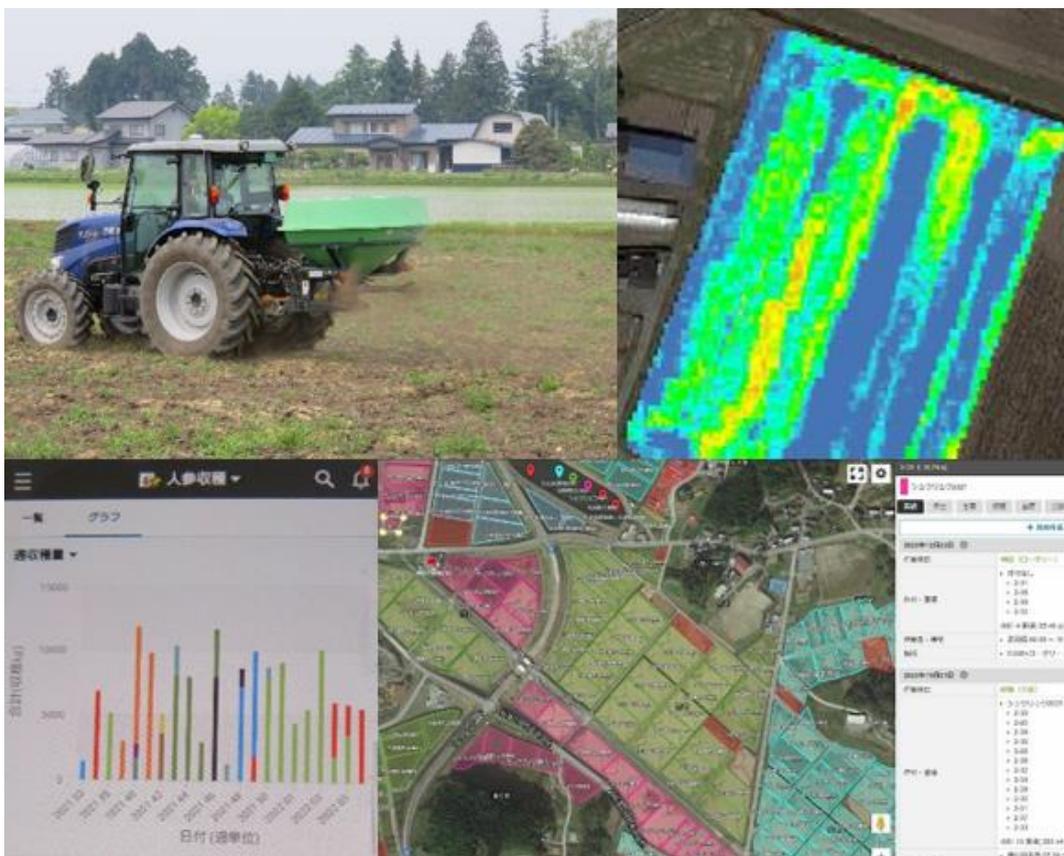


岩手県スマート農業事例集



Ver.4.0

2024年3月

岩手県農林水産部農業普及技術課

目次

1. はじめに	1
2. 注意点	2
3. 個別技術の事例	3
(1) 自動操舵トラクタ	3
(2) 直進アシスト田植機	9
(3) 可変施肥田植機	11
(4) 収量・食味センサ付きコンバイン	12
(5) ICTを活用した水田の水管理支援システム ① 水田センサ	14
(6) ICTを活用した水田の水管理支援システム ② 遠隔自動水管理システム	16
(7) 農薬散布用ドローン	21
(8) リモコン除草機	24
(9) ロボット除草機	26
(10) 環境モニタリング	28
(11) 複合環境制御	30
(12) 牛の遠隔監視システム	33
(13) 発情発見装置	35
(14) 経営・生産管理システム	38
(15) GNSSガイダンスシステム	44
(16) 高精度測位技術	45
(17) 衛星リモートセンシング	48
(18) ドローンリモートセンシング	51
4. スマート農業実証プロジェクトの実証成果	53
(1) アンドファームスマート農業実証コンソーシアムの実証成果（露地野菜）	53
(2) 北上市中山間地域スマート農業実証コンソーシアムの実証成果（水田畑作）	60
5. 活用事例	66
(1) 水稻複合経営における自動操舵トラクタ稼働率向上の取組事例	66
(2) 水稻複合経営におけるスマート農業技術稼働率向上の取組事例	68
(3) 中山間水田作経営における豊作計画（経営・生産管理システム）の活用事例	70
(4) 園芸作経営における Agrion（経営・生産管理システム）とキントーンの活用事例	72
(5) 土地利用型野菜における自動操舵システム等の活用による生産性向上の取組事例	75
6. 参考1 スマート農業機械の利用規模の目安について	80
(1) 利用規模の目安（自動操舵トラクター・水田）	81
(2) 利用規模の目安（自動操舵トラクター・畑）	83
(3) 利用規模の目安（直進アシスト機能付き田植機）	85
(4) 利用規模の目安（収量食味センサ付きコンバイン・水稻・自脱型）	87
(5) 利用規模の目安（収量食味センサ付きコンバイン・水稻・普通型）	89
(6) 利用規模の目安（農薬散布用ドローン）	91
7. 参考2 スマート農業に関するアンケート調査	93
(1) スマート農業技術の導入・活用に関するアンケート結果	93
(2) 施設園芸に関するアンケート調査	97

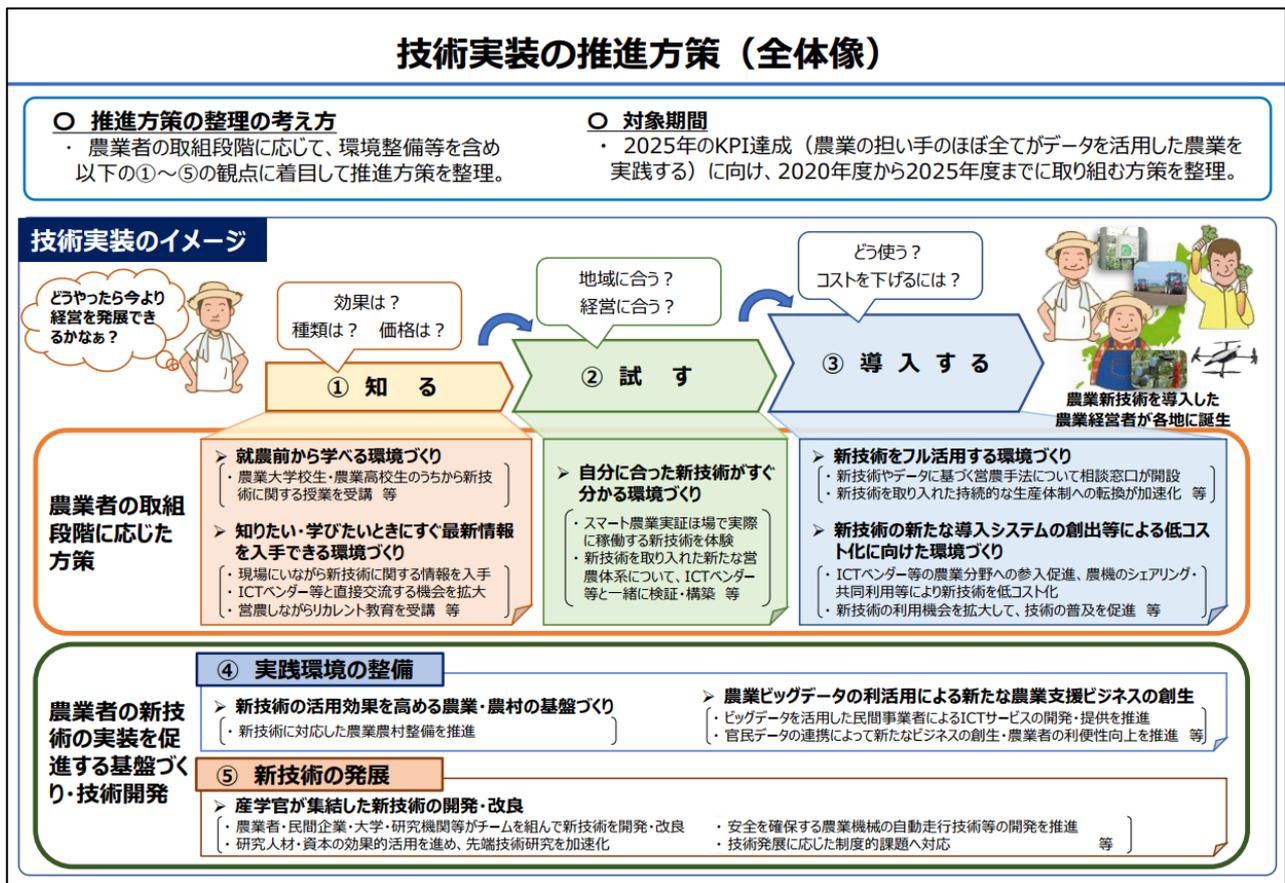
1. はじめに

国は、食料・農業・農村基本計画において、生産性の大幅な向上、需要への的確な対応等を促進するため、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ための新たな農業を「スマート農業」として位置づけ、先端技術等を応用した技術開発と現場への普及を進めるとしている。

岩手県では、「いわて県民計画(2019～2028)」において「農林水産業高度化推進プロジェクト」を掲げ、情報通信技術（ICT）やロボット等の最先端技術を最大限に活用した生産現場のイノベーションによる飛躍的な生産性の向上を図り、収益性の高い農業の実現を目指すこととしている。県では、これまでに「いわてスマート農業祭」や各地での実演会の開催、国のスマート農業実証プロジェクトの取組を通じて、スマート農業について「知る」「試す」機会を積み重ね、「いわてスマート農業推進シンポジウム」などで情報共有を図ってきた。

今後、スマート農業技術の「導入」を推進していくため、これまでの実証結果やスマート農業技術の製品、サービスについて整理し、導入推進の手引きとして取りまとめた。

なお、事例集の編纂にあたり、全国農業協同組合連合会岩手県本部営農支援部の協力をいただいた。



出展：農林水産省「農業新技術の現場実装推進プログラム」

2. 注意点

- ・ 本事例集に記載している技術、製品、サービス、価格等は、原稿執筆時点のものであるため、詳細については、製造元や販売代理店などにお問い合わせください。
- ・ 本事例集は、スマート農業技術について広く知っていただくことを目的としたものであり、技術の効果等や優劣を示すものではありません。
- ・ 製品によっては、本体価格に加え、利用料や通信料などのランニングコストや初期セットアップ、設置施工費等が別途必要となる場合があります。

3. 個別技術の事例

(1) 自動操舵トラクタ

■ 技術概要

トラクタの上に GNSS の受信機を取り付け、ガイダンスシステムと、自動操舵補助装置を装着し使用する。ガイダンスシステムでトラクタの位置を把握し、あらかじめ作業内容を入力すると、自動操舵補助装置によって誤差の少ない正確な作業が可能となる。高精度測位には、D-GPS (GNSS) 方式と RTK-GNSS (含 VRS) 方式とがあり、RTK 方式は誤差 cm 級の高精度な作業が可能である。

■ 期待効果

- ・ オペレータのハンドル操作への集中を軽減。作業機のコントロールに注力できる。
- ・ 操作に不慣れでも、正確なターンや直進作業等、熟練オペレータと同様の作業が可能
- ・ マーカーが不鮮明な圃場や、薄暗い時間帯であっても正確な作業が可能
- ・ 走行軌跡の確認ができ、作業工程の振り返りや従業員教育に活用できる

■ 課題・留意点

- ・ RTK 方式の場合は、基地局経費（固定、仮想）と通信費等が必要
- ・ 障害物等により位置情報の受信状態が悪いと作業精度が低下することがある
- ・ 測位精度が安定しないときは、1 周波から 2 周波仕様への変更を検討

■ 実装技術例（製品例）

メーカー・機種名	概要
(株)トプコン X25	ガイダンス、オートステアリング、ISOBUS対応の作業機の制御も行う。トラクタは別。
(株)ニコン・トリンプル Trimble GFX-750	ガイダンス、オートステアリング、ISOBUS対応の作業機の制御も行う。トラクタは別。
FJDynamics社 FJD 農機自動操舵システム	ガイダンス、オートステアリング、ISOBUS対応の作業機の制御も行う。トラクタは別。
農業情報設計社 AgriBus	AgriBus 直進アシストパッケージ、自動操舵パッケージ。トラクタは別。ガイダンスはスマートフォンアプリで提供
(株)クボタ 直進アシスト機能付き機種	21 馬力から販売
ヤンマーアグリジャパン(株) オートトラクタ	タブレットに登録した情報から作業経路を自動作成し、設定された経路を自動で作業可能。



左:(株)ニコン・トリンプル Trimble GFX-750 (製品パンフレットから)



右:ヤンマーアグリジャパン(株) オートトラクタ (メーカーHP から)

畑作 **自動操舵システムを大豆播種作業に利用** 北上市 (株)西部開発農産 大豆338ha

省力化 軽労化 作業安全 コスト低減 収量品質向上 一元化 多能工化

▶背景・目的
作業精度の向上。従業員の疲労軽減、一日当たりの播種面積の拡大

▶導入技術
自動操舵システム(トプコン社製)、【導入】2019

▶導入効果
①トラクタの操舵が自動化でき、作業精度が向上
②マーカーに頼らず作業できることで、夕暮れ時まで作業時間が拡大可能
③オペレータの負担が大きく軽減

▶工夫・留意点
圃場面積が小さく効率的な作業ができない圃場も多いため、農地の集積を進めるとともに、緩傾斜地に位置する小区画の圃場について合筆(傾斜合筆)を行い、生産基盤を改善

取組イメージ(写真、図)



【写真 自動操舵トラクタによる大豆の播種作業】
12条の折りたたみ式の播種ユニット
○高精度な直進走行が可能で、播種条間の目視確認することなく播種が可能
○1行程分を飛ばして巡回走行しても正確に播種できるため、圃場の枕地の荒れを抑え、播種時間も短縮

作成:2023年3月 中部農業改良普及センター

露地野菜 **非熟練者によるロータリー耕起作業** 岩手町 (株)アンドファーム

省力化 軽労化 作業安全 コスト低減 収量品質向上 一元化 多能工化

▶背景・目的
耕起作業において、非熟練者でも熟練者並みの作業精度を確保したい

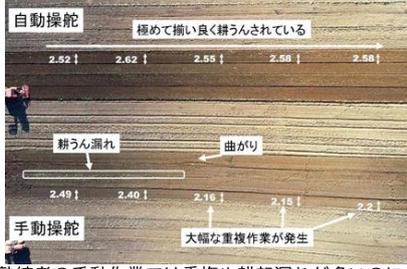
▶導入技術
自動操舵システム(トプコン社X25)【実証】2019-2020

▶導入効果
①非熟練者でも熟練オペレータ以上の直進性を確保
②曲がりや耕起漏れ、重複耕起が減少し、作業精度向上
③身体的、精神的疲労も軽減

▶工夫・留意点
傾斜地でも直進性は確保されるが、作業能率は変わらない

取組イメージ(写真、図)

【写真 耕起作業の走行軌跡(傾斜地圃場で実施)】



非熟練者の手動作業では重複や耕起漏れが多いのに対し、自動操舵は作業精度が高い

【表 自動操舵の有無による平均耕うん幅及び耕うんもれの発生割合】

区名	平均耕うん幅 (m)	耕うんもれ発生率 (%)
自動操舵	2.39	0
手動	2.48	28

【表 軽労化に関する要素の定性評価】

	作業精度	作業簡便性	身体的疲労	精神的疲労	平均
非熟練者	5	4	4	5	4.5
熟練者	5	5	5	5	5

自動操舵がない場合と比較し、かなり悪くなった:1、同等:3、かなり良くなった:5

作成:2023年3月 八幡平農業改良普及センター岩手町駐在

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

定植・収穫時に精度の高い溝掘作業を実証することにより、作業時間を削減し、損傷による収穫ロス低減を図る

▶導入技術

自動操舵システム(トプコン社X25)【実証】2019-2020

▶導入効果

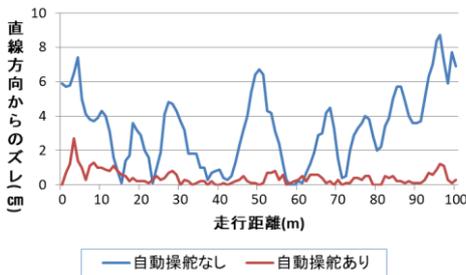
- ①定植時及び収穫時溝掘作業とも、作業精度及び作業簡便性が向上
- ②収穫物の損傷割合が低減し、単価の高い AB 品の出荷量が増加
- ③身体的・精神的疲労が軽減

▶工夫・留意点

作業精度は向上するが、作業能率は変わらない

取組イメージ(写真、図)

【図 ながいもの定植前溝掘時の作業精度】



【表 ながいもの収穫時の損傷割合】

年	収穫物損傷割合		慣行区における自動操舵補助システムの有無	
	実証区	慣行区	定植前の溝掘作業	収穫作業
令和元年	2.1%	5.7%	なし	なし
令和2年	0.2%	2.0%	あり	なし

【写真 溝掘作業における損傷】



チェーン歯による損傷
⇒自動操舵で防止可能

作成:2023年3月 八幡平農業改良普及センター岩手町駐在

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

高精度肥料・資材散布、作業時間の削減、オペレータの負担軽減(軽労化)

▶導入技術

自動操舵システム(トプコン社X25)、ワイドスプレッダー(ピコン社 ROM2000G)【実証】2019-2020

▶導入効果

- ①短時間での肥料・資材散布が可能
- ②トラクタを降りることなく、圃場端の正確散布が可能
- ③ホッパー内の肥料・資材の残量・散布量を計測しながら車速に連動し、二度撒きやムラ撒きを防止し、均一散布が可能
- ④肥料・資材の均一散布により、生育の斉一化を図ることができる

▶工夫・留意点

特になし

取組イメージ(写真、図)

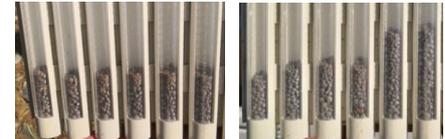
【写真 ワイドスプレッダー】



【表 土壌改良資材散布における 10a あたり作業時間】

区名	機械作業	(秒/10a)		計
		旋回	計	
ワイドスプレッダー区	595	102	697	作業時間が慣行の41%となり大幅に低減
慣行(ブロードキャスター)	904	792	1,696	

【写真 肥料の散布量の比較】



ワイドスプレッダー
ほぼ均一

ブロードキャスター
散布ムラが多い

作成:2023年3月 八幡平農業改良普及センター岩手町駐在

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

ブーム散布を前進及び後進で実証することにより、移動巡回作業を減少させ、作業時間を削減する

▶導入技術

自動操舵システム(トプコン社X25)【実証】2019-2020

▶導入効果

作業簡便性、精神的疲労の改善

▶工夫・留意点

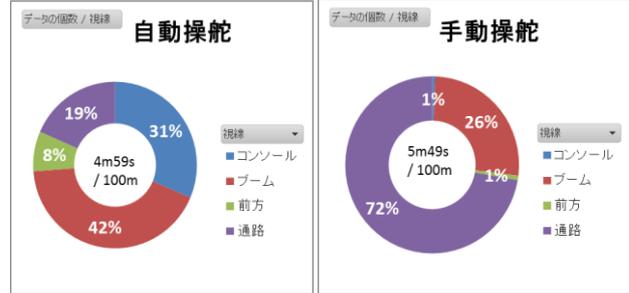
作業精度は向上するが、作業能率は変わらない

取組イメージ(写真、図)

【写真 防除作業時のオペレーターの状況】



【図 ブームスプレーヤー後進散布時の視線】



【表 ながいも防除における作業ごとの定性評価】

操舵の種類	作業精度	作業簡便性	身体的疲労	精神的疲労	規模拡大有効性	適期作業への貢献
自動操舵	3	4	3	5	3	3
手動操舵(慣行)	3	3	3	3	3	3

慣行作業と比較して「かなり悪くなった」1点、「変わらない」3点、「かなり改善した」5点とした
作業簡便性は、オペレーターが未熟者でも作業が可能かどうかの評価

作成:2023年3月 八幡平農業改良普及センター岩手町駐在

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

キャベツの中耕除草作業で、栽培株の損傷を防ぎ、除草精度の向上を図る

▶導入技術

自動操舵システム(トプコン社X25)【実証】2019-2020

▶導入効果

- ①キャベツ栽培株付近の除草精度が向上
- ②キャベツの損傷株率が低減

▶工夫・留意点

畝成型、移植など各作業で高精度に実施することが前提となる

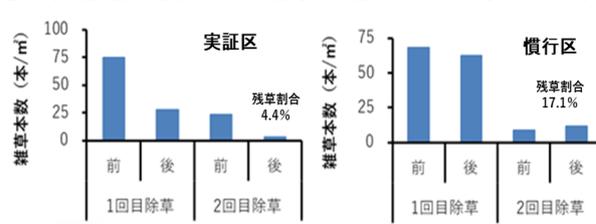
取組イメージ(写真、図)

【写真 中耕除草機】



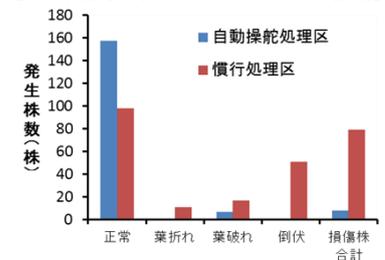
4連のレーキを用いて除草

【図 自動操舵の有無による中耕除草の精度(キャベツ付近の雑草本数)】



※キャベツ株の両脇 10cm×3mの調査結果
※残草割合:2回目除草後の雑草本数/1回目除草前の雑草本数×100

【図 中耕除草作業によるキャベツの損傷】



作成:2023年3月 八幡平農業改良普及センター岩手町駐在

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

作業精度の向上により、オペレーターの負担軽減及び収量の向上を図る
熟練者並みの作業精度の確保により、非熟練者をオペレーターとして育成する

▶導入技術

自動操舵システム(トプコン社 X25:2台、XD:1台)【導入】2021年、2022年

▶導入効果

- ①作業の高精度化により、一部の不整形圃場では導入前より畝数が多くなり、栽植本数が増加した
- ②トラクタの走行は自動操舵に任せ、作業機の高さや深さ等の操作に注力できるようになり、作業負担が軽減した
- ③非熟練者(操作に慣れていない息子や従業員)にトラクタの操作を任せられるようになり、柔軟に人員を配置することができた

▶工夫・留意点

- ①作業を高精度化させる自動操舵システムを導入するため、基地局(RTK、GNSS等)を整備する必要がある
- ②基地局を設置していても電波が届かないこと(林の陰になる圃場や山で囲まれた圃場等)があるので、その時に備えて作業目標点等を決めておく必要がある

取組イメージ(写真、図)

【表1 自動操舵を活用している作業】

品目	自動操舵活用作業
ながいも	耕起、定植時溝堀、 防除、収穫
ごぼう	耕起、溝堀+播種、 防除、収穫

【写真1 ながいも収穫作業】



【写真2 ごぼう収穫作業】



作成:2023年3月 農業革新支援担当

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

農作業の効率化、規模拡大、高齢者でも労働が可能、若手農家の発掘育成

▶導入技術

自動操舵システム(トプコン社製、ニコン・トリンプル社製)、【導入】2020
ロボットトラクタ(ヤンマー社製)、【導入】2020

▶導入効果

- ①肉体的、精神的疲労が減少した
- ②スマート農業への関心が高まった
- ③作業時間が短縮された
- ④作業可能時間帯(夜間も)が増えた

▶工夫・留意点

無人運転と有人運転の2台で作業する時もある。電波の受信が悪い等停止することがあるため、地区の利用者で情報交換しながら利用している

取組イメージ(写真、図)



【写真 自動操舵システムによる手放し運転】



【写真 ロボットトラクタによる夜間作業】

作成:2023年3月 一関農業改良普及センター

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

水田転換畑での畑作物の収量向上、生産安定化

▶導入技術

自動操舵システム(ニコン・トリプル社製)、溝掘機(ニプロ松山社製 OM1000A)、暗渠管理設機 カットドレーナー(北海コーキ社製)

▶導入効果

- ①自動操舵トラクタ+溝掘機で仮掘りすることで、土壌条件を事前に把握
- ②自動操舵システムにより、仮掘りと本暗渠施工を同じルートで走行できるようになり、本暗渠の施工を効率化
- ③オペレータの負担が大きく軽減

▶工夫・留意点

- ① 農研機構(2016)「トラクタで利用できる浅層暗渠施工器」(2019年3月6日改訂)に基づく暗渠施工を行っている
https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/tractor_to_install_underdrain.pdf
- ② 事前に額縁明渠を施工し、暗渠の排水路を接続できるようにする
- ③ 土壌の高度、土壌湿度に応じて作業機を変える場合がある

取組イメージ(写真、図)



【写真 カットドレーナーによる浅層暗渠施工の状況】

作成:2024年3月 農業普及技術課農業革新支援担当

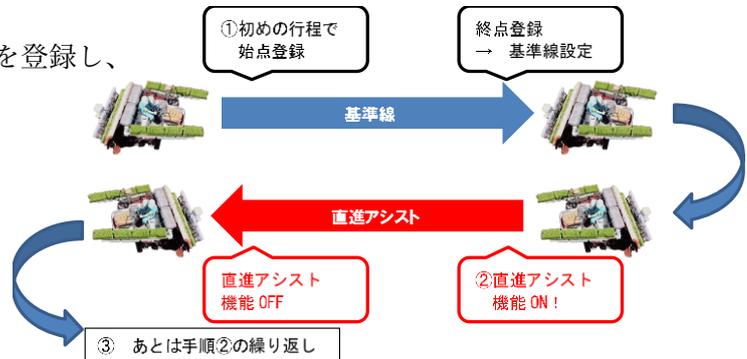
(2) 直進アシスト田植機

■ 技術概要

GNSS の位置情報を利用することにより、はじめに設定した基準線にそって、ハンドルを自動制御しながら、まっすぐに田植を実施できる。

【 手順 】

- ① 初めの作業行程で始点 A・終点 B を登録し、
直線の基準線を設定
- ② 次の作業行程から直進機能を ON
→ 自動で基準線と平行に走行
→ 行程の終点で OFF
- ③ あとは手順②の繰り返し



■ 期待される効果

- ・ 非熟練者でも熟練者と同等以上の精度・速度で作業可能
- ・ マーカ注視の集中力にかかるストレスが軽減され、オペレータの負担感が減少
- ・ 落水しなくても田植可能

■ 課題・留意点

- ・ 位置情報の受信状況が悪いと正確な作業ができない
- ・ 従来のアシスト無しの田植機に比べ 30 万円程度高い（6 条の場合の事例）

■ 実装技術例（製品例）

メーカー・機種名	概要
井関農機(株) NP60, NP70, NP80 PRJ8	<ul style="list-style-type: none"> ・ 最初の行程で設定した基準線に合わせ、自動で直進走行する。 ・ NP シリーズは6条・7条・8条。PRJ8(8条)は直進アシストに加え、旋回アシスト(Uターン・バックターン)にも対応
(株)クボタ NW6S, NW8S	<ul style="list-style-type: none"> ・ 最初の行程で設定した基準線に合わせ、自動で直進走行する。 ・ 6条・8条のラインナップ。 ・ GPS 測位を活用し、株間・施肥量を高精度にキープする機能、隣接条合わせをアシストする機能搭載。
ヤンマーアグリジャパン(株) YR6D, YR8D	<ul style="list-style-type: none"> ・ 最初の行程で設定した基準線に合わせ、自動で直進走行する。 ・ 6条・8条のラインナップ。



自動操舵により、手放しでも走行可

※ なお、農作業事故に注意

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

マーカが見えない無代かき条件で、作業精度を保ちつつ運転に集中するため(クボタ乗用田植機8条 EP8D-GS)

▶導入技術

直線アシスト機能付田植機(クボタ乗用田植機8条 EP8D-GS)、【実証】2017. 5. 8

▶導入効果

マーカが見えない無代かきの作業条件においても、田植機の操舵が安定

▶工夫・留意点

- ・ 位置情報の受信状況が悪いと正確な作業ができない
- ・ 無代かきで水量が多いと、走行時の水流で土塊と苗が流され、直線アシスト(自動操舵)でも条が乱れる場合がある

取組イメージ(写真、図)



「銀河のしずく」乳苗の無代かき移植栽培(耕うん後、代かきせずに入水し、移植) → 単収 660kg/10a

作成:2023年3月 岩手県農業研究センター生産基盤研究部生産システム研究室

(3) 可変施肥田植機

■ 技術概要

ほ場内における肥沃度の違いや、前年の生育・収量ムラなどに応じて、側条施肥の量をきめ細かく加減できる田植機。

【方式1 土壤センサ搭載型】

機体に搭載されたセンサによって作土深や肥沃度（電気抵抗）をリアルタイムに検知しながら施肥量を自動調節する方式。センサで検知したデータや施肥量の実績値をマップ化することが可能。

【方式2 施肥マップ登録型】

前年の生育や収量などのムラに応じて、施肥量を小区画単位（メッシュ）で塗り分けた「施肥マップ」を機体に読み込ませ、GNSSの位置情報を利用してマップ通りに施肥量を自動調節する方式。

■ 期待される効果

- ・ 非熟練者でも熟練者と同等以上の精度で施肥が可能で、生育のばらつき低減による収量・品質の高位安定化が期待できる

■ 課題・留意点

- ・ 可変施肥機能無しの田植機に比べ機体が高価（マップ搭載型の場合+6～21万円程度）
- ・ センサ搭載型の場合は、ほ場内の肥沃度の基準値を初めに設定する必要がある
- ・ 施肥マップ登録型の場合、施肥マップを作成する環境や費用が必要（クラウドサービス利用料）
また、精度の良いマップを作成するには、生育・収量などのセンシングを予め行う必要がある

■ 実装技術例（製品例）

メーカー・機種名	概要
井関農機(株) NP80DLPFV <土壤センサ搭載型>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 田植機に搭載した2種類のセンサが、作土深と土壤肥沃度（作土層の電気抵抗）を田植えと同時に検知し、施肥量を自動制御。 ・ 基本施肥量・比重・減肥率の設定は、タブレット端末から行う。 ・ GPSと連動し、作業後に作土深・土壤肥沃度・減肥率をマップ化できる。 ・ 直進アシスト機能付、疎植（～37株/坪）対応。
(株)クボタ NW8S-PF-GS <施肥マップ登録型>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 営農管理支援システム KSAS と連動。KSAS 上に登録されている圃場について、メッシュサイズ 5～20m の施肥マップを設定できる。 ・ KSAS 上で作成したマップは機体側が直接クラウドから受信する。 ・ 直進アシスト機能付、高密度播種苗（230～250g/箱）に対応
ヤンマーアグリジャパン(株) YR8D-XVTSD <施肥マップ登録型>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農機情報管理サービス「スマートアシストリモート」にある施肥設計サイト上で施肥マップを作成（ドローンによるセンシングデータから自動生成、又はユーザ自ら作成）。メッシュサイズは基本 5m。 ・ マップは USB で機体に読み込ませる。 ・ 直進アシスト機能付、高密度播種苗（～300g/箱）に対応

※ 可変施肥田植機については、収量・食味センサ付きコンバインとの組み合わせによる活用事例となっており、次ページの（4）収量・食味センサ付きコンバインの次頁に掲載している。

(4) 収量・食味センサ付きコンバイン

■ 技術概要

収穫と同時に収量・食味(タンパク値)・水分量等を測定し、ほ場ごとの収量・食味等のばらつきを把握できる。ほ場内の収量やタンパクを小区画単位で把握しマッピングするメッシュマップ機能や、自動運転アシスト機能を備えた機種、乾燥機との連携が可能な機種なども存在する。

■ 期待される効果

- ・ ほ場ごとの収量や品質のばらつきを把握することで、翌年の施肥設計等に役立てることが可能
- ・ 収量に基づく乾燥機の受入れ調整や、タンパク値・水分に基づく糶の仕分け管理など、乾燥工程の効率化が可能

■ 課題・留意点

- ・ 適正導入規模やデータの活用目的を明確にしたうえで導入する
- ・ 営農管理システムと連動している機種が多いので、データの活用環境に留意する
- ・ 可変施肥機と連携する場合、メッシュマップ機能付きの機種で、ほ場内のばらつきを把握する

■ 実装技術例（製品例）

メーカー・機種名	概要
(株)クボタ ER330N,ER338N,ER438N, ER448N,ER460H,ER470N DR575,DR595,DR6115,DR6130 ※DR575,DR595,DR6115,DR6130 収量・タンパクメッシュマップ機能搭載可	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3～6条でのラインナップ。 ・ 収穫物の水分、タンパク含有率、収量をほ場単位で測定し、取得したデータを営農管理支援システム KSAS に転送、蓄積できる。 ・ オプションで収量・タンパクメッシュマップ機能を搭載可。 ・ なお、普通型コンバイン WRH1200 にもオプションでこれらの機能を搭載可
ヤンマーアグリジャパン(株) YH471,YH571,YH5101 YH6101,YH6115,YH7115 ※YH6101,YH6115,YH7115 収量メッシュマップ機能搭載可	<ul style="list-style-type: none"> ・ 4～7条のラインナップ ・ 収穫物の収量をほ場単位で測定し、取得したデータを営農管理支援システム「スマートアシスト」に転送、蓄積できる。 ・ 上位機種には水分センサ付きのものや、収量メッシュマップ機能を備えたものもある

