

建構種豬數位育種技術平臺

撰文 | 畜產試驗所 彭麟量、林德育、楊鎮榮
財團法人農業科技研究院動物科技研究所 林傳順

前言

臺灣過去推動種豬登錄、種豬性能檢定、種豬場評鑑與核心種豬群建立之四項育種制度，成為臺灣種豬改良的四大支柱（又稱為種豬四維），為提升豬隻遺傳潛能與產業競爭力奠定穩固基礎。臺灣種豬登錄系統建立於1975年，同年竹南中央種豬檢定站也開始為臺灣種公豬做性能檢定工作，臺灣省政府農林廳於1980年辦理優良種豬場評鑑和國家核心種豬場工作，透過傳統育種技術分析人工量測體型數據、檢定生長性能、記錄生殖能力等資料，並再加上系譜紀錄進行選種；然而早期育種資料的取得需倚賴大量人工操作，不僅耗時費力，也可能因人為誤差而影響數據品質。隨著資訊科技與感測裝置發展迅速下，種豬性能資料收集也邁入自動化數據收集、影像辨識演算與人工智慧輔助分析等方式來取得，加以基因體學分析技術成熟與育種評估方式精進，在農

業部科技計畫經費支持下，推動2025 - 2028年「種豬數位育種技術實用化」之數位育種計畫，結合畜產試驗所、財團法人農業科技研究院、國立臺灣大學、國立清華大學、國立中興大學、國立嘉義大學、國立屏東科技大學、國立科學工藝博物館等不同領域之專家，並與財團法人中央畜產會中央檢定站、台灣區種豬產業協會與國內各種豬場合作，將逐步建置與優化種豬性能資料數位化收集工具及基因體學資料庫，再透過整合育種資料及育種模式評估，建構豬隻選育數位化決策支援系統，以提升育種準確度及改進效率，發展精準育種。

