

出國報告（出國類別：考察）

參加CRISPRcon 2019研討會

出國報告

服務機關：行政院農業委員會、財團法人農業科技研究院

姓名職稱：黃明雅技正、陳韋竣助理研究員

出國地點：荷蘭/瓦赫寧恩

出國期間：108年6月18日至108年6月23日

報告日期：108年9月6日

目 錄

壹、摘要.....	1
貳、本文.....	1
一、目的.....	1
二、過程.....	2
(一)行程說明.....	2
(二)考察過程.....	3
三、心得及建議.....	29
參、參考資料.....	31
肆、活動照片.....	31
伍、附件.....	35

壹、摘要

群聚且規律性間隔的短回文重複序列及其關聯蛋白質 (clustered regularly interspaced short palindromic repeats, CRISPR/ CRISPR-associated protein, CRISPR-Cas) 技術的應用，將對農業、食品、醫療及醫藥等領域開啟革命性發展的可能性。世界農業先進國家正積極探討此新興技術將帶來的影響和須調適層面，包括公眾參與科學議題溝通，以瞭解公眾對新興科技的看法。為瞭解歐洲國家對基因編輯技術衍生議題的研析角度，赴荷蘭考察由瓦赫寧恩大學暨研究中心主辦的 CRISPRcon2019，該研討會邀請世界各地，不同人生背景、職業和專業領域人士，以 CRISPR 技術發展必要性為主題，就農業、環境、健康和溝通等領域展開的對話。研討會設計了座談討論會、主題演講、快閃演說，以及和不同社群對話等活動，使與會人士可由各自觀點發表對 CRISPR 議題之看法，並聆聽不同意見作多元交流。本考察報告將各節活動與會者討論之內容作摘錄整理，期使歐盟及其他國家與會人士探討 CRISPR 議題角度供國人瞭解參酌。此外，考察行程亦赴 Keygene 公司交流，該公司導入先進新興技術並建置和操作技術平台於作物育種，包括基因編輯作物育種和數位化表型分析輔助篩選等技術平台，以協助客戶選育工作，本次並探詢與我國有關單位和業者合作之可行性。

貳、本文

一、目的

CRISPRcon 研討會係因應新興基因編輯技術 CRISPR-Cas 系統之崛起而創建的討論平台，主要係廣納各領域人士，包含：農民、學生、消費者、育種業者、種子公司、學研單位專家、法規制定者、醫生、病人、非營利組織、環保人士等以發表對 CRISPR 等基因編輯技術在農業、醫療醫藥及環境保護等議題之看法，與各式應用及可能帶來的影響。第 1 屆研討會 (CRISPRcon 2017) 由加州大學柏克萊分校舉辦，第 2 屆研討會 (CRISPRcon 2018) 由麻省理工學院及哈佛大學共同舉辦，皆為 CRISPR 技術發源地，其討論內容相當受到國際關注。本屆研討會 (CRISPRcon 2019) 由荷蘭瓦赫寧恩大學暨研究中心 (Wageningen University & Research) 舉行，規劃內容包括：荷蘭基因編輯教育和政策發展、借鏡歷史重塑基因編輯未來、農業對基因編輯的正確期待、基因編輯對環境永續之利弊、國際間對基因編輯認知及法規政策之溝通與調和等。有鑑於 CRISPR 等基因編輯技術相關議題於國際間討論熱烈及變動快速，需即時掌握相關國際脈動與趨勢，爰規劃前往參與，以蒐集了解歐洲或其鄰近地區不同團體間對此新興生物技術之看法。

二、過程

(一) 行程說明

時間	行程	備註
6月18日(二)	0830 出發：台北桃園國際機場 1935 抵達：阿姆斯特丹史希浦機場(AMS)	於阿姆斯特丹市區住宿
6月19日(三)	拜訪位於荷蘭瓦赫寧恩的 Keygene 公司	於荷蘭瓦赫寧恩住宿
6月20日(四)	參加 CRISPRcon2019 研討會第一天	於荷蘭瓦赫寧恩住宿
6月21日(五)	參加 CRISPRcon2019 研討會第二天及週邊會議	於阿姆斯特丹市區住宿
6月22日(六)~ 6月23日(日)~	6/22 2140 出發：阿姆斯特丹史希浦機場(AMS) 6/23 2000 抵達：台北桃園國際機場	返回臺灣

(二) 考察過程

1. 參訪荷蘭瓦赫寧恩 Keygene 公司

(1) 公司介紹

荷蘭瓦赫寧恩為歐洲農業和生物技術研究重鎮，其中「瓦赫寧恩大學暨研究中心」是教育和研究的核心單位，並在其週邊衍生出多個以農業和食品創新技術為研究、開發及營運新產品之產業園區。Keygene 位於其中，除了荷蘭總公司外，在美國和印度亦有分公司，主要投入以最新技術育成作物新品種，並建立六大技術應用平台和全球育種者洽談合作，包括：建置作物基因體資料庫、探尋優良性狀、分子標記鑑定技術、建立作物組織再生及轉殖條件、精準育種技術，以及數位化表型分析技術等。

Keygene 有 4 個主要策略性股東包括 Enza Zaden (荷)、Rijk Zwaan (荷)、Vilmore&Cie (法)、TAKII (日)，皆為蔬菜育種公司，不獲 Keygene 公司營收利潤分配，而是有權運用 Keygene 公司研發成果。其他合作夥伴包括各國育種公司、食品產業、學界合作，惟限定合作領域不能與蔬菜育種相關。Keygene 公司經常舉辦研究成果發表，部分技術可供合作夥伴免費使用，例如 Croppedia 平台(<https://www.croppedia.com/>) 可快速有效地尋找目標育種性狀的關鍵基因，若與合作夥伴專案開發，將依技術貢獻內容收取權益金或取得相對應資源。

公司擁有表型分析自動化環控溫室，各獨立溫室依據客戶需求進行環控和自動調查資料收集，並有區分供基改或非基改作物使用，數十間溫室僅需 2-3 人管理。正在進行的表型分析案，有番茄、水稻、香蕉、孤挺花等數種花卉，部份案件基於於客戶之保密協定不可參觀。

此次參訪由 Keygene 公關主任 Erik Toussaint 接洽，並根據我方提出欲進一步瞭解基因編輯技術和高通量數位化表型 (digital

phenotype) 分析技術應用最新發展狀況，與相關研究人員進行討論。

(2) 基因編輯研究

Keygene 公司負責基因編輯育種計畫的 Dr. Michiel de Both 表示他操作基因編輯計畫已有 14 年經驗，由於基改生物於歐盟產業發展受到諸多限制，因此研究計畫轉向運用基因編輯。早期係運用鋅指核酸酶 (Zinc-Finger Nuclease)、類轉錄活化因子核酸酶 (Transcription activator-like effector nucleases, TALENs) 技術，近年也積極投入 CRISPR 技術育種計畫，研發標的包括增加菊苣根纖維素轉換為菊糖 (Inulin) 和其他有益健康成分的育種計畫。他們認為基因編輯技術可研發屬於「非基改」生物或產品，且由於菊糖終端產品並非以生鮮型態上市呈現於消費者面前，較容易被歐洲消費市場接受。然而，歐洲法院於 2018 年 7 月將基因編輯生物也應以基改生物相關法規管理之判決公布後，相關計畫經費支應和研究發展布局，勢必受到重大影響。

針對我方提問部分國家對於 SDN-1 類型基因編輯生物豁免於視為基改生物管理，是否會針對相關市場之需求進行研發；又如果僅用 SDN-1 類型的基因編輯技術，育種性狀是否會被侷限乙節，Dr. Michiel de Both 表示 SDN-1 策略為使基因失去功能而默化性狀表現，少了加入基因以增進基因功能的策略面向，若針對特定育種需求，使用 SDN-1 策略，仍具發展發潛力。關於基因編輯生物無法追溯檢測研發方式，對市場布局是否有利之提問，Dr. Michiel de Both 表示，雖然目前技術檢測不出基因編輯產品，但基於研發商信譽原則，應以公開透明態度讓客戶及消費獲知技術開發方法，產品能受到市場信任才是產業延續發展的基石。

