

出國報告（出國類別：考察、訪問）

參加日本第54回(2025年)畑地灌溉 研究集會及觀摩

服務機關：農業部農田水利署、七星管理處、宜蘭管理處、北基管理處、南投管理處、彰化管理處、財團法人農田水利人力發展中心、財團法人農業工程研究中心

姓名職稱：農田水利建設組科長張光耀、農田水利管理組正工程司高丞瑋、七星管理處管理組長鄭家豪、宜蘭管理處灌溉股長池書鶴、北基管理處管理組長鄭勝賢、南投管理處管理員洪韻淳、彰化管理處三等助理工程師施漢鵬、財團法人農田水利人力發展中心組長鄭淑慧、組員林柏綸、財團法人農業工程研究中心副研究員馬家齊、助理研究員蔡漢倫、助理研究員洪浩倫

派赴國家：日本

出國期間：中華民國 114年10月15 日至10月18 日

報告日期：中華民國 114年11月28 日

目錄

第一章	目的	1
第二章	考察計畫及參與人員	2
	第一節、考察行程	2
	第二節、考察人員名單	4
第三章	研討會紀要	5
	第一節、畑地灌溉研究集會	5
	第二節、研討會專題報告	8
	一、關於畑地農業振興施策	8
	二、山區分散灌溉農田雙向控制系統的開發與部署	15
	三、京都府的農業與農村發展	19
	四、智能農業機械和數位轉型	26
	五、丹波篠山市的灌溉提案範例	33
	六、使用 LTE-M 通訊的閥門遠端控制和監控控制器	36
	第三節、灌溉設施及調控設施器材簡覽	42
第四章	現地考察紀要	44
	第一節、京都府概述	44
	一、地理環境、人口分布及農業概況	44
	二、氣候	45
	第二節、宇治田原町茶園整備	45
	一、歷史淵源與茶鄉地位的確立	45
	二、傳統茶園的制約與整備的迫切性	46
	三、茶園示範區工程實施與技術細節	47
	四、整備事業的效益評估與社會意義	49
	第三節、日本京都巨椋池農地改善與防災事業	51
	一、巨椋池乾拓地的歷史背景與發展	51
	二、巨椋池乾拓事業概述	52
	三、乾拓後續的課題與排水系統的變遷	52
	四、國營綜合農地防災事業（新排水系統）	53

五、事業效果與未來願景.....	56
第四節、Rock Farm Kyoto京都舞農場	57
一、創辦人背景與企業介紹.....	57
二、驚人的成長軌跡與品牌策略.....	58
三、大事業展開：解決地域課題的創新模式.....	60
四、農業灌溉系統在高品質作物生產中的核心作用.....	60
五、總結與未來展望.....	61
第五章 心得與建議	64
第一節、心得	64
第二節、建議	65
一、推動旱作灌溉示範區與智慧灌溉試驗場.....	65
二、加強法制與政策整合.....	65
三、推動農田水利智慧化升級.....	65
四、培育專業人力與跨國技術合作.....	66
五、發展灌溉風險評估與韌性管理模式.....	66
六、深化農村活化與農業轉型結合.....	66
七、持續參與國際灌溉與農業研討會.....	66
第三節、結語	66

第一章 目的

農業部農田水利署將「把水留住，灌溉大地」作為施政願景，並以蓄豐濟枯、引水廣布、智慧灌溉及取清防污四項策略落實灌溉政策，將符合灌溉水質標準的水源，適時、適量地輸送到適作農田，滋養大地灌溉作物，期能為臺灣農田水利事業，開創新格局。

由於臺灣與日本皆屬地狹人稠的海島型國家，且不論在文化、地理環境位置及農業發展都相當類似，因此日本地區之農業政策發展，對臺灣而言具有相當高的參考價值。日本畑地灌溉研究會每兩年召開一次，主辦單位日本畑地農業振興會多年來均邀請我國各農田水利事業單位組團參加研討會並考察日本旱作灌溉執行情形，以學習其旱作灌溉新觀念，由於臺日雙方農田水利事業交流密切，多年來臺灣農田水利事業單位為其唯一邀請參加會議之外國團體，有助於提昇我國農田水利事業旱作灌溉之最新資訊與知識。

財團法人農田水利人力發展中心(前身為農田水利會聯合會)每回於接獲日本畑地農業振興會邀請函後，援例邀集各農田水利事業相關單位組團前往日本參加會議及考察相關技術。冀期從會議、觀摩、交流活動掌握日本畑地農業振興與灌溉發展趨勢，增進我國農田水利事業相關單位之技術能量與國際視野，作為未來政策擬定與制度精進之參據。

第二章 考察計畫及參與人員

第一節、考察行程

本次出國考察計畫參訪地區為日本京都府，為期4天行程(自2025年10月15日至2025年10月18日)，由農業部農田水利署張光耀科長擔任團長，參訪全程由畑地農業振興會藤森新作技術專門員陪同，研討會內容包含畑地農業振興施策、山區分散灌溉農田雙向控制系統的開發與部署、京都府的農業與農村發展、智能農業機械、丹波篠山市灌溉提案案例、及使用LTE-M通訊的閥門遠端控制與監控控制器等。現地則參訪宇治田原町茶園整備、Rock Farm Kyoto京都舞農場、及巨椋池乾拓地水利設施。

本次考察團人數計12人，成員係由農業部農田水利署、管理處、財團法人農田水利人力發展中心、財團法人農業工程研究中心等機關單位派員參加，透過本次豐富精實之考察參訪行程，除了瞭解日本農業發展推動、農業灌溉新技術及新知外，亦為臺灣及日本雙方農田水利事業進行技術及發展交流，透過本次參訪互相吸收雙方經驗和技術，並就臺灣及日本雙方於農田水利事業發展與經營管理所遭遇之困境與問題進行意見交換，團員於參訪過程中學習日本農業灌溉新技術、設施管理制度及現地實務經驗分享，將有助於國內農田水利從業人員提昇我國農田水利施工技術、設施與管理。

相關研討會議及考察行程主要由日本畑地農業振興會協助安排，考察及行程安排如表 2-1，行程紀要如下：

一、研討會紀要

研究會會場：京都大學百週年時計台記念館。

二、現地考察紀要

(一)宇治田原町茶園、

(二)Rock Farm Kyoto京都舞農場、

(三)巨椋池乾拓地水利設施。



圖 2-1-1 京都大學校門口



圖 2-1-2 京都大學百週年時計台記念館

表 2-1 日本第54回畑地灌溉研究集會及觀摩行程

日期	活動內容	地點
10月15日 (星期三)	出發 (臺灣→日本)	桃園機場→關西機場
10月16日 (星期四)	研究集會	京都大學百週年鐘樓紀念館（國際交流廳Ⅲ）
	情報交換會	Shiran Café
10月17日 (星期五)	現地研修會	京都府內畑地整備地區
10月18日 (星期六)	返程 (日本→臺灣)	關西機場 → 桃園機場

第二節、考察人員名單

本次出國計畫經日本畑地農業振興會發邀請信函及財團法人農田水利人力發展中心114年6月13日農水人發研字第1141660211號 函請農田水利署及各管理處遴派人員參加，計由農田水利署、農田水利署七星、宜蘭、北基、南投、彰化管理處、財團法人農田水利人力發展中心、財團法人農業工程研究中心等8個單位共12人組團參加，名單詳表2-2所示。

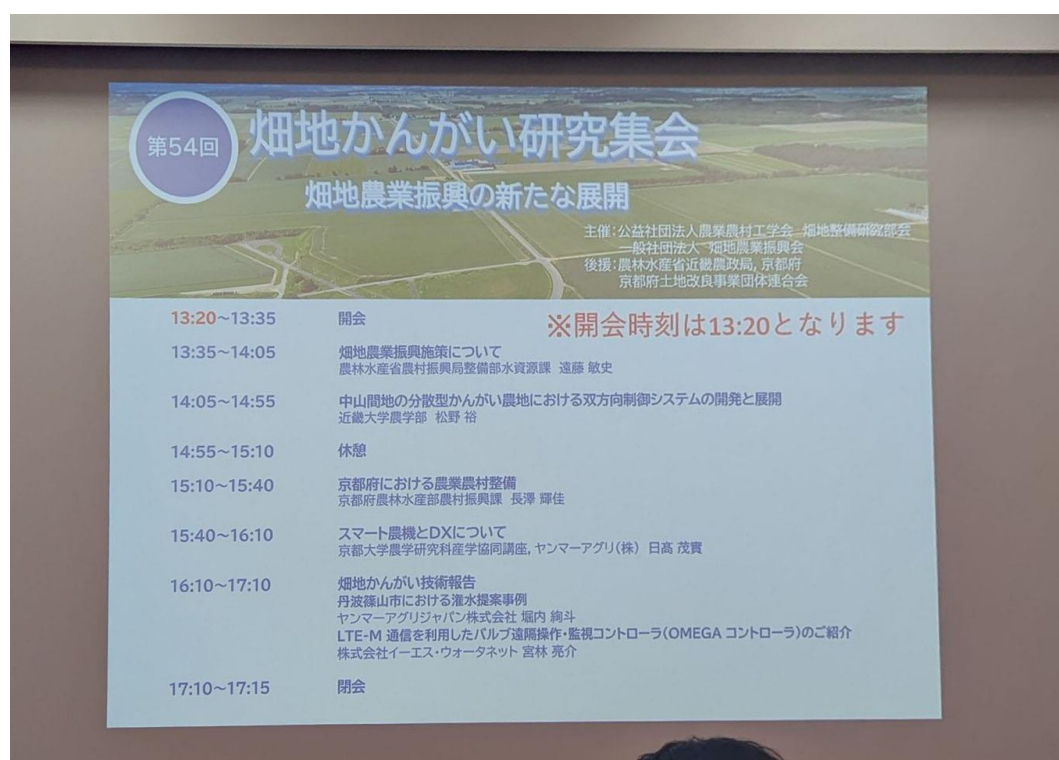
表 2-2 日本第54回畑地灌溉研究集會及觀摩考察人員

項次	服 務 單 位	職 稱	姓 名
1	農業部農田水利署建設組	科長	張光耀
2	農業部農田水利署管理組	正工程司	高丞瑋
3	七星管理處	管理組長	鄭家豪
4	宜蘭管理處	灌溉股長	池書鶴
5	北基管理處	管理組長	鄭勝賢
6	南投管理處	管理員	洪韻淳
7	彰化管理處	三等助理工程師	施漢鵬
8	農業工程研究中心	副研究員	馬家齊
9	農業工程研究中心	助理研究員	洪浩倫
10	農業工程研究中心	助理研究員	蔡漢倫
11	農田水利人力發展中心	組長	鄭淑慧
12	農田水利人力發展中心	組員	林柏綸

第三章 研討會紀要

第一節、畑地灌溉研究集會

第54屆畑地灌溉研究集會在日本京都召開，研討主題為：「旱作農業發展的新篇章(畑地農業振興の新たな展開)」，共發表論文6篇，作者含括中央及地方政府官員、大學教授及設備廠商，內容從農業政策、模式分析與試驗研究、以及設備功能介紹與建置案例，現場並有設備廠商展示智慧灌溉設備實物；而現地參訪亦包含了京都特產茶葉產地、政府管理之排水設施、創業青農農場等，可謂深度與廣度兼具。



第54回	畑地かんがい研究集会		
	畑地農業振興の新たな展開		
	主催：公益社団法人農業農村工学会 畑地整備研究部会 一般社団法人 畑地農業振興会 後援：農林水産省近畿農政局、京都府 京都府土地改良事業団体連合会		
13:20~13:35	開会	※開会時刻は13:20となります	
13:35~14:05	畑地農業振興施策について	農林水産省農村振興局整備部水資源課 遠藤 敏史	
14:05~14:55	中山間地の分散型かんがい農地における双方向制御システムの開発と展開	近畿大学農学部 松野 裕	
14:55~15:10	休憩		
15:10~15:40	京都府における農業農村整備	京都府農林水産部農村振興課 長澤 輝佳	
15:40~16:10	スマート農機とDXについて	京都大学農学研究所産学協同講座、ヤンマーアグリ(株) 日高 茂實	
16:10~17:10	畑地かんがい技術報告	丹波篠山市における灌水提案事例 ヤンマーアグリジャパン株式会社 堀内 純斗 LTE-M 通信を利用したバルブ遠隔操作・監視コントローラ(OMEGA コントローラ)のご紹介 株式会社イーエス・ウォータネット 宮林 亮介	
17:10~17:15	閉会		

圖 3-1-1 研究集會課程表

本次畑地灌溉研究集會由主持人畑地整備研究部會部會長・京都大學大學院農學研究科中村公人開幕致詞，並邀請農林水産省近畿農政局農村振興部長 平山周作致詞，隨後開始進行「畑地農業振興の新たな展開」之專題報告及綜合討論。



圖 3-1-2 考察團團長與日方主辦單位代表交換名片



圖 3-1-3 畑地灌溉研究集會-臺灣考察團成員



圖3-1-4 畑地灌溉研究集會-開幕致詞

畑地灌溉研究集會之情報交換會由畑地農業振興會會長千家正照先生致詞並介紹臺灣考察團，再由本團團長農田水利署張光耀科長致詞後開始，由出席人員互相進行交換名片、交流學習及經驗分享，最後由張光耀科長致謝詞及會長閉幕致詞，第54屆畑地灌溉研究集會情報交換會圓滿順利結束。



圖3-1-5 情報交換會交換禮物



圖3-1-6 情報交換會-張光耀科長致詞



圖3-1-7 情報交換會

第二節、研討會專題報告

本次第54回畑地灌溉研究集會各主題報告內容重點節錄如下。

一、關於畑地農業振興施策(農林水產省農村振興局整備部水資源課 遠藤 敏史)

(一)引言

《糧食、農業與農村基本法》（1999 年法律第 106 號）概述了日本農業政策的基本原則和政策方向，該法於 2024 年 6 月進行修訂，這是頒布近 25 年來的首次修訂。修訂後的《糧食、農業與農村基本法》規定了以下基本原則：「確保糧食安全」、「農業永續發展」、「建立與環境和諧的糧食體系」、「發揮多方面功能」以及「農村的振興」。關於農業生產基礎設施建設，第 29 條規定，除了「農地分區擴大和水田多用途化利用」外，還將實施「水田旱地化」的必要措施。

依據修訂後《糧食、農業與農村基本法》之理念，於 2025 年年 4 月制定了新的《糧食、農業與農村基本計畫》；同時，亦根據該基本法之基本理念，以及 2025 年 3 月修訂之《土地改良法》，制定了新《土地改良長期計畫》（於 2025 年 9 月經內閣會議決定）。依循上述施策方針，政府正積極推動包括水田之多用途化與旱地化在內的旱地農業振興政策，以期強化糧食安全保障，並提升國內糧食自給率。

(二)近期農業政策動向

1.《糧食、農業與農村基本法》修正案（2024 年 6 月）

為了因應近年來全球糧食供需波動、全球暖化加劇、日本人口減少以及其他糧食、農業和農村環境變化，該法修訂了基本原則，並制定了相關基本政策，以確保糧食安全，建立與環境相協調的糧食體系，提高農業可持續發展的生產效率，並維護農村地區的社區秩序。該法第 2 條第 3 款規定：「糧食供應必須滿足人民多樣化的需求，同時促進農業生產效率的提高。」第 29 條在「農業生產基礎設施建設」之外，並同時將「保護」事項納入施政定位；除推動「農地分區擴大」及「水田多用途化利用」外，亦規定應採取有關「水田旱地化」所需之各項必要措施。

2.制定新的糧食、農業和農村地區基本計畫（2025 年 4 月）

新的糧食、農業與農村基本計畫以修訂後的《糧食、農業與農村基本法》為原則，明確了政策方向，並強調在前五年集中推進農業結構轉型，以實現平時的糧食安全保障。

在農業生產基礎設施方面，該計畫規定將要實施的措施，包括「結合區域計畫，農地分區規模擴大，改進除草和水利管理等管理作業的省力化，以及水田多用途化利用及水田旱地化推動」。從生產角度來看，該計劃還規定了促進基礎設施建設，以提高蔬菜、果樹、茶葉等園藝作物和其他地區的生產力。

