

農業科技論壇

- 04 2017年德國智慧農業考察
智慧農業國際標竿學習計畫
- 08 2016年日本智慧漁業觀摩參訪
借鏡九州水產領域次世代技術
- 12 永續、包容性生產力之智慧農業
亞洲生產力組織研討會

農業科技視野

- 17 蜂業研究國際趨勢：以日本及歐盟為例
- 22 國際循環農產業永續發展之策略

農業科技活動

- 28 5月活動預告
- 29 6月活動預告
- 30 7月活動預告

農業科技新知

- 32 「非基改的基改作物」挑戰歐盟基改規範
- 33 歐洲法院：基因編輯技術不適用現行法規
- 34 園藝產業大突破 基因編輯技術快速改變花色
- 35 大麥、青花菜 基因編輯成功應用
- 36 基因編輯技術 有助於改善養殖豬隻血統

農業科技網站

- 38 遺傳學素養計畫 Genetic Literacy Project
瑞士科學網站 Sciences Switzerland
- 39 俄亥俄州綜合病蟲害管理實驗室 Ohio Extension Integrated Pest Management
歐洲有機農業科技平台 TP Organics - European Technology Platform
- 40 北美綜合病蟲害管理組織 The Integrated Pest Management Institute of North America

國際農業科技新知 季刊 發行月份：1、4、7、10月

網址 | <http://www.ccasf.org.tw>

發行人 | 陳焜松

策劃 | 劉易昇

諮詢委員 | 張彬 · 王仕賢 · 王旭昌

出版 | 財團法人中正農業科技社會公益基金會
臺北市中正區忠孝東路一段10號
02-2321-8217

總編輯 | 黃世澤

主編 | 何嘉浩

文字編輯 | 邱士捷、智耕農知識管理工作室

美術設計 | 邱柏綱

編印 | 財團法人豐年社

臺北市大安區溫州街14號1樓
02-2362-8148



農業科技論壇

德、日智慧農漁業標竿參訪實錄



智慧農業國際標準學習計畫

2017年德國智慧農業考察

文·圖／心美花卉經理戴克遠、兄弟國際蘭園經理林德承、萬生生技農場場長黃聖雄、
屏東科技大學生物機電工程系專案助理教授陳章誠、
臺灣大學生物產業傳播暨發展學系副教授陳玉華、
行政院農業委員會輔導處處長朱建偉、農業委員會輔導處處長王勝平、
農業委員會種苗改良繁殖場助理研究員張珈鈞、
農業試驗所研究員賴明信、農業試驗所研究員兼系主任戴廷恩、
整理／何嘉浩

農委會為協助產業推動智慧農業，學習德國於智慧農業相關技術與應用的前瞻與現行作法，以培育本會暨所屬機關智慧農業領航產業核心種子，有效引導與輔導產業發展。特別舉辦德國智慧農業考察。

本次主要參訪Hark Orchideen（歐洲最大植物組織培養公司）、福斯汽車城、2017 漢諾威國際農業機械展覽會及Bremkens Orchids（德國蝴蝶蘭園），茲將關於智慧農業參訪情形介紹如下：

Hark組織培養公司參訪

Hark為全球最大的蘭花組培公司，年產8,000萬株苗，組培苗生產面積已超過17,500平方公尺，擁有5個實驗室、332台無菌操作台、約720名員工，採兩班制作業。美國密西根分公司佔地3,200平方米，超過100員工、60操作台、1班制，主要生產蝴蝶蘭，分公司經營策略是擁有美國公司租稅優惠，並可以就近供應中南美及北美，減少產品損失及自有運輸車隊風險。

該公司發展Hark Safety System管控其銷售至全歐洲的組培苗，其生產系統採條碼管理，從每個品種、每支花梗到每一批貨皆給予獨立的條碼，以進行生產溯源紀錄，條碼是採每瓶管理，紀錄包括：客戶編號、培育日期、員工、培養基、工作階段等生產紀錄。

而不同的生產階段，如培養基配製、繼代培養、倉儲運輸則搭配各自不同的條碼或RFID紀錄，其系統可整合上述各階段的條碼管理資訊，同時做到紀錄的資訊即時上傳電腦主機（可確定在繼代

培養階段是採即時上傳），達到資訊的快速傳遞，而非一般常見使用盤點機紀錄生產資訊後，仍需管理人員再將紀錄資訊上傳至電腦。

使用掃描器連線電腦主機的方式具有資料傳輸即時，但移動性較差、設備（包含線路）價格亦較高。

Hark公司1990年開始利用ERP條碼系統及RFID系統用於組織培養的管理上，達到派工、製料、備料、繼代、子瓶、出貨的精準化，繼而從累積的資料庫中將蝴蝶蘭各別品種及其製作的各種作物分別做出最佳化的生產流程，達到高品質及計畫性穩定生產的客戶服務。

百年基業，百年經驗，將經驗轉換成數據，利用數據服務客戶，善用軟體，管理原料、耗材的庫存，統計員工效率，精準掌握每日產量。有計畫性的品種測試、篩選，以不同培養基、不同的環境條件，對適當的品系做培育。以求穩定、高品質、可預期的生產，也因此能在全世界蝴蝶蘭瓶苗生產領域佔有舉足輕重的領導地位。

漢諾威國際農業機械展覽會參訪

德國國際農業機械展始於1986年，每2年舉辦一次，是全世界最大的農業機械展，2017年共有23個展覽館，來自53個國家約2,803個參展商。

今年展會以「Green Future-Smart Technology」為主題，會場可以看到許多智慧感測器、大範圍的噴灌系統、飛行器、精準施肥、精準用藥、影像辨識、GPS定位、雷達、IoT應用、大數據蒐集分析、農場管理應用系統及控制系



Hark公司的組培苗。

統等等，諸多廠商，展出相同概念產品或服務，農業服務公司將成為未來新型態商業模式。

1. 以色列滴灌系統：搭配電腦系統與適當感應器，可以適用佈置於大規模田區，進行省水灌溉栽培。但是如果土地並非自有，而是租賃，當每一季採收結束，或是租約到期，必須更換田區，整組系統，是否可以方便移動重新佈置，有待進一步了解。另外，是否可以搭配無線感應sensor，現場並未看到，業務也並未有完整說明，未來將持續關注。

2. 法國製根莖類蔬菜自動網紮及標籤機：可以方便整理及標價。但是並未配合自動分級輸送帶，必須人工逐把置放，如此一來，並未發揮省工效果。搭配影像辨識、分級機及輸送帶等，蝴蝶蘭、文心蘭、火鶴花及洋桔梗等，主要輸出切花具有使用潛力。尋求計畫與經費支持，導入測試改裝及推廣使用。

3. 手推車結合類似搬運車可抬升之車斗設計及4輪設計（2大輪加2小輔助輪）：設計原理不難，但可減輕人員使用手推車清運廢棄物維持平衡，並達到

省力的功能。

4. 許多大型農機具的研發朝向附掛產品多元化，以及極為便利的裝卸設計，達到一機多用的目的，這樣的開發可節省購買成本以及機具擺放空間，增加便利性與應用性。

5. 以色列展示田間植水帶自動鋪設機器：一邊作畦一邊完成供水管路鋪設，並通過壓力補償讓水分供應均勻分布，另外透過發展作物最佳化的水分和養分供應模式，達到節省用水效率和增加作物產量的效果。

6. 肥料自動化攪拌機：可用於溫室自動拌藥和噴灌系統，搭配不同EC/pH感測器進行測量和控制，流速和流量也可調整。

7. spid公司穴盤：國內常見的蔬菜育苗穴盤、種苗端盤，多為籃子式，以提高籃子四週來方便堆疊和運輸，spid公司的開發的穴盤為加高底部四個腳，同樣可以達到堆疊效果，另外放置於底部密閉型的植床，似乎還有墊高植株，以增加根系透氣的效果。

該公司發展的穴盤較厚可重複使用，事實上目前國內雖以講究環保名義將穴盤設計的越來越薄，強調易分解材質，但過薄不耐儲放，反而造成使用上的困難，一次性使用有時也反而造成浪費，因此，發展適合不同階段、應用功能的材質、設計，才能真正的做到環保。

Bremkens Orchids參訪

Bremkens公司為德國最大的蘭花公司，成立於1965年，目前經營者第三代Christian Bremkens先生經常至台灣

找尋品種、購買品種並自行選育，適合的品種即成為該公司的註冊品種。此品種再交由Hark公司製作分生苗，再由Bremkens栽培成2吋苗，交由Sion聯盟銷售種苗，其利潤包括品種使用權。

該公司每年生產約130萬株小苗（多採計畫性生產）、65萬株開花株。溫室約3公頃，目前有約135位員工，近100位於溫室內工作，多從事換盆、整理花梗等工作。

本次參訪Bremkens讓我們參觀其蘭花自動化分級設備，先利用人力將蘭花苗放至輸送帶上，透過影像辨識系統將苗分為5種等級，最低等級為不良品，並將苗挑出淘汰，其餘則分別依等級排列，同等級的苗再透過另一次的影像辨識系統，辨識苗的方向並旋轉成適當的方向，以便於下階段機夾抓取搬運時，不會造成葉面重疊影響蘭花生長。接著機械將抓取蘭花苗放至置於苗盤上，並自動搬運至輸送帶上，累積一定盤數後將再運送至定點，由人力放置於盤床上。目前全世界僅該公司有此套系統，此系統也還在測試調整中，仍有改善空間。

心得

1. 國內的蘭花（組培）生產者的生產經驗並不遜於國外公司，只是一直以來都未能留存記錄並加以應用，未來如逐步導入生產管理系統，相信對生產效率改善、技術傳承皆會有極高的幫助。

且以台灣一條龍的生產模式，我們所能提供的生產資訊回饋服務應不會輸給國外公司。只是國內組織培養場規模相對較小，客製化程度高，生產品項、流

程複雜度高，加上對生產管理的概念仍在初步啟蒙階段，對於推行使用生產管理系統單純靠數據，進行生產每一階段的精準管控，存在一定的困難度。

2. 國內作物栽培較缺乏作物生育性狀的快速、直接量測系統，許多溫網室的环境監控系統雖佳，但缺乏作物生長數據比較，仍無實際應用性，國外發展一些利用雷射、影像辨識系統等，可以快速量測植株高度、葉片生長形態（辨別雜草或作物，也許可改為葉面積或樹冠量測），以及穀物主要成分含量（水分、蛋白質、碳水化合物、油脂質等），應可多加學習應用於開發作物生理生長量測系統。

3. 本次農機展展出多樣感測元件（技術）與農場管理應用系統，對比台灣目前智慧農業發展與應用情形，諸多國際廠商已有整合應用模式，惟其係奠基於已蒐集巨量資料（記錄），台灣則較多在片段應用，可應用資料亦仍待累積。

建議

1. Bremkens公司的蘭花自動分級搬運系統，包括軟、硬體。硬體部分，以台灣自動化技術不難達成，但影像辨識的軟體部份（包含分級及方向辨識），建議應可引入台灣自行開發使用，達到省工目的。

2. 簡易型無人機：配備有3種sensor，包括RGB相機、熱顯相儀及光譜儀，可針對地面作物病蟲害、生育狀態進行監測與分析，其機動性強、配帶方便，價格約4.5萬歐元，建議可引進台灣使用，以降低對人力的需求及依賴。



Bremkens Orchids 蝴蝶蘭苗自動化分級設備。

3. 蔬菜田間採收機：目前台灣缺乏葉菜類採收機，可引進台灣使用，或自行仿照開發，其構造簡單，建議評估引進用以解決缺工，並進行產業結構調整。

4. 目前台灣曳引機使用，都是單台操作後，再換載具進行第二次其他作業，若能搭配雷達及GPS系統，將此系統引入台灣，一次可同時操控兩台曳引機，前端一人操控一台曳引機，另外一台可等距跟在後面自動作業，此方式可節省作業時間，建議可於高屏地區大面積種植毛豆研議適用。

