

LPWA による複数圃場環境の計測制御システムの開発

股村 祐希[†] 千葉 慎二[†]仙台高等専門学校[†]

1. 研究背景および目的

日本の農業において農家の高齢化と後継者不足は深刻な問題となっており、農業生産性を維持するためには ICT (Information and Communication Technology) を農業に適用して新しい農法を模索していく必要がある。このような ICT による農業はスマート農業と呼ばれ、作業負担軽減や収穫量の向上に効果的である。しかしながら、通信費用や専用機材の価格などの導入コストが高額なため普及が進んでいないのが現状の課題となっている。

本研究室では、通信方法に安価な LPWA (Low Power Wide Area) を用いたスマート農業に関する研究を行っており、LoRaWAN を用いたビニールハウス内の環境計測・デバイス制御システムを実現している [1]。本論文ではプライベート LoRa を用いて、前述したスマート農業システムを再構築した結果に関して報告する。

2. 先行研究の成果

2.1. LPWA

LPWA は低速度ながらも、少ない消費電力で広域通信が可能な無線通信技術の総称で、1回あたりの通信量が少なく、あらゆる場所に設置される IoT 機器での利用に適した通信方法である。代表的な規格としては SIGFOX や LoRaWAN があげられる。我々は仙台高専の建物屋上に LoRaWAN ゲートウェイを設置し、半径 2km 圏内をカバーする LoRa 通信環境を構築し、スマート農業の実証実験を行っている [1]。

2.2. ビニールハウス内部システム群

先行研究 [1] ではクラウド-ビニールハウス間の通信は LoRaWAN を利用し、ビニールハウス内の通信は 920MHz 特定小電力無線を利用して各機器と通信を行っている。図 1 に本システムのビニールハウス内外の機材の設置状況を示す。

センサノードとして温湿度および気圧センサ (BME280, Bosch) と照度センサ (RPR-0521RS, ROHM)、土壌センサ (MJ1011, RAPIS) を設置し、ハウス内の環境情報を収集した。また、ビニールハウスの電動窓開閉装置 (くるファミ Ace III, 誠和) や散水用の電磁弁 (GSV2, CKD)、土壌温度制御用の電熱温床 (1-417, 日本農業システム) を設置し、開発した制御ノードによって各設備の遠隔・自動制御を実現した。ビニールハウス外の環境の計測には KOSEN ネットワークによって開発されたウェザーステーションを利用した [2]。



図 1. 先行研究で構築したシステム
左：ビニールハウス外部 右：内部

3. 提案システム

本論文では先行研究を踏まえて図 2 のようなシステムを提案した。ビニールハウス内のシステムは既存のものを維持するが、クラウド-ビニールハウス間の通信にプライベート LoRa を利用する。先行研究で利用していた LoRaWAN は SORACOM 社が提供するプラットフォーム上で運用するため月額 9,800 円のゲートウェイ (GW) 利用料 (通信料込) が必要であった。本件ではプライベート LoRa を導入することで、月ごとの支出をクラウド-GW 間の通信費用と電気代のみで減らすことができ、大幅な費用の圧縮が期待できる。またプライベート LoRa は LoRaWAN の仕様に依存しなくなるため、ペイロードサイズやダウンリンクについて、より柔軟なシステム設計が可能になる。プライベート LoRa の導入にあたって新規に「サブギガ GW プライベート LoRa 子機」、「プライベート LoRaGW」、「クラウドサーバ」を準備した。以下それぞれの機器につい

Development of measurement and control system of multiple farm environment by LPWA

Matamura Yuki[†] Chiba Shinji[†]

