

超省力的な農作業体系に向けた “遠隔監視”型無人自動走行システムの構築



研究代表

超省力稲作コンソーシアム

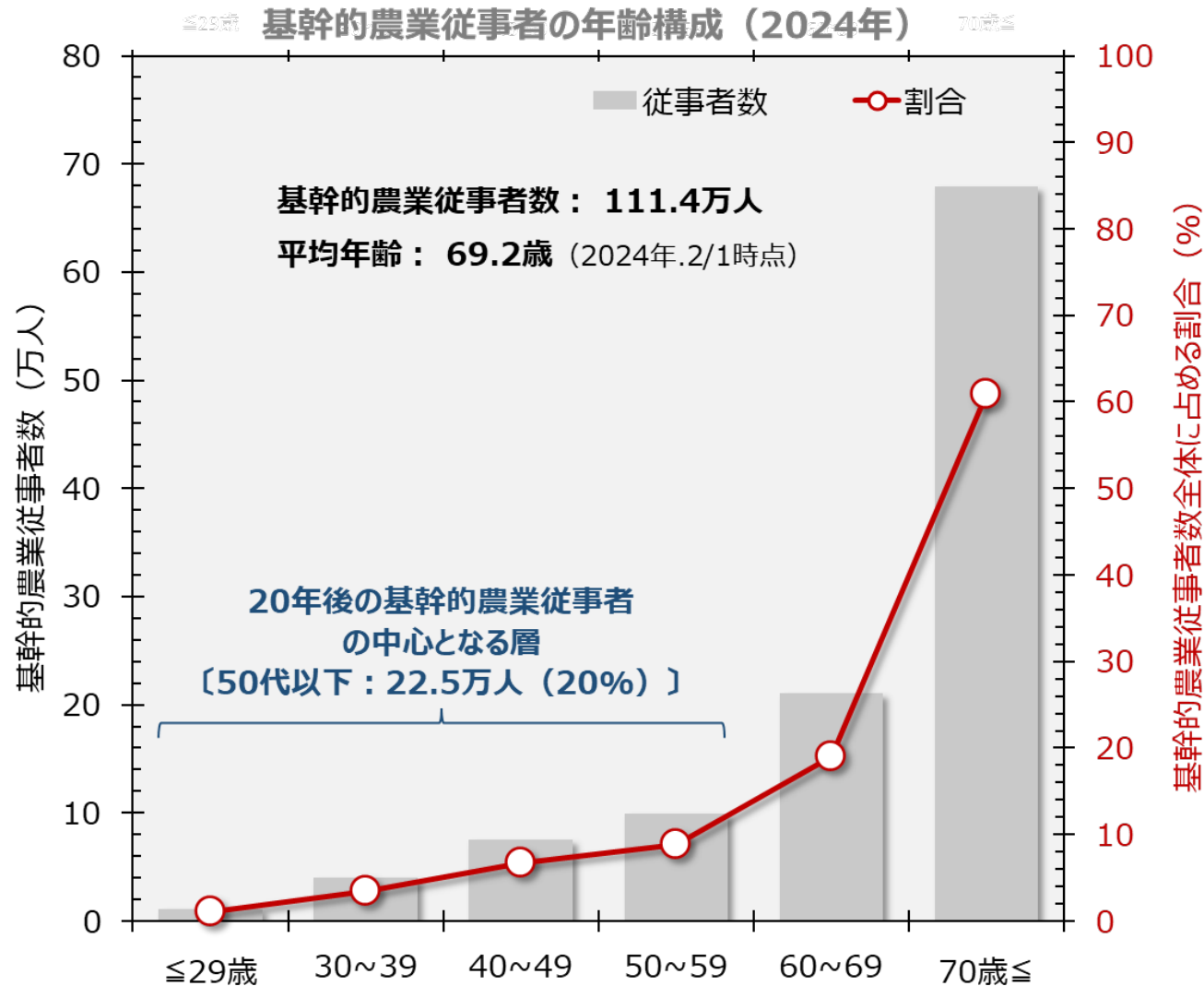
八谷 満 / HACHIYA Mitsuru

（農研機構 農業機械研究部門
知能化農機研究領域 主席研究員）



NARO

日本農業の構造変化に基づく重点化方向



● 基幹的農業従事者は20年間で約1/4にまで減少する可能性

➡ 少ない担い手でより多くの農地を活用・農地維持を図る必要，および農業者のダイバーシティの推進

● 家族経営から雇用型経営への転換

➡ 分業した作業を最小限の人数でこなす必要
（無人・自動化農機＋自動化に向く栽培体系）

➡ データ活用による「経営の見える化」
（気象データや生育モデル等に基づく課題分析）

● 集落営農から地域単位の営農への転換

➡ 一定の事業規模を確保，“地域”主体による営農支援など包括的なコンサルティング機能の発揮

➡ 今後とも担い手への農地集積が予想，農作業の高効率化に向けては強靱な生産基盤の構築が重要

スマート農業を取り巻く現状：自動走行農機の高度化

- 経営規模の拡大，ほ場区画の拡大等に伴って“自動操舵システム”の導入傾向顕著

- “有人監視型ロボット農機”による省力効果・適応タスクは限定的

☞ “遠隔監視型ロボット農機”： ①適応タスクの拡大，②格納庫～ほ場内作業～格納庫に至る無人移動機能の具備，③遠隔にて複数台のマルチベンダの農機運用 ～超省力化へ

“自動操舵システム”



※使用者が搭乗した状態での自動化（操舵の一部等を自動化）

2008- GNSSガイダンス・自動操舵システムが上市・普及，自動操舵機能を搭載した農機も普及

“有人監視型ロボット農機”



※無人機/有人機による協調作業体系

※ほ場内作業に限定した無人自動運転（一部有人），使用者は近距離で監視

2014-2018 SIP第1期にて開発研究

2018- 有人監視型ロボット農機としてのトラクタが上市…以降，田植機，コンバインと続く

“遠隔監視型ロボット農機”



※ほ場間移動を含む，遠隔監視下での無人状態での自動運転

2018-2022 SIP第2期にて開発研究

2023- 社会実装フェーズとして、F-REI委託研究のもとで開発・実証

遠隔監視型ロボット農機のは場間移動 -1)



