

室内における 5.2GHz 帯の電波伝搬特性

佐々木 範雄*, 花海 丞 (東北電力) 工藤 貴之 (通研電気) 安達 文幸 (東北大学)

5.2GHz-Band Radio Propagation Characteristics for Indoors

Norio SASAKI, Tasuku HANAUMI (Tohoku Electric Power Co., Inc), Takayuki KUDO (Tsuken Electric Industrial Co., Ltd)
Fumiyuki ADACHI (Tohoku University)

1. まえがき

近年、5.2GHz 帯高速無線 LAN の標準化規格である IEEE802.11a に対応した無線 LAN 製品が各社から提供されてきている。伝送速度は最大で 54Mbps であり、動画など高速なデータ伝送がモバイル環境においても実現可能となる。

そこで、今後 5.2GHz 帯高速無線 LAN を構築するにあたり、基地局 (アクセスポイント) のセル半径や置局を決定するために必要となる、伝搬距離特性やフェージング特性について統計的解析を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験環境と実験方法

実験は床面積 610 m² のオフィスビルのフロアで、90 名程度の社員がいる環境で行った。伝搬距離特性を得るための 1m 短区間電界強度中央値の測定と、フェージング特性を得るための瞬時受信電界強度値を測定し、メモリレコーダへ記録した。送受信アンテナはコーリニアアンテナを用い、送信アンテナは 1.0m, 1.5m, 2.0m の高さに設置し、受信アンテナは机の高さと同じ 75cm に設置した。

1m 短区間電界強度中央値の測定では、送信局を任意の場所に固定し、受信局を送信局から直線的に 32m まで 3 回移動させた。また、瞬時受信電界強度値の測定では受信局をフロア内任意の 18 個所に設定し、それぞれの場所で 20 分間測定を行った。図 1 に測定系の構成を表 1 に測定系の諸元を示す。

3. 実験結果と解析結果

3. 1 伝搬距離特性と伝搬距離回帰式

実測した各アンテナ高の 1m 短区間伝搬距離特性を図 2 に示

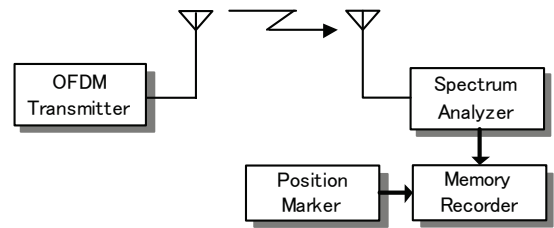


図 1 測定系の構成
Fig.1 Measurement setup.

表 1 測定系の諸元

Table 1 Experimental Parameters.

| | |
|------------|--------|
| 周波数 | 5.2GHz |
| 送信電力 | 10dBm |
| 送信帯域幅 | 20MHz |
| 受信帯域幅 | 10MHz |
| 記録サンプリング速度 | 10ms |

表 2 回帰の結果

Table 2 Result of Regression.

| アンテナ高 | 伝搬距離回帰式 | 決定係数 |
|-------|-------------------------|------|
| 1.0m | $54.7+16.2\log_{10}(d)$ | 0.73 |
| 1.5m | $54.2+14.9\log_{10}(d)$ | 0.60 |
| 2.0m | $55.8+12.5\log_{10}(d)$ | 0.58 |

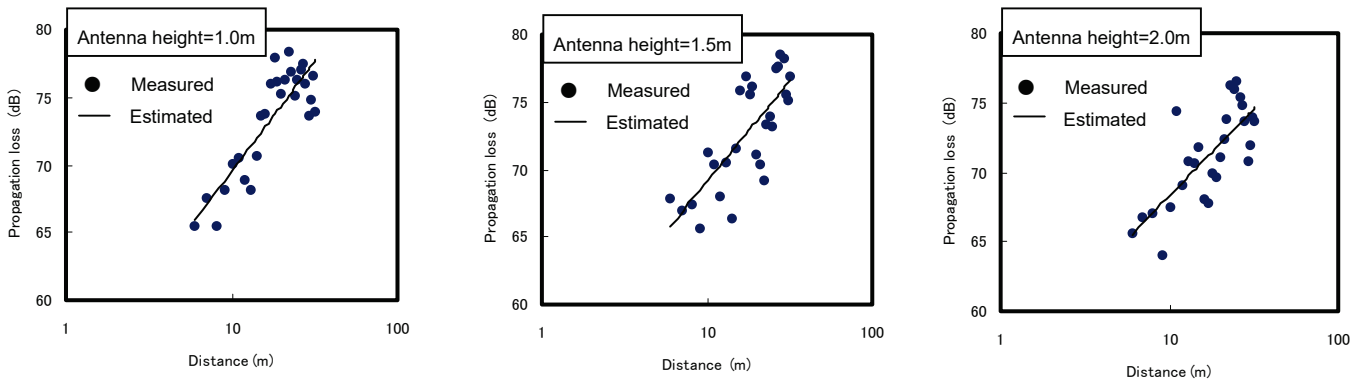


図 2 各アンテナ高での伝搬距離特性

Fig.2 Propagation loss dependence on distance of different antenna heights.