(3) 表型分析研究

Keygene 公司負責數位表型分析的研究員 Marco G. M. van Schriek

表示，Keygene 設有多間獨立且自動化，可自行移動和分析作物的環控溫室，可設定給水量、日照、溫度、土壤條件等符合客戶選育作物環境需求，並可 24 小時運作進行達 25,000 株植物之性狀測定、影像記錄和收集數據。Keygene 透過與客戶共同討論測定計畫及數據分析方案，協助客戶回顧數據，檢視各品系的成長狀況和性狀，產出專業分析報告，篩選出最佳單株，或規劃後續育種策略。Keygene 的虛擬實境育種技術 (Virtual Reality Breeding tool)，更可將數據轉換成影像，透過讓植物如同活生生在顧客眼前，使客戶更掌握各品系優勢。

(4)合作討論

針對我方提問位於我國的亞蔬-世界蔬菜中心，近年引進高通量作物表型分析系統分析種原庫性狀，亞蔬是否有機會與 Keygene 公司就種原交流及表型分析方面合作案，Keygene 公司公關主任 Erick Toussaint 表示，因 Keygene 主要股東皆為為蔬菜育種業者，蔬菜品種研發被限制僅能與股東合作，惟亞蔬若能豐富公司蔬菜種原，對公司有正面效益應該有討論空間，至於表型分析技術，則表示可進行學術交流，但禁止與私人企業交流關鍵技術。

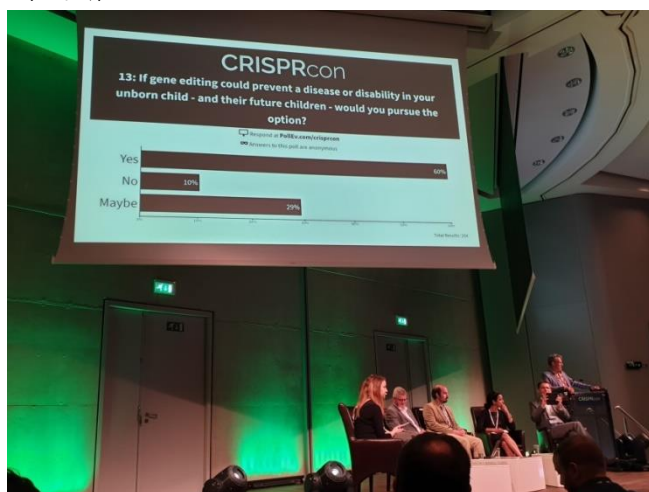
2. CRISPRcon2019 研討會

CRISPRcon 研討會是由美國非營利組織 KeyStone Policy Center 主辦的一項計畫。計畫目的在於建立一獨特的論壇平台，廣邀各行各界廣泛背景的人士，齊聚參與討論現正熱烈發展的新興基因科技，尤其是 CRISPR 相關技術於農業、人類健康和環境維護等應用議題，展開於社會影響層面持續性的溝通對話。CRISPRcon2019 為第三年度舉辦，前兩年的研討會 (CRISPRcon2017 和 CRISPRcon2018) 皆於美國舉行。本年度移師荷蘭瓦赫寧恩，由「瓦赫寧恩大學暨研究中心」主辦。研討會安排了不同活動形式，能讓各界專業背景人士充分溝通對話，歐洲執委會代表更於致詞時表

示此類新興科技溝通會議應多舉行，並鼓勵科學家要大聲說出自己的看法，不要只讓某一方聲音被聽見。研討會活動特色與討論主題介紹如下：

(1) 座談討論會 (Panel discussion)

CRISPRcon2019 主要的活動形式是以座談討論會進行，每場大約 1 小時，由各節座談討論會主席，與 4-5 位具不同領域背景和國籍的專家，就 CRISPR 相關主題進行對話。此外，座談討論運用線上即時互動平台，與會人士可用手機登入平台進行互動，包括對特定問題進行投票及向與談者提問，非提問人可附議(+1)或反對(-1)其他與會人士想問的問題，分數越高越有機會讓座談會主持人瀏覽到並加進座談會的對話之中。以此互動過程，可以讓所有與會來賓共同參與對話，作多方向互動以增廣溝通層面。



CRISPRcon 研討會與會人士即時票選互動

CRISPRcon2019 安排的座談討論會主題有六項，詳如附件議程，重點摘要個別內容如下：

主題一	個人反思：基因編輯的承諾和危險 (Personal Reflections: The Promise and Perils of Gene Editing)
主持人	Erika Widegren, Re-Imagine Europa
與談人	Sijas Akkerman, Nature and Environment Federation North-Holland An Michiels, Syngenta

Alfred Grand, Organic Farmer
Kabasinguzi Betty Kaahwa, Small Business Owner
Fr. Joseph Tham (譚傑志神父), Regina Apostolorum Pontifical
University



主持人來自為倡議歐洲經濟繁榮、社會福祉和研究發展的非政府單位，她引導與談人自我介紹其人生故事背景、工作領域和人生信念，來述說基因編輯技術發展將對與談人的生活 and 事業帶來的影響，以及對基因編輯產業是否必要的看法：

- (1) Sijas Akkerman 關注歐洲農業和環境交互作用，認為農業的前瞻方向之一是達到不使用農藥、殺草劑等化學藥劑，使土壤生物多樣性提升而非降低並永續發展。要達到此目標，有很多方法包括傳統育種技術、友善環境的育種技術和新興育種技術皆有機會，但新興育種技術仍剛開始發展，有許多未知狀況，尚須小心謹慎評估使用。
- (2) An Michiels 服務於 Syngenta 公司，認為現今農業面臨許多問題，包括土地環境污染、可用資源減少等，集結大眾智慧和可用技術來達成農業永續目標，而 CRISPR 技術是其中將有重大貢獻之方法。CRISPR 技術可更精準快速育成自然界已有性狀的新品種作物，提供農民更優良的種子，並使消費者能購得更健康的產品，使社會更美好是其信念。此外，CRISPR 技術發展可促進小公司發展多樣化作物育種，加速新品種進入市場，因應氣候變遷使農業生產時病蟲害發生越來越頻繁的問題等。歐洲市場面臨法規是否調整以接納新

技術的時刻，藉此研討會也可聆聽到不同聲音。

- (3) Alfred Grand 為奧地利有機農夫，事業由家庭式農場發展為大規模農場並導入革新技術研究有機農業，參與歐盟重要的前瞻計畫 Horizon 2020。他表示，身為有機農須全面性檢視生產環境問題，而非像研發者只專注解決或改良單一特定項目，而忽略其他改變。例如大型農企業推廣少數優良種子獨佔市場，可能引發其他需解決的產業問題，如降低多樣化作物品種生存的空間，及降低地球整體多樣性等。
- (4) Kabasinguzi Betty Kaahwa 來自烏干達與當地病毒研究中心密切合作的企業家，曾任國家農業諮詢專家和漁業管理等領域。她指出，瘧疾問題是非洲仍在發生且具挑戰性的嚴重問題，仍有許多非洲人及幼童因瘧疾生病或死亡，深刻影響當地人生命歷程。烏干達人民多為大家庭，經濟水準不高，殺蟲劑、瘧疾藥物、蚊帳等防治瘧疾方法非普遍家庭能負擔，政府要全面補助各地區各個家庭和每個人的需求極不容易。許多國外科學家投入以不同方法改善瘧疾研究，基改蚊子降低族群以減少傳播是其中一項策略，而發展基因編輯技術，更可提供便宜有效之防治，使各階層人們皆可受惠。然而，新技術實際在非洲人們生活環境應用時，其不確定性可能引發恐懼和不信任問題，將是實務上會面臨之議題。基因編輯技術能否加速達成非洲人夢想中的無瘧疾國度，將可驗證新興科技對生活福祉改善的正向效益。
- (5) Fr. Joseph Tham (譚傑志神父)專業領域為生命倫理學 (bioethics) 和人權議題，另有數學、醫藥研究、家庭醫師等專業背景。談及基因編輯在道德和天主信仰層面的觀點，譚神父以中國南方科技大學生物系賀建奎副教授及其團隊於 2018 年以基因編輯技術剔除胚胎的愛滋病毒受體而誕生的基因編輯雙胞胎所引起的重大道德爭議為例，認為在新興技術還沒準備與公眾完善溝通前就太早推出，影響公眾觀感，使正面研究角度更不易被理解，此外，更深入觀察到科學研究者在面臨研究倫理、商業利益和道德問題牽扯時，呈現的

