

# センサーネットワークに基づくロボティクスファームの実証 岡田農場（北海道更別村）

## 背景及び取組概要

＜実証面積：60ha＞ ＜パレイシヨ17ha、甜菜15ha、小豆10ha、大豆5ha、小麦13ha＞

- 更別村は平均耕地面積が43.5haと日本屈指の大型畑作農業の村であり、区画が大きい畑が多く、大規模な農業機械が多く導入されている地域である。そのため、スマート農業技術の恩恵を受けやすい地域と言える。
- 大規模化に伴い、播種や収穫といった農繁期には、人手不足が深刻化して規模拡大のボトルネックになる。
- これらを解決するために、規模拡大時のボトルネックを解消するためにスマート農機を活用することや農家のパートナーとなるロボットトラクタの活用方法を検討する。

## 導入技術

### ロボットトラクタ

- ・ 有人機との併用によりオペレーターの投下労働時間を削減



### ドローン

- ・ ドローンによるリモートセンシング取得



### 収量データ

- ・ 収量マップによる圃場の最適化



### フィールドサーバ

- ・ 気象情報および画像解析



経営管理

耕起・施肥

生育  
モニタリング

防除

収穫

# 目標に対する達成状況等

## 実証課題の達成目標

1. 自動運転トラクタによる作業実証  
整地作業の自動化等により、投下労働時間を1/3以下にする。
2. ドローンによるセンシングの実証  
ドローンによるセンシングにより、圃場のムラを測定し、多様な精密マップを作成することで、施肥や播種を調整し、収量を1割向上させる。
3. フィールドサーバーの実証  
ドローンによるセンシングにより、圃場のムラを測定し、多様な精密マップを作成することで、施肥や播種を調整し、収量を1割向上させる。
4. マップ情報の活用  
フィールドサーバー、ドローン、衛星画像を利用したマップを作成し、メッシュ圃場情報を作成する。収量マップの情報と比較し、収量への影響度、作業への影響度を評価する。取得したマップ情報は、肥料、種子量を定める際の基礎情報とし、圃場および品種特性に対する最適化を行うことで、バレイショ収量の1割向上を目指す。
5. 散布技術の実証  
農薬散布の掛け合わせ量をなくし、農薬散布量の削減量を5%減少させる。病害発生エリアの農薬散布量を増やし、その他エリアを減らすことで、農薬散布量を5%程度減少させる。融雪剤をドローンで散布することで、圃場の雪解けを1週間早める。
6. 収穫要素の実証  
バレイショ収穫作業時におけるオペレーターを1人削減し、収穫作業を効率的に行えるオフセット型ポテトハーベスターを使用することで、投下労働時間を10aあたり2/3程度とする。収量センサー付きバレイショ収穫機および収量コンバインを使用することで、圃場の収量をマップ化し、収量を基にした精密圃場マップを作成する。
7. 土壌凍結モニタリングの実証  
土壌凍結深度をフィールドサーバーでモニタリングすることで、野良イモ<sup>※</sup>の発生量を抑制し、野良イモの除去にかかる投下労働時間を1/2程度に削減する。  
※前年に掘りこぼしたイモが翌年に雑草化すること
8. 小麦自動播種システムの実証  
実証小麦播種を自動化することで、投下労働時間を10aあたり1/6に削減する。
9. 経営栽培管理システムの実証  
経営・栽培管理システムを使用して、投下労働時間および気象情報をWAGRIと連携させる。十勝地域組合員総合支援システムを改良し、農薬散布時にFAMICの農薬情報と連携し、誤使用を防ぐ事前判定システムを構築する。

