

スマートアグリシティの実現に向けて ーローカル5Gを活用したスマート農業ー

北海道大学大学院農学研究院

野 口 伸



北海道大学



VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN

トピック

- スマート農業の現状
- ローカル 5 G を活用したスマート農業
 - ✓ 岩見沢市：水田作
 - ✓ 浦臼町：果樹作
- スマートアグリシティの実現に向けて



スマート農業の必要性

日本農業の現状 (2020年農林業センサス)

- 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5年前に比べ22.4%減。
- 基幹的農業従事者の平均年齢は過去5年間で0.8歳上昇して67.8歳となり、特に若手の新規就農を増やすことが喫緊の課題とされている。



日本農業の目指す姿

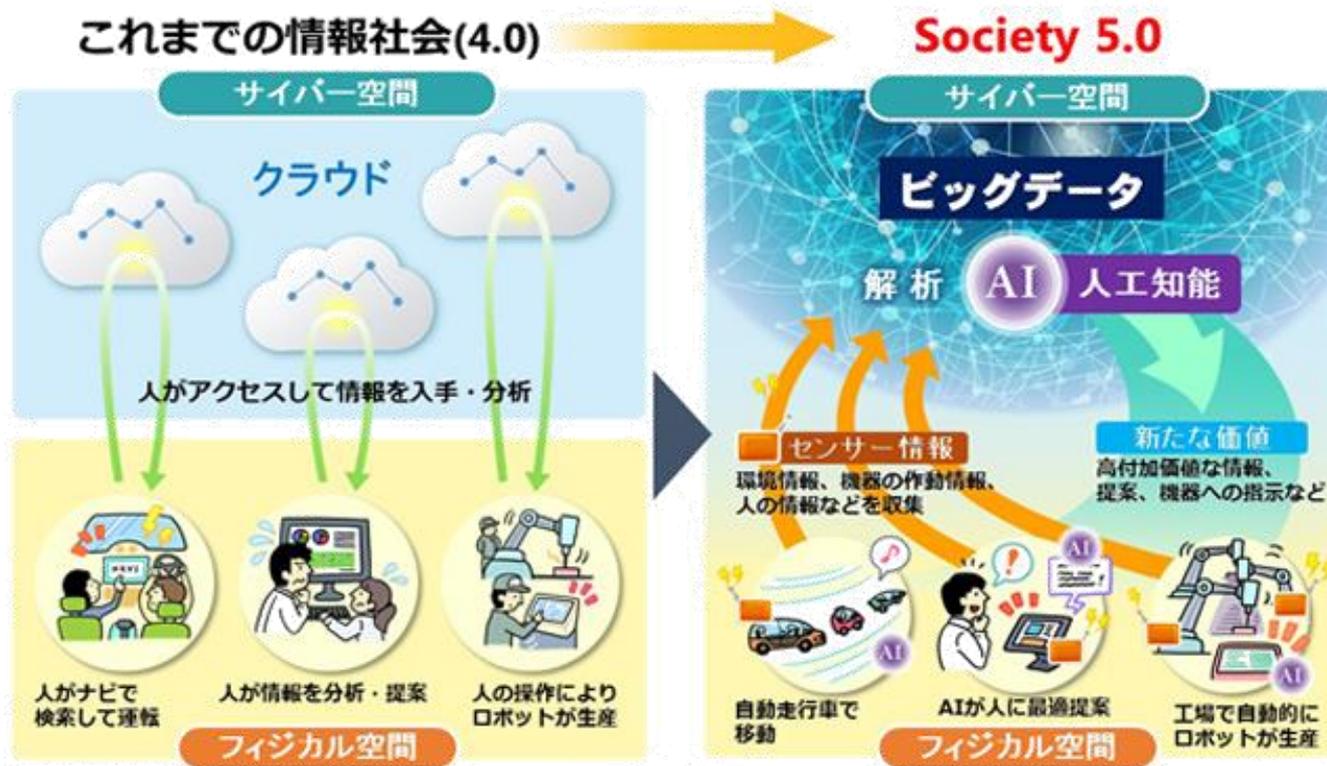
- 担い手への農地集積を2023年度までに8割にする
- 農業の担い手のほぼすべてが2025年度までにデータを活用した農業を実践
- 担い手の米生産コストを2025年度までに2011年度全国平均1万6000円/60kgから4割削減（9,600円/60kg）
- 農林水産物・食品の輸出を2030年度までに5兆円とする

