

出國報告(出國類別:考察)

112 年度科發基金「農漁業技術優先與擴散
(NSTC112-3111-Y-067E-001)」補助計畫

「設施葉菜技術擴散模式」

服務機關：農業部桃園區農業改良場

姓名職稱：林禎祥 助理研究員

派赴國家：日本

出國期間：112 年 10 月 10 日 至 10 月 16 日

報告日期：113 年 2 月

目 錄

壹、摘要.....	2
貳、目的.....	3
參、人員及考察行程.....	4
肆、考察內容	
1. 日本 2023 AGRI WEEK 農業資材展.....	5
2. FarmDo 集團太陽能農場(solar farm) ファームクラブ中里農場....	15
3. 日本渡邊公司(SEDIAS Co.)羽生農場(株式会社げんき農場).....	16
4. 埼玉縣農業大學.....	21
5. Gringrin 水耕栽培農場.....	24
6. 豬苗代道之驛及農產品末端通路.....	27
伍、考察心得與建議.....	30

壹、摘要

田間管理勞力缺乏及葉菜產量、品質易受環境變動而不穩定，為設施葉菜產業普遍面臨的問題，由於葉菜種類多元，業者經營模式變化快速，新技術的導入應以種植到收穫、生產到銷售的概念進行技術間的整合，方能收技術擴散效益。本計畫於 112 年 10 月 10 日至 10 月 16 日參訪日本東京 2023 AGRI WEEK TOKYO 農業畜牧展覽會，瞭解省工機具、植物工廠及智慧農業管理系統新技術，並與埼玉縣渡邊工業株式會社試驗農場、群馬縣農都 (Farmdo) 控股有限公司及 Gringrin 水耕栽培農場等業者交流 ICT (Information and communication technology) 與 IoT (Internet of things) 等環境控制系統及生產相關新技術、設備、資材、品種如何進行資源整合並應用於溫室生產。考察期間並拜訪埼玉縣農業大學，瞭解農業技術透過短期農業人才培訓落地應用過程，豬苗代道之驛農產品終端銷售形式等，以作為輔導國內設施葉菜產業轉型之參考。

關鍵字：智慧農業、資源整合、技術擴散

貳、目的

日本農耕環境與台灣類似，且同樣面臨人口老化及勞力缺乏問題。又，設施蔬菜為集約化模式生產，獲取單位面積的最大產能為生產目標，因此日本農林水產省 2015 制定《糧食・農業・農村基本計畫》，以「智慧農業」、「友善環境」、「生物經濟」等三大主軸，擬定研究開發方向，經多年的科技發展，設施蔬菜生產之省工機具、智慧農業系統開發及溫室生產體系建立等資訊豐富，爰前往日本進行考察與資料蒐集，作為國內設施葉蔬菜技術擴散模式策略建立之參考，以協助產業轉型及永續發展。

參、人員及考察行程

本次考察行程出訪成員包括報告撰寫人、台灣農業設施協會艾群理事長、農業部農糧署傅立忠專門委員、台南區農業改良場鍾瑞永科長、台灣大學陳世銘教授、嘉義大學陳政男教授及彰化縣政府農業處邱奕志處長等 23 位產、官、學、研專家學者隨團一同考察，行程自 112 年 10 月 10 日 至 10 月 16 日，共計 7 日。

表 1.參訪/考察行程

日期	行程摘要
10 月 10 日 (二)	桃園機場搭機(桃園機場 → 成田機場)
10 月 11 日 (三)	參訪日本 2023 AGRI WEEK 農業資材展
10 月 12 日 (四)	參訪太陽能農場(solar farm) ファームクラブ中里農場 埼玉農業大學
10 月 13 日 (五)	參訪渡邊元氣農場 Gringrin 水耕栽培農場
10 月 14 日 (六)	參訪農產品行銷市集-豬苗代道之驛
10 月 15 日 (日)	考察農產品末端通路
10 月 16 日 (一)	回程返國(成田機場 → 桃園機場)

肆、考察內容

1. 日本 2023 AGRI WEEK 農業資材展

10月10日由桃園國際機場第二航站搭乘長榮航空班機前往日本，參觀10月11日至13日於東京千葉縣幕張國際展覽中心（Makuhari Messe），舉辦之AGRI WEEK 2023展覽，在當地時間13:15抵達東京成田機場，當日入住幕張新大谷飯店住宿處，該飯店距離幕張國際展覽中心僅有500公尺。10月11日上午10點左右進入展覽中心(圖 1-1)，入場時將名片送入掃描機後，印製入場名牌(圖 1-2)，這次AGRI WEEK 2023展覽總計有台灣、美國等二十幾個國家參加展覽。

