

M-2

IoT システムを考慮したマイクロ波無線電力伝送方式に関する基礎研究

Fundamental Study on Microwave Wireless Power Transmission Considering IoT Systems

○小林馨¹, 吉田匠吾², 三枝健二³, 小林一彦⁴*Kaoru Kobayashi¹, Shogo Yoshida², Kenji Saegusa³, Kazuhiko Kobayashi⁴

Abstract : This paper relates to power supply to mobile terminals placed indoors by the wireless power transmission (WPT) using microwaves (2.4 GHz ISM Band) considering IoT Systems. Using wireless power transmission indoors, it is necessary to consider the influence of reflected waves. The impact of this reflected wave due to the antenna beam width is confirmed by simulation.

1. まえがき

本研究は、室内に置かれた無線携帯端末機器への充電を ISM (Industrial Scientific and Medical) バンドである 2.4 GHz 帯を用いた無線電力伝送方式による実用化を目指した基礎的な調査を目的としている。尚、この無線電力伝送で検討する周波数 2.4 GHz 帯は、ITU-R (International Telecommunication Union- Radio Communication Sector) で、無線電力伝送向けに使用を許された周波数帯となる。既存の無線通信への干渉を抑える手段の 1 つとして、電力伝送の効率改善にも繋がる電力伝送側アンテナ特性の半値幅を狭めることが考えられる。先行研究で、モデルルームをコンクリートで覆うことで反射波が発生することが確認された^[1]。

本報告では、より実環境を想定したモデルルームを構築し、この半値幅を変化させたときのルーム内の反射波レベルの検討を FDTD 法 (Finite-Difference Time-Domain method) 用いたシミュレーション結果について報告する。

2. 解析空間モデルとアンテナについて

解析空間モデルは、先行研究で参考とした国土交通省の居住面積水準からの解析空間モデルを本検討においても適用した。具体的には、床面積 5.0×5.0 m²、高さ 2.46 m の空間となり、その空間は、コンクリートで囲まれている (天井と床は、20.0 cm 厚、壁は、13.0 cm 厚)。また、給電する無線携帯端末は、高さ 0.7 m のテーブル上に設置した状態を想定した。次に、半値幅の影響を検討するために、アンテナには、アンテナの開口面寸法により容易に半値幅の変更が可能なホーンアンテナを適用した。検討を行った E 面の半値幅は、49.6 度、28.7 度および 17.2 度である。ホーンアンテナの設置を天井の中心にし、家具を設置した。天井、床、壁のコンクリートの部分を除いた解析空間モデル

を上から見た図を図 1 に示す。アンテナ開口面の電界は Y 方向に平行している。

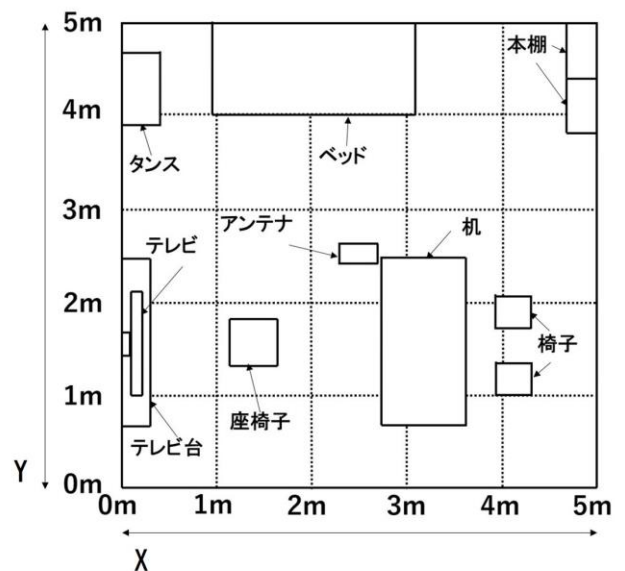
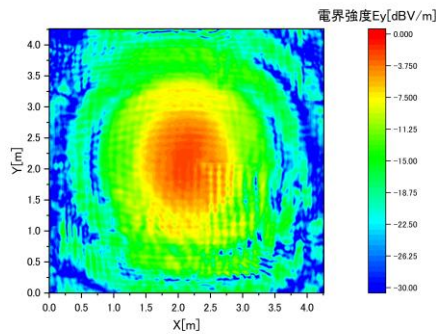


