

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：82110

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K05129

研究課題名(和文) チョッパー分光器を用いた中性子非弾性散乱による分子磁性体の磁気相関解明

研究課題名(英文) Study on magnetic correlations in molecule-based magnets by inelastic neutron scattering using a chopper spectrometer

研究代表者

河村 聖子 (Kawamura, Seiko)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・原子力科学研究部門 J-PARCセンター・研究副主幹

研究者番号：70360518

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：分子磁性体は、物質設計の自由度が高く、様々な興味深い物性を示す。また、比較的低い圧力で相互作用や次元性を制御できるため、系統的にその性質を調べることができる。物質の磁性を調べる強力な手法の一つが、中性子非弾性散乱である。しかし、分子性の物質は、水素を多く含むなどの特徴により、中性子散乱実験が困難で、その報告例は非常に少ない。本研究では、中性子散乱装置における圧力実験環境を構築し、圧力セル中の分子磁性体からの弱い信号を効果的に取り出すためのコリメーターを開発した。また、圧力印加による結晶構造の違いを反映した格子振動の変化を観測し、分子性物質の磁性研究への中性子散乱実験適用の可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

分子磁性体は、新しいデバイスとしての応用を見据えた基礎的な磁性研究が盛んに行われている物質群である。物質の磁性研究において最も強力な実験手法の一つが中性子非弾性散乱であるが、分子性の物質特有のいくつかの困難により、中性子散乱実験がほとんど行われていなかった。本研究では、中性子非弾性散乱実験を行うためのチョッパー分光器における分子性物質の圧力下測定のためのデータを改善することに成功した。これにより、分子磁性体の中性子散乱による研究が推進されるようになれば、磁気的性質の解明が進み、ひいては将来の新規デバイス開発に繋がることも期待される。

研究成果の概要(英文)：Molecule-based magnets have variety in the material design and then exhibit various non-trivial phenomena. Since they are sensitive to physical pressure, we can study their magnetic properties systematically.

Inelastic neutron scattering (INS) is a powerful tool to study the magnetic properties. However, there are few reports of INS studies on molecule-base materials because of the difficulty to apply it on the molecule-based materials due to some reasons such as contained protons.

In this study, I have prepared high-pressure environment for the INS experiments, and developed a compact radial collimator to extract weak signals from a molecule-based magnet in the pressure cell by eliminating background from the cell. Furthermore, I observed phonon vibration modes of a molecule-based magnet reflecting the crystal structure under pressure. This study will suggest a possibility of the INS measurement for studies of magnetism in molecule-based materials.

研究分野：固体電子物性

キーワード：中性子非弾性散乱 分子磁性体 圧力効果

1. 研究開始当初の背景

分子磁性体では、結晶中の分子の存在が磁気相互作用や次元性に大きく影響を与えたり、あるいは分子自体が安定なラジカル (不対電子) を含有することで系の磁性に寄与するなど、物質の磁気的性質において分子が重要な役割を担っている。分子磁性体は、物質設計の自由度が高く多彩な物性を示す可能性を秘めており、将来の新規デバイスの開発を見据えた物質開発や基礎的な物性研究が長年盛んに行われている。基礎物性研究の観点においては、分子の一部の修飾を置換することで類似物質を作ることができるほか、圧力印加によって磁気相互作用の大きさや次元性を制御できるため、系統的な磁性研究が可能であることもメリットの一つとなっている。このことから、分子磁性体は、磁性の実験的研究において欠かせない、重要な物質のカテゴリーであるといえる。

物質の磁性研究において、中性子非弾性散乱は最も有力な実験手法の一つである。中性子非弾性散乱では、磁気励起やフォンスペクトルを直接的に観測できるため、無機物質の磁性研究に広く用いられてきた。その一方で、分子磁性体の研究の多くは、磁化測定などのバルク測定にとどまり、中性子非弾性散乱はあまり行われていないのが現状である。中でも、磁性イオンを含まず分子上のラジカルが磁性を担う有機ラジカル磁性体については、これまで中性子非弾性散乱による磁性研究は報告されていない。それは、