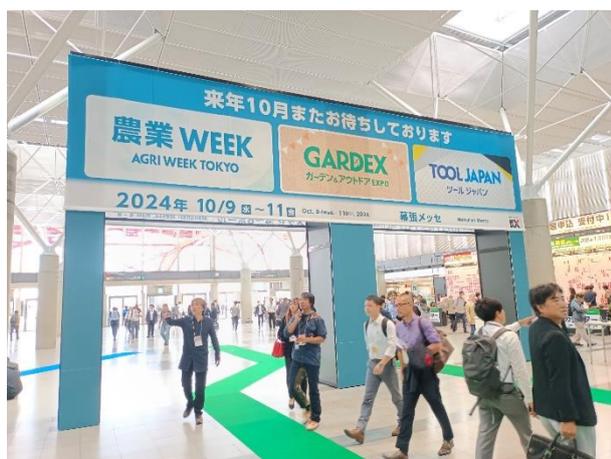


圖 1-1.幕張國際展覽中心 AGRI WEEK 2023 展覽的全貌

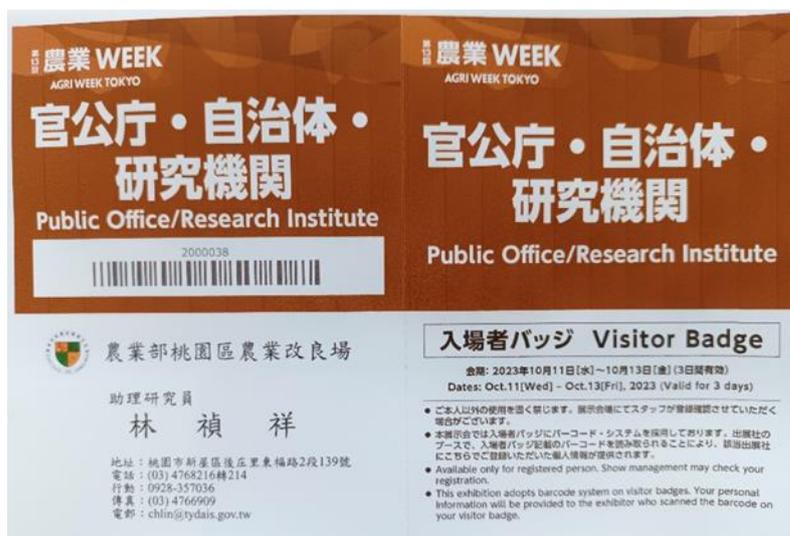


圖 1-2 利用名片掃描製作入場證



圖 1-3.台灣參展的台灣 6 家廠商

此次台灣展示館參展有台茂有限公司、合台生化有限公司、富豐企業社、允全機械有限公司、先進綠色生物科技股份有限公司及燠坤有限公司(三冠牌)等 6 家廠商(圖 1-3)。農業資材展為新技術、產品進入日本市場的重要管道之一，共分為 5 個展覽主題，包括 AGRITECH(農業機械及資材與技術展)、AGRINEXT(次世代農業技術展)、AGRIPROCESS(農產加工及產業六級化)、

LIVESTOCK(畜牧技術及資材設備展)、AGRIGREEN(綠色農業技術展)等。整體而言，今年展會呈現省工、高效率、綠能及減碳等 4 大面向，主要以電動農機、循環減碳、智慧農業、農用無人機與機器人、植物工廠等為主軸。根據計畫目的，會場參觀主要著重於農業設施設備及栽培管理技術，其中矢崎化工 Agri-Connector-AI 產量預測自動導引車(圖 1-4)，透過數據分析、影像辨識並搭配訂單系統，進行作物產量預測並可掌握農產品供給情況以及訂單可接數量；ネボン株式会社 NEPON Inc.-設施園藝用溫風暖房機(圖 1-5)，可計算溫室每天的加溫狀況及燃料成本，亦可以透過遠端控制溫度狀況，避免病害或不良氣候發生。AGRIST 株式会社開發之自動果菜類收穫機器人(圖 1-6)，透過安裝在機器人上的攝影機獲得的圖像，藉由 AI 識別和判斷並執行收穫操作，為避免果實受傷，採用吸取式採收，除採收作業外，據展場解說人員表示，收集之田間數據最終可作為產量預測使用(圖 1-7)。OKPLANNING INC.—重量測量分檢機(圖 1-8)，協助採後包裝流程，利用電子秤輔助引導，快速進行規格化包裝，可有效提升理集貨、包裝場的人工效率。AgriNote 農業紀錄整合系統，此系統結合地理資訊資料，可將田間農業記錄轉換為數據並視覺化於地圖上，呈現田間作業詳情、農作物生長狀況、收穫和運輸的內容等，並可以透過時間表、圖表等多種格式進行檢查。另外，由於 AgriNote 中輸入的資訊保存在雲端，因此可遠端讀取並可與其他系統串接(圖 1-9)。三井金屬計測機工株式会社の自動選別機，透過光照波長判定水果糖度、酸度及成熟度分級判定(圖 1-10)，及利用高速的水泡及水柱氣流造成渦流效應，進行整顆

