

背景及び取組概要

＜経営面積：20ha(水稻15ha、小麦5ha) うちシェアリング実証面積：150ha＞

- ①担い手への農地集積が進む一方で、熟練者の減少と労働力不足が深刻。
- ②適期に作業ができないことにより、期待される収量・品質が得られていない。
- ③中小規模の生産者には、ドローン導入の費用対効果が低く、技術導入が進まない。
- ④複数の中小規模農家でドローンとオペレーターを導入・シェアし、作業効率と収量・品質の向上を目指す。

導入技術

MDSS: Mie Drone Sharing System

- ・ドローンとオペレーターをシェアするための独自システム
- ・複数の生産者の農地・栽培情報を共有
- ・オペレーターのコミュニケーション、作業実績の管理

リモートセンシング(RS)ドローン

- ・オペレーターの育成(10名)
- ・水稻・小麦の生育解析(NDVI, VARI)
- ・追肥の判断と散布用ドローンとの作業連動
- ・他作物での利用

散布ドローン

- ・オペレーターの育成(10名)
- ・水稻・小麦の防除・追肥作業
- ・リモセン結果との追肥の作業連動：
一貫したオペレーター作業
- ・他作物での利用



シェアリング
システム

生育モニタリング

防除・施肥



目標に対する達成状況等

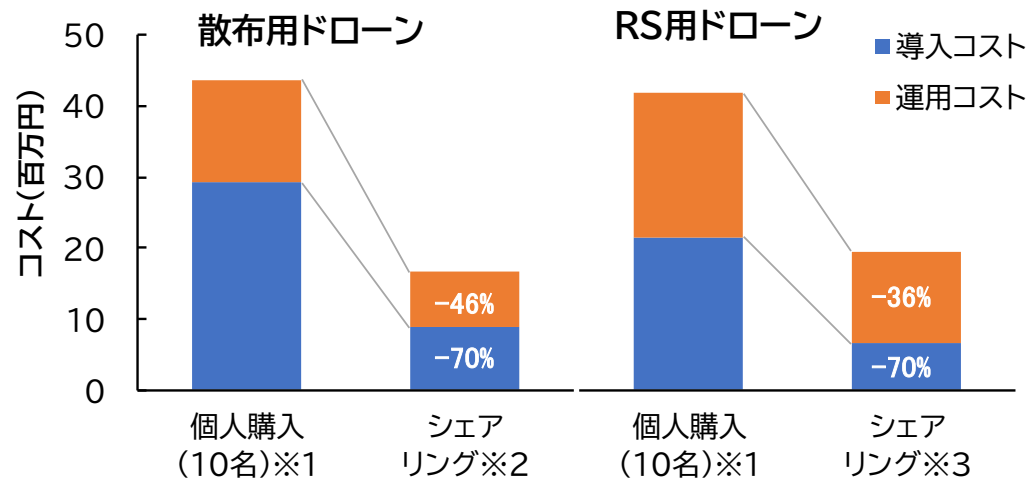
実証目標

- 1) 実証テーマに沿った目標
 - ・ 散布用ドローンのシェアリングにより、導入コストを35%削減する。
 - ・ リモートセンシング(RS)用ドローンのシェアリングにより、導入コストを65%削減する。
- 2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標
 - ・ 水稻の収量を5%向上させる。
 - ・ 労働時間を10%削減する。
 - ・ 適期の防除作業により、カメムシ被害による着色米割合を11% → 6%に低減する。
- 3) 生産者の経営全体の改善についての目標
 - ・ 水稻部門の経常利益を3%向上させる。

目標に対する達成状況

- 1) 実証テーマに沿った目標
 - 導入コストの削減率は、散布用・RS用共に70%で目標を達成(図1)。
 - 運用コスト(5年分)の削減率は、散布用46%、リモートセンシング(RS)用36%で、シェアリングによるコストの削減効果が得られた(図1)。
 - 総コストの削減率は散布用62%、リモートセンシング(RS)用53%であった。

総コストの削減率 散布用62%、RS用53%



※1 生産者10名が個別に散布用・RS用ドローン各1機を導入、オペレーター2名を養成し、5年間運用
※2 生産者10名のグループで散布用ドローン2機、オペレーター10名を導入し、5年間運用
※3 生産者10名のグループでRS用ドローン3機、オペレーター10名を導入し、5年間運用

図1 ドローン個人購入とシェアリングのコスト比較

目標に対する達成状況等(つづき)

2)生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標

○ 水稻の収量を5%向上

- リモートセンシング(RS)によるVARI解析値を基に、追肥の要否を判定。
- R3実証では、水稻「つきあかり」で2.48%増収、R4実証では、水稻「つきあかり」で5.8%増収、小麦「あやひかり」で4.5%増収した(表1)。

