

**中山間地域における LPWAN 通信を活用した
スマート灌水システムの開発と生産者ニーズに基づく実装評価**
Development of a Smart Irrigation System Using LPWAN Communication
in a Mountainous Areas and Implementation Evaluation Based on Producer Needs

○岡山貴史*, 加藤京汰**, 山本純之**, 木村匡臣**, 松野裕**

Atsushi Okayama, Kyota Kato, Atsushi Yamamoto, Masaomi Kimura and Yutaka Matsuno

1. はじめに 奈良県五條吉野地域はカキの優良産地であり、国営・県営事業により灌漑施設が整備されている。生産者の圃場が複数の場所に分かれているため、灌水作業の移動時間が農家にとって大きな負担となっている。また、通信インフラが整備されておらず、さらに電源の確保も難しい状況である。そこで、低ランニングコストで中山間地域全体をカバーできる LPWAN 通信規格を活用したネットワーク型自動灌水システムを開発した。このシステムと連携した、圃場に併設する気象センサーからのデータを用いた収穫時期・収穫量の 2 つの予測モデル、樹体画像を基に灌水時期を判断するモデル（以下、灌水判断補助モデル）の計 3 つの機械学習モデルの実装にも取り組んでいる。本報告では、本研究プロジェクトの概要および本システムの実装に対する地元生産者のニーズ調査結果について報告する。

2. 研究プロジェクトの概要と現段階の成果 研究プロジェクトの概念図を Fig.1 に示す。通信ネットワークは親機と中継器、子機の 3 種類の通信機器を活用して、地域全体をカバーする。親機は集落に、子機は各圃場に設置し、通信が不安定な場合は中継器が補助する。子機はソーラーパネルを搭載しており、電源確保が困難な場所でも動作可能である。これらの通信機器を用いることで、遠隔による灌水操作を行うとともに、圃場の気象データを収集する。その気象データは収穫時期・収穫量の予測に使用される。造成団地以外の灌水設備が整備されていない圃場では、収穫予測のみを提供する。生産者はスマートフォンから灌水の開始と終了の時刻を入力するだけで遠隔操作を実施できる（図 1 左上）。このシステムの実装により灌水作業における圃場までの移動時間を削減することに加え、収穫作業の早期計画を可能とすることで、農家の栽培管理作業の効率化に貢献することに期待している。さらに、今まで目視に依存していた灌水の判断は、樹体の RGB 画像を活用した灌水判断補助モデルとリアルタイム処理が可能なエッジデバイスを併設することで、通信ネットワークを通じて遠隔から灌水時期を把握することが期待される。

現時点では、地域全体への通信ネットワークの構築が完了し、気象データの収集と遠隔灌水操作の動作は確認された。しかし、通信の安定性には課題が生じたため、今後は安定した通信環境の確保に向けて、中継機の設置位置の再検討などの作業を進めていく。機械学習モデルは、現段階で 80%以上の予測精度を達成しているが、データを蓄積することにより精度を高めるとともに圃場単位での詳細な検証をしていく。

