

# FM波のDOA推定 DOA Estimation for the FM Radio

池田 知浩<sup>†1</sup> 鈴木 雄将<sup>†1</sup> 桑原 義彦<sup>†1</sup>  
Tomohiro Ikedai<sup>†1</sup> Yusuke Suzuki<sup>†1</sup> Yoshihiko Kuwahara<sup>†1</sup>

中崎 秀則<sup>†2</sup> 岡田清孝<sup>†2</sup> 吉田昇<sup>†2</sup>  
Hidenori Nakasaki<sup>†2</sup> Kiyotaka Okada<sup>†2</sup> Noboru Yoshida<sup>†2</sup>

静岡大学大学院理工学研究科<sup>†1</sup> VICSセンター<sup>†2</sup>  
Graduate School of Shizuoka University<sup>†1</sup> Vehicle Information and Communication System Center<sup>†2</sup>

## 1. あらまし

FM 多重 VICS 放送にダイバーシチ受信を適用すると、中電界地域で受信状態が改善する[1]。一方、欧米では放送局から離れた地域でもユーザの嗜好のあった放送を受信したいという潜在的な要求があり、ダイバーシチ受信のニーズが高い。ダイバーシチ受信を実現するためには、空間相関の低い複数のアンテナを用意する必要がある。空間相関を計算するためには受信信号の DOA と広がり把握が必要がある。我々は限られたスペースでダイバーシチアンテナを実現し、効果的なアンテナ配置を検討するため、FM 波の DOA をフィールドで測定した。

## 2. 空間相関と到来波 DOA・広がり

2つのアンテナの空間相関は次の式で計算できる[2]

$$\rho_{12} = \frac{\int \int \{XPR \cdot E_{\theta_1}(\alpha)E_{\phi_1}(\alpha)P_{\theta}(\alpha) + E_{\theta_1}(\alpha)E_{\phi_2}(\alpha)P_{\phi}(\alpha)\} e^{-j\beta r \cos \alpha} d\alpha}{\int \int \{XPR \cdot E_{\theta_1}(\alpha)E_{\phi_1}(\alpha)P_{\theta}(\alpha) + E_{\theta_1}(\alpha)E_{\phi_2}(\alpha)P_{\phi}(\alpha) + E_{\theta_2}(\alpha)E_{\phi_1}(\alpha)P_{\theta}(\alpha) + E_{\theta_2}(\alpha)E_{\phi_2}(\alpha)P_{\phi}(\alpha)\} d\alpha}$$

ここで

$$\int \int d\alpha = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \sin \alpha d\alpha d\phi$$

XPR: 平均交差偏波電力比

$E_{\theta_k}, E_{\phi_k} (k=1, 2)$ : アンテナの電界指向性の  $\theta, \phi$  成分

$\beta r$ : 2つのアンテナの到来角による位相差

$P_{\theta}, P_{\phi}$ :  $\theta, \phi$  成分の到来角密度分布

## 3. DOA 計測

携帯電話では  $P_{\theta}, P_{\phi}$  が評価されているが FM 波では評価されていない。そこで図1の計測システムを用いフィールドで FM 波の計測を行った。アンテナは位相合成により前後比を改善した2素子アンテナである。これを半波長間隔でアレイを構成し、姿勢を変えて垂直偏波、水平偏波について測定する。計測アルゴリズムはインターフェロメータである。図2に本システムを使った計測の様子を示す。各地点で水平偏波の最大受信電力方向を探した後 DOA 測定する。図3に測定コースを示す。測定コースは浜松における VICS のカバレッジ限界にほぼ等しい。図3の各点における DOA 測定結果を図4に示す。

郊外での FM 放送伝播では、XPR が 7~18dB で常に水平偏波成分が大きいこと、水平・垂直偏波の到来角分布はそれぞれ概ね  $0^{\circ} \pm 5^{\circ}, 7^{\circ} \pm 7^{\circ}$  以内であることが判った。

## 文献

- [1]河合他, “FM 音声多重方式 VICS におけるダイバーシチ適用効果,” 信学論 A, Vol.J88A(11), pp.1373-1375, 2005.
- [2]多賀谷, “陸上移動通信におけるアンテナダイバーシチ相関特性の解析,” 信学論 B II VolJ73B II (12), pp.833-895, 1990.

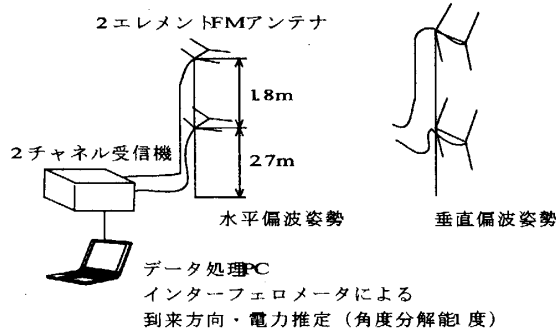


図1 DOA 計測システム



図2 計測車による DOA 推定

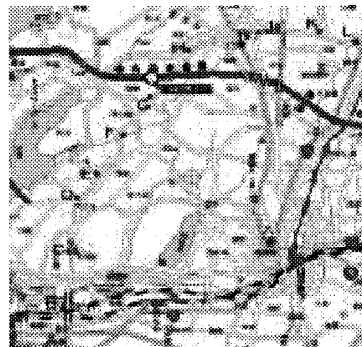


図3 測定コース

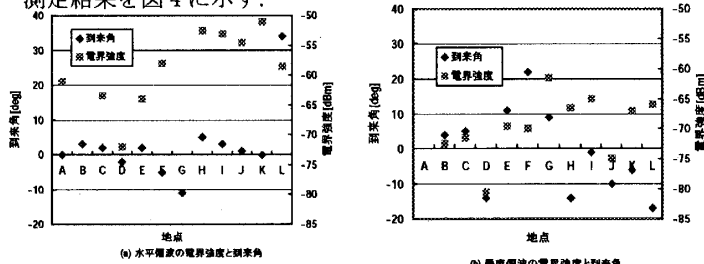


図4 測定結果