

中山間地域におけるスマート農業技術を活用した効率的かつ省労働力

大規模水田農業経営モデルの実証

(株) 田んぼ屋のじり (大分県竹田市)

目的及び取組概要

＜経営概要 83ha(水稲81ha、大麦若葉15ha、ミニトマト1.6ha) うち実証面積 水稲 81ha、大麦若葉15ha＞

- 用水量が少ない阿蘇外輪山の山麓の中山間地域に位置する大規模経営体において、水稲の水管理及び畦畔管理作業の負担軽減と、農機の自動操舵やドローンを活用した作業の省力化を実証し、省力生産体制を確立する。
- ①水位センサーを活用した水管理の省力化を実証。さらに、一部圃場では自動水管理システムによる超省力化を実証
- ②低コストRTKを含めた農機の高精度自動操舵ユニットの活用により、疲労度軽減と作業効率向上を実証
- ③リモコン式草刈機による、中山間地域農業の大きな労力負担である畦畔草刈作業の軽労化・安全性向上を実証
- ④自動航行ドローンによる農薬散布作業等の省力化および、センシング用ドローン等による見回り作業の省力化、ならびに生育状況把握に基づく効率的施肥を実証

導入技術

①自動操舵システム

・農機メーカー製のほか、低コストRTKユニットによる自作ガイドシステムを実証



耕起・整地

②自動水管理システム

・水位センサー(2機種)、自動水門(3機種)による水管理の実証



水管理

③リモコン式草刈機

・高性能リモコン草刈機による草刈作業の軽労化と作業の安全性向上



畦畔管理

④農薬・肥料散布用ドローン

・中山間地で取り回し容易なドローンを活用した農薬・肥料散布の省力化



防除・施肥

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- 自動操舵機能やドローン、リモコン草刈機等による機械作業の作業効率向上と疲労度の軽減と、水稻の水管理等の圃場管理作業時間の削減を行い、総労働時間を10%以上削減する。

目標に対する達成状況

1. 水稻の除草以降の作業において、労働時間は8%(0.54時間/10a)の削減となった。
2. 大麦若葉の総労働時間については、3%(0.086時間/10a)の削減となった。

【個別技術】

①水位センサー

- ・ほ場巡回することなく遠隔からの水位確認が可能となり、確認作業は90%以上削減された。

②自動操舵トラクタ

- ・旋回時の時間削減効果により6~20%の作業時間の削減を達成した。

③リモコン式草刈機

- ・作業可能な畦畔での作業時間は58%削減された。

④自動航行ドローン

- ・農薬散布の作業時間は40%削減された。

水位センサーによる水管理の省力化

取組概要

- 水稲作付ほ場に設置した水位センサーで水位を監視し、水管理作業の省力化を実証。

【使用機材、サービス】

1. 水位センサー(2機種) ※実証面積:計66ha

【F社製】

- ・測定可能項目:水位 ・電源:充電式リチウムイオンバッテリー(太陽光発電)

【N社製】

- ・測定可能項目:水位、水温、気温等 ・電源:乾電池

機種名	通信機器	携帯端末用アプリ	対象圃場		移動時間(分)	移動距離(km)
			面積	圃場数		
F社製	LoRa	あり	31ha	210	202	52.7
N社製	LoRa	なし	35ha	150	146	36.0

