

スマート農業技術導入に伴う農家収益向上プロジェクト

(有) 大塚農場ほか (北海道当別町)

背景及び取組概要

〈大塚農場/57.91ha(水稲19.58ha、秋小麦12.97ha、大豆14.96ha、ほかハウス野菜栽培1.00ha)うち実証面積:水稲19.58ha、秋小麦12.97ha、大豆14.96ha、ハウス野菜栽培(トマト0.14ha、キュウリ0.14ha)、藤原農場/36.85ha(水稲16.65ha、秋小麦11.86ha、大豆4.47ha、他)うち実証面積:水稲16.65ha、秋小麦11.86ha、大豆4.47ha〉

当地域において水田作を中心とした多品目栽培を実施していく上で、各作物栽培の作業期間の重複や連作による収量低下、労働時間増が課題となっている。そこで、効率的な施肥により水稲・麦・大豆を中心とした既存の土地利用型作物栽培での資材量削減と品質・生産性の向上に加え、労働力を適正に配置し効率的な営農スケジュールを設定することで労働力の余剰を生み出し、現行の栽培体系にトマト・きゅうりのような高収益作物栽培の導入を促進するため、以下のスマート農業技術を導入した取り組みを行う。

- ①気象観測機器:生育ステージを把握し、作業スケジュールを決定する。
- ②ロボットトラクタ:オペレータ作業の省力化により労働コストを低減する。
- ③UAVセンシング:可変施肥マップの入力データとなる高解像度な生育状況を取得する。
- ④可変施肥:生育の初期段階から複数回実施し、資材削減効果と品質向上効果を目指す。
- ⑤UAV自動農薬散布:従来の防除作業から時間削減により労働コストを削減を目指す。
- ⑥自動アシストコンバイン:オペレータ作業の省力化により労働コストを削減し、収量の計測による可変施肥効果の検証を行う。
- ⑦ハウス省人化:高収益作物栽培において、自動灌水、ハウス環境調整自動化による品質・収量の向上を目指す。

導入技術

①気象観測



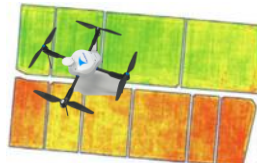
生育ステージ把握

②ロボットトラクタ



耕起・整地

③UAVセンシング



センシング・可変施肥

④可変施肥



⑤UAV自動農薬散布



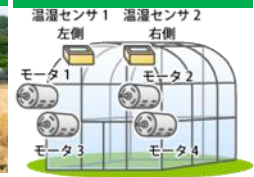
防除

⑥自動アシストコンバイン



収穫

⑦ハウス省人化



余剰労働力活用

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- 肥料投入量の適正化、作業人員適正配置、収量向上効果による収益増さらには、農機の共同利用による機材導入コスト等の削減を行うことで、全体収益向上:20%

各研究項目の現在の達成状況

- Webシステムからの生育ステージ確認により、適切な作業時期決定及び人員配置決定の負担削減。
- 可変施肥により、10%の資材を削減(目標20%)するとともに、生育不良箇所的大幅な生育回復と生育の均一化への寄与を確認。
- ロボットトラクタの導入により、耕起等の有人作業時間を大幅に削減、及び労働費削減目標30%に対して70%の削減を実現。
- 自動アシストコンバインの導入により、有人作業時間を50%削減、及び労働費削減目標10%に対し20%の削減を実現。
- 農薬散布用UAVの導入により、慣行のスプレイヤー作業時間比で削減目標30%に対し40%の削減を実現(秋小麦・大豆)。
- 自動化ハウスの導入により、作業時間の削減目標30%に対し同程度の削減効果、及び収量増加、品質向上を確認。

取組概要

- 気象観測機器を設置し、生育ステージの判断指標になる気象情報の収集および積算気温の算出を行う。これに現地調査により得られた生育ステージ変化情報と積算気温を合わせ、積算気温と生育ステージの相関を基に、作業スケジュールの判断指標を提示する。
- 現状月2回の生育情報取得に対して、気象観測機器から取得する毎日の気象情報を元に生育ステージを詳細化し、アメダス・気象観測機器それぞれの積算気温及び生育ステージを確認できるWebシステムを構築する。