多種人性面向。譚神父認為，改造人類胚胎形同一件可操控、可改進的「物品」，衍生出科學持續進步發展是否可逆，是否需要設下停損界線以免失控，並思索傳統文化及信仰等人生價值、生命倫理與新興科技的連結層面需有更多深思。

由上述對話討論，呈現出基因編輯議題發展，要與更多更複雜背景的社群溝通實不容易，也會對政策制定者形成很大的挑戰。此研討會安排溝通對話，可讓不同背景有發表的空間，讓利害關係人瞭解不同聲音，以更多面向的角度檢視基因編輯技術的發展和產業利用。

主題二	CRISPR 治療：基因編輯於個人和公眾健康 (CRISPR Cures: Gene Editing in Personal and Public Health)
主持人	Katie Ledingham, University of Exeter
與談人	J Patrick Clarke, European Disability Forum、 Dr. Hans-Juergen Fuelle, Novartis、 Jorn Hartman, former Coeliac Youth of Europe、 Jeantine Lunshof, MIT Media Lab and University Medical Center Groningen、 Ritu Nalubola, U.S. Food and Drug Administration Europe Office

此場與談的成員背景同樣來自不同領域角色，包括來自對關注社群醫療之組織、協助歐洲失能殘疾人士和家庭之組織、微生物學者兼麩質過敏患者並推動改善計畫組織、健康衛生法規制定者、醫師、教授等背景。


CRISPR 技術應用於醫療醫藥領域層面很廣，包括快速開發新藥、研發過敏患者合適的飲食；治療遺傳疾病、癌症、失能患者；解決瘧疾等公共衛生議題等，是否能在醫療醫藥領域充分活用已來到關鍵時刻，若發展順利將

會造福許多病患。與談者認為 CRISPR 技術是其他已有的醫療醫藥技術之外的新選擇，類似基因療法 (gene therapy) 需考量要點如安全性和道德問題。歐盟在法規政策層面對基因治療醫藥領域持較開放的態度，支持安全的藥物能順利進入市場救助病患。歐盟在 2017 年通過了 3 種基因療法醫藥進入市場。歐盟對此也制定了終端醫藥產品安全性評估的指導原則，將可應用於 CRISPR 治療的評估與探討。

CRISPR 治療遺傳疾病的功能，可大量改善特殊遺傳疾病造成幼童失能或死亡的課題。此技術的醫療用途進展越快，可越早造福病患。此外，目前多國邁入高齡化社會，失能人口會越來越多，基因編輯治療也提供了改善方案，將會是興起議題。運用 CRISPR 技術於基因療法尚有許多安全性和道德問題，在安全性層面，取出細胞再送回人體，在不同個體、細胞之作用是否穩定一致等複雜問題，還待研究瞭解；道德層面，使用基因療法需有自由選擇權且出於個人意願，首件人體試驗以及是否為遺傳性治療等，皆是需要科學家、患者和相關人士有良好的互信對話。

麩質過敏患者社群期待能早點購得以基因編輯研發低麩質或無麩質食品，但實際評估相關產品審查可能長達 7 年以上，且歐洲視為將基因編輯食品視為 GMO，未來歐洲市場可能會無法購得，因此倡議將部分基因編輯食品排除於 GMO 法規管制。

在瘧疾等公共衛生議題改善方面，除了醫療技術，瘧疾嚴重國家建立基礎衛生醫療的層面也需同樣受到注重。與談者期許未來基因編輯於醫療醫藥成功的故事，可透過社群媒體傳遞新聞消息或在青年社群發酵，也讓在各角度社群對話讓有關人士皆能參與討論，也許更能發掘未注意到的問題加以改善，使此技術對需要的人士有正面且安全的貢獻。

主題三	革新的演進歷程：驅動社群接納或拒絕新興技術的是什麼？ (The Evolution of Innovation: What Drives Societal Embrace or Rejection of Emerging Technologies?)
主持人	Marianne Heselmans, Independent Science Writer and Biologist
與談者	Steffi Friedrichs, AcumenIST Nitya Sambamurti Ghotge, Anthra Joris Lohman, Food Hub Anita van Mil, Hopkins Van Mil Robert Smith, University of Edinburgh 

由歷史經驗可知人類社群對新興技術發展初期多有複雜和不信任的反應，例如，疫苗接種、汽車、手機電磁波、基改、核能等，而有些技術會逐漸被多數人接納，有些則否，造成此現象之原因為何，而基因編輯議題將如何發展和引以為鑑，是此節探討的重點。

此節與談者多有 10 年已上長期投入讓公眾參與科技溝通的策略，並分享有效的實務做法。與談者指出，隨現代科技的演進和發展越趨多樣化且互相會有所牽連，很難拆分開來解說，例如奈米科技和生物科技原分屬兩個領域技術，現今已有多方面複雜交集，使得探討安全性問題時變得頗為複雜，政策監管者不易釐清要管理什麼，更讓公眾難以理解。此現象使得當某項科技議題被提起時，相似各種科技風險會浮現在大家的腦海中，例如，提到基因編輯時，基改、食安、訂製嬰兒、生物多樣性等議題會被引申，這是現今新興技術面臨與公眾溝通之困難挑戰。與談人建議當討論某項科技議題時，需先釐清溝通範圍，例如溝通基因編輯作物風險時，首先要釐清與基因編輯醫療、動物、基改技術等有不同的安全性相關特性。公眾參與溝通科學議題

時，提供公眾參與平台活動，接收穩健明確的科學訊息，並給予時間去反應瞭解和檢驗這些資訊的可靠信，可提高公眾對溝通內容的信任。來自各國的與談人分享了一些公眾溝通案例和方法：

(A) 英國政府在 2017 年實施與民眾對話基因科技對人類、動物、植物的應用效益，分兩階段進行：第一階段先說明了要討論議題的內容使民眾初步理解，民眾回去後與其周遭親朋好友討論，印證部分內容，加以思索發酵，2-3 週後再次參與第二階段對話，此時民眾能更容易釐清議題的核心問題，政府則透過此策略，瞭解民眾對新科技接納程度的底線。

(B) 與印度婦女溝通新興農業技術，以提升其生活品質或家庭經濟水準時，印度傳統文化對社群參與的影響十分明顯。印度社會仍以丈夫為決定大小事的角色，婦女以丈夫意見為主，推動團體透過邀請印度婦女於社區播放影片和討論活動，介紹新科技的優點，對家庭無害可提升經濟，並要有可模仿的範例。後續在社群中會開始觀察和討論範例案的成效，逐漸緩慢漸進式的接納新技術。

(C) 荷蘭農民則重視新興科技是否為他們量身打造且符合其理念價值。持續改善農場到餐桌的供應鏈，是許多荷蘭農民重視的議題，例如農產品需有特色、產銷流程短、減少運輸成本並使消費者能享有更新鮮的農產品。有機農業推動小規模農業、效仿自然耕作模式、用心提供好的食物，荷蘭媒體時常報導，亦有非政府組織 (NGO) 持續推動，受到很多消費者的認同成為主流理念。

與談者 Joris Lohman 為推動歐洲食品供應鏈改善的專家。他表示歐洲財團壟斷食品產銷鏈資訊，對食品健康安全重視的民眾時常在媒體看到有關 NGO 要推動轉變此現象的策略活動資訊。但他發現 NGO 所宣導的不見得是農業全貌，如以新興技術改良物種因應氣候變遷影響糧食減產的議題便經常被忽略。然而，如果能瞭解不同溝通對象的敘事背景、人生歷程後，重新

