

農業機械の無人運転における安全確保等について



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



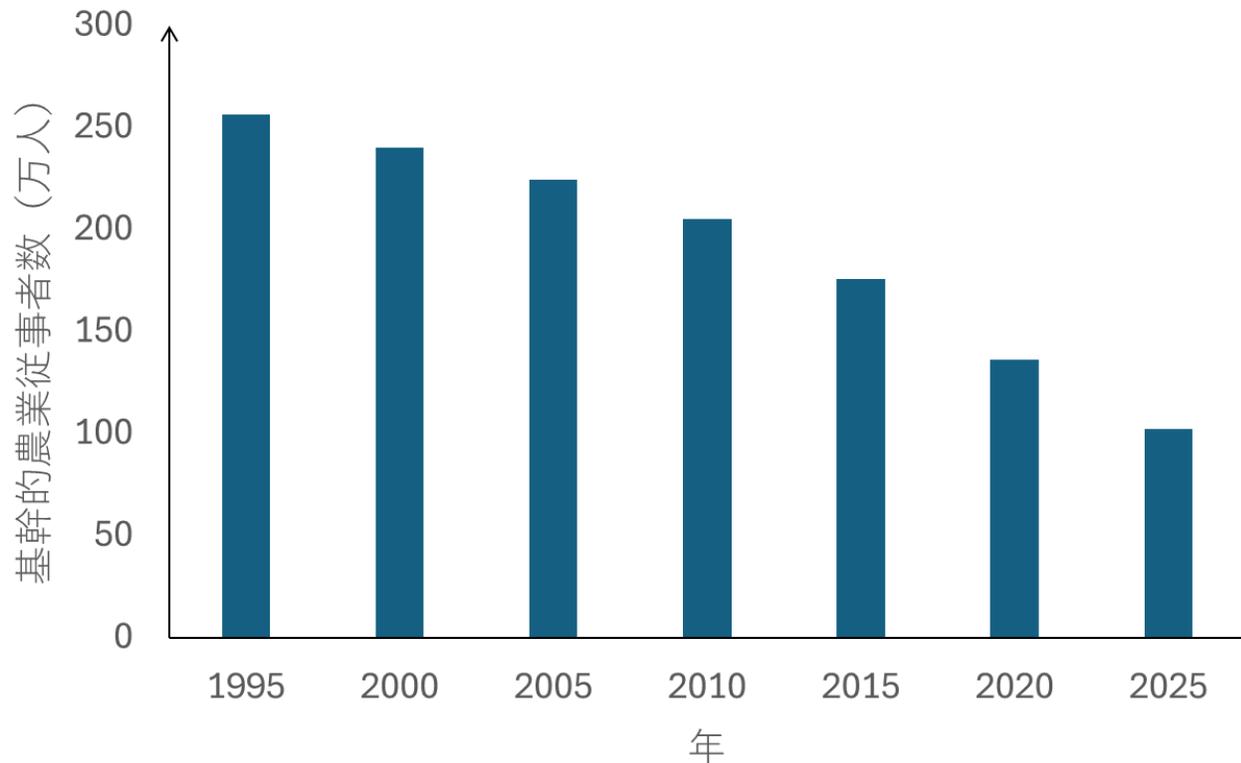
超省力稲作コンソーシアム 研究代表

紺屋 秀之/KONYA Hideyuki

農研機構 農業機械研究部門 システム安全工学研究領域

協調安全システムグループ長補佐

ロボット農機の普及、作業内容、ガイドライン、検査等の現状



注) 2020年より
販売農家数から
個別経営体数に変更

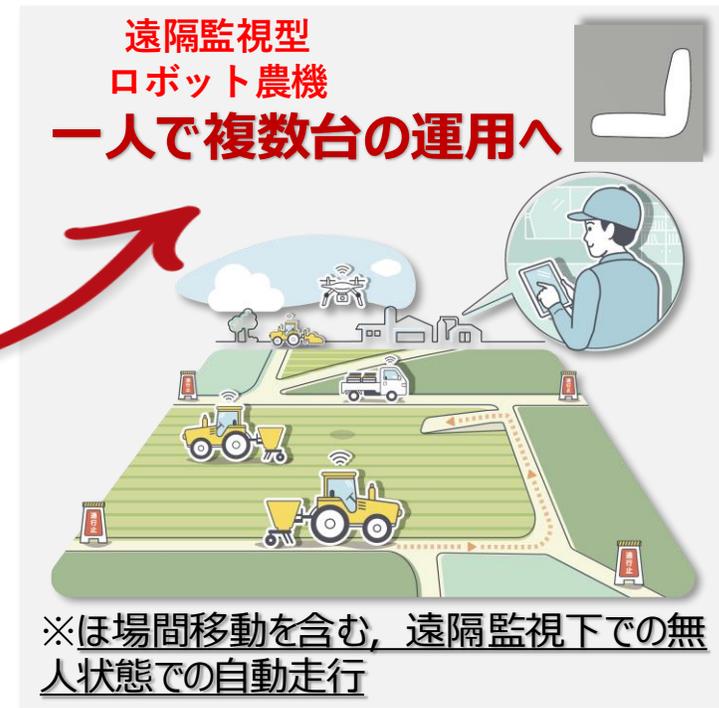
農業者数の**急速な減少**



個人農家を含む、持続的な農業生産基盤の維持のために、**ロボット化・自動化**による**生産性の大幅な向上が不可欠**

無人運転機械の開発・普及状況（制御方式・技術水準）

- GNSSガイダンス/自動操舵システム※
 - ☞ 2008～ GNSSガイダンス：42,100台（うち北海道26,660台），自動操舵システム：38,760台（うち北海道23,110台）
- 目視監視型ロボット農機（ほ場内作業に限定した無人化，ほ場最外周作業は有人運転）
 - ☞ 2018～ 井関農機(株)，(株)クボタ，ヤンマーアグリ(株)より上市・普及の緒へ
- 遠隔監視型ロボット農機（遠隔監視により，ロボットは無人作業が終わったほ場から自動退出～次の作業ほ場へ移動）
 - ☞ 2018～ SIP第2期で開発，2023～ F-REI委託事業のもとで開発・実証段階
 - ☞ 2025～ ロボット農機の公道走行実現に向けた実証へ



