

# 冷害を回避し多収を実現する大規模水田作スマート農業の実証

(株) 十三湖ファーム (青森県中泊町)

## 背景及び取組概要

＜経営概要157ha（水稲147ha、牧草10ha） うち実証面積 水稲21ha

○人口減少社会の中で、本州最北端の冷涼な地域でありながら高い生産性を維持し安定的な水田作経営を行うには、熟練者の冷害回避技術と革新的な低コスト生産技術を組み合わせた新たな技術体系の構築が急務である。

- ① これまでは多数の小規模経営体がきめ細かな冷害防止対策を徹底し、高生産性稲作を支えてきた。
- ② 現在、就農者数の減少と高齢化等により少数の経営体へ農地が集積し、冷害回避技術の励行が困難となっている。
- ③ そこで、冷害の回避と低コスト・安定生産にスマート農業機械化一貫体系が有効であることを実証する。

実証する技術		4月		5月		6月			7月		8月		9月	10月		11月		
	作業する時期	①	②	②		③	④	④	④		④	④	⑤			⑥		



配水タンク上に設置したRTK-GPS基地局

### ① GPSレベラ



写真: 農研機構農村工学研究所 モニターで高低差を確認しながら作業

### ② ロボットトラクタ



写真: 株式会社クボタ 無人機との協調作業

### ③ 自動直進可変施肥田植機



直進キープなど高精度作業に密播苗を組合せ

### ④ 自動水管理装置



パソコン、スマートフォン等で水口の開閉や水位設定

### ⑤ 農薬散布ドローン



写真: (株)クボタ 無人ヘリより小回りできる

### ⑥ 食味・収量センサ付コンバイン



写真: (株)クボタ 収穫しながら食味・収量のメッシュマップを作成



整然と整備された大区画水田

# 1-1. 目標に対する達成状況等

## 取組概要

実証技術体系の導入効果を明らかにするとともに、以下の目標に対する達成度を提示する。

- 1 労働時間を実証経営体の現状より15%削減、東北地域の5ha以上の経営体の平均より40%削減する。
- 2 収量は現状より5%向上、生産コストは現状より1割削減する。
- 3 20haのスマート農業技術体系が経営全体に及ぼす経営改善効果を提示する。
- 4 実証技術体系を基に経営規模を現状の150haから180haまで拡大できるようシミュレーションによる最適化を行い、スマート農業技術体系を導入した大規模水田作経営モデルを作成する。

※当実証では、技術区分を4つに分類して、導入効果などの明確化を図った。

技術区分	実証乾直	実証密播	実証中苗	慣行
導入したスマート農業技術	自動操舵システム 自動水管理装置 農薬散布用ドローン 食味・収量センサ付コンバイン GPSレベラ モバイル型営農支援システム	自動操舵システム 自動直進可変施肥田植機 自動水管理装置 農薬散布用ドローン 食味・収量センサ付コンバイン GPSレベラ モバイル型営農支援システム ロボットトラクタ	自動操舵システム 自動直進可変施肥田植機 自動水管理装置 農薬散布用ドローン 食味・収量センサ付コンバイン GPSレベラ モバイル型営農支援システム ロボットトラクタ	農薬散布用ドローン
実証面積	1.9ha	14.82ha	4.58ha	(125.7ha)

# 1-2. 目標に対する達成状況等

## 実証の達成度

1 労働時間は、実証乾直、実証密播で目標を達成した。

東北平均に対しては、実証乾直、実証密播及び実証2年目の実証中苗では目標を達成した。

2-1 実証1年目の食味・収量コンバインのデータを基に施肥設計や可変施肥等を行った結果、実証2年目の収量は、実証密播と実証中苗で目標を達成した。

2-2 生産コストは、コスト高で慣行比32~39%増となった。

3 スマート農業技術を経営の一部に導入し、労働力は変えずに水稻経営面積を拡大したところ、適期内の田植え作業が拡大したことなどにより、純利益推計値は増加した。

4 現状の約150haのほか、近い将来予想される160ha及び180haに経営面積を拡大した場合のシミュレーションを行い、大規模水田作の経営モデルを作成した。

実証1年目（令和元年度）の達成度

項目	目標	技術区分			
		実証乾直	実証密播	実証中苗	慣行(中苗)
労働時間	現状より15%削減	◎	○	△	—
	(慣行比)	50%減	26%減	13%減	(100%)
	東北平均40%削減	◎	○	×	—
	(東北平均比)	62%減	44%減	33%減	—
	(時間/10a)	7.21	10.58	12.53	14.38
収量	現状より5%向上	◎	◎	△	—
	(慣行比)	12%増	22%増	3%増	(100%)
	(kg/10a)	653	709	602	582
生産コスト	現状より10%削減	×	×	×	—
	(慣行比)	33%増	32%増	39%増	(100%)
	(円/10a)	115,814	114,984	121,248	87,005
	参考(円/60kg)	10,641	9,731	12,085	8,970