蔬果沖洗的前處理洗淨機，但該設備不適用於裁切蔬果(圖 1-11)；展場有多家廠商展出，透過光波照射，判定蔬果成熟度的設備，三井物產更於會場中，特別展示成熟度辨識原理，有助於潛在買家瞭解技術獨特性(圖 1-12)；因應設施業者對養液、介質 pH 及 EC 監控需求，多家廠商如美商 HANNA instruments 公司則展出水耕養液及土耕介質之 pH 及 EC 檢測技術、設備(圖 1-13)，藉著噴塗劑噴灑在溫室農膜上，達到遮光及遮熱目的，營造作物適宜的生長環境(圖 1-14)，適用於溫室之組裝式簡易柵欄，以隔絕動物破壞農膜及進入溫室(圖 1-15)，穿戴式省力裝置，減少過度施力造成的人體傷害並提高工作效率(圖 1-16)；不同形式電動式割草機，取代傳統汽油引擎，減少碳排 (圖 1-17)；蔬果自動包裝機，藉由透明薄膜包覆，包裝效率高且美觀，可吸引消費者採購(圖 1-18)。



圖 1-4 矢崎化工 Agri-Connector-AI 產量預測自動導引車



圖 1-5 NEPON Inc.-設施園藝用溫風暖房機-



圖 1-6 AGRIST 株式会社-小胡瓜收穫機器人示意圖



圖 1-7 小胡瓜收穫機器人現場採摘



圖 1-8 重量測量分檢機



圖 1-9 AgriNote 農業紀錄整合系統



圖 1-10 透過光照波長判定水果甜度及重量分級測試機



圖 1-11 三井金属計測機工株式会社の自動選別機-前處理洗淨機

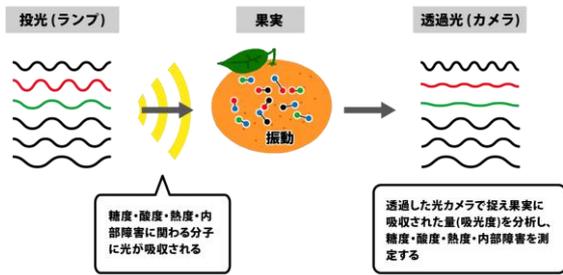


圖 1-12 糖度、酸度及成熟度辨識原理





圖 1-13 水耕養液及土耕栽培介質之 pH 及 EC 檢測技術、設備



圖 1-14 溫室農膜的遮光及遮熱噴塗料



圖 1-15 適用於溫室之組裝式簡易柵欄，隔絕動物進入



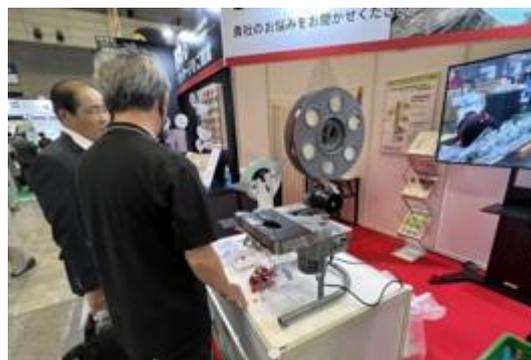
圖 1-16 穿戴式省力裝置



圖 1-17 電動式割草機



圖 1-18 塑膠覆膜之自動包裝機



此展覽也展出植物工廠，如全環控式 Agri Wave-植物工廠(圖 1-19)，透過自動控制室內光照、溫度、CO2、養分等，實現周年栽培目標(圖 1-20)，並可藉由多層栽培架，以提高單位面積產量。



