

令和3年度  
事業報告

令和4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

2021 年度（令和 3 年度）実施課題一覧	3
------------------------	---

(以下、原則として 2021 年度で完了する課題のみ記載)

### 1. 機械化連携推進部

#### 連携－1 機械化連携推進室

### 2. 安全検査部

#### 検査－1 安全評価グループ

検査－21－1 ブレーキ装備付き刈払機の安全性評価試験方法の確立	10
----------------------------------	----

### 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－31－1 牛の飼養衛生オントロジーの語彙の収集、設計事業	14
----------------------------------	----

#### 知能化－2 施設園芸生産システムグループ

知能化－32－1 大規模生産法人における各種作業、生育、環境、エネルギーデータ等の効率的収集手法の確立、情報管理及びオープンプラットフォームフォームデータベースの構築	16
知能化－32－2 着果・着花状況モニタリングシステムの開発	18
知能化－32－3 施設園芸の多収と低環境負荷を両立する環境均一化プラットフォームの構築	20

### 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 カウシグナルのスコア化・判定システムの開発	24
無人化－41－2 高精度散布制御技術の開発	26
無人化－41－3 キャベツ生育ムラを低減する畝立て局所可変施肥技術の開発	28
無人化－41－4 人追従移動プラットフォームの開発	30
無人化－41－5 小型電動ロボット用バッテリー仕様の策定	32

## 無人化－２ 革新的作業機構開発グループ

無人化－42－1	二毛作体系に適した水稻乾田直播技術の開発	34
無人化－42－2	りんご黒星病発生低減のための落葉収集機の開発	36
無人化－42－3	セル成型苗を利用したハウレンソウ栽培移植技術の開発	38
無人化－42－4	手持ち式花蕾採取機の現地実証と適応性拡大に関する研究	40
無人化－42－5	遠隔操作式高能率法面草刈機の開発	42
無人化－42－6	ISOBUS に対応した作業機 ECU 開発	44
無人化－42－7	越冬ハクサイ頭部結束機の開発	46
無人化－42－8	落花生用自走式拾い上げ収穫機の開発	48
無人化－42－9	大豆用高速畝立て播種機の普及に向けた実証研究	50

## 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－２ 協調安全システムグループ

## II 安全性検査等業務

1. 安全性検査	56
2. 一般性能試験	58
3. OECDテスト	58
4. 農耕作業用自動車等機能確認	59

## III 試作工場、附属農場の運営

1. 試作工場	62
2. 附属農場	64

# I 研究業務

## 令和3年度実施課題一覧



## 2021 年度（令和 3 年度）実施課題一覧

担当研究領域等	研究グループ等	研究課題名	予算区分	研究期間
機械化連携推進部	機械化連携推進室	二毛作体系に適した水稲乾田直播技術の開発	クラスタ	2018～21
		りんご黒星病発生低減のための落葉収集機の開発	クラスタ	2018～21
		セル成型苗を利用したハウレンソウ移植栽培技術の開発	クラスタ	2018～21
		カウシグナルのスコア化・判定システムの開発	クラスタ	2019～21
		遠隔操作式高能率法面草刈機の開発	クラスタ	2019～21
		ISOBUS に対応した作業機 ECU 開発	クラスタ	2019～21
		越冬ハクサイ頭部結束機の開発	クラスタ	2019～21
		落花生用自走式拾い上げ収穫機の開発	クラスタ	2019～21
		豚舎洗浄ロボットの実用化研究	クラスタ	2019～21
		茶園用除草機の開発	クラスタ	2020～22
		イアコーン収穫スナッパヘッドの現地適応化	クラスタ	2020～22
		農業機械等データ連携のためのオープン API の開発及び WAGRI 接続認証に関する研究	外部資金（農林水産省補助事業）	2021
安全検査部	安全評価グループ	農林水産業におけるロボット技術安全性確保策検討事業	外部資金（農産局事業）	2021
		農業機械を対象とした前向き降車防止機構の開発	基礎・基盤	2021～22
知能化農機研究領域	国際標準・土地利用型作業グループ	センシング技術の融合による圃場間移動技術の開発	SIP2	2018～22
		牛の飼養衛生オントロジーの語彙の収集、設計事業	JRA 畜産振興事業	2019～21
		省力的均平作業技術の開発・実証	外部資金（先端プロ）	2021～25
		作業機からのトラクタ通信制御技術の標準化	理事長裁量経費	2021～22

担当研究領域等	研究グループ等	研究課題名	予算区分	研究期間
		農用車両のためのほ場外作業自動化技術の研究	理事裁量経費	2021
		自動運転田植機の市販化と適用拡大に向けた技術開発	資金提供型共同研究	2021～23
		スマート農業等の海外展開に向けた標準の戦略的活用	外部資金 (PRISM)	2021
	施設園芸生産システムグループ	作業データ入力デバイスの開発	技会委託 AI プロ	2017～21
		大規模生産法人における各種作業、生育、環境、エネルギーデータ等の効率的収集手法の確立、情報管理及びオープンプラットフォームデータベースの構築	技会委託 AI プロ	2017～21
		着果・着花状況モニタリングシステムの開発	技会委託 AI プロ	2017～21
		有線ドローンの風圧を利用した施設栽培環境下における作物の群落内計測手法の開発	科研費	2021～23
		施設園芸用マルチタスクロボット実現に向けた下葉取りロボットの開発	理事長裁量経費	2021～22
		効果的な AI 学習実現のための教師データを収集するウェアラブル装置の開発	理事裁量経費	2021
		施設園芸の多収と低環境負荷を両立する環境均一化プラットフォームの構築	理事長裁量経費 (横串プロ)	2021
無人化農作業研究領域	小型電動ロボット技術グループ	栽培管理用 AI ロボットの研究開発	クラスタ	2018～22
		高精度散布制御技術の開発	理事裁量経費	2019～21
		キャベツ生育ムラを低減する畝立て局所可変施肥技術の開発	理事長査定枠	2021
		生育モニタリングデータの補正技術の開発	理事裁量経費	2021～23
		有機質肥料の活用による化肥完全代替技術と高精度施肥技術	交付金 (NARO プロ 7)	2021
		人追従移動プラットフォームの開発	理事裁量経費	2021
		管理作業用自律走行プラットフォームの開発	資金提供型共同研究	2021～22
		小型電動ロボット用バッテリー仕様の策定	理事長査定枠	2021



担当研究領域等	研究グループ等	研究課題名	予算区分	研究期間
		小型農業ロボット用作業機構の開発	理事長査定枠	2021
		AI を活用したスマート除草システムの開発	外部資金（競争力強化プロ）	2021～23
		農山漁村地域の RE100 に資する VEMS 開発	外部資金（NEDO 先導プロ）	2021～22
		ローカル 5 G を活用したイチゴ栽培の知能化・リモート化実証	交付金（スマ農プロ（L5G））	2021
		農薬散布のリアルタイム計測と制御のための高周波電源供給型感水センサの開発	科研費	2021
		ドローンモニタリングによるイチゴ収量予測の実現可能性の検証	外部資金（JST）	2021
		果樹園のスマート化に資する自動運転スピードスプレーヤの開発	クラスタ	2021～23
	革新的作業機構開発グループ	中山間地域のほ場群エリア内作業に適合した農業ロボット車両の開発	SIP2	2018～22
		手持ち式花蕾採取機の現地実証と適応性拡大に関する研究	基礎・基盤 外部資金（イノベ事業）	2019～21
		ライスセンターのスマート化システムの開発	クラスタ	2020～22
		蒸気を利用した種子消毒装置の市販化に向けた大型装置開発と現地実証	資金提供型共同研究	2020～22
		大豆用高速畝立て播種機の普及に向けた実証研究	理事裁量経費 資金提供型共同研究	2020～21
		飼料用トウモロコシと大豆の安定生産技術の開発・実証	外部資金（先端プロ）	2021～25
		両正条植え水田ほ場における高能率除草技術の開発	交付金（NARO プロ7）	2021
		穀物ポストハーベスト機器のデータ連携に関する研究	外部資金（農産局事業）	2021～22
		24 時間稼働可能なコンバインの開発に関する研究	理事裁量経費	2021～23
		穀物の高速乾燥に関する基礎的研究	理事裁量経費	2020～22
		穀物乾燥工程の高速化とカーボンニュートラル対応に関する研究	理事裁量経費	2021

担当研究領域等	研究グループ等	研究課題名	予算区分	研究期間
		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	クラスタ	2021～23
		漬物用タカナ収穫機の開発	クラスタ	2021～23
		雑穀類対応コンバインの開発	クラスタ	2021～23
システム安全工学研究領域	予防安全システムグループ	農作業事故の未然防止行動事例を活用した安全啓発手法に関する研究	基礎・基盤	2021～23
		VRを活用した危険体感型農作業安全教育手法の開発	理事裁量経費	2021～23
		トラクタの転倒・転落による重大事故抑止のためのシミュレーション技術の開発	理事裁量経費	2021～23
	協調安全システムグループ	地理空間情報に基づく知能化作業システムの設計支援ツールの開発	SIP2	2018～22
		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	理事裁量経費	2021～22
		腰痛リスクを考慮した農業用身体アシスト装置の設計条件の解明	科研費	2021～23
		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	基礎・基盤	2021～23
		トラクタ作業機への巻き込まれ事故リスク低減のための人検知技術の開発	基礎・基盤	2021～22
		ブレーキ装備付き刈払機の安全性評価試験方法の確立	基礎・基盤	2021

# 1. 機械化連携推進部



## 2. 安全検査部

課題分類：11（9）

課題 ID：20903-2-05

研究課題：ブレーキ装備付き刈払機の安全性評価試験方法の確立

担当部署：農機研・安全検査部・安全評価グループ

協力分担：なし

予算区分：基礎・基盤

研究期間：完 2021 年度（令和 3 年度）

## 1. 目的

安全性の高い刈払機の普及拡大のための評価基準に関する研究（2018～2020 年度）において、スロットルレバー解放時または転倒時等衝撃検知時にブレーキが作動する機能を評価可能な試験装置を整備した。一方、キックバック発生時にブレーキが作動する刈払機については、刈刃への負荷を実作業時の動きに近い回動方式で与え、負荷の増減をプレートへの切込深さの調節により行う試験装置（回動型キックバック発生装置）の製作を行った（図 1）が、具体的な評価試験方法の策定には至っていない。

そこで、本研究では回動型キックバック発生装置による試験を種々の条件で行い、負荷となるプレートの材質や切込深さ等の試験条件を定めるとともに、評価試験のより効率的な実施を目的として試験装置の改良を進め、ブレーキ付き刈払機の安全性評価試験方法を確立する。

## 2. 方法

- 1) プレート接触直前の刃先部回動速度が刈払機の刈刃衝撃試験と同じ 1.0m/s 程度以上（2019 年度決定）となるよう、回動中心から近い位置（170mm 程度）で電動シリンダ（最高速度 0.6m/s）によって主かんを押し出す（動作速度はデータ設定器を用いた事前調整が必要）方式とした。また、1 枚のプレートで複数回の試験を省力的かつ効率的に実施できるよう、プレートを固定した電動スライダ（ストローク 150mm）の高さを事前にデータ設定器によって 8 段階（12mm 間隔）設定して用いた。
- 2) 回動型キックバック発生装置を用いて、負荷となるプレートの材質や切込深さ等を変えて刈刃停止所要時間等を測定し（表、各試験区で n=5）、キックバック再現性の比較を行ったうえで評価試験に適する条件を定めた。プレートの材質については、2020 年度まで用いた t=8mm の PET 及びアクリル製プレートでは、切込深さを最大設定にしても十分な負荷を安定して与えられなかったため、今年度は t=15mm のアクリル製プレートを供試材料として追加した（同程度の厚みの PET は入手困難であった）。さらに参考のため、チェンソーのキックバック試験（ISO 9518）で採用されている中密度繊維板（MDF、t=12mm）も追加し、供試材料となり得るかについて確認した。プレートへの切込設定深さについては、図 2 上のように刈刃がプレートに軽く接触している状態を 0mm とし、リニアガイド（図 1、図 3）によってミリ単位で調節する方式とした（4～14mm、PET のみ 4～12mm）。
- 3) ブレーキ付き刈払機の安全性評価試験方法を作成した。

## 3. 結果の概要

- 1) 刃先部回動速度は  $1.14 \pm 0.11$  m/s（n=85）とやや速かったが安定していた。また、プレートを上下反転することにより 1 枚で 16 回の試験が連続して効率的に実行可能となった（図 3）。
- 2) プレートの硬さによってやや刈刃が押し戻されるため、14mm 設定におけるプレートへの実際の切込深さは MDF で実測 11～12mm、アクリルプレートで同 6mm 程度であった。MDF では十分な負荷を与えることができず不適、PET では厚みに制限があるため安定的に負荷を与える材料としてはやや不足と判断された。アクリルプレートは 14mm 設定で 8 割の確率で刈刃停止に至る十分な負荷を発生させることができた（図 4）ため、同材料及び同切込設定深さが試験条件として最も有望と考えられたが、より確実な評価試験を実行するためには試験条件についてさらなる検討が必要と認められた。
- 3) 「動力刈取機(刈払型)の刈刃ブレーキ性能確認試験方法及び基準(案)」は取りまとめ中である。以上、ブレーキ付き刈払機の安全性評価試験方法を確立した。「動力刈取機(刈払型)の刈刃ブレーキ性能確認試験方法及び基準(案)」は取りまとめ中である。

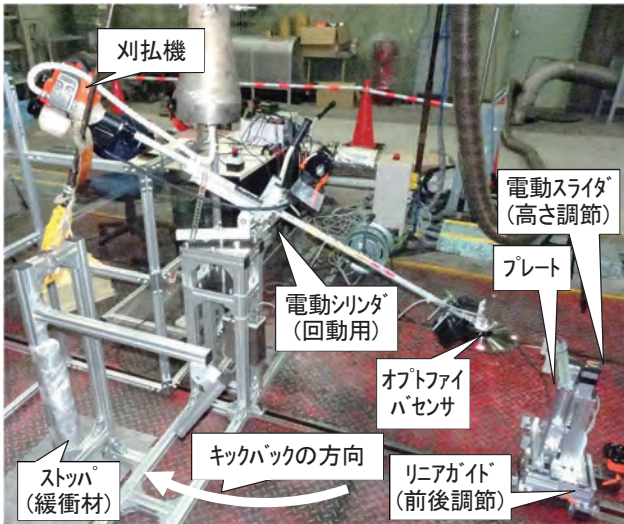


図1 回転型キックバック発生装置  
(2020年度製作、2021年度改良)

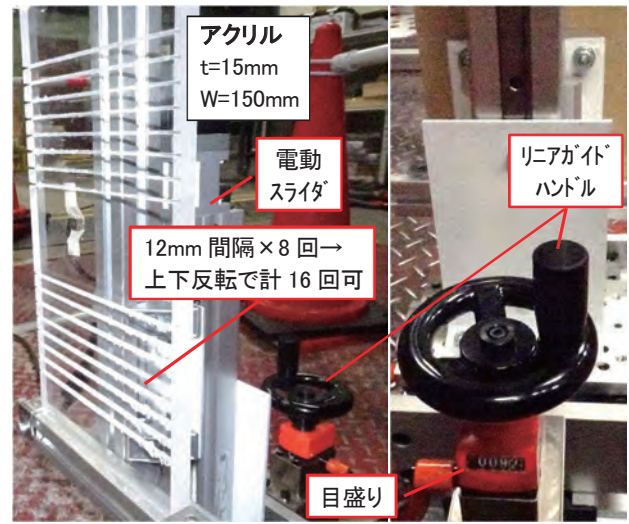
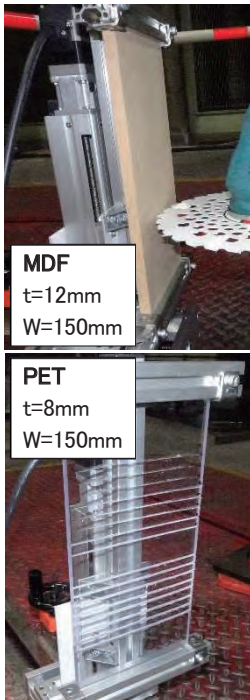


図3 プレート高さ及び切込量の設定方法



※他にアクリルプレート (t=15mm) →図3

図2 供試プレート

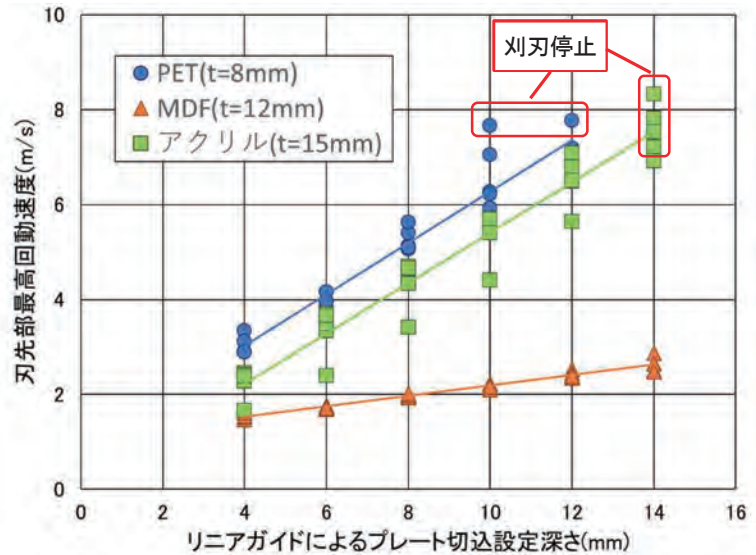


図4 切込設定深さと回転速度 (各深さ設定で5反復、供試機:E社)

表 刈刃停止所要時間測定結果 (図4の赤い囲み)

プレート	刈刃回転速度(rpm)	刃先部最高回転速度(m/s)	刈刃停止時間(s)
PET	6013	7.66	1.7
	6026	7.77	1.7
アクリル	6028	8.32	1.4
	6025	7.22	1.6
	6029	7.82	1.3
	6027	7.53	1.3

1.5

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 一般性能試験や実用性比較テスト等における刈刃ブレーキ性能確認試験に活用する。
- 2) 安全のためプレート切込量は確認試験前に徐々に深くして試したうえで決定する必要がある。

#### 5. 残された問題とその対応

「動力刈取機(刈払型)の刈刃ブレーキ性能確認試験方法及び基準(案)」を取りまとめたうえで、試験方法としての妥当性の検討を行い、必要に応じて改善を図る。





### 3. 知能化農機研究領域

課題分類：7（9）

課題 ID：20901-1-02

研究課題：牛の飼養衛生オントロジーの語彙の収集、設計事業

担当部署：農機研・知能化農機研究領域・国際標準・土地利用型作業グループ

協力分担：広島大、国立情報学研究所

予算区分：受託（JRA）

研究期間：完 2019～2021 年度（令和元～3 年度）

## 1. 目的

データを連携し利用するためには、お互いのシステムでデータの読み書きや交換ができることに加えて、データの意味情報の基準となる共通語彙が必要となる。本課題では、各種センサや農業機械の導入が進む酪農・肉牛経営について、飼養衛生管理での利用を想定し、共通語彙となるオントロジー、及び関連サービスを開発する。これによって、データ駆動型農業において不可欠である、データ連携が可能な環境整備に貢献する。

## 2. 方法

牛の飼養衛生データ連携を支援するため、ウシ用飼料オントロジー、ウシ用飼料成分オントロジー、家畜疾病オントロジーを構築するとともに、農作業基本オントロジー（2016 年度研究成果情報）、農作物語彙体系（2018 年度普及成果情報）に用語を追加し拡張した。オントロジーは、構築目標の設定、語彙収集、語彙整理の基準決定、オントロジー構築、専門家による精査とアンケート結果に基づく改修の手順で構築した。また、これら共通語彙を利用したサービス開発も併行して行った。

