

# マルチパス環境における 3次元波源位置推定

## 3 Dimensional Estimation of Source Location in Multipath Environment

中津 大輔 陳 強 澤谷 邦男

Daisuke Nakatsu Qiang Chen Kunio Sawaya

東北大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Tohoku University

**1.はじめに** 近年、無線通信技術は幅広い分野に浸透している。一方、一般無線通信への混信、妨害となっている不法無線局が増加しており、その所在の探査、摘発が大きな課題となっている。マルチパス環境における波源探査法は提案されており、2次元の数値解析法により妥当性が示されている[1]。本報告では、推定精度を高めるために、3次元の鏡像法による解析に基づいた波源位置の推定を行い、数値シミュレーションにより、その有効性と精度について検討した結果を述べる。

**2.波源推定の原理** 波源位置推定法は、送信アンテナと受信アンテナの可逆性に基づいている。推定の手順は次の3段階のステップから構成される[1]。建物の配置が既知であり、無指向性の波源が1つだけ存在するモデルを想定する。

1. ある観測点において、受信アンテナの方位角に対する受信電力を測定する。測定されたパターンを Forward Receiving Pattern(FRP)とする。
2. 3次元鏡像法によるシミュレータを用いて、上記の観測点からあらゆる方向にビーム幅の狭い電波を送信し、複数の推定点における受信電力を計算する。このとき、観測点の送信方位角に対する受信電力のパターンを各推定点での Backward Receiving Pattern(BRP)とする。この BRP は推定点に電波源を設置した場合に観測点で測定される受信パターンと等価である。
3. 「FRP」と多数の「BRP」を比較し、両者のパターンが近いほど波源である可能性が高い。そこで、2つのパターン  $f$  と  $g$  の類似性の指標として、 $f$  と  $g$  の  $\phi$  に対する規格化した相関係数

$$D(r) = \int \frac{(f(r, \phi) - \bar{f}(r))(g(r, \phi) - \bar{g}(r))}{\sigma_{f(r)} \sigma_{g(r)}} d\phi$$

を求め、 $D(r)$ を表示する。

今回は「FRP」を3次元鏡像法によるシミュレータを用いて求めた。また、回折は1次回折までのみを考慮し、反射と回折の合計回数を3回までに限定した。

**3.シミュレーション結果** 図1に推定モデルを示す。図のように反射板(Conducting plane)を3枚設置し、マルチパス環境を実現した。波源として、半波長ダイポールアンテナを配置した。ただし、反射板#1、~#3の寸法は、それぞれ、

2.83m×20m, 2m×20m, 20m×20mであり、反射板、ダイポールアンテナ共にxy面に垂直にかつ対称に置かれている。周波数は2GHzである。観測点 $O_1, O_2$ で「FRP」を計算した。その後、xy面において、多数の推定点を設置し「BRP」を求め、「FRP」との相関係数 $D(r)$ を求めた。その結果を図2に示す。また、図2で得られた相関係数を重ね合わせたものを図3に示す。これらの図から2つの観測点を使った $D(r)$ を重ねることにより、波源位置を推定できた事が言える。

**4.むすび** 3次元の鏡像法を用いて波源位置推定を行った。その結果、高精度に波源を推定できた。

**参考文献** [1]T.Nogami, et al. Proc. 2004 International Symposium on Electromagnetic Compatibility, pp.393-396,2004

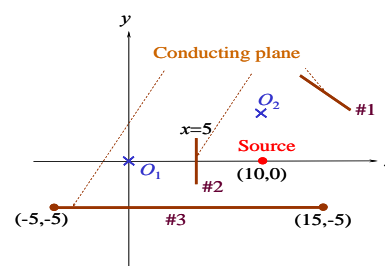


図1 推定モデル。(単位:m)

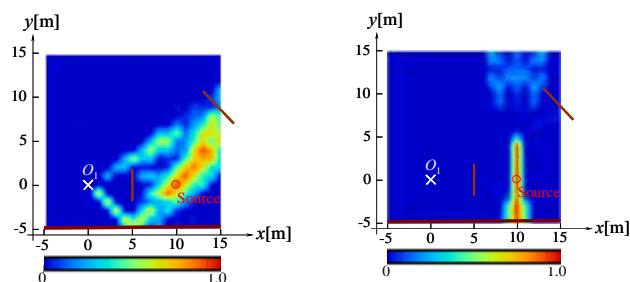


図2 観測点 $O_1, O_2$ における相関係数 $D(r)$ の分布。

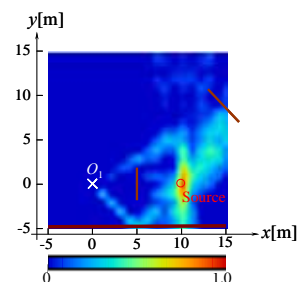


図3 重ね合わせた相関係数  $D(r)$ の分布