思索作整合對話，嚴謹看待人們想要更加參與食物產銷過程的期待，並說明新興技術之食品安全性，將可能是與歐洲民眾進行對話較好的模式。

綜上，溝通基因編輯技術時，研發者可從個人人生歷程及業背景角度，述說如何逐漸把最初原始物種改良到更符合我們的需求的理念故事，接著說明其中對安全性或溝通對象重視的理念價值做交流，聆聽回饋意見來達到雙方互信和接納彼此看法，若去說明如何分辨不同育種技術之差異、提出數據佐證安全性，不是好的策略，人們想要瞭解的科學訊息不見得很深入，若能實際感受或使用革新科技帶來好處，自然會增加接納程度。關於有機農業與新興技術如何抉擇的溝通對話，與談者認為，某項農業技術不是達到永續農業唯一的道路，不同技術須被一起評估，由不同問題角度作出解決農業問題的貢獻，使有機農業社群價值理念能被保有的同時，也能接納新興技術。

主題四	永續生產？基因編輯與農業 (Growing for Good? Gene Editing and Agriculture)
主持人	Hidde Boersma, Freelance Journalist
與談者	<p>Johan van Arendonk, Hendrix Genetics Patience Koku, Replenish Farms Niels Louwaars, Plantum Leon Mol, Ahold Delhaize Tom Wakeford, ETC Group</p> 

此節探討基因編輯技術對農業發展是否必要，與談人背景包括：作物育種及銷售種苗業者、跨國超級市場負責產品安全與動物福祉及消費者服務、

奈及利亞農夫-參與小規模農民組織及國際農民網絡並提供學術研究諮詢、歐盟 NGO 團體成員-推動印度農民不是因基改作物而自殺的計畫、動物育種研究專家。

非洲因地緣和歷史關係，農業政策或理念常受歐洲影響，但實際上非洲農業環境條件，可能和南美洲較相似。非洲大陸農業狀況和其他洲不同之處，包括非洲仍有作物生產不足、糧食短缺的問題，歐洲盛行之有機農業在非洲幾乎不可行，加上氣候變遷情形越來越明顯，也導致傳統耕作系統已不易因應作物減產問題。非洲需要以有限的自然資源養活眾多人口、餵飽幼童、提供營養含量高的食品、減少眼盲；此外，鐮刀型貧血和瘧疾是非洲國家普遍面臨的問題。基因編輯或相關生物技術提供部分解決方案供選擇，而惟有能讓當地人自己選擇最切身需要的方案，才能實際改善當地問題。


基因編輯在動物育種可能之貢獻，包括在全球糧食供應鏈方面，發展更有效率的肉品生產、提供良好的動物性蛋白、增加抗病以避免使用抗生素；增進動物福祉方面有去角牛、去勢豬育種，避免人工操作使動物痛苦之情形，有些是難以透過傳統育種技術達到的。但與談者強調，基因編輯技術只是解決畜產問題的方法之一，並非唯一或可全面解決所有問題。例如非洲豬瘟在中國已全面擴散，以基因編輯育種為改善方式已太遲。另外，基因編輯畜產動物要能實際應用到產業，並確保其生物安全性，可能還需一段研究發展和觀察時間。

在作物育種方面，持續培育新品種，仍是改善各地區農業生產系統問題的根本。育種業者和種子公司各有採用不同的育種方法、策略、目的及目標市場，基因編輯技術只是其中一項策略，但優勢是能明顯比其他育種工具育成新品種的速度加快，還有可一次調控多個基因。但基因編輯育種是否真的能貢獻於產業社會，還是要看社群、消費者和市場的接納狀況而定。與談者提到，有許多小規模的花卉育種公司關注 CRISPR 技術可帶來的產業發展，

因專用於花卉的農藥種類較少，但病蟲害問題越趨嚴重，傳統育種的時間過長，市場換新速度快等特性，使 CRISPR 技術在花卉育種和產業發展有很大的空間。

在消費者市場面向，農產品在國際不同市場的消費者各有不同的要求，例如要好吃、營養、安全、價錢合理，有些會再注意農產品生產時的道德和環境永續問題；不同國家文化，也會影響消費者所重視的產品價值重點。銷售商要作到的是公開透明讓消費者瞭解生產過程的資訊或故事，提供自由選擇權。因此，CRISPR 技術可以滿足消費者對產品特性的需求，不太是消費者會考量的，而是產品的生產方式或故事是否能接受，以及最終使用產品時，是否會有好的體驗與享用印象。

在政策法規管理層面，由於運用生物科技具複雜性，農民、銷售者或消費者等不見得會專門仔細瞭解，此時研究者、專家的意見和政府對安全性把關及錯誤使用時給予的裁罰，是公眾所倚賴的重要的功能和價值。

主題五	雙股螺旋和循環經濟：基因編輯、可持續性與環境 (Double Helixes and the Circular Economy: Gene Editing, Sustainability, and the Environment)
主持人	Jop de Vrieze, Independent Investigative Science Journalist
與談人	<p>Alejandro Argumedo, Asociación ANDES</p> <p>Robert Deerenberg, Blue Genomics Chile and AquaGen Chile</p> <p>Coenraad Krijger, IUCN NL</p> <p>Aditi Mankad, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation</p> 

此節座談會呈現與談者不同領域背景及文化價值，對同樣推動生物多樣性、環境保育時，有不同的看法和方法。

Alejandro Argumedo 來自關注祕魯原住民的非政府組織，支助當地小規模農糧產銷鏈和研究，亦推動環境和人權相關的政策。他提到許多重要作物之種原中心為原住民長久生活之地區，生態環境具複雜性使物種歧異度高且多樣化，而在地原住民多會發展出維持此物種歧異度的文化，這些發展久遠的價值觀是保護地球生態的重要資產，需要被尊敬和推廣實施。他表示，新興技術的溝通對話，不能只從西方現代價值觀追求快速獲利、商業專利保護等資本主義角度來談，祕魯已有超過 400 多種馬鈴薯，有各式顏色、形狀、風味，足夠的營養成分等，他認為以新興技術再開發更多品種沒有必要，能與自然大地保持緊密的生活文化連結、維護既有物種多樣性，才是真正重要的價值。


Robert Deerenberg 來自 AquaGen，為水產育種和應用研究的公司，目前尚在研發產品階段，鮭魚育種是該公司研發的主題，但未使用基改技術。

CRISPR 技術不導入外源基因的育種策略，是該公司有興趣的策略之一，也可用於研究探勘鮭魚的重要性狀，使育種更精準且加速育成。降低使用抗生素和藥劑，快速生長且健康、將對物種有利的性狀或遺傳資源應用於育種，是水產養殖永續經營的新品種研發方向。魚類不孕機制的研究，可避免研發具優勢的新品種從養殖範圍逃逸而與野生品種雜交發生基因流布，運用 CRISPR 來編輯鮭魚的性別決定基因為此技術的重要應用。

Coenraad Krijger 來自國際自然保護聯盟 (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN) 為重要的世界性環境保護組織，發展溝通平台，推動與協調世界各地政府及非政府組織解決當前迫切環境問題，避免物種滅絕等議題。近期 IUCN 也發布了合成生物學 (synthetic biology) 對自然保育的正面和負面影響。其中也探討到新興合成生物學不易有普遍性的管理機制，也不是解決永續問題的唯一關鍵方法 (silver bullet)，只能說是策略之一。而 CRISPR 技術可應用於基因療法使瀕危物種的抗疾病、對降低物種滅絕的趨勢做出貢獻，新興技術育成的作物更具生產適應性，使農業生產規模擴大且品種單一，但亦造成原生環境縮小，破壞瀕危物種棲地。他認為基因編輯技術的發展，這些面向都可以有更多探討和對話，以做出好的選擇。