無人運転機械が使用され、又は想定されている作業

「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン（農林水産省）」より抜粋

概要

- ロボット技術を組み込んで自動走行・作業を行う車両系の農業機械（ロボット農機）の安全性確保を目的として、リスクアセスメントの実施など、安全性確保の基本的な考え方や関係者の役割等を定めた指針。
- 農業におけるロボット技術の導入が途上の段階であることから、新たなロボット農機の開発状況等を踏まえて必要に応じて修正する位置付け。

対象ロボット農機

- 目視監視により使用するロボット農機
 - ・ ロボットトラクター（衛星測位情報を利用して自動走行するトラクター）
 - ・ 茶園管理ロボット（茶樹等の検出により自動走行する茶園管理機械）
 - ・ ロボット田植機（衛星測位情報を利用して自動走行する田植機）
 - ・ ロボット草刈機（衛星測位情報を利用して自動走行する草刈機）
 - ・ ロボット小型汎用台車（衛星測位情報を利用して自動走行する小型汎用台車）
 - ・ ロボットコンバイン（衛星測位情報を利用して自動走行するコンバイン）
- 遠隔監視により使用するロボット農機
 - ・ ロボットトラクター（衛星測位情報を利用して自動走行するトラクター）
 - ・ 茶園管理ロボット（茶樹等の検出により自動走行する茶園管理機械）

使用上の条件

- 製造者等に定められた目的、場所においてのみロボット農機を自動走行させること
- 自動走行が停止した場合、自動走行を再開する前には、停止に至った原因の解消及び周囲の安全を確認すること
- 激しい降雨による視界不良時等、監視が難しい環境では自動走行させないこと等※

※各ロボット農機特有の使用上の条件はロボット農機の種類毎に規定

対象ロボット農機



農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン（農林水産省）

平成29年3月 策定 令和6年3月 最終改正（遠隔監視により使用する方法等を追加）

関係者の主な役割・順守すべき事項

【製造者等（例：メーカー）】

- ✓ リスクアセスメントと保護方策（自動停止装置等）によってロボット農機のリスクを低減すること
- ✓ リスクが低減しない場合には、使用上の条件を見直すか、製品化を取りやめること
- ✓ 販売者等と連携し、導入主体や使用者に対して、ロボット農機の安全使用の訓練を行うこと

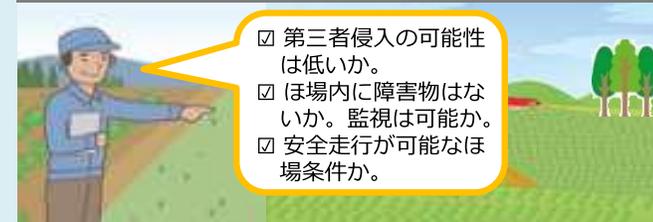
想定される危険場面の例（ロボットトラクター）



【導入主体（例：農業法人）】

- ✓ 使用を想定しているほ場や周辺環境を確認し、危険性を把握して対策を講じること
- ✓ ロボット農機を適切に管理し、安全に使用されていることを随時確認すること
- ✓ 速やかに駆け付けることができる者の配備等、事前に緊急時の体制を整備しておくこと（遠隔監視による使用）

ほ場と周辺環境の確認



【使用者（例：農業法人の従業員）】

- ✓ ロボット農機の安全使用の訓練を受講し、ロボット農機を適切に使用すること
- ✓ 使用者は、製造者等が提供する使用上の情報等に基づき、ロボット農機を適切に使用すること

安全使用の訓練の受講



農水省ガイドライン

リスクアセスメントと**保護方策（自動停止装置等）**によってロボット農機の**リスクを低減**

安全性検査

（国研）農業・食品産業技術総合研究機構が根拠法に基づいて行う農業機械の安全性に関する任意の検査制度

①安全装備検査

主要な農業機械5機種が対象。危険源に対する防護や安全装置の装備が基準を満たしているかを確認

②安全キャブ・フレーム検査

乗用トラクター等の転倒時保護構造物の強度試験を実施し、安全空間が確保できるかを確認

③ロボット・自動化農機検査

ロボット・自動化農機の安全機能、人・障害物検知機能などを確認

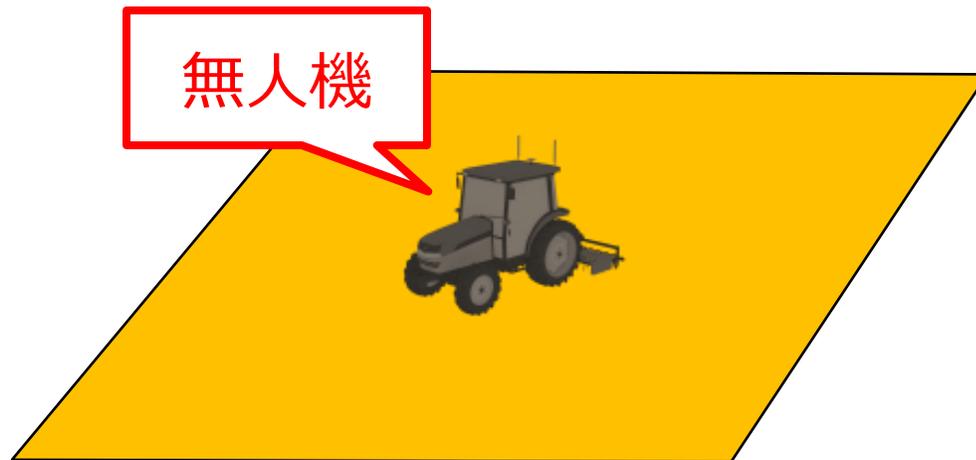
対象機種：

- ロボット農機検査
 - ・トラクター（乗用型）2018年度～
 - ・田植機 2020年度～
 - ・コンバイン 2024年度～
- 自動化農機検査
 - ・主要な農業機械3機種

