



準天頂衛星システムによる果樹生産の スマート化

北海道大学 大学院農学研究院

野口 伸

日本におけるスマート農業

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

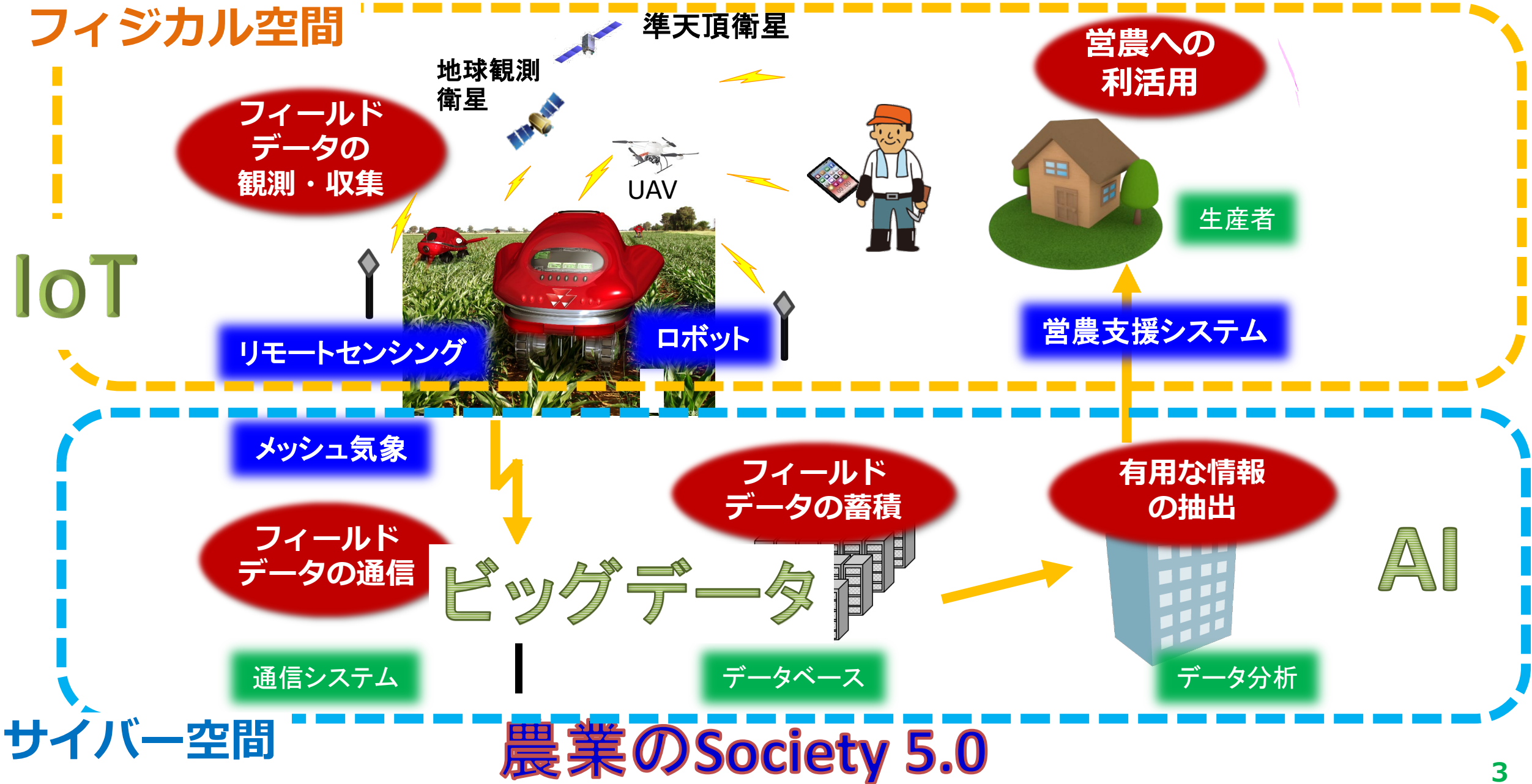
労働力不足が深刻な日本農業を“儲かる”産業へ

スマート農業実装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



スマート化による次世代農業の姿



北海道におけるスマートヴィンヤード プロジェクト

【研究開発事業】

- 農林水産省「イノベーション創出強化研究推進事業」
(令和3-7年度) 代表機関：北海道大学

【実証事業】

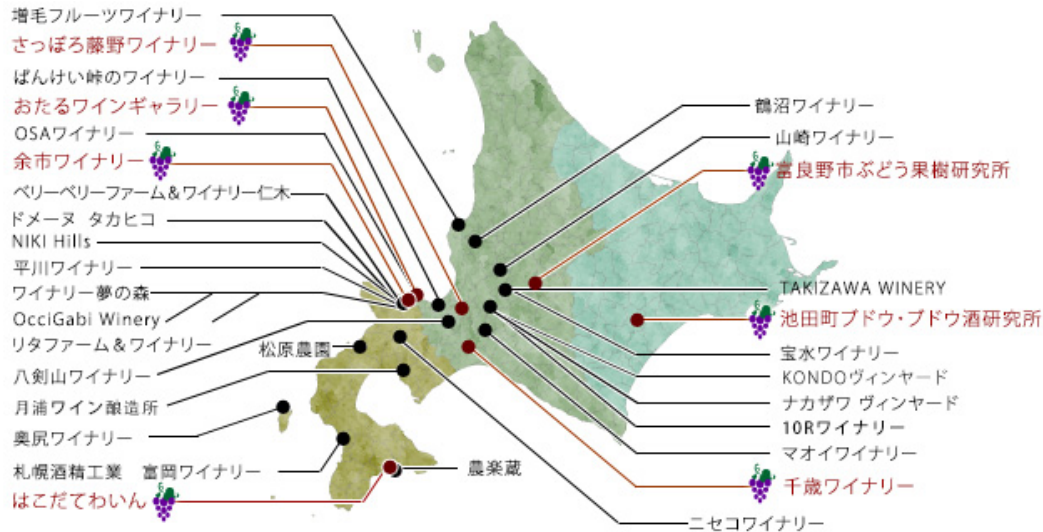
- 総務省「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」
