

令和7年12月4日
スマート農業推進フォーラム2025in中国四国
於：岡山コンベンションセンター

中山間地域に適応したスマート農業 技術の研究開発の状況

農研機構本部みどり戦略・スマート農業推進室

西日本農業研究センター研究推進部

亀井 雅浩

- 中国四国地域：中山間地域の占める割合が高い
- 農業労働力：地域人口減少、高齢化、担い手・後継者不足
雇用型農業経営増加
- 農地：傾斜地、中小区画圃場、分散、荒廃農地の拡大
- 生産技術：生産環境多様、一律の生産方式の導入・拡大困難
- 農業経営：給与水準が低い、赤字（交付金等で利益）
農業経営の収益力向上、地域農業の持続的発展



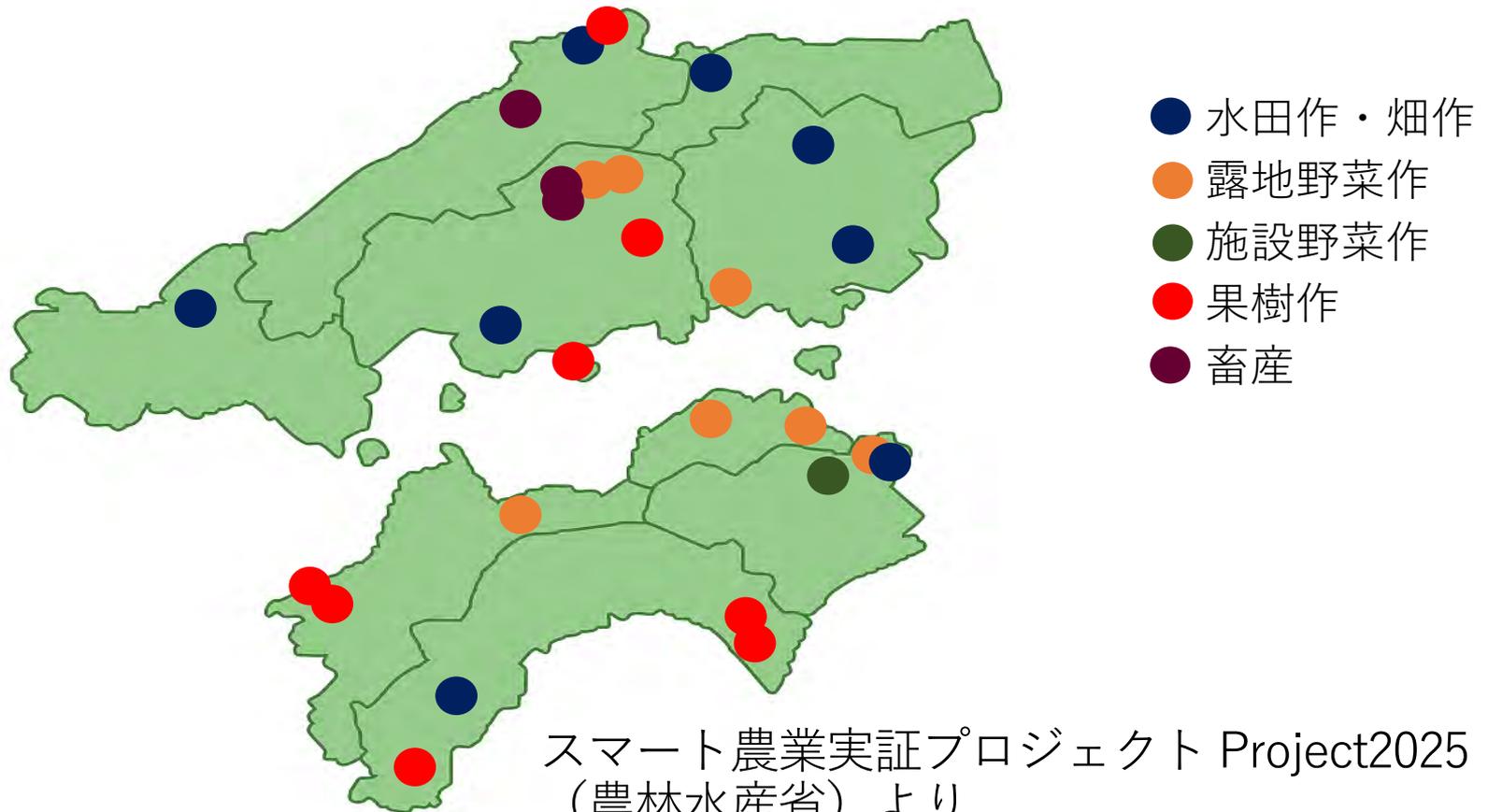
スマート農業技術の活用

- 省力化・省人化
 - 軽労化
 - 高精度・標準化
 - 収量・品質化向上
 - 資材低減
 - データ活用
- + 生産方式の革新（圃場条件、土地利用方式、栽培技術）
中山間地域に適応した技術の開発・実証

令和元年度から**全国 217 地区**で実証課題を実施。**中国四国地域は 27 地区**。

水田作・畑作	9 地区	露地野菜作	6 地区	施設野菜作	1 地区
果樹作	8 地区	畜産	3 地区		

● 課題の多くが**中山間地域**。他地域に比べ**果樹作**の課題が比較的多い。



水稲作におけるスマート農業一貫体系の事例

耕起・代かき



自動運転トラクター
自動操舵トラクター

2台協調で労力削減35%
 程度。自動操舵で高精度
 作業。未熟練者に効果。

田植え



直進キープ田植機
自動運転田植機

直進キープで身体的、精
 神的負担軽減。高密度播
 種苗の利用等で省力化。

管理作業（防除、追肥、水管理、畦畔除草）



防除用ドローン

高い機動性により、
 能率向上。



水田センサー
自動給水栓

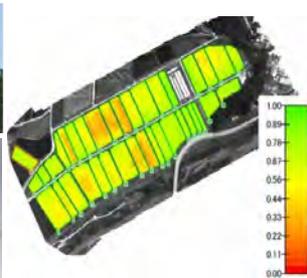
自動給水で労力削
 減。水位センサー
 で見回り時間削減。



リモコン式草刈機

多様な草刈機を実
 証。既存の草刈機
 と連携して利用。

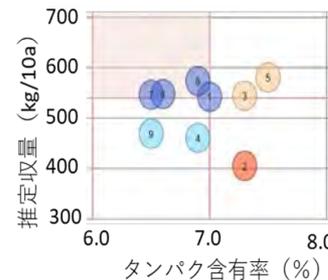
生育リモートセンシング



上：ドローン 植生指数（NDVI）
 下：小型衛星

ドローンの機動性、衛星の広域性。
 葉色なども推定し可変施肥に利用。

収穫



食味・収量コンバインと測定例

圃場毎の収量、タンパク含量が把
 握でき、次年度の施肥設計など
 に利用。有利販売にも活用。

営農管理



圃場毎の作業等情報入力

圃場毎の多くの情報が蓄積され、
 課題の抽出と対応が検討できる。

育苗



苗の斉一化

環境制御と自動灌水。

耕耘・整地・畝立て



耕耘畝立作業 (自動操舵)

