

平成30年度  
事業報告

平成31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

2018 年度（平成 30 年度）実施課題一覧	3
-------------------------	---

(以下、原則として 2018 年度で完了する課題のみ記載)

### 1. 戦略統括監付

#### 戦略－1 戦略推進室

戦略－1－5 ゴマ等微細子実実用機械収穫・乾燥調製技術に関するニーズ調査	10
戦略－1－6 国産果実安定生産のための花粉自給率向上につなげる省力・低コスト花粉採取技術の開発	12

### 2. 安全検査部

#### 検査－4 性能評価ユニット

検査－4－2 バイオマス由来高分子を用いたセル成型用育苗培地の固化・成形技術に関する研究	18
--	----

### 3. 安全工学研究領域

#### 安全－3 労働衛生ユニット

安全－3－1 複数ロボット作業による安全性確保の開発	22
----------------------------	----

### 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－1－1 標準区画向けマルチロボット作業システムの開発	26
高度－1－2 営農管理情報に基づく詳細作業データの生成および解析技術の開発	28
高度－1－9 大豆コンバインロボットの収穫同時排出技術の開発	30

高度－3	高度情報化システムユニット	
高度－3－1	要素技術連携仕様開発及び実装支援	32
高度－3－3	地域・農法等を考慮した稲作作業語彙体系記述方法の確立	34
高度－3－4	UAVによる稲作情報モニタリング技術の開発実証	36

## 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－1－1	トラクタと作業機の高度連携による高精度化技術の開発	40
次世代－1－2	移植作業における高精度植付位置制御技術の開発	42
次世代－1－3	営農管理システムと作業機の連動通信制御技術の開発	44
次世代－1－4	ロボット農用車両を用いた農作業効率化技術の研究	46
次世代－1－6	高機動畦畔草刈機の適応性拡大に関する研究	48

### 次世代－2 生産システムユニット

次世代－2－1	超音波等の物理的刺激を利用した防除技術の開発	50
---------	------------------------	----

### 次世代－3 ポストハーベストユニット

次世代－3－3	野菜花き等の調製・流通用機械の開発	52
次世代－3－5	粗飼料水分の非破壊推定装置の開発	54

### 次世代－4 基礎技術ユニット

次世代－4－1	豚舎洗浄ロボットの開発	56
次世代－4－2	施設園芸用電動耕うん機の開発	58

## II 安全性検査等業務

1.	検査	62
2.	鑑定等	63
3.	安全性検査	64
4.	一般性能試験	66

### Ⅲ 試作工場、附属農場の運営

1. 試作工場 .....	68
2. 附属農場 .....	70

# I 研究業務

平成30年度実施課題一覧



## 2018 年度（平成 30 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
戦略統括 監付	戦略推進室	高速高精度汎用播種機の現地実証	経常・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	経常・クラスタ	2017～19
		二毛作体系に適した水稻乾田直播技術の開発	経常・クラスタ	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
		ゴマ等微細子実実用機械収穫・乾燥調製技術に関するニーズ調査	経常・クラスタ	2018
		国産果実安定生産のための花粉自給率向上につながる省力・低コスト花粉採取技術の開発－樹種汎用型花蕾採取機械の開発	経常・所内特研	2016～18
		りんご黒星病発生低減のための落葉収集機の開発	経常・クラスタ	2018～21
		セル苗を利用したハウレンソウ栽培移植体系の開発	経常・クラスタ	2018～20
		野菜用の高速局所施肥機の現地実証と高度利用	経常・クラスタ	2018～19
		サトイモ収穫技術の開発	経常・所内特研	2016～18 ～19
		野菜畑における多年生雑草の物理的防除技術の開発	経常・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	経常・所内特研	2018～20
安全検査 部	部全体	ロボット農機の人・障害物検出及び安全性の評価技術の開発	経常・SIP	2017～18
		ロボット農機の安全機能評価試験方法の開発	経常・SIP	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	経常・所内特研	2018～20
	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	経常・SIP	2017～19



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
	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	経常・所内特研	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	経常・所内特研	2018～20
	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	経常・所内特研	2018～20
		バイオマス由来高分子を用いたセル成型用育苗培地の固化・成形技術に関する研究	経常・所内特研	2016～18
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	経常・所内特研	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	経常・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	経常・所内特研	2018～21
		農用トラクターの異常機体挙動検知装置の開発	経常・所内特研	2018～20
	労働衛生ユニット	複数ロボット作業による安全性確保の開発	経常・SIP	2014～18
		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	経常・所内特研	2017～19
		中腰姿勢補助器具の開発	経常・所内特研	2018～20
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	標準区画向けマルチロボット作業システムの開発	交付金・SIP	2014～18
		営農管理情報に基づく詳細作業データの生成および解析技術の開発	交付金・SIP	2014～18
		大規模営農におけるロボットトラクタシステムの確立	経営体強化プロ (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
		営農管理情報に基づく詳細作業データの生成および解析技術の開発	交付金・SIP	2014～18
		福島県浜通り及び避難地域のは場管理軽労化に向けた小型除草ロボット開発・実証	技会委託	2016～18
		大豆コンバインロボットの収穫同時排出技術の開発	交付金	2016～18
		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	2018～19
	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	2017～21
		ロボットを利用した施設園芸ハンドリング・管理作業省力化技術の開発	交付金	2018～20
		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
		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	2017～19
		大規模生産法人における各種作業、生育、環境、エネルギーデータ等の効率的収集手法の確立、情報管理及びオープンプラットフォームデータベースの構築	技会委託	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	2017～21
		施設園芸生産における篤農眼の代替を目指したドローンを活用するセンシング技術開発	目的基礎	2018
		農業共通データ連携基盤への対応技術と人工知能へ利用するためのデータ変換技術の開発	PRISM	2018～21
	高度高度情報化システムユニット	要素技術連携仕様開発及び実装支援	交付金・SIP	2014～18
		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・SIP	2014～18
		地域・農法等を考慮した稲作作業語彙体系記述方法の確立	交付金・SIP	2014～18

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
		UAV による稲作情報モニタリング技術の開発実証	地域戦略プロ	2016～18
		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開発実証	交付金	2016～20
		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
		害虫の世代予測を高度化する手法の開発	目的基礎	2018
		作物生育モデルを活用した農業サービスソリューション構築	交付金	2018
		農業用語標準化に向けた概念体系の構築	交付金・SIP	2016～18
		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	2015～20
次世代コア技術研究領域	自律移動体ユニット	トラクタと作業機の高度連携による高精度化技術の開発	経常・SIP	2014～18
		移植作業における高精度植付位置制御技術の開発	経常・SIP	2014～18
		営農管理システムと作業機の連携通信制御技術の開発	経常・SIP	2014～18
		ロボット農用車両を用いた農作業効率化技術の研究	経常・所内特研	2016～18
		AI を利用した農用ロボット制御技術の開発	経常・所内特研	2018～20
		管理作業用自律走行プラットフォームの開発	経常・所内特研	2018～20
		ISOBUS 作業機械用 ECU の開発スタートアップ	経常・クラスタ	2018
		中山間地域のほ場群エリア内作業に適合した農業ロボット車両の開発	SIP2	2018～22
		高機動畦畔草刈機の適応性拡大に関する研究	経常・クラスタ	2017～18
		ドローンを利用した栽培管理技術に関する基礎研究	経常・所内特研	2017～19
	生産システムユニット	超音波等の物理的刺激を利用した防除技術の開発	経常・所内特研	2016～18
	コンバインの耐久性に関する基礎的研究	経常・所内特研	2017～19	

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
		コンバインの脱穀機構等の電動化に関する基礎研究	経常・所内特研	2017～19
		栽培管理用 AI ロボットの研究開発	経常・クラスタ	2018～22
		トマト用接ぎ木装置の開発	経常・所内特研	2018～20
	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	経常・所内特研	2017～19
		ニンニク調製の軽労化装置の開発	経常・クラスタ	2017～19
		野菜花き等の調製・流通用機械の開発	経常・所内特研	2018
		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
		粗飼料水分の非破壊推定装置の開発	経常・所内特研	2016～18
	基礎技術ユニット	豚舎洗浄ロボットの開発	地域戦略プロ	2016～18
		施設園芸用小型電動耕うん機の開発	経常・所内特研	2016～18
		モジュール型電動農業機械の充電システムに関する研究	経常・所内特研	2018～20



# 1. 戦略統括監付

課題分類：5（2）、6（2）

課題 I D：1060203-03-08\*18

研究課題：ゴマ等微細子実用機械収穫・乾燥調製技術に関するニーズ調査

担当部署：革新工学センター・戦略統括監付戦略推進室

協力分担：なし

予算区分：経常・クラスタ

研究期間：完 2018 年度（平成 30 年度）

## 1. 目的

ゴマをはじめ、エゴマ、ナタネ、ヒエ、アワ、キビ等の微細子実の産地において同子実の収穫・乾燥調製技術の開発に関するニーズ調査を行い、課題化を検討する。

## 2. 方法

1) 微細子実として、ゴマ、エゴマ、ナタネの油脂作物とアワ、ヒエ、キビ、タカキビ、アマランサス等雑穀類の収穫・乾燥調製技術に関するニーズ調査を行った。調査地域は次の通りである。

①ゴマ：鹿児島県（喜界町、南さつま市）、②エゴマ：福島県（会津美里町、金山町、田村市）、岐阜県（飛騨市、下呂市）、富山県（富山市）、③ナタネ：青森県（横浜町）、北海道（滝川市）、④アワ、ヒエ、キビ、タカキビ、アマランサス：岩手県（軽米町）

2) 調査内容は、①栽培の現況、②現状の収穫・乾燥・調製体系、③同体系の問題点、④収穫・乾燥調製技術開発の要望、⑤開発した場合の機器導入の可能性等である。

## 3. 結果の概要

1) ゴマの収穫・乾燥調製体系については、刈取りがバインダ、乾燥が天日干し、脱穀が棒打ち等の人力、調製が唐みで行なわれることが一般的であった。問題点は、台風が襲来した場合に倒伏し易く、更に長程で分枝の絡みもあることから、刈取り作業は順調ではなかった。現地からは、安価で、長程、倒伏、絡みに適応した集積型刈取機開発の要望があった。一方、乾燥、脱穀、調製は現行技術で十分であり、価格や損失から、コンバイン化の要望も少なかった。

2) エゴマの収穫・乾燥調製体系については、収穫が大豆用コンバイン、乾燥が平型乾燥機、調製が唐みやベルト選別機、精選機等で行なわれることが多かった。問題点として、収穫面では、絡みによるヘッダ部の詰まりがあること、収穫適期が3-4日程度、長くても1週間と短く、適期が過ぎると頭部損失が増加することから栽培面積の拡大のネックとなっていること、エゴマ特有の臭いが付着するため、コンバインが専用となること、乾燥調製面では、コンバインに比べて平型乾燥機の乾燥能力が低いことから収穫が休止となること、収穫後の取扱いによって品質が劣化し易いこと、循環型乾燥機は損傷が発生し易いこと、精選機の能率が低いことであった。現地からは、コンバインの損失低減、絡み分離機構の開発、乾燥ムラの低減と高能率な乾燥機、精選機開発の要望があった。

3) ナタネの収穫・乾燥調製体系については、収穫が汎用コンバインや外国製普通コンバイン、乾燥が循環型乾燥機、調製が揺動選別機や唐みで行われていた。問題点としては、絡みによる頭部損失が多く、収量の低下の一因となっていることから、絡み分離機構の開発が望まれていた。一方、乾燥・調製面は、問題が無いとのことであった。

4) 雑穀の収穫・乾燥調製体系については、収穫が大豆用コンバイン、乾燥が平型乾燥機や天日干し、調製が揺動選別機や唐みで行なわれることが一般的であった。問題点として、2mを超える長程作物が多いことや倒伏・稈折れによる絡みによって、ヘッダ部での詰まりや頭部損失が増加すること、最も微細な子実であるアマランサスは、通常のスノコでは漏れることから寒冷紗で包まなければならないこと、雑穀の調製では異物の混入を防ぐ対策が必要であることであった。現地からは、長程や倒伏に対する適応性が高く、絡み分離機構も装着したコンバインヘッダ開発の要望があった。

5) 以上の結果から、長程や倒伏作物に対する適応性が高く、絡み分離機構を装着したコンバインヘッダの開発、微細子実に適応した高能率な乾燥機の開発が必要であることが明らかとなったが、課題化に当たっては、現行技術の問題点について具体的かつ詳細なデータを把握する必要がある。

以上、微細子実用機械収穫・乾燥調製技術に関するニーズを明らかにした。

表1 微細子実の概要

作物名	草丈 (cm)注1)	千粒重 (g)注2)	収量 (kg/10a)注3)	収穫 注4)	乾燥 注5)	調製 注6)
ゴマ	80-140	2.3-3	30-50	①又は②	①又は②	①+②
エゴマ	130-150	3	30-50	④	①又は③又は④	②+③+④
ナタネ	100-150	3.4-4.5	200-250	⑤又は⑥	④	②+③
アワ	100-180	1.8-2.9	150	④	③	②+③
ヒエ	100-200	2.8-3.9	200	③又は④	③	②+③
キビ	200-220	4.1-6	150	④	③	②+③
タカキビ	160-250	11-59	240	④	③	②+③
アマランサス	150-250	0.3-0.7	100	④	③	②+③

注1) 草丈は測定値、注2) 千粒重は及川一也著「雑穀」農文協より、注3) 収量は聞き取り調査

注4) 収穫方法：①手刈り、②バインダ、③自脱コンバイン、④大豆用コンバイン、⑤汎用コンバイン、⑥外国製普通コンバイン

注5) 乾燥方法：①天日乾燥（圃場、道路）、②天日乾燥（ハウス内、軒先）③平型乾燥機、④循環型乾燥機

注6) 調整方法；①脱粒（棒打、人力）、②唐み、③揺動選別機、ベルト選別機、④その他



図1 倒伏したゴマの収穫作業（喜界町）



図2 長稈で絡みあったタカキビの収穫

図3 寒冷紗を敷設した平型乾燥機  
(アマランサス用)

図4 エゴマ（収穫前1週間～10日）

#### 4. 成果の活用面と留意点

微細子実の収穫・乾燥調製技術の課題化に必要なニーズが得られた。

#### 5. 残された課題とその対応

課題化に当たっては、現行技術の問題点について具体的かつ詳細なデータの収集が不十分であるため、調査を行う必要がある。



課題分類：4 (6)

課題 I D：1060301-01-02\*18

研究課題：国産果実安定生産のための花粉自給率向上につなげる省力・低コスト花粉採取技術の開発  
－樹種汎用型花蕾採取機械の開発－（自家調達向け）

担当部署：革新工学センター・戦略統括監付・戦略推進室

協力分担：(株)ミツワ、鳥取大学、埼玉農技セ、群馬農セ、静岡農技研、新潟農総研

予算区分：経常・受託（生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」）

研究期間：完 2016～2018 年度（平成 28～30 年度）

## 1. 目的

スモモ、ナシ、キウイフルーツ等の花粉採取作業の省力化を図るために、花粉採取のための採花作業を省力的に行う花蕾採取機を開発する。

## 2. 方法

- 1) 低樹高ジョイント栽培ナシにおいて所内経常課題「果樹花粉採取作業における採花装置の開発」で試作したアタッチメントを回転させて花蕾を収集する採花装置 1 号機、他用途で使用される市販機（下葉処理機、茶摘機等）、下葉処理機ブレード部のウレタンゴムコードを使用した採花装置 2 号機、手作業選択採花（以下、慣行）の作業能率を評価した。また個人果樹生産者向けの花蕾採取機手持ち式（以下、手持ち式 図 1、表 1）を考案、試作した（2016 年度）。
- 2) 立木栽培スモモ、棚栽培ナシ、棚栽培キウイフルーツ（以下、スモモ、ナシ、キウイ）において手持ち式、手作業一斉採花（以下、一斉採花）、慣行の花粉品質、作業能率を評価した。花粉品質は、生花あたりから採取できる純花粉量および花粉発芽率を乗じた有効純花粉量で評価した。スモモ、ナシは 3 分咲、5 分咲、7 分咲、キウイは中心花 5 分咲、側花未開花の時期に行った。またキウイ向けに花蕾採取機ハサミ熊手式（以下、ハサミ熊手式）および収集器（図 2、表 2）を試作した。（2017 年度）。
- 3) スモモ、ナシにおいて手持ち式、一斉採花、慣行、キウイにおいて手持ち式、ハサミ熊手式、一斉採花（収集器有、無）、慣行の花粉品質、作業能率を評価した。また、採花方法の違いによる採花作業後の採薬作業時間への影響を評価した。スモモは 5～7 分咲で採花を行う 1 回採花と 3 分咲および 5～7 分咲で行う 2 回採花の試験区を設け、採取できる有効純花粉量を比較して手持ち式の使用方法を検討した。ナシは 3 分咲、5～7 分咲、キウイは中心花 3～5 分咲き側花未開花の時期に行った（2018 年度）。

## 3. 結果の概要

- 1) 採花装置 2 号機が慣行の約 3 倍の作業能率となり、これをもとに手持ち式を試作した。手持ち式は、伸縮する把持棒の先端に、小型モータで高速回転するコードをブラシ状に取り付けた花蕾採取部を設けた構造とした。また、棚栽培用の短柄タイプと立木栽培用の長柄タイプの 2 種類を試作した。作業方法は、樹冠下にシート等を敷き、手持ち式を花そうに当てて花蕾を落とし、最後にシート上の花蕾を回収することとした。
- 2) 手持ち式は、スモモ、ナシでは、慣行、一斉採花と比較して作業時間の削減が示唆された。キウイでは、慣行より発芽率が劣り、花蕾の周囲の葉が花蕾採取機構の動きを障害し、省力化の効果は限定的であり、新たに適期の花蕾のみを採取することを目指したハサミ熊手式を試作した。
- 3) スモモでは、手持ち式は採花回数の違いによる花粉品質の差は小さく、有効純花粉量は慣行と比較して 1 回採花では 1/2 程度であったが、2 回採花はほぼ同等であった。作業時間は慣行と比較して 1 回採花、2 回採花ともに 7 割程度削減され、開花期中に 2 回採花を行うことで受粉樹あたりの花粉を有効に採取できることが示された。ナシでは、花粉品質は開花状況に影響されず、手持ち式の作業時間は慣行と比較して 8 割程度削減された。キウイでは、慣行の花粉品質が最も良く、手持ち式、ハサミ熊手式ともに省力効果は認められなかった（表 3、表 4）。また、採薬作業時間は、各樹種とも採花方法の違いによる影響は小さかった。

以上、果樹栽培における花粉採取のための採花作業の省力化を図る花蕾採取機を開発した。

表1 花蕾採取機手持ち式 主要諸元

全長	短柄タイプ 長柄タイプ		
	最短	mm	835 1645
	最長	mm	1580 2255
機械質量(バッテリー除く)	kg	0.9 1.3	
花蕾採取部	ウレタン	本数	本 10
	コード	長さ	mm 160
		軸長さ	mm 170
		回転速度	rpm 0~2700
	モータ	9.2W、12V、210g	
	バッテリー定格容量	DC12V、12Ah、0.7kg	

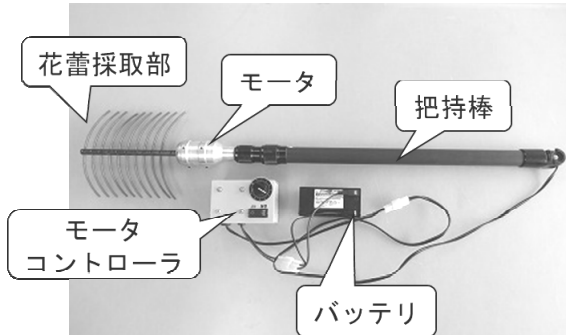


図1 花蕾採取機手持ち式



図2 左：花蕾採取機ハサミ熊手式 右：收集器

表2 花蕾採取機ハサミ熊手式主要諸元

全長	mm	90
全幅(閉時)	mm	78
爪長さ	mm	30
爪開閉幅(先端)	mm	0~23

表4 生花1kgあたりの花粉品質

樹種	採花方法	開花状況	採取できる純花粉量【A】(g)	発芽率【B】(%)	有効純花粉量【=A×B】(g)		
立木栽培 スモモ	手持ち式	5-7分咲き	1回採花	4.2	46	1.9	
	2回採花		3.3	38	1.9		
	一斉採花	5-7分咲き	1回採花	3.3	40	1.5	
	慣行		-	6.3	56	3.1	
	棚栽培 ナシ	手持ち式	3分咲	一斉採花	2.9	69.3	2.0
		慣行		4.9	80.5	3.9	
手持ち式		5分咲	一斉採花	4.0	75.2	3.0	
慣行			-	5.0	69.0	3.5	
棚栽培 キウイ フルーツ		手持ち式	7分咲	一斉採花	3.7	72.5	2.7
		慣行		2.7	86.2	2.3	
	手持ち式	中心花	一斉採花	3.8	73.7	2.8	
	慣行		2.6	30.8	0.8		
	棚栽培 キウイ フルーツ	ハサミ熊手式	3-5分咲 側花	一斉採花	3.4	32.6	1.1
		慣行		2.9	31.4	0.9	
一斉採花		未開花	一斉採花	2.6	29.8	0.8	
慣行			6.1	37.0	2.3		

表3 花粉採取のための作業時間

樹種	採花方法	採花作業時間(人・h)	採薬作業時間(人・h)	合計(人・h)	慣行に対する比率
立木栽培 スモモ	手持ち式	3.8	4.3	8.1	24
	1回採花				
	手持ち式	3.8	4.4	8.2	24
	2回採花				
	一斉採花	16.7	5.4	22.1	65
1回採花					
一斉採花	22.2	2.8	25.0	73	
2回採花					
慣行	31.5	2.6	34.1	100	
棚栽培 ナシ	手持ち式	0.8	0.8	1.6	16
	一斉採花	4.1	1.0	5.1	51
	慣行	9.4	0.7	10.1	100
棚栽培 キウイ フルーツ	手持ち式	6.5	2.5	9.0	152
	ハサミ熊手式	8.5	1.8	10.3	173
	一斉採花	3.3	2.2	5.5	92
	収集器有	4.6	2.6	7.1	120
	収集器無	5.0	0.9	5.9	100

※有効純花粉量 20g を採取するための作業時間を試験結果からシミュレーションを行い算出

※スモモは2018年度の試験結果

※ナシ、キウイの手持ち式、一斉採花、慣行は2017~2018年度の平均値

※スモモは、2018年度の結果

※ナシは、2017年度の結果

※キウイの手持ち式、一斉採花、慣行は2017~2018年度の平均値、それ以外は2018年の試験結果

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 次期イノベーション創出強化研究推進事業に参画し、実用化を目指す。
- 2) スモモ、ナシ、キウイ以外の樹種での試験は未実施。

#### 5. 残された問題と対応

新規課題で実用規模での試験を行い、実用化を目指す。また、花粉採取以外の作業への適応性拡大について検討する。

課題分類：4（6）

課題 I D：1060301-01-02\*18

研究課題：国産果実安定生産のための花粉自給率向上につなげる省力・低コスト花粉採取技術の開発  
－樹種汎用型花蕾採取機械の開発－（大規模生産向け）

担当部署：革新工学センター・戦略統括監付・戦略推進室

協力分担：(株)ミツワ、鳥取大学、埼玉農技セ、群馬農セ、静岡農技研、新潟農総研

予算区分：経常・受託（生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」）

研究期間：完 2016～2018 年度（平成 28～30 年度）

## 1. 目的

スモモ、ナシ、キウイフルーツ等の花粉採取作業の省力化を図るために、花粉採取のための採花作業を省力的に行う花蕾採取機を開発する。

## 2. 方法

- 1) 受粉用花粉の大規模生産者を想定した樹形と花蕾採取機自走式 1 号機（以下、1 号機 図 1）を考案、試作した（2016 年度）。
- 2) 低樹高ジョイント栽培ナシにおいて、1 号機、手持ち式、慣行の作業能率を評価した。問題点を抽出し、花蕾採取機自走式 2 号機（以下、2 号機 図 2、図 3、表 1）を試作した（2017 年度）。
- 3) 低樹高ジョイント栽培ナシにおいて、改良後の 2 号機を供試し、作業能率を評価した。問題点を抽出し、今後の検討を行った（2018 年度）。

## 3. 結果の概要

- 1) 花粉採取用の樹形として、低樹高ジョイント栽培を元にして、側枝を通路側に張り出して T 字型の断面形状となる樹形を、埼玉農技セと共同で考案した。1 号機は、走行部に市販の電動運搬車、その荷台部分に花蕾採取機構を搭載した。花蕾採取機構の前方開口部から花蕾の付いた側枝を取り込み、上部の垂直回転ブラシと下部の水平回転ブラシで花蕾を脱落し、下部のコンテナに貯留する構造とした。また、作業前に上下位置を調節するために、花蕾採取機構と荷台部の間に手動式パンタグラフジャッキを 3 台設置した。
- 2) 低樹高ジョイント栽培ナシは想定した T 字樹形より側枝高さ、上下幅の変動が大きく、1 号機での連続作業は限定的であったが、慣行、手持ち式と比較して採花作業時間の削減が示唆された。地面の凹凸や枝の上下幅の変化に対応する機能の向上が必要であることが確認されたため、新たな昇降機構を検討し、2 号機を試作した。2 号機は、花蕾採取機構の通路側に設けた支点で走行部と接続し、支点を中心に回転する構造とした。花蕾採取機構の重量の大半をガススプリングで支えることで、花蕾採取機構の開口部下端部高さを最大±130mm 昇降を可能とした。
- 3) 2 号機の昇降機構に、電動シリンダーを付加し、作業者が手元のスイッチで上下動を操作できるようにした。動作確認試験では、走行中に昇降機構を操作できるようにしたことで、樹列片側の全行程を連続して作業することが可能であった。しかし、停止して昇降機構を操作してから走行する、固い枝や太い枝を避ける、切り返しを複数回行う、電動台車の走行トルク不足から地面の凹凸を乗り越えられない等の事例が見られた。生花 1 kg あたりの採花作業時間は、棚栽培ナシでの慣行と比較して 5 割程度削減となったが、手持ち式と比較して省力効果は認められなかった（表 2）。現状の樹形では自走式機械の適応は限定的であり、機械、栽培様式等と合わせて改めて検討する必要があると考えられる。

