

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H00882

研究課題名（和文）次世代スーパーレドックスキャパシタに関する研究

研究課題名（英文）Advanced Research on Next-Generation Super Redox Capacitors

研究代表者

直井 勝彦（Naoi, Katsuhiko）

東京農工大学・工学（系）研究科（研究院）・名誉教授

研究者番号：70192664

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 35,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、持続可能なエネルギー循環社会の実現に向け、再生可能エネルギー（太陽光発電）を効率的に受け入れ可能な新概念の蓄電デバイス・スーパーレドックスキャパシタ（SRC）の構築を試みた。キャパシタ級に充放電を高速化したリチウムインサージョン系材料（活性化LVO、 Ti-LVP ）を新規創製し、これらを組み合わせSRCのフルセル構築を行った。構築したSRCフルセルは100C以上の優れた高速充放電特性（レート維持率75%超）を示し、10,000サイクル後も初期容量の85%を維持した。これにより、本研究のSRCが高効率な太陽光発電の蓄電システムに対して高い適用可能性を持つことが確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

リチウムインサージョン系材料から高速なキャパシタ材料への転換手法を提案する本技術によって、現行の電池とキャパシタをハイブリット化した特性を超えた新しい次元のエネルギーデバイスが実現可能となる。本デバイスは、従来不可能であった太陽光や風力などの再エネやエナジーハーベストなどの循環型エネルギーを超高効率でやり取りするエネルギー調整役（ファシリテータ）として機能する。また、本技術をポストリチウムイオン電池系へ横展開し、脱挿入特性に優れた新規材料の開発指針を提供することも可能で、次世代の分散・自立型のエネルギーネットワークの構築、持続可能な社会の実現に寄与することが期待できる。

研究成果の概要（英文）：In this research, we aimed to develop a new concept of energy storage device, Super Redox Capacitors (SRCs), which efficiently accepts and circulates renewable energy (solar power) to realize a sustainable energy circulation society. We newly developed lithium insertion materials with ultrahigh charge/discharge rate capabilities at the level of supercapacitors, such as activated LVO, Ti-LVP carbon composites. These materials were combined to construct SRC full cells, and their electrochemical properties were evaluated. The SRCs demonstrated excellent electrochemical performances with a capacity retention of over 75% at high C-rates exceeding 100 C, and maintained 85% of its initial capacity even after 10,000 cycles. This confirms that our developed SRCs have high applicability for efficient solar power storage systems.

研究分野：電気化学、エネルギー化学、キャパシタ、リチウムイオン電池、再生可能エネルギー、植物・微生物電池

キーワード：キャパシタ 循環型エネルギー 再生可能エネルギー 省エネルギー

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

持続可能なエネルギー循環社会の実現に向けて、太陽光などの再生可能エネルギーを極めて効率良く受入れ、循環することができるエネルギーファシリテータが求められている。イオンの吸脱着を利用した電気二重層キャパシタ(EDLC)は、太陽光の発電 I-V 特性をそのまま受け入れることができる充放電プロファイルを持つため、太陽光発電の高効率な受け入れ特性に優れている。これに加え、高速充放電・長寿命・温度特性・安全性等の特徴も併せ持つが、その低いエネルギー密度が課題となっている。EDLC の劇的なエネルギー密度向上は活性炭電極材料の充放電メカニズムから考えて根本的に不可能である。高エネルギー密度化を実現させるには、キャパシタ電極材料を高容量なレドックス反応を有するリチウムインサージョン系材料へ置き換えるアプローチが有効である(キャパシタ材料: 40 mAh g^{-1} 、インサージョン系材料: $120\text{-}200 \text{ mAh g}^{-1}$)。申請者らはこれまでにリチウムインサージョン系負極材料であるチタン酸リチウム($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$: LTO)をナノ粒子化する事でキャパシタ級に高速充放電化(7.5 秒充放電)することに成功している。さらにこの LTO を EDLC の負極材料に置き換えて高エネルギー密度化したナノハイブリッドキャパシタを構築し、その実用化にも成功している。しかし、LTO 負極ではセル電圧向上が困難であり、さらなるエネルギー密度向上には、より低い電位で反応する負極材料の選定、および正極を新規リチウムインサージョン系材料に置き換える必要がある。他方、低反応電位および高反応電位を有する材料では、極端なナノ粒子化($< 10 \text{ nm}$)が粒子界面における電解液分解促進に繋がるため、キャパシタ級の高速化と安定な充放電(100,000 サイクル)の両立が困難である。リチウムインサージョン系材料からキャパシタ材料への転換手法を確立させ、極端なナノ粒子化をせずともキャパシタ級の高速化が可能となれば、これらの課題を解決し、次世代の高パワー・高エネルギー密度を有する蓄電デバイス (スーパーレドックスキャパシタ:SRC)構築が実現できる。

