

出國報告（出國類別：考察）

參加亞洲生產力組織舉辦之「智慧
家禽養殖多國性考察研習團」

服務機關：農業部畜產試驗所東區分所

姓名職稱：蘇晉暉副研究員

派赴國家：泰國/曼谷

出國期間：113年1月22日至113年1月26日

報告日期：113年3月4日

摘要

亞洲生產力組織（Asian Productivity Organization, APO）於 113 年 1 月 23 日至 1 月 25 日在泰國曼谷舉辦為期 3 天之「智慧家禽養殖多國性考察研習團」，共 17 國 39 位成員參加。三天活動包含第一天與第三天的課程講授以及第二天的智慧家禽農場參訪。本次課程內容包含泰國智慧家禽科技、智慧畜牧場回顧、永續家畜生產創新發展等，讓參加成員瞭解目前產業實際應用的智慧農業科技，搭配第二天參訪泰國 CPF 智慧家禽飼養場，讓成員實際接觸產業，聽產業說明目前的發展以及智慧農業科技如何改變他們的生產過程，直接驗證了智慧農業的應用潛力。第三天除課程講授以外，也邀請了來自印度、臺灣以及馬來西亞的三位參加成員就其國內智慧農業發展提出說明。經過本次參訪，聽取講師針對智慧農業要解決的問題後，可得知目前各國畜牧產業面臨的問題大致相同，包含人力短缺、疾病影響與氣候變遷等，也意味發展成熟的智慧農業科技具有國際技轉的潛力。

目次

壹、目的.....	3
貳、過程.....	4
一、計畫行程.....	4
二、研習內容.....	5
(一)泰國畜牧業智慧農業技術.....	5
(二)智農科技的下一步.....	7
(三)智慧畜牧業綜論.....	9
(四)智慧畜牧業：打造更永續畜牧業的最新發展.....	13
(五)參訪智慧家禽白肉雞畜牧場.....	16
(六)泰國精準與環境友善的水產養殖技術.....	19
參、心得與建議.....	20
肆、附錄（參訪照片）.....	22

壹、目的

亞洲生產力組織 (Asian Productivity Organization, APO) 是一非營利及非政治性的亞洲地區各國政府間之國際組織，於 1961 年 5 月 11 日在日本東京成立，我國為發起國之一。成立宗旨為對各會員國工、農與服務業提供技術與管理等服務，以倡導全面生產力提升、促進各會員國之經濟繁榮，進而改善人民之生活水準。活動目標在藉由實地考察研習智慧農業技術在家禽、乳牛及其他畜牧產業領域的應用，並針對小農經濟體為重點的智慧家禽養殖方法。本次活動由 APO 函請農業部推薦 2 名候選人員，最後由畜產試驗所東區分所蘇晉暉副研究員與中興大學生物產業機電工程學系蔡耀全副教授代表出席。藉由各國參加代表彼此交流、分享該國現階段智慧農業發展現況，提供後續研究、應用的發想與動能，藉此提升亞洲國家的生產力，以達成 APO 成立之宗旨。

貳、過程

一、計畫行程

本次「智慧家禽養殖多國性考察研習團」參訪行程表如下：

時間			起訖地點	行程摘要
月	日	星期		
1	22	一	本分所-桃園機場 (TPE)-蘇凡納 布國際機場 (BKK)	搭機啟程-抵達泰國曼谷蘇凡納布國際機場 後轉往本次活動舉辦之飯店
1	23	二	曼谷	泰國畜牧業智慧農業技術、智農科技的下一 步、智慧畜牧業綜論、智慧畜牧業：打 造更永續畜牧業的最新發展
1	24	三	曼谷-巴真府 (Prachin Buri Province)-曼谷	參訪泰國卜蜂集團(CPF PCL.)位於巴真 府的智慧家禽白肉雞畜牧場(Krok Sombun Farm)
1	25	四	曼谷	泰國精準與環境友善的水產養殖技術 與會成員分享國內智慧家禽技術應用現況
1	26	五	蘇凡納布國際機 場(BKK)-桃園 機場(TPE)-本 分所	下榻飯店前往泰國曼谷蘇凡納布國際機場- 臺灣桃園國際機場

二、研習內容

(一)泰國畜牧業智慧農業技術

由 King Mongkut' s university 副教授 Dr. Rardchawadee Silapunt 針對畜牧業現況、遭遇的困難以及智慧農業技術可以協助解決哪些問題進行解說。

首先講者針對智慧農業與精準農業的定義分別如下，智慧農業：應用資訊和數據技術來優化複雜的農業系統，透過使用物聯網、機器人、無人機和人工智慧等技術管理農場來提高產品的質量，同時優化生產流程並精簡所需的人力。精準農業：一種數據驅動的農業方法，專注於對單一田地和作物的精確管理。它的目標是透過考慮田地內的可變性來優化資源使用（化肥、農藥）並最大限度地提高產量。並說到智慧農業的市場規模因為受到人口增加導致食物需求上升、大數據、AI、區塊鏈等發展以及政府的支持而不斷上升；但也同時面臨開發中國家接納度低、資料管理複雜、終端使用者缺乏技術知識等挑戰。

泰國農業領域的從業人員佔了勞動人力的 30%，然而農業產值僅佔 GDP 的 6%，且在全球農業競爭力中排名第 124 名。泰國 2023 年的畜牧產業資料顯示，白肉雞生產 5.17 億隻，從業人員約 291 萬，其中大型生產者佔 50%、契養戶佔 40%、小農佔 10%；豬生產 1 千 1 百萬隻，從業人員 15.1 萬，中、大型業者僅佔 10%，90%是小規模飼養業者；肉牛與乳牛從業人員 143 萬，小規模飼養業者也佔了 80%（圖 1）。針對傳統畜牧產業面臨的挑戰包含疾病的爆發、環境衝擊、無效率的資源利用、勞力短缺、市場價格波動等問題，小規模飼養者還額外面臨原物料價格上漲、產量下降與政府政策凍漲產品價格等挑戰，因此如何利用精準餵飼、族群健康與福祉、環境監測與控制、遺傳育種與資料分析（圖 2）等智慧管理方式來面對前述挑戰，就是未來畜牧生產業者存活的關鍵。在智慧農業實際應用案例上，講師提供了利用豬隻聲音辨識健康程度的應用（圖 3）以及牛隻發情偵測系統（圖 4）這兩項技術的實際案例解說。

