

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H01142

研究課題名(和文) スピン系の量子相と量子磁気励起

研究課題名(英文) Quantum phases and quantum excitations in spin systems

研究代表者

田中 秀数 (Tanaka, Hidekazu)

東京工業大学・理学院・教授

研究者番号：80188325

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,200,000円

研究成果の概要(和文)：スピン1/2三角格子ハイゼンベルク反強磁性体のモデル物質Ba₃CoSb₂O₉の磁気相図、磁場中磁気構造及び磁気励起の構造を明らかにした。また、三角格子量子反強磁性体のモデル物質を合成し、結晶構造を決定し、量子揺らぎに起因する1/3磁化プラトーを観測した。次に、スピン1/2三角格子量子反強磁性体とイジング的な蜂の巣格子反強磁性体からなる磁性体Ba₂CoTe₆の磁気励起を調べ、スピン1/2三角格子ハイゼンベルク反強磁性体に普遍的な磁気励起を確立した。続いて、スピン1/2籠目格子反強磁性体Cs₂Cu₃SnF₁₂の磁気励起を調べ、スピン1/2籠目格子量子反強磁性体に特徴的な連続励起を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

磁性体は磁石や変圧器或いは磁気ヘッドのように我々の身の回りで多く用いられている。磁性体の示す性質はミクロな磁石である電子のスピンが担っている。本来、スピンは量子力学的性質を強く示すものであるが、殆どの磁性体の性質はスピンを古典的なベクトルのように考えて理解することができる。本研究では、スピンの量子力学的性質が強く現れる磁性体を開拓し、これらが低温・強磁場・高圧中で示す顕著な量子現象を観測し、その機構の解明を行なった。本研究で明らかになった磁性体の量子現象は直ちに実用化には結びつくものではないが、現在注目されているスピントロニクスや量子計算のデバイスへの応用につながることで期待できる。

研究成果の概要(英文)：We clarified a magnetic phase diagram, spin structures in magnetic fields, and the structure of magnetic excitations in a spin-1/2 triangular-lattice Heisenberg-like antiferromagnet Ba₃CoSb₂O₉. We also synthesized several triangular-lattice quantum antiferromagnets. We determined their crystal structures and observed quantum magnetization plateaus at 1/3 of the saturation magnetization. We investigated magnetic excitations in Ba₂CoTe₆ composed of a spin-1/2 triangular-lattice Heisenberg-like antiferromagnet and an Ising-like antiferromagnet and established magnetic excitations universal in the spin-1/2 triangular-lattice Heisenberg antiferromagnet. We studied magnetic excitations in a spin-1/2 kagome-lattice antiferromagnet Cs₂Cu₃SnF₁₂ in detail and elucidated the excitation continuum characteristic of the spin-1/2 kagome-lattice Heisenberg antiferromagnet.

研究分野：磁性物理学

キーワード：スピン系 量子相転移 量子相 磁気励起 フラストレーション 量子効果

1. 研究開始当初の背景

絶縁性の磁性体ではスピンの磁気原子に局在し、互いに交換相互作用を及ぼし合っている。このようなスピンの集団はスピン系と呼ばれ、長い研究の歴史をもっている。本来、スピンはその3成分を同時に決定できないという量子力学的性質を持っている。しかし、従来の多くの磁性体では、磁気構造や磁気励起といった磁気特性はスピンを古典的なベクトル(古典スピン模型)のように考えても、理解することができる。これに対して、量子効果が顕著で、古典スピン模型では磁性を理解できないスピン系が量子スピン系或いは量子スピン模型である。

氷と水の間や強磁性と常磁性の間の相転移で代表されるように、相転移は通常、温度変化によって引き起こされる。一方、量子系では相互作用変数の連続的な変化によって、量子相転移と呼ばれる異なる量子力学的基底状態間の相転移が起こる。量子スピン系での巨視的量子相転移の典型的な例として、スピン $1/2$ の三角格子 Heisenberg 反強磁性体 (TLHAF) が磁場中で飽和磁化の $1/3$ に磁化プラトーをもつ現象が知られている[1,2]。しかし、三角格子面間の交換相互作用や磁気異方性がある場合の磁場中量子相転移は十分に理解されてはいない。また、 $S=1/2$ TLHAF における磁気励起には、顕著な量子多体効果が現れることが予想されているが、理論的にも実験的にも確立していることは少なく、解明されていないことが多い。スピン $1/2$ の籠目格子 Heisenberg 反強磁性体 (KLHAF) に至っては、基底状態が量子力学的無秩序状態であるというコンセンサスのみで、磁気励起については確立していることは殆どない。

2. 研究の目的

上記の研究背景のもとで、三角格子量子反強磁性体、籠目格子量子反強磁性体などの量子スピン系において、量子相転移と顕著な量子多体効果が現れる磁気励起を観測することが本研究の目的である。以下が具体的な課題と目的である。

- (1) $S=1/2$ TLHAF $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ における磁場誘起量子相転移とその磁場角度依存性を精密に測定し、相図を完成させる。また、磁気励起の構造を決定する。
- (2) $S=1/2$ TLHAF と Ising 的な蜂の巣格子反強磁性体(HLAF)の2つの subsystem からなる磁性体 $\text{Ba}_2\text{CoTeO}_6$ の磁気励起を精密に測定し、2つの subsystem が独立していることを示すと共に、両 subsystem の磁気励起を解明する。
- (3) $S=1/2$ KLHAF である $\text{A}_2\text{Cu}_3\text{SnF}_{12}$ ($\text{A}=\text{Cs}, \text{Rb}$) の磁気励起を詳細に観測し、 $S=1/2$ KLHAF に普遍的な磁気励起の特徴を捉える。