表1 リモートセンシングの結果をもとに追肥の要否を判断し散布を行った圃場の収量調査結果

	R3水稻 ほしじるし 玄米重(kg/10a)	R4水稻 つきあかり 玄米重(kg/10a)	R4小麦 あやひかり 精麦重(kg/10a)
調査方法	坪刈り	乾燥機バッチ	坪刈り
慣行区	605	465	420
実証区	620	492	439
	増収率 2.4%	増収率 5.8%	増収率 4.5%

○ 労働時間10%削減

- 散布の作業時間は、ドローン導入により慣行(動力散布機)に比べて23~28%削減(図2)。
- 総労働時間ではR3実証で3.7%、R4実証で1.9%であった(図2)。
新技術の導入範囲がドローンによる散布作業のみであるため、労働時間全体に占める削減率は限定的であった(図2)。

総労働時間の削減率は1.9~3.7%であったが、ドローンによる薬剤散布および追肥作業でみると、23~28%削減

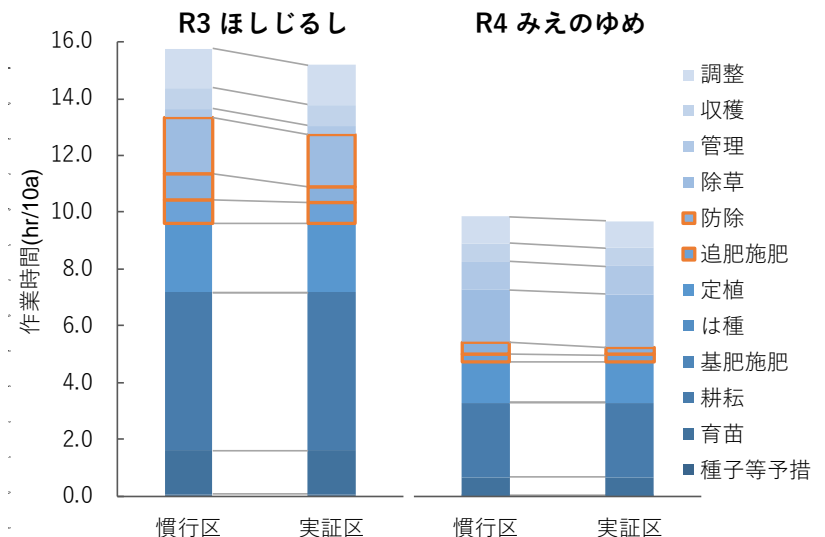


図2 総労働時間の比較(R3・R4)

目標に対する達成状況等(つづき)

○ 着色米割合を11%→6%に低減

- 実証区の着色米率は、R3実証で0.8%、R4実証で1.6%であり、低減目標を大きく達成。着色米率は地域平均の1/3以下に低減(図3)。
- シェアリンググループの生産者にカメムシ防除の重要性について、高い意識を植え付けた。

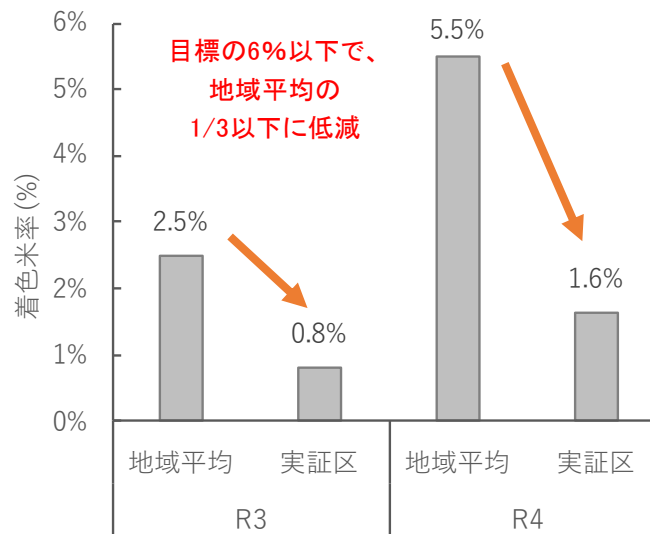


図3 地域平均との着色米率の比較(R3・R4)

3) 生産者の経営全体の改善についての目標

○ 水稻部門の経常利益 3%向上

- 水稻栽培面積の一部でドローンシェアリング・リモートセンシングに連動した散布(RS散布連動)を導入した場合と、全て慣行栽培を行った場合の利益を比較。
- R3(ほしじるし)では新技術の導入コストを補うことができず、3.8%の減益。R4(つきあかり、みえのゆめ)では、追肥による増収の効果等により、全体で23%の増益、RS散布連動の寄与率は6.1%で目標を達成(図4)。

