

令和5年度
事業報告

令和6年3月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業機械研究部門

目 次

I 研究業務

(以下、原則として 2023 年度で完了する課題を記載)

1. 機械化連携推進部

連携－1 機械化連携推進室

連携－1－1 漬物用タカナ収穫機の開発	4
連携－1－2 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	6

2. 安全検査部

検査－1 安全評価グループ

3. 知能化農機研究領域

知能化－1 国際標準・土地利用型作業グループ

知能化－31－1 農業分野でのスマート農機等のデータ連携に係る国際標準化	12
--------------------------------------	----

知能化－2 施設園芸生産システムグループ

4. 無人化農作業研究領域

無人化－1 小型電動ロボット技術グループ

無人化－41－1 生育モニタリングデータの補正技術の開発	
ー ドローンによる作物の近接観測技術の開発	16
無人化－41－2 AI を活用したスマート除草システムの開発【有機栽培野菜向け自律型除草ロボットの開発】	
ー 機械的選択除草装置の開発	18
無人化－41－3 AI を活用したスマート除草システムの開発【有機栽培野菜向け自律型除草ロボットの開発】	
ー 除草ロボット走行部の開発とほ場状態認識機器及び除草装置の搭載	20

無人化－2 革新的作業機構開発グループ

5. システム安全工学研究領域

安全－1 予防安全システムグループ

安全－51－1 農作業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	24
安全－51－2 VRを活用した危険体感型農作業安全教育手法の開発	26
安全－51－3 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	28

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	32
2. 一般性能試験	37
3. OECDテスト	38
4. 農耕作業用自動車等機能確認	38

Ⅲ 試作工場、附属農場の運営

1. 試作工場	42
2. 附属農場	44

I 研 究 業 務

1. 機械化連携推進部

課題分類： 5 （ 3 ）

課題 I D： 20902-2-08

研究課題： 漬物用タカナ収穫機の開発

担当部署： 農機研・機械化連携推進部・機械化連携推進室

協力分担： 鹿児島大、東洋精機(株)、鹿児島農総セ

予算区分： クラスター

研究期間： 完 2021～2023 年度（令和 3～5 年度）

1. 目 的

タカナは九州地方を中心に各種漬物に加工されており、根強い需要がある。しかし近年、高齢化等による従事者不足で栽培面積が減少し、生産現場だけでなく加工業者を含めて、漬物用原料不足が大きな課題となっている。また、タカナの収穫作業は機械化が遅れており、いまだに全工程を人力作業で行っている。なかでも重労働を要する基部切断から反転整列の工程の機械化が求められている。このため、漬物用タカナ収穫機を開発する。

2. 方 法

- 1）和同産業の豆刈機（1 条刈の歩行型タイプ、最大出力 2.3kW）をベース機としたタカナの歩行型収穫機を試作した。（2021～2023 年度）
- 2）鹿児島県農総セ内のほ場で、試作機を用いた収穫試験を実施した。（2022～2023 年度）
- 3）収穫後のタカナの姿勢による乾燥特性の違いを調査した。（2022～2023 年度）
- 4）タカナ収穫の機械化を前提とした機械化一貫作業体系の検討を行った。（2021～2023 年度）

3. 成果の概要

- 1）試作機は、ベース機の切断・搬送部、動力伝達部を主に改良して製作した。タカナ地際部を切断、オペレータ右側後方に搬送し、ほ場に落下させる構造とした。また、搬送部から地上へタカナが落下する時の損傷を軽減させるため、シュータを取り付けた（図 1、表 1）。
- 2）試作機は切断不良や搬送部でのつまり等がなく、連続して刈り取り作業をすることができた。ほ場作業量は、高速区（エンジン回転数：1500rpm）7.1a/h、低速区（エンジン回転数：1250rpm）5.9a/h となり、いずれの試験区も目標とする 3～5a/h を達成した（表 2）。また、低速区は、作業中に刈り高さの調節を行うことが可能であったが、高速区では困難であったため、実用的なエンジン回転数は 1250rpm 程度であることが明らかとなった。収穫後のタカナ落下位置は、全て進行方向右側であったため、ほ場左回りでの連続作業が可能であることを確認した。タカナの損傷割合は、中肋（中央部の太い葉脈）部分で比較したところ、高速区 25%、低速区 17%であった。
- 3）機械収穫したタカナを横置きした機械区と手刈りしたタカナを反転置きした手刈区の天日乾燥による重量減少割合は、手刈区が若干大きかったが、機械区との差は 2 ポイント程度であったため、回収作業時の品質や作業時間にほとんど影響はないと推察された（図 2）。
- 4）畝立て、土壌処理除草剤散布、植付け、除草、収穫の各作業について機械を利用した場合の必要な作業時間は、10a あたりそれぞれ 68.9 分、17.3 分、91.4 分、20.0 分、1193 分であった。また、土壌処理除草剤散布、植付け、収穫作業時間は、人力作業対比で 16.0%、26.7%、49.7%であった（表 3）。畝立ては 2 連の畝立て機、土壌処理除草剤散布は乗用型管理機、植付けは全自動移植機、除草は乗用管理機、収穫（刈倒し）は本課題で開発した試作機を用いて行った（図 3）。

以上、試作したタカナ収穫機は収穫作業の大幅な省力化に寄与することを確認した。また、収穫後のタカナ姿勢による乾燥特性を明らかにするとともにタカナの機械化一貫体系の基礎資料を得た。



図 1 試作機の外観

表 2 収穫試験結果

作業条件	作業・品種		収穫刈倒し 三池タカナ	
	畝幅・株間	cm	65・45	
	ほ場区画	m	50×1.3	
	ほ場面積	a	0.65	
機械設定	設定速度		高	低
	エンジン回転数	rpm	1,500	1,250
	設定走行速度	km/h	1.2	1.0
作業能率	実作業	min/10a	71.5	87.0
	旋回・回行	min/10a	13	15
	計	min/10a	84	102
	計	h/10a	1.4	1.7
ほ場作業量		a/h	7.1	5.9
ほ場作業効率		%	84.6	85.1

表 1 試作機の諸元

規格・銘柄		M1-GM (ベース機)
機体寸法	全長(mm)	1,730
	全幅(mm)	1,240
	全高(mm)	1,100
	質量(kg)	183
動力	種類	空冷4ストローク傾斜形横軸 OHVガソリンエンジン
	総排気量	126cc
	出力	2.3kw(3.1ps)/1800rpm
	タンク容量	2.5L
走行部	型式	車輪 (ゴムラグタイヤ)
	タイヤ外径(mm)	520
	軸距(mm)	640, 700, 760 3段組替式
	変速段数	前進2段 後進1段
切断	車速	1速0.6m/s, 2速0.97m/s, R速0.36m/s
	形式	回転刃 (チップソー)
搬送	刈高さ範囲(cm)	2から22cm
	形式	右後方搬送式
形状材質		突起付きゴムベルト

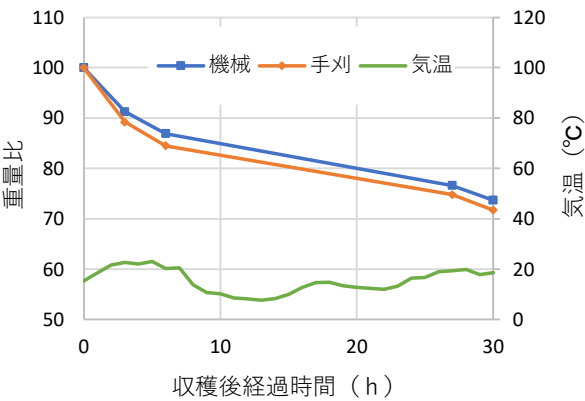


図 2 天日乾燥における重量変化

表 3 作業別作業時間の比較

作業	使用機械	畝立て	土壌処理除草剤	植付け作業	除草作業	収穫作業			
		NB21 2連畝立て機	乗用型管理機JK11	全自動移植機 PW-10	乗用型管理機JK14 キュウホー除草レーキ	刈倒し	再調製	集荷・積込み	合計分 合計時間
機械	min/10a	68.9	9.7	91.4	20.0	91	1102	1193	19.9
人力	min/10a	—	108	342	462	1500	900	2400	40.0
人力対比	%	—	9.0	26.7	4.3	49.7			



図 3 機械作業の様子

4. 成果の活用面と留意点

特許 2 件出願。

5. 残された問題とその対応

市販化に向けて、メーカー等と検討中。

課題分類：12（6）

課題 ID：20902-2-21

研究課題：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

担当部署：農機研・機械化連携推進部・機械化連携推進室

協力分担：京都大、筑波大、(株)丸山製作所、(株)IMP、青森産技セリんご研

予算区分：クラスター

研究期間：完 2021 年度～2023 年度（令和 3～5 年度）

1. 目 的

画像処理やセンサ技術により、平地のわいりんご園において作業行程を無人走行し、あわせて作業履歴を取得することができる自動運転スピードスプレーヤ（以下 SS という）を開発する。

2. 方 法

- 1) 丸山製作所の SS (SSA-V602C-DX) をベース機に、枝葉が繁茂したわいりんご園の散布作業を無人で行うことができる SS を試作し、改良を行った（図 1）。（2021～2022 年度）
- 2) 試作した自動運転 SS を用いて、青森産技セリんご研内のわいりんご園で散布試験を行った。熟練作業による有人運転区（以下、有人区）と無人運転区（以下、無人区）でそれぞれ清水による散布作業を行い、感水紙を用いて付着、ドリフトを比較した。また、無人区については、走行軌跡の緯度経度座標を平面直角座標に変換し、ティーチング走行の走行軌跡と無人走行の走行軌跡を比較した。（2022～2023 年度）
- 3) SS の障害物検知試験を行った。障害物検知のため、試作機フロント部に超音波センサとバンパースイッチを搭載した（図 2）。試験では、SS の走行経路上に障害物を静置し、清水を散布しながら自動走行（走行速度 2.2～2.3km/h）させたときの SS の挙動を確認した。（2023 年度）
- 4) 試作した SS の防除作業の作業履歴を取得し、作業中又は作業終了後にパソコン、タブレット等で閲覧することが可能な作業履歴記録システムを構築した。構築したシステムは、作業中のデータを車両外部に無線通信で送出し、ローカルサーバーで受信した後、インターネット経由でクラウドサーバーにアップロードする仕組みとした。（2022～2023 年度）

3. 成果の概要

- 1) 試作機の自動走行制御は、高精度衛星測位を使った位置情報を元に、走行経路及び農薬散布パターンのティーチングを行い、自動走行及び薬液の自動散布制御を行う方式とした。試作機は、自動走行中に SS の薬液タンク残量がなくなった場合、自動停止すると同時にその停止位置を記憶するため、手動運転に切り替えて薬液を補充した後、その記憶位置から再び自動走行を開始することが可能である。
- 2) 無人区において回行時等における散布有無の制御は、有人区と同様に行うことができ、散布量も同等であった。薬液付着の感水紙被覆面積率は、有人区が 84.3%、無人区が 90.5%であった。ドリフトの感水紙被覆面積率は、有人区が 16.5%、無人区が 17.4%であった。このことから、有人区、無人区の薬液付着及びドリフトはほぼ同等であることが分かった（表）。また、無人走行の走行軌跡は、ティーチング走行の走行軌跡と概ね一致し、ティーチング走行の経路を大きく逸脱し枝葉に接触することはなかった（図 3）。
- 3) 障害物検知試験の結果、超音波センサの試験では、SS は検出体の 30～40 cm 手前で自動停止した。バンパースイッチの試験では、SS が障害物に接触した後ただちに自動停止した。このことから、搭載した超音波センサ及び接触センサは、SS の車両安全システムとして有効であることが示された。
- 4) PC 等端末の表示画面で SS の走行軌跡、走行速度、散布量等の履歴データを閲覧できることを確認した。薬液を噴霧した場所は水色で表示されるため、園地内の散布した場所と散布していない場所を視認できる。また、表示画面の走行軌跡上のポイントをクリックすると走行状態を吹き出し形式で表示される（図 4）。

以上、無人走行、無人散布が可能な自動運転 SS を試作し、その性能を把握した。



図1 試作した自動運転SS



図2 超音波センサ及び接触センサ

表 試験結果			
	走行速度	付着 (平均)	ドリフト (平均)
	[km/h]	[%]	[%]
有人区	2.4	84.3	16.5
無人区	2.2	90.5	17.4