圖 1-19 Agri Wave -植物工廠

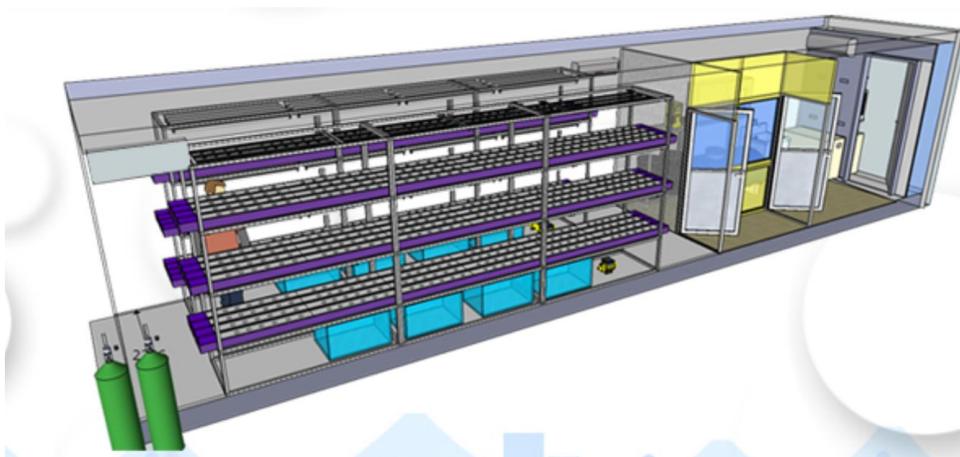


圖 1-20 Agri Wave -環控型植物工廠示意圖

紫蘇是日本餐廳常用食材，利用影像處理進行紫蘇葉片大小分級，提高分級精準度及人工效率(圖 1-22)。



圖 1-22 利用影像處理判別紫蘇葉片大小的分級機

2. FarmDo 集團太陽能農場(solar farm) ファームクラブ中里農場

透過日本 AGC 旭硝子公司(F-CLEAN 公司)協助安排參訪位於群馬縣占地 11 公頃的中里農場 (圖 2-1) ，目前有 800 多位社員，4,000 個合作農戶，年發電收益約 50 億日圓(約為 1 億 730 萬餘台幣)，占農場總體利潤 80%。中里農場近年發展營農型太陽光電業務，包含設施型光電溫室以及露天型農電共生系統。設施光電農場目前進行多種適栽作物測試，包括 11 種水耕葉菜類、小胡瓜、草莓等短期作物及咖啡、百香果、鳳梨、番石榴、芒果、香蕉、檸檬等多種長期作物，目前以芒果矮化栽培效果最佳，每顆約 500 克，售價約 2,000 日圓，設施檸檬及番石榴介殼蟲危害嚴重，香蕉採容器栽培滴灌供水，或許因日照不足而徒長。農場的光電溫室，日前已推廣到國外，諸如蒙古、印度、新加坡、斯里蘭卡、肯亞、智利等地，目標是在 20 年內將太陽能發電農場推廣到 1000 個地點。



圖 2-1 中里農場-夢的農業王國

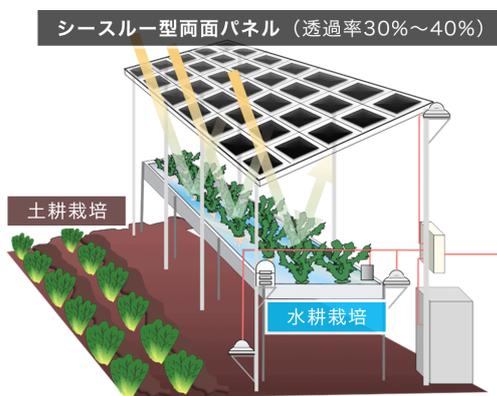


圖 2-2 太陽能發電農場設施

圖 2-3 太陽能發電農場水耕設施(細蔥)

3. 日本渡邊公司(SEDIAS Co.)羽生農場(株式会社げんき農場)

日本渡邊公司總部設在東京，員工約有 4,300 人，主要有居家建築管材及機電系統、農業設施資材及栽培管理軟硬體系統規劃諮詢及興建(簡稱農業設施事業體)，以及教育與休閒娛樂等三個事業體，本次參訪農業設施事業體位於埼玉縣的羽生農場，該事業體主要提供溫室建築結構、作物栽培管理系統的整合建議方案，並發展休閒觀光體驗農場。