建構種豬數位育種技術平臺

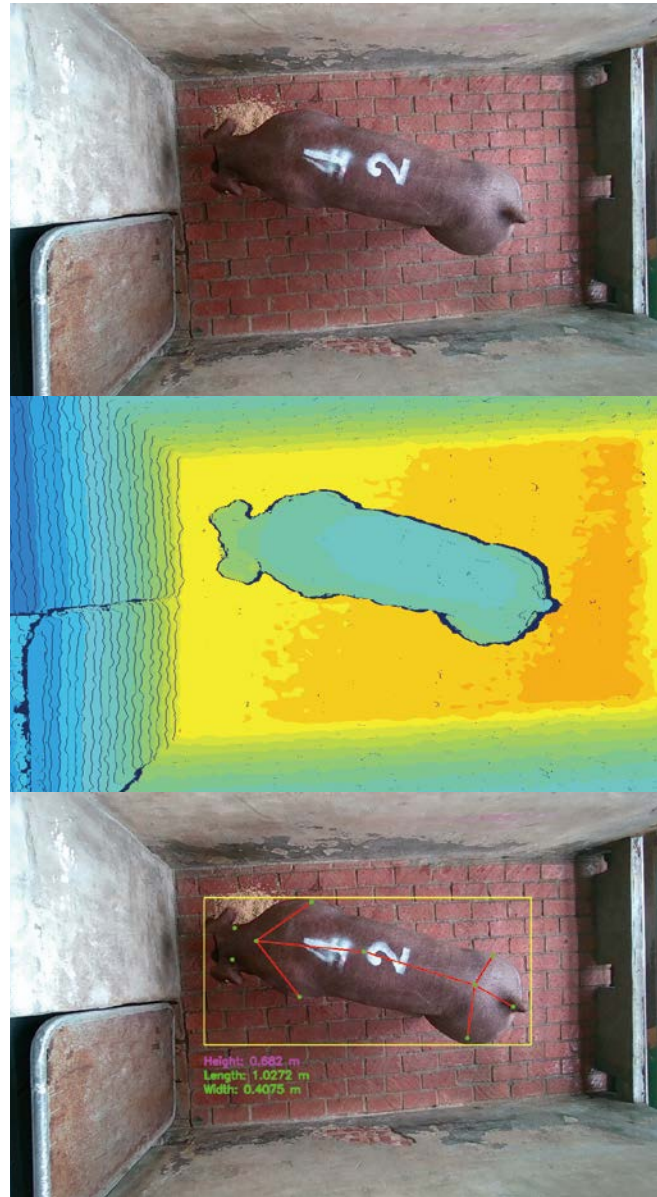
一、種豬性能資料數位化收集

在種豬育種過程中，準確且格式一致的性能資料是提升選拔效率與育種準確度的關鍵，傳統記錄方式多仰賴人工測量與手動登錄，相當耗時且易

有人為誤差。為強化種豬性能資料收集效率，應用群檢個飼系統，透過自動化設備記錄日增重與飼料轉換率等，以建立客觀、即時且具可追溯性的性能資料收集體系。此外，電腦影像處理系統（computer vision system, CVS）亦在動物飼養管理及育種實際應用上具有相當大的潛力，可應用數位影像記錄豬隻性能及行為，例如應用3D影像感測技術及3D點雲切片運算技術量測種豬體型，收集豬隻體長、體高與體寬等性狀，或是使用影像系統進行豬隻行為監測、健康監測（如體溫異常或熱緊迫監測）、異常活動監測、母豬發情及分娩行為等，協助精準管理與繁殖決策。整體來說，透過這些影像、自動化設備及數位化偵測的投入，使得豬隻表型性能更易於被記錄，節省育種數據收集的人力與時間，並降低對動物的干擾，符合動物福祉及客觀紀錄量測。

二、種豬基因體資料建置與應用

隨著豬隻全基因體序列揭露、去氧核糖核酸（deoxyribonucleic acid, DNA）定序技術精進與電腦運算能力提升，以及單核苷酸多態性（single nucleotide polymorphism, SNP）基因晶片與全基因體定序（whole genome sequencing, WGS）等工具普及與成本下降，使得基因體學在種豬育種中的應用邁向實用化與常態化。基因體學資料包含DNA序列、突變資訊、基因註解、



上視角攝影機進行種豬 3D 體型量測。
（上：RGB 影像；中：深度影像；下：體型量測）

疾病關聯等多元化的資料，且其數據量相當龐大，亦可涵蓋DNA甲基化、腸道微生物群、免疫基因群、壓力相關基因等多重體學資訊。種豬基因體資料建置與應用是推動種豬數位育種的重要工

作之一，透過高品質的基因體資料庫，能了解豬隻基因與遺傳變異，為臺灣種豬產業邁向精準育種與智慧選拔奠定利基。因此，建置一個結構完善且具彈性擴充性之資料庫平臺，對於基因體應用的深化與落地至關重要，「種豬數位育種技術實用化」計畫將致力於建立具高效管理與兼具收集與分析功能之資料庫，搭配種豬性能資料，未來將有助於深入探討各種基因與豬隻生產性能間之關係，優化種豬育種策略，提升臺灣種豬的國際競爭力。

三、育種資料整合

在數位化工具與分子技術的進步下，豬隻育種所涵蓋的資料類型日趨多元，包含系譜資料、性狀資料、基因體資訊、環境因素與飼養紀錄等，這些異質資料必須有效整合，才能提升數據應用的深度與準確性，進一步推動精準育種與決策支援系統的建構。為此，需建置一套標準化資料整合流程，從資料格式轉換、欄位對應、個體辨識一致性驗證，到數據清洗與關聯性建立等，確保不同來源資料可準確對接。整合平臺應具備自動化匯入機制與視覺化檢查介面，提升操作效率與資料品質管理。此外，亦須導入統一個體識別碼，確保跨場域及跨系統資料的一致性。資料整合的最終目的為輔助育種決策，透過結合表現型與基因體資訊，提供種豬選拔指標、預測模型與族群改良方向建議。若



