

行政院農業委員會畜產試驗所  
乳牛場導入五大動線機器人科技論壇

# 全球乳牛協力機器人發展 現況與趨勢

2019.1.24

台灣經濟研究院

生物科技產業研究中心

報告人：李盼 專案經理、余祁暉 總監

# 全球智慧生乳產業

隨著全球人口成長，人類對各種肉類、畜禽副產物的需求增加，然而近年畜產業面臨缺工問題，使得全球智慧化養殖、監控已越趨重要，透過提供即時的動物健康、餵飼狀況、環境衛生、定位追蹤等資訊，將可提升管理的效率，並將資源做充分利用。常見生乳產業智慧化之應用包含無線射頻識別系統 (RFID)、飼養管理系統、農場管理系統、擠乳機器人、發情偵測、畜舍清潔機器人等。

其中，擠乳機器人可完全複製人工擠乳之步驟，並於擠乳過程中進行乳品質分析，同時進行數據記錄，監控乳牛之健康情形。畜舍清潔機器人則可全天進行畜舍清潔，大幅增加環境整潔及減少人力。而使用相關的技術除了可提升酪農業生產力，部分技術則可將甲烷排放量降至最低，增進飼養效率的同時亦協助環境保護。

# 全球智慧畜禽產業各產品分析

## 硬體與網路平台

- 感測裝置 (Sensor Monitoring Systems)
- GPS/GNSS 定位系統
- 網路元件 (Network Elements)

## 周邊服務

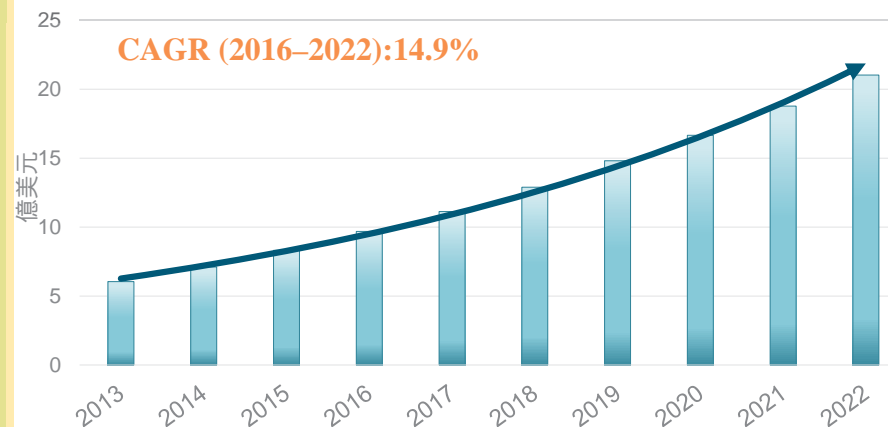
- 管理服務 (Managed Services)
- 輔助系統 (Assisted Professional Services)
- 系統整合 (System Integrators)
- 主機託管 (Hosting Services)
- 連線服務 (Connectivity Services)

## 軟體系統

- Local/Web-Based
- 雲端運算 (Cloud-Based)

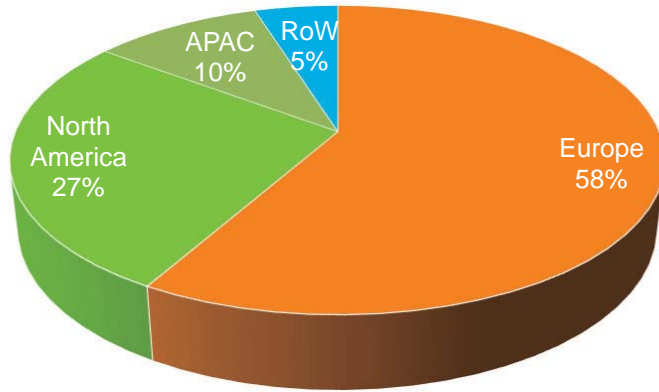
資料來源：Annual Reports、Experts' Interviews、Investor Presentations、Scientific Journals、MnM；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理繪製。

