

FDTD 法を用いた、電子レンジ内の水の温度上昇シミュレーション

森 晋作 (指導教員 八木谷 聡)

1、はじめに

目的は電子レンジを効率的かつ経済的に使用すること。現在使用している電子レンジでは、加熱時間の決定をおおよその時間で行っており、加熱時間が少ない場合や多い場合がある。加熱が少ない場合は再び加熱しなければならない手間がかかり、加熱が多すぎる場合は加熱していた食品が高温で危ない。そこで、電子レンジ内における物体の温度変化の数値計算を行い、解凍や沸騰までの加熱時間を求めることで、再加熱をする手間や余分なエネルギー消費を解消する。

2、FDTD法

電磁波のシミュレーションにおいて、アルゴリズムが比較的簡単で優れた精度を持ち、材料定数の異なる電磁波の解析に適しているため、FDTD法を使用した。FDTD法は、マクスウェルの方程式において、時空間、空間座標を中心差分近似して定式化する。

3、実験方法

3次元のFDTD法による電磁波のシミュレーションを行うプログラムを作成し、電子レンジ内の水の温度上昇シミュレーションを行う。行う条件は表1にまとめた。また水の中で消費されるエネルギー計算は

$$W = \sigma T \int \int \int |E|^2 dx dy dz$$

(σ :導電率、 T :経過時間、 E :電界)

により求め、それをカロリー換算し上昇温度を算出した。

表1 電子レンジのシミュレーション条件

電磁波の周波数	2.45G [Hz]
水の体積	200 [cc]
放射電力	750 [W]
計算領域の大きさ	323×360×216 [mm]

4、実験結果

電子レンジ内の水の温度上昇と加熱時間の関係を図1にまとめた。

図1を見ると、加熱時間に対する水の温度上昇は比例の関係があるように見える。そこで、時間と上昇温度関係を1次近似式にすると

$$y = 73.373x + 1 \times 10^{-6}$$

となった。(y:上昇温度、x:加熱時間) この式をもとに室温(25度)から沸点(100度)までの上昇時間をもとめると、1.63秒となった。実際の電子レンジでは200ccの水を沸騰させるのに約2分間かかるので、シミュレーション結果における温度の上昇時間と実際の電子レンジ温度の上昇時間とは大きな誤差を含む結果となった。

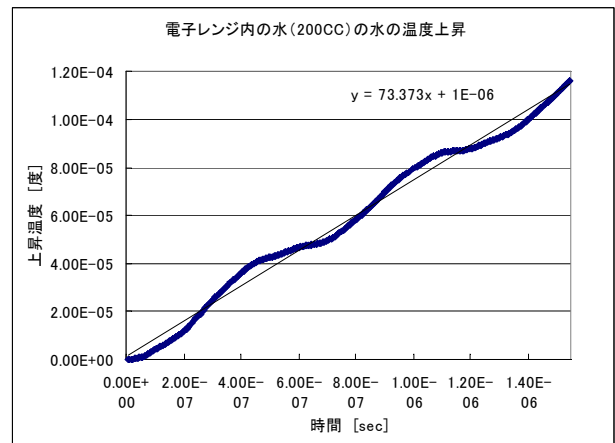


図1 電子レンジ内の水の温度上昇

5. 考察

シミュレーション結果に大きな誤差を含む結果となったのは、材料定数が実際のものと違うこと、近似式から上昇温度を求めることによる誤差が考えられる。

6. まとめと課題

電子レンジ内における水の温度上昇のシミュレーションを行ったが、大きな誤差を含んだ結果となった。材料定数の検討とシミュレーションのステップ数を増やし近似式をより正確なものにする必要がある。

参考文献

発行者 コロナ社 著者 宇野 亨

FDTD法による電磁界およびアンテナ解析