

出國報告（出國類別：考察）

組團參加美日臺植物創新育種之科學 及政策交流計畫

服務機關：農業部

姓名職稱：黃明雅科長

派赴國家/地區：日本

出國期間：2025年3月10日至14日

報告日期：2025年6月10日

摘要

為促進基因編輯技術研究與法規管理之交流，作物永續發展協會亞洲分會接受美國在臺協會及美國黃豆出口協會委託，於 114 年 3 月 10 日至 14 日在日本東京舉辦「美日臺有關植物育種創新之科學及政策交流研討會」，邀請農業部農業科技司、農糧署及學研機構計 7 名官方人員與專家共同參與。研討內容包括：業界生物技術交流由日本相關公協會分享產業界運用基因編輯技術之現況；新植物育種方法及政策交流，由日、美官方專家學者，分享基因編輯之政策推動及法規研擬經驗；研究交流與基因編輯產品之對外溝通，與非政府組織、日本媒體及縣筑波大學及農業·食品產業技術綜合研究機構，就其推動經驗進行交流。本次行程除聽取基因編輯研發機構、倡議團體、政策研擬學者，及種植食品監管機關代表分享外，更與日本種苗協會、非政府組織、媒體及基因編輯水產生產業者交流，能深入就其成功經驗進行了解，對於我國在相關議題之公眾溝通技巧及政策制定有所幫助。

目錄

壹、目的	5
貳、行程及交流過程	5
參、心得與建議	21
肆、交流照片	23

壹、目的

為促進基因編輯技術研究與法規管理之交流，作物永續發展協會（簡稱 CropLife）亞洲分會接受美國在臺協會（American Institute in Taiwan，簡稱 AIT）及美國黃豆出口協會（U.S.Soybean Export Council，簡稱 USSEC）委託，辦理旨揭交流研討會，邀請農業部基因科技、植物品種及種苗法有關基因轉殖業務同仁及農業相關學者與會，了解美、日於基因編輯相關法規、科技發展及公眾溝通之推動經研，俾利臺灣與利害關係人之溝通及政策決定。

貳、行程及交流過程

一、行程

日期	說明
3 月 10 日	臺北（松山）-東京（羽田）
3 月 11 日	生技科學溝通交流分享（1）
3 月 12 日	美國、日本、臺灣 植物創新育種之科學及政策交流圓桌會
	生技溝通經驗交流分享（2）
3 月 13 日	基因編輯產品之研究與溝通交流分享
3 月 14 日	東京（羽田）- 臺北（松山）

二、臺灣代表團成員

農業部農業科技司	黃明雅科長
農業部農糧署	洪崇文科長
臺灣大學農藝學系	林彥蓉教授
臺灣大學農業化學系	洪傳揚教授
臺灣大學動物科學系	陳明汝教授
臺灣海洋大學水產養殖系	龔弘毅副教授
農業科技研究院植物科技研究所	林育萱所長

三、交流內容

(一) 臺灣農業基因編輯研究進展與政策推動

由農業科技研究院植物科技研究所林育萱所長分享。農作物基因編輯（Genome Editing，簡稱 GE）研發方面，包括水稻（抗病、抗鹽、抗除草劑、低砷累積等）、黃豆（提升儲存蛋白）、小米（抗鹽、促分蘗）、番茄與辣椒（抗病毒與病害）、苦瓜（調控花性）等。花卉如蝴蝶蘭與菊花亦著重延長保鮮與病毒抗性；經濟動物研發則如高魚肉率吳郭魚、不孕神仙魚與抗病豬等。政策討論方面，檢視我國與 GE 相關之現行法規，如植物品種及種苗法、畜牧法、漁業法、飼料管理法與食品安全衛生管理法等，並參考美國、日本、英國、歐盟等國的監管分類與標準，以提供主管機關評估是否將 GE 納入 GMO 規範之參考；另舉辦生物安全風險評估會議，針對 GE 作物與水產動物進行風險分析，討論進口之 GE 產品，如日本 GE 吳郭魚可能對臺灣產業之影響與管理策略；公眾溝通方面，除邀請農民、育種業者、學界與民間團體進行焦點團體座談外，並透過問卷了解農民、研究人員與業者對 GE 技術之認識與接受程度，分析 GE 相關網路影片留言，初步結果顯示多數人對於不含外來基因之產品疑慮較低，但亦關切新興科技產品對健康、自然與產業之潛在影響。

(二) 日本生物技術資訊委員會交流

由日本生物技術資訊委員會（Council for Biotechnology Information Japan，簡稱 CBIJ），Yoshiharu Kumagai 博士分享。該協會屬於作物永續發展協會日本分會，成立於 2001 年，致力生技作物之科學風險分析、對利害關係人之溝通，並成立網站對外溝通，目前已有 28 萬人造訪，認為網站是與消費者溝通的第一步。該單位比較 2004 年及 2021 年消費者對基因改造（Genetically Modified，簡稱 GM）生物食品之調查問卷結果，結果顯示日人接受 GM 食品消費者比例有成長，且觀察到 2023 年開始，相關產品在日本市場已經不需要宣稱非基改產品了。為使農業技術能永續被大眾接受，近年亦強化與年輕世代的溝通，從年輕科學家著手，做為溝通先鋒；

持續推動中學生科學教育，包括：舉辦科學計畫提案比賽、解答中學生生技提問等，其中提案比賽係透過教師及學術團體，每年辦理 20-30 件，案件數穩定維持無明顯變化。他認為中學生參加農業生技相關研討會後，會更認識該項技術進而獲得認同。

