



Title	Magnetism and Hall Effect in Intermetallic Compounds with Noncollinear Spin Textures [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	林, 浩章
Citation	北海道大学. 博士(理学) 甲第15869号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/92113">http://hdl.handle.net/2115/92113</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	HAYASHI_Hiroaki_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

# 学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（理学） 氏名 林 浩章

審査担当者	主査	教授	上野 貢生
	副査	教授	忠永 清治
	副査	客員教授	山浦 一成
	副査	客員准教授	辻本 吉廣

## 学位論文題名

Magnetism and Hall Effect in Intermetallic Compounds with Noncollinear Spin Textures  
(非共線磁気構造を持つ金属間化合物の磁性とホール効果)

本博士論文では、非共線磁気構造を有する金属間化合物における磁性とホール効果に関する研究成果を報告している。このような物質系は、局在スピンの結合により特異なスピン構造と電気伝導特性を示すため、基礎物性として興味深いだけでなく、新しい機能性材料の創製を目指した応用研究においても注目されている。本研究では、2種類の単結晶試料と2種類の金属磁性材料を様々な合成手法を用いて合成し、それらの結晶構造、磁気特性、電気伝導特性などを包括的に調べた。

第1章では、スキルミオンや磁気多極子などの様々なスピン構造の発現機構と、それに関連する電気伝導特性について述べている。また、これらを発展させた新しい磁気メモリ素子や磁気センサーの提案を紹介し、研究背景を包括的に概観している。

第2章では、本研究における物質合成、結晶成長、特にチョクラルスキー法、フローティングゾーン法、高温高圧法、および物性測定に採用した実験方法と技術を概説し、以降の章の基礎を築いた。

第3章では、空間反転対称性を持つスキルミオン物質の候補として、 $\text{GdOs}_2\text{Si}_2$ 、 $\text{Gd}_2\text{NiSi}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{Rh}_3\text{Al}_9$ の3つの金属磁性体の研究を紹介する。 $\text{GdOs}_2\text{Si}_2$ では、既存の $\text{GdRu}_2\text{Si}_2$ で観測されなかった新しい磁気相が同定された。 $\text{GdOs}_2\text{Si}_2$ における新しい磁気相の同定により、Ru/Os元素置換効果の検証に成功した。さらに、 $\text{GdOs}_2\text{Si}_2$ と $\text{Gd}_2\text{NiSi}_3$ における異常なホール抵抗がトポロジカルホール効果として解析され、スキルミオンの発生が示唆された。両磁性材料は、空間反転対称性を持つスキルミオン材料として有望であるだけでなく、結晶構造の特徴から世界最小のスキルミオン格子を形成することが予測され、より高密度な磁気記録デバイスの開発に貢献する可能性が示唆された。

第4章では、巨大な異常ホール伝導を示す非共線磁気構造反強磁性体 $\text{Mn}_3\text{Sb}$ に焦点を移す。高温高圧法によって合成されたこの物質は、放射光粉末X線回折によって結晶構造が確認され、その磁気特性から反強磁性体であることが示された。一方、反強磁性相は巨大な異常ホール効果を示し、ホール伝導度は $146 \text{ } \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  (300 K)であった。この結果は、これまでに観測された類似するマンガ化合物のホール伝導率よりも高く、非共線磁気構造に由来する顕著なホール異常に対する実用的な指針を与えるものである。特に、室温で安定なホール伝導は、応用の観点から有望であり、第一原理計算で示された電子状態は、外場に対して頑健な特性を示唆している。これらの結果は、理論的にも実用的にも重要な新材料の開発に道を開くものである。

最後に第5章では、この広範な研究から導き出された全体的な結論を示し、今後の展望について概説する。本研究は、金属磁性材料、特に非共面磁気構造を持つ材料についての理解を深め、その応用の可能性に大きく貢献するものである。従って、著者は北海道大学より博士（理学）の学位を授与される資格があると認められる。