

令和 6 年 9 月 24 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02036

研究課題名（和文）全固体電気化学デバイスのポテンシャル分布時空間マルチスケールオペランド計測

研究課題名（英文）Time-spacial multiscale operando measurements of potential distribution in all solid-state electrochemical devices

研究代表者

雨澤 浩史（Amezawa, Koji）

東北大学・多元物質科学研究所・教授

研究者番号：90263136

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、固体イオン伝導体を電解質に用いる全固体電気化学デバイスにおいて、反応およびイオン輸送の駆動力であり、また材料の化学安定性を決定する主要因でもある「可動化学種の化学ポテンシャル」を実験的に評価することを目的とした。申請者によって独自に提案・開発されたポテンシャルプローブ技術と放射光オペランド計測技術を併用することにより、固体酸化物形セル（SOC）系をモデルケースに、酸化物イオン伝導性固体電解質における酸素化学ポテンシャル分布ならびにその経時変化を実験的に計測することに成功した。得られた結果は、電解質における両極性拡散と局所平衡を仮定することで定量的に説明されることも明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

全固体電気化学デバイスの電解質に用いられる材料の安定性や物性は、その材料が置かれる化学ポテンシャル条件に依存するため、デバイス作動時の化学ポテンシャル分布を把握することは重要である。同電解質における化学ポテンシャル分布は、古くから数値計算により評価されてきたものの、これを実験で評価した例はほとんどなく、その妥当性、有効性は立証されていなかった。本研究は、固体酸化物形セルをモデルケースに、同電解質における化学ポテンシャル分布およびその動的変化を実験的に明らかにした。この成果は、全固体電気化学デバイスの高性能化、高耐久性化を図る上で重要である知見であり、その社会的意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to experimentally evaluate the chemical potential of mobile species, which is the driving force of reactions and ion transport and is also the main factor determining the chemical stability of the materials, in all-solid-state electrochemical devices using solid-state ionic conductors as electrolytes. By combining the potential probe technique with the synchrotron radiation operando measurement technique, which were originally proposed and developed by our group, the distribution of the oxygen chemical potential and its temporal change in an oxide ion-conducting solid electrolyte in a solid oxide cell (SOC) as a model case were successfully measured in an experimental manner. The obtained results were quantitatively explained by assuming bipolar diffusion and local equilibrium in the solid electrolyte.

研究分野：固体イオニクス

キーワード：全固体電気化学デバイス 化学ポテンシャル オペランド計測 位置分解 時間分解

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

優れた選択イオン導電性を示す固体イオニクス材料を電解質に用いた、固体電解質形燃料電池 (SOFC) や全固体 Li イオン電池 (ASSLIB) に代表される全固体電気化学デバイスは、次世代の低環境負荷発電あるいは蓄電デバイスとして、その普及が期待されている。そのための課題としては、デバイスのさらなる性能向上、長期安定性・信頼性の確保が挙げられる。全固体電気化学デバイスは、正極 - 負極間の可動成分の化学ポテンシャル差をイオン輸送および電極反応の駆動力として作動する。そのため、両電極で挟まれた電解質では、化学ポテンシャルの分布が形成され、それは電池の構成材料や作動条件によって大きく変化するとされている。電解質材料の熱力学・化学的安定性や物性 (イオンや電子の伝導性) は、その材料が置かれる化学ポテンシャル条件に依存するため、デバイス作動時の化学ポテンシャル分布を把握することは、デバイスの高性能化、高耐久性化を図る上で、非常に重要である。固体イオニクスデバイスの電解質における化学ポテンシャル分布は、古くから数値計算による評価がなされてきた。しかし、これを実験で評価した例はほとんどなく、数値計算の妥当性、有効性は立証されていないのが現状であった。そのため、全固体電気化学デバイスの電解質材料の選択やセル構造の設計は、数値計算の結果を盲信して進められてきていた。