Aditi Mankad 來自澳洲國家科學和產業研究機構，帶領社會經濟研究者進行生物安全及管理研究，另組織了合成生物學對未來產業發展的研究平台，關注新興科技於環境、道德、永續等議題之影響。近期有澳洲國家型計畫，調查計畫結合了社會領域學者和生物領域學者，擬出新興科技對解決產業或環境問題和解決方案的案例，透過訪問調查，來瞭解公眾對新興合成生物學技術於多層面應用的感知和接受度和疑慮，建立評估基準線 (baseline)。澳洲原住民對新興科技的價值觀，也是調查研究的對象。調查結果顯示，多數民眾在乎的是，為什麼要優先使用此技術，其背景原因及故事，是一般民眾

想要瞭解的，再來才會用深入訪談的方式，瞭解民眾對新興技術的風險和正面效益等。

主題六	基因編輯的全球舞台：政府和領袖的考量要點 (Gene Editing on the Global Stage: Considerations for Governance and Leadership)
主持人	Desiree Hoving, Independent Science Journalist
與談者	Melinda Belisle, Bill & Melinda Gates Foundation Guobin Cheng, Southeast University Robert van Gorcom, Wageningen Food Safety Research Shawna Lemke, Bayer Delphine Thizy, Target Malaria
	

本研討會最後一場座談討論，主持人 Desiree Hoving 為科學領域的獨立記者，邀請與談者以國際視野角度檢視基因編輯議題的發展性，以及各自單位對全球發展 CRISPR 議題的角色定位進行討論。

研討過程探討了基因編輯和相關的基因科技在全球治理架構 (global governance structure) 層面，面臨各國產業應用需求不見得相同，跨國之間需調和管理制度，但不影響各國可自主決定是否要使用基因科技。例如：歐盟對基因科技生物之產業管理採取保守態度，並注重農業永續、氣候變遷等議題，此態度也影響的非洲一些國家的政策。然而，非洲瘧疾問題嚴重，是否釋放基改蚊子到當地環境以解決問題，應由非洲國家自行決定，不應強加其他地區的道德或價值觀；此議題另一層面，則隱含若非洲釋放基改蚊子，是否會造成跨洲或全球性的生物多樣性影響，國際共識條約約束程度和確保各洲或國家自主之間如何協調平衡時與會者各有不同見解。與會者提到目前僅

有聯合國卡塔赫納生物安全議定書為全球性對基因科技於生物之應用規範，但此協定在套用到各國法規架構，與各國政府要回應民眾對基改認同的價值和相關治理政策時，有許多分歧或實務上不容易執行現象，建議國際共識架構應對不斷出現的新議題或新技術，提供各國之間有合作討論的空間並共尋可行的指導原則，兼顧新技術的發展和維護生物安全，使各國政府能基於國際共識架構，再調和至各國對生物科技的治理政策。除此之外，與社會對話和溝通新興技術的作為，可能是國際共識還需加強的部分，目前尚有很大的努力空間。

值得一提的是，Guobin Cheng (程國斌) 教授來自中國東南大學，研究基因編輯於人類醫療應用時之醫學倫理及生命倫理，並推動對公眾作道德知識教育。被問到有關基因編輯愛滋寶寶事件時表示，此研究案並非中國的研究政策，而是研究者賀建奎副教授個人未能把守研究分際，作出超過研究目標的作為。他認為此案已違反了中國在 2003-2016 年間公布的有關倫理道德相關的法律和準則，中國各界人士包括科學家、醫師、政府、學研單位人士等都認為此行為嚴重違法。他指出在中國大陸內部討論應加強對類似研究之有倫理道德審查機制，中國大陸對人類基因編輯研究倫理道德的價值觀與世界其他國家具共通性，但內部的審查機制尚在起步階段，不容易管控到研究者個人行為。因此，他認為應協助建立更健全的道德倫理審查機制，並對相關研究有更高度的審查管理。在加強讓中國大陸公眾瞭解此案的所引發的爭議方面，他認為一般公眾對研究案的道德倫理相關知識與專家的知識水準有頗大的差距，因此需要加強教育讓公眾瞭解此案的道德倫理爭議點。對於與會者提問中國與西方對研究倫理道德的價值觀是否有差異，程教授認為不論東西方，都可能有人對道德倫理價值觀的不同想法，他個人認為，新科技的發展應該要對人類有益，而不該傷害個人，且建議中國大陸和西方間應建立更有效的溝通管道，使彼此都能互相瞭解在道德倫理價值觀有共識的部分。

(2) 主題演講 (Keynote)

CRISPRcon2019 安排了兩場具特色的主題演講分別說明如下：

A、CRISPR 科學與政策之對話：A Conversation on CRISPR Science and Policy

科學作家 Joost Van Kasteren 以採訪形式，與瓦赫寧恩大學暨研究中心兩位專家—CRISPR 研究員 Louise O. Fresco、研究國際農業科技政策 John van der Oost，共同探討基因編輯領域的當前發展，科學家在社會辯論中的作用，以及荷蘭與週邊地區的基因編輯教育和政策前瞻展望。

討論中提到，部分歐盟辯論者認為基因科技議題常以要解決全球人口成長將導致糧食不足、食品安全問題、援助第三世界難民等理想作包裝，並檢討已有許多傳統或自然存在的；但實際上以另一角度看待，是因為運作效率卓越的新興科學工具，自然會被人們應用在解決世界性的重要問題，不同科學工具都應擁有貢獻回饋社會和環境的機會，當然安全性和風險也同時需要受到重視。

對於脫靶效應 (off-target effect) 的問題，與談者認為科學家會透過專業知識作評估，並用有效的檢測方法瞭解脫靶效應發生可能性。基因編輯技術僅對特定目標基因作改變，較自然突變和傳統誘變技術會發生大量隨機的突變位點不同。此外，基因突變是自然界持續發生且驅動生物改良的過程，其中會有正面或負面變異；科學研究的持續進步也在於持續嘗試新的可能性，有相似的情形，而隨著對新興技術作用機制和效應有更多的研究，更精確並修正錯誤發生的方法也會持續推出，使新興科技衍生的產品持續改良，彰顯正面效益以貢獻於社會，是科學家投入研究的信念。

關於基因編輯技術的產業應用對公眾的觀感的如何改善，並走出基

改汗名的困境乙節，與談者認為基因編輯生物的研發，應朝可對消費者重視的健康價值、開發多樣化特色產品可選擇方面著手，而非只對大企業投資產業累積資本有利的研發方向。而若 CRISPR 技術衍生生物的法規管理門檻能降低，將促進小型企業運用此技術發展更多產業可能性以更契合消費者和社會所需，突破目前生物科技產業由財團壟斷市場的現況。

有關討論財團掌握生物技術和基改基因序列的專利，限制了其他育種者自行留種和持續研發新品種等育種者權益，以及食物產銷鏈掌握在少數財團乙節，與談者期許基因編輯作物的發展，在此議題有更能符合普市價值的討論，有賴各階層利害關係人持續對話，彙集為未來可推動國際共識條約層次作協商，以改善此問題，使基因編輯技術育成生物的效益，能讓世界各地需要的人共享。

B、我們的故事：我們的基因如何解釋我們的過去和諭知未來 (The Story of Us: How Our Genes Explain Our Past and Inform Our Future)。

講者 Dr. Adam Rutherford 曾任 Nature 期刊編輯逾十年，現於 BBC 電視台主持科學節目。Dr. Adam Rutherford 以 "DNA vs hip-hop" 為題，帶領與會者回顧生命、音樂、藝術演進的歷史，欣賞藝術文物、聆聽各年代的特色音樂，來闡述基因科技的演進也有相似的情形：由起始質樸單純的樣貌，逐漸有多樣態的潮流、不同特色類型的藝術形式或科技被發明和推展後，形塑各式各樣思潮大鳴大放的時代，這些原本演變出特色差異的藝術或科技元素，透過交流互動激盪後，發生競爭衝突或者融合等漸變和進化，最終會形成保有人們所共同期待的特色元素具多風貌但和諧的狀態。

