

ロボット技術・ICT利用による中山間地域における省力・高能率輪作体系の実証 (株) 西部開発農産 (岩手県北上市)

背景及び取組概要

＜経営概要 延作付面積 965ha(水稻326ha、大豆281ha、ソバ151ha、小麦153haほか)
うち実証面積: 水稻10ha、大豆40ha、ソバ10ha＞

- 中山間地域の中小区画ほ場においても作業能率を高め、作業時間を短縮して適期作業を実施し、収量を確保する。
(実証面積 60ha)

【取組概要】

1. 営農・生産管理システムの実証(水稻、大豆、ソバ)
2. 傾斜合筆によるほ場大区画化の効果の実証(大豆、ソバ)
3. トラクタおよびロボットトラクタによるほ場作業能率、排水性改善の実証(大豆、ソバ)
4. 水稻移植作業における自動運転田植機の利用実証(水稻)
5. 遠隔操作畦畔草刈機の利用実証(水稻、大豆、ソバ)
6. 自動飛行ドローンによる省人効果・作業能率改善効果の実証(水稻、大豆、ソバ)
7. ドローン利用による各種データの取得と解析、生育データ等に基づく施肥効果、排水性改善効果の実証(水稻、大豆、ソバ)
8. 収量計測コンバインによる収量マップ作成の実証(水稻、大豆、ソバ)



営農・生産管理システム(GeoMation 地理情報システム)



高低差のあるほ場の合筆



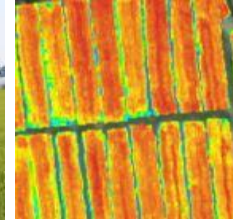
自動運転田植機



遠隔操作草刈機



自動飛行ドローン



ドローンによる生育データ取得



収量計測コンバイン

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- ①合筆してほ場を大区画化し、またロボットトラクタも導入し、作業能率を1.3倍以上に。これまでと同じ労力で作業面積 25%増。
- ②畑作では生育情報やほ場の凹凸情報から排水性を改善、水稻では生育・収量データに基づいた施肥により収量5%増。
- ③水稻作では自動運転田植機の利用により作業に必要な人数を2/3に。
- ④遠隔操作草刈機と刈払機の作業を組み合わせ、草刈り能率を1.5倍以上に。
- ⑤自動飛行ドローンにより防除に必要な人員を1/3に。

各研究項目の現在の達成状況

- ①10a程度の少区画ほ場6～8枚合筆した緩傾斜合筆ほ場(平均64a)の作業能率は、10a区画ほ場の概ね2倍程度に向上した。本実証で得られた作業能率向上に効果のある各技術を導入することで、同じ労力で作業面積の拡大を図ることが可能になる。
- ②大豆については、排水対策の実施等により目標を大きく上回ることが出来た。水稻は、目標を達成したが、経営全体の収量も向上しており、引き続き検討が必要である。
- ③自動運転田植機には、様々な効果が期待され、効果の評価については、引き続き、検討が必要である。
- ④遠隔操作草刈機と刈払機の作業を組み合わせることで、刈払機のための作業より、作業能率は1.5倍以上となった。
- ⑤小区画圃場での防除作業は、3人での作業となる無人ヘリより、1人での運用が可能な自動飛行ドローンの活用が効率的であった。