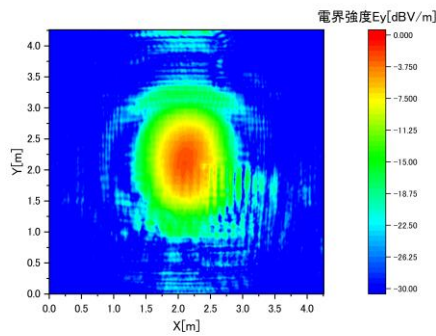
図 1. 上から見た解析空間モデル

3. 解析内容と結果について

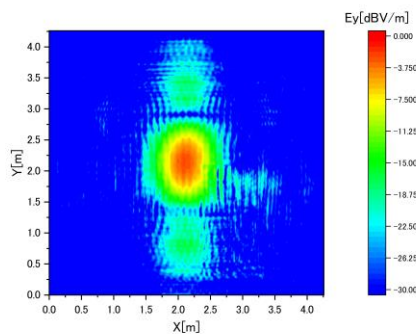
既存の無線通信機器との干渉を抑える一手段として、指向性アンテナの半値幅を絞ることが考えられる。これにより他の無線通信への干渉を抑え、効率良く電力伝送が可能となる。しかし、室内で電力伝送を行った場合、床面、壁面、室内に設置した家具からの反射波による既存の無線通信への干渉が懸念される。先ず、室内において想定した高さ 0.7 m の X-Y 面における各半値幅のアンテナによる電界強度分布を求めた結果を図 2 に示す。



(a) 半値幅 : 49.6 度



(b) 半値幅 : 28.7 度



(c) 半値幅 : 17.2 度

図 2. 室内の床から高さ 0.7 m の X-Y 面における各半値幅の電界強度分布

これらの図から半値幅を狭めることで、メインローブが狭まり、集中して電力を伝送することが確認できた。また、設置した家具によって反射波が発生し、電界強度分布に影響を及ぼしていることが確認できる。先行研究から、Wi-Fi のデータレートが 6.0 Mbps を実現するためにはサイドローブレベルが -13.0 dB 以下、また、受信電力は 6.0 dBm 以上が必要であるとの検討結果を得た^[2]。図 2 の電界強度分布からモデルルーム内の受信電力を計算し、6.0 dBm 以上の面積比率を求めた。室内において想定した高さ 0.7 m の X-Y 面にお

ける受信電力が 6.0 dBm 以上の面積比率を図 3 に示す。

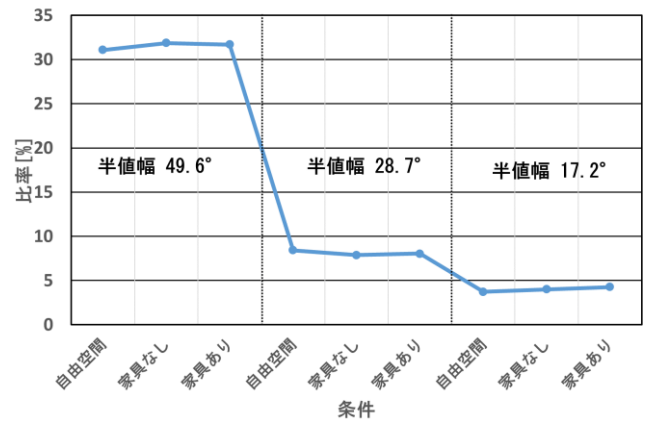


図 3. 室内の床から高さ 0.7 m の X-Y 面における各半値幅での受信電力が 6.0 dBm 以上の面積比率

図 3 から、半値幅を絞ることで受信電力が 6.0 dBm 以上の面積比率が減少している。また、自由空間と比較して家具による大きな変化が得られなかった。この結果から半値幅を絞ることで Wi-Fi やその他機器の干渉を減らし、互いが共存できるエリアが広がることを確認できる。

4. まとめ

本報告では、家具を設置したことによる反射波レベルの影響と、既存の無線通信への影響を検討した。その結果、家具を設置することで反射波によるレベル変動が大きくなるが、既存の無線通信システムに及ぼす影響が小さいことが確認できた。今後は、実用化の可能性を探るため、高さを変えた場合や、アンテナの位置を変えた場合の電界強度分布と反射波レベルの影響を検討して行く予定である。

参考文献

- [1] 吉田匠吾, 三枝健二, 小林一彦: 「IoT システムを考慮したマイクロ波無線電力伝送に関する基礎研究」, 第 63 回日本大学理工学部学術講演会, M - 16
- [2] 矢込花純, 三枝健二, 小林一彦: 「IoT システムを考慮したマイクロ波無線電力伝送に関する基礎研究」, 第 62 回日本大学理工学部学術講演会, M - 20