

令和6年度
事業報告

令和7年3月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業機械研究部門

目 次

I 研究業務

(以下、原則として 2024 年度で完了する課題を記載)

1. 機械化連携推進部

連携－1 機械化連携推進室

連携－1－1 雑穀類対応コンバインの開発	4
連携－1－2 両正条田植機の開発	6
連携－1－3 かんしょの作付け拡大を支援する高能率収穫体系の開発	8
連携－1－4 ヤマトイモ収穫作業機械化体系の開発	10

2. 安全検査部

検査－1 安全評価グループ

3. 知能化農機研究領域

知能化－1 国際標準・土地利用型作業グループ

知能化－2 施設園芸生産システムグループ

4. 無人化農作業研究領域

無人化－1 小型電動ロボット技術グループ

無人化－41－1 両正条植え水稲ほ場における高能率除草技術の開発	18
無人化－41－2 生育観測に基づく追肥条件の解明	20
無人化－41－3 施設園芸の脱炭素化に資するゼロエネルギーグリーンハウス (ZEG) の開発・実証 －自律走行が可能な汎用小型電動ロボットの開発	22
無人化－41－4 JA 西三河いちご部会における生産から販売のデータ駆動一貫 体系の実証 －イチゴモニタリング用自律走行ロボットの開発	24

無人化－2 革新的作業機構開発グループ

無人化－42－1 粃殻利活用循環型生産技術体系実証事業 －粃殻燃焼灰の土作りへの有効利用	26
---	----

無人化－42－2	籾殻利活用循環型生産技術体系実証事業 －籾殻を穀物乾燥の熱源に利用した乾燥工程の省エネ化……	28
無人化－42－3	燃焼条件と籾殻燃焼灰の物性に関する基礎研究……	30

5. システム安全工学研究領域

安全－1 予防安全システムグループ

安全－51－1	農作業安全関連研究開発及び情報発信に向けた農作業事故詳細 調査・分析……	34
---------	---	----

安全－2 協調安全システムグループ

安全－52－1	農業用アシストスーツの性能向上に寄与する身体負担軽減効果 評価手法の開発……	36
安全－52－2	ロボット農機の人・障害物センサの検出精度に影響を与える 環境要因の解明……	38

Ⅱ 安全性検査等業務

1. 安全性検査 ……	42
2. 一般性能試験 ……	48
3. OECDテスト ……	49
4. 農耕作業用自動車等機能確認 ……	49

Ⅲ 試作工場、附属農場の運営

1. 試作工場 ……	52
2. 附属農場 ……	54

I 研 究 業 務

1. 機械化連携推進部

課題分類：5（2）

課題 I D：20902-2-22

研究課題：雑穀類対応コンバインの開発

担当部署：農機研・機械化連携推進部・機械化連携推進室、無人化農作業研究領域・革新的作業機構開発グループ

協力分担：岩手農研セ、三菱マヒンドラ農機(株)

予算区分：クラスター

研究期間：完 2021～2023～2024 年度（令和 3～5～6 年度）

1. 目 的

雑穀類収穫では能率の低さや穀粒損失による実質収量の低下が課題となっているため、長稈で子実が微細という雑穀の特性に高い適応性を有し、作業能率が高く穀粒損失の少ない収穫機を開発する。

2. 方 法

- 1) 現行市販機で雑穀類（アマランサス、タカキビ）を収穫し、抽出された改良点に基づき試作 1 号機を製作した。（2021年度）
- 2) 試作 1 号機の雑穀類（アマランサス、エゴマ、タカキビ）の収穫作業への適応性を評価・検討し、試作 1 号機のヘッダ部、脱穀選別部に改良した試作部材を取り付けた（試作 2 号機）。（2022年度）
- 3) 試作 2 号機の雑穀類（エゴマ、タカキビ）の収穫作業への適応性を評価した。（2023年度）
- 4) 試作 2 号機の雑穀類（アマランサス、エゴマ、タカキビ）の収穫作業への適応性及び経済性を評価した。（2024年度）

3. 成果の概要

- 1) 試作 1 号機は、ヘッダのプラットフォームを標準機より 300mm 長い仕様（300 mm 延伸ヘッダ）とし、長稈作物に対応するためリール前方に集稈押倒し部材を設置するとともに、脱穀選別部に打抜コンケーブ（打抜穴寸法：14×34mm）を採用した。
- 2) 試作 1 号機のエゴマ収穫試験において、プラットフォーム内への刈り取った作物の滞留、穀粒のヘッダの後方への飛散が見られた。タカキビ収穫試験では、集稈押倒し部材により円滑な収穫作業が可能であった。この結果から、試作 2 号機は 300 mm 延伸ヘッダを 100mm 短くした 200 mm 延伸ヘッダ、集稈押倒し部材は円弧型、飛散粒防止手段は樹脂カバー、選別部終端までフィンを並べた終端フィン揺動板等とする改良を施した構成とした（表 1、図 1）。
- 3) 試作 2 号機を用いて、岩手県でアマランサス、エゴマ、タカキビの収穫試験を行った。
 - (1) アマランサスの収穫精度試験では、試作機は作業速度の増加によりやや脱穀選別損失が多くなる傾向にあったが、頭部損失は安定して低く、穀粒損失を低く抑えることができた（図 2）。作業能率は、連続作業でも詰まりの発生が無く、標準機比で 1.2 倍に向上した（表 2）。
 - (2) エゴマの収穫精度試験では、試作機は 0.4m/s、1.0m/s 区で穀粒損失はやや多かったが、作業速度 0.6～0.8m/s では頭部損失、脱穀選別損失ともに標準機に比べて大幅に低く抑えた収穫が可能であった（図 3）。作業能率は、ヘッダ部での滞留が少し発生したものの、ほ場作業量 19.1a/h で、標準機比 3 倍の能率での連続作業が可能であった（表 2）。
 - (3) タカキビ収穫精度試験では、試作機で作業速度 0.8m/s でやや頭部損失が高まる傾向にあったが、脱穀選別損失は 2 % 以下に留まり、穀粒損失 10～15 % での収穫が可能であった（図 4）。作業能率は、集稈押倒し部材の装着によりヘッダ部に滞留することなく能率的な連続作業が可能で、ほ場作業量は 21.9a/h、標準機比 3.3 倍の能率での連続作業が可能であった（表 2）。
 - (4) 雑穀類対応コンバインの導入条件を、6 種類の作物各 10 日間を収穫適期とし、今回新作した別売部品や新作した機能を標準搭載する機械価格は未定だが価格を仮定して試算を行った結果、雑穀 3 品目（アマランサス、エゴマ、タカキビ）のみで使用の場合、負担可能面積は合計 23.6ha、損益分岐点面積は合計で 20.4ha、更に水稻、小麦、大豆を組み合わせた場合は、負担可能面積は合計 58.0ha、損益分岐点面積は合計で 28.3ha となった（表 3）。

以上、雑穀類対応コンバインを開発し、アマランサス、エゴマ、タカキビに対する性能を評価することにより、標準機より穀粒損失を大幅に低減し、作業能率が 1.2～3.3 倍に向上することを確認した。

表 1 試作 2 号機の改良部品の概要

部位	機構名	アマランサス	エゴマ	タカキビ	構造と特徴	狙いとする効果
ヘッダ部	200mm延伸ヘッダ	○	○	○	刈刃の位置を200mm前方に出し、プラットフォームを延伸したヘッダ	刈刃とプラットフォームオーガの距離を調整し、掻込性能を向上
	集稈押倒し部材			○	進行方向に凹んだ円弧型押倒し部材	稈を中央に寄せながら押倒して刈り、ヘッダでの稈の滞留を抑制
	樹脂カバー	○	○	○	リールフレームとバケットの隙間を覆うように設置する樹脂製のカバー	ヘッダでの穀粒の飛散を抑制
	リフタ	○	○	○	プラットフォーム前部の刈刃上に装着する突起状の作物体落下防止器具	押倒し部材で傾倒した作物の刈刃前での落下を防ぎ作物体が刈刃に接触して発生する穂付落茎損失を抑制
脱穀選別部	打抜コンケーブ	○	○	○	鋼板に長穴を打ち抜いたコンケーブ(打抜(14×34mm))	脱穀部での茎葉の破碎と漏下を抑制し、選別部の負荷を軽減
	終端フィン揺動板	○	○	○	選別部終端部をフィンにした揺動板	2番還元路への処理物落下量を減らし、選別部の負荷を軽減

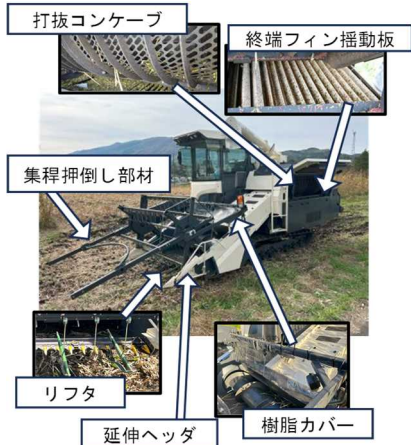


図 1 試作 2 号機

表 2 作業能力

作物	アマランサス		エゴマ		タカキビ	
供試機械	試作機	標準機	試作機	標準機	試作機	標準機
作業面積 (a)	9.1	6.4	18.2	9.9	12.1	10.3
作業速度 (m/s)	0.64	0.53	0.76	0.34	0.72	0.28
作業能力 (分/10a)	25.2	30.5	31.4	95.9	27.3	90.8
内訳	収穫	19.8	20.9	17.5	46.2	17.0
	旋回・移動	3.8	6.6	6.7	9.7	8.8
	滞留解消(ヘッダ部)	0.0	0.0	6.3	8.7	0.0
	詰まり解消(2番還元部)	0.0	0.0	0.0	28.8	0.0
	排出	1.6	3.0	0.9	2.6	1.6
ほ場作業量 (a/h)	23.8	19.7	19.1	6.3	21.9	6.6
同上対標準機比	121%	-	306%	-	332%	-
理論作業量 (a/h)	32.3	26.6	35.2	15.7	36.5	14.0
ほ場作業効率 (%)	73.7	73.9	54.4	39.7	60.2	47.3

表 3 経済性評価 (導入条件試算)

	アマランサス	エゴマ	タカキビ	水稻	小麦	大豆	合計
ほ場作業量 (a/h)	23.8	19.1	21.9	25.6	38.5	35.7	-
作業負担可能面積① (ha)	7.9	6.5	9.2	-	-	-	23.6
作業負担可能面積② (ha)	7.9	6.5	9.2	7.5	12.0	15.0	58.0
損益分岐点面積① (ha)	4.7	6.5	9.2	-	-	-	20.4
損益分岐点面積② (ha)	1.9	2.7	3.8	3.1	4.9	11.9	28.3

注：水稻、小麦、大豆のほ場作業量は農研機構研究成果より引用
試算根拠は、作業適期間各作物10日、実作業率62%、機械価格は想定価格など
作業委託料金等はR6年度軽米町農作業労賃標準額表より

4. 成果の活用面と留意点

本研究で得られた成果の中で大幅な構造変更を伴う延伸ヘッダは、汎用コンバイン次期モデル以降での採用を検討する。その他の改良部品は、強度耐久性を含めた評価確認を行い、これらの市場投入は、市場性や収益性を考慮した上で決定する。

5. 残された問題とその対応

なし。

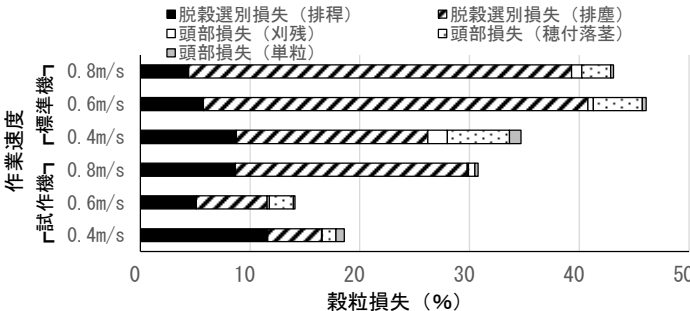


図 2 穀粒損失 (アマランサス)

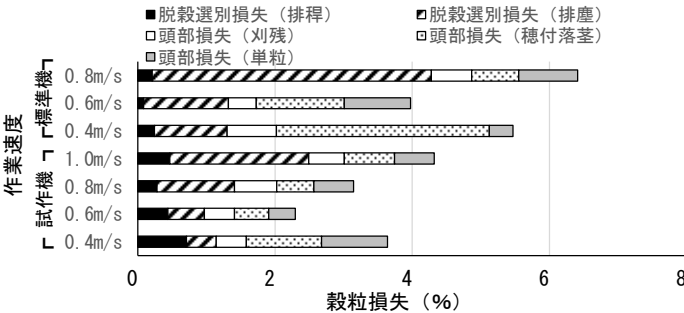


図 3 穀粒損失 (エゴマ)

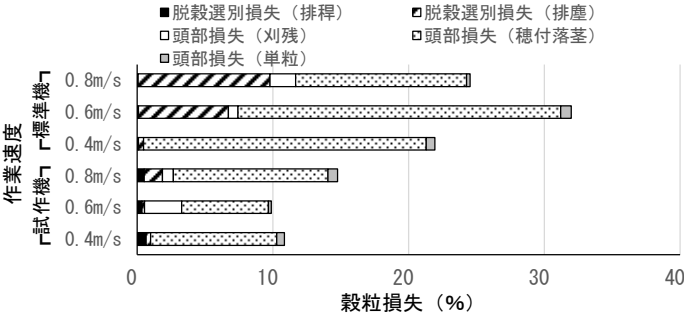


図 4 穀粒損失 (タカキビ)

課題分類：3 (1)

課題 I D：20902-1-20

研究課題：両正条田植機の開発

担当部署：農機研・機械化連携推進部・機械化連携推進室、無人化農作業研究領域・革新的作業機構開発グループ

協力分担：みのる産業(株)、JATAFF

予算区分：クラスター

研究期間：完 2022～2024 年度（令和 4～6 年度）

1. 目 的

田植機の移動距離に応じ、植付爪の回転数を制御することによって、移植された稲株の条間と株間が同じ距離に保たれ、植付条と直交する方向にも植付株が直線にそろう両正条植えが可能な田植機を開発する。

2. 方 法

- 1) ベースとなるポット苗田植機の制御特性を計測した。その後、両正条田植機に必要とされる制御機器を選定し、試作 1 号機を製作するとともに、制御プログラムを作成・実装した。(2022 年度)
- 2) 附属農場において、試作 1 号機を供して、植付位置精度評価試験および植付姿勢評価試験を実施した。(2023～2024 年度)
- 3) 植付位置精度評価試験の結果に基づき、制御パラメータのチューニングおよび制御機器・プログラムの改良を行った。(2023～2024 年度)
- 4) 両正条植えでは株間が 33cm と広く、植付爪の土への挿入時間が長くなることで苗が引きずられる状態になり、苗の植付姿勢の悪化が懸念されたことから、植付姿勢評価試験を実施し、時間経過による姿勢角度の変化を把握した。この結果に基づき、植付機構の改良の可否を検討した。(2024 年度)
- 5) 試作 2 号機を製作し、3) の改良点を反映する改造を行った。(2023～2024 年度)

3. 成果の概要

- 1) 株間変速機に HST を搭載して減速比をリアルタイムに調整することにより植付位置を制御する方式(図 1)を考案した。株間変速機に HST が搭載されたみのる社製ポット苗田植機 RXG80D-GS をベース機に選定し、考案した制御機器を組み込み、制御プログラムを実装した試作 1 号機(図 2)を製作した。
 - 2) 2023 年度の試験ではほ場の土壌表面硬度が低く植付位置が安定しないことの影響があり、植付位置精度は車速 0.5m/s で $2\sigma=3.24\text{cm}$ 、車速 1.0m/s で $2\sigma=2.84\text{cm}$ であった(図 3)。2024 年度の移植適期に実施した試験では土壌表面硬度が改善したことに加えて、制御機器・プログラム改良等の効果が確認され、植付位置精度は車速 0.44m/s で $2\sigma=2.86\text{cm}$ 、車速 0.84m/s で $2\sigma=2.72\text{cm}$ であった(図 4)。このことから、開発目標である植付位置精度 $2\sigma\leq 3\text{cm}$ を達成することを確認した。
 - 3) 2023 年度には GNSS アンテナの振動が問題となり、剛性を高めた改良フレームを試作するとともに、エンジン振動に起因する IMU のノイズ対策を実施した。2024 年度には植え始めの苗位置精度の向上を目的に、植付爪の角度推定誤差と車輪のスリップに起因する誤差への対策を行った。
 - 4) 移植された苗の傾斜角度は 4 日間を経て直立に近い良好な状態となることを確認した。このことから、両正条植えにより移植苗の傾斜角度が大きくなるものの、除草作業時期までにはほぼ直立へ変化すると推測され、除草作業への影響は小さく、植付機構の改良は不要と判断された。
 - 5) 試作 1 号機と同じ仕様で、制御機器・プログラムの改良を加えた試作 2 号機が完成した。
- 以上、移植された稲株の条間と株間が同じ距離に保たれ、植付条と直交する方向にも植付株が直線にそろう両正条植えが可能な田植機を開発、植付位置精度が目標($2\sigma\leq 3\text{cm}$)を満たすことを確認した。

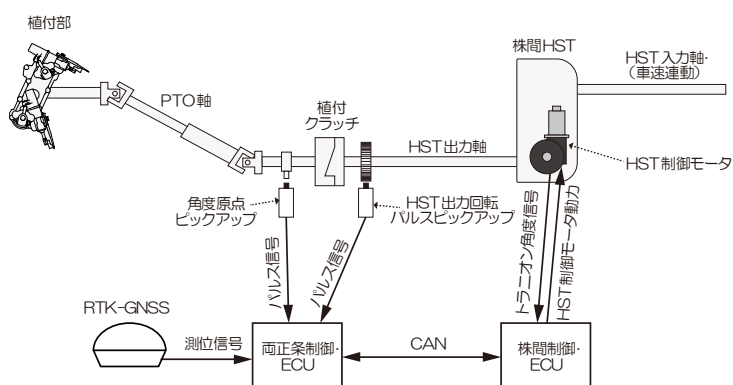
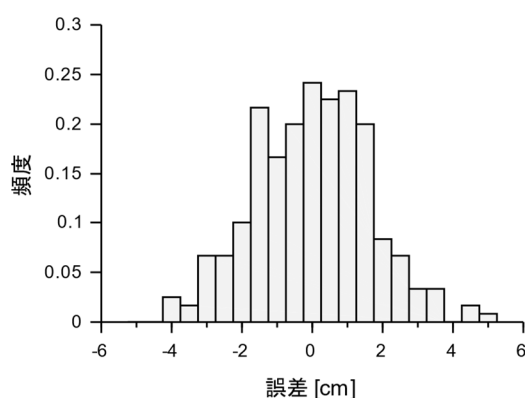