3. 研究の方法

- (1) $S=1/2$ TLHAF $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ の純良単結晶を溶融法で育成する。次に東大物性研のパルス強磁場を用いて $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ の磁化測定を行い、量子相転移の検出を行う。また、J-PARC 物質・生命科学施設(MLF)に設置された冷中性子ディスクチョッパー分光器 AMATERAS を用いて $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ の磁気励起を広い運動量とエネルギー範囲で詳細に測定する。
- (2) BaCl_2 をフラックスにして $\text{Ba}_2\text{CoTeO}_6$ の純良単結晶を育成する。次に東北大金研のパルス強磁場を用いた電子スピン共鳴(ESR)により、 $\text{Ba}_2\text{CoTeO}_6$ の磁場中磁気励起を詳細に調べる。また、J-PARC MLF の AMATERAS を用いた非弾性中性子散乱により、 $\text{Ba}_2\text{CoTeO}_6$ の磁気励起を詳細に測定する。フラックス法で得られる $\text{Ba}_2\text{CoTeO}_6$ の単結晶は一辺が 3mm 程度の薄い板状の結晶であるので、非弾性中性子散乱では数百個の単結晶をアルミ板に方位を揃えて貼り付けた試料を用いる。
- (3) $S=1/2$ KLHAF $\text{Cs}_2\text{Cu}_3\text{SnF}_{12}$ と $\text{Rb}_2\text{Cu}_3\text{SnF}_{12}$ の大型単結晶を Pt チューブを用いた溶融法で育成する。次に J-PARC MLF の 4D-Space Access Neutron Spectrometer 4SEASONS を用いて $\text{Cs}_2\text{Cu}_3\text{SnF}_{12}$ と $\text{Rb}_2\text{Cu}_3\text{SnF}_{12}$ の磁気励起を広い運動量とエネルギー範囲で詳細に測定する。

4. 研究成果

- (1) $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ における磁場誘起量子相転移と磁気励起

これまで我々は $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ の磁化過程を測定するにあたり、大きなシグナル強度を得るために単結晶試料をいくつも積層していた。しかし、結晶方位にばらつきが生ずるために、相転移に伴う磁化の異常が鈍ってしまう欠点があった。本研究では $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ における磁場誘起量子相転移を精密に測定すべく、1個の単結晶を用いて磁化測定を行った[3]。図1は磁場 H が ab 面と c 軸に平行な場合の磁化曲線とその磁場微分 dM/dH である。以前の結果[4]と比べると、相転移磁場での磁化 M と dM/dH の異常が鋭くなっていることが分かる。今回、新たに分かったことは、 $H//c$ の場合に幅の狭い磁化プラトーが現れること及び 22T 付近に低磁場 coplanar 相から高磁場 coplanar 相への相転移が起こることである。この高磁場相転移は面間の反強磁性交換

相互作用と量子揺らぎによって起こることが知られている[5]。図 1 の実線と波線は cluster mean-field 法による計算結果である。実験と理論の一致は良い。我々はまた磁場と c 軸の角度を変化させて磁化測定を行い、磁場誘起量子相転移の磁場角度依存性を表す相図を得た[3]。

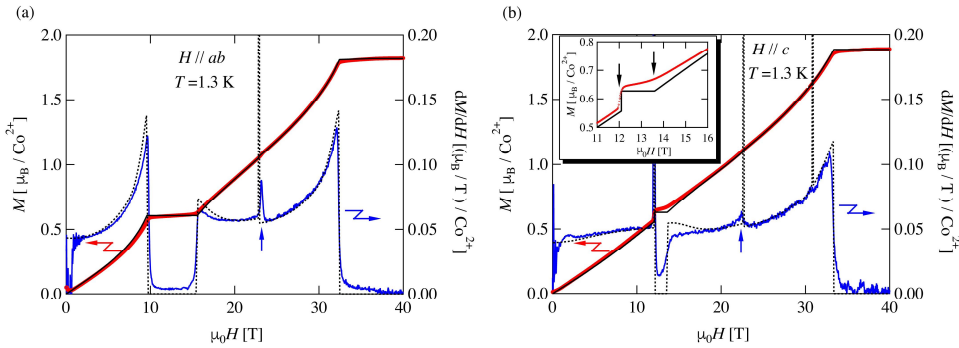


図 1: $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ における磁化曲線とその磁場微分。(a)と(b)は磁場 H が ab 面と c 軸に平行な場合。黒い実線と破線は cluster mean-field 法による計算結果[3]。

$S=1/2$ TLHAF の基底状態は理論と実験の両面から理解が進んでいるが、磁気励起についての理解は進んでいない。単一マグノン励起についてもコンセンサスは限定的で、連続励起に関しては、理論的コンセンサスはない [6-8]。我々は $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ の中性子非弾性散乱実験を行った[9]。その結果、明瞭な磁気励起のスペクトルが観測され、連続励起を含めた磁気励起の全体像が明らかになった。

