

出國報告（出國類別：研究）

應用有益微生物於作物土壤傳播性  
病害防治技術之研究

服務機關：臺中區農業改良場

姓名職稱：郭建志助理研究員

派赴國家：日本

出國期間：104年7月11日~19日

報告日期：104年10月16日

## 摘要

本次前往日本東京農工大學 (Tokyo University of Agriculture and Technology, TUAT) 及茨城大學 (Ibaraki University)，主要針對有益微生物防治作物土壤傳播性病害萎凋病之研究，進行互動交流，研習過程中同時參訪農工大學內的植物工廠設施，了解其運作情形與試驗成果。在東京農工大學農學部拜訪了 2 位微生物學教授，包含了橫山正教授(Dr. Tadashi Yokoyama)與有江力教授 (Dr. Tsutomu Arie)。在與橫山正教授交流過程中，了解東京農工大學日本 311 核島福災後，橫山正教授與其他地區之研究學者於日本 311 核島福災後，有效運用土壤微生物以及如何運用微生物製劑，將受汙染的土壤進行復育的工作；同時也分離多種具溶磷溶鉀功效之微生物菌種，包含了芽孢桿菌 *Bacillus* sp.、*Aspergillus* sp.、*Burkholderia* sp.、*Azospirillum* sp.與 *Gluconobacter* sp.等微生物菌株，可以提升作物的產量，同時減少化學肥料的施用，未來將朝向微生物肥料商品化的發展。此外，有江力教授則是研究鐮孢菌的專家，包含菌種鑑定、親和反應研究及應用無病原性鐮孢菌防治萎凋病之研究，該研究團隊利用 W3 及 W5 無病原性鐮孢菌菌株於水稻開花期間噴灑於花器上，共噴灑 4 次，待處理後的水稻收穫後，收集其種子，浸泡於水稻徒長病的孢子懸浮液中，再次播種後 21 天，其 W3 及 W5 處理組之罹病度僅只有 2.1%與 0%，相較無菌水對照組處理罹病度已達 38.7%，顯示預先處理無病原性鐮孢菌株，確實可以降低萎凋病菌的入侵與感染。此外亦利用維利黴素 (Validamycin A) 防治作物萎凋病，防治成效顯著，值得國內執行功效確認。此次行程亦前往茨城大學，拜訪農學部成澤才彥教授(Dr. Kazuhiko Narizawa)，其主要研究領域在於植物內生菌的篩選、分離及病害防治應用，成澤教授篩選出多種根瘤菌，其中 Y34 菌株具有促進植物生長及誘導植物抗病反應之效果，預先接種於作物根部，可以預防萎凋病的感染與降低罹病度，同時成澤教授亦開發小包裝的根瘤菌堆肥，用途可作為育苗土混拌處理，提早讓根瘤菌佔據植物根部，以避免病原菌的入侵。此次研習有關微生物防治作物病害的成果及研究方向可以提供國內研究人員參考，同時強化與提升國內有關為生物農藥及為生物肥料的研究能量，開發適合國內農業生產可以應用的病害防治模式，同時可以降低化學農藥的施用與提升農產品安全性。

## 目次

一、摘要.....	2
二、目的.....	4
三、行程規劃.....	5
四、研究內容.....	6
五、心得與建議.....	11
六、照片及說明.....	11

## 二、目的

國內氣候高溫多濕，病蟲害種類繁多，尤其以土壤傳播性病害問題日益嚴重，農友化學肥料施用過多，單一作物密集連作以及藥劑使用不當等因素，均為導致土壤傳播性病害嚴重發生的原因。目前以青枯病(bacterial wilt)與萎凋病(*Fusarium wilt*)土傳性病害尚無適合的推薦用藥可供農友進行防治，僅能仰賴栽植前土壤消毒或是輪作等栽培管理方式控制病害發生，但成效不彰。因次，利用微生物製劑與非農藥資材防治鐮孢菌與青枯病引起之土傳性病害為目前的可採行的防治策略。其中，利用微生物資材防治最具有潛力，也是目前世界各國正積極發展的研究重點之一，不僅可以減少化學藥劑的施用，更對於環境友善，同時亦達到防治病害的效果。日本東京農工大學與茨城大學，對於微生物防治作物病蟲害的研究已有良好的成果，從微生物的抗菌活性測試、抗病測試評估、菌種的培養量產技術、配方製劑的製程以及產業應用方面，已有一套標準的流程，可將研究成果與產業相互連結。本計畫目的在強化本土性微生物農藥之開發與應用，擬透過國際合作方式建立雙邊技術及經驗分享管道，以期開發出適合國內針對土壤傳播性病害之微生物防治技術，並落實於產業應用。

