L-10

反強磁性体スピン解析に向けたLLGシミュレーションの基礎検討

Basic study for spin analysis of antiferromagnets using LLG simulation

○伊藤勇太[1]，岸本誠也[2]，大貫進一郎[2]
*Yuta Ito[1], Seiya Kisishimoto[2], Shinichiro Ohnuki[2]

Abstract: Terahertz-waves play an important role in Beyond 5G. Currently there are some difficult and complicated conditions to realize compact and energy saving terahertz-wave oscillator. We investigate the spin motion of magnetic materials in order to design and develop a terahertz-wave oscillator at room temperature. Our computational method is based on the LLG (Landau-Lifshitz-Gilbert) equation with applied electromagnetic waves.

Beyond 5G の実現に向けて，テラヘルツ波の利用が期待されている．現在，テラヘルツ波の発振に必要となる条件は，複雑であり，より簡易的かつ小型化・省電力化に向けて反強磁性体のスピン運動を用いた発振方法が期待される．反強磁性体によるテラヘルツ波の発振をシミュレーション検討するためには，LLG（Landau-Lifshitz-Gilbert）方程式 [1]を用いた磁化ベクトルの歳差運動解析と，Maxwell 方程式を用いた電磁界解析 [1]を組み合わせる，複合物理演算法の開発が必要である．

本報告では，複合物理演算法の基礎検討として，強磁性体中における磁化ベクトルの歳差運動を解析する．これにより，印加磁界などの条件により，磁化の歳差運動をシミュレーションにより検証する．解析する LLG 方程式は以下で表される．

$$\frac{d\mathbf{M}}{dt} = -\frac{\gamma}{1+\alpha^2}\mathbf{M}\times\mathbf{H}_{eff} - \frac{\gamma\alpha}{(1+\alpha^2)M_s}\mathbf{M}\times\left(\mathbf{M}\times\mathbf{H}_{eff}\right) \tag{1}$$

ここで $\mathbf{M}$ は磁化ベクトル，γ は磁気回転比，α は減衰定数，M_s は飽和磁界，$\mathbf{H}_{eff}$ は有効磁界である．式(1)に微分方程式を数値的に解く手法である 4 次のルンゲクッタ法 [2]を適用し，磁化ベクトルの歳差運動の解析を行う．図 1 に示した解析モデルは，磁化ベクトルの大きさは 1 で x，y，z 軸からそれぞれ 45°ずつ傾けた状態を初期値とする．真空中に配置した磁化ベクトルに対し有効磁界を与え，磁化ベクトルの時間応答より，その特性を検証する．

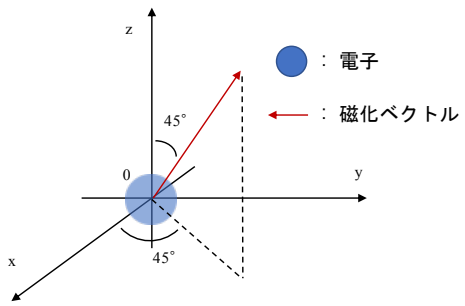

図 1 解析モデル

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．

参考文献

[1] 安田 拓弥，増田 宗一郎，田中 和幸，岸本 誠也，大貫 進一郎，マルチスケーリングモデリングによる電磁界と磁化の高速複合物理解析，信学技報，vol.119，no.272，EMT2019-62，pp.151-154，2019 年 11 月
[2] 久保田 圭介：「反強磁性によるシミュレーション解析」平成 31 年 1 月 28 日，電気通信大学情報工学研究科修士論文（未刊行），pp.10-15

１：日大理工・学部・電気　２：日大理工・教員・電気