

W14 差分時間領域法による3次元電磁界解析

のための自動格子生成プログラム

佐藤慶一 内田新吉 金井 靖

新潟大学工学部 新潟工科大学

1. はじめに

FD-TD法(Finite - Difference Time - Domain Method)は電磁界の解析手法として有力であり、盛んに用いられるようになってきた。本手法を実際の電磁機器に適用することを考えると、モデルを自動的に差分格子に分割するツールが必要不可欠であるが、自動分割に関する報告例は有限要素法[1]などに比べ少ないように思われる。

ここでは、直角座標系3次元空間における直角格子を用いたFD-TD法による電磁界解析のための自動格子作成プログラム[2]について報告する。まず、物体の定義と格子の生成法を述べる。次に、可変メッシュを生成する際に問題となる離散化誤差について論じ、実際のモデルの分割例を示す。

2. 差分格子の生成

ここでは直角座標系3次元空間を考え、図1に示すような直角格子(Yee's cell)を用いる。従って、解析対象はこの格子により形状が近似される。

簡単のため図2に示す2次元物体を例にとり格子生成法を説明する。同図で実線は実際の境界であり、実線の右下部分を物体、左上部分を真空とする。格子の重心が物体の内部にある場合にはその格子が物体に含まれるものとし、色付けされた部分が物体と定義される。次に、近似された物体に対して適当な媒質定数と金属や外周の境界条件を与える。

格子の寸法は解の精度に直接影響するため、可能な限り小さな格子が望ましいが、計算時間と計算機メモリー上の制約がある。可変メッシュはこの観点から実用上非常に有用である。すなわち、誘電率、透磁率の高い媒質中で密な格子を用い、それ以外では粗い格子を用いることにより計算精度を高く保ち、かつ計算時間および計算機メモリーを抑えることができる。

FD-TD法ではMaxwellの方程式は中心差分で近似されるが、均等メッシュでは離散化誤差は2次のオーダーとなる。一方、可変メッ

シュを用いた場合には分割幅が変わる境界での離散化誤差は1次のオーダーとなる。さらに、分割幅が誘電率、透磁率の異なる境界で変わる場合には離散化誤差の影響が大きくな

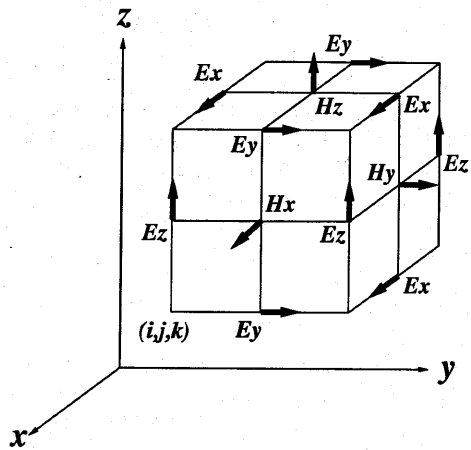


図1 3次元直角座標系単位格子

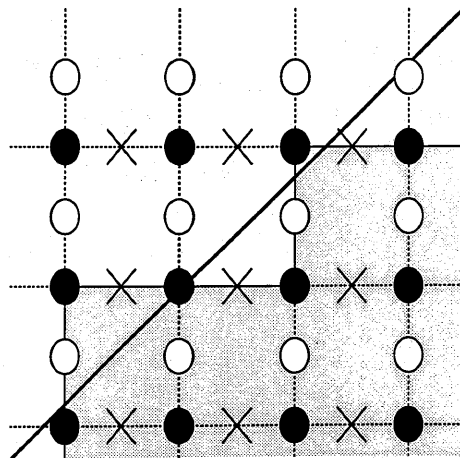


図2 直角格子による物体の近似

る。従って、異なる媒質の境界で分割幅を変えることは好ましくない。我々の開発したプログラムではこの点を考慮して可変メッシュが生成される。

なお、本プログラムでは6種類のプリミティブ(多面体、球、多角柱、円柱、多角錐、円錐)とこれらの組み合わせを用いて複雑な形状を定義することができる。

### 3. 分割例

図3は癌温熱療法用リエントラント型空洞共振器および被加温体(生体組織を考慮したモデル)である[3]。ここで述べた自動分割ソフトウェアを用いて、被加温体部分を一辺25mm、真空部分を一辺100mmの可変格子(32 x 29 x 69 = 64,032個)に分割した結果を図4に示す。なお、定義したプリミティブは35個であり、格子生成のために要した計算時間は約5分であった(Sun SS-10/40)。なお、全体を一辺25mmの均等格子に分割した場合には76 x 58 x 76 = 335,008個の格子が生成され、計算時間は約35分であった。

### 4. まとめ

FD-TD法による3次元電磁界解析のための自動格子生成プログラムについて述べた。すなわち、実用上重要である可変格子に関し誤差評価を行ない、その格子生成法を論じた。また、実際のモデルに本プログラムを適用し可変格子への分割例を示した。

### 文 献

- [1] N. Takagi and Y. Kanai, *NAGANO Magel'94*, pp. 505 - 508, Nov. 1994
- [2] 佐藤、内田、金井、第4回電気学会東京支部新潟支所研究発表会、A-17 (平成6-11)
- [3] 塚本、他、電気学会研究会資料、SA-95-29、(平成7-08)

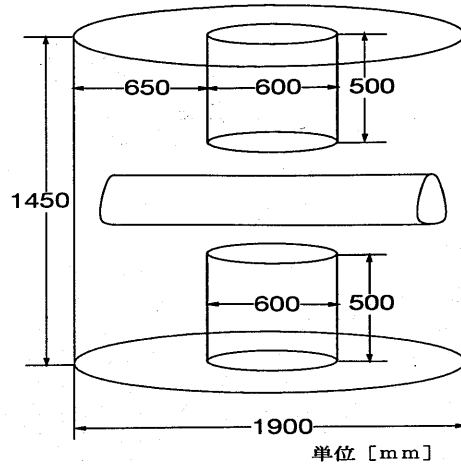


図3 自動分割を行なったモデル  
(リエントラント型空洞共振器と被加温体)

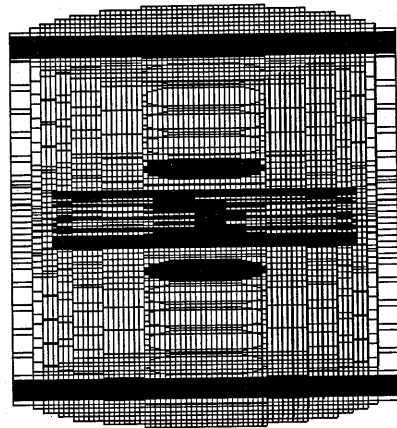


図4 可変格子によりモデルを分割した結果