臺中區農業改良場執行 104 年國際合作計畫「應用有益微生物於作物土壤傳播性病害防治技術之研究」，本次前往日本主要針對由鐮孢菌所引起的萎凋病及細菌性病害之茄科青枯病進行研究資訊成果交流，並與植物病理專家有江力教授與土壤微生物學家橫山正教授進行心得交換與討論，同時針對東京農工大學土壤微生物的研究及其附屬植物工廠的研究進行參訪。此外亦拜訪茨城大學成澤才彥教授，學習有關植物內生菌防治植物病害的研究及應用。期能將這些研究方法、病害防治及應用策略等資訊攜回國內，並調整日後的研究方向，藉以強化國內有關微生物農藥與微生物肥料的研究能量，期能供業者及農民參考，使產業日益精進，發展欣欣向榮。

### 三、行程規劃

本次研究期間自民國104年7月11日至7月19日止，共9天，行程日期、地點及研究內容等簡列如下表所示：

日期	參訪地點	行程安排
7/11 (六)	日本東京	搭機，由台灣飛往日本東京，班機時間：0850 桃園國際機場-1315 東京成田機場。
7/12 (日)	日本東京	東京農工大學校園參訪。
7/13 (一)	日本東京	東京農工大學土壤學研究室研習及技術交流。
7/14 (二)	日本東京	東京農工大學植物病理學研究室研習及技術交流。
7/15 (三)	日本東京	東京農工大學植物病理學研究室研習及技術交流。
7/16 (四)	日本東京	東京農工大學植物工廠參訪。
7/17 (五)	日本東京	茨城大學農學部資源生物科學科參訪
7/18 (六)	日本東京	茨城大學農學部資源生物科學科微生物生態學研究室研習及技術交流。
7/19 (日)	日本東京 台灣桃園	搭機，由日本東京飛往台灣，班機時間：1415 東京成田機場-1650 桃園國際機場。

## 四、研究內容

### (一) 東京農工大學簡介

東京農工大學(Tokyo University of Agriculture and Technology)位於東京都府中市，是一所擁有農學部和工學部的日本國立大學。與京都工藝纖維大學、信州大學並稱「纖維三大學」。2004年依法改為國立大學法人。農學部的部分，1874年(明治7年)設立的內務省勸業寮內藤新宿派出所農事修學場是其前身。此後，經過數度變遷，並於1944年改為東京農林專門學校，於1949年改為新制東京農工大學。工學部的部分，1874年(明治7年)設立的內務省勸業寮內藤新宿派出所蠶業試驗科是其前身。此後，經過數度變遷，1944年改為東京纖維專門學校，1949年改為新制東京農工大學。農學部共設有5個學科，分別為：生物生產學科，應用生物科學科，環境資源科學科，地域生態系統學科，獸醫學科。本次所拜訪的兩位老師，橫山正教授與有江力教授，分別屬於農學部的生物生產學科土壤學研究室及應用生物學科植物病理學研究室。有江力教授的研究領域包括植物病理、鏽孢菌鑑定、土壤傳播性病原萎凋病及青枯病之防治以及病害綜合防治等；橫山正教授的研究領域則是土壤微生物研究、微生物肥料開發、植生復育及土壤性質研究。

### (二) 土壤微生物及微生物肥料研究及討論

本行程與橫山正教授進行學術交流與專題討論。由於日本311大地震後，日本將所有計畫資源全投入福島災後重建，東京農工大學開始著手研究相關研究。日本政府提供特別研究基金計畫，重建福島農地發展以其恢復安全作物生產，東京農工大學分配的子項計畫為「福島銫污染農地的整治及重建」。該計畫共有三大目標；包含了目標一：了解放射性銫在森林移動到農地土壤的路徑及其循環；目標二：放射性銫在作物食用部位累積情形；目標三：如何恢復放射性銫污染之農地。橫山正教授利用植生復育方式，配合施用菌根菌可使芥菜吸附較多的放射性銫。另外該團隊正進行有關低放射性銫累積水稻品系之篩選，已篩選200個品系種植於放射性銫污染農地進行栽培試驗。東京農工大大學因311大地震後，需迫切執行的放射性銫污染農地整治計畫，在橫山正教授團隊發展出多種多功能生物肥料及生物肥料協同促進劑，該團隊的溶磷菌 *Aspergillus sp.*可增加花生產量，