# 目標に対する達成状況等

## 各研究項目の現在の達成状況

1. 自動運転トラクタによる作業実証  
2台のロボットトラクタを利用してバレイショ収穫とサブソイラーの耕起の同時作業を行った結果、投下労働時間が慣行と比べて80%削減でき、労働コスト約20%削減に寄与した。
2. ドローンによるセンシングの実証  
サーモカメラ搭載ドローンを用いて地温上昇を確認し、このデータを用いてバレイショの適期播種を行うことで収量が地域平均である2200kg/10aに対し、2500kg/10aと1割増加した。
3. フィールドサーバーの実証  
出穂期にNDVIが逆転する現象に対して状況が理解でき、リモートセンシングデータを活用する際に役立つ。出穂期のマップ化には、さらなるデータの積み重ねが必要であった。
4. マップ情報の活用  
サーモカメラ搭載ドローンによるマップ情報を用いて播種時期を決定したことでバレイショにおける同一地域の収量が2200kg/10aに対し、2500kg/10aと1割増加した。肥料の量については、既存のブロードキャスターでは、マップ情報に基づいた細かい散布量制御が必要であった。
5. 散布技術の実証  
セクションコントロールにより農薬散布量は掛け合わせが解消されることで5%程度減少した。液肥の可変散布による収量への影響は見られなかった。粒剤における融雪剤のドローン散布による圃場の雪解けについては慣行の方法と同様の効果が得られた。
6. 収穫要素の実証  
バレイショ収穫作業のオペレーターを1人削減する予定であったが投下労働時間については減少しなかった。収量センサー付きバレイショ収穫機および収量コンバインを使用により、収量マップが作成できた。
7. 土壌凍結モニタリングの実証  
フィールドサーバーにより土壌凍結深を知ることができ、圧雪を行うための作業時間および野良イモの除去に係る除草時間は0時間にすることができた。
8. 小麦自動播種システムの実証  
小麦播種の自動化にエアシードドリルと組み合わせたロボットトラクタを利用することで、30人分の投下労働時間が1/3の9人分まで削減した。
9. 経営栽培管理システムの実証  
投下労働時間および気象情報のWAGRIとの連携は実用レベルには達さなかった。十勝地域組合員総合支援システム(TAFシステム)にFAMICの農薬情報と連携した事前判定システムが構築され、農薬の誤使用のリスクを低減させることができた。

# ロボットトラクタによる堆肥散布の効率化（達成目標1）

## 取組概要

- ロボットトラクタとホイールローダーの2台作業により、マニユアスプレッタによる堆肥散布（無人機）、ホイールローダーによる積み込み（無人機）の同時作業を行い、作業時間を効率化。

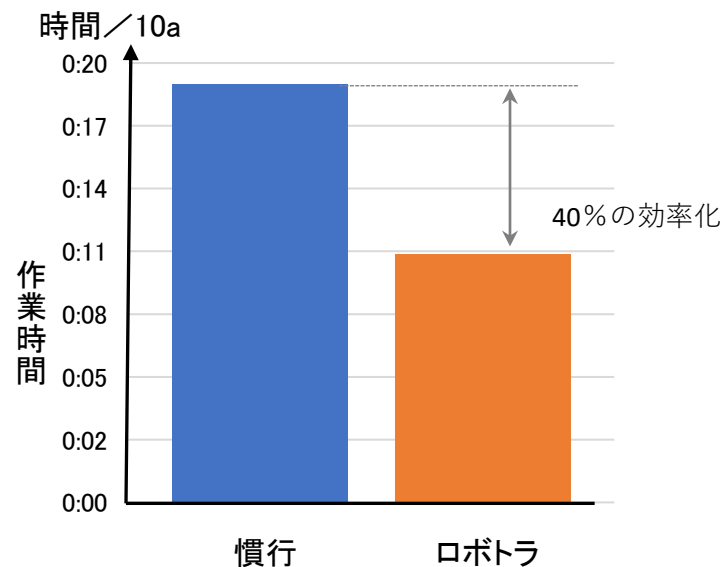
（使用機器） 有人ホイールローダー

ロボットトラクタ M7、アタッチメント：ポテトハーベスター



## 実証結果

- これまでに、有人・無人機の2台協調作業による収穫同時耕起作業では、作業時間を慣行比で40%効率化できた。（トラクタの設定・運搬等の準備作業を含む。）
- 現状の投下労働時間が全作物平均で約7人時／10aとなっているものを約5人時／10aとなり、投下労働時間の削減を通じて労働コストを約20%削減に寄与した。
- ホイールローダーとトラクタの乗り換えが無くなり、身体への負担低下および機械搭乗時の怪我リスクが軽減された。



