

## イメージスマートソーティングによる肥育豚省力出荷体系

試験研究計画名：肥育豚省力出荷システムの構築

地域戦略名：養豚経営の省力化・精密化

研究代表機関名：(国) 宮崎大学

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

養豚経営において肥育豚の出荷に係る労力が大きな負担になっています。出荷体重は肥育豚の枝肉重量と格付に大きく影響することから、適正体重で出荷することが収益向上に直接つながります。しかし、労力の問題から養豚農家の半数は体重測定なしで出荷をしているため、枝肉重量の低下と格落ち頭数の増加により肉豚販売単価が低下することから、出荷体重の高位平準化が大きな課題となっています。その対策の1つにオートソーティング装置の利用がありますが、現行のオートソーティング装置で使われているソーティング機能を有する豚衡機では、通過に時間がかかるなどで増体量が低下したり、頻発する故障が大きな課題となっています。そこで、これらの課題を解決するため、豚にとってストレスの少ないオートソーティング装置を開発し、適正な体重で出荷を可能とする肥育豚省力出荷体系を構築しました。これにより養豚農家の粗収益を5%以上向上することを目指しました。

技術体系の紹介：

イメージスマートソーティングによる肥育豚省力出荷体系は、画像解析による豚体重測定システムと、そのデータを利用したIoTによる豚の自動選別システムを組み込んだ新型オートソーティング装置で構成されています。

### 1. 画像解析による豚体重推定システム

マルチスリット光とランダムドットを豚の上方から投光し、豚の体表面に現れた複数の輝線を撮影することで一枚の画像から豚の形状を3次元的に測定し(図1)、取得した3次元外貌データからAIを用いて画像処理により体重を推定するシステムです。1頭当たり5秒以内で体重推定が完了し、出荷体重近傍の豚ではロードセル値を真値として3~5%の誤差(出荷判定区間70kg~130kg)で体重を推定できます。また、上方からのカメラを用いており、従来のロードセルを使った豚衡機で頻発する豚の糞や敷料による故障は発生しにくい構造です。

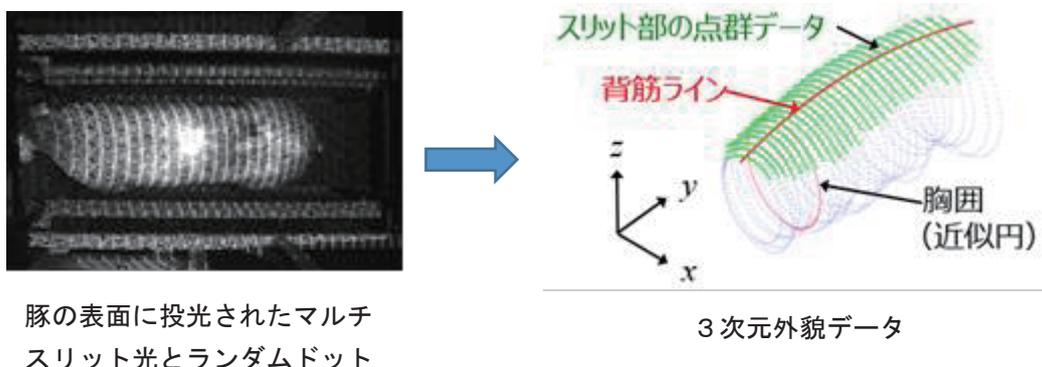


図1 豚の表面に投光されたマルチスリットと抽出された3次元外貌データ

さらに、画像解析における豚の形の認識(切り出し)では、体表面に黒色に発酵した敷料などが付着した豚や、開放豚舎における直射日光による明るさの変化の影響に対しても、ドットパターンを上方から投光し豚がいるときに背中に照射されるドット位置の変位を利用したセンシング技術を開発し、明るさの変化に影響されずに体が汚れていても安定した切り出しを可能にしています(図2)。