枯草桿菌生物肥料可增加水稻生質量及分蘗數，該團隊施用生物肥料 *Burkholderia*、*Azospirillum* 與 *Gluconobacter* 分別可減少小麥、水稻及甘蔗 25% 的肥料施用量，橫山正教授團隊也篩選多種溶鉀及溶磷菌，目前正朝向商品化的方向發展。另外，橫山正教授團隊也發現施用含有 *Klebsiella* sp. 與 *Enterobacter* sp. 綜合微生物液肥，配合 40 ppm 幾丁寡糖可以增加水稻的產量。本次的研習及交流可以發現，日本農業大學致力於研發各種生物性肥料，製作成液肥製品配合協同促進劑等物質，可以增強微生物肥料的效果，成果更加顯著。

### (三) 作物萎凋病之防治成果交流與探討

有江力教授主要研究領域為鐮孢菌屬的鑑定、親和反應及無病原性鐮孢菌防治萎凋病之研究。此次進行技術成果交流，除了向教授的團隊說明國內有關作物萎凋病的防治成果以外，同時也了解目前有江力教授研究團隊利用無病原性鐮孢菌防治水稻徒長病的成果，第一項實驗設計為水稻開花期後，應用微生物製劑 W3 及 W5 在第 1、3、5、7 日進行花器噴灑試驗，每穗平均施用量為 5ml，對照組以無菌水替代。待水稻成熟後收取種子，將各處理之水稻種子浸泡於水稻徒長病之孢子懸浮液中，在進行播種作業，後續調查苗徒長病的罹病情形，其結果發現無菌水試驗組之水稻徒長病罹病率達 38.7%；而處理微生物製劑 W3 之罹病率僅只有 2.1%，W5 處理之罹病率則為 0%。第二項試驗，該團隊將帶有綠色螢光蛋白基因的微生物轉型株 (transformant) 於水稻開花期間噴灑，同樣進行採收種子，重新播種後 21 天，利用共軛焦顯微鏡檢測，發現可以在苗的子葉鞘、種子表面及根部發現綠色螢光基因的微生物轉型株，顯示接種後可以長時間於種子上存活，同時可以降低水稻徒長病的感染與入侵，達到保護的效果。第三項實驗則是將微生物製劑 W3 與 W5 混和徒長病菌的孢子懸浮液共同接種於水稻種子上，在播種後觀察苗期徒長病的罹病率，對照組之罹病率已達 87.1%，處理組 W3 與 W5 之罹病率僅 2.9% 與 3.3%，以上試驗成果可以顯示施用無病原性鐮孢菌菌株確實有降低與控制水稻徒長病的成效。

### (四) 東京農工大學植物工廠參訪

本次至東京農工大學交流，除了解東京大學農學部在生物農藥與生物肥料上的研究外，另一重點為了解東京農工大學在植物工廠研發的進程。了解東京農工

大學如何以自動化技術取代人力作業，藉此降低生產成本，為重要的生產管理措施。近年來，植物工廠之發展與建置日趨盛行，應用精密之環境因子調控，結合肥培管理與精準栽培方式，以降低作物於自然環境生長之不穩定性，東京農工大學於植物工廠之研究上，已有卓著之成效，目前已成功應用於藍莓生產。

藍莓等漿果類植物屬於強力抗氧化水果，能夠幫忙減緩老化、活化腦力、增強記憶力，尤其是野生種，含有抗氧化劑，可以減低癌症發生的機會，因此深受日本大眾歡迎。藍莓主要產地在美國緬因州、加拿大安大略省西北以及魁北克的聖約翰湖區。但由國外進口的藍莓普遍較格偏高，因此多年前日本開始引進矮叢藍莓 (*V. angustifolium*) 進行栽植，但藍莓每年只收成 1 次，在高消費的東京都附近栽植並不符合成本，故東京農工大學開始著手研究應用植物工廠內之環境調控設施進行藍莓高產技術研究。為縮短藍莓的生產週期，植物工廠內共分為四季不同溫室，讓藍莓在 1 年內經歷 2 次四季變換，使得植物工廠內藍莓可 1 年可以收成 2 次。為節省冷卻所需能源，該植物工廠研究團隊將秋季、冬季溫室設計於地下一樓，光照採用密集的 T8 日光燈管。

