東北大学 中性子散乱物性研究グループ 平成28年度 活動報告

ACTIVITY REPORT



Tohoku University Neutron Science Groups

中性子で見る物質の静と動



多元物質科学研究所 木村宏之研究室











金属材料研究所 藤田全基研究室

目次

 研究組織紹介 木村研究室 ……2 藤田研究室 ……2 佐藤研究室 ……3
・グループ活動報告 ……4

巻頭言

東北大学中性子散乱物性研究グループの広報誌 の第二号をお届けします.それぞれの研究室では, 中性子をユニークなツールとして用いていると同 時に,放射光やミュオンなどの他の量子ビームを 組み合わせて,物性の本質を多面的に捉える研究 もしています.世界中を股にかけて量子ビームを 使いこなす本グループの活動をご覧ください. 木村宏之 多元物質科学研究所構造材料物性研究分野 理学研究科物理学専攻結晶構造物性グループ

◆ 概要

木村研究室では,放射光・X線・中性子・ ミュオンを用いて,固体中の原子核や電子,ス ピンの配列・分布、そしてそれらの運動を調べ, 物質が示すマクロな現象のメカニズムを微視的 に解き明かす研究をしています.「今まで見え なかったものを観る」をキーワードに,強相関 電子系物質や強誘電体,超伝導体,有機導体な どの超精密な構造解析を行い,諸物性の起源解 明を目指しています.

量子ビームのより高度な相補利用,X線回折 装置や中性子回折装置の開発・高度化や,高精 度・高確度測定手法,解析手法の確立を目指し, 日々研究を進めています.

◆ メンバー構成 教授: 1名, 助教: 1名, 技術補佐員: 1名, 名誉教授: 1名, D1: 2名, M2: 1名, M1: 1名



木村研究室が管理運営している中性子単結 晶構造解析装置FONDER(左)と,現在開 発中の大面積中性子二次元検出器を用いた 中性子カメラ(右).

木村 宏之 研究室

Dan

木村研究室の見学や、共同研究をご希望の 方は,気軽に下記までご連絡下さい。 māil: kimura@tagen.tohoku.ac.jp

- ◆ 研究成果
- Jary ▶ 高温超伝導体母物 (Imagir 質 (Pr,La)₂CuO₄の超 精密結晶構造解析 Jce を行い, as-grown 土類サイト付近の 微小な構造変化を 発見しました.こ の変化により,超 伝導発現の舞台で あるCuO₂面の完全 性が向上すると指 摘されています.



Fig. 1(b) Site occupancy of two split Pr sites in Pr₂CuO₄.



金属材料研究所 量子ビーム金属物理学研究部門 理学研究科物理学専攻 スピン構造物性グループ

♦ 概要

藤田研究室は、磁性研究の100年の歴史を持つ金属材 料研究所に属し、50年以上に渡る中性子散乱研究を受け 継いでいます.充実したスタッフ体制で、中性子の他に ミュオンや放射光X線等の量子ビームを複合的に利用し、 「"うごき"(ダイナミクス)と"はたらき"(物性・機 能)」をキーワードに研究を展開しています.特に、ス ピンや格子の揺らぎの情報から、高温超伝導体やフラス トレート磁性体で発現する量子現象の起源の解明を目指 しています.

また,単結晶の作成にも取り組んでおり,測定に用いる試料の多くは自作しています。多種多様な機能物質の結晶化も試み,作成した純良結晶を架け橋として,国内外の研究グループと多彩な共同研究を行っています.

◆ メンバー構成 教授:1名,准教授:1名,助教:2名, 技術補佐員:1名,名誉教授:1名,M2:2名 ◆ 研究成果

> 銅酸化物高温超伝導の局在・遍歴磁性

銅酸化物高温超伝導体では,超伝導発現 における磁性の役割が重要です.本研究で は,Feを置換して磁性を観測しやすくした



La_{2-x}Sr_xCu_{1-y}Fe_yO₄の磁性状態相図. 遍歴磁性 (青)が局在スピン磁性(赤)へと逐次転移的に 移り変わることを見出しました.

多元物質科学研究所 スピン量子物性研究分野

http://www.tagen.tohoku.ac.jp/labo/tj_sato/

佐藤 卓 研究室

佐藤研究室の見学や共同研究をご希 望の方は,下記までご連絡下さい。 mail: taku@tagen.tohoku.ac.jp

◆ 概要

佐藤卓研究室では電子スピンの多体相関に基 づく新奇な量子相の探索とその解明を目材して います。最近では反転対称性の欠如の素励起へ の影響や特殊な対称性に起因する非自明な秩序 変数の相関発達等にも興味を持って研究を進め ています。主な実験手段は中性子非弾性散乱で す。他にも帯磁率,電気抵抗,X線構造解析等 のバルク測定および構造評価手法を総合的に用 いて研究を推進しています。

◆ メンバー構成

教授: 1名, 助教: 3名, 秘書: 1名, D2: 1名, D1: 1名, M2: 1名, B4: 1名



(上段)新開発の超小型磁気冷凍プローブ.(下段)MPMS 帯磁率計と組み合わせた測定例(Znの超伝導転移). Sato *et al*., Rev. Sci. Instrum. **87**, 123905 (2016).

