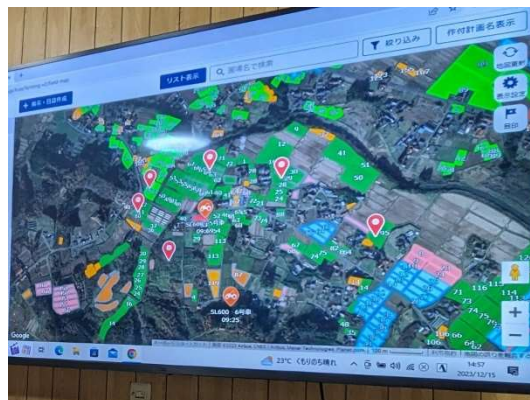


みやぎスマート農業 (水田作) 活用の手引き

Ver. 2.0



令和6年3月

宮城県農業振興課

改訂履歴

Version	発行日	改訂内容
1.0	令和3年3月19日	初版発行
2.0	令和6年3月28日	個別技術の整理・試験結果の追加等

【表紙写真】

〔左上〕

RTKを活用した自動航行ドローン

〔左下〕

ロボットトラクタの協調作業（耕起）

〔右上〕

営農管理システムによるほ場管理

〔右下〕

県 RTK 基地局の受信アンテナ

みやぎスマート農業（水田作）活用の手引き

I	宮城県におけるスマート農業（水田作）の推進	
1	スマート農業の推進	2
2	スマート農業の普及拡大の取組	2
3	県 RTK 基地局の整備	4
II	スマート農業技術の開発・実証プロジェクト	
	実証課題名 輸出に対応できる「超低コスト米」生産体制の実証	
1	背景・ねらい	6
2	実証の取組と結果	7
3	実証の評価・検証	13
III	個別技術の内容と試験結果・活用事例	
1	営農管理システム	16
2	ロボットトラクタ（協調作業）	20
3	自動操舵（RTK-GNSS/GNSS）トラクタ	23
4	直進アシスト田植機	28
5	リモートセンシング	31
6	農業用散布ドローン	35
7	水田センサー	38
8	自動水管理システム（自動給水装置）	41
9	ラジコン草刈機	44
10	収量・食味コンバイン	46
11	自動走行コンバイン	49
12	RTKガイダンスシステム	51
13	スマート農業技術の留意点（共通）	53
IV	参考資料	
1	みやぎスマート農業推進ネットワーク	58
2	宮城県無人ヘリコプター及び無人マルチローターによる 農薬の空中散布に係る安全ガイドライン	61

I 宮城県におけるスマート農業 （水田作）の推進

- 1 スマート農業の推進**
- 2 スマート農業の普及拡大の取組**
- 3 県 RTK 基地局の整備**

1 スマート農業の推進

宮城県では、みやぎ食と農の県民条例（平成12年宮城県条例第114号）に基づき、「共創力強化 ～多様な人材が豊かな未来をつくる みやぎの食と農～」をキャッチフレーズに、令和3年度を初年度とする「第3期みやぎ食と農の県民条例基本計画（以下「基本計画」という）」を策定した。基本計画では、農業分野の将来像として、アグリテックによる労働生産性の高い水田農業を展開し、地域経済を支える産業として農業を発展させることを掲げている。

近年、水田フル活用の観点から、水田転換作物として大豆や麦類、収益性の高い土地利用型園芸品目の作付が増えている。一方で、担い手の減少と農業者の高齢化などにより、担い手に位置付けられた土地利用型農業経営体は、面積の急激な拡大と人手不足などが相まって、省力的・効率的な農業経営が喫緊の課題となっている。そのため、基本計画では、農業生産性の向上や省力化を図るために、ICTを活用したアグリテックを推進することとしている。

アグリテックの推進には、アグリテックの導入に向けた実証と成果の普及拡大、農業生産の効率化と経営改善に向けたシステムの導入、次世代型の農業支援サービスの取組支援などに重点をおき、現場へのアグリテックの導入と効率的な活用を進めることとしている。

このような取組により、スマート農業技術の普及拡大を図り、生産性の高い水田農業を目指していく。

※アグリテック：農業に、スマート農業技術を含む ICT（情報通信技術）等の先進技術を導入することで、省力・軽労化を図るなどの課題を解決すること。

2 スマート農業の普及拡大の取組

(1) セミナー等の開催

県内のスマート農業の普及拡大を目的に農業者や関係機関を参集した「みやぎアグリテック活用推進セミナー」を開催している。

セミナーでは、RTKシステムの効果的な活用に向けた実演会や、営農活動の見える化、効率化に向けた営農管理システムや、作物の生育状況を判断する生育診断システムのミニ展示会を開催し、新たなスマート農業技術の導入に向けた事例や新技術を紹介している（図1、2）。



図1 RTKシステムの実演会



図2 営農管理システム展示会

(2) アドバイザー派遣

スマート農業の導入や効果的な活用に向けた助言・指導などの個別支援のため、みやぎアグリテックアドバイザーを設置し、農業経営体に派遣している。

アドバイザーには、スマート農業に関する深い知識・経験を持つ、農業機械・ICT関係企業、学術機関、経営支援機関、農業者などを登録しており、農業経営体の要望に合わせて、適切なアドバイザーを選定して派遣する。

これまでは、RTKを活用したドローンの自動飛行の導入や、営農管理システムの導入検討を支援してきた実績がある（図3、4）。



図3 ドローンの自動飛行デモ



図4 営農管理システムの紹介

(3) みやぎスマート農業推進ネットワーク

宮城県では、農業者と産学官が連携してスマート農業の普及推進を図るため、令和元年5月1日に「みやぎスマート農業推進ネットワーク」を設立した。令和6年2月末現在の会員数は230人で、セミナーや情報誌「みやぎスマート農業通信」の発行、メール等での情報提供により、スマート農業に関する情報の共有化を行っている。



宮城県ウェブページ「みやぎスマート農業推進ネットワーク」

<https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/nosin/smart.html>

(4) スマート農業の現地実証

県では、スマート農業技術を活用できる経営体の育成を目指し、平成30年度から県内各地にスマート農業のモデル経営体を設置し、営農管理システム（図5）をはじめ水田センサー（図6）やドローンによるリモートセンシング（図7）等のスマート農業技術の現地実証に取り組んできた。様々なスマート農業技術が開発されているが、現場での運用にあたっては多くの課題があることから、実証を通じて効果的な活用方法の検討を行っている。



図5 営農管理システム



図6 水田センサー



図7 リモートセンシング

令和元年度からは、農林水産省の「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」を活用し、「輸出に対応できる「超低コスト米」生産体制の実証」（東松島市：令和元～2年度）、「中山間地域における精密、省力なスマート水稻種子生産技術の実証」（加美町：令和2～3年度）に取り組み、スマート農業技術を実際に生産現場に導入し、経営への効果を実証してきた。

3 県RTK基地局の整備

RTK（Real Time Kinematic）システムは、GNSS（全地球航法衛星システム）からの位置情報を利用する際に、固定基地局などからの補正情報を用いて、数センチ単位の精度で農業機械を制御する技術です（詳細は、Ⅲ-12を参照）。

県では、令和4年度に、県内全域を対象範囲として、県内7か所にRTK基地局を設置しました。令和5年4月から、「宮城県RTKシステム」の配信サービスの本格運用を開始し、令和6年2月末現在で149者がRTKシステムを活用しています。

RTKシステムの活用により、トラクタや田植機、コンバイン、ドローンなどによる農作業を数センチ単位の精度で行うことができ、自動操舵や自動航行の活用により、省力化、軽労化が図れます。

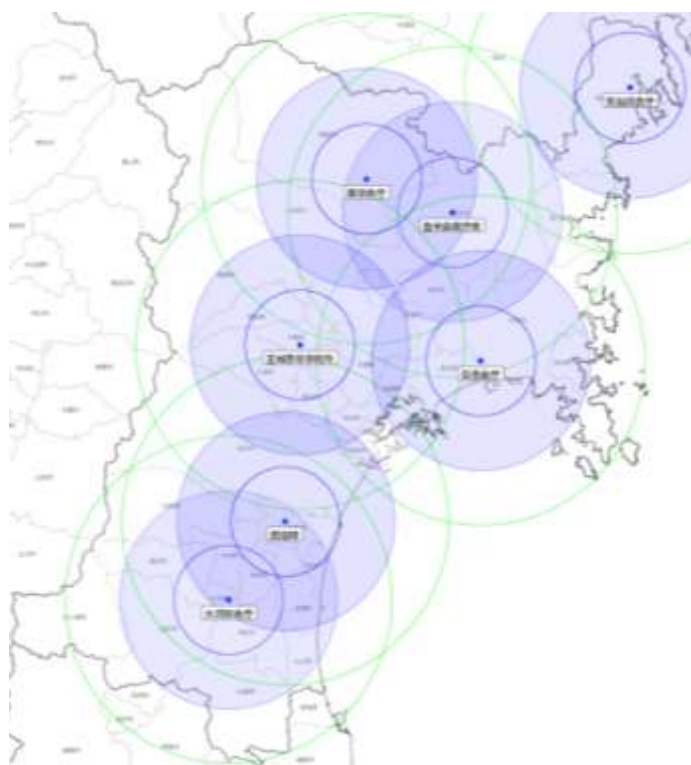


図8 RTK基地局の設置場所

Ⅱ スマート農業技術の開発

・実証プロジェクト

(令和3年2月15日現在)

