

令和 2 年 9 月 15 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H06115

研究課題名(和文) ユビキタス酸化物による環境にやさしい機能性誘電体の創出

研究課題名(英文) Development of eco-friendly functional dielectric materials with ubiquitous oxides

研究代表者

谷口 博基 (Taniguchi, Hiroki)

名古屋大学・理学研究科・准教授

研究者番号：80422525

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 19,100,000円

研究成果の概要(和文)：欠損層状ペロブスカイト型 ( $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x$ ) $2\text{SiO}_5$ の合成と物性評価に取り組み、 $x = 0.1$ の組成において、100～600 Kの極めて広い温度範囲で比誘電率100以上、温度変化率200 ppm/K以下(商用規格20～125 では30 ppm/以下)を達成した。一方、アルミネートソーダライト型  $\text{A}_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{XO}_4)_2$ では、 $\text{A} = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{X} = \text{W}, \text{Mo}, \text{S}$ の合成と物性評価に取り組み、本系の物性相図を明らかにするとともに、間接型強誘電性、歪みガラス状態、リエントラント構造相転移、反強誘電性などの新規物性相と、PZTを凌駕する優れた焦電特性を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

機能性誘電体材料開発は、これまでペロブスカイト型酸化物に代表される酸素“八面体”系物質において進められてきたが、その進展は近年飽和しつつあり、材料開発の新機軸となる新たな物質系の開拓が重要な課題となっている。それに対して本研究では、酸素“四面体”系物質に着目することで、従来とは全く異なる方針の下で機能性誘電体材料開発を実施した。その結果、優れた機能性を備えたシリケート及びアルミネート系物質群を見出すに至った。シリケート及びアルミネートは地殻の大部分を構成し、地球上で最も豊富に存在する物質系である。したがって本研究の成果は、真に自然と調和したな科学技術の構築に対して大いに貢献するものである。

研究成果の概要(英文)：Deficient layered-perovskite-type ( $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x$ ) $2\text{SiO}_5$  have been systematically synthesized and examined to develop new functional dielectric materials in silicates. In this project, we have finally achieved at  $x = 0.1$  large relative permittivity greater than 100 with excellent temperature stability below 200 ppm/K over a wide temperature range from 100～600 K (< 30ppm/ in commercial regulation 20～125 ). Also conducted is systematic syntheses and examinations of aluminate-sodalite-type  $\text{A}_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{XO}_4)_2$  with  $\text{A} = \text{Ca}, \text{Sr}$  and  $\text{X} = \text{W}, \text{Mo}, \text{S}$  to develop new functional dielectric materials in aluminates. In this project, we have clarified phase diagrams in these systems and discovered several novel properties there, including an improper ferroelectricity, a strain glass state, a re-entrant structural phase transition, and anti-ferroelectricity. Furthermore, we have also achieved an excellent pyroelectric energy harvesting ability, which is better than PZT.

研究分野：固体物性物理学

キーワード：誘電体 強誘電体 焦電体 強弾性体 構造相転移 シリケート アルミネート ゼオライト

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

自然環境と親和性の高いテクノロジーの開発が世界的な急務となっている中、環境に優しく、そして地球に豊富に存在する原料を用いた機能性材料の開発は、物質設計・材料開発に携わる研究者に課せられた重要な使命である。

地殻に豊富に存在する元素に関する指標としてクラーク数が知られており、第1位が酸素、続いてシリコン、アルミニウムと続くが、この3つの元素のみで地殻に存在する元素の約83%を占める。一方、これら3つの元素によって構成される化合物の大多数が酸素四面体を構成単位した結晶構造を有することが知られており、酸素四面体系の造岩鉱物によって実に地殻の99%が構成されている。つまり、酸素四面体系のシリケートおよびアルミネートによる機能性材料の新しい設計原理は、自然と真に調和した次世代の科学技術を実現するための重要な要素技術となる。