○適用範囲

この検査の実施方法及び基準は、使用者がほ場内やほ場周辺から監視しながら、無人でほ場内を自動運転させる農用トラクター・田植機・コンバインに適用する。

※公道走行は除く



※リモコンにて自動運転開始
操作、停止操作が可能

ロボット・自動化農機検査の実施方法及び基準 (ロボットトラクターに係る主要なもの)

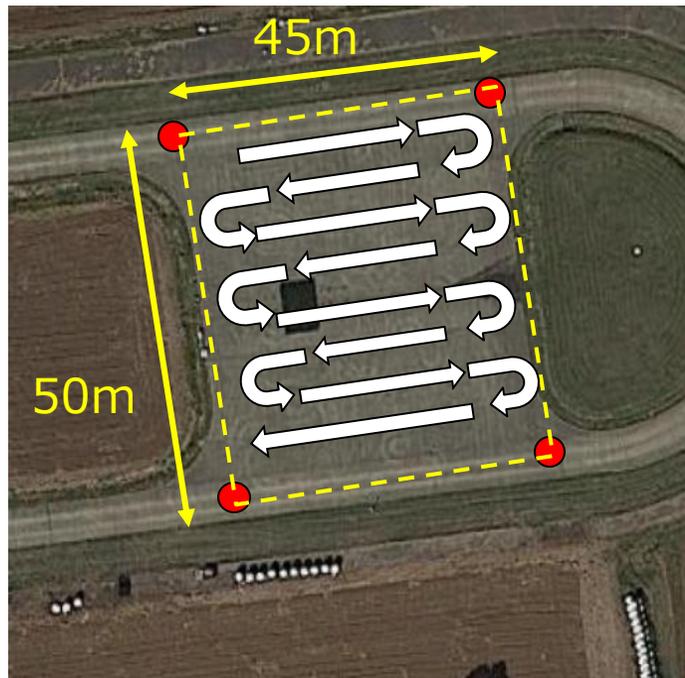
検査項目	基準
①構造調査	自動運転に必要な装置が装備されており、操作を要する装置にあつては、通常の作業位置で安全、かつ容易に操作できるように配置されていること。また、その装置の有する機能、操作方法等が明確に表示されていること。さらに、作業領域の逸脱を防止する機能が備わっていること。
②手動モード機能確認試験	手動モード時は自動運転ができないこと。
③運転状態表示機能確認試験	適切に状態表示がなされ、使用者がトラクターの状況を容易に認識できること。
④人・障害物検出機能確認試験	警告領域では、警告を発し、危険領域では検出体との接触がないこと。またトラクター及び作業機は停止すること。
⑤その他必要な安全機能確認試験	遠隔操作装置には開始操作時の誤操作防止機能を装備／遠隔操作装置により停止操作が可能／通信障害時に自動停止／発進時、自動運転に必要なシステムに障害が発生している場合は自動運転不可状態になること。
⑥取扱試験	トラクター及び作業機は設定した作業領域を逸脱しないこと。また、取扱性や安全性について著しい欠陥がないこと。
⑦人・障害物検出機能確認試験 (発進時) ※選択試験	危険領域に検出体が存在する際には、トラクター及び作業機は停止していること。

