

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K15585

研究課題名（和文）異常高原子価鉄イオンを有するペロブスカイト型酸化物のイオン伝導機構の解明

研究課題名（英文）Study of Ionic Conduction Mechanism of Perovskite-type Oxides with Unusually High-valence Iron Ions

研究代表者

後藤 真人（Masato, Goto）

京都大学・化学研究所・助教

研究者番号：10813545

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）：全体を通して、異常高原子価鉄イオンを含む様々な新規ペロブスカイト酸化物を発見し、これらの物質の酸素イオンの脱離過程を含む物性を調べた。実際にいくつかの物質では、200-400 程度という非常に低い温度から酸素脱離が生じ始めることを明らかにした。これは、異常高原子価状態の高い電子不安定性に起因している。また、これらの酸素脱離はAサイトやBサイトのカチオン配列に大きな影響を受けることが分かった。これらの結果は、低温で作動するイオン伝導体等の開発等につながる重要な成果である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、高い発電効率を誇る固体酸化物形燃料電池の500 以下での使用の需要の高まりとともに、その電解質として低温領域で高イオン伝導率を示す酸化物の開発が求められている。そこで本研究では、200-500 の低温領域で高イオン伝導率の発現が期待でき、未開拓領域である異常高原子価Feを含むペロブスカイト型酸化物に着目した。高圧合成法などの特殊な合成法を用いることで、異常高原子価Feを含む新規酸化物を発見し、これらの物質の酸素イオンの脱離過程を含む物性を調べた。その結果、異常高原子価鉄イオンを含む酸化物は、典型的な酸化物よりもかなり低い温度で酸素脱離が生じ得ることを実験的に明らかにした。

研究成果の概要（英文）：Throughout, we discovered various new oxides containing unusually high valence iron ions and investigated the physical properties, including oxygen-release behaviors. In particular, in some oxides, we found that oxygen release begins to occur at very low temperatures around 200-400 . This is considered to be due to the high electronic instability of unusually high valence Fe state. The result is important for the development of ionic conductors that can operate at low temperatures.

研究分野：固体化学

キーワード：異常高原子価 カチオン秩序配列 酸素脱離 ペロブスカイト酸化物

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

遷移金属酸化物では、遷移金属の酸化状態に応じて酸素量に変化し、その際に酸素イオンの挿入及び脱離が生じる。このような遷移金属酸化物における酸素イオンの挿入・脱離は、イオン伝導特性や酸素貯蔵能などの実用的な機能特性にも強く関係するが、 Fe^{4+} や Co^{4+} などの異常高原子価イオンの価数変化に伴う酸素イオンの挿入・脱離過程が調べられた例はほとんどない。これらの異常高原子価イオンを含む酸化物では、酸素イオンの挿入・脱離が典型的な価数イオンを含む多くの酸化物と比べて非常に低い温度で起こることが期待されるので、その挿入・脱離挙動を理解することは、基礎・応用の両方の観点から重要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、異常高原子価 Fe イオンを含むペロブスカイト型酸化物において、ペロブスカイト構造の A サイトや B サイト配列の制御を行いながら様々な結晶構造の新規物質を設計・合成し、得られた化合物の酸素イオンの挿入・脱離過程を中心とした物性を解明することである。

3. 研究の方法

まず、高圧合成法やオゾン酸化法などの強酸化条件を用いて、異常高原子価 Fe イオンを含むペロブスカイト型酸化物の合成を試みた。A サイトや B サイト配列の制御は合成圧力や合成温度を調整することにより行った。得られた試料について、熱重量分析(TGA)、放射光 X 線回折、メスbauer分光測定等を用い、酸素量・価数変化、結晶構造等の精査を行った。

