

令和元年度
事業報告

令和2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
農業技術革新工学研究センター

目 次

I 研究業務

2019 年度（令和元年度）実施課題一覧	3
----------------------	---

(以下、原則として 2019 年度で完了する課題のみ記載)

1. 研究推進部

戦略－1 戦略推進室

戦略－1－1 高速高精度汎用播種機の現地実証	10
戦略－1－2 大豆用高速畝立て播種機の現地実証と高度利用	12
戦略－1－9 サトイモ収穫技術の開発	14
戦略－1－11 野菜畑における多年生雑草の物理的防除技術の開発	16
戦略－1－12 イアコーン収穫スナッパヘッドの開発	18

2. 安全検査部

検査－1 ロボット安全評価ユニット

検査－21－1 ロボット農機の安全機能評価試験方法の開発	22
------------------------------	----

3. 安全工学研究領域

安全－1 安全技術ユニット

安全－31－2 農作業事故の詳細調査・分析に基づく啓発支援に関する研究	26
-------------------------------------	----

安全－3 労働衛生ユニット

安全－33－1 農作業用身体装着型アシスト装置に関する評価試験方法の開発	28
--------------------------------------	----

4. 高度作業支援システム研究領域

高度－1 高度土地利用型作業ユニット

高度－41－1 大規模営農におけるロボットトラクタシステムの確立	32
----------------------------------	----

高度－3 高度情報化システムユニット

高度－43－1 無線通信に対応した自動給水栓の開発	34
---------------------------	----

5. 次世代コア技術研究領域

次世代－1 自律移動体ユニット

次世代－51－1 コンバインの耐久性に関する基礎的研究	38
次世代－51－2 ISOBUS 作業機械用 ECU の開発スタートアップ	40

次世代－2 生産システムユニット

次世代－52－1 野菜用の高速局所施肥機の現地実証と高度利用	42
--------------------------------	----

次世代－3 ポストハーベストユニット

次世代－53－1 ゴマの機械収穫後の乾燥調製技術の開発	44
次世代－53－2 ニンニク調製の軽労化装置の開発	46

II 安全性検査等業務

1. 安全性検査	50
2. 一般性能試験	52
3. OECDテスト	53
4. 農耕作業用自動車等機能確認	53
5. 特定原動機検査・特定特殊自動車検査	54

III 試作工場、附属農場の運営

1. 試作工場	56
2. 附属農場	58

付表 農研機構の研究センター等の略称	61
--------------------	----

I 研究業務

令和元年度実施課題一覧

2019 年度（令和元年度）実施課題一覧

担当研究 領域等	研究ユニット 等	研究課題名	予算区分	研究期間
研究推進 部	戦略推進室	高速高精度汎用播種機の現地実証	クラスタ	2018～19
		大豆用高速畝立て播種機の現地実証と高度利用	クラスタ	2017～19
		二毛作体系に適した水稲乾田直播技術の開発	クラスタ	2018～20
		高速高精度汎用播種機を用いた乾田直播水稲一子実用トウモロコシサイズの多収栽培技術の開発	先端プロ	2018～20
		復旧水田における先端技術導入による水田営農の高度安定化に向けた実証研究	先端プロ	2018～20
		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
		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 イノベ事業	2019～20
		マシンビジョンを活用した自動運転スピードスプレーヤの開発	SIP2	2019～20
		セル苗を利用したハウレンソウ栽培移植体系の開発	クラスタ	2018～20
		越冬ハクサイ頭部結束機の開発	クラスタ	2019～21
		サトイモ収穫技術の開発	基礎・基盤	2016～19
		落花生用自走式拾い上げ脱莢機の開発	クラスタ	2019～21
		野菜畑における多年生雑草の物理的防除技術の開発	クラスタ	2017～19
		イアコーン収穫スナッパヘッドの開発	経営体プロ（府 県自給飼料）	2017～19
		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
豚舎洗浄ロボットの実用化研究	基礎・基盤 クラスタ	2019～21		

担当研究領域等	研究ユニット等	研究課題名	予算区分	研究期間
安全検査部	ロボット安全評価ユニット	ロボット農機の安全機能評価試験方法の開発	大課題重点	2017～19
		農業用ドローンの防除性能評価の標準化に関する研究	基礎・基盤	2018～20
	作業機安全評価ユニット	歩行用トラクタの挟まれ事故防止技術の開発	基礎・基盤	2018～20
		安全キャブ・フレームの新たな試験手法の標準化に向けた基盤的研究	大課題重点	2018～20
		安全性検査における ISO/IEC17025 取得及び維持に関する研究	基礎・基盤	2019～20
	性能評価ユニット	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	基礎・基盤	2018～20
高所作業用機械・用具に係る転倒・転落事故軽減に向けた評価法の開発		基礎・基盤	2019～21	
安全工学研究領域	安全技術ユニット	農作業事故の詳細調査・分析に基づく啓発支援に関する研究	基礎・基盤	2017～19
	安全システムユニット	農用トラクター用ドライブデータレコーダーの開発	クラスタ	2018～20
		農用車両の危険挙動再現のための実験用プラットフォーム及び挙動計測システムの開発	基礎・基盤	2018～21
		農用トラクターの異常機体挙動検知装置の開発	基礎・基盤	2018～20
	労働衛生ユニット	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
		農作業用身体装着型アシスト装置に関する評価試験方法の開発	基礎・基盤	2017～19
		中腰姿勢補助器具の開発	基礎・基盤	2018～20
		知能化農機のための環境インフラ・地図の開発	SIP2	2019～22
高度作業支援システム研究領域	高度土地利用型作業ユニット	大規模営農におけるロボットトラクタシステムの確立	経営体プロ（水田営農温暖地）	2017～19
		大区画圃場における凹凸計測および均平作業の自動化技術の開発	先端プロ	2018～20
		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

担当研究 領域等	研究ユニット 等	研究課題名	予算区分	研究期間
		ロボットコンバインによる無人収穫システムの開発	交付金	2017～20
		畑野菜の高精度除草技術の開発	交付金	2018～20
		マッピング技術に基づく栽培情報の評価・適用技術の開発	交付金	2018～20
		無人農用車両遠隔運用システムの研究	交付金	2019～21
		遠隔操作式高能率法面草刈機の開発	クラスター 大課題重点	2019～21
	高度施設型作業ユニット	作業データ入力デバイスの開発	技会委託 AI プロ	2017～21
		時系列画像や別視点の画像を利用し隠れて見えない対象を検出する画像モニタリング手法	科研費	2017～20
		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	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
		新規作物導入を伴う通い農業支援・営農促進モデルの提示	先端プロ	2018～20
		軟弱野菜ソフトハンドリングロボット技術の開発	交付金 大課題重点	2019～21
		移動計測による高度生育情報モニタリング技術の開発	交付金 大課題重点	2019～21
		小型ドローンの気流を利用したイチゴ新葉の省力計測手法の開発	交付金	2019～21
	高度情報化システムユニット	多圃場営農管理情報プラットフォームの実証と機能向上	交付金	2016～20
		無線通信に対応した自動給水栓の開発	経営体プロ(低コスト水管理)	2017～19
		移動性害虫の侵入警戒・モニタリング技術の開発	交付金	2016～20
		リスクマネジメントシステムの実証	交付金	2016～20

担当研究 領域等	研究ユニット 等	研究課題名	予算区分	研究期間
		携帯型 GPS データ利用による有用生産工程管理システムの開発	交付金	2016～20
		農業用語標準化に向けた概念体系の構築	交付金	2016～20
		フィールドセンシング・ビッグデータ構築による新知見の発見	交付金 CREST	2016～20
		農作業基本オントロジーを活用した音声認識機能を用いた作業記録作成システムの開発	交付金	2019～20
		牛の飼養衛生オントロジー構築事業	JRA 畜産振興事業	2019～21
次世代コ ア技術研 究領域	自律移動体ユ ニット	AI を利用した農用ロボット制御技術の開発	大課題重点	2018～20
		コンバインの耐久性に関する基礎的研究	基礎・基盤	2017～19
		ISOBUS 作業機械用 ECU の開発スタートアップ	クラスタ	2018～19
		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	SIP-2	2018～22
		ドローンを利用した栽培管理技術に関する基礎研究	基礎・基盤	2017～20
		ISOBUS に対応した作業機 ECU の開発	クラスタ	2019～21
		畦畔向け草刈ロボットの開発に関する研究	大課題重点	2019～22
	生産システム ユニット	栽培管理用 AI ロボットの研究開発	クラスタ	2018～22
		トマト用接ぎ木装置の開発	基礎・基盤	2018～20
		野菜用の高速局所施肥機の現地実証と高度利用	クラスタ	2018～19
		キャベツの精密管理技術の開発	大課題重点	2019～21
		高精度散布制御技術の開発	大課題重点	2019～21
		東北日本海側 1 年 1 作地帯の大規模水稲・大豆輪作集落営農型法人におけるスマート農業による生産性向上の実証	スマ農実証（たねっこ）	2019～20

担当研究 領域等	研究ユニット 等	研 究 課 題 名	予算区分	研究期間
	ポストハーベ ストユニット	ゴマの機械収穫後の乾燥調製技術の開発	基礎・基盤	2017～19
		ニンニク調製の軽労化装置の開発	クラスタ	2017～19
		植物体へのダイレクトプリント技術の適 用条件の解明	科研費	2018～20
	基礎技術ユニ ット	電動農業機械の充電システムに関する研 究	大課題重点	2018～20
		管理作業用自律走行プラットフォームの 開発	基礎・基盤 大課題重点	2018～20

注： 予算区分は、平成 30 年度（2018 年度）までは「経常」「所内特研」が存在。

「クラスタ」は平成 30 年度（2018 年度）から。

令和元年度（平成 31 年度、2019 年度）からは、従前の「経常」「所内特研」にかわり、
「基礎・基盤」さらに「大課題重点」が新設。

1. 研究推進部

課題分類：2(1)、(2)、(5)

課題 I D：1060201-01-07*19

研究課題：高速高精度汎用播種機の現地実証

担当部署：革新研・研究推進部・戦略推進室

協力分担：アグリテクノ矢崎(株)、東北研、三重農研、大分農研、群馬畜試、静岡畜研

予算区分：経常・所内特研・クラスタ

研究期間：完 2018～2019 年度(平成 30～令和元年度)

1. 目的

緊プロ事業で開発した高速高精度汎用播種機(以下、開発機)の円滑な実用化を目的として、生産者ほ場等において稲、麦、大豆、牧草、飼料麦類を対象とした実証試験を行い、作業能率、取扱性、耐久性、出芽率、収量等を調査する。併せて、開発機の導入効果を明らかにする。

2. 方法

- 1) 開発機の市販開始に向けて、アグリテクノ矢崎(株)と調整を行った。(2018 年度)
- 2) 普通作物への開発機の導入効果を明らかにすることを目的として、三重県の生産者のほ場で水稻(乾田直播)、小麦、大豆の2年3作体系における実証試験を行い、結果をもとに播種作業に絞って経済性評価を行った。大分県では生産者および公設試のほ場で水稻(乾田直播)、大麦、大豆の実証試験を行った。(2018～2019 年度)
- 3) 飼料作物への開発機の導入効果を明らかにすることを目的として、群馬県の生産者ほ場で牧草、大麦の実証試験を行い、公設試内ほ場で飼料用トウモロコシ、牧草類の実証試験を行った。静岡県では生産者ほ場でライ麦、試験場内ほ場で飼料麦、牧草類の実証試験を行った。(2018～2019 年度)
- 4) 本課題実施中に開発機の市販が開始されたため、生産者向けに、ほ場の準備、作業時の機械調整を解説する利用マニュアルの簡易版を作成した。(2019 年度)

3. 結果の概要

- 1) 開発機は2019年1月にアグリテクノ矢崎(株)から市販が開始された。「高速汎用播種機」として、6条仕様、8条仕様の2機種が販売されている。
- 2) 三重県では大豆のみで2018年は乾燥害、2019年は播き遅れ、湿害で低収となったが、水稻、小麦は例年と遜色ない出芽率、収量レベルであった。経済性評価(表1)では、開発機は慣行機に比べて作業能率が高いことから作付面積を10ha程度拡大でき、播種機の汎用利用による減価償却費等が減少することから、46%の経費削減効果が得られることが明らかとなった。

大分県の試験結果のうち水稻(表2)では、開発機体系の作業時間が移植体系に比べて38%減少した。出芽数は2018年、2019年ともに良好で生育も順調であった。収量は2018年では開発機体系は移植体系と同等であった。2019年では開発機体系は出芽が良好だったが、トビイロウンカの虫害を受け、収量が減少した。一方、移植体系では箱施用剤の効果でその被害が少なかったと考えられる。

- 3) 群馬県の試験結果のうち飼料用トウモロコシ(2019年産、表3)では、開発機の作業速度は慣行機に比して1.5倍程度の高速でも播種精度は同等であった。出芽率はすべての条件で90%程度が確保できていた。2019年産の収量はすべての試験区間で有意な差は認められなかったが、開発機の不耕起条件が耕起条件に比べて高い傾向であった。不耕起条件で安定的に収量を確保できれば、耕起の作業時間が削減できるため、能率向上に大きく寄与すると考えられる。

静岡県の試験結果のうち牧草類(2018年播種2019年収穫、表4)では、ほ場に起伏があり、播種作業速度は1.6m/sであった。牧草(極小粒種子)の追播種でも深さ5cm程度に播種が可能であった。出芽状況は達観による評価で良い状況であり、収量水準は2018年収穫と同等以上であった。

- 4) 利用マニュアル簡易版は乾田直播用と大豆用の2種類を作成した。その大きさはA4サイズ2枚(表裏1枚)である。アグリテクノ矢崎(株)との協議で取扱説明書の説明が少ない項目に絞って記載した。乾田直播用は実証試験を行う生産者に配布し、活用していただいた。

以上、開発機が市販され、生産者ほ場で種々の作物の播種に利用可能であることを確認した。

表1 三重県における開発機（6条）を用いた2年3作体系の経済性評価

試験区	作目	機械	播種適期		作業可能日数率 (%)	作業可能日数 (日)	ほ場作業時間 (h/10a)	実作業率 (%)	作業可能面積 (ha)	想定作付け面積 (ha)	播種機価格 (千円)	減価償却費 (A) (円/10a)	労働費 (B) (円/10a)	燃料費 (C) (円/10a)	A+B+C (円/10a)
			期間 (月日)	日数 (日)											
開発機区	水稻	開発機6条	3/21-4/10	21	78	16	0.16	60	41.9	41.9	1300	443	384	59	886
	小麦	開発機6条	11/11-11/30	20	87	17	0.12	60	62.9	41.9	1300	443	272	81	796
	大豆	開発機6条	7/11-31	21	71	15	0.14	60	43.5	41.9	1300	443	337	105	885
			-	-	-	-	-	-	148	126	3,900	1,330	993	245	2,568
慣行機区	水稻	V溝播種機	3/21-4/10	21	78	16	0.17	60	39.6	29.7	3089	1,486	407	101	1994
	小麦	浅耕播種機	11/11-11/30	20	87	17	0.25	60	29.7	29.7	1800	866	576	217	1659
	大豆	浅耕播種機	7/11-31	21	71	15	0.20	60	31.9	29.7	983	473	459	156	1088
			-	-	-	-	-	-	101	89	5,872	2,824	1,442	474	4,740
開発機区における削減率(慣行機区比)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	53%	31%	48%	46%

※作業可能日数率および実作業率は農業機械導入利用安全指導ハンドブック（第3版）から引用、作業可能日数率が月を跨いでいる場合は、各月の日数により按分。

※作業機の価格は農業機械・施設便覧（2017/2018）等から引用。

表2 大分県の水稲（乾田直播、2018、2019年産）試験結果

試験地	年度	品種	作業体系	作業時間 (h/10a)	出芽率 (%)	出芽数 (本/m ²)	穂数 (本/m ²)	千粒重(g)	収量 (kg/10a)
大分県 宇佐市	2018	たちはるか	開発機 (6条、乾直)	0.26	64	121	468	23.4	578
			移植	-	-	16.6 ^{**}	373	24.7	550
	2019	たちはるか	開発機 (6条、乾直)	0.21	99	95	494	22.9	533
			移植	0.34	-	17.8 ^{**}	382	23.9	617

※移植区の出芽数は栽植株数（株/m²）を表す。

表3 群馬県の飼料用トウモロコシ（2019年産）試験結果

試験地	試験機	ほ場	作業速度 (m/s)	作業時間 (h/10a)	播種深さ (cm)	播種間隔 (cm)	出芽率 (%)	乾物収量 (kg/10a)
群馬県 前橋市	開発機 (3条)	耕起	2.3	0.09	3.1±0.5	21.9±7.0	98	2306
		不耕起	2.5	0.08	3.1±0.6	23.5±10.9	87	2581
	慣行機(3条)	耕起	1.6	0.10	4.4±0.8	23.3±6.7	91	2471

表4 静岡県内の牧草類（2018年播種、2019年収穫）試験結果

試験地	作物種	ほ場面積 (ha)	ほ場残渣	作業速度 (m/s)	作業時間 (h/10a)	播種深さ (cm)	出芽良否 ²⁾	乾物収量 ³⁾ (kg/10a)
静岡県 富士宮市	ハイブリッド グラス	4.89	残茎破碎	1.6	0.10	4.5±1.0	8	821
	永年牧草 ¹⁾	4.26	追播	1.6	0.10	4.4±0.8	8	446

1) オーチャードグラス、トールフェスクを1:1混播、2) 極不良1～極良9の達観による評価、

3) 乾物収量は1番草、2番草の合計。

4. 成果の活用面と留意点

開発機を利用する生産者へ簡易マニュアルを配布し、サポートを行う。

5. 残された問題とその対応

2020年10月を目標に東北研と共同で高速高精度汎用播種機の利用マニュアルを作成する。

課題分類：2、4（2）

課題 I D：1060201-01-06*19

研究課題：大豆用高速畝立て播種機の現地実証と高度利用

担当部署：革新研・研究推進部・戦略推進室

協力分担：アグリテクノ矢崎(株)、宮城古川農試、滋賀農技セ、中央研

予算区分：経常・所内特研・クラスタ

研究期間：完 2017～2019 年度（平成 29～令和元年度）

1. 目的

緊プロ事業で開発した大豆用高速畝立て播種機（2条仕様、以下、開発機）の円滑な実用化、普及拡大を目的として、開発機他作物への利用拡大を図るとともに、大豆生産者ほ場において開発機を利用した栽培体系の実証試験を行い、導入利用の効果を明らかにする。