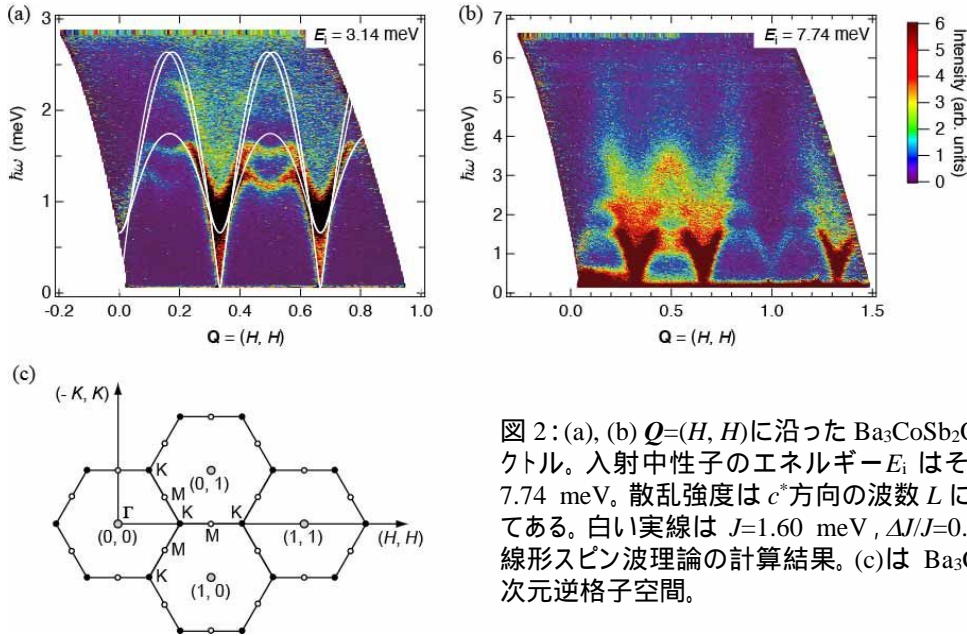


図 2: (a), (b) $Q=(H, H)$ に沿った $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ の励起スペクトル。入射中性子のエネルギー E_1 はそれぞれ 3.14, 7.74 meV。散乱強度は c^* 方向の波数 L に関して積分してある。白い実線は $J=1.60$ meV, $\Delta J/J=0.046$ を用いた線形スピン波理論の計算結果。(c)は $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ の 2 次元逆格子空間。

図 2(a)と(b)は(c)に示された逆格子空間の対称性の高い方向 $Q=(H, H)$ に沿って波数ベクトルを変化させたときの励起スペクトルである。測定温度は 1.0 K である。励起強度は良い 2 次元性を考慮して c^* 方向の波数 L に関して積分してある。励起スペクトルの特徴は 3 段のエネルギー構造をもつことである。一番エネルギーが低い 1 段目は単一マグノン励起で、 K 点から立ち上がる 2 本のブランチからなっている。2 段目と 3 段目は強度に分散がある連続励起である。この磁気励起スペクトルの構造はこれまでの理論とは大きく異なっている。図 2 の実線は磁化過程と ESR による集団励起モードの解析で得られた $J=1.60$ meV, $\Delta J/J=0.046$ [4]を用いて線形スピン波理論で計算した分散関係である。 K 点近傍では分散の下限は線形スピン波理論の結果とよく一致しているが、波数ベクトルが K 点から離れると、励起エネルギーが急速に線形スピン波理論の結果よりも低くなる事がわかる。この結果は理論の予測一致している[6]。2 本の単一マグノンのブランチは M 点で共に極小を示す。この分散関係の M 点での極小は理論でも予測されていて、roton-like minimum と呼ばれている[6]。この roton-like minimum は、resonating valence bond (RVB) 状態に特徴的なスピン $1/2$ の分数スピン励起 spinon の束縛状態であると解釈されている[6]。ただし、理論では低エネルギーのブランチのみが M 点で極小になるが、実験では 2 本のブランチが共に極小を示す。 $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$ で観測された高エネルギーまで続く強い連続励起は従来のマグノン励起とは異なる分数スピン励起に起因していると考えられる。最近、spinon 励起に基づく理論[10-12]や tensor network 法による数値的な解析[13]が発表されている。

(2) 2 つの subsystem からなる $\text{Ba}_2\text{CoTeO}_6$ の磁気励起

この系は $S=1/2$ TLHAF である subsystem A と次近接, 次々近接相互作用のある Ising 的 HLAF である subsystem B からなる。これまでの磁化測定と ESR 測定[14]から, 両 subsystem は結合が弱いことが分かっている。 $T_{N1}=12.0$ K で subsystem B が磁気秩序を起こし, $T_{N2}=3.0$ K で subsystem A が磁気秩序を起こす[14]。図 3(a)と(b)は T_{N2} より十分低い $T=0.3$ K で測定した $Q=(1/2-K, 1/2+K)$ と (H, H) に沿った励起スペクトルである[15]。励起エネルギーが 5 meV 以下のスペクトルが $S=1/2$ TLHAF である subsystem A からの励起で 5 meV 以上のスペクトルが Ising 的 HLAF である subsystem B から励起である。 T_{N2} より高い 6 K では subsystem A からの励起スペクトルはぼやけて不鮮明になるが, subsystem B から励起スペクトルは $T=0.3$ K のスペクトルと変わらず鮮明である。この結果から subsystem A と B が殆ど独立であることが確認できる。図 3(a)と(b)の実線は Ising 性の強い J_1 - J_2 - J_3 XXZ 模型に基づく線形スピン波理論の計算結果である。用いたパラメータは $J_1 = 2.94, J_2 = 2.37, J_3 = -0.328$ で XY 成分の割合は $\delta=0.15$ である[15]。

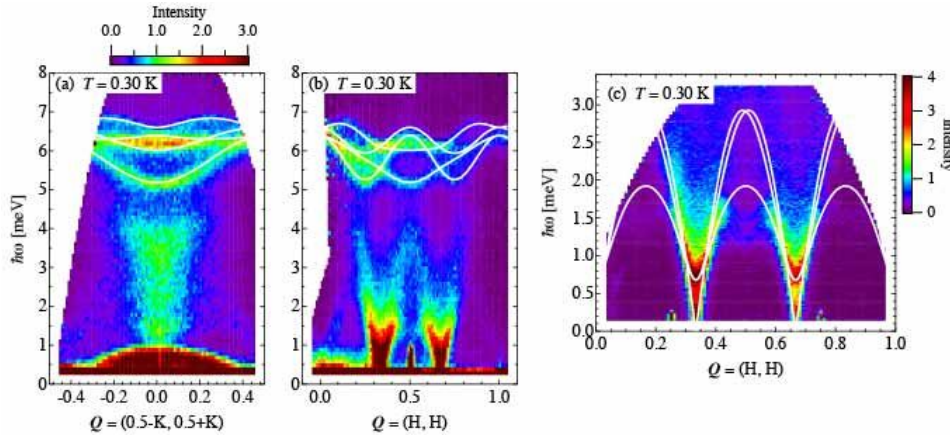


図 3 : (a)と(b) $Q=(1/2-K, 1/2+K)$ と (H, H) に沿った Ba_2CoTeO_6 の励起スペクトル。入射中性子のエネルギー E_i は 9.7 meV。散乱強度は c^* 方向の波数 L に関して積分してある。実線は Ising 的 J_1 - J_2 - J_3 XXZ 模型に基づく線形スピン波理論の計算結果。(c) $E_i=3.6$ meV で測定した $Q = (H, H)$ に沿った励起スペクトル。白い実線は $J = 1.85$ meV, $\Delta J/J = 0.040$ を用いた線形スピン波理論の計算結果[13]。