藍莓位於溫室中的養分皆由養液所提供，養液母液分 A、B 兩液，A 母液主要為氮、鈣元素，B 母液主要為磷、鉀、鎂與其它微量元素，母液利用定比稀釋器汲取進入主管線，之後進入滴灌管，藉由插在介質中的滴管將養液提供給作物。在養液提供的部分，本國皆有足夠的技術可以使用相同的系統，但該植物工廠較不一樣的部分為其使用的栽培介質。在植物工廠栽培的作物除藍莓為研究對象以外，亦進行草莓的栽培研究，兩作物都使用相同的栽培介質鹿沼土，該研究團隊使用鹿沼土混和少量泥炭土進行各種作物栽培。鹿沼土原產於日本鹿沼地區的火山區一帶，由下層火山土生成之高透氣性火山沙。保水性和通氣性良好，pH 偏酸性 5.2~5.6。藍莓為嗜酸的作物，適合介質 pH4.5~5.5，而植物工廠內種植的草莓適合介質 pH5.0~6.8。合理推測鹿沼土偏酸性的特質為植物工廠團隊選擇使用的原因。因此，為使兩作物在最合適的介質環境下生長，使用的養液 pH 也不同，植物工廠的養液皆利用 pH 感測器進行監控，並隨時進行調整，藍莓的養液 pH 值維持在 5.0 左右。

植物工廠環境的調控，除溫度維持在藍莓喜好的日溫 20 度，夜溫則維持在 12 度左右。秋冬溫室日間光照維持在  $300 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ，春夏溫室位於一樓玻璃溫



室，自然日照為其主要光照來源，當東京都冬季光照嚴重不足時，會啟用整排高壓鈉燈補充光照。秋冬溫室二氧化碳維持在高於大氣濃度的 500 ppm，這也是為何藍莓在該植物工廠雖一年生產 2 次，仍然可以維持高產量的因素之一。

在植物工廠內對藍莓的栽培技術，除一般整枝修剪外，最重要的技術是該工廠建置位於軌道上可旋轉的圓盤，藍莓植株置圓盤上，可沿軌道移動至所需位置，並利用定時移動的機械，轉動植株所在的圓盤，主要目的是使藍莓植株四面受光均勻，讓植株各面枝條生長及產果均勻。該研究團隊更導入自動採果機，在溫室內可減少採果的人力。為解決溫室內藍莓授粉問題，該團隊在溫室內養殖熊蜂，熊蜂的密度約 6~8 坪使用 2~3 隻熊蜂。

本次參訪東京農工大學植物工廠，無論在養液使用、環境自動化調控、栽培技術都可以發現日本在農業研究所投入的人力及資源成本不遺餘力，遠高於國內投入的資源，植物工廠團隊對於各項參數均有精準的掌握及研究，極其精細，值得作為臺灣農業研究的參考。

## (五) 茨城大學簡介

茨城大學 (Ibaraki University) 位於茨城縣水戶市、茨城縣日立市、茨城縣稻敷郡阿見町的國立大學。共有 3 個校區，分別為水戶校區，共有教育學部、人文學部及理學部；日立校區主要為工學部；阿見校區則主要為農學部。農學部則包含了生物生產科學科、資源生物科學科及地域環境科學科。此次所拜訪的教授為成澤才彥教授，屬於資源生物科學科，主要的研究領域則是在於植物內生菌的研究及應用。

## (六) 植物內生菌的研究與應用

植物內生菌 (Endophytes) 在自然界中廣泛存在，最早發現於 19 世紀，是從植物組織中或植物內部所分離獲得的，而且能夠群聚於植物細胞間隙或細胞內，而且不使植物的表型特徵或功能發生變化的微生物。大部分的內生菌對於作物不造成危害，可以與寄主作物建立共生關係，某些菌種更可以促進作物生長作用、提高作物對於植物病原菌產生抵抗力及抗環境逆境之能力、或是能透過固氮、分泌激素誘發植物生長等多重功能，甚至部份的微生物經實驗證實可以抑制微生物的功能。植物內生菌的種類相當繁多，主要包括內生細菌、內生真菌及內生放線