付着：樹体3本の近傍に感水紙を設置して被覆面積率を計測
 ドリフト：散布最外樹列から外側5m、10m、15m、20mの位置に6列感水紙を設置して被覆面積率を算出

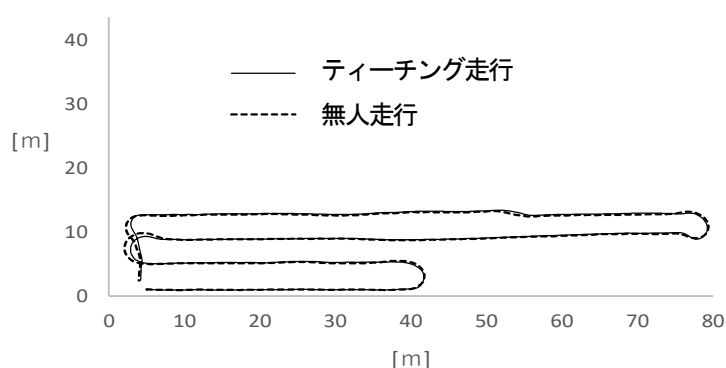


図3 ティーチング走行と無人走行の走行軌跡

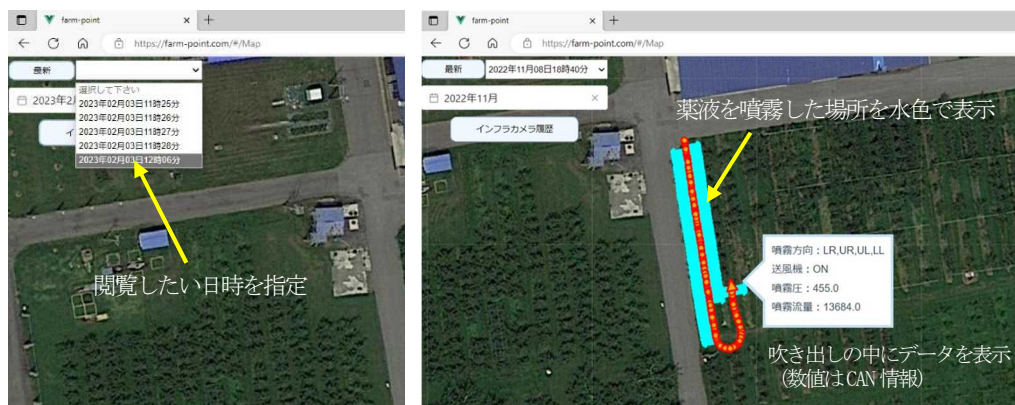


図4 作業履歴記録システムの表示画面（一例）

4. 成果の活用面と留意点

本研究の成果をもとに、2025年度までに自動運転SSの市販化を目指す。また、現在論文投稿や特許出願に向けて準備を行っている。

5. 残された問題とその対応

本研究では平坦なわいりご園を対象としたが、傾斜地や普通樹、棚栽培、省力樹形等様々な樹種、樹形への適応性について検討する必要がある。

2. 安全検査部

3. 知能化農機研究領域

課題分類：12（9）

課題 I D：20901-1-12

研究課題：農業分野でのスマート農機等のデータ連携に係る国際標準化

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：Listen Field（株）、機械化連携推進部

予算区分：受託（BRIDGE）

研究期間：完 2023 年度（令和 5 年度）

1. 目 的

農機（トラクタ、作業機）と FMIS（ほ場管理システム）間のデータ交換規格の標準化が、欧米の主要農機メーカー等が参画する国際企業フォーラム AgGateway において、フォーラム標準として進められている。また、これを基にした ISO での国際標準化も進展している。標準化の対象は畑作用の大型農機が中心で、中山間地や小規模農業生産者の多い東南アジアでの水田農業用の中小農機には及んでいない。国際標準を活用したビジネス展開が進展するなか、国内農機メーカーの優位性を確保するため、水田農業に関する国際標準化を主導的に進める必要がある。

今年度は、内閣府の令 5 年度 BRIDGE（研究開発と Society5.0 との橋渡しプログラム）の「スマート農機のデータ交換規格に関する国際標準化」において、水田作における DX 化を進めるために必要となる、水田農業関連作業のデータ交換規格の拡張について取り組む。

2. 方 法

農機-FMIS 間のタスクデータ交換書式で、ISO11783-10 で定義されている ISOXML と、農機-FMIS 間や FMIS-FMIS 間のデータ交換を行うために、AgGateway が開発した Agricultural Data Application Programming Toolkit (ADAPT) のデータモデルである ADAPT Data Model (ADM) での作業データの表現手法について、ISO 11783-10 の規格書や ADM のドキュメントを基に調査する。さらに、水田農業特有の作業として未定義の作業を調査し、拡張すべき作業項目の検討を行う。

3. 結果の概要

ISOXML は異なるメーカーのトラクタと作業機間の互換性の問題を解決するために開発され、農機の作業内容や地理情報を含めた作業指示や作業記録が XML 形式で記述される。しかし、機械固有の情報であり、生産者の FMIS に必要なビジネスプロセスの詳細までを含めることはできない。作業内容は CPC タグ (Cultural Practice) の属性 B（最大 32 文字）で記述する（図 1）。また、ADM のサンプルコードには、PGP タグ (Product Group) の属性 B（最大 32 文字）として記述された利用資材から、後述の Operation Type Enum に対応づける処理（図 2）をしている例もある。

ADM は ISOXML を先行事例として、各機械メーカーが複数のソフトウェア会社とやり取りする必要がある状況を、フレームワークを介した単一のデータモデルに統合して置き換え、相互運用性を実現することを目的として開発された。ADAPT はアプリケーションと接続するためのプラグインを GitHub (<https://github.com/ADAPT>) で提供している。ADM プラグインは JSON 形式で共通オブジェクトモデルをシリアル化して、農機-ADM-FMIS 間のデータ転送や、データの保存を行える。ISOXML プラグインは ISOXML データと ADM との相互変換処理を行える。作業指示のための Prescription クラスや作業データのための Operation Data クラスにおいて、作業内容を特定するための列挙子が、名前空間 AgGateway.ADAPT.Application.DataModel.Common の Operation Type Enum クラス（図 3）で定義されている。

ISOXML は作業項目を属性として自由に記述できる点で柔軟性があるが、同じ作業が異なった名前で記述されたり、異なる作業が同じ名前で記述されたりする可能性がある。ADM の Operation Type Enum は定義されていれば曖昧性を排除できるが、定義されていない作業項目は Unknown を選択したうえで、備考への記述等に対応する必要がある。

Operation Type Enum に、水田農業に関する作業項目として均平作業や代かきが定義されていなかったため、これらを ADM のデータ交換規格の拡張対象とした。語彙としては、名前空間 AgGateway.ADAPT.Representation の Representation System.xml にそれぞれの語の登録がないため、FAO が提供する農業・食糧関連分野のシソーラスである AGROVOC に登録されている、均平 (http://aims.fao.org/aos/agrovoc/c_25791) と代掻き (http://aims.fao.org/aos/agrovoc/c_35282) を関連付けることにした。

ADAPT の内容が ISO 規格として反映されていることから、ADM の Operation Type Enum への水田農業関連作業項目の拡張を優先することにした。

```
<CPC A="CPC1" B="fertilization">
    → Fertilizing
<CPC A="CPC2" B="seeding">
    → SowingAndPlanting
<CPC A="CPC3" B="harvest">
    → Harvesting
```

図1 ISOXML の CPC タグの例と作業項目の対応先

```
<PGP A="PGP1" B="Seed">
    → SowingAndPlanting
<PGP A="PGP2" B="Fertilizer">
    → Fertilizing
<PGP A="PGP3" B="Herbicides">
    → CropProtection
```

図2 ISOXML の PGP タグの例作業項目の対応先

```
namespace
AgGateway.ADAPT.ApplicationDataModel.Common
{
    public enum OperationTypeEnum
    {
        Unknown,
        Fertilizing,
        SowingAndPlanting,
        CropProtection,
        Tillage,
        Baling,
        Mowing,
        Wrapping,
        Harvesting,
        ForageHarvesting,
        Transport,
        Swathing,
        Irrigation,
        DataCollection
    }
}
```

図3 ADM で作業項目を定義する OperationTypeEnum のソースコード

4. 成果の活用面と留意点

水田農業に対応した FMIS やほ場管理アプリ等で、水田農業関連作業のデータ交換規格を利用されることによる社会実装を進める。

5. 残された問題とその対応

Operation Type Enum に作業項目を追記するだけであれば、単純な作業であるが、ADM に反映させるためには、AgGateway へ ADM 拡張に関する提案を行い、承認される必要がある。また、AGROVOC には均平や代かき以外にも水田農業特有作業が定義されているため、それらをリスト化し、拡張対象項目とする予定である。機械化連携推進部と AgGateway 関係者との繋がりのある Listen Field 社と連携して進めていく予定である。

4. 無人化農作業研究領域

課題分類：12（4）

課題ID：20902-1-03

研究課題：生育モニタリングデータの補正技術の開発
—ドローンによる作物の近接観測技術の開発—

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、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：岡山大

予算区分：受託（科研費）、基礎・基盤（さいたま）

研究期間：完 2021～2023 年度（令和3～5年度）

1. 目的

イチゴの促成栽培では、生産効率化に重要な生育状態の診断や収量の予測技術が確立されていない。またイチゴは隣接する株が重なり合い、死角も多いことから、省力的な生体計測に有効な画像観測の活用が困難である。そこで本研究では、イチゴの生育状態を効果的に診断する指標を明らかにするとともに、ドローンのダウンウォッシュにより葉を動かすことで重なり合いや死角を解消し、同指標を省力的に画像計測する観測技術を開発する。

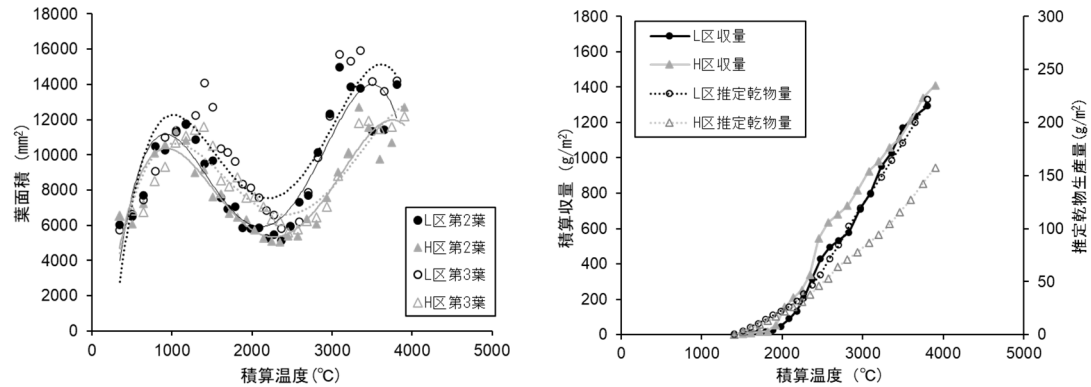
2. 方法

- 1) 促成栽培イチゴの生育診断指標や収量予測方法を考案し、栽培期間中の最低気温が平均1℃程度異なる2試験区において、2021～2023年度の10月～翌年4月にかけて栽培実験を行った。調査項目は、葉位ごとの葉柄長、葉面積及び収量などとし、各試験区26株を対象に週1回計測した（2021～2023年度）。
- 2) 生長点近傍から出生する若葉（生育診断指標）をドローンで群落外から省力的に観測する手法を検討した。（2021年度）
- 3) ドローンで作物列を移動観測した画像から省力的に総葉面積や若葉の大きさの時系列変化を算出するための画像処理アルゴリズムを開発した。（2022～2023年度）