2. 方法

- 1) 開発機の作業効率の向上を目的として、開発機の4条仕様（以下、4条試作機）を試作し、取り扱い性、耐久性を検証した。（2018～2019年度）
- 2) 開発機の導入効果の把握を目的として、宮城県および滋賀県の生産者ほ場において、慣行体系と慣行のうち播種および中耕除草を開発機に変更した開発機体系を比較する栽培試験を行った。試験結果を基に作業体系の経済性評価を行った。（2017～2018年度）
- 3) 開発機の大豆以外の作物への適応性の確認を目的として、飼料用トウモロコシを宮城県内生産者ほ場、ソバ、麦類を宮城県の公設試ほ場において栽培試験を行った。（2017～2019年度）

3. 結果の概要

- 1) 4条試作機（図、表1）は開発機を踏襲し、各部の強度向上を図り、畝立て部の最外列ディスクユニットの伸縮機能を追加した。なお、伸縮ができない施肥機は取り付けず、畝立て、播種、中耕除草の機能に絞った。

宮城県、滋賀県の実証試験地の生産者に4条試作機を利用してもらったところ、作業能率は生産者慣行機比で1.4～1.8倍と高く好評であった。また、出芽状況も開発機と同等であった。アグリテクノ矢崎(株)が主体で実施した4条試作機の耐久性の検証では、畝立てディスクのベアリング取り付けボス、トップマスト、スタンド取り付け部などに強度不足が認められた。そのため、市販開始に向けて、上記の強度向上、機体サイズの縮小などの改良を行う予定である。

- 2) 表2に実証試験（2018年産）結果を示す。作業速度は慣行比1.2～1.5倍と高かったが、作業時間は慣行機が4条仕様であったことから、開発機が慣行比で1.1～1.2倍長くかかった。播種深さ、株間の精度は慣行体系と同等であった。出芽率は慣行体系より高く、出芽揃いが良いと生産者から好評を得た。収量は、宮城では平年並み、滋賀では7月の豪雨とその後の乾燥害により低水準となったが、慣行比1.2～1.4倍に増収することができた。

宮城県の大豆の経済性評価を表3に示す。差額収益は、開発機体系の増収効果により慣行体系に比べて5,382円/10a高かった。差額原価は、機械価格が高いことなどから開発機体系が796円/10a高くなった。これらを合計した差額利益は、開発機体系が4,586円/10a高くなり、生産者の収益向上に寄与することが明らかとなった。

- 3) 飼料用トウモロコシは円滑に播種可能であった。播種精度、出芽率は生産者の慣行機と同等であった。収量は台風の影響で全面倒伏し、欠測となった。ソバは畝立て播種により、出芽、生育が良好となった。収量は宮城県の平均収量30kg/10aに対して2018年：75kg/10a、2019年：107kg/10aと良好であった。麦類（表4）は開発機と慣行ロータリシード（条間18cm）を比較した結果、大麦、小麦ともに、出芽は慣行機と差がなかった。収量も慣行機に比べて、大麦で4%増、小麦で7%減と同等だった。開発機には条間を埋める開帳型の品種が適することが示唆された。

以上、大豆生産者ほ場において開発機を利用した栽培体系の実証試験を行い、導入利用の効果を明らかにするとともに、大豆以外の作物への適応性を確認した。



図 4 条試作機の外観

表 1 4 条試作機の主要諸元

全長(mm)	2,150
全幅(mm)	2,600~3,600
全高(mm)	1,430
質量(kg)	750
播種条数	4
適応条間(cm)	60~85(無段階)
適用トラクタ(kW)	44~

表 2 宮城県および滋賀県の大豆の栽培試験結果(2018 年産)

試験地 (品種)	作業体系 (播種機仕様)	作業速度 (m/s)	作業時間 (h/10a)	播種深さ (cm)	株間 (cm)	出芽率 (%)	全刈り収量 (kg/10a)
宮城県 大崎市 (ミヤギシロメ)	開発機 (2条畝立て)	1.7	0.14	4.2±0.4	20.3±1.7	94	131
	慣行 (4条平畝)	1.3	0.13	4.3±0.6	19.9±3.4	83	113
滋賀県 甲良町 (オオソル)	開発機 (2条畝立て)	1.7	0.16	4.3±0.4	14.5±6.2	73	96
	慣行 (4条小畝立て)	1.1	0.13	3.6±0.3	14.9±5.2	68	65

表 3 宮城県の大豆における経済性評価(2018 年産)

差額収益 ^{注)}	付表 算定根拠
開発機2条仕様体系の収益	収益 ・大豆価格7,994円/60kg(平成28年宮城県産ミヤギシロメ大豆)
慣行体系の収益	
①-② 5,382 [円/10a]…④	
差額原価	開発機、慣行機の償却費 ・開発機2条仕様の価格:1,900,000円 ・慣行播種機の価格:610,000円 ・慣行中耕機の価格:670,000円 ・7年間の償却期間 ・作付面積:28ha
開発機2条仕様体系の関連原価	
開発機の償却費	労務費 ・作業能率(h/10a)に労働単価(円/h)を乗算 ・労働単価は農林水産統計平成29年産大豆生産費(組織法人経営の都道府県)から算出、1,552円/h
播種、中耕作業の労務費	
販売委託料等	乾燥調製・販売委託料等 ・乾燥調製費:18円/kg、販売委託料:3.5円/kg(全農みやぎの料金)
2,817 [円/10a]	
4,469 [円/10a]…③	
慣行体系の関連原価	
播種機、中耕除草機の償却費	
播種、中耕作業の労務費	
販売委託料等	
3,673 [円/10a]…④	
③-④ 796 [円/10a]…⑧	
差額利益 ④-⑧ 4,586 [円/10a]	

注)販売収益と直接支払の数量払いのみの合算額。

表 4 宮城県の大麦の栽培試験結果(2018 年播種、2019 年収穫)

作物 品種	作業体系	出芽率 (%)	稈長 (cm)	穂数 (本/m ²)	千粒重 (g)	容積重 (g/L)	精子実重 (kg/10a)
大麦	開発機	93	83.4	457	35.6	673	422
ホワイトファイバー	慣行機	92	84.7	415	35.0	670	405
小麦	開発機	92	81.5	450	40.7	818	517
シラネコムギ	慣行機	94	83.8	482	41.0	820	553

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 開発機はアグリテクノ矢崎(株)から2020年度に市販を予定している。
- 2) 大豆以外の作物への利用は、条間が60~85cm程度に適応できる作物に限られる。播種時に形成された畝は防除、収穫等の作業の支障となる可能性がある。

5. 残された問題とその対応

新規課題で開発機の普及を後押しするマニュアルを作成し、市販開始後に普及成果情報を作成する。

課題分類：5（3）

課題 I D：1060302-03-05*19

研究課題：サトイモ収穫技術の開発

担当部署：革新研・研究推進部・戦略推進室

協力分担：宮崎総農試

予算区分：基礎・基盤

研究期間：完 2016～2018～2019 年度（平成 28～30～令和元年度）

1. 目的

サトイモ生産において、収穫・調製作業はほぼすべて手作業で行われており、多大な労力が必要である。近年、サトイモを掘り取りながら粗分離する掘取機が開発されたが、掘り上げたサトイモを再度ほ場に落とす構造となっているため、改めてほ場に転がったサトイモを手作業で拾い上げる作業が必要である。そこで、粗分離され、ほ場に転がったサトイモを回収するための収穫技術を開発する。

2. 方法

- 1) タマネギピッカー（以下、ベース機）を用いてサトイモに適応できるように改良を行い、宮崎県総合農業試験場畑作園芸支場（以下、畑作園芸支場）で収穫試験を実施した。（2016 年度）
- 2) 前年度の試験結果から、ベース機上で土塊を砕き除去する装置を試作し、畑作園芸支場で収穫試験を実施した。また、大型収容部の導入について検討を行った。（2017 年度）
- 3) ベース機に追従する運搬車までサトイモを搬送する回転搬送装置を試作し、畑作園芸支場及び都城市内の生産者ほ場（水田転換畑）で収穫試験を実施した。（2018 年度）
- 4) 前年度の試験結果を踏まえ、サトイモの滞留を防ぐ改良を施した回転搬送装置を試作し（図 1、表 1）、畑作園芸支場で収穫試験を実施した（図 2）。このときのほ場条件を表 2 に示す。精度試験では、掘取分離作業後の 1 畝 4 m を 1 試験区とし、試作機で収穫する機械区、手作業で拾い集める慣行区を設けた。能率試験では、追従する運搬車にフレコンを積載し、ホイールローダでフレコンをほ場外まで搬出する機械作業体系と手作業でプラスチックコンテナに回収し、運搬車に積載して搬出する慣行作業体系を設けた。（2019 年度）

3. 結果の概要

- 1) 2016 年度の試験では、バーコンベアのロッドの間隔を狭める等の改良をすることで、収穫成功率が改良前の 56% から改良後 95% へ向上できたが、土塊の混入も増大したため土塊対策が必要であった。
- 2) 2017 年度の試験では、バーコンベア上で土塊を圧壊する砕土ローラやプラスチックコンテナへの受け渡し時に土塊を除去する櫛状ガイド等を設置したものの、土塊の除去は限定的でサトイモの損傷が増大した。そこで、フレコンを積載した運搬車に収容する体系を構築し、ベース機からフレコンまでの搬送経路上で除泥することとした。
- 3) 2018 年度の試験では、回転搬送装置を用いることで、畑作園芸支場では土塊の混入率を 42% から 2% まで大幅に削減できたが、生産者ほ場では水田転換畑であったため固い土塊が多く混入した。また、サトイモが回転搬送装置中に滞留し、連続走行ができなかった。
- 4) 2019 年度の試験では、作業速度 0.1m/s、土塊混入率 1% で連続して収穫作業が可能であった（表 3）。また、機械作業体系によって慣行作業体系よりも約 6 割の作業時間を削減できた（表 4）。しかしながら、バーコンベアとサン付ベルトコンベアの間から収穫ロスが発生し、収穫成功率は 72% であった（表 3）。そのため、収穫ロス対策を施したうえで愛媛県で収穫試験を実施する予定である。これにより、収穫ロス対策の効果の確認と水田転作畑への適応性を検討する。

以上、掘り取り分離されたサトイモをタマネギピッカーの改良機と回転搬送装置を利用することで、土塊の混入が少なく能率的に収穫できる技術を開発した。

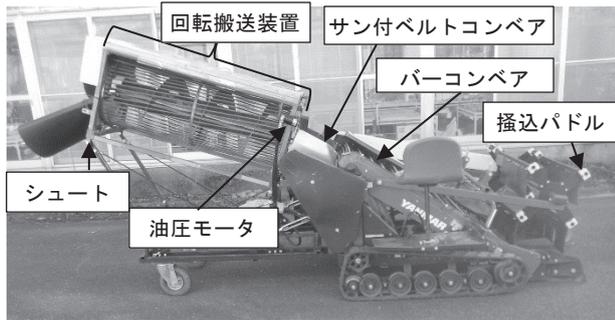


図1 試作機の外観



図2 収穫試験の様子

表1 試作機の主要諸元

全長	(mm)	4150
全幅	(mm)	1610
全高	(mm)	1870
質量	(kg)	689
出力	(kW/rpm)	3.0/1800
適応フレコン最大高	(mm)	1200

表2 ほ場条件

品種		大和
条間	(cm)	122.8
株間	(cm)	45
畝高さ	(cm)	26.1
土壌分類		黒ボク土
含水比	(%)	43.0

表3 精度試験結果

試験区	製品サトイモ 質量(kg)	収容サトイモ 質量(kg)	土塊質量 (kg)	収穫成功率 (%)	土塊混入率 ²⁾ (%)	損傷率 ³⁾ (%)
機械 ¹⁾	26.1	18.8	0.2	71.8	0.9	4.6
慣行	25.1	23.8	0.6	95.1	2.6	2.5 ⁴⁾

1) 作業速度は0.1m/s 2) 収容サトイモと土塊質量に対する土塊質量割合

3) 加工用途で出荷できないサトイモの個数割合 4) 掘取分離作業の際についた損傷によるもの

表4 能率試験結果

項目	機械作業 ¹⁾		慣行作業	
	項目	(人・h/10a)	項目	(人・h/10a)
掘取分離作業	作業時間	(人・h/10a)	2.5	2.5
	作業人員	(人)	3	3
	作業距離	(m)	134.1	40.0
拾取作業	畝幅	(m)	1.2	1.2
	延べ作業時間	(人・h)	2.0	1.9
	作業時間	(人・h/10a)	12.3	38.2
作業時間計 ²⁾	(人・h/10a)	14.8 (36%)	40.7 (100%)	

1) 作業速度は0.1m/s 2) 括弧内の数字は慣行作業に対する割合

4. 成果の活用面と留意点

農作業学会(2017.3)、農業食料工学会(2018.9)で発表。農作業学会(2020.3)で発表予定。特許出願予定。サトイモの機械化収穫体系の構築に資する。

5. 残された問題とその対応

水田転換畑への適応性の検討が必要である。また、今までの試験結果をとりまとめ、産地やメーカーへの情報提供を行う。

課題分類：4（3）

課題 I D：1060302-04-06*19

研究課題：野菜畑における多年生雑草の物理的防除技術の開発

担当部署：革新研・研究推進部・戦略推進室

協力分担：九沖研

予算区分：クラスタ

研究期間：完 2017～2019 年度（平成 29～令和元年度）

1. 目的

ハマスゲの防除対策として、冬場に耕起することで塊茎を乾燥させ、寒さで塊茎を弱らすことができるが、大規模生産者では、その時期は露地野菜収穫の繁忙期であることから、対応できないのが現状である。除草剤では効果が不十分であることや、除草剤の種類によっては施用後の野菜の生育が不良になるなどの影響を及ぼす可能性が否定できない。そこで、野菜畑における多年生雑草の塊茎などの栄養繁殖体を収集し、効率的には場外へ搬出できる物理的防除技術を開発する。

2. 方法

本研究では、事前にロータリ耕うんしたほ場においてトラクタ直装式のタマネギ掘取収穫機（上田農機製、UTP-1055VHF）を供試し、ハマスゲ塊茎の収集試験を行った。現地試験は、熊本県上益城郡益城町のM農園ほ場とした。塊茎収集の評価方法としては、試験前及び試験後に縦 50cm×横 50cm×深さ約 20cm にある塊茎を手作業で収集し、試験前後の塊茎数から除去率を算出した。

- 1）タマネギ掘取収穫機（以下、収穫機）を供試し、7月にハマスゲ塊茎の収集基本性能を調査した。（2017年度）
- 2）前年度の問題点を改良した収穫機を供試し、7月に収集試験を行った。（2018年度）
- 3）前年度の問題点を改良した収穫機を供試し、9月に最終試験を行い、作業精度及び作業能率を調査した。（2019年度）

3. 結果の概要

- 1）2017年の試験では、収穫機の標準のコンベヤは目が粗いため（ロッド径 9mm、ロッド間隔 64mm）、拾い上げたハマスゲの一部がほ場表面に落下した。またコンベヤに絡んでフレコン（田中産業製）に落下しない雑草があった。試験当日は、前日の降雨により土壌が高水分状態であったため、負荷によって掘取刃の振動体に変形した。これらから、目の細かいコンベヤ（ロッド間隔 32mm）への変更、振動体の補強を施した。さらに、コンベヤに絡んだ雑草を取り除くためのロールブラシを追加した（図1）。なお、このブラシは機体からの動力により駆動させた。
- 2）2018年の試験では塊茎除去率は 80%であった。ロールブラシの効果は確認できたが、目の細かいコンベヤだけでは、拾い上げた雑草をほ場表面に落下するのを防ぐことができなかった。そこで、機体後部にレーキ（キュウホー製）を設け（図2）、落下した雑草を集めることとした。
- 3）2019年の最終試験では、収穫機によるハマスゲ塊茎の収集（図3）、さらに、トラクタに取り付けたフロントローダ（三陽機器製）で雑草を収集したフレコンをトラックまで運搬し、積載した（図4）。なお、雑草の草丈が高かったため、事前に歩行型のつる切機（ヤンマー製）で雑草を刈り取り、その後ロータリ耕うんを行った。

収集作業中は、雑草が多かったためにコンベヤ入口に土砂と雑草が滞留し、一時停止しながらの収集となったが、旋回やフレコン交換を含む作業能率は 3.0a/h であった。なお、後付けのレーキによりほ場表面の雑草も収集でき、その雑草もコンベヤでフレコンに回収した。また、塊茎除去率は、深さ 0-10cm で 77%、深さ 10-20cm で 58%、全層（0-20cm）で 75%であった。耕うん深さが約 15cm であり、今回供試した収穫機では深さ 20cm までは処理できない構造であるため、10-20cm の除去率が低かった。

以上、改良したタマネギ掘取収穫機を用いた雑草防除試験を実施し、性能を明らかにした。

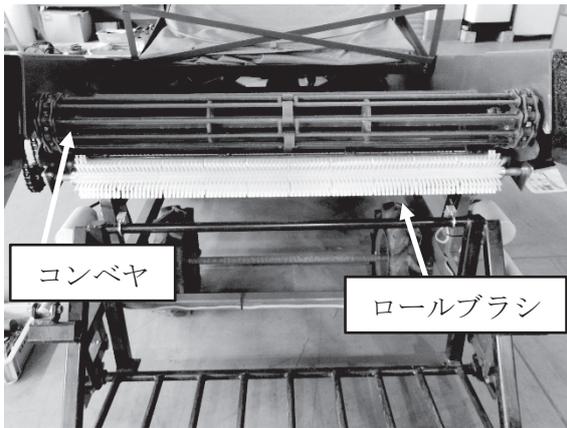


図1 追加したロールブラシ

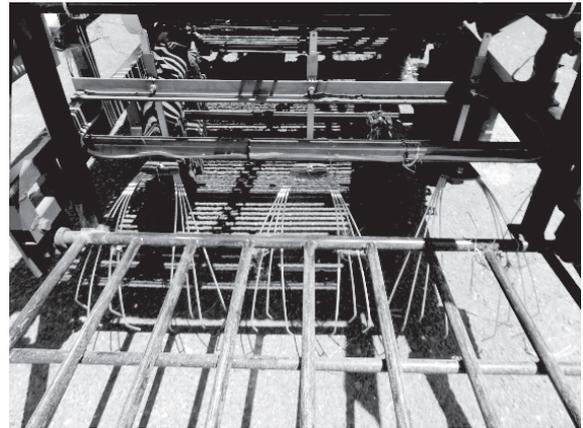


図2 追加したレーキ



図3 防除作業の様子



図4 フレコンの運搬とトラックへの積載

表 ハマスゲ塊茎数調査結果 (2019年)