図 3(c)は $E_i = 3.6$ meV で測定した $Q = (H, H)$ に沿った励起スペクトルである。実線は線形スピン波理論による計算結果である。このスペクトルは励起エネルギーを交換相互作用 J で規格化すると, 図 2(a) に示された $Ba_3CoSb_2O_9$ の励起スペクトルと殆ど同じである。 Ba_2CoTeO_6 では M 点近傍の強度が小さいが, 2つの roton-like minimum は明瞭に観測されている。これらの結果から図 2 と図 3(c) に示された励起スペクトルは $S=1/2$ TLHAF に普遍的なものであると結論できる。

(3) $Cs_2Cu_3SnF_{12}$ の磁気励起

以前の研究[16,17]から, $Cs_2Cu_3SnF_{12}$ における交換相互作用は $J = 20.7$ meV であり, $T_N = 20$ K 以下の磁気秩序相の構造は chirality が正の $q = 0$ 構造であることが分かっている。この磁気秩序は D ベクトルが大きな c 軸成分をもつ Dzyaloshinskii-Moriya (DM) 相互作用によって引き起こされると考えられる。また, $Cs_2Cu_3SnF_{12}$ は $T_t = 185$ K で構造相転移を起こすが, T_t 以下の温度での結晶構造解析から低温での籠目格子は一様な籠目格子に近いことも分かっている[18]。本物質の磁気励起は以前に 3 軸分光器を用いて測定が行われ[17], 単一マグノン励起のエネルギーが低エネルギー側に大きく再規格化されることが観測されている。しかし, 高エネルギーの単一マグノン励起や連続励起の測定は行われていなかった。

図 4(a)と(b)は $E_i = 30.0$ meV と 17.9 meV で測定した $Cs_2Cu_3SnF_{12}$ の $Q = (-1/2-K, -1/2+K)$ (図 4(c)の青い線) に沿った励起スペクトルである。 Γ' 点から立ち上がる単一マグノン励起と 8–10 meV のエネルギー範囲にある弱い分散をもつ単一マグノン励起が明瞭に見られる。 Γ' 点付近では 4 つの単一マグノン励起がある。部分格子は 3 つであるので, スピン波理論では 3 つの横モードしか導出されない。 $S=1/2$ TLHAF の spinon 励起に基づく理論を参考にすると, 11 meV 以下の 3 つのモードが横モードで, 13 meV 付近のモードが縦モードと推測される。実線は $J = 12.8$ meV, $J' = -0.043J, D^{\parallel} = 0.18J, D^{\perp} = 0.062J$ を用いて線形スピン波理論で計算した分散関係である。ここで J は次近接相互作用で, D^{\parallel} と D^{\perp} は DM 相互作用の D ベクトルの c 軸成分と c 軸に垂直な成分である。 J の値が磁化率で求めた 20.7 meV の 60% にしかっていない。これより, 以前の研究[17]で観測された励起エネルギーの低エネルギー側への大きな再規格化が確認できる。Zone boundary 付近ではスピン波理論で予想される 15 meV 程度の高エネルギーの単一マグノン励起は観測されなかった。これはマグノンモードの崩壊によると推測される。図 5(a)–(d)は散乱強度を一定エネルギーでスライスした強度マップである。単一マグノン励起が観測される 15 meV 以下のエネルギー領域では, 単一マグノン励起を反映して Brillouin zone (BZ) 内で明瞭な構造が見られる。一方, 20 meV 以

上の連続励起の領域では BZ 内で強度分布が殆どないことが分かる。図 5(e)と(f)から分かるように、この連続励起の上端は約 50 meV ($\approx 2.5J$)である。この上端の値は spinon 励起を fermion で扱う理論[19,20]と一致している。また、下端は $E_i = 11.2$ meV の実験から約 0.3 meV ($\approx 0.15J$)であることが分かった。したがって、殆ど構造のない連続励起が $0.15J < E < 2.5J$ の範囲に存在することが分かる。この構造のない連続励起は $S=1/2$ KLHAF に普遍的な磁気励起と考えられる。

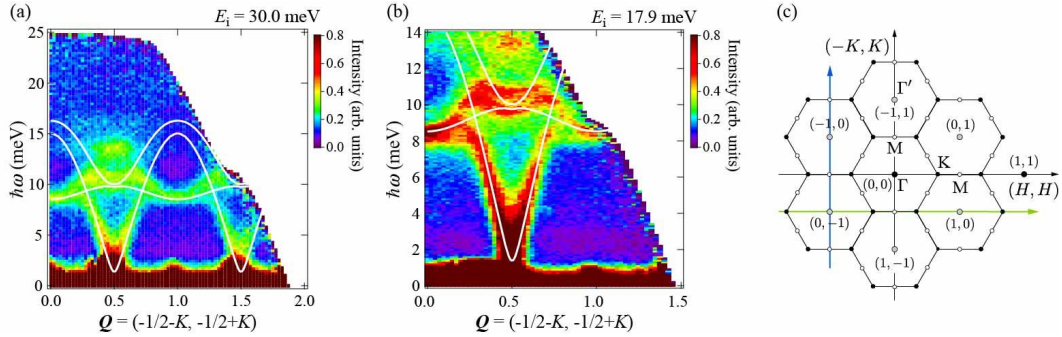


図 4 : (a), (b) $E_i=30.0$ meV と 17.9 meV で測定した $\text{Cs}_2\text{Cu}_3\text{SnF}_{12}$ の $\mathbf{Q} = (-1/2-K, -1/2+K)$ に沿った励起スペクトル。ここで、散乱強度は 2 次元性の良いことを確認し、 c^* 方向の波数 L に関して積分してある。(c) $\text{Cs}_2\text{Cu}_3\text{SnF}_{12}$ の 2 次元逆格子空間。実線は線形スピン波理論。