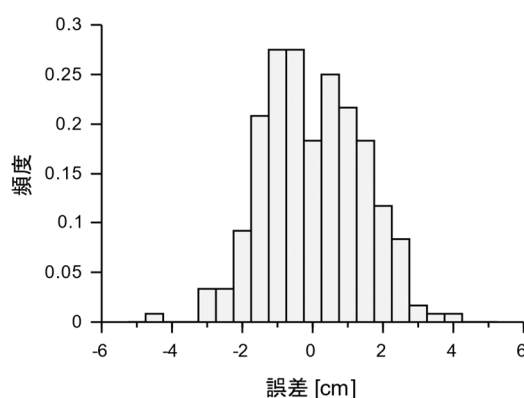
図1 考案した両正条制御システムの構成



図2 試作1号機の外観

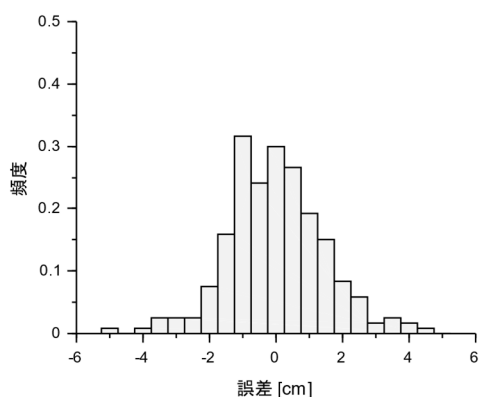


(a) 車速 0.5 m/s $2\sigma=3.24\text{cm}$

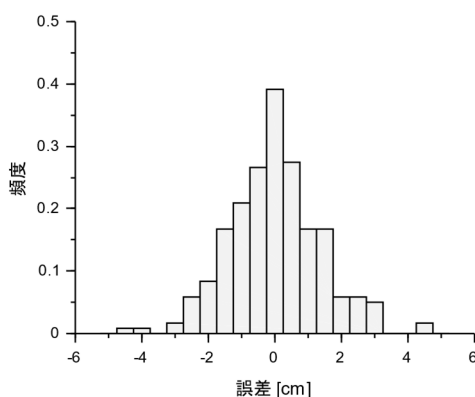


(b) 車速 1.0 m/s $2\sigma=2.84\text{cm}$

図3 2023年度の植付位置精度試験結果（植付位置誤差分布）



(a) 車速 0.44 m/s $2\sigma=2.86\text{cm}$



(b) 車速 0.84 m/s $2\sigma=2.72\text{cm}$

図4 2024年度の植付位置精度試験結果（植付位置誤差分布）

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 農研機構プレスリリースで発表（2023. 11）。論文で成果を発表予定。
- 2) 次年度から試作機を供した栽培実証試験を実施し、2026年度以降の実用化を目指す。

5. 残された問題とその対応

営農現場で両正条移植と直交除草を組み合わせた効果を確認する栽培試験を実施する必要がある、次年度の新規課題で取り組む予定である。

課題分類：5（3）

課題 I D：20902-2-101

研究課題：かんしょの作付け拡大を支援する高能率収穫体系の開発

担当部署：農機研・機械化連携推進部・機械化連携推進室

協力分担：中農研、茨城農総セ、鉾田普及セ、行方普及セ、ヤンマーアグリ(株)、オサダ農機(株)

予算区分：クラスター

研究期間：完 2021～2023～2024 年度（令和 3～5～6 年度）

1. 目 的

国内のかんしょは青果用の需要が拡大しており、茨城県を中心とする青果向けの割合が高い産地では、輸出拡大も視野に入れた作付け拡大が強く進められている。かんしょ収穫では自走式掘取機が利用されるが、外観品質が重視される青果用かんしょの掘り取りでは、収穫機上で株ごとにつながって掘り上げられる塊根を手作業で分離する作業が必要である。通常 4 名を要するこの塊根の分離作業が収穫の能率向上と生産規模拡大を妨げる要因の 1 つとなっている。

このため、収穫前の茎葉処理において、茎部を引き抜くことで塊根を土中で分離するかんしょ茎葉処理機を開発し、収穫作業に要する投下労働時間を 20%以上削減する。

2. 方 法

- 1) 市販機による品種への適応調査を行う。(2021 年度) また、適応調査や性能試験の結果を踏まえ、試作 1～3 号機の製作を行い、市販化を見据えた試作 4 号機を製作する。(2022～2024 年度)
- 2) 試作 3 号機により品種や作物条件の調査および適用条件を明らかにする。(2023 年度)
- 3) 試作 4 号機により能率試験を実施し、目標の達成状況の確認、作業精度の計測を行う。なお、試作 4 号機を利用した収穫体系では、作業人数の削減効果について検証を行う。(2024 年度)
- 4) 生産者のニーズに合った製品化に向け、試作 4 号機の現地試験におけるモニター評価により、具体的な意見・感想を集め、現地への導入に向けた評価を行う。(2024 年度)
- 5) 生産者等に茎葉処理機を周知するため、試作 4 号機による現地検討会を開催する。(2024 年度)

3. 結果の概要

- 1) 市販機による「べにはるか」への適応調査の結果を踏まえ、前処理部、掻き込み部、引抜搬送部、粉碎部で構成される試作 1・2 号機を製作した。また、試作 3 号機では、渡り蔓切断及び引抜・茎葉搬送能力の向上、試作 4 号機では、重量の軽減、PTO 駆動への変更、搬送部ベルトプーリの配置・張力の変更による引抜力向上等を行った（表）。
- 2) べにはるかの引抜成功率は他品種より低く、品種等を問わずに安定的に引抜できる必要があることが明らかとなった。
- 3) 試作 3 号機では、しょ梗と塊根の分離率は約 40%の場合もあったが、試作 4 号機では、軽量化や構造変更により約 10%で、人手によるつる刈作業が必要であった。開発した作業体系では作業者 1 名を削減可能であり、作業能率は連続作業を行えば延べ作業時間を 20%削減できた（図 1）。
- 4) 現地試験を行方地域(10/2)、県央地域(10/3, 11/11～13)、鉾田地域(10/4)で行った。鉾田地域では連続作業が行えたが、茎葉の詰まり、芋抜け、マルチシートの巻込み等が発生し、連続作業が困難な場合があった。生産者や普及関係者からは試作 4 号機の実用化は時期尚早との意見が多く、作業速度の向上やつる刈り作業の省力化等の要望が得られた。
- 5) 10 月 31 日に茨城県農業研究所において現地検討会を開催し、普及部門の関係者を主に生産者など 61 名の参加があった。室内検討では試作 4 号機の概要説明、作業能率の説明、質疑を行った。その後、試作 4 号機の実演、質疑を行った。アンケート調査の結果（図 2、生産者および普及関係者 21 名が回答）では、全体として現状の試作 4 号機ではよくわからない、判断できないとの意見が多かったが、実用化したら導入を考えたいとの意見もあった。

以上、2024 年度は、試作 4 号を製作、現地試験等を実施、現地検討会を開催し、評価を行った。試作 4 号機では作業時間を約 20%削減できたが、市販化には現地適応性確認試験が不足しており、現地適応性の向上等改善が必要である。

表 製作したかんしょ茎葉処理機（主要機能部履歴）

年度		令和4年		令和5年	令和6年
		試作1号機	試作2号機	試作3号機	試作4号機
外観					
部位	項目				
駆動系	駆動源	油圧	←	←	刈(PTO)
	サイドカッター	PTO-ベルト	←	←	←
	引抜・搬送	可変油圧モータ	接地輪	可変油圧モータ	PTO-チェーン
	粉碎モア	PTO-ベルト	←	←	←
前処理	引揚デバイダー	丸棒⇒平板	平板	強化型平板	←
	サイドカッター	Φ255mmチップソー	Φ305mmチップソー	←	←
	カッター高さ調整	引抜ベルト連動	サイドカッター連動	固定式（浮上り防止）	←
掻き込み	ベルト	水平方向タインベルト	垂直方向平ベルト	水平方向タインベルト	←
	スターホイール	下部	上部	←	←
引抜 搬送	引抜・搬送	ラフトップベルト	Dベルト1本	Dベルト2本	←
	搬送プーリ（挟持）	右側固定、左側可動	両側固定	上下段反転	←
	上部搬送	引抜ベルト兼用	垂直方向平ベルト追加	上部搬送追加（Dベルト2本）	上部搬送（段付きベルト1本）
	粉碎モアへの供給	搬送ベルトのみ⇒ローター追加	垂直方向平ベルト追加	送りロータ追加	←
	引抜高さ調整	ゲージホイール（フローティング）	手動油圧シリンダ	ゲージホイール（フローティング）	←
粉碎	フレールモア	作業幅600mm	←	←	←
	取付位置	上部	←	←	下部
	モア高さ調整	後輪上下（ボルト締結）	←	←	後輪上下（ピン取付）
機体重量		前後バランス 280kg	296kg	444kg	368kg

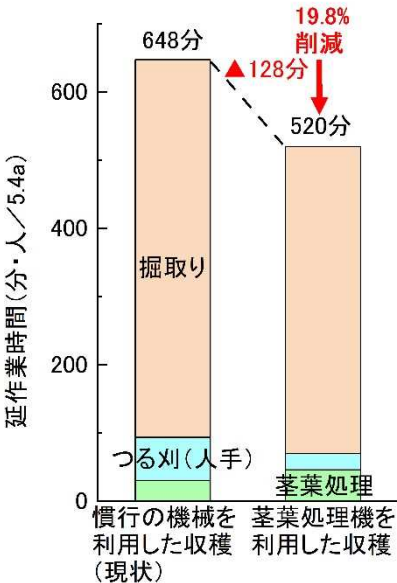


図1 試作4号機による延べ作業時間削減効果

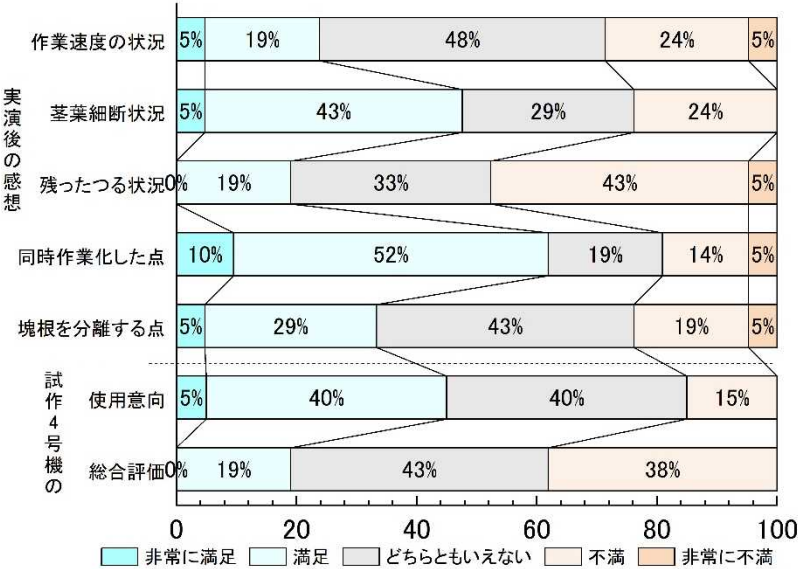


図2 検討会実演後のアンケート結果

4. 成果の活用面と留意点

本年度までに得られた成果を活用し、今後実用化を目指す。特許出願5件。

5. 残された問題とその対応

試作4号機では市販化が困難なため、芋抜けの防止など問題点の解消だけでなく、手作業によるつる刈作業の省力化、詰り防止、調整作業の簡素化など、現地での適応性を十分に確認する。また、枕地での手掘り面積の減少、旋回作業の容易化、機械輸送トラック（2トンロング）への積載対応を含め、コンパクト化を図る。

課題分類：5（3）

課題 ID：20902-2-27

研究課題：ヤマトイモ収穫作業機械化体系の開発

担当部署：農機研・機械化連携推進部・機械化連携推進室、無人化農作業研究領域・革新的作業機構開発グループ

協力分担：千葉農総研セ、(株)ロブストス

予算区分：クラスター

研究期間：完 2022～2024 年度（令和 4～6 年度）

1. 目 的

ヤマトイモ栽培における収穫作業時間は総作業時間の約 2 割を占めている。収穫作業は、トラクタ直装式のプラウでヤマトイモを掘り起こしているが、掘り起こし後にほとんどのヤマトイモがプラウで切った溝に沈み込んでしまうため、拾い上げ・コンテナ収容作業の前に人手で土中からヤマトイモを掘り出す作業が必要不可欠であり、規模拡大の妨げとなっている。このため、ヤマトイモ掘取機を開発するとともに、開発機に適した栽植様式を確立することで、収穫作業を省力的に行える機械化体系を開発し、収穫作業に係る作業時間を約 50%削減する。

2. 方 法

- 1) 千葉県内のヤマトイモ生産者の実態調査を行った。(2022 年度)
- 2) 生産者のニーズに基づいてヤマトイモ掘取機の試作と改良及びイモ類収穫機の掘取刃の改良を実施し、性能確認を行った。(2022～2024 年度)
- 3) 試作した掘取機でヤマトイモを掘り上げた後、掘取刃を改良したイモ類収穫機で拾い上げを行う新たな収穫作業体系を構築し、その省力効果の検証を行った。(2023～2024 年度)
- 4) 開発するヤマトイモ掘取機に適した栽植方法について検討し、植付け深さや畝幅、株間の違いが収量等に及ぼす影響を調査した。(2022～2023 年度)

3. 結果の概要

- 1) 慣行作業では、プラウの作物列への寄せ具合等の調整が難しく、作業者によって掘り上げ精度に差が発生することが明らかになった。また、振動式の掘取機では、イモに傷が付いてしまうことがあることや地表面に掘り上げられていないイモは拾い残しになる可能性があることが分かった。
- 2) 掘取刃、ガイドロッド、犁柱、取付けフレーム等で構成されるヤマトイモ掘取機を試作した（図 1）。掘取刃は、50cm 程度までの掘取深度を確保でき、地表にイモを整列させて掘り上げることができる。ガイドロッドにより、掘り上げられたイモが掘取刃によってできた溝へ落下するのを防止するとともに、イモとともに掘り上げられた土塊を崩すことができる。また、掘取刃は取付けフレームに沿って、トラクタ中心から左右にオフセットして取り付けることができる。一方、イモ類収穫機の掘取刃については、刃先を平らにして拾い上げるイモが脇にそれないようにするとともに、掘取刃からコンベアへ移る際にイモが横にこぼれ落ちることを防ぐガイド板を取り付けた（図 2）。
- 3) 開発したヤマトイモ掘取機とイモ類収穫機とを組み合わせた新たな収穫作業機械化体系は、千葉農総研セの場内試験において、慣行の作業時間と比較して削減率 59%となった（表 1）。千葉県内の現地実証試験では、掘取機は 0.29～0.37m/s、収穫機は 0.11～0.12m/s の速度で作業可能であった。また、掘取機の掘取深度は 40～50 cm あり、30 cm 程度の長いイモも切断されず掘り取れた。イモの当たり傷（硬いものに押し当てられて付いた傷、中程度以上）の発生割合は 2～20%で、慣行作業体系の値（同 6～30%）よりも下回ることを確認した。
- 4) 栽植試験結果では、植付け深さは 10cm が適すること、また掘取機の適応畝幅を広くした場合でも（慣行栽培：株間 25cm×畝幅 70cm）、株間を狭くすることで（株間 20cm×畝幅 85cm）収量及び品質を維持できることが示唆された（表 2）。

以上、ヤマトイモ掘取機とイモ類収穫機を用いた新たな収穫作業機械化体系を開発し、慣行作業体系と比較し 50%程度省力化できることを明らかにした。

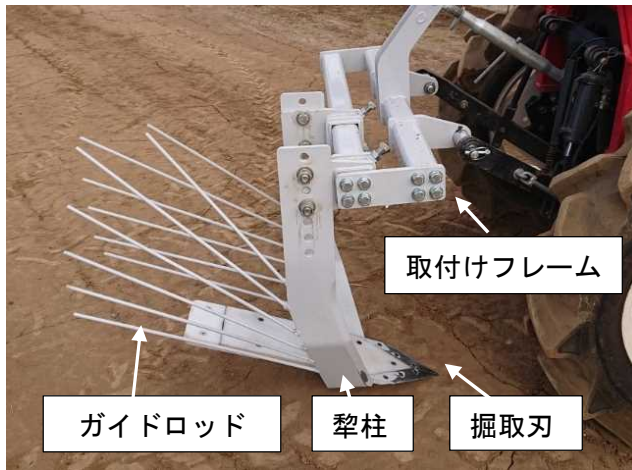


図１ ヤマトイモ掘取機



図２ イモ類収穫機に装着したヤマトイモ用の掘取刃・ガイド板

表１ 収穫作業機械化体系の作業時間削減効果

作業機械	作業内容	作業時間 (人・時/10a)	走行速度 (m/秒)	備考
掘取機	合計	1.8		1人作業
	掘り上げ	1.4	0.37	機関出力17.7kWのトラクタに装着して使用
	旋回	0.4		
イモ類収穫機	合計	11.9		3人作業
	拾い上げ・コンテナ詰	7.6	0.18	拾い上げ2人、操縦1人
	旋回	1.0		
	コンテナ積み下ろし	2.2		収穫コンテナの積み込み、空コンテナ補給
	コンテナ準備	1.1		コンテナ袋を設置
合計		13.7		慣行 (32.1人・時/10a) 比 削減率 59%

