

# 「みちびき」活用による新たなスマート営農ソリューション(中山間部における稲作経営対応) (株)アグリ鶴谷 (福島県南相馬市)

## 背景及び取組概要

<経営概要 水稲 24ha うち実証面積 水稲 8ha(天のつぶ)>

- 被災地復興のための低負荷低コストで持続的な営農が可能となるスマート農業技術体系の実証を行う。そのため、
- ① 営農支援プラットフォーム「あい作」を栽培管理のデータプラットフォームとし、作業負荷を増大させずに収量の向上が可能となる、準天頂衛星システム「みちびき」を活用したスマート生育診断・追肥技術を導入することで経営基盤を確立する。
  - ② 同じく「みちびき」を活用したスマート病虫害診断・対処技術、および低コスト水位センサーの導入により、水稲栽培において大きな負担となっていた作業の負荷軽減を図る。
  - ③ 耕作面積拡大におけるボトルネックとなっていた作業を軽減し、少人数でもより広い面積での営農を可能とし、地域の環境保全に資することができる技術体系を構築する。

## 導入技術

### ①ドローン

・「みちびき」サブメータ級測位サービスにより正確に飛行

### ②生育診断

・ドローン等の撮影画像からAIにより生育ステージを診断する

### ③病虫害診断

・スマートフォン等で撮影した画像からAIによる診断を行う

### ④水位センサー

・スマートフォン等のアプリで各圃場の水位を確認できる

### ⑤「営農支援プラットフォーム」

・生育診断・病虫害診断機能の実装、営農データの記録が可能



肥料散布  
農薬散布

生育診断

病虫害対処

水管理

栽培管理

# 目標に対する達成状況等

## 実証課題の達成目標

- 天のつぶの収量5%増
- 肥料・農薬散布、水管理作業にかかる作業時間30%減

## 各研究項目の現在の達成状況

### ① 天のつぶの収量5%増

- ・農家慣行に対して、AI推奨時期（幼穂分化開始直後）の追肥により、収量は各年度それぞれ5.2%（623kg→655Kg 2019年度）および5.3%（591kg→622Kg2020年度）増加した。2カ年平均では5.2%増となり、目標を達成した。

### ② 肥料・農薬散布、水管理作業にかかる作業時間30%減

- ・農家慣行（動力散布機による肥料及び農薬散布）に対して、ドローンによる肥料及び農薬散布は、各年度それぞれ下記の結果となり、目標である作業時間30%削減を達成した。
- ・ドローンによる肥料散布は、自動散布で33.1%（13分/10a→8.7分/10a 2019年度）、手動散布で48.5%（13分/10a→6.7分/10a 2020年度）の作業時間削減。
- ・ドローンによる農薬散布は、手動散布で61.8%（11分/10a→4.2分/10a 2019年度）、自動散布で73.6%（11分/10a→2.9分/10a 2020年度）の作業時間削減。
- ・水位センサを用いた水管理作業は、水位センサを用いない場合と比べて、61.6%（141.8分/10a→54.4分/10a）の作業時間削減（2020年度）となり、目標を達成した。

# スマート生育診断による生育ステージの推定

固定カメラ画像を元にAI画像分析技術を用いて福島県品種「天のつぶ」のAIモデルを作成。スマホ撮影画像から稲の生育ステージ変化を簡単に・正確に診断可能。1年目のAIモデルの精度としては、専門家が判断した**正解の生育ステージ**に比して**±1日程度の誤差**で判別できることを確認。