しかしながら、酸素四面体系のシリケートやアルミネートは耐火物や絶縁材、耐食剤などとして優れた熱的・電氣的・化学的安定性を発揮する一方で、逆にその安定性のために電場や光等の外部刺激に対する応答機能性に乏しく、先端的エレクトロニクス材料としての応用は殆ど実現していない。その数少ない応用例として水晶振動子やリン酸二水素カリウムを用いた非線形光学素子などが一部実用化に至っているものの、チタン酸バリウムやジルコン酸チタン酸鉛(PZT)に代表される酸素八面体系酸化物と比較すると、いまだに機能性材料としての物質開発は著しく貧弱である。

最近申請者等は、科研費若手(B)平成24-26年度「課題名：酸素四面体を基本構造とする環境親和型強誘電体の新規開発」の支援の下で、酸素四面体を基本構造とした全く新しい強誘電体の創出に取り組み、 $\text{SiO}_4$ 四面体1次元ネットワークの変形によって発現する全く新しいタイプの強誘電体であるケイ酸ピスマスを発見した。さらに強誘電性の発現メカニズムの解明を通して、酸素四面体を構成要素とする物質系における機能性材料設計の指針を得た。またそれによって、酸素四面体ネットワーク構造を有する物質系が屈曲やねじれ等の多彩な構造変形の自由度を本質的に備えており、それらの協奏的效果によって誘電的機能性と弾性的機能性が強く相関した多彩な物性を発現し得ることが示された。その知見に基づいて実施された申請者らの予備的研究では、3次元の酸素四面体ネットワークを有するアルミネートソーダライト型酸化物が、プリルアンゾーンにおける多数の波数点で複数の格子振動が同時に不安定化するという極めて特異な状態を示し、それによって複数の結晶構造が絶妙なバランスで競合することで、応力や電場、あるいは元素置換や欠陥・不純物制御等に応じてバラエティに富んだ物性相を示すことが示唆されている。この酸素四面体ネットワーク特有のユニークな構造不安定性を利用することで、自発歪によって誘起される特殊な強誘電性や、分極特性と強く相関したゴムの弾性や形状記憶効果といった、これまでに類を見ない革新的な複合応答機能性のデザインが可能になる。

### 2. 研究の目的

本研究では、酸素四面体ネットワーク構造の次元性や化学組成の制御、さらに不純物や欠損の導入による不均一性の制御による機能性の創出、いわば「酸素四面体エンジニアリング」に取り組み、それによって、次世代のエレクトロニクスやメカニクスを支える革新的な誘電性・弾性複合機能デバイス素子の新規開発を目指す。

### 3. 研究の方法

本研究では、1次元の酸素四面体ネットワークを有する「 $\text{Bi}_2\text{SiO}_5$ 系欠損層状ペロブスカイト型酸化物」と、3次元の酸素四面体ネットワークを有する「 $\text{Ca}_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{WO}_4)_2$ 系アルミネートソーダライト型酸化物」において系統的な多結晶・単結晶試料合成を実施する。また、合成した試料において誘電率や弾性率の温度・周波数依存性の測定、放射光施設を用いた粉末X線回折実験による精密な構造解析と電子密度分布解析、第一原理計算を援用した格子振動ダイナミクスの研究に取り組む。それによって、酸素四面体系酸化物における「ネットワークの次元性・化学組成・不純物・欠陥」と「誘電的機能性・弾性的機能性」の間の相関を解明する。その結果に基づいて酸素四面体系酸化物を用いた新たな物質設計原理を構築し、「革新的な誘電性・弾性複合応答機能材料」の新規開発に取り組む。

### 4. 研究成果

#### $\text{Bi}_2\text{SiO}_5$ 系欠損層状ペロブスカイト型酸化物

$\text{Bi}_2\text{SiO}_5$ のBiサイトへのLa置換に着目し、 $(\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x)_2\text{SiO}_5$ ( $x \leq 0.1$ )の合成と物性評価に取り組んだ。その結果、 $x = 0.1$ の組成において、100Kから600Kの極めて広い温度範囲で比誘電率100以上、温度変化率200ppm/K以下(商用規格20-125の温度範囲では30ppm/以下)を達成した。この誘電率は従来の酸素四面体系誘電体の値を桁で上回るものであり、また温度安定性に関しては実用化に至っているペロブスカイト型酸化物系材料を凌駕するものである。