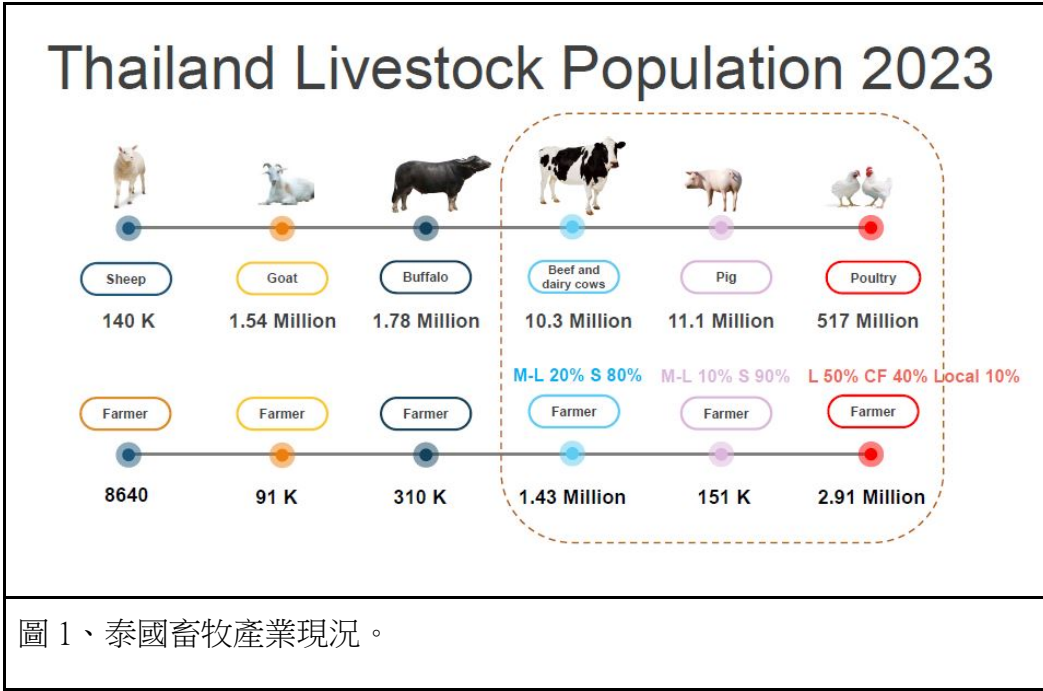


圖 1、泰國畜牧產業現況。



圖 2、智慧畜牧業的管理方式。

Sound Talks For Pig

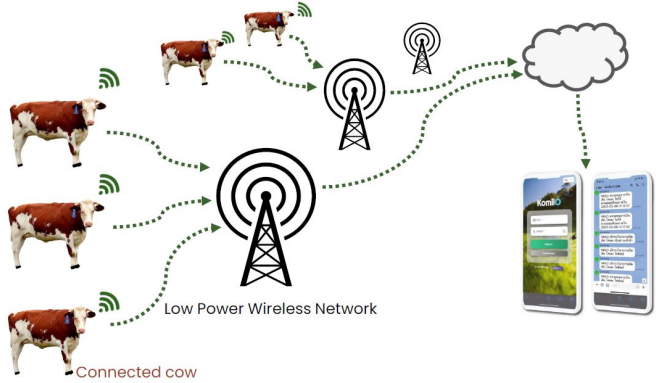


- 01 Data collection**
Sound collection using a sound sensor
- 02 Deep learning analysis**
Convert acoustic signals to a histogram, then apply deep learning algorithms to classify the sound
- 03 Notification**
Health status is notified on the monitor




圖 3、豬隻聲音辨識健康系統概念。

Innovative Smart Estrus Detection Solution



Connected cow

A dairy cow is equipped with a smart ear sensor for behavior detection and determine the estrus status and daily health.

AI-Powered data analytics

On-board AI-powered analytic supervised learning model integrated with a sophisticated algorithm for estrus prediction and daily health prediction

Low Power Wireless Network

Low power and long-distance coverage, suitable for smart agriculture such as Sigfox and LoRaWAN

KomilO mobile application

Hybrid mobile app development, responsive design, with friendly UX and UI

Rardchawadee Silapunt @2024

33

圖 4、牛隻發情偵測系統（商品名 KomilO）。

(二)智農科技的下一步

由 Pond Rattaphum Farm (UpSquare Technology Co., Ltd.)管理者 Mr. Pisut Khungkamano 說明 UpSquare Technology 這家公司研發的商業雞場智慧解決方案。

UpSquare 這家公司主力在發展產蛋雞的豐富化籠飼（圖 5），並搭配該公司建立好的智農平台來提供服務。依照講者所述，依照該公司建議的方案來興建一棟飼養 35,000 隻蛋雞的雞舍約需要花費 500 萬泰銖，雖然花費不貲，但這種豐富化籠飼所生產的雞蛋 1 顆可以賣到 5.5 元（相較於傳統雞蛋 1 顆 4 元有接近 40% 的溢價），且頗受消費者青睞，因為市場上 cage free 的雞蛋 1 顆要賣到 8 元。

講師指出家禽產業的兩個痛點（Pain Point）是在疾病的示警以及缺乏關鍵的系統訊息，而該公司發展的平台，就是利用在禽舍內設置 50 個以上的感測器來達成雞群的健康狀況示警（圖 6），且該公司亦提供 4 種不同的訂閱方案（圖 7），以利推廣給不同情境使用者。

