

博士論文公聴会の公示（物理学専攻）

学位申請者：鈴木 将太

論文題目：Detection of magnetic fluctuations in chiral helimagnet CrNb₃S₆ thin films via pure spin current
(純スピン流を用いたカイラルらせん磁性体 CrNb₃S₆ 薄膜における磁気ゆらぎの検出)

論文要旨：

スピン角運動量の流れである「純スピン流」は、スピンホール効果によって電流との相互変換が可能である。近年、磁性体におけるスピンホール効果を測定することで、磁性体中の微小な磁気ゆらぎを検出できることが報告された。本研究では、スピンがらせん状に配列するカイラルらせん磁性体に着目した。カイラルらせん磁性体では、らせん軸に垂直に磁場 H を印加することで、らせんの周期 $L(H)$ が長くなっていく特異な磁気状態が実現する。この磁気状態はカイラルソリトン格子(CSL)と呼ばれ、精力的に研究されているが、マクロな測定手法に限られ、局所的な磁気構造や磁気ダイナミクスについては未解明な点も多い。

本研究では、CSL の磁気ダイナミクスの解明を目指して、純スピン流を介した磁気ゆらぎの検出を行った。スピン流はナノメートルスケールで減衰するため、素子も同程度の大きさに加工する必要がある。そこで本研究では、バルクのカイラルらせん磁性体 CrNb₃S₆ を、機械的剥離法を用いて原子数十層の薄膜に加工する手法を確立し、さらに CrNb₃S₆ 薄膜を含むスピン輸送素子を作製してスピン輸送測定を行った結果、磁気ゆらぎの電氣的検出に成功した。CrNb₃S₆ は $H = 0$ においてらせん周期 $L(0) = 48$ nm を持つが、本研究では2種類の膜厚 $t_M < L(0)$ と $t_M > L(0)$ の場合についてスピン輸送測定を行った。

まず初めに、これらの薄膜にスピン流を注入し、スピンホール効果を測定した。温度を変えながら測定した結果、磁気転移温度近傍で信号が最大値を取った。さらに、 $t_M > L(0)$ では転移温度近傍で信号の符号反転まで観測された。これらの結果は、従来の磁化測定では見られなかった、らせん磁性の磁気転移に伴う磁気ゆらぎを検出したことを示すものである。

次に非局所スピンバルブという手法を用いて、磁場を印加することで、CrNb₃S₆ 薄膜の磁化反転する様子を観測した。 $t_M < L(0)$ では、50 Oe という低磁場で薄膜の磁化が反転することが分かった。一方で、 $t_M > L(0)$ の場合、-50 Oe から 50 Oe にかけて徐々に磁化が反転した。これらは、CSL における磁化反転の様子を詳細に解明した初めての例である。

本研究で得られた成果は、CSL の磁気ダイナミクスの解明に寄与するだけでなく、CSL を用いた磁気デバイスへの応用にもつながる結果である。