

担い手と労働力の確保が著しく困難な条件下で、非熟練労働力を活用しつつ高レベルで均質な農産物の生産と規模拡大を実現する技術体系の実証

(株) 紅梅夢ファーム (福島県南相馬市)

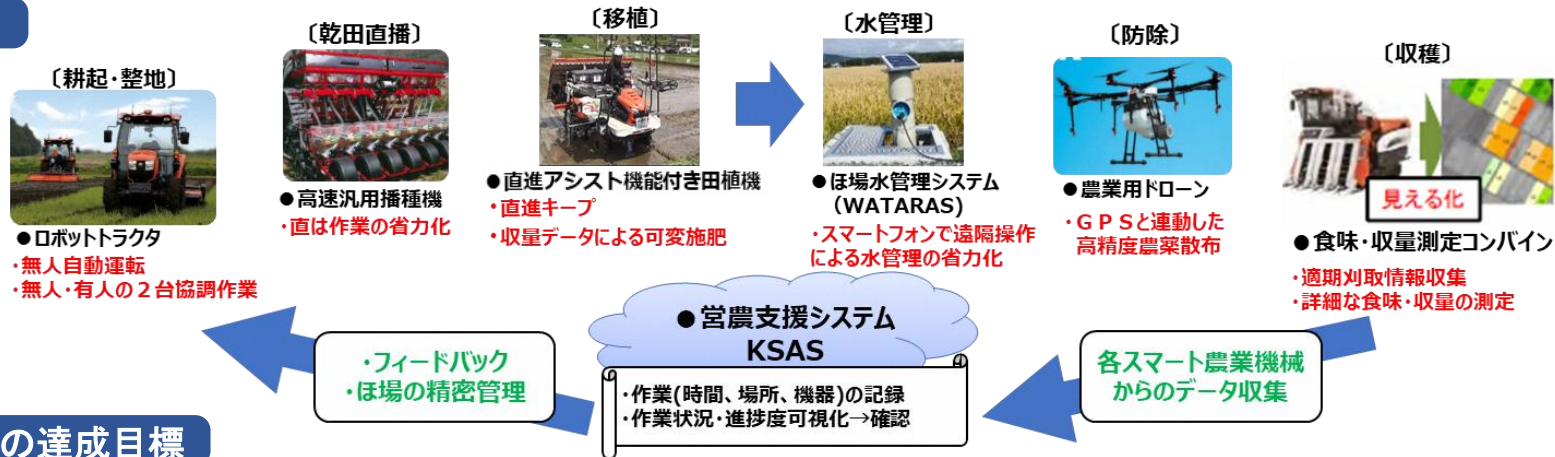
背景及び取組概要

＜経営概要：57.9ha(水稲47.3ha、大豆4.3ha、タマネギ0.4ha、菜種5.8ha)うち実証面積：水稲47.3ha＞

○ 居住人口の急減と高齢化による離農が進み、集落機能が低下した地域において、非熟練者を含む限られた担い手が、水稲作で規模拡大するため、下記の先端的技術を用いた技術体系を実証する。

- ① 品質・生産データなどの効率的な採取、並びにデータを活用した生産品質の向上
- ② ロボットトラクタの有人・無人での2台協調作業技術、自動運転・操作支援技術の実装
- ③ 大面積に対応した、作業適期などを確保するための移植・直播併用
- ④ 農業用ドローンを活用した防除作業の効率化
- ⑤ ほ場水管理システム(WATARAS)の導入を通じた水管理作業の効率化

導入技術



実証課題の達成目標

- (1) 生産品の高品質・安定化 … ①等級検査で全量1等米を維持 ②収量が浜通りの平均収量を下回らない ③新規作付ほ場の米の食味値が継続作付ほ場と同水準となる ④食味値のバラツキが実証前(30年度)より小さい ⑤納入先の検査による検査不合格品が出ない ⑥実証期間内でJGAP認証を取得
- (2) 非熟練者の早期技術習得 … ①非熟練者の面積当たりの作業時間が、熟練者と同水準となる ②非熟練者の疲労・ストレスの蓄積状態が熟練者並である
- (3) 収益性向上 … 生産費[12,000円/60kg]以下の水準を達成する

各研究項目の現在の達成状況

(1) 生産品の高品質・安定化

①等級検査

1等米比率は、**全量1等米にはならなかったが、2019年:41% ⇒ 2020年:75%に向上した。**

②収量

2019年は**522kg/10a**(地域平均495kg/10a)、2020年は**498kg/10a**(地域平均536kg/10a)となった。

また、ほ場毎のばらつきが目立ち、**700kg/10a超**から**100kg/10a未満**まで様々であった。

③食味

収量・食味コンバインで調査した2020年の玄米タンパク質含有率の平均値は7.2%であった。

実証前の2018年は6.7%であり、**食味の低下やばらつきが示唆された。**

(※2019年は、センサ故障のため限られたほ場のみで採録した。)

