

令和 5 年 5 月 15 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K03863

研究課題名(和文)カイラル金属磁性とフェルミ面のスピン分裂

研究課題名(英文)Metallic chiral magnet and spin-split Fermi surface

研究代表者

佐藤 仁 (Sato, Hitoshi)

広島大学・放射光科学研究センター・准教授

研究者番号：90243550

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：カイラル金属磁性体 $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$ および $\text{Yb}(\text{Ni}_{0.94}\text{Cu}_{0.06})_3\text{Al}_9$ について、角度分解光電子分光(ARPES)を行なった。少なくとも表面ブリルアンゾーンのGamma点周りに5枚のホール的フェルミ面と、M点周りに1枚の電子的フェルミ面が存在することを明らかにした。両者のフェルミ面形状は類似しているが、 $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$ と比較して、 $\text{Yb}(\text{Ni}_{0.94}\text{Cu}_{0.06})_3\text{Al}_9$ の方が小さくなっていることが分かった。NiのCu置換により電子がドーピングされたことを反映している。 $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$ についてスピン分解ARPESを行い、Gamma点周りのホールバンドに約30 meVのスピン分裂を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

$\text{YbNi}_3\text{Al}_9$ は、最近発見された4f電子系で初のカイラル金属磁性体である。カイラル磁気構造は、伝導電子を媒介とする、4fスピンを「揃える」対称スピン相互作用(RKKY相互作用)に、スピンを「ねじる」反対称スピン相互作用(DM相互作用)が加わることで生じる。カイラル結晶構造に起因して、独特なスピントクスチャをもつ伝導電子バンド構造が、カイラル磁性の出現に関与していると考えられる。本研究で明らかにした基本的な電子構造、特に、微細なスピン分裂構造に関する結果は、今後の4f電子系カイラル磁性体の研究において、貴重な情報を与えるものと期待される。

研究成果の概要(英文)：We have carried out angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES) on metallic chiral magnets  $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$  and  $\text{Yb}(\text{Ni}_{0.94}\text{Cu}_{0.06})_3\text{Al}_9$ . We found that at least five hole-like bands around Gamma point (surface Brillouin zone) and one electron-like band around M point form the Fermi surfaces. The Fermi surfaces of  $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$  and  $\text{Yb}(\text{Ni}_{0.94}\text{Cu}_{0.06})_3\text{Al}_9$  are similar and the Fermi surfaces of  $\text{Yb}(\text{Ni}_{0.94}\text{Cu}_{0.06})_3\text{Al}_9$  are revealed to be smaller compared to those of  $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$ , reflecting the electron doping due to the Cu substitution for Ni. We also performed spin polarized ARPES on  $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$  and found the spin splitting of about 30 meV for the hole-like band around Gamma point.

研究分野：放射光物性

キーワード：カイラル磁性体 強相関電子系 スピン分解光電子分光

## 1. 研究開始当初の背景

$\text{YbNi}_3\text{Al}_9$  がカイラルらせん磁性を示すことが最近発見され、 $4f$  電子系としては初のカイラル金属磁性体として注目されている[1,2].  $4f$  電子系の磁気秩序形成の起源は、伝導電子を媒介とした  $4f$  スピンを「揃える」対称スピン相互作用(RKKY 相互作用)にある. これに  $4f$  スピンを「ねじる」反対称スピン相互作用(Dzyaloshinski-Moriya 相互作用)が加わると、左巻き・右巻きどちらか一方のらせん磁気構造が生じる(Fig. 1(a)).  $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$  は、 $T_m=3.4$  K 以下で局在  $\text{Yb}$   $4f$  スピンが磁気秩序し、 $ab$  面内で強磁性、 $c$  軸方向に  $q_z=0.8$ (周期が  $c/q_z$ )のらせん磁性を示す.  $\text{Ni}$  を  $\text{Cu}$  で置換すると、カイラリティの程度が変化し、6%置換で螺旋周期が  $q_z=0.4$  まで短くなる[2].

$\text{YbNi}_3\text{Al}_9$  のもうひとつの特徴は、結晶としてはほとんど報告例のない空間群  $R32$ (#155)に属していることである. 3 回軸と 2 回軸の他に対称操作をもたず、カイラル空間群ではないものの、ソクケ群に分離され、カイラル結晶構造が許される(Fig. 1(b)). このため、空間反転と鏡映対称性の破れに起因して、独特なスピントクスチャをもつ伝導電子バンド構造が期待され、カイラル磁性の出現に関与していると考えられる.  $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$  のバンド構造を明らかにすることは、 $4f$  電子系カイラル金属磁性体を理解するうえで不可欠だが、現在、理論的にも実験的にも研究が進んでいない状況にある.