5. 溫室環控設備多以監測環境主要指標如：溫度、光照、濕度等為主，然而國外監控系統的發展已做到噴灌系統的噴頭灑水狀況（均勻度）感測，雖然乍聽之下覺得不可思議，總覺得壞掉換一個噴頭就好，但從這裡可以看出國外對精準農業的要求，小到連噴頭灑水的均勻度有一絲一毫的差異，只要會影響作物產品品質皆列入感測管控。利用雷達偵測澆水噴頭是否阻塞，是否影響均勻度，建議該技術應可應用於蝴蝶蘭精準給水設備。

借鏡九州水產領域次世代技術

2016年日本智慧漁業觀摩參訪

文·圖
行政院農業委員會水產試驗所所長陳君如、
企劃資訊組組長林志遠、
海洋漁業組組長葉信明、
科技處技正湯惟真、
漁業署科長邱文毓

整理
何嘉浩

臺灣海洋及氣候環境相近於日本，且日本已在農漁業的產銷數位化、生產機械自動化及物聯智慧化的推動上已有多年經驗及成果。

因此，本次由行政院農業委員會（簡稱農委會）、科技處、漁業署及水產試驗所（簡稱水試所）成員共組日本智慧漁業觀摩參訪團赴日本九州進行考察，以了解漁業智慧化系統之關鍵技術，作為我國政府單位推動次世代智慧漁業技術及協助國內養殖產業轉型的借鏡與重要參考。

長崎大學環東中國海 環境資源研究中心

長崎大學的基本理念，為整合在熱帶及傳染性疾病、放射學及海洋環境生物資源等領域之專長，並與食品資源和環境等領域結合，現今研究方向除了維持水產資源生產外，同時更朝向保護海洋環境發展。

該研究中心主要從生物生態、生理、海洋和環境科學的跨學科領域的方式，積極全面性調查海洋生物學及海洋環境，並探討陸地和大氣對海洋環境的影響。本次參訪該中心許多研究，例如：

一、海洋鮪旗魚空間資訊分析系統：利用衛星通訊微型電子標識儀與資料自動接收系統判讀魚類資源空間與時間之生態習性。

二、衛星遙測漁場：利用衛星遙測水溫、海高、風場、鹽度、海洋葉綠素分布等資訊，結合對象魚種，進行東海及沿近海域之漁場結構分析與智慧判讀。

三、海洋健診新觀念：結合生態系

安定檢查（生物組成、棲息場、生息環境）及物質循環檢查（基礎生產力、海水交換、底質堆積分解、底棲生物），進行海洋的一次性健康診斷。

四、藻場建置復育自動監測系統：於藻場復育區設置感應器量測光照、溶氧及葉綠素濃度，以了解環境因子與藻場關係。當藻類多時，海流流速強反而會造成藻場中營養鹽缺少，反之流速慢之營養鹽較不缺。

此外，河邊玲教授介紹該中心2017年起另新主導因應日本311大地震後之能源政策調整，與其他科研機構工學及水產跨領域合作進行一項結合大型漂浮式離岸風機場域之漁業栽培增殖計畫。

目前電力公司在長崎五島列島地區外海水深達100m處已架設數具漂浮式風力發電機組，因面臨當地漁民反對，因此政府行政機關擬委託長崎大學結合工學及水產領域成立創新未來機構，項下由海洋能源利用研究部門、海洋能源開發研究部門及該中心所共同組成，並與其他產官學進行合作。

該項研究利用工學結附機構、人工藻場造成、魚苗放流培育、環境水質自動監測、魚類標識水下追蹤定位、風機電力水下照明補充光照等結合自動化系統與觀測機制，以提高漁業生產力及產值，並降低漁民之反對聲音。

長崎縣總合水產試驗場

長崎縣水產試驗場1997年於長崎漁港沖平地區海岸設立新的漁業實驗站，目前該場包括主大樓水產品加工發展指導

中心、水產養殖技術發展指導中心、大規模育苗生產技術開發中心、入水量之機具，以及食品建築物等設施。

此行有到養殖區參觀室內設施，除一般室內設施化及自動監測化之養殖系統外，特別介紹池底影像循跡之省工清汙機器人，該自走性機器人是魚池放水清池時，利用池底事先圖形式繪製好的軌跡，經機內影像辨識系統偵測及控制移動，以達到清汙之目的。

緊接著至加工廠區參觀多項全自動或半自動加工設備，包括去皮及魚肉採取機、絞肉機、真空冷卻機、冷燻機、煙燻機、冷風乾燥機等，其中較特殊者為去皮及魚肉採取機、液態酒精介質凍結機，前者從魚肉中間剔除魚骨部分，魚皮也可整片分離，擷取魚肉部分；後者可將水產品包裝後放入液態酒精介質中，約3~4小時可完全凍結至零下30°C，機器造價約300萬日元。

長崎縣地方卸賣市場長崎魚市場

長崎魚市場為日本全國第二大魚市場（僅次於北海道），九州地區由於海岸線長且地形及海洋環境複雜，促使作業漁法及魚種具多樣性，在此處交易之魚種最多有250種。

魚市場總面積共22萬平方公尺，分東西兩棟拍賣地，長約600m，每天清晨5時依作業漁具區分5個區域同時拍賣。該場由長崎魚市株式會社經營，其中90%股份為漁民所有，目前每日約有2,500人參與工作，另約有80家公司、350位競標人競標魚貨。

本次參訪主要重點為觀摩場區內之各式大小型省工作業機具之應用，小型機具部分如非汽油無座艙蓋之三輪電動魚貨搬運機、電動堆高機、電子磅秤等。此外碼頭岸邊漁船漁獲起魚用大型組成機具部分共有四大類，分別為：

一、大型雜魚用幫浦機與可支架懸掛移動之大管徑（約30cm）吸魚膠管。

二、沿近海小型漁船已裝箱魚貨用之具底輪可移動、中央支撐、兩側具配電動輸送帶之大型斜臂（約8~10m長）支架，可調整角度以接至魚艙及市場內其他電動輸送帶。

三、大型拖網船用長距離（約可達50~100m）連續組成電動輸送帶，一邊具電動垂直轉梯帶起魚箱（可多艘漁船同時深入魚艙使用），輸送裝箱魚貨至另一邊市場處理區由人工選箱、裝運。

四、鯖鱈圍網冰藏漁獲用選魚機、輸送帶及電子磅稱裝置等組成之大型省工省時機具，主要針對大宗漁獲物進行分級處理，可自動選別鱈魚為7級，目前每座造價超過1億日圓。

黑瀨水產株式會社

黑瀨水產隸屬日水集團，於2004年1月8日成立，資本門約5億日圓，以沉降式箱網進行青甘鱈養殖，年產量150萬尾，該社同仁多取得潛水、操作起重機、電工等相關證照。

該社目前有黑瀨水產串間本社、延岡支社、內之浦事務所及穎娃種苗生產中心，本次參訪的串間本社總部，在黑瀨漁場共20組箱網養殖設施、每組20個共



長崎魚市場開發鯖鱈圍網冰藏漁獲用7級選別機與輸送帶之組成機具。

400個沉降式箱網（長10m、寬10m、深8m）設施進行青甘鱈養殖，並由34個30噸水泥塊進行固定。

串間漁場每個箱網約養殖5,000尾青甘鱈，海況條件較差則調整為2,000尾，約2.5年青甘鱈收成後之箱網，會收取至岸上進行清除工作，目前投餌由母公司日水公司提供履歷可追蹤飼料，每日投餌量約重量3%，換肉效率約2.8~3.0%。

聽取簡報及簡短討論後，全體隨船出海至餵飼專用船上，觀摩其箱網人工接管打氣上浮後之雙管機械自動計量投餌機操作、過程以水下CCD全程監控攝餌狀況。此外該公司具漁獲起網運搬專用船，則配備大型機械手臂，以省工及加速起網作業。運搬船收魚後，立即以船上配置的自動去鰓及頸脊破壞機械裝置進行放血及冰藏處理，並全程量測溫度，以確保符合歐盟規範。

收成後之青甘鱈漁獲在漁港的專用碼頭冰藏裝箱後以堆高機運送至近處具衛生滅菌及具HACCP管制點之加工廠區，全程以生產線輸送帶方式進行去頭、除內臟、切片、真空包裝、貼標籤、電子重量計測記錄機）、裝箱等一系列流程，其中特別觀摩去皮去脊椎兩片分切

機之操作。該加工廠每天最多可處理2萬尾青甘鰻，並設有檢驗室以確保產品的衛生品質。

該公司常務董事原隆先生進一步說明日本養殖無相關加工及衛生規範，該廠為符合歐盟衛生標準，因而在加工流程上設置許多規範；而相關自動化設備為日本已有之商業產品，在相關食品展上皆有展示；另該公司每月約90%生產量是以量販店及中盤商為販售對象方式於國內銷售（配送時間2~3天，溫度5~10°C），僅有6萬尾是出口至香港及歐盟（各3萬尾）；雖然銷售量會受魚價變動影響，但已有長期固定合作客戶因此影響較小，且該公司也認為客製化產品對實際銷售量並無助益。

此外，該公司針對魚病之因應，選擇當魚苗在30~300g之間即會逐尾以人工施打四合一複合式疫苗（細菌及病毒疫苗），每次最多可打5~7萬尾，目前尚有2~3種疫苗正待母公司所屬日水研究所之魚病專家進行開發。另在箱網養殖過程中亦會配合潛水觀察魚體發病狀況，提供當地魚病專家開立處方箋，後以口服方式添加在飼料中餵食。此外，魚苗培育時並未使用SPF設施，主要是以強紫外線進行魚苗蓄養海水之滅菌。

心得

本次參觀民間長崎魚市場及黑瀨水產株式會社，對於漁港卸魚、分裝、運搬，及加工品質追求與工廠自動化設備印象深刻。目前我國業者對於自動化機具仍有高度需求，惟新開發機具仍需一



日本黑瀨水產株式會社之海上箱網養殖餵飼專用船上之雙管機械自動計量投餌機。

定時程，為加速我國漁業智慧化自動化發展，可考慮直接引進國外已開發設備，以減少國內開發時程，並建議可進一步收集目前日本水產養殖與漁港作業機具及加工相關設備資訊，以供專家學者創新開發，或者適時原機引進、補助推廣供國內業者參考使用。

比較我國相關水產科技研究機關人力及研發經費規模有限，智慧型系統及省工機具較宜聚焦於農漁畜產品重要品項之共通性技術開發，以及著重投入於後台數據分析及專家判讀平台之發展。

另外，我國業者自主投入研發能力仍較弱，智慧農業4.0之推動，則將透過農委會規劃以農業業界科專計畫及業界參與計畫之機制，導引業界投入自動化與智慧化之研發，以改善業者有效提升產能效率與產品品質，促成產業再升級。

此外我國養殖漁業無論陸上魚塢或海上箱網養殖之產業經營個體之資金與規模多偏小，均不若先進國家所具備的企業化設施養殖，未來在尋求資金投入智慧化設施養殖（4.0）的同時，針對絕大多數傳統開放式魚塢養殖，宜優先漸次扶植至設施化或機械化（2.0），或升級為自動化（3.0）的生產型態。

亞洲生產力組織研討會

永續、包容性生產力之智慧農業

整理／何嘉浩

文·圖／行政院農業委員會簡任技正陳瑞榮、
農業試驗所助理研究員徐武煥
農糧署中區分署副分署長林美華、

本次研討會主要研習日本在智慧農業之發展趨勢及創新研發技術，為臺灣農機邁入智慧機械4.0之所需，可供臺灣政府推動智慧農業之參考，並針對現行技術盤點，發展適合臺灣之智慧農機，以適時紓解缺工的問題，並使行政及研究單位對掌握智慧農業之國際發展動態更為精準，實為一受益良多之研討會議。

