

畜産経営者のための

スマート畜産マニュアル



令和2年3月

(全目畜)

一般社団法人 全日本畜産経営者協会

はじめに

わが国の畜産業では、担い手の減少・高齢化の進行等により、平成30年度には前年度に比べ酪農家は4.5%、肉用牛飼養農家は4.1%、養豚農家は3.4%、養鶏農家は0.4%（肉鶏）から3.6%（採卵鶏）減少し、畜産物生産を維持・拡大するためには、作業の効率化及び省力化による労働負担の軽減・労働力の確保が喫緊の課題となっています。農林水産業の競争力を強化し、農業を魅力ある産業とするとともに、担い手はその意欲と能力を存分に発揮できる環境を創出していくためには、畜産技術においても、省力化・軽労化や精密化・情報化などの視点からその革新を図っていくことが重要です。また、畜産業の現場では、依然として人手に頼る作業や熟練者でなければできない作業が多く、次世代を担う人材育成や女性・高齢者等が効率的に働くためには、熟練農業者の有する技術を「見える化」するシステムが重要です。

農林水産省は、平成25年11月にスマート農業研究会を発足し、ロボット技術やICT等の先端技術を活用し、超省力化や高品質生産等を可能にする新たな農業の実現に向けて検討を重ねています。その一方で、近年のICT技術の急速な発展により、畜産を含むスマート農業の技術革新は目覚ましく、大規模経営体では労働力不足や熟練者不足を補うため、最新技術の導入を進め始めており、今後、導入の本格化が望まれている状況です。

一方で、スマート畜産の普及にあたっては各畜産経営の実情に即したものとする必要があるため、全日畜では平成30年度から2年間、日本中央競馬会畜産振興事業として「スマート畜産調査普及事業」を実施しました。本マニュアルは、平成30～31（令和元）年度の事業実施結果をもとに作成したものです。畜産経営の経営効率化や超省力化・高品質生産に向けた参考資料として活用いただければ幸いです。

令和2年3月

一般社団法人 全日本畜産経営者協会
(全日畜)



目 次

はじめに	
目 次	1
用語・略語	2
1. ICT 技術等を使った新しい畜産経営	3
2. 政策上の位置付け	9
3. ICT 技術導入による費用対効果の事例	15
4. 実用化されたスマート畜産技術	25
4. 1 2015 年までに実用化された技術	25
4. 2 最新技術	38
5. 研究開発中のスマート畜産技術	43
5. 1 革新的技術開発・緊急展開事業	43
5. 2 農業界と経済界の連携による先端モデル農業確立実証事業	48
5. 3 スマート農業技術の開発・実証プロジェクト等	55
6. スマート畜産導入の支援制度	57
7. 畜産経営者及びスマート畜産技術にかかる主要企業へのアンケート調査結果	58
7. 1 畜産経営者へのアンケート調査結果	58
7. 2 スマート畜産技術にかかる主要企業へのアンケート調査結果	66
8. 先進優良事例の実証調査結果	70
引用文献	76

用語・略語

用語	内容
AI	Artificial intelligence の略。人工知能。
Android	Google によってスマートフォンやタブレットなどの携帯情報端末を主なターゲットとして開発されたオペレーティングシステム (OS)。
ビッグデータ	Big data または BD。一般的なデータ管理・処理ソフトウェアで扱うことが困難なほど巨大で複雑なデータの集合。
B2B	Business to business の略。企業同士がインターネットなどの通信網を利用して電子商取引をすること。
クラウド	従来は利用者が手元のコンピュータで利用していたデータやソフトウェアを、ネットワーク経由で、サービスとして利用者に提供する従量課金制サービスの総称。
ダッシュボード	複数の情報をひとまとめにして表示するツールのこと。自動車の計器盤に由来。
GIS	Geographic information system の略。地理情報システム。
GPS	Global positioning system の略。全地球無線測位システム。
ICT	Information and communication technology の略。情報通信技術。
ID	Identification の略語。個人識別のために用意された、文字や数字の集まり。
iOS	アップル社が開発・提供するオペレーティングシステムで iPhone、iPod touch、iPad など全モデルに搭載されている。
IoT	Internet of things の略語。様々なモノ (物) がインターネットに接続され情報交換することにより相互に制御する仕組み。
LAN	Local area network の略。企業 (経営体) 内統合通信網。
見える化	仕事の上の情報や問題が見えるようにすること、共有化すること。
OS	Operating system の略。コンピュータを動かすためのソフトウェアのこと。
プラットフォーム	コンピュータにおいて、ソフトウェアが動作するための土台 (基盤) として機能する部分のこと。
RFID	Radio frequency identifier の略。ID 情報を埋め込んだ RF タグ (Radio frequency tag) から、電磁界や電波などを用いた近距離の無線通信によって情報をやりとりするもの、およびその技術全般を指す。
サイバー攻撃	コンピュータネットワーク上で、特定の国家、企業、団体、個人に対して行われるクラッキング (コンピュータシステムの破壊・改竄) 行為。
スマート農業 (畜産)	ICT・ロボット等を活用した農業 (畜産) の取組。
SNS	Social networking service の略。インターネットや携帯回線を通じてオンライン上で不特定多数の人が交流をはかるサイトの総称。
UAV	Unmanned aerial vehicles の略。人が搭乗しない航空機のこと。通称として、ドローン (Drone) と呼ばれる。
ウェアラブル端末 (コンピュータ)	Wearable (身につけられる) に由来。身につけて持ち歩くことができる端末 (コンピュータ) のこと。主に衣服、メガネ、腕時計等により腕や頭部に身につけたまま使えるものを指す。

1.

ICT 技術等を使った新しい畜産経営

ICT (Information and communication technology : 情報通信技術)、ロボット及び AI (Artificial intelligence : 人工知能) 技術の開発は大きく進展し、様々な産業分野における利用が進んでいる。

ICT の中では、IoT (Internet of things : モノのインターネット) 技術が発展し、センサーと通信機能を持ったモノまたは生物が発する情報がインターネットを介し様々な場所で活用することができるようになった。今や IoT は IoE (Internet of everything : あらゆるモノのインターネット) へ向かって進化しつつある。

IoT により、インターネットを通じて得られた情報からモノまたは生物の状態を把握し、必要な対応をタイムリーに行うほか、インターネットを介してモノをコントロールしたり、ロボットに作業させたりすることが可能である。また IoT により送信された膨大な情報はビッグデータとして蓄積され、AI により分析されることで、問題点の所在や経営改善の方法を短時間で明らかにすることができる。従来であれば、問題が生じれば原因を究明し対策を講じるという長いプロセスが必要であったが、AI の機械学習、深層学習 (Deep learning) により、ビッグデータから最も強い相関関係を短時間で見出し、問題を解決できる (窪田 2017)。またデータ量が大きければ大きいほど精度は向上し、業務や経営の一層の効率化が実現される。

ICT 技術により、IoT、クラウド、ビッグデータ、AI、ロボットが利用され、データの蓄積・分析に基づく PDCA サイクル¹による改善が進み、人手不足の解消、生産性向上、規模拡大・経営の多角化等が進むものと期待される。

図 1.1 に ICT 技術の利用による新たな畜産経営のイメージを示す。

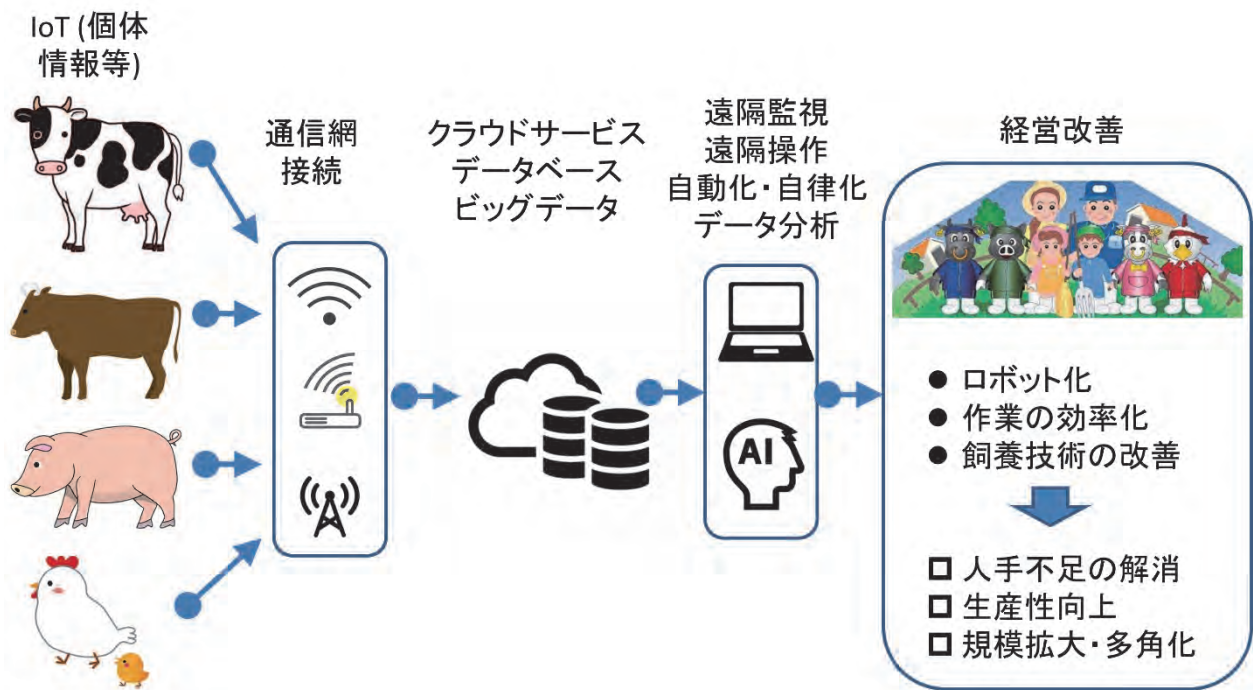


図 1.1 ICT 技術の利用による新たな畜産経営のイメージ

¹ PDCA サイクル (Plan-do-check-act cycle) は、事業活動における生産管理や品質管理などの管理業務を円滑に進める手法の一つ。Plan (計画) → Do (実行) → Check (評価) → Act (改善) の4段階を繰り返すことによって、業務を継続的に改善する。

畜産 ICT システムの分類

内閣官房の新戦略推進専門調査会農業分科会が平成 26 年度に取りまとめた「農業情報創成・流通促進戦略に係る標準化ロードマップ」において、国内農業 ICT システムは、その目的と実現機能によって、以下のとおり大きく 5 分類に整理されている（図 1.2）。

(1) 生産管理システム

安定的な経営のために年間の生産計画を立て、着実な実行のために作業進捗や生産状況を管理するシステム（生産記録システム、環境モニタリングシステムを含む場合がある）

(2) 生産記録システム

生産履歴の保存、活用等を目的に、作業や資材使用量の記録をモバイル入力端末等で行うシステム

(3) 畜産機械連携システム

最適な生物環境を維持し、生産量・品質を向上・安定化させるため、機械を利用して環境・育成データを取得し、最適な作業・資材使用を行うシステム（生産管理システム、生産記録システムを含む場合がある）

(4) 複合環境制御システム

最適な畜舎環境を維持し、生産量・品質を向上・安定化させるため、環境をモニタリングし、適切な環境へ機器を制御するシステム（環境モニタリングシステムを含む場合がある）

(5) 環境モニタリングシステム

畜舎環境の変化を捉え、適切な対策が行えるように、畜舎内に設置し、環境の状況をモニタリングするシステム

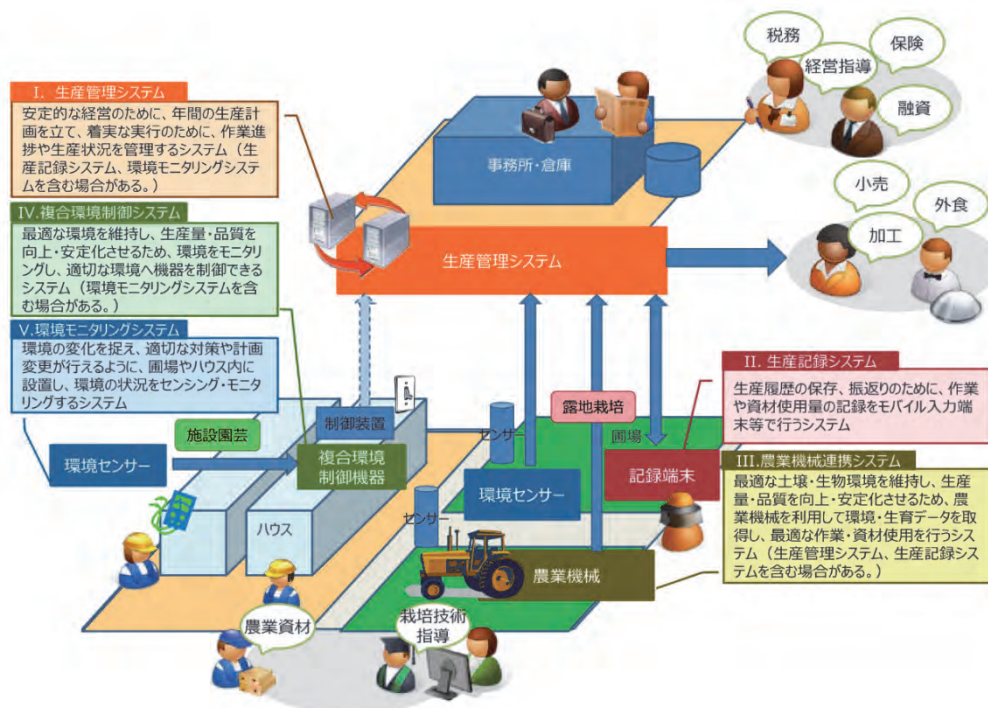


図 1.2 国内農業 ICT システムの位置づけ（内閣官房 2017）

農業経営のタイプ別、システム導入による目指すべき方向性

農業経営に ICT を導入する際には、自己の経営が現在どのようなタイプかを認識する必要がある。また、経営のタイプに応じた個別の課題が生じると思われるので、課題を解決するために有効なシステムの導入を検討することが重要である。

経営のタイプに応じたシステムの導入及び導入後の目指すべき方向性を整理すると図 1.3 のとおりである。

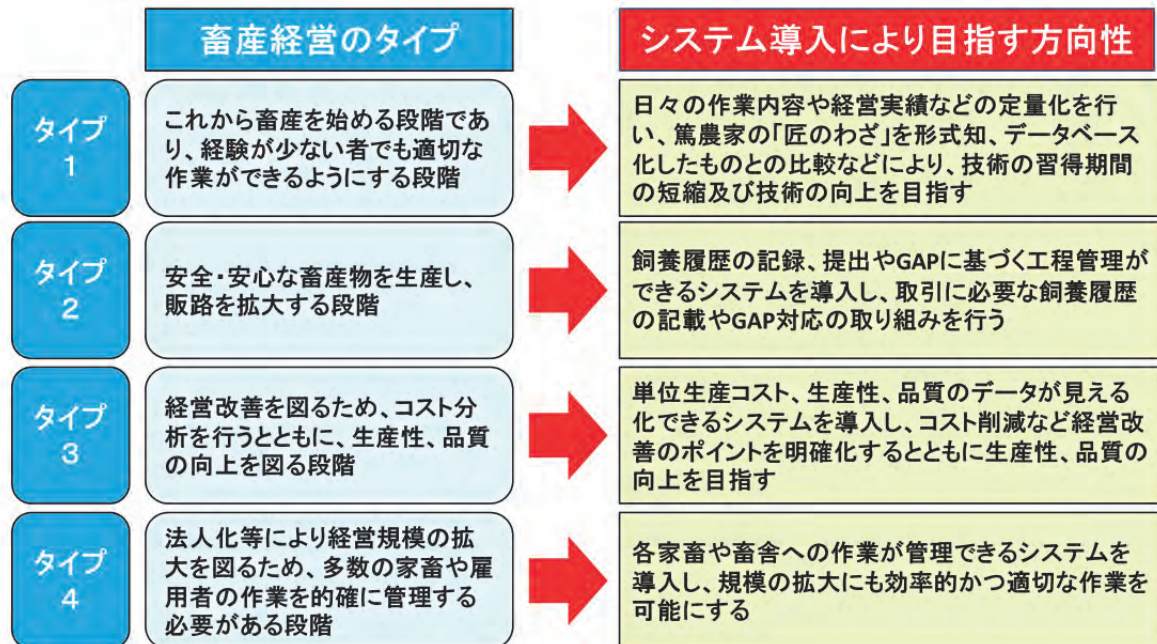


図 1.3 農業経営のタイプ別、システム導入による目指すべき方向性（農水省 2017a）

課題からみたシステムの機能及び期待できる効果

現在、農作業の省力化・効率化を図るため、目的に応じた農業 ICT システムが開発されているが、現在提供されている農業 ICT システムの機能やシステムを活用することにより期待できる効果を整理すると図 1.4 のとおりである。

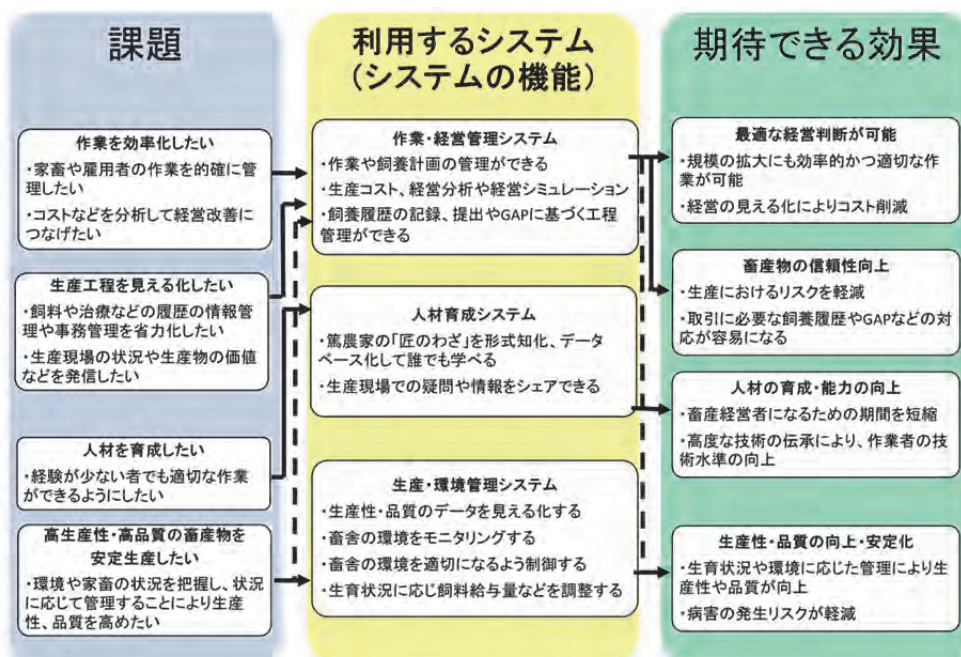


図 1.4 課題からみたシステムの機能及び期待できる効果（農水省 2017a）

ICT 利活用におけるポイント

ICT 技術を畜産経営に導入する際の留意点は以下のとおりである（農水省 2017a）。

(1) ICT を活用して経営改善する戦略を明確にすること

ICT をただ導入しても経営改善にはつながらない。経営戦略や ICT を導入して解決しようとする課題が明確であって、課題にあったシステムを選択し、その戦略や課題がそのシステムの導入によって解決することが明らかであることが必要である。

(2) 取得したデータをフル活用すること

単にデータは取得しただけでは意味がない。取得したデータは、問題意識をもって分析・活用するほか、関係者と共有することにより改善点の発見等につなげることができる。

(3) 導入コストと効果を比較すること

クラウドを使用した汎用的なシステムのほか、現場の状況にカスタマイズされたシステムなど、システムにも様々なタイプがあるが、導入コストと効果を意識しながらシステムを選択することが重要である。なお、Google や Dropbox、Evernote 等のように無料で端末から作業記録の記帳等が可能なサービスや無料の SNS を利用することもできるので利用を検討する。

(4) データの利用権や利用に関する取り決めに明確にしておくこと

家畜の育成履歴等の情報は、生産者のノウハウが含まれており、知的財産となるため、価値創出につながる。サービスの提供者（ベンダー等）との契約の際には、ユーザーが取得した情報をサービス提供者によってどのように取り扱われるのか確認し、情報の財産権を明確にしてから契約する必要がある。平成 28 年 3 月に内閣官房 IT 総合戦略室で公表された「農業 IT サービス標準利用規約ガイド」では、権利やお互いの義務について記載されているサービスの利用規約について、どこを注意して確認する必要があるか、サービスを利用する生産者や生産者団体の担当者等を対象として示されているので、こちらをよく読み、システムを利用する。

畜産に ICT を活用する際の導入フロー

畜産に ICT を活用する際の導入フローは以下のとおりである（農水省 2017a）。

(1) 構想・計画段階

まずは関係者間で、畜産の生産管理上で ICT 導入により解決しようとする課題について共有する。

課題の共有後は、ICT 導入により期待できる効果を設定し、効果を発揮するための具体的な行動計画^(※)を作成する。このためには、売上やコストといった現時点の経営状況をできるだけ数値化しておくことが必要である。その後、調達可能な予算やネットワーク環境等に応じて効果を発揮すると考えられるシステムの内容を検討する。また、ベンダーが提供するシステムを導入する際には、必要に応じてベンダーもしくは実際に ICT システムを導入している農業経営体と相談することが有効である。

※ 行動計画の例

- 前年産に比べ、生産性を 10 %増加させるとともに、品質向上を図るため、適切な温度管理（高温時は換気、低温時は加温）を徹底する。
- 前年産に比べ、コストの 10 %削減を図るため、適期適量の飼料給与を徹底する。
- 病害発生を防止するため、湿度の監視と天候に応じた除湿を適切なタイミングで実施する。

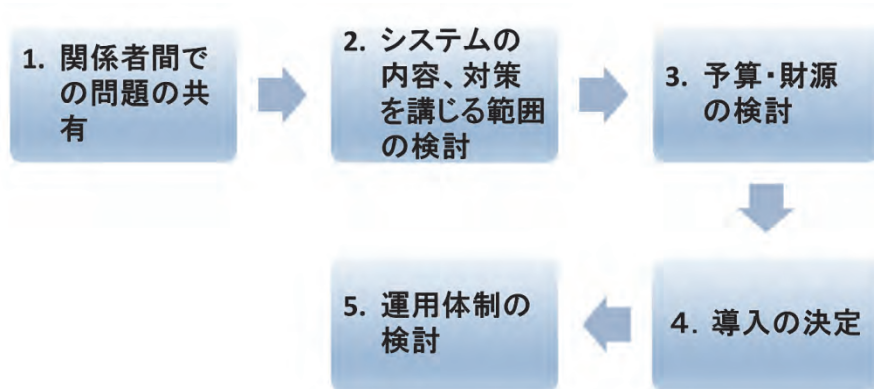


図 1.5 構想・計画段階のフロー（農水省 2017a）

(2) 導入段階

ベンダーが提供するサービスを利用する場合、システムの導入に当たっては、実現したい効果のみではなく、人件費なども勘案しつつ資金を調達する。ベンダーとの契約後、実際にシステムを導入したときには、動作や手順を確認し、修正の必要があれば修正した後、本格的な設置・稼働に入る。動作や手順の確認については、事前利用が可能な場合は、その際に確認する。また、システムを利用者が円滑に使用するためには、その意義と使用方法を理解するための教育・研修等を行うことが有効である。

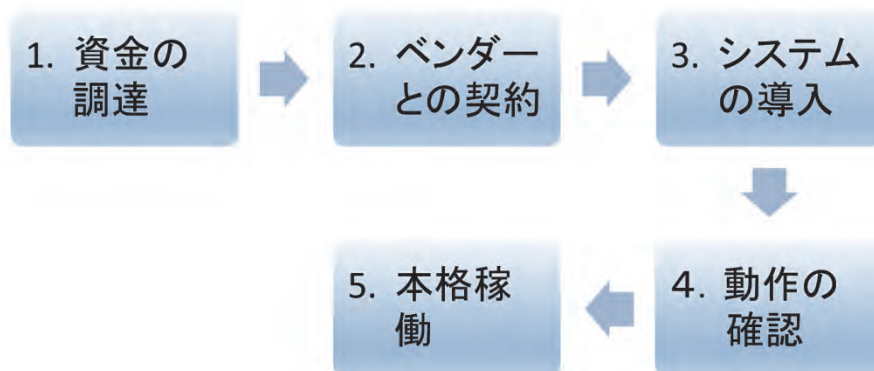


図 1.6 導入段階のフロー（農水省 2017a）

(3) 運用・効果検証・改善段階

システムの運用段階で問題点が生じた場合は、問題点を関係者間で共有し、運用体制を見直すなどして改善を行う。表 1.1 に運用段階・効果検証段階で生じると考えられる問題点やその改善方法の例を示す。システムの使用終了後は導入後の効果を検証し、関係者と共有の上、今後の運用体制や作業内容の改善のための検討を行う。効果の確認の際には、(1) で設定した効果の検証（ICT を使わなかった場合との違いや、加工・分析したデータを活用した客観的な確認）のみならず、数字には表れない関係者間の効果の実感についても確認する。ただし、長期間のデータを分析することで、はじめて効果や改善点が見られることも多く、1年程度の短期間のデータのみでは、効果や改善点の発見につながらない場合があるので留意する。なお、工程別・部門別の原価計算や予算の管理を行ったり、経営のよし悪しをスムーズに判断するためには、財務諸表を読めるようにしておくことや、簿記の知識があった方が望ましい。

表 1.1 運用・効果検証段階で生じると考えられる問題点やその改善方法の例（農水省 2017a）

区分	問題点	改善方法の例
運用段階	<ul style="list-style-type: none"> システムにデータが入力されない 入力内容に誤りがある 	<ul style="list-style-type: none"> 操作研修会の実施 個別指導強化 管理者による入力内容のチェック
	<ul style="list-style-type: none"> 入力に時間を要している 	<ul style="list-style-type: none"> 運用体制の見直し（責任者の一括入力 の検討） 入力場所、入力方法の見直し
効果検証段階	<ul style="list-style-type: none"> データの有効な活用方法及び効果が分からない 	<ul style="list-style-type: none"> 第三者を入れた改善検討会の開催 データ分析検討会の開催 優良事例の視察研修の実施

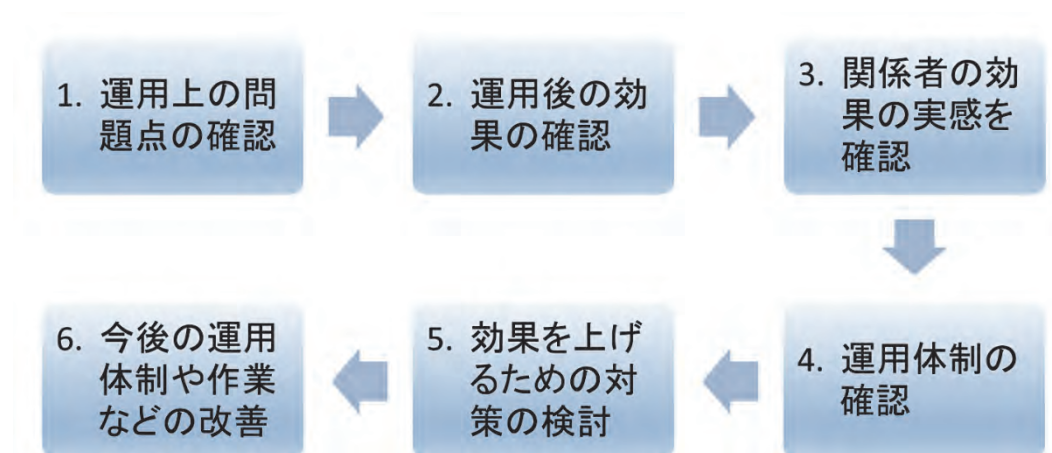


図 1.7 運用・効果検証・改善段階のフロー（農水省 2017a）

2.

