHC2023 會議共有 207 場口頭論文發表，主題內容涵蓋植物生理學、植物育種、生物化學、分子生物學、作物生產品質調控、作物採後處理、土壤肥料、植物病理與微生物、智慧農業精準生產、農業經濟以及環境永續等，以會議的分類方式分成 S1~S9 共 9 個類別 (表二)。由於議題眾多且演講時間重疊，因此每個時段只能選擇與本公司研究規劃較為相關的主題聆聽報告。

表二、AHC2023 口頭論文發表主題分類

S1:Fruit Tree Science, Plant Physiology, Breeding
S2:Floriculture, Biochemical and Molecular Aspect
S3:Production System, Hydroponics, Soil
S4:Vegetable Science, Production System, Urban Agriculture
S5:Genetic Resources and Breeding
S6:Postharvest Physiology
S7:Plant Protection
S8:Seed, Sustainability, Economics
S9:Genetic Modification, Breeding

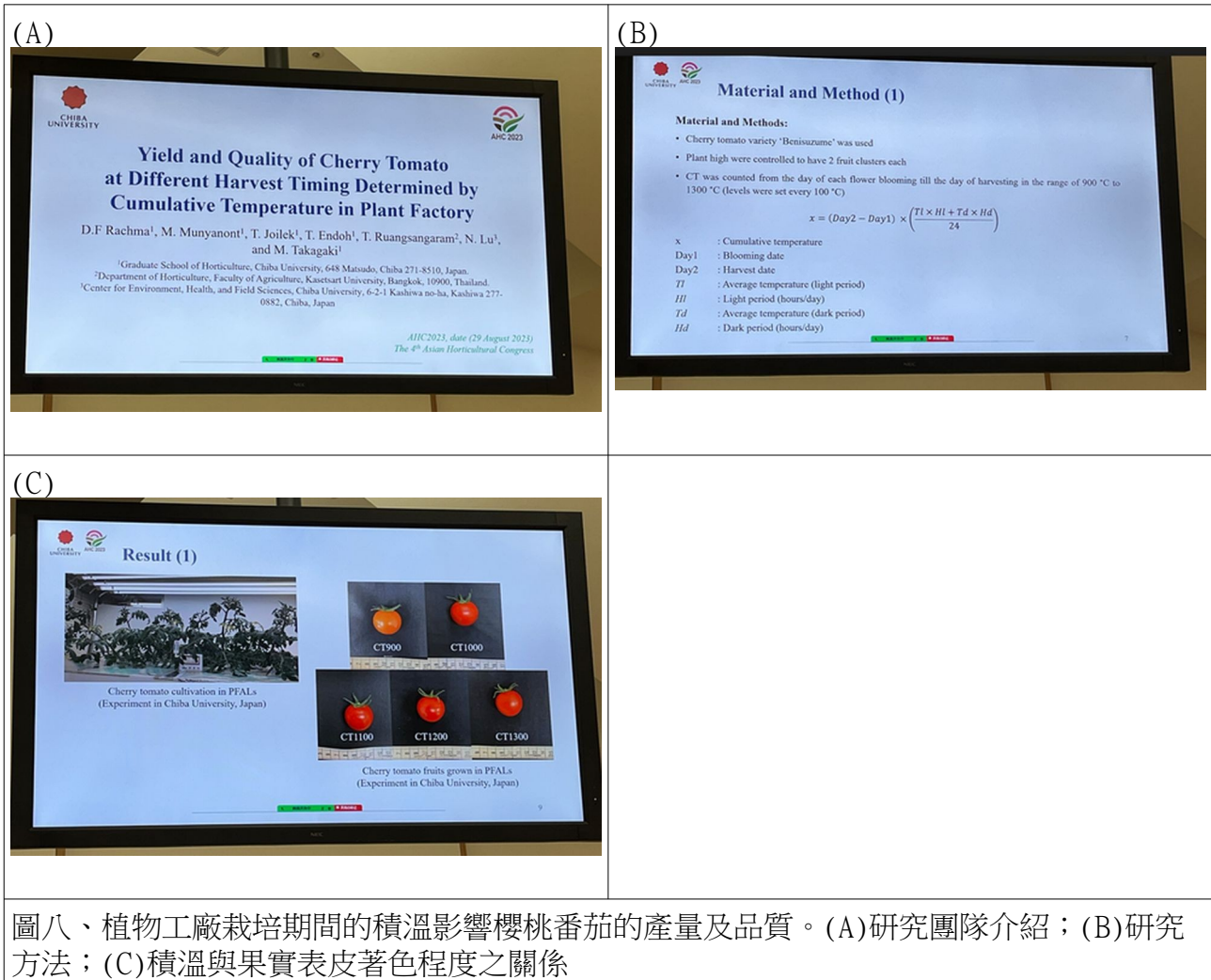
1.設施農業與智慧農業

(1) 特邀演講:溫室作物生產和垂直農業的研究進展

特邀演講者為韓國首爾大學農林生物資源系的 Jung-Eek Son 教授，研究領域為「溫室園藝與植物工廠 (垂直農業)」，目前主要研究植物 3D 建模、光源管理和人工智慧應用。首先談到近年來園藝科學於作物生產領域應用新技術獲得許多進展，其中植物 3D 模型技術和人工智慧的應用有助於合理的作物生產系統設計、準確的預測與控制環境以及穩定高效的生產作物。Jung-Eek Son 團隊利用 3D 植物模型的光線追蹤技術，成功預估番茄植株的碳同化，並評估補充光照和枝條數量對溫室甜椒生長和產量的影響。此外，以垂直農業方式栽培可獲得最佳光量子通量密度(PPFD)，使萵苣植株達到最大光利用效率。研究團隊透過深度學習演算法發現可以利用環境和植物生長因子來分析 closed-loop 式無土栽培中大量營養元素之離子濃度，並開發非破壞監測系統來估計棚架作物的鮮重和葉面積。此外，更建立整合模型以分析甜椒果實照片方式來預測生長發育階段。這些結果顯示，3D 技術和深度學習演算法可用於各種栽培方式和環境條件的溫室及垂直農場中，以優化作物管理及生產。

(2) 植物工廠栽培期間的積溫與櫻桃番茄的產量及品質之關係

收穫時間是影響櫻桃番茄品質的重要因素，千葉大學的研究團隊發現櫻桃番茄的糖分含量與果皮的著色程度等性狀與積溫的相關，生產者可以利用積溫作為指標來確定植物工廠栽培的櫻桃番茄收穫時間，以優化番茄生產的利潤(圖八)。

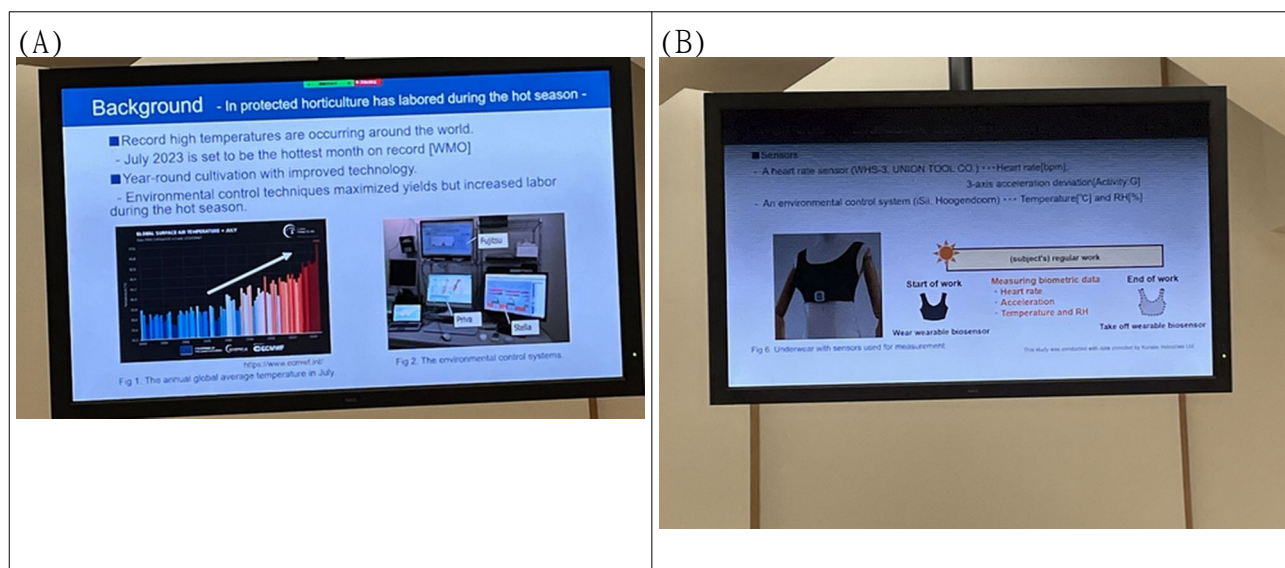


圖八、植物工廠栽培期間的積溫影響櫻桃番茄的產量及品質。(A)研究團隊介紹；(B)研究方法；(C)積溫與果實表皮著色程度之關係

(3) 以穿戴式生物感測器評估農業作業人員之熱應力(heat stress)

人體在熱環境工作，因代謝產熱量與外在環境因素（氣溫、濕度、風速及輻射熱等）及衣著情形等共同作用而造成身體產生熱負荷或熱蓄積情形，稱之為熱應力(heat stress)。過去十年中，日本氣溫達 35°C 以上的天數增加，高溫工作環境增加中暑的風險。為實現永續園藝，保護農場作業人員的健康及安全是重要議題。大阪大學的研究團隊研發了一種穿戴式生物感應器以心率反應、身體活動和衣物內溫度來評估農業作業人員之熱應力。結果顯示，在溫室溫度超過 35°C 的高溫條件下，作業人員的平均心率在所有工作強度下都比 24°C 以下的溫度每分鐘高約 10 個心跳，而醫學證實心率與人體核心溫度有關，因此認為可以透過即

