

# 【先進事例紹介】 スマート農業の現状と今後の展望

北海道大学大学院農学研究院  
野 口 伸  
内閣府SIP「次世代農林水産業創造技術」  
プログラムディレクター

## トピック

- **北海道大学ビークルロボティクス研究室**
- **内閣府SIP「次世代農林水産業創造技術」**
- **ロボット普及に向けたロードマップ**
- **ロボット農機に有用な基盤整備**

# スマート農業を実現する プラットフォーム

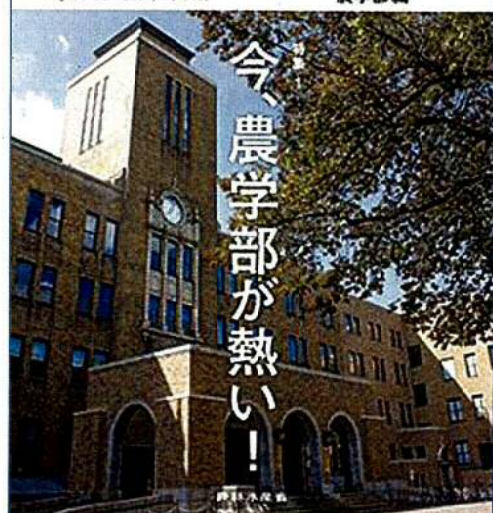
- Unmanned Ground Vehicle  
(無人車両)
- Unmanned Surface Vehicle  
(無人ボート)
- Unmanned Aerial Vehicle  
(無人飛行体)
- Satellite Vehicle (人工衛星)



3

## 農林水産省広報誌aff(あふ)での紹介 - 1

特集 今、農学部が熱い!



2016年4月号

ICTで省力化を実現!  
北海道大学大学院 農学研究院  
ビークルロボティクス研究室





# 農林水産省広報誌aff(あふ)での紹介 - 2



2017年6月号

## 特集 スマート農業

### 農業機械のロボット化 とシステム開発

北海道大学大学院 農学研究院  
ビークルロボティクス研究室



## トピック

- 北海道大学ビークルロボティクス研究室
- 内閣府SIP「次世代農林水産業創造技術」
- ロボット普及に向けたロードマップ<sup>o</sup>
- ロボット農機に有用な基盤整備



# SIPが目指す我が国農林水産業の将来像

## 日本の農林水産業の現状

- 基幹的**農業従事者の減少**  
(5年前から15%減の175万人)
- 基幹的**農業従事者の高齢化**  
(65歳以上が65%)
- **大規模経営体が急増**  
(100ha以上が5年間で30%増加)



- 農業のスマート化、育種等の**技術が急速に進展**
- 健康機能性等の**食市場が拡大**  
(農業・食料関連産業生産額：約100兆円)

## SIPが目指す科学技術イノベーション（2つの重点目標）

- ① **ロボット技術、ICT、ゲノム等の先端技術を活用し、超省力・高生産のスマート農業モデルを実現** <農業におけるSociety5.0を実現>
- ② 国産の持つおいしさや**機能性**等の強みを活かした食品や、**未利用資源から新素材**等を産出するなど、高付加価値戦略を推進

