

令和7年度  
農業機械研究部門研究報告会

令和8年3月5日

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



令和7年度 農業機械研究部門研究報告会  
開催要領

1. 開催日時 令和8年3月5日(木) 10:40~17:00(受付開始 9:40)
2. 開催場所 農業機械研究部門 研究交流センター2階「はなの木ホール」  
(さいたま市北区日進町1-40-2)
3. 開催方法 対面及びオンライン(Microsoft Teams)
4. スケジュール
  - 1) 開 会 10:40
  - 2) 挨拶・情勢報告
    - (1) 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 所長 長崎裕司 10:40
    - (2) 農林水産省農産局 課長補佐 江頭知穂 10:50
    - (3) 農林水産省農林水産技術会議事務局 課長補佐 阿部哲理 11:20
  - 《 昼 食 》 11:50~13:00
  - 3) 農業機械研究部門の研究概要報告 13:00~14:40
    - (1) 機械化連携推進部
    - (2) 安全検査部
    - (3) 知能化農機研究領域
    - (4) 無人化農作業研究領域
    - (5) システム安全工学研究領域
  - 4) トピックス 14:40~15:10
    - (1) 第5期中長期計画を振り返って 研究推進部長 梅田直円
  - 《 休 憩 》 15:10~15:30
  - 5) 研究報告会 15:30~17:00
    - (1) 樹脂テープ式トマト用接ぎ木装置の開発  
知能化農機研究領域 中山夏希
    - (2) 高湿材適応コンバインの開発  
無人化農作業研究領域 栗原英治
    - (3) AI 画像処理を活用した農業機械の協調安全技術  
システム安全工学研究領域 菊池豊
  - 6) 閉 会 17:00
- ◇懇親会 「記念館」(農機研本館横) 17:30~19:30



# 目 次

## トピックス

1. 第5期中長期計画を振り返って ..... 1

## 個別研究報告

1. 樹脂テープ式トマト用接ぎ木装置の開発 ..... 2
2. 高湿材適応コンバインの開発 ..... 13
3. AI画像処理を活用した農業機械の協調安全技術 ..... 26



# 第5期中長期計画を振り返って

研究推進部 梅田直円

農研機構は、第5期中長期計画において農業・食品分野における「Society 5.0」の実現により、① 食料安全保障と食料自給力向上、② 農産物・食品の産業競争力強化と輸出拡大、③ 生産性向上と環境保全の両立、に貢献することを目標として成果の創出に取り組んできた。農業機械研究部は、大課題9「高能率・安全スマート農業の構築と国際標準化の推進」および農業機械関連業務「1. 次世代を担う農業機械の開発、2. 他産業に比肩する労働安全の実現、3. 戦略的なグローバル展開の促進」を担い、社会実装につながるインパクトの大きな研究成果を上げてきた。

一方、管理・支援部門においては、研究成果創出を下支えするとともに、農研機構のプレゼンス向上、人材力の向上、連携強化に向けて取り組んできた。ここでは、第5期中長期計画における管理・支援部門の成果について紹介する

## 1. 第5期中長期計画の組織体制

## 2. 第5期中長期計画におけるおもな取組

- 農機研 60 年史
- 広報関係
- 表彰
- 人材育成
- 国際連携の強化
- 施設について

## 3. 第6期中長期計画にむけて

# 樹脂テープ式トマト用接ぎ木装置の開発

知能化農機研究領域 中山 夏希

## はじめに

土壌病害や樹勢強化対策で国内外を問わず接ぎ木苗の利用は拡大し、苗生産企業が生産する接ぎ木苗の需要が増加している。一方、苗生産企業等では熟練作業者が不足し、接ぎ木作業の機械化・自動化が求められ、さらに低コストな接合資材による機械化が期待されている。そこで、弾性が高く溶着が可能な特性を有する熱可塑性ポリウレタン樹脂テープ（以下、樹脂テープ）を超音波で溶着する接合方法を開発、装置化し、苗生産企業での実証に取り組んだが、実用化にはより高い活着率の実現や装置の取扱性向上が必要とされた。本研究では、共同研究企業である岩谷マテリアル（株）及び京和グリーン（株）とともに、共同研究企業とともに開発した従来機より活着率と取扱性を向上させ、苗生産現場への適応性を高めた樹脂テープ式トマト用接ぎ木装置（以下、開発機）を開発した。

## 1. 開発機の概要

開発機は、穂木・台木苗の供給部、穂木・台木苗を同位置で同時に斜めに切断する苗切断部、樹脂テープに一定の張力を与えて供給するテープ供給部、樹脂テープを溶着して接合箇所を固定する接合部及び接ぎ木苗を装置から取り出し機外へ搬出する取り出し搬出部等から構成される。苗の切断、接合及び装置からの搬出は自動で行われ、穂木・台木苗の装置への供給、接ぎ木苗の接合状態の確認及びセルトレイへの充填に作業員2名を要するが、後者を前者と兼ねた1名作業も可能である。

開発機では、活着率を向上させるために苗の切断動作を改良するとともに、テープ供給部では樹脂テープに張力を与える機構を改良し安定性を高めた。取扱性向上においては、取り出し機構の改良で接ぎ木苗の取り出しが円滑にできるようになり、1名作業も容易になっている。また、筐体の剛性を高めることで設置時等の機械調整作業が容易となった。

## 2. 開発機の性能

開発機による2週間後の接ぎ木苗の活着率は、標準的な200穴セルトレイ苗を利用した場合で94.4%と苗生産企業が求める水準に達しており、穂木と台木の接合面がズレやすい128穴セルトレイ苗を台木に用いた場合で97.5%、苗の茎径が細く切断不良が生じやすい406穴セルトレイ苗を用いた場合でも97.6%と高い活着率を得られる。また、熱可塑性ポリウレタン樹脂は高い伸縮性や柔軟性を有するため、テープ供給部で一定の張力を樹脂テープに与えることで安定した締付け力で苗を接合でき、慣行の手作業用チューブで必要とされる茎径に応じたサイズ選択は不要であるとともに、接ぎ木苗の生育とともにテープの溶着は徐々に剥がれ、慣行のチューブのように最終的には自然に脱落する。