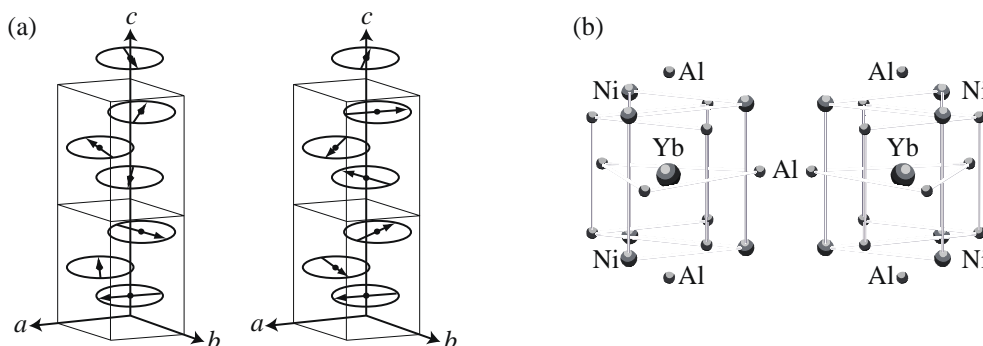


Fig. 1. (a)  $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$  の磁気構造(左:左巻構造, 右:右巻構造).  $\text{Yb}$   $4f$  スピンが磁気モーメントを担う. (b)  $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$  の  $\text{Yb}$  周りの構造(左:左型構造, 右:右型構造). 左型構造は、どのように回転させても、鏡像である右型構造には重ならない.

## 2. 研究の目的

カイラル結晶中の伝導電子バンドはスピン分裂する. 特にフェルミ面のスピン分裂の状況が、スピン配列の決定機構に重要な影響を及ぼしていると考えられるのはごく自然であろう. そこで本研究では、 $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$ 、および、 $\text{Ni}$  を  $\text{Cu}$  を置換した  $\text{Yb}(\text{Ni}_{1-x}\text{Cu}_x)_3\text{Al}_9$  の伝導電子バンド・フェルミ面の基本的な電子構造とスピン分裂を明らかにし、 $\text{Cu}$  濃度に依存した磁気構造との相関を抽出することで、カイラル結晶構造、カイラル磁気構造、伝導電子のスピン状態の関係を明らかにすることを目的とした.

## 3. 研究の方法

$\text{YbNi}_3\text{Al}_9$ 、 $\text{Yb}(\text{Ni}_{1-x}\text{Cu}_x)_3\text{Al}_9$  について角度分解光電子分光(ARPES)、および、スピン分解 ARPES(SARPES)を行い、伝導電子の基本的なバンド構造とスピン分裂の有無を調べた. ARPES は、広島大学放射光科学研究センター(HiSOR)の BL-1, BL-9A, SARPES は BL-9B で行なった. 単結晶試料として、フラックス法により育成したものをを用いた. 特に、SARPES には、左右片巻きのものを試料として用いた. 当初、大気中での試料表面の鏡面研磨後、超高真空槽内において  $\text{Ar}$  スパッタとアニールを繰り返すことで清浄で平坦な表面を得ることを試みていた. 約 900 K が最適アニール温度であることを見出していたが、ARPES を実施したところ、表面がほとんど酸化膜で覆われていることが分かった. そこで、超高真空中での破断によって清浄試料表面を得た. 破断においても清浄で平坦な試料表面が得られ、最近、BL-1, BL-9A, BL-9B において放射光の微小集光が可能になってきたこともあり、明瞭な(S)ARPES スペクトルの観測に成功した. なお、(S)ARPES は(0001)面に対して行なった.

