

### 背景及び取組概要

＜経営概要 144.6ha(水稲46.6ha, 大豆31.8ha, 麦類25.3ha, 飼料・子実トウモロコシ20.4ha, 牧草20.5ha) うち実証面積: 124.1ha＞

- 経営面積のさらなる拡大に伴う労働力不足への対応, 米価の影響が少ない安定した経営の確立に向け, スマート農業技術一貫体系の導入とスマート農機の汎用利用による単位面積あたりの生産コストの低減を図る。
- ① ロボットトラクタ(1台), GPSアシスト操舵トラクタ(1台), 直進キープ付き田植機(1台), ラジコン草刈機(1台), 自動走行収量・食味コンバイン(1台), ドローン(2台), 自動給排水システム(20台)の活用による作業の省力化, 効率化(労働生産性の改善)。
- ② リモートセンシングや食味・収量センサ付き自動走行コンバインデータに基づく肥培管理の改善と収量・品質の向上(ほ場生産性の改善)。

### 導入技術

①スマート農業機械汎用利用



②直進キープ機能付き田植機



③自動給排水システムの遠隔操作



④除草作業の自動化



⑤ドローンによる防除・施肥



⑥食味・収量センサ付き自動走行コンバインによる収穫



⑦ドローンによる生育量センシング



⑧食味・収量センサ付き自動走行コンバインのデータの活用



⑨経営管理システム



# 目標に対する達成状況等

## 実証課題の達成目標

- ① 生産コストの低減(目標: 水稻生産コスト 7,000円/60kg)
- ② 単収の向上(目標: 水稻単収10%増収(全体550kg/10a))
- ③ 10a当たり労働時間(目標: 経営全体で20%削減)

## 各研究項目の現在の達成状況

- ① 令和2年の水稻全体の60kg当たり生産コストは9,332円で基準年(平成29年)の9,251円とほぼ同額であった。
- ② 令和2年の水稻全体の10a当たり収量は547kgで基準年(平成29年)の493kgに対し11%増となり、目標収量の550kg/10aをほぼ達成した。作付体系別では、移植では551kgで基準年(平成29年)の488kgに対し約13%増、直播では537kgで基準年(平成29年)の527kgに対し2%増となった。
- ③ 令和2年の経営全体の10a当たり労働時間は7.7時間となり、基準年(平成29年)の12.9時間に対し目標(20%削減)を大きく超える40%の削減を達成した。

なお、水稻における10a当たり労働時間は10.4時間(移植11.5時間、直播7.7時間)となり、基準年(平成29年)の15.7時間に対して34%の削減となった。

## 取組概要

### 1 GPSアシスト操舵トラクタ+高速汎用播種機による播種作業の効率化

(使用機器) GPSアシスト操舵トラクタ(125ps)  
高速汎用播種機



図1 GPSアシスト操舵トラクタによる播種作業

OGPSアシスト操舵トラクタ+高速汎用播種機による播種面積

- 水稻直播(13ha)
- 大豆(1ha)
- 子実トウモロコシ(9ha)
- 麦類(22 ha)

## 実証結果

- 耕起, 播種, 肥料散布等の全作業での平均作業能率はGPSアシスト操舵トラクタが0.18h/10aで既存トラクタ(95ps)の0.23h/10aを上回った(データ省略)。
- GPSアシスト操舵トラクタ+高速汎用播種機による作業能率は高く, 従来機(95psトラクタ)より47%削減された(図2)。