## 日本の農林水産業の将来像

- 担い手を中心とした、**グローバル競争に勝てる強い農業**
- 高付加価値化による**農林水産業及び関連産業の市場規模拡大**と地域の発展

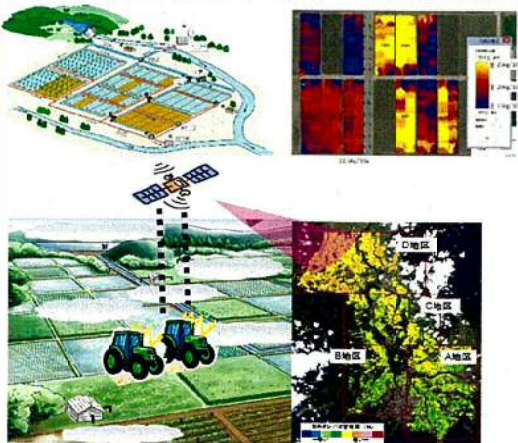
7

## 重点目標① 超省力・高生産なスマート農業モデル

✓ **ロボット技術、ICT、AI、ゲノム編集技術等の先端技術を活用し、環境と調和しながら、超省力・高生産のスマート農業を実現**

### 超省力・高生産な水田農業

自動・遠隔水田水管理 スマート追肥システム



マルチロボットトラクタ リモートセンシング

自動化、知能化栽培技術等の向上によりコメの生産コストを5割低減

国産ゲノム編集技術



画期的な品種

### 海外と勝負できる施設園芸



化学農薬に依存しない病害虫防除技術



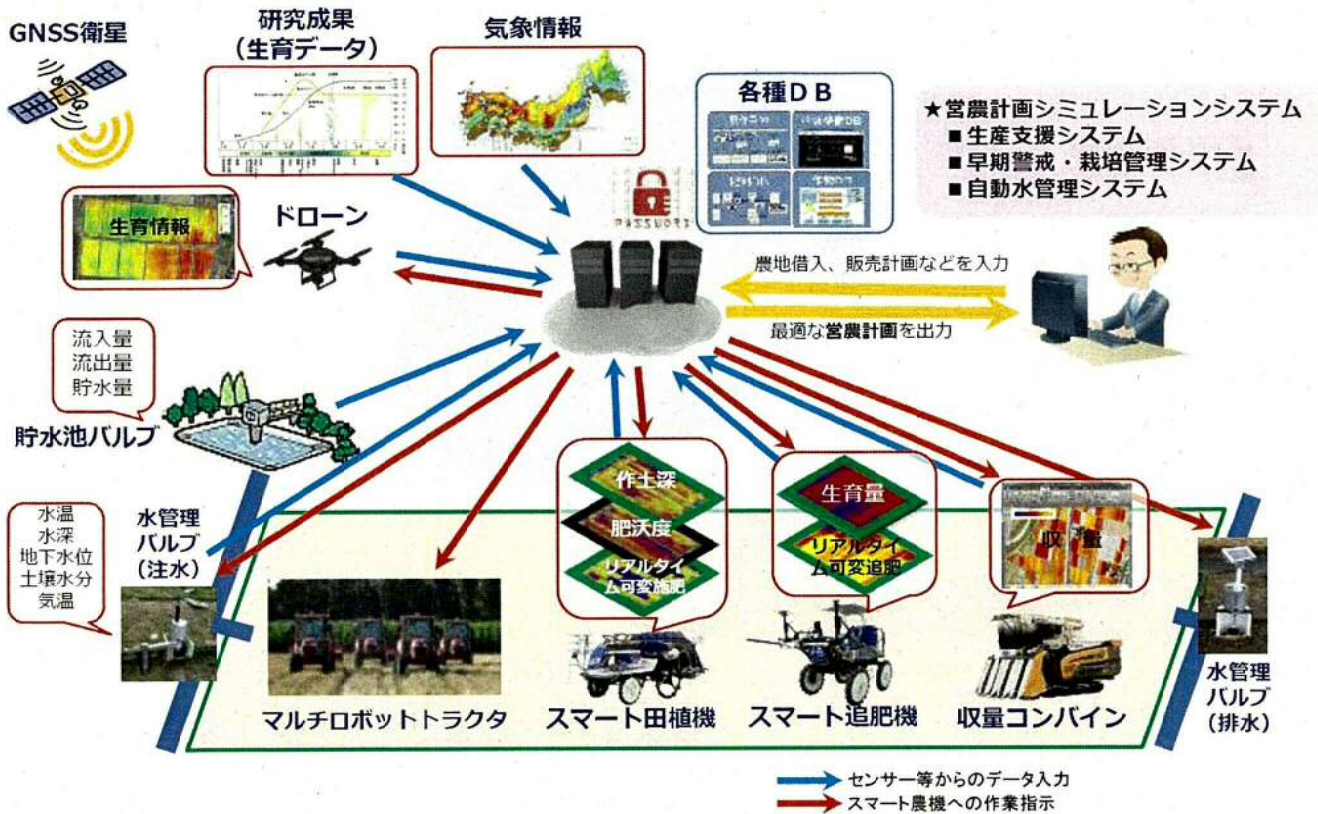
オミクスデータの活用

- ・トマトの超多収・高品質を両立させる最適栽培条件の確立
- ・新たな病害虫防除技術の開発

8



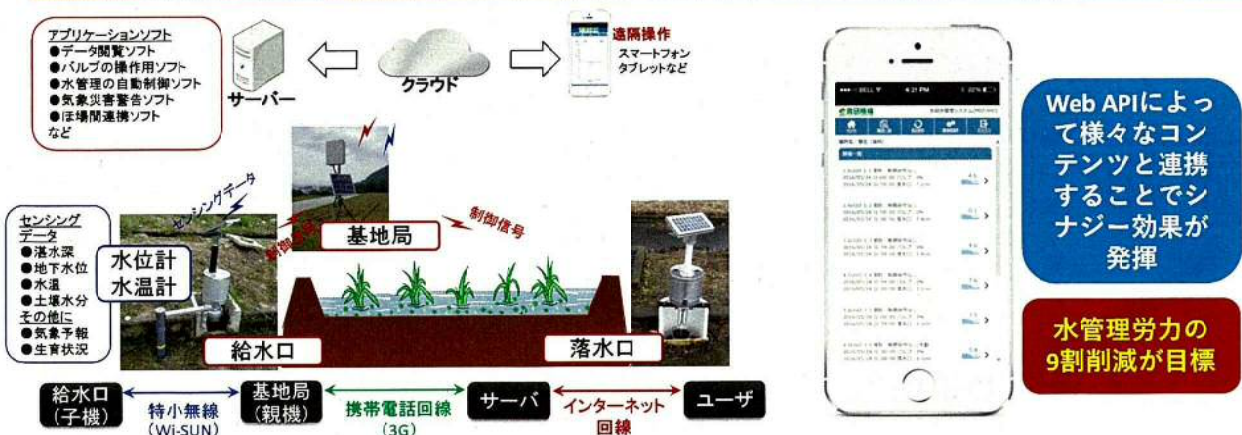
# スマート農業による「Society5.0」の実現



9

## 水田の水管理を自動化する給水・排水システムの開発

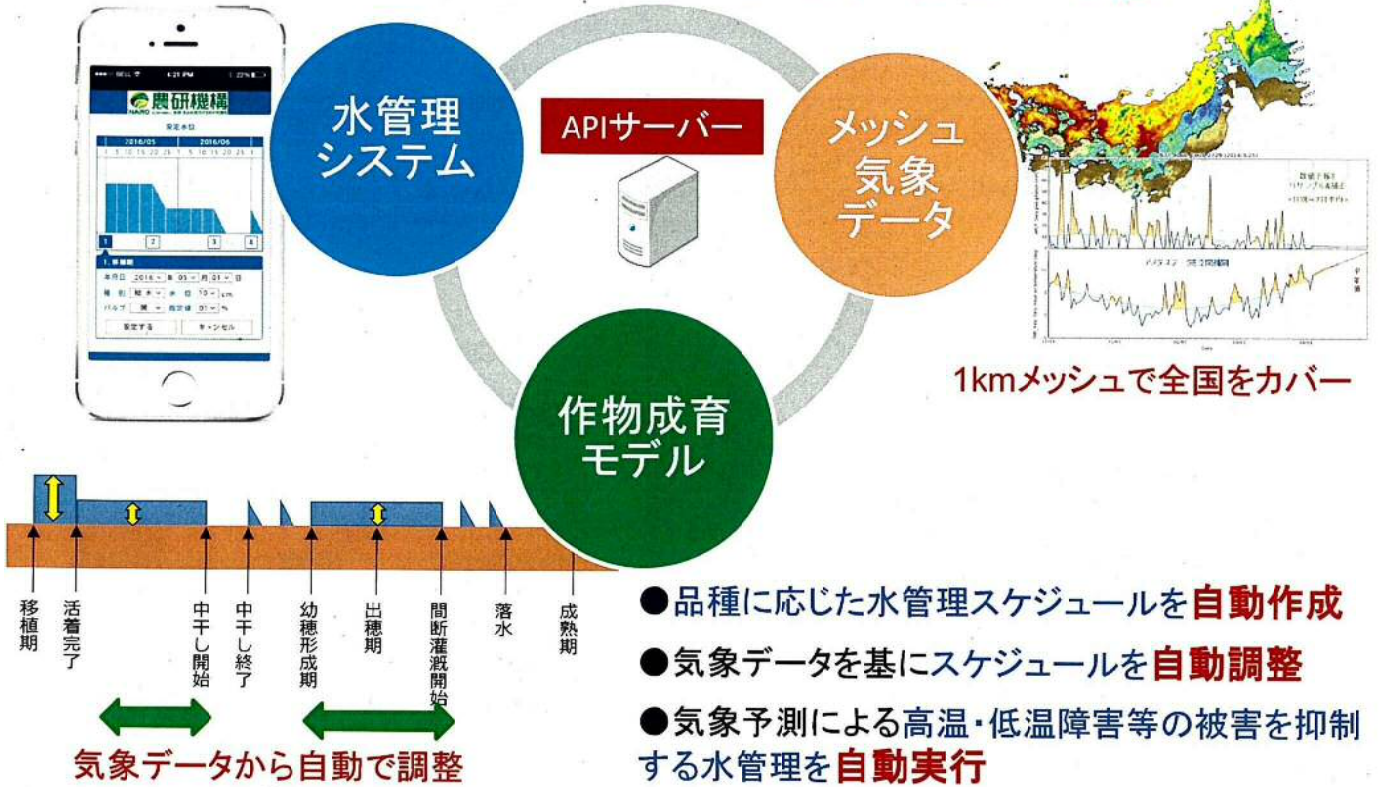
- ✓ ICTを活用して水田の水管理を遠隔・自動制御可能な給排水システムを開発
- ✓ 水管理労力を大幅に削減し、水資源の有効活用を可能とした
- ✓ 生育モデルや気象データと連携することで水管理を最適化
- ✓ 制御装置は小型化を図ると共に汎用性を向上させ、低コスト化も実現した



- 水稲作で最も多くの労働時間（約30%）を占める水管理を大幅に削減する
- 一人当たりの可能作付け面積倍増（10→20ha/人）に大きく寄与
- 水管理の最適化により気象を起因とする減収を5%削減