(使用機器)

気象観測機器WeatherBucket (TA-WL-2S)

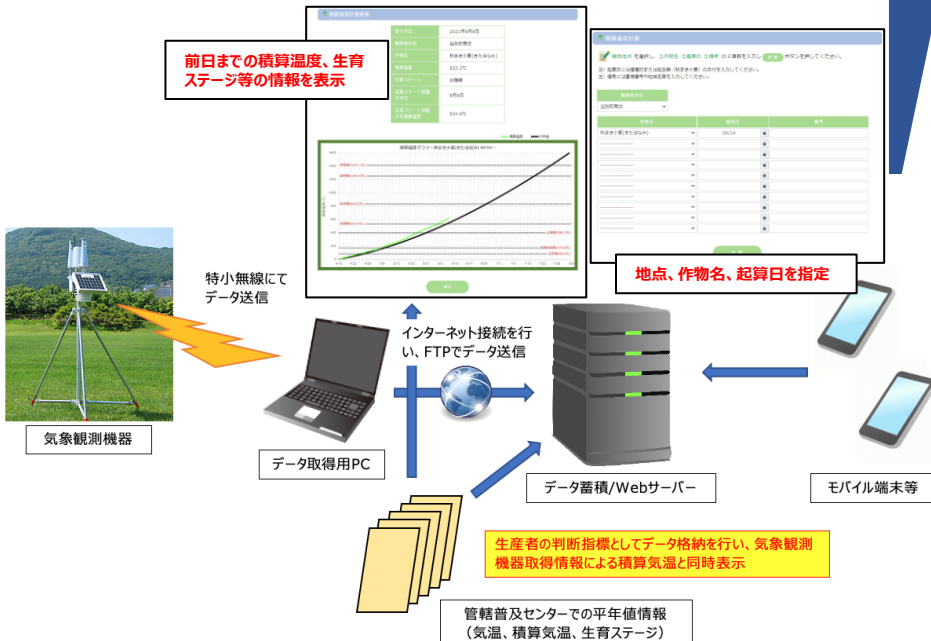


図1 積算温度自動計算システムイメージ

実証結果

- 積算気温をWebシステムで表示し、刈り取り作業時期の決定に利用した。R3年は7月から気温が高く、図2で示すように成熟期・収穫期が早まっていることが確認でき、実際の刈り取りも平年より早く行なった。
- 圃場を頻繁に確認せずに作物の水分量確認と作業時期の目処がつけられた。生育ステージの推定が不正確な場合、臨時職員を刈り取り準備の作業にまわすことが多くなり、結果的により高コストになるが、それを防ぐ効果があった。



図2 積算気温自動計算システムWeb版

今後の課題

積算気温の起算日は播種日に設定されているが、生育後期になるほど誤差が大きくなり、例えば水稻作の「大地の星」や「雪ごぜん」のような晩生の加工米では生育期間が長くなるため、収穫期の誤差がより大きくなることが予想される。

異なる作物品種で生育ステージごとに起算日を設定できるようにすることで、より生産者のニーズにあったシステムになると考えられる。

(令和3年度成果②) UAVによる生育マップ作成と可変施肥による資材費削減

取組概要

- 生育調査と同時期にUAVによる圃場センシングを行い、クラウドサービスでNDVI値を生成する。
- 取得されたデータをもとに可変散布マップを作成し、これを元に可変施肥を実施する。慣行区では一様散布を行い、資材削減量を算出する。
- 可変施肥の効果を把握するため自動アシストコンバインによる収量、品質情報の取得及び現地坪刈調査を実施する。

(使用機器)

センシング用UAV(エアロセンス AS-MC03-T)
Micasense ALTUM搭載
NDVI生成クラウド(エアロセンス
Aerobo®Cloud)セクションコントロール・ワイド
スプレッダー(ビコン・ROEDW2150G)

