



ある。また、行列  $X, Y, Z$  は以下の形式で定義される多項式の係数行列である。

$$V = \begin{bmatrix} v^T & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & & v^T \end{bmatrix}, V = X, Y \text{ or } Z \quad (10)$$

$$v = \begin{cases} [v_d, v_{d-1}, \dots, v_0]^T, & v = x \\ [v_{d-1}, v_{d-2}, \dots, v_0]^T, & v = y \text{ or } z \end{cases} \quad (11)$$

式(9)を変形すると最終的に  $F_w(x, y, z) = \|H[x^T, y^T, z^T]^T\|^2$  の形式の方程式を得ることが出来る。従って、多項式の係数は方程式の解として直接導出可能である。

ここでは、入射波が異なる伝播遅延時間を有しているものとして定式化した。同じ伝播遅延時間を有している波が存在している場合には、到来方向を先に推定し、それを利用して伝播遅延時間を推定するという形で定式化することも可能である。それら2つの推定手順で得られた結果をマージすることにより、伝播遅延時間、あるいは、到来方向が同じ波が存在した場合においても全ての波を分離検出することが可能である。

### シミュレーション結果

3 × 3 矩形平面アレーにおいて等電力のコヒーレント2波が (5ns, 30°, 50°), (8ns, 40°, 50°) から入射するものとする。周波数データは 2.43~2.465GHz 間の8点得られているものとする。図1(a), (b)に3-D MODE法による推定結果を示す。同図よりMODE法においては、コヒーレントな2波が正確に分離推定されていることが分かる。図2は3-D MUSIC法とのコヒーレント2波の推定誤差(試行回数100)を比較した結果である。入射波パラメータは SNR20dB の等電力2波で、それぞれ (5ns, 20°, 40°), (10ns, 40°, 60°) とし、MUSIC法では2つのサブアレーによるSSPを施している。同図から分かるようにMODE法においてはスナップショットの増加に伴いCRLBに従ったリニアな誤差減少傾向を示している。一方、MUSIC法では、特性が信号相関に依存し、その劣化は少スナップショット時ほど大きい為、スナップショット数10以下では著しく精度が劣化していることが分かる。30スナップショット以降において、MUSIC法の誤差がMODE法に比べバイアスしているのは、サブアレー化による実効データ長の現象の影響である。

### むすび

本稿では、3-D MODE法を提案した。計算機シミュレーションにより、本手法は高相関信号や少スナップショット時の3次元推定に効果的な手法であることを明らかにした。

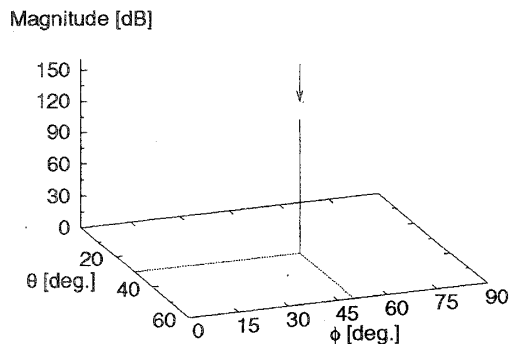
### 謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金奨励研究(A)により行われている。

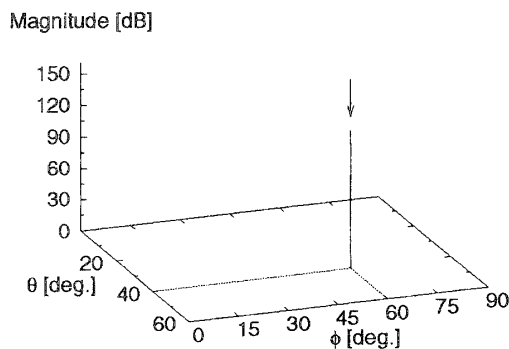
### 文献

- [1] L.C.Godara, Proc. IEEE, vol.85, no.8, pp.1195-1245, Aug.1997.
- [2] H.Krim and M.Viberg, IEEE Signal Processing Magazine, pp.67-94, July 1996.
- [3] P.Stoica, IEE Proc., Pt.F, pp.19-26, Feb. 1990.

- [4] N.Itaba, H.Yamada, and Y.Yamaguchi, 1998 Korea-Japan AP/EMC/EMT Joint Conference (KJJC-AP /EMC/EMT'98), Pusan, Korea, Sept. 3-5, 1998.



(a) #1 Signal(t=5 ns)



(b) #2 Signal (t=8 ns)

図1. 3-D MODE法による波源推定結果。

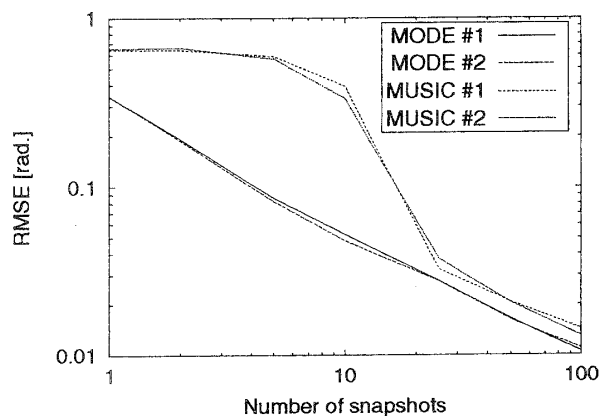


図2. MODE法とMUSIC法の波源推定誤差。