

# 研究スタッフ

教授： 澤谷 邦男

助教授： 陳 強

助手： 佐藤 弘康

## 研究目的

近年の計算機速度の向上、大容量化に伴い、複雑な解析モデルに対する数値電磁界解析が可能となってきた。当研究室ではモーメント法(MoM)、有限差分時間領域(FDTD)法をはじめとする電磁界解析手法を用いて電磁波の観察、診断、可視化を行い、通信と計測の応用分野に拡がるアンテナの設計(創造、創作)を高精度に行ってい。

### 変調散乱素子を用いた電磁界の同時測定

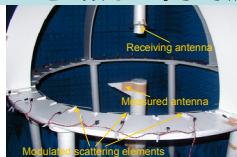
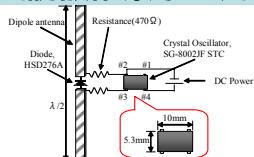


Fig. 1 Structure of modulated scattering element.

Fig. 2 Measurement system using modulated scattering elements.

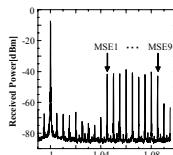


Fig. 3 Measured spectrum of received power.

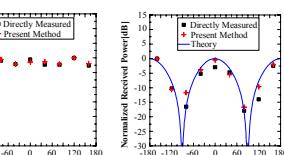
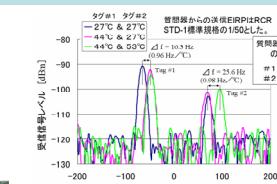
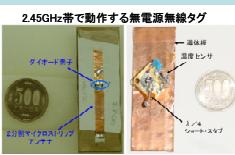


Fig. 4 Measured radiation pattern of half wavelength dipole on H-plane (left) and E-plane (right).

周波数の異なる多数の変調散乱素子から再放射された電磁界を同時に観測することにより、瞬時に変化する電磁界をリアルタイムに測定する方法を提案している。

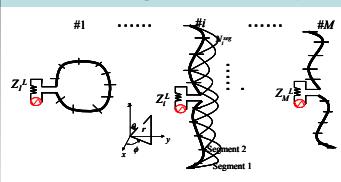
### 長距離通信用RFIDシステムの開発



860 - 950MHz帯で動作する無電源無線タグ

無電源で10m応答可能なRFIDタグを提案している。マイクロストリップアンテナの受信電圧を上げるために新たにスタブ共振昇圧回路を考案し、従来に比べて応答レベルが約10dB、受信電圧が約5倍に改善された。

### 素子間相互結合を考慮したDOA推定



任意形状のアレーアンテナを用いた到來方向(DOA)推定を行っている。ステアリングベクトルは任意形状のアレーアンテナに対して計算や実験により求めることができるので、アレーフラクタを用いた場合に比べて高精度にDOAを推定できる。

$$[A^H] = [Z^H] Y^H V^H$$

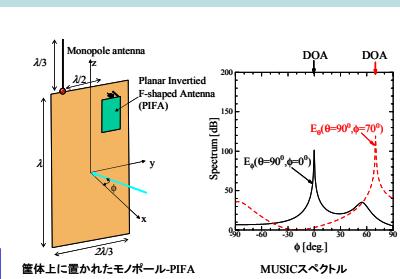
アレー要素の数  
 $M$ : アレー要素の数  
 $N$ : セグメント数の合計

各素子の始電点に接続された負電抵抗  
 $Z^H = [Z_1^H \ 0 \ \dots \ 0]$

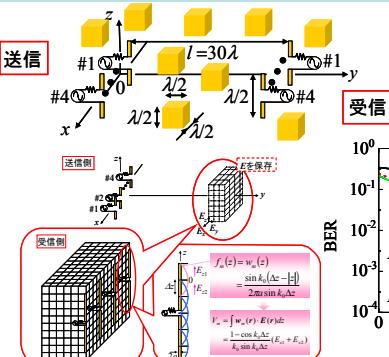
セグメント上の入射電界によって決まる電圧係数ベクトル( $N$ )