水稲

酒米「ぎんおとめ」生育ムラ解消による収量・玄米品質の安定化

二戸市 農業生産法人 3 筆 90a

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

酒米「ぎんおとめ」生育ムラ解消による収量・玄米品質の安定化

▶導入技術

収量・食味コンバイン(クボタ:自脱型 6 条刈 DR6130S、メッシュマップ機能付)、可変施肥田植機(クボタ:8条 NW8S-PF-GS)

▶導入効果

- ①可変施肥により、圃場内・圃場間の収量の斉一性が向上し、増収【実証】2020
- ②収量コンバインで圃場内・圃場間の収量のバラつきを把握することで、施肥管理の改善に役立つ【実証】2020

▶工夫・留意点

- ・施肥マップ作成はセンシングデータを参考にユーザ自ら行う必要がある。
- ・30a 区画の条件で移植期 5 月中下旬の場合、負担面積 40ha、(導入下限 25ha)程度(可変施肥田植機)
- ・30a 程度の長方形区画で 9 月刈取の場合、負担面積 30~35ha(導入下限 31ha)程度(収量・食味コンバイン)→4~5 条クラスの検討が必要

取組イメージ(写真、図)

収量マップの作成

施肥マップの作成

マップを読み込ませ可変施肥

R1 収量マップ R2 施肥マップ R2 収量マップ

作成:2023 年 3 月 二戸農業改良普及センター

水稲

岩手県オリジナル品種「銀河のしずく」生育ムラ解消による収量・玄米品質の安定化

花巻市 農事組合法人 N 29a ×2 筆

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

岩手県オリジナル品種「銀河のしずく」生育ムラ解消による収量・玄米品質の安定化

▶導入技術

収量・食味コンバイン(クボタ:自脱型 6 条刈 DR6130S-PFQW-C、メッシュマップ機能付)、可変施肥田植機(クボタ:8条 NW8S-PF-GS)

▶導入効果

- ①可変施肥により、圃場内・圃場間の収量の斉一性が向上【実証】2021~2022
- ②収量コンバインで圃場内・圃場間の収量のバラつきを把握することで、施肥管理の改善に役立つ【実証】2021~2022

▶工夫・留意点

- ・施肥マップ作成はセンシングデータを参考にユーザ自ら行う必要がある
- ・30a 区画の条件で移植期 5 月第 2~第 5 半旬の場合、負担面積 53ha(導入下限 22ha)程度(可変施肥田植機)
- ・30a 程度の長方形区画で 9 月刈取の場合、負担面積 32ha(導入下限 31ha)程度(収量・食味コンバイン)→麦類にも利用し稼働率を高める

取組イメージ(写真、図)

2021年

メッシュマップコンバイン

2022年

可変施肥機能付き田植機

単収 kg/10a

玄米たんぱく質含有率%

施肥マップの作成(営農管理システム上)

作成:2023 年 3 月 農業革新支援担当

(5) ICTを活用した水田の水管理支援システム ① 水田センサ

■ 技術概要

- ・ 遠隔地の水田の水位や水温を測定し、スマートフォン等からいつでも測定値を確認できる
- ・ 予め設定した水位を超過又は下回った場合、アラート通知を送信する機能が付いたものが多い
- ・ 水位・水温データが記録されるため、グラフ表示機能を使って水管理内容の振り返りができる

■ 期待される効果

- ・ 主に遠隔地にある水田の水管理の見回り時間の低減、効率的な見回り
- ・ 不要なかけ流しの防止による用水の節約・有効利用
- ・ 水管理の適正化による水稻の生育・収量・品質の安定化

■ 課題・留意点

クラウドとの通信方式により、長所・短所がある。

(1) 基地局を経由して通信する方式（親機：基地局（SIM 内蔵）、子機：センサ）

センサ（子機）と基地局（親機）を省電力無線通信網（LPWA）で結び、基地局から携帯電話の通信回線でクラウドと結ぶ方式。基地局とセンサの最大通信距離は2～4 km 程度（左図）。

【特 長】

子機・親機間の通信料は不要で基地局単位で通信料が必要となるため、親機当たりの子機が多いほど通信費を抑制できる。団地化された水田にセンサを多数設置したい場合に適する。

※近年は、基地局の設置及び通信料を無償とする製品もある

【留意点】

子機・親機間の通信距離が長い、障害物や起伏が多い場合は、電波が届かず通信が不安定になる場合があるため、親機や中継機を追加する必要がある。

(2) センサ単独で通信する方式（SIM 内蔵）

センサ毎に携帯電話の通信回線でクラウドと結ぶ方式。（右図）。

【特 長】

携帯電話の通信エリアであればどこでも設置可能

【留意点】

センサ1台毎に通信契約が必要であり、台数見合いで費用が増加するため、分散する水田の代表値として遠隔監視する場合に適する。



図 水田センサの通信方式

左：基地局経由方式 右：センサ単独方式

(6) ICTを活用した水田の水管理支援システム ② 遠隔自動水管理システム

■ 技術概要

(1) スマートフォン等から、クラウドを介した遠隔操作により、給水バルブやゲートを任意に開閉できるほか、設定水位まで自動で給・排水する制御運用が可能。

(2) 遠隔自動水管理システムの基本構成 (図1)

- 給水バルブやゲート、あるいは落水口のパイプを動かすアクチュエータ (子機)
 - ⇒ 水位センサ・モータ・通信用アンテナ・電源 (ソーラーパネル+バッテリー、又は乾電池)等を統合した機器
- アクチュエータとクラウドを中継する基地局 (親機 ※呼称は他に「中継機」「データ通信機」等)
 - ⇒ 子機とクラウドを結ぶアクセスポイント。子機との通信は省電力通信網 (LPWA) で行い、クラウドとの通信はモバイル通信回線 (3G・LTE) 等で行う。
- 情報通信端末 (手持ちのスマートフォンやタブレット PC 等)
 - ⇒ 制御命令の送信、動作状況の確認に使用。複数の圃場を一元的に管理できる。



図1 システムの構成例

遠隔・自動水管理システムの例
(国研) 農研機構農村工学研究部門
主導により開発されたシステム

⇒ 現在、商品名「WATARAS」として市販されているもの

(3) バルブ・ゲート開度の調節や、動作スケジュールの設定 (日時と期間の指定、夜間のみ給水など) もできるほか、動作トラブル時 (ゴミ詰まりで給水が止まらない場合など) にモータのトルクやバルブ開度、水位等の異常を検知してユーザの端末に送信するアラート機能も実装されている。

また、機種によっては、間断かんがい・かけ流しなどの設定ができるものや、水位・水温のモニタ表示と記録・グラフ表示 (水田センサと同一の機能) を備えたものもある。

■ 期待される効果

- どこでも端末操作で水管理ができるため、水見作業の大幅な省力化が可能 (図2)
- 設定水位での自動制御により、無駄なく給水できるため、用水の節約・有効利用が可能。
- 多数の圃場の水管理の適正化による水稲の生育収量・品質の安定化

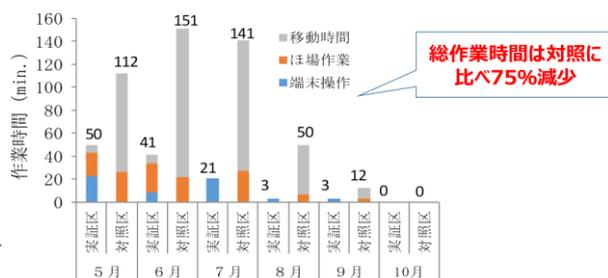


図2 自動水管理システムの省力効果

- 実証区: 遠隔・自動水管理システム (区画80m×125m, 1筆)
対照区: 同システム無し (区画36m×100m, 1筆)
- 移動時間: 自動車利用 (片道1.2kmで条件統一)
- ほ場作業: 給水バルブ操作・排水口までの徒歩移動・排水口操作、その他水管理に直接関係する作業 (トラブル復旧対応等) の合計。
- 端末操作: ブラウザアプリへのログイン→起動→閲覧・遠隔操作→動作状況の確認→終了
- 水見の際の生育観察等の時間は含まない。

■ 製品例（県内で導入されている主なもの）

メーカー・機種名	概要
(株)ほくつう 「水まわりくん遠隔型」 	① 通信方式 ・ 親機-子機方式(Wi-Sun) ・ 子機との通信可能距離 500m(設定によりマルチホップ運用可) ② 特徴 ・ 同社「エアダスバルブ」又は開水路のみ適応 ・ 取り外しが簡単でバルブ詰まり時の対処が容易 ・ 水位・水温はオプション ・ 内蔵タイマーによるスタンドアロン運用が可能
(株)クボタケミックス 「WATARAS」 	① 通信方式 ・ 通信集約型(LoRa)、個別直接通信型から選択 ・ (通信集約型)通信子機との通信可能距離2~4km ② 特徴 ・ 複数種のバルブ、開水路に対応 ・ 給水側だけでなく、排水側にも取り付けて連携運用ができる ・ 水位・水温のモニタ・グラフ表示、データのダウンロードが可能 ・ 給水開始水位のマージン設定や間断かんがい・かけ流しなどのやや複雑な水管理も設定できる
(株)farmo 「水田ファーム」 	① 通信方式 ・ 親機-子機方式(LoRa) ・ 子機との通信可能距離2~4km ② 特徴 ・ 開水路、一部の給水栓に対応 ・ 導入・ランニングコスト共、安価 ・ 水位データのモニタ・グラフ表示可、ダウンロード機能あり ・ 水田センサの単独運用も可

■ 課題・留意点

(1) 対象となる水田の給排水設備に適合することを事前に必ず確認する。

機種と給水口の組み合わせによっては、対応できないものや、専用アタッチメントが必要となる場合がある(表1)。また、パイプラインの給水口の水圧が高すぎる場合や水源に粗雑物が多い場合など、機種によっては対応できない場合があるので、メーカー・販売店、指導機関等に相談して適合や解決方法の有無を確認する。

表1 県内にある主な給水バルブの型式と自動水管理システムの適合例

型式	不明	積水化学工業 エアダスバルブ50A	旭有機材 アングルバルブ50A	旭有機材 自由型アングルバルブ80A	マサル工業 フィールドバルブ50A
外観					
WATARAS	×	×	△※	△※	○
水まわりくん	×	○	×	×	×

○：対応している △：※条件を満たせば対応できる ×：対応しない

※ シャフト延長用の専用アタッチメントが必要（+50Aはアクチュエータ支持用ステーが必要）。

(2) 通信可能距離は目安であり、障害物の有無や地形によって大きく変わる (図3)。

建物や起伏の多い地域では、通信可能距離が短くなる場合があり、特に山林や法面、建物に接している水田では、距離が短くても通信状態が悪い場合がある (図2の F-3 圃場)。基地局のアンテナの高さを変えると改善する場合もあるので、事前に必ず、メーカー・販売店に相談する (場合によっては通信状況の調査を実施)。



図3 通信状況の調査 (陸前高田市)

吹出しの枠色が赤：通信不可

黄：不安定

黒：通信可

凡例

★ 通信基地局

● 測定点



水稲	水田の水管理の省力化	花巻市 農事組合法人 Y
-----------	-------------------	--------------

省力化	軽労化	作業安全	コスト低減	収量品質向上	一元化	多能工化
-----	-----	------	-------	--------	-----	------

▶ 背景・目的 水田の水管理システム活用による生産性向上
▶ 導入技術 自動給水栓 WATARAS 6 台 (給水側のみ、エアダスバルブ→フィールドバルブに換装)、【実証】2018 年
▶ 導入効果 (感想) 水管理自体はほとんど機械任せでよかった。管理は非常に楽。
▶ 工夫・留意点 <ul style="list-style-type: none"> ・ 補助事業等による導入コストの低減が必要。 ・ そのまま装着できないバルブでも、アタッチメント等対応が欲しい。降雪のある地域では、冬期に取り外しが必要。 ・ 基地局は、経営体単位で保有するより、インフラとして共用出来るようになればいいのでは。
取組イメージ(写真、図)
<div style="display: flex; align-items: flex-start;">   <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 10px; width: 35%;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">労働時間(試算値:6月1日～8月11日落水)</p> <p style="margin: 0;">慣行水管理の場合 9.7hr/3ha/6筆</p> <p style="margin: 0;">【ほ場作業3.1hr,移動6.6hr】</p> <p style="margin: 0;">WATARAS設置時3.0hr/3ha/6筆</p> <p style="margin: 0;">【端末操作1.5hr,ほ場作業0.83hr,移動0.67hr】</p> <p style="margin: 0; text-align: center;">→ 省力効果 慣行△69%</p> </div> </div>

作成:2023 年 3 月 農業革新支援担当

水稲	水田水管理システムを用いた生産性向上	JAいわて中央管内経営体 水稲 8.5ha
-----------	---------------------------	-----------------------

省力化	軽労化	作業安全	コスト低減	収量品質向上	一元化	多能工化
-----	-----	------	-------	--------	-----	------

▶ 背景・目的 水田水管理システムを用いた生産性向上
▶ 導入技術 自動給水ゲート ファーム給水ゲート、【実証】2020 年、自動給水バルブ ファーム給水バルブ【実証】2023 年
▶ 導入効果 <ol style="list-style-type: none"> ① 圃場の水見回数が減った ② 水尻の水位をもとに給水管理できるので使いやすい
▶ 工夫・留意点 <ul style="list-style-type: none"> ・ 圃場の均平がとれていることが重要である ・ ゴミが詰まりやすい圃場への設置は予め避ける ・ 両製品とも単独では使用できず、ファーム水位センサが必要
取組イメージ(写真、図)
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">写真:給水ゲート(左)、自動給水バルブ(右)</p>

作成:2024 年 3 月 JA全農いわて営農支援部

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

水田の水管理システム活用による生産性向上

▶導入技術【実証】2021年から2022年

自動給水栓 WATARAS 2台(給水側のみ)

▶導入効果

- ・水管理作業時間(試算)67%削減
- ・自動給水を利用した高温登熟対策で胴割れ粒率を削減

▶工夫・留意点

一筆の面積が大きいほど面積当たりの機械利用経費は低減する。

法人の水管理委託料と比較して経済的な区画は110a/筆以上と試算された。(中継器1台に対して上限の子機40台を導入する場合)

取組イメージ(写真、図)



写真:設置の様子



図1 水管理作業時間の比較

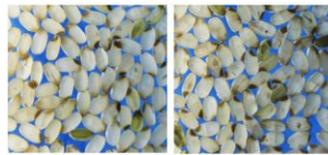


図2 胴割れ粒の観察画像

表 グレインスコープによる胴割れ粒率調査結果 (R3)

胴割れ粒率 (%)	
WATARAS (日中落水・夜間灌漑)	19.1
慣行水管理	40.3

作業内容⇒	端末操作	圃場への移動時間	圃場作業
自動(WATARAS)	端末確認・操作 49回	設定後の動作現地確認 8回	水戻操作・圃場内移動 5回
手動(慣行)		水見・閉栓 57回	水戻操作・圃場内移動 5回 給水バルブ操作 8回

作成:2023年3月 中部農業改良普及センター

(7) 農薬散布用ドローン

■ 技術概要

- ・ 薬液タンクと散布ノズルを搭載した無人マルチローターを飛行させ、農薬・肥料等を空中散布
- ・ 粒剤散布装置の取り付けが可能な機種もある
- ・ 比較的安価で購入しやすく、移動運搬が容易

■ 期待効果

- ・ 従来の動力散布機に比べ、作業人員及び作業時間の削減
- ・ 産業用無人ヘリコプターでの散布が困難な山間部や矮小ほ場での防除の効率化
- ・ ピンポイント散布による農薬の効率的使用により環境負荷低減

■ 課題・留意点

- ・ 農薬散布するためには事前に許可・承認申請が必要（国土交通省）
- ・ 国土交通省や農林水産省、地方公共団体が示すガイドライン等を確認、十分に安全対策を図る
- ・ 鉄塔、送電線などの危険か所周辺では飛行を避ける（物損事故が多く報告）
- ・ いわゆるドローン保険に加入し、賠償責任や機体に対する補償を確保する
- ・ 連続作業する場合は、予備バッテリーや薬液タンクを確保する
- ・ 作目や対象病害虫によっては、十分な薬剤の効果が見込めないものがある
- ・ ドローン防除に対応した農薬の一層の登録拡大が待たれる

■ 実装技術例（製品例）

メーカー・機種名	概要				
	積載量	最長飛行時間	最大散布幅	重量(バッテリー除く)	1フライト最大散布面積
丸山製作所 MMC1501	9L	16分	(4m)	11.9kg	1ha
YAMAHA YMR-08AP	10L	(15分)	5m	27.0kg	1ha
DJI AGRAS T10	8L	8.7分	6m	12.2kg	1ha
AGRAS T20	16L	8.5分	7m	23.1kg	1.5ha
AGRAS T30	30L	7.8分	9m	26.4kg	1.5ha

丸山製作所 MMC1501



YAMAHA YMR-08AP



DJI AGRAS T20



各製品 HP から引用

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

ドローンの自動飛行により薬剤散布を行い、産業用無人ヘリコプターでの散布に要する人員を1/3に削減

▶導入技術

農薬散布用ドローン (株)ナイルワークス Nile-T20、【実証】2020~2021年

▶導入効果

- ・分散小区画圃場での10aあたり延べ作業時間は、無人ヘリ防除が0.21時間に対し、自動飛行ドローン防除では0.1時間に短縮
- ・オペレーター1名で作業できることから、作業分散が可能(第三者の立ち入りを確実に制限すること)
- ・自動飛行のため、経験の浅いオペレーターでも一定の作業精度、能率での薬剤散布作業が可能

▶工夫・留意点

- ・オペレーター1人での作業は、日中・夜間の目視内、又は日中の目視外での空中散布において、立入管理区画の設定等の安全確保が必要
- ・作目によっては、ドローンによる薬剤散布では薬剤が上手く付着せず、効果が劣る場合がある
- ・圃場が連担した広域エリアでの防除作業は、無人ヘリの方が効率的であるため、散布エリアの規模などに応じて使い分けが必要

取組イメージ(写真、図)



写真1: Nile-T20 本体と操作画面



写真2: 自動飛行ドローンによる防除

作成:2023年3月 農業革新支援担当

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

ドローンによる鉄コーティング散播での播種作業時間の短縮

▶導入技術

ドローン DJI 社製 MG1-SA を鉄コーティング種子散播作業に利用、【実証】2020年

▶導入効果

通常移植の春作業(播種+育苗+田植)40.44時間/haと比較すると、鉄コーティング散播(コーティング作業+散播)では8.15時間/haとなり、約80%の削減効果が見られた

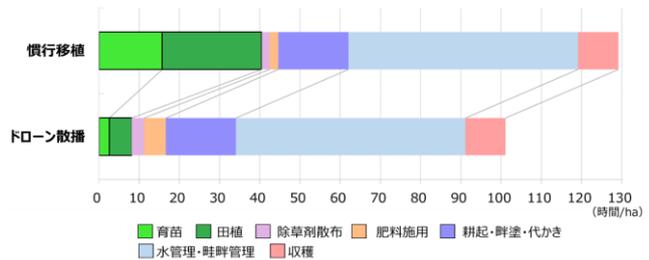
▶工夫・留意点

今回使用したドローンでは大量の鉄コーティング種子の積載が難しく、種子の補給やバッテリー交換等の回数が増え、時間を要した

取組イメージ(写真、図)



写真: 散播の様子



※1 育苗: ドローン散播は種子コーティング作業、慣行移植は播種~育苗までの作業時間
 ※2 田植: ドローン散播は散播作業時間、慣行移植は田植・苗補給・運搬の作業時間
 ※3 圃場は防除ドローン散布2回と中後期剤、慣行移植はジャンボ剤と中後期剤
 ※4 圃場は追肥あり ※5 乾燥調整はカントリー委託(時間は考慮せず)含まない。

図: 1haあたりの作業時間比較(聞き取り)

作成:2023年3月 JA全農いわて営農支援部

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

- ・ 農業ドローンの活用場面の拡大
- ・ 脱プラスチック被殻膜(マイクロプラスチック)対策としての、基肥一回施肥体系から基肥+追肥体系への移行

▶導入技術

高窒素成分肥料を用いた水稲のドローン追肥作業【実証】2022年、2023年

▶導入効果

- ・ 10aあたりの作業時間は2分弱～5分程度であった(肥料補給・バッテリー交換含む)
- ・ ドローン追肥に高窒素成分肥料を用いることで、散布時間の短縮が可能

▶工夫・留意点

- ・ 積載量の大きい機体ほど肥料補給等の回数が減り、作業効率上がる

取組イメージ(写真、図)



写真:肥料補給の様子

JA B.B. 肥料
ドローン用追肥肥料

保証成分量 (%)

窒素	カリ
40	5

1袋(10kg)あたり成分量
窒素4kg カリ0.5kg

特長

施肥の省力化 最高散布量 40%まで高められます。そのため、施肥量の削減が可能です。また、10kg/袋での施肥機投入量が削減できます。	ドローン散布用 粒径を揃えており、散布時のムラが少なく散布することができます。
---	---

使い方

●散布量 20～40kg/10a

※土壌条件等による散布量を調整してください。
※散布量の多い場合は散布機を複数台で作業してください。
※散布機は必ず10aに散布機が対応できるようにしてください。
※散布機は必ず10aに散布機が対応できるようにしてください。

販売 JA全農グループ 販売 <お問い合わせ>



ドローン追肥用高窒素成分肥料

作成:2024年3月 JA全農いわて営農支援部

(8) リモコン除草機

■ 技術概要

急傾斜地等の除草作業に使用でき、リモコンによる遠隔操作で草刈りができる。

■ 期待効果

- ・ 危険な急傾斜地でも安全に除草作業ができる
- ・ 刈払機や自走式草刈機での作業に比べて作業時間を削減することができる
- ・ 作業者の労力負担が軽減され、長時間の連続作業が可能となる

■ 課題・留意点

- ・ 各機種で刈り幅や除草機の幅が異なるため、作業する畦畔法面に合った機種を選定する
- ・ リモコン操作に慣れる必要がある
- ・ 畦畔や法面の上端、下端に刈り残しが発生する
- ・ 雑草が少ない場所や降雨後等の接地面が濡れている場合、対応斜度以下の傾斜であっても作業時に機体が滑ることがある

■ 実装技術例（製品例）

メーカー・機種名	概要
(株)クボタ・ラジコン草刈機 ARC-500	斜面に立つことなく、安定した場所から機械操作が可能。法面でも安定した走行が可能。
(株)アテックス・クローラ型草刈機 RJ700「神刈」	走行はモーター、草刈はエンジンのハイブリッド仕様。作業角度に応じて自動でエンジンを傾斜させ、最大45°の傾斜で作業可能。



画像 クボタ・ラジコン草刈機 (ARC-500)



画像 アテックス・クローラ型ラジコン草刈り機
RJ700「神刈」

各メーカーHPより引用

水稲	畦畔草刈りの作業能率の向上	(株)西部開発農産 畦畔管理
----	---------------	----------------

省力化	軽労化	作業安全	コスト低減	収量品質向上	一元化	多能工化
-----	-----	------	-------	--------	-----	------

<p>▶背景・目的 遠隔操作の草刈機と刈払機による草刈り作業を組み合わせ、草刈り能率を上げる。</p>
<p>▶導入技術 B 社遠隔操縦除草機を除草作業に利用【実証】2020~2021 年</p>
<p>▶導入効果 ・ 法面の除草について、遠隔操作草刈機と刈払機の組合せ作業により、約1.8倍の作業能率が得られた。 (中山間地の小区画圃場において、刈払機3人作業に対し、刈払機3人+遠隔操作草刈機1人の組合せ作業を比較した結果)</p>
<p>▶工夫・留意点 ・ 遠隔操作草刈機で除草後の残草を、刈払機で除草する組合せ作業で作業能率を高めている ・ 導入した遠隔操作の草刈機は刈幅が広い、畦等には利用できない ・ 利用したい場所の刈幅や傾斜角度、適用規模等を事前に決めた上で機種選定し、活用することが必要</p>
<p>取組イメージ(写真、図)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真1 実演会の様子</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真2 遠隔操作草刈機と刈払機の組合せ作業</p> </div> </div>

作成:2023年3月 農業革新支援担当

共通	ラジコン草刈り機による斜面の除草作業	紫波町 施設敷地内
----	--------------------	-----------

省力化	軽労化	作業安全	コスト低減	収量品質向上	一元化	多能工化
-----	-----	------	-------	--------	-----	------

<p>▶背景・目的 本実証で用いた機体は斜面の除草作業に特化した構造である。農業現場における斜面での草刈りを想定した実演を行う。</p>
<p>▶導入技術 ラジコン草刈機(クボタ製ラジコン型草刈機 ARC-500)、【実証】2020 年</p>
<p>▶導入効果 ・ ヨモギ等の草丈 50cm 以上の雑草も刈れた ・ 機械の操縦に不慣れた初心者でも簡単に扱える ・ 降雨後の滑りやすい斜面でもほとんど横滑りせず直進できた、小回りが利きやすい</p>
<p>▶工夫・留意点 幅が狭く急角度な水田畦畔の作業には適さない</p>
<p>取組イメージ(写真、図)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>

写真:ARC-500の実演会と作業後の様子

作成:2023年3月 JA全農いわて営農支援部

(9) ロボット除草機

■ 技術概要

- ・ エリアワイヤー等を敷設して作業範囲を指定することで、自律的に園地を移動して雑草を刈る
- ・ バッテリー駆動のため残量が少なくなると、充電ステーションに自動帰還する

■ 期待効果

- ・ 従来の有人による機械除草と比較して作業時間を削減することができる
- ・ 概ね7日間程度で30aの刈り取りが可能(100V電源使用の場合)

■ 課題・留意点

- ・ 太陽光発電ユニットからの電力供給の場合、天候等により稼働時間が短くなる
- ・ 傾斜角度により稼働できない機種がある
- ・ 樹体や支柱に隣接している部分は刈り残しが生じる場合がある
- ・ 園地が離れていると、エラー通知が届かない場合がある

■ 実装技術例(製品例)

メーカー・機種名	概要
和同産業株式会社 KRONOS(MR-300)	最大作業領域 3,000 m ² 可動範囲にエリアワイヤーを設置する必要がある。スマートフォンで指示を出せる。バッテリー残量が少なくなると自動で充電ステーションに帰り、充電完了後草刈り作業を再開する。
ハクスバーナ AUTOMOWER(430X)	作業エリア能力 3,200 m ² スマートフォン専用アプリで、いつでも、どこからでも状況を知ることができ、アプリから操作することもできる。



和同産業株式会社 KRONOS(MR-300)



ハクスバーナ AUTOMOWER(430X)

果樹

果樹園の草生管理の省力化

紫波町 りんご 30a、ぶどう 30a、岩手町 りんご 10a、北上市 りんご 10a、奥州市りんご 15a、30a、大船渡市りんご 30a、
醸造用ぶどう 20、a二戸市りんご 30a

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

草生管理の省力化、平坦地と傾斜地での適応性の確認

▶導入技術

ロボット草刈機(和同産業株式会社製 KRONOS (MR-300))、【実証】2020 年

▶導入効果

- ・ 概ね7日間で、30aの刈取りが可能(100V電源使用の場合)
- ・ 太陽光パネル型の電源供給では10日間で全体の7割ほど除草できた(10日間の総稼働回数14回)
- ・ 従来の有人による機械除草(乗用モア)より省力的、除草に要する経費は慣行とほぼ同等
- ・ 平地では問題なく草刈り可能だが、傾斜地では圃場をある程度整える必要がある

▶工夫・留意点

- ・ 太陽光発電ユニットからの電力供給の場合、天候により稼働時間が短くなる
- ・ 障害物、支柱等の圃場整備が必要
- ・ 通信距離が短い(Bluetooth)ので、圃場が離れているとアプリからのエラー通知が届かない
- ・ エリアワイヤーの断線に注意が必要

取組イメージ(写真、図)

充電ステーション



エリアワイヤー埋設部分



設置日(5/12稼働前)



設置2日後(5/14)



設置50日後(7/3)



作成:2023年3月 農業革新支援担当

(10) 環境モニタリング

■ 技術概要

施設内外の環境（温湿度、CO₂濃度、日射、風速等）を各種センサで自動測定し、その測定値（環境データ）をタブレット等において確認できる。

■ 期待効果

- ・ 施設内の環境を確認でき、遠隔地からでも作業員等に作業指示が可能となる
- ・ 施設内環境の見える化により、環境改善への意識醸成と実践が図られる
- ・ 環境データに基づく施設内環境の改善により、収量や品質の向上が可能となる

■ 課題・留意点

- ・ 環境データと生育状況から栽培管理に反映するための分析能力の習得が求められる
- ・ 分析結果に応じ、最適な管理（温度管理、飽差管理等）を実践するスキルが必要

■ 実装技術例（製品例）

メーカー・機種名	概要
(株)ティアンドデイ(T&D) おんどとり子機「CO ₂ 湿度温度データロガー」(RTR-576-S) おんどとり親機「モバイルベースステーション」(RTR500BM)	① モニタリング内容 温度、湿度、CO ₂ 、その他(子機追加で多様なセンサが接続可) ② 通信方式 親機をPCと接続することでデータ収集、グラフ表示可能。 SIM を内蔵できる親機は、直接クラウドサービスを利用できる (データ保存容量により無料～有料)
(株)誠和。 プロファインダー	① モニタリング内容 温度、湿度、CO ₂ 、日射、風速等 ② 通信方式 PCと接続してデータ収集、グラフ表示可能。通信ボックスの追加と有料会員登録により、クラウドを利用した遠隔監視も可能
(株)IT工房Z あぐりログ	① モニタリング内容 温度、湿度、CO ₂ 、その他(オプション) ② 通信方式 通信機能付センサ BOX は電源接続だけで自動でクラウドに接続
(株)サカタのタネ、(株)アルスプラウト クラウド連携型 DIY 環境制御システム「アルスプラウト」内気象ノード・簡易外気象センサ	① モニタリング内容 内気象:温度、湿度、飽差、CO ₂ 、日射、土壌(水分、EC 等) 外気象:風向、風速、温度、湿度、雨量、照度、紫外線 ② 制御ノードを加えることで、環境制御技術の導入も可能 ③ ユビキタス環境制御システム(UECS 規格)で動作

おんどとりシリーズ	プロファインダー	あぐりログ
 <p>CO₂ 湿度温度データロガー(左) モバイルベースステーション(右)</p>		

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

施設内環境をデータで把握し、効果的、効率的な栽培管理を実施する

▶導入技術

環境モニタリング装置(サカタのタネ アルスプラウト)

▶導入効果

遠隔地でも環境データが確認でき、作業員に管理作業の指示が可能
経時的な環境・成育データのウイクリーレポートを活用した解析、把握により、今後必要な管理作業の予測が可能

▶工夫・留意点

環境データに基づく、適正環境の実現には、従来の管理技術では限界があるため、将来的には段階的な環境制御機器の導入が必要

取組イメージ(写真、図)



図1 アルスプラウトクラウドのモニタリング画面



図2 ウイクリーレポート(週間環境自動計算シート)

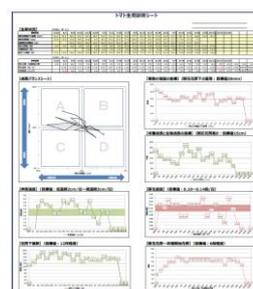


図3 ウイクリーレポート(成育診断シート)

作成:2023年3月 農業革新支援担当

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

- ・ 奥州地域の主力品目であるピーマンを対象に、モデル農家5戸において環境モニタリング機器等を導入し、データ活用に向けた取組を実践
- ・ テラスマイル株式会社及びJA 岩手ふるさと、県関係機関により、「岩手奥州地域データ活用型果菜産地づくりコンソーシアム」を結成し活動

▶導入技術

環境モニタリング装置(株式会社誠和 プロファイナダーNEXT)、経営管理クラウドサービス(テラスマイル株式会社 RightArm)

▶導入効果

- ・ 生産者間で相互巡回を行う産地勉強会を開催、生産者同士のデータ共有、比較分析をすることで、栽培管理に対する改善意識が向上

▶工夫・留意点

- ・ 植物生理・生産環境等の基礎を学ぶ学習会や、データ活用等の研修会を開催して基礎知識を習得するようにした
- ・ 定期的に学習会や相互ほ場巡回を行い、データ活用に関する実践的な知識・ノウハウを習得するようにした
- ・ ワークショップや学習会を通じて、現状把握、課題整理、目標設定、改善案、実践計画を作成した

取組イメージ(写真、図)



図1 相互ほ場巡回の様子1



図2 相互ほ場巡回の様子

作成:2024年3月 農業革新支援担当

(11) 複合環境制御

■ 技術概要

生育ステージや季節変化等に応じた施設内環境値を設定し、理想的な施設の開閉管理、温度管理、飽差管理等が実現できる。

■ 期待効果

- ・ 生育状況や環境データに基づき、遠隔地からでも施設内環境の自動制御が可能
- ・ 自動的に施設内環境を制御することにより、収量や品質の向上が可能となる

■ 課題・留意点

- ・ 環境や生育データを読み解く力、環境データ等を参考に環境設定する力が必要
- ・ 機種によっては既存付帯設備・機器と接続できない場合があるので、事前の確認が必要
- ・ 環境制御機器の故障等に対応できるよう、応急処置程度の保守管理の技術習得が必要