さらに、 $(\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x)_2\text{SiO}_5$ ( $x \leq 0.1$ )における構造-物性相関を明らかにするために、KEKにおいて精密放射光X線構造解析を実施し、温度及びLa置換量の関数として結晶構造の変化を調べた。そ

の結果、La 置換にともなって結晶構造中の  $\text{SiO}_4$  一次元鎖の構造が乱れ、その結果として強誘電性が消失することを明らかにした。それによって、 $\text{Bi}_2\text{SiO}_5$  の強誘電性発現において  $\text{SiO}_4$  一次元鎖及びその構造を維持するための孤立電子対が重要な役割を果たしていることを明らかにした。また、European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)における非弾性X線散乱実験によって  $\text{Bi}_2\text{SiO}_5$  中で強誘電性と反強誘電性の極めて緊密な競合状態にあることを見出し、巨大誘電応答機能性創出に向けた新たな足掛かりを得るに至った。

また、 $\text{Bi}_2(\text{Si}_{1-x}\text{Al}_x)\text{O}_5$  系組成に着目した高誘電率ガラス開発にも取り組み、Al 低含有量側において、ガラスとしては非常に大きな比誘電率 (40-50) を有する新材料を見出した。

#### $\text{Ca}_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{WO}_4)_2$ 系アルミネートソーダライト型酸化物

アルミネートソーダライト型酸化物の組成は  $\text{A}_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{XO}_4)_2$  で表される。本研究では  $\text{A} = \text{Ca}, \text{Sr}$ 、 $\text{X} = \text{W}, \text{Mo}, \text{S}$  に焦点を絞り、系統的な物質合成と SPring-8 における放射光 線回折実験と精密構造解析、誘電性及び焦電性に着目した基礎物性評価を実施した。

その結果、

- $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{WO}_4)_2$  : (CS)AW-x
- $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{MoO}_4)_2$  : (CS)AM-x
- $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{SO}_4)_2$  : (CS)AS-x

に関しての詳細な物性相図を完成させた。その中で、全ての物質系における Ca-rich 側の組成領域で分極以外の物理量を第一秩序変数とする間接型強誘電性を見出し、Sr 置換量の増加とともに単距離秩序状態へと変化することを明らかにした。特に(CS)AM-x では動的粘弾性測定を実施し、単距離秩序状態の起源がいわゆる“歪みガラス”であることを明らかにした。それによって弾性機能デザインに向けた足掛かりを得た。さらに、本物質系が PZT を凌駕する焦電発電特性を示すことを見出し、焦電発電素子材料開発における間接型強誘電性の有効性を示した。また、(CS)AM-x および(CS)AS-x における Sr-rich 側の組成領域において、リエントラント構造相転移や反強誘電性などのユニークな物性相を新たに見出した。