會議成員來自13個國家的政府機關、研究單位、學校以及農企業等，計有專家學者10人及學員29人參加，我國由農委會推薦科技處陳瑞榮簡任技正、農糧署中區分署副分署長林美華及農業試驗所徐武煥助理研究員等3人代表參加。

智慧農業和未來的糧食生產體系

日本農業面臨經營規模小及農業人口老化問題，因此，鼓勵青年從農，擴大農業經營規模，降低生產成本、建構出口導向農業與擴大綠色補貼等為其目前施政重點，未來日本農業將從小農及進口導向的農業，轉型為大農及出口導向的農業、不但提供日本國內生鮮食材的農業、更將營造日本餐飲的世界流行趨勢，提高農村在農業上的收益及就業機會，結合ICT營造具國際競爭力的具環境友善、永續性高品質農業。

未來的農業科技

運用精準農業技術有效利用農業資源，可降低農業生產對環境衝擊，例如，藉由農地的妥適利用，增加土壤和

作物之碳積存，以減低碳排或取得碳排權。或藉由灌溉技術、溫室控制或再循環利用等，在正確的時間、適切地點，提供作物最適用水量，達到節水的效果。

在特殊農膜應用於作物栽培部份，日本Mebirol公司總裁森有一介紹該公司的科技產品「Imec水合膜」令人印象深刻。這是經奈米化處理之塑膠薄膜，可讓水分子及營養液滲入，但可阻絕細菌、真菌及病毒的汙染，所以可以大幅減少農藥與肥料的使用，進而確保農產品的安全。整個水合膜系統的組成由上而下包括最上層的上滴管、水合膜、纖維層、下滴管到最下層防水層，該產品優點如下：

一、系統的設置、卸除及更換簡易且工時短，無需大型機具協助施作。

二、植栽根系附著在水文膜上生長情形良好，根毛發達，對水分及養分的利用率高，目前生產出的蕃茄、洋香瓜、草莓、甜椒及萵苣等作物的成分及品質皆較水耕及傳統耕作為佳。

三、生長過程不用農藥，底層防水片可達省水70%及省肥80%之效，不受土壤質地及肥力的限制，並可避免土壤微生物汙染。

四、突破靠經驗承傳栽培技術的限制，讓新手農夫可以簡單快速進入農業領域。

該系統與水耕栽培比較，水合膜的栽培成本為其13%，利潤高出其3倍。

日本環境省認可「Imec水合膜」生產技術有助於實現氣候變遷之COP21巴黎協定並予大力支持，目前在日本

用「Imec水合膜」所生產之水果蕃茄（fruit tomato）其甜度及營養價值高，廣受消費者喜愛，是日本農業生產的創新性發明。另在中東已有利用「Imec水合膜」與太陽能發電機和逆滲透設施的組合，提供當地在乾旱地區農業發展的契機。

數位耕作的成功模式

農業機械技術是解決勞力短缺及人口老化最直接有效的應用，亞洲地區以水稻生產為主，育苗、耕耘、插秧、中耕培土及收割等均需農業機械協助人力，但隨著區域不同仍會有不同的作業方式或需求。

日本的水田灌溉是由主管單位統一規劃管理並以地面渠道方式輸送，本次研討會中日本專家笑農和公司總裁下村豪德介紹該公司在水稻栽培上開發的自動水閘門可用遠端感測水田水位及水溫，以在清晨水溫低時統一放水，以提高稻米品質，並協助稻農減少重覆、機械式的作業及時間。

下村豪德開發該設備之初衷係為提高國產稻米品質，使孩童愛吃日本國產米，對於日本企業在商業利益及科技發展下，還能對食農教育如此地重視，令人深受感動。

智慧農業 在小農及家庭農場的應用

日本智慧農業的發展，部分是因應農業人力高齡化及勞力缺乏問題，因此，

研發的方向並非為了取代人力，而是協助現有農民降低勞力之負荷，將農民的操作經驗轉換成系統參數，形成生產管理之大數據，讓無經驗之新農更容易進入學習農業相關技術。

日本農業已應用資通訊（ICT）技術於中小規模農戶耕作場域的環境監測、作物生長監測及工作現況的監測等。在大數據分析建議下，採取最適耕作管理，預估環境的變化與預期最佳收穫期，並可大幅減少勞動成本及教育新進農民，相關分析資料同時也可提供給消費者，促進讓消費者與農民溝通，建立互動關係，也讓消費者充分了解食材從產地到餐桌上是如何生產及其安全性，從而建立農產品新價值鏈。

參訪日本千葉大學植物工場

千葉大學前校長古在豐樹介紹植物工場在未來世界糧食供應所扮演的角色，全球糧食安全面臨氣候與環境變遷、資源與能源損耗、可耕地不足、及社會對食品衛生安全的重視等趨勢，植物工場為具高經濟效益的生產系統，能以最少的資源投入，達到最高的資源利用效率，且生產高品質、安全低汙染之農產品。

目前雖因造價成本高，非一般農民可投入生產，但未來藉由不斷的創新研發，運用新設施建材、改善栽培系統和其組件、降低用電成本、提高作物生長效率、增加產品的經濟價值及可食用部分等、增加可自動化產程、善用資訊科技與物聯網等新技術，行銷高品質的安

全產品，相信可作為未來突破農業困境下的新興生產模式。

在古在豐樹的帶領下，學員參觀千葉大學人工光源利用型植物工場運作情形，透過隔離視窗通道觀看內部運作，了解植物工場內如何利用立體栽培及自動化設施，依據不同植物及生育階段對光源需求，規劃排列紅藍光LED燈等。

其中一型植物工場係為新型之圓屋頂型溫室，其牆壁填充使用夾層發泡隔熱的材料，建材成本低，並可確保設施內環控的冷或熱不易流失，強化其節能的作用。但溫室不具有透光性，須使用完全人工光源，新型建材的使用可為臺灣人工光源型溫室之參考，其節能之建材設計，亦可當作臺灣菇蕈類環控栽培室應用之參考。

心得與建議

一、臺灣農業在面對全球氣候變遷衝擊、農村人口高齡化、勞動力減少及耕地規模小而分散等背景問題，與日本有諸多相似，從本次研討會專家學者的經驗分享，對於日本運用簡易人工輔具上或較低成本的科技產品，不但可提高農民的接受度，有效利用農村高齡農民勞動力，同時也讓新加入或經驗不足的農友能更容易習得農業技術，對於農村現有人力的運用及新農的培養有很大的助力，可作為臺灣解決目前面臨農村勞動力短缺之借鏡。

二、本次研討會日本Mebioli公司總裁森有一所介紹之Imec水合膜，基於其技術特性，建議可引進國內於黃金廊道地



亞洲生產力組織於日本舉行「永續、包容性生產力之智慧農業」研討會，會中全體學員與講師合影。

層下陷區、鹽化地、高汙染風險區、缺乏灌溉水地區等進行測試，生產高經濟價值農作物，提高不利耕作地區或生產力較低的邊際土地的利用。若經測試可行，未來在應用或發展此類技術時，宜併同評估商業可行性及研擬經營模式。

三、本次會議安排參訪千葉大學植物工場，外界普遍認為植物工場有造價成本高昂的弱勢，千葉大學植物工場除了改善進化栽培系統和其組件，在環境控制方面為降低用電成本及得到單位面積最大的產量（值），將植栽之空間利用率儘量用到最大，利用自動化機具取代部分人工操作之生產過程，及在市場行銷面善用資通訊、人工智慧與物聯網等前瞻科技。

其實際生產驗證的經營模式，可作為臺灣植物工場參考學習之外，新型設施之使用，亦是本次參訪較異於臺灣並值得進一步了解之處。

千葉大學目前建有新型圓頂屋頂的植物工場，其屋頂為使用填充夾層發泡隔熱的材料，確保設施內環控的冷或熱不易流失，有其節能的作用，且結構堅固抗震造價低。但此型植物工場不具有透光性，應用時必須使用完全人工光源，故倘設施與外界間節能的效果比光源使用多出的部分來得大，在極端氣候頻繁

下，臺灣或可引進該類設施作為植物工場或菇蕈類環控栽培室。

四、鳥取大學副教授森本英嗣介紹其田間種植精準管理之實驗成果，整合相關偵測儀器在農機上，並與農民合作由其日常管理時即獲取相關資訊。

森本英嗣在報告時特別提及強化農民合作，因農民有多年的實作經驗，他會針對相關結果跟農民討論，依農民之意見來檢視偵測結果。有關實驗結果分享部分，因涉個資不能公開分享，惟其設立社群網站（如Facebook），鼓勵農民將其種植管理及監測資訊進行分享，農民可在社群網站進行交流。

有關農民合作共同執行研究計畫及鼓勵農民於社群網站分享生產管理經驗之模式，可作為未來推動科技研發及知識擴散之參考。

五、本次研討會研習日本在智慧農業之發展趨勢及創新研發技術，包括GPS精準定位、無人駕駛控制元件或是多農機同時操作之協同作業等，為臺灣農機邁入智慧機械4.0之所需，可供政府作為推動智慧農業之參考，並針對現行技術盤點，發展適合臺灣之智慧農機，以適時紓解缺工的問題，並使行政及研究單位對掌握智慧農業之國際發展動態更為精準，實為一受益良多之研討會議。

農業科技視野

日本、歐盟蜂業研究趨勢
循環農產業永續發展策略



蜂業研究國際趨勢介紹： 以日本及歐盟為例

文／吳姿嫻、黃靖嵐、李翎竹



一、前言

蜂蜜滿足人類口腹之欲並具減緩氧化、預防心血管疾病等健康效益，是人類文明中重要的農產品。近十年世界蜂產品生產量及出口量持續上升，突顯人類對蜂產品的需求。2007年世界蜂蜜出口量41萬噸，出口額9億6百萬元。2014年世界蜂蜜出口量上升至60.7萬噸，出口

額達22億9千6百萬美元。蜜蜂對人類的重要性不僅為提供蜂蜜，全球三分之一的作物仰賴蜜蜂授粉，2000年世界各地發生蜜蜂大量消失現象更使蜜蜂重要性受重視（見表1）。

本文以全球主要蜂蜜進口國——日本及歐盟為例，探討其蜂產業技術趨勢，作為我國未來進行蜂產品研發及強化出口的參考。

表1：世界蜂蜜進出口與生產情形

項目／年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
世界出口數量 (萬噸)	41.0	44.5	42.0	46.9	47.7	51.8	58.3	60.7*
出口數量成長比率 (%，以2007年為基期)	100.0	108.5	102.4	114.4	116.3	126.3	142.2	148.0
世界出口金額 (百萬美元)	906.0	1,285.8	1,258.3	1,455.2	1,620.1	1,730.7	2,033.6	2,296.5*
出口金額成長比率 (%，以2007年為基期)	100.0	141.9	138.9	160.6	178.8	191.0	224.5	253.5
世界生產量 (單位：萬噸)	145.2	149.7	148.6	149.9	161.4	166.0	167.8	151.1
生產量成長比率 (%，以2007年為基期)	100.0	103.1	102.3	103.2	111.2	114.3	115.6	104.1
世界蜂巢數 (百萬群)	75.1	76.0	76.2	78.2	78.6	80.6	81.6	83.4
蜂箱數成長比率 (%，以2007年為基期)	100.0	101.2	101.5	104.1	104.7	107.3	108.7	111.1

*註：2014年間的世界生產量下降，則是因為該年資料缺失，未記錄前幾大產蜜國的產量，導致數值下降，其餘年間蜂蜜產量皆較前一年上升。

資料來源：UN Comtrade、行政院農業委員會苗栗區農業改良場、台灣農業科技資源運籌管理學會。

二、日本蜂產業現況 及研發趨勢

日本國內蜂蜜流通量約39千噸，其國產蜂蜜僅佔2.9千噸，約7%，進口蜂蜜主要來自中國，佔總進口量的73%。日本國產蜂蜜約99%為家庭內消費，約1%外銷至香港等國家；進口蜂蜜約55%為家庭內消費、約45%用於業務、加工。

