

記念講演 ICTとこれからの農業

ICT Agriculture

- Current status and future perspectives -

北海道大学大学院農学研究院

野 口 伸

Topics

- **農業におけるSociety5.0：スマート農業**
Society 5.0 for Agriculture : Smart Agriculture
- **ロボット普及に向けたロードマップ**
Roadmap for social implementation of Agri-robots
- **今後のスマート農業の展開について**
Future perspectives for Smart Agriculture
 - ① **小型協調型ロボット (Small-sized multi-robots)**
 - ② **スマート営農システム×スマートフードチェーン**
(Integration of smart food-chain with smart farming)
 - ③ **スマート露地野菜生産 (Smart vegetable production)**
 - ④ **スマートヴィレッジ (Smart agri-town)**

日本農業の課題とSociety 5.0

日本農業の現状

- 基幹的農業従事者（仕事として自営農業に主として従事した者）は 175 万 4 千人で、5 年前に比べて 29 万 8 千人（14.5%）減少
- 基幹的農業従事者の平均年齢は 67.0 歳となり、65 歳以上が占める割合は 64.6%



日本農業の目指す姿（未来投資戦略2018）

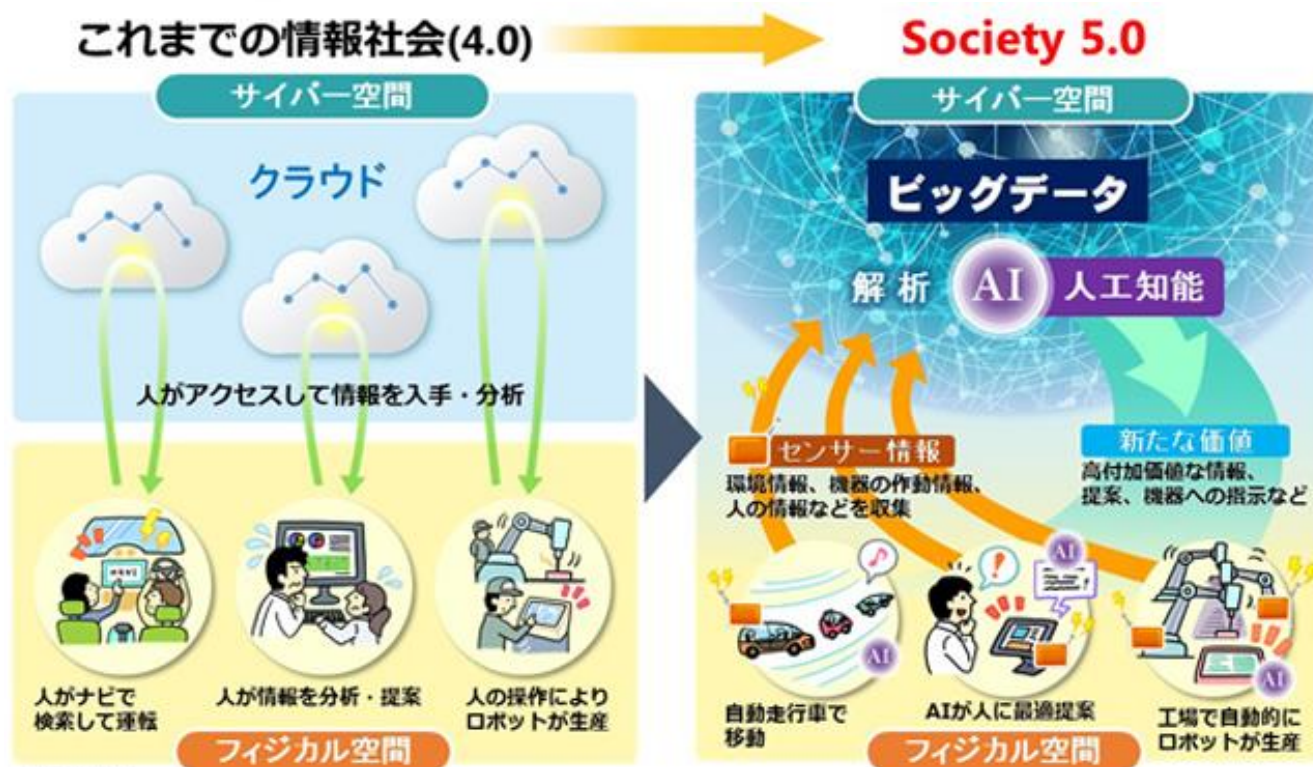
- 2025 年までに農業の担い手のほぼすべてがデータを活用した農業を実践
- 今後 10 年間（2023 年まで）で全農地面積の 8 割が担い手によって利用
- コメの生産コストを全国平均比 4 割削減
- 2019年の農林水産物・食品の輸出額 1 兆円目標を達成

