

出國報告 (出國類別：參訪與成果交流)

「無人機噴藥等智慧農業應用 參訪與成果交流」出國報告

服務機關：行政院農業委員會農業試驗所

姓名職稱：楊智凱 研究員兼組長

徐武煥 副研究員

派赴國家：日本

出國期間：2019年5月22日至5月31日

報告日期：2019年8月22日

目次

壹、 摘要.....	3
貳、 前言.....	3
參、 目的.....	4
肆、 參訪行程及內容	4
一、 參訪人員.....	4
二、 參訪與成果交流行程及內容.....	4
伍、 心得與建議	23
陸、 參訪與成果交流照片	26

壹、摘要

隨著無人機應用技術和相關法規的發展，無人機各式的商業應用需求正在不斷在增加當中，包括日本，全世界許多國家也愈來愈重視。據經濟產業省(Ministry of Economy, Trade, and Industry, METI)表示，日本無人機市場預計將在 2030 年超過 1000 億日元。無人機的未來農業應用上可用於監測、遙測、防災調查、施藥、撒種、施肥及運輸等用途。本次出國參訪與成果交流係因國內利用無人機進行施藥作業等應用上的需求較為急迫，國內面對此新穎之應用雖已研訂其性能測定基準，以使無人機有機會列入廠商補助機型，由政府補助推廣其田間應用，減緩農業人力需求不足的問題。但是日本發展應用單軸螺旋槳式無人機(直升機型)已有 20 年以上的歷史，值得參考借鏡。此行參訪交流與無人機研發應用相關之機關或展覽，包括北海道大學、農林水產省、國立研究開發法人農業・食品產業技術綜合研究機構(NARO)、一般社團法人農林水產航空協會(東京)及其農林航空技術中心調查研究部(長野縣)及國際無人機展覽 2019 等，收穫頗豐，除可精進性能測定方法外，也可供作我國後續無人機施藥等研發、應用及管理之參考。

貳、前言

無人機於噴藥應用時其性能參數為其重要之指標，測定必要調查及測定之項目如無人機以 GPS 為信號接收之飛行模式其最高飛行速度、控制訂位偏移量、最遠接收距離及電池續航力、噴藥性能相關之作業噴幅、藥液附著度、噴嘴產生之霧粒大小分析及連續作業試驗等。作業噴幅及藥液附著度主要參考國際量測案例，以水試紙或特定白紙結合墨汁、食用色素或顏料進行測試，藥液附著度測試也借鏡國內桿式施藥機之量測經驗；霧粒大小則以粒徑分析儀進行分析。上列無人機測定項目可經試驗設計後進行系統性數據蒐集。惟無人機性能測定之基準草案於初步研擬時，國內對於此新穎應用卻少有相關之參考資料，其蒐集到之參考資料主要仍以日本及對岸為主，需透過參訪交流以有效交流學習日本無人機性能測定方法及應用管理等之經驗。

參、目的

此行安排參訪日本北海道大學、一般社團法人農林水產航空協會、農林水產省及 NARO 等無人機相關單位，參訪與雙方交流有關無人機噴藥性能測試方法等。日本對其單軸無人機之應用已有很長的時間，其噴藥性能量測(包括附著度及噴幅等)評估之實驗方法有我國可參考之處，透過參訪及交流，可瞭解日本目前無人機性能測定方法及其相關技術之現況，當有需要調整訂定基準之門檻值時應可較客觀且可行，其蒐集之資訊也可當作後續調整之用。

肆、參訪行程及內容

一、參訪人員

本次參訪成員詳細清單如下：

機關/單位	姓名	職稱
行政院農業委員會農業試驗所農業工程組	楊智凱	研究員兼組長
行政院農業委員會農業試驗所農業工程組	徐武煥	副研究員
行政院農業委員會動植物防疫檢疫局植物防疫組	洪裕堂	科長
行政院農業委員會動植物防疫檢疫局植物防疫組	陳世棕	技正
行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所農藥化學組	江致民	助理研究員

備註：後 3 位共同參與 5 月 27~29 日之行程

二、參訪與成果交流行程及內容

時間	行程	內容
5 月 22 日 (星期三)	啟程	◆ 桃園機場出發赴北海道札幌新千歲機場 ◆ 札幌大疆(DJI)認證商店
5 月 23 日 (星期四)	參訪	◆ 北海道大學農學院生物資源與環境工程研究組基礎農業科學系 (Division of Fundamental Agriscience, Research Group of Bioresource and Environmental Engineering, Faculty of Agriculture) 北海道機器人實驗室 ◆ 北海道大學工程學院生物力學與機器人研

		究組機器人與動力學實驗室(Laboratory of Robotics and Dynamics, Research Group of Biomechanics and Robotics, Faculty of Engineering)
		◆ 札幌大疆(DJI)認證商店
5月24日 (星期五)	行程	◆ 北海道札幌新千歲機場到東京羽田機場
5月25日 (星期六)	參訪	◆ パール商事株式會社
5月26日 (星期日)	無	◆ 資料整理
5月27日 (星期一)	參訪	◆ 一般社團法人農林水產航空協會農林航空技術中心調查研究部
5月28日 (星期二)	參訪	◆ 農林水產省 ◆ 一般社團法人農林水產航空協會
5月29日 (星期三)	參訪	◆ 國立研究開發法人農業・食品產業技術綜合研究機構(NARO)無人機研究實驗室
5月30日 (星期四)	參觀	◆ 國際無人機展覽 2019(International Drone Expo 2019, IDE 2019)
5月31日 (星期五)	返程	◆ 東京羽田機場出發赴臺北松山機場

本次參訪與成果交流內容簡要說明如下：

(一) 5月22日(星期三)

【札幌大疆(DJI)認證商店】

因當天臺灣出發後抵達札幌已到下午時間，為豐富此行並多瞭解當地無人機應用於噴藥作業之狀況，特搜尋當地無人機專賣店，安排前往札幌大疆(DJI)認證商店(圖 1~2)瞭解販售無人機之噴藥機型及其相關應用，但碰巧該店星期三店休無法進入，其參觀行程另規劃於隔日之空檔時間前往。

(二) 5月23日(星期四)

【北海道大學農學院基礎農業科學系生物資源與環境工程研究小組(Research Group of Bioresource and Environmental Engineering, Division of Fundamental Agriscience, Faculty of Agriculture)】

由農業試驗所農業工程組楊智凱組長及本人拜訪北海道大學農學院基礎農業科學系生物資源與環境工程研究小組(北海道機器人實驗室)，該小組由農學研究院副研究院長野口伸教授所主持，其實驗室旨在嘗試透過無人駕駛曳引機等“機器人”和使用資深農民技能數據的“資訊化”，使用日本先進的“智慧農業”技術，透過農業創新實現將農業轉變為成長型的產業。

北海道大學在無人農機應用的領域研究頗深，而該小組已有許多豐碩的成果，例如現有技術可同時利用 6 台無人曳引機於同一場域進行智慧化之無人化協同整地作業，其成果並獲得安倍晉三首相於 2017 年第 14 屆科技社會(STS)論壇年會中介紹。此次由該小組助理教授 Ricardo OSPINA 博士代表接待並介紹「ICT & Robotics for Agriculture」主題(圖 3~5)。Ricardo OSPINA 博士於介紹完，雙方交換完意見後帶領參觀該研究小組之農業機械室內試驗場地，介紹曳引機附掛哈密瓜果實夾取裝置、無人曳引機協作整地作業之設備(如後置感應器、前置監控等相關設備及前置避障 Lidar 感應器等)(圖 6~10)，收獲頗豐。

【北海道大學工程學院生物力學與機器人研究組機器人與動力學實驗室(Laboratory of Robotics and Dynamics, Research Group of Biomechanics and Robotics, Faculty of Engineering)】