(三) 種子產業對於植物創新育種看法分享

日本種苗協會 (JASTA) Toyoharu Fukuda 資深管理總監介紹該協會成員組成及任務。他表示自 2013 年國際種子聯盟 (ISF) 推動後，該協會 2015 年即進行新植物育種技術 (New Plant Breeding Techniques, NPBT) 讀書會，認識到 NPBT 可做為提升育種效率之工具之一，但同時亦注意到應考量幾個面向，包括：1.開發成本和合理監管、2.公眾接受與環境考量、3.國際調和等問題。因此該協會於 2018 年成立 NPBT 委員會，以釐清該技術以及 JASTA 對外可以扮演的角色，並與筑波大學合作建立 GE 育種網絡，成員包括 GE 育種者、農業生產者、通路商、公共事務官員與媒體、消費者等，JASTA 在該網絡中，透過各式研討會、工作坊及網路資料，促進社會更加了解該技術。

該協會表示日本雜糧作物育種開發能量在公部門，蔬菜及觀賞作物則在私部門，且大部分種子於海外生產，因此該協會以從育種、繁殖到市場供貨之種子全球流動圖，說明 GE 種子如果需進行標示，各個階段對種苗產業可能造成的挑戰 (圖 2)。因為商業機密考量，該協會僅提供一篇會員番茄 GE 抗病毒病育種成果 (已於 2022 年 6 月 Plant Physiology 期刊 189 卷發表)，並表示日本種苗業者有意使用該技術提升種苗競爭力，至於 GE 對提升育種效率之實際效果，Fukuda 先生表示目前仍須個案進行評估，無法通案性回答。

(四) 日本於 GE 產品審查經驗分享-食品/飼料/環境面向

由千葉大學園藝所 Hiroaki Kodama 教授、橫濱大學環境與資訊科學所植物生技研究室 Kazuyuki Hiratsuka 教授，分享他們擔任農林水產省 (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 簡稱 MAFF) 和環境省 (Ministry of Environment, 簡稱 MOE) 環境風險評估諮議

會委員之審查經驗。東洋大學食品及營養科學院 Yutaka TABEI 客座教授亦列席。

Kodama 教授從傳統育種與 GM 生物、GE 生物之異同開始介紹，由於日本係以產品導向進行管理，加上目前尚無法偵測 GE 區域，因此只要最終產品沒有外源基因，並未對 GE 作物進行管理；另介紹消費者事務局（Consumer Affairs Agency，簡稱 CAA）受理 GE 開發者上市前的諮詢程序，並將開發商提供資料及結果公布於網站，讓民眾分辨哪類 GE 食品何時上市，惟不強制 GE 上市產品之標示。要求開發者提供資料，如要確認基因體已不含 GE 工具，方法有三包括：南方墨點法分析 GE 工具增幅序列、全基因組定序 NGS、基於南方墨點法的靶向測序技術；偵測脫靶序列則使用兩種不同的軟體，如有發現可能脫靶效應的位置，即需放大目標位置並進行標註，且建議針對目標序列進行偵測即可；針對特定過敏因子、毒蛋白或機能成分進行含量分析；並說明親本如為審核通過的基改作物，其與 GE 雜交之後代，需經過食品安全諮議會審查；並以 GABA 番茄和高成長比目魚進行個案說明。

他認為全球基改開發商大多了解相關評估方法，但是 GE 多為在地小開發商，對評估方法較不熟悉，例如小開發商以為轉基因分離即代表沒有外源基因，但其實是需要經過序列分析才能確認。目前諮議會成員僅有 4 位，GE 案件審理雖已簡化，仍需花費許多時間，他認為不同品種申請同一編輯性狀（例如 GABA 番茄）與脫靶效應偵測，都是之後可以考慮減化的品項。

Hiratsuka 教授介紹上市前審查須提供的文件共計 8 項，相關審查結果可於 MAFF 官網進行公開查詢，目前已公告 GABA 番茄（2 個品系）、玉米、高成長比目魚、高成長河豚及高取肉真鯛共 6 項 GE 產品，其申請日、開始販售時間、核准內容及結果概要。其中陸上養殖水產，會要求申請人說明防止個體及卵外溢防治措施，並於該防護措施下評估 GE 水產是否造成生物多樣性影響，包括：生物競爭行為、同類相食或其他掠食行為、及有毒物質產生等不良影響。然而本團海洋大學龔副教授弘毅認為，生物多樣性相關影響評估已經脫離評估 GE 水產風險範疇，其實傳統育種所應水產品種，亦有

可能造成生物競爭行為，龔副教授更以他研究的高取肉率臺灣鯛為例，由於能量轉為肌肉成長，因此生育率及抗病力有明顯下降，因此更不可能在野外成為優勢物種，相關言論獲得同場區域漁業公司業者支持。惟本團臺大動科系陳教授明汝緩頰，她認為 GE 動物對於消費者較為陌生，產品上市之初謹慎評估及保守管理措施亦屬合理。另一個生物多樣性影響議題係抗殺草劑 GE 性狀，日本教授表示目前尚未受理相關性狀的申請，惟表示該議題將是未來關注議題；至於動物福利議題，日方學者表示係審查中的案件，尚不便透露。