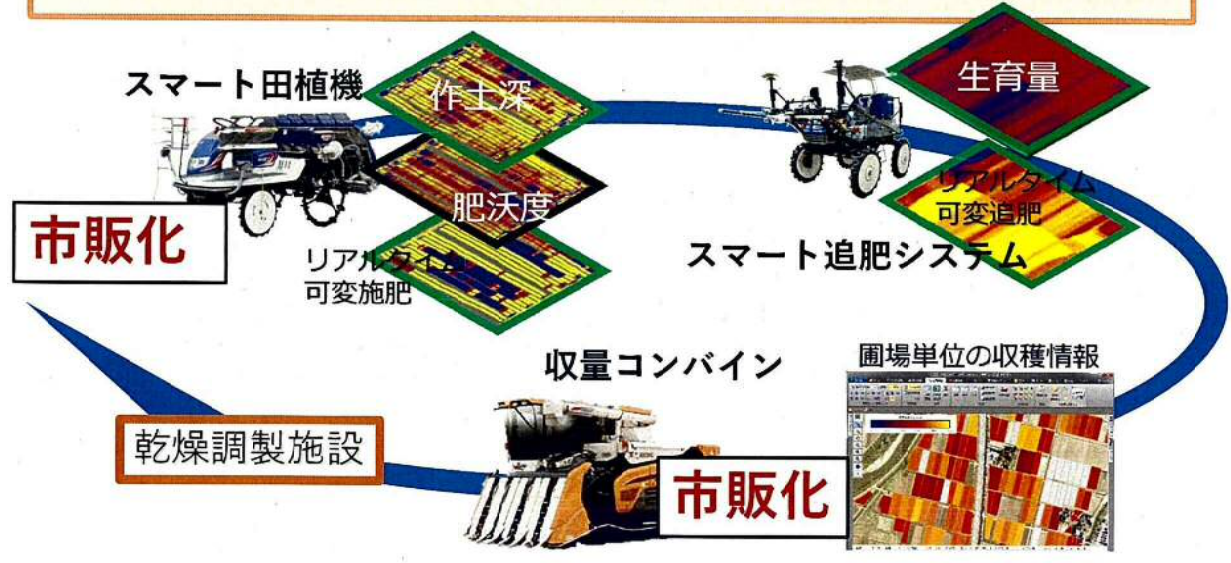


## ● 品種、移植日、地点の登録で最適水管理が可能



# スマート農機群による適正施肥技術

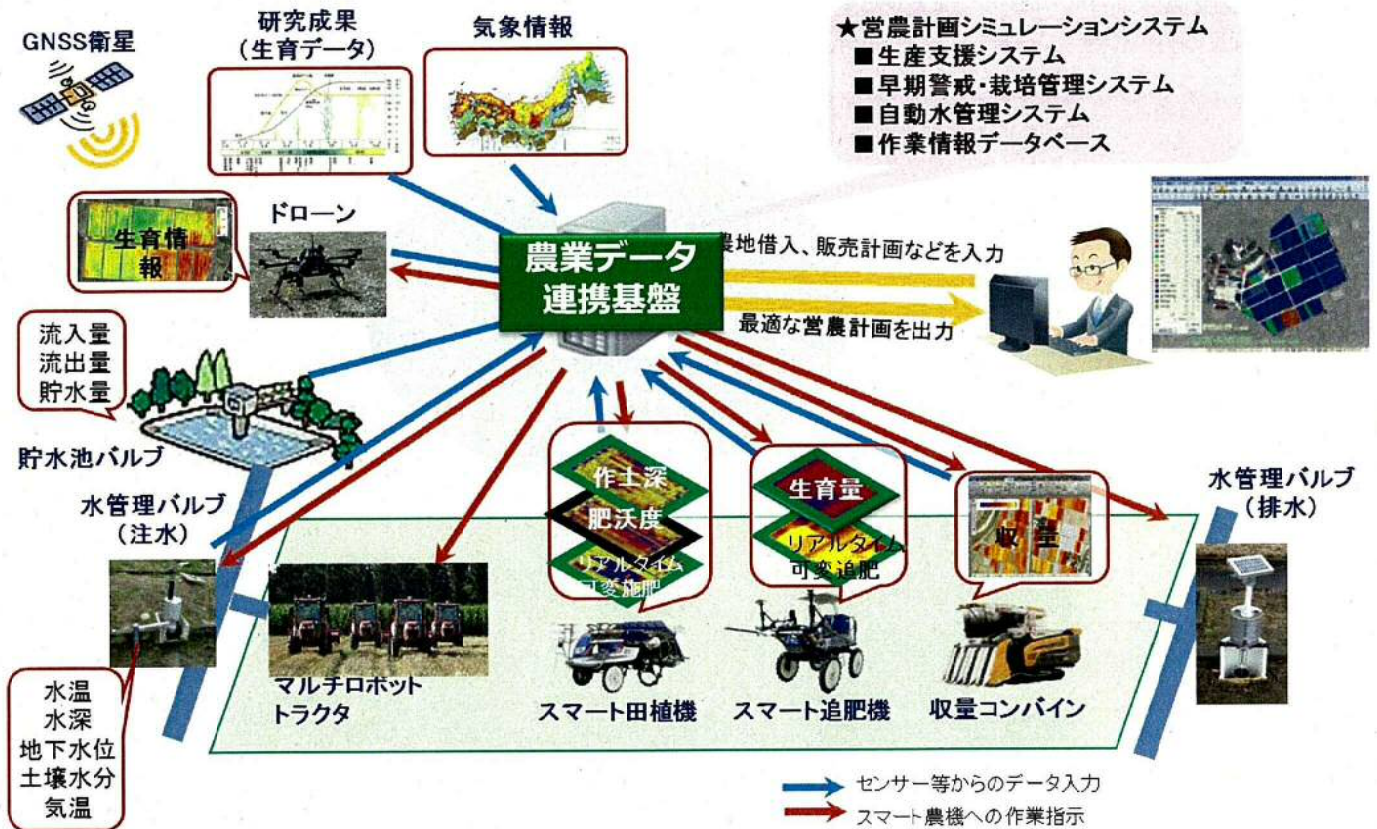
- ✓ 田植え、追肥、収穫時に収集したデータと篤農家の経験と知恵を元に**適正な施肥量を施用するスマート農機群**を開発
- ✓ 田植機、収量コンバインは市販化開始



- 施肥量20%減でも整粒歩合15%増 → 生産コストの削減へ寄与
- 倒伏軽減により作業能率向上 → 規模拡大に寄与



# スマート農業による「Society5.0」の実現

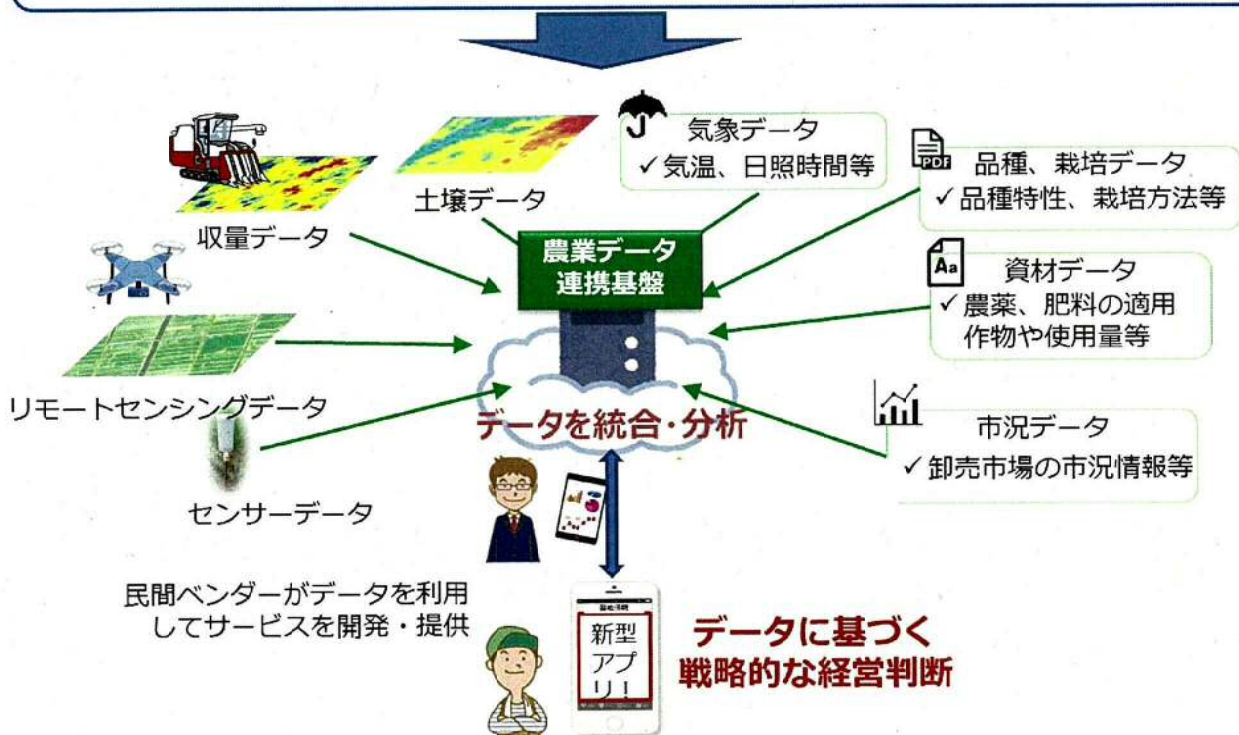


13

## 農業データ連携基盤

### 農業データ連携基盤によるSociety 5.0農業の概要

- ✓ 様々な農業ICTサービスが生まれているが、各社システム間の相互連携がない
- ✓ 行政や研究機関のデータがバラバラに存在し、容易に活用できない



14



## 農業データ連携基盤によるサービスの例①

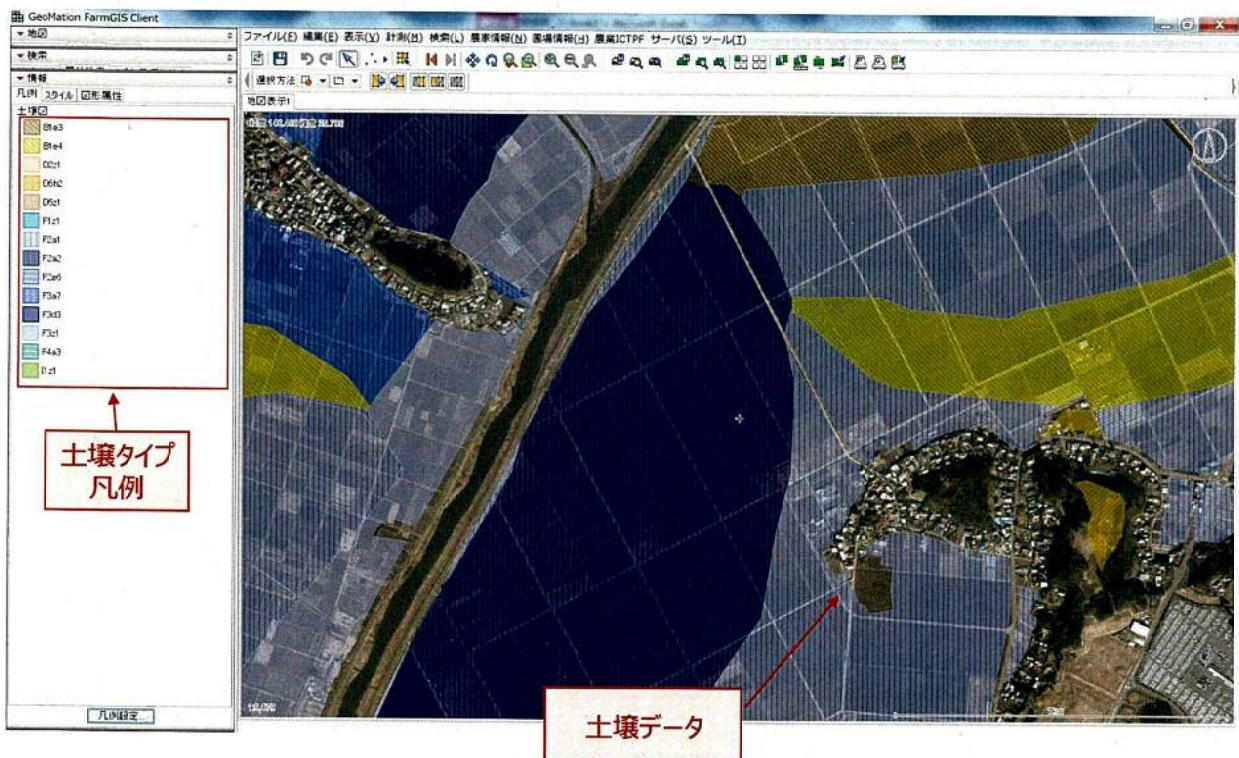
**農地筆ポリゴン**を取り込み、**背景地図(航空写真、地形図)**と重ねて表示。  
圃場位置の確認等に活用。(千葉県横芝光町)