- (1) 微小単結晶あるいは粉末試料しかできないものが多い
- (2) 無機物と比べ空間的にスピン密度が低く磁気モーメントも小さいためシグナルが弱い
- (3) 分子上にスピンが広く分布するため、磁気形状因子が急激に減衰する
- (4) 水素原子を多く含んでいるため非干渉性散乱が大きく、磁気散乱シグナルの観測が困難

以上のような理由により、磁気励起の観測が極めて困難なためである。もしもこれらの問題を克服し、分子磁性体の中性子非弾性散乱測定が広く行われるようになれば、分子磁性体の磁性研究も大きく進歩し、ひいては磁性の実験的研究分野に大きな発展をもたらすことが期待される。

2. 研究の目的

本研究の目的は、未だ報告例の少ない分子磁性体の中性子非弾性散乱測定による磁気関連の理解を目指し、さらに、分子磁性体の研究に不可欠な外場である圧力実験環境を中性子散乱装置に整備することによって、圧力下の中性子非弾性散乱測定の実現を目指すことである。

研究代表者は、茨城県東海村にある J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) に設置された中性子非弾性散乱を行うチョッパー分光器「アマテラス」(K. Nakajima et al., J. Phys. Soc. Jpn. 80 (2011) SB028.) を担当している。そこで本研究では、アマテラスを用いて分子磁性体の中性子非弾性散乱測定を行い、磁気励起観測の実現可能性を探る。また、アマテラスにおいて、分子性物質の研究に不可欠な圧力実験環境を整備し、分子磁性研究を圧力下の中性子非弾性散乱測定に発展させるための土台を築く。

3. 研究の方法

本研究は、次の 2 項目について実施し、すべての中性子散乱測定はアマテラスで行った。なお、申請当初の計画に含めていた常圧での分子磁性体の磁気関連解明については、磁性イオンを含む重水素化した金属錯体の測定を計画したが、新型コロナウイルス感染症拡大の影響により期間内に試料作製ができず、中性子非弾性散乱測定はまだ実施できていない。

- (1) アマテラスにおけるクランプ式圧力セルを用いた有機ラジカル磁性体ガルビノキシルの試験測定

クランプ式圧力セルは、発生圧力は低いが試料空間が大きく、分子性物質の中性子非弾性散乱に最適である。また、様々な冷凍機に取り付けることができるため、極低温・圧力下の実験が可能である。本研究では、最大圧力 0.5GPa (室温での加圧時) のメゾアライト製セルと、最大圧力 1.2GPa のベリリウム銅製セルの 2 種類を用意した。試験測定の圧力媒体には、水素を含まないフロリナート (FC72) を採用した。