(令和3年度) 代表機関：NTT東日本
- 農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」
(令和3-4年度) 代表機関：NTT東日本

**生研支援センター
イノベーション創出強化研究推進事業
開発研究ステージ（実用化研究型）**

**電動ロボットによるスマートぶどう
栽培システムの開発
— 北海道スマートヴィンヤードプロジェクト —
令和3年度～令和7年度（5年間）**

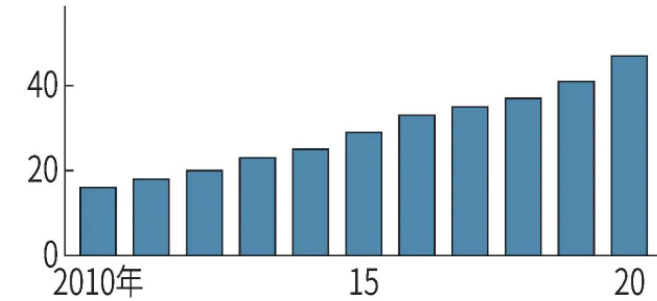
**研究代表機関
北海道大学**

スマート果樹生産



地理的表示 (GI)
保護制度認定

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)

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

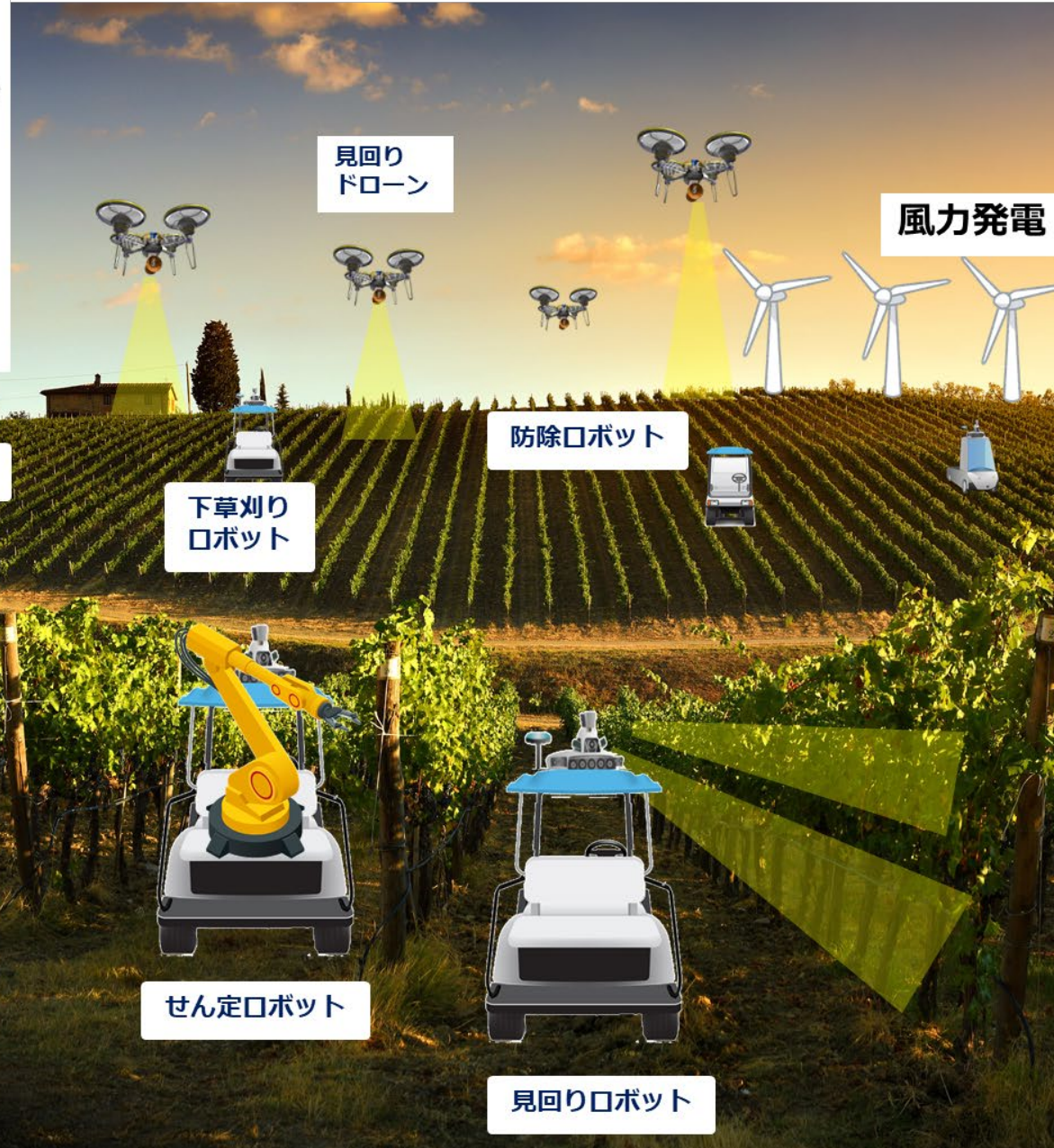
精密農薬散布
(可変散布)