以上、大規模花粉生産を想定した樹形の検討、および対応する花蕾採取機自走式を開発し、問題点を抽出した。

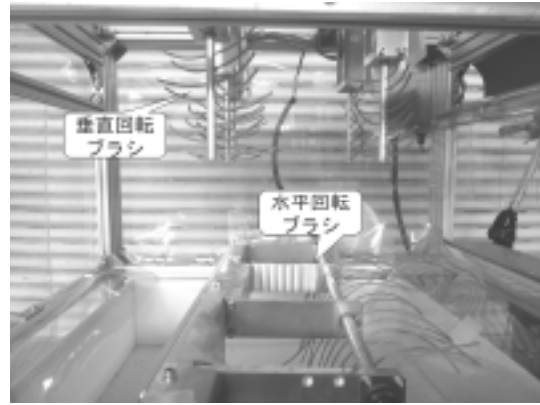
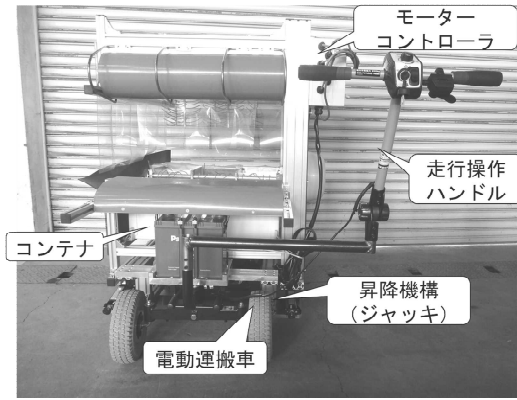


図1 花蕾採取機自走式試作1号機 (左:正面 右:内部)

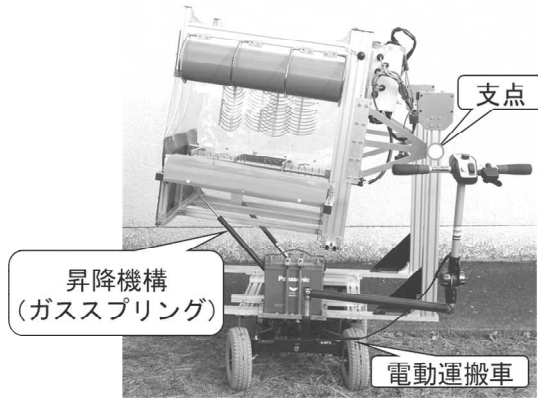


図2 花蕾採取機自走式2号機 (左:上昇時 右:下降時)

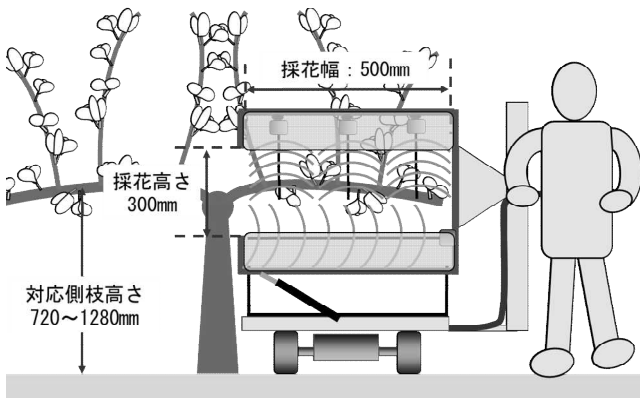


図3 花蕾採取機自走式2号機 作業模式図

表2 生花1kgを採取するための採花作業時間

仕立て	供試機	採花作業時間 (人・h)
低樹高ジョイント	自走式2号機	0.3
	手持ち式	0.1
棚栽培	慣行	0.6

表1 花蕾採取機自走式2号機 主要諸元

走行部		二輪駆動電動台車		
全長×全幅×全高	mm	1450×1250×1210 (水平時)		
機械質量	kg	125		
走行速度	km/h	0~4.5		
対応側枝高さ	mm	720~1280		
採花範囲(幅×高さ)	mm	500×300		
垂直回転 ブラシ	ウレタン 本数	本	15	
	コード 長さ	mm	150	
	軸長さ	mm	200	
	回転速度	rpm	0~1800	
		台数	進行方向前方2台 後方3台	
水平回転 ブラシ	ウレタン 本数	本	19	
	コード 長さ	mm	300	
	回転速度	rpm	0~1400	
	台数	1台		

4. 成果の活用面と留意点

大規模花粉生産技術の開発に資する。

5. 残された問題とその対応

自走式機械の性能評価には適応する樹形が必要であり、自走式機械の使用を想定した樹形の受粉樹栽培が普及した際には、改めて課題化を検討する。



## 2. 安全検査部

課題分類：3 (3)

課題 I D：1060403-01-02\*18

研究課題：バイオマス由来高分子を用いたセル成型用育苗培地の固化・成形技術に関する研究

担当部署：革新工学センター・安全検査部・性能評価ユニット

協力分担：金沢工大、長野野花試、産総研

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2016～2018 年度 (平成 28～30 年度)

## 1. 目的

有機栽培への適用が期待でき、根鉢形成前でも移植時に苗根鉢部が崩落しにくい、バイオマス由来高分子を用いた、育苗培土を現場で簡易に固化・成形できる技術を開発する。

## 2. 方法

- 1) バイオマス由来高分子として、タマリンドガム (以下、TG)、アルギン酸ナトリウムとキトサンの高分子電解質複合材 (以下、PIC)、デンプン+アガー (寒天) を用い、これらの水溶液やそれに添加物を加えたもの (表 1) をバインダーとして供試した。バインダーを長野県で一般的な市販のセルトレイ用野菜育苗培土「与作 N-15」と混練し、200 穴セルトレイに詰め込んで作製した培地でハクサイを育苗して、全自動野菜移植機の引抜き爪 (以下、爪) 単体を用いた際の引抜きの可否や、育苗目標を慣行の移植適期とした苗の生育の状況を調査した。(2016 年度)
- 2) 1) の結果より、生育改善のため、セルトレイに詰める適切な培地量の検討および窒素分を多く含む培土「与作 N-25」による培地作製を行った。バインダーは 1) で引抜きが可能であったものを基本として、ハクサイを育苗し、生育の状況や供試機 (全自動野菜移植機 ヤンマー ACP-1M) を用いたときのセルトレイからの引抜きの状況を調査した。(2017 年度)
- 3) 2) の結果より、引抜きの状況を改善するため、培地の固化の程度が向上するよう、濃度の異なるバインダーを用いた培地を供試し、育苗したハクサイおよびレタスの生育と引抜きの状況、培地の固化の程度を調査した。また、異なる形状の爪を供試し、引抜きの状況を調査した。(2017～2018 年度)

## 3. 結果の概要

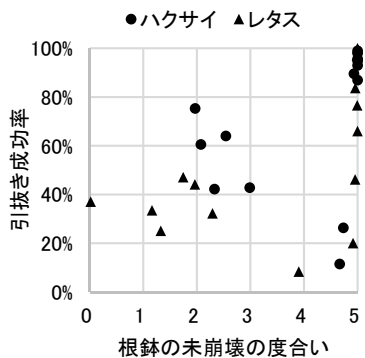
- 1) 引抜きについては表 1 のとおりバインダー③、⑦、⑧および⑨を使用した培地で可能であった。生育は、対照区と比較して⑧で同程度、⑦および⑨でやや劣り、それ以外は本葉展開に至らなかった。
- 2) 培地量を慣行と同程度に、かつ培土を変更したことにより、バインダーを使用した培地での生育が対照区と同等になった (表 2)。引抜きの状況は、育苗目標を慣行の移植適期とした苗では対照区と同程度であったが、根鉢形成前とした苗では爪が培地を把持できずに失敗する場合があったため、根張りによらず培地の固化の程度を向上させる必要があった。また供試した爪は 1 種類のみであったため、爪の形状等による結果への影響についても検討の余地があると考えられた。なおデンプン+アガーは、培土との混練時に取扱性の面で難があったため、バインダーとしては採用不可と判断した。
- 3) ハクサイについて、PIC を用いた場合は、0.7～3.0wt%で対照区と地上部重が同等であった (図 1 左 (1))。また、図 1 左 (2) やその他の結果も含めると、2.0wt%を超えると生育への影響が見られる傾向であり、また引抜きの状況については 2.0wt%が良好であった。TG を用いた場合は、濃度とともに粘度が上がり、2.0wt%を超えると培土との混練が困難になる等の支障があった。1.0wt%と 1.5wt%とでは、地上部重は同等で、引抜き成功率は 1.0wt%の方がやや高かった (図 1 右)。これらのことから、生育、引抜き、取扱いの各面から良好なバインダー濃度は、PIC では 2.0wt%程度、TG では 1.0～1.5wt%の間である可能性が示された。引抜き成功率については、一部を除いて培地の固化の程度が影響する可能性が示された (図 2)。レタスについては、ハクサイと比較して生育は同等かやや劣り、引抜き成功率は低い場合があったこと、ハクサイも含めて高温対策のため多量に灌水した際にバインダーを使用した苗で生育が大きくばらついたことなど、原因の解明に至らなかった事象もあった。爪 B (図 3) を新たに供試したところ、バインダーの濃度が高いと引抜いた培地が爪から離れない場合があったが、従来の爪 A (図 3) よりも成功率のばらつきが小さくなり、爪の形状等が影響する可能性が示唆された。

以上、育苗培土を固化する際にバインダーとして使用できる可能性のある、バイオマス由来高分子の種類および濃度等の条件を明らかにするとともに、改善点や解明すべき事柄の抽出を行った。

表1 引抜き爪単体による引抜きの状況

バインダーの種類	引抜き可否
① TG 5wt%	×
② TG 3.5wt%	×
③ TG 2.0wt%	○
④ TG 5wt%+竹粉	×
⑤ TG 5wt%+CNF <sup>1)</sup>	×
⑥ TG 5wt%+CNF <sup>1)</sup> +竹粉	×
⑦ PIC 0.7wt%	○
⑧ PIC 0.7wt%+竹粉	○
⑨ デンプン+アガー 1:1 <sup>2)</sup>	○
⑩ デンプン+アガー 1:1.5 <sup>2)</sup>	×
⑪ デンプン+アガー 1:2 <sup>2)</sup>	×
対照区(バインダーなし)	×

使用培土…「与作 N-15」  
 (主原料:パーミキュライト、ピートモス等)  
 育苗時期…①~③は 2016.10、  
 それ以外は 2016.9  
 播種後 8~9 日目に調査  
 1) CNF:セルロースナノファイバー  
 2) 濃度はデンプン 2.0%、アガー 2.5%。  
 比は培土量:水溶液量



育苗期間:  
 2018.8.13・20・24~9.4、10.30~11.28  
 バインダー:PIC 2.0wt%、TG 1.0・1.5・2.0wt%、  
 バインダーなし(培土「与作 N-15」「与作 N-25」)  
 引抜き爪の形状:A(図3参照)  
 培地の固化の程度…地上 15cm から落下させた後の根鉢部分の未崩壊の度合いで評価  
 0:10%以下 3:50~70%  
 1:10~30% 4:70~90%  
 2:30~50% 5:90~100%

図2 引抜き成功率と培地の固化の程度

4. 成果の活用面と留意点

学会発表 5 件 (うち 1 件予定)。研究報告会で発表予定。農食工学会へ投稿予定。

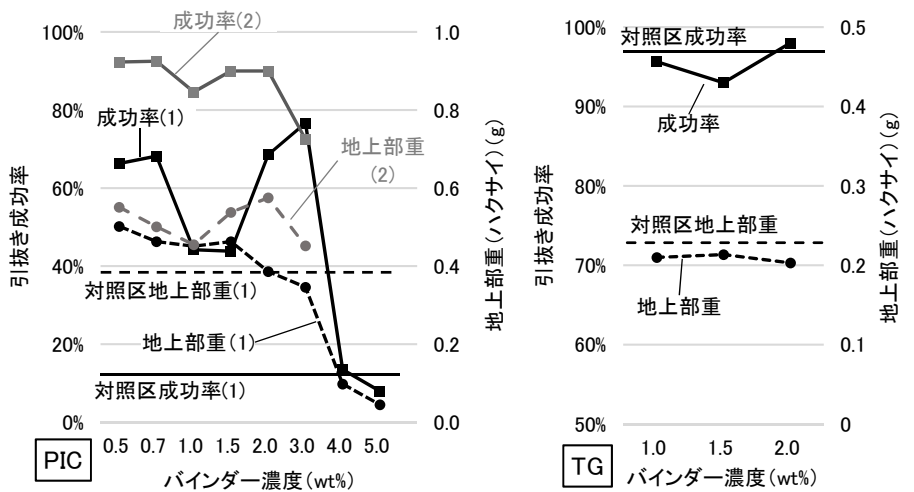
5. 残された問題とその対応

高温あるいは水分過多がバインダー使用時に生育に影響した可能性、爪の形状等が引抜きの状況に影響した可能性、培地の固化の程度が高くて引抜き成功率が低い場合があったこと等について原因や理由を明らかにすることが必要である。実用化する場合は、さらに種々の条件下での生育や引抜きの状況を確認する必要がある。

表2 培地量および培土の違いによる生育状況 (地上部重)

トレイ 1 枚あたり培地量 <sup>1)</sup>	2500g	1800g	1800g
培土	与作 N-15	与作 N-15	与作 N-25
TG <sup>2)</sup>	0.05g	0.17g	0.20g
PIC 0.7wt%	0.19g	0.18g	0.28g
PIC 0.7wt%+竹粉	0.34g	0.25g	0.22g
対照区 <sup>3)</sup>	0.35g	0.37g	0.23g
育苗期間	2016.9.6 ~29 <sup>2)</sup>	2017.6.8 ~25	2017.8.21 ~9.4

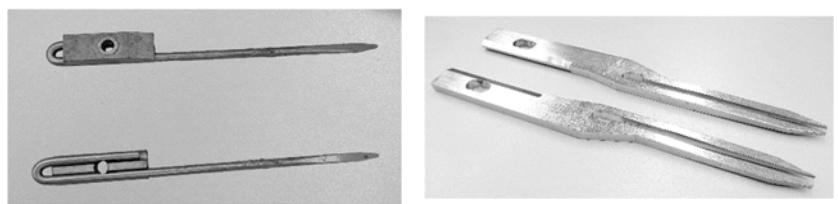
1) 培地量は培土+バインダー(対照区の場合は培土+水)の合計量  
 2) TG は培地量 2500g のとき 2.0wt%、育苗期間 2016.10.5~31。1800g のとき 1.0wt%+竹粉  
 3) 対照区はすべて培地量 1800g、培土は「与作 N-15」



引抜き成功率(成功率): (転倒せずに植付部まで至った苗の数) / (引抜いた苗の数) × 100 (%)  
 PIC…培土「与作 N-25」(対照区は「与作 N-15」)

(1): 育苗期間 1 回目 2018.4.16~5.2、(2): 育苗期間 2 回目 2018.5.7~24  
 TG…培土「与作 N-25」(対照区も同じ)、育苗期間 2018.10.30~11.28

図1 バインダー濃度の違いによる引抜きおよび生育の状況の例



A (供試機の標準)

B (形状が異なるもの)

図3 引抜き爪の形状





### 3. 安全工学研究領域

課題分類：11（9）、12（9）

課題ID：1060402-01-03\*18

研究課題：安全性確保ガイドラインの策定－複数ロボット作業による安全性確保の開発

担当部署：革新工学センター・安全工学研究領域・労働衛生ユニット

協力分担：北海道大学、京都大学、産総研

予算区分：経常・受託（内閣府「SIP」）

研究期間：完 2014～2018 年度（平成 26～30 年度）

## 1. 目的

IT 等の先端技術による農業のスマート化により高品質・省力化を同時に達成する生産システムの実現することを目的として、土地利用型農業においては、ロボットの実用化が推進されている。これには安全性確保が重要であるが、ロボットを複数台使用する際の安全性に関しては要件が作成されていない。そこで、複数ロボットが同時作業する場合における安全性確保のための技術要件案を作成する。

## 2. 方法

- 1) ロボットトラクタ 2 台、ロボット自脱コンバイン 2 台、ロボット田植機 1 台のそれぞれの作業を監視し、リスク要因となりうる危険事象を調査した。なお、ロボットトラクタは、使用者がほ場端から監視しながら、2 台ともにそれぞれ 1 枚のほ場内で、または 1 台ずつ隣接した複数のほ場でそれぞれ耕うん、代かき作業を行った。ロボット自脱コンバインは、使用者がほ場端から監視しながら、1 枚のほ場内で 2 台ともに収穫作業を行った。ロボット田植機は、1 枚のほ場で 1 台で田植え作業をし、ほ場端から使用者が監視しながら苗準備、補給する方法で行った。（2014～18 年度）
- 2) 危険事象から想定される事故や対策例を、他産業の安全対策、安全規格などを参考に整理し、ロボット（機械側）の必要な安全装置を検討した。（2014～16 年度）
- 3) 他産業の安全対策などを参考にロボット運用方法における安全対策として必要な要件、使用者訓練プログラム項目案、警告看板様式案を作成した。（2015～18 年度）

## 3. 結果の概要

- 1) ロボットトラクタ作業では、①ステアリング等の不調のため枕地で経路逸脱、②青色の回転灯のみの表示であることによるロボット運転状態の分かりにくさ、③ほ場に隣接する農道通行者等（第三者）の存在などの危険事象が認められた。ロボット自脱コンバイン作業では、①後続のロボットが自動運転を先に開始したことによる衝突おそれ、②GNSS 固定局のバッテリー電圧が低下による自動停車、③ 2 台の接近、④刈取部への詰まり除去のための接近、⑤運転状態表示装置の死角、⑥ほ場に隣接する農道の通行者などの危険事象が認められた。ロボット田植機作業では、①ロボットへ苗補給時、機械調整時の接触、転落リスク、②運転状態表示装置がないことによるほ場端からのロボットの状況が分かりにくさ、③ほ場に隣接する農道の通行者等（第三者）の存在などの危険事象が認められた。
- 2) ロボット同士の衝突に対しては、機械側安全防護では相互通信機能、障害物センサ、付加保護方策では非常停止装置が、使用上の情報では状態表示・警告装置などの安全装置がそれぞれ考えられた（表 1）。その他の危険事象に対するロボット（機械側）の対策は、経路逸脱停止、領域外逸脱停止などであった。
- 3) ロボットの運用における安全対策として、使用者訓練、監視、安全柵、警告看板設置などが必要と考えられた。使用者訓練プログラムの項目として、機械の構造、設定方法並びに、適用作業、使用条件、安全装置の内容・性能や作動と復帰方法、危険状態例などの学科と実技を行う必要があると考えられた。警告看板の記載内容として、警告タイトル、本文、写真・イラスト、連絡先から構成され、外国人、子供を含む第三者にも目に付きやすくするために禁止マーク、英語、ひらがなの併記も必要と考えられた（図）。これらの内容をまとめ、安全性確保のための技術要件案を作成した（表 2）。この技術要件案をプロジェクト内および農水省ロボット安全事業、日農工、ISO に提案することで、農業機械メーカーのロボットや警告看板等が改良された。また、日農工でロボット警告装置や使用者訓練、警告看板等に関するガイドライン等に採用された。

以上、ほ場試験での複数ロボット作業時の危険事象を踏まえ、安全規格等を参考に、複数ロボットが同時作業する場合における安全性確保のための技術要件案を作成した。

表1 危険事象に対応する機械側と運用方法(下線部)の対策例(抜粋)

危険事象	想定される事故	対策例(抜粋)	具体的内容(抜粋)
後続のロボットが自動運転を先に開始して先行ロボットへ衝突しそうになり遠隔停止させた。	後続のロボットが先行ロボットへ追突する。	[本質的安全] 無	
		[機械側安全防護] 相互通信機能	2台の相対位置、経路を互いに通信・把握し、一定距離以上離れて作業し、接近した場合には優先順位の低い機械が停止または、回避経路へ変更する。
		障害物センサ [機械側付加保護方策] 非常停止装置 <u>[使用者の対策(運用)]</u> <u>常時監視、使用者訓練</u>	障害物を検出したら停止する。 使用者、監視者が常時監視し危険状態を察知したら、直ちにロボットを停止させる。 <u>危険状態、監視目安、停止操作を訓練する。</u>
		[機械側使用上の情報] 状態表示・警告装置 識別目印 <u>[使用者の対策(運用)]</u> <u>使用者訓練</u>	使用者、監視者等が危険状態を察知しやすいようロボットの運転状態を周囲に視覚、聴覚手段によって表示する。識別目印を表示する。 <u>監視目安、表示内容を習得する。</u>
		<u>[使用者の対策(運用)]</u> 適切な経路設計	十分な時間間隔においてロボットを始動させる。 <u>圃場の対角位置など十分な距離を保った開始位置で作業させる。圃場内を2つのエリアに区分して交差しない経路で作業させる。</u>

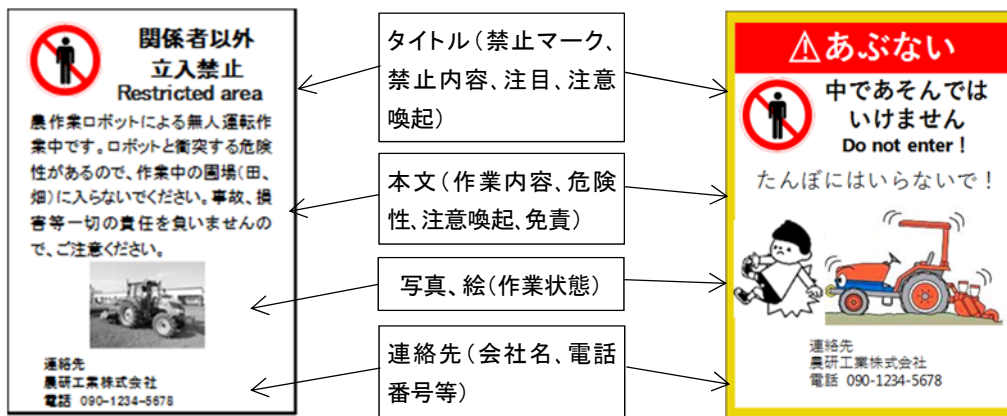


表2 技術要件書の全体構成

技術要件	段階	対象	取り組み	具体的内容
基本事項 (基本概念、リスクアセスメント、保護方策、管理体制)	設計配慮事項	設計、製造	設計者のリスクアセスメント、機械保護方策、情報提供(本質安全設計、安全防護、付加保護方策、使用上の情報等)	誤作動、衝突、暴走、巻き込まれ等対策(領域外逸脱停止装置、非常停止装置、運転状態表示装置等)
	使用配慮事項 (運用方法等)	導入～使用	販売者、機械管理者 安全管理者、使用者、補助者	使用現場でのリスクアセスメント、保護方策、安全管理、安全使用(条件整備、管理運用、作業計画、使用者訓練、作業時留意内容等)

4. 成果の活用面と留意点

農林水産省、日農工、農業機械メーカー等のロボット農機の安全対策の資料として活用できる。日農工等のガイドライン及びISOに活用された。研究報告会で報告予定。

5. 残された問題とその対応

特になし。



## 4. 高度作業支援システム研究領域

---

課題分類：12（1）（2）

課題 I D：1060101-01-01\*18

研究課題：標準区画向けマルチロボット作業システムの開発

担当部署：革新工学センター・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：井関農機（株）

予算区分：経常・受託（内閣府「SIP」）

研究期間：完 2014～2018 年度（平成 26～30 年度）

---

## 1. 目的

本州の農業地帯を想定した標準区画の水田圃場を対象に、複数台のロボットトラクタを連携させて運行可能な作業システムを構築し、圃場が分散している場合、あるいは連担している場合、それぞれで現地試験を実施しシステムの安全性、実用性、効率性等を検証する。

## 2. 方法

- 1) 本州の農業地帯を想定した標準区画ほ場における複数のロボットトラクタ（以下、ロボトラ）による作業効率の向上に寄与する作業体系を既往の研究成果等を参考に検討した。
- 2) ほ場毎に 1 台のロボトラを投入し、適切な監視を行いつつ同時に作業を行うことのできる、ハードウェアおよびソフトウェアの構成を検討、試作した。
- 3) 千葉県横芝光町の実証試験地において、開発システムによるほ場作業を実施し、1 台作業と開発システムの能率比較を主体とする実証試験を実施した。

