

レイラウンチング法を用いたリフレクタレーを含む都市内電波伝搬の数値解析

Analysis of EM Wave Propagation in Urban City Including Reflectarray Using Ray-Launching Method

櫻井 僚
Ryo Sakurai

チャカロタイ ジェドヴィスノブ
Jerdvisanop Chakarothai

陳 強
Qiang Chen

澤谷 邦男
Kunio Sawaya

東北大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Tohoku University

1 まえがき

リフレクタレー [1] は都市内の電波伝搬環境を改善することが可能であり、近年注目されている。リフレクタレーの設計は設置環境を考慮する必要があり、建物を含めたリフレクタレーの厳密解の計算のために膨大な時間を要する。そこで、筆者らはレイラウンチング法を用いてリフレクタレーを含む都市内電波伝搬を短時間で解析する手法を提案し、その解析結果について報告する。

2 リフレクタレーを含む伝搬モデル及び解析手法

レイラウンチング法による伝搬解析を行う前に平面電磁波がリフレクタレーに入射した角度に対する散乱係数 μ_s を次式により予め求め、データベースとして保存する。

$$\mu_s = \lim_{r \rightarrow \infty} 2\sqrt{\pi r} \frac{E_s}{E_{inc}} \quad (1)$$

ここで、 r はリフレクタレーからの伝搬距離、 E_{inc} は入射電界、 E_s は散乱電界である。都市モデルをレイラウンチング法により解析する際に、リフレクタレーへのレイの到来方向に対応した散乱係数を用い、リフレクタレーを新たな波源としてレイの再放射を考える。

その一例として、図 1 に解析に用いた都市伝搬モデルを示す。建物を完全導体 (PEC) によってモデル化し、解析周波数は 2GHz とした。また半波長ダイポールアンテナを波源として用い、建物上部に図 2 のようなリフレクタレーを配置した。リフレクタレーには 3×11 素子の平面ダイポールを配置し、平面波が垂直入射 ($\theta_i = 90^\circ$) した際に、散乱波の主ビーム方向が $\theta_r = 130^\circ$ となるように各々の平面ダイポール素子の長さを調整した。

3 数値シミュレーション

設計されたリフレクタレーの散乱係数の振幅を図 3 に示す。 $\theta_i = 90^\circ$ から平面波を入射した際の散乱波の主ビーム方向は $\theta_r = 132^\circ$ となり、概ね要求を満たしていることがわかる。

図 1 に示された受信領域内での受信電力の累積確率分布 (CDF) の結果を図 4 に示す。この結果からリフレクタレーを設置したことによる受信電力改善量は CDF=0.01 において 5.45dB となっている。

4 まとめ

都市伝搬モデルをレイラウンチング法により解析した結果、リフレクタレーを設置することにより建物間の

地面における受信電力レベルを改善できることを示した。

本研究は、総務省「電波資源拡大のための研究開発における超高速移動通信システムの実現に向けた要素技術の研究開発」の研究開発委託で行われている。

参考文献

- [1] J.Huang, "Analysis of a microstrip reflectarray antenna for microspacecraft applications", *TDA Progress Report 42-120*, Feb. 1995

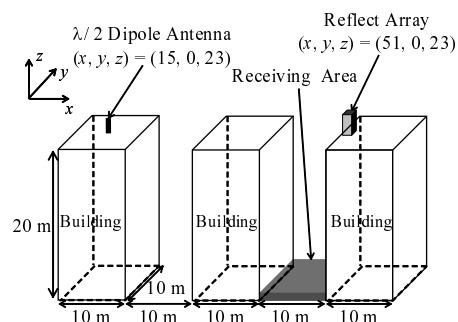


図 1 都市伝搬モデル

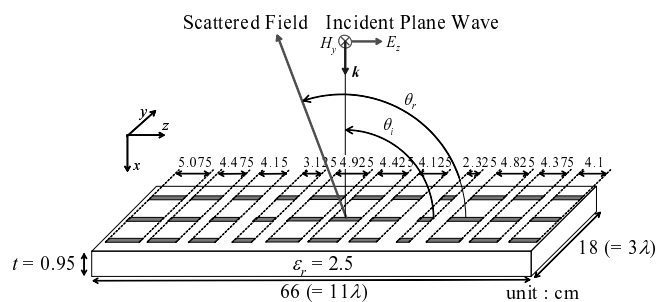


図 2 設計されたリフレクタレー

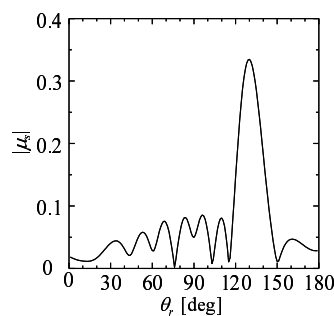


図 3 散乱係数の振幅特性

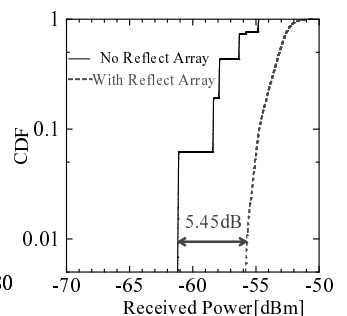


図 4 CDF