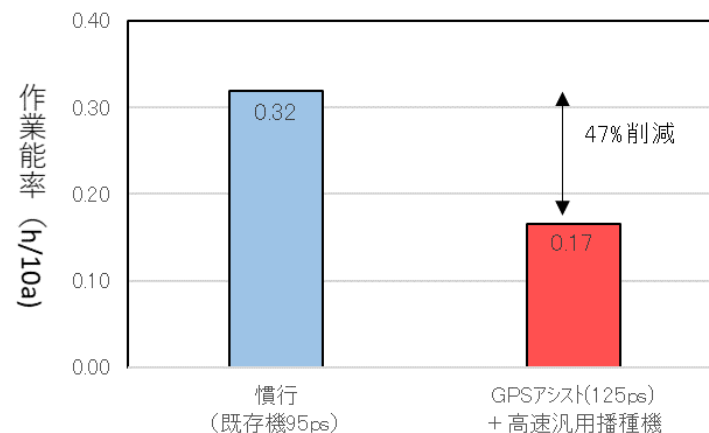


図2 10a当たり播種作業時間(KSAS)

※水稻直播, 大豆, 子実トウモロコシ, 麦類の合計播種作業時間を基に算定

## 今後の課題 (と対応)

大豆播種では麦後の麦稈が機械に詰まり, 播種できないトラブルが発生し, 1haの播種にとどまったため, 改良が必要。

## 取組概要

2 ロボットトラクタ(無人)と有人トラクタとの2台協調作業により、水稻における代かき、大豆における播種作業を効率化

(使用機器) ロボットトラクタ(60ps),  
 有人トラクタ(75ps既存機),  
 大豆播種機(既存機)

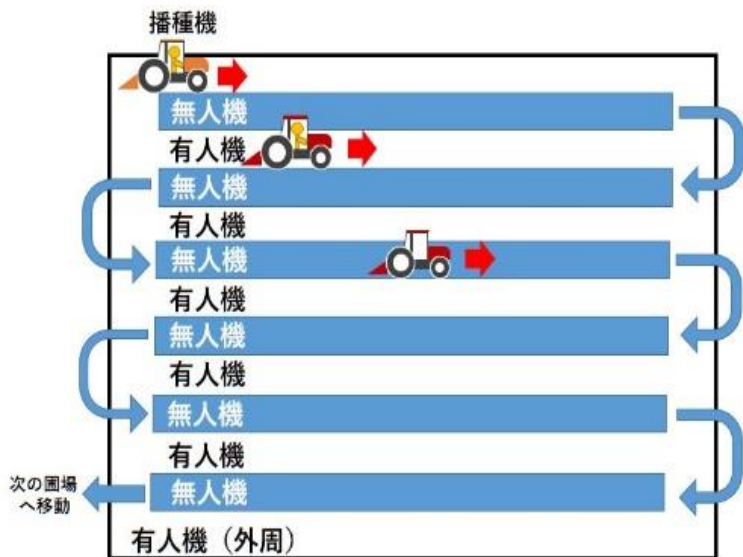


図3 大豆播種でのトラクタ3台を用いた協調作業  
 実証面積 200a

## 実証結果

○ 大豆200aの播種では、耕起を有人トラクタ、ロボットトラクタで行い、その後を有人播種機で播種する行程で実施し、作業人員を慣行3人→2人とし、作業人員を1人削減した(図3, 4)。



図4 有人トラクタとロボットトラクタ(無人)による耕起作業

## 今後の課題 (と対応)

代かきの協調作業時の異常停止をリモコン操作で解除出来ない場合、ぬかるむほ場内を歩いて操作しに行くことが困難であった。また、実証当時は、ほ場間をまたぐ協調作業はガイドライン上不可能であった(令和3年度改正により、隣接ほ場でも目視可能な条件下で自動走行が可能となった)。

そのため、現行の制度や機器の開発状況に応じて、協調作業の効率的な作業工程や運用体制を検討していく必要がある。

## 取組概要

- 直進キープ機能付き田植機による若年農業者でもベテラン並の高精度田植の実現及び労働時間の削減

(使用機器) 直進キープ機能付き田植機



図5 直進キープ機能付き田植機による田植え作業  
実証面積 1,524a

## 実証結果

- 直進キープ付き田植機(8条)による田植作業能率は高く、田植え全体の比較で慣行(従来機:8条)より10a当たり作業時間を28%削減した(データ省略)。
- 田植え経験2年目のオペレーターを直進キープ機能付き田植機に乗車させ、従来機に乗車したベテランオペレーターと比較した結果、経験の浅い農業者でも、高精度の田植えができ、作業能率は19%向上した(表1)。