農業におけるSociety5.0の実現

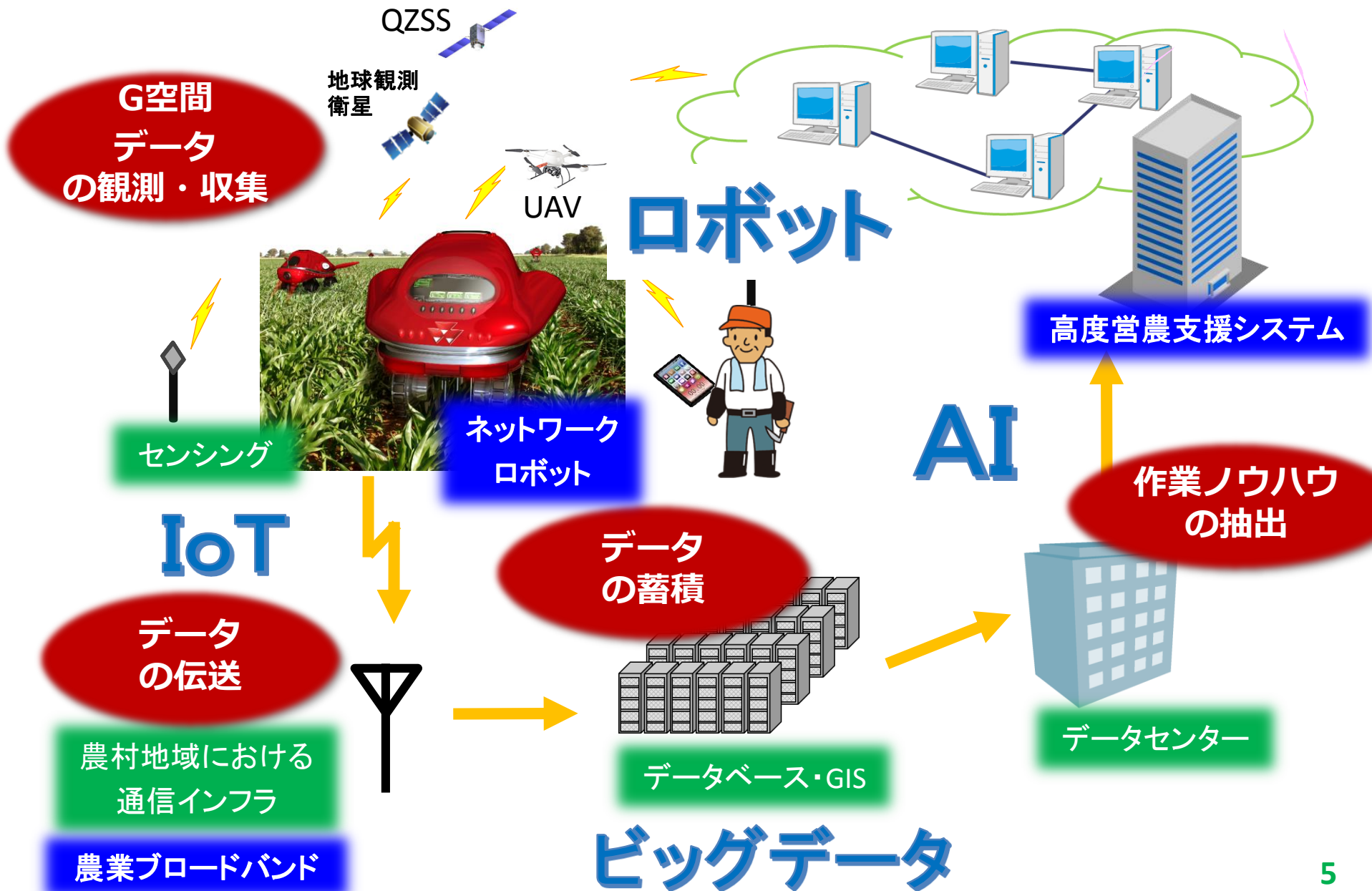
Society5.0によって期待される効果

- 労働力不足の解消
- プロ農家の技術の継承 ⇒ 新規就農者の早期育成
- 生産の低コスト化
- 農産物の品質向上・収量増
- 「プロダクトアウト」型から「マーケットイン」型農業への転換
- 農業の魅力アップ ⇒ 青年層の新規就農促進

Society 5.0とは？

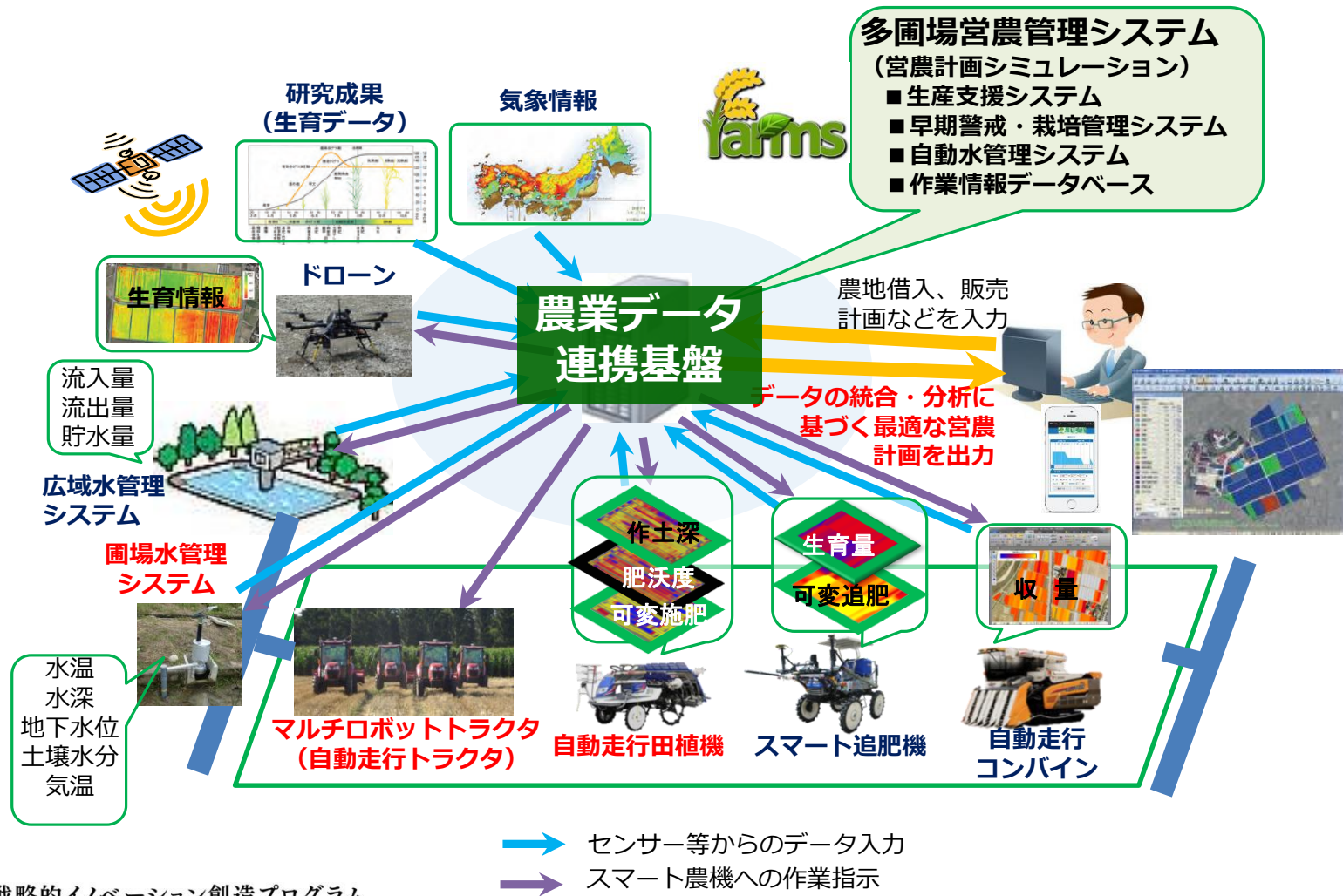


Society 5.0による次世代農業



スマート水田農業（全体像）

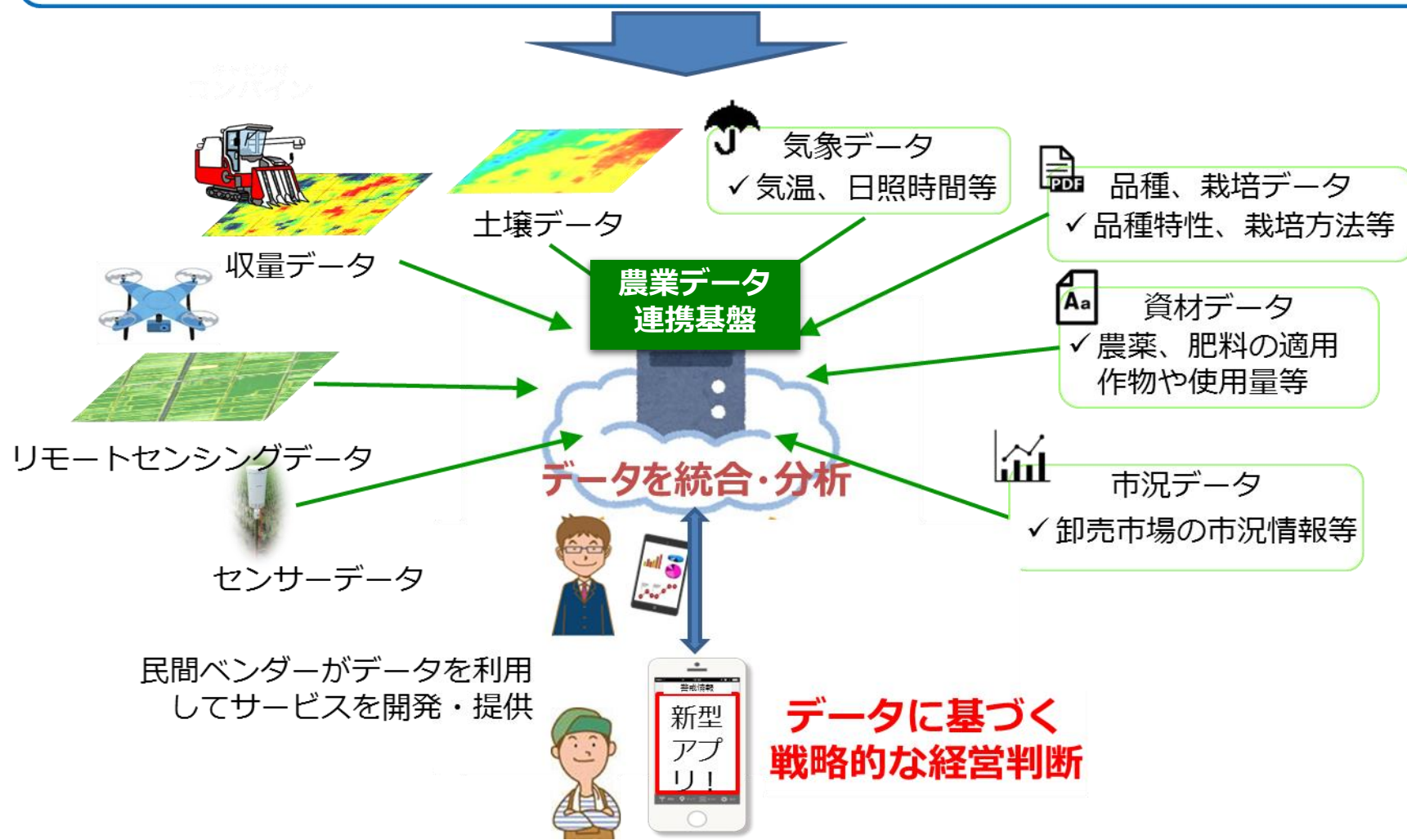
ロボット技術、ICT、ゲノム等の先端技術を活用し、超省力・高生産のスマート農業モデルを実現 <農業におけるSociety5.0を実現>



