

令和 5 年 6 月 10 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K05086

研究課題名(和文)Csを含む新規酸化物イオン伝導体の創出と構造科学

研究課題名(英文)Structural science of Cs containing novel oxide-ion conductors

研究代表者

藤井 孝太郎 (Fujii, Kotaro)

東京工業大学・理学院・助教

研究者番号：30635123

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本課題では、Csなどの大きなイオンを含む新規イオン伝導体の探索を行い、新しいイオン伝導体や新材料を複数発見することに成功した。中でも、Csに限定することなく研究を行った結果、比較的大きな塩化物イオンを含む酸塩化物について、初めての酸化物イオン伝導体を発見することができたことは、当初の予想を超える成果となっている。見出したイオン伝導体については、X線や中性子回折などを用いた構造解析により、イオン伝導と構造の関係について明らかにし、次のイオン伝導体探索指針につながる構造科学研究を進めることにも成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本課題では、大きなイオンを含む材料の中にイオン伝導体として有望な材料があることに着目して進めたものである。その戦略により、いくつもの新しいイオン伝導体を発見することができ、実際に大きなイオンを含む材料がイオン伝導体につながる材料郡であることを証明することができた。今後も大きなイオンを活用する研究が加速していくと期待され、本課題はそのさきがけ的な成果となり、学術的な意義が大きい。また、イオン伝導体は電池やセンサーなどに応用もできるため、実用的な材料の研究にも影響する研究成果を挙げ、社会的な意義も大きい。

研究成果の概要(英文)：In this work, several novel ionic conductors and related novel materials were successfully discovered by exploration of new ionic conductors containing relatively large ions, such as Cs. In particular, the discovery of oxide-ion-conducting oxychlorides is a very innovative achievement. For the discovered materials, relationships between structures and properties (ionic conductivity) were investigated using X-ray and neutron diffraction techniques. The established structure science of the novel ionic conductors provide new guideline for exploration of next ionic conductors.

研究分野：物質科学

キーワード：イオン伝導体 結晶構造解析

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

酸化物イオン伝導体は、固体酸化物形燃料電池の中核材料になる次世代のエネルギー問題を解決するための重要な材料である。使用する資源を抑えつつ、より豊かな生活をするためには高効率なエネルギー源を用意する必要があり、固体酸化物形燃料電池はその候補の一つである。酸化物イオン伝導体に求められる最も基本的な性質は、より低温にて高い酸化物イオン伝導度をもつことである。固体中のイオン伝導度は、結晶構造と密接な関係があり、蛍石型構造、ペロブスカイト型構造など、特定の構造型で高いイオン伝導度を示すことが知られている。多くの研究は既に酸化物イオン伝導体として知られている構造型に集中していることが問題であり、より新しいイオン伝導体を見出すことが強く求められている。しかし、無数にある構造型・材料の中から、高いイオン伝導度をもつものを見出すことは容易ではない。これまでの研究の中で、比較的大きい陽イオンを含む材料で、比較的高いイオン伝導度をもつ材料を発見してきた。そこで、Cs（セシウム）をはじめとする比較的大きなイオンを含む材料に注目して新しいイオン伝導体を探索するアイデアにたどり着いた。

2. 研究の目的

本研究は、Cs（セシウム）やBa（バリウム）をはじめとする比較的大きい陽イオンであるアルカリ金属、アルカリ土類金属を含む材料を対象として、新しい酸化物イオン伝導体の候補材料を種々の方法で選定し、合成・イオン伝導度測定、放射光・中性子回折による結晶構造解析を通し、高い伝導度をもつ酸化物イオン伝導体の創出と構造物性研究を行うことを目的とした。実際には、研究の中で酸化物イオン伝導よりプロトン伝導が優勢である材料もあった。プロトン伝導体も酸化物イオン伝導体と同様に、燃料電池等への応用が期待される材料である。また、研究を進める中で、大きな陽イオンに注目するだけでなく、大きな陰イオンを活用するという新しいアイデアへの展開もあり、陰イオンとして酸化物イオンと塩化物イオンの両方を含む金属酸塩化物の研究も進めた。