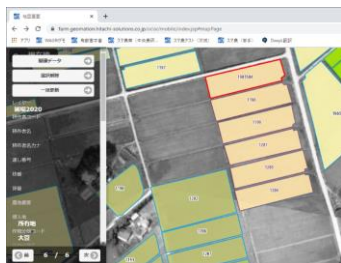
(令和3年度成果) ①営農・生産管理システムの実証

取組概要

営農・生産管理システムを活用し、営農情報の記録に取り組んだ(図1)。

あわせて、トラクタへのGNSSロガー装着による農業機械の稼働情報取得にも取り組んだ。

また、毎月2回の打ち合わせを通して、機能改善に取り組みユーザー視点での機能改善を行った。



地図情報に紐づけられた、作業項目、作業日時、作業者、使用機械、使用資材などの情報を記録できる。

出典：国土地理院空中写真をベースに(株)日立ソリューションズ作成

作業項目	作業日時	作業者	使用機械	使用資材	稼働情報
田植え	2021-07-15 10:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 10:00:00 - 2021-07-15 10:30:00
田植え	2021-07-15 10:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 10:30:00 - 2021-07-15 11:00:00
田植え	2021-07-15 11:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 11:00:00 - 2021-07-15 11:30:00
田植え	2021-07-15 11:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 11:30:00 - 2021-07-15 12:00:00
田植え	2021-07-15 12:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 12:00:00 - 2021-07-15 12:30:00
田植え	2021-07-15 12:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 12:30:00 - 2021-07-15 13:00:00
田植え	2021-07-15 13:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 13:00:00 - 2021-07-15 13:30:00
田植え	2021-07-15 13:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 13:30:00 - 2021-07-15 14:00:00
田植え	2021-07-15 14:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 14:00:00 - 2021-07-15 14:30:00
田植え	2021-07-15 14:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 14:30:00 - 2021-07-15 15:00:00
田植え	2021-07-15 15:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 15:00:00 - 2021-07-15 15:30:00
田植え	2021-07-15 15:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 15:30:00 - 2021-07-15 16:00:00
田植え	2021-07-15 16:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 16:00:00 - 2021-07-15 16:30:00
田植え	2021-07-15 16:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 16:30:00 - 2021-07-15 17:00:00
田植え	2021-07-15 17:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 17:00:00 - 2021-07-15 17:30:00
田植え	2021-07-15 17:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 17:30:00 - 2021-07-15 18:00:00
田植え	2021-07-15 18:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 18:00:00 - 2021-07-15 18:30:00
田植え	2021-07-15 18:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 18:30:00 - 2021-07-15 19:00:00
田植え	2021-07-15 19:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 19:00:00 - 2021-07-15 19:30:00
田植え	2021-07-15 19:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 19:30:00 - 2021-07-15 20:00:00
田植え	2021-07-15 20:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 20:00:00 - 2021-07-15 20:30:00
田植え	2021-07-15 20:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 20:30:00 - 2021-07-15 21:00:00
田植え	2021-07-15 21:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 21:00:00 - 2021-07-15 21:30:00
田植え	2021-07-15 21:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 21:30:00 - 2021-07-15 22:00:00
田植え	2021-07-15 22:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 22:00:00 - 2021-07-15 22:30:00
田植え	2021-07-15 22:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 22:30:00 - 2021-07-15 23:00:00
田植え	2021-07-15 23:00:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 23:00:00 - 2021-07-15 23:30:00
田植え	2021-07-15 23:30:00	田植え班	トラクタ	田植え機	2021-07-15 23:30:00 - 2021-07-15 24:00:00

図1：営農・生産管理システム
(GeoMation地理情報システム(株)日立ソリューションズ)

実証結果

- 地図情報に紐づけられた作業項目、作業日時、作業者などの営農情報の記録・集計が可能になった。
- 営農・生産管理システムの活用については、入力ミスなどの防止が必要なことから、ユーザー視点での機能改善を行い、農地の選択・解除方法の改善などを行った。
- トラクタへのGNSSロガー装着により、農業機械の稼働情報の記録及び営農・生産管理システムへの表示が可能になった(図2)。
- また、RTK-GNSS受信機と携帯アプリを組み合わせる方法でリアルタイムに農機位置情報を営農・生産管理システムに表示することが可能になった。
- 農機稼働情報のシステムへの自動記録、各種取得データの活用については、まだ十分ではないと考えられるが、多くの営農データが記録、利用可能になった他、取得情報を活用する場面は増加しており、完全ではないものの概ね目標は達成できたと考えられる。

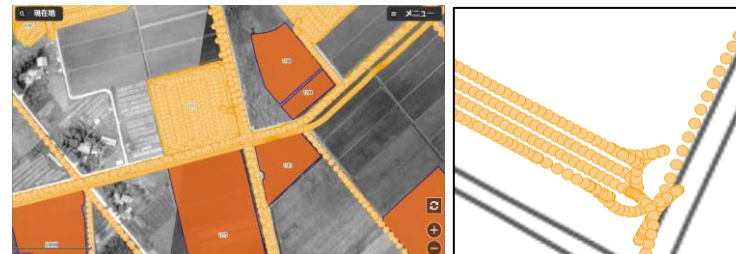


図2：記録・表示された農機の稼働情報
(GeoMation 地理情報システム(株)日立ソリューションズ)

出典：国土地理院空中写真をベースに(株)日立ソリューションズ作成

(令和3年度成果)②緩傾斜合筆によるほ場大区画化の効果の実証

取組概要

効率化を目的に、中山間地の小区画圃場(10a程度)を緩傾斜合筆し、合筆後の作業能率を合筆前と比較して1.3倍以上に向上させる。

傾斜合筆

- ・ 10a程度の水田圃場6～8枚を合筆して1区画(平均64a)に。
- ・ 隣接圃場の高低差は平均60cm程度。
- ・ 合筆は自社のオペレーターが、バックホー、トラクタを用いて実施した。



