様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　７ 年　 ６ 月　 ５ 日現在

機関番号：１２６１２
研究種目：挑戦的研究（萌芽）
研究期間：2022～2024
課題番号：２２Ｋ１８６９２

研究課題名（和文）常圧下での室温超伝導体の実現

研究課題名（英文）Emergence of Room Temperature Supercondutor under Ambient Pressure

研究代表者
秋光　純（Akimitsu, Jun）

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・客員教授

研究者番号：８００１３５２２

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　5,000,000円

研究成果の概要（和文）：室温超伝導の実現を目指し、TiB2において観測した350K附近の磁化率の微弱な異常を明らかにするため、Ti-B二元素系における準安定相や新規ホウ炭化物、合成プロセス中のコンタミネーションを想定した試料合成を行った。結果として、準安定相TiB, Ti3B4の主相合成、BC層間にTi層が挿入されたTiBCの合成に成功したが、350K附近の異常は再現できなかった。
さらに、超伝導発現が予想されているSr2Ir04へLiイオンのインターカレーションによるエレクトロンドープを試みたが、超伝導発現の兆候は観測できなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義
本研究で得られた主な成果は、純良なTiBCの合成法の確立とLi-B-C三元素系試料での新規超伝導シグナルの観測である。これらは、高温超伝導発現が予想されているBC3層を有する層状ホウ炭化物における新超伝導体開発への重要な示唆を与える。また、同様に214型遷移金属酸化物では、Sr2Ir04はSrサイトへの他元素置換を組み合わせることで、少量ではあるがLiインターカレーションされた可能性があり、理論計算から超伝導発現に重要とされるエレクトロンドープへつながる成果といえる。
以上のように、これらの成果は、新しい高温超伝導体開発へつながる重要な学術的意義がある。

研究成果の概要（英文）：Aiming to achieve room temperature superconductivity, we focus on the boride compound and transition metal oxides. In order to clarify the weak anomaly in the susceptibility around 350 K observed in TiB2, we synthesized samples assuming the presence of metastable phases in the Ti-B binary system, new boron carbides, and contamination during the synthesis process. As a result, we succeeded in synthesizing the main phases of metastable phases TiB and Ti3B4, and TiBC with Ti layer inserted between BC layers, but could not reproduce the anomaly around 350K. Furthermore, we attempted to synthesize electron-doped Sr2Ir04 phase by Li-ion intercalation, where high-Tc superconductivity is expected to appear. However, no sign of superconductivity was observed.

研究分野：固体物理学（超伝導・磁性）

キーワード：室温超伝導　ボロン系　遷移金属酸化物

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１（共通）

１．研究開始当初の背景

(1) Ti-B-C 系の超伝導相の探索

「室温超伝導の実現」は、人類の夢の一つである。確かに、「物理学の夢」の 10 本の指の中に挙げられていることは間違いない。最近、申請者は Ti-B-C の磁化率が室温付近で温度変化することを見出した。その変化は超伝導の可能性があるが、その超伝導体積分率は 1%以下であり、その成分を取り出し、それを単相化し、結晶構造を決定する必要がある。それが本申請の目的である。本物質の超伝導性が実現出来れば、現在のエネルギー問題の解決に向けての第一歩になることは間違いない。

(2) Sr_2IrO_4 の超伝導発現への試み

La_2CuO_4 と同じ K_2NiF_4 型の結晶で、3d 遷移元素の Cu^{2+} を 5d 遷移元素の Ir^{4+} で、ランタノイド La^{3+} をアルカリ土類金属 Sr^{2+}、Ba^{2+} で置き換えた結晶 Sr_2IrO_4、Ba_2IrO_4 について、超伝導発現の可能性を模索し研究を重ねてきている。主に Sr_2IrO_4 についての研究により明らかになったのは、

・母物質 Sr_2IrO_4 の結晶合成は比較的容易であるが、酸素 O の欠損が観測されること。

・Fig. 1 のように、結晶構造は tetragonal で *c* 軸長が長く *c* 面に Ir-O_2 面が周期的に並ぶ準 2 次元結晶であるが、Ir-O_2 面内ではクラッキングを起こしており原子の並びに乱れがあること。