3. 研究の方法

過去に報告したCsなどを含む酸化物イオン伝導体をベースとして一部の元素を置換した新材料、結合原子価法により構造データベースの中からスクリーニングで挙げたイオン伝導の可能性が見込まれる材料を対象として研究を進めた。材料の合成は、主に固相反応法で進めた。また、研究期間内に着想した2種以上の陰イオンを含む材料についても研究を進めた。合成した試料はX線回折法などによる分析を行い、目的の化合物（構造）ができていることを確認した。合成がうまくいかない場合には、合成条件の見直しを行い、可能な限り不純物のない単相で目的の材料が合成できるようにした。合成した材料は、電気化学測定によりイオン伝導度の評価を行った。具体的には、空気中における全電気伝導度測定、酸素分圧制御下での電気伝導度測定、水蒸気存在下での電気伝導度測定を進めた。高い伝導度を示す材料については、さらに酸素濃淡電池の作製によるイオン輸率の決定も実施した。また、伝導度がある程度高い材料については、X線や中性子を利用した回折測定と結晶構造解析を実施した。解析した結晶構造と測定した伝導度の結果から、どのようにイオンが伝導するかを考察し、その材料の特徴やその後の発展性について調べた。

4. 研究成果

本研究ではいくつかの新しいイオン伝導体を発見することができた。Csを含むDion-Jacobson型構造をもつ酸化物イオン伝導体を発見しているが、その成果は現在論文を執筆中である。

CaEu₂Ge₃O₁₀型をもつ新しい酸化物イオン伝導体CaSm₂Ge₃O₁₀を発見した研究^[1]では、四配位をとる陽イオンとしては比較的大きいGeを含む624の材料の中から、結合原子価法によるスクリーニングを行い、比較的酸化物イオンが移動する際の障壁が低いと期待されるCaEu₂Ge₃O₁₀型構造に注目して合成と電気伝導度測定を行うことで新物質のCaSm₂Ge₃O₁₀が酸化物イオン伝導体であることを見出した。また、Smの一部をCaに置換したCa_{1.05}Sm_{1.95}Ge₃O_{9.975}がより伝導度の高い材料であることを明らかにした。単結晶X線回折法により解析した結晶構造から、Ge₃O₁₀ユニットに沿った特徴的なイオン伝導経路が示唆され、このようなユニットを含む材料がイオン伝導度として期待できることを示した。

比較的大きい陽イオンBaを含み、電荷キャリアとなりうる酸素空孔を有する材料として、BaY_{1/3}Ga_{2/3}O_{2.5}という材料に注目した。この材料について合成と伝導度の評価を行ったところ、乾燥した条件では酸化物イオン伝導が示唆される結果が得られ、水蒸気存在下で酸化物イオンとプロトンの両方を伝導する混合伝導体であることを見出した。水の受け皿となる酸素空孔が存在することで、水蒸気存在下では、大気中の水を取り入れ、酸化物イオン伝導だけではなくプロトン伝導も起こすことを明らかにした。ペロブスカイト型構造に関連した構造をもつ新しいイオン伝導体であるため、今後の展開が期待される^[2]。

同じく比較的大きい陽イオンBaを含むイオン伝導体としてBa₇Nb₄MoO₂₀が知られている。この材料はプロトンと酸化物イオンが伝導する混合伝導体であるが、プロトン伝導を制御・抑制することができれば材料としての利用価値が増す。このような背景のもと、種々の元素置換を行い伝導度の評価を進めたところ、Nbの一部をWに置換することで、プロトン伝導を抑制し、酸化物イオン伝導度を向上させることに成功した。この材料については、高温中性子回折データに基づく構造解析から、イオン伝導経路の直接観察にも成功した。^[3]

BaNdInO₄は、過去に報告した新しい構造をもつ酸化物イオン伝導体であり、比較的大きい陽イオンで構成される材料である。本研究では、InをScに置換したBaNdScO₄がプロトン伝導体であることを見出した。中性子回折データに基づく構造解析から、プロトンの位置を決定し、その構造情報に基づきDFT計算でプロトンの伝導経路について検討したところ、ScO₆八面体内およびScO₆八面体間を通る特徴的なプロトン伝導経路があることを明らかにした。一般的にMO₆八面体間のプロトン伝導は、ScO₆八面体のティルト（回転）がないと起こりづらいが、BaNdScO₄は構造的な特徴からティルトがなくても八面体間のプロトン伝導が可能となっており、今後のさらなる展開が期待される^[4]。

