

時間分割並列計算を用いた 2 次元 LOD-FDTD 法による電磁界解析

C-1 Electromagnetic Field Analysis by 2-D LOD-FDTD method
Using Time-Division Parallel Computation中沢 佑[†] 吳 迪[†] 岸本 誠也[†] 大貫 進一郎[†]
Tasuku NAKAZAWA[†] Di WU[†] Seiya KISHIMOTO[†] Shinichiro OHNUKI[†][†] 日本大学理工学部[†] College of Science and Technology, Nihon University

1. はじめに

近年、陰解法^[1]や並列計算法^[2]を用いた Finite-Difference Time-Domain (FDTD) 法の高速化の研究が行われている。時間分割並列計算法では、時間軸方向で計算の分割を行い、独立した複数ノードで並列計算を実行する。

本報告では、Locally One-Dimensional FDTD (LOD-FDTD) 法による時間分割並列計算を実現し、FDTD 法を用いる従来法^[2]と計算時間及び計算精度の比較を行う。

2. 解析手法

観測時間を 0~10 fs とし、2 fs ごとに分割を行う。2, 4, 6, 8 fs における初期値の導出には、複素周波数領域 (CFD) の解に高速逆ラプラス変換法 (FILT) を併用する FDCFD-FILT 法^[3]を用いる。求めた初期値を LOD-FDTD 法に代入し、複数ノードで逐次計算を実行することで、時間応答を並列的に算出する。

3. 解析結果

図 1 に検証モデルを示す。半径 200 nm の誘電体円柱に、+x 方向に進む波長 500 nm の正弦電磁波を入射する。

図 2 に誘電体円柱の中心から 250 nm 離れた観測点での時間応答波形を示す。FDTD 法を用いる従来法と LOD-FDTD 法を用いた提案手法は図上で一致する。

表 1 に、従来手法と提案手法の計算時間を示す。ここでは、初期値を求めるための計算時間を除いた。応答波形の計算に従来法では 417 秒かかるのに対し、 $\Delta t = 0.02$ fs とした提案手法では計算時間は 35% 短縮でき、269 秒となった。この時、計算精度は従来法と 2 桁一致した。

4. まとめ

本報告では、LOD-FDTD 法の時間並列計算手法を提案し、誘電体円柱の解析を行った。FDTD 法を用いた従来法と比較し、計算精度は 2 桁一致しており、計算時間は 35% 短縮できることを明らかにした。

謝辞

本研究は、日本大学理工学部プロジェクト研究助成金の援助を受けて行われた。

本研究に関して、日頃よりご討論いただいている法政大学の山内潤治教授、柴山純教授、TDK 株式会社の大西峻平氏に感謝いたします。

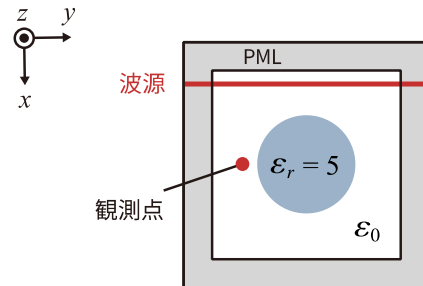


図 1 時間分割並列計算法の検証モデル

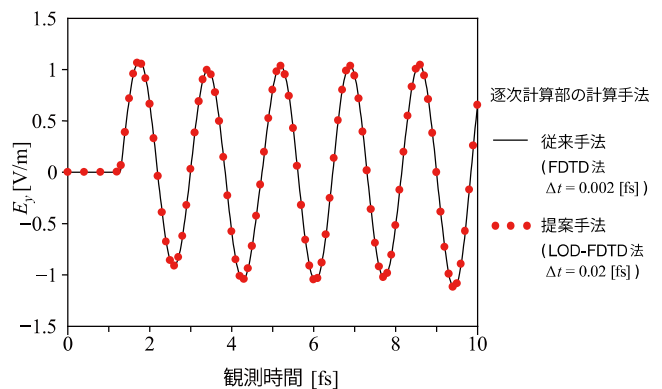
図 2 電界 E_y の時間応答波形

表 1 計算時間の比較

	従来手法	提案手法
計算時間 [s]	417	269

参考文献

- [1] J. Shibayama, M. Muraki, J. Yamauchi, and H. Nakano, "Efficient implicit FDTD algorithm based on locally one-dimensional scheme", *Electron. Lett.*, vol.41, no.19, pp.1046-1047, 2005.
- [2] S. Ohnuki, R. Ohnishi, D. Wu, and T. Yamaguchi, "Time-division parallel FDTD algorithm", *IEEE Photonics Technol. Lett.*, vol.30, pp.2143-2146, 2018.
- [3] D. Wu, R. Ohnishi, R. Uemura, and S. Ohnuki, "Finite-difference complex-frequency-domain method for optical and plasmonic analyses", *IEEE Photonics Technol. Lett.*, vol.30, pp.1024-1027, 2018.