

## 3次元FDTD法の時分割並列計算に向けた基礎検討

## Basic Study for Time-Division Parallel Computation of 3-D FDTD Method

○末吉勇斗<sup>1</sup>, 岸本誠也<sup>2</sup>, 大貫進一郎<sup>2</sup>\*Hayato Sueyoshi<sup>1</sup>, Seiya Kishimoto<sup>2</sup>, Shinichiro Ohnuki<sup>2</sup>

Abstract: The Finite-Difference Time-Domain (FDTD) method is widely used for electromagnetic field analysis. Fast computation for FDTD has been studied by using time-division parallel computation. In this report, the initial value is obtained by the FDTD method and can be evolved of time. FDTD method without time division computation is compared with time division computation. Furthermore, the change in computation time when the number of cell divisions is varied will be discussed.

近年、ローカル5G<sup>[1]</sup>や自動運転技術<sup>[2]</sup>などにおいて、高周波数帯であるミリ波やテラヘルツ波を用いた無線通信技術が検討されている。電磁波は高周波数にするほど短波長で強い直進性になる特徴があり、障害物の影響を受けやすく衝突後は電磁界強度が減衰する。そのため、アンテナ配置の際にはそれらを考慮する必要があり、検討には有限差分時間領域 (FDTD : Finite-Difference Time-Domain) 法<sup>[3]</sup>が広く用いられている。FDTD法はMaxwell方程式の電界・磁界を時間及び空間領域で差分化を行い、逐次計算を行うことによって時間変化における電磁界の強度を計算することができる。そして、解析空間のセル分割を微小化するほど高精度の結果を得ることが可能である。しかし、陽解法であるFDTD法は時間ステップの安定条件であるCFL条件<sup>[4]</sup>を満たす必要がある。大規模な解析領域において高精度な計算結果を得るためにはセル分割を増加させるため計算ステップが増加する。解析時間を短時間にするために解析時間全体を複数に分割して各々の時間ごとに計算を行う時分割並列計算の研究<sup>[5]</sup>が行われているが、3次元問題への適用は十分に検討されていない。

本報告では、3次元FDTD法における時分割並列計算の基礎検討を行う。そのため、3次元FDTD法の妥当性について厳密解を用いて検証する。そして、初期値をFDTD法により求め時分割した場合と全体を分割せずにFDTD法で解析した場合の電磁界の時間応答を比較・検証を行う。また、時分割並列計算の必要性を確認するために時間ステップを決定させるセル分割数を変更し、計算時間がどのように変化するか検証を行う。

## 参考文献

- [1]. 飯塚 留美 : 「ローカル5Gの海外最新動向」, 情報通信学会誌, 39巻, 2号, pp.91-96, 2021年.
- [2]. 土門 孝彰 : 「5G時代における次世代自動車・通信技術への基板および周辺技術の取組み動向」, エレクトロニクス実装学会誌, 22巻, 7号, pp.592-595, 2019年.
- [3]. 宇野 亨 : 「FDTD法による電磁界及びアンテナ解析」, コロナ社, 第1版, pp14-21, 29-30, 46-55, 2016年.
- [4]. Courant, R., Friedrich, K., Lewy, H. : "On the partial difference equations of mathematical physics", IBM Journal Research and Development, Vol.11, No.2, pp215-234, 1967.
- [5]. Tasuku Nakazawa, Di Wu, Seiya Kishimoto, Jun Shibayama, Junji Yamauchi, and Shinichiro Ohnuki : "Error-Controllable Scheme for the LOD-FDTD Method," IEEE Journal on Multiscale and Multiphysics Computational Techniques, Vol. 7, pp. 135-141, 2022.

---

1 : 日大理工・学部・電気 2 : 日大理工・教員・電気