

FDTD 法による地デジ用アンテナの解析

情報システムコース 3 年 267 番 幅岸 俊宏

指導教員 尾崎 光紀

1 はじめに

私たちが生活している空間や宇宙空間には様々な電磁波が飛び交っている．この電磁波はマクスウェル方程式を解くことでその様子を知ることができる．電磁波解析手法のひとつに FDTD 法がある．本研究では FDTD 法でアンテナ周辺の電磁波解析を行うことを研究目的とした．また，身近にある電磁波に関係するものとして地デジを取り上げた．地デジ受信のためには一般的に八木アンテナが用いられているのだが，その理由を，指向性解析を行うことで検証した．

2 FDTD 法

2.1 マクスウェル方程式

電磁波の振る舞いはマクスウェル方程式で知ることができる．電界を $\vec{E}[V/m]$ ，磁界を $\vec{H}[A/m]$ ，電荷密度，電流密度をそれぞれ $\rho[C/m^3]$ ， $\vec{J}[A/m^2]$ ，誘電率を $\epsilon[F/m]$ ，透磁率を $\mu[H/m]$ とすると，微分形式のマクスウェル方程式は

$$\nabla \times \vec{E} = -\mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{H} = -\epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \vec{J} \quad (2)$$

である．(1)，(2) 式を中心差分で差分化して時間領域で解く方法が FDTD 法である．

2.2 フローチャート

FDTD 法のフローチャートを Fig.1 に示す．

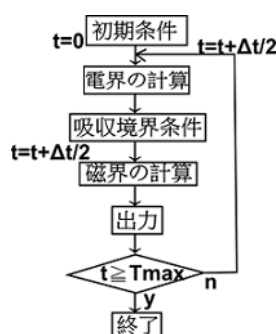


Fig. 1 FDTD 法のフローチャート

吸収境界条件は解析空間の境界面において電波を反射させないようにするための条件で，これを適用することで無限に広い自由空間の一部分を表現することができる．

3 シミュレーション

3.1 計算条件

シミュレーションにおける各種パラメータを Table1 に示す．

Table 1 各種パラメータの設定

領域 $x \times y \times z$	$6m \times 6m \times 6m$
シミュレーション時間	$175[ns]$
領域分割数	200
時間ステップ数	500
誘電率 ϵ	$8.854 \times 10^{-12}[F/m]$
透磁率 μ	$4.0\pi \times 10^{-7}[H/m]$
導電率 σ	$0.0[S/m]$

なお，吸収境界条件には 1 次と 2 次の Mur の吸収境界条件を適用した．

3.2 結果

Table1 に示した条件で半波長ダイポールアンテナと 3 素子八木アンテナについて指向性の解析を行った．その結果を Fig.2 と Fig.3 に示した．

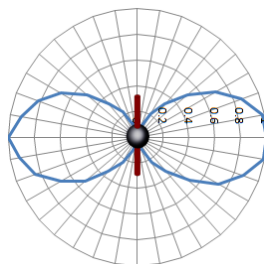


Fig. 2 半波長ダイポールアンテナの指向性

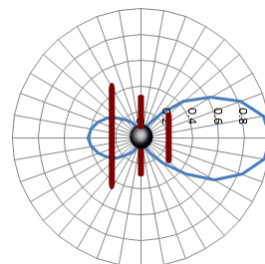


Fig. 3 3素子八木アンテナの指向性

結果を見比べてみると，Fig.3 のほうが特定方向に対して強い指向性を持っていることが分かった．地デジ受信のためには送信所がある方向からのみ強い電波を受信できればいいので，受信には八木アンテナが向いていることがシミュレーションの結果から言える．

4 まとめ

FDTD 法によりアンテナ周辺での電磁波の解析を行った．2 種類のアンテナにおいて指向性を解析し，地デジ受信には八木アンテナが相応しいことが分かった．