GNSS



IMU



カメラ



LiDAR

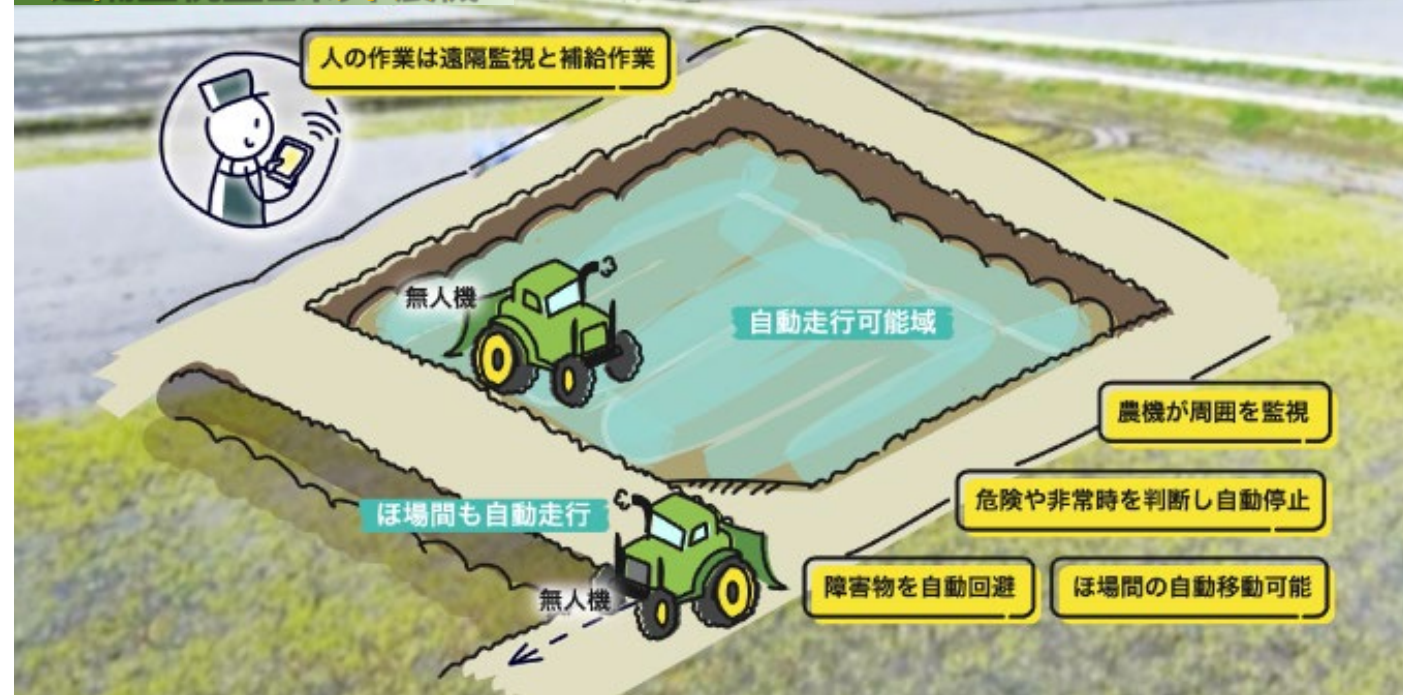


2D&3Dマップ

センサフュージョンとAIによる自律的なは場内作業～は場間移動



遠隔監視型ロボット農機



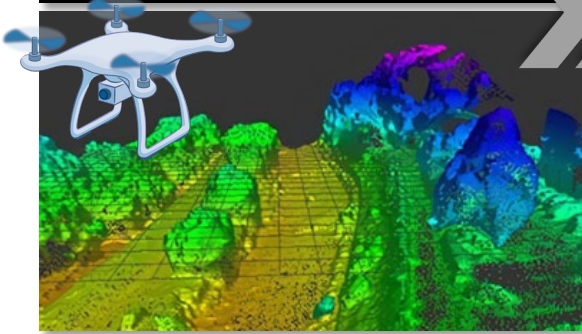
“遠隔監視型ロボット農機”の実装化に向けた諸条件

- 技術面から
 - ✓ は場内＋は場間移動時においても、安全かつ自律的にシームレスに稼働できるロバストな車両走行制御と、ロボット農機の稼働に適したインフラ整備と基盤データに基づくデジタルマップの構築
 - ✓ マルチベンダの機械を複数台ハンドリングでき、標準化された安全メカニズムに基づく遠隔監視プラットフォームの構築
- システム運用の面から
