

実験実施報告書

研究者名：白椽大、益田隆嗣

課題番号、研究課題名：

14559, 正方格子磁性体における新規磁気相の探索

利用期間：

2014年6月10日～6月17日

利用施設：ISIS, MERLIN

実験経過及び成果の概略：

二次元正方格子スピン系は今日まで実験理論両面から数多くの研究が報告されてきた。とりわけ、最近接交換相互作用 J が強磁性的であり次近接交換相互作用 J' が反強磁性的である場合、系は磁気フラストレーションを内包し新規な磁気相 "spin-nematic 相" が出現することが理論的に予想されている。本研究は最近発見された二次元正方格子酸ハロゲン化物 Sr_2MnO_3F と Sr_2NiO_3Cl に注目した。両化合物は磁気測定の結果から二次元性が強く最低温が反強磁性に秩序化するとされている。前年度の中性子回折実験の結果によると Sr_2MnO_3F の基底状態は $q = (1/2, 1/2, 0)$ の磁気伝播ベクトルを有する一般的な反強磁性秩序相であるが、磁気モーメントの絶対値が大きく減少しており、低次元性の他に長距離秩序の阻害要因があることが示唆された。 Sr_2NiO_3Cl については回折実験では磁気秩序は観測されなかった。

本研究課題では、 Sr_2MnO_3F と Sr_2NiO_3Cl の詳細なスピンモデルの決定を目的として粉末試料で中性子非弾性散乱実験を行った。 Sr_2MnO_3F は転移温度以上と以下それぞれ2点で実験を行い、チョッパー速度を400HzとしたGdチョッパーを用い、 E_f は50.1meV, 26.2meV, 16.0 meVである。 Sr_2NiO_3Cl は転移温度以下で測定し、同チョッパーを用い速度は250Hzとし、 E_f は109meV, 30meV, 13.8 meVとした。また、 Sr_2MnO_3F 、 $E_f=50.1meV$ の弾性散乱位置における散乱プロファイルを図1に示す。プロファイルの半値半幅はエネルギー正方向で1.06 meV、負方向で1.12 meVである。

Sr_2MnO_3F の非弾性散乱スペクトルを図2に示す。 $q = (1/2, 1/2, 0)$ から立ち上がる反強磁性秩序相特有の磁気分散が得られた。また8meV程度のエネルギーギャップを有し、磁気励起のエネルギー最大値は30meV程度であることがわかった。 Sr_2MnO_3F のエネルギーギャップは磁気異方性によるものであると考えられる。今回の実験によって得られたデータは質の高いものであり、これからスピン波近似のもとで解析を進めていく。

Sr_2NiO_3Cl の実験では磁気励起が起源と見られる散乱は観測できなかった。中性子回折実験の結果とあわせて考察すると、当該物質は3Kにおいて磁気秩序を持たないか、または検出限界以下の磁気モーメントを有して秩序化しているかのどちらである。いずれにせよ低次元性や磁気フラストレーション等による量子ゆらぎが磁気的な長距離秩序を阻害していることが明らかになった。

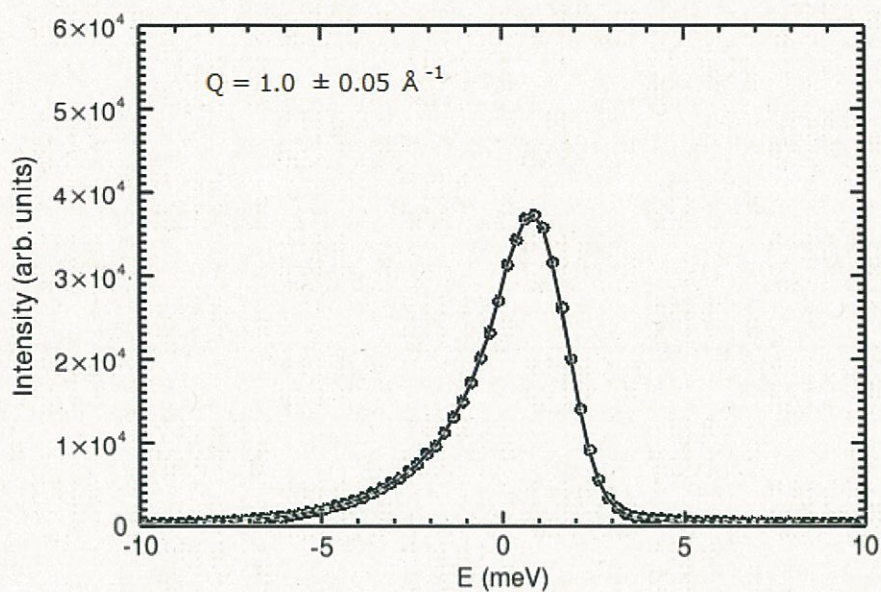


図 1, $\text{Sr}_2\text{MnO}_3\text{F}$ の中性子 $E_i = 50.1$ meV における $Q = 1.0 \pm 0.05 \text{ \AA}^{-1}$ の弾性散乱のプロファイル。半値半幅はエネルギー正方向で 1.06 meV、負方向で 1.12 meV である。

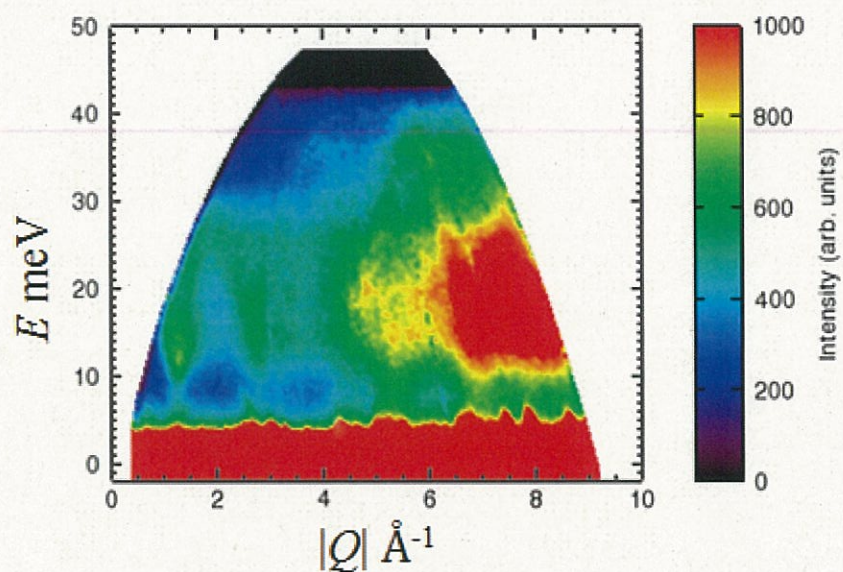


図 2, $\text{Sr}_2\text{MnO}_3\text{F}$ の $T = 3\text{K}$, $E_i = 50.1$ meV の条件で得られた磁気励起。