

# 施設園芸に用いるスマート農業用無線給電システムの開発

製品・機能評価課 奈須野雅明、宮田直之、升方康智、室 慧悟、寺澤孝志  
農林水産総合技術センター 園芸研究所 高澤あゆみ、奥野善久

## 1. 緒言

富山県においても、次世代施設園芸拠点(全国 10 か所のうちの一つ)で高度な環境制御システムを用いた「スマート農業」が実施されており、収量・品質の向上が実証されている。しかし、環境制御システムの導入・維持コストが高額であることから、導入は一部の大規模経営体に限られており、一般にはシステムの普及が進んでいない。

一方で、電磁波(マイクロ波)を用いて数 m 先の「無線給電」を実現するため法的規制が緩和され、近い将来の実用化が見込まれる。これにより、「スマート農業」で用いられる多数の ICT 機器のワイヤレス、バッテリーレス化が実現し、システムの初期・維持コスト低減やワイヤレスならではの新規の合理的な活用が期待される。

本研究では、施設園芸に「スマート農業」を安価に導入できる無線給電による ICT システムの開発を目的とし、無線で受電するレクテナ(整流回路機能付きアンテナ)の試作開発と、その電源による無線・センサモジュールの動作の検証、園芸施設(トマト栽培)環境下における電波強度の測定等を行った。

## 2. レクテナの試作評価・無線センシングモジュールによる評価

### 2.1 920MHz 帯のアンテナ及び整流回路の試作評価

レクテナの受電アンテナに用いるマイクロストリップアンテナ(MSA)を試作評価した。基板には、日本ピラー工業社製の基板(NPC-F260)を 130mm 角に切断し、受電部分は、ウェットエッチング加工で行った。裏面にアルミ板を地導体としてねじ止めし、受電面積約 110mm 角の MSL アンテナを試作した。

高周波整流回路は、高周波回路シミュレータ等を用いて、シングルシャント型の整流回路の試作を行った。回路の基板は、利昌工業社製の低誘電率 PPE 両面銅張積層板(CS-3376C)を 60×90mm 角に切断して使用した。伝送線路はウェットエッチングにより加工し、ショットキーバリアダイオード(SBD、東芝製 1SS315)、DC カット用と平滑化用のチップコンデンサ等をはんだ付けして実装した。

### 2.2 レクテナの評価

試作したアンテナと整流回路を組み合わせてレクテナの出力評価を行った。当センターの小型電波暗室内で、今

年度 JKA 補助事業により導入したイミュニティ試験システム(TSJ 製)を用いて所定の電界強度の電磁波を照射し、マルチメータにて出力電圧を計測した。図 1 に測定評価風景と、出力結果(図 2)を示す。最大で約 6.5V の直流電圧が得られた。

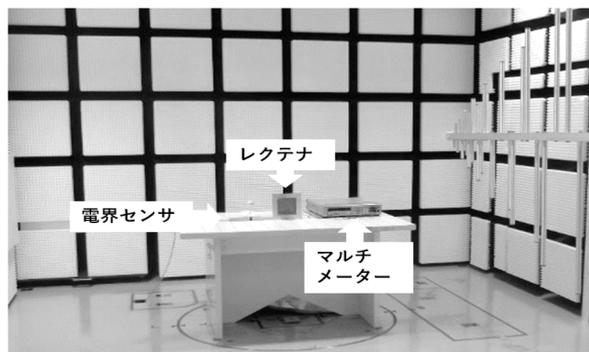


図 1 イミュニティ試験システムを用いたレクテナの評価(小型電波暗室)

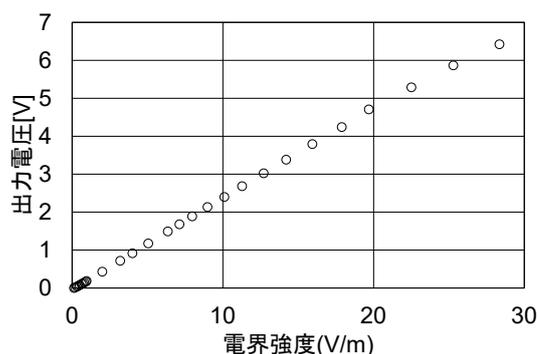


図 2 レクテナの直流電圧出力特性

### 2.3 無線通信・センサモジュールを用いた評価

レクテナの出力電源による無線通信・センサモジュールの動作の確認するため、①高周波整流回路(920MHz の連続波を入力。直流電圧約 3V に調整)と②乾電池での動作確認(単三アルカ電池リ 1.5V, 2本)の比較検討を行った。無線通信モジュールにはモノワイヤレス社製の TWELITE DIPBLUE 等を、センサモジュールには BOSCH 社製 BME280 を使用した。動作確認には、恒温槽内(定常運転、10°C~40°C、10°C 毎、相対湿度 50%及び 80%の計 8 測定)で、1 分毎にデータを無線で槽外の受信器に送信して 30 分計測した。槽内の設定温度は、施設トマトの生育環境と測定環境とモジュールの仕様等を考慮し設定した。その結果、①、②との温度差は 0.3°C 以内で、相対湿度差