農業データ連携基盤

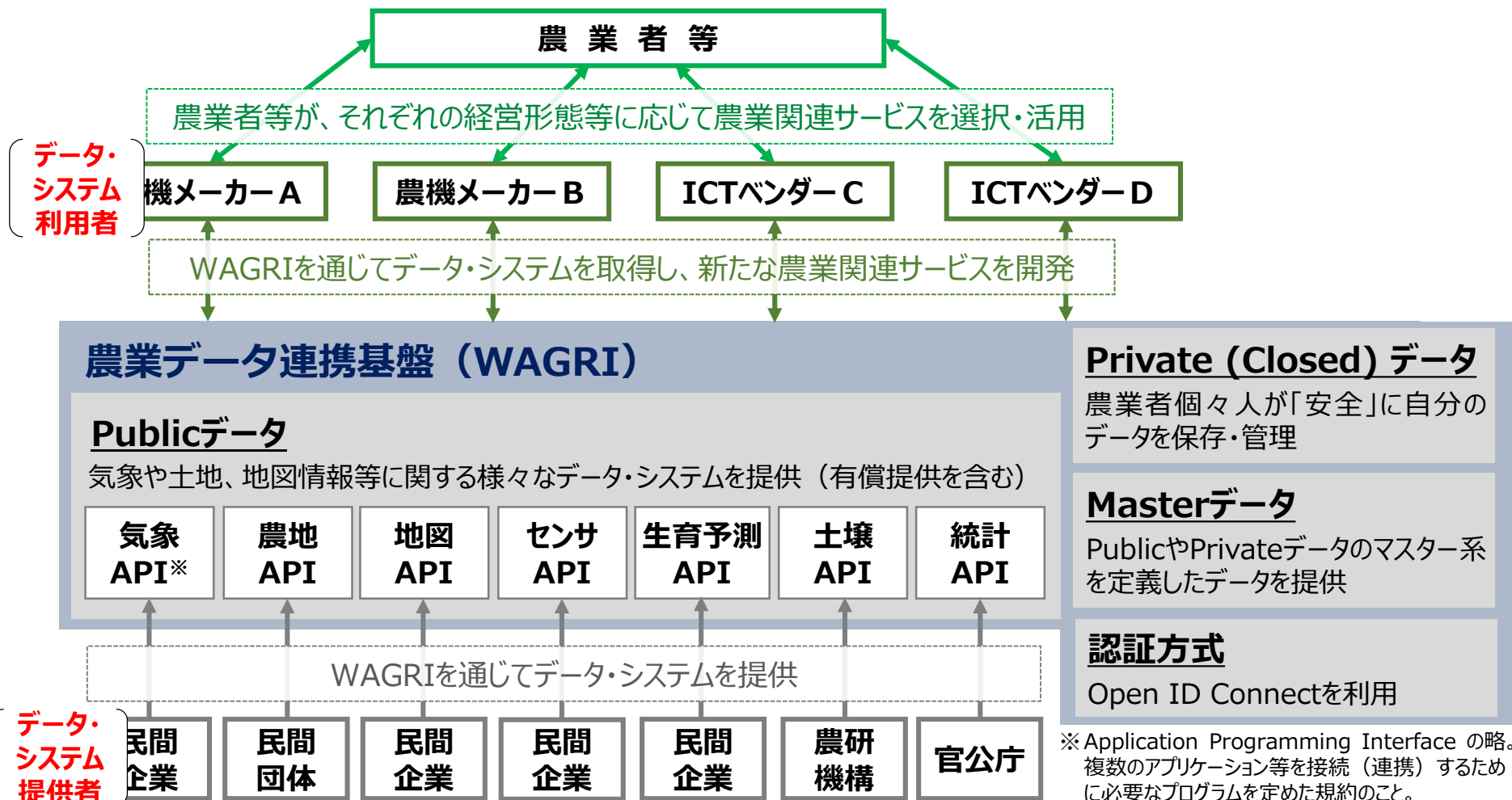
農業データ連携基盤によるSociety 5.0農業の概要

- ✓ 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



農業データ連携基盤（WAGRI）の構造

- 農業データ連携基盤（WAGRI）は、農業ICTサービスを提供する民間企業の協調領域として整備を進めている。
- WAGRIを通じて気象や農地、地図情報等のデータ・システムを提供し、民間企業が行うサービスの充実や新たなサービスの創出を促すことで、農業者等が様々なサービスを選択・活用できるようにする。



※ Application Programming Interface の略。
複数のアプリケーション等を接続（連携）するために必要なプログラムを定めた規約のこと。

農業データ連携基盤（WAGRI）の3つの機能

農業ICTの抱える課題を解決し、農業の担い手がデータを使って生産性向上や経営改善に挑戦できる環境を生み出すため、**データ連携・共有・提供機能**を有する**データプラットフォーム（農業データ連携基盤：WAGRI）**の構築を進めている（**2019年4月より本格稼働予定**）。