## おわりに

開発機は、令和8年度に共同研究企業より実用化予定である。本研究の一部は、東海漬物（株）からの寄附金により実施した。ここに記して謝意を表す。

## 「樹脂テープ式トマト用接ぎ木装置の開発」

知能化農機研究領域 中山夏希

分担型共同研究：岩谷マテリアル（株）  
京和グリーン（株）

寄附金：東海漬物（株）

研究期間：2023～2025年度

共同研究：2024年2月～2026年3月

※ 農研機構（のうけんきこう）は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。

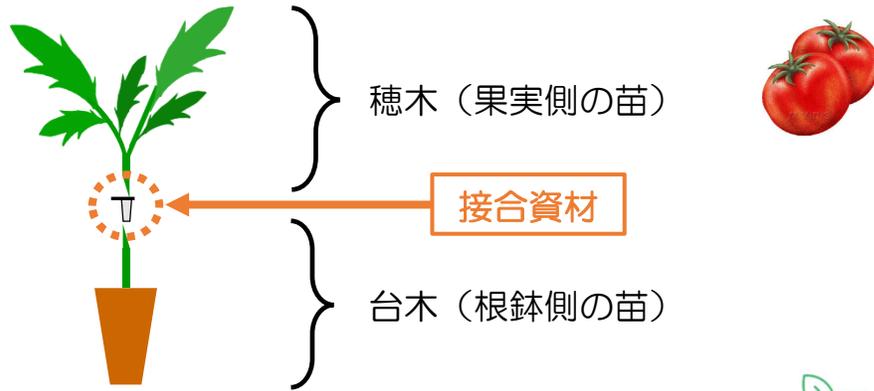


## 内容

1. 背景・目的
2. 1) 開発機の概要
- 2) 実証試験
- 3) 樹脂テープの特徴

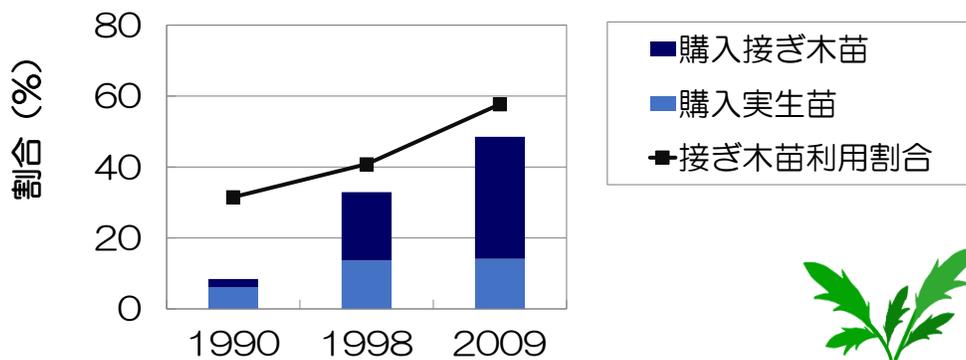


2種類の品種の苗（穂木、台木）をつなぎ合わせることで、  
両苗の長所を兼ね備えた苗を作る技術



接ぎ木の利点  
①病虫害に強い②連作障害に強い③生産性が良い

2



苗生産企業からの購入接ぎ木苗の増加





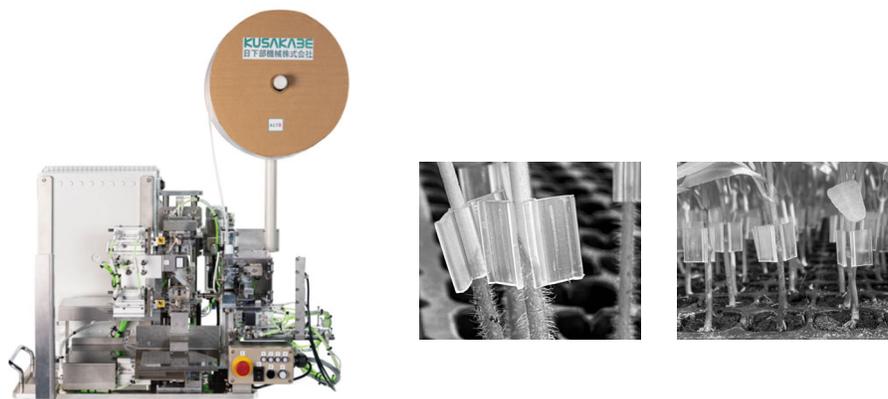
【熟練が必要な技術】

- 決められた茎の切断角度や長さ
- 穂木と台木苗の径と  
チューブ規格の組合せ
- 安定した活着率（95%以上）

接ぎ木苗の需要増加、作業者の不足  
→作業の簡易化、機械化、自動化に対するニーズ

4

日下部機械株式会社：つぎ太郎



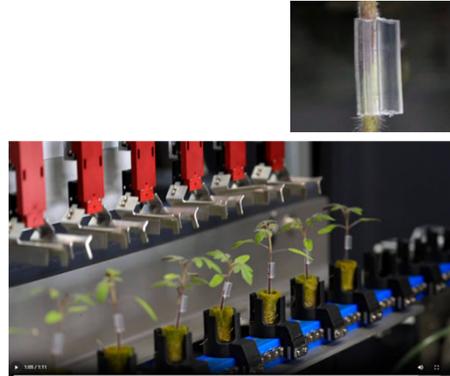
作業者1名、作業能率：300本/時

出典：「日下部機械株式会社」HP  
(<https://kusakabe-kikai.jp/agriculture-field/>) より



5

TTA-ISO (オランダ) : High-Speed Grafter



作業能率：4,000本/時



出典：「TTA-ISO」HP  
(<https://www.tta-iso.com/equipment/high-speed-grafter>) より

本開発の経緯

【アンケート・現地調査】

- 装置開発に当たっての要望：[接合資材の低コスト化](#)
- 接合資材：接ぎ木苗1本毎に使用→ランニングコストの低減



【手接ぎ用】  
チューブ

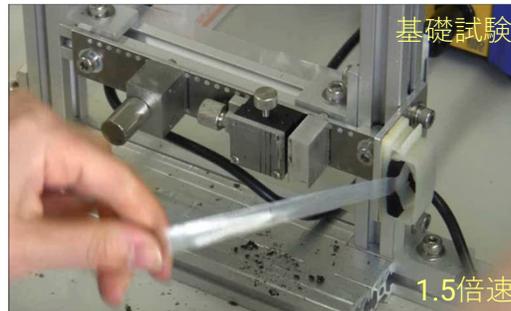
【機械用】  
チューブ  
+  
クリップ

【本開発】

- 接合資材から検討
- ↓
- 低コストな樹脂テープの検討  
粘着剤による樹脂テープ  
→高湿度の養生管理中に剥離  
→利用不可

## 伸縮性を有する低コストな樹脂テープ×超音波溶着

水分、油分等に影響されず、安定した連続作業が可能



接ぎ木方法：特許第6747637号

8

### 1. 装置開発

#### 1) 基本技術

接ぎ木装置：特許第6751948号

苗切断装置及び接ぎ木システム：特許第6934661号



#### 2) 企業と共同研究を実施

装置開発及び苗生産企業での実証に取り組んだが、  
実用化にはより高い活着率の実現や取扱性の向上  
が必要。

### 2. 目的

活着率と取扱性を向上させ、  
苗生産現場への適応性を高めた装置を開発し、  
実用化を図る。

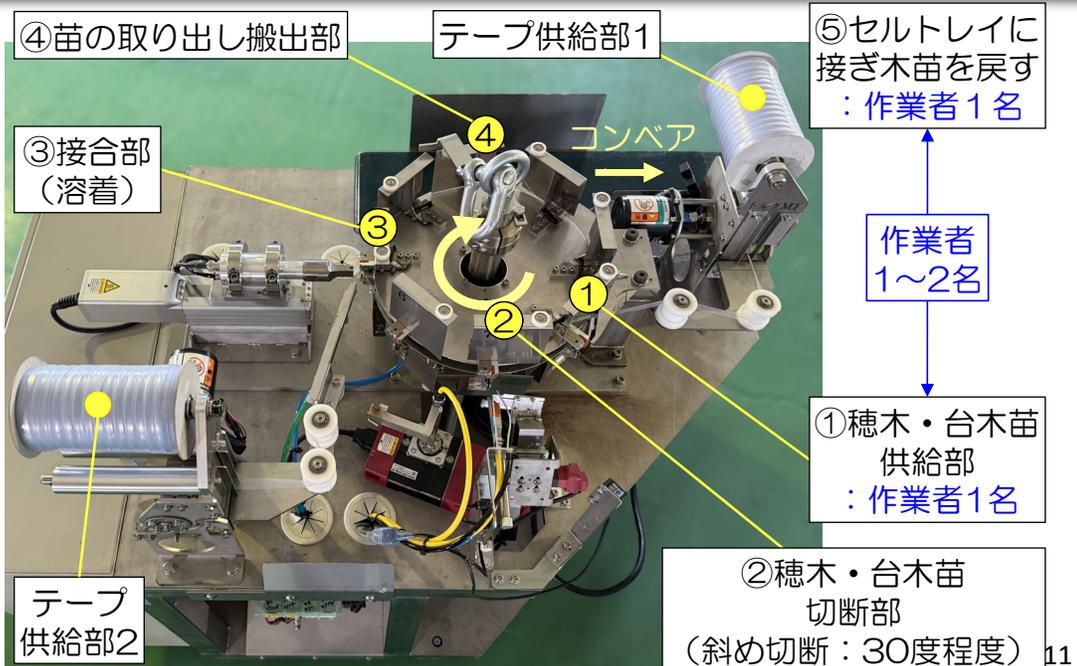


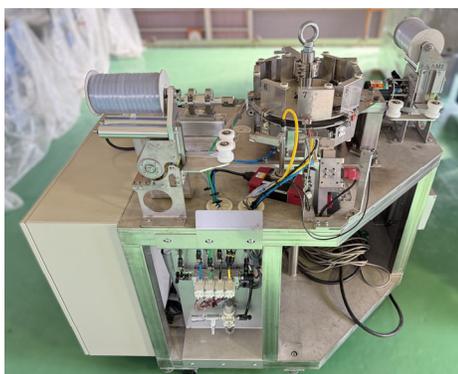
9

- 
1. 背景・目的
  2. 1) 開発機の概要
  - 2) 実証試験
  - 3) 樹脂テープの特徴

10

開発機  
—構成（従来機と同じ）—





## 【改良箇所】

1. 苗の切断部
2. テープ供給部
3. 苗の取り出し搬出部
4. 筐体

機体 寸法	全長 (mm)	1430
	全幅 (mm)	730
	全高 (mm)	1105
質量 (kg)	220	
電源電圧 (V)	AC100	
消費電力 (W)	300	
圧縮空気		
圧力 (MPa)	0.5	
流量 (L/min)	3.0	