は約 0.5%以内であり、評価試験範囲では、センサ値に問題なく、レクテナで運用できると考える。

### 3. 施設園芸内での電波強度測定実験

無線電力伝送や通信を安定的に行うため、施設内の電波の電波強度特性を調査した。受電アンテナや通信モジュールの設置に関する知見が重要となる。そこで、植栽に着目し最も伝搬しにくくなると考えられるトマトの収穫期(図 3)の電波の受信強度の影響を調べた。電波強度の測定には、無線通信モジュール TWELITE DIP BLUE(送信強度 2.5dBm)の LQI(Link Quality Indicator)計測機能を使用して換算した。実験施設園芸内の植栽領域を図 4 のように受信機を原点(0,0)に設置し、1.4m(1.4m は 4 列)に配置した植栽ベンチの間隔)角の座標の交点に送信機を移動し、受信機・送信機間の通信強度測定を行った。受信機・送信機は高さ 80cm の発泡体に設置した。x 軸の 11.6m については、植栽が途切れる位置である。

図 5 に測定結果を示す。測定地点ではすべて受信可能であったが、測定位置によっては伝搬距離に依存せず、受信強度が低い位置が見受けられた(仕様上の強度は約-63dBm 以上で良好)。植栽の遮蔽や園芸施設内の金属パイプ反射による干渉性フェージングの影響がでているものと思われる、設置場所によりアンテナ向きや出力の調整が必要になると思われる。

### 4. 結言

施設園芸に用いる ICT センサ群の電源として無線給電で実現するための 920MHz 帯のレクテナの試作と無線モジュールを用いた試験並びに実装するための施設園芸内の電波強度試験等を実施した。今回得られた知見を基に実用化に向けて進めていく。

キーワード：無線給電、レクテナ、施設園芸、スマート農業

### 参考文献

- 1) 奈須野他、富山県産業技術研究開発センター研究報告、No.37 (2023) pp.37-38



図 3 トマト収穫期の電波強度測定風景

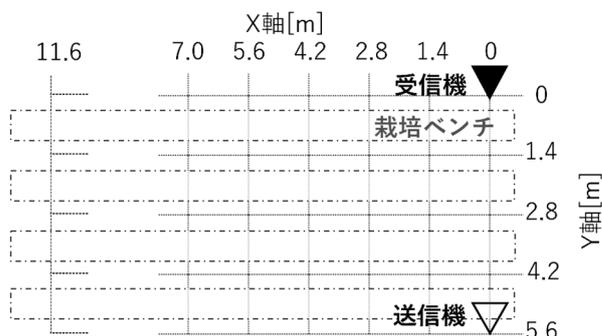


図 4 計測領域と無線通信機器の配置

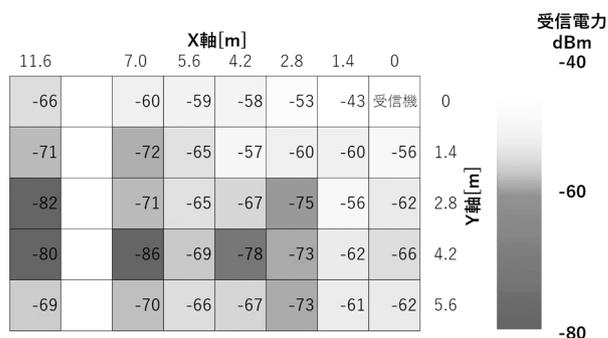


図 5 収穫期の受信電力の分布測定結果

## Development of Smart Agricultural Wireless Power Transfer System for Greenhouse Horticulture

Product and Function Evaluating Section; Masaaki NASUNO, Naoyuki MIYATA, Yasutomo MASUGATA,  
Keigo MURO, Takashi TERASAWA,  
Horticultural Research Institute, Agricultural, Forestry and Fisheries Research Center  
Ayumi TAKAZAWA, Yoshihisa OKUNO

In this study, we developed a prototype of a rectenna (antenna with rectifier circuit function) that receives power wirelessly, built in a wireless/sensor module that operates on the received power, and measured the radio wave strength to conduct an operation experiment. The project also included the development of a prototype rectenna that receives power wirelessly and the measurement of radio wave strength to test its operation and implementation.