【実証課題名】

輸出に対応できる「超低コスト米」

生産体制の実証

超低コスト「輸出米」生産実証コンソーシアム

- 代表機関：宮城県農政部農業振興課
- 実証農場：有限会社アグリードなるせ
- 共同機関：株式会社クボタ
クボタアグリサービス株式会社仙台事務所
株式会社南東北クボタ
株式会社ケーエス
東松島市
宮城県農業・園芸総合研究所
宮城県古川農業試験場
宮城県石巻農業改良普及センター
- 管理運営：みやぎ農業振興公社

1 背景・ねらい

2 実証の取組と結果

3 実証の評価・検証

輸出に対応できる「超低コスト米」生産体制の実証

実証農場：有限会社アグリードなるせ（宮城県東松島市）

経営規模：154.4ha（実証時）

（水稲 46.8ha、大豆 29.0ha、麦類 24.8ha、飼料・子実トウモロコシ 21.9ha、
牧草 31.9ha）うち実証面積：121.5ha

1 背景・ねらい

宮城県沿岸部の東松島市鳴瀬地区は東日本大震災により、多くの水田が被害を受け壊滅状況であったが、農地復旧とともに集積が進み、同地域における土地利用型農業の担い手である「有限会社アグリードなるせ」は100ha規模の経営となり、宮城県を代表する大規模土地利用型農業法人として、地域農業の牽引役となっている。

地域雇用の受け皿として新規就農者等の雇用にも積極的で、地域の産業振興、復興の取り組みでも大きな役割を果たしている。

営農するほ場の大部分は1haの大区画に整備されて団地化による集積が図られ、水田の利用効率を上げるため水稲、麦類、大豆等の2年3作、3年4作体系にも取り組んでいるが、地域の農業者の高齢化などにより、現在も農地の委託希望があり、さらなる経営面積拡大による春季・秋季の作業ピーク時の労働力の不足が懸念される。また、米消費量の減少等、国内の米の需給による米価変動の影響が少ない経営の確立も不可欠である。

そこで、国の「令和元年度スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」によるスマート農業技術の導入により、生産コストを削減し大面積を限られた人員で経営管理して生産できる体制を構築するとともに、新規需要米である「輸出米」においても利益が確保できる安定経営の確立を目指すこととした。

プロジェクトでは、スマート農業機械を経営面積全体で最大限・効率的に活用し、機械費（減価償却費）圧縮と1日当たり（1人当たり）作業面積を拡大し、低コスト・省力化するとともに、センシングによる生育診断や収量コンバインの収量データを活用した肥培管理による収量・品質の向上等に取り組むこととし、以下の3つの達成目標を掲げ、実証をおこなった。

実証プロジェクトの達成目標

- ➡ 生産コストの低減（目標水稲生産コスト 7,000 円/60 kg）
- ➡ 単収の10%向上（目標水稲単収 550kg/10a）
- ➡ 10a 当たり労働時間の20%削減（目標労働時間 10.4h/10a（経営全体））

2 実証の取組と結果

(1) スマート農業機械の汎用利用による最大限のコスト低減技術の実証

イ 実証概要

GPSアシスト操舵トラクタ、自動走行トラクタ(ロボットトラクタ)、高速汎用播種機などを水稻、麦類、大豆、子実トウモロコシにおいてフル活用し、1日当たり作業面積の拡大と作業人員の削減の他、単位当たりの機械費(減価償却費)の削減を図る。

ロ 実証成果

- ・GPSアシスト操舵トラクタ(M125GEFQBMSWR5)による耕起・播種等全体の作業効率は0.18h/10aと各トラクタの中で最も高く(表1)、特に比較的時間がかかる播種作業でGPSアシスト操舵トラクタ(図1)に高速汎用播種機を併用することで作業能率が大幅の向上した。

- ・ロボットトラクタ(SL60AHCQMANE-A2P)を有人(搭乗)で使用した際の作業能率は0.23h/10aと既存75psトラクタ(0.23h/10)と同程度(表1)である。

- ・大豆播種作業において、ロボットトラクタと有人トラクタの協調作業で耕起し(図2)、その後を有人播種機で播種する作業体系で行った結果、従来の3機3人から3機2人体制で作業が可能であり、作業人員を1名削減することができた。

表1 各トラクタの作業能率

品目	単位:(h/10a)			
	GPSアシスト操舵トラクタ(125ps)	既存トラクタ(95ps)	ロボットトラクタ(60ps)	既存トラクタ(75ps)
水稻	0.21	0.22	0.24	0.28
麦	0.13	0.18	0.27	0.18
大豆	0.14	0.27	0.20	0.23
子実トウモロコシ	0.24	0.23	0.29	0.17
全体	0.18	0.23	0.23	0.22

注) 耕起, 堆肥等散布, 砕土, 鎮圧, 均平化, 播種, 代かき等の作業データ(KSAS)を集計して算出した。



図2 ロボットトラクタ協調耕起作業

注) 手前: 無人ロボットトラクタ, 奥: 有人トラクタ

図1 GPSアシスト操舵トラクタと高速汎用播種機による播種作業



(2) 走行アシスト田植機省力化技術の実証

イ 実証概要

GPSアシスト操舵機能をもつ走行アシスト田植機（図3）を活用し、非熟練農業者等における高精度田植えと作業効率の向上を実現する。

ロ 実証成果

・田植え経験2年目のオペレーターが走行アシスト田植機（NW8S-WF-GS）に搭乗し、従来機に搭乗したベテランオペレーターと田植え作業を比較した結果、走行アシスト田植機の作業能率は従来機を上回った。

・従来機のは場はやや不整形で、田植えに時間がかかりやすい条件であることを考慮しても、走行アシスト田植機により、非熟練農業者でもベテランオペレーターに遜色のない作業効率が実現できると考えられた。



図3 走行アシスト田植機

(3) 自動給排水システムによる遠隔操作実証

イ 実証概要

自動給排水システムを水田に設置し、遠隔操作で給水を行うことで、水管理労力を大幅に削減する。

ロ 実証成果

・移植水稻 6.4ha に自動給排水システム（WATARAS）を20基設置し（図4）、実証開始、モバイル端末により遠隔操作で水田へ給水することができた。

・一方、実証期間中にパイプラインの水圧の高低による給水の不具合の発生や、通信障害で遠隔操作できないなどのトラブルが発生し、現地ほ場での対応に時間を要したため、想定した水管理労力の削減のための運用ができなかった。



図4 自動給排水システム

(4) 除草作業の自動化による省力化の実証

イ 実証概要

離れた場所から遠隔操縦できるラジコン草刈機を活用することで、除草作業を省力化し、作業時間を削減する。

ロ 実証成果

- ・ラジコン草刈機（ARC-500）を急斜面や水路のり面を安全に遠隔操縦で除草するため活用することとし、活用マップを作成した（図5）。
- ・ラジコン草刈機の作業能率は刈払機とほぼ同等であるが、重量が124kgと重く、運搬に時間と労力を要することから、活用場所を選定する必要あると考えられた。



図5 ラジコン除草機と活用マップ

(5) ドローンによる防除・施肥作業の省力化技術の実証

イ 実証概要

GPS操縦アシスト機能をもつ農業用ドローンにより、散布作業の精度向上を図るとともに、作業の効率化により作業時間を削減する。

ロ 実証成果

- ・実証農場では防除・施肥作業用の無人ヘリを所有しており、ドローン（AGRAS MG-1）を無人ヘリの活用が困難な住宅地近くや障害物の多いほ場、不整形ほ場で活用するためのマップ（図6）を作成した。
- ・実証では、3人の組作業でドローンによる大豆病虫害防除を3haで実施（図7）、1ha当たり作業時間は9分22秒（実測）で作業能率は無人ヘリコプターに劣るものの、機体が軽量で取り扱いやすく、機体の積み込み等も1人で行え、2tトラック1台で移動可能であった（図8）。



図6 ドローン活用マップ



図7 ドローンによる大豆病虫害防除



図8 ドローンの運搬

(6) 自動走行コンバインによる収穫作業の省力化実証

イ 実証概要

自動走行コンバインの自動走行機能や収穫物の水分率測定機能を活用した収穫作業により、収穫・調整作業時間を削減する。

ロ 実証成果

- ・自動走行コンバイン（WRH1200A-2、6W）による収穫（図9）は、水稲 13ha、麦類 14ha、大豆 30ha で行い、作業時間の効率化割合（従来機との比較）は各 27.4%、28.2%、58.9% で経営全体でも従来機の作業能率の平均 0.33h/10a に対し、約 41% 効率化した（図10）。
- ・自動走行コンバインと連動可能な乾燥機は導入できなかったため、収穫物の水分率に応じた乾燥機設定による効率化の実証はできなかった。