2. 研究の目的

本申請では、リチウムインサージョン系材料からキャパシタ材料への材料転換手法を確立し、新規高速蓄電材料を創製する事で、EDLC、さらにはナノハイブリッドキャパシタを超える新概念の蓄電デバイスである超高速/高容量スーパーレドックスキャパシタ(SRC)の構築を目的とする。SRC を構成する戦略的電極材料として、大幅に高速化したリチウムインサージョン系材料を独自の手法により創製し、材料本来が有している「電池的」性質を「キャパシタ的」性質へ転換させる。申請者らは、これまでに LTO をモデル材料とし、これに独自技術である超遠心ナノハイブリッド技術によるナノ粒子化およびナノカーボン複合化というマクロスコピック的手法を用いて、高い安全性と高い容量を維持させながら、高速充放電化する事に成功している。この LTO を基盤として、ナノハイブリッドキャパシタを構築し、キャパシタの高エネルギー密度化を実現している。さらに飛躍的な電圧/エネルギー密度向上を実現するため、マクロスコピック的手法による高速充放電化に加えて、原子レベルの精密制御:アトミック的手法 (カチオン無秩序化、カチオン欠損付与)を行うことで、微粒子化を必要最低限(サブマイクロレベル)に抑え、高電位/低電位における充放電の安定化を試みる。原子レベルの結晶内欠陥制御を施し、結晶格子の歪み解消によって結晶内イオン拡散性を向上させ、さらに Li^+ 挿入サイトの周辺環境を多様化し熱力学的エネルギー準位の分布付与を行う事で、キャパシタ級の反応高速化を実現する。

上記のとおり本研究では、キャパシタ化させたリチウムインサージョン系材料を新規創製し、新規高速・高エネルギー型キャパシタ(SRC)を構築する。粒子径や電極/電解液界面の制御、結晶構造内における欠陥制御によるリチウムインサージョン系材料のキャパシタ化のメカニズムを明らかにすることで、リチウムインサージョン系材料におけるキャパシタ的特性への材料転換手法を確立する。特に負極材料候補として、高い構造安定性と低い反応電位を有するバナジン酸リチウム(Li_3VO_4 : LVO)、正極材料候補として、電気化学的/熱的に高い安全性と高い反応電位を有するリン酸バナジウムリチウム($\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$: LVP)を中心に検討する。本研究で新たに創製する電極材料を用いて、次世代キャパシタデバイスを構築し、実用化まで繋げる実効的なシナリオを提案する。

3. 研究の方法

(1) 負極材料 Li_3VO_4 (LVO)

LVO の合成とメカノケミカルカチオンディスオーダーリング:

Li_2CO_3 と V_2O_5 の粉末試料をボールミル (300 rpm, 30 min) で混合し、得られた粉末を電気炉で固相焼成 (600°C , 5 h + 900°C , 8 h) することで白色の LVO 粉末を得た。得られた LVO 粉末は遊星ボールミル (ジルコニア製) を用いて高エネルギーのメカノケミカル処理 (600 rpm, 36 h) を施し、cation-disordered LVO (CD-LVO) を得た。CD-LVO の平均結晶構造は X 線回折 (XRD) と中性子線回折 (J-PARC) を組み合わせて解析した。ディスオーダー構造の解析は、

SPring-8 の放射光を用いた X-ray Absorption Fine Structure (XAFS) 解析によるバナジウムの配位構造解析と、高エネルギー X 線全散乱測定および二体分布関数 (PDF) 解析を用いた結晶秩序距離の解析を複合して行った。

γ 型 LVO の合成と組成最適化 :

室温では不安定な γ 型 LVO (超リチウムイオン伝導体構造) の合成では、異種元素である 4 価カチオン (Si^{4+} , Ti^{4+} , Ge^{4+}) による V^{5+} の置換をすることで行った。γ 型構造の安定性を評価するため、Ti 置換 LVO の冷却時の相転位速度の定量化を行った。ここでは、900 ° C に加熱したサンプルを、相転移が開始する 500 ° C まで冷却した後、0, 10, 30 min 経過時点で液体窒素によりサンプルを急冷し、XRD パターンから単位時間あたりの相転移量を見積もった。

ダブルカプセル型 LVO/carbon 複合体のスプレードライ合成 :

Si^{4+} 単置換型の $\gamma\text{-Li}_{3+x}\text{V}_{1-x}\text{Si}_x\text{O}_4$ ($\gamma\text{-LVSiO}$) 粉末をスクロース水溶液中に分散させ、スプレードライによる瞬間的な乾燥後、赤外線焼成炉を用いて窒素ガスフロー中で (700 ° C, 5 h) 炭化焼成を行った。原料の供給液の LVSiO およびスクロースの濃度をそれぞれ変更し、得られたサンプルの形態およびカーボン量の変化を、SEM 観察および熱重量分析 (TG) によりそれぞれ解析した。

(2) 正極材料 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (LVP)

LVP, Ti · Al · Mn-LVP の合成とフルセルとしての電気化学評価:

LVP, Ti · Al · Mn-LVP/多層カーボンナノチューブ (70/30, wt.%) 複合体を超遠心ナノハイブリッド技術 (UC 処理) の適用および赤外線焼成炉を用いて窒素ガスフロー中で高温短時間焼成 (800 ° C, 30 min) することにより作製した。得られた複合体の構造解析は XRD と J-PARC の中性子線回折、SPring-8 の XAFS 電子顕微鏡観察を複合して行った。得られた複合体と PVDF (90/10, wt.%) を混合し、アルミ箔上に塗布して電極を作製した。電気化学評価は電解液に 1 M $\text{LiPF}_6/\text{EC}+\text{DEC}$ (1/1, v/v) を用いて、対極に Li 金属を用いたハーフセルおよび $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO) を用いたフルセルにて行った。フルセルでの充放電後の正負極の解析には、電子顕微鏡観察、X 線光電子分光法 (XPS) を組み合わせて実施し、バナジウムの溶出量については高周波誘導結合プラズマ発光分光分析 (ICP-AES) で定量化した。

(3) スーパーレドックスキャパシタ (SRC: SuperRedox Capacitor) の構築

スーパーレドックスキャパシタ SRC 特性の評価:

(1) および (2) で得られた CD-LVO または $\gamma\text{-LVSiO}$ を負極に、Ti-LVP を正極に用いた二種類のフルセルを構築し、SRC 特性の評価を行った。

4. 研究成果

(1) 負極材料 Li_3VO_4 (LVO)

① LVO 結晶内のカチオンディスオーダーリングによる超高速特性の実現およびその結晶構造・メカニズム解析

負極材料 LVO をモデル材料として、結晶内のイオン伝導を高速化させる方法論の確立を目指した。LVO は結晶内のカチオン配列秩序が無秩序化 (カチオンディスオーダーリング) することで、イオン伝導性が約 100 倍に向上した「活性化 LVO」に変化することを見出していた。しかしながら、活性化 LVO は熱力学的に不安定であり単体合成が難しいため、その精密な結晶構造はこれまでに解析されていなかった。また、無秩序化した結晶構造は通常の X 線回折法だけでは解析が困難である。これに対し、我々は、高エネルギーボールミルを用いて LVO 結晶に瞬間的な撃力を 36 時間連続して与え続けることで、メカノケミカルに活性化 LVO を単体合成する手法を確立した (図 1)。得られた活性化 LVO の充放電カーブは、電池的な平坦形状から、キャパシタ的なスローブな形状へと変化しており、固体内のイオン拡散係数が 100 倍に向上することで、高速な出力特性が実現された。結晶構造の解析は、高精度な放射光実験 (高エネルギー X 線/SPring-8・中性子線/J-PARC) に基づき、Rietveld 解析、EXAFS 解析、Pair-distribution function (PDF) 解析を組み合わせて実施し、カチオンディスオーダー構造の結晶秩序・無秩序性の定量的な解析に成功した。その結果、活性化 LVO 中のカチオンの局所的な秩序配列距離は 8 Å 程度にまで減少しており、多量の面欠陥が結晶内に導入されていたことがわかった。この欠陥構造が結晶内でのイオン拡散を高速化し、優れた電気化学特性に繋がったと考察した。

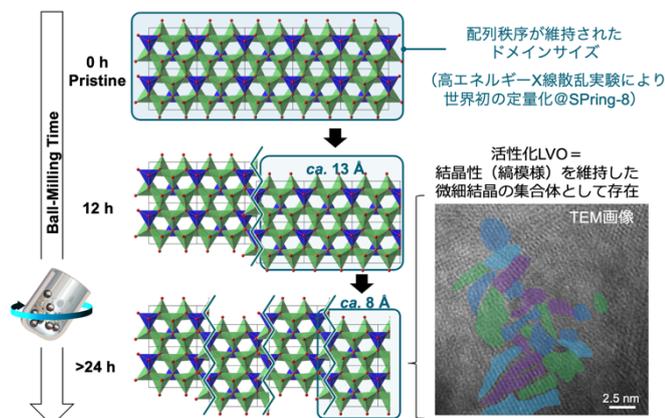


図 1. 高エネルギーボールミルによる活性化 LVO の短距離秩序配列ドメインの微細化および微細結晶ドメインを捉えた高解像度 TEM 像

②特異的に超イオン伝導特性を示す γ 型 LVO 結晶相の室温安定化による高速化

活性化 LVO を実用化するためには、常温常圧で不安定な結晶構造を、簡易かつ量産可能な手法で合成する必要がある。一方で、メカノケミカル合成はプロセスコストが高く、本格的な量産には不向きである。そこで本研究では、結晶構造が活性化 LVO に類似した、リチウム超イオン伝導体 (LISICON) 構造を有する γ 型 LVO に着目した。 γ 型 LVO は高温 ($>700^\circ\text{C}$) で得られるものの、冷却時に通常の LVO (β 型構造) へと戻り、電気化学特性が不活性化してしまう。それに対し、LVO 中の V^{5+} を Ti^{4+} で選択的に置換することで、 γ 型 LVO を常温常圧で安定化させ、一般的な固相焼成プロセスで合成できることを示した。また、得られた Ti 置換 γ -LVO は、活性化 LVO と同等の電気化学特性を示した。さらに、結晶変化を急冷・急停止させるクエンチ法を応用することで、冷却中に活性化 LVO (γ 型) が通常の LVO (β 型) に戻る速度を定量することに成功し、導入した Ti^{4+} が速度論的に活性化 LVO を安定化させることを明らかにした。続いて、 γ 型 LVO の結晶構造を最適化するため、置換元素種の検討を行った。特に、複数のカチオンを用いて共置換を行うことで得られる”Mixed polyanion effect”により Li^+ 伝導性を向上できると考え、 Ge^{4+} と P^{5+} による V^{5+} の共置換を試みた。 Li_3VO_4 、 Li_4GeO_4 、 Li_3PO_4 からなる擬三元系固溶体 ($Li_{3+x}V_{1-x-y}Ge_xP_yO_4$; LVGePO) を系統的に合成し、結晶構造と電気化学特性の相関を調べた結果、各カチオンの異なる役割： V^{5+} (容量発現)、 Ge^{4+} (γ 相安定化)、 P^{5+} (SEI 生成抑制) が明らかになった。共置換された三元系 LVGePO 負極は単元素置換の系と比べて高速な充放電特性を示した (図 2)。