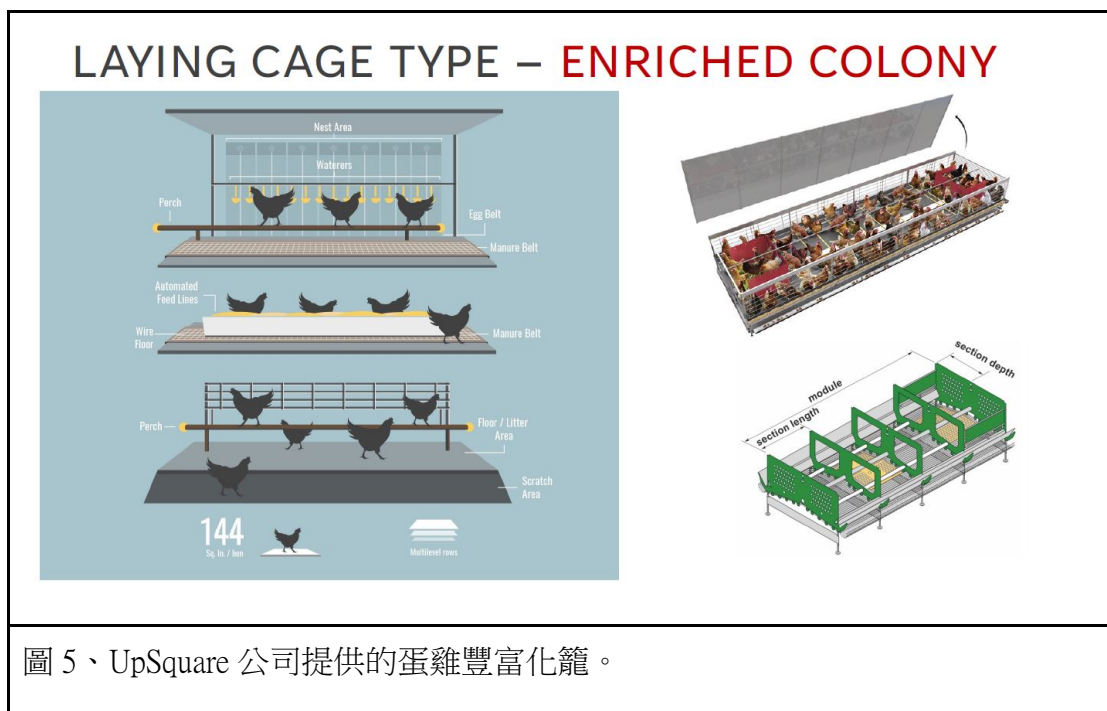


圖 5、UpSquare 公司提供的蛋雞豐富化籠。

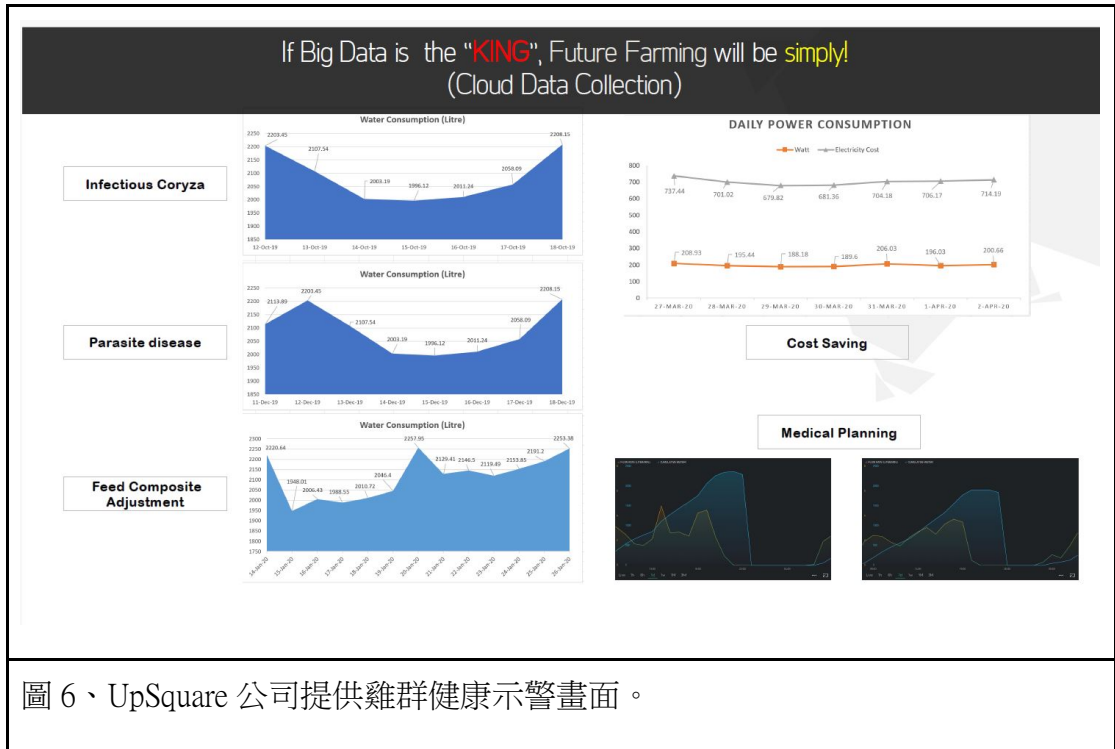


圖 6、UpSquare 公司提供雞群健康示警畫面。

The Ultimate of Agri-Tech Farming Subscription Service

Online Automated Layer Farming solution where customer can gain high productivity and minimize business risks "in your hand"

Starter	Standard	Professional	Corporate
<p>Free Hardware Installation</p> <p>24x7 Hens Monitoring</p> <p>2 Online Users Accessible</p> <p>No On-Site Services</p> <p>Reduce cost and minimize all risks in hens house by your hand</p> <p>Cost Saving Solution</p>	<p>Free Hardware Installation</p> <p>24x7 Hens Monitoring</p> <p>4 Online Users Accessible</p> <p>16 Hours On-Site Services</p> <p>SLA warranty On-Site services to keep system running smoothly</p> <p>Pro-Active Solution</p>	<p>Free Hardware Installation</p> <p>24x7 Hens Monitoring</p> <p>8 Online Users Accessible</p> <p>12 Hours On-Site Services</p> <p>Productive Analytic</p> <p>Health and Production Care pack to gain higher productivity standard</p> <p>Deep Analysis Solution</p>	<p>Free Hardware Installation</p> <p>24x7 Hens Monitoring</p> <p>Unlimited Online Users Accessible</p> <p>10 Hours On-Site Services</p> <p>Productive Analytic</p> <p>Smart Financial</p> <p>Supreme pack is the deepest analytic solution and moving business growth</p> <p>Business Success Solution</p>