## 3. 結果の概要

- 1) SIPにおける課題分担として、大区画ほ場を対象とした研究課題では、5 台のロボトラを同一圃場に投入する作業体系を、標準区画ほ場を対象とする本課題では 2 台のロボトラをほ場毎に 1 台投入し、1 名の監視者がほ場近傍で 2 台を監視しながら同時に作業を行い、ほ場間移動時のみを監視者が乗車して行う作業体系をとり、作業能率の向上を目指すこととした（図 1）。
- 2) 開発システムは、2 台のロボトラ、監視端末（図 2）、作業経路生成プログラム等から構成される。ロボトラには、市販のトラクタ（I社TJV85、TJV95）をベースに、RTK-GNSS受信機、IMU、カラーカメラ等のセンシング装置、制御用PC、監視端末との通信を行うための通信機器等が装備される。制御PCは、車両の制御に加えカラーカメラ映像から人を認識し、車両を自動停止させる機能も有する。監視端末は、ロボトラとWi-fiを介した通信を行うことで、ロボトラの前後の映像や稼働状態をリアルタイムに表示し、必要に応じてロボトラを遠隔から停止させる機能を有する。監視端末とロボトラは、見通し条件で600m程度の監視に十分な距離で通信が可能であった。作業経路生成プログラムは、ほ場進入路の位置を考慮した経路生成を行うことが可能で、ロボトラの巡回方法の改善も併せて行うことで、牽引作業を除き最外周までの作業が可能であった。
- 3) 開発システムを実証試験地の水田圃場に配置して、耕うん、乾田直播とケンブリッジローラによる鎮圧の異種作業（図 3）、代かき、フレールモアによる麦稈処理と大豆播種の異種作業を実施した。ロボトラ 2 台が同じ作業を行う同時作業の能率は、耕うん作業（5筆、3.9ha）においてはロボトラ 1 台あたりの 1.69 倍（表 2）、代かき作業（5筆、4.0ha）においては同 1.59 倍となった（表 4）。畦畔から一定の余裕を持たせた作業経路作成と巡回方法の改善、さらに、畦畔近くの作業に留意した監視を行うことで最外周作業を自動で行うことが可能となり、監視者の乗車作業に伴う能率低下が抑制された。乾田直播と播種後の鎮圧作業（3筆、2.2ha）の異種作業では、延べ作業時間 7.0h に対して約 1.0h の作業時間の短縮効果を、麦稈処理と大豆播種（3筆、2.5ha）では、同 12.0h に対して 3.4h の短縮効果を確認した。また、ほ場作業中に実施した人認識と自動停止機能についても、概ね設定距離で自動停止が可能なることを確認した（図 4）。

以上、2 台のロボトラ、監視端末、作業経路生成プログラム等から構成される標準区画向けマルチロボット作業システムを構築し、実証試験において一連の作業を実施し、作業能率の向上効果、安全性を検証した。

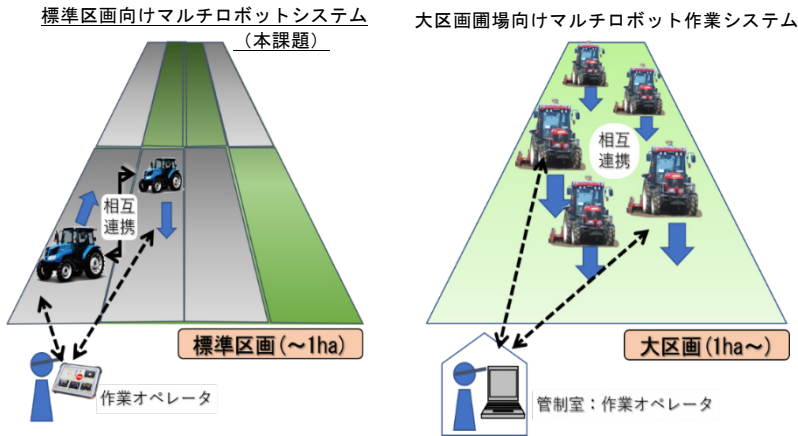


図1 SIPにおいて想定した2システムの作業体系



図2 遠隔監視端末



図3 実証試験における乾田直播と鎮圧作業



図4 実証試験における人認識による自動停止

表1 自動耕うん作業の作業能率

ほ場	面積 (a)	作業時間 (h)				作業能率 (a/h)
		自動作業	圃場間移動等	作業準備等	計	
1	95.4	2.36	0.05	0.09	2.50	38.2
2	68.7	1.57	0.21	0.10	1.89	36.4
3	90.1	2.21	0.04	0.03	2.28	39.6
4	64.7	1.57	0.04	0.02	1.64	39.6
5	72.6	1.77	0.07	0.03	1.87	38.8
作業後	-	-	0.04	-	0.04	-
計	391.5	9.48	0.45	0.28	10.21	38.3

表3 自動代かき作業の作業能率

ほ場	面積 (a)	作業時間 (h)				作業能率 (a/h)
		自動作業	圃場間移動	作業準備等	計	
1	53.6	0.52	0.15	0.06	0.73	73.4
2	97.2	0.88	0.13	0.08	1.08	89.7
3	69.1	0.69	0.04	0.05	0.79	87.9
4	85.3	0.76	0.03	0.04	0.82	103.7
5	116.1	1.05	0.03	0.07	1.14	101.5
作業後	-	-	0.11	-	0.11	-
計	421.2	3.89	0.48	0.30	4.67	90.1

表2 同時作業による能率の向上効果 (耕うん)

作業方法	時間	比較
1台作業時の延べ作業時間 <sup>※1</sup>	10.13	1.00
2台の同時作業時間 <sup>※2</sup>	5.98	<b>1.69</b>
(参考: 圃場間移動等時に他方を停止させない場合)	5.53	1.83

※1 1台作業を想定しほ場間移動時間等を調整した推定作業時間  
 ※2 ほ場間移動等を含む実測作業時間から試験特有の所要時間を除いた時間

表4 同時作業による能率の向上効果 (代かき)

作業方法	時間 (h)	比較
1台で作業をした場合の延べ作業時間 <sup>※1</sup>	4.55	1.00
2台の同時作業時間 <sup>※2</sup>	2.86	<b>1.59</b>
(参考: 圃場間移動時に他方を停止させない場合)	2.58	1.76

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 本課題の成果を取り入れたロボットトラクタが、協力企業より市販化された。
- 2) 農業食料工学会 (2018/9) で発表。「スマート農業」(2019/1) に掲載予定。

5. 残された問題とその対応

- 1) ほ場間移動などで監視者が一方で乗車運転を行う際には他方を待機させる必要があり、作業効率低下の一因となっている。後継課題において対応する。



課題分類：7（1）（2）

課題ID：1060101-02-05\*18

研究課題：圃場情報に基づく作業機械の高度化・知能化技術の開発

－営農管理情報に基づく詳細作業データの生成および解析技術の開発

担当部署：革新工学センター・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)フジミック新潟

予算区分：経常・受託（内閣府「SIP」）

研究期間：完2014～2018年度（平成26～30年度）

## 1. 目的

圃場形状データや施肥機設定等を可視化表示し、ロボット作業に応じた最適走行経路の作成など作業指示計画を生成する作業管理機能を開発する。また、営農管理システム(SIP内の別課題で開発)から出力される可変施肥機の設定等の作業機指示への変換、作業機による作業結果の抽出分析などにより、両者を連動させ多数圃場の管理を効率的に行うための機能を併せて開発する。

## 2. 方法

- 1) 作業管理機能の実装プラットフォームとしてFARMS（GISを利用した営農情報管理システム）を利用し、ISO 11783(以下、ISOBUS)形式での作業データの生成および解析機能を追加実装した。
- 2) 営農管理システムとの連携に必要な機能を開発し、千葉県横芝光町で可変施肥作業に供試した。また、データ連携基盤(SIP内の別課題で開発)への接続機能についても開発した。
- 3) 新潟県十日町市の生産者圃場(5筆、2.2ha)において、作業管理機能から出力される作業指示データを利用し、ロボットトラクタと可変施肥機による自動可変施肥の作業試験を行い、生育の推移を生育センサ(TOPCON製 CropSpec)や収量コンバインで追跡調査することで、開発した作業管理機能や可変施肥機を利用した自動化作業の効果を検証した。

## 3. 結果の概要

- 1) 詳細作業データ生成技術のうち、作業経路計画の生成機能については、作業を行うトラクタや作業機の寸法や作業幅等の情報、作業対象となる圃場の形状や枕地等の外周作業の行程数等のパラメータを設定することで作業経路が生成され、ISOBUSのガイダンス形式で出力することが可能となった。可変施肥マップについては、ISOBUSのグリッド形式の出力に対応した。作業ログの解析については、複数セクション(ISOBUSにおいて、作業機の作用範囲を分割して制御する機能)への対応、記録値の補完処理、軌跡からの進行方向の判別処理などの機能開発を行った。これらの機能開発と実装の結果、ISOBUSのログの基本的な解析表示に利用できることを確認した。
- 2) 営農管理システムとの連携については、営農管理システムとの情報交換に必要な機能を作業管理機能上に実装し、リモートセンシングデータからの施肥マップの生成、可変施肥機への作業指示、可変施肥機からの作業記録の取得といった一連の情報交換を実施することができた。また、一連の情報交換を農業データ連携基盤を介して実行するAPI開発も併せて行い、農業データ連携基盤を介して自動化農機に関する情報交換を実現する事例を示すことができた(図1)。
- 3) 実証試験では、前年の生育マップから重度の倒伏回避と収量維持を目標に設計した基肥可変施肥マップおよび作業経路を作業指示として、ロボットトラクタと可変施肥機による自動可変施肥作業を行うことができた(図2)。生育期間中に生育センサによる測定を実施し、施肥量と生育量(S1値)の前年に対する変化をグリッド毎に比較したところ、施肥量と生育量の変化には正の相関が認められ、開発した可変施肥機による可変施肥作業により生育量が行える可能性が示唆された(図3、4)。また、実証試験地の慣行栽培と同程度の窒素分ベースの総施肥量となる可変施肥マップを利用しつつ、重度の倒伏発生が皆無となり収穫作業の作業能率が向上したこと、実証試験地の全圃場に対する収量水準が慣行栽培時と同等以上となったことから、作業管理機能や自動化農機の利用する一定の効果を確認することができた。

以上、営農管理システムと自動化農機を仲介し作業データの交換を行う作業管理ソフトウェアを開発し、実作業に供試することでその利用効果を検証した。

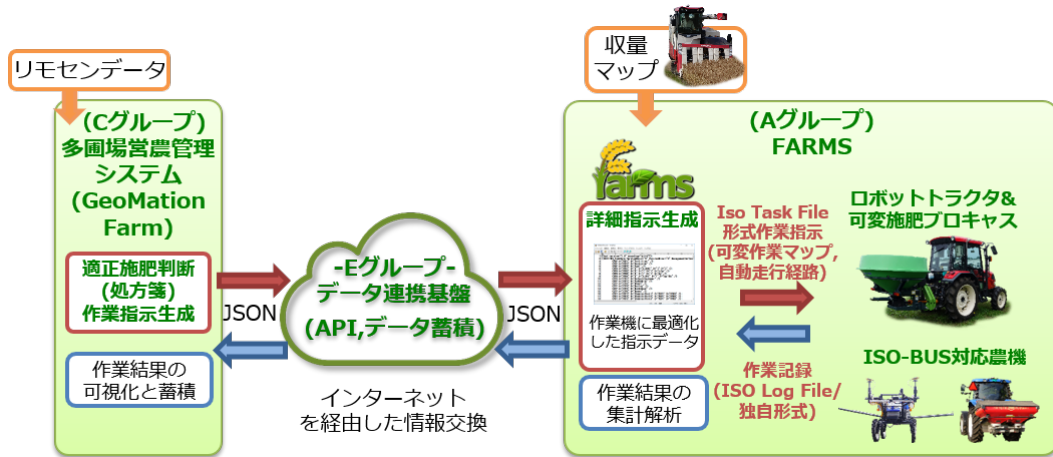


図1 作業機械および情報システムとの農業データ連携基盤を介したデータ連携の概要

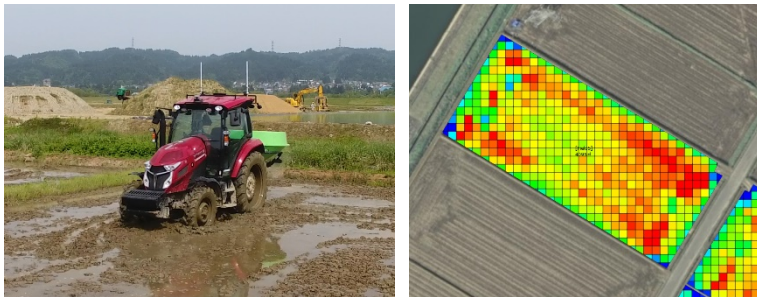


図2 ロボットトラクタと可変施肥機による自動可変施肥作業(左)と作業結果(施肥量)の表示例(右)

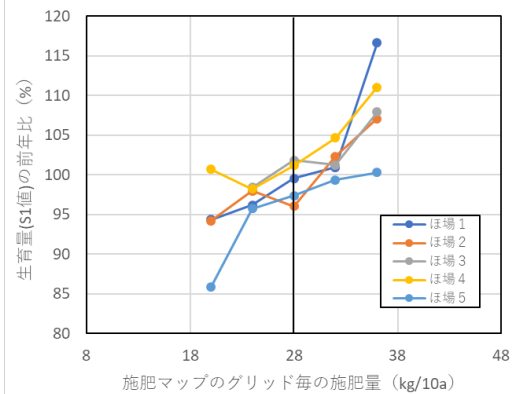


図3 グリッド毎の施肥量と生育量の関係

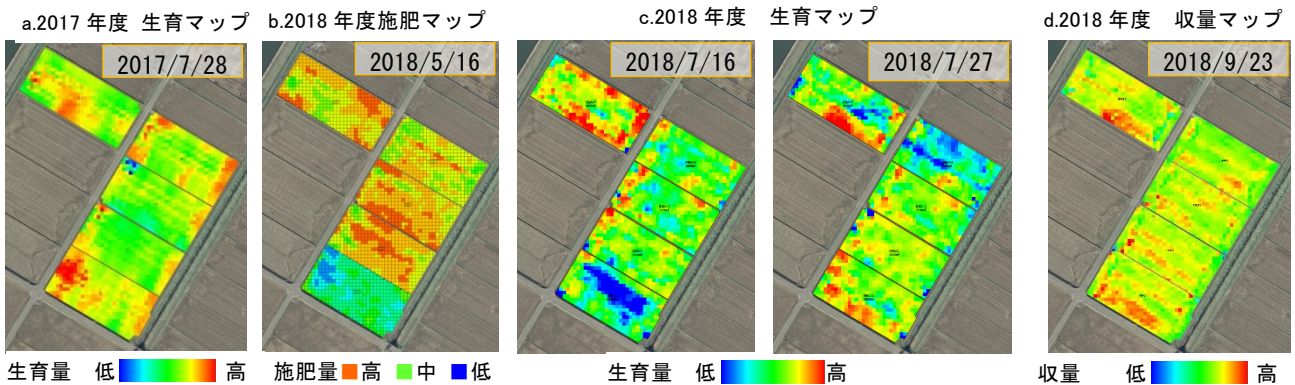


図4 実証試験地(新潟県十日町市)の生育、施肥、収量マップ

4. 成果の活用面と留意点

作業管理機能を含むFARMSは、2019年度から協力企業によって有償サービスとしての提供が試行される見込みである。

5. 残された問題とその対応

可変施肥に用いるISOBUSの施肥マップにはグリッド形式とポリゴン形式があり、後者には対応していない。今後対応を進める必要がある。

---

課題分類：5（2）

課題ID：1060101-04-07\*18

研究課題：大豆コンバインロボットの収穫同時排出技術の開発

担当部署：革新工学センター・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：なし

予算区分：交付金

研究期間：完 2016～2018 年度（平成 28～30 年度）

---

## 1. 目的

大豆、麦を対象に、ほ場内作業工程を無人で遂行できる超省力作業体系を構築するための要素としてコンバインロボットの高度化技術を開発する。GPS による位置情報と方位センサの方位・姿勢情報に基づき、CAN バスを利用した分散制御、自動収穫を行う。さらに操作性、安全性を考慮した開発・改良等を行い高度化、省力化を進める。

## 2. 方法

- 1) 大豆コンバインロボットが自動収穫する間に並走するトラクタ牽引トレーラに収穫物を排出する収穫同時排出技術を開発した（図 1）。
- 2) 収穫作業終了後、収穫物搬送と同時に大豆コンバインロボットを運搬可能な作業体系を検討、試作した。
- 3) 収穫中の刈刃の動作状態を検知して、コンバインロボットの走行を停止するシステムを検討、試作した。

## 3. 結果の概要

- 1) 100m×30m の大豆ほ場にて自動収穫を行った。作業速度は 0.6m/s で、作物の生育状態に応じたリール位置や刈高さ調整、脱粒調整ならびに圃場の安全確認のため最外周 1 行程目はコンバインに乗車して手動運転で収穫し、その後は無人運転で 2 行程目は隅刈り、3 行程目以降は周り刈りを自動収穫作業で行った。自動収穫での作業精度は、長辺方向で RMS 6 cm、短辺方向では RMS 8 cm であった。これらは大豆の条間 60cm に対して十分小さかった（図 3）。
- 2) ほ場間移動に使用するコンバイン運搬用のトラクタ牽引トレーラに荷受け用フレコンバックを設置し、自動収穫中のコンバインロボットに併走させた。これによりコンバイン運搬用トレーラをそのまま収穫物搬送に使用した。収穫物排出のタイミングはトレーラ牽引トラクタのオペレータがリモコンを用いて適宜判断して行うため、グレンタンクを満量にすることなく連続した自動収穫が可能となり、排出工程（停止、移動、排出、復帰）にかかる時間を省略できた（表 1）。この作業体系の投下労働量は 19.6a/人/h で、ほ場端において排出作業をする慣行作業体系の投下労働量 14.4a/人/h に比べて約 36%の効率化を図ることができた。
- 3) 刈取作業中、刈刃の動作状況を近接センサで検知し、土塊等の噛み込みが発生して刈刃が停止した場合、コンバインロボットの走行を停止する。刈取駆動ベルトの焼損を防ぎ、作業安全性を向上させた。ただし、刈刃が正常に駆動したままでの土壌混入には対応できていないため、汚粒発生原因の減少にはつながらず、改良が必要であった（図 2）。

以上、大豆コンバインロボットは最外周以外を無人で自動収穫可能であり、コンバイン搬送用トレーラが自動収穫中同時排出を行うことで、ほ場作業効率は約 9 ポイント向上することが確認され、ほ場間移動を含めた収穫作業体系を 1 人で行うことが可能となる。



図1 収穫同時排出



図2 刈刃詰まり検知センサ

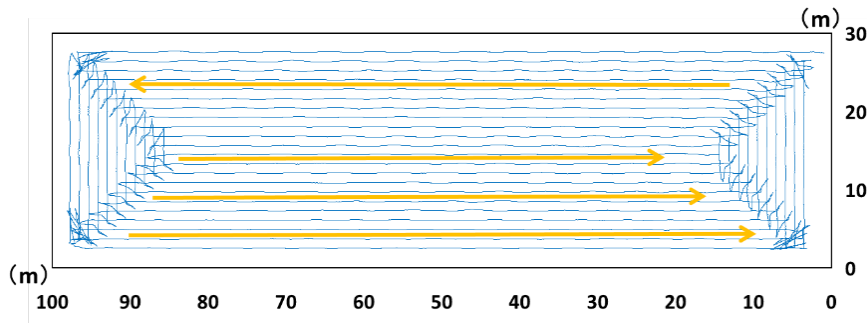


図3 作業経路 (青; コンバイン, 黄; トレーラ)

表1 慣行作業との比較

収穫・排出方法	トレーラ併走	慣行作業 (計算値)
手動収穫[s]	815(1周)	5332
自動収穫[s]	4969	0
排出工程[s]	0	773
ほ場作業量[a/h]	20.7	17.7
ほ場作業効率[%]	65.7	56.5
排出方法	収穫同時	定置コンテナ
備考	ほ場間移動含めて 1人作業可能	

#### 4. 成果の活用面と留意点

トレーラが走行可能な圃場条件にて使用する。

ほ場の安全確保および作物に適した刈取・脱穀調整のため最外周1周分は手動で行う必要がある。

斎藤ら (2016.5) 農業食料工学会 第75回年次大会にて発表。

斎藤 (2017.12) 第22回テクノフェスタ コンバイン分科会にて発表。

#### 5. 残された問題とその対応

供試車両の構成として、電子制御されていない部分が多く、走行精度や作業速度の向上のためには操舵系の構造変更等、車両の抜本的な改造が必要であった。これら得られた開発指針等を踏まえて、社会実装化に向けた体制整備と開発改良を進める。

課題分類：14（9）

課題 ID：1060103-01-03\*18

研究課題：要素技術連携仕様開発及び実装支援

担当部署：革新工学センター・高度作業支援システム研究領域・高度情報化システムユニット

協力分担：北海道農研、(株)日立ソリューションズ、(株)富士通総研

予算区分：経常・受託（生研セ「SIP」）

研究期間：完 2014～2018 年度（平成 26～30 年度）

## 1. 目的

圃場地図上に農地や作付（土地利用）、作業進捗状況などを表示しながら営農管理を効率化する情報システムをはじめとして、圃場環境計測システムや農作業記録システムなどの ICT 応用システムが数多く実用化されてきたが、各システム間でのデータ互換性や相互運用性はほとんど無く、また共通的なデータもあまり整備されていなかったことから、各システムのベンダおよび利用者はシステムの開発や運用データの多くをゼロベースから開発・整備する必要があった。

このような状況を改善するために、国が推進する「農業情報創成・流通促進戦略（2016 年 6 月 3 日、IT 総合戦略本部制定）」に歩調を合わせつつ、農業 ICT ソリューション間での情報交換・流通を促進するデータ表現・交換方式や、多様な農業情報を一元管理可能な情報プラットフォーム（農業情報流通基盤）の構築スキームを開発提示する。

## 2. 方法

- 1) 商用化されている圃場地図インタフェイスを備えた生産管理支援アプリケーションやクラウド型サービスが共通利用可能な時空間データプラットフォームの構築（非競争領域）に必要な主要なデータやサービス機能を抽出し、API(Application Program Interface)仕様を作成する。
- 2) 時空間データプラットフォームの実装検証場面として、主に大規模稲作経営を想定し、衛星・近接リモセン、圃場センサネット（水管理データを含む）、気象・生育予測モデル、自動化・知能化機械（移動体センサデータを含む）、栽培管理実績等の収集・蓄積に基づく情報可視化や営農計画・栽培管理支援情報提示による営農管理支援を対象とする。
- 3) 作成した仕様・実装は技術ドキュメントやオープンソースとして公開するか、関係ベンダ等に技術移転して社会実装（実用化）する。

## 3. 結果の概要

- 1) 連携する要素技術を整理して「SIP 多圃場営農管理システム」を構成し（図 1）、個々の要素技術間でのデータ交換仕様（API 仕様）を設計・試作した（図 2～4）。
- 2) 多圃場営農管理システムの中核には農業生産工程管理データモデル（表現形式/データ交換形式）である FIX-pms（図 2）を適用し、次項での共通化に必要な仕様（データ項目・定義）を拡張した。
- 3) 既存の営農管理情報システムからは共通の FIX-pms 形式を出力して共通化を図ることとし、(株)富士通総研と協力して Akisai との共通化実装を行い、技術体系データベースに基づく営農計画作成シミュレーションシステム FAPS-DB（ノウハウ体系データベースを含む）へ作業実績を体系化して登録するためのツールを開発した（図 3）。
- 4) 気象データや生育予測モデル、自動水管理システムが提供する API を利用して、多圃場営農管理システムとの連携・データ可視化を実証した。観測データの共通化には国際標準に準拠した OGC SOS 仕様を適用し、環境情報ガイドラインへの対応を進めた（図 4）。
- 5) 前項までの要素技術は「農業データ連携基盤（WAGRI）」へ実装され、2019 年 4 月以降の運用開始に向け準備中である。個々の要素技術については、技術仕様や API ドキュメントとして公開予定である。

以上、既存の各種農業 ICT システム間の相互運用性・データ可用性を高め、情報創成・流通を推進するための要素技術・仕様類を開発整理し、連携動作を確認した。

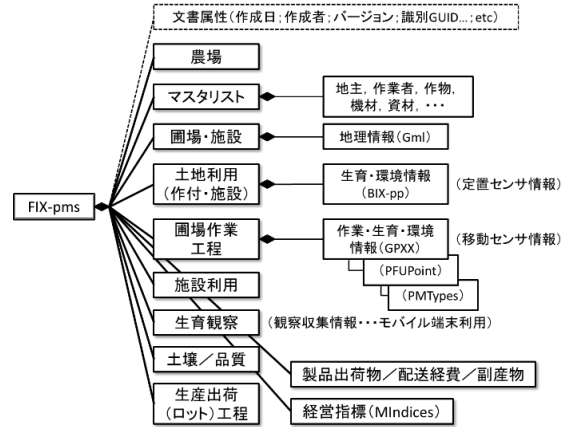
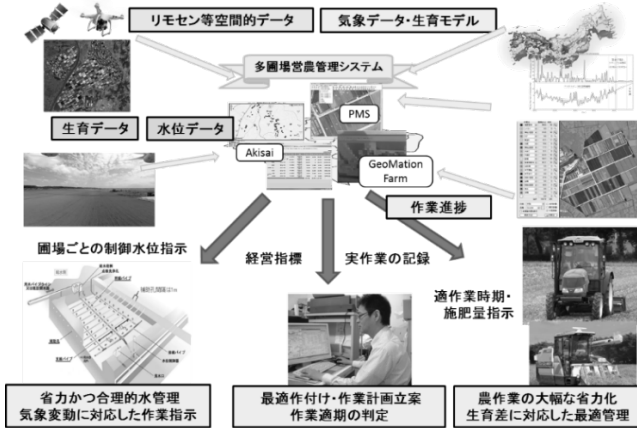