2. 本研究の目的

1 で述べた背景に対し、本研究において我々は、作動下にある固体酸化物セル (SOFC/EC) の電解質をモデルケースに選択し、同電解質における酸素ポテンシャル分布を実験的に評価することを試みた。一般に、全固体電気化学デバイス用いられる電解質材料では、可動成分の化学ポテンシャルが変化しても、生じる濃度変化などの変化は非常に小さく、これを実験的に検出するのは容易ではない。そこで、本研究では、電解質中に化学ポテンシャルの変化に応じて化学状態の変化する元素 (イオン) をプローブとして導入し、この化学状態を実験的に評価することで、電解質における化学ポテンシャルおよびその分布を明らかにするという新規な手法を提案し、それを用いて実用的な全固体電気化学デバイスにおける化学ポテンシャル分布を実測することを試みた。

3. 研究の方法

一般に SOFC/EC に用いられる、安定化ジルコニアに代表される酸化物イオン導電性固体電解質では、材料が晒される酸素ポテンシャルが変化しても、その中で生じる変化はごく僅かであり、それを実験的に検出することは実質的に不可能である。そこで本研究では、電解質における酸素ポテンシャル変化を検出するためのプローブとして、少量の Mn イオンを電解質に固溶させ、その化学状態 (形式酸化数) から酸素ポテンシャルを実験的に見積もることを考えた。また、この Mn イオンプローブの化学状態およびその変化を検出する方法として、オペランド電気化学ナノ X 線吸収端微細構造 (XAFS) 測定技術を開発した。この手法では、数 100 nm に集光された、Mn K 吸収端近傍のエネルギーを持つ放射光 X 線の吸収量変化を測定することで、Mn イオンの化学状態を高位置分解で評価することを可能とした。

図 1 に、測定に用いた三極セルの概略図を示す。電解質には、酸化物イオン伝導性固体電解質である、安定化ジルコニア 8YSZ ($(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.08}(\text{ZrO}_2)_{0.92}$) に 5 mol% の Mn_2O_3 を固溶させた Mn 添加 YSZ の焼結体を用いた。電解質 (約 $5 \times 4 \times 2$ mm) の表面、裏面、側面には、それぞれ作用極、対極、参照極として、多孔質 Pt 電極を設けた。XAFS 測定を行う電解質側面は、酸素ポテンシャル分布が気相中の酸素との平衡に影響されないようにするため、レーザー-CVD により Al_2O_3 薄膜で被覆した。 Al_2O_3 薄膜の厚みは、酸素の透過を抑制するのに十分と考えられる 10-20 μm とした。XAFS 測定は、SPring-8 の BL37XU にて実施した。XAFS 測定時は、セルの温度を 973-1073 K、雰囲気を 0.01 bar O_2 とした。XAFS 測定では、まず、Kirkpatrick-Beaz ミラーにより入射 X 線を 150×150 nm 程度に集光させ、これにより、高位置分解での測定を可能とした。SOFC/EC 作動下では、電解質両端に設けた 2 つの電極 (作用極および対極) において、それぞれ、酸素の発生/還元反応が生じる。アノード分極 (酸素発生) させた電極 (以下の実験では作用極) では、

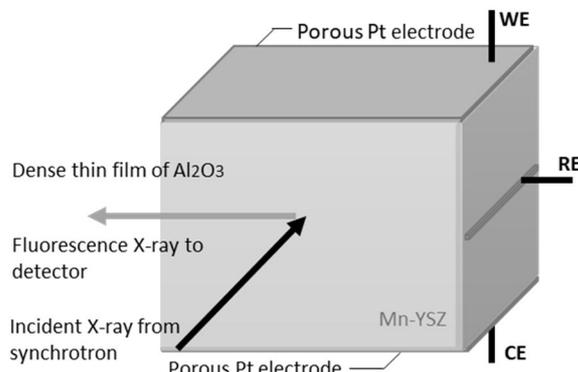


Fig. 1. Schematics of electrochemical cell used for *operando* μ -XAFS measurements of chemical potential distribution. Electrolyte; Mn-doped YSZ, Electrodes; porous Pt.