圖 7、UpSquare 公司提供不同訂閱方案。

(三)智慧畜牧業綜論

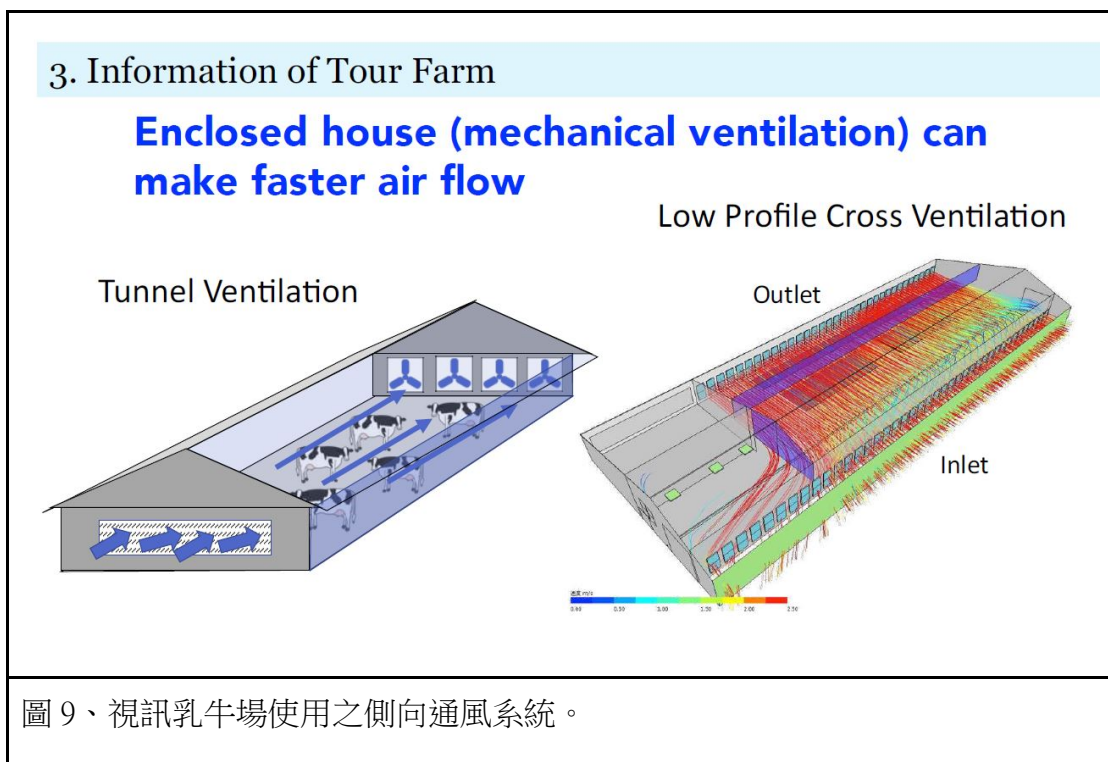
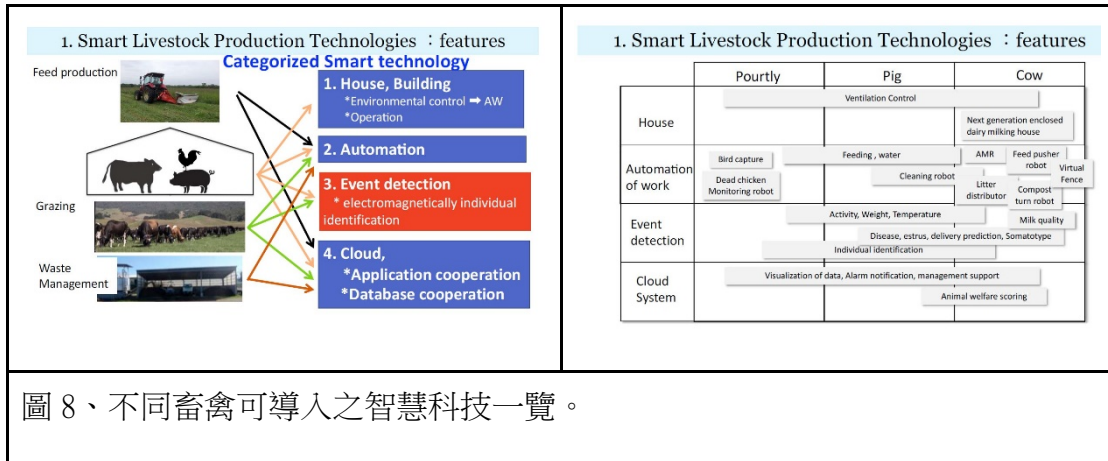
由 Utsunomiya University professor Dr. Atsuo Ikeguchi 針對智慧畜牧產業生產技術進行盤點，同時搭配現場視訊連線至日本的商業乳牛場，向所有成員說明部分現場實際應用情境以及部分飼養業者使用後的心得。

講師首先說明智慧農業生產技術是為了解決農場缺工、熱緊迫、臭味、疾病控制等問題，並整理在各畜禽物種中可導入那些智慧科技（圖8）。接著說明本次現場視訊連線牧場的基本資料，其使用的機械通風為側面進排氣通風（Low Profile Cross Ventilation, LPCV）（圖9），導入的智慧科技包含：近紅外線乳品偵測儀、牛隻活動偵測與影像辨識乳牛位置環境控制、環境清理機器人、推料機器人等（圖10）。講師稱這種乳牛舍為次世代密閉式乳牛舍（Next generation Enclosed Dairy house, NeGE），並將使用 LPCV、NeGE 以及影像辨識乳牛位置環境控制等實際生產結果與傳統飼養結果進行比較，顯示 NeGE 飼養的乳牛相較傳統場每天每頭可增加 6 公斤乳量，且每一頭牛每天需要 2 小時工時照顧縮短為不到 0.5 小時（圖11）。也因為這些設備所費不貲，講師的資料顯示飼養泌乳牛達 300 頭以上，導入這些系統才有辦法顯著提升利潤。

在與會成員提問的過程，講師補充了一些日本乳牛業有關的基礎資料如下：

1. 日本 1 公斤生乳收購價格約為 100 日圓，生產成本約為 40 日圓，如果是高產個體一天可生產超過 40 公斤生乳。
2. 影片中看到導入智慧農業的牛舍，1-2 人可照顧 80 頭牛。
3. 日本乳牛飼養業者會使用牛糞跟農夫交換稻桿作為墊料。
4. 乳牛飼養者僅負責生產不負責販售，以農民組織的方式販售給商業公司。
5. 日本牧場平均飼養泌乳牛隻數為 57 頭。

