

令和 3 年 6 月 20 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01427

研究課題名（和文）蓄電システム用ポストリチウムイオン電池開発に向けた新規電極材料探索および迅速評価

研究課題名（英文）Exploration and Fast Evaluation of Novel Electrode Materials Towards Development of Post-Lithium-Ion Batteries for Energy Storage Systems

研究代表者

櫻井 庸司（SAKURAI, Yoji）

豊橋技術科学大学・工学（系）研究科（研究院）・教授

研究者番号：80452217

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究における電極材料探索によって、ポストリチウムイオン電池として期待されているカルシウムイオン電池の新しい正極材料が数多く見出された。また、それらの特性評価を迅速化させることが可能な手法として、マルチ微小電極を用いた電極材料単一粒子の多数同時測定を可能とする基盤技術を開発した。この技術を更に改良することにより、電極材料の電気化学特性を短期間で評価することが可能となり、電極ないし電池にする際の最適化プロセスを格段に効率化することができる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られた成果によって、太陽光・風力などの再生可能エネルギーを有効利用するためのエネルギーバッファなどさまざまな分野で利用可能な、高エネルギー密度・高安全・長寿命なポストリチウムイオン電池の研究開発が加速され、将来的に社会・産業界への大きな波及効果が期待できる。

研究成果の概要（英文）：Through the quest for electrode materials, a number of novel cathode materials were found as promising cathode active materials for Ca-ion battery, one of post Li-ion batteries. In addition, fundamental simultaneous measurement technology for multiple microelectrodes was developed, which enables fast evaluation of electrochemical properties of multiple electrode materials. By improving this technology, the optimization process for making electrodes or batteries can be made much more efficient.

研究分野：電気化学エネルギーデバイス

キーワード：二次電池 ポストリチウムイオン電池 カルシウムイオン電池 迅速評価

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

2016年11月に発効されたパリ協定に端的に表れているように、気候変動問題に対する危機感とその対策に向けた機運が全世界的に高まっており、安全かつ二酸化炭素削減に資する再生可能エネルギーの普及・拡大に向けたエネルギーシフトが、世界的な潮流になっている。

このような背景から、太陽光・風力発電など不規則変動する自然エネルギーの高度利用に不可欠なエネルギーバッファ（蓄電システム）や負荷平準化・スマートグリッド用分散型電源、先進環境対応車用電源として、環境負荷が小さく高エネルギー密度かつ負荷特性に優れた長寿命・高安全・低コストな二次電池（充電可能な電池）の開発が必要とされている。

一方で、現在の代表的二次電池であるリチウムイオン電池はエネルギー密度の向上が頭打ちになっているばかりか、近年多発している発煙・発火事故などリチウムイオン電池の安全性が社会問題化しており、10年先以降も見据えると、材料革新を伴った次世代型リチウムイオン電池とともにリチウムイオン電池とは異なる新たな二次電池の創製が求められている。

この観点から最近では、キャリアとして2価以上のイオンを用いることでリチウムイオン電池比2倍以上の高容量が期待できる多価イオン電池が注目されているが、研究の積み上げが十分でないことから、材料レベルにまで遡った研究が必要とされている。この新型電池を実現するための最大の課題は、研究開始当初の時点でこの電池に期待されている所期性能を見通せる電極材料がないことであり、その開発が焦眉の急とされていた。また電極材料本来のポテンシャルを短期間で把握可能とする電極材料特性評価法・寿命評価法の確立も強く望まれていた。

2. 研究の目的

我々はこれまで、上記の社会的要請・科学技術上の要請に応え得る(1)ポストリチウムイオン電池としてのカルシウムイオン電池の電極材料開発と、(2)新規電極材料評価法として、導電剤・結着剤の影響を排した電極活物質粒子1個のみの特性を迅速に計測できる単一粒子測定法の高度化に関する研究を進めてきた。(1)の研究(基盤研究(B):平成24~26年度)では図1のように、3Dフレームワーク構造のプルシアンブルー類似体(PBA)等の新規材料において、 Ca^{2+} イオンが確かに電極材料結晶格子中に挿入・脱離することは検証できたものの、その特性はカルシウムイオン電池の優位性を十分に訴求できるものとは言い難かった。また(2)の研究(基盤研究(B):平成27~29年度)では図2のように、チタン酸リチウム($Li_4Ti_5O_{12}$; LTO)が従来考えられていた電流取得特性を10~100倍上回る本来性能を有し、また、これまで報告例のない3万回を超える充放電繰り返し後でも初期特性並みの容量を維持可能であることを我々は明らかにしたが、1回の測定で1個の粒子しか測定できないという課題があった。