・Sr^{2+} の site に La^{3+} オンを置換することでキャリアがエレクトロンドープとして埋め込まれる。結果として電気抵抗、磁化率ともに下がり、Ir-O_2 面内のクラッキングも減少していくが、残念ながら La の置換は 13~15%が限界であり、相図から必要とされる 20%までは置換が進まないこと。

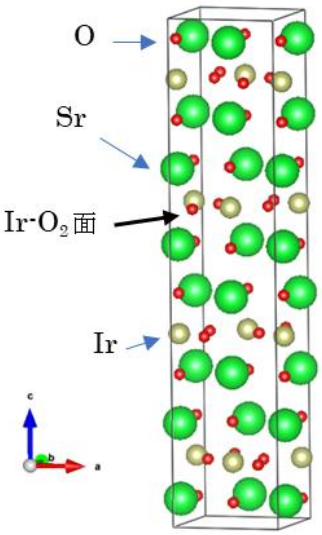

Fig. 1: Sr_2IrO_4 の結晶構造

・酸素欠損を埋める目的で酸素雰囲気中での熱処理、高圧合成を試みたがいずれも効果が確認されないこと。

・さらに、エレクトロンドープの目的で O^{2-} の site に F^- 置換を試みた。置換はされるが K_2NiF_4 型の構造では超伝導発現には至らないこと。

等の結果である。

２．研究の目的

(1)「室温伝導体(T_c～350K)」と思われる物質 Ti-B-C の 3 元系からその成分を単相化し、超伝導相を特定することを目的とする。

(2) 超伝導発現の可能性が指摘されている Sr_2IrO_4 に対し、エレクトロンドープによる超伝導発現を目指す。

３．研究の方法

(1) Ti-B-C の本質を探るために、異なる作成過程（①アーク炉による作成、②高圧高温下での作成（これは愛媛大学の入舩研究室との共同研究）③高周波炉での作成）の三つの方法を同時並行して実施する。また、Ti-B-C の候補物質として①TiB や Ti_3B_4 の 2 元系および②ホウ炭化物 BC_x にも着目し、物質開発を進める。

Ti と B の二元系には TiB, Ti_3B_4 の存在が準安定相として報告されており、アーク溶解の工夫によって、それぞれ 7 割～8 割程度の主相として得ることに成功している。また、炭化物 BC_x は 2 次元構造を持つため、グラファイト層間化合物を参考に、BC 層間へのインターカレーションによるキャリアドーピングを行うべく、Li インターカレーションを中心に物質開発を進める。

(2) Sr_2IrO_4、$(Sr,La)_2IrO_4$ 結晶内の、*c* 面、Ir-O_2 面間にキャリアとして、Na^+、あるいは Li^+イオンを挿入する intercalation を、低温アンモニア法の化学的な手段で試みた。

Sr_2IrO_4 系の結晶内に Li^+や、Na^+を intercalate するのは困難なため、挿入しようとするイオンの量を大量に、反応させる時間を通常の処理時間に比べて 2 倍以上に延ばして試みた。

４．研究成果

(1) BC_x の作製と Li インターカレーションの試み

BC_x の作製方法として BBr_3 と C_6H_6 を石英管に真空封入して合成を行った。具体的には Ar 雰囲気下のグローブボックス内で BBr_3 を 124μL、C_6H_6 を 265μL で秤量を行い、様々な合成条件で焼成を行った。BC_x はフレーク状の形状をしており軽量であるため非常に舞いやすい。得られた BC_x の結晶性を確認するために様々な焼成条件により合成した BC_x の XRD 測定を実施した。

BC_x は高温かつ長時間での熱処理により結晶性が向上することが分かったが、組成分析を実施した結果 1000℃ 96h で合成した試料ではほとんど B が残っていないことが判明した。そこで高温かつ短時間で熱処理することにより B の欠損をおさえてかつ結晶性を向上させることはできないかと考え、高周波炉によるアニール処理を実施した。高周波炉による熱処理を行う事により、結晶性を反映する半値全幅(FWHM)は 4.16°から 2.86°まで減少し結晶性が向上することが分かった。