比較的大きい陽イオンを使ったイオン伝導体探索を進める中で、より大きな陰イオンを含む材料に注目する新しいアイデアを考えた。酸化物イオンより大きい陰イオンとして塩化物イオンなどが考えられる。そこで金属酸塩化物Ba₃Y₂O₅Cl₂, Sr₃Sc₂O₅Cl₂, Sr₂ScO₃Clについてイオン伝導度の評価を行った。その結果、Ba₃Y₂O₅Cl₂が最も高い電気伝導を示し、電気伝導度の酸素分圧依存性、分極測定などの結果から酸化物イオンが伝導する材料であることを明らかにした。金属酸塩化物としてはじめての酸化物イオン伝導体であり、今後は陽イオンに注目するだけではなく、陰イオンの組み合わせを考えることで、さらなるイオン伝導体探索の展開があることを示す成果となった^[5]。

この他、酸フッ化物イオン伝導体のイオン伝導経路を明らかにした研究^[6]、新しいルチル派生構造をもつ材料の発見^[7]、新規ナトリウムイオン伝導体の発見^[8]でも成果を挙げ、学術論文として発表している。

本課題では、当初の計画に沿って種々の新しいイオン伝導体を発見しただけではなく、陰イオンの複合化による新しいイオン伝導体探索指針を導くこともできた。このような新しいアイデアは、今後のイオン伝導体探索の重要な指針の一つになると期待している。

【発表論文】

- [1] Masahiro Matsui, Kotaro Fujii, Masahiro Shiraiwa, Masatomo Yashima, *Inorg. Chem.*, 2022, 61(31), 12327-12336
- [2] Kei Saito, Kotaro Fujii, Masatomo Yashima, *J. Solid State Chem.*, , 306, 122733
- [3] Yuki Suzuki, Taito Murakami, Kotaro Fujii, James R. Hester, Yuta Yasui, Masatomo Yashima, *Inorg. Chem.*, 2022, 61(19), 7537-7545
- [4] Masahiro Shiraiwa, Takafusa Kido, Kotaro Fujii, Masatomo Yashima, *J. Mater. Chem. A*, 2021, 9(13), 8607-8619
- [5] Hiroshi Yaguchi, Kotaro Fujii, Yoshinori Tsuchiya, Hiraku Ogino, Yoshihiro Tsujimoto, Masatomo Yashima, *ACS Appl. Energy Mater.*, 2022, 5(1), 295-304
- [6] Keisuke Hibino, Mahiro Tanaka, Satoshi Kozakai, Kotaro Fujii, Tatsumi Ishihara, James R. Hester, Masatomo Yashima, *ACS Appl. Energy Mater.*, 2021, 4(9), 8891-8900
- [7] Kotaro Fujii, Yume Yoshida, Yue Jin Shan, Keitaro Tezuka, Yoshiyuki Inaguma, Masatomo Yashima, *Chem. Commun.*, 2020, 56(69), 10042-10045
- [8] Titus Masese, Yoshinobu Miyazaki, Josef Rizell, Godwill Mbiti Kanyolo, Chih-Yao Chen, Hiroki Ubukata, Keigo Kubota, Kartik Sau, Tamio Ikeshoji, Zhen-Dong Huang, Kazuki Yoshii, Teruo Takahashi, Miyu Ito, Hiroshi Senoh, Jinkwang Hwang, Kazuhiko Matsumoto, Toshiyuki Matsunaga, Kotaro Fujii, Masatomo Yashima, Masahiro Shikano, Cedric Tassel, Hiroshi Kageyama, Yoshiharu Uchimoto, Rika Hagiwara, Tomohiro Saito, *Nat. Commun.*, 2021, 12, 4660