## 今後の課題（と対応）

- 広い圃場における監視体制には遠隔監視システムの導入が必要。

# ドローンによるセンシングの実証（達成目標2、4）

## 取組概要

- バレイシヨ播種時における地表面温度の測定により適期播種を実施。  
(使用機器) ドローン Mavic2Enterprise dual

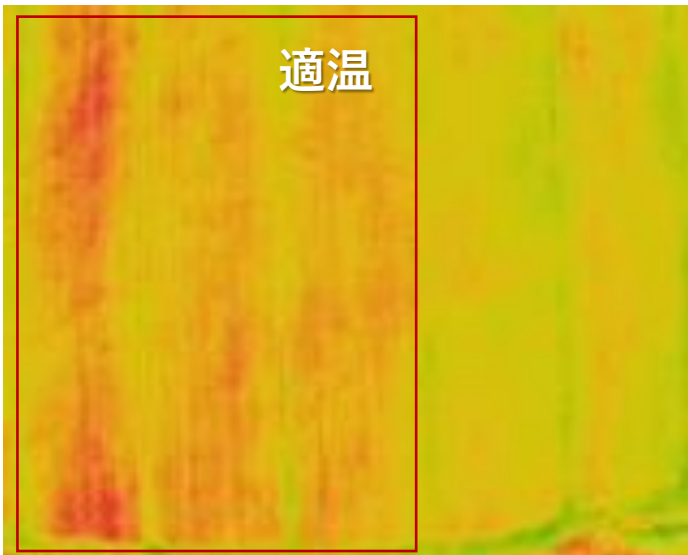
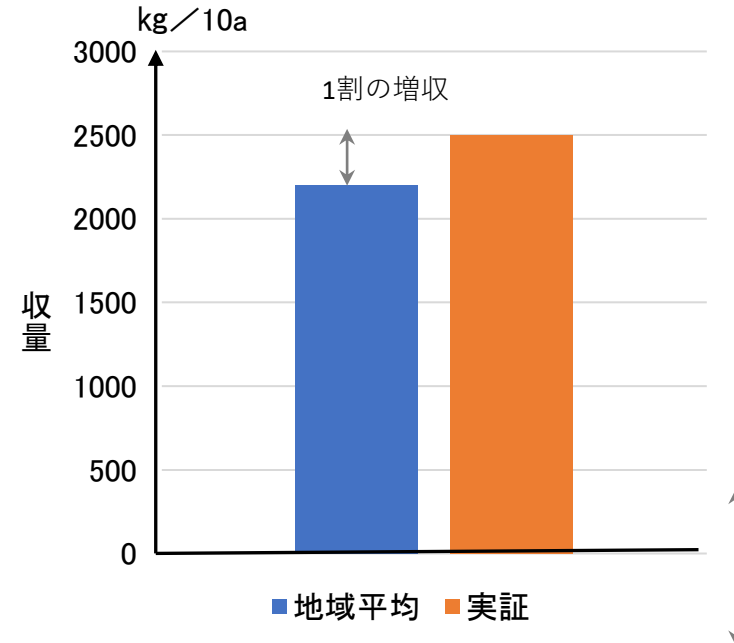


図)サーモカメラ搭載ドローンによる地表面温度測定

## 実証結果

- サーモカメラ搭載ドローンにより種バレイシヨが健全に生育する地温になったことを確認して播種を行うことができた。
- 全道的にいも数が少ない年であったが、播種時期を適期にしたことにより、収量が地域平均である2200kg/10aに対し2500kg/10aと1割増加した。



## 今後の課題（と対応）

- サーモカメラによる地表面温度の測定はバレイシヨの適期播種に効果的であるが、現状ではデータをGISに落とし込んで解析できないためオルソモザイクが可能なサーモカメラ搭載ドローンが必要である。