菌等等，其中內生細菌中的根瘤菌與植物可以產生固氮共生作用，無植物時可行異營生活，根瘤菌原本可在土壤生活的格蘭氏陰性菌，植物缺氮時，根部會分泌甜菜鹼 (betaine)、類黃酮 (Flavonoid)與異黃酮 (isofalvonoid)等物質來誘引根瘤菌，根瘤菌受吸引後會分泌由糖跟脂肪酸的 Nod Factor，作用在植物的根毛上，使自己附著於根部，後續就形成根瘤的構造。因此對植物而言，內生菌會間接影響植物防禦功能與代謝產物組成，藉以抑制有害昆蟲的危害或病原菌的感染。

茨城大學農學部資源生物科學科教授-成澤才彥博士則是研究有關植物內生菌的專家，他從植物深層根部分離出許多種的根瘤菌 (*Rhizobium* spp.)，其中代號 Y34 之根瘤菌菌株，屬於暗色具隔膜之內生菌 (Dark Septate Endophytes, DSE)，可以產生高量的生長素 (Auxin)，濃度可達每毫升可產生 300ug，在 37°C 的溫度 Y34 菌株仍然能夠生長。此外，測試在 23°C、30°C 及 37°C 的環境下，施用 Y34 根瘤菌均可以明顯增加作物的乾重量。成澤教授也利用根瘤菌進行土壤堆肥試驗，混和固定比率根瘤菌的土壤，裝成小包裝放置於有光照的區域，後續作為農家推廣試驗用，可用來混拌育苗土，讓根瘤菌慢慢佔據植物的根部。另外利用 Y34 菌株處理作物種子，後續再接種萎凋病菌 *Fusarium oxysporum* 之孢子懸浮液；對照組則是用水處理作物種子，後續接種萎凋病菌，其結果顯示接種 Y34 之作物種子仍可正常發芽與生長，但僅接種萎凋病菌之作物種子則呈現腐敗無發芽現象，說明預先施用根瘤菌 Y34 可以預防萎凋病的發生。成澤教授以帶有綠色螢光蛋白 (Green Fluorescent Protein, GFP) 的根瘤菌 Y34 (DSE) 轉型株，接種於植物根部，後續以共軛焦電子顯微鏡觀察 Y34-GFP 轉型株在根部的分布情形，發現 Y34 轉型株分布於作物根表面、根毛及根組織內部，顯示根瘤菌 Y34 不僅僅可以纏聚於作物根部，還能進入植物內部組織，促進作物生長及誘導植物產生抗病反應，達到降低病害防治的效果。

## 五、心得與建議

1. 本次赴日本東京農工大學及茨城大學，研習有關土壤微生物在微生物肥料、微生物農藥研究及內生菌的病害防治研究，均得到相當多的新知及研究方向，未來可做為微生物篩選及研究方向。在微生物肥料的部分，橫山教授團隊的成果豐碩，該團隊研發出多功能微生物肥料及生物肥料協同促進劑，特別因應福島核災後，受到放射性銫污染的土壤耕作困難，遂利用微生物製劑進行土壤污染復育的工作，其結果顯示使用微生物製劑後，在落花生及水稻的產量有提升的效果。
2. 有關微生物防治病害的部分，有江力教授早期研究應用非病原性之 *Phoma glomerata* 以及 *Penicillium simplicissimum* 等微生物進行萎凋病之防治試驗以及應用腐黴菌類微生物(*Phythium oligandrum*)所誘導植株產生茉莉香酸(jasmonic acid) 之系統性抗病反應防治青枯病之防治，近年則是著重於應用無病原性鐮孢菌屬微生物防治水稻徒長病菌的研究，對於試驗設計規劃與成果可以給國內的研究人員參考。反觀國內有關微生物防治研發現況，近年來已發現許多安全且有效的拮抗微生物，如放線菌、木黴菌與枯草桿菌等，防治成效也相當不錯，如何利用台灣地區氣候條件與微生物相眾多的優勢，作為開發生物農藥及應用技術的基礎。
3. 植物內生菌的研究相當多，其中一類根瘤菌對於作物是有相當多的正面效應，成澤才彥教授分離多種的根瘤菌，其中 Y34 菌株 (DSE) 在各項實驗中均顯示有優異的促進植物生長表現，同時預先接種於作物根部，可以有效預防萎凋病的感染及降低罹病度。此外，成澤教授亦開發小包裝的根瘤菌堆肥，可以加入作物的育苗土混拌處理，提早讓根瘤菌佔據植物根部，同時達成內生作用，以避免病原菌的入侵，此部分亦可以提供國內研究人員參考。
4. 此次亦參訪東京農工大學植物工廠，對於藍莓與草莓的栽培研究結合了養液栽培、LED 光照及環境條件監控系統，可以生產優質的藍莓果實。另外工廠內也有模擬不同季節的生長室，每個生長室內均有可自動調整受光面的機器，確保作物受到適當的光照時間，整體而言，植物工廠的花費成本相當高，但仍可以提供具參考價值的研究資訊，但是否適合應用於國內，則需評估作物種類與生產成本。