3. 結果の概要

- 1) 若葉の個葉の大きさ（葉柄長や葉面積）の積算温度に対する変化率を診断指標とした、生育診断、収量予測手法を考案し、その有効性を確認するために実施した栽培実験結果例を図1に示す（2022年度実施分）。いずれの年度の実験においても、第2、3葉の大きさの変化率が気温の低いL区で大きいことが確認された。また、第2葉が第3葉と比べて生理状態変化が生じる積算気温が低かったことから、生育診断指標としてより若い第2葉を時系列で観測することの有効性が確認された。また物質生産に基づく推定乾物量は、気温の低いL区でH区より高く推移したが、実際の積算収量に大きな違いはなかった。この傾向は2021年度の結果においても同様で、生育診断指標と推定乾物量から実収量を予測する係数を2023年度作の結果も含めて検討していく。
- 2) 葉が上方から受ける風荷重の算出式や、葉柄のヤング率等の物理特性値を明らかにし、促成栽培イチゴで葉を損傷せずに加えることができる風速を検討した結果、上限は10 m/s程度と試算された。次に、気流速と葉の動きの関係を調べた結果、風速4～6 m/s程度で葉が生長点から外側に30mm程度動くことで、生長点近傍の露出空間が60%程度まで増加し（図2）、若葉を撮像できた。これらの結果から、上方からの気流によって作物に損傷を与えずに生育診断指標を観測できることが確認された。また、ドローン（クアッドコプタ）のダウンウォッシュの分布を調べた結果、気流は機体中央下に集中していて、株の直上を作物列に沿って移動観測することで多数の株の生長点近傍を効率的に観測可能であった。また、下方気流は距離にほぼ比例して減衰することから、飛行高度によって目的に合わせて作物に加える風速を調整可能である。
- 3) 開発した生育診断、収量予測指標の算出アルゴリズム（図3）では、作物列に沿って移動観測した画像を連続的に処理することで作物個体を識別する。この観測を経時的に行い、識別された作物個体を時系列で比較することにより、総葉面積と生育診断指標である第3葉面積を算出する。個葉の順位（葉位）は、葉柄の交点として検出した株の中心に対する着生角度から判定する。また総葉面積は、時系列比較によって新葉の発生を判定することで、葉の生長が以降停滞する第3葉が入れ替わるタイミングを監視し、その個葉面積を経時的に積算することで算出する。

以上、ドローンによる近接移動観測を想定し、イチゴの生育診断指標を省力的に画像観測する手法を開発した。



第2葉と第3葉の葉面積の推移

開花以降の推定乾物生産量と実積算収量

※ L区：平均気温 18.0 °C、平均最低気温 11.6 °C、H区：平均気温 18.3 °C、平均最低気温 12.6 °C、26 株/区

図1 栽培気温の異なる2試験区間の生体調査結果 (2022年度分)

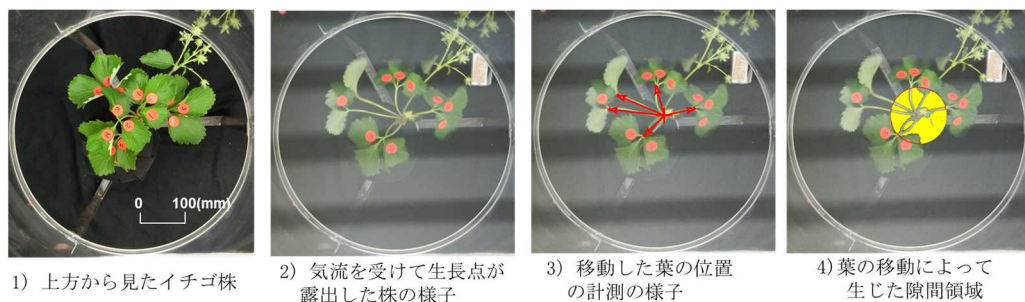


図2 気流作用時のイチゴ株の様子

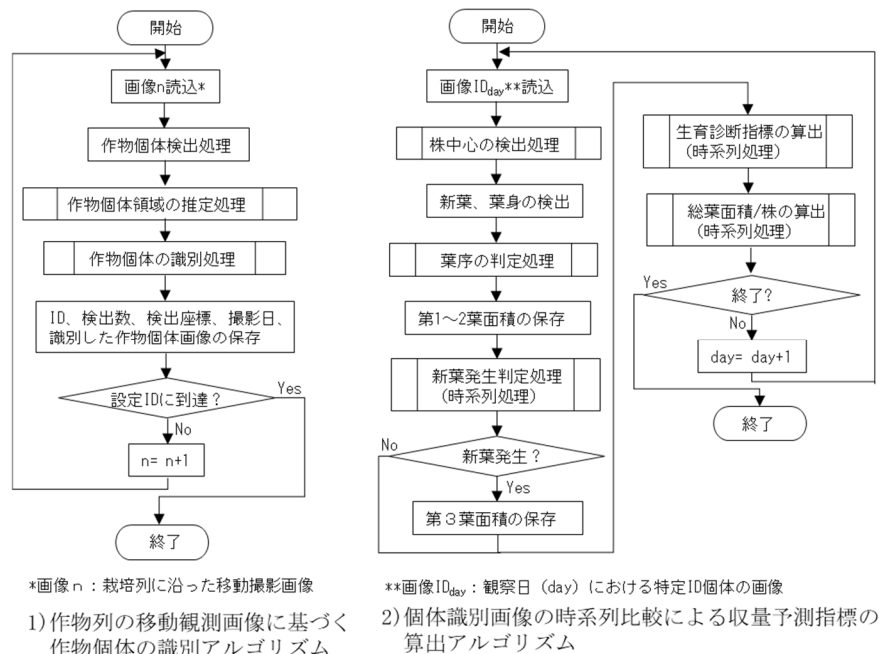


図3 生育診断・収量予測指標を算出する画像処理アルゴリズム

4. 成果の活用面と留意点

データ駆動型イチゴスマート生産システムの開発に資する。原著論文 (農食工誌) 2 報掲載、特許出願 7 件。

5. 残された問題とその対応

生育診断・収量予測手法の検証例の追加、開発アルゴリズムの改良と精度検証、及び、温室内で航行可能なドローンの検討を含めた実用に資するシステム化が必要であり、次期課題で対応する。

課題分類：4（3）

課題ID：20902-1-06

研究課題：AIを活用したスマート除草システムの開発【有機栽培野菜向け自律型除草ロボットの開発】—機械的
選択除草装置の開発

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：みのる産業(株)、群馬農技セ、鹿児島農開セ、中農研

予算区分：受託（競争力強化プロ）

研究期間：完 2021～2023 年度（令和3～5年度）

1. 目 的

環境影響等の懸念から農薬の使用量低減に向けた取組みが推進されている。除草剤の使用量は機械除草で化学的防除を代替することにより低減可能であるが、作物列内の機械除草が可能な除草装置は少ない。これは、作物列内には作物と雑草が混在するため、選択的な処理が必要になるためである。作物列内の機械除草が可能な市販品も一部存在するが、除草装置と作物の接触を能動的に回避する機能を有しているものはなく、作物損傷のリスクが懸念される。本研究では、作物を傷付けずに作物列内の機械除草が可能な除草装置の開発を行う。

2. 方 法

- 1) 作物との接触を能動的に回避することで作物列内の機械除草を行うための株間除草作用部（図1、図2）を試作し、除草試験によって除草効果を調査した。除草試験は群馬農技セおよび鹿児島農開セのキャベツほ場で実施した。群馬農技セでは定植の2週間後に1回の除草を行った。鹿児島農開セでは定植の2週間後、3週間後に計2回の除草を行った。除草効果は、除草率によって評価した。また、目視によって除草作業中の土壌と雑草の挙動を観察した。さらに、試作機による除草作業がその後の生育に及ぼす影響を検討するため、結球重を調査した。本試験では、除草作用部の開閉を遠隔操作によって実施した。（2021～2022年度）
- 2) 前項の結果を踏まえて改良版の株間除草作用部（図2）を試作した。本試作では、株間除草作用部が閉じる際にキャベツの葉を挟み込むリスクを低減するため、閉じ合わさる部分に間隙を設けた。また、土壌の移動量を小さくするため線材でツースを製作した。前項と同じ方法で除草効果を調査した。（2022～2023年度）
- 3) 作物を傷付けずに雑草だけを除去する選択的な処理を実現するため、作物・雑草検出システムを製作し、性能を評価した。（2022～2023年度）
- 4) 上述の作物・雑草検出システムを用いて除草作用部を自動的に開閉させるシステム（除草装置自動開閉システム）を試作した。本システムを搭載した中型除草ロボットをキャベツの列に沿って走行させ、作物検出結果に応じて開閉動作が適切に行われるか確認した。（2022～2023年度）

3. 結果の概要

- 1) 除草回数を1回とした群馬県での除草率は高い場合でも64%となった（表2）。一方、除草回数を2回とした鹿児島県では84%以上の除草率となった。ただし、鹿児島県での試験における無除草区の結球重は手取り除草区より30g大きかったことから、本試験における雑草発生量はキャベツの生育に影響を及ぼすほどのものではなかったと考えられた。目視による観察の結果、生育初期の雑草に対しては平爪型の刃が根よりも深いところを通過し処理できない事例が多数確認された。また、板金レーキ型、レーキ（鉛直・幅狭1連）型では除草作用部を閉じた際に葉を挟み込む場合があったため、葉を挟み込まないよう改善が必要と考えられた。
- 2) 除草回数を1回とした群馬県での除草率は、高い場合で約60%となった（表3）。ロボットで除草を行った試験区の結球重は、大きい場合でも手取り除草区の結球重の71%となった。一方、除草回数を2回とした鹿児島県では80%以上の除草率となった。ロボットで除草を行った試験区の結球重は、いずれも手取り除草区の結球重の94%以上となった。以上の結果から、7月上旬定植の場合には定植2週間後に1回の除草を行う方法では十分な除草効果を得られないと考えられた。9月下旬定植の場合には、定植2週間後、3週間後に計2回の除草を行うことで十分な除草効果を得られると考えられた。
- 3) 全11クラスのうち本研究で主な対象としたキャベツ（初期、中期）について、Recall₅₀（全てのキャベツのうち正しく検出されたキャベツの割合）は各0.83、0.92であった（表1）。
- 4) 作物・雑草検出システムが除草作用部近傍に作物を検出した場合には除草作用部が開き、それ以外の場合には除草作用部が閉じることを確認した。

以上、作物を傷付けずに作物列内の機械除草が可能な除草装置の開発と性能評価を実施した。

表1 作物・雑草検出システムの性能評価結果

クラス	AP ₅₀	Recall ₅₀	F1 ₅₀
ブロッコリー 初期	0.83	0.92	0.87
ブロッコリー 中期	0.74	0.78	0.76
キャベツ 初期	0.78	0.83	0.80
キャベツ 中期	0.90	0.92	0.91
ハウレンソウ 初期	0.70	0.76	0.73
ハウレンソウ 中期	0.66	0.62	0.64
ダイズ 初期	0.81	0.78	0.79
メヒシバ	0.79	0.64	0.71
シロザ	0.80	0.80	0.80
ホナガイヌビユ	0.85	0.88	0.86
ハルタデ	0.83	0.86	0.85

性能評価には平均精度 (AP)、再現率 (Recall)、F値 (F1) を用いた。物体検出の評価においては、得られた矩形領域と、真の矩形領域の重複領域の面積割合が2領域全体の50%以上となる場合を正解として判定した (IoU=50)。

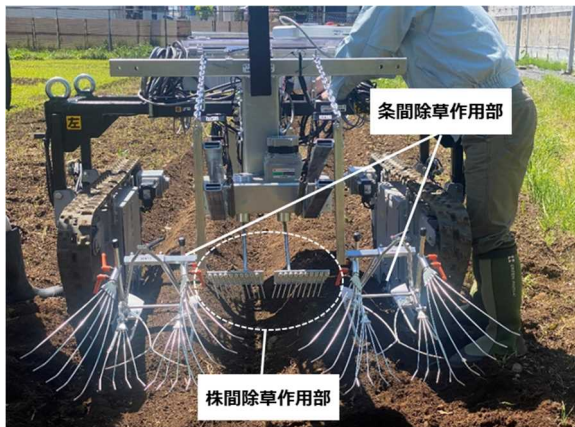


図1 試作した除草装置の全体図



図2 試作した株間除草作用部 (上段: 2022年度供試、下段: 2023年度供試)

表2 除草試験結果 (2022年度)

試験地	定植日	除草回数 (回)	除草率 (%)			結球重 (g)				
			平爪	板金レーキ	レーキ (鉛直・幅狭1連)	平爪	板金レーキ	レーキ (鉛直・幅狭1連)	手取り除草	無除草
群馬県	7月6日	1	64.1	61.2	-	987	883	-	1226	1025
鹿児島県	9月28日	2	-	84.6	90.8	-	1233	1116	1190	1220

表3 除草試験結果 (2023年度)

試験地	定植日	除草回数 (回)	除草率 (%)				結球重 (g)				手取り除草	無除草
			レーキ (斜め・ 幅狭1連)	レーキ (斜め・ 幅狭2連)	レーキ (斜め・ 幅広1連)	レーキ (斜め・ 幅広2連)	レーキ (斜め・ 幅狭1連)	レーキ (斜め・ 幅狭2連)	レーキ (斜め・ 幅広1連)	レーキ (斜め・ 幅広2連)		
群馬県	7月5日	1	30.7	59.7	10.5	25.6	1018	1084	843	738	1523	667
鹿児島県	9月27日	2	82.9	84.8	80.7	85.6	2002	1990	2024	1961	2086	1948