本研究は、これら二つの研究テーマを発展的に融合させ、リチウムイオン電池を超える特性が期待されているカルシウムイオン電池のポテンシャルを明確に示そうとするものである。このため、これまで研究報告例の無い高性能電極材料群を未踏領域から掘り起こしつつ、 Ca^{2+} イオンが可逆的に挿入・脱離(放電・充電)でき現行リチウムイオン電池正極を上回る高容量(>150mAh/g)を示す正極材料を見出すこと、研究代表者オリジナルの単一粒子/集電体一体型微小電極計測技術を更に高度化して、多数の電極材料を同時かつ迅速に評価可能な新規マルチ微小電極測定系を構築することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 高容量新規電極材料の開発

カルシウムイオン電池用高容量新規電極材料の探索においては、これまでの検討結果を基にV, Mo含有酸化物系材料に絞り、この中でも結晶構造的観点から優れた特性が期待できる種々の正極材料を合成した。合成した試料を導電剤(AB)・結着剤(PTFE or PVdF)と混合した合剤電極を作用極とし、活性炭・ Ag/Ag^+ 非水溶媒系参照電極をそれぞれ対極・参照極として、 $Ca(TFSI)/$

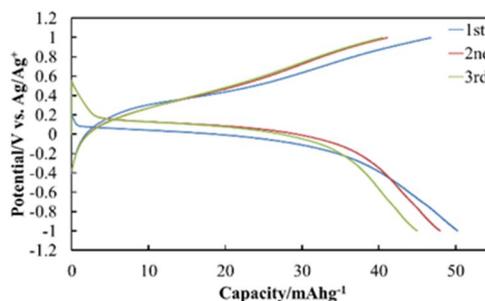


図1 PBAの充放電特性

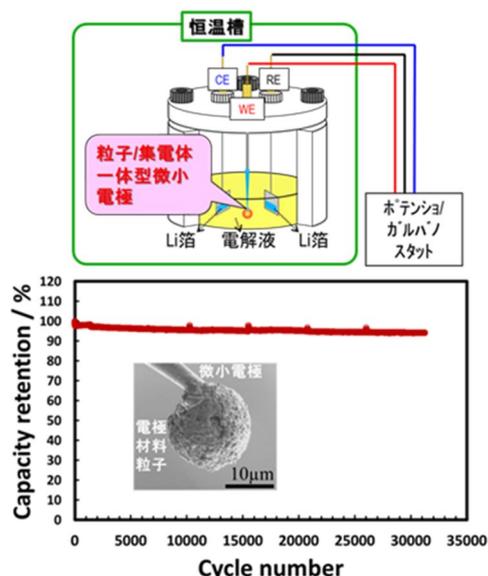


図2 単一粒子測定系およびLTO単一粒子の長期充放電試験結果

EC+DMC 系電解液を用いて三電極セルを作製し、試料の電気化学特性を評価した。

(2) 単一粒子測定技術の高度化

これまで我々は、高真空 FIB 装置チャンバー内で単一粒子/集電体一体型微小電極を作製し、密閉型三電極ガラスフランジセルを用いて電極活物質粒子 1 個の特性を評価していた。本研究では、単一粒子測定の研究スピード向上を目指して、大気圧下で多数の電極材料粒子を各々別々の集電極に Au ナノインクで固着し、複数の粒子を同一セル内で個別に同時特性評価できる評価系を構築した。まず既知のリチウムイオン電池材料を用いて評価系の妥当性検証を行った後、カルシウムイオン電池用新規正極材料の評価を行った。

以下では、本研究で得られた代表的な成果の概要について報告する。

4. 研究成果

(1) 高容量新規電極材料の開発

V_2O_5 - MoO_3 系固溶体材料として最初に取り組んだ V_2MoO_8 は単相化が難しかったが、 α - V_2O_5 の Mo 固溶域を広げた ($V_{0.75}Mo_{0.25}$) $_2O_5$ については、原料を石英管に真空封管して真空雰囲気下焼成することで、単相合成することに成功した。この材料は、挿入時の電解液還元分解副反応により若干クーロン効率は低かったが、予想通り Ca^{2+} イオンの挿入・脱離が可能であり、当初目標の 150mAh/g を超える 165mAh/g の脱離容量を示した。またこの研究過程で電極特性に及ぼす電解液の影響が大きいことが判明したため、電解液中水分の影響評価やイオンペアなど電解液構造の溶媒・溶質依存性について精査し、その後の電極材料特性評価の高精度化に向けた基礎データを蓄えた。