図9 自動走行コンバインによる収穫

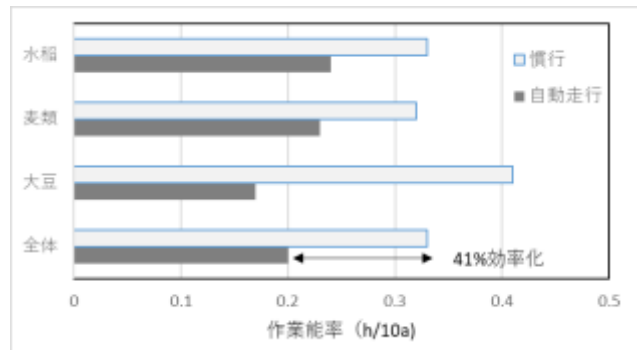


図10 自動走行コンバインによる各品目での作業能率

注1) 自動走行コンバインは普通型（刈幅 2.6m）

注2) 慣行コンバインは普通型（刈幅 1.5m）及び自脱型（6条刈）

(7) ドローンによる生育量のセンシング及びデータ解析

イ 実証概要

マルチスペクトラルカメラを用いたドローン空撮画像から、生育診断を行い、ほ場マップを作成し、ほ場ごとの肥沃度や生育のムラを把握する

ロ 実証成果

- ・NDVI（正規化植生指数）に基づく生育診断マップを小麦の減数分裂期 5.9ha（図11左）、水稲の幼穂形成期 18.0ha（図11中）、穂揃期 9.5ha（図11右）作成し、生育診断マップを基に小麦は穂揃期、水稲は減数分裂期に無人ヘリによる可変追肥を実施した。
- ・なお、穂揃期の水稲のNDVI（図11右）の変動は慣行追肥と比較して可変追肥で小さくなり、生育ムラの軽減が確認された。

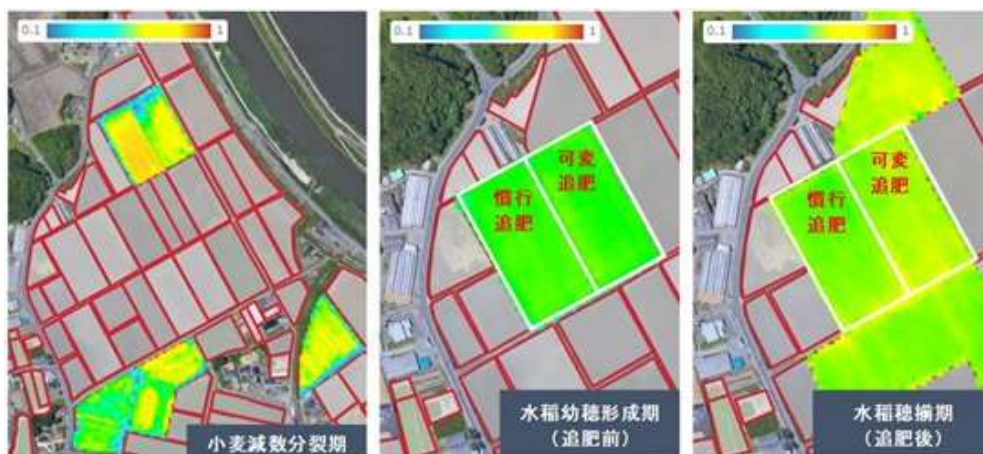


図 11 小麦および水稻のNDVIマップ (FarmEye より抜粋)

注) 植物は赤色光を吸収し、緑色や近赤外線を反射する。葉色が濃いほど赤色光の反射が減少することから、赤色域と近赤外線の光の反射率の差を解析することで、植物の生育量を示す指標が得られる。これを NDVI (正規化植生指数) と言う。

(8) 収量コンバインのデータを活用した 2 年 3 作、3 年 4 作体系の肥培管理の検討

イ 実証概要

ほ場ごとに測定された収量・タンパク含有率・水分等のデータをほ場管理システム (K S A S) で管理し、データに基づく作物別の適正施肥を検討する。

ロ 実証成果

- ・収量コンバイン (WRH1200A-2、6W) で小麦「銀河のちから」 9 ほ場を収穫した結果、平均収量は 557.5kg/10a となり、可変追肥を行った 2 ほ場は平均収量に到達しなかった (表 2)。
- ・収量コンバインで可変追肥を行った水稻 2 ほ場を収穫したところ、平均収量は 488kg/10a となり、慣行施肥を実施した 2 ほ場の平均収量 510kg/10a に到達しなかった (表 3)。
- ・小麦、水稻の可変追肥で平均収量が慣行追肥に到達しなかった要因については、基準施肥量の設定や散布量の調整に不慣れで結果的に十分な量の追肥を行えなかったためと考えられた。

表 2 小麦「銀河のちから」の推定収量と施肥概要

ほ場No	10a当たり収量(kg)	施肥概要(10a当たり)
1	519.2	堆肥1t、基肥N4.2kg、追肥合計N24.1kg
2	516.9	堆肥1t、基肥N4.2kg、追肥合計N24.1kg
3	431.2	堆肥1t、基肥N4.2kg、追肥合計N24.1kg
4	857.5	堆肥1t、基肥N4.2kg、追肥合計N24.1kg
5	602.4	堆肥2t、基肥N4.2kg、追肥合計N24.1kg
6	589.2	堆肥2t、基肥N4.2kg、追肥合計N24.1kg
7	516.8	堆肥1t、基肥N4.2kg、追肥合計N18.4kg (うち可変追肥1.4kg)
8	544.6	堆肥1t、基肥N4.2kg、追肥合計N18.4kg (うち可変追肥1.7kg)
9	439.6	堆肥1t、基肥N8.3kg、追肥合計21.6kg
平均	557.5	

表3 移植「ひとめぼれ」の推定収量と施肥概要

ほ場No	10a当たり収量(kg)		令和2年施肥概要(10a当たり)
	令和元年	令和2年	
1	503.1	—	
2	—	519.0	基肥N3.9kg, 可変追肥N1.0kg
3	537.8	539.8	堆肥1t, 基肥N3.9kg, 追肥なし
4	—	480.7	基肥N3.9kg, 追肥なし
5	502.7	—	
6	502.2	457.2	基肥N3.9kg, 可変追肥N1.0kg
7	502.0	—	
8	529.5	—	
9	543.3	—	
10	630.5	—	
11	587.7	—	
12	604.7	—	
13	583.8	—	
14	588.1	—	
平均	551.3	499.2	

注1) 網掛けは目標収量540kgを達成したことを示す。

(9) 営農管理システム(KSAS)データを活用した低コスト生産の評価・検証

イ 実証概要

農業機械と連動した自動記録データや、作業日報等の記録を活用し、(1)～(8)の実証課題の経営上の効果等を経営分析する。また、分析結果に基づき、スマート農業技術を用いた最適な経営計画の策定を行う。

ロ 実証成果

(イ) 生産コストの低減(目標水稻生産コスト7,000円/60kg)

水稻の60kg当たり生産コストは、目標7,000円に対し、令和2年度は移植では9,754円、直播では8,171円、水稻全体で9,278円となり(表4)、目標を達成できなかった。

表4 水稻生産費

	単位: ha, kg, 円								
	水稻			うち移植			うち直播		
	R1	R2	R2/R1	R1	R2	R2/R1	R1	R2	R2/R1
作付面積	45.6	46.5	102	36.1	32.4	90	9.5	14.1	148
収量(平均)	488	548	112	483	552	114	505	538	107
60kg当たり生産費	10,726	9,278	86	11,274	9,754	87	8,731	8,171	94
うち実証機コスト	1,056	837	79	1,088	867	80	936	766	82
実証機コスト除く	9,670	8,441	87	10,186	8,886	87	7,795	7,406	95
(参考) H30全国組織法人	10,693								

注1) R2の60kg当たり生産費のうち変動費は、2月決算のため雑田費以外はR1と同額にした。
 注2) 実証機コストは、R2支払い価格に合わせて機械利用面積割として算定した。
 実証機価格 トラクタ(125ps):16,877千円、トラクタ(60ps):8,347千円、田植機(8条):3,973千円、汎用コンバイン16,936千円、ドローン(農業用マルチロータ):4,753千円
 ドローン(リモートセンシング):1,484千円、ラジコン草刈機:878千円、表土汎用播種機:4,071千円、水田粘併水改修機:4,229千円
 注3) 作付及び作業面積
 R1>120ha(水稲移植36.1ha,水稲直播9.5ha,小麦12.3ha,大麦11.2ha,大豆42ha,飼料(子実)とうもろこし9.2ha)
 R2>145ha(水稲移植32.4ha,水稲直播14.1ha,小麦12.6ha,大麦12.7ha,大豆31.8ha,飼料(子実)とうもろこし9.2ha,飼料(飼料用)とうもろこし11.2ha,その他20.8ha)

(ロ) 単収の10%向上(目標水稲単収 550kg/10a)

10a 当たり収量は、移植では 552kg と直播では 538kg で水稲全体 548kg となり、目標の 550kg をほぼ達成した(表 4)。

(ハ) 10a 当たり労働時間の20%削減(目標労働時間 10.4 時間/10a(経営全体))

令和 2 年度の水稲の 10 a 当たり労働時間は 10.4 時間に削減され、その他品目の 10a 当たり労働時間は麦類 6.7 時間、大豆 6.9 時間、子実トウモロコシ 3.4 時間となり、経営全体の 10a 当たり労働時間はスマート農業技術の導入実証前より約 39%削減され 7.9 時間となり目標を達成した(表 5)。

