

## 審査の結果の要旨

氏 名 笹谷 拓也

本論文は英文で書かれ、「Ubiquitous wireless power transfer in three-dimensional spaces(三次元空間におけるユビキタスな無線電力伝送)」と題し、6章からなる。無線による電力供給は、今後の Internet of Things (IoT) の発展に向けた鍵になることが期待されるが、広い空間にわたって大きな電力を送ることは困難であることが知られている。本論文は、二次元導体上の電流を巧みに利用して三次元状の磁界分布を生成することで、安全・高効率な部屋スケール無線電力伝送を実現する方法について論じている。

第1章は、「Introduction (序論)」であり、本論文が目指す三次元空間におけるユビキタスな無線電力伝送の構想を紹介し、広範囲かつ大電力の給電が困難である物理的要因について考察した後に、本論文で提案した技術の狙いや特色を論じている。

第2章は「Related works (関連研究)」であり、①無線電力伝送技術、②省電力な通信技術、③Internet of things 技術の三点について、昨今の進展がまとめられている。

第3章は「Multimode quasistatic cavity resonators for wireless power transfer (無線電力伝送のためのマルチモード準静空洞共振器)」と題し、面電流を用いて空間内に複数の磁界分布を生成する着想に基づく、マルチモード準静空洞共振という革新的な方法が提案されている。そして部屋大のテストベッドの建設と実証実験の詳細が述べられている。Chabalko らが2017年に発表した従来手法では部屋の半分程度の部分へしか高効率な給電が行えなかったが、本手法により空間全域への高効率・大電力な無線電力伝送が可能であることが示されている。

第4章は「Room-wide wireless power and communication via quasistatic cavity resonance (準静空洞共振を用いた部屋スケールの無線電力伝送・通信)」と題し、部屋スケールの無線電力伝送システムの磁界を利用する省電力通信機構について論じている。そして、空間中の磁界を介して給電および通信を行う IoT ノードの構成、各位置に置かれた小型 IoT ノードの通信性能や受電電力を解明するために、準静空洞共振技術を介した給電・通信システムのチャンネルの定式化について論じている。

第5章は「Wide-area wireless power delivery to pebble-sized devices via hierarchical resonators (階層的な共振器構造による小型機器への広範囲な無線電力伝送)」と題し、小型機器の位置に磁界を集中する階層的なシステム構成について論じ

ている。部屋スケールの無線電力伝送から小型（1 cm 程度）の受電器に電力を送ることは、送受電器間の結合係数が急激に低下することから本質的な困難が伴う。本研究では光学レンズに着想を得た受動的な中継モジュールを配置し、階層的な共振器を構成する方法が示されている。そしてその階層的な共振器構造を用いることで、部屋スケールの無線電力伝送システムから、小型の受電器へと高効率な電力伝送ができることが示されている。

第6章は、「Conclusion and future work（結論と将来展望）」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、二次元状に分布する電流の特性を巧みに活用することで、今後の Internet of Things (IoT) の発展に向けた鍵になる、三次元空間における無線電力伝送を実現する方法を示しており、電子情報学上貢献するところが少ない。

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。