政策上の位置付け

政府は「総合的な TPP 関連政策大綱」（内閣官房 2015）において、攻めの農林水産業へ転換するとして、平成 32 年の農林水産物・食品の輸出額 1 兆円目標の前倒し達成を目標としている。また「未来投資戦略 2018」（内閣官房 2018）では、「農業のあらゆる現場で、センサーデータとビッグデータ解析による栽培管理の最適化、AI による熟練者のノウハウの伝承可能化、ロボット、ドローンによる無人化・省力化や規模拡大・生産性向上を進めるとともに、バリューチェーン全体をデータでつなぎ、マーケティング情報に基づく生産と出荷の最適化やコストの最小化に向けた取組を推進する」とし、「2025 年までに農業の担い手のほぼすべてがデータを活用した農業を実践」することを目標指標（KPI：Key performance indicators）としている。

畜産分野では「畜産・酪農収益力強化総合プロジェクトの推進」により、省力化機械の整備等による生産コストの削減や品質向上など収益力・生産基盤を強化することにより、畜産・酪農の国際競争力の強化を図る、としている。

また、経営安定・安定供給のための備えとして、国産の牛肉・豚肉、乳製品の安定供給を図るため、畜産・酪農の経営安定対策を以下のとおり充実するとしている。

- 肉用牛肥育経営安定特別対策事業（牛マルキン）及び養豚経営安定対策事業（豚マルキン）を法制化する。
- 牛・豚マルキンの補填率を引き上げるとともに（8割→9割）、豚マルキンの国庫負担水準を引き上げる（国1：生産者1→国3：生産者1）。
- 肉用子牛保証基準価格を現在の経営の実情に則したものに見直す。
- 生クリーム等の液状乳製品を加工原料乳生産者補給金制度の対象に追加し、補給金単価を一本化した上で、当該単価を将来的な経済状況の変化を踏まえ適切に見直す。

農林水産省は、ロボット技術や ICT を活用して超省力・高品質生産を実現する新たな農業（スマート農業）を実現するため、ロボット技術利用で先行する企業や IT 企業等の協力を得て平成 25 年 11 月に「スマート農業の実現に向けた研究会」を立ち上げ、推進方策等について検討を行っている。

この研究会は 2014 年に中間とりまとめを行い、5つの方向性（超省力・大規模生産を実現、作物の能力を最大限に発揮、きつい作業、危険な作業から解放、誰もが取り組みやすい農業を実現、消費者・実需者に安心と信頼を提供）を示した（図 2.1）（農水省 2014）。



図 2.1 スマート農業の将来像 (農水省 2014)

また研究会では、「スマート農業の実現に向けたロードマップ」の一部として、畜産の将来像 (図 2.2) と畜産の自動化・精密化 (図 2.3) を示している。



図 2.2 スマート農業の将来像 (畜産)

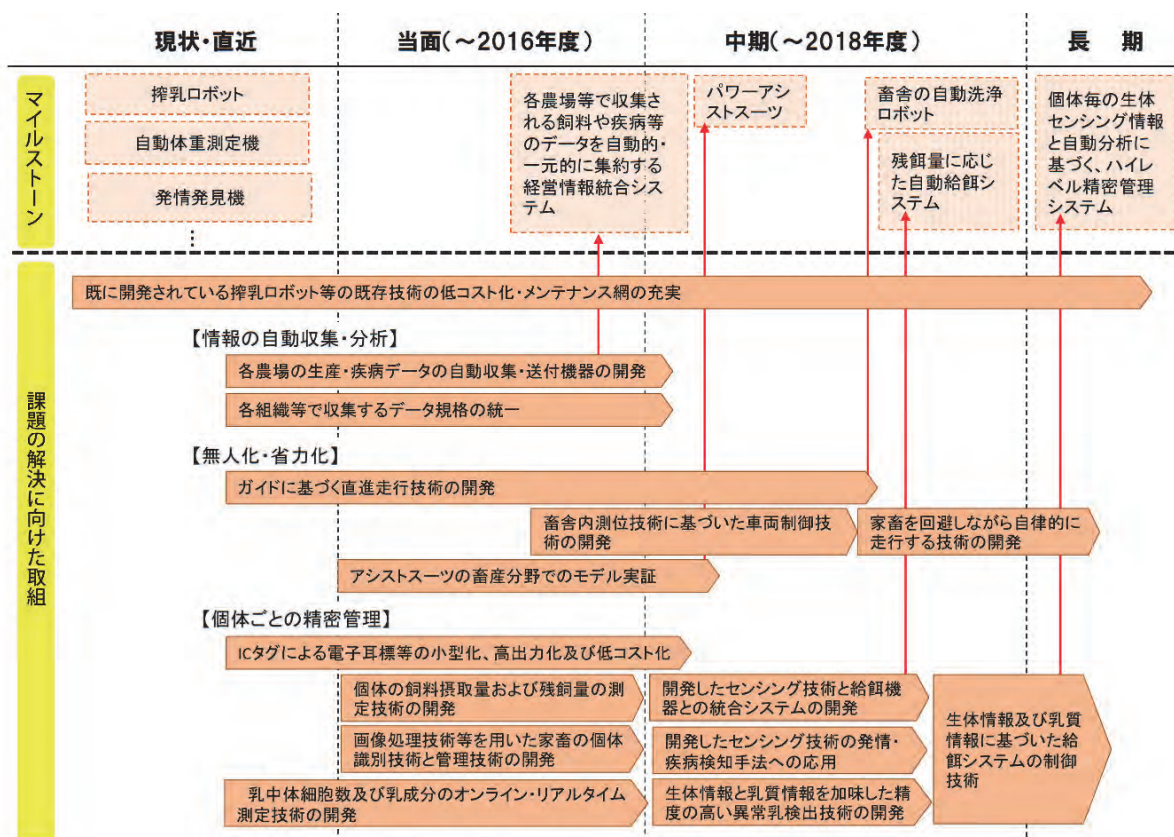


図 2.3 畜産の自動化・精密化

研究会の中間とりまとめを受けて、農水省では「スマート農業の実現に向けた取組と今後の展開方向について」（農水省 2016）において、以下のとおり課題とスマート農業の実現に向けた取組みを提示している。

(1) 課題

- 農林水産業・食品産業分野では、担い手の減少・高齢化の進行等により労働力不足が深刻な問題となっている。
- 農林水産業の現場では、依然として人手に頼る作業や熟練者でなければできない作業が多く、省力化、人手の確保、負担の軽減が重要となっている。
- 既存の団体や企業だけでは新たなイノベーションは生まれない。他分野からの参入を進め、これまでにない技術やノウハウを活かしてイノベーションを生み出すことが必要となっている。

(2) スマート農業の実現に向けた取組み

- ロボット技術や ICT を活用した新たな農業（スマート農業）を実現するため、農林水産省では経済界の協力を得て研究会を設け、将来像や課題などを検討するとともに、GPS 自動走行システム等の導入による農機の自動走行、重労働を軽労化するアシストスーツ、除草などの作業を軽労化するロボット等の研究開発・導入実証を進めている。
- 最近の技術開発の動向や生産現場のニーズを踏まえ、今後も研究開発・導入実証を進める。
- 平成 28 年 3 月には「ロボット農機に関する安全性確保ガイドライン（案）」を策定。

(3) 今後の展開方向 (図 2.4)

超省力・大規模生産を実現

GPS 自動走行システム等の導入による農業機械の夜間走行・複数走行・自動走行等で、作業能力の限界を打破する

作物の能力を最大限に発揮

センシング技術や過去のデータに基づくきめ細かな栽培（精密農業）や営農者の有益な知見との融合等により、農林水産物のポテンシャルを最大限に引き出し、多収・高品質生産を実現する

きつい作業、危険な作業から解放

収穫物の積み下ろしなどの重労働をアシストスーツで軽労化するほか、除草ロボットなどにより作業を自動化する

誰もが取り組みやすい農業を実現

農業機械のアシスト装置により経験の浅いオペレーターでも高精度の作業が可能となるほか、ノウハウをデータ化することで若者等が農業に続々とトライできるようにする

消費者・実需者に安心と信頼を提供

クラウドシステムにより、生産の詳しい情報を実需者や消費者にダイレクトにつなげ、安心と信頼を届ける

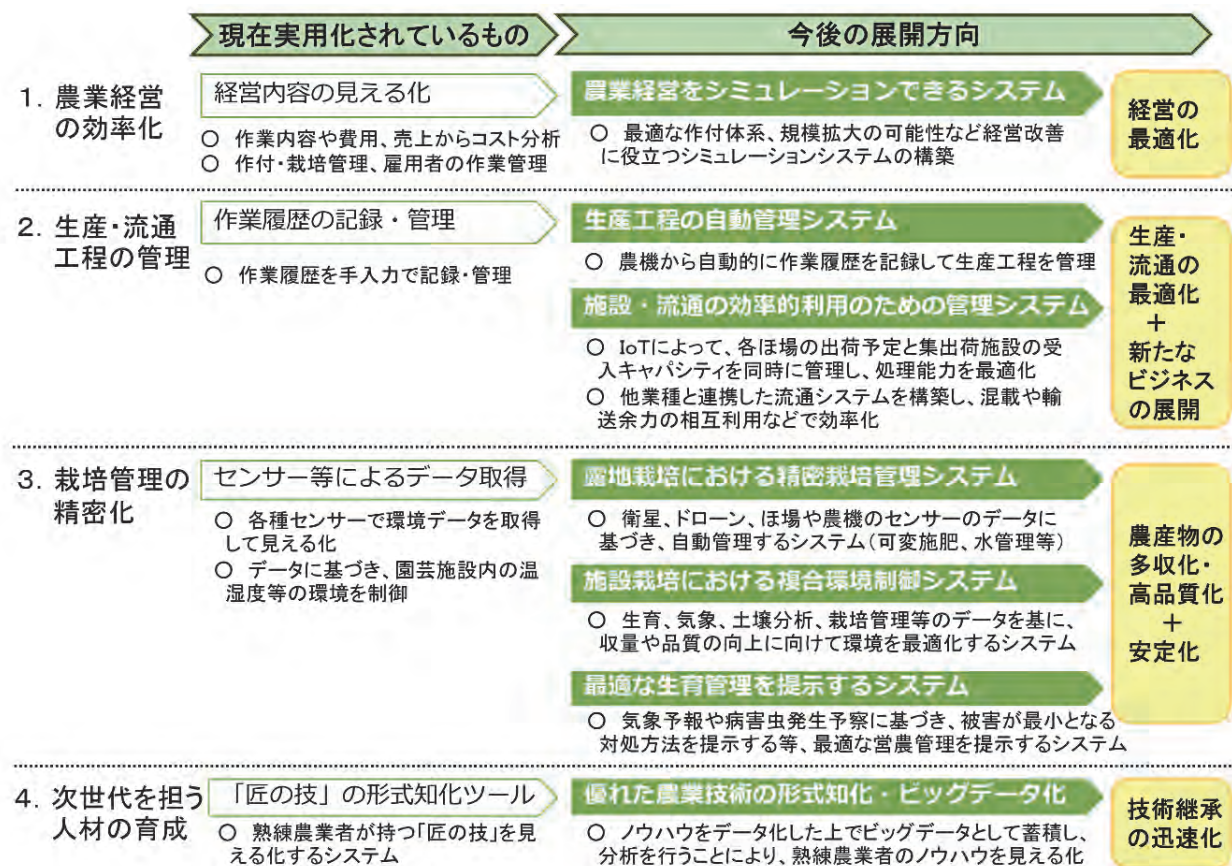


図 2.4 スマート農業の今後の展開方向

一方農林水産省生産局畜産振興課は、「畜産における情報通信技術（ICT）を活用した取組について」（農水省 2016）において、以下の認識を示している。

- 酪農・肉用牛経営では、労働負担の軽減と経営の効率化が大きな課題。経験や勘だけに頼らない、データに基づいた合理的な飼養管理が重要。
- 発情発見装置などからの情報や、飼養衛生管理を始めとする生産関連情報を情報通信技術（ICT）も活用することにより、一元集約・利用できる環境を整え、飼養管理の効率化・高度化を推進していくことが必要。
- このため、平成 28 年度補正予算や 29 年度予算も活用し、情報通信技術（ICT）等の新技術への取組を支援。

畜産振興課における、畜産の現状・課題と、ICT 技術によるこれらへの対応をまとめると、表 2.1 のとおりである。

表 2.1 畜産分野における現状と課題

現 状	課 題	対 応
高齢化や大きな労働負担による戸数・飼養頭数の減少	労働負担を軽減するための省力化	省力化機械（搾乳ロボット・ほ乳ロボット等）の導入を平成 26 年度補正予算から支援
	センシング・画像処理技術や検査データの活用による個体管理の充実	発情発見装置や分娩監視装置の導入を平成 26 年度補正予算から支援 新技術の活用（健康状態を把握するための血液検査等）を平成 28 年度補正予算で支援
	客観的なデータに基づく営農指導の充実	客観的な経営指導・畜産関連サービスを効果的に提供できる技術者養成を平成 28 年度補正予算で支援
大規模化に伴い個体管理が不十分になったことによる、生産性の改善の鈍化	各種の生産関連情報の一元集約・利活用の推進	牛の個体識別情報と生産情報（繁殖成績、乳量、疾病管理情報等）を一元集約し、各種データをクラウド上で統合・利用する地域モデルの実証支援を平成 26 年度から支援するとともに、29 年度予算では全国を一元集約するシステムの構築を支援

農水省では 2017 年 3 月の未来投資会議を受けて、農業 ICT の活用推進のため、以下の方向で取り組むこととしている。

(1) 農業データ連携基盤（情報連携プラットフォーム）の構築（図 2.5）

担い手の誰もがデータを駆使して生産性の向上や経営の改善に挑戦できる環境を生み出すため、農業 ICT ベンダー等の各社の異なるシステムが連携し、様々なデータを共有・活用でき、データ連携機能やオープンデータの提供機能を有する「農業データ連携基盤」を 2017 年中に立ち上げる。

(2) 公的機関等の保有するデータの提供（オープンデータ化）（農業データ連携基盤を介して提供予定）（図 2.6）

上記と併せて、ほ場の地図情報、市況データ、土壌データなど公的機関等の保有する情報のオープン化を進める

- 農業関係：土壌データ（農耕地土壌図等）、市況等の統計データ、その他の研究成果等のデータを今後2年間で順次追加
- 地図関係：統計の農地ポリゴン（現況図）（1,100市町村分の提供を開始、2020年には全国分を整備・提供）、農地の座標情報（農地の位置を示すピンデータ）
- 気象関係：気象庁・民間企業と連携して高密度（1km四方）のデータ・予報を提供

農業データ連携基盤の構築

農業ICTの現状と課題

- 1 様々な農業ICTサービスが生まれているものの、相互間連携がなく、データやサービスは個々に完結。
- 2 行政や研究機関等の公的データはバラバラに存在し、かつ、ICTで活用できないデータが多い。

○ 各社のシステム間の相互連携がない

○ データが散在、かつICTでの利活用が困難

農業データ連携基盤の機能

- ✓ **データ連携機能**
ベンダーやメーカーの壁を超えて、様々な農業ICT間のデータ連携、農機やセンサー等のデータ連携が実現し、様々なデータを農家・各社が利用可能に
- ✓ **データ共有機能**
一定のルールの下でのデータの共有が可能になり、データの比較や、生産性の向上に繋がるサービスの提供が可能に
- ✓ **オープンデータ提供機能**
土壌、気象、市況など様々な公的データ等のオープンデータの整備により、農家に役立つ情報の提供が可能に

農業データ連携基盤の効果

【データ連携の効果】

- ・システムやデータが連携することによって総合的な解析が可能になり、**低収水田の位置・要因を特定**
- ・要因にあった対策を講ずることで**収量を向上**させることが可能

【オープンデータの活用効果】

- ・データ連携基盤上に様々な**オープンデータを整備**し、使いやすい形で提供
- ・農家は連携基盤にアクセスするだけで欲しいデータを入手可能になり、より**戦略的な経営判断が可能**に
- ・各ベンダーはデータを利用して様々なサービスを展開

図 2.5 農業データ連携基盤の構築

公的機関の保有するデータの提供（オープンデータ化）

オープンデータ化する情報の具体例

①農地に関する情報



・「全国農地ナビ」で公開されている農地の位置を示すピンデータ



・統計部が面積統計調査のために作成している筆ポリゴン

②農業に関する情報

- ・土壌に関する情報（農耕地土壌図等）
- ・市況等の統計情報（卸売数量・価格等）
- ・研究成果（農研機構等の研究データ）など

③気象に関する情報

- ・メッシュ単位での気温・降水量等

図 2.6 公的機関の保有するデータの提供

3.

ICT 技術導入による費用対効果の事例

ICT 技術の導入のためには高額な資金が必要になる。また畜産経営では生物を相手にするので、ICT 技術を経営に導入するためには慎重な検討が必要である。

畜産業の生産過程は耕種農業と同様、生物学的過程（BC 過程）と機械学的過程（M 過程）に区分される。BC 過程は生物学の頭文字の B と化学の C からとったものであり、M 過程は機械の M からとっている。BC 過程は個体にかかわるもので、家畜数の大きさとは無関係である。たとえば家畜数が一定であれば、飼料を増加すれば増体するが、継続的に飼料を増加するにつれ飼料給与量一単位当たりの増体効果は減少していく（図 3.1）。これは限界生産力（収穫）逡減の法則がはたらくからである。BC 過程では、単位家畜当たりの増体量は、規模を拡大しても変化しないということで、品種改良などの技術進歩が行われれば増体量は向上できる。

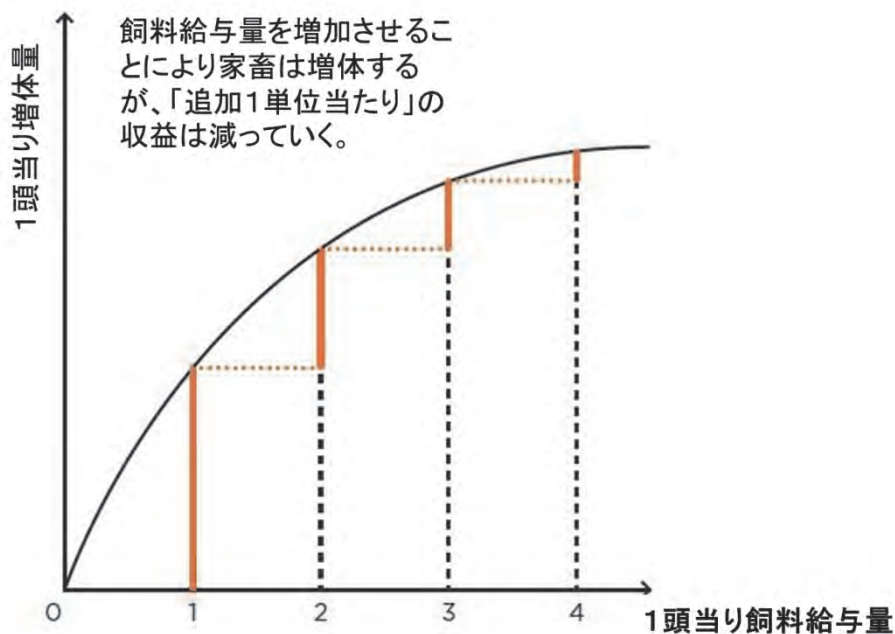


図 3.1 限界生産力逡減の法則

M 過程は分割が不可能で、家畜の飼養規模によって適正な機械が異なり、規模が大きくなればなるほど生産性は向上し、一生産物当たりの生産費は減少する。すなわち工業と同じく、規模の経済²が働く。

一定規模の下では、BC 過程により収穫逡減が働き、規模を大きくするにつれて M 過程により収穫逡増となる。規模を大きくできない短期ではコストは十分に下がらないが、機械を変更して規模を大きくできる長期ではコストを相当下げることができる。

図 3.2 に BC 過程と M 過程によるコスト削減のイメージを示す。BC 過程による改善では、費用曲線が下方へシフトするが、M 過程では右下がりにシフトする。

² 生産量が大きくなるほど、1 単位当りの生産費（平均費用）が逡減していく現象。たとえば鉄鋼業の高炉のように、ある種の生産要素は最も効率的な生産規模が決まっており、その半分の生産規模だからといってそのための固定費を半分にするにはできない（分割不可能性）。

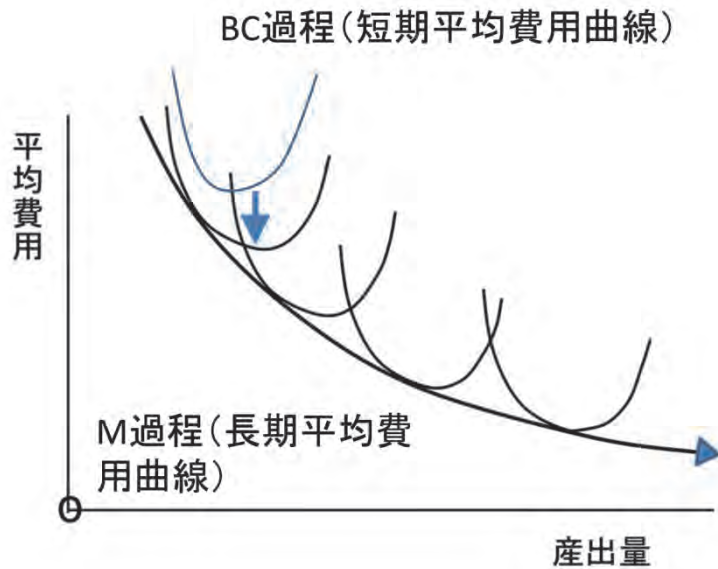


図 3.2 BC 過程と M 過程によるコスト削減のイメージ

畜産経営で収益を最大化するには、理論上は限界収入が限界費用に等しくなるところで生産すればよい（図 3.3 における P12 の価格による Q1 の生産量）。それを超えると減収になる。このためやみくもに家畜単体の生産性向上や規模拡大を行なえばよいというものではない（山下 2017）。

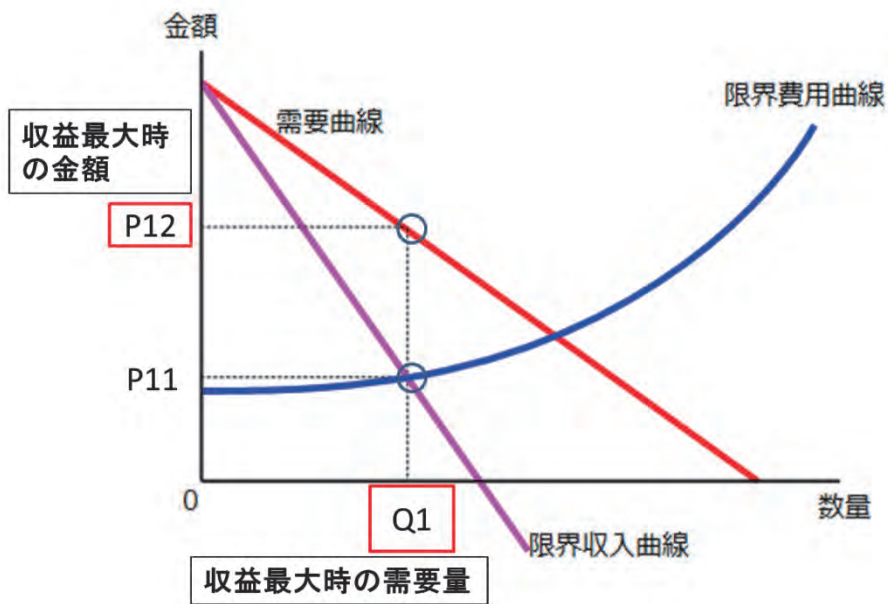


図 3.3 限界費用曲線と限界収入曲線の関係

限界費用曲線と限界収入曲線の推定は難しいので、スマート畜産を導入する場合、簡単な費用対効果分析を行うか、実際に導入した経営体の事例を参考とすることが望ましい。以下に費用対効果分析の事例と、実際に導入した経営体などの二つの事例を示す。

簡易な費用対分析

スマート畜産技術の導入に当たっては、高額な投資を必要とすることがあるので、経営上解決すべき課題を明確にし、技術導入により期待できる効果の概算を求める必要がある。効果の算定は経費の算定より難しいが、費用は大きく、効果は低く「保守的」に評価するのが基本である。少なくとも「費用は小さく、効果は大きく」評価すべきではない。

経営者がスマート畜産技術に期待する効果として最大のものは、労働生産性の改善（労務費の節減、労働環境の改善）と生産性の改善（畜産生産物の増、生産費の削減、事故率の減少など）である。効果は削減可能な労働時間に労務単価を乗じ、予測される最終生産物の増に生産物単価を乗じることで価値化するが、保守的な評価の原則（効果を低く評価する）からいえば、削減される労働時間、増加する生産物量を慎重に設定する必要がある。

畜産用機材の投資の妥当性を判断するために、簡単な前提条件により内部収益率を算定する。内部収益率（IRR）とは、投資に必要な支出額の現在価値（NPV）と、投資により得られるキャッシュフローの現在価値の総和が等しくなるような割引率のことをいう。IRRは投資にあたっての収益率を表わすため、投資に要求される最低限の収益率（利率）との比較によって投資をして良いか判断するときに使用される。EXCELにはIRRの関数があるので、算定期間のキャッシュフローがあればIRRの計算は簡単である。

ここでの試算における条件は以下のとおりとする。算定結果は表 3.1 に示す。

- 投資額：全投資額から補助金等を除いた額（自己負担総額）
- 機材の耐用年数：10年
- 機材の年間維持管理費（ソフトを含む全額）：投資額の10%、8%、5%の3タイプ
- 投資の回収期間：3～6年の4タイプ
- 収益の発生：投資の翌年（2年目）から予定していた利益の100%を達成

表 3.1 投資回収期間及び維持管理費の投資額に対する比率による内部収益率の変化

投資回収期間	内部収益率 (%)		
	維持費 10%	維持費 8%	維持費 5%
3年	19.3	21.8	25.3
4年	8.1	11.0	15.1
5年	0.0	3.5	8.1
6年	-6.8	-2.5	2.9

注) 青：妥当な投資、黄：要注意の投資、ピンク：投資対象外

内部収益率は、公共事業において社会的割引率（SDR）を上回れば妥当な投資と見なされる。SDRは、我が国の場合、国債の利回りなどをベースに決められるが、公共事業の妥当投資額を算定するためのSDRとして農水省は4%を設定している。

SDRを4%として表 3.1 をみると、機材の年間維持管理費額が投資額の10%としても、投資回収期間が4年以内であれば投資に見合う利益は得られる。しかし投資回収期間が5年の場合は、維持管理費を投資額の5%以下に抑えないと投資の回収は難しい。投資回収期間が6年以上であれば、投資を行うべきではないと結論付けられる。

なお、SDRを4%として現在価値を算定し、投資額に対する比を求めると表 3.2 のとおりである。この表では、機材の耐用年数（10年間）における投資に対する収益の大きさを示しており、IRRが大きければ収益も大きい。もし期間全体の収益として投資額の50%以上を求めるのであれば、投資回収期間は3年あるいは維持管理費を5%以内に抑えた4年とすべきである。投資回収期間が5年では、投資額と

同等の収益または若干の赤字が見込まれる。

表 3.2 投資回収期間及び維持管理費の投資額に対する比率による現在価値の変化

投資回収期間	投資額に対する現在価値の比 (割引率 4%)		
	維持費 10%	維持費 8%	維持費 5%
3年	0.86	1.01	1.25
4年	0.21	0.36	0.60
5年	-0.18	-0.03	0.21
6年	-0.44	-0.29	-0.05

注) 青：黒字、ピンク：赤字

鹿児島市における事例

2014～2015 年に実施された「西南暖地から発信するスマート・サイエンティフィックファーミング～精密飼養管理によりホルスタインの能力発揮と生産性向上・省力化を実現する新たな技術体系の構築」の実証試験結果を示す（山本 2016）。

この研究は、(国)鹿児島大学、宮崎県畜産試験場、(有)有村ファーマーズ、デラバル(株)、南薩農業共済組合、鹿児島県酪農業協同組合により、鹿児島市のA経営体をベースに実施されたものである。

以下に研究の背景、目標を示す。

研究の背景・課題

市場のグローバル化が進む中で、山間地が多く高温多湿である等のわが国の環境や気候風土、社会条件に見合いかつ競争力のある酪農業の形態が求められている。本事業では、それらを解決するため、牛舎環境・牛個体・搾乳・給餌等の飼養管理をオートメーション化とIT化で精密化する新技術を導入し、乳牛にとって厳しい飼養環境下にある西南暖地においても省力化と生産性向上を実現できる新たな技術体系を構築することを目指す。

研究の目標

「スマート・サイエンティフィックファーミング」による省力化と生産性向上の実現

- 精密生産システムによる生産性向上（乳量 10,000 kg/ 頭・年以上）
- 暑熱環境コントロール技術による暑熱期（6～9月）乳量減少抑制（10%以内）
- ストレスコントロールプログラム構築（ボディコンディションスコア許容範囲内比率 10%向上）
- 疾病管理コントロールプログラム構築（疾病率 10%低下）
- 繁殖管理高度化プログラム構築（初回受胎率 65%以上、妊娠鑑定授精後 30 日）

平成 22 年度の生乳生産量は都府県 8,048 kg/ 頭/ 年に対し、宮崎県は 7,726 kg/ 頭/ 年で、暑熱ストレスによる乳用牛の繁殖性の低下が大きな課題となっていた。そこで、D 社製の搾乳ロボットと生乳分析モニター装置（ハードナビゲーター）、自動給餌機をメインに、飼養環境制御として THI（Temperature-humidity index）制御暑熱対策システム、カウブラシ、牛舎清掃のためのスクレーパー等を併せ設置した。搾乳ロボットは 60 頭対応のものを 2 機設置した。

専用飼料は高タンパク・高カロリーなものを 3～5 kg 程度、牛個体ごとの期待乳量に応じて給与し

た。搾乳後、ベースとなる配合飼料、並びに粗飼料については自動給餌機で PMR (Partry mixed rations) 調整 (TMR から一部の濃厚飼料を抜き取ったものを混合して飼槽に給与する方法) されたものが給与されるが、これは個体管理されていない。

実証試験は A 経営体で実施された。A 経営体は、兄弟の 4 人の家族経営で、経産牛 110 頭規模で、雄子牛は生後 1.5 カ月後に販売、雌子牛は 2 カ月で離乳後 6 カ月まで育成した後、6 カ月から分娩前 2 カ月まで北海道十勝の牧場 (全酪連幹旋) で預託育成している。雌牛の外部導入は無い。

搾乳は従来、アブレストパーラーで行っていたが、搾乳関連作業をはじめとする作業に 1 日約 32 時間を要し、大きな負担となっていた。乳量は 9,000 kg/ 頭/ 年を越える一方で、平均分娩間隔が 440 日と比較的長い。平均耐用年数は 4.8 年 (平均 2.3 産) で、更新が比較的早い。1 頭当たり粗収益は 1,210 千円で、都府県平均 (100 頭以上) 958 千円より高いが、飼料費や設備・農機具の減価償却費が高く、1 頭当たり農業所得は都府県より低い (A 経営 154 千円、都府県 222 千円)。乳飼比が高く (A 経営 47.5 %、都府県 45.9 %) 購入分の濃厚飼料多給による高泌乳飼養と予想される。本事業により大幅な省力化・軽労化、効率的な飼料給与や繁殖改善等が期待されている。

施設整備後の効果 (仮定を含む) は以下のとおりである。

(1) 労働時間の削減

従来では搾乳関連作業に 14 時間、新規では原則ゼロになり、疾病牛等、バケットで別絞りをを行う分の 1 ~ 2 時間に過ぎない。搾乳ロボットにより早朝や夜間の作業から解放されたのが大きい。搾乳牛への飼料給与自体も運搬以外は必要ない。

(2) 多回搾乳による個体乳量の増加

平成 26 年度と 27 年度を比較すると、平均乳量は 26 年度 30.1 kg/ 日/ 頭 (305 日乳量 : 9,185 kg)、27 年度 31.3 kg/ 日/ 頭 (305 日乳量 : 9,557 kg) で、4 % 向上。

(3) 牛舎環境の改善

暑熱時の落ち込みが抑えられている。疾病率軽減等に結び付いている。

(4) 体調不良牛や乳房炎等の早期発見

乳房炎は新牛舎移動後に発生件数自体は増加している。ただし、非臨床型乳房炎であってもハードナビゲーターシステムにより乳房炎の徴候を早期に発見し自動的に搾乳を中止させることで、過搾乳による乳房炎を減少させ、早期治療・重篤化防止の可能性がある。試算では、常時の搾乳不可能な頭数として、従来の 5 % に対し、3 % まで減少すると仮定する。