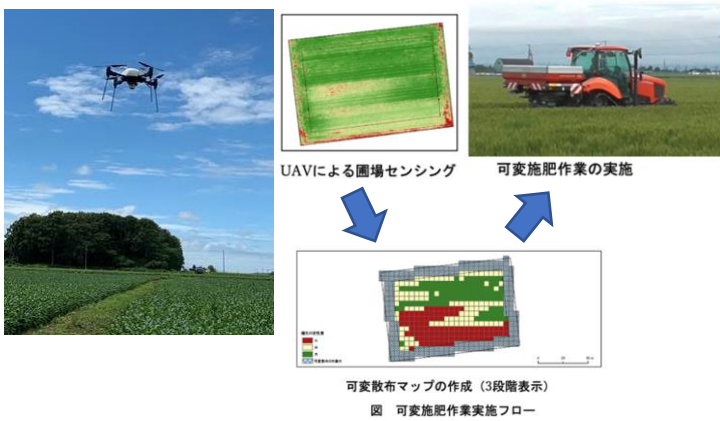


図3 UAVセンシングから可変施肥までの流れ

実証結果

- 可変施肥の結果、生産者Aでは約10.8%、生産者Bでは約8.9%の資材量の削減となった(秋まき小麦)。
- KSASからのデータでは収量については、施工区の色ムラが少なく、圃場内の生育が均一となっていた(図4)。
タンパク含有率については、施工区に水色のメッシュ(含有率14~15%を強調したもの)が多く、慣行区と比べて圃場内が均一化していた(図5)。
- 自動アシストコンバイン計測では施工区の収量が慣行区より低い値が出た。(1) 平年と比べて施肥時期が遅すぎた(2) 生育が良好な箇所に対して施肥量を抑えすぎた可能性(3) 記録的な少雨が要因として考えられる。
- 生産者Bの縞萎縮病が発生した秋まき小麦圃場を追加して可変施肥を実施した。その結果、生育ムラが減少していることがNDVI値のメッシュマップから確認できた(図6)。



図4 収量メッシュマップ (上: 施工区 下: 慣行区)

図5 タンパク含有率メッシュマップ (上: 施工区 下: 慣行区)



図6 生産者B 秋まき小麦
縞萎縮病の影響が大きい圃場に対して可変施肥を実施したもの

今後の課題

本実証の結果からは、施工区で、生育が「良」の施肥量を本実証での施肥量よりも増やすことで、施工区圃場でも生育均一化と高収量が達成できた可能性があったのではないかと考えている。

そのためにもUAVセンシングやコンバインでの収量情報を蓄積していくことが、圃場の状態、作物の生育状況を把握することに役立つと考えられる。

(令和3年度成果③-1) ロボットトラクタの導入と実作業における運用による実証

取組概要

○ 自動運転トラクタと有人トラクタで同種の作業を実施し、旋回、調整等を含めた作業能率に関する調査・計測を行い、慣行比30%以上の労働時間の削減を目標とする。

(使用機器) 自動運転トラクタ(YT5113A,DYUQW-R)



実証面積

秋まき小麦: 24.83ha 大豆: 19.43ha

実証結果

- 慣行区での有人作業時間に対して、ロボトラを使用した施工区では作業時間削減割合は平均で73.1%となり、達成目標である30%以上の労働時間削減が達成された(図7、図8)。
- 本ロボトラの位置を把握するためのGPS受信機を1周波から2周波に機材更新した。これにより1周波の時に頻発していた通信エラーが解消された。
- 参画農家からは、「ロボットトラクタの講習を受ければ、未経験者でも熟練者と同水準の作業ができるため、オペレータ経験の浅い女性や短期雇用者へもロボットトラクタ作業を任せることができた」との意見が得られた。

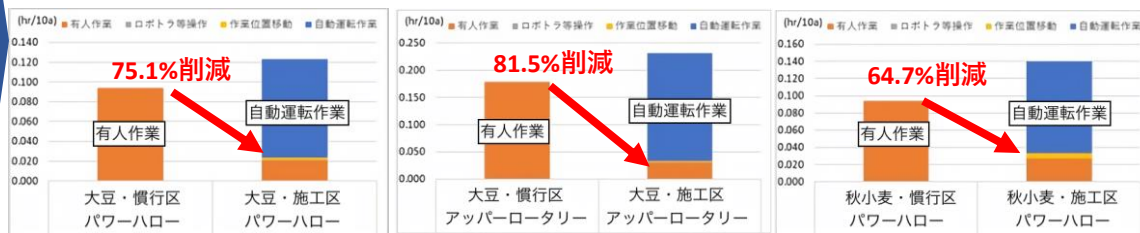


図7 生産者A 作業時間比較グラフ (10a当たり時間)