## 3. 結果の概要

- 1) ウシ用飼料オントロジー、ウシ用飼料成分オントロジーは飼料設計時のデータ参照の効率化を、家畜疾病オントロジーは家畜疾病発生数の解析効率化を目標に設定し、関連語彙を収集した。共通語彙の特徴は、①内閣府が優先利用を推奨する用語（ガイドライン）を含むこと、②各用語に英名、別名、関連リンクを登録すること、③各用語は固有の URI を持ち外部から関連情報を参照可能なこと、④専門家の意見を反映し構築したこと、⑤共通農業語彙サイト (<http://www.cavoc.org/>) において、データを機械可読で再利用可能なフォーマット（csv、RDF、Excel フォーマット）でダウンロードして閲覧することが可能なことである（表）。ウシ用飼料オントロジーは、原材料、利用部位、加工調製法で飼料を定義し、代表的な飼料成分表の飼料項目名についてオントロジーと対応させることで意味を明確にした。ウシ用飼料成分オントロジー、家畜疾病オントロジーは用語の厳密な定義はせず、関連情報を整理したリストとした。
- 2) 農作業基本オントロジーには畜産作業名、農作物語彙体系には飼料の原料作物名を追加し拡張した。
- 3) オントロジー収録語彙の表記・量、公開ページの利便性、活用場面について学識経験者、普及担当者にアンケートを実施し、その結果に基づきオントロジーを改修した。提案された活用場面は、飼料原料流通時のデータ処理の効率化、新人教育（学生や普及指導員）や飼料設計時の参考資料としての利用、疾病障害発生データの解析効率化である。
- 4) 共通語彙の活用場面を提案するため、牛の飼養衛生情報（用語の説明、写真、飼料成分値など）を共通語彙に基づき体系的に整理し、統合的にデータを探索できる「ウシ用飼料原料・疾病情報検索システム（MOW ペディア）」を公開した（図、<http://www.cavoc.org/mowpedia/>）。

共通語彙は、農林水産省が実施する農業経営統計調査によるデータクリーニング（別名を標準名に変換等）、「農薬登録情報システム <https://pesticide.maff.go.jp/>」での検索効率化にも利用されている。

以上、本課題はデータ連携を支援する共通語彙の構築、およびその利用を促進することで語彙の標準化に貢献した。

表 開発、拡張した共通語彙の概要

名称	内容	外部リンク	想定される利用場面
ウシ用飼料オントロジー <a href="http://www.cavoc.org/cfo/ns/2/">http://www.cavoc.org/cfo/ns/2/</a> 総称飼料名 641 語・飼料名 1,274 語 (2022. 2)	代表的飼料成分表の飼料名を収集。原材料、利用部位、加工調製法で飼料を定義。英名等登録。URI 付与。	農作物語彙体系、Feedipedia (国際的飼料事典)	飼料設計時の参考資料、飼料流通場面でのデータ処理の効率化、新人教育
ウシ用飼料成分オントロジー <a href="http://www.cavoc.org/ccoc/ns/1/">http://www.cavoc.org/ccoc/ns/1/</a> 100 語 (2021. 11)	牛の飼養管理において確認すべき飼料成分名 (アミノ酸等)、飼料評価指標名 (蛋白質分解性等) 収集。英名等登録。URI 付与。	Wikipedia、ChEBI (化学物質オントロジー、化学式・定義含む)	飼料設計時の参考資料、新人教育
家畜疾病オントロジー <a href="http://www.cavoc.org/ldo/ns/1/">http://www.cavoc.org/ldo/ns/1/</a> 1,023 語 (2022. 1)	家畜共済事業で利用される疾病障害名を収集。英名等登録。URI 付与。	家畜の監視伝染病情報	家畜共済申請登録フォームに利用、疾病障害発生解析の効率化
農作業基本オントロジー(拡張) <a href="http://www.cavoc.org/aao/ns/4/">http://www.cavoc.org/aao/ns/4/</a> 567 語 (2021. 8)	農業経営統計調査対象の畜産作業名収集。農作業を目的・行為・対象等で定義。英名等登録。URI 付与。	農業技術事典、Wikipedia	農業経営統計調査のデータクリーニング、作業効率の解析
農作物語彙体系(拡張) <a href="http://www.cavoc.org/cvo/ns/3/">http://www.cavoc.org/cvo/ns/3/</a> 1,388 語 (2021. 11)	飼料の原料作物名を収集。作物名、別名、英名、学名等登録。URI 付与。	NCBI Taxonomy, Wikipedia, ACROVOC 等	農薬情報検索の効率化



図 MOW ペディアの概要

4. 成果の活用面と留意点

飼料原料流通場面でのデータ処理の効率化、新人教育（学生や普及指導員）や飼料設計時の参考資料としての利用、疾病障害発生データの解析効率化への活用が考えられる。

5. 残された問題とその対応

不十分であった MOW ペディアのデータ収集を継続するため外部資金に応募している。

---

課題分類：14（4）

課題 I D：20901-2-02

研究課題：大規模生産法人における各種作業、生育、環境、エネルギーデータ等の効率的収集手法の確立、情報管理及びオープンプラットフォームデータベースの構築

担当部署：農機研・知能化農機研究領域・施設園芸生産システムグループ

協力分担：ロボ研、野花研、宮城農園研

予算区分：受託（技会 AI プロ）

研究期間：完 2017～2021 年度（平成 29～令和 3 年度）

---

## 1. 目的

施設園芸における栽培・労務管理の効率化に向け、人工知能技術を活用できるようにするための基盤技術として、施設園芸のためのオープンプラットフォーム（OPF）の構築が求められる。オープンプラットフォームでは、農業データ連携基盤（WAGRI）との連携を視野に、現場で取得される様々なデータの連携・共有・利用が簡単に行えるよう、フレームワークの開発・実装が求められる。そこで本研究では、上記の実現に向けた施設園芸用オープンプラットフォームとして、「栽培労務管理 OPF」を構築する。また、大規模施設（次世代施設園芸拠点）の環境・作物・作業データを収集・解析し、さまざまな現場データに対応可能な標準化データ体系を策定するとともに、構築システムの効率的な利活用を実現する支援アプリケーションを開発する。

## 2. 方法

- 1) 宮城県内のトマト大規模施設法人で取得されている環境・作物・作業データを収集・解析し、施設園芸のさまざまな現場で取得される形式・定義・項目などが異なる各種データを、統一的に取り扱うことができる標準的なデータ体系を定義する。
- 2) 定義した標準データ体系に基づき、各種データをクラウドデータベース上で効率的にやりとりできるプラットフォームを構築し、これに必要な API 群の設計・開発を行う。
- 3) 開発する栽培労務管理 OPF の効率的な利活用を実現するため、データ入出力を支援するツールや、API を利用したサービスアプリケーションの開発を行う。

## 3. 結果の概要

- 1) 大規模施設での各種データを整理し、さまざまな生産現場で取得されるデータを包括的に取り扱える標準データ体系を策定した（図 1）。標準データ体系では、日々蓄積されるデータとして、環境情報、作物情報、農作業情報、収穫物情報および汎用情報の 5 つに大別して整理するとともに、これらの詳細を説明するメタデータとして、各生産現場固有の基本情報と多くの生産現場で共通の基本項目を定義した。
- 2) 標準データ体系のフレームワークに基づき、クラウド上（AWS）にデータベース、データをやり取りするための API 群、これらを利用してサービスを提供する Web アプリケーションサービス、利用者への情報提供を行うポータルサイトなどを用意した、WAGRI 準拠の栽培労務管理 OPF を構築した（図 2）。
- 3) 開発した API を利用し、労務管理・栽培技術を効率化する共通サービスとして、作業量計算サービスアプリケーションと収量予測サービスアプリケーションを作成した（図 3）。また標準データ体系に基づいたエクセルによるオフラインデータ入力シートと、これを栽培労務管理 OPF 上のデータベースと連携させる支援アプリケーションの開発も行った（図 4）。

以上、施設園芸で取得される多様なデータをまとめて取り扱うための標準データ体系の策定と、これに基づいた栽培労務管理 OPF の構築、および支援アプリケーションの開発を行った。

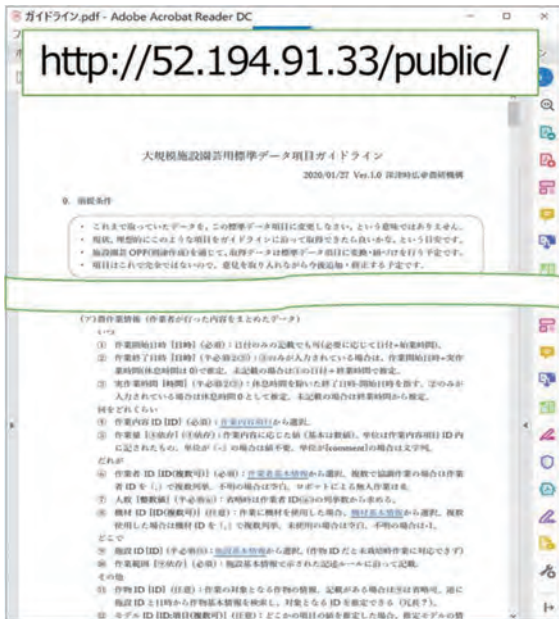


図1 標準データ体系のガイドライン

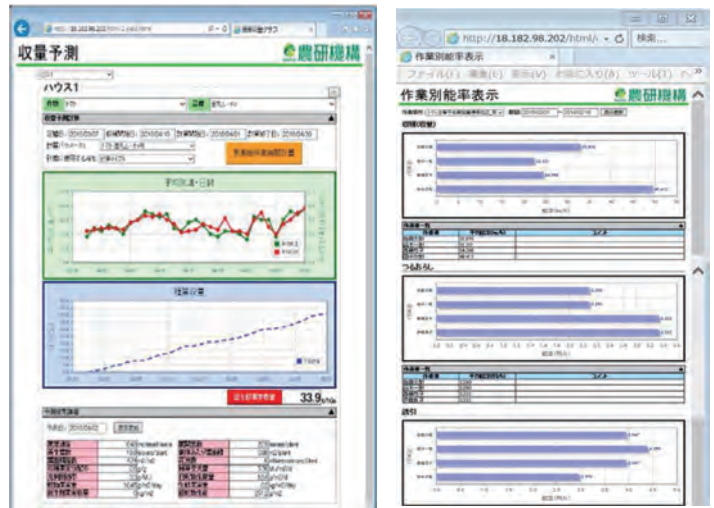


図3 開発したサービスアプリケーション

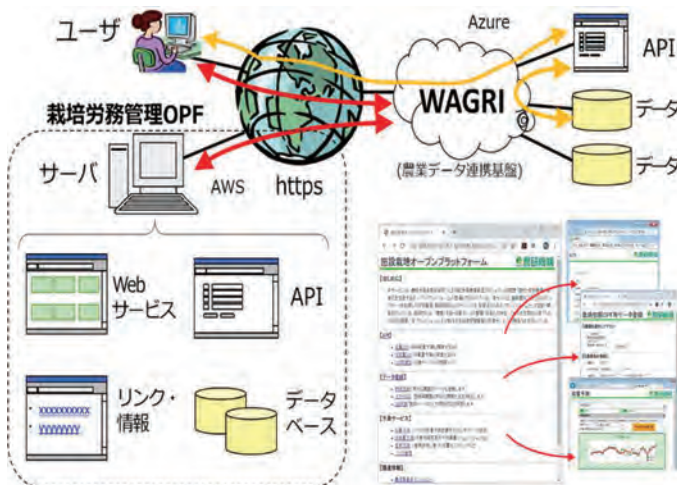


図2 栽培労務管理 OPF

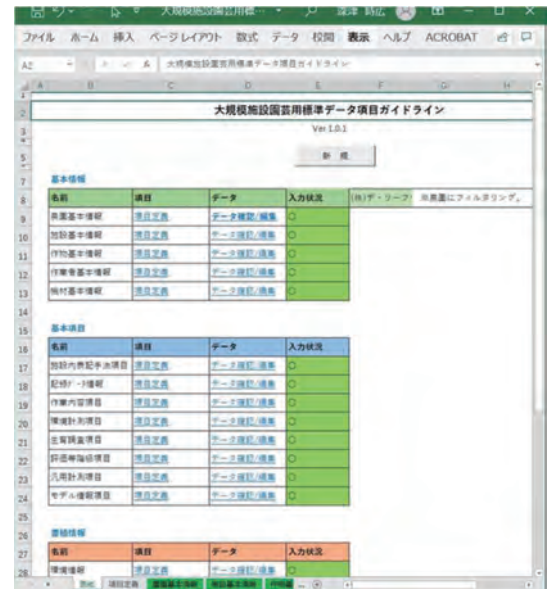


図4 データ入出力支援アプリケーション

#### 4. 成果の活用面と留意点

本研究で提案した標準データ体系ガイドラインは、図1の中に示されたURLにて公開されている。また本研究の成果については、2022年度の農業情報学会年次大会などで発表予定であり、あわせて論文を投稿する予定である。

#### 5. 残された問題と其の対応

栽培労務管理OPFで開発されたAPIやアプリケーションなどについて、WAGRIへの実装を目指す。また策定した標準データ体系ガイドラインについても、ユースケースを整理しながら必要な項目を整理・拡充し、更新を行っていく予定である。

課題分類：12（4）

課題 I D：20901-2-03

研究課題：着果・着花状況モニタリングシステムの開発

担当部署：農機研・知能化農機研究領域・施設園芸生産システムグループ

協力分担：ロボ研

予算区分：受託（技会 AI プロ）

研究期間：完 2017～2021 年度（平成 29～令和 3 年度）

## 1. 目的

近年、大規模化する施設園芸において、栽培面積が概ね 1 ha 以上の経営体では、数十名～百名規模での雇用による組織的な運営がなされている。人件費が生産コストの約 3 割を占める中、果菜類の施設栽培では収穫作業の労働時間が長く、収穫の作業計画における効率化が求められている。栽培・労務管理を効率化するには対象となる作物の生育状態も詳細に把握する必要がある。そこで本研究では、効率的な栽培管理モデル策定に貢献するために、着果・着花状態などの栽培施設内における生育情報の時空間的な取得を目的として、作業レール間畝移りを自動化する自律走行台車と、自律走行台車に搭載する着果・着花モニタリングシステムを開発する。

## 2. 方法

- 1) 自律走行台車は、作業用レール手前に専用の短い誘導レールを敷設し、そのレールに沿って横移動する方式を考案し開発した。本台車は、着果モニタリングシステムとの通信によってシステムの動作状況を把握し、搭載している近接センサによって自己位置を把握する。（2017～2019 年度）
- 2) 着果モニタリングシステムは「自動走行台車」と「着果モニタリング装置」により構成される。着果モニタリング装置は、トマトやパプリカ等の果菜類を対象作物として、光量差を利用した撮像機構を開発し、撮影時に計測対象となる手前の植物体のみ明瞭に写る画像を収集することが可能な技術を開発した。また、果実の自動検出には、深層学習を用いた物体検出技術 (Mask R-CNN) を採用した。（2017～2019 年度）
- 3) トマト及びパプリカの生産法人において実証試験を実施し、試験を通じて明らかとなった課題について装置の改良を行い、数か月間の運用試験を実施して検出果実数と収穫量及び収穫作業時間との関係を調査した。（2020～2021 年度）

## 3. 結果の概要

- 1) 開発した自律走行台車（畝移り自動化装置、図 1a）は、着果モニタリングシステムの作業レール間畝移りの自動化を可能にし、本システムが栽培施設全体を巡回可能であることを実証試験により確認した。
- 2) 開発した着果モニタリングシステム（図 1b、c）は、トマトを対象とした実証試験において、低段栽培条件で 188 果のうち 178 果 (95.2%) を検出し、長期多段栽培試験で 1,089 果のうち 1,022 果 (93.8%) を検出するなど、独自の撮影手法（図 2）により高精度な果実検出が可能であった。また、検出された果実画像に含まれるピクセルごとの色情報から果実の成熟度を評価・分類し、撮影列（エリア）の収穫可能な果実数を推定する機能を付与した（図 3）。
- 3) トマト生産法人における実証試験では、農研機構の植物工場で教師データを収集し構築した果実検出モデルを用いても、生産法人のトマトに対して高い検出精度を示し、汎用的な果実検出が可能であることが示唆された（表）。パプリカ用着果モニタリング装置の写真を図 4（左）に示す。GUI 機能等システムの改良による操作性の改善により、計測及び計測データのオンラインストレージへのアップロードまで、現地生産法人の職員自身で全て実施、運用することが可能となった。パプリカ生産温室での運用試験において、任意の栽培列で検出された収穫可能果実数と翌週の同栽培列の収穫量との間に強い相関が認められた（図 4 右、決定係数 0.91）。また同様に、任意の栽培列で検出された収穫可能果実数と翌週の対象栽培エリア（0.6ha）の総収穫作業時間（データ欠損による補正あり）との間にも強い相関が認められた（決定係数 0.93）。

以上、作業レール間畝移りを自動化する自律走行台車と、自律走行台車に搭載する着果モニタリングシステムを開発し、実証・運用試験を通じて、システムの性能評価を行った。

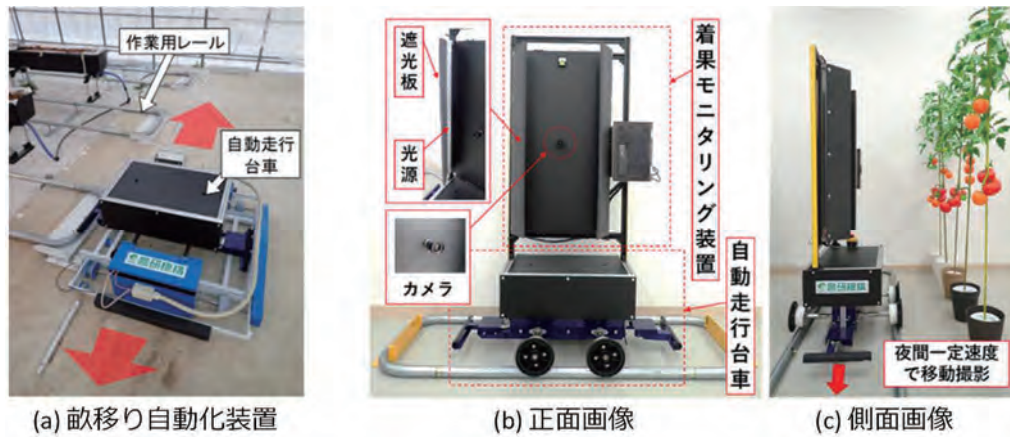


図1 開発した畝移り自動化装置 (a) とトマト用着果モニタリングシステム (b, c)

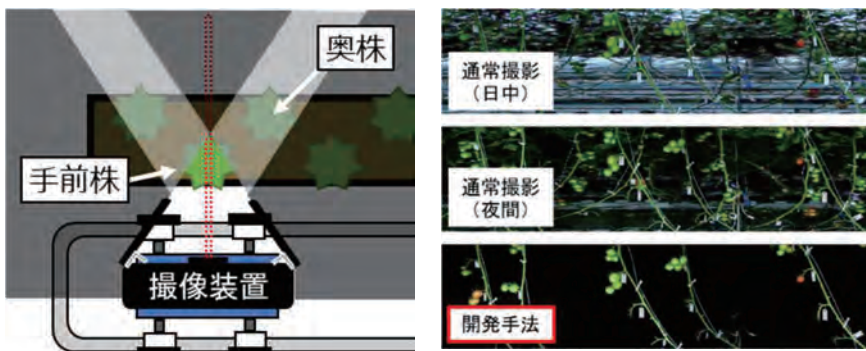


図2 光量差を利用した撮像手法による取得画像の例

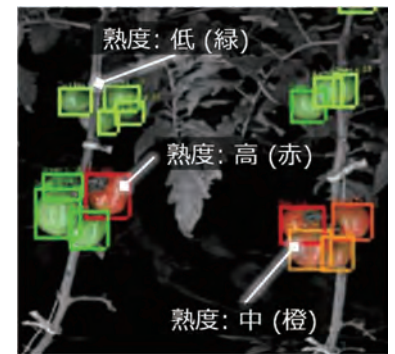


図3 熟度判定結果例

表 農研機構植物工場で学習した果実検出モデルの現地適用性 (学習・テストデータセットの組み合わせを変えたときの果実検出精度  $AP_{IoU@.5}$  (%))

	テスト画像		
	植物工場 (62枚, 643果)	生産法人 (62枚, 650果)	
学習・ 検証画像	植物工場 (452枚, 4961果)	92.3	97.2
	生産法人 (452枚, 4149果)	73.5	96.0

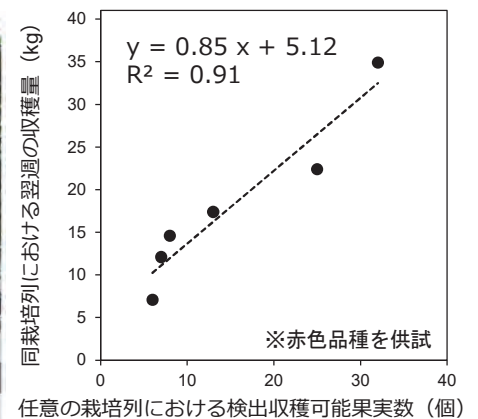


図4 パプリカ用装置 (左) 及び検出収穫可能果実数と翌週の収穫量との関係 (右)