 - ✓ 技術の開発・実証と同時並行で、ロボット農機の公道走行を可能とする制度・運用、地域と連携したビジネスモデルなどELSI（倫理的・法的・社会的課題）に基づく社会受容性の構築

遠隔監視型ロボット農機によるほ場間移動 -2)

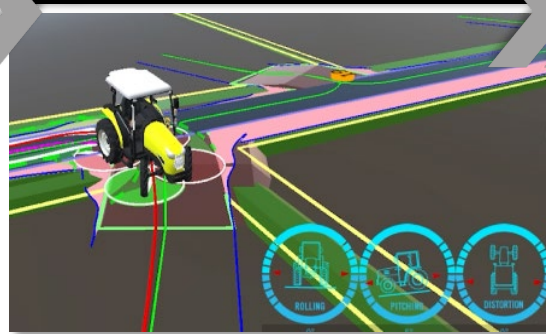
Step
1

UAVにより現況農地
基盤データを取得



Step
2

仮想空間での走行に
より安全性を検証



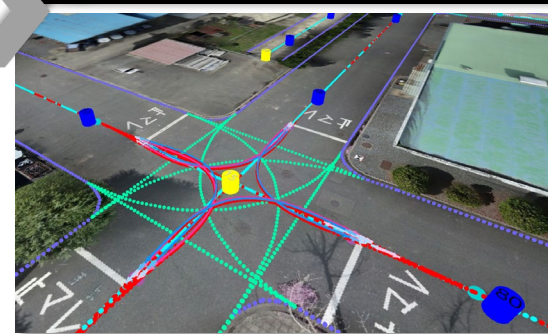
Step
3

抽出された危険個所
を改修工事に反映



Step
4

デジタルマップ～走行
経路を生成



Step
5

1 台の遠隔監視端末により、格納庫～一般道走行～ほ場内作業～ほ場間移動～ほ場内作業～一般道走行～格納庫と一連の移動・作業を無人でシームレスに遂行する複数台のロボット農機を運用