スマート果樹生産システム

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



ロボット農業

- ✓ GNSS、ビジョン、3D-LiDAR併用による中山間地域のナビゲーション精度・安定性向上
- ✓ 人とロボットの協働による自動化技術

データ駆動型

- ✓ EVロボットやドローンのハイパースペクトル画像をAI分析基盤において分析し生育状態の見える化と意思決定支援
- ✓ AI利用により収穫作業や剪定作業の自動化を実現

EVによる脱炭素

- ✓ 太陽光・風力など自然エネルギー利用
- ✓ 温室効果ガスを含む排気ガスゼロ
- ✓ 農薬などの石油由来の資材の使用量削減

研究代表機関
北海道大学

協力機関
北海道・北海道経済連合会

フィジカル空間

EVOロボット

豊田通商株式会社

北海道大学農学研究院

作業モジュール

北海道大学農学研究院

北見工業大学

北海道ワイン株式会社

北海道立中央農業試験場

サイバー空間

AI分析基盤

東日本電信電話株式会社

センシング・モニタリング

北海道大学理学研究院

東日本電信電話株式会社

三菱総合研究所

情報通信

実証試験

北海道立中央農業試験場

北海道ワイン株式会社

ビジネス戦略

三菱総合研究所、豊田通商株式会社

東日本電信電話株式会社、北海道ワイン株式会社

協力機関

トヨタ自動車

ソニーグループ

日本電信電話

電動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

運搬ロボット



北海道放送「北のフロンティア」(2021年11月14日)

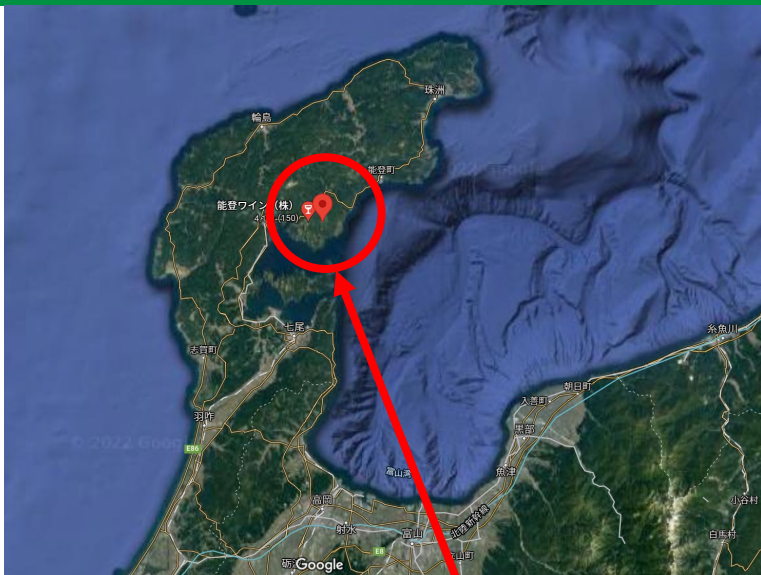
運搬ロボットによる公道走行



運搬ロボットの作業風景



能登ヴィンヤード (石川県鳳珠郡穴水町)