## 4. 研究成果

Fig. 2(a)(b)に励起エネルギー  $h\nu=24$  eV、測定温度 9 K で実施した ARPES により得られた

YbNi<sub>3</sub>Al<sub>9</sub> (Fig. 2(a)), および, Yb(Ni<sub>0.94</sub>Cu<sub>0.06</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>9</sub> (Fig. 2(b))のフェルミ面を示す．横軸が表面ブリルアンゾーン表記で $\Gamma$ - $K$ 方向の波数, 縦軸が $\Gamma$ - $M$ 方向の波数であり, 結合エネルギー $E_F \sim 20$  meVの範囲で積分した強度をカラースケールで表している． $s$  偏光配置(励起光の偏光方向が検出面(入射光の方向と光電子の放出方向を含む面)に垂直)で測定を行っている．観測されたフェルミ面の形状は, 両者で類似している．6回対称の形状のように見えるが, 特に, Yb(Ni<sub>0.94</sub>Cu<sub>0.06</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>の結果から分かるように, 強度を考慮すると結晶構造を反映した3回対称になっていることが分かる． $p$  偏光配置(励起光の偏光方向が検出面と並行)での測定結果も考慮することにより,  $\Gamma$ 点周りに少なくとも5枚のフェルミ面が存在することが分かった．Fig. 2(c)(d)に示した図は,  $k_x=0$   $\text{\AA}^{-1}$  ( $k_x$ は $\Gamma$ - $M$ 方向の波数)におけるYbNi<sub>3</sub>Al<sub>9</sub> (Fig. 2(c)), および, Yb(Ni<sub>0.94</sub>Cu<sub>0.06</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>9</sub> (Fig. 2(d))のARPES スペクトルである．フェルミ準位をクロスするバンドが $\Gamma$ 点を中心に上に凸の形状をしていることから,  $\Gamma$ 点周りで観測されたフェルミ面がホールバンドであることが分かる．フェルミ波数の解析から, Yb(Ni<sub>0.94</sub>Cu<sub>0.06</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>のフェルミ面が, YbNi<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>のフェルミ面と比較して, 小さくなっていることが分かった．これは, NiをCuに置換したことで, 電子がドーピングされたことによると考えられ, Cu置換によるカイラリティの変化と関係していると期待される．また, 図には示していないが,  $M$ 点周りに1枚の電子的フェルミ面が存在することも分かった．

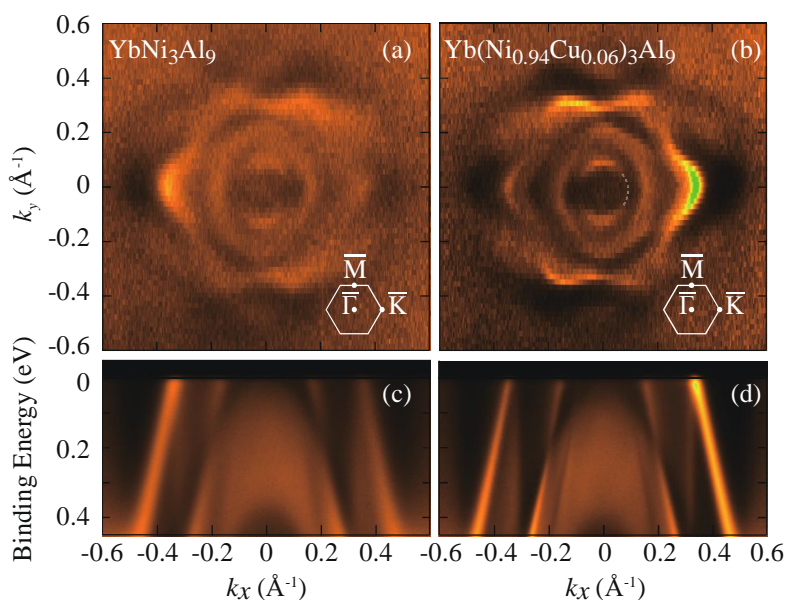


Fig. 2. ARPES によって得られた YbNi<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>(a), Yb(Ni<sub>0.94</sub>Cu<sub>0.06</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>(b)のフェルミ面と,  $k_x=0$   $\text{\AA}^{-1}$  における ARPES スペクトル(c)(d)． $h\nu=24$  eV, 9 K,  $s$  偏光配置で測定．

YbNi<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>について, 励起光エネルギー $h\nu=30\sim 130$  eV で ARPES スペクトルの $h\nu$ 依存性の測定を行い,  $k_z$ 分散(試料表面垂直方向のバンド分散)を得た．得られた周期性から内部ポテンシャルを約 17 eV と見積もった．Fig. 2 の結果が得られた  $h\nu=24$  eV は, バルクブリルアンゾーンで,  $Z$ 点近傍をスキャンしていると考えている． $h\nu=78$  eV で, ARPES スペクトルの面内角依存性を測定し, 観測されるバンドの3回対称を確認した．Dirac 錐状のバンド構造が観測されたが, その起源については, 今後の課題である．