注) 試験は(株)タカヒコアグリビジネス 愛彩ファーム九重にて実施した

#### 4. 成果の活用面と留意点

プレスリリース予定。農食工学会 (2022. 9) 等で発表予定。『農業食料工学会誌』に投稿予定。特許出願中。

#### 5. 残された問題とその対応

品種間の果実検出精度の差異の原因を解明する。また、解析する果実の着色度の範囲を広げ、収穫量や作業時間の予測適応期間の拡大を図る。さらに、システムの再改良によるパプリカ用着果モニタリング装置の計測列数の増加や、限られた計測列の着果数から栽培エリア全体の着果数又は収穫量を高精度に推定する手法の開発を目指す。

課題分類：12 (4)

課題 ID：20901-2-06

研究課題：施設園芸の多収と低環境負荷を両立する環境均一化プラットフォームの構築

担当部署：農機研・知能化農機研究領域・施設園芸生産システムグループ

協力分担：ロボ研、野花研

予算区分：理事長裁量経費（横串プロ）

研究期間：完 2021 年度（令和 3 年度）

## 1. 目的

施設園芸では収量アップと CO<sub>2</sub> 排出量ゼロを同時に達成する技術開発が求められている。このような課題に対して、高精度生育シミュレータ、環境・生育センシングシステム、AI 等を適用し、施設内の環境均一化を目指した施設園芸の精密環境制御技術を開発する。開発した技術は共通プラットフォームとして集積・構築し、農研機構内外への幅広い展開を目指している。農機研での分担課題では画像データにより果実の収穫日を検出するウェアラブル生育センシングシステムを開発し施設内の環境のばらつきを明らかにする。

## 2. 方法

- 1) 3D プリンタを用いて、小型カメラ GoPro を腰に装着可能な器具を試作した（図 1）。これを用いて温室内で徒歩で通路を歩きながら着果したトマト株の撮影を行った。
- 2) AR マーカー（Aruco マーカー）を大判プリンタを用いて帯状に配列して出力し、これを栽培ベッドの側面に取り付けて位置を認識できるようにした。画像処理用のソフトウェアは Python で開発を行った。
- 3) 撮影したトマト果実に AI を適用して認識率を調査した。AI は Mask R-CNN 法に基づき、COCO dataset をベースに 500 枚の果実画像で追加学習を行いモデルを作成した。

## 3. 結果の概要

- 1) AR マーカー（縦横 5 cm サイズ）を横に配列して 1 m 単位で印刷し、これを連結して 50 m をカバー可能なマーカー列を作成した。マーカーには 0 から 1000 までの数値を順に格納した。これを栽培ベッドの側面に取り付け、腰に装着した GoPro でマーカーを含めてトマト株を撮影して撮影位置を認識するシステムとした（図 2）。温室内での撮影テストを 11 月に入ってから 20 回行った。高さ方向に約 70 cm の視野が確保できることを確認した。
- 2) マーカー認識アルゴリズムは、以下の手順で動作するものとした。(1) 動画を静止画に分解、(2) 総当りでマーカーを認識しやすい閾値を算出、(3) 閾値で 2 値化、(4) マーカーを認識、(5a) もし画像中央付近のマーカーが認識できればその ID を現在位置とする、(5b) もし、中央のマーカーが認識できない場合、いずれか 2 つのマーカーが認識できていればその間を線形補間して中央の ID を推定する。これらのソフトウェアで撮影データを処理し、マーカーの検出ができることを確認した。
- 3) 撮影データを用いて順光、逆光、曇りの条件で果実を認識させた結果を表 1 に示す。順光での正解率は 60% 程度となったが、逆光では 30~58% と認識が不安定であった。逆光条件で認識率が高かったデータでは同条件で撮影した画像を AI の学習に用いており、学習による認識率向上の余地があることが分かった。また、着色状態が異なる果実を認識した際の再現率を表 2 に示す。緑色の果実よりも着色の始まった果実のほうが 15% 程度再現率は上がるが、完熟するとまた再現率は低下する。緑色の果実が認識しにくい理由は、葉かきが行われていない部分に多く分布し、見えにくく葉と誤認されやすいことが原因である可能性がある。完熟果実が認識しにくい理由はトマトでは多くの場合、完熟する前に収穫が行われるため学習用の画像を確保しにくいという事情があり、完熟果実の学習が不足していた可能性がある。

以上、ウェアラブルカメラによってトマト果実を計数し、局所的な収量のばらつきを予測する基礎実験を行った。





図1 GoPro 装着具



図2 設置したマーカー



図3 AIによる認識例

表1 AI を用いたトマト果実認識率

	順光1	順光2 <sup>※1</sup>	逆光1	逆光2 <sup>※1</sup>
供試画像数	50	51	47	44
画像内果実総数	223	180	351	116
正解率 <sup>※2</sup>	0.61	0.61	0.3	0.58
適合率 <sup>※3</sup>	0.92	0.87	0.99	0.91
再現率 <sup>※4</sup>	0.64	0.68	0.3	0.61

注：※1 はこれと同じ条件で撮影した画像を学習に使用したことを示す

表2 AI を用いた着色状態別のトマト果実認識時の再現率

	緑果実	着色果実	完熟果実
供試果実数	898	151	154
再現率 <sup>※4</sup>	0.71	0.85	0.77

注：表1と使用したデータが異なるため結果は一致しない

※2 正解率：真の果実数+非果実の対象物数に対する正解数の割合（全検出対象物数に対する正解数の評価値）

※3 適合率：誤認を含む検出した果実数に対する正しく検出した果実数の割合（AI が果実と見なした物を正しく判定したかどうかの評価値）

※4 再現率：真の果実数に対する正しく検出した果実数の割合（AI が果実を見逃さずに検出できる割合の評価値）

#### 4. 成果の活用面と留意点

今後、精度が改善できた場合は論文化などを行う。

#### 5. 残された問題とその対応

実用的に利用するには果実の認識率が不十分である。解決策としては、(a) 撮影条件ごとに最適化されたモデルを作成し、特に逆光時の認識率を改善する、(b) 着色果実の認識に限定したシステムとする、(c) 葉かきを行った株に適用する、などの方法が考えられる。



## 4. 無人化農作業研究領域

課題分類：8 (9)

課題 ID：20902-1-02

研究課題：カウシグナルのスコア化・判定システムの開発

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、革新的作業機構開発グループ、  
機械化連携推進部・機械化連携推進室

協力分担：道総研酪試、NOSAI 岡山、徳島農総セ、(株)リメディア、畜産研、JATAFF

予算区分：クラスタ

研究期間：完 2019～2021 年度 (令和元～3 年度)

## 1. 目的

高泌乳牛の長命連産のためには、分娩前後の適切な飼養管理が重要である。しかし、飼養頭数の増加に伴い、周産期疾病や発情の徴候を見逃すことによる経営的損失が課題となっている。健康状態を判断する指標として、牛体各部の状態変化をカウシグナルとして目視によりスコア化する方法があるが、知識と経験が必要で、専門家間でもスコアに差が生じる。そこで、スマートグラス等を利用してカウシグナルスコアを自動判定するシステムを開発する。

## 2. 方法

- 1) タブレット端末と開発した Web ベースのデータ収集アプリを使用し、ボディコンディションスコア (牛の肉付きの程度、以下、BCS)、ルーメンフィルスコア (採食程度、以下、RFS)、飛節スコア (関節の腫れの程度)、衛生スコア (汚れの程度) の 4 つのカウシグナルを表 1 の項目・条件で畜産の専門家が計 10,000 セット以上収集し、専門家スコアとして自動判定に使用する教師データセットとした。教師データ収集に当たり、撮影条件を検討した (2019～2021 年度)
- 2) BCS は、後方画像から、肉付きにより変化する腰角形状を捉える 2 本の接線がなす角度を用いた推定手法を、RFS は、左斜め後方画像では左臍部 (腰骨の前方) の膨らみ程度の確認が困難であったため、採食程度は後方から判定するルーメンサイズスコア (以下、RSS) を基に、後方画像を画像処理し、特徴量で推定する手法を、飛節・衛生スコアは、専門家スコアに紐づいた教師画像を基にディープラーニングによって推定する手法をそれぞれ用い、自動判定精度を検証した。なお、BCS の自動判定成功率 (左右腰角ともに画像処理に成功した割合) は 30 %程度と画像処理方法に課題があり、検証は、処理・推定された画像を目視で確認し、自動判定に成功したものを抽出して行った。(2019～2021 年度)
- 3) 開発システム搭載のスマートグラスを供試し、カウシグナル自動判定機能の検証を行った。(2021 年度)
- 4) 開発システム搭載の携帯端末を供試し、各機関にて機能検証を行った。(2021 年度)

## 3. 結果の概要

- 1) 撮影時の最適距離は後方左斜め  $1.6 \pm 0.2$  m、後方  $1.5 \pm 0.3$  m が適当であった。
- 2) 各カウシグナル自動判定精度を表 2 に示す。BCS は、専門家スコアと推定スコアの差の平均絶対誤差は 0.15 となり、人が判定する際に生じると言われる誤差 0.25 未満に収まった。また、同一個体における BCS の時系列データでは、専門家スコアと推定スコアの傾向がほぼ一致し、分娩後 50 日以降の BCS 回復傾向も捉えられていることから、繁殖管理の最適化に資する技術としての可能性が示唆された (図 1)。RSS は、専門家スコアとの平均絶対誤差が 0.19 となり、BCS 同様の精度を確認した。周産期管理に使用するためには、データ数を増やし、同個体における時系列でのスコア追従性の確認が必要である。飛節スコア、衛生スコアは、専門家スコアとの誤差が大きく、推定手法や教師データ画像の取得方法を含め、抜本的に見直す必要があった。BCS、RSS については、自動判定成功率の向上が課題であった。
- 3) スマートグラスの自動判定機能は動作したが (図 2)、操作が不確実で、操作ボタンサイズの拡大やレイアウトの最適化、音声入力機能の利用など、実際の牛舎での使用を想定した改善を行った。
- 4) 開発システム (図 3) を約 1 か月間使用し、1 頭の牛の ID 登録からスコア判定結果表示・記録までに要する作業時間の短縮化や、データ記録の不確実さ、作業中のフリーズ発生など、システム全体の安定化に関する要望が挙がった。実用に当たっては、これらの問題点を整理し、データ処理方法・システム全体構成の改善を図る必要があると考えられた。

以上、携帯端末およびスマートグラスを用いてカウシグナルを画像から自動推定するシステムを開発した。

表 1 教師データ収集項目および条件

記録情報	記録条件・判定方法	判定値	その他 記録情報	内容	撮影条件
2次元画像	後方および左斜め45度		記録者情報	氏名	撮影距離 牛後方1~2mで、後方画像には牛の足元まで入ること
BCS	撮影時・UV法*	1.00~5.00 (0.25刻み)	牛舎情報	飼養形態	
RFS	撮影時	1.00~5.00 (0.25刻み)	牛ID	個体識別番号	撮影高さ 体高以上、かつ背景に頭や背骨が写らないこと。
飛節スコア	撮影時	1.00~5.00 (1.00刻み)	産次情報	産次数	
衛生スコア	撮影時	1.00~5.00 (1.00刻み)	分娩前後日数	分娩日起点の日数	左右角度 可能な限り真後
※腰角・大腿骨の付け根・坐骨を結ぶラインがV字かU字かでBCSを判定する方法					その他 輪郭が背景と同化していない

表 2 カウシグナル判定精度

項目	判定数	推定スコアと 専門家スコアとの 相関決定係数 R <sup>2</sup>	推定スコアと 専門家スコアとの 平均絶対誤差
BCS	276	0.829	0.15
RSS	9	0.773	0.19
飛節スコア	219	0.053	1.39
衛生スコア	275	0.054	1.01

※BCS、RSS はそれぞれ1機関の教師データから、飛節・衛生スコアは機能検証中の全機関の取得データから計算した。

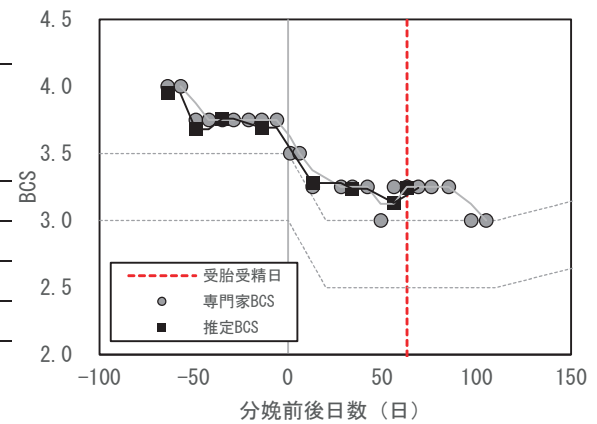


図 1 BCS 推定スコアと専門家スコアの推移の一例



図 2 スマートグラス動作確認時の様子



図 3 カウシグナル自動推定システム (携帯端末)

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 自動推定により、専門的な知識を有しない者であっても専門家並みのBCS判定が可能となる。
- 2) 過肥牛とさせないための泌乳中後期からのBCSコントロール、周産期の栄養状態把握と疾病管理・繁殖管理への適用のためのカウシグナル推移データの収集と飼養管理データとの連携がシステム化できる。

#### 5. 残された問題とその対応

精密飼養管理に活用するためには、自動推定成功率および判定精度の向上、飼養管理支援システムとの連携、自動判定スコアを活用した様々な条件に適応した飼養管理技術開発を併せて行う必要がある。実用化に向けて次年度から新たなコンソーシアムを構成し、外部資金の研究事業に応募中である。

課題分類：2 (1)

課題 ID：20902-1-03

研究課題：高精度散布制御技術の開発

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：(株) I H I アグリテック

予算区分：理事裁量経費、交付金 (NARO プロ 7)

研究期間：完 2019～2021 年度 (令和元～3 年度)

## 1. 目的

近年、作物の高品質化に伴い、ほ場に投入可能な窒素量に上限が設けられるなど、より精密な施肥管理が求められている。また、ドローンや衛星などのリモートセンシング技術が普及し始め、急速に農作業の精密化・高度化が進んでいるが、その技術を最大化するためには作業機側の高精度化が不可欠である。そこで本研究では、計量機能を搭載したスパウト式ブロードキャスト (以下、開発機) を用い、散布作業中の資材残量をリアルタイムに計測するとともに、計測データから作業中に散布量を自動補正することで、作業環境や使用する資材・機械の状態など、作業のたびに变化する諸条件の影響を受けない高精度な散布制御技術を開発する。

## 2. 方法

- 1) 機体フレーム部に搭載したロードセル (図 1) によって取得される実散布量と、作業幅、車速、設定散布量から算出される理論散布量との関係から肥料繰出部のシャッタ開度をフィードバック制御 (以下、制御) する方法を用い、その効果を確認するための試験を実施した。試験は走行に起因する振動等の外乱が発生しない定置状態にて、性状の異なる 3 種類の資材 (表 1) を散布した際の散布総量及び散布流量誤差率を、それぞれ制御有り無しで比較した。開発機は一定量散布したのちに制御が開始されるため、評価区間を投入量の 12.5 % から 87.5 % 散布までとした。(2019 年度)
- 2) 振動等の外乱が発生するほ場散布条件下の制御効果を確認するため、設定散布量 30 kg/10a、車速 6 km/h、流動性指標値 (以下、FR 値) が不明の場合や正しくなかった場合を想定し、適値の 0.8 倍にした条件にて、制御有り無しでそれぞれ 3 反復試験を行い、作業開始から終了までの実散布量と理論散布量の差から算出した散布誤差を比較した。散布開始位置を基準とした場合、制御を行うまでに生じた誤差は初期設定時の FR 値と実際の流量に左右され、制御開始時点での重量誤差は散布終了まで解消されない。そこで、制御有りの試験区では制御開始から作業終了までの散布誤差も併せて比較した。(2020 年度)
- 3) 基肥作業において、設定散布量 51～57 kg/10a、車速 10.0 km/h 及び 12.3 km/h の 2 水準、作業幅 10 m 条件下で散布した際の散布精度を評価した。試験区は定量散布区と前年に取得した生育量 (NDVI 値) を基に作成した施肥マップ (ISO11783 形式) による可変施肥区とした。FR 値は調整区にて散布作業を行った際の自動補正機能によって最適化された値を用いた。

## 3. 結果の概要

- 1) 試験結果を図 2 に示す。制御無しの場合と比較して制御有りの散布総量誤差・散布流量誤差は全ての資材で小さくなり、定置条件下では良好に制御できることを確認した
- 2) 散布試験結果を図 3 に示す。FR 値が適値の 0.8 倍のため、制御しない場合は誤差が散布終了まで大きくなった。一方、制御を行った場合は一定量散布後、流量を最適化するため、散布誤差は制御なしと比較し 77.7% 低減した。また、制御開始時から終了までの散布誤差は 0.3 kg/10a と極めて小さく、ほ場散布条件下においても良好に制御できることを確認した
- 3) 散布試験結果を表 2 に示す。全ての試験区で散布精度が 97～101 % となり、本散布制御技術により高精度に散布できることを確認した。

以上、作業のたびに变化する諸条件の影響を受けない高精度散布制御技術を開発した。



図1 開発機外観

表1 試験供試資材の性状

資材区分	A	B	C
形状	球	球	角
かさ密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.6	0.97	0.58
安息角(°)	32.5	28.5	35.9
流動性指標値(FR値)(g/s)*	444	299	179
平均粒径(mm)	2.7	2.8	1.5
4.00 mm<	3.3	0.3	0.0
2.83~4.00 mm	39.9	37.5	3.3
2.00~2.83 mm	35.3	60.6	9.5
1.00~2.00 mm	20.4	1.2	67.5
0.50~1.00 mm	1.0	0.5	13.4
<0.50 mm	0.0	0.0	6.4

\*肥料を流動測定器に投入し、完全に流下しきるまでの時間を測定し、「投入質量(g)/流下時間(s)」を計算した値

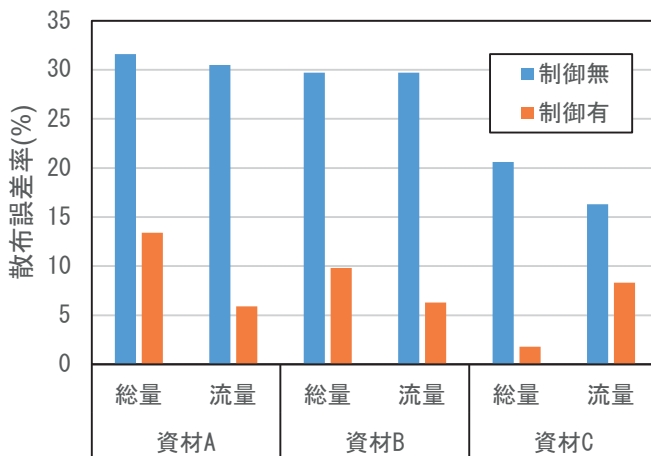


図2 定置散布精度試験結果

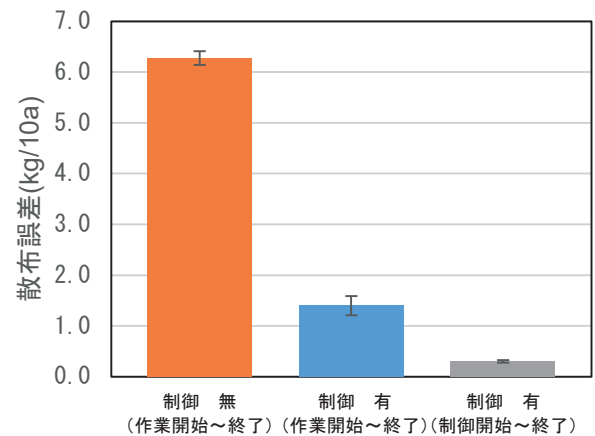


図3 散布精度試験結果 (苦土石灰)

表2 ほ場散布精度試験結果 (化成肥料)

ほ場区分	面積 (a)	施肥方法	設定車速 (km/h)	設定散布幅 (m)	散布量 (理論値 <sup>2)</sup> ) (kg)	散布量 (実測値 <sup>3)</sup> ) (kg)	散布精度 (実測値/理論値) (%)
A	146	定量施肥	10.0	10	777	788	101.4
B	113	可変施肥 <sup>1)</sup>	12.3	10	592	576	97.3
C	108	可変施肥 <sup>1)</sup>	12.3	10	555	544	97.9
D	223	可変施肥 <sup>1)</sup>	12.3	10	1266	1240	98.0
E	100	可変施肥 <sup>1)</sup>	10.0	10	566	557	98.4
F	186	可変施肥 <sup>1)</sup>	10.0	10	1002	986	98.4

