

量子磁性材料研究チーム

Quantum Magnetic Materials Research Team

チームリーダー 勝又 紘一
KATSUMATA, Koichi

SPring-8 からの高輝度 X 線を用いて、量子効果が顕著な磁性体について X 線磁気散乱、吸収および発光の測定を行い、これらの磁性体における磁気構造や電子状態についての情報を得る。理研内外の研究者と協力して新物質開発を積極的に行い、得られた物質について上記の X 線測定を行う。また、外部研究者との連携により、測定結果の理論的解析を行う。電子スピン共鳴や中性子散乱など、X 線と相補的な手法を活用した量子磁性体の研究を推進する。これらの研究を通して磁性体における量子効果の解明と新磁性材料創製を目指す。

1. X 線磁気散乱, 吸収, 発光測定 (勝又, 田中, 鳴海*, 下村*, 田畑*, Lorenzo*, Staub*)

SPring-8 の長直線アンジュレータービームライン BL19LXU において、スピン梯子物質 $\text{Cu}_2(\text{C}_5\text{H}_{12}\text{N}_2)_2\text{Cl}_4$ について超低温・強磁場中での X 線回折測定を行った。40 mK の温度, 7.3 T の磁場で、非磁性状態から磁気秩序相への転移に伴う格子の変形を観測した。これは、理論的に予想されていた一般的なスピンパイエルズ転移の、実験的検証の初めての例である。高濃度近藤効果を示す典型物質 CeB_6 について非共鳴 X 線回折実験を行い、f 電子の多重極子秩序の直接観測に初めて成功した。

2. 新規磁性体の探索と合成 (勝又, 吉川, 田中, 下村*)

新規磁性体 $\alpha\text{-Gd}_2\text{S}_3$ 単結晶について、磁化と比熱の測定を行い磁場対温度相図を決定した。三角格子に由来する揺らぎの大きな磁気相の存在が明らかとなった。中性子回折実験により、ゼロ磁場における磁気構造を決定した。SPring-8 の理研ビームライン BL19LXU において磁場中の X 線回折実験を行い、電荷散乱と磁気散乱の干渉効果の観測に成功した。

3. X 線磁気散乱, 吸収, 発光測定結果の理論解析 (勝又, Lovesey*)

放射光 X 線回折実験より希土類化合物 CeB_6 において初めて直接その存在が確認された多重極子秩序について理論的検討を継続した。

* 連携研究員 (非常勤)

X-ray magnetic diffraction, absorption and emission measurements are made on advanced magnetic materials with novel properties. Both the instrumentation on the SPring-8 machine and our sample environment equipment are the apotheosis world-wide, and they are used to provide information on materials of interest that is not obtainable at other facilities. International collaborations include searches for and investigations of new magnetic materials. Additionally, through collaborations, state-of-the-art the-

oretical work is applied to the interpretation of the measurements. Complementary use of other techniques, such as electron spin resonance and neutron scattering, is in progress. With the combined studies, experimental and theoretical, we understand quantum phenomena in magnetic materials and identify new ones. We have been successful in observing a lattice distortion associated with a field-induced phase transition in a quantum antiferromagnet at 40 mK by an X-ray diffraction technique which is the world's lowest temperature ever achieved.

Research Subjects

1. X-ray magnetic scattering, absorption and emission measurements on quantum magnets
2. Search and synthesis of new magnetic materials
3. Theoretical studies on x-ray magnetic scattering, absorption and emission

Staff

Head

Dr. Koichi KATSUMATA

Members

Dr. Yoshikazu TANAKA

Ms. Akiko KIKKAWA

Visiting Members

Prof. Kichizo ASAI (Dept. Appl. Phys., Univ. Electro-
commun.)

Prof. Masayuki HAGIWARA (KYOKUGEN, Osaka
Univ.)

Dr. Zentaro HONDA (Fac. Eng., Saitama Univ.)

Prof. Hidenobu HORI (JAIST)

Prof. Takeo JO (Grad. Sch. Adv. Sci. Matter, Hiroshima
Univ.)

