

令和 6 年 9 月 11 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H01625

研究課題名（和文）界面ポテンシャル制御による高性能酸化物系全固体電池の実現

研究課題名（英文）Realization of high performance oxide based all solid state battery by interfacial potential control

研究代表者

寺西 貴志 (Teranishi, Takashi)

岡山大学・環境生命自然科学学域・准教授

研究者番号：90598690

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：酸化物系全固体電池における電極-電解質固体間に、絶縁体からなる界面制御層を導入することで、出力特性の向上を図った。電池形態は電解質支持型電池とした。室温動作可能な高性能電解質支持型電池の開発に成功した。続いて、液系電池で実績のあったBaTiO<sub>3</sub>ナノ粒子を界面制御層として検討したが、各種条件において電池出力の改善は確認できなかった。全固体電池では、Liはシングルイオンとして移動するため、正電荷のLiは絶縁体表面よりも負電荷を帯びた電極表面に強く引き付けられる。今後、Liの吸着活性を高め、表面負電荷密度の高い界面制御層の探索を行い全固体電池特性の改善を図る。

研究成果の学術的意義や社会的意義

酸化物系全固体電池(酸化物系電池)の最大のアドバンテージは、大気開放中での電池作製と電池動作が可能となる点である。これが実現すれば、二次電池産業を革新すると言ってよい。しかし、言い換えれば、酸化物界面は大気中において不活性であり、本来、その中をLiが高速伝導することは難しいといえる。つまり、本研究が提案する界面制御層を介した電荷移動機構は、このジレンマを解消しうる新しい原理であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The insulating interfacial layer was incorporated into the electrode-electrolyte interface to improve the power density of the oxide based all solid state battery. The solid electrolyte substrate supported cell was employed. First, we succeeded to develop the all solid state cell, driving at room temperature. The BaTiO<sub>3</sub> nano particle was then utilized as the interfacial layer. The notable enhancement in the cell performance was not confirmed by incorporating the BaTiO<sub>3</sub> layer. In all solid state battery, positively charged Li is more favorite to adsorbed onto the negatively charged electrode surface rather than to the insulator surface, since the Li migrates as a single cation. Hereafter, interface layer materials having a high negative charge density will be utilized to further enhance the electrochemical performance of the all solid state cell.

研究分野：電子セラミックス

キーワード：リチウムイオン電池 全固体電池 界面制御層 急速充放電 界面電荷移動抵抗

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

大気中で不活性な酸化物電解質を用いた酸化物系全固体リチウムイオン電池(以下、酸化物系電池)は、究極的には大気暴露下での電池作製が可能となる。このことは二次電池産業を革新すると言ってよい。また、酸化物系電池は、焼結により一旦緻密化すれば、大気中かつ無圧力下でも安定的に動作する。さらに、酸化物は耐電圧が高いことから、硫化物系電池や従来の有機電解液系リチウムイオン電池(以下、液系電池)に比べ、理論上高いエネルギー密度を実現できる。酸化物系電池が硫化物系電池の欠点を効果的に補う半面、酸化物系電池の最大の課題は、電極 - 電解質界面の巨大な電荷移動抵抗である。我々はこれまでに、主として液系電池において、酸化物絶縁体からなる「界面制御層」を利用した高速電荷移動モデルを提案した[1-3]。BaTiO<sub>3</sub>(BTO)ナノ粒子を電極表面にアイランド状に適量担持させたところ、界面電荷移動抵抗( $R_{\text{Charge Transfer}}$ , 以下  $R_{\text{CT}}$ )は大きく低下し、急速充放電特性、すなわち出力特性は劇的に改善した。一連の検証実験結果より、担持した誘電体がリチウムイオンの吸着・脱溶媒和活性を促進させた結論付けた。本研究は、液系電池で実証した界面制御層の効果を、酸化物系電池に適用したものである。

### 2. 研究の目的

本研究は、酸化物系電池における電極 - 電解質固体間に、絶縁体からなる界面制御層を導入することで、全固体電池の出力特性向上を図ることを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 電解質支持型電池における最適化検討