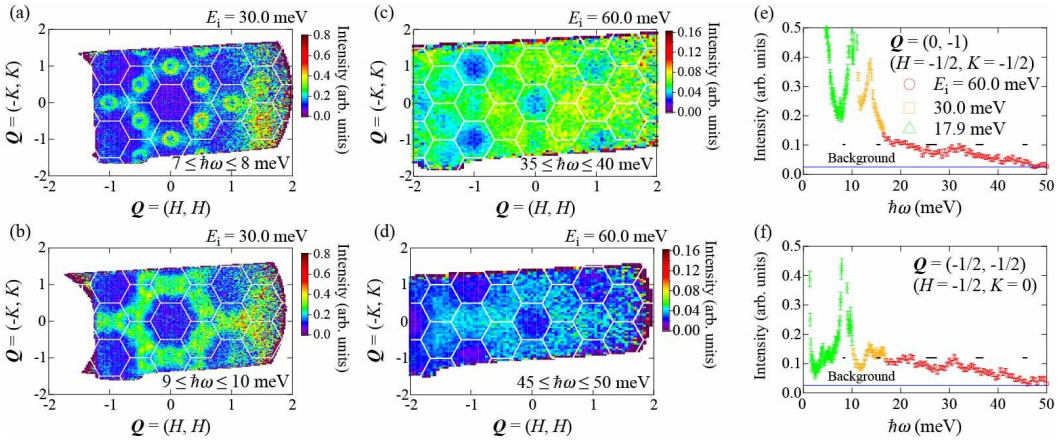


図 5:(a)–(d) 散乱強度を一定エネルギーでスライスし、2 次元逆格子空間上に表した強度マップ。(e)と(f) $\mathbf{Q} = (0, -1)$ と $(-1/2, -1/2)$ における強度のエネルギー依存性。

参考文献

- [1] V. Chubokov and D. I. Golosov, J. Phys.: Condens. Matter **3**, 69 (1991).
- [2] Y. Shirata *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 057205 (2012).
- [3] K. Okada *et al.*, in preparation.
- [4] T. Susuki *et al.*, Phys. Rev. Lett. **110**, 267201 (2013).
- [5] D. Yamamoto *et al.*, Phys. Rev. Lett. **114**, 027201 (2015).
- [6] W. H. Zheng *et al.*, Phys. Rev. B **74**, 224420 (2006).
- [7] M. Mourigal *et al.*, Phys. Rev. B **88**, 094407 (2013).
- [8] E. A. Ghioldi *et al.*, Phys. Rev. B **91**, 134423 (2015).
- [9] S. Ito *et al.*, Nat. Commun. **8**, 235 (2017).
- [10] F. Ferrari and F. Becca, Phys. Rev. X **9**, 031026 (2019).
- [11] C. Zhang and T. Li, Phys. Rev. B **102**, 075108 (2020).
- [12] E. A. Ghioldi *et al.*, arXiv 2201.13369.
- [13] R. Z. Chi *et al.*, arXiv2202.12121.
- [14] P. Chanlert *et al.*, Phys. Rev. B **93**, 094420 (2016), Phys. Rev. B **96**, 064419 (2017).
- [15] Y. Kojima *et al.*, Phys. Rev. B **105**, L020408 (2022).
- [16] T. Ono *et al.*, Phys. Rev. B **79**, 174407 (2009).
- [17] T. Ono *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **83**, 043701 (2014).
- [18] K. Matan *et al.*, Phys. Rev. B **99**, 224404 (2019).
- [19] C. Zhang and T. Li, Phys. Rev. B **102**, 195106 (2020).
- [20] F. Ferrari *et al.*, Phys. Rev. B **103**, 195140 (2021).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計37件（うち査読付論文 37件 / うち国際共著 13件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 D. R. Munazat, B. Kurniawan, D. S. Razaq, K. Watanabe, and H. Tanaka	4. 巻 592
2. 論文標題 Crossover critical behavior and magnetic entropy change of $\text{La}_{0.7}\text{Ba}_{0.1}\text{Ca}_{0.1}\text{Sr}_{0.1}\text{MnO}_3$: A comparison between wet-mixing and sol-gel synthesis methods	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics B	6. 最初と最後の頁 412227 (1-13)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physb.2020.412227	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 該当する
1. 著者名 D. S. Razaq, B. Kurniawan, D. R. Munazat, K. Watanabe, and H. Tanaka	4. 巻 10
2. 論文標題 Role of Potassium Substitution in the Magnetic Properties and Magnetocaloric Effect in $\text{La}_{0.8-x}\text{KxBa}_{0.05}\text{Sr}_{0.15}\text{MnO}_3$ ($0 < x < 0.20$)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Crystals	6. 最初と最後の頁 407 (1-19)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cryst10050407	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 該当する
1. 著者名 S. Kimura, M. Matsumoto, and H. Tanaka	4. 巻 124
2. 論文標題 Electrically controlled directional microwave switch in the triplon Bose-Einstein condensate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Lett.	6. 最初と最後の頁 217401 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.124.217401	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. Suzuki, K. Katayama, I. Watanabe, and H. Tanaka	4. 巻 89
2. 論文標題 Spin Fluctuating Ground State in the Spin-1/2 Kagome Lattice $(\text{Rb}_{1-x}\text{Cs}_x)_2\text{Cu}_3\text{SnF}_{12}$ with $x=0.53$ Observed by Muon Spin Relaxation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 074701 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.074701	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 K. Sakurai, S. Kimura, S. Awaji, M. Matsumoto and H. Tanaka	4. 巻 102
2. 論文標題 Spin-driven ferroelectricity in the quantum magnet under high pressure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 064104 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.064104	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 M. Yamashita, J. Gouchi, Y. Uwatoko, N. Kurita and H. Tanaka	4. 巻 102
2. 論文標題 Sample dependence of the half-integer quantized thermal Hall effect in a Kitaev candidate - RuCl ₃	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 220404(R) (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.220404	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 X. G. Zhou, Yuan Yao, Y. H. Matsuda, A. Ikeda, A. Matsuo, K. Kindo and H. Tanaka	4. 巻 125
2. 論文標題 Particle-Hole Symmetry Breaking in a Spin Dimer System TiCuCl ₃ Observed at 100 T	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Lett.	6. 最初と最後の頁 267207 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.125.267207	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 K. Watanabe, N. Kurita, H. Tanaka, H. Sugiyama, H. Uekusa, I. F. Diaz-Ortega, and H. Nojiri	4. 巻 103
2. 論文標題 Coupled spin-1/2 antiferromagnetic chain Cs ₂ LiRuCl ₆ with partially disordered crystal lattice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 064419 (1-9)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.064419	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 栗田伸之, 田中秀数	4. 巻 30
2. 論文標題 ほぼ完全にフラストレートしたスピンドイマー量子磁性体の局在励起	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 波紋	6. 最初と最後の頁 130-135
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 S. A. Zvyagin, D. Graf, T. Sakurai, S. Kimura, H. Nojiri, J. Wosnitza, H. Ohta, T. Ono, and H. Tanaka	4. 巻 10
2. 論文標題 Pressure-tuning the quantum spin Hamiltonian of the triangular lattice Antiferromagnet	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 1064 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-09071-7	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 K. Nawa, K. Tanaka, N. Kurita, T. J Sato, H. Sugiyama, H. Uekusa, S. Ohira-Kawamura, K. Nakajima and H. Tanaka	4. 巻 10
2. 論文標題 Triplon band splitting and topologically protected edge states in the dimerized antiferromagnet Ba ₂ CuSi ₂ O ₆ Cl ₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 2096 (1-8)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-10091-6	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. Matan, T. Ono, G. Ghatge, K. de Roos, P. Miao, S. Torii, T. Kamiyama, A. Miyata, A. Matsuo, K. Kindo, S. Takeyama, Y. Nambu, P. Piyawongwatthana, T. J. Sato and H. Tanaka	4. 巻 99
2. 論文標題 Magnetic structure and high-field magnetization of the distorted kagome lattice antiferromagnet Cs ₂ Cu ₃ SnF ₁₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 224404 (1-12)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.99.224404	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 該当する

