

ほ場の超大区画化に併せた次世代型大規模水田経営における 用途別多品種米低コスト・高品質型スマート農業一貫体系の実証 (農) 高野生産組合 (新潟県上越市)

背景及び取組概要

<実証面積：16.6ha> <実証品目：水稻>

<経営概要 71.9ha (耕作面積：水稻71.1ha、たまねぎ0.2ha) うち実証面積：水稻16.6ha>

- 上越市の水稻作付面積は、全国第4位。県内でもいち早く、基幹品種のコシヒカリのみならず、飼料用米や業務用米等の需要に応じた米生産に取り組んできました。しかし、これら用途別の米生産においては、収量・品質の安定確保と生産コスト削減の両立が課題となっています。
- また、生産者の高齢化に伴い、担い手を確保していくためには、「経験と習熟度」に頼りきった農業ではなく、スマート農業技術を導入した新しい栽培技術体系のもと、参入できる環境整備が必要です。
- 当市の平野部の35%は1ha区画となっており、さらに推進するほ場の大区画化と併せて、スマート農業技術による米生産の相乗効果について実証を通して検証します。

実証目標

○V溝乾田直播と移植栽培の組み合わせにより作期分散を行い、60kg当たり生産コスト削減を目指します。

○V溝乾田直播栽培：7,900円/60kg (10a当たり収量：645kg)

移植栽培：9,400円/60kg (10a当たり収量：585kg)

経営・栽培管理システム

- ・各種作業や機械使用に関するデータの一元管理で「見える化」する
- ・メッシュマップデータを管理し、機械に反映させる

自動操舵(直進キープ)トラクタ・ブロードキャスター

- ・作業スピード向上による労働時間10%削減
- ・V溝播種状態がまっすぐな状態

直進キープ 可変施肥田植機

- ・作業スピード向上による労働時間10%削減
- ・適正な施肥による生育の均一化

多機能型 自動給水栓

- ・水管理作業に要する労働時間を6割以上削減

マルチローター (センシング+施肥+農薬散布)

- ・カメムシ被害発生なし
- ・生育状況に応じた穂肥量の散布

食味・収量コンバイン

- ・ほ場ごとの収量、食味バラツキの改善及び収量向上
- ・経営、栽培管理システムの入力作業の軽減



経営管理

耕起・播種

移植

水管理

追肥・防除

収穫

目標に対する達成状況

実証課題の達成目標

- 平年比338%と観測史上最も多い降水量(7月)と猛暑の影響↗
- ほ場整備直後の肥沃な土壌減少や不明確な地力窒素発現状況の影響↗



目標収量が確保できず、生産費増額分が消化できなかった



- V溝乾田直播栽培：13,704円/60kg（10a当たり収量：470kg）
- 移植栽培：14,685円/60kg（10a当たり収量：448kg）

可変施肥技術に関する達成状況

ほ場ごとの収量を分析したところ、可変施肥技術を使用したほ場の収量が、均等に施肥した慣行区の収量に比べ、**67~82kg多かった（15%向上）**。

- V溝乾田直播栽培：543kg
- 移植栽培：506kg



増収効果！

ほ場整備後の収量への影響を短期間で解消可能！

ICT技術の活用によるほ場管理の効率化と低コスト化に向けた実証

取組概要

- 各種作業や資材調達、機械の使用に関するデータを一元管理し、作業効率とコスト低減を数値化させ経営管理に活用する。
- ほ場ごとの収量、品質のバラつき状態を反映したメッシュマップデータを実証機械に反映させ可変施肥による生育の均一化により収量を確保する。

使用機器：経営・栽培管理システム

スマートフォンから入力



PC画面からの編集作業



品種別、ほ場別、作業別等で集計

ほ場ID	品種	作業種別	作業日	作業時間	作業量	作業効率	コスト	品質	収量	備考
000001	早生	可成り	2023/05/10	08:00-10:00	10000	100%	10000	90%	10000	
000002	早生	可成り	2023/05/10	08:00-10:00	10000	100%	10000	90%	10000	
000003	早生	可成り	2023/05/10	08:00-10:00	10000	100%	10000	90%	10000	
000004	早生	可成り	2023/05/10	08:00-10:00	10000	100%	10000	90%	10000	
000005	早生	可成り	2023/05/10	08:00-10:00	10000	100%	10000	90%	10000	
000006	早生	可成り	2023/05/10	08:00-10:00	10000	100%	10000	90%	10000	
000007	早生	可成り	2023/05/10	08:00-10:00	10000	100%	10000	90%	10000	
000008	早生	可成り	2023/05/10	08:00-10:00	10000	100%	10000	90%	10000	
000009	早生	可成り	2023/05/10	08:00-10:00	10000	100%	10000	90%	10000	
000010	早生	可成り	2023/05/10	08:00-10:00	10000	100%	10000	90%	10000	