(5) 繁殖障害牛の早期発見、分娩間隔短縮

繁殖障害として治療した牛の頭数は、従来よりむしろ増加傾向にある。これは測定法の違いや従来では発見が難しかった卵巣静止の牛の頭数の増加も影響している。従って、早期発見・治療の効果が期待されると考え、従来の 5 % に対し、3 % まで減少すると仮定する。またこれらを通じた繁殖成績の向上も今後期待されると考え、分娩間隔が現在 (440 日) から 1 カ月短縮される場合の効果もあわせ試算する。

施設整備によるコストは以下のとおりである。

(1) 搾乳ロボット導入に伴うコスト

年間の搾乳ロボット関連の減価償却費及び必要経費が約 1,500 万円であり、維持管理費を含め年間 1,900 万円あまりとなる。ただし、実証試験のコストであることやハードナビゲータや THI (Temperature-humidity index) 関連の設備はどこまで装備するか牛舎による違いが大きいことは留意すべきである。

(2) 購入飼料費

購入飼料費は、従来は TMR 給与設計から 479 千円/頭/年と試算されるが、実証経営の実際の給与量から 5%ロスありと仮定する。新規では搾乳ロボットでの専用飼料が期待乳量に応じて変わるが、乳量 5%向上の場合 31 kg/日として 498 千円/頭/年、10%向上の場合 33 kg/日とし 502 千円/頭/年とする。なお獣医師料・医薬品費については治療回数の減少等を考慮して 50%減と設定する。

従来経営と施設整備後の経営のコスト比較結果は表 3.3 のとおりである。

表 3.3 実証経営における搾乳に伴うコスト比較 (経営全体：年間) (単位：千円) (山本 2016)

費目	パーラー (従来)	搾乳ロボット (新規)	算出根拠
減価償却費			
搾乳牛舎	625	3,667	取得・従来 1,500 万円 新規 5,000 万円, 耐用 24 年
ミルクユニット・バルククーラ	1,028		取得・719.8 万円, 耐用 7 年
搾乳ロボット 2 台		5,200	取得・5,200 万円, 耐用 10 年
飼養管理分析システム		1,250	取得・530 万円, 耐用 8 年
バルククーラ・自動給餌機・ バーンスクリーパ等		2,411	取得・2,035 万円, 耐用 8-10 年
THI 他牛舎附帯設備		3,175	取得・2,540 万円, 耐用 8 年 (換気扇, 制御配電盤等)
小計 (牛舎+搾乳関連)	1,653	15,703	
維持管理費・修繕費			
搾乳ロボット保守契約		2,000	1 台 100 万円×2 台
消耗品・交換部品等	2,152	1,512	ミルクフィルター, デビソック, 洗剤, 消耗部品等
小計	2,152	3,512	
搾乳関連施設等の費用	3,805	19,215	
その他の主な費用			
搾乳牛・購入飼料等	55,325	5%向上 54,780 10%向上 55,220	従来は TMR 給与設計から 5%ロス。新規は乳量 5%向上の場合 31 kg/日、498 千円/頭/年、10%向上の場合 33 kg/日、502 千円/頭/年 (PMR+搾乳機内給与)
敷料費			変化なし
光熱水費	710	495	従来は水道 38 万、電気 33 万、新規は各 8 万、41.5 万
獣医師料・医薬品費	2,310	1,155	従来 2.1 万/頭、新規 50%減
減価償却費 (乳牛)	評価データなし	評価データなし	
合計	62,150	5%向上 75,645 10%向上 76,085	

上記の効果及び費用につき、費用対効果の試算を行うと表 3.4 のとおりである。

表 3.4 搾乳ロボット導入による費用対効果の試算結果（経産牛 110 頭）

項 目	従来(パーラー)	搾乳ロボット導入(補助なし)				搾乳ロボット導入(施設に1/3補助)				
		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7	ケース8	
		乳量5%増加		乳量10%増加		乳量5%増加		乳量10%増加		
搾乳ロボット頭数	頭	-	95.7	100.1	95.7	100.1	95.7	100.1	95.7	100.1
搾乳頭数・乳量・価格	頭	99.0	5.5	3.3	5.5	3.3	5.5	3.3	5.5	3.3
年間乳量(1頭当たり初妊・経産平均)	kg	9,168	9,626	9,870	10,085	10,329	9,626	9,870	10,085	10,329
生乳販売額(95円/kg)	千円	86,225	92,305	96,733	96,478	101,098	92,305	96,733	96,478	101,098
技術関連の成績										
搾乳ロボット不適合牛の発生率(含分娩直後牛)	%	-	5	3	5	3	5	3	5	3
体調不良・疾病牛の発生率	%	5	4	3	4	3	4	3	4	3
繁殖障害牛の発生率	%	3	4	3	4	3	4	3	4	3
分娩間隔	日	440	440	410	440	410	440	410	440	410
搾乳ロボットによる収益増加分(乳量増加)	千円	-	6,080	10,508	10,253	14,873	6,080	10,508	10,253	14,873
搾乳ロボット等のコスト										
パーラー関連償却費(含牛舎)・修繕費	千円	3,805	-	-	-	-	-	-	-	-
搾乳ロボット関連償却費(含牛舎)・メンテ費用	千円	-	19,215	19,215	19,215	19,215	14,675	14,675	14,675	14,675
搾乳牛・購入飼料費	千円	55,325	54,508	54,592	54,891	54,992	54,508	54,592	54,891	54,992
光熱水費、獣医師料・医薬品費	千円	3,020	1,800	1,754	1,800	1,754	1,800	1,754	1,800	1,754
小計(搾乳ロボット関連償却費+搾乳牛購入飼料費)	千円	62,150	75,523	75,561	75,906	75,961	70,983	71,021	71,366	71,421
搾乳ロボットによるコスト増加分(「搾乳ロボット」-「パーラー」)	千円	-	13,373	13,411	13,756	13,811	8,833	8,871	9,216	9,271
効果①: 搾乳ロボット分のみ(収益増加分-コスト増加分)	千円	-	-7,293	-2,903	-3,503	1,062	-2,753	1,637	1,037	5,602
労働費減少分	千円	-	8,585	9,121	9,658	9,658	8,585	9,121	9,658	9,658
効果②: ①に労働費減少分を考慮	千円	-	1,292	6,218	6,155	10,720	5,832	10,758	10,695	15,260
効果③: ①にET子牛販売分(15頭)を考慮	千円	-	-1,593	2,797	2,197	6,762	2,947	7,337	6,737	11,302
(参考) 140頭に増頭の場合の差引(収益増-コスト増)	千円	-	-5,764	-176	1,209	6,959	-1,224	4,364	4,202	9,402
(参考) 和子牛40頭生産・販売した場合の差引(〃)	千円	-	9,910	14,300	15,495	20,013	14,450	18,840	18,713	22,799

- 注1) 1頭当たり乳量(従来)は、初妊牛9,000kg、経産牛9,800kgとする。なお「新規」の乳量は搾乳ロボットの数値。
 注2) 新規において搾乳ロボット不適合牛はバケット搾乳とし、乳量は従来と同じとする。
 注3) 体調不良・疾病牛の発生率や繁殖障害牛は、搾乳不可能な牛が常時何頭いるかを示すものとする。
 注4) 分娩間隔が1カ月短縮すると1日乳量が0.8kg増加するものとし、本表では分娩間隔410日の場合、全体で0.8×95円×搾乳ロボット頭数×305の増収とする。
 注5) 「ET子牛販売分を考慮」では、1頭当たり所得38万円(価格58万円-費用20万円)とし、その増加分を考慮。
 注6) 「労働費減少分」は、搾乳ロボット不適合牛による別搾りを考慮し、ケース1、5は1日16時間、ケース2、6は17時間、ケース3、4、7、8は18時間、各々削減するものとし(調査結果)、時給1,470円(鹿児島県の平均賃金:雇用統計)として計算。
 注7) (参考)の「140頭まで増頭の差引」は、搾乳ロボットで飼養可能な120頭搾乳を想定した場合で、労働費は未考慮。
 注8) (参考)の「和子牛40頭生産・販売の差引」は、1頭当たり所得38万円を仮に40頭まで増やした場合。ただし牛群構成の変化については考慮していない。

*山本(2016)の計算手順を点検し、数値を調整している。

費用対効果の試算結果から、以下が判明した(山本 2016)。

- 搾乳ロボット関連の年間減価償却費等が1,900万円で、かつ乳量向上5%、搾乳牛飼料費が従来と同等あるいはそれ以上のもとでは、搾乳ロボット分のみで経済効果を上げるのは困難である。そのため労働力に余力が生じた分をET(受精卵移植)子牛生産等に活用するのが有効策の一つ。現在の子牛価格の下では20頭前後で従来とほぼ同等となる。
- 乳量が10%向上すれば、技術水準が向上したケース(疾病牛等3%)で搾乳ロボット分のみでほぼ同等となる(補助なしのケースでの搾乳ロボット導入の技術条件)。現在のET子牛頭数でも経済効果が期待され、ET増殖でより増加を図れる。
- 搾乳ロボット関連施設へ1/3補助のもとで、乳量5%以上を確保しつつやはりET子牛生産などと組み合わせれば効果を期待できる。
- 搾乳ロボットの施設導入に補助がない場合、乳量5%向上並びに疾病率等が現状の下では、搾乳ロボット分のみで経済効果を上げるのは難しい。
- 搾乳不可能な疾病牛や繁殖障害牛の発生率が仮に1%低下すれば、132万円の所得向上と試算。
- 分娩間隔の1カ月短縮により366万円の所得向上と試算。
- 通常の飼養管理が適切になされることが前提。
- あくまでも新技術全体を経営主がいかにコントロールするかが重要になる。
- 余剰労働力をどのように活用するかが重要。方向性として、搾乳部門の規模拡大、自給飼料作の拡大、新たな付加価値の創出、が想定される。
- まず搾乳牛を現状の85頭から上限の120頭へ増頭する。ETによる和子牛生産・販売を上限まで行う。自給飼料作との兼ね合いの検討も必要。

九州大学による畜種別比較事例

太田らは日本農業法人協会のHPで公開されている会社名や文献等に記載されている会社名から各会社のHPを独自にWEB検索し、住所等を特定できた2,468法人に対し調査票を送付し、545の有効回答を得た(有効回答率22.1%) (太田 et al. 2018)。この調査票の中で、業務におけるICTの活用目的10項目に対して、それぞれの費用対効果に対する経営者の主観的評価を「ほとんど効果がなかった」から「費用を上回る効果があった」の5段階で問うた結果をまとめ、畜種ごとに整理した。

畜種別のICT活用率(ICTを活用する法人割合)は図3.4のとおりである。

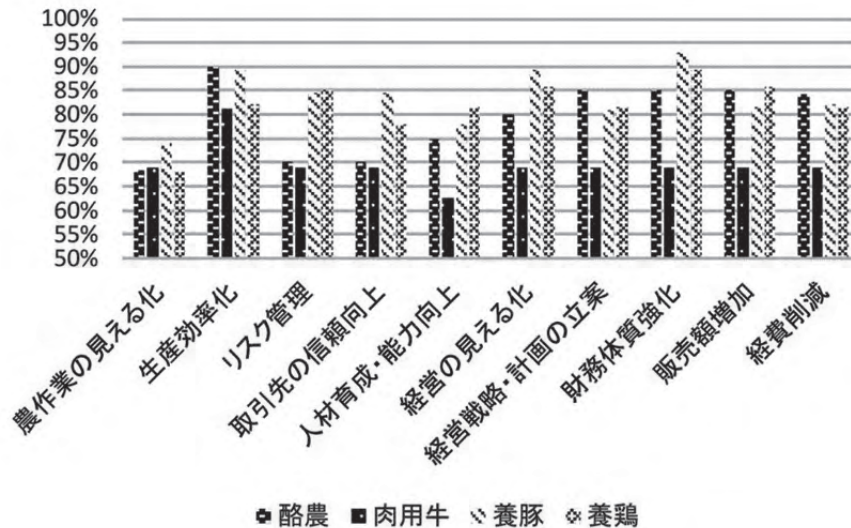


図 3.4 畜種別の ICT 活用率 (太田 et al. 2018)

図 3.4 のうち左から2つ目の「生産効率化」では全畜種において8割以上の法人で活用されている。一方、左端の「農作業の見える化」では養豚経営以外は7割を下回り、10項目中活用率が最も低かった。

畜種別では、肉用牛が相対的に低いのが、それ以外の経営では活用率が高い。酪農・肉用牛では「生産効率化」、養豚・養鶏では「財務体質強化」の活用率が最も高い。養豚では「生産効率化」、「経営の見える化」においても特に高い活用率となっている。

畜種別のICT活用の費用対効果は図3.5~3.8のとおりである。畜種別のICT活用の費用対効果を要約すると以下のとおりである。

酪農

「費用に見合った」または「費用を上回る」効果が8割を超えているのは、「農作業の見える化」と「人材育成・能力向上」以外の8項目で、全体的に高い効果が得られている。とくに「生産効率化」は最も高い効果が達成されている。

肉用牛

肉用牛経営は活用率が低いものの、「費用を上回る効果があった」割合が高い。すなわちICTの「活用率は低い」が、活用している法人では高い費用対効果が得られている。

養豚

「経営戦略・計画の立案」の費用対効果が最も高く、「財務体質強化」が次いでいる。

養鶏

「財務体質強化」の費用対効果が最も高く、「販売額増加」が次いでいる。

酪農経営におけるICT活用の費用対効果

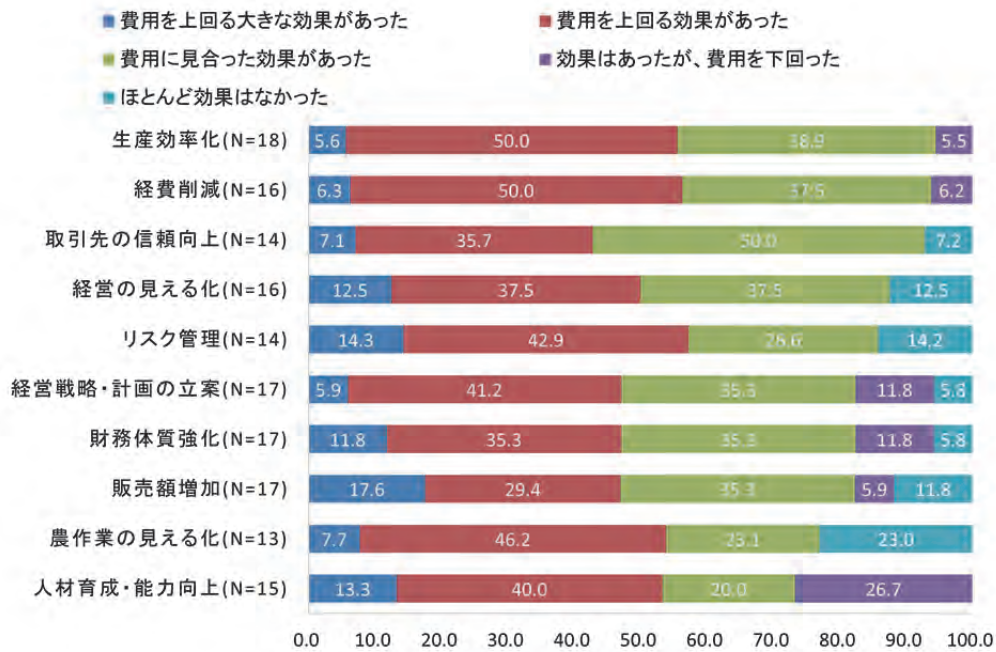


図 3.5 酪農経営における ICT 活用の費用対効果 (太田 et al. 2018)

肉用牛経営におけるICT活用の費用対効果

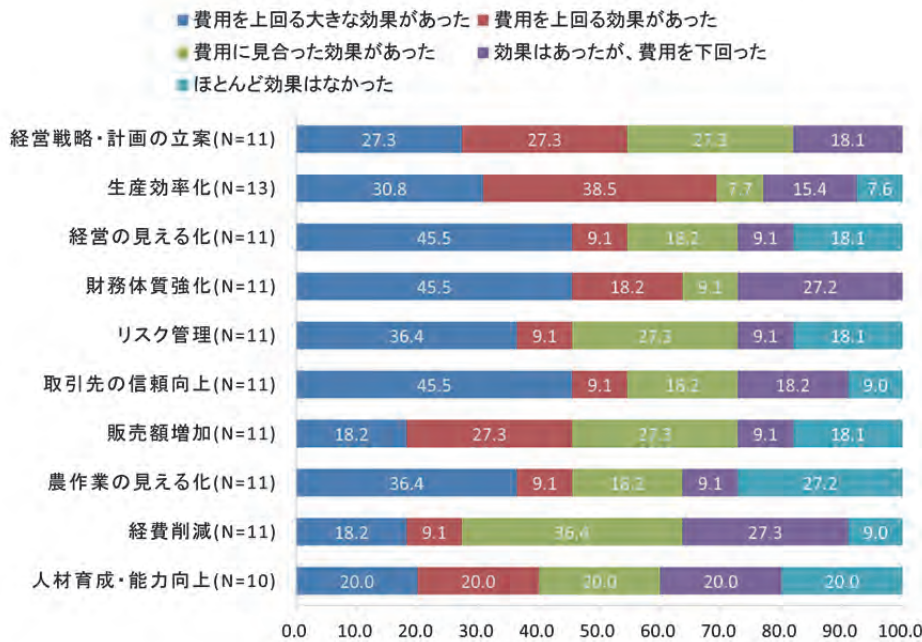


図 3.6 肉用牛経営における ICT 活用の費用対効果 (太田 et al. 2018)

養豚経営におけるICT活用の費用対効果

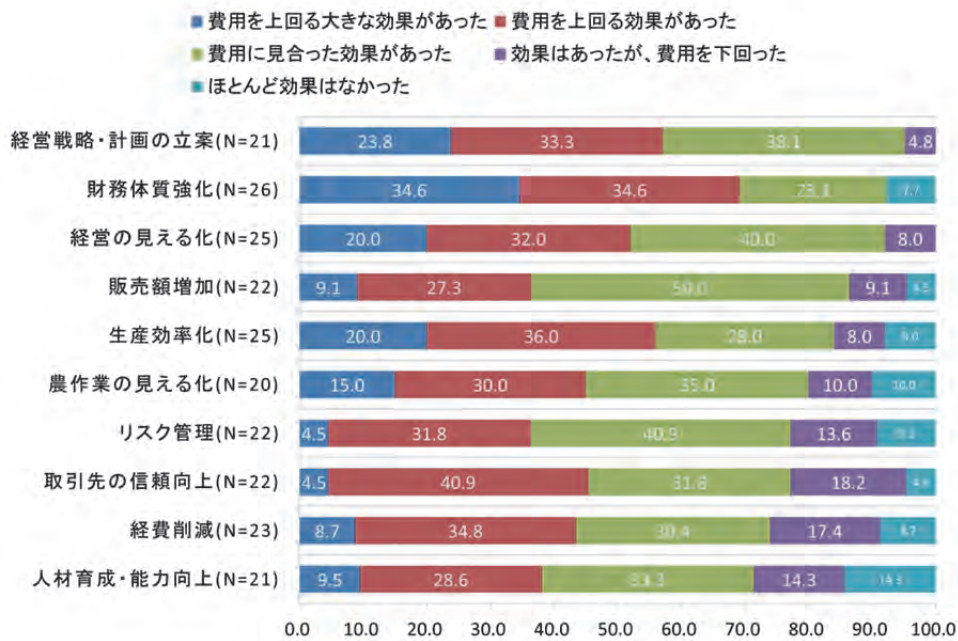


図 3.7 養豚経営における ICT 活用の費用対効果 (太田 et al. 2018)

養鶏経営におけるICT活用の費用対効果

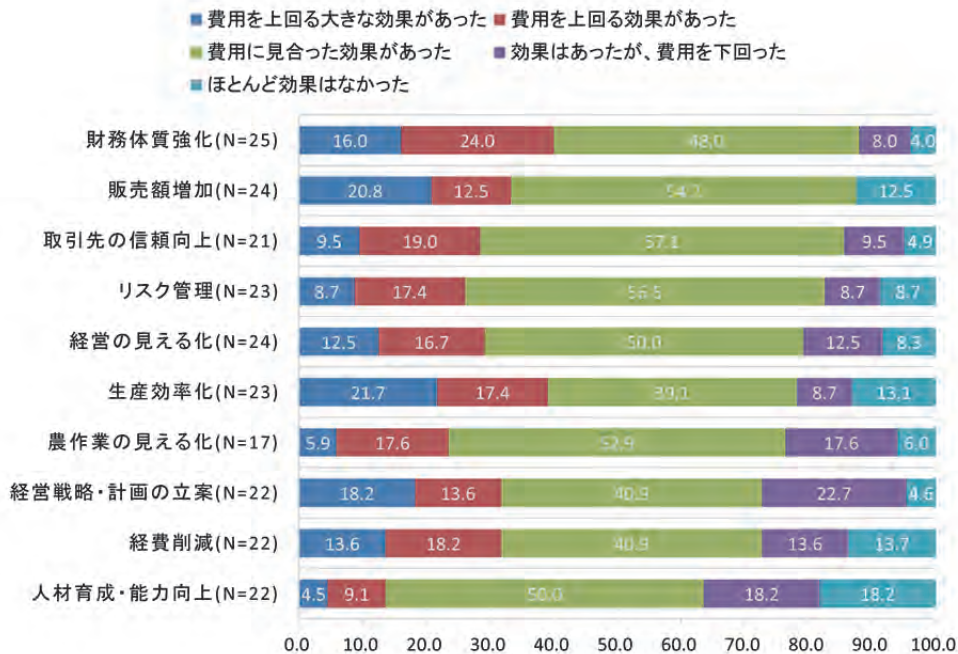


図 3.8 養鶏経営における ICT 活用の費用対効果 (太田 et al. 2018)

4.

実用化されたスマート畜産技術

4.1 2015年までに実用化された技術

福島県では、(株)富士通総研への委託により、「避難地域等におけるスマート農業導入の手引き」(福島県 2016)を作成し、畜産では肉用牛・酪農について、最新技術の概要をまとめている。この手引きでは費用の目安を示し、利便性を図っている。以下にこの手引きの概要を示す。

(1) 畜産におけるスマート農業の考え方

大規模畜産経営においては、施設や設備を一から設計することができる。この時に、最も重きを置くべきなのが精密飼養管理である。哺乳ロボット、給餌ロボット、搾乳ロボット等が省力化技術として紹介され、家族経営でも大規模化が可能であるとされているスマート農業技術だが、その効果は省力化だけではない。これらは単品で導入するというよりもむしろ、組み合わせで導入し、それぞれ ICT により連動して動かすことで、いかに家畜を健康に保ち、利益を最大化させるか、という観点で取り組む必要がある。

それぞれのロボットから、個体ごとに摂餌量、乳量、乳質、BCS (Body condition score) 等のデータを取得し、得られる収入と餌にかかる費用の差を最大化させる制御を自動で行うことができる。ICT を利用して家畜群に合わせた飼養管理をきめ細かく行うことで、肉牛では健康で肉質良く、酪農では健康を維持し最大限長期連産を実現することが可能となる。

この考え方を基本として、粗飼料の設計や畜舎の設備、ロボットの組合せなどについて畜産専門の機械メーカーやコンサルタントと相談しながら設計し、導入する。

(2) 技術の3分類

スマート畜産技術は、大きく「情報が手に入る、見える」、「アドバイスを受けられる」、「作業をサポート/自動で行ってくれる」の3つに分類される。表 4.1~4.3 に肉用牛・酪農の3分類したスマート技術を示す。表の最後の欄の技術 No.は次項で示す技術に対応する。

肉用牛・酪農では、繁殖の成功が経営で最も重要なテーマとして挙げられる。また大規模化と高度な飼養管理の実現に向けたロボット活用も重要課題である。

表 4.1 情報が手に入る、見える

キーワード	ニーズ	できること	スマート農業技術	技術 No
遠隔操作	遠くから通っている ので、離れたところ から状況を見たい	遠隔から映像で放牧地や施設内、 牛舎の様子を見ることができる	監視カメラ	1
個体管理	牛を個々で管理した い	タグ付けすることで牛を個々に 管理することができる	個体識別のICT化放 牧管理	2 3
		牛ごとに飼養記録や投薬記録、搾 乳記録を管理したい	牛群管理システム	4

表 4.2 アドバイスを受けられる

キーワード	ニーズ	できること	スマート農業技術	技術 No
負担軽減	分娩がいつか知りたい	センサーにより分娩の状況を検知して、分娩タイミングを通知してくれる	分娩監視システム	6
品質・収量の向上	牛の発情を発見したい	センサーにより発情行動や状態を検知して、通知してくれる	発情検知システム	5
	牛の健康状態を良くしたい	牛の乳量や健康状態に合わせて給餌量や飼料を変えることができる	給餌ロボット	10
		センサーにより牛の状態をモニタリングし、疾病や活動を予測して、異常を通知してくれる	疾病検知システム	7

表 4.3 作業をサポート／自動で行ってくれる

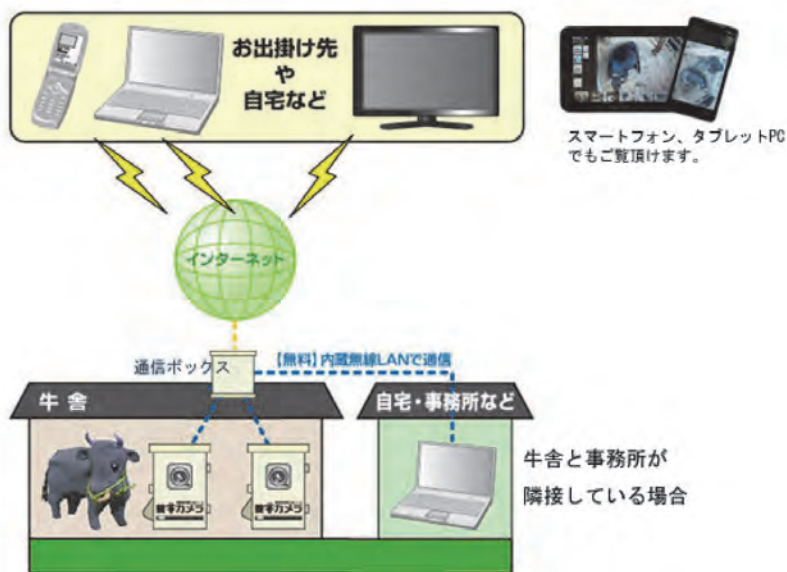
キーワード	ニーズ	できること	スマート農業技術	技術 No
負担軽減	運転作業の負担を軽減したい	トラクターのハンドルを自動で操作してくれる	自動操舵補助システム	8
		完全に自動でトラクターを運転してくれる	自動走行トラクター	12
品質・収量の向上	牛の健康状態を良くしたい	温湿度環境や気流、照明を制御することで牛にとって快適な環境を実現することができる	次世代型畜舎システム	15
規模拡大	人をあまり増やさずに畜産経営の規模拡大を行いたい（無人ロボット技術）	牛舎内への給餌を無人で全自動で行うことができる	給餌ロボット	10
		子牛の哺乳を無人で全自動で行うことができる	哺乳ロボット	11
		給餌や餌寄せの作業を省力化したい	餌寄せロボット	13
		牛舎の糞の清掃を無人で全自動で行うことができる	畜舎清掃・糞尿運搬ロボット	14
		搾乳を無人で全自動で行うことができる	搾乳ロボット	9

(3) 肉用牛・酪農経営用のスマート技術

肉用牛・酪農経営用のスマート技術は以下のとおりである。なお技術 No.3 放牧管理は研究中、技術 No.7 疾病検知システム技術及び No.12 自動走行トラクターは実証段階である。

技術 No. 1 監視カメラ 実用化済

技術概要	遠隔で監視できるカメラにより、自宅や事務所から映像で確認することができる。農業者は定期的に映像を確認する必要があるが、遠隔から異常が無いか確認できる。
メリット	点在する農地の生育状況を効率的に確認することができる。特に畜産分野では、自宅と牛舎が離れている状況下での深夜や農繁期、冬の極寒期の見回り負担が削減された、というユーザーの声が挙がっている。
注意事項	監視カメラの設置には高い柱と電源が必要なため、場所が限られる。畜産分野では、牛舎内の設置となり、監視カメラの死角の牛を見逃してしまうおそれがある。死角をなくすには台数を多く設置することが必要だが、その分費用が増加する。
費用の目安	カメラの設置数にもよるが、初期費用で1台 30万円程度に加えて、メールや画像の通信費用も必要である。
研究開発や導入実証の状況	パナソニック株式会社、株式会社ネットカメラ、株式会社オーレンス、株式会社イノビットなどの会社から販売されている。



監視カメラのイメージ
 (株) ネットカメラ
<http://net-camera.jp/>

技術 No. 2 個体識別の ICT 化 実用化済

技術概要	国内で飼養される、原則、すべての牛（輸入を含む）にはトレーサビリティ法（牛の個体識別のための情報管理及び伝達に関する特別措置法）に基づき、その出生・異動等の情報を一元的に管理するために全国統一の 10 桁の個体識別番号が印字された耳標が装着される。通常利用される耳標は数字・バーコードによる管理が中心だが、より効率的に個体を識別して管理するため RFID（電子タグ）を用いた通信可能な電子耳標による個体識別も実用化が進んでいる。
メリット	RFID タグと通信可能な体重計や搾乳機、給餌器等と合わせて使用することで、増体情報や搾乳情報、給餌情報を個体ごとに自動的に記録することが可能となる。これにより個々の牛に対して、より健康に飼養するための最適な環境や給餌の調整が可能となる。
注意事項	個体識別の仕組みを電子化するだけでは、いつどこで何をしたか可視化できるだけである。体重や摂餌量、乳量などを個体識別情報で紐づけて分析し、より良い管理をする技術や、自動で調整するロボットの導入が同時に求められる。
費用の目安	電子タグ自体の価格は、最大でも 1 頭あたり数万円～数十万円だが、今後の状況により低廉化すると考えられる。むしろ、自動調整を行う様々なロボットと組合せることが求められるので、ロボットの導入（1 台数百万円）とセットで検討することが必要である。
研究開発や導入実証の状況	株式会社コヤマ・システムから「読取りくん」という後ろ足に装着するシステムが販売されている。ニュージーランドやオーストラリアでは、無線 IC タグの装着が義務付けられている。