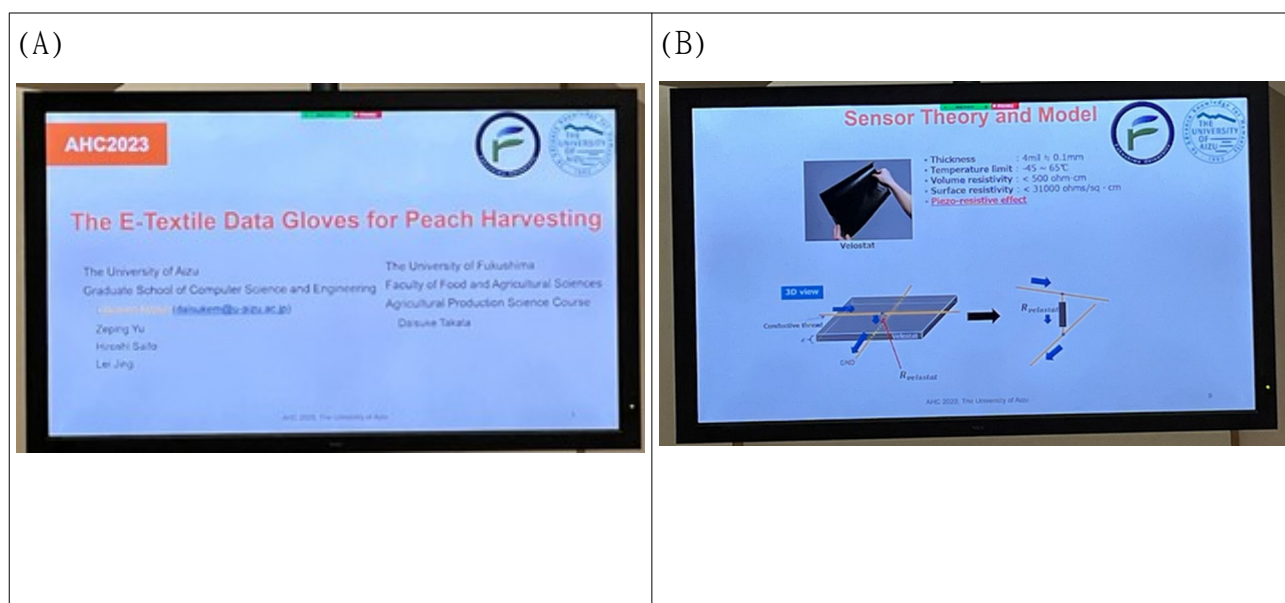
時監測農業作業人員心率反應的變化來評估其熱應力，避免工作時發生熱傷害(圖九)。



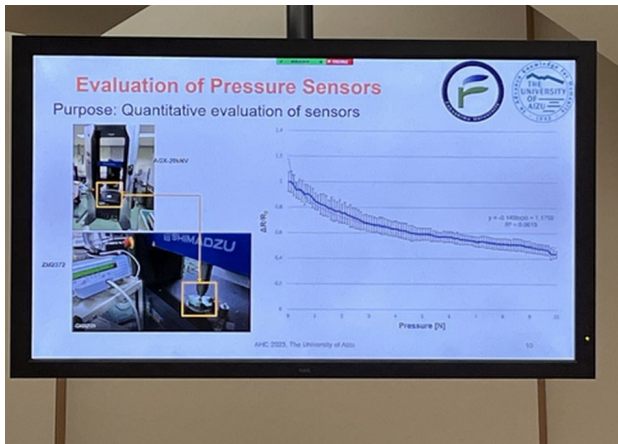
圖九、以穿戴式生物感測器評估農業作業人員之熱應力。(A)天氣溫度逐年攀升；(B)穿戴式生物感測器。

(4)應用於採收桃子的電子紡織(E-Textile)數據手套

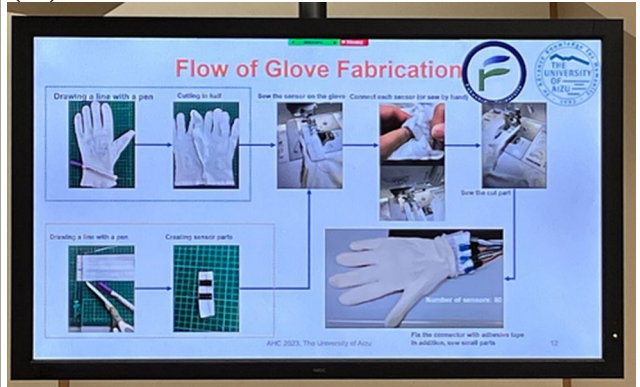
日本從事農業的人口逐漸老化及減少，即使每年有一定數量的人新投入農業生產，但往往面臨到缺乏經驗與找不到有經驗農民學習等困難，這種現象凸顯建立專家系統以讓新投入農業者能快速有效學習之重要性。會津大學和福島大學的研究團隊透過 E-Textile 數據手套收集觸覺壓力數據，發現即使收割操作相同，經驗豐富的農民和初學者之間的手部用力大小存在差異，綜合分析經驗豐富的農民的手部壓力數據後建立收穫桃子技術的學習系統(圖十)。



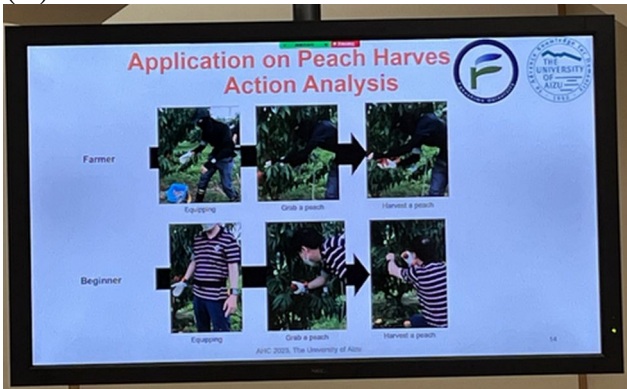
(C)



(D)



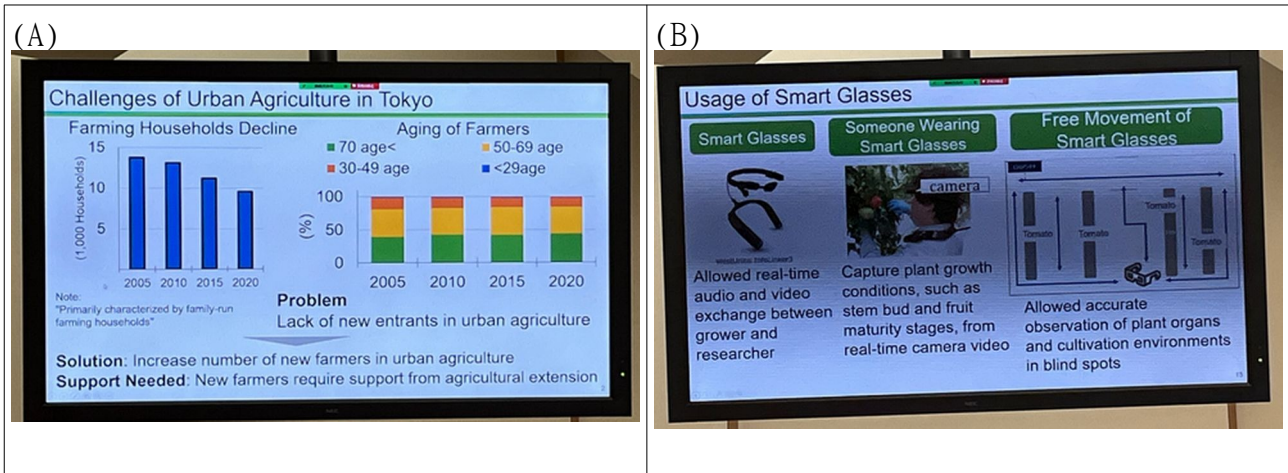
(F)



圖十、用於桃子採摘的電子紡織數據手套。(A)電子紡織數據手套應用；(B)理論基礎及模型；(C)壓力感測器的評估；(D)手套製作流程；(E)手套製作流程；(F)應用電子紡織手套實際記錄有經驗的農夫和初學者採收桃子行為的差異

(5) 5G 區域網路及物聯網設備 (IoT) 應用於都市農業中的農業遠距指導研究

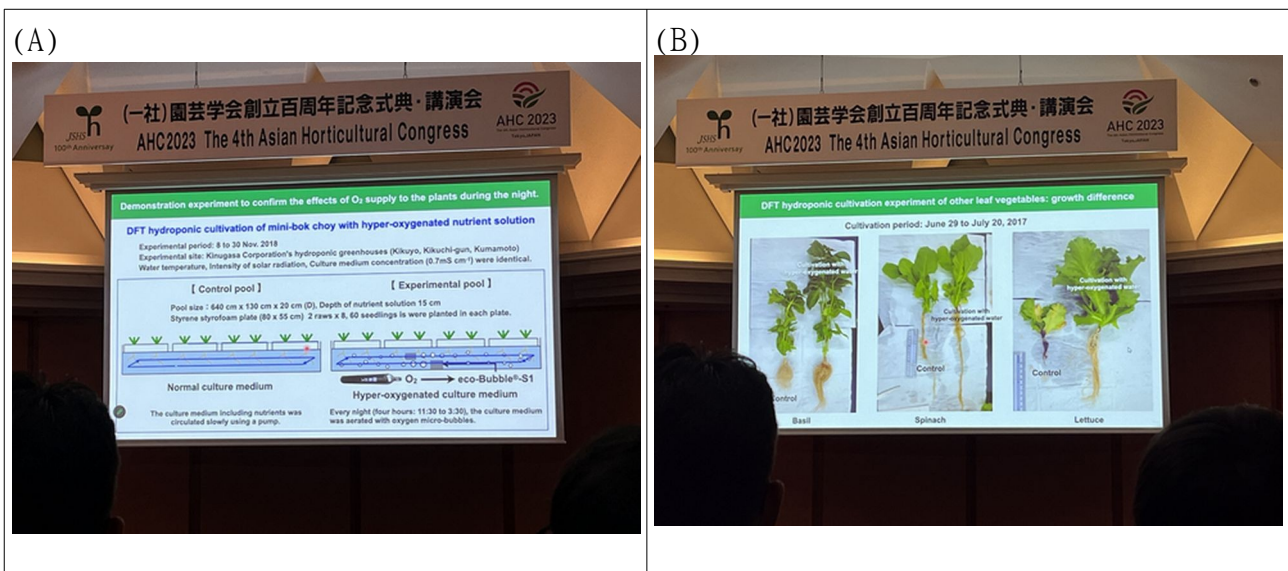
Takayuki Kobayashi 博士等人在番茄溫室架設 5G 網路，以 4K 攝影機及現場人員穿戴智慧眼鏡來記錄溫室現場狀況，而專業農業人員可透過現場即時傳遞影像給予遠距指導，這項技術適用於缺乏栽培經驗的種植人員(圖十一)。