在較小規模乳牛場可能應用的智慧科技，講師介紹了 2 種商品化乳牛分娩偵測系統（圖12）、蹄病的早期偵測（圖13）。



3. Information of Tour Farm



圖 10、視訊乳牛場導入之智慧科技。

5. Summary



圖 11、傳統場與導入 LPCV、NeGE 場飼養結果。



圖 12、乳牛分娩偵測系統。

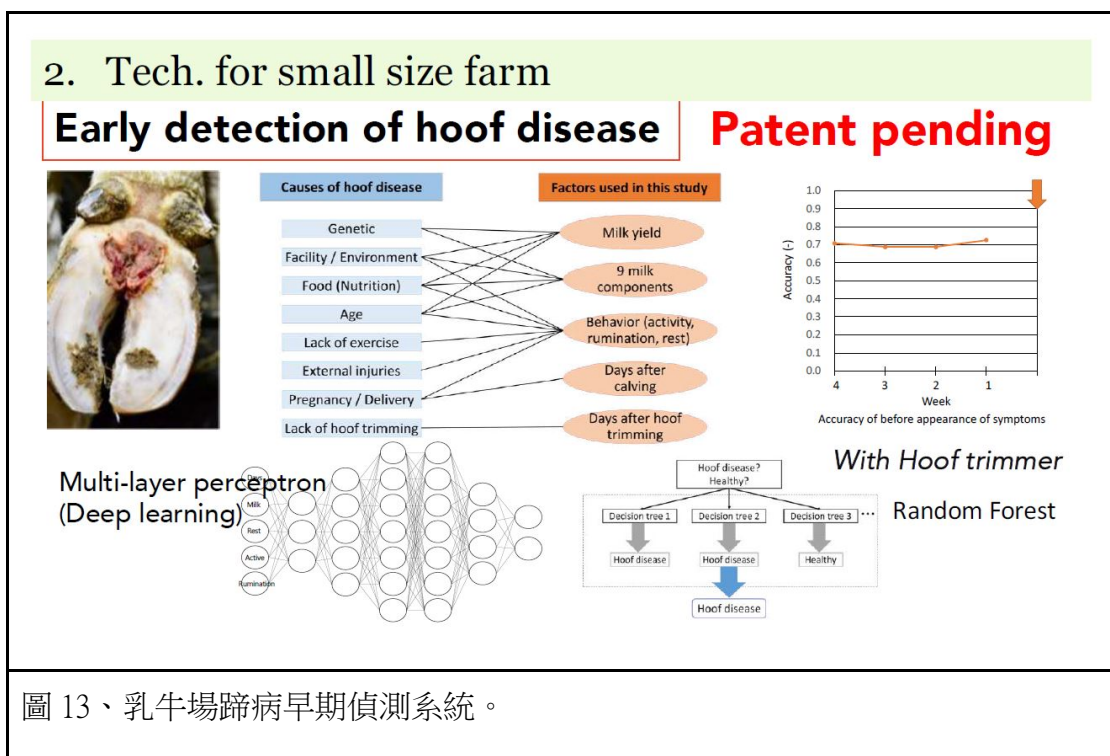


圖 13、乳牛場蹄病早期偵測系統。

(四)智慧畜牧業：打造更永續畜牧業的最新發展

由 Catholic University full Professor Emeritus 的 Dr. Daniel Berckmans 遠端視訊連線向所有成員介紹其領導團隊針對應用於畜牧產業的智慧科技。

講師以家畜禽採食所獲得的能量分配（圖 14）來貫穿整個簡報，針對各個流程中可應用來提高效率減少浪費的智慧科技進行盤點。在飼料採食量部分，講師介紹了以聲波來辨識雞隻是否進行採食的系統（圖 15），並表示經比對實際採食行為與系統收集到的資料，其正確率有 94%。而在基礎代謝與免疫系統部分，則是豬隻聲音分析健康監測系統。

Transfer feed energy into animal product Monitoring the animal production

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{bas Met}} + E_{\text{activ}} + E_{\text{therm}} + E_{\text{mental}} + E_{\text{production}} + \xi$$

Feed intake
Animal welfare
Meat, milk, eggs, animals

© DeLorenzo, Observational Study, Michigan State Univ, 2010

圖 14、動物採食後之能量分配。

The importance of localization

- Cough sounds localization and analysis to reduce spreading (saving energy) and reducing use of antibiotics
- In which building -> compartment -> penn

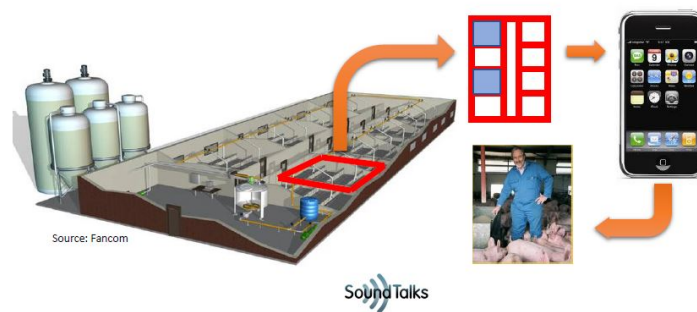


圖 15、豬隻聲音分析健康監測系統。

在活動的部分，講者介紹即時豬隻攻擊行為偵測系統（圖 16），利用影像辨識結合溫度偵測，可以讓系統標示出攻擊與被攻擊的個體，提供管理人員進行後續豬隻隔離與處置等。

Real-time Activity & Aggression monitor: Umil (It), TIHO (Germany), Fancom BV (NI)