種豬群檢系統搭配行為辨識。（圖片提供：農業科技研究院）

再搭配AI分析，更可即時提供快速、準確與個體化的育種選拔建議。育種資料整合不僅能提升數據應用價值，也為後續的基因選拔及耐熱性選育等研究奠定基礎，將育種技術從仰賴經驗走向科學化與自動化，實現臺灣種豬產業的數位升級並與國際接軌。

四、建立耐熱黑豬數位選育技術

臺灣位處亞熱帶，高溫高濕的氣候條件長期對養豬產業造成嚴峻挑戰，特別是熱緊迫對豬隻的繁殖力、生長效率及整體健康產生明顯負面影響。為強化種豬的氣候適應力以提升產業競爭力，「種豬數位育種技術實用化」計畫亦著手於耐熱型黑豬的數位化選育技術，結合多體學（multiomics）分析、生理特徵監測與AI演算法，建立一套科學化及

精準化的黑豬育種機制，期能達成建立豬隻耐熱選拔關鍵因子與AI模型以提供育種決策依據，實現快速、客觀且可視化的選種流程。

種豬數位育種計畫預期成果

推動「種豬數位育種技術實用化」計畫是提升臺灣豬隻育種效率與產業競爭力之關鍵。首先，透過種豬性能資料數位化收集與管理，預期將可大幅提升豬隻表型性狀的紀錄準確性與一致性，減少人工作業誤差與資料遺漏。自動化設備如群檢個飼系統與影像監控工具之導入，能即時蒐集豬隻日增重、飼料效率、生理行為與健康狀態等資訊，使得表型資料更具客觀性與即時性，利於種豬選拔與管理效率的提升。其次，建立並應用高品質的基因體資料庫，有助於揭示豬隻基因與性能表現之間的遺傳關聯性，可藉由SNP基因晶片或WGS資料，搭配性能表現資料進行基因體選拔（genomic selection），縮短育種世代間距並提高選拔準確率，進而加速族群改良進程。再者，在育種資料整合層面，透過標準化流程與一致化個體識別等資料整合，能有效串聯系譜、性能、基因體、環境與管理資料，提升跨場域與跨系統資料的整合效果。透過整合，未來可再發展出結合AI技術的育種決策支援系統，提供更即時、個別化且科學化的選拔建議，並協助育種場提升決策品質，減少選育成本，使育種從經驗式管

理轉向智慧精準管理。此外，因應氣候變遷針對本土黑豬進行耐熱性狀的數位選拔研究，透過整合熱緊迫下豬隻的行為、體溫、生理變化與基因表現資料，結合AI演算法，建立耐熱選拔指標與模型，增進臺灣特有品種的產業價值，亦有助於了解豬隻抗逆境能力機制，提升臺灣種豬國際競爭力與產業永續性。

結論與展望

面對全球氣候變遷與畜牧產業數位轉型的挑戰，種豬數位育種不僅是技術進步的體現，更是提升臺灣畜牧產業國際競爭力的重要關鍵。臺灣長年累積的種豬登錄、性能檢定、種豬場評鑑與核心豬場建置等制度，已為豬隻育種奠定良好基礎，種豬場內檢定計畫亦持續精進與推行，未來再透過數位科技的導入與深化，可提升種豬育種效率。「種豬數位育種技術實用化」計畫對臺灣種豬育種的發展扮演重要角色，未來計畫執行將持續持續優化豬隻表現型資料收集技術，如應用低干擾感測設備與非接觸式影像分析，提升資料品質與動物福祉進行深度挖掘，提升在地化豬種的育種成果，並且藉由建置資料整合與分析平臺，推動產官學合作共享資料資源，縮短研究成果轉化為實務應用的時間。若能整合智慧選拔、AI預測、資料管理與畜牧場現場操作的實務需求，未來將可實現育種流程自動化、選拔決策即時化，進一步邁向精緻育種願景。🌱