また、結晶構造がシアー構造となっていることにより充放電耐性向上が期待できる V_6O_{13} を検討した結果、本研究の当初目標を超える約 200mAh/g の充放電容量で Ca^{2+} イオンの可逆的挿入・脱離反応が進行することが明らかになった (図 3)。加えて、 Ca^{2+} イオンが容易に挿入・脱離可能と考えられるオープンフレームワーク型結晶構造の新規酸化物材料として合成・評価した $Mo_{2.5+y}VO_{9+\delta}$ も、同様に高容量を示した。

Ca 非含有負極材料との組み合わせも視野に入れて、Ca 含有バナジウム酸化物として、 β - $Ca_xV_2O_5$ および CaV_4O_9 の合成・評価も行った。両者の結晶構造中に存在する Ca^{2+} イオンの初期充電による脱離は困難であったが、いずれの材料も Ca^{2+} イオンの挿入・脱離が可能であることがわかった。

さらに、高容量および長寿命が結晶構造的に期待できる多くの材料検討を並行して進めた。具体的には、これまでの検討結果から対象材料をバナジウム含有酸化物系酸化物に絞り込み、新たに V_3O_7 、 $CaV_6O_{16} \cdot 3H_2O$ 、 MV_3O_8 ($M = Li, Na, K, NH_4$; 図 4) の合成・電気化学特性評価を行った。いずれの材料も Ca 系電解液中において Ca^{2+} イオンの挿入・脱離が可能であったが、 MV_3O_8 の特性はカチオン種 M と結晶構造に大きく依存し、それらの中で特に LiV_3O_8 (LVO) が、約 230mAh/g の大きな充放電容量 (図 5) と優れた充放電電流レート特性 (図 6) を示すことが明らかになった。なお実験に用いた LVO は、若干の可動 Li^+ イオンを合成時点で含む $Li_{1+x}V_3O_8$ であったため、予め充電処理によって過剰 Li を脱離したうえで Ca 系電解液中での電気化学特性評価を行った。また、充放電過程において電極の ex-situ 測定を行い、X 線回折による結晶構造解析および EDX による元素分析結果から、充放電に伴う LVO 結晶格子中への可逆的な Ca^{2+} イオンの挿入・脱離を確認した (図 7)。