表 5 各品目目の 10a 当たり労働時間

品目	目標	導入前	導入後	差(①-②)
水稲	12.5時間	15.7時間	10.4時間	△5.3時間
麦類	5.0時間	6.7時間	7.6時間	0.9時間
大豆	6.5時間	6.9時間	7.2時間	0.3時間
子実トウモロコシ	—	—	3.4時間	—
全体	10.4時間	12.9時間	7.9時間	△5.0時間

注 1) 労働時間は導入前は平成 29 年度、導入後は令和 2 年度のデータを使用。

注 2) 子実トウモロコシは実証期間中に新たに栽培に取り組んだもの。

3 実証の評価・検証

実証では、GPS アシスト操舵トラクタや自動走行コンバイン等、計画通り、経営全体で汎用利用できたスマート農業機械がある一方、作動の不具合発生や現地の条件により、活用出来る場面が限定され、計画どおりに活用出来なかった機械・装置があった。

このため、単位面積当たりの機械費の圧縮が十分できず、令和 2 年産の水稲の 60kg 当たり生産コストは目標を達成できなかった。

一方、作業能率の高い主要なスマート農業機械はほぼ計画どおり活用され、ほ場管理システムによる作業計画の進捗管理のもと、適期に精密な栽培管理を実施できたことで、令和 2 年産水稲の 10 a 当たり収量は目標をほぼ達成し、経営全体の労働時間も削減目標を達成した。

Ⅲ 個別技術の内容と試験結果・活用事例

- 1 営農管理システム
- 2 ロボットトラクタ（協調作業）
- 3 自動操舵（RTK-GNSS／GNSS）トラクタ
- 4 直進アシスト田植機
- 5 リモートセンシング
- 6 農業用散布ドローン
- 7 水田センサー
- 8 自動水管理システム（自動給水装置）
- 9 ラジコン草刈機
- 10 収量・食味コンバイン
- 11 自動走行コンバイン
- 12 RTK ガイダンスシステム
- 13 スマート農業技術の留意点（共通）

1 営農管理システム

(1) 技術概要

- ・インターネットクラウド上のシステムに、ほ場の場所を登録し、作付品目や品種、栽培計画、農作業の記録、収量・品質などのデータを入力・整理・分析などができる営農の管理を効率的に行うためのシステム。
- ・事前にはほ場や品目、作業内容、作業機械、資材、作業員などを登録しておくことで、作業を行った場合は、そこから選択するだけで、簡単に記録することができる。
- ・システムへの慣れは必要だが、多数のほ場を管理する上では、帳票類と比べ、記録の管理や保管、記録同士の比較が容易。
- ・農業機械メーカーの営農管理システムには、農業機械の作業ほ場や時間が自動記録される機能もある。
- ・営農管理システムは、多くの企業で開発されており、機能や特徴、価格も様々。また、営農管理システム間でのデータのやり取りなど、連携も進んできている。

(2) 導入メリット

- ・営農の見える化ができ、構成員や従業員間での情報共有が効率よくできる。
- ・モバイル端末の活用により、現場ではほ場位置などの確認ができ、間違いが減る。
- ・作業の進捗管理などの機能により、人員配置や作業指示が的確にできる。
- ・作付面積や作業時間などの集計や出力が容易にできる。
- ・過去のデータの閲覧がスムーズにできる。
- ・クラウド上にデータがバックアップされる。
(システムによって異なるもの)
- ・農業機械から自動で作業ほ場や時間などのデータ取得ができる。
- ・作業軌跡を取得して、効率的な作業順などを検討できる。
- ・GAPなどの申請に対応した機能がある。

(3) 留意点・課題

- ・初期のほ場などの登録の手間がかかる。
- ・作業記録の入力など従業員の意識統一や、デジタル端末への慣れが必要。
- ・高齢の従業員などが多い場合は、紙での記録を併用するなど、入力支援体制を整える方が良い。
- ・ほ場データを移行できない場合が多く、システム変更の手間がかかる。
- ・必要な機能を精査し、適切なシステムを選択する必要がある。
- ・まずは、無料版などを使って、使いやすいシステムを見極めるのが良い。

(4) 実証結果等

イ A 法人（仙台市）

- ・営農管理システムを農薬適正使用の確認や記録に役立てており、安全な農産物生産の取組を取引先に説明する際に、営農管理システムの記録画面（図 1）を提示することで理解につながっている。
- ・営農管理システムに蓄積されたほ場ごとの作業内容や使用した農薬、資材等の記録を基に、ねぎ部門で GlobalG.A.P. 認証を取得した。



図 1 営農管理システムによる一筆単位での生産履歴管理確認画面

ロ B 法人（東松島市）

- ・営農管理システムを 600 筆以上のほ場の管理に使用。各ほ場の作付状況や作業履歴、農薬や肥料の使用履歴などを記録・確認し（図 2、図 3）、効率的な作業の検討や農薬・肥料の適正な使用管理に活用している。
- ・ほ場マップで各区画の収量や品質などを把握することにより、区画に応じた肥培管理の検討が容易になり、生産物の品質向上や収量の安定化が期待でき、安定した品質をもとに有利販売も見込むことができる。



図 2 営農管理システムの作業進捗の確認画面

注) 作業を完了したほ場と未完了のほ場が色分けして表示され、作業進捗が可視化できる。



図 3 営農管理システムの作業日誌の確認画面

注) 作業終了後のほ場の様子が写真登録できる。

ハ C法人（名取市）

- ・所有する収量・食味コンバインの収量データが営農管理システムに自動的に記録される（図4）。
- ・収量や収穫作業時間等の収穫関連データに絞って営農管理システムで管理。単収が低いほ場をリストアップし、反収が低い要因を分析し、その改善策を次作の栽培計画に反映させている。



図4 営農管理システムへの収量・食味コンバイン（右）の収穫データの自動記録
注）収量、籾水分、玄米タンパク含量等、作業時間が自動で記録される。

ニ D法人（栗原市）

- ・水稻のリモートセンシングを実施し、センシング結果の確認を営農管理システム上でやっている（図5）。
- ・センシングの結果を基に、ほ場の基肥設計の改善や追肥の実施など、営農管理システムによりほ場1筆ごとに作業計画の進捗を管理している。

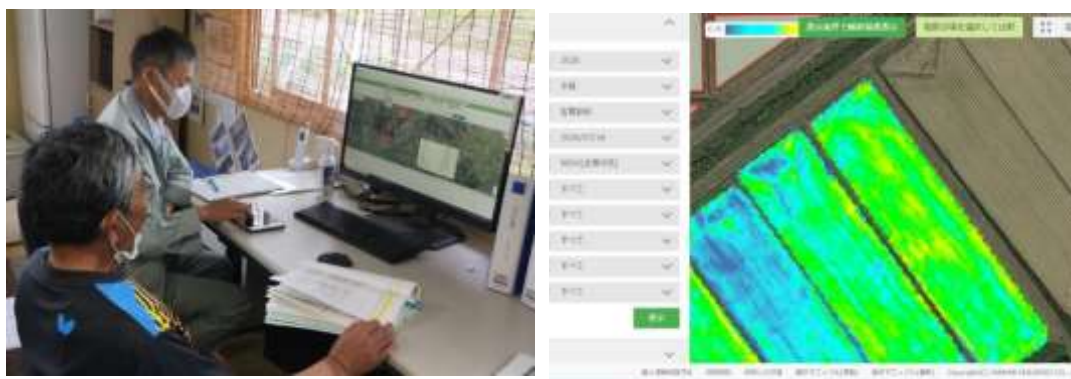
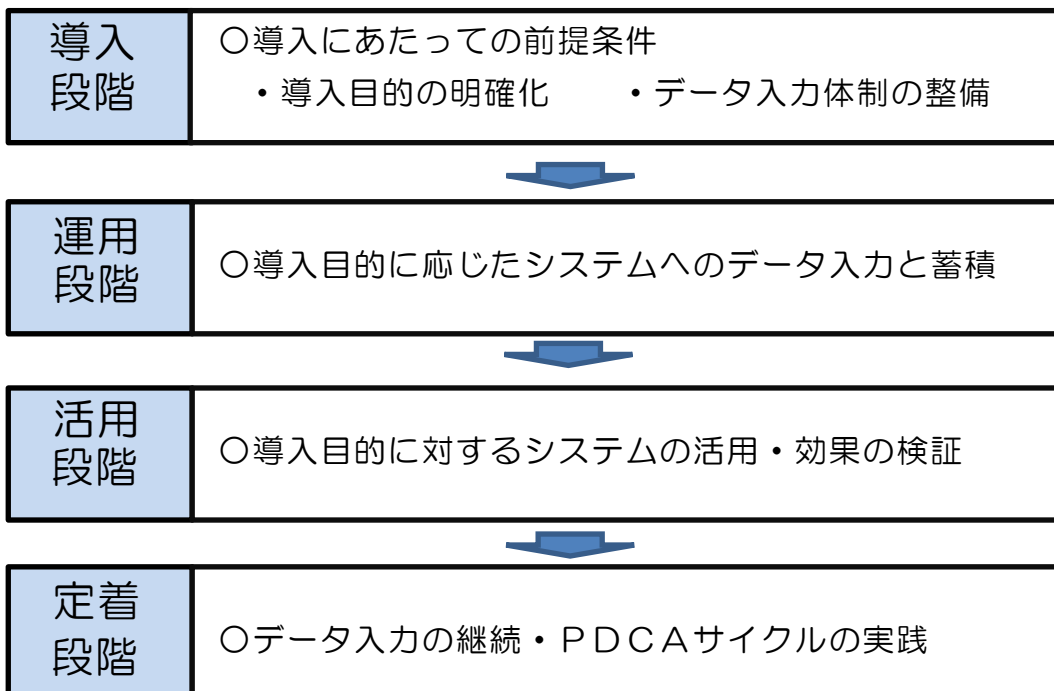


