

いわて県南スマート農業技術研修会
2021年2月18日

スマート農業技術の 社会実装に向けた現状と課題

農研機構東北農業研究センター
長坂 善禎

NARO

- スマート農業技術導入の背景
- 土地利用型農業でのスマート農業技術
- キーテク GNSS
- 研究や導入の事例（西部開発農産での実証を中心に）
- 現段階での課題
- まとめ

1 超省力・大規模生産を実現



GPS自動走行システム等の導入による
農業機械の夜間走行・複数走行・
自動走行等で、作業能力の限界を打破

2 作物の能力を最大限に発揮



センシング技術や過去のデータに基づく
きめ細やかな栽培により(精密農業)、
作物のポテンシャルを最大限に引き出し
多収・高品質を実現

スマート農業

ロボット技術、ICTを活用して、超省力・高品質
生産を実現する新たな農業

3 きつい作業、危険な作業から解放



収穫物の積み下ろしなどの重労働を
アシストスーツで軽労化するほか、
除草ロボットなどにより作業を自動化

4 誰もが取り組みやすい農業を実現



農業機械のアシスト装置により経験の浅い
オペレーターでも高精度の作業が可能となる
ほか、ノウハウをデータ化することで若者等が
農業に続々とトライ

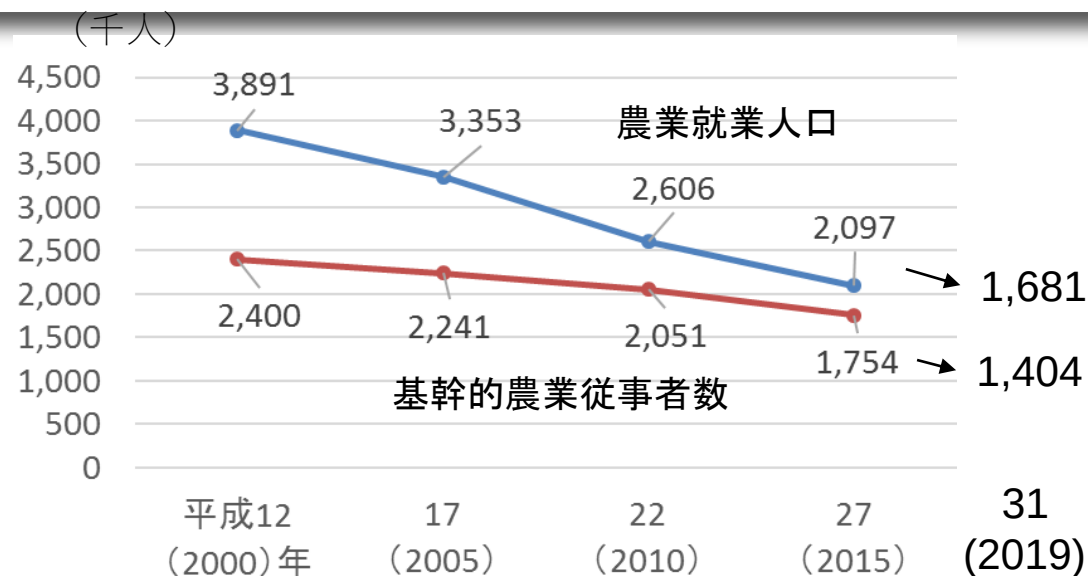
5 消費者・実需者に安心と信頼を提供



クラウドシステムにより、生産の詳しい
情報を実需者や消費者にダイレクトに
つなげ、安心と信頼を届ける

スマート農業技術導入の背景

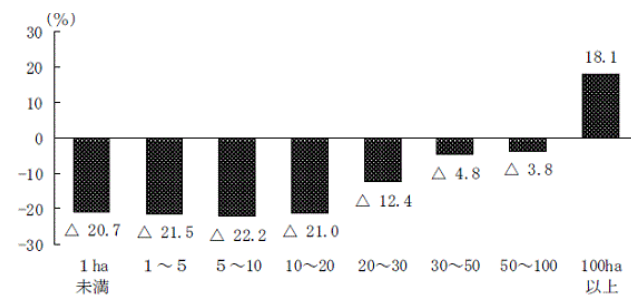
- 農業就業人口の減少



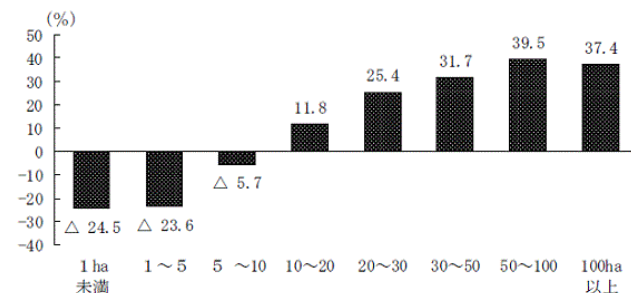
- 経営規模の大型化

H27→R2の5年間の変化

北海道



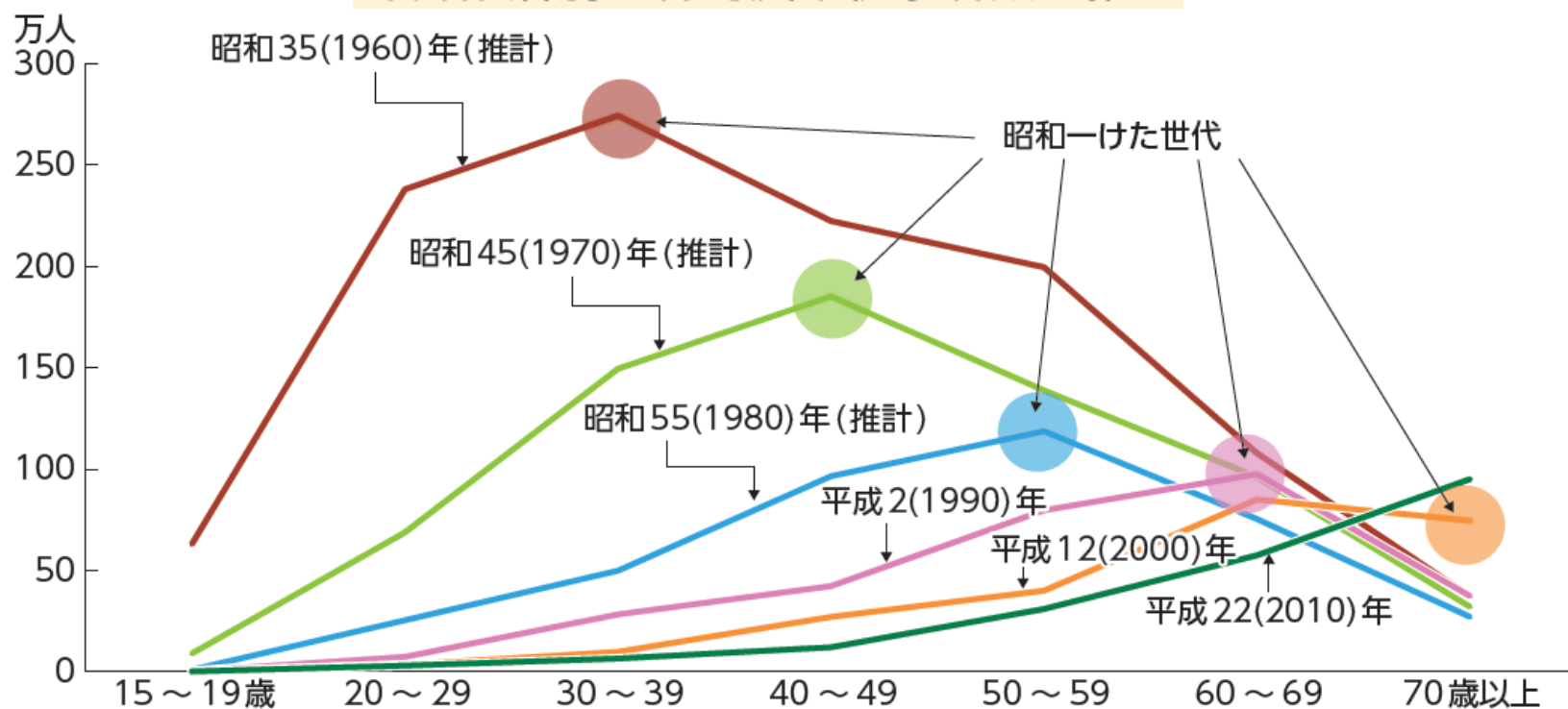
都府県



スマート農業技術導入の背景

現在は前の世代（技術や知識を持つ世代）がすごい勢いで業界を去っている時期
短期間でひとりあたりの生産性を何倍にも上げ、それを維持する必要がある