作業同時化による能率向上。高精度な畝立て。

移植



全自動移植機 (自動操舵)

精度の高い移植と作業能率の向上。

管理作業



防除用ドローン

自動操縦で補助者減。高い機動性。

生育モニタリング



ドローンによる収量予測

ドローンや衛星を用いた生育モニタリングや収量予測。

収穫・調製



業務加工用ネギ収穫機

業務加工用野菜用収穫機による労力削減。

出荷



ネギ計画出荷支援システム

収穫時期予測、収量予測に基づいた計画的な出荷。

果樹作における一貫体系のイメージ例

圃場環境計測



気象ロボット

土壌センサー等も含め、栽培に活かす圃場環境計測。

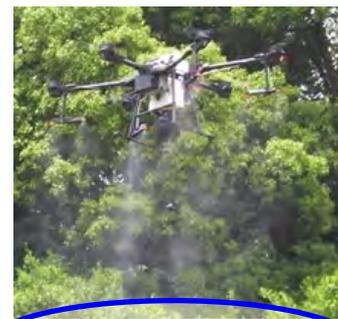
灌水・施肥



自動灌水装置

圃場環境計測結果に基づき、自動灌水。

防除



防除用ドローン

傾斜地園地での3次元自動航行で省力化。

下草刈り



リモコン式草刈機

ロボット草刈機も実証。

収穫・運搬



アシストスーツ

数種類のアシストスーツを実証中。

選果



AI選果機

庭先選果の省力化。等級、傷、糖度、酸度などをAIを用いて判定。

営農管理



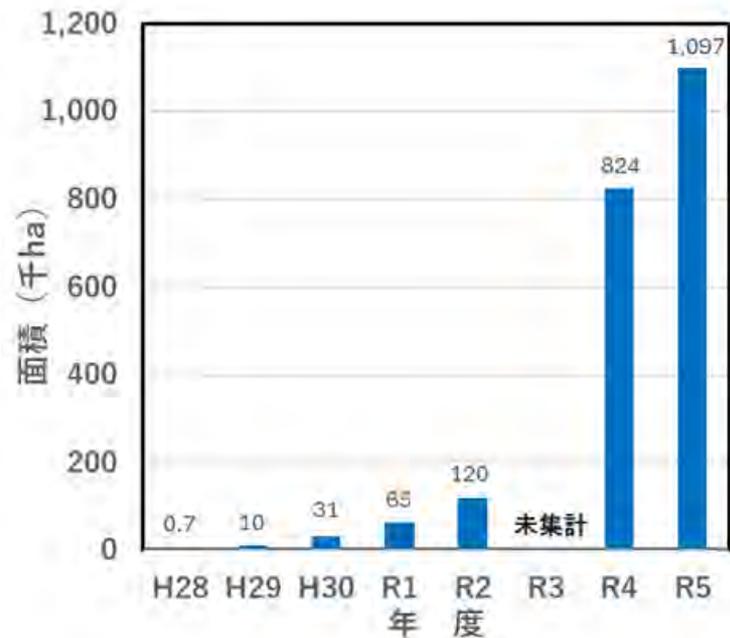
圃場環境モニタリングシステム

圃場環境ばかりでなく、生育情報、作業記録などと統合、見える化。

ドローン農薬散布の現状

- ドローン防除は、水田地帯だけでなく、中山間や園芸作物への適用など普及拡大。
- ドローン農薬散布面積は令和5年度末現在約1,097千ha。
- 登録農薬数は、H30年度末～R5年度末まで663剤増加。稲・麦類582(+119)、豆類79(+11)、野菜類390(+342)、果樹類52(+34)、いも類122(+98)、その他84(+59)。
- ドローン農薬散布の受託サービスも増加。

ドローンによる散布面積の推移(延面積)



自動航行によるドローン農薬散布



令和6年度農業分野におけるドローンの活用状況（農林水産省）

ドローン農薬散布の作業能率

- 慣行防除と比較すると**作業労力が平均60%程度削減**された。
- **ブームスプレーヤー（乗用管理機）**と比べても**労力は削減されるが、無人ヘリコプターよりは劣る。**
- その他、**追肥**への利用、**直播**への活用が拡大。

ドローンによる防除作業時間（人時/10a R1開始プロ）

No.	立地条件	地域	慣行	スマート農機	削減率	備考 (慣行区使用機器)
1	平場	東北	1.14	0.12	89%	セット動噴
2	平場	北陸	0.41	0.28	32%	ブームスプレーヤー
3	中山間	中国	0.42	0.20	53%	セット動噴
4	中山間	中国	0.60	0.18	70%	セット動噴
5	中山間	中国	0.84	0.35	58%	セット動噴
6	中山間	中国	0.79	0.26	67%	セット動噴
7	中山間	四国	0.37	0.15	60%	背負動噴
平均					61%	