3.制定新的長期土地改良計畫（2025 年 9 月）

近年來，隨著農業水利設施等逐漸老化、災害發生頻率與嚴重程度日益增加，以及農村人口持續減少，於 2024 年修訂的《糧食、農業與農村基本法》中，除「農業生產基礎設施建設」外，亦明確將「保護」納入定位。為確保土地改良設施能在未來持續發揮其功能，遂於 2025 年 3 月修訂《土地改良法》，依據該修法所制定的新《土地改良長期計畫》中，政策目標 2：「依據國內需求等擴大生產」之下，將施策 2 明定為：「為擴大符合國內需求之小麥、大豆及園藝作物等之生產，推動水田之多用途化與旱地化，並促進旱地及果園之高功能化等措施。該計畫的目標是在規劃期間內完成「約 3.6 萬公頃的田地重新劃分和排水改善，以及約 2.4 萬公頃的田地灌溉工程」。

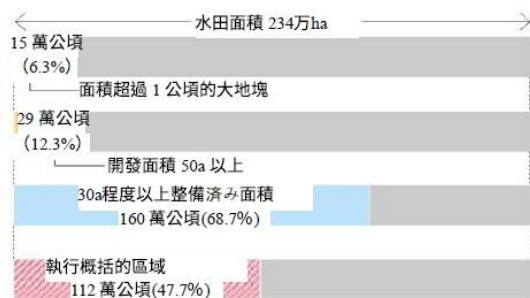
(三)水田大規模化、多元化利用及旱田開發

為了增強日本農業的競爭力和收益能力，日本政府致力於改善農業生產基礎設施，包括水田大分區化、多用途化利用、旱地化及旱地灌溉設施之維護。這些舉措包括將農地集中並向重點耕地集約化，旱地作物和園藝作物的轉化，以及積極從事產地形成等各項推動工作。

截至 2023 年 3 月底，水田的開發狀況（圖 1）顯示，在水田總面積（234 萬公頃）中，分區已開發為約 30 公畝(0.3 公頃)以上面積的田佔 69%（160 萬公頃）。其中，分區已開發為 50 公畝(0.5 公頃)以上面積的田佔 12%（29 萬公頃），排水良好的水田面積有 48%（111 萬公頃）（圖 2）。

此外，旱地整備情形如圖 3，以全國旱地總面積約 196 萬公頃為基準，其中已完成灌溉設施整備之面積約佔 26%（約 51 萬公頃），已完成分區整備之面積約佔 66%（約 129 萬公頃）。

已轉換為多用途田或旱田的水田，可改種旱作物或園藝作物。從農地整合率與大豆種植率的關係來看，農地整合進展越快，小麥和大豆的種植率就越有上升的趨勢（圖 4）。



資料：農林水産省「耕地及び作付面積統計」，「農業基盤情報基
根據「基礎調査」製作

註：1) 「已投入一般利用的區域」係指「已開發至約 30a 以上的區域」。

在此期間，安裝了地下排水系統，地下水位

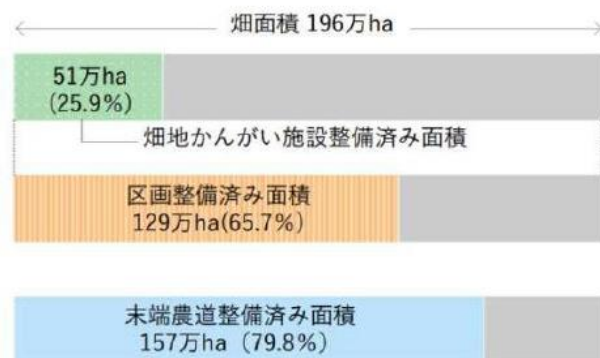
深度 70 公分以上、排水時間少於 4 小時的稻田面積

2) 「稻田面積」是截至 2023 年 7 月的稻田耕地面積。

該數據截至 2023 年 3 月底。

數位

圖1. 水稻發展現況



資料：農林水産省統計部「耕地及び作付面積統計」（令和 5 年 7
月 15 日時点），農林水産省農村振興局「農業基盤情報基礎調査」
（令和 5 年 3 月 31 日時点）

註：1) 「劃分完畢」是指該區域大致呈正方形。

場地

2) 「末端農道已完工」是指與寬度為 3 公尺或以上的農道相鄰的田地。

圖3. 現場準備狀況



資料：農林水産省「耕地及び作付面積統計」，「農業基盤情
根據《環境與食品安全基礎調査》製作

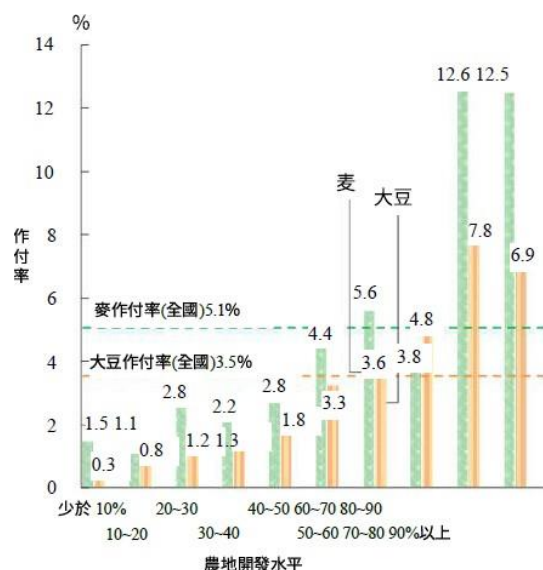
註：1) 「已投入一般利用的區域」是指已開發約 30a 以上的區域。

在「已完成區域」中，已完成地下排水系統建造的區域
下水道深度 70 公分以上，排水時間 4 小時以下。

稻田面積

2) 截至每年 3 月底的數據

圖2. 水稻規模化分割現況



資料：農林水産省「耕地及び作付面積統計」，「農業基盤情
根據《環境與食品安全基礎調査》製作

註：1) 除北海道及沖繩縣外，全國所有城市、城鎮和村莊，

截至 2023 年 3 月底的農地開發率等級命令和

2023 年小麥及大豆種植面積及 2023 年收穫

根據 7 月份的耕地面積計算複種率。

2) 全國資料不包括北海道和沖繩縣。

圖4. 農地整理率與小麥、大豆種植率

(四)旱地農業振興相關的基礎建設預算體系

旱地整合正透過 2023 年設立的「旱地綜合開發計畫」和「旱地作物振興開發計畫」來推進。

1.旱地綜合開發項目

在旱作地區，政府持續推動綜合性整備工程，並為促進導入高收益作物之經營體系轉型，持續實施包括農地旱地化、多用途化等相關工程計畫(圖5)。



圖5. 畑地綜合整備事業内容

2.旱作物推廣與發展計畫的設立(2023年初)

為促進旱作物和園藝作物的振興，需要計畫總預算 200 萬日元以上、2 名農民以上參與，工程完成後要種植水稻以外的作物，提高生產力的田間灌溉設施建設、排水改善、分區整理、農路建設，促進水稻轉為旱作物及園藝作物所需之暗渠排水、客土工程及管線化設施等，以期能依各地實際需求，靈活推動更具區域特性之基盤整備工作(圖6)。該計畫預計將由都道府縣、市町村、土地改良區、農業合作社、農業公司和其他實體實施，從而實現細緻的基礎設施建設。

畑作等促進整備事業

【令和7年度予算額 2,200（2,200）百万円】

＜対策のポイント＞

麦・大豆や野菜等の生産拡大を図るため、畑作物・園芸作物を作付けする地域において、畑地かんがい施設の整備や農地の排水改良等の基盤整備をきめ細かく機動的に支援します。

＜事業目標＞

基礎整備完了地区において、事業実施前後で高収益作物の生産額が一定程度増加している地区の割合（約8割以上「令和7年度まで」）

＜事業の内容＞

＜事業イメージ＞

- ## 1 八一卜事業

畑作物・園芸作物の生産性向上のための畑地かんがい施設の整備や区画整理、農道整備、水稻から畑作物・園芸作物への作付転換に必要な排水改良やパイプライン化等の基盤整備を支援します。

- ## 2 ソフト事業

実証ほ場の設置・運営、農業機械・施設のリース、果樹・茶に係る新植・改植支援、作付転換支援等の営農の転換等に向けた取組を基盤整備と一体的に支援します。

【実施区域】 農振農用遊（畑作物・園芸作物が作付けされる農地）等

【実施要件】 総事業費200万円以上、農業者数2名以上。

工事期間原則 5 年以内 等

＜事業の流れ＞



お問い合わせ先] 農林振興局水資源課 (03-3502-6246)



圖6. 令和5年預算所執行之相關整備事業內容

(五)相關政策的協調等

1.基礎建設在果樹農業振興政策中之定位

果樹農業振興的新基本政策（於2025年4月30日制定）睽違 5 年後重新制定（圖7），該方針以實現能夠回應市場需求之果樹農業永續發展為目標，並以加速強化生產基礎為核心，強調由相關利害關係人協同推進各項振興施策之理念。在該基本方針中，有關生產基盤強化之加速化部分，除包含果園土地之集約與整合、改植為省力化樹形或新植樹園等措施外，亦明確將基礎設施建設之推動列為主要施策之一，如下所示。



圖7. 新一輪果樹種植業振興基本政策要點

2.新農業政策的合作

在 2025 年「新進農民培育綜合對策」之擴充措施中，設立了「改善環境以招攬新農民並確保農地獲得者的項目」（圖 8）。為了吸引新農民，除了強化招攬體系之建構和發展培訓農場外，亦將適合新進農民就農之農地整備定位為重要項目，並納入旱作等促進整備事業之範疇。若地方政府或相關機構同時實施招攬體系建構、發展培訓農場與就農適地整備等三項措施，則將優先列入採擇對象，以強化政策整合效益並提升新規就農者之定著率。

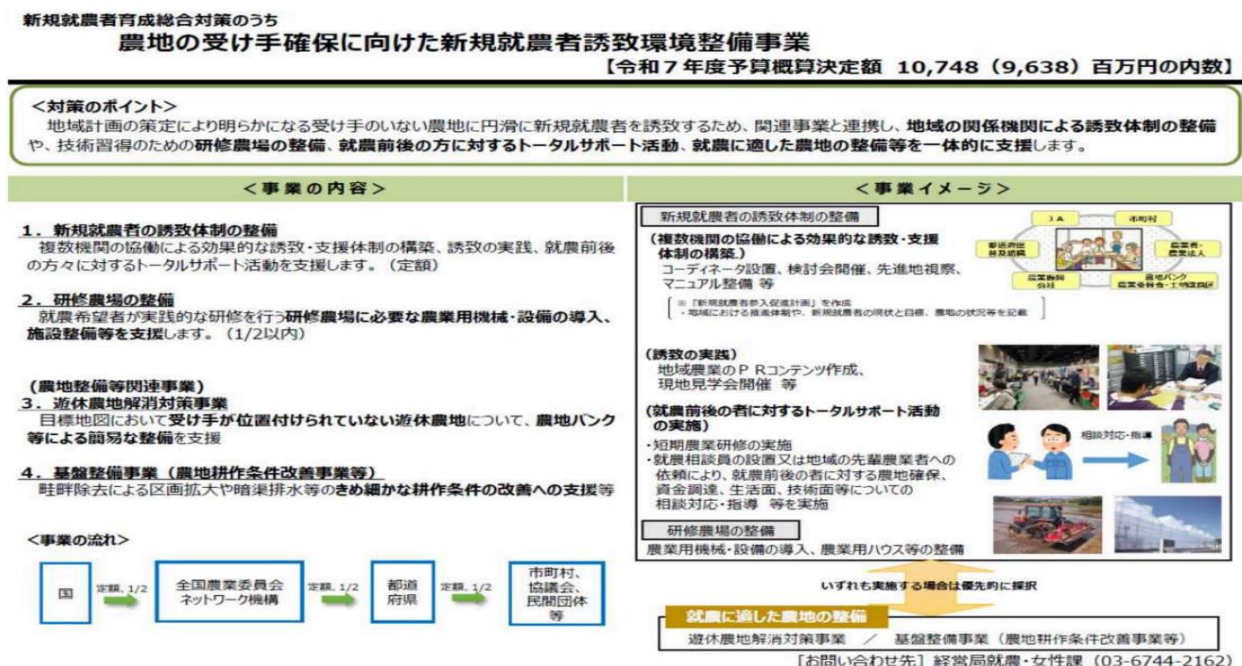


圖8. 2025財政年度預算擴大農地補貼對象保障

(六)結論

自 2024 年至 2025 年，時隔 25 年後修訂的《糧食、農業與農村基本法》正式公布，隨後又修訂了《土地改良法》，並據此制定了新的《糧食、農業和農村地區基本計畫》和新的《土地改良長期計畫》。有關旱地農業振興部分，《糧食、農業與農村基本法》新增了「旱地化」條款，而在新的《土地改良長期計畫》中，旱地灌溉等相關事業量亦較前一版本有所增加，顯示政府將持續強化相關推動力度。

此外，2025 年 3 月 25 日，農林水產委員會通過了關於「推進基於新糧食、農業和農村地區基本計畫的措施」的決議。該決議包含以下內容：「第四，為強化糧食安全保障，應從「適地適作」之觀點出發，確立小麥與大豆等作物之輪作體系；同時，在各地區自主判斷下，推進「多用途化」與「旱地化」相關之農業生產基礎整備。」

對此，農林水產省亦表明，將依各地區實際需求，積極推進與「旱地化」相關之基礎設施建設。

根據水田活用直接支付補助金制度，原規定對未實施蓄水之水田不予補助。然而，2025 年 1 月發布的政策方向中明示，自 2027 年度起，將取消「每 5 年蓄水一次」之規定。而在 2025、2026 年之過渡期間，若農民採取避免連作障礙之措施，即使未蓄水，仍可列為補助對象。此外，自 2027 年度起，政府將對整體水田政策進行根本性檢討，目前相關討論已在進行中。

綜上所述，雖當前正值糧食、農業和農村政策全面檢討與調整階段，但政府仍將一貫秉持「以現場需求為導向」之原則，持續努力推進有助於旱地農業振興之基礎設施建設工作，以確保農業生產體系之永續發展與糧食供應之穩定。

引用文獻

- 1) 食料・農業・農村基本法（令和 6 年 6 月 5 日公布）
- 2) 食料・農業・農村基本計画（令和 7 年 4 月 11 日閣議決定）
- 3) 土地改良長期計画（令和 7 年 9 月 12 日 閣議決定）
- 4) 令和 6 年度食料・農業・農村白書（令和 7 年 5 月 30 日公表）
- 5) 果樹農業振興基本方針（令和 7 年 4 月 30 日策定）

補充：

1. 「水田汎用化」（＝「多用途田的整備」）是指在保留水田蓄水能力的同時，透過鋪設地下排水管來強化排水功能，從而在種植水稻的同時，還可以間作或輪作旱作作物的工程。
2. 「水田畑地化」是指透過拆除田埂，強化排水功能，將水田轉變為旱田，從而將水稻轉化為旱作的工程。

二、山區分散灌溉農田雙向控制系統的開發與部署(近畿大學農學部 松野裕)

(一)引言

由於農業勞動力的急劇減少和人口老化，日本農業目前在維持永續生產體系方面面臨挑戰。根據農林水產省的統計數據，自 1980 年代以來，農業勞動力一直在穩定下降，目前平均年齡已超過 67 歲。這些社會結構的改變導致棄耕面積擴大、生產力下降，嚴重影響了區域農業。特別是在山區，由於耕地分散和地形限制，農民的負擔明顯高於平原地區。

