

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K03474

研究課題名(和文) 強相関チタン酸化物における新たな電子相転移と臨界物性の探索

研究課題名(英文) Search for novel phase transition and critical physical property of strongly correlated titanates

研究代表者

奥田 哲治 (Okuda, Tetsuji)

鹿児島大学・理工学域工学系・准教授

研究者番号：20347082

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、新たな電子相転移や臨界物性の探索を行うために、電荷整列を伴う二量体(dimer)相関を有する $Mg_{1-x}Ti_{2+x}O_5$ 、及び、dimer相関を有する $Mg_{1-x}Ti_{1+x}O_3$ に着目し、これらの単結晶育成、基礎物性評価及び、電子構造評価を行った。その結果、(1) $Mg_{1-x}Ti_{2+x}O_5$ においては、新たな電子伝導相や結晶方位に依存する光誘起相転移を見出した。(2) $Mg_{1-x}Ti_{1+x}O_3$ においては、幅広い組成域においてdimer相関が堅固に存在することを明らかにし、 Ti_{2O_3} から $MgTiO_3$ に向かい、形成されるdimerが $a1g-a1g$ 型から $eg-eg$ 型に変化することを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

物質中の電子の内部自由度とそれらと結合する格子の揺らぎが増強される電子相転移近傍の臨界領域は、多彩な量子物性が出現する舞台となる。そのため、未知の電子相転移や臨界物性の探索は、現在でも物性物理学において極めて重要な位置を占める。一方、近年、様々な物質において、(dimerをはじめとする)多量体形成が新たに観測されており、その多量体相関をバックグラウンドとした電子相転移は、まだその全容が明らかにされていない。本課題の研究成果は、一部のTi酸化物で観測される典型的なdimer形成を元素置換により制御し、新たな電子相転移や臨界物性を見出そうとする試みであり、その学術的な意義は高いものである。

研究成果の概要(英文)：In this study, we focused on $Mg_{1-x}Ti_{2+x}O_5$, which has a dimer correlation accompanied by some charge order, and $Mg_{1-x}Ti_{1+x}O_3$, which has a similar dimer correlation and searched for novel electronic phase transitions and novel critical physical properties by growing single crystals and measuring physical properties and electronic states. (1) We found a novel electronic phase and crystal-orientation dependent photo-induced phase transition in $Mg_{1-x}Ti_{2+x}O_5$. (2) We also found that, in $Mg_{1-x}Ti_{1+x}O_3$, the dimer correlations exist over a wide composition range and that the dimer changes from $a1g-a1g$ type to $eg-eg$ type.

研究分野：物性実験

キーワード：強相関電子系 チタン酸化物 二量体 コランダム型酸化物 イルメナイト型酸化物 擬ブルッカイト型酸化物

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近藤効果と RKKY 相互作用が拮抗する量子臨界領域に現れる重い電子状態、モット転移近傍に現れる銅酸化物高温超伝導、電荷・軌道自由度と結合する様々な磁氣的相互作用が拮抗する絶縁体・金属転移近傍に現れる超巨大磁気抵抗効果、磁気・軌道揺らぎが増強される量子臨界領域で出現する非従来型超伝導など、物質中の電子の電荷・軌道・スピン自由度とそれらと結合する格子自由度の揺らぎが増強される様々な電子相転移近傍の臨界領域は、多彩な量子物性が出現する舞台となる。そのため、電子相転移近傍の臨界領域における物性探索は、現在でも、物性物理学において極めて重要な位置を占めている。

一方、近年、様々な物質において、多量体形成が新たに観測されてきたが、多量体相関をバックグラウンドとした電子相転移や臨界物性は、まだその全容が明らかにされていない。本課題では、典型的な dimer 形成を示す Ti 酸化物に着目し、dimer 相関を元素置換により制御することにより、新たな電子相転移や臨界物性を見出すことを試みた。