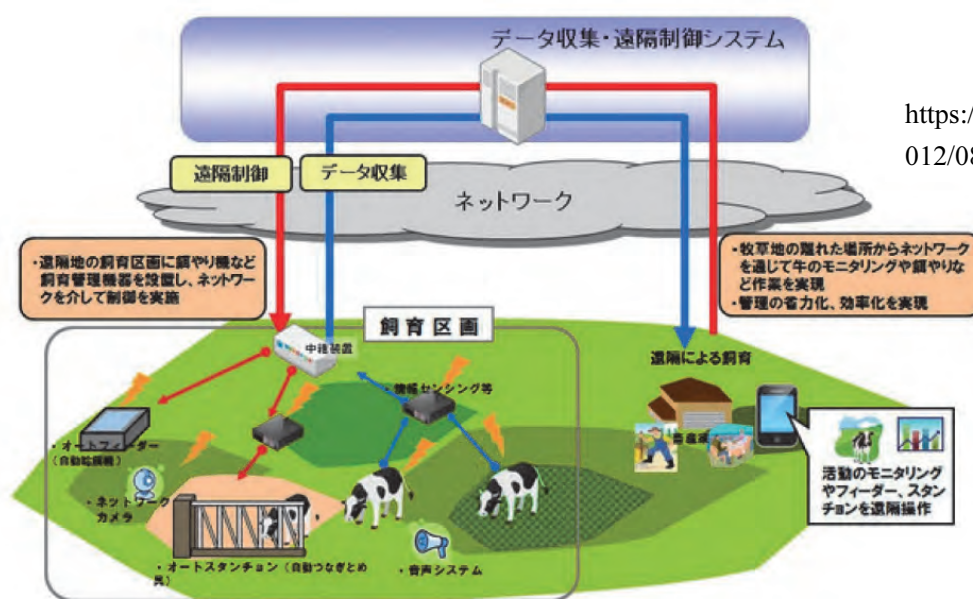
読取りくん

(株) コヤマ・システム

<http://kym-sys.co.jp/yomitorikun/index.html>

技術 No. 3 放牧管理 研究中

技術概要	放牧されている牛の位置情報と生体情報を遠隔で確認することができる。広域な放牧地において遠隔通信可能なセンサーネットワークを構築し、牛の位置情報や生体情報を通信する。省電力な広域通信技術が必要となり、現状では実証試験での利用にとどまる。
メリット	遠隔から牛ごとに、いつでもどこにいるか確認でき、給餌ロボットなどと連携させることで、肥育管理を省力化できる。
注意事項	牛の活動状況や摂餌行動を捉えた上で、移動や給餌ロボットの活用など、よりよい対策をたてることが可能な設備やスキルが必要である。
費用の目安	現在研究中のため未定である。
研究開発や導入実証の状況	九州大学が富士通株式会社・NTT 西日本株式会社・パナソニック株式会社等と共同研究している。



<https://www.rbbtoday.com/article/2012/08/07/92765.html>

技術 No. 4 牛群管理システム 実用化済

技術概要	個体別の飼養データ（給餌量・時間など）や投薬記録、搾乳データ（乳量・質・時間など）、発情・分娩の兆候や履歴、健康状態などを一元管理するシステムである。
メリット	牛の管理を精密にし、より健康を保つ飼養方法を検討して実施することが可能となる。また、異常を早期に捉えることで損失拡大を防ぐことにもつながる。
注意事項	データが取得・蓄積できないと、ソフトウェアだけでは動かない。様々なセンサーや機械、ロボットなどからデータを取得できること、入力・連携できることが求められる。また、そのデータを活かすスキルや自動化技術の導入も必要である。
費用の目安	無料（小規模）の製品 から、ソフトウェア購入が必要な製品、大規模経営向けの年間数十万円のサービスまで様々に提供されている。
研究開発や導入実証の状況	日本国内では「肉牛生産管理 SaaS」（富士通株式会社）、「Farmnote」（株式会社ファームノート）、「カウログ」（株式会社オーレンス）などインターネットで利用できるサービスが提供されている。また、酪農機械メーカーの専用 PC ソフトウェアや、酪農組合・農協が提供する組合員向けインターネットサービスが利用できる。



牛群管理システム
 (株) ファームノート
<https://farmnote.jp/>

技術 No. 5 発情検知システム 実用化済

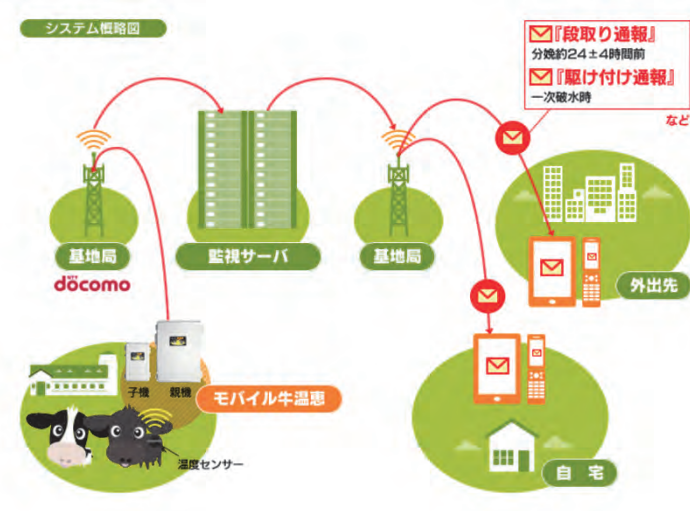
技術概要	発情の際に牛が特性行動（行動量の増加・マウンティング・スタンディングなど）をとることが分かっている。それらの行動変化を歩数計や首輪状のセンサーによって察知し、発情の兆候を農業者に通知する。基本的にこの仕組みは牛の個体情報に紐付いて情報管理を行っており、その情報は個体ごとにシステム上で管理される。そのため、パソコンやスマートフォン上で個体別の情報として確認することができる。雌雄産み分けは約 70% の確率で実現できている。
メリット	見回りに時間をさけなくても、発情検知することができる。また、牛が多い場合にも有効である。これにより省力で発情を発見できる。また、発情を的確に検知することは、空胎日数を短くすることにつながり、利益の拡大が見込める。
注意事項	自然繁殖ではなく、人工授精や受精卵移植を行う場合に特に有効である。また、獣医師などとの連携が必要である。
費用の目安	1頭当たり数万円のセンサーと、月額サービス費用として数百円から千円程度必要である。また、通信機の購入・工事費用も数十万円以上必要となる。
研究開発や導入実証の状況	「牛歩」（株式会社コムテック）、「牛歩 SaaS」（富士通株式会社：コムテックの牛歩をクラウドサービスで提供）、モバイル牛恩恵（株式会社リモート）、「ヒータイム HR」（イスラエル SCR 製）、「Farmnote Color」（株式会社ファームノート）等が販売中または販売予定である。酪農向けの牛群管理システムでは、乳量等のデータから予測を行う機能もある。



牛歩
 (株) コムテック
<http://www.s-comtec.co.jp/>

技術 No. 6 分娩監視システム 実用化済

技術概要	牛の膣内に温度センサーを挿入し、その変化から発情および分娩の兆候を検知する。温度変化を踏まえて、分娩の約 24 時間前に予測ができる。個体別の監視システムとなり、個体情報をパソコンやスマートフォン上で管理することができる。
メリット	24 時間分娩に注意を払う負担が軽減され、監視の労力と、特に夜中の安眠にもつながる。また的確に処置が行えることから、分娩事故の防止にもつながる。
注意事項	正常に利用していれば特に問題は起こらないが、機器の不具合や通信不良などに気を付け、過信して全て任せてしまわないように注意する必要がある。
費用の目安	1 頭当たり数万円のセンサーと、月額サービス費用として数百円から千円程度必要である。また、通信機の購入・工事費用も数十万以上必要となる。
研究開発や導入実証の状況	「モバイル牛恩恵」(株式会社リモート)、「Farmnote Color」(株式会社ファームノート)等が販売中または販売予定である。



モバイル牛恩恵
(株) リモート
<http://www.gyuonkei.jp/>

技術 No. 7 疾病検知システム 実証段階

技術概要	首につけるタイプの温度・活動計を牛に装着し、そこから送信されるデータをクラウドシステムに集めて解析することで、病気の早期発見を行う仕組みである。国内外のベンチャー企業は、安価でかつ ICT を活用したデータ分析を基に、様々なアドバイス機能を研究開発している。また、生体センシングの研究は日本でも推進されている。
メリット	疾病の早期発見や予防が可能となり、より健康に飼養することが可能となる。
注意事項	疾病そのものを検知できる技術はまだ研究中である。現在、活動量や反芻の状況、体温などを確認して異常を検知することができている。
費用の目安	1 頭当たり数万円のセンサーと、月額サービス費用として数百円から千円程度必要である。また、通信機の購入・工事費用も数十万円以上必要となる。
研究開発や導入実証の状況	活動量・反芻時間・休憩時間を計算して注意すべき牛を通知することができる「Farmnote Color」(株式会社ファームノート)が 2016 年に発売予定である。コーンズ・エージーからは反芻時間がわかる「ヒータイム HR」(イスラエル SCR 社)が提供されている。また、海外ではオランダの Connecterra 社やアメリカの Quantified AG 社のようなベンチャー企業も出現している。



発情検知・反芻モニター ヒータイム HR
 (株) コーンズ・エージー
<http://www.cornesag.com/>

技術 No. 8 自動操舵補助システム 実用化済

技術概要	GPS ガイダンスシステムと連結し、ハンドルを操舵する機械をトラクターなどに後付けできる仕組みである。GPS ガイダンスのメリットに加えて、手放し運転が可能のため走行ラインを指定しておけば作業者は目の前の作業に集中することが可能となる。
メリット	作業者の負担軽減、効率化につながり、また熟練度が低い作業者でも利用できる。また、暗くなっても正確に走行でき、作業可能時間を増やすこともできる。
注意事項	全て自動走行するわけではないため、製品により、切返しや車速の調整などを行う必要がある。
費用の目安	総額 100 万円程度が必要となる。
研究開発や導入実証の状況	欧米では6割近くの農家が利用している。日本でも北海道で取り入れられている。株式会社クロダ農機、ジオサーフ株式会社、株式会社トプコン、株式会社ニコン・トリンプル、株式会社 IHI スター等が提供している。



自動操舵補助システム
 ジオサーフ (株)
<http://www.geosurf.net/>

技術 No. 9 搾乳ロボット 実用化済

技術概要	フリーストール牛舎のように乳用牛が自由移動できる牛舎においては、乳用牛が自ら搾乳ユニットに入り、機械が乳頭の位置を検知、自動的に搾乳を行うロボットが普及している。個体識別用の電子タグと通信可能な搾乳ロボットにおいては、個体別の乳量や質、子タグと通信可能な搾乳ロボットにおいては、個体別の乳量や質、搾乳日などのデータが自動的に取得・蓄積され、畜産情報管理システム上での一元管理を可能にしている。
メリット	牛が自らユニットに移動し、自動で装着搾乳するため、牛の移動や装着を少人数で省力化できる。また、日に数回搾乳が可能であり、牛ごとに適したタイミングでの搾乳が可能となる。また、得られた乳量等のデータから、適切な給餌量や成分などの調整が可能となる。
注意事項	ある程度の頭数がいないと機械に余力が出て、投資対効果が十分に得られない可能性がある（GEA 社の搾乳ロボットは1ユニットあたり 60 頭に対応）。規模を鑑みて投資の判断をすることが必要である。また、乳頭の形状などで、自動装着の確率が悪い牛が出てくる。そうした牛の淘汰・除籍や、あるいは併設するパーラーで搾乳を行うなど、ロボットの制約に合わせた管理が必要となる。さらに、自動化のみではなく乳量等のデータから、適切な給餌等の飼養管理につなげることが、投資に見合った効果を得るために必要となる。
費用の目安	数千万円程度と見込まれる。
研究開発や導入実証の状況	「アストロノート」(Lely 社)、「MI one マルチボックスシステム」(GEA オリオンファームテクノロジー株式会社)、「デラバルボランタリー・ミルクシステム VMS」(DeLaval 社)等海外製が一般的である。日本では酪農機械販売代理店から提供されている。



搾乳ロボット・アストロノート
Lely 社 (オランダ)
<https://www.lely.com/>

技術 No. 10 給餌ロボット 実用化済

技術概要	自動的に計量して給餌を行うロボットである。パイプ取り付け部屋ごとに給与する機械や、牛群に対して飼槽幅の両側に飼料を給与するロボット、個体ごとの飼料摂取量を確保するために給餌を行うロボットがある。製品の中には個体識別の電子タグと通信を行い、各個体の摂取量を記録、データ蓄積する機能を有する製品もある。
メリット	牛の摂取量や健康状態に合わせた給餌が可能であり、健康的に乳量の維持増加や体重の適切な増加を行うことができる。
注意事項	牛群ごとに適切に管理することが求められる。
費用の目安	数百万円程度と見込まれる。
研究開発や導入実証の状況	様々な酪農機械メーカーから販売されている。ストックホッパータイプや、懸架自走式の機械、床自走式の機械等牛舎に合わせて選択可能である。



給餌ロボット

One2Feed 社 (デンマーク)

輸入：(株) コーンズ・エージー

<http://www.cornesag.com/>

技術 No. 11 哺乳ロボット 実用化済

技術概要	子牛の哺乳管理を行う。1日に複数回に分けて、一定の温度・濃度・量のミルクを与えることで、子牛の消化効率を高めながら、健康状態を保つ。また哺乳日数に応じて、哺乳管理（量・濃度・添加剤の有無）が可能である。
メリット	ミルク調整と哺乳の手間が削減される。また、牛に合わせた細かい成分の調整や時間の管理が可能となり、より健康な生育につなげる。
注意事項	1台 50頭規模の哺育能力があり、子牛の頭数規模を合わせる必要がある。
費用の目安	350万円程度である。電気料金も数千円/月必要なほか、哺育舎の改造も必要となる。
研究開発や導入実証の状況	「カーフフィーダ・バリオプラス」（フォスターテック社）、「カーム・カーフフィーダー」（Lely 社）等、海外製が一般的である。日本では酪農機械販売代理店から提供されている。



哺乳ロボット

Lely 社 (オランダ)

輸入：(株) コーンズ・エージー

<http://www.cornesag.com/>

技術 No. 12 自動走行トラクター 実証段階

技術概要	ハンドル操作・アクセル・ブレーキなどすべてをトラクター作業機側で行う技術である。最初に地図から作業ルートと作業内容を計画しておけば、圃場内の運転は全て自動で行うことができる。
メリット	作業者は乗っているだけでよく、安全面の担保があれば乗らずにほかの作業ができるという大きなメリットがある。また、熟練作業者でなくても作業が可能となる。
注意事項	安全面でまだ実証段階にあり、今後の研究が求められる。
費用の目安	未定である。通常のトラクターに比べて300万円程度高額と想定される。
研究開発や導入実証の状況	各社未発売であり、平成29年度から販売が開始されてくるものと想定されている。おそらく価格は高価になるが、人件費削減や担い手の少ない地域では、重要な技術となると考えられる。



自動走行トラクターの試作機（福島県南相馬市）
出典）産経フォト
<http://www.sankei.com/photo/story/news/161129/sty1611290009-n1.html>

技術 No. 13 餌寄せロボット 実用化済

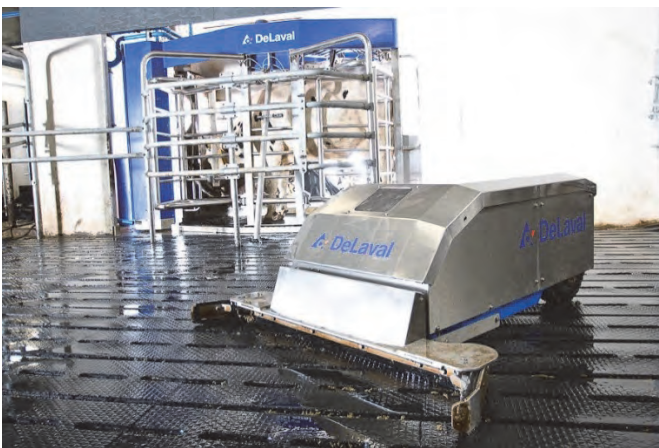
技術概要	牛群に対して給餌した飼料の餌寄せを行う。超音波センサーで壁やフィードフェンスとの距離を読み取りながら走行する。設定時間になると自律走行し、設定された寄せ幅に従って牛が採食可能な位置まで餌を寄せる。
メリット	餌やりや餌寄せの作業が省力化できる。牛が常に飼料を得られることで、適正な摂食量が確保できる。特に夜間の摂食が促される。
注意事項	走行に適した牛舎であることが前提である。
費用の目安	100万円から数百万円程度と想定される。
研究開発や導入実証の状況	Lely社の餌寄せロボット「Juno」が一般的である。



餌寄せロボット・Juno
 Lely 社（オランダ）
 輸入：（株）コーンズ・エージー
<http://www.cornesag.com/>

技術 No. 14 畜舎清掃・糞尿運搬ロボット 実用化済

技術概要	牛舎内の糞尿や汚れた敷料などを自動で清掃する。牛舎中の糞尿溝を移動するロボットや完全自動式で自由に移動して清掃するロボットが販売されている。
メリット	糞尿の掃除の省力化や、労働衛生環境の改善につながる。
注意事項	牛舎の設計自体を変更する必要がある。清掃方式や規模により、導入できる機械が異なる。
費用の目安	ロボット型、バーンスクレーパー／クリーナ型で価格は異なるが、300万円～600万円程度と見込まれる。
研究開発や導入実証の状況	「バーンスクレーパー」（GEA Houle 社）、「ロボットスクレーパーRS250」（DeLaval 社）など、海外製が一般的である。



ロボットスクレーパー
 DeLaval 社（スウェーデン）
<http://www.delaval.jp/>

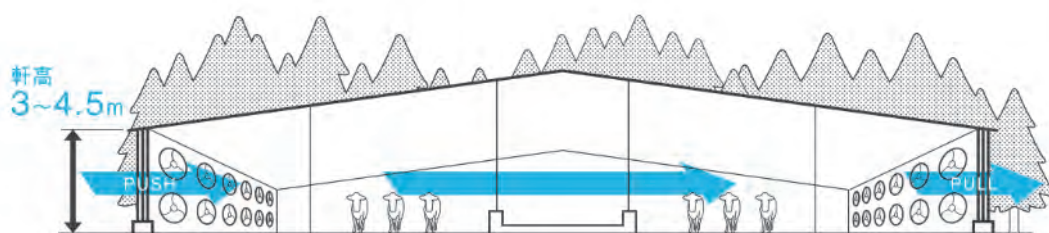
技術 No. 15 次世代型畜舎システム 実用化済

技術概要	牛舎を半閉鎖型とし、温湿度センサーの情報を基にファンやミストを制御することで、牛舎内の気流や温湿度環境を快適に維持する。照明も制御することで、規則正しい昼夜のリズムを作り出すことも可能である。
メリット	酪農において暑熱の影響は大きく、冷涼な環境を実現できれば、牛の健康増進につながる。
注意事項	牛舎自体の再設計が必要であり、これから建設する畜舎に有効である。
費用の目安	設備の更新、新築と併せて、費用は数千万円から数億円程度と見込まれる。
研究開発や導入実証の状況	宇都宮大学などのコンソーシアムにより研究、実証試験が行われ、コンソーシアムメンバーであるパナソニックエコソリューションズ社から実用化されている。

After

次世代閉鎖型牛舎

プッシュプル横断換気システムで、育成空間全体に均一な風を流し、牛が快適な環境を実現。



涼しさ

均一な風速で育成空間全体を換気。先進のシミュレーション技術を活用しながら、牛にとって最適な空調を科学的に実現。

バイオ
セキュリティ

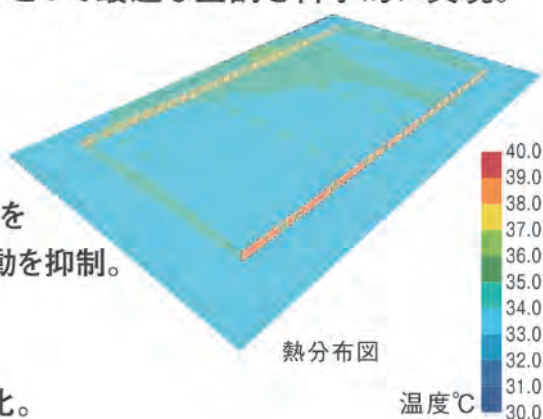
閉鎖型牛舎で野鳥の侵入を防止。

刺蠅・蚊

全体換気による一定風速をつくることで、刺蠅・蚊の活動を抑制。

環境

全体換気によりアンモニアガスを低濃度化。



次世代型畜舎システム
パナソニック環境エンジニアリング (株)
http://www2.panasonic.biz/es/solution/theme/agri/cattle_shed/

4.2 最新技術

農林水産省は、ホームページにおいて、スマート農業にかかる最新の情報提供を行っている (<http://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/>)。スマート畜産技術についても、「スマート農業技術カタログ (畜産)」が公表され、各社のリーフレット等が添付されている。

http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/gijutsu_portal/smartagri_catalog_chikusan.html

なおこのカタログの利用にあたっては、「現在開発・販売されているスマート農業技術について、農業現場に広く知っていただくことを目的としたものであり、技術の効果等を農林水産省が確認・認定しているものではありません。各技術の詳細については、各技術の「問い合わせ先」にお願いします。」とされている。

表 4.2.1 に最新 (平成 31 年 2 月公表) のスマート農業技術カタログ (畜産) の概要を示す。技術の分類の説明は以下のとおりである。

- センシング・モニタリング：生体データ (繁殖機能や栄養・健康状態等) や飼養環境に関するデータを提供する技術
- 生体データ活用：生体に関するデータを AI 等で活用する技術
- 飼養環境データ活用：飼養環境に関するデータを AI 等で活用する技術
- 自動運転・作業軽減：自動運転ロボット等の導入により作業の軽労化を図る技術
- 経営データ管理：経営の現状分析、計画作成、進行管理等を行う技術

ただし農水省のカタログは全てのスマート畜産技術を網羅したものではない。

農水省の情報以外では、2016 年以降に以下のスマート畜産技術が実用化している。

(1) バーチャルフェンス

ノルウェーの Nofence 社が開発し、2018 年から販売を開始したバーチャルフェンス技術である。現在のところ対象畜種はヤギのみである。

バーチャルフェンスに必要なのは、GPS と SIM カードを内蔵した首輪で、iOS か Android を搭載したスマートフォンやタブレットにより管理される (図 4.2.1)。専用アプリでは“見えないフェンス”の範囲を設定後、牧草地の効率的な管理、ヤギの監視を実行できる。ただし、首輪は放牧地が携帯電話の電波が届く範囲になれば機能しない。もしヤギがバーチャルフェンスの外に出ようすると、首輪から「ピーピー」と警告音が鳴る。警告音が無視されるようなら、弱めの電気ショックが流れる。実験結果では、ヤギに警告音や電気ショックの意味を理解させるのは比較的簡単とのことである。このことにより電気柵が不要となり、電気柵に必要な資材費、設置費、維持管理費、労働力が不要となる。

将来的には牛や羊の放牧にも利用できるように開発を進める予定である。

価格は 299 ユーロ/台 (39,000 円/台) である (Indiegogo 2018)。

表 4.2.1 スマート農業技術カタログ（畜産）の概要（平成 31 年 2 月公表）

No	対象畜種	活用シーン	技術名・機械名	技術概要	分類					団体名または企業名	電話番号
					センシング/監視	生体データ活用	飼養環境データ活用	自動運転/作業機械	経営データ管理		
1	乳用牛、肉用牛	見回り	電池レス式ビーコンを使った中小規模牧場向け牛の傷病管理ソリューション	上下振動で電波を発信するセンサーを牛のアゴに取付け牛毎の採食・反すう行動管理を行う	Y	Y				光和ネットサービス株式会社	048-446-7780
2	乳用牛、肉用牛	見回り/給餌	胃診電信	牛のルーメン内温度の計測データから、AI学習機能で体温を予測、異常温度でアラートを出す	Y	Y				株式会社セントラル情報サービス	06-6538-2509
3	乳用牛、肉用牛	見回り/繁殖	牛の分娩予知・発情発見システム「モバイル牛温恵」	体温センサーで、生体の体温（産温）を5分毎0.1℃単位で計測、モバイルデータ通信網で保存管理・情報提供	Y	Y				株式会社リモート	0977-85-8700
4	乳用牛、肉用牛	見回り/搾乳/給餌/繁殖	クラウド牛群管理システム「Farmnote」	PC・スマートフォン・タブレットに最適化、いつでもどこでも牛群の情報を管理・記録・分析することが可能	Y	Y		Y		株式会社ファームノート	050-3852-4018
5	乳用牛、肉用牛	見回り/繁殖	牛向けウェアラブルデバイス「Farmnote Color」	リアルタイムに牛の活動情報（活動・反芻・休憩）を収集して解析	Y					株式会社ファームノート	050-3852-4018
6	乳用牛、肉用牛	見回り/牛舎建設	低ストレス牛舎システム	横断換気ユニットシステム、モーションセンサーによる牛の動作行動検知と家畜管理クラウドにより牛へのストレスを低減	Y	Y	Y			宇都宮大	028-649-5483
7	乳用牛、肉用牛	見回り/繁殖	牛の行動監視支援システム「MOH-CAL（もーかる）」	畜舎の赤外線モーションセンサーカメラの画像を解析、個別の牛の行動を分析	Y	Y				株式会社コンピューター総合研究所	029-303-8851
8	乳用牛、肉用牛	見回り/繁殖	U-motion	牛に取り付けたタグに内蔵の複数のセンサデータをクラウドに収集・分析し、機械学習等により牛の行動を分析し、見える化	Y	Y				デザミス株式会社	03-6380-7239
9	乳用牛、肉用牛	見回り/繁殖	家畜の分娩監視装置	分娩予定牛の膈内に挿入したセンサーが分娩開始により体外に排出、センサーが温度と照度の変化を感じ、動画を携帯電話に送信	Y	Y				富山県農林水産総合技術センター畜産研究所	076-469-5921
10	乳用牛、肉用牛、豚	見回り/繁殖	無線ICタグを用いた凍結精液の個品識別	牛用凍結精液ストロー内に超小型の無線ICタグを取り付け、精液ストローを個品識別し、人工授精登録までを電子化	Y	Y				京都大学	075-753-6058 /6330
11	乳用牛、肉用牛	繁殖	「ペーパーマイクロチップ」を用いた乳牛妊娠率向上	牛の乳、唾液、血液等を紙製チップに附着させ、発色濃度をスマートフォンのカメラ画像解析にて判定	Y	Y				日本ユニシス株式会社	050-3132-8464
12	乳用牛	清掃	フリーストール用敷料散布機	牛床上部に設置したレールを敷料散布機が自走しながら、敷料を定量散布、本体への敷料の積込の全自動化				Y		オリオン機械株式会社	026-248-1956
13	乳用牛	畜舎建設	次世代閉鎖型牛舎システム	気流シミュレーション技術で夏場も快適な畜舎を創造（畜舎内全体を均一に換気）	Y		Y			パナソニック環境エンジニアリング株式会社	03-3472-2485
14	肉用牛	見回り/給餌	肥育牛の血中ビタミンAセンサーと地域戦略に基づく精密管理	ビタミンA、体温等の計測可能なセンサ群により要望に応じた肉質の肥育牛生産、ストレス最小化の精密肥育	Y	Y				京都大学農学研究科、兵庫県立農林水産技術総合センター、(株)ワイビーテック	京大075-753-6170
15	肉用牛	見回り	肥育牛起立困難検知システム「うしらせ」	肥育牛の顎下にセンサー装着、牛の起立困難状態を検知、通信機能を備えた基地局よりクラウドシステムへ送信	Y	Y				ソニーエンジニアリング株式会社	0466-38-3421
16	肉用牛	経営管理	肉用牛ベンチマーキングシステム「CattleINFO」	定期的に提出されたデータを使用して、農研機構で生産指標を算出、解析結果の冊子を作成				Y		農研機構畜農ビジネス推進センター	029-838-7829
17	豚	見回り/繁殖	豚養経営支援システム「Porker」	飼育作業のスマートフォン記録、クラウド蓄積、豚の生体情報・飼育環境情報のIoTセンサー監視、集計・統計解析・AI技術、オンライン診療・経営指導のための情報共有	Y	Y		Y		株式会社Eco-Pork	090-8450-1026
18	鶏/豚	見回り	e-kakashi	畜舎の環境データの常時収集、グラフ表示、AI分析により、畜種の生育ステージにあった必要な作業を事前提案	Y		Y		Y	PSソリューションズ株式会社	080-3584-0569
19	鶏/豚	見回り	e-kakashi Tetori (テトリ)	窓閉閉モーター、灌水バルブと、装置を遠隔から制御するアプリをセットにして使うサービスを開発中	Y		Y			PSソリューションズ株式会社	080-3584-0569
20	豚	繁殖	iSperm アイスパーム	iPadminiに装着する顕微鏡装置で、iPadmini演算機能、カメラ機能による精液中の精子数と運動性を測定、希釈計算	Y	Y				株式会社ピィアイシー・バイオ	03-3490-8220
21	豚	出荷	AI x スマートフォンを活用した豚体重推定技術	スマートフォン画像から豚を判別、スマートフォン搭載のステレオカメラから距離を割り出し、豚の体重を推定	Y	Y				NECソリューションイノベータ株式会社	03-5534-2625
22	豚	出荷	デジタル目動	スマートフォン等で撮影した豚の画像から体重を推定	Y	Y				伊藤忠飼料株式会社	03-5626-3200
23	鶏	見回り	斃死鶏発見システム	斃死鶏の検知作業を画像認識技術と機械学習技術を組み合わせることで自動判定	Y		Y			日本電気株式会社	
24	共通	見回り/清掃	カラス音声を用いたカラス忌避システム	声紋分析技術で構築した独自のカラス音声を自動でカラスに照射、その場から退避させる			Y			株式会社CrowLab（クローラボ）	028-614-3690
25	共通	見回り/繁殖	牛の空胎期間を適正に保つソリューション「tukum of cow」	電源不要、シンプル、低コストに遠隔で家畜の状態と畜舎の環境を監視するシステム	Y	Y	Y			株式会社AmaterZ	03-6455-6884
26	共通	畜舎建設	スマート畜舎	建設基準法の型式適合認定を取得した中柱を廃した構造の畜舎で、工期短縮、施工の単純化、省資材化			Y			公益社団法人中央畜産会	03-5577-5000
27	共通	草地管理	空から診る精密農業 クラウド型営農支援サービス「天晴れ」	人工衛星とUAVの観測・撮影画像を解析による作物の圃場内の生育状況、収穫適期の可視化・診断、レポートサービス	Y		Y			国際航業株式会社	03-4476-8069
28	共通	草地管理	広大な牧場の草地管理を効率化する草地管理支援システム	地形情報等を含む電子牧区図による牧区内の重点管理エリアの抽出・可視化	Y		Y			農研機構畜産研究部門	029-838-8988
29	共通	経営管理	AI（機械学習）を用いた自動文字認識技術（AI-OCR）	紙の活字や手書き文字をスキャナもしくはスマホカメラで読み込み、テキストに文字起こしする技術				Y		株式会社シフトセブンコンサルティング	092-406-6747