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yaguchi Hiroshi, Fujii Kotaro, Tsuchiya Yoshinori, Ogino Hiraku, Tsujimoto Yoshihiro, Yashima Masatomo	4. 巻 5
2. 論文標題 Ruddlesden-Popper Oxychlorides $Ba_{3}Y_{2}O_{5}Cl_{2}$, $Sr_{3}Sc_{2}O_{5}Cl_{2}$, and $Sr_{2}ScO_{3}Cl$: First Examples of Oxide-Ion-Conducting Oxychlorides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Applied Energy Materials	6. 最初と最後の頁 295 ~ 304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.1c02828	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 Saito Kei, Fujii Kotaro, Yashima Masatomo	4. 巻 306
2. 論文標題 Oxide-ion and proton conductivity of the ordered perovskite $BaY_{1/3}Ga_{2/3}O_{5}$	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Solid State Chemistry	6. 最初と最後の頁 122733 ~ 122733
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jssc.2021.122733	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 Hibino Keisuke, Tanaka Mahiro, Kozakai Satoshi, Fujii Kotaro, Ishihara Tatsumi, Hester James R., Yashima Masatomo	4. 巻 4
2. 論文標題 Experimental Visualization of the Interstitialcy Diffusion of Anions in the LaOF-Based Oxyfluoride $La_{0.9}Sr_{0.1}O_{0.45}F_{2}$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Applied Energy Materials	6. 最初と最後の頁 8891 ~ 8900
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.1c01097	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 Shiraiwa Masahiro, Kido Takafusa, Fujii Kotaro, Yashima Masatomo	4. 巻 9
2. 論文標題 High-temperature proton conductors based on the (110) layered perovskite $BaNdScO_{4}$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry A	6. 最初と最後の頁 8607 ~ 8619
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0TA11573H	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 Fujii Kotaro, Yoshida Yume, Shan Yue Jin, Tezuka Keitaro, Inaguma Yoshiyuki, Yashima Masatomo	4. 巻 56
2. 論文標題 Cation- and anion-ordered rutile-type derivative LiTeO ₃ (OH)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 10042 ~ 10045
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CC04074F	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 Masese Titus, Miyazaki Yoshinobu, RizeII Josef, Kanyolo Godwill Mbiti, Chen Chih-Yao, Ubukata Hiroki, Kubota Keigo, Sau Kartik, Ikeshoji Tamio, Huang Zhen-Dong, Yoshii Kazuki, Takahashi Teruo, Ito Miyu, Senoh Hiroshi, Hwang Jinkwang, Alshehabi Abbas, Matsumoto Kazuhiko, Matsunaga Toshiyuki, Fujii Kotaro et al.	4. 巻 12
2. 論文標題 Mixed alkali-ion transport and storage in atomic-disordered honeycomb layered NaK ₂ TeO ₆	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 4660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-24694-5	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 Matsui Masahiro, Fujii Kotaro, Shiraiwa Masahiro, Yashima Masatomo	4. 巻 61
2. 論文標題 Ge-Containing Oxide-Ion Conductors with CaEu ₂ Ge ₃ O ₁₀ -Type Structure Discovered by the Bond-Valence Method and Experiments	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 12327 ~ 12336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.2c01662	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 Suzuki Yuki, Murakami Taito, Fujii Kotaro, Hester James R., Yasui Yuta, Yashima Masatomo	4. 巻 61
