

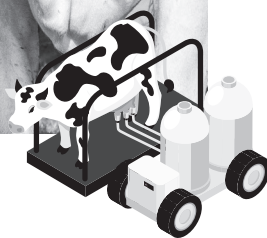
導入智慧科技，引領農業轉型

智慧生乳產業 機器人好幫手

林正斌¹

王斌永¹

程梅萍¹



壹、產業需要

俗語說：「沒知識也要有常識，沒常識也要常看電視」，依據農業統計年報指出，107年全國畜牧業產值有1,667億元，約占全國農業產值的31.7%，畜牧業產值中生乳產業占第4名為110億元，若計算出每個乳牛戶年平均收入為1,975萬元，再依據107年臺灣主要畜禽產品生產費用與收益分析，每個牧場的人力投入的人工費（包括自家勞動估值與雇用勞動費及租賃包工費），約占整個乳牛場全年收入的6.3%。所以酪農戶收入高但缺工亦相當地迫切，而另一項調查顯示，若就乳牛場年收入的十分之一及約200萬元來購置智慧型機器人來替代人工，則深受年輕酪農朋友喜愛。因此為紓解乳牛產業缺工壓力、翻轉或升級乳牛產業經營技術，將智慧型機器人導入畜牧場日常經營之中，可降低人事

註1：行政院農業委員會畜產試驗所。



圖2. 擠乳機器人。

動落放精料及智慧分群閘門等零組件所組成，特別是獨特的複合式機器手臂與降低了清潔劑和水的消耗量，可使擠乳工作相當安靜，亦有效降低高達20%的能源消耗。

乳牛場導入擠乳機器人的動線規劃，一般可區分為以下2種模式：

- (一) 擠乳優先：以能滿足泌乳牛行走需求為主的動線規劃，在牛隻經常移動的路線上裝設擠乳機器人，並開放泌乳牛自由進出擠乳機進行擠乳。
- (二) 餵飼優先：在牛隻至餵飼區的路線上裝設擠乳機器人，並限制必須通過擠乳機擠乳後，才能到餵飼區進食草料。

二、推草料機器人

吳明哲博士表示，會引進推草機器人，因為臺灣多數牧場的餵養模式多為上午及下午2次投料餵養，每小時的殘餘飼料也會因牛隻進食逐漸減少，超出牛隻食用範圍過久的剩餘飼料，牛隻亦不肯食用，將造成草料的浪費。該機器人可以設定每次推料往

牛頸夾方向在內偏的路線補正設定。推料餵牛機器人係畜試所於106年引進之智慧型推草餵牛省電智慧化設備，內部具備12伏特蓄電池，可提供至少2小時的推料時間，當電池容量偏低時，機器人具備自動返回充電站進行充電的功能，並具備現場畜舍柵欄或牆壁超音波感應自動引航調整推料軌道，對於無柵欄或牆壁處，亦可以鋪設鐵片方式作為航向導引，另外機器人可使用行動裝置透過藍芽連線遙控行走的功能。該推草機器人可依據地面埋設強力磁鐵作為引導路線，無需在地面平鋪鐵板作為導航感應依據（地面鋪鐵板有機具碾壓變型或壁虎螺絲被撬起的問題），推料機身自帶馬達可依據路線需求順／逆時針旋轉，狹窄的餵飼走道可於單一路線逕行往返，不需要U字大迴轉空間。

三、推料暨餵精料機器人

推草料暨餵精料機器人（圖3）可視為推草料機器人的進階版，畜試所107年引進之智慧型推草餵精料機器



圖3. 推料暨餵精料機器人具有2個精料桶，各可裝填70公升精料容量，其香氣足以吸引牛隻前來吃草。

人是可節省勞力之自動化設備，該機器人內部具備2組12伏特蓄電池，可在充電飽滿的情況下可連續推料4小時，另外機身上方具備不鏽鋼精料桶，桶內有2個70公升容量的儲料空間，可放入粉狀精料或顆粒狀精料，兩槽下層各自帶有馬達的給料口，目前導入的推料暨餵精料機器人示範場域為彰化地區種牛場及畜試所新竹分所。當餵精料功能啟動時，其牛舍內場地廣大，當牛隻只要聽到給飼啟動飼料掉落，敲擊到金屬料口時，待在最遠角落的牛隻也會跑回來採食，在臺灣天氣炎熱的條件下原本食慾不振的牛隻，也因為設備運行再度給予精料，食慾有明顯的改善。臺灣多數牧場皆上、下午2次投料餵養，每小時的殘餘飼料也會因牛隻進食逐漸減少。

