

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。スペクトラムアライザはノイズフロアを軽減するため RBW, VBW とともに 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。受信アンテナにカ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、カ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。

$Power\ output[dBm]$

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

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/enocean_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
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
送信出力[dBm]	2.54	1.07	2.19
利得[dBi]	1.79	1.28	1.66
			1.56

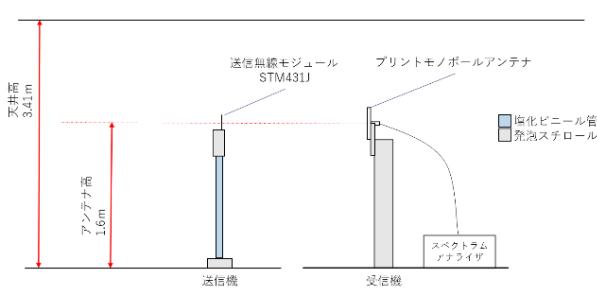


図 1 実測における測定系



図 2 EnOcean STM431J



図 3 プリントモノポールアンテナ

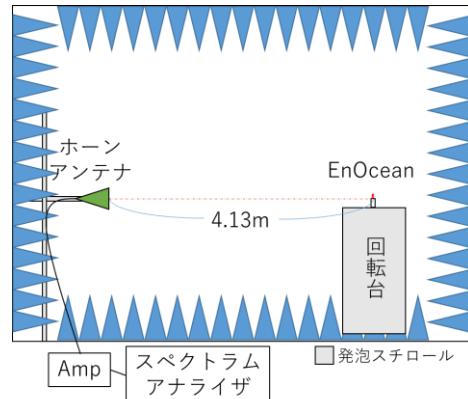


図 4 暗室における測定

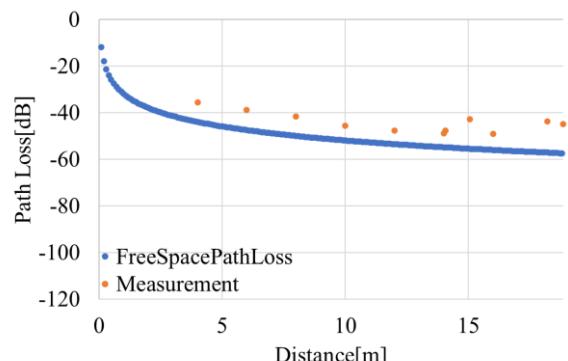


図 5 自由空間伝搬損失と実測との比較