④その他

2019年産米について、納入先での検査不合格品はなく、全量出荷できた。

2020年8月3日、JGAP認証を取得した。

特に収量は、イノシシ等による獣害や雑草害、天候不良による倒伏等の影響を大きく受けた。

2019年に食味・収量コンバインでデータを採録し、可変施肥を行ったほ場は、検査等級の結果は概ね1等、収量も595kg/10aと、目標を達成できた。

(2) 非熟練者の早期技術習得

直進アシスト田植機の活用により、**非熟練者が熟練者と同水準の作業効率で移植作業を行えることを確認した。**

(3) 収益性向上

直播導入により、労働時間の平準化が図られ、**生産費(補助事業活用による圧縮計算時)は移植・直播ともに1万円/60kgを下回った。**2020年は、2019年と比較して労働時間が削減でき、規模拡大の可能性も示唆された。

取組概要

＜実証面積：水稲(移植モデルほ場) 0.6ha＞

■ 2019年は、収穫時に**移植モデルほ場**の収量及び玄米タンパク質含有量を収量コンバインで採録し、それぞれメッシュマップを作成した。

■ 2020年は、メッシュマップを基に、**3パターンの基肥**を設定し、可変施肥を行った。

- ① 増肥+10% (N-P₂O₅-K₂O = 9.7-4.4-4.4)
- ② 標肥 (N-P₂O₅-K₂O = 8.8-4.0-4.0)
- ③ 減肥-10% (N-P₂O₅-K₂O = 7.9-3.6-3.6)

■ 使用したスマート農機

- 食味・収量コンバイン (DR6130(6条刈):クボタ)
- ロボットトラクタ (MR1000(100馬力):クボタ、
SLR600(60馬力):クボタ)
- └ ブロードキャスター (MBC1201PE:IHIアグリテック)
- └ GPSライナー (EGL3100:IHIアグリテック)
- 直進アシスト田植機 (NW8S-WF-GS(8条植):クボタ)



実証結果

＜＜移植モデルほ場(木曾迫791)の実証結果(抜粋)＞＞

■ メッシュマップを比較すると、ほ場内の収量と玄米タンパク質含有率のバラツキが共に小さくなった。

■ 品質は概ね一等であった。

■ 収量コンバインの収量測定値は575kg/10aで、南相馬市の平均収量(536kg/10a)を上回った。

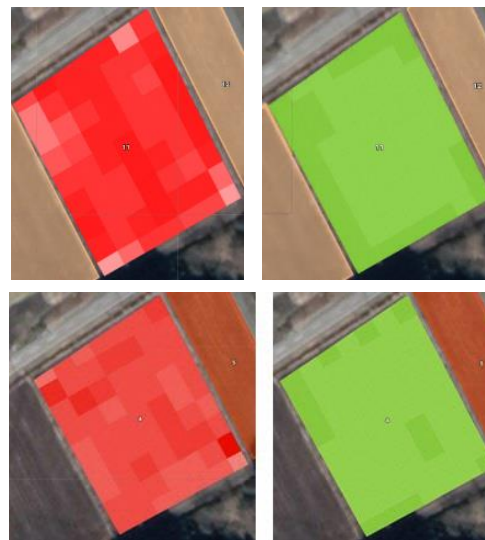


図1 メッシュマップ(木曾迫791)

注)上段が2019年、下段が2020年
注)左図収量、右図玄米タンパク質含有率。
色が濃いほど値が大きい

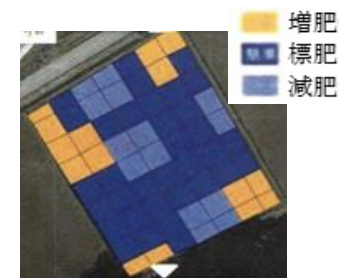


図2 可変施肥の状況
(木曾迫791)