圖十一、5G 區域網路及物聯網設備 (IoT) 應用於都市農業中的農業遠距指導研究。(A) 東京都是農業面臨的挑戰；(B) 智慧眼鏡

(6) 以高氧養液水耕栽培方式提升作物品質

Hiroaki Tsutsumi 博士在 DFT 水耕栽培過程應用 micro-bubble generating system 使培養溶液具有高氧氣含量，能提升葉菜類作物的根部生長增加植株生長速度(圖十二)。

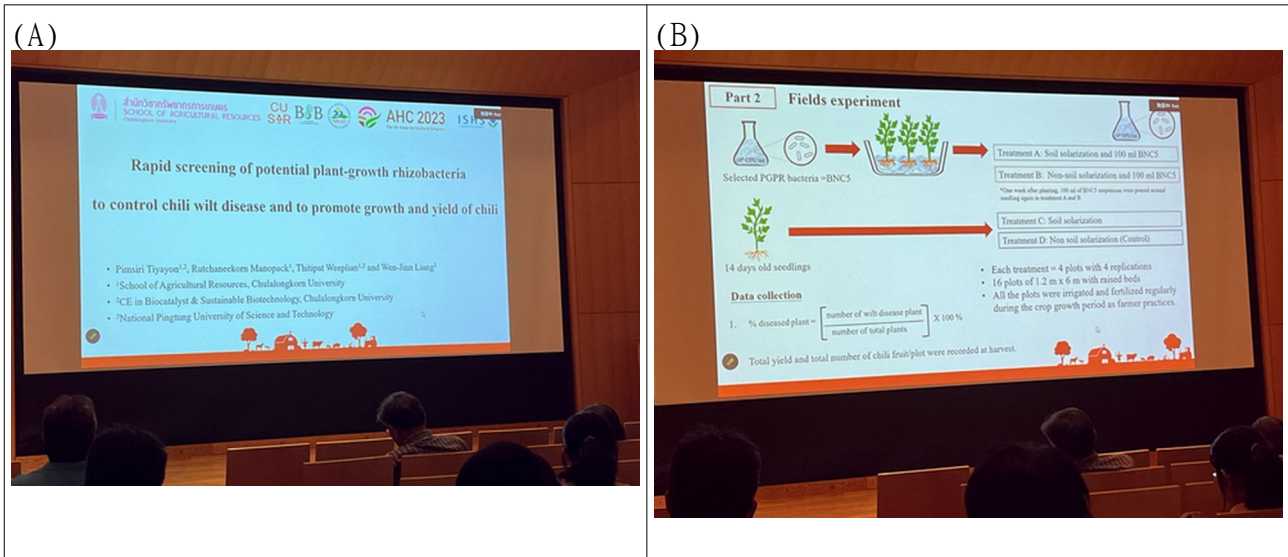


圖十二、以高氧養液水耕栽培方式提升作物品質。(A) 實驗方法；(B) 羅勒、菠菜及萵苣植株生長情形

2. 植物病蟲害

(1) 以植物促生根圈細菌防治辣椒萎凋病及促進辣椒的生長和產量

由土壤分離篩選之根圈細菌 BCN5 可抑制感染辣椒病原菌 *Fusarium* spp. 及 *Ralstonia solanacearum* 生長，且將 BCN5 微生物製劑施用於田間辣椒可促進生長及提高產量(圖十三)。



圖十三、以植物促生根圈細菌防治辣椒萎凋病及促進辣椒的生長和產量

(2) 菊花矮化類病毒(CSVd)對大理花的生長、花瓣顏色及花朵型態之影響

Shunsuke Asano 等人的研究發現，大理花品種 'Magokoro' 及 'Portlight pair beauty' 受 CSVd 感染後會導致植株矮化及鮮重降低。在花朵方面，受 CSVd 感染的花朵直徑會變小，花朵中管狀花的比例增加，且花瓣顏色轉為深粉紅及橘色。這些變化使得大理花的切花品質下降(圖十四)。

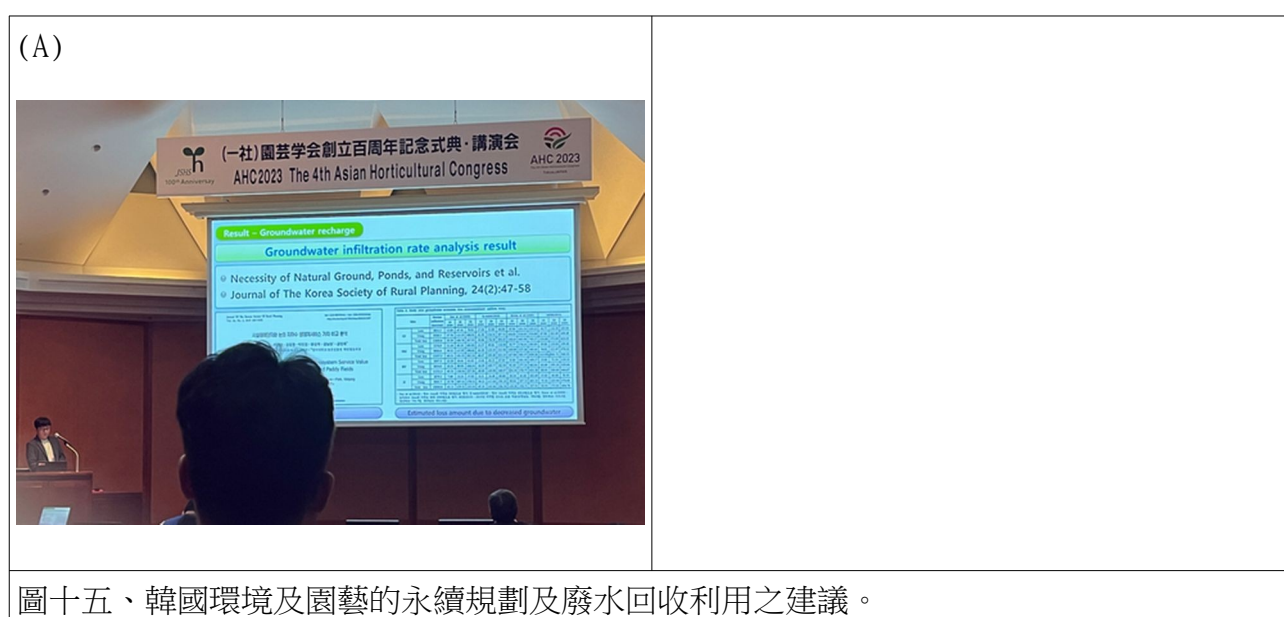


圖十四、菊花矮化類病毒影響大理花花瓣顏色及花朵型態。

3. 環境永續

韓國環境及園藝的永續規劃及廢水回收利用之建議

隨著韓國水耕栽培區域擴展，伴隨著廢水排放的環境汙染問題。韓國研究團隊針對代表作物番茄、甜椒、黃瓜和草莓之水耕廢水進行檢測，結果顯示共檢測到 24 屬真菌以及 6 屬細菌。其中幾屬微生物需進行滅菌處理，真菌有 *Fusarium* 屬、*Pythium* 屬、*Phytophthora* 屬等，而細菌有 *Agrobacterium* 屬和 *Pseudomonas* 屬。此研究可為廢水處理流程提供基礎數據，避免危害環境，實現永續農業(圖十五)。



圖十五、韓國環境及園藝的永續規劃及廢水回收利用之建議。

4. 植物基因

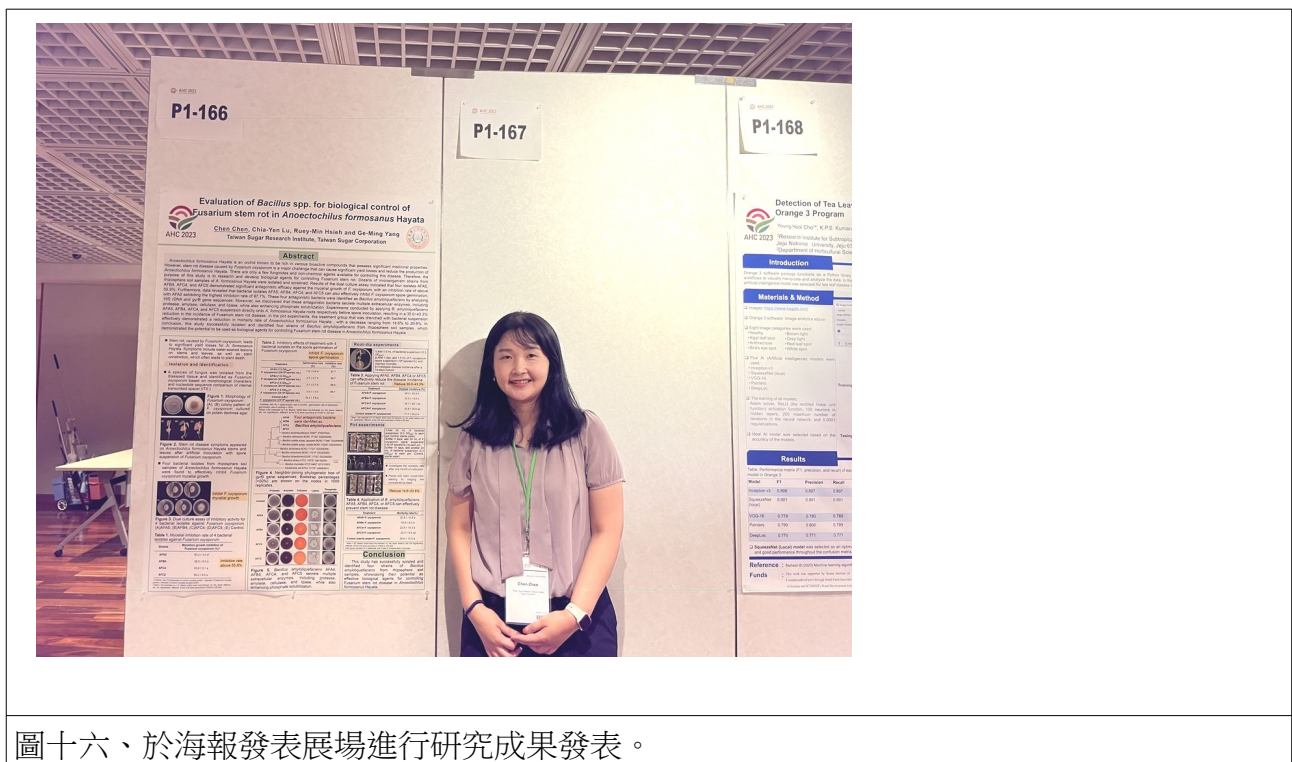
以 CRISPR 及 Target-AID 基因編輯技術生產高糖度和獨特果形的番茄

