

メッシュサイズにおける FDTD 法の解析結果に関する一検討

A Study on the Analysis Results of the FDTD Method for Mesh Size

和泉 峻介

指導教員 前山 利幸

拓殖大学 大学院 工学研究科 前山研究室

キーワード：FDTD 法, メッシュ

1. はじめに

近年, 計算機リソースの著しい進歩により注目されている電磁界解析手法に FDTD 法(Finite Difference Time Domain method)がある。FDTD 法はマックスウェルの方程式を時間及び空間で差分化し, 時間応答で解析を行う解析手法であり, アルゴリズムが比較的簡単なことや, 解析のモデル化に特別な知識を必要としないことなどからアンテナ解析手法として有効な手法となっている[1]。解析領域全体をメッシュ状に分割し, 離散化し計算を行うが, 電磁波の波形を再現するためにメッシュサイズは解析対象とする波長よりも十分に小さい必要がある。しかしメッシュサイズを小さくすると, 解析時間の増加や計算結果に変化が生じる。

そこで本稿ではパッチアンテナのシミュレーションにおいてメッシュサイズの変更を行い, 解析結果の変化を確認し, 原因を検討する。

2. 解析モデルと解析条件

解析に用いたパッチアンテナの寸法とモデルを Fig. 1, 2 に示す。給電方法は背面給電で行い, インピーダンス設計値は 50ohm である。設計した基板の比誘電率は 2.5, 誘電正接 0.0018, 厚さ 1mm である。FDTD 法の解析条件を Table 1 に示す。使用したソフトは EEM-FDM[2]である。Table 1 で示す収束判定条件または最大ステップ数に達したとき計算を終了する。最大ステップ数は EEM-FDM で設定できる上限に設定した。また吸収境界はアンテナ

から 1λ 離して設定する。

メッシュのサイズは, $\lambda/100$, $\lambda/125$, $\lambda/150$, $\lambda/175$, $\lambda/200$ とした。またメッシュはアスペクト比を 1:1 とし, モデルの要素間を整数倍で割り切れるよう設定する。

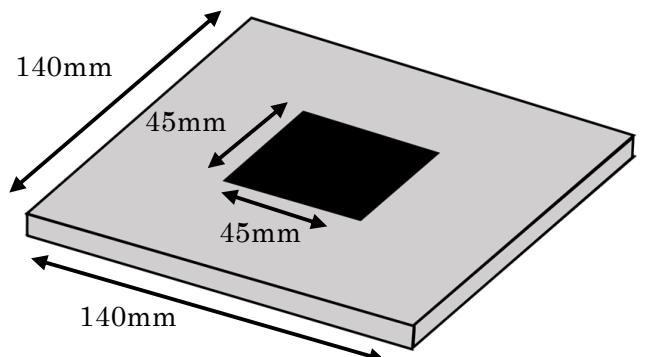


Fig. 1 Antenna model.

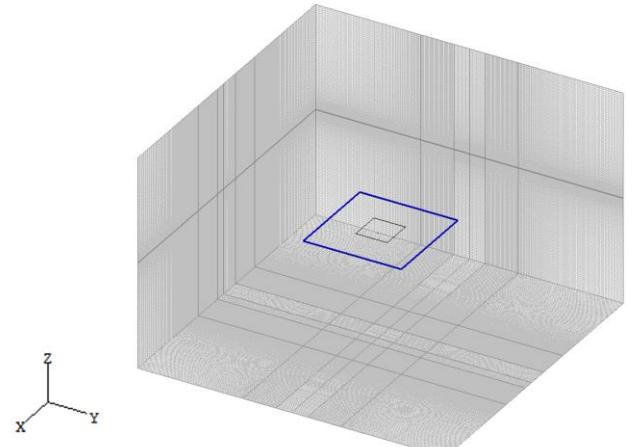


Fig. 2 Analysis model.

Table 1 FDTD method parameters.

Analysis space	$440 \times 440 \times 151$ ($x \times y \times z$) mm
cell size	$\lambda/100 \sim \lambda/200$
Frequency	2GHz
Absorbing Boundary Condition	P.M.L (8 layer)
Convergence	1.0×10^{-6}
Max Step	1.0×10^6
Antenna	Microstrip Antenna

3. 解析結果

Table2 に各メッシュサイズの共振点の反射損失を示す. Fig. 3 に各メッシュサイズのスミスチャートを示す. Table3 に各解析時の収束値を示す.

Table2 と Fig. 3 から共振点がわずかにシフトしていることが確認できる. また共振点の反射損失はメッシュサイズが小さくなるごとに減少する傾向にある. これらのメッシュサイズによる解析結果の変化の原因に, 収束値が関係していると考える. 今回使用した解析ソフトの EEM-FDM は, 収束値が収束判定条件が最大ステップ数に達すると計算を終了する. Table3 から収束判定条件に達している値は無いので, 最大ステップ数で計算が打ち切られている. しかし解析結果に大きな変化はみられない. 周波数のシフトは 10MHz の間で起きており, 解析周波数に比べるととても小さい.

Table 2 Return Loss.

	Center Frequency[GHz]	Return Loss[dB]
$\lambda/100$	2.00	-17.437
$\lambda/125$	2.00	-16.773
$\lambda/150$	2.01	-14.325
$\lambda/175$	2.01	-18.866
$\lambda/200$	2.01	-21.084

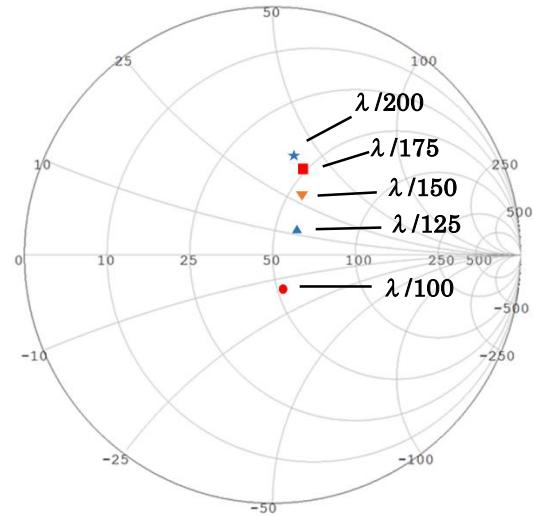


Fig. 3 Smith chart.

Table 3 Convergence.

	E	H
$\lambda/100$	0.000004	0.000004
$\lambda/125$	0.000007	0.000007
$\lambda/150$	0.000012	0.000010
$\lambda/175$	0.000020	0.000019
$\lambda/200$	0.000029	0.000032

4. まとめ

本稿では, メッシュサイズの変更による解析結果の変化を確認するため, パッチアンテナをモデルに解析を行った. 解析の結果, 10MHz の間で共振点がシフトすることを確認した. 原因として収束値の違いによると考えられる.

今後の課題として, より小さい分解能での解析で結果を比較したい. また最大ステップ数の上限に達しない, より簡単なモデルの解析で, 結果の検討を行いたい.

参考文献

- [1] 電子情報通信学会『知識の森』4群-2編-10章, <http://www.ieice-hbkb.org/>
- [2] EEM-FDM, http://www.e-em.co.jp/fdm/eem_fdm.htm