2. 研究の目的

これまでの準備研究において、dimer 相関を有する幾つかの Ti 酸化物に着目し、未知の電子相転移の探索を行ってきた。その一つとして、擬ブルッカイト型構造を有する Ti 酸化物 $\text{AlTi}_2\text{O}_5\text{-Ti}_3\text{O}_5$ 混晶系 ($\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_{2+x}\text{O}_5$) に着目してきた。我々は、 $\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_{2+x}\text{O}_5$ において、その近傍に新物性を示す電子相転移の出現を期待し、単結晶による物性評価を行い、組成制御による相制御と dimer 相関の揺らぎに起因する特徴的な磁気・輸送特性の組成依存を示すことを報告してきた。[1] また、通常の常磁性状態と考えられていた電気伝導性の高い α 相や λ 相においても dimer 相関が色濃く残っている相関伝導相となっている可能性や、さらに、その dimer 相関を起源として高温 α 相において比較的高い熱電電力因子を示すことも報告してきた。

本課題では、以上のこれまでの擬ブルッカイト型 Ti 酸化物の物性研究を継続・発展させ、「電子相転移近傍の臨界領域において増強された電荷・軌道・スピン自由度とそれらと結合した格子自由度の揺らぎが、如何に物性に影響を及ぼすのか」を研究課題の核心をなす学術的な問いとして、擬ブルッカイト型 Ti 酸化物の物性研究を深化させるとともに、その周辺の物質系や様々な多量体系に着目し探索研究を推進することでさらなる新たな電子相転移および量子物性を見出すことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 試料合成および単結晶育成

擬ブルッカイト型構造を持つ MgTi_2O_5 と Ti_3O_5 の混晶系 ($\text{Mg}_{1-x}\text{Ti}_{2+x}\text{O}_5$, $0 \leq x \leq 1$) の単結晶育成 [2]、および、類縁物質であるイルメナイト型酸化物 MgTiO_3 とコランダム型酸化物 Ti_2O_3 の混晶系 ($\text{Mg}_{1-x}\text{Ti}_{1+x}\text{O}_3$) の結晶育成 [3] に、還元雰囲気下のフローティング・ゾーン法 (FZ法) により成功した。

(2) 構造および物性評価

全ての得られた結晶は、粉末 X 線回折による構造解析および SEM 付属の EDX による組成分析を行ったのち、SQUID による磁化測定、四端子法による電気抵抗率測定およびゼーベック係数測定、光学測定、電子構造評価を行った。高温域の磁化測定、比熱測定は上智大学・桑原研、電子構造評価を東京理科大学・齋藤研および早稲田大学・溝川研との共同研究で実施した。また、光学伝導度測定、光誘起相転移の観測は早稲田大学・勝藤研との共同研究により実施した。

4. 研究成果

(1) 擬ブルッカイト型 Ti 酸化物

(1-1) 擬ブルッカイト型 $\text{MgTi}_2\text{O}_5\text{-Ti}_3\text{O}_5$ 混晶系 $\text{Mg}_{1-x}\text{Ti}_{2+x}\text{O}_5$ の基礎物性

Ti イオンを Al^{3+} イオンで置換した Al 系 ($\text{Al}_{1-x}\text{Ti}_{1+x}\text{O}_5$ [1]) と比較すると、本課題で単結晶育成および基礎物性評価を行った Mg^{2+} イオンで置換した Mg 系 ($\text{Mg}_{1-x}\text{Ti}_{2+x}\text{O}_5$ [2]) は、Ti の形式価数が +4 ~