[†]National Institute of Technology, Sendai College

て解説する。

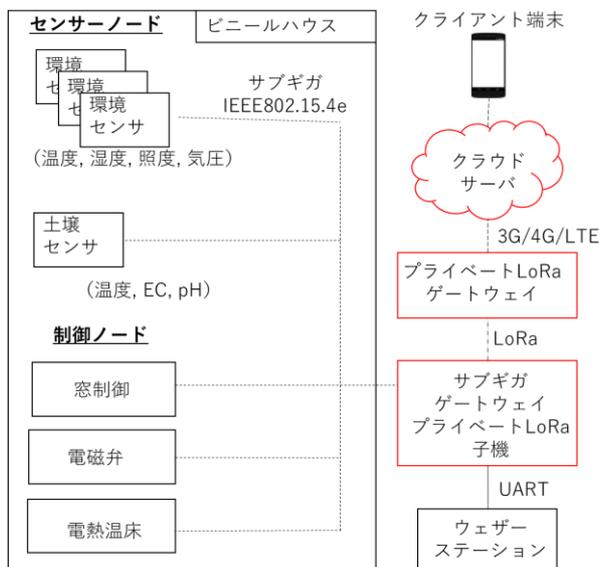


図 2. プライベート LoRa による計測制御システム

で計測したハウス内環境のグラフ例を示す。遠隔制御についても、ハウスのサイドカーテン開閉の制御を正常に行えることを確認している。

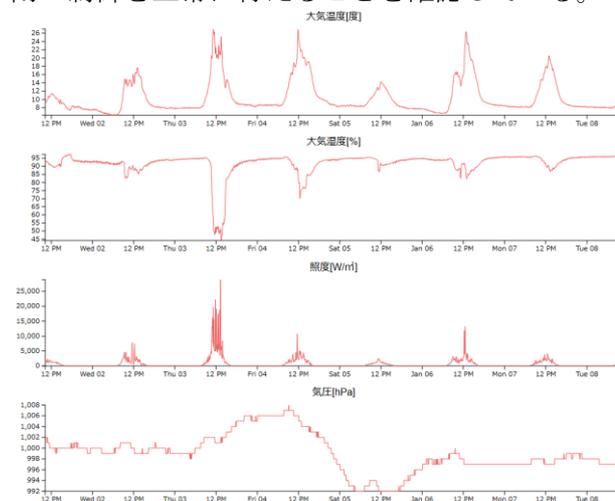


図 3. 本開発システムで計測した最上町アスパラガス畑（露地）の温度・湿度・照度・気圧グラフ例

3.1. サブギガ GW プライベート LoRa 子機

本機は「Raspberry Pi 2 model B」にビニールハウス内通信用のサブギガ通信モジュールと、クラウドとの通信に用いるプライベート LoRa 用通信モジュールを搭載している。本機は各圃場に設置され、必要に応じてセンサーノードや制御ノードのデータ処理を行うエッジコンピューティングの役割も担う。

3.2. プライベート LoRaGW

本機は「Raspberry Pi 2 model B」にプライベート LoRa 用通信モジュールと 3G 通信モジュールを搭載している。農業地域の高所などの適地に設置し、多くのプライベート LoRa 子機との通信を行う。通信が集中するポイントとなるためデータ処理は極力行わず、クラウドと子機間の中継処理のみを行うように設計した。

3.3. クラウドサーバ

webAPI を用いてプライベート LoRaGW と通信を行い、サーバ内に構築したデータベース (MongoDB) に計測データや制御リクエスト・結果の蓄積を行う。計測データの閲覧、遠隔制御を設定するウェブページも作成している。

4. 提案システムの実証実験結果

開発した計測制御システムを仙台高専内の実験ハウスと山形県最上町の協力農家 2 軒の施設に設置し、実証実験を行った。温湿度および気圧センサーは地上 1 m 高に配置し、土壌センサーは地中 15cm の深さに埋設した。図 3 に本システム

本システムの通信費用はプライベート LoRaGW の 3G 通信費用のみであり、最上町に設置した農家 2 軒分のシステムでは月額 400 円程度（うち基本料金 300 円）であった。先行研究[1]の LoRaWAN を用いたシステムでは LoRaWAN ゲートウェイ利用料が月額 9,800 円必要となるのに対し、通信費用は大幅に削減できたといえる。

5. まとめ

プライベート LoRa への移行によって、安価かつより少ない制約で複数圃場との通信が可能となり、システムの拡張性と実現性が大幅に向上した。今後は実証実験を通してデータ収集を行い、さらなる改良を行っていく他、生育状態や農作業の記録と連携した機械学習によって、農業施設の自動制御や生産性の向上を進めていく。

6. 参考文献

- [1] Yuki, M., Shinji, S. (2018). DEVELOPMENT OF A MEASUREMENT AND CONTROL SYSTEM FOR ENVIRONMENT OF GREENHOUSES BY LPWA. WCCA・AFITA 2018,
- [2] Shinji, S., Susumu, Y., Yukikazu, M., Shinichiro, H., Kazuaki, S., Tadashi, I., Kazuya, K. (2016). Development of a Meteorological Observation System Using Arduino by KOSEN Network. WCCA・AFITA 2016, SS10.