ほ場水管理システム(WATARAS)の導入

取組概要

<実証面積: 水稲(WATARAS設置) 2.1ha>

■ 時間計測

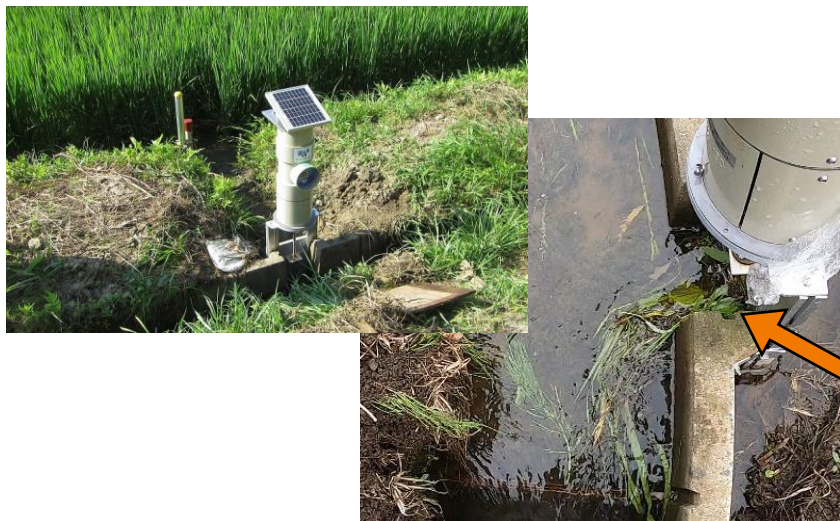
WATARAS設置時と未設置時において、水管理作業の作業単位ごとの所要時間を比較し、どの作業単位で軽減が図られているか検証を行った。

■ 水位管理

WATARASにより、手動管理時と同様の水位管理を行うことができるか実証した。

■ 使用したスマート農機

○ほ場水管理システム(WATARAS:クボタ)



実証結果

- WATARASの導入により、ほ場ごとの水管理作業時間が短縮できた。特に、水位確認や、水位調整用の土囊の設置・撤去の労力が軽減した(図1)。
- 水位管理については、手動管理と同等の水管理ができていた。
- 導入後は、熟練者2名で行っていた水管理を非熟練者1名で行うことが可能となり、作業からは負担が軽減されたとの主観評価が得られた。

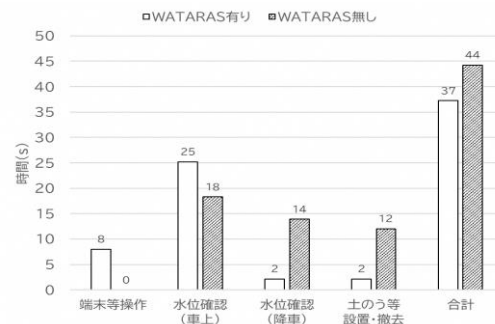


図1
ほ場1箇所あたりの平均水管理作業時間(6月下旬)

今後の課題 (と対応)

- 開水路特有の問題点として、以下が挙げられた。
 - 水路の水位より田面が高い場所があり、一部で水位設定が上手く行かなかった。
 - ゴミ・土砂等の詰まりでゲート開閉に不具合が生じた。
- ▶ 留意点として周知する必要があるため、マニュアル等に記載できないか、メーカーに検討を依頼した。

非熟練者の早期技術修得

取組概要

<実証面積: 水稲(移植モデルほ場) 0.6ha>

- 水稲移植作業における、**ほ場作業効率**を算出した。

$$\eta = t / T \times 100$$

η : ほ場作業効率(%)
 t : 移植作業時間(秒)
 T : 旋回等を含む全体作業時間(秒)

※移植作業における平均値は58.0%とされている。

- 移植・農薬散布・収穫の前後における、作業者の心拍数・フリッカー値をスマートウォッチにより各3回測定し、**心拍指数**を算出するとともに疲労度を検証した。

$$\text{心拍指数} = W / R$$

W : 作業時の心拍数(bpm)
 R : 安静時の心拍数(bpm)

■ 調査対象

- 非熟練従業員(2019年・2020年)
- 熟練従業員(2019年)

■ 使用したスマート農機

- 直進アシスト田植機(NW8S-WF-GS(8条植):クボタ)
- 農業用ドローン(MG-1SAK:クボタ)
- 食味・収量コンバイン(DR6130(6条刈):クボタ)

実証結果

- **ほ場作業効率**は、熟練者58.0%に対し、2019非熟練者59.1%、2020非熟練者60.3%と、平均値を上回った。
- **トラブルなく作業が実施された場合、直進アシスト田植機により、非熟練者においても熟練者と同水準の高いほ場作業効率**が実現されることが確認された。

表1 移植作業時間およびほ場作業効率

	移植作業時間(秒)	全体(秒)	ほ場作業効率(%)
2020非熟練者 (木曾追791:60a)	2902	4816	60.3
2019非熟練者 (木曾追791:60a)	3260	5516	59.1
2019熟練者 (木曾追791:23.6a)	1197	2063	58.0