労働力不足が深刻な日本農業を“儲かる”産業へ



農業におけるSoceity5.0（スマート農業）の実装

Society 5.0とは？



内閣府作成

スマート化による次世代農業の姿

フィジカル空間



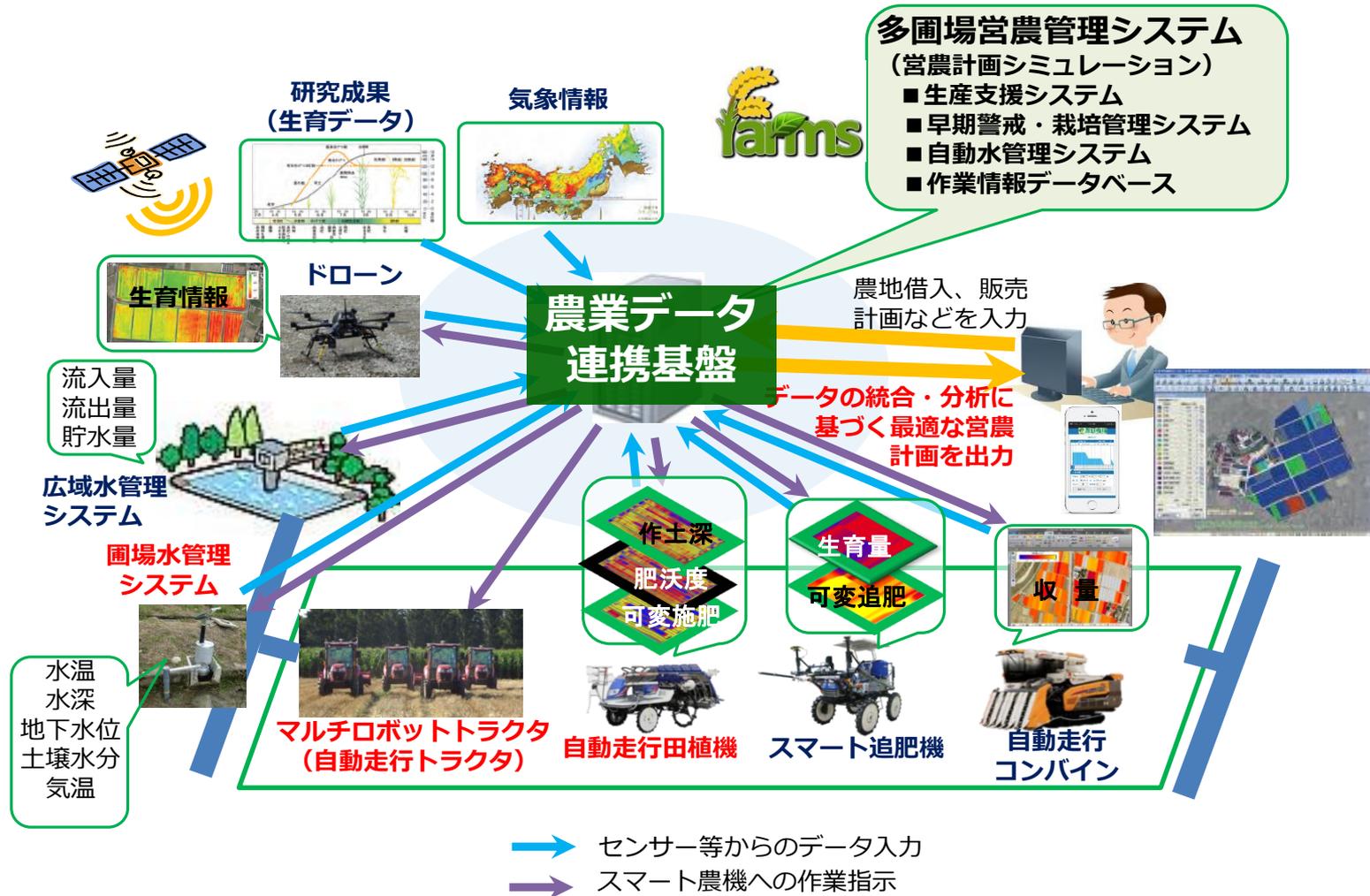
農業のSociety 5.0

スマート農業の特長

- **データに基づいた農業**
- **自動化・ロボット化**
- **空間と時間で情報をつなぐことで
新しい地域農業の創生**

スマート水田農業（全体像）

ロボット技術、ICT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）**。

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。



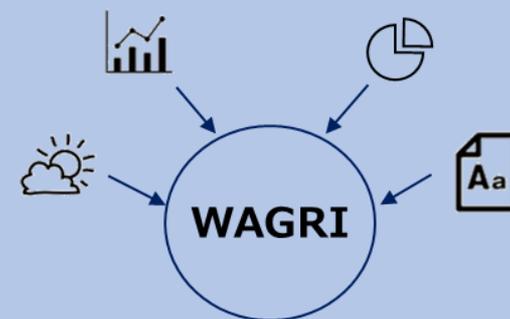
データ共有機能

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

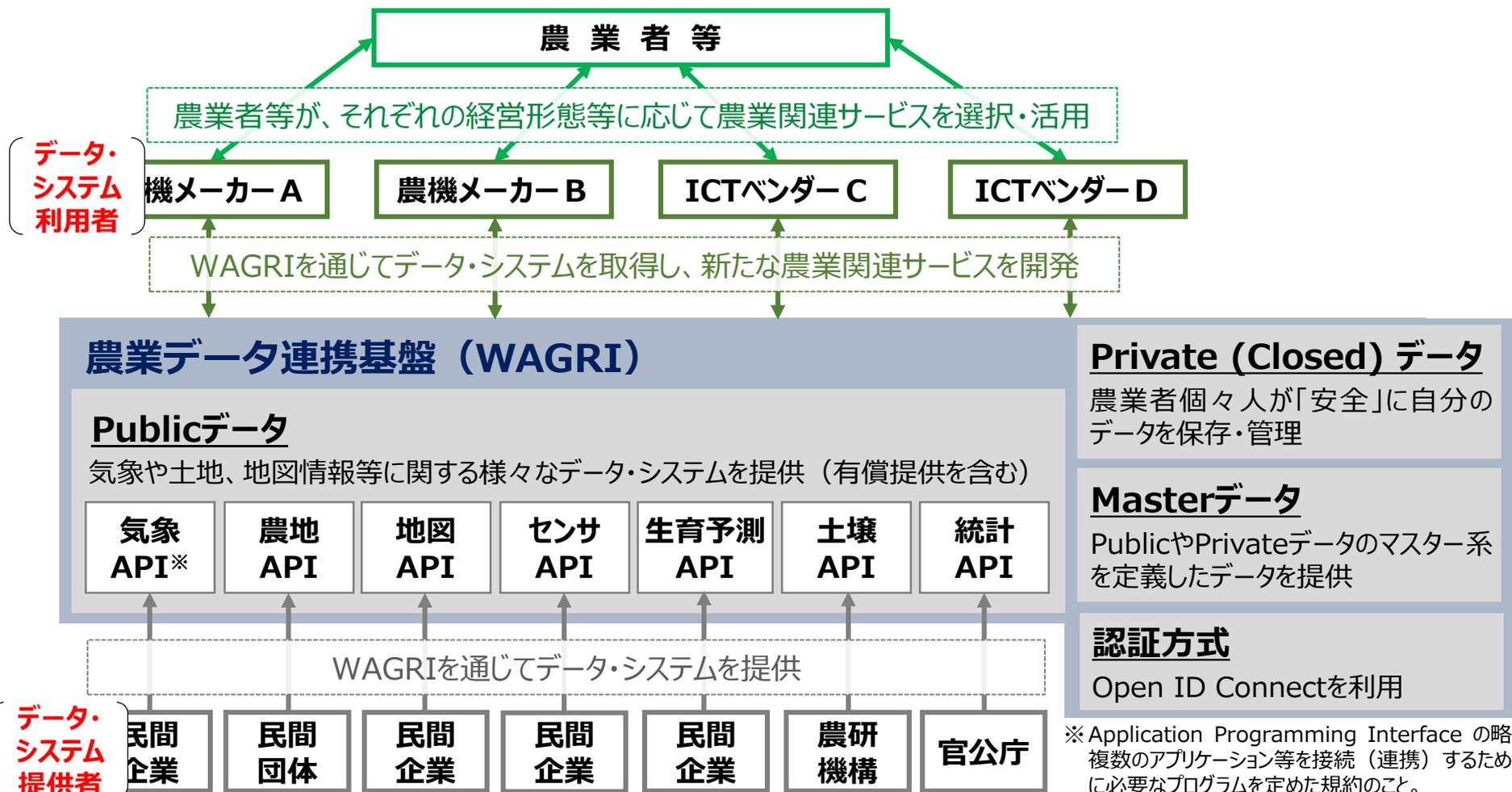
土壌、気象、市況などの様々なデータ等を整備し、農家に役立つ情報の提供が可能になる。