注1) 2024年12月26日畑地利用研究室圃場(24m×30m区画)で調査し、10a(51m×19.6m、28畝)に換算して算出した

2) 掘取機(掘り取り、旋回)、イモ類収穫機(拾い上げ、旋回、コンテナ積み下ろし)、コンテナ準備は別々に調査した

3) 作業者は男性2名(50代、20代)及び女性1名(60代)で実施、作業時間に休憩時間は含まない

4) 圃場の土壌水分張力(地下20cm)はpF2.84と乾燥していた

5) 慣行作業時間は、経営収支試算表(平成22年千葉県・千葉県農林水産技術会議)から引用

表２ 畝間に合わせて株間を調整した際の収穫物への影響

区	収量 (Kg/10a)	等級別イモ重(kg/10a)			株当たり イモ重(g)	形状別割合(%)			イモ長さ (mm)	イモ長/幅比
		A	B	C以下		棒	平	ぱち		
慣行区	1,990	946	554	490	348	29	42	28	194	2.4
試験区	1,970	726	847	397	335	27	44	28	185	2.3
分散分析	ns	ns	-	-	ns	-	-	-	ns	ns

注1) 慣行区：株間25cm×畝幅70cm(5,714株/10a)、試験区：株間20cm×畝幅85cm(5,882株/10a)

2) 等級「A」：100g以上で商品性の優れる、「B」：100g以上で商品性の劣る、「C」：100g以下または外観品質が劣り、商品性なし

4. 成果の活用面と留意点

ヤマトイモ掘取機は(株)ロブストスから市販化の予定(市販化時期はメーカーで検討中)。特許出願1件。イモ類収穫機で拾い上げを行うには、(株)ロブストス製の専用掘取刃及びガイド板を装着する必要がある。

5. 残された問題とその対応

なし。

2. 安全検査部

3. 知能化農機研究領域

4. 無人化農作業研究領域

課題分類：4（1）

課題ID：20902-1-02

研究課題：両正条植え水稻ほ場における高能率除草技術の開発

担当部署：農機研・無人化農作業研究領域・小型電動ロボット技術グループ

協力分担：東北農研、九沖研、植防研

予算区分：交付金（NAROプロ7）

研究期間：完2021～2024年度（令和3～6年度）

1. 目的

有機農業生産現場では、慣行栽培と比較して除草作業に係る労働時間が多く、有機農業取組面積の拡大のためには、除草作業などの省力化が重要な課題となっている。そこで、農研機構で開発した両正条田植機及び高能率水田除草機（図）を用いて両正条植え水稻ほ場における直交除草を行い、除草率90%の高能率除草技術を開発して水稻の有機栽培面積の拡大に貢献する。

2. 方法

- 2022年度は、農機研附属農場の東Ⅱ区ほ場（有機栽培継続ほ場）において、植付部を電動化した両正条田植機試作機を用いて両正条田植えを行い、高能率水田除草機により様々な条件で除草試験を実施して、雑草多発生の有機栽培継続ほ場での直交除草の除草効果等について検討する。東Ⅱ区ほ場の試験では、東①区（無除草区）、東②区（直交除草なし、株間除草機構あり、作業速度0.4～0.5m/s、除草回数3回）、東③区（直交除草あり、株間除草機構あり、作業速度0.4～0.5m/s、除草回数3回）、東④区（直交除草あり、株間除草機構なし、作業速度0.8m/s、除草回数3回）、東⑤区（直交除草あり、株間除草機構なし、作業速度1.2m/s、除草回数3回）の5試験区（表1）を設定して除草試験を実施する。
- 2023年度は、同年度の両正条田植機試作機を利用した両正条植え水稻ほ場において、高能率水田除草機による直交機械除草の2回目の除草時期や株間除草機構の動作速度の異なる除草試験を行い、除草効果、欠株、生育、収量等を調査し、除草率90%以上の除草技術を検討する。具体的には、2回目除草作業時期を移植9日後、12日後、作業速度を0.5m/s、0.8m/sと試験条件の異なる試験区を5試験区（約40a）設定し、除草試験を行う（表2）。
- 2024年度は、前年度の両正条田植機試作機を利用したマット苗（条間&株間30cm）の両正条田植え水稻ほ場における直交除草栽培体系について、高能率水田除草機を用い、前年度の除草技術を利用して直交除草試験を行い、除草効果、水稻生育・収量等を調査する。2024年度の試験区「東Ⅱ-1」（40a）では、①無除草区（C）、②標準除草区（S）（除草方向縦のみ、1回目除草移植5日後、2回目除草移植12日後、3回目除草移植19日後、作業速度標準（0.5m/s））、③標準直交除草区（OS）（直交除草、1回目除草移植5日後、2回目除草移植12日後、3回目除草移植19日後、作業速度標準（0.5m/s））、④直交除草高速試験区（OH）（直交除草、1回目除草移植5日後、2回目除草移植10日後、3回目除草移植19日後、作業速度高（0.8m/s））を設定して除草試験を行い、除草効果を調査する（表3）。

3. 結果の概要

- 2022年度の東Ⅱ区ほ場の試験区では、上記の5試験区を設定して慣行除草（植付け方向のみ除草）と直交除草の除草試験を行った。雑草調査の結果、株間除草機構を装備した直交除草区の除草率が一番高く89.9%であった。
- 2023年度の東Ⅱ区ほ場の試験区では、両正条植え水稻ほ場で高能率水田除草機を供試した機械除草試験を実施し、縦横2方向の直交除草で2回目除草時期、作業速度の高低の違いによる除草効果を検討した。その結果、全直交除草試験区で除草率90%以上を確認した。特に2回目除草時期が早く作業速度が早い試験区では除草率98%であった。
- 2024年度の東Ⅱ区ほ場の試験区では、前年度の試験結果もとに両正条植え水稻ほ場で高能率水田除草機を供試した機械除草試験を実施した。その結果、前年度と同様に2回目の除草時期が早く、作業速度が早い試験区④（OH）が最も除草効果が高く、除草率92%であった。

以上、両正条植え水稻ほ場における高能率水田除草機を用いた直行除草により、除草率90%以上の高能率除草技術を確立した。



図 両正条田植機試作機による両正条植えと高能率水田除草機による除草作業

表 1 2022年度の東Ⅱほ場における直交除草試験の試験区条件

試験区	除草試験の条件		
	1回目(6/27)	2回目(7/4)	3回目(7/11)
①	除草なし	除草なし	除草なし
②	移植5日後、縦、株間あり、0.4m/s	移植12日後、縦、株間あり、0.5m/s	移植19日後、縦、株間あり、0.5m/s
③	移植5日後、縦、株間あり、0.4m/s	移植12日後、横、株間あり、0.5m/s	移植19日後、縦、株間あり、0.5m/s
④	移植5日後、縦、株間なし、0.8m/s	移植12日後、横、株間なし、0.8m/s	移植19日後、縦、株間なし、0.8m/s
⑤	移植5日後、縦、株間なし、1.2m/s	移植12日後、横、株間なし、1.2m/s	移植19日後、縦、株間なし、1.2m/s

表 2 2023年度の東Ⅱほ場における直交除草試験の試験区条件

試験区	除草試験の条件			備考
	1回目	2回目	3回目	
C	除草なし	除草なし	除草なし	無除草、対照区
S	移植5日後、縦、株間あり、0.5m/s	移植12日後、縦、株間あり、0.5m/s	移植19日後、縦、株間あり、0.5m/s	標準除草（縦方向のみ）
OS	移植5日後、縦、株間あり、0.5m/s	移植12日後、横、株間あり、0.5m/s	移植19日後、縦、株間あり、0.5m/s	標準除草の縦横
OL	移植5日後、縦、株間あり、0.5m/s	移植9日後、横、株間あり、0.5m/s	移植19日後、縦、株間あり、0.5m/s	標準除草の縦横、2回目早期除草
OH	移植5日後、縦、株間あり、0.8m/s	移植9日後、横、株間あり、0.8m/s	移植19日後、縦、株間あり、0.8m/s	縦横高速

表 3 2024年度の東Ⅱほ場における直交除草試験の試験区条件

試験区	除草試験の条件			備考
	1回目	2回目	3回目	
C	除草なし	除草なし	除草なし	無除草、対照区
S	移植5日後、縦、株間あり、0.5m/s	移植12日後、縦、株間あり、0.5m/s	移植19日後、縦、株間あり、0.5m/s	標準除草
OS	移植5日後、縦、株間あり、0.5m/s	移植12日後、横、株間あり、0.5m/s	移植19日後、縦、株間あり、0.5m/s	標準除草の縦横
OH	移植5日後、縦、株間あり、0.5m/s	移植10日後、横、株間あり、0.8m/s	移植19日後、縦、株間あり、0.8m/s	縦横2回目以降高速

4. 成果の活用面と留意点

戦略的スマート農業実証試験の研究成果報告等で報告済み。次年度より両正条田植機の開発と高能率除草技術の実証試験をクラスター課題で開始予定。

5. 残された問題とその対応

両正条田植機の市販化と直行除草を利用した高能率除草技術の普及。

課題分類：12（1）

課題 ID：20902-1-26

研究課題：生育観測に基づく追肥条件の解明

担当部署：農機研・無人化農作業研究領域・小型電動ロボット技術グループ

協力分担：滋賀農技セ

予算区分：理事裁量

研究期間：完 2022～2024 年度（令和 4～6 年度）

1. 目 的

農機研と滋賀農技セはリモートセンシングで水稻の生育量を把握する研究を他所に先駆けて実施し、2014 年より多くの生育データや収量データを蓄積してきた。そこで、昨今注目を浴びる機械学習システムを活用し、水稻栽培において期待する収量・品質を得るための追肥量を決定する計算システムの構築を行う。

2. 方 法

- 1) 滋賀農技セ内に、基肥窒素量を 0～4 kg/10a まで複数段階に変えることで生育量を調節したコシヒカリの栽培試験ほ場を設置し、田植えからの気象データ、ドローンの空撮による幼穂形成期時点の NDVI 値、追肥量と、これに対応する収量や品質を調査し、データの蓄積を進めた（図 1）。（2022～2024 年度）
- 2) 2014～2023 年度までに蓄積したサンプルの収量・品質データ（精玄米重、タンパク質含有率、整粒粒比）及び栽培管理データ（追肥量、幼穂形成期時点の NDVI 値、田植えから幼穂形成期時点までの気象データ、幼穂形成期以降の気象予測値）を機械学習システムの 1 つである RandomForest により処理し、収穫物の収量・品質データを推定する機械学習モデルを作成した（図 2）。（2022～2023 年度）
- 3) 観測された NDVI 値と複数段階の追肥量に応じて推定される収量・品質データから、望ましい追肥量を決定するため、観測される NDVI 値の範囲と追肥量に対応する収量及びタンパク質含有率の推定値から追肥量を算出する計算表を作成した（表 1、図 3）。（2022～2023 年度）
- 4) 2014～2023 年度までのデータを用いて、RandomForest に加え、同様の機械学習システムである XGBoost、CatBoost の 3 種類に対しホールドアウト法を用いてモデル精度の比較を行った。（2024 年度）

3. 結果の概要

- 1) 2024 年度のデータを含めると 606 点のデータとなった。このデータを元にモデルの構築と評価を行った。
- 2) 積算日射量、積算日照時間、積算気温の 3 つのデータについては、田植えから幼穂形成期までの期間により 2 分割した前半と後半の積算データを別途説明変数として学習させることで予測精度の向上が図られた。また、気象予測値については、幼穂形成期を迎える 7 月上旬に合わせて過去の実測値から算出した 7 月と 8 月の積算気温と積算日照時間を標準化して学習させることで予測精度が向上した。
- 3) 計算表の図示化により、図 3 に示した予測事例では NDVI 値が 0.8 以下では追肥による増収効果が大きく、0.85 を超えると追肥による増収効果が少ないことが確認できた。同様にタンパク質含有率、整粒粒比の計算表を基にして、NDVI 値に応じた追肥効果を算出することができた。
- 4) 3 種類のシステムを調整して比較した結果、精玄米重、タンパク質含有率、整粒粒比の MAE（平均絶対誤差）最良値は精玄米重で 24.34 kg/10a (RandomForest)、タンパク質含有率で 0.13% (RandomForest、CatBoost)、整粒粒比では 2.16% (XGBoost) であった（表 2）。

以上、基肥を変えて生育をコントロールしたほ場で得られた栽培試験データから、収量・品質を予測する機械学習モデルを作成した。また、機械学習モデルに栽培期間中のデータを与えることで追肥効果の高い生育の範囲を算出し、NDVI 値に応じて追肥量を決定する手法を開発した。

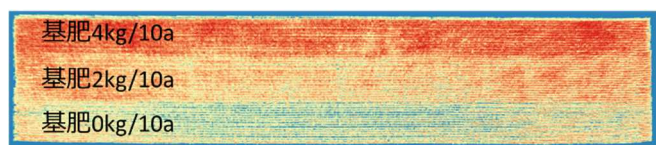


図1 基肥を変えて栽培したほ場のNDVI画像

表1 NDVI値から追肥量を算出する計算表

NDVI値	追肥量	気象データ	精玄米重推定値	タンパク含有率推定値	整粒粒比推定値
0.65	0	W	X1	Y1	Z1
0.65	1	W	X2	Y2	Z2
0.65	2	W	X3	Y3	Z3
...	...	...	...	...	...
0.95	0	W	X93	Y93	Z93
0.95	1	W	X94	Y94	Z94
0.95	2	W	X95	Y95	Z95

備考 NDVI値に対してそれぞれ数パターン 推定年による固定値 説明変数に応じた推定値

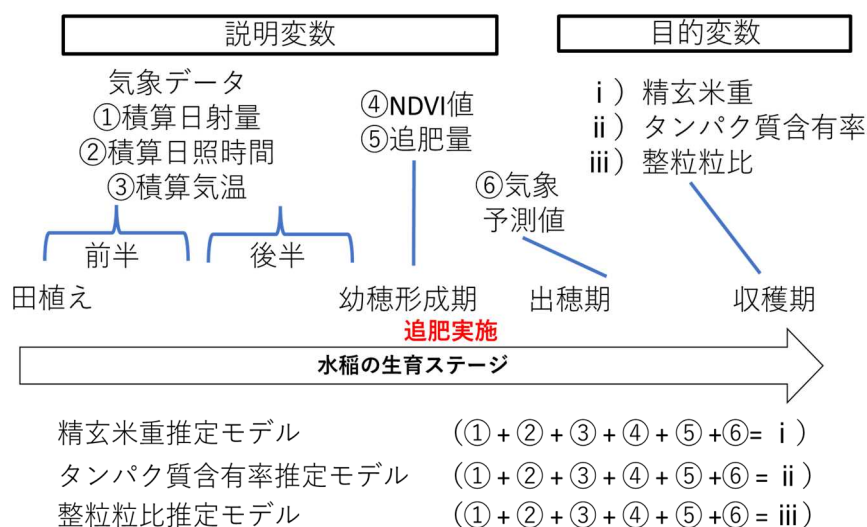


図2 水稻の生育ステージと機械学習モデルに用いる各変数の時系列及び推定モデルの概要

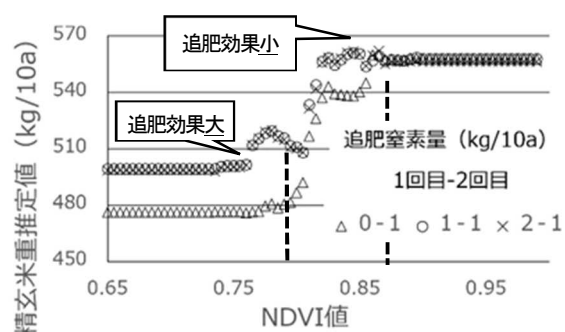


図3 計算表に基づく精玄米重予測結果

表2 3種類の機械学習システムによる予測精度

機械学習システム	推定値のMAE		
	精玄米重 (kg/10a)	タンパク質含有率 (%)	整粒粒比 (%)
RandomForest	24.34	0.13	2.38
XGBoost	24.80	0.14	2.16
CatBoost	25.11	0.13	2.18

4. 成果の活用と留意点

水稻の品種及び地域によって生育時期、施肥体系は異なるため、それぞれ生育観測データ、気象データ、収穫物のデータよりモデルを作成する必要がある。NDVI 値が収量・品質の推定値へ与える影響が大きいいため、リモートセンシングに加えて地上での計測と補正を行うことで、より予測精度の向上が期待できる。

5. 残された問題とその対応

なし。

課題分類：13（2）

課題 I D：20902-1-22

研究課題：施設園芸の脱炭素化に資するゼロエネルギーグリーンハウス（ZEG）の開発・実証
－自律走行が可能な汎用小型電動ロボットの開発

担当部署：農機研・無人化農作業研究領域・小型電動ロボット技術グループ

協力分担：農工研他

予算区分：環境省・地域共創・セクター横断型 CN 技術開発・実証事業

研究期間：完 2022～2024 年度（令和 4～6 年度）

1. 目 的

わが国の施設園芸では冬季の暖房コストと CO₂ 排出量削減が重要な課題である一方、夏季の高温対策も重要である。ヒートポンプは冷媒の凝縮と蒸発による熱移動により室内を暖房/冷房することができ、燃料式暖房機よりも暖房コストが低く、CO₂ 削減に資する技術として注目されてきた。しかし、導入コストが高く、外気温が低下する深夜に採熱が不安定になるなどの問題があり、普及していない。

本研究は、農村地域の未利用熱を活用する①高効率施設園芸用ヒートポンプ、②暖房・冷房の効果と植物の光合成を促進する積層高機能性内張カーテン、③高精度環境計測・制御装置と合わせて体系化し、カーボンニュートラルに向けたゼロエネルギーグリーンハウス（ZEG）を構築・実証する。このうち、農機研では温室内で自律運転・作業が可能な汎用小型電動ロボットを試作し、環境測定および作業車の労働負荷軽減を目的とし、その性能を検討する。

2. 方 法

洋蘭温室において多用途利用を想定した汎用小型電動ロボットの自律走行性能および荷台の振動について調査し、防振装置を検討する。また、各種環境測定用センサを搭載し、決められた経路を自律走行させてデータを収集する。