「智慧農業」融合了機器人技術、資訊通信技術 (ICT) 和自動化技術，作為應對這些挑戰的有效解決方案，正日益受到關注。在奈良縣五條吉野地區，一個以柿子種植為重點的智慧農業計畫正在實施中，該計畫得到了農業・食品產業技術綜合研究機構(NARO) 的支持，並與近畿大學、奈良縣、五條吉野土地改良區以及當地 IT 公司合作。迄今為止，該地區已透過示範輔助、遙控割草機和自動運輸車等措施，努力提高農業效率。此外，部分地區也已開始引進以人工智慧為基礎的溫室柿子栽培支援系統。然而，這些技術在該地區廣泛應用仍面臨許多挑戰，包括高昂的實施成本、難以確保電力供應以及通訊基礎設施有限。

本文介紹了自 2023 年以來，由農業・食品產業技術綜合研究機構(NARO)支援並持續進行的計畫。該計畫旨在開發和建構一個基於網路的自動灌溉控制系統，該系統利用 LPWAN 通訊標準覆蓋整個地區，並以較低的運作成本運作。此外，該計畫還計劃在當地推廣一種工具，利用安裝在田地裡的氣象感測器收集的數據，預測產量和收穫時間。

(二)計畫背景與技術架構

計畫目標區域五條吉野地區面積約 20 平方公里，擁有約 1500 公頃的溫室柿子園（圖 1）。該地區擁有由 1997 年建成的一之木水壩（圖 2）提供動力的國家灌溉設施，為當地提供穩定的水源。該地區已發展成為日本主要的柿子產區之一。奈良縣的柿子產量位居日本第二，露天栽培和溫室栽培都蓬勃發展。柿子產量約佔全國市場的 80%。然而，與其他山區一樣，該地區勞動力短缺和人口老化問題十分嚴重，傳統的勞動密集型農業模式難以為繼。

輪作噴灌通常在 6 月至 9 月進行。農民必須每 3 天手動操作閘門 1 小時，而且有

些田地距離住所超過 30 分鐘車程。這通常需要在清晨或深夜工作，給生產者帶來了沉重的負擔。在五條吉野土地改良區成員中進行的一項調查中，約 120 名有效受訪者中有約 70% 管理多個分散的田地，其中約 10% 擁有 10 個或 10 個以上的田區。約 45% 擁有至少一塊距離住所 5 公里以上的田地，約 80% 的受訪者將灌溉工作描述為「很有負擔的作業」。先前的研究也指出，分散的地點和距離限制會增加勞動力負擔（Matsuno 和 Okayama，2025）。



圖1. 五條吉野地區的溫室及露天柿子栽培



圖2. 一之木水壩

在此背景下，在五條吉野地區引進智慧農業技術，被視為提高生產效率、實現永續農業的關鍵挑戰。本計畫基於 LPWAN 通訊技術，結合自動灌溉控制、環境監測和人工智慧（AI），旨在實現節省勞動力和高精度種植管理（圖 3）。

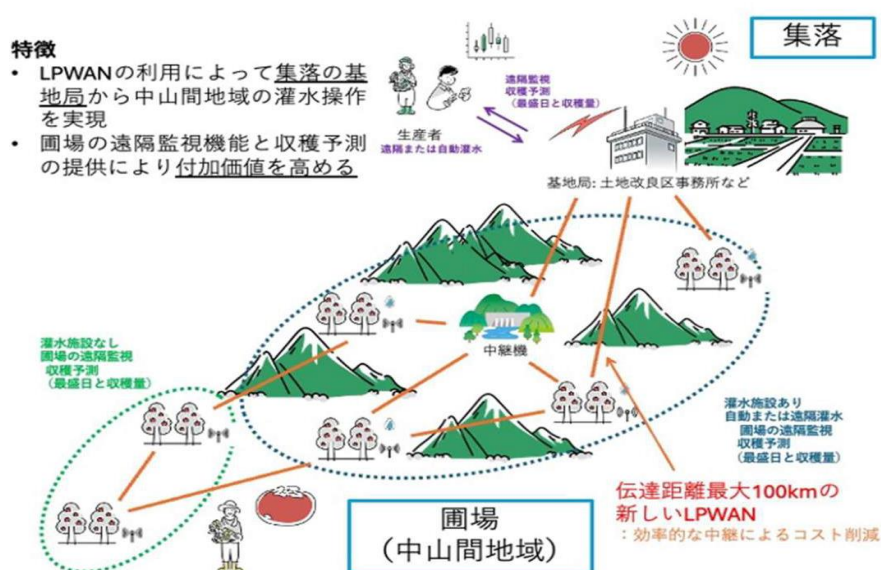


圖3. 遠端灌溉系統概念圖

(三) 通訊網路與遠端灌溉系統

本系統採用 920MHz 頻段 LPWAN，與傳統的行動電話線路相比，能夠實現低成本且穩定的長距離通訊。它超越了傳統 LoRa 通訊（約 10 公里）的覆蓋範圍，在平地上可實現長達 100 公里的通訊。此外，該系統還配備了中繼功能，即使在山區也能確保穩定性。

田間管理人員可以透過智慧型手機或電腦遠端設定灌溉時間表並監控田間狀況。灌溉指令透過 LPWAN 傳送到閥門，閥門會自動開啟和關閉。此外，田間安裝的感測器可以測量土壤濕度和天氣數據，並將數據傳輸到中央伺服器，使用戶能夠即時了解田間狀況（圖 4）。此類系統的引入將推動農業從傳統的基於經驗法則的管理模式轉變為數據驅動的精準農業模式。

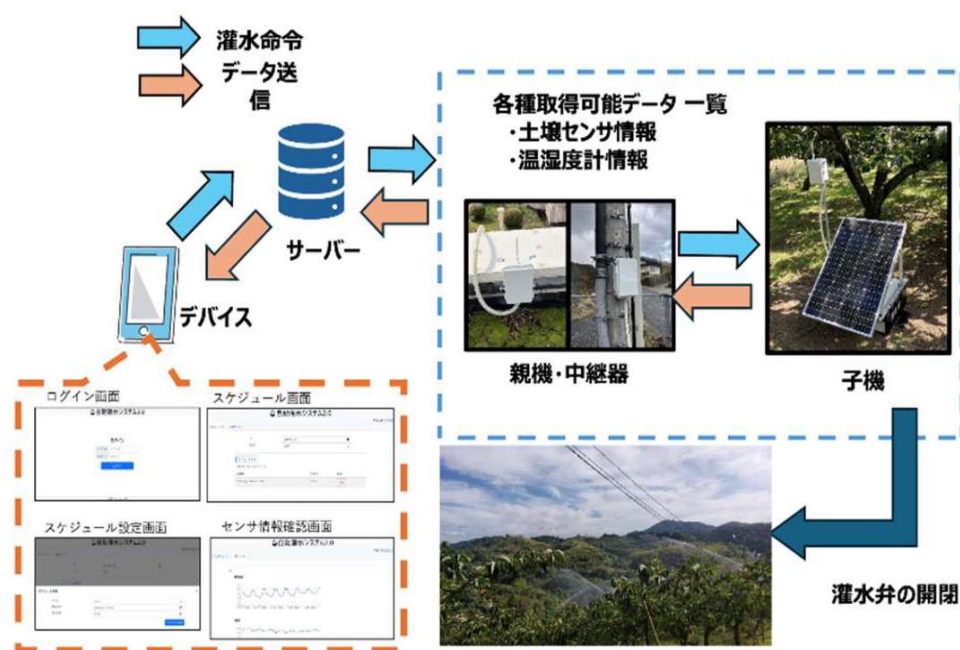


圖4. 自動灌溉系統

(四) 人工智慧模型及其作用

此系統包含以下三個人工智慧模型：

1. 灌溉決策模型

目前該系統基於氣象資料提供蒸散量估算，未來計劃使用卷積神經網路 (CNN, Convolutional neural network) 透過葉片影像分析估算水壓，並提供最佳灌溉時機 (Okayama et al., 2025a)。雖然訓練後的模型在特定田塊的預測準確率超過 80%，但在其

他田區的通用性仍是一個問題。

2.收穫預測模型

我們建立了一個類神經網路 (ANN, artificial neural network)，透過分析關鍵氣象變數來預測收穫高峰期。先前的研究表明，該模型可以提前約 5 個月預測收穫時間，誤差為 ± 3 天 (Okayama et al., 2025b)。

3.產量預測模型

根據氣象資料使用極限梯度提升模型 (XGBoost, eXtreme Gradient Boosting) 估算產量。添加高程資料可以提高田間規模預測的精度 (Okayama 等, 2025b)。

調查結果也顯示，在三種人工智慧模型中，灌溉決策模式最受關注，約 50% 的受訪者表示願意使用它。收穫時間預測模型和產量預測模型的興趣略低，但許多受訪者表示希望嘗試。然而，受訪者也對初始實施成本、維護、通訊穩定性和智慧型手機操作提出了擔憂，尤其是老年人對設備操作有不安的傾向 (Matsuno 和 Okayama, 2025)。

(五)未來展望

本計畫已完成網路運作測試，目前正處於試辦田區的自動化灌溉設備示範階段。未來目標包括將人工智慧模型的精度提升至實用水平，並將其整合到系統中。此外，我們計劃基於所獲得的知識進一步完善系統，並推動其在該地區推廣。未來，我們也計劃將此系統應用於紀伊半島的主要水果作物李子和柑橘，甚至擴展到海外的咖啡種植。

(六)結論

基於先前的研究 (Okayama et al., 2025a; Okayama et al., 2025b; Matsuno, 2025; Matsuno and Okayama, 2025)，本研究總結了適用於山區和丘陵地區分散農田條件的遠程灌溉系統的開發和部署。問卷調查證實，農民認為灌溉工作是一項沉重的負擔，並對這項技術的引入抱有很高的期望。該系統融合了 LPWAN 通訊和 AI 模型，不僅節省了勞動力，而且是應對氣候變遷和勞動力短缺的有效措施，未來發展潛力巨大。

致謝

本研究是農業・食品產業技術綜合研究機構 (NARO) 的「策略性智慧農業技術開發與改進」計畫「基於新通訊標準的雙向控制系統開發，用於山區分散果園省力化優質柿子生產」計畫的一部分。我們謹向所有參與人員表示感謝。

三、京都府的農業與農村發展(京都府農林水產部農村振興課 長澤 輝佳)

(一)引言

為了確保京都府農林漁業作為具有魅力的產業持續發展，並保護作為這些產業基礎的農村地區，我們正在推行一系列政策，從以農業和農村發展為中心的產業振興到區域振興。

(二)京都府的農林漁業與農村地區

1.京都府的農林漁業

京都府的農林漁業與京都的傳統和文化共同發展。京都府地跨南北，氣候多樣，自然環境豐富，生產各種獨具特色的農林水產品。（圖 1）。

位於京都北部的丹後地區是繁榮的稻米產區，以「丹後越光」為代表。其產的米在「米味評比」中屢獲「特 A」評級，堪稱日本最美味的稻米之一。此外，這裡還盛產京都蔬菜和水果。丹後地區面向日本海，盛產雪蟹和鳥蛤等特色海鮮。

此外，中丹地區是京都府首屈一指的林區之一，盛產丹波栗子、赤豆、紫花桃和萬願寺甜椒等京都特色農產品。



圖1. 各地區農林漁業特徵

南丹地區是京都府重要的糧食產區之一，盛產黑豆、赤豆、京都水菜、紫豆和京都王生菜等「京都品牌蔬菜」。京都市/山城地區約佔京都府總人口的 80%，擁有大量年輕勞動力，盛產京都蔬菜和花卉等多種密集作物。該地區也是「宇治茶」的主要產地。

2.京都府農林水產願景

《京都府農林水產願景》（2023 年 3 月修訂）將京都府農林水產政策的目標和方向系統化並具體化，旨在將農林水產轉型為成長型產業，並促進農村地區的維護和發展。京都府的農林水產農村地區，約 20 年後（2040 年）的時間，希望實現「充滿夢想的農林水產」、「充滿希望和活力的農村」以及「安全安心的地區」三大願景（圖 2）。

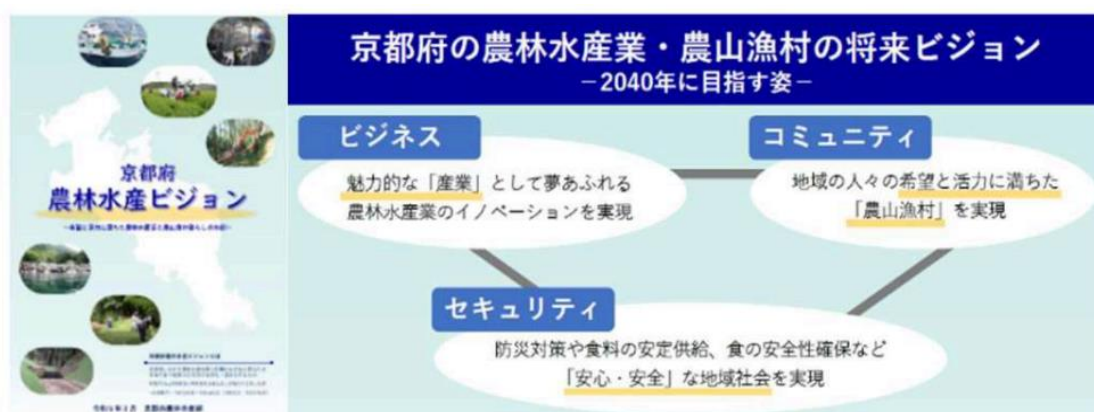


圖2. 京都府農林水產願景

3.關於京都府的農村

京都府的農村地區不僅是京阪神地區的糧食供應基地，還在保護國土、打造美麗的鄉村景觀以及弘揚京都豐富多彩的傳統文化（包括飲食文化）方面發揮著重要作用。

農民充分利用現有的農業生產基礎設施，透過整合農地和生產京都品牌蔬菜，不斷提升經營管理水準。然而，由於農民老化加劇，勞動力短缺，地區活動下降，以及原材料和人工等生產成本上升，農林水產農村的環境日益嚴峻。在此背景下，進一步推動農業和農村發展項目，以實現新一代農業至關重要。為此，京都府正在推動「建立堅實的基礎，支持永續的當地農業」、「創建靈活抗災的社區」以及「透過維護和振興可持續發展的社區，建設農村」等措施。為了使農業經營者能夠自給自足地成為永續的經營主體，有必要推動農地的整合和密集化，並實施比以往更低成本、更高收益的農業經營。



圖3. 地下水控制系統



圖4. 將稻田改為旱田生產黑豆

為此，為了實現農地的大規模化和綜合利用，目前正在推動基礎設施建設，促進農地集中，包括引進減少水利管理勞力的自動化水利管理系統、設置可容納大型農機的田地、以及高效佈局農路和水路等。此外，在約佔全京都府總面積 70%的山區，正在實施細緻的改良措施，以滿足當地特徵和需求，例如拆除田埂以擴大田地面積，以及引進有利於向高產作物生產的地下水控制系統（圖 3）；發展山區特色農耕方式，致力於維護和振興社區（圖 4）。為了在人口減少和老化導致人口減少的情況下，也能維持高產量農業和具有魅力的社區，推動基礎設施建設，以實施智慧農業。

為了增強京都應對日益嚴重和頻繁的自然災害的能力，並建立韌性抗災型城市，從結構性和非結構性兩個角度加強安全保障工作。作為結構性措施，根據《農業水庫防災重點特別措施法》，對水庫進行密集、系統性的防災建設，並改造老化的農業灌溉設施（圖 5）。作為非結構性措施，以防災重點農業水庫繪製災害地圖，並利用尖端技術，例如安裝可即時監測水庫狀況的遠端監控系統（圖 6）。



圖5. 水庫改造



圖6. 灌溉池監控系統畫面

在人口減少日益加劇、活力下降、社區生存面臨威脅的鄉村地區，透過不同個人和組織的合作，推動旨在「人才培養」和「社區發展」的舉措，例如支持農地保護、維護交通等地區基礎設施以及有效利用當地資源。建立一個能夠應對人口減少的區域