合筆作業



合筆圃場での播種作業(大豆)

実証結果

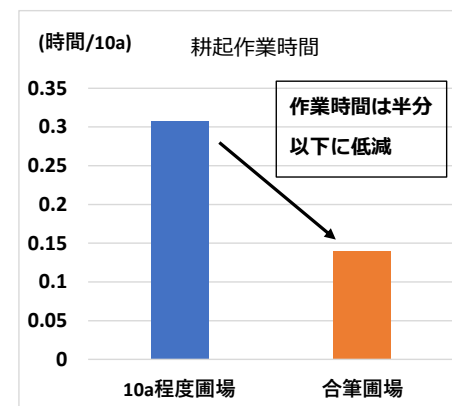


合筆前

出典：合筆前は国土地理院
空中写真



合筆後



大豆栽培時の合筆後の作業時間は半分以下に低減し、耕起、施肥、播種、防除などの各作業能率は、10a程度圃場の概ね2倍となり、目標とした1.3倍を上回る効果が得られた。

(令和3年度成果) ③トラクタおよびロボットトラクタによるほ場作業能率、排水性改善の実証

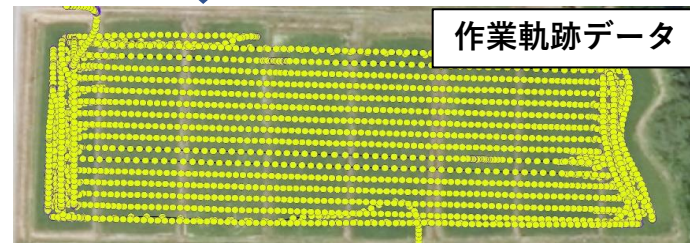
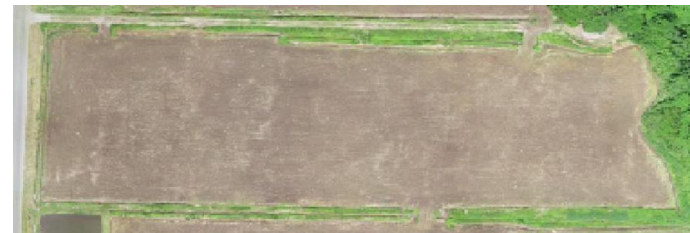
取組概要

大区画化された畑作圃場において収量向上を目的に排水対策を実施する。明渠の施工では、播種作業時の作業軌跡をRTK-GNSSで記録し、凹凸マップを作成する。マップをもとに明渠を作成して排水性を改善する。



合筆圃場での大豆播種作業

実証結果



出典：国土地理院空中写真をベースに東北農研作成



出典：国土地理院空中写真をベースに東北農研作成



溝堀機による明渠施工

トラクタ作業時のRTK-GNSSデータに基づき圃場内の凹凸マップを作成し、排水対策を実施する方法を確立した。

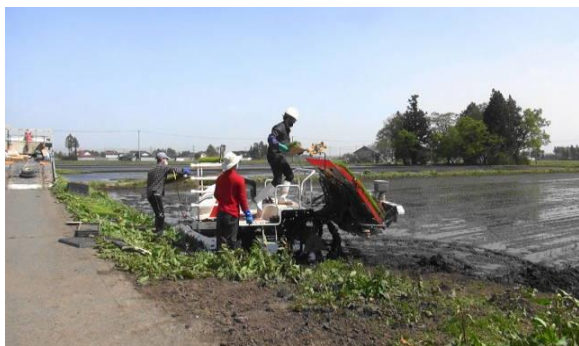
(令和3年度成果) ④水稲移植作業における自動運転田植機の利用実証

取組概要

田植え作業では自動運転田植機の利用により、作業に必要な人数を2/3にする。



作業員3人での田植作業(自動運転田植機)



作業員3人での田植作業(通常田植機)

実証結果

実証法人での通常の田植作業は、作業員3名(オペ1名、補助者2名)で行っている。この作業体系は、自動運転田植機及び通常田植機とも同様である。

そこで、省力化評価の観点から作業員3人体系での自動運転田植機と通常田植機の作業時間の比較を行った。

自動運転田植機の作業時間は、0.203～0.275時間/10a程度であり、通常田植機と比較して明確な差は確認できなかった。

実証法人では省力化の観点から移植苗箱数を減らすことのできる密苗の導入にも取り組んでいる。密苗導入の体系では、作業員2名(オペ1名、補助者1名)での作業も実施している。