MUSICスペクトル

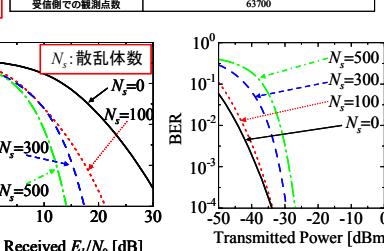
$$P_{MU}(\theta, \phi) = \frac{A^{H^H}(\theta, \phi) A^H(\theta, \phi)}{A^{H^H}(\theta, \phi) E_N^H A^H(\theta, \phi)}$$



### FDTD・MoMハイブリッド法を用いたMIMOシステムの評価

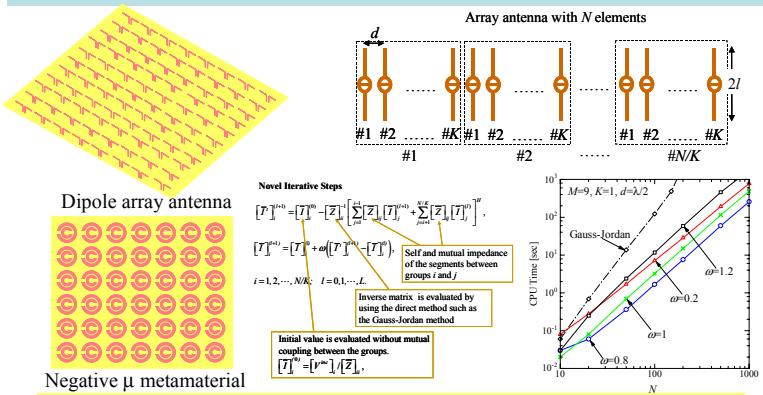


送信アンテナ素子	半波長ダイポール
アレー要素数	送信K=4, 受信N=4
アレー要素間隔	$\lambda/2$
送信信道距離	30λ
伝搬路	一边 $\lambda/2$ の立方体状態乱体を500個配置
受信側の解析領域	$5\lambda/2 \times 2\lambda$
受信側での観測点数	63700



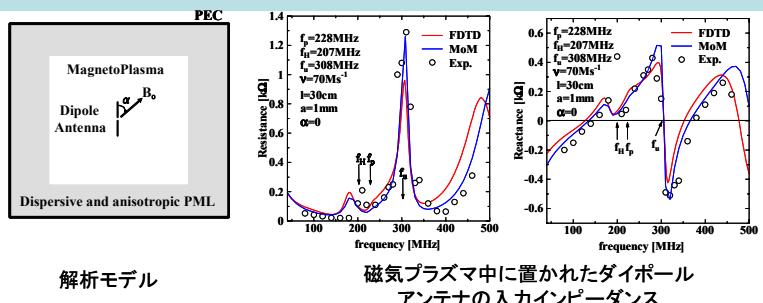
多重波伝搬路をシミュレートするためにFDTD・MoMハイブリッド法を提案した。アンテナ特性や伝搬損を考慮したMIMOシステムの評価を行っている。