前往北海道大學工程學院生物力學與機器人研究組機器人與動力學實驗室拜訪助理教授 Ankit RAVANKAR 博士、副教授江丸貴紀(Takanori Emaru) 博士及教授小林幸德(Kobayashi Yukinori) 博士等，由助理教授 Ankit RAVANKAR 博士代表報告「Development of Agriculture and forestry robots using AI and IT」(圖 11~13)，我方則說明我國無人機及智慧農業研究發展現況，大家並針對相關主題進行討論。該實驗室專注於 SLAM、移動機器人、計算機視覺、人工智慧、智慧機器人及機器學習等領域之研究，致力於農林機器人之研發，交流發現該實驗室在機器人應用方面研究能量很強，雖

然之前比較偏向研究於工業方面之應用，但該實驗室有感於無人機應用於農業愈來愈廣泛，該實驗室於 2 年前已開始進行無人機相關研究，在農業研究的參與也逐漸增多，去(2018)年曾舉辦過無人機應用論壇，且已有無人機應用於農業之相關著作。未來若有機會可邀請該實驗室之學者來臺進行學術交流。

【札幌大疆(DJI)認證商店】

札幌大疆(DJI)認證商店為日本大疆認證連鎖商店之一環，該商店為大疆(DJI)商用無人機系統之專門代理商店(圖 14)，主要販售無人機系統相關之創新應用。該商店在開發適合各種業務的無人機，根據客戶需要之類型和用途客製無人機，以提出最佳的無人機服務。除了提供航拍公司服務外，該商店每年還販售 50 多架商用無人機供政府機構(如國立大學和消防部門)使用。該商店除展示基本無人機機型外，並展示常用之零配件。無人機搭配安裝農藥噴灑系統雖亦為業務之一，惟大疆一系列無人機商品或相關之零配件很多，現場並未展示目前農噴之主力機型 MG-1P(該機型目前提供 1 個遙控器可同時遙控 5 部 MG-1P 同時作業)。

(三) 5 月 24 日(星期五)

由札幌新千歲機場搭機到東京羽田機場，再轉往東京。

(四) 5 月 25 日(星期六)

【パ-ル商事株式會社】

パ-ル商事有限公司代表董事顏錦川先生為臺灣籍，已旅居日本數十年的時間，他曾經跟本所聯繫，希望引介日本某大學之教授，針對農業之檢測技術進行臺日雙邊之合作。故利用本次參訪日本無人機技術的機會抽空前往拜訪，惟因拜訪當天因他欲引介之教授於外地參展而未能與面，希望後續有機會可再碰面討論。顏先生有多次與日本教授合作研發之經驗，且有接觸許多新型且用於加工之輕型強化非金屬材料等，在無人機應用上未來也有機會運用。

(五) 5 月 27 日(星期一)

【一般社團法人農林水產航空協會農林航空技術中心調查研究部】

由一般社團法人農林水產航空協會中島滿理事及其農林航空技術中心調查研究部(以下簡稱技術中心)柳真一部長接待。農林航空技術中心坐落於長野縣小諸市，主要工作為進行無人機之相關測試，包括有效噴幅、藥液附著度、噴霧粒徑及動態模擬之量測等。該協會接受無人機生產廠商之委託於該中心進行測試，並出具相關報告給委託之公司。

農林水產航空協會對於使用無人機各方面，含安全和法規面研究較久，希望可給予我方建議，後續當作執行之參考。

技術中心主要針對各種無人機做安全性能評估，中島滿理事提出那些是我方具體想知道或想看的試驗項目，故希望由我方提出問題，技術中心進行回覆及討論(圖 15~18)，問題(Q)及回覆討論(A)如下。我方與協會經過 QA 後，在協會認為可帶領參觀的範圍內，由柳真一部長帶領大家參觀(圖 19~26)，並介紹技術中心各種量測分析之儀器及設備。

Q：我方對於使用無人機進行施藥，此行的目的主要想了解日本無人機之相關法規、噴藥試驗如何進行(含單純試驗)及施藥效果如何評估等。

A：先簡單介紹本單位，技術中心是位於長野縣，海拔有 800 多米，今年天氣比較特別，溫度較高但相對濕氣較低(平均約 38%左右)，天氣屬於舒適的情況。航空協會本部在東京，這個單位主要的業務為實驗場所，實驗最重視的是數據，當無人機施噴農藥時，其噴幅(施噴之範圍)相當重要，也是為最優先評估的項目，每個機型的噴幅都不太一樣。

Q：噴灑的均勻度、漂移的試驗內容(作法/方法)？

A：實驗是於離地面 80 公分處放四方形的實驗紙(日本製，圖 17-18)，因有成本問題，所以沒有使用對水或對油有反應但昂貴之水試紙，一張名片大小的水試紙要日幣 150 元，所以用特殊的紙(圖 17)，以特別選用的墨水或是食用染料施噴，成本只要水試紙的 1/50。因每張紙上都要能有效呈現數據，再以機器進行讀取。有些紙因會對水或油有反應而滲透，造成有時數據化時判讀不是很準確，所以測試很久後才找到目前的試驗紙。漂移的試驗內容日方則無提供相關建議。

Q：無人機測試是由廠商提出申請？其付費方式與標準為何？

A：測試是無人機公司向本協會提出申請，主要是為了實驗評估其性能，實驗完再請第三方協會評估實驗內容所需之費用，費用再由公司撥付下來，依實務經驗其費用主要以人事費佔最多。

Q：做撒佈實驗時是用水或顏料下去噴，還是用農藥下去噴？因水和農藥密度不同。

A：目前僅用水做試驗，因為很難找到可以用農藥撒佈的環境來做試驗。因水和農藥密度不同，數據有時不準確。但曾有學者做過實驗，噴嘴使用水和農藥試驗過後並無太大誤差。現場簡報資料並展示數據化結果，分五面數據化，可呈現覆蓋面積率。實驗評估可呈現最佳的施噴間隔及適用風速等。目前日本並無法律規定多少風速大小以下才能使用無人機施噴農藥，但一般默契或自主性地採用風速 3 m/s 以下才進行試驗。因溫度較高時，噴出來的霧滴較容易蒸發，故技術中心試驗時間一般為早上或下午太陽下山之前，此時風速較小，天氣的影響也比較小。

Q：技術中心展示的是單軸螺旋槳無人機，有測試四軸或八軸類型的無人機嗎？

A：技術中心亦有測試四軸或八軸的無人機。無論單軸或是多軸，試驗方法都是相同的。1950 起開始進入使用無人機的時代，一直是這樣的試驗方式。日本的其他單位大部份都以這個為主流，只有小細節不同，基本上是依據美國 ASD 的標準。現在使用的參數值是這個單位慢慢試驗出來的，其他單位使用的參數值可能不同。本試驗是在最快的時間內蒐集大量的資訊，所以成本等各個方面很重要，無人機製造業也會委託技術中心做試驗。大型的無人機直接委託給技術中心測試可能比較快，但若測試成本方面還可接受的話，可能公司就自己做測試。

A：單軸無人機飛行高度約在 3~4 公尺，多軸無人機則約在 2 公尺，飛行高度會因不同機型而異，多少會有差異。每個機型在實驗時，先用 3~4 公尺高度飛，在量測數據後，可分析用什麼高度飛其液滴附著可以分布最均勻。實驗的目的是可產生數據來進行判別，這個機型高度要用多高來飛，覆蓋範圍率是多少。測試後可使用手冊描述最適之飛行高