管理體系，透過組成鄉村社區管理組織，補充多種社區功能，並透過協作與合作相互支持。

(三)日本綠茶發祥地的茶園發展

1.湯屋谷地區

京都府南部的山代地區是日本頂級綠茶品牌宇治茶的產地，正在透過茶，創造和推廣新的文化、產業和旅遊業。尤其是山代地區的宇治田原町是一個歷史悠久的茶園種植區。18世紀，被稱為日本綠茶之父的永谷宗圓在湯屋谷發明了「宇治製法」，由此誕生了獨特的日本煎茶，其特點是色澤、形狀、香氣和口感都十分出色。如今，該地區擁有大規模的山茶種植園，茶葉的種植充分利用了該地區極端的溫差。本節將介紹宇治田原町湯屋谷茶園如何從陡坡茶園轉型為緩坡茶園的案例。

2.發展概況

湯屋谷地區(圖7)是1960年代開墾的山地茶園。茶樹種植約50年後，即將迎來重新種植的時期。由於茶農老化，人們擔心茶園會被廢棄。此外，由於茶園依現有地形建造，坡度約 30° (圖8)，乘坐式採茶機無法進入茶園，作業效率低。因此，為了引進更有效率的乘坐式採茶機，並促進當地茶農利用茶園進行土地開發，將茶園的陡坡改造為緩坡。



圖7. 宇治田原町及湯屋谷地區位置圖



圖8. 原地形坡度陡峻

3. 施工方法

為了能夠引入乘坐式採茶機，並將安全耕作作為首要任務，採用了一種根據現地地形，將當前複雜的地形改造成緩坡田地的工法。該地區西部的田地採用了「改良丘陵施工法」。東部田地現有地形坡度較大，因此採用了帶坡度的「梯田施工法」。根據縣農業改良推廣中心的建議，並考慮到採茶時的機械效率，標準地塊面積設定為45

公尺 x 40 公尺。從機械作業效率的角度考慮，地塊坡度設定為 5° (8%)，與平地的作業效率相當。為了方便地面排水，沿短邊保持約 1° (2%) 的坡度 (圖 9)。

4.排水設施

茶樹根系深度之有效土層為 0.7-1.0 m。清除田面 1.0 m 範圍內的積水非常重要，可防止濕氣對茶樹根系造成損害。為此，我們將吸水管 ($\phi 50$ 聚乙烯波紋管) 埋設於田面下 1.0 m 處，其坡度與田面坡度相符。埋設間隔通常為 10m，所需管徑根據吸水管的控制面積來決定，以便在約 4 小時內排乾 10 年 4 小時的降雨量。田面排水排出的水經由田區內的集水路和排水暗渠排至道路側溝 (圖 10 和圖 11)。



圖9. 施工方法及地塊坡度



圖10. 排水設施平面圖

圖11. 田面暗渠，埋設於田面以下1.0公尺處

此外，由於使用重型機械，土壤被壓實阻礙了地表水的入滲，導致茶園有效土層出現積水區域。大規模開挖填方改造地形的施工，復墾土地中存在受地形和土質影響導致地下水位上升的區域。因此，採取了優先排水措施，例如透過翻土破壞壓實層，以及縮小田面埋設地下排水溝的間距。

5.沉砂池

該區域復墾使用了約 26 萬立方公尺的土壤。在復墾土地的盡頭安裝了一個沉澱池，以防止降雨期間泥沙逕流對下游造成損害，並在洪水期間調節峰值排水流量。沉澱池內安裝了天然棕櫚纖維過濾器，以減少渾濁水逕流。

6.土壤改良

為了改良山地茶園的陡坡，需要進行一定程度的地形調整。這會導致優質表土被掩埋，貧瘠土壤暴露在地表。因此，在該區域施用了有機樹皮堆肥。然而，茶樹喜酸性土壤。雖然 pH 值在 4 到 5 之間被認為是茶葉生長的最佳值，但復墾土地中的一些土壤 pH 值往往超過 5。因此，需要施用硫酸銨等土壤改良劑來降低 pH 值。此外，在土壤物理特性(例如土壤板結導致的沉降)和化學特性(例如 pH 值超出最佳值)均不適合種植茶樹的地區，可以透過添加土壤來改良土壤層 (圖12)。



圖12. 土壤敷料改良土層

(四)茶之京都~打造另一個京都

京都府正進一步利用南北豐富的自然環境和悠久歷史所累積的「地道」文化優勢。京都府正以「海」、「林」、「茶」為主題，推進「打造另一個京都」，以實現縣內

均衡發展。京都府正分別實施「海之京都」、「林之京都」和「茶之京都」的建設措施。「茶的京都」活動以山城地區為據點，該地區擁有悠久的產茶歷史，風景秀麗，至今仍盛產頂級綠茶。活動旨在透過保護美麗的產茶景觀、振興茶產業、推廣以宇治茶為主題的茶文化，打造一個吸引眾多遊客的大型交流區，將山城地區打造為日本茶文化的中心。這項活動充分利用了「日本茶八百年歷史漫步」日本遺產的認定以及該地區申報世界文化遺產的努力。



圖13. 茶園開發前後狀況

(五)結論

國內外抹茶熱潮加速了製茶的轉型，並增加了出口。然而，鑑於與其他產區的競爭日益激烈、茶園面積不斷縮小以及茶葉生產者的老齡化，建設有助於提高茶葉品質和穩定生產的基礎設施，在推廣「茶京都」方面發揮著重要作用。

在宇治田原町湯屋谷，一個佔地 10.1 公頃的茶園已被重新開發（圖 13）。預計茶葉採摘將在種植後約四至五年開始，產量約 40 噸。此外，京都府的農業和農村地區正在最大限度地利用當地資源，融合傳統與創新，面向未來發展。

四、智能農業機械和數位轉型(YANMAR 農業株式會社，京都大學農業研究生院產學合作課程)

(一)農業現狀

1.日本的農地、農民和農業法人

戰後的土地改革將農地從富裕地主手中解放出來，交給個體佃農，人均耕地面積較小，平均只有 30 公畝，主要作物是水稻，小型輕便的農業機械應運而生 (圖1)。



圖1. 土地改革

2.勞動強度和農戶數量

圖 2 展示了 1950 年和 2010 年的稻田耕作照片。比較RMR（勞動強度相對替代率，Relative Metabolic Rate），從完全手工作業到使用拖拉機、插秧機和聯合收割機的時期，RMR 值急劇下降。此外，照片也顯示農民數量減少。2010 年，只能看到操作機械的工人。

労働強度

労働強度は“Relative Metabolic Rate” RMRで示される

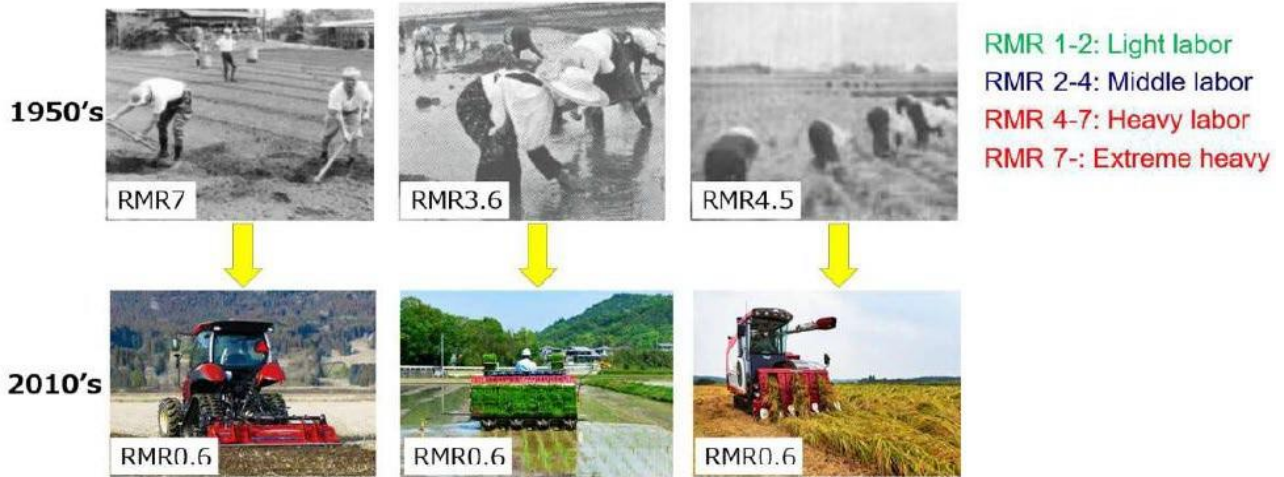


圖2. 労働強度與農戶數量

3. 農業法人的發展及其現狀

以某農業法人為例 (圖3)，雖然總耕地面積只有 100 公頃，但每個田區的面積卻非常廣闊，總計超過 300 個田區。這類農業法人的建立使得那些放棄農業的人所擁有的農地得以利用，促進了糧食生產。這些因素的影響各不相同。最終，農業人口將持續下降。此外，這 300 塊田區需要對農活、機械、收穫調整、監測和效率提升進行管理，因此準確的位置資訊至關重要。

ある農業法人 (全耕作面積 100ha) の耕作地の状況……畑の数は 300 枚を超える

一つ一つの耕作地の面積は小さい。
農家の耕作地の場所は統合されていません。



圖3. 農業公司範例

(二)智能農業機械

1. 智慧農業機械的普及

圖 2 中，1950 年的稻田作業條件至少需要三人。然而，近年來，農民的平均年齡已接近 70 歲，農民數量進一步減少，如照片所示，即使只有三名農民也難以保證安全。圖 4 展示了已作為智慧農業機械實現商業化的 SMARTPILOT 系列。該系列自 2000 年以來持續開發，並於 2018 年實現了業界首款配備近距離監控的無人駕駛拖拉機的商業化。此後，許多產品相繼實現商業化，包括自動直線插秧機、用於機場除草的無人駕駛拖拉機以及一系列直線輔助拖拉機。此外，還有一台載人聯合收割機可進行全自動收割，以及一台用於法國香檳地區的無人駕駛葡萄噴霧器。透過整合 RTK（即時動態定位, Real-Time Kinematic）等精確定位訊息，配備方向盤的設備即使沒有專業知識，也能比人類更精確地執行熟練的任務。產品陣容正在不斷擴大，使噴霧器能夠在執行任務的同時最大限度地降低農藥暴露的風險。

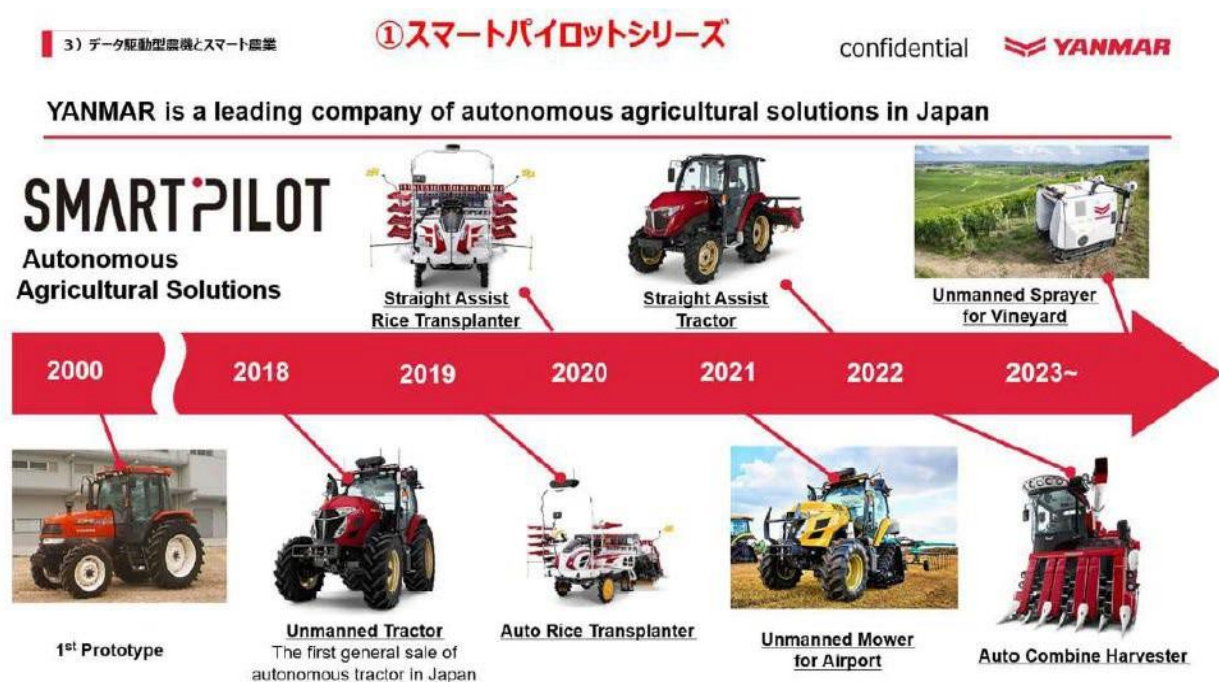


圖4. 智慧農業機械發展

2. 電動農業機械的潛力：邁向碳中和

為了實現永續農業，農業機械也正日益電動化，同時智慧農業機械也應運而生。圖 5 展示了一款用於農業的原型機。如圖所示，它是遠端控制的，無法由人類駕駛。目前正在開發此原型機，以實現割草、旋耕、築壟、馬鈴薯收穫和除雪等任務。這款電動農業機械也使用來自 RTK 的精確定位資訊進行操作。

YANMAR TOKYO デザイン展に e-X1 (仮称) 出展



圖5. 電動農機

(三)農業、食品及農業產業與數位轉型

1.農場管理與社區管理

農業和食品及農業產業鏈包含以下步驟：播種、育苗、耕作和整地、施肥、移植、栽培管理、收割和脫粒、乾燥和調質、儲存、運輸以及自產準備、加工、分銷和銷售。圖6中，農場管理區域（下排）代表從播種到運輸的總銷售額，約9兆日圓。

而社區管理區域（上排）代表的銷售額接近 100 兆日圓。生產者必須有效地提高產品質量，並以高價出售。雖然最終用戶需要以低價購買產品，但能夠及時、足量地採購所需產品且不造成損失也至關重要。

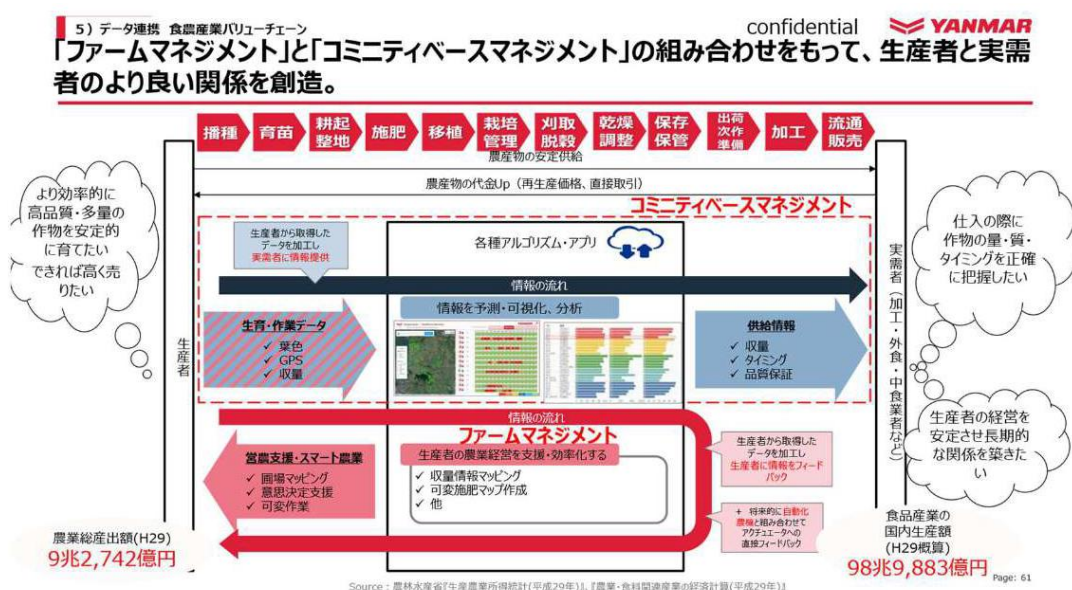


圖6. 農場管理與社區管理概念圖

2.從農業機械作業軌跡中可以學到什麼：數位轉型

近年來，已經開發出許多用於農場管理的農業系統，但這些數據大部分需要手動輸入，常常導致錯誤，最終導致系統無法使用。如果我們將一個地區、一個作物生產協會、一個農業公司、合約種植者或一群農業承包商視為一個擁有共同目標的社區，那麼該社區內農業機械的流動可以揭示很多資訊。

