

令和 2 年 4 月 1 日現在

機関番号：24403

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04850

研究課題名（和文）高度な磁性体デザインによって実現する新奇量子状態の解明と制御

研究課題名（英文）Examination and control of novel quantum states realized by advanced magnetic design

研究代表者

山口 博則（Yamaguchi, Hironori）

大阪府立大学・理学（系）研究科（研究院）・准教授

研究者番号：70581023

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 19,000,000円

研究成果の概要（和文）：フェルダジラジカルへの原子置換を通して、1次元から3次元に及ぶまで多種多様なスピンモデルの設計が可能であることを実証した。それらにおいては、無機物の安定性と対称性による制約がなく、これまでに報告例の無かった新規スピンモデルを実現された。一連を通して、従来とは一線を画す量子スピンモデル設計の有効性を実証してきた。さらに、フェルダジラジカルをカチオン化して、アニオンと組み合わせた電荷移動塩の合成も可能にした。アニオンの結晶学的特徴を利用して、スピンモデル設計性の更なる拡張を実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

有機物の特性を活かした独自の物質開発によって、従来の有機ラジカル系、さらには長い歴史を持つ無機磁性体でも報告例のない多種多様な量子スピンモデルの形成を実証した。量子スピンモデルにおいて形成される特異な量子状態の解明と活用は、スピンの量子性に着目した次世代科学技術の源泉となる先進的・基盤的な研究成果となる。従来の無機物による古典スピンに立脚した物性研究から、有機物による量子スピンに立脚した基礎物性研究・材料開発へのパラダイムシフトをもたらすものであり、元素戦略の観点からも社会に大きなインパクトを与える。

研究成果の概要（英文）：We have demonstrated a wide variety of spin model design from 1D to 3D through atom substitution to the verdazyl radical. There is no restriction due to the stability and symmetry of the inorganic material in our material design, and we realized new spin models that had not been reported so far. Throughout the series, we have demonstrated the effective material design for quantum spin models. In addition, the cationization of the verdazyl radical has enabled the synthesis of charge transfer salts in combination with anions. Utilizing the crystallographic features of the anions, a further extension of the spin model design have been demonstrated.

研究分野：量子スピン系

キーワード：量子スピン系

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

有機物は分子構造の多様性により、今日までに数 100 万種類にも及ぶ膨大な数の有機分子が合成されている。無機磁性体と比べてはるかに自由度が高く、有機物により莫大な数の磁性体が生み出されると期待されてきた。有機磁性体の研究は比較的新しく、1991 年の有機強磁性体候補物質の発見を契機に精力的な研究が進められてきた。ニトロキシド系ラジカルを中心として、多くの量子スピン系物質が報告されている。しかし一方で、ラジカルの局在性と平面構造に起因して、分子の積層方向のみに磁気相関が働く場合が殆どであった。その結果、量子スピン系の典型モデルである一次元鎖や交替鎖の形成に留まっていた。有機物の設計性と多様性を活かした磁性体の開発には、従来のラジカルにおいて弊害となってきた分子の特性を抑制する必要があった。

2. 研究の目的

フェルダジルラジカル(スピンサイズ $1/2$)への原子置換パターンをより発展させて、より高精度な磁気相関の設計を行う。さらに、遷移金属と組み合わせることで、金属元素の多彩なスピンサイズと磁気異方性を取り込む。それによって、磁気相関、スピンサイズ、磁気異方性の全てに設計性を備えた革新的な磁性体デザインを目指す。

具体的には、(1)分子設計を通じた磁気相関の制御、(2)ハイブリッドスピンを利用したスピンサイズと磁気異方性の制御を進めて、最終的に組み合わせる。(1)では、ラジカルの持つ全てのフェニル基に対してハロゲン元素置換を行うことで、分子軌道の形状をよりフレキシブルに制御し、磁気相関の設計性を拡張する。(2)では、ラジカルを遷移金属に配位させることで、分子内の強い磁気結合を利用して有機-無機ハイブリッドスピン(合成スピン)を形成させる。さらに金属元素と配位子を変えることで、スピンサイズと磁気異方性を設計する。一連において、物性測定結果を分子設計指針にフィードバックさせながら、緻密で且つ効率的な磁性体デザインを進める。量子状態を安定化させるフラストレート系スピンモデルを構築し、量子エンタングルがもたらす多彩な新奇量子状態を発現させる。それらの安定化機構を解明するとともに、機能的物性の発現と制御にも繋げる。