度，使用時即以此高度為標準，此為技術中心量測後分析認定發布的應用資訊。

Q：無論小型或大型都要有執照？臺灣是交通部民航局，有操作證，日本是國土交通省，有國家級的證照嗎？

A：日本法律規定，一般人購買無人機要先到航空局申請，要去無人機製造商那裡上課(上課也要申請，以目前狀況來說，不是每個人申請都會通過，上完課無人機製造商會給予證明，拿證明去登記後才可使用無人機，有較多關卡)，包含農藥基礎課程等，上課時間約 2 星期。日本現況是每個無人機製造業者發給的資格都不同，沒有統一的國家證照。例如在大疆(DJI)考照，但無法操作其他品牌無人機。目前有很多建議說只要取得一個證照就可適用操作全部類似的機型，未來可能會進行修正。唯一的問題就是航空局若沒有給許可，飛行無人機就是違法的，航空局核發許可的基準是看有沒有到無人機製造商那裡去上課拿證照。事先申請得到許可後才能噴農藥，最少需要 1 個月前提出申請，例如可以現在(5 月)申請 6~8 月要施噴，噴藥時間可放寬。以日本現況來說，基本上農民可自行申請，只是製造商通常會幫農民申請，類似臺灣的代書；基本上只要申請機型和資格沒問題都會核發許可，所以航空局鼓勵農民上網登記，不需特地去申請。先前農林水產省用詢問或回報的方式得知實際上飛行的紀錄，因現在非屬農林水產省業務，日方覺得這有很大的問題，農林水產省本來一直保有統計農藥的使用紀錄，含開始使用無人機噴農藥，後來航空業務改成國土交通省，農林水產省目前就沒有紀錄了，國土交通省僅有飛行時數等紀錄。近年來日本政府除政策及重要的數據外，原有進行統計的數據若覺得是無關緊要的就都漸漸開始不再統計了。大疆(DJI)剛來日本發展時曾透過協會在此單位做試驗，剛開始無數據，若以日本平均計算，一公頃 8 公升(稀釋 8 倍)為日本之標準數據(基準)，每種機體經試驗過後，不同機型不同高度可以噴灑的量皆為一公頃 8 公升。當探討其噴灑藥液用量跟 YAMAHA 以前直升機型是否相同、高莖或低莖作物都是用此基準(一公頃 8 公升)時，因果樹類作物較立體，故柑橘等果樹類一般會用量會到

1 公頃 40 或 50 公升，但其數據需依據實驗結果提出，較平面的作物，例如水稻或小麥就是 1 公頃 8 公升。

Q：無人機噴農藥試驗有研究病蟲害防治效果嗎？或只做機體本身的性能？

A：之前曾有試驗病蟲害防治效果，但目前沒有，因日本各地病害的種類和情況皆不同，通常都是檢查單位直接委託當地檢查試驗，本單位目前沒有再做此試驗。日本植物防疫協會(Japan Plant Protection Association)在全國各地都有分部單位，那些分部單位都可能會有檢查。

Q：日本政府對無人機整體的管理有何做法？如禁航區等相關規定。

A：最近日本法律有修改，禁止飛行區域變多，明日參訪的農林水產省官員會比較清楚。法律有規定市區等禁止飛行，地方政府也會規定禁止飛行區域。關於無人機的法律規定其實不斷在變動，所以本技術中心其實也常需要再進行瞭解。

Q：測試無人機性能定位的問題，RTK 有較好之技術嗎？日本有較精準之定位控制系統或以 RTK 為主？若無 RTK 只用 GPS 日本可接受嗎？

A：基本上 RTK 精準度夠，所以無人機使用 RTK 居多，但 RTK 成本較高。目前來說 GPS 跟 RTK 比，其定位精準度較低，GPS 的基準可能需要跟著改變。GPS 短時間使用不會有太大的問題，但隨操作時間拉長偏離會愈來愈大。

Q：日本現今應用操作是否是使用自動飛行？是否可精準且自動化地均勻噴灑農藥且不會有重複的問題。安全性問題是政府的責任，臺灣會去考核操控技術，交通部民航局會有證照考試。

A：據技術中心人員表示，日本對於較精準、自動化且可搭配無人機使用的控制模組也是剛開始在販賣而已，最近國土交通省有幾個案例待批准。有些製造商有反對的聲音，因為擔心萬一操控系統無法操控妥當時會造成很大的問題。在日本操控無人機停了或故障等問題，農民漸漸有認知問題是出在無人機，此時需要把農藥的噴嘴關掉，否則過多的農藥會造成傷害。

Q：無人機噴藥時使用何種噴嘴？噴嘴安裝位置為何？

A：後天會去的 NARO 有研究單位在研究在那裡會較有效率。協會有和其他單位拿農林水產省的預算執行計畫。目前較多噴嘴位置在旋翼的下面，因實驗時間已久，已有固定使用的噴嘴。每個機體噴嘴數量及安裝位置會因其設計而有所不同。

Q：日本操作遙控器的方法，與美國或中國皆不同，日本遙控器設計是否有統一？

A：基本上日本並無限制操作遙控器的方法，市面上已有四、五種操作的方法，目前日本僅有限制遙控器之電波，其餘沒有限制。

Q：協會出版的手冊，其設定參數等是此單位做的嗎？不同機型皆可適用嗎？

A：手冊目前有的都是屬於直升機型，手冊尚未包括新型多軸之無人機，未來若有新機型會再重新製作手冊。未來會出單軸新機型應只有 YAMAHA 而已，其他公司的經費大都去研發多軸無人機，因為經評估在日本也有一定的需求量。

Q：請問協會在研發無人機技術有多少人力？協會的多少資金來自國家？

A：包含行政有 5 人。基本上社團法人本來也不是單獨營運的地方，是配合外面的單位或部門做的。沒有來自國家的經費，經費都是來自私人的單位，例如農藥公司。

Q：YAMAHA 會來協會這裡試驗嗎？

A：可能因本技術中心具有某些特殊設備或場地，所以 YAMAHA 主要來租借場地設備，但協會技術中心的人不知道相關試驗內容，YAMAHA 的人也不公開正在開發途中的東西，是為完全保密的。

Q：協會還有其他試驗嗎？

A：現在無人機很容易購買，例如大學等單位可以購買做一些簡單的試驗，故協會這裡只有做噴灑農藥的試驗、還有噴灑種子的研究。前幾年有做過以圖資辨別有無病害問題，但現在沒有繼續進行，因有其他 IT 公司也有做此判斷服務，利用 AI 來判斷，可把資訊賣給其他公司使用。

【參觀技術中心之設施】

(六) 5月28日(星期二)

【農林水產省】

農林水產省消費・安全局植物防疫課防疫對策室生產安全專門職岡田和秀先生及其對策室(國內防除第2班負責人)課長補佐白石正美先生接待(圖27)。

岡田和秀先生主要負責農林水產省對於病蟲害防治之部分、植保方面使用無人機或直升機農藥撒佈。目前日本無人機法規分為航空安全及農藥安全2個主題，於4年前統括制訂出無人機相關法規，四年前之前無任何管制。之前遙控直升機有制訂法規，但目前機種已不同，故以原法規基礎制訂新適用法規。現場並提供四年前制訂航空安全之日文資料供參考用。

航空安全之主管機關為國土交通省，遵循航空法，4年前之前航空法中並未包含無人機、遙控直升機等，4年前才將無人機等納入航空法範疇中，資料圖片中是當時納入航空法中之對象。有些玩家因興趣使用無人機或遙控飛機，只要重量不超過200g即不納入航空法之法規限制，此為航空法針對對象之規範。無人機可操作場域與方式之制訂方法，制訂法律限制飛行空域，有三種被禁止的區域，例如機場附近及人口密集處，另有人操控之飛機從地表或水面150米以上之高度是禁止的，農村等人口稀少之處可允許飛行。於宣傳或廣告上使用需提出申請，經主管機關核准後才可使用。有必要高空飛行時，需經國土交通大臣之許可始能進入。現場日方並說明無人機相關規定，例如機場中之斜面與跑道等在範疇外之規定、日本國內對機場之規定、日本國內人口密集之區域標示、操作無人機必須經過許可、飛行區域及飛行方法等，其中飛行方法為1.日出至日落允許飛行；2.目視/肉眼可見之範疇內；3.與人車須保持30米之距離；4.舉辦廟會或祭典等活動因人潮集中眾多，即使在山上，也無法在其上空飛行；5.危險或無法運送之危險物品不可從無人機上空投。制訂法規限制可飛行之區域與制訂方法管制，主要目的為保護公眾安全。不能撒佈之農藥亦是不能輸送之危險物品，農藥是危險物品，但對於農業來說是必需品，但需得到許可與承認，故4年前制訂法規時，列入規定須經許可與承認後才能執行農藥撒佈，此亦為航空安全之部分。4年前官邸上空掉落一架無人機，為制訂航空安全之