次に BC_x への Li インターカレーションは様々な Li の仕込み量と合成条件で行った。現在最適と思われる 500℃ 6h での合成について以下に報告する。Fig. 2 に BC_x(1000℃ 96h 合成):LiH=1:1 のモル比で合成した際の磁化率の結果を示す。3.6K において磁化率の急激な落ちが観測されており、マイスナー反磁性を示唆する振る舞いが観測された。しかし、磁化の落ち込みは 10^{-5} emu/g 程度であり非常に小さい。一般的に試料全体が超伝導化した場合に観測されるシグナルの大きさは 10^{-2} emu/g 程度なので試料に含まれる超伝導成分の割合、いわゆる超伝導体積分率は 0.1%程度と非常に小さい。

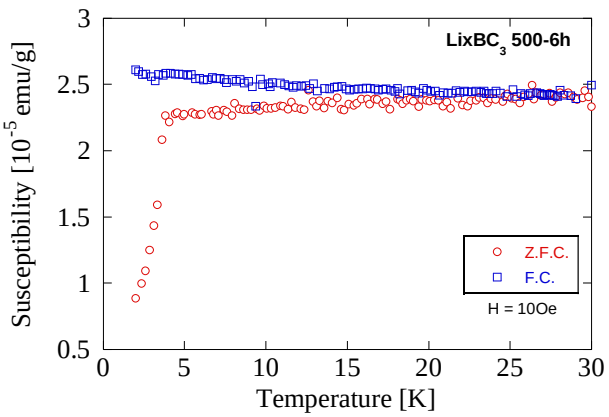

Fig. 2: BC_3:LiH=1:1 500℃ 6h で合成した Li_xBC_3 の磁化率温度依存性

得られた結果の再現性や試料に含まれている結晶相を明らか

にするために XRD 測定の後、再度磁化測定を実施した。Fig. 3(左)に XRD 回折の結果を示す。得られた結果から BC_3 に対応する結晶相も観測されるが、主相で LiOH が現れるのに加え B_4C という不純物相も観測された。この結果から Li は仕込み比通り($LiBC_3$)という化学組成比ではインターカレートされていないことが判明した。また、本試料を改めて磁化測定した結果を Fig. 3(右)に示す。Fig. 2 ではマイスナー反磁性の成分以上に常磁性の成分が大きいために正の磁化率の値が観測されていたが、再実験では磁化がマイナスの領域まで下がっており確実にマイスナー反磁性であることが分かる。体積分率が小さいので BC_3 とは異なる結晶相が超伝導を発現している可能性もある。Li, B および C から構成される超伝導体で既存のものでは LiC_2(T_c=1.9K)や B dope diamond が挙げられるが超伝導転移温度が異なることや高圧下での合成が必要であるなど今回の実験条件とは大きく異なるため BC_3 由来の超伝導であると考えている。Li インターカレーション以外にも Ti, Mg, Ca においても実施し、TiB_2 の B 層に C を置換した $TiBC_x$ の合成に成功した。しかし、B と C は通常の X 線回折実験では区別する事が困難であり、B と C の置換量を決定する事は出来なかった。そこで、放射光X線回折を利用する事により B と C の置換量を含めた構造決定を実施した。