（一）日本蜂產業相關政策

日本與蜜蜂相關法令特別值得注意的是養蜂振興法的修正。近年由於小規模蜜蜂飼養者增加，2012年6月修正養蜂振興法，規定所有養蜂者皆需向都道府縣提出申請。

為確保授粉用蜜蜂的穩定性，日本農林水產省於2009年成立「確保授粉用蜜蜂安定性緊急支援事業」，並進而於2010至2012年間推動「提昇產地收益支援事業之全國推進事業（確保蜜蜂安定支援事業）」。2013、2014年策定「提昇產地收益之養蜂等振興事業暨全國促進事業」等蜂產業政策（見表2）。

（二）日本國內飼育趨勢

根據日本農林水產省畜產振興課2016年的調查結果，主要飼養都道府縣之飼養戶數前五名依次為長野（6.5%）、靜岡（5.0%）、和歌山（4.8%）、岐阜（4.1%）、愛媛（3.9%），而所飼養蜂群數前五名依次為長野（7.6%）、和歌山（6.0%）、熊本（5.3%）、沖繩（4.5%）、福岡（4.4%）。飼育戶數自1985年至2013年為止持續下降，2013年

表2：日本蜜蜂產業相關法令

養蜂振興法	適用於蜂蜜等販售業者
食品衛生法	適用於販售品
JAS法	適用於以一般消費者為對象的所有食品
(地方)消費生活條例	適用於供給商品給消費者的業者

資料來源：本研究整理。

養蜂振興法修訂後規定所有養蜂者皆須提出申請，在納入非營利等興趣養蜂者後養殖戶數大幅增加，近年呈現持平趨勢。蜂群數以2010年前後作為谷底，之後則呈回升趨勢（見右頁表3）。蜜源植物栽種面積依次為柑橘、其他、蘋果、紫雲英、金合歡，栽種面積自1985年以來皆呈下滑（見右頁表4）。

（三）日本近年研發趨勢

以蜂蜜、ハチミツ、蜜蜂、ミツバチ作為關鍵字，在J-STAGE以標題關鍵字搜尋2014年至2017年期間期刊、會議論文。盤點結果概分為四類研究：蜜蜂生態研究、蜜蜂替代性研究、蜜蜂所受威脅之研究及蜂蜜相關研究。

■蜜蜂生態研究

蜜蜂如何傳達蜜源所在給同巢其他蜜蜂是生物學上重要議題，除了聚焦蜜蜂行動方式、社會性分析，也探討與其他生物間的相互作用，如：以串接式識別器透過動畫像檢測蜜蜂巢內位置。

■蜜蜂替代性研究

作為近年授粉用蜜蜂數量不足的對

策，探討以其他昆蟲替代的可能性。既有研究指出，以草莓、番茄、茄子、哈密瓜為對象，在開花期放養應用醫療無菌蛆增殖技術生產的絲光綠蠅，雖對後三種作物效果不彰，但草莓受精不良果發生率大幅降低，期待後續應用。

■探討農藥、蜂蟎對於蜜蜂的威脅與防治

中川純（2015）曾探討用規範控制農藥使用是否可降低蜜蜂所受危害。研究指出，降低整體農藥使用，固然可降低對蜜蜂的威脅，但卻伴隨其他風險。較可行方式為降低花期時使用農藥並透過除草降低雜草汙染，或將蜂蜜誘導至農地中無農藥汙染花園。前田太郎（2015）調查日本全國的日本蜜蜂350個群體、西洋蜜蜂50個群體，分析蜜蜂氣管蟎寄生的現況，指出在東日本已可見日本蜜蜂被蜜蜂氣管蟎寄生情形。

■關於蜂蜜之研究

包括探討蜜源評價基準、新增或去除蜂蜜成分。如長谷川等人（2015）利用次世代定序技術分析蜂蜜內含花粉的種類，或藉活性炭、UF膜處理去除蕎麥蜂蜜所具有的麥芽臭（加島優里等，2016）。

三、歐盟蜂產業現況及研發趨勢

（一）區域狀況

歐盟地區蜂蜜進口量約佔世界進口量五成，每年約進口25萬噸蜂蜜，年總進口額則約為900萬美元。若以國家細分，

表3：蜜蜂飼育戶數、蜂群數

年份	飼養戶數 (戶)	蜂群數 (萬群)	平均蜂群數 (群/戶)
1985	9,499	28.5	30.0
1995	7,235	21.4	29.6
2005	4,790	17.8	34.4
2010	5,353	17.5	32.8
2011	5,790	18.4	31.9
2012	5,934	18.4	31.3
2013	8,312	20.4	24.5
2014	9,306	21.0	22.5
2015	9,567	21.3	22.3
2016	9,452	21.2	22.4

資料來源：日本農林水產省畜產振興課。

表4：蜜源植物的植栽面積

單位：千公頃

年份	柑橘	紫雲英	金合歡	蘋果	其他	合計
1985	143.7	21.9	7.6	45.2	152.3	370.7
1995	87.6	15.7	8.5	35.5	117.9	265.2
2005	62.1	15.1	8.0	29.6	75.4	190.3
2010	52.8	13.5	7.1	6.3	58.8	138.4
2011	52.4	11.9	9.3	23.8	65.5	162.9
2012	51.3	12.8	8.6	23.4	64.9	160.9
2013	43.8	10.8	7.5	22.1	63.7	148.0
2014	39.4	8.9	7.9	21.5	64.6	142.3
2015	34.9	8.8	6.2	21.2	64.1	135.2

資料來源：日本農林水產省畜產振興課。

可見近三年歐盟地區蜂蜜進口前三名皆為德國、英國及法國（見後頁表5）。

儘管英國進口數量在近三年皆較法國多，但法國進口額卻反倒較高。以2014年至2016年為例，英國和法國的蜂蜜進口單位價格分別為3,402、3,133、2,904

美元／噸；4,481、3,901、3,562美元／噸，顯示法國相較英國，進口蜂蜜品項單位價格較高。英國每年約進口4萬噸的蜂蜜，其中過半數蜂蜜來自中國大陸，中國大陸的蜂蜜價格較低，稀釋掉平均蜂蜜單位進口價格。反之，法國每年約進口3萬3千噸蜂蜜，蜂蜜貿易較無像英國如此集中，前五大蜂蜜進口國的單價也較英國前五大蜂蜜進口國略高。

（二）歐盟近年研發趨勢

本文藉由Web of Science資料庫，針對2017年文獻，透過關鍵字Honey & Honey Bee，再限制國家德國、英國和法國，得出42篇文獻結果，並經過相關度篩選，將研究方向歸納為下列三面向：蜜蜂生理學、病蟲害防治，及蜂產品檢測、授粉及蜜蜂管理。

■蜜蜂生理學

研究題目為：比較C-type Allatostatins和壓力因子對蜜蜂學習和記憶的影響；蜜蜂對花朵顏色的辨識能力；殺蟲劑對於蜜蜂、野生黃蜂的副作用；量化殺蟲劑對野生蜜蜂的影響；殺害蜂蟹蟻的殺

蟲劑是否影響蜜蜂情緒；蜜蜂寄生蟲與蜜蜂間的關係；動物對氣味刺激的反應；養蜂和野生蜜蜂對於殺蟲劑比較。

■病蟲害防治

研究題目為：研究畸翅病毒Deformed Wing Virus (DWW) 結構以找尋對抗治療方法；觀察蜜蜂、蜂蟹蟻和DWW的交互影響；研究影響蜜蜂的蜂箱小甲蟲的起源；研究對於辨識疾病有重要反應、調控能力的基因；研究在美國造成蜂群崩壞症候群的以色列麻痹病毒；測試蜜蜂居住裝置對蜂蟹蟻的改善情況。

■蜂產品檢測、授粉及蜜蜂管理

研究題目為：養蜂人員和蜜蜂的生存比例關係；蜜蜂產品的食用風險；管理野生蜂群的好處與風險；野生蜜蜂對於授粉作用的重要性；地形地貌對於蜜蜂的影響。

四、農藥、蜂蟻對蜜蜂的威脅與防治為近年重要課題

綜觀前述研究，可發現相較於蜂蜜重要出口國的中國大陸、紐西蘭對偽蜜

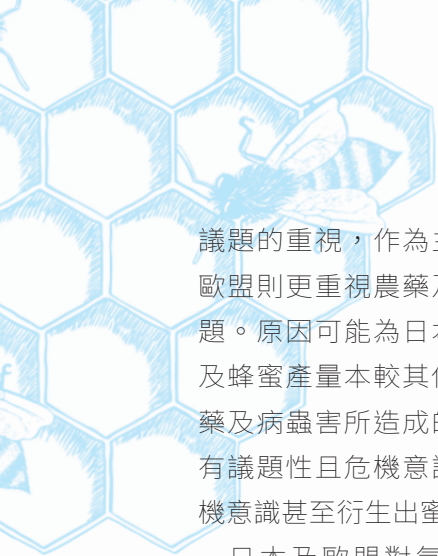
表5：歐盟成員國主要蜂蜜進口國

重量單位：千噸，金額單位：百萬美元

國別	進口量／額		
	2014	2015	2016
德國	83.26/322.03	87.07/325.01	81.96/260.35
英國	39.03/132.78	41.88/131.23	40.83/118.55
法國	34.28/153.62	32.93/128.47	35.52/126.52
比利時	27.92/77.64	32.15/89.85	26.51/73.87
西班牙	24.37/61.18	30.65/72.75	27.99/65.27

資料來源：UN Comtrade。





議題的重視，作為主要進口國的日本及歐盟則更重視農藥及氣管蟻或蜂蟹蟻議題。原因可能為日本及歐盟的授粉蜜蜂及蜂蜜產量本較其他國家要少，對於農藥及病蟲害所造成的蜜蜂滅絕危害更具有議題性且危機意識。在日本，由此危機意識甚至衍生出蜜蜂替代性研究。

日本及歐盟對氣管蟻或蜂蟹蟻的研究，如：盤點全國寄生狀況、研究以色列麻痺病毒以尋找治療方法，或嘗試以改變蜜蜂居住裝置以改善蜂蟹蟻問題。關於農藥使用，歐盟在2013年基於預防原則的觀點，禁止在蜜蜂偏好作物上使用可尼丁、益達胺和賽速安等藥劑；日本則由地方政府、衛生所、農協、農藥組合、養蜂組合等相關單位組成協議會，協调用藥方式及地點，盡量減少對蜜蜂危害，甚至在山梨縣甲府市出現由產官學共同推動的「廢耕地花田化計畫」，將休耕中的田地改造為蜜蜂聚集的花田，藉以提供安全的蜜蜂蜜源。

五、結論及展望

近年臺灣蜂產業除因氣候飽受折磨導致蜜源植物開花減少，蜂蜜產量大受影響，蜂蟹蟻及農藥問題也深刻影響臺灣蜂產業。國內目前對抗蜂蟹蟻主要使用殺蟲劑福化利，但長期使用已無法壓制蜂蟹蟻族群。再者，益達胺作為國內常用農藥，難以像歐盟全面禁止，為紓解國內蜂農對於益達胺有慢性毒之疑慮，行政院農業委員會於2017年5月決議參酌歐盟做法，暫時禁止益達胺、賽速安及可尼丁等三種藥劑用於荔枝、龍眼之害

蟲防治。根據盤點2010年至2014年政府資訊系統中蜜蜂產業相關研究，可知蜜蜂病害防治、蜜蜂中毒及農藥對蜜蜂的影響已成為我國近年重要研究議題。

相較於蜂產品產量受制於環境、土地大小和氣候變遷等環境因素，可改善的空間較小，對於農藥管控及蜜蜂用藥尚有許多加強空間。臺灣主打荔枝蜜、龍眼蜜，但荔枝農為了防止荔枝椿象的危害不得不使用化學農藥防治，卻危及蜜蜂生存。

