

M-17

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(その2) Fundamental Study on Microwave Wireless Power Transmission Considering IoT Systems (part2)

○吉田匠吾¹, 小林一彦²*Shogo Yoshida¹, Kazuhiko Kobayashi²

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 2.45 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 2.45 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た。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、狭い空間では反射波によるレベル変動が確認された^[1]。本報告では、部屋の大きさを 2 倍にした際の各半値幅の変化における、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で行った。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約 2 倍の大きさに適用した。具体的には、床面積 $10 \times 10 \text{ m}^2$ 、高さ 2.46 m の空間、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 0.7 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、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 面半値幅は 49.6 度、28.7 度および 17.2 度である。先行研究と比

較しやすくするため、ホーンアンテナは部屋の大きさを 2 倍にする前の場所に設置し、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。

ホーンアンテナの開口面

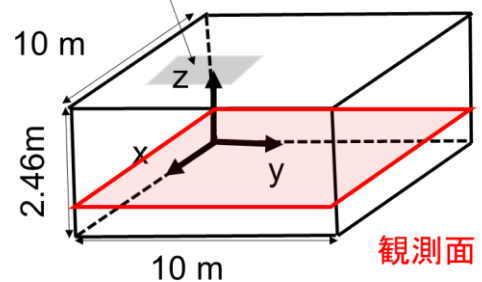
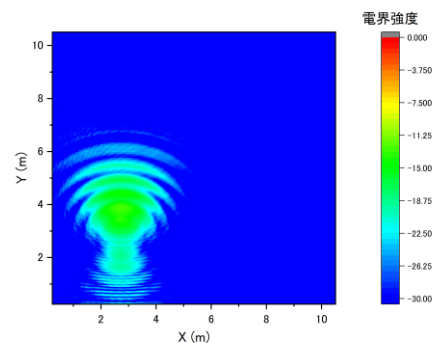


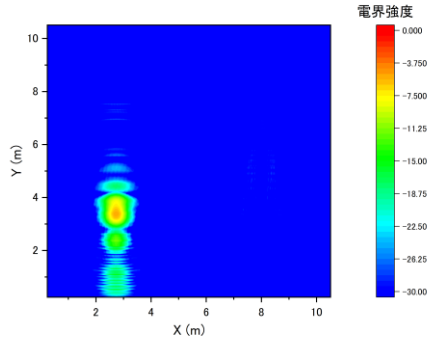
図 1. 解析空間モデル

3. 解析内容と結果について

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。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の一例を図 2 に示す。



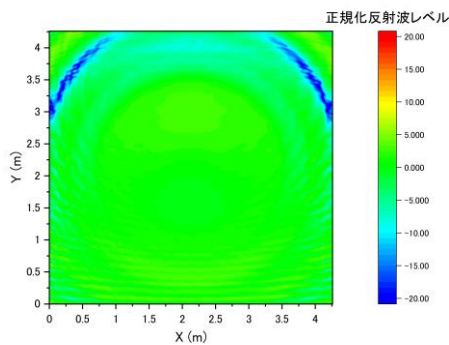
(a) 半値幅 : 49.6 度



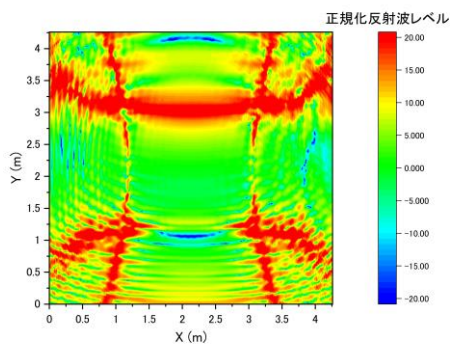
(b) 半値幅 : 17.2 度

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、壁面から部屋内への反射の影響を抑えられることが確認できる。しかし、部屋のサイズを拡大したことでメインローブの低減が見られる。次に、室内で発生する反射波に関してエリアを指定して、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各正規化反射波レベルの一例を図3に示す。室内からの反射による影響の一例として 0 dBV/m 以上の割合を図4に示す。



(a) 半値幅 : 49.6 度



(b) 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

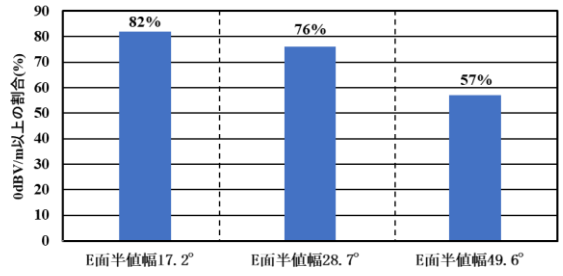


図4. 正規化反射波レベル 0 dBV/m 以上の割合

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、半値幅を狭めることで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。さらに半値幅の変化によって反射波による影響が顕著に確認された。

4. まとめ

本報告では、部屋の大きさに注目して、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、部屋のサイズを拡大することで拡大前と比べ壁面からの反射波を抑えることは出来たが、同時にメインローブの電界強度の低減が見られた。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、狭い室内では壁面による反射波がレベル変動に大きく関係することを確認した。今後、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、半値幅を狭めることで発生する四隅の反射波の詳細な原因の解明をしていく予定である。

参考文献

[1] 吉田匠吾, 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 63 回日本大学理工学部学術講演会, M - 16