実証2年目（令和2年度）の達成度

項目	目標	技術区分			
		実証乾直	実証密播	実証中苗	慣行(中苗)
労働時間	現状より15%削減	◎	○	×	—
	(慣行比)	42%減	20%減	9%減	(100%)
	東北平均40%削減	◎	○	○	—
	(東北平均比)	62%減	47%減	40%減	—
	(時間/10a)	7.15	9.91	11.29	12.42
収量	現状より5%向上	△	○	◎	—
	(慣行比)	1%減	6%増	18%増	(100%)
	(kg/10a)	627	677	753	636
生産コスト	現状より10%削減	×	×	×	—
	(慣行比)	28%増	27%増	29%増	(100%)
	(円/10a)	113,386	112,249	114,495	88,428
	参考(円/60kg)	10,850	9,948	9,123	8,342

注1) 記号：◎十分に達成、○達成、△わずかに及ばず、×未達

注2) 東北5ha以上の10a当たり労働時間は18.76(5-10ha)~11.96(30ha以上)時間(農業経営統計調査平成29年産米生産費(個別経営・東北))

注3) 収量は食味・収量コンバインの穀粒重(水分補正)と坪刈試料の籾摺歩合等から、ふるい目1.9mm、水分15.0%調製に換算した値

注4) 生産コストは全算入生産費(指定によりスマート農機は定価、既存農機は取得価格で試算した)

注5) 令和2年度の慣行の労働時間は、スマート農機実証ほ場と同様にドローンを用いて防除を行ったほか、令和元年度に導入したスマート農機と同機種となる田植機2台及びコンバイン1台を新規に導入し、慣行の作業機として使用したことなどで効率化が図られ、作業時間が短縮されている

注6) 参考の60kg当たり生産コスト(円)は、10a当たり生産コスト(円)/10a当たり収量(kg)×60kgから算出

## 2. GPSレベラによる効率的均平作業

### 取組概要と実証結果

GPSレベラによりレーザーの混信がなく効率的な均平作業により、平均作業時間を3割削減する。

実証結果：レーザーレベラの作業時間（0.41時間/10a：1区画0.88ha[長辺100.0m×短辺87.6m]の大区画水田）との比較で49%削減され、目標を達成した。

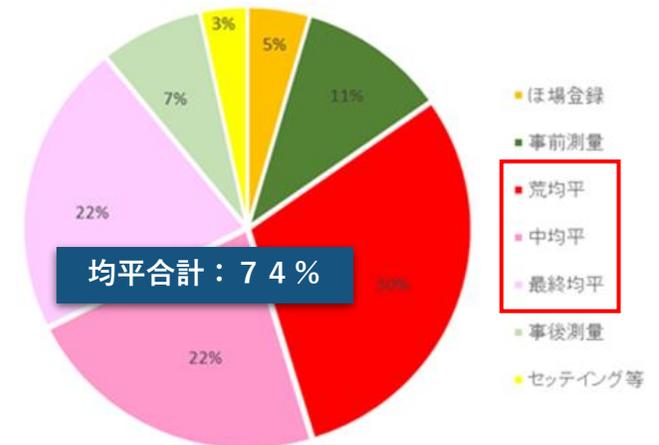
GPSレベラ



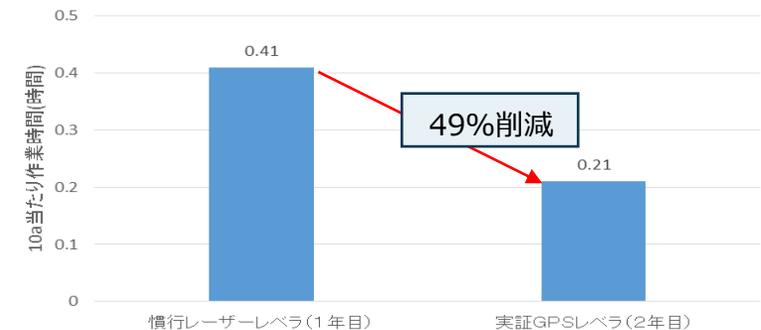
レーザーレベラ



GPSレベラの作業時間の内訳



大区画水田でのGPSレベラの作業時間減少効果  
(乾田直播レベルの均平)