## 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 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 H. Taniguchi, S. Tatewaki, S. Yasui, Y. Fujii, J. Yamaura, and I. Terasaki	4. 巻 2
2. 論文標題 Structural variations and dielectric properties of $(\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x)_2\text{SiO}_5$ ( $0 < x < 0.1$ ): Polycrystallines synthesized by crystallization of Bi-Si-O and Bi-La-Si-O glasses	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Materials	6. 最初と最後の頁 045603(1-8)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.2.045603">https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.2.045603</a>	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 A. Girard, H. Taniguchi, S. M. Souliou, M. Stekiel, W. Morgenroth, A. Minelli, A. Kuwabara, A. Bosak, and B. Winkler	4. 巻 98
2. 論文標題 Competing structural instabilities in $\text{Bi}_2\text{SiO}_5$	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 134102(1-8)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1103/PhysRevB.98.134102">https://doi.org/10.1103/PhysRevB.98.134102</a>	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 A. Girard, M. Stekiel, W. Morgenroth, H. Taniguchi, V. Milman, A. Bosak, and B. Winkler	4. 巻 99
2. 論文標題 High-pressure compressibility and electronic properties of bismuth silicate $\text{Bi}_2\text{SiO}_5$ from synchrotron experiments and first-principles calculations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 164116(1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1103/PhysRevB.99.064116">https://doi.org/10.1103/PhysRevB.99.064116</a>	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. Maeda, T. Wakamatsu, A. Konishi, H. Moriwake, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, K. Tanabe, I. Terasaki, and H. Taniguchi	4. 巻 7
2. 論文標題 Improper ferroelectricity in stuffed aluminate sodalites for pyroelectric energy harvesting	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 34012
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevApplied.7.034012	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 T. Wakamatsu, K. Tanabe, I. Terasaki, and H. Taniguchi	4. 巻 11
2. 論文標題 Improper ferroelectrics as high-efficiency energy conversion materials	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physica Status Solidi RRL	6. 最初と最後の頁 1770324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pssr.201700009	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 T. Wakamatsu, G. Kawamura, T. Abe, Y. Nakahira, S. Kawaguchi, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, I. Terasaki, and H. Taniguchi	4. 巻 58
2. 論文標題 Antiferroelectric to antiferroelectric-relaxor phase transition in calcium strontium sulfoaluminate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 15410-15416
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.9b02495	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 T. Wakamatsu, G. Kawamura, T. Abe, S. Kawaguchi, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, M. Itoh, I. Terasaki, and H. Taniguchi	4. 巻 88
2. 論文標題 Structural Phase Transitions and Possibility of the Relaxor-like State in Improper Ferroelectric Strontium-Substituted Calcium Sulfoaluminates	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 34718
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.88.034718	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42件 (うち招待講演 20件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Hiroki Taniguchi
2. 発表標題 Ferroelectricity in Oxides with Tetrahedrally Coordinated Si and Al
3. 学会等名 ISAF-FMA-AMF-AMEC-PFM Joint Conference (IFAAP), Hiroshima, 27 May - 1 June 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Taniguchi
2. 発表標題 Improper Ferroelectric Stuffed Aluminate Zeolites for Pyroelectric Energy Harvesting
3. 学会等名 5th TYC Energy Materials Workshop, London, 25-27 July 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Taniguchi
2. 発表標題 Ferroelectricity and Functional Dielectric Properties in Bi <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> -based Compounds
3. 学会等名 12th Japan-Korea Conference on Ferroelectrics, Nara, 5-8 Aug 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Taniguchi, Chikako Moriyoshi, and Hiroki Moriwake