本文探討石垣島的甘蔗產業。琉球群島是甘蔗產區。此外，由於該地區對國防至關重要，維持這一產業至關重要。甘蔗從 12 月到 4 月採用機械收割。收割後的甘蔗被運送到島上的糖廠進行加工。在這個過程中，新鮮度至關重要，高效的工廠運作也至關重要。糖廠擁有 20 多台甘蔗收割機，由糖廠指定的操作員收割 1200 公頃（約 2000 根甘蔗）。然而，在引入機器運行管理系統之前，從 12 月到隔年 4 月，有時甚至到 5 月的收穫季節非常繁忙，不僅糖廠的收割機，幾乎所有其他人都去市場了，很難抽出時間休息，並造成了各種損失。此運作管理系統透過為甘蔗收割機配備傳輸位置資訊的設備來監控其運作。操作員無需進行複雜的輸入即可執行日常任務；並且可以獲得各種對各利益相關者有用的資訊。

圖 7 顯示了主要功能。

① 即時監控：了解收割機的運作位置。預測運送到工廠的甘蔗數量。

② 田間總結：了解整個 2000 公頃田地的目前百分比。

③ 日線圖：透過轉換機器效率和速度，可以比較收穫產量。

④ 計算收穫面積、建立田地形狀並顯示產量：無須登記田地；實際收成面積一目了然。

自從使用系統以來，糖廠員工在甘蔗收穫季節可以享有帶薪休假。原料現在可以及時送達，工廠運作效率提高。

圖 8 展示了另一個使用 RTK 位置資訊的範例。這是移植番茄的情況。透過將傳輸位置資訊的裝置連接到移植機並分析其軌跡，可以確定犁溝的位置，準確地確定植物的數量和行寬。

主なアプリケーション画面

Realtime Monitor (リアルタイム位置、軌跡)



Daily Chart (毎日の稼働時間/状態記録)



Field Summary (収穫実績表示)



© YANMAR AGRIBUSINESS Co., Ltd.

Page: 67

圖7. 營運管理系統摘錄

加工メーカー取り組み例 契約生産者 データ例 定植

フィールドスタッフの訪問業務である、植付株数の試算を実施

作業機械：移植機 + RTKサービス



概算株数
畝長120m ÷ 株間0.35m × 畝本数25本
+ 畝長120m ÷ 株間0.35m × 畝本数8本
= 11,314株

概算株数
畝長56m ÷ 株間0.35m × 畝本数24本
= 3,840株



概算株数
畝長120m ÷ 株間0.35m × 畝本数27本
= 9,257株



概算株数
畝長47m ÷ 株間0.35m × 畝本数
= 2,283株

© Yanmar Agribusiness Co., Ltd.

Page

圖8. 營運管理系統功能

(四) 自動化農業機械與數位化的融合

物聯網的普及、通訊技術、衛星定位技術、控制技術和基於人工智慧的機器學習能力的進步，以及農業人口的快速下降和老化、溫室氣體減排、碳中和目標的需求以

及對永續性的追求等技術進步，推動了自動化農業機械（Smart Pilot 系列）的發展及其在市場上的廣泛應用。

然而，遠端無人駕駛農業機械面臨法律挑戰，商業化仍面臨許多障礙。不過，發展仍將持續。這種自動化農業機械使用的資訊是精確的位置資訊，通常是RTK。另一方面，上一節提到的營運管理系統是一個管理系統，而不是規劃系統。機械本身沒有任何自動化控制。然而它確實利用了精確的位置資訊，自動化農業機械與利用位置資訊的數位轉型的融合即在此處。

目前混合使用了傳統農業機械和自動化農業機械。這種做法農業機械配備了獲取位置資訊的設備。自動化機械儲存了預先編程的工作路線和計劃。這有助於了解農業領域的現狀和未來，數據分析將其與食品和農業產業連結起來（圖9）。此圖表中心的數據分析提供的資訊不僅對農業有益，而且對整個食品和農業產業也有益。當然，結合積溫、實際產量和碳中和證據等外部數據，其實用性將進一步提升。最後，農業和耕作實踐因地區而異，所需的標準也各不相同。因此，對系統和自動化農業機械的要求因地點和最終用戶而異。

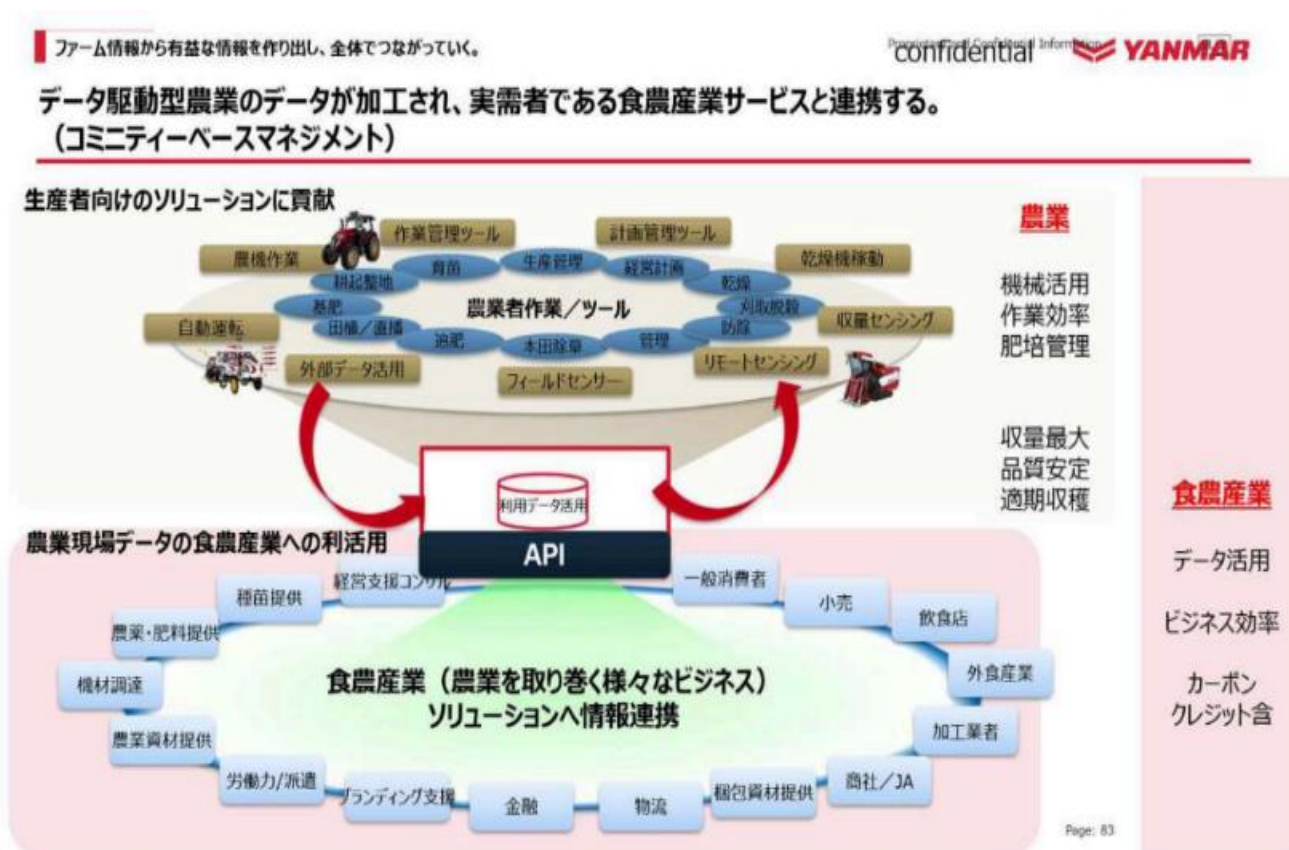


圖9. 食品與農產業連結

五、丹波篠山市的灌溉提案範例(YANMAR 農業株式會社 堀内 絢斗)

(一)引言

丹波篠山市位於兵庫縣中東部，是日本大豆產區，種植面積位居全國之冠。丹波篠山的「丹波黑」品種以其飽滿、耐嚼的口感和世界上最大的籽粒而聞名全國（圖 1）。然而，黑豆的產量易受氣候影響，水分不足和高溫會導致花莢脫落，進而導致產量下降。近期高溫少雨導致黑豆產量低迷。

丹波篠山市今年的主力種植計畫顯示，水稻種植面積較去年增加約 3%，而黑豆種植面積則減少約 9%。亟需採取措施保護這一區特有的黑豆。

以下介紹丹波篠山市正在實施的利用 ICT 設備進行適時灌溉的舉措。

(二)計畫背景與技術架構

該地區黑豆種植的氣候條件以週期性降雨（例如傍晚陣雨）為主，灌溉尚未積極實施。近年來，在長期乾旱期間，已根據需要實施溝灌。然而，溝灌也面臨許多挑戰，許多種植者對此持抵制態度。溝灌的主要挑戰如下：

1.溝灌的挑戰

- (1)根腐病風險：灌溉頻率和灌溉量必須根據田地的排水和保水特性進行調整。調整不當可能導致根腐病。此外，在地形不平的田地中，由於水量分配不足，難以實現均勻灌溉。
- (2)土傳病害（莖腐病）：溝灌導致田間水分滯留，會促進病害的傳播。
- (3)確保水資源：溝灌需要大量的水，在水資源有限的田地中難以實施。
- (4)灌溉需要勞力：由於近年來氣候變化，灌溉在黑大豆種植中變得越來越重要。噴灌已成為溝灌的替代灌溉方式。

(三)該地區噴灌應用案例及問題解決

為了應對該地區近年來高溫少雨的現狀，一些農業企業已於 2024 年和 2025 年購買了噴灌設備，主要希望能夠緩解高溫天氣（圖 2）。



圖1. 丹波黑豆



圖2. 降溫噴灌系統之引入

通常為了確保澆水均勻，噴頭的安裝間距為噴灑直徑的 0.55 至 0.6 倍。而在本例中，建議將噴頭間距擴大到 20 公尺（正常建議每 12 至 15 公尺設定一個）。這是一個比較特別的方案，因為安裝噴頭的目的並非一般的澆水，而是為了透過降低黑大豆地上部分（莖葉）的溫度來防止落花。與標準佈置相比，此方案還降低了噴頭設備的安裝成本。迄今為止，高昂的噴頭安裝成本和缺乏管道一直是該地區噴頭安裝的障礙。建議增加噴頭間距，主要是為了降低田間溫度，這有望成為該地區精準定位和解決問題的典範。

2.灌溉設備特點

(1)30F30 噴頭（圖 3）適用於一般露天田地

每隔 12-15 公尺設置一個噴頭，灌溉區域可重疊，進而提高灌溉效率。

使用配備斷流銷的主噴嘴（圖 4）（30FK30）時，斷流銷朝向水束，從而減小液滴尺寸，防止種子被沖走和土壤回濺。



圖3. 30F30 噴頭

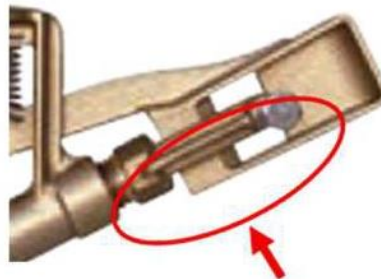


圖4. 30FK30 噴頭配備斷流銷的主噴嘴



圖5. 三腳架式立管 20RPA

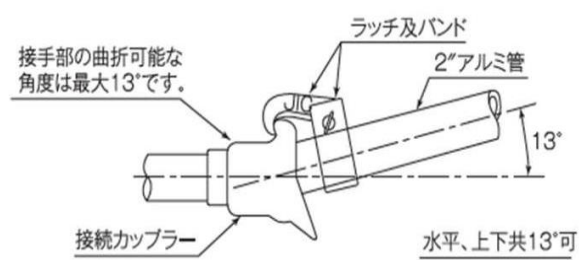


圖6. 門鎖式接頭

(2)三腳架式立管 20RPA（圖5）

此款噴灌立管插入立管接頭（立管接頭連接立管軟管）中，並將腳插入地面固定，無需彎腰即可輕鬆安裝到立管接頭上。為了防止黏附在噴灌器上，噴灌器安裝部分採用黃銅鑄造，即使使用多年後也能輕鬆安裝和拆卸。

(3)門鎖式接頭（圖6）

軟管連接接頭採用門鎖式接頭，只需鉤住掛鉤即可輕鬆連接。拆卸時，只需取下掛鉤或輕輕推入接頭並向右旋轉即可。

3.對 ICT 設備灌溉的期待

近年來，運用 ICT 技術的產品在農業領域備受關注。能夠測量田間溫度和土壤濕度的監測設備被認為對露地耕作有效，該地區對其有效應用的期望也日益高漲。透過遠端監測田間狀況（圖7），這些設備可以實現適時灌溉。這不僅可以提高產量和品質，還能更有效地利用稀缺的水資源，有望成為解決水資源短缺問題的第一步。



圖7. 智慧型手機應用程式影像

(四)結論

高溫少雨不僅在該地區，而且在全國範圍內都已經成為社會問題，在日本黑豆主要產地之一丹波篠山市，人們對灌溉的期望也日益高漲。

六、使用 LTE-M 通訊的閥門遠端控制和監控控制器(株式会社イーエス・ウォーターネット 宮林 亮介)

ES Waternet 株式會社總部位於東京都多摩市，在全國七個地區為日本農業、環境綠化、工業以及海外市場提供高效用水系統。主要的農業和供水管道產品包括減壓閥（圖 1），用於降低上游高水壓並穩定下游壓力；電動過濾器（圖 1），用於過濾並自動清除農業用水中的雜質；以及砂濾器。以下將介紹一款採用 LTE-M 通訊技術的農業和供水應用遠端閥門操作和監控控制器 OMEGA。



圖1. 減壓閥及電動過濾器

(一)OMEGA 控制器概述

OMEGA 控制器是一款物聯網設備，利用行動電話網路透過雲端遠端監控和控制閥門、流量以及各種感測器。它可用於各種應用，包括農業灌溉管理、供水設備監控以及高效的基礎設施運作。

近年來，氣候變遷和勞動力短缺等挑戰在農業和水資源管理領域日益嚴峻。資訊通信技術和物聯網（ICT）的應用已被推廣，成為解決這些問題的手段，其中遠端監控和遠端控製作為提高效率的一種方式尤其受到關注。OMEGA 控制器正是在這種社會背景下應運而生的，它在革新傳統的以人為本的管理模式方面發揮關鍵作用。

(二)系統配置

本系統由現場安裝的 OMEGA 控制器（圖2）、行動通訊網路、雲端伺服器和操作終端（PC 或智慧型手機）組成。各控制器的狀態可透過雲端集中管理，並透過與 Google 地圖整合輕鬆定位。OMEGA 控制器透過電線或壓力水管連接到各種感測器和閥門，並透過行動通訊網路連接到雲端伺服器。



圖2. OMEGA控制器

使用者可以透過 PC 或智慧型手機存取雲端系統，在地圖介面（Google地圖）上輕鬆管理和操作控制器。通訊方式採用行動電話線路（LTE-M），實現節能、穩定、可靠的資料傳輸。各設備的資料皆在雲端伺服器上集中管理，使用者可透過網頁瀏覽器或專用應用程式存取。