# 全球畜禽養殖智慧化歷年市場規模分析



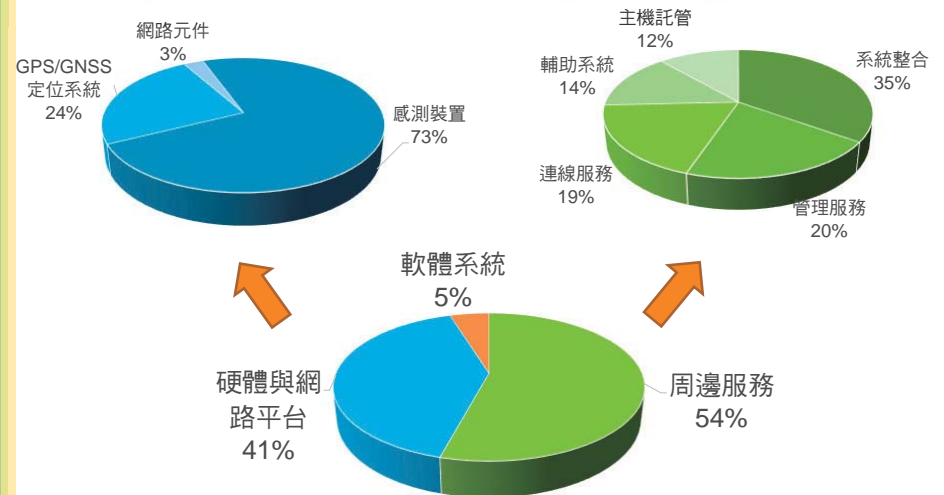
資料來源：Annual Reports, Experts' Interviews, Investor Presentations, Scientific Journals, MnM；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理繪製。

## 2015年畜禽養殖智慧化產業各區域市場規模



資料來源：Annual Reports, Experts' Interviews, Investor Presentations, Scientific Journals, MnM；台灣經濟研究院生物技術產業研究中心整理繪製。

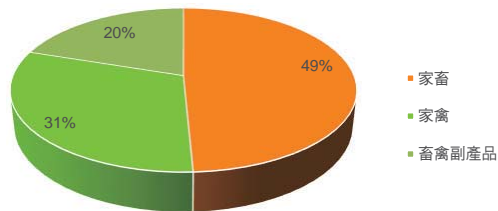
## 2015年畜禽養殖智慧化產業各產品市場規模



資料來源：Annual Reports, Experts' Interviews, Investor Presentations, Scientific Journals, MnM；台灣經濟研究院生物技術產業研究中心整理繪製。

## 台灣畜禽產業發展現況

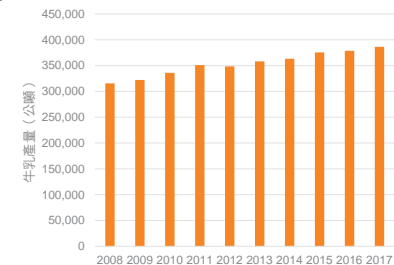
- 2017年台灣畜牧產業產值約1,604億元，其中家畜產值約790億元，家禽約494億元，畜禽副產品(奶、蛋)約320億元。



資料來源：農委會農業統計資料；台灣經濟研究院生物技術產業研究中心整理繪製。

## 台灣乳業發展現況

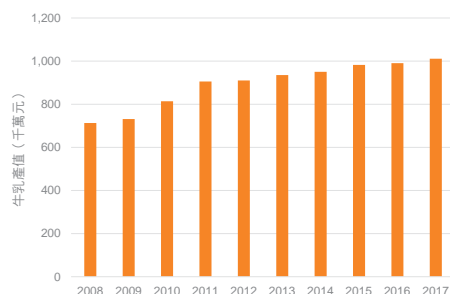
- 臺灣2017年飼養牛隻共約147,152頭，場數約1,916場，其中在乳牛飼養上，2017年底飼養場數為553場，飼養頭數為130,413頭，可見臺灣將近九成之牛隻為乳牛。而2017年在養之144,733頭羊隻中，乳羊約為45,365頭，占整體乳羊飼養超過三成。



資料來源：農委會農業統計資料；台灣經濟研究院生物技術產業研究中心整理繪製。

## 台灣乳業發展現況

- 臺灣2008年牛乳產值約為71.3億元，至2017年牛乳產值已達101.1億元，成長將近1.5倍。而臺灣2008年羊乳產值約為6.6億元，至2015年羊乳產值降至5.2億元。



資料來源：農委會農業統計資料；台灣經濟研究院生物技術產業研究中心整理繪製。

## 臺灣生乳產業現況

- 雖品質逐漸提升，但近年來土地、人力成本亦逐漸升高，生乳之價格卻僅微幅提升。根據農委會農業統計資料，2013年牛乳產地價格為26.85元/公斤，2017年降至26.17元/公斤，造成酪農戶之生產壓力。
- 牧場普遍缺乏人力，需全天候照顧乳牛亦成為飼養之困難之一。相較於國外精準管理技術發達，國內仍缺乏全面之自動、智慧化技術及設備。
- 需全自動化管理系统協助增加乳牛使用年限。