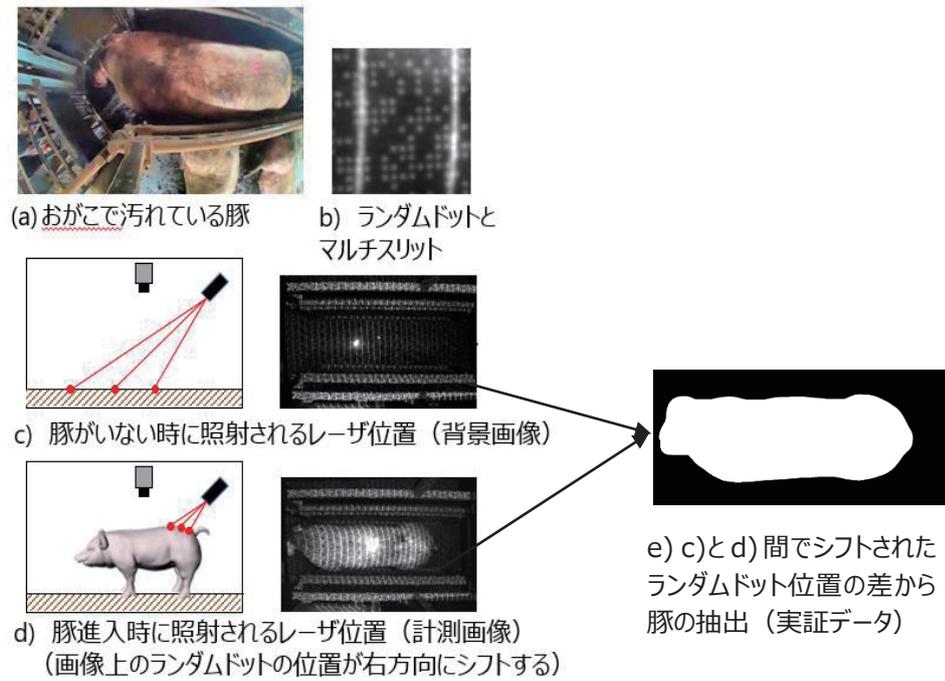


図2 ドットパターンを利用した豚の切り出し

2. 新型オートソーティング装置 (図3)

新型オートソーティング装置は、2匹以上の豚が侵入しないように入出口に自動で開閉するスタレシャッター機構のドアが設けられており、豚が装置内へ進入し体重測定を終えると、その結果をもとに上位から信号をもらい、2方向の出口のうち1つを開放し退出を促す構造です。豚の体で機械的な動作が遮断されないような機構としています。電源は100Vもしくは200Vに対応できます。駆動源は圧縮エア。通路は段差がなく、恐怖心を与えないように柵を使用しているため、閉塞感が少ないことから、豚はストレスが少なく通過することができます。1頭の豚が装置を通過する時間は、実証試験では19.4 ± 26.0秒 (平均±標準偏差) と30秒以内でソーティングできます。