年齢階層別基幹的農業従事者数の推移



資料：農林水産省「農業経営構造の変化」

注：1) 農林水産省「農林業センサス」、総務省「国勢調査」により作成。

2) 昭和35(1960)年は農業就業者数(国勢調査)の年齢構成から推計。また、昭和55(1980)以前は、平成2(1990)年の総農家と販売農家の比率(年齢階層別)から推計。

3) 15~19歳については、平成2(1990)年までは16歳以上、平成12(2000)年以降は15歳以上。

現状の問題点

農業就業人口や基幹的農業従事者数の減少

→ 人手不足、熟練者不足

経営規模の大型化 → 隅々まで目が届きにくくなる

年長者の大量引退 → ノウハウの喪失

解決方法

人手不足、熟練者不足 → ロボットやICTによる補助

ノウハウの喪失 → 定量的なデータ利用やAIの利用

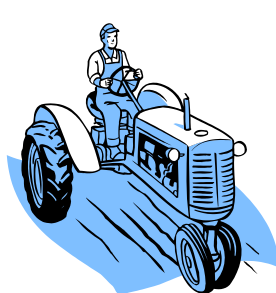
高能率な作業のために（物理的な拡充）

非熟練者への対応
熟練者に対しては省力化



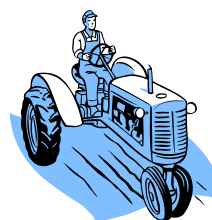
ガイダンス
自動操舵など

オペレータひとり
で一台運転

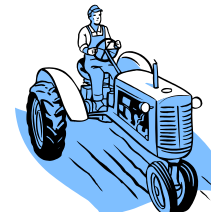


機械を大きく、速くするのが困難な場合は作業を止めないなど

作業 作業 作業



作業



機械を大きく、速く
作業を少なく



乾田直播など

移植の苗箱数を減らす、機械を止めないなど

オペレータが複数の機械を操作することで高能率な作業を実現



ロボットの利用など

高精度な作業のために（知識的、知能的な拡充）

経験による知識はすべて
篤農家の頭の中に

篤農家



気象データ
生育データ
土壌データ
病虫害データ



各種処方箋

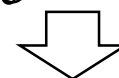
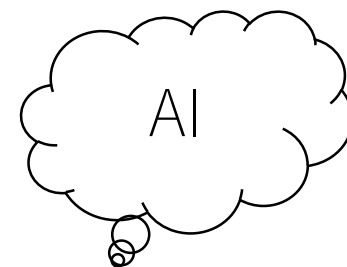
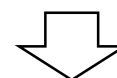