# 3. ロボットトラクタによる有人・無人機協調作業

## 取組概要と実証結果

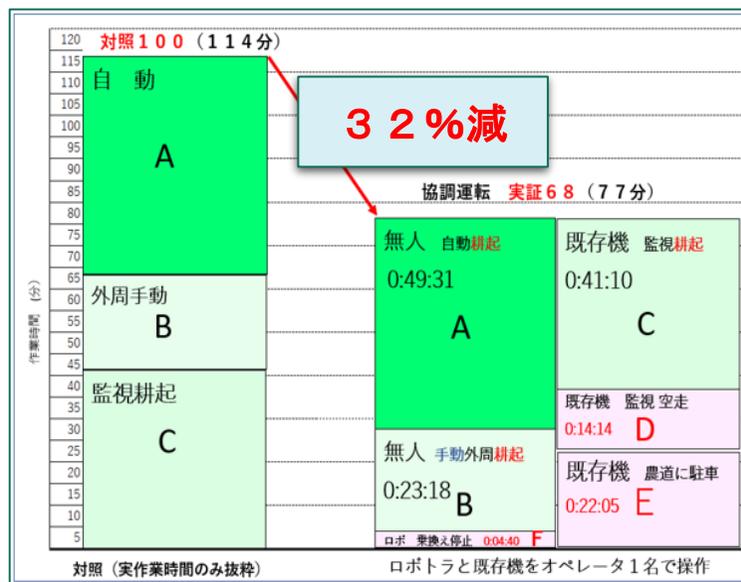
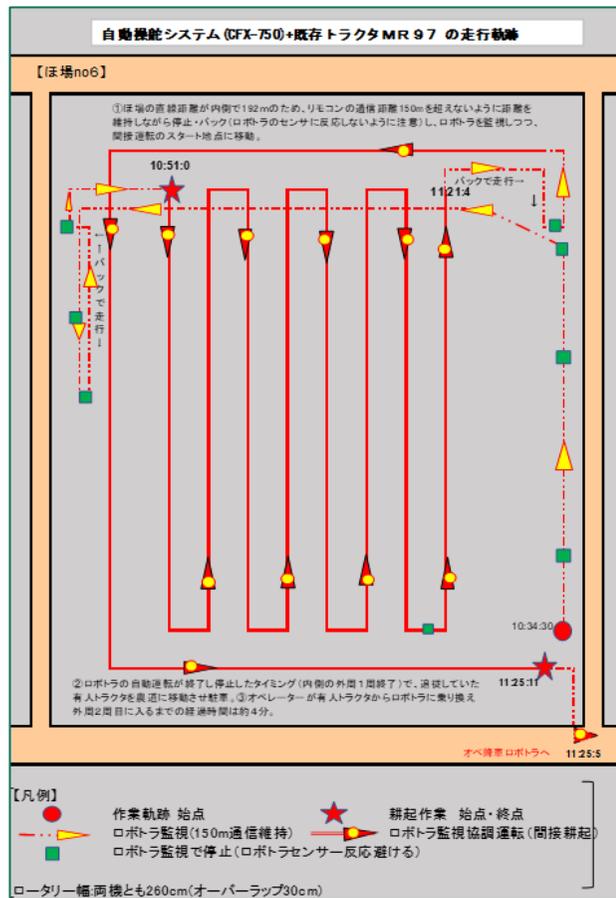
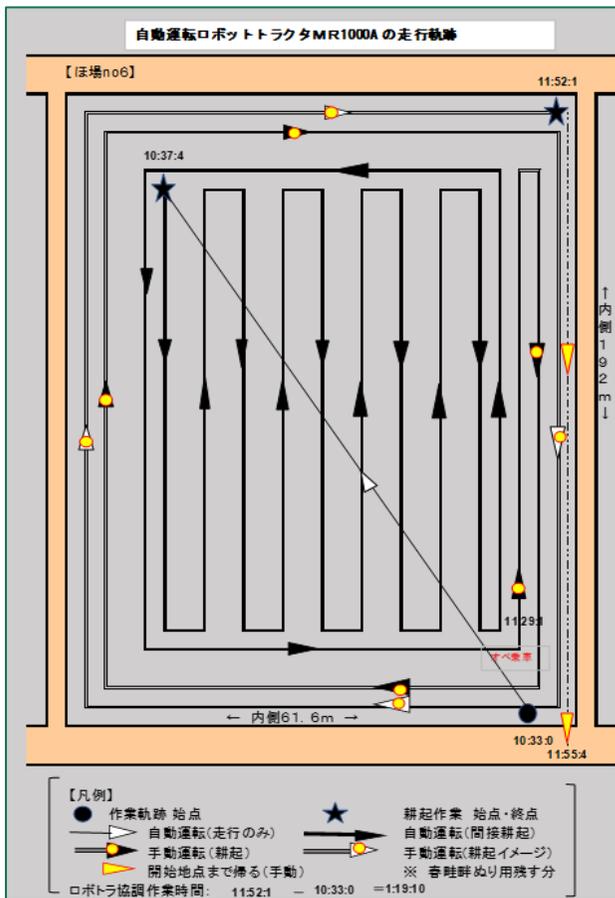
ロボットトラクタの協調運転によりほ場全体の作業時間を4割削減する。