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。

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た。
- 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。

スマートフードチェーン

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

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

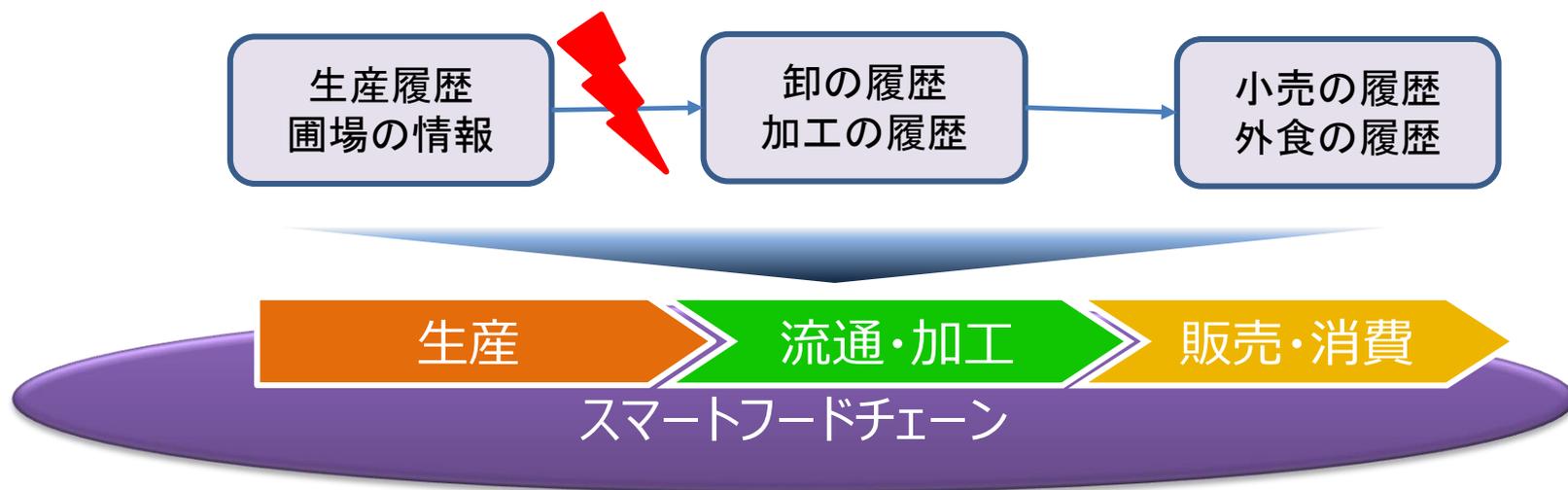
農業データ
連携基盤
(WAGRI)



流通基盤プラットフォーム



スマートフードチェーンの主要な要素技術



生産、流通・消費をつなげるスマートフードチェーンの構築

効率化 + 食品ロス削減	需要予測	小売店の協力を得て小売データ(POSデータ)を取得し、 需要予測モデル (AI、階層ベイズモデル) の構築
	出荷予測	気象情報を入力とする生育予測モデルを開発し、 収穫適期と出荷量 (収穫量) を予測
	共同物流	採算性を踏まえた共同物流モデルを具体化し、 積載率向上、コスト低減 効果を検証
	鮮度保持	流通過程に鮮度モニターと 鮮度保持技術

スマートフードチェーン活用の一例

流通基盤

プラットフォーム

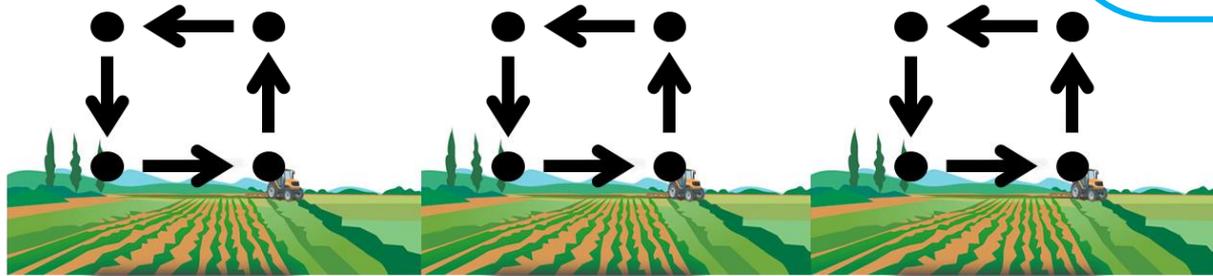
有線通信

期待される効果

- 定時・定量・定品質の生産供給体制（リレー出荷の高度化）
- ロジスティクスの最適化による物流コストの削減
- 生産の広域化によりブランド発信力の強化

国内外の市場

無線通信



A地域

B地域

C地域

WAGRI

産地連携

SIP

- ポイント**
「十勝川西長いも」
- 国内外の市況動向の把握（販路の確保）
 - 輸送中鮮度、傷など品質管理の徹底
 - 産地の広域化により安定供給体制の確立
 - HACCP認証の取得によるブランド力