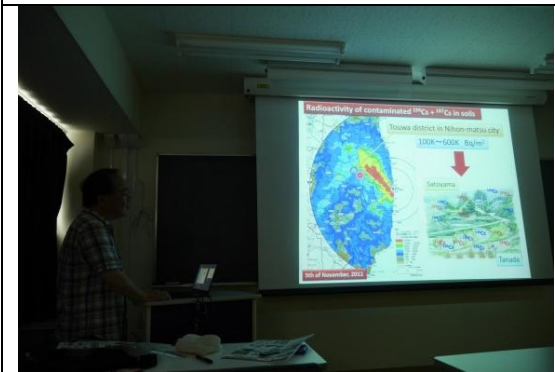
## 六、照片及說明



東京農工大學農學部入口，位於東京都府中市晴見町，



拜訪有江力教授(右二)，隨行參訪人員為本場郭建志助理研究員、高雄區農業改良場周浩平助理研究員(左一)及國立中興大學鄧文玲副教授(右一)。



橫山正教授解說他的土壤微生物近來有關微生物肥料與福島輻射污染計畫



與有江力教授(左一)與橫山正教授(左二)合照



有江力教授介紹實驗室成員



有江力教授介紹實驗室概況



教授介紹實驗室微生物培養箱



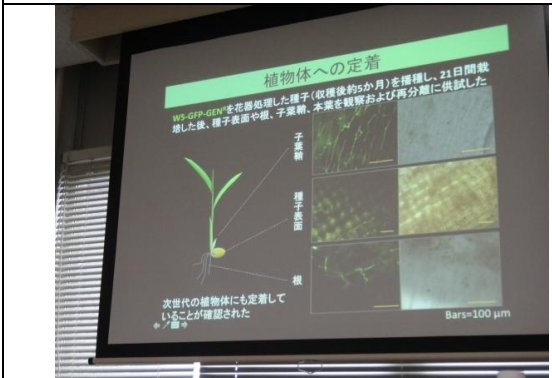
農學部公共儀器擺設於公共空間



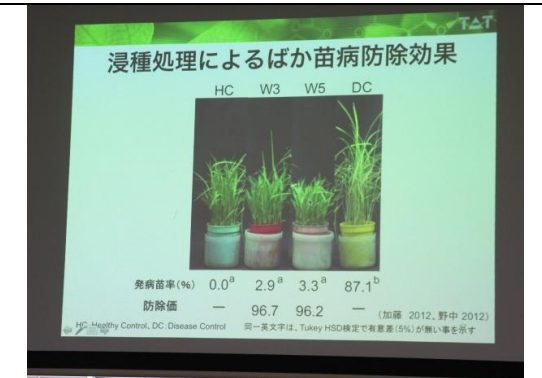
有江力教授分享微生物防治作物病害研究成果



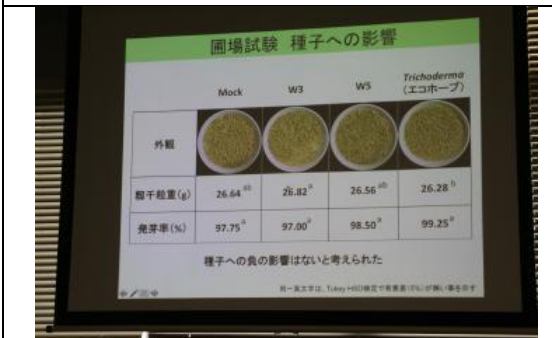
水稻開花期預先施用無病原性鐮孢菌，後續種子接種徒長病之防治成效



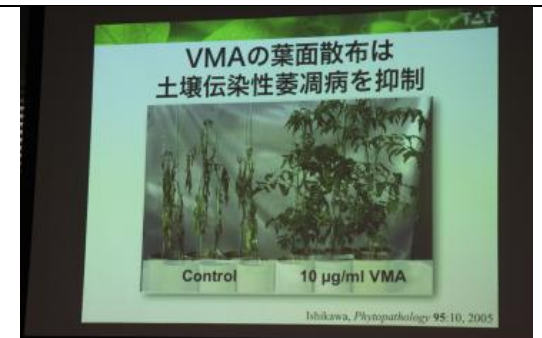