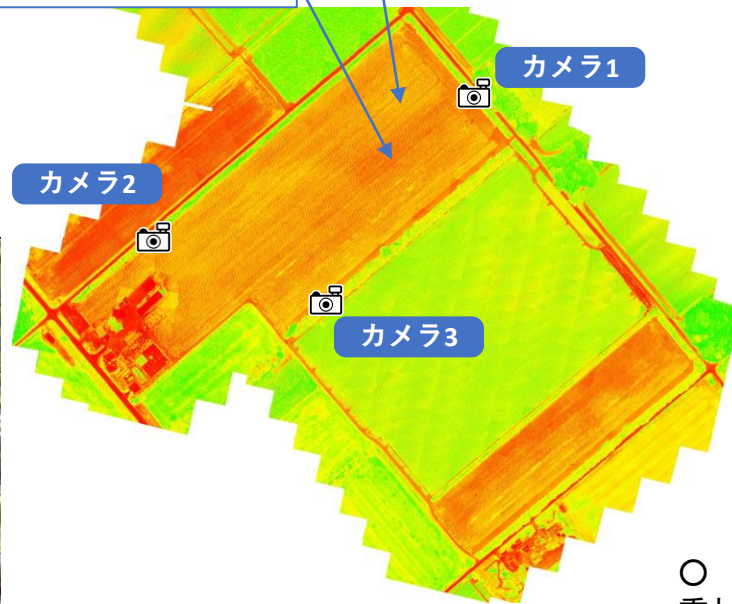
# フィールドサーバーによる小麦の出穂期モニタリング（達成目標3）

## 取組概要

- NDVIのデータを使う際に、生育とNDVIの値の関係が逆転し、測定データのうちの段階におけるデータを利用すれば良いか解らなくなることがある。そこで、出穂期にはNDVIの数値が減少することから出穂期をフィールドサーバーに設置した定点カメラで測定し、そのタイミングによるNDVIを測定することで、NDVIの数値の差を検証する。

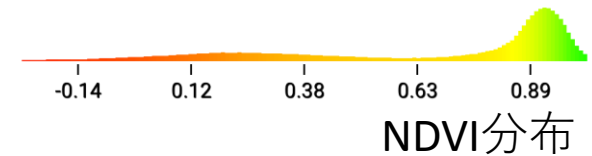
（使用機器）トレイルカメラ Phantom4M 未出穂の為NDVIが高い

出穂によりNDVIが減少



## 実証結果

- 出穂期の情報を簡易に取得できることでドローンの飛行タイミングが確定できた。
- NDVIが逆転する現象に対して状況が理解でき、リモートセンシングデータを活用する際に役立つ。



NDVI分布

## 今後の課題（と対応）

- 出穂期のマップ化には、さらなるデータの積み重ねが必要である。
- 生育データと関係したシステムがないためシステム開発を行う。



## 取組概要

- 収量コンバインおよび収量センサ付きポテトハーベスターにより収量マップを作成し、生育状況を見える化する。

（使用機器） 収量コンバイン  
ロボットトラクタ M7、  
アタッチメント：収量センサ付きポテトハーベスター

収量コンバインによるコムギのタンパク含有率、水分、収量値の測定

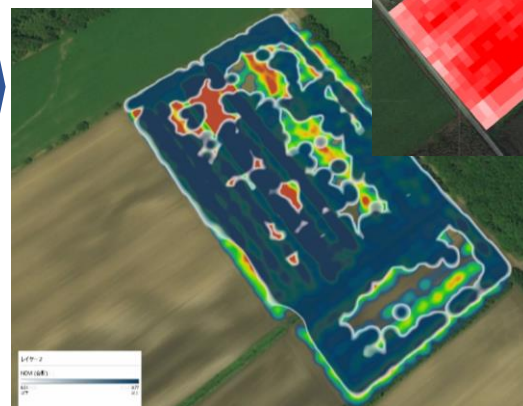
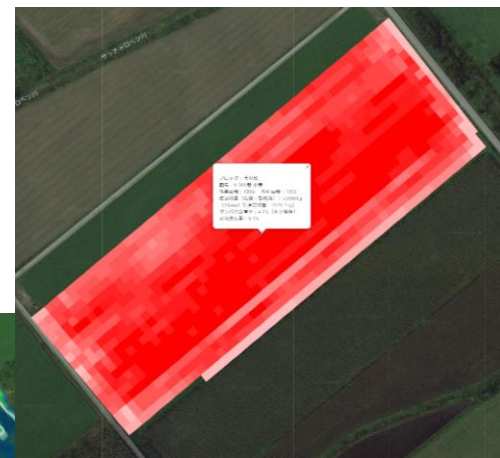


