

令和 4 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 22603  
研究開発課題名 データ利活用等のデジタル化の推進による社会課題・地域課題解決のための実証型  
研究開発  
副 題 地域農業従事者の業務をスマート化し収益性を高める農業 DX のための農業支援 AI  
の研究開発

(1) 研究開発の目的

本研究開発で、深層学習継続型農業支援 AI と農業支援 SaaS を開発し、この性能により農業のプロセスの自動化範囲を広げる。稲作例では全作業プロセスの約 45%を占める「圃場現地観察見守り」「水位調整作業」「水位監視作業」「除草」「追肥作業」等の作業を自動化させ削減する。農業業務をスマート化し、収益向上も可能にする農業 DX を実証することが本研究開発の目的である。

【本研究開発の成果となる農業 DX の効果】

・本研究で開発する深層学習継続型の農業支援 AI を軸にして、農業支援 SaaS、水門バルブ自動開閉システム、ドローン自動飛行システムが連動し、作物栽培プロセスを広範囲にわたり自動化最適化させる

【効果】一部の作業にアウトソーシングを併用することで農業従事者が全く農作業を行わない非常に生産性・収益性の高い農業が実現できる

【効果】農業新規参入障壁をなくし、儲かる農業を可能にし、地域の農業ビジネスを隆盛させる

・IoT デバイス、地域自立型無線通信基盤 (LoRaWAN) を活用し自動収集した栽培環境データ、生育データを農業支援 AI が常時モニタリング分析し、排出されるメタン量や一酸化二窒素量の温室効果ガス排出量を最少化する自動栽培プロセスを開発する

【効果】地域農業の SDG' 貢献

・本研究開発で整備、開発する作物栽培ナレッジシステム、農業支援 AI と農業支援 SaaS が圃場農業がかかえる自然リスク (地球温暖化・異常気象・鳥獣被害等) を排除し、収穫量と作物品質を安定化させる

【効果】地域で安定して高収益が得られるもうかる農業を増やす

・本研究で開発する水田圃場の水門開閉自動化ソリューションの活用により、ヒ素やガドミウム等の有害物質を減らした安心安全で高付加価値の地域ブランド米の生産を可能にする

【効果】有害物質を減らした地域ブランド米の誕生

(2) 研究開発期間

令和 4 年度から令和 6 年度 (3 年間)

(3) 受託者

スタンシステム株式会社 <代表研究者>  
徳島県立農林水産総合技術支援センター

(4) 研究開発予算 (契約額)

令和 4 年度から令和 5 年度までの総額 15 百万円 (令和 4 年度 6 百万円)

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 深層学習継続型農業支援 AI の研究開発

- 1-1. 農業支援 AI 開発・稼働基盤の構築と運用 (スタンシステム)
- 1-2. 草丈・分けつ数・出穂時を判定する AI 機能を開発 (徳島県立農林水産総合技術支援センター)
- 1-3. 上空画像による窒素数や生育むら等の生育状況を判定する AI 機能を開発 (徳島県立農林水産総合技術支援センター)
- 1-4. 深層学習継続型農業 AI 用の教師データの設計と製作 (徳島県立農林水産総合技術支援センター)
- 1-5. 教師データ自動作成自動取込みシステムの開発 (スタンシステム)

研究開発項目 2 稲作支援 SaaS を機能強化する研究開発

- 2-1. 地域 LoRaWAN 基盤の整備と運用 (スタンシステム)
- 2-2. 実証圃場の IoT&通信基盤整備 (スタンシステム)
- 2-3. 稲作時のリスクを削減し、高品質米の安定収穫を可能にする稲作ナレッジの整備開発の支援 (徳島県立農林水産総合技術支援センター)
- 2-4. 稲作用ナレッジシステム整備開発 (スタンシステム)
- 2-5. 栽培者向け自動アドバイスシステム開発 (スタンシステム)

研究開発項目 3 農作業を自動化するシステムの研究開発

- 3-1. 水門バルブ自動制御システム開発 (スタンシステム)
- 3-2. 追肥農薬散布ドローン自動飛行システム開発 (スタンシステム)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	6	6
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1：深層学習継続型農業支援 AI の研究開発

徳島県内 11 か所の実証圃場において、令和 5 年度の稲作作業に深層学習継続型農業支援 AI を稼働させて性能評価ができるよう、深層学習継続型農業支援 AI の設計を完了し実証システムの開発作業を予定通り進めている。

1-1. 農業支援 AI 開発・稼働基盤の構築と運用

農業支援 AI のための開発・稼働基盤の設計を令和 4 年 12 月末までに完了させた。

また、令和 5 年 3 月には、農業支援 AI の基盤ならびに農業支援 SaaS の基盤構築を完了し運用を開始した。

1日1回作物の撮影をし、その生育状態を AI で解析を行うために、Raspberry Pi 上に構築した。解析のために画像を LoRaWAN で送信する必要がなくなり、高画質の画像を使用できるようになった。これにより生育状態の解析精度が向上した。

#### 1-2. 草丈・分けつ数・出穂時を判定する AI 機能を開発

画像から草丈・分けつ数及び水稻の出穂を判別する AI を開発するため、画像データを再学習した結果、草丈についての高い相関を示した。

#### 1-3. 上空画像による窒素や生育むら等の状況を判定する AI 機能を開発

水稻の生育診断のための空撮・解析条件について、同じイネ科であるソルガムで生育むらを明確に判別できる条件を明らかにするとともに、生育診断の基準値作成に必要な水稻成熟期における生育量と収量・品質の関係を明らかにした。

#### 1-4. 深層学習継続型農業 AI 用の教師データの設計と製作

定点カメラの画像を用い、自動で教師画像を収集し、データ数を増大させるため、定点カメラから画像を WEB に自動でアップロードするシステムを作成した。

#### 1-5. 教師データ自動作成自動取込みシステムの開発

深層学習用の教師データを自動作成し、自動取り込みを可能にするシステムの設計を完了させた。

### 研究開発項目 2：稲作支援 SaaS を機能強化する研究開発

令和 5 年度の稲作作業での効果検証が可能になるよう令和 5 年 5 月までに農業支援 SaaS の実証版を完成させられるよう予定の開発作業を実施した。

令和 5 年 9 月末までに農業支援 SaaS に下記新規機能を追加開発する予定としている。

- ・栽培環境データや生育画像データを常時モニタリングし、本研究で開発する農業支援 AI と連動して、生育のためのリスクを早期に判定し水位を自動制御したり、必要な作業を栽培管理者への自動提言を可能にする機能
- ・圃場の最新状況の可視化や作物生育記録（トレーサビリティ）を自動作成する機能

#### 2-1. 地域 LoRaWAN 基盤の整備と運用

LoRaWAN ネットワークサーバーシステムならびに農業支援 SaaS の開発・稼働基盤の構築そして、農業支援 AI の開発・稼働基盤・API 基盤の構築作業を完了させた。またこれらの基盤の運用も開始した。

増設する 4 基のゲートウェイの設置場所をほぼ決定させた。

#### 2-2. 実証圃場の IoT&通信基盤整備

本研究開発のための実証圃場 11 ケ所の選定が、ほぼ完了した。

圃場用センサー装置 11 台の製作のための部品を調達し組み立て作業を開始した。

圃場用センサー装置の稼働テストは完了した。

圃場作物成育画像データ自動送信システム装置の製作を完成させ、現在 1 台で稼働テストを実施している。

2-3. 稲作時のリスクを削減し、高品質米の安定収穫を可能にする稲作ナレッジの整備開発を行うため、徳島県名西郡石井町の「あきさかり」の生育データから、気温から出穂期、成熟期を推定するパラメーターを決定した。

#### 2-4. 稲作用ナレッジシステム整備開発

栽培用ナレッジシステムの設計を完了した。

農業支援 SaaS に栽培ナレッジシステムを実装する方法についての設計も完了した。

1 日の気温、日長、ステージ判定パラメータ、AI からの解析データより、現在の生育ステージを判定する仕組みを構築した。

## 2-5. 栽培者向け自動アドバイスシステム開発

ナレッジシステムを活用して作物栽培者への作業提案、警告や、適時にわかりやすいアドバイスを可能にする栽培者向け自動アドバイスシステムの設計を完了させた。

優先度の高いアドバイス機能を数種選定して、SNS によるアドバイス機能の稼働確認を5月までに完了させる予定で作業を進めている。

LINE を用いて圃場の管理者にアラートを自動で送る機能を開発した。

センサーから異常値を検出した際、管理者に通知することにより、不測の事態にいち早く対応できることを期待している。

## 研究開発項目3：農作業を自動化するシステムの研究開発

稲作作業で不可欠で全作業の約45%部分を占める、「圃場観察見守り」「水田水位調整作業(水管理)」「追肥・除草・害虫駆除」等の作業を自動化できるシステムの設計を完了して、システムの現地機能検証が可能によう試作システムの開発作業を実施している。

### 3-1. 水門バルブ自動制御システム開発

LoRaWAN 通信基盤を利用して水門バルブを自動制御で開閉させ圃場の水位を自動調整できる水門バルブ自動開閉システムの稼働試験を実施している。

農業支援 SaaS と連動して自動稼働できることを試験で確認する予定でその作業を実施している。

吉野川市と美馬市の実証水田圃場のなかで、それぞれ一か所ずつ、計2式の水門バルブ自動開閉システム装置を設置する対象圃場を決定するため現在現地調査等を行っている。

各生育ステージにおける水位レシピを登録する画面を作成した。

### 3-2. 追肥農薬散布ドローン自動飛行システム開発

研究開発項目1-3の上空画像による窒素や生育むら等の状況を判定するAIによるNDVI解析分析によって、追肥や農薬散布の必要な個所を決定し散布場所データを生成可能にする稼働試験を方法を検討している。

## (8) 今後の研究開発計画

令和5年5月頃までに、実圃場での研究開発成果の検証が可能によう深層学習型農業支援 AI と農業支援 SaaS の設計ならびに実証用の開発を完了させる。

令和5年5月から開始される令和5年度の稲作作業で開発された農業支援 AI と農業支援 SaaS を活用し、農業 DX の成果を検証する。徳島県内11ヶ所の実圃場で実証を行う。1回目の稲作で農業支援 AI と農業支援 SaaS による自動化の農作業の生産性向上度を評価し数値化する。課題点も整理し改良に着手する。

## 研究開発項目1：深層学習継続型農業支援 AI の研究開発

徳島県内11ヶ所の実証圃場において、令和5年度の稲作作業で深層学習継続型農業支援 AI を稼働させて性能、効果を評価する。深層学習継続型農業支援 AI の設計ならびに開発作業を完了させる。

### 1-1. 農業支援 AI 開発・稼働基盤の構築と運用

令和5年3月末までに構築を完了させた農業支援 AI の基盤ならびに農業支援 SaaS の基盤の運用を継続する。

### 1-2. 草丈・分けつ数・出穂時を判定する AI 機能を開発

水稻の画像から、水稻の草丈及び株の大きさを推定し、測定した株を平均して自動で圃場の生育の推定値を求める。また、出穂期の画像から物体検出ライブラリを用い、気温データ等の結果とあわせ、出穂時期を特定する。本年度は手動及び自動で画像データを蓄積し現地試験の結果とあわせ AI の再訓練を行う。

### 1-3. 上空画像による窒素や生育むら等の状況を判定する AI 機能を開発

ドローン空撮及び画像解析の条件について実測により検討を進め、条件の最適化を図る。また、試験ほ場ではグラデーション施肥により生育むらを作成し、画像解析で算出した NDVI、実測した生育量、収量、品質等の各項目間の相関を調べることで、収量品質の目標値とそれに対応した生育診断指標値を策定する。

### 1-4. 深層学習継続型農業 AI 用の教師データの設計と製作

定点カメラの画像を用い、自動で教師画像を収集し、データ数を増大させ、様々な条件において安定してより高精度に画像データを判別できるモデルを改善する。草丈・分けつ数・出穂時を判定できる AI を改良開発し判定精度を向上させる。上空画像による窒素数や生育むら等の生育状況を判定する AI を設計し開発する。

### 1-5. 教師データ自動作成自動取込みシステムの開発

深層学習用の教師データを自動作成し、自動取り込みを可能にするシステムの開発を完了させ運用と改良作業を継続する。

## 研究開発項目 2：稲作支援 SaaS を機能強化する研究開発

令和 5 年度の稲作作業での性能や効果を検証できるよう令和 5 年 5 月頃までに農業支援 SaaS の実証版を完成させる。

令和 5 年 9 月末までに農業支援 SaaS に下記新規機能を追加開発する。

- 栽培環境データや生育画像データを常時モニタリングし、本研究で開発する農業支援 AI と連動して、生育のためのリスクを早期に判定し水位を自動制御したり、必要な作業情報を栽培管理者へ自動提言する機能
- 圃場の最新状況の可視化や作物生育記録（トレーサビリティ）を自動作成する機能

### 2-1. 地域 LoRaWAN 基盤の整備と運用

LoRaWAN ネットワークサーバーシステムの基盤、農業支援 SaaS の開発や稼働させるための基盤、農業支援 AI の開発や稼働させるための基盤ならびに API 基盤の構築を完了させる。またこれらの基盤の安定稼働運用を継続する。

増設する 4 基のゲートウェイの設置場所を決定し、設置作業ならびに稼働確認を完了させる。

(令和 4 年 12 月、徳島県三好市内にゲートウェイ 1 基の増設を完了した)

### 2-2. 実証圃場の IoT&通信基盤整備

本研究開発のための実証圃場 11 ケ所の選定を完了させる。

圃場用センサー装置 11 台の製作を完成させる。

圃場用センサー装置の稼働テストを完了させる。

圃場作物成育画像データ自動送信システム装置の製作を完成させ、稼働確認を完了させる。

水門自動開閉装置の試作品を製作し、農業支援 SaaS からの指示によりバルブが自動で開閉できるシステムを開発する。

### 2-3. 稲作時のリスクを削減し、高品質米の安定収穫を可能にする稲作ナレッジの整備開発の支援

稲作ナレッジの整備開発の支援のためベイズ最適化等の手法を用い、温度データ等と生育ステージの関連を紐付けし、これまでの知見とあわせ統計解析を行い、栽培条件が多様な現地試験でロバストに稼働するモデルを作成する。

### 2-4. 稲作用ナレッジシステム整備開発

栽培用ナレッジシステムの設計を完了する。

農業支援 SaaS に栽培ナレッジシステムを実装する方法について設計を完了させる。また、2、3の優先ナレッジを選定し、システムをテスト稼働させる。

## 2-5. 栽培者向け自動アドバイスシステム開発

ナレッジシステムを活用して作物栽培者への作業提案、警告や、適時にわかりやすいアドバイスを可能にする栽培者向け自動アドバイスシステムの設計を完了させる。

優先度の高いアドバイス機能を数種選定して、SNSによるアドバイス機能の稼働確認を完了させる。

## 研究開発項目 3：農作業を自動化するシステムの研究開発

稲作作業で不可欠で全作業の約 45%部分を占める、「圃場観察見守り」「水田水位調整作業(水管理)」「追肥・除草・害虫駆除」等の作業を自動化できるシステムの設計を完了しシステムの現地機能検証のための試作システムを完成させる。

### 3-1. 水門バルブ自動制御システム開発

LoRaWAN 通信基盤を利用して水門バルブを自動制御で開閉させ圃場の水位を自動調整できる水門バルブ自動開閉システムの稼働試験を完了させる。

農業支援 SaaS と連動して水門バルブを自動で開閉できることを試験で確認する。

吉野川市と美馬市の実証水田圃場のなかで、それぞれ一か所ずつ、計 2 式の水門バルブ自動開閉システム装置を設置する対象圃場を決定する。

### 3-2. 追肥農薬散布ドローン自動飛行システム開発

研究開発項目 1-3 の上空画像による窒素や生育むら等の状況を判定する AI による NDVI 解析分析によって、追肥や農薬散布の必要な個所を決定し散布場所データの生成試験をおこなう。

対象圃場に散布が必要な肥料や薬の量も算出できるシステムを開発しテストを完了させる。

生成した制御データとドローンの自動飛行システムと連携させ、テスト飛行を実施する。