1. 著者名 N. Kurita, D. Yamamoto, T. Kanesaka, N. Furukawa, S. Ohira-Kawamura, K. Nakajima and H. Tanaka	4. 巻 123
2. 論文標題 Localized Magnetic Excitations in the Fully Frustrated Dimerized Magnet Ba ₂ CoSi ₂ O ₆ Cl ₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Lett.	6. 最初と最後の頁 027206 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.027206	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 M. Saito, M. Watanabe, N. Kurita, A. Matsuo, K. Kindo, M. Avdeev, H. O. Jeschke and H. Tanaka	4. 巻 100
2. 論文標題 Successive phase transitions and magnetization plateau in the spin-1 triangular-lattice antiferromagnet	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 064417 (1-12)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.064417	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 該当する

1. 著者名 S. Hayashida, M. Matsumoto, M. Hagihala, N. Kurita, H. Tanaka, S. Itoh, Tao Hong, M. Soda, Y. Uwatoko, and T. Masuda	4. 巻 5
2. 論文標題 Novel Excitations near Quantum Criticality in Geometrically Frustrated Antiferromagnet CsFeCl ₃	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science Adv.	6. 最初と最後の頁 5639 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aaw5639	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 該当する

1. 著者名 X. Z. Liu, O. Prokhnenko, M. Bartkowiak, D. Yamamoto, N. Kurita and H. Tanaka	4. 巻 100
2. 論文標題 Microscopic Evidence of a Quantum Magnetization Process in the S=1/2 Triangular-Lattice Heisenberg-like Antiferromagnet Ba ₃ CoSb ₂ O ₉	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 094436 (1-8)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.094436	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 該当する

1. 著者名 E. Schulze, S. Arsenijevic, L. Opherden, A. N. Ponomaryov, J. Wosnitzer, T. Ono, H. Tanaka, and S. A. Zvyagin	4. 巻 1
2. 論文標題 Evidence of one-dimensional magnetic heat transport in the triangular-lattice antiferromagnet Cs ₂ CuCl ₄	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Research	6. 最初と最後の頁 032022(R) (1-4)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.1.032022	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 該当する