深さ (cm)	塊茎数 ¹⁾ (個)		塊茎除去率(%)	
	処理前	処理後	深さ別	全層
0-10	226.8	52.8	77.3	74.6
10-20	97.3	33.0	57.5	

1) 縦50cm×横50cm、4力所の平均値

4. 成果の活用面と留意点

農作業学会 (2019. 3) で発表。農作業学会 (2020. 3) で発表予定。

5. 残された問題とその対応

これまで行ったタマネギ掘取収穫機の改造、所内での予備調査や現地試験で得られたデータを整理し、技術マニュアルを作成する。

課題分類：5（5）

課題 I D：1020302*19

研究課題：イアコーン収穫スナッパヘッドの開発

担当部署：革新研・研究推進部・戦略推進室

協力分担：(株)タカキタ、アグリアシストシステム(株)、フタバ飼料(株)、サージミヤワキ(株)、岡山農
総セ、徳島農総セ、西農研、中央研、コントラクタ連絡協議会、日本農業法人協会

予算区分：経常・受託（経営体プロ）

研究期間：完 2017～2019 年度（平成 29～令和元年度）

1. 目的

国産濃厚飼料を増産する取り組みとして、府県の野菜農家において夏季にトウモロコシを作付け、雌穂を飼料に、茎葉を緑肥に利用する体系を構築するため、汎用型飼料収穫機（以下、本機）に装着可能なイアコーン収穫用アタッチメント（以下、スナッパヘッド）を開発する。

2. 方法

- 1) 試作したスナッパヘッド（図 1、表 1）に改良を重ね、精度試験、能率試験を行った。精度試験では作業速度を 0.6、0.8、1.0m/s とし、30m の試験区間に収穫できずに落下した雌穂を採取し、収量との割合をヘッドロスとして算出した。また、試験区間に 10m おきに設置した 1 m² のコドラート内の茎葉を採取し、その切断長を測定した。最終年度の試験の作物条件を表 2 中 B1 に示す。能率試験は、異なるほ場面積・作業方法で行い、30a ほ場のときのほ場作業量 0.3ha/h 以上を目標とした。最終年度の作物条件・ほ場面積・作業方法は表 2 中、B1～E4 に示す。（2017～2019 年度）
- 2) トウモロコシ子実がほ場に落下し発芽すると、後作野菜に支障を来すため、機体から生じるロスをできるだけ減らす必要がある。そのため、収穫部下面、成形部のリアチャンバとの接合部に、こぼれ防止のカバーを設置するなどの改良を施した。その効果を確認するため、手収穫した雌穂を本機の収穫部に供給して、収穫部と成形部から生じたロス、放出時に生じたロスを測定した。ロスは合計で 3% 未満を目標とした。作物条件を表 2 中 A1 に示す。（2017～2019 年度）
- 3) 府県のコントラクタ 140 組織にイアコーン生産への意向について、また府県の野菜生産法人 327 組織にトウモロコシ茎葉緑肥への興味についてアンケート調査を行った。（2019 年度）

3. 結果の概要

- 1) 1 次試作機から最終試作機まで改良を重ね、機体質量の軽量化と全長の短縮化とともに、雌穂と茎葉の未分離、ヘッドロス、茎葉掻き込みローラへの雑草の絡みつき、茎葉の押し倒しによる未収穫、処理能力の向上等の課題を克服した。精度試験の結果、茎葉切断長は作業速度に関係なく、平均切断長は茎で 9.7cm、葉で 12.3cm とほぼ一定だった。ヘッドロスは、落下防止ガード（図 1）の効果により、見られなかった。また、ほ場作業量は、30a ほ場（100×30m）で 0.36ha/h、42a ほ場（157×27m）では 0.41ha/h となり、目標を達成した（図 2）。また、9a の狭小ほ場でも 0.2ha/h での作業が可能であった。しかし、トウモロコシが倒伏した状態では、作業能率が 8 割減となり、人手による補助を必要とし、3 割の収穫ロスが生じた（図 3）。
- 2) 機体から生じるロスの確認試験の結果、機体から生じたロスの合計は平均 1.5% と目標値を達成した（表 3）。自走式ベールラップによる密封時に生じたロスを加えても平均 2.5% であった。また、発生したロスのほとんどは粉状であり、発芽の可能性は低いと推測された。
- 3) コントラクタへのアンケート調査の結果（回収率 37%）、19% がイアコーン生産に取り組みたいとの回答を寄せた。野菜生産法人へのアンケート調査（回収率 17%）では、21% がトウモロコシ茎葉緑肥を利用したいと回答した。今後の普及に向けた課題として、いずれからもコントラクタと野菜農家のマッチングの必要性が挙げられた。

以上、汎用型飼料収穫機用のスナッパヘッドを開発し、精度試験、能率試験、本機のロス対策を行い、性能と改良効果を明らかにした。実用化に向け倒伏への対応の必要性を認めた。



図 1 最終試作機の外観

表 1 最終試作機主要諸元

項目	最終試作機
質量 [kg]	340
全長 [mm]	2080 *
全幅 [mm]	1420
全高 [mm]	1000
条数 [条]	2

※本機含む全長 7430mm

表 2 最終年度の試験の作物条件・ほ場面積・作業方法

試験地	品種名	含水率(%)		乾物収量(t/10a)		茎長径 (cm)	着雌穂高 (cm)	条間 (cm)	株間 (cm)	面積 (a)	作業方法
		茎葉	雌穂	茎葉	雌穂						
A1	LG3457	80	53	0.7	1.0	-	-	-	-	-	-
B1	P1690	87	53	0.5	0.8	2.6	102	75	22	30	前後端に5mの枕地を設置しての回り刈り
C1	P118	78	48	0.8	1.1	2.3	101	76	28	39	枕地刈り有りの回り刈り、中割あり
D1	LG3493	70	54	0.7	0.3	1.9	-	73	19	31	前後端に5~6mの枕地を設置しての回り刈り
D2	スノーデント110	74	54	0.5	0.6	1.9	-	73	16	23	前後端に6mの枕地を設置しての回り刈り
E1	NS125	75	53	1.0	0.9	2.5	122	76	19	42/69	前後端に6mの枕地を設置しての回り刈り
E2	NS125	74	38	0.6	0.5	2.3	102	76	20	9	枕時刈り有りの回り刈り
E3	34N84	81	46	0.8	0.9	2.1	102	75	20	15	手前のみ枕地刈りの前後進刈り
E4	KD641	80	49	0.4	0.6	1.7	88	76	20	15	枕地無しで前後進して刈り取り
E5	KD641	80	49	0.4	0.6	1.7	88	76	20	15	枕時刈り有りの回り刈り

表 3 ロス低減対策効果確認試験 (n=3)

収穫部ロス	成形部ロス	放出時ロス	合計
0.0%	0.6%	0.8%	1.5%

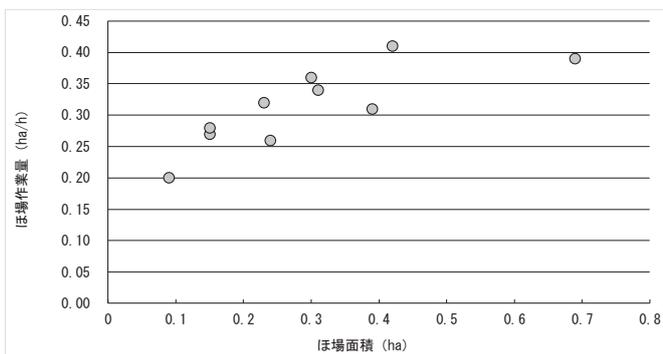


図 2 ほ場面積とほ場作業量の関係



図 3 トウモロコシ倒伏時の収穫の様子

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 実用化を図るためには、倒伏への対応が必要となる。
- 2) 日本草地学会 (2020.3)、農業食料工学会 (2020.9) で発表予定

5. 残された問題とその対応

倒伏状態での収穫能力の向上を図り、2022年の市販化に向け、新規課題で取り組む。

2. 安全検査部

課題分類：1 2 (1) (2) (3) (5)

課題ID：1060402-01-02*19

研究課題：ロボット農機の安全機能評価試験方法の開発

担当部署：革新研・安全検査部・ロボット安全評価ユニット、研究推進部

協力分担：機械化協会、日農工、農機メーカー

予算区分：経常・所内特研・受託（農水省連携「ロボット技術安全性確保策検討事業」）

研究期間：完 2017～2019 年度（平成 29～令和元年度）

1. 目的

トラクター等をベースとする各種ロボット農機の実用化を見据え、安全性確保のための安全機能について評価試験方法を開発する。

2. 方法

- 1) 農林水産省のロボット技術安全性確保策検討事業及び日本農業機械工業会のロボット農機分科会における国内農機メーカー等との協議を通し、農林水産省により策定された「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」と「Agricultural machinery and tractors -- Safety of highly automated agricultural machines -- Principles for design (ISO 18497:2018)」を踏まえ、安全性検査におけるロボット・自動化農機検査の主要な実施方法及び基準について検討した。（2017～2018年度）
- 2) 北海道の岩見沢スマート農業実証コンソーシアムを視察し、実際に使用されているロボットトラクター等のロボット農機に関して安全性の視点から聞き取り調査を実施した。（2019年度）
- 3) 人・障害物検出機能確認試験に関する基準の高度化のため、実際の農作業現場で起こりうる環境要因（逆光、霧）を再現した試験を実施する為の試験装置について検討し、基礎試験を実施した。（2019年度）

3. 結果の概要

- 1) 安全性検査におけるロボット・自動化農機検査の主要な実施方法及び基準を作成した。自動化農機用とロボット農機用の主要な実施方法及び基準における検査項目を表1に示す。また、ロボット農機検査における人・障害物検出機能確認試験の概要を図1に示す。
- 2) 調査の結果、晴天時に運転状態表示灯が見えにくい、頻繁な人・障害物検出センサの誤検出のため機能を無効化する、頻繁に警告音が鳴動することからホーン機能を無効化する等、改善や対策が必要であることが明らかとなり、今後のロボット・自動化農機の安全要件の検討にあたり資となる情報を得た。
- 3) 逆光、霧の状態を屋内にて再現可能かを検証するため、逆光に関しては、太陽光により逆光となる条件を再現することができるキセノンランプ（湘南工作販売(株)、ST-X203CA）を、霧に関しては、スモーク発生装置（Dainichi、PS-2106）を試験装置とした。試験装置により逆光、霧を再現した状況下でミリ波センサ（PTM、BGT24）、超音波センサ（東京デバイセズ、IWS520）、2DLiDARセンサ（SICK、TiM3xx）、単眼カメラセンサ（革新研、高精度直進アシスト装置試作機）を供試し、それぞれのセンサ特性を確認した。その結果、一般的に各センサが持つ逆光、霧に対するセンサ特性（ミリ波、超音波は逆光、霧の影響を受けにくい、2DLiDARは逆光、霧にて精度が低下する、単眼カメラは逆光、霧の影響を受けやすい）とほぼ一致したことから、本試験装置にて環境要因（逆光、霧）を再現した人・障害物検出機能確認試験を実施することができる見通しを得た（表2、図2、図3）。

以上、安全性検査におけるロボット・自動化農機検査の主要な実施方法及び基準を作成し、基準の高度化のために、現地調査や環境要因を再現した人・障害物検出機能確認試験の検討を行った。

表1 ロボット・自動化農機検査の検査項目

検査の種類	検査項目
自動化農機検査	①構造調査 かじ取装置／自動・手動切替装置／自動操舵状態を表す表示器／自動操舵に必要なシステム等 ②手動操舵優先機能確認試験 ③その他必要な安全機能確認試験 自動操舵時には表示器により適切に自動操舵状態が表示され、運転者が容易に認識できる ④運転者検知機能確認試験（選択試験）
ロボット農機検査	①構造調査 自動モード・手動モード切替装置／運転状態を表す表示器／自動運転に必要なシステム／作業領域逸脱防止機能 ②手動モード機能確認試験 ③運転状態表示機能確認試験 ④人・障害物検出機能確認試験 ⑤その他必要な安全機能確認試験 遠隔操作装置には開始操作時の誤操作防止機能を装備／遠隔操作装置により停止操作が可能／ 通信障害時に自動停止／発進時、自動運転に必要なシステムに障害が発生している場合は自動運転不可状態になる ⑥取扱試験 ⑦人・障害物検出機能確認試験（発進時）（選択試験）

表2 環境要因基礎試験結果

試験区	試験障害物検出の有無			
	ミリ波	超音波	2DLiDAR	単眼カメラ
1	○	○	○	×
2	○	○	○	×
3	○	○	○	×
4	○	○	○	×
5	○	○	○	×
6	○	○	○	×
7	○	○	○	×
8	○	○	△	×

※逆光試験条件

試験区 1（設定センサ面照度 35000Lx、色温度 6000K、照射角度 30°）試験区 2（35000Lx、6000K、20°）試験区 3（20000Lx、2200K、20°）試験区 4（20000Lx、2200K、10°）試験区 5（20000Lx、2200K、0°）

※霧試験条件

試験区 6（設定視程 80m）試験区 7（50m）試験区 8（20m）

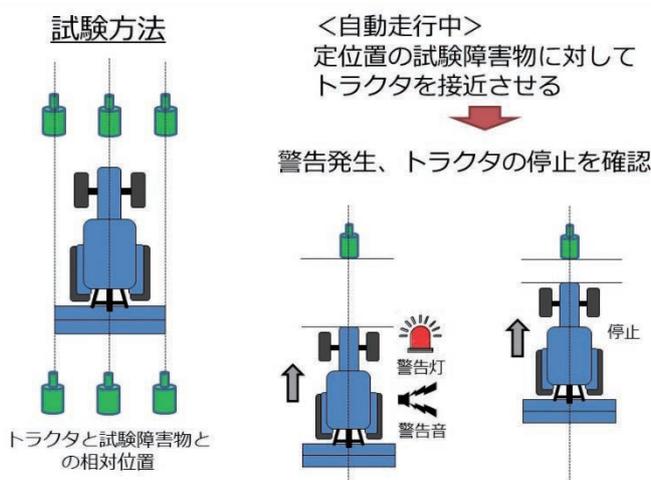


図1 人・障害物検出機能確認試験の概要



図2 逆光試験の様子

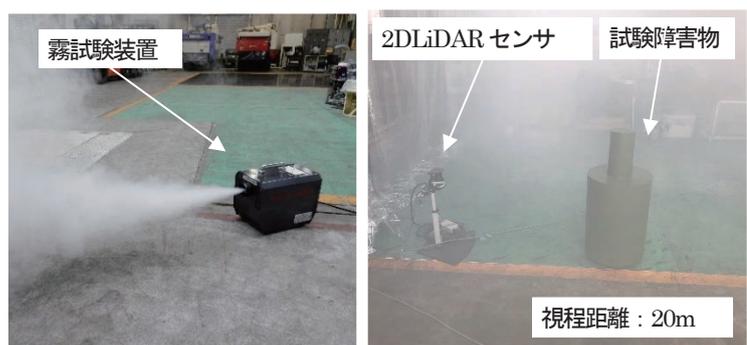


図3 霧試験の様子

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 2018年度普及成果情報「ロボット・自動化農機の安全性確保のための安全要件と安全性検査の実施方法及び基準」として提出。
- 2) 農研機構技報No. 2に掲載。

5. 残された問題とその対応

ロボット・自動化農機検査基準の高度化を図るとともに、トラクター以外の実用化が見込まれるロボット農機に対応した試験方法等を開発する。

3. 安全工学研究領域

課題分類：11 (9)

課題ID：1060401-01-02*19

研究課題：農作業事故の詳細調査・分析に基づく啓発支援に関する研究

担当部署：革新研・安全工学研究領域・安全技術ユニット

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、群馬県、埼玉県、千葉県、神奈川県、新潟県、長野県、岐阜県、滋賀県、鳥取県、広島県、福岡県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、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、全国農業改良普及支援協会

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2017～2019 年度 (平成 29～令和元年度)

1. 目的

先行課題で得られた成果を踏まえて、農作業事故の詳細調査・分析については継続・拡大して最新の事故傾向を把握するとともに、得られた調査・分析結果及び他産業における知見や手法を踏まえて、各地域で安全推進を担う人材の啓発・育成及び同人材による多面的な改善活動の両面を促進・支援する方策を構築する。

2. 方法

- 1) 農業機械による事故を中心に、対象範囲の拡大を検討するとともに、調査協力先での詳細調査を行い、個別に事故要因を分析するとともに、各種傾向分析を行った。(2017～19 年度)
- 2) 他産業での労働災害対策について情報収集を行い、農業分野への適用性を検討した。(2017～19 年度)
- 3) 安全推進を担う人材の育成及び各人材による現場での改善活動の促進に向け、①指導層における取組実態や問題意識、②生産者における安全対策の意識、について各調査結果を分析した。(2017～18 年度)
- 4) 人材育成と改善活動促進に係る重点項目を検討し、対応策の試作と課題整理を行った。(2018～19 年度)