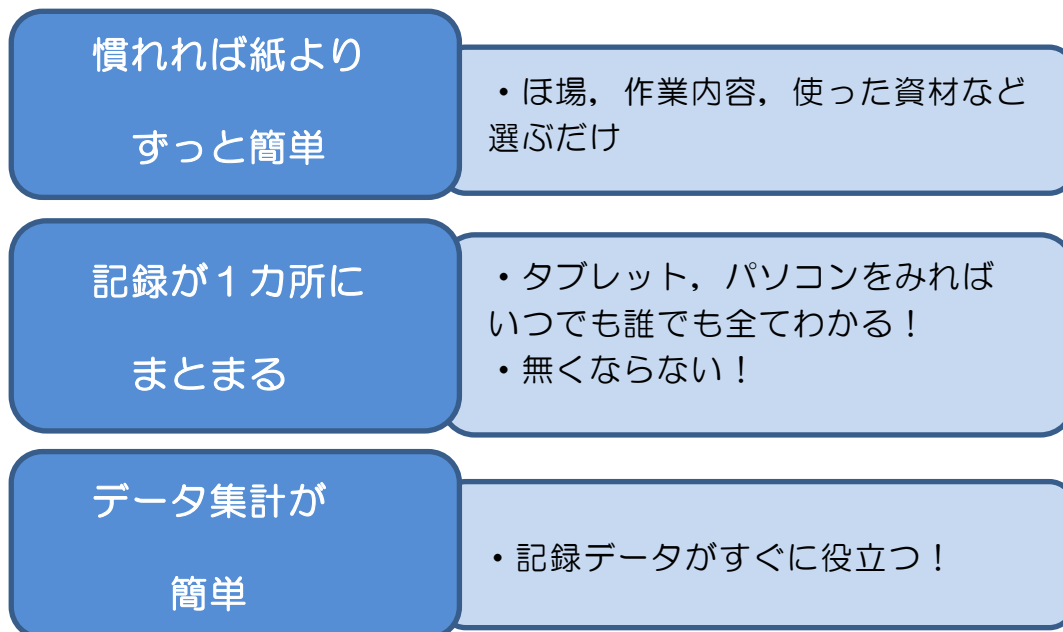
図5 営農管理システムによる水稻センシング結果の確認
注）センシング結果が営農管理システム上で確認できる。

(参考)

ほ場管理システム導入・活用の各段階



ほ場管理システム活用のメリット



※ICTほ場管理システム導入の手引き（平成30年3月宮城県農業振興課作成）から抜粋

2 ロボットトラクタ（協調作業）

(1) 技術概要

- ・ロボットトラクタ（無人走行タイプ）は、走行経路などのほ場マップと RTK-GNSS の位置情報を基に、無人で作業を行うトラクタ。
- ・協調作業は、有人トラクタの監視のもとでロボットトラクタの無人自動作業を行い、オペレーター1名でトラクタ2台の同時作業を行うことで、作業効率化する技術。
- ・協調作業の流れ
 - ロボットトラクタを有人走行で外周を1周し、ほ場の位置と形を登録（マッピング）。
 - 走行ルートの種類を選択し、システムで最適な自動走行のルートを作成。
 - オペレーターが下車し、機体周囲の安全を確認後、無人走行を開始する。
 - オペレーターがもう一台を有人運転して、追従して作業を行う（図1）。
 - 協調作業の走行ルートには種類があるが、基本的にはほ場の外周（2-3周）は、安全性の観点から有人機が行うことが望ましい（図2）。
- ・協調作業の間は、無人機の周辺状況をモバイル端末でモニタリングできる。
- ・トラクタに安全のための障害物検知システムが搭載されており、障害物を検知すると緊急停止する。作業の再開には、安全を確保し、リモコンや手動での解除が必要。

(2) 導入メリット

- ・オペレーター1人でトラクタ2台を操作でき、効率的な作業ができる。
- ・経験の少ないオペレーターでも、精度の高い作業ができる。
- ・有人トラクタにも自動操舵システムを導入することで、有人監視者の負担も軽減できる。

(3) 留意点・課題

- ・位置情報の精度を保つため、RTK-GNSSの精度が必須。
- ・障害物検知システムにより、土埃や野鳥などでも無人機が停止する場合がある。
- ・倉庫からほ場までの運搬やほ場間の移動は、有人で行う必要があるため、協調作業を行う場合は、できるだけ1日作業を行ったほうが、効率が良い。
- ・同一又は隣接ほ場でしか協調作業ができないため、ほ場が分散している場合は、連単ほ場よりも作業効率が下がる。
- ・外周を有人走行するため、大区画ほ場で作業効率が良く、小区画・不整形ほ場で効率が悪い。
- ・遠隔操作リモコンの通信距離に制限があり、隣接ほ場での作業の際には注意が必要。
- ・代かきの協調作業は、無人機の作業箇所が分かりにくいいため、追従作業ではなく、内周のみ無人機で作業する工程が適している（図2）。

(4) 実証結果等

- ・令和2年に、スマート農業実証事業ほ場（東松島市）にてロボットトラクタ(60ps)と有人トラクタ（95ps）による現地実証を実施した。

イ 耕起作業

- ・無人ロボットトラクタにより1列とばしで耕起し、間を有人トラクタで追従して耕起する作業工程として行った(図1)(無人機の緊急停止はなし)。
- ・実証の結果、1ha圃場を約1時間50分で耕起することができた(表1)。

ロ 代かき

- ・代かきは、外周を有人トラクタで作業し、内側をロボットトラクタで作業する工程で実施した(図2)。
- ・実証の結果、50a圃場を約1時間で代かきした(表2)。
- ・無人走行中の停止は何度があったが、すべて遠隔操作リモコンで解除できた。
- ・安全性の観点から、ほ場外周の作業を有人トラクタで行う必要があり、50aほ場では、有人トラクタとロボットトラクタの作業面積がほぼ同等であった。

ハ 耕起・大豆播種作業

- ・大豆の播種作業において、ロボットトラクタと有人トラクタで協調耕起し(図3)、続いてアップカットロータリ+播種機を搭載した有人トラクタで播種する工程(図2)で実施した結果、播種作業の人員を、3人から2人に削減できた。

(5) 参考データ

表1 ロボットトラクタの作業能率(耕起)

作業	試験区	作業幅 m	作業面積 a	作業人数 人	作業時間	作業能率	
						a/h	h/ha
小麦耕起	ロボットトラクター	2.2	45.6	0	1時間37分03秒	28.2	3.6
	有人トラクター	2.4	53.9	1	1時間13分37秒	43.9	2.3
	1圃場分		99.5	1	1時間52分10秒	53.2	1.9

表2 ロボットトラクタの作業能率(代かき)

作業	作業面積 a	作業人数 人	作業時間	作業能率			
				a/h	h/ha		
水稻代かき	ロボットトラクター(内側) (作業幅:2.2m)	事前準備 (圃場登録等)	1	26分			
		自動走行	25.2	0	21分40秒	69.8	1.4
		合計	25.2	1	47分40秒	31.7	3.2
有人トラクター(外周3周) (作業幅:2.4m)	23.72	1	34分	41.9	2.4		
1圃場分	48.92	1	58分32秒	35.9	2.8		

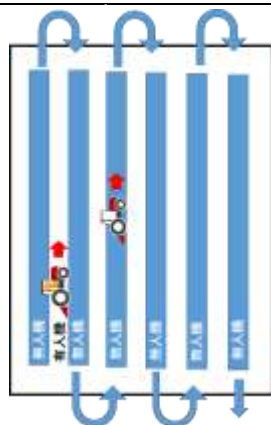


図1 協調作業工程の模式図(耕起)

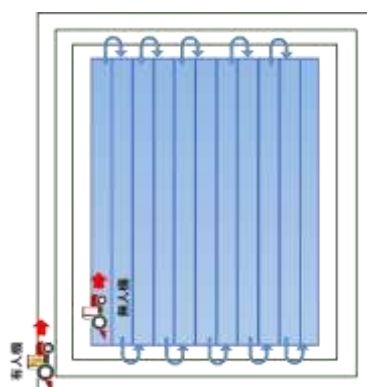


図2 協調作業工程の模式図(代かき)