12

1. 背景・目的
2. 1) 開発機の概要
- 2) 実証試験
- 苗生産企業：徳島、山形
- 3) 樹脂テープの特徴



13

## 実証試験一苗の条件一

試験地	セルトレイ (穴)	草丈	胚軸 <sup>※3</sup> (mm)						第1節間 <sup>※4</sup> (mm)		
			長さ	径			長さ	径			
				平均	最大	最小		平均	最大	最小	
徳島 <sup>※1</sup>	200	台木	209	43	2.11	2.43	1.88	-	-	-	-
	200	穂木	188	62	-	-	-	57	1.37	1.66	1.18
	128	台木	129	51	2.31	2.56	2.05	-	-	-	-
山形 <sup>※2</sup>	200	穂木	145	60	-	-	-	20	1.40	1.51	1.21
	406	台木	114	59	1.58	1.9	1.08	-	-	-	-
	406	穂木	129	62	-	-	-	15	1.16	1.21	1.09

- ※1 品種：台木「ボランチ」、穂木「ホーム桃太郎」  
 ※2 品種：台木「グランシールド」、穂木「れおん」  
 ※3 根鉢上面から子葉までの茎の部位  
 ※4 子葉から第一本葉までの茎の部位

14

## 実証試験一結果一

試験地	セルトレイ (穴)		接ぎ木苗数	活着率 (%)
	台木	穂木		
徳島 <sup>※1</sup>	200	200	2786	94.4
山形 <sup>※2</sup>	128	200	753	97.5
	406	406	380	97.6

試験時の作業能率 (2人作業、本/h)

※1 : 286、※2 : 271



200穴



128穴

15

- 
1. 背景・目的
  2. 1) 開発機の概要  
2) 実証試験  
3) 樹脂テープの特徴

16

1. 茎径に応じた接合資材の規格選択が不要
2. 茎の肥大に伴い溶着部分が剥がれ自然に脱落  
(慣行と同様)



3. テープ（日清紡テキスタイル製、モビロンテープ）は、汎用品で、接木苗1本当たりの価格は慣行のチューブの約1/3～1/2と安価

17

- 令和8年度に実用化予定
- 接ぎ木試験の依頼等ありましたらご連絡下さい。

ご清聴ありがとうございました。



# 高湿材適応コンバインの開発

無人化農作業研究領域 栗原英治

## はじめに

コンバインの収穫作業時間は、水稻に朝露・夜露が付着していない時間帯に制限される。担い手の生産規模の急拡大に伴いコンバイン1台当たりの作業負担面積は増加傾向にあるが、台数の増強で対応するとコストが増大し、規模拡大のメリットを十分に享受できない。また、近年の気候変動下で適期収穫を実現するには、少量の降雨下や降雨直前・直後の高水分水稻を収穫せざるを得ない場合があり、コンバインの脱穀選別損失の著しい増加や作業効率の低下が問題となっている。

そこで、コンバインの脱穀選別損失の急増抑制及び1日当たりの作業面積の拡大を図るため、降雨後や朝露・夜露が付着した穀粒水分25%以上の高水分水稻に対して、高い適応性を備えたコンバインを開発する。

## 1. 開発機の概要

開発機は、水分測定部と質量測定部を装備する6条刈収量コンバイン（I社製HJ6130）をベース機として、穀粒水分のリアルタイム計測及び穀粒口流量に基づいた車速制御の機能を備えている。穀粒水分が25%以上の高水分水稻の収穫作業において脱穀選別損失が3%以上にならないように、穀粒水分に応じて作業速度を自動制御することができる。収穫作業中の穀粒水分の変動に対しては、基準となる穀粒口流量と平均作業速度の比を基に最高車速を算出し、穀粒水分が更新される毎に作業速度が自動で調整される。なお、車速制御により収穫可能な穀粒水分域は25～32%である。

また、開発機は、揺動選別機構における滞留防止の機能を備えている。コンバイン本機にエアノズルを設置し、圧縮空気によって揺動選別機構のグレンパンにおける湿った穀粒やわら屑の滞留を解消することができる。

## 2. 開発機によるほ場試験

車速制御の機能を実装した開発機を用いて降雨後や朝露・夜露が付着した穀粒水分が25%以上の高水分水稻を収穫した場合、車速制御ありの場合では、車速制御なしの場合と比較して、脱穀選別損失を65.6%低減可能であった。また、車速制御を利用した場合に、1日当たりの作業時間が朝夕3時間ずつ拡大することを想定すると、1日当たりの作業面積を30.3%拡大できることが試算により示された。一方、滞留防止の機能を実装した開発機を用いて穀粒水分が25%以上の高水分水稻を収穫した場合、揺動選別機構のグレンパンにおける機内残重量を約35～40%低減可能であった。

## おわりに

R8年度に井関農機株式会社が車速制御の機能を実装した自脱コンバインを市販化する予定である。本報告は、農業機械技術クラスター事業において、井関農機株式会社、宮崎大学、岩手県農業研究センター、農林水産・食品産業技術振興協会と共同で実施した研究成果である。

# 高温材適応コンバインの開発

農研機構 農業機械研究部門  
栗原英治

NARO

## 発表の目次

- 1. 研究の背景・目的
  - 2. 2条刈り自脱コンバインによる基礎試験
  - 3. 開発機(車速制御)の概要及びほ場試験
    - 1) 車速制御の概要
    - 2) 車速制御を用いた精度試験
    - 3) 車速制御を用いた能率試験
  - 4. 開発機(滞留防止装置)の概要及びほ場試験
    - 1) 滞留防止装置の概要
    - 2) 滞留防止装置を用いたほ場試験
  - 5. まとめ及び社会実装について
- 
- ```
graph TD; A[基礎的研究] --> B[実用化研究]; B --> C[市販化];
```

## 1. 研究の背景・目的

コンバインの作業時間は、朝露や夜露が付着していない時間帯（10時頃～16時頃）に制限されることが多い。担い手の生産規模の急拡大に伴いコンバイン1台当たりの作業負担面積は増加傾向にあるが、台数の増強で対応するとコストが増大し、規模拡大のメリットを十分に享受できない。

近年の気候変動下でも適期収穫を実現するには、本格的な降雨前や降雨後の高水分水稻を収穫せざるを得ない場合があり、コンバインの脱穀選別損失（排塵口損失）の著しい増加や作業効率の低下が問題となっている。

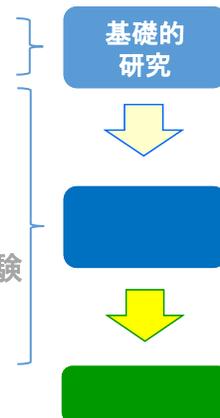
そこで、コンバインの1日当たりの作業可能面積の拡大を目的とし、夜露等の影響を受けた穀物に対する高い適応性を備えた高湿材適応コンバインを開発する。



2

## 発表の目次

1. 研究の背景・目的
2. 2条刈り自脱コンバインによる基礎試験
3. 開発機（車速制御）の概要及びほ場試験
  - 1) 車速制御の概要
  - 2) 車速制御を用いた精度試験
  - 3) 車速制御を用いた能率試験
4. 開発機（滞留防止装置）の概要及びほ場試験
  - 1) 滞留防止装置の概要
  - 2) 滞留防止装置を用いたほ場試験
5. まとめ及び社会実装について



3

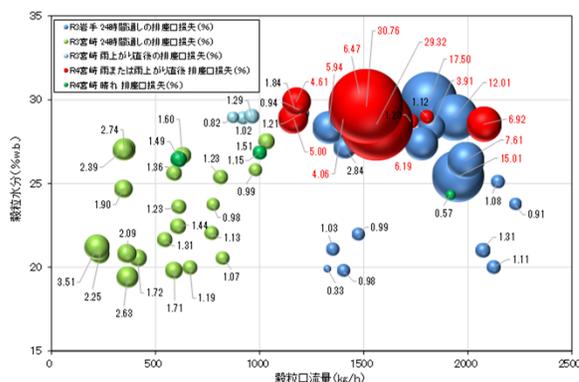
## 2. 2条刈り自脱コンバインによる基礎試験



2条刈り自脱コンバイン



露の付着した高水分水稲



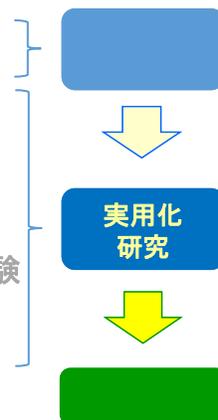
穀粒口流量と穀粒水分と排塵口損失の関係

- ・2条刈り自脱コンバインを**精度試験**に供試し、穀粒口流量と穀粒水分と脱穀選別損失(排塵口損失)の関係を明らかにした。
- 基礎データから新たな車速制御方法を考案。**

4

## 発表の目次

1. 研究の背景・目的
2. 2条刈り自脱コンバインによる基礎試験
3. 開発機(車速制御)の概要及びほ場試験
  - 1) 車速制御の概要
  - 2) 車速制御を用いた精度試験
  - 3) 車速制御を用いた能率試験
4. 開発機(滞留防止装置)の概要及びほ場試験
  - 1) 滞留防止装置の概要
  - 2) 滞留防止装置を用いたほ場試験
5. まとめ及び社会実装について