生産現場の声

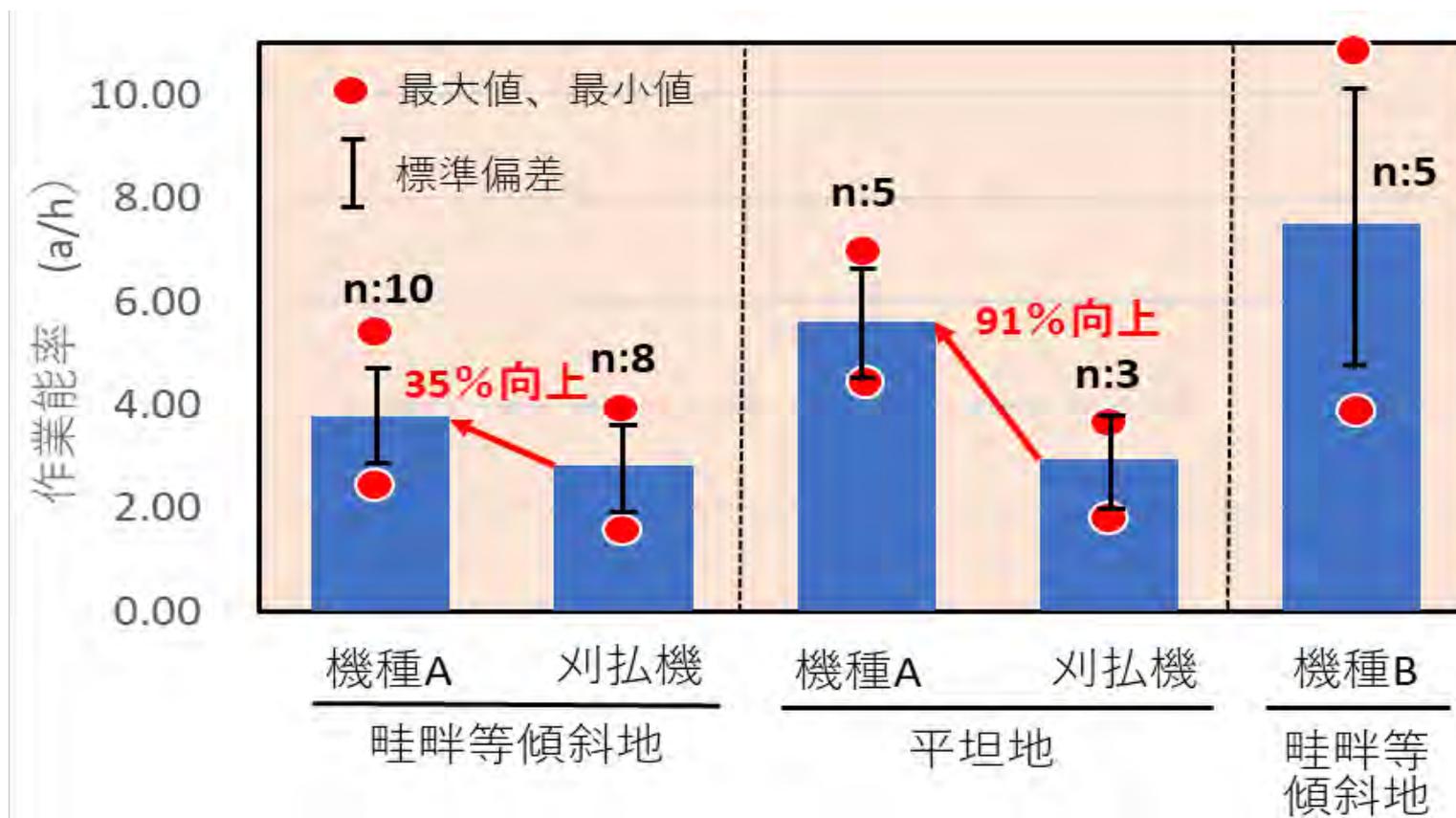
- 病虫害の発生に際し、**機動的に対応**できる。
- ドローンによる**薬液散布は風の影響を受けやすい**ため、風の無い早朝等の時間帯を選び、飛行高度を低くするなどの調整が望まれる。
- **施肥**対応については期待が大きいですが、ドローンの吐出口に合わせた肥料の開発（既に**専用肥料が市販**されている）。
- 鉄コーティング**直播**に活用し、**大きな省力効果**が得られた。
- 圃場の外周の獣害対策用の柵には注意が必要。
- 作業効率をさらに向上させるためには**バッテリー能力の向上、資材タンク容量の拡大**が望まれる。

様々なタイプのリモコン式草刈機の事例

走行部	タイヤ	クローラ		ウィンチ	
刈取部 マウント方式	ミッドマウント	ミッドマウント	フロントマウント		
刈取部 切断方式	水平回転	水平回転	水平回転	ハンマーナイフ 水平回転	
主な 導入機種					
			 提供：牛越製作所		
カタログ記載の 最大傾斜度	40°	平均45° 程度 (※ : 50°、※※ : 35°)			55°
刈幅	500mm~1,120mm				
刈高さ	(最低) 40~75mm (最高) 50~200mm				
市販価格	1,016千円~7,480千円				

リモコン式草刈機の作業能率の事例

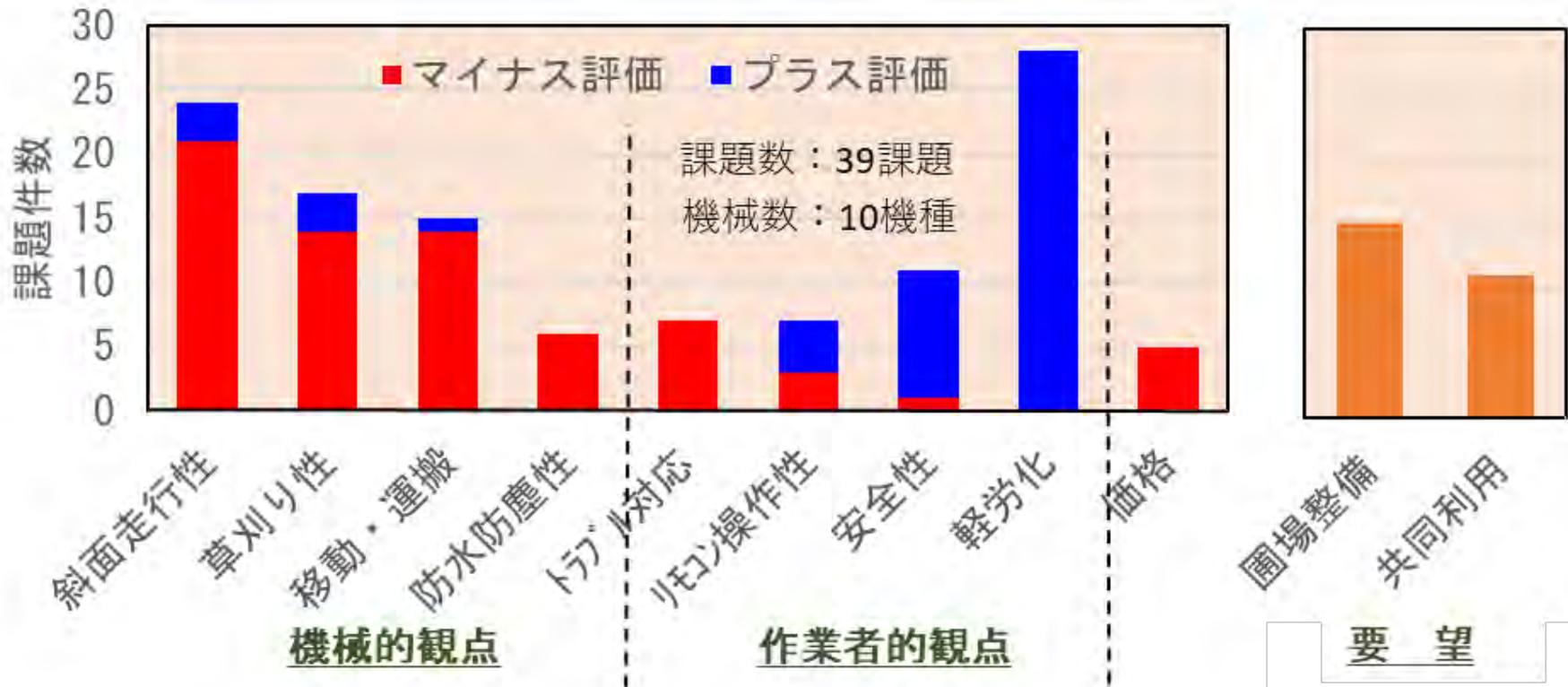
- リモコン式草刈機は、平坦地に比べて、**畦畔等の傾斜地で作業能率が大きく低下**する傾向にある。
- また、**畦畔等の傾斜地**では、様々な要因が影響して、**作業能率の変動幅が非常に大きくなる**傾向にある。