*近畿大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kindai University

**近畿大学農学部 Faculty of Agriculture, Kindai University

キーワード：畑地灌漑 LPWAN IoT スマート遠隔灌水 中山間

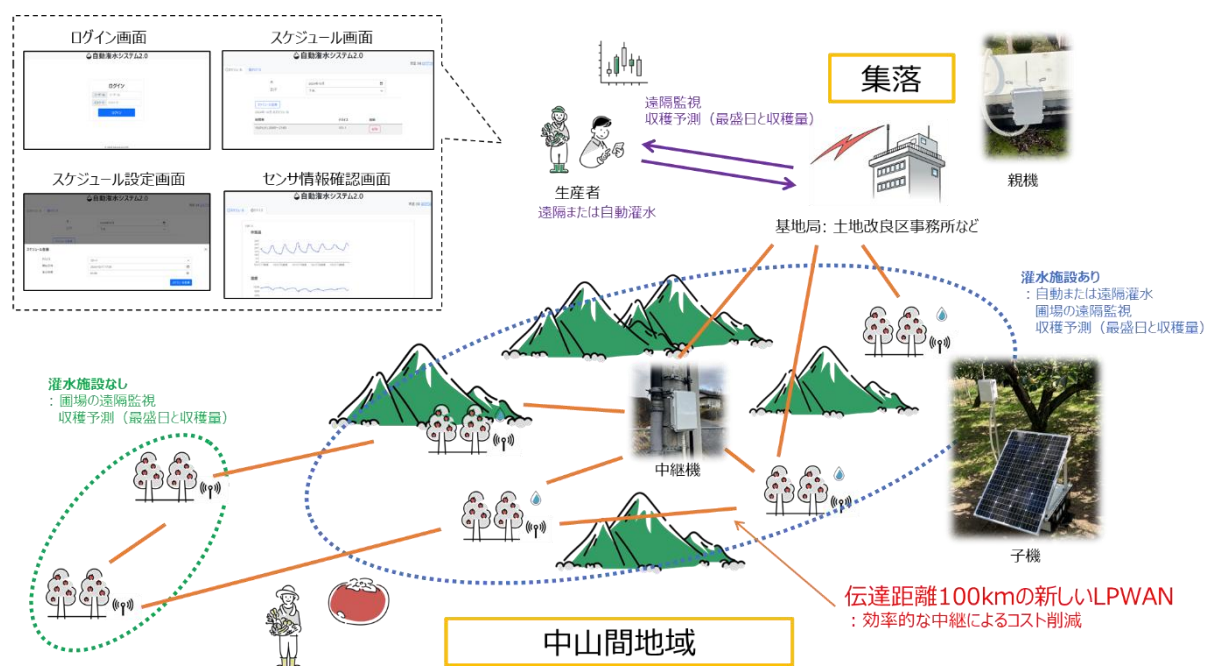


Fig. 1 Overview of the research project using proprietary LPWAN communication standard

3. 生産者のニーズ調査の結果 本システムに対する地元生産者のニーズを把握するため、アンケート調査を実施した。調査期間は 2024 年 10 月 23 日から 11 月 18 日まであり、対象とした生産者 385 名のうち 123 名から回答を得た。アンケートの主な内容は、圃場の所有状況、灌水頻度および作業負担の現状、本システムの懸念や期待することなどである。

調査の結果、50%程度の生産者が毎年灌水を実施しており、そのうち約 77%が灌水作業を負担に感じていた。本システムに対する生産者の懸念点として、「設備管理」「耐用年数」「システムへの信頼性」「通信不具合」が多く、その中で「通信不具合」が最も多かった。年代別では、40 代と 70 代は耐用年数に対して、30-50 代と 60-70 代はスマホ操作に対して有意差（クラスカルウォリス検定、 $p<0.05$ ）が確認された。3 つの機械学習モデルの期待度について、灌水判断補助モデルを「活用したい」と回答した農家が約半数を占め、収穫時期・収穫量の予測モデルは「一度活用してみたい」との回答が多かった。さらに、灌水判断補助モデルに関してのみ、有意差（順序ロジスティック回帰分析、 $p<0.05$ ）が確認された。実際に本システムを試験的に導入した生産者では、灌水回数が 2 倍以上に増加し、灌水作業時間が 1 時間以上削減されたことが明らかとなった。

4. まとめ 本システムは LPWAN を活用することで、LTE 接続が困難な中山間地域にも通信ネットワークを構築することを可能とした。この通信ネットワークを活用した灌水操作により灌水回数の増加や作業時間の大幅な短縮が確認された。地元生産者を対象としたニーズ調査では、70%近くの生産者が関心を示した。また、若年層は灌水システムの投資に対する懸念が、高齢者はデジタルデバイス操作に関する不安が浮き彫りとなった。また、機械学習モデルは、生産者の日々の栽培管理への明確な利点がある灌水判断補助モデルの期待度が高かった。今後の普及や実用化に向けては、生産者に対する具体的な利点を示し、導入のメリットを明確に伝えることが重要である。

謝辞：生研支援センターの「戦略的スマート農業技術の開発・改良」の支援により実施された。