3. 研究の方法

(1)分子設計を通じた磁気相関の制御

これまでの物質設計では、フェルダジルラジカルの 1 つのフェニル基に対してハロゲン元素による置換を行ってきた。原子半径と置換位置の組み合わせにより、分子軌道の設計が可能になる。加えて本研究では、複数の異なるフェニル基への原子置換にも取り組む。合計 3 か所のフェニル基を対象とするため、分子軌道の形状をよりフレキシブルに制御することができる。それらを通して数 100 種類に及ぶ莫大な数の磁性体の合成が可能になる。物性測定結果からのフィードバックを活かして、効率的な磁性体デザインを行う。

(2)ハイブリッドスピンを利用したスピンサイズと磁気異方性の制御

フェルダジルラジカルを $3d$ 遷移金属に配位させる。それによって、スピンサイズと磁気異方性のパラメータを導入し、磁性体デザインの設計性を拡張する。先行研究として合成した金属錯体では、ラジカルと Mn^{2+} との間の強い分子内磁気相関により、室温以下で有機-無機ハイブリッドスピンによるスピンモデル形成を確認できている。本研究では、金属と配位子の組み合わせを変えることで、スピンサイズと磁気異方性の異なる様々なスピンモデルを設計し、それらの違いがもたらす量子物性を検証する。

4. 研究成果

フェルダジラジカルへの原子置換を利用した緻密な分子設計により、分子軌道の形状とその重なりを制御し、多彩な量子スピンモデルを実現した。さらに、それらの特異な量子状態を解明・制御することができた。

-2,3,5-Cl₃-V では、2種類の反強磁性相互作用から成る歪を伴った $S=1/2$ 正方格子の形成が示唆された。正方格子間は弱い反強磁性相関によって部分的な積層を成している。量子モンテカルル口法を用いた定量的な解析によって、歪んだ正方格子モデルで磁気特性を説明することができ、歪の大きさと積層相関の寄与を明らかにすることができた。さらに、ESR を用いて基底状態でのスピンドYNAMICSを明らかにした。

結晶多形である -2,3,5-Cl₃-V では、反強磁性ジグザグ鎖と梯子鎖が交互に並んだトレリス格子を実現した。磁気特性においてはトレリス格子の 2次元性を反映した振る舞いが観測された。さらに、磁化曲線の飽和近傍では非自明な緩やかな増加が観測された。フラストレーションの影響と梯子の積層方向に対応する磁気相関が強磁性的であることに起因して、飽和磁化近傍でスピン多極子相関が発達している可能性が考えられた。

ハニカム格子 Zn(hfac)₂(A_xB_{1-x}) では、磁気相関にランダムネスを導入することに成功した。ラジカルが遷移金属(非磁性)に配位することで生じる分子の回転自由度の消失を利用して、分子構造の異なる異性体を作り出した。結晶内でそれらがランダムに配列することで分子間の磁気相関にランダムネスが誘発される。極低温の物性を調べた結果、磁化率、磁化曲線、比熱の全ての実験結果において、量子スピン液体の一種である valence bond glass (random singlet) を示唆する振る舞いが観測された。

フェルダジラジカル系金属錯体[M(hfac)₂][o-Py-V-(4-F)₂] (M=Zn, Mn)では、遷移金属Mにフェルダジラジカルo-Py-V-(4-F)₂を配位させた。M=Znの場合は、磁性源はラジカルのスピン1/2のみとなっている。単結晶X線構造解析によって明らかになった分子配列においては、ハニカム格子の形成が予想され、実際に物性測定結果を定量的に説明することができた。さらに、ZnをMnに置き換えることで、フェルダジラジカルとMn間の強い分子内磁気相関によって、有機-無機ハイブリットスピンが形成され、スピン2のハニカム格子を実現することができた。さらに、磁気異方性の出現も確認された。スピンサイズおよび磁気異方性の設計性を実証する研究成果となった。

フェルダジラジカルをカチオン化することで、電荷移動塩の合成に取り組んだ。良質な単結晶の育成に成功した(o-MePy-V)PF₆は、メチル基を配位させることでカチオン化したフェルダジラジカルをアニオンであるPF₆⁻¹と組み合わせることで電荷移動塩を形成している。分子軌道計算の結果からは、フェルダジラジカル間に働く6種類の磁気相関によって $S=1/2$ 正方格子の形成が予想された。さらに、結晶構造の対称性から2種類のスピンサイトが存在している。また、四角形にも2パターンがあり、強磁性相関と反強磁性相関の競合によりフラストレーションが生じていることが明らかになった。磁化曲線においては、極低温下においても緩やかな増加を示す特異な振る舞いが観測された。数値解析によって、磁場による量子揺らぎの増大に起因することを明らかにした。