各種データの見える化と
データに基づく栽培管理
（データに基づく処方箋）



気象データ
土壌データ
その他

生育データ
病虫害データ



各種処方箋

さまざまなデータから

- ・ どの作業を
- ・ どれくらい
- ・ いつやるか

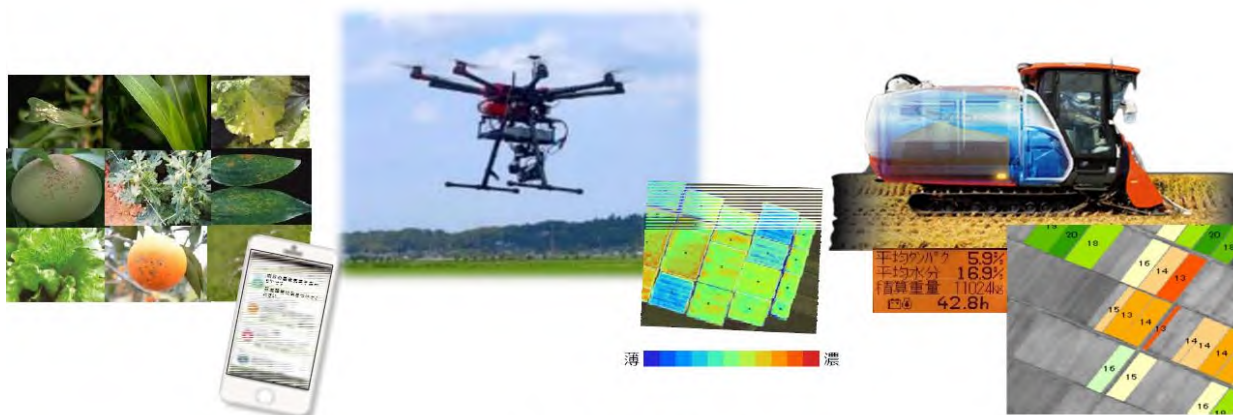
をサポートするしくみの構築

農林水産省のスマート農業についてまとめたHP
<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/>

スマート農業の展開について（令和2年12月更新（予算概算決定））
<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/attach/pdf/index-146.pdf>

スマート農業の展開について

こちらにものすごくよく
まとめられています。
→



2020年12月
農林水産省

ロボットとオペレータの協調作業 (ヤンマー株式会社)