## AI診断用「天のつぶ」モデル作成

## AI診断利用

固定カメラ・スマホによる  
日々の**教師画像**収集



固定カメラ撮影画像

固定カメラ(3台分)  
: 約27,000枚  
スマホ撮影  
: 約1,400枚

**AIモデル  
作成**



スマートフォンによるAI生育診断画面



分けつ期

6/26  
幼穂分化期

7/13  
減数分裂期

8/9  
登熟期

	分けつ期	幼穂分化期	減数分裂期	登熟期
AI診断	—	7/2	7/19	8/5
専門家	—	6/29	7/19	8/4

現地での専門家による  
**正解の生育ステージ**確認



実体顕微鏡で撮影した幼穂の画像

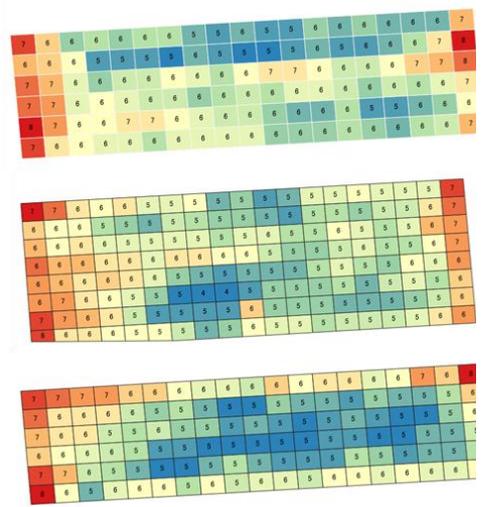
天のつぶにおいては、**幼穂分化期**に入ったタイミングで追肥を行うことで有効分けつ数が確保され、収量が増加。



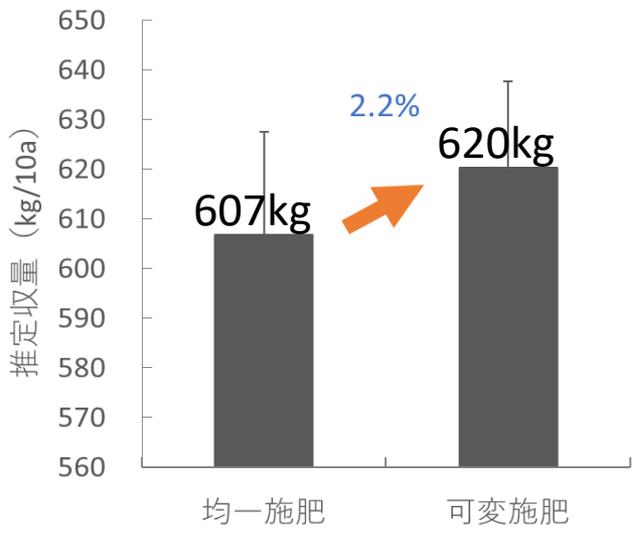
**専門家が判断した正解の生育ステージ**に比して**±1日程度の誤差**で判別

## 可変施肥の効果

- ドローンによる可変施肥は、事前を取得した分光指数NDVIから5mメッシュマップを作成し、**NDVIのばらつきに応じてメッシュごとの施肥量を5段階に変動**させて行った。
- 可変施肥およびその対照となる均一施肥は、いずれも収量増に寄与したAI推奨追肥時期（幼穂分化開始直後）に、**ドローン自動航行ソフトウェアairpaletteUTMを用いて自動航行により実施した。**
- 上記手法を用いた**可変施肥により、収量は2.2%増加した。**



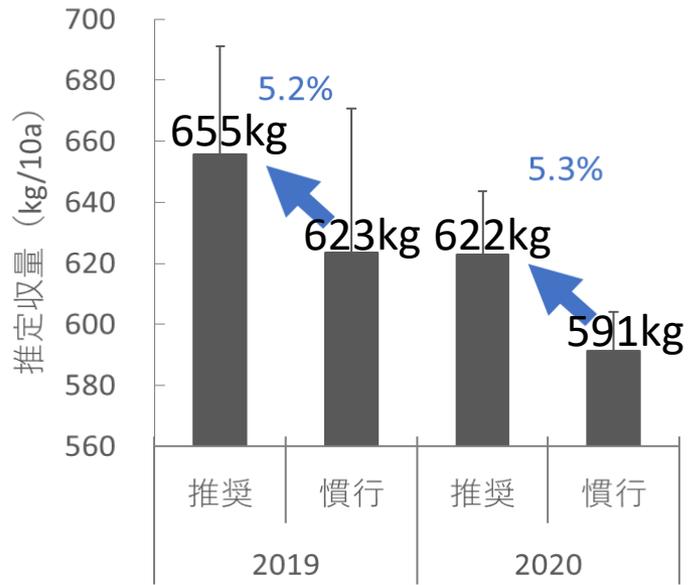
可変施肥マップ



追肥方法  
可変施肥による収量向上

## 生育診断に基づく追肥時期の適正化の効果

- 農家慣行に対して、**AI推奨時期（幼穂分化開始直後）の追肥**により、収量は各年度それぞれ5.2%（2019年度）および5.3%（2020年度）増加した。**2カ年平均では5.2%増となり、目標を達成した。**



