

## 電磁界と磁化の空間離散間隔を変えたマルチスケール解析

### Multiscale Analysis with the Different Space Step Sizes of Electromagnetic Field and Magnetization

○安田拓弥<sup>1</sup>, 岸本誠也<sup>2</sup>, 大貫進一郎<sup>2</sup>

\*Takumi Yasuda<sup>1</sup>, Seiya Kishimoto<sup>2</sup>, Shinichiro Ohnuki<sup>2</sup>

Abstract: Multiphysics simulation in combination with LLG (Landau-Lifshitz-Gilbert) and Maxwell's equations is performed. LLG equation expresses the dynamics of magnetization and Maxwell's equation expresses electromagnetic field. These two equations are discretized in space and time using the FDTD (Finite-Difference Time-Domain) scheme. The computational time is augmented for more accurate analysis since the finer models are needed. In this report, we propose a hybrid fast analysis using multiscale modeling with the different space step size of electromagnetic and magnetization, and clarify the computational time can be reduced while maintaining accuracy using our proposed method.

電磁界解析によって磁性材料の過渡的な磁気特性を明らかにするためには、磁性体中の磁化ダイナミクスを考慮することが重要である。従来の解析法では、磁性体中の電磁界を計算する際に電磁界と磁化はそれぞれ独立して計算され、磁性体は磁化の飽和方向を一定として近似したテンソルで表現される。著者らは磁化の運動を解析する LLG (Landau-Lifshitz-Gilbert) 方程式と、電磁界の時間応答を解析する Maxwell 方程式を連成した複合物理解析手法を提案した[1]。しかし本法で使用する時間領域有限差分 (FDTD : finite-difference time-domain) 法では、信頼性向上に対して詳細なモデリングが必要となるため、計算時間が膨大となる問題が生じた。

本報告では電磁界と磁化の空間離散間隔を変化させるマルチスケール解析を提案し、計算時間の削減を検討する。図 1 の真空中に配置した磁性体に直線偏波を入射する解析モデルを使用してマルチスケール解析を行う。提案法を用いることで計算精度を保ちつつ計算時間が削減されることを報告する。また非線形効果の発現する入射振幅の大きい場合について提案法の有用性を示す。



図 1. 解析モデル

#### 謝辞

本研究の一部は、科研費基盤(C) 17K06401, 及び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。

#### 参考文献

- [1] T. Yasuda, K. Tanaka, and S. Ohnuki, "Analysis of Electromagnetic Fields Combined with Magnetization Dynamics", Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2018), August 1-4, Toyama, 2018.
- [1] A. Taflove, "Computational electrodynamics", Artech House, Norwood, MA, USA, 1995, second edition.
- [2] D. R. Smith and D. Schurig, "Electromagnetic Wave Propagation in Media with Indefinite Permittivity and Permeability Tensors", Physics Review letters 90, 077405, 2003.

1 : 日大理工・院 (前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気