混信が回避できている

ドローンの自動飛行

半自動



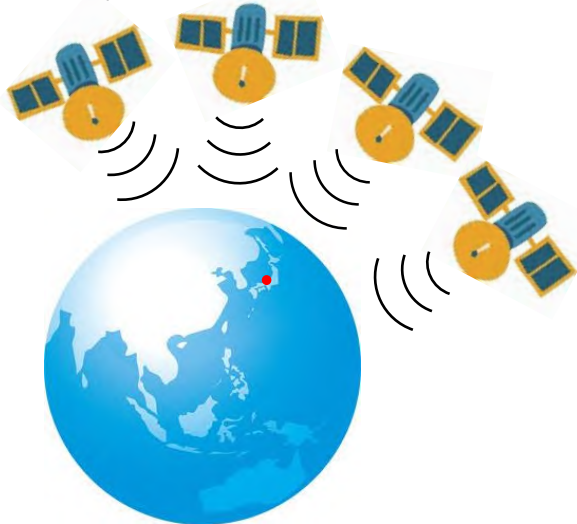
全自動



GNSS : Global Navigation Satellite System 全地球衛星測位システム

GPS、GLONASS、Galileo等の衛星測位システムの総称

GPS (Global Positioning System) は、アメリカ合衆国によって、航空機・船舶等の航法支援用として開発されたシステム。

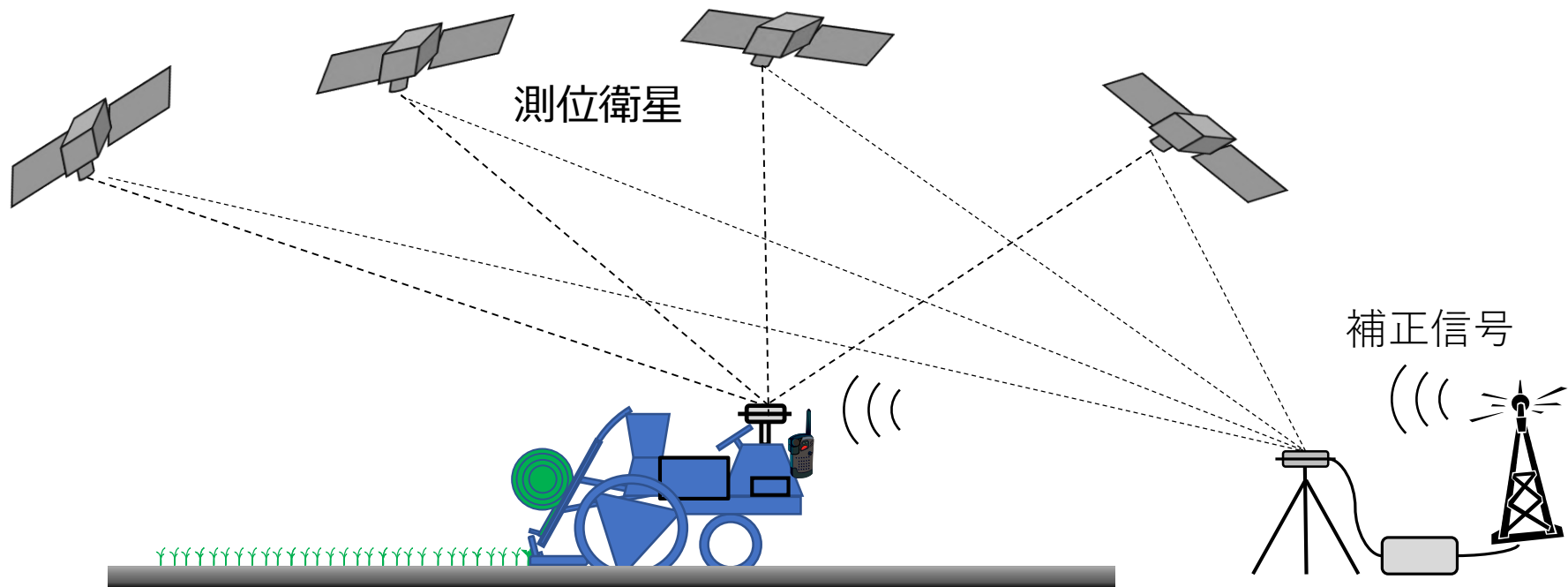


人工衛星との距離 =
電波伝播時間 × 電波の速度
により、三角測量の原理で地上
の位置が計測される

- 屋外での位置計測を、範囲を限定しないで行うことができる
- ほ場の周辺に機器を設置する必要がない
- 計測精度が天候に左右されない

RTK測位（精度 2 センチメートル）

受信機から衛星までの距離を、搬送波の波数と位相差から求める。

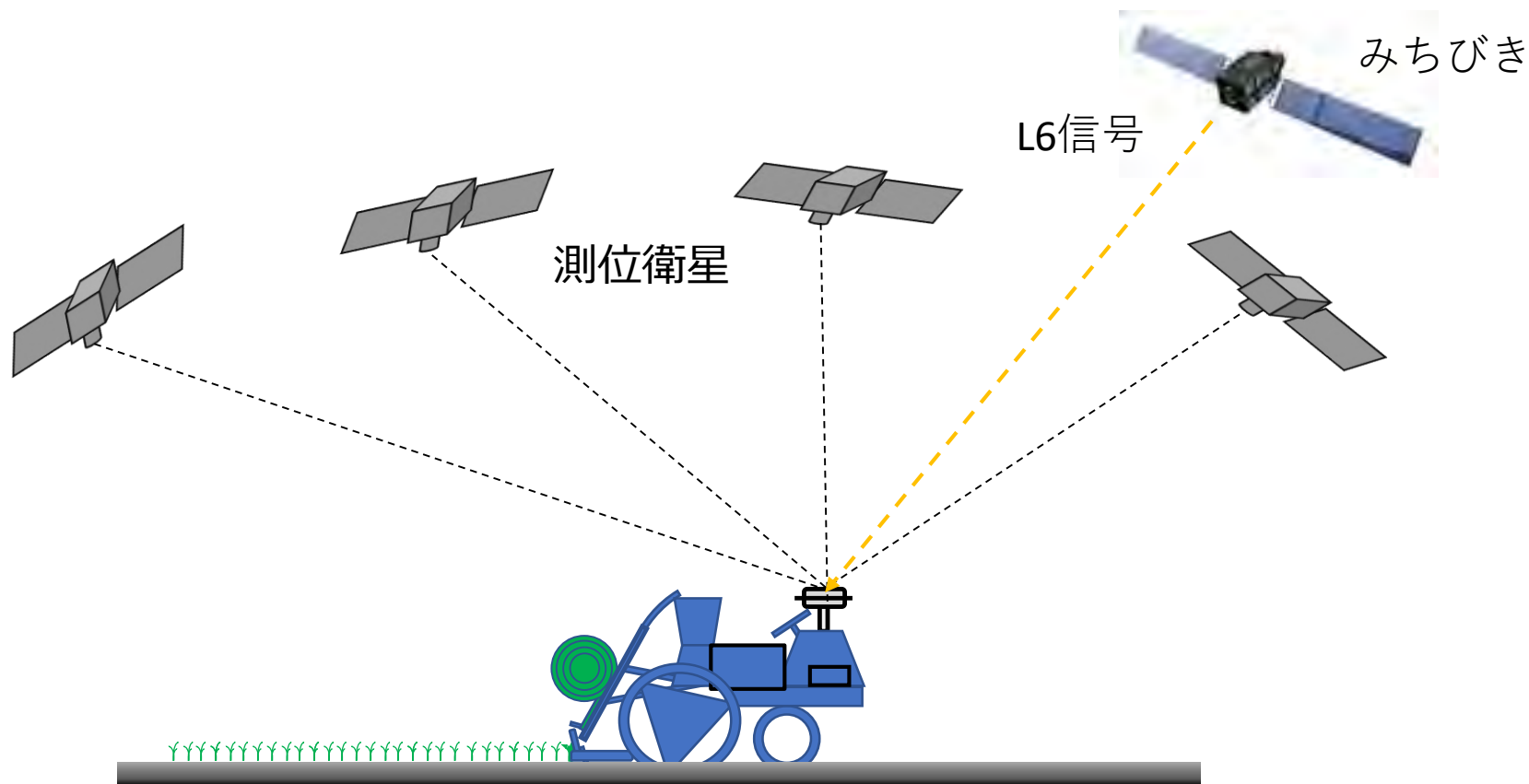


高精度が必要な場合はこの方式。基準局と移動局、無線機の相性など問題あり。

準天頂衛星からの補正信号による測位 1

Multi-GNSS Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis (MADOCA)