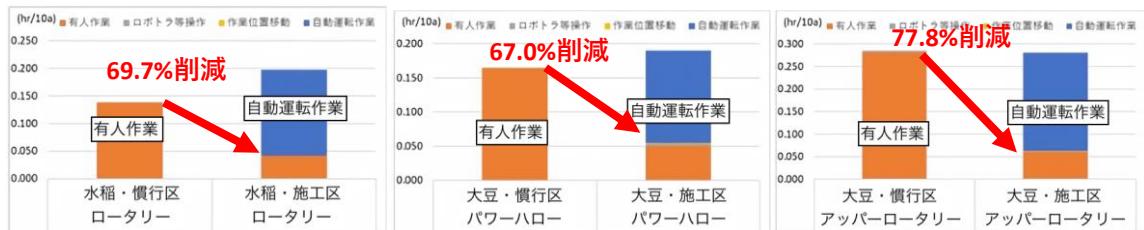


図8 生産者B 作業時間比較グラフ (10a当たり時間)

今後の課題

さらに作業時間を削減するためには、遠隔での無人操作等による夜間作業などについても検討する必要がある。

(令和3年度成果③-2) 散布用UAVによる防除の実施

取組概要

○ 慣行区では従来方式のスプレイヤーによる散布を行い、施工区では、散布用UAVにより自動散布(防除)を行う。

○ 30%以上の作業時間の削減率を目標とする

(使用機器)

資材散布用UAV(Nileworks T19)



実証面積

秋まき小麦:24.83ha 大豆:19.43ha

実証結果

- 実証期間を通し、30%以上の作業時間削減を達成した(表1)。
- 2年目は、散布用UAVの実証対象作物以外での利用可能性を確認するために、水稲作に対してもUAVによる防除を実施した。
- 水稲圃場では慣行区と施工区の設定はしていないが、実証を行った生産者からは、通常は2日要する防除作業が1日で終了したと報告を受けた。4~5割の作業時間を削減したものと思われる。小麦・大豆での実績を裏付けるものとなっている。
- 散布用の農薬の登録が増えることで、他の土地利用作物(にんじん、ジャガイモ、かぼちゃ、甜菜等)にも実施が可能になり、作業面積拡大が容易になると考えている。

表1 令和2年度・3年度を通した作業削減率

令和2年度実績	令和3年度実績
全体削減率：40%	全体削減率：38%
小麦作業削減率：20%	小麦作業削減率：35%
大豆作業削減率：50%	大豆作業削減率：42%
生産者A削減実績：33%	生産者A削減実績：41%
生産者B削減実績：43%	生産者B削減実績：35%

今後の課題

本実証試験に用いたUAVでは1日あたり10~15haの作業実施が可能であることが分かったが、より多い農家数への実施を考えると、スケジュール調整も考慮に入れた上で、どの程度の規模まで対応できるかを検討する必要がある。

(令和3年度成果③-3) 自動アシストコンバインの導入と実作業における運用による実証

取組概要

○ 慣行区と施工区において自動アシストコンバインを運用することにより自動アシスト運転時間を把握し、主たる作業者をパート・アルバイトに人員変更した場合の人件費削減効果を試算する。

(使用機器等)

自動アシストコンバイン (Agri Robo WRH1200A-3.2W)

食味・収量キット、収穫用キット(大豆)(オプションのセンサ及びソフトウェアのセット)

