

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：開會)

赴日本茨城縣參加

「物聯網與人工智慧在畜牧業的應用：
現狀與未來展望

Current trend and perspective of IoT/AI
technologies in livestock industry」研討會

出國報告

服務機關：行政院農業委員會

姓名職稱：國際處林志鴻副處長

畜試所吳明哲組長

派赴國家：日本

出國期間：108年10月23日至26日

報告日期：109年1月21日

摘要

在西方國家和亞洲之日本與台灣，畜牧業逐漸傾向飼養頭數擴增的規模經營方式，因為農場的牲畜數量趨於增加，造就了由少數人管理畜牧場的技術需求。為了建立節省勞力的精確飼養系統與維護更好的動物福利及飼料效率，並能及早發現動物疾病和人畜共通傳染疾病，物聯網（IoT）和人工智能（AI）技術被使用於開發智能牲畜管理技術，包括乳牛場自動化和疾病檢測的各種技術，藉由感應技術偵測牲畜健康狀況及預測生殖情況。

從生產價值鏈觀點來看，物聯網感應器識別以及人工智能可成為農業生產者，私營部門和政府部門的綜合決策支持系統，惟感應器所收集的大數據，如何精準地被使用在效率生產上，並能減輕農民的經濟負擔，是為創造價值鏈上重要議題。就乳業而言，精確預測和全面控制乳牛的生理狀況（例如發情週期，產犢日期和疾病檢測等）至關重要；

此外，除了智能畜牧業中的硬體如感應器、機器人外，在 AI 操作系統中為基於數據的預測和管理而實施的演算法也至關重要。即使是處理相同的數據，但 AI 計算系統中各種算法之間的細微差別可能會在操作成本上形成極大差異。對於農民而言，低成本設備有助於提高管理效率，特別是對於亞洲國家的小農。

根據飼養動物種類和行為，侵入式和非侵入式無線感應器使用於畜牧場管理上存在部分爭議。通常，與非侵入性感應器相比較，侵入性式的無線感應器可以更直接，更準確地收集數據，也對環境的干擾較少。然而，侵入式的無線感應器所帶來的衛生及可能造成健康問題也是動物福利的主要關注點。

鑒於西方國家與日本等國家已在畜牧產業發展物聯網技術與自動化智能管理系統，亞洲多數國家則尚處在開發初期，爰 108 年 10 月 24 日及 25 日亞洲太平洋地區糧食肥料技術中心(Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, FFTC)與日本農研機構(National Agriculture and Food Research Organization, NARO)合作，於日本茨城縣舉辦「物聯網與人工智慧在畜牧業的應用：現狀與未來展望」研討會，邀請來自美國、以色列、日本、馬來西亞、菲律賓、泰國、越南及我國等 15 位講者與會，針對精準及智慧畜牧農業制度、物聯網及人工智慧技術改善動物生產及福利、物聯網及人工智慧偵測動物疾病三大主題，分享目前各國智慧畜牧管理技術發展現況並討論未來願景，期能促進並推廣適合亞太地區智慧畜牧技術。

目 錄

壹、前言.....	3
貳、目的.....	4
參、過程	
一、行(議)程.....	4
二、報告重點摘要.....	7
肆、結論、心得與建議.....	9
伍、活動照片	11

壹、 前言：

在西方國家和亞洲之日本與台灣，畜牧業傾向飼養頭數逐漸擴增的規模經營方式，每個農場的牲畜數量趨於增加，造成了開發由少數人管理畜牧場的技术需求。為了建立節省勞力的精確飼養系統與維護更好的動物福利及動物飼料效率，並能及早發現動物疾病和人畜共通傳染疾病，物聯網（IoT）和人工智能（AI）被用於開發智能牲畜管理技術，包括乳牛場自動化和疾病檢測的各種技術，藉由感應技術偵測牲畜健康狀況。更具體地說，日本已經開發了擠奶機器人，活動感應器，體表溫度感應器，內腔感應器等。美國則已經應用於泌乳量紀錄、牛乳成分分析、發情週期、乳牛體重評估等。美國畜牧業自動系統包含自動榨乳系統、自動餵飼系統、即時物質乾燥處理系統、存貨管理系統、糞肥管理系統，精準偵測系統可應用於乳腺炎、跛足、分娩、發情及疾病早期監測等。亞洲國家多數國家則尚屬早期發展階段，然普遍認為發展智能技術與物聯網資通訊系統，係走向現代化經營之必然趨勢。