方式

衛星からの距離、衛星の軌道情報、受信機の時計の誤差を計算して測位
←精密な衛星の軌道とクロック情報をみちびきから送信



みちびきの補正信号を利用できるようになるかも。

Drogger（低価格2周波GNSS受信機）のHP（ブログ）に記載。

CLAS受信機

ほんの少しだけ来年のお話を。

来年は、CLAS受信機を発売いたします。新しい製品は、みちびきのL6D信号の受信し仮想の基準局として動作します。現在販売しているDG-PRO1RWSやRWPとともに利用する形態です。

新しい製品は、CLASで仮想基準局 (Virtual Reference Station by CLAS)を構築するのでVRSCと呼んでいます。インターネットが無くても日本国内どこでもPPP-RTKが利用できます。



乞うご期待！

<https://drogger.hatenadiary.jp/entry/2020/11/25/191219>

作業の記録

ガイダンス

自動操舵装置

ロボット

ドローン

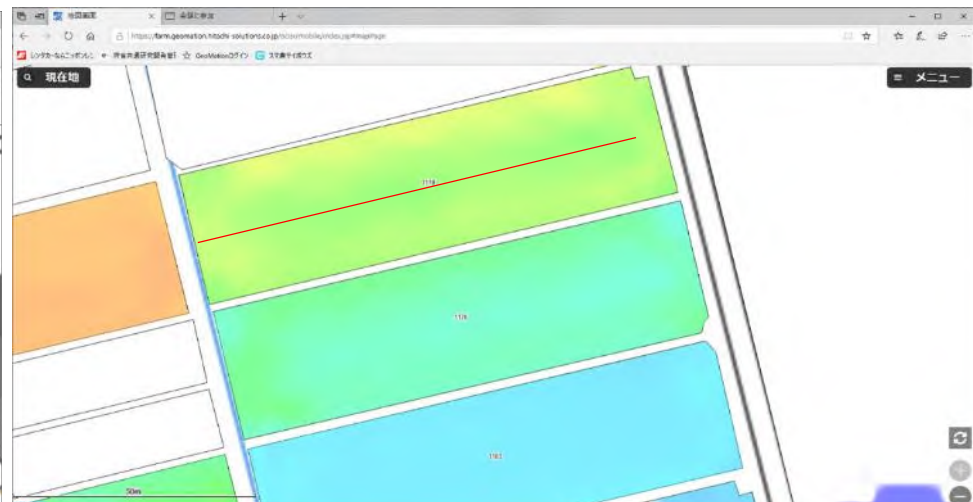
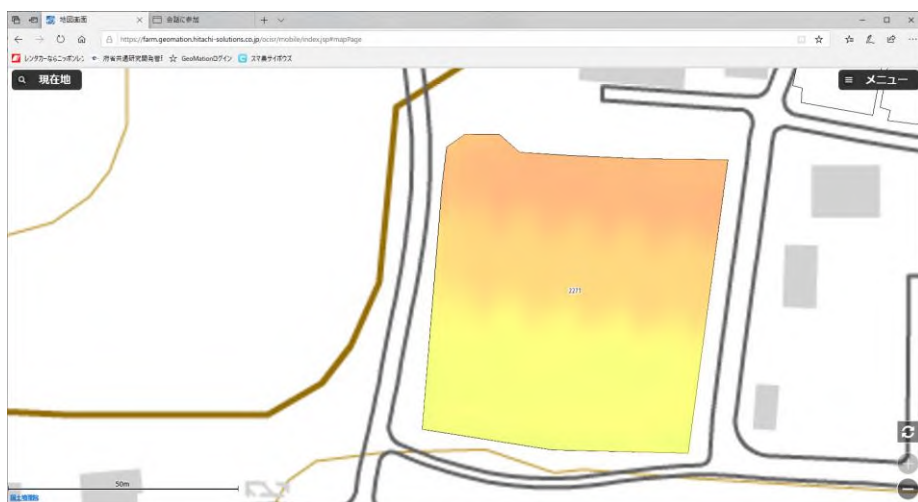
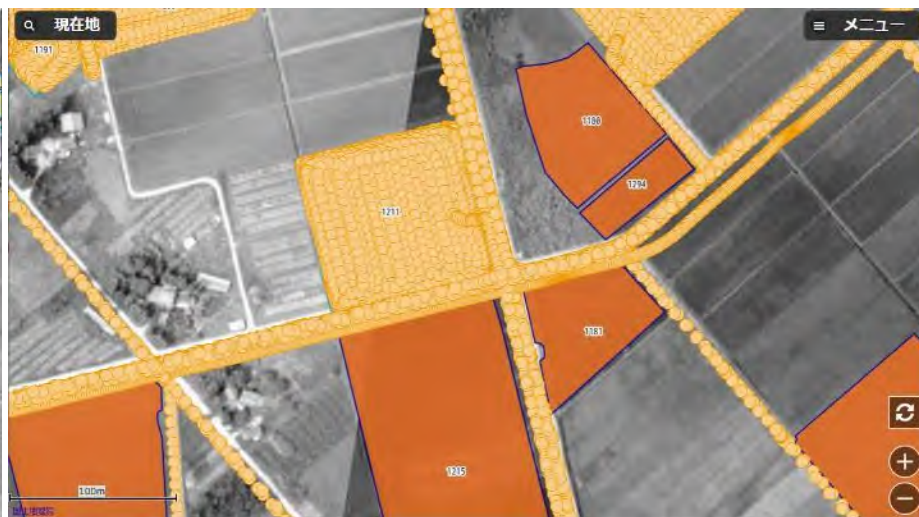
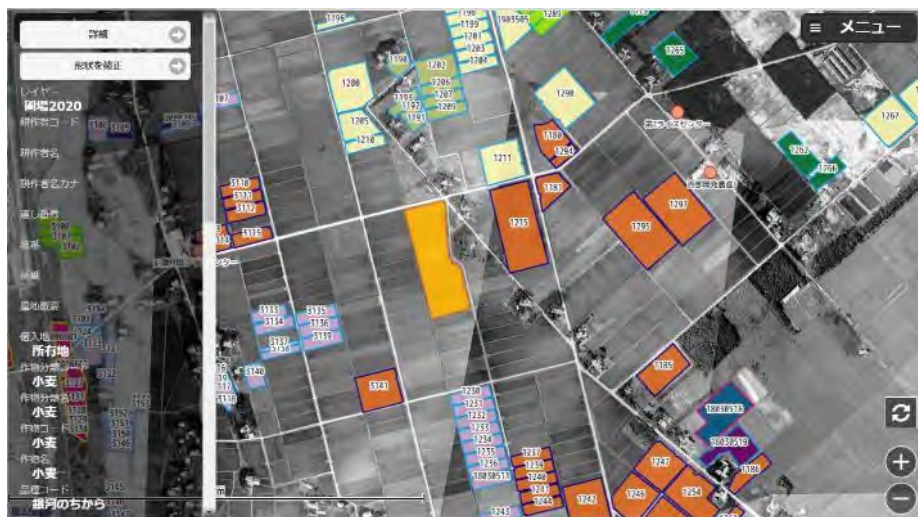
作業の記録