四、推草料餵牛天眼機器人

為了使推草料餵牛天眼機器人（圖4）推料作業可監控現場的餵養牛隻狀況，畜試所團隊創新設計整合現行WebCam（網路攝影機）監控設備作為天眼，以畜牧場現有已布建的Wi-Fi無線網路為基礎，透過網際網路提供牧場主人即使出門在外，亦可透過手機APP隨時於推草機器人推草料時監視牛隻餵養情形，除了可以遠端查看牛隻進食狀況外，亦能確認牛隻背部拱起情形以辨識牛隻的腳部健康。除了餵養方面的即時資訊，天眼設備亦兼具牧場保全功能，在推料機



圖4. 推草料餵牛天眼機器人。

器人進行推料的航線上，牧場主人可以透過APP轉動天眼，以接近360度無死角方式查看畜舍現況。

參、執行前後改變

一、擠乳機器人

畜試所團隊評估，當牧場導入1臺擠乳機器人設備後，可有效取代擠乳動線的2個人力需求，每日共可取代12小時的擠乳工時（包含擠乳前準備作業、擠乳作業及清洗保養作業時間），擠乳優先的動線規劃模式，讓牛群自由進出擠乳機器人，使用後有效使平均擠乳次數從每日2次提升至將近3次，無形中提升了整群產乳量約1成、節省用水量約60%以上、節省用電量約50%以上、增加每日擠乳款收入約30%以上、每日平均產乳量有效提高並維持在32公斤以上、每頭每月增加2千元～1.5萬元乳款（圖5）。乳牛場導入櫥櫃型擠牛乳機器人，每臺機器約可擠60～70頭泌乳牛，解

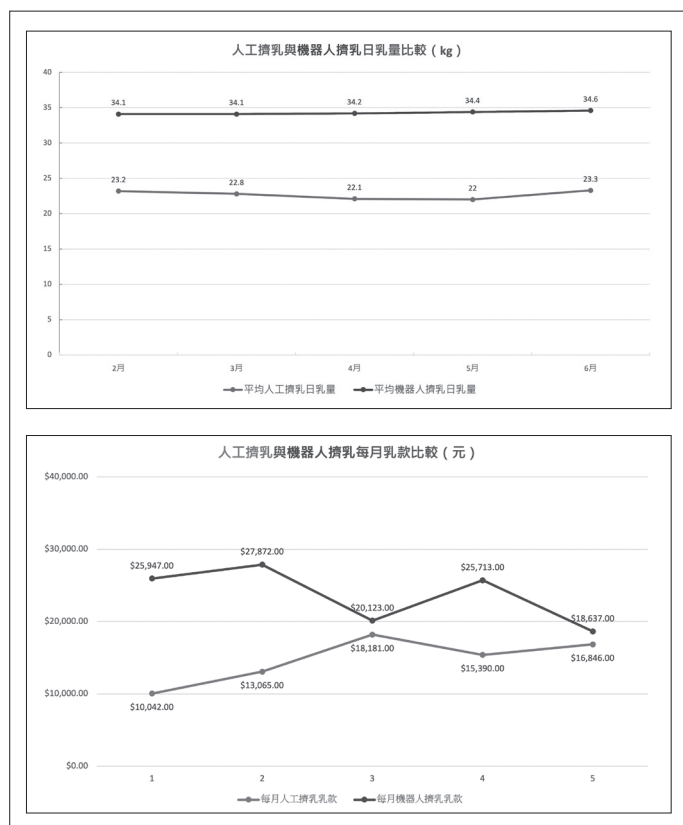


圖5. 人工擠乳與機器人擠乳日乳量比較(上)及人工擠乳與機器人擠乳每月乳款比較(下)。

決我國酪農業缺工問題。擠乳機器人內含牛群管理資訊系統，提供管理人員有效掌握每頭使用機器人擠乳的牛隻狀況。軟體介面以儀表板圖形化呈現，讓數據以更友善的方式被閱讀，內含「每日牛隻產乳量」、「每日總產乳量」、「每日牛隻擠乳次數」、「擠乳失敗資訊」、「乳脂資訊」、「精料餵飼量」、「每日造訪資訊」及「擠乳速率」等數據，系統更有報表輸出介面，提供畜主分析數據資訊，牛群管理系統亦提供牛隻健康狀況資訊，可以透過系統掌握每頭泌乳牛的乳房炎、異常乳及酮症等，若有問題可以