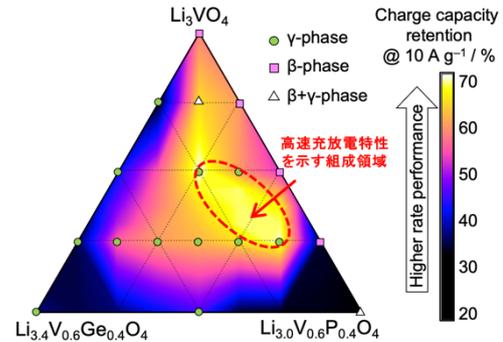


図 2. LVGePO 擬三成分系相図および高速放電時(10 A g^{-1}) の容量維持率

③スプレードライを用いたダブルカプセル構造の実現による形態と結晶双方からの構造最適化

Si^{4+} 単置換型の γ - $Li_{3+x}V_{1-x}Si_xO_4$ (γ -LVSio) 負極を合成し、スプレードライを用いた形態制御と、スクロースを用いたカーボンコーティングによる電子伝導性の改善を試みた。スプレードライ法で得られる材料形態は供給液の性質に大きく依存するため、分散液の希釈度を精密に制御しながらスプレードライ合成のパラメータを最適化した。その結果、1 wt% の LVSio 分散液を用いることで、過剰な凝集を抑制しつつ、高密度に中実した形態を持つ γ -LVSio/carbon 複合体 (γ -LVSio/C) を得ることに成功した。得られた γ -LVSio/C は、厚さ 200 nm の外殻中に、カーボンコートされた直径約 50 nm の γ -LVSio ナノ粒子が充填された、ユニークなカプセル状の構造を有していることがわかった (図 3)。また、複合化されたカーボンはアモルファスカーボンとグラフィティックカーボンの 2 相に分かれて存在することが確認された。 γ -LVSio ナノ粒子の表面はバナジウムの持つ触媒の効果によりグラフィティックカーボンで厚さ 1-2 nm で均一に被覆されており、これが γ -LVSio 表面に電子伝導性を付与することで、電極中における γ -LVSio の有効利用率が向上した。アモルファスカーボンは粒子間の導通およびカプセル構造内のポア構造を維持することが明らかになった。アモルファスカーボン量と γ -LVSio の高速充放電特性は強く相関しており、アモルファスカーボンが過剰 (14 wt%以上) になると複合体内の直径 10 nm 以上のポアが埋没して電解液の拡散抵抗が上昇し、不足すると (5 wt%以下) 電子伝達パスが遮断され、電子抵抗が増大した。本研究では、カーボン源であるスクロース添加量を最適化することで、総カーボン量 12.4% の系で、導電助剤を一切追加することなく、優れたレート特性を実現した。

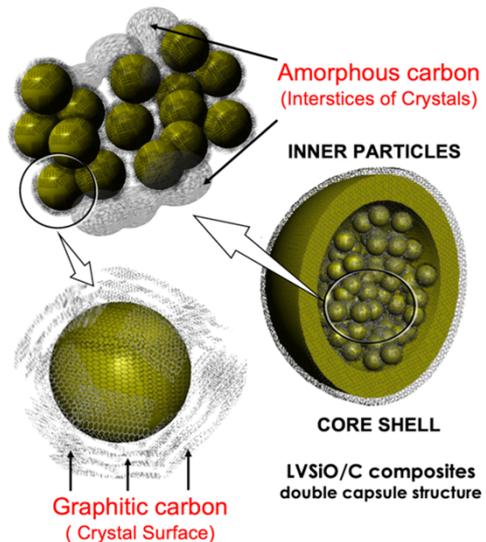


図 3. スプレードライ合成された γ -LVSio/C 複合体 (ダブルカプセル構造)

(2) 正極材料 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (LVP)