図1 SIP 多圃場営農管理システムの連携要素

図2 共通形式に採用した FIX-pms データ表現

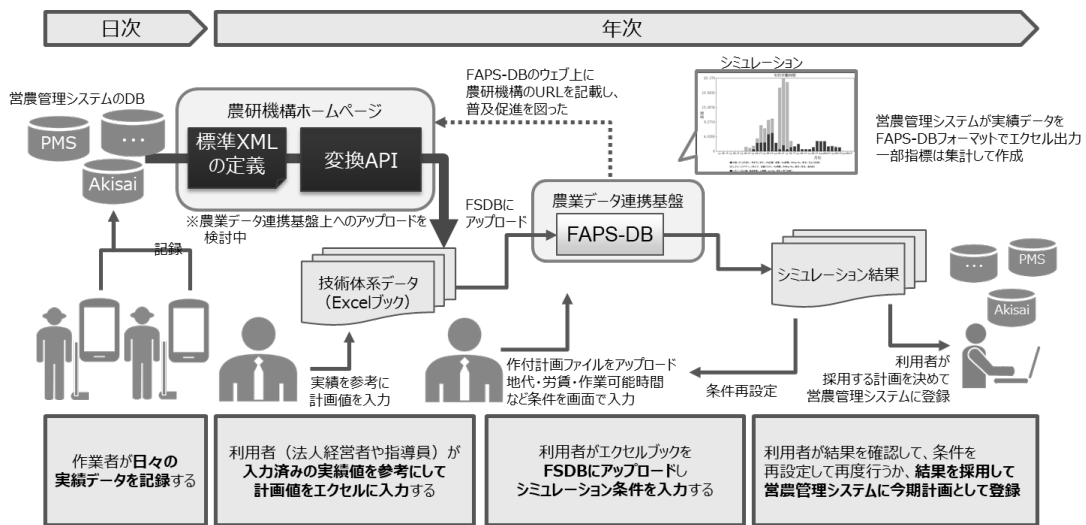


図3 開発した FIX-pms 共通出力変換ツール(黒枠白抜き部分)による FAPS-DB との連携フロー

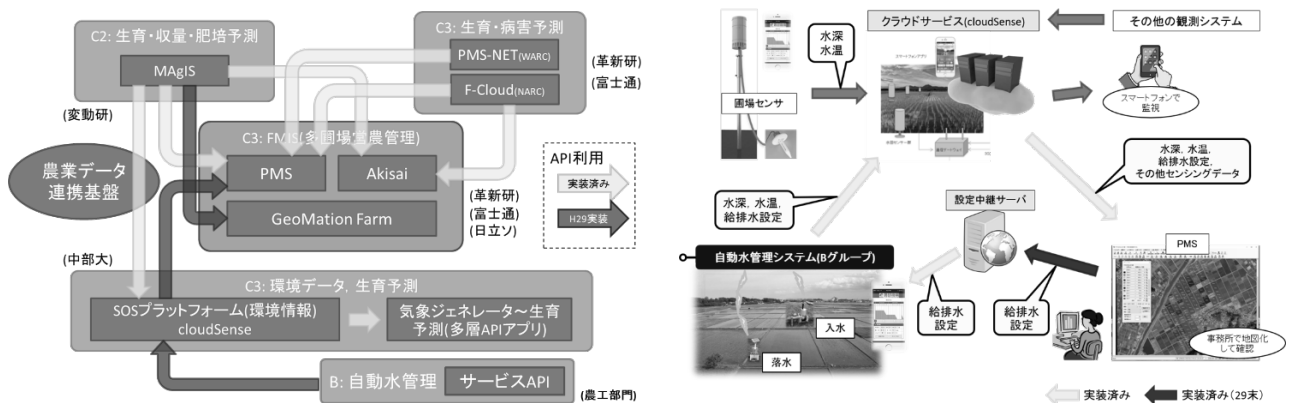


図4 生産環境情報・生育モデル・自動水管理(API サービス)との連携実装

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 農業データ連携基盤利用をはじめとして、農業 ICT ベンダが展開する商用サービス構築の参考とする。
- 2) 農業情報学会、人工知能学会、各種研修会、成果発表会等での報告など。

#### 5. 残された問題とその対応

主要な開発成果・技術仕様は WAGRI を通じて農業 ICT ベンダが展開する商用農業情報サービスに組み込まれて普及する (B2B2C) ため、関係ベンダに協力し実装に向けた技術的な情報提供・支援を行う。

---

課題分類：14(9)

課題 I D：1060103-02-02\*18

研究課題：地域・農法等を考慮した稲作作業語彙体系記述方法の確立

担当部署：革新工学センター・高度作業支援システム研究領域・高度情報化システムユニット

協力分担：国立情報学研究所

予算区分：交付金・受託（内閣府「SIP」）

研究期間：完 2014～2018 年度（平成 26～30 年度）

---

## 1. 目的

農産物の収量や品質、経営を最適化するためには、異なるシステムで収集されたデータを連携し、統合的に解析することが必要となる。データ連携には、お互いのシステムでデータの読み書きや交換ができることに加えて情報の基準となる共通語彙が必要となることから、本研究では、用語の意味を定義する語彙体系を共通語彙として構築する。また併せて語彙体系を基盤としたサービスを開発する。

## 2. 方法

内閣官房が優先的に標準化に取り組むべきとした農作業名、農作物名を対象とした。政府発行の統計文書、学術団体発行の用語集、営農管理システムに登録された生産者の利用語彙、国際的農業標準語彙である AGROVOC を調査するとともに、生産者、農業 IT システムのベンダー、行政機関、JA などの関連団体、研究者への聞き取り調査を行い、重要語の選定とその定義方針を決定した。また、ステークホルダーへの聞き取り調査結果に基づき、共通農業語彙 (CAVOC) 構築後の検証、サービス開発を行った。

## 3. 結果の概要

1) CAVOC は、栽培履歴データに頻出する農作業名を対象とする農作業基本オントロジー (Agricultural Activity Ontology、AAO)、フードチェーン収集データに頻出する農作物名を対象とする農作物語彙体系 (Crop Vocabulary、CVO) を含む。

2) AAO は農作業概念 (用語) を目的、行為、対象、副対象、場所、手段、機資材、対象作物、時期、作業条件の 10 属性とその属性値で定義したものである。階層構造を持ち、下位概念は上位概念から継承、細分化、追加した属性と属性値で定義される (図 1)。AAO は、イネ・野菜・果樹などの主要作物で利用される農作業概念を 475 含み、概念ごとに別名、英名の情報を持つ。

3) CVO は、農薬適用基準や残留農薬基準が指定された食用農作物を対象とする語彙体系である。CVO に含まれる農作物の多くは、植物学的分類に基づいた名称であるが (図 1 “キュウリ (総称)”)、一部は 2 種類の農薬基準のデータ名が連携するために、部位などの属性で分類された集合名である (図 1 “キュウリ (葉)”)。CVO は、農薬基準にある 1,249 の農作物を含み、農作物ごとに別名、英名、学名の情報を持つ (図 1)。

4) CAVOC は内閣官房が優先的使用を推奨した用語リスト (ガイドライン) などの政府発行語彙、国際的語彙 (AGROVOC、NCBI Taxonomy) と連携しており、CAVOC を基準とした相互参照が可能である。CAVOC は、公開サイトで閲覧できる (<http://cavoc.org/>)。農作業名、農作物名の標準化を進めるため、CAVOC の別名から農作物名を検索しガイドラインリストなどの標準語彙を返すサービスを提供する。機械可読で再利用可能な形式 (csv、RDF 等) でデータを提供しており、既存の農業 ICT システムへの導入が容易である。

5) CAVOC を情報基準として利用することで統合検索や解析が可能となる事例を提案した (図 2)。

以上、農作業と農作物を対象とした CAVOC の構築と公開、サービス開発により当初目標を達成するとともに、提示した利用場面により CAVOC を情報基準にすることによるデータ連携効果を示した。また、当初イネ中心であった対象範囲を主要作物に拡大し、CAVOC を汎用的な語彙体系にした。

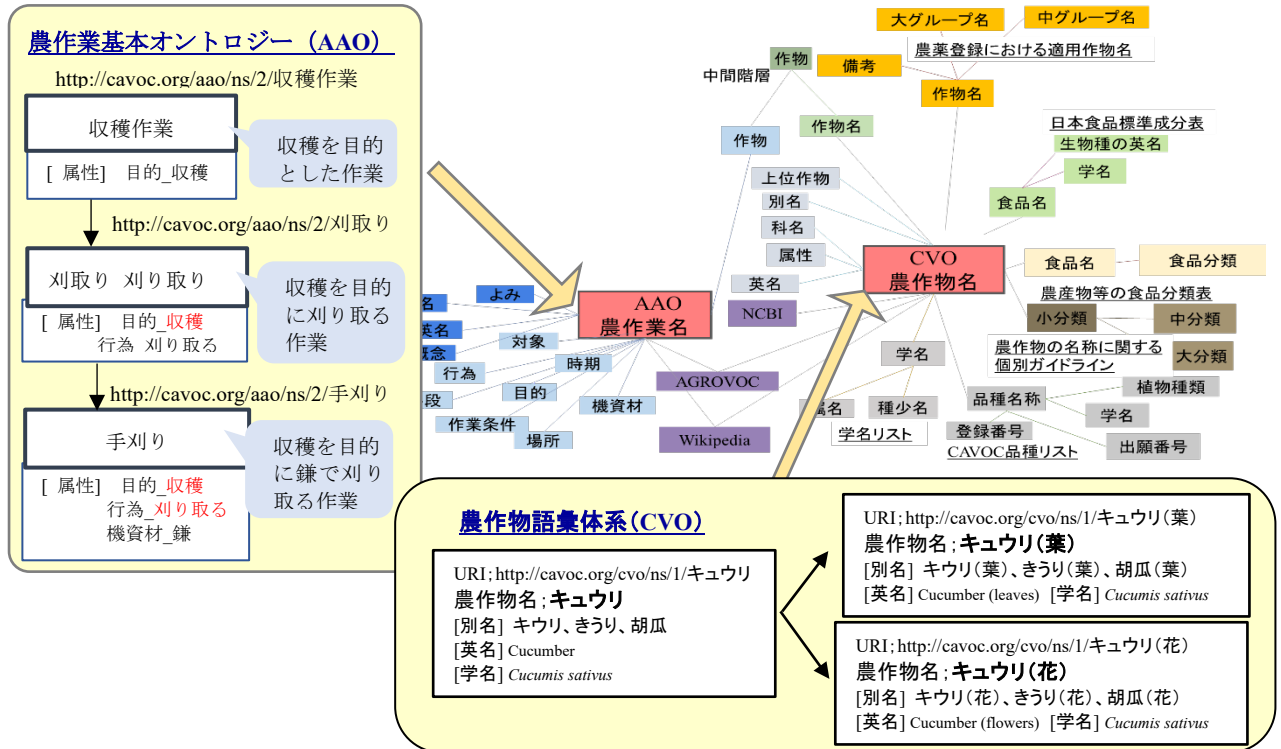


図1 共通農業語彙（農作業基本オントロジー、農作物語彙体系）と連携する語彙

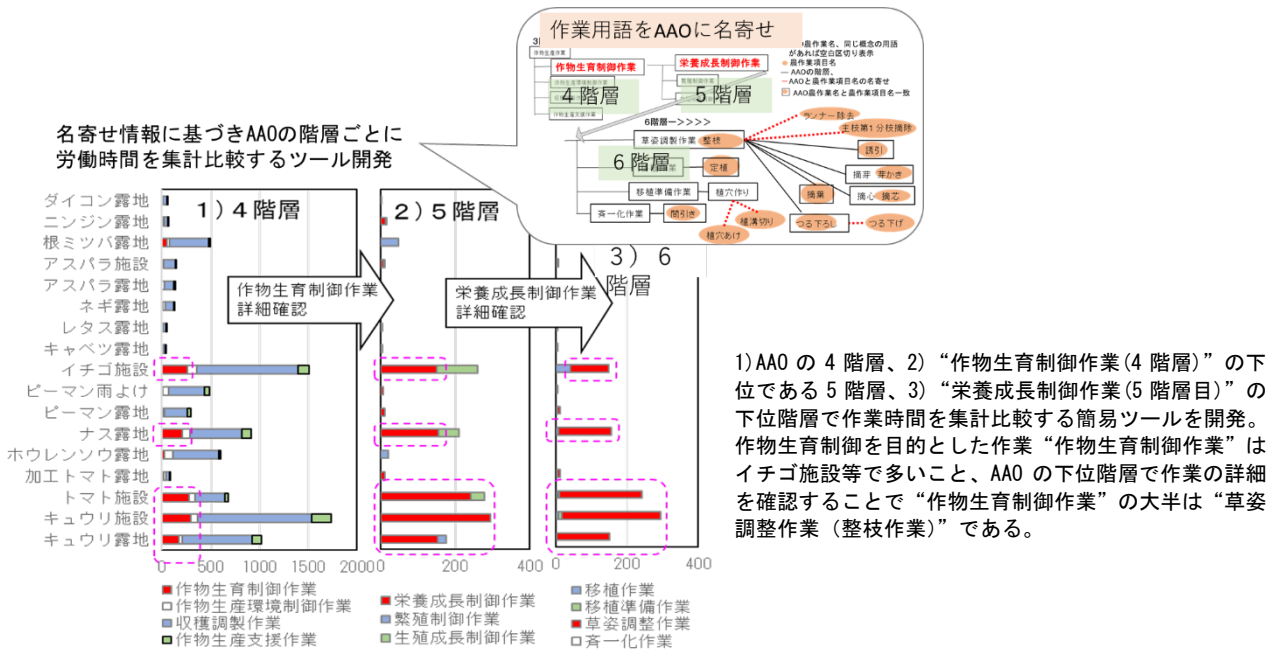


図2 岩手県農業技術体系データを用いたAAOに基づく作業時間の野菜品目間比較

4. 成果の活用面と留意点

CAVOCのデータは農業データ連携基盤(WAGRI)に実装されている。今後WAGRIに集積するデータの連携にCAVOCが活用されることで、ソフトウェア開発会社にCAVOCが普及する。「農作業研究(2017.12)」、「農研機構革新工学センター報告(2018.3)」に掲載。

5. 残された問題と対応

CAVOCの継続的メンテナンスのための体制構築



課題分類：12（1）

課題 ID：1060103-01-05\*18

研究課題：UAV による稲作情報モニタリング技術の開発実証

担当部署：革新工学センター・高度作業支援システム研究領域・高度情報化システムユニット

協力分担：(有)横田農場

予算区分：経常・受託（生研セ「地域戦略プロ」）

研究期間：完 2016～2018 年度（平成 28～30 年度）

## 1. 目的

市販 UAV 機(可視光カメラ搭載)と葉色板を組み合わせた水稻葉色簡易モニタリング用機材を作成し、葉色板とともに撮影された水稻群落画像の葉色判定ソフトウェア(2014～2015 年に試作)を改良して公開するなど、農業生産者自身が導入実践可能な市販 UAV 利用による水稻生育管理情報収集技術体系を整理する。併せて、農地集積に伴い合筆・分筆された圃場の作付面積を簡易に計測可能な手順・精度などを検証する。

## 2. 方法

- 1) 生産現場で実践可能な UAV 利用水稻葉色計測手法開発については、急速に普及する民生用 UAV 機器及びそれらを利用した類似研究開発動向や国内外の民間商用サービス利用による作物生育情報収集・解析 (UAV 利用リモセン) の実態を調査するとともに、簡易計測手法開発として UAV 普及機種を使用して研究協力農家圃場での葉色判定用画像を収集し、利用可能な複数の解析手順を検証することで、農業生産者自身が導入運用可能な技術体系を整理した。
- 2) 生産者自身が実践可能な UAV 利用圃場面積計測手法については、UAV 利用による公共測量ガイドライン (国土地理院) および商用利用が可能となっている複数の航空写真測量サービスについて実態を調査するとともに、農業生産者自身が UAV 機器を用いて自ら実践可能な簡易圃場面積測量手法について、画像処理ソフト利用との組み合わせでその可能性を評価・整理した。

## 3. 結果の概要

- 1) 慣行の水稻葉色調査に使用されている水稻葉色板を加工して、標準搭載の可視光カメラ画像内に映るよう加工した市販 UAV 機 (DJI 社製の Inspire-1 の初期型および V2.0 の 2 台) を使用して、水稻生育期の研究協力農家圃場 (茨城県龍ヶ崎市内) を撮影し (2016～2018 年)、画像の目視および試作葉色判定ソフトによる葉色判定結果を慣行の葉色板による調査結果と比較した場合、撮影時の太陽光環境条件によって見え方が大きく異なり、判定値が葉色値にして 1 程度異なる場合もあった (図表略)。
- 2) 研究所内及び現地農家の 5a～1.6ha 圃場を全体が 1 枚に納まる様に撮影して写真計測した場合、実面積に対し最大でも 5%(標準偏差で 3%程度)以内の誤差で計測可能であった。ただし、1 辺が 100m を越えるような 1ha 超圃場に対する計測誤差絶対値は最大で 7a 程度となった (図表略)。
- 3) 航空写真公共測量ガイドラインや測量業者による測量手順・結果 (2016 年実施) を踏まえ、1ha を越えるような大型圃場で測量精度 1a 未満を満たす手順を検討し、供試した複数の有償・無償ツール (クラウドサービスを含む) の検証結果を踏まえ、それらツールの導入・運用コストも含め、使用する解析ツール・手順・得られる精度等を整理した (図 1、表 1)。
- 4) 複数の画像解析ツールを供試評価する過程でマルチバンドカメラの低価格化(国内価格 30～90 万円)が進んできたことを踏まえ、農業生産者自身が実践可能な水稻生育情報収集対象にマルチバンドカメラ計測に基づく NDVI(Normalize Difference Vegetation Index)をはじめとするマップ可視化情報を追加した (2018 年度実施、図省略)。合わせてこの手順体系についても集約整理した (図 1、表 1)。
- 5) UAV 利用による水稻生育管理情報収集技術体系については、以上の検証結果に基づき、供試機用葉色板取り付け具の設計データや試作葉色ソフト (実行形式パッケージ) を含め、使用する機材やツール類、必要な導入・運用経費、データ収集・解析手順、期待される収集データの精度、営農・栽培管理への反映方法などについてマニュアル化した (2018 年度未完了予定)。

以上、可視光カメラを搭載した市販 UAV 機利用による水稻生育管理情報収集技術体系を検証・整理し、技術マニュアルとしてとりまとめた。

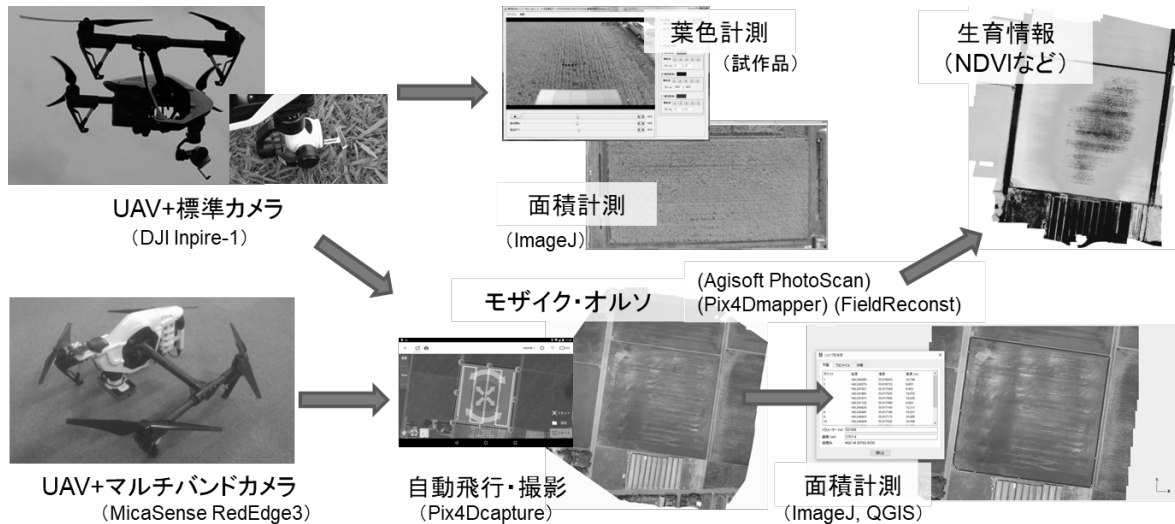


図1 市販 UAV 利用による水稲生育管理情報収集・解析手順概要

表1 市販 UAV 利用による水稲生育管理情報収集技術の検証結果

目的	使用機材・手段	コスト (千円)	解析機材	コスト (千円)	計測値	精度等	備考
生育情報	標準カメラ+葉色板	10	目視	0	葉色値	<0.5	人手葉色板同様に習熟・反復が必要
			判定ソフト	0	葉色値	<0.8	撮影時の光条件で大きく変動する場合がある
	マルチバンドカメラ	500~ 1,000	解析サービス	月額0 ~10	NDVI 値, 他		サービス提供者・解析内容に応じて月額は異なる
			PS Std	40	NDVI 値, 他		
面積情報	標準カメラ (ワンショット)	0	ImageJ, QGIS など	0	面積値, 他	<5%	対象面積に応じて誤差絶対値は拡大する
	標準カメラ (モザイク)	0	PS Std, ImageJ, QGIS など	40	面積値, 他	<5%	同上
	標準カメラ (モザイク・オルソ)	0	FieldReconst, QGIS	0	面積値, 他	<5% 1a 程度	測定範囲のトレース精度に依存
	標準カメラ (モザイク・オルソ)	0	PS Pro, P4D Ag	500	面積値, 他	<5% 1a 程度	同上
	測量業者(モザイク・オルソ・図化)		500~ 1,000		面積値, 他	0.1a	1フライト~解析, 追加フライト・解析は1フライトにつき100~200千円程度

注) 解析サービス: マルチバンドカメラメーカーなどと連携したクラウド解析サービス  
 PS Std: Agisoft PhotoScan Standard (4万円), PS Pro: Agisoft PhotoScan Professional (50万円), P4D Ag: Pix4Dmapper AG (48万円, 恒久ライセンス), FieldReconst: NARO 杉浦氏によるフリーソフト, QGIS: OSGeo オープンソースソフト  
 UAV+標準カメラのコストは除く(UAV 利用が前提のため)  
 測量業者(モザイク・オルソ・図化)は2業者に対する見積もり・測量結果に基づく

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 農業生産者向けの技術マニュアルを公開し、農業生産者自身が UAV を使用した水稲生育管理情報収集を導入・実践する際の参考資料とする。試作葉色判定ソフト (RLC2018) は知財 (農研機構職務作成プログラム) 登録した上で技術マニュアルとともに公開する。
- 2) 関連成果は農業情報学会 2016~2018 大会で報告済。同 2019 大会で報告予定(2019年5月)。受託プロジェクトの成果出版物(単行書: 養賢堂)として刊行予定(2019年2月)。

#### 5. 残された問題とその対応

葉色板利用による試作葉色判定ソフトについては、計測事例を追加して撮影条件に対する計測安定性を改善する。



## 5. 次世代コア技術研究領域

課題分類：7 (1) (2)

課題ID：1060201-03-04\*18

研究課題：圃場情報に基づく作業機械の高度化・知能化技術の開発  
—トラクタと作業機の高度連携による高精度化技術の開発

担当部署：次世代コア技術研究領域・自律移動体ユニット，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，生産システムユニット，ポストハーベストユニット

協力分担：ヤンマーアグリ(株)、(株)IHI アグリテック、(株)千手

予算区分：経常・受託 (内閣府「SIP」)

研究期間：完 2014～2018 年度 (平成 26～30 年度)

## 1. 目的

土地利用型農業における高品質・省力化を同時に達成する生産システムの実用化に向けて、ほ場、作物、機械状態等の各種情報のセンシングによって高度作業を実現する作業機の高度化・知能化技術の開発と、それら作業機と本機、営農管理システム間の情報連携により生産システムとしての統合を実現するデータ生成・解析技術と情報通信技術を開発する。

## 2. 方法

開発対象は耕うん耕盤均平機、可変施肥機、施肥播種機の3種の作業機と、これらを装着可能なロボットトラクタ本機であり、営農管理システムから本機、作業機までの通信手段も合わせて開発する。

- 1) 作業機や営農管理システムと情報連携可能なロボットトラクタを開発した (図1)。
- 2) 耕うん耕盤均平機について、耕うん時の耕深をGNSSの絶対高さ情報に基づいて制御可能な作業高さ制御技術を開発した (図2、3)。
- 3) 施肥播種機について、施肥ユニットと播種ユニットからなる汎用施肥播種機を試作し、その施肥ユニットについて高精度散布を可能にする散布遅延補償技術を開発した (図4)。
- 4) 可変施肥機について、あらかじめ作成された施肥マップに従って散布可能な可変施肥機能と、作業時の資材残量を逐次計測可能なリアルタイム計量技術を開発した (図1、5)。
- 5) 2018年4月に新潟県十日町市の生産者である(株)千手の水田2haを対象に、開発したトラクタと可変施肥機を用いて基肥作業と耕うん作業を実施した (図6)。