(五) 區域漁業公司分享 GE 讓無法預期到可預期

由 Shunsuke Ishimoto 營運長分享，該營運長非技術背景，以較白話通俗語言，說明傳統水產育種需要等待突變且改變並不顯著，因此過去育種結果多不能預期，和 GM 不同的是，GE 表現的性狀過去在自然界看到，和 GM 有明顯差異。該公司目前販售商品包括：高成長比目魚、高成長河豚及高取肉真鯛，以及一般耐熱比目魚，透過網路銷售、快閃店等活動進行銷售。Ishimoto 營運長表示，該公司養殖槽對外排水管均設有濾網並且用 UV 殺死相關魚卵等防逃逸措施，並於產品自主標示 GE 產品，他認為自主管理能更加獲得消費者信任，另也坦言，該公司目前尚未開始賺錢，目前 GE 水產養殖需採行室內養殖及防逃逸措施，對產業而言投入成本過高，雖可降低風險，但亦阻礙產業發展，期待未來能在開放水域進行養殖；另他認為消費者除重視食品安全外，價格仍是一般關注重點。

(六) 美國對於 GE 生物於環境釋放之政策分享

由美國農業部動植物衛生檢驗局（USDAAPHIS）高級科學顧問 Suma Chakravarthy 博士進行分享，而美國食品藥物監督管理局生技統籌負責人 Jason Dietz 博士，則受川普政府人事凍結命令影響，未能進行線上分享。

Suma 博士主要聚焦於當前美國在基因工程植物監管政策上的調整與執行情況。她表示美國已逐步回歸至 2020 年「SECURE 規則」施行前的監管體系，這項回歸乃因該規則在後續遭到法律撤銷

(vacatur)。隨著這項變動，USDA 致力於將過去四年累積經驗，提升整體監管流程效率，並強調其核心目標是維持監管穩定性與政策連續性。

目前，USDA 在 2024 年 12 月 2 日以前核發的監管狀態審查 (RSR) 回覆、確認請求及許可仍然持續有效。USDA 亦重新開放各項相關服務，包含：接受開發者查詢其產品是否為受監管產品的詢問 (即 “Am I Regulated?” 程序)，核發用於研發的授權 (如進口、州際移動、或環境釋放的許可)，以及受理開發者對其產品提出免受監管資格的申請 (petition for nonregulated status)。重啟這些措施代表美國在基因工程監管領域不僅並未停滯，反而以更具彈性方式持續開放發展。

關於「受監管產品」之定義，Suma 博士表示凡經基因工程改造生物體，且包含來自植物病原體的元件、或其組成部分源自未經分類或未知生物體者，即可視為受監管；而若產品不含病原體相關成分，或其特性顯示不太可能成為植物病原體，則可能被排除於監管之外，特別是在 GE 技術日益普及的情況下，許多新型產品由於其精準、無插入外來基因的特性，更傾向於被視為「不受監管」。

開發者若對自身產品是否需受監管有疑問，可透過 AIR (Am I Regulated) 機制提出信函詢問。此為一項自願性質的程序，且非正式監管手段。開發者需提供完整的科學資訊，包括產品預期的表現型、使用的基因轉殖載體 (如基因槍、去毒的農桿菌等)、DNA 構建描述、所用技術及其不含植物病原體序列的證據等。BRS (Biotechnology Regulatory Services) 收到資料後，會進行評估並在網站公開其回覆。她提到 2011 至 2020 年間的「Am I Regulated」查詢案例中，51% 為 GE 產品、31% 為 GM 產品，其餘則屬其他類型。而在 2025 年初重啟後的 13 件查詢中，有 12 件皆為 GE 產品。

此外，Suma 博士亦說明了針對某些 GM 產品仍需提出正式的「引入許可申請」，這包括所有經改造的微生物與動物，以及部分植物品種。許可範疇涵蓋進口、州際運輸及環境釋放三類。而對符合特定標準的改造植物，則可採用更為簡化的「通知」方式辦理，以降低行政負擔。同時，若開發者能證明其產品不會導致較高的植物

病原風險，亦可進一步提出「非監管地位申請」(petition for nonregulated status)，只要能提供如非改造植物的生物學特徵、基因型與表現型差異、試驗數據及授權下的田間試驗報告等資料，即可由 USDA 評估其免於監管資格。

提供相關資源與聯絡方式如下：BRS 官網：www.aphis.usda.gov/biotechnology、監管查詢信箱：AIRinquiry@usda.gov、即時訂閱通知：[USDA BRS 公開訂閱平臺](#)。

(七) 日本 GE 技術之政策：促進農業創新

由日本 MAFF 創新戰略室 Yutaka Shimooka 室長進行分享。面對農業勞動力減少、糧食自給率下降與全球食品競爭加劇等挑戰下，他介紹日本如何藉由 GE 技術推動農業轉型與可持續發展。

日本農業勞動人口 2023 年 120 萬人，由於預估未來 20 年內人口將驟減至 30 萬人，耕地面積亦持續減少，食品自給率長期下滑。為了因應這些挑戰，日本政府推出「綠色食物系統戰略」(MIDORI) 以期達成糧食生產永續性與高生產力，並於 2022 年實施《綠色食物系統法》以支撐這項戰略。該戰略目標包括到 2050 年實現農林漁業部門的零碳排、農藥使用風險減半、化學肥料使用量減少三成、有機農業擴展至 100 萬公頃等。為實現這些目標，MAFF 強調透過創新技術的開發與普及，包括 GE 與智慧農業技術，其角色與農業部農業科技司相似。