表1 1ha区画ほ場における作業能率の実測

作業機	直進キープ機能付き田植機	従来機:8条※
ほ場面積(a)	97.51a	94.96a
作業人数(人)	3名(+苗運び1名)	3名(+苗運び1名)
作業時間	1時間18分4秒	1時間30分46秒
作業効率	74.94a/h	62.77a/h

※慣行は不整形田のため、従来機により熟練者が田植

## 今後の課題 (と対応)

不整形ほ場での仕上げ方法に対応した機能があれば、活用の幅が広がる。

## 取組概要

- 水管理労働時間の削減を目的とした水田給排水遠隔制御装置による遠隔操作，自動化による水管理の実施

（使用機器）水田給排水遠隔制御装置



図6 水田給排水遠隔制御装置

実証面積 640a

## 実証結果

- パイプラインの水圧が高いとバルブが作動せず，水圧が低いと水がほとんど出てこないなど，水圧の違いによる給水トラブルが発生した。
- 場所によって通信障害が発生し遠隔操作できない装置もあり，現地で手動による操作が必要となった。
- 太陽光パネルの保全（汚れ除去）など，これまでになかった保守管理作業が必要となった。
- 以上のトラブル等の発生により，現地ほ場の見回り回数が多くなり，水管理時間は増加した。

## 今後の課題（と対応）

機体本体の価格が高額であり，設置費用等の導入コストもかかる。

実証地区では，パイプラインの水圧や電波障害で活用できないほ場が多く，台風で冠水時の修理費用も莫大であったため，冠水に強く，通信障害等による稼働の不具合が起きないような機体の改善が強く望まれる。

## 取組概要

- ラジコン除草機を効率活用するためのマップ作成, 草刈機活用による経営における除草作業全体の労働時間の短縮, 効率化

(使用機器) ラジコン除草機

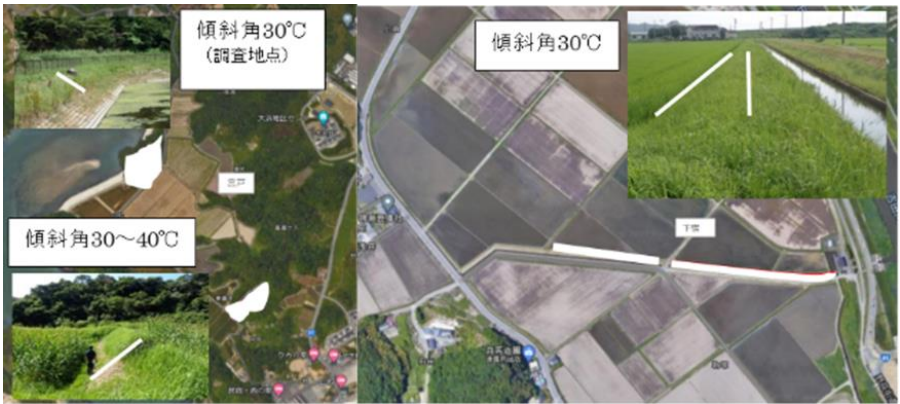


図7 ラジコン除草機(上)と活用マップ(下)

実証面積 255㎡

## 実証結果

- 刈払機, 自走モアの対応できない水路法面や急斜面等を安全に除草するため, 活用マップ(図7)を作成した。
- ラジコン除草機と慣行(刈払い機)の作業能率を調査・比較したところ, ほぼ同等(表2)であった。
- しかしながら, ラジコン除草機の重量が124kgと重く運搬に時間と労力を要し, 傾斜地での運搬作業は危険を伴うなど, 想定した場所での利用は難しく, 作業時間の削減に寄与しなかった。

表2 ラジコン草刈機の作業能率

ラジコン除草機 (宮戸地区遊水池)