【F社製】



モバイル
端末用
アプリ画面

【N社製】



PC用
ブラウザ
画面

中継器

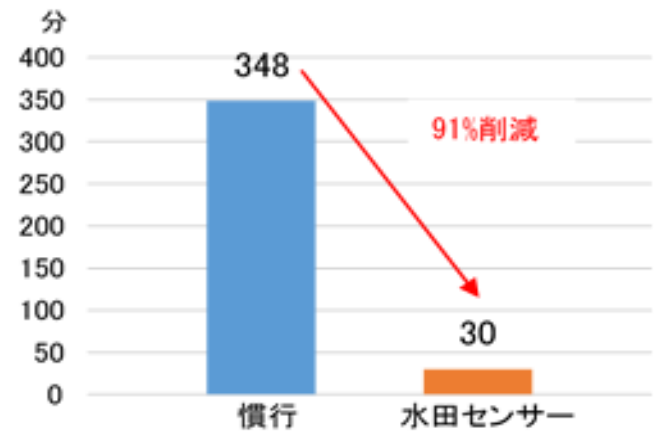
中継器

センサー

実証結果

- ・実証での圃場巡回時間は30分(携帯端末での確認時間)となり、慣行の348分比べて9%と大幅に削減。
- ・中山間地は電波条件が悪いため、
 - ①LoRaの中継器が多く必要でコスト高に繋がり、
 - ②通信不良となるケースが頻発。
- ・センサー台数が増えると、利用期間終了後の機器回収(収納)に多くの労力を要し、これらをスムーズにするための工夫が必要。
- ・稼働状況確認のためには、利便性の高い携帯端末用アプリが求められる(設置台数が増えるほど)。
- ・圃場管理システムで管理できるとさらに効率化。

【圃場巡回時間の削減効果(66ha巡回した場合※算出)】



今後の課題(と対応)

- ・メーカーと連携した携帯端末画面の改良等、利便性の改善。

自動水管理システムによる水管理の超省力化

取組概要

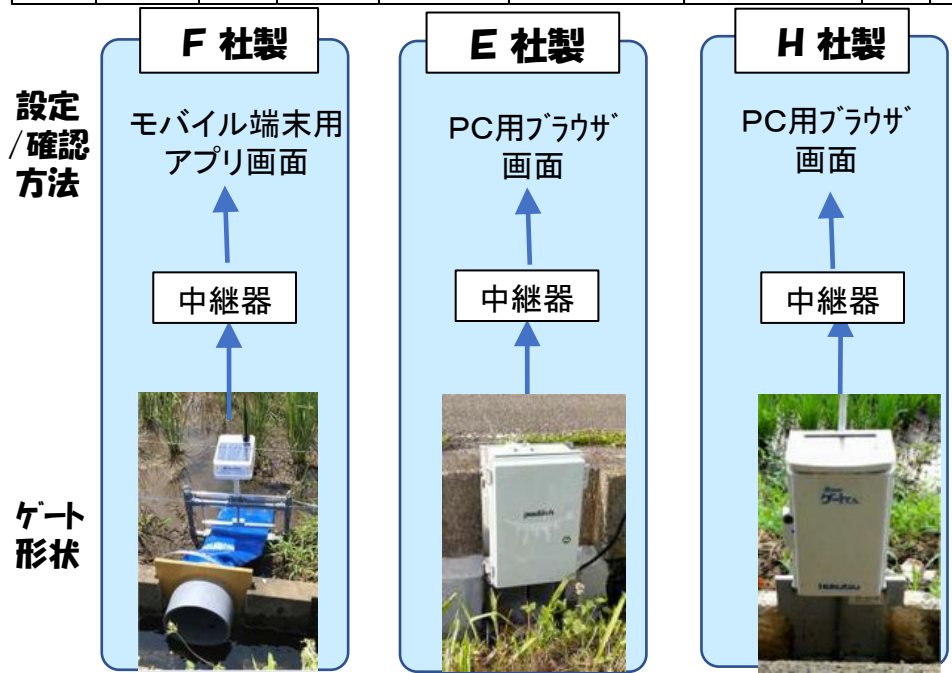
- 自動水管理システムを団地的に設置し、水位調節の自動化による水管理作業の超省力化を実証。