施用無病原性之鐮孢菌 GFP 轉型株於水稻子葉鞘、種子表面及根部觀察情形



利用無病原性鐮孢菌 W3 與防治水稻苗徒長病，防治率可達 96.7%



非病原性鐮孢菌對水稻種子之影響，(發芽率達 97% 以上，千粒重達 26% 以上)。



維利黴素(Validamycin A)防治作物萎凋病之成效



與有江力教授研究團隊分享成果進行簡報



簡報本場液化澱粉芽孢桿菌 Tcba05 防治豆類萎凋病之研究現況



東京農工大學附屬農場參觀



附屬農場小規模試驗田一隅



東京農工大學農場小型人工氣候室



東京農工大學植物工廠



東京農工大學植物工廠入口看板



進入植物工場需先經過全身除塵



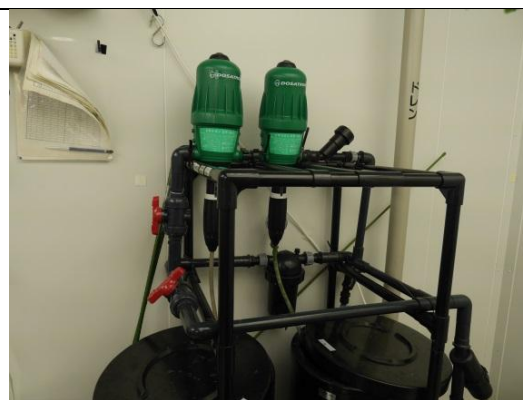
有江力教授向我們介紹植物工廠運作模式及核心技術



控制室內搭配國工研院所研發的 LED 光源設備



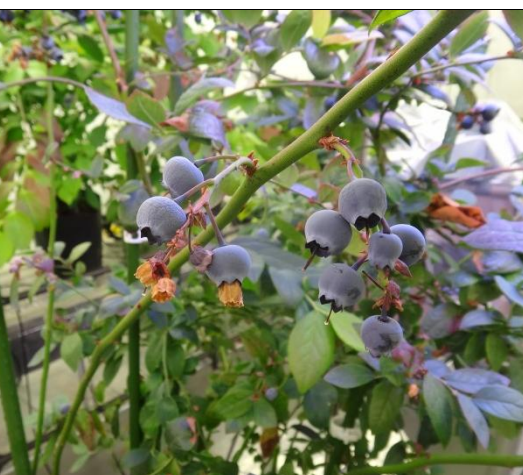
利用養液滴灌藍莓盆栽試驗



植物工廠內養液汲取系統(定比稀釋器)



