

$S = 1$ 、 NiGa_2S_4 の二次元磁性とスピンドYNAMICS

南部雄亮

東京大学物性研究所附属中性子科学研究施設

三角格子反強磁性体は低次元性と幾何学的フラストレーション双方を兼ね備えた最も構造的に単純な系として盛んに研究されている。これまでは二次元性を持つ物質の希少性もあり理論研究が中心であったが、近年の精力的な物質開発の結果、実験結果に基づく三角格子の理解も徐々に蓄積されつつある。本講演ではカルコゲナイド NiGa_2S_4 における最近の研究から、その低温磁性とスピンドYNAMICSについて報告する。

層状構造を持つ NiGa_2S_4 では Ni^{2+} ($S = 1$) が正確な三角格子を形成している。層間は van der Waals 力で隔てられており、それに起因する高い二次元性は中性子散乱により確認されている。一般に幾何学的フラストレーション系は不純物に敏感であるため、硫黄の仕込み量の系統的変化から純良極限試料を合成し実験を行った。この物質は測定最低温度においても通常の磁気秩序は存在しない。面内のスピン相関距離は温度に対して単調に増加し、低温においても格子間隔のおよそ7倍程度に留まる。

この系の最大の特徴はスピンドYNAMICSに見られる相転移現象とその緩和過程にある。これは温度変化に対して異常を示さないスピンの空間的相関と対照的である。広い (Q, ω) 空間に渡る NQR、 μSR 、中性子準弾性散乱、中性子スピンエコー、交流磁化率の実験から、興味深いスピンドYNAMICSが明らかになった。まず常磁性領域から $T^* = 8.5\text{ K}$ に向けてスピンの緩和時間は発散していく。しかしながら T^* 以下では磁性が完全に静的になるのではなく、この温度以下 $T_0 \sim 3\text{ K}$ 程度まで MHz 程度の遅いスピン揺らぎの停留が見られる。 T^* に見られる相転移的異常は従来型スピングラス転移などとは異なった機構であり、 T_0 と T^* 間の温度領域では粘性の強いスピン液体状態とでも言えるような状態が実現している。

本講演は、中辻知、Collin Broholm、Jason Gardner、佐藤卓、Chris Stock、石田憲二、Douglas MacLaughlin、小沼圭介、前野悦輝、各氏との共同研究の成果に基づいている。