平地	作業面積	152.6 m <sup>2</sup>
	作業時間	19分
	作業能率	4.83 a/h
のり面 (傾斜約30°)	作業面積	102 m <sup>2</sup>
	作業時間	17分36秒
	作業能率	3.48 a/h

〈対照〉刈り払い機 (場内試験)

平地	作業面積	50 m <sup>2</sup>
	作業時間	7分7秒
	作業能率	4.22 a/h
のり面 (傾斜約30°)	作業面積	50 m <sup>2</sup>
	作業時間	7分51秒
	作業能率	3.82 a/h

## 今後の課題 (と対応)

畦畔の状態(草丈が長い, 濡れている等)によっては機体がスムーズに動かない場合があり, 車体幅により進入可能範囲が限定され刈り残しができる場合があった。傾斜地では特にラジコン除草機の周囲確認に注意を要し, 機体の落下防止等の安全性への配慮から近距離でしか使用できなかった。

現場レベルで活用していくためには, 草刈りの性能(刈取り精度, 作業速度)の向上, 運搬がしやすくなること, 自動走行機能の充実, また, 水路等への不慮の落下を考慮した防水機能などが必要だと考えられる。

## 取組概要

- ドローンを効率活用するためのマップの作成及びドローン活用による効果的な防除・施肥等作業体系の検討。

(使用機器) 農業用マルチローター(ドローン)



図8 ドローンの飛行(上)と運搬(下)

実証面積: 300a

## 実証結果

- 無人ヘリの運用が困難な住宅地近くや障害物の多いほ場をドローンで作業するために活用マップ(図9)を作成した。
- ドローンによる大豆の薬剤防除では1ha当たりの作業時間(実測値)は9分22秒となった。なお、ほとんどのほ場は無人ヘリで防除・施肥が行えたため、使用面積は300aに留まった。
- ドローンは無人ヘリより稼働時間は短く、作業能率も劣るが機体が軽量で取り扱いやすく、機体の積み込み等も一人で行え、2tトラック1台で移動できるなど、運用上の利点も確認された。



図9 ドローン活用マップ

## 今後の課題 (と対応)

無人ヘリコプターと比較して稼働時間が短く、付属のバッテリーのみでは大面積を適期内に作業することは困難であり、多くの予備バッテリーを用意し、連続稼働出来る運用体制を構築する必要がある。



## 取組概要

○ 食味・収量センサ付き自動走行コンバインによる水稻、麦、大豆、トウモロコシの収穫作業及び収量・水分データ等を活用した乾燥作業による省力化

(使用機器) 食味・収量センサ付き自動走行コンバイン (刈幅2.6m)



図10 自動走行での水稻収穫作業

食味・収量センサ付き自動走行コンバイン  
収穫実績：水稻13ha，麦類14ha，大豆30ha

食味・収量センサ付き  
自動走行コンバイン 普通型(刈幅2.6m)

慣行コンバイン 普通型(刈幅1.5m)  
自脱型6条刈(刈幅1.94m)

## 実証結果

○ 食味・収量センサ付き自動走行コンバインの基本性能が高く、各品目の収穫作業は慣行より効率化され、全体の収穫作業時間も慣行より41%削減された(図11)。

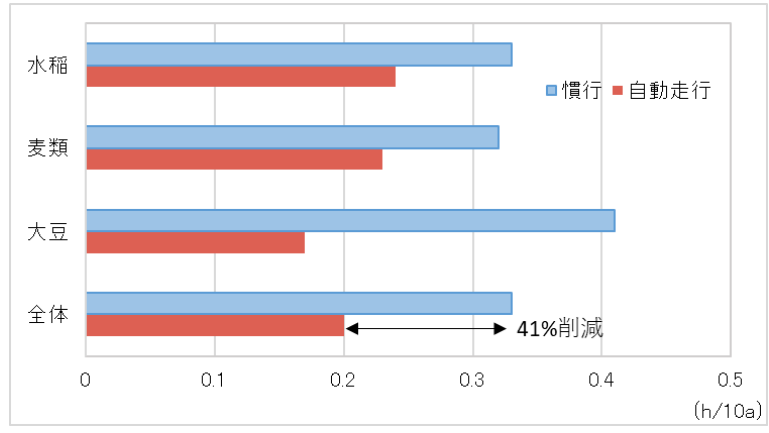


図11 10a当たり収穫作業能率(KSAS)