2. 発表標題 Structural Instability and Improper Ferroelectricity in Aluminate-Sodalite-type Oxides
3. 学会等名 Asian Crystallographic Association (AsCA) Conference 2018, Auckland, 2-5 Dec 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 Unique Ferroelectric and Dielectric Functionalities in Aluminates
3. 学会等名 CEMS Topical Meeting on modern ferroelectrics 2018、理研(和光)、2018年10月25-26日(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 間接型強誘電性に着目した焦電発電素子材料開発
3. 学会等名 第4回エネルギーマネジメント・材料デバイス技術分科会、日立中央研究所、2018年10月26日（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 ペロブスカイト型酸化物における強誘電性の起源と、非ペロブスカイト型酸化物における新強誘電体の設計
3. 学会等名 日本学術振興会第166委員会「透明酸化物光・電子材料」第81回研究会、東工大蔵前会館、2018年11月16日（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 丸山広司、中平夕貴、安倍友啓、河村元太、森吉 千佳子、黒岩 芳弘、寺崎 一郎、谷口 博基
2. 発表標題 充填ゼオライト型酸化物 $\text{Ca}_8[(\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x)\text{O}_2]_{12}(\text{MoO}_4)_2$ の構造相転移と誘電特性
3. 学会等名 日本セラミックス協会第31回秋季シンポジウム、名古屋工業大学、2018年9月5-7日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中森大貴，寺崎一郎，谷口博基
2. 発表標題 間接型強誘電体 $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{MoO}_4)_2$ の構造相転移と弾性応答
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会、同志社大学、2018年9月9-12日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青木伸雅, 中埜彰俊, 中平夕貴, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 寺崎一郎, 谷口博基
2. 発表標題 アルミネートソーダライト型酸化物(Ca <sub>1-x</sub> Sr <sub>x</sub> ) <sub>8</sub> [AlO <sub>2</sub> ] <sub>12</sub> (MoO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (0.5 x 1.0) のリエントラント構造相転移
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会、九州大学、2019年3月14-17日
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 丸山広司, 中平夕貴, 安部友啓, 河村元太, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 寺崎一郎, 谷口博基
2. 発表標題 間接型強誘電体Ca <sub>8</sub> [AlO <sub>2</sub> ] <sub>12</sub> (MoO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> における[AlO <sub>2</sub> ]-フレームワークへの異種元素置換効果
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会、九州大学、2019年3月14-17日
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河村元太, 中平夕貴, 若松徹A, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 谷口博基, 寺崎一郎
2. 発表標題 放射光X線回折によるアルミネートソーダライト(Ca, Sr) <sub>8</sub> [AlO <sub>2</sub> ] <sub>12</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> の構造相転移
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会、九州大学、2019年3月14-17日
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Taniguchi
2. 発表標題 Development of Functional Dielectric Materials in Silicates and Aluminates
3. 学会等名 Frontiers in Materials Science 2017, Greifswald, Germany, 4-6 September 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 H. Taniguchi
2. 発表標題 Development of Functional Materials with Ubiquitous Oxides
3. 学会等名 JSPM International Conference on Powder and Powder Metallurgy, Kyoto, 6-9 November 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Taniguchi
2. 発表標題 Improper Ferroelectricity in Stuffed Aluminate Sodalites for Pyroelectric Energy Harvesting
3. 学会等名 APS March Meeting, Los Angels, 5-9 March 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青木伸雅、若松徹、田辺賢士、寺崎一郎、谷口博基
2. 発表標題 アルミネートソーダライト型酸化物(Ca <sub>1-x</sub> Sr <sub>x</sub> ) <sub>8</sub> [AlO <sub>2</sub> ] <sub>12</sub> (MoO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> の構造相転移
3. 学会等名 日本セラミックス協会2018年年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中森大貴、田辺賢士、寺崎一郎、谷口博基
2. 発表標題 間接型強誘電体(Ca <sub>1-x</sub> Sr <sub>x</sub> ) <sub>8</sub> [AlO <sub>2</sub> ] <sub>12</sub> (MoO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> の弾性特性
3. 学会等名 日本セラミックス協会2018年年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 若松徹、河村元太、安部友啓、森吉千佳子、黒岩芳弘、寺崎一郎、谷口博基
2. 発表標題 充填ゼオライト型酸化物 (Ca <sub>1-x</sub> Sr <sub>x</sub> ) <sub>8</sub> [AlO <sub>2</sub> ] <sub>12</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> における誘電応答と構造相転移
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 若松徹、河村元太、安部友啓、森吉千佳子、黒岩芳弘、寺崎一郎、谷口博基
2. 発表標題 充填ゼオライト型酸化物における間接型強誘電体の新規開発
3. 学会等名 日本セラミックス協会第30回秋季シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 誘電体における既存の機能性の向上、あるいは新しい機能性の創出に対する最近の取り組み
3. 学会等名 豊田理化学研究所特定課題研究「マルチプローブ融合利用による新奇強誘電体材料の物性解明」第五回研究会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 誘電特性・光特性・機械特性をまたぐ共応答誘電体の開発