収量センサ付きポテトハーベスターによる収量値の測定

## 実証結果

- NDVIと収量データを見比べることが可能となり、次年度以降の栽培への活用が見込まれた。

コムギの収量マップ



バレイシヨの収量マップ

## 今後の課題（と対応）

- 収量データから、播種量や施肥量を検討するシステムが必要。

## 取組概要

- セクションコントロールにより農薬の掛け合わせ量をなくす。
- 車速連動による散布量コントロールにより、投下労働時間を削減する。

（使用機器）トラクタ M100、  
アタッチメント：セクションコントロール機能付きブームスプレーヤー



## 実証結果

- セクションコントロールにより、掛け合わせ部分の2度掛けを防ぐことで農薬散布量は5%程度削減された。
- 車速連動による散布量コントロールにより、農薬散布における投下労働時間が6割以上削減できた。

作物	農薬散布
馬鈴薯	59%
小麦	74%
大豆	60%
小豆	56%
甜菜	67%
平均	63%

投下労働時間の削減割合

## 今後の課題（と対応）

- タンクに残存する農薬が無駄になることから、液肥混入器のように原液を散布に必要な分だけを使えるシステムが求められる。



# 自動運転トラクタによるバレイショの耕起・収穫の効率化（達成目標6）

## 取組概要

- ロボットトラクタの2台作業により、サブソイラーによる耕起（無人機）、ポテトハーベスターによる収穫（無人機）の同時作業を行い、作業時間を効率化。

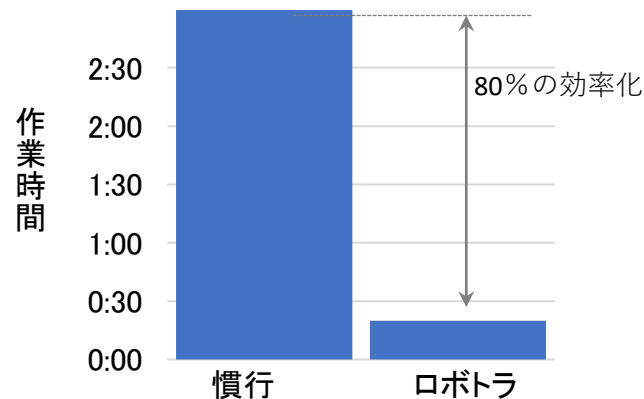
（使用機器）ロボットトラクタ MR1000A、アタッチメント：サブソイラー  
ロボットトラクタ M7、アタッチメント：ポテトハーベスター



## 実証結果

- これまでに、無人機の2台作業によるバレイショ収穫同時耕起作業では、作業時間を慣行比で80%効率化できた。（トラクタの設定・運搬等の準備作業を含む。）
- 「現状の投下労働時間が全作物平均で約7人時／10aとなっているものを約5人時／10aと労働コストを約20%削減する。」（投下労働時間の削減）に対して寄与した。
- 全体の投下労働時間に対する寄与率は少ないものの、農繁期であるバレイショ収穫時における投下労働時間の削減ができた他、小麦播種がすぐに可能となることでコムギの適期播種にも貢献した。