磁性アニオンFeCl₄⁻との塩である(4-Br-o-MePy-V)FeCl₄は、フェルダジラジカルのスピン1/2とアニオンのスピン5/2を交互に配列させることで、スピン-(1/2, 5/2)交替鎖を実現することができた。パルス強磁場を用いた磁化曲線の測定によって、量子状態のトポロジカルな議論から予想されていたLieb-Mattisプラトー(エネルギーギャップ)を初めて観測することに成

功した。さらに、量子モンテカルロ法による数値計算との比較によって定量的に実証することもできた。磁化率、比熱、電子スピン共鳴からも、スピン-(1/2, 5/2)交替鎖の形成を支持する振る舞いを観測することができた。さらに、BrをClに置換することで、磁気相関を変調して量子状態を制御することもできた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 H. Yamaguchi, Y. Tamekuni, Y. Iwasaki, and Y. Hosokoshi	4. 巻 97
2. 論文標題 Candidate for a fully frustrated square lattice in a verdazyl-based salt	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 201109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1103/PhysRevB.97.201109	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 H. Yamaguchi, Y. Sasaki, T. Okubo, M. Yoshida, T. Kida, M. Hagiwara, Y. Kono, S. Kittaka, T. Sakakibara, M. Takigawa, Y. Iwasaki, and Y. Hosokoshi	4. 巻 98
2. 論文標題 Field-enhanced quantum fluctuation in an $S = 1/2$ frustrated square lattice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 94402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1103/PhysRevB.98.094402	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. Iwasaki, T. Kida, M. Hagiwara, T. Kawakami, Y. Kono, S. Kittaka, T. Sakakibara, Y. Hosokoshi, and H. Yamaguchi	4. 巻 98
2. 論文標題 Field-induced quantum magnetism in the verdazyl-based charge-transfer salt $[\text{o-MePy} - \text{V} - (\text{p-Br})_2] \text{FeCl}_4$	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 224411
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1103/PhysRevB.98.224411	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. Uemoto, Y. Kono, S. Kittaka, T. Sakakibara, T. Yajima, Y. Iwasaki, S. Miyamoto, Y. Hosokoshi, and H. Yamaguchi	4. 巻 99
2. 論文標題 $S = 1/2$ ferromagnetic Heisenberg chain in a verdazyl-based complex	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 94418
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1103/PhysRevB.99.094418	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 Yoshiki Iwasaki, Yuta Sasaki, Yuko Hosokoshi, Akira Matsuo, Koichi Kindo, and Hironori Yamaguchi	4. 巻 88
2. 論文標題 Magnetic Properties of $S = 1/2$ Antiferromagnetic Alternating Chain in a New Salt (o-MePy-V) (TCNQ)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 44709
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.7566/JPSJ.88.044709	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 Hironori Yamaguchi, Yusuke Tamekuni, Yoshiki Iwasaki, Rei Otsuka, Yuko Hosokoshi, Takanori Kida, and Masayuki Hagiwara	4. 巻 95
2. 論文標題 Magnetic properties of a quasi-two-dimensional $S = 1/2$ Heisenberg antiferromagnet with distorted square lattice	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 235135-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.95.235135	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 Yohei Kono, Hironori Yamaguchi, Yuko Hosokoshi, and Toshiro Sakakibara	4. 巻 96
2. 論文標題 Three-dimensional Bose-Einstein condensation in the spin-1/2 ferromagnetic-leg ladder 3-Br-4-F-V	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 104439-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.96.104439	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 Hironori Yamaguchi, Masataka Okada, Yohei Kono, Shunichiro Kittaka, Toshiro Sakakibara, Toshiki Okabe, Yoshiki Iwasaki & Yuko Hosokoshi	4. 巻 7
2. 論文標題 Randomness-induced quantum spin liquid on honeycomb lattice	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 16144-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-16431-0	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 Y. Iwasaki, T. Kida, M. Hagiwara, T. Kawakami, Y. Hosokoshi, Y. Tamekuni, and H. Yamaguchi	4. 巻 97