※表2、表3の除草率は (1-各試験区の雑草量/無除草区の雑草量) × 100によって算出

4. 成果の活用面と留意点

本試作機を用いることで、キャベツほ場において作物列内の機械除草が可能となる。本報告で示した除草率と結球重についてはあくまで今回の試験条件下での結果である。本試作機で得られる除草率と結球重はほ場条件によって大きく変動する可能性がある。

5. 残された問題とその対応

十分な除草効果を確保可能な除草作業のタイミングと回数についてはさらなる検討が必要。株間除草作用部の土壌への貫入深さを一定に制御する機能を開発することが望ましい。

課題分類：4（3）（4）

課題ID：20902-1-07

研究課題：AIを活用したスマート除草システムの開発【有機栽培野菜向け自律型除草ロボットの開発】－除草ロボット走行部の開発とは場状態認識機器及び除草装置の搭載

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：みのる産業(株)、NTT コミュニケーションズ(株)、群馬農技セ、鹿児島農総セ、中農研

予算区分：受託（競争力強化プロ）

研究期間：完 2021～2023 年度（令和3～5年度）

1. 目 的

有機農業生産現場では、慣行栽培と比較して除草作業に係る労働時間が多く、有機農業取組面積の拡大のためには、除草作業などの省力化が重要な課題となっている。そこで、野菜3品目以上について除草作業時間の5割削減を目標として小型除草AIロボットを開発する。

2. 方 法

- 1) 令和2年度試作小型除草AIロボット（以下、VRS10）の試験結果をもとに、作物の条間を自律走行しながら除草作業を自動で行う令和3年度小型除草AIロボット（以下、VRS11）及び令和3年度新型除草機構（以下、除草機構A、B）を試作する。また、VRS11を用いて、鹿児島農総セのハウレンソウとニンジンほ場及び群馬農技セのハウレンソウほ場にて、手動操作（ラジコン操作）による走行試験を行う。さらに、VRS10を用いて自律走行性能評価試験を、中日本農研のハウレンソウ及びニンジンほ場で行う。さらに、中型除草ロボットのベース機VRM11A及びVRM11Bを試作する。（2021年度）
- 2) 令和3年度試作機VRS11の試験結果をもとに、令和4年度小型除草AIロボット（以下、VRS12）及び令和4年度新型除草機構（以下、R 4 除草機構）を試作する。VRS11、VRS12を用いて、鹿児島農総セ、群馬農技セ、中日本農研のハウレンソウ、ニンジン、コマツナのほ場にて手動操作（ラジコン操作）と自律走行による走行及び除草試験を行う。VRS12を用いて、自律走行性能評価試験を中日本農研のクロタリヤ等のほ場で行い、走行AIシステムの自律走行性能を評価する。キャベツ等の除草を目的とした中型除草ロボット試作2号機（クローラ式、以下、VRM12）を試作する。（2022年度）
- 3) 令和4年度試作機VRS12の試験結果をもとに、令和5年度小型除草AIロボット（以下、VRS13）及び令和5年度除草機構（以下、R 5 除草機構）を試作する。VRS12、VRS13を用いて、鹿児島農総セ、群馬農技セ、中日本農研のほ場にて、ハウレンソウ、コマツナ、チンゲンサイの除草試験を行う。（2023年度）

3. 成果の概要

- 1) 試作及び試験では手動（ラジコン）で操作するVRS11（図1）及び除草機構A、B（図1）を試作した。本試作ロボットは走行性能向上のためモータ位置を後方に設置した。新型除草機構A、Bは形状の異なる2種類の除草レーキを2段階に装着した。鹿児島農総セのハウレンソウとニンジンほ場及び群馬農技セのハウレンソウほ場で、手動操作による走行試験と新型の除草機構A、Bを装着した走行試験を行った結果、ほ場での走行性能は十分で、除草効果はBが高く往復走行で除草率60%以上であった。以後、除草機構Bを採用することとした。除草機構B装着VRS10のハウレンソウほ場における走行性能評価試験の結果、作物列追従率は95%、終端認識率は90%であった。また、中型除草ロボットのベース機VRM11A及びVRM11Bを試作した（図2）。
- 2) 令和4年度走行システムを搭載したVRS12及びR 4 除草機構を試作した（図3）。VRS12では、モータ位置を前方に設置して除草機構装着時の重量中心が本体の中心になるように改良し、除草機構の昇降に出力の高い電動シリンダを採用した。R 4 除草機構はローリング機構と調整バネを装備し、ほ場土壌面に追従可能な仕様とした。クロタリヤほ場にて2回の自律走行試験を行った結果、苗列追従率は約70%、100%、自動旋回成功率66%、83%であった。除草効果は、各地での除草試験で概ね除草率60%以上、手取除草時間50%以上削減可能であった。ニンジンほ場は画像の認識が難しいため、対象3品目はハウレンソウ、コマツナ、チンゲンサイに絞って試験を行うこととした。
- 3) 令和5年度走行システムを搭載したVRS13及びR 5 除草機構を試作した（図4）。中日本農研における自律走行試験の結果、旋回場所が整備されていれば苗列追従率100%、終端認識率は100%、自動旋回成功率100%であった。除草率は現在解析中であるが、各地試験で概ね除草率60%以上、手取除草時間50%削減の見込み。以上、作物列を自動で認識して、ほ場を自律走行しながら除草作業を行う小型除草AIロボットを開発した。

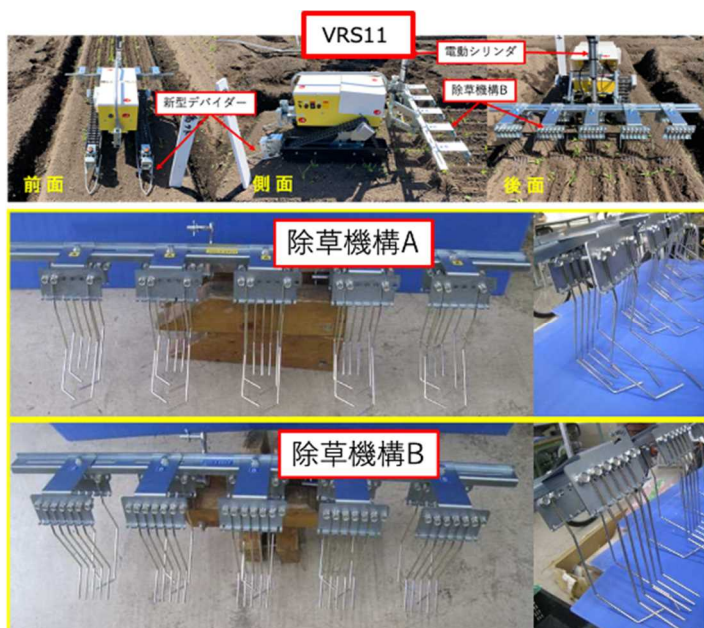


図1 令和3年度小型除草AIロボット（VRS11）及び除草機構A、B

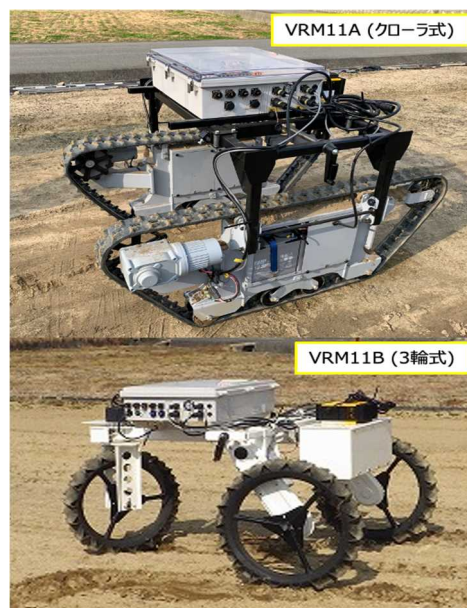


図2 中型除草ロボットベース機VRM11A（クローラ式）とVRM11B（3輪式）

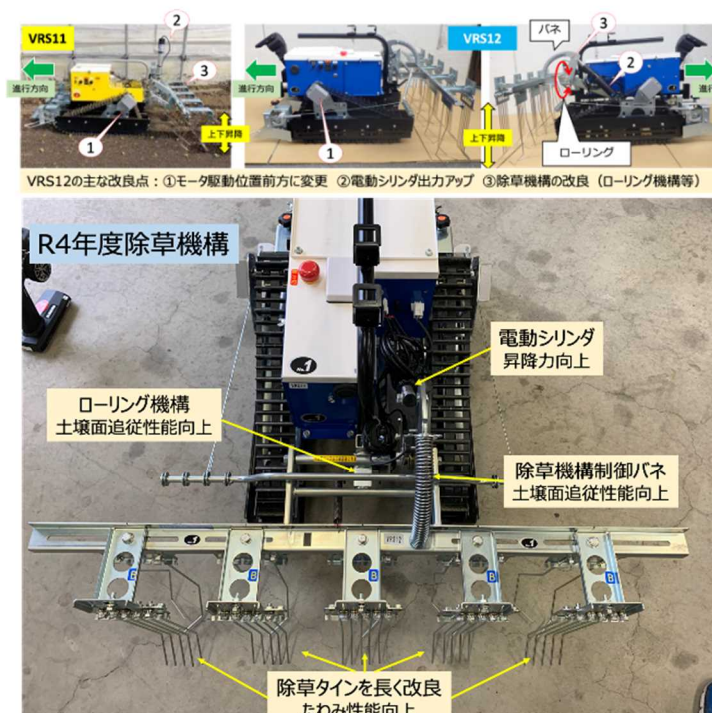


図3 令和4年度小型除草AIロボット（VRS12）の改良点とR4除草機構

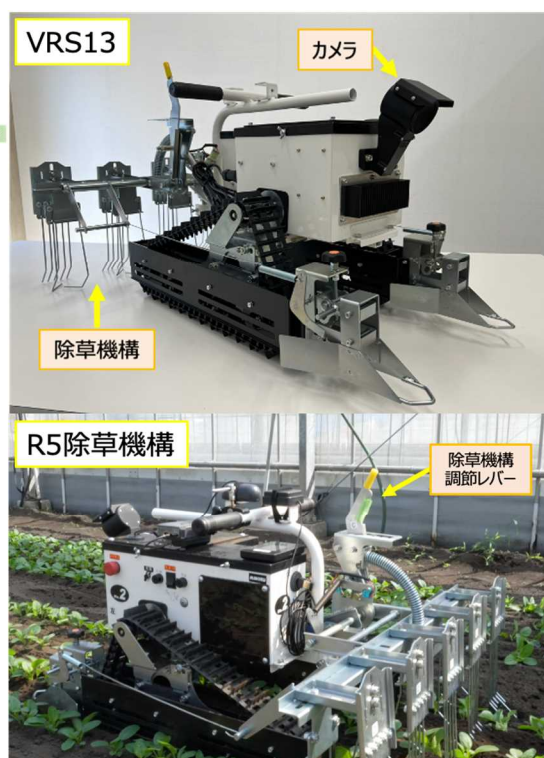


図4 令和5年度小型除草AIロボット（VRS13）とR5除草機構

4. 成果の活用面と留意点

特許出願（特願023-146088、2023.9）。有機農業研究者会議（2022.10）、作物学会（2023.7）、近畿雑草研究会（2023.9）、情報処理学会研究報告（2023.9）、長崎県施肥防除協会研修会（2023.10）で公表。機械化農業（2022.5）、植調（2023.1）、植物防疫（2023.1）に掲載。国際ロボット展（2023.11）、スマート農業推進フォーラム2023 in 九州（2023.12）に出展。

5. 残された問題とその対応

本機の実用化については、共同研究機関みのる産業(株)、(株)NTTドコモ、NTTコミュニケーションズ(株)、農研機構で検討中。

5. システム安全工学研究領域

課題分類 : 11 (9)

課題 I D : 20903-1-01

研究課題 : 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

担当部署 : 農機研・システム安全工学研究領域・予防安全システムグループ

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

予算区分 : 基礎・基盤

研究期間 : 完 2021~2023 年度 (令和 3~5 年度)

1. 目 的

状況の変化に対して安全な状態を維持できる能力に着目するレジリエンスエンジニアリング及び Safety-II の観点から、農作業事故の詳細調査や安全啓発の現場において、事故要因とともに、被害低減や未然防止に寄与した生産者の知見や行動 (以下、未然防止行動) も調査・分析を行い、データベース化する。さらに、先行課題での確認結果を踏まえて、これらの情報を営農現場や指導現場に共有するための検索システムを開発する。