- 1) 土耕栽培におけるロボットの振動を軽減するために防振装置を試作しその効果を検討した。防振装置は、ハイトレル製のエアバッグを用い、エアバッグ内の空気圧を変えることで質量が異なる積載物でも防振性を維持するものである。試験は、床面の凹凸の影響が大きいクローラタイプのロボット（Doog 社製、メカロン）を供試し、0 および 100kg の積載条件下で農機研テストコースのコンクリート路面上、埼玉県久喜市のナシ園で行った。（2023 年度）
- 2) 施設内の高さ別の温湿度ムラを評価するため、温湿度センサ（HIOKI 社製、LR8514）を汎用小型ロボット（Doog 社製、サウザーミニ、図 1）の地上高 400, 850, 1300mm の位置に搭載した。また、日射（SANKO 社製、PVSS-03）、CO₂（ティアンドディ社製、TR-76U）、消費電力（HIOKI 社製、CT9691）、風向/風速（クリマテック社製、CYG-86000）の各センサを設置し各環境要因を計測した。試験は、図 2 に示す測定ポイントで 1 分間停止して計測する停止区、走行速度 0.4m/s で決められた経路を走行しながら計測する走行区を設けた。（2024 年度）

3. 結果の概要

- 1) テストコースで行った防振装置の有無が振動に及ぼす影響について検討した結果、各周波数帯で振動低減効果が見られた。
- 2) 各区における温度ムラの例を図 3 に示す。停止区に比べ走行区の方が細かい測定が可能であった。風向風速についても同様であった（図 4）。一方で各種センサの応答速度を考慮しておらず、センサによっては測定地点とセンサ出力値に隔たりがあることが推察された。また、慣行の代表点における環境計測に比べ、温室の規模、測定経路等により測定開始から終了までに相応の時間がかかるため、センサの応答速度と併せて、代表点の出力値を参考に補正することが必要であった。

以上、施設園芸内での汎用小型電動ロボットの汎用利用について、振動計測を行い、防振機構を試作した。また、走行しながら環境計測を行う手法を考案し評価した。



図 1 供試機

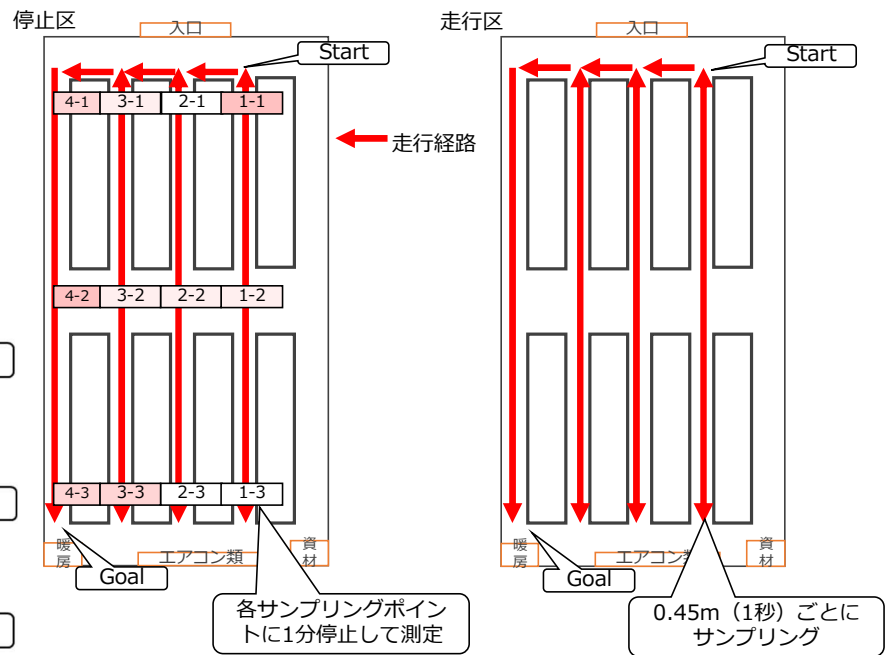


図 2 走行経路および測定方法

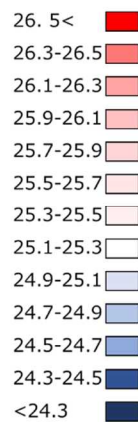
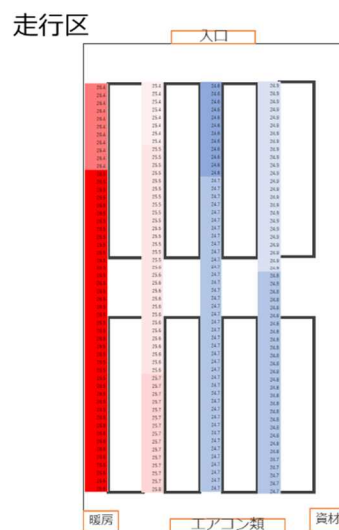
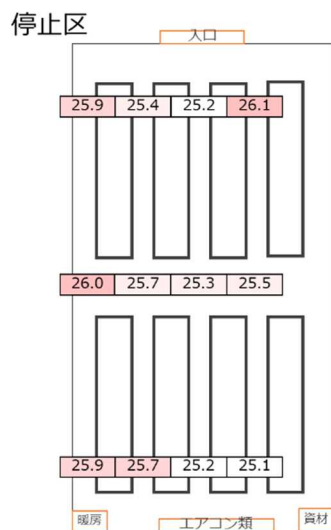


図 3 各区における温度ムラの例

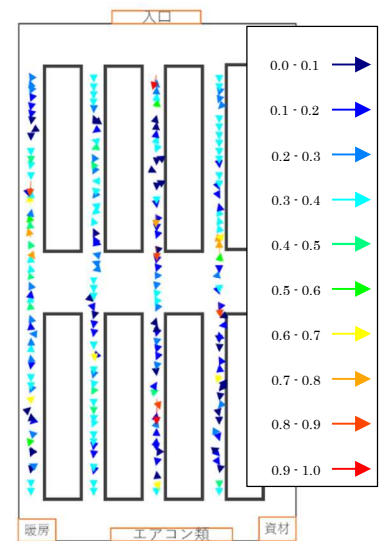


図 4 風向風速分布の例

4. 成果の活用面と留意点

温室内の環境ムラ解消のため、暖房ダクト配置に活用する。設定経路が長い場合、環境計測の始めと終わりで時間差が生じるため補正が必要である。

5. 残された問題とその対応

センサの応答速度によっては、測定点と測定値にずれが生じるため、定点における計測値を利用して随時補正する必要がある。自律走行時には監視が必要であるため、遠隔監視・操作を含めた対応が必要である。

課題分類：13（2）

課題 I D：20902-1-28

研究課題：JA 西三河いちご部会における生産から販売のデータ駆動一貫体系の実証

ーイチゴモニタリング用自律走行ロボットの開発

担当部署：農機研・無人化農作業研究領域・小型電動ロボット技術グループ

協力分担：愛知県、JA 西三河、農工研、ホルトプラン、物質材料研、ヤンマーグリーンシステム、PLANTDATA

予算区分：受託（戦略スマ農）

研究期間：完 2023～2024 年度（令和 5～6 年度）

1. 目 的

イチゴ経営においては、栽培には施設建設や適切な温度管理のための設備に多額の費用が、収穫・パック詰めには技術と労力が必要とされ、経営の早期安定には、収量向上に向けた効率的で効果的な環境制御技術の確立が喫緊の課題となっている。そこで本課題では、イチゴ栽培において、燃油や化学肥料、農薬の削減に資する新たな局所環境制御技術と安定販売のための出荷量予測技術ならびに収穫後のパッケージング技術を組みわせて体系的に実証することにより、みどりの食料システム戦略が目指す環境に優しいゼロエミッション型農業の実現と社会実装を目指す。

このうち、農機研では環境計測センサを搭載した自律走行ロボットを開発することにより実証ハウス内の環境分布の把握・改善や、暖候期には外気を群落内に施用することで CO₂ 濃度を外気並に維持することで光合成量の向上を目指す。

2. 方 法

- 1) イチゴ高設栽培温室内に設置し、走行時の車輪については温室内のマルチや温風ダクトを損傷しないようホイールタイプで、市販の 2DLiDAR センサを適用した人追従ロボットを改造して、あらかじめ設定した経路を決められた時刻に走行し、自動でワイヤレス充電ステーションに帰還・充電する自律走行ロボットを試作する（2023 年度）。
- 2) 実証ほ場にて試作した自律走行ロボットの走行精度および自動充電試験を行う。走行精度は設定した経路に対して進行方向に対して左右へのズレを評価する。自動充電試験は、自律走行終了時に充電ステーションに精度良く帰還して充電を開始できるかを評価する（2024 年度）。
- 3) 自律走行ロボットに搭載した温・湿度、風向風速センサ（図 4）のデータを取得し温室内の環境マップを作成する（2024 年度）

3. 成果の概要

- 1) 試作した自律走行ロボット（表）は充電ステーションに滞在中ワイヤレスの送電及び受電ヘッドを介して充電が行われる（図 1）。イチゴ施設内での汎用小型電動ロボットについて、定刻に自動的に決められた経路を走行し、走行終了後、充電装置にて自動充電する動作確認を行った。
- 2) 1) で試作した自律走行ロボットについて実証ほ場にて走行精度および自動充電試験を行った。供試機の前輪のキャスターホイールが現場床面の凹凸にはまる、荷台下に配備しているバッテリーが床面に接触する、雑草を検知して停止する等、走行が困難であった。これに対して前輪を大径にする、バッテリーを荷台に搭載する、雑草検知プログラムを修正する対応を行うことで、走行が可能となった（図 2）。45m のベッドを往復するよう設定した経路と自律走行の経路のズレは最大で 6 cm 程度となり（図 3）、イチゴ高設栽培においては問題なく走行が可能であった。
- 3) 試作したロボットに環境センサを搭載し実証温室内で温湿度の環境計測を行った結果、東西で最大 1.9℃の差が生じた。南北および高さ方向では差が見られなかった（図 5）。

以上、イチゴ施設内での汎用小型電動ロボットについて、温室内環境計測のため定刻に自動的に決められた経路を走行して環境マップ用のデータを取得し、走行終了後に自動充電できることを確認した。

表 自律走行ロボットの主要諸元

大きさ(mm)	450 (幅) × 485 (長さ) × 295 (高さ)
本体質量(kg)	40
積載可能質量(kg)	最大 60
牽引力(kg)	最大 150
最少旋回半径(m)	0.36
内蔵バッテリー	鉛蓄電池 12V 22Ah×2 (直列)

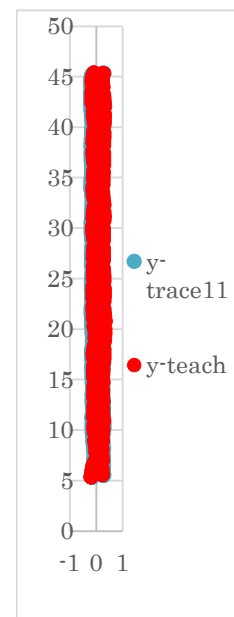
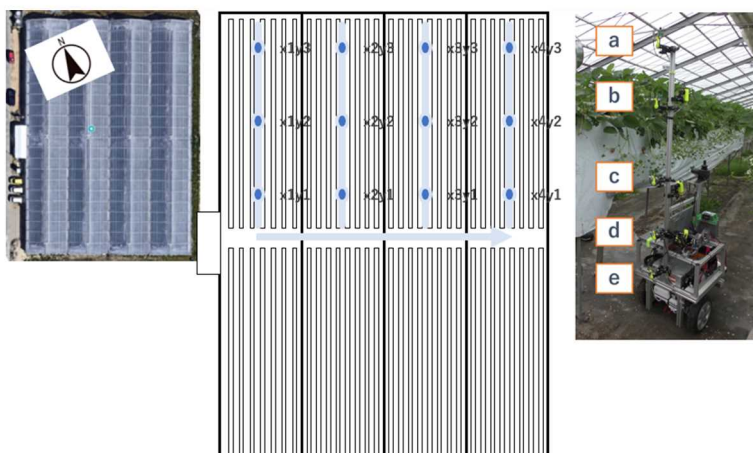
図1 試作した自律走行ロボット
および充電ステーション図2 改造した自律走行
ロボット図3 設定経路と
自律走行経路

図4 測定点およびロボットに搭載したセンサ位置

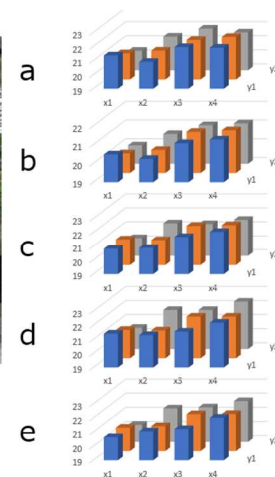


図5 温度分布

4. 成果の活用面と留意点

環境ムラの生じやすい大規模温室において、きめ細かな環境計測を自動で行うことができる。設定経路が長い場合、環境計測の始めと終わりで時間差が生じるため補正が必要である。

5. 残された問題とその対応

自律走行時には監視が必要であるため、遠隔監視・操作を含めた対応が必要である。

課題分類：6 (1)

課題 I D：20902-2-28

研究課題：粃殻利活用循環型生産技術体系実証事業

－粃殻燃焼灰の土作りへの有効利用

担当部署：農機研・無人化農作業研究領域・革新的作業機構開発グループ

協力分担：静岡製機(株)、(株)市郎兵衛農園、静岡農技研

予算区分：受託（農林水産省補助事業）、交付金

研究期間：完 2022～2023～2024 年度（令和 4～5～6 年度）

1. 目 的

温室効果ガス削減のため、地域で発生する粃殻を穀物乾燥の熱源に利用した乾燥工程の省エネ化と燃焼で発生した粃殻燃焼灰を土作りへ有効利用する循環型生産体系の確立を目指し、粃殻燃焼灰の有効活用に向けた保管・運搬、ほ場施用方法、CO₂ 貯留量等について検討する。

2. 方 法

- 1) 粃殻燃焼灰のほ場施用において補給作業を人力で行う場合には、40L 程度のポリ袋で小分けし保管・運搬する作業体系が想定されるため、袋詰め装置を試作し作業能率、作業者の粉じんばく露（使用機器：柴田科学 LD-5 型）について調査を行った（図 1）。（2022 年度）
- 2) 粃殻燃焼装置の活用方法の拡大をねらい、通常燃焼モード（粃殻の炭素分を熱エネルギーとして取り出す）とは異なる運転モード（くん炭モード、粃殻の炭素分を難分解性炭素として多く残す）の開発のため試作機を製作し、運転条件と難分解性炭素含有率の関係等について調査を行った。（2023～2024 年度）
- 3) 粃殻燃焼灰の粉じん飛散対策として、ほ場への施用方法、高機能バイオ炭の原材料としての利用について検討を行った。（2023～2024 年度）
- 4) 粃殻燃焼灰 2,300kg を 100PS 級トラクタ（K 社）と粃殻散布機（I 社）を用いてほ場施用した際の CO₂ 貯留量を IPCC のバイオ炭の農地施用方法論に基づき算出した。（2024 年度）

3. 結果の概要

- 1) 作業能率は 180 袋/時間であった。粃殻燃焼灰が飛散するのを防ぐため、粃殻燃焼灰を袋詰め装置からポリ袋へ受け渡す箇所に吸引ファンを設けたことによって、ポリ袋を把持する作業者の粉じんばく露を一定程度抑制できた。しかしながら、全ての粉じんを捕集することはできなかったため、作業安全上全面形面体の防じんマスクの着用が望ましいと考えられた。
 - 2) 助燃性ガス（酸素）の供給量を調整することで粃殻から取り出す熱エネルギーを抑制しつつ、粃殻燃焼灰の生成と燃焼装置の冷却を可能とする装置の構成を考案した。通常燃焼モードの粃殻燃焼灰の難分解性炭素含有率 15～20%に対し、くん炭モードでは約 30%へ増加した（図 2）。
 - 3) 粃殻燃焼灰のほ場施用については、事前の調査により地表面への散布時（例えば粃殻散布機（箱型で底部より排出）と耕うん時（ロータリー）に粉じんが立ち込めることが明らかになっていたため、ライムソワーとディスクハローを組み合わせた施用機を試作した（図 3）。粉じん量を数値化するのは困難であるが、肉眼では大幅に改善したと考えられた。粃殻燃焼灰の高機能化については、粃殻くん炭と同等の硝化効率（アンモニア化成菌と硝化菌が材料中でバランス良く菌叢構築することで有機肥料を硝酸態窒素に分解）が確認され、高機能バイオ炭の原材料として利用できることが明らかとなった。
 - 4) 粃殻燃焼灰のほ場施用の結果を図 4 に示す。粃殻燃焼灰による CO₂ 貯留量は 1,118kg、トラクタの燃料消費量に基づく CO₂ 排出量は 3kg であり、正味 1,115kg の CO₂ を貯留したと試算した。
- 以上、粃殻燃焼灰を土作りへ有効利用するために、粃殻燃焼灰の保管・運搬、ほ場施用時の粉じん飛散対策、CO₂ 貯留量について検討し、循環型生産体系確立のための基礎データを得た。



図1 試作した袋詰め装置と粉じんばく露測定の様子

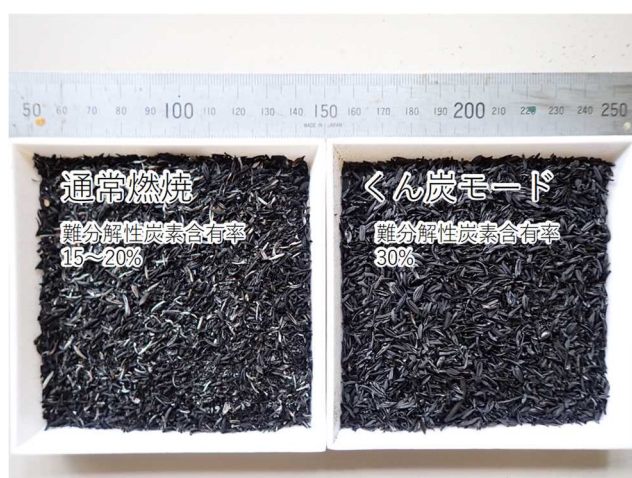


図2 運転モードによる籾殻燃焼灰の比較



図3 試作機による籾殻燃焼灰の施用の様子



図4 籾殻散布機による籾殻燃焼灰の施用の様子と結果

施用した籾殻燃焼灰 (kg)	2,300
CO ₂ 貯留量 (kg)	1,118
トラクタ燃料消費量 (L)	1.23
トラクタのCO ₂ 排出量 (kg)	3
正味のCO ₂ 貯留量 (kg)	1,115
所要時間 (h)	2.33

$$\text{CO}_2\text{貯留量} = \text{施用量} \times \text{難分解性炭素含有率} \times 100\text{年後の炭素残存率} \times 44/12 \text{ (炭素から二酸化炭素量へ)}$$
 ※籾殻燃焼灰の難分解性炭素含有率は0.204、
 籾殻燃焼灰の100年後の炭素残存率は0.65、
 軽油 1L当たりのCO₂排出係数は2.619を用いた