最終的な酸化物系電池の社会実装形態は電極と電解質粉末を一体焼結して得る構造(一体焼結電池)になると考えられる。一方、本研究は界面制御層の効果を検証する目的で、室温動作可能な電解質(Solid Electrolyte, SE)支持型電池を採用した。正極活物質、可塑剤としてそれぞれLiCoO<sub>2</sub>(LCO, 平均粒径 0.2 μm, Toshiba), Li<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>(LBO, 平均粒径 18 μm, Toshiba)を用いた。SEとしてLi<sub>6.6</sub>La<sub>3</sub>Zr<sub>1.6</sub>Ta<sub>0.4</sub>O<sub>12</sub>(LLZT, Toshiba)を用いた。SE基板表面を特定砥粒番手にて研磨し、正極合材を約 0.5 mg 乾式塗布にて担持させた。350 °C, 30 分熱処理し、正極合材を固定した。負極はInを使用した。作製した電池は室温, 1C(160 mA/g), 電位窓 2.0V - 3.58V(vs. Li-In/Li<sup>+</sup>)にて充放電試験を行った。また, 5 mHz - 7 MHz の範囲でインピーダンス測定を行い, 界面電荷移動抵抗  $R_{\text{CT}}$  を求めた。他方, SEM による正極 - SE 界面近傍の微構造観察を行った。さらに比較として, スラリー湿式塗布および Pulsed laser deposition (PLD)により正極薄膜を担持させた各種電池を作製し, 特性評価した。

#### (2) 界面制御層を導入した SE 支持型電池の作製

検討する電池構造は(1)で最適化したSE支持型電池とした。界面制御層として、液系電池で実績のあるBTO(平均粒径 50 nm, 堺化学工業)を用いた。正極活物質にはLCO, 可塑剤としてLBO, SEにはLLZT基板を用いた。まずBTO粒子をLCO粒子表面に担持した複合正極活物質BTO-LCOを作製した。BTOはLCOに対して1 mol%添加し, 200 rpm, 2 h 湿式混合した。混合後, 乾燥させた粉末を 500 °C, 20 h 焼成し, BTO-LCO 複合粒子を得た。続いて, BTO-LCO, LBO, LLZT 粉末(平均粒径 7 μm, Toshiba) を 1:1:2 wt% で 1h 乾式混合し, 正極合材とした。LLZT 基板表面を研磨後, 正極合材を乾式塗布した。以降の電池組み立て工程, 電池評価条件は(1)と同一とした。

#### (3) PLD を利用した薄膜電池の作製

BTO 粒子と無水エタノールをボールミルにて 200 rpm, 2 h 混合し, BTO 含有スラリーを作製した。研磨紙で表面処理した LLZT 基板上に上記スラリーを滴下し, 基板を 600 rpm, 30 s で回転させ, スピンコートした。ホットプレートにて 80 °C, 1 min 加熱し, 基板表面のエタノールを蒸発させた。BTO の表面被覆率は 0, 0.9, 5.3% に調製した。その上に PLD により LCO を 100 nm 成膜した。PLD にて常温で成膜した LCO は通常非晶質であり, 基板温度 400 °C 以上にて結晶化される[4, 5]。そこで, 基板温度 400 °C にて LLZT 基板に LCO を成膜した。LCO の成膜条件は, 基板温度 400 °C, 酸素分圧 200 mTorr とした。

### 4. 研究成果

#### (1) 最適化した SE 支持型電池の電池性能

Figure 1 に湿式スラリー塗布, PLD, ならびに乾式塗布により作製した電池の充放電曲線および断面構造模式図, 10 サイクル充放電後の断面 SEM 像を示した。乾式塗布により作製した電池の 10<sup>th</sup> 放電容量は 126.8 mAh/g と良好であった。一方, 湿式塗布, PLD において初回容量は 10 mAh/g 前後であり, クーロン効率も極めて低いものであった。乾式塗布の場合, 10 サイクル後も, 緻密な正極 - SE 界面が形成されている。一方, 湿式塗布では可塑剤の LBO が塑性変形せず残留し, また多くの閉気孔が見られた。PLD では, 緻密な LCO 膜が作製できているものの, 基板水平方向に広範囲に及ぶクラックが見られた。充放電に伴う LCO の大きな体積膨張収縮(約 3%, [6])と体積変化の少ない LLZT 間で生じる内部応力に起因したものと推察した。乾式塗布に