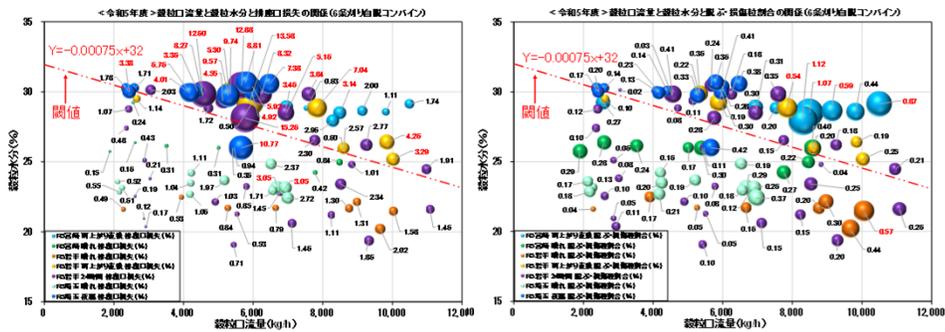


5

### 3. 開発機(車速制御)の概要及びほ場試験

#### 1) 車速制御の概要

・ベース機である6条刈り収量コンバインHJ6130を精度試験に供試し、**穀粒損失及び穀粒品質の両側面からの実データに基づき、車速制御に必要な閾値の境界式**( $Y=-0.00075x+32$ )を求めた。

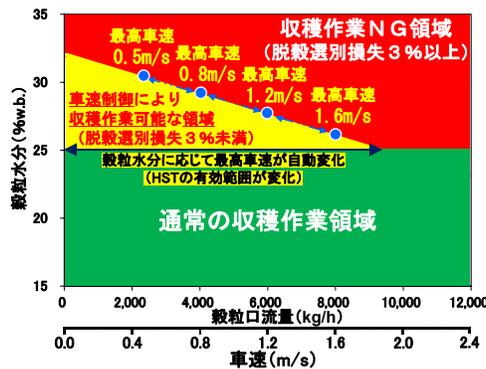


穀粒口流量と穀粒水分と排塵口損失の関係(宮崎17区、岩手48区、埼玉24区)

6

### 3. 開発機(車速制御)の概要及びほ場試験

#### 1) 車速制御の概要



- ・収量コンバインで計測する穀粒水分の変動に応じて作業速度を自動制御することで、穀粒水分25%w.b.以上の高水分水稻を収穫した場合の**脱穀選別損失(排塵口損失)**を低減可能。
- ・穀粒口流量と平均車速の比※を用いて穀粒口流量を車速に変換。  
※ほ場により異なるため、ほ場毎に取得。

7

### 3. 開発機(車速制御)の概要及びほ場試験



#### 1) 車速制御の概要(ビデオ)



8

### 3. 開発機(車速制御)の概要及びほ場試験



#### 2) 車速制御を用いた精度試験

| 試験地    | 精度試験条件*           |        |             |         | 新たな作業モード(車速制御) |                |                   |                   |               |                |                   |                   | 脱穀選別損失(排塵口損失)の低減割合(%) |
|--------|-------------------|--------|-------------|---------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|---------------|----------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
|        | 試験日               | 品種     | 収容量(kg/10a) | 圃の有無    | 車速制御あり(HST最速)  |                |                   |                   | 車速制御なし(HST最速) |                |                   |                   |                       |
|        |                   |        |             |         | 穀粒水分(%)        | 本試験区間作業速度(m/a) | 排塵口損失(%)          | 脱び・損傷率割合(%)       | 穀粒水分(%)       | 本試験区間作業速度(m/a) | 排塵口損失(%)          | 脱び・損傷率割合(%)       |                       |
| 宮崎     | 7/28              | コシヒカリ  | 805         | 有(隣圃直後) | 28.8           | 0.83           | 1.49              | 0.42              | 28.8          | 2.14           | 1.00              | 0.65              |                       |
|        |                   |        |             |         | 28.6           | 1.32           | 2.01              | 0.24              | 29.3          | 1.84           | 3.81              | 0.78              |                       |
|        |                   |        |             |         | -              | -              | -                 | -                 | 29.3          | 1.83           | 3.08              | 0.87              |                       |
| 岩手     | 9/28<br>~<br>9/27 | 銀河のしずく | 607         | 有(隣圃)   | 29.1           | 0.77           | 1.99              | 0.22              | 28.7          | 2.00           | 3.07              | 0.35              |                       |
|        |                   |        |             |         | 26.7           | 1.81           | 1.33              | 0.09              | 25.4          | 2.05           | 1.42              | 0.15              |                       |
|        |                   |        |             |         | 30.0           | 0.47           | 1.97              | 0.17              | 28.5          | 2.05           | 2.74              | 0.18              |                       |
|        |                   |        |             |         | 29.8           | 0.30           | 2.14              | 0.32              | 29.8          | 2.03           | 7.44              | 0.81              |                       |
|        |                   |        |             |         | 29.0           | 0.56           | 2.26              | 0.24              | 29.5          | 1.85           | 11.00             | 0.42              |                       |
|        |                   |        |             |         | 25.8           | 0.58           | 0.85              | 0.08              | 29.7          | 2.04           | 13.57             | 0.66              |                       |
|        |                   |        |             |         | -              | -              | -                 | -                 | 28.5          | 2.02           | 8.89              | 0.22              |                       |
| 埼玉     | 10/18             | 彩のかがやき | 504         | 有(隣圃直後) | 29.8           | 0.94           | 4.31              | 0.10              | 30.1          | 1.91           | 10.23             | 0.35              |                       |
|        |                   |        |             |         | 29.4           | 0.92           | 3.84              | 0.16              | 30.6          | 1.93           | 10.60             | 0.19              |                       |
|        |                   |        |             |         | 30.1           | 0.91           | 2.96              | 0.10              | 30.6          | 1.91           | 9.66              | 0.27              |                       |
|        |                   |        |             |         | 29.3           | 1.00           | 1.49              | 0.08              | 28.2          | 1.85           | 5.64              | 0.20              |                       |
|        |                   |        |             |         | 26.7           | 1.06           | 1.45              | 0.14              | 28.0          | 2.02           | 3.70              | 0.27              |                       |
| 全試験地平均 |                   |        |             |         | 28.5           | 0.88           | 2.15 <sup>a</sup> | 0.18 <sup>c</sup> | 29.0          | 1.97           | 6.24 <sup>b</sup> | 0.41 <sup>d</sup> | 65.6                  |

※供試機: i社製収量コンバインHJ6130(刈取条数: 6条、エンジン出力: 95.6kW(130ps)、こぎ深さ設定: 標準、送塵弁設定: 標準、チャフシープ設定: 標準、助走区間: 45m、本試験区間: 5m)

※t検定により、aとbは1%以下の水準で有意差あり。cとdは1%以下の水準で有意差あり。

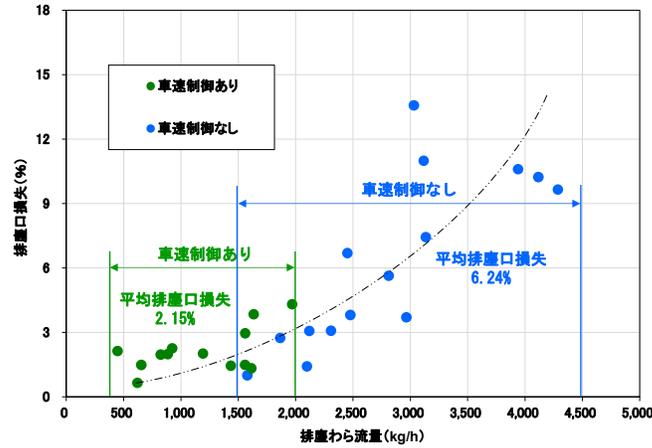
・新たな作業モード(車速制御)を利用した場合、利用しない場合と比較して、**脱穀選別損失(排塵口損失)を65.6%低減可能**であることが明らかとなり、**本プロジェクトの基本目標(脱穀選別損失を約5割程度低減)を達成**することができた。

9

### 3. 開発機(車速制御)の概要及びほ場試験



#### 2) 車速制御を用いた精度試験



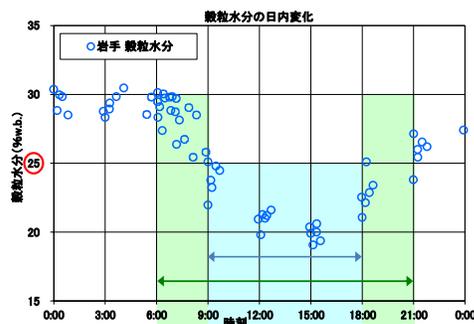
・従来からの評価手法からみても、**新たな作業モード(車速制御)**を利用した場合は排塵わら流量は400~2,000kg/h、**利用しない場合**では1,500~4,500kg/hの範囲であったため、**脱穀選別損失(排塵口損失)**が**大幅に低減**したものと考えられた。

