

CIP法を用いた誘電体球の三次元散乱解析

Three-dimensional Analysis of Electromagnetic Scattering of Dielectric Sphere using CIP Method

チャカロタイ ジェドヴィスノブ
Jerdvisanop Chakarothai

陳 強
Qiang Chen

澤谷 邦男
Kunio Sawaya

東北大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Tohoku University

1. はじめに 電磁界解析手法の一種である Finite Difference Time Domain(FDTD) 法は、アルゴリズムが簡単であることから広く用いられているが、異方性分散による蓄積位相誤差が問題となる場合がある。これを解決するために、位相特性が優れていると言われている Constrained Interpolation Profile(CIP) 法 [1] が、新たな電磁界解析手法として注目を浴びている。本研究では、3次元散乱解析に CIP 法を適用することを提案し [2]、それにより誘電体球からの散乱係数を求め、FDTD 法による結果及び Mie の厳密解との比較を行い、CIP 法の有効性を示す。

2. 解析モデル CIP 法における散乱解析モデルを図 1 に示す。解析空間の大きさは $30 \times 30 \times 30$ cm とし、 x, y, z 方向のセルサイズ Δ は 1mm とした。解析領域の中心に半径 $a = 5$ cm の誘電体球 ($\epsilon_r = 2$) を置き、左側の境界から平面波を入射させる。入射波として $W = 5$ mm のパルス幅を持つ方形波パルスを用いる。CIP 法では前進波と後進波に分けて電磁界を計算するので、最も外側の境界に吸収境界条件 (ABC) を適用する必要はない。誘電体球を囲む立方体面上の等価電磁流から、球から散乱される遠方電磁界を求め、これより散乱係数を次式により求めた。

$$\mu_s = \lim_{r \rightarrow \infty} 2\sqrt{\pi r} \frac{E^s}{E^{inc}} \quad (1)$$

ここで、 μ_s は散乱係数、 E^s は散乱界、 E^{inc} は入射界、 r は距離である。

3. 解析結果 散乱係数の振幅及び位相特性をそれぞれ図 2 と図 3 に示す。CIP 法による散乱係数は Mie の厳密解と一致していることが分かる。また、位相特性については、CIP 法の方が FDTD 法よりも特に $\theta = 0^\circ$ 付近で Mie の厳密解に近い結果が得られた。

4. まとめ 本報告では、CIP 法を用いた電磁界散乱解析を行った。その結果、誘電体球による散乱係数は厳密解とほぼ一致していることから、CIP 法の有効性を示すことができた。

参考文献

- [1] Y. Ogata, T. Yabe, K. Odagaki, "An Accurate Numerical Scheme for Maxwell Equation with CIP-Method of Characteristics," *Comm. Comput. Phys.*, Vol.1, No.2, pp. 311-335, April 2006.
- [2] J.Chakarothai et al. "Numerical Analysis of Electromagnetic Scattering Using Constrained Interpolation Profile Method," ISAP'09, Bangkok, Thailand

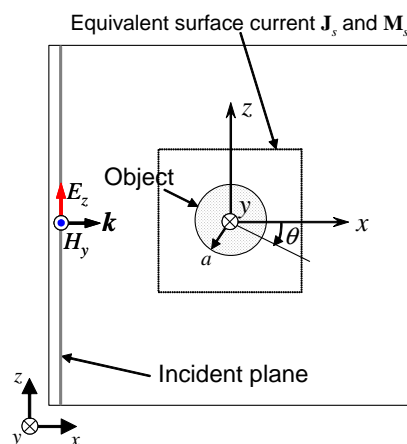


図 1 解析モデル.

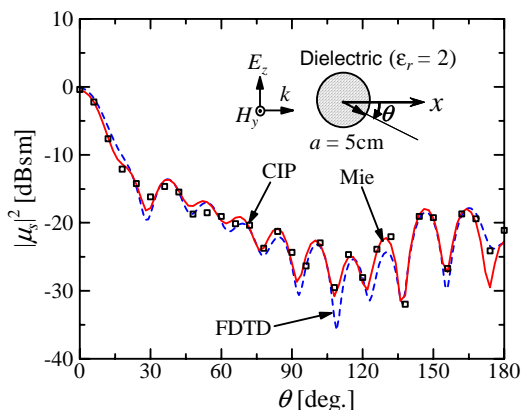


図 2 10GHz における誘電体球の散乱係数の振幅特性.

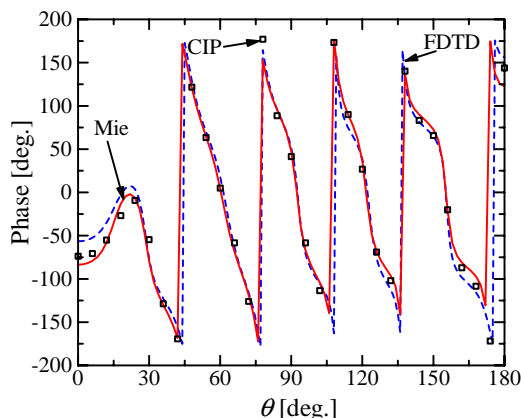


図 3 10GHz における誘電体球の散乱係数の位相特性.