3. 結果の概要

- 1) 対象範囲として新たに 8 県を加えた他、農林水産省の事故報告様式に農用運搬車、自脱型コンバイン、スピードスプレーヤの追加提案を行い、対象機種を拡大した。傾向分析の結果、例えば自脱型コンバイン (n=44) ではエンジン非停止での清掃等の不安全行動の常態化、乗用トラクタ (n=185) では安全フレームの適切使用を促す取組の必要性等が確認された。6 道県 78 件の直接現地調査も実施した結果、各事例で、人的要因の他、機械・施設、環境、作業・管理の各面で要因が確認でき、現場での具体的改善の必要性が示された。機械要因に関しては、一部安全基準への反映も図られた (図 1)。
 - 2) 他産業では、指導層の改善指示だけでなく、対話等を通じて現場の実態を踏まえた自発的な改善を促す手法が有効とされていた。農業分野で同様の取組を試行すべく、農業法人や JA 等計 14 件で、現地の指導担当や労働安全コンサルタントとともに、生産者との対話型の意見交換や現場点検による改善策の検討を行った。その結果、生産者主体での改善項目の明確化と意識の向上が図られ、取組の有効性が確認された。また、先行事例を踏まえて、地域で自発的に同様の取組が展開され、取組事例の蓄積による活動の普及も確認された。
 - 3) 農作業安全担当の経験を有する普及指導員及び JA 営農指導員 (n=31) のうち、現場改善の指導経験があるのは 4 名と少ない一方、過半数の 16 名が今後はやってみたくて回答した。取組に必要な情報としては「地域の事故事例」「対策/改善事例」が多かった (図 2)。また、ヒヤリハット・負傷経験を有する生産者 (n=66) の 65%が、要因として環境や機械・用具を挙げた一方、再発防止策としてこれらの改善を挙げたものは 17%に留まり (図 3)、具体的改善への意識の醸成とそれを促す人材育成や活動支援の必要性が確認された。
 - 4) 1)～3) から、重点項目として、①事故/対策事例の共有、②対話に基づく現場改善の普及、が確認された。これに対応するコンテンツとして、①個別事故事例を作目・事故形態・機械用具から検索し、要因分析から具体的改善に向けた知見を得る事故事例検索システム (図 4)、②ヒヤリハット経験の事前調査とその各項目に対応した改善策一覧を基に、法人や部会等の小集団で対話による自発的な改善策の検討を促す対話型研修ツール (図 5) を試作し、各地域での研修に適用した。その結果、①では地域に応じた改善策を具体的に提示でき、②では各集団の作業実態等に応じた実効的な改善目標が生産者自身の発案を交えて作成できる等、他産業と同様の効果が得られた。また、より一層の改善活動促進に向けた課題として、他産業で展開が進む、平時の安全確保要因の共有や、より実感を伴う安全教育手法の検討が必要と考えられた。
- 以上、事故の詳細調査・分析、他産業の動向、農業分野の意識調査を行い、必要なコンテンツを試作した。

【事故概要】トラクタ(125PS)に乗り込もうと右足をステップ1段目にかけ、左手側の手すりを掴んだ。被災者にはステップが高く、上がるには右手側の手すりも掴む必要があったため、左足で地面から蹴り上がって掴もうとしたがうまくいかず、体重がかかった左手も離してしまい後方に転落。(左肩付近骨折、60歳代男性)

【事故要因分析結果(抜粋)】

- 機械・施設**
 - 身長(165cm)に対してステップ(55cm)、手すり(190cm)が高い
- 人**
 - 普段から蹴り上がって乗るようになっていた
- 環境**
 - 地面が固く重傷化(全治10ヶ月)
- 作業・管理**
 - 安全な乗降手順が不徹底



図1 事故現地詳細調査・分析結果の一例(2019 安全装備検査基準で乗降時の3点支持を明記)

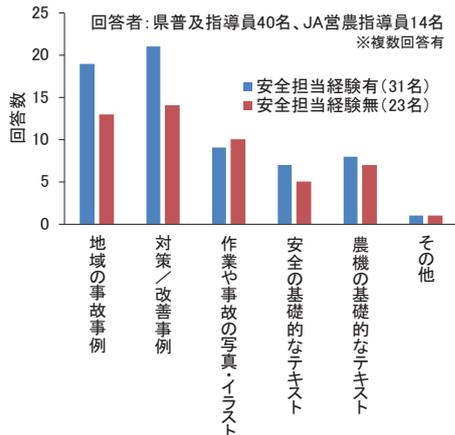
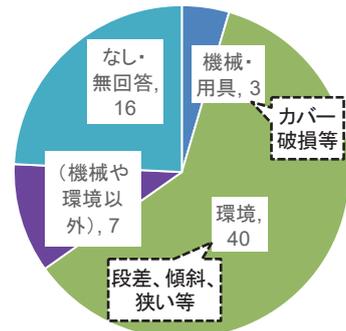


図2 指導層アンケート調査結果(今後の取組に必要なもの)

Q ヒヤリハット・事故発生時、機械や場所に危険な状態がありましたか？



※回答の記述を基に「機械・用具」「環境」「作業・管理」「人」に分類、

Q 当該事故について考えられる再発防止策は？

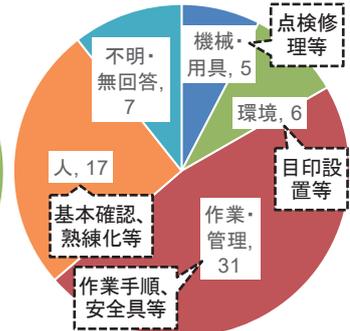


図3 ある道県における生産者意識調査結果(ヒヤリハット・負傷経験の要因とその再発防止策)

図4 事故事例検索システム(開始時 182 件)

「ヒヤリハット体験あるあるチェック」アンケート (日付) (実施者)

※機械の種類ごとに以下の作業中のヒヤリハットの体験に近いものがあれば右欄にチェックを入れてください。また、近いものがない場合は他の欄に簡単にヒヤリハットの内容を記入してください。

機械の種類	ヒヤリハットの内容	ある	(合計)
1	・あぜ道の境目が分からず、急うく転落しそうになった。		0
2	・スピードを出し過ぎて、ハンドルを取られたり、横転しそうになった。		0
3	・坂道を走行している途中、気運のためクラッチを切ってしまった。		0
4	・ロータリー等作業機を回したまま、農道を走った。		0
5	・道路走行中やほ場の出入り中、ブレーキが効かなくなった。		0
6	・ほ場から出るとき、出入口や畦越えで前輪が上がったり転倒しそうになった。		0
7	・PTO軸のガードやユニバーサルジョイントのカバーが外れた、壊れたまま。		0
8	・作業機の着脱時に、体や指などを機械に挟まれそうになった。作業機が急に動いた。		0
9	・点検時、エンジンがかかるとまま、作業機に近づいてしまった。		0
10			0
11			0
小計			

時系列	No	想定される事故形態	ヒヤリハット事例	機械・用具・装置	作業方法や安全管理体制	作業環境	備考	参考
	1	機械の転落・転倒	あぜ道の境目が分からず、急うく転落しそうになった。	安全キャブ・フレーム付トラクタの使用	事前に通行する道路をすりゃくする	道路がわかりやすくなるよう、標識に黒対りを行う	・2段フレームの場合は、シートベルトを使用していないと、飛び出されるため、必ずシートベルトを着用すること	※1：ほ場進入時は、田圃からの高さ30cm以上では場との間に杭がある場合には、幅4m、勾配が1%以下であること(特定乗用範囲)
	2		シートベルトの使用	シートベルトの使用	ほ場の進入・退出時の乗降	勾配を緩くする	おくことで、乗り場のダメージを助ける	
	3		ヘルメットの使用	ヘルメットの使用	退出路に入る前にブレーキを踏切る	ガードレール、注油機などで危険箇所を明示する		
	4			安全キャブ・フレーム	必ず農具を確認してから乗降する	高層窓をマスキングする(集塵機、流入機)		
	5				日中に移動する			

図5 対話型研修ツール(10 機種・用具+機種共通項目)

4. 成果の活用面と留意点

事故事例検索システム及び対話型研修ツールは 2020 年度よりウェブサイトで公開予定。前者の閲覧にあたっては利用規約を遵守する必要がある。事故調査分析結果については、協力道県・機関及び国への情報提供を随時行う。農食工学会(2019.9)で発表。研究報告会(2020.3)で報告予定。

5. 残された問題とその対応

事故事例検索システムの個別報告については、公開後も適宜追加を行う必要がある。対話型研修ツールについては公開後に普及現場への周知が望ましい。これらも含めて本研究で得られた成果は、当センターによる指導層及び生産者等への研修内容にも反映し、現場での具体的改善活動の普及を促すこととしている。

課題分類：11（9）

課題 I D：1060402-02-04*19

研究課題：農作業用身体装着型アシスト装置に関する評価試験方法の開発

担当部署：革新研・安全工学研究領域・労働衛生ユニット

協力分担：首都大学東京、神奈川農セ、福島農総セ

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2017～2019 年度（平成 29～令和元年度）

1. 目的

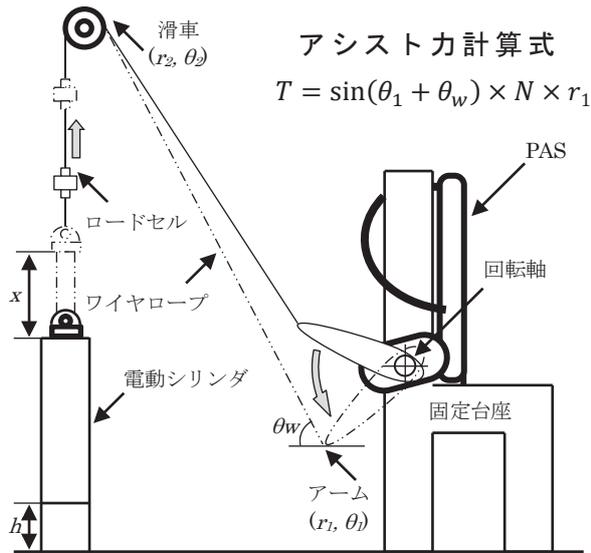
近年、農業分野においても、作業者の動作を補助し身体的負担を軽減するアシスト装置・技術が市場に出始めており、その性能や効果に対する比較検証可能な評価方法の確立や農作業での安全利用に関する検討が望まれている。そこで、腰補助用の身体装着型アシスト装置（以下、PAS）の性能、効果を評価する試験方法の開発及び農作業での利用における危険事象の検討を行う。

2. 方法

- 1) PAS の性能を動的に測定するため、アシスト力測定装置を開発した（図 1）。測定装置は、固定台座、電動シリンダ、ロードセルを付加したワイヤロープから構成される。ワイヤロープは、滑車等を介して PAS のアームと電動シリンダに結合されており、アシスト力発揮中の PAS のアームの回転に対して電動シリンダが負荷となることにより引張力が生じる。このときのワイヤロープの引張力のうち、アームに対して垂直な成分を求め、アームの長さとの掛け合わせてアシスト力（ $N \cdot m$ ）を算出する。農作業用の PAS を供試機とし、アシスト力の各設定に対して、左右 5 回ずつ測定を行った。（2018 年度）
- 2) 農作業における PAS の安全性について、先行規格 JIS B8456-1 に規定される安全要求事項等の適用性を検討し、農作業で代表的な危険事象について外部の意見を交えて検討した。（2018～19 年度）
- 3) 重量物の持ち上げ時の身体負担の軽減効果を評価する試験条件を把握するため、農作業用の PAS を供試し、目標位置の高さ（膝高、65cm[軽トラ荷台高]、腰高、115cm[二段積み]）や持ち上げ速度（2 秒、5 秒、任意）を変えて、被験者 6 名に対し脊柱起立筋等の筋電図を測定した。（2017～19 年度）

3. 結果の概要

- 1) 開発した測定装置を用いることで、これまで試験の困難さや再現性の問題から測定方法が実現されていなかった運動状態におけるアシスト力をトルク特性曲線として示すことができた。また、供試機の設定条件によるアシスト力の特性の変化等も比較・検証することが可能であった。供試機が最大アシスト力を発揮している区間における最大及び平均トルクの標準偏差は、全ての設定条件において、 $1 N \cdot m$ 未満となり、再現性の高い測定が可能であった。
 - 2) 先行規格の安全要求事項には農作業で特異な危険事象の想定が足りず、農業分野への適用に課題が見受けられた。農作業で代表的な危険事象として、①不安定な足場や劣悪な環境による転倒・転落、②物体との接触、③躓きの誘発及び転倒回避の阻害、④故障による動力の喪失、⑤人的ミス等が考えられた（表）。PAS 装着時は使用者の重量増加や動作による慣性力の増大、最大突出半径が拡大するため、特に持ち上げ作業時又は移動時における転倒・転落や運搬作業時又は移動時における物体との接触及び躓きには注意が必要である。また、その他想定される危険事象として、PAS を装着した状態での耕うん機や畝立て管理機等の歩行型機械や運搬車の操作、PAS の電源の切り忘れによる意図しない動作の誘発、長時間連続使用による身体の接触面への影響、不要な側溝や畝等の跨ぎ等が挙げられた。
 - 3) 目標位置の高さが 65cm 又は 115cm、持ち上げ速度が任意の条件でのみ脊柱起立筋の筋発揮の軽減効果が見られた（図 3）。一方、膝高条件では PAS 装着によって筋発揮が大きくなり、腰高条件では効果の有無が見られなかった。これらの高さ条件では、腕の挙上も可能なため、被験者が PAS をうまく扱うことができなかつたと考えられる。また、速度 2 秒、5 秒条件では効果の有無が見られなかった。したがって、PAS の農作業への有効性を評価するには、持ち上げの高さは実作業を想定した軽トラの荷台高や二段積みの高さで問題ないが、速度は PAS の動きに合わせることに留意する必要がある。
- 以上、腰補助用の身体装着型アシスト装置について、その性能と農作業における負担軽減効果を把握する試験方法を開発し、安全規格等を参考に農作業での利用における代表的な危険事象をまとめた。



アシスト力計算式
 $T = \sin(\theta_1 + \theta_w) \times N \times r_1$

回転軸を原点とする2次元極座標系において、アームとワイヤの結合点を (r_1, θ_1) 、滑車の位置を点 (r_2, θ_2) とする。

T : アシスト力(N・m)、 N : 引張力(N)、 θ_w : ワイヤ角度(rad)

x : 電導シリンダの移動量、 h : 高さ定数(mm)

図1 アシスト力測定装置

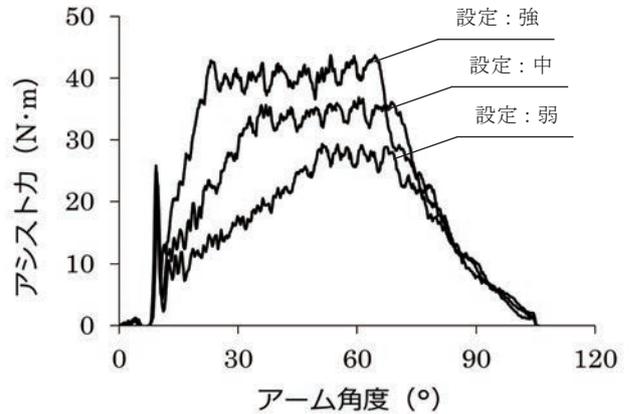


図2 アシスト力の測定例

表 農作業でのPASの利用における代表的な危険事象(抜粋)

危険事象	顕在化の原因	例(抜粋)
転倒・転落	<ul style="list-style-type: none"> ・PAS 装着による重量や慣性力の増加 ・不安定な足場や環境 	<ol style="list-style-type: none"> 1)果樹園等の傾斜地での作業 2)雨等で足場の悪い圃場等での作業 3)脚立やはしご上での作業 4)強雨強風の中での作業 等
接触	<ul style="list-style-type: none"> ・PAS 装着による突出半径の増加 ・周辺の物体 	<ol style="list-style-type: none"> 1)果樹園での果樹の枝への接触 2)キュウリやトマトといった野菜栽培での枝やつる等への接触 3)ハウス内作業でのハウス支柱、梁への接触
躓き	<ul style="list-style-type: none"> ・PAS 装着による重量増加や動作制限 ・周辺の物体や凹凸 	<ol style="list-style-type: none"> 1)脚アームの摩擦抵抗などにより、足をつくことができない。 2)ベルトをはずすのに手回し、転倒回避遅れる。

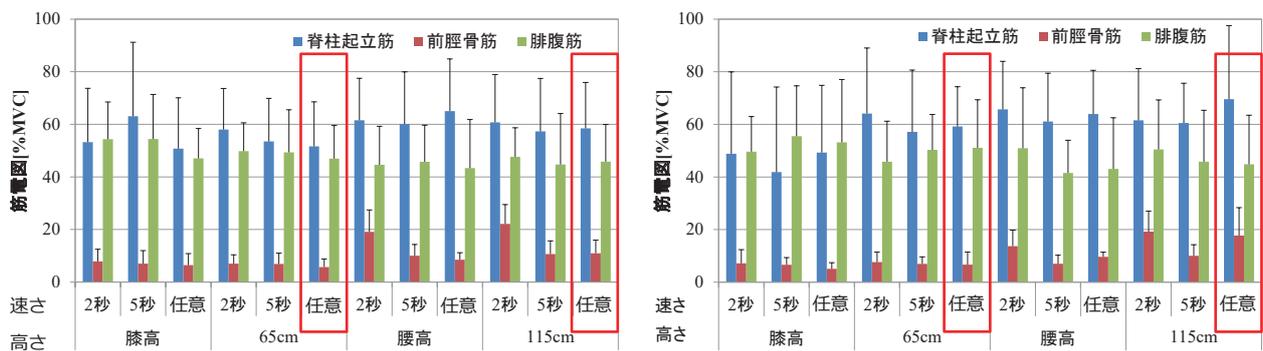


図3 目標位置の高さと持ち上げ速度による筋電図の変化 (左: PAS 有 右: PAS 無)

4. 成果の活用面と留意点

一般性能試験において対応可能。農業試験場、大学、メーカー等におけるPASの評価試験やJISの国内委員会での安全検討の資料として活用できる。研究報告会(2020.3)で報告予定。

5. 残された問題とその対応

農作業に最適なアシスト力のトルク特性の提案。

4. 高度作業支援システム研究領域

課題分類：7 (1) (2)