その近傍で高酸素ポテンシャル状態が、一方で、カソード分極（酸素還元）させた電極（以下の実験では対極）では、その近傍で低酸素ポテンシャル状態が生じると予測される。さらに、このように電極近傍で生じた高/低酸素ポテンシャル状態は、電圧印加後の時間経過とともに、電極/電解質界面から電解質内部へと伝搬し、最終的に定常状態に達すると考えられる。本研究では、このように電極分極下で発生する非定常状態における酸素ポテンシャルの経時変化を実験的に評価した。入射 X 線を電気化学セルの側面から照射し、その際の Mn K 吸収端における X 線吸収量を蛍光法で検出した。照射位置を電動ステージでスキャンさせ、この X 線吸収量の測定を繰り返すことで、酸素ポテンシャルの分布を評価した。

4. 研究成果

(1) 固体酸化物 (SOFC/EC) セルの電解質における酸素ポテンシャル分布およびその経時変化の実測

これまでの研究により、添加された Mn イオンは、その量が数 mol% 程度までであれば、YSZ の電解質としての性質（酸化物イオン伝導性やわずかな電子伝導性）を大きく変化させないことが分かっている。また、添加された Mn イオンは、材料が曝される酸素ポテンシャル（酸素分圧 $p(\text{O}_2)$ ）が $1 \sim 10^{-12}$ bar の条件下で、その価数（Mn イオンの平均形式酸化数）が $+2 \sim +3$ の間で連続的に変化することも分かっている。一方、Mn-K 吸収端の XAFS スペクトルは、Mn イオンの酸化/還元に伴い、そのピーク位置が高/低エネルギー側にシフトする。これらの性質を利用し、通電下の Mn 添加 YSZ 電解質における酸素ポテンシャルの位置および時間変化を、Mn 価数変化として電気化学ナノ XAFS 測定によりオペランド評価した。このような価数変化の検出が XAFS 測定で可能であることは、オペランド計測の前に、実際に試料周りの $p(\text{O}_2)$ を変化させ、XAFS スペクトル測定を行うことで確認した。Pt 作用極をアノード分極（印加電圧 1.07 V）させた状態で、エネルギーを Mn-K 吸収端近傍の約 6.54 keV で固定した集光入射 X 線を Mn-YSZ に照射・走査し、その際に観測される X 線吸収量を Pt 電極からの距離に対して計測した。この測定を分極直後から連続して繰り返し行い、OCV 下での X 線吸収量との比を取ることで、分極に伴う酸素ポテンシャル分布の経時変化を評価した。温度 973 K、酸素分圧 0.01 bar において観測された、作用極 対極間の電解質内の酸素ポテンシャル分布およびその経時変化を図 2 に示す。図の縦軸の上端が作用極（酸素発生）、下端が対極（酸素還元）に相当する。図の横軸は時間を表し、0 ~ 32000 秒では作用極 対極間に電圧を印加し、それ以降は電圧を開放し、開回路状態とした。図の色は、開回路状態からの酸素ポテンシャルの変化比を表し、比が 1 より小さい部位（青）では分極により酸素ポテンシャルが増加したことを、1 である部位（緑色）では酸素ポテンシャル変化がないことを、1 より大きい部位（赤）では酸素ポテンシャルが減少したことを表す。図 2 に示した結果より、分極に伴い、両電極直下において強い酸化/還元状態が達成されていることが分かる。この分極に伴う酸化状態の変化は、時間と共に電解質内部へ徐々に伝播し、長時間を掛けて定常状態に達した。一方、分極状態を開放すると、分極による酸化/還元状態が電極近傍より緩和され、長時間を掛けて初期の状態に戻る様子も観測された。以上は、全固体電気化学デバイスの電解質における化学ポテンシャルの分布およびその経時変化を、明瞭かつ系統的に実証した初めての結果である。以上の結果より、全固体電気化学デバイスの電解質では、電極における可動成分（今回の場合は酸素）の化学ポテンシャルが、電解質全体に影響を及ぼすことが明らかとなった。