データ連携機能

ベンダーやメーカーの壁を超えて、様々な農業ICT、農機やセンサー等のデータ連携が可能になる。



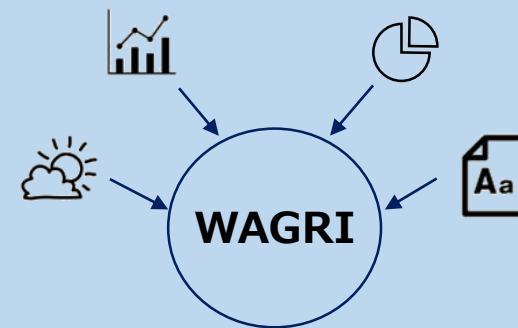
データ共有機能

一定のルールの下でのデータ共有が可能になり、データの比較や、生産性の向上に繋がるサービスの提供が可能になる。



データ提供機能

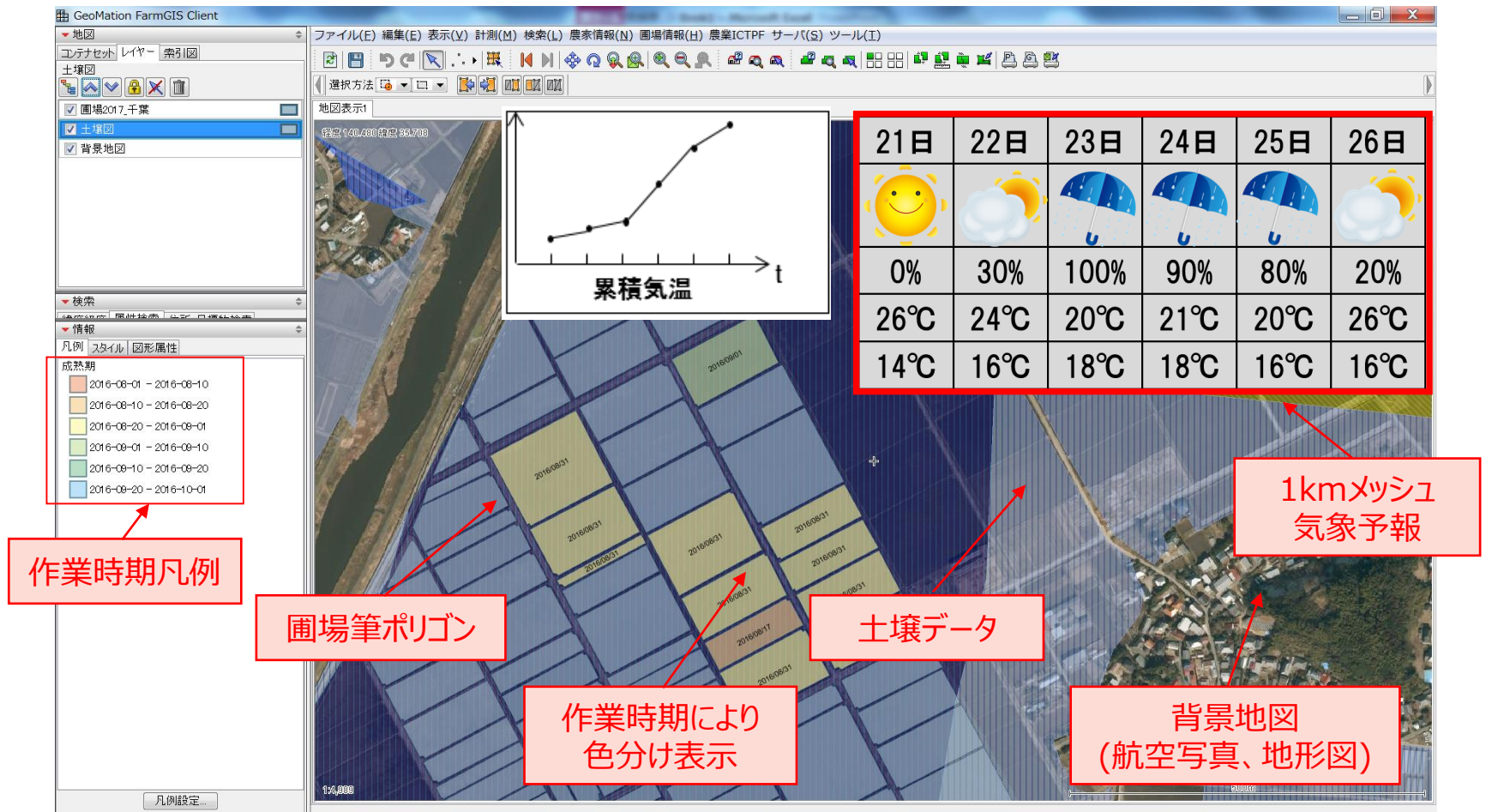
土壌、気象、市況などの様々なデータ等を整備し、農家に役立つ情報の提供が可能になる。



様々なデータを駆使して生産性向上・経営改善に取り組むことが可能になる。

データ連携機能のサービス例

農業データ連携基盤を通じて、民間企業が提供する営農管理システムに背景地図（航空写真、地形図）、圃場筆ポリゴン、土壌データ、生育予測システム、メッシュ気象データを取り込み、重ね合わせて表示することにより、作業適期等を管理することが可能になる。



- ✓ 遠隔または自動で『給水』と『排水』が可能。
→水稲作で最も多くの労働時間(約30%)を占める水管理作業時間について、
実証試験で目標50%を大幅に上回る80%削減を達成した。
- ✓ 最適水管理スケジュールを自動で作成・更新するアプリも作成。

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）】

栽培品種：きらら397

実証技術：自動走行トラクタ、圃場水管理システム、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



【宮城県亘理町】

栽培品種：元気丸・ひとめぼれ

実証技術：自動運転田植機、
圃場水管理システム
栽培管理支援システム

【茨城県龍ケ崎市】

栽培品種：コシヒカリ、あきだわら

実証技術：圃場水管理システム
広域水管理システム
栽培管理支援システム

【千葉県横芝光町】

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
自動運転田植機
自動走行コンバイン
栽培管理支援システム

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ので、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

経営評価でコメ生産コスト4割以上の低減と
一人当たり利益の増加を確認

スマート水田農業（経営評価）

✓ 横芝光町パイロットファーム（作付面積：112ha）における実証試験データ等を基に生産コスト・農業所得を試算した。

→ 生産コストは9,064円/60kg（政府目標：4割削減（9,600円）を達成）、1人あたり栽培面積の拡大により1人あたり農業所得は790万円/年となり、SIP導入前（546万円/年）と比較して37%増加した。

	1人当たり 農業所得(万円)	60kg当たり 米生産費(円)
パイロットファーム (SIP)	790	9,064
目標(5割削減)	—	8,000
50ha以上層 (参考・統計値)	575	13,241

（自動化による作業時間の削減率）

作業	削減率
水管理	70%
耕起	30%
田植え	40%
収穫	30%

Topics

- 農業におけるSociety5.0：スマート農業
Society 5.0 for Agriculture : Smart Agriculture
- ロボット普及に向けたロードマップ
Roadmap for social implementation of Agri-robots
- 今後のスマート農業の展開について
Future perspectives for Smart Agriculture
 - ① 小型協調型ロボット (Small-sized multi-robots)
 - ② スマート営農システム×スマートフードチェーン
(Integration of smart food-chain with smart farming)
 - ③ スマート露地野菜生産 (Smart vegetable production)
 - ④ スマートヴィレッジ (Smart agri-town)

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)