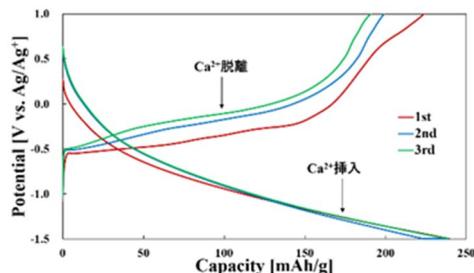


図 3 V_6O_{13} の充放電試験結果

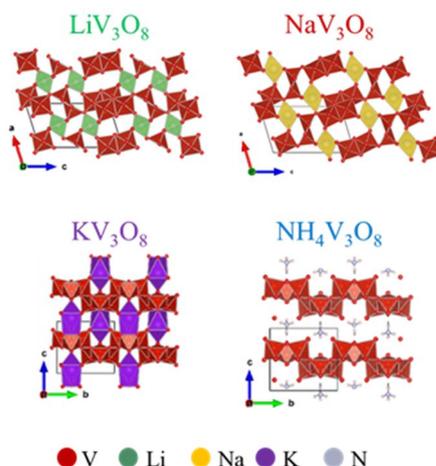


図 4 MV_3O_8 ($M = Li, Na, K, NH_4$) の結晶構造

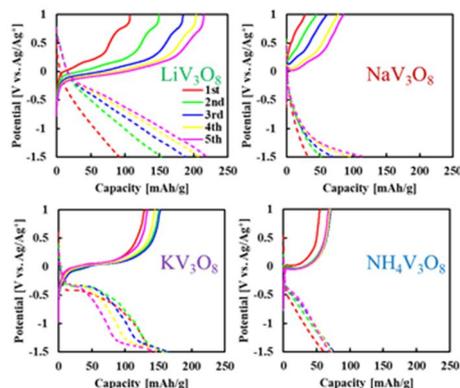


図 5 MV_3O_8 ($M = Li, Na, K, NH_4$) の充放電特性

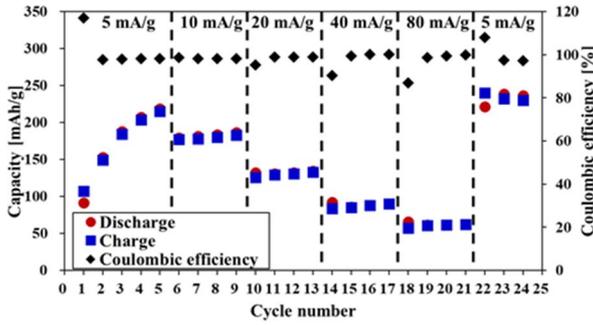


図 6 MV_3O_8 ($M = Li, Na, K, NH_4$) の充放電特性

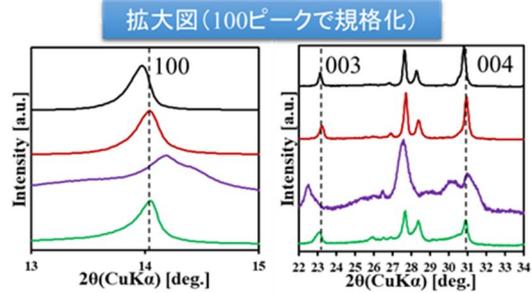
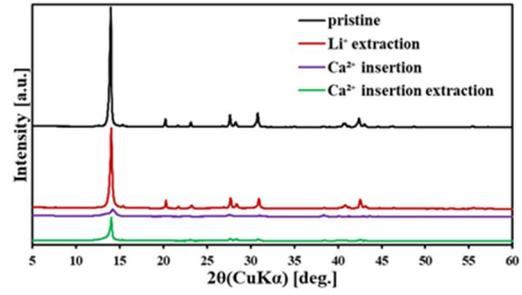


図 7 LiV_3O_8 の充放電過程の結晶構造変化

(2) 単一粒子測定技術の高度化

単一粒子測定の研究スピード向上を目指して、本研究では大気圧下で多数の電極材料粒子を各々別々の集電極に容易に固着できる新規電極作製プロセス確立を一つの目標に据えた。その第1ステップとして、顕微鏡下でマイクロマンピュレーターを操作し、従来用いていた Pt よりも電気化学耐性に優れた Au ナノインクを固着剤として適用し、集電極上に電極材料粒子を固定して粒子/集電極一体型電極とする検討を進めた。固着剤として選択した Au の電気化学耐性は、電解液中におけるサイクリックボルタムメトリーによって評価を行い、従来の Pt に勝る耐性を有していることを実験的に検証した。また、真空吸着ツールを使用した顕微鏡下でのマイクロマンピュレーターによる単一粒子のハンドリングも可能となり、改良型電極による単一粒子特性評価を行った (図 8)。

初期検討として、PEEK 板にスパッタ形成した Au パターン上に Au ナノインクを滴下し、LTO 粒子を付着・焼結して得た本手法による改良型電極において、従来型電極と同様な優れた電気化学特性が得られた。

次に、この電極作製プロセスを上記の材料探索で見出した LVO 正極材料に適用するにあたり、高電位下でも問題なく充放電可能であるか否かをまず、 $LiMn_2O_4$ (LMO) および $LiNi_{1/3}Mn_{1/3}Co_{1/3}O_2$ (NMC) 単一粒子を用いて Li 系電解液中で予備検討した。Au ナノインクのみでは充放電中の粒子の膨張・収縮に対応し難いことが判明したため、固着力の強いポリアクリル酸を Au ナノインクに混合することで改善した。その結果、同一セル内で電位範囲が異なる別々の粒子を、相互干渉することなく 2 チャンネル同時計測可能であることが確認され (図 9)、当初目標であった多数の電極材料を同時かつ迅速に評価可能な新規マルチ微小電極測定系が構築できることが示された。LVO の Ca 系電解液中における電気化学特性評価も行ったが、実験上のトラブルで明確な電極活物質特性を得るには至らなかった。