## 乳牛產業智慧化技術發展重點



## 智慧農業科技產業化發展模式



資料來源：台灣經濟研究院  
生物科技產業中心

## 英國-BouMatic(1/2)

- ProFlex robotic milking system
- 擠奶過程中對奶質進行檢測，檢測內容包括蛋白質、脂肪、含糖量、溫度、顏色、電解質等
- 對不符合品質要求的牛奶，自動傳輸到廢奶存儲器
- 自動收集、記錄、處理乳牛體質狀況、泌乳數量、每天擠奶頻率等，並將其傳輸到電腦網路上。
- 提高奶產量 20%~50%



資料來源：BouMatic

## DeLaval(1/2)

- 全線產品供應商，除了開發牧場硬體全套系統，亦提供服務、諮詢、知識分享等服務
- 全自動機器人擠乳系統VMS包含擠乳前的準備工作，並可確保每個乳頭以溫水及暖風清洗、刺激、預擠、乾燥，而每個乳頭之牛奶輸送管皆為獨立
- VMS針對各乳房皆配有奶量計，以記錄時間、產量、流量、導電率、血乳等數據
- 可額外選裝體細胞檢測儀(OCC)，便可在擠乳時準確測量體細胞數據，提升乳質安全



資料來源：DeLaval

## 英國-BouMatic(2/2)

- ProFlex robotic milking system



資料來源：BouMatic

## DeLaval(2/2)

- DelPro™牧場系統：配合VMS使用可良好控制產乳量、分析餵飼效果、並控制餵飼裝置以依照產乳量調整飼料量等。
- Herd Navigator™：改善繁殖性能、偵測乳房炎及酮病，於自動擠乳系統中分析黃體酮、LDH(乳酸脫氫酶)、尿素、(β-羥基丁酸酯)等
- 活動量探測系統、ALPRO™餵飼系統、清糞機、仔牛飼餵機器人



資料來源：DeLaval

## Lely(1/3)

- 硬體擠乳設備及農場管理服務，並致力於讓乳牛在自然舒適、不受阻礙的環境下
- 擠乳機器人Astronaut強調動線為不受阻礙之直線「I-flow」，此外，牛隻為群居動物並喜愛群體活動，因此筆直動線及開放擠乳隔間使牛群在擠乳過程中仍可與牛隻接觸，降低可能發生之緊迫
- 透過提升擠乳過程中之舒適度，可提高擠乳次數及產乳量，並將擠乳時間縮到最短，並有效確保動物福祉
- 「I-flow」Astronaut A4較「K-flow」Astronaut A3有較高之產乳量及擠乳頻率，平均提升0.96公斤/頭牛/天之產乳量，及0.1次/頭牛/天之擠乳頻率



資料來源：Lely

## Lely(3/3)

- 開發餵飼機器人Vector：可確保乳牛持續有新鮮飼糧/牧草，並自動偵測牧草位置補充量，或將被牛隻推離欄舍之牧草推回。畜主只需確認每組動物之餵飼配方比例，Vector即可自動裝填並送給該組動物，同時減少時間、人力、飼料成本，並提升乳品品質。
- Lely Calm為仔牛餵飼系統，可照顧25-30頭仔牛，並給予奶粉或鮮乳。

## Lely(2/3)

- Lely MQC (Milk Quality Control)
  - 擠乳過程中持續監控牛奶品質
  - 異常情況則會隨時透過T4C 管理系統通知畜主
- Lely T4C (Time-for-Cows)管理系統
  - 除了提供Astronaut之數據外，亦提供畜主即時牧場情形，並可與自動餵飼系統連結
  - 針對每隻牛進行健康分析，並給予每隻牛一「健康分數」
- 精確繁殖系統、牛隻健康監測系統、乳房健康控制系統、乳量提升系統、飼料配方系統、放牧策略等，平均可降低2-7%之體細胞數



資料來源：Lely

## GEA(1/2)

- 自動擠乳系統Mlone
- 牛群管理軟體DairyPlan C21
- 自動餵飼機
- 糞汙刮板機器人SRone
  - 可自由且安靜的穿梭於牛群中，充電一次可以工作18個小時以上，而其所具有之安全開關可在推力過大時停止移動，以保護乳牛之安全