他引用 2024 年 6 月發布之「農林水產研究創新戰略」，強調智慧農業加速發展，並針對林業、漁業導入數位化、遠端控制與自動化技術，如大型遠洋養殖、機器自動投餵系統等，以提升生產效率與對抗人口減少的影響，並聚焦於建構永續食物系統與強化糧食安全之研究。減碳方面，研發高碳儲存力的森林與海藻床技術，及次世代太陽能（如鈣鈦礦電池）；減農藥方面，研發替代性技術與生物刺激素；減少肥料方面，推動從污泥中提取肥料成分與開發具生物硝化抑制功能（BNI）之作物；另著重於開發新作物品種、植物蛋白與室內垂直農場等食品科技，藉此應對進口依賴與災害風險。

GE 產品方面，日本已有具體應用成果。2020 年 12 月，「高 GABA

番茄」成為日本首例申報的 GE 作物，其經基因改造增加 GABA 含量，有助於降血壓，並於 2021 年起進入市場。之後陸續有「高可食率加州鯛魚」、「快速生長虎河豚」等 GE 水產品問世，透過調整肌肉或食慾基因，大幅提高可食部分與成長效率。其他例子還包括可延長種子休眠的 GE 小麥、降低茄鹼與膽鹼毒素的馬鈴薯、以及透過「in planta particle bombardment」(iPB) 方法開發的延長保存期甜瓜，這些都顯示 GE 技術已從實驗階段走入實際應用。

有關問及歐盟內部對於抗殺草劑 GE 作物意見仍存在分歧，研發政策是否會限制相關發展方向，SHIMOOKA 先生回答並沒有限制，然而此問題卻引起正反雙方討論，支持者表示過去 GM 抗殺草劑經驗，會避免使用同一支殺草劑之抗性，且抗殺草劑性狀對 GE 作物而言不容易達成，需要進行很多研究，加上自然界不容易與野生物種雜交，因此不用擔心；反方則認為抗殺草劑 GE 作物在農藥管理不當情形下，仍存在變成超級雜草風險，並且有可能導致除草劑使用量增加。

產官學合作方面，合作建構研究環境包括：設立研究設施共享平臺如「WAGRI」、基因庫與超級電腦、加強智慧農業與品種改良的實驗基礎等。此外，政府還投入 290 億日圓支持新創企業，推動國際合作與智慧財產權保護，以及培養兼具農業與科技背景的人才，以利研究成果的社會實現。針對民眾對 GE 的疑慮，MAFF 積極展開溝通行動，舉辦高中與大學講座、研究機構參觀、線上資源製作等活動，提升大眾對這項新技術的理解與接受度。

最後他表示，日本在面對農業勞動力下降、食品安全挑戰與環境永續壓力下，透過政策引導與技術創新，特別是 GE 技術的實用化，試圖建構一個具高生產性、環境友善與社會接受度兼具的未來農業體系。展示了日本政府如何整合政策、法規、研究與產業，推動從田間到餐桌的整體創新，以確保國內糧食生產安全並掌握全球農業市場的競爭力。

(八) 日本農業中 GE 產品的政策

日本 MAFF 農產安全管理課 Isao Nakamura 課長輔佐針對日本

在農業 GE 產品政策的發展與實施進行詳細說明。中村指出，GE 技術自問世以來便迅速成為全球農業創新的核心技術之一，而日本則是世界上最早建立 GE 產品監管制度的國家之一，目標在於兼顧技術推廣、食品與環境安全、以及消費者信賴等多元面向。

他回顧 GE 技術在農業領域應用發展，特別是像 CRISPR-Cas9 這類精準育種工具之興起，已廣泛用於改善作物特性，例如提高病蟲害抗性、提升營養成分或延長保存期限。相較於傳統 GM 之農業生物技術，GE 更能模擬自然突變，不涉及外源基因的插入，因此日本在政策上採取了較為彈性與鼓勵創新態度。

他進一步說明，MAFF 自 2019 年起明確區分 GE 產品的類型與監管標準。若所產出之 GE 作物不含外源 DNA，例如透過基因敲除（knock-out）技術造成的突變，便不被視為 GM 生物，因此不需接受基改食品監管流程；若產品中導入外部 DNA 片段，則需進行環境與食品安全評估。此外，開發者即便不需申請審查，仍需於產品上市前主動向政府提出資訊通報，內容包含所使用技術、預期作物特性與用途，政府將予公開以維護透明度與公信力。

MAFF 亦強調日本在風險管理之基本立場為「以科學為本，分類監管」，透過科學數據進行事前風險判斷，並針對不同風險等級制定相應措施，確保食品與環境的安全無虞。此外，政策設計亦強調跨部會合作，包括與 CAA、環境省以及厚生勞動省（MHLW）協調等，共同推進一套一致之政策體系，這種多部門合作之治理架構，有助於避免政策衝突，並整合監管資源。

有關標示政策，MAFF 支持資訊公開並尊重消費者知情權，對於不含外源 DNA 的 GE 產品雖不要求強制標示，但政府鼓勵開發者依自願性質進行適當資訊揭露，並透過政府網站進行資料公開，讓消費者可查詢其來源與技術細節，增進對創新技術之理解與信賴。

日本政策一大特色在於積極鼓勵技術商業化與國內外產業發展，因此 MAFF 不僅設有諮詢窗口，亦定期舉辦說明會與產學界對話，幫助開發者順利進入市場。同時推動與國際接軌，積極參與國際風險評估標準的討論，以降低國際貿易障礙，並與美國、歐盟、臺灣等地進行經驗分享，試圖打造全球協調的 GE 政策體系。