## 今後の課題 (と対応)

外周は手動操作が必要なので、オペレータの熟練度、ほ場の性質に応じた効率的な使用の方法を整理することが必要である。

倒伏すると収穫作業の効率が低下したり、自動収穫ができない場合があるので、栽培管理も合わせて適切に行う必要がある。

## 取組概要

- ドローンによる生育量のセンシング及びデータマップ等の解析により生育量の把握及びセンシングデータに基づく無人ヘリ可変施肥の実施

(使用機器) リモートセンシング専用ドローン



図12 センシングデータに基づく無人ヘリ可変施肥(水稻)(上)  
小麦(下左)と水稻(下右)のNDVIマップ  
(FarmEyeより)

## 実証結果

- 幼穂形成期を中心にドローンを活用したセンシングを大麦(7.5ha)、小麦(5.9ha)、水稻(18ha)で実施し、このうち小麦と水稻ではセンシングデータ(図12下)に基づく無人ヘリによる可変施肥(図12上)を実施した。
- センシングでは、自衛隊航空基地の関係でドローンの飛行制限がかかり、計画的な実施が難しかった。
- 可変施肥における肥料の実散布量は設定値に対して麦類は29~36%下回り、水稻は-19.1~+12.7%の増減が生じ、適正な追肥が行えなかった。
- 可変追肥では、空撮から診断結果が出るまで時間を要し、施肥適期を逃すことがあったほか、現地ほ場での肥料実散布量の調節に手間取り、必要量を散布できないほ場が多く発生したので、システムの改良が必要である。

## 今後の課題(と対応)

センシング結果に基づく可変追肥は、空撮から診断結果が返ってくるまで時間を要し、施肥作業の適期を逃す可能性があるため、迅速に(可能な限りリアルタイムで)診断できる体制への改善が求められる。また、肥料の実散布量を設定値に近づけるためのシステム改良や、無人ヘリコプターによる空中散布に適合する肥料のリストアップが必要である。

## 取組概要

○ 食味・収量センサ付き自動走行コンバインによる単収、水分、品質の自動記録によるマップ化及び記録データを活用した施肥体系の改善検討

(使用機器) 食味・収量センサ付き自動走行コンバイン

表3 小麦(銀河のちから)の施肥概要と推定収量

ほ場 No	施肥概要(10a当たり窒素換算)				収量 (kg/10a)
	堆肥 (t)	基肥 (kg)	追肥(kg)		
				うち可変施肥	
1	1	4.2	24.1		519.2
2	1	4.2	24.1		516.9
3	1	4.2	24.1		431.2
4	1	4.2	24.1		857.5
5	2	4.2	24.1		602.4
6	2	4.2	24.1		589.2
7	1	4.2	18.4	1.4	516.8
8	1	4.2	18.4	1.7	544.6
9	1	8.3	21.6		439.6
平均					557.5

※追肥は5~6回に分けて実施。

表4 移植水稻(ひとめぼれ)の施肥概要と推定収量

ほ場 No	施肥概要(10a当たり窒素換算)				収量 (kg/10a)
	堆肥 (t)	基肥 (kg)	追肥(kg)		
				うち可変施肥	
1	-	3.9	1	1	519.0
2	1	3.9	-	-	539.8
3	1	3.9	-	-	480.7
4	-	3.9	1	1	457.2
平均					499.2