自動運転田植機での2人作業は実施出来なかったが、密苗を導入することで可能になると考えられる。

なお、自動運転田植機のメリットは、様々な点が考えられ、引き続き、検討する必要がある。

(令和3年度成果)⑤遠隔操作畦畔草刈機の利用実証

取組概要

遠隔操作草刈機と刈払機による草刈り作業を組み合わせ、草刈り能率を実証地域で1.5倍以上にする。



遠隔操作草刈機による作業



遠隔操作草刈機後の残草を刈り払い機で除草

実証結果

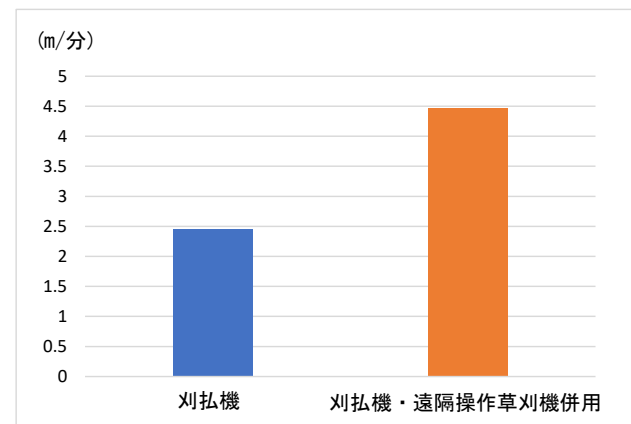


図 畦畔管理作業能率の比較

中山間地の小区画圃場において、隣接する圃場各2枚分(約20a)の畦畔草刈り作業時間の調査を行い評価した。

刈払い機のみで作業(3人)を行う場合と刈払い機(3人)と遠隔操作草刈機(1人)を併用して行う場合の作業時間の比較を行った。

畦畔1m当たりの作業時間を比較すると刈払い機のための作業時間に比較して遠隔操作草刈機を併用した方式の作業能率は、約1.8倍程度と評価され、目標を上回る効率を得られた(図)。

なお、営農現場での実証試験では、法面の傾斜や畦畔面積を同条件で比較することは困難であり、一定の誤差を含むものである。

(令和3年度成果)⑥自動飛行ドローンによる省人効果・作業能率改善効果

取組概要

自動飛行ドローンを用いて薬剤散布を行うことで、無人ヘリコプタで散布するのに必要な人員の1/3での作業を可能にする。

小区画分散圃場での自動飛行ドローン利用の効果について、無人ヘリとの比較を行い評価を行った。



自動飛行ドローンによる薬剤散布(大豆)

実証結果

圃場の連坦したエリアで無人ヘリを用いる場合の大豆防除に係る作業時間は平均0.017時間/10a、3人作業の延作業時で0.051時間/10aと効率的である。

しかし、分散した小区画圃場(20a程度)での作業時間は平均0.071時間/10a、3人作業の延作業時間で0.21時間/10a程度であった。一方、1人作業が可能な自動飛行ドローンで行った小区画エリア(平均26a程度)の大豆防除作業時間は、約0.1時間/10aであった。

3人で作業を行う無人ヘリでの防除作業は、圃場が連坦するなど広域エリアで実施する場合は、効率的であるが、小区画エリアで実施する場合は、1人で作業可能な自動飛行ドローンの活用が効率的である。

(令和3年度成果)⑦ドローン利用による各種データの取得と解析、生育データ等に基づく施肥効果、排水性改善効果の実証

取組概要

生育計測用のドローンによるカラー画像、正規化植生指数（NDVI）の計測により、生育状況、圃場の状況を把握する。データに基づく圃場の排水性の改善により、大豆、蕎麦の収量を5%増収させる。

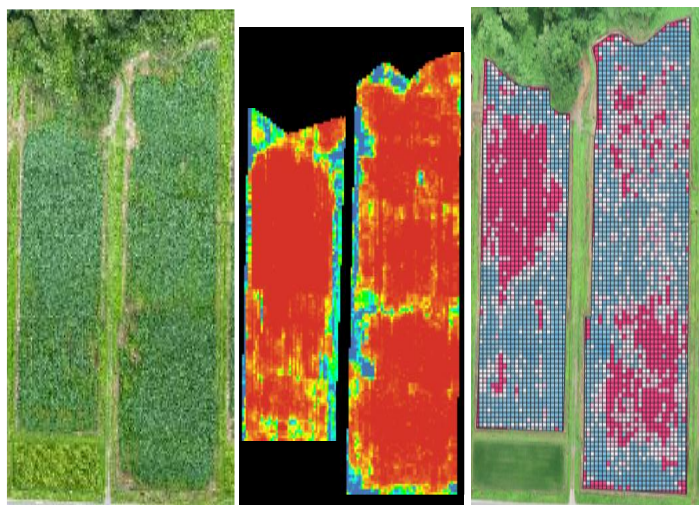


図1 ドローンによる生育状況調査(大豆)
(左から空撮画像、NDVI、植被率)