- GNSS自動操舵装置付のトラクタについては、自動操舵装置から出力されるNMEA0183フォーマットの信号を自作ロガーに記録
- 何も装備されていないトラクタについては、ヒューズ等から電源を取り出し（キー連動）、自作GNSSロガーに記録



記録したデータを営農・生産管理システムで利用

- 営農・生産管理システムに西部開発農産の圃場図を格納し、圃場図の属性情報として品目、面積などを合わせて格納し、地図上から参照可能。
- 圃場のほか、作業機械の軌跡情報を格納。



記録したデータを作業能率等の計測に利用



- イメージは後付けのカーナビ。
- メーカー販売のものはそれなりの価格。
- 受信機、タブレット、ブルートゥースインターフェースがあればフリーソフト（Agribus-Navi）で比較的安価に構成できる。
- 精度はGNSS受信機の性能による。
- 画面を参考にしながら運転するもののため、扱いは比較的容易。

乾田直播の除草剤散布作業

- 出芽前にラウンドアップ等を散布する際、作物列などの目印となるものがない
- ガイダンスを使わない場合、ポールなど目印を立てるか、目視のみで実施する必要がある



岩沼市5.8ha区画での除草剤散布(プラウ耕乾田直播)

正確な散布のために

目印をほ場端に立てる



赤白ポール＋肥料袋



赤白ポール

目印設置のための人員と時間を割ける？

ガイダンスの利用



作業幅15mのスプレーヤ
どこまで散布したかを把握するのは困難

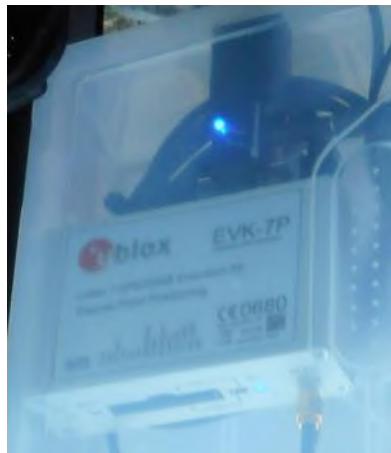
- 非熟練者も熟練者の精度に近づけることができる



市販品の組み合わせによるガイダンス装置の構成

GNSS受信機

ディファレンシャル : Ublox 7P



一周波RTK : Skytraq S2525F-BD-RTK



タブレットコンピュータ

+

ガイダンスソフト

ASUS Zenpad

農業情報設計社 Agribus-Navi



- 各社から発売されているシステムはそれなりの価格。
- スマートフォンやタブレットを利用するソフトウェアが出ており、手軽に手に入る。
- 現状はDGNSSで使用することが前提のものが多い。
- 水田農家からは代かきで使いたいという要望が多い。DGNSSのシステムではオペレータから不満も。
- 自動操舵へのアップグレードが可能な機種もある。

ガイダンス利用時の精度

横方向の 偏差	初心者					熟練者			
	NON	POLE	2D	SFRTK		NON	POLE	2D	SFRTK
最大値	3.07	0.18	1.36	1.21		0.92	0.29	1.23	0.58
最小値	-4.12	-0.59	-2.14	-1.01		-0.36	-0.28	-1.06	-0.71
差	7.19	0.77	3.50	2.22		1.28	0.57	2.29	1.29
平均値	-0.45	-0.11	-0.34	0.06		0.16	-0.05	-0.03	0.03
RMS	2.22	0.13	0.47	0.27		0.30	0.13	0.41	0.26