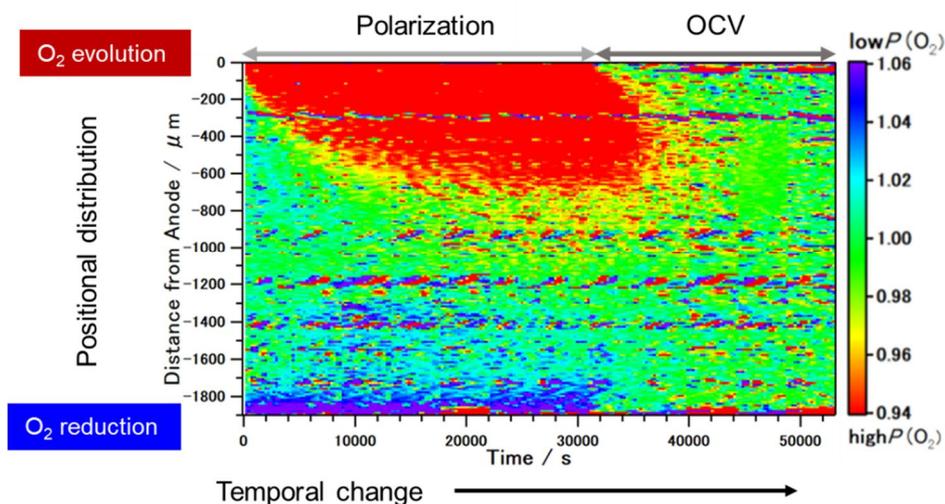


Fig. 2. Operando measurements of positional distribution and its temporal change of oxygen chemical potential within the electrolyte of the solid oxide cell in Fig. 1. Temperature; 973 K, Oxygen partial pressure; 0.01 bar.

(2) 酸素ポテンシャル分布およびその経時変化の数値シミュレーション

全固体電気化学デバイス電解質における化学ポテンシャルの分布およびその経時変化は、電解質における両極性拡散(酸化物イオン伝導とわずかな電子伝導)と局所平衡を仮定すれば、以下の微分方程式を用いて記述できる。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(r \frac{\sigma_{\text{ion}} \sigma_{\text{ele}}}{\sigma_{\text{ion}} - r \sigma_{\text{ele}}} \frac{\partial \mu_{\text{O}}}{\partial x} \right) = -F^2 \frac{\partial C}{\partial \mu_{\text{O}}} \frac{\partial \mu_{\text{O}}}{\partial t}$$

ここで、 μ_{O} は酸素ポテンシャル、 σ_{ion} 、 σ_{ele} はイオン、電子の部分導電率、 r は運転条件(開回路: $r = -1$, 発電: $r < -1$, 電解: $r > 0$)、 C は電解質の化学容量、 F はファラデー定数を表す。 σ_{ion} 、 σ_{ele} 、 C の文献値を用い、3(2)節で述べた実験系における酸素ポテンシャルの分布およびその経時変化を数値シミュレーションした。電圧印加後、1000秒、10000秒、30000秒での結果を、実験結果とともに、図3に示す。両者にわずかな相違は見られるものの、分布の形状およびその経時変化の傾向はよく一致した。これらの結果は、全固体電気化学デバイスの電解質では、電極における可動成分の化学ポテンシャルの分布ならびにその経時変化は、両極性拡散と局所平衡を仮定することで解釈可能であることが分かった。なお、図3に見られた実験結果とのズレは、計算に用いた σ_{ion} 、 σ_{ele} 、 C の文献値の誤差によるものと考えられる。