1)前年の生育量に基づいたマップベース可変施肥  
2)車速、設定散布幅、設定散布量から算出した値  
3)計量機能から取得した値

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 効率的な施肥作業を実現するとともに、高精度な施肥管理に活用できる。
- 2) 散布幅は使用資材特性によって変化するため、実作業時に確認する必要がある。

#### 5. 残された問題とその対応

ブロードキャストを含めた他の散布機へ本成果を応用する場合、散布および計量に関する機構および制御はそれぞれの機械に依存するため、測定装置取付方法や制御方法をその散布機の作業方法・特性に合わせて検討する必要がある。

課題分類：2（3）

課題ID：20902-1-04

研究課題：キャベツの生育ムラを低減する畝立て局所可変施肥技術の開発

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G

協力分担：鹿児島農総セ、群馬農技セ

予算区分：理事長査定枠

研究期間：完 2019～2021 年度（令和元～3年度）

## 1. 目的

近年急速に農業利用が拡大するドローンを用いキャベツ栽培期間中のデータを収集し、可変施肥量を決定するための指標を作成するとともに、市販化され普及が進む野菜用の高速局所施肥機（以下、高速施肥機）を可変施肥対応にするためのシステムの開発を行う。

## 2. 方法

- 1) 高速施肥機を可変施肥に対応させるための施肥マップ処理システムを開発した（図1）。またISO形式に対応する主要な2社（T社、N社）のソフトウェアにより可変施肥マップを作成し、栽培試験に供試した。（2019～2021年度）
- 2) 群馬農技セ高冷地セ（以下、高冷地セ）内の傾斜ほ場においてキャベツの定量施肥栽培を行いながらドローンを用いてほ場を空撮し、面的な生育ムラを把握した（図2）。また、ほ場内を36区分し土壤分析及び収量の調査を行う事で、土壤の肥沃度とキャベツの生育ムラについての関連性を調査した。（2019～2020年度）
- 3) 高冷地セにおいて、令2年度の空撮により得られた定植後約1カ月のNDVI（正規化植生指数）画像データを基に、地点毎のNDVI値に応じて施肥量を反比例させた施肥マップを作成し、上層可変施肥、下層可変施肥、上下層固定施肥の3水準でキャベツの可変施肥栽培試験を実施した（図3）。収量調査は、ほ場内を36区分に分割し、調製重を計量・評価した。また、孺恋村内農家ほ場（以下、農家ほ場）において、土壤流亡により下層土が露出した赤褐色の区画及びほ場本来の黒色の区画の2区画において、上層肥料及び下層肥料の量を変えて栽培試験を実施した。（2020～2021年度）
- 4) 鹿児島農総セ大隅支場において、施肥量の差を土壤肥沃度の差と見立てた全層施肥による栽培試験を実施し、ドローンによる観測を行った。また、施肥量及び施肥位置に対するキャベツの反応を把握し可変施肥の指標とするための栽培試験を行った。（2020～2021年度）

## 3. 結果の概要

- 1) 施肥マップ処理システムに対し、USBメモリに保存したISO-XML形式の施肥マップを読みこませ、現在のトラクタの位置情報に基づいて高速施肥機に10a当たりの繰出量を指示することができた。これをもって、高冷地セにおいてキャベツの可変施肥量栽培試験に供試した。
- 2) 高冷地セ内傾斜ほ場で実施した定量施肥栽培において、ほ場内を36区分した中で定植後約1カ月のNDVI値の平均は0.68に対し、最大値は0.82、最小値は0.57と、一筆のほ場内でのバラツキが確認できた。また、ここで取得したNDVI値と、土壤分析データを比較したところ塩基飽和度が $R^2$ 値で0.72と相関が認められ（図4）、生育初期のNDVI画像を可変施肥マップの指標に利用することとした。
- 3) 高冷地セでの収穫調査を行った結果、調製重について各調査区画内の平均値を基に変動係数を求めたところ、上下層固定施肥の場合の18.8%に対し、下層可変施肥では17.7%となりバラツキが少なかった。一方で上層可変施肥は21.0%とバラツキが増えた。上層施肥は定植直後から作物に作用するため、施肥量の変動量が過剰だったと考えられた（表）。農家ほ場では、耕うん前に目視で赤土部分に肥料を散布する慣行栽培の変動係数が8.4%に対し、畝立て施肥時に土壤に合わせて施肥量を可変させた場合は8.7%とほぼ同等であった。
- 4) 定期的にドローンによる観測を行った結果、試験区ごとにNDVI値に差が見られるのは定植後約1カ月半程度までであった。以降は外葉が展開することで、品種「おきな」の場合ではNDVI値がほぼ0.8～0.95の範囲に分布した。定植直後において肥料の供給が不足する、二段施肥のうち上層無施肥栽培及び完全な無施肥栽培では、定植直後から生育の遅れが見られ、外葉が展開し終えるまでのNDVI値が0.03～0.08程低く推移したことから、地力の大小を推定するための指標としての有効性が示唆された。

以上、野菜用の高速局所施肥機に可変施肥機能を付与する可変施肥処理システムの開発を行うとともに、施肥マップ作成のための指標の有効性を確認した。





図1 開発した可変施肥システム

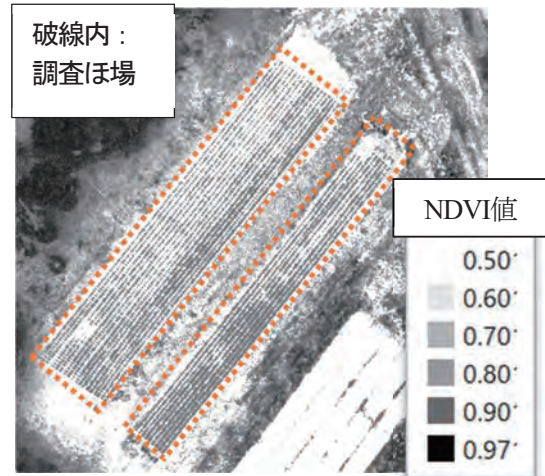


図2 キャベツ定植1か月後のNDVI画像

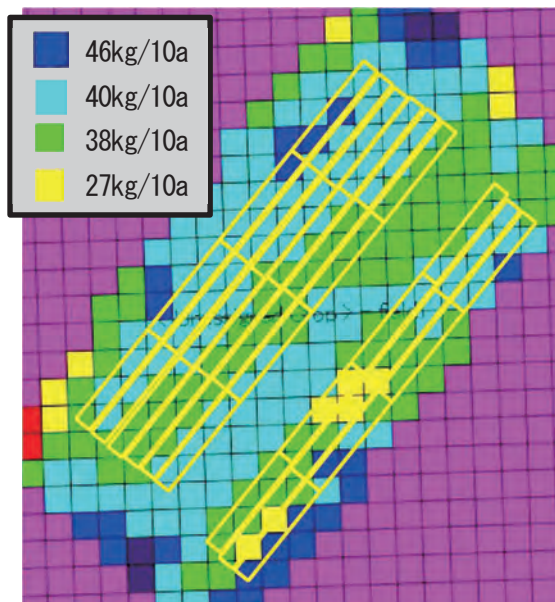


図3 上層可変施肥マップとほ場内調査区画

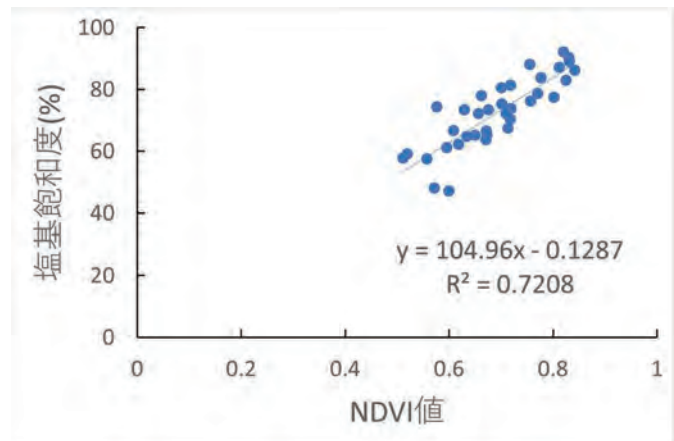


図4 調査区画別NDVI値と塩基飽和度

表 高冷地セ可変施肥栽培試験結果

	上下層固定施肥	上層可変施肥	下層可変施肥
平均調製重 (g)	1497	1519	1586
標準偏差 (g)	289	324	280
変動係数 (%)	19.3	21.3	17.7

#### 4. 成果の活用と留意点

過度に差をつけた施肥量に設定した場合には、逆に生育のバラツキを増幅させることになるため、土壤肥沃度に見合った設定とすることが必要と考えられた。

#### 5. 残された問題とその対応

中日本農研(中課題番号:20601)に技術移転し、栽培や土壤肥料の専門らとともに可変追肥技術への拡大を視野に、都市近郊野菜のジャストインタイム生産向け技術開発を行う。

---

課題分類：5（6）

課題 ID：20902-1-06

研究課題：人追従移動プラットフォームの開発

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：(株)Doog

予算区分：理事裁量経費

研究期間：完 2021 年度（令和 3 年度）

---

## 1. 目的

我が国では、2050 年の農業者人口が 48 万人（2010 年比 80%減）になると見込まれており、労働力の不足は重大な課題である。この課題に対して、小型の電動ロボットの開発が期待されている。小型電動ロボットは、主に施設園芸や果樹園、畜舎などにおける人力による農作業の軽減及び代替手段として、比較的軽負荷の農作業について、作業者と協調して、またはロボットアーム等を装備した複数台で作業を行うことを想定している。本研究では、小型電動ロボットを核とする無人化農業の実現を目指し、農業現場で作業者と協調作業を行う小型電動ロボットの走行部となる移動プラットフォームの開発を行う。昨年度までに試作した移動プラットフォームのほ場での走行制御の改良と、農業現場における協調作業の実証試験を行う。

## 2. 方法

- 1) 令和 2 年度に試作した移動プラットフォーム（図 1）について、走行制御システムの改良を行い、ほ場内での追従走行、旋回性能の向上を図る。
- 2) 移動プラットフォームの 2 号機として(株)Doog と共同開発した農業用追従ロボット（図 2）について、農業現場における実証試験を行う。今年度は果樹生産現場での性能の調査として、走行性など基本性能試験の他に、農業用追従ロボットと作業者との協調作業による梨の収穫作業試験とリンゴの収穫作業試験を行った。

## 3. 結果の概要

- 1) 移動プラットフォーム 1 号機の走行制御システムは、追従走行時の速度を作業者の歩行速度に合わせて最高速度 1.2m/s に調整した。追従性については、1.2m/s の歩行者に追従、旋回できることを確認した。また、動き出し及び停止時の急激な速度変動を 7 段階の S 字速度制御に変更し、スムーズな始動、停止ができるように調整した。
- 2) 農業用追従ロボットによる梨の収穫作業性能を調査した結果を表 1 に示す。試験区 B の追従作業はロボットが作業者を追従して収穫した梨の運搬を行う作業形態であり、作業時間は慣行と比較して約 13%減少した。慣行作業では約 10kg の肩掛けカゴを持って 9 往復するのに対し、追従作業では 2 往復で作業が行え、歩行距離はおよそ 9 割減となった。また、農業用追従ロボットにより約 18 時間の梨収穫作業が可能であると試算された。

リンゴの収穫作業性能を調査した結果を表 2 に示す。試験区 2 の追従による収穫作業は、追従走行でリンゴを集荷場所まで運搬する作業で、試験区 3 の自動運転は、リンゴ樹列から集荷場所までロボットが自動運転で循環することでリンゴを運搬する作業とした。作業能率については慣行（試験区 1）と自動運転で同等で、追従作業では作業能率は 12%程度減少した。また、試験ほ場の栽植本数（66 本/10a）から、投下労働時間を試算した結果、自動運転では 9.3%低減したが、追従作業では 41%増加した。また、リンゴ樹園地における追従走行のリンゴ収穫作業が 34 時間可能で、自動運転によるリンゴ運搬作業が連続 9.5 時間可能と試算された。作業者の歩行距離は試験区 1 の慣行の 1.1km に対して、試験区 2 の追従作業では約 4 割減、試験区 3 の自動運転では約 9 割減となった。

以上、人追従型の移動プラットフォームについて実用レベルの走行・旋回を行える改良を行った。また、人と農業用追従ロボットとの協働によるリンゴ、梨の収穫作業では軽労化の効果を確認した。



図1 移動プラットフォーム



図2 農業用追従ロボット

表1 梨収穫作業の結果（慣行：試験区A、追従：試験区B）

試験区	作業人員 [人]	使用した ロボット [台]	所要時間 [h]	収穫物質量 [kg]	作業能率 [kg/h]	歩行距離 [m]
A	1	0	0.53	87.1	164.5	353
B	1	1	0.46	86.7	188.8	37

表2 リンゴ収穫作業の結果（慣行：試験区1、追従：試験区2、自動：試験区3）

試験区	作業人員 [人]	ロボット 台数 [台]	収穫本数 [本]	所要時間 [h]	収穫物質量 [kg]	作業能率 [本/h]	作業能率 [kg/h]	投下労働時間 [人時/10a]
1	3	0	11	1.63	682.9	0.15	419.3	29.3
2	3	1	8	1.66	612.1	0.21	367.8	41.2
3	3	2	11	1.51	626.5	0.14	413.9	27.2

#### 4. 成果の活用面と留意点

農業用追従ロボットについては、主に果樹生産者からの引き合いが多いが、露地野菜や施設園芸など様々な農作業体系での利活用についても検討が必要である。また、農業用追従ロボットは令和3年9月にマーケティングモデルの販売が開始された。

#### 5. 残された問題とその対応

移動プラットフォームは農業用ロボットの走行部として開発したが、搭載するアタッチメントの開発を行うとともに、人と農業用ロボットの協調作業による効果や有効性について検証する必要がある。

---

課題分類：13（9）

課題 I D：20902-1-07

研究課題：小型電動ロボット用バッテリー仕様の策定

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：なし

予算区分：理事長査定枠

研究期間：完 2021 年度（令和 3 年度）

---

## 1. 目的

我が国では、2050 年の農業者人口が 48 万人（2010 年比 80%減）になると見込まれており、労働力の不足は重大な課題である。この課題に対して、小型の電動ロボットの開発が期待されている。小型電動ロボットは、主に施設園芸や果樹園、畜舎などにおける人力による農作業の軽減及び代替手段として、比較的軽負荷の農作業について、作業者と協働またはロボットアーム等を用い複数台で作業を行うことを想定している。

本研究では、農業現場と農業用小型電動ロボットで想定されるバッテリーと交換・充放電に関する課題を整理し、農業用の小型電動ロボットのためのバッテリーの仕様として求められる安全装置等の機能について評価検討する。

## 2. 方法

- 1) 小型電動ロボット、ロボット用バッテリーの充電に関する実証研究として、太陽光発電を利用した営農型発電施設の充電設備についての調査を行い、令和 2 年度に試作した小型電動ロボット用バッテリーシステム（図 1、図 2、以下「バッテリーシステム」）専用の充電器を試作する。
- 2) 小型電動ロボットは電力容量が小さいため作業中に電力が切れる場合が想定され、バッテリーの交換が必要になる。バッテリーシステムについて、バッテリー交換作業における作業性、安全性、取扱い性の検討を行う。
- 3) 試作した充電器の作業性、安全性、取扱い性を検討して、小型電動ロボット用バッテリーに求められる仕様の策定を行う。

## 3. 結果の概要

- 1) 千葉県千葉市の営農型発電施設の電力を利用し、バッテリーシステムに充電するための専用充電器を開発する予定であったが、半導体と樹脂の不足により試作が行えず計画は中止とした。
- 2) バッテリーシステム内のバッテリーの交換作業に要した時間は約 1 分程度であった。バッテリーシステムは安全性が高いが、交換するバッテリーは重さが 15kg であり、交換作業についてはより作業性を考慮したバッテリーの収納構造を検討する必要がある。
- 3) バッテリーシステムについて、充放電および交換作業の安全性、取扱い性について検討した。その結果、①バッテリーの交換や充放電は定められた手順どおりに作業することが安全上重要である。②放電については定められた手順どおりにスイッチを ON にしなければ放電ができない。③充電についてはコンタクタスイッチの ON と出力コネクタが接続した条件では充電ができない。④交換作業については最初に全てのスイッチが OFF（切）になっていなければバッテリー収納室のハッチが開かない、などの仕様が小型電動ロボット用バッテリーには必要と考えられた。

以上、小型電動ロボット用バッテリーの仕様策定のために、試作バッテリーシステムの作業性、安全性、取扱い性の検討を行った。取扱い性については改良が必要であるが、安全機能と安全な取扱い手順などに関する仕様について知見を得た。

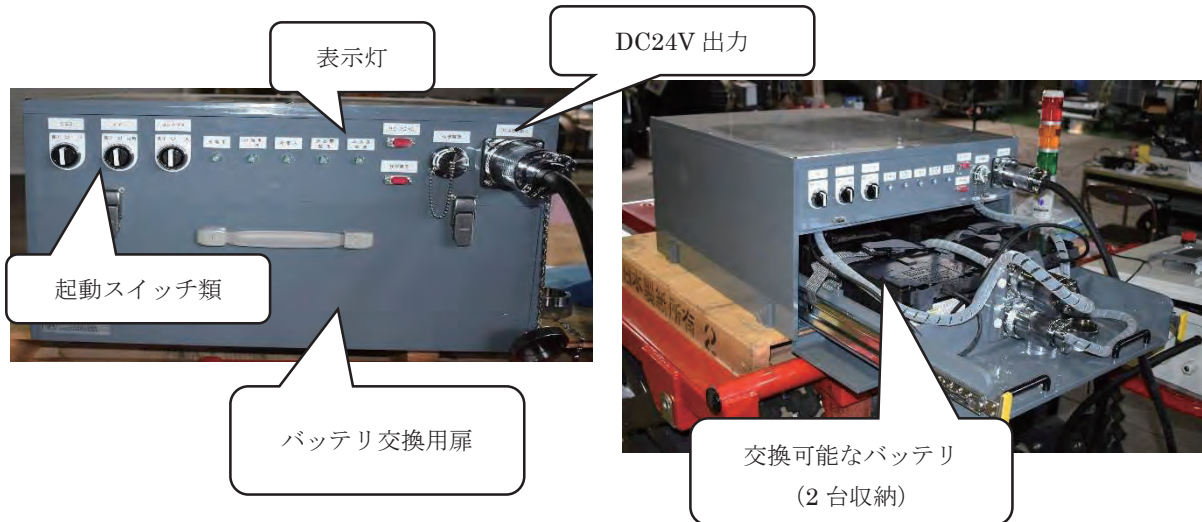


図1 小型電動ロボット用バッテリーシステム（試作）

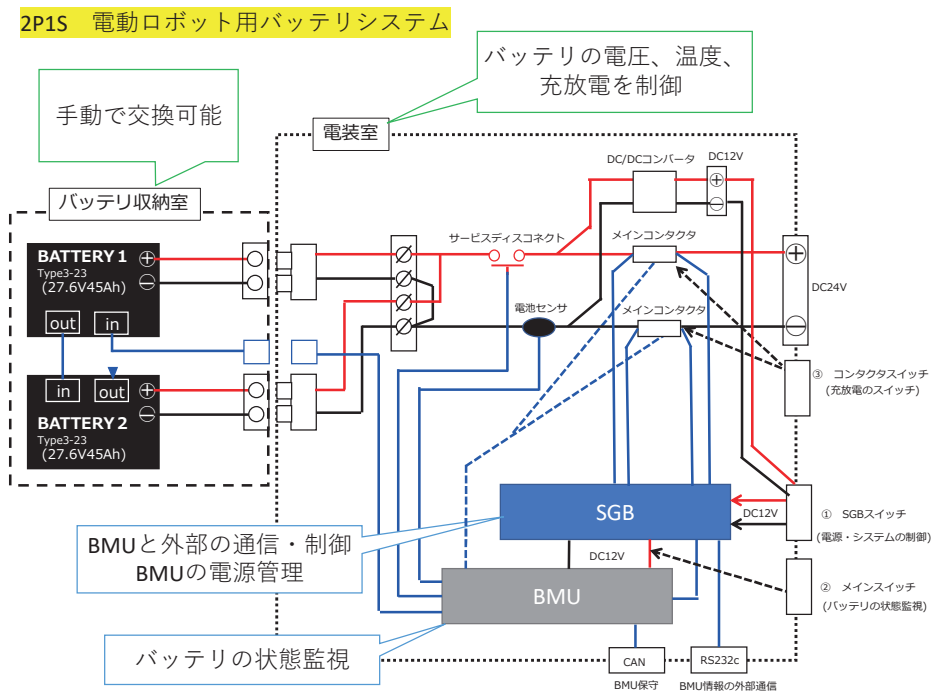


図2 小型電動ロボット用バッテリーシステムの構成

#### 4. 成果の活用面と留意点

バッテリーの交換作業、充電作業時の安全性を考慮すると、バッテリーの電圧は24Vが望ましい。バッテリーの仕様の策定において、電圧を決めることでロボット用のモータ、コンバータ等の選定が容易になる。