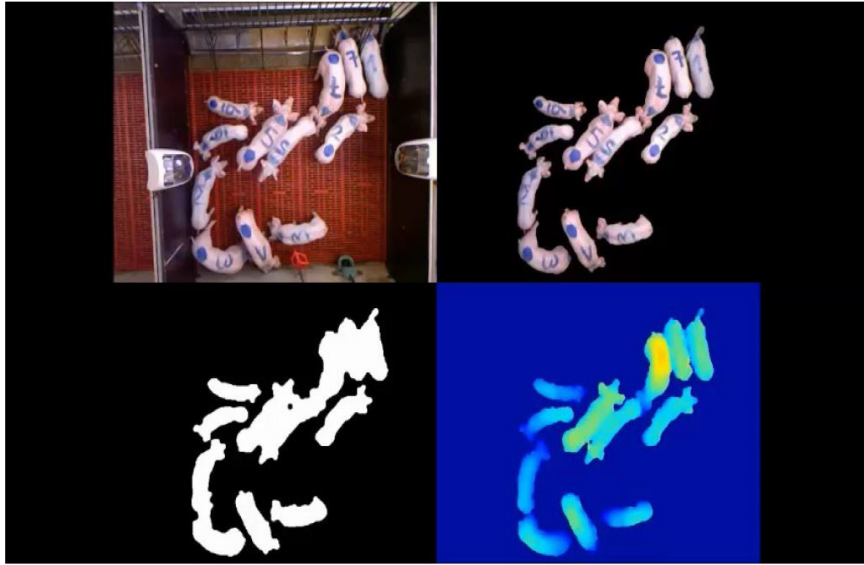


圖 16、即時豬隻攻擊行為偵測系統。

在環境溫度部分，講師以一般較常見的溫度控制通風系統來說明。也就是當環境溫度提高到 29.5°C 時，如果能夠讓系統自動提高舍內的風速到每分鐘 750 英尺（每秒 3.8 公尺）時，則雞隻的體表溫度可以從 33 - 40°C 降到 27 - 35°C（圖 17）。

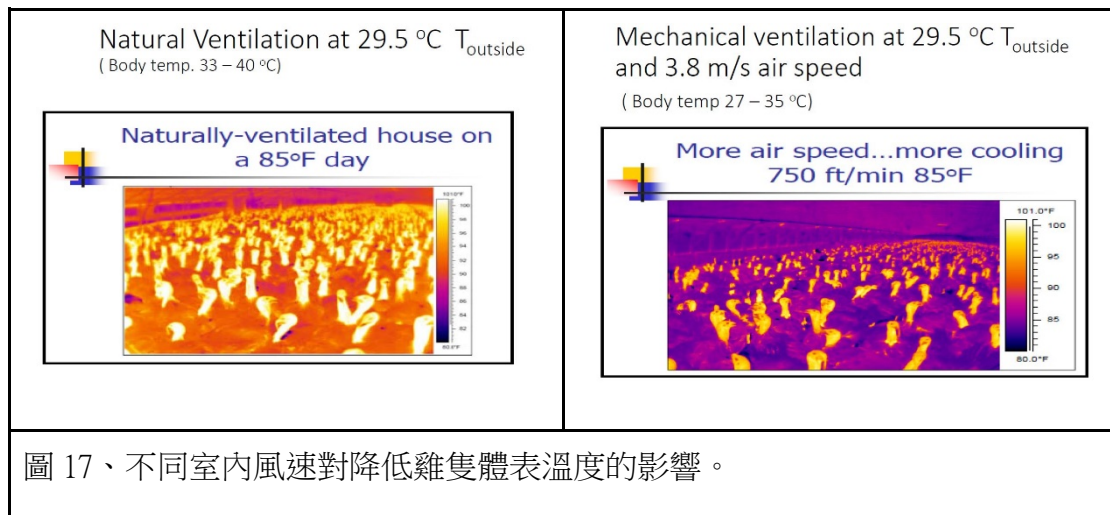


圖 17、不同室內風速對降低雞隻體表溫度的影響。

在最後生產性能數據收集部分，講師以整合豬隻監測系統為範例進行說明，目前發展的方向朝向在單一畜舍內，利用影像擷取系統、麥克風、磅秤、

網路環境來即時監控豬隻的生長情形、飼料轉換率、死亡率、健康狀況等資訊（表 18）。

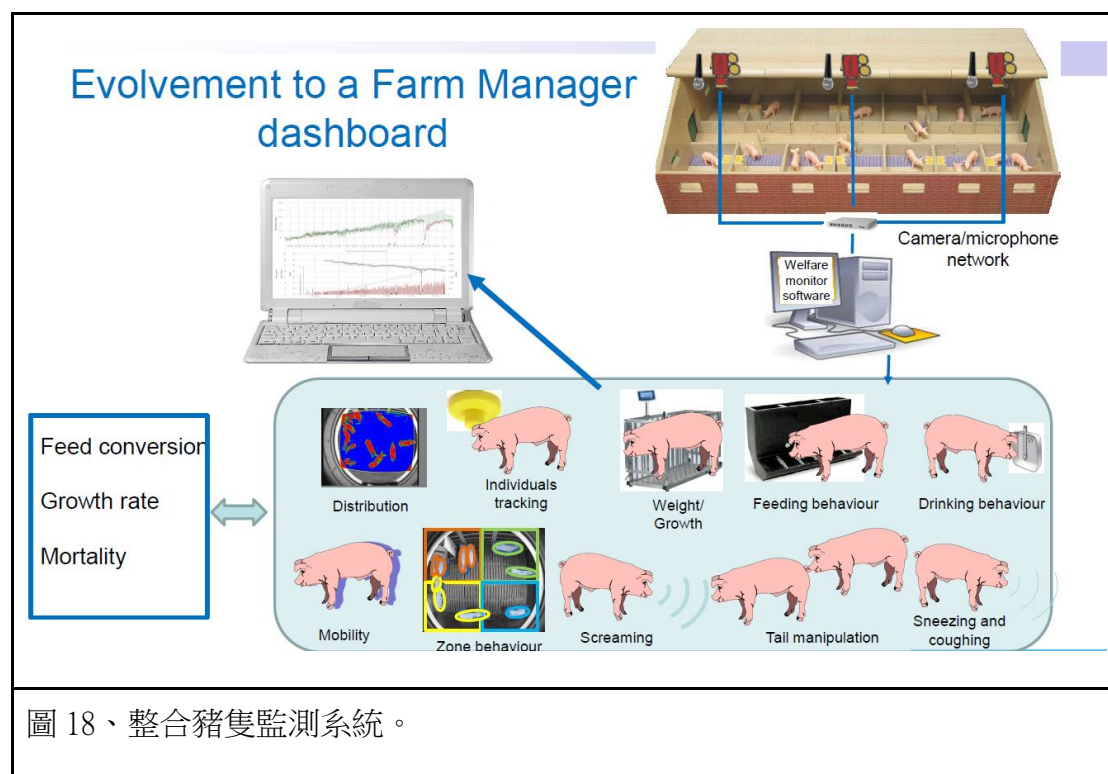


圖 18、整合豬隻監測系統。

(五) 參訪智慧家禽白肉雞畜牧場

第二天由曼谷驅車前往 CPF 位於巴真府（Prachin Buri Province）的智慧家禽白肉雞畜牧場（Krok Sombun Farm）。本次參訪訪客皆須完成登記，人員經過消毒走道、物品經過紫外線消毒並更換該場的拖鞋後才能進入參觀。且為了防疫，僅止於最前端的簡報中心而無法進入飼養區。抵達後發現該飼養場的最大優點就是其地形方正且周圍皆為平原無其他飼養場與住家，在生物安全的控制上佔了很大的優勢（圖 19）。