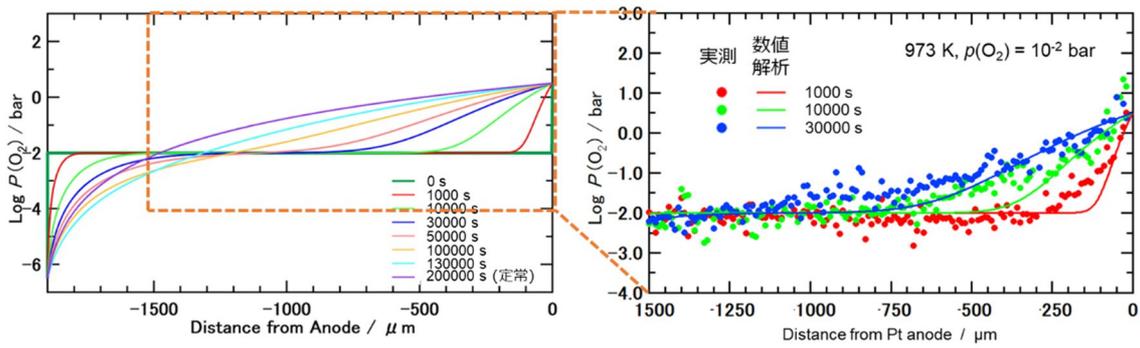


Fig. 3. Simulated positional distribution and its temporal change of oxygen chemical potential within the electrolyte of the solid oxide cell in Fig. 1. Temperature; 973 K, Oxygen partial pressure; 0.01 bar. Ambipolar diffusion of oxide ion and electron holes, and local equilibrium between charged species are assumed.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3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 西館 克弥, 四宮 由貴, 水野 敬太, 木村 勇太, 中村 崇司, 八代 圭司, 川田 達也, 見神 祐一, 山内 孝祐, 黒羽 智宏, 雨澤 浩史	4. 巻 20
2. 論文標題 モデル電極を用いたプロトン伝導セラミック燃料電池空気極の反応機構解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 燃料電池	6. 最初と最後の頁 72-79
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 Zhuo Diao, Katsuya Nishide [†] , Takaaki Imaizumi, Yuta Kimura, Takashi Nakamura, Yuichi Mikami, Tomohiro Kuroha, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada and Koji Amezawa	4. 巻 103
2. 論文標題 Evaluation of Reaction Mechanism of PCFC Composite Cathodes by Utilizing Patterned Thin Film Model Electrodes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Electrochemical Society Transaction	6. 最初と最後の頁 1745-1751
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 Zhuo Diao, Takaaki Imaizumi, Keita Mizuno, Yuta Kimura, Takashi Nakamura, Keiji Yashiro, Fumitada Iguchi, Tatsuya Kawada, Koji Amezawa	4. 巻 111
2. 論文標題 Investigation on Reaction Mechanism in an SOFC Composite Cathode by Using Patterned Thin Film Electrodes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Electrochemical Society Transaction	6. 最初と最後の頁 1145-1152
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 -