Dr. Shojiro KIMURA (KYOKUGEN, Osaka Univ.)
Prof. Koichi KINDO (Inst. Solid. State Phys., Univ. Tokyo)
Prof. Shunji KISHIMOTO (KEK)
Prof. Masahumi KOHGI (Grad. Sch. Sci., Tokyo Metrop. Univ.)
Dr. Emilio LORENZO (CNRS, France)
Prof. Stephen W. LOVESEY (RAL, UK)
Dr. Danny MANNIX (ESRF, France)
Dr. Yasuo NARUMI (KYOKUGEN, Osaka Univ.)
Prof. Toshiro SAKAKIBARA (Inst. Solid. State Phys., Univ. Tokyo)
Dr. Susumu SHIMOMURA (Fac. Sci. Technol., Keio Univ.)
Dr. Urs STAUB (PSI, Switzerland)
Dr. Hiroyuki SUZUKI (Nanomater. Lab., NIMS)
Dr. Yoshikazu TABATA (Grad. Sch. Sci., Osaka Univ.)

誌 上 発 表 Publications

[雑誌]

(原著論文) *印は査読制度がある論文

- Tanaka Y., Staub U., Katsumata K., Lovesey S., Lorenzo J. E., Narumi Y., Scagnoli V., Shimomura S., Tabata Y., Onuki Y., Kuramoto Y., Kikkawa A., Ishikawa T., and Kitamura H.: "Direct and quantitative determination of the orbital ordering in CeB₆ by X-ray diffraction", *Europhys. Lett.* **68**, 671–677 (2004). *
- Honda Z., Hagiwara M., Katsumata K., and Yamada K.: "An electron spin resonance study of magnetic excitations in the quantum antiferromagnet Ni(C₅H₁₄N₂)₂N₃(PF₆)", *J. Appl. Phys.* **95**, 7543–7544 (2004). *
- Narumi Y., Honda Z., Katsumata K., Domenge J. C., Sindzingre P., Lhuillier C., Matsuo A., Suga K., and Kindo K.: "A magnetization plateau in a kagomé antiferromagnet", *J. Magn. Magn. Mater.* **272/276**, 878–879 (2004). *
- Hannan A., Kuwahara K., Kawana D., Kohgi M., Narumi Y., Tabata Y., and Katsumata K.: "High field magnetic phase diagram of CeP studied by synchrotron radiation X-ray diffraction", *J. Magn. Magn. Mater.* **272/276**, e427–e428 (2004). *
- Narumi Y., Katsumata K., Tabata Y., Kimura S., Tanaka Y., Nakamura T., Shimomura S., Matsuda M., Harada I., Nishiyama Y., Ishikawa T., Kitamura H., Hara T., Tanaka T., Tamasaku K., Yabashi M., Goto S., Ohashi H., Takeshita K., Ohata T., Matsushita T., and Bizen T.: "Synchrotron X-ray diffraction studies of the incommensurate phase of a spin-peierls system CuGeO₃ in strong magnetic fields", *J. Phys. Soc. Jpn.* **73**, 2650–2653 (2004). *
- Kikkawa A., Katsumata K., Ebisu S., and Nagata S.: "Phase transition of a frustrated magnet α -Gd₂S₃", *J. Phys. Soc. Jpn.* **73**, 2955–2958 (2004). *
- Tanaka Y., Inami T., Lovesey S., Knight K. S., Yakhou F., Mannix D., Kokubun J., Kanazawa M., Ishida K., Nanao S., Nakamura T., Yamauchi H., Onodera H., Ohoyama K., and Yamaguchi Y.: "Quadrupole and hexadecapole ordering in DyB₂C₂: Direct observation with resonant x-ray diffraction", *Phys. Rev. B* **69**, 024417-1–024417-11 (2004). *
- Lorenzo J. E., Katsumata K., Narumi Y., Shimomura S., Tanaka Y., Hagiwara M., Mayaffre H., Berthier C., Piovesana O., Ishikawa T., and Kitamura H.: "Observation of a lattice instability at the field-induced phase transition of the spin-gapped compound Cu₂(C₅H₁₂N₂)₂Cl₄", *Phys. Rev. B* **69**, 220409(R)-1–220409(R)-4 (2004). *
- Kohgi M., Iwasa K., Kuwahara K., Hannan A., Kawana D., Noda Y., Shobu T., Katsumata K., Narumi Y., and Tabata Y.: "Studies of unusual magnetic and electronic properties of the low-carrier system CeP by synchrotron X-rays", *Physica B* **345**, 55–58 (2004). *
- Tanaka Y., Staub U., Narumi Y., Katsumata K., Scagnoli V., Shimomura S., Tabata Y., and Onuki Y.: "Non-resonant X-ray bragg diffraction by CeB₆", *Physica B* **345**, 78–81 (2004). *
- Narumi Y., Katsumata K., Tanaka Y., Nakamura T., Shimomura S., Tabata Y., Kimura S., and Matsuda M.: "Synchrotron X-ray diffraction studies on magnetic materials in high magnetic fields", *Physica B* **346/347**, 11–14 (2004). *
- Tsujii H., Honda Z., Andraka B., Katsumata K., and Takano Y.: "High-field phase diagram of the Haldane-gap antiferromagnet Ni(C₅H₁₄N₂)₂N₃(PF₆)", *Phys. Rev. B* **71**, 014426-1–014426-6 (2005). *