此外，系統採用使用手機號碼和電子郵件地址的兩步驟驗證以及加密通信，以確保安全，從而降低未經授權的存取和資訊外洩的風險。

(三)優勢

- 1.節省人力：遠端查看閥門和泵浦的開啟/關閉狀態，以及流量、壓力、水位和其他感測器值。
- 2.集中管理：一目了然地顯示多個田地和設施的狀態，提高管理效率。
- 3.水量管理：根據流量而非時間來管理灌溉量，有助於節約用水並提高作物品質。
- 4.故障偵測：接收管道破裂和設備故障的電子郵件通知，從而快速回應。

透過主管理螢幕，可一目了然地查看控制器的運作狀態和感測器值。透過累積流量螢幕，以圖表形式查看指定時間內的水量趨勢，而程式螢幕則提供了直覺的介面，用於設定澆水計劃。此外，使用者介面設計直觀，即使對於沒有專業知識的使用者

（例如農民或水務工作人員）也能輕鬆上手。可靈活地自訂澆水計劃，從而根據作物、用途和區域特徵進行精細管理。



圖3. 引進OMEGA控制器的好處

(四)預期實施效益

OMEGA 的引入顯著減少現場人工勞動。遠端操作有效可縮短工作時間並節省人力。與流量計連接的水流量控制比傳統的基於時間的管理方法能夠實現更精確的水管理，從而節約用水並提高作物品質。由於供水壓力波動在傳統的基於定時器的控制中難以實現，這將能夠對水量進行微調，並且對不斷變化的環境條件做出及時的反應。可以同時監控分佈在多個地點的設備的運作狀態，大大減輕了操作員移動的負擔。

(五)使用場景

- 1.流量和閥門控制：最多可連接13個電磁閥，實現流量和時間的控制。(圖4)
- 2.流量與壓力監測：線上模式即時監測，離線模式則定期傳輸至雲端。如發生異常，將透過電子郵件發送警報。(圖5)
- 3.大口徑控制閥：地下坑內的控制閥可採用指揮管進行安全控制。(圖6)
- 4.水位監測：可以監測水庫和農場池塘的水位，並與幫浦控制相連。(圖7)



圖4. 水錶和閘門的遠端監控和操作



圖5. 流量和壓力的遠端監控



圖6. 大口徑控制閥遠端開啟與關閉

圖7. 水位監測

(六)實施記錄和案例研究

- 1.在和歌山縣南紀水道土地改良區，該系統用於灌溉梅園和病蟲害防治，並已成功利用太陽能和乾電池運作（圖 8）。
- 2.沖繩縣津堅島和波照間島正在進行太陽能線上作業，灌溉甘蔗（圖 9）。
- 3.在愛媛縣大三島，它用於灌溉柑橘，監測土壤濕度、溫度、降雨量和流量，並使用商用電源（100V AC）在線上運作（圖 10）。

GJ-D50286

和歌山県 南紀用水土地改良区



- ・目的：かん水・防除散水(梅)
- ・OMEGA台数：3
- ・電源：乾電池(2台)、ソーラー(1台)
- ・運用：オフラインモード(乾電池)
オンラインモード(ソーラー)
- ・センサ：なし
- ・バルブ：1台あたり5台
- ・流量計：1台あたり1台

※導入コスト

■ソーラー式

- ①オメガコントローラー
(ソーラーパネル、蓄電池等)
1基 700千円
- ②鋳鉄製電磁弁 50A 5基
1,500千円(1基当り300千円)
- ③流量計 50A
1基 220千円

計2,420千円

電源式、乾電池式はソーラーパネル、蓄電池不要の為上記コストより-250千円



圖8. 和歌山縣男紀水道土地改良區實施案例

沖縄県 津堅島



- ・目的：路地かん水
- ・電源：ソーラー
- ・運用：オンラインモード
- ・センサ：土壌水分センサ
- ・バルブ：3台




リアルタイム監視
土壌水分グラフ

沖縄県 波照間島



- ・目的：露地かん水(サトウキビ)
- ・電源：ソーラー
- ・運用：オンラインモード
- ・センサ：なし
- ・バルブ：2台

圖9. 沖繩縣津堅島和波照間島的案例



圖10. 愛媛縣大三島市實施案例

(七)供電方式與運作模式

供電方式有三種：太陽能板、市電和乾電池。

- 1.太陽能：適用於沒有市電的地區，效果顯著。適合即時監控。
- 2.市電：可實現持續通訊和即時回應，確保穩定運作。
- 3.乾電池：安裝簡便，但每天通訊次數有限，不建議使用感測器。

(八)總結

OMEGA 控制器憑藉其高度的多功能性以及遠端監控和操作功能，為農業和水利基礎設施管理的省力化做出了貢獻。它支援多種供電方式和操作模式，可根據現場環境靈活部署，未來在智慧農業和水資源管理領域中發揮更重要的作用，特別是未來透過結合無線閥門和基於人工智慧的數據分析，預計根據天氣預報和土壤狀況自動產生最佳灌溉計劃。

第三節、灌溉設施及調控設施器材簡覽

本次畑地灌溉研究集會有廠商設置現場介紹灌溉設備儀器、看板及影片，並有專人於現場介紹相關設施、提供相關灌溉設備儀器簡覽，增加與會人員對新的灌溉設備之瞭解。



圖3.3.1. 現場展示

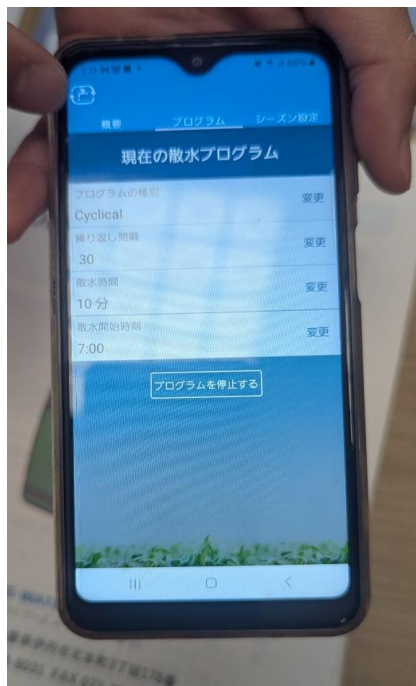


圖3.3.2 智慧灌溉系統app

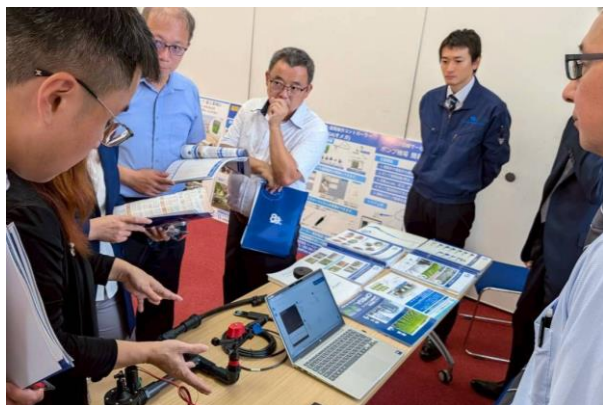


圖3.3.3 現場展示與解說



圖3.3.4 現場展示看板



圖3.3.5 現場展示



圖3.3.6 電池式電磁閥

第四章 現地考察紀要

主辦單位配合研究集會內容，安排於10月17日(星期五)宇治田原町茶園、Rock Farm Kyoto 京都舞農場、及巨椋池乾拓地水利設施。

農業農村工学会畑地整備研究部会 「畑地かんがい研究集会現地研修会」

日 時：令和7年10月17日（金） 9時～14時30分（予定）

視察先：京都府山城広域振興局管内（綴喜郡宇治田原町～京都市～久世郡久御山町）

① 茶園造成（新規）
西ノ山工区（宇治田原町） 作付面積13ha



② 国営排水機場（干拓）
巨椋池排水機場（宇治市・京都市・久御山町）



③ 干拓地での営農（都市近郊農業を展開）
ロックファーム京都株式会社（代表取締役 村田 翔一氏）（久御山町）



	到 着 地	移動時間	到 着	出 発	滞 在
集合	JR京都駅八条口(観光バス乗降所)	(配車)	8時45分	9時	—
①	西ノ山工区(集団茶園)	60分	10時	10時30分	30分
②	巨椋池排水機場	40分	11時10分	11時45分	35分
休憩	イオンモール久御山・旬菜の里	15分	12時	13時	60分
③	ロックファーム京都(株)	15分	13時15分	14時	45分
解散	JR京都駅八条口(観光バス乗降所)	30分	14時30分	—	—

圖4-1 現地參訪行程表

第一節、京都府概述

一、地理環境、人口分布及農業概況

京都府是日本近畿地方的一級行政區（都道府縣）之一。自公元794年日本遷都至此（平安京）至明治時代來臨前是天皇駐地，曾長期為日本首都。

京都府位於日本本州島中部附近的近畿地方，從北按順時針方向依次與福井縣、滋賀縣、

三重縣、奈良縣、大阪府、兵庫縣相接壤。北部面向日本海。形狀大致呈現為從西北方向向東南方向長約140km的細長形狀。北部的丹後半島和舞鶴灣、若狹灣面向日本海。北部丹後山地、福知山盆地，中部的丹波高地、龜岡盆地，南部的京都盆地共同組成了標高1,000m以下的低山地帶。全府面積75%以上為山地和丘陵。在中部地區，丹波黑（黑豆）的栽培與加工很發達，超越原產地（兵庫縣丹波篠山市）。林業則有北山杉等。在南部地區，茶的栽培與加工很發達。

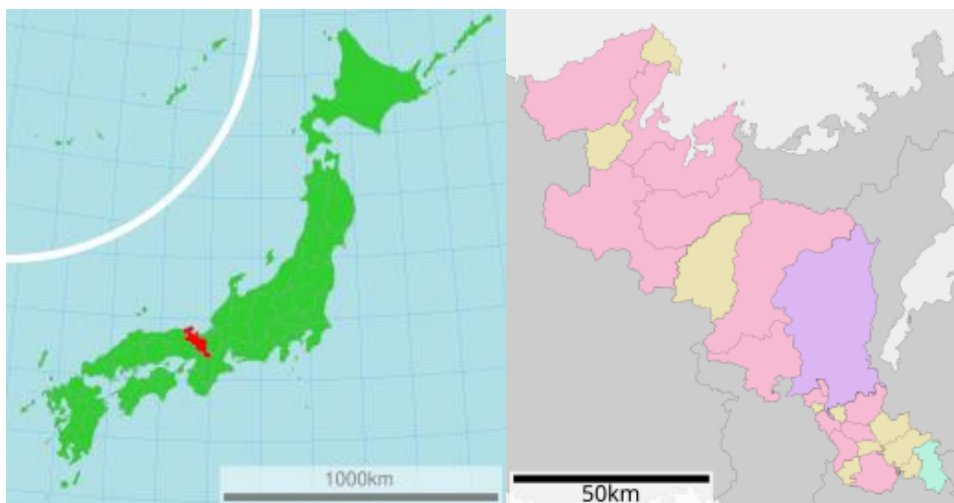


圖4-1-1 京都府地理位置圖

二、氣候

京都府北部為日本海側氣候、府南部為瀨戶內海式氣候。府北部和中部的豪雪地帶分布廣泛。籠統地說來：舞鶴・綾部及丹後地區為海洋性氣候、其他地方大致呈現內陸性氣候的特徵。

第二節、宇治田原町茶園整備

一、歷史淵源與茶鄉地位的確立

宇治田原町在整個日本茶文化中佔據著獨一無二的核心地位，被公認為是「日本綠茶發祥地」，其蘊藏深厚的歷史和文化基礎。

(一)茶葉的傳入與起源地-大福谷

宇治田原町的茶業歷史可追溯至鎌倉時代，當時臨濟宗的開山祖師榮西禪師將中國帶回的茶籽贈予明惠上人，明惠上人將其分植於京都的梶尾高山寺。據傳，明惠上人的弟子又將茶籽帶到宇治田原町，在神山鷲峰山山麓下的大福谷腹地種植最初的茶

樹。

大福谷地區因其優越的地理條件暖濕潤、多霧的山谷地形、以及排水良好的土壤成為茶葉生長的絕佳環境。這一時期的大福谷茶因品質卓越而聲名鵲起，甚至有被貢奉給幕府和皇室的記錄，奠定宇治田原町作為高級茶產地的基礎。

(二)綠茶製法的革命-永谷宗圓的貢獻

宇治田原町的歷史地位，很大程度上歸功於江戶時代中期的茶農永谷宗圓，當時的茶葉製法多為釜炒法或蒸青後自然乾燥，茶色偏褐，味道苦澀。永谷宗圓耗費15年時間，在湯屋谷進行艱苦的研究，於1738年（元文3年）確立青製煎茶製法：

- 1.蒸青：採摘後立即以蒸汽殺青，保持鮮綠。
- 2.揉捻：經熱力和手工反覆揉捻，破壞細胞結構，使茶葉汁液均勻附著。
- 3.乾燥：在焙爐上以低溫和緩的火力進行乾燥。

這項技術成功地保留茶葉的鮮綠色澤，創造出鮮爽和清香的現代煎茶。青製煎茶製法被迅速推廣至日本全國，徹底改變日本人的飲茶習慣，使宇治田原町成為「日本綠茶的故鄉」。

(三)日本遺產的茶鄉景觀-湯屋谷

永谷宗圓的故鄉湯屋谷，至今仍保留著古老的茶鄉風貌。這裡的街景匯集茶園、依石牆而建的木造茶工廠、以及茶葉批發店。這一獨特的景觀群落，連同永谷宗圓的故居和焙爐遺跡，已被認定為「日本遺產」，標誌著宇治田原町不僅是茶葉的生產地，更是日本茶文化的活的博物館。

二、傳統茶園的制約與整備的迫切性

儘管歷史輝煌，宇治田原町的茶產業在20世紀末和21世紀初面臨著巨大的結構性挑戰。這些挑戰主要源於其代代相傳的傳統農業模式，與現代社會對效率和勞動力的需求產生嚴重衝突。

(一)傳統茶園的工程學缺陷

傳統茶園的開墾方式，雖然順應自然，但在現代農業工程視角下存在明顯缺陷：

- 1.地塊分散與不規則：由於繼承和山地開墾的特性，茶園地塊零散，形狀不規則，難以進行標準化管理。
- 2.茶園開墾與高坡度：大多數茶園是沿山坡自然起伏開墾，坡度過大。例如，許多坡

地茶園的坡度可能超過15度甚至20度。

3. 機械化障礙：崎嶇的地形、高坡度、以及狹窄的作業空間，使得大型採茶機、修剪機、施肥機等現代農業機械難以導入。這極大地制約生產效率的提升。

(二)社會經濟因素的衝擊

1. 高勞動力成本：傳統茶園作業極度依賴人工，尤其是採茶季節需要大量勞動力。高昂的人工成本嚴重壓縮茶農的利潤空間。
2. 人口老齡化與後繼者不足：隨著農村人口外流和老齡化加劇，重體力、高強度的茶園作業難以吸引年輕一代繼承，直接導致茶園生產面積的逐年減少，產生宇治茶產業的存續問題。
3. 防災能力不足：傳統坡地茶園缺乏系統性的水土保持和排水設施，近年來頻繁發生的極端豪雨天氣下，極易發生水土流失、表土沖刷甚至小型滑坡等災害，威脅茶園穩定性和產量。