10

### 3. 開発機(車速制御)の概要及びほ場試験



#### 3) 車速制御を用いた能率試験



| 新たな作業モード(車速制御 <sup>※1</sup> ) | 制御あり | 制御なし | 制御あり |
|-------------------------------|------|------|------|
| 作業能率 <sup>※2</sup> (a/h)      | 29.1 | 63.9 | 29.1 |
| 1日当たりの作業可能時間(h)               | 3    | 9    | 3    |
| 1日当たりの作業可能面積 (ha)             | 0.87 | 5.75 | 0.87 |

|                                          |      |
|------------------------------------------|------|
| 新たな作業モード(車速制御)を利用しない場合の1日当たりの作業可能面積 (ha) | 5.75 |
| 新たな作業モード(車速制御)を利用する場合の1日当たりの作業可能面積 (ha)  | 7.50 |
| 新たな作業モード(車速制御)を利用する場合の増加割合 (%)           | 30.3 |

※1 車速制御は穀粒水分25%以上の条件下で稼働。本試算では車速制御のみ稼働(滞留防止装置の稼働はなし)。  
 ※2 R6岩手能率試験実測値(制御なし:平均穀粒水分21.8%、平均作業速度2.00m/s、制御あり:平均穀粒水分29.7%、平均作業速度0.89m/sにおける実測値)。

・岩手の試験で取得した**穀粒水分の日内変化の実測値**及び**能率試験の実測値**から試算を行った結果、**新たな作業モード(車速制御)**を利用した場合は、**利用しない場合と比較して、1日当たりの作業可能面積を30.3%拡大可能**であることが示され、**本プロジェクトの基本目標(1日当たりの作業可能面積を3割以上拡大)を達成**。  
 ・但し、**降雨条件下等の穀粒水分が32%w.b.を超えるような過度に高い条件下では、収穫作業を行わないよう留意**する必要がある。

11

|                         |   |                                                                                     |
|-------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 研究の背景・目的             | } |  |
| 2. 2条刈り自脱コンバインによる基礎試験   |   |                                                                                     |
| 3. 開発機(車速制御)の概要及びほ場試験   |   |                                                                                     |
| 1) 車速制御の概要              |   |                                                                                     |
| 2) 車速制御を用いた精度試験         |   |                                                                                     |
| 3) 車速制御を用いた能率試験         |   |                                                                                     |
| 4. 開発機(滞留防止装置)の概要及びほ場試験 | } |                                                                                     |
| 1) 滞留防止装置の概要            |   |                                                                                     |
| 2) 滞留防止装置を用いたほ場試験       | } |                                                                                     |
| 5. まとめ及び社会実装について        |   |                                                                                     |

## 4. 開発機(滞留防止装置)の概要及びほ場試験

### 1) 滞留防止装置の概要

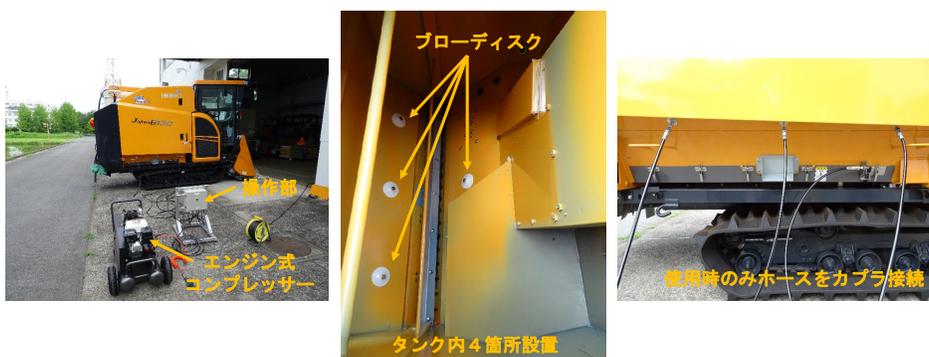


・圧縮空気を用いることにより揺動選別機構及びグレンタンクにおける濡れた穀粒等の滞留を抑制。

## 4. 開発機(滞留防止装置)の概要及びほ場試験

### 1) 滞留防止装置(グレンタンク)の概要

- ・グレンタンクについては、グレンタンク底部の搬送ラセンに靱が入り混む部分のタンク壁面に**ブローディスク**を新設して、壁面に沿って強力な圧縮空気を送り込み、その際にディスクが振動することから、これらの**相乗効果**によってグレンタンク内の滞留を解消。
- ・ブローディスクを動作させる**タイミング**は、**グレンタンク排出時**とし、トラック荷台などに積載した**コンプレッサー**から圧縮空気を送る。



14

## 4. 開発機(滞留防止装置)の概要及びほ場試験

### 2) 滞留防止装置(グレンタンク)を用いたほ場試験

- ・グレンタンクについては、**穀粒水分が25%w.b.以上の高水分条件下であっても滞留は発生しなかった**ため、新たに実装した滞留防止装置を稼働させる必要はなかった。**→標準装備である滞留防止装置(振動式)の効果が十分にあった。**



15

## 4. 開発機(滞留防止装置)の概要及びほ場試験

### 1) 滞留防止装置(揺動選別機構)の概要

- ・揺動選別機構グレパンについては、コンバイン本機に**エアノズル**を新設して、**圧縮空気**によって滞留を解消(**クリーニング機能**)。
- ・**クリーニング**を行う**タイミング**は、**グレタンク排出時等**とし、トラック荷台などに積載した**コンプレッサー**から圧縮空気を送る。



16

## 4. 開発機(滞留防止装置)の概要及びほ場試験

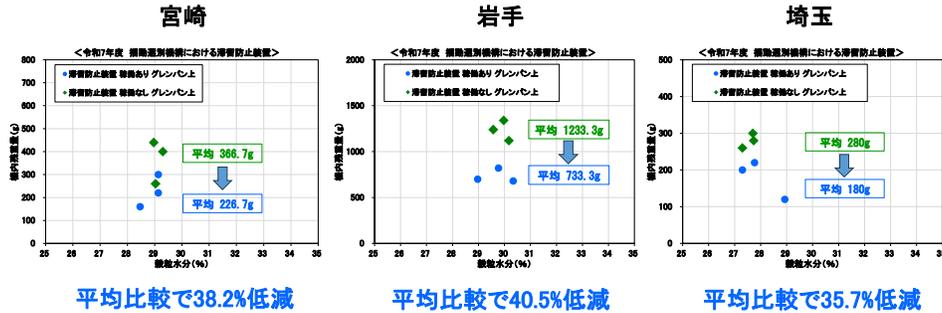
### 2) 滞留防止装置(揺動選別機構)の概要(ビデオ)



17

## 4. 開発機(滞留防止装置)の概要及びほ場試験

### 2) 滞留防止装置(揺動選別機構)を用いたほ場試験



・穀粒水分が25w.b.以上の条件下で、滞留防止装置を稼働させた場合、稼働させない場合と比較して、**グレンパン上の機内残重量が低減(約35~40%低減)**する傾向にあった。  
→装置の効果を確認することができた。

18

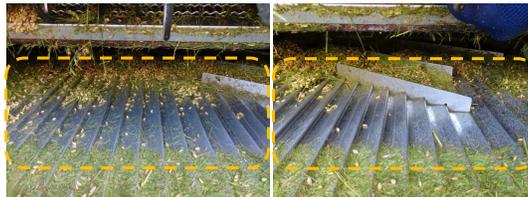
## 4. 開発機(滞留防止装置)の概要及びほ場試験

### 2) 滞留防止装置(揺動選別機構)を用いたほ場試験

装置稼働なし



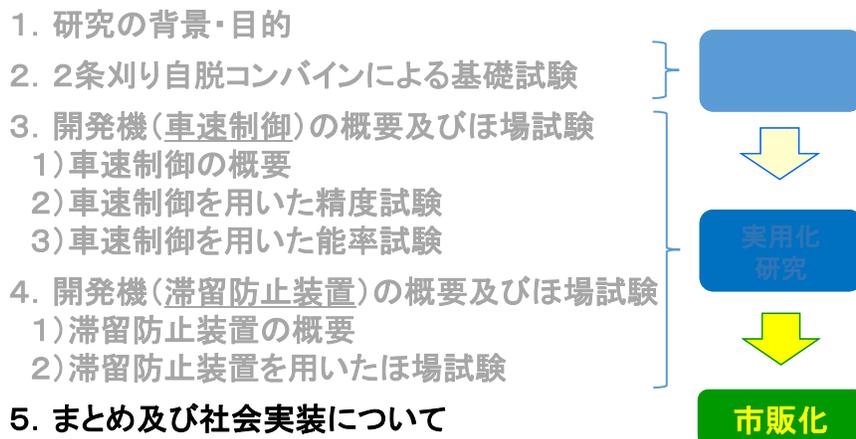
装置稼働あり



※エアが作用した範囲は滞留が解消。

・穀粒水分が25w.b.以上の条件下で、滞留防止装置を稼働させた場合、稼働させない場合と比較して、**グレンパン上の機内残重量が低減(約35~40%低減)**する傾向にあった。  
→装置の効果を確認することができた。