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第29回秋季シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 共応答誘電体：光特性・機械特性・誘電特性をまたぐ新機能の創出に向けて
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 軽元素酸化物における機能性誘電体開発
3. 学会等名 光・電子機能材料研究会 「最近の光・電子機能材料の進展」 （招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 ユビキタス酸化物における新しい機能性誘電体の設計と開発
3. 学会等名 村田製作所講演会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 高クラーク数元素による機能性誘電体の新規開発
3. 学会等名 中部・関西誘電体セミナー（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 片山大輔、藤井康裕、是枝聡肇、谷口博基、寺崎一郎
2. 発表標題 充填型ソーダライト酸化物(CaxSr1-x)8(AlO2)12(WO4)2の広帯域顕微光散乱分光
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 若松徹、田辺賢士、寺崎一郎、谷口博基
2. 発表標題 高効率熱-電気エネルギー変換素子としての間接型強誘電体の新規開発
3. 学会等名 日本セラミックス協会2017年年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Taniguchi
2. 発表標題 Structural Phase Transitions and Improper Ferroelectricity in Aluminate-Sodalite-type Oxides
3. 学会等名 MCL Seminar, Materials Center Leoben (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Taniguchi
2. 発表標題 Improper Ferroelectricity in Stuffed Aluminate Zeolites
3. 学会等名 The 1st Korea-Japan Bilateral Symposium on Materials and Chemistry for Energy Science and Technology, Suwon (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 酸素四面体系化合物における機能性誘電体の探索
3. 学会等名 新機能無機物質探索研究センター・シンポジウム、東北大学多元物質科学研究所（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 層状シリケート型新強誘電体Bi <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> の強誘電性と異種元素置換効果
3. 学会等名 東北大学金属材料研究所ワークショップ、東北大学金属材料研究所（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 アルミネート系化合物における新規機能性誘電体の開発
3. 学会等名 第6回 大型実験施設とスーパーコンピュータとの連携利用シンポジウム、秋葉原UDX（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 複合応答機能性誘電体の設計と開発
3. 学会等名 第217回HVEM研究会 九州大学（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 ユビキタス酸化物による新しい機能性誘電体材料の開発
3. 学会等名 第26回フロンティア材料研究所講演会、東京工業大学フロンティア材料研究所（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Taniguchi, C. Moriyoshi, H. Moriwake, and I. Terasaki
2. 発表標題 Structural Phase Transitions and Improper Ferroelectricity in Aluminate-Sodalite-type Oxides
3. 学会等名 MRM2019, Yokohama (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Maruyama, A. Nakano, I. Terasaki, and H. Taniguchi
2. 発表標題 Effects of Element Substitution on Improper Ferroelectric $\text{Ca}_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{MoO}_4)_2$
3. 学会等名 PACRIM13, Okinawa (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Taniguchi
2. 発表標題 Pyroelectric Energy Harvesters & Photo-dielectric Materials
3. 学会等名 TokyoTech- UCL workshop, London (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷口博基
2. 発表標題 誘電体の機能性向上、あるいは新機能性創出に対する最近の取り組み
3. 学会等名 原子分解能ホログラフィー研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中森大貴、田辺賢士、寺崎一郎、谷口博基
2. 発表標題 アルミネートソーダライト型酸化物 $\text{Ca}_8[\text{Al}_{12}\text{O}_{24}](\text{MoO}_4)_2$ における弾性測定
3. 学会等名 応用物理学会 新領域 強的秩序とその操作に関わる研究グループ 第5回研究会 福岡
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青木伸雅、田辺賢士、寺崎一郎、谷口博基
2. 発表標題 アルミネートゼオライト $(\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x})_8[\text{Al}_{12}\text{O}_{24}](\text{MoO}_4)_2$ の構造相転移
3. 学会等名 応用物理学会 新領域 強的秩序とその操作に関わる研究グループ 第5回研究会 福岡
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 若松徹、河村元太、安部友啓、森吉千佳子、黒岩芳弘、寺崎一郎、谷口博基
2. 発表標題 充填ゼオライト型酸化物 $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{SO}_4)_2$ における誘電応答と構造相転移
3. 学会等名 応用物理学会 新領域 強的秩序とその操作に関わる研究グループ 第5回研究会 福岡
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 帯刀信吾、酒井雄樹、藤井康裕、是枝聡筆、安井伸太郎、東正樹、田辺賢士、寺崎一郎、谷口博基
2. 発表標題 強誘電性シリケートBi <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> のLa置換効果
3. 学会等名 日本物理学会第72回年次大会 大阪大学
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 谷口博基	4. 発行年 2018年
2. 出版社 株式会社テクノプラザ	5. 総ページ数 5
3. 書名 セラミックスデータブック2018	

1. 著者名 谷口博基	4. 発行年 2018年
2. 出版社 日本ファインセラミックス協会	5. 総ページ数 5
3. 書名 FCレポート	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>廃熱から電気を作る新しいゼオライト型化合物を発見 ~ 間接型強誘電性で焦電発電の性能向上に期待 ~  <a href="http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload_images/20170407_sci_1.pdf">http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload_images/20170407_sci_1.pdf</a></p>
---



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