

## 希土類-遷移金属合金フェリ磁性体の電流磁気効果

笠谷雄一, 吉川大貴\*, 塚本新  
(日大理工, \* 日本大院理工)

Galvanomagnetic effect of rare earth-transition metal ferrimagnets

Y. Kasatani, H. Yoshikawa\*, and A. Tsukamoto

(College of Science and Technology, Nihon Univ., \*Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ.)

## 1 はじめに

近年、希土類-遷移金属合金フェリ磁性体において、全光型磁化反転<sup>1)</sup>や非対称電流磁壁駆動<sup>2)</sup>などの興味深い磁化ダイナミクスが報告され、将来の高効率スピントロニクスデバイスへの応用の可能性が示唆されている。一方で、角運動量補償現象や磁化補償現象を発現するフェリ磁性体において、補償組成近傍でのスピンの振舞いは基礎物性の観点で重要であり、盛んに研究されている。

本研究では、希土類金属の磁性発現に寄与する  $4f$  および  $5d$  スピンと遷移金属磁性の発現に寄与する  $3d$  スピンによる複雑なスピン系を有する希土類-遷移金属合金フェリ磁性体  $GdFeCo$  において、磁化特性、電気的測定および磁気光学測定による多面的な計測から各スピンの役割およびその振舞いを理解する。

## 2 実験方法

ガラス基板の上に、マグネトロンスパッタリングにより、 $SiN(60\text{ nm})/Gd_x(Fe_{0.875}Co_{0.125})_{100-x}(20\text{ nm})/SiN(5\text{ nm})$  ( $x = 22, 23, 24, 25, 26$ ) 多層膜を成膜した。 $GdFeCo$  の磁化状態の振る舞いを理解するために、超伝導量子干渉素子-試料振動型磁磁力計 (SQUID-VSM) を用いて試料薄膜の磁化特性を評価した。また、試料の電気磁気効果について検討を行うために、試料薄膜に4端子電極を接続し、面直および面内方向の外部磁場中で磁気抵抗測定およびホール測定を行った。さらに、試料薄膜を光学系に設置し、波長  $634.8\text{ nm}$  の He-Ne レーザーを用いて磁気光学効果 (Faraday 効果、磁気光学 Kerr 効果) の測定を行った。各測定はすべて室温 ( $295\text{ K}$ ) にて行った。

## 3 実験結果および考察

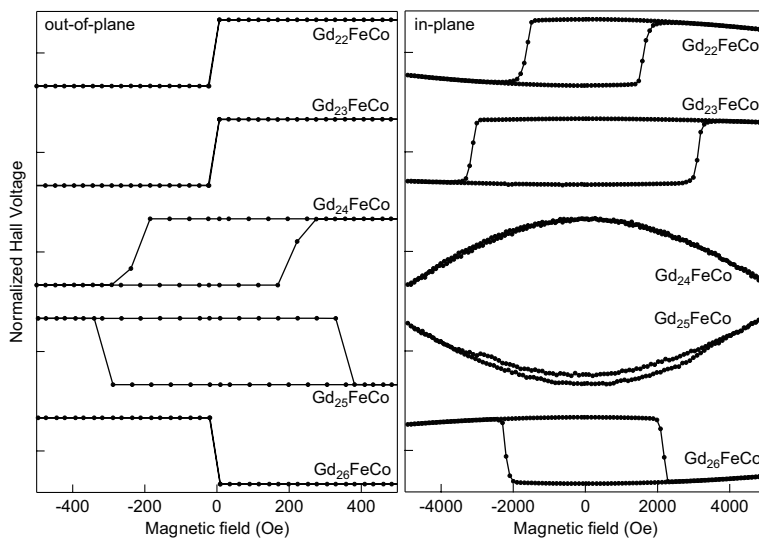


Fig. 1 Out-of-plane and in-plane magnetic field dependence of normalized Hall voltage.

Fig. 1 に各組成における規格化ホール電圧の面直および面内外部磁場依存性を示す。 $x \leq 24$  と  $x \geq 25$  を比べると、ホール電圧の正負が反転していることがわかる。また、面直測定において、 $x = 24, 25$  において保磁力の急激な増加を観測した。一方で、磁気光学測定の結果、ほぼ同様の面直・面内磁場依存性を観測した。これより、 $GdFeCo$  系における電流磁気効果は伝導電子 ( $s$  電子) と強くカップリングする  $3d$  スピンが主要な要因であると考えられる。特に、面内磁場中でのホール測定の結果より、 $x = 22, 23, 24, 26$  では異常ホール効果が支配的であるのに対し、 $x = 25$  ではプレーナーホール効果が支配的であると考えられる。以上より、磁化補償組成近傍の各スピンの方向を検出することは磁気光学効果では極めて測定が困難であるが、電流磁気効果を用いることにより明確に特定することが可能となる。

## 謝辞

本研究は、平成 25-29 年度文部科学省私立大学戦略的基盤形成支援事業 (S1311020) および平成 26-30 年度文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究 (研究領域提案型) ナノスピン変換科学 (Grant No. 26103004) の助成により行われた。

## References

- 1) C. D. Stanciu, F. Hamsteen, A. V. Kimmel, A. Kirilyuk, A. Tsukamoto, A. Itoh, and Th. Rasing: *Phys. Rev. Lett.*, **99**, 047601 (2007).
- 2) T. Tono, T. Taniguchi, K.-J. Kim, T. Moriyama, A. Tsukamoto, and T. Ono: *Appl. Phys. Exp.*, **8**, 073001 (2015).