■ 実装技術例（製品例）

メーカー・機種名	概要
三基計装株式会社 複合環境制御盤 「FARMATE」	① 日の出・日の入時刻を基準に8時間帯で気温、飽差、CO ₂ 、日射を自動制御 ② 換気と連動した制御ロジックを実装(炭酸ガス、ミスト加湿、屋外風速) ③ 病害発生抑止のための加温除湿機能 ④ 日射比例と間欠タイマーの組み合わせによる効率的なかん水制御が可能 ⑤ ユビキタス環境制御システム(UECS 規格)で動作
株式会社誠和。 統合環境制御システム 「プロファインダー NEXT80」	① 環境測定装置「プロファインダー」および外気象センサーによるハウス内外の環境のモニタリングと生産者目線でこだわった表示・設定画面。 ② ゆるやかに温湿度を変化させたいときの「傾斜時間」設定や変化する日射量に合わせた温度設定の微調整など、作物のことを考えた機能も充実。 ③ 1分間隔に計測される環境データだけでなく、接続した各種機器(暖房機、自動カーテン装置など)の動作情報も表示、蓄積できる。

FARMATE



複合制御盤



UECS-IF 盤

Next80



(引用元:農林水産省 スマート農業技術カタログ)

※複合環境制御装置に接続し、施設内環境を制御するため、以下の環境制御機器等が必要となる。



暖房機



自動開閉装置



炭酸ガス発生装置



加湿装置

施設野菜 複合環境制御盤「FARMATE」を用いた夏越し長期どりミニトマト栽培 盛岡市 (株)大道古川農園 ミニトマト 16a

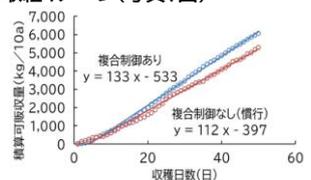
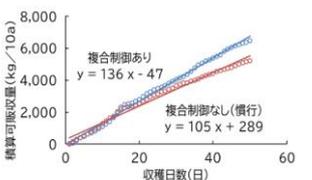
省力化 軽労化 作業安全 コスト低減 収量品質向上 一元化 多能工化

<p>▶背景・目的 複合制御盤で環境制御機器（自動換気装置、炭酸ガス発生機、加湿装置等）の制御を実施し、単収や品質向上を図る</p>
<p>▶導入技術 複合環境制御盤（三基計装機） FARMATE）、自動換気、炭酸ガス発生機、低圧ミスト、暖房機</p>
<p>▶導入効果 環境制御技術により、単収約 16t/10a を確保（地域平均単収約 6t/10a）</p>
<p>▶工夫・留意点 単収向上に伴い増加した収穫作業に対応した人材確保、労務体制の整備</p>
<p>取組イメージ(写真、図)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>複合制御盤 FARMATE</p>  <p>複合制御盤 UECS-IP 盤</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>暖房機</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>炭酸ガス発生機</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>加湿装置（低圧ミスト）</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>自動換気装置</p>  </div> </div> <p>写真1 導入した環境制御機器</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真2 成育調査</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真3 ミニトマトの着果状況</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真4 園場での研修会開催</p> </div> </div>

作成:2023年3月 農業革新支援担当

施設野菜 複合環境制御盤「FARMATE」を用いたきゅうりの加温半促成、抑制栽培 奥州市 (株)oilLine きゅうり 32a

省力化 軽労化 作業安全 コスト低減 収量品質向上 一元化 多能工化

<p>▶背景・目的 複合制御盤で環境制御機器（自動開閉装置、炭酸ガス発生装置、加湿装置等）の制御を実施し、単収や品質向上を図る</p>
<p>▶導入技術 ・ 既存の連棟パイプハウスに以下の制御機器を導入し、複合環境制御を実施【実証】2018~2020年 ・ 複合環境制御盤（三基計装機） FARMATE）で、以下の制御機器を集中管理、複合制御を実施 【自動換気（既設）、炭酸ガス発生機、低圧ミスト、暖房機（既設）、保温カーテン（1層→2層）、隔離床、液肥混入器】</p>
<p>▶導入効果 ・ 加温半促成と加温抑制の2作合計収量で約 24t/10a を確保（慣行区 21.7t/10a） ・ 従来の温度制御のみの環境管理に対し、複合環境制御では 12%増収、31%の増益</p>
<p>▶工夫・留意点 ・ 排水不良や土壌線虫等により導入効果が劣るハウスもあるため、排水対策や土壌消毒などの対策も必要 ・ 実証では排水不良や土壌病害虫対策として、有機質培地（三研ソイル）による隔離栽培を導入 ・ 単収向上に伴い収穫作業が増加するため、人材確保、労務体制の整備が必要となる</p>
<p>取組イメージ(写真、図)</p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">  <p>図1 加温半促成栽培の積算収量(2022)</p> </div> <div style="flex: 1;">  <p>図2 加温抑制栽培の積算収量(2022)</p> </div> <div style="flex: 1;">  <p>写真1 導入した複合制御盤「FARMATE」</p> </div> <div style="flex: 1;">  <p>写真2 栽培状況(CO₂局所施用)</p> </div> </div>

作成:2023年3月 農業革新支援担当

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

従来のタイマーなどを利用した個別運転では、複数の機器を活用したハウス内環境の維持は難しい。そこで、従来の個別運転よりも最適な生育状況を維持し続けやすくする複合環境制御盤の導入により、単収や品質向上を図る。

▶導入技術

複合環境制御盤(㈱誠和 Next80)を用いて、自動換気、炭酸ガス発生機、暖房機を制御し、適切なハウス内環境を作り上げる。

▶導入効果

環境制御技術の導入とそれによる周年栽培により、平均単収約 37t/10a を確保(地域平均単収約4t/10a)

▶工夫・留意点

- ・ 週1回のミーティングでは、生育状況や環境データを記録したウィークリーレポートを活用し、次回の管理方針を決定
- ・ 従業員のミーティング参加により栽培管理能力が向上
- ・ フリーの栽培記録アプリを活用し、独自開発した Excel アプリとの連携により労務管理を効率化
- ・ 単収向上に伴い増加した収穫作業に対応した人材確保、労務体制の整備

取組イメージ(写真、図)



作成:2024年3月 盛岡農業改良普及センター

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

小型光合成促進機で二酸化炭素を局所施用し、単収向上を図る

▶導入技術

パイプハウスに小型光合成促進機(㈱長府製作所、KCA-1000)を導入【実証】2020-2022年

▶導入効果

二酸化炭素の局所施用により、早熟と抑制の2作型の合計で2.6t/10a(17%)程度増収し、導入面積(4a)当たり約8万円増益した

▶工夫・留意点

小型光合成促進機は二酸化炭素以外に制限要因(減収要因)があると効果が発揮できない
光合成は受光量を増やすと効率が良くなるため、適度に栽植株数を増やし、節数を増やす管理が必要
増収・生育促進により養水分要求量が増加するため、施肥・かん水不足に注意

取組イメージ(写真、図)



写真1 小型光合成促進機

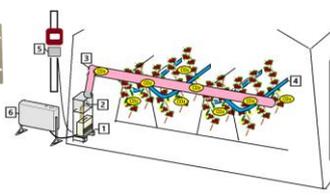


図1 二酸化炭素(CO₂)の局所施用(模式図)



図2 増収効果

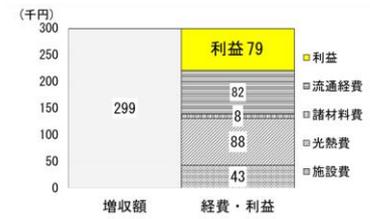


図3 導入面積(4a)当たりの収益性

作成:2023年3月 農業革新支援担当

(12) 牛の遠隔監視システム

■ 技術概要

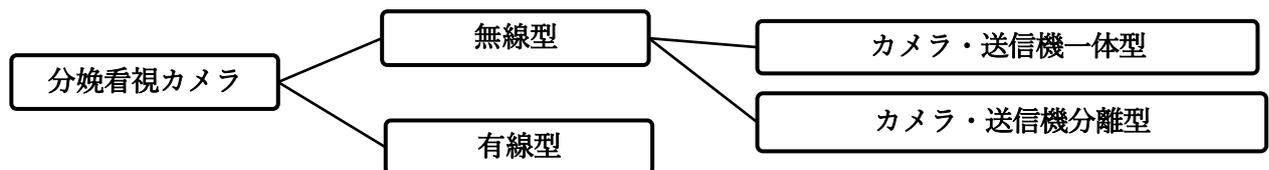
分娩は昼夜関係なく起きるため、分娩の介助や分娩直後の子牛の処置等に備えて分娩を看視することは、飼養者にとって体力的にも精神的にも大きな負担となる。それを比較的安価で設置の容易なカメラを活用して分娩を看視することにより、分娩事故の防止や精神的な負担の軽減を実現する。

■ 期待効果

分娩事故の防止、飼養者の精神的な負担の軽減

■ 課題・留意点

1. 分娩看視カメラの基本パターン



2. 分娩看視カメラのパターンの選び方

1. 牛舎と家が繋がっていて外を通らない

(線が、降雪等の影響を受けないか、機械作業の邪魔にならないか)

【イエス】 ⇄ 有線型 (比較的安い)

【ノー】 → 無線型 (わずらわしい配線がない。)

2. 分離型・一体型の選択

カメラを動かす可能性が低い(分娩場所が決まっている等)→カメラ・送信機一体型

カメラを動かす可能性が高い(分娩場所が決まっていない等)→カメラ・送信機分離型

3. 分娩看視カメラ必要資材

必要○ 不必要× 条件により必要△

		有線型	無線型
カメラ (単体)		○	×
カメラ (送受信機含み)	一体型	×	○
	分離型	×	○
映像ケーブル (送信機側)		○	△
映像電源 (+音声) ケーブル (受信機側)		×	△
アンテナ延長コード		×	△

※その他、要望により「音声マイク」や「追加カメラ」など追加可能

※カメラの性能 (主に赤外線照射距離の長さ) 等により金額は変わります

※カメラ画素数は約 30 万画素あれば鮮明に見えます。画素数が増えるほど遠くからでも鮮明にみることが出来ます

※20FPS 程度あれば滑らかな動画で見ることが出来ます

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

自宅から約10km離れた牛舎まで通勤していることから、牛舎と自宅の往復を最小限にし、分娩事故の防止、飼養者の精神的な負担を軽減する

▶導入技術

分娩監視カメラ(市販のWebカメラ(録画機能付き)、スマートフォン)

▶導入効果

- ・離れた牛舎と自宅の往復を最小限にしながら分娩時の看視を徹底している
- ・家族と外出しやすくなり、導入前よりも分娩看視の目がいきとどくようになった
- ・いつでも分娩予定牛を確認できるので、牧草収穫作業をロスなくこなすことが可能になった
- ・録画機能により数時間前の状況を確認することが可能

▶工夫・留意点

- ・牛舎に通信環境とPC端末を整備

取組イメージ(写真、図)



作成:2023年3月 農業革新支援担当

(13) 発情発見装置

■ 技術概要

牛が発情期に近づいたときの牛の行動量や体温等が変化することに着目したシステム。牛一頭ごとにセンサーを取り付け、行動データから発情の兆候を把握し、農場にある表示盤や農家の携帯電話やスマートフォンにメール等で通知します。これにより、牛舎を見回って一頭ずつ牛を確認する必要がなくなり、発情の兆候を事前に予測して発情の見逃しを防ぎます。

■ 期待効果

- ・ 確実な発情の発見により種付け回数が削減される。発情兆候や授精適期がわかることで、効率的な種付けが実現できる。また、発情発見を確実にできるため、心理的な余裕も出てくる。
- ・ 肉用牛では、確実な種付けにより分娩間隔が短縮し、年間の出荷頭数が増加する。乳用牛では、受胎による乳量の確保も期待できる。牛の歩数情報を管理することにより、牛のケガや病気の兆候を推測することが可能となる。

■ 課題・留意点

- ・ システムによっては、平常時の活動量として100～200回の平均値を用いている場合があるので、平均値算出まで2週間程度必要となる場合がある
- ・ 発情発見率は高く、提示される授精適期での受胎率も高いが、実際には発情でない牛も発情通知することがあるため、目視による発情行動や外陰部・粘液の観察を併用することが必要

■ 実装技術例（製品例）

メーカー・機種名	概要
(株)コムテック ①スタンダード牛歩、②WEB牛歩、③牛歩10	歩数計タイプ①PCにて情報管理、②クラウドにて情報を管理、③1台の受信機で10台の送信機を管理(簡易版)
(株)リモート モバイル牛温恵	体温計タイプ 月額料金、契約期間は購入のときは月額料金、レンタルでは5年契約
(株)ファームノート ファームノートカラー	加速度計タイプ 初期費用、月額料金、牛舎構造により違う
デザミス(株) U-motion	加速度計タイプ 月額料金、価格は頭数、牛舎構造等により違う

※ 価格については、頭数、牛舎の構造、場所等により変わるので、導入には見積もりを取り業者と相談すること。

※ 発情発見装置は上記以外にも多数あるので、機種を比較して適した機種を導入すること。

省力化	軽労化	作業安全	コスト低減	収量品質向上	一元化	多能工化
-----	-----	------	-------	--------	-----	------

▶背景・目的 牛の発情を的確に把握し、分娩間隔を短縮することで子牛の生産率を高める
▶導入技術 発情発見装置(牛歩)
▶導入効果 <ul style="list-style-type: none"> ・ A農家(黒毛繁殖67頭)での平均分娩間隔は、449日→386日に短縮、B農家(黒毛繁殖20頭)では、416→413日の分娩間隔の短縮効果 ・ 発情の見逃しが無くなり、未発情に対して早期に治療、淘汰の判断が出来る ・ 分娩後の初回発情を見つけるのが楽になった ・ 分娩間隔が短縮し、産子数を増やすことが出来れば、導入費のほとんどは取れると考えている
▶工夫・留意点 <ul style="list-style-type: none"> ・ 飼料の給与方法の改善と一体的に取り組む必要がある
取組イメージ(写真、図)  <p style="text-align: right;">装着例(ネックタイプもあり)</p>

作成:2023年3月 農業革新支援担当

省力化	軽労化	作業安全	コスト低減	収量品質向上	一元化	多能工化
-----	-----	------	-------	--------	-----	------

▶背景・目的 牛の発情を的確に把握し、分娩間隔を短縮することで子牛の生産率を高める
▶導入技術 加速度センサーと牛群管理システム(ファームノートカラー)
▶導入効果 <ul style="list-style-type: none"> ・ 分娩後初回種付け日数の短縮および種付け回数の削減 ・ 空胎日数の短縮 ・ 牛情報の記録と閲覧がアプリによりオンタイムで容易に行える
▶工夫・留意点 <ul style="list-style-type: none"> ・ システムの通知に加え、目視で発情を確認することが肝要 ・ センサー装着を分娩1か月前から妊娠鑑定+までの期間とし、次の牛に付替えることで費用を抑えている
取組イメージ(写真、図)  <p style="text-align: right;">装着例</p>

作成:2023年3月 農業革新支援担当

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

分娩間隔の短縮と疾病予防、牛群管理

▶導入技術

加速度センサーと牛群管理システム(U-motion)

▶導入効果

- ・ 初回種付け日数や種付け回数が減少
- ・ 疾病牛の早期発見と早期治療
- ・ 観察時間や牛群記録時間の軽減
- ・ 牛群情報の共有

▶工夫・留意点

- ・ 発情等の通知後に目視で牛を確認することが大切、見る目を補完する機器である
- ・ 牛群情報を従業員や獣医師、授精師などと共有することで、素早い対応や牛群管理能力の向上に役立つ

取組イメージ(写真、図)



センサー装着例

作成:2023年3月 農業革新支援担当

(14) 経営・生産管理システム

■ 技術概要

- ・ 地理情報システム（GIS）を利用し、ほ場マップベースに経営体のほ場情報を設定し、そのほ場情報に関連づけて、ほ場単位で生産・作業・経営情報を入力・管理していくクラウド型システム
- ・ パソコン、タブレット、スマートフォン等の情報端末からデータの入力・閲覧が可能
- ・ 農業機械に搭載された通信機器からの情報通信より、ほ場毎の稼働状況や収量・品質データなどの記録が可能なシステムもある

■ 期待効果

- ・ 営農管理支援システムを利用することで、ほ場データや作業・生産管理データのデジタル化や見える化、組織内のデータ共有などに有効
- ・ システムに蓄積されたデータから、実績の振り返りや栽培計画・方法等の改善、収量予測等への活用が可能

■ 営農管理支援システムでできること

- ・ システムで利用可能な機能は、システム上にある機能と出力データの活用に分けられる（下表）
- ・ システム上にある機能では、主に、ほ場マップを活用したほ場管理、作業計画や実績等の記録とそのデータや自動集計データの閲覧などが利用できる
- ・ 出力データは Excel 等で出力され、各経営が把握したい内容について集計・分析することが可能

機能や項目		内容
システム自体の主な機能	ほ場データの管理	・GISベースのほ場マップで品目毎の作付面積、地権者情報等も管理可能
	ほ場単位の作業記録	・ほ場単位での作業・生産管理等の可視化
	作業計画・スケジュール管理(年・月・日)	・当該年度の作付計画や過去の作業履歴も確認可能
	作業指示書の作成	・登録された作業計画(ほ場図・作業内容等)から作成可能
	計画に対する作業進捗の把握・管理	・作業の実施状況(実施・未実施)がデータや地図で確認可能
	作業実績の記録	・作業日・ほ場・品目・作業・作業者・作業時間・機械・資材関係データが入力可能 ・生育記録、収穫・出荷・販売記録も入力可能
	作業実績の確認・振り返り	・ほ場単位での作業実績の確認・振り返り・過去との比較が可能
	品目毎のコスト・収支データ(限界利益のみ)	・資材関係データ(肥料・農薬・資材等)や販売情報を入力している場合は集計可能
	品目毎の集計データ	・品目毎の作業時間や使用資材関係データの集計データ閲覧が可能
	ほ場毎の栽培履歴データ(GAP 対応)	・GAP の認証取得に必要な情報データの整理が可能
入力データの出力機能	・Excel や CSV ファイルで作業実績データ等が出力可能	
農薬データベース	・(独)農林水産消費安全技術センターの農薬データベースの連携で使用農薬の確認可能	
連携する農業機械や外部サービスとの連携	・連携する農業機械の稼働状況の自動記録や外部のサービスとの連携も一部可能	
出力データの活用	作業毎の作業時間の集計	・職員毎の労働状況確認、賃金計算への活用
	品目毎の作業時間の集計	・品目毎の 10a あたり作業時間を活用した経営計画のシミュレーションが可能
	作業毎の作業時間の集計	・改善したい作業の作業時間の確認や効率化の検討
	機械毎の稼働時間の集計	・機械毎の稼働時間把握(品目毎や作業・アタッチメント毎等) ・減価償却費の案分にも活用可能
設定データ情報の出力	・圃場情報・作業項目・肥料や農薬等のマスターデータ	
ユーザビリティ	操作性・入出力の容易性	・機能のわかりやすさ・使いやすさ、ほ場情報と入力情報報のリンク、自動集計、反応速度等
その他	モバイル端末の対応	・アプリ版の機能や操作性(ブラウザ版との比較)
	使用料金	・年間使用料やアカウントの管理・追加等の情報
	サポート体制	・メールや電話等によるサポート窓口、ベンダーや代理店等によるサポート体制

※平成 30 年度に比較した主要な 4 システムの試用結果等から作成、システムにより機能の有無がある

■ システム導入・活用に向けたポイント

- ・ 生産管理支援システムの利活用は、正しいデータが通年・継続して入力されることが前提
- ・ 生産管理支援システムの導入・活用のポイントを導入過程に順じて5つにまとめられる（下表）

△ 「やらされ感」ではうまくいきません！目的意識を持ち、組織一体となって取り組むことが重要です！

導入・活用のポイント	ポイント達成のための取組・確認事項
1 導入目的の明確化と組織内共有	①生産・経営管理上の現状・課題の整理 ②システムの導入目的の明確化 （情報共有・進行管理・労働時間・コスト分析等） ③導入目的に応じたシステムの利用範囲等を組織内で共有
2 導入・利用目的に対応できるシステム選定	①導入候補の機能・価格等の情報収集（試用も含め） ②導入目的に合う機能を有しているシステムか確認 ③ユーザビリティ（操作性・効率性・わかりやすさ）
3 システムの利用・チェック体制の構築	①活用は正しい入力が継続されることが大前提 ②システム利用の意義や必要性の理解・醸成 （具体的な利活用方法の提示等で入力継続に向けた意識付け） ③入力状況をチェックする責任者の設置・明確化 （誤りや入力漏れ等を確認し、修正を指示）
4 入力を継続するためのデータ設定・工夫	①組織の特徴や作業実態に合った入力項目の設定、入力ルールの明確化 （従業員等が入力しやすいマスタ設定(作業項目・ほ場・機械等)、いつ・誰が・実績をどのように入力するか等） ②システムの通常機能では入力しにくい情報の設定方法の工夫 （ほ場単位で行わない作業(育苗・調製作業等)は、作業場を「ほ場」として設定・入力する等の工夫が必要）
5 データ集計・分析体制の構築（人材確保・育成）	①集計・分析担当者の設置・明確化 ②集計・分析に関する資質向上、分析方法の習得 （自動集計機能やデータ出力機能を活用した省力化、集計手順・フォーム等）

※1 出典：令和2年度岩手県農業研究センター試験研究成果書「大規模経営における生産管理支援システムの導入・活用のポイント」

※2 詳細は、先端プロ（水田営農）成果集『生産管理支援システムの導入・活用のポイント』を参照

■ 課題・留意点

- ・ 途中でシステムを切り替えるには大きな労力を要するため、導入時には導入目的や組織の体制にあったシステムを選定すること
- ・ 現時点では、異なるシステム間のデータを相互利用するための互換性は確保されていない
- ・ システムだけで生産管理のすべてが完結できるわけではない（入力できるデータも限られる）ので、導入目的に応じて、別途、必要な情報を記録・分析することが必要になる

■ 実装技術例（製品例）

システム名 [メーカー]	概要 〔農業新技術 製品・サービス集(農林水産省, R2.7.1 時点版)から抜粋〕 https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/products.html 〕
アグリノート [ウォーターセル (株)]	<ul style="list-style-type: none"> ・ 航空写真マップを活用したほ場管理・農作業支援システム ・ 記録をデータとして管理・蓄積することにより、知識や技術の伝達、組織内の情報共有ツールとして活用するとともに、各種農業用センサと連携し、データ閲覧が可能 ・ ほ場毎の作業記録を自動集計し、収量や出荷販売実績を管理することで、作付・ほ場毎の収支分析、作付計画の立案をサポート ・ 作物の生育推移と外部環境情報、栽培工程を集計し、作業や栽培プロセスの最適化を実現 ・ 無料プランで試用可能（データ制限有り）
KSAS [(株)クボタ]	<ul style="list-style-type: none"> ・ ほ場管理や作業記録による作業進捗確認など作業効率、生産性の向上をサポート ・ 農業機械に無線 LAN 等を搭載し、ほ場ごとの収量・タンパク質含有量・水分等に関するデータを収穫と同時に収集し、効率的な栽培体系、高品質・高収量化をサポート ・ 機械の稼働情報が見える化し、適切なセルフメンテナンスを行うことで故障を未然に防ぎ、作業ロス最小化に繋げる ・ 1年間無料
フェースファーム 生産履歴 [ソリマチ(株)]	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農作業記録をパソコン、スマホ、タブレットから簡単入力。 ・ 作業進捗を表示したり、生産履歴書を Excel 出力、資材使用料集計や在庫管理、コスト集計も簡単。 ・ 2ヶ月間の無料期間有り。
Z-GIS [全国農業協同組合連合会]	<ul style="list-style-type: none"> ・ Excel のワークシートに記入したほ場の所有者や栽培作物、作業記録などのデータと、インターネット上の地図情報を連携させる GIS システム ・ 作物名、品種などワークシートに記入した情報にもとづき、ほ場（ポリゴン）を色分けしたり、地図上に文字情報を表示することが可能 ・ データをクラウド上に保管し、パソコン、タブレット、スマートフォンなど複数の端末で閲覧・入力可能 ・ Excel を介し様々なシステムと連携可能 ・ 1ヶ月の無料期間有り
Agrion 農業日誌 [(株)TrexEdge]	<ul style="list-style-type: none"> ・ スマホで作業の記帳がラクラク、ムダな集計コストがゼロに。「いつ、どこで、誰が、何をしたのか」、作業時にスマホで記録 ・ データを Agrion が集計し、見える化 ・ 作業・期間・ほ場を指定してレポート出力も可能 ・ 無料プランで試用可能（データ制限有り）

※令和3年2月時点で確認した内容



水田農業

集落営農組織による作業・生産管理の共有と計画への活用

陸前高田市 (農)サンファーム小友 水稲 62.0ha、大豆 24.3ha、露地野菜 2.6ha

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

- ・集積・集約した農地を紙ベースから、クラウド型システムにより営農データの記録や管理の効率化を図る
- ・ほ場情報や作業計画・実績データの共有、可視化、データや実績の振り返り、改善等

▶導入技術

生産管理システム(ウォーターセル(株) アグリノート)

▶導入効果

- ・システムの利用、通年のデータが蓄積できる体制が整った
- ・計画・実績データの共有、振り返りが可能
- ・課題解決にむけたデータ集計や分析方法を習得

▶工夫・留意点

- ・組織内のシステム利用に係る取組意識の向上、組織の課題意識の共有
- ・入力者が入力しやすい設定、入力ルールの工夫
- ・システムに関する知識や集計・分析のスキル向上

取組イメージ(写真、図)



【利用例1】ほ場情報と営農データの共有

【利用例2】作業計画・実績の共有・可視化

作成:2024年3月 大船渡農業改良普及センター

露地野菜

大規模露地野菜経営での作業・生産管理の共有と計画への活用

岩手町 (株)アンドファーム 露地野菜

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

- 社内全体における作業進捗状況の把握・確認
- 圃場別の収量・販売額等の把握、生産コストの可視化 等

▶導入技術

生産管理システム(株)クボタ KSAS)

▶導入効果

- 社内における作業進捗状況の共有化が図られ、作業判断等への活用が可能
- 圃場別の収量の把握や集計が可能

▶工夫・留意点

- 社内における入力管理及び従業員に対する入力ルールの徹底
- 収量、労働時間集計、コスト計算等への活用に向けた集計・分析手法の向上

取組イメージ(写真、図)



【写真 利用例 1:作業日誌(日付)】

【写真 利用例 2:作業日誌(圃場)】

作成:2023年3月 八幡平農業改良普及センター岩手町駐在

水田農業

大規模水稲経営での圃場管理の効率化と共有

一関市 水稲経営体 470ha(670筆)、雫石町 水稲経営体 50ha (500筆)

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

- ・ 大規模化に伴う煩雑な圃場管理の効率化、組織内部における作業指示の明確化
- ・ 耕畜連携への活用

▶導入技術

生産管理システム(JA全農 Z-GIS)【導入2019年】

▶導入効果

- ・ 組合の情報をデータベース化できた
- ・ 社員間の作業に関する情報共有が明確化
- ・ 作業進捗を可視化して管理できた
- ・ 認識の相違による作業ミスの軽減
- ・ 畜産農家・土地改良区との情報共有に活用
- ・ 指示の明確化による作業効率改善

▶工夫・留意点

- ・ 作業履歴、収量等のデータを蓄積することで経営分析への活用も可能。

取組イメージ(写真、図)



【利用例1】ほ場台帳整備(品種で色分け)

【利用例2】作業指示に活用

作成:2023年3月 JA全農いわて営農支援部

露地野菜

第三者認証GAPの取組における作業記録の記帳負担軽減

GlobalG.A.P.団体認証 JA新しいわて宮古地域ブロッコリー生産グループ

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

- ・ GlobalG.A.P. 認証の維持に必要な農業散布や肥料施用などの作業記録の記帳負担を軽減
- ・ 作業記録をメールで団体事務局に提出できるため、団体事務局の管理にかかる負担を軽減

▶導入技術

生産管理システム(株式会社 Agrihub アグリハブ)

▶導入効果

- ・ スマートフォン等を用いて、現場で作業記録をリアルタイム入力できるため、記帳忘れによる記録の欠落を防止
- ・ メモや手帳等に記入した作業内容を所定の様式に転記する作業が不要

▶工夫・留意点

- ・ アグリハブに入力した栽培記録を CSV ファイルで出力し、データを貼り付けることで記録帳票となる様式を作成し、活用している
- ・ Excel様式のため、施用量や散布量などの自動計算や集計などの機能を容易に追加できる
- 留意点
 - ・ 集落営農組織など管理する圃場数が多い経営体では、本アプリによる記帳管理が難しい場合がある
 - ・ 無料版は、一部の入力データ(農業散布終了時間、散布時天候・風速等)が、CSV ファイルの出力時に反映されない

取組イメージ(写真、図)



図1 アグリハブ入力画面(左)



図2 栽培記録ファイル

作成:2023年3月 農業革新支援担当

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

園地情報のマップ化支援

▶導入技術

Z-GIS

▶導入効果

- ・ 果樹園の貸借状況をマップ化
- ・ 陸前高田市果樹産地協議会における情報共有に活用

▶工夫・留意点

- ・ 圃場とマップが一致しない場合がある。

取組イメージ(写真、図)

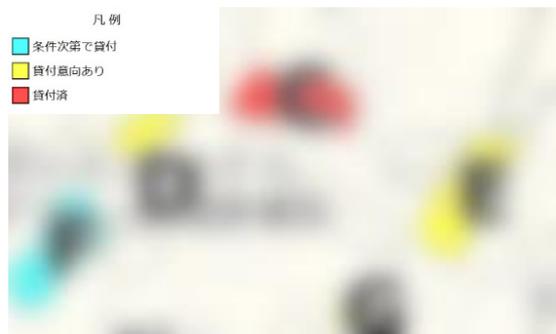


図 貸借状況のマップ化(一部抜粋 個人情報を含むためぼかし加工)

作成:2023年3月 農業革新支援担当

(15) GNSSガイダンスシステム

■ 技術概要

いわゆる農作業用のカーナビ。DGPS (D-GNSS) 法によるものが多く、MSAS (静止衛星ひまわりの補正信号) による測位精度を向上させたりするシステムで、導入後のシステム利用料は不要である。人工衛星 (GNSS) から送られてくる電波には、L1(1575.42MHz)と、L2(1227.6MHz)の2種類があり、L1のみを使用するのが1周波観測、L1/L2の両方を使用して観測するのが2周波観測。2周波観測では、測位時間の短縮や座標精度の向上、補足場所や時間帯の拡大といったメリットがある。

■ 期待効果

- ・ マーカーの設置作業を省略できる
- ・ 薄明期や代かきなどの圃場視認性の悪い圃場や大区画圃場でも、ガイダンス画面の走行基準線を確認しながら塗りつぶすように走行することで、熟練者並みの精度の高い走行作業ができる
- ・ 1ライン飛ばしで旋回できるようになり、切り返しに伴う工程数、効率が向上

■ 課題・留意点

- ・ RTKシステムを利用する場合は基地局の設置や通信費が必要
- ・ 衛星電波の受信状態が悪いと正確な作業ができない

■ 実装技術例 (製品例)

メーカー・機種名	概要
㈱ニコン・トリンプル GFX-350	別途受信機が必要、自動操舵システムとISOBUSに対応
㈱IHI アグリテック EGL3000	自動操舵システムには非対応
クボタ KAG2	自動操舵システムには非対応、モニター単体では単独測位、車速連動装置を追加することでDGPSに対応し測位精度の向上が可能
農業情報設計社 AgriBus-NAVI	モニターはGPS搭載のスマートフォンやタブレット端末にアプリをインストールして使用(Android6.0以降用) 追加のパッケージ等を購入することでD-GNSSやRTK-GNSSによるガイダンスや自動操舵システムが利用できる



ガイダンスシステムの利用イメージ
(引用元：ニコン・トリンプル社 HP)



左：ガイダンス端末 右：2周波 RTK-GNSS 受信機
(引用元：農業情報設計社 HP)

(16) 高精度測位技術

■ 技術概要

自動操舵技術において、誤差数 cm の高精度作業を実現するために必要な測位技術。高精度測位に必要な補正情報は RTK-GNSS と呼ばれる測位方式が主流となっている。RTK は、基準となる固定基地局と農機等に設置する移動局の衛星測位の位置情報により高精度な補正を行う。

補正情報は、デジタル無線通信で取得する方法と携帯電話の通信回線等を利用してインターネット経由で取得する方法とがある。デジタル無線通信型 RTK では固定基地局が必要となるが、ネットワーク型 RTK では、固定基地局を必要とする Ntrip 方式と、仮想の電子基準点により固定基地局を不要とした VRS 方式とがある。

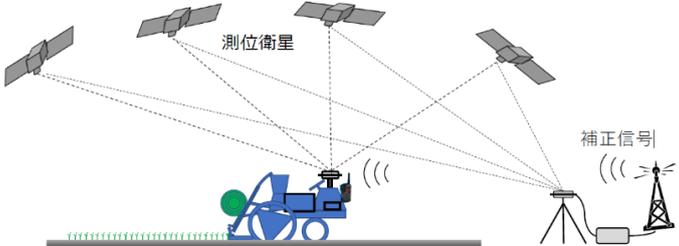
■ 期待効果

- ・ 一般的な GNSS 測位では測位誤差が数十 cm から m 単位となるが、この技術では測位誤差が数 cm となり、農機を利用した作業をより高精度に実施できるようになる。
- ・ 高精度な機械操作を必要とする農作業において、操舵を自動化し、作業機操作に集中できるようになるため、オペレータの負担が減少する。