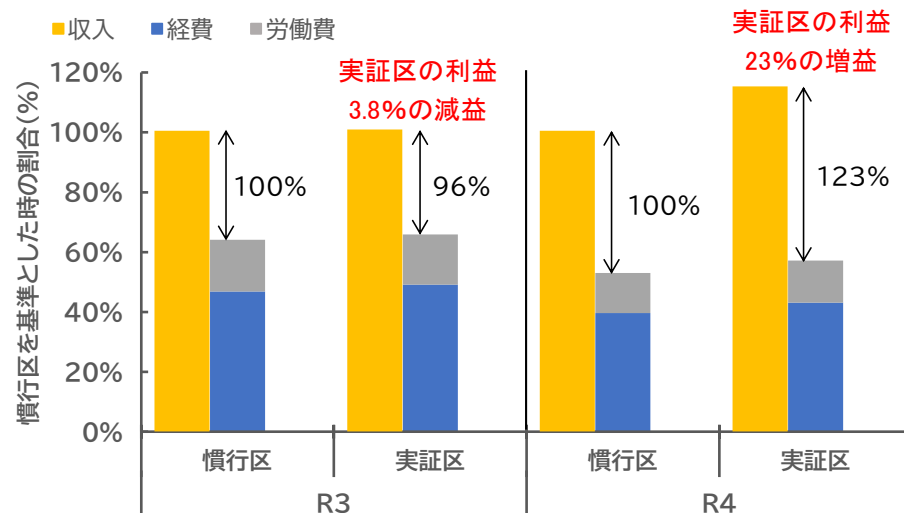


図4 慣行区と実証区の水稲部門の経費+労働費と収入の比較(R3・R4)

(実証項目別成果①)ドローンシェアリングシステムの確立と運用

取組概要

- クラウド型データ管理システム(MDSS、図5)により、ドローンとオペレーターのシェアリングに必要な地図データベースとアプリケーションを作成(図7)。
- 個人購入とシェアリングのコストを比較。
- R3:水稲作91ha、生産者4名、オペレーター5名
R4:水稲・小麦作123ha、生産者10名、オペレーター10名、R4は実証規模が1.4倍に拡大。
- 実証目標:散布用ドローンの導入コスト35%削減、リモートセンシング(RS)用ドローンの導入コスト65%削減。

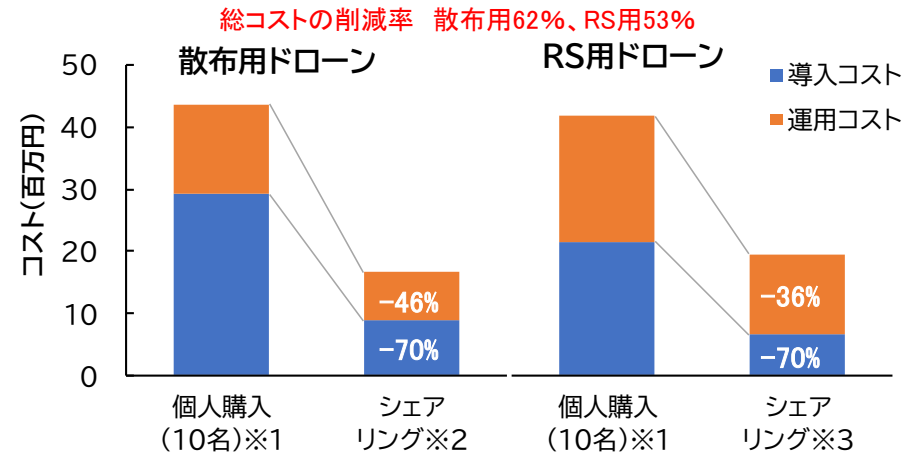
(使用システム) ArcGIS Online、LINE



図5 MDSS (Mie Drone Sharing System) の概要

実証結果

- シェアリングでは、個人購入より散布・リモートセンシング(RS)ともに導入コストが各70%削減され、目標を達成
運用コストの削減率は、散布用46%、RS用36%(図6)。
- 実証規模の拡大に伴い、サービス単価が低減
R3: 散布4,600円/10a、RS1,500円/10a
R4: 散布3,500円/10a、RS1,200円/10a



※1 生産者10名が個別に散布用・RS用ドローン各1機を導入、オペレーター2名を養成し、5年間運用
 ※2 生産者10名のグループで散布用ドローン2機、オペレーター10名を導入し、5年間運用
 ※3 生産者10名のグループでRS用ドローン3機、オペレーター10名を導入し、5年間運用