此演說呼應了研討會中許多與會者談到有機耕作、化學藥劑、生物技術等工具形塑農業生態的樣貌，新興技術也將不斷推陳出新，各領域

互相交流學習、溝通對話、合作協調，形塑永續農業的共同理念。此外，藝術是普羅大眾會有興趣、更容易交流溝通的媒介，在科學家嘗試讓公眾理解新興技術對社會的功能時，讓藝術家參與溝通角色，導入藝術思維來述說故事親近群眾，將會比加強知識教育模式更能被公眾接納。



CRISPRcon2019 主題演講

(3) 快閃演說 (Lightning presentation)

CRISPRcon2019 於各座談會期間安排數場不超過 10 分鐘的演講，由相關專家針對與基因編輯相關的主題，

A、CRISPR-Cas 系統的探索和開發 (From Exploration to Exploitation of CRISPR-Cas Systems)

此演展示於培養皿上塗布帶有 CRISPR-Cas 系統與不帶有此系統之細菌後，再加入噬菌體，帶有 CRISPR-Cas 系統之細菌之免疫機制作用會繼續生長，不帶系統的細菌菌落會出現溶菌斑點現象，後續分析後找到導引到特定基因位置的機制和切斷核酸的關鍵蛋白質-核酸分解酶 Cas9，發展為容易操作的基因編輯作用，應用於人類醫療、醫藥開發、農業生物育種等領域。CRISPR-Cas 有許多系統和不同特性的相似蛋白質，講者的研究團隊研析不同的 Cas 相似蛋白質，有編輯作用位置精確度極高的、低溫時作用穩定的、或對多個基因同時編輯效率高的類型等，並找出蛋白質作用關鍵區位，測試將非關鍵區位的蛋白質部分移除後量體縮小，在細胞內運移更容易，並持續檢驗在醫療使用時之編輯作用的精確程度。

B、以基因編輯減少小麥的麩質免疫抗原特性 (Gene editing to reduce gluten immunogenicity in wheat)

部分的人因攝食麩質小麥引發免疫反應造成過敏、腹瀉、嚴重時休克致死之問題，目前可用藥物為緊急情況治療使用，過敏患者僅能選擇無麩質飲食。透過基因編輯技術可一次使小麥多個麩質蛋白質或表位結構相關基因序列剔除，但保留製作麵團所需之結構蛋白質，要育成此種無麩質小麥品系是傳統育種技術難以達成的。目前西班牙研究團隊已可降低小麥 85% 之麩質過敏成分，並持續改良。然而歐洲將基因編輯作物列為與基改作物同等嚴格管制，將使生產和進口皆受限，歐洲麩質過敏患者將無法享有可選擇更安全

麵包的機會。

C、基因編輯與瘧疾：生物、藥物和疫苗 (CRISPR and Malaria: Biology, Drugs and Vaccines)

瘧疾每年造成 400,000 人口死亡，常發生在非洲醫療資源不足的貧困地區，目前沒有有效疫苗，藥物治療需阻斷瘧原蟲蚊子體內有性生殖、人類肝臟細胞無性生殖、侵入紅血球快速分裂生殖引發疾病反應等生活史各個階段，但常有突變瘧原蟲具抗藥性問題。早先研究以基改蚊子阻斷傳播寄主為防治策略，此團隊以基因編輯技術剔除瘧原蟲的抗藥物基因或阻斷其生活史重要基因，以應用於藥物開發，另可剔除瘧原蟲的致瘧疾基因，研發減毒疫苗，提供另一種阻絕瘧疾之策略。

D、逾期翻修：為什麼歐盟的基改生物法規需要與時俱進 (An Overdue Overhaul: Why the EU's GMO Legislation Needs an Update)

目前歐盟法院判決對 GMO 管理規範之法規 Directive 2001/18/EC，將研發 GMO 之技術列於 AnnexIA，並豁免列於 AnnexIB 之傳統誘變技術適用，但歐盟法院判決視新興育種技術育成生物為 GMO，但實務上卻無法和傳統誘變技術育成生物區分。此國際學生組成分析 GMO 法規架構團隊，關注新興植物育種技術於歐洲之運用，建議新增 AnnexIC 將新興誘變技術納入，加強對終端產品特性的判斷來歸類。歸類 Annex IC 第一步：是否利用誘變技術、第二步：是否有外源基因、第三步：改良之性狀是否已現存於同物種。期待藉此可發展更適合的風險評估和管理機制，平衡新技術應用和安全性問題。此提案已提交至歐盟執委會，並期待認同此提案的人士共同上網聲援。

E、DNA 對話：荷蘭第一次就生殖細胞改造之國家對話 (DNA dialog: a first glimpse into the national dialogue on germline modification in the Netherlands)

荷蘭刻正就人類生殖細胞基因體改造、胚胎基因編輯等主題做首次國家對話。此訊息在今年 3 月時於荷蘭報章媒體公布，對話發起者包括科學家、社群、病患互助組織等，由荷蘭健康部補助經費，將於荷蘭各地舉辦多場與各類型的利害關係者及公眾對談的活動。藉由播放影片形式分享生殖基因體改造相關故事，啟發參與對話者共同探尋基因科技對未來的各種發展可能性。活動注重可吸引各階層、使用不同語言的人群參與對話，並導入藝術元素，使與會者可發揮想像力，以匯集各種想法和聲音，世界各地人士也可於活動網站參與和提供意見。

F、使用基因改造可以阻止一日齡雛雞的死亡 (Killing of Day-Old Chicks Can Be Stopped Using Genetic Modification)

蛋雞產業長久以來將無法生蛋的公雞於出生後及絞殺，引發動物福祉和道德問題，在荷蘭僅有少數，約 5 百萬之公雛雞以人道方式犧牲。利用基改技術將綠色螢光蛋白(*)標定在雌雞的性染色體(Z*W)上與不標定的公雞(ZZ)交配，其所生的蛋若帶有相同性染色體且在蛋黃觀察到綠色螢光者為公雞蛋(Z*Z)，在蛋的階段及可篩除；雌雞蛋 (ZW) 則不帶有外源的綠色螢光蛋白基因。此技術科學上雖可行，但在荷蘭仍受 GMO 管理規範，尚不能應用於產業。研究團隊也調查了荷蘭公眾對此策略之接受程度，統計結果顯示，民眾較不偏好使用基改技術提前於蛋階段進行性別篩選，此結果顯示了在歐洲使用基改技術改善人道問題，不一定是可被公眾接受。

G、健康作物育種：菊苣根部之膳食纖維和藥用萜類 (Breeding healthier crops: Dietary fibre and medicinal terpenes from chicory roots)

菊苣是歐洲常用的蔬菜，有葉用菊苣常作生菜食用，也有根用菊苣，富含含有長鏈果糖聚合的菊糖 (Inulin)，為對腸胃健康有益之膳食纖維，具甜味且熱量低，可用作甜味劑添加於各種食品。研究團隊利用基因編輯技術調控菊苣相關基因，以增加菊糖含量、增加有益健康的果糖長鏈數量、增進抗寒逆境、增加萜類可抗發炎及抗癌等有益健康之成分。除了育種技術研究，與執行利害關係人溝通對話之計畫中，亦調查消費者接受度，及與公眾溝通專家、藝術家等專家合作以發掘更適合的溝通新策略之研究。

H、去除多巴胺抑製劑以研究斑馬魚性成熟過程 (Removing the Dopaminergic Inhibition to Study the Progression of Sexual Maturation in Zebrafish)

許多魚類需經過長時間的洄游歷程才能達成性成熟，利用 CRISPR-Cas9 技術調控魚類多巴胺生理途徑，可促進提早性成熟。團隊先以在斑馬魚進行研究，再應用於歐洲鰻魚性成熟研究，使之有利於水產養殖，也可貢獻於減少野生捕撈和保育等永續運用海洋資源之價值。