時間／5ha



## 今後の課題（と対応）

- 収穫時に勾配によりトラクターが畦から逸れる場合があった。

# 土壌凍結モニタリングの実証（達成目標7）

## 取組概要

- 適切な土壌凍結深を維持することによって野良イモ発生が抑えられることから、土壌凍結深を制御する雪踏みの実施可否を決定し野良イモの発生量を抑制する。

（使用機器）フィールドサーバー

ロボットトラクタ M7、アタッチメント:タイヤローラー

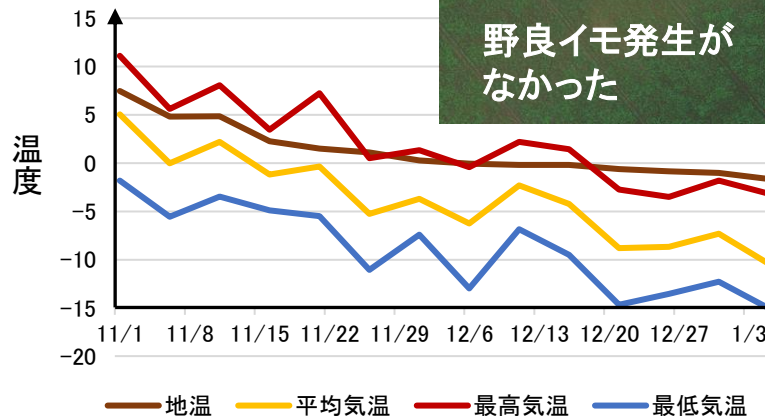
フィールドサーバー



適切な土壌凍結深を維持

## 実証結果

- フィールドサーバーのデータから野良イモの除去を必要とする土壌凍結深よりも深くなっているか予測可能となった。
- 適切な土壌凍結深となっていることが判明したことから、雪踏みの実施にかかる作業時間が0時間となった。
- 適切な土壌凍結深であったことから、次年度の野良イモが発生せず、野良イモの除去に関わる投下労働時間が0時間になった。



## 今後の課題（と対応）

- フィールドサーバーによる地温と気象メッシュ情報の連携により、広域における土壌凍結モニタリングが必要。

# コムギ自動播種システムの実証（達成目標 8）

## 取組概要

- ロボットトラクタとISOBUS連携できるシードドリルによる播種量コントロールの実施およびコムギの自動播種を実証した。

（使用機器）ロボットトラクタ M7、アタッチメント:エアシードドリル



## 実証結果

- 前々年度の小豆によるNDVIとバレイショの収量データから、適正播種量を計算し可変播種を実施し、播種量コントロールができていることを確認した。
- コムギの無人播種が実現し、バレイショ収穫の遅れに対応することが可能であると判断できた。



## 今後の課題（と対応）

- 現状の収量コンバインではコムギの干粒重の測定が出来ないことから、ドローンによる穂数測定が必要。

# 経営管理システムの実証（達成目標 9）

## 取組概要

- 十勝地域組合委員総合支援システムを改良し、農薬散布時の誤使用を防ぐ事前判定システムを構築。

（使用機器）スマートフォンおよびPC

## 実証結果

- 十勝地域組合委員総合支援システムにFAMICの農薬情報と連携した事前判定システムを構築したことにより、農薬の誤使用リスクを低減させることができた。

閉じる

### 農産履歴WEB 履歴照会／判定結果

組合員	27083 岡田 昌宏	年度	2020
作物	310000 大豆	発行No	700053

履歴照会	成分	適正	農薬回数	適正	農薬適用	適正
<b>適正</b>	使用回数：基準をクリアしています					
コード	成分名	基準回数	使用回数	作業日 農薬名		
1	146	MEP	4	2	2020/06/13 住化スミチオン乳剤 2020/07/07 住化スミチオン乳剤	
2	237	プロシト™	4	1	2020/08/01 住化スミレックス水和剤	
3	281	アケール	1	1	2020/05/19 日農ラッソー乳剤	
4	609	カミサツ™	1	1	2020/05/19 フルミオWDG	

## 今後の課題（と対応）

- 農薬使用の記録をより簡便化したいという意見があったことから、位置情報や暦から散布する作物および防除内容を推定し絞り込むシステムの開発を行う。

## 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	技術的課題
1	耕起・播種・収穫	自動運転トラクタ	勾配による位置情報のズレの影響が強い。 利用可能なアタッチメントの種類が限られ、作業が限定される。 作業経路の作成がトラクタを人が運転してして作ることから手間がかかる。
2	収量データ	収量センサー	作物によっては利用できない。
3	農薬散布	農薬散布用ドローン	散布ムラが大きい。運用に対しての規制が大きい。
4	栽培管理	栽培管理システム	情報が一元管理できないことや位置情報と他の情報が組み合わされていないため、正しい管理ができない。
5	栽培管理	ドローン	解析に高スペックPCが必要なことやデータを処理するための技術が煩雑である。

### 2. その他

数多くのデータが取得できるようになり、農業の最適化ができるようになりつつあるが、これらを一元的に解析するシステムが無く、農家が利用できない状況が続いている。NDVIだけでは、作物の生育ステージまで把握することは難しい。肥料や農薬の効果を最大限にし、散布量を抑えるシステムの開発に対しての投資や、スマート農業を生かすための栽培研究の推進が必要。

○ 問い合わせ先

株式会社更別プリディクション (e-mail: info@saradiction.com)

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/>