図3 協調作業の様子

(6) 個別事例

水稻 有人トラクタと無人トラクタ(ロボットトラクタ)による協調耕起作業の作業性
水田におけるアグリテックの活用による新たな栽培体系の確立(R3~R5)

省力化	軽労化	コスト低減	収量品質向上	作業精度向上	情報共有	データ活用
-----	-----	-------	--------	--------	------	-------

▼ 目的・経緯

- ・現在上市されているロボットトラクタの農業機械の安全性確保の自動化レベルは、使用者の監視下での無人状態での自律走行が可能なレベル2であり、1人当たりの作業能率は、ロボットトラクタ利用だけでは向上しない。
- ・また、安全性の観点から、ほ場の外周部分の作業は手動操作で行う設定になっている。
- ・ロボットトラクタを有効に利用していくためには、使用者が有人トラクタに搭乗し監視しながら行う協調作業が有望であることから、協調耕起作業における作業性について、作業工程を見直しながら検討した。

▼ 活用技術

- ・ロボットトラクタ(クボタSL60 60ps ローター幅220cm)、有人トラクタ(75ps~125ps ローター幅240cm)


▼ 効果・メリット

- ・有人-無人協調作業により、慣行耕起に比べ作業能率は高まり、連続したほ場でのほ場を跨ぐ協調作業でその効果は高い。
- ・協調耕起作業の作業工程は、1枚目のほ場は有人機を有効に使用する間接耕起、2枚目以降は無人機を有効に使用する隣接耕起が有効である。

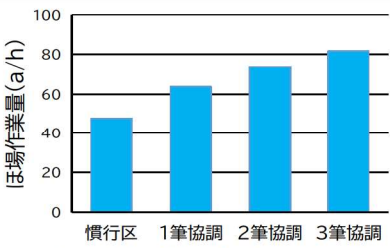
▼ 活用の留意点・課題

- ・ロボットトラクタのほ場登録時間は作業時間から除いている。

▼ 参考情報 (写真、図、データ)



協調耕起作業の様子



作業区	ほ場作業量 (a/h)
慣行区	約48
1筆協調	約65
2筆協調	約75
3筆協調	約82

注)ほ場は長辺145~152mの約1ha区画

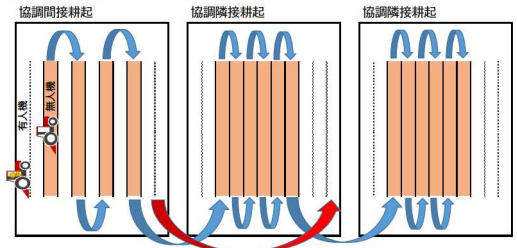


図2 協調耕起作業における作業工程

2枚目以降有人機は無人機の反対側からスタート

作成：令和6年3月 古川農業試験場

3 自動操舵（RTK-GNSS／GNSS）トラクタ

(1) 技術概要

- ・位置情報を取得し、数センチの誤差で自動操舵による作業ができるトラクタ。
- ・トラクタに GNSS 受信機（図 1）、自動操舵モーター（ハンドル）、モニター（ガイダンスシステム）などを取り付け、GPS などの GNSS 位置情報を取得し、自動でハンドル操舵を行う。
- ・RTK-GNSS システムは、GNSS の位置情報に加え、固定基地局からの情報で誤差を補正するため、数センチの誤差で高精度な作業が可能になる。
- ・RTK トラクタでは、基地局からの補正情報を取得するために、専用のアプリを入れたモバイル端末と通信環境（スマホ、モバイル Wi-Fi など）が必要になる。
- ・ほ場の 1 辺又は外周などを測位して作業経路を登録し、直進時に指定経路に合わせてから自動操舵に切り替える。旋回などはマニュアルで行う。
- ・自動操舵システムは、備え付けのものその他、後付けできる装置もある（図 2）。
- ・トラクタ以外にも、田植機や乗用管理機でも自動操舵が可能。

(2) 導入メリット

- ・自動で高精度な運転ができるので、作業機（アタッチメント）の制御や状況確認に集中でき、作業精度が上がる。
- ・直進のための小まめなハンドル操作などが減るため、作業負担の軽減になる。
- ・播種作業などでは、マーカーが不要。マーカーが見えない夜間などでも作業が可能。
- ・直進精度が上がるため、以降の管理作業が容易になる。
（例：大豆の播種→中耕培土、除草剤散布）
- ・作業負担が軽減されることで、農作業事故の防止に繋がる。
- ・新規就農者等の作業未経験者でも、熟練者に近い精度・速度で作業ができる。

(3) 留意点・課題

- ・大区画ほ場や直進距離が長いほ場で、効果が高い。小区画や不整形ほ場では、1 回の直進走行の距離が減り、旋回回数が増えるため、効果が得られにくい。
- ・熟練者が使用する場合、作業効率や精度が向上しにくい（負担軽減には繋がる）。
- ・基地局からの距離により、誤差が大きくなる（県 RTK 基地局では、半径 20 km 以内を推奨）。
- ・基地局利用料（2 万円/台～）や通信費（スマホ等）がかかる。
- ・周辺環境（飛行場や鉄塔など電波に影響があるもの）により受信状況や精度に影響を受ける。

(4) 実証結果等

・令和2年度に、スマート農業実証事業ほ場（東松島市）にて自動走行トラクタの現地実証を行った。

イ 耕起作業

- ・就農2年目の従業員がGNSSアシスト操舵トラクタ（125ps）で耕起作業を実施し、作業能率が、熟練者が操作する既存トラクタ（95ps）を上回った（表1）。
- ・トラクタの馬力が異なるため単純比較はできないが、熟練者並みの作業速度・精度を確保できると考えられる。

ロ 播種作業

- ・GNSSアシスト操舵トラクタ（125ps）＋高速汎用播種機を用いた播種作業では、既存トラクタ（95ps）＋既存播種機と比較して、作業能率が47%向上した（図3）。

ハ その他

- ・GNSSアシスト操舵トラクタを操作した従業員からは、「作業の心理的負担が減り、疲労が軽減される」「農機の扱いに不慣れな新規就農者にとってありがたい機械である」等の感想が聞かれた。

(5) 参考データ



図1 GNSSアシスト操舵トラクタ



図2 自動操舵装置（後付）とRTK基地局「農水省HPから」

表1 GNSSアシスト操舵トラクタの耕起作業能率

作業項目	作業能率 (h/10a)	
	GPSアシスト操舵トラクタ (125ps)	既存トラクター (95ps)
粗起こし	0.24	0.24
耕耘	0.23	0.26

注) 水稲、大豆、子実トウモロコシ、麦等の全品目で実施した耕起作業を集計

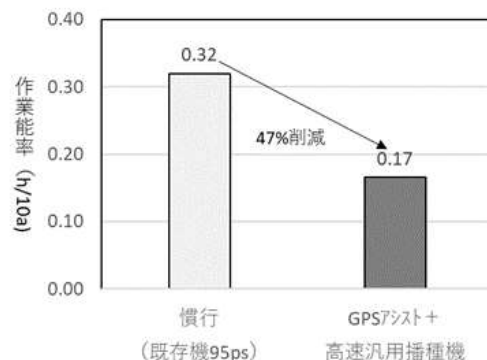


図3 播種における作業能率

注) GNSSアシスト操舵トラクタ＋高速汎用播種機による播種作業（水稲直播（13ha）、大豆（1ha）、子実トウモロコシ（9ha）、麦（22ha））を集計

(6) 個別事例

水稻 RTK-GNSSガイダンス・自動操舵システムを利用したライン飛ばし効果
水田におけるアグリテックの活用による新たな栽培体系の確立(R4)

省力化 軽労化 コスト低減 収量品質向上 作業精度向上 情報共有 データ活用

▼ 目的・経緯
・自動操舵システムを利用した作業においては、精度の高い正確な経路走行が行える。しかし、これまでの通常の作業工程では、自動操舵システムのメリットを活かしきれていないと考えられることから、耕起作業時におけるライン飛ばし効果について検討した。

▼ 活用技術
・後付けRTK-GNSSガイダンス・自動操舵システム(ニコン・トリンプル GFX-750・NAV-900・モータードライブ方式)
・トラクタ(クボタ M125GE)

▼ 効果・メリット
・ラインを飛ばした走行やUターン旋回が可能となり、作業工程を見直し間接耕起をすることで、旋回時間は慣行の65%に低減した。

▼ 活用の留意点・課題
・自動操舵システムについては、直進性をアシストする装置であるので、直進作業速度は同じであり、作業能率は向上しない。
・当該ほ場での旋回時間は全作業に占める割合が7~10%と小さいことから、明確な作業能率の向上には至っていない。より作業能率を向上させるには、作業工程の見直しや効率よく利用できるほ場区画等についても考慮する必要がある。
・隣接耕起の場合は、端数処理の関係で自動操舵の旋回時間は手動操作と同等になったが、旋回時にモニター等を確認するため、手動操作よりも旋回時間を要する場合が多い。

▼ 参考情報 (写真、図、データ) 隣接耕起 間接耕起

表1 自動操舵の有無及び耕起法の違いによる作業性

試験区	ほ場作業量 (a/h)	慣行対比 (%)	直進作業速度 (km/h)	旋回時間 (sec/回)	慣行対比 (%)
自動操舵隣接耕起	91.3	99	4.2	17	100
自動操舵間接耕起	93.5	101	4.2	11	65
手動操作隣接耕起	92.5	—	4.2	17	—