【使用機材、サービス】

1. 自動水門(3機種) ※実証面積:計7.3ha

【各自動水門の特徴】

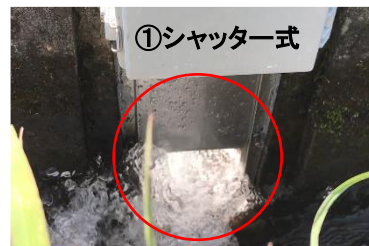
機種名	本体電源	携帯端末用アプリ	水門開閉方法	設置方法	開閉動作方法	水位センサー	対象圃場	
							面積	数
F社製	ソーラーパネル+バッテリー	あり	ホース挟み方式	工事不要(工場で設置)	遠隔地から開閉指示送信	リアルタイム水位測定(F社製水田センサ活用)	3.6ha	17
E社製	乾電池	なし	ゲートシャッター方式	基本的に水口工事必要	カレンダー式(ゲート近くでの開閉指示送信も可能)	水位上限センサーのみ	2.8ha	10
H社製	ソーラーパネル+バッテリー	なし	ゲートシャッター方式	基本的に水口工事必要	水位自動調節(カレンダー式、遠隔開閉指示も可能)	リアルタイム水位測定	0.9ha	4



実証結果

- ・ゲート開閉部への石詰まり等による開閉エラーや、水位センサーの測定不良等により圃場確認が必要となるケースがあった。
- ・しかし、順調に稼働すれば、水管理に要する時間は生育状況も含めた状況の確認のみになるため、現行の8割削減となる可能性がある(利用者コメント)。
- ・中山間地は電波条件が悪いため、
 - ①LoRaの中継器が多く必要でコスト高に繋がり、
 - ②通信不良となるケースが頻発。
- ・稼働状況確認のためには、利便性の高い携帯端末用アプリが求められる(設置台数が増えるほど)。
- ・圃場管理システムで管理できるとさらに効率化。

【自動水管理システムの水門形状】



※石やゴミが挟まりエラー発生



※水圧が高すぎると設置困難

今後の課題(と対応)

- ・メーカーと連携した携帯端末画面の改良等、利便性の改善。

自動操舵トラクタによる耕耘・播種作業の効率化

取組概要

- 現在普及しつつある通信会社が配信する補正情報を活用するネットワーク型RTKと、自動操舵システムを活用した高精度自動操舵による疲労度軽減・作業効率向上を実証。

【使用機材、サービス】

1. 自動操舵ユニット ※実証面積:0.2ha
2. 高精度GNSS位置情報サービス



←ガイダンス
(一列飛ばし旋回)
+
自動操舵

慣行→
(隣接旋回)



実証結果

- ・自動操舵トラクターの使用により旋回時間は短縮(一列飛ばし旋回による旋回時間短縮は27%)されるが、総作業時間の削減は6%であった。
- ・オペレーターの負担は①直進作業時の自動操舵、②一列飛ばし旋回により大幅に軽減。
- ・直進作業時の自動操舵によりオペレーターの負担は大幅に軽減され、1工程飛ばしの旋回が可能になったことと合わせ、評価は高かった。

【自動操舵システム使用時の作業能率】

	圃場面積 (a)	旋回時間		作業時間		
		秒	(慣行比)	/圃場	/10a	(慣行比)
慣行	21.4	29秒	(100)	46分44秒	21分49秒	(100)
自動操舵システム	20.9	21秒	(73)	42分46秒	20分30秒	(94)

※作業速度はいずれも2.1km/hr

今後の課題 (と対応)

- ・自動操舵(ガイダンス)の安定利用には通信回線および衛星信号の捕捉が必要だが、電波条件の悪い中山間地では使用不可の場面が発生するため、オペレーターの慣行操縦技術の向上は必要。

低コストRTKシステムによるGNSSガイダンス機能の実証

取組概要

- 低価格のRTK関連パーツを利用した高精度自動操舵による疲労度軽減・作業効率向上を実証。

【使用機材】

1. 低コスト自動操舵ユニット ※実証面積: 12.2ha

【GNSSガイダンス(+自動操舵)に必要な機器と概算導入経費】

	項目	価格(千円)
低コストシステム (N社製)	自動操舵ユニット	1,036
	RTK基準局	70
	補正情報配信サービス料金 (N社/年)	12
	計	1,118
従来システム (T社製)	自動操舵ユニット	3,010
	補正情報配信サービス料金 (D社/年)	36
	計	3,046