追肥時期の適正化による収量向上

# スマート病害虫診断による収量の安定化

あらかじめ登録されたAIモデルを利用し、スマホ撮影画像での病害虫・雑草のAI診断、ドローンによる病害虫・雑草の発見・AI診断の検証を実施。**スマホでのAI診断で病害虫・雑草の判定が可能であることを確認。**一方、**ドローンでの上空からの病害虫・雑草の発見については、商用化に向けてはさらなる精度向上が必要。**

## スマートフォンでの病害虫・雑草AI診断

圃場で発見した30種の病害虫（雑草16種、害虫8種、病害6種）について、AI診断での判定が可能であることを確認。

### <撮影～診断>



ホソハリカメムシ



スマホ撮影



AI診断結果

### <診断可能な病害虫・雑草の一例>



イネミズゾウムシ



アカスジカスミカメ



ホタルイ



クサネム



コバネイナゴ

## ドローンでの病害虫発見・AI診断

ある程度成長した雑草や、人が発見したいもち病に対してのドローンズーム撮影では、AI判定できることを確認。



圃場のいもち病の様子  
(ドローンによるズーム撮影)



AI診断結果  
(ドローン写真を利用した診断)

### <課題>

農薬の効果が高い、より早期での発見が必要だが、そのためには**カメラの解像度向上**や、正常系・異常系ともに**より多くの教師画像**が必要となるなど、**実用化には取組の継続が必要。**

# ドローンによる農薬・肥料散布／可変施肥と作業時間の削減

準天頂衛星みちびき利用による正確なドローン飛行を実現し、**肥料・農薬散布の作業時間の削減**を確認。また、**複数台ドローンの自動航行**によるさらなる効率化や、みちびきの高い精度を利用した**可変施肥**も検証し、どちらも**技術として確立したことを確認**。

## ドローン散布による作業時間削減

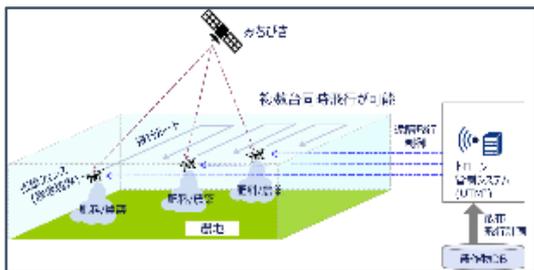
背負式動力散布機に比した作業時間削減、以下の削減を確認。

	1台での飛行	2台での飛行
肥料散布	33.1%削減(実績)	66.5%削減(理論値)
農薬散布	73.6%削減(実績)	86.8%削減(理論値)

⇒2台の場合、慣行に比べ肥料約3倍、農薬約7.6倍の面積の散布が可能

## 複数台自動航行による散布

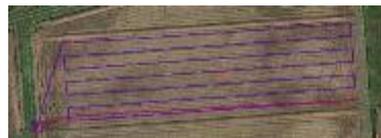
2台/4台のドローンによる**複数台自動航行による農薬散布**を実施し、問題なく航行できることを確認。



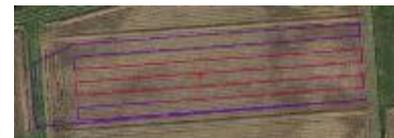
**<課題>** 現状、複数台飛行を行う場合は機体分のオペレータと補助者が必要であり、複数台飛行の効果が得られない。商用化には、今後の規制緩和を待つ必要がある。

## 準天頂衛星みちびきによる高精度飛行

みちびきドローンは、通常のGPSドローンと比較し、飛行ルートに沿って**精度高く、安定して飛行**できることを確認。



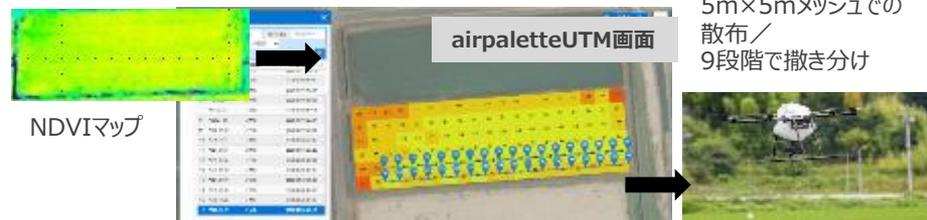
【みちびき】12.5～25cmの誤差



【GPS】一般的には1m程度の誤差  
(実証圃場は条件が良く誤差少)