Katsuhiro Shiratake 等人以 CRISPR 及 Target-AID 基因編輯技術提高番茄果實的糖度及果型。以 CRISPR 及 Target-AID 技術 knock-out 了抑制番茄果實中可溶性糖累積基因 (S1INVINH1)，結果顯示植株生長和果實重量無受到影響，且其果糖和葡萄糖含量明顯增加，分別高出 29%和 36%。為了生產特殊果形的番茄，利用此 2 種技術 knock-out 了番茄中的細胞分裂轉錄因子基因 (S1MYB3R3)，使番茄果實形狀細長或呈花生形狀。

(六)海報論文發表 (Poster Presentation Program)

1. 發表研究成果海報論文

本人於 AHC2023 會議代表台灣糖業股份有限公司研究所發表海報論文 1 篇推廣研究成果，題目為「Evaluation of *Bacillus* spp. for biological control of *Fusarium* stem rot in *Anoectochilus formosanus* Hayata」，以液化澱粉芽孢桿菌防治由 *Fusarium oxysporum* 引起的臺灣金線連莖腐病 (圖十六)。此外，由於 AHC2023 會場各地距離較遠，主辦方要求每位作者利用 Virtual Poster Session 上傳海報供與會者線上閱讀 (圖十七)。實際會議期間使用線上海報系統閱讀過程，發現可以透過關鍵字搜尋自己有興趣的議題、縮放文字與圖表，提升閱讀便利性，亦能成為響應環保之趨勢。



圖十六、於海報發表展場進行研究成果發表。

4th Asian Horticultural Congress 2023

AHC2023

AHC2023 (28-30 August 2023 @The University of Tokyo) poster session

All rights reserved to the original owner.
Reproduction without permission is strictly prohibited.

More info: <https://ahc2023.org>

Evaluation of *Bacillus* spp. for biological control of Fusarium stem rot in *Anoectochilus formosanus* Hayata
Chen Chen, Chia-Yen Lu, Ruey-Min Hsieh and Ge-Ming Yang
Taiwan Sugar Research Institute, Taiwan Sugar Corporation

Abstract
Anoectochilus formosanus Hayata is an orchid known to be rich in various bioactive compounds that possess significant medicinal properties. However, stem rot disease caused by *Fusarium oxysporum* is a major challenge that can cause significant yield losses and reduce the production of *Anoectochilus formosanus* Hayata. There are only a few fungicides and non-chemical agents available for controlling this disease. Therefore, the purpose of this study is to research and develop biological agents for controlling *Fusarium* stem rot. The study began with the isolation and screening dozens of microorganism strains from rhizosphere soil samples of *Anoectochilus formosanus* Hayata. Subsequently, we conducted a dual-culture test to assess the antagonistic efficacy of the isolates against *F. oxysporum*. Results indicated that four isolates AFAS, AFB4, AFC4, and AFC5 demonstrated significant antagonistic efficacy against the mycelial growth of *F. oxysporum*, with an inhibition rate of above 55.9%. Furthermore, data revealed that bacterial isolates AFAS, AFB4, AFC4, and AFC5 can also effectively inhibit *F. oxysporum* spore germination, with AFC5 exhibiting the highest inhibition rate of 87.7%. These four antagonistic bacteria were identified as *Bacillus amyloliquefaciens* by employing 16S rDNA and *gfp* gene sequences. Moreover, we discovered that these antagonistic bacteria secrete multiple extracellular enzymes, including protease, amylase, cellulase, and lipase, while also enhancing phosphate solubilization. Experiments conducted by applying *B. amyloliquefaciens* AFAS, AFB4, AFC4, and AFC5 suspensions directly onto *A. formosanus* Hayata roots respectively before spore inoculation, resulting in a 35–43.3% reduction in the incidence of Fusarium stem rot disease. In the pot experiment, the treatment group that was inoculated with bacterial suspensions effectively demonstrated a reduction in mortality rate of *Anoectochilus formosanus* Hayata with a decrease ranging from 14.6% to 25.0%. In conclusion, this study successfully isolated and identified four strains of *Bacillus amyloliquefaciens* from rhizosphere soil samples, which demonstrated the potential to be used as biological agents for controlling Fusarium stem rot disease in *Anoectochilus formosanus* Hayata.

Isolation and identification
A species of fungus was isolated from the rhizosphere soil and identified as *Fusarium oxysporum* based on morphological characters and molecular sequence comparison of internal transcribed spacer (ITS) region.

In vitro experiments
Dual-culture test results showed that AFAS, AFB4, AFC4, and AFC5 significantly inhibited the mycelial growth of *F. oxysporum* on agar plates. The inhibition rate was 55.9% for AFAS, 55.9% for AFB4, 55.9% for AFC4, and 55.9% for AFC5.

In vivo experiments
The incidence of Fusarium stem rot disease was significantly reduced in plants treated with bacterial suspensions compared to the control group. The reduction rate was 14.6% for AFAS, 14.6% for AFB4, 14.6% for AFC4, and 25.0% for AFC5.

Conclusion
This study has isolated and identified four strains of *Bacillus amyloliquefaciens* from rhizosphere soil samples, which demonstrated the potential to be used as biological agents for controlling Fusarium stem rot disease in *Anoectochilus formosanus* Hayata.

P1-166 Evaluation of *Bacillus* spp. for biological control of Fusarium stem rot in *Anoectochilus formosanus* Hayata
Chen Chen, Chia-Yen Lu, Ruey-Min Hsieh, Ge-Ming Yang

Abstract
Anoectochilus formosanus Hayata is an orchid known to be rich in various bioactive compounds that possess significant medicinal properties. However, stem rot disease caused by *Fusarium oxysporum* is a major challenge that can cause significant yield losses and reduce the production of *Anoectochilus formosanus* Hayata. Only a few fungicides and non-chemical agents are available for controlling this disease. Therefore, the purpose of this study is to research and develop biological agents for controlling *Fusarium* stem rot. The study began with the isolation and screening dozens of microorganism strains from rhizosphere soil samples of *Anoectochilus formosanus* Hayata. Subsequently, we conducted a dual-culture test to assess the antagonistic efficacy of the isolates against *F. oxysporum*. Results indicated that four isolates AFAS, AFB4, AFC4, and AFC5 demonstrated significant antagonistic efficacy against the mycelial growth of *F. oxysporum*, with an inhibition rate of above 55.9%. Furthermore, we discovered that these antagonistic bacteria secrete multiple extracellular enzymes, including protease, amylase, cellulase, and lipase, while also enhancing phosphate solubilization. These four antagonistic bacteria were identified as *Bacillus amyloliquefaciens* by 16S rDNA sequence analysis. Additionally, the data revealed that *Bacillus amyloliquefaciens* AFAS, AFB4, AFC4, and AFC5 inhibited the germination of *F. oxysporum* spores, with AFAS demonstrating the highest inhibition rate at 97.7%. Furthermore, we applied *Bacillus amyloliquefaciens* AFAS, AFB4, AFC4, and AFC5 bacterial suspensions respectively onto *Anoectochilus formosanus* Hayata plants, followed by inoculation with *F. oxysporum* spores. The results showed that the incidence of Fusarium stem rot disease can be reduced by 35.0–43.3% in the treatment with the bacterial suspension. In conclusion, this study successfully isolated and identified four strains of *Bacillus amyloliquefaciens* from rhizosphere soil samples, which demonstrated the potential to be used as biological agents for controlling Fusarium stem rot disease in *Anoectochilus formosanus* Hayata.