2. 方 法

- 1) 調査協力先から提供された農作業事故報告事例、協力先との連携等による現地調査事例について、これまでに確立した各分析手法を用いて、詳細事故分析を行った。(2021~2023 年度)
- 2) 他産業でのレジリエンスエンジニアリング及び Safety-II の動向を収集、考察した。(2021~2023 年度)
- 3) 現地での事故調査事例のうち、ウェブコンテンツ「事故事例検索」で 2023 年度までに公表された 217 件を対象に、事故内容とは別に当該生産者から聞き取った普段からの未然防止行動について、収集・分析を行った。また、既存成果「対話型農作業安全研修ツール」を活用した現地研修 (以下、対話型研修) 17 件においても、参加者の未然防止行動事例の収集を試みた。(2021~2023 年度)
- 4) 収集・分析された未然防止行動事例について、データベース化と分類方法の検討を行うとともに、ウェブ上で活用できる検索システムの構築を行った。(2022~2023 年度)

3. 結果の概要

- 1) 各事例の分析の結果、ほとんどの事故で、人に関する要因以外に機械・施設、環境、作業・管理の各面での要因が確認でき、現場での各要因に対する具体的改善の必要性が示された。現地調査分析結果のうち 35 件については、新たにウェブサイト「農作業安全情報センター」内「事故事例検索」で公開した。
 - 2) 該当事故発生の有無に関わらず、危険事象を予測して未然防止行動の共有を進める報告事例は多く、Safety-II の概念での取組が一般化していた。農業現場においても、JA が具体的な未然防止行動を明示したステッカーを作成し、生産者が自ら効果的な位置を考えて貼付することで、意識向上と未然防止につながる等の取組事例が確認され、未然防止行動事例の収集・提供が、効果的な取組の普及促進に寄与すると判断された。
 - 3) 現地事故調査からは 48 項目の未然防止行動が収集できた (一部類似のものは集約、図 1)。分析の結果、人及び作業・管理面の改善につながるものが 36 項目 (75%) と多く、本質的・工学的安全対策につながる機械・施設及び環境の改善に比べて取り組まれやすい傾向にあった。対話型研修では、研修毎に 0~13 項目 (平均 3.8 項目) 収集でき、現地事故調査で収集された項目と重複しないものも確認できたことから、同研修の展開は未然防止行動事例の収集にも寄与すると判断された。一方で、同研修の多くは生産現場以外が会場で、事例共有に向けた現場の写真等の収集は困難なため、検索システムへの反映には課題が残った。
 - 4) 機械・施設及び環境の改善事例が少ないため、これらの改善事例を示す既存コンテンツ「改善事例検索」との関連性を整理した結果、外部専門家の助言等を踏まえ、「改善事例検索」に含まれない人及び作業・管理面での改善事例を検索できるシステムを新たに構築することとした。具体的には、実例を示す写真等が比較的収集できる現地事故調査における未然防止行動事例を一覧化し、改善のアプローチ (既往研究を踏まえた作業前/作業中の分類に、事例として多かった他者との関わりの側面を加え、「作業前の準備」「作業中のひと手間」「コミュニケーション強化」と目的 (「作業安全」「軽労化」「効率化」) で絞り込み検索を可能とした上で、項目を選択すると、生産者が語った具体的な改善事例と関連写真が示される構造とした (図 2)。
- 以上、未然防止行動事例を収集・分析し、データベース化と検索システムの構築を行った。

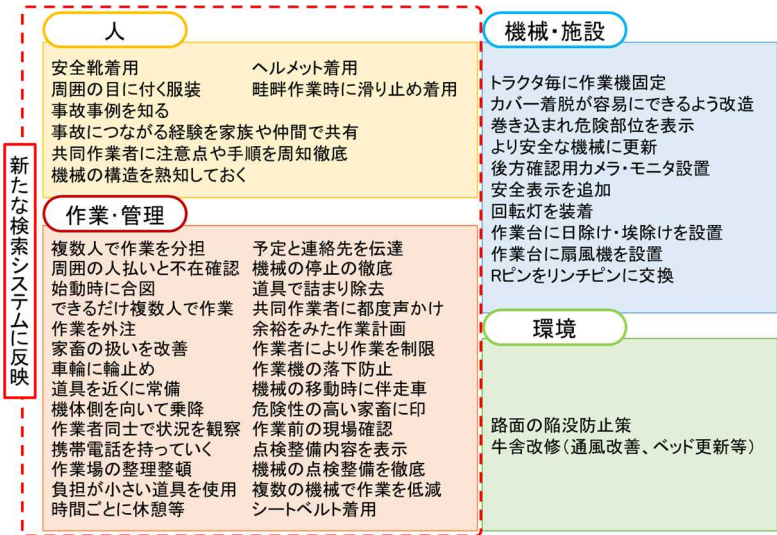


図1 農作業事故現地調査時に収集された未然防止行動の項目(赤枠:新たな検索システムに反映)

Idea 改善事例検索

以下に該当する事例を検索

- 作業前の準備
- 作業中のひと手間
- コミュニケーション強化

No	タイトル	作目	アプローチ	引用事故報告No	目的	具体的方法
1	危険性の高い家畜に印	畜産	作業前の準備	1	作業安全	酪農ヘルメット
2	安全靴を着用	畜産、畑作	作業前の準備	1、54、75、90、129、158、198、213	作業安全	牛に踏まれて骨折しないように安全靴を着用している。ノトラクタ作業機の脱着時に、ユニバーサルジョイントを足の上に落としたことがあるが、安全靴を履いていたため無事だった。／家族が農業機械関連企業に勤めており、勤務時には必ず安全靴を履いていたことが、安全靴を知るきっかけになった。／事故防止のため、普段から安全靴を着用している。／事故時は長靴を履いていたが、必要時には安全靴も履くようにしている。／前職でも履いていたため、作業時は必ず安全靴を履いている。

安全靴を着用

以下に該当する事例を検索

- 作業安全
- 軽労化
- 効率化

図2 新たな検索システムの画面イメージ(開発中のもの)

4. 成果の活用面と留意点

改善の実例を示す写真等の不足分を再現等で作成した上で、公開版として整理し、2024年度に「改善事例検索」内に新たに「未然防止行動事例」コーナーを設け、公開予定。農業食料工学会で発表予定。今後の事故現地調査においても引き続き事例を収集し、データベースの充実化につなげる必要がある。

5. 残された問題とその対応

収集された未然防止行動事例のうち、機械・施設及び環境の改善項目については、新たな検索システムには含まれないため、既存コンテンツ「改善事例検索」に追加することで活用を図る。また、対話型研修で収集される未然防止行動事例の検索システムへの反映方法についても検討を行う。その上で、本システムを含む安全啓発支援のための各成果について、現場へのさらなる浸透を図るとともに、課題と対策方法を整理する。

課題分類：11（9）

課題ID：20903-1-02

研究課題：VR を活用した危険体感型農作業安全教育手法の開発

担当部署：農機研・システム安全工学研究領域・予防安全システムグループ

協力分担：全国共済農業協同組合連合会、北海道農作業安全運動推進本部、岩手県、群馬県、千葉県、山梨県、鳥取県、鹿児島県、秋田県立大、交通事故総合分析センター、中央労働災害防止協会、日本労働安全衛生コンサルタント会、労働安全衛生総合研究所、農工研

予算区分：基礎・基盤

研究期間：完 2021～2023 年度（令和 3～5 年度）

1. 目 的

事故の未然防止には、事故を自身の問題として実感させることが不可欠であり、仮想現実（VR）を活用した啓発資材が着目されている。従前の研究により、VR ゴーグル等の簡易な個人用機材を活用した啓発資材について、コンテンツ作成及び啓発での利用に関する技術的課題に関して目途が得られつつあり、農作業事故の抑止に大きく貢献し得るものと判断できた。そこで本研究では、農作業安全教育に活用し得る VR を活用した危険体感型の啓発資材を開発するとともに、その活用方法を確立する。

2. 方 法

- 1）これまでに蓄積した農作業事故詳細分析結果や、JA 共済連の共済金支払データに基づく農作業事故の発生状況を参考に、VR を活用した安全啓発動画（以下、VR 動画）を制作し、農作業安全教育に活用できる環境を構築した。（2021～2022 年度）
- 2）連携道県の協力を得て、様々な主催者による企画の趣旨に合わせて VR 動画を活用した安全研修（以下、VR 安全研修）を 4 道県で 7 件試行し、それらを類型化した研修方法（以下、実施モデル）を検討・構築するとともに、それをもとにした実証事例を 10 件蓄積した。あわせて、VR 動画や VR 安全研修に関する感想や開発要望等に関するアンケート調査を実施した。（2022～2023 年度）
- 3）地域での VR 安全研修の実施拡大に向け、VR 動画活用マニュアルを作成した。（2023 年度）

3. 結果の概要

- 1）VR 動画は 3～5 分程度の長さで、事故再現部分と事故原因や適切作業の解説部分からなる構成とし、農用運搬機編、脚立編及び田植機編を制作した（図 1）。VR 動画を視聴できる VR ゴーグルを 200 台運用（JA 共済連、現在 260 台に拡充）し、全国の農作業安全研修会等で広く利用できる体制を構築するとともに、JA 共済連「農作業事故体験 VR」の追加コンテンツとして JA 共済連ウェブサイト上で公開した。農機研のウェブサイト「農作業安全情報センター」にもリンク及び紹介記事を掲載し、周知を行った。
- 2）試行の結果、①VR 動画での危険体感を主軸にする形態、②座学や実機体験等を主軸とする形態の実施モデルを構築した。①は VR の活用により事故の疑似体験を共有し、意見交換を活性化させ、新たな気づきの促進・共有を図るもので、②は話題提供やグループ討議を進める途中または最後に VR 危険体感を取り入れ、自らの経験の掘り起こしや研修内容の定着を高め、具体的な改善活動に繋げるものである。

アンケート調査の結果、農業機械作業経験の少ない者は作業をリアルにイメージできる、経験の多い者は自身の振り返りになる、補助作業者は機械作業者の状況を実感できる等、受講者の属性に応じた VR 活用効果が示唆された。安全研修に VR を活用する利点として「飽きずに研修を受けられる」（農業者、指導者・関係者）、「没入感があり理解しやすい」「具体的な改善や対策に繋がった」「また受講したい/受講を勧めたい」（農業者）、「農業者が『自分ごと』として考えられる」（指導者・関係者）を、9 割以上が肯定し（図 2）、VR 動画の活用がより効果的な安全研修を実現すると考えられた。また、指導者・関係者の 9 割以上が「話題提供を行いやすくなる」「研修内容を考えやすくなる」（図 2）、「実際に VR 安全研修を開催したい」とした（図 3）ことから、安全研修の開催増加が期待された。

- 3）VR 安全研修の実施モデル、受講者層毎の VR 活用の効果やグループ討議に活用できるワークシート等からなるマニュアル（図 4）を、年度内に JA 共済連ウェブサイトにて公開予定である。

以上、農作業安全研修に活用できる VR 動画を制作・公開し、全国の農業者が事故を疑似体験できる体制を構築するとともに、地域での VR 安全研修の実施拡大に向けてマニュアルを作成した。



※上から、農用運搬機編、脚立編、田植機編
図1 追加コンテンツの1シーン

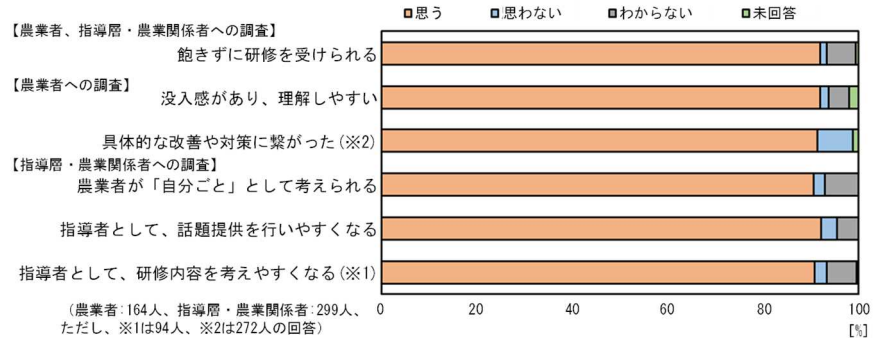


図2 安全研修におけるVR活用利点に関する調査の結果

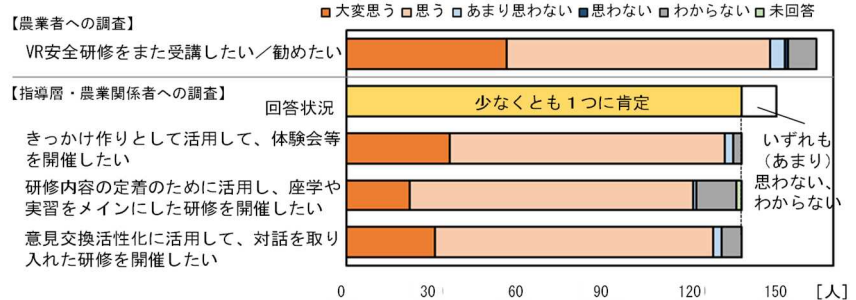
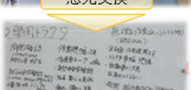