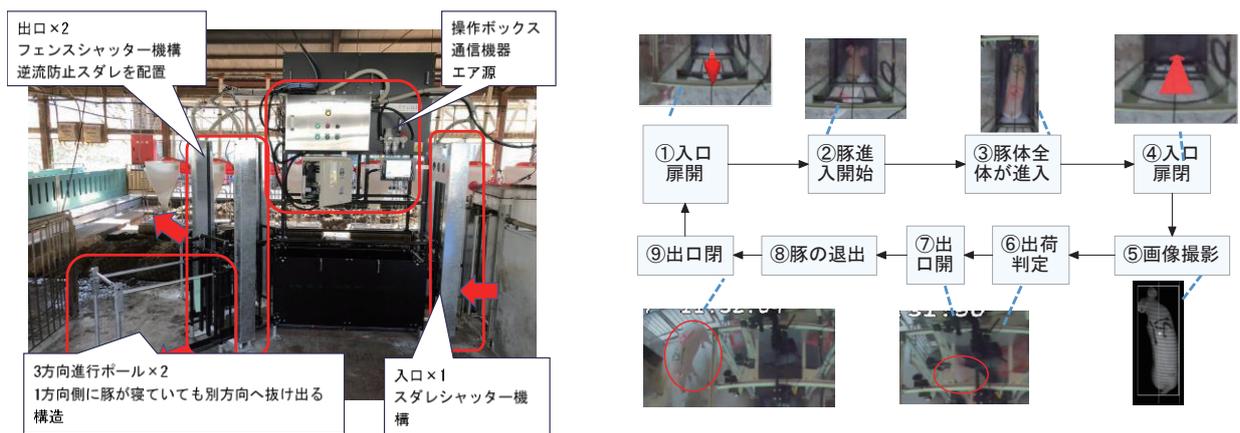


図3. 新型オートソーティング装置の概観とフロー

### 3. IoTによる豚の自動選別システム

ネットワークを利用して、豚舎外から画像解析による豚体重測定システムで得られた体重データをもとに、出荷適正体重に到達した豚を自動的に選別するシステムです。不具合が発生した場合の状況を豚舎外から確認できます。図4にネットワーク構成を示します。管理室（制御室）に設置したコントローラからLANを用いて、豚舎内のシステムを制御します。遠隔による制御を実現することで、豚舎に出向く回数が大幅に削減されます。また、インターネットを活用し現場の状況をスマートフォンなどでどこからでも確認でき、万が一トラブルが発生した場合もほとんどは遠隔制御にて修復できる機能を備えています。たとえば、台風などによる停電後の復旧作業など現場の作業では難しい場合も中央管理機関のエンジニアが遠隔で作業ができます。

測定データはCloud上に保存されます。図5に取得されたデータの例を示します。画面上には豚舎内にいる豚の平均体重、時間ごとにソーティングシステムを通過した豚の頭数および体重分布などの群管理データが表示されます。さらCloud上にはソーティングシステムを通過した豚ごとに体重推定の基となった画像データと画像処理データが保存されます。

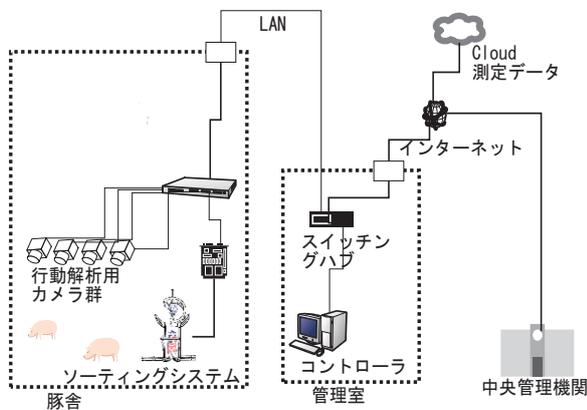


図4. ソーティングシステムの遠隔制御

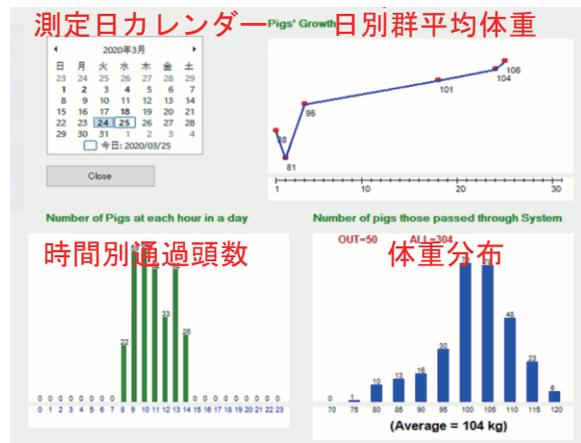


図5 取得されたデータ例

イメージスマートソーティングについては、体重推定精度の改善、異なる農場での推定精度の普遍化とそのため校正技術の開発、メンテナンス体制、耐久性等に関してさらなる改善を行っているため、まだ製品化に至っていません。そのため販売額も未定ですが、おおむね150～200万円以下での販売を目標に、生産・販売する民間企業に技術を受け渡す予定で、プロジェクト終了後1年間程度での製品化を目指しています。

#### 技術体系の経済性は：

##### 経営改善効果

小群飼育管理の養豚経営（肥育豚常時2000頭を飼養）において、イメージスマートソーティングによる肥育豚省力出荷体系を、施設を改修して導入し大群飼養管理へ移行した場合の経営改善効果を試算しました。その結果、宮崎県の現状値（平成30年）に比較し、肥育豚1頭当たりの農業所得が346円（増加率19%）増加するとの試算結果が得られています（表1）。