鑒於西方國家與日本等國家已在畜牧產業發展自動化智能管理系統，亞洲多數國家亦處在開發之中，亞太糧食肥料技術中心 108 年 10 月 24 日至 25 日於日本茨城縣筑波市與日本農研機構合作辦理「物聯網與人工智慧在畜牧業的應用：現狀與未來展望 Current trend and perspective of IoT/AI technologies in livestock industry」國際研討會，本研討會由亞太糧食肥料技術中心林國慶主任及日本國立農研機構久間和生 Dr. Kazuo Kyuma 理事主席共同開幕，日本農林水產省 Dr Yoshihiro Wakabayashi 致歡迎詞，邀請美國、日本、韓國、泰國、馬來西亞、越南及我國等學者專家、研究人員出席，發表 15 篇論文，會場約有 70 位日本當地學者、官員出席。本次研討會介紹與智能牲畜管理相關的技术發展現狀，包括西方國家的先進技術及討論未來前景，以促進適用於亞太地區的智能牲畜技術發展。

貳、 目的

藉由本次研討會，與會各國專家交流分享有關畜牧業現況和動物學研究的最新信息，引進先進技術及觀念，交流有關智能畜牧業的新興技術和知識，期在亞洲地區得以應用，並建立未來多層面的研究合作關係。

參、 過程

一、行(議)程

日期	行(議)程
10月23日	抵達日本茨城縣筑波市
10月24日	Welcome Remarks Dr. Kazuo Kyuma, NARO President Opening Remarks Dr. Kuo-Ching Lin, FFTC Director Greetings from the Ministry Dr. Yoshihiro Wakabayashi, MAFF Session I Precision and Smart Farming Systems Chaired by Dr. Halachmi and Dr. Makoto Hirako 第一節 精準與智慧畜牧農業系統 Keynote Lecture I Precision dairy opportunities and challenges Dr. Jeffrey Bewley / Alltech, Inc., USA Lecture I-1 Introduction of smart dairy farming and an enclosed dairy house with low profile cross ventilation system Prof. Atsuo Ikeguchi / Utsunomiya University, Japan Lecture I-2 Robots for Herd Management of Dairy Cows in Tropical Taiwan Dr. Ming-Che Wu / Livestock Research Institute, COA, Taiwan Lecture I-3 Livestock production in Korea: recent trend and future prospects of ICT technology Dr. Hee-Chul Choi / National Institute of Animal Science, RDA, Korea Lecture I-4 Egg production recording system of Taiwan Native Chicken

	<p>Dr. Der-Yuh Lin / Livestock Research Institute, COA, Taiwan Lecture I-5 To be brain of agriculture Mr. Soichiro Honda / Farmnote Holdings Inc., Japan</p> <p>Session II IoT & AI Technologies for Improving Animal Production and Welfare Chaired by Dr. Wu and Dr. Kenichi Yayou 第二節物聯網及人工智慧技術改善動物生產及福利 Keynote Lecture II Current trends and perspective of precision livestock farming (PLF) IoT data science tools Dr. Ilan Halachmi / Institute of Agricultural Engineering, ARO, Israel Lecture II-1 Low-cost IoT- based system to monitor cows' behavior Prof. Duc-Tan Tran / Phenikaa University, Vietnam Lecture II-2 Perspective: The use of Artificial Intelligence (AI) for improving commercial pig and poultry productions in Thailand Prof. Chaiyapoom Bunchasak / Kasetsart University, Thailand Lecture II-3 Reproductive management by the continuous body temperature measurement in cattle: Focusing on the reproductive hormonal change Dr. Miki Sakatani / NARO, Japan</p>
10 月 25 日	<p>Session III IoT & AI Technologies for Detecting Animal Diseases Chaired by Dr. Dr. Jeffrey Bewley and Prof. Masayoshi Kuwahara 第三節 物聯網及人工智慧偵測動物疾病 Keynote Lecture III Early detection of livestock diseases by using wearable wireless sensors Dr. Koji Yoshioka / NARO, Japan Lecture III-1 Assessment of Biosecurity level in Pig and poultry production system in Vietnam using Biocheck technology Dr. Thi Kim Cuc Ngo / National Institute of Animal Sciences, Vietnam Lecture III-2 Detection and prediction of risk factors associated with production losses using production records on commercial pig farms Dr. Yosuke Sasaki / University of Miyazaki, Japan Lecture III-3</p>