図6 ドローン個人購入とシェアリングのコスト比較

今後の課題

- 関係者がGISやデータの取り扱いスキルを向上させ、サービスを継続。
- サービス面積の拡大(150ha規模)によるサービス単価の低減。

(実証項目別成果①)ドローンシェアリングシステムの確立と運用

WebGISを基盤としたデータ連携により、正確で効率的なシェアリングとデータ連携を実現

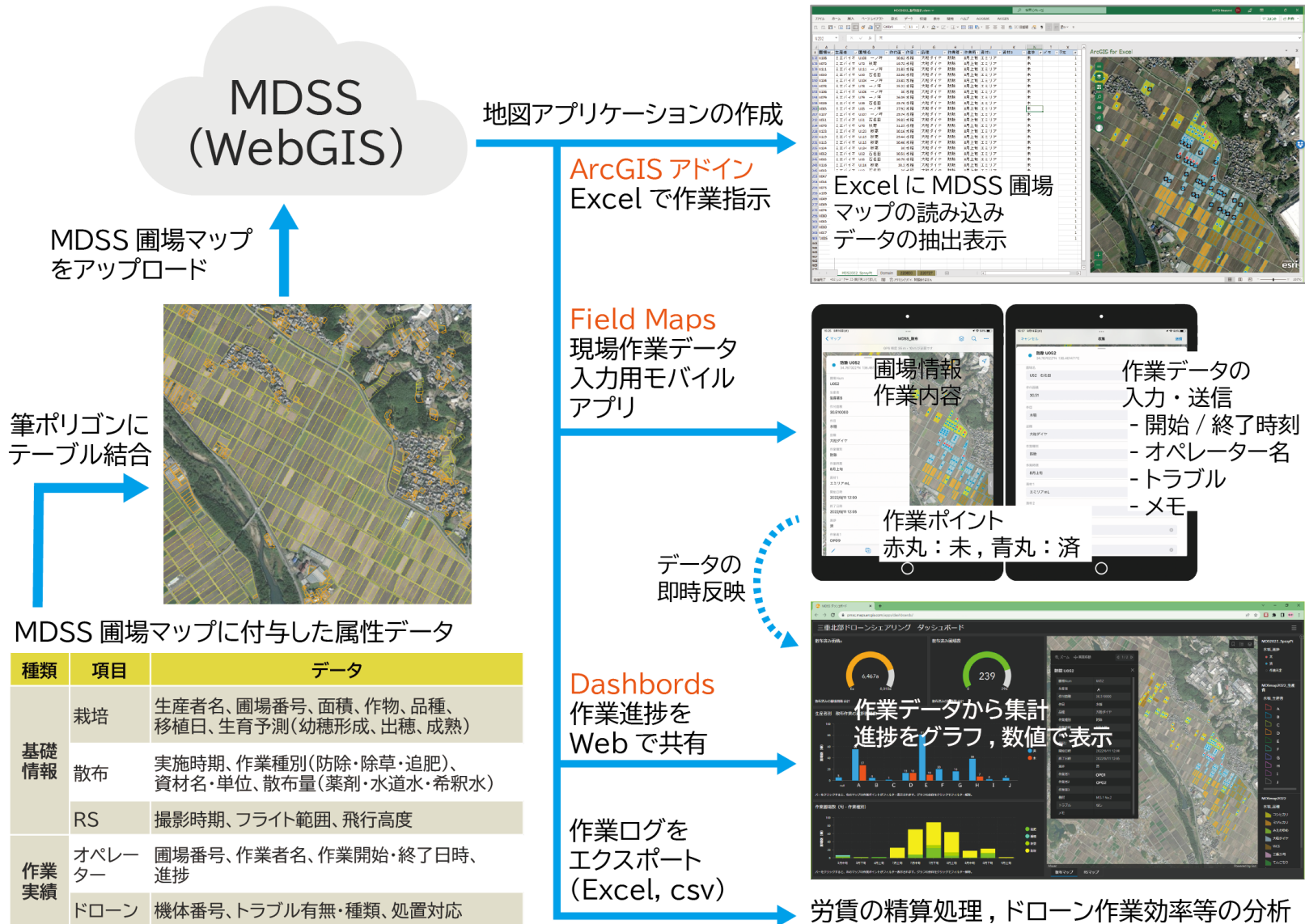
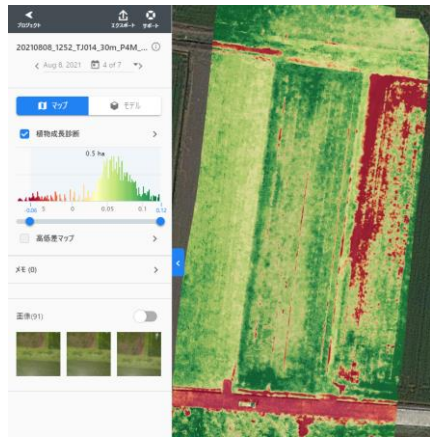


