

## 審査の結果の要旨

氏 名 繁田 亮

本論文は英文で書かれ、「System Design of Cost-Effective Soil Monitoring Networks for Agriculture (コスト効率のよい農業用土壌モニタリングネットワークのシステム設計)」と題し、6章からなる。農作物の栽培において、土壌の水分量を正確に把握し、適切な量の灌水を適切なタイミングで行うことは、農作物の収量や品質を向上させるための最も基本的で重要な作業である。従来高価で、設置やメンテナンスが難しかった土壌水分センサを低コストで実現するための技術について、主に印刷エレクトロニクスと無線給電をキー技術として体系的に取り組むことで、問題解決への道を切り拓く術を示した。

第1章は「Introduction(序論)」で、IoTを用いたスマート農業に寄せられる期待、既存の土壌モニタリングシステムの分類とそれらが抱える問題点について述べている。

第2章は、「Inkjet Printed Soil Moisture Sensor with Microwave Wireless Power Transfer (インクジェット印刷によるマイクロ波無線給電土壌水分センサ)」と題し、本論文が前提としている低コスト型土壌水分センシングシステムの構成や製造方法、不安定なマイクロ給電を前提としながらもシステムの安定度を高めるための適応的デューティサイクル制御手法について論じている。

第3章は、「UAV-Assisted Microwave Wireless Power Transfer for Agricultural Sensors (無人航空機による農業センサの無線給電)」と題し、第2章で構成を示したマイクロ波給電型の土壌水分センサに対して、作物の上から無線給電を行うための技術について論じている。圃場内で作物に覆われセンサ位置把握が困難であり、しかもGPSには誤差が含まれる状況において、無人航空機とセンサの位置合わせを効果的に実施する手法を提案することで、作物が植わった圃場内に設置された土壌水分センサの電池交換を手動で定期的に行う必要がなくなり、運用コストを劇的に下げることができる。

第4章は、「Design of Soil Monitoring Networks and Thin-Film Soil Moisture Sensors (土壌モニタリングネットワークと薄膜土壌水分センサの設計)」と題し、より正確で多様な土壌の状況をモニタリングすることが可能なセンシングシステムの設計と実装について述べている。さらに静電容量型センサで問題となる土壌ごとのキャリブレーションの方法、さらにマトリックポテンシャルの測定を可能にする多孔質材料を用いたプローブの設計と実装について論じている。

第5章は「Experimental Deployments of Soil Monitoring Networks (土壌モニタリングネットワークの実験展開)」と題し、国内外の複数の拠点で実施した実証実験の内容の内容について論じている。

第6章は「Conclusion(結論)」であり、本論文の貢献と、展望について述べている。

以上これを要するに、本論文は、情報技術や印刷エレクトロニクス技術、そして無線給電技術を分野横断的に活用することで、製造・設置・運用が低コストで行える高性能な土壌モニタリングシステムを実現するための技術を論じており、またその効果を数々の実証実験を通じて実践的に示しており、電子情報学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。