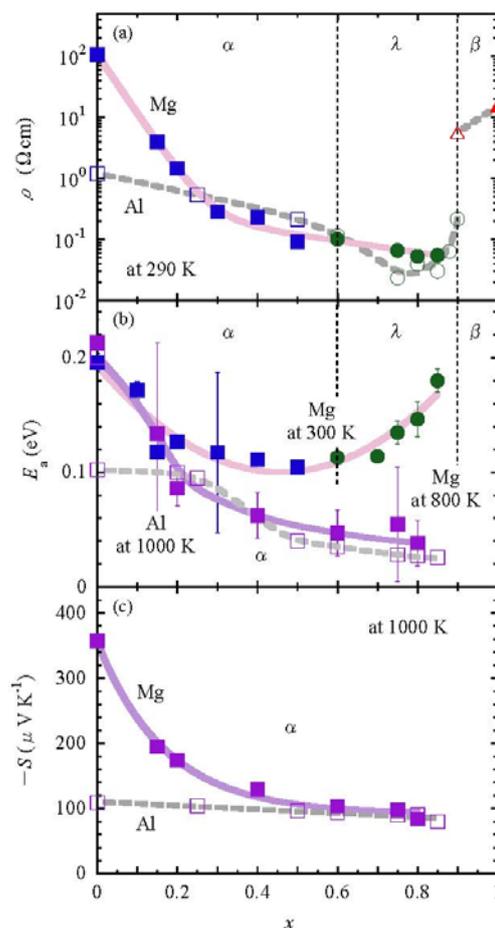


図1 $\text{Mg}_{1-x}\text{Ti}_{2+x}\text{O}_5$ の室温、高温の電気抵抗率 ρ 、局所活性化エネルギー E_a 、ゼーベック係数 S の組成依存 [2]

+3.33 と幅広く、Al 系では観測できなかった新たな知見を得ることが可能と考えられた。

図 1 に示すように、 Ti_3O_5 ($x=1$, $Ti^{3.33+}$) 近傍では、**dimer** 相関が十分に発達し、**d** 電子を持つ Ti^{3+} イオンは **dimer** 形成に消費されてしまうため、電気抵抗率、ゼーベック係数、磁化率などの基礎物性の組成変化がほとんどなくなるのは Al 系と同様であり、置換量だけでなく、置換元素が異なっても、基礎物性に大きな変化はなかった。その一方で、Al 系では到達できない $MgTi_2O_5$ ($x=0$, Ti^{4+}) 近傍では、元素置換によりキャリア量が大きく変化し、元素置換により基礎物性に大きな変化をもたらされる。 Ti_3O_5 近傍では、電気伝導性は **dimer** 形成を起源とするバンドが担い、**dimer** が横たわる **dimer** 面を伝導するが、 $MgTi_2O_5$ 近傍では、**dimer** 面と垂直方向に存在する **Ti-Ti** 対の梯子構造方向 (図 2) に伝導性があることが光学伝導度測定と帯磁率測定から明らかになった。[2]

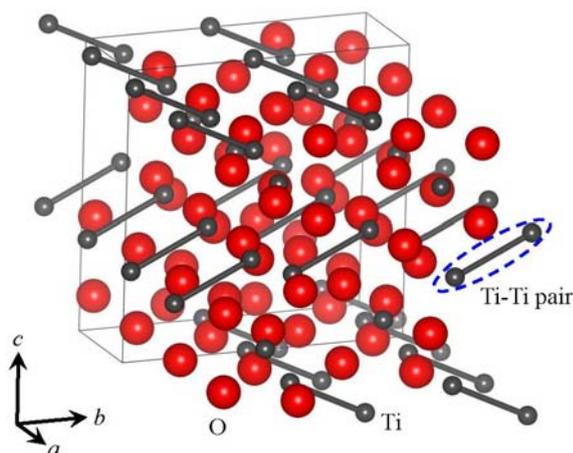


図 2 擬ブルッカイト型構造 (α 相) にある **Ti-Ti** 対の梯子構造 [2]