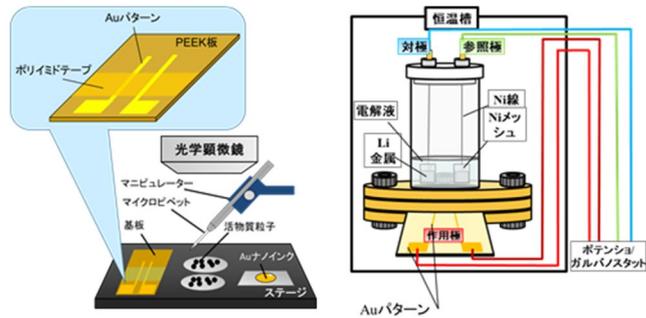


図 8 マルチ微小電極作製工程および測定系の概略図

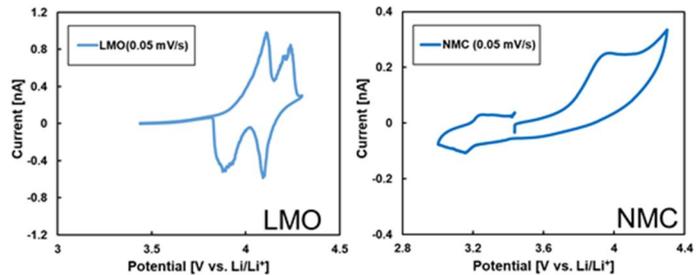


図 9 同一セル内マルチ微小電極のCV同時測定結果例

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Tojo Tomohiro, Tawa Hayato, Oshida Noriyuki, Inada Ryoji, Sakurai Yoji	4. 巻 825
2. 論文標題 Electrochemical characterization of a layered -MoO ₃ as a new cathode material for calcium ion batteries	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Electroanalytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 51 ~ 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jelechem.2018.08.008	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 Murata Yoshiaki, Takada Shoki, Obata Tomohiro, Tojo Tomohiro, Inada Ryoji, Sakurai Yoji	4. 巻 294
2. 論文標題 Effect of water in electrolyte on the Ca ²⁺ insertion/extraction properties of V2O ₅	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electrochimica Acta	6. 最初と最後の頁 210 ~ 216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2018.10.103	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 Tojo Tomohiro, Kawashiri Shuhei, Tsuda Takao, Kadowaki Mizuki, Inada Ryoji, Sakurai Yoji	4. 巻 836
2. 論文標題 Electrochemical performance of single Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ particle for lithium ion battery anode	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Electroanalytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 24 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jelechem.2019.01.061	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 Inada Ryoji, Kumasaka Rei, Inabe Shuto, Tojo Tomohiro, Sakurai Yoji	4. 巻 166
2. 論文標題 Li ⁺ Insertion/Extraction Properties for TiNb ₂₀₇ Single Particle Characterized by a Particle-Current Collector Integrated Microelectrode	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of The Electrochemical Society	6. 最初と最後の頁 A5157 ~ A5162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/2.0241903jes	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 -

1. 著者名 Murata Yoshiaki, Inada Ryoji, Sakurai Yoji	4. 巻 168
2. 論文標題 Electrolyte Dependency on Ca ²⁺ Insertion and Extraction Properties of V2O5	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of The Electrochemical Society	6. 最初と最後の頁 020528 ~ 020528
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/1945-7111/abdfe4	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 -

