

陰解法の時間分割並列計算における誤差低減に関する検討

A Study on Error Reduction of Time-Division Parallel Computation Using Implicit Method

○中沢佑¹, 岸本誠也², 大貫進一郎²*Tasuku Nakazawa¹, Seiya Kishimoto², Shinichiro Ohnuki²

Abstract: The implicit method and the parallel computation have been studied to speed up electromagnetic field analysis. We have developed a parallelized technique for time division using an unconditionally stable implicit LOD-FDTD (Locally One-Dimensional FDTD) method. In this paper, we show that parallelization of implicit method can reduce both computation time and error due to numerical dispersion.

電磁界時間応答解析の高速化手法として、陰解法^[1]や並列計算^[2]に関する研究が盛んに行われている。現在、電磁界解析では時間、空間に対して2次の差分精度で解析を行うことができる陽的FDTD (Finite-Difference Time-Domain) 法^[3]が広く用いられている。しかし、陽解法は計算の安定性に起因する時間刻み幅の選択に制約があり、安定条件を上回る計算回数の削減は不可能である。陰解法による解析は計算時間の短縮を実現できる一方、時間に対する差分精度が1次であるため、時間発展に伴い数値分散誤差が蓄積する傾向がある^[4]。

著者らは無条件安定である陰的 LOD-FDTD (Locally One-Dimensional FDTD) 法を用いて、時間分割に対する並列計算手法の開発を行った。図1に解析フローを示す。本報告では、ナノスケールの詳細なモデリングを要し計算負荷の大きいプラズモニックデバイスを解析の対象とする。提案手法の並列計算数や時間刻み幅を調整することで、従来法と比較し計算時間の短縮が可能であると同時に、時間発展に伴い発生する誤差を低減できることを明らかにする。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP21K17753 及び、日本大学理工学部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柴山純教授、山内潤治教授、ソフトバンク株式会社の呉迪氏に感謝いたします。

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, no. 24, pp2143-2146, 2018.
- [3] A. Taflove and S. C. Hagness: "Computational Electrodynamics: the finite-difference time-domain method - 3rd ed", Norwood, Boston Artech House, 2005.
- [4] 中沢佑, 呉迪, 岸本誠也, 柴山純, 山内潤治, 大貫進一郎, "陰解法を適用した時間分割並列計算の最適化に関する検討," 信学技報, vol.121, no.109, pp. 76-81, 2021.

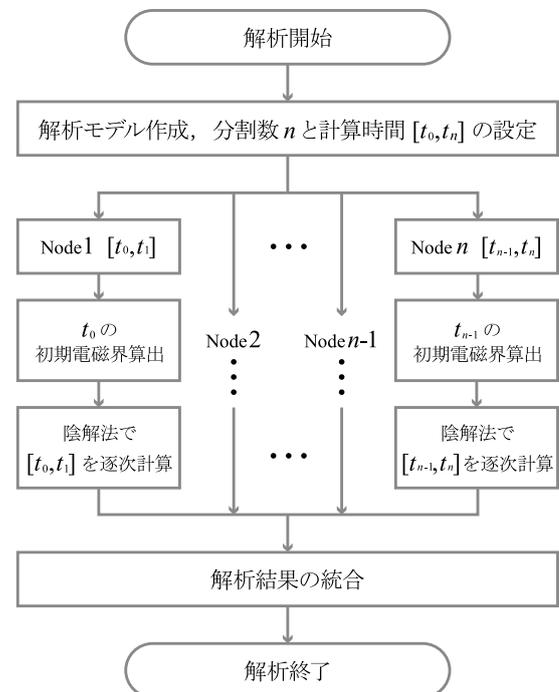


図1 時間分割並列計算のフローチャート