根據日本及歐盟的經驗，本文提出建議有三：

首先，由於我國蜜蜂和農作物兩動、植物之管理屬不同單位，缺乏中介機構協調在蜜蜂活動旺盛期間降低農藥用量。對此建議可仿效日本，建立噴藥前通報機制，如：由臺灣養蜂協會與產業單位（如產銷班所屬農會）進行聯繫，即能提前利用LINE群組提醒蜂農各鄉鎮的施藥時期。

其次，提昇蜂產品產量另一重點則是維護蜜蜂健康，包括疫病防範及強化體質。蜜蜂健康主要得面臨蜂蟹蟻的威脅，由於目前福化利對蜂蟹蟻的防治效果不佳，且蜂農間用藥欠缺一致而難以解決，對此可由政府參考國外標準擬定用藥管理機制，並提出推薦用藥。

最後，發展林下養蜂以提供安全蜜源。雖然林下養蜂的生產效益較大規模商業花田要低，且可能遭受野生動物破壞蜂巢或不肖業者盜取蜂窩，但在林地養蜂不僅可遠離一般作物區進而減少與農藥接觸機率，且可增加林地植物授粉促進林地生態穩定。

國際循環農產業永續發展之策略

文／李宜映、高廷瑄 台灣農業科技資源運籌管理學會

一、前言

全球因面臨能源日漸稀缺、環境汙染和氣候變遷等危機，對人類生存帶來嚴重的衝擊與影響，各國皆希望改變現行的單向線性經濟：提取資源——製造商品——使用——丟棄，讓資源能夠更有效運用，減少資源開發可能產生的環境破壞或處理廢棄資源所產生的成本，進而逐漸修復已嚴重失衡的自然生態。因此，自1990年出現循環經濟一詞。

國際知名的循環經濟推廣組織Ellen MacArthur Foundation於2013年報告書中提到，循環經濟倡導許多廢棄資源可回收再利用，取代利用新的天然資源，成為替代資源供應給價值鏈。相較於一般情況的二氧化碳排放基線，因有替代資源可使用，無需開採，致使天然資源需求下降，預估在2040年時，相比一般情況將可節省三分之二原物料需求。

臺灣能源極度依賴進口，歷年來依存度高達97%以上，糧食進口的依賴度近十年有上升趨勢，以熱量為計算基礎的糧食自給率超過六成以上為進口。

特別是飲食習慣西化後國人喜歡攝取的肉食，須經數倍穀物轉換取得，耗費水、土地、能源，製造大量廢棄資源。

臺灣面對能源先天缺乏、後天需求增加且價格劇烈波動的現況，極需接軌國際，積極運用循環經濟發展農業與各項

產業。特別是循環農業，因農業本身即建立在自然循環上，水、土壤、養分、太陽能等為農業活動基礎要素，帶入循環經濟概念可增加生產力，將可用天然資源效用最大化，達到減少浪費、永續利用與提升產業競爭力，也能獲得更大的經濟效益，甚至在優化消費與再利用系統的過程中，創造出新的商業模式。

二、循環農業國際發展趨勢

國際間對循環農業的看法與態度，可援引歐洲最大農民團體——歐洲農業貿易協會Copa-Cogeca於2014年報告書中列出對循環農業的看法及推廣重點：

1. 賦予廢棄資源產品新的價值
2. 利用研究創新輔助多R思考
3. 利用價值鏈長期策略推動循環經濟
4. 循環農業是農業基本概念的強化
5. 整合農業體系協同作用使農業體系自體循環
6. 循環經濟不僅減少廢棄資源產生，更可優化產品和消費系統
7. 利用消費者教育減少浪費
8. 新農業商業模式
9. 以生物為利基的經濟體——聰明、永續與包容性地使用再生能源

農業應加強循環經濟作為，循環農業藉導入替代性原料，降低部分價值鏈成本可開創新型產業鏈，有助提高農業價

值與生產力，吸引農業就業人口及增加農產量。目前以中國大陸、日本與荷蘭為標竿國家。

(一) 中國大陸

中國大陸自然資源豐富，相關資源也占世界消費量多數。以2014年為例，鋼材消耗約占世界50%、水泥占60%、煤炭占50%。但因資源利用率低，如：中國達成1美元GDP需要消耗2.5公斤原物料，其他國家約只需0.54公斤。另外，因生產導致大量廢棄資源，中國大陸2014年全國企業的固體廢棄資源共計32億噸，歐盟28國2012年廢棄資源總和僅25億噸，包括生活與工業垃圾，可見其間差距之大。

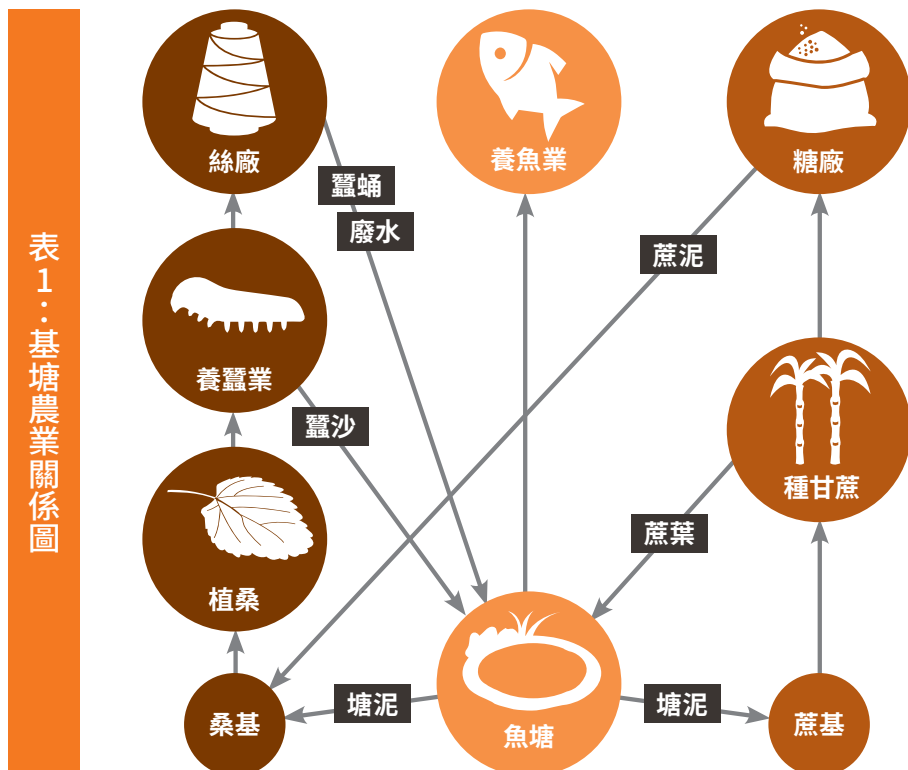
處理廢棄資源及尋找可替代資源對

中國相當重要。在中國國家發展計畫《十二五》、《十三五》皆有對循環農業的政策規劃與目標進程。從強化政策與技術支撐、推動循環型生產模式、健全資源循環利用回收系統到推廣綠色消費模式，有詳盡規定與試驗示範點，近年更大力推展生態友好型農業。

■ 基塘農業—桑基魚塘個案

中國早期著名循環農業案例，屬珠江下游的基塘農業模式。珠江三角洲位於珠江下游，屬於土壤肥沃的沖積扇地形，但夏秋之交常因颱風受水患威脅。

基塘農業模式是在塘基上種桑，以桑葉餵蠶，將蠶沙養魚，用魚糞肥塘，最後利用塘泥壅桑（見表1）。通過一連串的能量循環，讓每一階段產品、副



產品及廢棄資源成為下一個階段的能源供應，使農業分工精細、水陸護養，延長土地肥沃期。此一循環農業模式不僅創造自體農業循環系統，也解決水患威脅，提供魚塘使水患得有暫時的宣洩與儲存，減少水患的威脅與損失。

■上海崇明生態島個案

上海崇明島的生態低碳循環農業包含鴨蛙稻共生、氣電熱肥、林下複合經濟與崇明島一體化四大類循環。其中第四項「一體化循環系統」是最終的崇明循環系統，係指以濕地為綠港農業和生態城鎮提供生態環境的保障，綠港農業為

生態城鎮提供優質農產品，而生態城鎮帶來終端客戶群，三者形成生態、經濟及永續良性循環。（見表2）

（二）日本

日本大多數自然資源倚靠進口，1970年代日本就訂定廢棄資源回收、環境保護等相關法律，1990年代更建立一系列法規規範循環農業與廢棄資源管理。

日本環境省於2009年發布《21世紀環境立國戰略》提出結合低碳、循環與自然共生三種社會型態，朝向永續發展目標前進，希望建立日本的國家發展模式，以環境立國並走向世界。

表2：崇明世界級生態島發展「十三五」規劃之生態指標

序號	指標名稱	單位	屬性	2015年	2020年
1	森林覆蓋率	百分比	約束性	22.53	30
2	自然溼地保有率	百分比	約束性	38.07	43
3	佔全球種群數量1%以上的水鳥物種數	種	預期性	7	10
4	地表水環境功能區達標率	百分比	約束性	78	95
5	城鎮污水處理率	百分比	約束性	85	95
6	農村生活污水處理率	百分比	預期性	16	100
7	生活垃圾資源回收利用率	百分比	預期性	28.8	80
8	環境空氣質量優良率（以AQI計）	百分比	約束性	74.8	78
9	常住人口規模	萬人	約束性	69.6	70
10	建設用地總量	Km ²	約束性	262	265
11	能源消耗總量能增速率	百分比	約束性	-	≤2
12	單位生產總值能源消耗降低率	百分比	約束性	-	17
13	可再生能源裝機量	萬千瓦	預期性	29	50
14	千兆網絡覆蓋率（城鎮化地區）	百分比	預期性	-	100
15	綠色交通出行比重	百分比	預期性	76	≥80
16	綠色食品認證率	百分比	預期性	27.5	90
17	居民人均可支配收入增長	百分比	預期性	-	2010年的2倍

資料來源：崇明世界級生態島發展《十三五》規劃。

為鼓勵農民朝循環農業發展，政府在稅收、貸款與政策預算等都提供大量優惠措施加以協助；研發方面，則鼓勵學生進行研究並利用政府力量推廣，將理論和實務結合，產生良好的啟發、示範作用。日本政府積極宣導綠色低碳消費概念，創造循環農業產品需求端與穩定市場，讓產業得以支撐並獲改革進步。

■綾町循環農業個案

綾町位於宮崎縣，是較早發展有機、循環農業成功的地區，綾町早期有「農業要自給自足，並整合消費端和生產端」概念，1988年自訂「綾町自然生態系農業の推進に関する条例」規劃分級標準，規定禁止使用農藥、化學肥料等條款，建立該町特定產品認證系統及堆肥生產系統，並建構可讓農民直接出售農產品的平台。

所有產品銷售前須依照自訂條例標準分級後才能出售。其標準嚴格，若產品各項得分中有一項未達A級，則無法在最後綜合評斷中獲得A級評分。嚴格的評分標準使產品可被確切分級，以保障消費者和努力投入改善環境的生產者權益。

綾町地區每戶農民年收益234萬日圓，相較宮崎縣其他農戶165萬元高出許多，同時也吸引大量遊客和新入住農戶。綾町成功經營循環農業的模式成為日本全國參考標準，每年約有250個團體、3000人次的專家進駐、來訪進行考察研究。