15

## 農業データ連携基盤によるサービスの例②

**土壌データ**を取り込み、重ねて表示。  
土壌タイプと生育状況や収量との関係を調べることができる。肥料設計アプリでも活用可能。

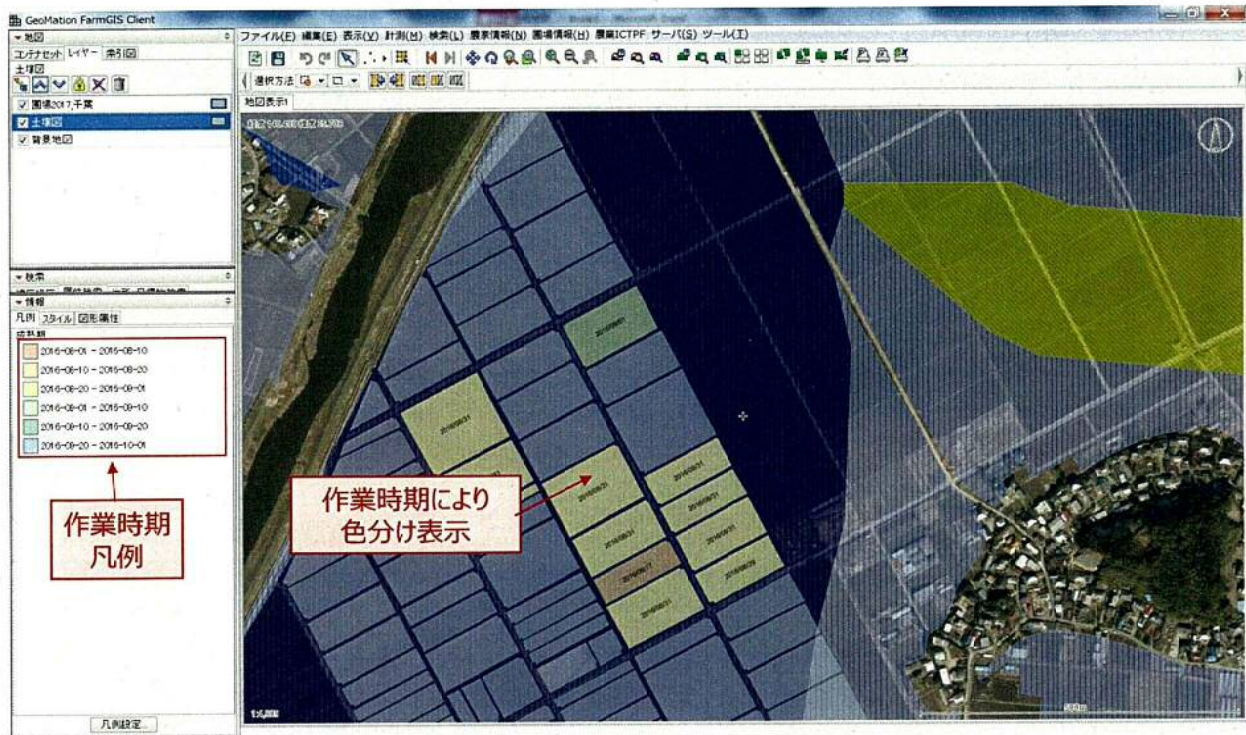


16



## 農業データ連携基盤によるサービスの例③

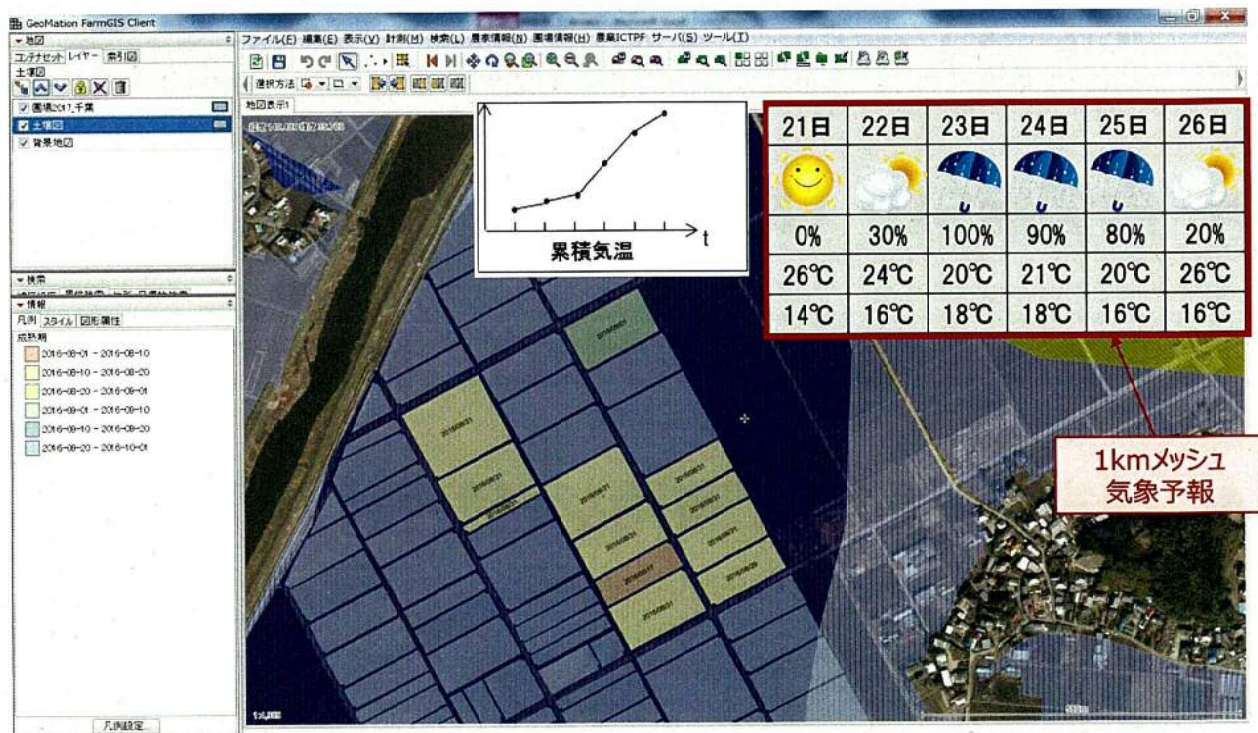
農地毎の作業実績データ(移植日、葉齢)を元に、**生育予測システム**が返す成熟期や収穫予測日などにより圃場を色分け表示。可視化された作業適期を作業計画に反映。



17

## 農業データ連携基盤によるサービスの例④

さらに**メッシュ気象データ**との連携により、高分解能気象予報(降雨量、気温等)を確認しながら作業時期・内容を調整。気象実績を圃場と関連付けて管理することも可能。



18

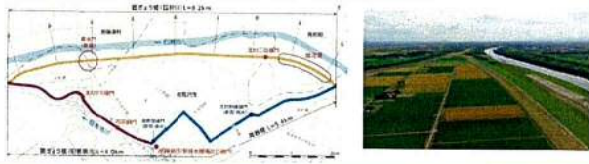


# スマート水田農業／現地実証試験

- ✓ 国内4か所にパイロットファーム(大規模実証圃)を設置し、各要素技術の統合実証と農業経営の専門家による経営評価を実施中。
- ✓ 北海道では圃場間移動を含む自動走行実現のための実証において3Dマップを作成中(SIP自動走行との連携課題)。