図 4.2.1 バーチャルフェンスの機材

(2) ICT を活用した養豚経営 (ITmedia エンタープライズ 2017)

宮崎ブランドポーク「まるみ豚 (とん)」の生産で知られる宮崎県川南町の「協同ファーム」の事例である。協同ファームは飼育規模 5,000 頭で、従業員はパート含めて 24 人 (2017 年 9 月時点)、うち 12 人が現場で養豚にかかわる。

協同ファームでは就業管理のためクラウドサービス「TeamSpirit」³を 2017 年 1 月に導入して各人が入力、グラフで無駄な時間を“見える化”し、意識改革につなげている (図 4.2.2~4.2.3)。また、LINE のビジネス向け有償サービス「LINE WORKS」⁴も 2017 年 9 月から使い始め、従業員同士の業務報告のツールとして活用している。このことで設備や豚の異常を投稿すると手の空いた従業員がすぐ対応できるようになった。こうした仕組みは、従業員のほぼ全員に iPhone を支給することで使用可能にした。

2010 年、宮崎県内で口蹄疫が発生し、同年 4 月から 8 月の間に殺処分された牛や豚などは宮崎県で計 29 万 7,808 頭にのぼった。協同ファームのある川南町では全頭が殺処分の対象となり、町から牛や豚が消えた。疫病の影響は大きく、県内で離農者が続出した。

口蹄疫後、まるみ豚は宮崎県畜産共進会など肉豚枝肉部門で 3 度の首席を獲得して品質の高さを証明し、協同ファームは完全復活を果たした。

しかし自動給餌器やスクレイパー方式の自動除糞 (ふん) 装置などの故障、水道管の水漏れ、排水溝の詰まりなどが日常的に起こり、従業員はたびたびその補修に追われていた。しかも夜間は無人になるため、長いと半日近く故障が放置されたままのことすらあった。養豚の複数の設備機器にさまざまなセンサーを取り付け、適正に稼働しているかどうか、故障箇所はどこかといったデータを瞬時に携帯デバイスに配信できれば、補修作業の迅速化や時間の短縮化が図れる。それで生み出された空き時間をもっと豚の世話に振り分けられるのではないかと、というのが IOT「人とコミュニケーションする機械」の活

³ (株) チームスピリットの提供するクラウドサービス。勤怠管理や経費精算など、毎日使う事務処理のシステムを融合させ、自動化して、コミュニケーションの仕組みに変えることで、働く人たちの創造的な時間を生み出し、自律的な行動を引き出す、働き方改革プラットフォームを目指す。 <https://www.teamspirit.co.jp/>
⁴ワークスマバイルジャパン (株) が提供する「LINE」とつながる有料のビジネスチャットサービス。会話中に写真や動画を簡単に送ることができ、連絡先や位置情報も共有できる。 <https://line.worksmobile.com/jp/>

用である。事業のパートナーは、システムフォレスト⁵で、データ可視化ツール MotionBoard⁶を利用した。

協同ファームでは 2018 年 5 月を目標に新豚舎を建設する予定があるため、取り壊し予定の現豚舎で IoT の実証実験を行える。2017 年 9 月時点で、豚の飲み水に使う水源の井戸に流量計とセンサーを設置、養豚場全体で使う水の量を把握できるようになった。さらに加工場の冷凍庫、冷蔵庫に温度センサーを取り付け、庫内の温度変化が時系列で分かるようにしている。

センサーが取得したデータは Bluetooth⁷などでゲートウェイ⁸に集約され、IoT 通信向けプラットフォーム「SORACOM」を経由し MotionBoard で集約しモニタリングする仕組みである。

今後は、協同ファームとシステムフォレストが協議してセンサーを増設しながら、効果的なセンサーの設置場所、し尿からアンモニアが発生する豚舎の厳しい環境下での耐久性などを検証し、新豚舎への IoT 導入へとつなげていく。協同ファームは新豚舎の建設を契機に、現在の飼育頭数 5,000 頭を倍増する計画を立てている。さらに 2020 年開催の東京五輪への食材提供、輸出への取り組みに必要な国際基準の GAP（農業生産工程管理）の認証取得も視野に入れる。しかも従業員数は現状のままである。目標達成のためにはいろいろな設備の自動化とそれを監視・連絡する IoT の導入が不可欠との認識のもと、新豚舎には、飼料タンクの重量管理、空調システム、公害防止のための脱臭装置、堆肥をつくるための発酵装置などの稼働管理のためにも IoT を導入する計画である。

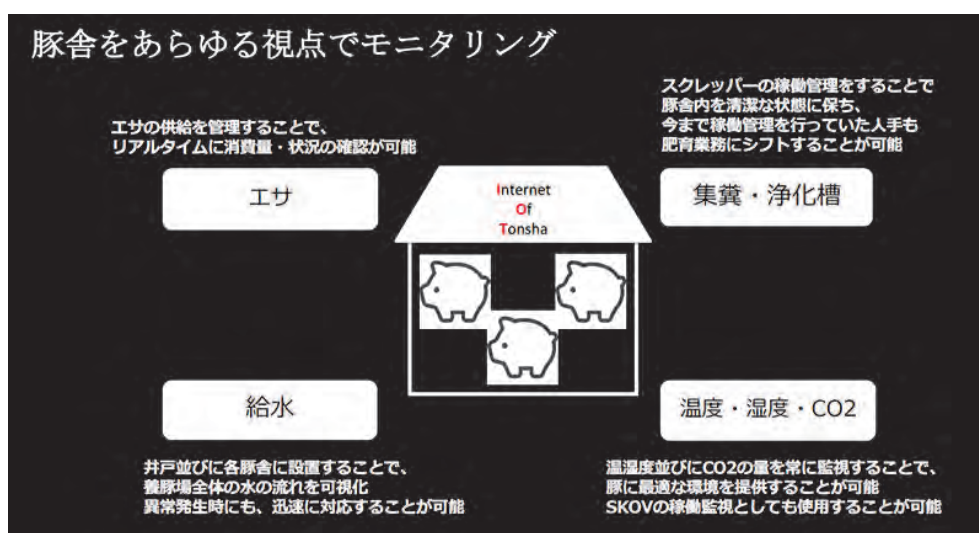


図 4.2.2 豚舎の IoT 化イメージ

⁵株式会社システムフォレスト。〒860-0833 熊本県熊本市中央区平成 3-3-22。クラウドソリューション、システム開発、IT 関連サービスを提供する。 <http://www.systemforest.com/#>

⁶ウイングアーク 1st (株) の提供する情報活用ダッシュボード (Business intelligence (BI) のツール) の名称。ダッシュボードとはさまざまなデータを統合して表示する管理画面をいう。

⁷Bluetooth とは、近距離無線通信の規格のひとつで、スマートフォンの設定メニューなどに表示される。パソコンやスマートフォンといった情報機器やオーディオ機器などを無線で接続し、機器間で音声やデータをやり取りすることができる。

⁸ネットワークやシステムにおいて異なった規格 (プロトコル) を持つデータの相互通信を可能にする仕組み、または機器のこと。

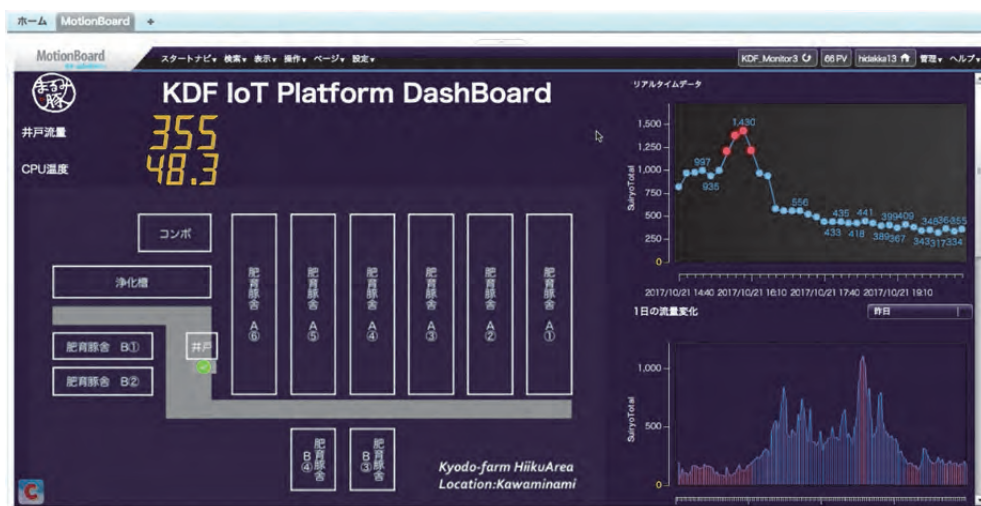


図 4.2.3 給水・餌・集糞・浄化槽・温度・湿度・CO₂など豚舎をあらゆる視点でモニタリング

(3) デジタル目勘 (NTT テクノクロス・伊藤忠飼料 2019 予定) (農水省のカタログにも概要を掲載)

「デジタル目勘」は、伊藤忠飼料の呼びかけに応じ NTT テクノクロス社が開発中のブタの体重推定サービスである。誰でも簡単に目勘 (見た目から豚の体重を推定する技術) ができるよう開発されたもので、カメラと深度センサーを備えた専用端末で豚を上から撮影すると、体重のほか頭や内臓を取り除いた枝肉の重さを瞬時に推定し、表示する。実測値との誤差は現在 5%ほどで、3%まで改良したうえで 2019 年の製品化を目指している (日経コンピュータ 2018)。

NTT テクノクロスはデジタル目勘の開発に当たり、事前に撮影した数百頭の豚の写真と、それに紐づく体重や距離といった情報を AI で学習させ、モデルを構築した。計測時は利用者が撮影した豚の写真モデルと照合し、専用端末と豚との距離も加味して体重と枝肉の重さを推定する。豚の姿勢や撮影角度の補正には機械学習を使う。まず標準的な豚の品種向けに、伊藤忠飼料が発売し、将来は品種や餌の種類といった条件を選べるようにして、幅広い農家が使えるようにする計画である (日経コンピュータ 2018)。

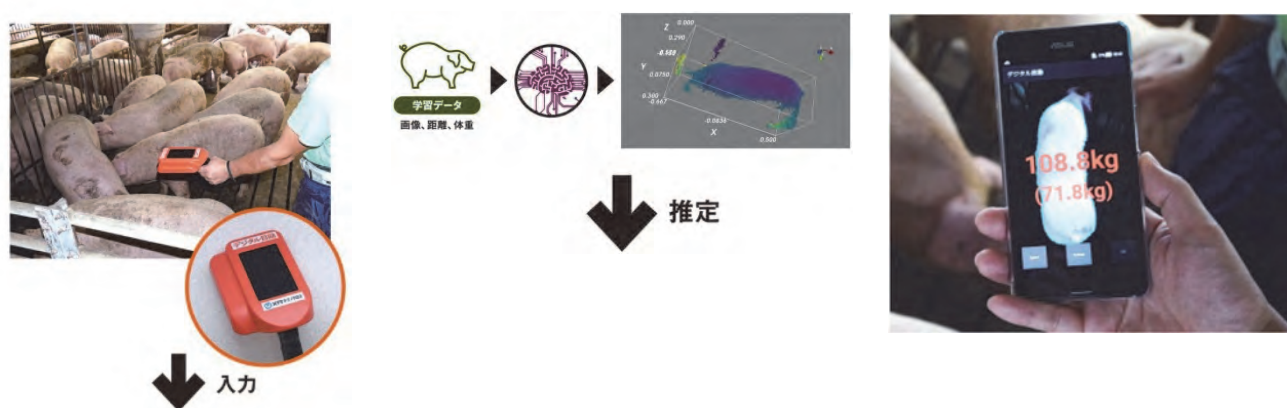


図 4.2.4 デジタル目勘の計測イメージ (左から右へのプロセス) (日経コンピュータ 2018)

5.

研究開発中のスマート畜産技術

5.1 革新的技術開発・緊急展開事業

革新的技術開発・緊急展開事業は、農林水産省の平成 27 年度補正予算、28 年度補正予算及び 29 年度補正予算において措置された事業である。

本事業は、(i) 地域戦略プロジェクト、(ii) 先導プロジェクト、(iii) 経営体強化プロジェクト、(iv) 人工知能未来農業創造プロジェクト、(v) 技術開発・成果普及等推進事業に区分される。以下に各プロジェクトの内容及び畜産分野で事業採択されたリストを示すが、詳細は下記の農研機構のホームページから資料をダウンロードされたい。

農研機構 生物系特定産業技術研究支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業」:

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/h27kakushin/index.html>

(1) 地域戦略プロジェクト

地域の競争力強化のため、地域戦略に基づき、研究機関と関係者（農林漁業者、民間企業、地方公共団体等）が共同で取り組む、先進技術を組み合わせた生産現場における革新的技術体系の実証研究を支援するものである。（<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/h27kakushin/chiiki/index.html>）

畜産分野において現在実施中の地域戦略プロジェクトは表 5.1.1 のとおりである。

表 5.1.1 畜産分野における地域戦略プロジェクト（網掛けは畜産経営者にあまり関係しない技術）

No. 予算	研究課題名	研究コンソーシアム (予定)	研究代表機関名
1 H27補1	鳥インフルエンザウイルスの農場への侵入を早急・簡便に検出可能な技術の開発	高（低）病原性鳥インフルエンザ診断キット開発コンソーシアム	農研機構動物衛生研究部門
2 H27補1	豚枝肉残毛自動脱毛機の開発	豚枝肉残毛自動脱毛機の開発コンソーシアム	食肉生産技術研究組合
3 H27補1	豚舎用日本型洗浄ロボットを中核とした省力的な衛生管理システムの開発	豚舎洗浄ロボット開発コンソーシアム	農研機構農業技術革新工学研究センター
4 H27補1	自給飼料を活用した豚肉・鶏肉・鶏卵の差別化技術および低コスト生産技術の開発	地域戦略(自給飼料給与)コンソーシアム	農研機構畜産研究部門
5 H27補1	牛の放牧管理の効率化・生産性向上のための小型ピロプラズマ病ワクチンの実証研究	小型ピロプラズマ病ワクチン実証研究コンソーシアム	帯広畜産大学
6 H27補1	国際化の進展に対応した国産鶏種（卵用鶏）の開発及び普及促進	国際化対応卵用国産鶏種開発・普及コンソーシアム	家畜改良センター岡崎牧場
7 H27補1	ファインバブル等による畜産廃棄物の悪臭対策と耕畜連携システムの構築	ファインバブル畜産廃棄物処理コンソーシアム	鹿児島大学
8 H27補1	TPPに対応した次世代型畜産経営モデルの実証～大規模集落営農法人とTMRセンター、畜産農家の連携型TMRによる低コスト飼料供給の実証研究～	熊本県畜産競争力強化コンソーシアム	熊本県農業研究センター

9 H27補1	競争力のある地域内一貫牛肉生産を実現する哺育・肥育・流通体系の開発	地域内一貫牛肉生産コンソーシアム	鹿児島大学
10 H27補1	耕畜連携の強化による飼料コスト低減化技術の現地実証	東北飼料実証コンソーシアム	農研機構東北農業研究センター
11 H27補1	西南暖地における次世代型酪農実現に向けた飼養管理体系の実証～ロボット搾乳に最適な飼料給与体系と生涯生産性を向上させる飼養管理体制の構築～	西南暖地における次世代型酪農実証コンソーシアム	鹿児島大学
12 H27補1	「医福食農連携」による鹿児島県産農畜産物等の消費拡大に向けた高付加価値食品の開発	「医福食農連携」チームかごしまコンソーシアム	鹿児島大学
13 H27補1	超低温保存胚の子宮体部非外科的移植を利用した生産農家への低リスク低コストな高能力種豚導入実証	高能力種豚胚子宮体部移植農家実証コンソーシアム	家畜改良センター
14 H27補1	グローバル化に対応したTMRセンターを核とする地域畜産経営体の確立	グローバル対応型畜産経営体確立コンソーシアム	宮崎県畜産試験場
15 H27補2	牛難治性疾病に対する疾病横断的予防・治療法創出の実証研究	北海道大学大学院獣医学研究院	牛難治性疾病に対する横断的予防・治療法開発コンソーシアム
16 H27補2	牛白血病ウイルス抵抗性・感受性牛の識別による革新的地方病性牛白血病制圧戦略の実証研究	牛白血病対策コンソーシアム	理化学研究所
17 H27補2	酪農生産基盤強化に向けた個別別哺乳ロボットと飼養管理データの高度活用による乳用子牛等の精密哺乳・哺育システムの開発・普及	乳用子牛等の精密哺乳・哺育システム開発・普及コンソーシアム	東京理科大学
18 H27補2	ゲノム育種法によって作出される地鶏の食味性および増体性の改良効果の実証研究	地鶏改良コンソーシアム	秋田県畜産試験場
19 H27補2	畜舎内環境管理と悪臭対策技術確立による養豚生産性向上	畜産環境管理技術コンソーシアム	産業技術総合研究所
20 H27補2	新たな細胞保護技術の活用と高付加価値・優良産子の増殖による肉用牛・乳用牛生産基盤強化	肉用牛・乳用牛の細胞保護技術開発・生産革新コンソーシアム	鹿児島大学
21 H27補2	新規な哺乳ロボットとセンサー・IoTを活用した和牛子牛の革新的生産技術開発	和牛子牛の革新的生産技術開発コンソーシアム	鹿児島大学
22 H27補2	人工知能ロボットを活用したブロイラー養鶏飼養衛生管理システムの開発	ブロイラー養鶏飼養衛生管理システム開発コンソーシアム	鹿児島大学共同獣医学部
23 H27補3	ICTを活用した家畜感染症のオンサイト診断による省力化と迅速化	-	岐阜大学

(2) 先導プロジェクト

将来に向けて競争力の飛躍的な向上を図るため、新たな価値や需要を生み出す品種、輸出促進につながる新たな生産・流通・加工技術など、次世代の技術体系を生み出す研究開発を実施するものである。

(<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/h27kakushin/sendou/index.html>)

畜産分野において現在実施中の先導プロジェクトは表 5.1.2 のとおりである。

表 5.1.2 畜産分野における先導プロジェクト（網掛けは畜産経営者にあまり関係しない技術）

No. 予算	研究課題名	研究コンソーシアム (予定)	研究代表機関名
1 H27補	国産豚肉差別化のための「おいしさ」の評価指標と育種改良技術及び飼養管理技術の開発	先導（豚肉質改良）コンソーシアム	農研機構畜産研究部門
2 H27補	国産和牛肉の新たな差別化のための評価指標及び育種手法の開発	先導（和牛肉）コンソーシアム	農研機構畜産研究部門
3 H27補	国際競争力強化に向けた黒毛和種短期肥育技術の開発	短期肥育コンソーシアム	農研機構中央農業研究センター
4 H27補	次世代型ロボットによる視覚・体内から捉える飼養管理高度化システムの開発～搾乳ロボット及びセンシング技術の活用による個体情報高度活用システムの開発に向けて	酪農ビッグデータコンソーシアム	東京理科大学

(3) 経営体強化プロジェクト

農林漁業経営体の技術力強化のため、テーマ毎に、農林漁業者、企業（ベンチャー企業等）、大学、研究機関がチームを組んで、明確な開発目標の下で現場への実装までを視野に入れた技術開発を支援するものである。（<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/h27kakushin/keiei/index.html>）

畜産分野において現在実施中の経営体強化プロジェクトは表 5.1.3 のとおりである。

表 5.1.3 畜産分野における経営体強化プロジェクト（網掛けは畜産経営者にあまり関係しない技術）

No. 予算	研究課題名	研究コンソーシアム（予定）	研究代表機関名
1 H28補	牛慢性消耗性疾患の早期発見および防除技術の開発	経営体（牛慢性疾病清浄化対策）コンソーシアム	農研機構動物衛生研究部門
2 H28補	牛慢性感染症克服のための革新的ワクチン開発とその実証試験	牛のウィルス様粒子ワクチン開発コンソーシアム	理化学研究所
3 H28補	肥育豚省力出荷システムの構築	肥育豚省力的出荷システム構築に向けた研究コンソーシアム	宮崎大学
4 H28補	水田里山の畜産利用による中山間高収益営農モデルの開発	水田里山畜産利用コンソーシアム	農研機構西日本農業研究センター
5 H28補	府県における自給飼料生産利用技術の開発と実証	経営体（府県自給飼料）コンソーシアム	農研機構畜産研究部門
6 H28補	BODバイオセンサーを利用した豚舎排水の窒素除去システムの開発	経営体（養豚環境）コンソーシアム	農研機構畜産研究部門

7 H28補	国産スターターを用いたブランドチーズ製造技術の開発	経営体 (J-チーズ創出) コンソーシアム	農研機構畜産研究部門
8 H28補	道産トウモロコシの安定供給に基づく高付加価値畜産物生産技術の開発	経営体 (道産飼料) コンソーシアム	農研機構北海道農業研究センター
9 H28補	中山間地域の和牛放牧等を利用した耕畜複合による収益向上と、それを支える乳肉共用経営による総合的なシステムの構築(畜産振興による中山間地域維持活性化計画)	鳥取県東部畜産振興システム研究コンソーシアム	鳥取県畜産農業協同組合
10 H28補	ICT・ロボット・AIを活用した放牧技術による生涯生産性向上を可能とする乳用牛の育成技術の開発	ICT・ロボット・AIを活用した次世代型放牧技術開発コンソーシアム	東京理科大学理工学部機械工学科
11 H28補	動線解析技術を活用した分娩監視および健康管理システムの開発	ストレスフリー技術による飼養管理技術革新コンソーシアム	北里大学獣医学部
12 H28補	有人車両とロボット車両の協調作業によるサイレージ踏圧作業体系の省力化	酪農サイレージ調製作業ロボット化コンソーシアム	帯広畜産大学畜産学部
13 H29補	独自発酵技術による日本オリジナル・ナチュラルチーズの開発	日本オリジナルチーズ開発コンソーシアム	日本獣医生命科学大学
14 H29補	気象リスクに対応した安定的な飼料作物生産技術の開発	経営体 (気象リスク飼料) コンソーシアム	農研機構畜産研究部門
15 H29補	食肉衛生検査データの豚慢性疾病対策への活用とベンチマーキングシステム (PigINFO) を利用した対策の経済評価	豚慢性疾病対策研究コンソーシアム	農研機構食農ビジネス推進センター

(4) 人工知能未来農業創造プロジェクト

AI や IoT 等の活用により、新たな生産性革命を実現するため、民間の斬新なアイデアを活用しつつ、家畜疾病の早期発見や収穫ロボットの高度化など、全く新しい技術体系を創造するための研究開発を実施するものである。(http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/h27kakushin/aipro/index.html)

畜産分野において現在実施中の人工知能未来農業創造プロジェクトは表 5.1.4 のとおりである。

表 5.1.4 畜産分野における人工知能未来農業創造プロジェクト

No. 予算	研究開発計画名	研究代表機関
1 H29 補	AI を活用した呼吸器病・消化器病・周産期疾病の早期発見技術の開発	農研機構動物衛生研究部門
2 H29 補	AI や ICT を活用した周年親子放牧による収益性の高い子牛生産技術の開発	農研機構畜産研究部門
3 H29 補	乳用牛の泌乳平準化と AI の活用による健全性向上技術の開発	農研機構北海道農業研究センター
4 H29 補	AI (人工知能) を活用した牧草生産の省力化・自動化技術の開発	農研機構北海道農業研究センター

(5) 技術開発・成果普及等推進事業

研究情報の共有、当該作目等の生産者が抱える課題の背景及びそれに対する技術開発状況を整理し、その解決のための技術開発・普及の展望をとりまとめる活動について、公募を通じて委託するものである。(http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/h30kakushin/seikafukyu/index.html)

畜産分野において現在実施中の技術開発・成果普及等推進事業は表 5.1.5 のとおりである。

表 5.1.5 革新的技術開発・緊急展開事業(うち技術開発・成果普及等推進事業)

予算	応募者名	対象領域
H29 補	国立大学法人高知大学	肉用牛 (褐毛和種) 生産

注) 内容不明

このほか、平成 29 年度補正予算で認められた生産性革命に向けた革新的技術開発事業(科学技術イノベーションによる農林水産分野の生産性革命の推進)という事業があり、内容は以下のとおりである。

- 人工知能(AI)やドローン等の最先端技術を活用したイノベーションの創出により、農林水産業における飛躍的な生産性向上を推進。
- 「生産性革命・集中投資期間」である 2020 年までの 3 年間で現場実証型の技術開発を展開し、研究成果を速やかに社会実装することにより農林水産分野の「生産性革命」を実現。

(http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/productivity/index.html)

本事業に対して、畜産部門では表 5.1.6 に示す 1 件が実施中である。

表 5.1.6 畜産分野における生産性革命に向けた革新的技術開発事業

予算	研究課題名	研究コンソーシアム(予定)	研究代表機関名
H29補	人工知能(AI)技術を活用した繁殖率を高める栄養状態の評価・最適化技術の確立	AIの活用による繁殖性向上実証コンソーシアム	東京理科大学

5.2 農業界と経済界の連携による先端モデル農業確立実証事業

農林水産省経営局による、意欲ある農業法人等と先端技術を有する経済界の企業等が連携して行う、低コスト生産技術体系の確立や ICT を活用した効率的生産体系の構築、低コストの農業機械開発、農業経営における新しいビジネスモデルの開発などの生産性向上モデル農業の確立に向けた取組を支援する事業である。事業により得られた成果を地域に広く普及することで、日本農業全体の競争力強化を図ることを事業のねらいとしている。

事業の実施期間は3年以内とし、事業1年目は補助対象経費の1/2以内、3,000万円を上限として助成する。2年目、3年目は補助対象経費の1/2以内で、上限1,500万円を助成する(図5.2.1)。事務手続きの窓口は先端農業連携創造機構である。

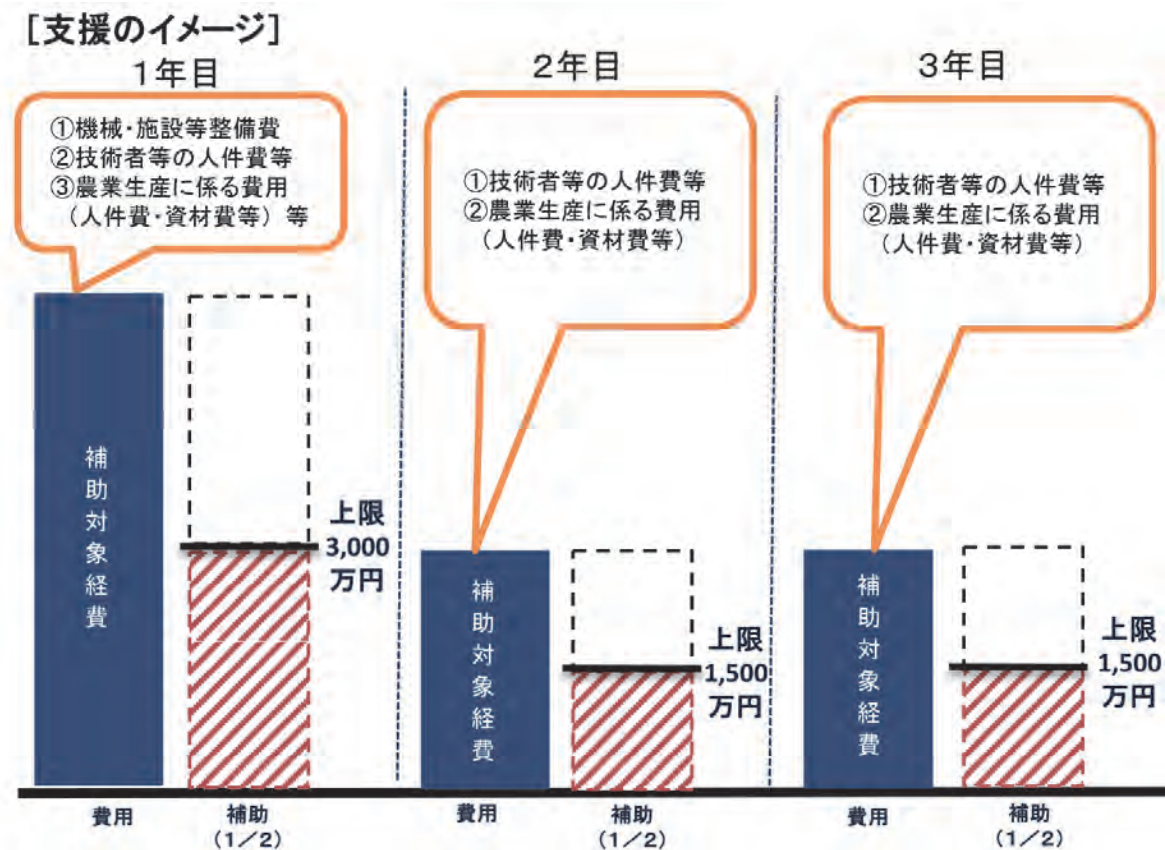


図 5.2.1 連携事業の支援イメージ

以下に畜産関係で採択された連携事業の概要を示す(先端農業連携創造機構 2018)。

●●● 平成 27 年度採択 ●●●

(1) 国産飼料米や食品メーカー等の未利用資源を活用した安価なりキッド飼料の製造方法を確立

団体名：飼料米リキッドフィードコンソーシアム
 農業界の代表者：セブンフーズ(株)(熊本県菊池市)
 経済界の代表者：オルタナフィード(株)(東京都)
 実証地：熊本、企業3社