遠隔監視型ロボット農機によるほ場間移動 -3-

● “遠隔監視”型ロボット農機による円滑なほ場間移動をするための自律化

- ☑ 走行可能な道路の領域を検知
- ☑ 道路上の障害物を認識～停止
- ☑ 障害物との接触を回避する経路を生成

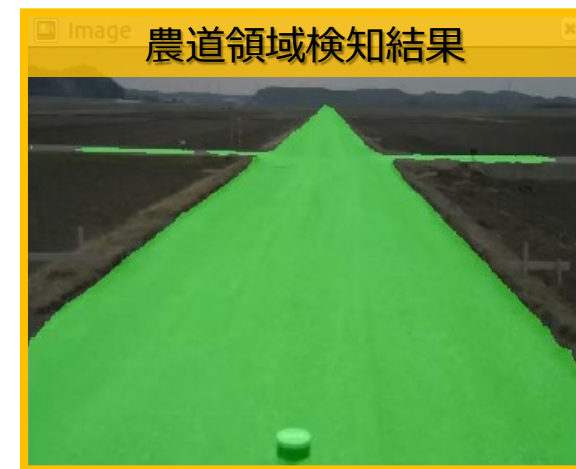
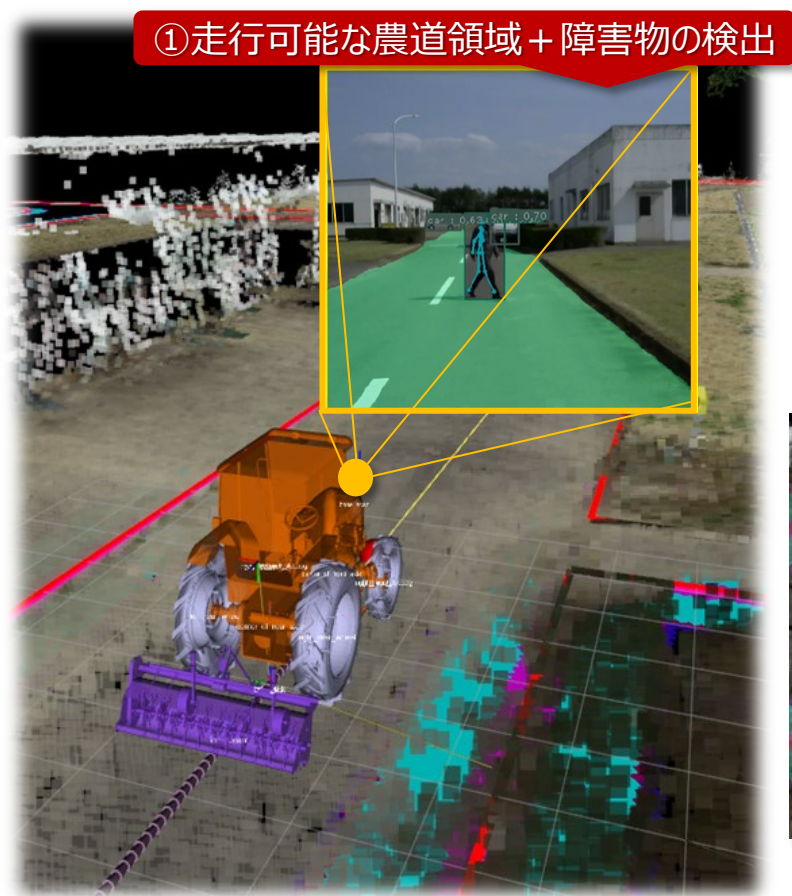