傾斜25°以上の畦畔・園地等の傾斜地での作業能率

実証を通じた生産者などのコメントとりまとめ

- 生産者などのコメント内容は、**機械的な観点と作業者的な観点**に分けられ、機械的な観点では、「**斜面走行性**」に対して概して厳しい評価になっている。
作業者的な観点としては、「**軽労化**」を高く評価している。
- また、「リモコン式草刈機に合った**圃場整備**」、「**シェアリング、共同利用等による導入コスト削減**」を要望する生産者などが多い。

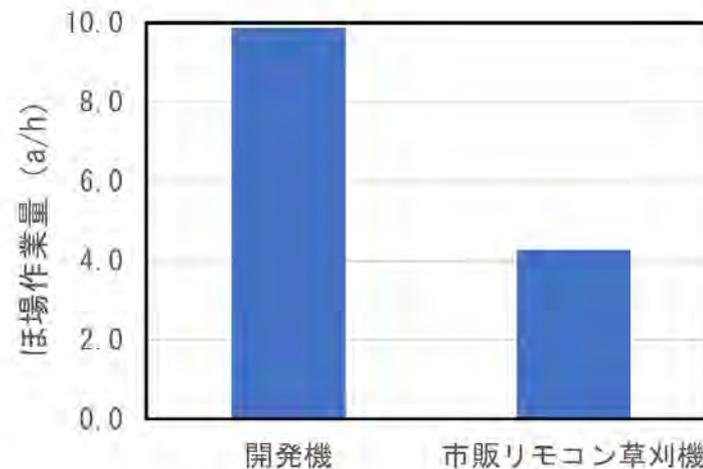


遠隔操作式高能率法面草刈機の実用化

- 急勾配法面の**繁茂した雑草**を、市販の**草刈機の2倍以上**の作業能率で刈り取ることができる**遠隔操作式高能率法面草刈機**。
- 2025年6月から、共栄社シバウラ(株)より販売。



開発機の外観



開発機と市販リモコン草刈機の比較

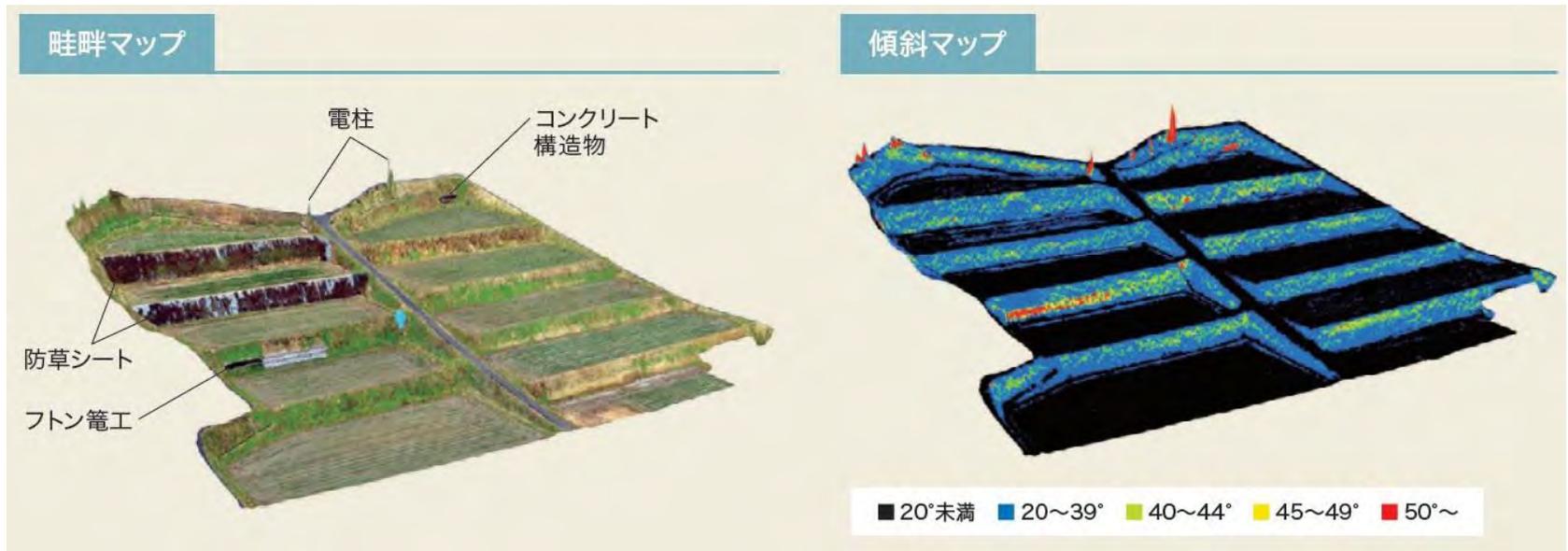


つる性雑草の草刈作業の様子

農研機構農業機械研究部門
農業機械技術クラスター プロジェクトの成果より
<https://www.naro.go.jp/org/iam/cluster/project/result/index06.html#point>