NON:目視（目標なし）

POLE：目標あり

2D：DGNSS受信機利用

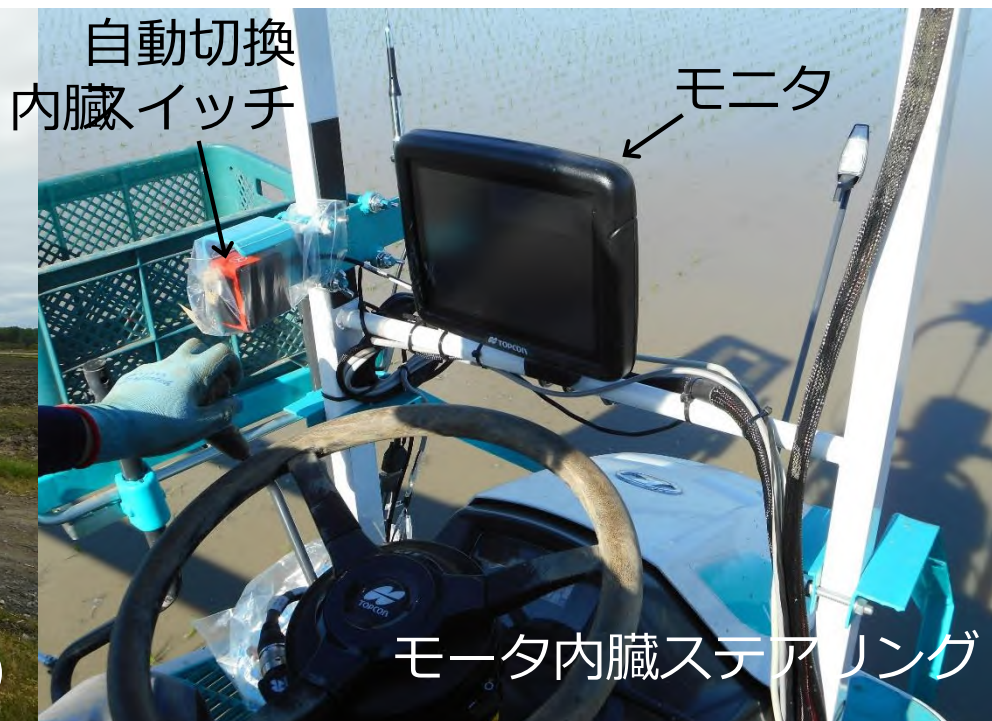
SFRTK：一周波RTK受信機利用

- ガイダンス装置の利用により、初心者は劇的に作業精度が高まる。
- DGNSS利用、RTK利用とも初心者とベテランの作業精度の差は目印なしの場合と比較して小さくなる
- ただし、画像を見ながらの操舵ではベテランであってもセンチメートル精度の制御は困難。

- 後付けではニコントリンブルとトプコンが二大巨頭。
ニューホーランドは多くのものが米トリンブルのOEM。
- 最近になって、日立造船、農業情報設計社など新しいものも登場している。
- 後付けタイプでは設定するところが（ものすごく）多い。
- 設定は土の状態や装着している作業機によって異なるため、実際に作業しながら設定する。
- メーカー販売の田植機やロボットトラクタは設定するところが少なく、扱いは比較的容易。

自動操舵システムの構成

基本的な構成は下の通り。



モータ内臓ステアリングは、既存のステアリングと置き換え（スプライン加工した金具を介して取り付け）

各種パラメータの入力

- 作業開始前に、ホイールベース、アンテナ高さ、後車軸からアンテナまでの距離、ハンドル1回転あたりの操舵角、目標経路に追従させるためのパラメータを入力する必要がある。
- パラメータは実際に走行させて確定（作業する速度で設定）する必要がある。



操舵パラメータは

- オンライン追従性（目標経路に戻る強さ）
- アプローチ追従性（目標とする方位に戻る強さ）
- 操舵の感度（ハンドルを切る量）
- 予測時間（設定できない機種もあり）
- 最大操舵角

を設定する。

実際に走行させながら決定する必要があるので、設定にはある程度広い場所が必要。

操舵パラメータ設定の例（トプコン社）

オンライン追従性

アプローチ追従性

最大操舵角

操舵の感度

操舵の遊び

予測時間



うね立て作業（大潟村タマネギ）



水稻移植作業（大潟村）



- 省力効果については、聞き取り調査をすると高い評価が得られるが、作業精度や能率以外に判断する指標がなく、定量化が難しい。
- コストは後付けタイプはこれまでは250万-300万円程度だったが、100万円程度のシステムも登場している。
- メーカー販売のあらかじめ直進を組み込んである田植機やトラクタでは、設定するところがほとんどなく、扱いは比較的容易。また後付けの自動操舵装置より価格上昇分は少ない。ただし、乗せかえなどの汎用利用には向かない。

ロボット田植機（農業技術革新工学研究センター）



パラメータは最適化されているが、他の農業機械と比べると高額になりがち。

- ドローンは薬剤散布の道具としての役割と、情報収集の道具としての役割がある。
- 薬剤散布ドローンは規制緩和が急速に進むとともに、毎年のように新たな機能を持った新型が発表、発売されている。
- マニュアル操作→自動直進および高度維持→半自動（離着陸と作業行程決定）→全自動、とさまざまな段階のものが混在している。
- 即応性、省人化が期待されており、急速に普及が進んでいる。