- **平均心拍指数**は、運動強度40%~50%の値1.63~1.79よりも低く、作業前後のフリッカー値にも顕著な差が確認されなかった。**スマート農機を使用した際の作業による身体的な負担は極めて小さい**と考えられる。

表2 スマート農機を用いた作業時の心拍指数およびフリッカー値

	作業時間(秒)	最大/最小心拍数(bpm)	安静時心拍数(bpm)	平均心拍指数	フリッカー値(ff/秒)	
					作業前	作業後
2020移植作業	111.03	129/82	71	1.35	44.00	44.33
2019農薬散布	22.50	100/77	67	1.29	44.67	45.67
2020農薬散布	14.37	100/70	67	1.25	49.33	51.00
2019収穫作業	91.30	115/71	65	1.31	51.00	49.33
2020収穫作業	139.55	109/63	63	1.30	48.67	49.67

農業用ドローンによる農薬散布の効率・高精度化

取組概要

＜実証面積：①水稲1.3ha、②収穫後水田0.6ha＞

■ 農業用ドローンによる農薬散布の作業効率、散布精度実証のため、①作業時間の測定、②感水紙による付着試験を実施した。

■ 使用したスマート農機

○ 農業用ドローン(MG-1SAK:クボタ)

① 作業時間の測定(2019年・2020年 8月)

作業準備、散布、バッテリー交換、農薬補充に要する時間を測定。

② 感水紙による付着試験(2019年・2020年 11月)

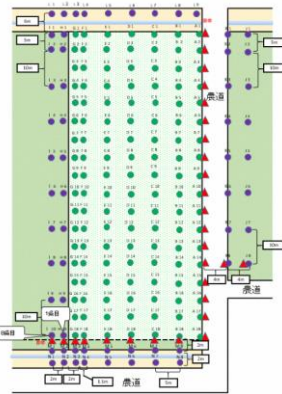
ほ場内に5m間隔で設置した支柱に感水紙を2枚ずつ取り付け、ドローンで清水を散布。また、ドリフト調査のため、ほ場外にも感水紙を設置。



ドローンによる付着試験



感水紙の設置方法



感水紙の設置位置

実証結果

■ ほ場作業効率は、兩年とも80%以上の高い値であった。作業能率は、作業者の習熟度の向上により、2020年で大幅に向上した。これは、直進散布回数が減少し、散布時間が短縮したためと考えられる(表1)。

■ 付着試験では、ほ場内全ての感水紙への付着が確認された(図1)。散布のバラつきを示す変動係数は8.69~17.81%で、農林水産航空協会推奨の30%に収まった。本試験のドローンによる散布精度は、均一に散布できているものと評価される。

▶ ドローンによる農薬散布においては、高い作業効率
が本実証により確認された。

表1 農業用ドローンによる作業効率の実証試験結果

	全行程作業時間(秒)	散布前時間(秒)	散布時間(秒)	交換・補充時間(秒)	直進散布回数(回)	作業能率(秒/a)	ほ場作業効率(%)
	[A]	[B]					[B/A]
2019年	1370	80	1129	161	40	10.22	82.41
2020年	877	32	735	110	32	6.54	83.81

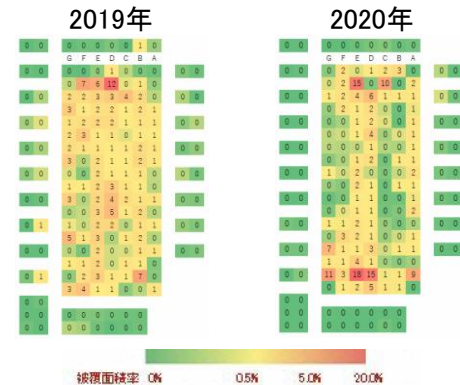


図1 被覆面積率のヒートマップ

直播併用とスマート農機導入による労働時間削減

取組概要

<実証面積: 水稲47.3ha>

■ 各種スマート農機を取り入れた移植・直播併用体系について、営農支援システムを活用して作業項目別の労働時間を記録し、効率的な規模拡大に向けた検討を行った。

■ 使用したスマート農機

○ 営農支援システム (KSAS: クボタ)

■ 耕種概要

作付面積	移植	直播 (乾田直播)	合計
2019年	18.69ha	10.75ha	29.44ha
2020年	25.98ha	21.36ha	47.34ha

表1 作業項目別の労働時間(左: 実時間(h)、右: 10a当たり時間(h/10a))

