

# 室温スキルミオン $\text{Fe}_{2-x}\text{Pd}_x\text{Mo}_3\text{N}$ エピタキシャル薄膜の磁気輸送特性

## Transport properties of room temperature skyrmion

### in $\text{Fe}_{2-x}\text{Pd}_x\text{Mo}_3\text{N}$ epitaxial thin films

名大院工, <sup>○</sup>(M1) 深澤 健留, 強 博文, 百瀬 秀平, 羽尻 哲也, 浅野 秀文

Nagoya Univ. <sup>○</sup>T. Fukasawa, B.W. Qiang, S. Momose, T. Hajiri, and H. Asano

E-mail: fukasawa.takeru@g.mbox.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】磁気スキルミオンは、空間反転対称性の破れによってカイラル磁性体中に発現する磁気ナノ粒子である。様々な起因の中で Dzyaloshinskii–Moriya (DM) 相互作用起因の磁気スキルミオンはより小さいサイズ(数 10 nm ~ 数 100 nm)と高い動作温度(室温近傍)を有し、大きな応用的ポテンシャルを示している。室温スキルミオンはいくつかの物質において発見されてきたが、室温動作及び微小サイズを両立出来るスキルミオン材料は未だに発見されていない。本研究が注目している充填  $\beta$ -Mn 構造 Mo 窒化物は以前から  $\text{Fe}_x\text{Co}_{1.5-x}\text{Rh}_{0.5}\text{Mo}_3\text{N}$  バルクにおいて 100 K でスキルミオンの発見が報告されたが<sup>[1]</sup>、これまで薄膜の報告はなかった。最近、Fe と重金属(Pd, Pt)の組成調整により、交換相互作用と DM 相互作用のバランスが制御でき、スキルミオンの高キュリー温度  $T_C$  及び微小サイズの両立が可能と報告されている<sup>[2,3]</sup>。スキルミオンの電気的検出にはトポロジカルホール効果 (THE) が一般的に用いられるが、ノンコリニア磁気抵抗効果 (NCMR) による検出の報告例もある<sup>[4]</sup>。そこで本研究では、THE と NCMR の両面から調査を行い、微小サイズ室温スキルミオン  $\text{Fe}_{2-x}\text{Pd}_x\text{Mo}_3\text{N}$  薄膜における磁気輸送特性の解明を目的とする。

【実験及び結果】 $\text{Fe}_{2-x}\text{Pd}_x\text{Mo}_3\text{N}$  ( $x = 0.15, 0.32, 0.54$ ) 薄膜を、マグネトロンスパッタ法を用いて  $c$ -サファイア基板上に成長させた。Fig.1 は、面直および面内 XRD パターンである。薄膜は (110) エピタキシャル成長しており、Pd ドープによるリニアな格子定数の増大が観測された。Fig.2 は、 $\text{Fe}_{1.68}\text{Pd}_{0.32}\text{Mo}_3\text{N}$  薄膜 (50 nm) の 4 K, 300 K における磁気輸送特性である。THE によるトポロジカルホール抵抗  $\rho_{\text{TH}}$  が確認された。低温では高密度スキルミオン相(Sk-I)による大きな  $\rho_{\text{TH}}$  ( $\rho_{\text{TH}}^{\text{max}} = 0.192 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ )、300 K では低密度スキルミオン相(Sk-II)による小さな  $\rho_{\text{TH}}$  ( $\rho_{\text{TH}}^{\text{max}} = 0.014 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ ) と有効磁場反転が観測された。発表当日は、NCMR についても報告し、THE と NCMR の対比について議論を行う。

[1] W. Li et al. Phys. Rev. B 93, 060409(R) (2016).

[2] L. Kautzsch et al., Phys. Rev. Materials. 4, 024412 (2020).

[3] B. W. Qiang et al., Appl. Phys. Lett. 117, 142401 (2020).

[4] C. Hanneken, et al., Nat. Nanotechnol. 10, 1039–1042 (2015).

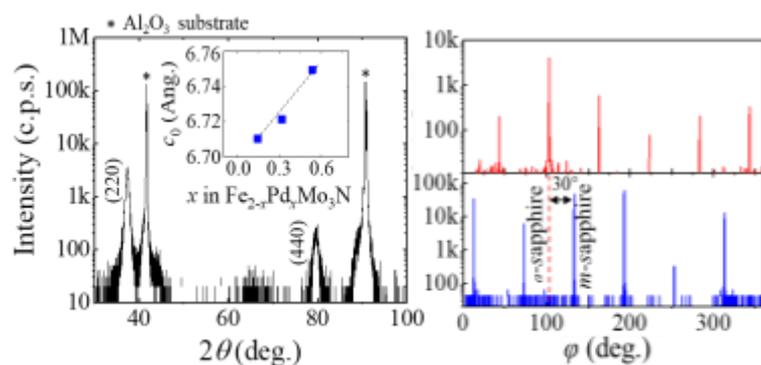


Fig. 1 (a) Out-of-plane  $2\theta$  and (b) In-plane  $\phi$  scan for the  $\text{Fe}_{1.46}\text{Pd}_{0.54}\text{Mo}_3\text{N}$  thin film.

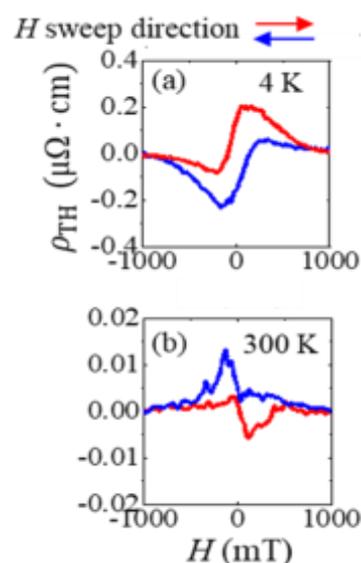


Fig.2 Topological Hall resistivities of  $\text{Fe}_{1.68}\text{Pd}_{0.32}\text{Mo}_3\text{N}$  thin film at (a) 4K and (b)300 K.