（三）荷蘭

荷蘭建國即以科技克服大自然的限制，填海造陸、設堤建壩，深切了解天

然資源可貴與充分利用必要性，因而積極發展循環經濟，於2013年投入法規修正與財務支持，2014年開始推動循環經濟加速計畫。

2016年荷蘭更自許為歐盟循環經濟與世界接軌的橋樑，執行循環熱點計畫（Circular Hotspot）率先投入推動循環經濟，希望使他國看到相關益處而跟進。荷蘭在機場旁設立循環經濟展覽中心，提供荷蘭企業具體展示再設計或再製產品、服務和技術。該機場建立網路平台，讓各國政府、民間企業或學術機構共同進行資源和原材料潛能研發。同時具中介功能，讓各家企業為自家廢棄資源找尋再利用機會，進而成為其他價值鏈資源，形成一個共生共享企業區。

■荷蘭國家應用科學研究院（TNO） 廢棄資源統計

荷蘭循環經濟從賦予生物廢棄資源價值中獲得許多利益，透過盤點現有廢棄資源，仔細審視廢棄資源是否有更好的利用方式與衍生附加價值。荷蘭將廢棄資源區分成初級、次級、第三級三種分類。其中初級廢棄資源是指在採收、儲存或運輸中產生的廢棄物；次級廢棄資源指產品初次加工時所產生的廢棄物；第三級廢棄資源則為終端消費者使用後所產生的廢棄物。

為更有效率使用各項資源，透過生物精煉、沼氣發酵或加強垃圾分類、萃取精華物等方式，改變既有處理廢棄資源方式，利用新技術、模式提升其價值。依廢棄資源可能的處理作法與不同處理方式的產物及成本做比較。



荷蘭循環經濟展覽中心。(圖片來源/The Netherlands Circular Hotspot website)

大部分廢棄資源在新的處理方式下，收益、效用皆有顯著成長，原本作為堆肥使用的可降解廢棄資源、糞水及牛豬廢水，利用沼氣技術後，皆由負效益增長為正效益，若循環技術普遍實施，可望對荷蘭經濟產生每年10億歐元的效益。其中50%效益為增進沼氣產生技術效率，42%效益為應用新型生物精煉技術，8%效益為增加確實資源回收量。

三、結語

循環農業運用創新觀念與技術，創造出自體循環系統或異業結合等互利經濟模式，不僅節省生產成本，更能獲致經濟收益。全球生物經濟已成發展潮流，我國也於2015年推動5+2產業政策，透過綠能科技、新農業與循環經濟等重塑臺灣產業結構，創造節能減碳的永續經濟，透過政策、金融、技術研發積極推動帶來正面效果。目前，循環農業已有石安牧場再生綠能廠、花蓮東豐產銷班等優秀案例。

各國推循環農業的瓶頸與風險：

1. 沼氣發電設備初期需大量資金成本

2. 初期價格競爭力與產品獲利能力弱

3. 需政府長期且正確政策支持

4. 發展資源不足

5. 消費者價值觀與農民的認同與行動

生產方與消費方的觀念教育是推行有機、循環農業最重要的一環。消費者對於食物樣貌的既有想法，迫使農民使用大量有害環境的藥劑來保持產品應有樣態，使其可被消費者選擇。而在生產者方面，由於從事農業的人較年長，農民固有思維與循環農業或有衝突，如何傳達概念說服農民是推行時需研討課題。

歐洲農業創新團體EIP-AGRI在輔導許多個案，並於輔導前後對農民的态度看法進行調查統計。調查顯示，大部分農民剛開始願意從事循環農業是認為可增加產出、提高收入等財務誘因。真正身體力行實施後，多數農民改變想法，循環農業對環境的益處成佔比最高選項。

國外農民實施循環農業後更珍惜環境及健康上的好處。臺灣國土狹小、資源匱乏，倘若不侷限在三、五年要回本考量上，根據臺灣特有環境進行規劃，相信必可建構出具臺灣特色的循環農業，帶給後代美好永續的生長環境與家園。

農業科技活動

放眼世界，掌握農業脈動



5/7-8 阿拉伯聯合大公國

11th DUBAI International Conference on Agricultural, Biological, Medical and Environmental Sciences

<http://cbmsr.org/conference.php?slug=ABMES-18&sid=2&catDid=186>

第11屆農業、生物、醫學以及環境科學國際研討會 (ABMES-18) 為期2天，將在杜拜舉行。此會議邀請世界各大學相關領域的學者、學生以及科學家、工程師等，介紹目前彼此正在進行的研究，促進產學間的交流。

5/13-15 葡萄牙

4th International Conference on Food and Agricultural Engineering (ICFAE)

<http://www.icfae.org/>

第4屆食品與農業工程國際研討會將在葡萄牙里斯本舉行，為期3天。所有的會議論文都將以英文形式呈現，匯集世界各地食品和農業領域的創新學者和專家，討論與農業生物技術工程和食品工業相關的創新理論、實驗和應用之研究。

5/13-15 葡萄牙

7th International Conference on Nutrition and Food Sciences (ICNFS)

<http://www.icnfs.org/>

第7屆營養與食品科學國際研討會 (ICNFS) 也會在5月的13-15日的葡萄牙里斯本舉行，時間和第4屆食品與農業工程國際研討會重疊，但論壇的議題將專注在營養與食品科學。

5/14-16 日本

20th World Congress on Nutrition & Food Science

<https://foodengineering.conferenceseries.com/>

第20屆食品與營養科學大會將在日本東京舉行，為期3天。以22個主題：食品科學與技術、營養與健康、臨床營養、新型食品工程技術、食品毒理學、營養心理學等為主要探討議題，提供食品技術人員、教授、年輕的學者、學生和產業相互交流。趨勢與創新，以及實際面臨的挑戰和解決方案。

5/17-19 羅馬尼亞

5th International Conference Geography, Environment and GIS, for students and young researchers

<http://www.limnology.ro/GEG2018/abstract.html>

第5屆地理、環境和地理資訊系統國際研討會，將在羅馬尼亞的瓦拉希亞大學國際會議中心舉行。此研討會希望能有機會讓不同國家於此領域專業的學者和學生有合作的机会，並強力邀請年輕的大學生、碩士生、博士生和35歲以下和學者參與。

5/22-24 西班牙

14th International Conference on Monitoring, Modelling and Management of Water Pollution

<http://www.wessex.ac.uk/conferences/2018/water-pollution-2018>

第14屆水污染的監控、建模和管理國際研討會將在西班牙舉行，將匯集跨領域科學家、管理人員和學者之研究成果，關於如何能有效做水污染的排放處理及管理，提供相關數據、模組和量測結果，讓不同國家的資訊交流並做相關的法規參考。

5/28-30 香港

4th International Conference on Advances in Environment Research (ICAER 2018)

<http://www.icaer.org/>

第4屆高級 (Advance) 環境研究國際會議 (ICAER) 將在香港舉行，由香港化學生物與環境協會 (CBEES) 主辦，旨在促進環境領域內的交流與合作，提供相關研究領域的專業人士及學者學術交流的平台，通過審核並被接受的文章將會發表在環境科學與發展 (Engineering & Technology) 的期刊。

5/21-22 美國

3rd Global Food Security & Sustainability Conference

<https://foodsecurity.conferenceseries.com/>

第3屆全球食品安全和永續發展會議將在美國紐約舉行，以「餵養未來的糧食安全」 (Secure today, feed tomorrow) 為會議主題，詳細的探討主題可細分成11大類，包括食物人類學、兒童營養與食品安全和營養教育政策、環境與氣候對糧食安全的影響、食品微生物學和食品安全、永續糧食系統與生態農業等。

5月活動
預告

6/7-9 羅馬尼亞

7th The International Conference of the University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest (Agriculture for Life, Life for Agriculture)

<http://agricultureforlife.usamv.ro/index.php/en/>

羅馬尼亞布加勒斯特大學致力於透過經濟、社會和環境三個學科的不同面向，探討未來的農業和獸醫相關的發展。期望匯集世界各地的相關研究人員、學生和專業學者分享其在農業生活與環境三者間研究成果、創新的想法以及實踐經驗，讓地球能永續發展的方式。

6/15-17 中國

2018 International Conference on Air Pollution and Water Treatment (APWT)

<http://www.apwt2018.net/>

2018國際空氣污染和水處理研討會將在中國的上海舉行，為期3天。由國際應用科學與工程協會（IAASE）主辦，旨在匯集全球頂級研究人員交流研究成果，專注在解決改善空氣污染和水處理等各方面的公共問題。

6/20-22 捷克

9th International Conference on Environmental Science and Technology (ICEST 2018)

<http://www.icest.org/>

第9屆國際環境科學與技術會議將在捷克布拉格舉行，為期3天。會議宗旨是促進環境科學與技術領域的創新學者和專家齊聚一堂，除了讓捷克境內的專家學者、學生、從業人員相互交流之外，也提供國際間的相關領域觀點經驗和理念分享。

6/20-24 保加利亞

Agriculture & Food 2018, 6th International Conference

<https://www.sciencebg.net/en/conferences/agriculture-and-food/>

第6屆農業與食品國際會議將在保加利亞東邊的Elenite度假村舉行，為期5天。過去參與會議的交流國家超過30個國家，研討會的主題將圍繞在農業、食品、農業與糧食政策。

6/22-24 澳洲

1st Global Conference on Health, Agriculture and Environmental Sciences (GCHAES - 2018)

<http://gahls.org/?conference=1st-global-conference-on-health-agriculture-and-environmental-sciences-gchaes-2018-melbourne-australia>

第1屆健康、農業與環境科學全球研討會將在澳洲墨爾本舉行，為期3天。由全球健康與生命科學（The Global Academy of Health and Life Sciences, GAHLS）為主辦單位，會議主題圍繞在「創造宜居世界」，提供世界各地研究人員、科學家、學者和從業人員分享和實踐該領域最新的學術研究結果及產業發展，促進交流和合作

6/22 斯里蘭卡

International conference on Agribusiness Marketing

<http://agribusinessmarketing.conference.globalacademicresearchinstitute.com/main/icam>

國際農企業行銷會議將在斯里蘭卡舉行，以「永續農業的未來」為主題，包括農業合作社、永續農業、有機農業、農業行銷策略、小農商業化、農業行銷的問題及展望等，邀請全球學術研究機構共同參與。

6/23-27 保加利亞

Ecology & Safety 2018, 27th International Conference

<https://www.sciencebg.net/en/conferences/ecology-and-safety/>

第27屆生態及安全國際會議將在保加利亞的Elenite度假村舉行，舉行，為期5天。探討的議題包括能源、氣候變遷和全球安全、空氣土壤和水的生態、綠能科技、公共安全及災害管理等

6/25-26 馬來西亞

5th International Conference on "MULTIDISCIPLINARY INNOVATION For SUSTAINABILITY and GROWTH" (MISG - 2018)

<http://globalilluminators.org/conferences/misg-2018-kualalumpur-malaysia/>

第5屆可持續發展與多元化創新（MISG - 2018）國際研討會將在馬來西亞舉行。此會議的主要目的是在集結不同領域的商業和經濟趨勢的合作，以提供更好的社會服務之基礎，主題包括：物理生活和應用科學、地區與宗教研究、跨領域與學科研究、商業、管理和經濟學研究、健康和醫學研究、工程與技術研究、社會與人文科學研究。

6月活動
預告

7/10-12 荷蘭

2018 9th International Conference on Environmental Engineering and Applications (ICEEA 2018)

<http://www.iceea.org/>

第9屆環境工程與應用國際研討會將在荷蘭阿姆斯特丹舉行，為期3天。邀請該領域的研究人員和從業人員分享來自學術界、業界與政府的參與，共同分享現正進行的研究、政策和實踐、實踐結果。所有的內容將會被收錄在國際環境科學與發展期刊 (Journal of Environmental Science and Development)。

7/10-12 荷蘭

2018 3rd International Conference on Water Pollution and Treatment (ICWPT 2018)

<http://www.icwpt.net/>

第3屆水污染與處理國際研討會將在荷蘭阿姆斯特丹舉行，為期3天。時間與地點和第9屆環境工程與應用國際研討會相同。探討的內容以水資源規劃和管理、水力學和水利基礎設施、水的處理技術以及農業中與水相關的問題這四大方向為主。