資料來源：GEA

## GEA(2/2)



- 發情檢測系統CowScout
  - 配戴於頸部或腿部之裝置，其可監控乳牛採食時間、監控發情並顯示最佳受精時間、及透過計步器監控活動量、起身頻率，若相關指標與前10天不同，則會發警報給畜主
- 飼料攪拌器
  - 自動化飼料混合車，可自動攪拌及分類飼料，並根據不同牛群飼餵，共可設定15個不同的餵飼牛群及9種飼料原料，除了可省時省力外，更可精確提高各牛群之產乳量



資料來源：GEA

## Fullwood

- M<sup>2</sup>erlin主打其具有最快速之機械手臂，及獨特的雙出口設計，具有較高之配置彈性
- 具有三種規格，畜主可依需求選擇版本，主要差異為是否具有雙出口、飼料口之數量（應指可混合之飼料數）、乳牛辨識系統等



資料來源：Fullwood

## HokoFarm-Group

- 開發農業機械、光學技術、動物識別、電子產品及管理系統為主，並串聯全球之代工廠、批發商、經銷商
- ASTREA 20.20自動擠乳技術
  - 具有新一代的雷射及掃描技術，強調可減少緊迫、降低乳牛乳頭受傷風險、及機器出錯率
  - 具較低之耗水量及耗電量，可有效節省能源約35%
  - 可同時處理兩頭需要擠乳之牛隻
- 擠乳過程中透過SENSE©及SMART COLLECT©兩系統，則可有效辨別未達標準之牛奶並將其分出
- 由於牛隻可自行決定擠乳時間及次數，使用ASTREA 20.20普遍可提升10%乳產量。



資料來源：HokoFarm-Group

## 瑞士-Anemon(1/2)

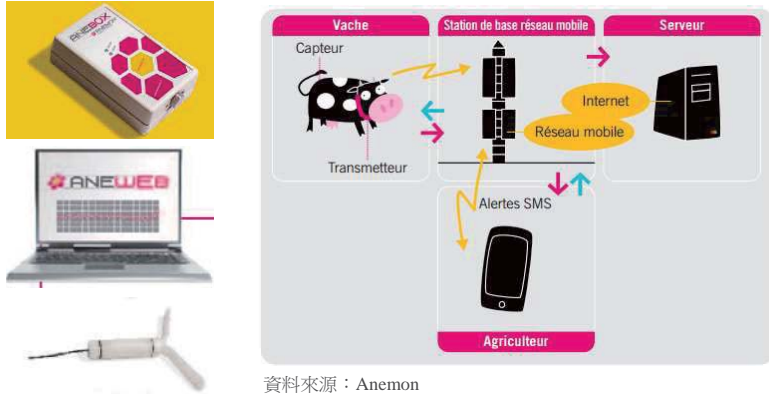


- 透過植入式(embedded)系統及伺服器應用，傳送及監控動物之生理相關數據
  - 體溫
  - 活動力
  - 組織電阻(tissues resistivity)
  - 脈博
  - GPS定位
- 植入式儀器具預警功能，並可即時通知飼主，亦可檢測動物之發情狀態

## 瑞士- Anemon(2/2)



- 使用者只需使用手機及電腦，畜舍不需其他額外設備，植入式裝置可將數據整合發送



資料來源：Anemon

## 荷蘭-Connecterra

- 穿戴式裝置Ida
  - 結合感測技術及機器學習(machine learning)
  - 可蒐集之數據及功能包含溫度偵測、發情偵測、健康警報、採食行為警報等
- 強調收費非常簡單，每個月僅需7.5歐元，此費用包含Ida穿戴式裝置、Ida基地台、升級費用、維護費用、裝置受損更換費用



How do I work?



資料來源：Connecterra

## 英國-eCow

- eCow的「farmBolus」為一無線遙測裝置，提供連續且精確的瘤胃(主要為蜂巢胃)pH值、溫度測量數據
- farmBolus自動每分鐘紀錄一次數據，每15分鐘儲存一次，並提供每天96次的自動判讀，相關資料紀錄在裝置上，使用者可透過手機軟體隨時將數據下載
  - 亞急性瘤胃酸中毒(Subacute Ruminal Acidosis, SARA)早期預警
  - 透過飼糧調整pH值、左側皺胃異位(Left Displaced Abomasum, LDA)
  - 協助管理餵養決策、改善營養補充使用
  - 監控飲水行為及熱緊迫
  - 偵測黴菌毒素



資料來源：eCow

## 肯亞-iCow



- 專為小農所設計之app，提供酪農大量訊息
  - 發情預警
  - 串連獸醫或人工授精服務
  - 最佳動物營養
  - 牛乳資料保存
  - 牛乳生產成本
  - 預防疾病
- 自2011年的資料數據顯示，使用iCow三個月內可增加牛乳生產

