

東京大学物性研究所 海外研究支援実験報告書

- 申請者・所属 : 高津浩・首都大学東京 理工学研究科 (助教)
- 研究課題番号 : 13558・C1-1HER
- 研究課題名 : 量子スピンアイスの研究
- 外申請課題名 : Hidden order of Tb₂Ti₂O₇

○ 実施する実験概要

パイロクロア・フラストレート磁性体 Tb₂Ti₂O₇の単結晶を用いてゼロ磁場中、磁場中の弾性中性子散乱実験および偏極中性子散乱実験を行う($0.1 < T < 2$ K, $0 < H < 2$ T)。特に $T_c = 0.5$ K 以下で現れる (002)ピークに着目し、 $H=1 \cdot 2$ T の磁場によってそのピークがどのような変化を示すのか詳細に調べる。そしてそれが磁気散乱を起源とするのかそれとも構造相転移(四極子秩序)に伴う超格子反射を起源とするのかを明らかにする。

○ 実験結果・報告

当初の目的であった(002)ピークを T_c 以下のゼロ磁場中、弾性散乱実験により観測することに成功した。このピークは T_c 以上に温度を上げると観測されなくなることを確認し、相転移に伴って現れる Bragg 反射であることを明確にできた。また $q = (0.5, 0.5, 0.5)$ に磁気 Bragg 散乱も観測した。興味深いことにこの磁気散乱の積分強度は(002)ピークのそれに比べて 1/4 程度の大きさしかないことがわかった。これまでの多結晶の研究結果によると(002)ピークと(0.5,0.5,0.5)ピークの積分強度は同程度または(0.5,0.5,0.5)ピークの方が大きい傾向にあったが、結晶の質を良くすること(ここでは T_c における比熱のピークが鋭いものを純良な結晶と考えており、今回実験に使った単結晶は多結晶よりも比熱のピークがシャープである)により $q = (0.5, 0.5, 0.5)$ の磁気散乱が消失していく傾向にある可能性が浮き彫りとなった。すなわち、このことは長距離秩序相の Tb₂Ti₂O₇ の基底状態が反強磁性秩序ではなく四極子秩序である可能性を示唆している。

(002)ピークが磁気 Bragg 反射を起源とするのかそれとも構造変化に伴う超格子反射の核 Bragg 散乱であるのかをより明確にするために、当初、偏極中性子散乱実験を計画していたが装置が不調のため今回は実施することができなかった。これは今後の課題として残った。しかしながら、これまでの他の実験結果と合わせて考えると(002)ピークは構造変化に伴う核散乱の可能性が強い。((002)ピークが磁気 Bragg 散乱だとした場合、 $q=0$ の強磁性構造またはいわゆる all-in, all-out 構造の可能性はあるが、これらは磁化率の大きな変化やヒステリシスなど磁化に大きな変化をもたらす。しかし、磁化にはそのような大きな変化がない。) まずは今回の得られた結果を論文にまとめ、今後偏極中性子散乱実験など直接的な実験を行って(002)ピークの起源およびこれまで謎とされてきた Tb₂Ti₂O₇ のスピン液体的な基底状態と長距離秩序の基底状態の関係を明確にしていきたいと考えている。

最後に海外研究支援をしていただき無事に研究を遂行できたことに感謝したい。