他最後指出日本已有多項 GE 作物進入實際應用階段，例如富含 GABA 的番茄、低過敏蛋白的魚類、與高抗病水稻等案例，顯示出該國在 GE 作物研發與市場導入上已走在前列。透過建立明確、透明、具彈性的監管政策，日本希望在鼓勵創新的同時，亦維護食品安全與生態穩定，進一步鞏固其在全球農業科技中的領導地位。

(九) 日本發展 GE 食品的監管政策及標示政策之經驗

由 CAA 食品衛生基準審查課之 Kenta Sato 技術官員，就 GE 食品的監管與標示政策發展經驗進行分享，並詳述自 2019 年以來日本政府如何逐步建立起一套以風險為基礎、透明且具科學依據的管理體系。該政策的核心在於區分不同技術產出的食品風險等級，並依此決定其是否需進行事前審查與標示義務。日本政府對 GE 技術所產生的食品態度審慎但不封閉，特別是在確認基因變異不含外源 DNA 的情況下，便將其視為與傳統育種無異，從而不納入「基因改造食品」之監管範疇。

自 2019 年以來，日本政策主要依據 MHLW 食品安全委員會所提供的風險評估建議，對 GE 技術產出的食品進行科學分類。如果食品是透過 GE 產生且未導入外來基因（即不含外源 DNA），如基因敲除或點突變等形式，即被歸為「無需安全審查」的類別，開發者僅需主動通報即可上市。而若產品涉及外源基因插入或有較高不確定性，則仍需進行傳統 GM 食品的審查程序。此外，CAA 亦制定一套明確通知制度，鼓勵企業在商品上市前主動提供技術資訊、預期用途與檢測方式，以促進消費者對科技食品的理解與信任。

在標示政策方面，日本採取的是「資訊透明但非強制標示」的原則。具體而言，對於經 GE 但未引入外源基因的食品，政府雖不要求強制標示「GE 食品」，但企業若願意以自願性方式進行標示，則可依據官方發布指導方針進行，這樣的作法試圖在科技發展與消費者知情權之間取得平衡，避免對創新產業形成不必要的阻礙，同時亦回應社會大眾對食品來源與生產過程之關切。

日本在推動這項政策過程中，強調與學術界、產業界及消費者團體的三方對話，以確保政策設計符合實際需求與社會期待。CAA 亦

持續透過網路平臺、說明會與教育宣傳等方式，增進消費者對 GE 技術的認識，並強化其對政府管理體系之信賴。特別是針對學校教育與媒體溝通策略，亦被視為提升社會接受度之重要手段。

日本目前已核准數項 GE 食品上市，包括抗氧化性番茄與低棘蛋白魚類等，這些產品皆經由開發者通報並由政府網站對外公開資訊，確保資訊之可得性與追蹤性。此外，日本政府亦積極參與國際論壇及雙邊會議，希望與其他國家共同建立對 GE 食品之風險溝通與標示政策之國際共識。

(十) GE 食品的風險溝通

由生活與生物廣場 21 (Life & Bio plaza 21) Yoshiko Sassa 博士進行分享。她表示 Life & Bio plaza 21 係非政府組織，在 30 年前 GM 運動之初就成立，並於基因科技議題同步發展，且不僅關注基因科技，核能、疫苗亦是關注重點。

Sassa 博士表示，經與筑波大學了解該項技術後，認識到 GE 和 GM 稍有不同，雖然脫靶效應在人醫上確實不好，但在育種上則可透過選種進行將其淘汰，亦沒有倫理道德問題。日本政府在推動 GE 之初，尚未有 GE 產品，惟已建立早期推動框架，當時反方認為框架太早制定，不應草草上場，然而當時研究已經在進行，不先制定恐怕會來不及。從後來日本 GE 發展看來，日本政府當時的魄力及遠見應該相當正確，因此當日本 GE 產品上市時，許多媒體（包括 NHK）已自主進行正面報導，儘管目前 GM 產品發展在日本仍然受嚴格規定而受到阻礙，但日本在 GE 發展之推動，已是全球數一數二領先國家，讓日本國人以驕傲自豪角度看待該項技術。另，日本地方政府更搭配減稅優惠，做為故鄉納稅回禮，強化 GE 產品為國產印象，進而支持該技術產品。

Sassa 博士補充，日本過去推動 GM 並不流行公眾溝通，儘管政府做了說明但社會反彈仍大，她認為資訊不是愈多愈好，反而有可能形成自信偏差，如果不加以修正，相關偏差會愈來愈大，相關利害關係人反而難以獲得共識，她認為理解對方能力是成功溝通之關鍵，然而日本社會過去做得不夠。汲取過去 GM 推動經驗，目前 GE

公眾溝通較為良好，如今 GE 政策溝通從消費者較關心益處著手，消費者若能從開發者、生產者角度獲得資訊，會比網路謠傳來得安心，因此發揮較好之溝通效果。

她認為利害關係人溝通亦有其技巧，對於媒體、政府機關、產業團體需要用較有趣的資訊吸引其關注，再以可信任資料進行溝通，然而對於一般消費大眾，建議先了解他們較關注議題，再提供它們有興趣資訊，如此才能逐漸改善相關利害關係人信任度。她認為當學者講累了、消費者聽膩了時，就需要用消費者有興趣的角度更精確地去說明，而她規劃之「科學咖啡」即做為相關利害關係人理解彼此之平臺。