## 大規模アレーアンテナのMoM解析



MoMを用いた大規模アレーアンテナの電磁界解析を可能にするために、Gauss-Seidel法に基づいた高速行列演算手法を提案している。

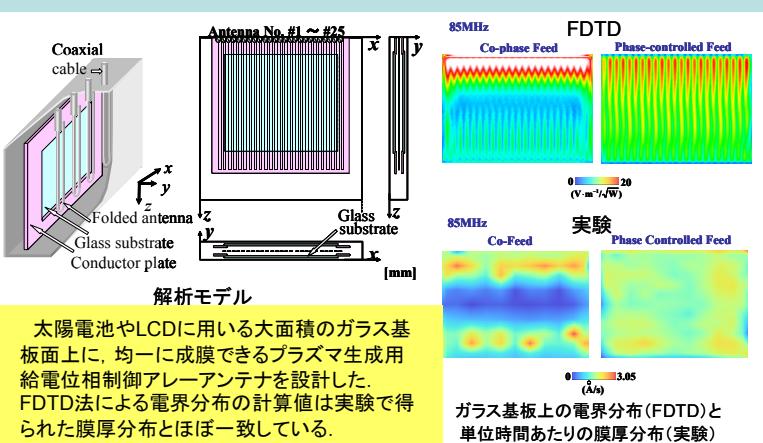
## 磁気プラズマ中のダイポールアンテナのFDTD解析



### 解析モデル

電離層に代表される分散性・異方性の磁気プラズマ媒質中の電磁界のFDTD解析を行うため、新たに分散性・異方性PML(Perfectly Matched Layer)を提案し、この媒質中に置かれたダイポールアンテナの入力インピーダンスを求めた。FDTD法による計算値はモーメント法による計算値、測定値と概ね一致している。

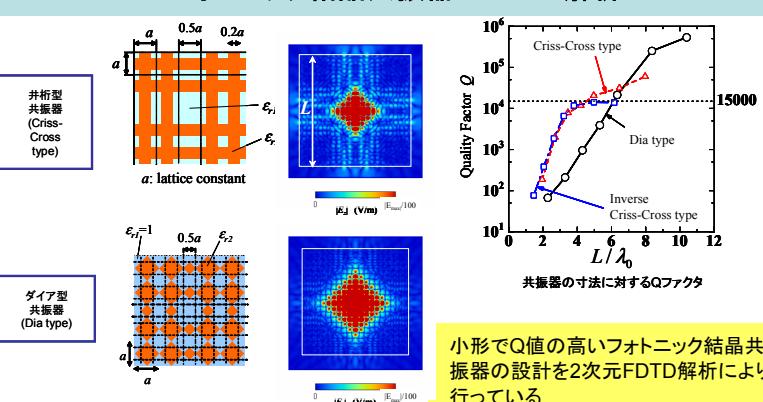
## プラズマ生成用アレーアンテナのFDTD設計



### 解析モデル

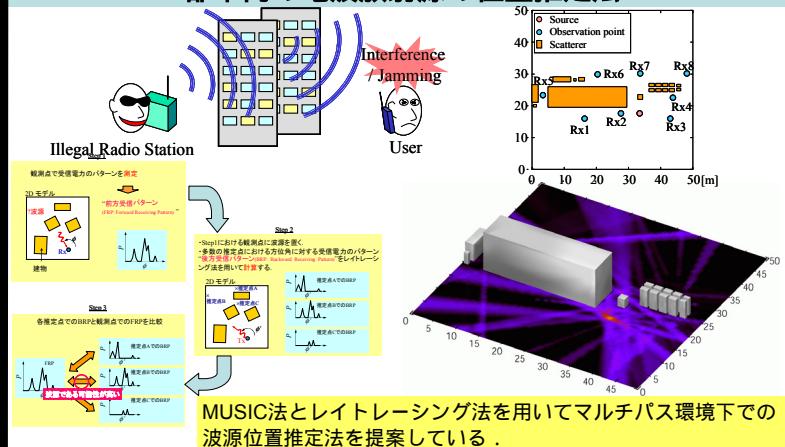
太陽電池やLCDに用いる大面積のガラス基板面上に、均一に成膜できるプラズマ生成用給電位相制御アレーアンテナを設計した。FDTD法による電界分布の計算値は実験で得られた膜厚分布とほぼ一致している。

