

屋内伝搬損失測定システムの一検討

A study of indoor propagation loss measurement system

荒川 祐也

指導教員 前山 利幸

拓殖大学 大学院 工学研究科 前山研究室

キーワード：屋内伝搬, 電波伝搬, 伝搬推定

1. 背景

今後、あらゆるモノがインターネットに繋がるIoT(Internet of Things)が幅広く浸透すると考えられる。そのため、IoTデバイスの適切なエリア設計を行う必要がある[1]。

送受信間において見通しが確保できる場合の電波伝搬は自由空間モデルが一般的に用いられる。一方、反射波と回折波が複雑に干渉する見通し外環境においてはFDTD法での伝搬解析は大きな計算機リソースを必要とするため、適用方法に検討が必要とされている。

本稿ではFDTD法での電磁界解析の実証に必要な自由空間伝搬損失の測定システムについて報告する。

2. システム構成

測定系を図1に示す。送信アンテナに928MHz帯垂直偏波水平面内無指向性の無線モジュールEnOcean(図2)を用いた[2]。受信アンテナに928MHz帯プリントモノポールアンテナ(図3)を用いた。アンテナの測定治具には発泡スチロールと塩化ビニルを用いた。スペクトラムアナライザはノイズフロアを軽減するためRBW,VBWともに10kHzとし、928MHzのMaxhold値を測定した。なお、ケーブル損失と受信アンテナ利得の換算は行っている。

3. 送受信アンテナの利得測定

送受信アンテナの妥当性を確認するため、それぞれ電波暗室で測定を行った。測定システムを図4に示す。受信アンテナにクワッドリッジホーンア

ンテナを用いた。送受信距離は4.13mに設定し、アンテナ高はそれぞれ1.6mとした。

EnOceanの測定結果を表1、プリントモノポールアンテナの測定結果を表2に示す。測定は電波暗室の回転台を用いて基準アンテナとの対向時と90度左右に回転させた3パターンを行った。

送受信距離4.13mにおける、自由空間伝搬損失は-44.11dBであり、クワッドリッジホーンアンテナゲインは7.05dBである。受信側のケーブル損失は-4.62dBであり、送信側のケーブル損失は-2.78dBである。換算に用いた式を以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{Power output[dBm]} \\ &= \text{RSSI[dBm]} \\ &\quad - \text{HornAntennaGain[dB]} \\ &\quad - \text{FreeSpacePathLoss[dB]} \\ &\quad - \text{CableLoss[dB]} \end{aligned}$$

EnOceanにおいて、側面の若干信号強度が低いものの、概ね同じ値を示しておりほぼ無指向性である。測定した信号強度の平均である-45.36dBを用いて換算を行った結果、出力は-3.68dBmであるため、データシートと乖離していることがわかった[2]。

またプリントモノポールアンテナにおいてもEnOceanと傾向は似ておりほぼ無指向性であると確認できた。測定したRSSI全体の平均である-42.53dBを用いて換算を行った結果、利得は1.56dBiであるとわかった。

4. 自由空間伝搬損失と実測との比較

自由空間伝搬損失と実測との比較図を図 3 に示す。見通し内において、自由空間伝搬損失と同様な伝搬損失の傾向を示す。

5. まとめ

本稿では伝搬損失の測定システムについて説明した。EnOceanの通信モジュールもプリントモノポールアンテナも概ね水平面内無指向性であり、伝搬損失推定に適していることを確認した。

参考文献

- [1] 総務省, “IoT デバイスの急速な普及”, <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/nd112120.html>
- [2] EnOcean https://www.enocean.com/en/products/en-ocean_modules_928mhz/stm-431j/data-sheet-pdf/

表 1 EnOcean 測定結果

EnOcean-Quadridge reference[dB]				
	対向時	側面(-90)	側面(90)	
1回目	-44.29	-46.93	-45.23	
2回目	-44.74	-44.87	-45.01	
3回目	-44.30	-48.55	-44.28	
平均	-44.44	-46.78	-44.84	-45.36
換算出力[dBm]	-2.76	-5.10	-3.16	-3.68

表 2 プリントモノポールアンテナ測定結果

Quadridge-Printmonopole reference[dB]				
	対面	側面(-90)	側面(90)	平均
	-41.92	-43.39	-42.27	-42.53
送信出力[dBm]	2.54	1.07	2.19	1.93
利得[dBi]	1.79	1.28	1.66	1.56

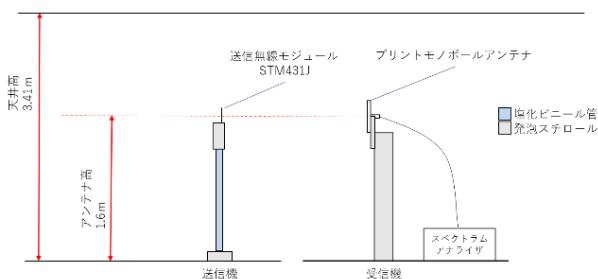


図 1 実測における測定系

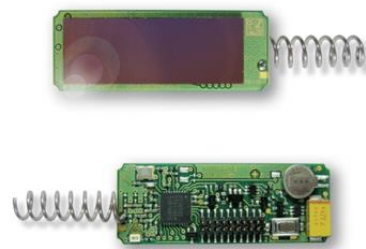


図 2 EnOcean STM431J



図 3 プリントモノポールアンテナ

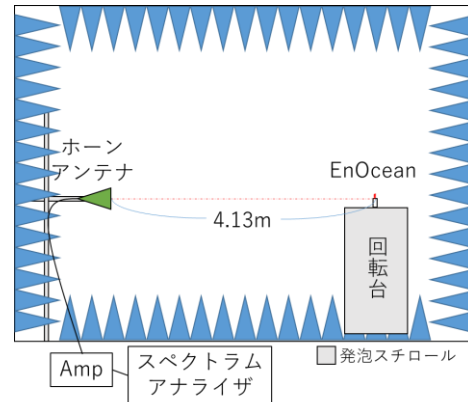


図 4 暗室における測定

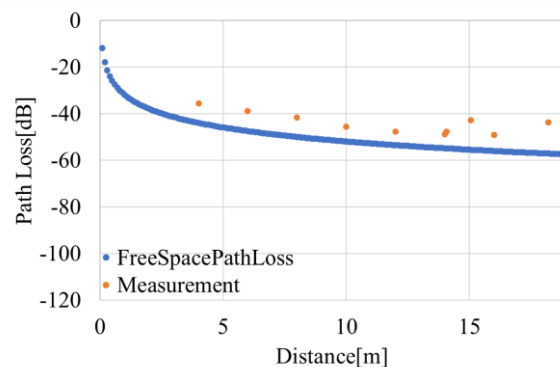


図 5 自由空間伝搬損失と実測との比較