内容

養豚の飼料について、国産飼料米や食品メーカー等の未利用資源を活用した安価なリキッド飼料の製造方法を確立し、畜産生産コスト低減、飼料米の活用を通じた耕畜連携の強化及び地域食品循環資源のループ構築を目指す。



コンソーシアム形成の経緯

セブンフーズ株式会社では養豚事業の一環として、2010年より未利用資源を活用したエコフィード（リキッド飼料）を製造し、現在自社農場の肥育豚に給餌している。また、自家配合飼料の製造も行っており、この中で飼料米の利用も進めてきた。養豚での飼料は現在トウモロコシ等を主体としたものだが、これらは輸入原料に依存するものが多く、養豚農家においては飼料費の増大も課題となっている。これらを踏まえ、セブンフーズ株式会社での実用実績のある安価で有用なリキッド飼料と国産の飼料米を組み合わせた新しいリキッド飼料を製造研究することで、飼料の国産自給率の向上、国産飼料米の需要増による遊休耕作地の活用、養豚農家の飼料費の削減を可能とするシステムを構築し、耕畜連携及び地域食品循環資源ループの構築、整備に貢献する為に本コンソーシアムを形成するものである。

プロジェクトにかける思い

養豚において多くのコストを要する飼料費を、エコフィード（リキッド飼料）の活用により削減し、リキッド飼料を活用するからこそ可能な優れた成績、肉質、経営の提供が実現できると期待している。また地元を始め全国の田畑を守る、これからの国産農畜産物が発展する為には必要不可欠な課題であり、国産飼料の拡大を実現し農産業と畜産業のより強力な連携を達成したいと想っている。

技術

飼料米をリキッド飼料化するにあたり、液体での飼料米の粉碎を行う為の新しいシステムを生み出す必要がある。また、リキッド飼料を製造する設備には配合を行う為のタンク、ポンプ、攪拌機、加熱を行うボイラー等の組み合わせが必須だが、本コンソーシアムではこれらをコンパクトかつシンプルに作り上げ、故障が少なく、メンテナンスも容易な国産機材を主に利用している。従来のリキッド製造、給餌設備は外国製によるものが多く、メンテナンス性、導入価格、取り扱いが複雑等の問題も多く、特に小規模農家での導入は難しい物もある。本コンソーシアムではリキッド飼料給餌ラインも含め、安価で効果的に導入でき、普及性の高いシステムを目指す。

将来展望

本コンソーシアムの農業界代表であるセブンフーズ株式会社は養豚事業者であり、その現場での問題点や展望を即座に検証、取り入れる事が可能である。そして全国で10年以上未利用資源、リキッドフィードを専門に取り扱ってきた経済界代表の株式会社オルタナフィードの技術と知識、また、各地に畜舎設備施工実績のある株式会社ダイヤ、食肉流通の観点から肉質の評価を行えるスターゼンミートプロセッサー株式会社がそれぞれの分野から評価し、全国の農場にあったリキッド飼料の供給プランニングを可能とするものと期待している。

(2) 高分子凝集剤等を利用した低コスト・低環境負荷の糞尿処理法の確立

団体名：浄化還元型みらい畜産業コンソーシアム

農業界の代表者：小岩井農牧（株）（岩手県雫石町）

経済界の代表者：（株）地球快適化インスティテュート（東京都）

実証地：岩手県、企業、研究機関、大学

内容

畜産業において、高分子凝集剤とハイブリッド式人工湿地ろ過システムを利用した糞尿処理技術を導入することにより、畜産経営における低コスト化、低環境負荷を図る。





コンソーシアム形成の経緯

現在、畜産業における糞尿処理は、養豚に多い活性汚泥法と、酪農に多い液肥施肥処理が中心になっている。しかし、活性汚泥法の施設は高額な建設費・運転費がかかりメンテナンスが難しく、一方で液肥施肥には高い運搬コストと共に、広大な農地が必要である。畜産業の盛んな地域においては、既に家畜排泄物量が土壌の処理分解能力を超えており、過剰施肥による土壌の劣化や地下水・河川汚染の要因となっている。(株)地球快適化インスティテュートは、三菱ケミカルホールディングスのシンクタンク組織として「エネルギー及び環境問題・水食糧問題・健康問題」の解決を会社の命題としているところから、地下水・河川汚染の要因となっている家畜糞尿のリサイクルについて小岩井農牧(株)と検討してきた。小岩井農牧(株)が運営する小岩井農場は、敷地面積 3,000ha、飼養牛頭数 2,200 頭以上の大規模農場ですが、冬期は圃場が雪で覆われ液肥施肥をすることができない。平成 24 年より三菱レイヨンの高分子凝集剤を使って糞尿処理問題を解決する研究を始め、その研究の過程で、高分子凝集剤にハイブリッド式人工湿地システムを組み合わせたら、新たな糞尿処理方法が確立できるのではないかとの仮定が生まれた。そのようなときに先端モデル実証事業があることを知り、高分子凝集剤とハイブリッド式人工湿地システムを組み合わせた糞尿処理の確立を目指す、浄化還元型みらい畜産業コンソーシアムが結成された。

プロジェクトにかける想い

将来の世界的な人口増加により畜産・酪農生産物の需要が高まったとしても、土壌の糞尿処理分解能力には限界があり、やがて糞尿処理が制約となり増産を行うことができず、食糧需要を満たせ

ないおそれがある。日本は国土面積が狭いことから、家畜の糞尿処理問題に早くから直面しており、効率的な糞尿処理方法の技術については高い水準にある。今回実証する低コストで効率的な糞尿処理システムを確立することで、家畜の糞尿に由来する環境問題を、将来的には世界を見据えて解決していきたい。

技術

本実証実験では、畜産バイオマス発電において、家畜糞尿を固液分離し液体部をメタン発酵させた後の液（消化液という）を処理対象とする。排水処理用の人口湿地システムは、砂利や砂の層で構成される複数の湿地（ろ床）で汚水をろ過して省エネルギー・低コストに浄化する方法で、物理的ろ過・化学的吸着・生物的分解により汚水中の有機物や窒素成分を除去する仕組みである。特にハイブリッド式人工湿地システムは、好氣的ろ床と嫌氣的ろ床を組合せた手法で、窒素除去能力に優れている。このハイブリッド式人工湿地システム自体は既に確立されている技術で、消化液のように有機物や窒素濃度が非常に高い液体も適切に浄化できるが、活性汚泥処理法などの機械的処理に比べると必要な面積が大きいというデメリットがある。そこで、三菱レイヨン(株)の窒素・リンを含む個体成分を高効率で凝集できる高分子凝集剤を消化液に添加し固液分離を行うことで、固体部分は固体肥料とし、残った液体部分をハイブリッド式人工湿地システムで放流可能なまで浄化処理することで、よりコンパクトな浄化還元型システムが提供できることを実証する。

将来展望

ハイブリッド式人工湿地システムも高分子凝集剤も既に確立されている技術だが、両方を組み合わせた糞尿処理技術は未だ確立されていない。高分子凝集剤を使用することで、ハイブリッド式人工湿地システムに適用できる糞尿・消化液の範囲を拡大させ、既存の方法に比べて低コストの糞尿処理システムの確立を目指す。

(3) 大規模農場における肉牛の肥育率向上を実現

団体名：肉牛の肥育率99%達成コンソーシアム
農業界の代表者：(株)大野ファーム（北海道芽室町）
経済界の代表者：(株)ポータス（釧路市）
実証地：北海道、農業法人、企業、JA、その他

内容

肉用牛生産において、ICT技術を活用した肥育工程の記録、PDCAサイクルによる工程管理を導入し、大規模農場における肥育率向上を実現する作業工程管理システムを開発し、収益の向上を図る。



コンソーシアム形成の経緯

北海道芽室町にある(株)大野ファームでは、和牛交雑種および乳牛去勢種合わせて約 2,500 頭の肉牛を肥育している。肉牛の肥育は、子牛の導入から 60 日までの哺育期、60 日から 200~210 日までの育成期、200~210 日以降の肥育期に分かれるが、大野ファームでは哺育・育成農場を担う大野キャトルサービスと合わせ、導入から肥育までの一貫経営を行っている。飼料と育成方法にこだわった肉牛は、甘みがあり脂身があっさりして美味しいと評判で、併設されているカフェには若い方はもちろん高齢者の方も多く訪れている。このような中、大規模農場である大野ファームでは、肉牛肥育率 90% の壁が課題となっている。肥育率とは、ホルスタイン雄の場合、体重 780 kg 以上、枝肉重 440 kg 以上に育つ牛の比率を言うが、小規模農場に比べ、一千頭規模の大規模農場では衛生管理や疾病予防、早期発見などの管理の徹底が難しく、肥育率 90% 以上を達成することは困難であると一般的に言われている。この課題の解決には、作業工程管理に経済界の技術の導入が不可欠であると大野ファームの大野氏は認識していた。そこで JA めむろと直面している課題について協議し、養豚農場での ICT 設計実績を持つ(株)ポータスの紹介を受けることになった。両者は農場における課題と現状を共有し、大野ファームが肉牛の育成から肥育を行う一貫経営であること、また従業員の作業工程管理を実施している基礎があることから、ICT の利用により大規模農場でも綿密な管理を行うことが可能であると考えた。そして肥育率 90% の壁を打破する技術であるとの感触をつかみ、JA めむろ、ヨシマ・ラボ、(株)GB 産業化設計のメンバーと共に「肉牛の肥育率 99% 達成コンソーシアム」を結成することとなった。

プロジェクトにかける思い

農場経営においては人材育成が最も重要であり、人材育成のツールとして今回実証するシステムを利用することで、スタッフとのコミュニケーションをより深化させ、さらには次世代への技術の継承にも役立てていきたいと考えている。また、作業の合理化により削減できた時間は、牛のために使えるようにし、よりよい商品を提供できるようにしたいという思いがある。

技術

大規模農場における肉牛管理の徹底を図るため、作業工程管理システムを開発する。まず、農場現場スタッフの参加により作業工程管理業務を洗い出し、肥育率が上がらない原因を分析する。合わせて現場の管理活動を経済界の視点から確認し、改善点や肥育上の重要な管理ポイントをシステム設計に反映させる。また、ハンディターミナルを用いて現場スタッフの作業データを、肥育している牛ごとに集積することで、従来は個々のスタッフで蓄積されてきた技術を全員で共有することができ、熟練度に左右されない牛の管理を可能とすることを目指す。

将来展望

肉牛肥育率99%を達成することで、肉牛農場経営における収益力を改善し、国際競争力の獲得と、さらに大規模な農場への拡大を可能とする農場モデルを示すことができる。また、作業データを蓄積することで、HACCPの認証対応も容易になり、生産者から消費者に対するアピールポイントとすることができると共に、次世代への経営継承にも役立つことなどが期待できる。

平成 28 年度採択

(1) 鶏舎熱の利用による鶏糞処理コストの削減

団体名：サーマルリサイクルプロジェクト協議会
農業界の代表者：JA うすきたまごファーム（株）（福岡市）
経済界の代表者：（株）ハイテム（岐阜県各務原市）
実証地：大分

内容

大型鶏舎のみに導入されている鶏舎廃熱を利用した鶏糞処理設備について、中小規模の鶏舎にも対応できるプレートドライヤーを開発・導入することで、鶏糞処理コストを含めた経営費を削減。

5.3 スマート農業技術の開発・実証プロジェクト等

高齢化等による担い手不足が深刻化する中、我が国農業の成長産業化に向けては、「スマート農業」の実現により、生産性向上や労働力不足の解消を図ることが急務であり、「未来投資戦略 2018」（平成 30 年 6 月 15 日閣議決定）において、「スマート農業」の実現に向けた取組を総合的に推進するという方向性が示された。また、平成 30 年 12 月の TPP11 協定発効に伴い、新たな国際環境の下で、我が国の農業を持続的に維持・発展するためには、生産現場の体質強化・生産性の向上、国際競争力の強化が喫緊の課題であり、生産性の飛躍的な向上や収益力向上を実現する「スマート農業」の社会実装を速やかに推進する必要がある。このため、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）は、「スマート農業」の社会実装の加速化に資するよう、平成 30 年度補正予算で措置された「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」及び平成 31 年度予算で措置された「スマート農業加速化実証プロジェクト」を実施するため、生産者の参画の下、実際の生産現場の栽培体系の中に先端技術を導入・実証する（農研機構 2018）。

これらの事業内容は以下のとおりである。なお実証期間はいずれも平成 31、32 年の 2 年間のため、短期で効果の計測可能な技術を対象とする。

(1) スマート農業技術の開発・実証プロジェクト

国際競争力の強化に向け、近年、技術発展の著しいロボット、AI、IoT 等の先端技術を活用した「スマート農業」の社会実装を加速化するため、先端技術を生産から出荷まで一貫した体系として導入・実証する取組（一貫体系）や、現場の課題解決に必要なスマート農業技術を実証する取組（要素技術）について、公募を通じて委託する（図 5.3.1）。



図 5.3.1 スマート農業技術の開発・実証プロジェクトのイメージ

(2) スマート農業加速化実証プロジェクト

生産者の生産性を飛躍的に向上させるためには、「スマート農業」の社会実装を図ることが急務であるため、現在の技術レベルで最先端の技術を生産現場に導入・実証する取組について、公募を通じて委託する（図 5.3.2）。



図 5.3.2 スマート農業加速化実証プロジェクトのイメージ

畜産分野で採択された「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」及び「スマート農業加速化実証プロジェクト」は表 5.3.1 のとおり 3 件である。

表 5.3.1 畜産分野のスマート農業実証プロジェクト

都道府県	市町村	実証課題名	実証グループ名	代表機関	実証経営体
栃木県	大田原市	次世代閉鎖型搾乳牛舎とロボット、ICTによる省力化スマート酪農生産の実証	スマート酪農実証コンソーシアム	宇都宮大学	(有)グリーンハートティアンドケイ
北海道	中標津町	TMR センター利用型良質自給飼料生産利用による高泌乳牛のスマート牛群管理体系の実証	スマート酪農実証コンソーシアム	農研機構北海道農業研究センター酪農研究領域自給飼料生産・利用グループ	JA けねべつ TMR センターアクセス、漆原牧場
鹿児島県	霧島市	次世代酪農業トータルスマートファームの実証～草地利用から乳肉複合酪農までの自動化体系の実証	乳肉複合・草地利用トータルスマートファーム実証コンソーシアム	鹿児島大学農水産獣医学域獣医学系	(農)霧島第一牧場

6.

スマート畜産導入の支援制度

農林水産省はスマート農業を推進しているが、まだ政策の検討段階であり、総合的な支援制度は確立していない。しかし畜産分野では、平成26年度予算以降、畜産・酪農収益力強化整備等特別対策事業（畜産クラスター）が推進されており、畜産クラスター計画の中でスマート畜産用機械を位置付けることで、50%の国庫補助を受けることが可能である。

令和元年度現在（平成26年度当初～30年度補正）、全国に881の畜産クラスター協議会が設立され、うち698協議会が機械導入に取り組んでいる（図6.1）。

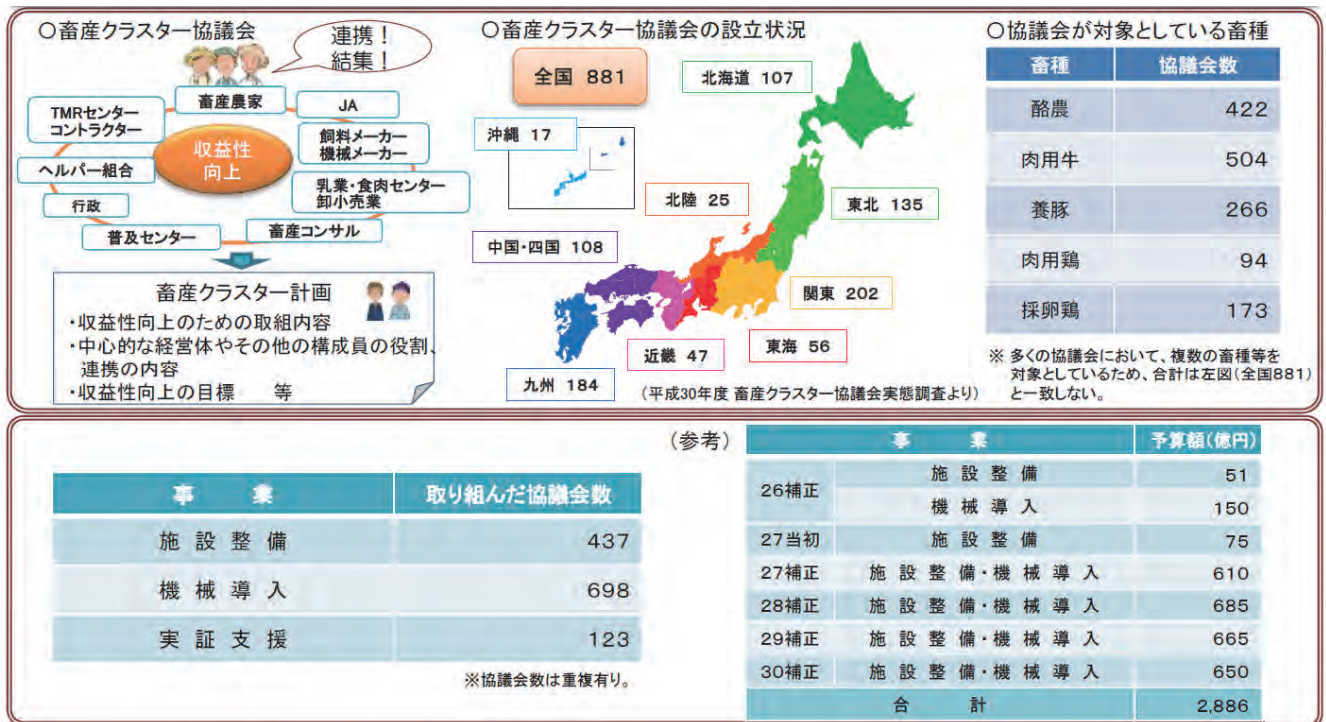


図 6.1 畜産クラスターの支援状況（農水省 2019）

7.

畜産経営者及びスマート畜産技術にかか
る主要企業へのアンケート調査結果

7.1 畜産経営者へのアンケート調査結果

全日畜では、平成30年度に全国の畜産経営者を対象として500経営体からの回答を目標とするスマート畜産技術にかかるとのアンケート調査を行った。調査対象は、スマート畜産技術を導入している生産者、あるいは将来の導入を考えている生産者で、酪農、肉用牛、養豚、採卵鶏、ブロイラーの5つの畜種の経営体とした。アンケートを回収できた経営体は、酪農121、肉用牛111、養豚104、採卵鶏101、ブロイラー27の464経営体（達成率93%）であった。

表7.1.1にアンケートに回答した経営体の畜種別、地域別の集計表を示す。

表7.1.1 アンケートに回答した経営体の畜種別、地域別の集計表

区分	酪農		肉用牛		養豚		採卵鶏		ブロイラー		合計	
	経営体	%	経営体	%	経営体	%	経営体	%	経営体	%	経営体	%
北海道	68	56	14	13	6	6	0	0	0	0	88	19
東北	5	4	20	18	19	18	15	15	6	22	65	14
関東・甲信越	25	21	29	26	28	27	28	28	3	11	113	24
中部	10	8	15	14	11	11	22	22	5	19	63	14
関西・中国・四国	6	5	16	14	14	13	20	20	8	30	64	14
九州・沖縄	3	2	13	12	24	23	15	15	5	19	60	13
不明	4	3	4	4	2	2	1	1	0	0	11	2
合計	121	100	111	100	104	100	101	100	27	100	464	100

経営者はアンケート用紙を提出したものの、すべての質問項目に回答したわけではないので、質問項目ごとに回答数は異なる。

畜産経営者へのスマート畜産技術にかかるとのアンケート調査結果の概要は以下のとおりである。

スマート畜産技術の取り組み状況

アンケート調査結果から、全畜種についてスマート畜産技術の導入状況をみると、全回答者339名の回答割合では、飼料給与・給水技術が70%で最も大きく、糞尿処理（65%）、家畜管理（52%）が続く（図7.1.1）。

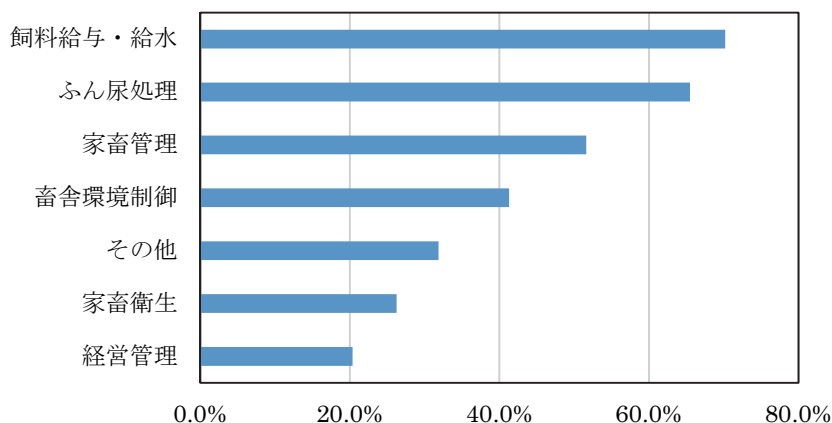


図7.1.1 全畜種におけるスマート畜産技術の導入状況（回答数339）

畜種別のスマート畜産技術の導入状況では、図 7.1.2 に示すとおり畜種によってかなり技術分野が異なり、飼料給与・給水技術では養豚が少なく、糞尿処理技術では肉用牛が相対的に低い。採卵鶏で「その他」が多いのは、他では見られない集卵・選別・出荷に係るスマート技術への投資が高いためである。

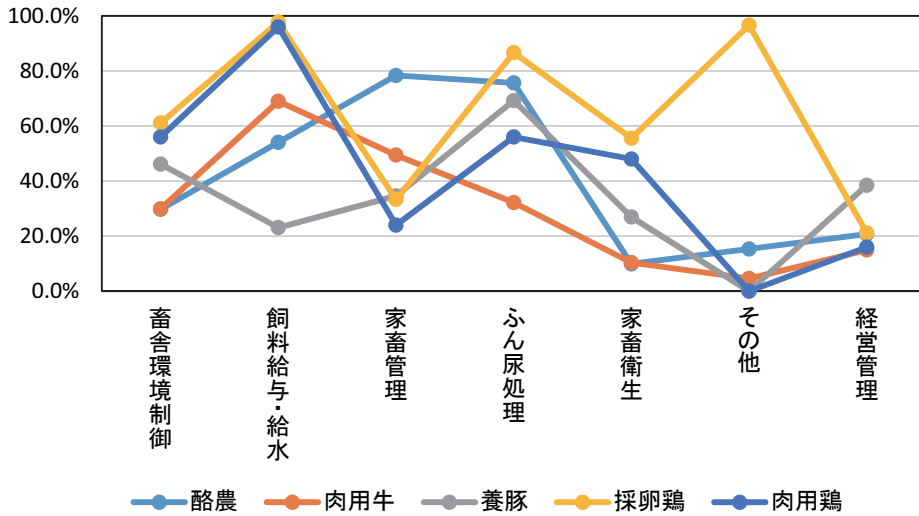


図 7.1.2 畜種別のスマート畜産導入状況 (回答数 339)

全畜種における導入済みスマート畜産技術の投資額では、図 7.1.3 のとおり、多額の投資が行われているのは糞尿処理と畜舎環境整備である。経営管理はソフトウェアが主なので、投資額は他分野に比べそれほど大きくない。

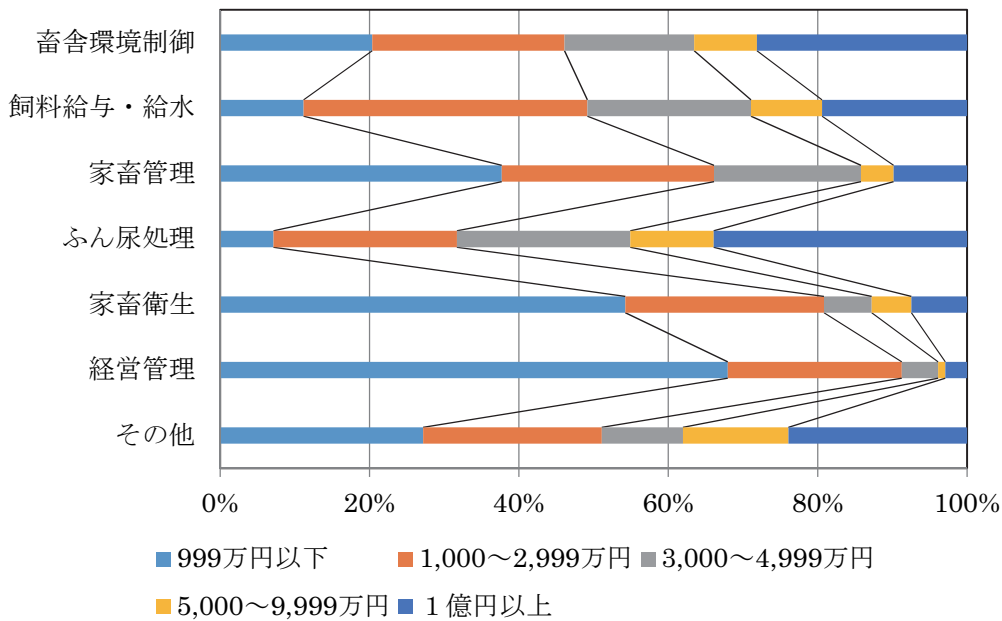


図 7.1.3 スマート畜産技術への投資額 (回答数 339)

導入したスマート畜産への満足度では、概ね満足されているが、経営管理や糞尿処理で不満な割合が高い (図 7.1.4)。

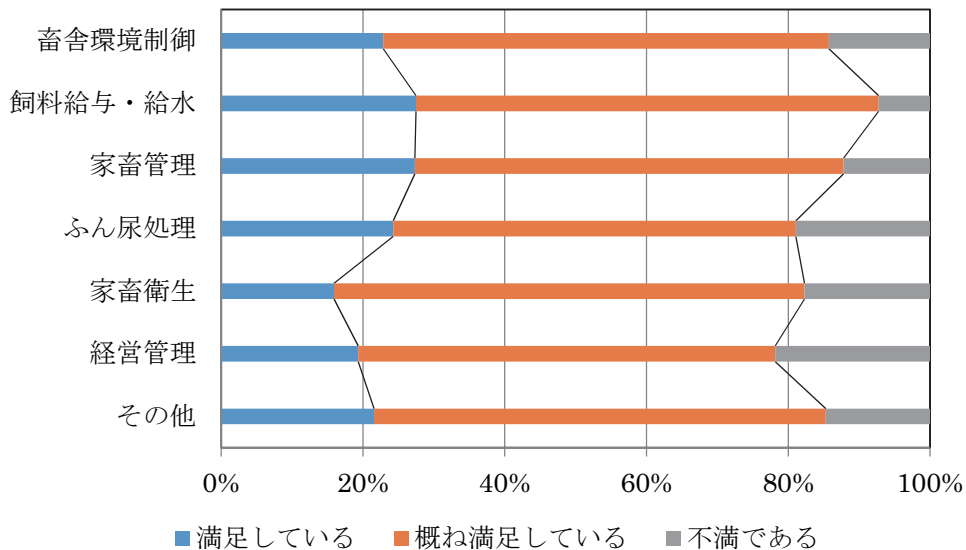


図 7.1.4 導入したスマート畜産技術への満足度（回答数 339）

今後導入したいスマート畜産技術

アンケート調査結果から、全畜種について今後生産者が導入したいスマート畜産技術をみると、全回答者 425 名の回答割合では、家畜管理（78%）が最も大きく、畜舎環境制御（76%）、糞尿処理（59%）、が続く（図 7.1.5）。

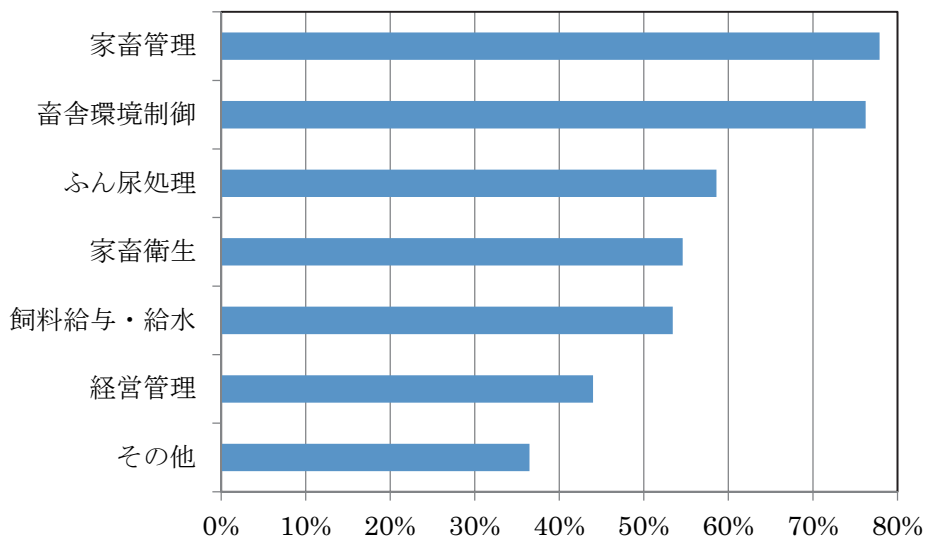


図 7.1.5 全畜種における今後生産者が導入したいスマート畜産技術（回答数 425）

畜種別では、図 7.1.6 に示すとおり畜種によってかなり分野が異なり、酪農・肉用牛では家畜管理が最もニーズが高く、採卵鶏・肉用鶏では畜舎環境制御へのニーズが高い。養豚では家畜管理と畜舎環境制御へのニーズがともに高い。

