

【構成員】

教授: 藤田 全基 / 准教授: 大山 研司 / 研究支援者[1名] / 事務補佐員[1名] / 大学院生[3名]

【研究成果】

本研究室は、前任の山田教授が転出したため2012年度より兼佐々木研であったが、2014年1月に藤田教授が部門担当になったことにより、当該年度中に新しいスタートを切った。本研究室の研究対象は強相関電子系におけるスピンを主体とする量子物性であり、複数の量子ビームを駆使することによる多面的な視点での研究を進めている。また、中性子散乱を行う専門研究室として、金研中性子散乱装置の共同利用の推進と技術開発を進めている。2013年度は、兼佐々木研、藤田研を通して、以下に代表例を挙げるような成果を得ることができた。

1) 銅酸化物高温超伝導体における結晶構造と磁気相関の関係を明らかにするため、斜方晶歪みを制御した $\text{La}_{1.94-x}\text{Sr}_x\text{Ce}_{0.06}\text{CuO}_4$ に対して中性子非弾性散乱実験を行ってきた。詳細な解析の結果、局所磁化率のエネルギー依存性に peak-dip-hump 構造を見出し、磁気秩序に由来する低エネルギー励起と超伝導に関係する比較的高いエネルギーの二種類の励起が存在する可能性を示すことができた。この結果は、金研が日本原子力研究開発機構 JRR3 に所有し、研究室がこれまで運営してきた中性子散乱装置を用いて得られた成果である。 (*Ref. 1*)

2) アメリカオークリッジの中性子散乱施設において、多層系銅酸化物に対する世界初の中性子散乱実験を行った。試料は Bi2223 系で測定は弾性散乱に限って行った。多層系における磁気秩序と超伝導の共存状態を調べる目的で行った実験であるが、用いた試料が微少なため磁気秩序ピークの観測には至らなかった。しかし明瞭な核反射は観測することができたため、今後、試料を増量しノイズを低減することで中性子散乱による磁気秩序の観測が十分に可能であるとの手応えと改善の指針を得ることができた。本研究はブルックヘブン国際研究所、および、オークリッジ国立研究所の中性子散乱グループとの国際共同研究として行った。

2) スピンパイエルス物質 CuGeO_3 の磁気励起とフォノンを J-PARC のチョッパー中性子分光器で調べた。低温で異方的磁気励起の詳細を明らかにすると共に、高エネルギーまでの磁気励起が温度上昇により変化する様子を捉えることに成功した。これら結果から、 CuGeO_3 において鎖間相互作用、および鎖内の第二近接相互作用が特異なスピン状態を作り出していることが明らかになった。 (*Refs. 2, 3*)

4) 中性子散乱に関わる専門の研究室として、新しい中性子散乱実験の手法と解析方法の開発に取り組んでいる。J-PARC で開発した multi-Ei 法による新しい測定法で、バックグラウンドの定量評価を行い、実験結果との整合性を確認した。 (*Ref. 4*) また、中性子非弾性散乱強度の絶対値の導出をルーチン化することに成功した。 (*Ref. 5*) これにより磁性体における全モーメントサイズと振動数毎のモーメントサイズを見積もることが可能となった。

5) J-PARCにおける白色中性子を利用して、Euを1%ドーピングしたCaF₂の中性子フォログラム像の波長依存性を調べることから、Eu周りの局所構造に関する詳細な情報を得ることができた。ホログラフィーは中距離局所構造をモデルなしで決定することのできる実験手法であり、波長依存性が得られることで情報が増え、より厳密な構造の決定にJ-PARCでの測定が非常に有効であることが確認できた。

Ref. 1 Dual Structure of Low-Energy Spin Fluctuations in La_{1.80}Sr_{0.14}Ce_{0.06}CuO₄,
M. Enoki, M. Fujita, and K. Yamada,
J. Phys. Soc. Jpn. **82**, (2013) 114707 (1)-(6).

Ref. 2 Anisotropic spin excitations in spin-Peierls CuGeO₃,
K. Ikeuchi, F. Mizuno, R. Kajimoto, Y. Inamura, M. Nakamura, K. Nakajima, M. Fujita, and M. Arai,
J. Korean Phys. Soc. **63**, (2013) 333-336.

Ref. 3 Temperature Dependence of Spin Excitations in the Frustrated Spin Chain System CuGeO₃,
M. Fujita, C. D. Frost, S. M. Bennington, R. Kajimoto, M. Nakamura, Y. Inamura, F. Mizuno,
K. Ikeuchi, and M. Arai,
J. Phys. Soc. Jpn. **82**, (2013) 084708 (1)-(5).

Ref. 4 Contamination from the next higher incident energy in inelastic neutron scattering measurements with multiple incident energies on chopper spectrometers,
R. Kajimoto, M. Nakamura, K. Nakajima, M. Fujita,
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A **729**, 365–370, (2013).

Ref. 5 High-energy magnetic excitations in underdoped La_{1.90}Sr_{0.10}CuO₄,
K. Sato, M. Matsuura, M. Fujita, R. Kajimoto, S. Ji, K. Ikeuchi, M. Nakamura, Y. Inamura, M. Arai,
M. Enoki, K. Yamada,
J. Korean Phys. Soc. **62**, 1836-1839, (2013).

【研究計画】

2014年は、量子ビーム利用と中性子デバイス開発の基盤を整えることを目標に、以下の活動を行う。

1) J-PARCの高輝度化に合わせ、これまで未踏であった300meVを越える高エネルギースピンドイナミクスの研究に重心を移す。特に、元素置換しなくても超伝導の発現が可能であると最近報告されているT'構造銅酸化物R₂CuO₄ (R: 希土類)において、磁性の起源を明らかにするため全磁気励起スペクトルを観測し、その温度依存性をも捉える実験に取り組む。また海外実験施設も利用し、中性子、X線の相補利用を進める。

2) 中性子散乱の実験技術を継続して発展させるため、研究室でデバイス開発に取り組み、技術を継承する環境を構築する。偏極中性子用Cu₂MnAl結晶の作成に関しては、作成条件の最適化を行うと共に、定常的に作成できるようにする。その他の中性子デバイスの開発についても開発の基盤を整える。