実証結果

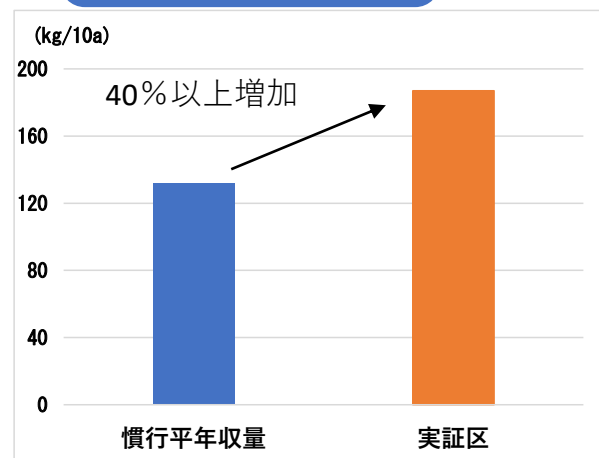


図2 大豆収量の比較

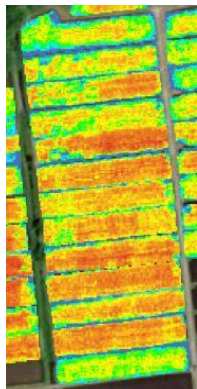
生育状況を把握するため、ドローンによる生育センシングを行った(図1)。排水対策を行った合筆圃場の大豆収量は、平均187kg/10aとなり、実証経営体の過去5年間(不作の令和2年度を除く)の平均収量132kg/10aと比較すると40%以上の増収となり、目標を上回る収量を得た(図2)。

なお、蕎麦でも本年度に合筆を行った水田転換畑1年目の圃場で、圃場の高低差マップに基づき排水対策を実施したが、播種直後の降雨、長雨により、明渠の施工が遅れたこと、また、もともと湿田であるとともに暗渠の施工を行っていないことから、湿害が発生した。

(令和3年度成果)⑧収量計測コンバインによる収量マップの作製

取組概要

収量計測コンバインを用いて圃場毎の収量を記録し、生育データもあわせてデータに基づく施肥を行い、水稻の収量を5%増収させる。



実証エリア
のNDVI計測



収量計測コンバインによる水稻収穫

実証結果

表 実証エリアの飼料用米収量(つきあかり・移植栽培)

圃場番号	面積 (a)	推定粗玄米収量 (kg/10a・水分15%換算)	基肥窒素成分 量 (kg)	追肥窒素成分 量 (kg)
①	20	410	8.1	2
②	18	438	8.1	2
③	17	534	9.0	2
④	18	480	9.9	2
⑤	18	495	8.1	2
⑥	18	558	8.1	2
⑦	18	492	9.0	2
⑧	17	522	9.0	2
⑨	18	510	9.0	2
⑩	18	572	9.9	2
⑪	18	467	9.0	2
⑫	18	510	9.0	2
⑬	18	557	9.9	2
		503		

注1)：推定粗玄米収量は、粳米収量に0.8を乗じた値とした。

2)：追肥は7月上旬(窒素成分1kg・尿素)と8月上旬(窒素成分1kg・硫酸)に施用した。

前年度の収量データなどを参考に、基肥の施肥設計を3段階に設定するとともに、追肥も行い、飼料用米(つきあかり)を移植栽培した。実証エリアの推定粗玄米収量は503kg/10aであった(表)。

昨年度の収量コンバインによる同エリアの推定粗玄米収量は平均424kg/10a(概算)程度と推計され、この収量を基準とすると約19%の増加となる。

なお、経営全体の飼料用米収量も増加しており、引き続き検討が必要である。

実証を通じて生じた課題

○技術的な課題

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	営農・生産管理	営農・生産管理システム	実証での取り組みにより、各種営農データの記録・集計が行えるようになってきたが、経営改善等に向けたこれらデータの具体的な活用方法については、まだ明確でなく課題が残る。
2	生育センシング	生育センシングデータ	実証での取り組みにより、生育状況等のセンシングデータが容易に得られるようになったが、収量向上等を実現するための分析や対策の立案については、方法や実施者などについて検討課題も残る。
3	除草	遠隔操作草刈り機	利用可能な傾斜や幅など、利用現場での場所の選定が課題となる。

○問い合わせ先

農研機構東北農業研究センター (Email: sh-smart-tarc@naro.go.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/>