Presented by
Chen Chen +808557@taisugar.com.tw

Institution
Taiwan Sugar Research Institute, Taiwan Sugar Corporation

Keywords
Anoectochilus formosanus Hayata, *Fusarium oxysporum*, *Bacillus amyloliquefaciens*, biological control

圖十七、線上發表海報論文發表。

2. 觀摩其他研究者的海報論文展示

本次會議共有 345 篇海報展示，領域涵蓋植物生理學、植物育種、生物化學、分子生物學、作物生產品質調控、作物採後處理、土壤肥料、植物病理與微生物、智慧農業精準生產、農業經濟以及環境永續等。因應本所後續農業研發主題之規劃，本次與會以**智慧農業、韌性農業和循環農業**研發相關主題作為收錄重點。

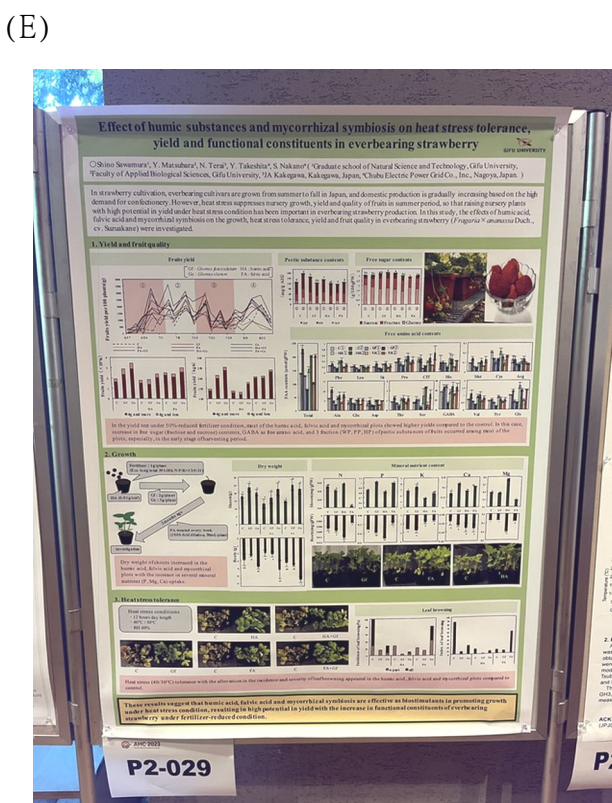
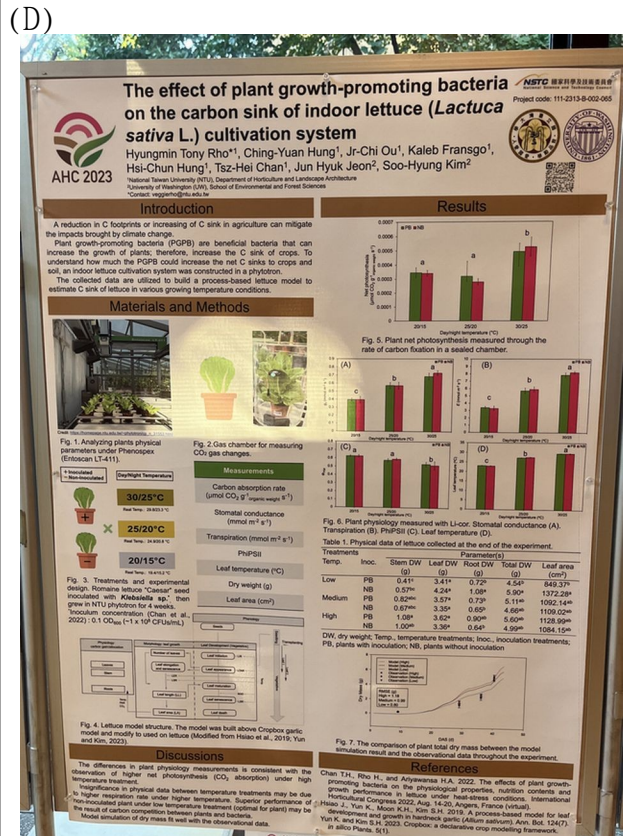
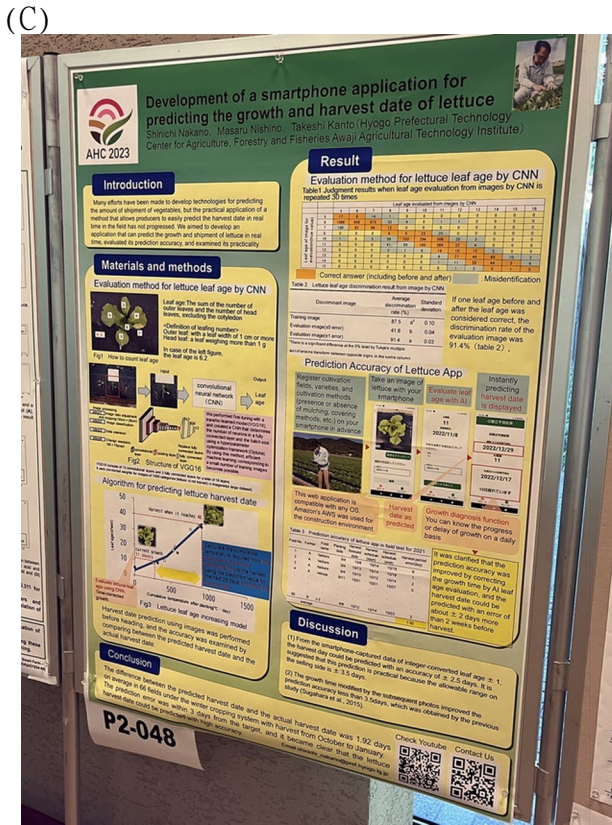
(1) Shinichi Nakano 博士等人開發了一款智慧型手機應用程式可預測萵苣的生長和收穫日期，幫助農民提前安排收穫作業。研究過程他們以 CNN (Convolutional Neural Network, 卷積神經網路) 的人工智慧分析法，對不同生長階段、品種的萵苣葉子的照片進行訓練，經過持續 3 年的樣本收集與訓練，建立每種萵苣品種的葉片老化模型。此款應用程式藉由附加相機拍攝即時植株照片及透過拍攝照片位置的經緯度可自動獲得前幾天的天氣資料，兩者搭配可預測萵苣的生長和收穫日期。經實際於 66 個萵苣田間試驗結果，其預測的平均收穫日期與實際日期相差 1.92 天，預測誤差在 3 天以內，顯示預測具有準確性 (圖十八(C))，為智慧農業領域之實用技術。

(2) 國立臺灣大學與美國華盛頓大學的研究團隊以植物生長促進細菌 (PGPB) 具有促進植物

生長之功能，進而可能增加作物的碳匯為概念，探討 PGPB 對萵苣室內栽培系統之碳匯的影響，期望增加農業中的碳匯以減緩氣候變化帶來的影響。研究結果顯示，在高溫環境 (30/25°C) 下接種 PGPB 的萵苣提升了室內 CO₂ 的減少量，但在中溫 (25/20°C) 下無顯著效果，後續 PGPB 對萵苣的固碳效應仍需進一步研究 (圖十八(D))。

(3) 受氣候變遷影響，日本夏季期間的高溫抑制連續採收型草莓 (everbearing cultivars) 幼苗生長，導致草莓產量及品質降低。日本岐阜大學 Shino Sawamura 等人研究發現施用腐植酸 (humic acid)、黃酸物質 (fulvic acid) 與菌根真菌後可增加草莓幼苗乾重，且提升植株耐熱性，降低因高溫 (40/30°C) 而引起之葉片褐化現象。除此之外，草莓植株經腐植酸、黃酸物質與菌根真菌處理後果實內成分果糖、蔗糖、果膠物質含量均增加。綜合以上結果，在高溫條件下，腐植酸、黃酸物質和菌根真菌可作為生物刺激素，促進生長並增加耐逆境能力 (圖十八(E))。





圖十八、AHC2023 海報論文展示。(A)、(B)海報論文展示會場；(C)智慧農業主題海報；(D)循環農業主題海報；(E)韌性農業主題海報。

(七)參訪行程

於 8 月 31 日參加 AHC2023 會議特別安排的參訪行程至豐洲市場蔬果大樓 (Toyosu Market: Fruits & Vegetables)、明治大學黑川農場 (Meiji University Kurokawa Field Science Center) 以及玉川大學的 Future Sci Tech Lab (Tamagawa University Future Sci Tech Lab) 進行知識與技術學習。

1. 豐洲市場

由於生產者、零售商與顧客需求日益增加，2018 年 10 月築地內市場（批發市場）搬遷至東京灣填海而成的海埔新生地豐洲(圖十九(A)、十九(B))。主辦單位為我們安排導覽員介紹市場營運、環境及設施(圖十九(C))，配合環境保育因素市場建築栽種許多綠色植物，並且屋頂覆蓋太陽能發電設施(圖十九(D))。豐洲市場主要建築有 3 棟，分別是「水產批發賣場樓棟」、「果蔬樓棟」和「水產仲介批發賣場樓棟」，本次以參觀「果蔬樓棟」為主(圖十九(E)、(F)、(G))。內部參觀通道旁的柱子按照每個月當季蔬菜、水果，使用不同的顏色進行劃分，而其所對應的通道區域也會以相同顏色標示，別有一番巧思 (圖十九(H))。在市場內部可以看到數台電動搬運車穿梭，由於車輛是充電運作，無廢氣排放相當環保(圖十九(I)、(J))。豐洲市場是日本第一座封閉型溫控現代化批發市場，有效管理環境溫度及衛生，採用自動立體低溫倉庫全場恆溫管理，維持蔬果鮮度及品質，水果和蔬菜經垂直起降機械式設備運送到上層的低溫處理設施，符合自動化之現代趨勢(圖十九(K)、(L)、(M))。

被譽為東京人的廚房的豐洲市場，其蔬果特色為(1)優先取得當季食材與全年溫定供應(2)高品質(3)與產地結合，增加作物產量，增加蔬果普及度(4)與產地合作，將進口蔬菜國產化。我們也在販賣區發現許多新鮮高品質之在地、臺灣少見之蔬果，如銀杏、赤南瓜、迷你南瓜及松茸等(圖十九(N)、(O)、(P)、(Q))。



(C)



(D)



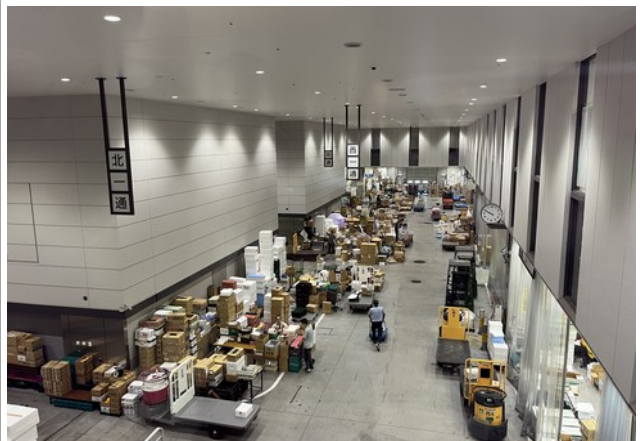
(E)



(F)