4. 成果の活用面と留意点

籾殻燃焼灰の施用により CO₂ 貯留が可能であり、CO₂ ゼロエミッション化に貢献できる。籾殻燃焼灰およびバイオ炭の施用量や有効な作物については今後の研究を注視する必要がある。

5. 残された課題とその対応

実証事業の令和8年度の数値目標達成のため引き続き籾殻燃焼灰のほ場施用について取り組むとともに、籾殻利活用循環型生産体系の確立に向けて籾殻燃焼灰の有効な利用方法と経済的価値を見出す取り組みが必要である。

課題分類：6（1）

課題 I D：20902-2-28

研究課題：粳穀利活用循環型生産技術体系実証事業

－粳穀を穀物乾燥の熱源に利用した乾燥工程の省エネ化

担当部署：農機研・無人化農作業研究領域・革新的作業機構開発グループ

協力分担：静岡製機(株)、(株)市郎兵衛農園、静岡農技研

予算区分：受託（農林水産省補助事業）、交付金

研究期間：完 2022～2023～2024 年度（令和 4～5～6 年度）

1. 目 的

温室効果ガス削減のため、地域で発生する粳穀を穀物乾燥の熱源に利用した乾燥工程の省エネ化と燃焼で発生した粳穀燃焼灰を土作りへ有効利用する循環型生産体系の確立を目指し、粳穀燃焼装置を用いた穀物乾燥工程の灯油使用量の削減効果について明らかにする。

2. 方 法

- 1) 粳穀燃焼装置を用いた乾燥工程の灯油使用量削減効果を調査するため、(株)市郎兵衛農園の乾燥施設に粳穀燃焼装置を導入した(図1)。既存の乾燥機3台の内2台へ粳穀燃焼装置からの温風を供給する乾燥システムを構築し、乾燥試験を行った。供試材料は(株)市郎兵衛農園で栽培された水稻(飼料用米)を用い、燃焼用の粳穀は試験を実施するまでに出荷した主食用米を粳摺りした際に発生したものをを用いた。緊プロ事業時には粳穀燃焼装置と乾燥機の灯油バーナーのハイブリッド運転を想定していたが、積極的に灯油使用量の削減を図るとともに、飼料用米の乾燥後の品質は主食用米と同等の品質を要求されないため、胴割れを防止する乾燥機の温風温度制御機能は無効化し、粳穀燃焼熱のみで乾燥することとした。灯油削減率は乾燥施設で使用した灯油量、乾燥機の定格風量、熱風温度、雰囲気温度から算出した。(2022 年度)
- 2) 主食用米の乾燥においては胴割れ防止のため温風温度制御が必要であることから、2022 年度に導入した粳穀燃焼装置と各乾燥機との温風ダクトに乾燥機の温風温度制御を可能とするダンパー自動調節機能を追加し(図2)、(株)市郎兵衛農園で栽培された水稻(主食用米、飼料用米)を用い乾燥試験を行った。2022 年度と同様に灯油削減率を算出した。(2023 年度)
- 3) 粳穀燃焼装置の稼働にあたり、作業者の負担軽減のため遠隔監視を導入し(図3)、また、2022 年度の試験結果を踏まえたダンパー自動調節機能の改良を行うことで、穀燃焼装置稼働回数の増加を図った。(株)市郎兵衛農園で栽培された水稻(主食用米、飼料用米)を用い乾燥試験を行った。2022 年度と同様に灯油削減率を算出した。(2024 年度)

3. 結果の概要

- 1) 乾燥試験は10回(乾燥機1台稼働5回、乾燥機2台稼働5回)行い、総張込量は45.3t、天候による収穫作業遅れの影響を受け初期籾水分は13.7～18.6%w.b.と低い値であった。粳穀燃焼熱のみでも灯油バーナーと同等の乾燥速度であった。灯油削減率は約15%(削減量357L)であった。
- 2) ダンパー自動調節機能確認のため試験的な運用となり、乾燥回数は16回(乾燥機1台稼働12回、乾燥機2台稼働4回)、総張込量は59.9t、天候による収穫作業遅れの影響を受け初期籾水分は13.8～23.2%w.b.と幅が大きかった。主食用米においても、乾燥速度、乾燥後の品質に問題が無いことを確認した。灯油削減率は約15%(削減量347L)であった。
- 3) 乾燥回数は48回(乾燥機1台稼働42回、乾燥機2台稼働6回)、総張込量は130.5t、天候及びコンバインの故障による収穫作業遅れの影響を受け、初期籾水分は12.7～26.7%w.b.と幅が大きかった。粳穀燃焼装置の稼働回数は過去2年と比較して大幅に増加した。しかしながら、乾燥調製施設のオペレーションによって灯油バーナーを使用した乾燥回数は52回と、依然として多かった。2023 年度と同様に乾燥速度、乾燥後の品質に問題が無いことを確認した。灯油削減率は約48%(削減量991L)であった。

以上、粳穀燃焼装置を生産者乾燥調製施設に導入し、粳穀燃焼熱のみで灯油バーナーと同等の乾燥が可能となる技術を確立し、灯油削減効果について明らかにした。

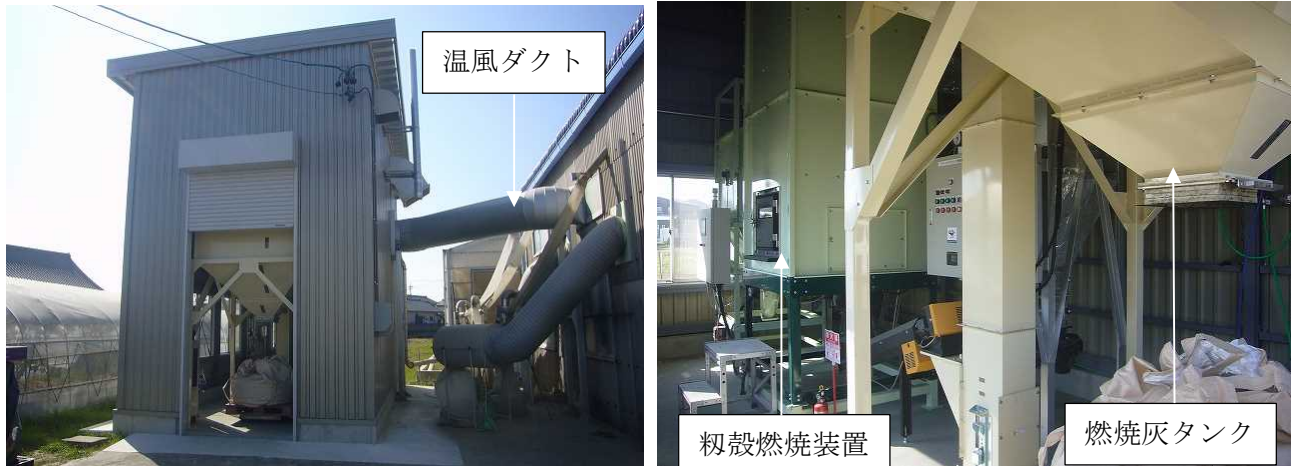


図1 新設した籾殻燃焼装置の建屋外観と内部の配置



図2 籾殻燃焼装置と各乾燥機との稼働状況確認画面と温風ダクトに追加したダンパー自動調節機能



図3 遠隔監視モニターによる各稼働状況の表示例

4. 成果の活用面と留意点

灯油使用量の削減により CO₂ ゼロエミッション化に貢献できる。籾殻燃焼装置導入に当たっては、乾燥機との通信制御確認やプログラムの書き換え、温風配管設置などに留意が必要である。

5. 残された課題とその対応

実証事業の令和8年度の数値目標達成（灯油削減率70%）のため引き続き灯油削減効果を調査するとともに、取扱性を向上させる必要がある。

課題分類：13（1）

課題 I D：20902-2-36

研究課題：燃焼条件と籾殻燃焼灰の物性に関する基礎研究

担当部署：農機研・無人化農作業研究領域・革新的作業機構開発グループ

協力分担：なし

予算区分：基礎・基盤

研究期間：完 2024 年度（令和 6 年度）

1. 目 的

政府が掲げる地球温暖化対策計画において、農地への炭素投入量増加が挙げられている。これを実現する方策の一つとして、籾殻燃焼装置により生成される籾殻燃焼灰の農地への施用が考えられる。しかし、籾殻燃焼灰は飛散しやすく、散布が困難である。籾殻燃焼灰の利用促進のために、より利用しやすい籾殻燃焼灰を生成する燃焼条件を明らかにする必要がある。そこで、本研究は燃焼装置の燃焼条件（炉内温度、排気ガスの還流有無）と籾殻燃焼灰の物性（粒度分布、親水性、噴流性）の関係を明らかにする。

2. 方 法

- 1) 電気炉を用いて炉内温度と焼成時間を変えて生成した籾殻くん炭について次の物性測定を行った。
 - (1) 粒度分布測定 篩目 2.00、1.40、1.00mm、710、500、105 μ m の 6 段の JIS 篩を用いて、震とう機による試料約 20g の篩分けを行った。設定は振幅 0.75mm、震とう時間 15 分とした。
 - (2) 親水性測定 濾紙で底を塞いだアクリル管に試料を充填し、アクリル管の底部を水面に接触させた。アクリル管の質量変化を測定し、質量変化の傾きの最大値を親水性値とした。4 回測定し、その平均値を比較した。
 - (3) 噴流性測定 試料を落下させてできた山の斜面の角度を安息角として測定し、この山に一定の衝撃を与えて崩れた山の斜面の角度を崩潰角として測定した。安息角・崩潰角は 4 方向の角度を測定し、その平均値を比較した。試料約 10g を高さ 60cm から落下させ、 ϕ 10cm の時計皿に残った試料の量を測定し、投入量と時計皿に残った量の差を投入量で割った値を分散度とした。分散度は 5 回測定し、その平均値を比較した。
- 2) 籾殻燃焼装置を用いて燃焼条件（炉内温度）を変えて生成した籾殻燃焼灰と、排気ガスを燃焼室に還元して酸素供給を制限したくん炭モードで生成した燃焼灰について、1) と同様の物性測定を行った

3. 結果の概要

- 1) 籾殻くん炭の測定結果を図 1～3 に示す。炉内温度が高いほど小さい粒径の割合が増加した。また、炉内温度が高く焼成時間が長い程、親水性が良くなる傾向が見られた。噴流性については、炉内温度が増加してもほとんど変化が見られなかった。炉内温度が高いほど籾殻くん炭の焼成が進み構造が脆くなって、崩壊が進んだため粒径が小さくなったと考えられる。また、炉内温度が高いほど籾殻に含まれる油分の揮発が進み、親水性が良くなったと考えられる。
- 2) 籾殻燃焼灰の測定結果を図 4～6 に示す。籾殻くん炭と同様に炉内温度が高いほど小さい粒径の割合が増加した。くん炭モードでは 1.40mm 篩下が最大となり、粒径が小さい粒の発生が抑制されていることが確認された。また、親水性値は 400℃程度をピークに山なりの結果となり、くん炭モードでは浸水速度が大きく低下した。噴流性については、崩潰角と差角はほぼ変化しなかったが、分散度については炉内温度が高くなると若干低下する傾向が見られた。籾殻燃焼灰は、空気を供給し燃焼させて生成するため、くん炭よりも崩壊が進み、親水性が向上していると考えられる。そのため、酸素の供給量を制限したくん炭モードにより生成した籾殻燃焼灰は、小さい粒径の割合が減少し、親水性が低くなったと考えられる。

以上、燃焼条件を変えて生成した籾殻燃焼灰の物性を測定し、炉内温度と酸素供給の制限による粒径や親水性の変化の傾向を明らかにした。

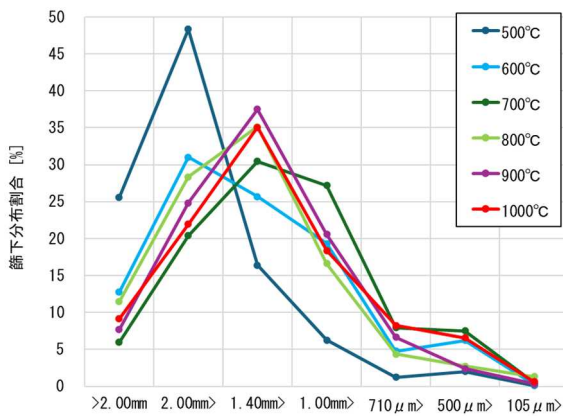


図1 籾殻くん炭の粒度分布（焼成時間：3分）

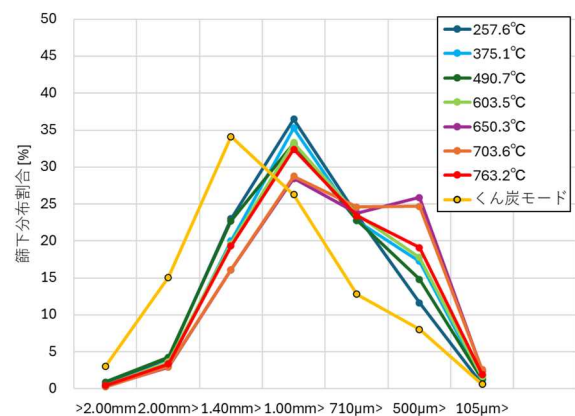


図4 籾殻燃焼灰の粒度分布

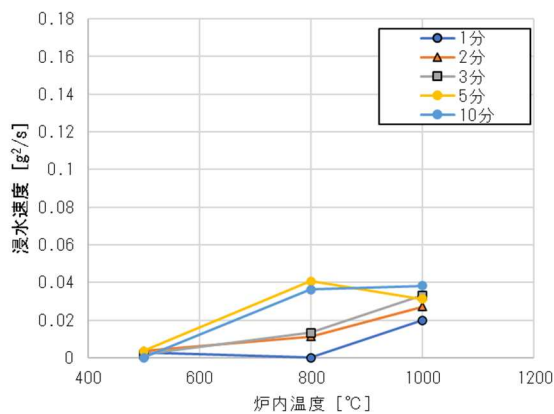


図2 籾殻くん炭の親水性

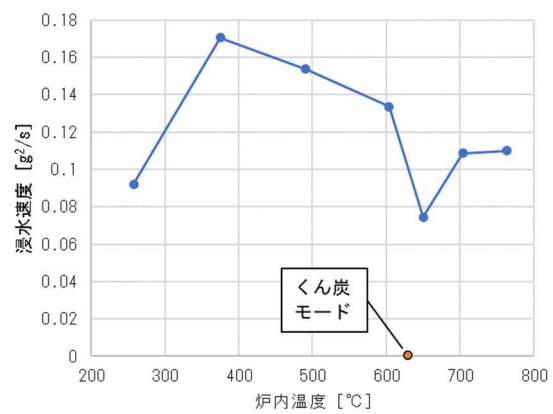


図5 籾殻燃焼灰の親水性

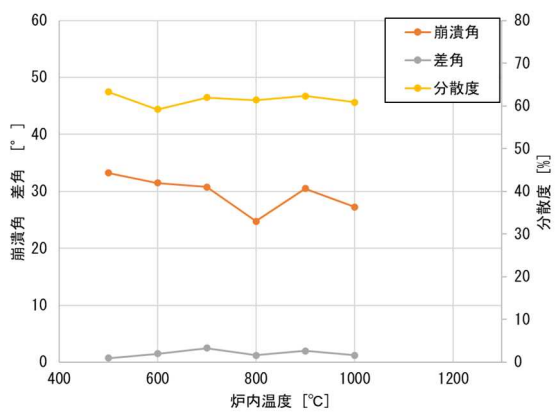


図3 籾殻くん炭の噴流性（焼成時間：3分）

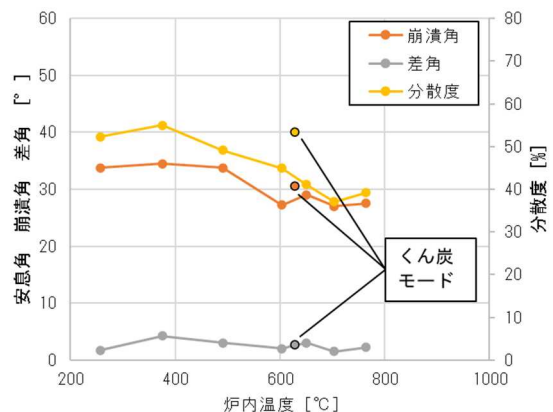


図6 籾殻燃焼灰の噴流性

4. 成果の活用面と留意点

籾殻燃焼灰の散布方法に関する技術開発に資する。

5. 残された問題とその対応

燃焼条件と籾殻燃焼灰の物性（粒径分布や親水性）の関係が明らかとなったが、籾殻燃焼灰が風の影響によりどの程度飛散するか明らかになっていない。令和7年度に新規課題を提案し、籾殻燃焼灰の飛散性調査を行って散布方法の検討を行う。

5. システム安全工学研究領域

課題分類：11（9）

課題 ID：20903-1-01

研究課題：農作業安全関連研究開発及び情報発信に向けた農作業事故詳細調査・分析

担当部署：農機研・システム安全工学研究領域・予防安全システムグループ

協力分担：北海道農作業安全運動推進本部、青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、神奈川県、新潟県、富山県、山梨県、長野県、岐阜県、滋賀県、鳥取県、岡山県、広島県、徳島県、福岡県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県、交通事故総合分析センター、中央労働災害防止協会、日本労働安全衛生コンサルタント会、労働安全衛生総合研究所、農工研

予算区分：理事裁量

研究期間：完 2024 年度（令和 6 年度）

1. 目 的

自治体等と連携して継続的な農作業事故詳細調査・分析を実施し、得られた知見を事故の未然防止に活用するとともに、ウェブサイトでの情報発信や、自治体等を通じた既往成果を含む各研究成果の普及に反映させる。また、これらの取組を通じて、成果の社会実装に向けたさらなる課題の把握と対応方法に関する知見を得る。