7/19-21 泰國

RDC 2018: 4th Annual Rural Development Conference

<http://www.rdconference.org>

第4屆農村發展年會將在泰國曼谷舉行，為期3天。會議將重點討論與農業和農村發展相關的議題，邀請在全球40多個國家來自學術界，非政府組織，政府和商業領域的代表參與，希望能夠促進各國間在農村規劃、農村技術以及農村未來發展之交流。

7/20-21 希臘

(2018) International Conference on Research in Life-Sciences & Healthcare (ICRLSH), 20-21 July, Athens

<http://eurasiaresearch.org/conference/athens-icrlsh-20-21-july-2018>

生命科學與保健研究國際會議 (ICRLSH) 將在希臘的雅典舉行，為期2天。希望能促進國際間在生命科學、生物技術、醫學工程與醫療方面相關知識的傳播與交流，增加跨國的合作機會，解決學術界與實踐中的挑戰，改善醫療品質與生活品質的創新理念。

7/26-28 新加坡

2018 8th International Conference on Asia Agriculture and Animal (ICAAA 2018)

<http://www.icaaa.org/>

第8屆亞洲農業和動物國際研討會將在新加坡舉行，為期3天。所有發表的論銀收錄在先進農業科技期刊 (Journal of Advanced Agricultural Technologies, JOAAT)。將邀請於環境、能源和生物技術相關領域的學者，針對農業、畜產業、食品工程和生物技術、農業機械、土壤和水工程等議題展示研究成果並相互交流。

7/26-28 新加坡

2018 8th International Conference on Environmental and Agriculture Engineering (ICEAE 2018)

<http://www.iceae.org/>

第8屆國際環境與農業工程會議也在新加坡舉行，時間和地點與第8屆亞洲農業和動物國際研討會相同。會議主要目的是促進環境和農業工程的研究和發展。另一目的是促進曼谷和世界各地來自環境和農業工程領域的研究人員、開發人員、工程師、學生和從業人員之間的科學訊息交流。

7/26-27 荷蘭

European Food Chemistry Congress

<https://foodchemistrycongress.conferenceseries.com/>

歐洲食品化學大會將在荷蘭阿姆斯特丹舉行，為期2天。將匯集來自世界各地針對當地食品，食品安全、食品工業、食品加工、食品微生物、傳統和替代藥物、膳食管理和食品營養、食品毒理學、糧食安全等領域的從業人員，研究人員和教育工作者共同交流彼此的研究與實踐成果。

7月活動
預告

農業科技新知

基因編輯技術面面觀



蘇黎世理工學院「非基改的基改作物」 挑戰歐盟基改規範

編譯、整理／柴楓馨 編輯／林韋佑

育種是農業發展重要產業之一。隨著植物基因體學與生物技術快速發展，世界上重要糧食作物，如水稻、小麥、玉米、與大豆，基因體都已陸續完成解序，意味科學家將更快速地發現每個基因在作物體的功能，甚至對特定目標基因創造新的基因變異：人為改變基因序列，調整作物性狀，育成新品種，也就是大眾熟知的基因改造技術（GMO）。

不論在環境生物與食品安全層面，傳統基改產物充滿各種風險。因基改作物體內存在一段非作物自己產生的基因片段，如人工合成的抗除草劑基因、作為篩選標誌的外源基因。

近十年來各界對這種非自然的序列存在環境生態的衝擊與食安疑慮，因此，歐盟對基改作物採取了最嚴格管制。除了禁止在歐洲境內種植，進口基改作物食品進入歐盟地區時也需經層層把關。

然而2013年，農藝學家結合傳統育種與基改技術，創造出不帶外源基因的基改作物：利用「CRISPR-Cas9」這種存在於細菌中、能精準修改指定基因序列、創造新變異的基因編輯（gene editing）技術。育種家先將這套來自細菌的蛋白質系統轉入植物體，創造出具有改變自身基因序列特性的基改作物，稱第一子世代（F1）。

接著在F1中，挑選目標基因被CRISPR-

Cas9改變後的異質結合體品系。其特色為目標基因已被CRISPR-Cas9改變產生新的基因變異，但該作物的雙套基因組中，只有一套帶有CRISPR-Cas9的基因序列。育種家只要將其植株自交後，就有25%的機會得到不具CRISPR-Cas9外源基因的自交分離純系。

植物透過自身的分子機制改變自身基因序列，雜交後則能生產不帶有任何外源基因的下一代。自交後的純系只要經過簡單的分子試驗，就能確認基因組是否含有任何人工合成基因片斷。CRISPR-Cas9技術育成的自交分離品系，與傳統育種的作物並無任何差異。

除了CRISPR-Cas9基因編輯系統，歐洲種子公司也開發許多標靶基因突變技術。新型育種科技的共通點為：確保品系內不具人工合成的基因片段。目前蘇黎世理工學院Johannes Fütterer博士正以這項技術進行小麥抗白粉病育種計畫。2016年瑞士蘇黎世州的小麥產量，因白粉病肆虐大幅減產20~40%，新技術或許能突破小麥抗病育種的瓶頸。盼制定基改規範的歐盟執委會能建立以科學基礎的環境安全評估方法，重新檢討現行的基改法規。

資料來源：<https://www.ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2016/09/the-future-of-plant-breeding.html>

基因編輯的育種法規鬆綁有望 歐洲法院：基因編輯技術不適用現行法規

編譯／柴幗馨 編輯／林韋佑

歐洲法院在2018年1月18日向歐盟政府發表了文字聲明：現行的基改法規過於嚴格，並不適用於基因編輯技術的管理，CRISPR-Cas9基因編輯技術生產的作物與醫藥，應適當放寬其管理規範。這消息鼓舞了歐洲的農業科學家，畢竟歐盟始終以最嚴格的管制，規範基因改造作物的生產與商業應用，然而無形中也阻礙了基因編輯技術在產業的發展。

基因編輯技術的專利申請，在2013年之後有如雨後春筍般出現，但是歐盟成員國對於新技術的管理規範卻各持不同見解。此次歐洲地區位階最高的法律執行與解釋單位—歐洲法院一所發出的聲明，也預告了2018年歐盟制定基因編輯作物法規的態度。一旦基因編輯的作物不需受到基改法令的規範，將大幅縮短新的商業品系上市的時間，同時節省更多成本，而農友也可用更優惠的價格取得抗病與耐逆境的種苗。

究竟類似基因改造的基因編輯技術，這種「只改變生物體內特定序列，不會產生人工合成基因片段」的育種方法，是否該列入基因改造產品的範圍？從2001年便存在正反兩方爭議。

支持方基因編輯屬於基改生物的一方認為：儘管新品種不具外源基因，但其親本仍然是基改作物，因此應比照基改作物規範。反方則表示：新品種的基因



(圖片提供／智耕農工作室)

組背景，除了目標基因之外，其餘遺傳背景皆和傳統育種的作物一樣。現在市面上的商業品種，也有部分是使用輻射或是化學誘變所育成的品系；而基因編輯技術與原理與誘變育種具相同原理，因此不應適用現行基改規範。

近年來氣候變遷帶來的農業病蟲害，讓抗病育種工作變得更艱辛。結合基改技術的基因編輯育種技術，不但能加速新品種的育成，對環境污染的風險也更小，甚至能產出「不帶有外源基因」且與傳統育種產物無異的品系。

對於歐洲法院的聲明稿，德國食品及農業部研究中心主任表示：歐盟對於基因編輯作物的定義越趨明確，至少能確定未來以基因編輯生產的產品，不需受到等同基改產品一般的嚴格管制。

資料來源：<https://www.nature.com/articles/d41586-018-01013-5>

園藝產業大突破 基因編輯技術快速改變花色

編譯／張瑞珮

CRISPR-Cas9系統是目前廣泛使用的基因編輯工具之一，這是一種基於細菌防禦機制而存在的系統，主要由兩個可以改變DNA序列的分子組成。透過引導RNA協助Cas9酶，在特定且精準的位置將DNA的兩條鏈進行切割，以便在該位置添加或移除指定DNA。

日本筑波大學、日本國家農業暨食品研究組織與橫濱市立大學的科學家們應用CRISPR-Cas9技術於園藝植物基因研究，企圖藉此技術改變日本傳統日式庭園植物——日本朝顏（牽牛花）花朵顏色，從常見的紫色轉變成白色。

日本朝顏，是日本國家生物資源計畫（NBRP）認可的傳統園藝模式植物中的一種。許多日本學者早已對此園藝植物進行基因研究。

日本朝顏的基因組中，有一個名叫DFR-B的基因，是花青素合成酶的活性位點，此基因能活化花青素合成酶並產生花青素，因而控制植物莖、葉與花朵顏色。然而在這段基因序列中，DFR-B基因緊連著DFR-A與DRF-C兩個基因，欲控制日本朝顏花朵顏色為在不改變其他基因狀況下，準確且明確地控制DFR-B基因。

DFR-B基因片段即CRISPR-Cas9系統的目標基因，透過基因編輯系統精確的改變DFR-B序列，只要DFR-B基因的序列發生改變，就有機會使花青素合成酶失去

活性，讓植物莖、葉與花朵色彩無法呈現紫色。

經過基因編輯後的日本朝顏植株，花青素合成酶失去活性，有約75%的轉基因植物出現綠色莖與白色花朵的性狀；對照非轉基因植物，植株含有有活化的花青素合成酶，花朵與莖桿則依然呈現紫色。

經基因序列分析後，研究也證實：轉基因植物中，DFR-B基因序列發生了各種不同的改變，例如序列被刪除、替換、或是多增加了幾個遺傳密碼子等。

此外DFR-A與DFR-C這兩個相關基因並沒有發生突變。值得一提的是，儘管CRISPR-Cas9系統並不能百分百的能夠控制植物花朵的顏色，但在本篇研究中，基因編輯的突變率為75%，相對其它育種方法而言已是相當高的突變率。

此研究的顯著成果不僅證實了使用CRISPR-Cas9系統能成功地將日本朝顏花朵顏色由紫轉白，同時也突顯出CRISPR-Cas9基因編輯工具應用於園藝植物基因研究與操作上的巨大潛力。

另一方面，亦提升許多專家學者未來將CRISPR-Cas9系統應用於裝飾性花卉或蔬菜之花朵顏色與花朵形狀相關研究之興趣。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2017/09/170905123207.htm>

大麥、青花菜 基因編輯成功應用

編譯／張瑞坪 編輯／林韋佑 責任編輯／柴幗馨

全球暖化及各種因氣候變遷引發的植物病蟲害使得世界許多地區糧食安全受到威脅。在低度開發國家中，貧窮與作物欠收更可能導致飢荒和營養不良等嚴重糧食安全問題。

面臨作物適應相關挑戰，英國John Innes Centre 研究團隊表示：使用基因編輯技術，針對作物基因序列中的目標基因進行基因編輯，作為作物的抗病育種的工具會是非常有效的方法。

目前CRISPR技術應用於作物基因的研究仍不廣泛，而作物經由CRISPR技術編輯後是否能成功將編輯後的變異序列繼續保存於後代的植株，尚需深入研究。關於CRISPR技術的脫靶效應也是科學家無法百分之百確認的問題。

脫靶指的是基因編輯時，CRISPR-Cas9系統未在正確目標基因上進行基因編輯，因此在非目標基因序列上產生無法預期的變異。通常序列相似的同源基因，最有可能發生脫靶狀況。

John Innes Centre及The Sainsbury Laboratory的科學家們針對大麥與芸薹屬植物的特定基因進行編輯，並分析CRISPR基因編輯成效，包括使用CRISPR技術是否能促使單子葉植物與雙子葉植物的目標基因片段產生變化、後代植物是否能遺傳編輯後的基因、基因編輯過程中發生脫靶效應的頻率。