図7 WebGISによるMDSSの構築とデータ連携

(実証項目別成果②)リモートセンシング用ドローンのシェアリングの実証

取組概要

- リモートセンシング (RS) 用ドローンの操作と撮影、解析手法を習得したオペレーター10名を育成。
- 小麦と水稲の生育期に合わせたRS撮影と生育解析 (NDVI, VARI) を実施 (図8)。
- 実証目標: リモセン解析結果を基に散布用ドローンで効果的な追肥を行い (RS散布連動方式)、収量を5%増。
(使用機器) RS用ドローン P4 Multispectral (DJI)



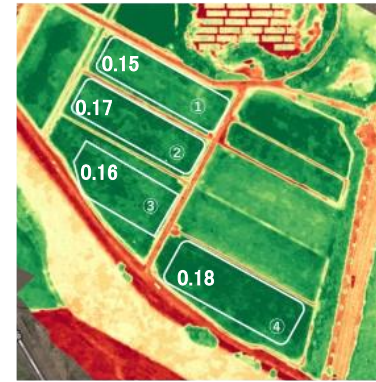
リモートセンシング (RS) オペレータートレーニング
VARIによる解析と生育調査



図8 リモートセンシング (RS) 用ドローンの取り組み内容

実証結果

- VARI解析結果から追肥の要否を判断し、散布用ドローンと連動して追肥を実施 (図9)。
- 水稲「つきあかり」5.8%、小麦「あやひかり」4.5%増収し、概ね目標を達成 (表2)。
- VARIはRGB画像を用いた生育指標であり、安価で迅速に解析結果を提供できるため、普及現場での有用性が高い。



2022/7/18撮影, 高度: 149m

図9 水稲「つきあかり」のVARI平均値 (穂揃い期)

表2 RS散布連動圃場における収量調査結果 (R3・R4)

	R3水稲 ほしじるし 玄米重(kg/10a)	R4水稲 つきあかり 玄米重(kg/10a)	R4小麦 あやひかり 精麦重(kg/10a)
調査方法	坪刈り	乾燥機バッチ	坪刈り
慣行区	605	465	420
実証区	620	492	439
	増収率 2.4%	増収率 5.8%	増収率 4.5%

今後の課題

- 本実証結果を用いて水田担当の普及員を中心に研修を行い、RS散布連動方式を県内で普及させる。
- 野菜やお茶など他作物への展開。

(実証項目別成果③) 散布用ドローンのシェアリングの実証

取組概要

- 散布用ドローン(産業用マルチローター)の操作方法、機体メンテナンス、農薬等危険物の取り扱いと管理等を習得したオペレーターを10名育成(図10)。
- 小麦と水稲を対象に、適切なタイミングでドローン散布(防除・除草・追肥・播種等)を実施。
- 実証目標: 労働時間の10%削減、適時適切な広域防除により、着色米率の低減(11%→6%)。

(使用機器) 散布用ドローン AGRAS MG-1P (DJI)

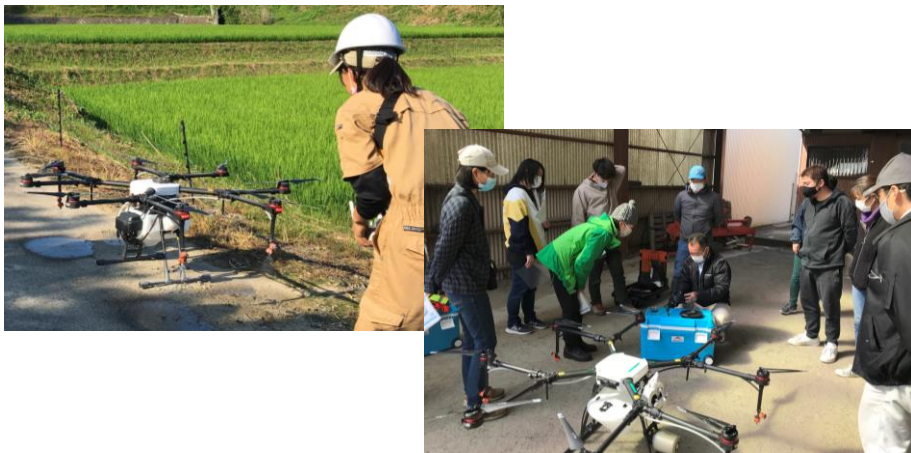


図10 散布用ドローン AGRAS MG-1Pと安全講習会の実施風景

今後の課題

- 安全対策の徹底(定期的な安全講習会、緊急時の連絡体制、事故記録の共有)
- 作業時期を分散させるため、グループ内で品種や移植時期を調整できることが望ましい(図13)