畦畔マップ、傾斜マップの作成と活用

- ドローンによる**写真測量で3次元にモデル化**した畦畔マップ、傾斜マップを作成。
- 畦畔ごとの**傾斜角度や障害物が把握**できるので、最適なりモコン式草刈機の機種の設定や作業時間の予測が可能。
- 法面内の遷急点、凹凸など危険個所を可視化**できるので、リモコン式草刈機の転落などのリスクを軽減。
- リモコン式草刈機に応じた基盤整備**の参考資料（畦畔天端の幅、傾斜度、法尻の平坦化、進入路）として利用、**地域計画の策定への活用**も考えられる。



畦畔傾斜マップの作成例（清水・菊地、2020）

JA関連の組織で畦畔草刈りの受託サービス実施中

【作業内容】 休耕田や畦畔の草刈り作業の一部を「リモコン式草刈機」で請け負う

【料金】 作業料金 平地 13.2円/m² (斜度10度未満)
斜面 16.5円/m²
出張料金 1日当たり3,300円

【引受条件】

- ①リモコン式草刈機で刈取り出来る範囲
- ②草刈作業面積が概ね1,000m²での申し込み
- ③現地調査、作業当日の作業場所への案内

※現地調査により、リモコン式草刈機の作業範囲の確認、作業料金の見積もり

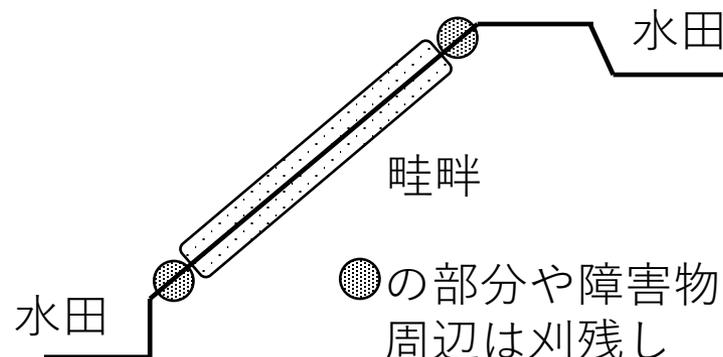
- ④刈草の収集、運搬作業は実施しない

大黒正道 (2024) より



【作業できない場所】

- ①斜度45度以上
- ②作業幅が概ね2m未満の場所
- ③障害物（石垣、水路、柵等）の周辺
- ④雑草の草丈が60cm以上の場所



中山間地域における地域資源を活用した多角化営農システムの構築
地域資源を活用した地域ブランドの創出や多角化営農システム
の開発による地域の農家所得向上に向け、研究開発と成果の
社会実装に取り組む。

●水田作・畑作（中山間営農研究領域）

- ・水田用自動抑草ロボット活用技術
- ・IoT害虫モニタリング装置
- ・排水対策を最適化する湿害リスクマップ

●果樹作（研究推進部技術適用研究チーム）

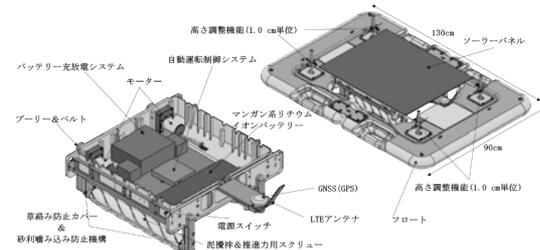
- ・S.マルチ管理導入支援アプリ
- ・土壌水分見える化システム

●畜産（周年放牧研究領域）

- ・スマート放牧技術（荒廃農地整備）
（放牧看視技術）

水田用自動抑草ロボット活用技術

- **水稻有機栽培**では**除草作業の省力化**が求められている。新規開発された水田用自動抑草ロボットの抑草効果の検証および最適な運用方法、除草体系の構築が必要。
- (株)NEWGREENらが開発した**自動抑草ロボット「アイガモロボ® (IGAM1)」**の導入効果を全国36か所で実証し、**平均収量10%向上**と、除草作業労力の**約6割削減**を確認。
- ロボットの稼働によるイネへのダメージや抑草効果の不安定性等の課題解決に向け、令和7年度より「スマート農業技術の開発・供給に関する事業」にて**新型のアイガモロボ® (IGAM2)**の更なる改良と全国11県30経営体での実証試験を開始。



IoT害虫モニタリング装置

- **害虫の発生調査**は、各都道府県の植物防疫所が実施してきたが、従来は人手による巡回調査が中心で、**約7日間隔**での調査が一般的であり、**省力化**が大きな課題
- **害虫誘引用フェロモン剤**と**IoTカメラ**を備え、捕殺後の害虫を自動で撮影・廃棄し、さらに撮影画像を日単位で遠隔送信する構成の装置を開発。実証試験では既存手法（現地調査でのカウントと画像からの目視カウント）との**相関係数が0.9以上**であることを確認。
- 普及・社会実装に向けて令和7年度より「オープンイノベーション研究・実用化推進事業」にて民間企業および公設試験場等と連携した開発研究を実施中