図1 走行可能な農道領域（緑色ハイライト）の検知

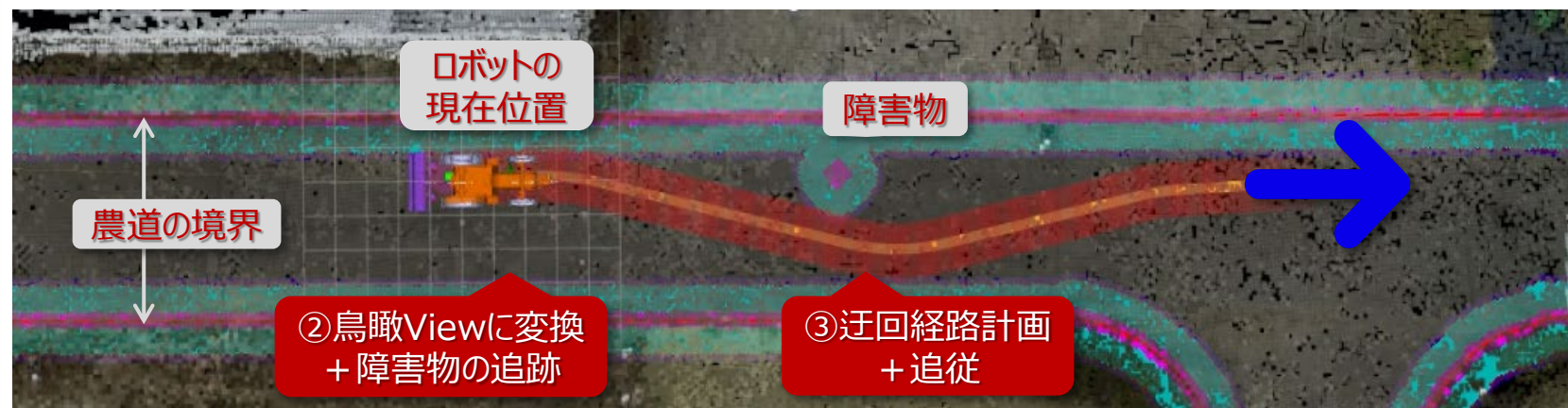


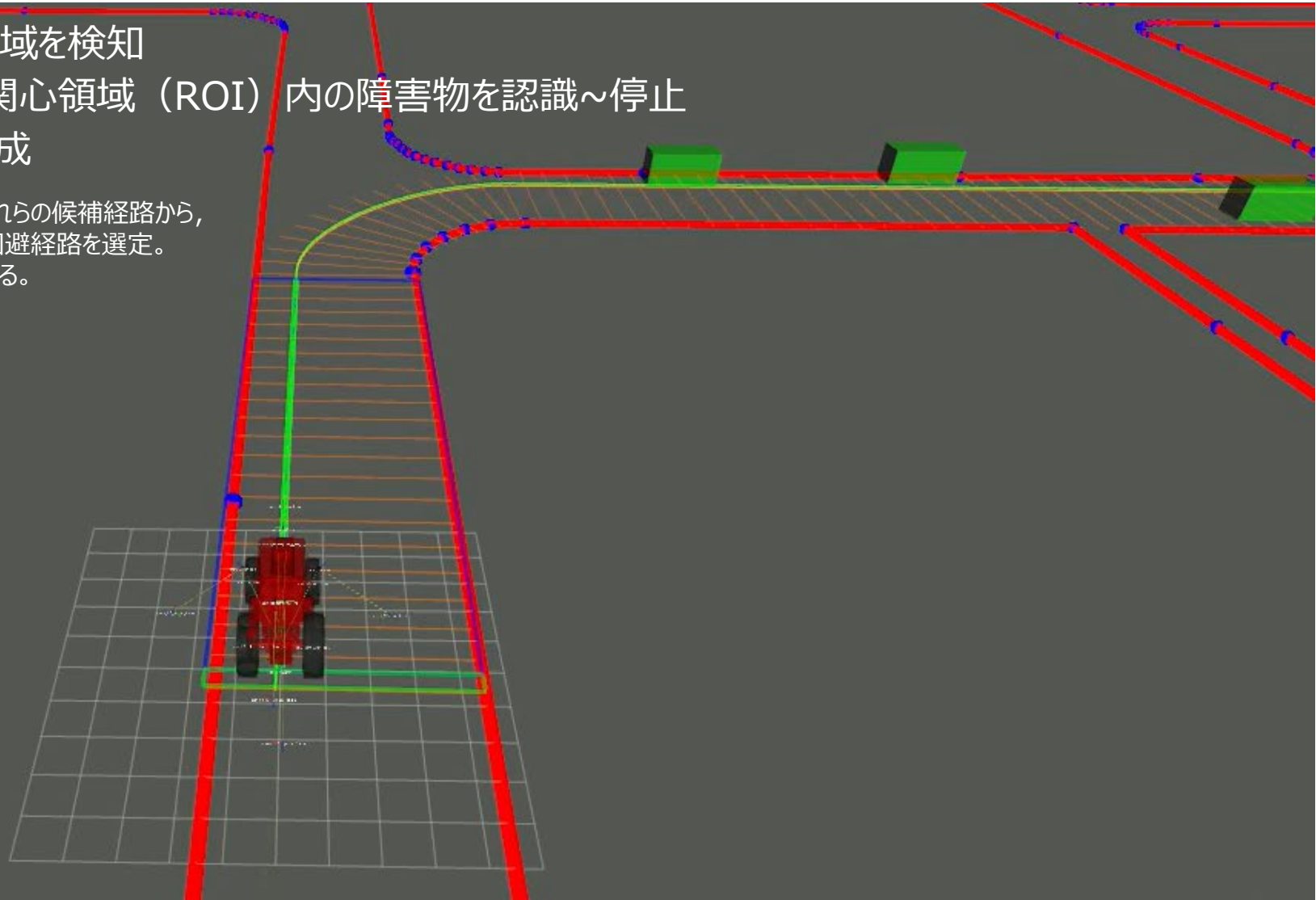
図2 農道と障害物の情報をもとに障害物回避・迂回走行

遠隔監視型ロボット農機によるほ場間移動 -4)

● ロボット農機による安全かつ円滑なほ場間移動をするための自律機能

- ☑ カメラで走行可能な道路（特に農道）の領域を検知
- ☑ 3D-LiDARから得た3D点群データにより，関心領域（ROI）内の障害物を認識～停止
- ☑ 障害物との接触を回避する最適経路※を生成

※ 障害物を検知したら，縦横方向を考慮した複数の軌跡を生成。これらの候補経路から，障害物との衝突リスク，経路の躍度，曲率を評価指標として最適な回避経路を選定。回避可能な経路が存在しない場合は，安全確保のため緊急停止とする。



遠隔監視型ロボット農機のELSI対応 -1)

現行法令下での運用：

1. 農道管理者が一般交通の用に供しないと判断した場合、当該農道は道路交通法の適用を受けず、農道管理者が必要な措置（2018年度、警察庁・農林水産省）
2. トラクタに関わる道路運送車両法の運用を見直し、保安基準に緩和措置（2019年度、国土交通省）

農業用道路
(農道)