19



20

## 5. まとめ及び社会実装について

### まとめ

- ・**新たな作業モード(車速制御)**を利用した場合には、利用しない場合と比較して、**プロジェクトの目標**(脱穀選別損失を約5割程度低減、1日当たりの作業可能面積を3割以上拡大)を**達成**。
- ・滞留防止装置を利用した場合には、揺動選別機構グレンパン上の機内残重量が低減(約35~40%低減)し、装置の効果を確認できた。
- ・本技術を用いることにより、**担い手や農業支援サービス事業者の作業面積の拡大**を期待できる。

### 社会実装

- ・R8年度に**井関農機株式会社**が**車速制御の機能**を実装した**自脱コンバイン(フラッグシップコンバインHJ6135、HJ7135)**を**市販化**予定。

21

・本研究の実施に伴い、農研機構、井関農機株式会社、宮崎大学、岩手県農業研究センター、農林水産・食品産業技術振興協会からなるコンソーシアムを結成し、農業機械技術クラスター事業として実用化研究に取り組んできました。

・ほ場試験の実施に当たっては、宮崎大学農学部附属次世代農学教育研究センター木花フィールド、岩手県農業研究センター生産基盤研究部生産システム研究室、農研機構農業機械研究部門附属農場の皆様から多大なるご協力をいただきました。ここに記して深く感謝の意を表します。

# AI 画像処理を活用した農業機械の協調安全技術

システム安全工学研究領域

菊池豊、西川純、小林慶彦、梅野覚、田中正浩、向霄涵、紺屋秀之、松本将大

## はじめに

近年、農業機械の転落・転倒による死亡事故は減少傾向にある一方で、挟まれ、巻き込まれ、ひかれによる死亡事故は下げ止まりしている状況にある。他産業では、AI を活用して従来困難であった条件下での人や身体部位の検出技術が開発され普及し始めている。さらに、人・物・環境が、情報を共有し、相互に協調して動作することで、安全性と作業性を高度に両立させる「協調安全技術」が次世代の技術として注目されて開発が進められている。本講演では、農業における挟まれ、巻き込まれ、ひかれ事故の低減を目的とした、AI による画像処理を活用した協調安全技術の研究概要を紹介する。

## 1. 人接近検出システム

主要な乗用型農業機械によるひかれ、挟まれ、巻き込まれ事故は、運転者が機械後方の作業者を直接視認できないことに起因している。この対策として、機械後方にカメラを設置する事例がある。しかし、生産者からは運転中にカメラの映像が表示されていても、作業への意識の集中により見落とししてしまうとの指摘がなされている。このため、機械周囲の人の存在をより迅速にかつより明示的に行う対策が要望されている。ここで、深層学習に基づく人工知能(AI)による人検出技術により、死角よる見落としの低減や、距離に基づく危険度提示で危険回避向上が期待される。一方で、農業機械の作業現場では、農作業特有の環境変化や作業者の姿勢の多様性により、他分野での人物検出モデルをそのまま適用した場合、十分な検出性能が得られないことがある。そこで、本研究では後方でのひかれによる重大事故が多い収穫機械（コンバイン）を対象とし、収穫作業特有の環境・姿勢の人検出を強化可能な学習用データセットを構築した。本データセットにより、中腰・しゃがみ姿勢の検出精度を向上させることができた。これを AI カメラに適用することで、目視や従来のバックカメラと比較して、運転者が後方にいる作業者をより早く、かつ高精度に認識可能となった。

## 2. 手接近検出システム

ポテトハーベスタに関する負傷事故は北海道で年間約 40 件発生しており、挟まれ・巻き込まれは上記事故の 60%を占めている。特に搬送・選別部のコンベア・ローラ上への挟まれ・巻き込まれは、全事故の 32%を占めており、事故リスクの低減が強く求められている。しかし、選別コンベアは安全カバーが困難である。運転者からの選別作業者の視認性は不十分で選別作業中の状況の把握は困難である。そこで、選別者の状態をモニタリングし、危険な部位への手の進入が発生した際に運転者へ警報する安全支援システムを試作した。本システムは、選別コンベア上に設置した 1 台のカメラで撮影した映像から、ポテトハーベスタ上における選別作業者の手の位置を AI により推定し、あらかじめ設定した危険部位への手の進入をリアルタイムに検出して、トラクタ運転者に警告灯で報知するものである。これにより、運転者が作業者の危険状態を高精度に認識することが可能となった。

## AI画像処理を活用した農業機械の 協調安全技術

農研機構 農業機械研究部門  
システム安全工学研究領域  
協調安全システムグループ

菊池豊、西川純、小林慶彦、梅野覚、  
田中正浩、向霄涵、紺屋秀之、松本将大

NARO

### はじめに



農業では挟まれ、巻き込まれによる死亡事故が下げ止まりし安全対策が期待されている。

他産業では、AIを活用して従来困難であった条件下での人や身体部位の検出技術が開発され普及し始めている。さらに、産業機械等では人・物・環境が、情報を共有し、相互に協調して動作することで、安全性と作業性を高度に両立させる協調安全技術が次世代の安全技術として注目され開発が進められている。

本研究では農業における挟まれ、巻き込まれ、ひかれ事故の低減を目的とした、AI等による画像処理を活用した協調安全技術の研究概要を紹介する。

# 協調安全とは



## 「協調安全」

人・モノ・環境が情報を共有することで協調して安全を構築する概念。

## 「本質安全」

はじめから危険源を除去した形、仕組みで機械を作ること。危険な所を最初からなくしたり、事故の被害が大きくなるように作ること。

## 「制御安全」

電気・電子的な制御機構で安全を確保する方策。本質安全の後で残ったリスクに対し、リスク低減に用いられる。

## 「機能安全」

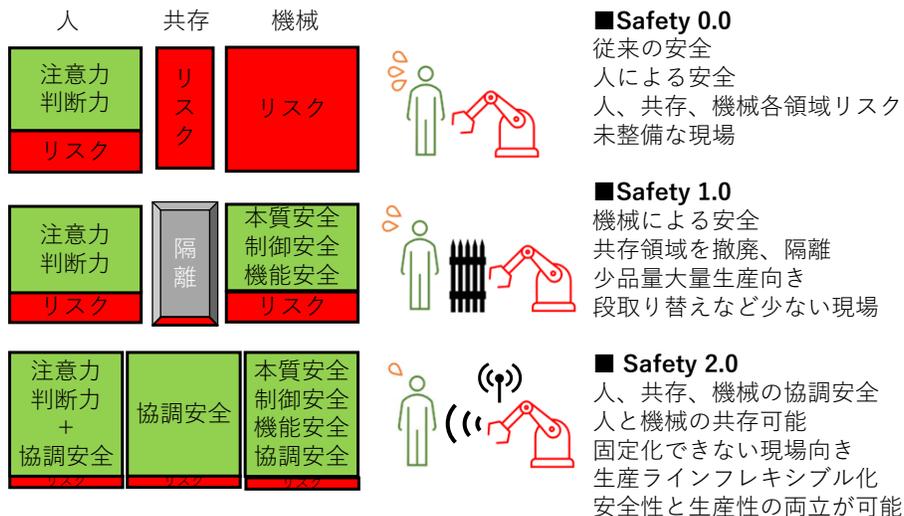
電気・電子・プログラマブル電子技術を用いて安全機能を果たすシステム。制御安全の機構は機械本体に組み込まれているが、安全機構が機械本体とは別に取り付けられた装置で相手の状況を検出して作動したり停止したりするもの。