課題 I D：1060101-01-04*19

研究課題：大規模営農におけるロボットトラクタシステムの確立

担当部署：革新研・高度作業支援システム研究領域・高度土地利用型作業ユニット

協力分担：(株)クボタ

予算区分：経常・受託（経営体プロ）

研究期間：完 2016～2018～2019 年度（平成 28～30～令和元年度）

1. 目的

遠隔監視下で安全を確保しつつ複数台のロボットトラクタによる自動作業を実施可能なロボットトラクタシステムを開発するとともに、複数台の自動作業による作業能率の向上効果を確認する。

2. 方法

- 1) 遠隔監視設備で監視や作業指示を行う遠隔監視者と、ほ場間移動、資材補給、作業機交換等の補助作業を行う補助者の 2 名で、4 台のロボットトラクタ（ロボトラ）による自動作業を行うことができるロボットトラクタシステム（以下、開発システム）を開発、改良した（図 1）。（2016～2019年度）
- 2) 開発システムを供試したほ場作業試験、およびほ場作業中の車載カメラの映像から侵入者を発見する侵入試験を実施し、作業能率や遠隔監視の有効性等を確認した（図 2）。（2016～2017年度）
- 3) 車載カメラの映像に加え、監視領域（約 50ha を設定）内の 2 カ所に設置した向きやズームを操作可能な監視カメラ（PTZカメラ）の映像、農道 3 カ所に設置した通過センサおよび補助者の目視で監視領域への第三者の侵入を監視するエリア監視を導入し、有効性を確認した（図 3）。（2018～2019年度）
- 4) 実作業で取得したほ場作業、ほ場間移動、作業機交換、資材補給等の各所要時間を基礎データとして複数台のロボトラによる作業を効率的に行える作業計画を作成するとともに、作業計画に従った実作業を実施して作業計画の妥当性を確認した。同様の方法で、慣行の有人作業と開発システムによる作業の作業計画を作成し、両者を比較することで作業能率の向上効果を確認した。（2018～2019年度）
- 5) 補助者の移動手段として電動キックボード（質量 7.5kg）を導入し利用効果を検証した。（2019年度）

3. 結果の概要

- 1) 開発システムは主に、通信装置、運行管理ソフト、映像表示装置等を備える遠隔監視基地局と、出力 99.3kW のトラクタをベースとし、GNSS 受信機等のセンサ、周辺を監視する車載カメラ、通信装置、制御 PC、作業状態を示す積層灯等を備える 4 台のロボトラから構成される。両者間では、2.4GHz 帯の無線 LAN による通信で、走行経路、動作指示、指示への応答、ロボトラの制御状態、車載カメラの映像等を常時送受信し、遠隔監視基地局でロボトラによる作業の監視と制御を行う構成とした。
- 2) ほ場作業試験では、耕うんロータリ（ほ場外周の耕うん）、スタブルカルチ（ほ場内部の耕うん）、パワーハロー（ほ場内部の砕土）、真空播種機（全面の播種）による作業を各試験ほ場に対して順次行い、連続的に 4 台同時作業を行うことが可能だった。侵入試験では侵入者を全て発見し、監視の有効性を確認できたが、監視映像に長時間集中する遠隔監視者の負担を軽減する必要性も確認された。
- 3) PTZカメラでは監視領域の全域で侵入者の識別が可能であった。侵入から発見までの経過時間は平均で 96s、通過センサを通過し基地局で発報した場合は約 33s で、いずれもロボトラから十分な距離を保って侵入者を発見し追跡できたことから、エリア監視が有効であることが確認された。
- 4) ほ場 6 筆（約 13ha）で、ブロードキャスタ、耕うんロータリ、スタブルカルチ、パワーハロー、真空播種機による作業を 2 日間で実施する作業計画を作成し（図 5）、計画した作業順に従って実作業を行った結果、1 日目は計画作業時間 5.53h に対して実作業時間 5.55h、2 日目はそれぞれ 4.84h、4.98h となり、作業計画が妥当であることが確認された。慣行作業との比較は、前述と同様の作業を 1 日で行う計画を作成した試算から、慣行作業の所要人数 4 人、延べ作業時間 28.7h に対して、開発システムではそれぞれ 2 人、19.6h となり、作業当りの作業能率が 40% 程度向上することが明らかとなった。
- 5) 電動キックボードは、未舗装の農道においても徒歩の 3 倍程度の走行速度（約 15km/h）により移動時間を大幅に短縮でき、携行やロボトラへの積載も容易に行えたことから、複数のロボトラへ乗降を繰り返す補助者の移動手段として効果的で、作業能率の更なる向上に寄与すると考えられた（図 4）。以上、ロボットトラクタシステムにより複数台同時作業を実現し、作業能率の向上効果を確認した。



遠隔監視基地局内部

遠隔監視基地局外観

ロボットトラクタ

図1 開発したロボットトラクタシステム



図2 作業試験のようす（左）と車載カメラによる侵入試験の実施状況（右）



図3 設定した監視領域とPTZカメラ等の設置状況

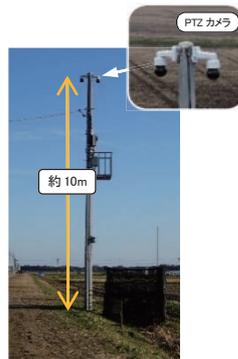


図4 電動キックボードによる移動（左）とロボットトラへの積載状態（右）

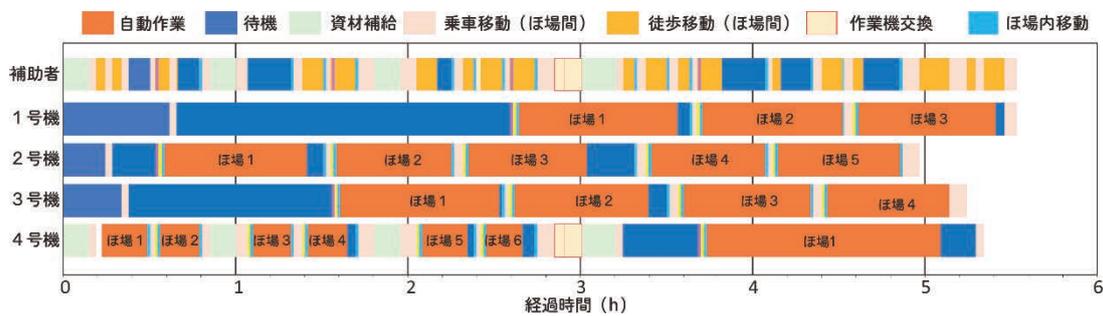


図5 作成した作業計画（1日目）

4. 成果の活用面と留意点

農業食料工学会（2019.9）で成果の一部を発表。農業食料工学会（2020.9）で発表予定。

5. 残された問題とその対応

作業計画の作成が自動化されていないため、作成に時間を要し、計画変更への迅速な対応が困難である。計画の最適化を含む作業計画作成の自動化を図る必要がある。

課題分類：4 (1)

課題 ID：1060103-01-13*19

研究課題：無線通信に対応した自動給水栓の開発

担当部署：革新研・高度作業支援システム研究領域 (革新工学研究監)

協力分担：秋田農試、積水化学工業(株)、(株)イーラボ・エクスペリエンス、(株)NTT ドコモ、(株)クボタ、
(株)情報通信総合研究所、(農)白華の郷、(株)RICE BALL

予算区分：受託 (経営体プロ)

研究期間：完 2017～2019 年度 (平成 29～令和元年度)

1. 目的

水稲営農現場において ICT 活用による水稲生育期の水管理作業省力化製品・サービスが市販化されているが、個々のほ場に設置展開するためには可能な限り製品・サービス価格が安価であることが望まれている。そこで「経営体 (低コスト水管理) コンソーシアム」では、既成製品・サービスを出発点として、最新の ICT・IoT を活用した低価格化製品・サービスの開発提供を目指している。革新研は研究代表機関としてコンソーシアム全体の進行管理・集約を行うとともに、低コスト広域通信網の下、水田センサ・自動給水栓・それぞれのクラウド情報サービスなどから構成される水管理省力化システムの構成・動作検証を推進する。

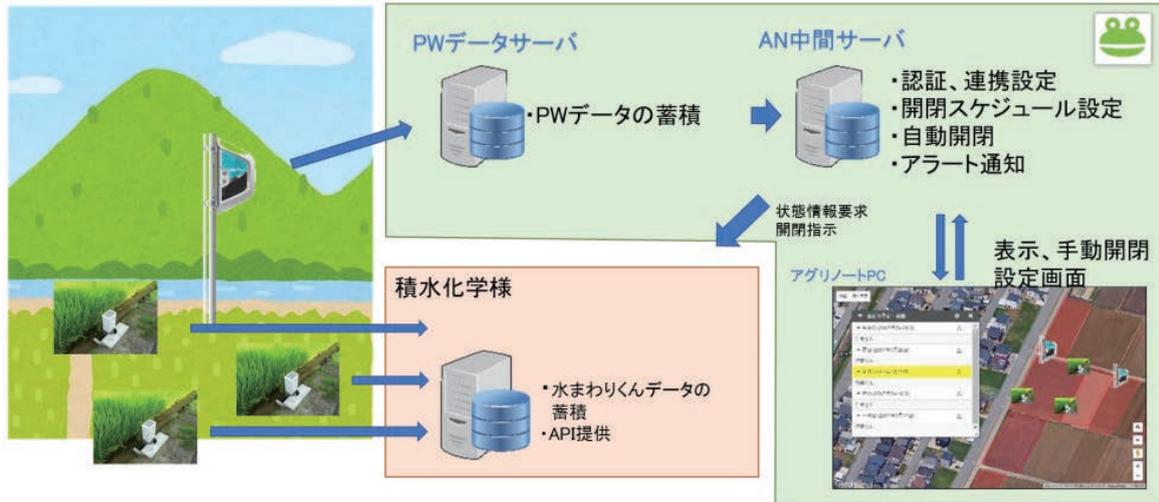
2. 方法

- 1) 共同機関から市販されている製品・サービスを元にして、水管理省力化システムを構成し、動作検証する。
- 2) 共同機関に協力しつつ研究成果アウトリーチ用の自動給水栓を試作・動作検証する。
- 3) 研究代表機関としてコンソーシアム全体の研究開発進捗管理を担当し、現地実証の推進、研究開発成果のとりまとめを先導する。

3. 結果の概要

- 1) 既成製品 (PaddyWatch : PW-2300、3G 通信対応版と、水まわりくん : MVI75 遠隔操作 3G 通信対応版) をベースに営農支援サービス「アグリノート」を介して相互接続し、データ (水深や水温) や水管理機能 (給水バルブ開閉制御) が連動することを確認した (図 1)。これと並行して両者の 3G 通信機能部分 (モジュール) を LPWA LoRa 通信モジュールに換装試作して、それぞれのクラウドサービスと通信・遠隔監視操作可能であることを確認した。
- 2) LPWA LoRa 版水まわりくんのアウトリーチ (展示説明用途) 向け見本 (管径φ 50、75、100 の積水化学工業製エアダスバルブに搭載) を作成した (図 2(a))。
- 3) 通信モジュール (制御ボックス) は変更可能で (図 2(b))、2019 年度は標準的な LoRa 通信に比べ、親機 (ゲートウェイ) からの制御指示に使用されるダウンストリーム通信向けに最適化された独自拡張 LoRa 方式の通信モジュールに再換装し、操作アプリ上から所期の正常動作を確認した (図 2(c))。
- 4) 担当企業との協議の上、今後の製品・サービス化および販売計画 (普及展開ロードマップ) を作成した (表：2020 年分、他に 2022、2025、2026 以降を作成)。
- 5) 水管理省力化システムによる水管理作業省力化効果と水管理精緻化による増収効果を合わせた 10a の便益額は、2つの実証法人での 2018～2019 年 (2カ年) の実証結果から約 1 万 2 千円となった (表省略)。これに対し、水管理省力化システムの導入・運用にかかる経費年額は水田センサ・自動給水栓 1 組当たり約 3 万 3 千円となった (表省略)。10a 当たりには 1 組の導入設置では経費過大となるが、30a 当たりには 1 組の導入設置では 10a 当たりの経費が 1/3 の約 1 万 1 千円となることから、期待される便益に見合う経費年額になると試算された。

以上、革新的技術開発・緊急展開事業 (うち経営体強化プロジェクト)「低コスト水管理」課題の研究代表として、コンソーシアム全体の研究開発進行管理と研究開発成果の集約を先導し、参画企業体による水管理省力化システムを構成する製品・サービスの低価格化と販売・普及展開に目途を付けた。



注. PW : PaddyWatch (水田センサ)、AN : AgriNote (アグリノート) サービス

図1 水管理省力化システムの構成



(a)左から管径Φ75、100、50 (b)赤枠内が制御ボックス (c)給水栓と接続し状態表示中

図2 アウトリーチ用LPWA版自動給水栓とスマートフォン用水管理アプリ画面

表 自動給水栓の製造販売計画(2020年度普及見込みに基づく) (単位:円)

	水まわりくん 上段: 価格 下段: 年額	バルブ 上段: 価格 下段: 年額	設置工事 GW 含む 1台あたり	運用 上段: 月額 下段: 年額	年間	
					導入計	コスト 合計
製品1台当たり	95,000	14,000	21,260	56	130,260	
コスト	9,500	1,400	—	670	10,900	11,570
30aに1台設置時の	31,667	4,667	7,087	19	43,420	
10a当たりコスト	3,167	467	—	223	3,633	3,856

注) 2020年度は2,000台/年の製造出荷を見込み、耐用年数は10年として年間コストを算出。設置工事は50台ベースとして試算。

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 研究開発成果は共同企業により既成品の後継品として商品化される。
- 2) 本成果に基づく製品低価格化とは場整備事業等での一体的現場導入に取り組む。

5. 残された問題とその対応

特になし。

5. 次世代コア技術研究領域

課題分類：5 (1) (2)

課題 I D：1060203-01-05*19

研究課題：コンバインの耐久性に関する基礎的研究

担当部署：革新研・次世代コア技術研究領域・自律移動体ユニット

協力分担：なし

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2017～2019 年度 (平成 29～令和元年度)

1. 目的

本研究では、現在のコンバイン (自脱コン、汎用コン) について市場調査等を行うことで、耐久性を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

- 1) スクラップ工場等にて、故障品扱いのコンバインのアワーメータから稼働時間を調査した (図 1)。調査結果からワイブル確率紙を用いて (図 2)、故障の原因、推定寿命 (サンプルから推定した母集団の寿命) について分析した。(2017 年度)
- 2) 農機具中古販売店及び中古農機販売サイトから中古市場に出ている機体 (自脱コン 46 台、汎用コン 22 台、大豆コン 20 台) について機関出力と稼働時間の関係について分析した。(2017 年度)
- 3) コンバインの廃棄までの稼働時間、故障部位、更新の目安等について、コンバイン利用者を対象にアンケート調査を行い、ワイブル確率紙を用いて推定寿命を分析した。(2018～2019 年度)
- 4) 市販コンバインに多く用いられている素材 (SS 材) と高耐久素材 (SS 材+窒化処理、SUS304) の実用的な耐摩耗性を調査するため、靱を用いた室内摩耗試験を行った。(2018～2019 年度)

3. 結果の概要

- 1) 稼働時間を調査した結果、いずれのコンバインについても故障の種類を表す m の値が 1 より大きく、故障の原因は「部品の摩耗・劣化等」の時間経過とともに悪化する要素と推察され、対策として、部品の耐摩耗性を向上させることによりコンバインの稼働時間を延ばすことが効果的と考えられた。また、推定寿命については、自脱コン 780 時間、汎用コン 1550 時間、海外普通型 1933 時間であり、汎用コンが自脱コンの約 2 倍、海外普通型が自脱コンの約 2.5 倍であった (表)。
 - 2) 平均稼働時間は、自脱コン 493 時間、汎用コン 1243 時間、大豆用 703 時間であった。1) の推定寿命の平均と比較すると自脱コンは 35%、汎用コンは 20% 短い稼働時間であり、コンバインは推定寿命の 6～8 割程度の稼働時間で中古市場に出されていることが示唆され、汎用コンは自脱コンと比較して耐久性が高いことが推察された。
 - 3) アンケート調査の結果、更新の目安は使用年数 10 年、修理費 100 万円という回答が多かった。自脱コンは刈取条数が大きい程推定寿命が長い傾向にあり、汎用コンは 5 条自脱コンと同程度の推定寿命であった (表)。アンケートの廃棄が処分以外も含むため、1) の調査結果とは若干異なる結果になったと推察された。 m の値から 2～4 条自脱コンと汎用コンの故障要因は稼働時間とは別に偶発的に発生する要因があり、5～6 条自脱コンの故障要因は稼働時間と共に悪化する要因が大きいと推察された (図 3)。2～4 条自脱コンと汎用コンは偶発的要因を含むことから、機械的故障とは別の要因で廃棄されていることが予想され、機械的寿命は推定寿命より長いことが推察された。これらのことから汎用コンは大型の自脱コンと同等以上の寿命があると推察された。故障部位の回答割合は、刈取部と機関走行部が共通して多く、自脱コンではわら搬送部やわら処理が、汎用コンは脱穀部と選別部、排出部が多かった。
 - 4) 摩耗試験の結果、硬い素材に変更することで耐摩耗性が得られること、ステンレスに比べて安価な SS 材+窒化処理で同等以上の耐摩耗性が得られることが分かった (図 4、5、6)。
- 以上、コンバインの市場調査等を行い分析した結果、耐久性について明らかにすることができた。また、部品素材の耐摩耗性向上によってコンバインの耐久性が向上することが見込まれた。