## 3. 結果の概要

- 1) 開発したトラクタは、GNSS受信機、IMUを一体化統合した航法センサ、制御コンピュータ、TECUを持ち、国際規格ISO11783に準拠した走行指示データを読み込むことで基本的な自律動作が可能である。また、装着する作業機のECUと同規格に基づいた通信をすることで、作業機の動作を制御できる。
- 2) 作業高さ制御技術は、トラクタに搭載された航法センサからの高さ・姿勢情報に基づいてトラクタのリアヒッチを制御することで、ゲージ輪等を利用することなく作業の絶対高さを一定にできる。また、この作業時の高さ情報を記録することで、ほ場内の高さ分布を把握可能な高さマップを生成することができる。作業精度については1月に評価試験を実施予定。
- 3) 散布遅延補償技術は、通信連携するトラクタの走行指示データと車速情報に基づいて、施肥ユニットからほ場表面までの資材落下時間の遅れを補償する。作業精度については3月に評価試験を実施予定。
- 4) 可変施肥機能については、ISO11783に準拠した作業指示データ(Task File)を読み込み、作業時の位置・姿勢・車速情報から、ほ場の場所ごとに指示された施肥量(施肥マップ)に合わせて散布量制御が可能である。また、リアルタイム計量技術については、施肥機本体のフレームにロードセルを備え、走行振動の影響をフィルタ処理することで、散布によって減少する資材重量を高精度に計測可能である。作業精度については1月に評価試験を実施予定。
- 5) 作業日に対象ほ場が高水分であったため湛水状態にして作業したが、トラクタの自動走行と耕うん、可変施肥の作業を実施でき、現場環境でもトラクタと作業機が連携して無人作業が可能なることを示せた。以上、ロボットトラクタと作業機3種について開発を進め、現場環境でトラクタ作業機連携による高精度無人作業を実現可能にした。

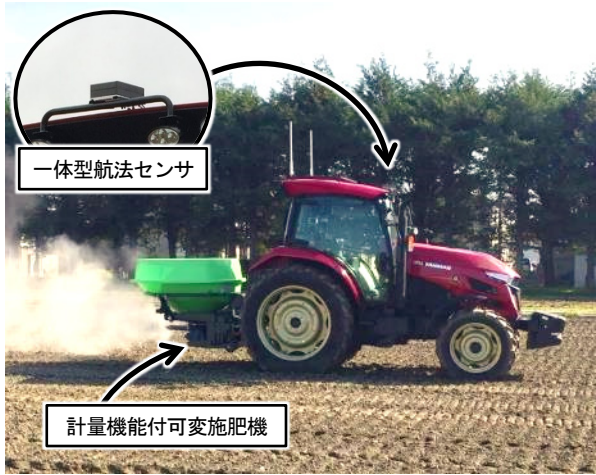


図1 ロボットトラクタと可変施肥機



図2 作業高さ制御による耕うん作業

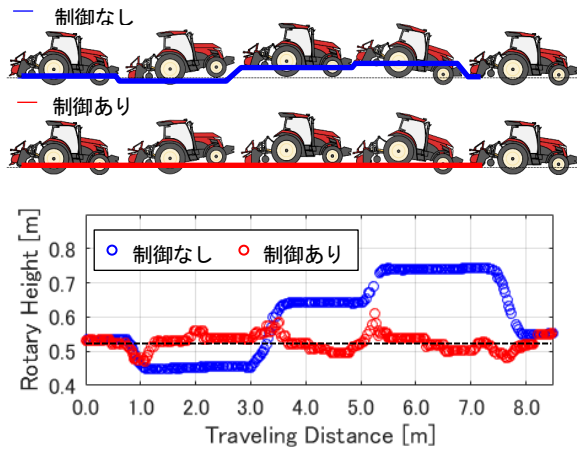


図3 高さ制御基礎試験結果



図4 施肥播種作業

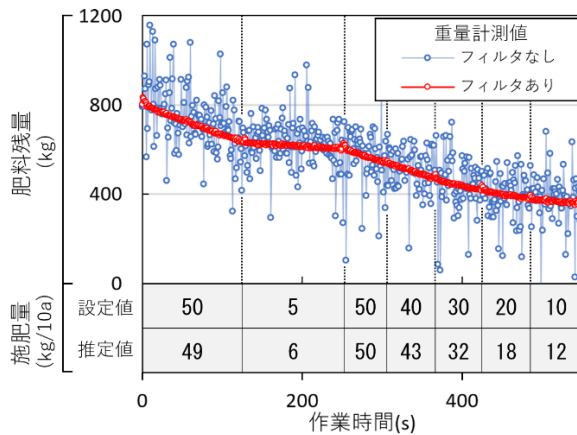


図5 フィルタ処理による高精度化の例



図6 現地基肥作業

#### 4. 成果の活用面と留意点

本課題で開発した可変施肥機能を搭載した製品が、(株)IHI アグリテックより「GPS ナビライナー EGL3100」として2018年9月に市販化された。

#### 5. 残された問題とその対応

可変施肥機の計量技術については、高精度散布に応用できるため新規課題で開発する予定である。

---

課題分類：12 (1) (2)

課題 I D：1060201-03-04\*18

研究課題：圃場情報に基づく作業機械の高度化・知能化技術の開発  
－移植作業における高精度植付位置制御技術の開発

担当部署：革新工学センター・次世代コア技術研究領域・自律移動体ユニット、戦略統括監付・戦略推進室

協力分担：東京計器(株)、(株)コア

予算区分：経常・受託 (内閣府「SIP」)

研究期間：完 2014～2018 年度 (平成 26～30 年度)

---

## 1. 目的

農作業従事者の減少及び高齢化に伴う農地集積によって経営規模拡大が進行している。今後、超省力化体系を構築するためにも、無人走行可能な農業機械の開発が急務となっている。中でもほ場内走行に熟練を要し、より緊急性が高いと考えられる田植機を対象として無人走行技術の開発を行う。また、本技術のうち自動操舵部分を活用し、農用車両に後付け可能な自動操舵補助装置を開発する。

## 2. 方法

- 1) 6 条植え田植機をベースに、RTK-GNSS 受信機と IMU の搭載及び、操舵の電子制御化を施した自動直進田植機を試作し、これに直進制御プログラムを実装した。(2014～2015 年度)
- 2) 8 条植え田植機をベースに、RTK-GNSS 受信機と IMU の搭載及び、操舵、前後進速度、作業機の昇降、植付クラッチの操作、条止めクラッチの操作の電子制御化を施した自動運転田植機を試作し、これに直進制御プログラムと旋回制御プログラムを実装した (図 1)。(2016 年度)。
- 3) 田植機の無人走行中に監視者が携帯するリモコンを試作した (図 2)。(2017～2018 年度)
- 4) ほ場 1 筆の田植え作業が可能な手順を検討して自動運転田植機に実装した。(2017 年度)
- 5) 旋回速度を高速化する手法について検討して自動運転田植機に実装した。(2017 年度)
- 6) 適用できるほ場形状の拡張について検討して自動運転田植機に実装した。(2018 年度)
- 7) 自動運転田植機による 1 人作業と、慣行機による 2 人作業の能率比較を行った。(2018 年度)
- 8) 自動操舵補助装置及び RTK-GNSS 受信機を試作し、改良を進めた。(2015～2018 年度)

## 3. 結果の概要

- 1) 予め定めた基準線に沿った直進作業が可能で、実用上問題ない直進精度が得られた (図 3)。
- 2) 自動旋回によって無人での往復作業が可能となったが、旋回速度は熟練オペレータと比較して十分ではなかった (図 4)。直進精度については、直進制御プログラムの改良によって、2015 年度試作機と比較して向上した (図 3)。
- 3) リモコンは、苗補給を妨げないよう小型軽量(長辺 90mm、質量 37g)とし、通信遮断時には直ちに田植機を停止する安全機能を設けた。通信可能距離は見通し 300m 程度で、田植え用としては十分と考えられる性能が得られた。
- 4) 適用ほ場形状を四角形に限定し、始めにほ場の外周 3 辺を手動で作業することで、安全を確保しつつ作業効率を高められる作業手順を考案した (図 5)。
- 5) 最大操舵速度等に起因する非線形性を考慮した制御系を構築し、後進を含む旋回時間を熟練オペレータと同等の 11.2s まで短縮した (図 4)。
- 6) 2017 年度に考案した作業手順を多角形に拡張して、三角形や五角形といったほ場にも適用可能とした (図 6)。加えて、湾曲ほ場についても自動的に多角形で近似することで適用可能とした。
- 7) 熟練オペレータが田植機を最高速で作業した場合と比較して、投下労働時間が 44%削減できた (表)。
- 8) トラクタに後付け可能な自動操舵補助装置を 2018 年 10 月に実用化した (図 7)。

以上、自動運転田植機については、ほ場の外周を手動で作業すれば内側の領域は自動で作業できる自動運転田植機を開発し、慣行の 2 人作業体系と比較して投下労働時間を 44%削減できることを示した。自動操舵補助装置については研究成果を実用化した。

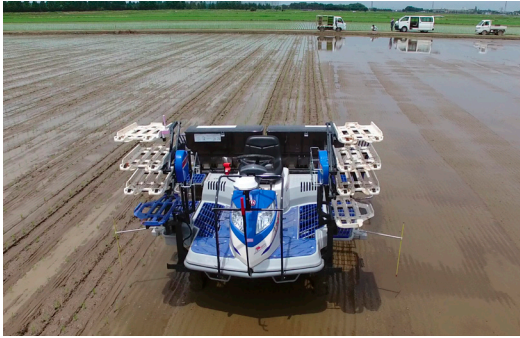


図1 自動運転田植機による無人作業



図2 試作したリモコン

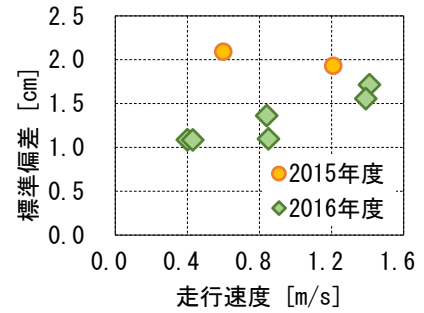


図3 直進精度

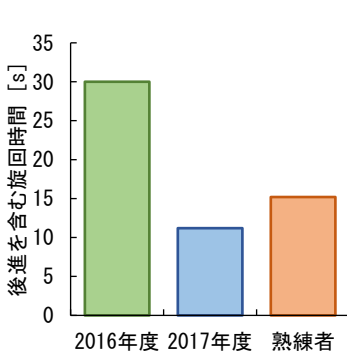


図4 旋回に要する時間

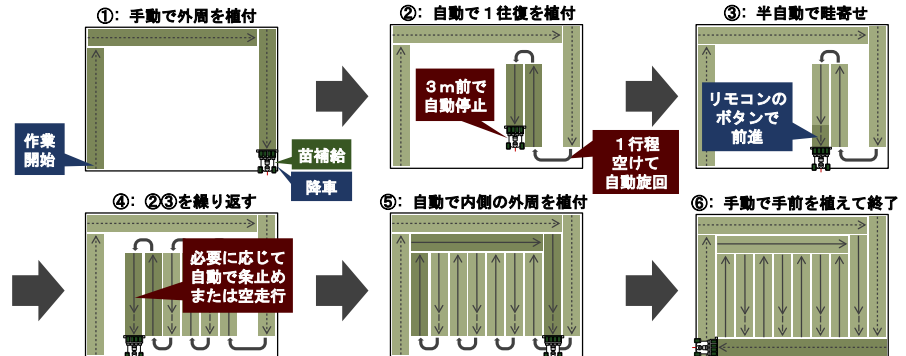


図5 考案した作業手順



図6 変形田での作業結果



図7 自動操舵補助装置の装着例 (東京計器製「AG-GEAR3」)

表 自動運転と熟練オペレータによる手動運転の作業能率比較

運転方法	条件		作業時間 [h]※1					投下労働時間 [人・h/10a]
	作業者 [人]	作業速度 [m/s]	苗補給 ※2	乗車運転 最外周※3	乗車運転 往復	自動運転	合計	
自動運転	1	1.67	0.57	0.30	-	0.92	1.79	0.18
手動運転※4	2	1.67	0.26	0.47	0.85	-	1.59	0.32

※1 長辺及び短辺がそれぞれ異なるほ場のデータを要素別に分類し、1辺100mの正方形ほ場に換算した値。

※2 苗枚数は17枚/10aとして計算。

※3 自動運転区の外周部分はティーチング行程のため手動で運転。

※4 ほ場条件の違いにより手動運転区では0.85m/sに速度を抑えたため、自動運転区に合わせて換算した。

#### 4. 成果の活用面と留意点

自動運転田植機については、農機の自動運転技術の開発に資する。自動操舵補助装置については参画企業において、各社トラクタへの適用性を高めて普及促進を図る。

#### 5. 残された問題とその対応

自動運転田植機については、1人作業では苗補給に時間がかかるため、より能率を上げるためには苗補給方法を検討する必要がある。受信機については参画企業において、測位の安定化、低価格化、準天頂衛星対応などを検討予定である。



---

課題分類：14（1）

課題ID：

研究課題：圃場情報に基づく作業機械の高度化・知能化技術の開発  
－営農管理システムと作業機の連動通信制御技術の開発

担当部署：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、次世代コア技術研究領域・自律移動体ユニット、生産システムユニット

協力分担：本部・知的財産部・国際標準化推進室、西日本農研

予算区分：経常・受託（内閣府「SIP」）

研究期間：完 2014～2018 年度（平成 26～30 年度）

---

## 1. 目的

トラクタと作業機などの農用車両に関する情報通信について、『営農管理システム』からの作業指示データを作業機制御システムに効率的に変換・転送し、また作業時に収集した圃場情報や作業履歴データを効率的に変換・蓄積するための連動通信制御技術を開発する。特に、異なるトラクタや作業機での転送互換性を確立するために、ISO 国際規格に準拠した XML フォーマットを用いるとともに、実証試験を通して実用場面での相互接続性の検証技術を確立する。

## 2. 方法

- 1) 圃場管理システムと移動作業システムの連動通信制御技術の開発のうち、異なる機器間での相互接続性を確認し、開発技術の ISO 規格への適合性の検証を可能にするための接続互換性試験装置を開発した。
- 2) 国際規格に準拠した XML ファイルによる作業指示・作業履歴の受渡しを実現するために、農業機械用 XML ファイルに関する情報を収集し、コンソ内の開発担当者に発信した。また、関連課題で作成された XML ファイルによる作業指示データを国際規格に準拠した農機に適用し、ISOBUS 上での動作を確認した。
- 3) ロボット農用車両やそれと連携する高度作業機等で使用される通信データ項目について、国際規格における取り扱われ方や関連項目を調査・整理することで、ロボット作業に関連して発生する作業指示データや作業履歴データの国際規格に準拠したデータ取扱い方法を取りまとめた。

## 3. 結果の概要

- 1) 営農管理システムと作業機の連動制御として、ISO11783 に対応した接続互換性試験の実施環境を構築し「最低要件」、「汎用端末」、「タスクコントローラ」機能の試験に対応させた。その結果、国際農業エレクトロニクス財団（AEF）が規定する主要な部分の試験が実施可能になった（図 1）。
  - 2) ISOXML ファイルに関する情報収集を行った結果、可変散布マップのフォーマットはグリッドとポリゴンの 2 種類あり、前者が一般的であることを確認するとともに、作業ログデータの構造を明らかにした（図 2）。また、事業内の課題間連携として対応したブームタブラ用のマップベース可変散布 ECU について、ISOBUS 化のための開発を行うとともに、千葉県横芝光町で現地試験を実施することで、ほぼ設計通りの追肥作業が可能であることを確認した（図 3、4）。
  - 3) ロボット作業に必要な作業指示データを、車両走行指示データと作業機動作指示データの 2 種に分類して ISO11783 における取扱われ方を精査した結果、ガイダンス（経路誘導機能）として定義されている項目をロボット農機の基本的な走行指示として、作業機 ECU へのコマンドを作業動作指示として利用可能なことがわかった。また、これらの知見を基に通信制御仕様をまとめ、ロボットトラクタとブロードキャストに実装しほ場試験を実施することで、ロボット作業が実施可能であることを証明した（図 5）。
- 以上、作業機械の高度化・知能化技術目的とした営農管理システムと作業機械の連動通信制御技術の要素技術となる、接続互換性試験装置の開発、農業機械用 XML ファイルについての最新動向の調査、関連課題の ISOBUS 対応、ロボット作業への適応性の検討を行った。

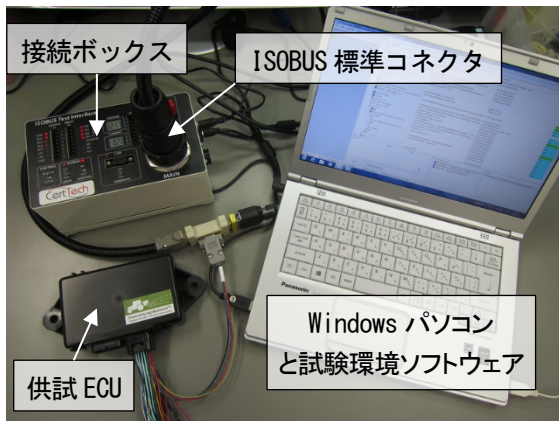


図1 接続互換性試験装置

Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
0000000000000000	C8	08	78	02	81	34	E2	6F	90	19	B8	C0	47	55	25	EB
0000000000000010	01	00	04	08	23	38	01	27	00	A0	8C	FF	FF	01	A0	8C
0000000000000020	FF	FF	02	00	00	00	00	03	00	00	00	00	04	7A	C2	FF
0000000000000030	FF	05	94	11	00	00	06	0E	04	FF	FF	07	94	11	00	00
0000000000000040	08	A2	E5	FF	FF	09	94	11	00	00	0A	36	F7	FF	FF	08
0000000000000050	94	11	00	00	0C	CA	08	00	00	00	94	11	00	00	0E	5E
0000000000000060	1A	00	00	0F	94	11	00	00	10	F2	2B	00	00	11	94	11
0000000000000070	00	00	12	86	3D	00	00	13	94	11	00	00	14	00	00	00
0000000000000080	00	15	00	00	00	00	16	01	00	00	00	17	00	00	00	00
0000000000000090	18	00	00	00	00	19	00	00	00	00	1A	00	00	00	00	1B
00000000000000A0	00	00	00	00	1C	00	00	00	00	1D	00	00	00	00	1E	00
00000000000000B0	00	00	00	1F	00	00	00	00	20	00	00	00	00	21	00	00
00000000000000C0	00	00	22	00	00	00	00	23	00	00	00	00	24	00	00	00
00000000000000D0	00	25	00	00	00	00	26	00	00	00	2C	09	78	02	81	
00000000000000E0	34	E2	6F	90	19	B8	C0	47	55	25	EB	01	00	04	08	23
00000000000000F0	38	01	04	01	A0	8C	00	00	17	A0	0F	00	00	18	F0	49
0000000000000100	02	00	1C	00	00	00	00	2C	09	78	02	81	34	E2	6F	90
0000000000000110	19	B8	C0	47	55	25	EB	01	00	04	08	23	38	01	07	01
0000000000000120	A0	8C	00	00	17	A0	0F	00	00	18	A0	0F	00	00	19	01
0000000000000130	00	00	1A	00	00	00	1B	F0	49	02	00	1C	00	00	00	00
0000000000000140	00	00	08	0F	78	02	81	34	00	00	00	00	00	00	00	00
0000000000000150	00	00	00	00	00	08	23	38	01	08	01	A0	8C	00	00	17
0000000000000160	30	75	00	00	18	30	75	00	00	19	01	00	00	00	1A	00
0000000000000170	00	00	00	1B	F0	49	02	00	1C	00	00	00	00	25	00	00

図2 作業ログデータのバイナリ構造

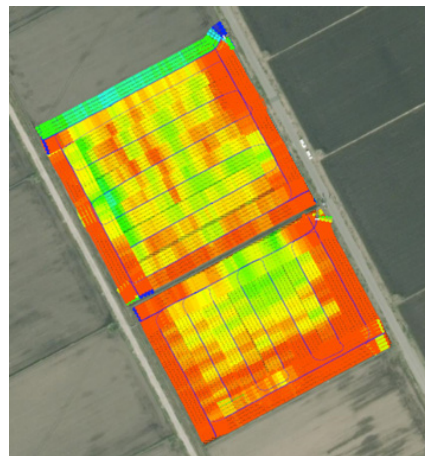
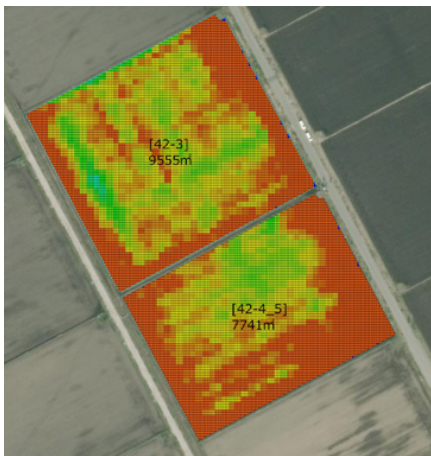


図3 連携課題で作成した可変散布マップ（左）と本課題で ISOBUS 化した機械による散布結果（右）



図4 ISOBUS 対応を行った可変散布機



図5 通信仕様を実装したロボトラの施肥作業

5. 成果の活用面と留意点

国際規格を用いたロボット作業用指示データの知見を発信することで、今後開発されるロボット農機の相互接続性向上やデータ共有化に貢献できる。

6. 残された問題とその対応

今後、作業機側からトラクタを制御する機能(TIM: Tractor Implement Management)や、ISOXML ファイル送受信のワイヤレス化(EFDI: Extended FMIS Data Interface)など、新たな機能が ISOBUS に追加される予定であり、引き続き情報収集と発信、対応した技術開発を続けて行く必要がある。

ロボット作業のための走行指示として、ほ場均平のようにあらかじめ経路設計が難しい作業には今回適用した指示方法は使用できないため、別の指示方法を検討する必要がある。

課題分類：7（1）（2）

課題ID：1060201-03-05\*18

研究課題：ロボット農用車両を用いた農作業効率化技術の研究

担当部署：次世代コア技術研究領域・自律移動体ユニット，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：なし

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2016～2018 年度（平成 28～30 年度）

## 1. 目的

近年の農作業分野における自動化・無人化技術を用いた開発により、ロボットトラクタとそれを用いた有人無人協調システムが市販化された。今後、我が国農業のより一層の省力化と高品質化を両立させるには、このような自動化技術を導入しつつも自動化部分のみならず周辺作業まで含めて組み立てられた新しい作業体系の確立が必要である。よって、本課題ではロボットトラクタなどのロボット農用車両とそれを運用するシステムを中心に、運用時に必要となる準備作業の効率化、遠隔監視のための通信技術の向上、資材補給方法などロボット農用車両の現場導入時に必要となる周辺技術を研究する。

## 2. 方法

- 1) 農業技術革新工学研究センター附属農場（鴻巣拠点）に、ロボット農用車両を用いた農作業（ロボット作業）を実施可能なほ場区画を定めるとともに、そこで動作するロボット農用車両を運用するための機材を設置し、恒常的にロボット作業に関する実験が可能なスマート農業実験棟を建設した（2016年）。
- 2) スマート農機やロボット農機の現場利用に必要なインフラ機材を選定し、スマート農業実験棟に設置した（2016～2018年）。
- 3) ロボット農用車両の運用システムを試作し、スマート農業実験棟計測管制室に設置した。（2018年）
- 4) ロボット作業の事前準備として必要なほ場形状計測工程について、GNSS 測量によるほ場形状計測を代替する方法としてドローン空撮と画像合成による方法を試行した。（2018年）

## 3. 結果の概要

- 1) 附属農場の敷地のうち、スマート農業実験棟に近接する 0.2ha、0.8ha の 2 筆を含む約 3ha のほ場と、敷地中央を走る農道を含む範囲を、ロボット作業が実施可能なほ場区画として設定した（図 1）。スマート農業実験棟から近接ほ場へは新設したスロープを通して移動可能であり、実験棟から近接ほ場まではすべて敷地内であるため、無人車両の自律移動実験等の走行経路として利用できる（図 2）。スマート農業実験棟はタテヨコ約 19m×10m、高さ約 11.5m の 2 階建て建屋で、1 階にロボットトラクタ等の無人車両を駐機可能な実験室兼車両格納庫、2 階に周辺ほ場を目視監視可能な計測管制室を備える。
- 2) インフラ機材として農用車両の高精度位置測位に必要な補正情報を発信する RTK-GNSS 基地局、スマート農業実験棟とロボット農用車両間の通信接続のための 2.4GHz 無線通信設備、車両の目視監視が難しい条件でも遠隔監視が可能な PTZ カメラを設置した。RTK-GNSS 基地局には、国土地理院の運用する電子基準点にも導入実績がある Trimble 社の NetR9 Ti-1 を選定し、特定小電力無線や WiFi による直接データ通信、携帯電話網とインターネットを利用した通信など複数方式により補正情報を配信可能にした。
- 3) 運用システムは主に遠隔監視装置と遠隔操縦装置からなり、これら装置を構成する端末は計測管制室のネットワーク機器を通して上述のインフラと接続される（図 3、4）。これにより、各装置はロボット農用車両の車両情報やカメラ映像をリアルタイムで取得することができる。また、同様に遠隔操縦装置からの操作を車両に送信することで、遠隔操縦により車両を運転できる。
- 4) 上述のロボット作業を実施可能なほ場区画を対象に DJI 社ドローン Matrice 210 RTK とカメラ Zenmuse X5S で撮影し、同時に撮影範囲内 9 か所を参照点として GNSS 測量した。その後、撮影画像と参照点座標を測量マッピングソフト Pix4D mapper により解析した結果、ほ場外形や水栓位置を容易に把握できる精細な合成画像を取得できた。これより、ほ場計測工程を省力化できる可能性が示唆された（図 5）。以上、ロボット農用車両を用いた農作業効率化のための研究を実施した。