図3 VR安全研修の開催に関する意向調査の結果

VR安全研修実施モデル	
	① VR動画での危険体感を主軸にする形態
VR活用のねらい	事故の疑似体験を共有し、意見交換を活性化する。
概要	   VR危険体感とそれに基づく意見交換 ※研修時間等に応じて、視聴するVR動画の種類や数を調整
	② 座学や実機体験等と組み合わせた形態
	・研修内容の理解・定着を深める。 ・経験の掘り起こしを図り、具体的な改善活動に繋げる。
	話題提供  ヒヤリハット事例や安全対策に関するグループ討議・取組目標作成 実機体験等 VR危険体感  話題提供  VR危険体感  ヒヤリハット事例や安全対策に関するグループ討議・取組目標作成 実機体験等  農業安全宣言 

参考1. VR動画の活用効果

受講層	効果に関する主な感想
主に機械作業を担当	自身の経験の振り返りになる
主に補助作業を担当	機械作業側側の状況を理解でき、自身の作業方法や仲間への声掛け等に繋がる
機械作業経験の少ない農業者・指導者等	機械作業をリアルにイメージできる

参考2. ワークシート等



図4 マニュアルの概要

4. 成果の活用面と留意点

VR安全研修の実施マニュアルを年度内に公開(JA共済連ウェブサイト新規コンテンツ)し、各地域でのVR安全研修の実施を推進する。農業食料工学会で報告予定。

5. 残された問題とその対応

把握したVR安全資材に関する開発要望や他産業における技術動向を踏まえ、学習者の行動に応じた学習内容を提示できるシステムの開発に取り組む予定。

課題分類：11（9）

課題 I D：20903-1-03

研究課題：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

担当部署：農機研・システム安全工学研究領域・予防安全システムグループ

協力分担：農林水産研究情報総合センター、東京農工大

予算区分：理事裁量、受託（科研費）

研究期間：完 2021～2023 年度（令和 3～5 年度）

1. 目 的

農作業死亡事故の約 2 割は乗用トラクタの転落・転倒によって発生しており、事故要因の中では最多である。そこで、トラクタの転倒・転落による重大事故抑止に向けたシミュレーション技術を開発する。

2. 方 法

- 1) シミュレーション I：既開発の小型トラクタ用安全フレームの静的強度試験のコンピュータシミュレーション（以下、CS）について、実機試験結果との整合性の課題を解決し、精度向上を図った。また、開発した CS 手法について、他の安全キャブ・フレーム（以下、ROPS）への適用を進め、妥当な CS の要件を整理した。
 - ①令和 2 年度に試作した 4 種類の CS（Ansys Mechanical 2019R3 上で動作。以下、R2CS）を動作させ、負荷位置での変位・荷重の結果を実機試験と比較した（図 1）。いずれの CS でも、主要な構造部材と防振ゴム（バネ要素でモデル化）に材料試験結果（推定含む）を用いた。4 種類のモデルは、加圧板なしモデル（以下、M1）、加圧板ありモデル（以下、M2）と、M1 と M2 の横材・下部フレーム及びシート後方パネル部材に板厚方向 3 層のソリッド要素を用いたモデル（以下、M1'、M2'）である（図 1）。（2021～2022 年度）
 - ②R2CS での側部負荷時のリアマウント部の変形挙動の改善のため、ボルトやストップ部材等の詳細モデルを追加した CS（以下、R5CS）を作成し、1）と同様に実機試験と比較した。R5CS は M1 をベースとし、M1 での過剰な剛性の原因と考えられたフェンダ取付部の接触設定（ボンド設定）を無効化した。（2022～2023 年度）
- 2) シミュレーション II：トラクタ走行時の機体挙動について、これまで困難であった走行シミュレーションの妥当性の検証及び高度化を実現するため、トラクタ実機を用いて安全かつ非破壊で共振ジャンプ（バウンシング）を再現、モーションキャプチャシステム（MC）により車両の挙動を計測できる実験施設を構築した。
 - ①走行中のバウンシングを再現するための走行路を構築した。機関出力 7.7kW の実験用トラクタに遠隔操作可能なブレーキ及びエンジン停止機能を付与し、操作用コントローラを改良した。（2021～2023 年度）
 - ②実機実験の計測値と農工大開発のトラクタ非線形動力学モデルを実装したシミュレーション結果との比較検討を行った。（2022～2023 年度）

3. 結果の概要

- 1) シミュレーション I の開発で得られた結果は以下のとおりであった。
 - ①後部負荷の実機比は M2' が最も近い結果となり変位-24%と荷重+23%であった（図 3）。側部負荷では M1 が最も近い結果であったが、全モデルで右リアマウント部の変形が実機の挙動と大きく乖離した（図 2）。
 - ②R5CS では、最大荷重・変位の実機比が後部負荷では変位-7.5%・荷重+2.9%となり、後部負荷での実機との整合性が向上した（図 3）。側部負荷ではマウント部の変形挙動が大きく改善した（図 2）。
- 2) シミュレーション II の開発で得られた結果は以下のとおりであった。
 - ①作成したバウンシング再現走行路には高さ 30 及び 50mm の 2 段階の障害物を設置間隔 635mm（トラクタ軸距の半分）で進行方向へ 3 つまで設置できる。実験用トラクタに新たに付与したブレーキ機能は、電動シリンダ 2 本を用いて左右のブレーキを同時に遠隔操作する構成とした（図 4）。
 - ②上記システムを用いることでトラクタのバウンシングを再現可能であった（図 5）。図 6 に MC 及び 3 軸加速度計で計測したトラクタ重心点の上下方向加速度の推移を示した。相関係数は 0.97 であり、よく一致した。MC を用いることで、これまでは取得困難であったトラクタの位置情報及び 6 自由度の実機計測データとシミュレーション結果の詳細な比較検討が可能であった。

以上、小型トラクタ用安全フレームの CS 改良により、妥当な CS の要件となり得る材料データ、加圧板のモデル化、部材間の接触設定、マウント部のモデル化等の精度への影響を明らかにした。また、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の開発に向け、実機データによる実証を可能にした。

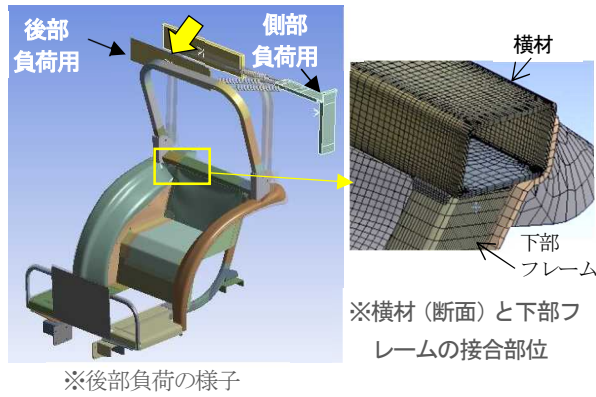


図1 全体形状と加圧板モデル(左)
使用要素変更部位(板厚方向3層)(右)

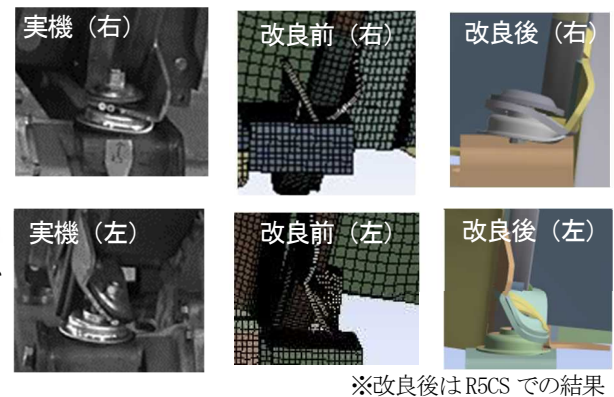


図2 左右リアマウント部の変形挙動の比較
(側部負荷最大時)

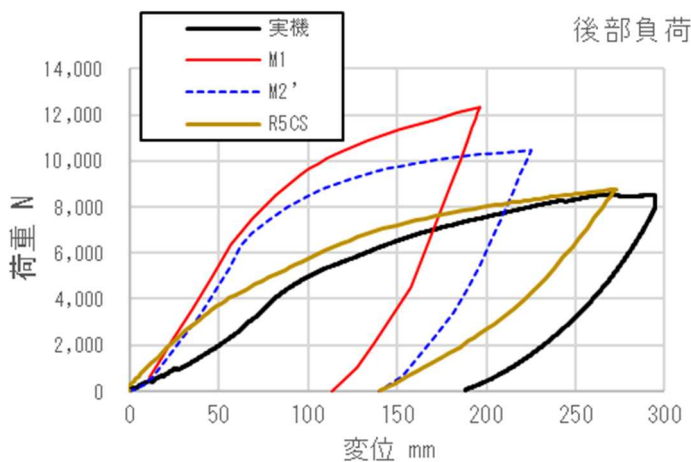


図3 各CS結果の比較(後部負荷)

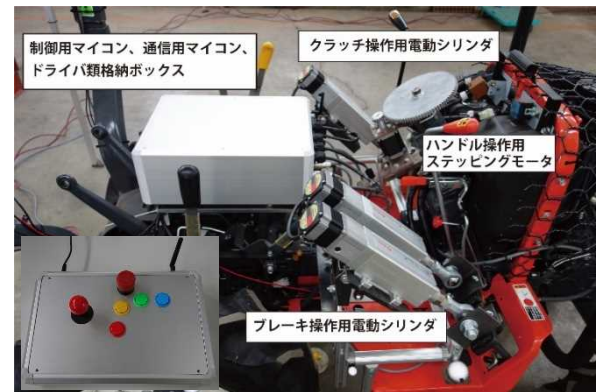
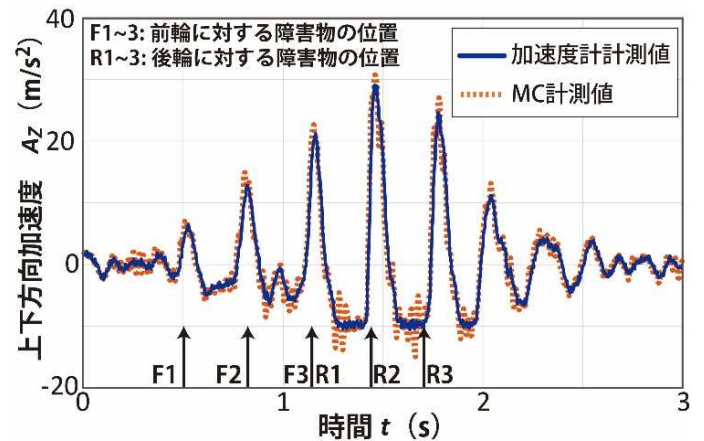


図4 実験用トラクタと操作用コントローラ



図5 3.7 m/sで段差50 mmに乗り上げてジャンプするトラクタ



※実験条件: 走行速度 2.0 m/s 作業機なし

図6 トラクタ重心の上下方向加速度の推移

4. 成果の活用面と留意点

ROPS 強度試験 CS における精度への大きい項目について OECD テストコードへ情報提供を行う。また、国際的な議論の進捗を踏まえ、安全性検査への導入方法についてメーカーや業界団体と議論を進める。農業食料工学会に論文投稿予定。

5. 残された問題とその対応

より一般的な CS の精度確保の要件を整理する必要がある。トラクタ事故再現動画やドライブシミュレータなど安全啓発を目的としたコンテンツの開発を目指す。

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5年度（令和5年4月～令和6年2月分暫定値）の安全性検査実施状況は表1-1-1のとおり申込数9機種150型式、合格数9機種71型式であった。

