

## 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（その1） Fundamental Study on Microwave Wireless Power Transmission Considering IoT Systems (Part1)

○氏家宗紀<sup>1</sup>, 吉田匠吾<sup>2</sup>, 小林一彦<sup>3</sup>\*Muneki Ujii<sup>1</sup>, Shogo Yoshida<sup>2</sup>, Kazuhiko Kobayashi<sup>3</sup>

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. This paper describes the impact of windows on wireless power transfer.

### 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。先行研究では、解析空間モデルを適用して、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、および家具を加えた場合の影響に関して検証を進めた<sup>[1]</sup>。

本報告では、これまでの解析空間モデルから更に窓を加え、より現実に近い状況において、アンテナ特性の半値幅の変化による反射波の影響を FDTD 法

(Finite-Difference Time-Domain method) を適用してシミュレーションにより検討を行ったので、その結果について報告する。尚、室内の反射波は、他の無線通信への干渉要因となる。

### 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参考に、新たに窓や家具を追加したものである<sup>[2]</sup>。具体的には、床面積 5×5 m<sup>2</sup>、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）。この解析空間モデルにより、窓の有無による影響に関して検証を行う。

アンテナには、E 面の半値幅 17.2 度のホーンアンテナを用いた。このアンテナを天井の中心に設置し、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。また、家具の配置を図 2 に示す。

### 天井にアンテナ設置

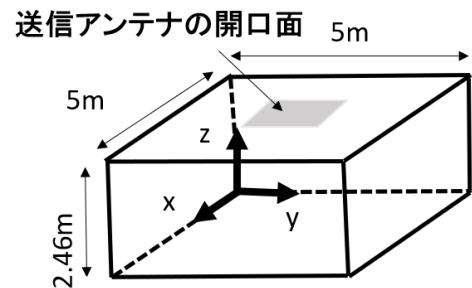


図 1. 解析空間モデル

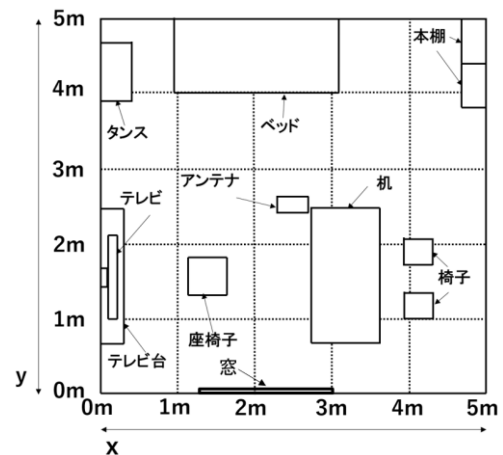


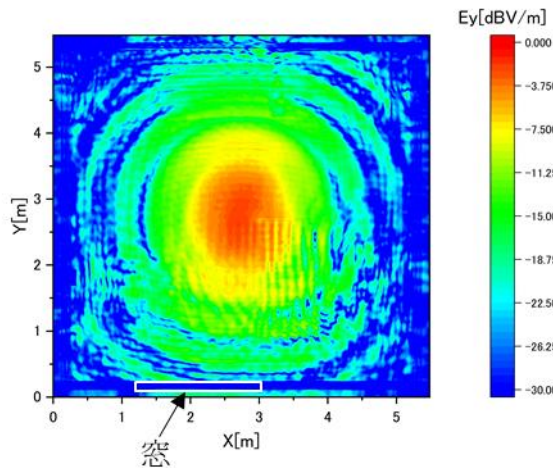
図 2. 家具配置図

### 3. 解析結果について

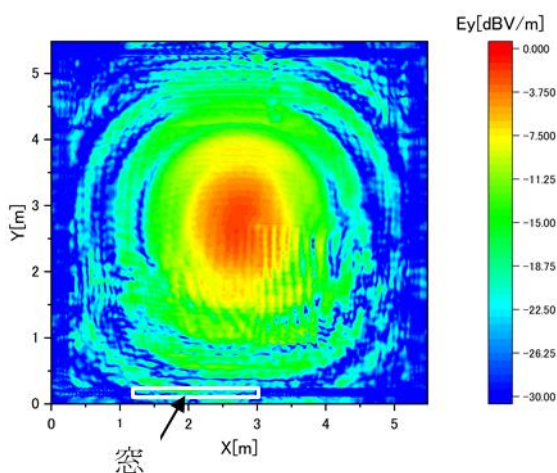
窓の有無による高さ  $Z=0.696$  m 地点における X-Y 平面の電界強度分布を求めた結果を図 3 に示す。

図 3 より、窓の設置してある地点( $x=1.200\sim 3.000$  m,  $y=0.108\sim 0.120$  m)において、窓のない場合は -30 dB 以下の部分が、窓がある場合は最大-15 dB 程度の電界強度が生じている。これは、一部電波が窓を通して室外

へ漏洩したものと考えられる。また、窓のある地点以外では、窓の有無による差異は最大 5 dB 程度見られるが、いずれの地点においても電力伝送に影響のあるレベルではない。



(a) 窓なし



(b) 窓あり

図 3. 室内の床から高さ 0.696 m の X-Y 面における電界強度分布

次に、 $X=2.400\text{ m}$ ,  $Z=0.696\text{ m}$  地点における電界強度分布および正規化反射レベルの比較を図 4 に示す。この図において、正規化反射レベルとは、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アンテナの自由空間の電界強度で正規化したものとする。

これらの結果では自由空間との差異が限りなく小さいことが望ましい特性となる。窓を設置した地点 ( $Y=0.120\text{ m}$ ) において、窓の影響による反射波のレベル変動が最大 10 dB 程度と、電力伝送において影響の

あるレベルではないものの、レベル変動が生じていることが確認できる。他の地点 ( $Y=2.400\text{ m}$ ) においても、窓の有無による反射波によるレベル変動は最大 4 dB 程度と電力伝送において影響のあるレベルではないことを確認した。

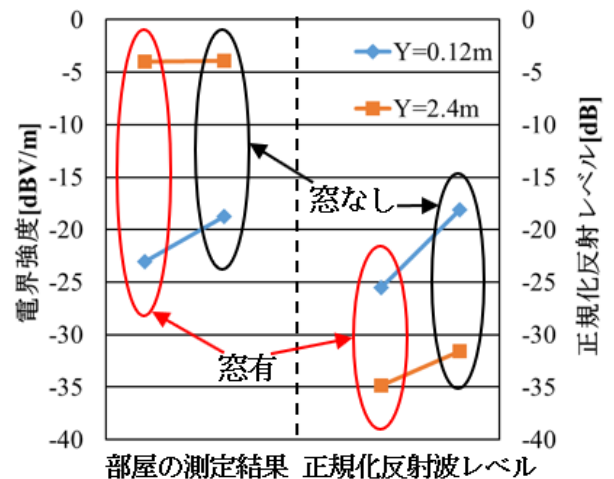


図 4.  $X=2.400\text{ m}$ ,  $Z=0.696\text{ m}$  における電界強度分布および正規化反射レベルの比較

#### 4. まとめ

本報告では、窓の有無による室内での反射波の影響を電磁界シミュレーションにより検討を行った。その結果、マイクロ波による無線電力伝送に影響のあるレベルではないが、部屋空間内において、窓を設置した地点に近づくほど、レベル変動が大きくなることを確認した。

今後も継続して室内で、無線電力伝送による、既存の無線通信システムへの干渉等の影響を明らかにするため、基礎データの取得を進めていく予定である。

#### 参考文献

- [1] 小林馨, 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 64 回日本大学理工学部学術講演会, M - 2
- [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