ワイン用ブドウ 果樹園

16ヘクタールの土地に、10種類のぶどうを18000本栽培

- 山間部
- 傾斜地 (最大勾配10°)
- ネットワーク環境脆弱

果樹園のさまざまな測位環境

- 複雑な起伏を含む地形
- 防風林・雑木林
- 脆弱なネットワーク環境



Point 4



Point 9

Point 9

	Fixまでの時間 [s]	Fix率 [%]	精度(X) [cm]	精度(Y) [cm]	正確度 [cm]
CLAS受信機-1	168	63	5.1	3.8	-
CLAS受信機-2	-	0	-	-	-
Ntrip-RTK	-	0	-	-	-
Radio-RTK	303	35	3.5	1.7	-

Point4, Point9ともに同じ傾向
QZSSの優位性を確認

EVロボット走行制御

傾斜果樹園におけるGNSSによる自動走行の課題

- 果樹園周辺の地形や樹林などによりGNSS電波が届かない
- 傾斜走行では捕捉するGNSS衛星が頻繁に変わるため測位の安定性が低い
- 測位補正信号の取得に必要な無線通信ネットワーク環境が山間部では脆弱

ビジョンセンサにより樹列を検出して自動走行

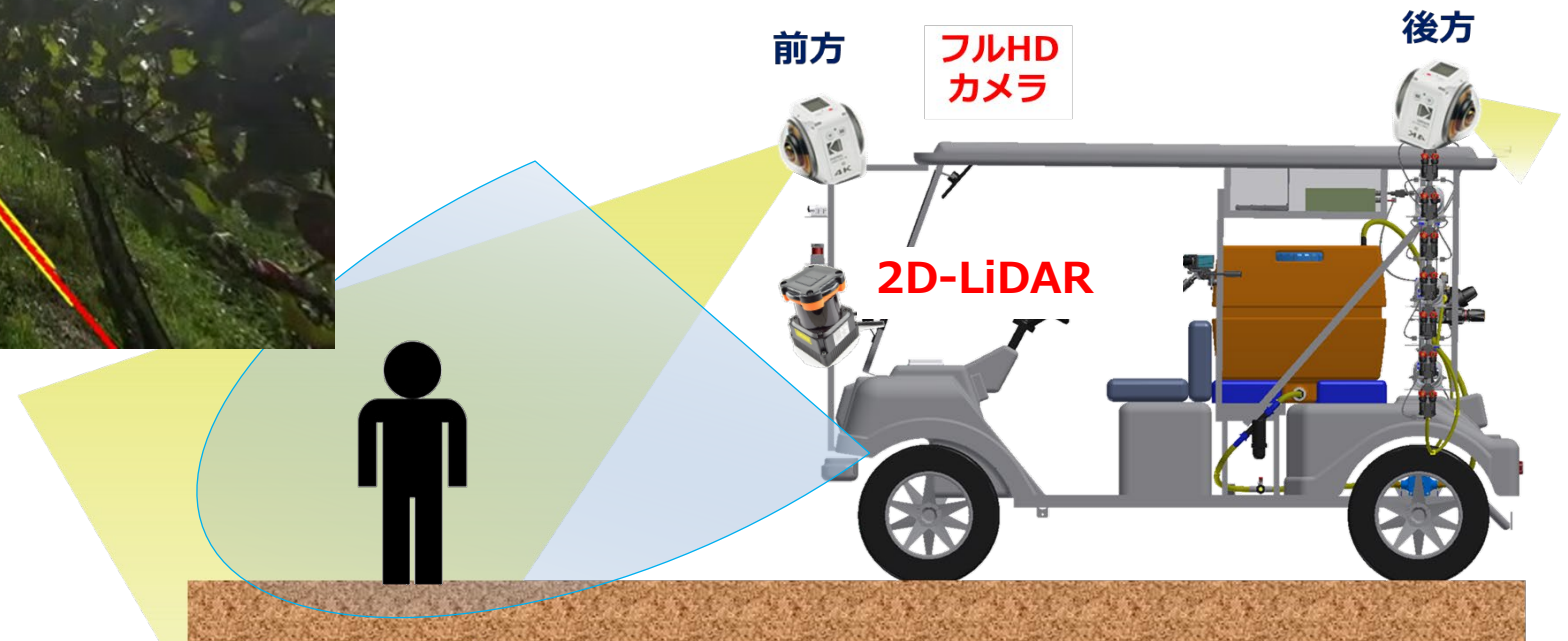