- ✓ 生産消費双方向情報共有システム
- ✓ 品質保持技術とロジスティクス
- ✓ 高精度な生育予測・出荷調整
- ✓ GAP等生産情報の連携

ロボット農機社会実装に向けたロードマップ

2018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

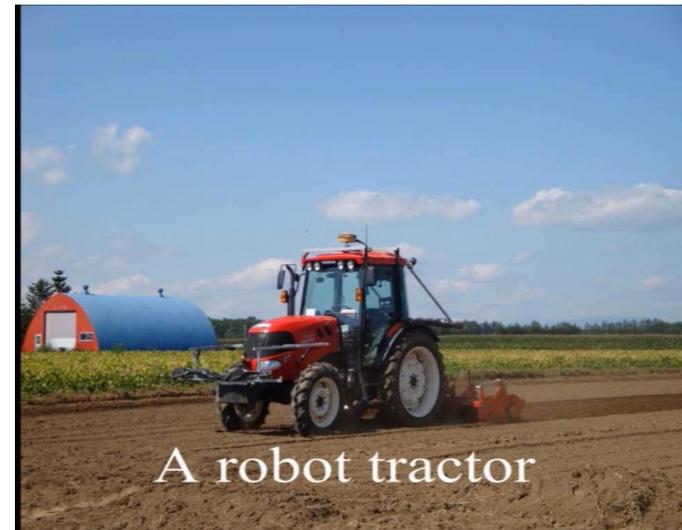
レベル1

目視監視

レベル3

ロボット農機の使い方

- 畦畔草刈や苗箱整理などの作業をしながら監視
- 無人トラクタ(前)と有人トラクタ(後)の協調作業



トピック

- スマート農業の現状
- **ローカル5Gを活用したスマート農業**
 - ✓ 岩見沢市：水田作
 - ✓ 浦臼町：果樹作
- スマートアグリシティの実現に向けて



最先端の農業ロボット技術と情報通信技術の活用による 世界トップレベルのスマート農業およびサステイナブル なスマートアグリシティの実現に向けた産官学連携協定

～就農人口の減少や高齢化が進む日本の農業の課題解決および世界の食料不足改善に貢献～

国立大学法人北海道大学

岩見沢市

日本電信電話株式会社（NTT）

東日本電信電話株式会社（NTT東日本）

株式会社NTTドコモ（NTTドコモ）



契約期間

2019年6月28日～2024年6月30日（5年間）

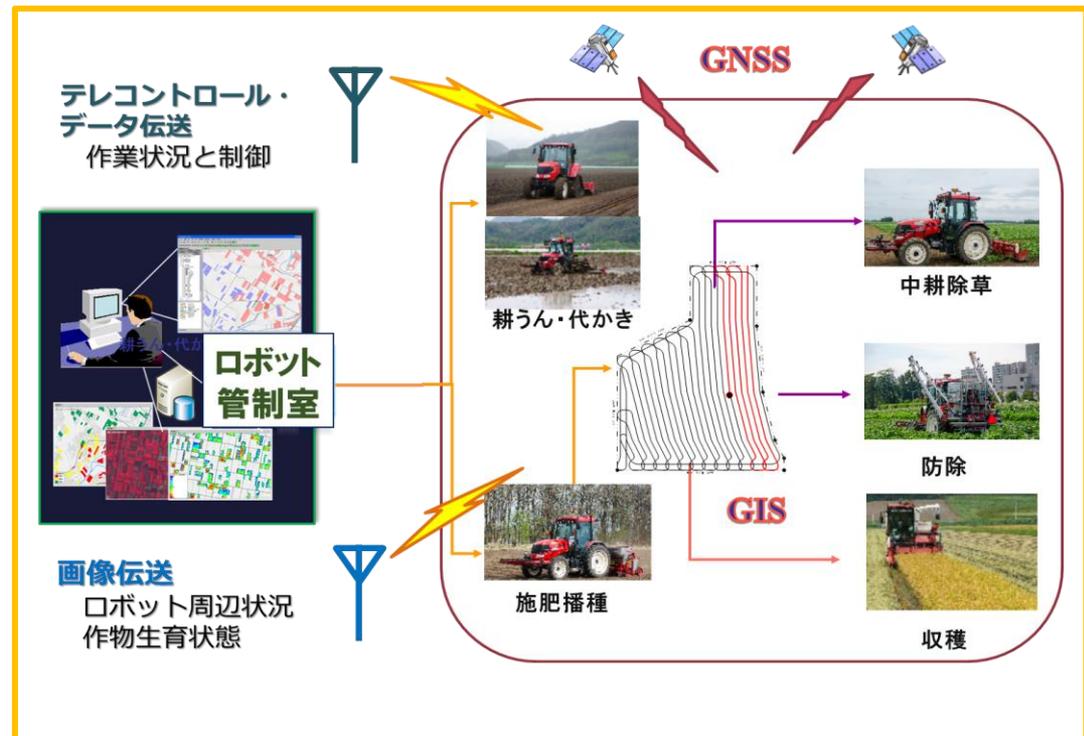
自動化レベル3 — ロボット農機



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 前総理の指示)