2

# 次世代の安全Safety2.0



## 従来の安全から次世代の安全 (Safety2.0)



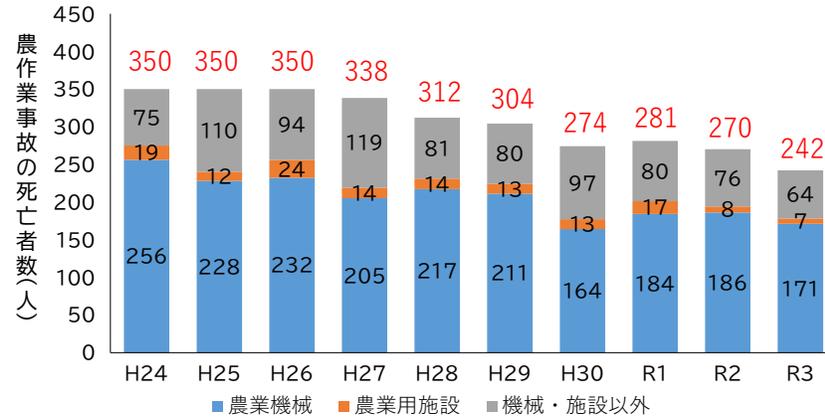
出典：建設協調安全 実践！死亡事故ゼロ実現の新手法 2022

3

## 農作業死亡事故の発生状況



毎年約240～350人の農作業死亡事故が発生。  
 死亡者総数は減少傾向。  
 農業機械に関する事故が約6～7割を占める。



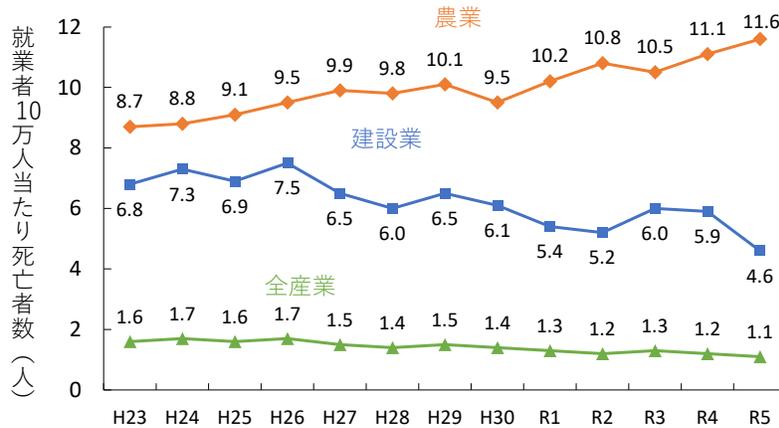
出典 農林水産省、令和3年に発生した農作業死亡事故の概要  
<https://www.maff.go.jp/j/press/nousan/sizai/230210.html>

4

## 死亡事故の変遷



農業での死亡率(就業者10万人当たりの死亡者数)は上昇傾向  
 令和5年では、全産業の10.5倍、建設業の2.5倍 → 喫緊の課題



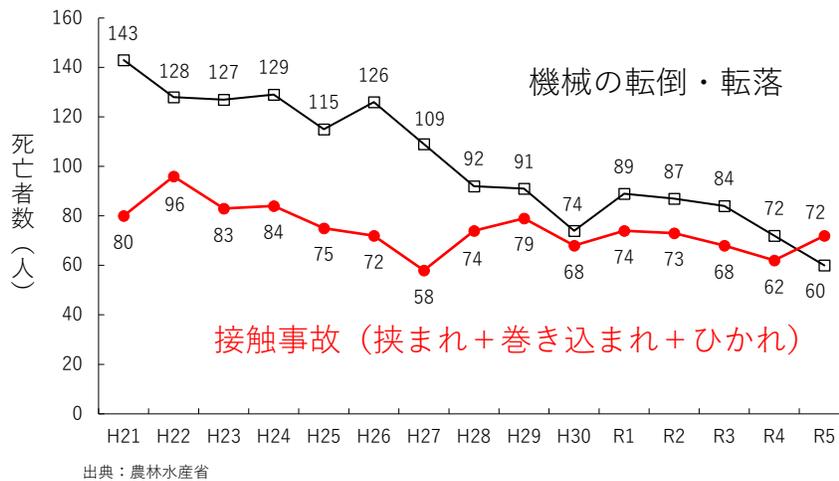
出典：農林水産省

5

## 接触事故への技術的対策の遅れ

機械の転倒・転落死亡事故は減少傾向。

機械との接触死亡事故(挟まれ、巻き込まれ、ひかれ)は下げ止まり。



6



## 人接近検出システム

7

## 視認性により発生した事故事例

機械周囲の見えにくい所があること。運転中に前方以外の安全確認が不十分なことが一因となり、接触事故が発生している。

| 農業機械    | 事故発生時の状況                                                                               |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 乗用型トラクタ | 被害者は、家族が運転していたトラクタの後方で肥料をまく作業中だった。声が出たため家族がトラクタを止めて確認したところ、ロータリに被害者と作物を囲うネットが巻き込まれていた。 |
| コンバイン   | 補助作業者が刈り残しの稲を手刈りしようとしてコンバインの後方に近づいたところ、気付かなかった運転者がコンバインを後退させたため、ひかれた。                  |
| コンバイン   | 枕刈り1周目の角で旋回場所を広めにするため、10mほどバックして刈取りをしようとした際、後方で作業していた妻に気付かず、クローラで乗り上げた。                |



引用：農研機構 農作業安全情報センター

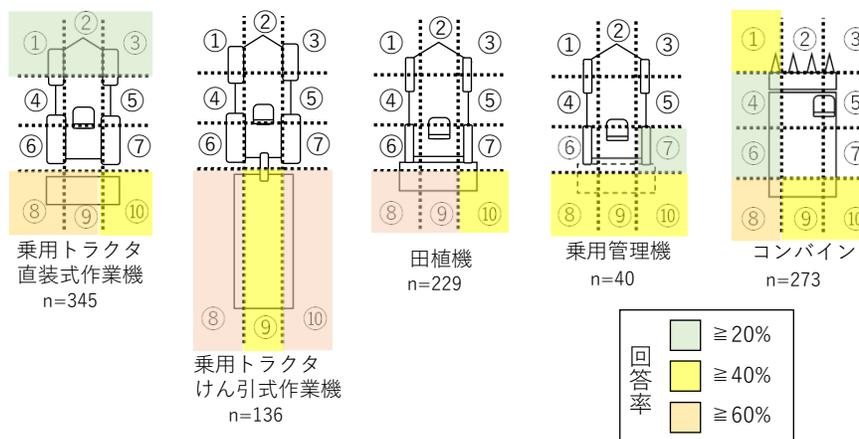
8

## 農業機械視認性アンケート結果

農業者は、多くの機種で後方が見えにくいと回答。

少なくとも1機種以上に○を付けた回答者88.9% (426/479人)

→ 視認性に課題ありと認識

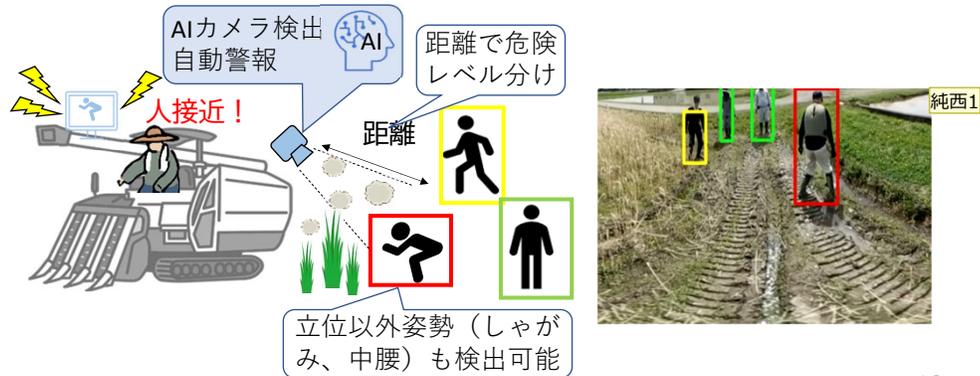


9

## 試作システムの概要



農業機械の後方にカメラを設置し、人の接近をAI等で自動的に検出して運転者へ警報する。接近距離に応じて危険レベルを判断し、レベルごとに警報を変化させる。状況をモニタで確認できる。立位以外の姿勢（しゃがみ、中腰等）を90%以上検出可能とする。