試験測定に用いる物質として、有機ラジカル磁性体

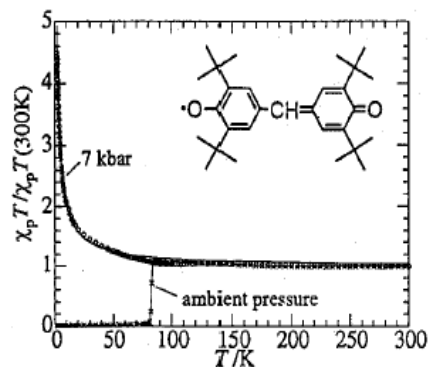


図 1: ガルビノキシルにおける常磁性磁化率 $\chi_p T$ の温度依存性

ガルビノキシル (Y. Hosokoshi et al., Rev. High Pressure Sci. Technol. 7 (1998) 620.) に着目した。ガルビノキシルは、常圧では 85K で構造相転移を起こし反磁性になるが、約 0.7GPa の静水圧を印加すると構造相転移が抑制され、 $2J/k_B \sim 20K$ の 1 次元強磁性鎖、さらに極低温で長距離反強磁性秩序を示す (図 1)。つまりこの系では、圧力印加による構造の違いを反映したフォノンの非弾性シグナル、圧力下における 1 次元短距離相関および長距離磁気秩序による、フォノンより 1~2 桁弱い磁気励起シグナル、それぞれについて圧力依存性が期待できるため、圧力実験の実現可能性を探るために最適な試料と言える。本研究では、上記 2 種類の圧力セルを用い、冷凍機にはトップローディング型 ^4He 冷凍機およびボトムローディング型無冷媒 ^3He 冷凍機を使用した。

(2) 圧力セル用小型ラジアルコリメーターの製作

クランプ式圧力セルを用いた中性子非弾性散乱測定においては、圧力セルが大きなバックグラウンド源になるため、これを除去しなくてはならない。通常、試料周りのバックグラウンドを除去するためには、冷凍機の外側に揺動型のラジアルコリメーターを設置する。これは図 2 に示すように、試料位置を中心として放射状に中性子吸収材を塗布したブレードを配置したもので、試料周辺からの散乱中性子を除去するのに効果的である。本研究では、圧力セルのすぐ近くにブレードを設置できるような小型ラジアルコリメーターを独自に開発し、試験測定を行って性能を調べる。

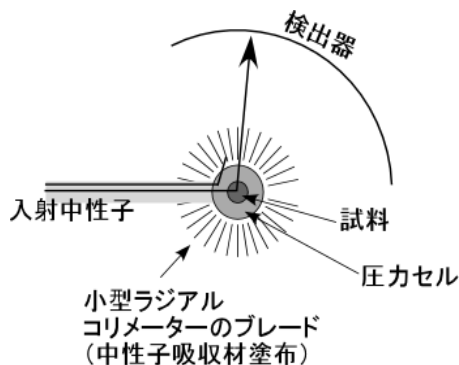


図 2: チョッパー分光器とラジアルコリメーターの原理の概念図。試料で散乱された中性子のみ検出器に到達し、圧力セル等周辺から散乱された中性子はブレードで止められる。

4. 研究成果

(1) アマテラスにおけるクランプ式圧力セルを用いた有機ラジカル磁性体ガルビノキシルの試験測定

実験ではまず、メゾアライト製圧力セル (外径 $\phi 30\text{mm}$ 、試料空間 $\phi 6.5\text{mm}$) を用いて、常圧または 0.5GPa の静水圧下でのガルビノキシルの中性子非弾性散乱測定を行った。図 3 (a) は、0.5GPa、1.8K において、入射中性子エネルギー $E_i = 15.2\text{meV}$ を用いて得られた波数 (Q) - エネルギー遷移 (E) マップである。物質中には多くの水素原子が含まれた軽水素体で測定しているため、光学フォノン、あるいは分子の局所的な振動と思われるエネルギーに依存しないモードが多数観測されている。

このようなマップの $2.0 < Q < 2.4 [\text{\AA}^{-1}]$ の範囲をエネルギー方向にカットし、散乱強度をプロットしたものを、図 3 (b) - (d) に示す。図 3 (b) は、常圧または 0.5GPa の圧力下で 100K において得られたプロットである。100K での結晶構造は同じで、得られたスペクトルにも大きな違いはない。また、すべてのモードにおいて、圧力印加によるハード化が観測された。図 3 (c) は、常圧において、1.8K、40K、100K で得られた同様のスペクトルである。100K のスペクトルが熱的な効果で不明瞭になっているだけでなく、 $E \sim 4\text{meV}$ 以上の領域において、その構造が変化しているのが分かる。常圧では、85K において構造相転移を示すことが報告されており、結晶構造の違いが、5meV 以上のフォノンスペクトルに反映されていると考えられる。一方、0.5GPa では、全体積の約 80% 程度で構造相転移が抑制されていると見積もられるが (Y. Hosokoshi et al., Mol. Crystl. Liq. Cryst. 306 (1997) 423.), 図 3 (d) に示すように、100K から 1.8K まで、スペクトルの構造