4. 研究成果

まず、同じ化学組成をもちながら特徴的な構造の違いをもち、異常高原子価 Fe^{4+} を含む二つのペロブスカイト型酸化物 (B サイトに Fe^{4+} と Mn^{4+} が層状配列した $\text{Ca}_2\text{FeMnO}_6$ と、B サイトに Fe^{4+} と Mn^{4+} が無秩序に配列した $\text{Ca}_2(\text{FeMn})\text{O}_6$ について、 $\text{Fe}^{4+}/\text{Mn}^{4+} \Rightarrow \text{Fe}^{3+}/\text{Mn}^{3+}$ の価数変化時に生じる酸素脱離とそれに伴う結晶構造変化を調べた。いずれの試料も 400 °C 程度という低い温度から、酸素脱離が生じることが分かった。一方で、その脱離挙動は、B サイトの層状配列の有無に大きく影響することが分かった (図 1)。B サイトに Fe^{4+} と Mn^{4+} が無秩序に配列した $\text{Ca}_2(\text{FeMn})\text{O}_6$ を大気中で加熱すると、390 °C 付近で 1 段階の酸素の脱離及び構造変化が生じる。この際、酸素量は 6.0 から約 5.5 程度まで減少する。ここで、 Fe^{4+} がエネルギー的に非常に不安定であることを考慮すると、この酸素量の減少は Fe^{4+} から Fe^{3+} への還元に対応している。つまり $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{4+}\text{Mn}^{4+})\text{O}_6 \rightarrow \text{Ca}_2(\text{Fe}^{3+}\text{Mn}^{4+})\text{O}_{5.5}$ という一段階の価数変化である。一方、B サイトが層状に配列した $\text{Ca}_2\text{FeMnO}_6$ では、330 °C と 415 °C 付近で逐次的な酸素の脱離が生じ、 $\text{Ca}_2\text{Fe}^{4+}\text{Mn}^{4+}\text{O}_6 \rightarrow \text{Ca}_2\text{Fe}^{3.5+}\text{Mn}^{4+}\text{O}_{5.75} \rightarrow \text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}\text{Mn}^{4+}\text{O}_{5.5}$ という二段階の価数変化が生じる。また、 $\text{Ca}_2\text{FeMnO}_6$ では、B サイトの層状配列に起因した酸素イオンの選択的脱離により特徴的な構造変化が生じることも判明した (図 2)。これらの成果は 2020 年に論文として報告した。

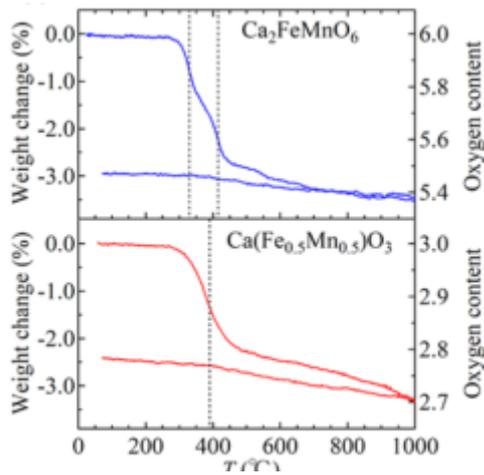


図 1. $\text{Ca}_2(\text{FeMn})\text{O}_6$ と $\text{Ca}_2\text{FeMnO}_6$ における酸素量の温度依存性。

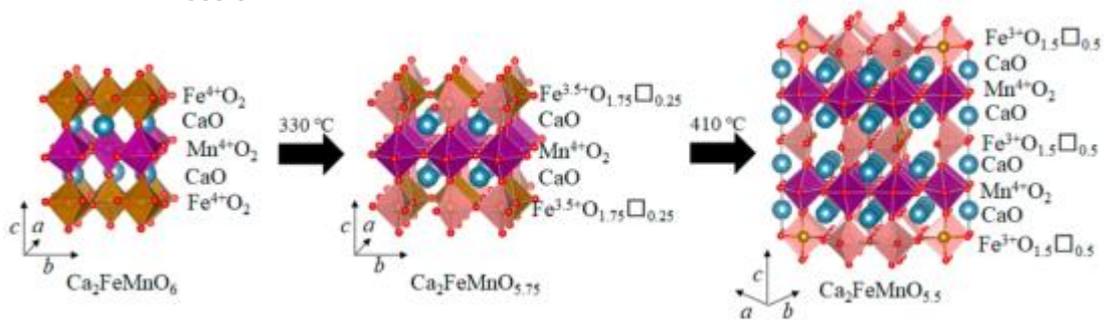


図 2. $\text{Ca}_2\text{FeMnO}_6$ における酸素脱離構造モデル。

同じく、同じ化学組成をもちながら特徴的な構造の違いをもち、異常高原子価 $\text{Fe}^{3.67+}$ を含む二つのペロブスカイト型酸化物（A サイトに La^{3+} と Ca^{2+} が層状配列した $\text{LaCa}_2\text{Fe}_3\text{O}_9$ と、A サイトに La^{3+} と Ca^{2+} が無秩序に配列した $(\text{LaCa}_2)\text{Fe}_3\text{O}_9$ について調べた。酸素脱離の開始温度については、どちらも 500°C 程度から生じることが分かった。一方で、酸素及び空気の雰囲気下では酸素の挿入・脱離挙動に大きな違いが見られた。A サイトに層状に配列した $\text{LaCa}_2\text{Fe}_3\text{O}_9$ では、酸素、空気、Ar のいずれの雰囲気においても、 500°C 程度で酸素が脱離し $\text{LaCa}_2\text{Fe}_3\text{O}_8$ に変化した後、冷却しても酸素量に変化しない。一方、A サイトに無秩序に配列した $(\text{LaCa}_2)\text{Fe}_3\text{O}_9$ では、酸素、空気の雰囲気においては、 500°C 程度から酸素が脱離し始めるものの $[(\text{LaCa}_2)\text{Fe}_3\text{O}_{9-x}]$ 、冷却すると再び酸素が挿入され $(\text{LaCa}_2)\text{Fe}_3\text{O}_9$ へと戻る。これらの成果は 2021 年に論文として報告した。