実証結果：2台のフル作業とならない作業ロス（監視時間と外周作業時の待機時間）はあるが、1区画1.2haの大区画水田で作業時間が32%削減され、概ね目標を達成した。

同一ほ場でのロボットトラクタと既存機の協調作業の軌跡



既存機がロボットトラクタを監視して2台で耕起



大区画水田(1.2ha:長辺192m)の作業時間(令和2年データより)

# 4. 自動直進可変施肥田植機による高精度田植作業

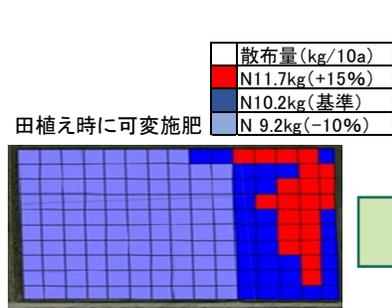
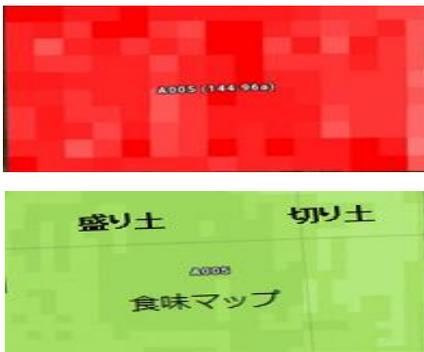
## 取組概要と実証結果

自動直進可変施肥田植機により苗継ぎ補助員を1名、肥料費を5%削減する。

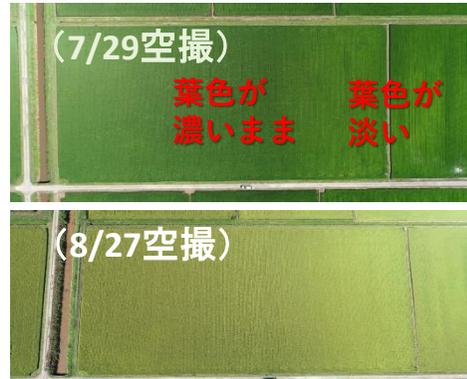
実証結果：密播苗を用い直進キープ、株間キープができる自動直進可変施肥田植機（8条植）の高精度な作業により片側からのみの苗補給が可能となり、苗継ぎ補助員を1名削減することができた。また、目標には達しなかったものの、可変施肥により施用量を2.5%削減することができた。

令和2年産「実証ほ場N o. 5」の収量マップと食味マップの結果（10mメッシュ）

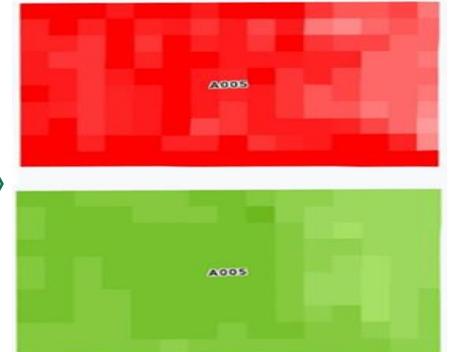
令和元年産の収量マップ(上図)と食味マップ(下図)