実証結果

- 追肥や防除に係る作業時間は、ドローンの利用により23~28%削減されたが、総労働時間は1.9~3.7%の削減にとどまった(図11)。
- 新技術の導入範囲がドローンのみで限定的なため、労働時間全体に占める削減率は低かった。

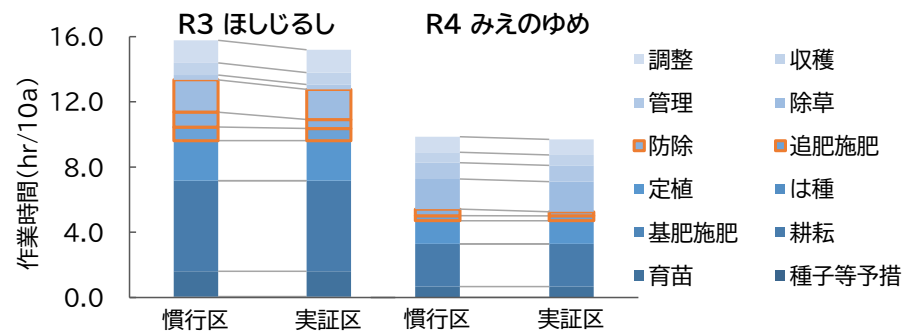


図11 総労働時間の比較(R3・R4)

- 着色米率は、R3実証で0.81%、R4実証で1.6%と低く、目標を達成し、地域平均の1/3以下に低減(図12)。
- 小麦-水稲の二毛作体系では、水稲のカメムシ被害が発生しやすいが、シェアリングにより迅速で効果的な防除を実現。

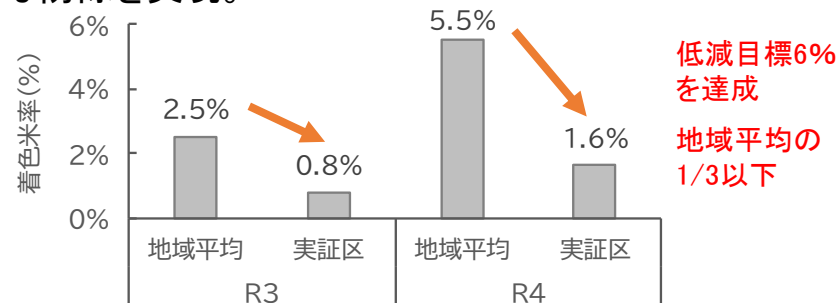
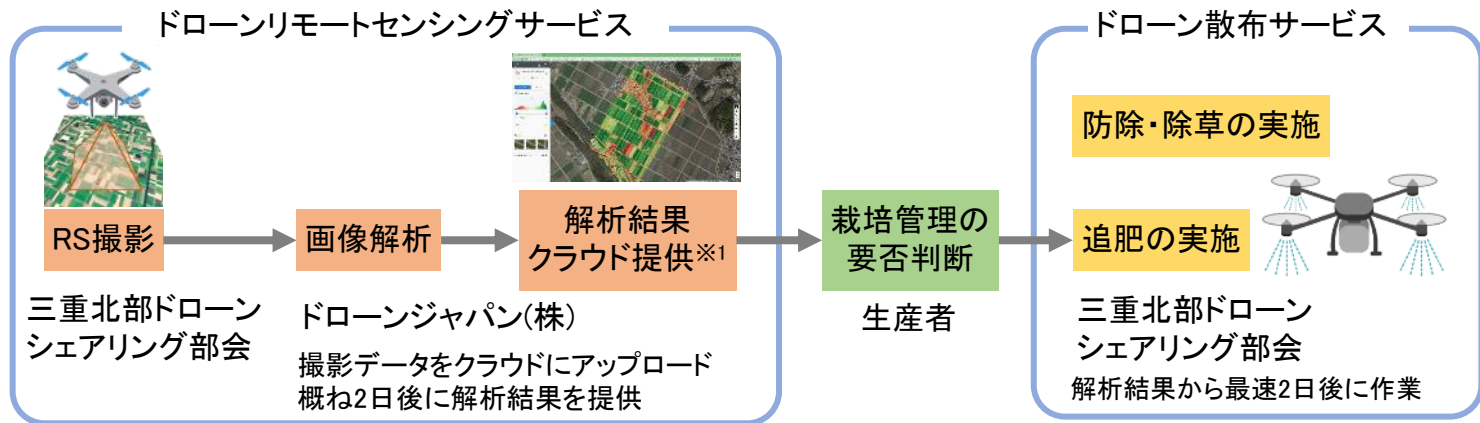