基幹的農道：主に基幹農道で整備

〔農産物の集出荷や市場への輸出等の農業用の利用を主体に、農村の社会生活活動にも利用される農村地域の基幹的な農道〕

ほ場内農道

〔農業生産活動に主に利用される農道〕

幹線農道：主に一般農道で整備

〔集落とほ場、ほ場間、ほ場と基幹的農道等を結ぶ農道〕

支線農道

〔幹線から分岐し、ほ区、耕区に連絡する農道〕

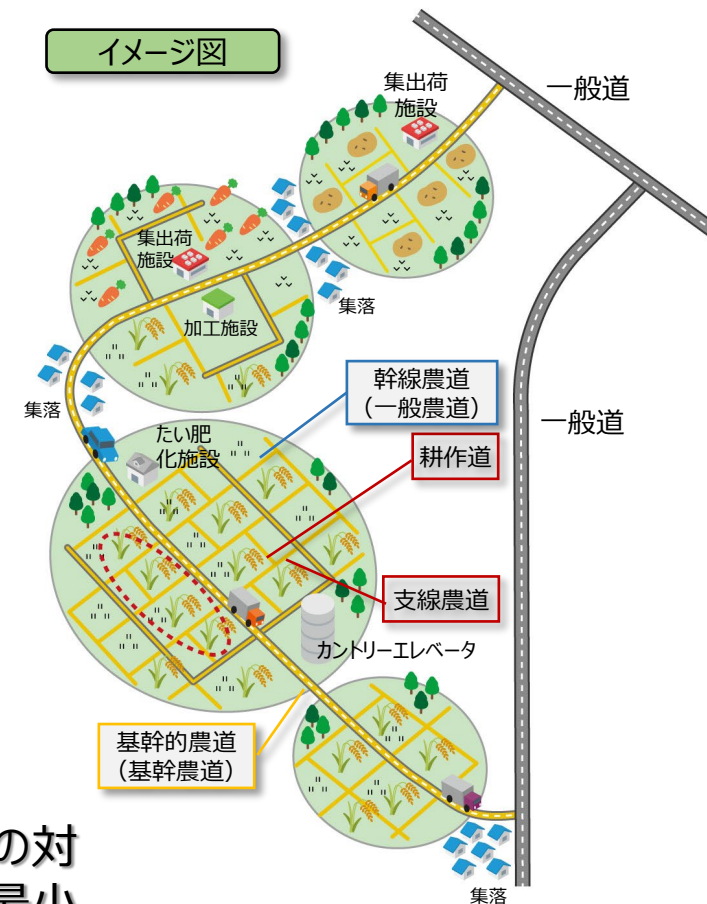
耕作道

〔耕区境界、耕区内の農道〕

通行止め措置対象：支線農道、耕作道等の一般交通量が少なく、通行制限の影響が少ないもの

※支線農道、耕作道は主にほ場整備事業等で一体的に整備

イメージ図



ロボット農機の公道走行実現に向けた規制緩和の方向性

道路運送車両法上の位置付け創設に加え、道路交通法による「特定自動運行」の対象となる旨を通知などで明確化。加えて、警察庁に対し農家等が地域でロボット農機を最小限の負担で円滑に活用できる制度の運用の確保。

遠隔監視型ロボット農機のELSI対応 -2)