注)本試験は長辺145m、短辺68mの1haほ場で実施した。

作成: 令和6年3月 古川農業試験場

大豆 RTK-GNSSガイダンス・自動操舵システムを利用した直進性の向上
水田営農におけるRTK-GNSSシステムを利用した作業性の評価検証(R4)

省力化 軽労化 コスト低減 収量品質向上 作業精度向上 情報共有 データ活用

▼ 目的・経緯
・栽培管理作業が必要な大豆播種においては、正確な播種精度が求められている。手動で真っ直ぐに走行させることは、非常に熟練を要する作業であることから、自動操舵システム利用による播種作業の直進性について検証した。

▼ 活用技術
・後付けRTK-GNSSガイダンス・自動操舵システム(ニコン・トリンプル GFX-750・NAV-900・モータードライブ方式)
・トラクタ(クボタ MR1000)

▼ 効果・メリット
・自動操舵システムを利用することで、手動操作に比べて、トラクタの直進性が高まる。
・直進方向の基準線に対する苗立ち位置のずれは、手動操作区で7.1~13.1cmであるが、自動操舵区では5~9.6cmとばらつきが小さく、標準偏差も小さい。

▼ 活用の留意点・課題
・自動操舵システムについては、直進性をアシストする装置であるので、同一機種、同一作業工程、同一作業速度では、作業時間、作業能率は向上しない。

▼ 参考情報 (写真、図、データ)

直進性のイメージ写真(右記データは黒線と同一地点ではない。)

図1 播種時の自動操舵の有無による大豆苗立ちのばらつき状況

自動操舵区			手動操作区		
平均 5.0cm	平均 5.6cm	平均 9.6cm	平均 7.1cm	平均 13.1cm	平均 11.4cm
標準偏差 5.6	標準偏差 4.1	標準偏差 3.6	標準偏差 3.5	標準偏差 6.6	標準偏差 7.3

作成: 令和6年3月 古川農業試験場

大豆 RTK-GNSSガイダンス・自動操舵システムを利用した軽労化効果

水田営農におけるRTK-GNSSシステムを利用した作業性の評価検証(R4)

省力化 軽労化 コスト低減 収量品質向上 作業精度向上 情報共有 データ活用

▼ 目的・経緯

- 自動操舵システム利用時の軽労化評価については、使用者の多くが軽労化を主張するが、定量的評価手法が定まっていない。
- 大豆播種作業時におけるオペレータの視線先の映像(視点映像)から、作業負担軽減効果を検証する。
- 栽培管理作業が必要な大豆播種においては、正確な播種精度が求められている。手で真っ直ぐに走行させることは、非常に神経を使う作業であり、直進方向である前方に視点、意識を集中することになる。正確な播種精度は畝の直進性だけでなく、正確に種が落下しているのかどうかを確認することも重要であるが、確認が不十分な場合には、種子切れや播種機の障害等により写真のような欠株を生じることがある。

▼ 活用技術

- 後付けRTK-GNSSガイダンス・自動操舵システム(ニコン・トリンプル GFX-750・NAV-900・モータードライブ方式)
- トラクタ(クボタ MR1000)

▼ 効果・メリット

- 自動操舵システムを利用することで、トラクタの直進性が確保されることから、オペレータの機械操作にかかる負担は軽減される。
- 後方の播種機を確認する時間は、視点映像から作業全体の約24%である40秒であった(表1)。
- 後方の播種機を確認する回数は、手動操作の2回、2秒/回に対して、10.2回、4秒/回と高まった(表1)。

▼ 活用の留意点・課題

- 自動操舵システムについては、直進性をアシストする装置であるので、同一機種、同一作業工程、同一作業速度では、作業時間、作業能率は向上しない。

▼ 参考情報 (写真、図、データ)

後方確認が不十分で生じた欠株

自動操舵により、直進走行にかかる負担が軽減され、後方作業の確認時間が増加し、些細な作業ミスの低減につながる。

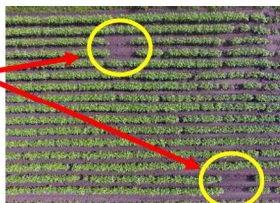


表1 大豆播種作業時における後方作業確認状況

	作業時間 (秒)	後方確認 時間(秒)	同左比 (%)	後方確認 回数(回)	確認時間/回 (秒)
自動操舵	165	40	23.9	10.2	4
手動操作	165	4	2.6	2	2

注)作業時間は、長辺125mのほ場において、長辺方向に播種した1工程の時間である。

作成: 令和6年3月 古川農業試験場

水稲 GNSS搭載田植機による湛水移植栽培の移植精度

水田におけるアグリテックの活用による新たな栽培体系の確立(R3~R5)

省力化 軽労化 コスト低減 収量品質向上 作業精度向上 情報共有 データ活用

▼ 目的・経緯

- 慣行水稲移植栽培ではマーカーを利用し田植えを行うため、代かき後強制落水を行うが、濁水や肥料成分の流出や田植え前後の水管理が課題となっている。直進アシスト機能付き田植機を使用し代かき後強制落水をしない湛水条件で移植栽培を行い、落水した慣行移植と比較し、移植精度や直進について検討した。

▼ 活用技術

- 直進アシスト機能付き6条田植機(クボタ、NW6S-F-GS)※受信測位:D-GNSSレベル(誤差:20~60cm)

▼ 効果・メリット

- 水深約5cmの湛水条件の移植においても直進アシスト機能を使用することで田植えが可能で、欠株率、植付本数、植付深さ(表1)、移植速度(3~5km/h)に関わらず移植精度は慣行移植と同等の精度での移植が可能である。
- 落水をせずに湛水で移植を行うため、移植前後の水管理の省力化が可能である。
- マーカーラインが見えない状態でも移植が可能である。

▼ 活用の留意点・課題

- 田植機のGNSS受信レベルが低下した場合は直進アシスト機能が不安定となり直進性が低下する。
- 田植機旋回後の条間隔ががばらつく場合がある。

▼ 参考情報 (写真、図、データ)




表1 移植時の欠株率、植付本数、植付深さ

試験区	欠株率	植付本数 (本/株)	植付深さ (mm)
湛水移植区	0.3%	5.6±2.5	33±6.9
慣行区	0.0%	5.6±2.0	31±6.9

作成: 令和6年3月 古川農業試験場

▼ 目的・経緯

- ・「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」の一環として導入し、中山間地域でスマート種子生産を実施する。
- ・直進アシスト田植機と水田除草機等の組合せによる異株(自生株)管理の軽労化について検討する。

▼ 活用技術

- ・直進アシスト田植機(クボタ NW8S-Q2-GS) ・水田除草機(オーレック ウィードマン SJ800)
- ・自動操舵システム(ニコン・トリンブル GFX-750APEMDVRSKIT) ・既存田植機(クボタEP8D-Q2)

▼ 効果・メリット

- ・直進アシスト田植機の移植位置の横変異は±5~10cm以内と手動に比べて小さく直進性能に優れている。
- ・既存の田植機に自動操舵システムを装着すると、直進アシスト田植機と同等レベルの直進精度が得られる。
- ・水田除草機の異株除去性能は高い。直進アシスト機能を利用した移植ほ場では、欠株発生低減や異株除去効果がさらに向上する。
- ・除草及び異株除去に係る作業時間は、0.98hr/10aで実証前の1/3に低減できた。

▼ 活用の留意点・課題

- ・水田除草機に自動操舵システムをセットした場合、条の曲がり部分では、自動直進で稲株をつぶしてしまう場合がある。
- ・移植の直進性の確保が水田除草機作業に大きく影響するので、法人では自動操舵システムを既存の田植機に装着して活用。
- ・既存の田植機に自動操舵システムを装着した場合、ほ場に足をとられた後の修正が直進アシスト田植機よりやや劣る、GNSS受信レベルが安定しない場合の直進精度にややばらつきが生じる場合等がある。

▼ 参考情報 (写真、図、データ)



自動操舵システム+既存田植機



水田除草機

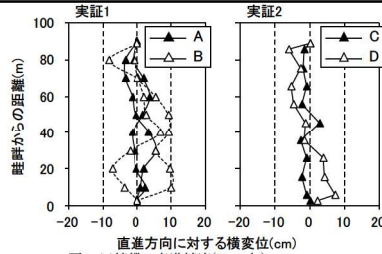


図1 田植機の直進精度(2021年)
注)実証1 A区:直進アシスト有り、B区:直進アシスト無し、
C区・D区:既存田植機+自動操舵装置

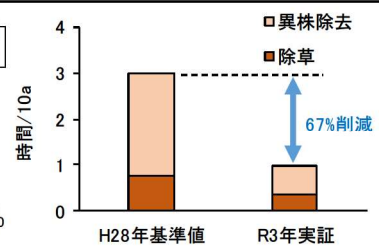


図2 異株・雑草除去作業時間

作成: 令和6年3月 古川農業試験場

4 直進アシスト田植機

(1) 技術概要

- ・GNSSによる直進中のハンドル操作のアシスト（自動操舵）機能をもつ田植機（図1）。
- ・有人走行で基準となる直線（始点A・終点B）を登録し、以降は、この基準直線に沿って直進が保たれる。
- ・より高精度な測位システムであるRTK-GNSSを用いた、直進だけでなく旋回のアシスト機能をもつ田植機や、無人で作業するロボット田植え機も販売されている。