(1-2) Ti_3O_5 の光誘起相転移

近年、 Ti_3O_5 のナノ結晶において、高温 λ 相と低温 β 相の間の相転移が光照射により可逆に起こることが報告されてきた。我々は、早稲田大学・勝藤研との共同研究により、 Ti_3O_5 単結晶を用いて **pump-probe** 分光により光誘導起相転移現象を調べた。その結果、 β 相と λ 相間の相転移による格子変化の異方性に由来して、光誘起相転移がパルス **pump** 光の偏光方向に依存することを明らかにした。[4]

(2) コランダム型 Ti 酸化物

(2-1) $MgTiO_3-Ti_2O_3$ 混晶系 $Mg_{1-x}Ti_{1+x}O_3$ の基礎物性

dimer 物質であるコランダム型 Ti_2O_3 (Ti^{3+}) とバンド絶縁体であるイルメナイト型 $MgTiO_3$ の混晶系 $Mg_{1-x}Ti_{1+x}O_3$ の単結晶育成 [3] と基礎物性評価を行った。

$x=0$ の $MgTiO_3$ (Ti^{4+}) はバンド絶縁体であり、 $x=1$ の Ti_2O_3 (Ti^{3+}) は $Ti^{3+}-Ti^{3+}$ のスピン-重項 **dimer** 形成により絶縁体となっているが、 $x=0$ 近傍では過剰 **Ti** による電子ドーピングにより、 $x=1$ 近傍では **dimer** 相間の抑制により電気伝導性が向上することが観測された。帯磁率の絶対値は、全組成域において **Ti** の形式価数から予想される値より遥かに小さく、 $x=0.5$ 付近でピーク値を示す。[3] ゼーベック係数の符号は、 $x=1$ (Ti_2O_3) 近傍では正で、**dimer** 相への転移により大きく絶対値が向上する一方で、 $x=0$ 近傍においても、高温では負だが降温すると室温近傍で **dimer** 相間の発達に由来して正に反転する。これらの基礎物性の振る舞いから、 $Mg_{1-x}Ti_{1+x}O_3$ では、**dimer** 相間はほぼ全組成域で堅固に存在していることが明瞭となった。(論文未発表)

(2-2) コランダム型 Ti_2O_3 の熱電特性の元素置換効果

室温近傍において、低 **Mg** 置換により Bi_2Te_3 の 1/2 に相当する高い熱電電力因子を示したこと (図 3) から、**Mg** 以外にも **Cr**、**V** 置換を行った Ti_2O_3 の単結晶育成とその熱電特性評価を実施し、より優れた熱電特性の探索を試みた。結晶育成中に揮発する **Cr**、**Mg** 置換の場合は、極めて少量の置換量で電気伝導性が大きく向上するにも関わらず、比較的大きなゼーベック係数を維持することで高い熱電電力因子を示すのに対して、結晶育成中に揮発しない **V** 置換の場合は、比較的高い置換量で低抵抗を実現し高い熱電電力因子を示すことがわかった。(論文未発表) これらの結果は、結晶育成中に生じる格子欠陥がある程度 **dimer** 相関を抑制し電気伝導性を向上させる可能性を示唆しており、今後、熱電材料開発の観点からさらなる調査を実施していく。

(2-3) $Mg_{1-x}Ti_{1+x}O_3$ の電子構造評価

早稲田大学・溝川研と共同研究を実施し、光電子分光法により $Mg_{1-x}Ti_{1+x}O_3$ の電子構造評価を行った。[5, 6] 特に、LD-XAS (Linear dichroic x-ray absorption spectroscopy) 測定により、組成変化により **Ti3d** 軌道の対称性が変化し、 Ti_2O_3 ($x=1$) で実現されている $a_{1g}-a_{1g}$ 型の **dimer** は、 $x>0.5$ では $e_g^{\pi}-e_g^{\pi}$ 型の **dimer** に変化