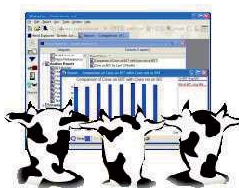


資料來源：Dairy Live

## Dairy Live



- 為一智慧畜禽管理軟體，提供酪農重要訊息如懷孕檢查、疫苗接種、精液庫存、育種等。
- 提供雲端伺服器供資料儲存
- 提供標準圖表讓酪農可與不同國家、地區的酪農戶比較
- 每月費用14.95美金



資料來源：Dairy Live

## 模組型

### 印度-Stellapps(2/2)

- 由於印度大多數酪農為小農，因此Stellapps產品特色在於任何規模都適用、且價格親民
- Stellapps產品之感測器及平台之初始成本為500-1,500美元，價差主要取決於酪農須要供應鏈中的哪個部分，而雲端服務每月之費用為8-10美元



資料來源：Stellapps

## 模組型

### 印度-Stellapps(1/2)

- 提供乳品供應鏈數據收集和分析平台，旨在提高乳品生產力和品質
- SmartFarms™：用於牛奶生產
- smartAMCU™：用於牛奶採購
- ConTrak™：用於冷鏈
- AgRupay™：使酪農便於採購
- MooKare™：牛隻保險

## 共享型

### 臺灣一味全(1/2)

- 味全旗下林鳳營牧場為全國最大乳牛牧場，場內約有4,000頭乳牛，是全台前3大鮮乳品牌中唯一擁有自有牧場者，2018年也取得「友善畜產人道驗證牧場」認證，積極實踐「農牧循環」
- 2016年3月初宣示啟動「酪農4.0」計畫，將林鳳營牧場與合作酪農牧場朝科技化管理，提供牛隻更舒適飼養環境
- 「酪農4.0」計畫以源頭管理、世界品質、科技牧場與永續經營四大面向推動產業再造，協助台灣酪農業朝向「永續牧場、健康鮮乳」的目標邁進，期望以產業共榮的方式，解決高齡化、勞動力短缺、創新投入不足等問題。
- 為帶領台灣酪農產業升級，味全以林鳳營牧場為示範，以超過60年養牛經驗建置養牛大學，除不定期舉辦「酪農共識營」，邀專家學者授課，也運用林鳳營牧場做實務交流



## 臺灣一味全(2/2)

- 泌乳牛隻佩戴有如小米手環的「乳量項圈」，可每日追蹤牛隻乳量、隨時掌握牛隻健康
- 飼養環境部分，包括自動刮糞機、自動灑水機，因乳牛是溫帶動物，因此，提供自動灑水設備替牛隻降溫
- 推動酪農4.0計畫過程中，發現土地、環保等問題是阻礙青年酪農投入此產業的主要門檻，因此計畫調整林鳳營牧場之營運方式，開放牧場先進設備與場區，讓契約酪農進駐承租，以解決酪農戶最憂心的土地取得與環保相關問題，落實協助青年酪農創業的目標。

## 結論與建議

- 導入機器人之最大困難即其成本昂貴，一台擠乳機器人約需20萬美元的投資，若加上其他管理系統的整合，費用將持續增加
- 目前臺灣之生乳產業，導入智慧化之牧場仍在少數，且台灣乳牛場平均200頭，規模亦無法與國外大型牧場相比。若可先輔導大場導入，並透過整體經濟效益之評估，明確計算出各種情形下之投資報酬，將可望吸引更多國內廠商投入



資料來源：台灣經濟研究院生物科技產業中心

## 結論與建議

- 自動化機器人對於減少牧場勞動力而言相當具其效益，人力雇用上幾乎可減少80%，對於現今現場極度缺工的狀況下，適當的導入機器人將可替牧場帶來更好的管理
- 現今社會對動物福祉之關注亦日趨升高，動物健康及動物福祉實為相輔相成，輔以智慧化之牧場管理系統、自動化之飼養設備，將可更即時地照顧動物
- 導入智慧化設備及系統除了減少人力花費外，透過其輔助飼養及管理，畜主將可以有更多自由時間運用



簡報結束，  
敬請指正！

台灣經濟研究院  
生物科技產業研究中心  
智慧財產評價服務中心  
www.biotaiwan.org.tw  
TEL:(02)2586-5000 ext.502  
FAX:(02)2597-9641

IP3 智慧財產評價服務項目  
證號：105-IP-3-04144198-0272



本簡報內容僅提供本次會議參考，非經同意不得作其他目的之使用，  
以上部份內容如蒙引用敬請註明資料來源出處。