※令和2年7月時点価格。この他、両システムとも通信用端末が1台必要



【自動運転ユニットのパーツ】



【基準局用アンテナ】



実証結果

- ・低コストシステムの導入コストは、ガイダンスのみで20万程度、自動運転まで拡張した場合は111.8万円で従来システムの約1/3。
- ・システム導入には、ユーザーによる基準局設置と作業機へのガイダンス+自動操舵ユニット取付けが必要だが、関係機関研究員のサポートで問題なく導入できた。
- ・作業精度における問題はない。
- ・低コストシステムはマニュアル・アフターサービスが不十分なため、導入・運用には機器に関する知識があることが望ましい。

【低コストRTKガイダンス+自動操舵システムの作業能率】

	圃場面積 (a)	旋回時間		作業時間		
		秒	(慣行比)	/圃場	/10a	(慣行比)
慣行	21.4	29秒	(100)	46分44秒	21分49秒	(100)
低コストRTKガイダンス	26.0	17秒	(60)	45分10秒	17分22秒	(80)

※作業速度はいずれも2.1km/hr

今後の課題 (と対応)

- ・自動操舵ユニット使用時に、システムのバグによると思われる走行異常(ガイダンスの基準線通りに走行できない)等が発生する事例があった。実使用時に動作が不調となる事例が発生しがちなため、随時バージョンアップされるOSへの対応が必要。

リモコン式草刈機による畦畔除草作業の省力化

取組概要

- 高性能リモコン式草刈機の利用により、中山間地域の大きな労力負担である畦畔の草刈作業の軽労化・安全性向上を実証。

【使用機材】

1. リモコン式草刈機 ※実証面積: 5ha

【調査結果】

	斜度	作業時間 (分/10a)	(慣行比)	備 考
リモコン 草刈機	20° 程度	49分04秒	(36)	問題なし
	30~33°	55分56秒	(41)	畦畔が不整形のため、刈り残し部分を刈ったことにより作業時間が長くなった。
	30° 程度	65分17秒	(48)	走行・作業には問題なし。
	45~50°	—	—	45° 近くになると、滑りやすい・崩れやすい畦畔では走行が不安定になる。傾斜が50° 近くになり、危険と思われたので試験を中止
刈払機 (慣行)	30° 程度	136分40秒	(100)	作業者は1名

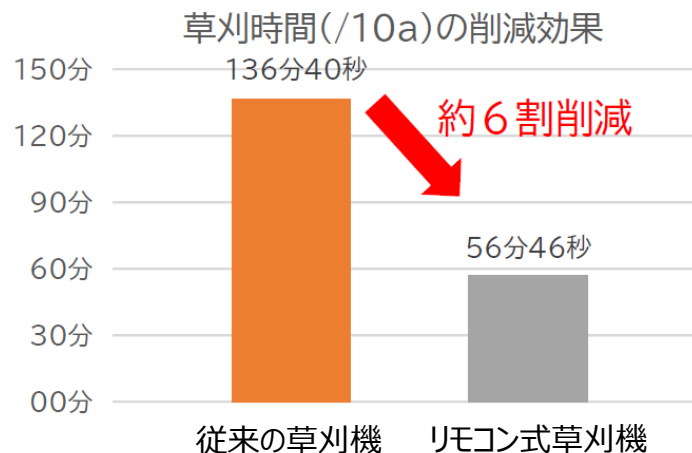
【A社製リモコン式草刈機 (※最大斜度45度)】



実証結果

- ・リモコン式草刈機の作業時間は約57分/10aで、慣行から約6割削減できた。
- ・作業能率は刈払機の2倍以上で、疲労もほぼない。
- ・オペレーターの技術向上で、作業効率はさらに向上可能。
- ・使用時には、作業可能な地形かどうか見極めが重要。
- (トラブルを未然に防ぐため、障害物の有無や畦畔の状態を確認)。
- ・法面下が水路等の場合の使用では、特に注意が必要。