羽生農場主作物為草莓，栽培品種分別是小香乃、紅鶴佩、四星、戀實裡、索林(かおり野、紅ほっぺ、よつぼし、恋みのり、あまりん)，參訪活動由渡

邊國際開發部阿部部長招待，服卷拓場長介紹並由渡邊公司林怡安小姐翻譯(圖 3-1)，羽生農場共有 7 棟溫室，總面積約 7,248 平方公尺，其中 6 棟(連棟)為生產溫室，1 棟為育苗溫室，7 棟溫室中， 1 棟採用 F-Clean 塑膠布，其餘 6 棟則採用 PO 膜。溫室結構則有 2 棟八角型 Clear 溫室，1 棟為 UK PIPE 溫室，4 棟溫室則為 UFC 型的溫室，溫室內的鋼柱與樑及鐵間皆塗白漆，以利室內降溫(圖 3-2)。溫室內草莓採植槽高架(圖 3-3)及植槽懸吊等方式栽培，植槽懸吊式栽培具有植床下少了管材的雜亂感較為美觀、利於人員在內部活動、管理方便及有利於後續機械化、自動化栽培管理系統的導入等優點(圖 3-4)。



圖 3-1 服卷拓場長(左)及翻譯林怡安小姐(右)

1號棟 (2020年度建設)



八角CLEAR HOUSE

溫室寬: 8m
 溫室長: 32m
 連棟: 4連棟面
 積: 1,024m²塑
 膠膜: 氟素
 (F-CLEAN)

2號棟 (2021年度建設)



八角CLEAR HOUSE

溫室寬: 8m
 溫室長: 32m
 連棟: 4連棟面
 積: 1,024m²塑
 膠膜: PO膜鋼
 材白色塗裝

育苗棟 (2021年度建設)



UK PIPE HOUSE

溫室寬: 7.2m
 溫室長: 32m
 連棟: 單棟×2棟
 面積: 460.8m²
 塑膠膜: PO膜

3~6號棟 (2022年度建設)