2. 論文標題 Effective $S = 2$ antiferromagnetic spin chain in the salt (o-MePy-V) FeCl ₄	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 085113-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.085113	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 Hironori Yamaguchi, Daichi Yoshizawa, Takanori Kida, Masayuki Hagiwara, Akira Matsuo, Yohei Kono, Toshiro Sakakibara, Yusuke Tamekuni, Hirotsugu Miyagai, and Yuko Hosokoshi	4. 巻 87
2. 論文標題 Magnetic-field-induced Quantum Phase in $S = 1/2$ Frustrated Trellis Lattice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 043701-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.043701	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. Kono, S. Kittaka, H. Yamaguchi, Y. Hosokoshi, and T. Sakakibara	4. 巻 97
2. 論文標題 Quasi-one-dimensional Bose-Einstein condensation in the spin-1/2 ferromagnetic-leg ladder 3-1-V	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 100406-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.100406	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 Miyamoto S., Iwasaki Y., Uemoto N., Hosokoshi Y., Fujiwara H., Shimono S., Yamaguchi H.	4. 巻 3
2. 論文標題 Magnetic properties of honeycomb-based spin models in verdazyl-based salts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Materials	6. 最初と最後の頁 64410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.3.064410	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 Kono Y., Kittaka S., Yamaguchi H., Hosokoshi Y., Sakakibara T.	4. 巻 100
2. 論文標題 Emergent critical phenomenon in spin-12 ferromagnetic-leg ladders: Quasi-one-dimensional Bose-Einstein condensate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 54442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.054442	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 Kono Y., Okabe T., Uemoto N., Iwasaki Y., Hosokoshi Y., Kittaka S., Sakakibara T., Yamaguchi H.	4. 巻 101
2. 論文標題 Magnetic properties of a spin-12 honeycomb lattice antiferromagnet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 14437
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.101.014437	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31件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 河野洋平, 橋高俊一郎, 榊原俊郎, 山口博則, 細越裕子, 上本菜央, 元木大介
2. 発表標題 フェルダジルラジカルをベースとした低次元量子磁性体の低温物性
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上本菜央, 山口博則, 河野洋平, 橋高俊一郎, 榊原俊郎, 萩原 政幸, 細越裕子
2. 発表標題 フェルダジル系金属錯体が形成する正方格子モデルの低温磁気状態
3. 学会等名 電子スピンサイエンス学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩崎義己、細越裕子、川上貴資、木田孝則、萩原政幸、山口博則
2. 発表標題 ハニカム格子をベースとした特異なスピンモデルの磁場誘起量子物性
3. 学会等名 電子スピンサイエンス学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口博則
2. 発表標題 新規スピン交替鎖における Lieb-Mattis プラトーの観測
3. 学会等名 物性研短期研究会/強磁場科学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮本慎之介, 山口博則, 為国雄介, 細越裕子
2. 発表標題 新規フェルダジル系塩の低温物性
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上本菜央, 山口博則, 細越裕子, 河野洋平, 橘高俊一郎, 榊原俊郎
2. 発表標題 S=1/2ハニカム格子系の低温物性
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩崎義己, 山口博則, 細越裕子, 川上貴資, 木田孝則, 萩原政幸
2. 発表標題 八二カム格子をベースとした特異なスピンモデルの磁場誘起量子物性
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大久保毅, 山口博則
2. 発表標題 フラストレート正方格子量子スピン模型の磁化過程における大きなスピン揺らぎ
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河野洋平, 橋高俊一郎, 山口博則, 細越裕子, 榊原俊郎
2. 発表標題 フェルダジラジカル系スピン1/2フェロレッグラダーにおける量子臨界現象の普遍性
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩崎義己, 山口博則, 細越裕子, 川上貴資, 木田孝則, 萩原政幸, 河野洋平, 橋高俊一郎, 榊原俊郎