また、高圧合成法を用いることで、異常高原子価 Fe^{5+} を含む B サイト岩塩秩序型ダブルペロブスカイト $\text{Ln}_2\text{LiFeO}_6$ (Ln : La, Nd, Sm, Eu) の合成に成功した。これらの物質は、八面体配位された鉄イオンの価数が +5 状態のみで形成される初めての例である。 $\text{Ln}_2\text{LiFeO}_6$ (Ln : La, Nd, Sm, Eu) の中で、 $\text{Ln} = \text{La}$ の物質のみ菱面体晶の結晶構造をもつ一方で、残りは全て単斜晶構造をもつことが分かった。また、単斜晶構造をもつ三つの物質の中では、 Ln イオンのイオン半径が減少するにつれて単斜晶歪が増大することが判明した。さらに、 $\text{Ln}_2\text{LiFeO}_6$ (Ln : La, Nd, Sm, Eu) では、 Fe^{5+} イオンの面心立方配列によるスピンの幾何学フラストレーションによりいずれも磁気秩序が強く抑制される一方で、結晶構造の違いを反映して多彩な磁氣的基底状態を示す。これらの成果は 2021 年に論文として報告した。これらの物質の酸素イオンの挿入・脱離挙動については現在調査中である。

全体を通じて、異常高原子価鉄イオンを含む様々な新規酸化物を発見し、これらの物質の酸素イオンの脱離過程を含む物性を調べ、異常高原子価イオンを含む酸化物は、典型的な酸化物よりもかなり低い温度で酸素脱離が生じ得ることを明らかにした。また、酸素脱離・挿入挙動