對於 Life & Bio plaza 21 非政府組織如何保持其公正性，她表示該組織經費是受生物技術企業捐款支持，然而日本有科學委員會提供研究成果資料，亦有事實查核中心進行資訊查核，因此該組織提供之資訊需要自我把關，才能經得起檢驗，維持其公正性。她坦言，過去在協助農業生物技術溝通時，亦經常受到質疑，當時內心相當挫折，尤其 GM 時最為明顯。但她認為一個正常的社會，就應有多元聲音及意見，不認為能做到獲得 100% 民眾認同，但是只要建立 PDCA 之溝通方法，理性良善的溝通就能繼續下去，這個才是她想做到的。

(十一) 生物技術開發之食品的公眾溝通經驗分享

由食品安全情報網記者 Masami Kojima 先生進行分享。他表示已追蹤生物技術相關報導 30 年，對於 GM 剛開始係以批判角度進行報導，偶然機會替補同事參加記者團，深入了解美國、西班牙、菲律賓農民後，發現之前報告可能有錯誤，2008 年後積極與記者、學者、消費團體共同發行出版書籍，使公眾對 GM 有較正確知識。由於他對生物技術產品支持立場的改變，從過去反對到現在支持，已使得他與市民團體關係漸行漸遠。Kojima 先生就他觀察 GE 和 GM 之差異性整理如下表。

表、GE 和 GM 作物之差異比較表

	Genome Editing	GM Crops
Opposition movement	A little	Still strong
Government's support and policy	Country takes initiatives such as SIP	None
Support from local governments	No disturbance	Disturbance with local regulations
Criticism for giant companies	No criticism because it is led by researchers	Strongly critical
Reaction of media	Relatively positive	Negative
Reliability for safety and science	Acceptable	Low
Researchers' face	Visible	Not visible
Benefits to consumers	Emphasize the added values	Not visible even if there is any
Overall evaluation	There are many factors that can lead to sound development because it is developed in Japan.	Proceeds as before. Difficult to cultivate in Japan anymore

*GM crops have a history of suffering. There was a strong opposition movement from the early stage, and the examinations by public institutions did not proceed smoothly. The research itself was under intense pressure. There were lawsuits. Municipalities banned the GM crops by local ordinances.

他觀察過去 GM 食品之所以勢不可擋，係因為生產成本、進貨成本上有壓倒性的市場優勢，即便日本不允許 GM 種植，仍然進口許多 GM 食品並且被消費。他認為日本有消費 GM 食品但沒有種植原因有三點：1.反對力量太強大，而不得不終止相關研究；2.曾發生未批准品項流入市面，引起反彈；3.日本沒有國產 GM 種子，溝通有距離感。加上當時民主黨拿到執政權，自民黨員規劃 GM 種植計畫戛然而止，可能是過去 GM 有失敗經驗，因此學界及產業界特別希望 GE 能成功。

他表示 GE 相關負面新聞之所以較少，起因於市面上已有類似生物技術產品，和日本 30 年前推動 GM 的時空背景已大不相同，GE 若能提供更具魅力產品，消費者會更易接受其可能風險。日本政府投入 27 億日圓、50 個博士投入基因體研析、GE 產品開發及消費者溝通的戰略創新（Strategic Innovation Program，簡稱 SIP）大型研究計畫，品種性狀則選用消費者有感的機能性（GABA 番茄）及減少毒素風險（抑制馬鈴薯發芽）等，國家上下一心，且有不畏反對聲音的領導人勇敢執行對的政策。加上當時讀賣新聞正面看待該技術，因此自主報導並聽取筑波大學、水產社長及其他國內外專家說法，效果相當好；而當時 NHK 電臺原來較反對，但 GE 生產商信心滿滿親自向 40 家記者說明相關體驗，並強調其機能性，漸漸獲得支持。

此外，他認為流通業者支持及理解亦非常重要，例如 GM 木瓜

就是日本流通業者不支持，夏威夷基改木瓜因而未能在日本流通。而 GE 真鯛、河豚、比目魚之所以能成功推出，他認為是以學者為中心，除了 GE CRISPR/Case9 發明人獲得諾貝爾獎外，日本學者亦積極參加各種競賽，記者受到感染力並用自己的話進行報導，加上以京都大學研發的 GE 虎河豚做為故鄉納稅回禮，成為該產業大新聞，有助振興日本經濟，進而獲得支持。

最後他表示媒體不同的政治立場會影響科技發展，例如讀賣新聞在生物技術議題較會做平衡報導，朝日新聞則較偏頗，每日新聞曾報導 GM 食品造成致癌疑慮，雖然事後有更正報導，但影響已經造成。他認為如果產業不夠大、不夠有魅力時，聲音就不容易被聽見，例如他認為 GE 水產品的魅力尚未普及，若相關水產養殖過程有更多媒體報導，由具備科學素養的生產者為技術宣傳，則有助提升民眾關注度。

(十二)參訪日本戰略創新計畫（SIP）之 GE 番茄研究

由筑波大學 Dr. Hiroshi Ezura 教授進行分享日本在推動 GE 農業方面之政策歷程與實務經驗。日本分別於 2014 年及 2018 年推動第 1 及第 2 期 SIP 計畫，以建立 GE 技術應用基礎架構，該計畫共分為，包括體學研究、次世代育種技術、GE 技術開發，以及最具挑戰性的「公眾溝通」策略四個主要子領域。爾後，則沒有聚焦基因編輯的大型計畫，而是因應 COVID-19 疫情，加速日本糧食自給自足之重視，爰將性狀鎖定在黃豆等作物之新技術育種上，希望藉此減少對進口農產品之依賴。

