

中山間地域におけるデータをフル活用した未来型大規模水田作モデルの実証 (株) 若狭の恵 (福井県小浜市)

背景及び取組概要

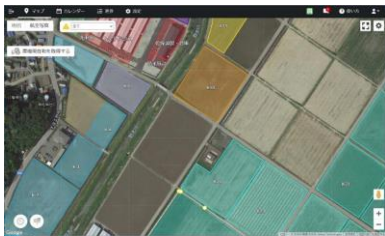
＜経営概要 158ha(水稲118ha、大麦16ha、大豆12ha、ひまわり5ha、キャベツ等5.5ha、大規模園芸施設(ミディトマト0.5ha)) うち実証面積 73.21ha(水稲66.36ha、大麦3.42ha、そば1.66ha、ひまわり1.77ha)＞

- 中山間地域の大規模ほ場において、収量と品質の向上の両立に向けて
 - ① ロボットトラクタ(耕起)、自動直進田植機、可変施肥田植機、自動運転コンバイン(収穫)などのスマート農機を導入し、若手従業員の作業効率の向上を図ると共に総労働時間を短縮。
 - ② 生育過程においては、ドローンによる生育モニタリングと地上部撮影による生育状況を把握し、当該データに基づき、収量を予測。
 - ③ 農機メーカーの壁を越えて、主たる経営栽培管理システムにデータを集約し、作業情報などを記録管理するシステムの構築。

導入技術

経営栽培管理システム

・全圃場の栽培工程が見える化し、計画的な作業管理等を実現



ロボットトラクタ

・有人機との協調作業により、耕起作業時間を効率化



自動直進田植機

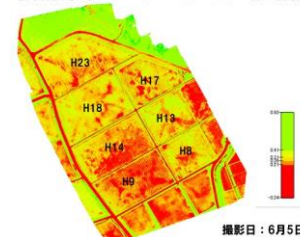
・作業時間、投入する苗箱、肥料の削減。



生育モニタリング

・生育量の測定、可変量散布効果の確認

技術体系：ハナエチゼン(直播)



収量品質測定機能付自動運転コンバイン

・作業時間の短縮、収量・食味マップの測定



経営管理

耕起・代かき

田植え

生育
モニタリング

収穫

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- 米の平均収量を約2割向上（420kg/10aから499kg/10aへ収量の向上）。
- 米の食味スコアについて、8割以上のほ場で80点以上。
- 米生産の作業時間を全国大規模層の平均から4割削減（8.32時間/10a以下）。

各研究項目の現在の達成状況

○圃場ごとの収量・品質データを活用し、施肥設計の見直しや、データの見える化による社員の意識改革に取り組み、米の平均収量が実証取組前に比べて9.7%増加（420kg/10a→460.9kg/10a）するとともに、ほ場間の収量のバラツキ（標準偏差）が実証1年目に対し、実証2年目は42.1%改善（103.7kg→60.0kg）した。また、食味スコアは、良食味栽培に取り組んだ「コシヒカリ」のほ場の4割で80点以上を獲得した。収量や品質の改善、収益性の向上等が図られた。

○作業工程別の労働時間のデータを活用し、作業体系の効率化等に取り組み、10a当たりの米生産の作業時間が大規模経営層（15ha以上層）の全国平均に対し、52.5%削減（13.86時間/10a→6.59時間/10a）し、目標を達成。