法規之緣由。以上為無人機之區域與使用方法之介紹，接下來進入農業部分。

無人機使用於農業上，需經許可與承認(核准)，接下來介紹審查之要領。背景以航空法為基礎來制訂，在噴藥的 10 天前向交通省申請；申請方法中 1 個人申請個別 1 件，或是農村 1 人代表申請多戶皆可；許可生效後，有效期間為 3 個月內；審查內容分為三大重點，一為無人機機體性能與功能，二為飛手知識與操縱技能是否達到標準，三為是否確保安全環境體制。

不同飛行目的有不同之細則規定，例如噴灑農藥有該部分考量規定、攝影方面亦有細部規定。4 年前之前噴灑農藥為農林水產省之管轄範圍，辦理過操縱講習等，4 年前開始全部納入航空法，改由交通省管轄，含審查等。四年前之前於農林水產省管轄與現今交通省之航空法規定有些許不同，例如現今須經過許可與承認、由農民自我管理。日本政府希望國內所有飛手皆能提高其飛行技能，與深度認知此方面知識，故日本國內目前約有 3 百個講習團體，對飛手進行訓練與講習，目的為提昇飛手之知識與技能，於農民立場而言每次皆要申請很麻煩，故成立約 300 個講習團體以便民；講習團體為民間團體，可能為合作社及農協這些單位，亦有完全為個人之單位，假設汽車駕駛訓練場(駕訓班)等場地可以辦理講習也是另一種方式。假設某合作社若想辦理講習團體，向交通省申請提交辦理內容，若合乎交通省之規定，核定許可後即可辦理，交通省亦會定期監督。講習團體開設訓練課程，若合格會授予證書；訓練合格收到證書後，若未來想噴灑農藥時提出申請，此時一併送出影印證書即可簡化程序。每單位申請目的不同，訓練內容即不同，例如攝影有專門課程，或是農藥撒佈會有規定之課程，上完課程會得到施噴農藥應有之知識與技術，全部符合規定就會有證書，證書上會記載是何種課程與訓練內容，依據證書記載內容不同，可做的事情不同。農林水產航空協會之基本課程內容在網頁上有提供，講習團體會參考其內容為基礎提出申請。

無人機權責於 4 年前由農林水產省改為交通省，起因於 4 年前官邸上空有一架無人機掉落，突顯航空飛行安全管理問題，於是統歸至航空法中。

審查內容重點之一為無人機機體性能與功能，此部份為交通省職權，目前最被接受之機型由製造無人機之工廠來申請，得到政府許可後，可直接販售。無人機製造商直接向國家申請，審查得到認可後，在交通省之官網可找到相關介紹資訊，以鼓勵需求者使用。審查包含書面與實際操作，此部份因非農林水產省之職責範圍，交通省對於此項審查非常嚴謹。除機體性能外，對於施噴農藥之機構如噴嘴是否均勻執行噴灑功能等，不納入審查內容，但對於農藥桶之安全性，如爆裂或破損等部份會審查。交通省僅確認飛行安全的部份，對於噴灑功能等不做審查。噴藥性能目前無審查機制，由無人機製造業者與交通省官員直接申請溝通，期望提升機器性能與技術。在農林水產省之立場，希望可便民，亦可提高農藥撒佈效能，農林水產省對於噴嘴功能提升等部份，目前與製造業者努力溝通中，期望業者可配合政府單位提升技術。

目前日本有農林水產航空協會，無人機 4 年前之前為農林水產省管轄，從 4 年前改為交通省管轄，民間的農業機構認為一定要經由交通省的許可與承認才能使用很麻煩，希望可用更便民、安全之方式，此為日本無人機目前所面臨的課題。目前目標是製造更高度技術之無人機，使民間團體使用更普及化與普遍。航空安全由交通省掌管，農藥安全與使用方法則由農林水產省掌管。而施噴農藥是每個農民在網頁上皆可申請，不需特殊資格或團體代表申請。

針對我方提出日本農藥飄散等問題有無法規規範？此為農藥安全的部分，主要為農藥安全與農藥取締法所規範。日本國內使用農藥皆要得到政府許可才能製造和使用，使用農藥須登記，執行登錄手續時會指導安全使用方法。發根促進劑等賀爾蒙類或是天敵等皆屬於農藥。農藥製造商在製造時就必須登錄，登錄時即會審核安全性、殘留性、毒性對環境之影響、代謝動態等試驗與審核報告。農藥飄散之成分與份量，對環境影響應有分析說明，且需遵照面積、比例份量之規定。

對於農藥登錄，製造商或輸入商，要先向農林水產省提出申請，申請後會轉為環境審查，評估對水質、水產植物等影響，食品的部份會轉道厚

生勞動省食品安全委員會評估處置後提供給農林水產省，農林水產省再依此制訂標準。

農藥製造商與輸入者若無登錄，無法製造或輸入，以此規範廠商。製造商與輸入商有正規許可即可販賣，使用者有農藥使用基準，農民需依照基準使用農藥。資料中有直接貼在農藥瓶身的說明，需遵照說明的份量使用，使用者遵照比例施用農藥即可維護環境與農產品/水產品之安全。資料中的「使用方法」中段，其中有一項是無人機的撒佈，無人機需遵照使用量噴灑農藥，其用量比一般噴灑農藥之用量還多一些，農民需遵照基準使用。目前無法定監督方式，僅為指導農民遵守用量規定，而農作物最終會流入市場，市場處會有農藥殘留檢查，若殘留量高代表農藥用量過多，以此方式追溯。除了意外事故，日本人多會遵守法律規定，若食品在流通上被檢出農藥殘留量高的紀錄，後續銷售會有問題，因此對此方面都會慎重看待。食品銷售需有生產履歷，農藥噴灑時間與種類皆會記錄。一個村或一個町會有防治履歷規定，農民皆會遵照農藥噴灑時間與用量。

針對日本無人機施噴農藥的方法，試驗規模、場域與戶數，與一般噴藥是否有差別。當在日本用無人機撒佈農藥，目前著重於對農作物有無害處影響，以大豆為例，大豆種植時使用農藥的藥效如何？或是有無藥害？農藥製造商對於藥效和藥害 2 項目有審核標準。

一般用人工噴藥就是一般申請，用無人機噴藥用無人機方式申請，基本上對於人工或無人機噴藥之試驗或審核無太大差異。審核時藥害為其重點，以作物為主，有將環境安全性影響列入考量。一般人工噴藥高度低，影響較小，使用無人機噴藥撒佈面積較大，因風量風速會影響周邊環境，故日本對於使用無人機噴藥採取非常謹慎之態度。4 年前制訂法令時，使用無人機與直升機撒佈試驗，數據顯示於農作物上方 2 米、風速 3 米以下之條件下施藥，對周邊環境不會有太大影響與負擔。在此數據下，無人機製造商有很多機種，挑選對環境無負擔較符合之機種，向協會登錄，指導農民在此條件下進行無人機撒佈行為。制訂使用條件，從制訂時至今沒有聽聞有使用或操縱等農業糾紛，可能因日本民族性因素使然。

無人機機種與技術持續提升，縮短作業時間與增加範圍等，但在農林水產省立場上，如何安全使用才是重要課題。資料中不同機種之飛行高度、間隔皆不同，以機種做區分，不同農藥有不同藥效，根據農藥與機種有不同內容，農民須遵守規則，此為日本現今狀況。目前日本面臨之課題為，無人機製造商不斷製造新技術新機種，可增加撒佈範圍與縮短作業時間，制訂新安全基準規則需根據試驗數據長時間驗證，但農民會希望盡快制訂新規則以使用新機種。

小連先生一方面站在農藥撒佈安全的立場，另一方面面對製造商不斷推陳出新機種，目前構想為未來要求製造商製造新機種時須符合與提供速度與效能等試驗數據與基準，農民可選擇符合需求之機種，制訂良好規範，以減少農民負擔，農民不須承擔安全責任，由製造商來承擔責任。

農民分為二種，一種是有新物件出來就會想使用，但大部分為後者是想使用安全的物件，不想擔負責任，故政府應制訂好規範來安心使用。未來會讓規模較大的無人機製造商自行制訂基準、審核，並公佈在網頁上供使用者檢視，製造商本身需擔負責任，一般規模小的製造商則依照政府法規，故會有二種作法。4年前制訂新法後，面對機種技術不斷推陳出新，目前面臨新局面為轉換期、過渡期，迎合時代趨勢改變。交通省與農林水產省雙方意見交換再指導，主要目的為減輕農民負擔，可依循遵照基準與使用方法。