(2) 導入メリット

- ・ハンドル操作を気にせず直進性が保たれるため、負担を低減でき、軽労化になる。
- ・前方を注視しなくてよいため、後方の植え付け状況を確認しやすい。
- ・マーカーが不要で、旋回後スムーズに移植に入れる。
- ・経験の浅い農業者でも、精度よく直線的な移植ができる。

(3) 留意点・課題

- ・RTK-GNSSを使用しない場合、直進アシストにやや誤差が生じるため、走行中に手動で調整したほうが良い。
- ・大区画ほ場での効果が高く、小区画ほ場や不整形ほ場では、効果を十分に発揮しにくい。

(4) 実証結果等

イ 現地ほ場

- ・令和2年に、スマート農業実証事業ほ場（東松島市）において、直進走行アシスト田植機の作業能率調査を行った。
- ・直進アシスト田植機（実証機）（8条植）と従来機（8条植）を比較検証した。アシスト機能は直進のみ。
- ・従来機は熟練者が操作し、実証機は田植え経験2年目の従業員が操作した。
- ・実証機の作業能率は、8条植田植機の想定作業能率である70a/h程度であった（表1）。また移植精度は、従来機と同等以上であった（図2）。なお、従来機を使用したほ場は、やや不正形で作業能率はやや低かった。

ロ 試験研究

- ・令和2年に、古川農業試験場内で直進アシスト機能による田植え作業の直進精度を調査した（図3）。各試験区で、始点Aと終点Bを結ぶ基準線に対する、移植位置のずれ（横方向の変化）を計測した。
- ・アシスト機能なしで移植した手動区では、片側に湾曲して最大40cm程度ずれていた。
- ・一方、直進アシスト機能ありのオート区のずれは、左右ともに10cm未満であり、手動区に比べ高い直進性が確認された。

(5) 参考データ

表 1 直進アシスト田植機と従来機の作業能率の比較

作業	試験区	作業面積 a	作業時間	作業能率	
				a/h	h/10a
水稻移植	直進アシスト田植機 (8条)	97.51	1時間18分4秒	74.9	1.3
	従来機対比			119%	81%
	従来田植機 (8条)	94.96	1時間30分46秒	62.8	1.6



図 1 直進アシスト田植機



図 2 直進アシストでの移植状況

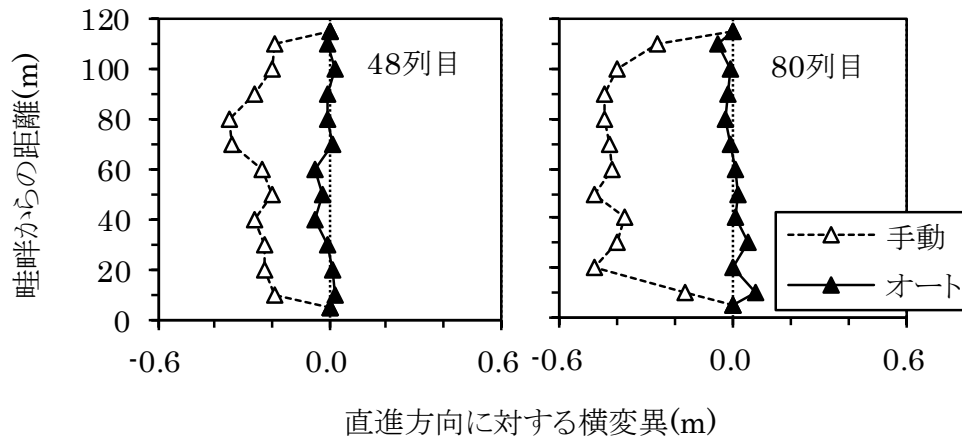


図 3 田植機の直進精度の測定結果

注) 移植 6 日後に各試験区 2 列において計測した。列の両端点を結ぶ直線から横方向にずれた距離をトータルステーションの望遠レンズで計測した。

(6) 個別事例

水稲 GNSS搭載田植機による湛水移植栽培の移植精度
水田におけるアグリテックの活用による新たな栽培体系の確立(R3~R5)

省力化 軽労化 コスト低減 収量品質向上 作業精度向上 情報共有 データ活用

- ▼ 目的・経緯
 - ・慣行水稲移植栽培ではマーカ―を利用し田植えを行うため、代かき後強制落水を行うが、濁水や肥料成分の流出や田植え前後の水管理が課題となっている。直進アシスト機能付き田植機を使用し代かき後強制落水をしない湛水条件で移植栽培を行い、落水した慣行移植と比較し、移植精度や直進について検討した。
- ▼ 活用技術
 - ・直進アシスト機能付き6条田植機(クボタ、NW6S-F-GS)※受信測位:D-GNSSレベル(誤差:20~60cm)
- ▼ 効果・メリット
 - ・水深約5cmの湛水条件の移植においても直進アシスト機能を使用することで田植えが可能で、欠株率、植付本数、植付深さ(表1)、移植速度(3~5km/h)に関わらず移植精度は慣行移植と同等の精度での移植が可能である。
 - ・落水をせずに湛水で移植を行うため、移植前後の水管理の省力化が可能である。
 - ・マーカ―ラインが見えない状態でも移植が可能である。
- ▼ 活用の留意点・課題
 - ・田植機のGNSS受信レベルが低下した場合は直進アシスト機能が不安定となり直進性が低下する。
 - ・田植機旋回後の条間隔ががばらつく場合がある。

▼ 参考情報 (写真、図、データ)



表1 移植時の欠株率、植付本数、植付深さ

試験区	欠株率	植付本数 (本/株)	植付深さ (mm)
湛水移植区	0.3%	5.6±2.5	33±6.9
慣行区	0.0%	5.6±2.0	31±6.9

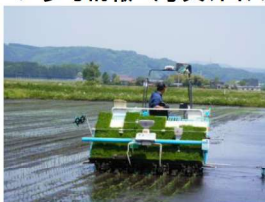
作成: 令和6年3月 古川農業試験場

水稲 直進アシスト田植機、水田除草機、自動操舵システムの活用による異株管理の軽労化
中山間地域における精密、省力なスマート水稲種子生産技術の実証(R2~3)ノ加美町 土地利用型生産法人 水稲110ha

省力化 軽労化 コスト低減 収量品質向上 作業精度向上 情報共有 データ活用

- ▼ 目的・経緯
 - ・「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」の一環として導入し、中山間地域でスマート種子生産を実施する。
 - ・直進アシスト田植機と水田除草機等の組合せによる異株(自生株)管理の軽労化について検討する。
- ▼ 活用技術
 - ・直進アシスト田植機(クボタ NW8S-Q2-GS) ・水田除草機(オーレック ウィードマン SJ800)
 - ・自動操舵システム(ニコン・トリプル GFX-750APEMDVRSKIT) ・既存田植機(クボタEP8D-Q2)
- ▼ 効果・メリット
 - ・直進アシスト田植機の移植位置の横変異は±5~10cm以内と手動に比べて小さく直進性能に優れている。
 - ・既存の田植機に自動操舵システムを装着すると、直進アシスト田植機と同等レベルの直進精度が得られる。
 - ・水田除草機の異株除去性能は高い。直進アシスト機能を利用した移植ほ場では、欠株発生低減や異株除去効果がさらに向上する。
 - ・除草及び異株除去に係る作業時間は、0.98hr/10aで実証前の1/3に低減できた。
- ▼ 活用の留意点・課題
 - ・水田除草機に自動操舵システムをセットした場合、条の曲がり部分では、自動直進で稲株をつぶしてしまう場合がある。
 - ・移植の直進性の確保が水田除草機作業に大きく影響するので、法人では自動操舵システムを既存の田植機に装着して活用。
 - ・既存の田植機に自動操舵システムを装着した場合、ほ場に足をとられた後の修正が直進アシスト田植機よりやや劣る、GNSS受信レベルが安定しない場合の直進精度にやばらつきが生じる場合等がある。

▼ 参考情報 (写真、図、データ)



自動操舵システム+既存田植機



水田除草機

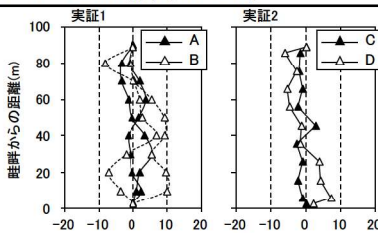


図1 田植機の直進精度(2021年)
注)実証1 A区:直進アシスト有り、B区:直進アシスト無し、
C区・D区:既存田植機+自動操舵装置

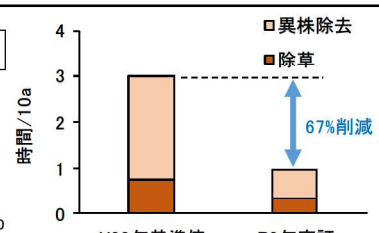


図2 異株・雑草除去作業時間