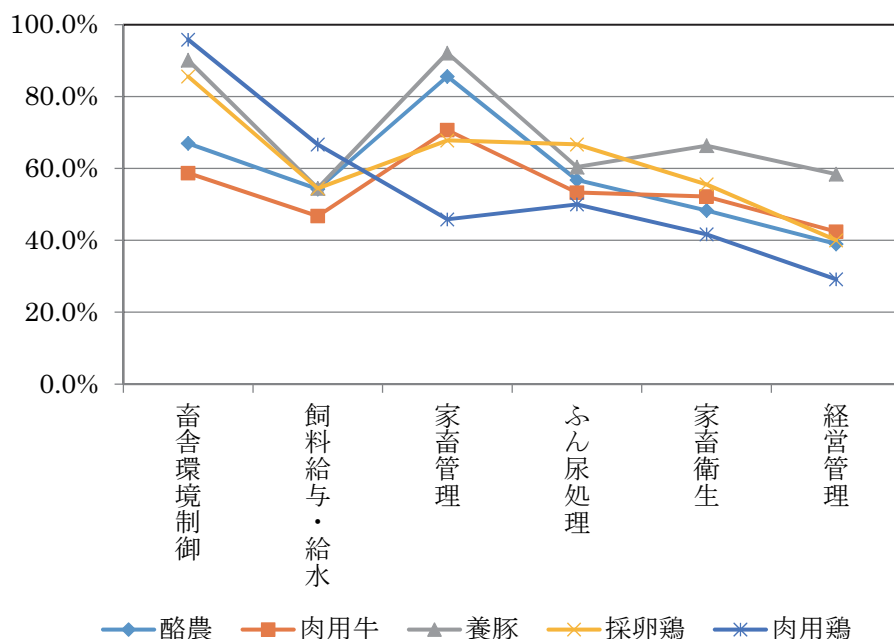


図 7.1.6 畜種別の今後導入したいスマート畜産技術 (回答数 425)

今後投資したいスマート畜産技術の投資額では、図 7.1.7 のとおり、多額の投資額の配分が考えられているのは糞尿処理と畜舎環境整備である。経営管理はソフトウェアが主なので、それほど大きな投資は考えられていない。

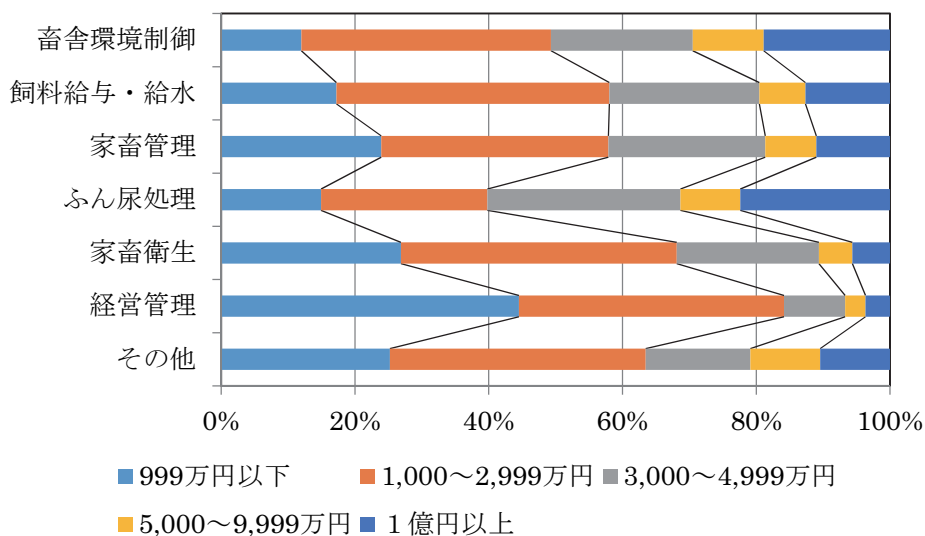


図 7.1.7 今後導入したいスマート畜産技術の総投資額 (回答数 425)

今後研究開発を期待するスマート畜産技術

今後の研究開発が期待されるスマート畜産技術は、畜種によって異なる。畜種ごとに将来期待されているスマート畜産技術は以下のとおりである。

(1) 酪農

牛白血病ウィルスの抗体陽転率を指標とした牛白血病予防手法の開発や光触媒空気清浄機による舎外空気のウィルス汚染度の定量的チェックをする技術など、バイオセキュリティへの技術開発のニーズが最も高い。次に搾乳ロボット、ヒートポンプによる生乳冷却処理、個体乳成分の自動分析など飼養管理の自動化等の開発（45%）、省力繁殖プログラムの導入等による家畜管理の省力化技術（41%）へのニーズが高い（図 7.1.8）。

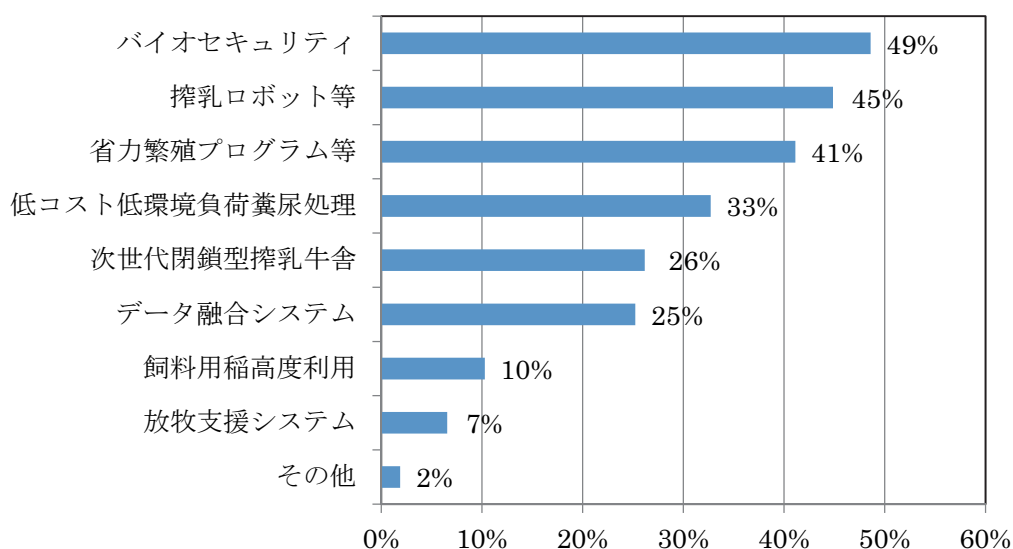


図 7.1.8 酪農における今後研究開発を期待するスマート畜産技術（回答数 107）

(2) 肉用牛

省力繁殖プログラムの導入と高受胎胚の効率的生産方法の導入による家畜管理の省力化技術の確立が最も高い（48%）。次に、初期投資、ランニングコスト、ランニングエネルギー、再生可能エネルギーなどからシステムの経済性や環境負荷を評価するデータ融合システムの開発へのニーズ（35%）が高い（図 7.1.9）。

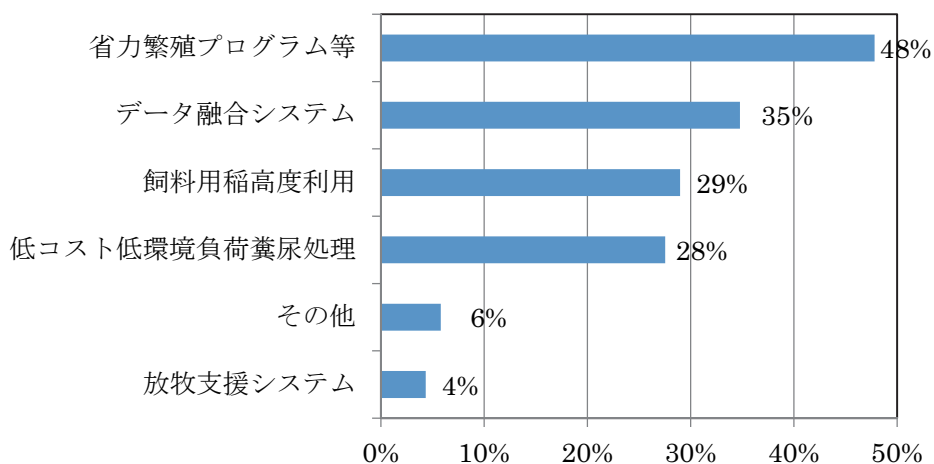


図 7.1.9 肉用牛経営における今後研究開発を期待するスマート畜産技術（回答数 69）

(3) 養豚

自動繁殖管理、自動給餌、自動衛生管理が可能な省力・精密飼養環境制御技術の開発へのニーズが 53 % と高い。次に、高分子凝集剤等を利用した低コスト・低環境負荷の糞尿処理法の開発 (49 %)、閉鎖型豚舎における自動環境制御システムの開発 (42 %) が続く (図 7.1.10)。

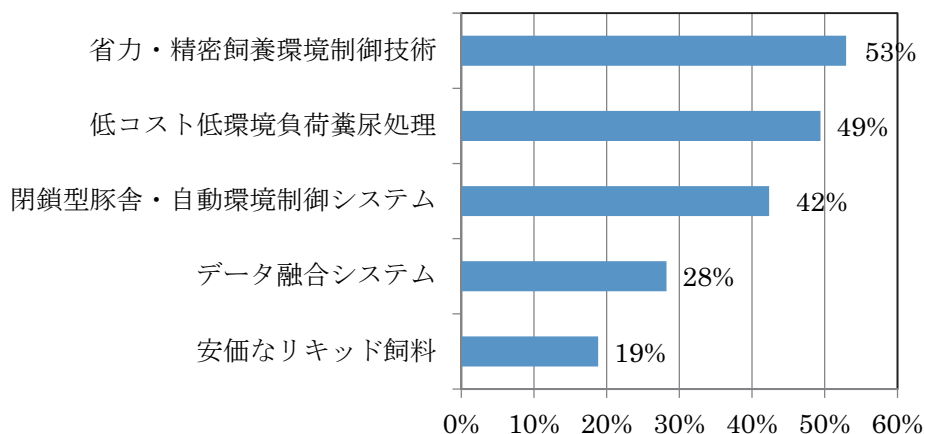


図 7.1.10 養豚経営における今後研究開発を期待するスマート畜産技術 (回答数 85)

(4) 採卵鶏

閉鎖型鶏舎における自動環境制御システムの開発 (61 %) へのニーズが最も高く (61 %)、初期投資、ランニングコスト、ランニングエネルギー、再生可能エネルギーなどからシステムの経済性や環境負荷を評価するデータ融合システムの開発へのニーズも高い (図 7.1.11)。

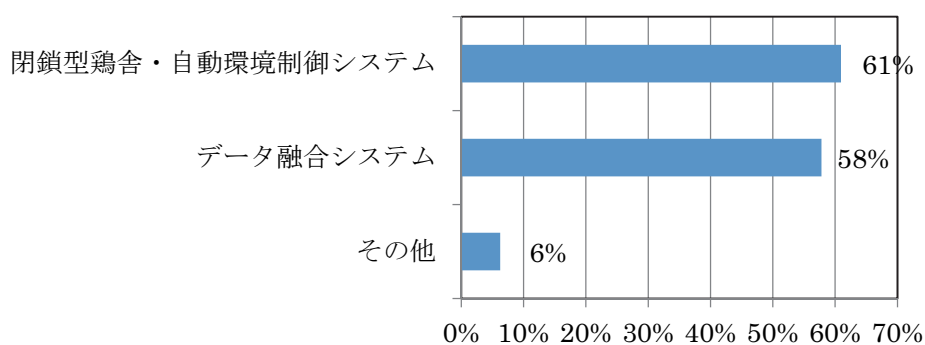


図 7.1.11 採卵鶏経営における今後研究開発を期待するスマート畜産技術 (回答数 64)

(5) ブロイラー

閉鎖型鶏舎における自動環境制御システムの開発（80％）へのニーズが非常に高い。ブロイラーの生産者収益向上のための革新的LED光線管理技術の開発（35％）も比較的多くの生産者が望んでいる（図7.1.12）。

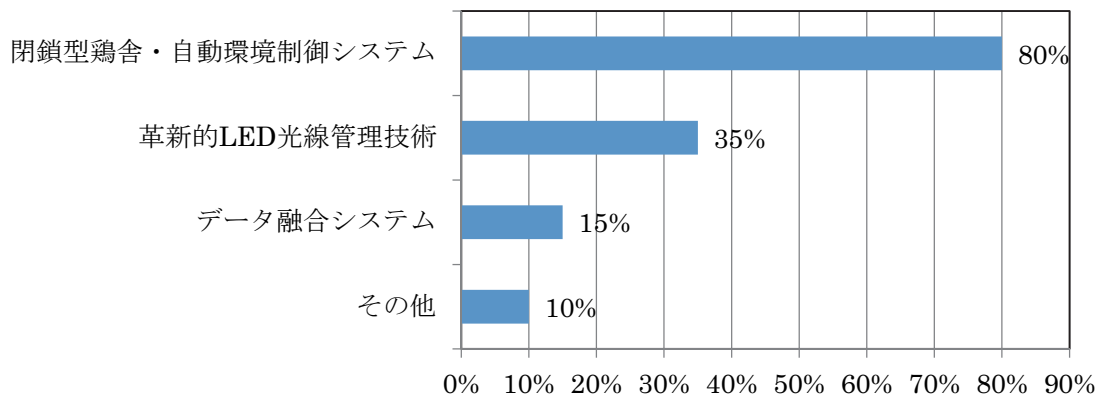


図 7.1.12 ブロイラー経営における今後研究開発を期待するスマート畜産技術（回答数 20）

今後生産者が期待するスマート畜産技術に対する支援

全畜種について、今後生産者が期待するスマート畜産技術に対する行政からの支援をみると、全回答者 407 名の回答割合では、高補助率事業の創設（57％）が最も大きく、低利政府融資制度の創設（43％）、スマート畜産技術の情報提供（38％）、技術導入指導體制の確立（24％）が続く（図 7.1.13）。

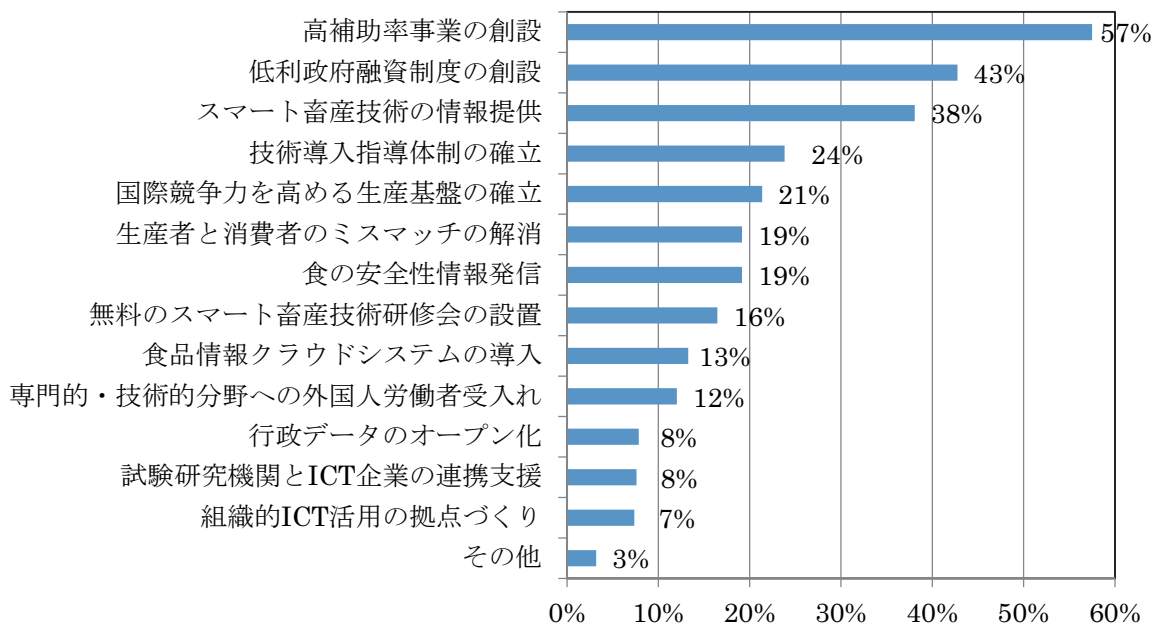


図 7.1.13 全畜種における生産者が期待するスマート畜産技術への行政からの支援（回答数 407）

またスマート畜産技術に対する民間からの支援をみると、全回答者 392 名の回答割合では、安価なスマート畜産技術の開発（68％）が最も大きく、スマート畜産技術導入後のきめ細かな指導（37％）、今後開発予定の技術情報の提供（28％）、導入予定の生産者へのきめ細かなアドバイス（28％）が続く（図 7.1.14）。

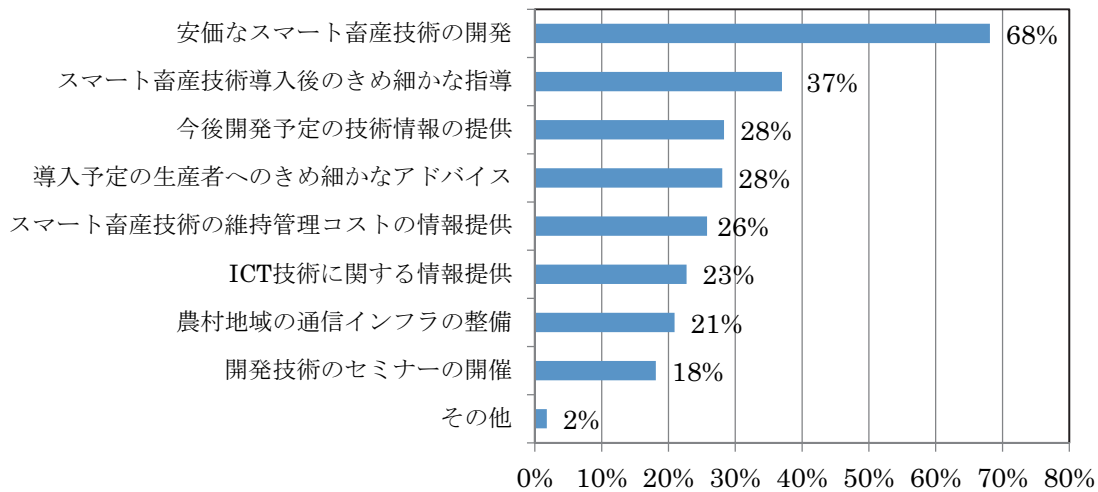


図 7.1.14 全畜種における生産者が期待するスマート畜産技術への民間企業からの支援（回答数 392）

生産者がスマート畜産技術を導入するにあたって期待する効果としては、全回答者 416 名の回答割合では、作業の効率化・労働時間の短縮（87%）が最も大きく、生産コストの削減（73%）、労働力の確保（47%）、生産物の品質向上（42%）が続く（図 7.1.15）。

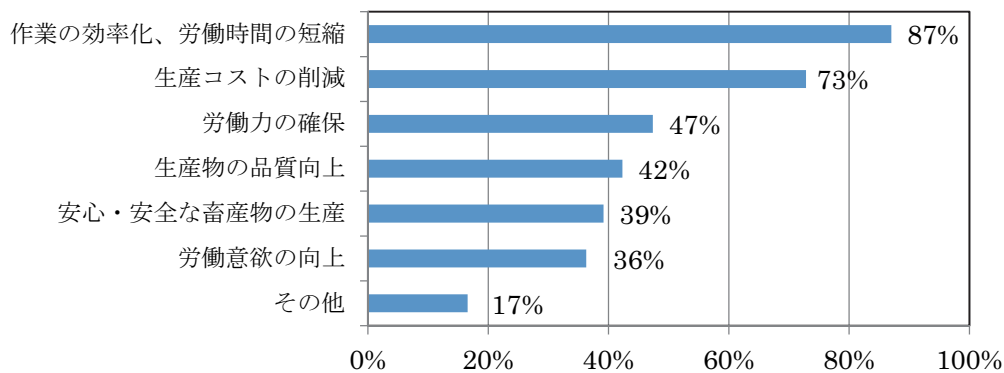


図 7.1.15 全畜種における生産者がスマート畜産技術を導入するにあたって期待する効果（回答数 416）

7.2 スマート畜産技術にかかる主要企業へのアンケート調査結果

我が国におけるスマート畜産技術の開発の現状を把握するため、スマート畜産技術の開発・販売を行っている主要企業に対し、技術の内容、技術導入にあたっての課題、費用、効果、導入事例等につきアンケート調査を行った。アンケート調査の対象とする企業は、国内に支店または代理店を有する外国企業を含む畜産用ハード機材のメーカー（機材メーカー）及びICTによるソフトサービスを提供する企業（ICTベンダー）である。

回答数は30社を目標としたが、35社から回答があった。35社のうちハード機材のみ取り扱っている業者は17社、ハード機材とICTソフトを扱う業者は17社、ICTベンダーは1社であり、ハードとソフトを組み合わせる開発普及を進めている企業が多い。

企業へのスマート畜産技術にかかるアンケート調査結果の概要は以下のとおりである。

機材メーカー

酪農における機材メーカーの対象技術は、回答数25社では発情検知システム（11社）が最も多く、自動給餌システム（8社）、餌寄せロボット、自動哺乳ロボット、トラクター自動操舵補助システム、分娩監視システム（7社）が続く（図7.2.1）。

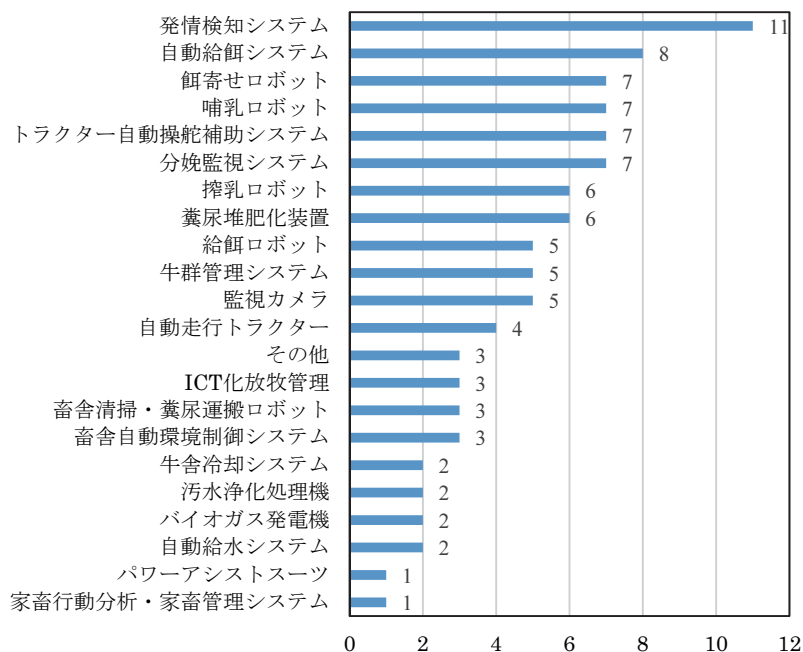


図 7.2.1 酪農における機材メーカーの対象技術（回答数 25 社）

肉用牛では、回答数20社のうち、トラクター自動操舵補助システム（7社）が最も多く、発情検知システム（6社）、糞尿堆肥化装置、分娩監視システム（5社）が続く（図7.2.2）。

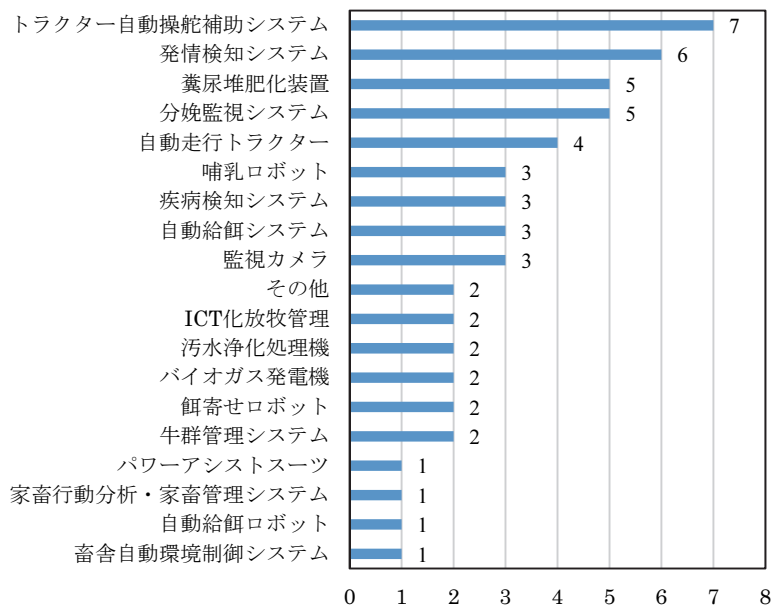


図 7.2.2 肉用牛経営における機材メーカーの対象技術（回答数 20 社）

養豚では、回答数 14 社のうち、自動給餌システム（6 社）が最も多く、豚舎冷却システム（4 社）、畜舎自動環境制御システム、汚水浄化処理機、バイオガス発電機、自動計測豚衡器、肥育豚自動給餌管理システム（3 社）が続く（図 7.2.3）。

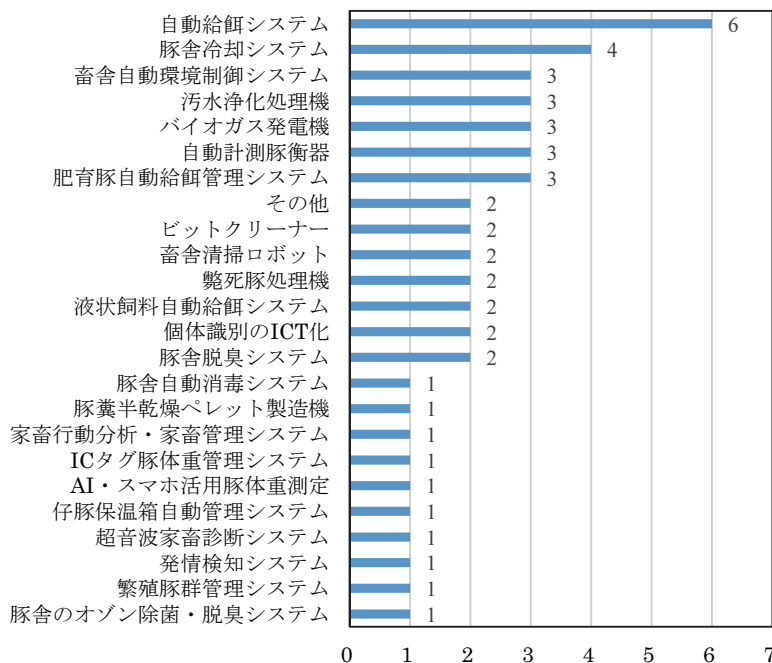


図 7.2.3 養豚経営における機材メーカーの対象技術（回答数 14 社）

採卵鶏経営では、回答した 9 社のうち、自動集卵・搬送機（4 社）が最も多く、自動鶏卵洗浄機、鶏舎自動環境制御システム、鶏舎冷却システム（3 社）と続く（図 7.2.4）。

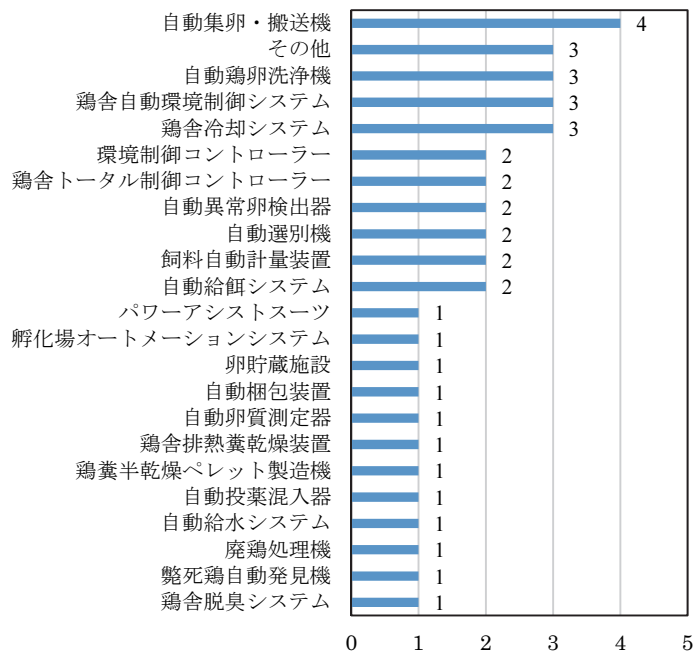


図 7.2.4 採卵鶏経営における機材メーカーの対象技術（回答数 9 社）

肉用鶏経営では、回答した 7 社のうち、鶏舎自動環境制御システム（4 社）が最も多く、環境制御コントローラー、自動給餌システム（3 社）と続く（図 7.2.5）。

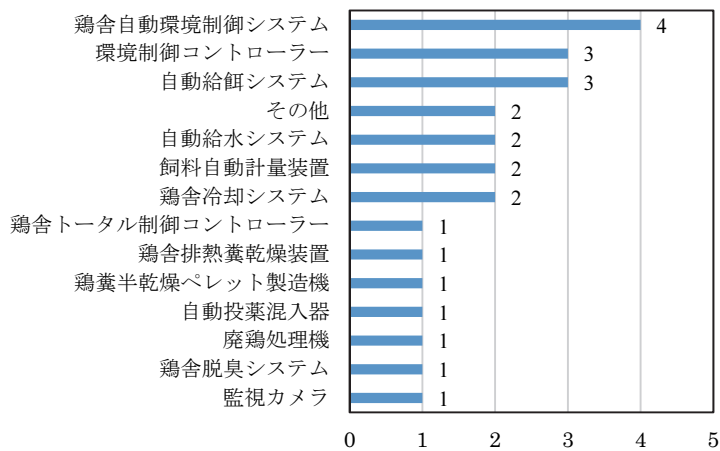


図 7.2.5 肉用鶏経営における機材メーカーの対象技術（回答数 7 社）

ICT ベンダー

ICT ベンダーから回答のあった 11 社では、対象とする技術は生産管理（9 社）が最も多く、生産記録（5 社）、畜産機械連携（4 社）と続く（図 7.2.6）。

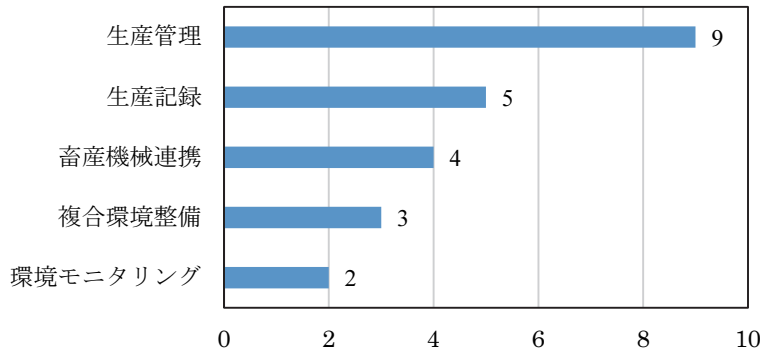


図 7.2.6 ICT ベンダーの対象技術（回答数 11 社）

ICT ベンダーの技術導入により期待される効果として、回答 11 社のうち、作業の効率化・労働時間短縮の割合が最も高く、コスト削減、生産物の品質向上、労働意欲の向上などが見込まれている（図 7.2.7）。

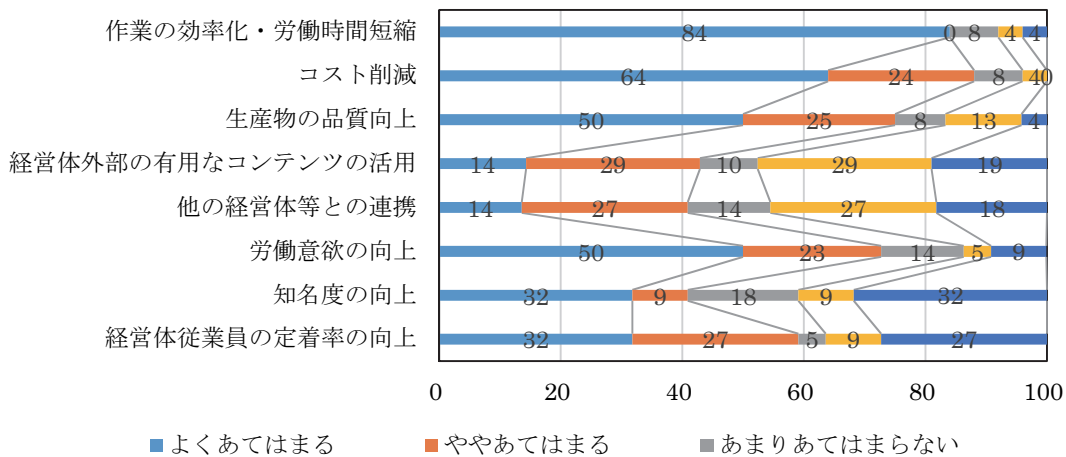


図 7.2.7 ICT ベンダーの技術導入により期待される効果（回答数 11 社）

8.