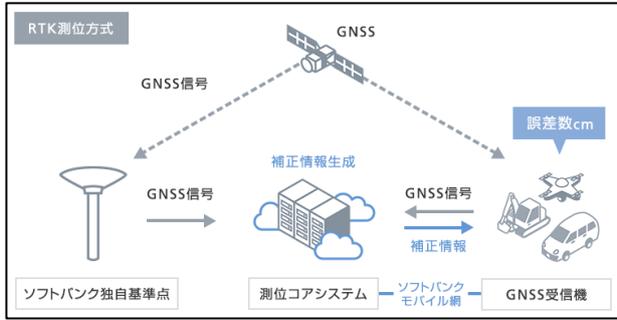
■ 課題・留意点

- ・ 高精度測位には Ntrip データ受信機など対応機材の調達やサービス利用費用が必要となるため、目的とする作業が高精度測位を必要とするかを検討の上、導入する必要がある
- ・ 無線やインターネットによる補正信号の受信状況が悪い場合や基準となる固定基地局や仮想基地局からの距離が離れている場合は、測位精度が低下する可能性がある
- ・ 受信機の機種により、起動後に十分な精度が得られるまで時間がかかる場合がある
- ・ 衛星の測位信号には L 1 と L 2 信号があり、受信機は 1 周波 (L 1) よりも、2 周波 (L 1、L 2) で測位が安定する

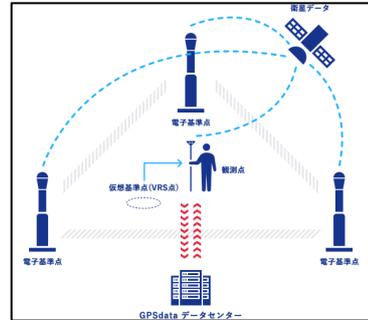
■ 実装技術例 (製品例)

メーカー・機種名	概要
RTK-GNSS基準局	<ul style="list-style-type: none"> ● 緯度経度高度が既知の固定された基地局を設置し、補正信号を無線又はインターネット(Ntrip方式)で配信する。 ● 無線方式では受信可能範囲が利用可能エリアとなる。インターネット方式では携帯電話サービスエリア内で利用可能だが、設置基準局からの距離で精度が低下するため、概ね半径10km以内で運用する。  <p>The diagram illustrates the RTK-GNSS system. It shows three GNSS satellites in the sky labeled '測位衛星' (Positioning Satellites). On the ground, there is a '補正信号' (Correction Signal) station consisting of a tripod-mounted antenna and a tower antenna. A blue tractor-like vehicle is shown as the '移動局' (Mobile Station), receiving signals from the satellites and the ground station. Dashed lines represent the signal paths between the satellites and the ground station, and between the ground station and the mobile station.</p>
ソフトバンク IchiMill(法人) ALES(個人)	<ul style="list-style-type: none"> ● 自社の独自基準点が受信した信号を基に、「測位コアシステム」で補正情報を生成し、GNSS受信機(移動局)へ補正情報を配信しRTK測位を行う。誤差数センチメートルの高精度な測位がリアルタイムで可能。 ● 携帯電話サービスエリア内で利用出来、県内を概ねカバーする。

メーカー・機種名	概要
VRS-RTK方式 日本GPSデータサービス株式会社 VRSサービス (V-NHeKs方式)	<ul style="list-style-type: none"> あらかじめ設定した仮想基準点(VRS 点)から補正データを生成し、利用者の受信機に接続された携帯電話等へ送信するサービス。利用者ごとの VRS 点設定をしないため、従来方式よりも初期費用を抑えることができる。 設置する仮想基準局から概ね半径10km以内で受信が可能

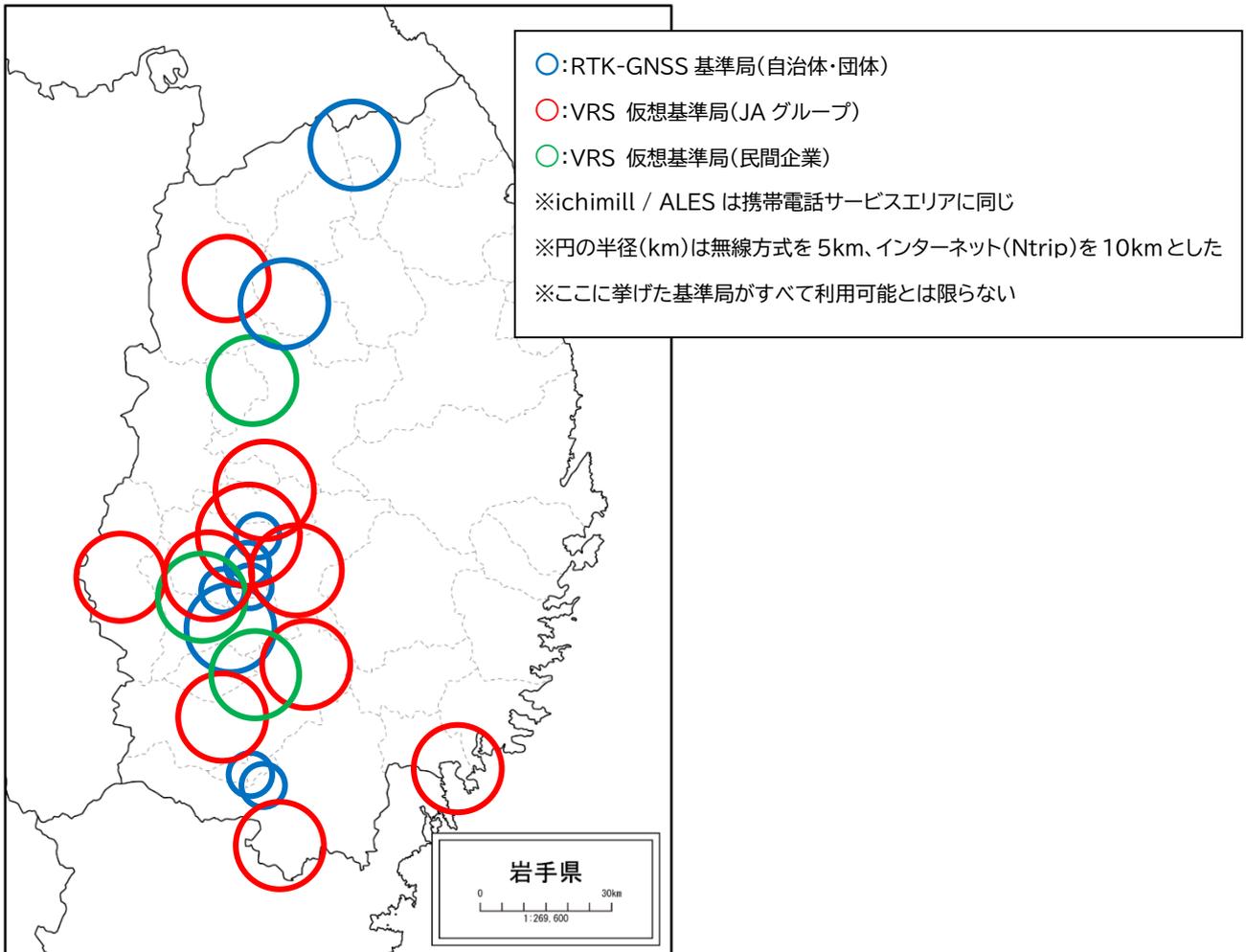


ソフトバンク ichimill / ALES (HP から)



日本 GPS データサービス VRS サービス (HP から)

県内の高精度測位サービスエリア (R5 年度見込み 農業普及技術課調べ)



省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

地形の影響を受けにくく、低コストで運用可能な新しい位置補正情報配信方式による自動操舵農機の活用

▶導入技術

ネットワーク型RTK-GNSS測位 (JA全農 V-NeKHs(ブイネックス)リアルタイム配信サービス)

▶導入効果

- ・ 精度の高い位置補正情報 (誤差±2~3cm) により播種作業精度が向上し、管理作業が効率化された
- ・ 周囲に固定基地局がなくても利用でき、障害物等の影響を受けにくいため利便性が高い

▶工夫・留意点

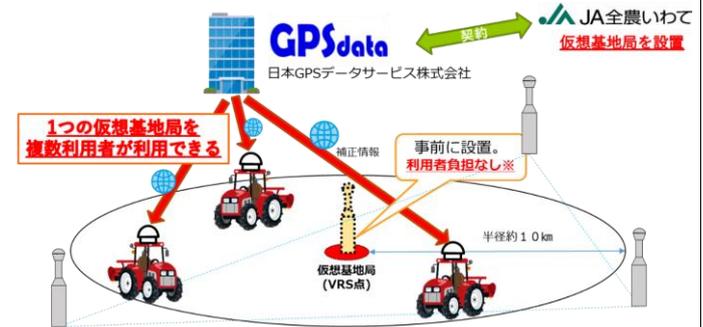
- ・ 受信機が1周波方式の機械では、初期化時の位置特定に比較的時間がかかる
- ・ 圃場条件により、電波状況が良くても人工衛星自体を補足できず稼働できない場合がある

取組イメージ(写真、図)



写真 V-NeKHsの位置補正データを使った播種作業

▶V-NeKHsリアルタイム配信サービスの仕組み



作成:2023年3月 JA全農いわて営農支援部

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

傾斜畑(4°勾配)において、自動操舵システムを利用した播種・機械除草作業について、測位方式の違いによる直進走行の精度を比較

▶導入技術

播種:自動操舵システム(トリンプル社 GFX-750 を三菱トラクタ GXK511 に取付)【実証】2021~2022年度
 機械除草:自動操舵システム標準装備ハイクリアランス仕様トラクタ(ヤママー YT232HXU)
 測位方式:①RTK(固定基地局 Ntrip)方式、②VRS(仮想基地局)方式、③DGNS方式

▶導入効果

- ・ 直進走行時の基準からの左右へのずれの大きさは、①RTK および②VRS では1~2cmと高精度走行が可能で、③DGNSS では、4~7cmだった
- ・ 播種・機械除草作業に活用するためには、ずれが2~3cm程度に収まる精度が必要であり、①RTK または②VRS での作業が望ましい

▶工夫・留意点

- ・ 当初の設定から、ハンドル感度を下げ、車両追従性を上げることで直進性を改善
- ・ VRS方式で一時的に測位が不安定になることがあったほか、RTK方式で長大法面や木立に近い所で直進精度が劣ることがあった

取組イメージ(写真、図)

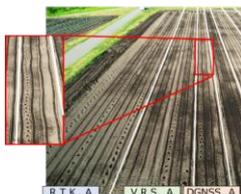


写真1 異なる測位方式での直進精度(播種)
DGNS方式で蛇行(あわを播種)

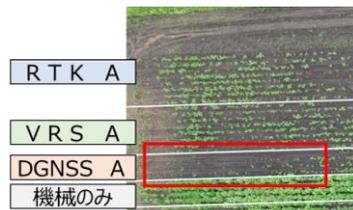


写真2 異なる測位方式での直進精度(機械除草)
DGNS方式では機械除草であわも除去



写真3 4条真空播種機(左)と4条レーキ式除草機(右)

作成:2023年3月 県北農業研究所作物研究室

(17) 衛星リモートセンシング

■ 技術概要

人工衛星が衛星軌道から地上を撮影したデータから、作物の状態などを把握する技術。

■ 期待効果

- ・ 作物の生育状態や品質に関連する情報、土壌の状態などを面的に得て、生育量や葉色の把握による施肥量の加減、収穫適期の推定、子実タンパク質含有量の推定などに役立てられる
- ・ 最小で数m単位から数十 km²規模での観測に向いており、地域レベルでの営農管理に活用することで、収穫物品質の均一化や作業計画立案の精緻化が期待される
- ・ 定期的、継続的な観測が行われており、経時変化の確認や年次間比較を行える

■ 課題・留意点

- ・ 上空に雲があるなど天候により希望日時のデータを得られないことがあり、観測回数の多い衛星や複数の衛星のデータを組み合わせるサービスを利用することで改善は可能である
- ・ 衛星データの入手や解析にスキルが必要であり、解析サービスを利用した方が良い場合もある
- ・ 正確なデータ解析を行うために地上での実測データと突合し推定式を補正する必要がある

■ 実装技術例（製品例）

メーカー・サービス名	概要
(一財)リモート・センシング技術センター (RESTEC) 水稲生育広域モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ● 人工衛星やドローンによる広域の水稲生育情報を提供 例えば、基肥、追肥のための情報として、腐植含有量、草丈、茎数、葉色、前年のタンパク含有量、収穫適期や収量推定結果などを提供 ● 必要に応じて、提供する情報の解釈に関するコンサルティング ● 地域の栽培マニュアルに応じた提供情報の変換(例えば、草丈、茎数、葉色の値に応じた追肥の要否情報への変換など)、応相談
国際航業(株) クラウド型営農支援サービス「天晴れ」	<ul style="list-style-type: none"> ● 人工衛星やドローンからの撮影画像を解析し、農作物の生育状況を診断 ● 圃場内ならびに圃場間の生育度合いや仕上がり度合いを可視化することが出来るため、繁忙期の見回り農作業時間を大幅に削減することが可能 ● 圃場内の生育ムラに合わせた可変施肥などに活用可能



RESTEC 水稲生育広域モニタリング



クラウド型営農支援サービス「天晴れ」

水稲 「金色の風」「銀河のしずく」の品質・食味向上のための衛星リモートセンシング 岩手県 農産園芸課

省力化 軽労化 作業安全 コスト低減 収量品質向上 一元化 多能工化

- ▶背景・目的
- ・ 水稲の葉色推定による玄米タンパク質含有率推定による集出荷仕分け、黄化粉割合推定による収穫適期判断
- ▶導入技術
- 衛星リモートセンシング(水稲生育広域モニタリング (一財)RESTEC)
- ▶導入効果
- ・ 撮影から7日程度で解析データ(推定マップ)が提供され、タブレット端末などで閲覧可能
 - ・ 水稲の生育状況や収穫した米の品質(玄米タンパク質含有率)を広域で把握可能
- ▶工夫・留意点
- ・ 「銀河のしずく」の作付拡大に対応し、解析対象範囲を拡大している(令和5年度は約2,000 km²が対象)
 - ・ 雲の影響を受けるため、天候により理想的な時期の画像が利用出来ない場合がある
 - ・ GISシステム(水土里情報システム等)との連携により、ほ場の検索・特定の効率化を図っている

取組イメージ(写真、図)



水田農業 衛星リモートセンシングによる作物診断を活用した作業管理の効率化 花泉町 水稲、紫波町 水稲・小麦

省力化 軽労化 作業安全 コスト低減 収量品質向上 一元化 多能工化

- ▶背景・目的
- ・ 水稲の幼穂形成期の SPAD 値、成熟期のタンパク含有率の診断結果をもとに、肥培管理による収量増・圃場間差の平準化を図る
 - ・ 小麦・水稲の刈取前の穂・粉水分率の診断結果をもとに、収穫作業の効率化を図る
- ▶導入技術
- 衛星リモートセンシング(国際航業(株)クラウド型営農支援サービス「天晴れ」) 水稲タンパク質含有率診断【導入】2020年
- ▶導入効果
- ・ 圃場傾向を可視化でき、診断と合わせて一部地上調査をすることで、より精度を高められる
 - ・ 組合員への作業管理徹底に役立つ
 - ・ 診断結果をもとに収穫作業計画を作成し、効率的な作業計画が立てられる
- ▶工夫・留意点
- ・ 毎日定点撮影しているため過去のデータを遡って診断できるが、雲がかかる場合は解析できない

取組イメージ(写真、図)



作成:2023年3月 JA全農いわて営農支援部

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

飼料用米「つぶゆたか」生育ムラ解消による収量向上

▶導入技術

栽培管理支援システム(BASF ジャパン:ザルピオフィールドマネージャー)【実証】2022, 2023

可変施肥対応ブロードキャスター (IHI アグリテック:GPS ナビキャスタ MGC1203WN)【実証】2022, 2023

収量コンバイン(ヤンマーアグリ:自脱型 6 条列リ YH6115)【実証】2022, 2023

▶導入効果

- ①均一施肥区と比較して生育のばらつきは小さかった。
- ②均一施肥区と比較して収量のばらつきは小さく、収量は高かった。

▶工夫・留意点

- ・可変施肥における施肥量の幅が大き過ぎると生育ムラを助長する。
- ・ザルピオフィールドマネージャーが出力する可変施肥マップに対応する施肥機を使用する。

取組イメージ(写真、図)

ゾーン	面積	10a当たり 最高施肥量
● ゾーン1	5.26 a	8.5 kg/10a
● ゾーン2	4.98 a	9.0 kg/10a
● ゾーン3	15.86 a	9.5 kg/10a
● ゾーン4	40.64 a	10.0 kg/10a
● ゾーン5	27.32 a	10.5 kg/10a
合計	94.06 a	9.9 kg/10a

地力推定マップ(ザルピオ) 可変施肥マップ(ザルピオ) 可変施肥(GPS ナビキャスタ) 収量マップ(収量コンバイン) 左:可変施肥、右:均一施肥

作成:2024年3月 JA全農いわて営農支援部

(18) ドローンリモートセンシング

■ 技術概要

マルチローターや固定翼ドローンによる空撮画像から、作物の状態などを把握する技術。

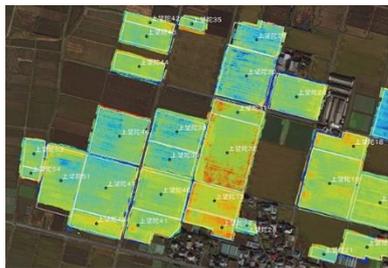
■ 期待効果

- ・ 作物の生育状態や品質に関連する面的な情報から、生育量や葉色の把握による施肥量の加減、水稲や小麦の収穫時期の推定、水稲や小麦の子実タンパク質含有量の推定、雑草の発生状況の推定、露地野菜収量予測などに役立つ
- ・ 圃場内の cm 単位の詳細データから、数十ヘクタール規模までの観測に向いており、ほ場管理の効率化や収穫物品質の均一化、作業計画立案の精緻化などが期待される

■ 課題・留意点

- ・ マルチローターでは時間当たり撮影範囲が比較的に狭いため、短時間で数十ヘクタール規模を空撮したい場合は固定翼ドローンを利用する
- ・ 生育診断には、一般的に正規化植生指数（NDVI）が用いられるが、近赤外カメラを搭載した機体が必要。可視光カメラのみの場合は、GRVI、RGBVI、VARI などの指標を用いた解析が必要。
- ・ 撮影画像が多くなるとオルソ画像の合成や解析に専門性の高い機材やアプリが必要となるため、民間サービスを利用した方が良い場合がある
- ・ 正確なデータ解析を行うときは、地上での実測データと突合し推定式を補正する必要がある

■ 実装技術例（製品例）

メーカー・機種名	概要	
(株)スカイマティクス 葉色解析クラウドサービス「いろは」	<ul style="list-style-type: none"> ● ドローンによる位置情報付の空撮画像をクラウドにアップロードすることで、オンラインの圃場地図上(GIS)に自動配置する。 ● クラウド上でAI画像解析による生育診断機能を提供、作物の生育状況や病気や害虫、雑草など、農地の状況などを画像毎に診断・記録、きめ細やかな生育管理が可能。 	 <p>キャベツ収量予測(HPから)</p>
ヤンマー リモートセンシングサービス	<ul style="list-style-type: none"> ● 特殊カメラを搭載したドローンでほ場全体を空撮し、生育マップとして生育状態を見える化するサービス。独自の太陽光補正技術により、撮影時刻や曇天時の影響を受けない正確な解析が可能。 ● 幼穂形成期に撮影、3つのマップを提供。 ● (1)NDVI（葉色）、(2) 植 被 率（茎 数）、(3)NDVI×植被率(窒素吸収量)。 ● この3つのマップからほ場の生育状況やバラツキが確認でき、収量や品質の改善に役立つ。 	 <p>リモートセンシングサービス(HPから)</p>

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

- ・マルチローターの画像解析により生育状況を把握し、追肥等の管理作業に反映することにより、生育斉一化及び単収向上を図る
- ・マルチローターの画像解析により株数・生育量を把握し、高精度な収穫期・収量予測を目指す

▶導入技術

画像解析サービス(スカイマティクス「いろは」)【実証】2019~2020年

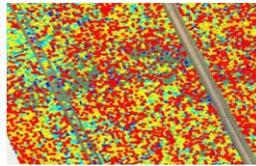
▶導入効果

- ・移植 20 日後に生育ムラを把握し、生育遅延区に対し追肥した結果、生育が改善(生育の斉一化及び単収向上に寄与できると考えられる)
- ・収穫前のモニタリングで株数・生育量を把握することができた(傾斜地では株識別率が低下する)
- ・傾斜地におけるマルチローターの自動飛行によるモニタリング手法を確立し、マニュアル化を図った

▶工夫・留意点

- ・現時点で、圃場の傾斜等、条件の異なる圃場では、規格別個数・予測の精度が不十分である
- ・ドローン撮影・解析を誰が行うか等の問題があり、解析結果も分かりにくい
- ・継続して、様々な圃場条件への適合性、予測精度の向上、農業者が活用しやすい解析結果の提示等の改善が必要である

取組イメージ(写真、図)



圃場	生育状況	株数	生育量
生育良好区	生育良好	1,606	2,363g
生育遅延区・追肥あり	生育改善	1,329	2,039g
生育遅延区・追肥なし	生育遅延	1,252	1,942g

表 追肥の有無によるキャベツの生育量の違い

	全重	調整重
生育良好区	2,363g	1,606g
生育遅延区・追肥あり	2,039g	1,329g
生育遅延区・追肥なし	1,942g	1,252g

図 葉色解析サービス「いろは」による株数・生育量の解析

作成:2023年3月 農業革新支援担当

省力化

軽労化

作業安全

コスト低減

収量品質向上

一元化

多能工化

▶背景・目的

- ・従来の草地の植生診断や、飼料用トウモロコシ圃場のクマ食害調査は、調査実施範囲が限定的で全体の状況が把握できなかった
- ・ドローン空撮及び空撮画像の AI 解析により、圃場全体の雑草防除や獣害対策の効果測定を省力化かつ明瞭化する

▶導入技術

- ・MAVIC AIR (DJI 社) 【実証】2020年
- ・Image J Fiji (フリーソフト) プラグイン「Trainable Weka Segmentation」【実証】2020年

▶導入効果

- ・3ha の圃場を約7分で撮影可能
- ・画像の AI 解析により、圃場全体の雑草率及びクマ食害の被害率を数値化
- ・デジタル情報としてデータを蓄積することで、対策効果の年次推移が明確になり、改善意欲の向上につながった

▶工夫・留意点

- ・草地の植生診断は、形状の異なる草種(例:イネ科牧草と広葉雑草)を判別する手法で、似た形状の草種(例:イネ科牧草とイネ科雑草)は判別困難

取組イメージ(写真、図)

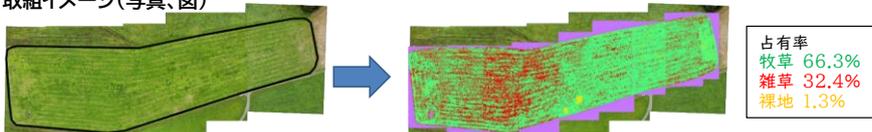


図1 草地の植生診断 左:空撮画像 右:AI 解析画像

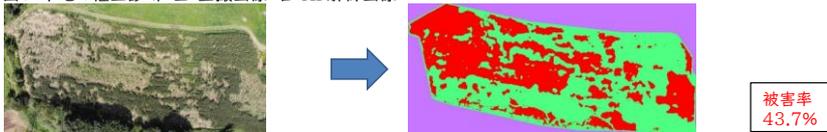


図2 クマ食害の被害率推定 左:空撮画像 右:AI 解析画像

作成:2023年3月 奥州農業改良普及センター

4. スマート農業実証プロジェクトの実証成果

(1) アンドファームスマート農業実証コンソーシアムの実証成果（露地野菜）

中山間地域の土地利用型野菜輪作体系における省力性・生産性向上に向けたスマート農業技術一貫体系の実証 (株) アンドファーム（岩手県岩手町）

背景及び取組概要 <実証面積(実績):40ha> <実証品目:キャベツ(20ha)・だいこん(16ha)・ながいも(4ha)>

- 土地利用型野菜生産において、熟練オペレーターや収穫作業等の労働力確保が規模拡大等の阻害要因であり、
 - ① 基幹品目(キャベツ・だいこん・ながいも)の各生産工程においてスマート農業技術を導入し、単収の向上及び労働時間を削減する
 - ② 栽培管理において、自動操舵補助システムによる耕起・播種・防除作業の効率化やマルチローター防除により、各作業の省力化や労働強度などの労働条件を改善する
 - ③ 営農支援システムの活用により、栽培工程の見える化を図り、労務・経営管理の効率化を図る

実証目標

- 基幹品目の収量を11～15%向上(キャベツ15%、だいこん13%、ながいも11%)
- 基幹品目における面積当たりの作業労働時間を11～40%削減(キャベツ40%、だいこん39%、ながいも11%)



実証を踏まえ提案するスマート農業技術体系（品目別）

初年目の実証において、各技術メニューを網羅的に実証したが、技術的・経営的に導入効果の高いものに絞り込み、作物別のスマート農業技術体系を構築した。

目論み		組み入れたスマート技術体系						
キャベツ	土壤改良資材・肥料散布の均一化による 斉一性向上・収量増加と減肥による経費削減	耕起	土壤改良資材散布	畝立施肥	定植	中耕除草	防除	収穫
		自動操舵トラクタロータリ 自動操舵トラクタワイドスプレッダ 自動操舵トラクタ畦立局所2段施肥 定植機 自動操舵トラクタ4連除草機 自動操舵トラクタブームスプレーヤ 手収穫 (労働生産性向上)	自動操舵トラクタロータリ 自動操舵トラクタワイドスプレッダ 自動操舵トラクタ播種機 自動操舵トラクタ4連除草機 自動操舵トラクタブームスプレーヤ 自動収穫機 (省力)	自動操舵トラクタロータリ 自動操舵トラクタワイドスプレッダ 自動操舵トラクタブームスプレーヤ 自動収穫機 (品質向上)				
だいこん	土壤改良資材・肥料散布の均一化による 斉一性向上・収量増加と収穫機による作業時間の短縮	耕起	土壤改良資材散布	播種	中耕除草	防除	機械収穫	
		自動操舵トラクタロータリ 自動操舵トラクタワイドスプレッダ 自動操舵トラクタ播種機 自動操舵トラクタ4連除草機 自動操舵トラクタブームスプレーヤ 自動収穫機 (省力)	自動操舵トラクタロータリ 自動操舵トラクタワイドスプレッダ 自動操舵トラクタブームスプレーヤ 自動収穫機 (品質向上)					
ながいも	土壤改良資材・肥料散布の均一化による 斉一性向上・収量増加と作業精度向上による良品・製品率の向上	耕起	土壤改良資材散布	定植前溝堀	防除	収穫時溝堀		
		自動操舵トラクタロータリ 自動操舵トラクタワイドスプレッダ 自動操舵トラクタブームスプレーヤ 自動収穫機 (品質向上)	自動操舵トラクタロータリ 自動操舵トラクタワイドスプレッダ 自動操舵トラクタブームスプレーヤ 自動収穫機 (品質向上)					

目標の達成状況と要因解析

表1 単収目標と実績(10aあたり)

品目	目標	実績	増減
キャベツ	5.0t	6.3t	1.3t
だいこん	4.0t	5.1t	1.1t
ながいも	3.0t	3.2t	0.2t

達成状況

○10aあたり単収

- 1 キャベツの単収6.3tは、慣行に対して10%増収となり、当初の目標単収を大幅に上回り目標達成した
- 2 だいこんの単収5.1tは、慣行に対して24%増収となり、当初の目標単収を大幅に上回り目標達成した
- 3 ながいもの単収3.2tは、慣行と同等であったが、当初の目標単収を上回り目標達成した

表2 作業時間の目標と実績(10aあたり)

品目	目標	実績	増減
キャベツ	48.1h	48.5h	0.4h
だいこん	41.7h	36.5h	△5.2h
ながいも	92.3h	182.6h	90.3h

達成状況

○10aあたり作業時間

- 1 キャベツの作業時間48.5時間は、慣行に対して2%の削減となった。
- 2 だいこんの作業時間36.5時間は、慣行に対して42%の削減となり、当初の目標作業時間が大幅に削減され目標達成した
- 3 ながいもの作業時間182.6時間は、慣行と同等であった

要因解析

- 1 キャベツの単収は、スマート農業技術体系の導入により適正な管理作業が行われ、生育の斉一性が高まり、目標を達成した。作業時間は、目標時間とほぼ同程度であった。
- 2 だいこんの単収は、スマート農業技術の導入により生育の斉一性が高まり、自動収穫機による一斉収穫の結果、目標を達成した。作業時間は、自動収穫機の導入による収穫作業時間の大幅削減により、目標を達成した。
- 3 ながいもの単収は、溝堀作業の高精度化により目標を達成した。

自動操舵システムの特徴、導入効果(作業精度)①

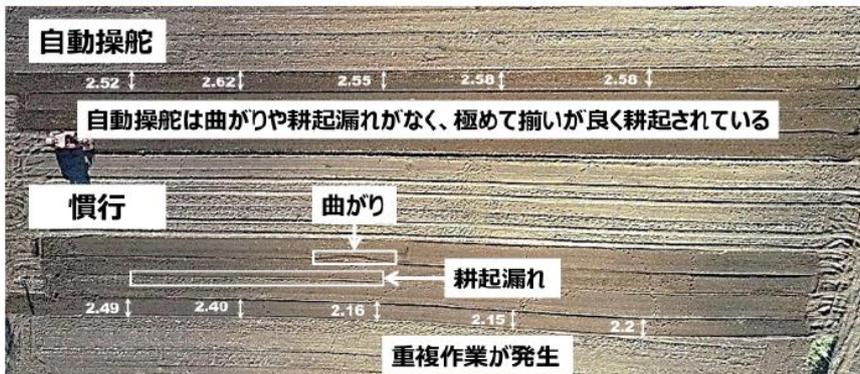


図1 自動操舵補助システムを活用した耕起作業



図2 防除作業時のオペレーター視線(コンソール操作)

自動操舵システムの特徴、導入効果(作業精度)②

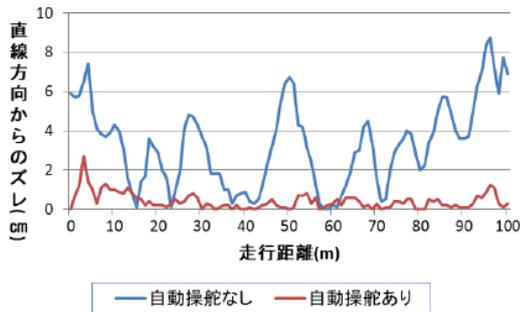


図1 ながいも定植前溝堀時の作業精度(R1)

表1 収穫溝堀作業の10aあたり作業能率(R1)

	実証区*	慣行区**	削減率
作業時間計	263.2分(100.0%)	289.4分(100.0%)	9.1%
内訳	溝堀作業	158.3分(60.1%)	158.3分(54.7%)
	作業準備	23.3分(8.9%)	23.3分(8.1%)
	旋回・移動	41.1分(15.6%)	41.1分(14.2%)
	機械調整	26.1分(9.9%)	35.6分(12.3%)
	荷役	14.4分(5.5%)	31.1分(10.7%)

注)作業人員：7名(オペレーター1名、選別集荷6名)
 ※ 実証区：定植時・収穫時ともに自動操舵あり
 ※※慣行区：定植時・収穫時ともに自動操舵なし

表2 自動操舵の有無による収穫物損傷割合

年	収穫物損傷割合		慣行区における自動操舵補助システムの有無	
	実証区	慣行区	定植前の溝堀作業	
			なし	あり
令和元年	2.1%	5.7%	なし	なし
令和2年	0.2%	2.0%	あり	なし

表3 10aあたり単収(R1)

区	単収(t/10a)		
	生食用	加工用	合計
実証区*	2.0t	0.8t	2.8t
慣行区**	1.8t	1.0t	2.8t

※ 定植時・収穫時ともに自動操舵あり
 ※※ 定植時・収穫時ともに自動操舵なし

- 1 ながいも栽培の溝堀作業は、定植前及び掘取時ともに自動操舵を活用した区で直線方向からのズレが小さくなった
- 2 収穫物の損傷割合は自動操舵補助システムの活用で大幅に減少。定植前の溝堀作業にのみ当該システムを活用するだけでも効果が認められた
- 3 10aあたり単収は、自動操舵補助システムの品質向上効果が認められた

自動操舵システムの特徴、導入効果(作業精度)③

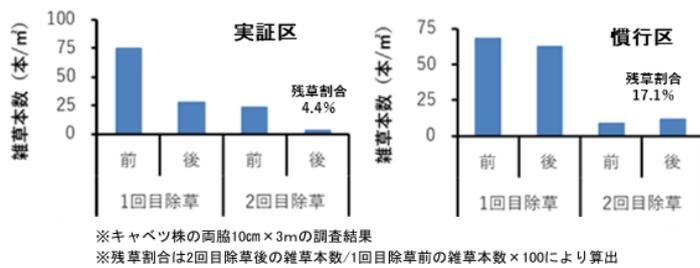


図1 キャベツ株付近の雑草本数の比較(R2)