2. 発表標題 八二カム格子系における特異な内部磁場と磁場誘起量子物性
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河野洋平, 上本菜央, 山口博則, 細越裕子, 榊原俊郎
2. 発表標題 スピン1/2ハニカム様格子系[Zn(hfac) ₂](4-Cl-o-Py-V)の極低温物性
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 沖田大輝, 山口博則, 岩崎義己, 細越裕子
2. 発表標題 フェルダジル系電荷移動塩の低温物性
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上本菜央, 山口博則, 細越裕子, 河野洋平, 橘高俊一郎, 榊原俊郎
2. 発表標題 フェルダジル系金属錯体を用いたスピンモデル設計
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河野洋平, 橘高俊一郎, 山口博則, 細越裕子, 榊原俊郎
2. 発表標題 スピン1/2有機フェロレグラーダ物質の磁気熱量効果測定
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 岡部俊輝, 山口博則, 小野俊雄, 細越裕子, 中村翔太, 橘高俊一郎, 榊原俊郎
2. 発表標題 八ニカム格子を形成するフェルダジル系金属錯体の低温物性
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 宮本慎之介, 山口博則, 岩崎義己, 小野俊雄, 細越裕子
2. 発表標題 フェルダジル系電荷移動錯体(m-MePyV) ₂ (Fe ₂ OCl ₆)の低温物性
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 為国雄介, 山口博則, 岩崎義己, 小野俊雄, 細越裕子
2. 発表標題 フェルダジルラジカルからなる電荷移動錯体の低温物性
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 太田善彦, 山口博則, 小野俊雄, 細越裕子, 木田孝則, 萩原政幸
2. 発表標題 三次元八ニカム格子磁性体の低温物性
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 Hironori Yamaguchi, Yoshiki Iwasaki, Yuko Hosokoshi, Takanori Kida, and Masayuki Hagiwara Hironori Yamaguchi, Yoshiki Iwasaki, Yuko Hosokoshi, Takanori Kida, and Masayuki Hagiwara
2. 発表標題 Magnetic properties of quasi-two-dimensional $S = 1/2$ Heisenberg antiferromagnet with distorted square lattice
3. 学会等名 28th International Conference on Low Temperature Physics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshiki Okabe, Hironori Yamaguchi, Yuko Hosokoshi
2. 発表標題 Low-temperature magnetic properties of verdazyl-based complexes
3. 学会等名 28th International Conference on Low Temperature Physics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yusuke Tamekuni, Hironori Yamaguchi, Yoshiki Iwasaki, Yuko Hosokoshi
2. 発表標題 Low-temperature physical properties of the $S=1/2$ frustrated square lattice
3. 学会等名 28th International Conference on Low Temperature Physics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口博則
2. 発表標題 有機ラジカル系によって形成される新規フラストレート系の強磁場物性」
3. 学会等名 第四回西日本強磁場科学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 為国雄介, 山口博則, 岩崎義己, 細越裕子, 木田孝則, 萩原政幸
2. 発表標題 歪んだ正方格子反強磁性体 -2,3,5-Cl ₃ -Vの多周波ESR
3. 学会等名 日本赤外線学会第27回研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡部俊輝, 山口博則, 小野俊雄, 細越裕子, 萩原政幸, 中村翔太, 橘高俊一郎, 榊原俊郎
2. 発表標題 八二カム格子を形成する新規金属錯体の低温物性
3. 学会等名 日本赤外線学会第27回研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩崎義己, 山口博則, 細越裕子, 木田孝則, 萩原政幸, 川上貴資
2. 発表標題 新規電荷移動塩(o-MePy-V)FeCl ₄ の特異な強磁場物性
3. 学会等名 日本赤外線学会第27回研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩崎義己, 山口博則, 小野俊雄, 細越裕子, 木田孝則, 萩原政幸, 川上貴資
2. 発表標題 新規電荷移動塩(o-MePy-V)FeCl ₄ の特異な強磁場物性
3. 学会等名 電子スピンスイェンス学会第56回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡部俊輝, 山口博則, 小野俊雄, 細越裕子, 萩原政幸, 中村翔太, 橘高俊一郎, 榊原俊郎
2. 発表標題 ハニカム格子を形成するフェルダジル系金属錯体の低温物性
3. 学会等名 電子スピンサイエンス学会第56回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 為国雄介, 山口博則, 岩崎義己, 細越裕子, 木田孝則, 萩原政幸
2. 発表標題 歪を持つ $S = 1/2$ 正方格子反強磁性体の低温物性
3. 学会等名 電子スピンサイエンス学会第56回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 河野洋平, 山口博則, 細越裕子, 榊原俊郎
2. 発表標題 スピン $1/2$ 有機フェロレグラーダ-3-Cl-4-F-Vの量子臨界性
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡部俊輝, 山口博則, 細越裕子, 萩原政幸, 中村翔太, 橘高俊一郎, 榊原俊郎
2. 発表標題 $S=2$ ハニカム格子磁性体 $[Mn(hfac)_2][o-Py-V-p-F_2]$ の低温物性
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 為国雄介, 山口博則, 岩崎義己, 細越裕子
2. 発表標題 新規フェルダジル系塩の低温物性
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>ウェブページによる研究成果発信 https://sites.google.com/view/hironoriyamaguchi</p>

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