

C-01

# Java3DとFDTD法を用いた電磁波シミュレータによる FSSの遮へいメカニズム解析

西津 太晴\*, 工藤 孝人\*\*

(\*大分大学大学院理工学研究科 \*\*大分大学理工学部)

## 1 まえがき

本研究では、Java3D[1],[2]とFDTD法[3]を用いて電磁波の諸現象を可視化する電磁波シミュレータの開発・改良を行っている。本研究の目的は、電磁波の挙動を3次元的に可視化し、教育・研究の現場で役立てることである。本稿では、FSS (Frequency Selective Surface, 周波数選択板) 近傍における電磁波の挙動を電界の向きを含めて動画シミュレーションにより表現したので報告する。

## 2 FSSについて

FSSは特定の周波数の電磁波のみを透過させたり、遮断したりする機能を有する空間フィルタの一種である[4]。FSSには様々な種類があるが、本研究では環状の金属線を周期的に配列した構造である正方環型FSSを使用する。図1(a)に解析領域内の設定図、(b)に単位正方環型FSSの寸法を示す。本稿では、3GHz帯を遮へいする設定にしている。

## 3 Java3Dと電磁波シミュレータについて

本シミュレータは、3次元でFDTD法の計算を行い、電磁界分布をJava3Dプログラムを用いて描画する。タイムステップ毎のシミュレーション画像をコマ送りにすることで、動画を作成している。本稿では、波源として半波長ダイポールアンテナを設定し、アンテナギャップ（給電点セル座標）における電界 $E_z$ の振幅値を基準値としている。また、正の値に赤系、負の値に青系の色を割り当てて電界成分の大きさを色の濃さで示すことにより、電磁波の挙動を電界の向きまで含めて表現している。

## 4 シミュレーション結果及び考察

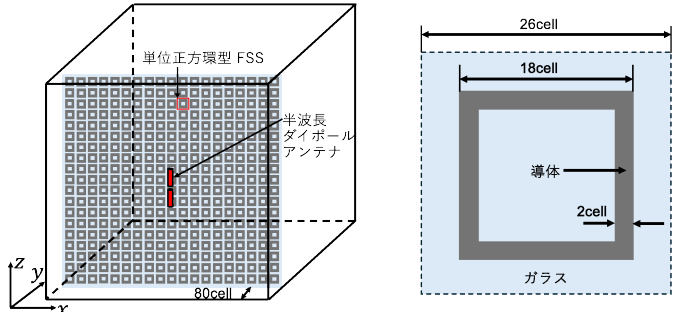
表1にシミュレーションの諸元設定、図2に周波数特性、図3にシミュレーション結果を示す。図2より、3GHz帯が遮へい帯域になっていることがわかる。図3は周波数3GHz及び6GHzの正弦波を放射した際の、FSS近傍の電界 $E_z$ を $yz$ 平面の視点でシミュレーションした結果である。同図(a)より、3GHzでは、正方環を構成する金属線の内側にあるガラス部分と外側にあるガラス部分で逆位相の波が交互に発生し、波が打ち消し合ってFSSを抜けていかない様子が確認できる。一方、同図(b)より、6GHzでは電磁波がほぼ同位相でFSSを抜けていき、位相の違いによる波の打ち消し合いが起きていない様子が確認できる。動画でのシミュレーションは発表時に示す。

## 5 まとめ

本稿では、FSS近傍における電磁波の挙動を動画シミュレーションにより表現した。このシミュレータを使用することで、各電界成分の向きの違いを視覚的に確認することができるため、FSSによる電磁波遮へい現象のメカニズムに迫ることができる。このことから、教育・研究現場での理解の促進につながることを期待できる。今後の課題として、吸収境界条件をBerengerのPML[3]に変えて精度向上を図ることや、電界ベクトルの向きや強さを矢印の方向や長さを用いて表現するといった、新しい位相の表現方法の考察・導入を行うことなどが挙げられる。

## 参考文献

- [1] 坂田健二, 即解JAVAプログラム入門[J2SE5.0対応], 秀和システム, 2005.
- [2] 赤間世紀, Java3D教科書, 工学社, 2007.
- [3] 宇野亨, FDTD法による電磁界およびアンテナ解析, コロナ社, 1998.
- [4] 電子情報通信学会, アンテナ工学ハンドブック, 電子情報通信学会, 2008.



(a) 解析領域内の設定図 (b) 単位正方環型FSS  
図1 本研究に用いたFSSの設定図

表1 諸元設定

解析領域	500×500×500 セル
給電点セル座標	250×30×250 セル
セルサイズ	1mm
タイムステップ	1ps
総ステップ数	4000回
波源	3GHz, 6GHz (正弦波)
吸収境界条件	Mur 1次
導体の導電率	$3.5 \times 10^7 \text{S/m}$
ガラスの比誘電率	6

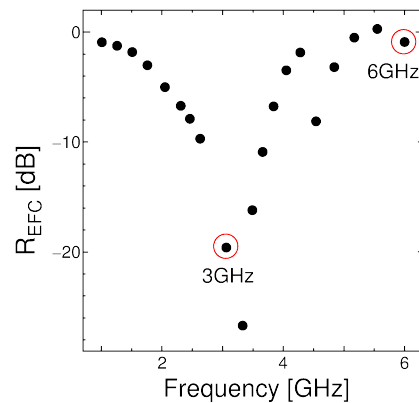
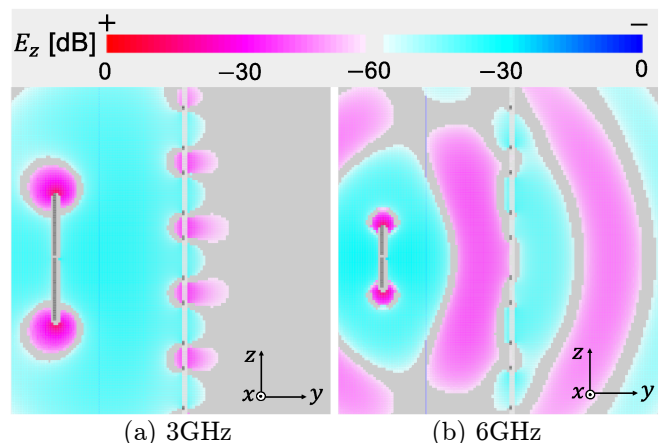


図2 周波数特性



(a) 3GHz (b) 6GHz  
図3 アンテナ素子を含む $yz$ 平面における電界 $E_z$