	<p>IoT application for ruminant profiling and disease monitoring Dr. Mohd Syaifudin Bin Abdul Rahman / MARDI, Malaysia Lecture III-4 Measurement of reticuloruminal function in cattle using a bolustype wireless sensor. Dr. Shozo Arai / NARO, Japan</p> <p>Closing Ceremony Closing Remarks Dr. Akira Hasebe, FFTC deputy director</p>
10 月 26 日	回程返回臺北

二、報告重點摘要

一、 日本:

日本農業年產值約 865 億美元，畜牧業占 36%、蔬果占 36%、水稻 19%，其中畜牧業項目以雞肉為第一位(28%)，依序為牛乳 23%、牛肉 22%、豬肉 20%。乳牛飼養頭數長期有減少趨勢，2018 年為 133 萬頭，酪農戶持續減少到約 1.5 萬戶，日本乳業發展與台灣面臨相同問題，包含酪農勞動力不足、年齡老化、工作時間過長、夏季氣溫過高造成熱緊迫致使乳牛取食量偏低及泌乳量降低甚至體溫過高形成新陳代謝問題，嚴重時導致死亡，與會學者介紹日本畜牧業使用高質量資通訊設備(ICT)、物聯網(IOT)及機器人應用在畜舍(housing)系統、跛足(lame)偵測、自動餵飼(feeding)、廢棄物處理、育床(bedding)、清掃(sweeping)、早期疾病偵測及通風環控系統以降低氣喘，提升夏季泌乳量，降低乳房炎並改善繁殖效率。

此外，與會學者介紹日本開發牛群管理及感應器應用於收集和記錄牛的陰道體溫，以決定最佳人工授精及繁殖的時機，也開發 AI 智慧軟體可用來預測體溫對疾病異常狀況提出警訊，日本研發團隊開發出兩種穿戴式無線感應設備，可同時記錄陰道溫度和電阻來測量尾巴基部的體表溫度與母牛的發情動態，另外針對豬呼吸與生殖綜合症病毒(PRRS)還研發出一種錄音系統可利用傳導的聲音診斷出病毒感染前後聲音的差異，雖然還處於早期開發階段，但未來有應用的潛力；豬呼吸與生殖綜合症導致母豬嚴重生殖衰竭。Dr Sasaki 提出另一種選擇，即透過母豬生殖性狀的綜合數據來區分和識別每隻母豬的健康狀況並評估疾病，無須進行侵入式的採樣，這種間接診斷，證明了大數據在豬隻疾病診斷中的應用潛力。

二、 美國:

美國學者以精準乳業機會與挑戰為題，指出全球乳業發展共同問題，更低的利潤、畜牧場勞動力不足、複雜的管理問題使得決策更加困難，其中包含消費者保護、品質確保、人畜共通疾病、動物福利、營養、繁殖等問題。而精準畜牧畜養技術可以取代傳統經驗，從各種感應裝置取得資料，應用於泌乳量紀錄、牛乳成分分析、發情週期、乳牛體重評估等。與會美國學者並詳細介紹多項使用於美國畜產業自動系統，其中包含自動擠乳系統、自動牛餵飼系統、即時物質乾燥處理系統、存貨管理系統、糞肥管理系統、精準牛乳偵測應用，精準偵測系統可應用於乳腺炎、跛足、分娩、發情、疾病早期