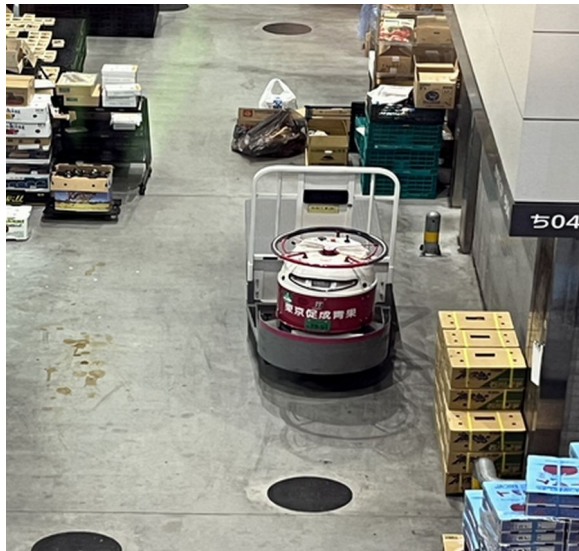
(G)



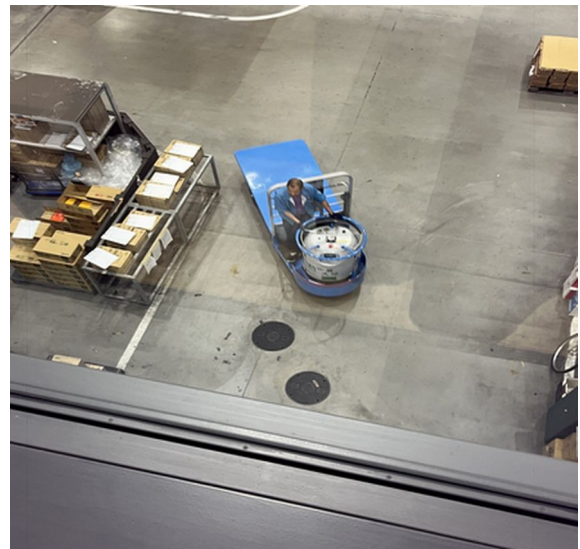
(H)



(I)



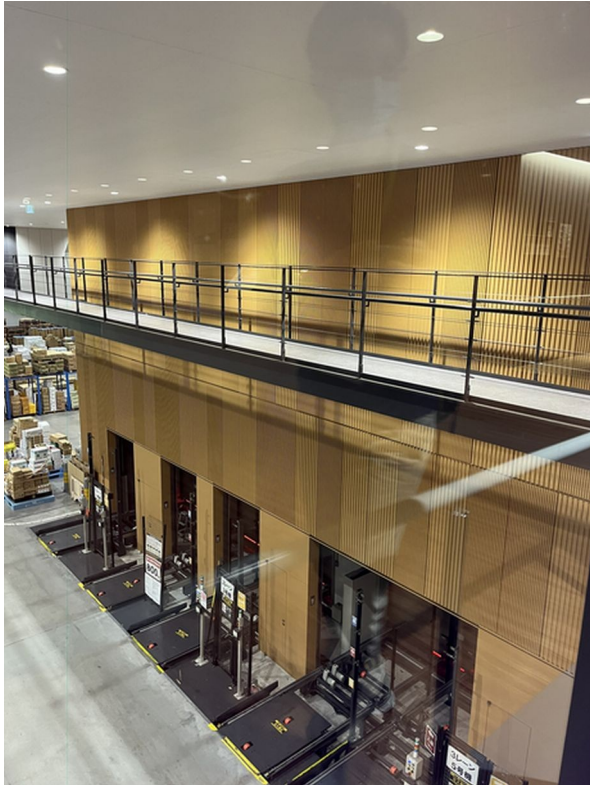
(J)



(K)



(L)



(M)



(N)



(O)





圖十九、豐洲市場外部設施。(A)沿途風光;(B)豐洲市場外觀;(C)導覽員;(D)市場建築綠色植栽;(E)豐洲市場地圖;(F)、(G)果蔬樓棟;(H)不同月份當季水果以不同顏色區分;(I)、(J)市場內電動搬運車;(K)、(L)、(M)自動立體低溫倉庫;(N)~(Q)新鮮蔬果

2. 明治大學黑川農場(Kurokawa Field Science Center)

明治大學黑川農場 2012 年於神奈川縣川崎市的黑川地區成立，是一個以與環境、自然和當地社區共存為理念的農業研究農場，設計充分利用了黑川地區的自然條件，擁有先進的高效栽培技術以及有機農業等環保系統。其目標是透過當地社區和大學之間的合作建立一個多功能城市農場，包含提供大學生農業實習與實驗場域、研究新的栽培方法以及各種蔬菜和農作物之新品種育成以及舉辦農業課程。在導覽開始前每個人獲得介紹資料以及可愛包裝的毛巾，據說是因為天氣太熱了，所以貼心的發放毛巾供擦汗(圖二十(A)、(B))!

(1) 有機田區

Yasunaga Iwasaki 博士介紹了黑川農場的有機田區，該區已經有 10 年未使用任何化學肥料或合成農藥，而僅採用有機肥料和天然農藥進行栽培管理。這個區域主要供非研究型的在地種植者及市民農業課程使用，希望透過回流教育(Recurrent Education)向民眾推廣有機農業的概念及管理方式(圖二十(C)、(D))。

(2) 自然農法

不同農民對“自然”有不同的定義，因此自然農法並沒有既定的栽培技術，黑川農場所採用的自然農法為不使用農藥及肥料(化學或是有機的都不使用)，且不耕田也不除草，順其自然地種植農作物，因此我們在現場可以看到雜草與高粱、燕麥、黑麥及長柔毛野碗豆

(hairy vetch)等作物相鄰(圖二十(E)、(F))。Yasunaga Iwasaki 博士表示雖然這種自然的耕作方式不一定符合社會的需求，但重要的是需要警惕農業行為正在對環境造成傷害，所以需要回歸自然。

(3)學生實習研究場所、市民農園

黑山農場為學生農業實習場域，研究生可以在此進行研究試驗，更具有對外開放的市民農(圖二十(G)、(H))。

(4)水耕設施

除了戶外田區之外，黑川農場也具有多座溫室，本次參觀栽培水耕蔬菜的溫室，為了環境管理進入溫室前需更換專用拖鞋(圖二十(J))。採 NFT 水耕系統栽培菠菜，並使用「Napperland」系統使植株根部又足夠氧氣量，提升產量並穩定生產。除了控管育苗、水耕液成分、pH 值之外，Yasunaga Iwasaki 博士談到春季和夏季時需維持溫室良好的通風，而 5~10 月時需設置遮陰網。關於病蟲害管理以不使用農藥為原則，於栽培結束後會以加熱至 60°C 的養液循環進行清潔。這裡栽培的水耕蔬菜為可販售的，每年的銷售額約為 14 萬美元(圖二十(I)~(N))。

(5)植物工廠

採人工光源封閉式蔬菜育苗生產系統 NAE Terrace™，透過自動化控制植物栽培溫度、光照、水分及二氧化碳，簡單種植出高品質的苗株(圖二十(O))。

(6)水熱分解裝置(hydrothermal decomposition)

明治大學為了將有機廢棄物轉化為實際應用規模的液肥，在黑川農場設置水熱分解裝置，此設備將高溫高壓鍋爐中的水蒸氣引入分解槽中進行水熱分解。黑川農場應用此設備將蔬菜下腳料轉化為液肥，以實現農業廢棄物的有效利用(圖二十(P)、(Q))。圖二十(R)中 Hajime Takeda 副教授展示手上拿的就是用花椰菜的廢棄葉部和莖部製成的液肥。農場的一般蔬菜下腳料在 170°C 的溫度下經機器處理 30 分鐘可轉化成液肥，若是纖維比較多的蔬菜則需提高溫度至 200°C 較適合。可作為都市地區有機廢棄物利用且不造成環境汙染的新方法。

(7)「Tamagawa pear」果園

走出黑川農場園區後來到當地的「Tamagawa pear」果園，果園採棚架梨的栽種方式，特色是將所有主枝和側枝都固定在鋼絲上形成單一層樹冠，具通風和光線充足之優點因此結果穩定，樹冠底下的空間也有利於人力及機器作業(圖二十(S)、(T))。

(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)



(G)



(H)



(I)



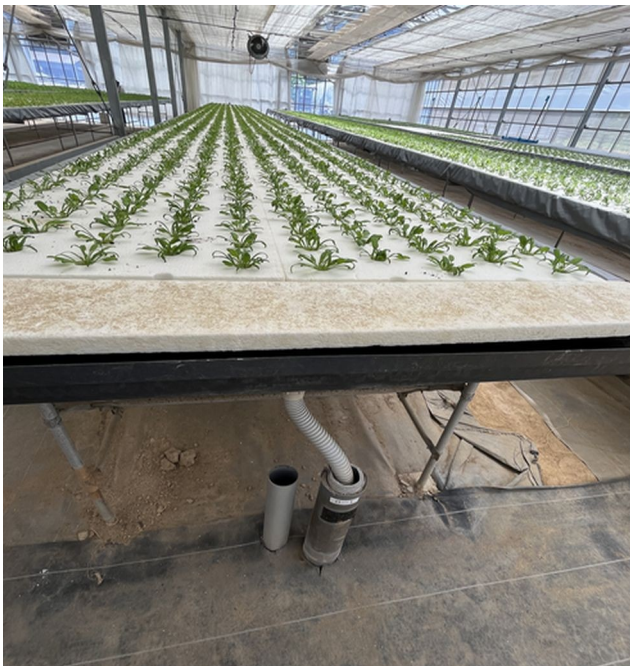
(J)



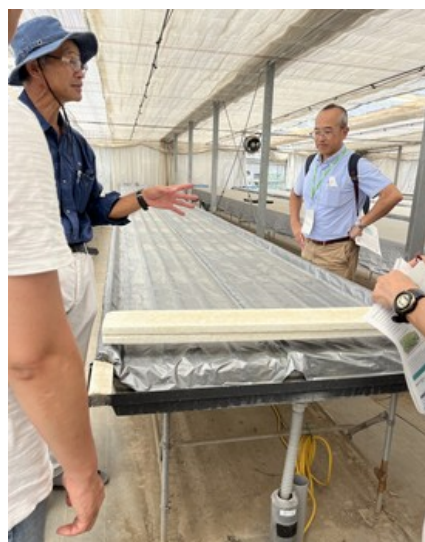
(K)