Ezura 教授強調，提升社會大眾對 GE 技術的接受度是一項長期工作。在 SIP 第 1 期期間，每年進行約 50 場的公開演講，試圖以多元管道傳遞 GE 的正確資訊。他舉例當年智慧型手機問世初期社會曾對其電磁波產生疑慮，新技術總需要時間被理解與接受。在第 1 年宣導後，約六成的民眾反映認為 GE 技術「難以理解」，因此在第 2 年，團隊開始聚焦於民眾更能感受與理解之產品特徵，來縮短彼此認知距離、建立信任。

GABA 番茄即是最具代表性之案例。Ezura 教授指出，日本面臨

人口老化挑戰，近 5 成民眾患有心血管相關疾病，僅 3 成實際接受健康管理。為此，團隊希望透過育成含高 GABA 成分番茄品種，以促進健康飲食與疾病預防，亦藉此作為與消費者溝通 GE 技術之切入點，除了目前已經育成的高 GABA 含量「西西里胭脂」番茄品種外，另有更高濃度 GABA 番茄品種即將問世。

在推廣策略方面，Ezura 教授與團隊於 2020 年成立了 Sanatech Seed 公司，專責進行 GABA 番茄的商業推廣與種子供應。而在 2024 年 1 月 1 日，又新成立了 Sanatech Life Science，專注於 GE 技術的進一步開發與應用拓展。Sanatech Seed 公司透過 Line 群組對消費者分享栽培 GABA 番茄經驗，包括種植過程、遇到的問題，甚至還有使用後血壓下降的成果。這種社群式的參與與互動亦大幅提升了消費者的認同感與信賴感，而 GABA 番茄產品定位屬於在中高價位且供貨穩定，適合穩定銷售與產銷規劃。

Ezura 教授表示而 Sanatech Life Science 公司正針對高附加價值作物進行開發，例如結合 iPB（整合型表現型育種平臺）與 GE 技術，育成具有高儲性之甜瓜，預期能吸引高端市場關注。此外，他與其他國家之合作研發，他表示中國已有六種 GE 作物進入實用階段，包括小麥、黃豆與玉米等，而他的一位朋友亦經營著一家致力於 GE 產品商業化的公司，此外許多國家亦表達願意提供種原作為合作基礎，以開發更具市場價值的作物品種。

對於研究機構創業從事 GE 的建議，Ezura 教授表示從研究者轉換角色成立兩家新創公司雖然過程辛苦，但亦充滿成就感。他建議臺灣研究者可以依據自身條件選擇是否成立新創公司，或者選擇與既有的種苗公司合作，透過技術移轉及提供育種材料的方式推動應用。最重要的是要找到合適夥伴，並理解如何結合技術、法規及市場，才能讓 GE 產品真正落地並被社會接受。

(十三) GE 研究計畫概述及促進農業 GE 應用之活動分享

日本農業與食品產業技術綜合研究機構（簡稱 NARO）TANAKA Junichi 博士分享該機構 GE 相關研究，他表示 NARO 擁有超過 3，

000 名員工，是日本農業技術發展的核心機構之一，育成多項廣為人知的作物品種，如麝香葡萄與富士蘋果等，另提及 NARO 與臺灣合作低腳烏尖水稻(DGWG)進行交流。TANAKA 先生表示，NARO 雖尚未有 GE 作物商業化上市，但仍在積極研發中，他相信未來在此領域可以與臺灣進行更多技術與知識層面的交流。

此外，Furusawa Tadashi 博士代表 Imai Ryoza 博士進行報告，介紹整合型表現型育種平臺（簡稱 IPB）等技術之應用，他認為，這些技術發展最終目標係為農業育種建立一套創新應用平臺，而非僅著眼於單一產品。他進一步說明 IPB 是一種無需組織培養的再生法，直接針對莖頂分生組織中第二層細胞進行 GE，自 SAM（莖頂分生組織）形成後約四週內可長出小苗，並使用第五片葉片進行基因標記與結果確認，該技術對於組培再生力差之作物相當有幫助，NARO 已成功應用於小麥育種。他表示 GE 技術改良作物前期，因含有外來基因，會被歸類為 GM 作物，但隨後透過雜交方式去除外來基因片段，以達成更貼近自然突變的結果。這套技術目前正被嘗試應用於各類作物，如番茄、柑橘、香瓜、大豆、菠菜與蕎麥等。他以六倍體小麥研究為例，研究團隊成功找到可抑制植物生長素 GA 相關基因，使得小麥株高降低十幾公分，但並未影響產量或種子大小，顯示其潛在實用價值。另，研發團隊正在進行一項耐儲運 GE 洋香瓜，預計約兩年後可完成開發並希望可以輸出至臺灣市場。

另介紹 NARO 為了提升公眾對新技術之理解與接受度，設立「BioStation」作為科技溝通與教育的平臺，透過漫畫、小組討論、咖啡論壇等多元形式，向社會各界介紹 GE 與農業技術。除了大眾參與外，該站亦特別設計課程讓孩童體驗 DNA 萃取等科學實驗，寓教於樂，拉近科技與生活的距離。此外，NARO 官方網站每年亦固定更新約 20 篇研究或科普文章，持續提供可靠知識來源。