利用熊蜂替藍莓授粉



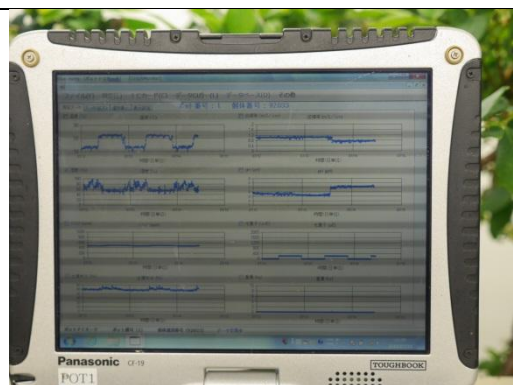
已接近熟成之藍莓果實



該植物工廠同時研究草莓高產模式



試驗草莓仍然受到蟎類及白粉病感染



植物工廠養液及環境監控系統



該工廠內設有模擬各個季節的生長室



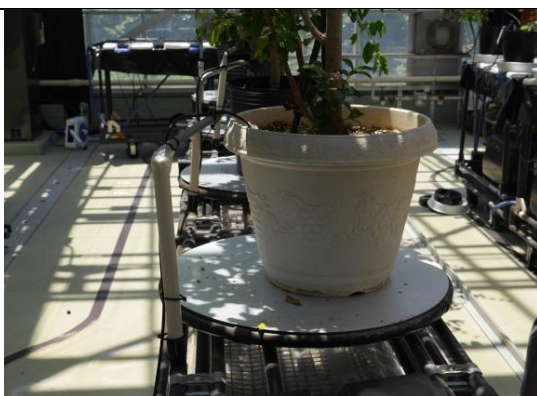
模擬夏天氣候的生長室



模擬春天氣候的生長室



可自動調整作物受光面的儀器



利用轉盤調整作物受光位置





參訪茨城大學阿見校區及農學部



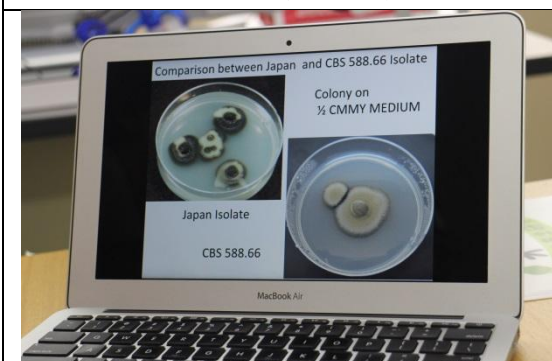
茨城大學農學部試驗大樓



拜訪應用生物資源學科成澤才彥教授



成澤教授向我們解說內生菌的功用



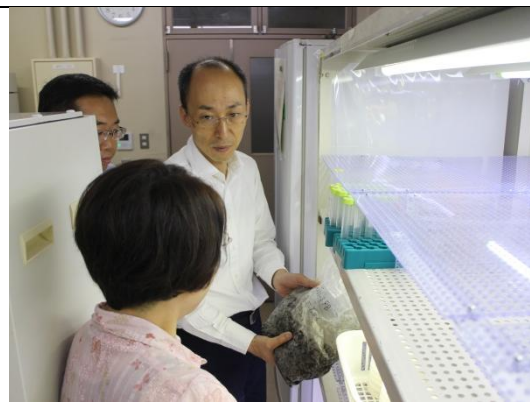
成澤教授說明內生菌的分離方式



三種微生物施用白菜後與對照組比對結果



測試內生菌對苗期促進生長作用



成澤才彥教授說明製作內生菌小包堆肥



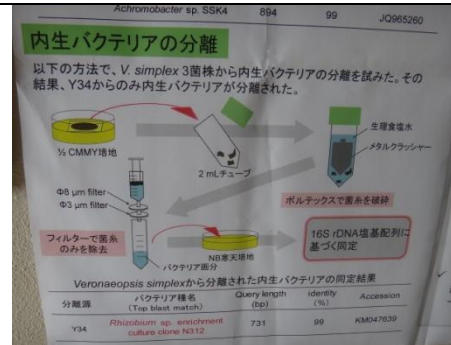
試驗中的內生菌堆肥



利用土壤混拌內生菌堆肥進行盆栽青蔥疫病與黑腐病防治試驗



成澤教授向我們解說近期的研究成果



介紹如何分離內生菌的方式



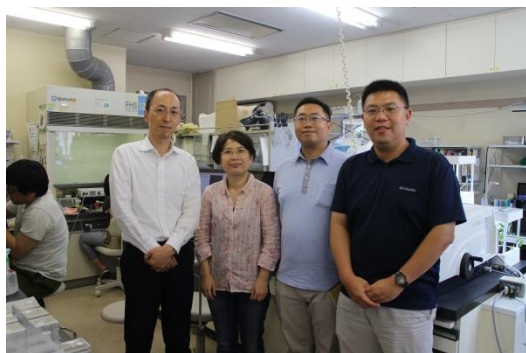
内生菌處理組可以預防萎凋病的發生



接種內生菌可以促進作物生長



暗色隔膜内生菌可以纏聚作物根部，可以促進生長及誘導作物產生抗病性



與成澤才彦教授於實驗室合影