監測等。

一、 韓國:

韓國在 2017 年每人肉品消費量為 49.1 公斤，其中豬肉 24.5 公斤，牛肉 11.3 公斤，雞肉 13.3 公斤，牛乳消費為 78.6 公斤。依據統計資料，韓國智慧型畜牧場約 1,425 場，僅占全國畜牧場之 7%，顯見韓國畜牧業使用物聯網及資通訊設備經營仍屬初級發展階段尚未普及。在乳牛業上使用榨乳機器人、自動餵飼機器、犢牛餵飼機、可穿戴式感器等，在養豬業上使用電子母豬飼餵器、母豬分娩輔助器、飼料監測器等，在養雞業上使用環境偵測器、飼餵水流壓力偵測器、自動秤重機及自動垃圾噴霧器等。

二、 馬來西亞:

馬國畜牧養殖頭數僅 86 萬頭，70% 需求量依靠進口滿足，牛肉自給率僅 23%，羊肉自給率 11.45%。其畜牧業主要問題為生產力低、勞動力投入不足、勞動力老化、高投資風險及低報酬問題，馬國雖然在植物工廠及垂直農業上已經使用了物聯網通訊技術，但在畜牧業上，物聯網與資通訊系統發展尚處於發展階段，目前以無線射頻辨識(RFID)使用於部分物聯網系統在反芻動物之育種管理及疾病控制上為主，雖然馬國發展智能畜牧仍屬早期階段，但 Dr Rahman 認為物聯網設備可以提升畜牧場經營效率並解決勞動力短缺及土地資源有限等問題，並能提高單位面積產量。

三、 越南:

越南 95% 乳牛場是由小規模無專業技術農業以傳統方式畜養，因此產量與品質提升相對困難，使用物聯網及資通訊設備在越南尚屬待開發階段，與會學者提出用低成本的物聯網系統與設備去辨識乳牛行為模式(躺、站、行走、飼養等)，為目前越南發展方向，少數規模養殖戶使用，期待未來應用於小型畜牧農民。

四、 泰國:

卡薩大學教授介紹渠等研發成果，人工神經網絡(Artificial Neural Networks: ANN)像素應用系統，目前應用於預測雞蛋價格、動物營養需求、飼料成分之胺基酸預測及評估成長曲線與成長效率。此套 ANN 系統亦用用動物生理指標評估及農產品價格預測等。

五、 臺灣:

畜試所吳明哲組長介紹臺灣智慧農業 4.0 計劃針對農業生物技術，優質農業和精準農業三個主要領域，位在熱帶的臺灣乳牛業訂有臺灣乳牛改善計畫 (Dairy Herd Improvement Programe, DHI)，2018 年臺灣乳牛飼養 61,336 頭，其中參加 DHI 改善計畫之牧場占比達 46.3%，亦即佔臺灣總計 551 個乳牛場之 32%。在臺灣每頭乳牛平均每日可產乳達 25.1 公斤，甚至在臺南、彰化、屏東、雲林、嘉義等地之牧場可超過 30 公斤，在臺南某牧場最高每日泌乳量甚至達到 35.48 公斤/頭。就乳牛生產量及品質之全球綜合排名而言，臺灣與北愛爾蘭、智利、英國威爾斯相當，屬中段班。2017 年全球乳牛生產者 (producers of cow milk) 排名臺灣位居全球第 16 名，在液態乳消費量排名臺灣則占全球第 15 名。