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

表1-1-1 安全性検査実施一覧（令和5年度暫定）

機種名	申込型式	合格型式
農用トラクター（乗用型）	106	27
農用トラクター（歩行型）	2	2
田植機	5	5
スピードスプレヤー	5	5
コンバイン（自脱型）	2	2
コンバイン（普通型）	1	1
乾燥機（穀物用循環型）	21	21
単軌条運搬機	5	5
乗用管理機	3	3
合 計	150	71

（令和5年4月～令和6年2月申込分）

※申込型式のうち、申し込みを辞退したもの1機種17型式、公表予定のもの1機種62型式をそれぞれ含む。

表1-1-2 申込受付期間等の一覧（令和5年度暫定）

申込受付期日	検査期間	検査場所	成績通知期日	依頼者数 型式数
5.4.17 5.5.12 5.5.15 5.5.22 5.6.6	5.5.18～5.6.27 5.5.26～5.6.27 5.6.2～6.27 5.6.13～5.6.27 5.6.16～5.6.27	ヤンマーアグリ株式会社岡山藤崎試作センター 農業機械研究部門 株式会社山本製作所	5.7.18	3社 10型式
5.5.29 5.6.5	5.6.12～5.8.3 5.6.29～5.8.3	井関農機株式会社 砥部事業所内 農業機械研究部門	5.8.31	2社 2型式
5.6.14 5.8.4 5.8.21	5.7.4～5.10.2 5.8.24～5.10.2 5.8.30～5.10.2	農業機械研究部門 株式会社サタケ 株式会社やまびこ盛岡事業所	5.10.30	3社 12型式
5.7.18 5.8.21 5.9.1 5.9.12 5.9.14 5.9.19 5.9.26	5.8.7～5.11.7 5.8.30～5.11.7 5.9.21～5.11.7 5.9.25～5.11.7 5.10.3～5.11.7 5.10.11～5.11.7	農業機械研究部門 株式会社やまびこ盛岡事業所 光永産業株式会社 井関農機株式会社 砥部事業所内	5.12.5	6社 19型式

申込受付 期 日	検査期間	検査場所	成績通知 期 日	依頼者数 型式数
5. 10. 16 5. 10. 23	5. 10. 23～6. 1. 19 5. 10. 30～6. 1. 19 5. 11. 8～6. 1. 19	農業機械研究部門 株式会社クボタグローバル技術研究所 静岡製機株式会社	6. 2. 14	3 社 28型式

(令和5年4月～令和6年2月 申込分)

表 1-1-3 合格機一覧 (令和5年度暫定)

型式名	依頼者の名称	合格番号
クボタ NW8S	株式会社クボタ	NARO 23/001
クボタ WP50DSP2	〃	NARO 23/002
クボタ WP60DSP2	〃	NARO 23/003
クボタ WP80DSP2	〃	NARO 23/004
ヤンマー C0015	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 23/005
ヤンマー C0016	〃	NARO 23/006
クボタ WRH1200A2	株式会社クボタ	NARO 23/007
山本 HD-80VDM	株式会社山本製作所	NARO 23/008
山本 HD-70VDM	〃	NARO 23/009
山本 HD-60VDM	〃	NARO 23/010
3S-CH640A	株式会社ショーシン	NARO 23/011
キセキ JKZ003	井関農機株式会社	NARO 23/012
MKR001G	株式会社マキタ	NARO 23/013
共立 SSVH1180FS	株式会社やまびこ	NARO 23/014
SDR1500TS	株式会社サタケ	NARO 23/015
SDR2000TS	〃	NARO 23/016
SDR2500TS	〃	NARO 23/017
SDR2800TS	〃	NARO 23/018
SDR1500TS-S	〃	NARO 23/019
SDR2000TS-S	〃	NARO 23/020
SDR2500TS-S	〃	NARO 23/021
SDR2800TS-S	〃	NARO 23/022
SDR3000TS	〃	NARO 23/023
SDR3500TS	〃	NARO 23/024
MF8S 305	エム・エス・ケー農業機械株式会社	NARO 23/025
MF8S 265	〃	NARO 23/026
MF8S 245	〃	NARO 23/027
クボタ MR700HGS	株式会社クボタ	NARO 23/028
クボタ MR650HGS	〃	NARO 23/029
クボタ MR600HGS	〃	NARO 23/030
クボタ MR700HGS-PC	〃	NARO 23/031
クボタ MR650HGS-PC	〃	NARO 23/032
キセキ P1060Z	井関農機株式会社	NARO 23/033
3S-FSH640A	株式会社ショーシン	NARO 23/034
共立 SSV6150F	株式会社やまびこ	NARO 23/035
共立 SSV5150F	〃	NARO 23/036
KS-300Y	光永産業株式会社	NARO 23/037
KS-201YY	〃	NARO 23/038
KS-201YY	〃	NARO 23/039
KS-202YY	〃	NARO 23/040
KS-202YY	〃	NARO 23/041
クボタ NR23F	株式会社クボタ	NARO 23/042
クボタ NR17F	〃	NARO 23/043
MF7S 210V	エム・エス・ケー農業機械株式会社	NARO 23/044
MF7S 180V	〃	NARO 23/045
MF7S 180	〃	NARO 23/046
MF7S 155	〃	NARO 23/047
クボタ M7-174HA	株式会社クボタ	NARO 23/048
クボタ M7-174H	〃	NARO 23/049

型式名	依頼者の名称	合格番号
クボタ M7-174PA	株式会社クボタ	NARO 23/050
クボタ M7-174P	〃	NARO 23/051
クボタ M7-174S	〃	NARO 23/052
クボタ M7-154HA	〃	NARO 23/053
クボタ M7-154H	〃	NARO 23/054
クボタ M7-154PA	〃	NARO 23/055
クボタ M7-154P	〃	NARO 23/056
クボタ M7-154S	〃	NARO 23/057
クボタ M7-134HA	〃	NARO 23/058
クボタ M7-134H	〃	NARO 23/059
クボタ M7-134PA	〃	NARO 23/060
クボタ M7-134P	〃	NARO 23/061
クボタ M7-134S	〃	NARO 23/062
クボタ TRS7000	〃	NARO 23/063
シズオカ TCZ-ELL55	静岡製機株式会社	NARO 23/064
シズオカ TCZ-ELL60	〃	NARO 23/065
シズオカ TCZ-ELL65	〃	NARO 23/066
シズオカ TCZ-ELL70	〃	NARO 23/067
シズオカ TCZ-ELL55F	〃	NARO 23/068
シズオカ TCZ-ELL60F	〃	NARO 23/069
シズオカ TCZ-ELL65F	〃	NARO 23/070
シズオカ TCZ-ELL70F	〃	NARO 23/071

(令和5年4月～令和6年2月申込分)

2) 農業機械安全性検査実施規程に基づく令和4年度(令和4年4月～令和5年3月分確定値)の安全性検査実施結果は表1-2-1のとおり申込数7機種66型式、合格数7機種66型式であった。

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

表1-2-1 安全性検査実施一覧(令和4年度確定)

機種名	申込型式	合格型式
農用トラクター(乗用型)	29	29
農用トラクター(歩行型)	6	6
田植機	6	6
スピードスプレヤー	4	4
コンバイン(自脱型)	7	7
乾燥機(穀物用循環型)	13	13
茶園管理作業機	1	1
合 計	66	66

(令和4年4月～令和5年3月申込分)

表 1-2-2 申込受付期間等の一覧（令和 4 年度確定）

申込受付 期 日	検査期間	検査場所	成績通知 期 日	依頼者数 型式数
4. 5. 18	4. 5. 31～4. 6. 30	株式会社クボタ 堺製造所	4. 7. 15	1 社 5 型式
4. 5. 16 4. 6. 3 4. 6. 17 4. 6. 23	4. 5. 26～4. 7. 25 4. 6. 13～4. 7. 25 4. 7. 7～4. 7. 25 4. 7. 12～4. 7. 25	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 静岡製機株式会社 浅羽工場	4. 8. 19	4 社 15 型式
4. 7. 1 4. 7. 11 4. 7. 26	4. 7. 11～4. 8. 30 4. 7. 26～4. 8. 30 4. 8. 9～4. 8. 30	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. 9. 16	3 社 6 型式
4. 10. 11 4. 10. 24	4. 11. 7～4. 12. 27 4. 11. 14～4. 12. 27	農業機械研究部門	5. 1. 20	2 社 9 型式
4. 11. 14 4. 12. 22	4. 11. 29～5. 1. 30 5. 1. 17～5. 1. 30	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	5. 2. 17	2 社 4 型式
5. 1. 4 5. 1. 12	5. 1. 23～5. 3. 8 5. 2. 7～5. 3. 8	農業機械研究部門	5. 3. 24	2 社 15 型式
5. 1. 27 5. 3. 10 5. 3. 23	5. 2. 15～5. 4. 14 * 5. 2. 21～5. 4. 14 5. 3. 27～5. 4. 14 5. 4. 5～5. 4. 14	農業機械研究部門 株式会社クボタグローバル技術研究所	5. 5. 12	2 社 11 型式
5. 3. 3	5. 3. 14～5. 6. 27	農業機械研究部門	5. 7. 18	1 社 1 型式

(令和 4 年 4 月～令和 5 年 3 月申込分)

表 1-2-3 合格機一覧（令和 4 年度確定）

型式名	依頼者の名称	合格番号
クボタ TRS300	株式会社クボタ	NARO 22/001
クボタ TA801N-SC	〃	NARO 22/002
クボタ TA801N	〃	NARO 22/003
クボタ TA701N-SC	〃	NARO 22/004
クボタ TA701N	〃	NARO 22/005
クボタ MR700H	株式会社クボタ	NARO 22/006
クボタ MR650H	〃	NARO 22/007
クボタ MR600H	〃	NARO 22/008
クボタ MR700H-PC	〃	NARO 22/009
クボタ MR650H-PC	〃	NARO 22/010
3S-FSC1062A	株式会社ショーシン	NARO 22/011
ヤンマー C0012	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 22/012
シズオカ TCZ-EX100	静岡製機株式会社	NARO 22/013
シズオカ TCZ-EX90	〃	NARO 22/014
シズオカ TCZ-EX80	〃	NARO 22/015
シズオカ TCZ-EX70	〃	NARO 22/016
シズオカ TCZ-EX100F	〃	NARO 22/017
シズオカ TCZ-EX90F	〃	NARO 22/018
シズオカ TCZ-EX80F	〃	NARO 22/019
シズオカ TCZ-EX70F	〃	NARO 22/020
ヤンマー P0033	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 22/021
ヤンマー P0034	〃	NARO 22/022
SSA-E1002アルファ	株式会社丸山製作所	NARO 22/023
三菱 C2103	三菱マヒンドラ農機株式会社	NARO 22/024
三菱 C2102	〃	NARO 22/025
三菱 C2101	〃	NARO 22/026
クボタ MR1000AH-OP	株式会社クボタ	NARO 22/027
クボタ MR1000AH-PC-OP	〃	NARO 22/028
クボタ MR1000AH-A	〃	NARO 22/029

型式名	依頼者の名称	合格番号
クボタ MR1000AH-PC-A	株式会社クボタ	NARO 22/030
大島RX45	大島農機株式会社	NARO 22/031
大島RX55	〃	NARO 22/032
大島RX65	〃	NARO 22/033
大島RX75	〃	NARO 22/034
大島RX85	〃	NARO 22/035
ホンダ FF300S	本田技研工業株式会社	NARO 22/036
ヤンマー P0025	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 22/037
ヤンマー P0026	〃	NARO 22/038
ヤンマー P0035	〃	NARO 22/039
ヤンマー T0254	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 22/040
ヤンマー T0253	〃	NARO 22/041
ヤンマー T0251	〃	NARO 22/042
ヤンマー T0247	〃	NARO 22/043
ヤンマー T0246	〃	NARO 22/044
ヤンマー T0243	〃	NARO 22/045
ヤンマー T0239	〃	NARO 22/046
ヤンマー T0238	〃	NARO 22/047
ヤンマー T0236	〃	NARO 22/048
ヤンマー T0235	〃	NARO 22/049
ヤンマー T0256	〃	NARO 22/050
ヤンマー T0249	〃	NARO 22/051
ヤンマー T0245	〃	NARO 22/052
ヤンマー T0241	〃	NARO 22/053
井関 P0918R	井関農機株式会社	NARO 22/054
MF5S 145 *	エム・エス・ケー農業機械株式会社	NARO 22/055
MF5S 125 *	〃	NARO 22/056
MF5S 105 *	〃	NARO 22/057
クボタ NB21GSFPC	株式会社クボタ	NARO 22/058
クボタ NB21GSF	〃	NARO 22/059
クボタ NB21GS	〃	NARO 22/060
3S-FS1052A	株式会社ショーシン	NARO 22/061
3S-C1052A	〃	NARO 22/062
クボタ R2201	株式会社クボタ	NARO 22/063
クボタ R2202	〃	NARO 22/064
クボタ R2203	〃	NARO 22/065
カワサキ KJM6	カワサキ機工株式会社	NARO 22/066