1. 著者名 R. Okuto, E. Ohki, T. Sakurai, K. Hijii, H. Takahashi, E. Ohmichi, S. Okubo, H. Ohta, Y. Uwatoko and H. Tanaka	4. 巻 50
2. 論文標題 Development of High-Field and High-Pressure ESR System and Application to Triangular Antiferromagnet CsCuCl ₃	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Appl. Magn. Res.	6. 最初と最後の頁 1059-1065
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00723-019-01134-8	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 田中秀数	4. 巻 17
2. 論文標題 スピン系の量子相転移と磁気励起	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子スピンサイエンス	6. 最初と最後の頁 4-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Yamauchi Ichihiko, Hiraishi Masatoshi, Okabe Hiroataka, Takeshita Soshi, Koda Akihiro, Kojima Kenji M., Kadono Ryosuke, Tanaka Hidekazu	4. 巻 97
2. 論文標題 Local spin structure of the $\langle \text{mml:math} \text{xmlns:mml="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"} \rangle \langle \text{mml:mrow} \rangle \langle \text{mml:mi} \rangle \langle \text{mml:mi} \rangle \langle \text{mml:mo} \rangle \langle \text{mml:mo} \rangle \langle \text{mml:msub} \rangle \langle \text{mml:mi} \rangle \text{RuCl}_3 \langle \text{mml:mi} \rangle \langle \text{mml:mn} \rangle 3 \langle \text{mml:mn} \rangle \langle \text{mml:msub} \rangle \langle \text{mml:mrow} \rangle \langle \text{mml:math} \rangle$ honeycomb-lattice magnet observed via muon spin rotation/relaxation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 134410 (1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.134410	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 Y. Kasahara, K. Sugii, T. Ohnishi, M. Shimozawa, M. Yamashita, N. Kurita, H. Tanaka, J. Nasu, Y. Motome, T. Shibauchi, and Y. Matsuda	4. 巻 120
2. 論文標題 Unusual thermal Hall effect in a Kitaev spin liquid candidate -RuCl ₃	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Lett.	6. 最初と最後の頁 217205 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.120.217205	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 S. Hayashida, O. Zaharko, N. Kurita, M. Matsumoto, H. Tanaka, M. Hagihala, M. Soda, S. Itoh, Y. Uwatoko and T. Masuda	4. 巻 97
2. 論文標題 Pressure-induced quantum phase transition in quantum antiferromagnet CsFeCl ₃	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 140405 (1-4)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.140405	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 S. Kimura, M. Matsumoto, M. Akaki, M. Hagiwara, K. Kindo and H. Tanaka	4. 巻 97
2. 論文標題 Electric Dipole Spin Resonance in a Quantum Spin Dimer System Driven by Magnetoelectric Coupling	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 140406 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.140406	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 Y. Kasahara, T. Ohnishi, Y. Mizukami, O. Tanaka, Sixiao Ma, K. Sugii, N. Kurita, H. Tanaka, J. Nasu, Y. Motome, T. Shibauchi and Y. Matsuda	4. 巻 559
2. 論文標題 Majorana quantization and half-integer thermal quantum Hall effect in a Kitaev spin liquid	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 227-231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-018-0274-0	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. Suzuki, K. Katayama, I. Kawasaki, I. Watanabe and H. Tanaka	4. 巻 87
2. 論文標題 Spin fluctuations in the spin-1/2 kagome lattice antiferromagnet (Rb _{1-x} Cs _x) ₂ Cu ₃ SnF ₁₂ around the quantum critical point detected by muon spin relaxation technique	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 074708 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.074708	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 M. Watanabe, N. Kurita, H. Tanaka, W. Ueno, K. Matsui and T. Goto	4. 巻 98
2. 論文標題 Valence-Bond-Glass State with Singlet Gap in the Spin-1/2 Square-Lattice Random J ₁ -J ₂ Heisenberg Antiferromagnet Sr ₂ CuTe _{1-x} W _x O ₆	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 054422 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.98.054422	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 Y. Kojima, M. Watanabe, N. Kurita, H. Tanaka, A. Matsuo, K. Kindo and M. Avdeev	4. 巻 98
2. 論文標題 Quantum magnetic properties of the spin-1/2 triangular-lattice antiferromagnet Ba ₂ La ₂ CoTe ₂ O ₁₂	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 174406 (1-8)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.98.174406	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 該当する

1. 著者名 S. Hirata, N. Kurita, M. Yamada and H. Tanaka	4. 巻 95
2. 論文標題 Bose-Einstein condensation of lattice bosons in spin-1/2 XXZ ferromagnet K ₂ CuF ₄	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 174406 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.95.174406	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 S. Kimura, K. Kakihata, Y. Sawada, K. Watanabe, M. Matsumoto, M. Hagiwara and H. Tanaka	4. 巻 95
2. 論文標題 Magnetoelectric effect in the quantum spin gap system TlCuCl_3	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 184420 (1-7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.95.184420	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 G. Gitgeatpong, M. Suewattana, S. Zhang, A. Miyake, M. Tokunaga, P. Chanlert, N. Kurita, H. Tanaka, T. J. Sato, Y. Zhao and K. Matan	4. 巻 95
2. 論文標題 High-field magnetization and magnetic phase diagram of $\text{YCu}_2\text{V}_2\text{O}_7$	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 245119 (1-10)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.95.245119	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 該当する

1. 著者名 D. Hirobe, M. Sato, Y. Shiomi, H. Tanaka and E. Saitoh	4. 巻 95
2. 論文標題 Magnetic thermal conductivity far above the Neel temperatures in the Kitaev-magnet candidate YRuCl_3	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 241112(R) (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.95.241112	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 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 antiferromagnet $\text{Ba}_3\text{CoSb}_2\text{O}_9$	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	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 P. Chanlert, N. Kurita, H. Tanaka, M. Kimata and H. Nojiri	4. 巻 96
2. 論文標題 Collective and local excitations in Ba ₂ CoTeO ₆ : a composite system of spin-1/2 triangular-lattice Heisenberg and honeycomb-lattice J ₁ -J ₂ Ising antiferromagnets	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 064419 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.96.064419	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 該当する

1. 著者名 K. Shirasawa, N. Kurita and H. Tanaka	4. 巻 96
2. 論文標題 Universality of magnetic-field-induced Bose-Einstein condensation of magnons	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 144404 (1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.96.144404	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 N. Kurita and H. Tanaka	4. 巻 828
2. 論文標題 Effects of magnetic field and hydrostatic pressure on the distorted triangular lattice antiferromagnet RbFeBr ₃	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Phys: Conf. Ser.	6. 最初と最後の頁 012002 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/828/1/012002	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 K. Matsui, M. Fujisawa, H. Tanaka, R. Scheuermann and T. Goto	4. 巻 828
2. 論文標題 High-field 1H-NMR study around a 1/4 plateau of quantum spin dimer system NH ₄ CuCl ₃	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Phys: Conf. Ser.	6. 最初と最後の頁 012011 (1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/828/1/012011	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 該当する

1. 著者名 E. Schulze, A. N. Ponomaryov, J. Wosnitza, H. Tanaka and S. A. Zvyagin	4. 巻 43
2. 論文標題 EPR study of the triangular-lattice antiferromagnet Cs ₂ CuBr ₄	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Low Temp. Phys.	6. 最初と最後の頁 1311-1314
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5010318	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 該当する