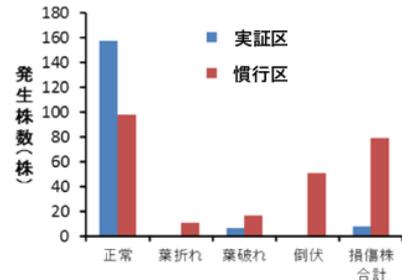


図2 中耕除草によるキャベツの損傷(R1)

- 1 自動操舵補助システムを活用した中耕除草作業の実施により、キャベツ株付近の残草割合が12.7ポイント減少した。また、キャベツの損傷株数は大幅に減少した。
- 2 自動操舵による中耕除草作業を行う場合、定植精度の向上により除草精度の向上が見込まれる
- 3 複合傾斜のある圃場では、自動操舵によるトラクタの直進走行精度が低下する場合があります。除草精度の向上に向けては圃場条件に注意する
- 4 自動操舵補助システムは、中耕除草作業だけでなく、耕起や施肥、畝立て作業と併せて導入されることとなるため、自動操舵を体系化することが大前提となる。

自動操舵システムのより高度な導入効果（スキルアップ）

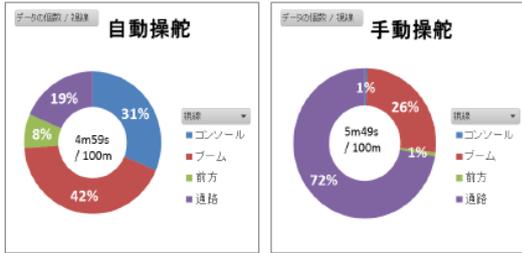


図1 ブームスプレイヤー後進散布時の視線



図2 防除作業時のオペレーターの状況

表1 ながいも防除における各防除作業の定性評価(R1)

操舵の種類	作業精度	作業簡便性	身体的疲労	精神的疲労	規模拡大有効性	適期作業への貢献
自動操舵	3	4	3	5	3	3
自動操舵(慣行)	3	3	3	3	3	3

慣行作業と比較して「かなり悪くなった」1点、「変わらない」3点、「かなり改善した」5点とした。作業簡便性は、オペレーターが未熟練者でも作業が可能かどうかの評価

表2 自動操舵補助システムの導入による作業員のスキルアップ

作業員	熟練度	ローター耕		トレンチャー耕		マルチ張り		中耕除草		防除	
		自動操舵		自動操舵		自動操舵		自動操舵		自動操舵	
		無	有	無	有	無	有	無	有	無	有
A	高	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
B	中	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○
C	中	○	○	×	○	×	○	×	○	×	○
D	低	○	○	×	○	×	○	×	○	×	×
E	低	○	○	×	○	×	○	×	○	×	×

○：従事できる ×：従事できない

難易度の低い作業 ⇒ 熟練度が低い作業員でも作業可能
難易度の高い作業 ⇒ 熟練者の精神疲労軽減

自動操舵補助システムの導入は、各種作業の簡便化が進むことから、作業員の熟練度に関わらず従事できる作業が拡大する可能性が示された。

- ▶ ① 限られた労働力の効率的・効果的な活用が可能となる。
- ▶ ② 従来の連続作業時間の限度拡大

斉一化・コスト低減に貢献した技術(ワイドスプレッター)

表1 土壌改良資材散布における10aあたり作業時間(R1) (10a)

区名	機械作業	旋回	計
ワイドスプレッター区	9分55秒	1分42秒	11分37秒(41)
慣行区(ブロードキャスター)	15分00秒	13分12秒	28分16秒(100)

ワイドスプレッター区: 作業幅1,650cm(ピコンROM2000G)、使用トラクタ クボタM110G、散布資材 てんろ炭カル
慣行区: 作業幅600cm(ピコンPS507)、使用トラクタ クボタM110G、散布資材 てんろ炭カル



図1 土壌改良資材の散布ムラの違い

注) 図1、表2ともに、いずれの区も、圃場に肥料受けのバットを複数設置し、40g/m²の散布量設定で、てんろタンカルを散布。散布後に、各バットで受け取ったてんろタンカルを管に集め、バット毎の散布ムラを調査したもの。

表2 作業機の違いによる散布ムラ

ワイドスプレッター区			慣行区(ブロードキャスター)		
反復	回収した肥料(g/m ²)	備考	反復	回収した肥料(g/m ²)	備考
1	44		1	76	2回散布
2	40		2	76	2回散布
3	40		3	44	
4	40		4	48	
5	36		5	44	
6	44	左端	6	36	左端

- 1 ワイドスプレッターによる面的効果については、今後検討を進めていく必要がある。
- 2 有機質資材への適用についても同様である。

齊一化・コスト低減に大きく貢献した技術(畝内二段局所施肥技術)

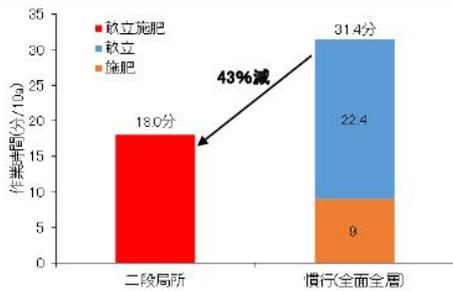


図1 施肥法の違いによる作業時間 (キャベツ・R1)

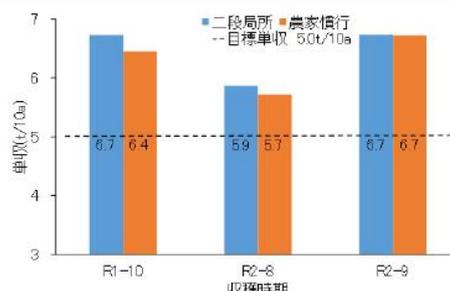


図2 施肥法の違いによる単収(キャベツ)

令和2年8月収穫作型と令和2年9月収穫作型では、**窒素施肥量を20%減肥**

10aあたり窒素施肥量

月	慣行	二段局所
8月	16.0kg	⇒ 12.8kg
9月	21.0kg	⇒ 17.8kg

表1 キャベツ時期別の収穫株率

区	R1.10月	R2.8月	R2.9月
実証区	93.0%	87.6%	99.5%
慣行区	83.6%	84.5%	99.8%

※ 収穫株率は、収穫株数/定植株数×100 で算出
 ※※ **太字**は一斉収穫を実施。令和2年8月収穫は、病害の発生により齊一性の低下により、収穫株率が低下したと考えられる。そのため、当該作型では同じ圃場で複数回収穫を行った。



図3 畝内二段局所施肥の状況と畝の外観

○ 畝内二段局所施肥機と自動操舵補助システムを組合せて使用することにより、高精度の作業が可能となり、真つぐな畝立が可能となる

栽培プロセスのスマート化を技術革新につなげた好例(だいこん全自動収穫機)

表1 畝立時の隣接畝間の状況(R2)

区	隣接畦間平均	標準畝間との差
実証区(自動操舵有)	58.1cm	△1.9cm
慣行区(自動操舵無)	64.4cm	4.4cm

※隣接畝間：畝立機(4畝)の畝間

表2 中耕除草による株の損傷(R2)

区	株広(cm)	損傷株率(%)		
		葉柄折れ切れ	葉先切れ	計
実証区(自動操舵有)	53.3	0.1	0.2	0.3
慣行区(自動操舵無)	47.8	3.0	0.4	3.4

※4連除草カルチ使用 中耕除草作業日：令和2年8月18日

表3 自動収穫機の作業精度(R2)

区	収穫株率(%)	収穫ロス(%)				合計(%)
		倒れ	抜取ミス	はじき	その他	
実証区(自動操舵有)	95.3	0.0	0.0	4.7	0.0	100.0
慣行区(自動操舵無)	93.5	1.1	0.3	4.7	0.4	100.0

表4 10aあたりの作業時間及び投下労働時間

年	区	作業時間	作業人員	投下労働時間	削減率
令和元年	実証区(自動収穫機)	1.68時間	4名	6.72時間	78.0%
	慣行区(手収穫)	5.09時間	6名	30.54時間	
令和2年	実証区(自動収穫機)	2.48時間	5名	12.40時間	50.4%
	慣行区(手収穫)	6.24時間	4名	24.96時間	

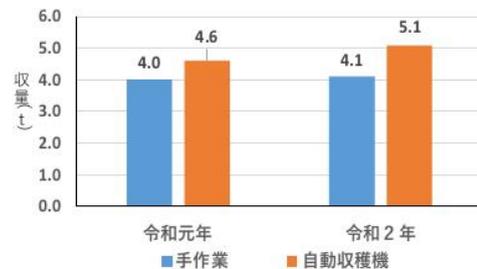


図2 実証における収穫作業の状況

当実証地区では適用が難しかったスマート農業技術①

要素技術	期待した効果	実証を踏まえた評価
キャベツ収穫機 	機械導入による大幅な作業時間削減	傾斜圃場では傷果が多く発生し、 生食向け を中心とする実証経営体の生産体系には 不向き と判断。 ⇒ 将来的には、収穫時の人員確保(外国人研修生の獲得)が問題になることから、機械体系に応じた出荷規格・流通方式の検討、出荷先との協議、新たな販路開拓等を含め、 中長期的な取組 が必要。
防除用マルチローター 	防除作業の省力化	平滑な圃場等では有効であるが、散布条件を選ぶことや、登録農薬の問題、ナビゲーターの設置が必要なことなどもあり、 十分な省力化効果が発揮できていない 。 ⇒ 将来的に、登録農薬の拡大、目視外の自動飛行等を含めた機能向上等の 課題解決に期待 。
アシストスーツ 	作業負担軽減	適用可能な作業が限られる こと、使用感の改善が必要だが、現時点での 十分な改良は困難 。 ⇒ 中腰が続く作業の負担軽減に価値を感じ、その作業にのみ使うことでよい経営体等では 導入可能性 はありうるが 限定的 (費用対効果を出すために利用・運用方法を検討する必要がある)。

当実証地区では適用が難しかったスマート農業技術②

要素技術	期待した効果	実証を踏まえた評価
マルチローターによる生育モニタリング・追肥 	斉一化のための補正技術・収量向上	生育状況が判断できることが分かったが、現時点で、 追肥を行う手段がない ことなど、 具体的な活用法が限定的 。撮影・データ解析を行う専門家が必要である。 ⇒ 将来的には、マルチローターまたは散布機の登場による 可変施肥手段の登場 、データの 具体的な活用法の解明 に期待。
キャベツ個体認識・規格別収量予測 	2週間前に規格別箱数が判明できれば、出荷・販売計画に活用	現時点で、条件の異なる圃場で 十分な精度をもって規格別個数・予測が提案できるとは言い難い 。分析結果の出力のわかりやすさ、ドローン撮影・分析を行う専門家の確保等の問題もある。 ⇒ 継続 して、いろいろな条件への適合性、予測精度の向上、農業者が活用しやすい分析結果の提示等の 改善が必要 。
衛星による生育モニタリング 	同上	広域的に生育状況の傾向が把握できることが明らかになったが、衛星の画像解像度等からみると、個体認識までは難しい 補完的な位置づけ 。 ⇒ 経営体単位での導入ではなく、 産地、自治体単位 での導入になると考えられるが、キャベツ等において、JAや自治体等で、 得られたデータをどのように活用 するかの検討が必要。

【今後の課題】

- 1 生育斉一性を有している技術レベルの高い大規模経営体においては、スマート農業技術の導入による単収向上等の効果は低くなると考えられるため、技術の導入に向けては費用対効果を経営面から検討する必要がある。
- 2 本実証で実証経営体の評価の高かった「自動操舵補助システム」は、作業員のスキルアップの効果が高いが、自動操舵単体での収量増等の直接的な効果は大きくない可能性が高いことから、当該システムの導入効果が高い作業が多い品目を一定規模以上で栽培している経営体への導入が望ましい。

【事業終了後の普及に向けた取組】

- 1 本実証プロジェクトをきっかけとして、「岩手町スマート農業研究会」が設立されたことから、本研究会を中心に、実証により得られた成果の周知により実証技術の普及を図る。
- 2 研修などを通じて実証成果を周知するとともに、作業員の軽労化や作業精度の向上効果が認められた「自動操舵補助システム」の活用を推進していく。

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>

(2) 北上市中山間地域スマート農業実証コンソーシアムの実証成果（水田畑作）

ロボット技術・ICT利用による中山間地域における省力・高能率輪作体系の実証
(株) 西部開発農産 (岩手県北上市)

背景及び取組概要

<経営概要 延作付面積 965ha(水稲326ha、大豆281ha、ソバ151ha、小麦153haほか)
うち実証面積:水稲10ha、大豆40ha、ソバ10ha>

- 中山間地域の中小区画ほ場においても作業能率を高め、作業時間を短縮して適期作業を実施し、収量を確保する。(実証面積 60ha)

【取組概要】

1. 営農・生産管理システムの実証（水稲、大豆、ソバ）
2. 傾斜合筆によるほ場大区画化の効果の実証（大豆、ソバ）
3. トラクタおよびロボットトラクタによるほ場作業能率、排水性改善の実証（大豆、ソバ）
4. 水稲移植作業における自動運転田植機の利用実証（水稲）
5. 遠隔操作畦畔草刈機の利用実証（水稲、大豆、ソバ）
6. 自動飛行ドローンによる省人効果・作業能率改善効果の実証（水稲、大豆、ソバ）
7. ドローン利用による各種データの取得と解析、生育データ等に基づく施肥効果、排水性改善効果の実証（水稲、大豆、ソバ）
8. 収量計測コンバインによる収量マップ作成の実証（水稲、大豆、ソバ）



営農・生産管理システム(GeoMation 地理情報システム)



高低差のあるほ場の合筆



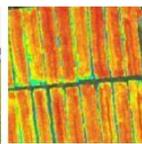
自動運転田植機



遠隔操作草刈機



自動飛行ドローン



ドローンによる生育データ取得



収量計測コンバイン

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- ①合筆してほ場を大区画化し、またロボットトラクタも導入し、作業能率を1.3倍以上に。これまでと同じ労力で作業面積 25%増。
- ②畑作では生育情報やほ場の凹凸情報から排水性を改善、水稲では生育・収量データに基づいた施肥により収量5%増。
- ③水稲作では自動運転田植機の利用により作業に必要な人数を2/3に。
- ④遠隔操作草刈機と刈払機の作業を組み合わせ、草刈り能率を1.5倍以上に。
- ⑤自動飛行ドローンにより防除に必要な人員を1/3に。

各研究項目の現在の達成状況

- ①10a程度の少区画ほ場6~8枚合筆した緩傾斜合筆ほ場(平均64a)の作業能率は、10a区画ほ場の概ね2倍程度に向上した。本実証で得られた作業能率向上に効果のある各技術を導入することで、同じ労力で作業面積の拡大を図ることが可能になる。
- ②大豆については、排水対策の実施等により目標を大きく上回ることが出来た。水稲は、目標を達成したが、経営全体の収量も向上しており、引き続き検討が必要である。
- ③自動運転田植機には、様々な効果が期待され、効果の評価については、引き続き、検討が必要である。
- ④遠隔操作草刈機と刈払機の作業を組み合わせることで、刈払機だけの作業より、作業能率は1.5倍以上となった。
- ⑤小区画圃場での防除作業は、3人での作業となる無人ヘリより、1人での運用が可能な自動飛行ドローンの活用が効率的であった。

(令和3年度成果) ① 営農・生産管理システムの実証

取組概要

営農・生産管理システムを活用し、営農情報の記録に取り組んだ(図1)。

あわせて、トラクタへのGNSSロガー装着による農業機械の稼働情報取得にも取り組んだ。

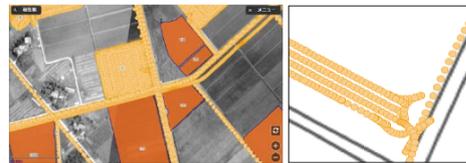
また、毎月2回の打ち合わせを通して、機能改善に取り組みユーザー視点での機能改善を行った。



図1：営農・生産管理システム
(GeoMation地理情報システム(株)日立ソリューションズ)

実証結果

- 地図情報に紐づけられた作業項目、作業日時、作業者などの営農情報の記録・集計が可能になった。
- 営農・生産管理システムの活用については、入力ミスなどの防止が必要なことから、ユーザー視点での機能改善を行い、農地の選択・解除方法の改善などを行った。
- トラクタへのGNSSロガー装着により、農業機械の稼働情報の記録及び営農・生産管理システムへの表示が可能になった(図2)。
- また、RTK-GNSS受信機と携帯アプリを組み合わせる方法でリアルタイムに農機位置情報を営農・生産管理システムに表示することが可能になった。
- 農機稼働情報のシステムへの自動記録、各種取得データの活用については、まだ十分ではないと考えられるが、多くの営農データが記録、利用可能になった他、取得情報を活用する場面は増加しており、完全ではないものの概ね目標は達成できたと考えられる。



(令和3年度成果) ② 緩傾斜合筆によるほ場大区画化の効果の実証

取組概要

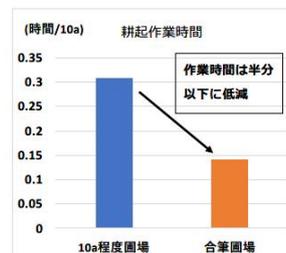
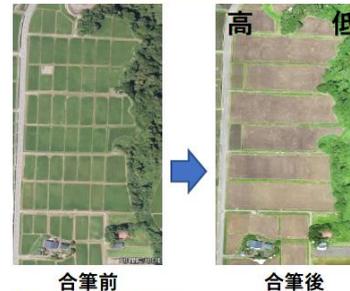
効率化を目的に、中山間地の小区画圃場(10a程度)を緩傾斜合筆し、合筆後の作業能率を合筆前と比較して1.3倍以上に向上させる。

傾斜合筆

- ・10a程度の水田圃場6~8枚を合筆して1区画(平均64a)に。
- ・隣接圃場の高低差は平均60cm程度。
- ・合筆は自社のオペレーターが、バックホー、トラクタを用いて実施した。



実証結果



大豆栽培時の合筆後の作業時間は半分以下に低減し、耕起、施肥、播種、防除などの各作業能率は、10a程度圃場の概ね2倍となり、目標とした1.3倍を上回る効果が得られた。

(令和3年度成果) ③トラクタおよびロボットトラクタによるほ場作業能率、排水性改善の実証

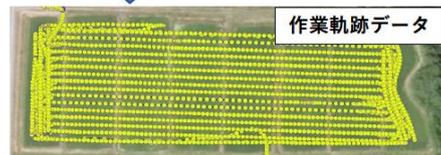
取組概要

大区画化された畑作圃場において収量向上を目的に排水対策を実施する。明渠の施工では、播種作業時の作業軌跡をRTK-GNSSで記録し、凹凸マップを作成する。マップをもとに明渠を作成して排水性を改善する。



合筆圃場での大豆播種作業

実証結果



作業軌跡データ

出典：国土地理院空中写真をベースに東北農研作成



凹凸マップ

出典：国土地理院空中写真をベースに東北農研作成



溝掘機による明渠施工

トラクタ作業時のRTK-GNSSデータに基づき圃場内の凹凸マップを作成し、排水対策を実施する方法を確立した。

(令和3年度成果) ④水稲移植作業における自動運転田植機の利用実証

取組概要

田植え作業では自動運転田植機の利用により、作業に必要な人数を2/3にする。



作業員3人での田植作業(自動運転田植機)



作業員3人での田植作業(通常田植機)

実証結果

実証法人での通常の田植作業は、作業員3名(オペ1名、補助者2名)で行っている。この作業体系は、自動運転田植機及び通常田植機とも同様である。

そこで、省力化評価の観点から作業員3人体系での自動運転田植機と通常田植機の作業時間の比較を行った。

自動運転田植機の作業時間は、0.203～0.275時間/10a程度であり、通常田植機と比較して明確な差は確認できなかった。

実証法人では省力化の観点から移植苗箱数を減らすことのできる密苗の導入にも取り組んでいる。密苗導入の体系では、作業員2名(オペ1名、補助者1名)での作業も実施している。

自動運転田植機での2人作業は実施出来なかったが、密苗を導入することで可能になると考えられる。

なお、自動運転田植機のメリットは、様々な点が考えられ、引き続き、検討する必要がある。

(令和3年度成果)⑤遠隔操作畦畔草刈機の利用実証

取組概要

遠隔操作草刈機と刈払機による草刈り作業を組み合わせ、草刈り能率を実証地域で1.5倍以上にする。



遠隔操作草刈機による作業



遠隔操作草刈機後の残草を刈り払い機で除草

実証結果

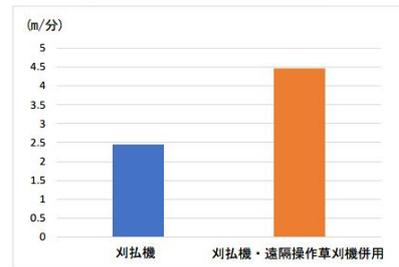


図 畦畔管理作業能率の比較

中山間地の小区画圃場において、隣接する圃場各2枚分(約20a)の畦畔草刈り作業時間の調査を行い評価した。

刈払い機のみで作業(3人)を行う場合と刈払い機(3人)と遠隔操作草刈機(1人)を併用して行う場合の作業時間の比較を行った。

畦畔1m当たりの作業時間を比較すると刈払い機だけの作業時間に比較して遠隔操作草刈機を併用した方式の作業能率は、約1.8倍程度と評価され、目標を上回る効率を得られた(図)。

なお、営農現場での実証試験では、法面の傾斜や畦畔面積を同条件で比較することは困難であり、一定の誤差を含むものである。

(令和3年度成果)⑥自動飛行ドローンによる省人効果・作業能率改善効果

取組概要

自動飛行ドローンを用いて薬剤散布を行うことで、無人ヘリコプタで散布するのに必要な人員の1/3での作業を可能にする。

小区画分散圃場での自動飛行ドローン利用の効果について、無人ヘリとの比較を行い評価を行った。



自動飛行ドローンによる薬剤散布(大豆)

実証結果

圃場の連坦したエリアで無人ヘリを用いる場合の大豆防除に係る作業時間は平均0.017時間/10a、3人作業の延作業時で0.051時間/10aと効率的である。

しかし、分散した小区画圃場(20a程度)での作業時間は平均0.071時間/10a、3人作業の延作業時間で0.21時間/10a程度であった。一方、1人作業が可能な自動飛行ドローンで行った小区画エリア(平均26a程度)の大豆防除作業時間は、約0.1時間/10aであった。

3人で作業を行う無人ヘリでの防除作業は、圃場が連坦するなど広域エリアで実施する場合は、効率的であるが、小区画エリアで実施する場合は、1人で作業可能な自動飛行ドローンの活用が効率的である。

(令和3年度成果)⑦ドローン利用による各種データの取得と解析、生育データ等に基づく施肥効果、排水性改善効果の実証

取組概要

生育計測用のドローンによるカラー画像、正規化植生指数（NDVI）の計測により、生育状況、圃場の状況を把握する。データに基づく圃場の排水性の改善により、大豆、蕎麦の収量を5%増収させる。

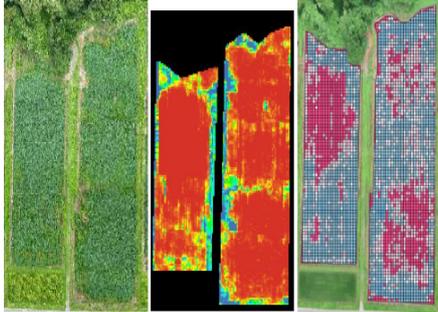


図1 ドローンによる生育状況調査(大豆)
(左から空撮画像、NDVI、植被率)

実証結果

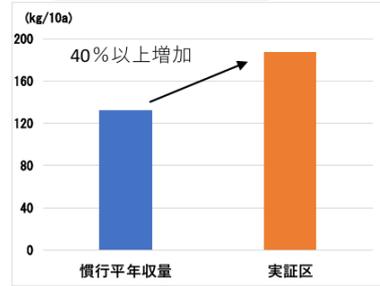


図2 大豆収量の比較

生育状況を把握するため、ドローンによる生育センシングを行った(図1)。排水対策を行った合筆圃場の大豆収量は、平均187kg/10aとなり、実証経営体の過去5年間(不作の令和2年度を除く)の平均収量132kg/10aと比較すると40%以上の増収となり、目標を上回る収量を得た(図2)。

なお、蕎麦でも本年度に合筆を行った水田転換畑1年目の圃場で、圃場の高低差マップに基づき排水対策を実施したが、播種直後の降雨、長雨により、明渠の施工が遅れたこと、また、もともと湿田であるとともに暗渠の施工を行っていないことから、湿害が発生した。

(令和3年度成果)⑧収量計測コンバインによる収量マップの作製

取組概要

収量計測コンバインを用いて圃場毎の収量を記録し、生育データもあわせてデータに基づく施肥を行い、水稻の収量を5%増収させる。



実証エリアのNDVI計測

収量計測コンバインによる水稻収穫

実証結果

表 実証エリアの飼料用米収量(つきあかり・移植栽培)

圃場番号	面積(a)	推定粗玄米収量 (kg/10a・水分15%換算)	基肥窒素成分 量(kg)	追肥窒素成分 量(kg)
①	20	410	8.1	2
②	18	438	8.1	2
③	17	534	9.0	2
④	18	480	9.9	2
⑤	18	495	8.1	2
⑥	18	558	8.1	2
⑦	18	492	9.0	2
⑧	17	522	9.0	2
⑨	18	510	9.0	2
⑩	18	572	9.9	2
⑪	18	467	9.0	2
⑫	18	510	9.0	2
⑬	18	557	9.9	2
		503		

注1): 推定粗玄米収量は、稲米収量に0.8を乗じた値とした。

注2): 追肥は7月上旬(窒素成分1kg・原素)と8月上旬(窒素成分1kg・硫安)に施用した。

前年度の収量データなどを参考に、基肥の施肥設計を3段階に設定するとともに、追肥も行い、飼料用米(つきあかり)を移植栽培した。実証エリアの推定粗玄米収量は503kg/10aであった(表)。

昨年度の収量コンバインによる同エリアの推定粗玄米収量は平均424kg/10a(概算)程度と推計され、この収量を基準とすると約19%の増加となる。

なお、経営全体の飼料用米収量も増加しており、引き続き検討が必要である。

実証を通じて生じた課題

○技術的な課題

今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1	営農・生産管理	営農・生産管理システム	実証での取り組みにより、各種営農データの記録・集計が行えるようになってきたが、経営改善等に向けたこれらデータの具体的な活用方法については、まだ明確でなく課題が残る。
2	生育センシング	生育センシングデータ	実証での取り組みにより、生育状況等のセンシングデータが容易に得られるようになったが、収量向上等を実現するための分析や対策の立案については、方法や実施者などについて検討課題も残る。
3	除草	遠隔操作草刈り機	利用可能な傾斜や幅など、利用現場での場所の選定が課題となる。

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ

<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>

5. 活用事例

(1) 水稲複合経営における自動操舵トラクタ稼働率向上の取組事例

■ 経営概要

M 経営体は、水稲、畑作を中心とした土地利用型農業を展開している。水田以外の圃場区画は、自己整備によりほとんどが1ha以上、最大で3ha以上であり、大区画化が進んでいる。スマート農業技術の導入、乾田直播や子実トウモロコシの取組等、新技術を積極的に活用し、効率的で生産性の高い農業を展開している。

所在地	花巻市
栽培作物・作付面積	水稲：28ha, 小麦：44ha, 大豆：8ha, 子実トウモロコシ：12ha
構成員	役員：3名, 社員：2名

■ 導入技術

自動操舵トラクタ（自動操舵3台、ガイダンス1台）、収量コンバイン、自動給水機（5台）、生産管理システム、センシングドローン（試験）、可変施肥技術（試験）、マップコンバイン（試験）、農薬散布ドローン（試験）

■ 要約

M 経営体は、先駆的に自動操舵トラクタを導入しており、地域の生産者を巻き込んで花巻市におけるRTK 基地局開設のきっかけとなった先進経営体である。自動操舵トラクタにより、作業時間の短縮や難易度の高い作業、視認性の悪い中での作業が可能になる等の効果が得られている。導入コストの高い自動操舵トラクタを複数品目で使用することで稼働率を高め、さらに自己整備した大区画の畑地で使用することで省力効果を高めている。削減した労働時間だけで費用対効果を上げることは難しいものの、利便性向上のメリットも大きく、総合的にみて必要不可欠な技術として定着している。

■ 自動操舵トラクタの先駆的な取り組み（導入経緯）

自動操舵に興味を持ったきっかけは、ヨーロッパにおける農業機械展示会。そこで説明を受け有用な技術と感じたが、自社では圃場区画が小さく有効活用できないと考えすぐには導入せず、圃場を自己整備してから2008年に海外から取り寄せてガイダンスシステムを導入した。まだ日本での販売がない時期で、おそらく県内で最も早い導入と思われる。主たる導入目的は防除作業への活用である。ガイダンスや自動操舵を使用すれば、散布が重複することなく効率的に作業できる。また、手動での耕起作業では繰り返し時間を省くため、1作業幅分飛ばしながら作業を進める（大型トラクタで小回りが利かない）ことから耕起漏れ・重複ができやすいが、自動操舵があればムラなく作業が可能である。主にこれらの点に導入メリットを感じ、導入を決めたという。その後、自動操舵の使用には基地局の設置が必要ということで、複数の経営者を募り、花巻市にGPS基地局の開設を要望した。その結果、翌年同市がRTK基地局を開設し、追加で自動操舵トラクタを導入した。現在では、自動操舵3台とガイダンスシステム1台を活用している。

■ 多品目利用等による稼働率向上の取組（自動操舵トラクタ）

自動操舵トラクタは、栽培している全ての作目（水稲、小麦、大豆、子実トウモロコシ）で汎用的に活用し、コスト低減を図っている。自動操舵システムはトラクタに固定だが、ガイダンスシステムは付け替えながら複数の作業機で活用している。なお、そもそもメーカー純正品の自動操舵システムは付け替えができないが、セッティングが容易でトラブルも少ないというメリットもある。作業内容や圃場の大きさ等によっては、自動操舵の必要性、恩恵が少ない作業もあるため、全てのトラクタに自動操舵を使用するわけではなく、必要な作業では確実に自動操舵を使えるようにしながら、バランスを見て導入や稼働の割合を調整している。また、自動操舵システムの使用は、トラクタの馬力や作業幅にも大きく左右されたため、どの作業に自動操舵システムを入れると有効か、特に使用頻度の高いトラクタの馬力や作業幅はどの程度か等、導入前に検討しておくことが重要である。

M 経営体において、自動操舵が必要な作業は多くあり、当初の導入目的としていた防除や耕起作業の他、心土破碎、夜中や砂が舞う中での作業等でも自動操舵を活用している。サブソイラによる心土破碎では、斜めに作業機を入れるため、目印がない中での作業となり、自動操舵がなければ精度の高い作業は難しい。また、繁忙期には夜中に作業することもあり、自動操舵トラクタであれば、視界が悪い中でも高精度な作業が可能である。

自動操舵活用のポイントとして、ある程度の経営面積があること、加えて一筆当たりの面積が大きいことが挙げられる。自動操舵では、作業ムラが減り往復回数が少なくなることで作業時間が短縮されるため、圃場の長辺の長さにより省力効果が変わってくる。そのため、特に自動操舵の効果が大きくなるのは自己整備により大区画化した畑地で、水田では大きい圃場でも 90a 程度のため、現状あまり自動操舵を活かせていないと感じているとのこと。水田では、主に夜作業とブロードキャストでの基肥散布、乾田直播の鎮圧に自動操舵を活用はしているが、小区画であるため効果は小さいとのこと。

自動操舵による作業時間の削減効果は 1～2 割程度であり、繁忙期にこの程度の作業時間が削減できることは経営にとって大きなメリットとなる。しかし、導入コストが高いため、削減した労働時間とで費用対効果を考えると、経営的には正直合わないとのこと。金銭的なメリット以外の部分、便利になるというところに、どれくらいのコストをかけられるかという意識を導入検討時に持つことが必要である。

■ 取組事例からみた自動操舵トラクタの導入・活用ポイント

導入・活用ポイント	ポイント達成のための取組・確認事項
導入目的の明確化	省力効果だけでは費用対効果が低いことに留意する 削減された作業時間の有効利用を検討する
稼働率を高めるために複数品目で使用すること	水稲、小麦、大豆、子実トウモロコシで活用
稼働率・省力効果を高めるトラクタの馬力・作業幅の選定	導入前に自動操舵を活用したい作業や圃場区画を整理
稼働率を高めるため一定以上の経営面積があること	経営面積が小さい場合は導入の見送りを検討する
省力効果を高めるため区画の大きい圃場があること	畑地を傾斜合筆により大区画化 区画が小さい場合は導入の見送りを検討する

作成：2022 年 3 月 農業研究センター企画管理部農業経営研究室

(2) 水稲複合経営におけるスマート農業技術稼働率向上の取組事例

■ 経営概要

A 経営体は、水稲、畑作、野菜など多品目を栽培し、延べ 56ha の土地利用型農業を展開している。水田は 30～50a の区画が多く、2.5ha の大区画もある。また、畑地は圃場合筆により 1ha 以上の区画が多く、大区画化が進んでいる。農地集積・集約が進む中、地域の担い手として年々経営面積が増えており、今後も面積が拡大していくことが想定される。