(L)



(M)



(N)



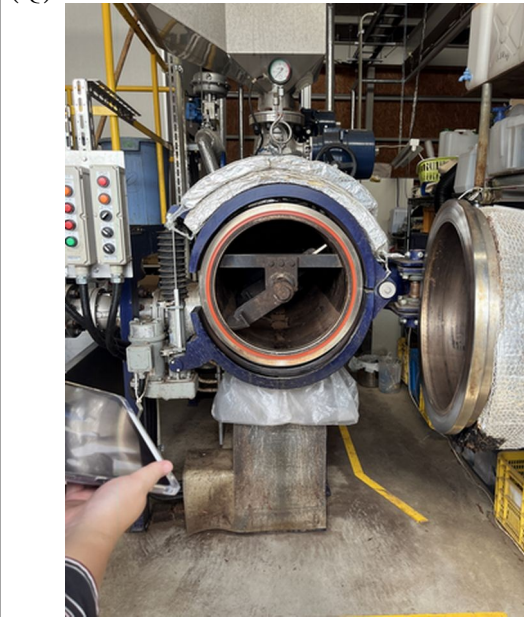
(O)



(P)



(Q)



(R)



(S)



(T)

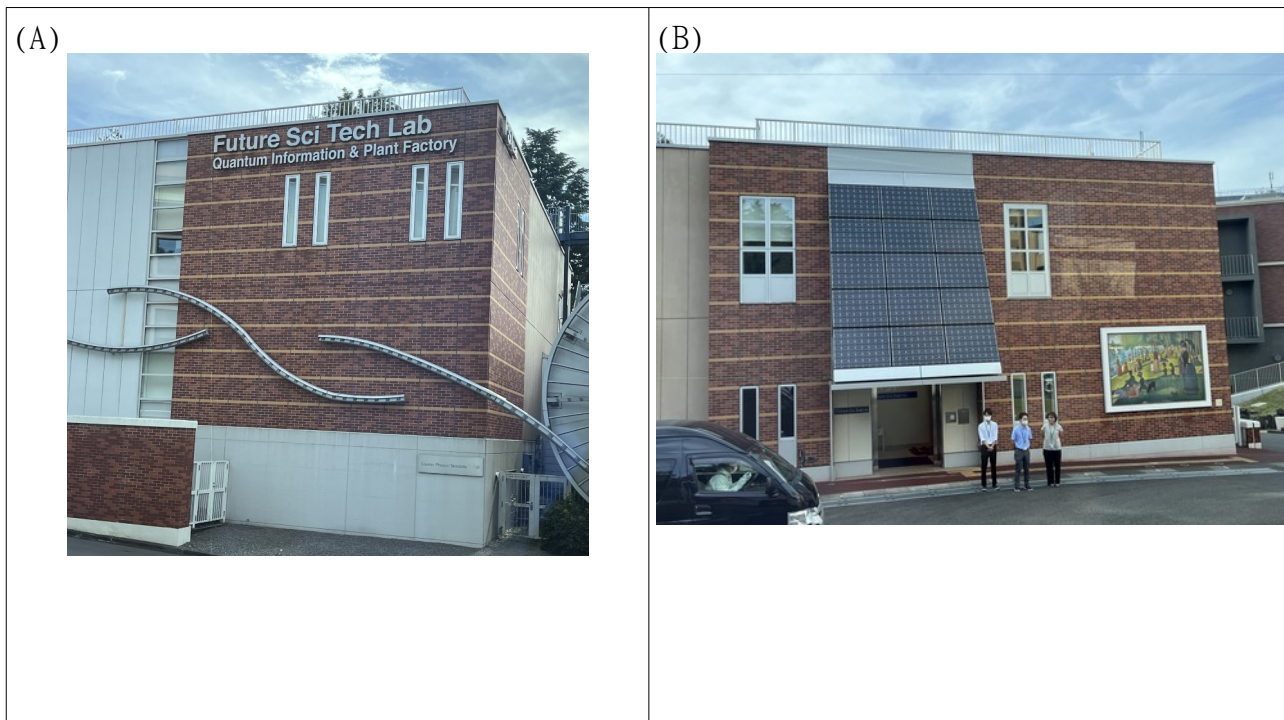


圖二十、(A)黑川農場建築外觀；(B)黑川農場簡介；(C)、(D)有機田區；(E)、(F)自然農法；(G)學生實習研究田區與自然農園；(I)~(N)水耕溫室及設施；(O)植物工廠；(P)、(Q)水熱分解裝置；(R)花椰菜下腳料液肥；(S)Tamagawa pear；(T) Tamagawa pear 果園

3. 玉川大學 Future Sci Tech Lab

玉川大學為位於東京都町市，本次參觀的 Future Sci Tech Lab 主要包含植物工廠實驗室以及太空農場實驗室。進入前需換上專門的室內拖鞋維持環境整潔，Keiko Ohashi-Kaneko 教授談到植物工廠無論天氣如何都能有效率、穩定地生產農作物，是面對未來全球糧食短缺時不可或缺的新型農業技術。Future Sci Tech Lab 的植物工廠以人工光源生產高品質的作物，主要研究對象包含葉菜類蔬菜、草莓、番茄、藥用植物以及基因改良植物，研究包含以不同 LED 光質調節植物生長以及提升機能性成分等。2013 年，透過與西松建設集團簽訂的產學合作協議，成立科技農場 LED Farm®，與未來科技實驗室一起，建立了校園內「研究」和「生產」合作的系統。產學合作開創蔬菜品牌「夢菜(yumesai)」，販售在溫度、濕度、光線和水嚴格控制的植物工廠生產的萵苣、皺葉萵苣等 7 種蔬菜，這些蔬菜具有保鮮時間長、不使用農藥、全年穩定供應等三大特色且通過 ASIAGAP 食品安全認證，主要通路為超商、餐廳及公司行號等。除此之外，生產過程的品質不佳蔬菜葉片等農業廢棄物會做成堆肥或是動物飼料，減少廢棄物的產生達環保目標(圖二十一(A)~(N))。

Future Sci Tech Lab 的另一個主要設施為太空農場實驗室，研究太空中的糧食生產系統，主要方向是研究全封閉、全水耕的食用馬鈴薯人工栽培系統，並使用 LED 光源在具有模擬零重力和低壓環境的設備進行栽培研究，旨在達成在太空栽培作物的成果。然而關於植物的重力敏感性，尚有很多不了解的地方，持續瞭解植物如何在生理上感知重力的研究具有重要意義(圖二十一(O)、(P))。



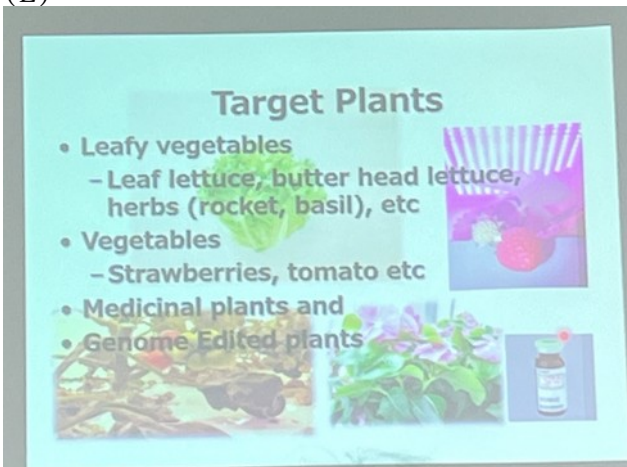
(C)



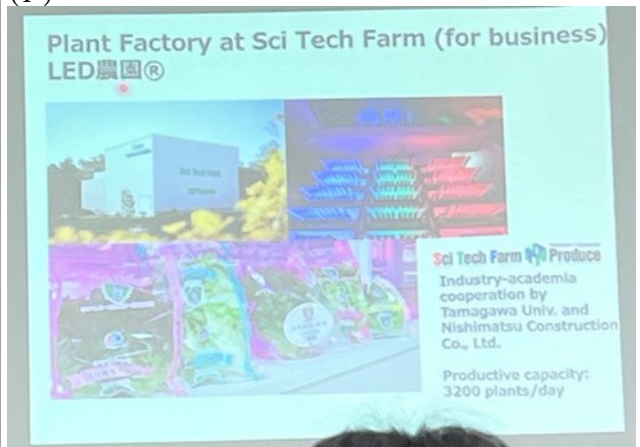
(D)



(E)



(F)



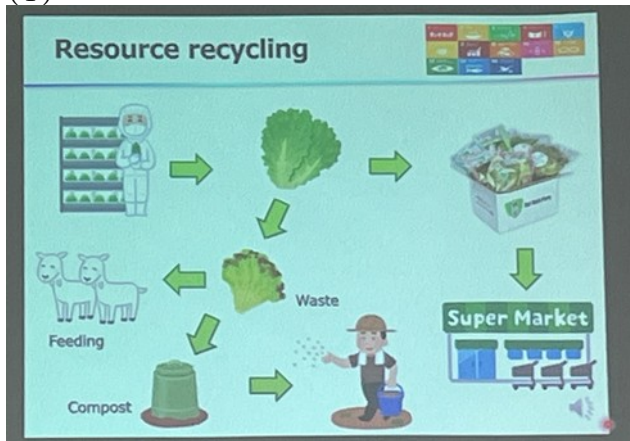
(G)



(H)



(I)



(J)



(K)