おける電池特性の顕著な改善は、アンカー効果により界面近傍に 150nm 程度の微粒 LCO が充填し、LCO-LLZT 間で密な界面接合を形成したためと考えた。

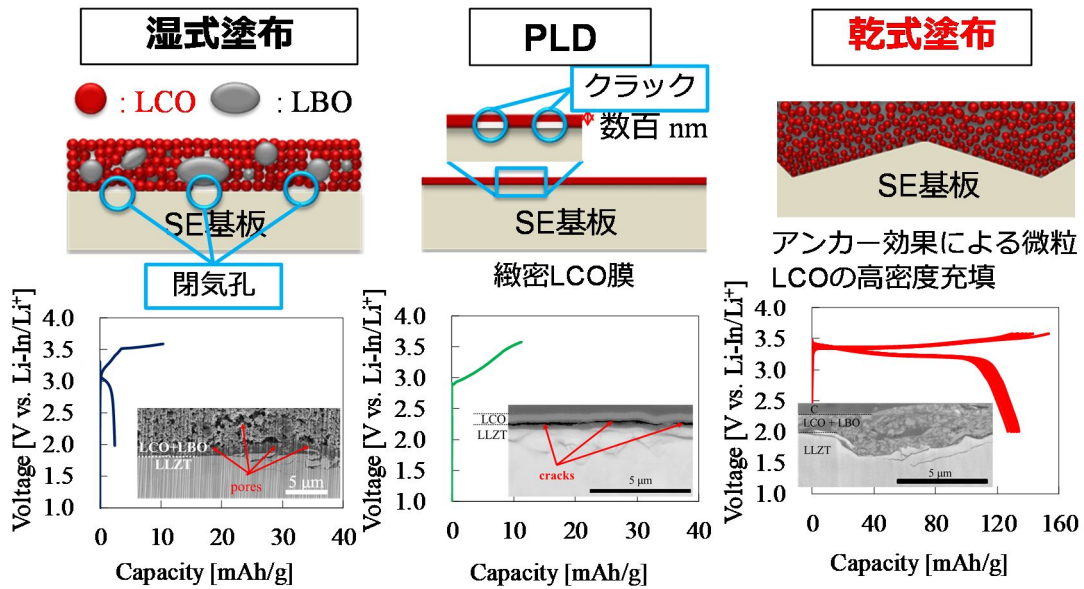


Figure 1 各種方法で作製した SE 支持型電池の電池性能等

(2) BTO 界面制御層を導入した SE 支持型電池の特性

BTO 導入した電池の充放電試験結果から、各サイクルにおける初期容量(1<sup>st</sup> cycle)に対する放電容量維持率を求め、Figure 2 に示した。1 C における放電容量維持率は、BTO 導入後、導入前に比べ約 5% 低下した。また、電極/SE 界面  $R_{CT}$  は BTO 導入後、0.3k 増加した。Figure 3 に合材正極 SE 界面近傍の断面 SEM 像および断面構造模式図を示した。全固体電池において界面制御層の効果を検証するためには、Li の電荷移動パスである SE—界面制御層—電極の三相界面を作り出す必要があった。また、粉末を用いる SE 支持型電池において、十分な電池特性を得るには、可塑剤として LBO は必須があった。しかし Figure 3 に示すように、導電率の低い LBO 層が SE 界面制御層界面に介在し、狙いとした三相界面構造を形成することができていないことが分かった。

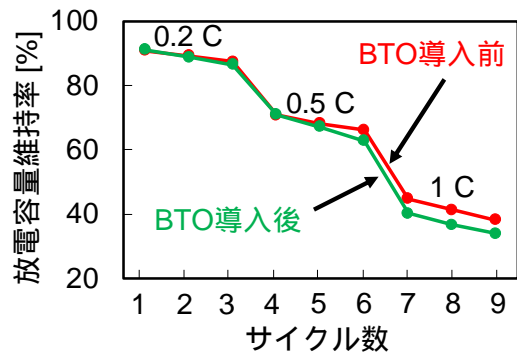


Figure 2 BTO 導入前後における、各サイクル数における放電容量保持率

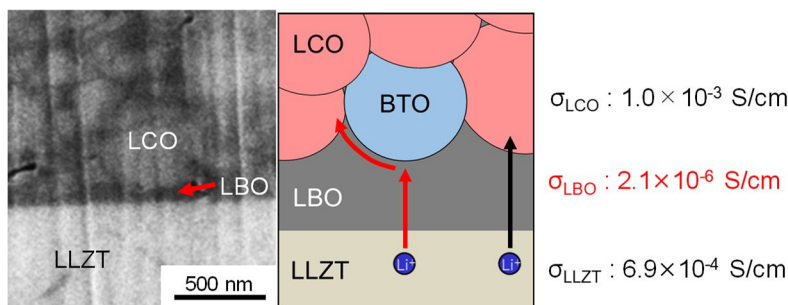


Figure 3 BTO-LCO-LBO 複合正極を用いた電池の断面 SEM 像、模式図および各層の既報導電率[7-9]