図1 調査したコンバインの例

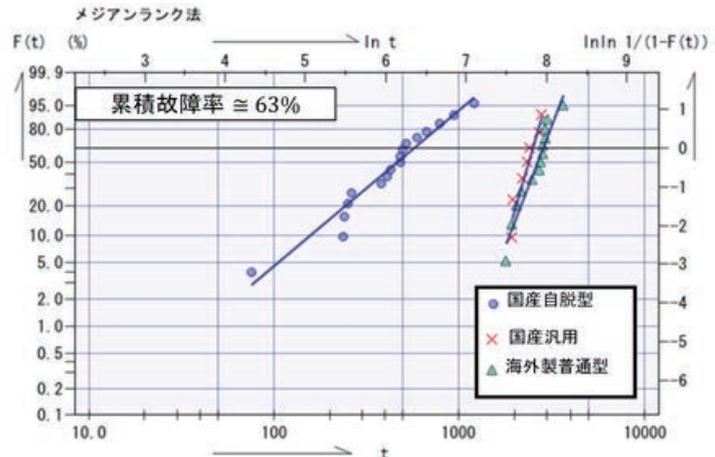


図2 ワイブル確率紙によるコンバインの寿命分析
表 寿命分析結果

	スクラップ調査			アンケート調査					
	自脱 コン	汎用 コン	海外製 普通型	自脱コン					汎用 コン
				2条	3条	4条	5条	6条	
調査台数 [-]	17	7	13	16	34	36	25	17	15
無故障時間 [h]	270	812	735	48	180	160	250	400	88
m [-]	1.8	2.0	2.0	1.3	1.3	1.6	2.6	2.0	1.3
特性寿命 [h]	573	832	1352	470	540	790	820	780	950
推定寿命 [h]	780	1550	1933	488	677	869	979	1092	972

※故障の分類 m>1: 摩耗故障 m=1: 偶発故障 m<1: 初期故障

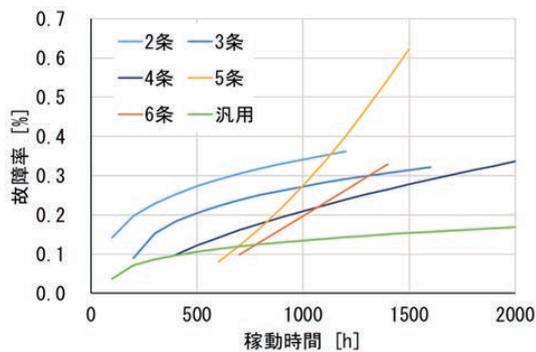


図3 コンバインの稼働時間と瞬間故障率

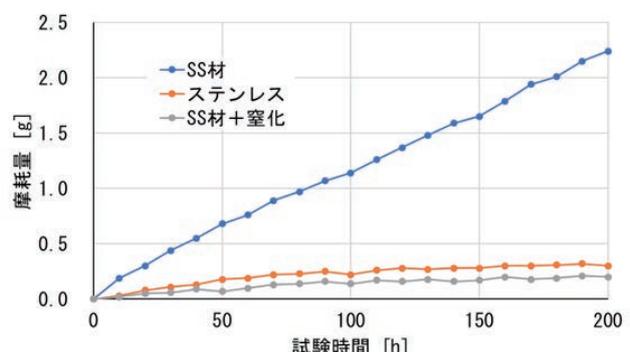


図4 室内摩耗試験結果 (コシヒカリ)

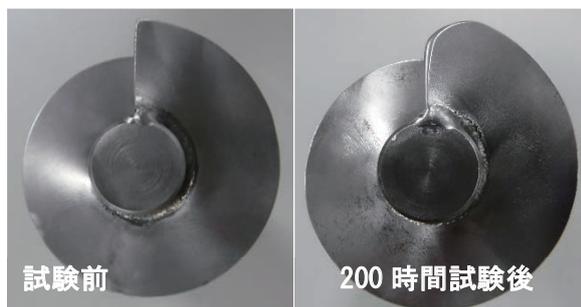


図5 スクリュー (SS材)



図6 スクリュー (SS材+窒化処理)

4. 成果の活用面と留意点

農業食料工学会等にて発表予定。緊プロ課題「高性能・高耐久コンバインの開発」のバックデータとして活用する。

5. 残された問題とその対応

2～4条自脱コンおよび汎用コンと5～6条自脱コンとの故障要因の違いを検討する。

課題分類：12（9）

課題 I D：1060201-03-08*19

研究課題：ISOBUS 作業機械用 ECU の開発スタートアップ

担当部署：革新研・次世代コア技術研究領域・自律移動体ユニット

協力分担：とちぎ財団

予算区分：クラスタ

研究期間：完 2018～2019 年度（平成 30～令和元年度）

1. 目的

近年、農業機械の共通通信規格である ISO 11783 規格の策定が進んでいる。また、欧米の農業機械メーカーの業界団体である AEF（Agriculture Industry Electronics Foundation）が ISO 11783 規格の実装ガイドラインを作成しており、ガイドラインに合致した製品が ISOBUS という商標で販売されている。現在、大型のトラクタを多用する北海道の大規模畑作地域において 100～200PS の外国製トラクタを導入することが多い。そのためトラクタの ISOBUS 装備率が上昇しており、当該地域を対象として ISOBUS 作業機械用 ECU の共同開発を行う計画がある。

この共同開発に先立ち、開発技術レベルの向上とガイドラインの確認、ISOBUS 認証の取得を行う。これにより、引き続き計画している作業機械メーカーとの ISOBUS 作業機械用 ECU の共同開発を効率的に推進することが可能となる。

2. 方法

1) 農研機構で開発中の ISOBUS 作業機械用 ECU の改良

ISOBUS の UT (Universal Terminal:ユーザーインターフェース) 1.0 機能の認証を取得した農研機構開発 ECU をベースとし、TC-BASIC(共通ファイル読み書き機能)、TC-SC(自動作業幅変更機能)、TC-GEO(自動散布量変更機能)機能を追加する。

2) 改良した ECU の認証取得と動作確認

改良した ECU を AEF が指定するテストセンターに持ち込み、ISOBUS 認証試験を受験する。また、ECU を ISOBUS 対応トラクタに接続し動作確認を行う。

3. 結果の概要

1) 農研機構で開発中の ISOBUS 作業機械用 ECU の改良

開発作業は AEF が提供している Conformance Test Tool を利用しながら行った。これは、計測用ハードウェアとウインドウズで動作するソフトウェアで構築されており、テストセンターでの認証試験で使用するものと同じものである。テストに合格するかどうか、事前に判るとともに、問題点をリストとして出力するため、効率的に開発を進めることができた。

2) 改良した ECU の認証取得と動作確認

開発した ECU をドイツ、オスナブリュックにある ISOBUS Test Center に持ち込み、認証試験を受験した。事前に Conformance Test Tool で確認していたが、機器定義ファイルの記述に誤りがあり、若干の修正作業が必要であった。しかしながら、TC 関連 3 機能と、UT2.0 機能の認証を取得することができた（図 1 左）。ISOBUS 認証を取得後、AEF に申請を行ったところ、AEF の Web サイトで当該機器を確認することができた（図 1 右）。

ECU の動作確認には ISOBUS に対応した国内メーカー製トラクタ（図 2 左）を使用した。可変散布用マップを作成し、ISO-XML 形式のファイルとして出力後、トラクタに搭載された TC に読み込んで疑似作業を行ったところ、UT・TC が所期の動作を行うことを確認した（図 2 右）。

以上、大規模畑作地域を対象として計画している、民間企業との ISOBUS 対応作業機械 ECU 共同開発の準備として、農研機構で開発した作業機械用 ECU の改良と ISOBUS 認証の取得、実機との動作確認を行った。



※確認画面は、<https://www.aef-isobus-database.org> にアクセスし、無料のアカウントを作ると誰でも見ることができる

図1 認定証（左）と Web サイトでの確認画面（右）



図2 動作確認に使用したトラクタ（左）と UT、TC-SC、TC-GEO の実行画面（右）

4. 成果の活用面と留意点

本課題で得られた知見は、本年度から開始の「ISOBUS に対応した作業機 ECU の開発」課題で活用するほか、学会、各種セミナーやシンポジウムを通して、広く公表する。

5. 残された問題とその対応

なし。

課題分類：2（3）

課題 I D：1060302-02-05*19

研究課題：野菜用の高速局所施肥機の現地実証と高度利用

担当部署：革新研・次世代コア技術研究領域・生産システムユニット

協力分担：鹿児島農総セ、群馬農技セ

予算区分：クラスタ

研究期間：完 2018～2019 年度（平成 30～令和元年度）

1. 目的

緊プロ事業で開発を行った野菜用の高速局所施肥機（以下、開発機）について、開発時に主要な対象としたキャベツに加え、栽培様式が適合する他の葉茎菜類に供試し適用性を確認するほか、各地のほ場において作業性の確認を行い課題の抽出と改良を行う。

2. 方法

- 1) 開発機を用いて各地の農家等のほ場において、畝立て作業性の確認を行った。（2018～2019 年度）
- 2) 群馬農技セにおいてキャベツの連作を想定した栽培試験を、また他作物への適用拡大を図るため、鹿児島農総セにおいてハクサイ及びブロッコリーの栽培試験を行った。（2018～2019 年度）
- 3) 作業試験中に鎮圧ローラ等に破損が起きたため、2019 年 3 月末に予定していた試販開始を見送り、破損部位の強化、また畝成形性向上を目的として鎮圧ローラの回転を下げるため、減速機構の追加改造を行った最終試作機を製作した。条間 60cm の最終試作機を現地実証に供し、正式販売に向けた仕様の検討を行うと共に、ロータリ方式の全層混和型現地慣行栽培法とリッジ方式の畝内二段施肥法によるキャベツの生育データを取得した（図 1）。（2018～2019 年度）
- 4) 機械の使い方と栽培試験の結果及び畝立てのための土壌条件や施肥条件等を整理した作業マニュアルを作成した。（2019 年度）

3. 結果の概要

- 1) 水田転換畑で耕盤層が浅い場合や、粘土質なほ場では作業機のリッジが土に深く刺さらず、機械が抱え込む土壌の量が不足し畝立てが不十分になる場合があった（図 2）。また前作の残渣が多く残ったほ場では、リッジ間に土が詰る場合があった。
- 2) キャベツ、ハクサイ、ブロッコリーそれぞれ、施肥量を 3 割減としてもそれぞれの現地慣行施肥量と同等水準まで生育した。キャベツの養分吸収量については、ほ場外への持出しとなる収穫部位（可食部）において、減肥栽培を行った場合と慣行施肥量栽培との間に差は見られず、減肥栽培を行った区では施肥量以上の養分吸収量となった。このため、減肥栽培を実施する場合、土壌養分の持出しとなる可能性が確認された。畝内二段施肥により減肥栽培を行う場合は、事前に土壌分析を行い土壌の地力に見合った施肥設計を行うことが必要と考えられた（表 1、表 2）。
- 3) 鎮圧ローラ等の改造により、実証試験では安定して作業ができたことから、最終試作機の仕様を基に正式販売に向けての最終仕様を決定した。畝の成形状態については、締り程度（土壌支持力、換算値）に差が見られ、ロータリ方式の慣行機が約 27kPa に対し開発機が約 61kPa と高く、固相率の高さから水分保持性の高さが期待された。キャベツの生育については球重の増加がみられ、条間 55cm の地域慣行に対し条間 60cm の開発機では栽植密度で不利であるにもかかわらず、同等の収量が得られた。
- 4) 機械は 12 月末より受注を開始し、3 月頃から納入が開始される予定となった。作業マニュアルは機械の納品に合わせて配布を行う予定（図 3）。

以上、野菜用の高速局所施肥機について養分収支を踏まえた複数作物の栽培試験を行うとともに、現地実証試験を実施し、普及に資するデータの取得を行った。

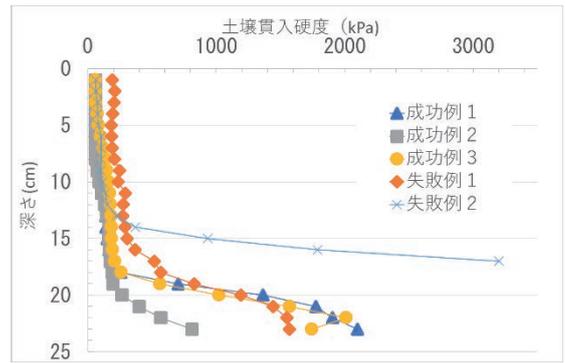


図1 現地実証に供試した最終試作機と慣行機（全層混和型） 図2 土壌硬度による畝成形性の違い



図3 作業マニュアル

表1 減肥栽培を行ったキャベツの生育と成分吸収量（群馬県）

施肥量 (N-P-K)	可食部 重	非可食部 重	可食部 N 吸収量	可食部 P 吸収量	可食部 K 吸収量
kg/10a	g/株	g/株	kg/10a	kg/10a	kg/10a
慣行施肥量 (20-34-19.6)	1640	762	21.0	2.8	21.8
3割減肥栽培 (14-34-13.6)	1660	730	19.2	2.8	23.1

* どちらも開発機を利用して畝立施肥を実施

表2 ハクサイ、ブロッコリーの栽培試験結果（鹿児島県）

栽培法	ハクサイ 結球重	ハクサイ 外葉重	ブロッコリー 花蕾重	ブロッコリー 葉重
	g/株	g/株	g/株	g/株
全層施肥・慣行施肥量	2686	769	343	1079
局所施肥・慣行施肥量	2611	764	329	1141
局所施肥・慣行3割減肥	2548	795	348	1130

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 当面は3条で条間45cm仕様と60cm仕様のみ（それぞれ上田農機(株)、(株)タイショーが取扱い予定）。
- 2) 畝内二段施肥により減肥栽培を行うにあたっては、施肥由来に加え、土壌由来及び堆肥等の有機物資材由来の成分を総合的に判断し、計画的に施肥設計を行う必要がある。

5. 残された問題と対応

特になし

課題分類：6 (2)

課題 I D：1060203-03-07*19

研究課題：ゴマの機械収穫後の乾燥調製技術の開発

担当部署：革新研・次世代コア技術研究領域・ポストハーベストユニット

協力分担：作物研、三重農研、九鬼産業(株)、(株)モリファーム、

予算区分：経常・所内特研・受託 (2017 年度、経営体プロ)

研究期間：完 2017~2019 年度 (平成 29~令和元年度)

1. 目的

ゴマの機械化生産体系の構築のため、機械収穫後の乾燥調製について稲作等で使用されている既存の機械を用いてゴマの蒴果乾燥、乾燥後の脱粒、選別などの調製作業を実施し、機械化体系を確立するとともに慣行体系との比較を行い能率向上効果等について明らかにする。

2. 方法

- 1) コンバイン収穫後のゴマ蒴果の乾燥、脱粒、選別の各工程において器機を選定し、適用性を検討した。乾燥については、個人農家向けの熱風式平型乾燥機 (1.4m³) と共同乾燥施設向けの除湿乾燥機 (1.5m³ 連結可) を選定した。いずれの乾燥方式も乾燥停止水分は 10%程度と定め、目視で材料の水分ムラが解消されたと判断されるまで乾燥を継続した。脱粒工程については、シリンダ形状の篩部を持つ回転式粒径選別機を選定した。選別工程については、多段篩式の粒径選別部と吸引式の風選部を持つ粗選精選機を選定した。あわせて、選別後のゴマ子実を対象に、小石除去のための石抜き機、ゴマ子実用検量線が入った静電容量式水分計の適用性を確認した (図 1)。(2017 年度)
- 2) 2017 年度に選定した熱風式平型乾燥機について、風量拡大と静圧抑制のため、スノコの穴径と接続ダクトの改良を施し、乾燥試験を行った。堆積層上下の水分差を少なくするため 1 度天地返しを行い、目視で材料の水分ムラが解消されたと判断されるまで乾燥を継続した。(2018 年度)
- 3) 試験用流動層乾燥機を用い、乾燥温度を 40、60、80、100、120℃の一定温度で乾燥した後、ゴマ子実の酸価、含油率の調査を行った。乾燥は一定時間 (40、60℃は 30 分、80℃以上は 10 分) 毎に質量を測定し、質量変化が 1.0g 以下となった時点で乾燥を終了した。(2019 年度)
- 4) 効率的な脱粒を目指し、スクリュウ搬送装置の筒下方を目開き 5mm の金網とした子実分離装置を開発し、回収率、作業能率を調査した (図 2)。(2019 年度)

3. 結果の概要

- 1) 乾燥工程については、熱風式平型乾燥機、除湿乾燥機ともに順調な乾燥が可能であり、乾燥時間は 2 日程度であった。脱粒工程については、水分 10%程度まで乾いた蒴果では、円滑な作業が可能であったが、脱粒後の子実へ蒴ガラへの混入が多く、次工程の選別作業を円滑に実施するには、2 度かけが必要であった。選別工程については、脱粒後の子実に含まれる夾雑物等の選別が可能であった。製品口の夾雑物等の質量混入割合は 3%未満であり、ロスも少なかった。石抜きも円滑に作業可能であり、小石の混入は質量割合で 0.3%であった。水分計は標準法 (ISO715) と比較し、概ね 1 ポイント以内の誤差で計測できた。
 - 2) 乾燥時間を比較した結果、2017 年度よりも 2018 年度が遅くなることもあったが (図 3)、これは供試したバーナーでは、供給空気を加熱する能力が不足していたためであった。標準送風機であれば熱風温度は 70℃まで設定可能であるが、大型送風機では雰囲気温度から 5℃程度しか上昇しなかった。スノコの穴径拡大により子実が通風部へ落下することで灯油の臭い移りなど品質への影響が懸念されたが、実需者による調査の結果、臭い移りは無く、品質に問題が無いことを確認した。
 - 3) 乾燥温度を上げても、酸価、含油率に悪影響はなかった (図 4)。実需者の調査では、高温域において焙煎後のような香りがしたため、乾燥温度は 60℃程度までが適切と考えられた。
 - 4) 脱粒試験の結果、スクリュウ搬送距離 4m でゴマ子実回収率は 98%であり、10a 当たりの作業時間は 40 分程度で、1) で検討した方法と比較して回収率は同程度、作業時間は約 30%減少した。
- 以上、稲作等で使用されている既存の機械のゴマへの適用性を検討し、コンバイン収穫後のゴマの蒴果乾燥、乾燥後の脱粒、選別の機械化体系を確立した。