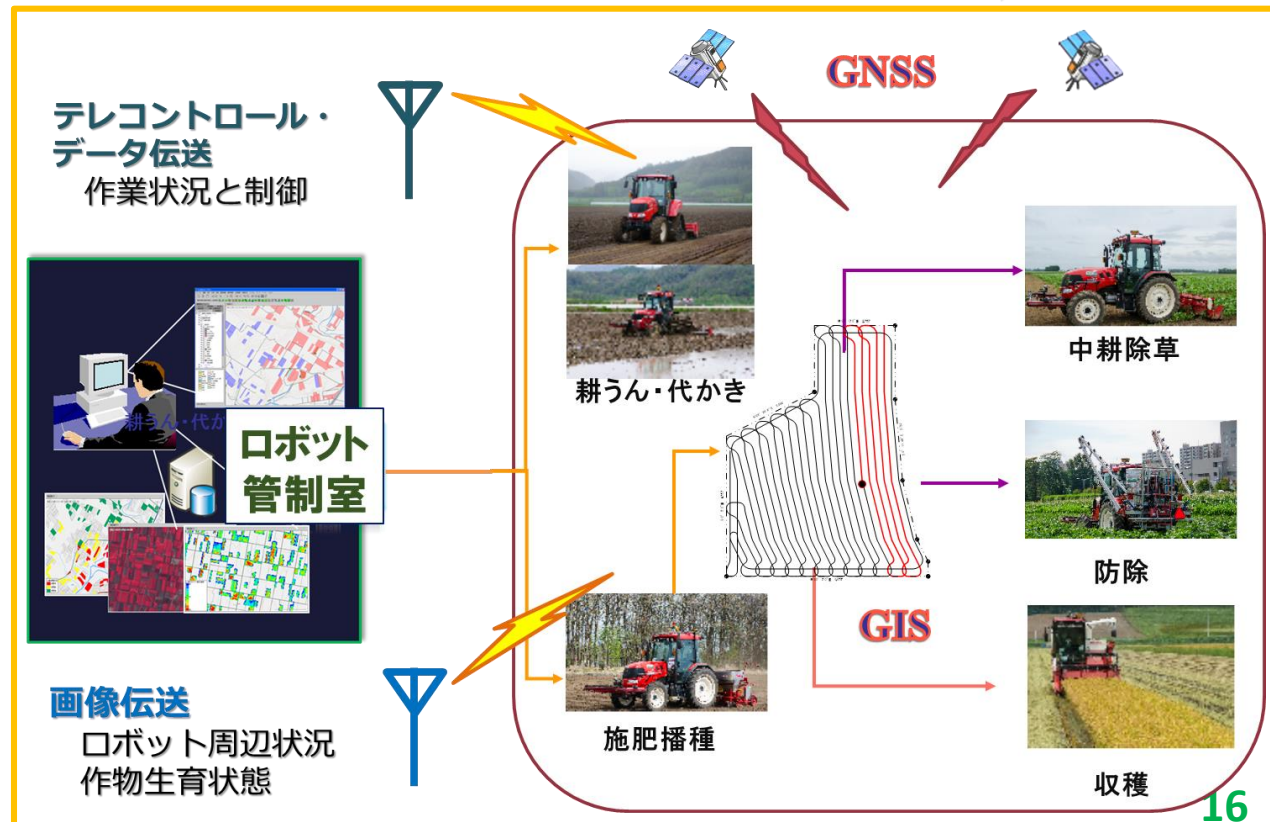
遠隔監視・圃場間移動可能なロボット農機

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、人による目視監視の下での自動走行システムが世界に先駆けて商品化された。



無人と有人による
協調作業システム

無人と有人による 協調作業システム



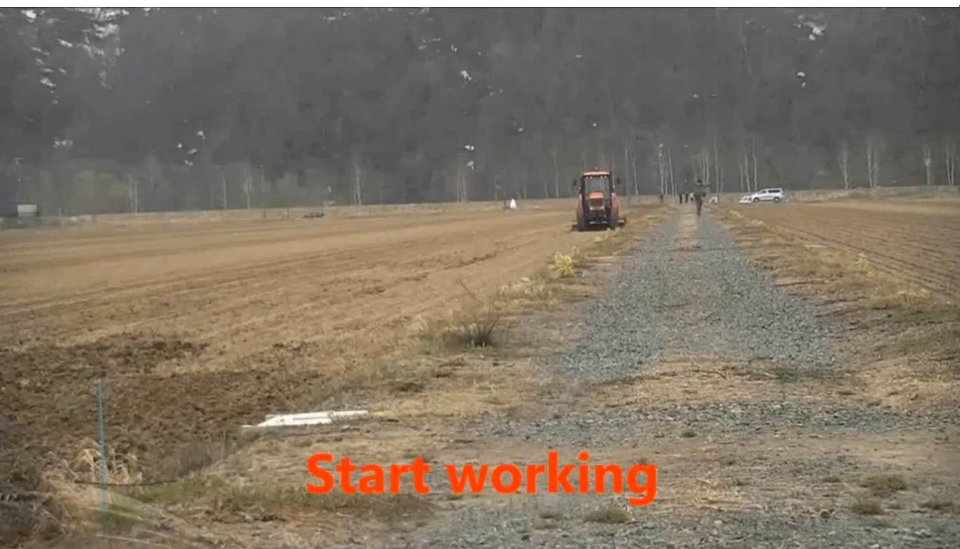
有人一無人作業
(耕うん & 施肥播種)



無人作業の監視

1人で2台のトラクタ作業。作業能率2倍。

ロボットトラクタ



耕うん



除草



施肥・播種



農薬散布

レーザーセンサによる 障害物の検出と衝突回避



ロボット田植機



苗を補給してリモコンを操作すると、

熟練オペレータを超える高精度なロボット田植機（農研機構）

ロボットコンバイン



排出も無人でできるロボットコンバイン（京都大学）

遠隔監視 ロボット農機

《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

テレコントロール・
データ伝送
作業状況と制御

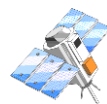


ロボット
管制室

通信距離
5 km

画像伝送

ロボット周辺状況
作物生育状態



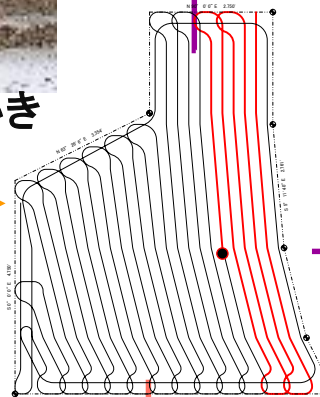
GNSS



耕うん・代かき



中耕除草



GIS



防除



施肥播種



収穫

ロボットトラクタの遠隔監視



5台ロボットトラクタ 協調作業風景

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

車両周辺画像情報

GISベースモニター画面のスクリーンショット。左側には操作パネル、右側には地図と車両リストが表示されています。

操作パネル (左側):

- エンタセト 表示 レイヤー 凡例
- 農機連動監視システム
- 地図表示: 141 度 20分 10.62秒 北緯 40 度 49分 28.071秒 移動 10.62秒
- 投影法: 球面メルカトル法
- 指定方法: 中心座標
- 東経: 139 度 45分 50秒
- 北緯: 35 度 40分 50秒
- 農機情報: ID 1 シリアルNo. 1234567, メーカー YANMAR, 最終更新時刻 2019/03/20 10:51:25, ステータス 緊急停止, 一時停止, 再開
- 画像情報: 人事ID 101, 画像番号 506, 1 - 0 - 0, 制作番号
- 稼働情報: エンジン回転数(rpm) 1500.0, 対地速度(km/h) 0.0, 設定速度(km/h) 3.0, ヒッチ 上, シンクル ニュートラル

地図 (右側):

地図上に5台のロボットトラクタの位置が示されています。トラクタの位置は、緑色のフィールドと黄色いフィールドの境界付近にあります。

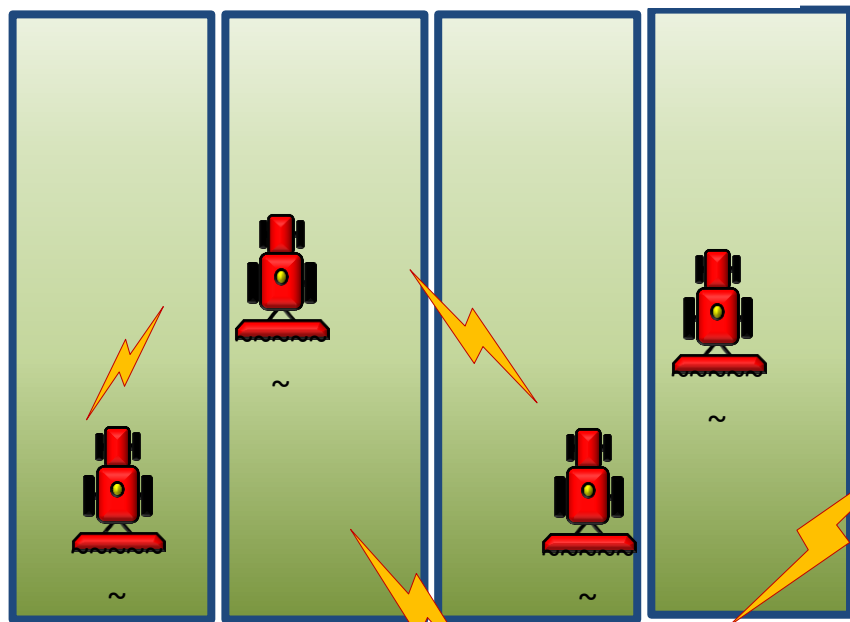
車両リスト (右下):