(3) 薄膜電池における界面制御層の効果

ここでは、(2)の結果を踏まえ、LLZT-BTO-LCO が密に接合した三相界面構造の形成を目指した。予め BTO ナノ粒子を担持した LLZT 基板上に LCO を PLD により成膜した。Figure 4 に成膜した LCO 膜の模式図と PLD 成膜条件、断面模式図を示す。隙間のない良好な LCO LLZT 界面が形成されていることを確認した。Figure 5 に電池特性をまとめた。横軸に BTO 被覆率、第一縦軸に電極/SE 界面  $R_{CT}$ 、第二縦軸に 2nd サイクル目の放電容量をまとめた。 $R_{CT}$  は BTO 被覆率

に対して、単調増加した。同時に放電容量は低下した。今回の検討条件においては、BTO 担持による界面電荷移動促進効果は確認されなかった。

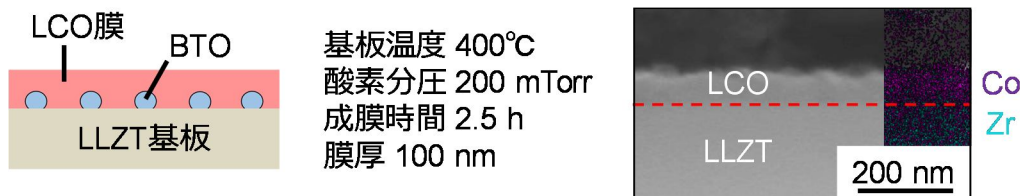


Figure 4 PLD 成膜条件，作製した電池の断面模式図および SEM 像

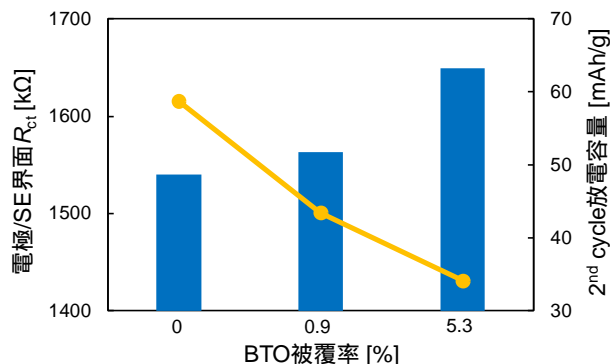


Figure 5 PLD により作製した BTO 複合化薄膜電池の電池特性結果

#### (4) 酸化物系電池における界面制御層の寄与

液系電池の電解液中で  $\text{Li}^+$  は溶媒和状態にあり、負電荷を帯びた溶媒分子は、同じ負に帯電した LCO 表面との間に静電斥力が働く。一方、絶縁性の BTO 表面と溶媒和  $\text{Li}^+$  の間では、正負イオン間の静電引力が生じ、吸着活性が向上する (Figure 6 上段)。これが液系電池で絶縁体の界面制御層が  $R_{ct}$  を低減させた要因であった。これに対し全固体電池では、 $\text{Li}^+$  は溶媒和分子を伴わないシングルイオンとして移動する。これにより、正電荷の  $\text{Li}^+$  は絶縁性の BTO 表面よりも負電荷を帯びた LCO 表面に強く引き寄せられる (Figure 6 下段)。つまり、絶縁体である界面制御層を用いる限り、全固体電池においてはその電荷移動促進に対する効果が期待できないことが分かった。DFT-MD (第一原理 分子動力学シミュレーション) より、 $\text{Li}^+$  の拡散係数を計算した。実際、LLZ バルク中の拡散より、BTO/LLZ 界面近傍の拡散は 1 桁近く遅く、電荷移動促進されないことが確認できる (Figure 7)。今後、 $\text{Li}^+$  の吸着活性を高めうる、表面負電荷密度の高い BT 系以外の界面制御層の探索を行い、更なる電池性能の改善を図る。