《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



レベル3 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



GNSS



耕う



草

解決すべき課題
✓ 低遅延な無線伝送
✓ 高速大容量通信

無線
通信

ロボット
監視室

画像伝送

ロボット周辺状況
作物生育状態

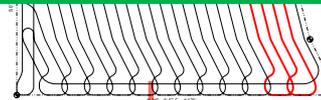


施肥播種

GIS



収穫



航法センサ



RTK-GNSS



IMU

周辺環境認識センサ

- ・フルHDカメラ（前方・後方）
- ・2Dレーザー

**最重要課題
安全性の確保**



2Dレーザー

前方
フルHD
カメラ
後方



圃場の精細な 5 G映像

5 G伝送映像

画質：Full-HD
(1920×1080ピクセル)

遅延：300ms

地上分解能：2 mm程度



前方映像

後方映像

圃場—管制室までの距離
10 km



ロボットトラクタ



フルHDカメラ



2Dレーザー



ロボットPC



ロボット監視室



5G



監視PC

- 遠隔モニター
- 遠隔操作
- 障害物検出

アラート
自動緊急停止

- ・ 周辺映像
- ・ ロボット状態
(位置、姿勢、速度、作業機状態、GNSSステータスなど)



ロボット周辺モニター

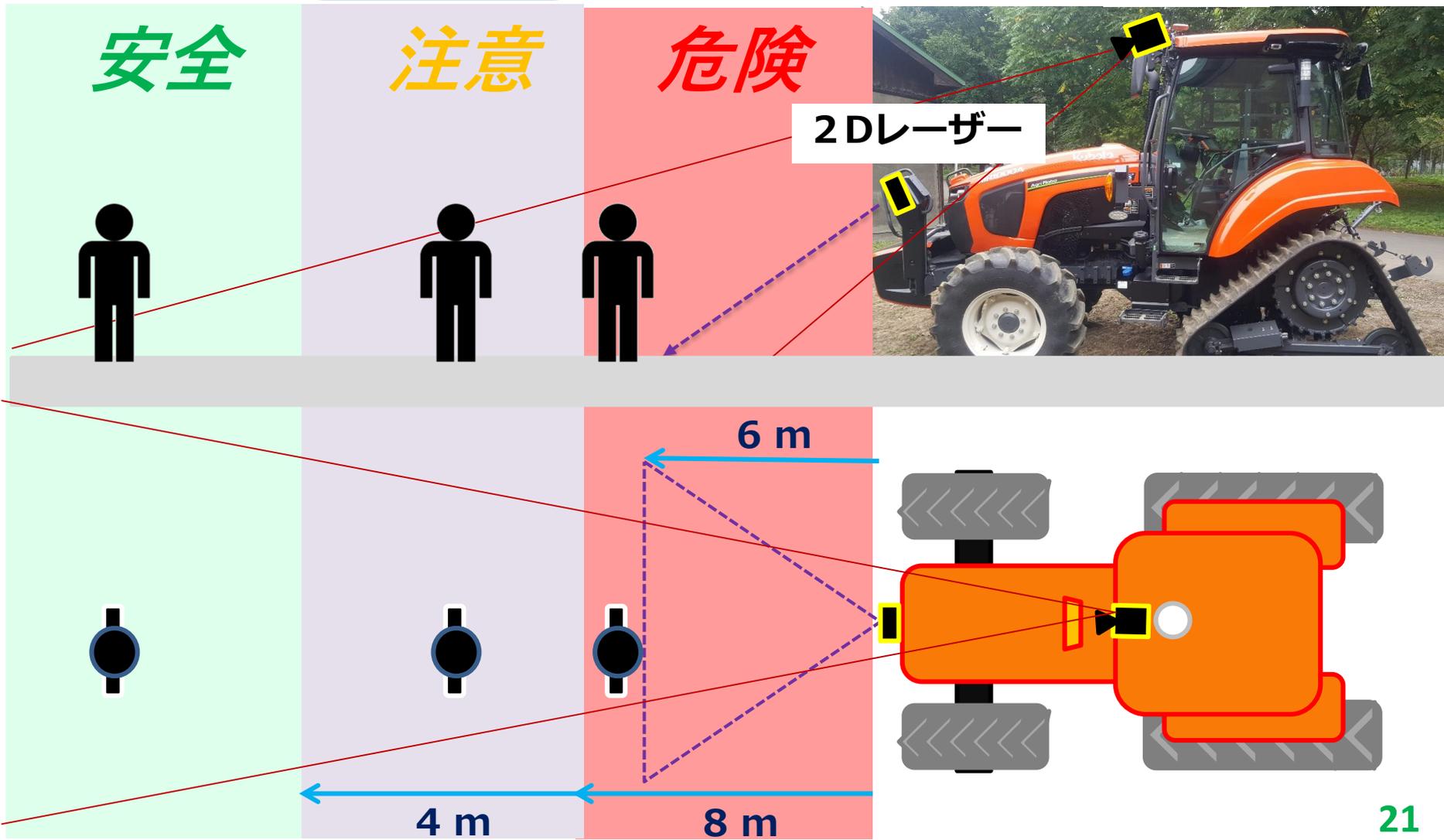


GISベースモニター

監視センター
アラート

緊急停止

フルHD
カメラ







- 岩見沢ロボット監視室 — 北大研究農場：37 km
- 岩見沢ロボット監視室 — 岩見沢西谷内農場：7 km

- クボタ、ヤンマーのトラクタを遠隔監視用ロボットトラクタに改造
- 無線通信にはNTTとの共同研究である5G利用
- 北大農場・西谷内農場2圃場、それぞれ2台のロボット農機を遠隔監視