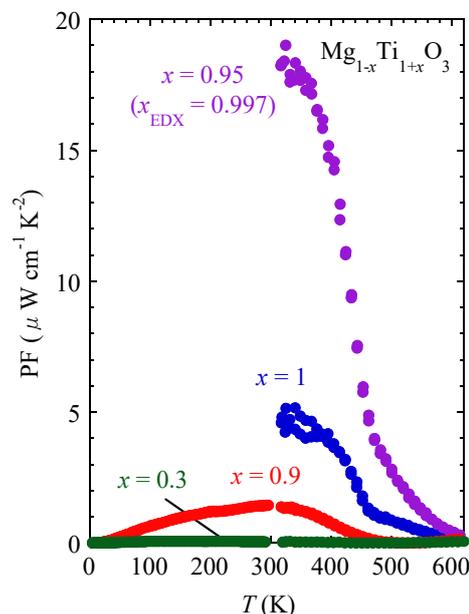


図 3 $Mg_{1-x}Ti_{1+x}O_3$ の熱電電力因子 PF

することを明らかにした。[6]

参考文献

- [1] R. Takahama, *et al.*, **Phys. Rev. Materials** **4**, 074401 (2020).
- [2] D. Indo, *et al.*, **Phys. Rev. B** **109**, 205138 (2024).
- [3] K. Takasu, *et al.*, **JPS Conference Proceedings** **38**, 011116 (2023).
- [4] T. Saiki, *et al.*, **Phys. Rev. B** **105**, 075134 (2022).
- [5] T. Miyoshino, *et al.*, **Physical Review B** **107**, 115145 (2023).
- [6] M. Okawa, *et al.*, **Phys. Rev. B** **108**, 195108 (2023).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Daigo Indo, Taisei Yoshinaga, Mitsutoshi Arizono, Kazuya Takasu, Tetsuro Izaki, Takumi Shirasaki, Hinata Arai, Hideki Kuwahara, Kaoru Akimoto, Kei Ikeda, Takuro Katsufuji, and Tetsuji Okuda	4. 巻 109
2. 論文標題 Successive change from band insulating phase to spin-singlet dimer phase in the pseudobrookite titanate MgTi ₂ O ₅ -Ti ₃ O ₅ system	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 195108-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.109.205138	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. Okawa, D. Takegami, D. S. Christovam, M. Carcalho, C. -T. Chen, T. Miyoshino, K. Takasu, T. Okuda, C. F. Chang, L. H. Tjeng, and T. Mizokawa	4. 巻 108
2. 論文標題 Linear dichroic x-ray absorption response of Ti-Ti dimers along c-axis in Ti ₂ O ₃ upon Mg substitution	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 205138-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.108.195108	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. Takasu, M. Arizono, T. Shirasaki, H. Arai, H. Kuwahara, T. Yoshida, T. Katsufuji, and T. Okuda	4. 巻 38
2. 論文標題 Crystal Growth and Magnetic Properties of the MgTiO ₃ -Ti ₂ O ₃ System	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 011116-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.38.011116	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. Takahama, M. Arizono, D. Indo, T. Yoshinaga, C. Terakra, N. Takeshita, T. Shirasaki, M. Noda, H. Kuwahara, R. Kajimoto, T. Saiki, T. Katsufuji, and T. Okuda	4. 巻 38
2. 論文標題 Magnetic and Transport Properties of the Pseudobrookite Al _{1-x} Ti _{2+x} O ₅ Single Crystals	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 011114-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.38.011114	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 T. Miyoshino, D. Takegami, A. Melendez-Sans, R. Nakamura, M. Yoshimura, K. -D. Tsuei, K. Takasu, T. Okuda, L. H. Tjeng, and T. Mizokawa	4. 巻 107
2. 論文標題 Intra c-axis dimer hybridization and mixed valency in Mg doped Ti2O3	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 115145-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.107.115145	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 Takuo Saiki, Taishi Yoshida, Kaoru Akimoto, Daigo Indo, Mitsutoshi Arizono, Tetsuji Okuda, Takuro Katsufuji	4. 巻 105
2. 論文標題 Selection rule for the photoinduced phase transition dominated by anisotropy of strain in Ti3O5	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 075134-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.105.075134	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 Yuhki Kondoh, Ryosuke Takei, Tetsuji Okuda, Kazunori Ueno, Yumiko Katayama, Takuo Saiki, Wataru Sekino, Tomomasa Kajita, Takuro Katsufuji	4. 巻 104
2. 論文標題 Metal-insulator transition in Ba3-xSrxNb5O15	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 125128-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.104.125128	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23件（うち招待講演 1件/うち国際学会 5件）