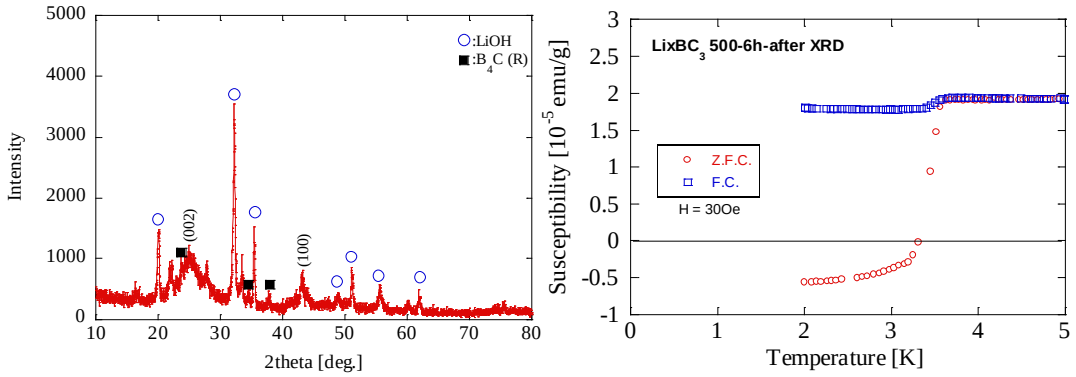

Fig. 3: (左) Li_xBC_3 (500°C 6h)の XRD 回折パターンおよび (右)XRD 測定後の磁化測定の結果

(2) $TiBC_x$ の結晶構造決定

実験は高エネルギー加速器研究機構(KEK)に設置してある BL-8A において測定し、300K で測定した $TiBC_x$ の放射光 X 線パターンを AlB_2 型構造でリートベルト解析を実施した。B と C の占有率を g_B(B の占有率) = 1 – g_C(C の占有率)として束縛条件を設けて解析を行っている。

TiB_2 の格子定数は a=3.032Å, c=3.229Å である。一方、今回測定した $TiBC_x$ は a=3.021Å および c=3.194Å と軸長が短くなっている。B と C の共有結合半径を調べると、それぞれ 0.85Å(B 単結合)・0.75Å(C 単結合)であるため C 置換により軸長が短くなったと考えられる。実際 B と C の占有率から C が有意に置換されていることが明らかになった。また、B と C の占有率を見ると g_B ＝0.33(1/3), g_C=0.67(2/3)となり有理数で説明できることが分かった。この事から BC 層の 3 つの原子の内、1 つの B と 2 つの C で構成されている $Ti(B_{0.33}C_{0.67})_2$ で表せる事がわかる。これまで実施してきた BC_x の合成に関する研究と合わせて $TiBC_x$ の結晶構造を決定した本研究結果はアメリカ化学会の学術誌 Inorganic chemistry に掲載された。

(3) Sr_2IrO_4 の Li インターカレーションの試み

Fig. 4 は、La を含まない Sr_2IrO_4 の母物質に Li イオンを intercalate した場合、Fig. 5 は、Sr site に La を置換した、$Sr_{1.87}La_{0.13}IrO_4$ の母物質に Li イオンを intercalate した場合の XRD 測定の結果である。 Li イオンの挿入ができていれば c 軸長が延びることが予想される。この指標として、