作型	移植		直播		作型	移植		直播	
	2020	2019	2020	2019		年度	2020	2019	2020
育苗	285	285	0	0	育苗	1.10	1.53	0.00	0.00
施肥	64	60	33	71	施肥	0.24	0.32	0.15	0.66
耕起・整地	232	94	322	64	耕起・整地	0.89	0.50	1.51	0.59
畦畔補修	47	21	19	23	畦畔補修	0.18	0.11	0.09	0.22
入水・代かき	272	169	37	0	入水・代かき	1.05	0.90	0.17	0.00
田植え	205	339	0	0	田植え	0.79	1.82	0.00	0.00
直播・コート	0	0	120	174	直播・コート	0.00	0.00	0.56	1.61
除草	638	626	513	371	除草	2.45	3.35	2.40	3.45
防除	136	181	139	106	防除	0.52	0.97	0.65	0.99
水管理	481	225	423	237	水管理	1.85	1.20	1.98	2.21
収穫	210	352	217	111	収穫	0.81	1.89	1.01	1.03
運搬・出荷	163	147	134	92	運搬・出荷	0.63	0.79	0.63	0.85
生産管理	417	116	351	63	生産管理	1.60	0.62	1.64	0.59
電気柵	195	117	234	74	電気柵	0.75	0.63	1.09	0.69
その他	0	47	0	22	その他	0.00	0.25	0.00	0.20
合計	3,343	2,782	2,542	1,408	合計	12.87	14.88	11.90	13.10

実証結果

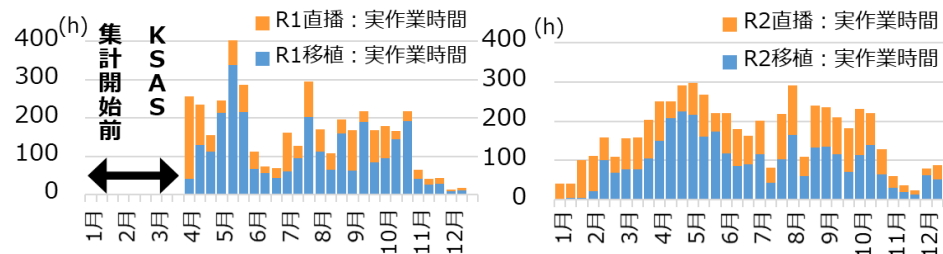
- 2019年と2020年を比較すると、10a当たりの作業時間は移植で2.0時間、直播で1.2時間短くなった(表1)。
- 作業項目別では、田植え・直播・除草・防除・収穫(移植)で、いずれも0.5~1時間前後の短縮に至った。

○考えられる主な要因

- 【田植え】密播苗導入+直進アシスト田植機の組合せによる苗補給の補助員を含めた労働時間の削減
- 【直播】高速汎用播種機の導入面積増加+自動操舵トラクタとの組合せによる播種作業時間の削減
- 【防除】ドローン操縦技術の習熟(個別成果4)
- 【水管理】WATARASの取り扱いに対する慣れ

- スマート農機導入による上記作業項目ごとの労働時間削減に加え、直播比率を高めた結果、2020年の作業ピークは2019年に比べて下がった。また、2020年の労働時間は、4月下旬・5月上旬・8月上旬が同等で、労働時間の平準化が進んだ(図1)。
- 結果として、増反しながら100h/旬以上の作業ピークの低減を達成することができた。

図1 年度別の実作業時間(h) (左: 2019年、右2020年)



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

作業内容	機械・技術名	技術的な課題
移植	直進アシスト田植機	<ul style="list-style-type: none">・ 機械トラブルが散見されたため、改善に向けた検討が必要。・ 機器の設定・準備などに、ある程度の習熟を要する。
水管理	ほ場水管理システム	<ul style="list-style-type: none">・ 天候不順や山陰による日照不足によりバッテリーの電圧が低下し、動作が停止することがあったため、設置箇所の環境条件を示す必要がある。・ 開水路での使用時は、水量不足による水位維持の失敗や、ゴミ・土砂・雑草によるゲートの詰まりが度々起こるため、設置条件を示す必要がある。・ 機器の設定・準備などに、ある程度の習熟を要する。

2. その他

実証地域では、イノシシの侵入による被害が深刻であるが、十分な対策ができていない。

電気柵は設置しているが、少人数で大規模の農地を管理するため、除草作業など電気柵の適正な管理が困難となっている。

○ 問い合わせ先

福島県農業総合センター

企画経営部 企画技術科 (Tel:024-958-1700)

経営・農作業科 (Tel:024-958-1714)

公益社団法人 福島相双復興推進機構

営農再開グループ 調整課 (Tel:024-502-1115)

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/>