[学会発表] 計23件(うち招待講演 2件/うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Yoshiaki Murata, Tomohiro Obata, Masashi Hamasaki, Ryoji Inada, Yoji Sakurai
2. 発表標題 Electrolyte Dependency on Ca ²⁺ Insertion/Extraction Properties of V2O5
3. 学会等名 236th ECS Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 濱崎 将, 村田 芳明, 尾畑 智広, 梅本 龍志郎, 渡邊 孟, 伊藤 大貴, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 カルシウムイオン電池用バナジウムブロンズ正極の電気化学特性評価
3. 学会等名 第60回電池討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村田 芳明, 尾畑 智広, 濱崎 将, 梅本 龍志郎, 渡邊 孟, 伊藤 大貴, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 金属スズ負極の電気化学的カルシウム合金化/脱合金化に関する基礎検討
3. 学会等名 第60回電池討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅本 龍志郎, 村田 芳明, 尾畑 智広, 濱崎 将, 渡邊 孟, 伊藤 大貴, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 カルシウムイオン電池用ニオブタングステン酸化物負極の電気化学特性評価
3. 学会等名 第50回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊 孟, 村田 芳明, 尾畑 智広, 濱崎 将, 梅本 龍志郎, 伊藤 大貴, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 カルシウムイオン電池用CaV409正極の基礎検討
3. 学会等名 第50回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾畑 智広, 村田 芳明, 濱崎 将, 梅本 龍志郎, 渡邊 孟, 伊藤 大貴, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 カルシウムイオン電池用V6013正極の基礎検討
3. 学会等名 第50回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 溝脇 名津, 坂東 尚樹, 後藤 紀勝, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 単一粒子測定法を用いたMoO ₂ 負極材料の電気化学特性評価
3. 学会等名 第50回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂東 尚樹, 溝脇 名津, 後藤 紀勝, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 粒子-集電体一体型微小電極の作製プロセスの改良および電気化学的特性評価
3. 学会等名 第50回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 櫻井 庸司
2. 発表標題 カルシウムイオン電池実現に向けた材料開発
3. 学会等名 第106回新電池構想部会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 櫻井 庸司
2. 発表標題 リチウムイオン電池の現状・課題と豊橋技科大における次世代電池研究状況
3. 学会等名 NPERC-J 電池セミナー「最新の蓄電池技術と将来展望」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryoji Inada, Rei Kumasaka, Shuto Inabe, Tomoya Mori, Tomohiro Tojo, Yoji Sakurai
2. 発表標題 Li+ Insertion/Extraction Properties for TiNb207 Single Particle Characterized by a Particle-Current Collector Integrated Microelectrode
3. 学会等名 The 19th International Meeting on Lithium Batteries (IMLB2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiaki Murata, Shoki Takada, Tomohiro Obata, Tomohiro Tojo, Ryoji Inada, Yoji Sakurai
2. 発表標題 Effect of Water in Electrolyte on Ca ²⁺ Intercalation/De-intercalation Properties of -V2O5
3. 学会等名 The 19th International Meeting on Lithium Batteries (IMLB2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoji Sakurai, Mizuki Kadowaki, Takao Tsuda, Syun Miyauchi, Natsu Mizowaki, Tomohiro Tojo, Ryoji Inada
2. 発表標題 Evaluation of Particle Morphology Dependence in Electrochemical Properties of Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ by Particle-Current Collector Integrated Microelectrodes
3. 学会等名 69th Annual ISE Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 稲田 亮史, 熊坂 玲衣, 東城 友都, 櫻井 庸司
2. 発表標題 集電体一体型微小電極を用いたTiNb ₂ O ₇ 単一粒子の電気化学特性評価
3. 学会等名 第59回電池討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村田 芳明, 高田 祥希, 尾畑 智広, 瀧崎 将, 東城 友都, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 V ₂ O ₅ のカルシウムイオン挿入脱離特性における電解液依存性
3. 学会等名 第59回電池討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 溝脇 名津, 宮内 駿, 坂東 尚樹, 東城 友都, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 合剤電極および単一粒子を用いたMoO ₂ 負極材料の劣化解析
3. 学会等名 第59回電池討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾畑 智広, 村田 芳明, 高田 祥希, 濱崎 将, 東城 友都, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 カルシウムイオン電池用(V _{0.75} Mo _{0.25}) ₂ O ₅ 正極の基礎検討
3. 学会等名 第49回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高田 祥希, 村田 芳明, 尾畑 智広, 濱崎 将, 東城 友都, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 カルシウムイオン電池用Ca含有型酸化物正極の基礎検討
3. 学会等名 第49回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村田 芳明, 梅本 龍志郎, 濱崎 将, 渡邊 孟, 岸 良太郎, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 Ca[B(hfip) ₄] ₂ 系電解液中におけるバナジウム酸化物正極の電気化学特性評価
3. 学会等名 第61回電池討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂東 尚樹, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 改良型単一粒子測定法を用いた電極活物質粒子の電気化学特性評価
3. 学会等名 2020年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊 孟, 村田 芳明, 濱崎 将, 梅本 龍志郎, 岸 良太郎, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 カルシウムイオン電池用V307正極の電気化学特性評価
3. 学会等名 2020年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 濱崎 将, 村田 芳明, 梅本 龍志郎, 渡邊 孟, 岸 良太郎, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 カルシウムイオン電池用CaV6016・3H2O正極の電気化学特性評価
3. 学会等名 2020年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梅本 龍志郎, 村田 芳明, 濱崎 将, 渡邊 孟, 岸 良太郎, 稲田 亮史, 櫻井 庸司
2. 発表標題 カルシウムイオン電池用MV308 (M = Li, Na, K, NH4) 正極の比較検討
3. 学会等名 2020年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究室紹介
<http://www.cec.ee.tut.ac.jp/>

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