I、創造基因編輯：科學、藝術和生物駭客 (CRISPR Creations: Science, Art & Biohacking)

主講人的研究團隊關注新興科技的應用與社群對話、促進社群瞭解新科技。研究團隊學習和導入藝術家與公眾溝通的形式，以有趣的繪畫和設計呈現他們對基因編輯等新興科技的看法，並組織了工作坊讓參與者可以動手操作 CRISPR，使公眾更有興趣參與，而進一步瞭解其背後的科研內容、發展歷程和應用。

J、對專家、公眾和利害關係者通知基因編輯研究 (Drawing on Experts, Publics, and Stakeholders to Inform Genome Editing Research)

主講人的研究團隊由 CRISPR 技術開發者 Jennifer Doudna 資助經費，以解決 CRISPR 技術實際導入應用產業時會遇到的問題，包括科學研究和社會研究計畫。其中，社會研究計畫研究研析的領域包括生物醫藥、公共衛生、法規、道德規範、公眾溝通，以及經濟等層面。對於許多抱持很大期待 CRISPR 技術能解決疾病困境者，哪些知識內容、技術的限制是能讓他們充分瞭解，以評斷基因療法的可行性是研究團隊在釐清的題目。在農業方面，研究團隊評估基因編輯作物於經濟、環境、政策治理等層面之影響，以及促使美國基因編輯作物有關之利害關係人，包括政策制定者、農民、公眾、生物學家等連結和發表看法，以更瞭解哪些資訊是需要再補充的，以及能有更適當的溝通策略。研究計畫也導入了藝術家參與科學研究的過程，共同激盪出 CRISPR 技術對社會影響的多元看法。

K、荷蘭植物育種者如何看待歐盟法院 2018 年的判決? (How Do Dutch Plant Breeders Feel about the 2018 Ruling by the EU Court of Justice?)

2018 年 7 月 25 日，歐盟法院判決解釋令認為：歐盟基因改造生物進行環境釋放之管理法規 Directive 2001/18 附件 Annex I A、Annex I B 所列，非天然配對或天然重組而對生物之基因體造成改變之技術皆應視為 GMO，包括基因編輯生物且因尚無長期安全使用紀錄，因此基於該法規以預防原則管理。研究團隊調查了荷蘭的 100 多家可食用作物育種公司對此判決結果看法。不論大型或小型規模育種公司皆不滿意此判決結果，且多數公司經營投資方向將因此改變，並擔憂歐盟市場將失去競爭力。有超過半數的育種者認為，荷蘭將失去可食用作物於全球育種的領先地位，並期待未來五年內法律規範會對 CRISPR 技術之應用鬆綁。

(4) 創意市集 (Ideas Marketplace)

此活動設有 30 張討論桌，各桌安排一主持人與基因編輯和社會溝通相關之主題，與會來賓可自由選擇對哪個議題有興趣，隨時可加入討論，並且可換場。討論主題包含了基因編輯各層面的議題，如：消費者對基因編輯作物或基因編輯食物之接受程度、基因編輯與有機農業、與永續農業、生物多樣性、原生物種、對非洲社群、原住民族之影響、編輯人類和動物胚胎議題、法規管理、歐盟判決的影響、支持與反對態度形成原因探詢、知識教育、道德層面等討論。此活動可讓與會來賓參與自己不熟悉的主題，更進一步瞭解此領域專家和其他人士之看法，或者參與自己熟悉的主題發表意見和交流新思維，啟發基因編輯對社會影響議題多層面的理解。

(5) 與特定社群對話

CRISPRcon2019 安排了年輕科學家和農民兩個特定社群，和與會來賓對話討論進行互動。年輕科學家於此新興技術突破性發展時刻，研究方向有無限可能性，但研發成果要實際能推向產業，對於管理規範和消費者接受度的考驗尚需審慎思量。參與對話的農民社群，包括有機耕作、慣型耕作、生產基改作物、大規模農場、小規模或推動小型社群農業等來自各種不同國家、耕作模式、不同規模的農民，共同討論研討會對話後的感想，以及對其事業是否有所幫助和願景。農民的生產操作模式、生產效益、對農業的理念影響其對基因編輯技術應用於農業有不同的看法。農民共同面臨的問題是，氣候變遷使生產環境變化快速，病蟲害問題也越趨嚴重，持續研發新品種以快速適應環境，並維持作物產量不降低是各類型農民皆期待新興技術能帶來的效益。然而，有機農民和推動小型社群之農民仍擔憂研發太具優勢的新品種作物，對地方品種、品種多樣化選擇和特色種原遺失之問題將更嚴重，將破壞大自然既有的平衡，因此建議使用新興技術實需特別審慎。



CRISPRcon2019 快閃演講情景

參、心得及建議

- (一) 研討會不同於我國習慣的演講配合綜合討論方式，而是運用不同形式、不同網路工具，設法鼓勵參與者聆聽、思考、拋出想法、回應，其作法非常符合大會強調「溝通」的主題。
- (二) CRISPRcon 研討會邀請的與談者背景和領域十分多元，並刻意將背景差異不同，但可能關注共同議題的與會者安排在同一場次座談討論，使對話時能激盪出更多火花。對話中注重由每個人自身的生命歷程和經驗開始述說對新興科技的看法，並引導其他與會者從不同視角聆聽各種聲音，將低了會議呈現「一言堂」或「同溫層」的情況，能啟發新的思維，開啟新的對話模式，促進與會者相互理解對新興科技的疑慮和期待，使人們在發展運用新興科技時，會有更周到全面的考量。
- (三) 過去基因改造倡議者常以大量科學數據向公眾證明效益，認為對於缺乏生物背景的受眾，認為需要透過教育方式讓他們獲得知識。然而本次會議多強調應該拋棄過去上對下權威式的「公眾教育」方式，並且需設身處地思考目標對象的擔憂，甚至創造受眾容易取得資訊的環境及誘因讓「公眾參與」，才能成功達到溝通的效果。

- (四) 與會者對於農業的理念價值和熟悉的操作技術各有不同，而「農業永續」是大家的共同努力的標的，效法自然是共通的學習方式，不論有機研究生產技術、傳統農業技術、新興技術等都各有優點和可貢獻於農業永續的道路，需要互相瞭解、共同合作、協調，不可偏廢。
- (五) 讓公眾參與科學溝通，有一些可讓普羅大眾更願意親近的方法，例如導入音樂、藝術、故事性的敘事方式述說育種發展的歷程和成果，應較容易被接納，而非以科學數據強調其安全性，或知識教育性質的模式來比較育種方法等方法，這是科研學者走入人群時，可以學習的社會心理學跨領域溝通策略。
- (六) 世界各個國家地區乃至個人，各有不同對新興科技的需求，例如非洲瘧疾問題與個人的遺傳疾病問題等，而能有「自由選擇權」是重要的，其他國家或個人不宜用道德枷鎖來限制其他人支持或反對的立場，沒有對或錯的問題。而在共同生活圈的人們，須多加溝通調和彼此看法，並要能共同承擔結果，這也是持續在發生且推動人類歷史演進的過程，在此會議可對不同的價值理念有更廣泛的認知。
- (七) 在本次研討會學習到溝通前提在於信任，資訊透明、知識對等是信任的根本，因此不論新興科技產品推廣或新的政策措施推行前，要建立知識管理系統供公眾查詢，並與利害關係人進行廣泛溝通，若為求政策立竿見影，容易遭到反彈。例如我國未來如果要提基因編輯作物育種計畫，總體目標可能是調適氣候變遷、保障糧食安全或農民收益，需先跟公眾說明目前有沒有解決上述問題的替代方案，如果進行育種改良，可評估各種技術方法達標的時間及成本，再分析哪項技術哪項技術最適合，不能為了使用新興技術而使用，且如果相關法規尚未明確之前，更需要審慎使用。
- (八) 本次研討會非學術性研討會，與會者來自不同組織，為自己區域的意見發聲，會議或許沒有結論，但與談人多發言表示相信在多次討論後，不同領