臺灣乳牛場普遍使用自動擠奶和飼餵機器人，包含每日擠奶動線、每日乳牛飼餵動線、日常排泄物清理和環境清潔、犢牛飼餵以及母牛和小母牛的健康周期監控等。使用大數據進行全國牛奶產量數據分析及擠奶效率預測，自動感應器提供的大數據，可以更詳細地監控個別奶牛的健康情形。利用智能系統亦可以進行對環境、乳牛體溫與行為進一步感測，並做出事先疾病、投料數量的估算。許多人認為機器人的使用將使酪農更為遠離奶牛，臺灣專家指出這是完全相反的事情。事實上，酪農反而需要更多的參與。因為透過行動裝置，機器人可以告訴酪農更多乳牛的信息，大數據紀錄資料不斷增長，讓牧場管理工作與決策更為精準。

此外，臺灣在土雞產業上，2017 年雞肉產業年產值達 580 億新台幣，占臺灣畜牧業總產值 36%，分為肉雞業及蛋雞業，演講者介紹了臺灣常用的三種飼養方式，傳統籠子、高床及封閉式幕籠，臺灣已發展出用 134.2KHz 及 125KHz 兩種電子標籤並結合了無線射頻識別(RFID 頻率感應紀錄器，紀錄母雞每天產蛋位置、狀態等數據，大幅減少人工成本及資訊輸入錯誤的問題。

肆、 結論、心得與建議

本次研討會經由各國畜牧業專家學者經驗分享，綜合以下幾點結論與建議：

一、 物聯網(IoT)和人工智能(AI)技術是具有發展潛力的工具，可應用於精準的畜牧生產，改善動物福利以及生殖管理甚至早期疾病診斷，同時可以解決農村勞動力短缺及老化問題，並可提高經營效率。

二、 從生產價值鏈觀點來看，物聯網感應器識別以及人工智能可成為農業生產者，私營部門和政府部門的綜合決策支持系統，惟感應器所收集的大數據，如何精準地被使用在效率生產上並能減輕農民的經濟負擔，是為創造價值鏈上重要議題，此點需要更多討論和關注。就乳業而言，精確預測和全面控制乳牛的生理狀況（例如發情週期，產犢日期和疾病檢測等）至關重要；此外，除了智能畜牧業中的硬體如感應器、機器人、偵測相機等外，在 AI 操作系統中為基於數據的預測和管理而實施的演算法也至關重要。即使是處理相同的數據，但 AI 計算系統中各種算法之間的細微差別可能會在操作成本上形成極大差異。對於農民而言，低成本設備有助於提高管理效率，特別是對於亞洲國家的小農。

三、 根據飼養動物種類和行為，侵入式和非侵入式無線感應器使用於畜牧場管理上存在部分爭議。通常，與非侵入性感應器相比較，侵入性式的無線感應器可以更直接，更準確地收集數據，也對環境的干擾較少。然而，侵入式的無線感應器所帶來的衛生及可能造成健康問題也是動物福利的主要關注點。日本學者提出廣泛使用大數據資料進行動物疾病分析，似乎指出了另一個解決方向。

四、 從越南學者的經驗中理解農場的內部和外部生物安全概念和實踐知識可以用作評估、預測和控制畜牧業抗菌藥物使用的間接指標，並與畜牧業健康管理和糧食安全緊密相關，在物聯網(IoT)和人工智能(AI)技術尚未普及使用的情況下，生物安全觀念與作為的引進可為農場管理效率進行把關，惟未來仍可促進傳統的勞動密集型畜牧業轉向智能畜牧業。

五、 鑒於西方國家與日本等國家已在畜牧產業發展自動化智能管理系統，東南亞多數國家仍處在初期開發階段，促進各個部門合作，甚至在各種操作系統上共享這些數據，對於在有限資金投入的情況下有效進行區域合作和國際研發也很重要。

伍、 活動照片



圖 1 與會者團體照



圖 2 FFTC 林主任國慶開幕致詞



圖 3 林德育博士發表論文



圖 4 吳明哲組長發表論文



圖 5 日本專家詢問問題



圖 6 以色列專家詢問問題



圖 7 馬來西亞專家詢問問題



圖 8 研討會情形