## 【北海道岩見沢市(北村遊水地)】

栽培面積：2.2ha  
栽培品種：きらら397  
実証技術：自動走行トラクタ、自動給排水システム、栽培管理支援システム  
※圃場間移動を含む自動走行実現へ向け、SIP自動走行と連携し、3Dマップを作成中



## 【宮城県亶理町】

栽培面積：13ha  
栽培品種：元気丸・ひとめぼれ  
実証技術：無人走行田植機、自動給排水システム、栽培管理支援システム

## 【茨城県龍ケ崎市】

栽培面積：1.5ha  
栽培品種：あきだわら  
実証技術：自動給排水システム、広域水管理システム、栽培管理支援システム  
※経営評価を実施

## 【千葉県横芝光町】

栽培面積：5.5ha  
栽培品種：コシヒカリ、ふさこがね  
実証技術：自動走行トラクタ、自動給排水システム、栽培管理支援システム  
※経営評価を実施

### 実証先の生産者の声

- ・水管理の負担が小さくなり助かる
- ・どのオペレータが行っても上手い下手がなく、同じ結果が得られる
- ・多数品種を移植期をずらして栽培しているため、栽培管理支援システムの中の「生育予測情報」に期待している

## トピック

- 北海道大学ビークルロボティクス研究室
- 内閣府SIP「次世代農林水産業創造技術」
- ロボット普及に向けたロードマップ
- ロボット農機に有用な基盤整備



# 農作業のロボット化

2018年

2020年

GNSSオート  
ステアリング

自動走行農機  
(ロボット農機)

遠隔監視・圃場間移動可能なロボット農機

今年

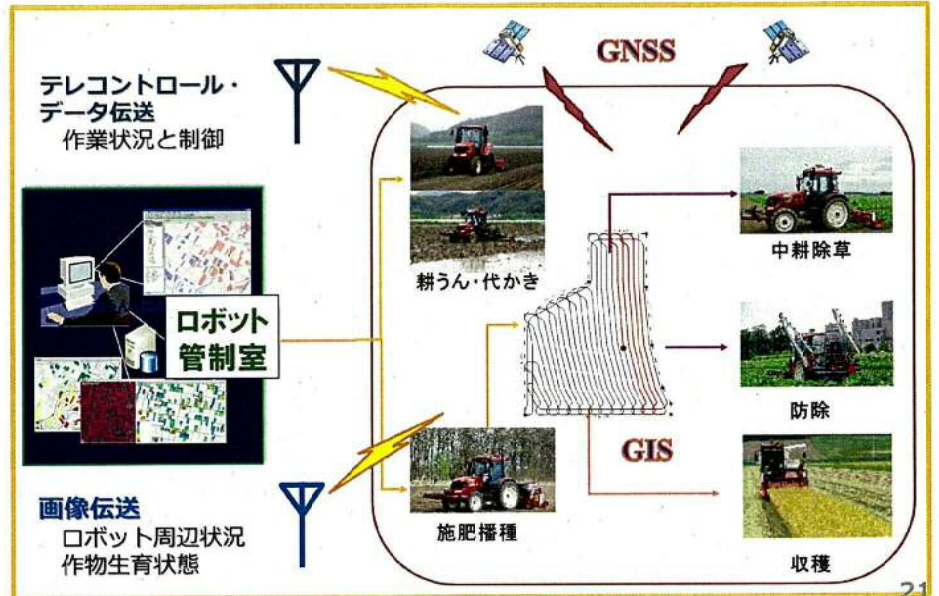
2年後

## KPI

2020年までに遠隔監視による無人作業システムの実装（官民対話における安倍総理の指示）

### 期待される効果

- ◆ 労働力不足の大幅改善
- ◆ 作業精度・作業能率の向上
- ◆ 農業従事者の業務内容の転換



## オートステアリングシステム

### 《ポイント》 労働負荷低減

- 作業中に手放し運転
- 大手農業機械メーカーやGPSメーカーが製造販売



- RTK-GPS使用。
- 補強信号の受信が必要。
- 北海道を中心に急速に普及。約3000台



# オートステアリングシステム



モーター

後付け  
オートステアリング

耕うん作業

田植え作業



1人乗車でも直進中に苗補給が可能

## 農作業のロボット化

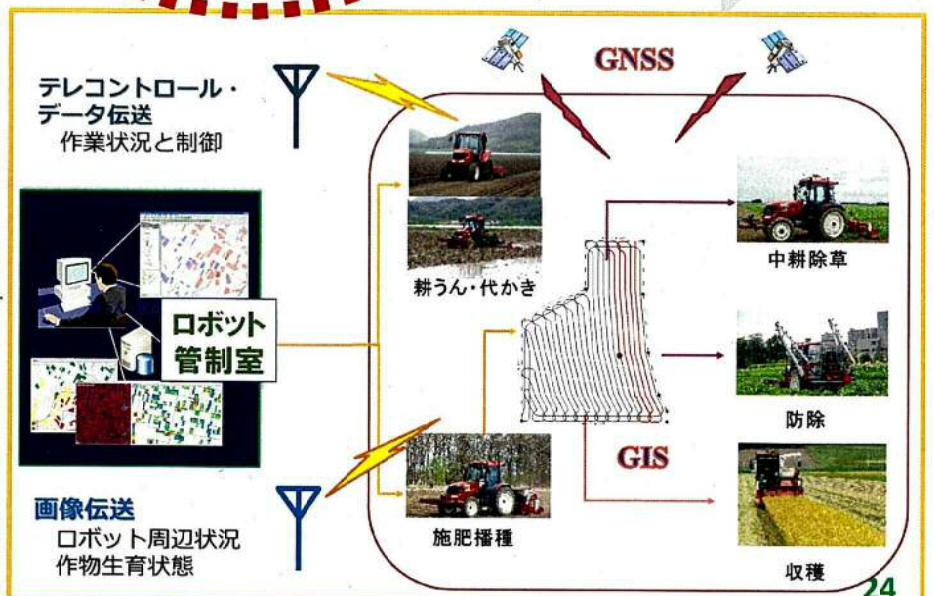


### KPI

2020年までに遠隔監視による無人作業システムの実現 (官民対話における安倍総理の指示)

#### 期待される効果

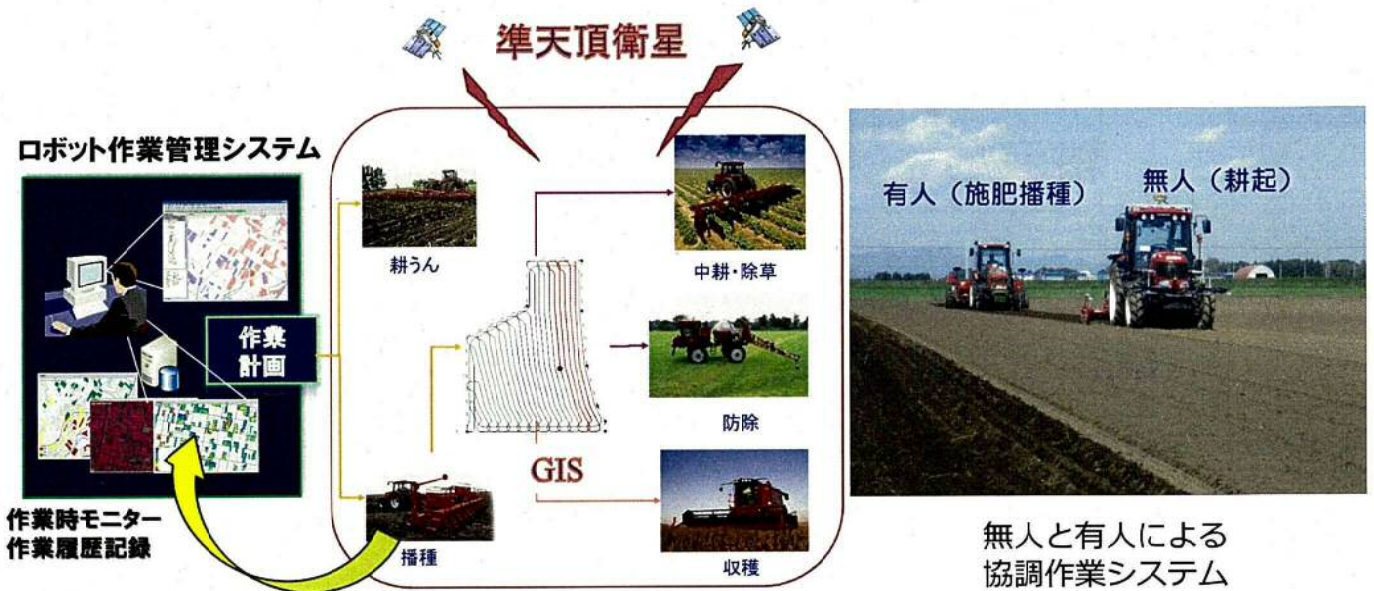
- ◆ 労働力不足の大幅改善
- ◆ 作業精度・作業能率の向上
- ◆ 農業従事者の業務内容の転換