YbNi<sub>3</sub>Al<sub>9</sub>について  $h\nu=24$  eV, 40 K,  $s$  偏光配置で SARPES を行なった．単結晶試料には左右片巻きのものを用いている．Fig. 3 に,  $\Gamma$ - $K$ 方向の波数  $k_x \sim 0.35$   $\text{\AA}^{-1}$  で得られた, エネルギー分布曲線(EDC)スペクトルを示す．横軸は結合エネルギーであり, 波数  $k_x \sim 0.35$   $\text{\AA}^{-1}$  は, Fig. 2(b)で, 強度が最も大きいバンドのフェルミ波数に対応する．面内スピン( $\Gamma$ - $M$ 方向に相当する)を観測しており, アップスピン, ダウンスピンを赤と青で区別している．緑で示したスペクトルがスピン分極度に相当し, わずかではあるが, 分極が認められた．特に, 0.65 eV のピーク構造はアップスピンとダウンスピンで, エネルギー位置に明確な違いが見られていることから, スピン分裂が存在していることが分かる．

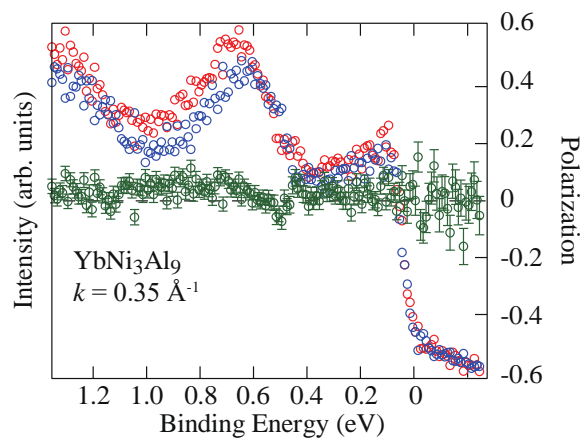


Fig. 3.  $h\nu=24 \text{ eV}$  ,  $40 \text{ K}$  ,  $s$  偏光配置で測定した  $\text{YbNi}_3\text{Al}_9$  の SARPES スペクトルとスピン偏極度 .