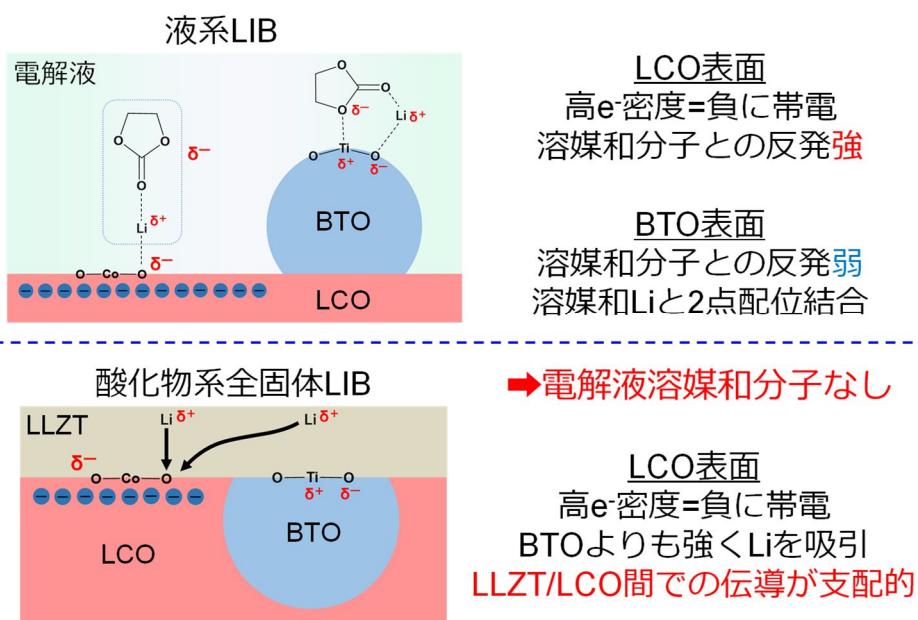


Figure 6 液系電池および酸化物系電池における界面制御層の効果

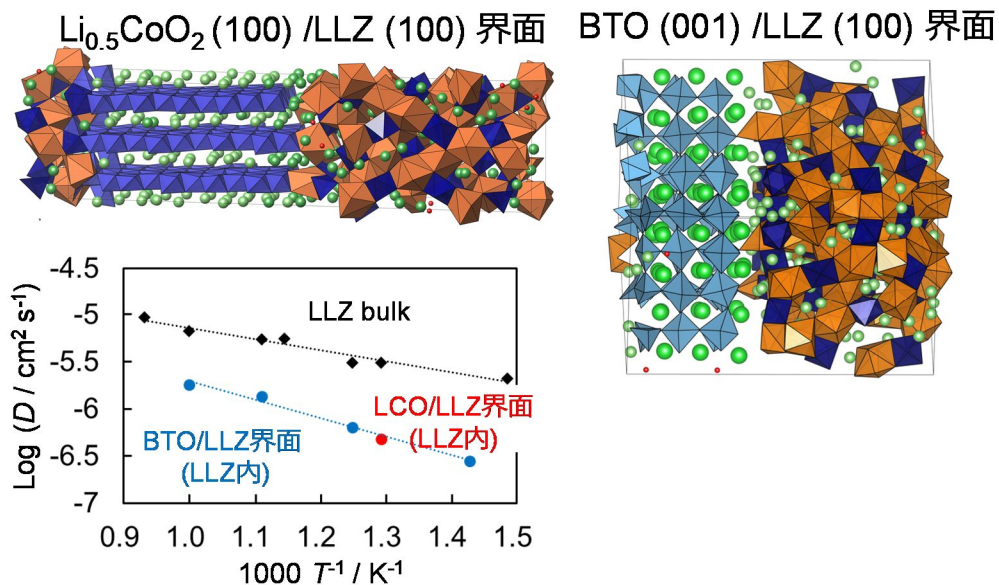


Figure 7 DFT-MD に用いた各界面モデルと拡散係数

< 引用文献 >

- [1] T. Teranishi et al., *Adv. Mater. Interfaces*, **9**, 2101682 (2021).
- [2] T. Teranishi et al., *Adv. Electron. Mater.*, **4**, 1700413 (2018).
- [3] T. Teranishi et al., *Appl. Phys. Lett.*, **105**, 143904 (2014).
- [4] J. D. Perkins et al., *J. Electrochem. Soc.*, **148**, A1302 (2001).
- [5] T. Tsuruhama et al., *Appl. Phys. Express*, **2**, 085502 (2009).
- [6] T. Ohzuku et al., *J. Electrochem. Soc.*, **141**, 2974 (1994).
- [7] H. Tukamoto et al., *J. Electrochem. Soc.*, **144**, 3165 (1997).
- [8] T. Liu et al., *J. Power Sources*, **324**, 350 (2016).
- [9] H. Yamada, *Electrochim. Acta*, **222**, 648 (2016).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Toyota Yuji, Teranishi Takashi, Fukui Kosuke, Takahashi Masakuni, Qiuyu Ji, Kondo Shinya, Nakayama Masanobu, Kishimoto Akira	4. 巻 7
2. 論文標題 Enhanced Charge Accumulation in Activated Carbon via the Dielectric Interface	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 ACS Applied Energy Materials	6. 最初と最後の頁 1440 ~ 1447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.3c02599	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 Yamaguchi Yudai, Atsumi Taruto, Kanamori Kenta, Tanibata Naoto, Takeda Hayami, Nakayama Masanobu, Karasuyama Masayuki, Takeuchi Ichiro	4. 巻 13
2. 論文標題 Drawing a materials map with an autoencoder for lithium ionic conductors	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 16799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-43921-1	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 Hashimura Shogo, Yamaguchi Yudai, Takeda Hayami, Tanibata Naoto, Nakayama Masanobu, Niizeki Naohiro, Nakaya Takayuki	4. 巻 127
2. 論文標題 Materials Informatics for Thermistor Properties of Mn-Co-Ni Oxides	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 21665 ~ 21674
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.3c03114	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 AIZU Shin, TANIBATA Naoto, TAKEDA Hayami, NAKAYAMA Masanobu	4. 巻 91
2. 論文標題 Characterization of a Novel Chloride Li-ion Conductor Li <sub>2</sub> LuCl <sub>5</sub>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Electrochemistry	6. 最初と最後の頁 117004 ~ 117004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5796/electrochemistry.23-00063	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 Tanibata Naoto, Matsunoshita Koki, Takeuchi Hirokazu, Akatsuka Suzuno, Koga Misato, Takeda Hayami, Nakayama Masanobu	4. 巻 11
2. 論文標題 Fast Na-diffusive tin alloy for all-solid-state Na-based batteries	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry A	6. 最初と最後の頁 25859 ~ 25864