(令和4年4月～令和5年3月申込分)

＊令和5年度第5回（令和6年度1月23日発表）で農業機械安全装備検査－2019年基準－の規定要求事項1.3.3の要件を満たしていないことが判明したため、合格取り消しになっている。

1.3.3（抜粋）：農用トラクター（乗用型）には、検査に合格した安全キャブ又は安全フレームが装着されていること。

3) 概評

令和5年度（令和5年4月～令和6年2月分暫定値）の合格機は、合計11社71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7型式、安全装備検査が11社71型式、ロボット・自動化農機検査が2社12型式であった。

令和4年度（令和4年4月～令和5年3月分確定値）の合格機は、合計10社66型式であった。その内訳は、安全キャブ・フレーム検査が1社2型式、安全装備検査が10社66型式、ロボット・自動化農機検査が3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令和5年度（令和5年4月～令和6年2月分暫定値）の一般性能試験実施状況は、表2-1のとおり合計12型式であった。

また、令和4年度（令和4年4月～令和5年3月分確定値）の一般性能試験実施状況は、表2-2のとおり合計9型式であった。

表2-1 一般性能試験実施一覧（令和5年度暫定）

機 種	型式数
茶園用裾刈機（手押式）	1
茶園用裾刈機（自走式）	1
スピードスプレーヤー用ROPS	1
乗用溝切機	1
農用トラクター（乗用型）用安全キャブ	5
農用トラクター（乗用型）用安全フレーム	1
単軌条運搬機	1
スピードスプレーヤー用ノズル	1
合 計	12

（令和5年4月～令和6年2月申込分）

表2-2 一般性能試験実施一覧（令和4年度確定）

機 種	型式数
動力摘採機（乗用型）	2
アスパラガスのカット機能付き重量選別機	1
スピードスプレーヤー用ROPS	4
農用トラクター（乗用型）用安全フレーム	1
農用トラクター（乗用型）用安全キャブ	1
合 計	9

（令和4年4月～令和5年3月申込分）

3. OECDテスト

OECDテスト実施規程に基づくOECDテストは今年度実施しなかった。

令和4年度（令和4年4月～令和5年3月分確定値）のOECDテスト実施状況は表3のとおり合計2型式であった。

表3 OECDテスト実施一覧（令和4年度確定）

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	2
合 計	2

（令和4年4月～令和5年3月申込分）

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5年度（令和5年4月～令和6年2月分暫定値）の機能確認実施状況は、表4-1のとおり農耕トラクター3社7型式（12類別）、農業用薬剤散布車2社4型式（4類別）であり、合計5社11型式（16類別）であった。

また、令和4年度（令和4年4月～令和5年3月分確定値）の機能確認実施状況は、表4-2のとおり農耕トラクター4社11型式（14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2社7型式（7類別）であり、合計5社20型式（23類別）であった。

表4-1 機能確認実施一覧（令和5年度暫定）

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

（令和5年4月～令和6年2月申込分）

※申込型式のうち、報告予定のもの1機種2型式（3類別）を含む。

表 4-2 機能確認実施一覧（令和 4 年度確定）

機 種	依頼者名	報告年月日	型式数
農耕トラクター	井関農機株式会社	4. 7. 7	6(7)
	エム・エス・ケー農業機械株式会社	5. 4. 21	1(3)
	株式会社クボタ	4. 8. 9	1(1)
		5. 1. 24	1(1)
	三菱マヒンドラ農機株式会社	4. 6. 6	2(2)
農業用薬剤散布車	株式会社丸山製作所	4. 9. 2	1(1)
		5. 5. 18	1(1)
刈取脱穀作業車	株式会社クボタ	5. 4. 14	3(3)
	三菱マヒンドラ農機株式会社	4. 9. 6	3(3)
		4. 12. 1	1(1)
合 計			20(23)

（令和 4 年 4 月～令和 5 年 3 月申込分）

Ⅲ 試作工場、附属農場の運営

1. 試作工場

[1] 月別作業件数

過去7年間の年度毎の月別作業件数を表1に示す。

表1 月別作業件数（件）

年度 月	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5
4	20	15	12	10	13	12	15
5	17	18	20	10	7	28	30
6	23	18	21	22	19	13	15
7	13	16	14	25	8	5	11
8	22	17	19	9	14	12	6
9	20	10	19	15	8	18	9
10	22	30	17	20	12	16	22
11	15	16	15	11	10	8	10
12	11	22	11	7	10	12	6
1	8	8	6	11	16	9	3
2	10	18	14	17	8	14	25
3	18	15	19	21	9	8	-
計	199	203	187	178	134	155	152

[2] 試作依頼内訳

研究推進部	研究推進室	3 件
附属農場		4 件
機械化連携推進部	機械化連携推進室	5 件
安全検査部	安全評価グループ	7 件
システム安全工学研究領域	予防安全システムグループ	23 件
	協調安全システムグループ	54 件
さいたま管理部		1 件
無人化農作業研究領域	小型電動ロボット技術グループ	9 件
	革新的作業機構開発グループ	41 件
知能化農機研究領域		7 件

[3] 資材使用量

令和 5 年に使用した資材の使用量を図 1 に示す。

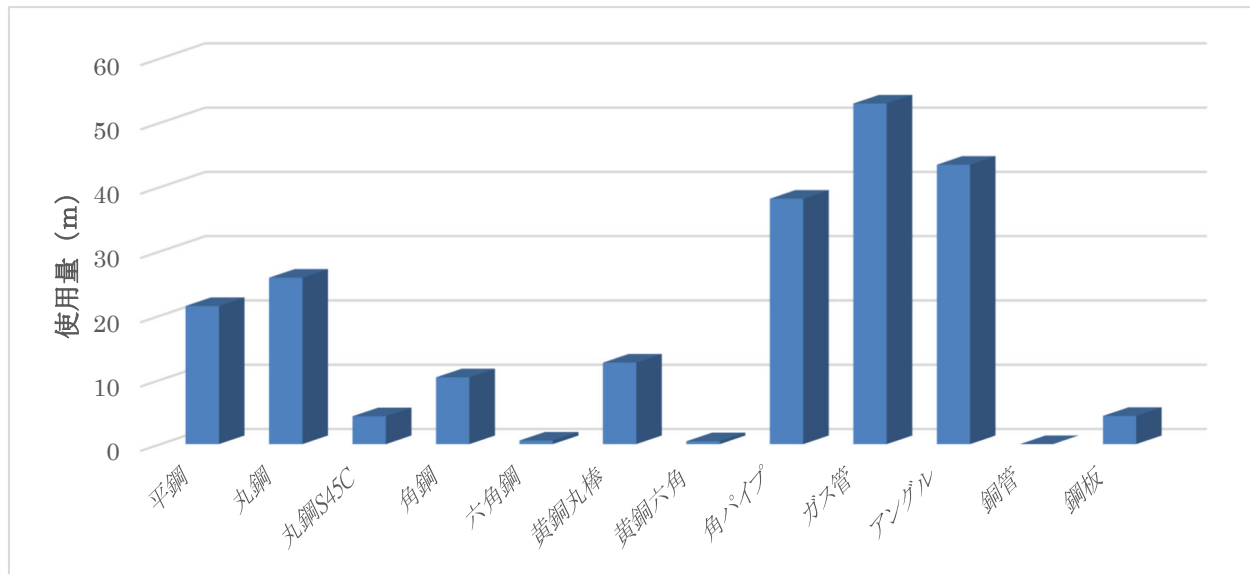


図1 資材使用量(m) * 銅板は枚

[4] 主な試作品

令和 5 年度の主な試作品を以下に示す。

図 2 : 穀類を上部受け口から投入し、均等に左右に分ける装置。

図 3 : 穀類を輸送するための蓋付き木箱。60×60×120cm。

図 4 : ブロードキャストを自動で着脱する為の架台。電動シリンダで伸縮。



図2 穀類均分器



図3 穀類運搬用木箱



図4 肥料散布器自動着脱架台

[5] その他

* さいたま市中学生社会体験学習事業（未来くるワーク）対応（三橋中 7 月 7 日）。

* 3 級技能検定〈普通旋盤加工〉3 名取得（8 月 25 日）。

* 能力開発セミナー〈マシニングセンタプログラミング・加工〉〈フライス盤加工〉各 1 名参加（7 月、12 月、1 月）。

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	838	838	生育中
		彩のきずな	60	60	
		コシヒカリ	138	138	
		大地の風	108	108	
	麦 類	小麦	166	166	
		〃	113	—	
	(裸 地)	—	(146)	—	ロボットトラクタ等 試験用
畑	麦 類	大麦	10	—	すき込み
		〃	10	—	生育中 すき込み予定
	豆 類	大豆	59	59	すき込み予定
	葉菜類	タカナ	1.5	1.5	
		エゴマ	30	30	
		ハクサイ	3.6	3.6	
	いも類	ジャガイモ	5	5	
		ダイコン	0.5	0.5	
	その他	タカキビ	30	30	
		ニンジン	0.5	0.5	

〔3〕 気象概況

令和5年度の夏作期間（5月～10月）の気温は、平年に比べ高温・高日照で、特に7月下旬から9月は日最高気温35℃以上の猛暑日となった日が多くあった。月間日照時間は全ての月で平年より多かったが、特に7月下旬と8月下旬の日照は多かった。降水量は、7月中・下旬、8月下旬、9月中旬はほぼゼロ、5月下旬～6月上旬、6月下旬、8月上旬と9月上旬は平年と比べ極端な降雨があったが、総量としては平年より少し多い程度であった。7月下旬～9月は、台風や気圧の谷、湿った空気の影響で大雨や雷雨となった日もあった。6月8日頃に梅雨入りし、7月22日頃に梅雨明けしたとみられている。

〔4〕 作物の生育概況

1) 水稻

令和5年度の水稲作は、視察や試験日程の都合により一部は場で田植日を通常より遅らせたため、

田植え作業は5月10日から7月10日まで行われた。6月上旬から9月下旬にかけて特に高温・高日照で、鴻巣地域のコメ全体が、のちに農業災害として市から地域の稲作農家に補助金が支給されるほどの高温障害を受け（※農研機構は支給の対象外）、また8月のカメ虫害による着色や、雨中の刈取り試験、刈り遅れ等により、1等米は1品種、3等が2品種、規格外（白色・着色）が1品種であった（※規格外となった品種は、地域内でもほとんどが規格外）。籾反収は平均518kg/10aで、平年収量比89%程度であった（耐天候性コンバイン試験で高水分籾を大量に廃棄したほ場の数値を除く）。今年も複数の台風が日本に上陸したが、当场では若干の冠水があったものの大きな被害には至らなかった。主として、両正条田植機及び除草機試験、耐天候性コンバイン試験、難取扱性穀物ハンドリング試験、穀物高速乾燥試験等に供した。

2) 畑作物

麦類は、小麦を水田に、大麦を畑に播種しどちらも順調に生育した。令和5年産麦も同様に11月中旬に水田に小麦を、畑に大麦を播種し順調に生育している。野菜類では、ジャガイモの定植を3月に、サトイモの定植を4月に、タカキビの播種とエゴマの定植を5月に、大豆播種を6月に、タカナの定植を8～9月に、ハクサイの定植、ダイコンとニンジンの播種を9月に行った。ジャガイモ・サトイモ・麦・ダイコン・ニンジン、令和4年度に定植したタマネギ・イチゴはヒト機械協調安全試験に、タカナはタカナ収穫機に、タカキビ・エゴマは雑穀対応コンバインに、ハクサイはハクサイ頭部結束機に、大豆は籾殻燃焼灰施用効果試験に、それぞれ供した。

〔5〕 その他

- ・ロボット田植機の購入にあたり、農水省の安全確保ガイドラインに沿って行われた使用者訓練に、研究員含め約20名が参加した。
- ・8月1日に農林水産副大臣の視察を受けた。
- ・10月に暖房・灌水設備付き育苗温室が完成、冬期も育苗・田植え試験ができるようになった。
- ・12月7日に開催された埼玉県農業機械実演展示会で実演会場として利用された。

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5年度 事業報告

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業機械研究部門

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

発行 令和6年4月