農水省ガイドライン

- ・ **製造者等**に定められた目的、場所においてのみ自動走行可

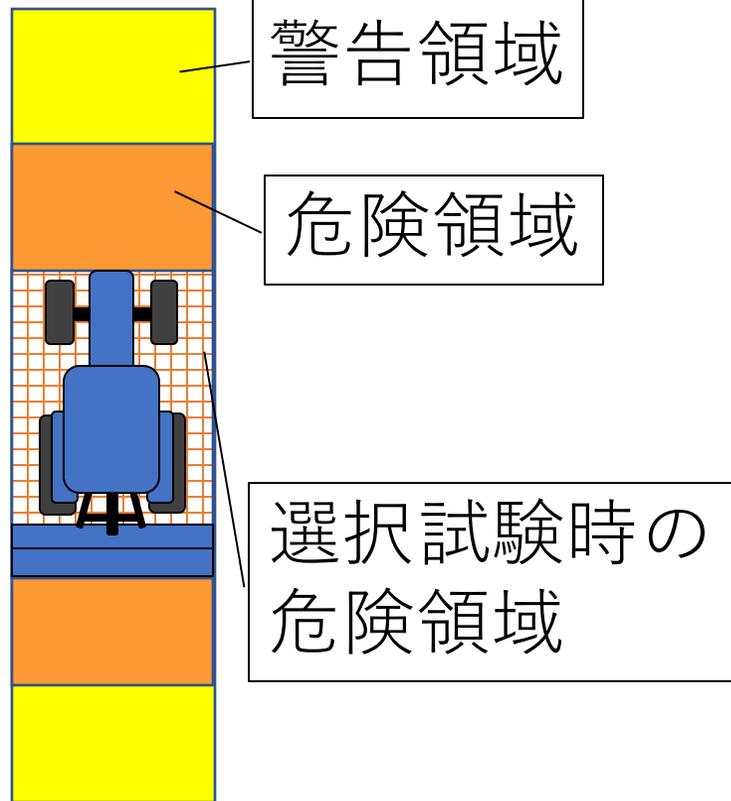
ロボット農機検査：実機により検証

- 一連の自動運転において設定した作業領域を逸脱しないか確認
- ※監視者は周辺から監視

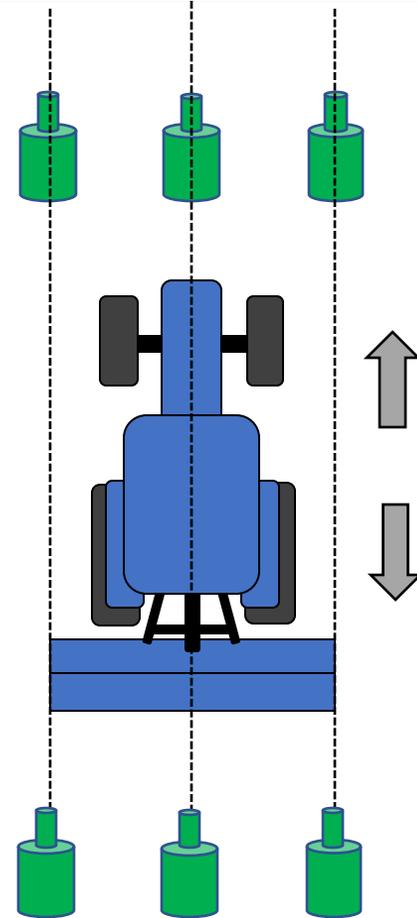


労働災害防止の観点からの措置 – 周辺作業者への接触防止

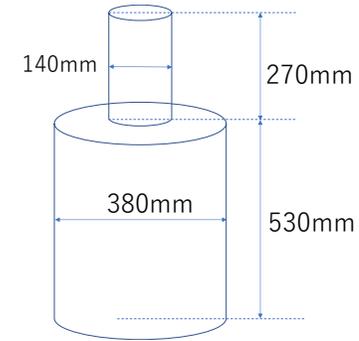
ISO 18497-4:2024として国際標準化された方法に準拠して、実機により検証



検出領域（イメージ）



試験障害物との
相対位置



検出体 A (ISO 18497 :
2018準拠)



(成人ターゲット)

検出体 B (ISO 19206-
2 : 2018準拠)

ロボット農機検査 (イメージ動画) 

自動運転中



人・障害物検出機能確認試験 (前進)

※ 安全に試験を行うため、人が乗車していますが運転操作は行っていません。

ロボット・自動化農機検査における運転操作性の検証

ISO 18497-4:2024として国際標準化された方法に準拠して、実機により検証



リモコン操作の確認
(自動運転開始・停止操作)



リモコン通信遮断の確認
①電波暗箱内による通信遮断
②リモコン電源OFFによる通信遮断

農水省ガイドライン

- ・ 自動走行が停止した場合、再開前に停止原因の解消及び周囲の安全を確認

ロボット農機検査：実機により検証

- ・ 現状では、自動運転開始時の安全確認は目視で行う
- ・ 遠隔操作装置の誤操作防止機能
- ・ 手動モードあり – 手動モード中の自動運転不可
- ・ エンジン始動直後は自動運転不可 – 自動モードへの切り替え後に可能になる
- ・ システム障害発生時には自動運転不可状態に移行

自動運転の状態を監視者に表示



自動運転状態 (青)

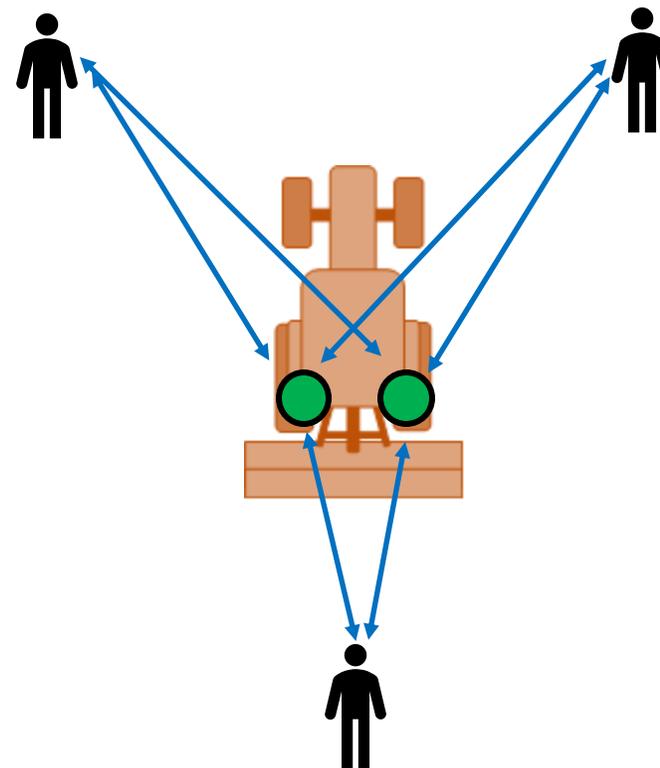


自動運転可能状態
(ピンク・緑・青)



自動運転不可状態
(ピンク)

○目視にて周囲から視認できるかを
実機で確認



農水省ガイドライン

製造者等は、販売者等と連携し、導入主体や使用者に対して、ロボット農機の安全使用の訓練を行う

(一社) 日本農業機械工業会 「ロボット農機の安全性確保のための指導者養成並びに使用者訓練ガイドライン」

使用者の条件 (抜粋・大意)

- ・当該農機の**ロボット機能を付加する以前の基本的な操作ができる**
- ・**製造者等が定めたロボット農機の使用者訓練を受講**

使用者訓練 (同上)