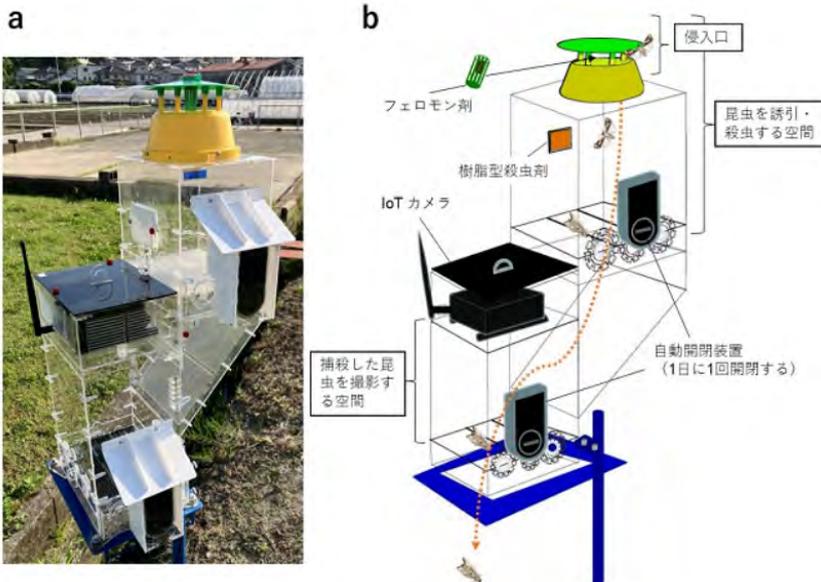


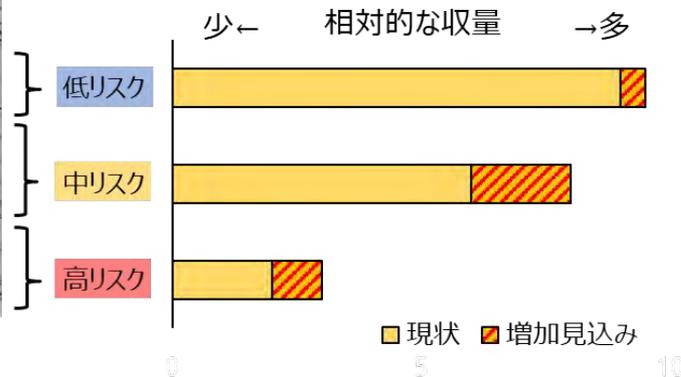
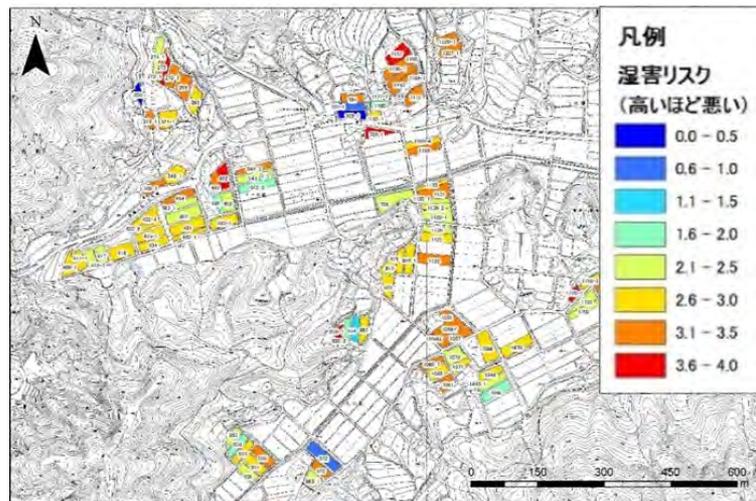
図1 開発した害虫モニタリング装置の写真(a)と動作の流れ(b)



図2 装置から送られてきた画像の例 16

排水対策を最適化する湿害リスクマップ

- 中山間地域の水田輪作圃場では**湿害**により低収。圃場の**排水不良程度**に応じた**排水対策のマッチング**が最適化されていないことが解決すべき課題。
- 圃場の潜在的湿害程度を評価する**湿害リスクマップ**技術を開発。リスク値を考慮した排水対策により**収量が10%以上向上**することを実証。
- **WAGRI API**を通じたマップシステムを構築。全国の中山間地域へのサービス展開を準備中。



集落スケールでの湿害リスク表示例と湿害リスクに基づく収量と排水対策により期待される増収のイメージ

S.マルチ管理導入支援アプリ

- カンキツの**高品質果実生産**には適切な**土壌水分管理**が必要であるが、経験の浅い生産者にはかん水タイミングの判断が難しい。そこで、果実を**スマホで撮影**すると**かん水タイミング**を知らせてくれるアプリを果茶研と共同開発した。
- s.マルチ管理導入支援アプリ**としてWeb公開中 (無料)
- 利用者の要望をもとにバージョンアップ予定
- Web上にマニュアルを掲載、要望があれば講習会を開催



QRコードを貼った果実を
スマホで撮影すると

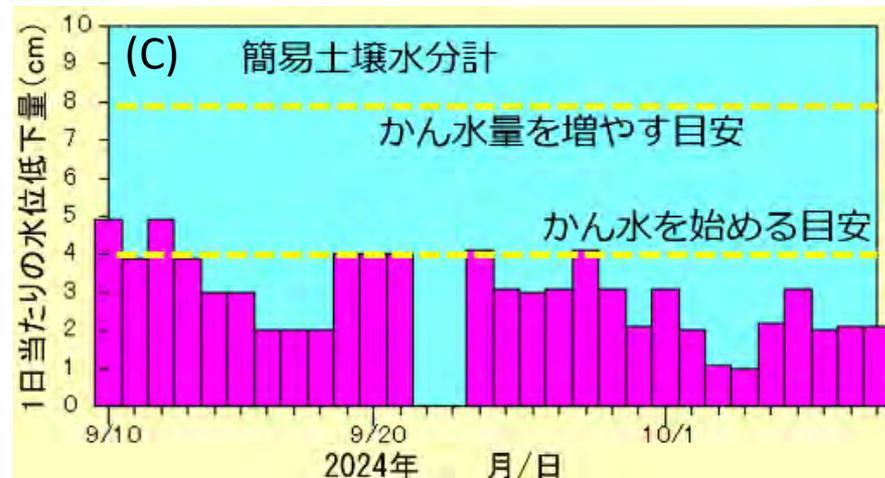


果実径の変化を自動計算し
灌水の要否が表示される



土壌水分見える化システム

- **ブランド果実**を毎年安定して生産するには、シートマルチ栽培やかん水管理により**適度な乾燥ストレス**をカンキツに付与することが重要である。
- 簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量が4～8 cm/日のとき、カンキツは適度な乾燥ストレスを受けている。**簡易土壌水分計**でカンキツが受けている乾燥ストレスを測定し、その情報をリアルタイムで産地全体に共有する**土壌水分見える化システム**を開発するとともに、商品化を行った。