実証結果

- 作業実施前後に現場でスマートフォンを使用して作業内容を入力できるなどの事務作業が軽減され、作業効率化に繋がった。
- 常時、作業状況の確認ができるほか、出力したデータで品種別やほ場別、作業別に労働時間を集計することができ、労務管理や分析が可能となった。
- あらかじめ作成したメッシュマップデータを活用することで、機械の位置情報と連動し、ほ場を間違えることがなく徹底した管理が可能となった。
- 現場で機械の施肥量を調整する作業が省け、作業の効率化に繋がったほか、可変施肥により生育の均一化を図ることができた。



自動操舵（直進キープ）トラクターによる労働時間の削減に向けた実証

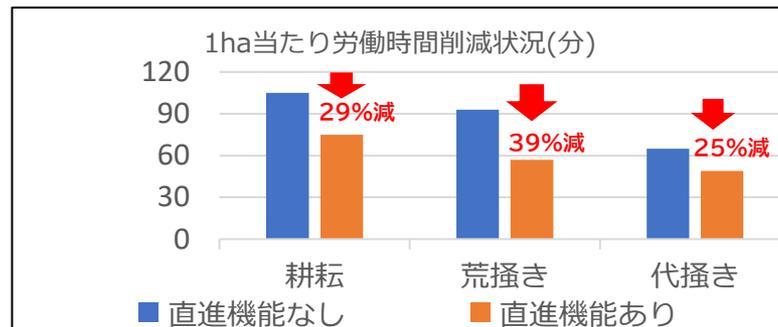
取組概要

- 既存のトラクタ(97馬力)に自動操舵(直進キープ)システムを装着し、ロータリー等の作業機のかぶせ幅を設定し、オペレーターの習熟度に左右されず、精度の高い作業ができることを検証するほか、耕耘、代掻き、直播等の作業スピード向上により労働時間を10%削減する。
- 自動操舵システムの作業精度を活かし、V溝播種が真っ直ぐな状態を維持し、さらに折り返し地点でも条間が保たれ、安定した収量確保に繋がる。

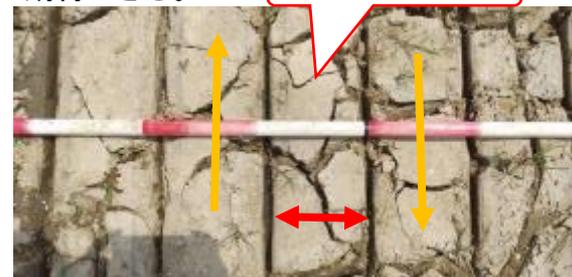


実証結果

- 自動操舵(直進キープ)システムの操作の合理化により、作業時間は最大で、「**耕耘作業29%減**」、「**荒掻き作業39%減**」、「**代掻き作業25%減**」となり、目標とする「労働時間10%削減」が達成できた。



- 正確なV溝播種作業により、播種時の折り返し地点でも「**条間20cm確保**」に繋がった。正確な播種作業は、目標の播種量が確保できる利点があり、収量構成要素の一つである穂数確保に繋がることから収量向上が期待できる。



今後の課題（と対応）

- V溝乾田直播では、ほ場の幅により播種条数を調整する作業が加わるため、作業工程を検証し、労働時間低減を図る。

直進キープ・可変施肥田植機による労働力削減効果及び生育の均一化の実証

取組概要

- 移植作業スピードの向上による労働時間10%削減と移植精度の安定確保を確認する。また、「まっすぐ植える」というオペレーターの精神的負担軽減を図る。
- 食味・収量コンバインのメッシュマップデータを活用し、適正な施肥による収量確保を目指す。

移植作業状況
(8条植え)



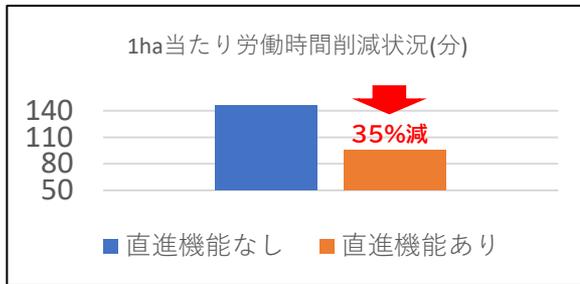
田植機のマーカー
が真っ直ぐ



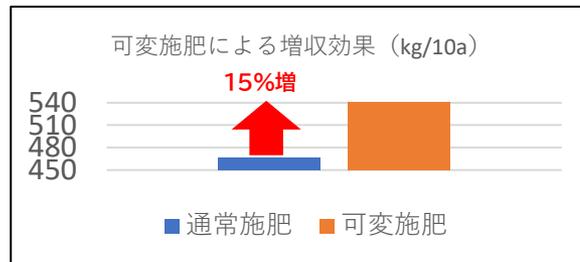
可変施肥作業時のモニター

実証結果

- 労働時間削減は、操作不慣れが解消されたことにより、**最大で「労働時間35%減」**が確認でき、目標とする「労働時間10%削減」が達成できた。また、作業オペレーターの心身の負担軽減に繋がった。



- 倒伏状況や地力窒素発現量を基に可変施肥を実施し、他のほ場の平均収量に比べ、15%収量が増加した。



メッシュマップ



倒伏状況



黄：9kg

青：0kg



今後の課題（と対応）

- 生育のバラツキを解消するため、毎年、収量等の向上に向けたPDCAを繰り返していく必要がある。

ブロードキャストによる施肥量の均一化に向けた実証

取組概要

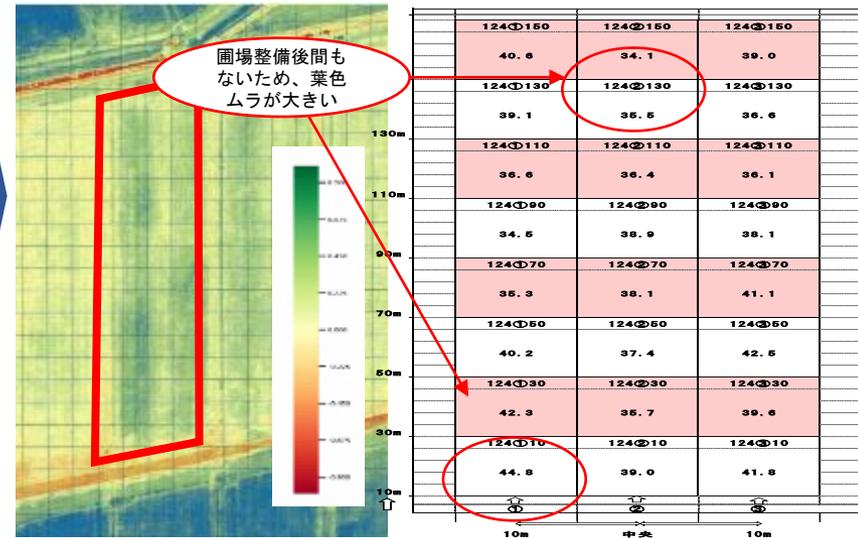
- 食味・収量コンバインのメッシュマップデータを活用し、秋耕前に可変施肥を実施する。令和2年度播種時のV溝乾田直播機付属の施肥機は、一定量での設定しかできないため、可変ブロードキャスト(600L、2スピナー)により、投入施肥予定量の約4割程度を収量のバラつきに沿って施肥量を調整し、均一化を図る。
- センシングを実施し、均一化を確認するほか、食味・収量コンバインでのメッシュマップを確認し、収量のバラつきを把握する。



食味・収量コンバインのメッシュマップデータではなく、ほ場の倒伏状況に合わせて施肥マップを再度作成し、施肥した。

実証結果

- 可変施肥を実施したほ場について、センシングによるNDVIマップ、及びSPAD測定値を比較検証した。圃場整備後の間もない条件下では、土壌が安定していないため、土壤分析や倒伏の状況を基にした施肥マップでは葉色のムラが大きかった。



今後の課題（と対応）

- 食味・収量コンバインメッシュマップデータとGPSとの連携による施肥も可能となるため、次年度に向けて引き続き検証する。

水管理システムによる労働時間の削減に向けた実証

取組概要

- ほ場及びプール育苗へ多機能型自動給水栓を設置し、水管理作業に要する労働時間を6割以上削減する。
- プール育苗へ水田モニタリングセンサーを設置して、気温や水温を監視する。
- 水管理システム取付数 全54個(49のほ場に設置)

パソコンによる給水計画とほ場の給水状況



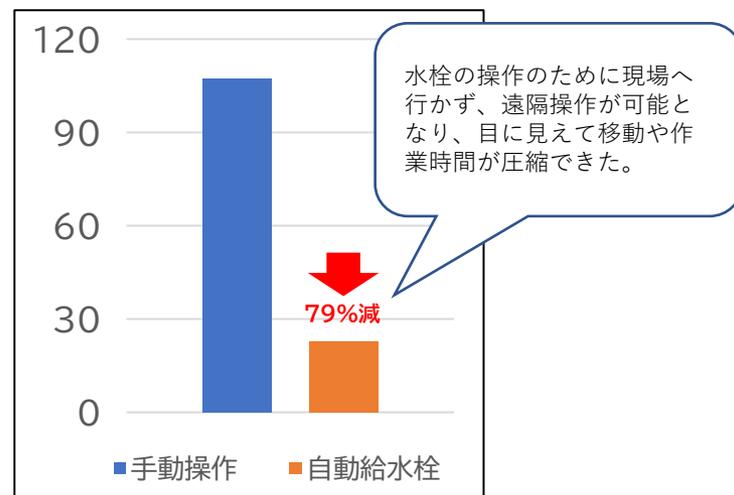
プール苗代への給水状況と水田モニタリングセンサー



実証結果

- 手動開閉の給水栓に比べ、79%の水管理時間の削減効果が確認できた。
- プール育苗では、夜間の用水需要が無い時間に効率的に給水できたほか、水田モニタリングセンサーを設置して気温や水温を監視し、「葉ヤケ」を防止できた。
- ほ場の管理枚数が増えるほど、遠隔操作型の有効性が発揮される。

1 haあたり労働時間提案状況 (分)



マルチローターによる農薬・穂肥の散布に向けた実証

取組概要

- 自動操作飛行により、均一散布、散布箇所の漏れや重複を防ぐ。
- 予めスマートフォン型操作器で設定した飛行経路を自動飛行することで、オペレーターの習熟度に左右されない効率的な作業を実施する。
- カメムシ防除の薬剤散布を漏れや重複なく行うことで、カメムシの発生を防ぐ。

マルチローター



予め飛行経路を設定し、自動飛行により作業の質を向上



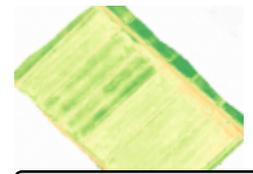
自動操作飛行により正確な散布が可能

実証結果

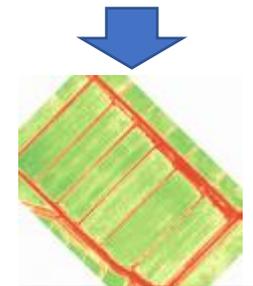
- 完全自動飛行で正確な散布による防除効果が確認できた。
- 散布時間とマルチローターを所有した場合の減価償却費に基づく試算では、経営面積が30haあれば、既存のラジヘリ共同防除を下回るコストで作業が可能であることが確認できた。
- 穂肥散布前後のセンシング結果から散布漏れや重複散布が無く、均一な散布状況が確認できた。
- カメムシ防除については、散布後の調査においてカメムシの発生は確認されなかった。

散布前後のカメムシ類すくい取り調査結果 穂肥散布後のセンシング結果

地点	散布前 (8/6)	防除後 (8/20)	防除後 (8/27)
圃場12-3 つきあかり	0頭	0頭	0頭
圃場12-5 つきあかり	0頭	0頭	0頭
圃場15-3 コシヒカリ	0頭	0頭	0頭
圃場15-5 コシヒカリ	1頭	0頭	0頭



R2.7.1撮影 つきあかり



R2.8.1撮影 つきあかり

マルチローターを所有した場合の散布コスト

経営規模	10ha	20ha	30ha	
合計散布面積 (農薬+肥料)	20ha	40ha	60ha	
1ha当たり	機械費	29,079円	14,539円	9,693円
	人件費	3,112円	3,112円	3,112円
	計	32,191円	17,651円	12,805円
10a当たり	3,219円	1,765円	1,281円	

食味・収量コンバインによる品質・収量の確保に向けた実証

取組概要

- 食味・収量コンバイン(6条刈り)による、ほ場毎の収量及び食味を把握する。
- バラツキを把握することで次年度作付け作業に反映。

食味・収量コンバイン



メッシュマップ機能により、収量や食味のバラツキを把握



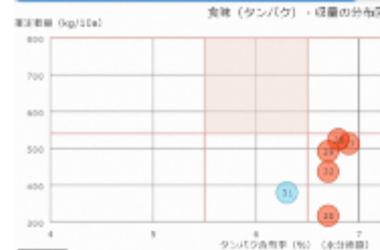
収量及び食味(玄米タンパク含有量)のバラツキを把握

実証結果

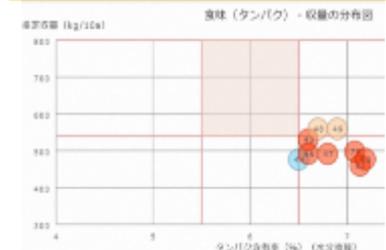
- ほ場ごとやメッシュマップ機能による1筆内の収量及び食味のバラツキを確認することができた。
- 自動日誌機能により、刈取終了時に作業時間や収穫物の重量や水分等が自動的にクラウド上に送信され、日報等の入力作業やスマートフォンの操作が軽減できた。

収量・食味のほ場ごとのバラツキ

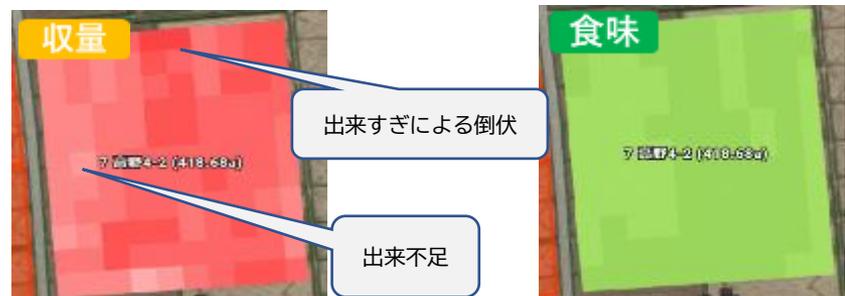
コシヒカリ(移植栽培)



つきあかり(V溝乾田直播)



大区画ほ場における収量・食味のバラツキ(4.2haほ場)



レーザー受光感応装置付きハローによる均平精度の確保に向けた実証

取組概要

- レーザーレベラーを使用し、作業員の熟度に左右されない作業品質を確保する。
- 大区画ほ場における均平精度を確保し、生育ムラを防止する。

レーザーレベラーを使用した均平作業

レーザーレベラーにより高低差を制御



実証結果

- 大区画(2.5ha)ほ場でも最大高低差3.8cmと、ほ場の大きさに関わらず高い均平精度の確保につながった。
- 均平を実施したほ場では、直播栽培で発芽率が高くなり、除草剤の回数低減につながるなど、コスト低減に有効な技術であることが確認できた。

レーザーハロー作業状況の比較



実証を通じて生じた課題

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	移植	可変施肥・直進キープ田植機	作業ほ場ごとに毎回始点・終点の位置を登録する必要があり、直進軌跡の保存が可能となれば更なる効率化に繋がる。
2	ブロードキャストによる施肥	GPSナビキャスト	車速を上げると散布精度が落ちる。
3	水管理	多機能型給水栓	給水計画設定後の変更方法については、通信方式やプログラムの変更により改善されたが、通信頻度の関係から即時作動することができない。 また、特定小電力無線は1時間当たりの通信時間に規制があるため、通信方式をLoRa方式に変更し、従来機よりも通信時間の幅が広がるよう改良を行った。

2. その他

- ・地図上に、ほ場が軟弱で機械作業に支障を来す部分等の特徴の色分けや倒伏状況を入力できるような技術があれば使いたい。
- ・ブロードキャスト内の肥料残量が確認できなかったため、ミラーを取付けし残量が確認できるよう対策を講じた。

○ 問い合わせ先

新潟県上越市 農林水産部農政課 (e-mail:nousei@city.joetsu.lg.jp)
電話025-526-5111(代表) FAX025-520-6185

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/>