- ・**製造者等又は販売者等が、予め当該ロボット農機の内容に即して**使用者訓練を実施
- ・使用者訓練内容は、製造者等が定める
- ・学科及び実技
- ・ロボット農機の導入主体（農業法人等）や監視等補助者に対しても実施
- ・**製造者等や販売者等が訓練の記録簿等を作成**

指導者の育成 (同上)

- ・製造者等がロボット農機の指導者を養成し、管理
- ・製造者等がカリキュラムを作成

農業そのものの労働安全衛生環境に関して

- 農業経営体の85%(2020)は雇用を行っていない
 - 法人経営体においても安全管理には課題が多い
 - 機械の安全な使用に関する安全のルールについて明文化はしていない。
作業前のミーティング等を行っていない。
(厚生労働省「農業機械の安全対策に関する検討会」第2回検討会におけるヒアリング概要)
 - 多くの農業現場では、作業員=管理者
 - 労働安全衛生法令における有人運転を行う車両系農業機械の安全対策は厚生労働省「農業機械の安全対策に関する検討会」において検討中であり、まずはこちらについての議論を進める必要。
 - 農業機械による死亡事故の約4割は「機械の転倒・転落」に起因
- ➡ ロボット化により搭乗が不要になれば、重大事故の大幅な低減が期待できる

ロボット農機の使用環境に関して

- ほ場や周辺環境の立地条件は極めて多様
- 農業機械が稼働する農村地域は、都市地域と比べて人が少ない環境である一方、ほ場や農道は農業者や地域住民の生活地域の一部であり、第三者の介在の完全な排除は困難
- 付加価値と生産性を両立させた農業の実現にはロボットと人の協働が有効



農業においては、

人とロボットの空間的共存を考慮した安全対策が必要

政策官庁、ユーザー、メーカーの緊密な連携の下

各産業・地域の実態に応じた、安全衛生法令の検討が必要



中山間地の例
(新潟県)



大規模ほ場の例
(北海道)



住居や公共施設、生活道路等と
ほ場の混在例 (富山県)

【参考】 “遠隔監視”型ロボット農機の開発概要

無人運転機械が使用され、又は想定されている作業



センサフュージョンとAIによる自律的なほ場間移動～ほ場内作業



- 稲作： 施肥（ブロードキャスト）～耕うん・砕土・整地（レベラー、ロータリハロー、代掻き機）～播種（乾田直播機）～農道草刈り（スライドモア※1） ※1: 雑草繁茂期 1回/月以上
- 畑作： バレイシヨの場合 施肥（ブロードキャスト等）～耕うん・砕土・整地（リバーシブルプラウ、ディスクハロー等）～播種（ポテトプランタ）～中耕除草（培土機）～防除（ブームスプレーヤ※2）～収穫（ポテトハーベスタ） ※2: 1作期につき同一ほ場内にて10回以上

- 遠隔監視者は所在に関わらずに、1台の監視端末を用いて複数台のロボット農機を運用可能（ロボット作業エリア注）内での稼働を想定、夜間運用も視野）。

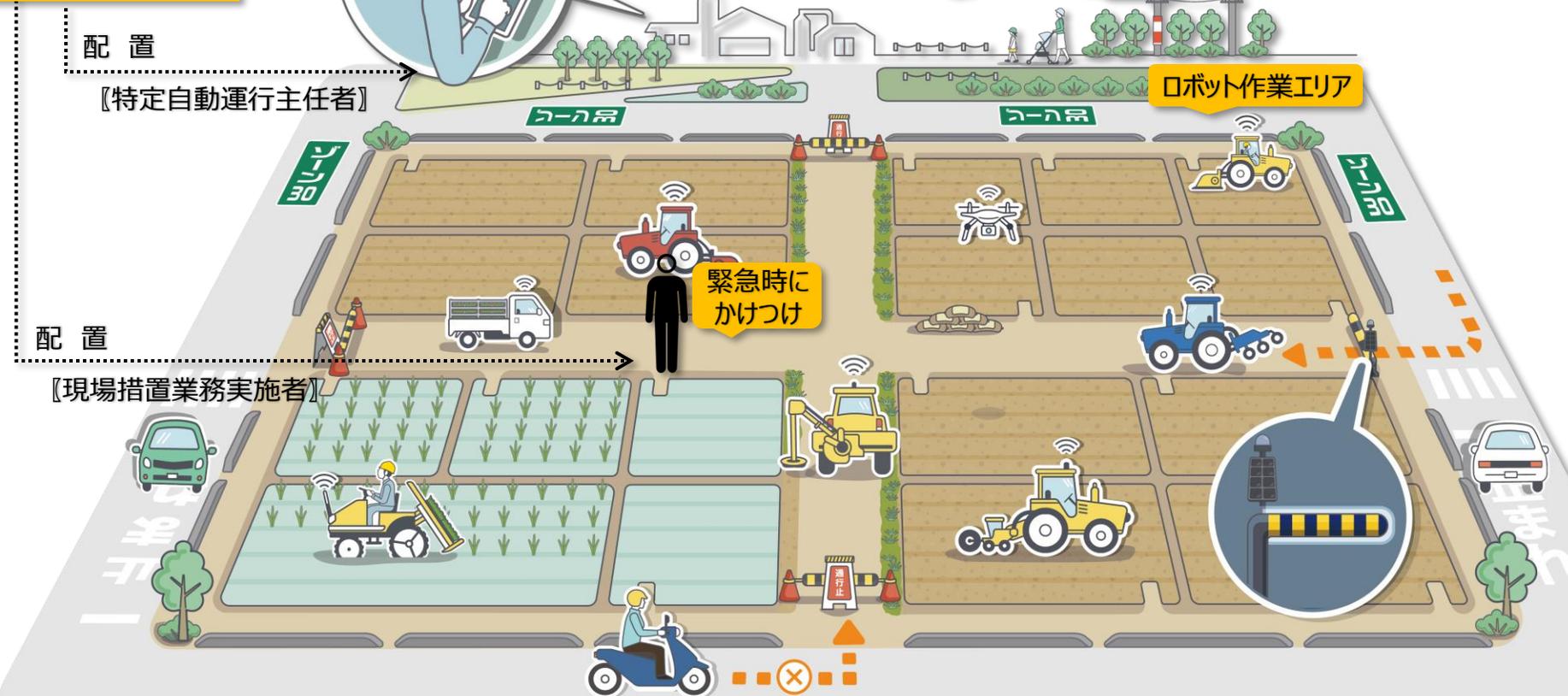
注）農作業の安全性と効率性の確保を目的として、農道の通行止め措置を適用して閉鎖空間（50～100haを想定、次頁参照）を設定することにより、一般交通参加者との混在を回避する。