交通省僅負責航空安全，農藥撒佈屬農林水產省之權責，目前構想為未來新技術新機種研發，製造商會在網頁上公開新數據，政府單位亦可從網頁上取得情報與訊息，綜合整體判斷後再提供給農民，形成良好循環。未來無人機除農藥撒佈外，會在不同場合普遍使用，故官民合作為未來取向。

當詢及是否所有農藥皆可使用無人機進行施噴？很多人認為殺草劑不適合，日本有建議空中施藥種類或是全部開放？對方表明日本也有農民提出此問題，除草劑方面目前顆粒的可用無人機撒佈，液體類除草劑沒有開放使用無人機撒佈。登錄的法規上不被承認，除草劑會影響其他作物。視耕作種類而定，在特定條件下，例如空地無種植任何作物之情況下，無人

機可以使用液體除草劑撒佈，目前為止只有一次開放，即 311 大地震因海嘯造成農耕地污染等有使用過。對土壤沒有破壞性的前提下，使用無人機噴灑農藥沒有特殊限制農藥種類。

日本農藥業者申請無人機噴藥核准需耗費多少時間？製造商在已有基本數據的情況下約需半年，無數據的情況下需 2~3 年。以前主流是使用直昇機撒佈，且登錄農藥種類不多，大多使用在大豆等特定農作物，現在無人機普遍後，需求趨向使用於蔬菜，因蔬菜農藥種類多，故使用農藥登錄類別愈來愈多。

日本在無人機噴藥是否有監督方法的部分，日本曾有外國人未依照日本規定，未經申請違法使用的，但並非使用於農業。除已登記之機種外，自己製作的無人機，只要不違反航空法，政府不會追究；若有過失情形，例如噴到人等問題產生，才會再指導。一般日本農民皆會遵守法律規定，日本人對於無人機使用，週遭的人是用嚴格的眼光看待，若有違法情事，民間的農民組織會檢舉，故違法情況較少見。航空法與農藥取締法等規範制訂外，農林水產省和各縣市、町村之農業單位及農家等每年有一次會議，討論現場經驗、需求、溝通等，供後續改善農業環境之意見交換。

針對日本無人機噴藥時，農藥噴到臨田有無規範或罰則的問題。日方表示只要遵照使用方式，但仍不小心噴到他人，目前無罰則，但農民對農民之間個別處理。

目前世界各國對於部分產品(如手機或無人機等)有資通安全上之疑慮，日方對於此方面未來有無管制或看法。近日日本新聞報導，在國會中有提出安全性方面問題，日本政府對此議題開始重視。目前無人機零件很多是國外(美國及中國等)生產，期待未來會有純日本製無人機。

目前日本政府目標是希望將規定放寬，讓製造商承擔責任。臺灣農民的立場是希望申請或使用皆簡單便民，一般大眾觀點希望安全，因此政府角度難抓取平衡點，但仍以安全為優先考量，再考量簡便方式供農民使用。

【一般社團法人農林水產航空協會】

主要由五月女淳常務理事進行接待解說，齊藤武司會長也代表協會表示歡迎之意(圖 28)。協會提供“安全對策手冊”供解說參考，其手冊主要是

針對特有型式的無人機(早期在日本為直昇機)。有二個機種的直昇機是比較早期的，第一個直升機，下方有農藥桶，1962 年即有此直升機，另外還有第一架無人直升機，五月女淳常務理事另針對部分機種說明其應用的狀態。

至於協會在無人機方面扮演甚麼樣的角色。由組織圖之上方(國家，即農林水產省和交通省)下來，下一層有製造商(製造商製造技術、各廠商製作之機器等)及農水協等，協會會去確認機體之性能。製造商製造機器時，同時會有教習設施(相當於講習單位)，和汽車車檢一樣有機器之檢點，需同時附設這二種功能。機器製造後，在製造商之單位直接訓練機師，包含檢點之部分。農水協單位的職責在於(1)檢查機器製造後撒佈的功能及性能等、(2)另一職責是確認講習設施有無按照基準進行、檢點有無按照規定，確認符合規定，會提供資訊給農民、及(3)整備室(機體之檢點)之認定。

機師在教習設施中接受講習，通過考試認定後會做成名單，機體檢查沒問題後會給予一個 4 碼之號碼(相當於車牌號碼，可辨識是否有被登錄)，機體也會做成名單，這些名單在每個月月底會提供給交通省。萬一發生事故時，交通省會派人現場勘查，確認機體是否有被登錄、機師是否無照駕駛。手冊有關「性能確認機體一覽表」內容是至目前為止之架構，今(108)年 4 月會改變，較舊型的會消失，直升機內容不會消失，而無人機部分則會消失，因整個程序是很繁雜的，無人機開發速度愈來愈快，故刪除無人機的內容部份，可使之有更多自由發展的空間。資料中有被廢止舊的的基準，今年 7 月手冊會大幅更新，很多準則會消失。手冊方面因無法律效力，僅為準則；但「無人航空機飛行許可」不同，因具有法律效力。無人機的部份 7 月後適用交通省之規範，即具有法律效力。

無人機機體超過 200g 需受到管理，申請內容在網頁上可看到，資料中有提供，填寫後提出申請，待許可核發後，即可操縱無人機。地面 150 米以上高度需有人駕駛，150 米以下可用無人直昇機或無人機，無人機若想超過 150 米則需另外申請許可，150 米以下也非全部區域皆可申請，例如機場附近飛行需申請特殊許可；人口集中地區亦禁止，在人口集中區要撒佈農藥另外申請得到許可後才可以進行；編號 A、B 及 C 以外之空域是可以飛行的，有必要於夜間飛行時亦需申請許可，凌晨時沒有人也沒有風是撒佈

農藥之良好條件，在目視範圍內具良好條件，經過申請得到許可後亦可撒佈農藥。因地區地形不同導致日出日落時間不同，故沒有硬性規定時間。目視範圍以外之飛行，是不被許可(是禁止)的，以現今機種來說，未十分確認機種具可自由操縱且具安全性。手冊可看出 30 米(機體至人/車/電柱的地方)以內有人、車、建築物或電柱的話都不行，如田和田中間之道路，道路的 30 米內是無法進行噴藥的，所以需另外申請噴藥許可等核准。活動空間如廣場或祭典上空亦禁止，因主要為農業農藥撒佈用途，也無法申請。危險物之輸送與危險物之投下，交通省與農林水產省之定義不同，只要離地升空後交通省皆認定為危險物，但在農林水產省，農家使用無人機撒佈農藥應被允許，農藥撒佈(相當於危險物投下)，需得到承認經過許可即可。

我方請教有關無人機許可和承認的差異在哪邊。協會說明有關“許可”，資料中之申請事項&理由，飛行目的、場所等，申請事項中有飛行禁止空域之飛行第 132 條之目的&理由即是所謂的許可，許可下來後，在特殊的情況下，需申請承認(相當於經過允許)。大規章為許可，按照目的細項為承認。舉例說明，先前日本人至臺灣參訪，臺灣使用無人機拍照，此行為在日本是被禁止的，因在 30 米以內需申請承認經過許可，被允許後才可拍照；日本有此規定起因於先前有無人機掉落使人受傷。使用 200g 以下的無人機可自由飛行，但私有地如廟宇，在空間內有立牌禁止使用無人機，即以立牌公告為主禁止。日本設有特定區域，在此特定區域中怎麼操作無人機都可以。

我方請教有關目視外飛行若非噴藥目的是否可以。協會表示資料上飛行目的，農藥撒佈是目的，除此之外還有空拍、宅急便運送等，視目的不同，許可內容亦會不同。目前在目視外飛行用於農藥撒佈上是沒有的。

另請教無人機之特別應用法規之規定，例如北海道使用無人機送報紙，屬物件投下，是否牴觸法律？協會回答：基本上北海道並非人口密集區域，所以可能不需許可，但物件投下在邊緣地區是必須的，所以提出申請得到核可後，即可執行此行為。