障害物の検出

ビジョンセンサの多目的利用
YOLOv4による障害物検出・安全性の確保



AIによる障害物検出は100%
でないので、2D-LiDARも搭載
して、多段の安全対策を施して
いる。



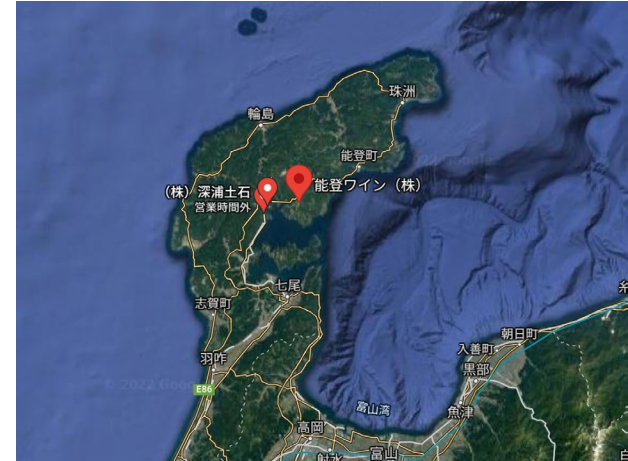
センサフュージョン

センサ	RTK-GNSS	準天頂衛星 みちびき	2Dライダー	レーダー	カメラ
光環境	○	○	○	○	×
霧・土埃	○	○	×	○	×
傾斜(車体姿勢)	△	△	×	○	○
脆弱なネット ワーク	×	○	○	○	○

センサフュージョンによるナビゲーション
シグナルの安定化



日本全国どこでも使用できるEVロボットシステム



他の樹園地におけるニーズ



ステートスプレーによる防除



運搬車による運搬



風筒式防除機による防除



軽四トラックによる運搬



施肥散布機による施肥

出典：愛媛県／樹園地の簡易な再編整備をしませんか？
傾斜地での農作業の省力化を目指して！

ゆず園への適用

高知県安芸郡北川村 土佐北川農園

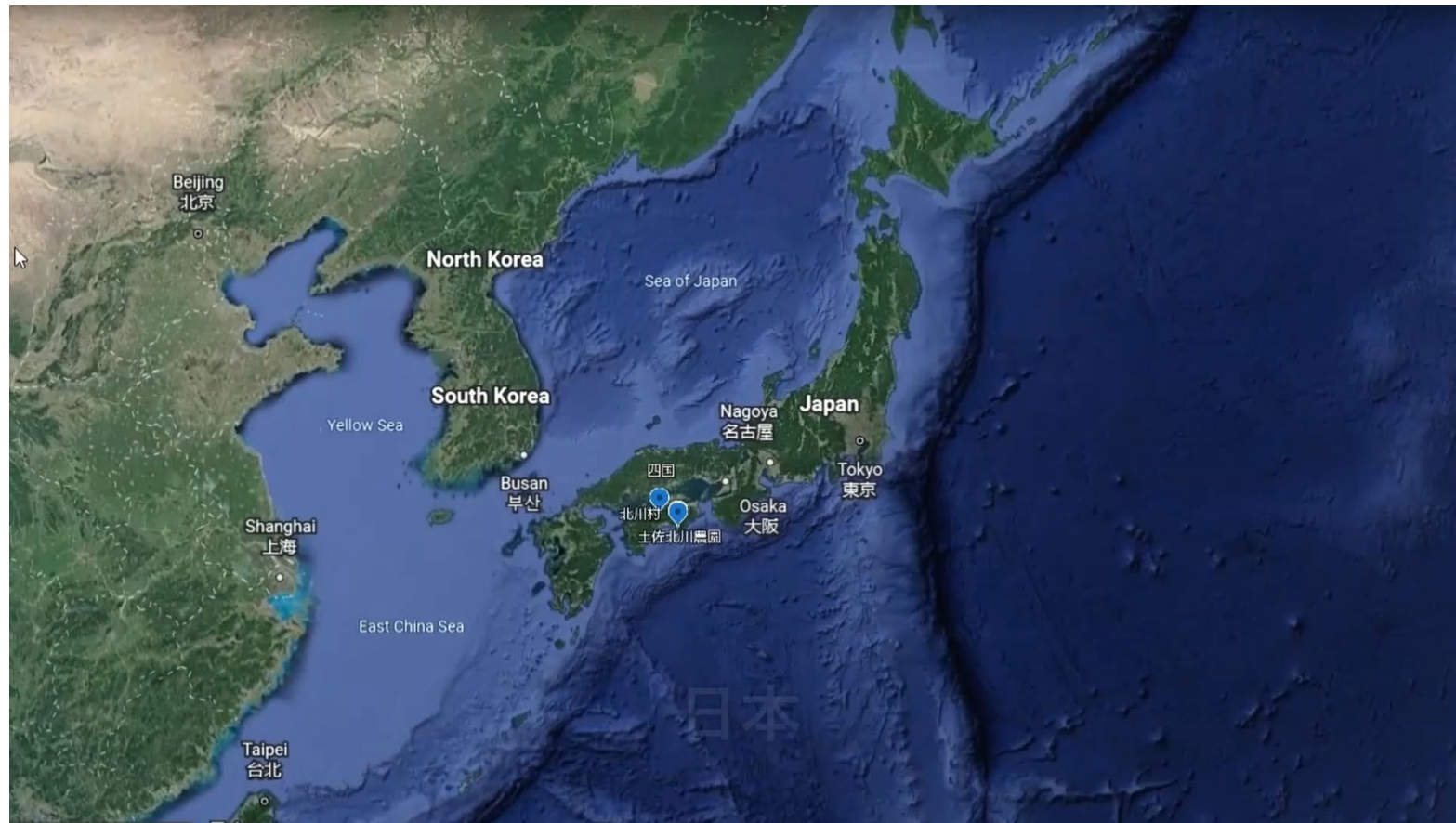
(総務省・農林水産省:ローカル5G活用スマート農業実証プロジェクト)