正極材料 LVP に焦点を当て、異種金属置換による LVP の安定性向上ならびに電気化学特性の変化、サイクル特性評価を行った。当研究グループにおいて、LVP の高速化を実現している一方で、LVP を正極とし、負極（例えば LTO）と組み合わせたフルセルにおいて、充放電に伴った容量劣化が起こることがわかっている。当研究グループの研究結果より、その劣化メカニズムとして、LVP 正極からの微量なバナジウム溶出が LTO 負極上での電解液分解および堆積物生成を促進し、正負極の充放電効率に差が生じ、充電状態のずれが生じたものであると明らかにしている（図 4）。そもそも LVP はイオン結合性の V-O 結合を有するため、電解液中の溶媒やごく微量の水などに対してバナジウムが溶けやすくなっている。そのため、異種金属置換により、V-O 結合のイオン結合性を抑制し、LVP からのバナジウム溶出の抑制と LTO//LVP フルセルのサイクル特性を向上させることを試みた。置換種としては 3 価のバナジウムと同程度のイオン半径で

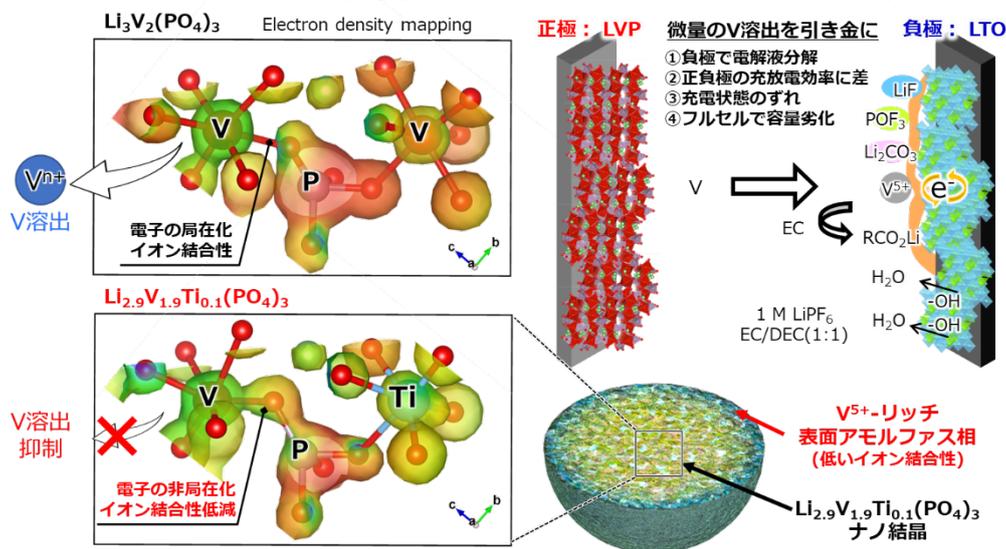


図 4. LVP と Ti-LVP の電子密度マッピングと LTO//LVP フルセルにおける容量劣化メカニズム。Ti-LVP では V-O 結合および結晶表面のイオン結合性が低減し、バナジウム溶出が抑制、フルセルでの長期充放電サイクル安定性が向上

六配位構造を取ることが可能なものの中から、価数および電気陰性度の異なるチタン、アルミニウム、マンガンの三種類を選択した。三種の中でも、チタン固溶によって、電気化学特性・安定性向上が最も大きいことが確認できた。LTO//Ti-LVP フルセルでは、10,000 回の充放電サイクル後において 101.6 mAh g^{-1} の容量を発現し、初期容量と比した容量維持率は 88.6%を示し、ほとんど劣化が生じていなかった。置換していない LVP を用いた LTO//LVP フルセル (76.2 mAh g^{-1} 、容量維持率 67.2%) と比較して、発現容量、サイクル特性ともに向上した。充放電サイクル後の LTO 負極の SEM 観察および XPS 測定から、LTO 表面上の電解液分解物の減少が確認された。また、フルセル中の電解液の ICP 試験から、バナジウム溶出量が減少していることが確認された。高精度な放射光実験 (高エネルギー X 線/SPring-8・中性子線/J-PARC) に基づき、Ti-LVP の Rietveld 解析、XANES 解析による結晶構造解析や、電子顕微鏡観察、電子密度計算を組み合わせると、LVP の V-O 結合のイオン結合性の低減と結晶表面においてイオン結合性の低い非晶質相の形成が観測された（図 4）。これら二つの変化によって LVP からのバナジウムの溶出が抑制され、それに伴い LTO 上の堆積物が減少し、フルセルのサイクル特性向上に繋がったと結論付けられた。