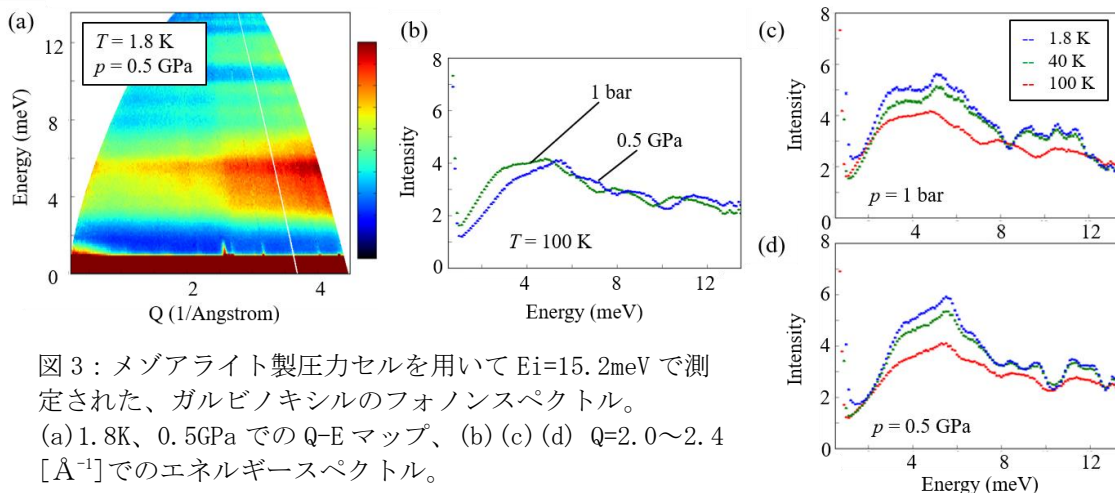


図 3: メゾアライト製圧力セルを用いて $E_i = 15.2\text{meV}$ で測定された、ガルビノキシルのフォノンスペクトル。
(a) 1.8K、0.5GPa での Q - E マップ、(b) (c) (d) $Q = 2.0 \sim 2.4 [\text{\AA}^{-1}]$ でのエネルギースペクトル。

の大きな変化は観測されなかった。ガルビノキシルのような分子性物質では、系が複雑なため、一般的にフォノンのモードアサインが困難である。しかしながら、分子性物質は階層的ダイナミクスを持つため、例えば低温で、常圧と 0.5GPa の間に大きな変化のない 3meV 付近のモードは結晶構造の変化の影響を受けない分子全体の振動、4meV 以上は、結晶構造の変化の影響を受ける分子全体あるいは分子内の振動モードであると予想される。軽水素は非干渉性散乱の強度が大きいいため、透過率の高いメゾアライト製セルと、水素を含まない圧力媒体を用いれば、フォノンの観測は比較的容易に行うことができる。一方、磁気励起については、水素原子の非干渉性散乱強度と、ラジカルが $S=1/2$ であること、またガルビノキシル分子全体にスピンの分布していることを考慮すると、軽水素体での観測は困難である。この測定の最低温度である 1.8K では 1 次元鎖内の強磁性相関が存在するが、軽水素体試料では磁気励起は観測できなかった。