〔学会発表〕 計32件（うち招待講演 13件 / うち国際学会 12件）

1. 発表者名 雨澤 浩史
2. 発表標題 全固体電池の電極 / 電解質界面をどう考えるか? ~ 固体イオニクスの観点からの提言 ~
3. 学会等名 第48回 固体イオニクス討論会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 雨澤 浩史, 中村 崇司, 木村 勇太
2. 発表標題 全固体電池における電極 / 電解質界面設計への一提言 ~ 固体イオニクスの観点から ~
3. 学会等名 第412回電池技術委員会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 雨澤 浩史
2. 発表標題 オペランド計測は本当に役に立つのか?
3. 学会等名 第16回固体イオニクスセミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉岡 輝紀, 柳 将陽, 影山 将汰, 木村 勇太, 中村 崇司, 且井 宏和, 新田 清文, 関澤 央輝, 雨澤 浩史
2. 発表標題 全固体イオニクスデバイスの電解質における化学ポテンシャル分布
3. 学会等名 2022年電気化学会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 雨澤 浩史, Diao Zhuo, 西館 克弥, 吉岡 輝紀, 木村 勇太, 中村 崇司, 八代 圭司, 川田 達也
2. 発表標題 パターン緻密膜モデル電極を用いたPCFCコンポジット空気極の反応機構解明
3. 学会等名 第31回SOFC研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 雨澤 浩史, 柳 将陽, 吉岡 輝紀, 木村 勇太, 中村 崇司, 且井 宏和, 関澤 央輝, 新田 清文
2. 発表標題 マイクロX線吸収分光法によるSOFC電解質における酸素ポテンシャル分布のオペランド評価
3. 学会等名 電気化学会第90回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Koji Amezawa, Katsuya Nishidate, Zhuo Diao, Teruki Yoshioka, Yuta Kimura, Takashi Nakamura, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada
2. 発表標題 Mechanism of Cathodic Reaction in Proton-Conducting Ceramic Fuel Cells Investigated By Patterned Model Electrodes
3. 学会等名 242nd ECS Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zhuo Diao, Katsuya Nishidate, Takaaki Imaizumi, Yuta Kimura, Takashi Nakamura, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada and Koji Amezawa
2. 発表標題 Composite Effects on PCFC Cathodes Investigated by Utilizing Patterned Thin-Film Model Electrodes
3. 学会等名 23rd International Conference on Solid State Ionics (SSI 23)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koji Amezawa, Masaharu Yanagi, Yuta Kimura, Takashi Nakamura, Hirokazu Katsui, Kiyofumi Nitta, Oki Sekizawa and Tatsuya Kawada
2. 発表標題 Operando Observation of Chemical Potential Distribution in Solid-State Ionics Devices by Using X-Ray Absorption Spectroscopy
3. 学会等名 23rd International Conference on Solid State Ionics (SSI 23)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zhuo Diao, Katsuya Nishidate, Takaaki Imaizumi, Yuta Kimura, Takashi Nakamura, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Koji Amezawa
2. 発表標題 Investigation of Composite Effects on PCFC Cathodes by Utilizing Patterned Thin Film Model Electrodes
3. 学会等名 17th Asian Conference on Solid State Ionics (ACSSI-2020)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koji Amezawa
2. 発表標題 Direct observation of potential distribution in solid-state ionics devices
3. 学会等名 JNU-Tohoku University Ionics Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Yoshioka, K. Nishidate, Y. Kimura, T. Nakamura, Y. Mikami, T. Kuroha, K. Yashiro, T. Kawada, K. Leonard, H. Matsumoto, K. Amezawa
2. 発表標題 Evaluation of Electrode Reaction Mechanism of Ba _{0.5} La _{0.5} CoO ₃ - for Protonic Ceramic Fuel Cell Cathode by Using Patterned Thin Film Electrode
3. 学会等名 令和3年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柳 将陽, 木村 勇太, 中村 崇司, 影山 将汰, 且井 宏和, 新田 清文, 関澤 央輝, 雨澤 浩史
2. 発表標題 オペランドマイクロX線吸収分光法を用いたSOFC電解質における酸素ポテンシャル分布の実験的評価
3. 学会等名 第47回固体イオニクス討論会,
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉岡 輝紀, 西舘 克弥, 木村 勇太, 中村 崇司, 見神 祐一, 黒羽 智宏, 八代 圭司, 川田 達也, Kwati Leonard, 松本 広重, 雨澤 浩史
2. 発表標題 パターン緻密膜電極を用いたプロトン伝導性セラミックス燃料電池正極材料Ba0.5La0.5CoO3- における反応機構の解明
3. 学会等名 第21回東北大学多元物質科学研究所研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Z. Diao, K. Nishidate, T. Imaizumi, Y. Kimura, T. Nakamura, K. Yashiro, T. Kawada, K. Amezawa
2. 発表標題 Elucidation of Reaction Mechanism of PCFC Composite Cathodes by Utilizing Patterned Thin Film Model Electrodes
3. 学会等名 第30回SOFC研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Amezawa, M. Yanagi, Y. Kimura, T. Nakamura, K. Nitta, O. Sekizawa, T. Kawada
2. 発表標題 POTENTIAL DISTRIBUTION IN SOLID STATE IONICS DEVICES INVESTIGATED BY OPERANDO X-RAY ABSORPTION SPECTROSCOPY
3. 学会等名 8th International Conference on Diffusion in Solids and Liquids (DSL2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koji Amezawa
2. 発表標題 Reaction Mechanism of Proton-Conducting Ceramics Fuel Cell Cathodes Investigated with Patterned Thin Film Model Electrodes