(3) スーパーレドックスキャパシタ (SRC: SuperRedox Capacitor) の構築

これまでに合成した電極材料を組み合わせたスーパーレドックスキャパシタ (SRC) の電気化学特性評価を試みた。負極には上記の活性化 LVO、ならびに電気化学処理を必要としない Si 置換型 LVSiO を用いた γ -LVSiO カーボン複合体を、正極には Ti-LVP カーボン複合体を用いて、二種類の SRC フルセルを構築した。その結果、100C 以上の高速充放電時において、二種類の SRC ともに出力・入力特性共に優れた充放電特性 (100C においてレート維持率:75%超) を達成した。さらに、室温下におけるサイクル試験では 10,000 サイクル後も初期容量に対して 85% の高い容量維持率を示した。以上より、本研究で構築した SRC が、高効率な太陽光発電の蓄電システムに対して高い適用可能性 (高い PV 受け入れ性: 高速充放電特性/長期サイクル特性) を示すことが確認された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Chikaoka Yu, Nakata Naomasa, Fujii Kenta, Sawayama Saki, Ochi Riko, Iwama Etsuro, Okita Naohisa, Harada Yuta, Oriyasa Yuki, Naoi Wako, Naoi Katsuhiko	4. 巻 6
2. 論文標題 Strategy for Ultrafast Cathode Reaction in Magnesium-Ion Batteries Using BF ₄ Anion Based Dual-Salt Electrolyte Systems: A Case Study of FePO ₄	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Applied Energy Materials	6. 最初と最後の頁 4657 ~ 4670
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.2c04182	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 Harada Yuta, Okita Naohisa, Fukuyama Masahiro, Iwama Etsuro, Naoi Wako, Naoi Katsuhiko	4. 巻 12
2. 論文標題 Ultralong lifespan of SuperRedox Capacitor using Ti-doped Li ₃ V ₂ (PO ₄) ₃ cathode with suppressed vanadium dissolution	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry A	6. 最初と最後の頁 1703 ~ 1713
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3ta06240f	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 Harada Yuta, Chikaoka Yu, Kasai Marina, Koizumi Kyoya, Iwama Etsuro, Okita Naohisa, Oriyasa Yuki, Naoi Wako, Naoi Katsuhiko	4. 巻 12
2. 論文標題 Ultrafast cathode characteristics of a nano-V ₂ (PO ₄) ₃ carbon composite for rechargeable magnesium batteries	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry A	6. 最初と最後の頁 2081 ~ 2092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3ta05912j	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 Chikaoka Yu, Tashiro Tomoya, Sawayama Saki, Kobayashi Ayana, Matsumoto Ayuna, Iwama Etsuro, Naoi Katsuhiko, Fujii Kenta	4. 巻 26
2. 論文標題 A structural study on a specific Li-ion ordered complex in dimethyl carbonate-based dual-cation electrolytes	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 3920 ~ 3926
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3cp05526d	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 Kondo Tatsuya, Matsumura Keisuke, Rozier Patrick, Simon Patrice, Machida Kenji, Takeda Sekihiro, Ishimoto Shuichi, Tamamitsu Kenji, Iwama Etsuro, Naoi Wako, Naoi Katsuhiko	4. 巻 36
2. 論文標題 Enhancing the Phase Stability of α -Phase Li3V04 for High-Performance Hybrid Supercapacitors: Investigating Influential Factors and Mechanistic Insights	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 2495 ~ 2507
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.3c03255	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 Okita Naohisa, Iwama Etsuro, Takami Yusuke, Abo Shingo, Naoi Wako, Rozier Patrick, Simon Patrice, Reid McMahon Thomas Homer, Naoi Katsuhiko	4. 巻 12
2. 論文標題 The origin of stability and high Co2+/3+ redox utilization for FePO4-coated LiCo0.90Ti0.05PO4/MWCNT nanocomposites for 5 V class lithium ion batteries	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 26192 ~ 26200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2RA03144B	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 Chikaoka Yu, Okuda Reiko, Hashimoto Taiga, Kuwao Masafumi, Naoi Wako, Iwama Etsuro, Naoi Katsuhiko	4. 巻 423
2. 論文標題 Degradation of Li3V2(P04)3-based full-cells containing Li4Ti5O12 or Li3.2V0.8Si0.2O4 anodes modeled by charge-discharge cycling simulations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Electrochimica Acta	6. 最初と最後の頁 140558 ~ 140558
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2022.140558	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 Chikaoka Yu, Ochi Riko, Fujii Kenta, Ariga Takaaki, Sakurai Masato, Matsumoto Ayuna, Ueda Tsukasa, Iwama Etsuro, Naoi Katsuhiko	4. 巻 126
2. 論文標題 Controlling the Phase Separation of Dimethyl Carbonate Solvents Using a Dual-Cation System: Applications in High-Power Lithium Ion-Based Hybrid Capacitors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 14389 ~ 14398
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.2c03004	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 Matsumura Keisuke, Iwama Etsuro, Tomochika Yuka, Matsuura Taro, Naoi Wako, Naoi Katsuhiko	4. 巻 170