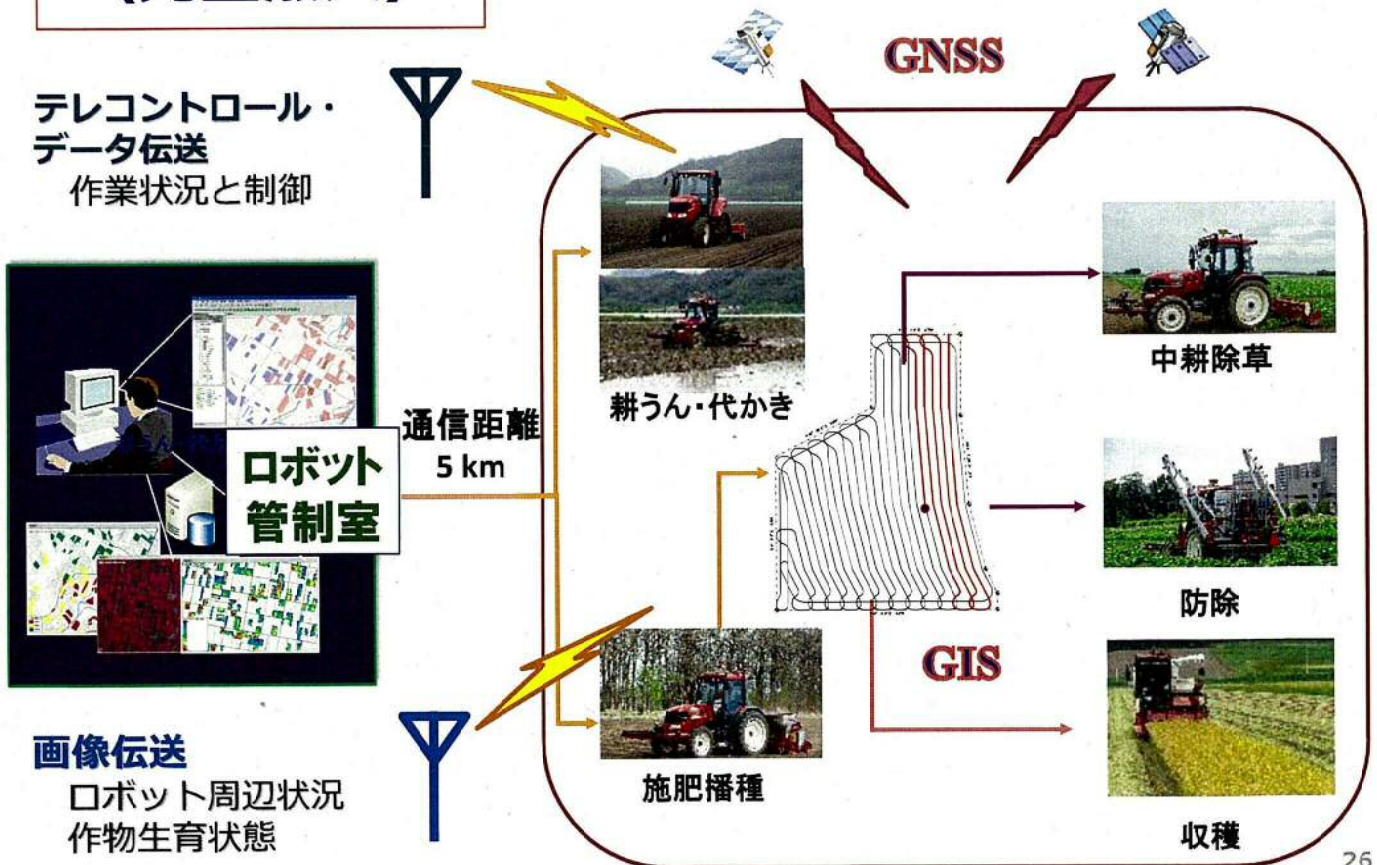
# ロボット農機の現状

水田作、畑作におけるロボットによる耕うん作業、施肥播種作業は可能。トラクタメーカー各社は農林水産省により**農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン**が整備されたことから、来年度に人による目視監視の下での自動走行システムを世界に先駆けて商品化する予定。



## ロボット農業 (完全無人)

《ポイント》無線通信による遠隔監視  
ロボットによる作業能率が格段に向上





# ロボット農機の作業風景（稲作）



耕うん



防除（㈱ナイルワークス）



田植え（農研機構）



収穫

# ロボット農機の作業風景（畑作）



施肥・播種



除草



農薬散布



農道移動～農作業



# レーザーセンサによる 障害物の検出と衝突回避



29

## ロボット農機の遠隔監視システム



### GISベースモニター

- ✓ 車両制御ステータス
- ✓ 一時停止・再開操作

### 車両周辺情報

- ✓ 左右画像
- ✓ 前後画像





# SIP - 岩見沢パイロットファーム

- 北海道開発局が整備中の遊水池（閉鎖空間）を利用した圃場間移動を含む遠隔監視による自動走行の実証試験を行う。**北海道開発局、自治体（岩見沢市）、生産者の協力体制**は構築済み。
- SIP自動走行と連携し、農道の自動走行に必要な3Dマップを作成し、実証を行う。
- 自動給排水システム、栽培管理支援システムの実装を実施し、各要素技術の統合実証を行う。



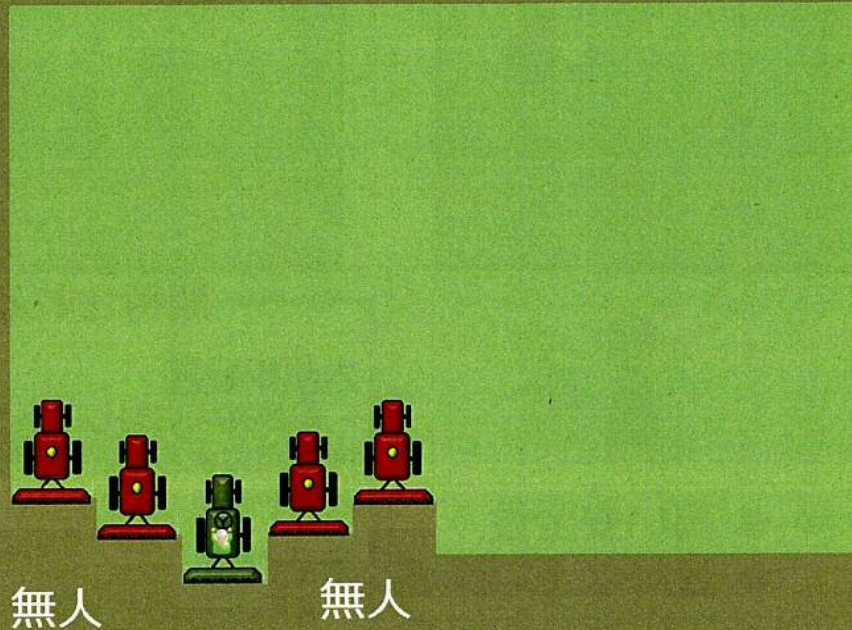
## 農道の3D地図化

- ロボット農機（ロボットトラクタ、ロボットコンバイン、マルチロボット）
- 資材（苗、種、肥料など）運搬車
- 収穫物運搬車





# マルチロボットによる 協調作業システム



33

## ロボットトラクタ2台とオペレータ1名 による協調作業システム



日中の作業



夜間の作業

**オペレータは作業監視役**

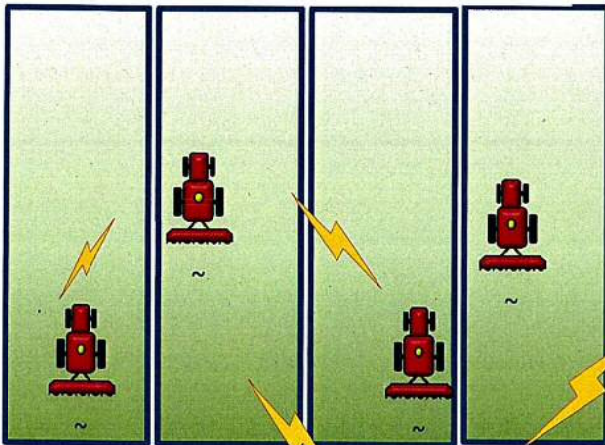
(高齢者・女性・未経験者でも安全に高精度作業が可能)