【草刈時間 (/10a) の削減効果】



今後の課題 (と対応)

- ・今後の基盤整備では、このような作業機で全ての法面の草刈が可能となるよう、形状を工夫することが望まれる。

自動航行ドローンによる農薬・肥料散布の省力化

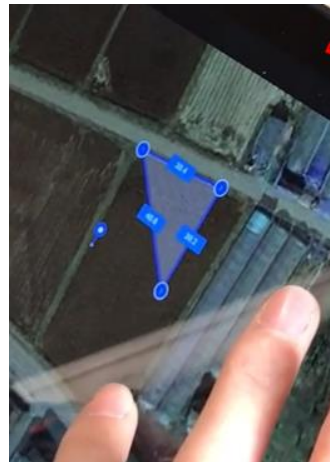
取組概要

○ 自動航行ドローンを用いて、中山間地域では大きな労力負担となる農薬・追肥作業の軽労化・省力化を実証。

【使用機材】

1. 農薬散布 ※実証面積:7.4ha
・自動航行マルチコプター＋液剤散布装置
2. 肥料散布 ※実証面積:1.4ha
・自動航行マルチコプター＋粒剤散布装置

【飛行ルート作成】



【ドローンによる粒剤（肥料）散布作業】

実証結果

- ・自動航行ドローンによる農薬散布は慣行と比べ40%の作業時間削減を達成した。
- ・肥料散布の所要時間は慣行の3倍弱となった。

【農薬散布の作業時間比較】

	圃場数	総作業面積(a)	作業時間		
			/圃場	/10a	(慣行比)
ドローン	44	643	13分38秒	09分20秒	(60)
ブームスプレーヤー(慣行)	9	193	33分20秒	15分33秒	(100)

※作業時間は移動、薬液調整、実散布時間の合計

【肥料散布の作業時間比較】

	圃場数	面積(a)	作業名	作業時間			備考	
				小計	/全圃場	/10a(慣行比)		
ドローン	3	100	肥料充填等	24分38秒	79分42秒	07分58秒	(319)	作業人員 ・ドローン操縦×1 ・肥料充填×2 ・補助者×1
			肥料散布	54分04秒				
			バッテリー交換	01分00秒				
慣行(背負式動散)	1	30	肥料充填等	03分30秒	07分30秒	02分30秒	(100)	作業人員 ・肥料充填×1 ・散布作業×2
			肥料散布	04分00秒				

今後の課題（と対応）

- ・粒剤散布装置の改良(シャッター「閉」操作への対応)。
- ・粒剤タンク形状の改良等による作業性改善。

リモートセンシング（人工衛星・ドローン）による生育状況確認の実証

取組概要

○人工衛星やドローンを用いたリモートセンシングにより、生育状況を把握し、圃場見回り作業の省力化と、データを用いた効率的な追肥作業を実証。

【使用サービス、機材】

1. 人工衛星リモートセンシング（水稻） ※実証面積：53ha
・営農支援サービス
2. ドローンリモートセンシング（大麦若葉） ※実証面積：12ha
・マルチスペクトルカメラ搭載マルチコプター