図12 地域平均との着色米率の比較(R3・R4)

(実証項目別成果④)ドローンリモートセンシング・散布サービスの実施状況

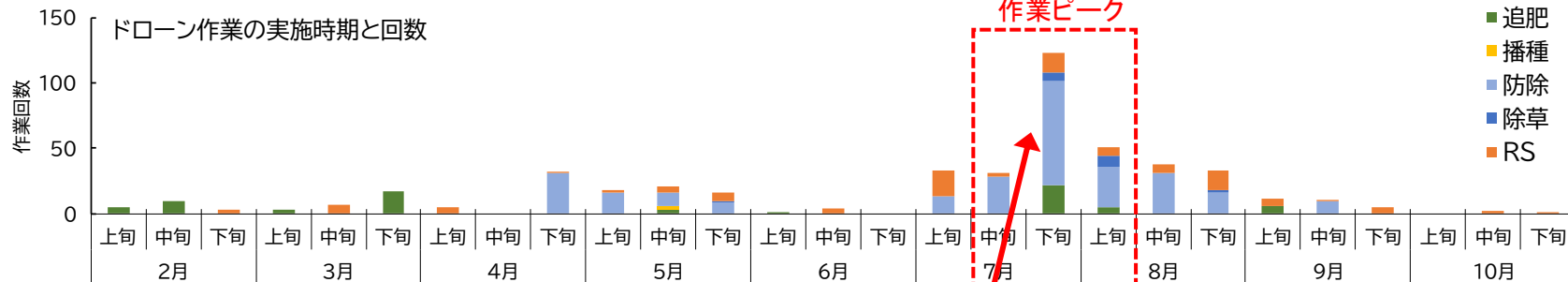
サービス内容



R4実績

サービス	12月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
小麦	3回 6.4 ha	3回 6.4 ha	7回 152 ha	6回 76 ha	13回 183 ha	4回 33 ha	38回 835 ha	29回 478 ha	12回 200 ha	3回 6.2 ha
RS						→ 水稻				
散布		15筆 3.5 ha	20筆 3.8 ha	31筆 8.2 ha	42筆 8.0 ha	1筆 0.3 ha	149筆 40 ha	93筆 27 ha	16筆 5.0 ha	

ドローン作業の実施時期と回数



- ・ 実証規模: 小麦 51筆、11ha 水稻 416筆、99ha
- ・ RS実績: 118回、1,977ha(うち作付面積324ha)
- ・ 散布実績: 367筆、95ha
- ・ 4月下旬～5月上旬移植の「コシヒカリ」が全体の3割を占め、7月中旬～8月上旬に出穂期が集中(図13)。
- ・ 中小規模の生産者によるシェアリングでは、品種や作期が類似するため、作業ピークが発生しやすい。今後、作期を分散して作業ピークの緩和が必要。

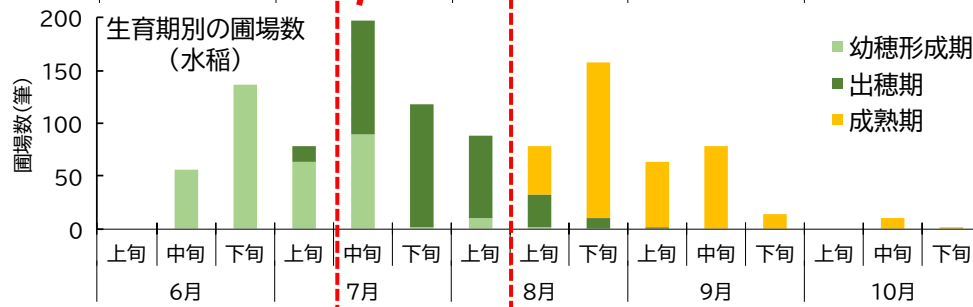


図13 ドローン作業の実施状況と水稻の生育時期別圃場数

(実証項目別成果④) 経営データ分析

取組概要

- 実証経営体の経営データを収集し、ドローンシェアリングの導入による経営改善効果を評価
- 実証目標: 水稲部門の経常利益3%増 (使用システム) ArcGIS online