協會亦有代替他人申請之業務，像表單上有公司名字、機師 6,200 多名、機體 1,686 架，代替申請時需在交通省和農林水產省二單位間來來去去，申

請有分許可和承認之部份，今年到 4 月底為止是這樣的情形，但到今年 7 月開始可能有變動。目前 6 千多名機師將在 7 月面臨改變，如何改變或是填寫 6 千多份申請書，亦為目前協會頭痛之問題。協會代替農民或農家申請是屬於免費的，是協會業務的一部分；申請人本人自己去交通省或農林水產省申請也是免費的；但若申請人委託外面單位(類似代書)申請是需收費的。

第一章需填寫目的、空間及場所。第二章別篇資料，如製造者名稱、重量及特定功能等，製造者會知道也有資料，一般人不會知道，若不知道的情況下，使用被認定之機種則不需填寫，因已被承認，若使用沒有被認定機種仍須填寫。第二格是機師操作時如何確保安全，如何提出，後面有四格，按照航空局的標準指示方式來做，自學者需提出具體說明方法，被承認是可以的話才可以。第三格是機師本身須具備之知識能力，若自學如何證明是麻煩的問題，若是在被承認的講習場所接受講習並拿到結業證書，此部分只要將講習時的 ID 號碼填入，即不用填寫其他資料。

介紹的這本手冊資料 7 月會再做變更，有些關於交通部的部份會刪除，剩下安全對策之內容，日本目前正在研議可能會用手冊、或是在網頁上公佈電子檔之方式，若修改會改成更簡約之方式，故會有很大的改變。

手冊有一部分是鼓勵機師加入保險，關於保險之說明。我方對於有關代替申請若沒有加入保險的話許可是否核發？協會表示代替申請時此欄位沒有空白出去過，申請者皆表明有加保，但協會沒有再跟機師確認求證過保險證，完全是自我申告的部份。而日本在無人機應用上是否有被要求加入保險？其費用如何？協會回答：日本政府鼓勵大家加入保險，且費用不會太貴。惟因現場回應者並非交通省的官員，並不知道若不加入是否不會核發許可。但截至參訪時間為止申請出去的都有加入。製造商販賣機體時，連同保險一起出售，保險是 1 年更新 1 次，是否年年更新就沒有確認了。上述保險指第三人責任險(人或物)，對無人機本身亦有保險，跟汽車有產物保險一樣。數據顯示直升機壽命約 7 年左右，無人機因尚未有壽命數據，名義上是 7 年，但猜想有些品質可能不佳，不到 7 年就壞掉的可能性很大。

資料中之樣式，有關無人機之飛行經歷、知識等，屬自我申告，相較於先前，目前是較簡化之格式。申請許可下來後，實際飛行之紀錄，噴藥之紀錄含場所、面積、時間、起飛與降落地點等時地紀錄，每 3 個月需提出一次，至目前為止本協會直接對農林水產省，故沒有做的這麼繁複，再來這塊會交給交通省，會分開，所以現在仍在思考 7 月後要怎麼處理。目前有六千多位機師，若每個人每 3 個月都要提出報告，因目前協會業務直接面對農林水產省，故沒有提出報告的部份，未來在交通省管轄下，沒有紀錄報告者將來會有罰則或是如何進行是目前正在思考之部分。目前協會報告是採取免費的情況，但若每 3 個月要提出報告，工作人員負荷將會相當重，增加人力情況下可能需另外收費。交通省網頁上有規定詳細之紀錄須包含內容，需附上很詳細之地圖，因太複雜農家配合度低，故協會目前正與交通省溝通是否可簡化內容。以上提到之申請，農家或機師本身自己可以提出申請，交通省許可下來後，協會最大功能在於教導農民如何執行安全飛行撒佈，以提供最安全的農產品給消費者食用。

針對協會之說明，我方提出若是提供服務是免費，如何維持協會運作？協會表示以前申請案件不多，機師數量也不多，故以免費方式代替申請，但現在有愈來愈多的申請案件，廠商並未提供贊助，協會主要的收入來源為會員之會費，廠商中提供贊助金只有直升機之部分，不跟廠商收贊助金的原因為此產業仍為不穩定之狀態，不確定性高，但業務量愈來愈高，故亦為目前正處於摸索且亦有可能調整的情況。

(七) 5 月 29 日(星期三)

【農業・食品產業技術總合研究機構(NARO)農業環境變動研究中心】

參訪農業・食品產業技術總合研究機構(NARO)農業環境變動研究中心，由環境化學物質分析單位主管小原裕三博士接待，並拜會該研究中心板橋直領域長(圖 29~30)。接下來由該研究中心主任研究員坂本利弘博士為我們介紹「使用小型無人機之遙測研究」(圖 31)，接下來與主任研究員坂本利弘博士及小原裕三博士討論無人機之實驗應用(圖 32~33)，小原裕三博士帶領參觀該單位於 NARO 內之試驗農場及「食と農の科学館」(圖 34~35)並帶領參觀位於筑波之「Tsukuba Space Center」(圖 36)。

無人機在遙測方面具有快速、準確及便宜之優點，可在特定小規模的區域快速獲得高解析度之遙測影像。經由交流與討論，該中心無人機利用於多光譜(或高光譜等)檢測，搭配 NDVI 等指標作為作物生長及病蟲害等狀況評估、產量預估及土壤等環境研究用途等。

(八) 5 月 30 日(星期四)

【International Drone Expo 2019(IDE 2019)】

赴東京台場參觀國際無人機展覽 (International Drone Expo 2019, IDE 2019)，該展覽與 Expo Comm Wireless Japan 2019/Wireless IoT Expo 2019, Wireless Technology Park (WTP) 2019, Transport System Expo 2019 等共同舉辦，也展出許多相關或是整合型商業應用之案例，惟在無人機展示上因被打散且可能此類展覽參展效益不是很高，故包括 enRoute、AeroSense 及 OPTiM 等日本知名品牌都未見於展覽中參展。在參觀展覽時儘可能蒐集相關資訊，作為無人機精進後續性能測定或是應用研發之參考。

伍、心得與建議

此次有機會參訪無人機研發應用知名之北海道大學、農林水產省、NARO、一般社團法人農林水產航空協會及其農林航空技術中心調查研究部等，除與各機關互動促進臺日農業國際合作交流外，並可了解日本無人機的研究、性能測試與應用現況，增廣視野，其心得與建議如下：

- 一、北海道大學在日本農業研究成果上頗具成果，透過 2 個實驗室的參訪，其中野口伸教授之實驗室有關多台無人農機協作應用的研究在日本具有領先的地位，並獲安倍晉三首相於國際公開場合之讚賞，其技術已具商業之價值，日本久保田在曳引機附掛迴轉犁之無人整地農機已經在市面上販售，多機具的協作應用在不久的將來更有提供效率的效果。在無人機方面，大疆目前在世界上市占率很高，且大疆目前已發展多台協作之相關技術與應用。我國目前在推廣智慧農業，對於農機協作的 CPS(cyber-physical system)控制器仍欠缺研發，值得我們評估其研發應用缺口，考慮納入其中之研發應用項目。