Li イオン挿入の処理前後での *c/a* 比の変化を示した。

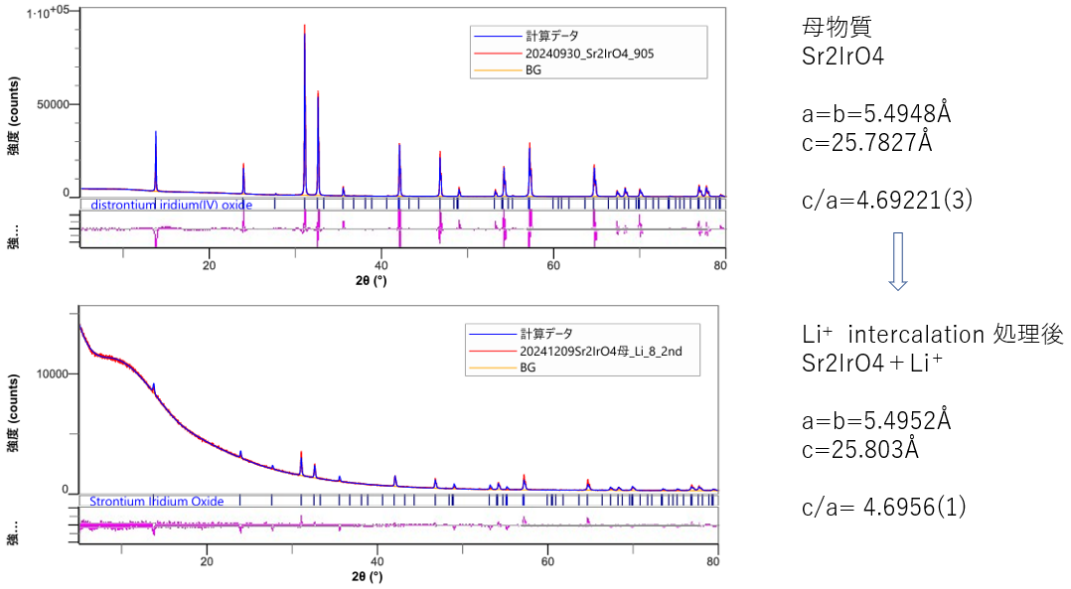

Fig. 4: Sr_2IrO_4 の Li^+インターカレーション処理前後での粉末 X 線回折パターンの比較

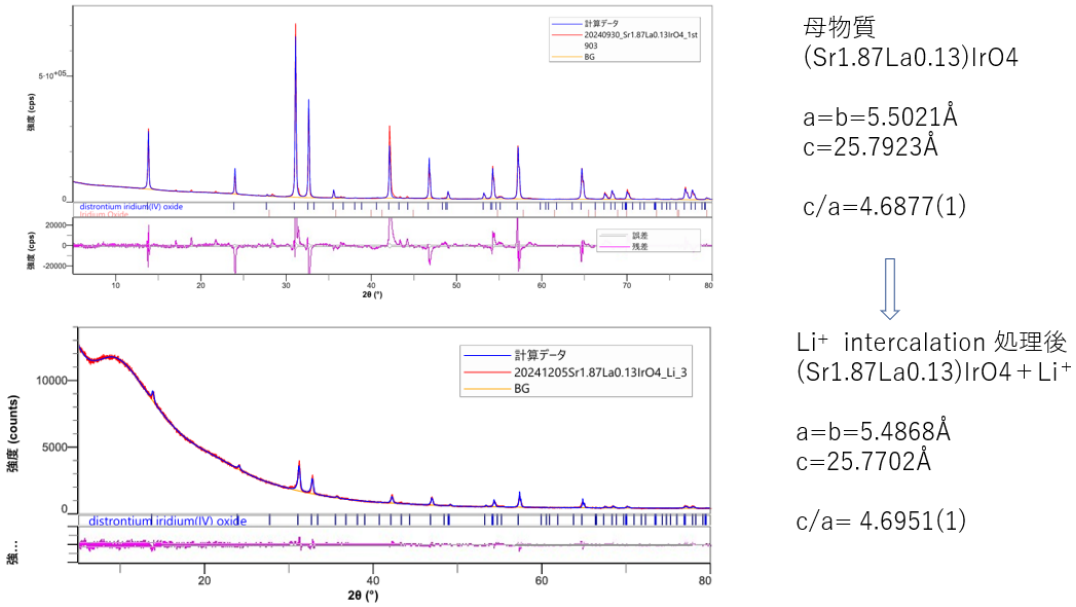

Fig. 5: $(Sr,La)_2IrO_4$ の Li^+インターカレーション処理前後での粉末 X 線回折パターンの比較

Fig. 4、Fig. 5 の結果から、

・かなり厳しい intercalation の処理をしても Sr_2IrO_4 の結晶構造は崩れないこと。

・*c* 軸長の変化は、intercalation 処理前後の *c/a* の値を比べると、La を含まない母物質 Sr_2IrO_4 に対する Li イオンの挿入は入り難く、La を置換した母物質に対しては少量ながら挿入できた兆候が観測できた。

しかし、磁化率の温度変化の測定からは、intercalation 処理の前後で絶対値や温度変化の様子は変化が認められるが、超伝導発現の兆候は観測されていない。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計16件（うち査読付論文　14件／うち国際共著　3件／うちオープンアクセス　0件）