## ドローン可変施肥

リモートセンシング(NDVI撮影)で把握した生育のばらつきに応じた、**ドローンでの可変追肥(圃場内の肥料の撒き分け)**が実施できることを確認。



**<課題>** 商用化に向けては、エンドユーザ向けの使い勝手の改善(ルートや散布量の自動設定など)が必要。

# 水位センサーによる水管理作業時間の削減

実証圃場全29圃場に水位センサーを導入し、スマホにて水位水温チェックを実施。水位センサーを用いない従来方法に比べて、実証圃場における水管理にかかる作業時間の**61.6%削減**を達成。またあい作との連携により、全圃場の水位アラート情報を朝夕にプッシュ通知することが可能。

### <水管理時間の削減>

センサー未導入圃場	センサー導入圃場
141.8分/10a (94.5時間/4ha)	54.4分/10a (36.5時間/4ha)

### ■ 利用者へのヒアリング結果 ※実証圃場外含む

- 離れた水田や水持ちの良い水田の見回り回数を減らせた。
- 離れた圃場などがある場合、又は、遠い圃場などの場合には、大変便利で水見回りの省力化が図れる。水位の変化が日付ごとにチャートで見られたので、間断かん水の水の入っていない日数を確認するのに使用していた。

### ■ 実証を踏まえた推奨設置圃場

実証やヒアリングの結果、例えば自宅の前に圃場がある場合などは水位センサーの有無にかかわらず、日々圃場の状況を確認することが多く、作業時間削減効果としては効果が薄かった。しかし、以下のような条件では高い削減効果を得られる。

- ・飛び地圃場(自宅から圃場が遠く移動時間がかかる圃場など)
- ・水管理の手間がかかる圃場(水が抜けやすい・抜けにくい。あるいはきめ細やかに管理したい圃場など)
- ・代表圃場(例えば、営農している圃場が複数のエリアに分かれそのエリア水位状態の目安として利用する圃場)