図1 ゴマのコンバイン収穫後の乾燥調製技術体系

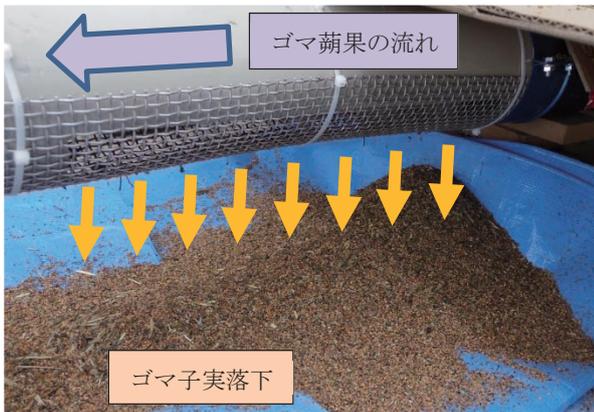


図2 スクリュー搬送による脱粒試験

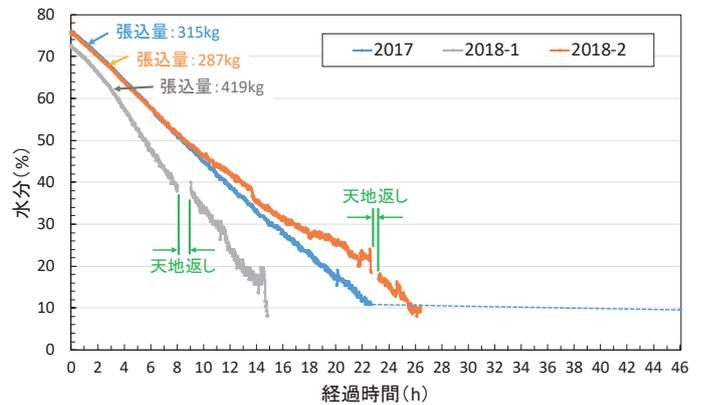


図3 熱風式乾燥機による乾燥試験結果

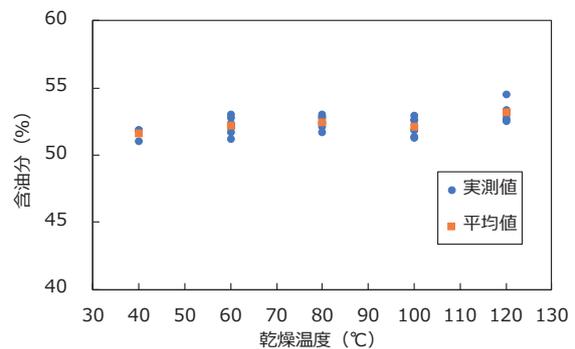
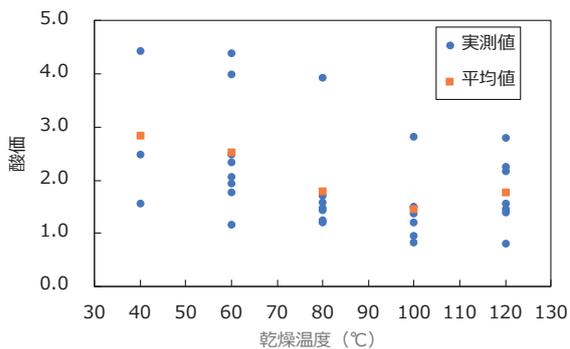


図4 乾燥温度と酸価、含油率の関係

4. 成果の活用面と留意点

農食工学会 (2020. 9) で発表予定。スクリュー搬送による脱粒装置について特許出願予定。

5. 残された問題とその対応

開発した技術については、三重県、九鬼産業(株)が中心となって取りまとめる生産者向け技術マニュアルに掲載し、生産者への普及を図る。

課題分類：6 (4)

課題 I D：1060303-01-04*19

研究課題：ニンニク調製の軽労化装置の開発

担当部署：革新研・次世代コア技術研究領域・ポストハーベストユニット

協力分担：ササキコーポレーション

予算区分：経常・クラスタ

研究期間：完 2017～2019 年度（平成 29～令和元年度）

1. 目的

ニンニク生産では、総労働時間に占める調製作業の割合が高い。調製作業では根切り機械、茎切断の機械等は既に開発されているものの、盤茎部分を除去する根スリはボールリーマーやカッターによる手作業に頼っており、人手不足や作業従事者の高齢化への対応を困難としている。こうした現状から、産地の先駆的な生産者より、根スリ程度が 8 割の簡便な機械開発の要望があり、ニーズに対応したニンニク調製の軽労化に資する装置を開発する。

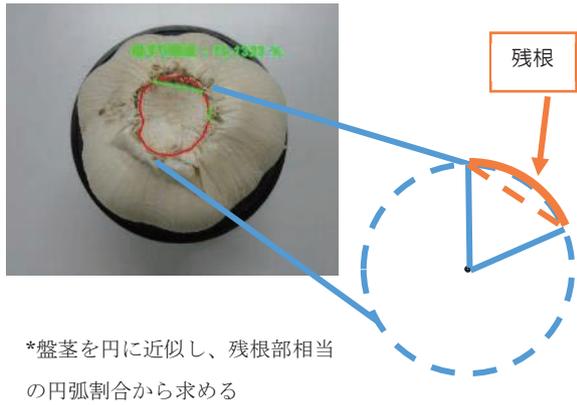
2. 方法

- 1) センターフライス型の刃物を使用する盤茎調製機（基礎試験装置）を設計、試作し、予備試験を実施した。ニーズを満たす調製程度（根スリ程度）の評価として、仕上がりを生産者、産地事情に詳しい専門家による官能評価（10 段階評価で 8 点以上を合格）及び根の除去率との関係を調べた。除去率については、盤茎輪郭部を円に近似した場合の残根相当部位の円弧割合を求める残根量算出プログラムを、画像処理ライブラリ HALCON(MVTec)を用いて作成し、求めた（図 1）。（2017 年度）
- 2) 盤茎調製機の 2 次試作機（図 2 下、(100V 90W)）について、精度、能率、使い勝手等の評価試験を青森県野菜研究所ほかで実施した。供試材料には収穫後未調製の乾燥済みニンニクを青森県野菜研究所より入手し、JA 全農あおもりのニンニク標準出荷規格で、大小基準を 2L、L、M、S に選別した品質基準 A のニンニクを用いた。（2018-19 年度）
- 3) ニンニクの根スリ程度について、本研究で用いた生産者、専門家の評価に基づいた評価基準を学習させたディープラーニングモデルおよび判定装置を試作した（図 2 上）。（2018-19 年度）

3. 結果の概要

- 1) 基礎試験装置で根スリしたところ、盤茎がより円に近い形状のニンニクでは、程度良く根スリが行え、いずれの評価でも合格基準を満たした。一方、鱗片の数が多く、一部が肥大し形状が少しゆがんでいるニンニクでは、削り残しが発生することがあり、削り残しにより生産者の評価で合格基準を下回る場合があった。
- 2) 盤茎調製機 2 次試作機の機械性能については、ニンニクの個体差等で左右されるものの、比較的形状の整ったニンニクであれば、作業能率が約 360 個/h、官能評価による合格基準を満たす根スリが可能であった。
- 3) 根スリ程度の判定についての機械学習を試み、VGG16 を使用した転移学習、ファインチューニングの追加、特徴部位の視覚化（Grad-CAM）等の改良を行った結果、泥汚れの有無に関係なく、根スリ程度の判定を正解率が 90%以上で可能であった（図 3）。画像判定に要する時間は平均 0.48s/枚であった。判定プログラムを搭載した装置を試作し、盤茎調製機との組作業を実施した。作業能率 320 個/h、合格率 84%のときに全体正解率 88%で、作業者のペースを妨げることなく良好に稼働した。

以上、ニンニク調製の軽労化に資する装置を開発した。装置は根スリ程度が 8 割の簡便な根スリ機と判定装置から成り、連携して良好に作動した。



*盤茎を円に近似し、残根部相当の円弧割合から求める

図1 残根量の算出

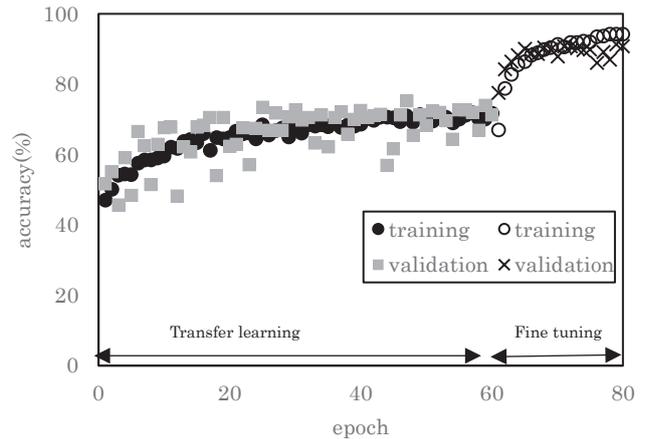
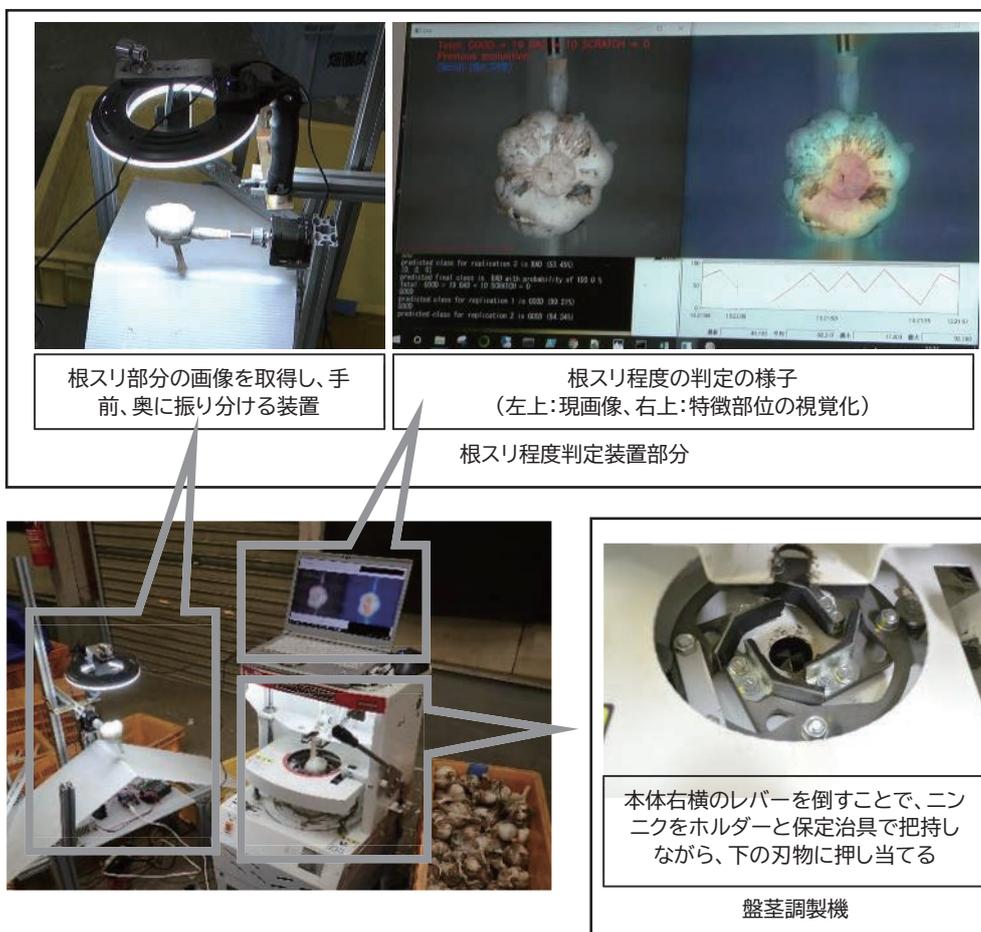


図3 ディープラーニングモデルの精度



根スリ部分の画像を取得し、手前、奥に振り分ける装置

根スリ程度の判定の様子 (左上: 現画像、右上: 特徴部位の視覚化)

根スリ程度判定装置部分

本体右横のレバーを倒すことで、ニンニクをホルダーと保定治具で把持しながら、下の刃物に押し当てる

盤茎調製機

図2 ニンニク盤茎調製装置

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 盤茎調製機については、ササキコーポレーションより「ガーリックトリマーGN600」として 2018 年に市販化された。
- 2) 坪田将吾(2019)職務作成プログラム(機構-S23)「ニンニクの根すり精度の評価アプリ」
Dang Quoc Thuyet et. al. (2019) : VJST2019(Hanoi), Dang Quoc Thuyet et. al. (2019) : 13th CIGR VI(Sapporo), 小林ら(2019) : 農食学会関東支部(那須塩原市), にて発表。

5. 残された問題とその対応

現地実証試験を通し、技術内容に関する情報発信に努める。

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平成31年度・令和元年度(平成31年4月～令和2年1月)の安全性検査実施状況は、表1-1のとおり申込数14機種184型式、合格数10機種134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	担 当
農用トラクター(乗用型)	129	93	ロボット安全評価ユニット 作業機安全評価ユニット 性能評価ユニット
農用トラクター(歩行型)	7	5	性能評価ユニット
田植機	11	8	ロボット安全評価ユニット
スピードスプレヤー	4	1	ロボット安全評価ユニット
動力噴霧機(走行式)	1	—	ロボット安全評価ユニット
動力刈取機(結束型)	2	2	作業機安全評価ユニット
コンバイン(自脱型)	15	13	作業機安全評価ユニット
コンバイン(普通型)	2	2	作業機安全評価ユニット
フォーレージハーベスター	1	1	作業機安全評価ユニット
乾燥機(穀物用循環型)	8	8	作業機安全評価ユニット
キャベツ収穫機	1	1	ロボット安全評価ユニット
玉ねぎ掘取機	1	—	ロボット安全評価ユニット
人参ハーベスター	1	—	ロボット安全評価ユニット

大根収穫機	1	—	ロボット安全評価ユニット
合 計	184	134	

(平成31年4月～令和2年1月分)

※申込型式のうち、平成30年度に申込を受理したものの1機種2型式、申込を辞退したものの3機種11型式、公表予定のもの4機種9型式をそれぞれ含む。

2) 平成31年度・令和元年度(平成31年4月～令和2年1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
元. 5. 17 元. 6. 6 元. 6. 10	元. 5. 30 ～7. 11 元. 6. 28 元. 7. 1 ～7. 12 元. 7. 2～ 7. 9 元. 7. 3～ 7. 9 元. 7. 12	革新工学センター ヤンマーアグリジャパン大型農機センター	元. 8. 6	2社 42型式
元. 5. 20 元. 6. 6 元. 6. 20 元. 6. 25 元. 7. 22	元. 6. 3～ 7. 25 元. 6. 7 元. 7. 9 元. 7. 10 ～7. 19 元. 8. 5～ 8. 6 元. 8. 5～ 8. 7	革新工学センター 株式会社クボタ三重研究所 三菱マヒンドラ農機株式会社技術センター	元. 9. 10	3社 28型式
31. 3. 6 元. 6. 25 元. 8. 1 元. 8. 5 元. 8. 21	31. 3. 27 ～ 元. 8. 19 元. 7. 10 ～8. 23 元. 8. 26 ～9. 17 元. 9. 3	革新工学センター 株式会社クボタ三重研究所 株式会社	元. 9. 30	3社 39型式

	～9.11 元.9.9 元.9.9 ～9.13	社山本 製作所		
元.8.26 元.9.9	元.9.11 ～10.4 元.10.7	革新工 学セン ター	元.11.12	2社 3型式
元.6.26 元.10.1 元.10.11 元.10.24 元.11.11 元.11.19 元.11.25	元.7.22 ～9.4 元.10.17 ～10.23 元.10.28 ～11.13 元.11.8 元.11.26 ～11.29 元.12.3	革新工 学セン ター 井関農 機株式 会社砥 部事業 所 株式会 社クボ タ宇都 宮工場	元.12.24	2社 22型式

(平成31年4月～令和2年1月分)

3) 平成31年度・令和元年度（平成31年4月～令和2年1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 MR70	株式会社 クボタ	NARO 19/001
クボタ MR65	〃	NARO 19/002
クボタ MR60	〃	NARO 19/003
クボタ MR70-PC	〃	NARO 19/004
クボタ MR65-PC	〃	NARO 19/005
クボタ MR60-PC	〃	NARO 19/006
クボタ M1060W	〃	NARO 19/007
クボタ NB23F-PC	〃	NARO 19/008
クボタ NB23-PC	〃	NARO 19/009
クボタ NB23F	〃	NARO 19/010
クボタ NB23	〃	NARO 19/011
クボタ NB21F-PC	〃	NARO 19/012
クボタ NB21-PC	〃	NARO 19/013
クボタ NB21F	〃	NARO 19/014
クボタ NB21	〃	NARO 19/015
クボタ NB19F-PC	〃	NARO 19/016
クボタ NB19-PC	〃	NARO 19/017
クボタ NB19F	〃	NARO 19/018
クボタ NB19	〃	NARO 19/019
クボタ NB17F	〃	NARO 19/020
クボタ NB17	〃	NARO 19/021
クボタ M110GE	〃	NARO 19/022
クボタ M110GE-HK	〃	NARO 19/023
クボタ M100GE	〃	NARO 19/024
クボタ M110GE-AT	〃	NARO 19/025
クボタ M135GE	〃	NARO 18/026
クボタ M125GE	〃	NARO 19/027
クボタ M115GE	〃	NARO 19/028