2. 方 法

- 1) 調査協力先から提供された農作業事故報告事例、協力先との連携等による現地調査事例について、これまでに確立した各分析手法を用いて、詳細事故分析を行った。（2024 年度）
- 2) 1) で得られた知見をもとに、ウェブサイト「農作業安全情報センター」での情報発信を行った。また、既往の研究成果（農作業事故事例検索システム、対話型農作業安全研修ツール、農作業事故体験 VR、未然防止行動事例検索システム）の活用とあわせて、自治体等における安全対策・啓発の取組への反映及び支援を行った。（2024 年度）
- 3) 2) の取組を通じて、地域レベルでの安全啓発にかかる実態や課題を把握し、関連研究課題における成果の社会実装に反映させた。（2024 年度）

3. 結果の概要

- 1) 各事例の分析の結果、一定の詳細情報を有する全ての事故で、人に関する要因以外に機械・施設、環境、作業・管理の各面での要因が確認でき、現場での各要因に対する具体的改善の必要性が示された。このうち、被災者がリスク自体は認識していたものの、機械等の要因が重なって事故に至った事例を図 1、2 に示した。
- 2) 事故の現地調査分析結果については、昨年度の関連課題で実施した 23 件を、新たにウェブサイト「農作業安全情報センター」内コンテンツ（農作業事故事例検索システム）で公開し、現場での具体的改善につながる安全啓発を促すべく、機械・施設、環境、作業・管理の各面での要因とそれぞれに対する対策手法や生産者による実際の対策事例を発信した。この内容及び同システムと、現場での具体的改善をより効果的に促す手法として開発した対話型農作業安全研修ツール及び農作業事故体験 VR の自治体等における活用を促すべく、事故調査協力先である連携自治体等を通じた発信に加えて、農林水産省や自治体等における農作業安全指導者向け各種研修を通じて、各地域の指導担当者延べ約 2,100 名に周知した。その結果、各地で事故実態を踏まえた対話型研修が実施された（図 3）他、ある地域では生産者が主体となって現場でのリスク共有を促す資材の開発が行われる等、生産者の行動変容につながる自発的な取組の促進が確認された。また、これら指導担当者が実施する生産者向け及び農業大学校等の学生向けの研修のうち 18 件で、各成果の活用に向けた支援の要請があり、これらに対応した。（数値はいずれも 2024 年 11 月末時点のもの）
- 3) 各地域で安全指導を担う行政や JA 等の担当者には、それまで農作業や農業機械に関する知見を得る機会がなかった場合も多く、啓発資材や啓発手法の活用促進にあたっては、その趣旨や内容、活用方法に関する丁寧な情報発信が不可欠であることが確認された。このため、農作業事故体験 VR の活用促進に向けた資料等の作成や、トラクタ転倒・転落事故防止のためのシミュレーション技術に関する研究成果としての啓発動画コンテンツ作成においてこの点を反映し、予備知識を有しない担当者も意識した解説等の構成や、農作業事故事例検索システムや対話型農作業安全研修ツールと連携した活用提案を行うこととした。

以上、農作業事故の詳細調査・分析事例を蓄積し、得られた知見を踏まえて、現地での効果的な啓発促進につなげるとともに、関連研究への反映を行った。

【概要】トラクタにライムソーを取り付け、ホッパに肥料を投入する前に、アジテータに絡んだごみを取ろうと手を伸ばしたところ、アジテータが回転していて指が巻き込まれた
⇒右薬指裂傷、約10針縫合（全治2ヶ月）



図1 農作業事故現地調査事例（トラクタ作業機に指が巻き込まれた）

【概要】作業機を取り外した後、トラクタを移動させるため小走り気味にステップに足をかけたところ、滑って足を踏み外してしまい、ステップに脛を打ち付けた
⇒左脛打撲・裂傷、約10針縫合（全治2週間）

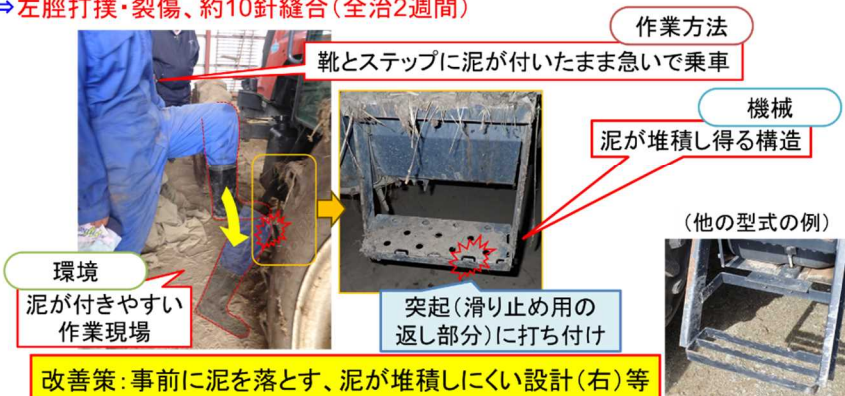


図2 農作業事故現地調査事例（トラクタ乗車時に足が滑ってぶつけ）

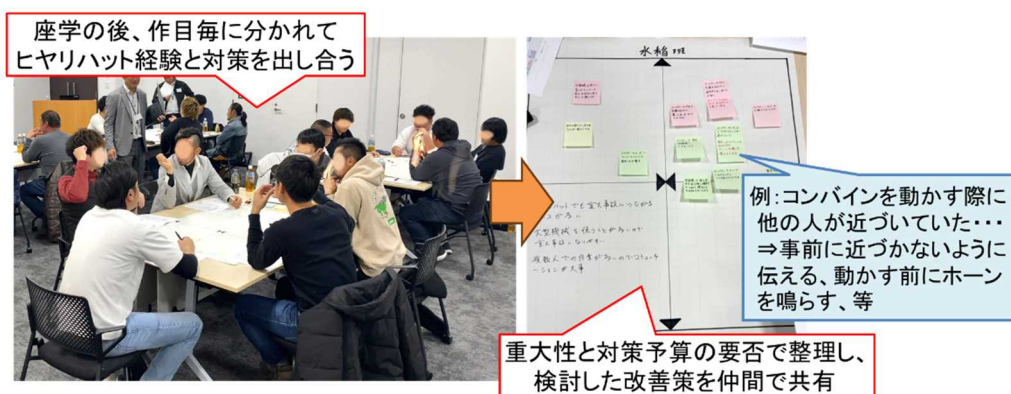


図3 地域での自発的な対話型農作業安全研修の実施例（JA 青年部）

4. 成果の活用面と留意点

農作業事故の現地調査事例については、それぞれ報告書に取りまとめ、次年度にウェブサイト「農作業安全情報センター」内コンテンツ「事故事例検索」及び「改善事例検索」で公開予定。ウェブサイト内の情報を活用する際には、コンテンツ毎に定められた利用条件を満たす必要がある。

5. 残された問題とその対応

生産現場でのリスクについては、生産方法や使用機械、労働環境等の変化により新たな課題が発生し得るため、今後も継続的に農作業事故詳細調査事例を蓄積し、生産者及び現地担当者が活用しやすい形で発信内容の充実化を図ることで、的確な取組の更なる促進につなげる必要がある。

課題分類：11（9）

課題 ID：20903-2-02

研究課題：農業用アシストスーツの性能向上に寄与する身体負担軽減効果評価手法の開発

担当部署：農機研・システム安全工学研究領域・協調安全システムグループ

協力分担：大学等、日本ロボット工業会等

予算区分：受託（科研費）、基礎・基盤、理事長査定枠

研究期間：完 2021～2023～2024 年度（令和 3～5～6 年度）

1. 目 的

農作業でのアシストスーツの身体負担軽減効果評価手法を開発する。そのために、作業者の年齢、性別、体格等を考慮した生体力学モデルを開発し、アシストトルク、人体の許容限界値等を組み合わせた解析を行う。さらに、主要な用途の一つが農作業である我が国のアシストスーツの製品事情等の国際規格への反映を図る。

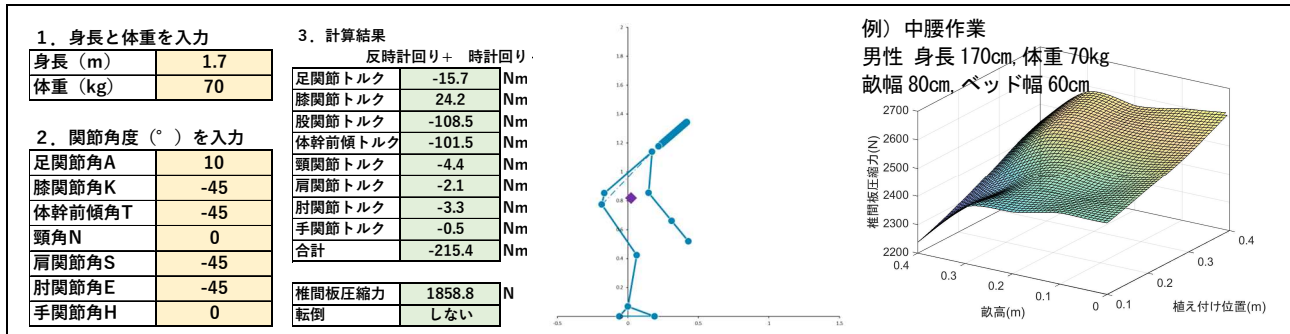
2. 方 法

- 1) 二次元簡易型生体力学モデル（農研機構職務作成プログラム：機構-S35）を開発し、中腰、しゃがみ、腕上げ、重量物の持ち上げの農作業モデルを構築した。作業者の身長や体重、性別に応じて変化する関節トルク等を定量化し、動的アシスト力測定装置（農機研成果情報 2019）により取得したアシストトルクと比較することで、アシストスーツの負担軽減効果を検証可能にした。（2021 年度）
- 2) 3 次元動作の解析が可能な三次元生体力学モデル（機構-Y16）を開発し、動的アシスト力測定装置から得られたアシストトルクの運動方程式と重量物の持ち上げ動作等を入力して、腰痛リスクに関連する指標である椎間板圧縮力の低減効果を評価する手法を開発した。（2022～2023 年度）
- 3) 評価手法の精度を検証するため、Wilke(1999, 2001)が人体の腰部（L5/S1）における椎間板圧縮力を実測する際に用いた基本姿勢を研究対象者 10 人にとらせて関節角度を取得した。生体力学モデルに取得した関節角度を入力して椎間板圧縮力を算出し、Wilke の実測値と比較した。（2023 年度）
- 4) TC299（ロボティクス）/WG2（安全）における ISO13482（サービスロボット安全）の改訂にて、評価手法の開発に向けて収集した農作業のユースケース及び危険源、腰部負担指標、製品分類や評価方法一覧、人間の関節許容値に関する文献などを整理し提案した。（2023～2024 年度）
- 5) 本評価手法を製品開発プロセスに適用するため、本評価手法により V&V（ISO9001：検証と妥当性確認）を実施してアシストスーツ 1 機種を設計・評価した。（2024 年度）

3. 結果の概要

- 1) 開発したモデルは、作業者の身長・体重、関節角度を入力することにより、各関節トルクや椎間板圧縮力が自動的に算出される（図 1）。モデルの人体各部（セグメント）の長さ及び質量は日本人の体格推定式（瀬尾、1999）から、モデルの各関節の角度範囲や許容値は人間特性計測データ（NITE、2001～2002）から求めた。椎間板圧縮力は Waters らがまとめた限界値等を参照した。
- 2) 開発した評価手法を図 2 に示す。アシストスーツを使用した場合の椎間板圧縮力は、使用しない場合と比較して有意に下がった。さらに、椎間板圧縮力の増加に繋がる体幹前傾角も同様に有意に下がった。供試機の利用により、椎間板圧縮力は最大約 15%の軽減効果が確認された。
- 3) 三次元生体力学モデルにより算出された椎間板圧縮力は、Wilke が報告した実測値と級内相関係数は 0.93 でほぼ一致した（図 3）。持ち上げ姿勢（Stoop and Squat lifting）での実測値との差は平均で 8.9%だった。
- 4) 製品分類及び農作業のユースケースと持ち上げ重量の限界値が DIS に掲載された。
- 5) 設計及び評価したアシストトルクは一致し試作機の性能向上に寄与する改良点が明らかになった。

以上、アシストスーツの身体負担軽減効果評価手法を開発し、成果の一部を用いて国際標準化を行った。



※身体負担の定量化は図中の関節角度において身長と体重を変えて算出
図1 二次元簡易型生体力学モデル(機構-S35)と身体負担の定量化例

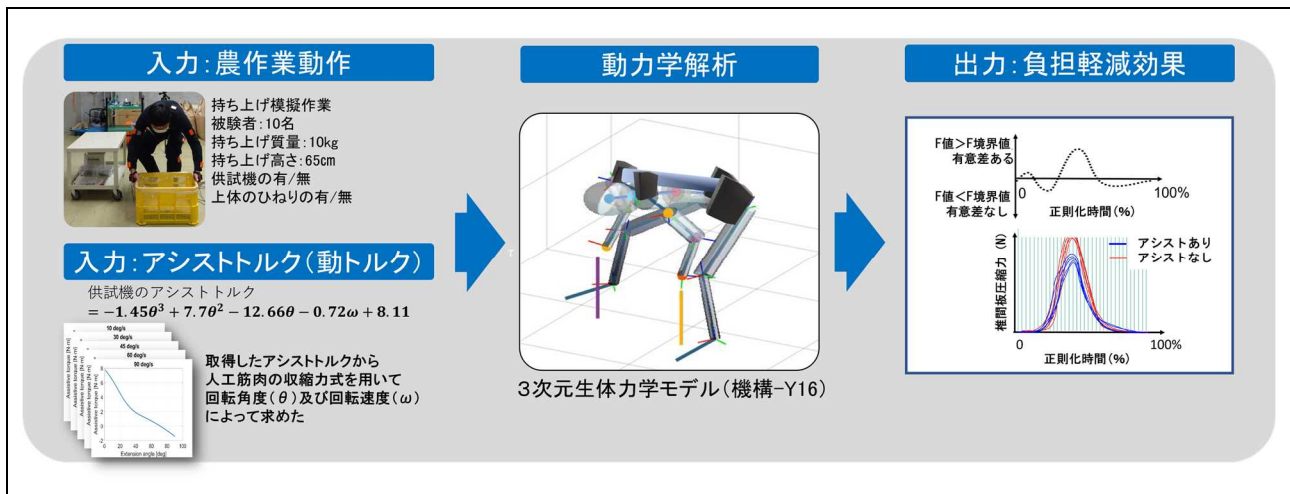
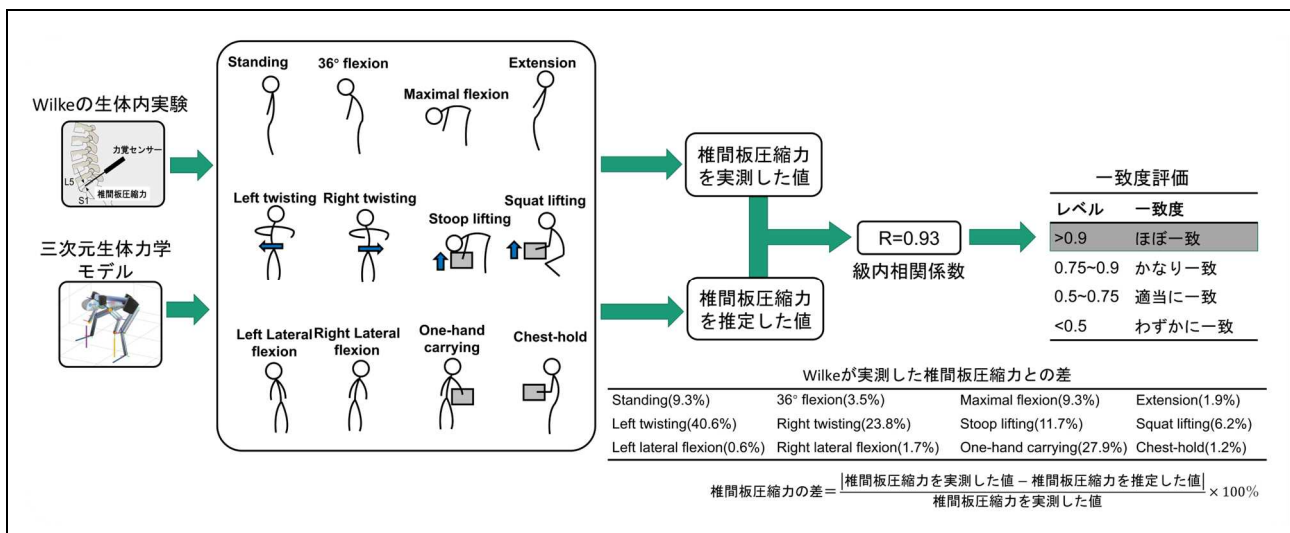


図2 アシストスーツの身体負担軽減効果評価手法



※級内相関係数 R>0.93 (L5/S1 における椎間板圧縮力の実測値とほぼ一致), 被験者: 20~40 歳の男性 10 人

図3 開発した三次元生体力学モデルの検証結果

4. 成果の活用面と留意点

アシストスーツの評価・設計における評価手法および ISO13482 改訂に活用する。日本語論文 3 報、英文論文 2 報、職務作成プログラム 2 件、成果情報 3 報公表済み。農機研研究報告会で報告予定。

5. 残された問題とその対応

ISO13482 の改訂について、各国からの DIS コメントに対応する。

課題分類：11（9）

課題 I D：20903-2-03

研究課題：ロボット農機の人・障害物センサの検出精度に影響を与える環境要因の解明

担当部署：農機研・システム安全工学研究領域・協調安全システムグループ

協力分担：農環研

予算区分：理事裁量、理事長査定枠、受託（科研費）

研究期間：完 2021～2023～2024 年度（令和 3～5～6 年度）

1. 目 的

ロボット農機が周囲の情報に基づいて安全に動作を制御する協調安全の実現に向け、人・障害物センサの誤検出について、農作業の環境条件が検出精度に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 方 法

1) 環境条件（逆光・降雨・霧）を屋内にて再現できる装置・設備を構築し、ロボット農機に搭載される人・障害物センサ（2DLiDAR、超音波センサ、ミリ波レーダー、カメラ方式）を供試し（表 1）、検出精度への影響を定量的に評価した。検出対象物は、ISO18497:2018 にて定義されている検出体とし、センサから距離 1m～3m の位置にある静止状態の検出体に対して各センサにて距離及び画像データを取得した。（2021～2022、2024 年度）