34

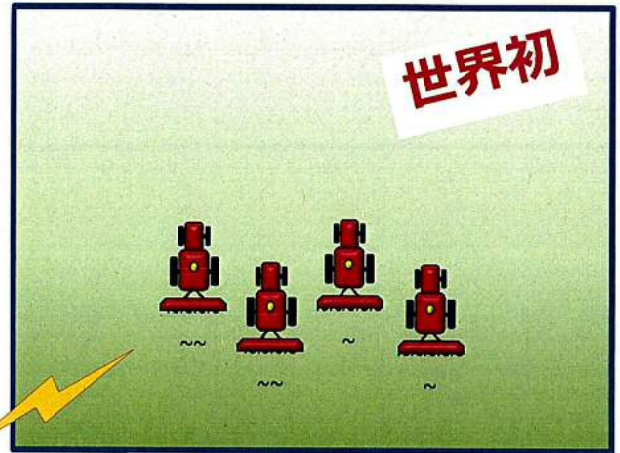


# マルチロボットシステム

複数のほ場で使用



1つのほ場で使用



期待される効果

## 大規模経営

規模拡大に対してトラクタなど機械の大型化によらず、今使っている機械台数を増やす。

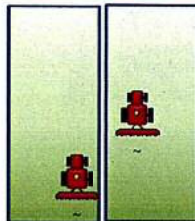
## 集落営農

各農家所有の小型ロボットトラクタを貸し借りして柔軟な作業体系を組む。

小型軽量 ⇒ ● 高い安全性  
● 良好な土壌環境

 戦略的イノベーション創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

# マルチロボットの作業風景



特長：N台の協調作業ができる。



複数のほ場で使用

1つのほ場で使用

小区画ほ場から大区画ほ場まで使える  
マルチロボット

 戦略的イノベーション創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program



# 準天頂衛星システム「みちびき」

GPSではいつでもどこでも  
高精度測位できない

日本版GPS  
準天頂衛星システム



GPSの補完機能と補強機能を有する「みちびき」は日本全域6 cm以下でリアルタイム測位できる



37

## 日本農業の「みちびき」への期待





## ロボット農機の普及を目指して

- 2018年度に4機体制となる**準天頂衛星システム (QZSS)**に対応した**低価格な受信機**  
目標価格：現在の1/15程度、10万円程度  
SIP「次世代農林水産業創造技術」で開発中



- **トラクタの装備シンプル化による低価格ロボットトラクタ**



### 現在のトラクタ

エアコン・オーディオ・低振動座席・  
低騒音キャビンなどを装備した優れた居住性



### ロボットトラクタ

人がトラクタを畑まで運搬する  
上で必要最小限の機能

39

## ロボットトラクタによるイラスト



日本テレビ系列『大泉洋の驚きジャパン2～未来が見える! 未来が変わる! 大研究スペシャル』 2018年8月11日放送

40



# トピック

- 北海道大学ビークルロボティクス研究室
- 内閣府SIP「次世代農林水産業創造技術」
- ロボット普及に向けたロードマップ
- **ロボット農機に有用な基盤整備**

41

## ロボット農業に有効な基盤（水田）

- ・ 連坦が高度に進んでいる。
- ・ 公道に出ないで圃場間移動ができる。
- ・ ほ場内用・排水施設が埋設されている。
- ・ ターン農道である。
- ・ 地下水位制御システムである。
- ・ 圃場区画に侵入検出ケーブルが敷設されている。
- ・ 無線LAN基地局が設置されている。
- ・ ~~地域にGNSS基地局が設置されている。~~

**準天頂衛星システム「みちびき」利用で不要に！**

42



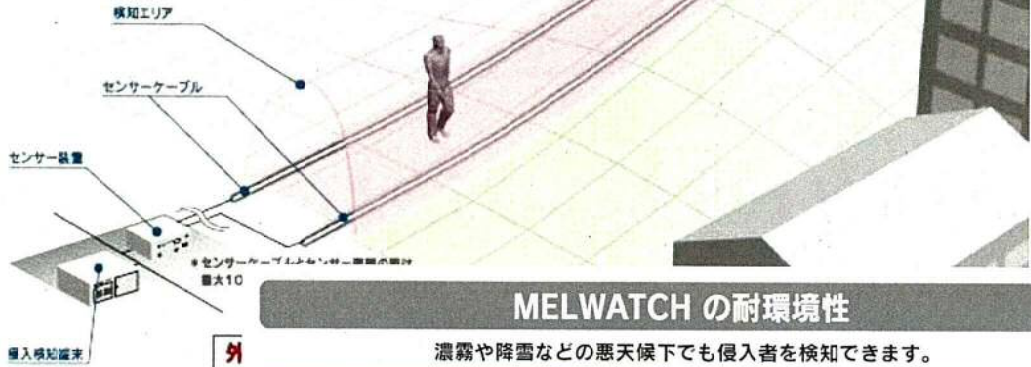
# 広域侵入検知センサ (三菱電機)

(※1)  
**センサ装置一台で最長600mの検知距離**  
 MELWATCHは、2本のセンサケーブルと一台のセンサ装置で、最長600mにわたる区間の検知が可能。さらにセンサ装置を複数連結させれば、それ以上の距離にも対応します。

(※1) MELWATCH-Proの長さ、  
 MELWATCH-Liteは最長340m。

(※2)  
**±5mの精度で侵入位置を検知**  
 侵入者が2本のセンサケーブル間を横切る際に電界変動が生じます。これをセンサ装置が解析することにより、およそ±5m(センサケーブルの長さ方向)の精度で侵入位置を特定できます。

(※2) MELWATCH-Proの長さ、  
 MELWATCH-Liteは±10m。



**優れたシステムの拡張性**  
 2本のセンサケーブルと1台のセンサ装置というシンプルな基本構成ですので、検知距離の延長も容易にできます。また、ソフトウェアインターフェース・接点インターフェースの両方に対応しているため、既存のセキュリティシステムや映像システムとの連動など、拡張性に富んでいます。