及時進行治療；另提供乳品質資訊如體細胞數、乳脂率，讓畜主確實瞭解每日產乳品質。

二、推草料機器人

推草料機器人是目前乳牛場推廣的機器人中最受酪農喜愛的機器人，截至109年，推草餵牛機器人共有56臺，推廣全臺不同規模乳牛場使用。目前導入的示範場域為彰化地區種牛場，每日進行8次以上的自動推料餵養，已使牧場牛隻每日的進食次數達到8以上，節省人工又可不分日夜進行推料。所以在夏季時，透過推料機每日夜晚多次的推料作業，可較以往傳統人工推料在夜晚讓牛隻進行穩定的餵養作業，據導入示範場域牧場主使用後回報，牛隻泌乳量有明顯提升，據業者指出每臺推草餵牛機器人可取代全日推料人力平均3~4小時，每家牧場每年可省下約30萬元人事成本，且每家乳牛場每年增加10公噸牛奶的收入。

收入。



三、餵精料機器人

飼主餵精料機器人可依據需要給料的時間、不同精料的給料量進行設定，在精料香氣誘因下更多牛隻願意再次進食，也增加牛隻進食次數及採食量，使乳量增加3%~8%。該設備

的示範場有效取代每日每2小時人員需到現場推料15~20分鐘的工作量，亦省下先前採用鏟裝車推料的燃油費用並達到節能減碳的效果。據瞭解，從傳統人工每日定時推料改為導入機器人推料之後，同樣的餵食飼料量在使用推料暨餵精料機器人後每餐的殘餘料更少，牛隻泌乳量有明顯提升。少量多餐的進食可讓牛隻的pH值更加穩定，且能預防酮酸中毒的情形，尤其臺灣位處亞熱帶地區，炎熱夏季的白天常使牛隻進食意願下降，而在夜晚過後牛隻才會較具進食意願，因此在夏季時節，透過推料機每日夜晚多次的推料作業，可較以往傳統人工推料在夜晚讓牛隻進行穩定的餵養作業。

四、推草料餵牛天眼機器人

具備Webcam天眼設備的推草料餵牛天眼機器人本身具備麥克風收放音功能，牧場主人即使不在畜舍內，亦可利用手機透過該設備與工作人員進行互動，不必再透過任何手持或行動裝置即可立即進行視訊語音對話，對於牛隻飼養管理相當便利。此外，天眼設備本身具有現場視訊影片儲存功能，牧場主人可於任何時間點透過行動裝置直接回放影片內容，亦可於機器上取下記憶卡儲存影片內容，相當於汽車的行車紀錄器。甚至當半夜有小牛要接生時，牧場主人透過天眼即可瞭解母牛生產狀況，待有緊急狀況再趕至現場即可。

肆、未來願景想像

畜試所林正斌組長曾經前往英國蘇格蘭參訪該地乳牛場利用機器人情形，林組長回憶道，參訪當日載有50餘人的遊覽車到牧場，場主父子二人熱情且悠閒地準備咖啡與餅乾與參訪人員聊天，似乎忘了當時應該是母牛擠乳的時段，林組長好心提醒，父子二人回應道目前有在擠乳，訪客順著場主的眼光赫然發現，的確牧場內70餘頭的泌乳牛竟然井然有序地排隊進去擠乳機器人內擠乳。而自106年臺灣開始推動機器人計畫後，以生乳產業日常工作動作5大動線而言，每日擠乳動線引進智慧型擠牛乳機器人取代約60%工時，亦可增加產乳量15%~20%；每日餵養動線導入智慧型推草料餵牛機器人，取代每日推料人力約30%工時，亦有效穩定產乳量；後續正在研發的在繁殖及仔牛照護動線導入智慧型哺育機，評估可取代每日餵養人力約30%工時，亦能提高仔牛的育成率、牛舍清潔機器人每日可節省清潔牛舍人力約40%工時；周期監測健康動線，可輔助乳牛場精準管理。因此，導入機器人進行5大作業動線，可有效並穩定生乳產量，直接提高了酪農收入，並大大提升了牧場的生活品質。