試算では、豚舎改修とイメージスマートソーティングの導入費用を、減価償却費として計上

表－1 新システム導入による経営改善効果

肥育豚 2000頭	新システム 導入前	新システム 導入後	比較増減	
			金額等	比率
粗収益	38,973円	41,647円	2,674円	6.9%
飼料費	14,187円	15,200円	1,013円	7.1%
減価償却費	1,485円	2,735円	1,250円	84.2%
雇用労働費	899円	253円	-646円	-71.9%
総費用	37,156円	39,484円	2,328円	6.3%
労働時間	69.8分	60.2分	-9.6分	-13.7%
農業所得	1,817円	2,163円	346円	19.0%

※出荷豚1頭当たりの比較

しています。豚舎改修の単価は、豚舎床面積（㎡）当たり 20,000 円（柵の解体費を含む）、新型オートソーターは市販の外国製品と同等の価格（200 万円）とし、必要数量（6 台）と償却期間（10 年）を考慮して年償却額を算出しました。経営評価の結果は、粗収益は、実証試験の平均枝肉重量（78 kg）が、宮崎県現状値（73.5 kg）より約 5kg 多かったことから肉豚販売額が 2,674 円（6.9%）増加しています。総費用は、システム導入に伴う労働時間の削減により雇用労働費が減少したものの、出荷日齢延長による飼料費の増加と、豚舎の改修および装置導入による減価償却費の増加に伴い、総費用は 2,328 円（6.3%）増加しました。この結果、農業所得は新システム導入により 346 円（19%）増加し、新たに発生する費用を、増加する粗収益額が上回り、十分な費用対効果が得られることが示されました。なお、従業員が労力の主体となる法人経営体では、総労働時間が 25.5%削減される結果が得られており、家族経営では削減できない出荷作業に係る補助労働力（雇用労働費）を削減することができ、農業所得の増加は 599 円（33%）となることが予測されます。これらの結果から、イメージスマートソーティングによる出荷体系は、労働力の安定確保に苦慮する養豚業界において、最小の投資で労力の軽減が図られるとともに、収益の増加につながる技術として期待されます。

#### 経済的な波及効果

宮崎県養豚生産者協議会会員に対するアンケート調査では、約 3 割の生産者が開発されたイメージオートソーティングを導入したいとの意向を示しています。平成 30 年度の宮崎県内農家の肉豚出荷頭数は約 130 万頭なので、これらの出荷豚のうち 30%の農場で導入された場合に、肥育豚出荷 1 頭当たりの粗収益が 2,674 円増加すると想定すると約 10 億円の農業産出額の増加が見込まれます。この金額は平成 30 年度の宮崎県の養豚の農業産出額 515 億円の 1.9%に相当します。さらに労働力の安定確保は国内の養豚経営においても重要な課題であり、新システムは養豚経営の経営安定に大きく寄与することが期待されます。

#### こんな経営、こんな地域におすすめ：

開発及び実証試験は南九州で実施していますが、装置は豚舎内に設置されるので地域特異性はありません。また豚舎の種類も問いませんが、大群飼育管理（数百頭）の豚舎への設置をおすすめします。

#### 技術導入にあたっての留意点：

オートソーティング装置の仕様は大群飼育管理の豚舎の構造に応じて変える必要があります。装置の使用方法等も経営体の飼養体系に応じて工夫する必要があります。また、パソコンのための LAN ケーブルの設置等が必要になるため、ネズミの害等を防除する必要があります。

研究担当機関名：（国）宮崎大学、（研）農研機構、熊本県農業研究センター畜産研究所、（株）向陽プラントサービス、（株）システム技研、宮崎県畜産試験場、農事組合法人日高養豚場、（株）セブンフーズ株式会社、宮崎県農政水産部農業経営支援課

お問い合わせは：（国）宮崎大学産学・地域連携センター

電話 0985-58-7946 E-mail sangaku@of.miyazaki-u.ac.jp

執筆分担（（国）宮崎大学 川末紀功仁 川島知之、（株）向陽プラントサービス 吉田久美子、宮崎県 三角久志）