

# ミカン栽培圃場における低価格土壌水分センサーと LPWA を用いた 土壌水分モニタリングシステムの構築

## Development of a Soil Water Monitoring System Using a Low-cost Soil Moisture Sensor and LPWA in an Orange Orchard

○加藤 沙耶香, 伊藤 良栄, 坂井 勝

KATO Sayaka, ITO Ryoei and SAKAI Masaru

### 1. はじめに

三重県東紀州地域では柑橘栽培が盛んで、高品質ミカン栽培のためマルドリ栽培方式が普及してきた。三重県果樹農業計画（2020）は「高品質果実生産に向けた ICT を活用した園地管理システム導入」を振興方針に取り上げている。戸上ら（2011）は熊野市のミカン園に土壌水分計測などの農業 IoT システムを導入し一定の成果を上げたが、土壌水分センサーは高額なため普及には至らなかった。

昨年度我々は、1本200円という驚異的な安さの DFROBOT 社の土壌水分センサー Capacitive Soil Moisture Sensor V1.2（以下、CSMS）と、Sigfox を用いた低消費電力で長距離のデータ通信を可能とする LPWA（Low Power Wide Area）を利用した土壌水分監視システムを作成した。そして、CSMS は耐久性に難があるものの、検定をすれば測定精度は一般的なセンサーと比べても遜色ないことが分かった。

本研究では、上記のシステムを運用するために、ソーラーパネルやバッテリーを接続したデバイスを作成することを目的とする。またそれとともに、別途設置した既製のセンサーをから得られる土壌水分をはじめとする様々な圃場の情報を記録し、土壌水分センサーの活用法について検討した。

### 2. 作成した土壌水分監視システム

CSMS, ESP32, Sigfox を繋げた土壌水分監視システムの仕組みを図 1 に示す。ESP32 は Sigfox と CSMS と接続してロガーとして動作する。電源として電圧 3.3V が CSMS に加わると、CSMS は体積含水率に応じた電圧を出力する。ESP32 は A/D ポートでその出力値を取得し、バイナリデータに変換して Sigfox にデータ送信の命令を送る。これは、通信規格上 Sigfox が一度に最大 12 バイトしかデータを送信できない制約を回避するためである。その後、Sigfox はバイナリデータを LPWA 回線経由クラウド上に送る。クラウドに送られたバイナリデータは元の出力値に変換され、IoT データ可視化サービスである Ambient のクラウド上に蓄積される。



図 1 作成した土壌水分監視システム  
Fig 1 Soil Moisture Monitoring System

表 1 コスト比較(円)

Table 1 Cost Comparison (yen)

	センサー	ロガー	通信	合計 (センサー1台)	合計 (センサー6台)
CSMS	200	1,250	5,000	6,450	7,450
TEROS-12	54,000		180,000	234,000	504,000

\*三重大学大学院, Mie University キーワード:土壌水分センサー, ICT, LPWA

作成したシステムと一般的に使われているセンサーTEROS-12 とロガーZL6 のコストを比べたところ、1台設置で約37分の1の予算に収まった(表1)。仮に1地点で6台センサーを設置したとすると、約68分の1となり、実用可能となればコスト削減に十分貢献しているといえる。

### 3. 土壌水分監視システムを用いたデバイスの作成と運用

ソーラーパネル、バッテリー、チャージコントローラ、制御タイマーを用いて作った電源と作成した土壌水分監視システムを繋げ、デバイスを試作した(図2)。制御タイマーにより、1時間に1度ESP32稼働電力を供給している。

センサーは室内での計測ではソーラーパネルから供給される電源とLPWA通信を用いて、問題なく記録を送信し続けたため、防水加工などを行い、2024年3月29日より、屋外設置を開始した。今後、対象となる三重県御浜町に設置する予定である。

### 4. 御浜町での計測

2023年6月より、御浜町ではミカン畑3カ所に土壌水分センサー(TEROS-12, TEROS-21)と気象センサー(ATOMS-41)を設置し、土壌の体積含水量、マトリックポテンシャル、気象情報などを記録している。図3は観測中の1地点の降水量と体積含水量である。圃場では7月10日にマルチシートを敷設し、7月13日に灌水が行われた。図では灌水時にわずかながら体積含水量が上昇していることが分かる。灌水による体積含水量は特に平面的な場所による違いが大きいため、多地点での計測が求められ、本研究で作成している低価格のセンサーの活躍が期待される。

### 5. まとめ

本研究では、三重県御浜町を対象とし、CSMSとLPWAを用いた安価で通信範囲の広い土壌水分監視システムの作成と、土壌水分センサーが品質向上に貢献することを示すために現場で観測したデータの分析を行った。今後は、センサーの圃場での設置を行うとともに、引き続き観測中の御浜町の土壌水分センサーの分析を進めていく。

謝辞：本研究の一部は、JST共創の場形成支援プログラムJPMJPF2305(実施タイプ：育成型、拠点名称：紀南オープンフィールド構想によるみどりのアントレプレナー共創拠点、代表機関名：三重大学)の支援を受けて実施された。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】加藤沙耶香・伊藤良栄・坂井勝(2023):1)低価格土壌水分センサーとLPWAを用いた土壌水分監視システムの構築, 農業農村工学会2023年度全国大会発表 2)戸上崇・伊藤良栄・橋本篤・亀岡孝治(2011)高品質ミカン生産を目的とするセンサーネットワークを利用した圃場環境計測, 農業情報学会

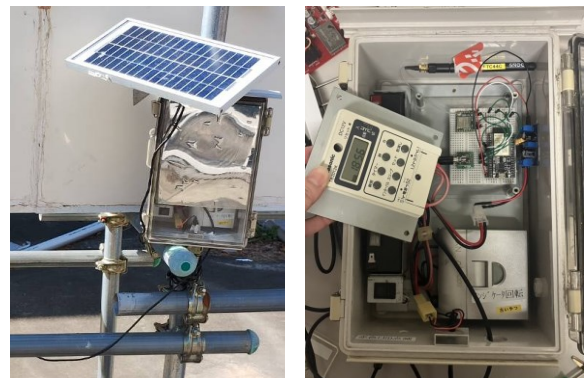


図2 作成したデバイス  
Fig 2 Developed device

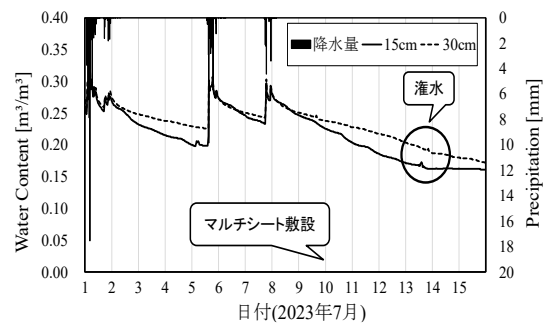


図3 7月の御浜町での観測記録  
Fig 3 Observation record at Mihama in July