福岡県八女市のカンキツ園地に設置した土壌水分見える化システム

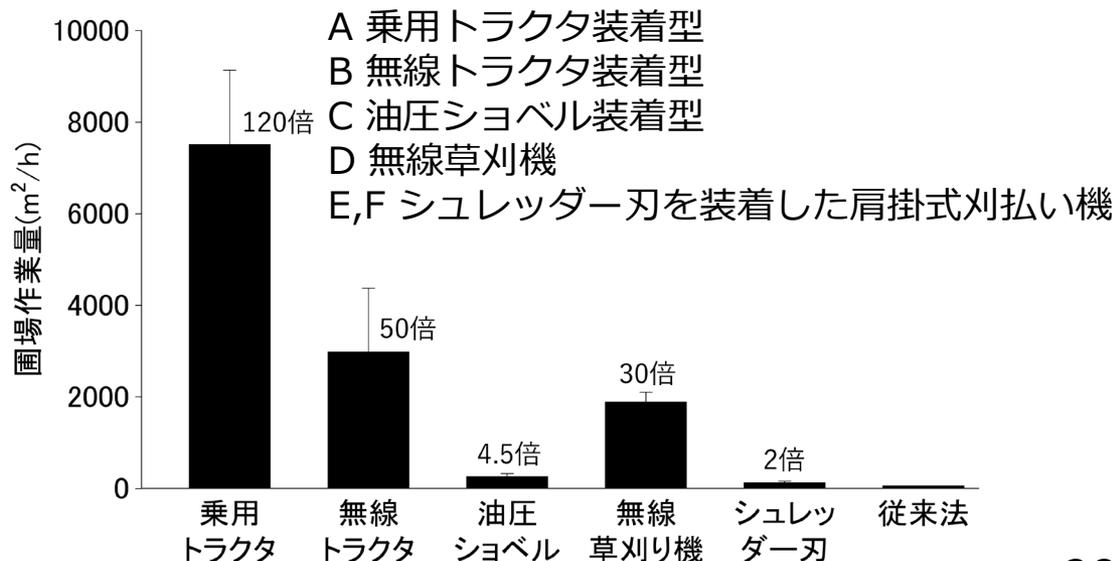
(A) 土壌水分見える化システムの基地局

(B) 簡易土壌水分計と水位測定用のセンサー

(C) Web上で公開されるデータの一例（簡易土壌水分計の1日当たり水位低下量の経日変化）

スマート放牧技術（荒廃農地整備技術）

- 中山間地域：高齢化・人手不足、農地の維持が困難で**荒廃農地が増大**
畜産経営：高齢化・人手不足に加え**輸入飼料（餌代）の高騰**・高止まり
- 目的：荒廃農地を整備して放牧地として再生し、購入飼料を削減する。
- **フレールモア作業機**を活用した荒廃農地整備技術の開発・普及
- 今後の課題：荒廃農地整備による牧草・飼料作物栽培技術のさらなる開発等
- 普及に向けた取組等：各地域で実演会やシンポジウムを開催



スマート放牧技術（放牧看視技術）

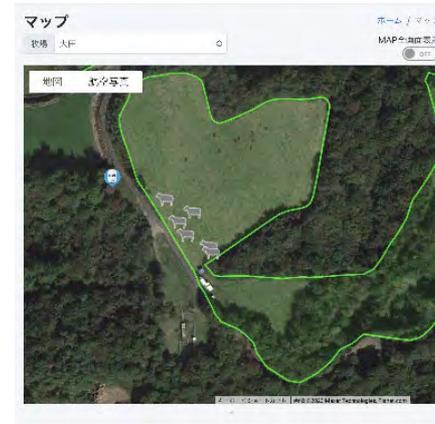
- **放牧牛の安否確認や管理作業**には目当ての牛を探すことが必要であるが、時に見つけるのに多大な時間・労力が必要となる。放牧牛の行方不明や事故も発生。
- 目的：GPS首輪を用いた**看視システム**を導入して、放牧管理を省力化する。
- 牛に**GPS首輪**を装着し、その位置データを無線により地上局に送信する。地上局からインターネットを介して**スマートフォン**にデータを送る。管理者はスマートフォンの地図上で牛がどこにいるかわかり、牛の探索が容易になる。
- 今後の課題：牛の位置のみでなく、**健康状況**などの発信
- 普及に向けた取組等：シンポジウムや普及誌での発表



GPS首輪（子機）



ゲートウェイ（親機）



アプリ画面

スマート放牧技術（放牧看視技術）

生産者の声

- 脱柵があり、全頭が放牧地から脱走したが、牛の位置情報を利用して、**早期に牛を回収**することができた。
- 脱柵時には牛の回収と共に、脱柵場所の特定（発見）と柵の補修作業が必要であるが、牛の位置情報の履歴により、脱柵場所が早期に特定できたため、これまで時間がかかっていた**脱柵場所の発見**に費やす時間が大幅に短縮した。
- 放牧地での**分娩時に脱臼**して動けなかった親牛がいたが、位置情報で場所が分かったので、生きた状態で退牧出来た（位置情報がわからなければ死んだ状態で発見されていたらう）

スマート農業技術の開発・供給に関する事業等 で実施中の課題一覧（1）

中山間地、傾斜地、畦畔等のキーワードが課題名に含まれる研究課題等を抜粋

予算	研究課題名	代表機関名
R6補正 重点	摘果・収穫・自動運搬ロボットによる急傾斜かんきつ園の人-ロボット協働型農業システムの開発	愛媛大学
R6補正 重点	傾斜地の柑橘防除や、センシング結果に連動した可変施肥等の国産大型ドローンによる作業の省力化に係る研究開発	(株) NTT e-Drone Technology
R6補正 現場	傾斜地での自動草刈や露地野菜の自動防除を目的とした電動農機の開発	京都大学
R6補正 現場	畦畔（特に中畔）の電動式自動走行スマート刈り機の開発	東京大学
R6補正 現場	トウガラシ収穫ロボット（イチゴ兼用）開発～中山間地ハウス果菜類へ展開～	京都府農林水産技術センター農業分野
R6補正 現場	GNSSによる位置精度が低い環境下で安定して自律走行可能な自律走行草刈機の開発	Workauto (株)
R6補正 現場	中山間地域の運搬作業を省力化するエンジンクローラ自動運搬車の開発	東洋大学