所在地	花巻市
栽培作物・作付面積	水稲：15ha, WCS：9.8ha, 飼料用米：4ha, 小麦：10ha, 大豆：10ha, タマネギ：2.7ha, ネギ：0.5ha, アスパラ：0.6ha
構成員	社長、常時雇用：2名、臨時雇用：2～3名

■ 導入技術

自動操舵トラクタ（自動操舵 2 台、ガイドランス 1 台）、直進アシスト田植機、ラジコンボート、農業散布ドローン、生産管理システム

■ 要約

A 経営体では、今後の規模拡大等も見据え、省力化技術を中心にスマート農業技術を導入している。自動操舵トラクタは、多品目で使用するほか、大区画の圃場で活用することで省力効果と稼働率を高めている。直進アシスト田植機は、田植えだけでなく追肥作業にも活用することで稼働率を高めている。また、ラジコンボート及び農業散布ドローンは、他経営体と共同購入・シェアリングすることにより、導入コストを抑え、稼働率を高めている。このように、導入コストの高いスマート農業技術であっても、稼働率を高め、適正規模を意識して導入・活用することで、費用対効果を高めている。

■ 多品目利用等による稼働率向上の取組（自動操舵トラクタ、直進アシスト田植機）

自動操舵トラクタを導入したきっかけは他生産者からの情報提供で、実際の動作を見せてもらい、省力化や軽労化に繋がると判断して導入を決めた。主な用途は耕起と播種作業であり、特に使用割合が大きいのは畑作と乾田直播である。ほぼ全ての栽培作物で自動操舵を活用しており、R3 年度の稼働面積は耕起と播種作業だけでも 80ha 程度となる。導入効果として、作業精度向上による旋回回数の減少（作業効率向上）、身体的・精神的負担の軽減、一連の作業を自動操舵で行うことにより、中耕培土など播種後の作業工程も楽になることなどが挙げられる。導入効果を高めるためには、大区画かつ縦長の圃場で作業することが最も重要で、一筆当たりの省力効果も大きく、経営全体ではかなりの作業時間短縮に繋がっている。また、自動操舵の活用により、削減された作業時間の有効利用による経営改善等の効果もみられている。一方で、導入コストが高いため、作業時間の短縮だけでコスト回収は難しいところである。しかし、地域の担い手が減り、経営規模が拡大する中、今の経営にとって自動操舵トラクタは必要な技術であり、値段なりの価値があると感じている。

直進アシスト田植機は、試乗で良さを感じ、田植機の更新時期に補助事業を活用できたこともあり導入を決めた。田植時に直進アシストがあることで、精神的負担が減るほか、苗補給を同時に行えるため作業効率が向上する。1ha 区画で高密度播種苗の場合、約 2 時間で作業でき、1 日 4ha 程度と従来の 1.5～2 倍のペースで田植えが可能となり、繁忙期の作業時間短縮の効果は非常に大きいと感じている。ま

た、直進アシスト田植機は、田植作業だけでなく水稻の追肥作業にも活用している。なお、田植機による追肥作業は、農研機構東北農研で開発された技術であり、既存の機械にも後付けが可能な技術である。これまで追肥したことはなかったが、追肥による増収効果がみられ、多いところでは主食用米 540～570kg/10a から 600kg/10a 以上となった。

■ 経営体間シェアリングによる稼働率向上の取組（農薬散布ドローン、ラジコンボート）

農薬散布ドローン、ラジコンボートともに、他経営体と共同購入して利用している。ドローンでの作業は、水稻の防除作業（年3回）と大豆の防除作業であり、共同利用している紫波町の経営体とは地域が異なり作業適期も異なるため、競合することなく使用できている。また、共同購入により、導入コストも抑えられている。共同利用者の使用や受託作業も含めると、年間延べ 100ha 以上で稼働している。ドローン導入前までは、ラジコンヘリの作業委託をしていたが、それと比較すると費用も安く、3年程度で導入コストを回収できる。また、散布タイミングも比較的自由なため、適期作業に繋がる。

ラジコンボートは水田除草剤散布作業に使用しており、同市の4経営体で共同購入して利用している。農機メーカーでの実演で作業速度に魅力を感じ、繁忙期の省力化を目的に導入を決めた。作業効率はハイクリブームの約2倍程度、半日で10ha程度の作業が可能であり、省力化に繋がっている。4経営体で約120haの稼働があるが、作業速度が速いため特別な機械利用の調整無く使用できている。なお、散布作業は、一筆ごとに必要量を充填して使い切る方式であり、吐出量はダイヤル式で調整するが、できるだけ重複作業の無いよう適切な開度に調整することで、作業効率を高めることが可能である。

■ 取組事例からみたスマート農業技術の導入・活用ポイント

導入・活用ポイント	ポイント達成のための取組・確認事項
技術の活用イメージを明確化すること（共通）	導入前に実演機の試乗や動作確認を通じて、自社で活用できるか、効果を得られるか検討する
稼働率を高めるため複数品目での使用や他作業への応用を検討すること（自動操舵、直進アシスト田植機）	水稻、小麦、大豆、野菜類等で活用 直進アシスト田植機を追肥散布作業に応用
大区画かつ長辺の長い圃場で作業すること（自動操舵、直進アシスト田植機）	農地合筆により圃場を大区画化 区画が小さい場合は導入の見送りを検討する
他経営体とのシェアリングにより導入コストを削減（農薬散布ドローン、ラジコンボート）	農薬散布ドローンを2経営体でシェアリング ラジコンボートを4経営体でシェアリング

作成：2022年3月 農業研究センター企画管理部農業経営研究室

(3) 中山間水田作経営における豊作計画（経営・生産管理システム）の活用事例

■ 経営概要

K 経営体は、水稻と畑作を延べ 69ha 作付け、土地利用型農業を展開している。筆数は合計 517 枚あり、20a 程度の小区画圃場が多い。中山間地に位置し、条件の悪い農地も多い中、地域の担い手として農地を引き受け、経営規模が増えつつある。

所在地	二戸市
栽培作物・作付面積	水稻：23ha, 大豆：21ha, そば：13ha
構成員	役員：6名, 従業員：5名

■ 導入技術

豊作計画（トヨタ自動車㈱の経営・生産管理システム）、農薬散布ドローン

■ 要約

K 経営体では、豊作計画や Excel を活用し、必要なデータの抽出、データに基づく作業指示・判断、圃場別収量の集計・分析、次年度の作付・作業計画や施肥設計の作成、事務書類の作成等、データ駆動型農業を実践している。

■ 豊作計画の機能と導入経緯に関して

豊作計画はトヨタ自動車㈱が開発・運用する生産管理システムである。一般的な経営・生産管理システムと同様に、圃場登録、作業内容や作業時間等の記録・振り返り等ができるほか、計画の自動作成や圃場別作業状況の遅れ進みを色分けで確認できる機能等が備わっている。また、豊作計画には、豊作計画と連動した現場改善、小集団活動を実施するため、トヨタスタッフが現地でサポートするサービスも含まれており、豊作計画の使用料金は 1 人目 10,000 円/月、2 人目以降 5,000 円である。

K 経営体は、2016 年に豊作計画を導入し、現在使用を始めて 5 年目となる。導入のきっかけは、豊作計画の開発にも関わった愛知県の鍋八農産の話を知ったこと。従業員全員で視察に行ったという。K 経営体は地域の担い手として営農を引き受けており、圃場が年々増えているが、中山間地で区画の小さい圃場が多く、生産性が低いことが課題となっていたため、経営改善を目的に豊作計画を導入したという。システムの利用に加え、トヨタスタッフにも現場に来て指導してもらうほか、トヨタで年 1 回開催する豊作計画の成果報告会にも継続して参加している。

■ 豊作計画等を用いたデータ活用例の紹介

K 経営体では、豊作計画に圃場情報、圃場ごとの作付品目等を登録し、各作目の日々の作業内容、作業時間等を記録している。豊作計画を導入する以前（日誌で情報を記録）と比較して、情報の引き出しがしやすくなったところにメリットがあるという。例えば、作付状況や肥料散布の実績等もすぐに確認でき、次年度の作付計画や施肥設計に活用しているほか、作業実績のデータは作業指示の判断に活用している。ある圃場の次の作業の実施をいつやるのか考える時、前の作業をいつ行ったかがすぐ確認できるため、迷うことなく判断ができるという。

また、K 経営体では、圃場ごとにフレコンを分けることで、圃場ごとの収穫量を計測し、豊作計画に入力している。さらに、フレコンに圃場名を記載した名札を付けることで、生重量だけでなく、乾燥後

の重量・等級も圃場ごとに記録している。それらの収量データを分析し、翌年の施肥設計や転作圃場の選定等に活用している。

そのほか、豊作計画の活用例として、事務的な作業の効率化がある。GAP（農業生産工程管理）等、毎年申請書類の用意が必要なものは、豊作計画から抽出してデータを出せるため便利だという。また、圃場と連携しているため、作業指示がやりやすく、新人でも圃場を間違えることが無い点もメリットと感じているという。

■ 豊作計画を活用した次年度計画の作成

K経営体では、次年度計画の作成や計画と実績の比較に豊作計画を活用している。次年度計画は、豊作計画で得られたデータや豊作計画の計画自動作成機能等を活用しながら Excel で作成しており、誰が何の作業をいつ行うのかといった項目を追加して活用している。全体としての作業だけでなく、各作業に必要な人数や時間（人工の考え方）を考慮することが重要とのこと。また、繁忙期の田植え作業は、豊作計画に計画を入力もしており、豊作計画の機能で作業予定日が近くなると地図上でその圃場が黄色く表示され、遅れていると赤く表示されるため、進捗状況を把握することが可能である。ただし、繁忙期は忙しいため、作業を進めることに集中し、細かなデータ入力状況までは確認していない。余裕ができたときに作業が予定通りできなかったところを確認し、次年度に生かすことを考えている。K経営体では、中山間地域で条件の悪い圃場が多く、特に田植え時期の作業遅れが問題となっていたが、豊作計画の活用し PDCA サイクルを回すことで、改善活動に繋がり少しずつ作業適期に近づいているという。

田植え時期の作業改善事例として、圃場利用計画の見直しが挙げられる。K経営体では、農業用水が使えるようになるのが5月中旬頃で、水を待って作業が進められないことが作業遅れの要因の一つであった。そこで、田植時期を少しでも早められるように、自然水でできるところから順に進めるように改善した。また、作業実績を踏まえ、作業可能面積を見直し、水利の悪い区画の水稻作付を減らした。その結果、6月中旬頃まで延びていた田植作業の遅れ解消が図られ、主力品種の田植を概ね5月中旬に実施することができたという。継続的な改善活動により、次年度以降さらなる作業改善が期待される。

■ 取組事例からみた生産管理システムの導入・活用ポイント

導入・活用ポイント	ポイント達成のための具体的取組・留意点
記録したデータを集計・分析し、次年度計画に反映すること（PDCAサイクルを回すこと）	<ul style="list-style-type: none"> 作業・作付実績（各作業に必要な人数や時間、作業遅れの実態等）を基に、次年度の作業・作付計画を作成 収量実績を基に施肥設計を作成

作成：2022年3月 農業研究センター企画管理部農業経営研究

(4) 園芸作経営における Agrion（経営・生産管理システム）とキントーンの活用事例

■ 経営概要

C 経営体は、土地利用型野菜、施設野菜、花きを栽培する園芸作経営体である。労働集約的な園芸経営のため雇用者も多く、雇用管理や人材育成に力を入れている。また、出荷時期や規格等により単価の変動が激しい園芸品目で利益率を上げるため、経営的視点で判断し、高生産性農業を展開している。

所在地	北上市
栽培作物・作付面積	野菜（にんじん、レタス、リーフレタス、サニーレタス等）： 16ha, 花き：1.2ha
構成員	役員：3名, 社員：4名, パート： 7名, アルバイト：1名

■ 導入技術

Agrion 農業日誌（ライブリッツ㈱の経営・生産管理システム）、キントーン（サイボウズ㈱の業務アプリ作成システム）、自動操舵トラクタ

■ 要約

C 経営体では、キントーンにより作成した Agrion 集計アプリや人参収穫・選別アプリ等、計 20 個以上のアプリを活用し、任意データの抽出、データに基づく意思決定、収量・売上高予測、作付・作業計画作成等、キントーンを主軸としたデータ駆動型農業を実践している。

■ Agrion 農業日誌の機能及び活用について

C 経営体では、経営・生産管理のシステムとして Agrion 農業日誌（以下 Agrion という）を導入している。Agrion の他、類似の経営・生産管理システムを 3 つほど試しているが、記録のしやすさ、機能、コスト等を総合的にみて Agrion を選択したという。Agrion の料金はプランにより異なるが、ベーシックプランでは 200 圃場、20 アカウントまで登録可能で月額 1,980 円（税別）である。Agrion では、場所（圃場等）、作業、作物、資材、機材、メンバー（従業員等）を事前に登録し、それらの項目に加えて作業時間、収穫量や出荷量、農薬の使用量等の記録が可能である。記録内容を活用するため、特定の期間・場所・作物における作業実績や農薬使用記録等のレポートを Excel 形式で出力できるほか、システム上でグラフが作成できる集計機能も備わっている。C 経営体における Agrion での記録は、作業内容や圃場の選択が主である（その他のデータは後述するキントーンを活用）。また、記録の精度を高めるためには、従業員が記録しやすいよう工夫することが重要であるが、C 経営体における取組の一例としては、入力時にタップして選ぶ項目（作業・圃場等）について、探す手間ができるだけ少なくなるよう従業員が使う項目を上から順に並べるほか、時期により順番を入れ替えることでスクロールしなくても選択できるようにしている。なお、Agrion はスマホと PC から利用が可能だが、スマホ版は基本的に記録や情報共有用であり、レポート出力や集計機能は PC 版でのみ使用可能である。

■ キントーンの機能及び活用について

C 経営体では Agrion に加え、キントーンという業務改善システムを導入している。キントーンでは、専門的な知識がなくても自社好みの業務改善アプリを必要な数だけ作成でき、会社の様々な情報をキントーン上のアプリで一元管理することで、データ共有・見える化が可能である。スタンダードコースの

料金は、月額 1,500 円/1 ユーザー（契約には 5 ユーザー以上必要）であり、C 経営体では 7 ユーザー、月額 10,500 円で利用している。作成したアプリにより、様々なデータの記録や集計ができるが、キントーンは農業専用のシステムではないため、圃場登録機能や農作業記録のしやすさ等は Agrion が優るため、基本的な入力 Agrion、集計やグラフ化等のデータ活用はキントーンといった使い分けをしているという。キントーンでは、従業員も集計したグラフ等をスマホから簡易に見ることが可能であり、ミーティング等に限らずいつでも集計データを確認できることが大きなメリットという。例えば、データを共有することで、それぞれの仕事の理解に繋がり、不満が出にくく公平で働きやすい職場環境となる。また、C 経営体では、普通は経営陣しか知らないような情報も含めて従業員に共有している。業績が上がった際にはボーナスを増やす等、皆のためのデータ記録・活用であることを理解してもらえよう意識しているという。このように、従業員含め情報をオープンにしていることは、社内におけるデータ活用に対する意識向上や、仕事に対するモチベーション向上に繋がっているのではないだろうか。

■ キントーン作成アプリ及び活用例の紹介

C 経営体において、これまでキントーンで作成したアプリは 50 個以上あり、そのうち半数ほどを日常的に活用している。ここでは、その中の一部のアプリを紹介する。

一つ目は Agrion 集計アプリ。これは、Agrion からの出力データを読み込み集計するもので、見たいデータをすぐに抽出し、グラフで可視化が可能である。具体的な活用例を紹介する。例えば、社長がレタスの収穫作業に入らなくても大丈夫かどうかを判断したい時、アプリで人、作目、作業内容、時期を選択して社長の過去のレタスの月別収穫作業時間をグラフで確認することで、その作業を従業員が代わりにやれるかどうかデータで客観的に評価できる。すぐに見たいデータを確認できるため、あらゆる場面でデータを基に意思決定ができる。欲しいデータが無ければ予想して意思決定することになり、その場合少し楽観的に考えてしまうことが多く、結果的に上手くいかない場合が多いという。キントーンを導入したのは 2 年前で、経営を始めた当初は、手書きと excel での集計でデータを活用していたが、その頃は記録だけで使えていないデータもあったという経験から、データは出力しやすいかたちで記録した方が良いと考えているという。

二つ目は人参用の収穫アプリと選別アプリ。収穫アプリでは、日時、圃場、収穫量、収穫面積、収穫時間等を記録し、入力データから単位時間、単位面積当たりの収穫量等が自動計算され、組作業人数の計算や持参するコンテナの目安の把握等に活用している。さらに、様々なグラフが自動作成される仕組みとなっている。例えば、圃場別の 1 週間当たり収穫量や年毎の単収などで、収量予測や圃場ごとの評価等に活用している。また、選別アプリでは、圃場ごと、出荷規格ごとの重量を記録することで、各圃場における規格別重量等が集計される。単収だけでなく、出荷規格別の割合も把握することで、より適切に圃場の評価が可能となる。C 経営体では、それらの収穫・選別実績をもとに各圃場を 1~4 階級に振り分けており、計画作成時、1 級は 4,000kg/10a、2 級は 3,000kg/10a というように収量予測に活用している。さらに、選別アプリでは、予め各出荷規格の 1 本あたり重量と想定単価を設定することで、その日選別した重量から、規格別の本数と売上高まで予測する機能が備わっている。売上高の予測は、売上目標を達成するために重要であり、計画と実績を比較しながら改善点を考えているという。なお、C 経営体では、MQ 会計という理論を取り入れ、利益を出すための収量・販売単価、費用の目標を設定している。

■ 取組事例からみた露地野菜作における経営・生産管理システム等の導入・活用ポイント

導入・活用ポイント	ポイント達成のための具体的取組・留意点
有効なデータを集めるため、記録の精度を高めること	<ul style="list-style-type: none"> ・従業員が記録しやすい工夫 ・従業員にデータ収集の意義を伝える
データを分析・活用しやすくするため、記録したデータを見やすい形式に集計すること	<ul style="list-style-type: none"> ・集計しやすい形式でデータを記録 ・様々な視点からグラフを作成
データ活用を促進するため、集計データをいつでも誰でも見られるようにすること	<ul style="list-style-type: none"> ・スマホで集計データ等の確認が可能なキントーンを活用し、データを社内で共有

■ 人参収穫と人参選別アプリにおける集計グラフの一例（写真）



作成：2022年3月 農業研究センター企画管理部農業経営研究室

(5) 土地利用型野菜における自動操舵システム等の活用による生産性向上の取組事例

■ 経営概要

所在地	軽米町
経営面積	30ha ※中山間畑作地帯で小区画不整形圃場が多い。
主な栽培品目 ・面積	ながいも 7.5ha (うち種いも 1.5ha)、ごぼう 6ha、たまねぎ 1ha、その他野菜 1.5ha、そば 7ha 等
労働力	8人 (家族 3人、雇用 5人)
経営の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ながいも、ごぼう等の根菜類を主体とした経営を営んでいる。 ・新品目の導入を進める等、経営の多角化に取り組んでいる。 ・ごぼうの連作障害回避のため、他品目との輪作体系を組んでいる。

■ 導入技術

名称	内容	台数	備考
自動操舵システム	X25/AGI-4 (トプコン)	2	いずれも補助事業を活用
	XD/AGS-2 (トプコン)	1	
補正情報	VRS 方式	1	配信方式による直進精度等の違いは見られない
	RTK 方式 (県北研の RTK-GNSS 基地局配信)	2	
トラクター	130ps、95ps、95ps	3	自動操舵システム取付分
運搬機	台助くん DS1200 (苔米地技研工業)	1	ながいも・ごぼう対応

■ 要約

この経営体は、ながいも・ごぼう等の土地利用型野菜の栽培を主体としており、R3~4年に自動操舵システムを導入し、栽植本数の増加、秀品率の向上、作業負担の軽減、作業時間の短縮の効果により生産性が向上した。また、各種作業に自動操舵システムを活用することで導入機器の稼働率を高めている。R5年には、ながいも・ごぼうの運搬機を導入し、収穫作業の人員削減を図り、その余剰労働力を柔軟に再配置して、更なる作業の効率化やスムーズな経営管理を可能にしている。今後は経営規模の拡大や新規品目の導入等の経営改善を見据えている。

■ 導入経過・活用状況

① 自動操舵システム

- ・ながいもの定植作業、ごぼうの播種作業の直進精度を上げることで、収穫物の損傷が減り、収穫まで楽に作業できるようにすることをねらって導入した。
- ・R3年に2台、R4年に1台導入し、それぞれ3台のトラクターに取り付けている。
- ・自動操舵システムの活用

品目	自動操舵活用作業
ながいも	耕起、定植時の溝掘、ブームスプレイヤによる防除、収穫
ごぼう	耕起、溝掘+播種、ブームスプレイヤによる防除、収穫

② 運搬機

- ・R5年にながいも・ごぼうで活用できる牽引式運搬機を1台導入し、更なる作業改善を図っている。

■ 自動操舵システムの導入効果 (R3~4)

	改善点	効果
①	播種・定植位置の高精度化	不整形圃場の播種・定植作業は、作畝の基準線がないことや圃場のうねりにより正確な作業が困難。自動操舵の導入により、不整形圃場では畝数が1本~数本程度増加したことで 栽植本数が増加 し、収量が向上した。
②	トラクターの直進走行の自動化	収穫物(ながいも・ごぼう)を作業機で損傷させる割合が減少し、 秀品率が向上 した。 作業機の高さや深さの操作に注力できるようになり、オペレーターの 作業負担が軽減 した。
③	非熟練者(操作に慣れていない息子、従業員)もトラクター作業に従事	オペレーターの確保(自動操舵導入前1人→導入後3人)と柔軟な人員配置が可能となり、 作業時間が短縮 したことにより労働生産性が向上した。 息子:自動操舵を使うことで作業機の操作に集中できるので、早く操作に慣れることができた。

注) 自動操舵システムを活用する際、林の陰になる圃場や山で囲まれた圃場等では、補正情報がうまく届かないことがあるので、その時に備えて作業目標点等を決めておく必要がある。

■ 運搬機の導入効果 (R5) 及び人員配置の見直し・作業状況等

牽引式運搬機の導入により、ながいも・ごぼうの**収穫作業人員が削減**された。

収穫作業の改善により生じた余剰労働力を他の作業に再配分することで、**更なる作業の効率化**が図られた。

熟練者である経営主の配置が柔軟になった結果、**経営管理がスムーズに行える**ようになり、新規品目の導入等を検討する余裕が生まれている。

① ながいも

運搬機導入前 (R3~4) : 8人

(トラクター操作3人(収穫、運搬、茎葉除去*)、収穫作業5人)

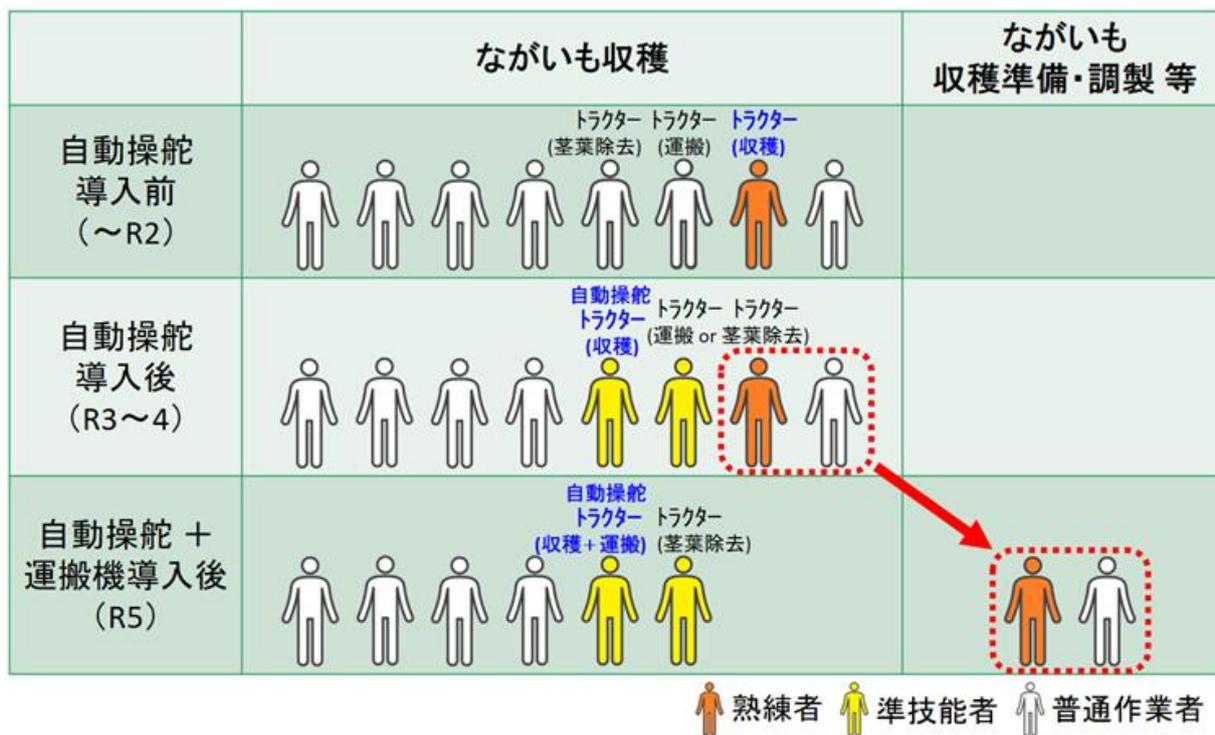
⇒ 導入後 (R5) : 6人

(トラクター操作2人(収穫+運搬、茎葉除去*)、収穫作業4人)

※茎葉除去: 収穫前にながいもの先端が見えるように茎葉等を除去する作業



図1 運搬機導入前 (8人作業)



ながいもの作業状況等	
自動操舵導入前 (~R2年)	<ul style="list-style-type: none"> 熟練者（経営主）がオペレーターとなり収穫作業を実施。経営主は多忙で不在となることもあり、不在時は収穫作業が滞った。 次の収穫予定圃場の準備や調製作業は、収穫作業のない時に行っていた。
自動操舵導入後 (R3~4年)	<ul style="list-style-type: none"> 自動操舵システムの導入により、非熟練者（経営主の息子や従業員）にオペレーターを任せられるようになり、収穫作業が滞らなくなった。
自動操舵 + 運搬機導入後 (R5年)	<ul style="list-style-type: none"> 運搬機の導入により生じた余剰労働力（2人）を次の収穫予定圃場のつる下ろし作業や贈答用ながいもの調製作業等に割り当てることができるようになり、作業全体の効率化が図られた。

② ごぼう

運搬機導入前 (R3~4) : 5人 (トラクター操作2人 (収穫、運搬)、収穫作業3人)

⇒ 導入後 (R5) : 3人 (トラクター操作1人 (収穫+運搬)、収穫作業2人)



図2 運搬機導入前 (5人作業)

○ 準技能者
○ 普通作業員

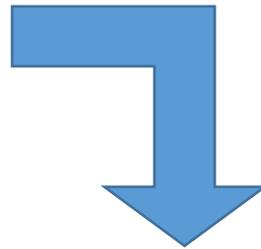


図3 運搬機導入後 (3人作業)

	ごぼう収穫	ごぼう 選別・洗浄・袋詰め	土づくり・ そば収穫等
自動操舵 導入前 (~R2)	トラクター (運搬) トラクター (収穫) 5人 (2黄, 3白)	3人 (3白)	
自動操舵 導入後 (R3~4)	自動操舵トラクター (収穫) トラクター (運搬) 4人 (2黄, 2白)	3人 (1黄, 2白)	トラクター・コンバイン 1人 (白) 人員不足時
自動操舵 + 運搬機導入後 (R5)	自動操舵トラクター (収穫+運搬) 3人 (1黄, 2白)	2人 (1黄, 1白)	トラクター・コンバイン 1人 (白)

熟練者 準技能者 普通作業員

	ごぼうの作業状況等
自動操舵導入前 (~R2年)	・熟練者（経営主）がオペレーターとなり収穫作業を実施。経営主は多忙で不在となることがあり、不在時は収穫作業が滞り、仕事を割り振ることのできない従業員がいた（労働生産性の低下）。
自動操舵導入後 (R3~4年)	・自動操舵システムの導入により、非熟練者（経営主の息子や従業員）にオペレーターを任せることができた結果、収穫作業が滞らなくなり、全従業員に仕事が割り当てられるようになった。 ・熟練者は選別・洗浄等の作業に回ることで、選別・洗浄等の作業時間短縮の効果が得られた。また、人員不足時は、堆肥散布等の土づくりや新たに栽培開始したそばの収穫作業等を並行して行うことができるようになり、柔軟な働き方ができるようになった。
自動操舵+ 運搬機導入後 (R5年)	・運搬機の導入により生じた余剰労働力（2人）を選別・洗浄等の作業に割り当て、熟練者は土づくりやそばの収穫等の作業を並行して行うことができるようになり、作業全体の効率化が図られた。

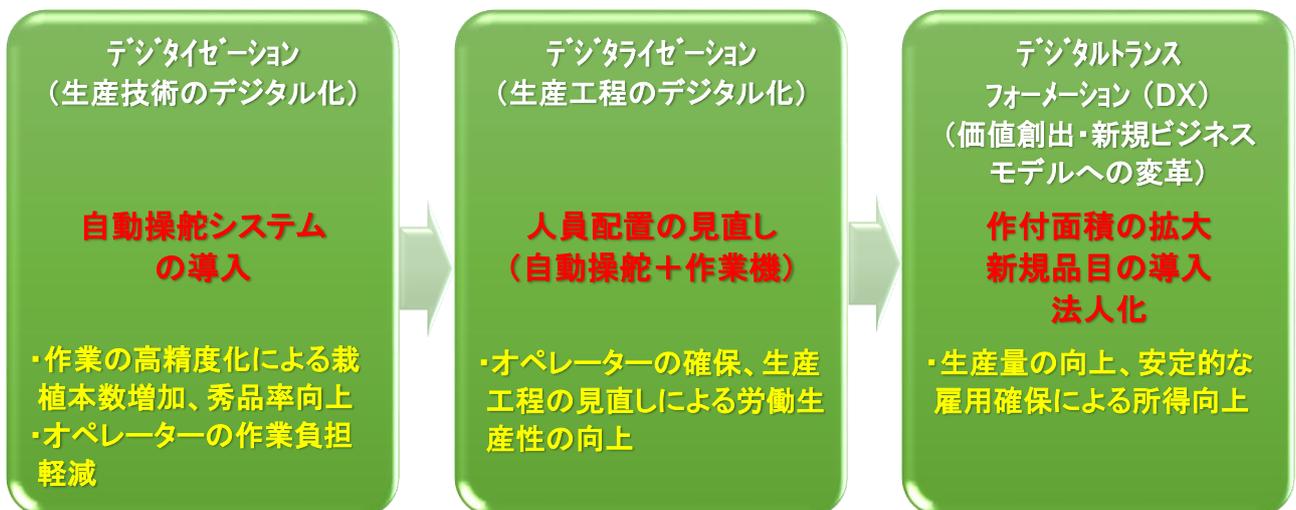
■ 今後の経営方向

- ① 自動操舵システム・運搬機の導入効果を活かした、既存品目（ながいも、そば等）の作付面積の拡大及び新規品目の導入
- ② 安定的な雇用確保等をねらいとした法人化

■ 自動操舵システム等の活用による生産性向上

既存のトラクターに自動操舵システムを導入することで、熟練者の作業を準技能者に任せられるようになっただけでなく、さらに作業機（運搬機）を導入することで、人員配置の選択制を高め、柔軟な運用ができるようになったほか、新たな品目の栽培につながり生産性向上が図られている。

DXでは、以下の図のように3つの発展段階がある。本事例では、自動操舵システムの導入により農機作業のデジタル化を図っただけでなく、さらに運搬機を導入して生産工程の改善につなげたことが、DXの実現のために重要なポイントになっている。



6. 参考1 スマート農業機械の利用規模の目安について

スマート農業機械は、省力化や生産性の向上などに寄与するものとして、非常に重要な役割を担っていますが、本県の実情に応じた適正導入・効率的な利用を推進していくため、スマート農業機械の利用規模の目安を取りまとめました。

■ 利用規模の目安の考え方と留意点

1 共通

(1) 算出方法

利用規模の目安は、「岩手県高性能農業機械導入計画（平成29年）」に準じて算出しました。

<https://www.pref.iwate.jp/sangyoukokoyou/nougyou/seisan/1007685.html>

(2) 導入効果を高める条件

農業機械の導入を効果的に行うために必要な条件（圃場、栽培管理、関連機械施設の条件等）は、岩手県高性能農業機械導入計画（平成29年）の基準を参考にして下さい。

2 作業可能面積

(1) 作業能率の考え方

作業能率は、国の実証プロジェクトの成果を参考に従来よりも作業能率が向上するものとして算出しています。

(2) 作業可能面積の利用にあたっての留意点

作業可能面積は、1日の作業面積に年間の作業可能な日数を乗じたものです。また、1日を8時間として、その3割（2.4時間）を移動や準備等の時間とみなしています。このため、これよりも移動時間が長い場合は、作業可能面積は小さくなります。