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 栗田伸之
2. 発表標題 フラストレーションの強いスピン系の量子相転移と磁気励起の研究
3. 学会等名 電子スピンサイエンス学会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊正理, 栗田伸之, 萩原雅人, 松下雄一郎, 田中秀数
2. 発表標題 スピン1/2正方格子ハイゼンベルク反強磁性体SrLaCuM ₆ (M=Sb, Nb)の磁性
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西澤伊織, 栗田伸之, 田中秀数
2. 発表標題 積層三角格子反強磁性体Sr ₃ CoTa ₂ O ₉ の磁気特性評価
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齋藤睦己, 高岸龍之介, 渡邊正理, 栗田伸之, 野村竜司, 池内和彦, 中島健次, 梶本亮一, 福元好志, 田中秀数
2. 発表標題 S=1/2カゴメ格子反強磁性体Cs ₂ Cu ₃ SnF ₁₂ の磁気励起
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊正理, 児島佑樹, 栗田伸之, 伊藤孝, 髭本亘, 中村惇平, 幸田章宏, 田中秀数
2. 発表標題 μSR法によるスピン1/2ランダムボンド三角格子反強磁性体Ba ₂ La ₂ Co(Te _{1-x} W _x) ₂ O ₁₂ の磁気基底状態の研究
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 児島佑樹, 栗田伸之, 田中秀数, 村井直樹, 中島健次
2. 発表標題 スピン1/2Heisenberg三角格子・Ising八ニカム格子の磁気励起とBa ₂ CoTeO ₆ の非弾性中性子散乱実験
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 齋藤睦己, 栗田伸之, 池内和彦, 梶本亮一, 福元好志, 田中秀数
2. 発表標題 S=1/2カゴメ格子反強磁性体Rb ₂ Cu ₃ SnF ₁₂ における高エネルギー磁気励起
3. 学会等名 日本物理学会 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Tanaka
2. 発表標題 Magnetic Excitations in Triangular-Lattice Quantum Antiferromagnet Ba ₃ CoSb ₂ O ₉
3. 学会等名 Tokyo Institute of Technology and Stony Brook University Joint Science and Technology Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Tanaka
2. 発表標題 Fractionalized Spin Excitations in Spin-1/2 Triangular- and Kagome-Lattice Antiferromagnets
3. 学会等名 J-PARC Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Tanaka
2. 発表標題 Structures of Magnetic Excitations in Spin-1/2 Triangular- and Kagome-Lattice Antiferromagnets
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 N. Kurita and H. Tanaka
2. 発表標題 Localized Magnetic Excitations of the Strongly Frustrated Dimerized Magnets
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Watanabe, N. Kurita, and H. Tanaka
2. 発表標題 Randomness-Induced Quantum Disordered Ground State of $S=1/2$ Random J_1 - J_2 Heisenberg Antiferromagnets
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 N. Kurita
2. 発表標題 Magnetic Excitations of Frustrated Quantum Spin Systems
3. 学会等名 The 1st Workshop on Inelastic Neutron Scattering in Asia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Tanaka
2. 発表標題 Magnetic Excitations in the Spin-1/2 Triangular-Lattice Heisenberg Antiferromagnet $Ba_3CoSb_2O_9$
3. 学会等名 ISSP Workshop, Present and Future of Neutron Scattering Research on Condensed Matter Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Tanaka, S. Ito, N. Kurita, S. Ohira-Kawamura, K. Nakajima, S. Itoh, K. Kuwahara, and K. Kakurai
2. 発表標題 Structure of Magnetic Excitations in a Spin-1/2 Triangular-Lattice Heisenberg Antiferromagnet $Ba_3CoSb_2O_9$
3. 学会等名 International Conference on Highly Frustrated Magnetism -2018- (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 N. Kurita, S. Ohira-Kawamura, K. Nakajima, D. Yamamoto, T. Kanesawa, N. Furukawa, and H. Tanaka
2 . 発表標題 Localized magnetic excitations of the strongly frustrated dimerized quantum magnet
3 . 学会等名 International Conference on Highly Frustrated Magnetism -2018- (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 N. Kurita, R. Takeda, H. Nojiri, and H. Tanaka
2 . 発表標題 Low-temperature and high-magnetic-field ESR study of honeycomb-lattice quantum magnet -RuCl ₃
3 . 学会等名 International Conference on Magnetism 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Tanaka, S. Ito, N. Kurita, S. Ohira-Kawamura, K. Nakajima, S. Itoh, K. Kuwahara, K. Kakurai
2 . 発表標題 The Whole Picture of Magnetic Excitations in an S=1/2 Triangular-Lattice Heisenberg Antiferromagnet Ba ₃ CoSb ₂ O ₉
3 . 学会等名 Int. Conf. Neutron Scattering (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 N. Kurita, S. Ohira-Kawamura, K. Nakajima, D. Yamamoto, T. Kanetaka, N. Furukawa, H. Tanaka
2 . 発表標題 Localized Magnetic Excitations in the S=1/2 Fully Frustrated Dimerized Magnet Ba ₂ CoSi ₂ O ₆ Cl ₂
3 . 学会等名 Int. Conf. Neutron Scattering (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Tanaka
2. 発表標題 Dispersionless excitations and crystallization of triplons in dimerized quantum magnet Ba ₂ CoSi ₂ O ₆ Cl ₂
3. 学会等名 International Workshop Flatband Networks in Condensed Matter and Photonics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中秀数, 小池暢人, 栗田伸之, 渡邊正理, 赤木暢, 奥谷顕, 萩原政幸
2. 発表標題 S=1擬2次元スピンドイマー系Ba ₂ NiSi ₂ O ₆ Cl ₂ の多周波ESR
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 栗田伸之, 那波和宏, 佐藤卓, 河村聖子, 中島健次, 田中秀数
2. 発表標題 フラストレーションの強いS=1スピンドイマー磁性体Ba ₂ NiSi ₂ O ₆ Cl ₂ における磁気励起
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
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
研究分担者	栗田 伸之 (Kurita Nobuyuki) (80566737)	東京工業大学・理学院・助教 (12608)	

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
---------	---------