2. 論文標題 Simultaneous Reduction of Proton Conductivity and Enhancement of Oxide-Ion Conductivity by Aliovalent Doping in Ba ₇ Nb ₄ MoO ₂₀	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 7537 ~ 7545
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.2c00671	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50件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 藤井孝太郎, 張文銳, 安井雄太, 作田祐一, 齋藤馨, 八島正知, 鳥居周輝, 齊藤高志, 森一広, 神山崇, 池田一貴, 大友季哉, 大原高志
2. 発表標題 新規イオン伝導体の中性子回折・散乱を用いた構造科学
3. 学会等名 2022年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 矢口寛, 藤井孝太郎, 土屋佳則, 荻野拓, 辻本吉廣, 八島正知
2. 発表標題 層状ペロブスカイト型金属酸塩化物の酸化物イオン伝導と結晶構造
3. 学会等名 第48回固体イオニクス討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 張文銳, 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 Dion-Jacobson 型層状ペロブスカイト酸化物におけるイオン伝導性とイオン拡散機構
3. 学会等名 第82回固体イオニクス研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kotaro Fujii, Masatomo Yashima
2. 発表標題 Exploration and Diffusion Mechanism of High Oxide-Ion and Proton Ceramic Conductors
3. 学会等名 23rd International Conference on Solid State Ionics（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 張文銳, 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 新規酸化物イオン伝導体CsBi ₂ Ti ₂ NbO ₁₀ - の発見とドーピングによるイオン伝導度の向上
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 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 New Oxide-ion Conductors of the Dion-Jacobson phases CsM ₂ Ti ₂ NbO ₁₀ - (M = Bi, La)
2. 発表標題 Wenrui Zhang, Kotaro Fujii and Masatomo Yashima
3. 学会等名 The Power of Interfaces 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢口寛, 宮澤雅大, 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 新規層状酸塩化物の結晶構造と電気伝導
3. 学会等名 第 38 回日本セラミックス協会関東支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤井孝太郎, 松井将洋, 白岩大裕, 八島正知
2. 発表標題 Ge を含む新規酸化物イオン伝導体の結晶構造と電気伝導
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 松崎 航平, 齊藤馨, 藤井孝太郎, 張文銳, 八島正知, 南部雄亮, 池田陽一
2. 発表標題 スクリーニングによるSbを含む新構造型酸化物イオン伝導体の発見と結晶構造
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 Yuta Yasui, Yu Zhou, Takafumi Tsujiguchi, Yuichi Sakuda, Kotaro Fujii, Shuki Torii, Takashi Kamiyama, James R. Hester, Stephen J. Skinner, Masatomo Yashima
2. 発表標題 Oxide-ion conductivity and structural disorder of hexagonal perovskites $Ba_7Nb_3.9Mo_{1.1}O_{20.05}$ and $Ba_3MNbO_{8.5}$ (M = Mo, W)
3. 学会等名 The Power of Interfaces 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 神田橋治恵, 張文銳, 村上泰斗, 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 Dion-Jacobson型新物質の結晶構造と電気伝導
3. 学会等名 日本セラミックス協会第34回秋季シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森川里穂, 村上泰斗, 藤井孝太郎, 張文銳, 八島正知
2. 発表標題 新物質 $Ba_2LuAl_{10}O_{5}$ の発見とプロトン伝導性
3. 学会等名 日本セラミックス協会第37回関東支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木雄貴、村上泰斗、藤井孝太郎、八島正知
2. 発表標題 新酸化物イオン伝導体Ba ₇ Nb _{4-x} W _x MoO _{20+x/2} の結晶構造と高い酸化物イオン伝導度
3. 学会等名 電気化学秋季大会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢口 寛, 藤井孝太郎, 土屋 佳則, 荻野 拓, 辻本 吉廣, 八島正知
2. 発表標題 層状ペロブスカイト型酸塩化物の酸化物イオン伝導
3. 学会等名 日本セラミックス協会第34回秋季シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroshi Yaguchi, Kotaro Fujii, Masatomo Yashima
2. 発表標題 New Structure Family of Oxide-ion Conductors Based on BaGdInO ₄