北海道大学研究農場

岩見沢西谷内圃場

GISモニター

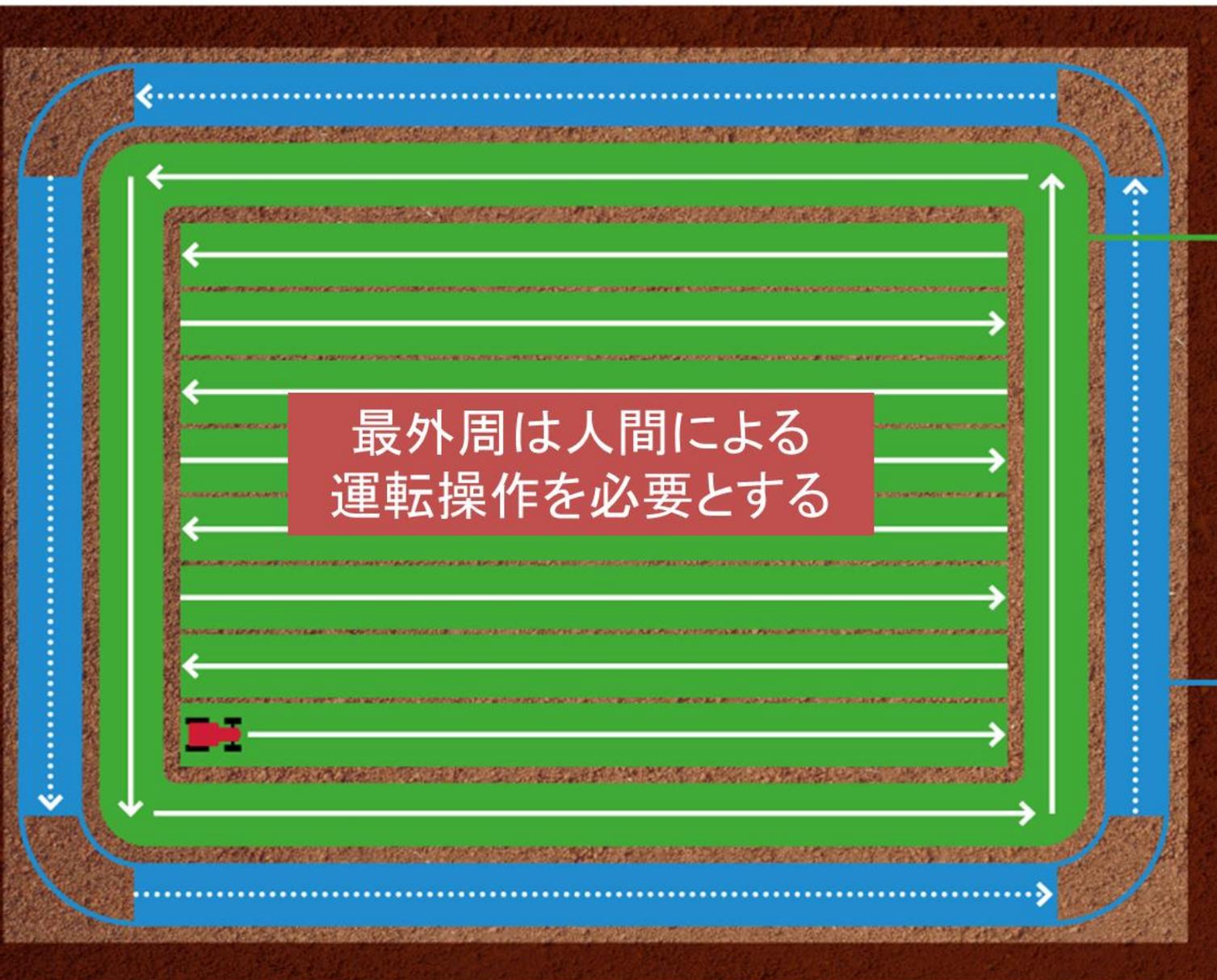
ヤンマー・ホイール

ヤンマー・クローラ

クボタ・ホイール

クボタ・クローラ

ロボットトラック遠隔操縦

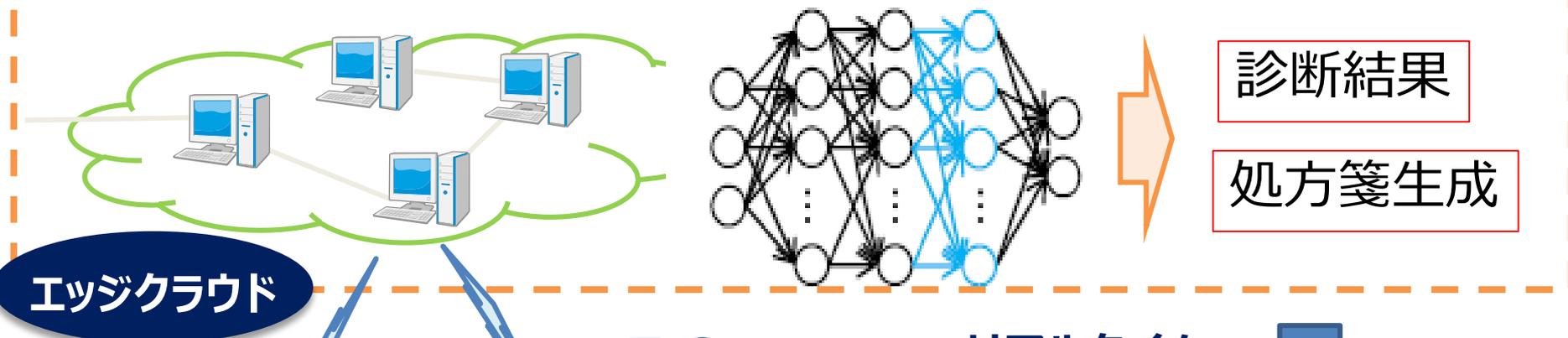


無人走行

有人走行

栄養状態・病虫害の超早期検出

AI分析基盤



5G

リアルタイム
フィードバック

スポット防除
可変施肥

メリット

- 多様なデータが大量に集められる。
- 精細な画像データが伝送される
- エッジコンピューティングでリアルタイム処理



レベル3 ロボット農機の普及モデル

一人のオペレータが数多くのロボット農機の作業を監視する

作業請負サービス・シェアリング