研究成果顯示，大麥與芸薹屬作物的目標基因片段在使用CRISPR技術後都產

生了微小變化。雖僅涉及目標基因序列中的1~6個鹼基，也足以有效阻止目標基因正常運作。針對後代植株進行基因檢測，發現編輯後的基因序列不僅能保存在後代植株之中，後代植株的背景基因組與使用傳統育種方法培育的後代無顯著差異。

儘管研究提供了如何降低脫靶效應的試驗設計方法，但大麥與芸薹屬這兩種作物還是發生脫靶效應。這表示未來科學家應更謹慎看待如何確保CRISPR系統僅只編輯目標基因的議題，而脫靶效應發生，也表示一個基因家族之中除了目標基因，同時還有許多相關基因組都發生了變異。

基因編輯領域中的專家Wendy Harwood教授表示，CRISPR技術的優點在於「它能在特定基因之中產生細微的改變，並有效地阻止特定基因運作」，因此能成為發展抗病作物的方法。由於透過基因編輯後所生產的最終作物並未插入外源基因，這類作物與自然發生突變的植物基因或運用傳統突變育種方法所繁殖的作物，基本上是沒有任何差異的。

綜合以上特質，使用CRISPR基因編輯技術並應用於作物育種，將有助於未來人類面對與解決氣候快速變遷與糧食安全危機等議題。

資料來源：<https://www.sciencedaily.com/releases/2015/11/1511130084628.htm>

基因編輯技術 有助於改善養殖豬隻血統

編譯／張瑞珮 責任編輯／柴楓馨

利用基因編輯技術保存優良品系豬隻的基因序列，將改善商業肉豬的育種困難。畜產學家育成專門儲藏特定基因的種豬，將豬隻產業需要的優質基因序列，以豬的精子幹細胞作為載體，移植進種豬裡。由愛丁堡大學羅斯林研究所、華盛頓州立大學、馬里蘭大學與美國農業部動物科學與生物技術實驗室的專家共同組成研究團隊，運用CRISPR-Cas9基因編輯技術改良豬隻的精子幹細胞，產生自體精細胞不孕的種豬，是基因工程應用的大突破，有利讓農民更容易並永久保存優良動物品種基因。

為了使種豬產生大量具有優良基因的精子，運用生物技術移除種豬自身的精子幹細胞，再將帶有理想目標基因（像是具有良好疾病恢復能力的基因）公豬的幹細胞轉殖至種豬的基因序列中，讓種豬產生優良基因精子並傳其子代。

基因編輯後的種豬一樣擁有正常的睪丸生殖能力，但無法傳遞自身遺傳物質，而是把具有來自基因編輯後所的優良基因，儲存在精細胞中。

迄今為止，透過生物技術方法成功將幹細胞轉移至種豬的案例相當少。過去多用化學藥物或輻射來移除種豬精子幹細胞，這樣的處理方式可能造成種豬的睪丸中，那些產生精子時所需的組織細胞受到損害，因而無法順利生產精子。

研究團隊運用CRISPR-Cas9系統，對一種決定生殖細胞分化成精子細胞或卵子



（圖／豐年社資料照片）

細胞的重要蛋白質「NANOS2蛋白質」進行基因編輯。當NANOS2蛋白存在於生殖細胞時，生殖細胞即會分化成精子細胞。

但NANOS2蛋白質在生殖細胞中無法正常運作，意即生殖細胞就無法分化成精子細胞，因而造成所謂的男性不孕症。研究人員使用編輯了豬隻基因序列中的序列，讓精子細胞中的NANOS2蛋白質失去活性，產生不孕的性狀。

經由CRISPR-Cas9改變基因序列的種豬，其睪丸與生殖相關的組織並沒受到損害，且種豬健康狀況良好。愛丁堡大學羅斯林研究所發育生物學教授Bruce Whitelaw指出，CRISPR-Cas9技術應用在種豬精子幹細胞的品種改良，不僅可以顯著地提升養殖豬的生產效率與品質，還能夠有效地改善其生產動物的特質。根據研究成果，基因編輯技術將有助於畜產動物優良品種的基因保存和應用。

資料來源：<https://www.nature.com/articles/d41586-018-01013-5>

農業網站導覽

知識經濟時代，一指蒐羅寰宇資訊



遺傳學素養計畫

Genetic Literacy Project

<https://geneticliteracyproject.org>

基因遺傳研究以及基因工程技術應用於農業、食品與醫藥的研究成果，提供大眾對於理解人類進化與歷史有了新的認識。生物技術的快速發展，有效地改善糧食安全以及公共環境健康等問題。然而，當遺傳學相關概念與技術像是基因工程、轉基因生物、合成生物學、基因編輯等遭受濫用或誤用，也有可能導致意想不到的健康與環境後果，甚至涉及道德與宗教方面的巨大挑戰。甚至被某些特殊的利益團體，將意識型態歪曲為經驗科學，進而阻礙生物技術的發展與進步。

「遺傳學素養計畫」（Genetic Literacy Project, GLP）於2011年成立，主要使命即是幫助大眾、媒體與決策者：理解人類、農業基因工程與生物技術的科學與社會影響，以及提高科學素養。本計畫主要是透過經營



（圖片來源：<https://geneticliteracyproject.org>）

專業網站、準備與傳播教育資訊，組織公開與私人會議，以及由政策影響者舉辦說明會等方式，來協助大眾區別科學與意識形態、防止政府立法過度、促進公共、學術與企業科學研究人員的多方合作，並且鼓勵突破性遺傳技術的倫理與科學健康發展。

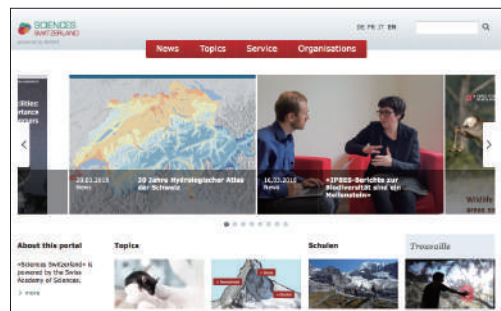
瑞士科學網站

Sciences Switzerland

<https://naturalsciences.ch>

瑞士科學網站（Sciences Switzerland）是一個針對最新科學議題提供最新資訊、知識與活動的科學網站，旨在藉由網站傳遞科學知識與概念來歡迎大眾一同進入科學的世界。本科學網站提供豐富且廣泛的科學主題，包含了水資源、粒子物理學、四季變化、氣候變遷、動物研究、生物多樣性、合成生物學、雪、冰川與永久凍土、以及作物基因工程等幾個重要科學領域。在每一個科學領域裡，讀者分別還可以進一步地探索各種與該科學領域相關的小科學主題。

科學資訊除了以最新科學新聞報導的方式呈現之外，該網站還可以查詢與閱讀各種科學領域主題相關的文獻與出版書籍。此外，針對不同科學領域的專家學者，瑞士科學網



（圖片來源：<https://naturalsciences.ch>）

站還會舉辦不同的學術探討活動來增進學者間的學術研究與經驗交流。雖然瑞士科學網站還正處於草創階段，相信在未来的日子裡，隨著日益增加的豐富科學訊息會使此科學網站發展更加壯大。

俄亥俄州綜合病蟲害管理實驗室 Ohio Extension Integrated Pest Management (IPM)

<https://ipm.osu.edu>

俄亥俄州綜合病蟲害管理實驗室（Ohio Extension Integrated Pest Management，IPM）是美國俄亥俄州立大學食品、農業暨環境科學學院中的一所實驗室，主要由來自於俄亥俄州農業研究與發展中心（OARDC）的科學家以及俄亥俄州立大學病蟲害管理研究相關的專家學者共同組成。

俄亥俄州綜合病蟲害管理實驗室成立的主要目的是希望藉由深入探究作物與綜合病蟲害管理方法相關之研究來降低病蟲害（包括昆蟲、疾病與雜草）對於環境、經濟與社會所造成的危機。目前此實驗室主要專注於五個領域相關之研究，包含：農藝作物（玉米、大豆與小麥）、特殊作物（水果、蔬菜以及都市農業）、病蟲害診斷（昆蟲、雜草與病原體鑑定）、社區環境（優質園丁）以及住宅環境（床蟲）。另外，農業人士與研



（圖片來源：<https://ipm.osu.edu>）

究學者也可以透過網站中豐富的作物相關數據資源，針對特定的蔬菜、花卉、水果或農業作物查詢各種作物的病蟲害管理資訊、作物資訊、以及美國俄亥俄州當地作物之年度報告。

歐洲有機農業科技平台 TP Organics - European Technology Platform

<http://tporganics.eu>

瑞士科學網站（Sciences Switzerland）是一個針對最新科學議題提供最新資訊、知識與活動的科學網站，旨在藉由網站傳遞科學知識與概念來歡迎大眾一同進入科學的世界。本科學網站提供豐富且廣泛的科學主題，包含了水資源、粒子物理學、四季變化、氣候變遷、動物研究、生物多樣性、合成生物學、雪、冰川與永久凍土、以及作物基因工程等幾個重要科學領域。在每一個科學領域裡，讀者分別還可以進一步地探索各種與該科學領域相關的小科學主題。

科學資訊除了以最新科學新聞報導的方式呈現之外，該網站還可以查詢與閱讀各種科學領域主題相關的文獻與出版書籍。此外，針對不同科學領域的專家學者，瑞士科學網站還會舉辦不同的學術探討活動來增進學者



（圖片來源：<http://tporganics.eu>）

間的學術研究與經驗交流。雖然瑞士科學網站還正處於草創階段，相信在未來的日子裡，隨著日益增加的豐富科學訊息會使此科學網站發展更加壯大。

北美綜合病蟲害管理組織

The Integrated Pest Management Institute of North America

<https://ipminstitute.org>

北美綜合病蟲害管理組織（IPM）於1998年成立，是一個發展迅速的非營利組織，旨在透過市場力量促進病蟲害綜合管理機制以及其他可持續實踐的機制來提高農業與社區的永續發展。本組織目前正有數十項應用病蟲害管理與其他農業相關實踐的計畫持續進行中，包含改善工作條件、減少溫室氣體排放、改善空氣質量、改善水質與土壤健康、減少農藥使用、農藥對健康與環境的危害，以及肥料在農業與社區中的使用等計劃。另外，對於病蟲害管理與永續農業發展有興趣的專家學者、學生、一般大眾以及相關農業人士，透過北美綜合病蟲害管理組織的官方網站，可以查詢北美地區最新的病蟲害管理相關之講座與研討會資訊，或是可以藉由官網所提供的網站連結來理解合作組織之最新發展概況。

IPM
IPM Institute
of North America
Harnessing Marketplace Power to Improve Health, Environment and Economics

About ▾ Projects

School IPM

The School IPM working groups strive to make schools healthier places with fewer pests and pesticides by facilitating the development and adoption of IPM solutions. A school environment with pest and pesticide hazards can have a profound effect on students' and school employees' health in the short- and long-term. IPM in schools reduces pesticide use, residues and toxicity, and lowers the number of pest complaints. Schools can direct their staff to receive free online IPM training tailored for their role at www.stopschoolpests.com or contact us directly to learn more about a professional in-person training. [Learn more.](#)

Whole Foods

Whole Foods Market is committed to reducing meat and seafood in a global effort to reduce environmental impact. We are working with national companies to incentivize excess

Apply now for the 2018 Environmental Education Local Grant Program
March 16, 2018 | Category: [Grants](#)
Proposals are due **March 15, 2018**

Up to \$3 million in funding for locally-focused environmental education grants is now available, for a total of 30-35 grants nationwide. Proposals are due March 15, 2018. Through education practices, methods, or techniques, that will serve to increase environmental awareness.

In addition to other environmental topics, the 2018 EE Local Grant Program includes su

（圖片來源：https://ipminstitute.org）