EVロボットによる柚子運搬作業



土佐北川農園の特長

- 周回できる運搬道
- 通信ネットワーク環境が脆弱
- 農道脇に雑木林・斜面がありGNSSにとって悪環境
- 斜度15~23°の農道



準天頂衛星「みちびき」の有効性

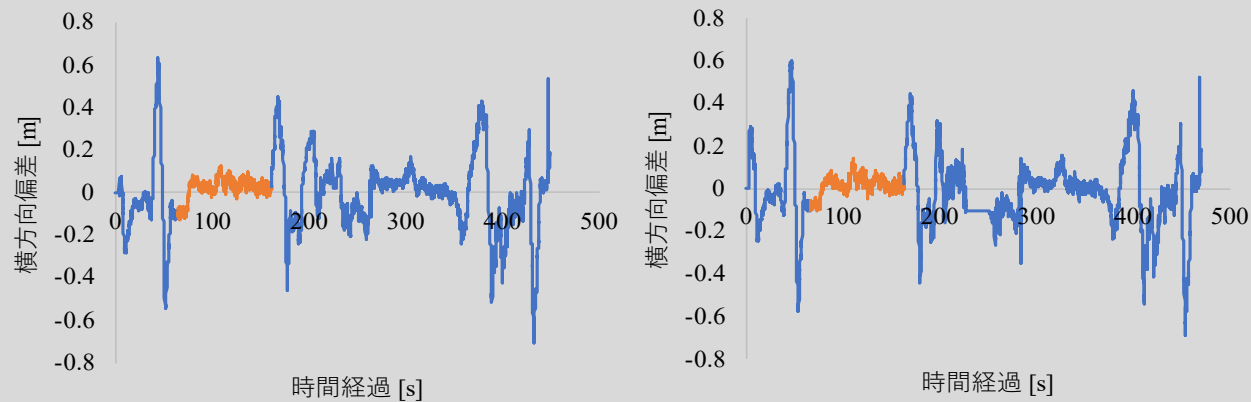


赤：RTK Fix
青：RTK float
黄：D-GNSS



準天頂衛星「みちびき」 (CLAS)