クボタ M135GE-PC	〃	NARO 19/029
クボタ M125GE-PC	〃	NARO 19/030
クボタ M110GE-PC	〃	NARO 19/031
ヤンマー T0094	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 19/032
ヤンマー T0093	〃	NARO 19/033
ヤンマー T0092	〃	NARO 19/034
ヤンマー T0091	〃	NARO 19/035
ヤンマー T0090	〃	NARO 19/036
ヤンマー T0089	〃	NARO 19/037
ヤンマー T0088	〃	NARO 19/038
ヤンマー T0087	〃	NARO 19/039
ヤンマー T0086	〃	NARO 19/040
ヤンマー T0085	〃	NARO 19/041
ジョンディア J0003	〃	NARO 19/042
クボタ M7-172HA	株式会社 クボタ	NARO 19/043
クボタ M7-172H	〃	NARO 19/044
クボタ M7-172PA	〃	NARO 19/045
クボタ M7-172P	〃	NARO 19/046
クボタ M7-172S	〃	NARO 19/047
クボタ M7-152HA	〃	NARO 19/048
クボタ M7-152H	〃	NARO 19/049
クボタ M7-152PA	〃	NARO 19/050
クボタ M7-152P	〃	NARO 19/051
クボタ M7-152S	〃	NARO 19/052
クボタ M7-132HA	〃	NARO 19/053
クボタ M7-132H	〃	NARO 19/054
クボタ M7-132PA	〃	NARO 19/055
クボタ M7-132P	〃	NARO 19/056
クボタ M7-132S	〃	NARO 19/057
MM1902	三菱マヒンドラ農機株式会社	NARO 19/058
MM1901	〃	NARO 19/059
三菱 P1901	〃	NARO 19/060
三菱 P1902	〃	NARO 19/061
三菱 P1903	〃	NARO 19/062
三菱 P1904	〃	NARO 19/063
三菱 P1905	〃	NARO 19/064
クボタ R1803	株式会社 クボタ	NARO 19/065
クボタ R1501	〃	NARO 19/066
クボタ R1502	〃	NARO 19/067
クボタ R1503	〃	NARO 19/068
クボタ R1504	〃	NARO 19/069
ヤンマー Z0029	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 19/070
クボタ SL600C	株式会社 クボタ	NARO 19/071
クボタ SL600C-PC	〃	NARO 19/072
クボタ SL540C	〃	NARO 19/073
クボタ SL540C-PC	〃	NARO 19/074
クボタ SL480C	〃	NARO 19/075
クボタ SL480C-PC	〃	NARO 19/076
クボタ SL450C	〃	NARO 19/077
クボタ SL450C-PC	〃	NARO 19/078
クボタ SL410C	〃	NARO 19/079
クボタ SL410C-PC	〃	NARO 19/080
クボタ SL380C	〃	NARO 19/081
クボタ SL380C-PC	〃	NARO 19/082
クボタ SL350C	〃	NARO 19/083
クボタ SL350F	〃	NARO 19/084
クボタ SL350C-PC	〃	NARO 19/085
クボタ SL350F-PC	〃	NARO 19/086

クボタ SL280C	〃	NARO 19/087	キセキ T1824	〃	NARO 19/115
クボタ SL280F	〃	NARO 19/088	キセキ T1824C	〃	NARO 19/116
クボタ SL280C-PC	〃	NARO 19/089	キセキ T1834	〃	NARO 19/117
クボタ SL280F-PC	〃	NARO 19/090	キセキ T1834C	〃	NARO 19/118
クボタ SL24F	〃	NARO 19/091	キセキ T1844	〃	NARO 19/119
ニューホランド T5. 120	日本ニューホランド株式会社	NARO 19/092	キセキ T1844C	〃	NARO 19/120
ニューホランド T5. 120PS	〃	NARO 19/093	クボタ NB21GSF1-PC	株式会社 クボタ	NARO 19/121
ニューホランド T5. 110SS	〃	NARO 19/094	クボタ NB21GSF2-PC	〃	NARO 19/122
ニューホランド T5. 100SS	〃	NARO 19/095	キセキ K055	井関農機株式会社	NARO 19/123
ニューホランド T5. 100PS	〃	NARO 19/096	キセキ K056	〃	NARO 19/124
ニューホランド T5. 90SS	〃	NARO 19/097	クボタ TRS700	株式会社 クボタ	NARO 19/125
クボタ RJ1901	株式会社 クボタ	NARO 19/098	クボタ NW8	〃	NARO 19/126
クボタ RJ1902	〃	NARO 19/099	クボタ NW6	〃	NARO 19/127
クボタ WRH1200A	〃	NARO 19/100	クボタ NW5	〃	NARO 19/128
クボタ WRH1200	〃	NARO 19/101	キセキ H099G	井関農機株式会社	NARO 19/129
山本 HD-30VAR	株式会社山本製作所	NARO 19/102	キセキ H100G	〃	NARO 19/130
山本 HD-35VAR	〃	NARO 19/103	キセキ H101G	〃	NARO 19/131
山本 HD-40VAR	〃	NARO 19/104	キセキ H101	〃	NARO 19/132
山本 HD-45VAR	〃	NARO 19/105	キセキ H102G	〃	NARO 19/133
山本 HD-50VAR	〃	NARO 19/106	キセキ H102	〃	NARO 19/134
山本 HD-55VAR	〃	NARO 19/107			
山本 HD-60VNR	〃	NARO 19/108			
山本 HD-65VNR	〃	NARO 19/109			
共立 SSVH6061FSC	株式会社やまびこ	NARO 19/110			
クボタ R1403	株式会社 クボタ	NARO 19/111			
クボタ R1404	〃	NARO 19/112			
キセキ T1814	井関農機株式会社	NARO 19/113			
キセキ T1814C	〃	NARO 19/114			

(平成31年4月～令和2年1月分)

4) 概評

合格機は、合計7社134型式であった。その内訳は、安全キャブ・フレーム検査が3社18型式、安全装備検査が7社134型式、ロボット・自動化農機検査が1社8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平成31年度・令和元年度(平成31年4月～令和2年1月)の一般性能試験実施状況は、表2のとおり合計13型式であった。

表2 一般性能試験実施一覧

機 種	型式数	担 当
農用トラクター(乗用型)用安全キャブ・フレーム	9	作業機安全評価ユニット
農耕作業用自動車等の排出ガス発散防止装置	3	安全検査部 ロボット安全評価ユニット 研究推進部 戦略推進室
芝地管理機械	1	作業機安全評価ユニット
合 計	13	

(平成31年4月～令和2年1月分)

3. OECDテスト

OECDテスト実施規程に基づく平成31年度・令和元年度（平成31年4月～令和2年1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	担 当
農用トラクター（乗用型）用安全キャブ・フレーム	3	作業機安全評価ユニット
合 計	3	

（平成31年4月～令和2年1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平成31年度・令和元年度（平成31年4月～令和2年1月）の機能確認実施状況は、表4のとおり農耕トラクター4社44型式（50類別）、農業用薬剤散布車3社9型式（9類別）、および刈取脱穀作業車2社8型式（9類別）であり、合計7社61型式（68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	担 当
農耕トラクター	井関農機株式会社	元. 6. 11	16(16)	性能評価ユニット
		—	6(7)	
	エム・エス・ケー農業機械株式会社	元. 7. 1	2(5)	
		元. 8. 20	2(4)	
		元. 9. 26	1(1)	
	株式会社クボタ	元. 7. 1	14(14)	
		2. 1. 20	2(2)	
三菱マヒンドラ農機株式会社	2. 1. 15	1(1)		

農業用薬剤散布車	株式会社ショーシン	元. 9. 10	2(2)	ロボット安全評価ユニット 性能評価ユニット
		元. 12. 2	1(1)	
	株式会社やまびこ	元. 7. 11	1(1)	
		元. 10. 31 元. 11. 5	1(1) 2(2)	
株式会社丸山製作所	—	2(2)		
刈取脱穀作業車	井関農機株式会社	元. 6. 11	2(2)	作業機安全評価ユニット 性能評価ユニット
		元. 9. 9	5(6)	
	株式会社クボタ	元. 9. 9	1(1)	
合 計			61(68)	

（平成31年4月～令和2年1月分）

5. 特定原動機検査

特定原動機検査実施規程に基づく特定原動機検査は、今年度実施しなかった。

6. 特定特殊自動車検査

特定特殊自動車検査実施規程に基づく平成31年度・令和元年度(平成31年4月～令和2年1月)の特定特殊自動車検査実施状況は、表5のとおり刈取脱穀作業車1社1型式、およびフォーレージハーベスター1社12型式であり、合計13型式であった。

表5 機能確認実施一覧

機種	依頼者名	報告年月日	型式数	担当
刈取脱穀作業車	エム・エス・ケー農業機械株式会社	元. 6. 5	1	性能評価ユニット
フォーレージハーベスター	ヤンマーアグリ株式会社	元. 6. 5	12	
合 計			13	

(平成31年4月～令和2年1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6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	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1
4	14	9	8	19	20	15	12
5	12	10	10	16	17	18	20
6	20	15	11	16	23	18	21
7	14	9	17	17	13	16	14
8	15	10	11	16	22	17	19
9	6	10	21	20	20	10	19
10	15	15	15	16	22	30	17
11	6	15	10	20	15	16	15
12	4	8	6	6	11	22	11
1	8	9	4	8	8	8	1
2	5	9	5	10	10	18	-
3	11	14	19	18	18	15	-
計	130	133	137	182	199	203	149

[2] 試作依頼内訳

研究推進部	戦略推進室	62件
	広報推進室	13件
安全検査部	作業機安全評価ユニット	6件
安全工学研究領域	安全システムユニット	21件
	労働衛生ユニット	43件
高度作業支援システム研究領域		3件
次世代コア技術研究領域	自律移動体ユニット	5件
	生産システムユニット	14件
	ポストハーベストユニット	6件
	基礎技術ユニット	12件
管理部	会計課用度チーム	1件
附属農場		3件

[3] 資材使用量

令和1年に使用した資材の使用量を図1に示した。

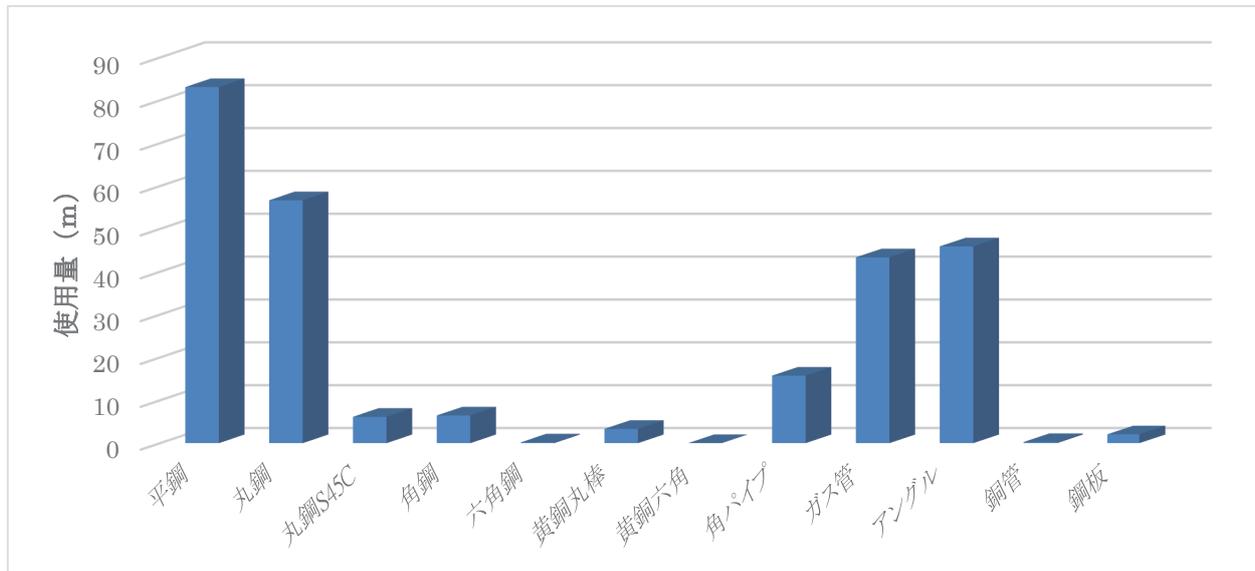


図1 資材使用量(m)

注) 鋼板の単位は(枚)

[4] 主な試作品

令和1年の主な試作品。

図2：ワイヤ放電加工機使用、ステンレス4ミリ厚4枚重ね。図3の部品。

図3：市販品と同等の形状（納期の関係で使用時期に間に合わなかった為工場で作成。）

図4：高性能汎用加工機による削り出し。アルミ製。



図2:ワイヤ放電加工機使用例



図3:人力肥料散布器バケット部



図4:NARO 削り出し

[5] その他

*ワイヤ放電加工機導入。

*試作実験棟増築。

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	700	700	
		彩のみのり	103	103	
		コシヒカリ	100	100	
		朝の光	113	113	
		大地の風	50	50	
		北陸 193 号	59	20	一部鋤込み
	麦 類 (裸 地)	小麦	100	100	
		〃	59	—	生育中
		—	(146)	—	ロボットトラクタ 等試験用
		—			
畑	麦 類	大麦	10	10	
		〃	10	—	生育中
	葉菜類	ハクサイ	4.0	—	生育中
		長ネギ	0.5	—	一部生育中
		ケール	11	11	
		その他	2.0	2.0	
	いも類 その他	サトイモ	1.0	1.0	
		ゴマ	1.0	1.0	
		綿	22	—	

[4] 気象概況

今年度の夏作期間（5月～10月）の気温は、6月下旬から7月中旬にかけて平年より低く、特に、7月上中旬は平年差 -2°C 程度であった。7月下旬以降は平年より高くなり、8月中旬頃まで真夏日が続く猛暑となった。降水量は、6月と10月で多く、10月の降水量は台風19号の影響もあり平年の2.5倍程度となった。5月と9月の降水量は平年より少なかった。6月7日に梅雨入りし、梅雨明けは平年より8日程度遅い7月29日頃であった。低温であった7月上中旬と10月後半は日照時間が少なく、その他の時期は多照傾向であった。

[5] 作物の生育概況

1) 水稲

今年の水稲作は、田植え作業が5月29日から7月10日まで行われた。田植え終期が例年より2週間程度遅くなったのはイベント開催や試験日程の都合によるもので、田植日が遅いほ場では7月

上中旬の低温寡照の影響で草丈の伸長が抑えられ茎数が少ない傾向となった。「コシヒカリ」では、7月下旬以降の高温の影響による高温障害と思われる外観品質の低下があったが、(品質評価をしていない北陸 193 号を除く) その他の4品種では高温の影響が少なかったと思われ、1等の評価を受けた。埼玉県内では全般的に分げつが抑制され、千粒重は平年に比べ低く、くず米重歩合が高かったと報告されている。当農場でも同様の傾向があり、粳反収は平均収量比92%程度となった。9月9日、10月12日に関東地方に上陸し各地に甚大な被害を与えた台風15号、19号により、収穫前の水田で膝高さ程度の冠水があったものの、大きな被害に至ることはなかった。

2) 畑作物

麦類は、小麦を水田に、大麦を畑に播種し順調に生育した。令和2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、サトイモを4月中旬に、ゴマを5月下旬に定植し、サトイモは拾い上げ試験に、ゴマはコンバイン収穫・乾燥試験に供した。定植直後に続いた真夏日の影響でゴマに生育不良があったが、追播・移植で対応し順調に生育した。昨年定植した長ネギは、収穫時の労働強度測定試験に供した。ハクサイは9月初旬に定植を行い、順調に生育して12月の結束試験に供した。ケールは8月下旬に定植し、10~12月の収穫試験に供した。

[6] その他

- ・中央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った。
- ・10月21日に開催されたスマート農業全国フォーラムで実演会場として使用された。
- ・11月27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。
- ・水耕ハウスの改修工事、本館一詰所間の通路の改修、麦用乾燥施設(旧ガス化プラント)の電気配線の改修、駐車場の整備を行った。
- ・第一収納舎前及び堆肥場の整備工事、本館会議室の改修工事を進めている。

付表 農研機構の研究センター等の略称

正式名称	略 称	3文字 略称	英語名称 (後ろに , NARO を付ける。)	英語略称
農業・食品産業技術総合 研究機構	農研機構		National Agriculture and Food Research Organization	NARO
NARO 開発戦略センター	—	NDSC	NARO Development Strategy Center	NDSC
農業情報研究センター	—	農情研	Research Center for Agricultural Information Technology	RCAIT
食農ビジネス推進 センター	食農ビジネス センター	ABIC (エービック)	Agri-Food Business Innovation Center	ABIC/NARO
地域農業研究センター	地域農研			
北海道農業研究センター	北農研	北農研	Hokkaido Agricultural Research Center	HARC/NARO
東北農業研究センター	東北農研	東北研	Tohoku Agricultural Research Center	TARC/NARO
中央農業研究センター	中央農研	中央研	Central Region Agricultural Research Center	CARC/NARO
西日本農業研究センター	西日本農研	西農研	Western Region Agricultural Research Center	WARC/NARO
九州沖縄農業研究 センター	九州沖縄農研	九沖研	Kyushu Okinawa Agricultural Research Center	KARC/NARO
研究部門	研究部門			
果樹茶業研究部門	果樹茶部門	果茶研	Institute of Fruit Tree and Tea Science	NIFTS
野菜花き研究部門	野菜花き部門	野花研	Institute of Vegetable and Floriculture Science	NIVFS
畜産研究部門	畜産部門	畜産研	Institute of Livestock and Grassland Science	NILGS
動物衛生研究部門	動物衛生部門	動衛研	National Institute of Animal Health	NIAH
農村工学研究部門	農村工学部門	農工研	Institute of Rural Engineering	NIRE
食品研究部門	食品部門	食品研	Food Research Institute	NFRI
生物機能利用研究部門	生物機能部門	生物研	Institute of Agrobiological Science	NIAS
重点化研究センター	重点化センター			
次世代作物開発研究 センター	作物開発センター	作物研	Institute of Crop Science	NICS
農業技術革新工学研究 センター	革新工学センター	革新研	Institute of Agricultural Machinery	IAM/NARO
農業環境変動研究 センター	農業環境センター	農環研	Institute of Agro-Environmental Science	NIAES
研究基盤組織	基盤センター			
高度解析センター	高度解析センター	解析 C	Advanced Analysis Center	NAAC
遺伝資源センター	遺伝資源センター	資源 C	Genetic Resources Center	NGRC
種苗管理センター	種苗管理センター	種苗 C	Center for Seeds and Seedlings	NCSS
生物系特定産業技術研究 支援センター	生研支援センター	生研 C	Bio-oriented Technology Research Advancement Institution	BRAIN

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：

革新工学センター 研究推進部 広報推進室

TEL： 048-654-7030

FAX： 048-654-7130

または

iam-koho@ml.affrc.go.jp

令和元年度 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
農業技術革新工学研究センター

〒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2年3月