先進優良事例の実証調査結果

平成30年度に選定した20事例（表8.1）の中から、酪農5事例、肉用牛2事例及び養豚2事例、計9事例を優良事例として選定し、実証調査のモニタリングを実施した。

表 8.1 スマート畜産技術を導入している20事例

区分	酪農	肉用牛	養豚	合計
北海道	4			4
東北	2	1	1	4
関東甲越	4	1	1	6
中部			2	2
関西	1	1		2
九州		2		2
合計	11	5	4	20

選定した実証調査経営体の概要は、表8.2に示すとおりである。

表 8.2 実証調査の経営体の概要

番号	地域	営農類型	経営規模	スマート畜産技術の導入
1	北海道	酪農	ホルスタイン 600 頭	「ファームノート、ファームノート・カラー」の導入による効率的牛群飼養管理
2	同上	酪農	ホルスタイン 200 頭、 ジャージー 130 頭	搾乳ロボットほかスマート技術の導入による生産効率の向上
3	青森県	酪農	ホルスタイン 1200 頭	ロータリーパーラーと乳牛個体管理システムの導入
4	同上	肉用牛繁殖	黒毛和牛 72 頭	「牛温恵」の導入による繁殖成績の向上
5	同上	養豚	母豚 1400 頭	豚舎環境の自動制御システムによる子豚の事故軽減
6	福島県	酪農	ホルスタイン 60 頭	「牛温恵」の導入による分娩事故の軽減
7	千葉県	酪農	ホルスタイン 110 頭	搾乳ロボットの導入による省力化
8	愛知県	養豚	母豚 700 頭	畜舎洗浄ロボットの導入による労力節減
9	鹿児島県	肉用牛繁殖 肥育一貫	和牛 570 頭、F1200 頭、 繁殖和牛雌牛 100 頭	「U-motion」の導入による肉牛繁殖成績の向上

各経営体のモニタリング結果の概要は以下のとおりである。

(1) 北海道の酪農経営 A 農場

牛群管理ソフトとして、ファームノート及びファームノート・カラーを導入して、牛の繁殖管理及び疾病の事前対策を講じている。家畜管理ソフトの導入で、一日の搾乳牛1頭当たりの乳量は、導入前28kg/頭/日が現在31kg/頭/日と11%増加した（図8.1）。

疾病牛の発見は、導入前と比べ2倍に増えている。また、発情発見の精度が上がり、種付け回数も導

入前の3回から、導入後2回になり、平均分娩間隔も導入前の15ヵ月から現在は13.5ヵ月と1.5ヵ月短縮できている(図8.2)。

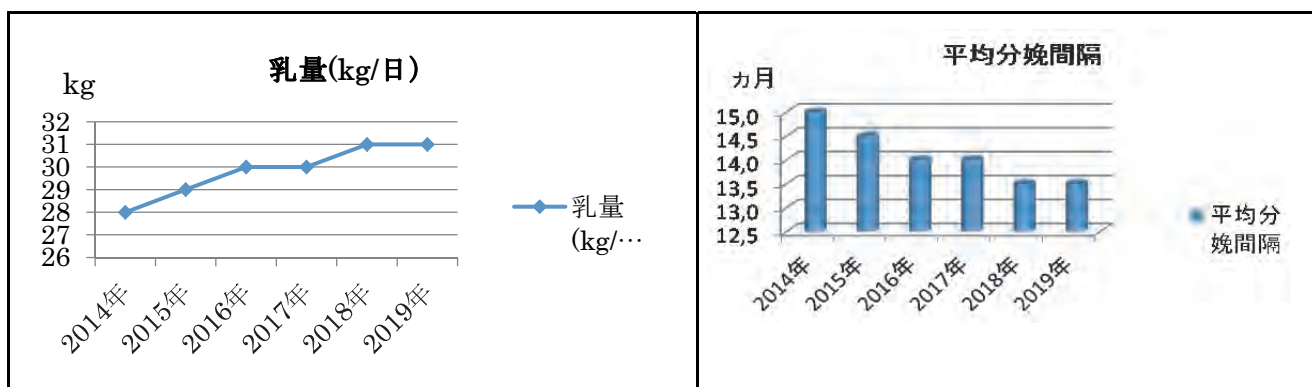


図 8.1 搾乳牛1頭当たり日乳量の推移

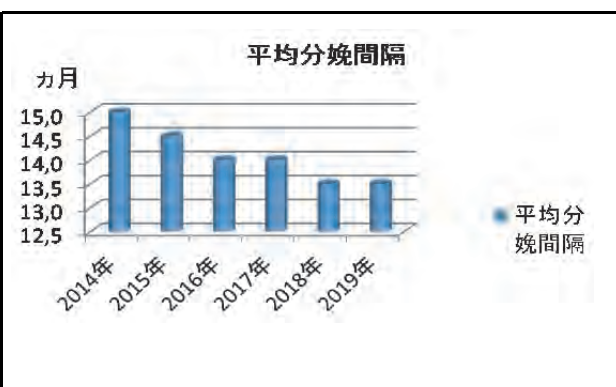


図 8.2 平均分娩間隔の推移

(2) 北海道の酪農経営 B 農場

搾乳ロボット、牛舎自動換気システム、自動制御照明システム、餌寄せロボットなどのスマート畜産技術を導入して、省力化、家畜の個体管理及び畜舎の環境管理の徹底を図っている。搾乳にかかる労働時間は、表 8.3 のとおり半分に短縮され、労働力も 1/3 に減っている。

表 8.3 労働時間の短縮状況

生産効率	搾乳ロボット牛舎	フリーストール牛舎 (旧)	備考
搾乳頭数	90 頭	80 頭	(作業内容) 搾乳ロボット廻りの洗浄、清掃 発情牛や治療牛の手当など 飼料給与は1日2回
1日作業時間	3~4時間	6~8時間	
作業人数	1名	3名	
1日出荷乳量	3,000kg	1,800kg	

出荷乳量は、技術導入前に比べ71%増え、図 8.3 に示すとおり、経産牛1頭当たりの一日当たり平均乳量は27%増加している。

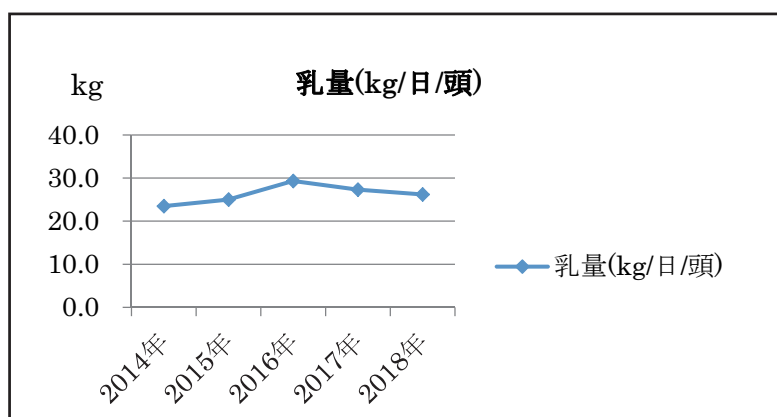


図 8.3 経産牛一頭当たり日乳量の推移

(3) 青森県の酪農経営 C 農場

肉用牛経営から、酪農経営を新たに立ち上げ、現在、2020年度を目標に乳牛経産牛1,500頭規模を目標に増頭中である。ロータリーミルクングパーラー(60頭)とデルプロソフト(乳量・乳質、乳房炎チェックなど可能)の融合による高品質生乳生産を目指している。また、牛群管理は、家畜個体管理が可

能なファームノートを導入して、繁殖、疾病管理を行っている。デルプロソフトの導入で、乳房炎発症を未然に防ぐことが出来ており、乳質は、表 8.4 に示すとおり、無脂乳固形分、体細胞数、生菌数は極めて良好である。全国乳質改善協会が示す乳成分、細菌数及び体細胞のランク区分をみると、乳脂肪分 3.7 以上、無脂乳固形成分 8.7 %以上、生体細胞数 10 万未満、菌数 3 万/ml 以下がランク 1 に該当する。この表から、生菌数などは極めて少なく、体細胞を除きランク 1 に該当するといえる。

またファームノートの導入により、繁殖成績は 1 年で分娩間隔が 15 ヶ月から 14 ヶ月に短縮できている。

表 8.4 乳質の改善状況

年度	乳脂肪分(%)	無脂乳固形分(%)	体細胞(万/ml)	生菌数(万/ml)
2018年	4.1(3.9)	8.9(8.7)	22.0(23.0)	1.0(2.4)
2019年	4.1(3.9)	9.0(8.8)	21.0(23.6)	1.0(2.6)

() 内は地域平均の推定値(参考)

(4) 青森県の肉用牛繁殖経営 D 農場

分娩・発情監視通報システムの「牛温恵」導入による省力化と分娩事故の軽減を実現している。分娩事故は、導入前 1.7 %ほどあったが、現在は 0 %である。子牛の販売頭数は、17 %増加している(図 8.4)。

また平均分娩間隔が、14.3 ヶ月から 13.1 ヶ月へ 1.2 ヶ月短縮されている。

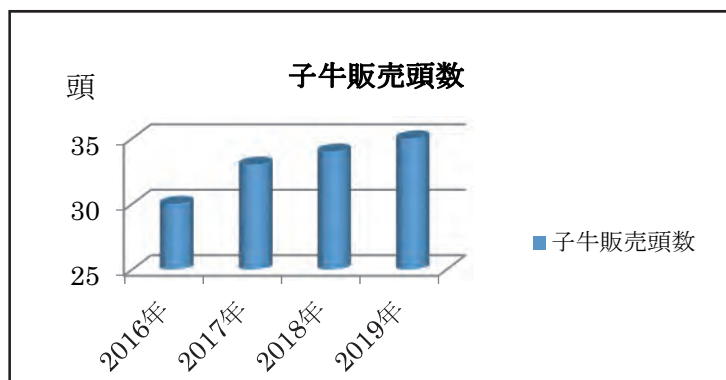


図 8.4 子牛販売頭数の推移

(5) 青森県の養豚経営の E 農場

豚舎環境の自動制御システムとして豚舎換気設備にドイツのスコブ社製の自動換気設備を導入し、CO₂ 濃度により豚舎環境を制御して、繁殖・育成成績の向上を実現している。また、全農の WebPICS というソフトを導入し、豚の繁殖、給餌、衛生などの情報を社員が Web サイトで確認できる体制にある。仔豚の事故率は、導入前に比べ、2.83 %減っている(図 8.5)。

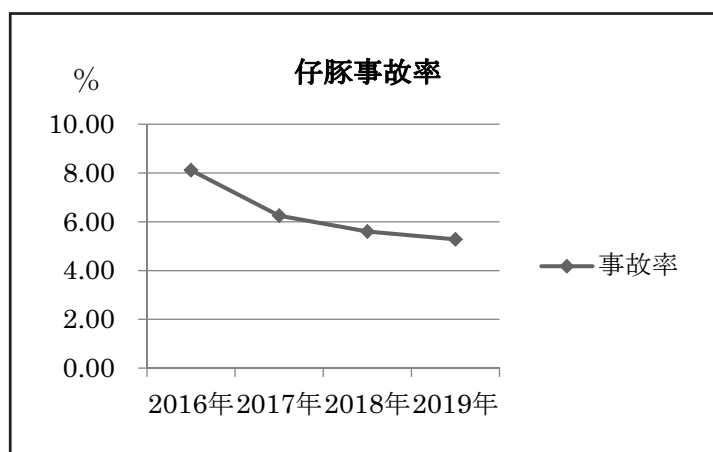


図 8.5 仔豚の事故率の変遷

肥育豚の出荷頭数は、導入前と比べ 6.2 %増加している。飼料要求率は、約 5 %向上している (図 8.6)。雇用労働力は、5 %節減できている。

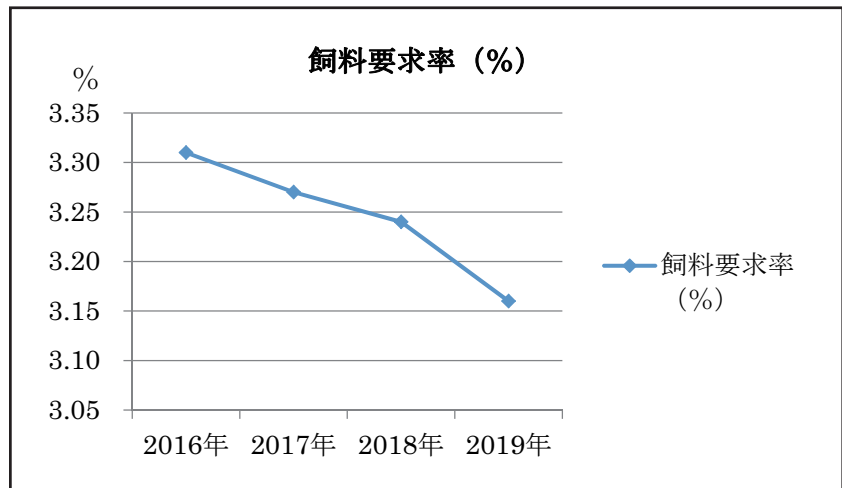


図 8.6 飼料要求率の推移

(6) 福島県の酪農経営 F 農場

分娩・発情監視通報システムの「牛温恵」の導入による省力化と分娩事故ゼロを実現している。分娩事故は、導入前の 7.9 %からゼロに激減している (図 8.7)。分娩時の見回り回数は 5 回から 2 回に激減している。経産牛 1 頭当たりの乳量は年々向上し、導入前と比べ 6.5 %増加している。家族経営規模であるが、近い将来、新築牛舎の建造を予定しており、搾乳ロボットの導入による省力化を目指している。

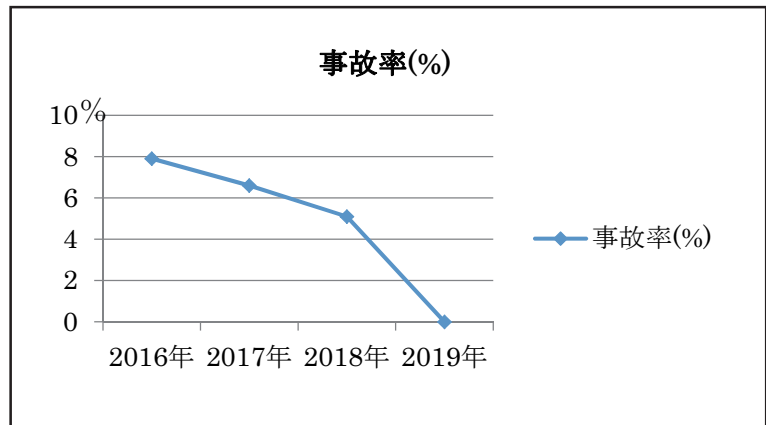


図 8.7 分娩事故率の推移

(7) 千葉県の酪農経営 G 農場

GEA (ドイツ製) 搾乳ロボット 2 台を導入するとともに、デーリープラン C21 の導入により搾乳及び牛群管理作業の省力化と乳量のアップを実現している。労働時間は、導入前と比べ、搾乳時間が 50 %、発情発見と人工授精作業が 78 %、総作業時間が 37 %節減できている (図 8.8)。

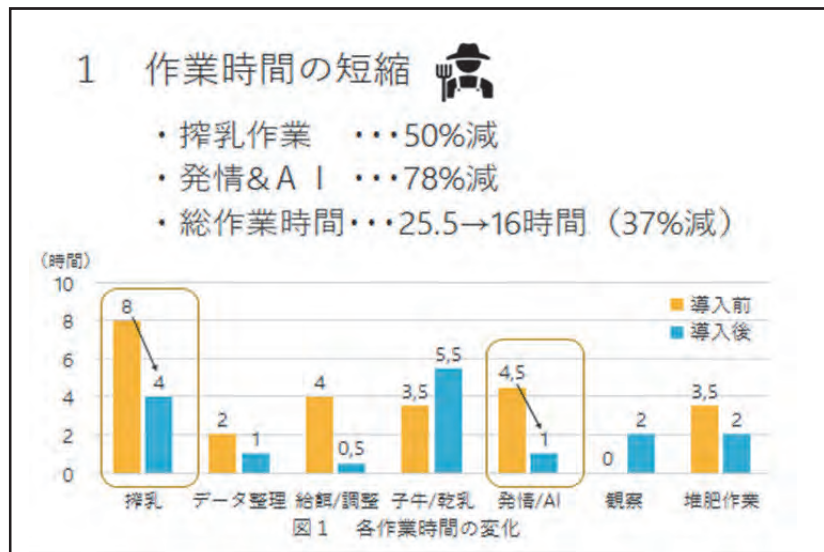


図 8.8 労働力の節減状況

導入前の経産牛1頭当たりの年間乳量は7,225 kgで、全国平均の8,600 kgに比べ、成績は芳しくない。しかし乳量は、導入前と比べ30%向上している。平均体細胞数が導入前と比べ、約22%減少しており、乳房炎も抑えられている(図8.9)。

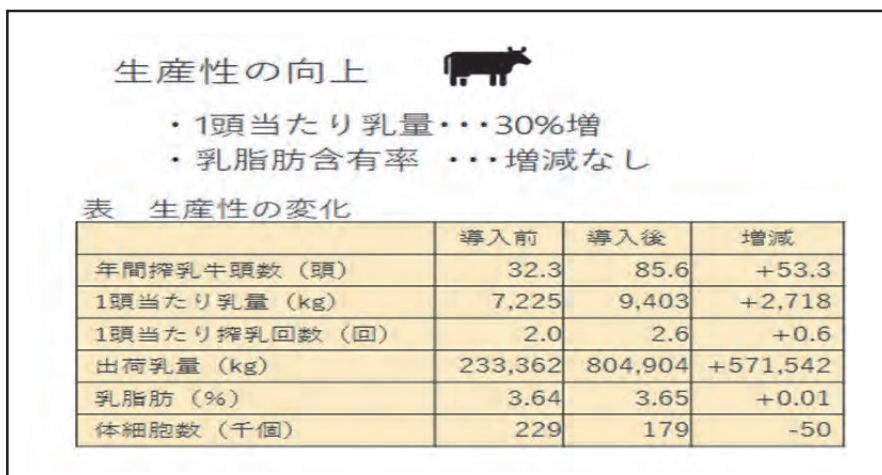


図 8.9 乳量、乳質の向上の状況

平均分娩間隔は、搾乳ロボット、牛舎新築前は成績が芳しくなかったが、導入前の17.2ヵ月が導入後は14.3ヵ月となり、2.9ヵ月と大幅に短縮されている。授精回数が、導入前と比べ、平均0.5回少なくなっている(図8.10)。

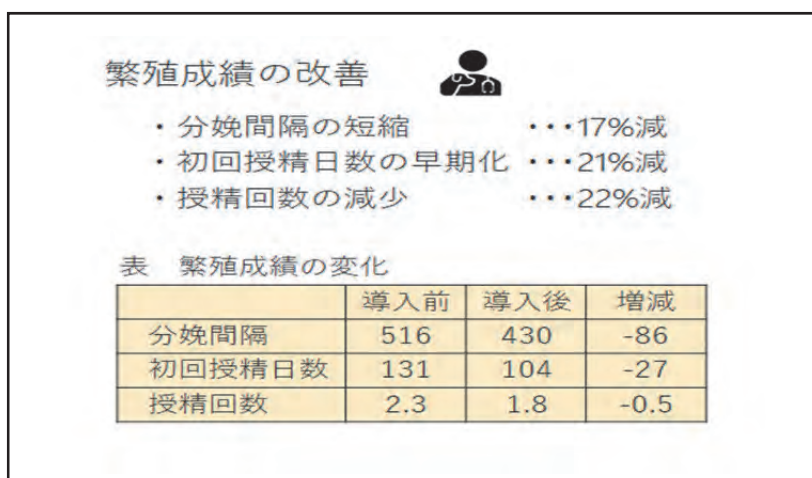


図 8.10 繁殖成績の改善状況

(8) 愛知県の養豚経営 H 農場

豚舎の洗浄に自動洗浄機を導入し、洗浄労働力の節減、豚舎衛生管理の徹底による病畜発生率の低減を実現している。また、Salesforce社のクラウドサービスの導入による農場内の情報管理及び情報共有の円滑化を図っている。肥育豚舎利用効率の向上により、母豚1頭当たりの肥育豚出荷頭数は、導入前の25.2頭/年と比べ27頭/年へ7.1%増加している(図8.11)。

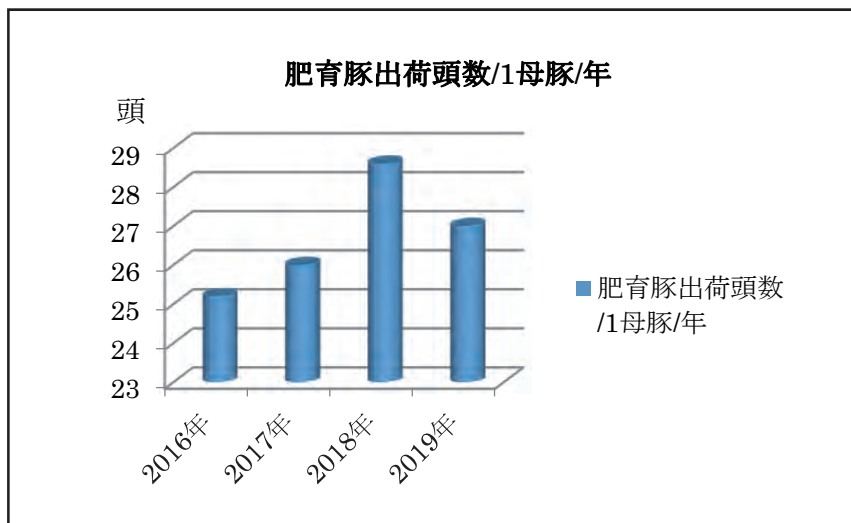


図 8.11 母豚1頭当たりの年間肥育豚出荷頭数の推移

清掃労働力は、表 8.5 に示すとおり、導入前が 5 人/年、導入後は 4 人/年となっており、導入後は 25 % 節減できている。洗浄の一連作業は、3 週間が 1 週間となっており、豚舎利用回転の向上に貢献している。洗浄作業の割合は 30 % から 15 % になっており、5 割の節減になっている。

表 8.5 肥育豚舎清掃労働力の節減状況

年 度	清掃労働力	備 考
2016 年度（導入前）	5 人/年間	肥育豚舎 3 棟(6 部屋)
2017 年度	4 人/年間	同上
2018 年度	4 人/年間	同上
2019 年度	4 人/年間	同上

回転効率は上がるはずであるが、CSF（豚熱）の予防のため入念な作業をしており、豚舎の回転数はそれほど変わらない。肥育豚出荷頭数は、導入前と比べ 74 % 増加している。

清掃作業における洗浄水の使用量は、表 8.6 に示すとおり、導入前と比べ 3 割減となっている。

表 8.6 清掃作業における洗浄水の使用量

年 度	清掃労働力	備 考
2016 年度（導入）	570,000 m ³ /年	
2017 年度	400,000 m ³ /年	
2018 年度	400,000 m ³ /年	
2019 年度	400,000 m ³ /年	

(9) 鹿児島県の肉用牛経営 I 農場

肥育経営から、黒毛繁殖牛を導入し、繁殖肥育一貫経営に移行中。繁殖部門の開始により、「U-motion」及び「牛温恵」のスマート畜産技術を導入。「U-motion」により「採食、飲水、反芻、動態、横臥、起立」などの牛の主要な行動を記録し、繁殖成績の向上と省力化を実現している。また、「牛温恵」も 1 年遅れて導入し、分娩事故の低減を目指している。和牛繁殖経営の取り組みは 2017 年からで、繁殖素牛の導入後、繁殖に供したのは、2018 年 10 月からである。したがって、U-motion 及び牛温恵の導入効果はまだ明確ではない。U-motion の導入で、繁殖畜の病気罹患率は 1 % 以下である。分娩事故も 0 % であり、事故は少ない。発情発見率は 2018 年度の 33.0 % から 2019 年度の 39.4 % へ向上している。受胎率は、F1 受精卵移植、和牛の人工授精で目標を 60 %（通常は 40 % 程度）においている。現状は 47 % 程度であり、通常を少し上回る程度となっている。2018 年度からの繁殖部門に取り組み日は浅いが、スマート畜産技術導入の成果で、平均分娩間隔は 12 ヶ月を実現しており、極めて成績良好である。

実証調査からは、いずれの経営体も数字が経年的に把握できている。スマート畜産技術の導入により、生産性の向上、労働力の節減が図られている。また、このように経年的に数字が得られることは、スマート技術の特徴でもある。センサーとコンピュータがつながっており、データが瞬時に確認でき、データを保存しておけば、経年的にも数字が把握できる。スマート畜産技術は、家畜飼養管理だけでなく、経営管理も可能となり、合理的な畜産経営に不可欠なツールとなっている。

引用文献

- 福島県. 2016. “避難地域等における スマート農業導入の手引き.”
- Indiegogo. 2018. <https://www.indiegogo.com/projects/nofence-the-virtual-fence-for-grazing-animals#/>
- ITmedia エンタープライズ. 2017. “口蹄疫で豚が全滅 IT を駆使してどん底から這い上がった畜産農家の起死回生.” <http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/1712/13/news012.html>
- 窪田新之助. 2017. “日本発「ロボット AI 農業」の凄い未来.” 講談社+α 新書.
- 内閣官房. 2016. “総合的な TPP 関連政策大綱.”
- 内閣官房. 2017. “農業情報創成・流通促進戦略に係る標準化ロードマップ（第3版）.” 新戦略推進専門調査会データ活用基盤・課題解決分科会.
- 内閣官房. 2018. “未来投資戦略 2018 - 「Society 5.0」 「データ駆動型社会」 への変革.”
- 日本経済新聞. 2013. “畜産をスマートな産業に.”
https://www.nikkei.com/article/DGXNASM123009_T20C13A1000000/
- 日経コンピュータ. 2018. “豚の体重ぴたり、AI でトントン拍子”
- 農研機構. 2018. “「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」及び「スマート農業加速化実証プロジェクト」の公募について.”
- 農水省. 2014. “スマート農業の実現に向けた研究会 検討結果の中間とりまとめ.”
- 農水省. 2016. “スマート農業の実現に向けた取組と今後の展開方向について.”
- 農水省畜産振興課. 2016. “畜産における情報通信技術（ICT）を活用した取組について.”
- 農水省. 2016. “スマート農業の推進について－農業分野における ICT、ロボット技術、AI 等の活用.”
- 農水省. 2017a. “農業分野における IT 利活用ガイドブック（ver1.0）.”
- 農水省. 2017b. http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nougyo/
- 農水省. 2017c. “スマート農業の実現に向けた取組と今後の展開方向について.”
- 農水省. 2019. “畜産・酪農をめぐる情勢.” 農林水産省生産局畜産部.
- 太田明里. 南石晃明. 長命洋佑. 2018. “畜産経営における ICT 活用率とその費用対効果－畜種別比較分析”
九州大学大学院農学研究院学芸雑誌 73(1): pp1-8.
- 先端農業連携創造機構. 2018. <https://sentannogyo-souzou.jp/>
- 山本直之. 2016. “酪農経営における搾乳ロボット並びに関連施設導入の費用対効果分析.” *農業経営研究* 54(4): pp114-119.
- 山下一仁. 2017. “IT・AI 技術と新しい農業経営学.” *RIETI Policy Discussion Paper Series 17-P-017*. (独) 経済産業研究所.



全日畜は畜種横断の畜産経営者の団体です