3. 学会等名 The Power of Interfaces 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 新規イオン伝導体および複合アニオン材料の探索と構造物性
3. 学会等名 茨城県 中性子利用 研究会 令和3年度 第3回 iMATERIA研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齋藤 馨, 藤井 孝太郎, 八島 正知
2. 発表標題 規則化したペロブスカイトBaY1/3Ga2/3O2.5の酸化物イオン・プロトン伝導度
3. 学会等名 日本結晶学会2021年度年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kei Saito, Kotaro Fujii, Masatomo Yashima
2. 発表標題 Oxide-ion and proton conductivity of the ordered perovskite BaY1/3Ga2/3O2.5
3. 学会等名 International Core-to-Core Conference on Mixed Anion Research for Energy Conversion (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wenrui Zhang, Kotaro Fujii, Masatomo Yashima
2. 発表標題 Oxygen anionic conducting behavior in the Dion-Jacobson phase CsBi2Ti2NbO10-
3. 学会等名 International Core-to-Core Conference on Mixed Anion Research for Energy Conversion (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 新規イオン伝導体および複合アニオン材料の探索と構造物性
3. 学会等名 金属材料研究所ワークショップ(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森川里穂, 村上泰斗, 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 六方ペロブスカイト関連酸化物の新物質探索と超高速プロトン伝導
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 齊藤馨, 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 新規ペロブスカイトの発見と高速プロトン伝導
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 宮澤 雅大, 矢口 寛, 藤井 孝太郎, 八島 正知
2. 発表標題 新規酸塩化物の結晶構造と電気伝導
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 Hiroschi Yaguchi, Kotaro Fujii, Yoshinori Tsuchiya, Hiraku Ogino, Yoshihiro Tsujimoto, Masatomo Yashima
2. 発表標題 Ruddlesden-Popper oxychloride Ba ₃ Y ₂ O ₅ Cl ₂ : First example of oxide-ion conducting oxychloride
3. 学会等名 International Conference on Mixed-Anion Compounds (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroshi Yaguchi , Kotaro Fujii , Yoshinori Tsuchiya , Hiraku Ogino , Yoshihiro Tsujimoto , Masatomo Yashima
2. 発表標題 Ruddlesden-Popper Oxychlorides Ba ₃ Y ₂ O ₅ Cl ₂ , Sr ₃ Sc ₂ O ₅ Cl ₂ , and Sr ₂ ScO ₃ Cl : First Examples of Oxide-Ion-Conducting Oxychlorides
3. 学会等名 International Core-to-Core Conference on Mixed Anion Research for Energy Conversion (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢口寛, 藤井孝太郎, 土屋佳則, 荻野拓, 辻本吉廣, 八島正知
2. 発表標題 酸塩化物で初めての酸化物イオン伝導体の発見 -大きな自由体積による低い活性化エネルギーの実現-
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 矢口 寛, 宮澤雅大, 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 新規層状酸塩化物の結晶構造とイオン伝導
3. 学会等名 複合アニオン化合物の創成と新機能 最終発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤井 孝太郎, 張 文銳, 八島 正知, 鳥居 周輝, 齊藤 高志, 神山崇, 池田 一貴, 大友 季哉, 大原高志
2. 発表標題 中性子回折・散乱を用いた新規イオン伝導体および複合アニオン材料の構造科学
3. 学会等名 2021年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安井雄太, 八島正知, 藤井孝太郎, 村上泰斗, 辻口峰史, James R. Hester, 木本浩司, 柳澤圭一
2. 発表標題 六方ペロブスカイト関連構造をもつ Ba ₃ WbO ₈ .5- の結晶構造と酸化物イオン伝導経路
3. 学会等名 セラミックス協会第33回秋季シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢口寛, 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 新構造型酸化物イオン伝導体 BaGdInO ₄ の発見
3. 学会等名 セラミックス協会第33回秋季シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神田橋治恵, 張文鋭, 村上泰斗, 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 La添加によるDion-Jacobson型酸化物イオン伝導体CsBi ₂ Ti ₂ NbO ₁₀ の 相転移の抑制