次に、この系を同様の方法でベリリウム銅製圧力セル（外径 ϕ 25mm、試料空間 ϕ 4.5mm）にセットして 1GPa まで印加したものを、 ^3He 冷凍機に取り付け、反強磁性秩序を示す 0.72K 以下に冷却して測定を行った。ベリリウム銅は、メゾアライトと比べて高い圧力が発生できるが、中性子の透過率が 1/10 以下になることが知られている (N. Aso et al., Hamon 20 (2010) 151.)。測定では、図 4 に示すように、ベリリウム銅の吸収により強度は約 1/10 に減少する。しかしながら、1GPa でのフォノンスペクトルは 0.5GPa から大きく変化せず、さらなるハード化が見てとれる。今回使用した圧力セルは、このような水素系のフォノンスペクトルの観測には適用できると考えられる。しかしながら、汎用的な圧力実験環境を構築するには、より大きな試料空間を確保することと、透過率の高いメゾアライト等のアルミ合金を部分的に使用したハイブリッド型セルの開発が必要と考えられる。

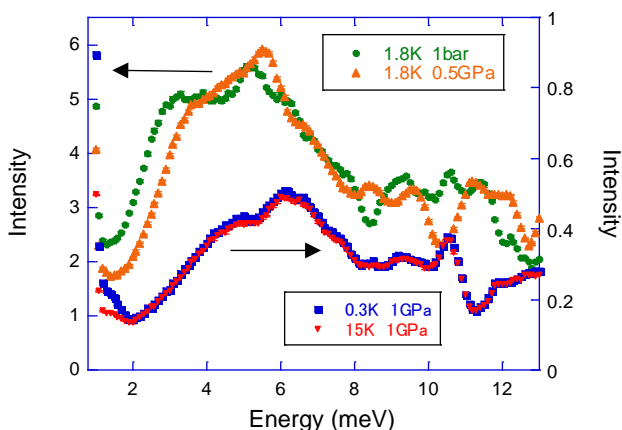


図 4：メゾアライト製セル (1bar、0.5GPa) 及びベリリウム銅製セル (1GPa) を用いて測定した、 $2.0 < Q < 2.4 [\text{Å}^{-1}]$ のエネルギースペクトル。

(2) 圧力セル用小型ラジアルコリメーターの製作

軽水素体の有機ラジカル系におけるフォノン観測では、水素の非干渉性散乱の強度が十分大きいいため、圧力セル本体や、試料セルとして用いられるテフロン、圧力媒体のフロリナート等からの信号が無視できた。しかしながら、重水素化した試料では、これら試料周辺からくるバックグラウンドの低減が不可欠となる。そこで本研究の中では、図 2 のような思想に基づき、圧力セルの周りに直接装着できる小型ラジアルコリメーターを開発し、試験測定を行った。

ラジアルコリメーターの写真を図 5 に示す。冷凍機の試料スティックの先端にメゾアライト製圧力セルを取り付けた後、上下を中性子吸収材であるカドミウムで巻き、試料位置から上下に外れた場所からの散乱によるバックグラウンドを低減する。その周りに設置したのがラジアルコリメーターで、放射状にブレードが配置されている。ブレードの厚みの分だけ試料からの散乱中性子が遮られるため、極力薄いものが理想的である。また、中性子吸収材には、一般に酸化ガドリニウム、カドミウム、 B_4C などが用いられ、それぞれの透過率はエネルギーと厚みに依存する。今回の試作機は、製作のしやすさ、ブレードの薄さ、使用実績などを考慮し、マイラーの表面に酸化ガドリニウムを塗布したものを採用した。試料空間からの散乱を減衰させずに圧力セルからの散乱を効果的に抑制するには、ブレード間隔をもっと細かくする必要があるが、今回は、ブレード固定方法や、ラジアルコリメーター設置によって新たに発生するバックグラウンドなどを精査するため、ブレード間隔は 15° とした。また、圧力セルの外径 ϕ 30mm に対し、ブレード部分の外径、内径はそれぞれ ϕ 90mm、 ϕ 50mm である。このとき、中心から離れるにしたがって強度は徐々に減少し、約 ϕ 31mm 以上外側からの散乱は全て遮蔽される。