#### 5. 残された問題とその対応

今後の小型農業用ロボットにおけるバッテリーシステムには、バッテリーの状態を監視する制御システム（試作機の電装室部分）の小型化が必要であり、様々な農業用ロボットに搭載するためには安全性とともに使いやすくするための仕様についても検討する必要がある。

課題分類：1 (1)

課題 ID：20902-2-02

研究課題：二毛作体系に適した水稲乾田直播技術の開発

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：九沖研、川辺農研産業(株)、I・OTA(同)

予算区分：クラスタ

研究期間：完 2018～2020～2021 年度 (平成 30～令和 2～3 年度)

## 1. 目的

乾田直播栽培は、水稲の生産コストを削減できるとともに、作業能率が高いため作付面積拡大に有効な技術である。また、近年、西日本を中心にスクミリンゴガイによる食害の被害が拡大しているなか、それを回避できる有用な技術である。しかしながら、稲・麦二毛作地帯においては、作業期間が短いため、冬季に漏水対策が必要な現状の方式は現場に導入されにくく、普及面積が増えない問題点がある。あわせて、農業就業人口の急激な減少に伴う規模拡大と生産コストの低減のために、二毛作体系に適する水稲乾田直播技術の開発が必要である。

そのため、漏水を止め速やかに畑から水田へ切り替えを可能とする機械として、高速鎮圧機（水稲作 20ha 中規模農家向け）と畝立て乾田直播機（同 50ha の大規模農家向け）を開発する。

## 2. 方法

川辺農研は振動鎮圧過程の高速化を目指した振動ローラ、I・OTA は畝立て直播機の実用化を目指した試作を行い（2019 年度）、問題点等を改善した市販化試作機の製作（2020 年度）と改良（2021 年度）を行った。農研機構九州沖縄農研は、試作機と従来機との比較による評価試験、生産者圃場における実証試験を行い、市販化・普及に向けたデータ、情報等を取得した。

## 3. 成果の概要

- 1) 高速振動鎮圧ローラ（中規模生産者向け）は、作業幅 1.8m の市販化モデルについて、耐久性向上の改良（図 1）を行い、ほ場試験に供試した。6 月 1 日-2 日に長崎県雲仙市農家において、市販化モデル（1.8m 幅）を供試し 4 筆 1.2 ha の圃場で播種後の鎮圧作業を実施した。2020 年度は、目標とする作業能率（30 min/10a 以下）をクリア（13 min/10a）できたが、2021 年度は、播種後の圃場が乾燥かつ初めての实証圃場であったため、低速（3 km/h 以下）かつ漏水防止対策（枕地鎮圧）を念入りに行ったことから、目標の作業能率は確認できなかった。出芽数は 148 本/m<sup>2</sup> と過剰気味であったが順調に生育し、9 月 9 日のトビイロウンカ調査（各圃場 100 株たたき）でも防除水準以下であった。9 月 30 日に丘（12a）、10 月 15 に干拓（60a・30a・10a）の坪刈調査を行い、干拓区では慣行の移植栽培と比べて同等以上の収量が得られることを確認した（図 2）。
- 2) 畝立て乾田直播機（大規模生産者向け）は、畝成形部や直播作業部などの形状を変更した市販化試作機（図 3）をほ場試験に供試した。5 月 26 日に灰色低地土圃場（熊本県玉名市：72a）において、播種 2 週間前から播種前日までに 214mm の降雨があり、通常では播種できない塑性限界より 10% 高い水分条件（42%）でも播種作業が可能であった。播種直後から 2 日目にかけて 80 mm の降雨に見舞われても、湿害等は確認されず苗立率は 9 割程度確保できた。本試作機は作業速度 3.5 km/h で作業能率 12min/10a であり、1 日 6 時間で 3 ha 播種した場合、播種期 5 月 15 日～6 月 10 日間に、前日降雨量 25mm 以下（経験値）で作業可と仮定すると、作業可能日数は 20 日（2017-2021 平均）となり、この間 60 ha に播種できる。現地播種試験（品種「やまだわら」）の全刈収量は、625 kg/10a であった（図 4）。また、坪刈収量（kg/10a）は、「ヒノヒカリ」では場内（福岡県筑後市）及び現地（熊本県玉名市）において（直播：541、移植区：562）及び（直播：531、移植：483）となり、移植と同等の値が得られた。

以上、二毛作地帯の水稲乾田直播技術のため、高速振動ローラと畝立て乾田直播機を開発した。現地栽培試験の結果、慣行の移植体系と同等の収量が得られることを確認できた。

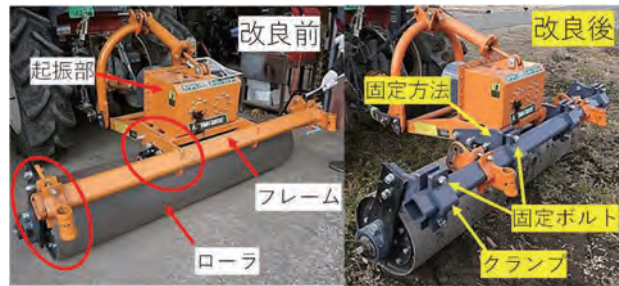


図1 高速振動鎮圧ローラの改良

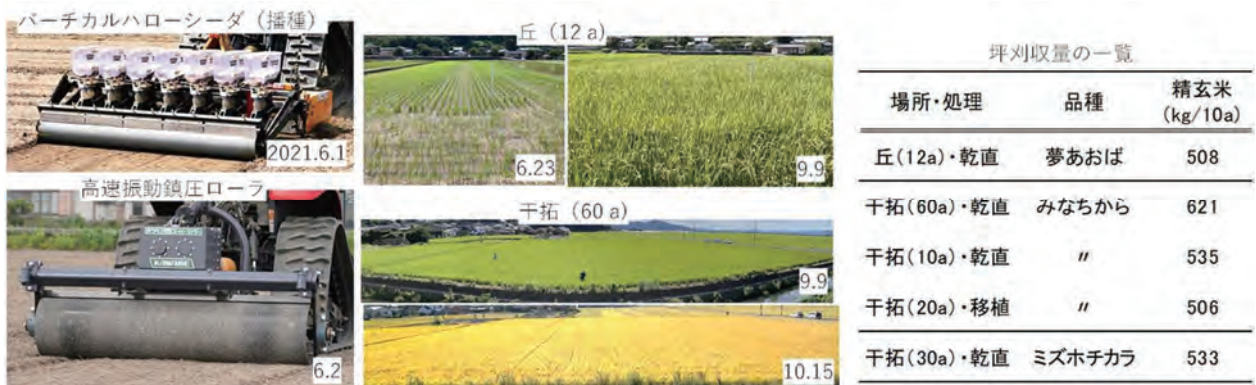


図2 高速振動鎮圧ローラ（市販化モデル）を供試した現地実証試験（雲仙市）

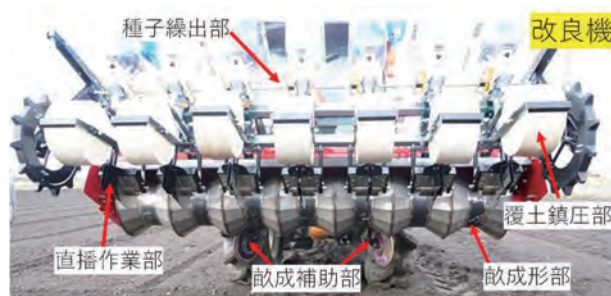


図3 畝立て乾田直播機の改良

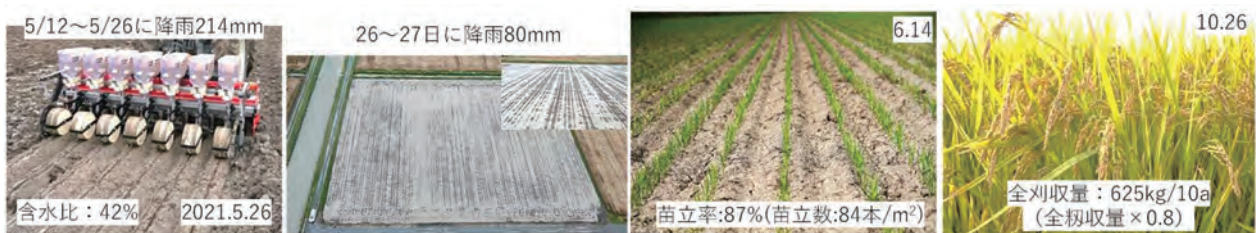


図4 畝立て乾田直播機（市販化試作機）を供試した現地実証試験（玉名市）

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 高速振動鎮圧ローラは、2021年度に受注生産を開始し、普及対象は、50PS（36.8kW）クラス以上のトラクタを保有する20ha規模の農業経営体を想定する。
- 2) 畝立て乾田直播機は2021年度中の市販化を目指し、普及対象は、半湿田（乾きにくい）地域の水田輪作を実施する50～100ha規模の農業経営体を想定する。

#### 5. 残された問題とその対応

開発技術について成果情報やSOPを作成し、普及機関等と連携して社会実装の促進を図る。

---

課題分類：4 (6)

課題 I D：20902-2-03

研究課題：りんご黒星病発生低減のための落葉収集機の開発

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：青森産技セ、(株)オーレック、JATAFF

予算区分：クラスタ

研究期間：完 2018～2021 年度 (平成 30～令和 3 年度)

---

## 1. 目的

りんご黒星病の発生を低減させるためには前年の落葉を収集することが有効であるため、地面に張り付いた落葉を効率的に収集することができる落葉収集機を開発する。

## 2. 方法

- 1) 効率的な落葉収集方法及び落葉収集機構について検討し、落葉収集機を試作した(以下、試作機)。また、作業者の意見に基づいて、取扱性を向上するための改良を行なった。(2018～2021 年度)
- 2) 試作機のレーキの有無及び同一箇所での走行回数ごとに、収集前後の落葉生重(1m 四方内のサンプリング×3箇所)と収集落葉の含水率を測定し、落葉除去割合を評価した。(2019～2020 年度)
- 3) 試作機の性能を把握するため、試作機及び手持ちのガーデンレーキを用いた手作業(4名同時作業)で落葉収集作業を行い、所要時間を測定した。(2020 年度)
- 4) 試作機の現地樹園地への適用性を確認するため、青森県内のりんご生産者樹園地において落葉収集試験を行い、作業能率の測定及び収集前後の地表面写真から落葉除去割合を算出した。また、GNSS による走行軌跡から樹園地内の作業実施面積割合を算出した。(2020～2021 年度)
- 5) 試作機による落葉収集試験を行い、子のう胞子発生量、黒星病発病程度等を評価した。(2018～2021 年度)

## 3. 結果の概要

- 1) 試作機は、乗用型草刈機でけん引するスイーパを基に、地面に張り付いた落葉をかき起こして収集できるように、接地輪の動力で回転するブラシの前方にレーキを配置し、かき起こされた落葉を回転ブラシでバケットに収容する方式とした(図1、表1)。また、樹や支柱の間の走行を容易にするため、収集バケットの幅を乗用型草刈機に合わせて狭くし、バケットをダンプし収集した落葉を容易に排出できるように、バケットには滑車を取り付けた。
- 2) 各走行回数ともにレーキ有はレーキ無と比較して除去割合が高く、測定か所ごとのバラツキも小さいことからレーキの効果認められ、レーキ有では2回以上走行すると9割以上の落葉を収集することができた(表2、表3)。
- 3) 収集した落葉の樹園地外搬出時間を除いた作業能率は、手作業では11.1人・h/10aであったのに対して、試作機では0.36人・h/10aで、機械作業は手作業の約30倍であった。
- 4) 現地試験では、起伏や支柱の多い樹園地、樹列が整列していない樹園地、傾斜地樹園地であっても、樹園地内の6～8割の面積において試作機をけん引しての走行が可能であった。走行可能な場所での落葉除去割合は8～9割で(図2)、樹園地全体での落葉除去割合は、樹列が整列していない変形樹園地や、支柱や起伏の多い樹園地では5～6割、樹列が整列している樹園地では7～8割であった。また、作業能率は、小さい樹園地や、起伏や走行の支障となる支柱・枝の多い樹園地では0.41～0.68人・h/10aであったが、比較的大きな樹園地で、起伏が少なく、走行に支障のある枝がせん定により除去されている樹園地では0.33～0.34人・h/10aであった(表4)。
- 5) 試作機を利用することにより、無処理区と比較してりんご黒星病の原因菌の飛散胞子数を減らすことができた(図3)。

以上、地面に張り付いた状態の落葉を容易に収集できる落葉収集機を試作し、作業能率が手作業の約30倍で、樹園地内の落葉を5～8割収集できる実用的な性能を有していることを確認した。



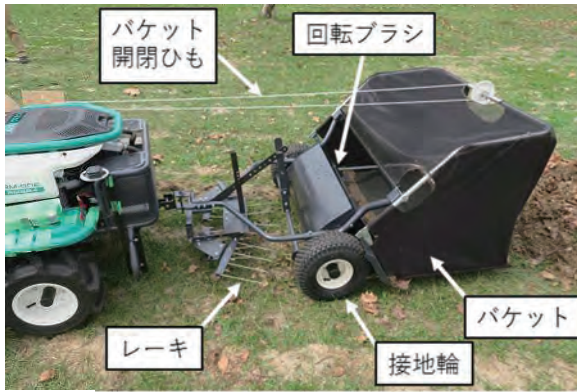


図1 試作機の外観

表2 レーキ有無及び走行回数による除去割合の比較

走行回数		1回	2回	3回
除去割合 (%)※	レーキ無	21.3	45.9	71.3
	レーキ有	52.9	90.1	90.7

※(作業前落葉乾物重-作業後落葉乾物重)/作業前落葉乾物重×100  
3箇所のサンプリングの平均値  
※収集落葉の平均含水率は11.6%

表1 試作機の主要諸元

全長	(mm)	1,710
全幅	(mm)	1,080
全高	(mm)	810
質量	(kg)	57
作業幅	(mm)	950
レーキ本数	(本)	20
ブラシ回転径	(mm)	φ300
バケット容量	(L)	450

表3 レーキ有無による各サンプリング箇所での作業後落葉乾物重

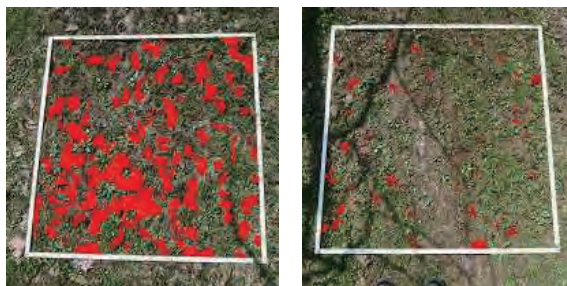
走行回数		1回	2回	3回
作業後落葉乾物重 (g)※	レーキ無	8.4	8.5	3.5
	レーキ有	12.3	4.3	12.7
		4.3	4.6	3.1
		4.6	2.0	0.3
		1.8	1.1	2.2
		2.4	2.0	2.4

※3箇所のサンプリングでのそれぞれの測定値

表4 現地試験結果

No.	対象面積 (a)	作業面積 (a)	作業面積割合 (%)	作業時間 (min)	排出回数 (回)	作業箇所での落葉除去割合 (%)	全体での落葉除去割合 (%)	作業能率 (人・h/10a)	樹園地条件
1	4.4	3.4	77.3	10.9	3	84.5	65.3	0.41	樹列が整列している小さな樹園地
2	2.5	1.5	60.2	7.6	3	82.9	50.0	0.50	樹列が整列していない変形樹園地
3	6.0	4.3	70.9	24.4	4	84.8	60.1	0.68	支柱や起伏、枝が多い樹園地
4	4.9	4.3	86.7	13.9	4	95.6	82.9	0.47	樹列が整列している小さな樹園地
5	8.1	6.1	75.7	16.7	7	87.0	65.9	0.34	樹列が整列している平坦で比較的大きな樹園地
6	7.5	5.5	73.5	14.8	5	91.6	67.3	0.33	樹列が整列している傾斜地で比較的大きな樹園地

注) 対象面積は樹園地全体の面積、作業面積は樹幹や支柱の付近など走行できない部分を除いて実際に作業した面積を、それぞれGNSSによる走行軌跡から算出した。



※写真撮影後に測定範囲(1m×1m)内の落葉を赤色に着色

図2 作業前後の落葉の例  
(左: 作業前 右: 作業後)

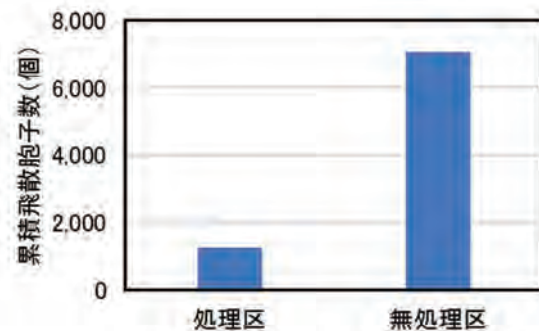


図3 落葉収集によるりんご黒星病原菌の飛散孢子数測定例  
(2019年4月18日~6月9日、青森産技セリりんご研究所内の樹園地にて調査)

#### 4. 成果の活用面と留意点

プレスリリース(2022.1)、特許1件出願。2022年3月に(株)オーレックより市販化。

#### 5. 残された問題とその対応

集めた落葉の処分については、現状の指導方法を薦めながら、より簡便な方法を検討する。

---

課題分類：3 (4)

課題 I D：20902-2-04

研究課題：セル成型苗を利用したハウレンソウ移植栽培技術の開発

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：山形園研、(株)Uテック総合企画、JATAFF

予算区分：クラスタ

研究期間：完 2018～2020～2021 年度 (平成 30～令和 2～3 年度)

---

## 1. 目的

ハウレンソウやコマツナ等のセル成型苗を複数条同時に植付ける歩行型の全自動移植機を開発するとともに、小面積でセル成型苗を大量に生産できる閉鎖型の育苗装置を開発する。

## 2. 方法

- 1) 2017 年度に製作したハウレンソウ全自動移植機の試作機を供試し、コマツナとハウレンソウの移植試験を行った。試作機は、クローラ式の走行部、苗採取部、搬送部、移植部、制御部で構成され、200 穴セルトレイで育苗したセル成型苗に対応し、4 条同時に植え付けるものである。(2018 年度)
- 2) 安価な育苗装置の開発を目指し、ハウレンソウ等非結球性葉菜類を対象とした閉鎖型育苗装置を製作し、ハウレンソウの育苗試験を行った。本装置は、物置(ヨド物置製、LMD-2518)をベースに、2つの育苗棚(1つの育苗棚で6段、1段あたり4トレイ栽培可(装置全体で48トレイ))、照明(LED直管型蛍光灯(5,000K)、1段あたり10本)、底面灌水装置、エアコン、制御機器等で構成した。また、全自動移植機の実用モデル1号機を製作し(図1)、ハウレンソウの移植試験を行った。本機は、走行部を車輪式とし(4輪式4輪駆動、輪距600mm、軸距440mm)、その他は2017年度試作機と同様の構成とした。(2019～2020年度)
- 3) 育苗装置のベースを冷蔵庫に変更し、育苗棚等を再構築し(図2)、ハウレンソウの育苗試験を行うとともに、栽培試験を行った。また、機体の前後バランスを考慮した全自動移植機の実用モデル2号機を製作し(図3)、ハウレンソウ及びコマツナの移植試験を行った(図4)。基本的な構成は1号機と同様としたが、植付位置を機体の中心部へ、また輪距を700mm、軸距を1,050mmに変更した。(2020～2021年度)