ID	シリアルNo.	メーカー	緊急情報受信	管理者	ステータス	圃場	地図表示
1	1234567	YANMAR		農水 本部	エンジン停止	506	OFF
2	1234568	YANMAR		農水 本部	緊急停止	506	OFF
3	1234569	YANMAR		農水 本部	緊急停止	506	OFF
4	1234570	YANMAR		農水 本部	緊急停止	506	OFF
5	1234571	YANMAR		農水 本部	緊急停止	506	OFF

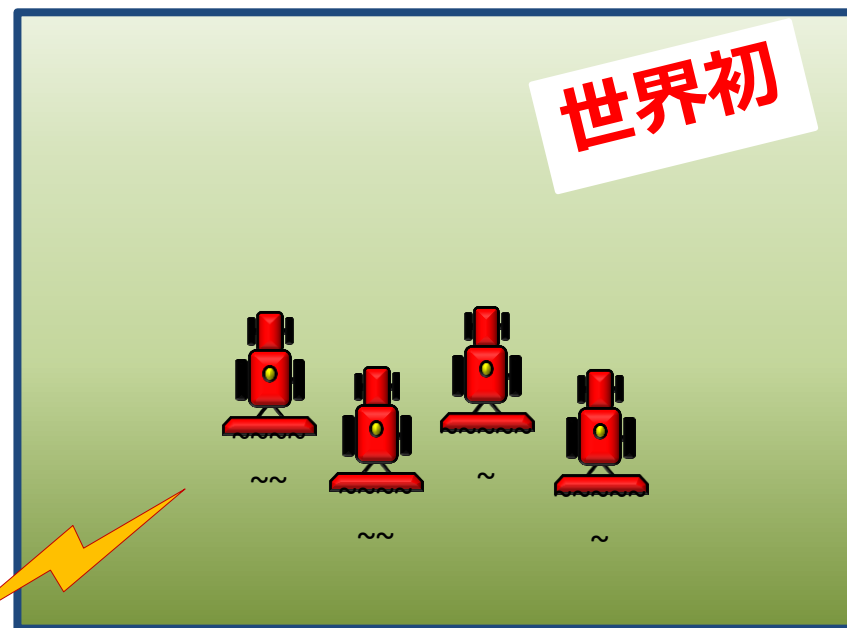
自動更新ON 10:51:25 農機一覧表示 地図表示適用

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



小型軽量 ⇒ ● 高い安全性
● 良好な土壌環境

期待される効果

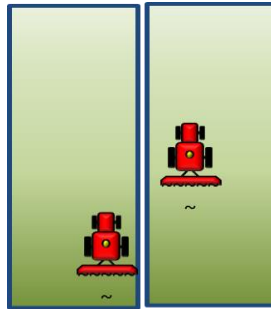
大規模経営

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。

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

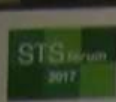


1つのほ場で使用

**小区画ほ場から大区画ほ場まで使える
マルチロボット**

マルチロボットに対する安倍総理のコメント

©内閣広報室



Science and Technology in Society *forum*
The 14th Annual Meeting 2017



October 1-3, 2017, Kyoto, Japan



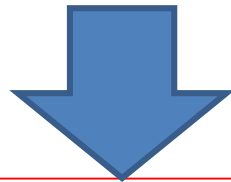
STSフォーラム
第14回年次総会における
安倍総理スピーチ

「科学技術と人類の未来に関する国際フォーラム」
(国立京都国際会館、2017年10月1日)

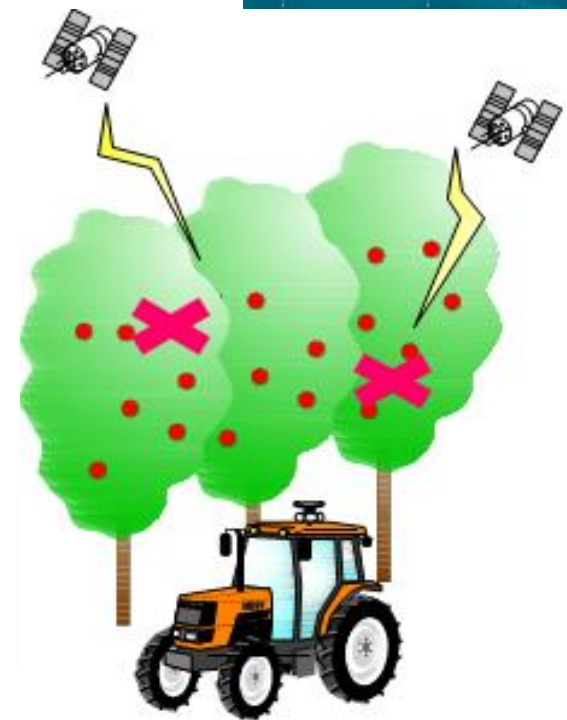
準天頂衛星システム「みちびき」

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



国際展開 ～ ロボット技術のグローバル展開による国際貢献

2017年7月、8月、**世界有数のコメ生産国タイ**から招待。農業ロボットを中心に日本の最新技術を政府関係者等に紹介。
2017年9月、**タイ農業担当副大臣**を中心とする関係者一行が北海道を訪問し、**自動化・ロボット農業の成果を視察**。



タイ側は「**研究成果を導入したい**」と高く評価。
準天頂衛星「みちびき」の受信機はタイでも利用可能。



準天頂衛星「みちびき」の軌道

2017年12月に**タイで自動走行トラクタ実演会開催**。キャッサバ生産の自動化で**タイ政府から協業を強く要望**。

2018年1月にタイのGNSSセンター開所式でSIP参画企業が自動走行トラクタの実演(**Suvit Maesinceeタイ科学技術大臣等参加**)

マレーシアでも研究成果は高く評価。オイルパーム生産の自動化で**マレーシア政府から協業を強く要望**。



タイ農業担当副大臣の北海道大学視察



タイでの現地実演会の様子

東南アジアにおけるニーズ

タイにおけるロボット農機実演（内閣府SIP）



タイ地理情報・宇宙技術開発機構(GISTDA)において実施 (2018.1.10)
Suvit Maesincee 科学技術担当大臣が試乗

Topics

- 農業におけるSociety5.0：スマート農業
Society 5.0 for Agriculture : Smart Agriculture
- ロボット普及に向けたロードマップ
Roadmap for social implementation of Agri-robots
- 今後のスマート農業の展開について
Future perspectives for Smart Agriculture
 - ① 小型協調型ロボット (Small-sized multi-robots)
 - ② スマート営農システム×スマートフードチェーン
(Integration of smart food-chain with smart farming)
 - ③ スマート露地野菜生産 (Smart vegetable production)
 - ④ スマートヴィレッジ (Smart agri-town)

耕うん・整地

施肥

① 複数の小型スマートロボット による協調作業システム

日本オリジナルなロボット農業体系

- 低価格
- 小型で小回り
- 単機能・24時間使用できる
- 複数で協調作業できる
(小区画から大区画まで対応)