UFC型 HOUSE

溫室寬: 8m
 溫室長: 32.5m
 連棟: 5連棟×4棟
 面積: 5,200m²
 塑膠膜: PO膜

圖 3-2 羽生農場溫室建置情形



圖 3-3 植槽高架栽培

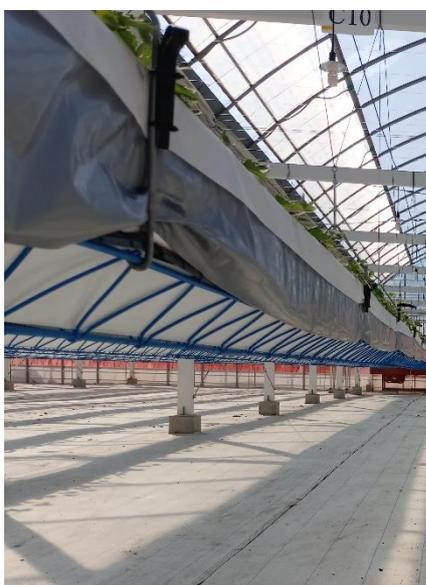


圖 3-4 模組化植槽懸吊式栽培



溫室有自動捲揚設備以及風扇，可依照溫度調節開關，並配有熱泵加熱器，在植床上方配有 UV 燈，可防治白粉病，水及養分透過水養液裝置供給(圖



圖 3-9 環境控制各項設施設備



圖 3-10 屋頂側邊天窗



圖 3-11 遮蔭網控制

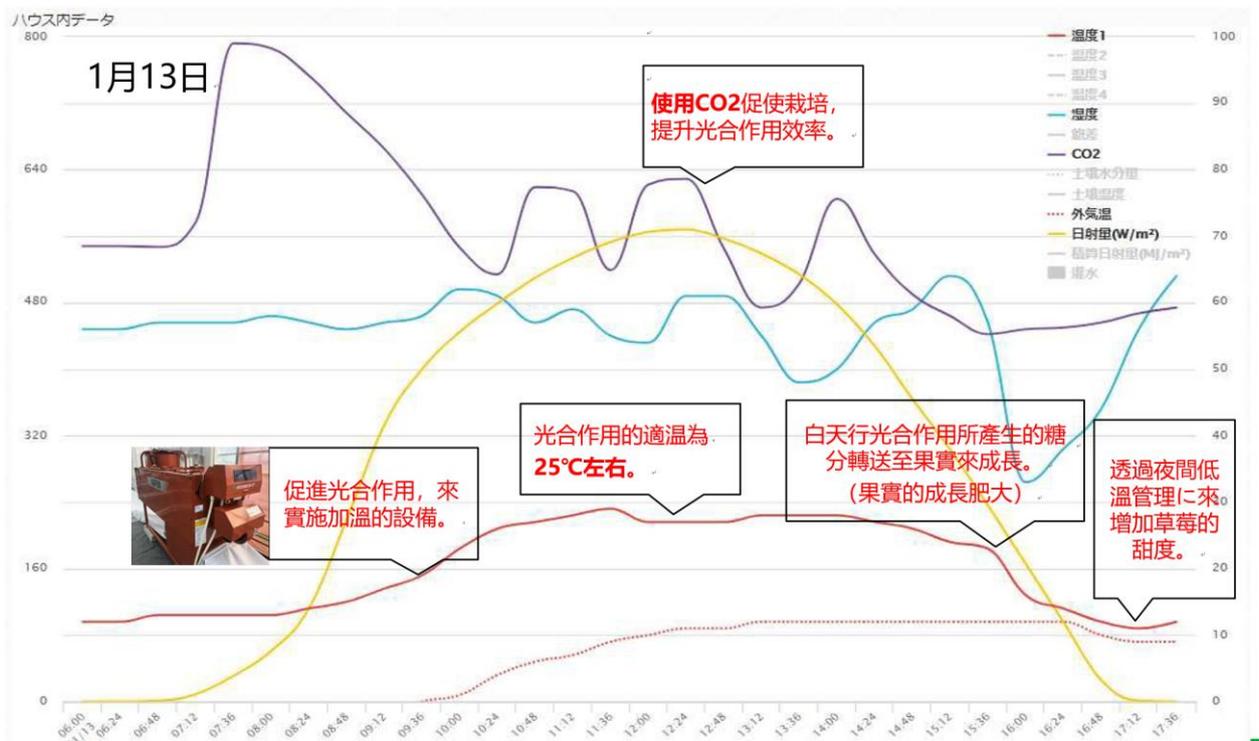


圖 3-12 透過環境控制草莓的品質與糖度

4. 埼玉縣農業大學

埼玉縣農業大學規模不大，學生人數約 150 名，教師 35 名，為一年制和兩年制混成的專業學科大學，二年制包括農藝（水田複合）、園藝、花卉景觀、畜牧等四個專業；一年制有園藝和有機農業兩個專業學科，每學年度的

學雜費為 118,800 日圓(約 25,000 元台幣)，不收註冊費。在學期間修習農業技術士、造園技術士、家畜人工授精師等證照考照，學生在校除了課堂學科學習外，主要是訓練農業生產實務人才，如農機操作(圖 4-2)、農場實習、作物栽培(圖 4-3)、設施作物生產(圖 4-4)等。



圖 4-1 埼玉縣農業大學校與校園平面圖



圖 4-2 農機具與農業機械實習場所



圖 4-3 農場實習與作物生長栽培訓練



圖 4-4 學校內溫室設施實習場所與各項建築設施

5. Gringrin 水耕栽培農場

位於埼玉縣的 Gringrin 水耕栽培農場(圖 5-1、圖 5-2)成立於 2012 年 3 月，為嫩葉和生菜種植等業務的農業公司，因應日本農村人口老化嚴重，農場以吸引年輕人回鄉服務為目標，並以生產安全農產品保障消費者的健康為理念，農場蔬菜採水耕模式栽培，作物有羅勒、莧菜、紅芥菜、義大利紅、恩迪夫、紅羽衣甘藍、比諾綠、水網、紅甘藍、紅巴達維亞、紅芥末、芝麻菜等周年供應，主要通路為大型零售商、餐廳、酒店等。農場大多為訂單化生產，為有效掌控產量、品質及供貨，通過栽培數據的收集及分析，可監控生產到物流的過程，達到縮短交貨時間並保持新鮮度目的。水耕蔬菜栽培方式如下：種子約 5~10 粒(視種子大小)透過播種機直播在已經加工切成方塊狀的海綿上，播種後進到育苗催芽室，控制溫度在 25 °C 左右，約 3 日後待種子發芽再利用自動移植機將海綿塊移植到定植保麗龍盤上，保麗龍盤 88 公分 x 58 公分，其上穴格數量為 8×16 格，栽培天數依照季節和天氣狀況有所差異，約 14 日可進行採收(圖 5-3)。水耕養液使用複合配方肥料，稀釋比例依季節及生育期調整 (圖 5-4)。溫室四周及所有開口均安裝防蟲網，防止害蟲從室外進入，設施內安裝大型鍋爐四台，冬季時提高溫室內氣溫及養液水溫，以促進並穩定蔬菜生長，夏季則使用大型冷水機進行降低養液溫度，使養液水溫全年保持在 25 度，溫室內部配置電子式溫濕度感測器、降雨感測器、太陽輻射感測器，