はカチオン配列に強く依存することが判明した。これらの結果は、低温で作動するイオン伝導体等の開発につながる重要な成果である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Guo Haichuan, Patino Midori Amano, Ichikawa Noriya, Saito Takashi, Watanabe Rei, Goto Masato, Yang Minghui, Kan Daisuke, Shimakawa Yuichi	4. 巻 34
2. 論文標題 Oxygen Release and Incorporation Behaviors Influenced by A-Site Cation Order/Disorder in $\text{LaCa}_{2-x}\text{Fe}_x\text{O}_{9-y}$ with Unusually High Valence $\text{Fe}^{3.67+}$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 345 ~ 350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.1c03686	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 Amano Patino Midori, Denis Romero Fabio, Koo Hyun-Joo, Avdeev Maxim, Injac Sean D. A., Goto Masato, Whangbo Myung-Hwan, Shimakawa Yuichi	4. 巻 3
2. 論文標題 Orthogonal antiferromagnetism to canted ferromagnetism in $\text{CaCo}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ quadruple perovskite driven by underlying kagome lattices	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications Materials	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43246-022-00274-y	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 Tan Zhenhong, Lussier Joey A., Yamada Takumi, Xu Yuanhui, Saito Takashi, Goto Masato, Kosugi Yoshihisa, Vrublevskiy Dmitry, Kanemitsu Yoshihiko, Bieringer Mario, Shimakawa Yuichi	4. 巻 61
2. 論文標題 LiNbO_3 Type Polar Antiferromagnet InVO_3 Synthesized under High Pressure Conditions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 e202203669, 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202203669	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 Goto Masato, Okazaki Masato, Shimakawa Yuichi	4. 巻 95
2. 論文標題 Charge Transfer between Fe and Ti Induced by Ln Substitution and Temperature in the B -Site-Disordered Perovskites $\text{Ln}_2(\text{FeTi})_6\text{O}_{18}$ ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Pr}, \text{and Nd}$)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1011 ~ 1015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20220100	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 Goto Masato, Oguchi Tamio, Shimakawa Yuichi	4. 巻 143
2. 論文標題 Geometrical Spin Frustration and Monoclinic-Distortion-Induced Spin Canting in the Double Perovskites $\text{Ln}_{2-x}\text{LiFeO}_6$ ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{and Eu}$) with Unusually High Valence Fe^{5+}	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 19207 ~ 19213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.1c09838	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 Amano Patino Midori, Denis Romero Fabio, Goto Masato, Saito Takashi, Orlandi Fabio, Manuel Pascal, Szab? Attila, Kayser Paula, Hong Ka H., Alharbi Khalid N., Attfield J. Paul, Shimakawa Yuichi	4. 巻 3
2. 論文標題 Multi- spin ordering in $\text{CaFe}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ stabilized by spin-orbit coupling and further-neighbor exchange	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 43208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.3.043208	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 Kosugi Yoshihisa, Goto Masato, Tan Zhenhong, Kan Daisuke, Isobe Masahiko, Yoshii Kenji, Mizumaki Masaichiro, Fujita Asaya, Takagi Hidenori, Shimakawa Yuichi	4. 巻 11
2. 論文標題 Giant multiple caloric effects in charge transition ferrimagnet	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 12682
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-91888-8	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 Kosugi Yoshihisa, Goto Masato, Tan Zhenhong, Fujita Asaya, Saito Takashi, Kamiyama Takashi, Chen Wei Tin, Chuang Yu Chun, Sheu Hwo Shuenn, Kan Daisuke, Shimakawa Yuichi	4. 巻 31
2. 論文標題 Colossal Barocaloric Effect by Large Latent Heat Produced by First Order Intersite Charge Transfer Transition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 2009476 ~ 2009476
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202009476	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 Tan Zhenhong, Koedtrud Anucha, Goto Masato, Iihoshi Makoto, Shimakawa Yuichi	4. 巻 60
2. 論文標題 Layered Hexagonal Perovskite Oxides 21R Ba7Fe5Ge2O20 and 12H Ba6Fe3Ge3O17	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1257 ~ 1263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.0c03423	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 Goto Masato, Martinez de Irujo-Labelde Xabier, Saito Takashi, Garcia-Martin Susana, Shimakawa Yuichi	4. 巻 59
2. 論文標題 Successive and Site-Selective Oxygen Release from B-Site-Layer-Ordered Double Perovskite Ca2FeMnO6 with Unusually High Valence Fe4+	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 2024 ~ 2029