該飼養場內平均每一位員工可以照顧 4 棟雞舍共約 8 萬隻雞，飼養成績為 40 天屠宰，上市體重 2 公斤。為了因應外賓來訪，飼養場利用空拍圖搭配互動操作讓參訪人員可以很清楚的理解其場內工作動線以及相關設施（圖 20）。在生產部分該公司強調重點如下：

- (1)智慧飼料槽：可自動記錄每天採食量並依照設定自動給料。

(2)利用透明走道搭配玻璃窗，提供人員觀察雞群狀況，以降低緊迫與染疫風險。

(3)所有雞隻的飲用水在給予雞隻引用前都經過消毒來確保飲水品質。

(4)飼料額外補充益生元(prebiotic)來確保健康。

(5)來自大型育種公司的優良種原並施打國際標準的疫苗。

(6)為生產無疾病的雞群，給予鬆軟與乾淨的墊料。

(7)內部設置數個自動雞隻秤重裝置。

(8)白天使用電動風扇搭配降溫系統；夜晚使用保溫設備來確定雞隻的舒適性。

(9)利用屋頂設置的 360 度旋轉鏡頭，以利隨時確認雞群狀態。

而在 CPF 品牌塑造與產品部分，該公司目前將白肉雞分成三個等級，分別是 CP、CP Selection 以及 Banja Chicken，分別對應每月家庭收入 24,000、24,001 - 85,000 以及 85,001 以上泰銖的客群，這些客群的比例分別為 51%、42%與 7%（圖 21）。而該公司所創立的 Banja Chicken 品牌主打特色是在飼料中添加了含高量 Omega-3 的糙米來取代玉米，這樣生產出來的肉雞顏色比較淡，因此 CP 稱呼其為粉紅色（圖 22）。



圖 19、獨立與地形方正的 CPF 白肉雞飼養場。

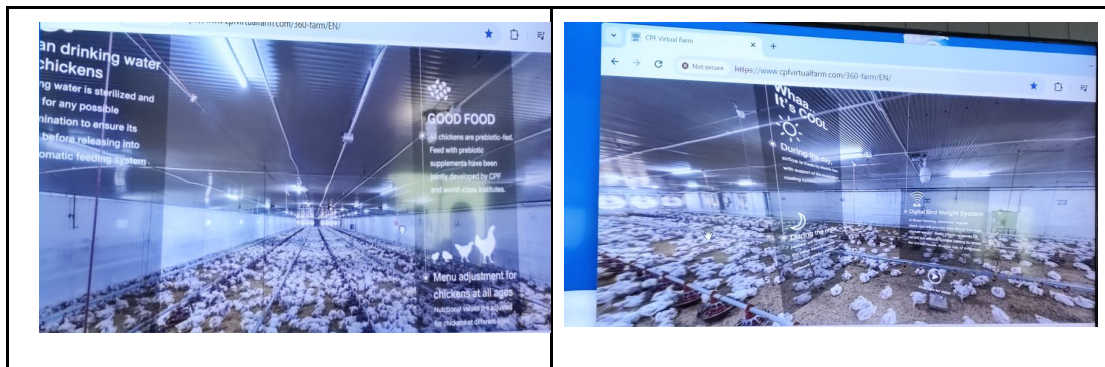


圖 20、CPF 白肉雞飼養場利用即時線上系統展示舍內飼養情況。

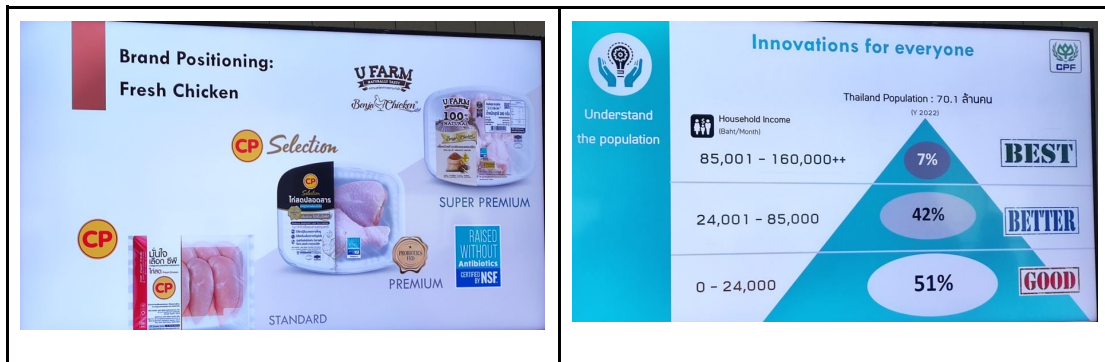


圖 21、CPF 不同產品定位與目標客群。



圖 22、CPF 品牌定位最高之 Benja chicken。

(六)泰國精準與環境友善的水產養殖技術

由 Aquaculture Biotechnology Research Group, The National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC)的 Dr. Sorawit Powtongsook 擔任講師。講師先針對水產養殖之基本知識進行解說，之後說明其團隊研發之智慧環境監測系統，以感測器搭配網路資料傳輸，使用者即可於手機上查看目前飼養水域內包含如溶氧量、pH 值、水溫…等相關資料，整體而言應用方式與智慧畜禽舍的方式頗類似。除此之外，該團隊也有研發自動化魚隻數量計算系統（圖 23），也是相當有趣的影像應用方式。