## 3. 結果の概要

- 1) 有機物が多いほ場では前作の残さが碎土器に絡むことや、粘土質のほ場で土壌水分が高い場合碎土器による抵抗で走行不能になることがあったことから、走行部の性能向上が必要であった。
- 2) LED 蛍光灯の一部に反射板を設けることにより、4枚のセルトレイ全面で光量のバラツキを抑えることができ、これにより徒長する苗が大幅に減少した。ただし、装置内に設置したエアコンでは室内の気温を一定に保つことが困難であったため、その改良が必要であった。実用モデル1号機は、機体の前後バランスが悪いため、植付け深さがばらついたが、欠株率は1.0～2.5%で、株間は138～158mmであった(表1)。株間が変動した要因は、車輪のスリップによるものであった。また、ハウス1棟での作業能率を試算した結果、0.46a/h(トレイ交換、旋回含む)であった(表2)。
- 3) 育苗装置のベースを冷蔵庫に変更したことにより、装置内の気温の変動が少なく、室温20～22℃設定で、ハウレンソウの場合14～16日で安定した苗の生産が可能であった。栽培試験では、直播では栽培できない夏場であっても移植では抽苔せずに収穫が可能で、移植であれば2～9月まで毎月の収穫が可能であった。また、実用モデル2号機で移植試験を実施した結果、ロータリで耕うんした軟弱ほ場でも容易に走行できたが、1号機よりも軸距を長くしたことにより、ハウス内の枕地での旋回に5分程度を要し、路面を深く削ることとなった。したがって、枕地での旋回の取扱性を考慮すると、軸距は500mm程度の方が旋回しやすかったため、実用化にあたっては走行部の再検討が必要であった。

以上、主にハウレンソウを対象とした育苗装置及び全自動移植機実用モデルを開発し、開発機の性能を明らかにするとともに、実用化のための基礎データを得た。



図1 実用モデル1号機の外観



図2 育苗装置の外観及び内部



図3 実用モデル2号機の外観



図4 移植後の状況

表1 移植試験結果（1号機）

品 種	育苗日数 (日)	苗大きさ (mm)	本葉数 (枚)	欠株率 (%)	株 間 (mm)
クローネ	16	48.6	2.8	1.0	158
トラッド7	16	49.6	2.7	2.5	138

表2 作業能率試算結果（1号機）

		備 考	
ハウス面積	(a)	2.7	間口5.4m×奥行き50m
条 間	(cm)	15	
株 間	(cm)	15	7.5m/枚、6.5枚/50m
使用トレイ数	(枚)	52	
移植時間	(min/枚)	5.3	
旋回回数	(回)	7	
作業能率	(a/h)	0.46	植付け面積2.3a

4. 成果の活用面と留意点

育苗装置、移植機ともに2023年度を目処に市販化を目指す。

5. 残された問題とその対応

生産者ほ場による現地実証試験を実施する必要がある。

---

課題分類：4 (6)

課題 I D：20902-2-05

研究課題：手持ち式花蕾採取機の現地実証と適応性拡大に関する研究

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：鳥取大学、埼玉農技セ、群馬農技セ、佐賀果樹試、福島果樹研、(株)ミツワ、(株)サンオー  
コミュニケーションズ

予算区分：基礎・基盤、受託（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」）

研究期間：完 2019～2020～2021 年度（平成 31～令和 2～3 年度）

---

## 1. 目的

手持ち式花蕾採取機の実用化に向けて、スモモ、ナシ等における採花作業の現地実証及び適応性拡大を図るため、リンゴ等の摘蕾、摘花、摘果作業等への省力効果を明らかにする。

## 2. 方法

- 1) 作業者の要望に基づき、改良型の手持ち式花蕾採取機を試作した。(2019～2020 年度)
- 2) 手持ち式花蕾採取機による採花時間削減効果を把握するため、スモモ、ナシ、リンゴにおいて、手持ち式花蕾採取機による採花（以下、機械採花）、蕾の開花状況を選ばずに枝についている花蕾を全て手作業で採花（以下、一斉採花）、バルーン状の蕾を選んで手作業で採花（以下、慣行採花）の各方法で花粉採取のための採花試験を行い、作業能率と得られた花粉の発芽率を評価した。なお、機械採花は、シート設置・花蕾回収時間を含めた作業時間で評価した。スモモの機械採花は 3 分咲及び 5 分咲以降に同一の樹で 2 回行い、それ以外の機械採花と一斉採花は 5 分咲以降の時期に 1 回、慣行採花は 3 分咲きから 7 分咲きの時期に継続的に実施した。(2019～2021 年度)
- 3) 手持ち式花蕾採取機の花蕾採取作業以外の作業への適応性を検討するため、モモ、リンゴにおいて、手持ち式花蕾採取機を用いた摘蕾・摘花試験を行い、手作業による摘蕾・摘花作業との作業能率を比較した。作業能率比較は、両樹種とも、摘蕾・摘花作業の後に、手作業による摘果作業を行うことで適正な着果量になる様に調整し、摘蕾・摘花作業と摘果作業の合計時間から行った。また、試験前後の葉芽数や変形果割合から、手持ち式花蕾採取機による樹体・果実への損傷程度を評価した。(2019～2021 年度)

## 3. 結果の概要

- 1) 手持ち式花蕾採取機は、把持棒の先端に小型モータとブラシ状のゴムコード（長さ 170mm、10 本）を取り付け、高速回転（約 2,400rpm）させたゴムコードを花そうに当てて花蕾を脱落させる構造とした（図 1、表 1）。また、持ち手付近に ON/OFF スイッチを配置するとともに、過負荷でバッテリーからの電源供給が切断されにくくするため、モータに流れる最大電流を制限した。手持ち式花蕾採取機による採花試験では、樹冠下にシートを敷き（図 2）、ゴムコードを花そうに当てて花蕾を落とし、最後にシート上の花蕾を回収することとした。
  - 2) スモモの棚栽培での試験では機械採花による花粉の発芽率が慣行と比較して低かったが、それ以外の試験では概ね慣行と同等の発芽率であったことから、機械採花による花粉も、受粉作業に利用できると考えられた。ナシ、スモモにおいては、各樹形で機械採花は慣行採花と比較して花粉採取に係る花蕾採取作業時間を 5～9 割削減でき、一斉採花と比較して同等～6 割削減できた。リンゴは採取時期に花と葉が混在することや、樹の体積当たりの花の量が少ないことから、作業能率の向上は認められなかった（表 2）。
  - 3) モモの摘蕾・摘花試験では、手持ち式花蕾採取機を用いた場合、すべて手作業と比較して、生理落果の割合が低い（落とす花が比較的多い）”あかつき”では約 4 割、生理落果の割合が高い（落とす花が比較的少ない）”川中島白桃”では約 2 割作業時間を削減できた。蕾初期に手持ち式花蕾採取機を用いた場合、一部の果実に果面障害が見られた。リンゴでは、果実を实らせない 1 年枝の腋芽花の作業のみではあるものの、全摘果作業を 2～4 割削減できた。モモ、リンゴともに手持ち式花蕾採取機では、葉芽や枝の損傷が見られたが、生育に問題のない程度であった（表 3）。
- 以上、手持ち式花蕾採取機を試作し、花粉採取作業等における作業時間の削減効果を把握した。

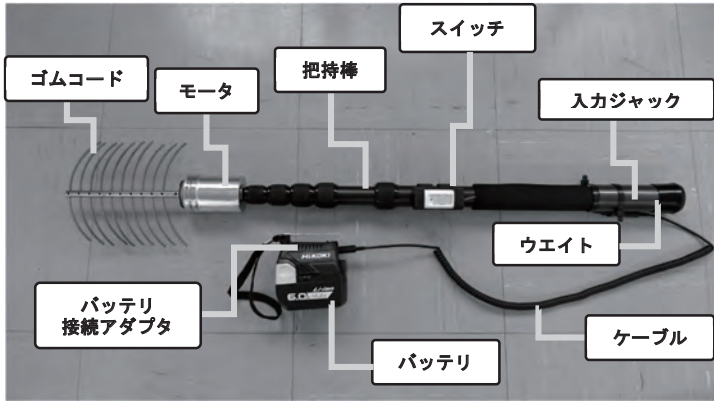


図1 手持ち式花蕾採取機（令和2年度試作機）

表1 手持ち式花蕾採取機（令和2年度試作機）の主要諸元

質量（バッテリー除く）	1.9kg
全長（最縮時）	850mm
全長（最伸時）	2350mm
最伸時の重心（下端からの位置）	755mm
花蕾採取部の回転速度	2400rpm
ゴムコード長	170mm
バッテリー	14.4V 6.0Ah
連続運転時間（無負荷時）	2時間



図2 花粉採取作業

表2 花粉採取試験結果

樹種	樹形	採花方法	発芽率(%)	作業能率 <sup>1)</sup> (g/(人・h))	慣行採花に対する作業時間 削減割合(%)	一斉採花に 対する作業 時間削減割 合(%)
スモモ	立木	機械採花	58.2	41.7	93	63
		一斉採花	57.4	15.4	82	—
		慣行採花	57.5	2.8	—	—
	棚	機械採花	27.5	56.8	79	22
		一斉採花	56.7	44.2	72	—
		慣行採花	66.7	12.2	—	—
ナシ	棚	機械採花	39.1	50.0	89	4
		一斉採花	41.4	48.2	88	—
		慣行採花	50.4	5.6	—	—
	低樹高ジョイント	機械採花	46.5	40.8	62	18
		一斉採花	39.6	33.7	53	—
		慣行採花	40.1	15.7	—	—
リンゴ	細型紡錘形	機械採花	75.1	9.3	—	—
		一斉採花	76.1	17.1	—	-301

1) 採取時間当たりには得られる花蕾から採取できた粗花粉量で評価

表3 摘蕾・摘果試験結果

樹種	品種	作業時期	摘蕾・摘花 方法	摘蕾・摘花時				枝長さ当たり作業時間(s/m)			慣行作業に 対する作業 時間削減割
				除去花芽 割合(%)	残葉芽割 合(%)	枝折れ割 合(%)	変形果割 合 <sup>3)</sup> (%)	摘蕾・ 摘花	摘果 <sup>4)</sup>	合計	
モモ <sup>1)</sup>	あかつき	摘蕾初期	機械作業	64.5	86.4	2.9	48.1	20.5	17.6	38.1	—
			手作業	78.2	78.7	0.0	0.0	37.9	14.2	52.1	—
		摘蕾適期	機械作業	64.3	75.4	1.3	0.6	16.4	17.2	33.6	36
	川中島白桃	摘蕾適期	機械作業	59.3	86.2	1.1	0.0	14.4	17.1	31.4	—
			手作業	66.6	88.7	0.0	—	13.0	14.9	27.9	16
		開花後	機械作業	65.1	94.0	0.0	—	18.1	15.0	33.1	—
リンゴ <sup>2)</sup>	ふじ	開花前	機械作業	61.3	94.4	1.0	—	26.6	28.1	54.7	39
			手作業	92.0	97.9	0.8	—	61.3	27.6	88.9	—
		満開期	機械作業	60.1	89.2	4.8	—	57.8	22.7	80.5	36
	手作業		97.9	100.0	0.0	—	103.0	23.1	126.2	—	
	落花期	機械作業	38.5	90.3	0.0	—	87.1	36.1	123.3	23	
		手作業	96.7	99.4	0.0	—	139.4	21.5	160.9	—	

1) モモは果実を实らせる枝の着果量調整作業を実施

2) リンゴは果実を实らせない場所（1年枝の腋芽花）の全摘花（果）を実施

3) 摘果作業時に測定

4) モモは幼果期の予備摘果作業のみ、リンゴは幼果期の仕上げ摘果作業で全摘果を実施

4. 成果の活用面と留意点

（株）サンオーコミュニケーションズから 2022 年に市販予定。

5. 残された問題とその対応

特になし。

課題分類：4 (1) (2) (3)

課題 ID：20902-2-06

研究課題：遠隔操作式高能率法面草刈機の開発

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：西農研、(株) IHI アグリテック、福島農総セ

予算区分：クラスタ

研究期間：完 2019～2021 年度 (令和元～3 年度)

## 1. 目的

法面草刈作業は、急傾斜であるため作業姿勢が不安定で、作業中の転倒・転落事故が多い。特に、中山間地域は平地に比べて法面等耕作地周辺の面積割合が高く、それらの管理作業が生産者の大きな負担となっている。また、農業就労人口の減少により、生産現場の労働力不足や負担面積の増加が深刻な問題となっており、草刈等管理作業の省力・軽労化が求められている。一方、近年、一部のメーカーから小型のリモコン操作式草刈機の市販が始まっているが、安価な機種では、雑草が繁茂した状態での刈取りが困難である上、最高でも 7a/h 程度と能率が低い。一方、雑草が繁茂した状態においても刈取り可能な機種は、海外製で 400 万円と高価であるため、生産現場へ導入する際のコスト負担が大きく、安価で高性能な草刈機の開発が要望されている。

そこで、最大適応傾斜角 45°、最大作業能率 20a/h を目標とし、リモコン操作式草刈機を開発する。

## 2. 方法

- 1) 試作 1、2 号機を製作し、試験結果等を踏まえて所要の改良を行った。(2019～2021 年度)
- 2) 西農研の傾斜法面において、試作機の基礎試験、市販機の性能調査を行った。(2019～2021 年度)
- 3) 福島県内の現地ほ場において、試作機の現地適応性評価及び現地法面の現状調査を行った。(2019～2021 年度)

## 3. 結果の概要

- 1) 10kW のガソリンエンジンを搭載し、油圧駆動のクローラ式走行部とハンマーナイフ式草刈部を有するリモコン操作式の試作 1、2 号機を製作した。試作 2 号機 (図、表 1) では、試作 1 号機での試験結果を踏まえ、①作業機及び走行部の油圧モータ容量の増加、②刈幅の拡大、③機体重量バランスの改善、④リモコン操作性の向上等を図った。また、試験において確認された、草刈部軸端部周辺への雑草の巻き付き、クローラ外れを防止するための対策を講じた。
- 2) 7、11 月に試作 2 号機の性能試験を実施し、市販機との性能比較を行った。平均傾斜角 17～36° (最大 38°)、草丈約 14～74cm、作業速度 0.48～1.14m/s で作業を行い、ほ場作業量は 9.9～31.3a/h であった。ほ場作業効率は 60～80%となり、機体の走行性、リモコンの操作性等の改良によるほ場作業効率の改善を確認できた。また、市販機の約 2 倍の能率で作業できることを明らかにした (表 2)。
- 3) 8 月に飯舘村、郡山市、10 月に飯舘村、喜多方市の現地法面及び平坦地で試作 2 号機の現地試験を実施し、慣行作業と能率を比較した。現地法面の試験では、平均傾斜角 34～36° (最大 42°)、草丈 49～155cm、作業速度 0.36～0.54m/s で作業を行い、ほ場作業量は 7.1～11.3a/h であり、市販の歩行型草刈機と比べ 2 倍以上の能率であった。また、刈払機での作業が困難なクズ等のつる性雑草や茎が固く草丈の大きなセイタカアワダチソウが繁茂した平坦地において連続作業が可能であることを確認し、慣行の刈払機による作業の 2 倍以上の能率で作業できることを明らかにした (表 2)。また、現地実演会においてアンケート調査を実施したところ、概ね高評価であった。

以上、急傾斜法面等で作業可能なリモコン操作式草刈機を開発した。最大傾斜 42° の法面を含む現地法面等において、草丈約 14～155cm の条件で試験を行った結果、ほ場作業量 7.1～31.3a/h が得られ、目標の最大作業能率 20a/h を達成できた。

表1 試作2号機の主要諸元

エンジン	タイプ		ガソリン
	出力	kW(PS)	10(14)
機体寸法	全長	mm	1683
	全幅	mm	1105
	全高	mm	690
機体質量		kg	346
操作部			無線リモコン
走行部	駆動方式		油圧モータ(HST)
	走行方式		クローラ
	履帯幅	mm	130
	履帯中心間距離	mm	875
	履帯接地長	mm	823
	作業速度(最大)	m/s	1.4
草刈部	駆動方式		油圧モータ
	刈幅	mm	950
	刈高さ	mm	20-200(無段階)
	刈取方式		ハンマーナイフ式



図 試作2号機の作業風景

表2 性能試験結果の一例(2021年度)

	傾斜地				平坦地	
	普通寺市(香川県)		飯館村(福島県)		飯館村(福島県)	
試験地	普通寺市(香川県)		飯館村(福島県)		飯館村(福島県)	
試験日	11月9日		10月21日		10月7日	
作業面積(m <sup>2</sup> )	130	114	360	323	350	350
供試機	開発機	市販リモコン草刈機	開発機	歩行型草刈機	開発機	刈払機
作業幅(m)	0.95	0.50	0.95	0.50	0.95	2.07
ほ場傾斜角(°)	35.7±1.7		36.3±3.0		2.8±2.1	
最大機体傾斜角(°)	41.3	42.8	48.8	—	18.5	—
雑草						
草高(cm)	56.3		154.1		135.7	
草丈(cm)	74.4		155.4		135.7	
乾物重(g/m <sup>2</sup> )	223.0		634.2		610.8	
	チガヤ、 セイタカアワダチソウ、 ススキ		ススキ、メドハギ、 セイタカアワダチソウ、 キク科雑草ほか		セイタカアワダチソウ、 ササ、ノコンギク	
作業時間(s)	474	959	1260	2876	1002	2156
作業速度(m/s)	0.48	0.25	0.45	0.32	0.57	—
ほ場作業量(a/h)	9.9	4.3	10.3	4.0	12.6	5.8
刈高さ(cm)	20.3	18.9	18.7	18.6	21.1	—
切断長(cm)	31.9	30.0	29.1	31.4	41.2	—

#### 4. 成果の活用面と留意点

2022年の先行販売を経て2023年に本格販売の予定。プレスリリース発表(2022.2)。

関東農業食料工学会(2020.9、2021.8)で発表。研究報告会(2022.3)で発表。

#### 5. 残された問題とその対応

法面の凹凸状況、障害物等について事前に確認しておくことで、転倒リスクを低減できる。雑草の繁茂状況に合わせ、適切な速度で作業を行う必要がある。

---

課題分類：8（9）

課題 ID：20902-2-07

研究課題：ISOBUS に対応した作業機 ECU 開発

担当部署：農機研・無人化農作業領域・革新的作業機構開発グループ

構成員名：北農研、(株)ササキコーポレーション、東洋農機(株)、(株)タカキタ、(株)ヤハタ、(公財)と  
から財団

予算区分：クラスタ

研究期間：完 2019～2021 年度（令和元～3 年度）

---

## 1. 目的

海外マーケットでは ISOBUS に対応したトラクタ（100PS 以上）や作業機が標準となりつつある。国内においても北海道などの大規模畑作地域では ISOBUS に対応した海外製トラクタの普及が進んでおり、ISOBUS 作業機への関心が高まってきている。また、ISOBUS 機器は Society5.0 の実現に向けたフィジカル空間のセンサーやアクチュエータとしての利用が期待されている。しかしながら、ISOBUS に対応した ECU（輸入品）が高く、国産作業機の ISOBUS への対応は進んでいない。そのため、生産者が低価格で高品質な ISOBUS 対応国産作業機を購入できる体制を構築すると共に、国内作業機メーカーのシェアや国際競争力を高める必要がある。そこで、農研機構、国内メーカー、団体が協力しながら、ISOBUS 対応作業機 ECU を共同開発し、国産作業機に搭載する。対象 ISOBUS 機能は、UT（Universal Terminal、共通表示端末利用機能）、TC-BAS（Task Controller basic、共通ファイル読み書き機能）、TC-GEO（Task Controller geo-based、可変散布など GNSS 等の衛星測位情報に対応した機能）、TC-SC（Task Controller Section Control、可変作業幅などセクション毎の制御に対応した機能）とする。さらに、ISOBUS 機能に対応した認証を取得する。

## 2. 方法

- 1) ISOBUS 用通信ソフトウェアライブラリ、汎用 ECU 用ハードウェアを開発する（ヤハタ）。
- 2) UT を実装したブロードキャスト用 ECU を開発する（ササキコーポレーション）。
- 3) UT を実装したポテトハーベスタ用 ECU を開発する（東洋農機）。
- 4) TC を実装したブロードキャスト用 ECU を開発する（タカキタ）。
- 5) 課題の進行管理、トラクタとの接続試験及び ISOBUS 通信確認テストの実施及び指導を行う（北農研、農機研、とから財団）。