実証結果

- 代表機関の水稲作付面積15haを対象に、慣行区(動力散布機)と実証区(一部でドローンシェアリング・リモートセンシング(RS)散布連動を導入)の経営分析を表3のシナリオで実施。

表3 経営分析に設定したシナリオ

シナリオ	水稲品種 ※1	栽培法※2	面積	収量 (kg/10a)	単価 (円/10a)
R3慣行区	ほしじるし	慣行栽培	15ha	605	185
R3実証区	ほしじるし	慣行栽培	11.7ha	605	185
		DS・RS 散布連動	3.3ha	620	185
R4慣行区	つきあかり	慣行栽培	7.2ha	465	482
		みえのゆめ	慣行栽培	7.8ha	400
R4実証区	つきあかり	DS・RS 散布連動	7.2ha	565	482
		みえのゆめ	慣行栽培	7.8ha	400

※1 水稲品種 ほしじるし、みえのゆめ: 酒造用の加工用米 つきあかり: 直接販売の特別栽培米

※2 栽培法 慣行栽培: 動力散布機による散布作業
DS・RS散布連動: ドローンシェアリング・リモートセンシング散布連動方式

- R3は慣行区に対して実証区は3.8%の減益(図14)。
- R4は特裁で直販価格が高い「つきあかり」を検討に加え利益が増大。慣行区に対して実証区は23%の増益(図14)。
- 「つきあかり」の増収は、他の要因(鶏糞、適期収穫)の影響が大きく、増益額のうちリモートセンシング(RS)散布連動方式の寄与率は6.1%と試算され、目標を達成。

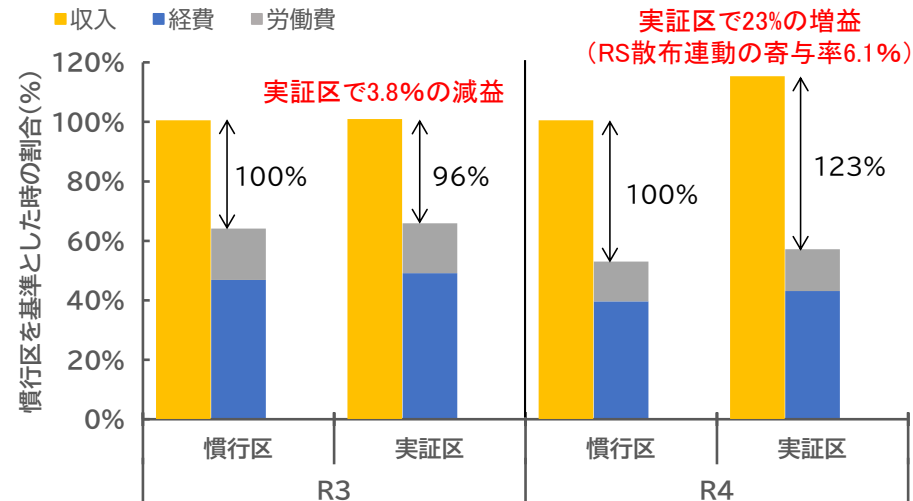


図14 慣行区と実証区の水稲部門の経費と利益の比較 (R3・R4)

今後の課題

- 本実証で導入したスマート農業技術は、販売価格の高い品種であれば、経費の増分を上回る収入を得ることが可能だが、加工用米や小麦などは、経費の増分を吸収することが困難な見込み。

実証を通じて生じた課題

1. 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

項目No.	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
①	シェアリングシステム	GISソフトウェア ArcGIS Pro, Online	• 地図データベースやWebアプリケーションの作成に、高度な専門性を要する。
②	生育観察	リモートセンシング (RS)用ドローン DJI P4M	• 他メーカーの画像合成・解析ソフトウェアとの互換性が低い • 反射率変換ができないため、反射率を用いた解析に不適 • 生産者にとって解析結果の判読が難しく、処方箋が必要。
③	散布: 播種, 防除, 追肥, 除草	散布用ドローン AGRAS MG-1P	• 防除以外でドローン散布が可能な資材の開発が必要。 • 飛行時間が短いため、連続した作業には予備バッテリーの対応が必要。

2. その他

- ドローンはリリースから廃盤までの期間が短く、メーカーのサポート終了が早い懸念がある。
- ドローンは事故リスクが高いため、オペレーターの安全管理対策の徹底が必要。
- 生産現場におけるデータ活用を促すため、データ活用の重要性の啓蒙とシステム活用の支援等が必要。
- ITやデータ取り扱いスキルを高め、スマート農業に対応した普及員の育成が必要。

《実証全体について》

(株)つじ農園 e-mail info@tarafuku.org

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/>