使い方：共有、リース・レンタル、作業委託

防除

収穫

② スマート営農システム×スマートフードチェーン



「スマートバイオ産業・農業基盤技術」

鮮度と品質管理を基軸とする生産技術とスマートフードチェーン開発

農業・食品産業の成長産業化

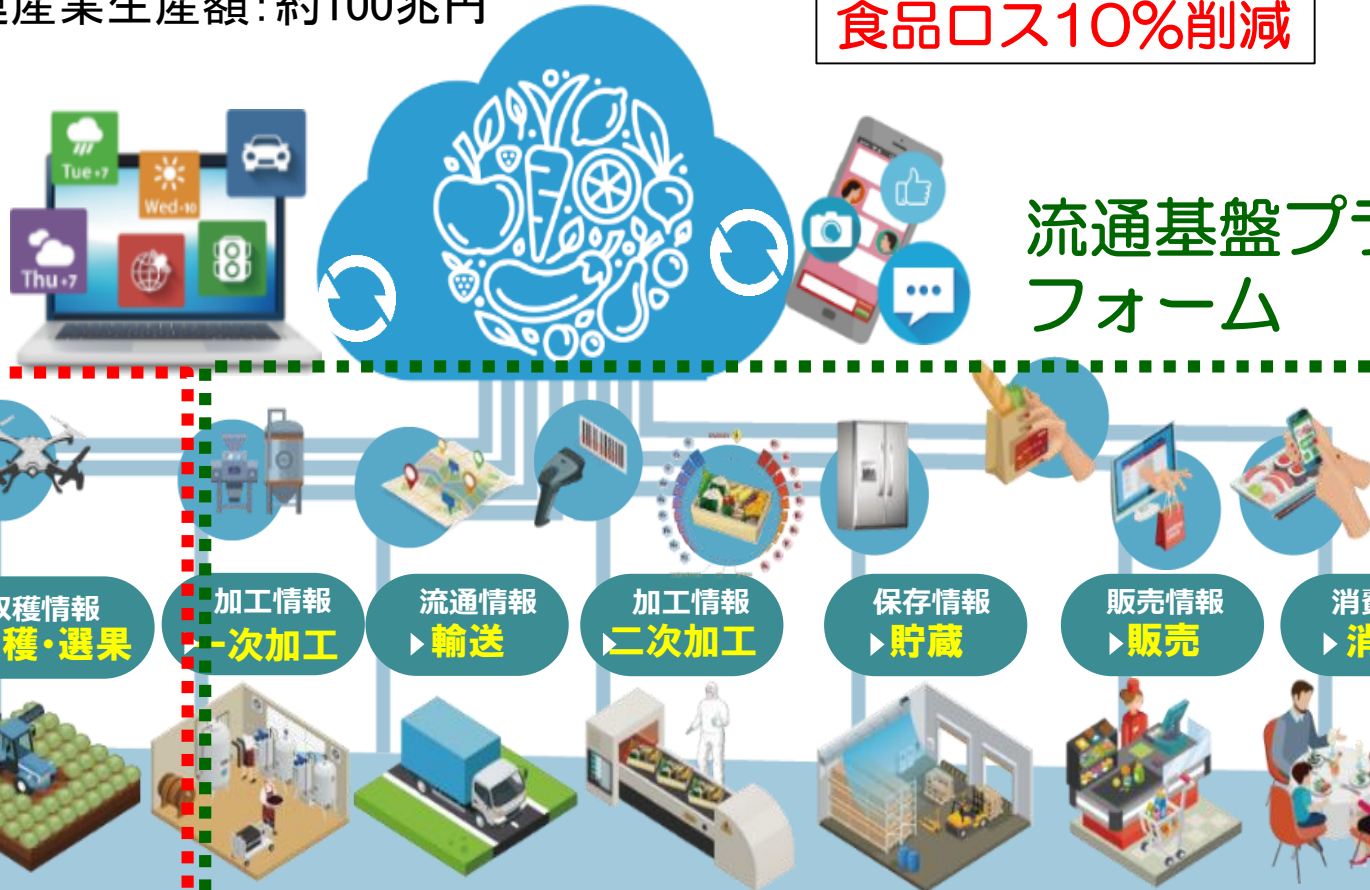
農業・食料関連産業生産額: 約100兆円

輸出1000億円拡大

食品ロス10%削減

農業データ
連携基盤
(WAGRI)