## 3. 成果の概要

- 1) ISOBUS 用通信ソフトウェアライブラリと汎用 ECU 用ハードウェアを開発した。通信ライブラリは UT、TC-BAS、TC - GEO、TC-SC のための機能実装と動作確認を完了した。汎用 ECU 用ハードウェア（図 1）について、ISOBUS 認証機関でのハードウェア試験に合格した。
  - 2) ヤハタが開発した通信ライブラリとハードウェアを活用し、UT を実装したブロードキャスト用 ECU を開発、ISOBUS 認証試験に合格した。散布量制御用シャッターの動作確認を行い、目的通りの制御が実行されている事を確認した。
  - 3) ヤハタが開発した通信ライブラリとハードウェアを活用し、UT を実装したポテトハーベスタ用 ECU を開発、ISOBUS 認証試験に合格した。AEF（欧米の農業機械メーカーの業界団体）が主催した Virtual Plugfest（インターネット経由で ISOBUS 機器の接続互換性を確認するイベント、図 2）に参加し、12 社（主に欧米の ISOBUS 関連メーカー）の端末と接続確認を行い、課題の抽出を行なった。
  - 4) ISOBUS 用通信ソフトウェアとハードウェアを独自に開発し、TC を実装したブロードキャスト用 ECU を開発した。開発したハードウェア（図 3 a の左）は ISOBUS 認証機関でのハードウェア試験に合格、ブロードキャスト用 ECU については ISOBUS 認証試験に合格した。市販 ISOBUS 共通端末（図 3 a の右）と ISOBUS 接続の確認試験を行い、所期の動作が実現していることを確認した。
  - 5) 非 ISOBUS トラクタとの接続試験及び国産の ISOBUS 対応トラクタ（K 社製 M7）との接続試験を実施し、操作できることを確認した（図 3）。また、ISOBUS 認証テストツール及び LCR メータによる作業機開発支援サービスを提供した。
- 以上、ISOBUS に対応した作業機 ECU の開発を行い、開発機器の全てが ISOBUS 認証試験に合格した。



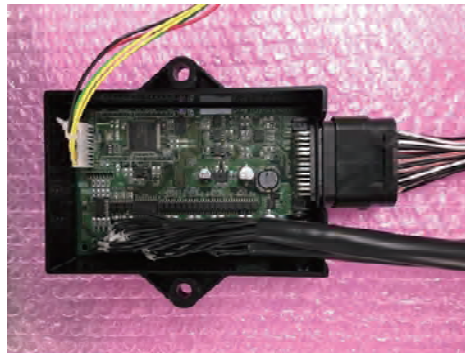


図1 開発した汎用 ECU 用ハードウェアの外観

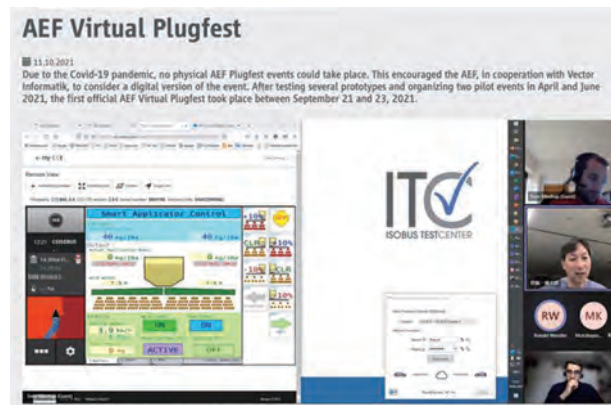


図2 Virtual Plugfestの様子



a 非 ISOBUS 対応トラクタ※

b ISOBUS 対応トラクタ

※ ISOBUS に対応していないトラクタに市販 ISOBUS 共通端末を搭載した状態を想定

図3 開発した ISOBUS 機器のトラクタ接続試験の様子

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 開発した ISOBUS 関連機器を「国際農業機械展 2023 in 帯広」へ展示予定。
- 2) ISOBUS 認証テストツールの運用経験を今後の ISOBUS 作業機等開発へ活用。
- 3) 開発した ISOBUS 関連機器の完成度を向上させるため、共通通信技術全般についての情報収集活動の継続が必要。
- 4) Virtual Plugfest に参加するためには品質の良い高速ネット環境の構築が必要。

#### 5. 残された問題とその対応

より便利な農業生産活動実現のため、開発成果については、さまざまな媒体を通して公表していく必要がある。

課題分類：4 (3)

課題 I D：20902-2-08

研究課題：越冬ハクサイ頭部結束機の開発

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：埼玉産総セ、東洋精機(株)、JATAFF

予算区分：クラスタ

研究期間：完 2019～2021 年度 (令和元～3 年度)

## 1. 目的

越冬ハクサイの頭部結束作業は、長時間狭い所で腰や膝を曲げた姿勢で行うため、作業者の労働負担が大きい。そこで、作業姿勢が改善できる歩行型のハクサイ頭部結束機を開発する。

## 2. 方法

- 1) 茨城県において、慣行の結束作業を調査した。(2019 年度)
- 2) 緊プロ事業で開発した結束機を参考に製作した試験機を供試し、附属農場において基本性能を調査した。なお、本試験機は、走行部、外葉持上部、結束部、制御部で構成し、走行部を含めた可動部には電動モータが使われ、発電機から電力が供給される。また、結束方式は、1本のPPひもで頭部を連続して巻き付ける連続ループ結束とした。(2019 年度)
- 3) 試験機と同じ構成の試作1号機を設計・製作した。また、試作1号機を供試し、愛知県豊橋市(東三河農業研究所内ほ場、生産者ほ場)において結束試験を実施した。(2019～2020 年度)
- 4) 試作1号機をベースに、試作2号機を設計・製作するとともに、製品化に向けた改良を行った(図1、表1)。また、試作2号機を供試し、附属農場、愛知県豊橋市及びみよし市生産者ほ場において結束試験を実施した。(2020～2021 年度)

## 3. 結果の概要

- 1) 結束作業の期間は約11月中旬～12月中旬の1ヶ月で、雇用者に任せることが多く、その費用は1.8～2.0万円/10aであった。
- 2) 試験機で結束試験を実施した結果、結束ミスは無く、旋回は含まず約7s/株で処理できることを確認した。ただし、未結束外葉数が約4枚と多った。
- 3) 試作1号機により、東三河農業研究所内ほ場で結束試験を実施した結果、結束成功率が100%で、未結束外葉数が3.3枚、損傷外葉数1.7枚、旋回を含む作業能率は418株/h(8.6s/株)、0.9a/hであった。なお、慣行手作業を調査した結果、未結束外葉数が1.8枚、損傷外葉数が1.0枚であった。また、生産者ほ場で結束試験を実施した結果、結球径250mm以上のハクサイに対しては、外葉持上部及び結束部が対応できなかつたため、その改良が必要であった。
- 4) 試作2号機では、外葉持上部にガイドローラーを新たに設け(図2)、附属農場で結束試験を実施した結果(表2)、結束成功率が99.5%で、結束高さが84%、未結束外葉数が2.8枚、損傷外葉数が1.0枚であり、旋回を含む作業能率は427株/h(8.4s/株)、1.1a/hであった(表3、図3)。結束ミスの原因は、結球高さが低い株を結束したが、手動による高さ調整では対応できなかつたためであった。これらの結果から、1日当たり8時間稼働した場合、処理株数は約3,400株/日で、処理面積が9.1a/日であった。また、発電機によるガソリン使用量は130mL/h(約1.0L/日)であった。一方、手作業による未結束外葉数は2.1枚、損傷外葉数が0.7枚であり、作業能率は365株/h(9.9s/株)、1.0a/hであった(表3)。

次に、狭い株間(30～35cm)に対応するため、外葉持上部を改良し、愛知県で結束試験を実施した結果、前年同様結球部が250mmを超えるハクサイでは、外葉の持ち上げ不足や、一部のハクサイの頭頂部に結束アームの接触による損傷が発生したが、比較的小さい株ではその問題は発生せず、狭い株間でも対応できることを確認した。

以上、ハクサイ頭部結束機の試作機を製作するとともに、性能試験を実施した結果、実用性が高いと判断できた。

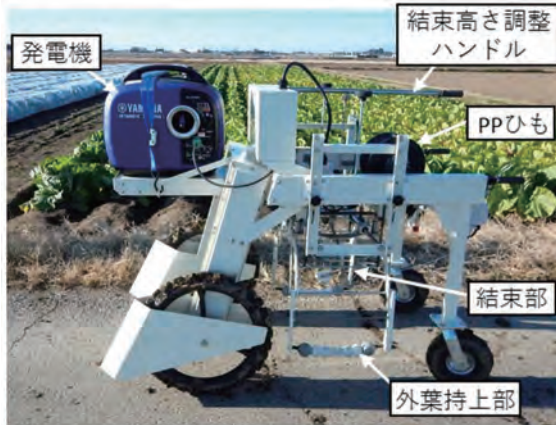


図1 試作2号機の外観

表1 試作2号機の主要諸元

大きさ (mm)	L1,610×W740×H1,290
質量 (kg)	113(発電機含まず)
走行部	モータ(120W×2個) 速度0~0.6 m/s
外葉持上部	モータ(25W) コイルスプリング+ ガイドローラー使用
結束部	ひも操出:モータ(25W) 1,000m巻のPPひも利用 結束:モータ(25W)
電源	発電機(100V、1.6kVA)
適応栽培様式	条間60cm、株間45cm、畝高さ15cm

表2 栽植様式及び試験条件(附属農場)

品種	条間 (mm)	株間 (mm)	畝高さ (mm)	結球高さ (mm)	結球径 (mm)	外葉幅 (mm)	外葉数 (枚)
黄ごころ85	598 (580~640)	433 (370~490)	117 (100~135)	356 (290~395)	197 (160~240)	739 (645~820)	14.2 (12~16)

注) ( )内は範囲を示す。

表3 結束試験結果(附属農場)

試験区	作業精度					作業能率	
	処理株数 (株)	結束成功率 (%)	結束高さ <sup>1)</sup> (%)	未結束外葉数 (枚)	損傷外葉数 (枚)	株数 (株/h)	能率 <sup>2)</sup> (a/h)
機械結束	434	99.5	84.0	2.8	1.0	427	1.14
手作業	99	100	86.6	2.1	0.7	365	0.98

1) 結球高さに対する結束高さの割合

2) 枕地の面積は含まない



図2 外葉持ち上げ時の様子



図3 結束後の状況

#### 4. 成果の活用面と留意点

2021年12年に東洋精機(株)から数量限定でモニター販売された。2022年度に正式販売開始予定。農作業学会(2022.3)で発表。

#### 5. 残された問題とその対応

株間が30~35cmで結球径が250mm以上となる株には対応できていないため、対応する場合は設計の見直しが必要である。

課題分類：5 (2)

課題 ID：20902-2-09

研究課題：落花生用自走式拾い上げ収穫機の開発

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：中農研、千葉農総セ、(株)デリカ

予算区分：クラスタ

研究期間：完 2019～2021 年度 (令和元～3 年度)

## 1. 目的

主産地の栽培様式や圃場規模に適合するとともに圃場間移動などの取扱性にも優れ、掘取り後の列状に地干ししている落花生の株を拾い上げながら脱莢する、自走式拾い上げ収穫機を開発する。

## 2. 方法

- 1) 革新的技術開発・緊急展開事業で開発した、拾い上げ収穫機試作 2 号機を供試し、掘取り前の茎葉剪枝処理の有無と収穫損失の関係を調査した。収穫後、収穫コンテナのまま乾燥させる簡易乾燥法を検討した。(2019 年度)
- 2) 試作 2 号機の問題点に対応した試作 3 号機を製作した。試作 3 号機の動作確認試験を研究所内圃場で実施し、脱莢・選別精度、作業能率、取り扱い性等を調査した。拾い上げ収穫・簡易乾燥体系について、主に品質面から、拾い上げ収穫作業の適用可能条件を検討した。(2020 年度)
- 3) 拾い上げ収穫・簡易乾燥体系の現地実証試験を行い、試作 3 号機の各部改良 (図 1) を進めるとともに収穫作業性能および簡易乾燥と組み合わせた体系の現地適用性を明らかにした。(2021 年度)

## 3. 成果の概要

- 1) 試作 2 号機は、地上部の茎葉を切除してから掘取り・地干し乾燥した区、切除せず掘取り・地干し乾燥した区ともに排出部に茎葉残渣が滞留するため、補助作業者が取り除く必要があった。脱穀選別損失は、茎葉を切除しない区の方が、損失が概ね少なかった。簡易乾燥方法は、収穫コンテナを 8 個積み上げ、側面をビニルシートで覆った状態で上面に送風機を設置して吸引通気させる方式 (図 2) を開発し、基礎試験を開始した。
- 2) 試作 3 号機は走行部に HST を採用した。脱莢選別部の排出部に滞留する大型の残渣を強制的に排出する残渣排出機構を新たに加えたことで、残渣の滞留が発生しなくなったため作業能率が試作 2 号機に比べて大きく向上した。収穫損失のうち頭部損失は 3%以下、脱穀選別損失 5.6%以下であった。簡易乾燥体系の適用条件の解明では、乾燥開始時の子実含水率が 35%以下であれば、白カビ発生による莢実品質の低下は問題なく乾燥できた。
- 3) 試作 3 号機の走行性能向上のための改良を加え、特にトランスミッション大型化により枕地旋回動作の操作性向上と移動速度向上を実現したことで能率が向上し、投下労働時間は 3.5～7.0 人時/10a と慣行作業 (16.5 人時) の 50%以上省力化の目標を達成した (表 1)。収穫損失は、合計 8.7～11.6%と前年の結果より増加したが、脱穀選別部入り口で莢が漏下していることがわかったため対策を施し、頭部損失は 2.0%に低減できた (表 2)。脱穀選別損失と茎葉含水率との間に明確な関係は見られなかったが、損失の多くは 2 番回収で回収できていないことが原因であり残された課題とした。簡易乾燥については、地干し日数が短く、簡易乾燥が長いと白カビが発生する場合があり、また地干し日数を長くすると簡易乾燥が短くなるものの、地干し中に黒カビが発生する。このことから、品質維持のためには、拾い上げ収穫の時点の地干し日数は、子実水分 30%となる 3～8 日間であり、この場合の簡易乾燥期間は約 10 日となった。現地 2 箇所で行った拾い上げ収穫・簡易乾燥体系を実証し、収穫物は莢実品質に問題なく乾燥できた (表 3)。

以上、落花生用自走式拾い上げ収穫機を開発し、慣行作業を 50%以上、省力化できることを示した。また、収穫した落花生を仕上げ水分まで乾燥させる簡易乾燥技術を開発し、適用可能条件を明らかにした。



図1 自走式拾い上げ収穫機 (2021年)

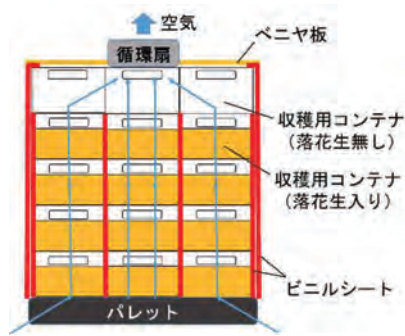


図2 簡易乾燥装置

表1 現地試験の作業能率

試験地 (品種)	畝長 (m)	作業時間 (h/10a)	投下労働 時間(人時 /10a)	作業速度 (m/s)	作業時間*内訳 (%)					作業時茎 葉含水率 (%)
					実作業	巡回・ 移動	コンテ ナ交換	機械 調整	その他	
2018年 八街(千葉半立)	110	3.9	7.8	0.10	53**	10		33	4	61
2021年 八街(P114)	90	1.73	3.5	0.11	76	9	11	2	2	45
横芝光(P114)	75	2.87	5.7	0.11	63	11	9	15	1	51
八街(千葉半立)	24	2.08	4.2	0.14	57	21	17	5	0	26
八街(千葉半立)	102	3.48	7.0	0.1	65	4	19	13	0	57

\* 機械調整は排出部つまり除去を含む。 \*\*2018年は実作業にコンテナ交換を含む。

表2 現地試験の収穫損失

	作業速度 m/s	損失(%)			損傷 (%)	夾雑物混入(%)		含水率(%)	
		頭部	脱穀選別	計		茎葉	土塊	莢	茎葉
八街(P114)	0.18	3.2	8.4	11.6	3.5	1.4	0.0	24	45
横芝光(P114)	0.14	5.1	3.7	8.7	2.8	4.3	0.0	20	51
八街(千葉半立)	0.15	3.9	7.1	11.1	1.6	3.2	0.0	15	26
八街(千葉半立)	0.10	2.7	7.5	10.2	2.5	2.2	0.0	26	57
所内(千葉半立)	0.10	2.0	5.9	7.9	1.4	2.8	0.1	21	61

表3 簡易乾燥の現地試験結果

品種	実証圃	掘取り日	地干し 日数	拾い上げ収穫時の含水率		茎葉 混入率 (%)	乾燥完了 までの 日数	外観 品質
				子実 (%)	茎葉 (%)			
Qなっつ	A	9月28日	6	26	45	1.1	7	○
	B	9月29日	6	21	51	1.8	13	○
千葉半立	C	10月5日	10	17	26	0.9	5	○
	D	10月10日	8	28	56	1.5	10	○

#### 4. 成果の活用面と留意点

拾い上げ収穫・簡易乾燥体系を導入する場合、1回20aを2週間程度あけて2回収穫することで、千葉県標準栽培面積40a(早生～中生品種:20a、晩生品種:20a)の生産規模に対応できる。この場合、簡易乾燥装置は4台を運用する(4台で20aを処理)。また、拾い上げ収穫は、慣行の据え置き型脱莢機に比べて収穫損失は増加する。

#### 5. 残された問題とその対応

拾い上げ収穫機の実用化には、作物状態に応じて脱穀選別損失を低減させる機械設定の簡略化と2番回収部の改善が必須である。簡易乾燥装置はコンクリート床の倉庫で実用性を確認したが、今後は、パイプハウス内で利用できる簡易乾燥技術の開発を進める。

課題分類：2、4（2）

課題 ID：20902-2-12

研究課題：大豆用高速畝立て播種機の普及に向けた実証研究

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：アグリテクノサーチ(株)、宮城古川農試、滋賀農技セ、中日本農研

予算区分：理事裁量経費、資金提供型共同研究（アグリテクノサーチ(株)）

研究期間：完 2020～2021 年度（令和 2～3 年度）

## 1. 目的

緊プロ事業で開発した大豆用高速畝立て播種機（以下、開発機）の円滑な実用化、普及拡大を目的として、大豆生産者ほ場、公設試ほ場における栽培実証試験を行い、開発機に適したほ場準備や中耕除草、収穫時の要点などをデータによる裏付けを行いながら整理した SOP を作成する。

## 2. 方法

- 1) 開発機 4 条仕様（図 1）の生産者への導入効果を把握し、SOP の基礎データを得ることを目的として、宮城県、滋賀県の生産者ほ場で慣行機（宮城県：耕うん同時畝立て播種機（URS 機）、滋賀県：ロータリシダ（DRS 機））と比較する播種試験、作業能率測定および栽培試験を行った。播種・栽培試験は両県で 3 反復行った。播種試験では作業速度を開発機 1.7m/s、慣行機 0.7m/s、播種深さは 3～4 cm、播種間隔は宮城県 22cm、滋賀県 16.5cm を目標に設定した。作業能率測定は規模の異なるほ場（宮城県 16 筆（20a～1ha）、滋賀県 20 筆（20～70a））で行った。（2020～2021 年度）
- 2) 開発機の市販化に向けて関係メーカーと調整を行った。（2021 年度）
- 3) 大豆用高速畝立て播種機を活用した大豆栽培体系の SOP の作成。（2021 年度）

## 3. 結果の概要

- 1) 2021 年の播種試験の結果を表に示す。作業速度は開発機が両県の慣行機比で 2.5 倍程度高速であった。宮城県では開発機の播種機部品の選定不良により開発機の播種精度が低下した。滋賀県の播種精度は慣行機と同等であった。出芽率はすべての試験区で 8 割以上と良好だった。全刈収量は宮城県では開発機が慣行機より高い傾向であった。慣行機の株間が設定より広がり、株数が少なかったことが原因と考えられる。滋賀県（図 2）では、両機共に 300kg/10a を超える高水準の収量が得られた。宮城県の試験で播種精度が低下した原因を特定するために、10 月に宮城古川農試において、追加播種試験を実施した。その結果、問題となる部品とその構造を特定し、改良により播種間隔の変動を 1/2 程度に低減できることを確認した。