１．著者名 Rathnayaka S.、Yano S.、Moree J.-B.、Kawashima K.、Akimitsu J.、Brown C. M.、Neuefeind J.、Louca D.	４．巻 111
２．論文標題 Sensitivity of electronic structure to crystal distortions in infinite-layered LaNiO2	５．発行年 2025年
３．雑誌名 Physical Review B	６．最初と最後の頁 14518
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevB.111.014518	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 Mito M.、Ohkuma M.、Tajiri T.、Kousaka Y.、Akimitsu J.、Inoue K.、Amemiya K.	４．巻 111
２．論文標題 Element-selective observation of the orbital angular momentum of Fe and Co in the noncentrosymmetric magnets Fe1-xCoxSi (x=0.25 and 0.50)	５．発行年 2025年
３．雑誌名 Physical Review B	６．最初と最後の頁 24412
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevB.111.024412	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 Mito Masaki、Tajiri Takayuki、Kousaka Yusuke、Miyagawa Marina、Koyama Tamami、Akimitsu Jun、Inoue Katsuya	４．巻 136
２．論文標題 Magnetostriction related to skyrmion-lattice formation in chiral magnet FeGe	５．発行年 2024年
３．雑誌名 Journal of Applied Physics	６．最初と最後の頁 123902
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/5.0227382	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 秋光 純	４．巻 633
２．論文標題 超伝導の夢	５．発行年 2023年
３．雑誌名 現代化学	６．最初と最後の頁 45-47
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 無
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 R. Horie, T. Matsushita, S. Kawamura, T. Hase K. Horigane, H. Momono, S. Takeuchi, H. Tomita, Y. Hashimoto, K. Kobayashi, Y. Haruyama, H. Daimon, Y. Morikawa, M. Taguchi, J. Akimitsu	4．巻 62
2．論文標題 Origin of unexpected Ir3+ in superconducting candidate Sr2Ir04 analyzed by photoelectron holography	5．発行年 2023年
3．雑誌名 Inorganic Chemistry	6．最初と最後の頁 10897-10904
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.inorgchem.2c03788	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 Kazumasa Horigane, Masayuki Tadokoro, Ritsuko Eguchi, Hirofumi Ishii, Shinichi Nakamura, Takashi Kambe, Naoshi Ikeda, Hidenori Goto, Yoshihiro Kubozono, Jun Akimitsu	4．巻 62
2．論文標題 Structural Characterization of Graphite Analogue BCx Synthesized Under Various Conditions and Its Application to Ti Intercalation	5．発行年 2023年
3．雑誌名 Inorganic Chemistry	6．最初と最後の頁 19466-19473
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.inorgchem.3c02405	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 Fumihiko Matsui, Hiroshi Ota, Ritsuko Eguchi, Hidenori Goto, Kaya Kobayashi, Jun Akimitsu, Hikaru Ozaki, Takumi Nishioka, Koji Kimura, Kouichi Hayashi, Takuyo Shimono, Naohisa Happo, Yoshihiro Kubozono	4．巻 264
2．論文標題 Multiple-site Ag doping in Bi2Se3: Compositional crossover from substitution to intercalation as revealed by photoelectron diffraction and X-ray fluorescence holography	5．発行年 2023年
3．雑誌名 Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena	6．最初と最後の頁 147295
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.elspec.2023.147295	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 Ohkuma M.、Mito M.、Kousaka Y.、Ohe J.、Akimitsu J.、Kishine J.、Inoue K.	4．巻 122
2．論文標題 Soliton locking phenomenon in bulk single crystal of monoaxial chiral magnet MnNb₃S₆	5．発行年 2023年
3．雑誌名 Applied Physics Letters	6．最初と最後の頁 092403(1-6)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/5.0137379	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 Masaki Mito, Takayuki Tajiri, Yusuke Kousaka, Jun Akimitsu, J. Kishine, and Katsuya Inoue	4．巻 107
2．論文標題 Magnetic-ground-state-dependent magnetostriction effects on chiral magnet CrNb3S6	5．発行年 2023年
3．雑誌名 Phys. Rev, B	6．最初と最後の頁 054427(1-8)
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 M. Ohkuma, M. Mito, H. Deguchi, Y. Kousaka, J. Ohe, J. Akimitsu, J. Kishine, and K. Inoue	4．巻 106
2．論文標題 Nonequilibrium Chiral Soliton Lattice in the Monoaxial Chiral Magnet MnNb3S6	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Phys Rev, B	6．最初と最後の頁 104410(1-10)
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 Y. Kousaka, T. Ogura, J. Jiang, K. Mizutani, S. Iwasaki, J. Akimitsu, and Y. Togawa	4．巻 10
2．論文標題 An Emergence of Chiral Helimagnetism or Ferromagnetism Governed by Cr Intercalation in a Dichalcogenide CrNb3S6	5．発行年 2022年
3．雑誌名 APL Mater	6．最初と最後の頁 090704(1-8)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/5.0101351	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 Mito M.、Ohkuma M.、Tajiri T.、Kousaka Y.、Akimitsu J.、Inoue K.、Amamiya K.	4．巻 131
2．論文標題 Observing the orbital angular momentum of Fe and Co in chiral magnet Fe0.75Co0.25Si using soft x-ray magnetic circular dichroism	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Journal of Applied Physics	6．最初と最後の頁 153902(1-8)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/5.0086493	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. Ohkuma, M. Mito, M. Pardo-Sainz, Y. Kousaka, S. Iwasaki, K. Ohishi, J. Akimitsu, K. Inoue, V. Laliena, and J. Campo	4．巻 10
2．論文標題 New magnetic intermediate state, “B-phase”, in the cubic chiral magnet MnSi	5．発行年 2022年
3．雑誌名 APL Materials	6．最初と最後の頁 041104(1-6)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/5.0084342	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. Kousaka, S. Iwasaki, T. Sayo, H. Tanida, T. Matsumura, S. Araki, J. Akimitsu, and Y. Togawa	4．巻 61
2．論文標題 Chirality-Controlled Enantiopure Crystal Growth of a Transition Metal Monosilicide by a Floating Zone Method	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys	6．最初と最後の頁 045501(1-5)
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.35848/1347-4065/ac4e2f	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. Mito, T. Tajiri, Y. Kousaka, Y. Togawa, J. Akimitsu, J. Kishine, and K. Inoue	4．巻 105
2．論文標題 Paramagnetic Magnetostriction in the Chiral Magnet CrNb3S6 at Room Temperature	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Phys Rev, B	6．最初と最後の頁 104412(1-8)
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 戸川欣彦、岸根順一郎、秋光純	4．巻 57
2．論文標題 磁気的Berezinskii－Kosterlitz－Thouless転移視察の試み	5．発行年 2022年
3．雑誌名 固体物理	6．最初と最後の頁 25-42
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 無
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4件（うち招待講演　2件／うち国際学会　0件）