自動飛行ドローンによる薬剤散布



ドローン利用による各種データの取得と解析



ドローン利用による各種データの取得と解析

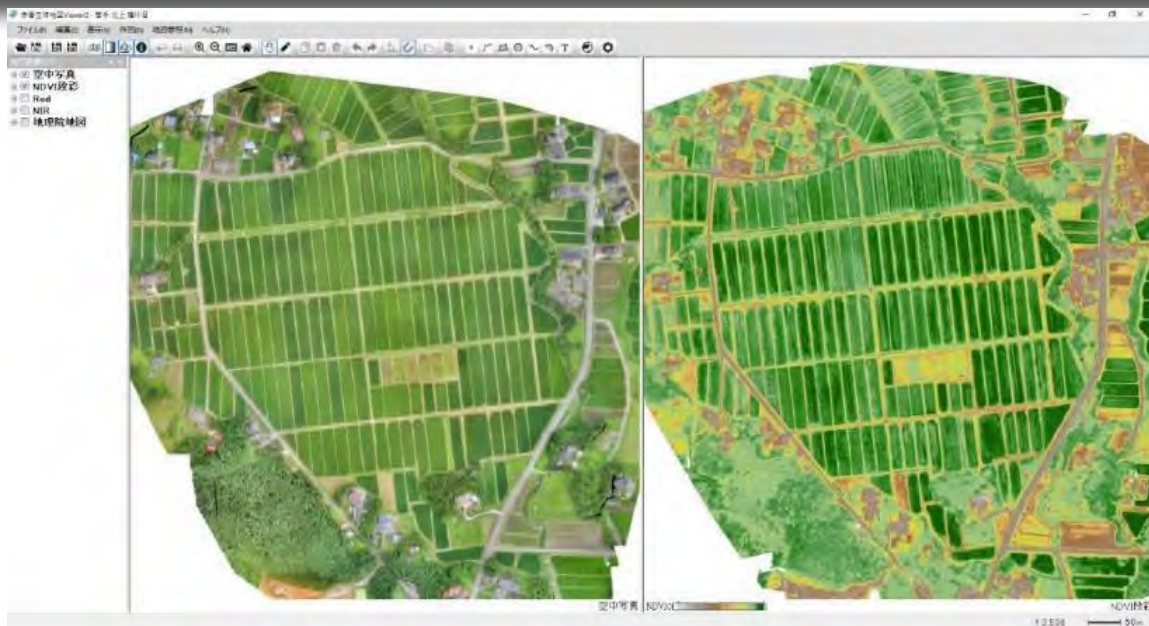


図1 回転翼ドローンで得られた水稻のRGBおよびNDVI数値化画像

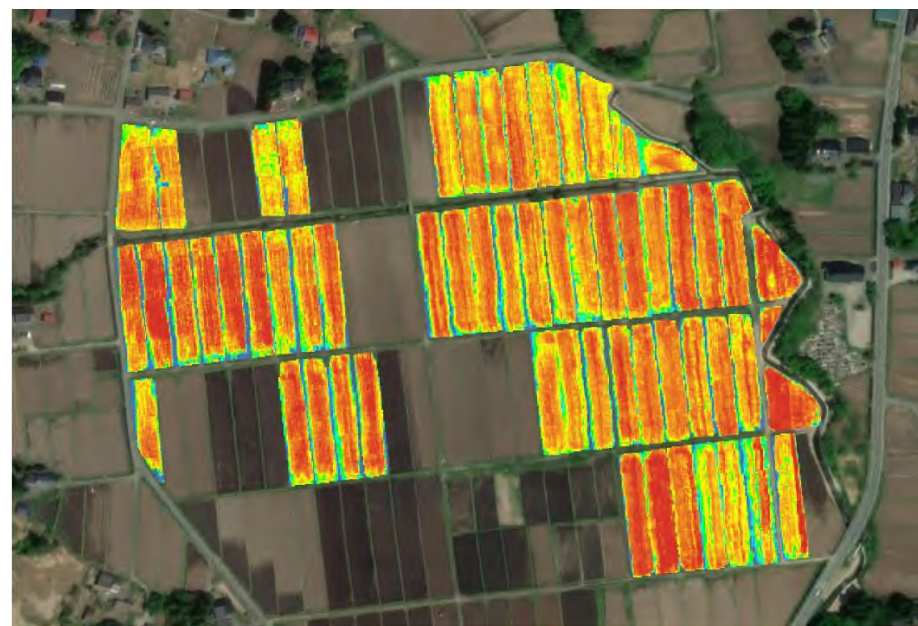


図2 固定翼ドローンによる水稻撮影映像とNDVI値

収量計測コンバインによる収量マップ作成



- 「楽になる」「高精度」だけでは、現在の価格では、自動操舵はじめ自動化の機械は導入の動機としては弱い。
- 無人運転での公道走行が規制されているため、ロボットを離れた圃場に移動する場合は何らかの手段で移動させる必要がある。
- RTK-GNSSを利用する場合、トラクタ、田植機、ドローン間で、無線の方式や相性等のため、基準局が共有できないことがある。
- 技術を俯瞰できて説明やさまざまな機械を設定できる人材が、ニーズに対して圧倒的に不足。

- GNSSを利用したガイダンス、自動操舵、ロボット、ドローンの現状や課題について、スマート農業実証事業の成果も含めて紹介した。
- 普及や実証事業に伴い、自動操舵やロボットではさまざまな課題があるものの、今後は低価格化、標準化が進んでさらに利用しやすくなり、利用場面も増えるものと予想（期待）している。
- より使いやすい機械の開発も必要だが、生産現場に的確にアドバイスできる人材の育成が必要。