#### References

- [1] S. Ohara *et al.*, JPS Conf. Proc. **3**, 017016 (2014).
- [2] T. Matsumura *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **86**, 124702 (2017).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 S. Michimura, M. Kosaka, A. Machida, R. Numakura, R. Iizuka, S. Katano, Y. Imai, N. Shirakawa, Y. Yamasaki, H. Nakao, H. Sato, S. Ueda, K. Mimura	4. 巻 90
2. 論文標題 Charge-ordered state and low-dimensional magnetic fluctuations in Yb5Ge4 single crystal	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 044703/12p
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSJ.90.044703	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. V. Senkovskiy, A. V. Nenashev, S. K. Alavi, Y. Falke, M.n Hell, P. Bampoulis, D. V. Rybkovskiy, D. Yu. Usachov, A. V. Fedorov, A. I. Chernov, F. Gebhard, K. Meerholz, D. Hertel, M. Arita, T. Okuda, K. Miyamoto, K. Shimada, F. R. Fischer, T. Michely, S. D. Baranovskii, K. Lindfors, T. Szkopek, A. Gruneis	4. 巻 12
2. 論文標題 Tunneling current modulation in atomically precise graphene nanoribbon heterojunctions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2542/11p
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41467-021-22774-0	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 H. Sato, T. Matsumoto, N. Kawamura, K. Maeda, T. Takabatake, A. M. Strydom	4. 巻 105
2. 論文標題 Valence transition of the intermetallic compound Ce2Rh2Ga probed by resonant x-ray emission spectroscopy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 035113/7p
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevB.105.035113	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. Tsukagoshi, T. Matsumura, S. Michimura, T. Inami, S. Ohara	4. 巻 105
2. 論文標題 Competition between helimagnetic and ferroquadrupolar ordering in a monoaxial chiral magnet DyNi3Ga9 studied by resonant x-ray diffraction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 014428/12p
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevB.105.014428	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. Anzai, S. Ishihara, K. Mimura, H. Sato, M. Arita, T. Zhuang, K. Hiraoka	4. 巻 2
2. 論文標題 Abrupt change in hybridization gap at the valence transition of YbInCu4	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 033408/6p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.033408	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. Anzai, K. Morikawa, H. Shiono, H. Sato, S.-i. Ideta, K. Tanaka, T. Zhuang, K. T. Matsumoto, K. Hiraoka	4. 巻 101
2. 論文標題 Temperature dependence of the Kondo resonance in the photoemission spectra of the heavy-fermion compounds YbXCu4 (X = Mg, Cd, and Sn)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 235160/7p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.101.235160	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. Nakamura, K. Hyodo, Y. Matsumoto, Y. Haga, H. Sato, S. Ueda, K. Mimura, K. Saiki, K. Iso, M. Yamashita, S. Kittaka, T. Sakakibara, S. Ohara	4. 巻 89
2. 論文標題 Heavy fermion state of YbNi2Si3 without local inversion symmetry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 024705/5p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.024705	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. Utsumi, D. Mondal, J. Fujii, I. Vobornik, S. Nakamura, S. D. Matkovic-Calogovic, S. Ohara	4. 巻 89
2. 論文標題 Electronic structure of Yb(Ni1-xCox)3Ga9 studied by angle-resolved photoelectron spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 044711/4p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.044711	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 Y. Ota, K. Umeo, T. Otaki, Y. Arai, T. Onimaru, S. Nakamura, S. Ohara	4. 巻 89
2. 論文標題 Pressure effect on the chiral helimagnetic order in YbNi3Al9	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 044715/5p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.044715	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. Nakamura, J. Inukai, T. Asaka, J. Yamaura, S. Ohara	4. 巻 89
2. 論文標題 Enantiopure crystal growth of a chiral magnet YbNi3Al9 via the flux method with a temperature gradient	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 104005/5p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.104005	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. Maeda, H. Sato, Y. Akedo, T. Kawabata, K. Abe, R. Shimokasa, A. Yasui, M. Mizumaki, N. Kawamura, E. Ikenaga, S. Tsutsui, K. Matsumoto, K. Hiraoka, K. Mimura	4. 巻 30
2. 論文標題 Yb L3 resonant hard x-ray photoemission spectroscopy of valence transition compound YbInCu4	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 011137/4p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.30.011137	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. Sakano, M. Hirayama, T. Takahashi, S. Akebi, M. Nakayama, K. Kuroda, K. Taguchi, T. Yoshikawa, K. Miyamoto, T. Okuda, K. Ono, H. Kumigashira, T. Ideue, Y. Iwasa, N. Mitsuishi, K. Ishizaka, S. Shin, T. Miyake, S. Murakami, T. Sasagawa, T. Kondo	4. 巻 124
2. 論文標題 Radial spin texture in elemental tellurium with chiral crystal structure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 136404/5p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.124.136404	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. Anzai, R. Tawara, Y. Kikuchi, H. Sato, M. Arita, R. Takaaze, K. T. Matsumoto, K. Hiraoka	4. 巻 91
2. 論文標題 Photoemission spectroscopy study on the heavy-fermion compound YbAgCu <sub>4</sub>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 114703/6p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.91.114703	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. Yamaoka, S. Yamanaka, A. Ohmura, N. Tsujii, J. Valenta, Y. Furue, H. Sato, H. Ishii, N. Hiraoka, C. Michioka, H. Ueda, K. Yoshimura	4. 巻 91