(総説)

Katsumata K.: "Synchrotron X-ray diffraction studies of magnetic materials under extreme conditions", *Phys. Scr.* **71**, CC7–CC13 (2005).

口 頭 発 表 Oral Presentations

(国内会議)

- 田中良和, Staub U., 勝又紘一, Lovesey S., Lorenzo J. E., 鳴海康雄, Scagnoli V., 下村晋, 田畑吉計, 大貫惇睦, 倉本義夫, 吉川明子, 石川哲也, 北村英男: "CeB₆ における非共鳴 X 線回折", 日本物理学会第 59 回年次大会, 福岡, 3 月 (2004).
- 柴田薫, Francoual S., de Boissieu M., Baron A., 筒井智嗣, 田中良和, 蔡安邦: "X 線非弾性散乱による正 20 面体 i-Cd_{5.7}Yb 及び 1/1 近似結晶 Cd₆Yb のフォノン分散関係", 日本物理学会第 59 回年次大会, 福岡, 3 月 (2004).
- 吉川明子, 中村哲也, 鳴海康雄, 勝又紘一: "YB₂C₂ の超伝導における同位元素効果", 日本物理学会第 59 回年次大会, 福岡, 3 月 (2004).
- 田畑吉計, 谷口年史, 河原崎修三, 鳴海康雄, 田中良和, 勝又紘一, Staub U., 石川哲也, 神木正史, 岩佐和晃: "近藤格子系 Ce(Ru_{1-x}Rh_x)₂Si₂ における SDW と CDW の共存 (2)", 日本物理学会第 59 回年次大会, 福岡, 3 月 (2004).

- 鳴海康雄, Lorenzo J. E., 勝又紘一, 下村晋, 田中良和, 萩原政幸: “梯子鎖化合物 $\text{Cu}_2(\text{C}_5\text{H}_{12}\text{N}_2)_2\text{Cl}_4$ における磁場誘起構造転移”, 日本物理学会第 59 回年次大会, 福岡, 3 月 (2004).
- 田中良和, Mannix D., Lovesey S., 勝又紘一, 國井暁: “ $\text{La}_{0.3}\text{Ce}_{0.7}\text{B}_6$ の IV 相における秩序変数”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 吉川明子, 戎修二, 永田正一, 勝又紘一: “フラストレート磁性体 $\alpha\text{-Gd}_2\text{S}_3$ の相転移”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 木村尚次郎, 勝又紘一, Staub U., 鳴海康雄, 田中良和, 下村晋, 中村哲也, Lovesey S., 石川哲也, 北村英男: “固体酸素における磁場誘起体積膨張”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 矢野一雄, 中井生央, 福岡淳, 山田真司, 田中良和, 安達弘通, 河田洋: “磁気コンプトンプロファイルによる $\text{Gd}_{70}\text{Cu}_{30}$ の電子状態”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 矢野一雄, 田中良和, 松本勲, 安達弘通, 梅原出, 佐藤清雄, 河田洋: “磁気コンプトンプロファイルによる, GdNi_2 の Ni の磁気モーメントの温度依存性”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).