3 スマート農業機械の利用規模の下限

(1) 下限面積の考え方

利用規模の下限面積は、作業能率と経済性を基準として算出した面積です。

(2) 下限面積の利用にあたっての留意点

ア 下限面積は、スマート農業機械導入の目安として利用するものです。

イ スマート農業機械の導入にあたっては、導入する地域、圃場条件、経費等諸条件を考慮した上で下限面積以上の利用面積を確保するとともに、それぞれの機械の性能を十分に発揮し、効率的に利用されるよう努めて下さい。

ウ 中古農業機械は、利用下限面積適用の対象外です。

(3) 岩手県高性能農業機械導入計画（平成29年）に記載のない購入価格については、メーカー標準価格や農水省の農業新技術 製品・サービス集などを参考に設定しました。

(1) 利用規模の目安（自動操舵トラクター・水田）

■ 自動操舵トラクター（水田）の導入目安

項目	単位	自動操舵あり			自動操舵なし		
		I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級	I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級
作業可能面積	ha	8.4	11.7	14.2	6.8	9.6	11.6
利用規模の下限 (春耕+代かき+秋耕の 3作業に使用する場合)	ha	11.3	15.4	20.7	6.6	10.8	16.5

※岩手県高性能農業機械導入計画（平成 29 年度～）に基づき、作業能率が 18% 向上するものとして試算した。RTK 基地局の設置費用は考慮せず。

■ 利用規模の下限設定の基礎等

(1) 作業可能面積

項目	単位		自動操舵あり※ ²			自動操舵なし※ ³		
			I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級	I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級
作業能率 春越・秋耕 荒代・植代 計	時/ha	C	6.4 5.6 12.0	4.4 4.1 8.5	3.6 3.4 7.1	7.8 6.8 14.6	5.4 5.0 10.4	4.4 4.2 8.6
作業日数	日	D	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
作業可能日数率	%	Z	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3
1日作業時間	時間	H	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
実作業率		K	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
作業可能面積※ ¹	ha	A	8.4	11.7	14.2	6.8	9.6	11.6

※¹ A 作業可能面積=(D*H*Z*K)/C

※² C 作業能率：自動操舵ありは、自動操舵無しから 18% を割引。(農水省「令和元年度スマート農業実証プロジェクトの成果について（水田作）」(令和 4 年 8 月)の労働時間削減率)

※³ C 作業能率：自動操舵なしは、岩手県高性能農業機械導入計画（平成 29 年度～）を適用。

(2) 利用規模の下限

項目			単位		自動操舵あり			自動操舵なし		
					I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級	I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級
固定費	購入価格	トラクタ	千円	①	5,700	6,987	8,993	3,200	4,487	6,493
		ロータリ		①'	—	686	992	—	686	992
		水田ロータ		①''	524	947	1,701	524	947	1,701
	年固定比率	トラクタ	千円	②	0.230	0.240	0.240	0.230	0.240	0.240
		ロータリ		②'	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281
		水田ロータ		②''	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245
	年固定費	トラクタ	千円	③	1,311	1,677	2,158	736	1,077	1,558
		ロータリ		③'	0	193	279	0	193	279
		水田ロータ		③''	128	232	417	128	232	417
	利用料		③'''	150	150	150	—	—	—	
	計	千円	④	1,589	2,251	3,004	864	1,501	2,254	
変動費	燃料	燃料消費量	L/hr	⑤	7.0	11.0	17.0	7.0	11.0	17.0
		燃料単価	円/L	⑥	98.6	98.6	98.6	98.6	98.6	98.6
		燃料費	円/hr	⑦	690	1,085	1,676	690	1,085	1,676
		潤滑油費	円/hr	⑧	207	325	503	207	325	503
	労賃	OP 人員	人	⑨	1	1	1	1	1	1
		OP 労賃	円/hr	⑩	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540
		ha 当たり変動費	円/ha	⑪	41,684	35,939	37,467	50,834	43,828	45,691
ha 当たり作業請負料金			円	⑫	182,500	182,500	182,500	182,500	182,500	
利用規模の下限 (春耕+代かき+秋耕の 3作業に使用する場合)			ha	⑬	11.3	15.4	20.7	6.6	10.8	16.5

※トラクター I 類のトラクタ価格は、ロータリーを含む

※算出方法

①自動操舵ありは、トラクタ価格に自動操舵システムの後付費用として 2,500 千円を加算

③=①×② [③'、③''も同様] ③'''：RTK 位置情報補正サービスの年間利用料

④年固定費計=③+③'+③''+③''' ⑦燃料費=⑤×⑥

⑧潤滑油費=⑦×0.3

⑪ha 当たり変動費=C作業能率計×(⑦+⑧+⑩) / K実作業率

⑬利用規模の下限=④ / (⑫-⑪)

(2) 利用規模の目安 (自動操舵トラクター・畑)

■ 自動操舵トラクター (畑) の導入目安

項目	単位	自動操舵あり				自動操舵なし			
		I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級	IV 90PS 級	I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級	IV 90PS 級
作業可能面積	ha	19.7	35.9	61.4	69.0	15.7	27.1	49.0	55.2
利用規模の下限	ha	19.4	24.8	30.1	37.1	11.4	17.8	23.2	30.4

※岩手県高性能農業機械導入計画(平成29年度～)に基づき試算、トラクタに自動操舵システム(RTK)を後付けした場合を想定したもの。RTK 基地局費用は考慮せず。

■ 利用規模の下限設定の基礎等

(1) 作業可能面積

項目	単位		自動操舵あり※2				自動操舵なし※3			
			I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級	IV 90PS 級	I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級	IV 90PS 級
作業能率	耕起		7.0	3.6	1.5	1.4	8.8	4.5	1.9	1.7
	砕土		1.9	1.6	1.4	1.2	2.4	2.0	1.7	1.5
	計	時/ha	9.0	5.2	2.9	2.6	11.2	6.5	3.6	3.2
作業日数		日	D	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
作業可能日数率		%	Z	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9
1日作業時間		時間	H	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
実作業率			K	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
作業可能面積※1	ha	A	19.7	35.9	61.4	69.0	15.7	27.1	49.0	55.2

※1 A 作業可能面積=(D*H*Z*K)/C

※2 C 作業能率：自動操舵ありは、自動操舵無しから18%を割引。(農水省「令和元年度スマート農業実証プロジェクトの成果について(水田作)」(令和4年8月)の労働時間削減率)

※3 C 作業能率：自動操舵なしは、岩手県高性能農業機械導入計画(平成29年度～)を適用。

(2) 利用規模の下限

項目			単位		自動操舵あり				自動操舵なし			
					I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級	IV 90PS 級	I 30PS 級	II 40～ 50PS 級	III 60～ 80PS 級	IV 90PS 級
固定費	購入価格	トラクタ	千円	①	5,700	6,987	8,993	11,031	3,200	4,487	6,493	8,531
		ボトムプラウ		①'	248	604	907	987	248	604	907	987
		ロータリ		①''	—	798	1,046	1,492	—	789	1,046	1,492
	年固定比率	トラクタ	千円	②	0.230	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240
		ボトムプラウ		②'	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273
		ロータリ		②''	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281
	年固定費	トラクタ	千円	③	1,311	1,677	2,158	2,647	736	1,077	1,558	2,047
		ボトムプラウ		③'	68	165	248	269	68	165	248	269
		ロータリ		③''	—	294	419	419	—	224	293	419
		利用料		③'''	150	150	150	150	150	—	—	—
計		千円	④	1,528	2,216	2,850	3,486	804	1,466	2,099	2,735	
変動費	燃料	燃料消費量	L/hr	⑤	7.0	11.0	17.0	22.0	7.0	11.0	17.0	22.0
		燃料単価	円/L	⑥	98.6	98.6	98.6	98.6	98.6	98.6	98.6	98.6
		燃料費	円/hr	⑦	690	1,085	1,676	2,169	690	1,085	1,676	2,169
		潤滑油費	円/hr	⑧	207	325	503	651	207	325	503	651
	労賃	OP 人員	人	⑨	1	1	1	1	1	1	1	1
		OP 労賃	円/hr	⑩	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540
ha 当たり変動費	円/ha	⑪	38,996	27,393	19,127	19,931	38,996	27,393	19,127	19,931		
ha 当たり作業請負料金	円	⑫	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000		
利用規模の下限			ha	⑬	19.4	24.8	30.1	37.1	11.4	17.8	23.2	30.4

※算出方法

- ①自動操舵ありは、トラクタ価格に自動操舵システムの後付費用として2,500千円を加算
- ③=①×② [③'、③''も同様] ③'''：RTK 位置情報補正サービスの年間利用料
- ④年固定費計=③+③'+③''+③''' ⑦燃料費=⑤×⑥
- ⑧潤滑油費=⑦×0.3
- ⑪ha 当たり変動費=C作業能率×(⑦+⑧+⑩) / K実作業率
- ⑬利用規模の下限=④ / (⑫-⑪)

(3) 利用規模の目安 (直進アシスト機能付き田植機)

■ 直進アシスト機能付き田植機の導入目安

項目	単位	直進アシスト機能あり				直進アシスト機能なし			
		I 4~5 条	II 6~7 条	III 8条	IV 10条	I 4~5 条	II 6~7 条	III 8条	IV 10条
作業可能面積	ha	18.4	23.8	29.4	40.1	15.0	19.5	24.1	32.8
利用規模の下限	ha	14.0	15.2	19.6	21.9	8.0	13.3	17.9	20.2

※岩手県高性能農業機械導入計画 (平成 29 年度～) に基づき試算、RTK 基地局を必要としない機種の利用を想定したもの。

■ 利用規模の下限設定の基礎等

(1) 作業可能面積

項目	単位		直進アシスト機能あり※ ¹				直進アシスト機能なし※ ²			
			I 4~5条	II 6~7条	III 8条	IV 10条	I 4~5条	II 6~7条	III 8条	IV 10条
作業能率	時/ha	C	3.9	3.0	2.5	1.8	4.8	3.7	3.0	2.2
作業日数	日	D	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
作業可能日数率	%	Z	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1	86.1
1日作業時間	時間	H	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
実作業率		K	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
作業可能面積※ ¹	ha	A	18.4	23.8	29.4	40.1	15.0	19.5	24.1	32.8

※¹ A 作業可能面積=(D*H*Z*K)/C

※² C 作業能率：直進アシスト機能ありは、機能なしから 18%を割引。(農水省「令和元年度スマート農業実証プロジェクトの成果について (水田作)」(令和 4 年 8 月)の労働時間削減率)

※³ C 作業能率：直進アシスト機能なしは、岩手県高性能農業機械導入計画 (平成 29 年度～)の乗用田植機を適用。

(2) 利用規模の下限

項目	単位		直進アシスト機能あり				直進アシスト機能なし					
			I 4~5 条	II 6~7 条	III 8条	IV 10条	I 4~5 条	II 6~7 条	III 8条	IV 10条		
固定費	購入価格	千円	①	2,497	2,893	3,876	4,534	1,324	2,393	3,376	4,034	
	年固定比率		②	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
	年固定費計	千円	③	649	752	1,008	1,179	348	629	888	1,061	
変動費	燃料	燃料消費量	L/hr	④	1.5	2.0	2.5	3.0	1.5	2.0	2.5	3.0
		燃料単価	円/L	⑤	119.6	119.6	119.6	119.6	119.6	119.6	119.6	119.6
		燃料費	円/hr	⑥	239	239	299	359	179	239	299	359
		潤滑油費	円/hr	⑦	72	72	90	108	54	72	90	108
	労賃	人員	OP	人	⑧	1	1	1	1	1	1	1
			補助		⑨	1	1	1	1	1	1	1
		労賃	OP		⑩	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540
	補助			⑪	854	854	854	854	854	854	854	
		合計	円/hr	⑫	2,281	2,281	2,281	2,281	2,281	2,281	2,281	2,281
		ha 当たり変動費	円/ha	⑬	—	11,724	9,779	7,372	18,015	14,298	11,926	8,990
	ha 当たり作業請負料金	円	⑭	61,250	61,250	61,250	61,250	61,250	61,250	61,250	61,250	
	利用規模の下限	ha	⑮	14.0	15.2	19.6	21.9	8.0	13.3	17.9	20.2	

※算出方法

- ①直進アシスト機能付きの購入価格は、機能なし価格に 500 千円を上乗せとした。ただし、I については価格差が大きかったため、メーカー希望小売価格を参考とした。
- ③年固定費 = ① + ②
- ⑥燃料費 = ④ × ⑤ ⑦潤滑油費 = ⑦ × 0.3
- ⑫ha 当たり変動費 = C 作業能率 × (⑥ + ⑦ + ⑫) / K 実作業率
- ⑮利用規模の下限 = ③ / (⑭ - ⑬)

(4) 利用規模の目安 (収量食味センサ付きコンバイン・水稲・自脱型)

■ 収量食味センサ付きコンバイン (水稲) の導入目安

項目	単位	収量食味センサ付き			センサなし		
		I 自脱型 刈幅 0.8 ～1.2m	II 自脱型 刈幅 1.2 ～1.6m	III 自脱型 刈幅 1.6m～	I 自脱型 刈幅 0.8 ～1.2m	II 自脱型 刈幅 1.2 ～1.6m	III 自脱型 刈幅 1.6m～
作業可能面積	ha	—	14.4	21.2	10.0	14.4	21.2
利用規模の下限	ha	—	16.3	20.9	6.3	9.3	14.2

※センサなしは岩手県高性能農業機械導入計画 (平成 29 年度～)、センサ付きはメーカー参考価格に基づき試算。

■ 利用規模の下限設定の基礎等

(1) 作業可能面積

項目	単位		収量食味センサ付き※2			センサなし※3		
			I 自脱型 刈幅 0.8 ～1.2m 1～2 条刈	II 自脱型 刈幅 1.2 ～1.6m 3～4 条刈	III 自脱型 刈幅 1.6m～ 5～6 条刈	I 自脱型 刈幅 0.8 ～1.2m 1～2 条刈	II 自脱型 刈幅 1.2 ～1.6m 3～4 条刈	III 自脱型 刈幅 1.6m～ 5～6 条刈
作業能率	時/ha	C	—	4.80	3.20	6.80	4.80	3.20
収穫穀粒流量	t/時	q	—	2.10	3.10	1.46	2.10	3.10
ほ場作業効率		E	—	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
ha 当たり籾収量	t/ha	Y	—	7	7	7	7	7
作業日数	日	D	—	25	25	25	25	25
作業可能日数率	%	Z	—	65.1	65.1	65.1	65.1	65.1
1 日作業時間	時間	H	—	6	6	6	6	6
実作業率		K	—	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
作業可能面積※1	ha	A	—	14.4	21.2	10.0	14.4	21.2

※1 A 作業可能面積=(D*H*Z*K)/C

※2 C 作業能率：センサ付きの有無は、能率に影響しないものとした

※3 C 作業能率：I 類での収量食味センサ付き機種は、製品化されていないため試算の対象外

(2) 利用規模の下限

項目	単位		収量食味センサ付き			センサなし				
			I 自脱型 刈幅 0.8 ～1.2m 1～2 条 刈	II 自脱型 刈幅 1.2 ～1.6m 3～4 条 刈	III 自脱型 刈幅 1.6m～ 5～6 条 刈	I 自脱型 刈幅 0.8 ～1.2m 1～2 条 刈	II 自脱型 刈幅 1.2 ～1.6m 3～4 条 刈	III 自脱型 刈幅 1.6m～ 5～6 条 刈		
固定費	購入価格	千円	①		10,129	13,535	4,002	6,129	9,535	
	年固定比率		②		0.247	0.247	0.247	0.247	0.247	
	年固定費計	千円	③		2,501	3,343	988	1,514	2,355	
変動費	燃料	燃料消費量	L/hr	④		6.0	8.0	4.0	6.0	8.0
		燃料単価	円/L	⑤		98.6	98.6	98.6	98.6	98.6
		燃料費	円/hr	⑥		592	789	394	592	789
		潤滑油費	円/hr	⑦		177	237	118	177	237
	労賃	OP 人員	人	⑧		1	1	1	1	1
		OP 労賃	円/hr	⑨		1,540	1,540	1,540	1,540	1,540
	ha 当たり変動費	円/ha	⑩		15,834	11,728	1,941	15,834	11,728	
ha 当たり作業請負料金	円	⑪			178,750	178,750	178,750	178,750	178,750	
利用規模の下限	ha	⑫		—	16.3	20.9	6.3	9.3	14.2	

※算出方法

- ①センサなし購入価格は岩手県高性能農業機械導入計画（平成 29 年度～）、センサ付きはメーカー参考価格の価格差を参考にセンサなし価格から 4,000 千円を上乗せした
- ③年固定費 = ① × ②
- ⑥燃料費 = ④ × ⑤ ⑦潤滑油費 = ⑦ × 0.3 ⑦潤滑油費 = ⑥ × 0.3
- ⑨OP（オペレーター）労賃 = ⑧ × 1,540 円/hr
- ⑩ha 当たり変動費 = C 作業能率計 × (⑥ + ⑦ + ⑫) / K 実作業率
- ⑫利用規模の下限 = ③ / (⑪ - ⑩)

(5) 利用規模の目安（収量食味センサ付きコンバイン・水稻・普通型）

■ 収量食味センサ付きコンバイン（水稻）の導入目安

項目	単位	収量食味センサ付き		センサなし	
		IV 普通型 刈幅 0.8～2.5m	V 普通型 刈幅 2.5m～	IV 普通型 刈幅 0.8～2.5m	V 普通型 刈幅 2.5m～
作業可能面積	ha	22.7	34.1	22.7	34.1
利用規模の下限	ha	19.1	29.7	12.6	29.5

※センサなしは岩手県高性能農業機械導入計画（平成 29 年度～）、センサ付きはメーカー参考価格に基づき試算。

■ 利用規模の下限設定の基礎等

(1) 作業可能面積

項目	単位		収量食味センサ付き		センサなし	
			IV 普通型 刈幅 0.8～2.5m	V 普通型 刈幅 2.5m～	IV 普通型 刈幅 0.8～2.5m	V 普通型 刈幅 2.5m～
作業能率※ ²	時/ha	C	3.00	2.00	3.00	2.00
収穫穀粒流量	t/時	q	3.30	5.00	3.30	5.00
ほ場作業効率		E	0.7	0.7	0.7	0.7
ha 当たり籾収量	t/ha	Y	7	7	7	7
作業日数	日	D	25	25	25	25
作業可能日数率	%	Z	65.1	65.1	65.1	65.1
1 日作業時間	時間	H	6	6	6	6
実作業率		K	0.7	0.7	0.7	0.7
作業可能面積※ ¹	ha	A	22.7	34.1	22.7	34.1

※¹ A 作業可能面積=(D*H*Z*K)/C

※² C 作業能率：センサ付きの有無は、能率に影響しないものとした

(2) 利用規模の下限

項目	単位		収量食味センサ付き		センサなし			
			IV 普通型 刈幅 0.8～ 2.5m	V 普通型 刈幅 2.5m～	IV 普通型 刈幅 0.8～ 2.5m	V 普通型 刈幅 2.5m～		
固定費	購入価格	千円	①	12,832	24,854	8,832	20,854	
	年固定比率		②	0.236	0.236	0.236	0.236	
	年固定費計	千円	③	3,028	5,866	2,084	4,922	
変動費	燃料	燃料消費量	L/hr	④	10.0	19.0	10.0	19.0
		燃料単価	円/L	⑤	98.6	98.6	98.6	98.6
		燃料費	円/hr	⑥	986	1,873	986	1,873
		潤滑油費	円/hr	⑦	296	562	296	562
	労賃	OP 人員	人	⑧	1	1	1	1
		OP 労賃	円/hr	⑨	1,540	1,540	1,540	1,540
	ha 当たり変動費	円/ha	⑩	12,216	8,062	12,093	11,358	
ha 当たり作業請負料金	円	⑪	178,750	178,750	178,750	178,750		
利用規模の下限	ha	⑫	19.1	29.7	12.6	29.5		

※算出方法

- ①センサなし購入価格は岩手県高性能農業機械導入計画（平成 29 年度～）、センサ付きはメーカー参考価格の価格差を参考にセンサなし価格から 4,000 千円を上乗せした
- ③年固定費 = ① × ②
- ⑥燃料費 = ④ × ⑤ ⑦潤滑油費 = ⑦ × 0.3 ⑧潤滑油費 = ⑥ × 0.3
- ⑨OP（オペレーター）労賃 = ⑧ × 1,540 円/hr
- ⑩ha 当たり変動費 = C 作業能率 × ((⑥ + ⑦ + ⑫) / K 実作業率
- ⑫利用規模の下限 = ③ / ((⑪ - ⑩)

(6) 利用規模の目安（農薬散布用ドローン）

■ 農薬散布用ドローン防除の導入目安

項目	単位	農薬散布用ドローン (10L)		農薬散布用ドローン (16L)		産業用無人ヘリコプター	
		除草 (10L)	防除 (10L)	除草 (16L)	防除 (16L)	除草	防除
作業可能面積	ha	71.5	184.7	71.5	184.7	196.5	214.6
利用規模の下限 (除草1回または防除2 回に使用する場合)	ha	39.7	18.8	58.5	27.7	256.2	129.7
利用規模の下限 (除草1回+防除2回に 使用する場合)		12.8		18.8		86.1	

※岩手県高性能農業機械導入計画（平成29年度～）に基づき試算

■ 利用規模の下限設定の基礎等

(1) 作業可能面積

項目	単位		農薬散布用ドローン (10L)		農薬散布用ドローン (16L)		産業用無人ヘリコプター	
			除草 (10L)	防除 (10L)	除草 (16L)	防除 (16L)	除草	防除
作業幅	m		4.0	4.0	7.0	7.0	10.0	7.5
作業速度	km/時		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
理論作業量	ha/時		20.0	15.0	20.0	15.0	20.0	15.0
圃場作業効率		E	0.55	0.62	0.55	0.62	0.55	0.62
作業能率	時/ha	C	0.25	0.25	0.25	0.25	0.091	0.215
作業日数	日	D	7.0	14.0	7.0	14.0	7.0	14.0
作業可能日数率	%	Z	52.1	67.3	52.1	67.3	52.1	67.3
1日作業時間	時間	H	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
実作業率		K	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
作業可能面積 ^{※1}	ha	A	71.5	184.7	71.5	184.7	196.5	214.6

※1 A 作業可能面積=(D*H*Z*K)/C

※2 除草は「フロアブル剤」1回散布、防除は「葉いもち+穂いもち・カメムシ」の2回散布

※3 産業用無人ヘリコプターは、岩手県高性能農業機械導入計画（平成29年度～）を適用

(2) 利用規模の下限

項目			単位		農薬散布用ドローン (10L)		農薬散布用ドローン (16L)		産業用無人ヘリコプター		
					除草 (10L)	防除 (10L)	除草 (16L)	除草 (10L)	防除 (10L)	除草 (16L)	
固定費	購入 価格	機体	千円	①	1,089	1,089	1,595	1,595	11,675	11,675	
		バッテリー		①'	649	649	963	963	—	—	
	年固定比率			②	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	
	年固定費計		千円	③	410	410	604	604	2,755	2,755	
変動費	燃料	燃料消費量	L/hr	④	—	—	—	—	6	6	
		燃料単価	円/L	⑤	—	—	—	—	119.6	119.6	
		燃料費	円/hr	⑥	56	56	73	73	718	718	
		潤滑油費	円/hr	⑦	—	—	—	—	215	215	
	労賃	人員	OP	人	⑧	1	1	1	1	2	2
			補助		⑨	2	2	2	2	2	2
		労賃	OP		⑩	1,540	1,540	1,540	1,540	3,080	3,080
			補助		⑪	1,708	1,708	1,708	1,708	1,708	1,708
	合計		円/hr	⑫	3,248	3,248	3,248	3,248	4,788	4,788	
	ha 当たり変動費		円/ha	⑬	1,180	1,180	1,186	1,186	744	1,757	
	ha 当たり作業請負料金		円	⑭	11,500	23,000	11,500	23,000	11,500	23,000	
	利用規模の下限 (除草1回または防除 2回に使用する場合)		ha	⑮	39.7	18.8	58.5	27.7	256.2	129.7	
	利用規模の下限 (除草1回+防除2回 に使用する場合)		ha	⑯	12.8		18.8		86.1		

※算出方法

- ①農薬散布用ドローン（マルチローター）については、メーカー希望小売価格を参考とした。
- ③年固定費 = (①+①') × ②
- ⑥燃料費 = ④ × ⑤（ドローンはバッテリー充電単価） ⑦潤滑油費 = ⑦ × 0.3
- ⑩OP（オペレーター）労賃 = ⑧ × 1,540 円
- ⑪補助員労賃 = ⑨ × 854 円/hr（最低賃金 R4 年 10 月/20 日現在）
- ⑬ha 当たり変動費 = C 作業能率計 × (⑥+⑦+⑫) / K 実作業率
- ⑮利用規模の下限 = ③ / (⑭ - ⑬)
- ⑯利用規模の下限 = ③ / ((⑭除草+⑭防除) - (⑬除草+⑬防除))

7. 参考2 スマート農業に関するアンケート調査

(1) スマート農業技術の導入・活用に関するアンケート結果

■ 調査概要

調査目的	県内におけるスマート農業技術の導入・活用状況の把握
調査対象	岩手県農業農村指導士（192 経営体）
調査方法・期間	郵送，令和2年12月中旬～令和3年1月中旬
回答者数	87 経営体（回答率 45.3%）

■ 調査結果

(1) 回答者属性（図1，表1）

回答者の属性を表1の区分に分けて集計した。個別経営や非法人、PC及びスマホ利用有りの経営体が多く、販売規模は1,000～3,000万円未満の経営体が多かった（表1）。経営品目は、水稲が最も多く、次いで畜産が多かった（図1）。

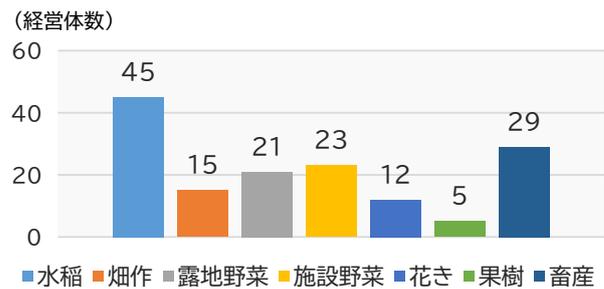


図1 経営品目別の経営体数（複数回答可）

(2) スマート農業技術の導入状況と導入意向【属性別クロス集計】（表1）

スマート農業技術導入経営体の割合は、全体で34%となった。属性別で見ると、「組織経営」、「法人」、「雇用有り」、「PC利用有」、「販売規模3,000万円以上」において、導入割合が高くなった（有意差有）。年齢階層別では、有意差はみられなかったものの、若い人ほど導入割合が高い傾向が見られた。

スマート農業技術導入意向の有る経営体の割合は、全体で70%であり、経営体の高い関心が見られた。属性別で見ると、「PC利用有」、「スマホ利用有」において、導入意向の割合が高くなった（有意差有）。その他の属性では、有意差はみられなかった（表1）。

表1 スマート農業技術の導入状況及び新規導入意向（回答者属性別）

区分	経営体数	割合	うちスマ農技術導入有		うちスマ農技術導入意向有	
			経営体数	割合	経営体数	割合
全体	87	100%	30	34%	61	70%
個別経営	78	90%	23	29%	54	69%
組織経営	8	9%	6	75%	6	75%
法人	20	23%	16	80%	15	75%
非法人	59	68%	13	22%	41	69%
雇用有り	47	54%	20	43%	36	77%
雇用無し	40	46%	10	25%	25	63%
PC利用有り	69	79%	28	41%	53	77%
PC利用無し	14	16%	2	14%	6	43%
スマホ利用有り	74	85%	26	35%	56	76%
スマホ利用無し	11	13%	4	36%	4	36%
年齢						
50歳未満	29	33%	13	45%	23	79%
50～60歳未満	31	36%	9	29%	23	74%
60歳以上	25	29%	7	28%	14	56%
販売規模						
1000万円未満	17	20%	2	12%	12	71%
1000～3000万円未満	38	44%	10	26%	24	63%
3000万円以上	32	37%	18	56%	25	78%

注) 赤字部分は10%以下の水準で有意差有り（ X^2 検定またはFisherの正確確率検定）

(3) スマート農業技術の導入状況と導入意向【技術別集計】(図2, 図3)

スマート農業技術の導入状況と導入意向について、技術別にまとめた。現状は、「自動操舵」と「GPS ガイダンスシステム」の導入経営体数が多いことが明らかとなった(図2)。また「自動水管理システム」と「生産管理システム」への関心が高いことが明らかとなった(図3)。

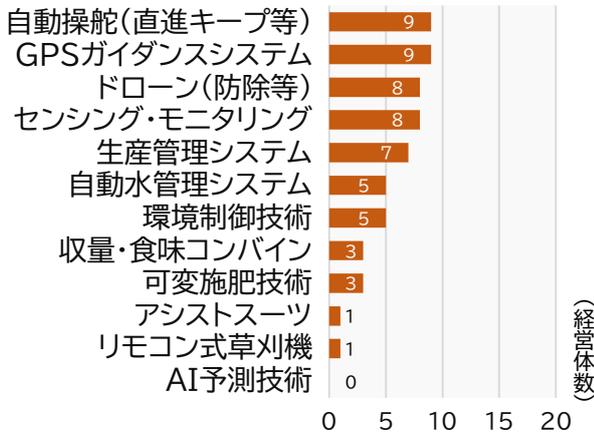


図2 経営体が現在導入している技術

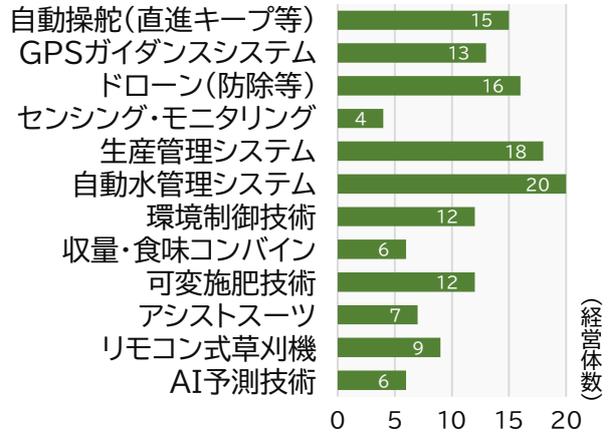


図3 経営体の関心が高い技術(導入意向有)

(4) スマート農業技術の導入目的(図4)

スマート農業技術の導入目的は、「省力化」と「軽労化」が特に多く、2項目ともに60%を超える回答であった。その他の項目は概ね25%程度の回答率だったが、「消費者等の信頼獲得」を導入目的としている経営体は少なかった。これらの回答結果より、スマート農業技術は、生産・作業上の課題解決のため導入・検討している事例が多いことが明らかとなった。

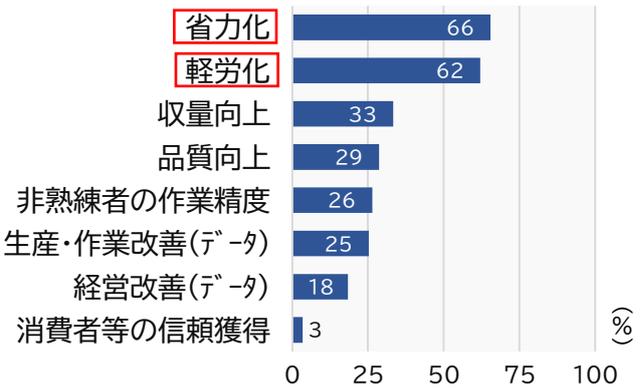


図4 導入目的(複数回答可)

(5) スマート農業技術の導入検討に係る課題(図5)

スマート農業技術の導入検討に係る課題は、「導入コストが高い」が80%と最も高く、多くの経営体が課題に感じていることが明らかとなった。次いで、「狙い通りの効果を得られないか分からない」が多く、半数以上の経営体が課題としていた。また、情報不足を課題としている経営体も多かったが、「誰に相談したら良いか分からない」は6%と少なく、相談先は概ね明確となっていることが明らかとなった。



図5 導入検討に係る課題(複数回答可)

(6) スマート農業技術の活用上の課題 (図6)

スマート農業技術の活用上の課題では、項目別の回答割合に大きな差はみられなかった。比較的回答率が高かったのは「不具合等の対応体制」であった。一方で、データ活用や操作方法に関する項目への回答は少なかった。これは、現状は自動操舵やGPSガイダンスシステム等、データ活用及び複雑な操作を必要としない技術を導入している経営体が多かったためと考えられる。

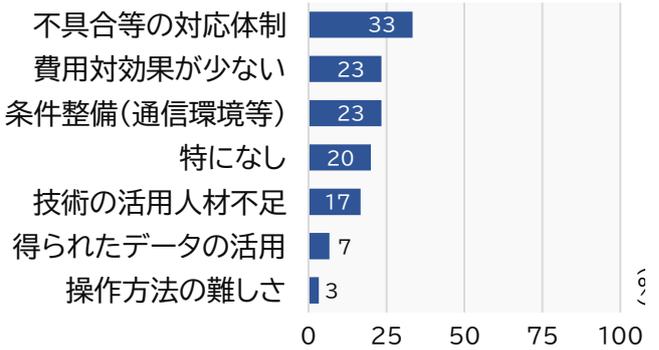


図6 活用上の課題 (複数回答可)