スマート農業技術の開発・供給に関する事業等 で実施中の課題一覧（2）

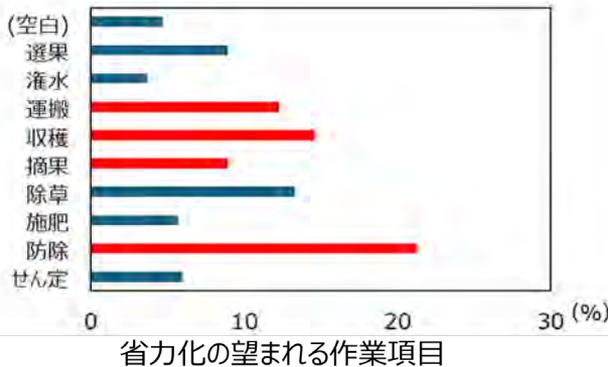
中山間地、傾斜地、畦畔等のキーワードが課題名に含まれる研究課題等を抜粋

予算	研究課題名	代表機関名
R6補正 現場	中山間地域における水管理自動化に係る研究開発	株式会社ほくつう
R6補正 改良	水稲有機栽培における自動抑草ロボットを核とした省力安定多収栽培技術の開発および実証（前出）	農研機構 (西農研)
R6補正 改良	国産花粉の安定供給を可能にするスマート農業技術の開発と社会実装体制の確立	鳥取大学
SOP作成 水田作	水稲（中山間地域）における高精度可変施肥技術等を核とした超省力的・低コスト生産体系の導入による労働生産性の向上および能登農業の創造的復興に関する研究(石川県)	石川県農林 総合研究セ ンター
SOP作成 施設野 菜作	イチゴにおける自動選別パック詰めロボットの導入による出荷調製作業の効率向上（香川県、熊本県）	農研機構 西農研

R6年度補正予算：23課題、R7年度当初予算：4課題、SOP作成研究：12課題採択
農研機構生研支援センター、本部Webサイトより引用

摘果・収穫・自動運搬ロボットによる急傾斜かんきつ園の人-ロボット協働型農業システムの開発

・かんきつの摘果・収穫・運搬作業を省力化するための自動摘果・収穫・運搬ロボットの開発と、開発したロボットが効率的に稼働するための樹形改造や園地改良技術等の開発を同時に進め、人とロボットの協働型農作業システムの実現



2023年愛媛県が実施した「傾斜園地作業効率化モデル整備事業研修会」に参加した延べ192名を対象としたアンケート結果より

摘果・収穫ロボット

エンドエフェクタ
摘果用・収穫用



マニピュレータ
簡素化機構



摘果調整システム
果実認識部



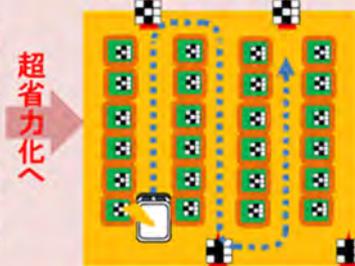
- ・ 多様な大きさの果実に対して摘果・収穫可能なエンドエフェクタの開発
- ・ 低コスト化のためのマニピュレータ簡素化
- ・ AIを活用した摘果・収穫果実認識システムの開発

自動運搬ロボット

急傾斜地向け走行ユニット



自己位置推定
各種作業ユニットと連携する
ナビゲーションシステム



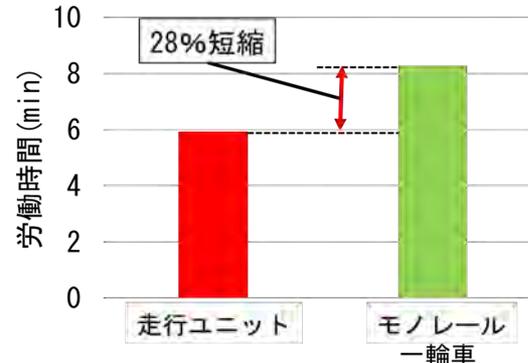
- ・ 急傾斜地でも水平を保ちながら走行可能なリモコン操作型走行ユニットの開発
- ・ ARマーカ等を用いた自己位置推定技術の開発
- ・ これらを組み合わせた自動運搬ロボットの開発

摘果・収穫・自動運搬ロボットによる急傾斜かんきつ園の人-ロボット協働型農業システムの開発

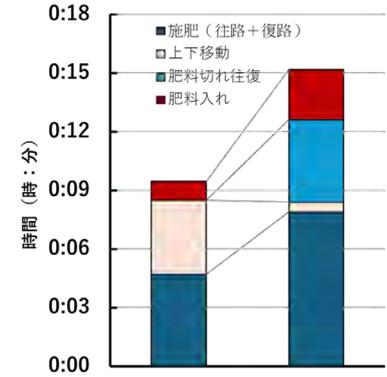
急傾斜地向け走行ユニット



■ 走行ユニット導入による労働時間削減効果

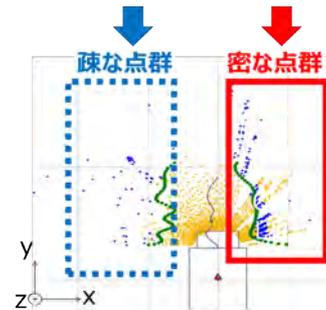
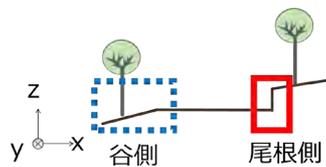


収穫時の運搬作業
(コンテナ18個分)



施肥作業 (5a)

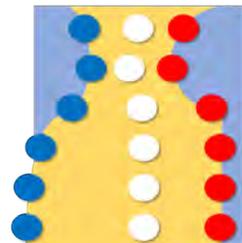
園地整備 (幅1m程度の通路形成) で自動運搬ロボットを安全導入



3D-LiDARにより取得した点群データ

自律走行時の
目標経路の検出成功!
自律走行の精度向上 🍌

安全性UP↑



ロボット作業性に防災性・経済性も備えた
急傾斜園地改良設計指針の確立



マーカーを利用した自己位置推定
【マーカーに位置情報や樹体番号・樹体の生育情報などを付与】
運搬ロボットや搭載する作業ユニットとマーカー情報を連携することで
柑橘園における生産性向上に資するスマート化



機械・システム

スマート農業機械等性能向上

- ・小型、電動、ロボット
- ・傾斜地走行性の向上
- ・運搬性・移動性向上
- ・多収・品質向上対応
- ・価格

農地・生産方式

農地・栽培環境の把握、整備

- ・リモセンによる圃場条件の把握
- ・スマート農業機械に適した農地、農道等の整備
- ・スマート農業機械に適した栽培方式の変更等

農業経営の収益力向上、地域農業の持続的発展に貢献

シェアリング等によるコスト低減

- ・共同利用
- ・レンタル・リース事業
- ・受託サービス
- ・データ解析

人材育成・確保

- ・スマート農業技術研修・指導
- ・軽労化の営農的評価
- ・農作業事故の減少
- ・高齢者や女性の作業参画

サービス

農業従事者

ご清聴ありがとうございました。

農研機構は、みなさまと共に食と農の未来を創ります。