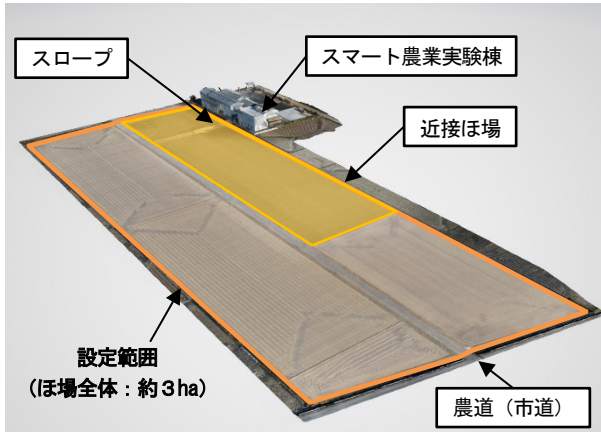


図1 ロボット作業が実施可能な範囲

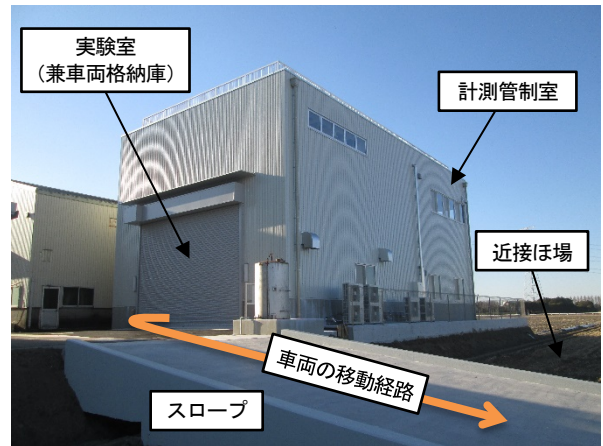


図2 スマート農業実験棟



図3 計測管制室に設置した運用システム

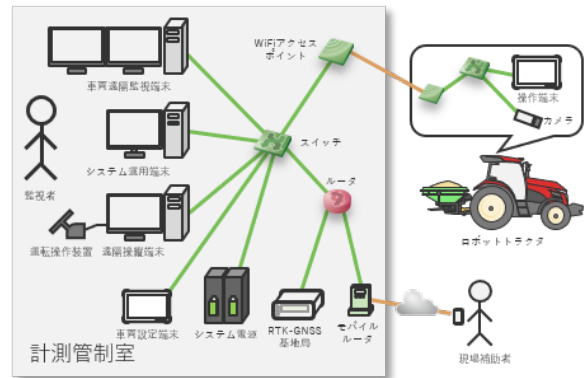


図4 運用システムと実験棟インフラの構成例

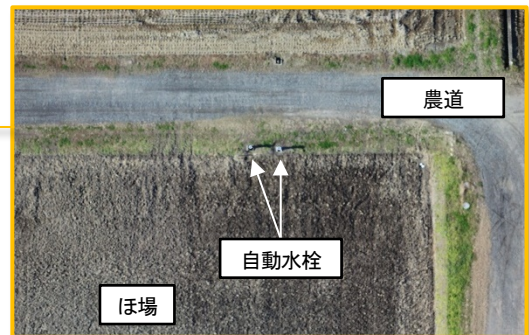
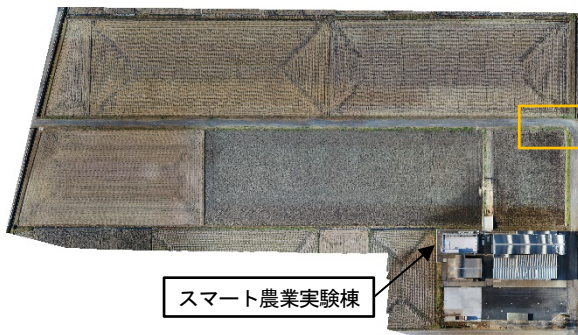


図5 ドローン空撮と画像合成によるほ場計測 (画像はGNSS座標情報を持つ)

#### 4. 成果の活用面と留意点

スマート農業実験棟から近接ほ場以外のは場への移動には市道を通る必要があるため、無人車両の自律移動経路に市道を含む場合は実験前に埼玉県警へ届け出るとともに、鴻巣市や鴻巣署に許可を得たうえで道路を封鎖するなど必要な安全対策を実施しなければならない。

#### 5. 残された問題とその対応

本課題の実施により、これまで個別に開発してきたロボット作業のための技術を附属農場に集約できた。今後は、日常の農作業を対象に運用システムの研究を進め、利便性を向上させる必要がある。

課題分類：4（1）（2）

課題ID：1060202-01-07\*18

研究課題：高機動畦畔草刈機の適応性拡大に関する研究

担当部署：革新工学センター・次世代コア技術研究領域・自律移動体ユニット

協力分担：(株) ササキコーポレーション、岩手農研セ、島根農技セ、宮崎大学

予算区分：経常・クラスター

研究期間：完 2017～2018年度（平成 29～30年度）

## 1. 目的

開発した高機動畦畔草刈機を複数箇所の現地試験に供試し、新たな草刈作業体系の確立に向けて、多種多様な条件を有する畦畔や傾斜法面への適応性拡大を図ることとする。

## 2. 方法

### 1) 高機動畦畔草刈機試作3号機の改造

2016年度に製作した試作3号機の機体バランスをより向上させるため、フレキシブルアームの構造変更とともに刈取部を中心に軽量化（110kg→90kg）を行い、機体の低重心化を図った（図1）。

但し、俵い車輪及びクローラ速度差制御による畦畔の自動走行機能は維持した。（2017年度）

### 2) 高機動畦畔草刈機試作3号機（改）による現地試験（刈払機による慣行体系との比較調査）

改造した試作3号機（改）を岩手県農研センター、島根県農技センター、宮崎大学の現地ほ場（畦畔・法面）に供試し、①遠隔操作区、②刈払機による慣行区、③自動走行区（畦畔のみ）の3試験区を設け、作業能率、作業精度等について調査した（図2）。（2017年度）

### 3) 適応性拡大に向けた要素技術のとりまとめ

高機動畦畔草刈機試作3号機（改）による現地試験結果等に基づき、高機動畦畔草刈機の適応性拡大に向けた要素技術についてとりまとめを行った。（2017～2018年度）

### 4) 電動リモコン草刈機「スマモ」による現地試験

高機動畦畔草刈機と本質的構造が同じ電動リモコン草刈機「スマモ」（2018年6月市販開始）を兵庫県養父市の現地ほ場（法面）に供試し、作業能率、作業精度等について調査した。（2018年度）

## 3. 結果の概要

1) 高機動畦畔草刈機試作3号機（改）を現地ほ場に供試した結果、機体バランスが向上し畦畔及び法面における走行性能は良好であった。試験結果は表1に示す通りで、まず畦畔については、①遠隔操作区の作業時間（平均）は②慣行区と比較して約6割低減した。また、③自動走行区では成形された畦畔に沿った自動走行が可能であり作業時間（平均）は①遠隔操作区と同等であった。一方、法面での試験結果については、①遠隔操作区の作業時間（平均）は②慣行区と比較して約5割低減した。法面では駆動式の補助輪を付加することにより最大傾斜35度の急斜面まで作業可能であった。なお、刈取精度は、畦畔及び法面ともに②慣行区と比較し概ね同等であった。

2) 適応性拡大に向けた要素技術のとりまとめに関して、各要素に分けてそれぞれの達成度を評価したところ、全体の仕上がりは一定のレベルに到達しているものの、上面幅が50cm未満の畦畔及び傾斜角度が35度を超えるような法面への適応性を拡大するためには、その利用場面に応じて、クローラ外幅を調整できる機構を付加することが望ましいと推察された。また、機械設定の簡便化やリモコンの操作性向上を図ることによって、畦畔及び法面における作業能率や取扱性をさらに向上できる可能性が高いものと推察された。

3) 電動リモコン草刈機「スマモ」を現地試験に供試した結果、法面（急斜面）における作業能率は126～159分/10aであり、傾斜角が35度を超えるような急斜面であっても草刈作業が可能であったため、「スマモ」の法面（急斜面）への適応性は高いことが明らかとなった。

以上、高機動畦畔草刈機試作3号機（改）を現地試験に供試し、慣行体系との比較調査を行った結果、畦畔及び法面において慣行体系（刈払機）と比較し作業能率が大幅に向上することが明らかとなった。また、適応性拡大に向けた要素技術についてとりまとめを行うことができた。

機体全体	全長(mm)	1300
	全高(mm)	540
	刈幅(mm)	700(350×2連)
	重量(kg)	90
走行部	構造	2クローラ式
	クローラ外幅(mm)	490
	駆動方法 (モータ出力)	ホイールインプランモータ (DC24V、250W×2)
刈取部	構造	2連式カッターユニット (フレキシブルアーム)
	駆動方法 (モータ出力)	ブラシレスモータ (DC36V、300W×2)
	回転数(rpm)	3,000(標準)
操作部	無線リモコン	
電源	リチウムイオン電池(36V、34Ah) 連続稼働時間:約90分程度	

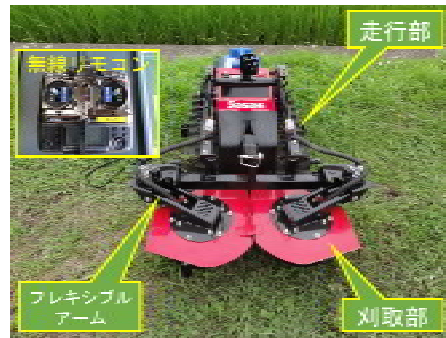


図1 高機動畦畔草刈機試作3号機(改)の主要諸元および外観



図2 高機動畦畔草刈機試作3号機(改)による現地試験の様子

表1 高機動畦畔草刈機試作3号機(改)による現地試験結果の例(岩手県農研センター)

試験日	供試機 (※:改造機)	供試機 操作方法	畦畔				作業精度				試験日	供試機 (※:改造機)	供試機 操作方法	傾斜 角度 (平均) (度)	作業 面積 (㎡)	作業時間				作業精度	
			作業 面積 (㎡)	正味 刈取 (分/10a)	旋回・停止 (機械設定含む) (分/10a)	計 (分/10a)	草高さ(平均)		刈株高さ(平均)							正味 刈取 (分/10a)	旋回・停止 (機械設定含む) (分/10a)	計 (分/10a)	草高さ (平均) (cm)	刈株 高さ (平均) (cm)	
							上面 (cm)	側面 (cm)	上面 (cm)	側面 (cm)											
6/9	試作3号機	遠隔操作	87.0	118.4	15.9	134.3	34.6	28.2	5.8	6.2	6/9	試作3号機	遠隔操作	19.8	213.7	81.3	14.7	96.1	59.5	12.4	
6/12	刈払機	ハンドル操作	133.4	245.3	4.2	249.5	38.4	35.2	3.2	5.8	6/12	刈払機	ハンドル操作	19.8	128.2	153.1	1.4	154.6	59.5	4.8	
6/29	試作3号機*	遠隔操作	49.1	106.9	28.9	135.8	21.8	23.4	6.8	9.4	6/29	試作3号機*	遠隔操作	19.8	213.7	66.4	9.3	75.7	36.8	12.5	
		自動走行	101.8	109.9	52.4	162.2	-	-	-	-			刈払機	ハンドル操作	19.8	58.7	150.2	6.0	156.2	36.8	6.5
7/19	試作3号機*	遠隔操作	46.9	114.8	51.9	166.7	14.6	17.2	7.8	6.4	7/19	刈払機	ハンドル操作	31.3	37.7	148.5	6.6	155.2	66.2	5.6	
		自動走行	99.0	102.0	41.9	143.9	12.4	29.8	9.0	5.4			試作3号機*	遠隔操作	19.8	248.4	62.9	4.2	67.1	38.6	13.2
8/9	試作3号機*	遠隔操作	34.9	577.8	4.8	582.6	14.6	14.0	4.4	7.8	8/9	刈払機	ハンドル操作	19.8	67.7	214.9	6.2	221.1	38.6	5.7	
		自動走行	48.9	137.4	30.0	167.3	24.4	27.8	7.8	6.4			試作3号機*	遠隔操作	19.8	241.0	82.7	11.1	93.8	50.6	11.4
平均	試作3号機(遠隔操作)の 刈払機に対する低減割合(%)	遠隔操作	58.0	119.4	31.7	151.0	23.9	24.2	7.1	7.1	平均	試作3号機(遠隔操作)の 刈払機に対する低減割合(%)	遠隔操作	19.8	83.0	90.6	21.1	111.6	46.8	10.0	
		自動走行	99.8	117.2	46.8	164.0	19.8	26.8	8.1	6.6			刈払機	ハンドル操作	19.8	65.6	221.0	5.6	226.6	50.6	7.5
			56.6	413.2	7.2	420.4	24.8	25.1	4.6	6.9				164.0	81.6	17.5	99.1	46.4	11.5		
			71.1	-	-	64.1	-	-	-	-				62.7	210.9	6.0	216.9	46.4	6.1		
			61.3	-	-	54.3	-	-	-	-											

草種:クローバ、イネ科、広葉(クタン、オオハコ)、他、草含水率:72.9~84.6%、草乾物重:69.8~355.6g/㎡、土壌硬度:6.7~13.4kgf/cm



図2 電動リモコン草刈機「スマモ」による現地試験の様子(兵庫県養父市)

#### 4. 成果の活用面と留意点

成果の普及に向け、モニタ販売機を購入し、大規模営農組織等を中心に現地実証を実施予定である。

#### 5. 残された問題と対応

畦畔及び法面からの転落対策や電装部分の防水対策等について検討を行う必要がある。

課題分類：4（1）（4）

課題ID：1060202-03-05\*18

研究課題：超音波等の物理的刺激を利用した防除技術の開発

担当部署：革新工学センター・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：東京農工大、滋賀農技セ、徳島農総センター、プレテック（株）

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完2016～2018年度（平成28～30年度）

## 1. 目的

ヤガ類や各種病害の防除に有効な超音波等の物理的刺激を利用した防除装置の研究開発を行い、本装置が利用可能な病虫害について調査研究を行うとともに、本装置を利用した防除技術の実用化について検討する。

## 2. 方法

- 1) 可動式超音波照射システムのトマト萎凋病防除効果試験：試作システム（図1）を利用し、40kHz、120dBの超音波（断続的パルスパターン）をトマト苗（桃太郎）に2週間処理した後、トマト萎凋病菌を接種した。発病度は、特徴的な病徴である茎の維管束褐変度を0～4の5段階で評価し、トマト萎凋病の病害防除効果を調査した。（2016年度）
- 2) 可動式超音波照射システムのイチゴうどんこ病防除効果試験：試作システム（図1）を利用して40kHz、120dBの超音波（連続発振）をイチゴ苗（章姫）に処理し、イチゴうどんこ病罹病株を用いて空気伝染による接種を行った。本試験では接種後も超音波処理を継続し、病害防除効果を調査した。また、固定式超音波照射システムを同じハウス内に設置し、40kHz、120dBの超音波（連続発振）をイチゴ苗（章姫）に処理して同様に病害防除効果を調査した。本防除効果試験では接種後も超音波処理を継続し、イチゴ果と葉の病害防除効果を調査した。（2016年度）
- 3) 可動式超音波照射システムがイチゴに及ぼす影響調査：試作システム（図1）を利用し、40kHz、120dBの超音波（連続発振）をイチゴ苗（章姫）に処理し、超音波処理がイチゴに及ぼす影響を調査するため、超音波処理後の葉の硬度、葉色（SPAD値）を解析した。（2017年度）
- 4) 可動式超音波照射システムのレタスうどんこ病防除効果試験：レタス水耕栽培を行なっている（株）アースノート（沖縄県）のハウス内に試作システム（図6）を設置し、40kHz、120dBの超音波（連続発振）をレタス苗に処理してレタスうどんこ病の防除効果を調査した。（2017～2018年度）
- 5) 超音波処理による病害抑制機構の解析：超音波を処理したトマトについて、病害抵抗性に関与する遺伝子の発現をRT-qPCRにより解析した。（2017～2018年度）

## 3. 結果の概要

- 1) トマト萎凋病防除効果試験の結果、超音波処理区は無処理区と比較して、発病度が有意に減少した（図2）。この結果、試作システムによるトマト萎凋病防除効果を確認した。
  - 2) イチゴうどんこ病防除効果試験の結果、超音波処理区は平均発病度が無処理区と比較して発病果率及び発病葉率が有意に低く、試作システムによるイチゴうどんこ病防除効果を確認した（図3、図4）。また、固定式超音波照射システムと可動式超音波照射システムを比較した結果、両システムともイチゴうどんこ病の防除効果を確認できた。防除効果は、可動式超音波照射システム試験区が固定式超音波照射システム試験区より高かった。可動式超音波照射システムの方が固定式超音波システムより多くのイチゴ苗に超音波を処理できるため、防除効果が高くなったと推測される。
  - 3) 超音波処理がイチゴに及ぼす影響を調査した結果、葉の硬度、葉色（SPAD値）は超音波処理区と無処理区で有意差は認められなかった。
  - 4) レタスうどんこ病防除効果試験の結果、超音波処理区と無処理区のレタスうどんこ病の発生率に有意差はなく、可動式超音波照射システムのレタスうどんこ病に対する防除効果は認められなかった。
  - 5) 超音波処理後のトマトの遺伝子発現解析の結果、病害抵抗性関連遺伝子*PR1a*の発現が無処理と比較して3～4倍上昇することが明らかとなった。
- 以上より、可動式超音波照射システムは、トマト萎凋病とイチゴうどんこ病の発病を抑制するが、レタスうどんこ病には防除効果が認められなかった。本装置は、研究用としてプレテック（株）が受注生産を行なっている。

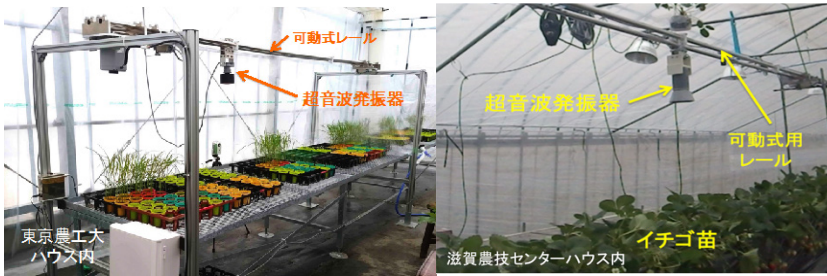


図1 試作した可動式超音波照射システムの設置  
(東京農工大、滋賀農技センター)

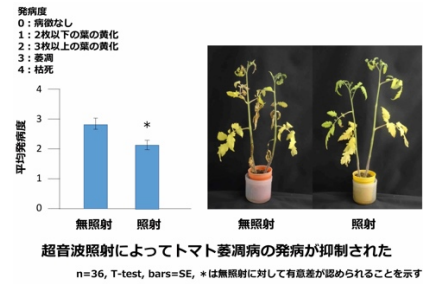


図2 試作システムのトマト萎凋病  
防除効果

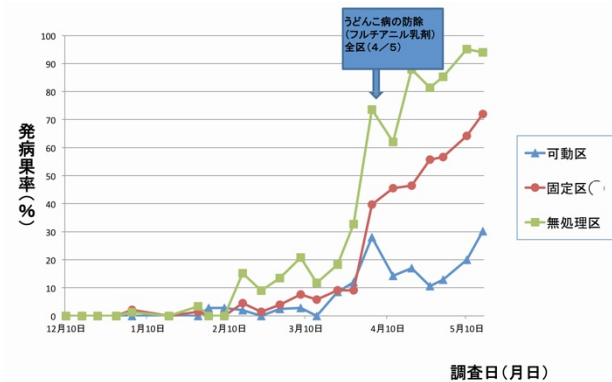


図3 試作システムのイチゴうどんこ病  
防除効果 (発病果率)

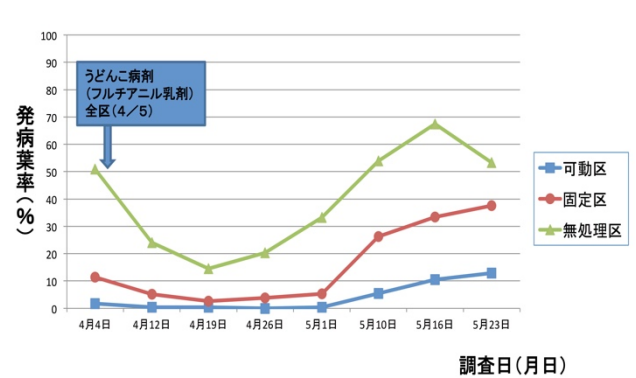


図4 試作システムのイチゴうどんこ病  
防除効果 (発病葉率)

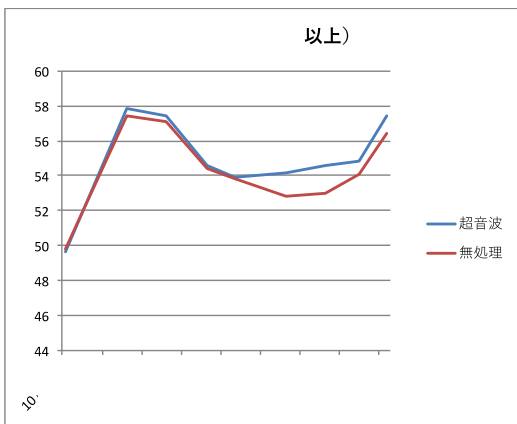


図5 試作システムがイチゴ葉色に  
及ぼす影響 (SPAD値)

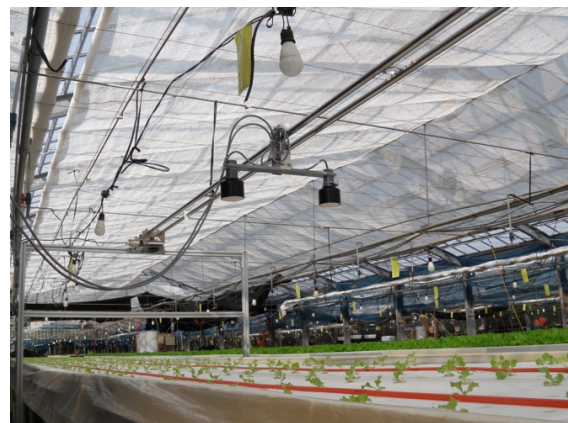


図6 試作した可動式超音波照射システム  
の設置 ((株) アースノート)

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 超音波を利用した環境保全型の病害防除方法の普及に資する。
- 2) 開発機は防除可能な病害と対象植物が限定的である点に留意する必要がある。

#### 5. 残された問題とその対応

開発機は(株)プレテックより研究用として受注生産を開始している。本年度、滋賀県農技センターハウスに数台納入予定であり、引き続き本機の実証試験を行うためフォローアップが必要である。



---

課題分類：6（3）

課題 I D：1060303-01-05\*18

研究課題：野菜花き等の調製・流通用機械の開発

担当部署：革新工学研究センター・次世代コア技術研究領域・ポストハーベスト

協力分担：

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2018 年度

---

## 1. 目的

緊プロ「軟弱野菜の高エネルギー調製機（H27-29）」研究開発成果について、基本性能の確認、利用場面等の普及のための条件調査を目的として、現地実証試験を行う。

## 2. 方法

- 1) 各地のハウレンソウ産地に試作 3 号機（表 1）を持ち込み、現地実証試験を行った。
- 2) ハウレンソウの調製現場で試用してもらい、利用形態、作業実態の調査、導入可能性等の聞き取り等を行った。経営体の種類としては、(A)労働者が家族中心の個人経営、(B)雇用が大部分を占める大規模な経営、(C)JA 等が運営する共同出荷施設の 3 種類に分類して、調査した。

## 3. 結果の概要

- 1) 北海道知内町・木古内町、群馬県前橋市・伊勢崎市、岐阜県高山市、広島県安芸太田町、佐賀県佐賀市等の調製現場で実証試験をした。3 台での今年度のべ試用時間は 800h を達成した。この間大きなトラブルもなく、作業が可能であった。
- 2) 現地実証試験の様子について、一部を表 2 に示すとともに、概要を以下に記す。現場(1(B)に分類。以下同じ表記)では、既に現行機を 3 台導入している。総作業員数約 10 名で、ピロー包装型の自動袋詰め機も導入しており、シーズン中は断続的に調製作業を実施している。現行機から新型機へ置き替えた結果、作業能率が 1.6 倍であった。現場(2(A))は、新規の試用現場である。作業員数約 3 名で、袋詰めも手作業で実施しており、出荷可能な量が捌ける分だけを計画的に収穫する方式であり、費用対効果の観点からは、導入効果は低いと言える。しかしながら利用者からは、作業負担が解消されるメリットが大きく、早期に導入したい旨の評価を得た。現場(3(B))は、新規の試用現場である。自動袋詰め機も導入しており、出荷作業は収穫と並行して全日実施している。他の作物の作業が数種類同時並行的にあるため作業員が固定されていない。本機では個人差が生じにくく、全体作業が計画的にできるなどの導入メリットが期待でき、早期に導入したい旨の評価を得た。現場(4(A))は、新規の試用現場である。収穫現場で出荷作業を実施しており、収穫を並行して実施している。根の切断、不要部位の除去のみでまで生産者の業務で、共同出荷場に出荷し、以降の調量、箱詰め等の作業は分業されている。現状では、作業場が固定されていない、調量、箱詰め等の出荷作業が分業されているなどの点から、導入の緊急性は低い旨の評価であった。現場(5(B))は、新規の試用現場である。現場(1(B))と条件が近く、導入可能性が高いと言えるが、作業場の形状、現有機材、雇用者を活用する観点からの問題があった。作業場の改修等を含む、経営体での将来計画に併せて導入を検討したいとのことであった。現場(6(C))は、新規の試用現場である。収穫現場で、根切り、不要部位の除去をして、作業員数約 30 名を配置した出荷施設で調量、袋詰め、箱詰め等の出荷作業を行っている。条件的には、機械の導入効果をもっとも高いと言えるが、大人数で他の作物の出荷作業を数種類同時並行的に出荷作業しているため人員の柔軟性が必要であることなどから、導入の緊急性は低い旨の評価であった。

以上、高エネルギー軟弱野菜調製機の現地実証試験を実施した。現行機使用現場ではスムーズな移行が期待できるが、新規導入の場合、現行体系の見直しが必要となる場合がある。

表1 試作3号機の主要諸元

機体寸法	全長(mm)	2830 (搬出ベルト格納時 2400)
	全幅(mm)	735-880
	全高(mm)	880-1060 (搬出ベルト格納時 1460-1640)
質量(kg)	117	
使用電圧(V)	AC100	

表2 現地実証試験の様子と聞き取り結果

		
<p>(1 (B)) 現行機利用現場 (作業人数約 10 名): 現行機よりも精度能率が良くなっており、導入したい。部品の耐久性にも期待。</p>	<p>(2 (A)) 新規試用 (作業人数約 3 名): 小規模であり機械の稼働時間は短いものの、作業負担が解消されるためメリットが大きい。</p>	<p>(3 (B)) 新規試用 (作業人数約 5 名): 作業者が固定しないが、個人差が生じにくいいため、調製のペースが把握でき、全体作業が計画的に出来る。</p>
		
<p>(4 (A)) 新規試用 (作業人数約 4 名): 現行体系では圃場内で作業をしている。調製機を移動させる、または、収穫物を運搬する手段が必要となる。調量以降が C タイプの分業。</p>	<p>(5 (B)) 新規試用 (作業人数約 7 名): 現在の作業場の大きさ、形状では調製機械を有機的に配置することが困難。</p>	<p>(6 (C)) 新規試用 (作業人数約 30 名): 大規模な会社組織で、雇用者数が多く人員配置の柔軟性が必要。現行体系で機械を有効に利用する配置方法が必要。</p>

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 上記内容は試作3号機での結果である。
- 2) 機械性能等については、農業食料工学会にて発表した。小林ら, 高能率ホウレンソウ調製機の開発および性能について, 農業食料工学会誌:80(6)434-439. 2018.