◆ 研究成果

強磁性体の励起状態ではマグノンと呼ばれるスピンの協力的な運動が準粒子として生成されます。この準粒子は強磁性体中を波として伝わります。通常の磁性体ではマグノンは右左同じ速度で進みます。しかしながら、反転対称を失った結晶では両者が異なることが予想されていました。我々は小角中性子非弾性散乱法を開発し、MnSiの強磁性相において実際にマグノン分散関係の非対称性を測定することに成功しました。非対称性に起因して、一見詳細釣合の法則が破れているように見える磁気励起スペクトルが観測されます。びっくりしますね。



(a)MnSi の結晶構造, (b) H = -5 kOe (誘起強磁性 相) におけるマグノン分散関係, および(c) 磁気励起スペ クトル。Sato *et* al., Phys. Rev. B **94**, 144420 (2016).

スピン系における興味深い量子現象は極低温で起こることが多々あります。しかしながら極低温の物性測定,特に帯磁率測定はそれなりに大変です。そこで,我々は磁気冷凍を応用した超小型冷凍器を開発し,市販の帯磁率計と組み合わせることで0.5Kまでの簡便な帯磁率測定を可能にしました。

藤田 全基 研究室

http://qblab.imr.tohoku.ac.jp

mail: qblab@imr.tohoku.ac.jp

藤田研究室の見学や、研究に関するご相談は、下記までお問い合わせ下さい。

試料を作成し、オーバードープ領域で見られる遍歴スピンの磁性が、低温では局在スピンに基づく磁性へと逐次転移的に移り変わることをミュオンスピン回転法で見出しました.これは超伝導が発現する全てのホール濃度領域で、局在スピン相関が重要であるという可能性を示しています.本成果は東北大学小池グループとの共同研究です.

K. M. Suzuki et al., Phys. Rev. B 85, 124705 (2016).

▶ 重い電子系における反転対称性の破れの効果

パリティー混成超伝導等の新奇物性の発現 には、物質中のparity symmetry breaking (PSB)だ けが必要十分条件ではなく、4f電子が何らか の重要な役割を担っているようです。そこで、 PSBが4f電子磁性に与える影響に着目して研究 を進めています.反転対称性の破れたCePdSia を調べた所, PSBに起因すると思われる磁気異 方性や,極めて複雑な磁化過程が発見されました.これらの原因の究明を進め,異常物性に対 するPSB効果の役割を解明します.本成果は東 大物性研(吉澤研)との共同研究の成果です.



D. Ueta, Y. Ikeda, H. Yoshizawa, JPSJ **85**, 104703 (2016). Neutron Science Groups | 03

グループ活動報告

中性子セミナー

東北大学中性子散乱物性研究グループでは定期的に合同セミナーを行い,お互いの研究に対する理解を深めています.今年度は3回のセミナーを開き,グループ内の助教,および,J-PARCセンターの菊地さんに講演を行って頂きました.また,教科書の輪読会でも,研究室の垣根を越えた交流をしています.

#4 2016年6月1日 池田陽一(金研 藤田研 助教) 「量子臨界点から"ちょっと"離れて・・」

#5 2016年9月23日 菊地龍弥(日本原子力研究開発機構 J-PARCセンター)

「中性子非弾性散乱における実空間ダイナミクス解析を中心とした新しい解析法の意義と現状」 #6 2016年11月1日 Johannes Reim(多元研 佐藤研 助教)

[Ferro- and antiferromagnetic skyrmions from a neutron scattering perspective]

ワークショップ

2017年1月12-13日に、ワークショップシリーズ第5回目となる 「銅酸化物高温超伝導研究のフロンティアとその周辺物理」を金 研と秋保温泉のホテルで行いました.約30名の参加があり、学生、 若手研究者も含めて夜遅くまで活発な議論が続きました.

JRR-3・J-PARC MLF 両施設見学会

2017年2月に、東北大学理学部主催の「物理学のフロンティア」の一貫として、学部一年生(6名)に対して、茨城県東海村にある研究用原子炉JRR-3、および、大強度陽子加速器施設J-PARC内の物質生命科学実験施設MLFの見学会を開催しました.施設職員から、POLANOを始めとして、JRR-3・MLF両施設における装置群の説明を受けました.



偏極中性子を用いた非弾性散乱実験に特化した装置POLANOを, 高エネルギー加速器研究機構と共同で,J-PARC・MLFに建設してい ます.2016年は,夏季停止期間中の大型工事の際に,ビームライ ン上流のガイド管とチョッパーの調整を行い,同年冬には,アナ ライザーミラーの設置を完了しました.また,放射線変更申請に 伴う施設検査に合格し,ビームシャッターの開閉が許可されまし た.検出器の主要な配線作業も終えており,ビーム受け入れまで には,細微な配線作業と検出器等の動作確認を残すのみとなって います.偏極実験に必要となる,SEOP型偏極デバイスや試料位置 磁場環境装置の開発を並行して進めています.

JRR-3中性子散乱装置群

東北大学はJRR-3に複数の装置を設置し,東京大学物性研究所と協力して,管理と運営を行っております.2016年度は,各装置と 冷凍機等の駆動試験を行い,健全性を確認しました.来年度は, 制御ソフトウェアの更新等,装置群の利便性の向上を推進し,研 究炉再稼働に備えていきます.





東北大学中性子散乱物性研究グループ活動報告第2号 2017年4月1日 発行 編集:南部雄亮、池田陽一、鈴木謙介 発行:東北大学中性子散乱物性研究グループ 〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1 東北大学 金属材料研究所 TEL/FAX:022-215-2039/2036