実証面積

秋まき小麦: 24.83ha 大豆: 19.43ha



実証結果

- 自動アシスト作業割合は、生産者A秋まき小麦圃場で43.5%、水稻移植圃場では58.9%、大豆圃場で56.3%、生産者B秋まき小麦圃場51.7%、大豆圃場67.2%となり、この割合の時間について人員を配置変更できることが分かった(図9)。
- 自動アシスト運転作業をパート・アルバイトが行うとして試算した結果、生産者Aでは秋まき小麦圃場で15.6%、水稻移植圃場で21.2%、大豆圃場では20.3%、生産者Bでは秋まき小麦圃場で17.2%、大豆圃場では22.4%の人件費削減となった(図10)。
- コンバインのファームウェアのアップデートを行い、小麦だけではなく大豆に対しても刈り幅を指定したABラインモード(オートステアで直進するモード)を実施し、畝どおりに直線部分を自動で刈り取ることができた。

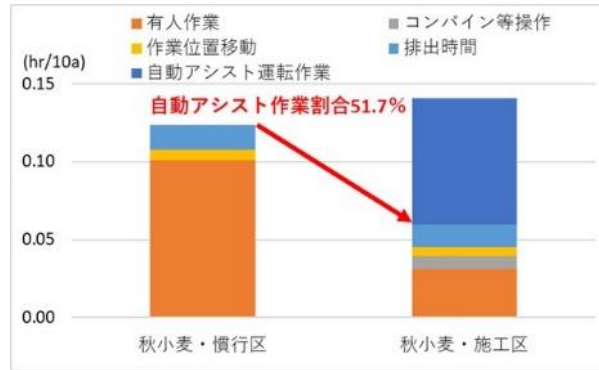


図9 生産者B 作業時間グラフ (10a当たり時間)

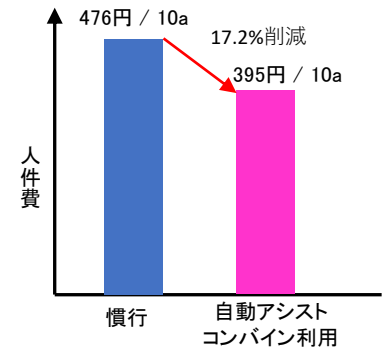


図10 生産者B 秋まき小麦圃場人件費削減効果グラフ (10a当たり費用)

今後の課題

本実証試験では2農家で機械を共同利用したが、さらに共同利用農家を増やせるかを検討する必要がある。

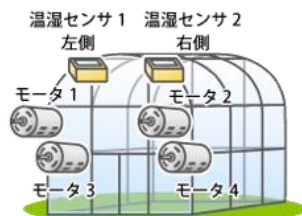
(令和3年度成果④) ハウス内気象データ等の活用によるハウス作業の効率化

取組概要

- ビニルハウス内に温湿度センサーを設置し、センサーが取得した情報をスマートフォンで確認の上、側窓の自動開閉が可能となるシステムを導入する。
- 自動灌水システムの遠隔操作により、ハウス管理作業時間を削減し、作物(トマト・きゅうり)の収量・品質(糖度)を向上させる。
- 作物の品質を確認するため、複数のサンプル調査を行う

(使用機器)

- ハウス自動開閉機(KS-THP1-M4)
- 温度湿度気圧センサー(KS-THP-S1)
- 日射センサー(KS-THP-S6)
- 土壌温度センサー(KS-THP-S4)
- 自動灌水システム
- 自動水量調節装置(農家負担)



実証面積: 0.28ha



図11 ハウス管理作業設備

実証結果

- 通年できゅうり、トマト共に作業時間は概ね30%削減された(図12)。
- 流量計を設置し、灌水量を数値化することできめ細かい灌水管理を行った。それにより生理障害の出ない範囲で糖度を上げることができ品質の向上が実証された(図13)。
- 8月から9月にかけては猛暑となり、多量の灌水が必要となり慣行区・施工区ともに節水ができず、自動ハウスの効果が現れなかった。またハウスの細かい制御による糖度向上よりも、乾燥を防ぐことで収量を優先する経営判断を取った。