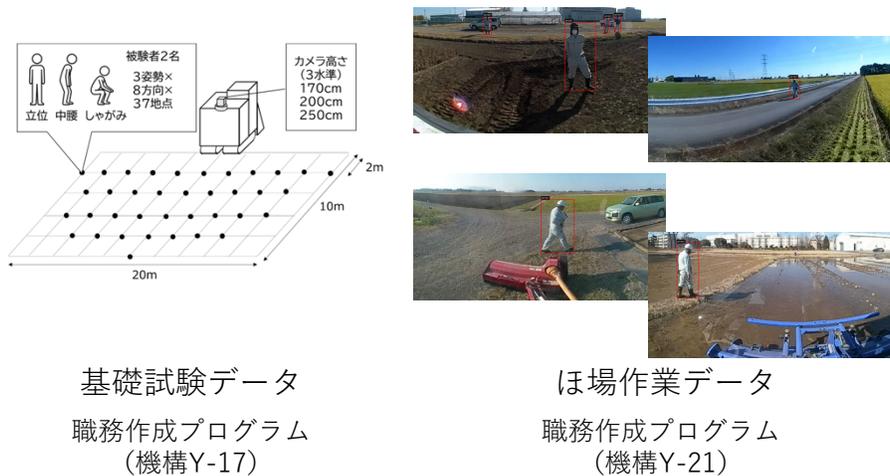


10

## 農作業用AI学習データ



基礎試験及びほ場作業時に収集した映像(4282枚)で転移学習した。



11

## AIモデル検出精度結果



収穫作業現場画像による検出精度検証結果は、対照モデルより開発AIモデルの方が再現率(未検出の少なさ)、F値(正確さ、見逃しのバランス)が良好。

| AIモデル<br>学習データ  | 開発AIモデル<br>農作業用学習データ |      |      |      |      | 対照AIモデル (Yolo v8)<br>MS COCO 2017 |      |      |      |      |
|-----------------|----------------------|------|------|------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|
|                 | 全体                   | 立位   | 中腰   | しゃがみ | 遮へい  | 全体                                | 立位   | 中腰   | しゃがみ | 遮へい  |
| 検証画像分類          |                      |      |      |      |      |                                   |      |      |      |      |
| 適合率 (Precision) | 0.96                 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.86 | 0.96                              | 0.96 | 0.92 | 1.00 | 0.95 |
| 再現率 (Recall)    | 0.92                 | 0.98 | 0.94 | 0.91 | 0.67 | 0.28                              | 0.36 | 0.11 | 0.40 | 0.25 |
| F値 (F1score)    | 0.94                 | 0.98 | 0.96 | 0.94 | 0.75 | 0.44                              | 0.52 | 0.19 | 0.58 | 0.40 |

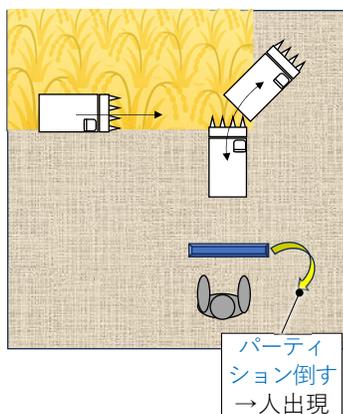
- 1)IoU=0.6：検出と正解領域との重なり割合で人検出の閾値。今回は60%以上で検証。収穫作業現場での収集画像3724枚を使用。
- 2)適合率：検出した人の内、実在の人の割合。誤検出少なさ指標。
- 3)再現率：実在する人の内、正しく検出した割合。未検出少なさ指標。
- 4)F値：検出の正確さと見逃しの少なさをバランスよく評価する指標。

12

## 試作システム効果検証方法



水稲ほ場4隅に配置したパーティションに隠れて被験者が待機し、コンバイン後退時に出現する。出現時にランダムに立位、中腰、しゃがみ姿勢をとる。運転者の人接近の認識状況を測定した。



### 【試験条件】

- 作物：水稲  
 供試機：①AIカメラ、②バックカメラ、③目視(サイドミラー含む)  
 機械：自脱コンバイン(キャビン)  
 被験者：4名(男性)、運転者：1名

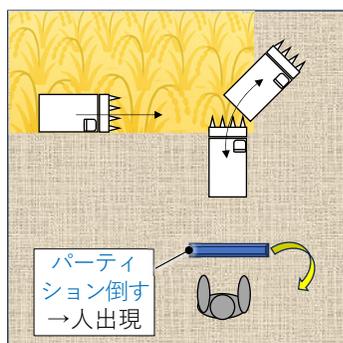


13

## 試作システム効果検証

水稲ほ場4隅に配置したパーティションに被験者が隠れて待機し、コンバイン後退時に出現する。出現時にランダムに立位、中腰、しゃがみ姿勢をとる。運転者の人接近の認識状況を測定した。

→結果 認識率 : 試作システム・バックカメラは90%以上、目視は40%  
認識時間 : 試作システムは3秒以内、バックカメラ・目視は5秒以上



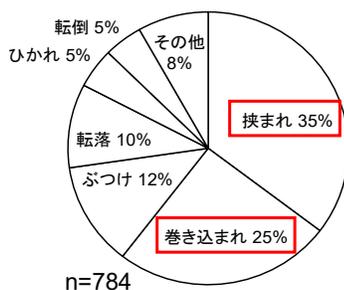
【供試機】

- ①試作システム(AIカメラ)、
- ②バックカメラ、③目視(サイドミラー含む) 14

## 手接近検出システム

## 背景と目的

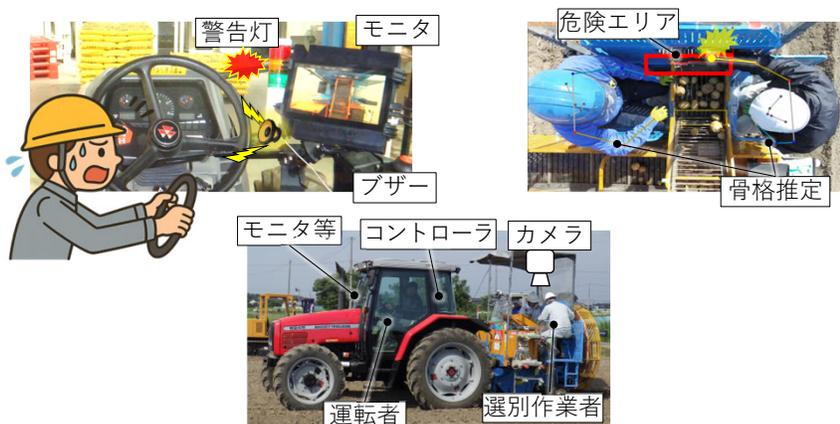
北海道でポテトハーベスタでの事故が年間40件弱発生し、挟まれ、巻き込まれが60%を占めている。選別コンベアは安全カバーが困難である。トラクタ運転者が後方の選別作業者の状況を確認しにくい。事故を低減するために、危険力所に手を入れるなどの選別作業者の状況をモニタリングし危険な部位への手の進入を運転者へ警報することで安全を支援するシステムを試作した。



16

## 試作システムの概要

ポテトハーベスタの選別コンベア上方に設置したカメラ映像から選別者の関節座標をAI（骨格推定）で推定し、あらかじめ設定した危険エリアへの選別作業者の手の進入をリアルタイムに検出、トラクタ運転者にブザー、警告灯等で報知する。



17

## 手の進入検出精度検証

イモの掘り取り作業中、選別作業者それぞれに異なるランダムなタイミングに音で、あらかじめ設定した危険エリア近くへ手の進入を指示した。試作システムによる自動検出結果と収録映像農小1の解析結果とを比較した。



18

## 結果と考察

掘り取り作業中の精度検証結果は、再現率、適合率、F値いずれも良好。

|        |      | AI認識結果 (回) |      |     |
|--------|------|------------|------|-----|
|        |      | 進入         | 進入せず | 合計  |
| 目視 (回) | 進入   | 187        | 11   | 198 |
|        | 進入せず | 0          | —    | 0   |
|        | 合計   | 187        | 11   | 198 |

再現率：94%、適合率：100%、F値：97%

※実際に進入しなかった場面は無数にあるため

- 1)再現率：実在する人の内、正しく検出した割合。未検出少なさ指標。
- 2)適合率：検出した人の内、実在の人の割合。誤検出少なさ指標。
- 3)F値：検出の正確さと見逃しの少なさをバランスよく評価する指標。

19

## 試作システム効果検証

イモの掘り取り作業中、選別作業者それぞれに異なるランダムなタイミングに音で、設定した危険エリアへ手の進入を指示した。運転者の手進入の認識状況を測定した。

試験条件 運転者の手の進入確認方法

- ①試作システム モニタ、警告灯、ブザー
- ②モニタ モニタのみ
- ③目視 後方確認、サイドミラー

→結果 運転者認識率

試作システム90%以上、  
モニタ60%、目視40%



20

## まとめ

農業では挟まれ、巻き込まれによる死亡事故が下げ止まりし安全対策が期待されている。

他産業等において、AIを活用して従来困難であった条件下での人や身体部位の検出技術が開発され普及し始めている。さらに、協調安全技術が次世代の安全技術として注目され開発が進められている。

本研究では人や手が機械の危険部位とが接近するものの安全カバーが困難で事故リスクが高い作業、機械対しAI画像処理を活用した人や手の検出し警報する技術を開発した。農作業時の検出精度、試作システムによる運転者の警報の認識は従来技術より良好であった。

21

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：

農業機械研究部門 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7年度 農業機械研究部門研究報告会

---

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
農業機械研究部門一

〒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8年3月5日