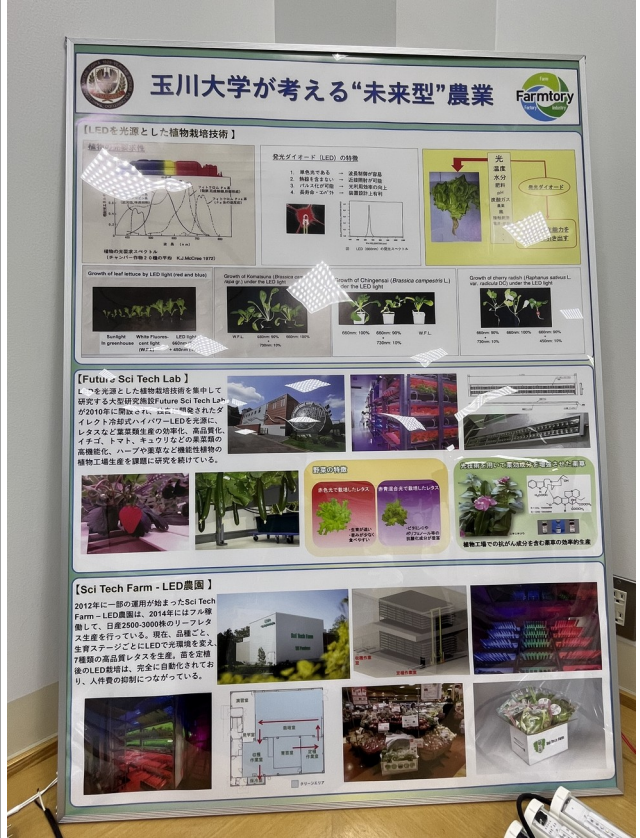
(L)



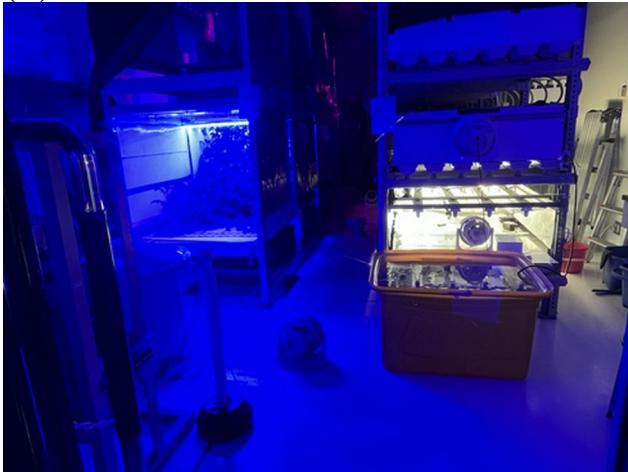
(M)



(N)



(O)



(P)



圖二十一、(A)、(B)建築外觀；(C)更換拖鞋；(D)~(I)簡報介紹；(J)~(M)設施介紹；(N)海報介紹；(O)、(P)太空實驗室

四、心得與建議

赴日本東京參加本屆 AHC2023 為寶貴且收穫良多的一趟學術洗禮，希望能提供對本會議有興趣或是同樣在相關領域努力的各位同仁參考。本次參與會議包含三項主要目的，其一為出席研討會發表台灣糖業股份有限公司研究所 112 年度以液化澱粉芽孢桿菌防治臺灣金線連莖腐病研究成果「Evaluation of *Bacillus* spp. for biological control of *Fusarium* stem rot in *Anoectochilus formosanus* Hayata」，其二為與會聆聽植物育種、生物技術、土壤肥料、作物生產品質調控、植物病理與微生物、智慧農業及環境永續相關的研究內容發表，其三為參加實地技術參訪至豐洲市場、明治大學黑川農場及玉川大學 Future Sci Tech Lab 學習技術經驗。此屆大會共有約 800 位來自世界各地的學研界及企業界人士參加，雖然發表內容以學研界人士為主，但仍有不少研究結果具有實際應用性，本次參與的每場會議討論都相當熱絡，讓人感受與會者的研究熱忱，雖然有時語言不是表達的非常流利，大家仍然以積極的態度進行討論，即便報告者結束演講後台下沒有觀眾提問，主持人仍會準備幾個問題發問，我認為這是種相當尊重報告者的安排模式。很感謝有機會能夠參與此學術盛會，除了腦中滿滿的知識收穫之外，會議期間沉浸在與會者們追求新知的氛圍裡，內心是相當澎湃和感動，唯一比較可惜的是會議議程較緊湊，當有興趣的研究發表時段衝突時，只能在其中做取捨了。

我將這次與會的心得與建議分為**環保及永續、智慧農業、作物穩定生產、業界與學研界間合作**以及**增加國際交流機會** 5 個部分。

(一)環保及永續

透過參訪行程，觀察到日本相當重視環境教育，並具體實踐環保及永續的觀念，值得我們學習。

1.環保建築設施

豐洲市場種植大量綠色植栽，以增進建築的隔熱性能降低空調系統的用電量，同時促進環境綠化，並採用太陽能發電設施降低碳排放量。玉川大學 Future Sci Tech Lab 建築利用太陽能發電供應內部電力，外牆採用再生、不釋放揮發性有機化合物(VOC)之建築材料，內部採用節能感應燈以節約能耗，並在建築走廊內使用 LED 照明設備以減少二氧化碳排放量。

台糖公司以「沙崙智慧綠能循環住宅園區」實踐永續環境的理念，若能持續在公司未來建築新建、整建或土地利用中導入環境友善與資源有效運用的理念，將展現台糖公司在經濟發展及環境永續中追求平衡的用心，亦為地球環保、減少溫室氣體排放及永續發展善盡企業社會責任，並作為向民眾宣導環境保育的教材，甚至對提升臺灣國際能見度有所助益。

2. 農業永續

黑川農場的有機田區、自然農法區維護生態及環境的平衡，並遵循自然資源循環及土地永續利用，在技術研發方面利用水熱分解設備將蔬菜下腳料轉化為液肥，以實現農業廢棄物的有效利用，減少都市地區有機廢棄物及降低環境汙染。台糖研究所配合東海豐農業循環園區沼氣中心的試運轉，於 109 及 110 年度執行沼渣有機質肥料計畫，開發適合當地大宗作物需求之沼渣有機質肥料。此外，台糖公司利用糖廠製糖副產品蔗渣加上糖蜜，經充分醱酵腐熟製成蔗渣有機肥，提供農友使用於耕種農地，改善土壤理化性及生物性之功效，有助於土壤地力維持及作物生長。台糖公司秉持企業的社會責任，期望達永續發展之目標。AHC2023 有幾篇研究應用有益微生物促進植物生長，微生物肥料具增進作物生長並改善土壤微生物相之優點，可作為未來研究方向及環境永續的思考議題。

3. 觀念教育的重要性

台糖公司具有豐富的文化及環境資源，更有許多休憩相關事業，在尖山埤環境學習中心有環境教育認證課程教授生態環境及糖業環教課程，溪湖糖廠與橋頭糖廠也取得環境教育場所認證，落實環境教育向下紮根，若能舉辦更多不同類型的活動供民眾參加可以幫助民眾更認識環境、文化、永續理念及台糖公司，同時有助於提升公司形象。

(二) 智慧農業

本屆 AHC2023 讓我最驚豔的部分是智慧農業的相關研究，其中又以日本及韓國的發表數量占大宗。研究透過影像辨識、環境感測與生物感測系統收集大量數據資料，再利用機器學習和深度學習方法建立預測模型，以供預測植物生長、產量等應用。日本為了因應農業勞動人口減少問題，積極研發「專家系統」幫助想從事從業的初學者能快速成功栽培出品質優良的作物。日本溫室裡全景相機和移動式相機觀察作物生長情況，而人員可透過智慧眼鏡調查作物的生長狀況，還能將看到的影像即時傳輸給農業專家尋求針對性指導，另一個研究團隊透過 E-Textile 數據手套收集經驗豐富的農民採收時手部觸覺壓力數據，建立收獲桃子技術的學習系統。韓國的研究團隊收集植物生長和冠層光合作用的數據建立 3D 植物模型，以應用於垂直農業中之光利用率，提升作物品質。與這兩個國家相比，臺灣在智慧農業的進展創新較少，臺灣在資通訊及工程領域為世界的佼佼者，然而資工程背景的人才對農業知識仍不足，導致產學知識落差大，難以吸引專業人才至智慧農業領域發展，希望相關單位能延攬各界專家學者，開設相關課程培養農業和資訊產業雙向溝通的人才，提升我國智慧農業領域發展。

(三)作物穩定生產

全球氣候變遷對農業的生產及發展造成影響，作物的穩定生產成為了農業科學研究的重要範疇。植物工廠內的溫度、水分、二氧化碳含量及光照受到控制，不易受氣候變遷影響有效率、穩定地生產農作物，是面對未來全球糧食短缺時不可或缺的新型農業技術。AHC2023 會議研究報告中談到植物工廠以人工光源生產高品質的作物，以及利用不同 LED 光質調節植物生長以及提升機能性成分等，能夠在資源運用上更有效率、提供穩定且高品質的作物。韌性農業系統為面臨氣候變化(如乾旱缺水)時，仍能夠儘速的克服逆境或災害造成的損害並回復適度的產能之農業系統。「植物育種」為美國佛蒙特州大學的永續農業中心提出關於韌性農業系統涵蓋的主題之一，可運用傳統育種或是分子標誌輔助育種選育新品種提升作物對於生物逆境(如：病蟲害)與非生物逆境(如：溫度、乾旱)的抗性。這兩方面的研究應積極研發並落實於產業，以提高農業生產體系之韌性，穩定作物生產。

(四)業界與學研界間相互合作

觀察本屆會議日本、韓國發表者的研究介紹中現他們的研究團隊通常由不同學術和技術領域的成員組成，具不同專業、技術的學研單位建立合作模式能加速研究進展，並提供學術界實現創新突破的機會，我認為可作為往後台糖公司計畫執行之參考。此外，玉川大學 Future Sci Tech Lab 和西松建設集團的合作在植物工廠蔬菜生產方面獲得效益，成為業界和學術界合作的一個成功案例。透過相關單位提供合作平台，增加業界與學研界的合作機會，能進一步促進產業的提升和創新，共同創造更多的價值。同時，這種合作模式也有助於研究者保持熱忱。

(五)增加國際交流機會

雖然平時也具閱讀各國研究文獻的習慣，但透過參與國際研討會能有效率且大量的收集國際的研究成果以及趨勢，獲得許多關於研究計畫方向及執行層面的新想法。特別是透過研討會參訪了許多平時無法參觀的研究場所，讓我們對日本的研究設施、經驗及技術有了更進一步的了解及學習，可說是十分寶貴的經驗。藉由經費的支持與投入，希望我國農業科研的人才能有更多的機會參與國際的交流活動，有助於培育我國農業科學研究人員。