2. 論文標題 Co-substitution Strategy for Boosting Rate-Capability of Lithium-Superionic-Conductor (LISICON)-Type Anode Materials in -Li ₃ V ₀ 4/Li ₄ Ge ₀ 4/Li ₃ P ₀ 4 Quasi-Ternary-System	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of The Electrochemical Society	6. 最初と最後の頁 010524 ~ 010524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/1945-7111/acaf40	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 Matsumura Keisuke, Iwama Etsuro, Takagi Kenta, Hashizume Naoki, Chikaoka Yu, Okita Naohisa, Naoi Wako, Naoi Katsuhiko	4. 巻 11
2. 論文標題 Spray-drying synthesis and vanadium-catalyzed graphitization of a nanocrystalline - Li ₃ .2V ₀ .8Si ₀ .2O ₄ /C anode material with a unique double capsule structure	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry A	6. 最初と最後の頁 1841 ~ 1855
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2TA07825B	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 OKITA Naohisa, IWAMA Etsuro, NAOI Katsuhiko	4. 巻 88
2. 論文標題 Recent Advances in Supercapacitors: Ultrafast Materials Make Innovations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Electrochemistry	6. 最初と最後の頁 83 ~ 87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5796/electrochemistry.20-h6301	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 Chikaoka Yu, Iwama Etsuro, Sakurai Masato, Ueda Tsukasa, Shirane Tomohide, Naoi Wako, Naoi Katsuhiko	4. 巻 125
2. 論文標題 Impact of Total Ionic- and Individual Li ⁺ -Conduction in Dual-Cation Electrolytes on Power Performances for Thick Electrode Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ //AC Hybrid Capacitors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 5995 ~ 6004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c09421	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 Chikaoka Yu, Iwama Etsuro, Seto Shinichi, Okuno Yuta, Shirane Tomohide, Ueda Tsukasa, Naoi Wako, Reid McMahon Thomas Homer, Naoi Katsuhiko	4. 巻 368
2. 論文標題 Dual-cation electrolytes for low H ₂ gas generation in Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ //AC hybrid capacitor system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Electrochimica Acta	6. 最初と最後の頁 137619 ~ 137619
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2020.137619	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 CHIKAOKA Yu, OKUDA Reiko, IWAMA Etsuro, KUWAO Masafumi, NAOI Wako, NAOI Katsuhiko	4. 巻 89
2. 論文標題 Strategy for Cyclability Prolongation of Li ₃ V _{0.4} //Li ₃ V ₂ (P _{0.4}) ₃ Full Cells Based on Charge-Discharge Cycling Simulation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Electrochemistry	6. 最初と最後の頁 204 ~ 210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5796/electrochemistry.20-00162	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 Chikaoka Yu, Iwama Etsuro, Ueda Tsukasa, Miyashita Natsuki, Seto Shinichi, Sakurai Masato, Naoi Wako, Reid McMahon Thomas Homer, Simon Patrice, Naoi Katsuhiko	4. 巻 124
2. 論文標題 Dual-Cation Electrolytes for High-Power and High-Energy LTO//AC Hybrid Capacitors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 12230 ~ 12238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c01916	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 OKITA Naohisa, IWAMA Etsuro, TATSUMI Satoyuki, Vo Trang Nguyen Hong, NAOI Wako, NAOI Katsuhiko	4. 巻 87
2. 論文標題 Stabilization of Solid Solution Behavior for Monoclinic Li ₃ V ₂ (P _{0.4}) ₃ . Al ³⁺ Doping	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electrochemistry	6. 最初と最後の頁 341 ~ 347
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5796/electrochemistry.18-00093	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 Iwama Etsuro, Ueda Tsukasa, Ishihara Yoko, Ohshima Kenji, Naoi Wako, Reid McMahon Thomas Homer, Naoi Katsuhiko	4. 巻 301
2. 論文標題 High-voltage operation of Li4Ti5O12/AC hybrid supercapacitor cell in carbonate and sulfone electrolytes: Gas generation and its characterization	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electrochimica Acta	6. 最初と最後の頁 312 ~ 318
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2019.01.088	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 Orikasa Yuki, Kisu Kazuaki, Iwama Etsuro, Naoi Wako, Yamaguchi Yusuke, Yamaguchi Yoshitomo, Okita Naohisa, Ohara Koji, Munesada Toshiyuki, Hattori Masashi, Yamamoto Kentaro, Rozier Patrick, Simon Patrice, Naoi Katsuhiko	4. 巻 32
2. 論文標題 Noncrystalline Nanocomposites as a Remedy for the Low Diffusivity of Multivalent Ions in Battery Cathodes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 1011 ~ 1021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.9b03665	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91件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 21件)