- ロボット農機は、格納庫からロボット作業エリアまでの公道走行を視野。公道は一般交通参加者との混在交通を前提として、障害物検知～迂回経路生成機能を実装中。なお、ODDとして信号機等インフラとの協調走行制御は当面想定しない。
- 稲作のマルチユース化（作業内容は左図下に記載）に注力して開発・実証中。畑作においては、稲作よりもトラクタの使用頻度多い。
- 各種作業に対応する際の課題に取り組み中
 - ✓ 有人作業が必要な補給作業（資材や燃料の補給）と、ロボット農機の連携方法（資材補給（乾田直播や燃料補給）などをどのようなタイミングでどのように通知するか、実際に補給を行う際に無人トラクタをどのように走らせるか。
 - ✓ 作業終了時、どのように作業を終わらせてほ場外退出位置（ほ場内作業とほ場間移動の経路結節点）に移動するか
 - ✓ 作業機の収納が必要な場合のタイミング など

無人運転機械が使用され、又は想定されている作業



- 農業の生産性向上の要請にも配慮，社会受容性の観点もビルトインされている特定自動運行制度を踏まえた運用概念 “ロボット作業エリア”
- ロボット作業エリア（50～100haを想定）の設定において，より安全かつ効率的な農機運用を目的として，道路管理者（主に農道，市町村・土地改良区）による通行止め措置を適用
- SAE“Lv.4”とは異なる農機特有のODD，MRMを想定



農道の通行止め措置を活用した“ロボット作業エリア”での運用イメージ

商用営農管理情報システム (FMIS)

農地基盤インフラ

ほ場間移動に適した基盤整備, 及びデジタルマップに関するインフラ

- ✓ 3次元農地デジタル空間の生成
 - 3次元点群データからの農地デジタル空間の生成
 - 走行路境界線図化のエッジ領域の自動抽出技術
- ✓ マップの生成
 - 走行路中心線, 境界線, 交差点, 地物, 信号機等の図化技術 (複数車線への対応, ネットワーク情報の生成とレーン情報の生成, 及びこれらの処理の自動化)
- ✓ マップのデータの維持・管理
 - 更新/拡張/結合処理の自動化技術
 - 大規模広域データの減容化技術
- ✓ シミュレーションと生産基盤の設計・改修
 - 農地デジタル空間上の走行シミュレーションによるロボット農機に適した生産基盤の設計と改修技術
- ✓ 農地情報の規格化
 - “Lv.3”農機に対応した整備に必要な農地規格策定*
 - どの農機メーカーでも利用可能な“Lv.3”農機用デジタルマップのデータ規格策定

*農林水産省の事業にて策定

走行路やネットワーク

地物, 農地境界など

作業・経路計画

農機具庫前~ほ場を含む最適な作業・走行経路計画

- ✓ 農地基盤インフラやFMISから提供される情報や作業体系に基づき作業計画, 及び走行経路計画を生成する技術
 - ほ場間移動~ほ場出入口での経路の接続
 - ODD (運行設計領域) の定義の明確化と日単位の作業計画手法の確立
 - 車両と作業機を考慮した農道走行に適した経路計画
 - ほ場内作業に適した経路生成 (ほ場均平等における運土工程等, 複数経路の連結)

計画・経路

通信連携規格とインフラ

通信を行う遠隔監視システム-車両側の双方が実装すべき技術

- ✓ 機能安全・セキュリティ
 - デバイス認証, 通信プロトコル, ネットワークの通信帯域制御, 通信の暗号化等の規格化
- ✓ ネットワーク規格 (LTE/5G/Wi-Fi等) の選択
- ✓ 遠隔監視・運用
 - トラフィック管理 (複数機械), ミッション管理 (個別機械)
- ✓ 商用FMISとの連携機能
 - 生育・収量マップなどの営農データの相互交換, ほ場情報のインポート・エクスポート等

ロボット車両

稼働状態

作業指示

測位・周辺環境情報

センサ融合とAIによる測位と周辺環境の認識

- ✓ 安全性確保のための周囲環境認識技術
 - 障害物, ほ場境界, 農道の走行可能領域, 信号や標識等周囲環境の認識技術: AI学習用データセット (RGB・IR画像, LiDAR) の構築 (拡充) と検出・識別手法の確立
- ✓ 自己位置推定 (GNSSデータ受信困難エリアも想定)
 - 既知の人工/自然地物を認識/識別し, 指標物として利用することで自己位置推定する技術: AI学習用データセット (RGB画像, LiDAR) の構築, 位置推定
 - GNSS, IMU, LiDARセンサの較正とデータ融合技術, 及び測定環境の変化に応じた有効センサの自動切替え技術