#### 5. 残された問題とその対応

メーカーによって市販機が 2018 年 11 月より、販売開始された。(価格 111.4 万円)

課題分類：12 (5)

課題ID：1060304-02-02\*18

研究課題：粗飼料水分の非破壊推定装置の開発

担当部署：革新工学センター・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：産総研・畜産部門

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2016～2018 年度 (平成 28～30 年度)

## 1. 目的

フィルム等で密封された粗飼料の表層で電磁波を送受信するとともに、その伝送特性と水分との関係を解明し、非破壊水分推定装置の原型機を開発する。

## 2. 方法

- 1) 電磁波の送受信機としてベクトルネットワークアナライザ (以下、VNA) を、測定ヘッドとしてマイクロストリップライン (以下、MSL) を、測定試料としてパウチサイロ (0.2m×0.3m のポリエチレン製袋を脱気密封した実験用小型サイロ、含水率 6-82%) およびラップサイロ (ネット 4 層巻、フィルム 6 層巻) を用いた。材料草は、ライムギ・オーチャードグラス・トウモロコシとした。測定試料の表面に MSL を接触させ、MSL を押し当てる強さを変えながら電磁波を反復測定し、MSL 表面に何も載せない時の測定値を基準にした振幅変化 (Log Magnitude) を x 軸に、位相変化 (Radian) を y 軸に取った一次回帰直線の傾き (以下、伝送指数) と含水率との関係を明らかにした (2016 年度)。
- 2) VNA と MSL を組み合わせた一次試作機、および一次試作機と同等の測定機能を組込むとともに小型軽量化・取扱性向上を図った二次試作機 (図 1) を製作した。草種・含水率の異なるパウチサイロおよびラップサイロに二次試作機の MSL を押し当てながら測定した伝送指数を含水率と比較した (2016-2018 年度)。
- 3) 含水率 32-77% に調整したオガ粉を模擬材料とし、0.1m×0.1m×0.06m の型枠内で圧密しながら脱気・密封・角形成形したパウチサイロを作製し、このパウチサイロ表面にラップフィルムを 6 層重ね室内実験に供した。MSL を押し当てる荷重の範囲を 0-50N から 150-200N まで 50N ずつ変え、同一部位を 5 回ずつ繰り返し測定した。この結果を受け、ラップサイロへの MSL 押し当て荷重を室内実験と同等に調整するとともに測定試料表面に対して垂直に押し当てできる治具を製作し、MSL を横向きと縦向きにしてラップサイロに押し当てて測定した。伝送指数と含水率の関係および含水率の推定精度を、PLS 回帰分析を活用して明らかにした (2017-2018 年度)。

## 3. 結果の概要

- 1) 測定した電磁波の振幅変化と位相変化は  $R^2 > 0.9$  と直線的な関係にあった。また、伝送指数と含水率との決定係数は 3.5-6GHz の周波数において高く、含水率推定に有望な周波数帯の 1 つと考えられた (図 2)。
- 2) 二次試作機では、測定に必要な機能を筐体へ組込むとともに電磁波の送信出力を高め、測定・解析操作の多くをプログラムにより自動化し、伝送指数をリアルタイムに把握できるようにした (表)。しかし、二次試作機の MSL を人力でラップサイロへ押し当てながら測定したところ、伝送指数と含水率との決定係数は 0.5 程度と低く、MSL の押し当て方等の測定条件が伝送指数および伝送指数と含水率との関係に及ぼす影響を明らかにする必要があった。
- 3) 室内実験における模擬材料の伝送指数は、同一含水率においても MSL 押し当て荷重が高まるにつれて減少した (図 3)。伝送指数と含水率との決定係数は、MSL を 50-150N の荷重範囲で押し当てたときに最も高く 0.97 であった。このときの含水率の推定値と実測値との平均誤差は 2% であり、実用的な精度で含水率を非破壊推定できる可能性が認められた (図 4)。一方で、ラップサイロを対象とし、MSL 押し当て荷重を 50-150N に設定して測定した伝送指数と含水率との関係は、3.6GHz において決定係数 0.78、平均誤差 8% 程度であり、MSL を押し当てる向きの影響は小さかった (図 5)。PLS 回帰分析により、含水率推定に有望な周波数帯として 0.75GHz 付近が新たに抽出されたことから、2 つの周波数 (0.75GHz および 3.6GHz) を選択して推定式を作成したところ、推定値と実測値との決定係数は 0.89、平均誤差は 5% 程度に改善された (図 6)、含水率の推定値と実測値との差は最大 12% であった。ラップサイロの流通現場で実用的に含水率を非破壊測定するには、さらなる精度向上が必要と考えられ、伝送指数に影響をおよぼす、MSL 押し当て荷重以外の要因をさらに検討する必要性も認められた。

以上、電磁波伝送特性を測定可能な装置を試作し、測定ヘッドの押し当て荷重範囲を設定することで伝送特性の再現性と含水率推定精度が高まることを明らかにし、模擬材料では含水率を平均誤差 2% 程度の精度で非破壊推定できる可能性を得た。一方ラップサイロでは最大誤差が 12% 程度であり、精度向上の必要があった。



図1 二次試作機の外観

表 二次試作機的主要仕様

概要	伝送特性の自動取得・リアルタイム解析機能を搭載
測定ヘッド	マイクロストリップライン (中心導体長: 80mm、インピーダンス: 50Ω)
送信出力	5 dBm (3-6GHz における最大値)
質量・寸法	5.3kg (0.21x0.4x0.12m)
測定・解析時の主な操作	①電磁波測定: 手動測定+連続(自動)測定 ②伝送指数解析: 測定中にリアルタイム演算 ③伝送指数と含水率の関係: 手動による解析

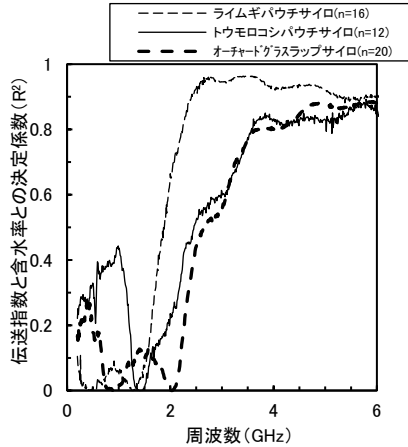


図2 伝送指数と含水率との決定係数

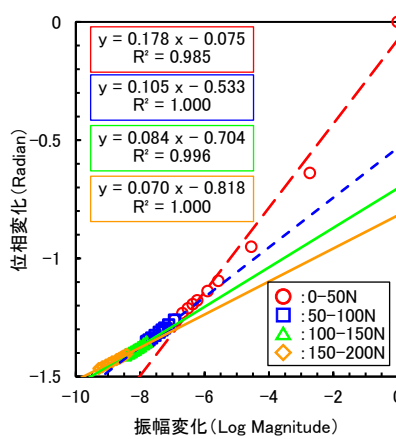


図3 MSL 押し当て荷重が振幅変化と位相変化におよぼす影響 (含水率 70%、3.6GHz、模擬材料)

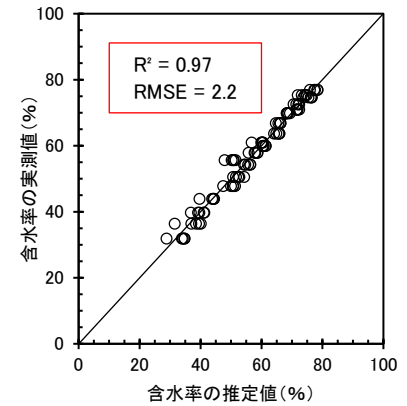


図4 MSL 押し当て荷重を一定範囲にした場合の含水率の推定精度 (50-150N、3.6GHz、模擬材料)

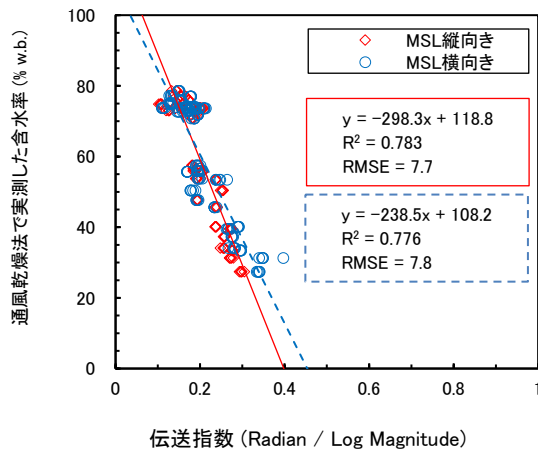


図5 MSL を押し当てる向きを変えた場合の伝送指数と含水率の関係 (50-150N、3.6GHz、ラップサイロ)

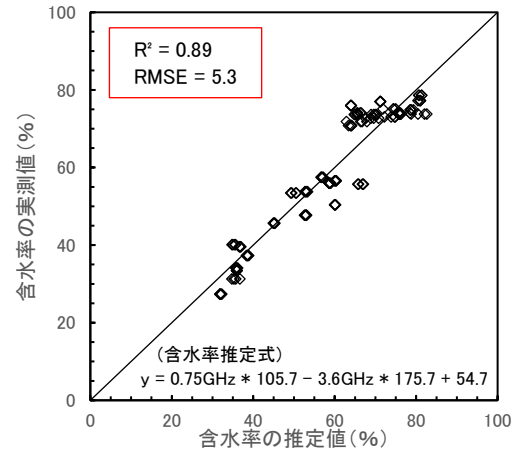


図6 2つの周波数 (0.75GHz および 3.6GHz) から作成した推定式による含水率の推定精度 (50-150N、ラップサイロ)

#### 4. 成果の活用面と留意点

ラップサイロの内部含水率等を、フィルムをはがさず非破壊測定する技術開発に資する。

#### 5. 残された問題とその対応

ラップサイロ流通現場で実用的に含水率を測定・評価するには、実測値との誤差が3%を下回る精度で非破壊推定できることが望ましい。

課題分類：8 (9)

課題 ID：1060304-04-05\*18

研究課題：豚舎洗浄ロボットの開発

担当部署：戦略統括監付戦略推進室、次世代コア研究領域基礎技術ユニット

協力分担：(株)中嶋製作所、スキューズ(株)、トピー工業(株)、(独)国立高専機構、香川大学、(株)NTTドコモ、千葉畜総セ、動物衛生部門、(一社)日本養豚協会、(有)ブライトピック千葉

予算区分：経常・受託(地域戦略プロ)

研究期間：完 2016～2018 年度(平成 28～30 年度)

## 1. 目的

既存の海外製洗浄ロボットよりも安価で、我が国の中規模豚舎にも導入可能な豚舎洗浄ロボットを開発する。

## 2. 方法

- 1) 開発機の構想を検討し、1次試作機を製作するとともに養豚農家にアンケート調査を行った(2016年度)。
- 2) 1次試作機の課題を踏まえ、以下の3種類の2次試作機を製作した。①床面積が広い肥育豚房に対応するため、最大長3.6mの伸縮式アームを全方位クローラ台車に搭載し、測域センサにより隔柵を検知可能な自律走行システムも搭載し、タブレット端末で操作する高機能型肥育豚舎用試作機(以下、高機能型)。②農家の意向に応えるため、機能を絞り低価格化を重視した低価格重視型肥育豚舎用試作機(以下、低価格重視型)。③複雑な動きができる6軸アームの特長を活かし、アームを直接把持してティーチングできる機能を搭載して構造が複雑な分娩豚舎への適用を図った分娩豚舎用試作機(以下、分娩豚舎用)。高機能型については千葉畜総セとブライトピック千葉での洗浄試験(以下、現地試験)、分娩豚舎用は模擬豚房での試験に供試し、改善点を抽出した。また、洗浄ロボット管理システムを開発し、機能等を評価した(2016～2017年度)。
- 3) 1)のアンケートで、試算に必要な回答データが揃った農家26戸について、母猪飼育頭数別に洗浄作業に要する労働コストを調査し、開発機の想定価格と比較して導入可能な経営体の割合を試算した(2017年度)。
- 4) 各2次試作機を改良し、現地試験に供試した。作業時間と洗浄効果を、人手作業と比較した(2018年度)。

## 3. 結果の概要

- 1) 開発機のコセプトを図1のように定めた。1次試作機は、横方向にも走行可能な全方位クローラ台車に長さ1.6mの6軸アームを搭載した。動作確認の結果、アームが重く、伸ばした状態での安定性が悪く、目標である4mの範囲を洗浄できるアーム長への改良は難しいと判断された。また、全方位クローラの動力伝達機構を簡素化する必要が認められた。アンケートの結果、養豚農家の意向は、完璧な洗浄効果よりも一定レベルまで洗浄できて安価であることを重視する傾向が強かった。
- 2) 高機能型は、現地試験で4mの範囲を洗浄可能であることを確認したが、アームの動作が不安定になることがあった。分娩豚舎用は、カウンタウェイトを設置したことでアーム伸張時のバランスを改善した。ダイレクトティーチング機能については、操作力の低減化が必要だった。低価格重視型は、駆動2輪+キャスタ4輪から成る車輪式走行部と伸縮式アームを試作した。洗浄ロボット管理システムは、開発機の動作状況をクラウド上に自動記録し、携帯端末で閲覧できることを確認した。また、開発機が緊急停止した場合、警告メールを携帯端末に送信する機能を搭載した。
- 3) 千葉県内の養豚農家への調査から洗浄作業の年間労働賃金換算額を試算し、開発機の想定価格と比較したところ、開発機の耐用年数を5年とした場合、想定価格が600万円の場合は35%、500万円の場合39%、400万円の場合は54%の農家で導入が可能と試算された。
- 4) 現地試験の結果、人手による作業時間に比して高機能型で68%、分娩豚舎用で66%が削減でき(表2)、菌数測定の結果から、人手での仕上げが不要な程度まで洗浄できたと判断された。自律走行システムは、洗浄水により水飛沫が発生した環境下でも柵を検知し、柵に沿って前後進することができた。低価格重視型は2月に現地試験の予定である。分娩豚舎用は、ダイレクトティーチング時の操作力が低減化し、構造が複雑な分娩豚房を十分に洗浄可能であった。一方で、さらなる操作力の軽減や安全確保のための外力停止機能の閾値の調整が必要であった。いずれの試作機も耐環境性対策等が必要だった。

以上、中規模農場に導入可能な豚舎洗浄ロボットを開発し、洗浄効果と現地適応性を明らかにした。

表 1 各試作機の諸元

試作機名称	高機能型 肥育豚舎用 試作機	分娩豚舎用 試作機	低価格重視型 肥育豚舎用 試作機
洗浄対象	肥育豚房	分娩豚房	肥育豚房
全長 (mm)	1730	1360	1600
全幅 (mm)	650	680	750
全高 (mm)	1470	1600	1775
全質量 (kg)	260	330	300
最大アーム長 (m)	3.6	2.5	3.2
アーム自由度	5	6	5
駆動方式	電動式	電動式	電動式
電源	24V、11.6Ah、 リチウムイオン、2個	24V、42Ah、 鉛、2個	24V、80Ah、 鉛、2個
搭載機能	自律走行システム、洗浄ロボット管理システム	ダイレクト ティーチ機能、外力推定 停止機能	洗浄速度可変 機能、豚舎間 移動用クラッチ機構

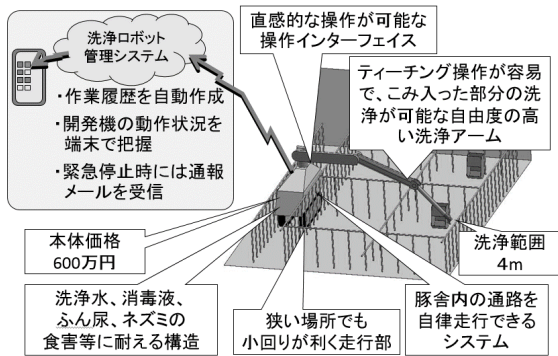


図 1 開発機の構想



図 2 各 2 次試作機による洗浄試験の様子 (左から高機能型、低価格重視型、分娩豚舎用)

表 2 各 2 次試作機による洗浄試験結果

	高機能型肥育豚舎用	低価格重視型肥育豚舎用	分娩豚舎用
人手による作業時間	54 分 21 秒	2019 年 2 月 試験予定	8 分 41 秒
試作機の作業後の仕上げ 作業に要した時間	17 分 25 秒	2019 年 2 月 試験予定	2 分 57 秒
削減割合	68%	2019 年 2 月 試験予定	66%

※肥育豚房は間口 5.4m × 奥行 3.6m

#### 4. 成果の活用面と留意点

低価格重視型肥育豚舎用試作機の市販化を目指す。他の試作機で得た技術も今後の上位機種へのニーズに込められるよう蓄積するとともに、他分野への応用を図る。

#### 5. 残された問題とその対応

耐環境性、耐久性等の対策が必要であり、低価格重視型肥育豚舎用試作機については、新規課題で市販化を目指す。

課題分類：13 (4)

課題 I D：1060403-01-01\*18

研究課題：施設園芸用電動耕うん機の開発

担当部署：革新工学センター・次世代コア技術研究領域・基礎技術ユニット

協力分担：宇都宮大学・日本自動車研究所

予算区分：経常・所内特研

研究期間：完 2016～2018 年度 (平成 28～30 年度)

## 1. 目的

施設園芸に適用可能な小型の電動の耕うん機を開発し、複数のほ場で耕うん試験、モータ用ダイナモメータで定置性能試験を行い、IPM モータによる耕うん作業時の出力特性、エネルギー消費特性を明らかにすることで、今後の電動の農業機械開発に資することを目的とする。また、ほ場耕うん試験および定置性能試験の結果から、電動と軽油運転とのエネルギーコストの比較を行う。

## 2. 方法

- 1) 耕幅 0.6m のロータリとそれを駆動する IPM モータ (定格 20.8kW) およびモータを制御するコントローラ (SEVCON GEN4)、バッテリー (Li-ion、1V35Ah、6 個) 等で構成される試作電動耕うんシステムをトラクタ (17.3kW) に装着した。革新工学センターの場内ほ場、宇都宮大学附属農場、革新工学センター鴻巣農場の 3 箇所で、ほ場条件の異なる耕うん作業を計 20 回行った。(2016～2017 年度)
- 2) モータ用ダイナモメータによるモータの定置性能試験を行った。モータ回転数を 2 段階 (900, 1450 rpm) とし、モータ回転数 900 rpm のとき、負荷 11 段階 (0～159 Nm)、1450 rpm (定格) のとき負荷 12 段階 (0～137Nm) 計測した。さらに、モータ回転数 500, 750, 900, 1200, 1450 rpm のモータ定格トルク (137Nm) について計測した。(2017 年度)
- 3) これまでのほ場試験、定置性能試験の結果から、耕うん作業のエネルギーコストを比較した。軽油運転のエネルギー量は、耕うん試験に用いた歩行型耕うん機について定置性能試験を行い、ほ場耕うん試験の平均出力 2.79kW に近い 2.55kW のエネルギーコストについて比較した。(2018 年度)
- 4) モータの消費電力量から 1 時間当たりのバッテリー必要個数を算出し、電動農機の出力・1 時間当たりの必要バッテリー量 (質量、容積) を算出した。(2018 年度)
- 5) 施設園芸のために小型化、小出力の電動耕うん機を試作した (図 6)。クローラ型小型電動運搬車 (三晃精機 JS800-CR 定格出力 0.8 kW) に、小型の電動耕うん機 (キセキ エレ菜 KDC20) 2 台を搭載し、キュウリ用のハウス (合志市) において小型電動耕うん機の実証試験を行った。(2018 年度)

## 3. 結果の概要

- 1) 作業時のエネルギー効率は最大で 85.9%、平均で 83.9%であった (表 1)。また、低速で高トルクを発揮することで負荷変動の大きな農業機械に適した出力特性を有することを明らかにした (図 2)。
- 2) モータの定置試験の結果、定格回転数に近いほど負荷変動に対してエネルギー効率を高く維持することが可能で、負荷変動の大きな農業機械の運転に適していることを明らかにした (図 4)。
- 3) 電動農機のエネルギーコストは、1 時間あたり軽油運転に対して 42.7%低減した。
- 4) バッテリーのエネルギー密度が低く、大出力ではバッテリーの質量・容積が過大となった (図 5)。
- 5) 施設園芸用の小型電動耕うん機は、機体寸法 1296×810×960mm、旋回半径 965mm、機体質量 202kg である。走行部の消費電力量は 121～279Wh、稼働時間は 1.7～4h、耕うんロータリの消費電力は 283～483Wh、稼働時間は 1.9～3.3h であった。耕幅は 360mm×2 (最大 810mm)、耕深は 64mm (n=12)。

以上、施設園芸用電動耕うん機の開発を通して、電動の農業機械の出力、エネルギー消費特性を明らかにした。しかし、バッテリーのエネルギー密度は化石燃料に比べて大幅に低いことから、出力が大きい機械の電動化や、長時間の運転は困難であることが明らかになった。