## フォトニック結晶共振器のFDTD解析



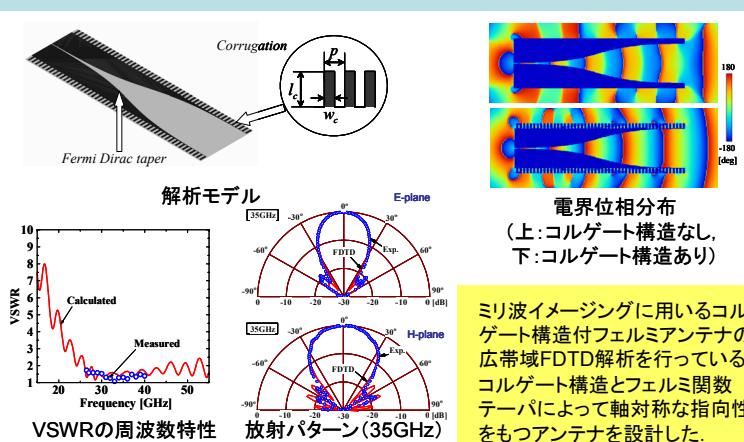
小形でQ値の高いフォトニック結晶共振器の設計を2次元FDTD解析により行っている。

## 都市内の電波放射源の位置推定法



MUSIC法とレイトレーシング法を用いてマルチバス環境下での波源位置推定法を提案している。

## ミリ波イメージング用フェルミアンテナのFDTD設計



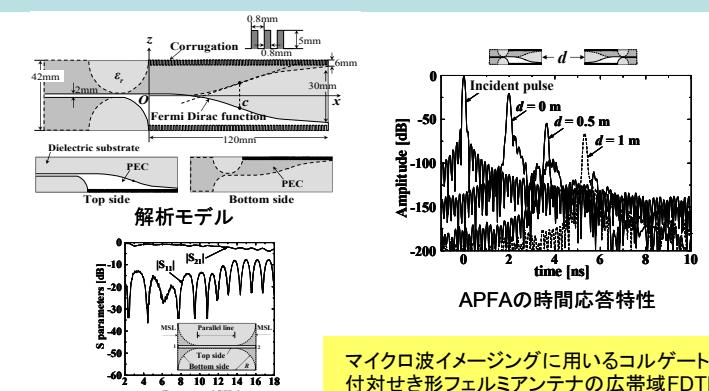
### 電界位相分布

(上:コルゲート構造なし、

下:コルゲート構造あり)

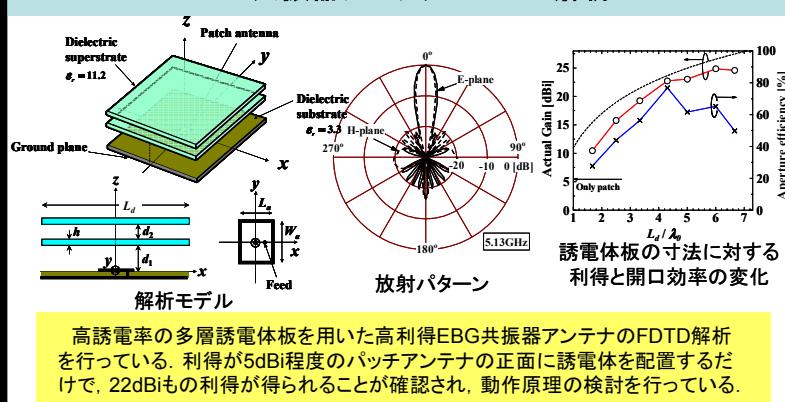
ミリ波イメージングに用いるコルゲート構造付フェルミアンテナの広帯域FDTD解析を行っている。コルゲート構造とフェルミ関数テータによって軸対称な指向性をもつアンテナを設計した。

## 広帯域対せき形フェルミアンテナのFDTD設計



マイクロ波イメージングに用いるコルゲート構造付対せき形フェルミアンテナの広帯域FDTD解析を行っている。広帯域テーパーバランの採用により、歪の小さいパルスの送受信ができる。

## EBG共振器アンテナのFDTD解析



高誘電率の多層誘電体板を用いた高利得EBG共振器アンテナのFDTD解析を行っている。利得が5dBi程度のパッチアンテナの正面に誘電体を配置するだけで、22dBiもの利得が得られることが確認され、動作原理の検討を行っている。