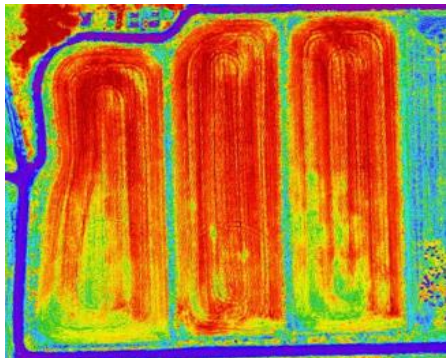
【衛星リモートセンシングによる籾水分表示画像】



【調査対象】

対象品種	圃場数	面積(ha)	撮影日
極早生	161	30.2	8月18日
中生	164	23.0	10月2日

【大麦若葉栽培圃場のNDVI画像】



【大麦若葉のNDVI画像と実際の生育状況】

	草丈 (cm)	莖数 (本/m ²)	葉色 (SPAD値)
赤エリア	18	1,624	41.0
黄エリア	10	288	36.6
緑エリア	9	304	24.5

実証結果

- ・水稻成熟期の人工衛星センシング画像は目視による成熟進捗程度とほぼ一致。圃場確認作業をなくすことができ、作業時間は3割以上削減され目標を達成。
- ・大麦若葉生育期のドローンセンシング画像は、圃場内の詳細な生育状況が把握できた。通常の生育調査に比べ作業時間は8割以上削減され目標を達成。
- ・大麦若葉圃場のNDVI画像により、圃場内の詳細な生育状況が把握でき、生育状況に応じた追肥作業（生育不良箇所への増肥）が可能となった。

【大麦若葉圃場の生育状況確認に要する時間比較】

	ほ場数	面積 (ha)	所要 時間 (慣行比)	備考
ドローン センシング	59	12.2	120分 (14)	移動時間含む
慣行			885分 (100)	移動時間含まず

※慣行は、通常の生育調査に要する時間（15分/ほ場）で試算

今後の課題（と対応）

- ・人工衛星によるセンシングは広範囲の撮影が可能だが、圃場が点在していると非効率。また、撮影後データ確認まで2週間程度を要する上、結果が数値で表されないため活用が難しい。
- ・ドローンによるセンシングは比較的短時間でデータを取得可能だが、得たデータの活用方法が未確立のため、画像データを元に施肥マップを作製するようなシステム作りが必要。

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

項目番号	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1	水管理 (水位監視)	水位センサー (F社、N社)	<ul style="list-style-type: none"> ・山影、谷間等での安定した通信確保 ・本体強度（電池交換や分解格納時に破損）（※N社製） ・製品IDや電源ON/OFFの明瞭化（※F社製）
2	水管理 (水位管理)	自動水管理システム (E社、F社、H社)	<ul style="list-style-type: none"> ・山影、谷間等での安定した通信確保 ・システム操作の利便化（※E社およびH社製） ・簡便な設置工事方法（※ " " ） ・ゴミ詰まりに対する対策（※ " " ） ・使用期間中の動作用乾電池の消耗（※E社製） ・用水圧が高い場合（落差がある場合）の対応（※F社製）
8	耕起・整地	RTK自動操舵 (T社)	<ul style="list-style-type: none"> ・山影、谷間等での安定した通信確保
		RTK自動操舵(低コスト) (N社)	<ul style="list-style-type: none"> ・山影、谷間等での安定した通信確保 ・エラー発生 の解消
3	畦畔雑草防除	リモコン式草刈機 (A社)	<ul style="list-style-type: none"> ・不整地畦畔・法面での安定走行
4	農薬・肥料散布	ドローン (C社)	<ul style="list-style-type: none"> ・粒剤散布装置の改良（閉操作への対応） ・肥料タンク形状の改良等による作業性改善
6	生育状況確認	リモートセンシング (衛星：K社、ドローン：D社)	<ul style="list-style-type: none"> ・測定結果の数値化、観測結果に基づく施肥の手法確立

2. その他

- ①中山間地に多く存在する山影・谷間等でのスマート農機利用に不可欠な、安定した通信インフラ網の整備。
- ②リモコン草刈機での作業に適した畦畔・法面の整備。

○ 問い合わせ先

大分県農林水産部 水田畑地化・集落営農課 (TEL:097-506-3596 e-mail:a15290@pref.oita.lg.jp)

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/>