

M-16

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

○吉田匠吾¹, 小林一彦², 三枝健二³

*Shogo Yoshida¹, Kazuhiko Kobayashi², Kenji Saegusa³

Abstract : This paper relates to power supply to mobile wireless 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。先行研究において、ISM バンドを使う既存の無線通信への干渉を抑えるために、電力伝送する側のアンテナ特性の一要素であるサイドローブレベルを -25 dB 以下にすることが必要との検討結果を得た^[1]。本報告では、既存の無線通信への干渉を抑える他の手段として、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。この半値幅の変化による室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を行った。尚、室内の反射波は、他の無線通信への干渉要因となる。この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 4.26×4.26 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 cm 厚、壁は、13 cm 厚)。また、給電する無線携帯端末は、高さ 0.4 m のテーブル上に設置した状態を想定した。尚、初期検討として、このテーブルの影響は除いている。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、46.9 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、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。

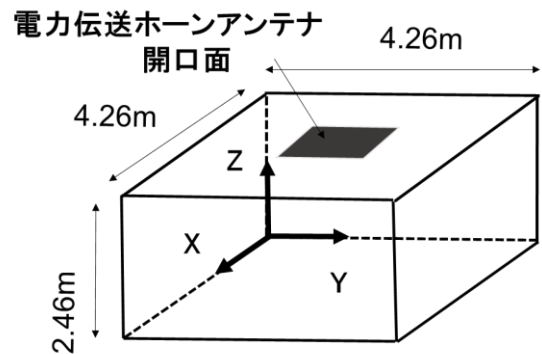
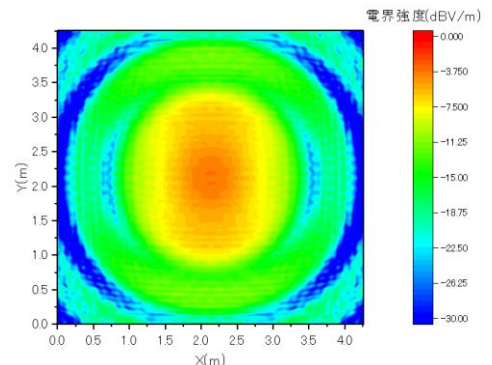


図 1 解析空間モデル

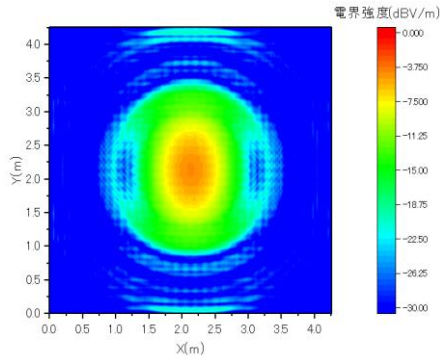
3. 解析内容と結果について

他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、壁面からの反射波による他の無線通信への干渉が懸念される。まず、室内において想定した高さ 0.4 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。

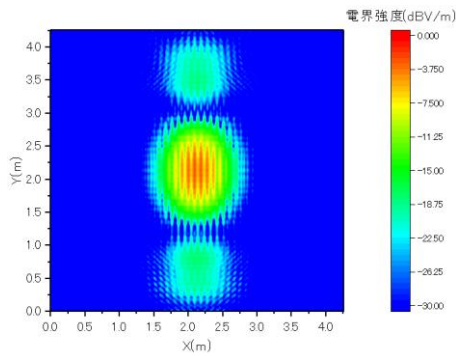


(a) 半値幅 : 49.6 度

1 : 日大理工・学部・電子 2 : 日大理工・客員研究員・電子 3 : 日大理工・教員・電子



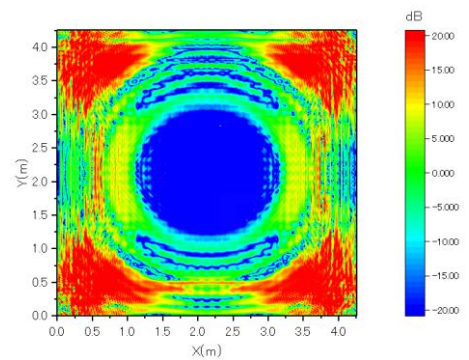
(b) 半値幅 : 28.7 度



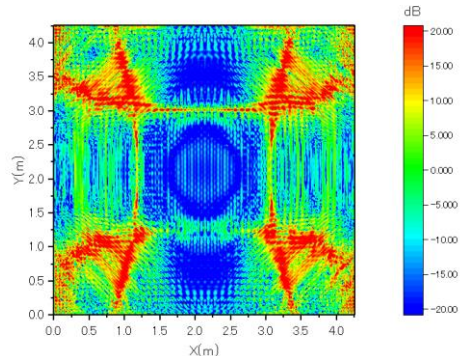
(c) 半値幅 : 17.2 度

図 2. 室内の床から高さ 0.4 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、想定した高さのテーブル上に置かれた無線携帯端末に、無線電力伝送により集中して効率よく電力が供給されることが確認できる。但し、この場合サイドローブレベル、例えば、半値幅 17.2 度において -17.8 dB となり、-25 dB 以下を満足していない。このため低減が必要となる。次に、室内で発生する反射波に関して、各半値幅のアンテナによる自由空間における、電界強度と室内の電界強度との差を各アンテナの自由空間の電界強度で正規化した近似による各正規化反射波レベルを図 3 に示す。



(b) 半値幅 : 28.7 度



(c) 半値幅 : 17.2 度

図 3. 各半値幅における X-Y 面の正規化反射波レベル

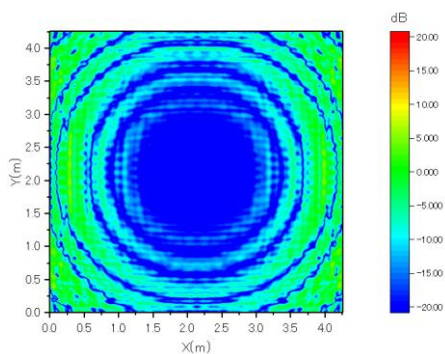
これらの結果では自由空間との差異が無いことが望ましい特性となる。半値幅を狭めることで、電力を集中して効率的な電力伝送が可能となるが、本条件では依然として、室内の四隅において反射波によるレベル変動が発生していることを確認した。

4. まとめ

本報告では、指向性アンテナの半値幅に注目して、半値幅を絞ることで、室内の反射波による影響をシミュレーションにより検討した。その結果、半値幅を絞ることで効率よく電力を伝送することが可能となるが、本条件であっても、反射波によるレベル変動があることを確認した。今後は、このレベル変動が、既存の無線通信への影響の有無も含め、実用化の可能性を探るため、詳細な反射波によるレベル変動を指向性の方向を振った場合および実際の室内を想定して家具等を設置した場合を検討して行く予定である。

参考文献

- [1] 矢込花純, 小林一彦, 三枝健二: 「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



(a) 半値幅 : 49.6 度