- 二、近年來農業常面臨缺工的情況，故高效率的農業機械就扮演重要的應要角色。無人機施藥效率高，目前有許多農友躍躍欲試，但其使用藥液濃度較高，對於可有效防治病蟲害、防止藥物殘留或是可降低漂移效果的正確使用方法就相當重要，日本利用製作手冊以提供正確的使用方法，值得我國參考。
- 三、新世代青年農民加入農產業對於新的應用方法使用較易接受，而無人機應用於施藥，日本在單軸的無人機應用雖已推廣至少 20 年，我國也曾經從日本引進試用，但因價格昂貴且受到許多應用的限制，致無法有效推廣應用。近年來多軸無人機應用興起，價格變得親民，定位上使用 RTK 裝置可更精準，且飛行控制變得更容易操作，包括臺灣在內，接受於田間應用的農民也愈來愈多，目前為推廣應用極佳的時機。
- 四、多軸無人機在農業上為一種新型態的應用，日本最初提出適用於單軸無人機之規定已對其而言很多已不適用，故日本預定於今(108)年 7 月重新提出相關規定，其變更的部分將再歸納整理以提供參考。
- 五、日本無人機公司於發展新款的無人機後，對於其性能的測定常常委託一般社團法人農林水產航空協會執行並出具報告，或是類似 YAMAHA 基於營業秘密，僅承租協會場地，公司再派員自行進行。臺灣在今(108)年 3 月已公告“農用無人飛行載具噴藥機性能測定方法及暫行基準”，其應用的無人機可以根據基準進行測定，測定符合基準後，申請測定之公司可向農糧署申請列入補助機型。
- 六、無人機田間應用研究上，臺灣的學研單位也爭取科技部或是智慧農業計畫的經費加以執行。無人機噴藥應用往往會因機體設計及螺旋槳旋轉造成之下沉氣流而有所不同，目前在平面式的田間(例如水稻)初步已證實可行，但對於果樹之立體化作物應用上就有很多限制。經過此次之參訪交流，可再搜尋相關文獻，強化無人機於農地施藥的效果。

七、無人機在農業環境變動研究中心的應用目前侷限在遙測等研究用途，本所在相關研究項目比該研究中心多元，但研究需走在先驅道路上，對無人機的研發強化應用，本所無人機研究團隊可再進行腦力激盪，以強化未來應用技術之領先地位。

陸、參訪與成果交流照片



圖 1、北海道札幌之大疆(DJI)認證商店



圖 2、北海道札幌之大疆(DJI)認證商店(星期三店休)

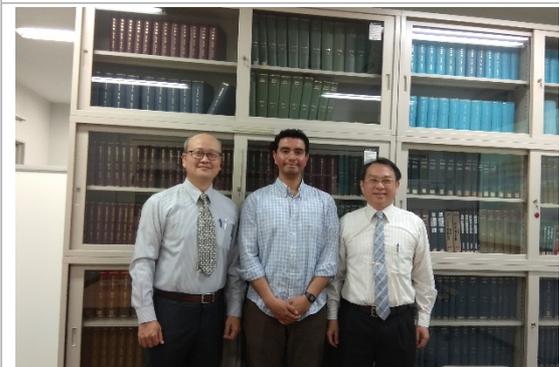


圖 3、參訪北海道大學農學院基礎農業科學系生物資源與環境工程研究小組，與助理教授 Ricardo OSPINA 博士合影



圖 4、Ricardo OSPINA 博士介紹「ICT & Robotics for Agriculture」



圖 5、日本安倍晉三首相於 2017 年第 14 屆科技社會(STS)論壇年會中介绍北海道大學多機操作之研究成果



圖 6、Ricardo OSPINA 博士介绍曳引機附掛哈密瓜果實夾取裝置



圖 7、北海道大學農學院基礎農業科學系生物資源與環境工程研究小組多機(曳引機)田間操作試驗機



圖 8、Ricardo OSPINA 博士介紹曳引機後置感應器等相關裝置



圖 9、Ricardo OSPINA 博士介紹曳引機無人操作前置監控等相關設備

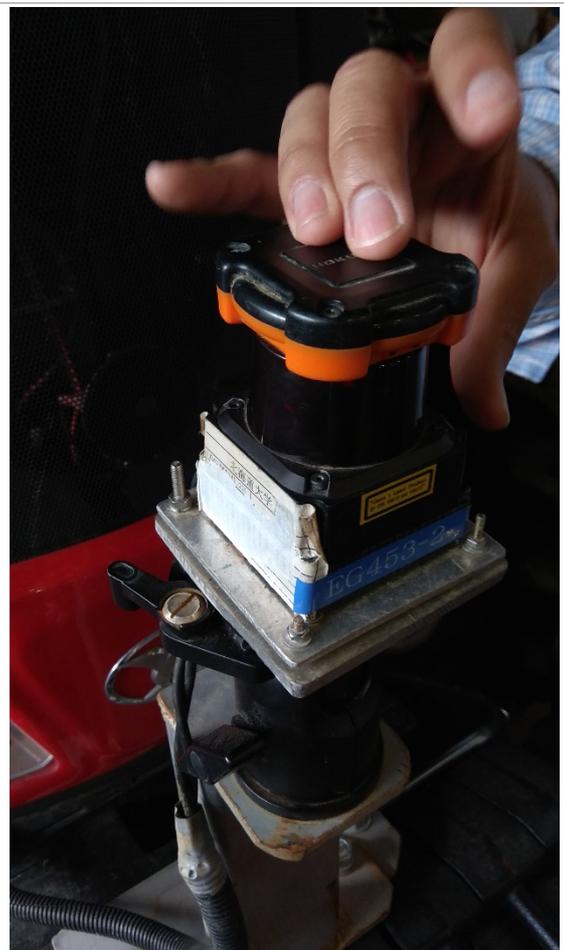


圖 10、Ricardo OSPINA 博士介紹曳引機前置避障 Lidar 感應器作用



圖 11、參訪北海道大學工程學院生物力學與機器人研究組機器人與動力學實驗室

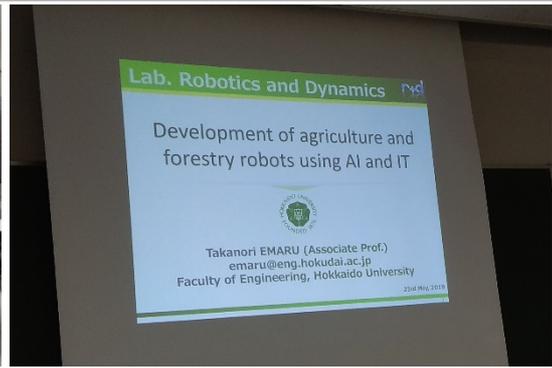


圖 12、助理教授 Ankit RAVANKAR 博士代表報告「Development of Agriculture and forestry robots using AI and IT」



圖 13、與生物力學與機器人研究組機器人與動力學實驗室助理教授 Ankit RAVANKAR 博士(左一)、教授小林幸德副教授(左三)及江丸貴紀博士(右一)合影



圖 14、再度參觀北海道札幌之大疆 (DJI) 認證商店，店內之大型監測用無人機



圖 15、參訪一般社團法人農林水產航空協會農林航空技術中心(以下簡稱技術中心)



圖 16、技術中心與本次參訪小組洪裕堂科長等人討論日本無人機之相關規定

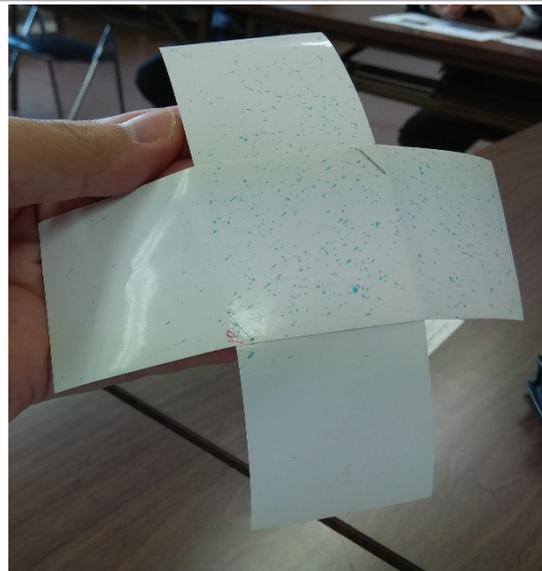


圖 17、技術中心噴霧附著度試驗用之試紙(5 面)

