

実環境におけるリフレクタレーの電波散乱特性の数値解析

Numerical Analysis of Reflectarray Scattering Characteristics in Actual Environment

小林 克也[†]

Katsuya KOBAYASHI

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

都市部における不感地帯解消を目的としたリフレクタレー (RA) [1] 設計のためには, RA と建物の反射・散乱に対する電磁界の数値解析を行う必要がある. しかし, 解析モデルには電気長の大きい建物と, 散乱波の方向を決める RA の複雑な構造が混在しており, 電磁界の数値解析は困難である. 本稿では, 等価波源を用いて RA の散乱波を表すことにより, RA と建物を含むモデル内の電磁界解析を行う手法を提案し, 都市部に配置される RA の電波散乱特性を解析したので報告する.

2 等価波源を用いた解析手法

RA に平面波を入射したときの散乱磁界 H を RA 近傍の閉面で測定し, Schelkunoff の等価定理 [2] により等価面電流 $J = 2n \times H$ を求める. これを RA の等価波源として建物の屋上に設置された RA の代わりに用い, レイ・トレーシング法により伝搬の計算を行う. これにより, 複雑な構造を持つ RA の散乱波と大規模散乱体であるビル等の反射波・回折波を考慮した電磁界分布を求めることができる.

3 数値計算の結果と考察

解析モデルを図 1 に示す. モデル内のビル影にあたる Rx のエリアにおいてダイポールアンテナの受信電力を計算し, RA を設置した場合と設置しない場合について比較した. ここで用いた 2 種類の RA の散乱パターンを図 2 に示す. 同図では, 等価波源を用いて計算した RA の散乱パターンとモーメント法による厳密解が一致し, 本手法の妥当性が示されている.

図 3 に受信電力の累積分布関数 (CDF) を示す. $CDF = 10^{-2}$ に注目すると, RA を設置しない場合に比べ, RA1 を設置した場合の受信電力は 2.2 dB, RA2 を設置した場合は 4.6 dB 改善することが確認できた.

4 まとめ

等価波源を用いて RA の散乱波を表現し, RA と建物を含むモデル内の電磁界解析を行う手法を提案した. 提案法を用いてビル影での受信電力分布を計算した結果, RA の散乱特性による受信電力の改善効果を解析でき, 提案法は実環境における RA の効果を評価するための手法として有用であることが示された.

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.

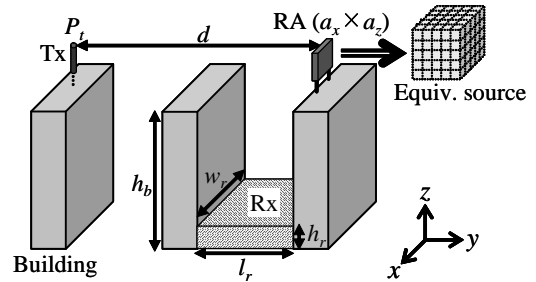


図 1 RA を含む都市内伝搬モデル.

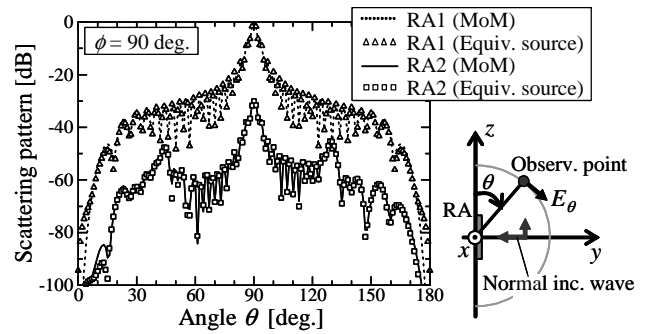


図 2 RA の散乱パターン. RA2 は 30 dB 下げて表示.

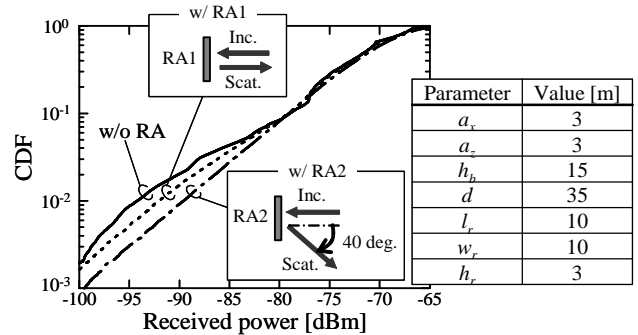


図 3 受信電力の CDF. 周波数は 2 GHz. 送信電力は $P_t = 0$ dBm. 受信点間隔は 0.1 m.

参考文献

- [1] Long. Li, *et al.*, "Novel broadband planar reflectarray with parasitic dipoles for wireless communication applications," *IEEE Antennas and Wireless Propag. Lett.*, vol. 8, pp. 881-885, 2009.
- [2] Robert E. Collin, *Field Theory of Guided Waves*, 2nd ed., Wiley-IEEE Press, 1990, 864p.