認識結果

統合機械制御

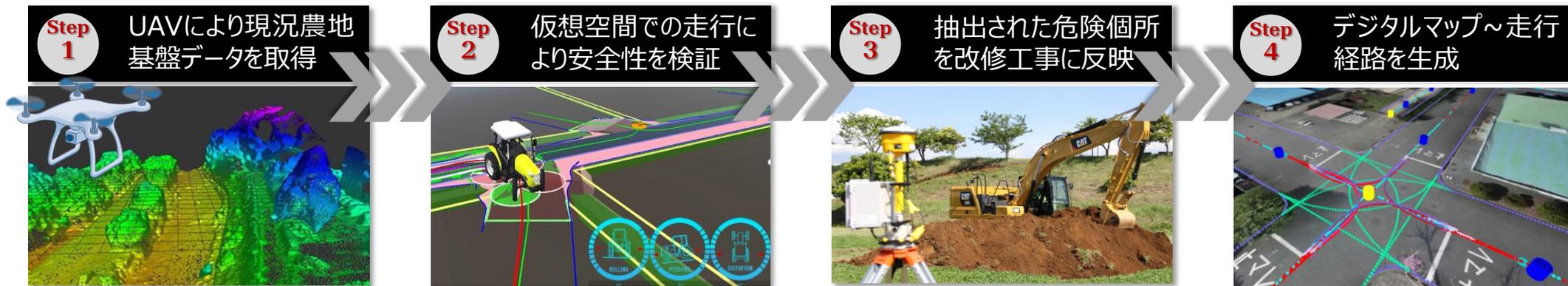
全情報の統合/判断による機械制御

- ✓ ロボット車両の挙動・走行制御技術
 - 広域/ほ場内の走行経路に基づく車両側の経路追従制御 (操舵, 加減速, 制動, アンチスリップ) と作業に適した作業機の制御 (PTO, ヒッチ, その他), 緊急停止
 - 衝突回避のための動的経路生成
- ✓ 安全性確保
 - 有限状態機械 (FSM) による機械状態遷移の管理
 - 動作状態の表示と第三者への伝達
 - 通信や安全性確保の機能の健全性の維持

無人運転機械の制御方式や技術水準 -2)

ロボット農機を運用するエリア（前掲“ロボット作業エリア”，及び格納庫～ロボット作業エリア間の公道）において，実機による現地動作検証のみではバリエーションに限界。

- ☞ 仮想空間での走行シミュレーション技術を導入し，抽出された危険個所に応じて農地基盤の改修工事を実施し，農機用デジタルマップに反映
- ☞ 衝突回避のための動的経路生成においても，シミュレーションによる仮想センサ信号による検証を通じて，カバーできるシナリオが増大



● 他の機械等との衝突、周辺作業員への接触防止

- ✓ 前掲“ロボット作業エリア内”と“格納庫～ロボット作業エリア間の公道”を分けて考える必要。
- ✓ 遠隔監視を大前提とした自動運転においては「オペレータの五感」は遮断されるため、それを補う“デジタルな五感”と“物理的な隔離”が対策の柱。

【ロボット作業エリア内】

● 運用・体制面での措置

- ✓ エリア設定の基本理念： ①50～100haを想定し，無人農機と慣行農機の混在を前提，②農道通行止め措置を活用した農区への立入禁止の厳格化，②ロボット出入口において，ICTゲート+PTZカメラの設置（遠隔監視端末との双方向通信，③遠隔監視者（“特定自動運行主任者”）による運用管理^{※1}

※1 エリア内におけるフリートマネジメント（Ex.：農機同士のすれ違い走行等を禁止）

- ✓ 夜間のエリア内走行時，トラクタ作業灯点灯により障害物検知の確度を確保。
- ✓ 現場作業員の配置：自動運転中であっても，当該エリア内での状況に即座に対応できる“現場措置業務実施者”（当該エリアの農業生産者）を配置。当該者は遠隔監視者との連携のもと（権限移譲），ワイヤレスの「非常停止リモコン」を常時携帯し，必要に応じてロボット農機のトラブルや種子・肥料・燃料等の資材補給に対応。

● 遠隔監視における労働災害防止措置

- ✓ 「視覚の死角」解消：トラクタキャビン上方にRGBカメラ6台（前後2台^{※2}ずつ，左右各1台）+赤外線カメラ1台で多角的なカメラビュー。 ※2 前後それぞれ遠近1台ずつ
- ✓ 通信遅延管理：公衆網の混雑や利用するインターネット接続サービスのバックボーン等の障害などの通信条件により，スループットの低下や通信切断などの影響を受ける可能性。本システムでは監視映像の伝送にデータグラムを利用したWebRTCを用いて，リアルタイム性を重視，通信帯域が低下すると映像品質を犠牲にして接続を維持，遅延を最小限に抑制。
- ✓ 時間遅れのデータ処理：通信経路が利用不可と場合等，監視画像遅延対策として，画像を送出～監視端末からの運転継続指令が届くまでの遅延時間を検出し，それが閾値を超えて遅延が起これると自動的に自動運転を停止する仕組み実装中。

【格納庫～ロボット作業エリア間の公道】

● 運用・体制面での措置

- ✓ 円滑なほ場間移動をするための自律化：
 - ☑ 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や経路の躍度，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。

- ✓ ODD：Ex. ①信号機のない生活道路（ゾーン30），②交差点において視界が確保，③夜間走行はしない，など

● 遠隔監視における労働災害防止措置

左記に同じ

- ✓ 遠隔で複数台の農機を同時監視して注視漏れ防止を目的として，AIで危険事象に対するアラート発生は考えられるが，機能安全的な安全性検証で保証するのは困難。本システムでは映像のリアルタイム性を高め，監視者による危険察知・判断・誤操作防止UI[※]に注力。