2. 論文標題 Valence transitions in Yb <sub>1+x</sub> In <sub>1-x</sub> Cu <sub>4</sub> studied by high-resolution x-ray absorption spectroscopy, x-ray diffraction, and photoelectron spectroscopy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 124701/10p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.91.124701	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.-L. Wu, K. Yaji, Y. Ota, A. Harasawa, S. Shin, T. Imai, K. Miyamoto, M. Nagao, S. Watauchi, I. Tanaka, X. Ma, H. Yang, Y. Cai, L. Zhao, X. Zhou, T. Okuda	4. 巻 106
2. 論文標題 Systematic study of electronic states of Ln(0,F)BiS <sub>2</sub> by spin- and angle-resolved photoemission spectroscopy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 104511/9p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.106.104511	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 H. Sato, T. Matsumoto, K. Maeda, Y. Taguchi, N. Kawamura, H. Ishibashi	4. 巻 106
2. 論文標題 Metal-insulator transition in CuIr <sub>2</sub> S <sub>4</sub> observed by Cu K $\alpha$ resonant x-ray emission spectroscopy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 155151/8p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.106.155151	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. Tsukagoshi, S. Kishida, K. Kurauchi, D. Ito, K. Kubo, T. Matsumura, Y. Ikeda, S. Nakamura, S. Ohara	4. 巻 107
2. 論文標題 Crystal field excitation in the chiral helimagnet YbNi3Al9	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 104425/8p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.107.104425	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32件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 佐藤仁, 田中佑, 松本拓真, 前田和大, 辻井直人, 河村直己
2. 発表標題 X線発光分光によるYbCu <sub>5-x</sub> Al <sub>x</sub> の電子状態の研究
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 前田和大, 松本拓真, 田中佑, 佐藤仁, 有田将司, 島田賢也, 松本圭介, 平岡耕一
2. 発表標題 価数相転移物質YbInCu <sub>4</sub> の角度分解光電子分光
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松村武, 塚越舜, 上田祥央, 大原繁男, 田中良和
2. 発表標題 キラル磁性体YbNi <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> (H  c)におけるコニカル磁気構造
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚越舜, 松村武, 中村翔太, 大原繁男
2. 発表標題 低温X線回折によるキラル磁性体DyNi <sub>3</sub> Ga <sub>9</sub> の格子歪みの観測
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村翔太, 大原繁男
2. 発表標題 AC magnetoresistance and magnetization of chiral magnets Yb(Ni <sub>1-x</sub> Cu <sub>x</sub> ) <sub>3</sub> Al <sub>9</sub>
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石栗拓馬, 西明寺達哉, 宍戸寛明, 中村翔太, 大原繁男, 戸川欣彦
2. 発表標題 キラル磁性体YbNi <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> 薄膜の電界効果による磁性制御
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚越舜, 松村武, 岸田卓, 伊藤大地, 池田陽一, 藤田全基, 大原繁男
2. 発表標題 中性子非弾性散乱によるYbNi <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> の結晶場状態の研究
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村翔太, 大原繁男
2. 発表標題 カイラル金属磁性体Yb(Ni <sub>1-x</sub> Cu <sub>x</sub> ) <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> における磁気抵抗の異方性
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤仁, 神尾彬, 神森龍一, 松本拓真, 三村功次郎, 上田茂典, 有田将司, 辻井直人
2. 発表標題 光電子分光によるYbCu <sub>5-x</sub> Al <sub>x</sub> の電子状態の研究
3. 学会等名 第35回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 R. Kamimori, Y. Tanimoto, H. Sato, M. Arita, S. Kumar, K. Shimada, K. T. Matsumoto, K. Hiraoka
2. 発表標題 Evolution of c-f hybridization in valence transition compound YbInCu <sub>4</sub> observed by ARPES
3. 学会等名 The 26th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 奥田太一
2. 発表標題 キラリティ誘起スピン選択のスピン分解光電子分光による観測の試み
3. 学会等名 第26回HiSOR研究会 ~生体分子の構造機能研究におけるキララ分光の新しい可能性~ (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taichi Okuda
2. 発表標題 Development of micro-focus spin-resolved photoemission spectrometer in VUV-SX region
3. 学会等名 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 太田善彦, 梅尾和則, 鬼丸孝博, 中村翔太, 大原繁男
2. 発表標題 一軸性キラル磁性体YbNi <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> の圧力下比熱測定
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 岡村英一, 大原繁男, 大貫惇睦, 池本夕佳, 森脇太郎
2. 発表標題 高圧下YbNi <sub>3</sub> Ga <sub>9</sub> およびYbCu <sub>2</sub> Ge <sub>2</sub> の光学伝導度と電子状態
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 泉川尚斗, 中村翔太, 大原繁男
2. 発表標題 キラル金属磁性体Yb(Ni <sub>1-x</sub> Cu <sub>x</sub> )Al <sub>9</sub> のホール効果測定
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 廣瀬悠人, 佐藤嵩晃, 中村翔太, 大原繁男
2. 発表標題 Co置換によるDyNi <sub>3</sub> Ga <sub>9</sub> の磁気秩序の抑制
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 中村翔太, 犬飼順也, 浅香透, 山浦淳一, 大原繁男
2. 発表標題 温度勾配フラックス法によるカイラル磁性体YbNi <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> のエナンチオピュア結晶の合成
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 塚越舜, 松村武, 道村真司, 稲見俊哉, 大原繁男
2. 発表標題 共鳴X線回折によるDyNi <sub>3</sub> Ga <sub>9</sub> の反強磁性フロップの観測
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 神森龍一, 谷元優希美, 佐藤仁, 有田将司, Shiv Kumar, 島田賢也, 松本圭介, 平岡耕一
2. 発表標題 角度分解光電子分光による価数相転移物質YbInCu <sub>4</sub> におけるc-f混成の変化の観測
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名	宮本幸治, 天野凌我, Chen Zhang, 佐用大晴, 島田千穂, 高阪勇輔, M. Weinert, 獅子堂達也, 戸川欣彦, 奥田太一
2. 発表標題	カイラル構造を持つNbSi2の電子構造
3. 学会等名	日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	大橋一諒, 中村翔太, 大原繁男
2. 発表標題	コバルト置換によるカイラル物質GdNi <sub>3</sub> Ga <sub>9</sub> の磁気相図の変化
3. 学会等名	日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	塚越舜, 倉内憲伸, 松村武, 石松直樹, 大原繁男, 田中良和
2. 発表標題	YbNi <sub>3</sub> Ga <sub>9</sub> の圧力誘起磁気秩序の探索 - 高圧下共鳴X線回折実験 -
3. 学会等名	日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	塚越舜, 岸田卓, 倉内憲伸, 伊藤大地, 久保光野, 松村武, 池田陽一, 中村翔太, 大原繁男
2. 発表標題	キラル磁性体YbNi <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> の結晶場状態の決定と物性の解析
3. 学会等名	日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年	2023年