メゾアライト製圧力セルに、テフロン製試料セルを入れたものを用意し、ラジアルコリメーターがある場合とない場合で比較をした。図 6 は、200K で測定されたそれぞれの Q-E マップから、弾性散乱領域 (エネルギー 0 meV 周辺) を Q 方向にスライスしたものである。ラジアルコリメーターを使用したときのほうが全体的に強度が減少しているのは、コリメーターのブレード厚さにより透過率が減少したためと考えられる。また同一 E_i でのラジアルコリメーター有り／



図 5：試料スティックに取り付けたメゾアライト製圧力セルとラジアルコリメーター試作機。

無しの比較がし易いよう、縦軸のスケールをテフロン強度で規格化している。ラジアルコリメーターの特性上、散乱角の小さい領域でのバックグラウンド低減の効果は小さく、散乱角 2θ が 90° 付近がもっとも効果大きい。測定では、角度依存の効果を加味しても、圧力セル本体のベリリウム銅からの散乱を抑制するのにコリメーターが有効であることが示された。その一方で、コリメーターを用いたことにより $Q=0$ 近傍のバックグラウンドは増加したため、この小角領域のバックグラウンド低減が今後の課題である。このコリメーターは試料とともに冷却されるものであるが、5K までの冷却と最昇温においてもその健全性が確認され、今後実用化を目指して整備を進めていく予定である。