參、心得與建議

- 一、 本次參訪係美國黃豆協會透過 CropLife 亞洲分會，邀請臺灣方代表實地了解日本基因編輯發展，相關講者則由 CropLife 臺灣分會請 CBIJ 推薦並邀請，日本官員的交流更透過美國在日本外館聯繫安排。原本預計會與 AIT 農業組組長 Erich Kuss 在日本進行三方會面，行前得知因美國新政府人事政策調整，使得美方僅只有 USDA APHIS Suma 博士在線上和大家交流，甚為可惜。
- 二、 本次行程相當豐富，除了聽取 GE 研發機構、倡議團體、協助政策研擬學者，及種植及食品監管機關代表分享外，更難得的是聽到日本種苗協會、非政府組織、媒體及基因編輯水產生產商的聲音，是相當難得經驗。CropLife 臺灣分會認為這樣的溝通模式相當成功，他們後續會將此成功經驗在 CropLife 其他分會的社群分享，以促進 GE 管理政策尚未明朗國家（例如南韓）加快政策形成腳步。
- 三、 我國種苗產業和日本相似，多在海外採種，日本種苗協會以種子育種到供應之全球流動圖表，說明 GE 若強制進行標示，流動管制可能對種苗產業造成諸多不便與挑戰。由於目前 GE 種子標示亦是我國消費團體訴求重點，值得我國種苗產業參考日本種苗協會的做法，進行可行性評估的檢視。
- 四、 日本在發展 GE 食品管理政策上，透過制度設計與跨部門協調機制，展現出科技導向與社會溝通並重的政策措施，透過科學風險評估、分級管理、非強制但指導性的標示政策，以及資訊公開與民眾參與，日本成功打造一個具透明度與彈性的監管環境，強調國內自主研發及亞洲第一，提升國人對新技術的信任感及認同感，有助於技術創新與社會接受度之間的良性互動。可做為我國參考借鏡之寶貴經驗。
- 五、 拜訪 NARO 知悉 GE 研發亦尚在起步，未有進入市場規劃，但其 IPB 技術之發展令人印象深刻，此外 NARO 亦肩負起技術研發、產品開發、到科學教育推廣的任務。相較我國農業試驗所，主要係

發展原生植體培養技術並有顯著成果，相信未來雙方能在相關技術進行國際合作。

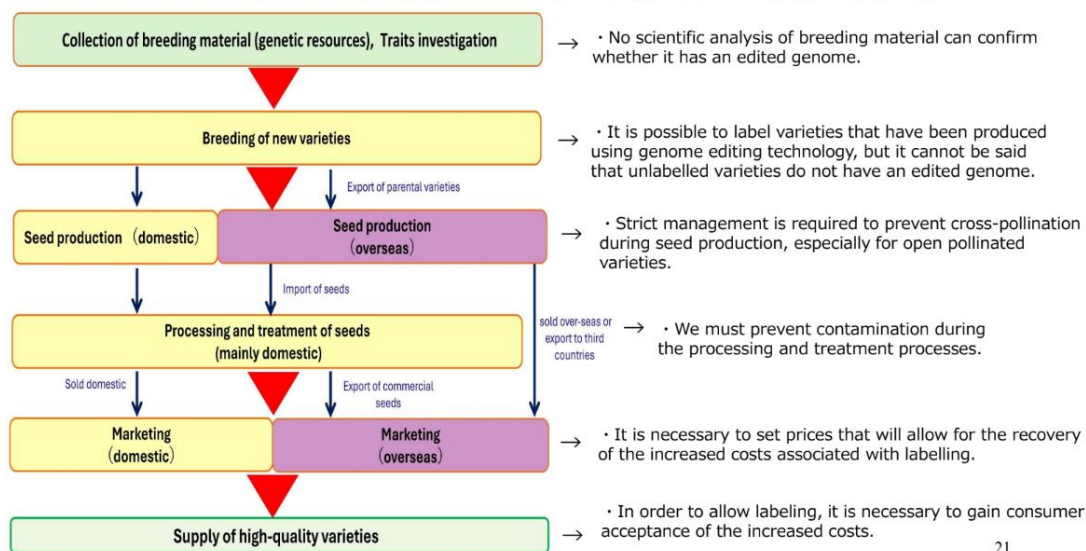
- 六、國際間運用基因編輯於農業之實例多元，部分案例已進入國際流通階段，調和各國法規管理制度將是下一階段重點。為即早明確我國管理政策，除持續蒐集更新國外法規制度與進展，並與利害關係團體持續溝通外，建議可參考日本公眾溝通方式，邀請國內學者對大眾介紹其基因編輯研發成果，同時提供科普文章、舉辦科研活動，俾利大眾在資訊對等情況下進行交流溝通，進而獲取發展共識。

肆、交流照片



圖 1、臺灣代表團與日本生物技術資訊委員會交流合影。

What are the challenges in labeling products that use genome editing technology?



21

圖 2、日本種苗協會以種子全球流動圖，說明 GE 種子如需標示對種苗產業可能造成之挑戰。



圖 3、臺灣代表團與 MAFF 及 CAA 官員交流 GE 政策合影。



圖 4、臺灣代表團與日本公眾溝通講者 SASSA 博士與小島正美先生合影。



圖 5、GE 番茄在日本餐廳宣傳高 GABA 含量安眠效果。



圖 6、GE 比目魚在日本餐廳並無特別標示或宣傳。



圖 6、臺大林教授彥榮代表交流團致感謝詞。



圖 7、NARO 田中淳一博士熱情接待交流團。



圖 77、Ezura 教授於試驗溫室解說兩個 GE 品種特色。



圖 8、新品種 GE 番茄具有更高 GABA 含量特色。



圖 9、GE 番茄在超市販售情形，售價較一般番茄高出 100 日圓。



圖 10、GE 番茄在超市販售自主標示情形。