リモート農業による遊休地・耕作放棄地の減少



シェアリング（ロボット農機）

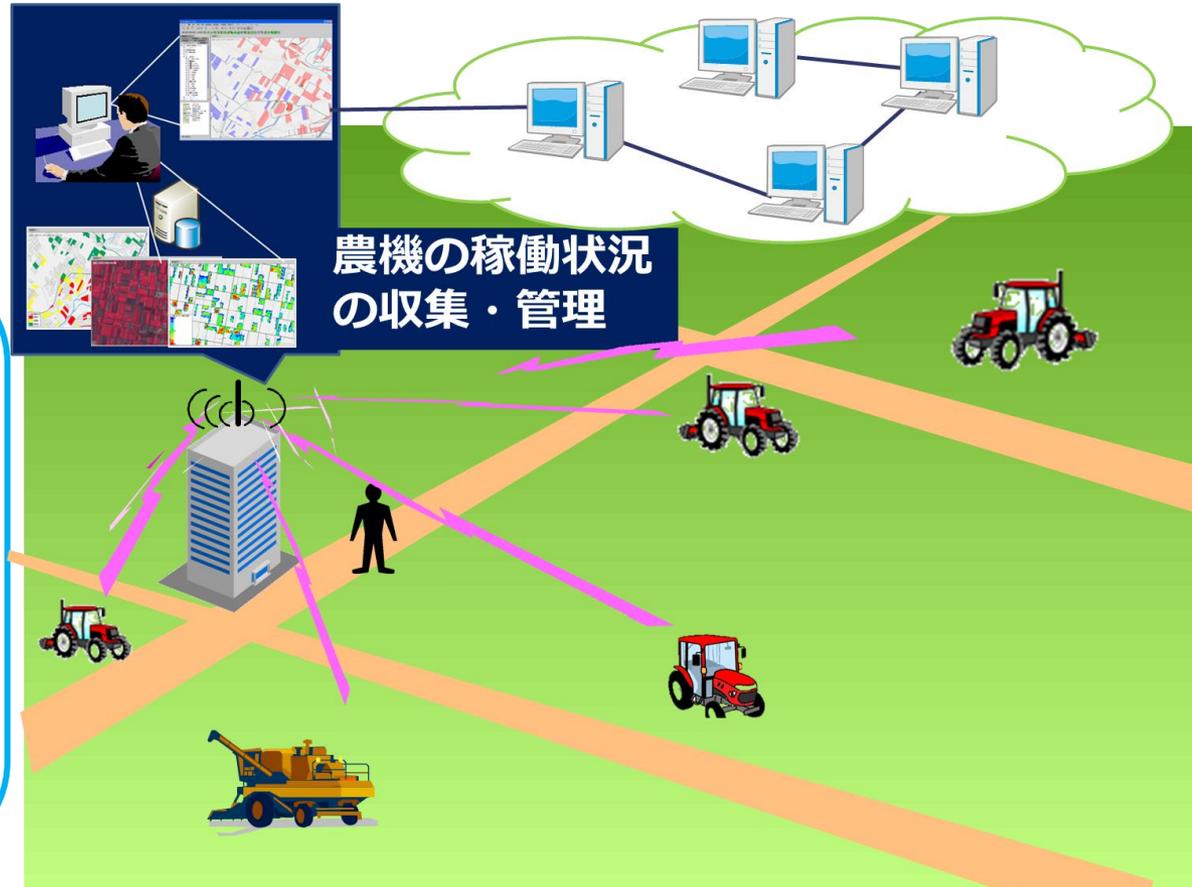
農機共用による機械購入費削減



- 所有者・保管場所などの登録
- 農機使用状況（履歴・予定）

期待される効果

- 24時間使用できるロボット農機の有効利用による生産コスト削減
- 営農規模拡大のリスク軽減

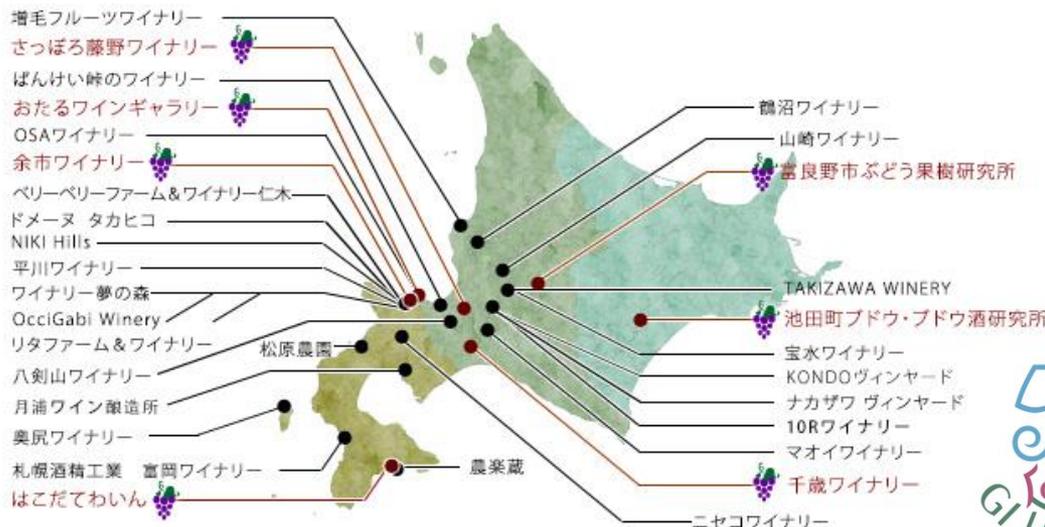


トピック

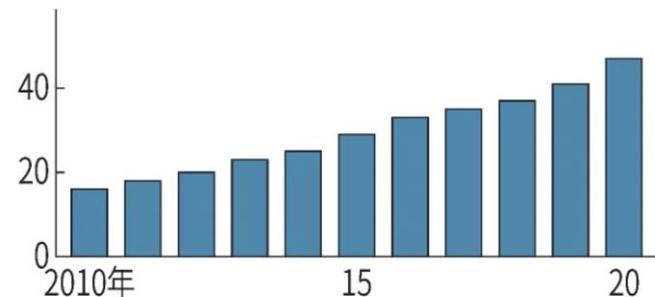
- スマート農業の現状
- **ローカル5Gを活用したスマート農業**
 - ✓ 岩見沢市：水田作
 - ✓ **浦臼町：果樹作**
- スマートアグリシティの実現に向けて