切り土部分の葉色の変化



令和2年産の収量マップ(上図)と食味マップ(下図)



令和2年\_可変施肥の施肥設計（固定施肥との比較）

区分	作付面積 (a) 【K S A S】	施肥量合計 (kg)	10a当たり 施肥量 (kg)	減肥割合
可変施肥 N o. 5	144.96	829.90	57.3	▲4.6%
可変施肥 N o. 6	120.00	717.12	59.8	▲0.4%
可変施肥 N o. 10	74.81	440.26	58.9	▲1.9%
<b>可変施肥平均（3ほ場）</b>	<b>339.77</b>	<b>1987.28</b>	<b>58.5</b>	<b>▲2.5%</b>
固定施肥（基本設定）	-	-	60.0	(100%)

## 5. 食味・収量センサ付コンバインによる業務用米の高位安定生産

### 取組概要と実証結果

食味・収量メッシュマップの作成と田植機の施肥連動により生育の均一化を図り、収量を5%向上させる。

実証結果：可変施肥を行った3ほ場の収量は、実証ほ平均と比較し5%増収し、目標を達成した（食味・収量センサ付きコンバイン[6条刈り、130馬力]を使用、収量はKSASデータ）。



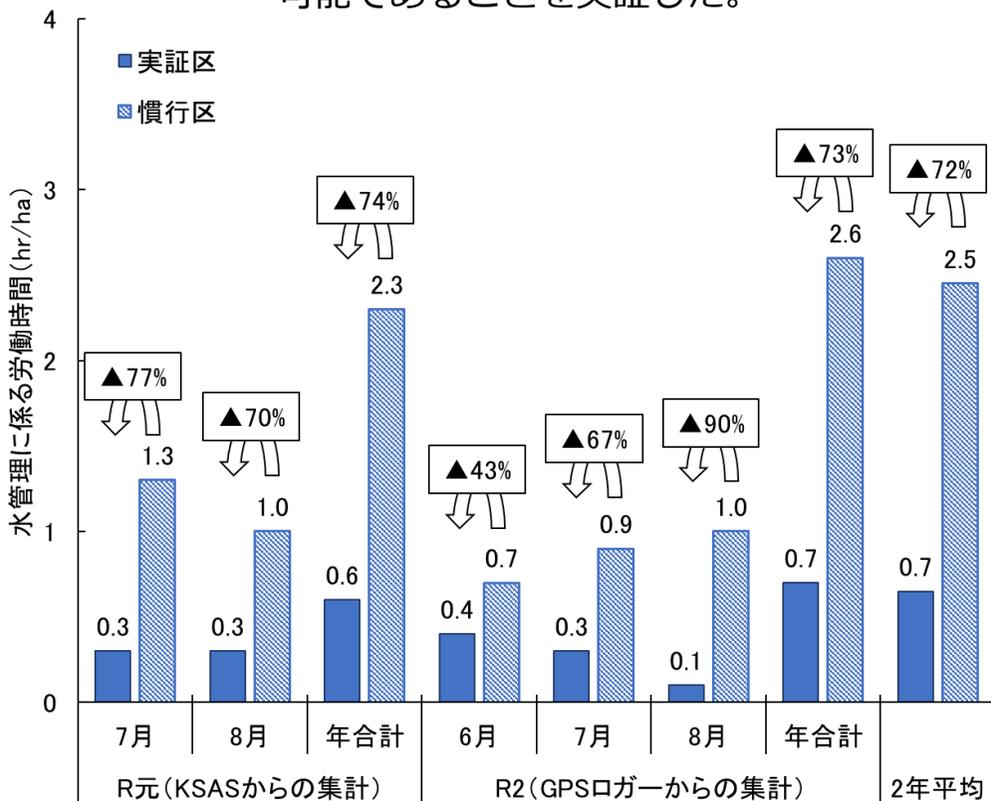
区分	10a当たり 収量 【R2 KSAS】	10a当たり 平均収量 【R2 KSAS】	収量比
可変施肥 No. 5	737kg	<b>733kg</b>	<b>105%</b>
可変施肥 No. 6	688kg		
可変施肥 No. 10	775kg		
実証ほ場平均（17ほ場）	—	<b>697kg</b>	<b>(100%)</b>