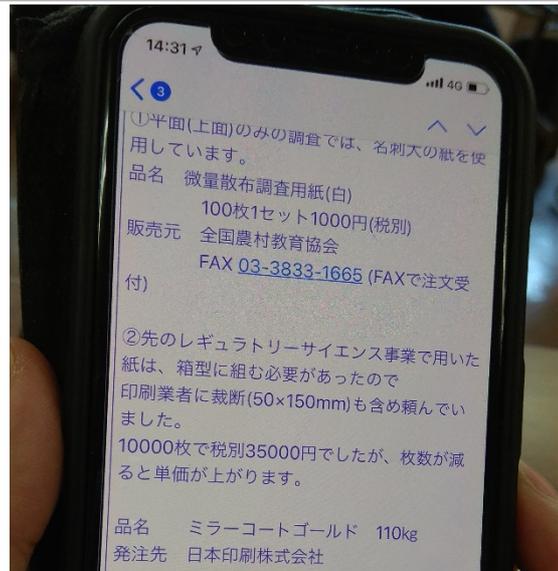


圖 18、噴霧附著度試驗用試紙購買資訊



圖 19、技術中心設施內無人機噴藥試驗模組之移動式軌道

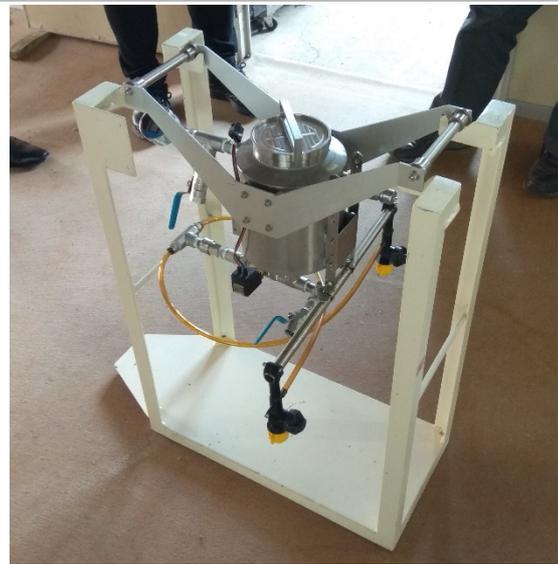


圖 20、技術中心設施內無人機噴藥試驗模組



圖 21、技術中心先前進行測試之直升機噴藥機型



圖 22、技術中心試驗平台供受訓學員教學解說用



圖 23、技術中心模擬淋雨對藥效影響之實驗設備



圖 24、技術中心調查研究部柳真一郎長解說模擬淋雨設備之噴嘴



圖 25、技術中心之噴霧霧粒粒徑分析儀分析平台



圖 26、無人機噴霧附著度試驗架設噴霧試紙之支柱，試紙方塊安裝離地 80cm

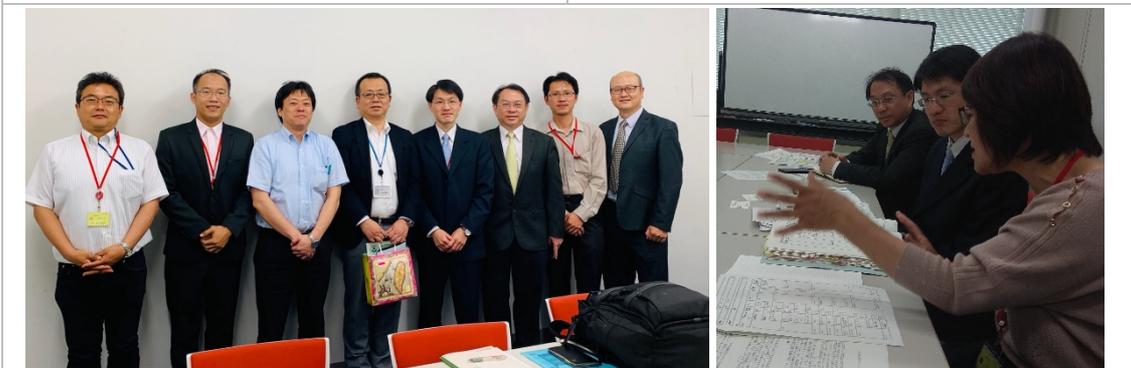


圖 27、拜會農林水產省，進行日本無人機相關規範之討論

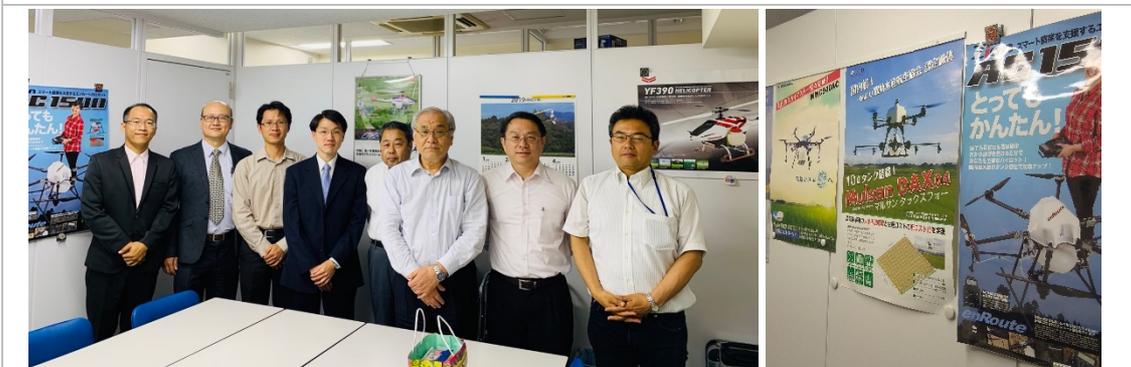


圖 28、拜會一般社團法人農林水產航空協會，瞭解現有無人機之檢測規定



圖 29、參訪農業・食品産業技術總合研究機構(NARO)農業環境變動研究中心



圖 30、拜會農業環境變動研究中心板橋直領域長



圖 31、農業環境變動研究中心主任研究員坂本利弘博士介紹「使用小型無人機之遙測研究」



圖 32、與主任研究員坂本利弘博士及小原裕三博士討論無人機之實驗應用



圖 33、與主任研究員坂本利弘博士及小原裕三博士合影

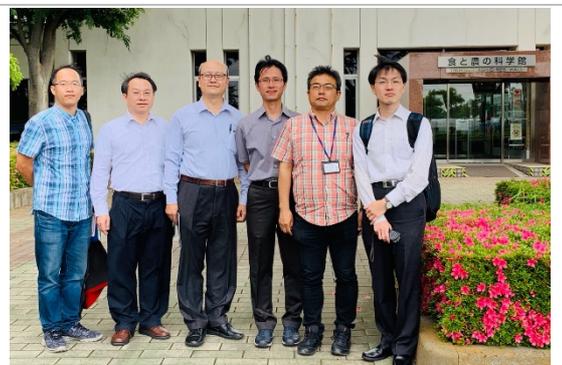


圖 34、農業環境變動研究中心小原裕三博士帶領參觀 NARO「食と農の科学館」

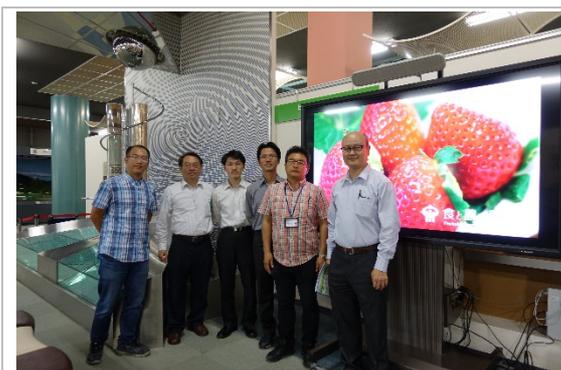


圖 35、農業環境變動研究中心小原裕三博士帶領參觀 NARO「食と農の科学館」

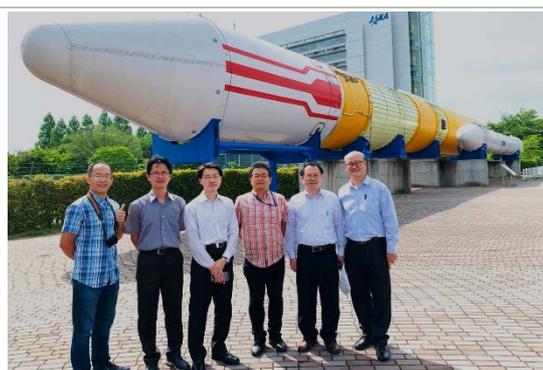


圖 36、農業環境變動研究中心小原裕三博士帶領參觀「Tsukuba Space Center」