北海道におけるワイナリーの状況



道内のワイナリーは10年で約3倍に



(日本経済新聞2021.2.26)



地理的表示 (GI)
保護制度認定

北海道は山梨県、長野県
に次ぐ醸造用ぶどう産地

- 慢性的な人手不足と、熟練までに期間を要し、きめ細かで行き届いた農作業ができない
- 熟練技術を有した作業員の減少
- 傾斜地が多く疲労が大きい
- 農薬散布は回数が多く、作業者の健康被害も懸念。
- 草刈作業は年10回、さらに除草剤も施用し、人による作業の限界



下草刈り

精密農薬散布
(可変散布)

EVロボットデモンストレーション

電動ロボットによるスマート果樹生産

課題

- 果樹作業の人手不足は深刻
- 傾斜地も多く、疲労が大きい
- 熟練技術を有した作業員の減少
- 農薬散布の回数が多く、作業者の被爆も懸念
- 燃料・農薬など作業の多くが石油エネルギーに依存

目標

無人化

経験・勘から
データ活用

ゼロエミッション

スマート電動ロボット

- 高精度衛星測位を利用して無人でスマートな精密作業
- 車載のモーター・バッテリーはハイブリッド自動車のリユース
- 太陽光・風力など自然エネルギーの利用

EVロボットによるスマートぶどう栽培システム



AI分析基盤
ぶどう生育状態
作業スケジュールリング

**ロボット
監視室**

作業モニター
ロボット作業監視
安全性の確保

キャリア 5G 基地局
1基 (既設)
ローカル 5G 基地局
2基 (設置予定)

見回り
ドローン

風力発電



作業者

運搬ロボット

下草刈り
ロボット

防除ロボット

収穫ロボット

せん定ロボット

見回りロボット

運搬ロボット



北海道放送HBC 「北のフロンティア」(2021年11月14日)

運搬ロボットによる公道走行



運搬ロボットの作業風景





- ワイン産地「北海道」の地理的表示(GI)は国内外の市場展開に有効。
- 道産ブドウを原料とする必要があり、ブドウ栽培の省力化と地域としての原料ブドウ品質の高位安定化は重要。

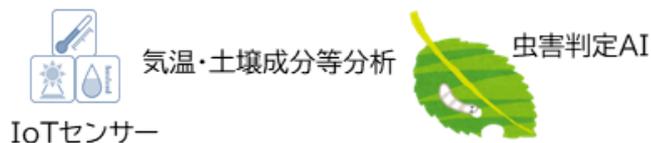
リモートEVロボット・コントロールシステム



IoTセンシングシステム

スマートガイドシステム

果樹営農の体系化



トピック

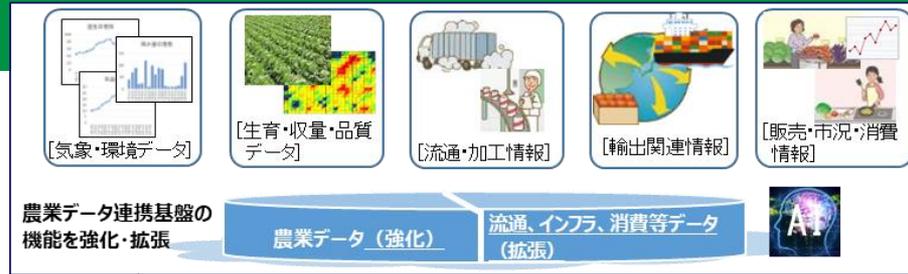
- スマート農業の現状
- ローカル 5 G を活用したスマート農業
 - ✓ 岩見沢市：水田作
 - ✓ 浦臼町：果樹作
- **スマートアグリシティの実現に向けて**



スマートアグリシティ

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)

通信基地局

スマート追肥機

食品加工施設



多圃場営農管理システム



ローカル5G、地域BWAなど地域のブロードバンド環境の整備

マルチロボット

無人運搬車

ロボットトラクタ

スマート農業推進センター



スマート農業の研修施設

ロボットコンバイン

スマート農業普及に向けた人材育成

フル活用できる
次世代人材育成

地域の普及
リーダー育成

ユーザー育成

ワカモノ

農業高等学校
スマート農業
カリキュラム

農業大学校
スマート農業
カリキュラム

カリキュラムは通年開講、作目別で構築。（農機メーカー、ITベンダー協力のもと座学と実習）

普及を担う 人材

普及センター・
JA職員向け
研修プログラム
(e-ラーニング)

他地域の成功事例
の視察研修

担い手

意欲的な農家によるスマート農業
研究会の設置

研究会・自治体・
JAが連携した
研修プログラム
(e-ラーニング)

地域の成功事例を共有
(スマート農業実証
プロジェクト)

まとめ

- **スマート農業は技術開発とともに普及が急速に進んでいる。** WAGRIを中核としたデータ駆動型農業、レベル2ロボットトラクタの社会実装が進んでいる。
- ローカル5Gを活用したスマート農業も露地農業では**稲作で岩見沢市、果樹作で浦臼町**で研究開発・実証が進んでいる。
- **5G利用によりロボット農機の遠隔監視、知能化**など農業DXは格段と進むことが期待される。
- 農業DXにより地域活性を目指すうえで、**ネットワーク環境整備と人材育成**がポイントである。

ご清聴ありがとうございました



北海道大学



VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN