

ICT を活用した農業革新

飯田一郎¹, 草苺良至¹, 橋浦康一郎¹, 石井雅樹¹, 斎藤直樹², 吉田康德³, 上田賢悦³

¹ 秋田県立大学 システム科学技術学部情報工学科

² 秋田県立大学 システム科学技術学部知能メカトロニクス学科

³ 秋田県立大学 生物資源科学部アグリビジネス学科

本論文は、センシング (IoT) とデータ分析 (AI) を連携し、農業に関する様々な情報 (生育情報、環境情報、作業情報、流通情報等) を、効率的に共有しながら栽培サポートする試みについて述べる。近年、農作業現場では就業者の高齢化と後継者不足により、熟練技能の断絶、一人あたりの作業量の増加、非熟練者による作業など、農業存続が危ぶまれるような課題が山積している。ここでは、作物栽培に関する知見と情報通信技術とをリアルタイムに連携させることにより、従来人手や勘で行われていた栽培技術可視化と農作業サポートのためのパワーアシスト技術を、プロトタイプ構築と実証実験により評価した。

キーワード：ICT (Information and Communication Technology), 農工連携, IoT (Internet of Things), AI (Artificial Intelligence)

1. はじめに

近年、ICT とデータ分析を融合して農業の効率化を図るソリューションが各所で検討、実証されている。本稿では、各種 ICT を融合することにより、地域農業の諸課題を解決する試みについて述べる。

2. 農業情報共有システムの構想

農業従事者の高齢化と後継者不足により、農業の継続が危ぶまれている。とりわけ秋田県は、人口減少が激しく、従来世代間で自然に受け継がれてきた栽培技術が断絶し、未経験の若年労働者への技術伝達が円滑に行われないことが大きな課題となっている。

そこで、まず農業の実体をヒアリングし、どこに本質的な問題点があるのかを明らかにした。

1. 作物は種類によって生育方法に様々なノウハウがあるが、定式化が十分できていない
2. 作業が広範囲に分散されて実施されるため、現

場で取得される情報がばらばらに管理されており、多くの場合個人レベルで蓄積されている。

3. 個人の獲得した情報を組織的に管理する手段がなく、時系列の作業・環境データがわかる形で蓄積されていないため、それぞれの現場で発生する突発事象の情報共有が不十分で、経験などが知識として伝播しづらい。
4. 農業従事者が減少し、かつ高齢化が進んでいる現状で農業を継続していくためには、農作業の軽労化が必須である。

これらを解決するためには、従来可視化やデータ化が遅れてきた農業を ICT によりリアルタイムモニタリングし、自動化と軽労化を進めることにより、少人数でも、農業に詳しくない労働者でも効率的に栽培を行えるようにすることが必要である。

研究課題

我々は、このような背景のもと、農業知識と工学知識を融合して、実際に役に立つシステム構築を行うべく、以下の3つの研究テーマを設定して、農工連携の研究を進めることとした。

1. 農業情報共有システムの構築と運用
2. 農作物栽培における熟練技能の抽出と可視化
3. 農作業軽労化のためのパワーアシスト

図1に、本研究の研究体制を示す。農業に関する各種ノウハウを有しているアグリビジネス学科とシステム技術を有している情報工学科と知能メカトロニクス学科の教員が、連携して実証型の研究を行う体制となっている。

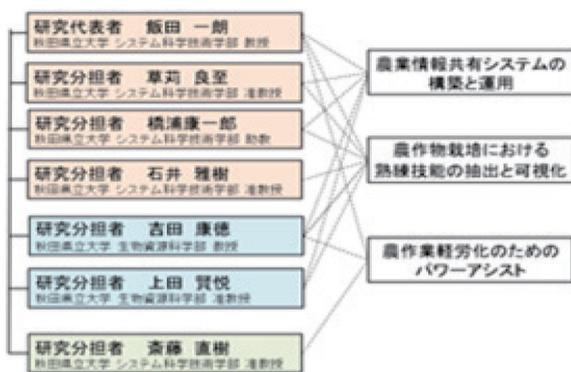


図1. 研究推進体制

4. 研究課題への取り組み

4.1 農業情報共有システム

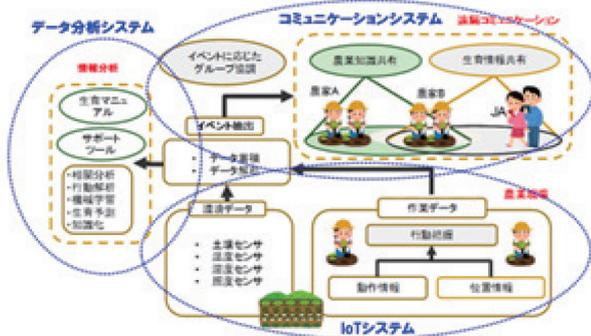


図2. 農業情報共有システムの構成

図2に農業情報共有システムの全体像を示す。

システムは、以下の3つのサブシステムより成る。

- ① **IoT システム**: 農場内の生育データ、作業データ、環境データを連続的に収集し、作業方法と収穫量の相関関係を抽出する。
- ② **コミュニケーションシステム**: 農場における実世界イベントの発生を契機にIoTとSNSを動的に結合し、農業関係者間の円滑なコミュニケーションをサポートする。
- ③ **データ分析システム**: 生育方法と収穫量の相関関係や収穫予測をリアルタイムに行い、収穫量に支配的に寄与する因子とその量を明確化し、収穫量予測や収穫適期を予測する仕組みを構築する。

これらのサブシステムをいかに連携させて、現場の課題をその都度解決できるシステムに成長させていくかが、重要となる。

現在、①研究室内で模擬的なIoT環境を構築することと、②農家のビニールハウスで、栽培データを逐次収集することを並行して進めている。②については、県内の農業指導者、個別農家に協力してもらいながら、トマト生産現場のIoT化と測定データの収集を始めたところである。

本稿では、①の研究室内でのプロトタイプシステムを中心に述べる。

農業に適用する前段階として、図2の構成要素に準拠して研究室内で行動把握のためのプロトタイプシステムを構築した。

研究室内の要所要所に配備したセンサにより人の行動情報を蓄積し、イベント発生に応じてグループ協調アプリが自動で立ち上がるシステムとなっている。

環境データと生育データの収集は比較的容易であるが、人による作業データは従来自動で収集する仕組みがなく、作業日誌を後日まとめるということが行われ、正確なデータ蓄積ができていない課題があり、作業情報の自動収集に特に着目した。基本的な考え方は、環境内（例えばハウス内）で人が様々な作業を行った痕跡を、人の場所移動と滞在時間を連続的に収集することで推論することである。図3がその概念図である。エリア内を離散的な場所に分割し、人が出入りしたログを逐次収集・蓄積し、そのパターンを機械学習する

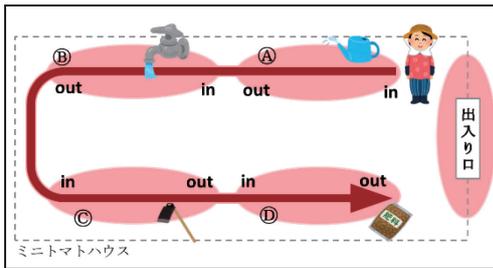


図3. 行動情報収集システム

ことにより、典型的な行動はこの測定でパターン分けができることを確認した。

IoT システムにより、現場情報が収集されると、それらのイベントを契機に、関係者間のコミュニケーションアプリをスマート端末で自動立ち上げる仕組みを開発した。作物の状態が変化したり、人が異変に気付いたりしたときに、関係する人々が即座に情報を共有し、その場で対応する業務が遠隔のまま実施できる仕組みとして活用できる。現在、エリアの出入りを NFC によるタッチセンサで把握しているが、今後は、非接触型の近距離無線のすれちがい通信を活用して位置把握を行う予定である。

プロトタイプ構築と並行して、栽培技術と収穫量の相関関係を求める実証実験も行っている。

農作業環境は、図4に示す通り作物の生育状況と生育環境、それに人の作業が介在し、それらが複雑に関係して収穫量を決定するため、これらを自動収集するセンサーネットでIoT環境を構築した。作物の生育は、原因となる因子が多岐にわたり、しかも入り組んでいるため、マクロな測定データから因果関係を導くことは不可能であることが1年間の実験で明らかになった。

現在、光合成に必要な主要因子を限定して、これらの値を独立に変化させたときの生育データを1株ごとに測定するシステムを、大潟キャンパス・フィールド研究センターに構築し、因果関係をひとつずつ明らかにするアプローチを開始したところである。

4.2 農作物栽培技術の可視化、モデル化

栽培関連の実証実験と並行して、農作業におけ

る熟練技能の可視化と初心者でも可能なマニュアル化を目指した検討も進めている。ここでは、

- ① 熟練作業の可視化と伝承
 - ② 果実の収穫適期自動判定
- の2つの視点で検討を進めている。

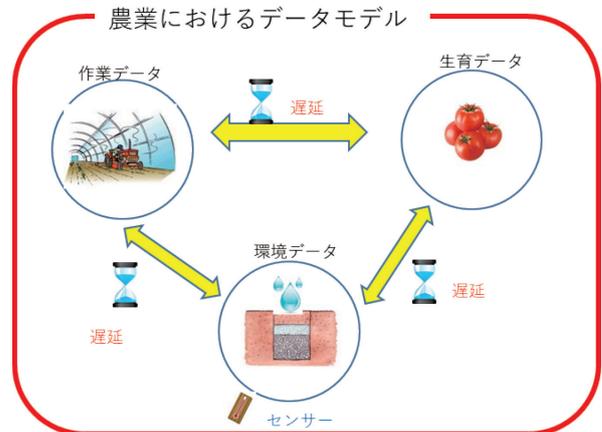


図4. 農業におけるデータの相関関係

熟練技能については、りんご栽培における剪定と摘果の作業について、熟練者の頭に暗黙知として蓄積されている知識を、誰にでもわかる形に可視化することを目指した。作業者に視点検出機能付きのメガネ型カメラを装着してもらい、熟練者と初心者で作業中の発話音声と視点移動の映像を蓄積した(図5)。



図5. 摘果作業の視点映像

これらの映像の視点映像と作業行動記録を基に、ヒアリングと発話分析も加えて熟練者の作業行動と思考過程を分析した(図6)。

もう一つの対象は、りんごの収穫適期予測である。果実の収穫適期は、初心者にはわかりにくいですが、熟練者の判断のもとになっている色分析は自

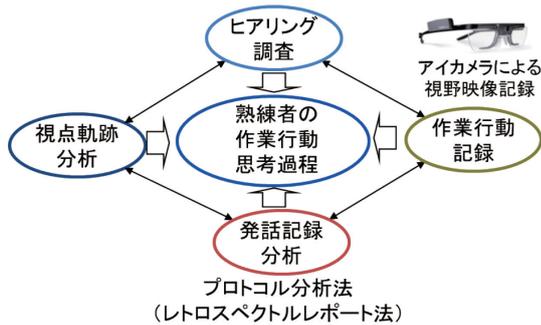


図6. 熟練作業者の技能抽出・分析フレーム

然環境の変化に影響を受けやすく、適当なものがなかった。ここでは、色チャートに自然環境に応じた補正をかけることにより、環境変化に強い適期判定が可能なパターン認識手法を確立した。

図7がその概要であり、スマート端末のアプリとして実現し、初心者でも樹上にある状態のまま成熟度を判定できるようになった。現在実地の農場での実証実験を重ね、実用性向上に努めている。

樹上に着果した果実の品質判定を行う「収穫適期判定システム」
(目視検査・定性評価 → 定量評価へ)

*現状：自動化・省力化が“最も”遅れた果樹分野
収穫適期判定用の指標と果実を目視比較して判断。近似する色の区別はつきにくく、見る人によっても差が出る困難な作業です…

*目標：ICTを活用した農作業高度化
果実に携帯端末をかざすだけ、または、ウェアラブルデバイスで果実を見るだけで果色を判別し、収穫適期を定量的に判定します。



図7. 果実の収穫適期判定

4.3 農作業の軽労化

農作業は体力的に非常に厳しい労働であり、高齢化が進む中で、軽労化のためのアシストスーツの活用が欠かせない。図8は、パワーアシスト技術の現状と今後の取り組みについて記したものである。

昨年度、県の実証実験として行った市販の介護用アシスト製品の農作業（雪掻き）への適用実験の結果、現状のアシストスーツでは複雑な動きをサポートすることが難しく、また連続運転にも支障があることがわかった。今年度は、対象を中腰維持の姿勢



図8. 軽労化のためのパワーアシスト技術

に絞り、電動モータを使わない機器を検討中である。単純な姿勢サポートであれば、バネによる実現が有効であることがわかり、試作機による効果確認を行いながら、今後実用性の向上を進めていく予定である。

5. まとめ

今年度プロトタイプを構築し、実証実験の対象も特定できたので、今後農作業データを継続的に収集しながら、農業の課題とIoTの課題を並行して解決するプロジェクトとして発展させていきたいと考えている。今後作業データや環境データを蓄積し、そこから規則性を抽出していく予定である。

今回提案した農業情報共有システムの仕組みは、農業に限らず、人々が分散して仕事を行う実世界の情報システムの基盤として広い応用が期待されるため、他の応用についても合わせて考察していく予定である。

謝辞

本研究は、平成29年度 秋田県立大学産学連携部局提案型研究推進事業「ICTを活用した農作業高度化の研究」によるものである。ここに記して関係各位に謝意を表す。

〔平成30年6月30日受付〕
〔平成30年7月10日受理〕

Agriculture Innovation using Information and Communication Technologies

Ichiro Iida¹ Yoshiyuki Kusakari¹ Koichiro Hashiura¹ Masaki Ishii¹ Naoki Saito²
Yasunori Yoshida³ Kenetsu Ueda³

¹ *Department of Information and Computer Science, Faculty of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University*

² *Department of Intelligent Mechatronics, Faculty of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University*

³ *Department of Agribusiness, Faculty of Bioresource Science, Akita Prefectural University*

Abstract

This paper describes an information sharing and communication system for various agriculture solutions.

The authors introduce the concept of their prototype system and detail the feasibility studies for the following three technologies:

1. A smart information sharing system that combines IoT and SNS technologies.
2. The visualization and analysis of implicit expert knowledge about agriculture using pattern recognition technologies.
3. A power assisting device for agricultural labor

The authors further examine the viability of these ideas by a prototype system and the conduction of feasibility studies in real contexts.

Keywords: ICT (information and communication technology), collaboration between engineering and agriculture, IoT (Internet of Things), AI (Artificial Intelligence)