⇒実証ではすべての圃場に水位センサーを設置したが、上記のような削減効果の高い重要な圃場に設置することでより効率的で低コストな水管理を実現できる。

また1圃場1本が基本的な設置になるため、土地改良などと合わせ面積が広い圃場へ設置することでより効率的に利用できる。

水位センサー



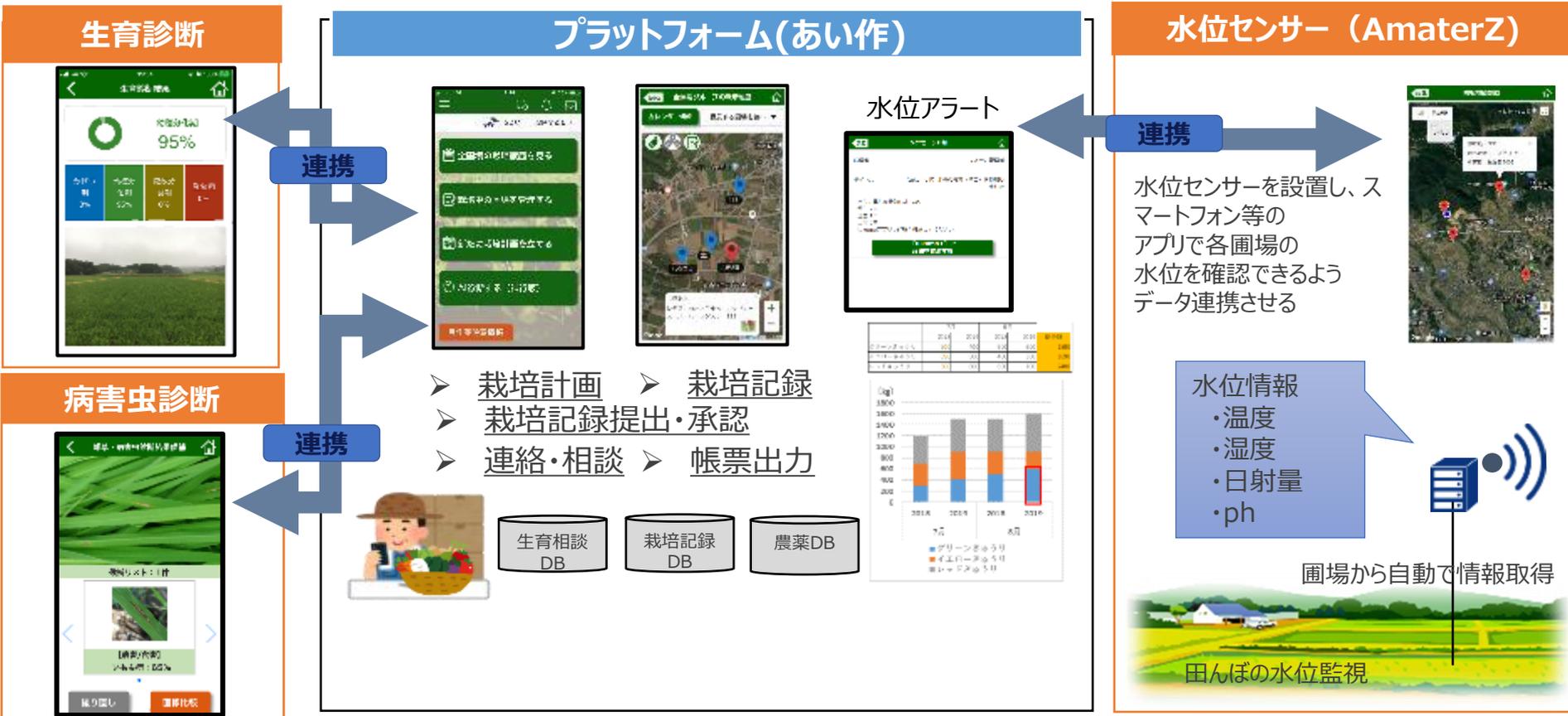
スマホでの水位確認



# 営農支援プラットフォーム「あい作」の利用による生産管理の効率化

「あい作」は組合組織向けのサービスで、栽培計画、栽培記録、連絡・相談をJA・組合員双方で利用することで、データの共有が可能。

実証では、生産者の栽培計画・栽培記録のデータ投入の他、**生育診断AI機能**、**病害虫診断AI機能**をあい作から利用。また、**水位センサーのアラート情報**もあい作から確認。



# 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

項目番号	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1	生育診断・追肥	スマート生育診断・追肥技術	現時点で天のつぶ2年分の教師データを取得できたが、昨今の気象変化に対応するため今後も引き続き教師データを取得し精度向上を行う必要がある。なお直播栽培での実証は行っていないが、農家からの要望として認識はしており、今後の課題として検討する。
		ドローン①	<ul style="list-style-type: none"><li>・みちびき精度について 現状みちびきを搭載している機材(M8U)では、情報処理能力に課題があるため、みちびき本来の位置精度を活かせない可能性がある。</li><li>・ドローンによる肥料・農薬散布 現状は何度もバッテリーの付け替えや、農薬や肥料の投入をする必要があり運用負荷が高い。バッテリーの大容量化や、農薬や肥料の搭載量の増加などが必要。</li></ul>
		ドローン②	技術的な課題としては無いが、ルート作成や可変施肥の散布量調整など、インターフェース上の改善をする余地がある。
2	病害虫診断・対処	スマート病害虫診断・対処技術	広域撮影画像からでは解像度が低く、初期の病害虫雑草の発見は難しい。早い段階で発見するには、高解像度のズーム撮影をサンプリング的に行うと同時に、エッジAIや5Gなどの高速な通信手段を使用しリアルタイムに病害虫診断をする必要がある。 また、発見した雑草・病害・害虫等の情報をマップ上に表示し、次年度の防除に役立てる仕組みが必要。
		ドローン①	散布用ドローンを撮影に使用したが、機体が大きいため地上へのダウンフォースの影響を考慮し、比較的高い高度での撮影となった。撮影用に小型で高解像度の画像が撮影できる機体が必要。
3	水管理	水位センサー	実際の圃場の水位と測定される水位の差分の調整が必要。

## ○ 問い合わせ先

株式会社NTTデータ 内田 真之 (michibiki\_nttd@kits.nttdata.co.jp)