1．発表者名
小関真，大石一城，高阪勇輔，戸川欣彦，秋光純，益田隆嗣

2．発表標題
2次元XY型強磁性体K2CuF4における中性子小角散乱実験

3．学会等名
日本物理学会第79回年次大会

4．発表年
2024年

1．発表者名
塩見透慎，堀金和正，秋光純，神戸高志

2．発表標題
層状ホウ炭化物BCx（x~3)の結晶性向上とインタカレーションの試み

3．学会等名
日本物理学会2024年春季大会

4．発表年
2024年

1．発表者名
秋光　純

2．発表標題
超伝導と人生－より高いTcを持つ超伝導を目指して－

3．学会等名
愛媛大学先進超高圧科学研究拠点（PRIUS）シンポジウム特別講演（招待講演）

4．発表年
2023年

1．発表者名
秋光　純

2．発表標題
ボルテックス転移”再訪－実験と理論の新展開－

3．学会等名
日本物理学会2023年春季大会（招待講演）

4．発表年
2023年

〔図書〕　計1件

１．著者名 Y.Kubozono, J.Akimitsu	４．発行年 2023年
２．出版社 Springer Nature	５．総ページ数 -
３．書名 Superconductors with hyperordered structures in 'Hyperordered Structures in Materials' edited by Koichi Hayashi, Chapter 18	

〔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	堀金　和正 (Horigane Kazumasa) (10406829)	岡山大学・自然生命科学研究支援センター・サイテック・コーディネーター（特任） (15301)	

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