3. 学会等名 セラミックス協会第33回秋季シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中真祐, 藤井孝太郎, 村上泰斗, 八島正知
2. 発表標題 La _{1-x} Sr _x O(1-x)/2F ₂ の合成と電気伝導度の向上
3. 学会等名 セラミックス協会第33回秋季シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 作田祐一, 藤井孝太郎, 村上泰斗, 八島正知, James R. Hester
2. 発表標題 <111>層状ペロブスカイト型Ba ₇ Nb ₄ Mo ₂₀ 系材料の結晶構造と電気伝導
3. 学会等名 セラミックス協会第33回秋季シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 志賀仁美, 藤井孝太郎, 村上泰斗, 白岩大裕, 矢口寛, 八島正知, 神山崇
2. 発表標題 酸化物イオン伝導体BaNdInO ₄ の単斜-直方相転移
3. 学会等名 セラミックス協会第33回秋季シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木雄貴, 藤井孝太郎, 村上泰斗, 八島正知
2. 発表標題 Wドーピングによる六方ペロブスカイト関連酸化物Ba ₇ Nb ₄ Mo ₂₀ の酸化物イオン伝導度の向上
3. 学会等名 セラミックス協会第33回秋季シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菊地 優冴, 藤井 孝太郎, 村上 泰斗, 八島 正知
2. 発表標題 Ba ₃ WV _{0.5} 系酸化物イオン伝導体の電気特性と結晶構造
3. 学会等名 セラミックス協会関東支部第36回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 作田祐一, 藤井孝太郎, 村上泰斗, 八島正知, James R. Hester
2. 発表標題 層状ペロブスカイト型Ba ₇ Nb ₄ Mo ₂ O ₂₀ 系材料の結晶構造と電気伝導
3. 学会等名 セラミックス協会関東支部第36回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 作田祐一, 辻口峰史, 安井雄太, 藤井孝太郎, 村上泰斗, 鳥居周輝, 神山崇, 八島正知, James R. Hester
2. 発表標題 Ba ₇ Nb ₄ Mo ₂ O ₂₀ 系材料の電気伝導と結晶構造
3. 学会等名 日本結晶学会令和2年度年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤井孝太郎, 村上泰斗, 八島正知, 萩原雅人, 鳥居周輝, 齊藤高志, 神山崇, 池田一貴, 大友 季哉, 大原高志
2. 発表標題 イオン伝導体および複合アニオン化合物の新材料探索と構造物性
3. 学会等名 2020年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神田橋治恵, 張文鋭, 村上泰斗, 藤井孝太郎, 八島正知, 稲熊宜之
2. 発表標題 Dion-Jacobson型酸化物イオン伝導体CsBi ₂ Ti ₂ NbO ₁₀ - のLa添加による相転移の抑制
3. 学会等名 セラミックス協会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菊地 優冴, 安井 雄太, 藤井 孝太郎, 村上 泰斗, 八島 正知
2. 発表標題 Ba ₃ WV _{0.5} 系材料の酸化物イオン伝導と高温での結晶構造
3. 学会等名 セラミックス協会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齊藤 馨, 安井 雄太, 藤井 孝太郎, 村上 泰斗, 八島 正知
2. 発表標題 新物質Ba ₆ Ga ₄ Y ₂ O ₁₅ の発見と酸化物イオン-プロトン混合伝導
3. 学会等名 セラミックス協会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安井 雄太, 辻口 峰史, 作田 祐一, 藤井 孝太郎, Yu Zhou, Stephen J. Skinner, 鳥居 周輝, 神山 崇, 八島 正知
2. 発表標題 Ba ₇ Nb _{3.9} Mo _{1.1020.05} の高い酸化物イオン伝導度とイオン拡散経路
3. 学会等名 セラミックス協会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森川里穂, 村上泰斗, 藤井孝太郎, 八島正知
2. 発表標題 新物質Ba ₂ LuAl ₁₀ O ₅ の発見と電気伝導性
3. 学会等名 セラミックス協会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中真祐, 藤井孝太郎, 村上泰斗, 日比野圭佑, 八島正知
2. 発表標題 La _{1-x} Sr _x O(1-x)/2F ₂ の合成と電気伝導度の向上
3. 学会等名 セラミックス協会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 城島一暁, 藤井孝太郎, 村上泰斗, 八島正知
2. 発表標題 高イオン伝導体Rb ₅ Gd(MoO ₄) ₄ の発見
3. 学会等名 セラミックス協会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢口寛, 藤井孝太郎, 土屋佳則, 荻野拓, 辻本吉廣, 八島正知
2. 発表標題 層状ペロブスカイト型酸塩化物の酸化物イオン伝導
3. 学会等名 セラミックス協会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木雄貴, 藤井孝太郎, 村上泰斗, 八島正知
2. 発表標題 六方ペロブスカイト関連酸化物Ba ₇ Nb ₄ - xW _x MoO ₂₀₊ の結晶構造と酸化物イオン伝導度
3. 学会等名 セラミックス協会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 八島 正知, 辻口 峰史, 作田 祐一, 安井 雄太, 藤井 孝太郎, 村上 泰斗, 柴田 稔也, 鳥居 周輝, 神山 崇, Zhou Yu, Skinner Stephen J.
2. 発表標題 高酸化物イオン伝導体Ba7Nb4MoO20 系材料の発見とイオン拡散機構
3. 学会等名 セラミックス協会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴田 稔也, 村上 泰斗, 安井 雄太, 藤井 孝太郎, 八島 正知
2. 発表標題 新規酸化物イオン-プロトン混合伝導性Ba7Nb4MoO20関連材料の発見
3. 学会等名 セラミックス協会2021年年会
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

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		
オーストラリア	ANSTO		