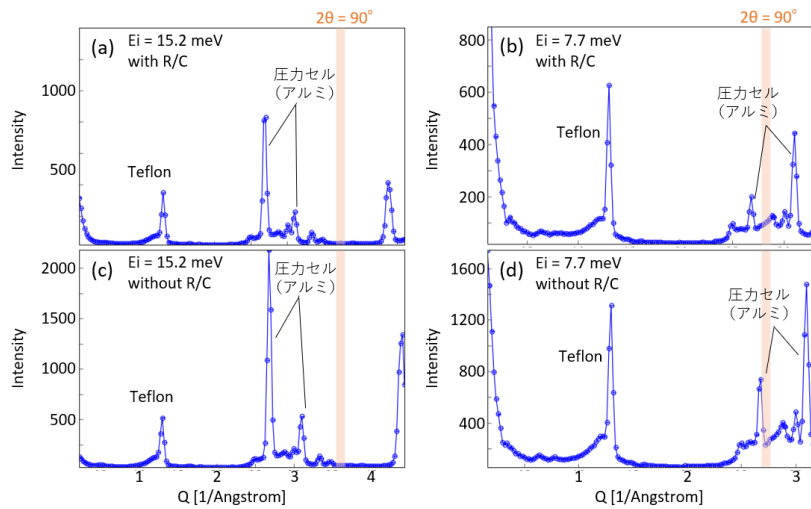


図6：メゾライト製セル+テフロンセル (Empty) の200Kにおける回折パターン。「R/C」は今回製作した小型ラジアルコリメーターを示す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 K. Nakajima, S. Ohira-Kawamura, M. Kofu, N. Murai, Y. Inamura, T. Kikuchi and D. Wakai	4. 巻 33
2. 論文標題 Recent Update of AMATERAS: A Cold-Neutron Disk-Chopper Spectrometer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011089-(1-7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.33.011089	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 M. Fujihala, K. Morita, R. Mole, S. Mitsuda, T. Tohyama, S. Yano, D. Yu, S. Sota, T. Kuwai, A. Koda Akihiro, H. Okabe, H. Lee, S. Itoh, T. Hawaii, T. Masuda, H. Sagayama, A. Matsuo, K. Kindo, S. Ohira-Kawamura and K. Nakajima	4. 巻 11
2. 論文標題 Gapless spin liquid in a square-kagome lattice antiferromagnet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-17235-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 B. Li, Y. Kawakita, S. Ohira-Kawamura, T. Sugahara, H. Wang, J. Wang, Y. Chen, S. I. Kawaguchi, S. Kawaguchi, K. Ohara, K. Li, D. Yu, R. Mole, T. Hattori, T. Kikuchi, S. Yano, Z. Zhang, Z. Zhang, W. Ren, S. Lin, O. Sakata and K. Nakajima	4. 巻 567
2. 論文標題 Colossal barocaloric effects in plastic crystals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 506-510
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-019-1042-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 S. Ohira-Kawamura, R. Takahashi, M. Ishikado, Y. Yamauchi, M. Nakamura, K. Ohuchi, H. Kira, W. Kambara, K. Aoyama, Y. Sakaguchi, M. Watanabe and T. Oku	4. 巻 21
2. 論文標題 Cryogenic sample environments shared at the MLF, J-PARC	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Neutron Research	6. 最初と最後の頁 17-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/JNR-190106	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Kikuchi, K. Nakajima, S. Ohira-Kawamura, Y. Inamura, M. Nakamura, D. Wakai, K. Aoyama, T. Iwahashi and W. Kambara	4. 巻 564
2. 論文標題 Background issues encountered by cold-neutron chopper spectrometer AMATERAS	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physica B	6. 最初と最後の頁 45-53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physb.2019.02.015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 R. Kajimoto, T. Yokoo, M. Nakamura, Y. Kawakita, M. Matsuura, H. Endo, H. Seto, S. Itoh, K. Nakajima and S. Ohira-Kawamura	4. 巻 562
2. 論文標題 Status of neutron spectrometers at J-PARC	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physica B	6. 最初と最後の頁 148-154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physb.2018.11.061	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Nakajima, S. Ohira-Kawamura, T. Kikuchi, M. Kofu, Y. Kawakita, Y. Inamura, W. Kambara, K. Aoyama, D. Wakai, M. Harada and M. Ooi	4. 巻 1021
2. 論文標題 Recent issues encountered by AMATERAS: a cold neutron disk chopper spectrometer	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Conf. Ser.	6. 最初と最後の頁 012031-(1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1021/1/012031	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 S. Ohira-Kawamura, K. Tomiyasu, A. Koda, D. P. Sari, R. Asih, S. Yoon, I. Watanabe and K. Nakajima	4. 巻 21
2. 論文標題 Magnetic properties of one-dimensional quantum spin system Rb2Cu2Mo3O12 studied by muon spin relaxation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011007-(1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.21.011007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 S. Ito, N. Kurita, H. Tanaka, S. Ohira-Kawamura, K. Nakajima, S. Itoh, K. Kuwahara and K. Kakurai	4. 巻 8
2. 論文標題 Structure of the magnetic excitations in the spin-1/2 triangular-lattice Heisenberg antiferromagnet Ba ₃ CoSb ₂ O ₉	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 235-(1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-017-00316-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 S. Ohira-Kawamura, T. Oku, M. Watanabe, R. Takahashi, K. Munakata, S. Takata, Y. Sakaguchi, M. Ishikado, K. Ohuchi, T. Hattori, H. Kira, K. Sakai, T. Aso, Y. Yamauchi and S. Isomae	4. 巻 19