以量測環境參數，作為調整環境條件之參考依據。農場每日生菜出貨量約 60 公斤~150 公斤，採收後將生菜置入大型冷藏庫，去除田間熱以確保品質。



圖 5-1 Gringrin 農場外觀

圖 5-2 Gringrin 溫室設施葉菜生長



圖 5-3 利用自動移植機將種苗移植到定植保麗龍穴格



圖 5-4 水耕裁培養液自動供應系統



圖 5-5 養液的調配與 EC、pH 監控



圖 5-6 內循環風扇



圖 5-7 噴霧噴頭



圖 5-8 NEPON 熱泵型加熱器

6. 豬苗代道之驛及農產品末端通路

日本的農村人口外流嚴重，日本政府透過地方創生，營造農村社區特色面貌進而協助地產地銷增加收益。道之驛（道之駅）的推展為地方創生良好典範，可以幫助在地小農把最新鮮當日生產的農特產品直接展售，除了讓在地居民採買外，也吸引外來遊客透過農產品認識該農村的地區特色，目前日本道之驛大約有 1200 處，主要設置在公路旁，提供駕駛者休憩、車輛服務與振興地方等綜合多功能的道路設施，類似台灣的休息站。豬苗代道之驛（圖 6-1），座落在豬苗代磐梯高原 IC 高速公路旁的 115 國道上，每天展售 8,000 到 10,000 個產品，販售時間自上午 9 點開始，道之驛平日客流量約 3000~4000 人，週末時可以達 10000 人，充分幫助豬苗代町的小農推銷農特產品。豬苗代町屬東北福島縣轄，農產品豐富且多元(圖 6-1)，福島也推出特色品牌米——「福、笑米（Fuku WaWa）」，生產過程經過 GAP 認證，把關風味及品質，此外，特色或獲獎銘米亦會將得獎資訊、品種來源等資訊向消費者介紹(圖 6-2)。

豬苗代道之驛，也發展體驗觀光農業，在休息站旁邊有兩棟全年都開放採草莓的溫室（圖 6-3），大人每位 2800 日圓，小孩 1900 日圓，入園 45 分鐘進行採果體驗，溫室採用高架離地模式栽培，可以讓體驗民眾不用彎腰採摘，且採用滴灌地面保持乾淨，營造舒適環境，該溫室也強調利用智慧環控 IoT 栽培，透過手機遠端監控和數據分析，可以有比較好的作物生長環境，進而提高產量和提升品質。



圖 6-1 猪苗代的道之驛及其販售的多樣化農特產品

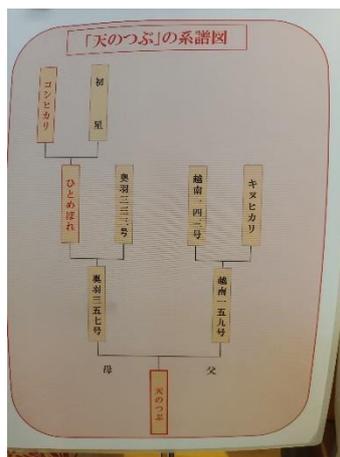
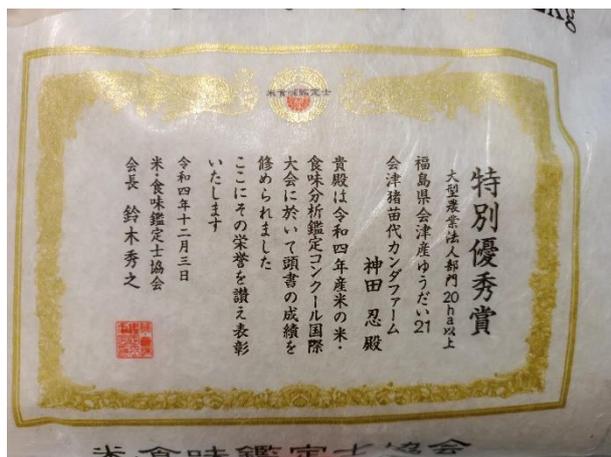