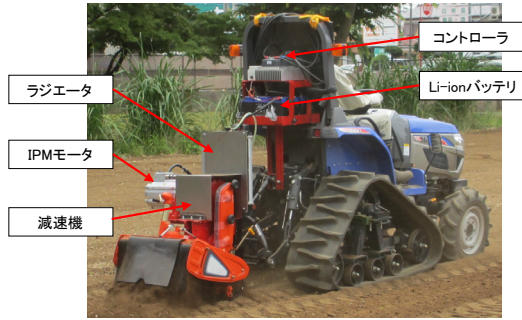


図1 ほ場耕うん試験の様子

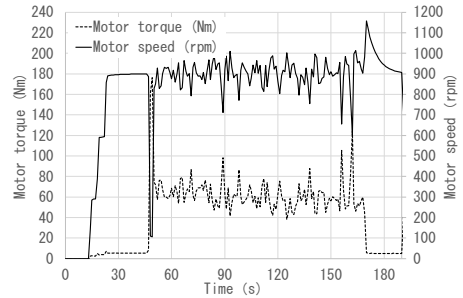


図2 水田耕うん作業のトルクとモータ軸回転数

表1 ほ場耕うん試験の結果

ほ場	試験用ほ場 (さいたま市)						小麦ほ場 (真岡市)			未耕地ほ場 (真岡市)			デントコーンほ場 (真岡市)		牧草地 (真岡市)	水田ほ場 (鴻巣市)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
モータ回転数設定値 $N$ (rpm)	900	900	900	900	900	1000	1100	1200	1500	900	1200	1500	900	1200	900	900	900	900
モータ回転数実測値 $N_t$ (rpm)	894	894	893	898	897	996	1097	1197	1497	896	1197	1496	898	1197	884	887	887	886
耕深 $D$ (mm)	140	123	143	64	155	138	161	173	151	159	129	156	109	166	198	207	103	
土壌含水比 $W_c$ (%d.b)	47.1	47.1	44.7	44.7	58.0	58.0	58.0	58.0	55.5	57.1	53.5	47.8	54.5	49.4	50.2	50.2	56.7	
土壌硬度(5cm) $R_5$ (Mpa)	0.8	0.8	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1	0.6	3.0	
土壌硬度(10cm) $R_{10}$ (Mpa)	1.01	1.01	0.44	0.44	0.98	0.98	0.98	0.98	1.9	2.4	1.6	1.4	1.6	0.8	0.3	0.7	2.7	
土壌硬度(15cm) $R_{15}$ (Mpa)	2.26	2.26	0.78	0.78	1.52	1.52	1.52	1.52	2.2	2.3	2.4	2.5	2.4	2.4	0.2	0.7	2.5	
モータ軸トルク $T$ (Nm)	17.0	16.7	20.0	8.3	15.1	17.1	16.1	18.1	20.9	23.5	22.5	24.9	20.5	24.2	22.0	22.0	51.5	
モータ軸出力 $P_{out}$ (kW)	1.6	1.5	1.9	0.8	1.4	1.8	1.8	2.3	2.0	2.9	3.5	2.3	2.6	3.8	2.1	2.8	4.5	
耕うんピッチ $p$ (cm)	10.1	10.1	10.5	10.0	7.6	6.8	6.2	5.9	9.6	7.2	5.8	9.6	7.2	5.8	9.6	7.2	9.8	
平均効率 $EF$ (%)	82.9	82.4	83.3	76.9	81.9	83.0	83.2	84.5	83.5	85.5	85.9	84.2	84.5	85.9	83.7	84.9	84.5	
消費電力量 $W$ (kWh)	1.9	1.9	2.2	1.0	1.7	2.1	2.2	2.7	2.4	3.4	4.1	2.8	3.0	4.4	2.5	3.2	5.4	
推定作業可能時間 $T_s$ (h)	1.5	1.5	1.2	2.8	1.6	1.3	1.3	1.0	1.2	0.8	0.7	1.0	0.9	0.6	1.1	0.9	0.5	

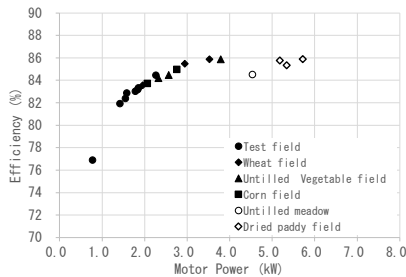


図3 ほ場耕うん作業の出力とエネルギー効率

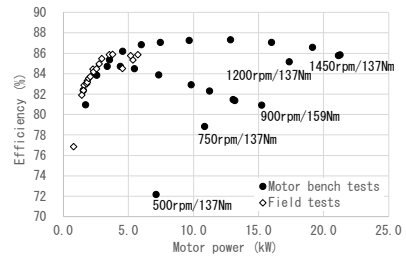


図4 定置試験のエネルギー効率

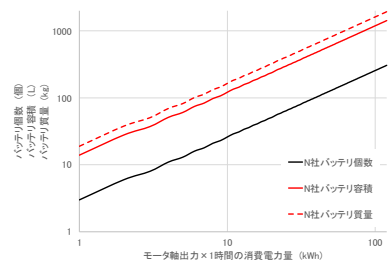


図5 施設園芸用小型電動耕うん機



#### 4. 成果の活用面と留意点

本研究の成果を踏まえて、バッテリーの電力容量に合わせた小出力の電動農機の開発を検討する。また、バッテリーのエネルギー密度は低く、電動の農機を開発するには、モータの出力と目標とする稼働時間に対して搭載するバッテリーの質量、容積を十分に検討する必要がある。

#### 5. 残された問題とその対応

実用性のある電動の農業機械を開発するためには、小出力、小型化、軽量化が必要である。





## Ⅱ 安全性検査等業務

# 1. 型式検査

## [1] 型式検査の主な動き

1) 型式検査実施規程に基づき、平成29年度（平成30年1月～3月分）は、10機種を対象として実施した。

なお、平成29年度をもって型式検査制度を廃止した。

2) 平成29年度（平成30年1月～3月分）の型式検査実施状況は表1-1のとおりである。

表1-1 型式検査実施一覧

機種名	前年度繰越	申込型式	合格型式	繰越	担当
農用トラクター(乗用型)	0	0	0	0	原動機試験室
田植機(乗用型)	0	0	0	0	
野菜移植機	0	0	0	0	作業機試験室
動力噴霧機(走行式)	0	0	0	0	
スピードスプレヤー	0	0	0	0	
コンバイン(自脱型)	0	0	0	0	
コンバイン(普通型)	0	0	0	0	
ポテト・ハーベスター	0	0	0	0	
ビート・ハーベスター	0	0	0	0	
安全キャブ・フレーム	0	9	9	0	安全試験室
型式計	0	9	9	0	

(平成30年1月～3月分)

## [2] 型式検査の機種別・時期別実施状況

### 1) 農用トラクター（乗用型）

#### (1) 検査の対象

乗用トラクターのうち、管理作業及び果樹園専用を除き、呼称機関出力が25PS以上250PS未満の車輪式又はゴム製の装軌式のものを対象とした。

### 2) 田植機（乗用型）

#### (1) 検査の対象

動力田植機のうち、土付き苗を使用するものを対象とした。

### 3) 野菜移植機

#### (1) 検査の対象

キャベツ、ハクサイ及びレタスなど、葉菜類の移植作業に用いられる動力移植機のうち、土付き苗を使用するもので、かつ、苗の供給が自動で行えるものを対象とした。

### 4) 動力噴霧機（走行式）

#### (1) 検査の対象

往復動ポンプ形（行程可変形は除く）の農業用動力噴霧機で走行式のものを対象とした。

### 5) スピードスプレヤー

#### (1) 検査の対象

主としてりんご、ぶどう、なし等の果樹の防除を目的として、給水ポンプを装備又は装備しうるもので、走行散布が可能なスピードスプレヤーを対象とした。

### 6) コンバイン（自脱型）

#### (1) 検査の対象

稲及び麦類の収穫作業に用いられるコンバイン（自脱型）のうち、種子用を除いたものを対象とした。

### 7) コンバイン（普通型）

#### (1) 検査の対象

水稻、小麦及び大豆のうち、1作物以上の収穫作業が可能なコンバイン（普通型）を対象とした。

### 8) ポテト・ハーベスター

#### (1) 検査の対象

タンカー形、ステージ形、タンカー・ステージ兼用形及びアンローディング形のポテト・ハーベスターを対象とした。

### 9) ビート・ハーベスター

#### (1) 検査の対象

ビート・ハーベスター（2ステージ式のタッパーは除く）を対象とした。

### 10) 農用トラクター（乗用型）用安全キャブ及び安全フレーム

#### (1) 型式検査の対象

車輪式、ゴム装軌式、及び車輪の一部又は全部をゴム装軌ユニットと交換した乗用型トラクターに装備する、トラクターの転倒時に運転者を保護するための安全キャブ及び安全フレームを対象とした。

(2) 申込受付期間、検査期間、検査場所、合格機の依頼者及び型式数（表1-2参照）

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
29.12.12	29.12.18 ～12.21	革新工学 センター	30.1.30	1社 3型式
29.11.24 30.1.15	29.12.4 ～12.7 30.1.22 ～1.25	革新工学 センター	30.2.27	2社 5型式
30.1.26	30.2.5 ～2.8	革新工学 センター	30.3.28	1社 1型式

(平成30年1月～3月分)

(3) 合格機の型式名、依頼者名、合格番号  
(表1-3参照)

表1-3 合格機一覧

型式名	依頼者の名称	合格番号
クボタ IC135GE	株式会社クボタ	217027
クボタ IC135GE	〃	217028
クボタ IC135GE	〃	217029
AGCO X1 AGCO W2 AGCO U3 AGCO V2	AGCO Limited 〃 〃 〃	217030 217031 217032 217033
ヤンマー SF212	ヤンマー株式会社	217034
三菱 CF1702	三菱マヒンドラ農機株式会社	217035

(平成30年1月～3月分)

(4) 概評

合格機は4者9型式（装着可能トラクター15型式）であった。その内訳は、安全キャブが6型式（同9型式）、安全フレームは2柱式が3型式（同6型式）であった。

## 2. 鑑定等

### [1] 各種鑑定の主な動き

1) 農業機械鑑定実施規程に基づく平成29年度（平成30年1月～3月分）の鑑定は、安全鑑定及び任意鑑定を実施した。

なお、平成29年度をもって安全鑑定、任意鑑定及び総合鑑定の各鑑定制度を廃止した。

2) 各種鑑定等の実施状況は、以下の[2]及び[3]のとおりである。

### [2] 安全鑑定

農業機械安全鑑定要領に基づく平成29年度（平成30年1月～3月分）の安全鑑定の適合機は、表2-1のとおり9機種35型式であった。

表2-1 平成29年度（平成30年1月～3月分）  
安全鑑定適合機

対象機種	報告月日	型式数
農用トラクター(乗用型)	30.1.30	6
	30.2.27	6
	30.3.28	1
農用トラクター(歩行型)	30.1.30	7
	30.3.28	1
田植機	30.1.30	4
野菜移植機	30.2.27	1
コンバイン(普通型)	30.5.22	2
単軌条運搬機	30.3.28	4

その他機種		
キャベツ収穫機	30.3.28	1
大根引抜機	30.3.28	1
人参ハーベスター	30.1.30	1
合 計		35

(平成30年1月～3月分)

### [3] 任意鑑定

農業機械任意鑑定要領に基づく平成29年度(平成30年1月～3月分)の任意鑑定の実施状況は、表2-2のとおり1機種1型式であった。

表2-2 平成29年度(平成30年1月～3月分)  
任意鑑定実施一覧

機 種	型式数	担 当
電動刈取機(刈払型)	1	安全試験室
合 計	1	

(平成30年1月～3月分)

### [4] 機能確認

農耕車等機能確認実施規程に基づく平成30年の農耕作業用自動車等機能確認の実施状況は、表2-3のとおり、農耕トラクタ18型式(24類別)、農業用薬剤散布車5型式(5類別)、および刈取脱穀作業車7型式(7類別)であった。

表2-3 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	井関農機(株)	30.6.1	5(5)	原動機試験室 性能評価ユニット
		30.11.19		
	エム・エス・ケー農業機械(株)	30.2.9	8(14)	
		30.6.11		
		30.11.14		
		30.12.17		

	(株)クボタ	30.3.27 30.8.22 30.10.4	4(4)	
	三菱マヒンドラ農機(株)	30.3.12	1(1)	
農業用薬剤散布車	(株)ショーシン	30.1.26 30.3.12 30.3.27	3(3)	作業機試験室 性能評価ユニット
		(株)丸山製作所	30.12.26	
刈取脱穀作業車	(株)クボタ	30.3.30	7(7)	作業機試験室
合 計			28(34)	

( )内は類別数

(平成30年1月～12月分)

### [5] 特定特殊自動車検査

特定特殊自動車検査業務規程に基づく平成30年の特定特殊自動車検査の実施状況は、表2-4のとおり2者2型式であった。

表2-4 特定特殊自動車検査実施一覧

依頼者名	型式名	報告年月日	検査結果
エム・エス・ケー農業機械(株)	CLAAS C74	30.2.7	2014年 基準適合
(有)ディリーサポート士別	CLAAS 498	30.3.29	2014年 基準適合

(平成30年1月～12月分)

## 3. 安全性検査

### [1] 安全性検査の主な動き

1) 農業機械安全性検査実施規程に基づき、平成30年度から、安全性検査制度を開始した。

2) 農業機械安全性検査実施要領に基づく平成

30年度(平成30年4月～12月分)の安全性検査実施状況は表3-1のとおりである。

表3-1 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)	35	35	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)	2	2	性能評価 ユニット
田植機(乗用型)	2	2	性能評価 ユニット
ケーンハーバスタ ー	1	1	作業機安 全評価ユ ニット
乾燥機 (穀物用循環型)	4	4	作業機安 全評価ユ ニット
玉ねぎ茎葉処理機	1	1	性能評価 ユニット
合 計		45	

(平成30年4月～12月分)

3) 平成30年度(平成30年4月～12月分)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3-2のとおりである。

表3-2 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
30.5.21 30.6.6 30.6.15 30.7.9	30.1.15 ～7.9 30.4.23 ～6.7 30.5.28 ～8.20 30.6.7～ 8.7 30.7.5～ 8.22	革新工学 センター 八鹿鉄工 株式会社	30.10.1	5社 5型式
30.7.11 30.8.7 30.8.10	30.7.23 ～9.10 30.7.25 ～9.21 30.8.22 ～9.14 30.8.29 ～9.12	革新工学 センター オカネツ 工業株式 会社 井関新潟 製造所	30.10.31	3社 6型式
30.8.20 30.8.22	30.9.4～ 10.15 30.9.20 ～ 30.10.17	革新工学 センター 静岡製機 株式会社	30.11.13	2社 12型式

30.7.10 30.9.13 30.10.30	30.7.30 ～11.2 30.10.2 ～11.13 30.5.14 ～11.19	革新工学 センター	30.12.11	2社 14型式
30.5.29 30.10.30	30.6.7～ 12.7 30.11.19 ～12.7 30.11.12 ～12.3	革新工学 センター 株式会社 クボタ筑 波工場	30.12.28	2社 8型式

(平成30年4月～12月分)

4) 平成30年度(平成30年4月～12月)の安全性検査合格機の型式名、依頼者名、合格番号は表3-3のとおりである。

表3-3 合格機一覧

型式名	依頼者の名称	合格番号
クボタ TS350WN	関東農機株式会社	NARO 18/001
YT8000	株式会社くみき	NARO 18/002
MF4707-4C	AGCO Limited	NARO 18/003
F1050VARIO S4	エム・エス・ケ農業機械 株式会社	NARO 18/004
ヤンマー Z0049	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 18/005
クボタ M1010W-SE	株式会社クボタ	NARO 18/006
クボタ M860W-SE	〃	NARO 18/007
クボタ M720W	〃	NARO 18/008
OMR7	カネ工業株式会社	NARO 18/009
キセキ P0885	井関農機株式会社	NARO 18/010
キセキ P0894	〃	NARO 18/011
MF6718S-4D	AGCO Limited	NARO 18/012
MF6716S-4D	〃	NARO 18/013
MF6714S-4D	〃	NARO 18/014
MF6713S-4D	〃	NARO 18/015
MF6718S-4V	〃	NARO 18/016
MF6716S-4V	〃	NARO 18/017
MF6714S-4V	〃	NARO 18/018
MF6713S-4V	〃	NARO 18/019
シバカ SSE-GL50	静岡製機株式会社	NARO 18/020
シバカ SSE-GL45	〃	NARO 18/021
シバカ SSE-GL50F	〃	NARO 18/022
シバカ SSE-GL45F	〃	NARO 18/023
キセキ T1754	井関農機株式会社	NARO 18/024
キセキ T1764	〃	NARO 18/025
キセキ T1774	〃	NARO 18/026
ヤンマー T0135	ヤンマーアグリ株式会社	NARO 18/027
ヤンマー T0132	〃	NARO 18/028

ヤンマー T0131	〃	NARO 18/029
ヤンマー T0130	〃	NARO 18/030
ヤンマー T0129	〃	NARO 18/031
ヤンマー T0128	〃	NARO 18/032
ヤンマー T0127	〃	NARO 18/033
ヤンマー T0126	〃	NARO 18/034
ヤンマー T0125	〃	NARO 18/035
ヤンマー T0124	〃	NARO 18/036
ヤンマー T0123	〃	NARO 18/037
MF3713-4C	AGCO Limited	NARO 18/038
クボタ NB21GSF1	株式会社クボタ	NARO 18/039
クボタ NB21GSF2	〃	NARO 18/040
クボタ NB21GS1	〃	NARO 18/041

クボタ NB21GS2	〃	NARO 18/042
クボタ SL54	〃	NARO 18/043
クボタ SL45	〃	NARO 18/044
クボタ SL38	〃	NARO 18/045

(平成30年4月～12月分)

#### 5) 概評

合格機は9者45型式であった。その内訳は、安全キャブ・フレーム検査が5者16型式、安全装備検査が9者45型式、ロボット・自動化農機検査が1者2型式であった。

## 4. 一般性能試験

### [1] 一般性能試験の主な動き

- 1) 農業機械一般性能試験実施規程に基づき、平成30年度から、一般性能試験制度を開始した。
- 2) 農業機械一般性能試験実施要領に基づく平成30年度（平成30年4月～12月分）の一般性能試験実施状況は表4-1のとおり6型式であった。

表4-1 一般性能試験実施一覧

機 種	型式数	主担当
農用トラクター（乗用型）用安全キャブ・フレーム	3	安全検査部 作業機安全評価ユニット
綿操機（ジンニングマシン）	1	安全検査部
田植機	1	安全検査部 ロボット安全評価ユニット
パワーアシストスーツ	1	安全工学研究領域 労働衛生ユニット

(平成30年4月～12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 月	H25	H26	H27	H28	H29	H30
4	14	9	8	19	20	15
5	12	10	10	16	17	18
6	20	15	11	16	23	18
7	14	9	17	17	13	16
8	15	10	11	16	22	17
9	6	10	21	20	20	10
10	15	15	15	16	22	30
11	6	15	10	20	15	16
12	4	8	6	6	11	22
1	8	9	4	8	8	1
2	5	9	5	10	10	-
3	11	14	19	18	18	-
計	130	133	137	182	199	163

## [2] 試作依頼内訳

土地利用型システム研究領域	栽植システムユニット	5件
	収穫・乾燥調整システムユニット	8件
総合機械化研究領域	野菜生産工学ユニット	4件
	果樹生産工学ユニット	2件
	畜産工学ユニット	6件
戦略推進室		47件
企画部		7件
安全検査部	ロボット安全評価ユニット	1件
	作業機安全評価ユニット	7件
	性能評価ユニット	1件
安全工学研究領域	安全システムユニット	17件
	労働衛生ユニット	31件
高度作業システム研究領域		4件
次世代コア技術研究領域	自立移動体ユニット	3件
	生産システムユニット	26件
	ポストハーベストユニット	10件
	基礎技術ユニット	7件
総務部	会計課用度チーム	2件
附属農場		5件
その他		5件

### [ 3 ] 資材使用量

平成 30 年に使用した資材の使用量を図 1 に示した。

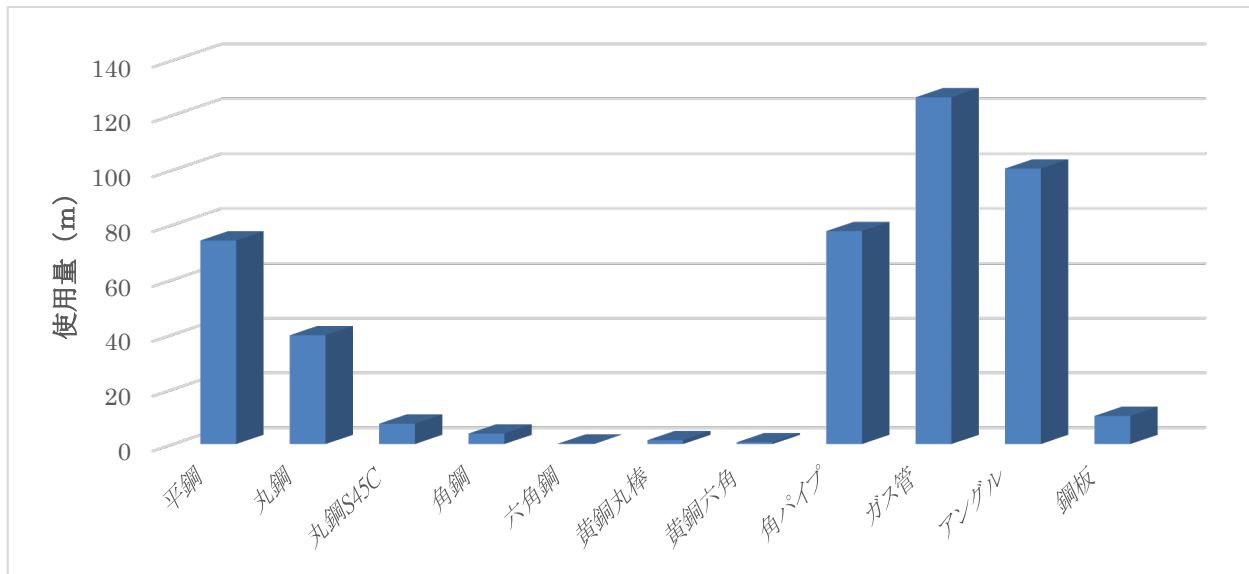


図1 資材使用量(m)

### [ 4 ] 主な試作品

平成 30 年の主な試作品。

図 2 : 小型で浮力増大なドローンのプロペラを支える骨組み。アルミ製、マシニング加工。

図 3 : 一般公開等イベントで使用する。木製、座面に藁藁を貼り付け。

図 4 : 人体を模した試験装置の関節部分。アルミ製、汎用フライス盤加工。

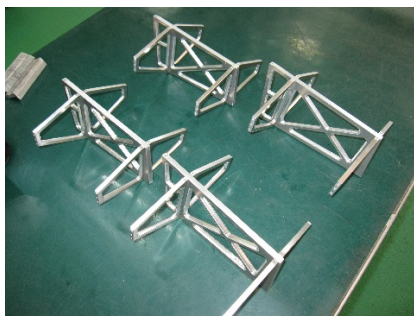


図2:ドローン試作部品



図3:長椅子

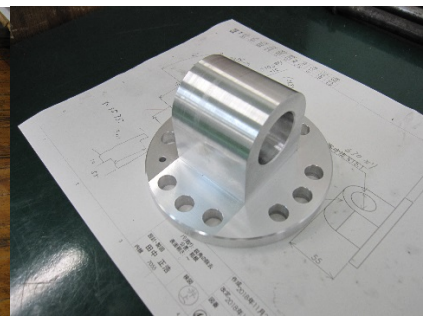


図4:アシストスーツ試験装置部品

### [ 5 ] その他

\*工場研修受け入れ マシニング加工他 (9/25~9/28、中央農研より 1 名)。

\*職業体験受け入れ フォトスタンド製作 (11/7、日進中より 6 名)。

## 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	733	733	
		彩のみのり	226	226	
		コシヒカリ	150	150	
		朝の光	79	79	
	麦 類	小麦	100	100	
		〃	100	—	生育中
(裸 地)	—	83	83	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	1.5	—	一部生育中
		ニラ	2.0	—	一部生育中
		長ネギ	0.5	0.5	
	いも類 その他	サトイモ	1.0	1.0	
		ゴマ	15	15	
		綿	1.5	1.5	

### [4] 気象概況

今年度の夏作期間（5月～10月）の気温は、5月中旬に真夏日を記録したあと、6月中旬と9月を除き平年より高めに推移し、曇天が続いた9月も平均気温は平年並みであった。熊谷で歴代全国1位の最高気温41.1℃を記録した7月23日には最高気温39.1℃を観測している。降水量は6月中旬、8月下旬と9月を除き平年より少なかった。梅雨明けは平年より3週間早い6月29日で、梅雨の時期の降水量は平年比80%程度であった。日照時間は平年より多く、生育期間を通して多照であった。

### [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23日から6月28日まで行われた。8月までは酷暑害が出るほど平均気温の高い日が続き、日照時間も6月中旬と8月中旬を除き多めであったが、9月に入って少なくなった。低日照の時期も平年並の気温で推移したため収穫は例年とほぼ同じ時期に始まった。9月上旬と下旬に非常に強い台風21・24号があったが、強風による大きな被害もなく順調に収穫・乾燥試験に供することができた。長引く酷暑の影響で県内では特に早植栽培の水稲に高温障害が発生し外観品質が劣る傾向があったが、栽培4品種のうち3品種で1等の評価を受けた。全品種、

全圃場の推定平均収量は、10a 当り乾燥籾 596kg・玄米 483kg で、平年並みであった。

## 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。31 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 3 月に、ゴマを 5 月に定植し、それぞれサトイモは拾い上げ試験、ゴマはコンバイン収穫・乾燥試験に供した。ハクサイは 10 月初旬に定植を行い、順調に生育して 31 年 1 月の結束試験に供した。レタスの栽培様式で畦立て・マルチがけを行い、定植は行わなかったが、追肥機試験用のほ場として供した。ニラはシーズンを通して良好な生育であり調整試験に供した。

## [6] その他

- ・中央農研との協定研究で実施している水田用除草ロボットの走行試験に試験ほ場および試験材料の提供を行った。
- ・6 月及び 7 月に自動運転田植機の実演が行われた。
- ・11 月 7 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。
- ・31 年 2 月 28 日に開催された農業機械化フォーラム [ロボット & I C T 農機実演検討会] で実演会場として使用された。
- ・ビニールハウス (第 3 ハウス) の改修、一部ほ場への自動灌水装置 (WATARAS) の設置など施設整備を行った。
- ・第二収納舎前の舗装工事、調査室などの空調設備の整備を行い、職場環境の改善を図った。



本報告の取扱いについて

本報告の全部又は一部を無断で転載・複製  
(コピー)することを禁じます。  
転載・複製に当たっては、下記までお問い  
合わせください。

問い合わせ先：

革新工学センター 企画部 広報推進室

TEL: 048-654-7030

FAX: 048-654-7130

または

iam-koho@ml.affrc.go.jp

平成30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 平成31年3月