RTK-GNSS

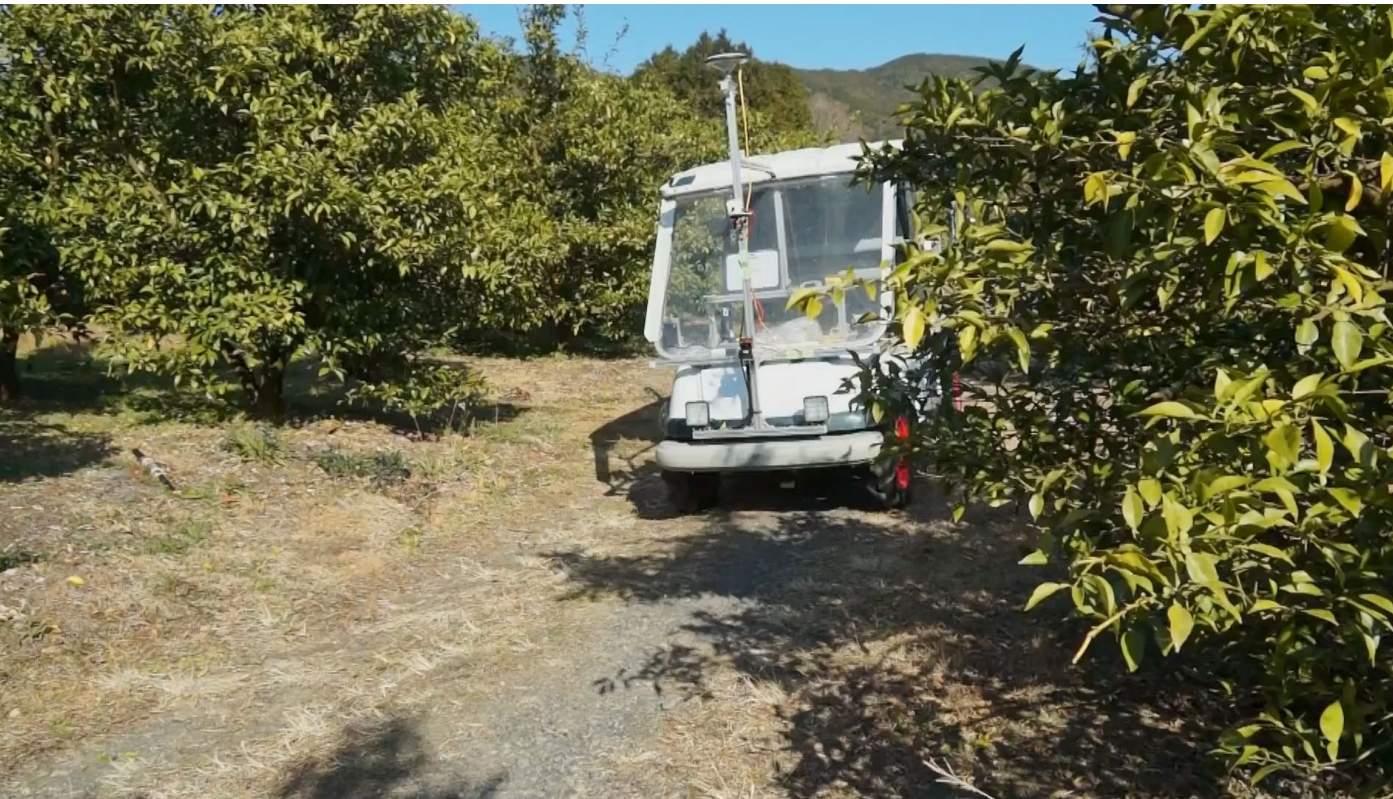


オレンジではRTK-GNSSは約20秒間Float解により停止

横方向偏差の比較

	CLAS	RTK-GNSS
最大誤差 [m]	0.13	0.14
標準偏差 [m]	0.05	0.04

EVロボットの樹間走行 (防除作業を想定)



大型EVロボット (車幅 : 1.5m)



小型EVロボット (車幅: 0.6m)

リモート農業

ぶどう

鶴沼ワイナリー
(北海道浦臼町)