(1) 逆光条件：太陽光による逆光を再現することができる逆光試験装置を利用し、逆光試験区（一般的に逆光となる照射角度：0～20°、照度：20000～35000lx、色温度：2200～6000K）を設定した（図 1 上）。

(2) 降雨条件：高精度評価試験棟に設置された人工降雨装置を利用し、降雨試験区（降水量：30、50、80mm/h）を設定した（図 1 中）。

(3) 霧条件：（一社）日本自動車研究所の特異環境試験場を利用し、霧試験区（視程 15m 程度、70m 程度）を設定した（図 1 下）。

2) 農作業時に発生する土埃の粉じん濃度を取得する屋外試験（耕うん、肥料散布、水田追肥、路肩草刈、ジャガイモ掘取、水稻収穫、大豆収穫の計 7 作業時の粉じん）を実施し、取得したデータを参考に土埃試験装置の構成の検討と試作・試行を行い、2DLiDAR を供試した検出精度基礎試験を実施した。（2022～2024 年度）。

3. 結果の概要

1) 環境条件が各センサの検出精度へ与える影響を検証するにあたり、対照区（環境要因無し）と各試験区のデータを比較し誤差率を算出した（表 2）。

逆光条件については、2DLiDAR、超音波センサ、ミリ波レーダーの誤差率（表 2 の注）は小さく検出精度への影響はほぼ無いのに対し、カメラ方式は、特に照射角度 0° 区、照度 35000lx 区において誤差率が大きく、逆光は入射角度が水平なほど、また照度が大きいほど検出精度への影響が大きいことが確認された。降雨条件については、全てのセンサで誤差率は小さく検出精度への影響は小さいことが確認された。霧条件については、視程距離 70m 区においては全てのセンサで誤差率は小さく検出精度への影響は小さかったが、濃霧状態の視程距離 15m 区では検出体までの距離が大きいほど、誤差率は大きく検出精度への影響が大きくなる傾向があり、特に 2DLiDAR では顕著であることが認められた。

2) 屋外での 7 作業で取得できた粉じん濃度は 0～104mg/m³ であった。土埃試験装置（2024 年度版）は振動パーティフィードと送風機、穴付きの風管を組み合わせたものとした。（図 2 左・中）。粒径 0.5 mm 以下に調整した土埃サンプルを用い、検出精度基礎試験を実施した結果、粉じん濃度と誤差率との間に相関が認められ、2DLiDAR の検出精度は土埃の影響を受ける可能性が確認されたが（図 2 右）、試験装置については粉じん濃度の制御方法について改良の必要性が認められた。

以上、環境条件（逆光・降雨・霧）を屋内にて再現できる装置・設備を構築し、人・障害物センサを供試し、検出精度への影響を定量的に明らかにした。土埃条件に関して農作業時に発生する土埃の粉じん濃度を取得する屋外試験を実施し、取得したデータを参考に土埃試験装置を試作し基礎試験を実施した。

表1 供試センサ仕様

センサ種類	2DLiDAR	超音波	ミリ波	カメラ
光源波長・発振周波数	850nm	40KHz	24GHz	-
イメージセンサ・解像度	-	-	-	CMOS 200万画素 1920×1080
検出距離	0.05m～4m	0.4m～6m	0.2m～80m	-
検出精度	±40mm	±5mm	±50mm	-

表2 各環境条件における各センサの誤差率(抜粋)

距離 (m)	逆光条件 照射角度 (°) -照度 (lx)	2DLiDAR	超音波	ミリ波	カメラ
1	0-20000	-1%	0%	1%	-24%
	20-35000	-1%	1%	1%	-35%
2	0-20000	0%	1%	0%	-16%
	20-35000	0%	0%	0%	-32%
3	0-20000	0%	0%	0%	-63%
	20-35000	0%	0%	0%	-77%
	降雨条件 降水量 (mm/h)	2DLiDAR	超音波	ミリ波	カメラ
1	30	0%	1%	0%	0%
	80	0%	-1%	7%	0%
2	30	0%	0%	-2%	0%
	80	0%	0%	-3%	0%
3	30	0%	0%	2%	0%
	80	0%	0%	2%	0%
	霧条件 視程距離 (m)	2DLiDAR	超音波	ミリ波	カメラ
1	70	-1%	-2%	16%	0%
	15	-7%	1%	11%	0%
2	70	0%	-8%	14%	-1%
	15	-74%	-8%	21%	-1%
3	70	-1%	-6%	2%	-1%
	15	-69%	-9%	10%	-2%

※誤差率＝(各試験区データ－対照区データ)／(対照区データ)×100

2DLiDAR、超音波、ミリ波は距離データの平均値にて算出。カメラは元画像データをグレースケール後に画像データ内の検出体を示す画素数にて算出。

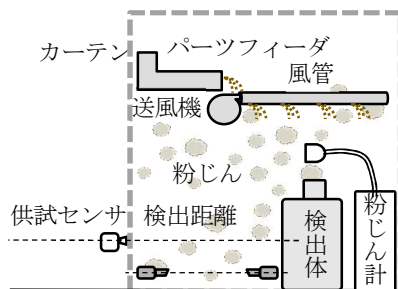
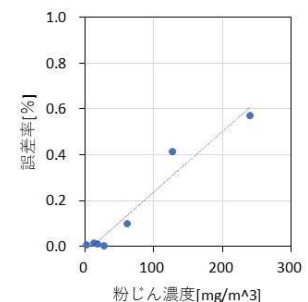
図1 試験風景
(上:逆光、中:降雨、下:霧)

図2 土埃試験装置と検出精度基礎試験(距離1m時)の結果



4. 成果の活用面と留意点

ロボット農機の人・障害物センサの検出精度の評価試験方法開発に資する。論文投稿予定。農機研研究報告会、農食工学会(2025. 9)で報告予定。粉じんの種類によって検出精度の傾向が変わる可能性がある。

5. 残された問題とその対応

土埃条件に関して実作業時の環境データ及び試験装置の改良と人・障害物センサの試験データの蓄積を継続して行う必要がある。ロボット安全事業でロボット農機メーカー等へ情報提供するとともに、ISO国際標準化を推し進める。

Ⅱ 安全性検査等業務

1. 安全性検査

1) 農業機械安全性検査実施規程に基づく令和6年度（令和6年4月～令和7年2月分暫定値）の安全性検査実施状況は表1-1-1のとおり申込数7機種99型式、合格数7機種82型式であった。

また、同年度の安全性検査申込受付期日、検査期間、検査場所、成績通知期日、依頼者数及び型式数は表1-1-2のとおりであり、安全性検査合格機の型式名、依頼者名、合格番号は、表1-1-3のとおりであった。

表1-1-1 安全性検査実施一覧（令和6年度暫定）

機種名	申込型式	合格型式
農用トラクター（乗用型）	44	32
農用トラクター（歩行型）	3	3
田植機	11	11
コンバイン（自脱型）	7	7
コンバイン（普通型）	5	5
乾燥機（穀物用循環型）	28	23
野菜移植機	1	1
合 計	99	82

（令和6年4月～令和7年2月申込分）

表1-1-2 申込受付期間等の一覧（令和6年度暫定）

申込受付 期 日	検査期間	検査場所	成績通知 期 日	依頼者数 型式数
6. 5. 15 6. 5. 17 6. 5. 21 6. 5. 27 6. 5. 28 6. 5. 29 6. 6. 5	6. 5. 30～6. 7. 17 6. 6. 3～6. 7. 17 6. 6. 4～6. 7. 17 6. 6. 10～6. 7. 17 6. 6. 11～6. 7. 17 6. 6. 17～6. 7. 17 6. 6. 18～6. 7. 17 6. 6. 19～6. 7. 17	株式会社クボタ グローバル技術研究所 農業機械研究部門 井関農機株式会社 砥部事業所内 株式会社山本製作所	6. 8. 21	4社 32型式
6. 4. 25 6. 5. 7 6. 5. 31 6. 7. 1	6. 5. 27～6. 8. 23 6. 6. 24～6. 8. 23 6. 6. 27～6. 8. 23 6. 7. 11～6. 8. 23	農業機械研究部門 株式会社サタケ 株式会社クボタ グローバル技術研究所	6. 9. 18	4社 20型式
6. 8. 1 6. 8. 21	6. 8. 9～6. 10. 7 6. 8. 30～6. 10. 7	農業機械研究部門	6. 10. 30	2社 9型式
6. 9. 18 6. 9. 20 6. 9. 24 6. 10. 11	6. 9. 30～6. 11. 20 6. 10. 7～6. 11. 20 6. 10. 15～6. 11. 20 6. 10. 21～6. 11. 20	農業機械研究部門	6. 12. 18	4社 17型式
6. 10. 16 6. 10. 22 6. 11. 12	6. 10. 9～7. 1. 22 6. 10. 30～7. 1. 22 6. 11. 19～7. 1. 22 6. 11. 25～7. 1. 22	農業機械研究部門 株式会社井関新潟製造所 オカネツ工業株式会社	7. 2. 18	3社 4型式

（令和6年4月～令和7年2月申込分）

表1-1-3 合格機一覧（令和6年度暫定）

型式名	依頼者の名称	合格番号
キセキ T2074	井関農機株式会社	NARO 24/001
キセキ T2074Z	〃	NARO 24/002
キセキ T2084	〃	NARO 24/003
キセキ T2084Z	〃	NARO 24/004
キセキ T2094	〃	NARO 24/005
キセキ T2094Z	〃	NARO 24/006
キセキ T2104	〃	NARO 24/007
キセキ T2104Z	〃	NARO 24/008
キセキ T2074C	〃	NARO 24/009
キセキ T2074CZ	〃	NARO 24/010
キセキ T2084C	〃	NARO 24/011
キセキ T2084CZ	〃	NARO 24/012
キセキ T2094C	〃	NARO 24/013
キセキ T2094CZ	〃	NARO 24/014
キセキ T2104C	〃	NARO 24/015
キセキ T2104CZ	〃	NARO 24/016
クボタ TME200	株式会社クボタ	NARO 24/017
クボタ TME150	〃	NARO 24/018
キセキ H115G	井関農機株式会社	NARO 24/019
キセキ H116G	〃	NARO 24/020
キセキ H117G	〃	NARO 24/021
ヤンマー C0023	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 24/022
ヤンマー C0022	〃	NARO 24/024
クボタ R2202GS	株式会社クボタ	NARO 24/024
クボタ R2305	〃	NARO 24/025
クボタ DRH1200A-OP	〃	NARO 24/026
クボタ DRH1200	〃	NARO 24/027
ヤンマー C0020	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 24/028
ヤンマー C0019	〃	NARO 24/029
山本 HD-80VDR	株式会社山本製作所	NARO 24/030
山本 HD-70VDR	〃	NARO 24/031
山本 HD-60VDR	〃	NARO 24/032
MF8S 265EP	エム・エス・ケー農業機械株式会社	NARO 24/033
MF8S 245EP	〃	NARO 24/034
VALTRA N135D	中西商事株式会社	NARO 24/035
クボタ V2312	株式会社クボタ	NARO 24/036
SDR3000XX	株式会社サタケ	NARO 24/037
SDR3500XX	〃	NARO 24/038
SDR4000XX	〃	NARO 24/039
SDR4500XX	〃	NARO 24/040
SDR5000XX	〃	NARO 24/041
SDR5500XX	〃	NARO 24/042
SDR6000XX	〃	NARO 24/043
SDR6500XX	〃	NARO 24/044
SDR3000XD	〃	NARO 24/045
SDR3500XD	〃	NARO 24/046
SDR4000XD	〃	NARO 24/047
SDR4500XD	〃	NARO 24/048
SDR5000XD	〃	NARO 24/049
SDR5500XD	〃	NARO 24/050
SDR6000XD	〃	NARO 24/051
SDR6500XD	〃	NARO 24/052
クボタ NW80SA-A	株式会社クボタ	NARO 24/053
クボタ NW80SA-OP	〃	NARO 24/054
クボタ NW80S-GS	〃	NARO 24/055

クボタ NW60S-GS	〃	NARO 24/056
クボタ NW60S	〃	NARO 24/057
三菱 P2401	三菱マヒンドラ農機株式会社	NARO 24/058
三菱 P2102	〃	NARO 24/059
三菱 P2403	〃	NARO 24/060
三菱 P2404	〃	NARO 24/061
MF6S 145V	エム・エス・ケー農業機械株式会社	NARO 24/062
キセキ T2114	井関農機株式会社	NARO 24/063
キセキ T2114Z	〃	NARO 24/064
キセキ T2114C	〃	NARO 24/065
キセキ T2114CZ	〃	NARO 24/066
キセキ T2124	〃	NARO 24/067
キセキ T2124Z	〃	NARO 24/068
キセキ T2134	〃	NARO 24/069
キセキ T2134Z	〃	NARO 24/070
キセキ T2134C	〃	NARO 24/071
キセキ T2134CZ	〃	NARO 24/072
キセキ T2144	〃	NARO 24/073
クボタ DRH1200A-A	株式会社クボタ	NARO 24/074
ODR25G	株式会社サタケ	NARO 24/075
ODR45G	〃	NARO 24/076
ODR60G	〃	NARO 24/077
ODR45GS	〃	NARO 24/078
クボタ M125GE-AT	株式会社クボタ	NARO 24/079
クボタ TMS400	オカネツ工業株式会社	NARO 24/080
キセキ P0885A	井関農機株式会社	NARO 24/081
キセキ P0894A	〃	NARO 24/082

(令和6年4月～令和7年2月申込分)

2) 農業機械安全性検査実施規程に基づく令和5年度(令和5年4月～令和6年3月分確定値)の安全性検査実施結果は表1-2-1のとおり申込数9機種176型式、合格数9機種125型式であった。

また、同年度の安全性検査申込受付期日、検査期間、検査場所、成績通知期日、依頼者数及び型式数は表1-2-2のとおりであり、安全性検査合格機の型式名、依頼者名、合格番号は、表1-2-3のとおりであった。

表1-2-1 安全性検査実施一覧(令和5年度確定)

機種名	申込型式	合格型式
農用トラクター(乗用型)	124	73
農用トラクター(歩行型)	2	2
田植機	5	5
スピードスプレヤー	5	5
コンバイン(自脱型)	6	6
コンバイン(普通型)	1	1
乾燥機(穀物用循環型)	25	25
単軌条運搬機	5	5
乗用管理機	3	3
合 計	176	125

(令和5年4月～令和6年3月申込分)

表1-2-2 申込受付期間等の一覧（令和5年度確定）

申込受付 期 日	検査期間	検査場所	成績通知 期 日	依頼者数 型式数
5. 4. 17 5. 5. 12 5. 5. 15 5. 5. 22 5. 6. 6	5. 5. 18～5. 6. 27 5. 5. 26～5. 6. 27 5. 6. 2～6. 27 5. 6. 13～5. 6. 27 5. 6. 16～5. 6. 27	ヤンマーアグリ株式会社岡山藤崎試作センター 農業機械研究部門 株式会社山本製作所	5. 7. 18	3社 10型式
5. 5. 29 5. 6. 5	5. 6. 12～5. 8. 3 5. 6. 29～5. 8. 3	井関農機株式会社 砥部事業所内 農業機械研究部門	5. 8. 31	2社 2型式
5. 6. 14 5. 8. 4 5. 8. 21	5. 7. 4～5. 10. 2 5. 8. 24～5. 10. 2 5. 8. 30～5. 10. 2	農業機械研究部門 株式会社サタケ 株式会社やまびこ盛岡事業所	5. 10. 30	3社 12型式
5. 7. 18 5. 8. 21 5. 9. 1 5. 9. 12 5. 9. 14 5. 9. 19 5. 9. 26	5. 8. 7～5. 11. 7 5. 8. 30～5. 11. 7 5. 9. 21～5. 11. 7 5. 9. 25～5. 11. 7 5. 10. 3～5. 11. 7 5. 10. 11～5. 11. 7	農業機械研究部門 株式会社やまびこ盛岡事業所 光永産業株式会社 井関農機株式会社 砥部事業所内	5. 12. 5	6社 19型式
5. 10. 16 5. 10. 23	5. 10. 23～6. 1. 19 5. 10. 30～6. 1. 19 5. 11. 8～6. 1. 19	農業機械研究部門 株式会社クボタ グローバル技術研究所 静岡製機株式会社	6. 2. 14	3社 28型式
5. 11. 20 5. 12. 14 6. 1. 24 6. 2. 19	5. 11. 27～6. 3. 8 6. 1. 9～6. 3. 8 6. 2. 5～6. 3. 8	農業機械研究部門	6. 4. 17	2社 25型式
6. 1. 22 6. 2. 5 6. 3. 25	6. 2. 13～6. 4. 22 6. 2. 26～6. 4. 22 6. 3. 29～6. 4. 22	農業機械研究部門	6. 5. 17	3社 21型式
6. 3. 8	6. 3. 25～6. 6. 3	株式会社クボタ グローバル技術研究所	6. 6. 25	1社 4型式
5. 8. 30	5. 9. 11～6. 8. 23	農業機械研究部門	6. 9. 18	1社 4型式

(令和5年4月～令和6年3月申込分)

表1-2-3 合格機一覧（令和5年度確定）

型式名	依頼者の名称	合格番号
クボタ NW8S	株式会社クボタ	NARO 23/001
クボタ WP50DSP2	〃	NARO 23/002
クボタ WP60DSP2	〃	NARO 23/003
クボタ WP80DSP2	〃	NARO 23/004
ヤンマー C0015	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 23/005
ヤンマー C0016	〃	NARO 23/006
クボタ WRH1200A2	株式会社クボタ	NARO 23/007
山本 HD-80VDM	株式会社山本製作所	NARO 23/008
山本 HD-70VDM	〃	NARO 23/009
山本 HD-60VDM	〃	NARO 23/010
3S-CH640A	株式会社ショーシン	NARO 23/011
キセキ JKZ003	井関農機株式会社	NARO 23/012
MKR001G	株式会社マキタ	NARO 23/013
共立 SSVH1180FS	株式会社やまびこ	NARO 23/014
SDR1500TS	株式会社サタケ	NARO 23/015
SDR2000TS	〃	NARO 23/016
SDR2500TS	〃	NARO 23/017
SDR2800TS	〃	NARO 23/018