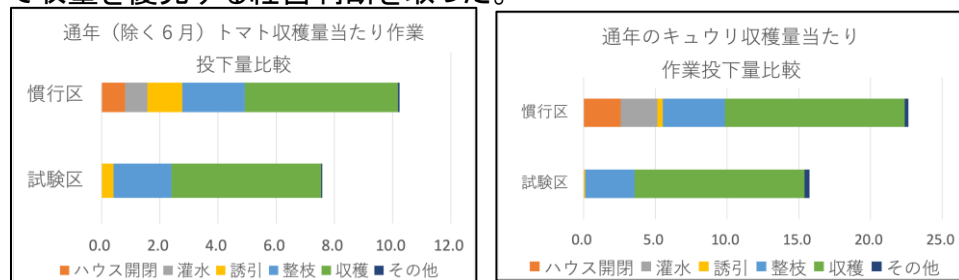


図12 ハウス作業の作業時間削減率 (通年)

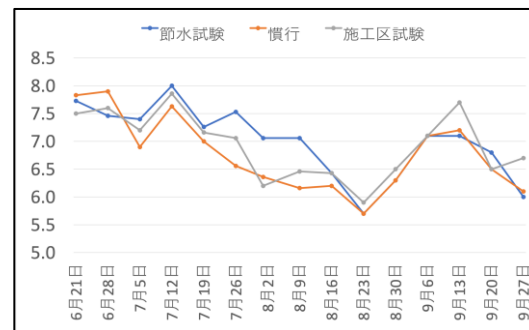


図13 トマト糖度の比較

今後の課題

余剰労働力の活用場面として、ブロッコリー栽培など、異なる高収益作物栽培の導入や、品質管理による高糖度のトマト販売などをキーにした販売戦略も検討していく。

(令和3年度成果⑤) 経営管理システムの導入と効果検証

取組概要

- 参画農家の作業実施状況をシステムに日々登録し、スマート農機の稼働情報を共有化することによって、参画農家でのスマート農機の共同利用のスケジュールを作成する。
- 労働時間削減、人員変更、資材量削減、収量向上効果を整理し、農家収益を試算する。

(使用機器等)

K-SAS(クボタスマートアグリシステム)

スマートアシスト(ヤンマー)

NEC生産データ活用サービス



工程登録画面

トラクタ稼働情報確認画面

図14 システムイメージ

実証結果

- 作業日報を集計し、システムへの登録をすることで、参画農家での作業時期、作業工程、労働時間等を把握し、これらに本実証でのスマート農機実績を適用することで、削減される労働時間、人件費の試算を行った。
- 生産者Aでは、慣行作業と比べ、10aあたりでの総作業時間が秋まき小麦で約11.0%、大豆で10.7%削減された。人件費に換算すると秋まき小麦で約12.2%、大豆で約11.3%削減となった。
- 生産者Bでは、慣行作業と比べ、10aあたりでの総作業時間が秋まき小麦で約9.6%、大豆で約3.9%削減された。人件費に換算すると秋まき小麦で約11.2%、大豆で約4.5%削減となった(図15)。
- 機械を共有する各生産者が営農管理システムへの入力を行うことにより、作業スケジュールが生産者間で共有され、機械利用のスケジューリングが簡易化されることが確認された。

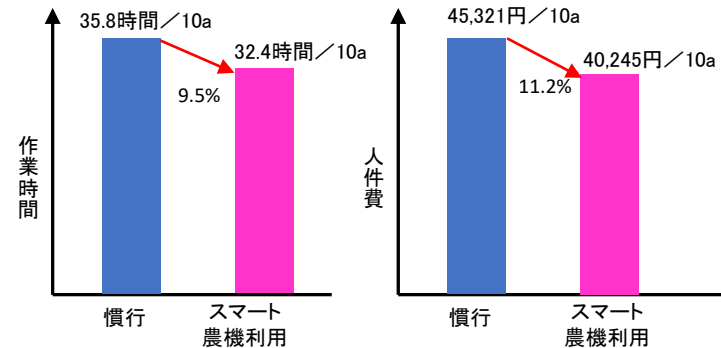


図15 生産者B 秋まき小麦圃場での作業時間・人件費削減の例

今後の課題

生産者が行うシステムへの入力作業が過度の負担とならないようなGPS等での現在位置からスマホ等での作業登録、機材、資材の登録を簡便にするなどの改善が必要である。

○ 問い合わせ先

(株) スマートリンク北海道E-mail: nobuyuki.kobayashi@smartlink-h.co.jp TEL: 0126-33-4141

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/>