## 実証結果

- 食味・収量センサ付き自動走行コンバインで収穫し、収量データを解析した。
- 小麦「銀河のちから」の平均収量は557.5kg/10aで、うち、可変追肥した2ほ場とも平均収量に到達せず、収量改善の効果は認められなかった(表3)。
- 移植水稻(ひとめぼれ)の平均収量は499.2kg/10aで、うち、可変追肥した2ほ場の平均収量は488kg/10aで慣行施肥2ほ場の平均収量510kg/10aに達せず、収量改善の効果は認められなかった(表4)。
- 可変施肥で収量改善の効果が見られなかったのは、空撮から診断結果が出るまで時間を要するため施肥適期を逃したり、肥料散布量が十分でなかった可能性が要因として考えられる。

## 今後の課題(と対応)

食味・収量センサ付き自動走行コンバインをほ場の一部で稼働した場合、KSAS上では収穫量をほ場面積で割るため収量が低く表示されるが、稼働面積から収量を表示させることで実収量に近い値を表示できるとよい。

## 取組概要

- 経営及び作業データを抽出し、経営分析を実施する。
- 実証項目の達成状況を確認し、達成するための方向について提案、評価する

## 実証結果

- 経営及び作業データを基に経営分析を実施した結果、令和2年度の米生産費は、実証期間中の不具合等の発生で計画どおり活用出来なかった機械・装置があり、単位面積当たりの機械費の圧縮が十分できず、実証目標に達しなかった。一方、水稻単収は目標を達成し、経営全体の10a当たり労働時間は目標を大幅にこえる40%削減を達成した(表5)。
- 米生産コストの目標の達成にはさらなる収量の向上が重要と考えられた。令和2年産水稻の多収米品種の10a当たり収量が654kgであり、この水準を維持しつつ作付面積の拡大を図った場合には、60kg当たり7,000円への到達も可能であると想定された。

表5 KSASデータを活用した実証目標の達成についての分析

実証目標	基準年 (平成29年)	実証終了時 (令和2年)	評価
(1) 米生産コスト (60kg当たり) 7,000円を実現	9,251円	9,332円	基準年とほぼ同額で、目標を達成しなかった。
(2) 水稻単収 (kg/10a) 10%増収	493kg/10a	547kg/10a	基準年より約10%増収し、目標を達成した。
(3) 10a当たり労働時間 (経営全体) 20%削減	12.9時間	7.7時間	基準年より目標を大きく超える約40%の削減を達成した

## 今後の課題 (と対応)

KSASでは、作業別労働時間の集計は実施できるが、10a当たり生産費を算定する際は手作業となるため、簡易に算出できるシステム(シート等)が必要である。

# 実証を通じて生じた課題

## 実証を通じて生じた課題

### 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
1	耕起・代かき等	自動走行(ロボット)トラクタ	・作業環境によってセンサー等の誤作動(土や泥を人間等と誤認)による自動停止がおきる。リモコン端末により遠隔で解除できるものの、適切なセンサー調整が必要。
2	水管理	自動給排水システム	・冠水で故障する。パイプラインの水圧によって作動に不具合が出る。通信障害で遠隔操作できない場合がある。
3	除草作業	ラジコン除草機	・傾斜地では除草機周囲の安全確認のため近距離でしか使用できない。機体重量が124kgと重く運搬に手間と時間を要する。
4	防除作業	農業用ドローン	・稼働時間が短く付属バッテリーのみでは大面積を適期内に短期間で防除するのが困難。
5	リモートセンシング	農業用ドローン	・センシングデータに基づく無人ヘリ可変施肥適期施肥のためセンシングデータの解析時間の短縮が必要。
6	収穫	食味・収量センサ付き自動走行コンバイン	・収穫品目を変更する際の部品交換が想定より時間を要し、大きな負担となることから効率的な運用方法の確立が必要。

## ○ 問い合わせ先

宮城県農政部農業振興課 普及支援班 （ Tel:022-211-2837, e-mail:[gbfs@pref.miyagi.lg.jp](mailto:gbfs@pref.miyagi.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/>