図 3 に作業能率を示す。開発機のほ場作業量は 75～120a/h であり、30a 区画以上のほ場では 1 例を除き 100a/h 以上であった。傾向として、宮城県のほ場では大面積のほ場で長辺が長い傾向だったことから、ほ場面積の増加に従いほ場作業量が大きくなった。一方、滋賀県のほ場では長辺が 100m 程度で一定だったことから、ほ場面積が増加してもほ場作業量が向上し難かったと考えられる。参考として記載した慣行機のほ場作業量は 50a/h 程度であり、開発機は慣行機比 2 倍以上の作業能率であった。

慣行体系を開発機体系に置き換えた場合の経済性評価はとりまとめ中である。

- 2) 開発機 2 条仕様は市販化の見通しが立ち、2022 年 1 月にプレスリリース、6 月から販売開始する予定である。開発機 4 条仕様は耐久試験を要することから 2022 年度内の市販予定となった。
- 3) SOP（図 4）は、2022 年 2 月に目次、執筆分担を決定し、作業を開始する。開発機 4 条仕様の市販化に合わせて公開を予定する。内容は、取扱説明書との重複を避け、機械設定のノウハウや開発機を導入した場合の栽培体系を中心にする。

以上、SOP の作成に必要なデータを得ることを目的として、生産者ほ場における開発機 4 条仕様の播種・栽培試験を行い、開発機の作業能率、播種精度を明らかにした。



図1 開発機4条仕様の播種 (2021年滋賀県)

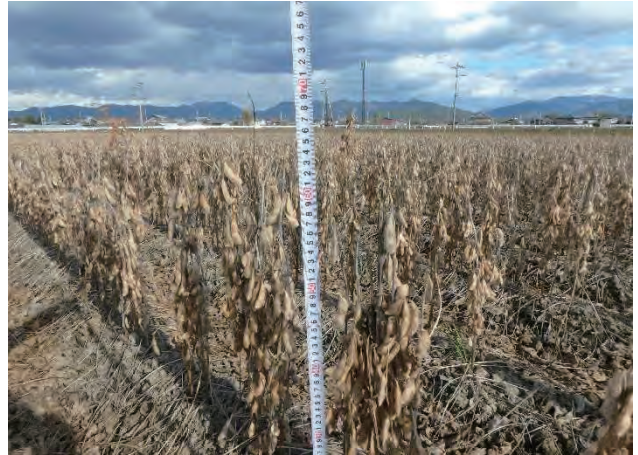


図2 成熟期の大豆 (2021年滋賀県)

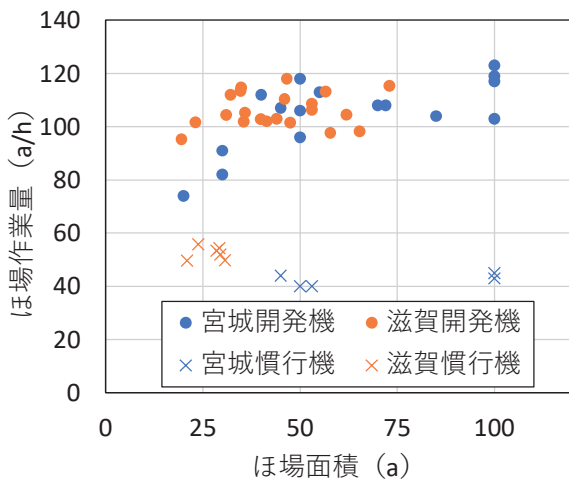


図3 作業能率 (2020年&2021年)



図4 開発機のSOP

表 播種・栽培試験結果 (2021年)

試験地	品種	碎土率 <sup>1)</sup> (%)	供試機	作業速度 (m/s)	播種深さ <sup>2)</sup> (cm)	播種間隔 <sup>2)</sup> (cm)	出芽率 (%)	全刈収量 (kg/10a)
宮城県 石巻市	タンレイ	81	開発機	1.7	4.6±1.3	19.5±7.3	85	266
		86	URS機3条	0.7	4.1±1.0	27.5±5.7	82	232
滋賀県 甲良町	ことゆたかA1	84	開発機	1.7	4.1±0.5	16.5±5.6	98	352
		83	DRS機4条	0.7	4.2±0.4	15.9±4.5	95	346

1) 碎土率は2cm未満の土塊が占める質量割合 2) 播種深さ、播種間隔の±は標準偏差

4. 成果の活用面と留意点

開発機2条仕様の畝立て部は小橋工業(株)から、播種機はアグリテクノサーチ(株)から市販予定である。

5. 残された問題とその対応

- 1) SOPは2022年10月完成を目途に執筆する。
- 2) 開発機4条仕様の市販化を進める。





## 5. システム安全工学研究領域



## 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3年度（令和3年2月～令和4年2月）の安全性検査実施状況は、表1-1のとおり申込数9機種83型式、合格数7機種66型式であった。

表1-1 安全性検査実施一覧

機種名	申込型式	合格型式
農用トラクター（乗用型）	50	41
農用トラクター（歩行型）	3	1
田植機	5	1
野菜移植機	1	0
スピードスプレー	2	2
コンバイン（自脱型）	10	10
コンバイン（普通型）	1	1
乾燥機（穀物用循環型）	10	10
乗用管理機	1	0
合 計	83	66

（令和3年2月～令和4年2月分）

2) 令和3年度（令和3年2月～令和4年2月）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のとおりであった。

表1-2 申込受付期間等の一覧

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
3. 5. 10	3. 5. 20～3. 5. 24	農業機械研究部門	3. 6. 8	1社 1型式
3. 5. 6 3. 5. 26	3. 5. 25～3. 7. 20 3. 6. 8～3. 7. 20	三菱マヒンドラ農機株式会社技術センター 井関農機株式会社砥部事業所	3. 8. 10	2社 10型式
3. 7. 21	3. 8. 3～3. 8. 24	農業機械研究部門	3. 9. 14	1社 4型式
3. 8. 3 3. 8. 31	3. 9. 2～3. 9. 21 3. 9. 10～3. 9. 21	井関農機株式会社砥部事業所 農業機械研究部門	3. 10. 12	2社 11型式
3. 9. 9	3. 9. 28～3. 10. 26	三菱マヒンドラ農機株式会社技術センター	3. 11. 16	1社 9型式
3. 9. 14 3. 9. 14 3. 10. 22	3. 10. 4～3. 11. 29 3. 10. 7～3. 11. 29 3. 11. 18～3. 11. 29	農業機械研究部門 静岡製機株式会社浅羽工場	3. 12. 14	3社 12型式
3. 9. 7	3. 9. 16～3. 12. 13	農業機械研究部門	4. 1. 11	1社 2型式
3. 9. 24 3. 10. 25 3. 11. 17	3. 10. 14～4. 1. 24 3. 11. 8～4. 1. 24 3. 12. 1～4. 1. 24	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 三菱マヒンドラ農機株式会社技術センター	4. 2. 15	2社 17型式

（令和3年2月～令和4年2月分）

3) 令和3年度（令和3年2月～令和4年2月）の安全性検査合格機の型式名、依頼者名、合格番号は、表1-3のとおりであった。

表1-3 合格機一覧

型式名	依頼者の名称	合格番号
クボタ TMS300	株式会社 クボタ	NARO 21/001
キセキ H109G	井関農機株式会社	NARO 21/002
キセキ H110G	〃	NARO 21/003
キセキ H111G	〃	NARO 21/004
キセキ H112G	〃	NARO 21/005
キセキ H113G	〃	NARO 21/006
キセキ H114G	〃	NARO 21/007
三菱 C2005	三菱マヒンドラ農機株式会社	NARO 21/008
三菱 C2006	〃	NARO 21/009
三菱 C2007	〃	NARO 21/010
三菱 C2008	〃	NARO 21/011
クボタ MR1000A-OP	株式会社 クボタ	NARO 21/012
クボタ MR1000A-PC-OP	〃	NARO 21/013
クボタ MR1000A-A	〃	NARO 21/014
クボタ MR1000A-PC-A	〃	NARO 21/015
キセキ T1894	井関農機株式会社	NARO 21/016
キセキ T1904	〃	NARO 21/017
キセキ T1914	〃	NARO 21/018
キセキ T1924	〃	NARO 21/019
キセキ T1934	〃	NARO 21/020
キセキ T1894C	〃	NARO 21/021
キセキ T1904C	〃	NARO 21/022
キセキ T1914C	〃	NARO 21/023
キセキ T1924C	〃	NARO 21/024
キセキ T1934C	〃	NARO 21/025
ヤンマー P0023	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 21/026
三菱 T2106	三菱マヒンドラ農機株式会社	NARO 21/027
三菱 T2105	〃	NARO 21/028
三菱 T2104	〃	NARO 21/029
三菱 T2103	〃	NARO 21/030
三菱 T2102	〃	NARO 21/031
三菱 T2101	〃	NARO 21/032
三菱 T2109	〃	NARO 21/033
三菱 T2108	〃	NARO 21/034
三菱 T2107	〃	NARO 21/035
キセキ T1774C	井関農機株式会社	NARO 21/036
MF8730S-4V	エム・エス・ケー農業機械株式会社	NARO 21/037
シズオカ TCZ-EL30	静岡製機株式会社	NARO 21/038
シズオカ TCZ-EL35	〃	NARO 21/039
シズオカ TCZ-EL40	〃	NARO 21/040
シズオカ TCZ-EL45	〃	NARO 21/041
シズオカ TCZ-EL50	〃	NARO 21/042
シズオカ TCZ-EL30F	〃	NARO 21/043
シズオカ TCZ-EL35F	〃	NARO 21/044
シズオカ TCZ-EL40F	〃	NARO 21/045
シズオカ TCZ-EL45F	〃	NARO 21/046
シズオカ TCZ-EL50F	〃	NARO 21/047
SSA-E502	株式会社丸山製作所	NARO 21/048
SSA-E542	〃	NARO 21/049
三菱 T2115	三菱マヒンドラ農機株式会社	NARO 21/050
三菱 T2114	〃	NARO 21/051
三菱 T2113	〃	NARO 21/052
三菱 T2112	〃	NARO 21/053

三菱 T2111	〃	NARO 21/054
三菱 T2110	〃	NARO 21/055
ヤンマー T0228	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 21/056
ヤンマー T0227	〃	NARO 21/057
ヤンマー T0226	〃	NARO 21/058
ヤンマー T0225	〃	NARO 21/059
ヤンマー T0224	〃	NARO 21/060
ヤンマー T0223	〃	NARO 21/061
ヤンマー T0222	〃	NARO 21/062
ヤンマー T0221	〃	NARO 21/063
ヤンマー T0220	〃	NARO 21/064
ヤンマー T0219	〃	NARO 21/065
ヤンマー C0010	〃	NARO 21/066

(令和3年2月～令和4年2月分)

#### 4) 概評

合格機は、合計7社87型式であった。その内訳は、安全キャブ・フレーム検査が4社16型式、安全装備検査が7社66型式、ロボット・自動化農機検査が2社5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3年度（令和3年2月～令和4年2月）の一般性能試験実施状況は、表2のとおり合計8型式であった。

表2 一般性能試験実施一覧

機 種	型式数
農用トラクター（乗用型）用安全キャブ	2
動力摘採機（可搬型）	4
農耕作業用自動車等の排出ガス発散防止装置	1
スピードプレーヤー用 R O P S	1
合 計	8

(令和3年2月～令和4年2月分)

## 3. OECDテスト

OECDテスト実施規程に基づく令和3年度（令和3年2月～令和4年2月）のOECDテスト実施状況は、表3のとおり合計3型式であった。

表3 OECDテスト実施一覧

機 種	型式数
農用トラクター（乗用型）用 安全キャブ・フレーム	3
合 計	3

（令和3年2月～令和4年2月分）

## 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3年度（令和3年2月～令和4年2月）の機能確認実施状況は、表4のとおり農耕トラクタ2社19型式（19類別）、農業用薬剤散布車1社2型式（2類別）、および刈取脱穀作業車3社10型式（11類別）であり、合計4社31型式（32類別）であった。

表4 機能確認実施一覧

機 種	依頼者名	報告年月日	型式数
農耕トラクタ	井関農機株式会社	4. 2. 14	4(4)
	三菱マヒンドラ農機株式会社	3. 10. 20	3(3)
		3. 12. 22	1(1)
		3. 12. 27	3(3)
		4. 1. 17	2(2)
		4. 2. 28	6(6)
農業用薬剤散布車	株式会社丸山製作所	3. 12. 6	2(2)
刈取脱穀作業車	井関農機株式会社	3. 7. 14	5(6)
	株式会社クボタ	3. 5. 27	1(1)
	三菱マヒンドラ農機株式会社	3. 7. 5	3(3)
		3. 7. 5	1(1)
合 計			31(32)

（令和3年2月～令和4年2月分）





### 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1に示した。

表1 月別作業件数（件）

年度 月	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3
4	8	19	20	15	12	10	13
5	10	16	17	18	20	10	7
6	11	16	23	18	21	22	19
7	17	17	13	16	14	25	8
8	11	16	22	17	19	9	14
9	21	20	20	10	19	15	8
10	15	16	22	30	17	20	12
11	10	20	15	16	15	11	10
12	6	6	11	22	11	7	10
1	4	8	8	8	6	11	16
2	5	10	10	18	14	17	8
3	19	18	18	15	19	21	-
計	137	182	199	203	187	178	125

## [2] 試作依頼内訳

研究推進部	研究推進室	2件
	広報チーム	7件
機械化連携推進部		6件
安全検査部	安全評価グループ	23件
知能化農機研究領域		2件
無人化農作業研究領域	小型電動ロボット技術チーム	1件
	革新的作業機構開発グループ	59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	19件
	協調安全システムグループ	19件
さいたま管理部		4件
附属農場		1件

### [3] 資材使用量

令和3年に使用した資材の使用量を図1に示した。

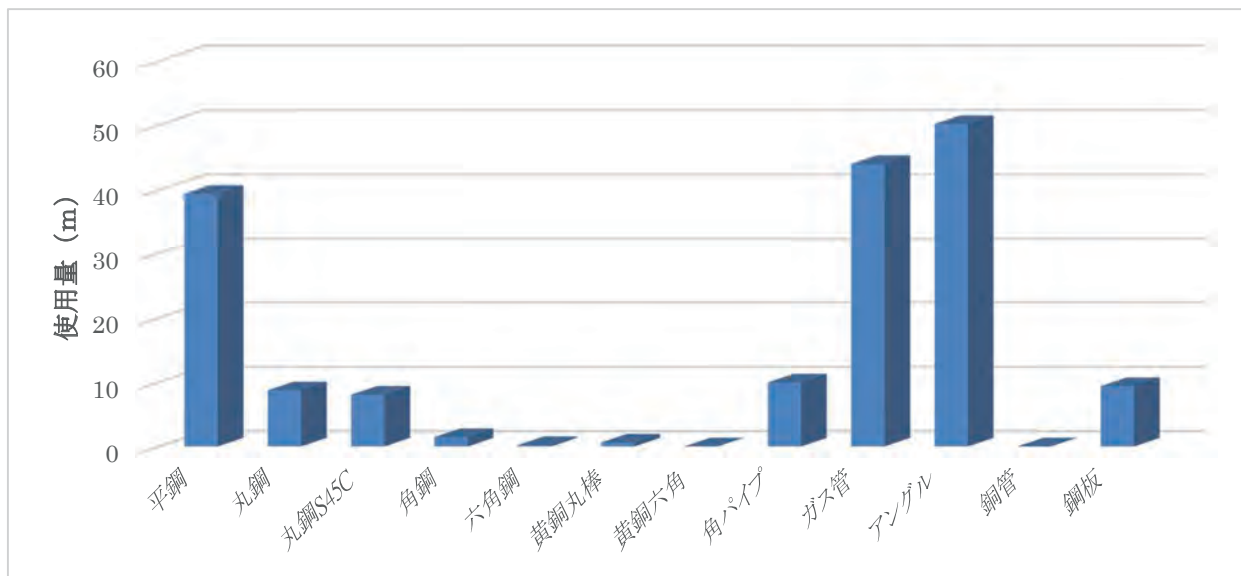


図1 資材使用量(m) \* 鋼板は枚

### [4] 主な試作品

令和3年度の主な試作品は以下のとおり：

1. トラクタへの乗降試験装置。前後、上下の位置を簡単に変更可能 (図2)
2. ヒト追従台車((株)Doog と共同研究) へのバッテリーカバーとコンテナ落下防止バーの追加 (図3)
3. 24時間コンバイン対応予備試験装置 (図4)



図2 乗降試験装置



図3 ヒト追従台車



図4 穀物ブリッジ解消試験装置

### [5] その他

- \*5軸マシニングセンタ (ファナック) 用CAM (ハイパーミル) 導入 (2月9日)。
- \*3軸マシニングセンタ (大隈豊和)、シャーリング (WIEGER) 修理 (2月10日)。
- \*さいたま市中学生社会体験学習事業 (未来クルワーク) 対応 (三橋中7月5日、大宮西中11月15日)。
- \*技能検定機械加工普通旋盤3級、フライス盤作業2級各1名取得 (6月28日)。
- \*特定化学物質・四アルキル鉛等作業主任者1名取得 (9月7日)。
- \*第一回技術支援部業務実績報告会発表 (11月25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	水稲	彩のかがやき	550	550	
		彩のきずな	188	188	
		コシヒカリ	58	58	
		朝の光	113	113	
		大地の風	170	170	
		麦類	小麦①	42	42
		小麦②	58	-	生育中
	(裸地)	-	(215)	-	ロボットトラクタ等 試験用
畑	麦類	大麦①	10	10	
		大麦②	10	-	生育中
	葉菜類	ブロッコリー	5.0	5.0	
		ハクサイ	5.0	5.0	
		長ネギ	1.0	1.0	
		ホウレンソウ	2.5	2.5	
		タカナ	2.0	2.0	
		その他			
	いも類	サトイモ	2.5	2.5	
	その他	大豆	30	-	湿害による発芽不良

### [3] 気象概況

月平均気温は、4、5、6月が平年より高く、9月は平年よりも低かった。8月の月平均気温は平年並であったが、旬ごとの気温差が大きく、上旬、下旬は平年より2度程度それぞれ高く、中旬は平年より3度程度低かった。降水量の月合計は、6月を除いて平年並か平年より少なかった。また、本年は台風による大きな影響はなかったが、8月を中心に局地的豪雨となることが数度あった。梅雨明けは7月16日ごろで平年よりも3日程度早かった。日照時間の月合計は、4、6、10月が平年より多く、5、9月が平年より少なかった。

### [4] 作物の生育概況

#### 1) 水稲

今年の水稲作は、育苗作業の開始を5月連休前とし、通常の水田植え作業は5月28日から6月28日までの間に行った。出穂期に高温であったコシヒカリ・彩のきずな・朝の光は、やや品質を落と

したが、彩のかがやき・大地の風の2品種は、出穂期に高温寡照となることもなく、1等の評価を受けた。収量については、昨年から継続する可変施肥試験で施肥量を抑えめにした影響もあり、平均収量は平年（直近15年間の最高年と最低年を除く平均）比96%にとどまった。台風による重度の冠水などはなかったが、前述のコシヒカリ・彩のきずな・朝の光に害虫による被害が若干見られた。

## 2) 畑作物

麦類は、昨年同様小麦を水田に、大麦を畑に播種し、どちらも順調に生育した。令和4年産麦も、11月中旬に畑に小麦及び大麦を播種し、順調に生育している。

サトイモを3月下旬、大豆を4月下旬、ハクサイを9月中旬、ブロッコリーを9月中・下旬・10月下旬、タカナを10月に定植した。その他6月中旬に大豆を播種した。大豆は、その後の長雨による被害で苗立ちが悪かったため、7月中旬に再度播種を行った。サトイモは機械収穫時のヒト・機械間の関連性調査に、大豆は畝立て播種機の改良研究に、ハクサイは頭部結束機の改良研究に、ブロッコリーは収穫機開発のための調査用に、タカナは収穫機の開発研究用に、それぞれ供した。

## [5] その他

- ・中央農研との協定研究で実施している水田用除草ロボットの走行試験に試験ほ場および試験材料の提供を行い、また試験ほ場の雑草管理を行った。
- ・12月2日に開催された埼玉県農業機械化協会実演展示会で実演会場として使用されたほか、農業機械研究部門における開発機のハクサイ頭部結束機および計量機能付きブロードキャストの展示説明を行った。
- ・JA 共済連が開発し、農研機構が監修した農作業事故体験 VR を活用した学習プログラムの開発では、一部のコンテンツの撮影用ロケ地となり、映像内の農機オペレーターとして撮影に協力した。



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

FAX: 048-654-7130

または

iam-koho@ml.affrc.go.jp

令和3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)

---

印刷・発刊 令和4年3月