流通基盤プラット
フォーム



③ スマート露地野菜作

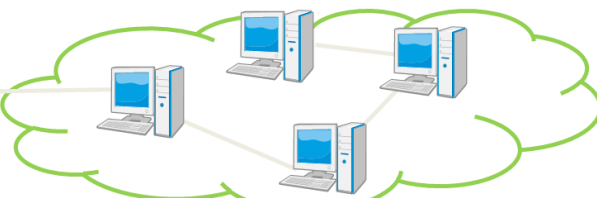
ドローンによる
リモートセンシング

IoT

- 生育モデリング
- 病虫害発生予察検知
- 果実の位置推定

撮影頻度: 1回/週

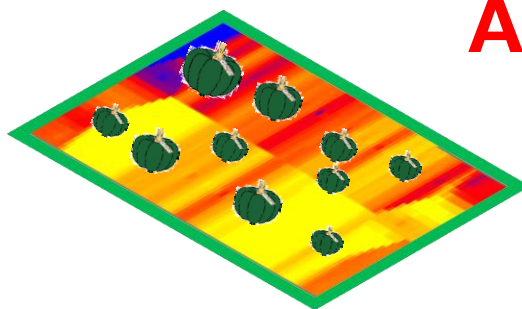
ビッグデータ



AI

生育状態の可視化
と最適管理

- 管理作業の最適化
- 収穫適期予測
- 予測収量マップ



ロボット

収穫作業の自動化

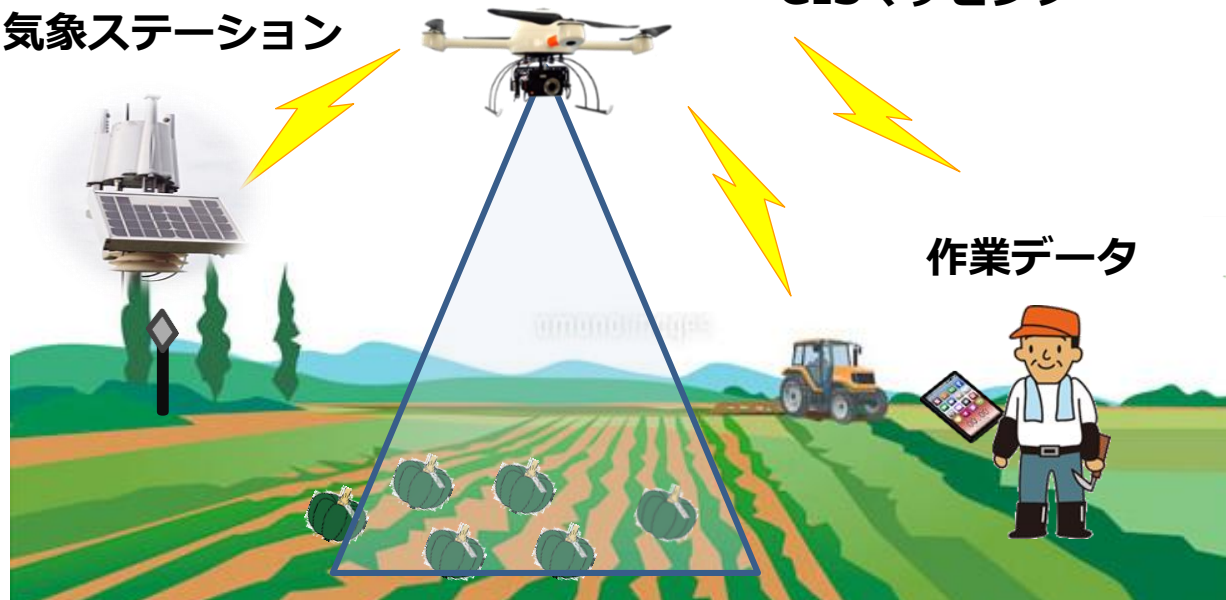
- 収穫・搬出・運搬
作業の自動化
- 選択収穫
- 夜間収穫

気象ステーション

ドローン

GISマッピング

作業データ



マルチロボット

重量物野菜収穫ロボット



ハンド付きロボットトラクタ



収穫ロボット
+ 2台のコンテナロボット

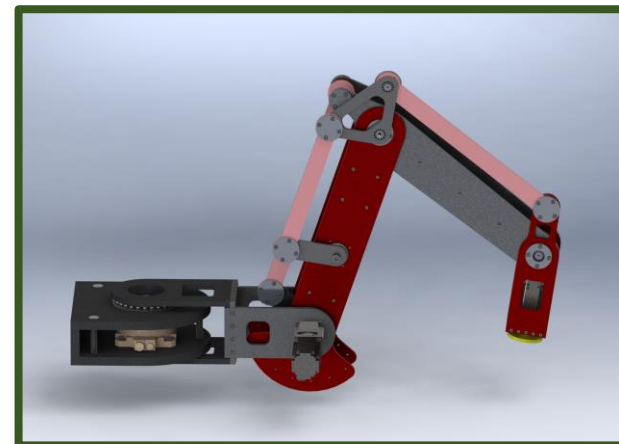


- 重量物野菜の収穫は労働負荷が非常に大きい。
- 収穫ロボットは作物に傷をつけずに選択収穫。
- 対象作物はカボチャ、スイカなど。

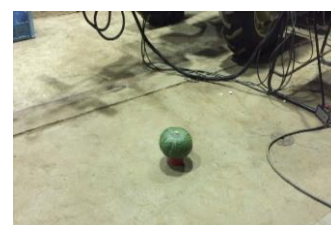
カボチャ収穫



カボチャ収穫用ハンド



ロボットアーム



④ スマートヴィレッジ



ドローン（農薬散布&リモセン）

通信基地局

スマート
追肥機

自動水管理
システム

多圃場営農
管理システム



ロボット
トラクタ

スマート農業推進
センター



GNSSオート
ステアリング

収量コンバイン

ロボット農機の完全無人作業

農道移動～農作業



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、収穫物など）
- 無人運転バス（通学・通院・買い物など）



スマートフィールド

ロボット

高機動畦畔草刈機
(試作3号機)

畦畔ー遠隔操作
(無線リモコン)

往路では畦畔上面を作業

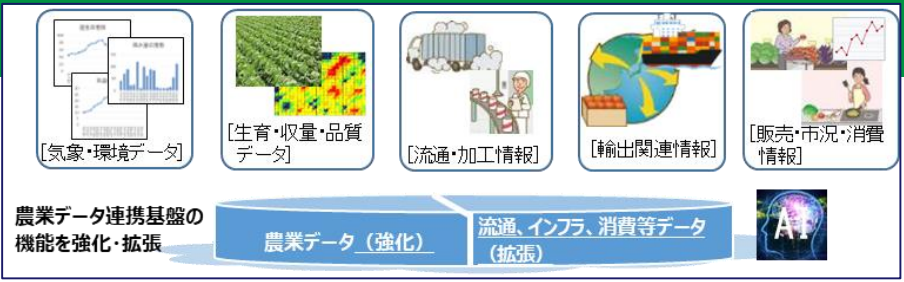
圃場飛び出し！



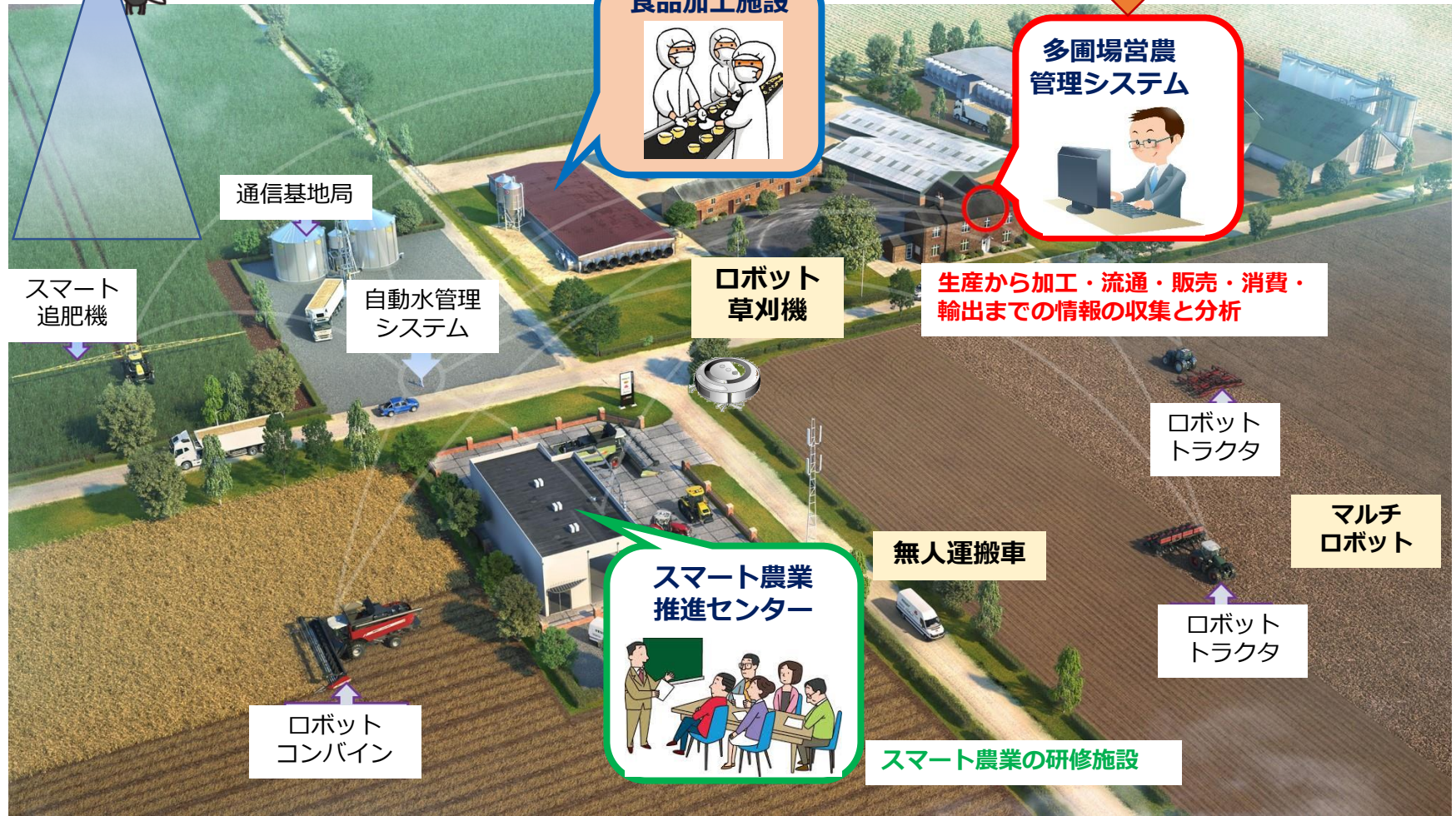
④ スマートヴィレッジ

スマートフードチェーン

地方から世界へ



ドローン (農薬散布&リモセン)



農業に対する社会の理解



**テーマ：準天頂衛星システム「ヤタガラス」
を利用したロボット農機による日本農業の
活性化**

**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**

**TBSテレビ
ドラマ**

日曜劇場
下町ロケット

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「水田農業」と「施設園芸」についてスマート農業技術の開発を行った。
- SIPでは農業版Society5.0を目指し、その核になる**農業データ連携基盤（WAGRI）**を構築した。
- 2018年11月からサービスがスタートした**準天頂衛星システム**はロボット農機に極めて有用。
- SIP第2期によって生産のスマート化から**流通・消費のスマート化（スマートフードチェーン）**へと拡充・発展する。
- スマート農業の波及効果は、**個人 → 地域 → . . → 世界**である。また、スマート農業技術の重要性を社会一般に広く理解してもらうことは極めて重要。