す。室内伝搬における伝搬損距離特性は、屋外伝搬と同様に、伝搬距離 d (m) を対数で表わすと、ほぼ直線になることが知られているが[1]、本実験においても同様な傾向が表れている。

そこで、実測した 1 m 短区間伝搬損中央値から、最小二乗法により次式の伝搬損回帰式を求めた。

$$\text{Loss} = A + B \log_{10} d \quad (1)$$

ここで、 A は定数 (dB)、 B は距離係数である。

その回帰の結果は表 2 に示すように、距離係数となる B の値はアンテナ位置が高くなるにつれて小さくなる傾向が示されている。これは、この周波数帯域での電波の直進性が強く、アンテナ位置が高くなるにつれて見通し伝搬路の影響が強くなるためと考えられる。

また、距離係数 B は 12.5~16.2 と自由空間の 20 の場合と比較して小さな値となっている。これは室内壁面などにより、電波が閉じこめられる導波効果によるものと考えられる[1]。

3. 2 フェージング特性

室内にける 5.2GHz 帯のフェージング特性を明らかにするため、単位面積あたりの人数[人数/㎡]が 0.15 のフロア内で、任意の 18 個所で測定した瞬時受信レベル累積分布を、送信アンテナ高をパラメータとして表したのが図 3 である。横軸が瞬時受信レベルと平均受信レベルとの相対レベルを dB で表したものであり、縦軸が横軸の値以下となる時間率を % で表したものである。図 3 から分かるように瞬時受信レベル変動特性はアンテナ高による大きな相違はほとんどないことが分かる。そこで、アンテナ高を 1.5m とし、瞬時受信レベルの累積分布特性を単位面積あたりの人数をパラメータとして求めたのが図 4 である。実測値は実線で示し、点線が実測値にあてはめた仲上 m 分布であり、その確率分布関数は次式で表される[2]。

$$P(R) = \frac{1}{\Gamma(m)} \gamma\left(m, \frac{mR^2}{\Omega}\right) \quad (2)$$

ここに、 Γ はガンマ関数、 γ は第 1 種不完全ガンマ関数、 m はフェージングの深さを表す指数、 Ω は R^2 の集合平均である。

両者ともほぼ一致する結果となっていることから、室内における 5.2GHz 帯のフェージング特性は仲上 m 分布を用いて表すことが出来る。また、単位面積あたりの人数が 0.15、0.09 および 0 の場合のフェージング指数 m はそれぞれ 3.3、3.9 および 49 であった。これから分かるように、フロアの単位面積あたりの人数が多いほどフェージングの深さは大きくなる。これは室内伝搬におけるフェージング要因は人による影響がほとんどで、人がメインパスやマルチパスの伝搬路を遮ることや通過することに起因するものと考えられる。

4. むすび

5.2GHz 帯での室内伝搬損距離特性はアンテナ高に依存することを示し、距離係数は自由空間より小さくなることを確認した。室内におけるフェージング特性はアンテナ高には、ほとんど依存

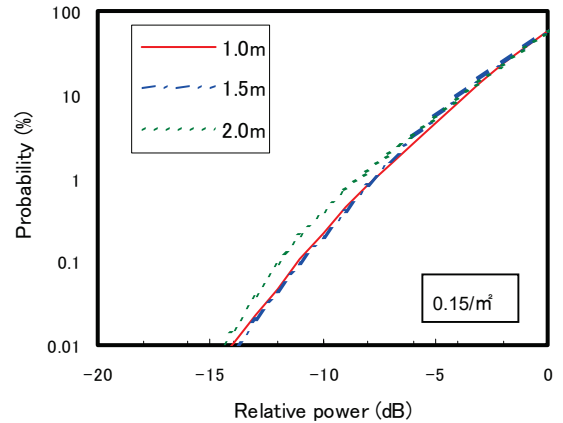


図3 各アンテナ高による瞬時受信レベル累積分布
Fig.3 Received signal-level CDF on different antenna heights.

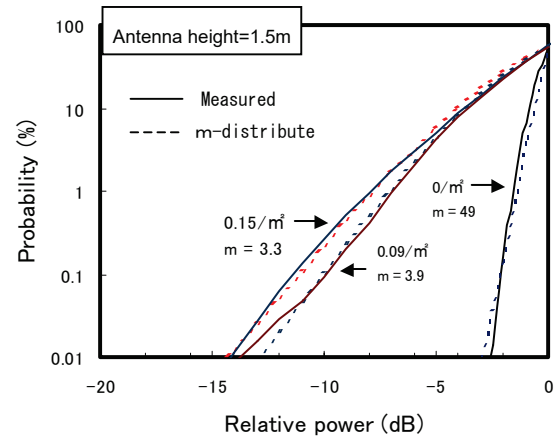


図4 単位面積あたりの人数による瞬時受信レベル累積分布
Fig.4 unit area, and Received signal-level CDF by the number of persons.

せず、その特性は仲上 m 分布で表すことが可能であった。また、フロアの単位面積あたりの人数が多いほどフェージングの深さは大きくなり、室内伝搬におけるフェージング要因は人による影響がほとんどであることが分かった。

以上のことから、セル半径や置局を設計するにあたっては、アクセスポイントのアンテナ高とフロア単位面積あたりの人数をパラメータに選定する必要性を示すことができた。

文 献

- [1]細矢良雄他, "電波伝搬ハンドブック," (株)リアライズ社.
[2]奥井善久, "特殊関数とその応用," 森北出版.