(7) スマート農業技術の導入効果 (図7)

スマート農業技術の導入効果は、「省力化」と「軽労化」が多く、スマート農業技術を導入している経営体の半数以上が、導入効果として挙げていた。「導入目的」(図4)及び「導入効果」の上位回答は同じであり、目的同様の効果が認識されていることが明らかとなった。また、スマート農業技術は、主に生産・作業上の課題解決に活用されていることが明らかとなった。

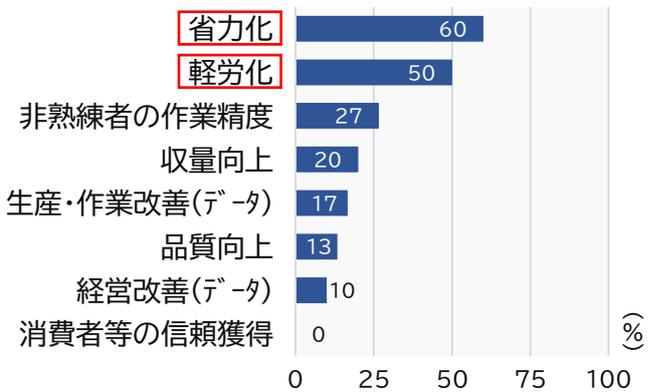


図7 導入効果 (複数回答可)

(8) スマート農業技術に関して普及員等から受けた支援 (図8)

スマート農業技術に関して受けた支援は、「勉強会・研修会」と「導入事例の紹介」が多く、4割程度の回答、次いで、「導入事例の視察研修」と「機能等の情報提供」が多く、2割程度の回答であった。一方で、「特になし」の回答率は25%で、特に支援を受けたことの無い経営体が一定数いることが明らかとなった。

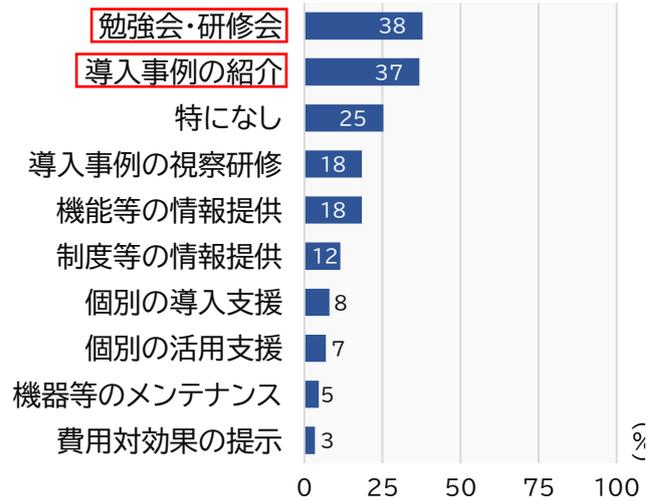


図8 経営体を受けた支援 (複数回答可)

(9) スマート農業技術に関して今後求める支援（表2）

今後求める支援については、自由記載形式とした。コスト面での補助、各技術や導入事例等の情報提供について支援を求める声が多かった。

表2 スマート農業技術に関して今後求める支援（回答一例）

回答一例	
	・補助等によるコスト軽減。各技術の情報
	・機械が高い分の補助金
	・事例の紹介をしてほしい
	・事例や活用方法等の情報を提供してほしい
	・費用対効果を考えると、なかなか導入には向かない。導入事例の視察を増やしてほしい
	・機械やメリットについて情報提供
	・制度資金、助成金の情報提供
	・スマート農業導入には、それを効率的に実績につなげられる環境等も同時に整備してほしい
	・勉強会や研修会を行ってほしい

■ 考察及びまとめ

スマート農業技術導入経営体の割合は34%であり、導入が進みつつあると考えられる。また、導入意向のある経営体は70%と高く、今後、新たにスマート農業技術を導入する経営体は増加すると予想される。属性別で導入状況や導入意向をみると、導入意向に関して差がみられる属性は少なかったものの、実際に導入している経営体の属性では明確な差がみられるものが多かった。これらの結果について、より詳細な分析を行うことで、支援等の方向性検討に活用できると考えられる（支援対象の選定や導入可能性を高める支援等）。

導入目的（図4）と導入効果（図7）では同様の回答傾向がみられたことから、技術導入後、狙い通りの効果を得られている経営体は一定数いると考えられる。一方で、導入検討に係る課題（図5）では、技術活用や導入効果に対する不安及び情報不足に関する課題がみられている。今後求める支援（2-(9)）でも、勉強会や情報提供等のニーズがあることから、具体的な支援内容の見直しや更なる支援が求められると考えられる。活用上の課題（図6）について、単集計ではあまり差がみられなかったが、導入する技術によって課題となる内容が異なること等が予想されるため、対象となる技術等とのクロス分析が必要と考えられる。

※分析には統計分析ツール BuMoc（開発者：朴壽永教授(県立広島大学)）を使用

作成：2021年2月 農業研究センター企画管理部農業経営研究室

(2) 施設園芸に関するアンケート調査

■ 調査概要

調査目的	県内における環境制御技術に対する意識と導入意向の把握
調査対象	施設園芸に取り組んでいる経営体 (95 経営体)
調査方法・期間	農業普及員による聞き取り調査・令和3年6月28日～令和3年7月31日
回答者数	83 経営体 (回答率 87.3%)

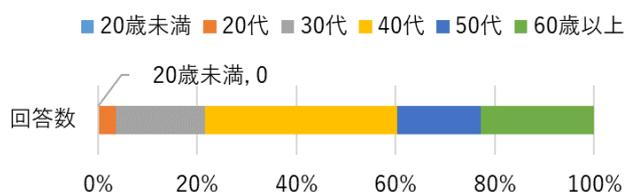
■ 調査結果の概要

- ・ 環境制御技術や事例に対する認知度は高かった。
- ・ 最も関心の高い環境制御機器は「換気」で、次いで「環境モニタリング」「加湿 (ミスト)」となった。「複合制御盤」「遮光」「炭酸ガス施用」「自動給液装置」「自動かん水装置」の関心も高かった。
- ・ 最も導入されている環境制御機器は「自動給液装置」であり、次いで「環境モニタリング装置」>「自動換気」>「暖房機」>「ミスト」>「炭酸ガス発生機」の順に多かった。
- ・ 最も期待する導入効果は「増収益」で、次いで「省力化」「品質向上」「安定生産」であった。
- ・ 導入阻害要因は、「導入コストが高い」が最も多く、「費用対効果が低い」、「運用コストが増える」といった生産コストの増加を理由とするものも多かった。
- ・ 設備投資可能額 (自己負担) は、「50～99 万円」が最も多く、次いで「100～249 万円」「0～49 万円」が多かった。
- ・ 公的支援ニーズは、「補助金、助成金による導入支援」が最も多く、次いで、「データ解析の指導・助言」「制御機器の運用方法の指導・助言」「栽培管理技術の向上支援」「先端技術・事例の情報提供」「設備導入計画の作成支援」が多かった。
- ・ 経営規模 20a 以上から季節雇用型経営、30a 以上から常勤雇用型経営へ転換する傾向があった。
- ・ 40 歳代になると、明確な経営ビジョンをもつ傾向があった。

■ 調査結果

1 基本属性

(1) 年代



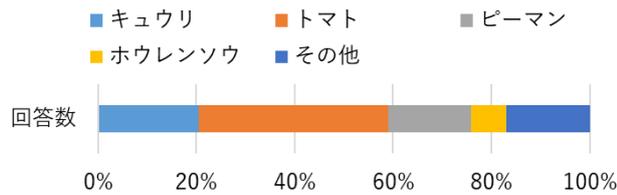
40代が39%で最も多く、次いで60歳以上が23%、20代が18%、50代が17%となった。普及センターの支援経営体を調査対象としたため、担い手となる年代の比率が高かったと考えられる。

(2) 農業従事年数



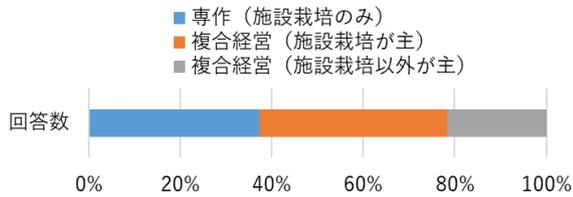
農業従事年数は「6～10年」が33%で最も多く、「11～15年」が27%となった

(3) 施設栽培品目



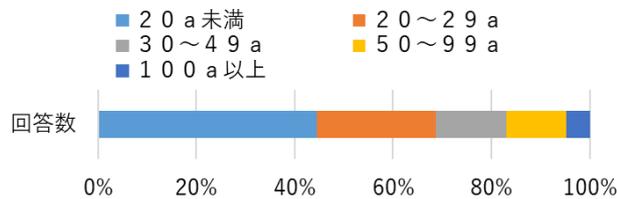
「トマト」>「キュウリ」>「ピーマン」>「ホウレンソウ」の順となった。

(4) 経営種別



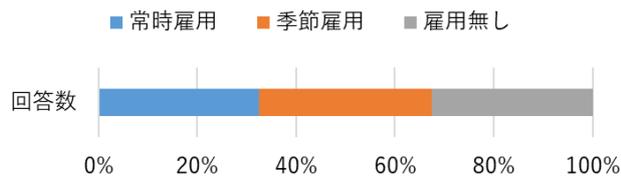
「専作」と「複合経営 (施設栽培が主)」とがほぼ同じ割合となった。

(5) 施設規模



農業従事年数は「6~10年」が33%で最も多く、「11~15年」が27%となった

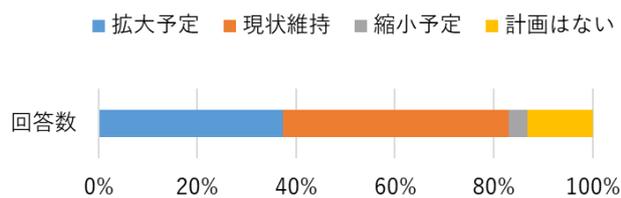
(6) 雇用状況



農業従事年数は「6~10年」が33%で最も多く、「11~15年」が27%となった

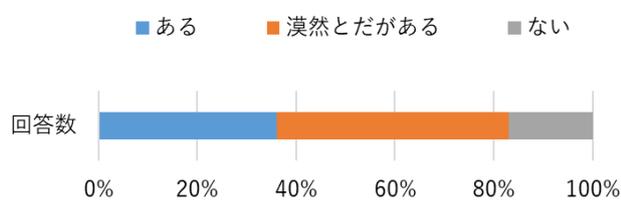
2 ビジョン

(1) 施設整備計画



「現状維持」が最も多く、次いで「拡大予定」となった。

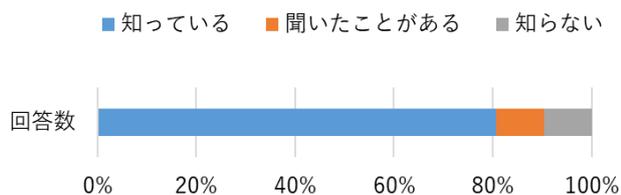
(2) 10年後の経営ビジョン



経営ビジョンは「漠然とある」が最も多く、次いで「ある」が〇〇%となった。

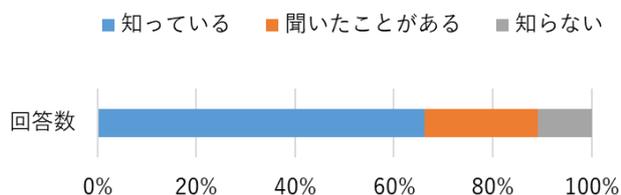
3 認知度

(1) 環境制御技術について



環境制御技術についての認知度は80%超と高かった。

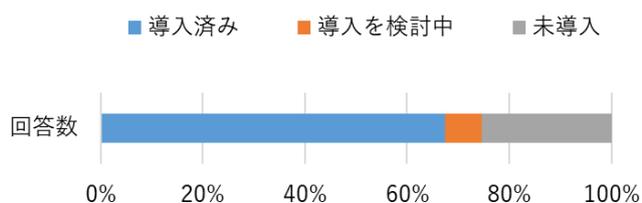
(2) 県内の導入事例



県内の導入事例の認知度は、60%超と高かった。

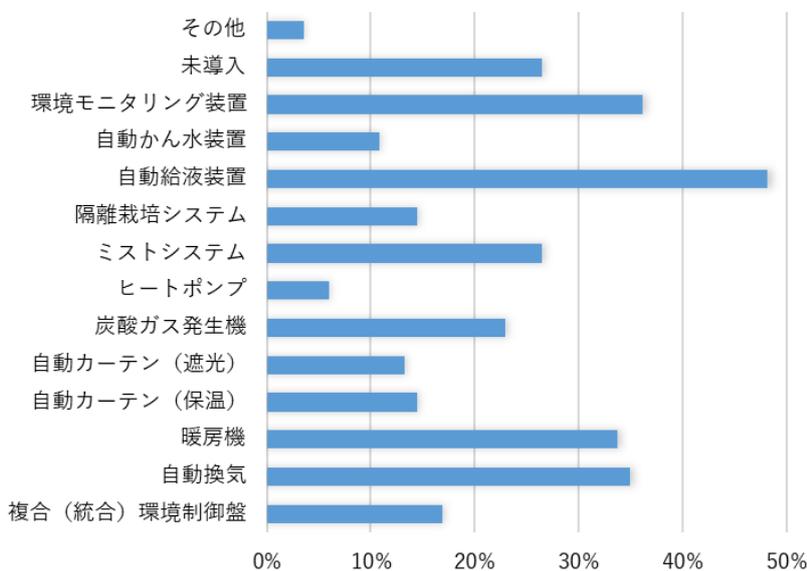
4 具体的施設整備に対する意識

(1) 制御機器の導入状況



調査対象の経営体では、半数以上が導入していた。

(2) 導入済み環境制御機器



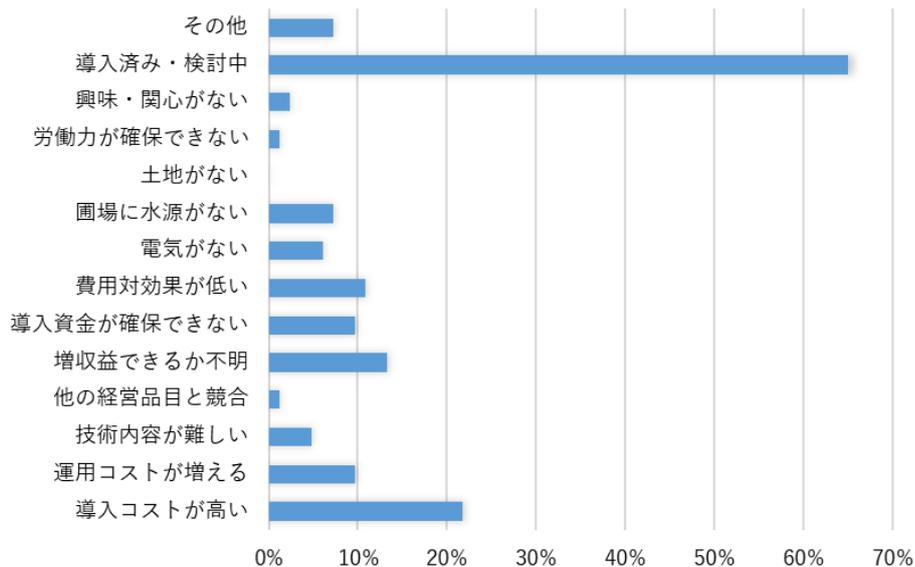
「自動給液装置」が最も導入されており、次いで「環境モニタリング装置」>「自動換気」>「暖房機」>「ミスト」>「炭酸ガス発生機」の順に導入が進んでいる。また、経営規模が50aを超えてくると環境制御機器の導入される傾向があった。

表 導入済み環境制御機器（経営規模別）

	20a 未満	20～29a	30～40a	50～99a	100a 以上
未導入	38%	5%	50%	0%	25%
環境モニタリング装置	22%	55%	25%	60%	50%
自動かん水装置（液肥混入器を含まない）	11%	0%	17%	20%	25%
自動給液装置（液肥混入器を含む）	32%	65%	33%	80%	75%
隔離栽培システム（培地耕、水耕）	8%	10%	17%	40%	25%
ミストシステム	14%	35%	33%	60%	0%
ヒートポンプ	0%	5%	0%	30%	25%
炭酸ガス発生機（光合成促進機）	14%	30%	25%	40%	25%
自動カーテン（遮光）	0%	15%	25%	30%	50%
自動カーテン（保温）	0%	20%	25%	30%	50%
暖房機	22%	40%	33%	50%	75%
自動換気	19%	30%	50%	70%	75%
複合（統合）環境制御盤	5%	15%	33%	40%	25%
回答数	37	20	12	10	4

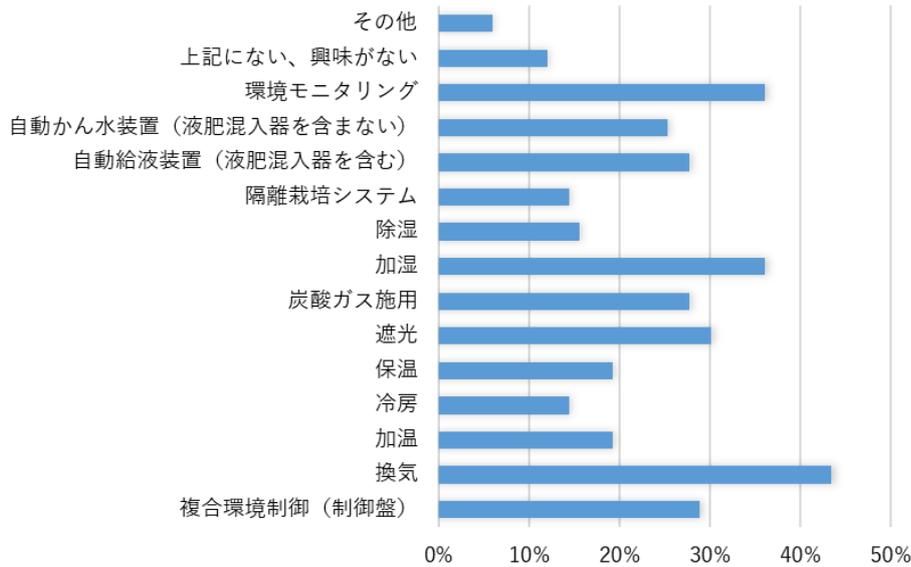
※規模別に各回答数に占める個々の割合として記載

（3）導入しない理由



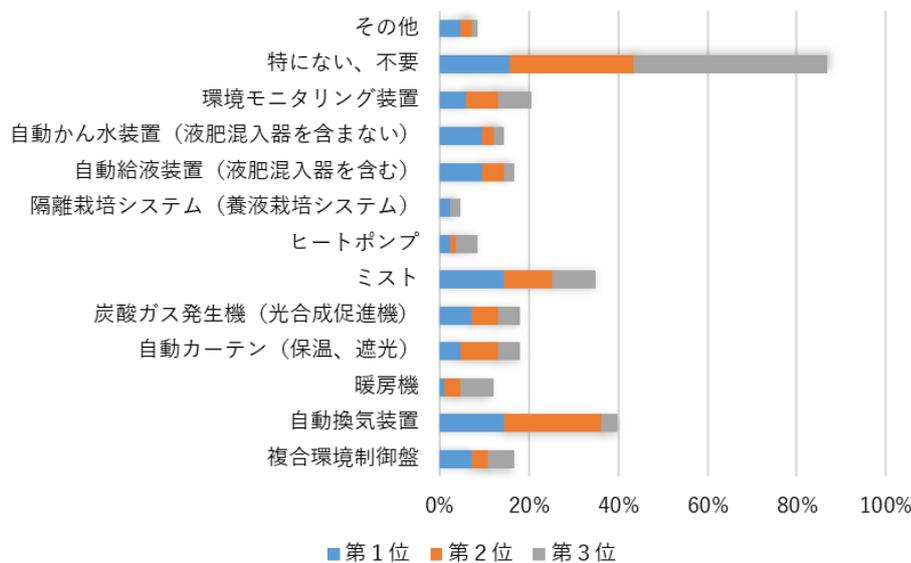
「導入コストが高い」と答えた回答が多く、「費用対効果が低い」、「運用コストが増える」といった生産コストの増加を理由とする回答が多い。

(4) 関心のある環境制御技術（機器）（複数回答）



「換気」に対する回答が最も多く、次いで「環境モニタリング」「加湿（ミスト）」となった。また、ほぼ同じ割合で「複合制御盤」「遮光」「炭酸ガス施用」「自動給液装置」「自動かん水装置」に対する回答が多かった。

(5) 導入したい環境制御機器・システムについて



「特になし、不要」の回答が最も多かった。導入したい機器としては、「自動換気装置」「ミスト」の回答が多かった。

(6) 実現したいこと

「増収益」の回答が最も多く、次いで「省力化」「品質向上」「安定生産」が多かった。

100a以上の大規模経営体では「増収益」「安定生産」、100a未満の経営体では「増収益」「品質向上」の回答が多かった。規模が大きくなると「省力化」の回答割合は減少し、「病虫害の低減」「遠隔監視・集中監視」が多くなる傾向があった。30～99a規模では、「安定した雇用の確保」の回答が多く、それ以外の規模では少ない傾向があった。

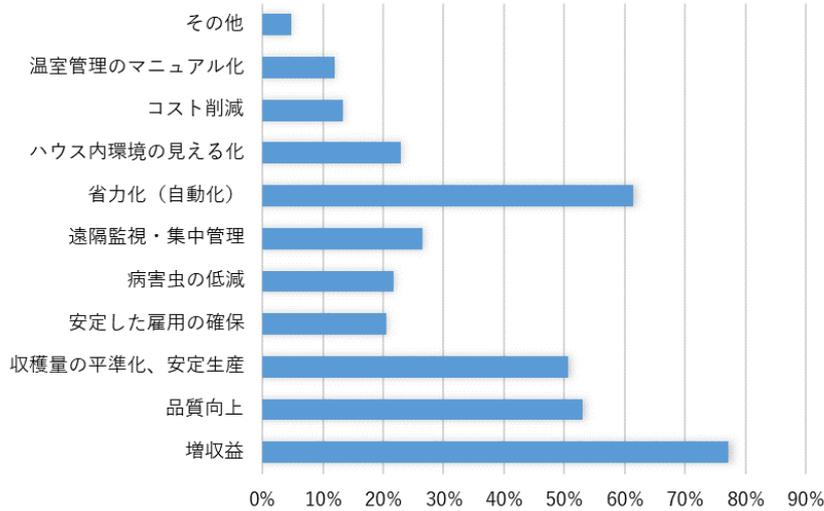
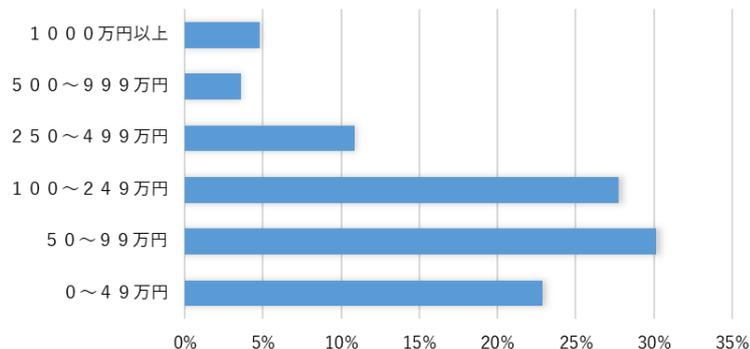


表 実現したいこと（経営規模別）

項目	20a 未満	20～29a	30～49a	50～99a	100a～
温室管理のマニュアル化	4%	4%	3%	3%	0%
コスト削減	3%	4%	7%	3%	0%
ハウス内環境の見える化	8%	6%	3%	8%	6%
省力化（自動化）	19%	18%	16%	15%	6%
遠隔監視・集中管理	7%	7%	7%	8%	12%
病虫害の低減	6%	3%	9%	5%	12%
安定した雇用の確保	4%	4%	12%	8%	0%
収穫量の平準化、安定生産	13%	15%	14%	10%	24%
品質向上	15%	15%	10%	18%	18%
増収益	21%	23%	19%	23%	24%
回答数	113	71	58	39	17

(7) 許容投資額（自己負担額）



「50～99万円」とする回答が最も多く、次いで「100～249万円」「0～49万円」とする回答が多かった。

(8) 必要な公的支援

「補助金、助成金による導入支援」の回答が最も多く、「データ解析の指導・助言」「制御機器の運用方法の指導・助言」「栽培管理技術の向上支援」「先端技術・事例の情報提供」「設備導入計画の作成支援」についての回答が多かった。

30～99a 規模の経営体では様々な公的支援を必要としており、「生産コストの低減技術の指導・助言」「経営計画の策定支援」「労務管理の能力向上支援」についてもニーズが高い特徴があった。

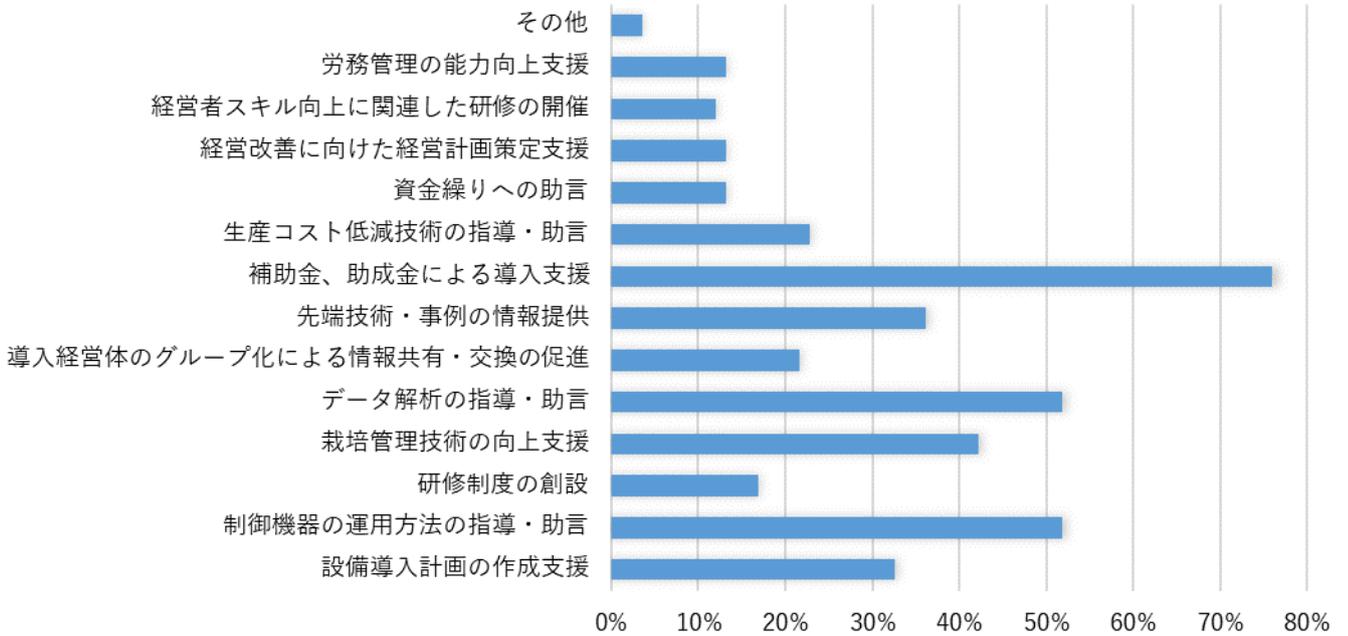


表 必要な公的支援（経営規模別）

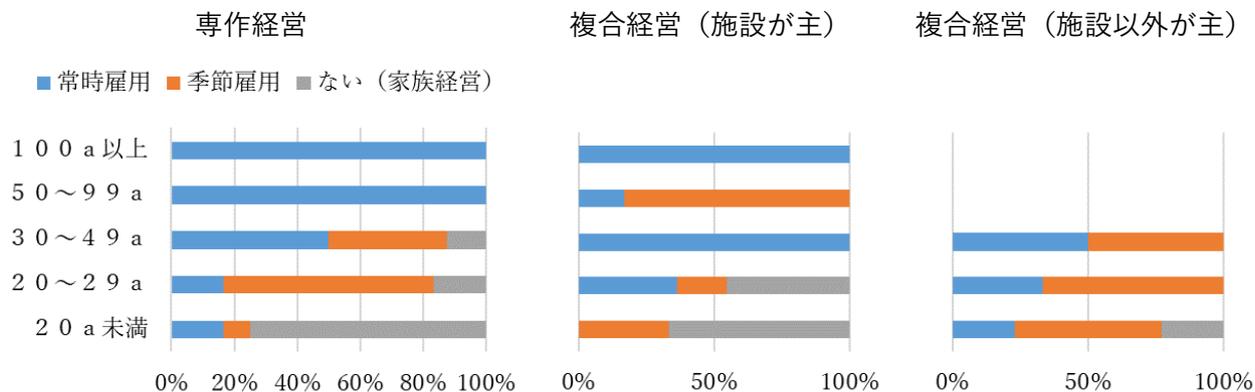
	20a 未満	20～29a	30～49a	50～99a	100a～
労務管理の能力向上支援	5%	5%	42%	30%	0%
経営者スキル向上に関連した研修の開催	5%	10%	33%	20%	0%
経営改善に向けた経営計画策定支援	3%	10%	50%	20%	0%
資金繰りへの助言	11%	5%	25%	30%	0%
生産コスト低減技術の指導・助言	19%	10%	42%	40%	25%
補助金、助成金による導入支援	70%	70%	92%	90%	75%
先端技術・事例の情報提供	35%	40%	33%	50%	0%
グループ化による情報共有の促進	16%	30%	17%	30%	25%
データ解析の指導・助言	49%	50%	67%	50%	50%
栽培管理技術の向上支援	43%	30%	67%	40%	25%
研修制度の創設	22%	15%	17%	10%	0%
制御機器の運用方法の指導・助言	49%	50%	58%	50%	75%
設備導入計画の作成支援	24%	20%	67%	50%	25%
(回答者数)	37	20	12	10	4

※施設規模別回答者数に対する割合（列方向）

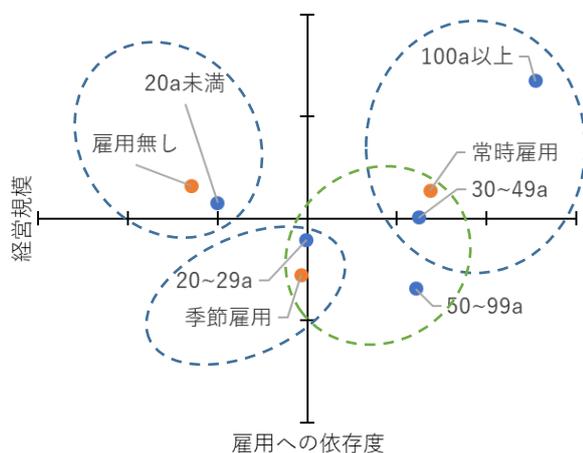
5 特徴的な傾向

(1) 経営規模と雇用方法（経営形態別）

専作経営では施設規模が大きくなるに従い、常時雇用する傾向がみられた。また、20a 以上になると雇用への依存度が高まる傾向がみられ、30a 以上になると、ほとんどの経営体で雇用していた。



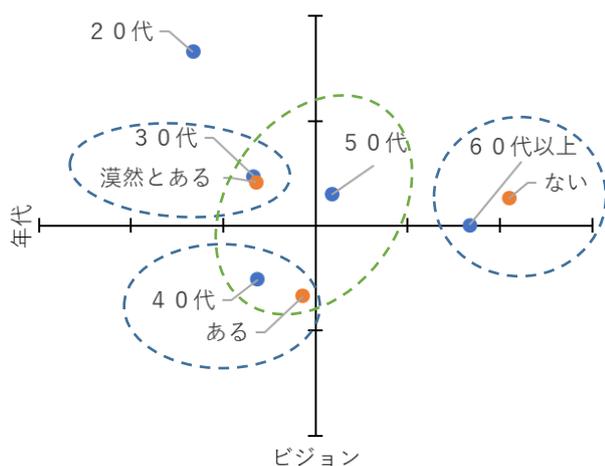
(2) 経営規模と雇用への依存関係



雇用に対する依存度は、20a 未満は「雇用無し」、20~29a 未満では「季節雇用」、30a 以上では「常時雇用」との関連が強くなった。

このことから、経営規模が 20a 以上になると家族経営から雇用型経営、30a 以上から常時雇用型経営への転換が始まる傾向がみられた。

(3) 年代と 10 年後の経営ビジョン



10 年後の経営ビジョンについては、30 歳代は「漠然とある」、40 歳代では「ある」と関連が強く、30 歳代から 40 歳代にかけて、経営ビジョンが明確になっていく傾向があった。一方で、50 歳代は「ある」「漠然とある」、60 歳代では「ない」との関連が強く、50 歳代を過ぎると経営ビジョンへの意識が弱くなる傾向がみられた。

注) (2) (3)の図は、データ分析フリーソフトウェア College Analysis Ver 8.7 を用い、カイ二乗検定で有意差 ($p < 0.05$) が認められた対応関係について、コレスポンデンス分析を行ったもの

作成：2023 年 3 月 農業普及技術課農業革新支援担当

岩手県スマート農業事例集 Ver4.0

令和6年3月発行

岩手県農林水産部農業普及技術課