1. 発表者名 大原繁男
2. 発表標題 アシンメトリ量子を視る(実験)
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村翔太, 大原繁男
2. 発表標題 カイラル金属磁性体Yb(Ni <sub>1-x</sub> Cu <sub>x</sub> ) <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> における磁気抵抗の高調波応答
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 張成, 宮本幸治, 獅子堂達也, 天野凌我, 佐用大晴, 島田千穂, 高阪勇輔, M. Weinert, 戸川欣彦, 奥田太一
2. 発表標題 Spiral electronic structure of chiral crystal NbSi <sub>2</sub>
3. 学会等名 第36回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 谷元優希美, 神森龍一, 杉本光昌, 佐藤仁, 有田将司, Shiv Kumar, 島田賢也, 中村翔太, 大原繁男
2. 発表標題 カイラル金属磁性体Yb(Ni <sub>1-x</sub> Cu <sub>x</sub> ) <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> の角度分解光電子分光
3. 学会等名 第36回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤仁, 松本拓真, 前田和大, 田中佑, 河村直己, 高嶋敏郎, Andre M. Strydom
2. 発表標題 Ce系金属間化合物Ce <sub>2</sub> Rh <sub>2</sub> GaのX線発光分光
3. 学会等名 第36回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大原繁男
2. 発表標題 希土類カイラル磁性体における磁性の制御
3. 学会等名 ISSP ワークショップ「カイラル物質科学の新展開」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大原繁男
2. 発表標題 アシンメトリ量子物質をどう作るか -八ニカム磁性体の探査-
3. 学会等名 第1回アシンメトリ量子研究会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Tanimoto, M. Sugimoto, R. Kamimori, H. Sato, M. Arita, S. Kumar, K. Shimada, S. Nakamura, S. Ohara
2. 発表標題 Observation of electron structure of chiral magnet Yb(Ni <sub>1-x</sub> Cu <sub>x</sub> ) <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> by ARPES
3. 学会等名 The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (国際学会)
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 Y. Utsumi Boucher, D. Mondal, J. Fujii, I. Vobornik, S. Nakamura, D. Matkovic-Calogovic, S. Ohara
2. 発表標題 Angle-resolved photoelectron spectroscopy of Yb(Ni <sub>1-x</sub> Co <sub>x</sub> ) <sub>3</sub> Ga <sub>9</sub>
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2022)
4. 発表年 2022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	大原 繁男  (Ohara Shigeo)  (60262953)	名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・教授   (13903)	
研究 分担者	奥田 太一  (Okuda Taichi)  (80313120)	広島大学・放射光科学研究センター・教授   (15401)	

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