実証実験を通じて、モデルケースの構築へ



実証に際して、

- 通行止め措置の行政手続き (県道・市道・農道) を経て、警察署による道路使用許可を得る
- 地域住民に対して通行規制の回覧・周知

実証を通じて、

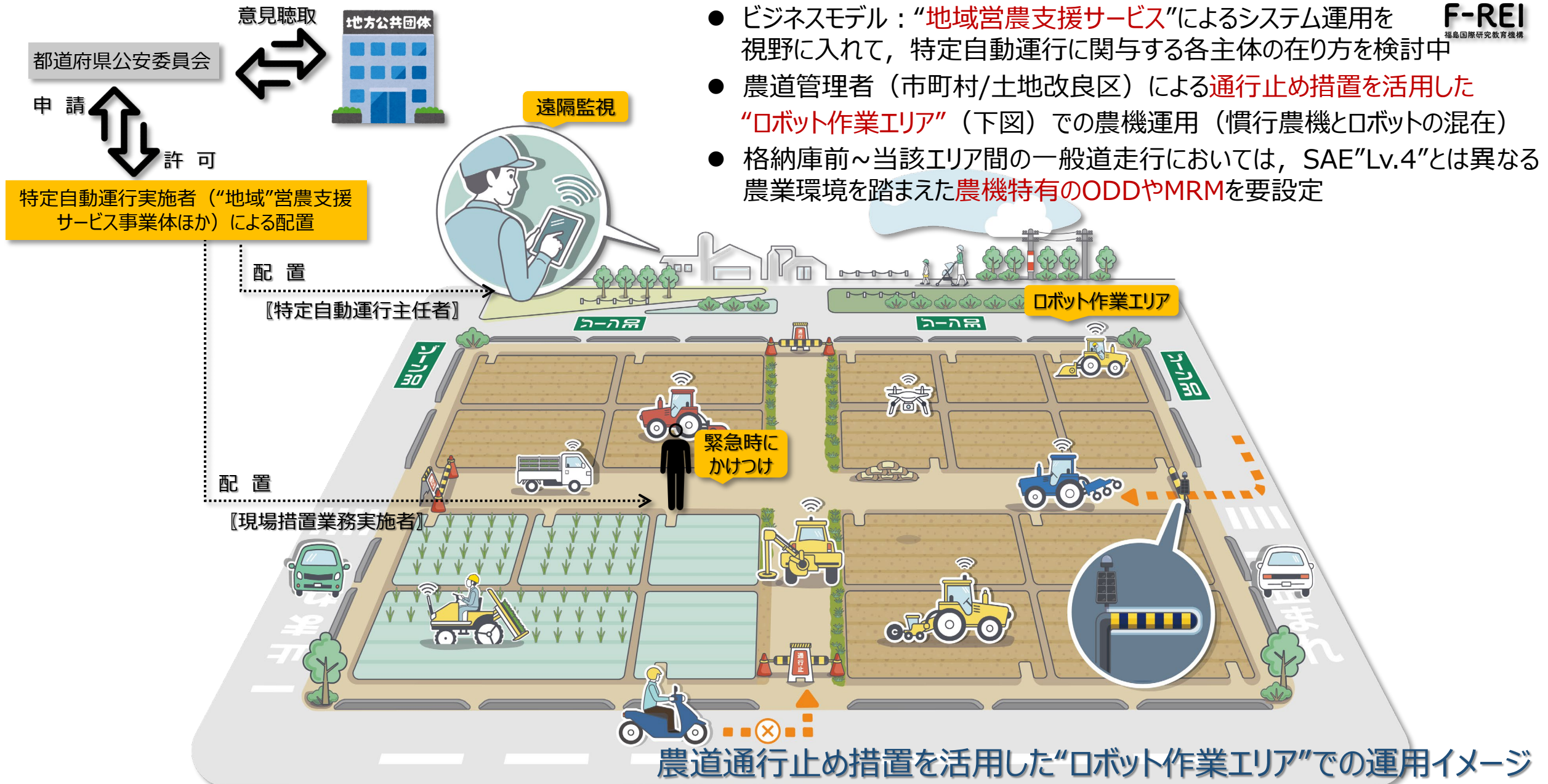
- 得られた技術的知見やODD等運用概念について規制所管省庁ほかと共有・協議
☞ システム改良, 運用概念の醸成へ
- 技術の導入効果やビジネスモデルについて自治体等地域関係者と共有・協議

① 格納庫前出発～作業ほ場へ移動

② ほ場内作業～ほ場外へ

③ ほ場間移動～格納庫へ

遠隔監視型ロボット農機のELSI対応 -3)



- 国内農業の喫緊の課題である担い手不足や水田作経営の大規模化への対応のため、**自律的なほ場間移動を含む“遠隔監視”型無人自動走行システム**を構築。
乾田直播など稲作マルチユース化を通じて、成果の最大化を図るための取組みを推進中。
- 遠隔監視端末からの指示で、**格納庫前～ほ場間移動～ほ場内をシームレスに走行可能な**制御アルゴリズムを構築，ロボットトラクタに実装 → **浜通り地区にて実証実験**を実施中。
 - ☞ 農機用マップの先読み情報等により，交差点前にて一時停止するなどの安全性確保，
 - ☞ 監視端末上での映像表示遅延を 1 sec以内に抑制（P2P方式を実装），
 - ☞ エッジ側の判断で障害物検知～動的経路生成により自律的に迂回走行，などを確認。
- 技術開発/実証と同時並行で当該技術の**ELSI対応**を進め，実証で得られた技術的知見やロボット運用法（案）等について整理，**規制所管省庁や自治体等との共有・協議を推進中**。
- 今後は・・・**1 台の遠隔監視端末によりマルチベンダの農機を複数台同時運用**できるよう，機能面と実用上のロバスト性等を高めながら，**地域との連携を密にした実証を展開**。