3. 学会等名 6th Asian SOFC (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Amezawa, K. Nishidate, D. Zhuo, T. Yoshioka, Y. Kimura, T. Nakamura, Y. Mikami, T. Kuroha, F. Iguchi, K. Yashiro, T. Kawada
2. 発表標題 Evaluation of PCFC cathodic reaction by using patterned thin film model electrodes
3. 学会等名 4th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PACRIM 14) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koji Amezawa, Keita Mizuno, Katsuya Nishidate, Yuta Kimura, Takashi Nakamura, Ragnar Strandbakke, Iga Szpunar, Yuichi Mikami, Tomohiro Kuroha, Keiji Yashiro, Fumitada Iguchi, Tatsuya Kawada
2. 発表標題 Contribution of Triple/Double Phase Boundary Reactions in Mixed Conducting Oxide Cathodes in SOFCs and PCFCs
3. 学会等名 17th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells (SOFC-XVII) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Zhuo Diao, Katsuya Nishidate, Takaaki Imaizumi, Yuta Kimura, Takashi Nakamura, Yuichi Mikami, Tomohiro Kuroha, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Koji Amezawa
2. 発表標題 Evaluation of Reaction Mechanism of PCFC Composite Cathodes by Utilizing Patterned Thin Film Model Electrodes
3. 学会等名 17th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells (SOFC-XVII) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 雨澤 浩史
2. 発表標題 デバイス開発のための高度オペランド放射光計測技術
3. 学会等名 水素科学技術連携研究会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 雨澤 浩史
2. 発表標題 電気化学デバイスの高度オペランドXAFS計測 ~何が分かるのか? どう役立つのか? ~
3. 学会等名 2023年度電気化学会九州支部シンポジウム(第62回工業物理化学講習会)(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 雨澤 浩史, 内本喜晴, 木村勇太
2. 発表標題 非破壊解析研究会の活動と最近の研究成果
3. 学会等名 SPring-8 シンポジウム 2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 木村 勇太, 藤崎 貴也, 中村 崇司, 入山 恭寿, 雨澤 浩史
2. 発表標題 Wagner理論に基づく安定性と低抵抗を両立した全固体電池電極/電解質コート層の設計指針の提案
3. 学会等名 第49回 固体イオニクス討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 矢野 裕太郎, Diao Zhuo, 木村勇太, 中村崇司, 八代圭司, 川田達也, 雨澤 浩史
2. 発表標題 パターン緻密膜モデル電極によるPCFC空気極PrNi _{0.5} Co _{0.5} O ₃ - の反応機構の解明
3. 学会等名 第32回 SOFC研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Koji Amezawa
2. 発表標題 Synchrotron Radiation Diagnosis of Batterise
3. 学会等名 ICBIR2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Zhuo Diao, Takaaki Imaizumi, Keita Mizuno, Yuta Kimura, Takashi Nakamura, Keiji Yashiro, Fumitada Iguchi, Tatsuya Kawada, Koji Amezawa
2. 発表標題 Investigation on Reaction Mechanism in an SOFC Composite Cathode by Using Patterned Thin Film Electrodes
3. 学会等名 243rd ECS Meeting (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Koji AMEZAWA
2. 発表標題 Thermodynamic Consideration on Interfacial Stability in All Solid-State Batteries
3. 学会等名 ICMAT 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K. Amezawa, M. Yanagi, Y. Kimura, T. Nakamura, H. Katsui, K. Nitta, O. Sekizawa, T. Kawada
2. 発表標題 Direct Observation of Chemical Potential Distribution in Solid State Ionics Devices by Using Operando XAFS
3. 学会等名 Petite XII : An International Workshop on the Defect-Chemical Nature of Solids (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Koji Amezawa, Zhu Diao, Katsuya Nishidate, Takaaki Imaizumi, Yuta Kimura, Takashi Nakamura, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada
2. 発表標題 Composite Effects on PCFC/EC Air Electrode Investigated by Using Patterned Thin Film Model Electrodes
3. 学会等名 The 21st International Conference on Solid-State Protonic Conductors (SSPC-21)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 雨澤 浩史
2. 発表標題 全固体電池における安定界面の設計 ~ 固体イオニクスに基づく検討 ~
3. 学会等名 全固体電池研究セミナー (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yuta Kimura, Koji Amezawa
2. 発表標題 Synchrotron X-ray Diagnosis of Batteries
3. 学会等名 18th Asian Conference on Solid State Ionics-2024 (ACSSI-2024) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024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	中村 崇司	東北大学・多元物質科学研究所・准教授	
	(Nakamura Takashi)		
	(20643232)	(11301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	木村 勇太 (Kimura Yuta) (60774081)	東北大学・多元物質科学研究所・助教 (11301)	
研究分担者	藤崎 貴也 (Fujisaki Takaya) (30846564)	東北大学・多元物質科学研究所・特任研究員 (11301)	

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		
ノルウェー	University of Oslo	SINTEF	