域資訊會容易對接，有助未來在各項議題能逐步達到共識。而我國如果辦理相關公眾溝通研討會，建議不能是一次性活動，而需有 5 年以上的計畫，才見成效。

(九) 我國高通量作物表型分析系統近年才開始建置研發，需吸取更多國外經驗，本次參訪的 Keygene 公司已將相關技術運用於商業服務上，建議可推薦亞蔬、農試所及臺灣大學與該公司合作，俾充實我國在高通量作物表型分析的能力。

(十) 本次研討會有助蒐集歐洲地區對於新興生物科技的關切事項，並有助人脈網絡建立，建議持續關注該研討會動向俾派員參與。

肆、參考資料

CRISPRcon2019 主辦單位於網路公布之會議資訊、議程及 Youtube 影音等資料 <https://crisprcon.org/crisprcon-2019/>。

伍、活動照片

	
CRISPRcon2019 舉辦地點瓦赫寧恩大學 Orion Building	CRISPRcon2019 臺灣參與人員。左：農委會科技處黃明雅技正；右：農科院陳韋竣助理研究員。



與會人士於創意市集討論情景-1



會人士於創意市集討論情景-2



與會者和青年學者對話情景



與會者和農民對話情景



與會者可透過網站平台即時與台上人士互動



快閃演說情景



於瓦赫寧恩大學周邊的 Keygene 公司外觀及農業生技園區公司指示牌



Keygene 公司自動化表型分析溫室



Keygene 公司香蕉等大型作物育種溫室

陸、附件

CRISPRcon 研討會 6 月 20 日議程

7.30	Registration Opens; Coffee and Networking
8.30	Welcome and Introductions
9.00	PANEL DISCUSSION ▶ Personal Reflections: The Promise and Perils of Gene Editing CRISPR and other gene editing technologies pose sweeping implications for our food, health and ecosystems. As we contemplate the future of gene editing, how do societal narratives and personal stories of those most affected illuminate and shape critical conversations about what is at stake in using — and not using — these technologies?
10.00	LIGHTNING PRESENTATION ▶ From Exploration to Exploitation of CRISPR-Cas Systems
10.15	KEYNOTE ▶ A Conversation on CRISPR Science and Policy This interview with two of our CRISPRcon hosts from Wageningen University & Research — an award-winning CRISPR researcher and a global thought leader on agriculture and science policy — will explore current developments in the gene editing field, the role of scientists in societal debate, and the future of gene editing education and policy in the Netherlands and beyond.
11.00	Break Participant-led roundtable conversations on gene editing topics across a variety of applications and issues.

11.30	<p>LIGHTNING PRESENTATION</p> <p>▶ Gene editing to reduce gluten immunogenicity in wheat</p>
11.30	<p>LIGHTNING PRESENTATION</p> <p>▶ CRISPR and Malaria: Biology, Drugs and Vaccines</p>
11.45	<p>PANEL DISCUSSION</p> <p>▶ CRISPR Cures: Gene Editing in Personal and Public Health</p> <p>Gene editing offers the potential to treat and prevent life-threatening diseases and afflictions. But these potential CRISPR 'cures' also open up questions about personal choice, privacy and even 'playing God' with both humans and other species. How could gene editing be used for good in personal and public health — and when might it lead us astray?</p>
12.45	<p>Lunch</p>
13.30	<p>Ideas Marketplace:</p> <p>Participant-led roundtable discussions on gene editing and society.</p>
14:45	<p>Remarks</p>
15.00	<p>LIGHTNING PRESENTATION</p> <p>▶ An Overdue Overhaul: Why the EU's GMO Legislation Needs an Update</p>

15.15	<p>PANEL DISCUSSION</p> <p>▶ The Evolution of Innovation: What Drives Societal Embrace or Rejection of Emerging Technologies?</p> <p>From vaccinations and automobiles to nuclear fission and the smartphone, history demonstrates that humans have complex reactions to and relationships with technology. What influences how societies view, value and engage with technological innovation? What does history teach us about the emergence of new technology and how should that shape our views on gene editing?</p>
16.15	<p>LIGHTNING PRESENTATION</p> <p>▶ Killing of Day-Old Chicks Can Be Stopped Using Genetic Modification</p>
16.15	<p>LIGHTNING PRESENTATION</p> <p>▶ Breeding healthier crops: Dietary fibre and medicinal terpenes from chicory roots</p>
16.30	<p>PANEL DISCUSSION</p> <p>▶ Growing for Good? Gene Editing and Agriculture</p> <p>Gene editing could control crop pests, improve animal welfare, enhance nutrition, increase yields and more. What are the potential solutions and problems created or perpetuated by gene editing, including those related to social, economic and environmental outcomes? What are the right expectations for gene editing in agriculture? How can we ensure societal benefit?</p>
17.30	<p>Closing Remarks and Reception</p>

6月20日與特定社群對話活動

18:30 - 19:30

CRISPR for Us: A Chat with Young Professionals

Hosted by Gene Sprout Initiative and Give CRISPR a Chance

This panel of young researchers will reflect on the first day of discussions and on what it means to be a young scientist working on CRISPR-related research.

Time: 18:30 to 19:30 (6:30 p.m. to 7:30 p.m.)

Location: The Spot, Orion, Building 103, Bronland 1, 6708 WH Wageningen
([map](#))

18:30 - 19:30

Farmer Roundtable

Hosted by American Farm Bureau Federation, United Soybean Board, National Corn Growers Association, and National Pork Board

Hear farmers from around the world discuss the first day's sessions and their perspectives on gene editing.

Time: 18:30 to 19:30 (6:30 p.m. to 7:30 p.m.)

Location: Ground floor, Orion, Building 103, Bronland 1, 6708 WH Wageningen
([map](#))

CRISPRcon 研討會 6 月 21 日議程

9.15	KEYNOTE The Story of Us: How Our Genes Explain Our Past and Inform Our Future After earning a doctorate in genetics, Adam Rutherford spent 10 years as an editor for the journal <i>Nature</i> , and in 2013, he became host of the BBC Radio 4 weekly program "Inside Science." He has presented BBC television and radio documentaries on topics including genetics and human evolution, science and cinema, and scientific fraud. His latest book is <i>The Book of Humans: The Story of How We Became Us</i> and before that his best-seller <i>A Brief History of Everyone Who Ever Lived</i> retold human history using genetics.
10.30	Break
11.00	LIGHTNING PRESENTATION ▶ Removing the Dopaminergic Inhibition to Study the Progression of Sexual Maturation in Zebrafish
11.15	PANEL DISCUSSION ▶ Double Helixes and the Circular Economy: Gene Editing, Sustainability, and the Environment CRISPR has a variety of potential environmental applications and implications related to agricultural production, ecosystem services, climate and energy, invasive species, and more. However, ethical questions, biosecurity concerns, and other uncertainties remain regarding gene editing and the environment. Will gene editing technologies help or hurt the environment? What are the potential risks and benefits of gene editing and its potential contributions to sustainability goals for land, water, wildlife, energy, and climate?
12.30	Lunch and CRISPRcon To Go Small group lunchtime conversation on how to apply the event's conversations and learnings.

14.00	<p>LIGHTNING PRESENTATION</p> <p>▶ Drawing on Experts, Publics, and Stakeholders to Inform Genome Editing Research</p>
14.00	<p>LIGHTNING PRESENTATION</p> <p>▶ How Do Dutch Plant Breeders Feel about the 2018 Ruling by the EU Court of Justice?</p>
14.15	<p>PANEL DISCUSSION</p> <p>▶ Gene Editing on the Global Stage: Considerations for Governance and Leadership</p> <p>The future of gene editing is guided both by formal governance structures and by the actions and interactions of institutions working across public and private sectors. Whether making decisions on investments in gene editing research, informing international guidelines, or setting policy and regulation, global leaders must consider a variety of legal, cultural, ethical, and economic factors. This panel will explore how such leaders think about their roles working at an international scale across countries and communities.</p>
15.45	<p>Adjourn</p>