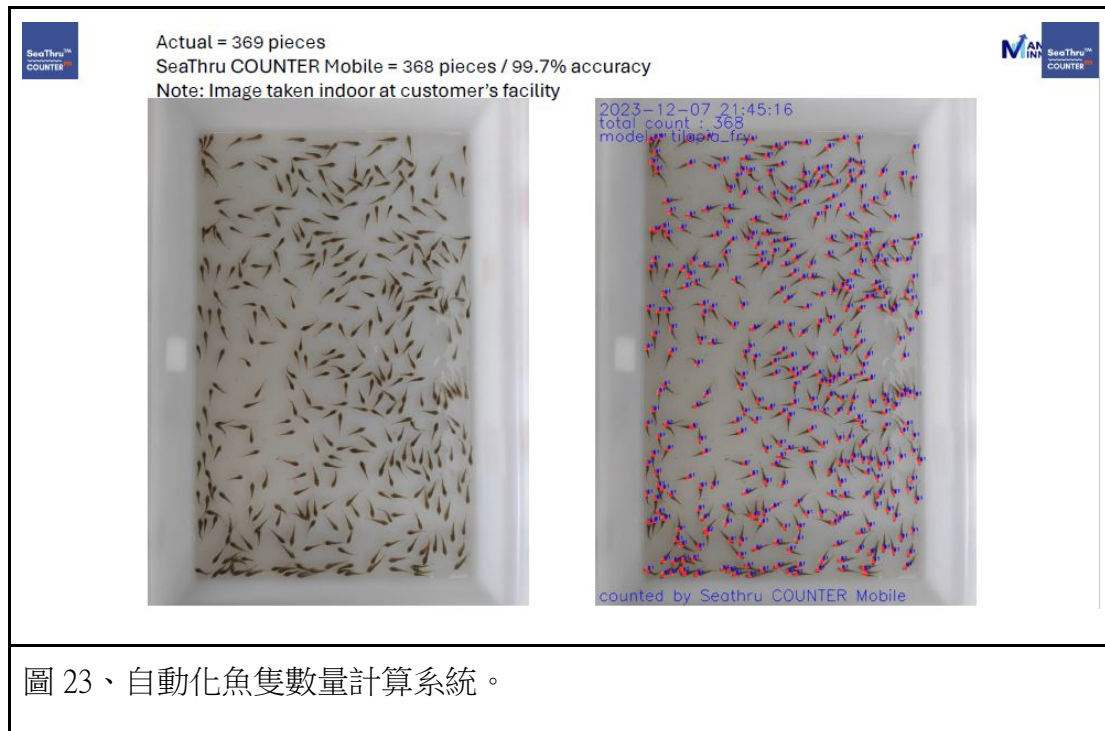


圖 23、自動化魚隻數量計算系統。

參、心得與建議

- 一、本次研習討論過程中，可以發現其實亞洲各國在發展畜牧產業過程中其實都遇到類似的問題，如飼料價格上漲、疾病的威脅、勞力的短缺等，為了解決這些問題，減少飼料的浪費、高生物安全的飼養硬體以及節省人工的自動化設備等因應而生。雖然這些所謂智能化設備產生協助解決了飼養業者的問題，但其昂貴的價格以及後續維修都是一筆不小的支出，因此，當只有大企業有辦法投入資本來解決畜牧產業面臨的問題時，自然將排擠小型農戶或家庭式飼養模式，最終勢必朝向減少飼養戶數並增加飼養規模的方式來生產畜禽產品。
- 二、除了外在可見的環境限制外，在政策執行以及各國內化的社會風氣方面，事實上也不利於慣行的畜牧產業發展。舉例來說，在講師現場視訊連線到日本乳牛場時，有提到乳牛場必須減少臭味的產生，並引導往無人居住的地方避免擾鄰。沒想到竟引起許多與會人員針對各自國家表述各種對畜牧產業不友善的政策，整體而言，要求畜牧場必須離一般住宅多遠或是先完成的畜牧場被後來才完成的住宅區驅趕等，都是各國目前的共通要求。因此，基本上亞洲各國的政策面以及社會面也都不利於傳統畜牧產業的生存，也更有誘因讓飼養業者採用智慧農業設備，減少被法規或社會不友善對待的可能。
- 三、行程第二天參訪 CPF 的白肉雞飼養場，徹底體會到最好的生物安全措施就是孤立。該飼養場四周圍全為一望無際的平原，已經先將野鳥可能棲息的樹林排除，加上完全密閉的禽舍，徹底排除了野鳥前往覓食的機會。後續只要搭配良好的員工教育訓練與 SOP，確實可以將生物安全的風險降至相當低的程度。然而這樣的地理條件在我國來說相對困難，因此在我國畜禽飼養業者生物安全的管理，仍需要業者投入更多的心力去維持以降低風險。
- 四、本次與中興大學生物產業機電工程學系蔡耀全副教授共同前往參訪，於過程中就學習的內容以及過去的研究成果多所交流。除理解蔡副教授的研究背景與專長外，亦向他說明目前我國國內鴨隻產業面臨的問題，包含如是否可利用聲音來辨別鴨隻的健康狀況？或是利用聲音來安撫褐色菜鴨的緊

張個性？用壓力感測設備來解決新生雛鴨公母鑑別的問題等，都獲得蔡副教授良好的回應，針對這些部分後續將嘗試進行相關計畫的研提來協助我國鴨隻產業成長。

肆、附錄（參訪照片）



圖 1. APO 多國計畫部門 Dr. Tadahisa Manabe 開場。



圖 2. 自我介紹。



圖 3. 泰國畜牧業智慧農業技術。



圖 4. Dr. Atsuo Ikeguchi 現場連線介紹日本乳牛場現況。

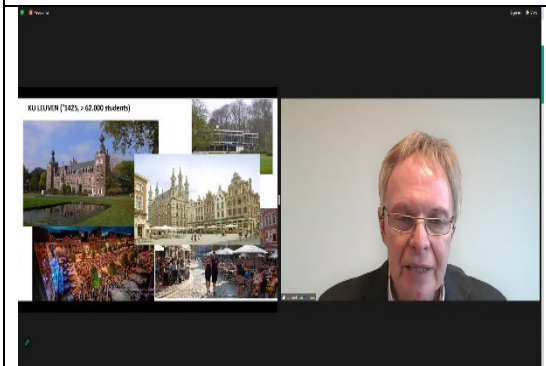


圖 5. Dr. Daniel Berckmans 以視訊方式講授內容。



圖 6. 參訪 CPF Krok Sombun Farm。



圖 7. 同行蔡耀全副教授分享我國智慧農業技術。



圖 8. 取得結業證書。