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D3TA02787B	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 Tanibata Naoto, Nonaka Naoki, Makino Keisuke, Takeda Hayami, Nakayama Masanobu	4. 巻 14
2. 論文標題 Chloride electrode composed of ubiquitous elements for high-energy-density all-solid-state sodium-ion batteries	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2703
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-024-53154-5	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 Teranishi Takashi, Yoshikawa Yumi, Leblanc-Lavoie Joel, Deegan Nazar, Ka Ibrahima, Kishimoto Akira, El Khakani My Ali	4. 巻 131
2. 論文標題 Capacity retention improvement of LiCoO <sub>2</sub> cathodes via their laser-ablation-based nanodecoration by BaTiO <sub>3</sub> nanoparticles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 124105-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0075970	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 T. Teranishi, R. Yamanaka, K. Mimura, M. Yoneda, S. Kondo, K. Kato, A. Kishimoto	4. 巻 8
2. 論文標題 Ultrafast Ion Transport via Dielectric Nanocube Interface	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Materials Interfaces	6. 最初と最後の頁 2101682-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/admi.202101682	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. Teranishi, K. Kozai, S. Yasuhara, S. Yasui, N. Ishida, K. Ishida, M. Nakayama, A. Kishimoto	4. 巻 494
2. 論文標題 Ultrafast charge transfer at the electrode - electrolyte interface via an artificial dielectric layer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Power Sources	6. 最初と最後の頁 229710-1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpowsour.2021.229710	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. Teranishi, Y. Yoshikawa, J. L-Lavoie, N. Deegan, I. Ka, A. Kishimoto, M. A. El Khakani	4. 巻 131
2. 論文標題 Capacity retention improvement of LiCoO <sub>2</sub> cathodes via their laser-ablation-based nanodecoration by BaTiO <sub>3</sub> nanoparticles	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 124105-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0075970	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15件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 寺西 貴志・濱田 果周・樋口 拓実・本林 秀文・安原 颯・安井 伸太郎・近藤 真矢・岸本 昭
2. 発表標題 電解質支持型酸化物系全固体電池における界面接合と高性能化
3. 学会等名 第43回電子材料研究討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 寺西 貴志・濱田 果周・樋口 拓実・本林 秀文・安原 颯・安井 伸太郎・近藤 真矢・岸本 昭
2. 発表標題 大気中で作製した電解質支持型酸化物系全固体電池の高性能化
3. 学会等名 2023年セラミックス協会秋季シンポジウム
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 寺西貴志・樋口拓実・瀧田 果周・近藤真矢・岸本 昭
2. 発表標題 誘電体を介した電池界面における高速電荷移動現象
3. 学会等名 第61回セラミックス基礎科学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 豊田 裕志・寺西 貴志・高橋 勝國・近藤 真矢・中山 将伸・岸本 昭