三、茶園示範區工程實施與技術細節

為解決上述困境，宇治田原町推動以「集體茶園整備事業」為核心的現代化農業工程項目，目標是通過土地改良與基礎設施建設，實現茶園的集約化、高效化和機械化。



圖4-2-1 宇治田原町茶園現況



圖4-2-2 宇治田原町茶園現況

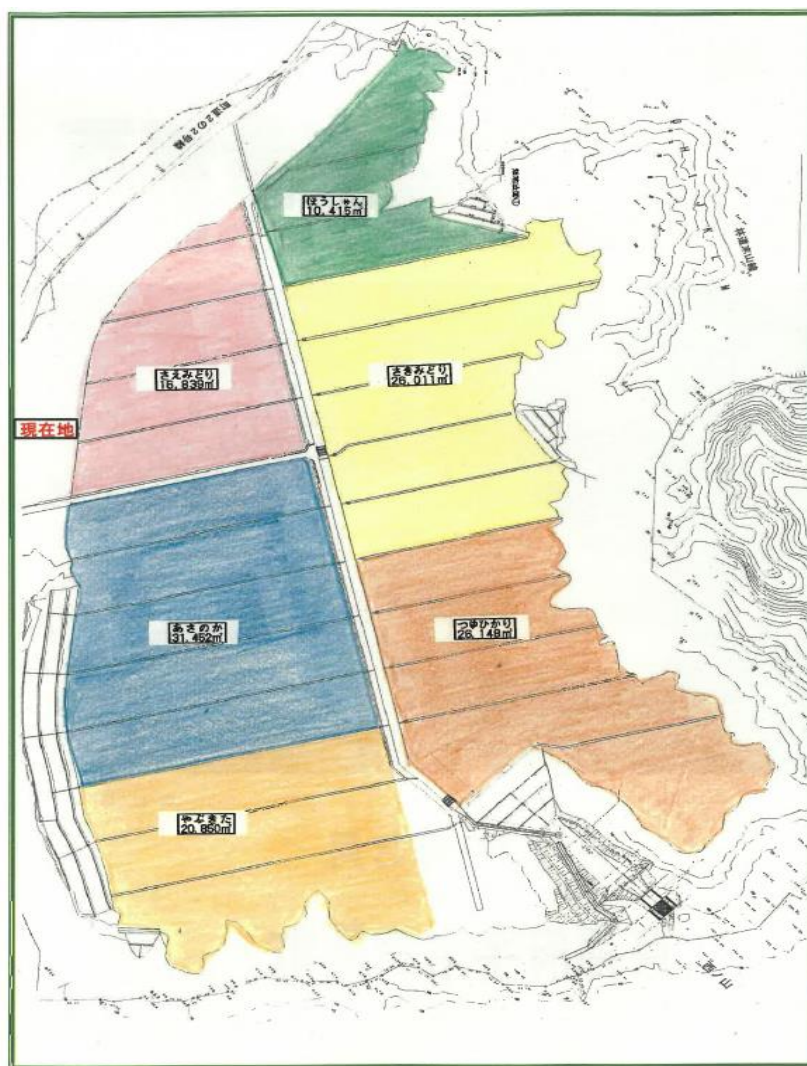


圖4-2-3 宇治田原町茶園規劃圖

(一)土地基盤整備工程

這是整備事業中最核心的土木工程部分，其目的在於創造出適合機械化採收作業的農地環境。

- 1.土地區劃整理：將分散的小地塊進行集中整合，形成面積更大、形狀方正的集團茶園區塊。
2. 大規模土方工程：
 - (1)削坡與填方：對高坡度地區進行大規模的挖掘土方，實施削坡取土和低處填土，整地成寬闊的、坡度平緩（控制在5度以內）的作業平台。
 - (2)新型緩坡梯田：改造傳統的窄小、不規則梯田為寬幅、長條形的緩坡梯田，能最大程度地提升大型機械的通行和作業效率。

以西山茶園為例，其整備後的茶園區塊呈現標準化的樣貌。

(二)灌溉與排水系統等工程

灌溉及水利設施是保障茶葉品質和產量穩定的關鍵，整備後的茶園配備現代化的水利灌溉排水系統。

1.灌溉系統的建設：

(1)水源開發：建設或改善蓄水池、水庫和揚水設施，確保穩定的灌溉水源。

(2)高效節水灌溉技術：導入滴灌或微噴灌系統，能夠精確控制給水量和施肥量，節省水資源，同時避免茶葉品質因水分不足而下降。

2.完善的排水管網系統：

(1)地下排水：鋪設多孔隙的地下暗管，快速排除土壤中多餘水分，防止茶樹根部積水腐爛，尤其對於宇治茶的高級品種至關重要。

(2)地表截流：建設堅固的截水溝和邊溝，用於收集和引導地表徑流，避免雨水對茶園土壤的直接沖刷。

3.風扇系統：避免茶葉冬季受到霜降結冰導致葉面遭受傷害。



圖4-2-4 宇治田原町茶園現地參訪照

四、整備事業的效益評估與社會意義

(一)顯著的經濟效益

1.作業效率提升：整備後的茶園全面實現機械化作業，生產效率提升數倍甚至十倍。

2.生產成本降低：人工成本佔比大幅下降，總體生產成本得以有效控制，增強宇治茶在高端市場的價格競爭力。

3.茶葉品質穩定性：現代化的灌溉和病蟲害管理（可通過農機噴灑）更加精準，有助於茶葉品質的穩定和提升。

4.產業規模化發展：大地塊的形成有利於茶農組織專業合作社或農事法人，實現規模

化、集約化經營。

(二)社會與人才傳承價值

- 1.勞動環境改善：從繁重的體力勞動轉向機械操作與管理，顯著改善茶農的工作環境，有助於緩解農村勞動力短缺問題。
- 2.吸引青年回流：現代化的、高效率的農業模式和更高的收入預期，對擁有專業知識和工程技術的年輕一代更具吸引力，有助於茶業的人才傳承。
- 3.文化與品牌保護：穩定的茶葉生產是維護「宇治茶」品牌和相關歷史文化活動（如茶道、祭典）的物質基礎，整備事業確保宇治田原町作為「日本綠茶發祥地」的持續性生產能力。

宇治田原町的茶園整備事業是日本農業發展史上一次具有里程碑意義的工程實踐，透過大規模的土地基盤整治、標準化農道建設、以及高效節水灌溉系統的引入，成功地將一座歷史悠久、但面臨勞動力和效率困境的傳統茶鄉，轉變為一座現代化、集約化、具備強大市場競爭力的茶葉生產基地。這項工程的成功，不僅確保宇治茶作為日本高級綠茶代表的地位，更為「日本綠茶發源地」的文化與歷史傳承，提供堅實的經濟和技術保障。宇治田原町的經驗，如何利用農業與工程結合克服地形與社會結構的制約，提供寶貴案例參考。



圖4-2-5 宇治田原町茶園參訪團合照

第三節、日本京都巨椋池農地改善與防災事業

一、巨椋池乾拓地的歷史背景與發展

巨椋池過去位於京都市南部，是宇治川、木津川、桂川三條河流的匯集地，形成一個大水池。此處曾是著名的風景名勝地，吸引了許多文人墨客。

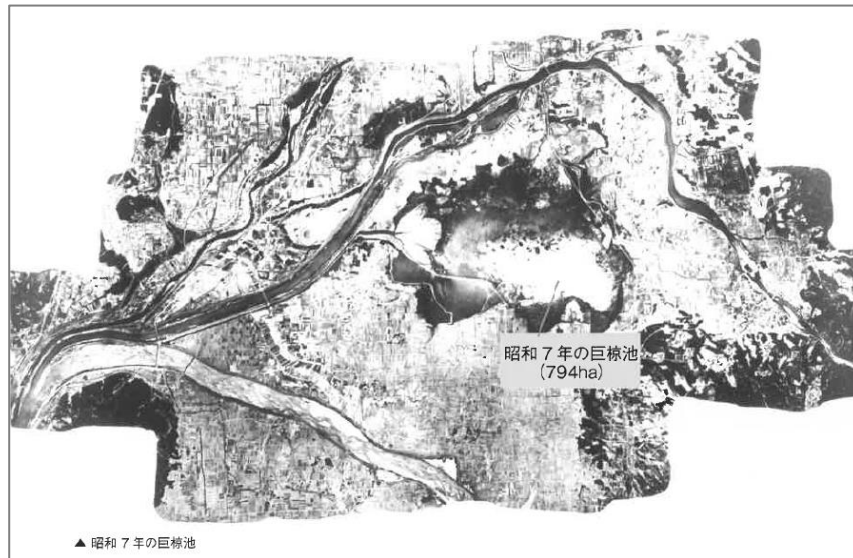


圖4-3-1 昭和7年巨椋池航照影像

然而，在明治時代，由於宇治川進行了改道工程，巨椋池與河流分離，導致水位急劇下降。其結果是水質惡化、水產生物（漁獲量）減少、瘧疾等疾病發生，且水患反覆發生。

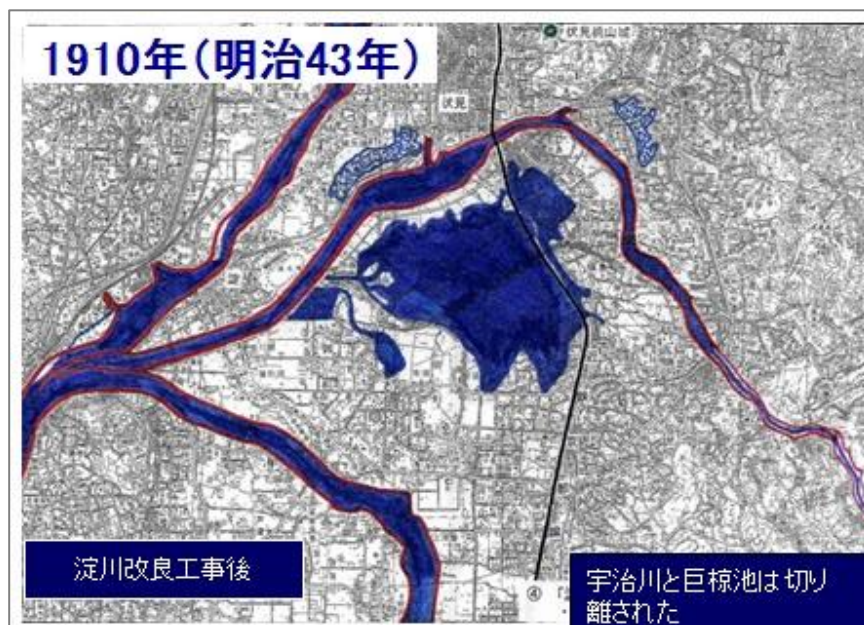


圖4-3-2 1910年之巨椋池範圍圖

基於根除水患、創造美田，以及沿岸居民從漁業轉向農業的強烈願望，國內第一個由國家主導的乾拓事業運動開始。

二、巨椋池乾拓事業概述

(一)實施期間： 乾拓事業始於昭和8年（1933年）動工，並於昭和16年（1941年）完工。

此事業由國家、京都府及組合共同實施，總事業費為3,463,856日圓。

(二)乾拓成果： 該事業造就了 634公頃 的乾拓田，並同時進行了周邊既耕地 1,260公頃 的改良。 總農作生產量增加了 4,500噸 (其中乾拓地佔2,800噸)，對於戰時和戰後的糧食增產有巨大貢獻。

(三)設施建設： 乾拓事業興建了主要的河川改造工程和排水機場。總體設施包含：排水機場 1處 (10台排水機)，排水路總長 129.3公里，道路長度 119.2公里，橋梁 50座，暗渠 691座。

三、乾拓後續的課題與排水系統的變遷

雖然乾拓工程將巨椋池轉變為京都市南部的重要農業區，但水患問題仍舊不斷。

(一)重大水患案例： 曾發生颱風13號（昭和28年，1953年）造成宇治川堤防決堤，整個地區淹水近1個月，農民蒙受巨大損失。昭和61年（1986年）的水災，淹水面積達1,130公頃。

(二)排水系統的演變：

- 1.巨椋池地區因昭和30年代後期的市鎮化發展，以及上游流域（上流域）開發的進展，降雨時的逕流量增加。
- 2.昭和48年（1973年），為配合京都府對舊河川（古川）的改修工程，興建了 久御山排水機場，並與巨椋池排水機場一同運作。
- 3.現行的排水系統將流域約53平方公里分為 上段、中段和下段 三個部分。
 - (1)下段排水區（1,240公頃）： 巨椋池乾拓地（水田為主）的排水，主要由巨椋池排水機場和機械式排水進行。
 - (2)中段排水區（643公頃）： 巨椋池外圍的農田和周邊地區的排水，常時由上段排水和自然排水處理。
 - (3)上段排水區（3,122公頃）： 區域高位部的排水經古川匯集，然後透過巨椋池排水機場排入淀川。

四、國營綜合農地防災事業（新排水系統）

由於舊巨椋池排水機場使用超過60年，面臨機能下降及泵浦故障的風險，且隨著土地利用和地形的變化，淹水可能性增高。因此，啟動了國營綜合農地防災事業（巨椋池地區）。

（一）事業目標與範圍

- 1.目標：旨在全面修復排水設施機能，預防災害，維持農業生產與經營穩定，並保護國土。
- 2.受益面積：總計 1,310公頃（水田1,250公頃，旱田60公頃），分佈於京都市、宇治市及久御山町。
- 3.主要工程：排水機場改修（排水能力 $80\text{m}^3/\text{s}$ ），以及周邊排水路（ $L=6,360\text{m}$ ）、分水路（サイホン， $L=260\text{m}$ ）、橫斷橋樑（9處）的改善。

（二）新巨椋池排水機場設施

- 1.新排水機場位於舊機場相鄰的位置。



圖4-3-3 新排水機場空照圖

- 2.總排水能力：80m³/s。這比舊巨椋池排水機場的排水能力提高了1.8倍。
- 3.泵浦配置：總共設置了5台泵浦（2台平常用，3台洪水用）。
- 4.洪水用泵浦的單台排水能力最大可達20.0 m³/s。
- 5.防災措施：為了應對災害，機場建築物進行了抗震加固，旨在確保功能持續。為防止停電時無法排水，排水用泵浦的動力源採用柴油發動機（Diesel Engines）驅動，並整備了備用發電裝置和燃油儲槽。

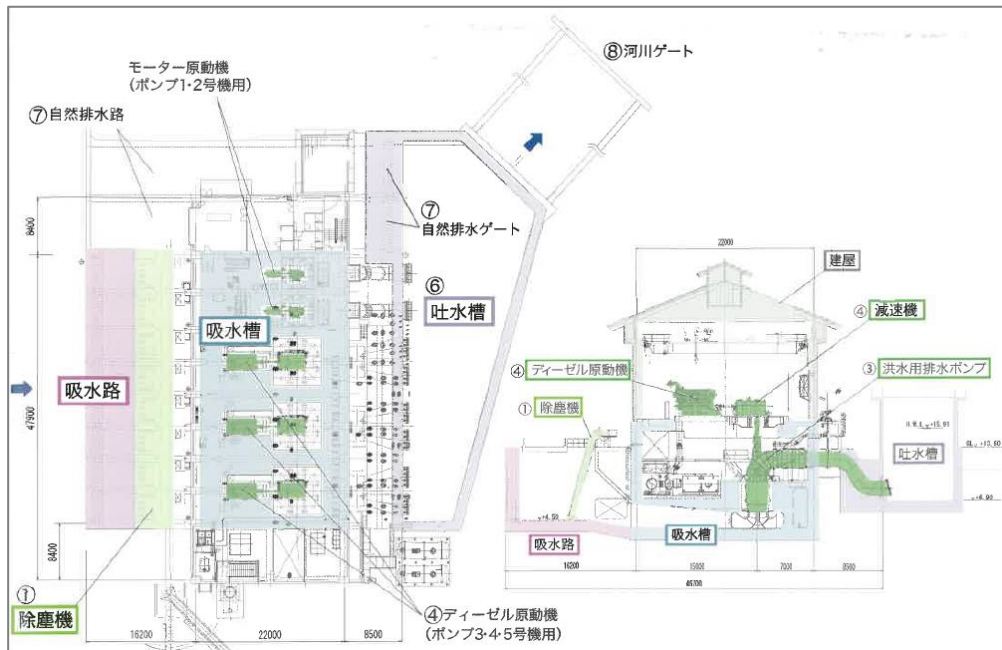


圖4-3-4 巨椋池排水機場-原動機與減速機(左圖)、除污機(右圖)



