

# ノンコリニア磁性体 $Mn_3Ni_{1-x}Cu_xN$ 薄膜の作製と磁気・電気的特性

三木竜太<sup>A</sup>, 羽尻哲也<sup>A</sup>, Kan Zhao<sup>B</sup>, Hua Chen<sup>C</sup>, Philipp Gegenwart<sup>B</sup>, 浅野秀文<sup>A</sup>  
(名大院工<sup>A</sup>, アウクスブルク大<sup>B</sup>, コロラド州立大<sup>C</sup>)

Growth and magnetic properties of non-collinear magnetic  $Mn_3Ni_{1-x}Cu_xN$  films

R. Miki<sup>A</sup>, T. Hajiri<sup>A</sup>, K. Zhao<sup>B</sup>, H. Chen<sup>C</sup>, P. Gegenwart<sup>B</sup>, H. Asano<sup>A</sup>  
(<sup>A</sup>Nagoya Univ., <sup>B</sup>Augsburg Univ., <sup>C</sup>Colorado State Univ.)

## はじめに

ノンコリニア反強磁性体はノンゼロベリー曲率に起因した大きな内因性異常ホール抵抗を示す材料として注目されている(1,2)。逆ペロブスカイト型  $Mn_3AN$  系 ( $A = Sn, Ni, Ga$ ) は、 $\Gamma^{4g}$  と  $\Gamma^{5g}$  の2つのノンコリニア反強磁性スピン構造をとり、そのうち  $\Gamma^{4g}$  構造において異常ホール効果(AHE)を発現することが知られている(2)。我々は、 $Mn_3Ni_{1-x}Cu_xN$  に注目し、これまでに  $x = 0.65$  の組成において AHE を示すことを報告してきた(3,4)。この系は、(111)面内にカゴメ格子を形成し、[111]方向にキャント磁化を発現する。バルクでは、 $x = 0.7 \sim 0.8$  を境に、Cu 側でノンコリニア強磁性を、Ni 側ではノンコリニア反強磁性を示す。今回、組成と磁化および AHE の関係の調査を目的に様々な組成  $x$  の薄膜を作製し、評価を行ったので報告する。

## 実験方法

Ar + N<sub>2</sub> 混合ガス及び合金ターゲット ( $Mn_4Ni_{0.5}Cu_{0.5}$ ,  $Mn_4Cu$ ) を用いた同時反応性マグネトロンスパッタ法により、MgO(111)基板上に  $Mn_3Ni_{1-x}Cu_xN$  薄膜の作製を行った。構造解析は X 線回折(XRD)、磁化測定は超伝導量子干渉計、異常ホール抵抗測定は物理特性測定装置を用いて行った。

## 結果

構造解析により、薄膜の歪み緩和とエピタキシャル成長を確認した。MgO(111)基板上に作製した  $x = 0, 0.5, 0.65, 0.70, 1$  の薄膜の磁化の温度依存性を Fig. 1 に示す。いずれの組成においても、磁気秩序転移温度を境に磁化の挙動に変化がみられた。バルクの結果と同様に、Cu 量の増大に従って、転移温度の低下と、発現する磁化の最大値の増大がみられており、 $x = 0.70$  前後にノンコリニア反強磁性とノンコリニア強磁性の境界が存在することが推測される。 $x = 0.5$  および  $x = 0.65$  の反強磁性薄膜における異常ホール抵抗測定において、 $x = 1$  のものよりも大きな異常ホール伝導度を観測した。また、磁化と異常ホール伝導度の大きさに相関はみられなかった。これらのことから、反強磁性構造が異常ホール効果に寄与していることが示唆される。一方で、我々が作製した  $x = 0$  薄膜においては、異常ホール効果の発現がなかった。 $x = 0.5, 0.65$  薄膜においては、Ni を一部 Cu に置換することにより、 $\Gamma^{4g}$  構造が安定し、AHE が発現したと考えられる。また、 $x = 0.5, 0.65$  薄膜において AHC の値が大きく異なり、Cu 量により  $\Gamma^{4g}$ - $\Gamma^{5g}$  構造比に変化があることが考えられる。以上の結果から、元素置換による安定磁気構造の変化を、磁気・電気的特性の測定を通して観測できた。また、適切な置換量を選択することにより、より大きな異常ホール伝導度の実現の可能性が示唆された。

## 参考文献

- 1) V. T. N. Huyen *et al.*, Phys. Rev. B **100** 094426 (2019).
- 2) G. Gurung *et al.*, Phys. Rev. Mater. **3** 044409 (2019).
- 3) K. Zhao *et al.*, Phys. Rev. B **100** 045109 (2019).
- 4) R. Miki *et al.*, J. Appl. Phys. **127**, 113907 (2020).

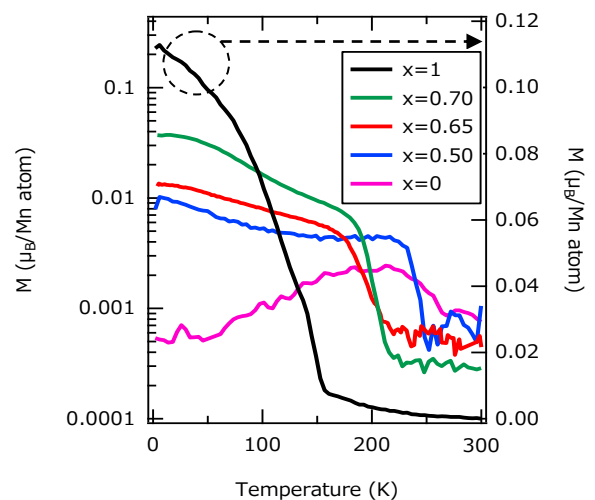


Fig. 1 Temperature dependences of magnetization of  $Mn_3Ni_{1-x}Cu_xN$  films on MgO(111) substrates.