SDR1500TS-S	〃	NARO 23/019
SDR2000TS-S	〃	NARO 23/020
SDR2500TS-S	〃	NARO 23/021
SDR2800TS-S	〃	NARO 23/022
SDR3000TS	〃	NARO 23/023
SDR3500TS	〃	NARO 23/024
MF8S 305	エム・エス・ケー農業機械株式会社	NARO 23/025
MF8S 265	〃	NARO 23/026
MF8S 245	〃	NARO 23/027
クボタ MR700HGS	株式会社クボタ	NARO 23/028
クボタ MR650HGS	〃	NARO 23/029
クボタ MR600HGS	〃	NARO 23/030
クボタ MR700HGS-PC	〃	NARO 23/031
クボタ MR650HGS-PC	〃	NARO 23/032
キセキ P1060Z	井関農機株式会社	NARO 23/033
3S-FSH640A	株式会社ショーシン	NARO 23/034
共立 SSV6150F	株式会社やまびこ	NARO 23/035
共立 SSV5150F	〃	NARO 23/036
KS-300Y	光永産業株式会社	NARO 23/037
KS-201YYS	〃	NARO 23/038
KS-201YY	〃	NARO 23/039
KS-202YYS	〃	NARO 23/040
KS-202YY	〃	NARO 23/041
クボタ NR23F	株式会社クボタ	NARO 23/042
クボタ NR17F	〃	NARO 23/043
MF7S 210V	エム・エス・ケー農業機械株式会社	NARO 23/044
MF7S 180V	〃	NARO 23/045
MF7S 180	〃	NARO 23/046
MF7S 155	〃	NARO 23/047
クボタ M7-174HA	株式会社クボタ	NARO 23/048
クボタ M7-174H	〃	NARO 23/049
クボタ M7-174PA	〃	NARO 23/050
クボタ M7-174P	〃	NARO 23/051
クボタ M7-174S	〃	NARO 23/052
クボタ M7-154HA	〃	NARO 23/053
クボタ M7-154H	〃	NARO 23/054
クボタ M7-154PA	〃	NARO 23/055
クボタ M7-154P	〃	NARO 23/056
クボタ M7-154S	〃	NARO 23/057
クボタ M7-134HA	〃	NARO 23/058
クボタ M7-134H	〃	NARO 23/059
クボタ M7-134PA	〃	NARO 23/060
クボタ M7-134P	〃	NARO 23/061
クボタ M7-134S	〃	NARO 23/062
クボタ TRS7000	〃	NARO 23/063
シズオカ TCZ-ELL55	静岡製機株式会社	NARO 23/064
シズオカ TCZ-ELL60	〃	NARO 23/065
シズオカ TCZ-ELL65	〃	NARO 23/066
シズオカ TCZ-ELL70	〃	NARO 23/067
シズオカ TCZ-ELL55F	〃	NARO 23/068
シズオカ TCZ-ELL60F	〃	NARO 23/069
シズオカ TCZ-ELL65F	〃	NARO 23/070
シズオカ TCZ-ELL70F	〃	NARO 23/071
MF5S 145	エム・エス・ケー農業機械株式会社	NARO 23/072
MF5S 125	〃	NARO 23/073
MF5S 105	〃	NARO 23/074
MF6S 180	〃	NARO 23/075
MF6S 155	〃	NARO 23/076
MF6S 145	〃	NARO 23/077
MF6S 165V	〃	NARO 23/078

ヤンマー T0283	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 23/079
ヤンマー T0282	〃	NARO 23/080
ヤンマー T0281	〃	NARO 23/081
ヤンマー T0280	〃	NARO 23/082
ヤンマー T0279	〃	NARO 23/083
ヤンマー T0278	〃	NARO 23/084
ヤンマー T0277	〃	NARO 23/085
ヤンマー T0276	〃	NARO 23/086
ヤンマー T0274	〃	NARO 23/087
ヤンマー T0273	〃	NARO 23/088
ヤンマー T0272	〃	NARO 23/089
ヤンマー T0271	〃	NARO 23/090
ヤンマー T0270	〃	NARO 23/091
ヤンマー T0269	〃	NARO 23/092
ヤンマー T0268	〃	NARO 23/093
ヤンマー T0267	〃	NARO 23/094
ヤンマー T0266	〃	NARO 23/095
ヤンマー T0275	〃	NARO 23/096
キセキ T2014G	井関農機株式会社	NARO 23/097
キセキ T2014	〃	NARO 23/098
キセキ T2014ZG	〃	NARO 23/099
キセキ T2014Z	〃	NARO 23/100
キセキ T2024	〃	NARO 23/101
キセキ T2024G	〃	NARO 23/102
ヤンマー T0308	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 23/103
ヤンマー T0307	〃	NARO 23/104
ヤンマー T0306	〃	NARO 23/105
ヤンマー T0305	〃	NARO 23/106
ヤンマー T0304	〃	NARO 23/107
ヤンマー T0303	〃	NARO 23/108
ヤンマー T0302	〃	NARO 23/109
ヤンマー T0301	〃	NARO 23/110
ヤンマー T0300	〃	NARO 23/111
ヤンマー T0265	〃	NARO 23/112
ヤンマー T0264	〃	NARO 23/113
ODR60H	株式会社サタケ	NARO 23/114
ODR45H	〃	NARO 23/115
NSDR20	〃	NARO 23/116
NSDR15	〃	NARO 23/117
クボタ R2301	株式会社クボタ	NARO 23/118
クボタ R2302	〃	NARO 23/119
クボタ R2303	〃	NARO 23/120
クボタ R2304	〃	NARO 23/121
ヤンマー T0261	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 23/122
ヤンマー T0260	〃	NARO 23/123
ヤンマー T0259	〃	NARO 23/124
ヤンマー T0258	〃	NARO 23/125

(令和5年4月～令和6年3月申込分)

3) 概評

令和6年度(令和6年4月～令和7年2月分暫定値)の合格機は、合計12社82型式であった。その内訳は、安全装備検査が10社82型式、安全キャブ・フレーム検査が4社10型式、ロボット・自動化農機検査が5社31型式であった。

令和5年度(令和5年4月～令和6年3月分確定値)の合格機は、合計11社125型式であった。その内訳は、安全装備検査が11社125型式、安全キャブ・フレーム検査が4社11型式、ロボット・自動化農機検査が4社41型式であった。

2. 一般性能試験

農業機械一般性能試験実施規程に基づく令和6年度（令和6年4月～令和7年2月分暫定値）の一般性能試験実施状況は、表2-1のとおり合計6型式であった。

また、令和5年度（令和5年4月～令和6年3月分確定値）の一般性能試験実施状況は、表2-2のとおり合計15型式であった。

表2-1 一般性能試験実施一覧（令和6年度暫定）

機 種	型式数
農用トラクター（乗用型）用安全フレーム	4
刈払機刈刃	1
乗用フロントモア用 R O P S	1
合 計	6

（令和6年4月～令和7年2月申込分）

表2-2 一般性能試験実施一覧（令和5年度確定）

機 種	型式数
茶園用裾刈機（手押し）	1
茶園用裾刈機（自走式）	1
スピードスプレーヤー用 ROPS	1
乗用溝切機	1
農用トラクター（乗用型）用安全キャブ	6
農用トラクター（乗用型）用安全フレーム	3
単軌条運搬機	1
スピードスプレーヤー用ノズル	1
合 計	15

（令和5年4月～令和6年3月申込分）

3. OECDテスト

OECDテスト実施規程に基づくOECDテストは令和5年度、令和6年度とも依頼がなかったため実施しなかった。

4. 農耕作業用自動車等機能確認

農耕車等機能確認実施規程に基づく令和6年度（令和6年4月～令和7年2月分暫定値）の機能確認実施状況は、表4-1のとおり農耕トラクター 1社2型式（4類別）、刈取脱穀作業車2社3型式（6類別）であり、合計3社5型式（10類別）であった。

また、令和5年度（令和5年4月～令和6年3月分確定値）の機能確認実施状況は、表4-2のとおり農耕トラクター 3社7型式（12類別）、農業用薬剤散布車3社5型式（5類別）、および刈取脱穀作業車1社3型式（3類別）であり、合計6社15型式（20類別）であった。

表4-1 機能確認実施一覧（令和6年度暫定）

機 種	依頼者名	報告年月日	型式数
農耕トラクター	エム・エス・ケー農業機械株式会社	6. 9. 5	2 (4)
刈取脱穀作業車	井関農機株式会社	6. 7. 26	2 (5)
	株式会社クボタ	6. 7. 29	1 (1)
合 計			5 (10)

（令和6年4月～令和7年2月申込分）

※申込型式のうち、報告予定のもの1機種1型式（2類別）を含む。

表4-2 機能確認実施一覧（令和5年度確定）

機 種	依頼者名	報告年月日	型式数
農耕トラクター	井関農機株式会社	5. 6. 22	1 (1)
	エム・エス・ケー農業機械株式会社	5. 11. 20	1 (3)
	〃	6. 1. 26	2 (4)
	〃	6. 4. 12	2 (3)
	株式会社クボタ	6. 1. 26	1 (1)
農業用薬剤散布車	株式会社ショーシン	5. 11. 16	1 (1)
	株式会社やまびこ	5. 10. 11	1 (1)
	〃	5. 11. 20	2 (2)
	株式会社丸山製作所	6. 5. 8	1 (1)
刈取脱穀作業車	株式会社クボタ	6. 6. 13	3 (3)
合 計			15 (20)

（令和5年4月～令和6年3月申込分）

Ⅲ 試作工場、附属農場の運営

1. 試作工場

[1] 月別作業件数

過去7年間の年度毎の月別作業件数を表に示した。

表 月別作業件数（件）

年度 月	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6
4	15	12	10	13	12	15	13
5	18	20	10	7	28	30	23
6	18	21	22	19	13	15	14
7	16	14	25	8	5	11	10
8	17	19	9	14	12	6	12
9	10	19	15	8	18	9	16
10	30	17	20	12	16	22	35
11	16	15	11	10	8	10	15
12	22	11	7	10	12	6	3
1	8	6	11	16	9	3	4
2	18	14	17	8	14	25	14
3	15	19	21	9	8	10	(10)
計	203	187	178	134	155	152	169

[2] 試作依頼内訳

研究推進部	広報チーム	1 件
附属農場		2 件
機械化連携推進部	機械化連携推進室	4 件
安全検査部	安全評価グループ	7 件
システム安全工学研究領域	予防安全システムグループ	2 件
	協調安全システムグループ	77 件
無人化農作業研究領域	小型電動ロボット技術グループ	5 件
	革新的作業機構開発グループ	48 件
知能化農機研究領域		4 件

[3] 資材使用量

令和6年度に使用した資材の使用量を図1に示した。

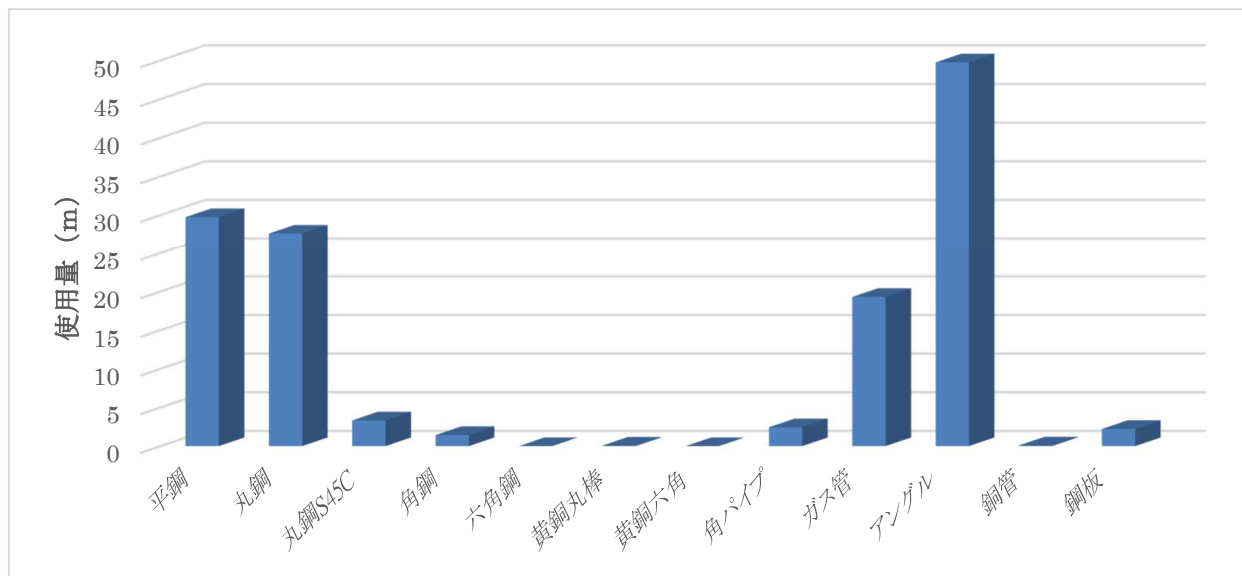


図1 資材使用量(m) * 銅板は枚

[4] 主な試作品

令和6年度の主な試作品。

図2：粃殻燐炭の排出時に出る粉じんを吸い取る装置。アクリル製。

図3：フレームのふれを止めるための装置。旋盤、フライス盤使用。φ140。

図4：GNSS 取り付け用フレーム。防振装置試験用。

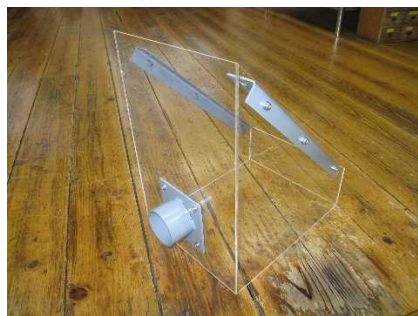


図2：粃殻粉じん吸引カバー



図3：防振装置



図4：防振試験フレーム

[5] その他

- *さいたま市社会体験学習事業（未来くるワーク）対応（大宮西中9月5日、宮前中12月11日）。
- *技能検定受験〈1, 2, 3級普通旋盤加工〉1名合格（8月30日）。
- *酸素欠乏・硫化水素危険作業特別教育 2名受講（9月28日）。
- *JIMTOF2024 第32回日本国際工作機械見本市 4名参加（11月10日）。

2. 附属農場

〔1〕 土地利用

水田	1281a
畑	88a
宅地・道水路敷・その他	226a

〔2〕 作物別の作付面積・収穫面積

土地区分	作物・品種		作付面積 (a)	収穫面積 (a)	備考
水 田	水 稻	彩のかがやき	810	810	生育中
		彩のきずな	140	140	
		コシヒカリ	162	162	
		大地の風	146	146	
	麦 類	小麦	113	113	
		〃	108	—	
畑	麦 類	大麦	10	—	すき込み
		〃	10	—	生育中 すき込み予定
	豆 類	大豆	30	30	
		キャベツ	2	2	
		ブロッコリ	1	1	
		ハクサイ	3.5	3.5	
	いも類	ジャガイモ	8	8	
		ダイコン	1	1	

〔3〕 気象概況

令和6年度の夏作期間（5月～10月）の気温は、昨年同様、平年に比べ高温・高日照で、特に7月下旬から9月は日最高気温35℃以上の猛暑日となった日が多くあった。月間日照時間は全ての月で平年より多かったが、特に5月下旬、7・8月下旬の日照は多かった。降水量は、8月下旬に突出した降雨があったが、その後の9月上・中・下旬は平年を大きく下回り、総量としては平年並であった。7月下旬から9月上旬は高気圧に覆われて晴れた日が多くなったが、台風や低気圧、湿った空気、気圧の谷の影響で、曇りや雨、雷雨となった日もあった。平年よりも14日遅い6月21日頃に梅雨入りし、平年並の7月18日ごろに梅雨明けしたとみられている。

〔4〕 作物の生育概況

1) 水稻

令和6年度の水稲作は、直播と移植の両方を行った。直播は4月23日、移植は視察や試験日程の都合により一部は場で田植日を通常より遅らせたため、田植え作業は5月27日から6月28日まで行われた。6月上旬から9月下旬にかけて特に高温・高日照で、昨年のように補助金が出るほどの高温障害はなかったが、9月のカメ虫害による着色や、試験に伴う刈り遅れ等により、4品種とも

3等となった。籾反収は平均 423kg/10a で、平年収量比 71.5%程度であった。これは記録が残っている昭和 61 年以降最低で、全国的に冷夏となった平成 3 年の平均反収も大きく下回った。今年も複数の台風が日本に上陸したが、当场では若干の冠水があったものの大きな被害には至らなかった。両正条田植機及び除草機試験、耐天候性コンバイン試験、難取扱性穀物ハンドリング試験、障害物センサ環境対応試験、ヒト・機械協調安全確認試験、ロボトラ播種試験、穀物高速乾燥試験等に供した。

2) 畑作物

麦類は、小麦を水田に、大麦を畑に播種しどちらも順調に生育した。令和 6 年産麦も同様に 11 月中旬に水田に小麦を、畑に大麦を播種し順調に生育している。野菜類では、ジャガイモの定植を 2 月と 9 月に、大豆播種を 6 月に、ハクサイ・キャベツ・ブロッコリー・ジャガイモの定植ならびにダイコンの播種を 9 月に行った。キャベツは籾殻燃焼灰の施用効果確認試験に、ハクサイはハクサイ頭部結束機に、ジャガイモ・麦・ブロッコリー・大豆はヒト機械協調安全試験にそれぞれ供した。

[5] その他

- ・ 5 月 20 日に衆議院議員団体、6 月 21 日に参議院議員団体による視察があった。
- ・ 6 月に職員 1 名が「安全・効率的なフレコン吊り作業補助具の考案」により、埼玉県創意工夫発明者表彰を受賞した。
- ・ 12 月 4 日に開催された埼玉県農業機械実演展示会で実演会場として利用された。
- ・ 12 月 18 日に NHK の TV 番組サイエンスゼロ（2025 年 2 月 9 日放送）の取材で自動運転田植機のデモを行った。

本報告の取扱いについて

本報告の全部又は一部を無断で転載・複製（コピー）することを禁じます。

転載・複製に当たっては、下記までお問い合わせください。

問い合わせ先：

農機研 研究推進部 研究推進室 広報チーム

TEL: 048-654-7030

または

iam-koho@ml.affrc.go.jp

令和6年度 事業報告

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業機械研究部門

〒331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町 1-40-2
Tel. 048-654-7000（代）

発行 令和7年4月