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.9b03374	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 Martinez de Irujo-Labelde Xabier, Goto Masato, Urones-Garrote Esteban, Amador Ulises, Ritter Clemens, Amano Patino Midori E., Koedtrud Anucha, Tan Zhenhong, Shimakawa Yuichi, Garcia-Martin Susana	4. 巻 31
2. 論文標題 Multiferroism Induced by Spontaneous Structural Ordering in Antiferromagnetic Iron Perovskites	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 5993 ~ 6000
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.9b02716	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23件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 渡邊 淳, 後藤 真人, 島川 祐一
2. 発表標題 酸素欠損のない六方晶ペロブスカイト型酸化物BaFeO3の電荷転移と磁気転移
3. 学会等名 日本セラミックス協会第35回秋季シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小杉 佳久, 後藤 真人, 肥後 祐 司, 丹下 慶範, 島川 祐一
2. 発表標題 PrCu ₃ Fe ₄ O ₁₂ の電荷移動相転移における圧力熱量効果
3. 学会等名 日本セラミックス協会第35回秋季シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤 真人, 島川 祐一
2. 発表標題 Bサイト秩序型ダブルペロブスカイトLn ₂ LiFe ₆ O ₆ のサイト置換効果
3. 学会等名 日本セラミックス協会第35回秋季シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳晨, 小杉 佳久, 後藤 真人, 島川 祐一
2. 発表標題 Bi _{0.95} Ln _{0.05} NiO ₃ における電荷転移と磁気転移
3. 学会等名 日本セラミックス協会2023年年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 飯星真, 後藤 真人, 島川 祐一
2. 発表標題 異常高原子価イオンFe ^{3.5+} を含むAサイト層状/無秩序ペロブスカイトNdBaFe ₂ O ₆ の構造と物性
3. 学会等名 日本化学会2023年年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡邊 澗, 後藤 真人, 島川 祐一
2. 発表標題 結晶多形BaFeO ₃ の酸素放出と結晶構造変化
3. 学会等名 日本化学会2023年年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 後藤 真人, 島川 祐一
2. 発表標題 Bサイト秩序型ダブルペロブスカイトLn ₂ LiFeO ₆ の構造物性相関
3. 学会等名 日本化学会2023年年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masato Goto
2. 発表標題 Structure-property relationships in geometrically frustrated magnets Ln ₂ LiFeO ₆ with unusually high valence Fe ⁵⁺ ion
3. 学会等名 The 7th Quantum Science symposium, October 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤真人
2. 発表標題 異常高原子価Fe ⁵⁺ を含むダブルペロブスカイトLn ₂ LiFeO ₆ (Ln:ランタノイド)の構造と磁性
3. 学会等名 粉体粉末冶金協会2021年度春季大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 後藤 真人, Sean Injac, 齊藤 高志, 島川 祐一
2. 発表標題 Fe ⁵⁺ が面心立方格子を形成するダブルペロブスカイトLn ₂ LiFeO ₆ (Ln: ランタノイド) の構造と磁性
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 後藤 真人, Sean Injac, 齊藤 高志, 松尾 晶, 金道 浩一, 小口 多美夫, 島川 祐一
2. 発表標題 異常高原子価Fe ⁵⁺ を含むダブルペロブスカイトLn ₂ LiFeO ₆ の構造物性相関
3. 学会等名 セラミックス協会2022年年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤 真人, Sean Injac, 齊藤 高志, 松尾 晶, 金道 浩一, 小口 多美夫, 島川 祐一
2. 発表標題 異常高原子価Fe ⁵⁺ を含む幾何学的フラストレート磁性体Ln ₂ LiFeO ₆ の構造物性相関
3. 学会等名 日本化学会2022年年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masato Goto, Sean Injac, Takashi Saito, Yuichi Shimakawa
2. 発表標題 Structural and magnetic properties of geometrically frustrated magnets Ln ₂ LiFeO ₆ (Ln: lanthanoids) with unusually high valence Fe ⁵⁺ ions
3. 学会等名 Pacifichem 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊 遼, 後藤 真人, 島川 祐一
2. 発表標題 異常高原子価鉄イオンを含む異常高原子価鉄イオンを含むBaFeO ₃ の酸素放出挙動の結晶多形依存性多形依存性
3. 学会等名 セラミックス協会2022年年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯星 真、Sean Injac、Midori Amano、後藤 真人、島川 祐一
2. 発表標題 Aサイト層状ダブルペロブスカイト酸化物R ₂ BaFe ₂ O ₆ (R: 希土類金属) における異常高原子価Fe ^{3.5+} イオンに起因する逐次相転移
3. 学会等名 日本化学会2022年年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小杉佳久、後藤真人、島川祐一、藤田麻哉、磯部正彦、高木英典
2. 発表標題 一次電荷相転移におけるマルチ熱量効果
3. 学会等名 セラミックス協会2022年年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤真人、齊藤高志、島川祐一
2. 発表標題 異常高原子価鉄イオンを含むBサイト秩序型ダブルペロブスカイトLn ₂ LiFeO ₆ (Ln: ランタノイド) の構造と物性
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯星眞、後藤真人、島川祐一
2. 発表標題 オゾン酸化により合成したAサイト層状ダブルペロブスカイト酸化物 $R\text{BaFe}_2\text{O}_6$ ($R=\text{Nd}, \text{Sm}$)の構造と物性
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masato Goto
2. 発表標題 Structural and magnetic properties of B-site-ordered double perovskites $\text{Ln}_2\text{LiFeO}_6$ (Ln: lanthanoid elements) with unusually high valence Fe^{5+} ion
3. 学会等名 The 4th International Symposium in IRCCS (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 後藤真人、齊藤高志、島川祐一
2. 発表標題 Oxygen-release behaviors in B-site-layer-ordered/disordered perovskites $\text{Ca}_2\text{FeMnO}_6$ with unusually high valence Fe^{4+}
3. 学会等名 アメリカ化学会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 後藤真人、Martinez de Irujo-Labalde Xabier、齊藤高志、Garcia-Martin Susana、島川祐一
2. 発表標題 異常高原子価鉄イオンを含むBサイト層状・無秩序ペロブスカイト酸化物 $\text{Ca}_2\text{FeMnO}_6$ の酸素脱離と結晶構造変化
3. 学会等名 粉体粉末冶金協会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 後藤真人、齊藤高志、島川祐一
2. 発表標題 オゾン酸化により合成した異常高原子価鉄イオンを含むAサイト層状トリプルペロブスカイトYBa ₂ Fe ₃ O ₉ の構造と物性
3. 学会等名 日本セラミックス協会2020年年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 後藤真人、島川祐一
2. 発表標題 異常高原子価鉄イオンを含むAサイト層状ペロブスカイトYBa ₂ Fe ₃ O ₉ の構造と物性
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会
4. 発表年 2020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

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