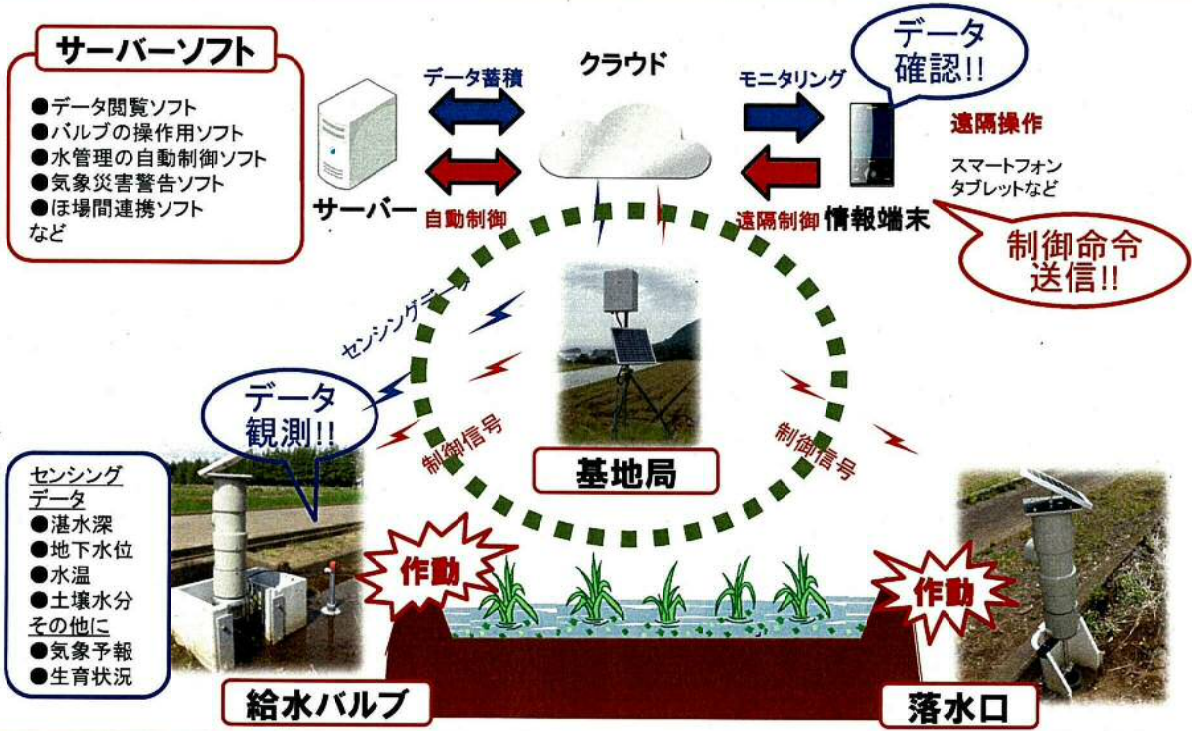
外  
 注1  
 に  
 。

## MELWATCH の耐環境性

濃霧や降雪などの悪天候下でも侵入者を検知できます。



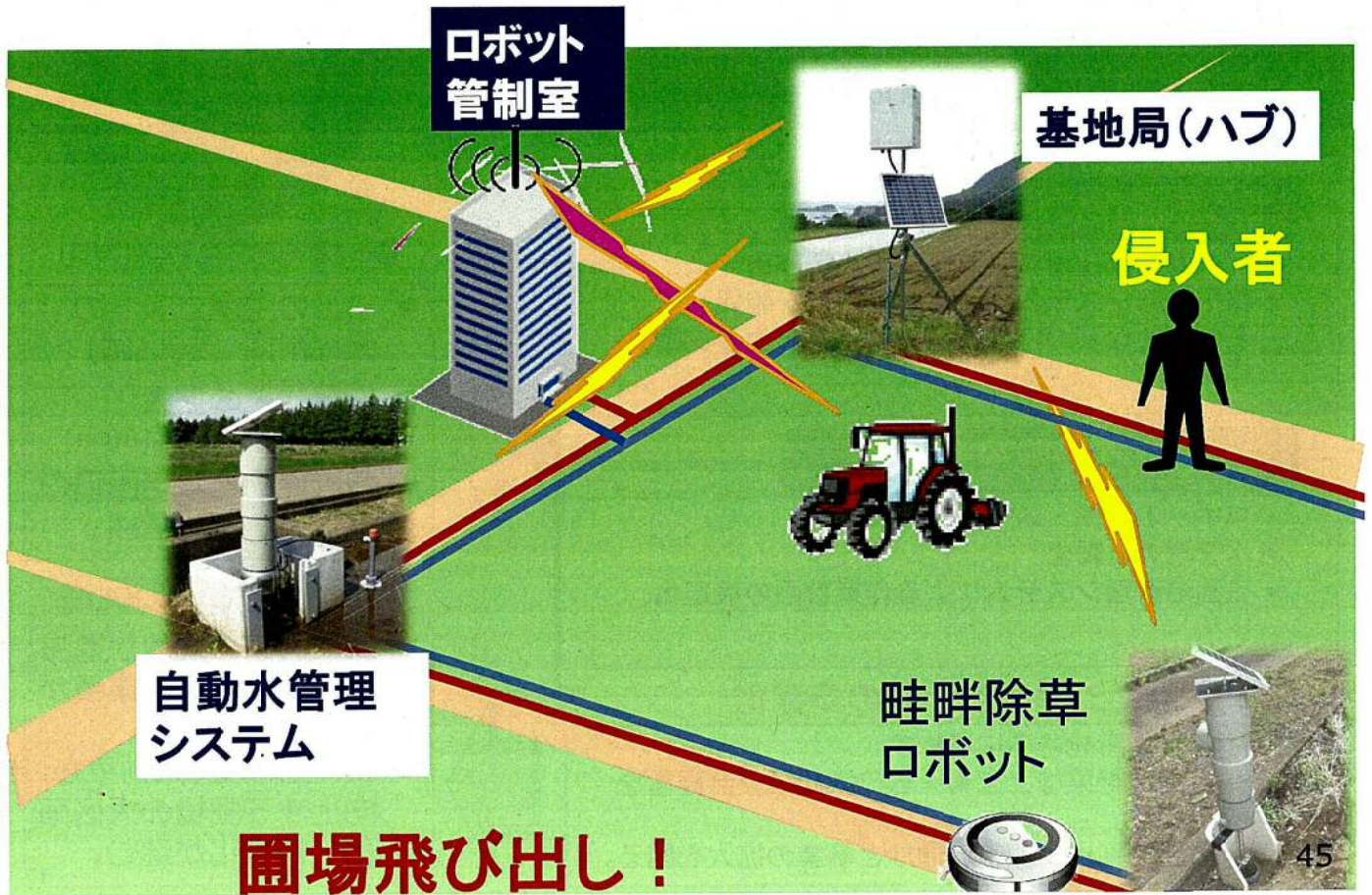
## ICTを活用した遠隔・自動給・排水口



水田水位などのセンシングデータをクラウドに送り、ユーザーがモバイル端末等で給水バルブ・落水口を遠隔または自動で制御するシステムを開発



# スマート水田



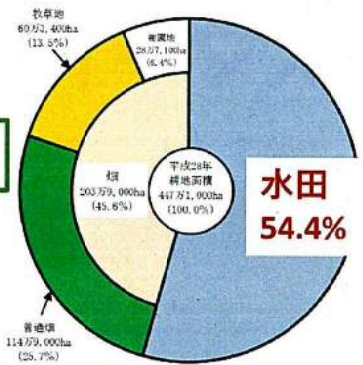
## まとめ



# 水田農業スマート化の意義

## 日本農業のイノベーション = 水田農業の変革

日本の耕地面積(450万ha)のうち**54%**が水田



農林水産省(平成28年10月25日)

### SIP開発技術

#### 土地生産性の飛躍的向上

- ゲノム編集技術による超多収品種作出
- 精密施肥システムによる安定生産を確保
- ドローンなどの空間診断技術による生産支援、ほか

#### 労働生産性の飛躍的向上

- ロボット農機・スマート農機
- 水管理の自動化
- 多圃場管理システムによる作業計画の最適化、ほか

#### 農業ビジネスモデルの多様化

- 戦略1: コメ生産をさらに増やす。
- 戦略2: 花卉・野菜などを導入して大規模複合経営を目指す。
- 戦略3: 農産物輸出、加工流通など事業の拡大を図る。

- コメの生産コストの大幅削減 (50%減)
- 営農規模の拡大 (家族:40ha, 法人:100ha)
- 栽培作物と栽培面積の選択自由度の増加

#### 農業構造改革の促進

- 兼業農家の離農が進み、担い手への農地集積がさらに加速する。
- SIP技術の導入効果が向上する圃場の大区画化・情報化が進む。

47

## スマート農業推進に重要な施策

### 拠点形成

ICT・ロボット農業  
実践モデル地域を  
全国に複数設置

### 規制・制度

ロボットに適した  
作業環境の整備

- 道路交通法の緩和
- ロボット農業向け  
基盤整備

栽培技術などノウ  
ハウの知的財産化の  
ルール整備

農地デジタル地図  
の整備・公開

農村地域における  
電波利用法の確立

スマート農業技術の  
国際標準化

### 基盤技術

農業ICT専門家育成  
農村地域の農業ICT  
リテラシー育成

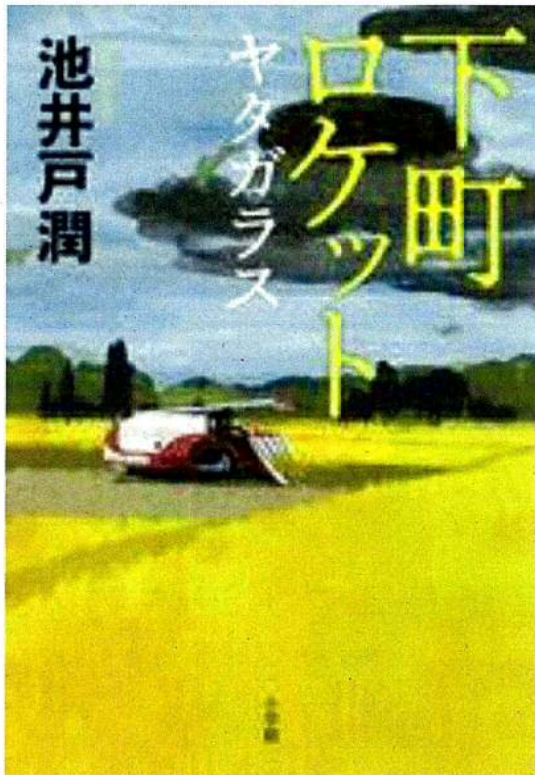
### 人材育成



池井戸 潤

第4作『下町ロケット ヤタガラス』

(2018年9月28日販売)



「宇宙から大地」編

TBS日曜劇場

ドラマ「下町ロケット」

11月18日から放送

準天頂衛星による  
農業ロボットがテーマ

北海道農業大学

ビークルロボティクス研究室

野木博文 教授

49

## 要約

- 就業者人口減少と高齢化が進む日本農業において**スマート農業技術**の導入は不可欠。
- 内閣府SIP「次世代農林水産業創造技術」ではロボット農機はじめG空間情報を活用したスマート農業技術を研究開発中。
- まず人監視のもとでのロボットトラクタが社会実装する。農林水産省では**安全性確保ガイドライン**を整備。
- 2018年11月からサービスがスタートする**準天頂衛星システム**はロボット農機に極めて有用。
- 農業ロボットは北海道にまず普及する。ロボット農業を推進するうえで**ロボット農業用の基盤整備**が望まれる。
- 地域産業である農業ではスマート農業を普及させるうえで地域で**農業ICTの専門家**を育成すること、農村地域の**農業ICTリテラシー**を育成することが重要である。