

博士論文公聴会の公示（物理学専攻）

学位申請者：谷口 祐紀

論文題目：Electrical detection of magnetic fluctuations in nanoscale frustrated magnetic materials
(フラストレートしたナノ磁性体における磁気ゆらぎの電気的検出)

日時：2020年2月6日 16:20～17:50

場所：理学研究科H棟 7階セミナー室（H701号室）

主査：小林 研介

副査：川村 光、小川 哲生、黒木 和彦、新見 康洋

論文要旨：

幾何学的な制限のため最安定の磁気秩序状態が単純でない状況は、磁気フラストレーションとして古くから知られている。しかしその複雑さ故、最安定磁気状態や磁気ダイナミクスの詳細など未解明な問題が数多く残存する、物性物理の中でも重要な課題の一つである。

代表的なフラストレート磁性体として、スピングラスと三角格子反強磁性体が挙げられる。本研究は、これらの磁気ダイナミクスの解明を目指したスピン輸送測定の研究で、スピン角運動量の流れ「スピン流」を用いて磁気ゆらぎを検出するという新しい試みである。スピン流はマイクロメートル程度で減衰するため、フラストレート磁性体もそれと同程度の長さ加工する必要がある。そこで本研究では、フラストレート磁性体のナノ構造を作製し、スピン輸送及び電気伝導測定を行うことで、磁気ゆらぎの電気的検出に成功した。

まず始めに、三元合金スピングラス CuMnBi のスピン輸送測定を行った。この合金にスピン流を注入し、スピンホール効果を測定することで、注入したスピン流は電流に変換されるが、その際にスピン偏極率 η の情報も得られる。温度を変えながらスピン偏極率 η を測定すると、ある温度 T_1 で η が減少を始め、さらに温度 T_2 で η が完全に消失した。 T_2 はナノ細線でスピンの凍結するスピングラス温度、さらに T_1 と T_2 の間には「スピン蜜領域」という新しい磁気状態があることを明らかにした。これらの結果は、従来の磁化測定では特定できなかったナノ磁性体のスピングラス温度を決定できること、さらに凍結前の前駆現象であるスピン蜜領域を初めてスピン流で捉えた、学術的に非常に価値の高いものである。

次に導電性をもつ三角格子反強磁性体 Ag_2CrO_2 に着目した。 Ag_2CrO_2 は、反強磁性転移温度以下で部分無秩序相と呼ばれるフラストレート系特有の磁気状態を示すが、その詳細は明らかでない。本研究では、多結晶から単結晶に近い結晶薄膜を抽出する手法を独自に開発し、得られた薄膜の磁気抵抗を測定した。その結果、バタフライ型の磁気抵抗が検出され、部分無秩序相における無秩序スピンの c 軸方向に磁気異方性をもつことを明らかにした。

本研究で得られた成果は、微小磁性体の磁気ダイナミクスを理解する上での試金石とも言える結果であるだけでなく、磁性体研究を大きく発展させる可能性を秘めたものである。