耕耘・代かきに関する（ロボット＋有人）トラクタ協調作業による効率化

取組概要

- （ロボット＋有人）トラクタの2台協調作業により、ロータリー耕耘での耕起同時作業を行い、作業時間を効率化。

（使用機器）

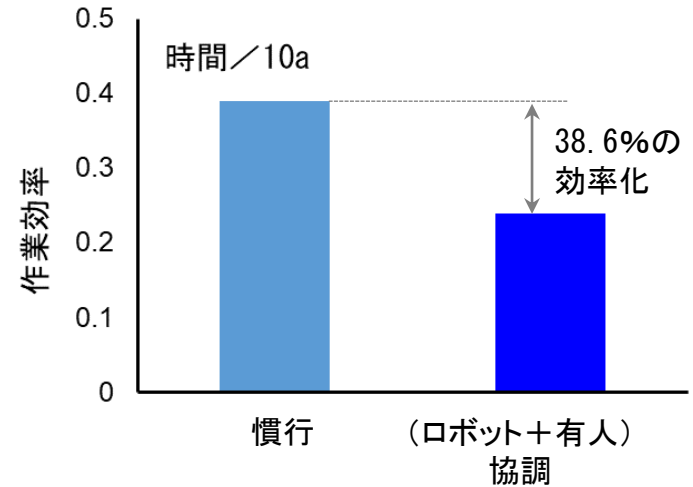
ロボットトラクタ 113PS、アタッチメント ロータリー

有人トラクタ 101PS、アタッチメント ロータリー



実証結果

- これまでに、（ロボット＋有人機）の2台協調作業による同時耕起作業（作業効率:0.239h/10a）では、作業時間を慣行比で38.6%効率化。（トラクタの設定・運搬等の準備作業を含む。）
- 直進操舵による代かき作業（作業効率:0.306h/10a）では、有人運転よりも作業精度・効率の向上に加え、3.2%の効率化。



- 残された課題と対応
安全監視用タブレットのWifi断続による自動運転解除が問題。

移植・直播における自動運転による効率化と可変施肥

取組概要

- 自動直進田植機による移植と直播の作業時間の効率化

(使用機器) 8条自動直進可変施肥田植機 (田植機1)

8条自動直進田植機 (田植機2)

- 可変施肥田植機による可変施肥と減肥

(使用機器) 8条自動直進可変施肥田植機



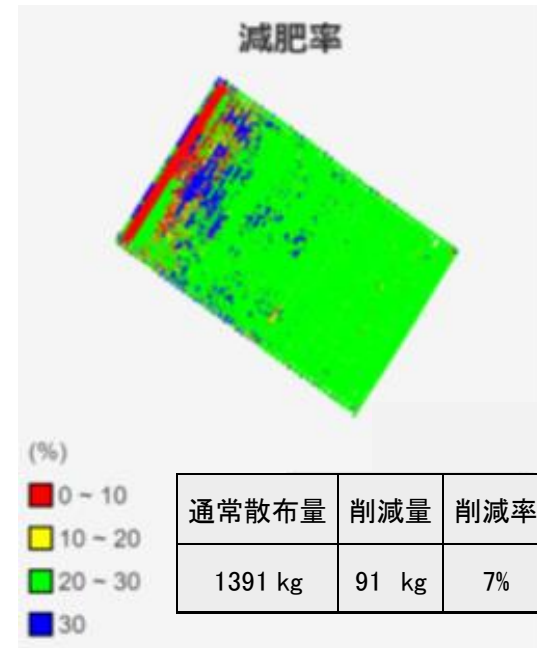
実証結果

- 各田植機による移植と直播の作業効率[h/10a]

自動直進により作業の重複が減少し、作業効率が向上した。

	移植	直播
田植機1	0.219	0.215
田植機2	0.292	0.237

- 前車輪土壤センサによる可変施肥を行った(下図 減肥マップ)。ただし、収量向上のため、施肥量設定を高め設定しているため、減肥率は高くなく、7%の削減。



ほ場面積289.7aに対して肥料48kg/10a散布の設定

リモコン式草刈機による除草作業能率の向上

取組概要

- 改造1: 車輪を空気タイヤから鉄車輪へ変更
滑りやすい不整地の走破性の向上
- 改造2: 走行方式をクローラ式へ変更
不整地や傾斜地の走破性の向上
- 改造3: 走行モータのバッテリー電圧の変更
DC12V → DC36V により、走行や旋回の高負荷対応
- 刈払機、車輪式およびクローラ式の草刈機の作業時間の測定

(使用機器) 刈払機

リモコン式草刈機	車輪式	刈幅 510mm
リモコン式草刈機	クローラ式	刈幅 510mm



車輪式草刈り機

実証結果

- 改造により、クローラ式では不整地や傾斜角30度までの走行が可能。ただし、搭載エンジンは前方上向30度、その他の方向には15度まで対応(公称値)。
- 慣行の刈払機に対して、クローラ式草刈機では作業能率が約1.8倍に向上した(ただし、調査時の雑草条件が異なるので参考値)。

草刈機	クローラ式	鉄車輪式	車輪式	刈払機
年月日	2020/9/10	2020/9/10	2020/8/2	2020/8/2
作業者	A氏	A氏	B氏	C氏
草丈[mm]	500-800	500-800	700-1200	700-1200
作業面積[m ²]	100	100	280	396
作業時間[分]	8.6	13.4	48.0	60.0
作業能率[a/h]	7.00	4.49	3.50	3.96