1. 発表者名 猪崎哲郎, 関屋南星, 黒田優志郎, 奥田哲治
2. 発表標題 元素置換したコランダム型Ti2O3の熱電特性
3. 学会等名 日本物理学会第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 秋元郁, 池田凱, 吉田大凌, 高須和也, 猪崎哲郎, 奥田哲治, 勝藤拓郎
2. 発表標題 絶縁体-金属転移を示すTi2O3の光誘起ダイナミクス
3. 学会等名 日本物理学会第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大川万里生, 武上大介, D. S. Christovam, M. Ferreira-Carvalho, C.-Y. Kuo, C. T. Chen, 三吉野節, 高須和也, 奥田哲治, C. F. Chang, L. H. Tjeng, 溝川貴司
2. 発表標題 X線吸収分光の線二色性におけるTi2O3のc軸方向Ti二量体形成のMg置換効果
3. 学会等名 日本物理学会第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Okuda
2. 発表標題 Mixed-Valence Titanates Having Spin-Singlet Dimer Correlation
3. 学会等名 The 22nd Japan-Korea-Taiwan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (JKT22) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 T. Izaki, M. Sekiya, K. Takasu, M. Arizono, and T. Okuda
2. 発表標題 Substitution Effects on the Thermoelectric Properties of Corundum-Type Ti2O3
3. 学会等名 The 22nd Japan-Korea-Taiwan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (JKT22) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 K. Akimoto, K. Ikeda, T. Yoshida, K. Takasu, T. Izaki, T. Okuda, and T. Katsufuji
2. 発表標題 Photoinduced dynamics of the insulator-metal transition in Ti2O3
3. 学会等名 The 22nd Japan-Korea-Taiwan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (JKT22) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 吉永汰正, 有園実駿, 犬童代悟, 田代龍太郎, 森本和樹, 荒井陽光, 白崎巧, 桑原英樹, 勝藤拓郎, 奥田哲治
2. 発表標題 擬ブルッカイト Mg _{1-x} Ti _{2+x} O ₅ 単結晶の基礎物性
3. 学会等名 第128回日本物理学会九州支部例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高須和也, 猪崎哲郎, 白川稜, 白崎巧, 荒井陽光, 桑原英樹, 吉田大凌, 勝藤拓郎, 奥田哲治
2. 発表標題 イルメナイト型MgTiO ₃ - コランダム型Ti ₂ O ₃ 混晶系の物性
3. 学会等名 第128回日本物理学会九州支部例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三吉野節, 中村諒, 大川万里生, 高須和也, 奥田哲治, 北村未歩, 志賀大亮, 組頭広志, N.L. Saini, 溝川貴司
2. 発表標題 Mg _{1-x} Ti _{1+x} O ₃ の光電子分光
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 吉永汰正, 有園実駿, 犬童代悟, 白崎巧, 桑原英樹, 勝藤拓郎, 奥田哲治
2. 発表標題 擬ブルッカイト $Mg_{1-x}Ti_{2+x}O_5$ の輸送特性
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 西尾大輝, 渡辺慧, 中谷俊介, 芝田悟朗, 吉永汰正, 有園実駿, 犬童代悟, 保井晃, 高木康多, 奥田哲治, 齋藤智彦
2. 発表標題 硬X線光電子分光による $Al_{1-x}Ti_{2+x}O_5$ 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 高須和也, 有園実駿, 猪崎哲郎, 白川稜, 桑原英樹, 白崎巧, 勝藤拓郎, 奥田哲治
2. 発表標題 コランダム型 Ti_2O_3 の元素置換効果
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 R. Takahama, M. Arizono, D. Indo, T. Yoshinaga, C. Terakura, N. Takeshita, T. Shirasaki, M. Noda, H. Kuwahara, R. Kajimoto, T. Katsufuji, and T. Okuda