圖4-3-5 巨椋池排水機場-監控室操作說明

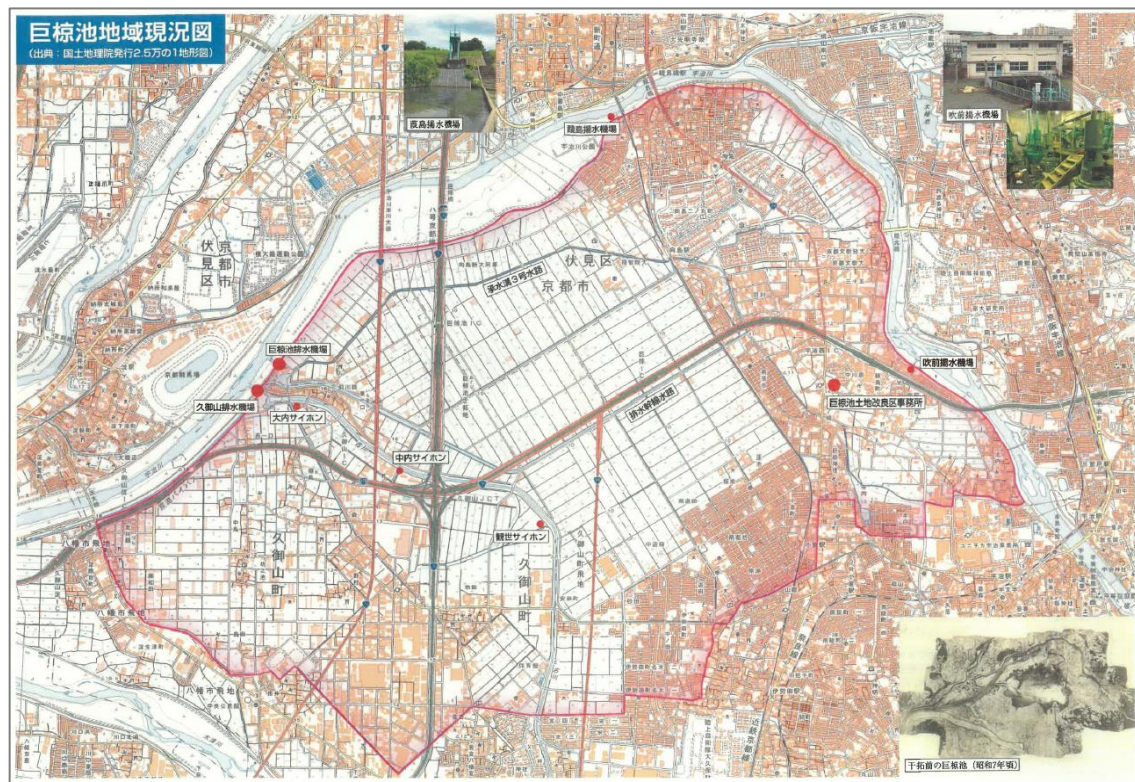


圖4-3-6 巨椋池區域現況圖

五、事業效果與未來願景

- (一)防災效果：該事業能顯著減少因淹水或旱災造成的損害。新機場在滿載運行時，可將淹水範圍（20年一次的降雨）控制在最小限度。
- (二)農業生產：有助於保護農產品不受淹水損害，確保農地水利用的穩定性。
- (三)環境調和：排水機場的改建在選址時，考慮到與鄰近城市環境的協調，並透過低噪音、低振動的電動機和隔音板，減少對周邊住戶的影響。機場周邊環境被選為「京都的自然200選」之一，體現了對環境的尊重。
- (四)巨椋池土地改良區的職責：巨椋池土地改良區將繼續負責巨椋池地區排水管理、灌溉管理以及設施的維護和更新，並致力於利用巨椋池的歷史、農業、交通和自然環境，促進地區發展。



圖4-3-7 巨椋池周圍立體模型解說



圖4-3-8 參訪團於巨椋池排水機場大門合照

第四節、 Rock Farm Kyoto 京都舞農場

一、創辦人背景與企業介紹

(一)創辦人歷程與願景

- 1.創辦人：村田翔一（農家第4代）。
- 2.轉型經歷：曾任職消防本部約10年，經歷過滅火、救援、急救現場。於32歲時，憑藉消防工作的彈性休假制度、師傅的指導以及消防隊員們的協助，逐步轉向農業經營。

(二)創業與設立

- 1.2018 年：獨立務農，同年法人化設立「Rock Farm Kyoto股份有限公司」。
- 2.2019 年：設立九條蔥銷售公司「株式會社 SAMURAI FARMERS」。
- 3.2021 年：設立就勞繼續支援 A 型事業所「NPO Rock Stars」。

(三)願景

「讓農業更帥氣」、「人生僅有一次」的信念驅動，超越傳統農業框架的創新模式。



圖4-4-1 Rock Farm Kyoto農場員工照

(四)企業規模與佈局

- 1.Rock Farm Kyoto (株式會社)：員工約35名。
- 2.事業內容：生產、加工、銷售、商品企劃開發。
- 3.農場規模：在京都府內擁有3個農場，總面積約25公頃。
 - (1)久御山農場：面積13公頃（核心農場）。
 - (2)龜岡農場：面積6公頃。
 - (3)福知山農場：面積6公頃。



圖4-4-2 農場分佈位置及面積

二、驚人的成長軌跡與品牌策略

（一）營收成長與財務目標

1. Rock Farm Kyoto 展現爆炸性的成長：從第1期（創業初期）的3千萬日圓營收，預計到第7期（2024年）將達到3.4億日圓，實現約10倍的成長。
2. 未來目標：預計第10期營收將達到5.0億日圓。
3. 高價值產品與銷售目標（第8期目標）

Rock Farm Kyoto目標

品項	核心定位與特色	第8期目標營收	銷售策略
九條蔥	傳統京野菜，代表公司規模經濟。	3億日圓	擴大生產規模以提升市佔率，活用產地限制與 GGAP/特別栽培認證進行差異化 ²¹ 。
京都舞玉米	超越水果級甜度（可生食的白玉米）。	7,000萬日圓	透過品牌化進行差異化，專注於直販與體驗，以建立粉絲群 ²² 。
心機草莓（あざといちご）	設施栽培高價草莓。	3,000萬日圓	-



圖4-4-3 Rock Farm Kyoto玉米及九條蔥

(二)「玉米界的星巴克戰略」：價值定價

Rock Farm Kyoto 採取「價格與品牌價值掛鉤」的定價策略，而非僅基於成本：

- 1.價值定價：認為每根玉米 500日圓是適合價格而非高價，高端玉米甚至可達 1,000日圓。
- 2.品牌設計：確保顧客不覺得貴的設計方案。在味道、品質、體驗、包裝、服務等所有環節附加價值。
- 3.效果：來客層次改變，吸引從神戶、大阪遠道而來的顧客，並提升員工的自豪感，減少無謂的客訴。品牌被定義為「世界觀、信任、期待」的整體。

三、大事業展開：解決地域課題的創新模式

Rock Farm Kyoto 的多角化經營，旨在同時解決日本農業面臨的三大結構性課題：

- 1.農業與地域：解決小規模農家低收益問題
 - (1)課題：地區小規模農戶多，單獨經營收穫性低。
 - (2)解決方案：透過「株式會社 SAMURAI FARMERS」整合地方農家資源，建立規模經及品牌化的協作機制，共同提高整體收益。
- 2.農業與社會福祉：解決農業人口減少與就業機會不足
 - (1)課題：農業人口減少與身心障礙者就業機會不足。
 - (2)解決方案：設立「NPO Rock Stars」就業支援 A 型事業所，透過聘請身心障礙人士支援來補充農業人口，並為其創造就業舞台。
 - (3)福祉目標：Rock Stars 計劃到2025年第5期將雇用人數提升至17人。
- 3.農業與觀光：解決農村資源閒置與城市過度旅遊問題
 - (1)現況：觀光資源集中於城市，農村地區未被充分利用。
 - (2)解決方案：將農園品牌化，建立觀光體驗農園（如「京都舞玉米」品牌），將農業轉化為觀光資源，並分流城市遊客。
 - (3)觀光實績與目標：僅40天內吸引3,000 人次來園目標，2025年開始正式觀光農園化，目標來園者數達到10,000人。

四、農業灌溉系統在高品質作物生產中的核心作用

精準農業灌溉系統是 Rock Farm Kyoto 能穩定供應超越水果級農產品的技術保障。

- 1.高糖度作物對水分管理的極端需求

- (1)京都舞玉米：農場灌溉系統能夠根據土壤濕度、天氣和作物生長階段進行動態調整，以精確控制提供玉米適合水量，從而最大化糖分累積，提升品質。
- (2)重要性：精準灌溉系統是確保500日圓/根的品牌價值和穩定高品質的基石。

2.設施栽培與節水技術應用

- (1)草莓使用設施栽培，採用滴灌系統進行灌溉，可避免水滴濺到葉片和果實上，減少設施內濕度，降低灰黴病等真菌病害的風險，並透過灌溉管路精準、少量多次地輸送水溶性肥料，確保草莓連續採收所需的養分供應。
- (2)玉米及九條蔥為採用露天栽培，需仰賴精準控制灌溉水量，提供蔥的生長。

3.自動化灌溉與農業與社會福祉結合的社會效益

- (1)技術整合：透過結合土壤濕度傳感器和自動化灌溉閥，實現灌溉的自動決策和執行。
- (2)智慧灌溉：灌溉自動化大幅降低農業對體力勞動的需求，使得NPO Rock Stars 的身心障礙者員工能夠將精力集中於數據監測，這不僅提高他們的勞動生產率，也讓他們能夠以技術參與者的身份，更能實現自我價值的願景。

五、總結與未來展望

Rock Farm Kyoto的成功在於其將技術（精準灌溉）、商業（品牌化定價）與社會責任（農業與社會福祉結合）高度整合：

1. 商業與品牌：透過「Starbucks 戰略」和高規格的品質，成功將農產品轉化為高溢價、高期待的消費品牌。
2. 社會創新：有效地將社會福祉與農業生產力結合，為解決地域勞動力短缺和身心障礙者就業問題，提供具體的解決方案。
3. 未來趨勢：隨著觀光農園的全面展開（目標10,000人次），以及持續投入於品牌宣傳與廣告發佈，Rock Farm Kyoto 將繼續深化，以「超越農業」的複合體經營模式為目標，成為日本農業轉型中最具影響力的典範之一。



圖4-4-4 Rock Farm Kyoto參訪簡報



圖4-4-5 Rock Farm Kyoto九條蔥



圖4-4-6 參訪團致贈伴手禮



圖4-4-7 參訪團與日方大合照

第五章 心得與建議

第一節、心得

本次日本京都之「第54回畑地灌溉研討會」及現地考察行程，使本團得以深入了解日本在旱作農業、灌溉技術革新及農村再生上的具體實踐。日本近年因應氣候變遷與人口老化，推動農業智慧化、灌溉自動化及農地整備制度之革新，以「政策制度化、技術智慧化、管理社區化」為核心，展現出農業轉型的高度整合與前瞻性，其策略與臺灣現況有高度相似性與參考價值。

日本農業部門近年陸續修訂《糧食、農業與農村基本法》及《土地改良法》，以強化糧食安全與農地多功能利用，推動水田汎用化與旱地化政策。透過大區劃化與地下排水設施整合，使水田得以兼作旱作物，達成土地資源高效利用。這些制度的推行，不僅來自中央政策支持，更仰賴地方政府與農民長期協調合作，充分展現出政策連貫與社會共識的重要性。

在技術層面，日本展現了智慧農業的成熟應用。從奈良山區的低功耗廣域網路（LPWAN）遠端灌溉控制系統，到京都府湯屋谷茶園的自動化排水與採茶工程，日本成功結合感測器、AI分析與雲端數據平台，建立精準灌溉與自動管理系統，實現「減勞、省水、增效」的永續農業目標。這種從「經驗導向」轉向「數據決策」的管理思維，對臺灣目前推動的智慧灌溉發展極具啟發。

參訪的巨椋池排水機場更讓團員印象深刻。該地原為湖泊，經長期圍墾後轉化為高產農業區，其分層排水系統及防災設計，兼顧農地生產與都市防洪，成為人與自然共存的典範。臺灣未來在灌溉排水系統優化時，可參考其結合生態景觀與歷史文化保存的整體規劃思維。

此外，京都青年農民村田翔一創立的「Rock Farm京都」，以品牌化經營及社會企業理念結合地方創生，讓農業不僅是生產，更融入文化、觀光與社會關懷，成功打造具吸引力的現代農村模式。這對臺灣推動青年返鄉、農業品牌化與農村再生提供了具體借鏡。

綜合本次交流可見，日本的成功關鍵在於中央與地方分工明確、產官學協作緊密，以及科技創新與社會制度並進。日本以制度為根、科技為翼、社區為本，建構出兼顧經濟效益與環境永續的農業體系。對照臺灣現況，未來若能在法制面強化灌溉管理制度、在技術面推動智慧化應用、在社會面深化共管與教育溝通，必能促進我國農業體系的韌性與永續發展。

此次參訪讓團員深刻體會，現代農業不只是生產活動，更是一場結合科技、人文與環境的長期工程。唯有以整體視野與跨域協作推動改革，才能邁向「智慧化管理、社區化維護、永續化發展」的現代農業新格局。

第二節、建議

研討會各界報告涵蓋政策、工程與技術層面，其中政策層面為修訂《糧食、農業與農村基本法》，強調「水田多用途化」與「旱地化推進」，以確保糧食安全與氣候韌性、技術層面如發展以LTE-M通訊的遠端閥門控制與感測系統，結合太陽能、電池及市電供能的多元解決方案、管理層面則建立以AI與大數據為核心的農地管理平臺，提升灌溉效率與用水精準度。

現地觀摩則可體會出日本在灌溉智慧化與數位轉型是日本農業因應勞動力不足與氣候變遷的主要方向、農業政策與技術研發整合，由中央法制推動地方實踐，形成具體治理架構、跨領域合作機制完善，政府、學研與企業協同創新，強化農業技術外溢效應、水田多用途化與旱地化管理並行，兼顧糧食安全與環境保全、農村發展與文化保存並重，京都府等地以「傳統x創新」打造永續農村典範。

整體而言，日本在旱作灌溉、智慧農業、及農村整備上的經驗，對我國農田水利事業具有極高的借鏡價值，特別是在精準灌溉系統、用水數位化管理及氣候風險調適等方面。依據考察所見與討論結果，提出以下建議供後續政策與技術推動參考：

一、推動旱作灌溉示範區與智慧灌溉試驗場

可選定具代表性之旱作區（如台中、嘉南地區）建立示範農場，導入日本灌溉控制與遠端監測技術，結合AI演算法進行土壤與氣象數據分析。

二、加強法制與政策整合

參考日本修法經驗，將灌溉用水管理納入農業與環境整合性政策，建立跨部會協調平臺，以兼顧糧食安全、節水與生態保全。

三、推動農田水利智慧化升級

強化現有灌溉區水閘、泵浦及管網的感測化與自動化，並導入低功耗通訊技術（如LoRa、LTE-M），以提升遠端監控效能。

四、培育專業人力與跨國技術合作

透過與日本大學、研究機構及企業簽訂合作備忘錄，推動研修與技術交流，培育新世代農業工程與智慧水管理人才。

五、發展灌溉風險評估與韌性管理模式

建立基於氣候資料的灌溉風險評估模型，預測旱災與洪災衝擊，支援農業部決策及水資源調度。

六、深化農村活化與農業轉型結合

借鏡京都地區以農業文化、觀光與地方創生結合的模式，發展「水利設施＋社區共榮」的新農村治理機制。

七、持續參與國際灌溉與農業研討會

建議農田水利署定期參與日本及亞洲地區相關會議，建立長期合作網絡，持續吸收新知與技術趨勢。

第三節、 結語

本次考察不僅加深了對日本旱作灌溉與農業數位化策略的理解，也為我國農田水利事業未來的政策方向提供重要啟示。面對氣候變遷與人口結構改變挑戰，臺灣唯有持續推進智慧水管理、提升系統韌性與跨域整合，方能確保農業永續發展與糧食安全。建議將本次研討與考察成果納入後續水利施政與研究規劃中，作為我國農業智慧灌溉轉型之重要參考依據。