2. 発表標題 誘電体界面を利用したキャパシタ用活性炭電極の高性能化
3. 学会等名 第62 回セラミックス基礎科学討論会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 樋口 拓実・寺西 貴志・瀧田 果周・本林 秀文・安原 颯・安井 伸太郎・近藤 真矢・岸本 昭
2. 発表標題 電解質支持型酸化物系全固体電池における界面制御
3. 学会等名 第62 回セラミックス基礎科学討論会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 寺西 貴志・樋口 拓実・瀧田 果周・近藤 真矢・岸本 昭
2. 発表標題 誘電体を介した電池界面における高速電荷移動現象
3. 学会等名 第61 回セラミックス基礎科学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 濱田 果周・本林 秀文・樋口 拓実・寺西 貴志・安井 伸太郎・安原 颯・近藤 真矢・中村 亨・岸本 昭
2. 発表標題 電解質支持型酸化物系全固体電池の高性能化
3. 学会等名 第61 回セラミックス基礎科学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Teranishi, S. Kondo and A. Kishimoto
2. 発表標題 Unique charge transfer architecture in Li ion battery
3. 学会等名 2022 ICYRAM (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takashi Teranishi, R. Yamanaka, T. Higuchi, K. Hamada, S. Kondo, A. Kishimoto
2. 発表標題 Fast Charge Transfer via Dielectric Interface in Rechargeable Batteries
3. 学会等名 2022 U.S.-JAPAN SEMINAR ON DIELECTRIC AND PIEZOELECTRIC CERAMICS (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takashi Teranishi
2. 発表標題 Ultrafast Charge Transfer Architecture via Dielectric Interface
3. 学会等名 ICPAC KK 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺西貴志, 樋口拓実, 豊田裕志 近藤真矢, 岸本 昭
2. 発表標題 誘電体界面を介した高速電荷移動現象
3. 学会等名 第42回電子材料研究討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺西 貴志, 山中 亮治, 近藤 真矢, 岸本 昭, 三村 憲一, 加藤 一実, 安原 颯, 安井 伸太郎
2. 発表標題 誘電体を介したリチウムイオン電池界面の高速電荷移動
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺西 貴志
2. 発表標題 誘電体ナノ粒子を利用したリチウムイオン電池の超高出力化
3. 学会等名 日本粉体工業技術協会 計装測定分科会 第40回計装測定講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashi Teranishi, Ryoji Yamanaka, Shinya Kondo, Akira Kishimoto, Ken-ichi Mimura, Kazumi Kato, Sou Yasuhara, Shintaro Yasui
2. 発表標題 Fast Charge Transfer via Dielectric Layers at Lithium Ion Battery Interface
3. 学会等名 ISAF-ISIF-PFM 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺西貴志, 山中亮治, 三村憲一, 加藤一実, 近藤真矢, 岸本昭
2. 発表標題 誘電体ナノキューブ界面を介した Li イオンの高速輸送
3. 学会等名 第41回電子材料研究討論会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>岡山大学プレスリリース ~ナノ立方体ブロックでリチウムイオン電池の充放電時間を大幅に短縮~  <a href="https://www.okayama-u.ac.jp/tp/release/release_id909.html">https://www.okayama-u.ac.jp/tp/release/release_id909.html</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
研究分担者	中山 将伸  (Nakayama Masanobu)  (10401530)	名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・教授   (13903)	
研究分担者	三村 憲一  (Mimura Ken-ichi)  (20709555)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・材料・化学領域・主任研究員   (82626)	
研究分担者	近藤 真矢  (Kondo Shinya)  (20890205)	岡山大学・環境生命自然科学学域・助教   (15301)	

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	岸本 昭  (Kishimoto Akira)  (30211874)	岡山大学・環境生命自然科学学域・教授     (15301)	

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