# 6. 自動水管理装置による大規模経営対応効率的な水管理

## 取組概要と実証結果

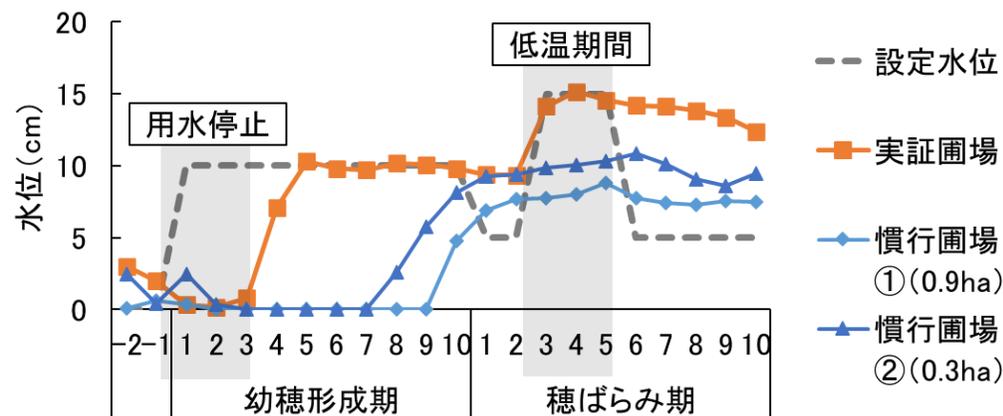
自動水管理装置により水管理に係る労働時間を5割削減する。

実証結果：自動水管理装置（多機能型自動給水栓）の使用により、2年間の平均労働時間は0.7時間/haで72%の削減効果があり、目標以上の時間の削減を達成した。また、障害型冷害に対応した深水管理の実施が可能であることを実証した。

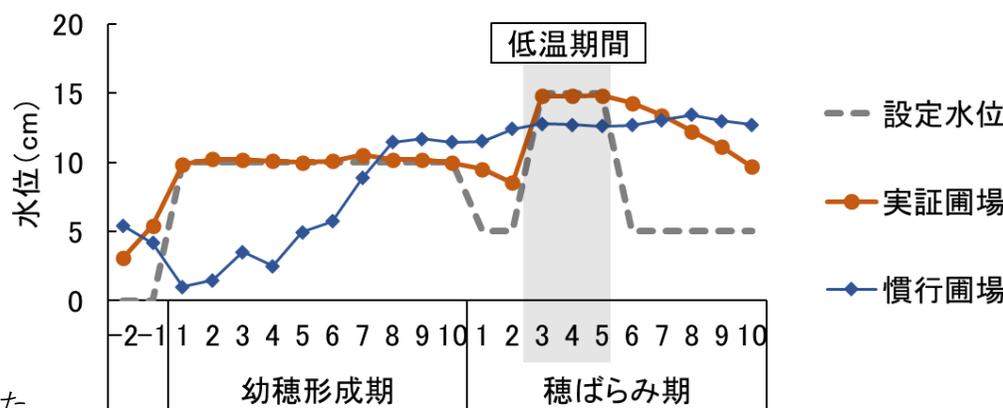


実証2カ年の水管理に係る労働時間の削減効果

※R元6月は実証区と慣行区が合算されてKSASに入力されていたため除外



開水路圃場における深水管理期間の水位変動



パイプライン圃場における深水管理期間の水位変動

# 7. ドローンによる農薬散布

## 取組概要と実証結果

ドローンによる農薬散布時間を20分/haまで削減し、慣行の動力噴霧機に比べ散布精度が高く、ストレスも少ないことを実証する。

実証結果：散布時間は令和元年度が12.2分/ha、令和2年度が全実証ほ平均17.6分/ha（KSASデータ）で、2か年とも目標を達成した。

オペレータコメント：肉体的・精神的な負担が非常に少ない。

作業毎の防除時間の比較（分/ha）

作業		散布時間	労働時間	備考
1 年 目	実証	12.2	36.6	1.45ha、3人
	慣行	136.0	680.0	0.65ha、5人
2 年 目	出穂直前防除	17.5	43.8	21ha、2.5人
	穂揃期防除	17.7	53.1	21ha、3人
	全実証ほ平均	17.6	48.5	-
	葉いもち防除(粒)	25.2	50.4	8ha、2人
	穂揃後追加防除	16.1	48.3	5ha、3人