2. 論文標題 Sample Environment at the J-PARC MLF	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Neutron Research	6. 最初と最後の頁 15-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/JNR-170046	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 B. Li, Y. Kawakita, Y. Liu, M. Wang, M. Matsuura, K. Shibata, S. Ohira-Kawamura, T. Yamada, S. Lin, K. Nakajima and S. Liu	4. 巻 8
2. 論文標題 Polar rotor scattering as atomic-level origin of low mobility and thermal conductivity of perovskite CH ₃ NH ₃ PbI ₃	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 16086-(1-9)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ncomms16086	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Kamazawa, M. Ishikado, S. Ohira-Kawamura, Y. Kawakita, K. Kakurai, K. Nakajima and M. Sato	4. 巻 92
2. 論文標題 Interaction of spin-orbital-lattice degrees of freedom - vibronic state of corner-sharing-tetrahedral spin frustrated system HoBaFe ₄ O ₇ by dynamical Jahn-Teller Effect -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 104413-(1-7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.95.104413	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 河村 聖子、古府 麻衣子、中島 健次、村井 直樹、稲村 泰弘、若井 大介
2. 発表標題 冷中性子ディスクチョッパー分光器AMATERASの2020年
3. 学会等名 日本中性子科学会第20回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Ohira-Kawamura
2. 発表標題 Introduction of cold-neutron disk chopper spectrometer AMATERAS and recent results
3. 学会等名 Workshop on Neutron and X-ray Characterizations on Caloric Materials (NXCalorics-2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河村 聖子、Laurent Guerin、渡邊 功雄、加藤 礼三
2. 発表標題 μ SR法でみた $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ の中間非整合相のスピンドイナミクス
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Ohira-Kawamura, L. Guerin, I. Watanabe and R. Kato
2. 発表標題 Magnetic properties of intermediate incommensurate phase in $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ studied by μ SR
3. 学会等名 13th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河村 聖子、奥 隆之、渡辺 真朗、坂口 佳史、高橋 竜太、有馬 寛、高田 慎一、石角 元志、大内 啓一、山内 康弘、中村 雅俊
2. 発表標題 MLFにおける試料環境の現状
3. 学会等名 User Group Meeting on MLF Spectrometers (DIRECTION 2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河村 聖子、服部 高典、佐野 亜沙美、有馬 寛、町田 真一、石角 元志、宗像 孝司、菊地 龍弥、古府 麻衣子、中島 健次
2. 発表標題 クランプセルを用いた圧力下非弾性散乱測定の手法開発
3. 学会等名 User Group Meeting on MLF Spectrometers (DIRECTION 2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Ohira-Kawamura, R. Takahashi, S. Ohira-Kawamura, M. Ishikado, K. Ohuchi, Y. Yamauchi, M. Nakamura, H. Kira, W. Kambara, K. Aoyama, M. Watanabe and T. Oku
2. 発表標題 Status of cryogenics and magnets at J-PARC MLF
3. 学会等名 10th International Workshop on Sample Environment at Scattering Facilities (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Ohira-Kawamura, K. Tomiyasu, A. Koda, D. P. Sari, R. Asih, S. Yoon, I. Watanabe, and K. Nakajima
2. 発表標題 Magnetic ground state and dynamics in one-dimensional quantum spin system Rb ₂ Cu ₂ Mo ₃ O ₁₂ studied by μ SR
3. 学会等名 3rd International Symposium of Quantum Beam Science at Ibaraki University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河村 聖子、服部 高典、佐野 亜沙美、菊地 龍弥、古府 麻衣子、中島 健次、宗像 孝司
2. 発表標題 クランプセルを用いた圧力下の低エネルギー中性子非弾性散乱の手法開発
3. 学会等名 2017年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Ohira-Kawamura, M. Matsuura, S. Iguchi, T. Sasaki, H. Taniguchi, A. Kubota, K. Satoh, Y. Inamura, T. Kikuchi and K. Nakajima
2. 発表標題 Phonon modes of $\text{Li}^+(\text{BEDT-TTF})_2\text{ICl}_2$ coupled with charge and spin studied by inelastic neutron scattering
3. 学会等名 12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Ohira-Kawamura, M. Matsuura, S. Iguchi, T. Sasaki, H. Taniguchi, A. Kubota, K. Satoh, Y. Inamura, T. Kikuchi and K. Nakajima
2. 発表標題 Studies on phonon modes in a molecular dimer-Mott insulator $\text{Li}^+(\text{BEDT-TTF})_2\text{ICl}_2$ by inelastic neutron scattering
3. 学会等名 International Conference on Neutron Scattering (ICNS2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	細越 裕子 (Hosokoshi Yuko) (50290903)	大阪府立大学・理学系研究科・教授 (24403)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	中島 健次 (Nakajima Kenji) (10272535)	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・原子力科学研究部門 J - P A R Cセンター・研究主席 (82110)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関