圖 6-2 銘米獲獎資訊及品種背景資料



圖 6-3 草莓觀光果園

第七天 (10/16, 一) 返程

當天早上 10 點從住宿地東京台場的日航酒店搭乘大巴士出發到成田機場，搭乘下午 14:15 長榮航班 BR197 班次回桃園機場。

伍、考察心得與建議

設施葉菜為台灣北部地區重要的農產業之一，種到收、產到銷為一連貫的作業，涉及之技術項多樣，如何有效的進行技術的整合及應用，值得深入研究。就考察提出下列心得與建議，供往後相關科研計畫及技術應用、擴散之參考：

一、考察心得

1. 技術模組化

生產場域多樣、多變，因此新技術、設備之開發應將可調、可控之客製化概念導入，如 2023 AGRI WEEK 農業資材展中，多家廠商展出之智慧化控制系統，均強調客製化，農場可掌握生產場域環境參數，建立自己的控制模式，使新技術之應用契合農場需求；羽生農場因應觀光採果需求，將懸吊式栽培槽所有構件模組化，可快速組裝投產減少農場試誤之時間成本以提高作業效率，並以作物品質、產量為評估依據，設計溫室設施型式、保溫、降溫及有害生物控制措施，並透過 ICT 藉由 IoT，將相關環境資訊、操控介面呈現於手機介面，使管理者能夠掌握溫室狀況並快速因應以提高管理效能。

2. 場域驗證

新品種或技術導入，應有一調校及驗證的過程，方能契合場域環境而對生產有所助益。中里農場營農型太陽光電設施，為導入高單價作物提高農產收益，於設施內進行咖啡、百香果、鳳梨、番石榴、芒果、香蕉、檸檬等

作物測試，部分品項有蟲害嚴重及不耐設施內相對低光照環境生育不良問題，經驗證以矮化栽培之芒果有較佳的經濟收益。

3. 人才培育

人才培育為農業經營的根本，為使新技術、設備的應用發揮最大效能，管理及第一線操作人員的職能亦顯重要。類似於國內技職體系、農業公費專班之埼玉縣農業大學，培育第一線從業人員，著重實作，培養學生農作及農場管理能力，畢業即能就業；Gringrin 水耕栽培農場因應日本農村人口老化嚴重，因此除創造收益外，另以吸引年輕人回鄉服務為目標，為留住人才，農場導入自動化設備，並以智慧農業系統進行農場管理，以提高工作效率並使管理系統化，讓經驗能夠複製並傳承。

4. 商業模式

為使農場/產業能夠永續發展，經營管理是否可以持續獲利為重要因素，因此應避免盲目生產，確認可獲利之行為並隨之建立發展方向。中里農場80%利潤來自售電收入，因此農場除農作物生產外，營農型光電農場整廠輸出為未來發展主軸；羽生農場草莓觀光採果具有較佳的經濟收益，溫室內設施除供作物生產外，亦以消費者來園採果之需求進行設計，植槽懸吊式栽培可營造較佳的採果體驗；Gringrin 水耕栽培農場以作物生產為導向，技術、設備之導入以提高田間作業效率、產量、品質及周年穩定生產為主要目標；豬苗代道之驛，農產銷售對象除在地居民外，往來旅客為消

費主力，為讓消費者能夠在有限的時間內留下深刻印象，農產品除著重品質、外觀外，亦會強調其獨特性，如地區特產及獲獎資訊等。

二、考察建議

北部地區為設施短期葉菜類生產重鎮，如何在土地成本高及普遍缺工的產業現況下實現農場周年穩定供貨並滿足訂單化、規格化生產之需求為本場努力的目標，藉由執行設施葉菜類創新高效生產體系之技術整合驗證及擴散運用計畫的經驗及本次日本考察可知，新技術之開發及應用應奠基於產業需求，以產業鏈的角度進行思考，並透過生產場域的驗證方有利於技術的擴散，因此建議未來科技研發及產業輔導的策略，除著重於新技術的建立及整合應用外，應以生產到銷售概念，提供產業問題整合性解決措施，導入省工機械、智慧化管理工具、因應氣候變遷建立之韌性栽培措施如：夏季降溫技術、重要病蟲害發生預警、IPM 綜合管理及採後預冷等技術，建立省工、智慧化生產示範場域/育成基地，並提供溫網室設備、空間配置示範圖樣，供農民參考以減少錯誤嘗試機會，進而提升農場經濟收益並帶動產業轉型。