2. 発表標題 Magnetic and Transport Properties of the Pseudobrookite $Al_{1-x}Ti_{2+x}O_5$ single crystals
3. 学会等名 29th International Conference on Low Temperature Physics (LT29) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. Takasu, M. Arizono, T. Shirasaki, H. Kuwahara, T. Katsufuji, and T. Okuda
2. 発表標題 Crystal Growth and Magnetic Properties of the MgTiO ₃ -Ti ₂ O ₃ System
3. 学会等名 29th International Conference on Low Temperature Physics (LT29) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高須和也, 有園実駿, 白崎巧, 桑原英樹, 奥田哲治
2. 発表標題 MgTiO ₃ -Ti ₂ O ₃ 混晶系の熱電特性
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 吉永汰正, 有園実駿, 犬童代悟, 平岡大樹, 白崎巧, 桑原英樹, 奥田哲治
2. 発表標題 擬ブルッカイトMg _{1-x} Ti _{2+x} O ₅ の置換効果
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 吉永汰正, 有園実駿, 犬童代悟, 平岡大樹, 白崎巧, 桑原英樹, 奥田哲治
2. 発表標題 擬ブルッカイト型酸化物Mg _{1-x} Ti _{2+x} O ₅ の磁性と輸送特性
3. 学会等名 第127回日本物理学会九州支部例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高須和也, 有園実駿, 白崎巧, 桑原英樹, 奥田哲治
2. 発表標題 MgTi03-Ti203混晶系の磁気輸送特性
3. 学会等名 第127回日本物理学会九州支部例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 豊田大輝, 枝泰希, 塚本慶人, 豊島理彩, 宮田香清, 奥田哲治, 桑原英樹, 中岡俊裕
2. 発表標題 Agの異常拡散に基づく準安定相直方晶AgTeの作製
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 有園実駿, 犬童代悟, 吉永汰正, 白崎巧, 桑原英樹, 奥田哲治
2. 発表標題 擬ブルッカイト型酸化物 $Mg_{1-x}Ti_{2+x}O_5$ ($0 < x < 1$)の単結晶育成と磁気・輸送特性
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 高須和也, 有園実駿, 犬童代悟, 白崎巧, 桑原英樹, 奥田哲治
2. 発表標題 MgTi03-Ti203混晶系の結晶育成と輸送・熱特性
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 吉田大凌, 齋木琢夫, 秋元郁, 犬童代悟, 有蘭実駿, 奥田哲治, 勝藤拓郎
2. 発表標題 Ti305単結晶における光誘起相転移の面方向と偏光依存性
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 Testuji Okuda
2. 発表標題 Magnetic and transport properties of reduced titanium oxides having spin-singlet Ti-Ti dimer correlations
3. 学会等名 Ti305単結晶における光誘起相転移の面方向と偏光依存性
4. 発表年 2021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	梶本 亮一 (Kajimoto Ryoichi) (30391254)	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・研究主幹 (82110)	
研究分担者	齋藤 智彦 (Saitoh Tomohiko) (30311129)	東京理科大学・理学部第一部応用物理学科・教授 (32660)	
研究分担者	桑原 英樹 (Kuwahara Hideki) (90306986)	上智大学・理工学部・教授 (32621)	

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1件

国際研究集会 The 22nd Japan-Korea-Taiwan Symposium on Strongly Correlated Electron Systems (JKT22)	開催年 2024年～2024年
----------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------

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