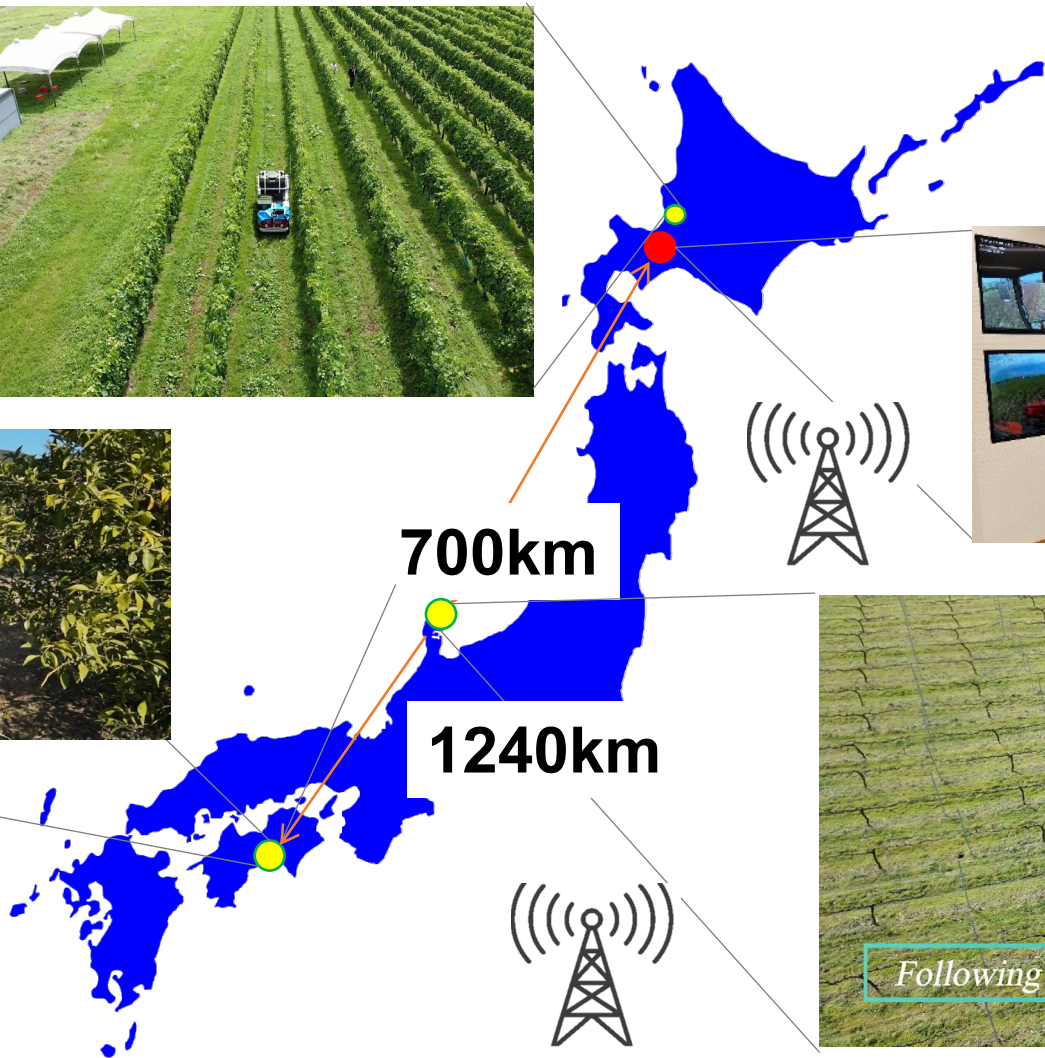


ロボット監視室
(スマート農業教育研究センター)



柚子

土佐北川農園
(高知県安芸郡
北川村)



ぶどう

能登ヴィンヤード
(石川県鳳珠郡穴水町)

リモート農業による革新的スマート農業

アウトプット

- 小型マルチロボットによる超省力化
- AIロボットが熟練技術を体得
- リモート農業の実現



岩見沢市（稲作）



北海道大学
スマート農業教育研究センター

アウトカム

- 人手不足が深刻な農業の新しいカタチ
- 必要十分な量と質の食料を安定生産
- 世界の食料をMade by Japan



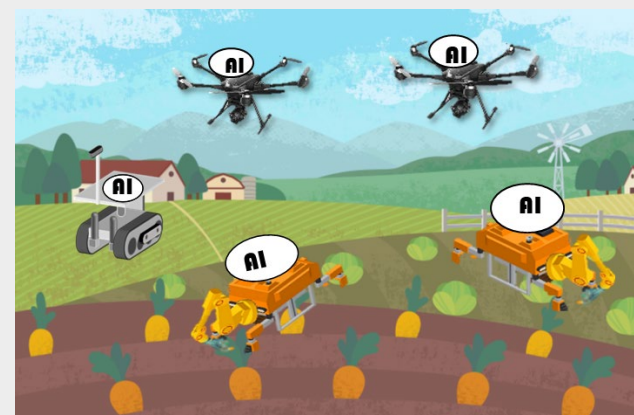
浦臼町（果樹作）



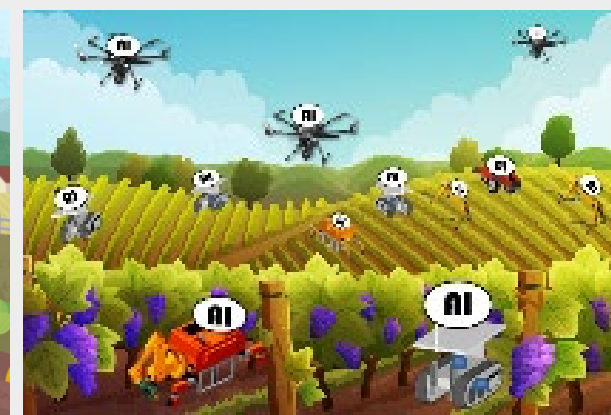
稲作



畑作



野菜作



果樹作

首相官邸 国際広報室が『デジタル田園都市国家構想』を
海外にPRするためにロイター社に記事作成を依頼

タイトル : The Power of Local 5G. To Revitalize Regional Areas

GOING BEYOND 5G FOR NEXT-GENERATION FARMING



記事内容

- リモート農業
 - ✓ 岩見沢市（稲作）
 - ✓ 浦臼町（果樹作）
- 遠隔医療

まとめ

- スマート農業の特長は「**データ活用型農業**」と「**自動化・ロボット化**」であり、作業の省力化とともに環境保全の観点においても有効である。
- 果樹は中山間部に展開しているので**スマート化のニーズは高い**が、他作目に比べて普及は遅れている。
- 通信インフラの整備が不十分なこと、傾斜地が多いこと、雑木林・崖などがあり、**安定した測位が難しい環境**である。
- 「みちびき」CLASは有効な測位手段であり、**農業の自動化には十分な測位精度**である。