ドローンによる生育情報の測定と可変施肥

取組概要

- ドローンにマルチスペクトルカメラを搭載し、稲の生育量モニタリングを行う。

(使用機器) ドローン センシング用

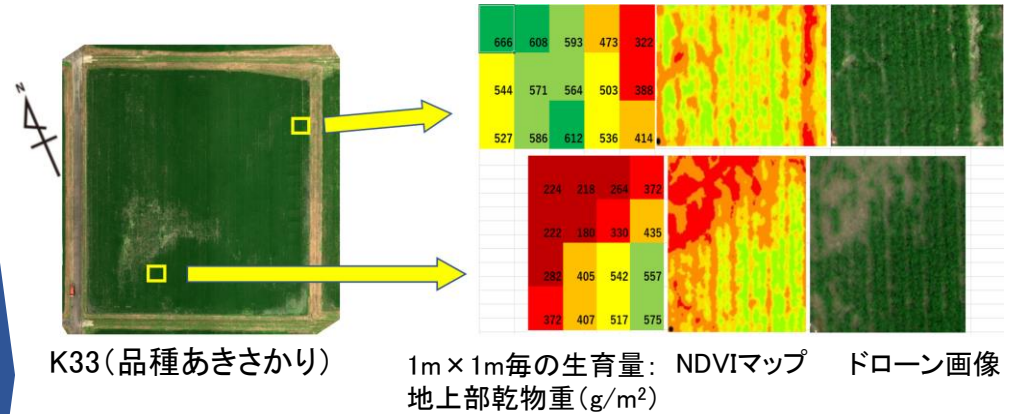
マルチスペクトルカメラ RGB NIR RedEdge対応

- 可視画像から地上部乾物重の推定モデル(中畠ら)とドローン画像情報を組み合わせ、ほ場毎の生育の良否を把握する。
- 前年秋季に土壤改良材を可変散布したほ場での生育量の差異を観察する。

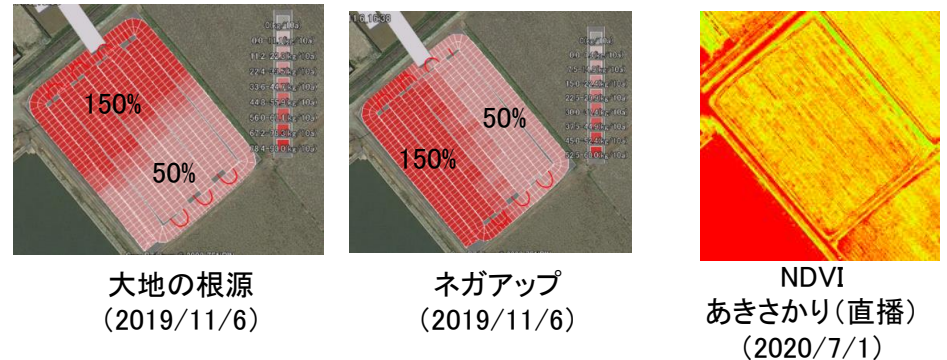


実証結果

- NDVI値が200~600g/m²の地上部乾物重の大小をよく表すことを検証。
➡NDVI値からほ場の任意の場所の生育量(乾物重)の推定が可能。



- 前年秋季に土壤改良材を可変散布したほ場S4において生育量におおきな差は見られなかった。



自動運転収穫と収量・品質のマップ化

取組概要

- 土壌改良材や基肥を可変散布したほ場の収量・食味を測定し、マップを作成する。

(使用機器) 収量品質測定機能付自動運転コンバイン 汎用型
刈幅2600mm

- 直進キープ機能を追加し、自動運転による収穫作業の効率化を行う。



- 既存の自脱コンバイン2台による収穫量と籾水分を乾燥機で測定し、ほ場毎の収量マップを作成する。

(使用機器) 6条自脱コンバイン (現有) 2台



実証結果

- 可変散布ほ場の収量とタンパク質のメッシュマップを作成。ほ場毎の収量を調査した結果、最高458kg/10a、最低341kg/10a。

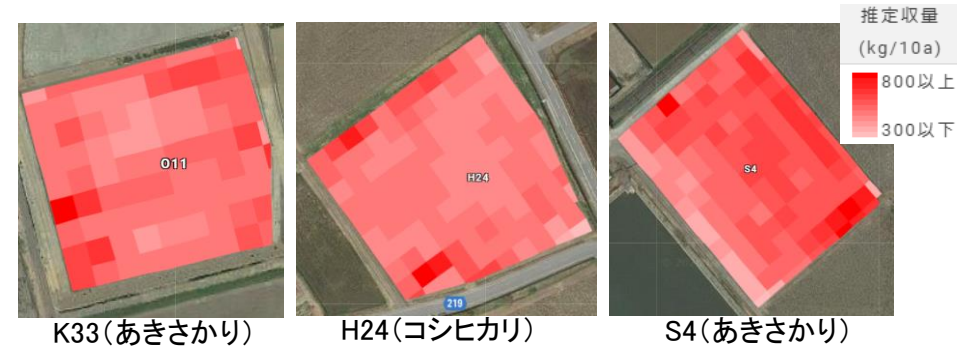


図1 収量マップ(10 m × 10 m)



図2 タンパク含有率マップ(10 m × 10 m)

- 直進キープ機能(A-B基準線に沿って直進)を用いた自動直進と手動90° 旋回による簡易な操作で、オペレータの負担が少なく、効率的な作業ができた。メリットは、自動運転の場合、途中で手動運転を行うと経路作成からやり直さなければならないが、直進キープ機能では、基準線の初期設定のみで行える。

米品質データの圃場毎のマップ化

取組概要

- 乾燥調整後の米の品質（水分、タンパク質、食味値など）を収集し、経営栽培管理システムにデータを記録する。

（使用機器）分析器 穀粒判別、近赤外分光分析



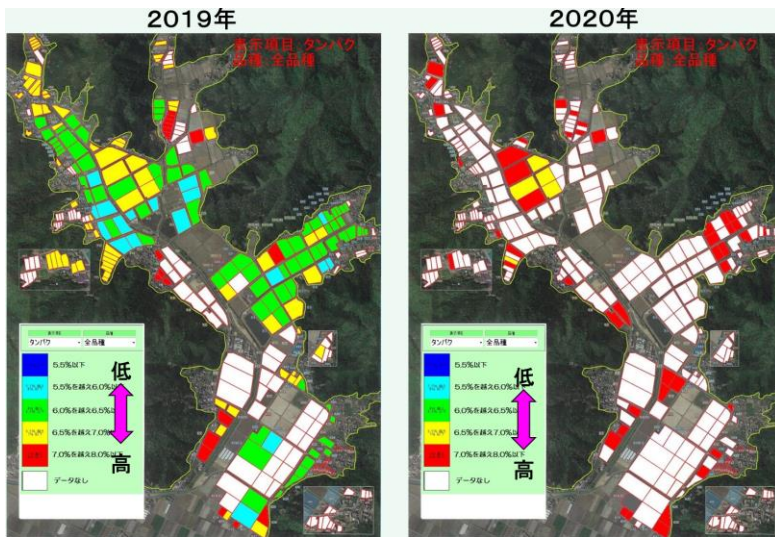
実証結果

- 乾燥調整後の米の品質データを収集。
- 測定データにほ場情報を付加して経営栽培管理システムへ連携。
- ほ場毎あるいは品種毎の品質情報をマップで可視化。

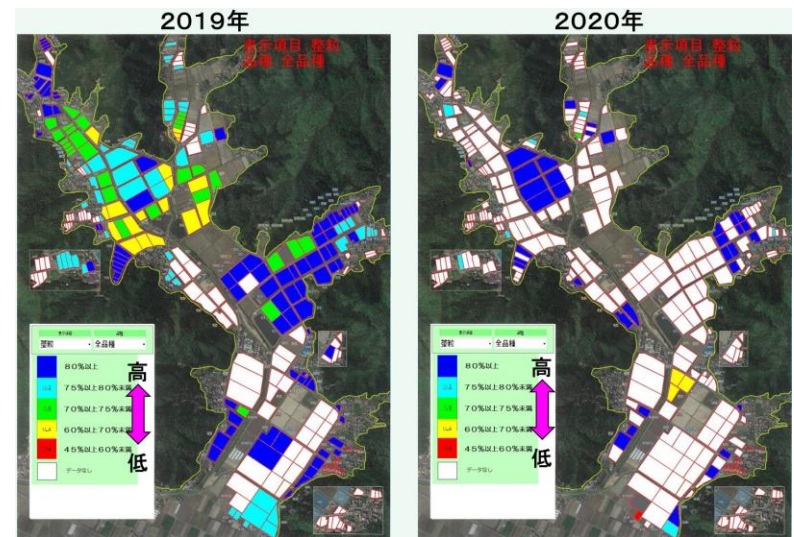
数値は平均値、()内は標準偏差

	食味スコア	タンパク値	整粒値
2019年	70.2 (2.48)	6.9 (0.26)	79.2 (4.15)
2020年	67.2 (2.88)	7.3 (0.32)	81.6 (3.43)
差異	-3.1 (0.40)	+0.4 (0.06)	+2.4 (-0.72)

・2020年度は、基肥（窒素）の散布量を増加したことや7月の天候不良により、タンパク値が上がり、食味スコアは2019年度より低い傾向が見られたが、整粒値の改善は見られた。



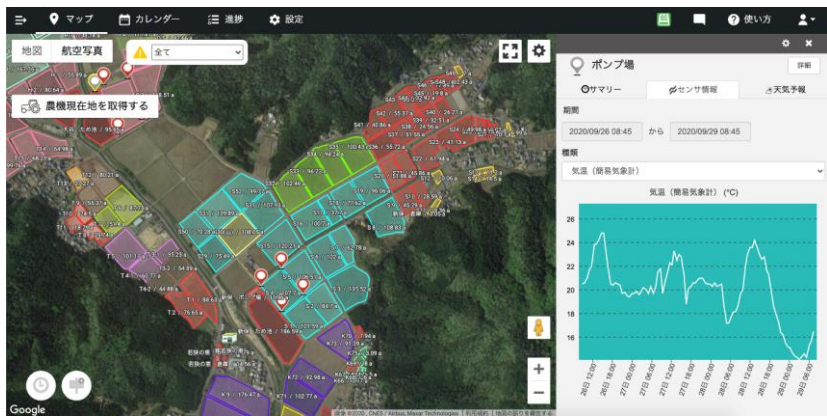
タンパク質マップ



整粒値マップ

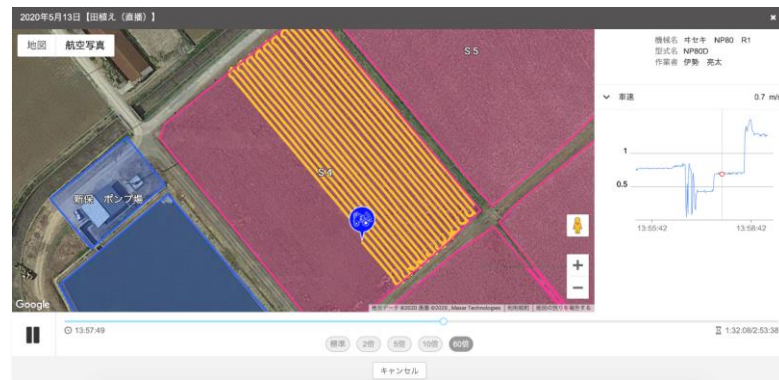
取組概要

- 異なるメーカーの農機を管理運用するシステムの構築。
A社の経営栽培管理システムからはトラクタ、田植機、コンバインの作業管理についてデータ連携を行う。
B社の田植機については、データ連携済みである。
C社のコンバインは、C社の経営栽培管理システム上でデータ管理を行い、WAGRIを活用して連携する。
- ほ場の気象や水管理に関するデータをD社の経営栽培管理システムで連携する。
- 乾燥調整後の玄米の食味・外観品質などのデータをほ場に紐付けて管理する。



実証結果

- A社の稼働データをD社の経営栽培管理システムに連携するための協議を行い、経営判断に必要な作業実績データの活用が可能な範囲でシステムの整備を進めている。



- C社の収量コンバインから取得するメッシュ収穫量データのサンプルファイルをもとに、可変施肥マップ作成～可変散布実施フローについて検討を進めている。
- 気象や水位に関するデータはリアルタイムでD社の経営栽培管理システムで確認でき、記録管理も可能。
- 米食味分析システムで測定した玄米の品質データをD社の経営栽培管理システム上で管理でき、表示可能とした。

取組概要

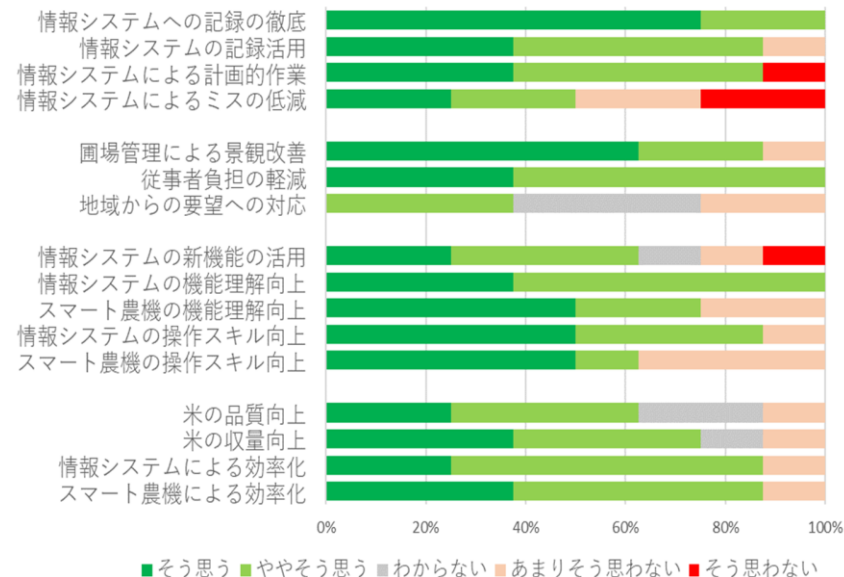
- 経営栽培管理システムを用いた情報マネジメントについて、従業員による情報利用、情報活用状況について、農繁期の間、隔週でアンケートにより把握。
- 農繁期の間、作業計画、作業指示書、進捗状況確認、計画の微修正というワークフローを明確化。
- 従業員スキル及び目標達成について、ワークショップを開催し、PDCAの実現に向けた意識づけを進める。



春作業振り返りワークショップ

実証結果

- 春作業において13項目の情報分野のうち、11項目で従事者の情報取得が7割以上(R1は8項目)。また、7項目で、自己の作業に情報活用する割合が5割以上(R1も7項目)。
- 作業計画について、「お互いにすべきことが明確になった」と回答(7名/9名中。春作業後の従業員アンケート)。
- 「作業記録の徹底」「従事者負担の軽減」「情報システムの機能理解の向上」について、全員が前年度よりも向上したと回答(8名/8名中。同上)。



PDCAアンケート(2020年春作業終了時)

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	耕起・代かき	ロボットトラクタ	背の低い雑草を誤検出して作業を中断することが頻発し、「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」を遵守したうえで、改善すべき課題がある。無人作業を実現するには、障害物の識別とそれに基づいた衝突回避機能が必要である。
2	移植	自動直進田植機・可変施肥田植機	直進アシスト機能において、作業能率向上のため、走行中の苗補給が可能か検討する必要。「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」に「使用者及び補助作業者は、田植機に苗補給を行う場合、田植機との衝突や田植機からの転落による事故を防止するため、田植機を停止させた状態で行うこと。」が記載されています。「安全性確保ガイドライン」を遵守したうえで改善すべき課題がある。
3	雑草防除	リモコン式草刈機	傾斜地の走破性と安全性能の向上による精神的な負荷軽減が必要。
4	可変施肥	ブロードキャスタ	生育量や収量などから様々な形式の可変施肥マップを直接作成するソフトウェアとそれに連携したインターフェースを持つ可変散布の開発が必要。

2. その他

- ・担い手の減少、高齢化が進展する中、将来的には監視者無しの完全自動運転で、例えば、夜間に耕うんや代かき作業が出来るレベルまで技術革新が進むことにより、一人当たりの作業面積の限界の打破が期待される。
- ・現状の米流通で客観的な米の品質データが価格に反映されることが少ない。実需者が求める米の品質や価格の情報が生産者に伝わり、生産者がそれに応じた生産に取り組めるよう、データ共有の仕組みの構築・運用が必要。

○ 問い合わせ先

福井県小浜市産業部農政課 (e-mail:nourinsuisan@city.obama.lg.jp)

京都大学大学院農学研究科地域環境科学専攻 飯田 訓久
(Tel:075-753-6166、e-mail:iida@elam.kais.Kyoto-u.ac.jp)