## 8. モバイル型営農支援システムによる大規模ほ場・経営管理

### 取組概要と実証結果

モバイル型営農支援システムにより作業計画や日誌、実績を取りまとめる時間が短縮できることを実証する。

実証結果：（1年目）約21ha作業計画や実績取りまとめが速やかにできた。

（2年目）35haを追加登録したほか、ロボットトラクタや新規に導入した食味・収量コンバイン等の作業内容について自動記録が行なわれた。

#### ○自動記録（アンダーライン）と手入力された主なデータ

育苗関連作業、

トラクタ（畦塗り、土壌改良材散布、耕耘、代かき（粗代）（本代）、乾田直播）

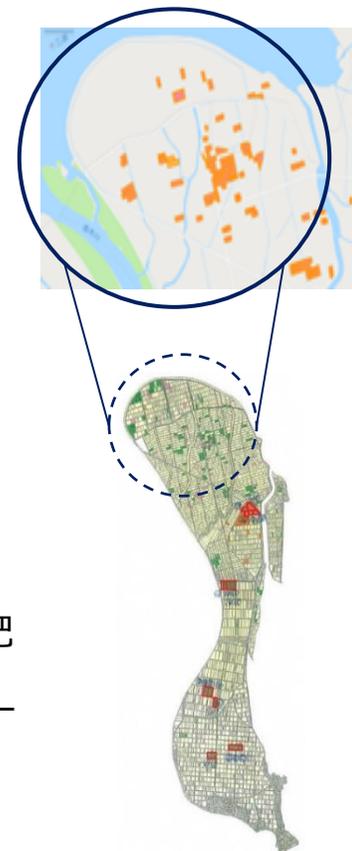
自動直進可変施肥田植機（田植え・施肥量）3台中1台（2台はスマホ入力）、草取り、追肥

ドローン（除草剤散布、殺菌剤散布、殺菌殺虫剤散布）、食味・収量コンバイン2台（刈取）

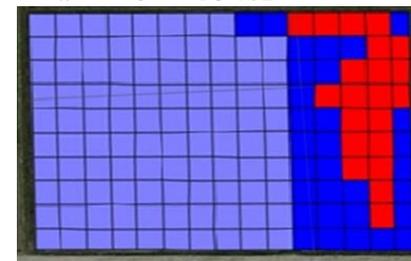
糞運搬、乾燥など

#### ○年々、システムの見直しにより使い勝手が向上

- ・収量・食味マップを参考に施肥マップを作成することで、自動直進可変施肥田植機での可変施肥が可能である。
- ・収量・食味センサ付きコンバイン2台での収穫も、ほ場一枚毎に収量・食味マップが作成される。



田植え時に可変施肥



# 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

作業内容	機械・技術名	技術的な課題
均平	GPSレベラ	GPSレベラのマップ作成等の操作に関し、パソコン未習熟者でも簡単に操作できるような操作性の向上が望まれる。
耕起・代かき	ロボットトラクタ	強風下での代かき作業時にロボットトラクタのセンサが風に揺れる雑草に反応し、作業が中断する事例があった。
移植	自動直進可変施肥田植機	生育のムラ直しを熟練者の感で追肥した場合、収穫時の食味・収量マップでは可変量の判断ができない。継続した施肥設計には生育途中で別途センシング技術と追肥方法の検討が必要。
水管理	自動水管理装置	現行の機器では圃場毎に水位設定をする必要がある。圃場の一括設定もしくはブロック分けしての設定などが可能であれば、さらなる省力化に繋がる可能性がある。
防除	ドローン	年間の散布面積が広い場合、100時間超過前のメンテナンス実施時期に注意が必要。
収穫	収量・食味コンバイン	極端な生育ムラ部分は追肥で補正する方が合理的とも考えられる。
モバイル型営農支援システム	—	1ほ場2台以上での作業や作業を中断した際のデータ集計方法の検討が必要。

### 2. その他

開水路では用水流入量の不足や深水管理期間に用水停止等の問題が生じた。そのような事例がみられなかったパイプラインが有効と考えられる。

## ○問い合わせ先

青森県産業技術センター農林総合研究所

TEL : 0172-52-4396      e-mail : yoshio\_kudo@aomori-itc.or.jp

青森県西北地域県民局地域農林水産部農業普及振興室

TEL : 0173-34-2111 (内241)      e-mail : minoru\_yamada@pref.aomori.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/>