※当面の実証実験では，公道走行中は遠隔監視者による端末を用いた“常時監視”を基本として，意図的な操作（両手操作）がなければ自動停止するUIとしている。

● 運転操作性の確保

【ロボット農機の運転操作性の確保】

- ✓ 緊急時（自動運転の継続が困難とシステム判断など）、慣行的なトラクタとして機上で通常運転操作が可能。
無人運転以外の際は、有資格者「現場措置業務実施者」が操作する（●全長4.7m以下/幅1.7m以下/高さ2.0m以下/最高速度15km/h以下： 小型特殊自動車免許・普通免許， ●全長4.7m以上/幅1.7m以上/高さ2.0m以上/最高速度35km/h以上： 大型特殊自動車免許）
 - ☞ 緊急時の対応において、前掲“ロボット作業エリア”イメージ記載の遠隔監視者「特定自動運行主任者」との連携のもと、「現場措置業務実施者」による対応（Ex.：道路における危険防止に要する措置を講ずるなど）を想定。
- ✓ ほ場内作業を終えてほ場外へ退出の際は、自動で一時停止。遠隔監視者による退出口周辺の状況確認のうえで走行再開（ほ場外退出）指示。

【遠隔監視端末の操作性の確保】 ※一部予定を含む

- ✓ 複数台同時監視対応（据え置きPCによる監視を含む予定☞ 公道走行に際してはボタンを1回押したら自動運転ではなく、Joystickのレバーを引き続けないと走行状態を維持しない）
- ✓ 無線通信冗長化対応（監視通信のロバスト化）
 - ☞ 通信帯域が限られる際の配信先優先度制御や、ローカルWiFi、または5Gなどの低遅延ネットワークなどの利用も視野に複数台運用の為の通信方式、通信経路選択、通信帯域低下時対策などを工夫する必要。
- ✓ 監視タブレット端末上での監視映像の表示遅延を極力低減するため、車載画像伝送ユニットと監視タブレット端末間の映像伝送をピアツーピアの通信とする方式で実装。複数台車両、および複数台監視端末間を実現する場合、主に監視制御を行う監視端末の通信を現在のピアツーピアで低遅延を維持した上で、他の監視端末にはそれより数百msec程度遅延するクラウドサーバ経由の並列配信を行えるよう改良が必要。
 - ☞ 車両～主監視端末は一對一のWebRTC配信とし、それ以外の端末への配信はマルチキャストを行うような方式を要検討
- ✓ サイバーセキュリティに関する国連（WP.29）等の最新要件、S/Wのアップデートなどロボット農機使用者への情報提供を適切に行う。
- ✓ 車外拡声（公道、ロボット作業エリアにおける歩行者） / 車内会話（緊急時対応の“現場措置業務実施者”）を実装
- ✓ ハプティクス（触覚・手応え感）技術については実装対象とする予定無し

● 無人農機による停止時・トラブル時の安全確保

【危険回避の措置（システム層）】

- ✓ 無人自動運転の実現を優先して、農業特有の環境条件、及びシステムの低廉化を踏まえてSAE“Lv.4”とは一線を画す狭いODDを設定する必要。
- ✓ 原則として、「現場措置業務実施者」が対応するものとするが、当該実施者が現場に駆け付ける時間を稼ぐための機能として、“ロボット作業エリア内”、“格納庫～ロボット作業エリア間の公道”のいずれにおいても、車外向け挙動表示機器の作動を大前提とする。
- ✓ AEFにて設定される農機の自動運転の安全分析や安全ゴールを踏まえ、AEFの安全対策と齟齬がなきよう要調整
- ✓ 遠隔監視・制御機構のロバスト性確保において、LTEとWiFi、WiFi-Halowを利用できる環境。5Gにも対応可（複数の通信事業者の回線切り替え）。運用コスト面を勘案して、衛星通信サービスやローカル5Gは当面選択肢外。
- ✓ 多角的な「遠隔診断」システム：カメラ、マイク（異音検知等）、トラブル原因を特定できる環境を構築。

【現地対応の措置（運用・法的要件層）】

- ✓ 地方自治体（第3セクターを含む）主体の「地域営農支援サービス」事業でシステムを導入、オペレーティング・リースにより大規模農場等に貸与・運用
 - ☞ 特定自動運行を行う許可を得た「特定自動運行実施者」（＝当該サービス事業者）は、「特定自動運行主任者」※として遠隔監視者（運行開始・終了、運行終了時の措置）を配置する。一方、「現場措置業務実施者」として当該農場従業員を配置し、トラブル発生時（交通事故時の措置等）に即座に緊急対応できる体制を構築。

※特定自動運行主任者：複数台の監視が可能（同一走行経路で1名による監視台数を段階的に増加の事例あり。複数走行経路の車両を1名が監視することは現状では許可された事例無し）

- ✓ 緊急時の「物理的ロックアウト・タグアウト（LOTO）」手順：未検討
 - ☞ 故障した機械が遠隔操作で誤って再起動されないよう、防止する手順をマニュアル化を要検討
- ✓ 現場措置業務実施者の「緊急駆け付け体制」の規定：トラブル発生から現場到着までの許容時間を定め、その間の周辺安全をどのように確保するかをリスクアセスメントに要明記（Ex.：上記車外向け挙動表示機器の作動）。
- ✓ 現在発行されているガイドラインの改定 複数台が走行する状況において農水省のガイドラインでは、監視対象の1台が事故や故障で停止した場合、安全のために稼働中の他の全ての農機も同時に停止させる措置を講じる旨の記載がある。これは、連鎖的な事故を防ぐためのフェールセーフの考え方に基づいているものの、的確な安全対応をすることにより、本ガイドラインの要件をクリアできる考え方が必要であると思慮。