1. 発表者名 Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Ultrafast Materials Make Innovations: Real Advances in Supercapacitors Drive to the Next Stage LIB Systems
3. 学会等名 74th Annual Meeting of ISE (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naohisa Okita, Yuta Harada, Masaya Nakagawa, Etsuro Iwama, Wako Naoi, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Prolonged Cycle Life for Ultrafast Li4Ti5O12//Ti-doped Li3V2(P04)3 SuperRedox Capacitor
3. 学会等名 74th Annual Meeting of ISE (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keisuke Matsumura, Etsuro Iwama, Naoki Hashizume, Kensuke Ishimura, Wako Naoi, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Vanadium-Catalyzed Graphitization in Spray-Dry Synthesis for $\text{-Li}_{3.2}\text{V}_{0.8}\text{Si}_{0.204}\text{C}$ Composites with Core/Shell Architecture
3. 学会等名 74th Annual Meeting of ISE (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naohisa Okita, Yuta Harada, Masaya Nakagawa, Etsuro Iwama, Wako Naoi, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Prolonged Cycle Life for Ultrafast Ti-doped $\text{Li}_{3}\text{V}_2(\text{P}_0\text{O}_4)_3$ SuperRedox Capacitor
3. 学会等名 7th International Conference on Advanced Capacitors (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 引地悠華、石村健介、松村圭祐、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 高出力型負極材料 Cation-disordered $\text{Li}_3\text{V}_0\text{O}_4$ の生成メカニズムの解明
3. 学会等名 第13回CSJ化学フェスタ2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岩崎祐人、原田雄太、澁澤芽寛、沖田尚久、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{P}_0\text{O}_4)_3/\text{KB}$ 複合体のLi量最適化によるMgイオン電池正極特性の向上
3. 学会等名 第13回CSJ化学フェスタ2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 栗林日向子、源関輝人、近岡優、直井和子、直井勝彦、岩間悦郎
2. 発表標題 柔粘性イオン結晶 / ポリマー複合体電解質におけるグラファイト負極へのカリウムイオン脱挿入の可逆化
3. 学会等名 第13回CSJ化学フェスタ2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 矢嶋拓己、仲田尚正、近岡優、藤井健太、直井和子、直井勝彦、岩間悦郎
2. 発表標題 多価イオン電池用dual-salt電解液のBF ₄ ⁻ 置換効果による正極反応高速化と溶液構造解析
3. 学会等名 第13回CSJ化学フェスタ2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮城 莞爾、近岡 優、藤田 正博、直井 勝彦、直井 和子、岩間 悦郎
2. 発表標題 ナトリウムイオン電池用NaFSI-P12FSI電解液におけるハードカーボン負極特性のNa塩濃度依存性とPECポリマー添加効果
3. 学会等名 第64回電池討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 澁澤芽寛、原田雄太、岩崎裕斗、稲垣葵、沖田尚久、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 nano-V ₂ (P ₀₄) ₃ /カーボン複合体のマグネシウムイオン電池正極特性
3. 学会等名 第64回電池討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 友近 優花、松村 圭祐、岩間 悦郎、直井 和子、直井 勝彦
2. 発表標題 LISICON型バナジウム酸リチウム負極の異種元素置換による化学組成の最適化
3. 学会等名 第64回電池討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石村 健介、引地 悠華、松村 圭祐、近藤 竜也、町田 健治、石本 修一、武田 積洋、岩間 悦郎、直井 和子、玉光 賢次、直井 勝彦
2. 発表標題 スプレードライ法による高出力型負極材料Cation-disordered Li ₃ V _{0.4} O ₄ の創製
3. 学会等名 第64回電池討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 沖田尚久、原田雄太、中川正也、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 Ti-doped Li ₃ V ₂ (PO ₄) ₃ /ナノカーボン複合体のスーパーレドックスキャパシタ正極特性
3. 学会等名 第64回電池討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中川 正也、原田 雄太、鶴飼 明莉、沖田 尚久、岩間 悦郎、直井 和子、直井 勝彦
2. 発表標題 ナトリウムイオンキャパシタ用正極材料Na _{3-x} V ₂ (PO ₄) _{3-x} (SO ₄) _x /MWCNT複合体の電気化学特性向上メカニズム解明
3. 学会等名 第64回電池討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 源関 輝人、栗林 日向子、近岡 優、藤田 正博、直井 勝彦、直井 和子、岩間 悦郎
2. 発表標題 グラファイト負極への可逆なK ⁺ 脱挿入を目指した柔粘性結晶/ポリマー複合電解質の最適化と4V級カリウムイオン電池の構築
3. 学会等名 第64回電池討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 仲田 尚正、近岡 優、藤井 健太、直井 和子、直井 勝彦、岩間 悦郎
2. 発表標題 Mgイオン電池用FePO ₄ 正極の高速充放電を実現するDual-salt電解液の開発
3. 学会等名 第64回電池討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松本鮎奈、近岡 優、藤井健太、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 高出力・高サイクル特性を有する低誘電率溶媒DMCを用いたLi ₄ Ti ₅ O ₁₂ //ACハイブリッドキャパシタ用デュアルカチオン電解液の開発
3. 学会等名 第64回電池討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keisuke Matsumura, Naoki Hashizume, Etsuro Iwama, Wako Naoi, Patrick Rozier, Patrice Simon, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Spray-dry synthesis of capsule-like $\text{Li}_{3.2}\text{V}_0.8\text{Si}_{0.204}\text{C}$ nanocomposite for pseudocapacitive anode material
3. 学会等名 ISEECap2022 Bologna (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuta Harada, Masahiro Fukuyama, Naohisa Okita, Etsuro Iwama, Wako Naoi, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Ultralong-Lifespan Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ //Ti doped Li ₃ V ₂ (PO ₄) ₃ Full Cell by Significant Suppression of Vanadium Dissolution from LVP electrode
3. 学会等名 ISEECap2022 Bologna (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Katsuhiko Naoi and Wako Naoi
2. 発表標題 Microcurrents for Macroefficiency Effective Harvesting of Solar Energy by TNG Supercapacitors
3. 学会等名 ISEECap2022 Bologna (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 橋本大河, 源関輝人, 近岡優, 岩間悦郎, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 柔軟性イオン結晶の電解質利用によるリチウムイオン電池のサイクル特性向上
3. 学会等名 第63回電池討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松浦太郎, 松村圭祐, 沖田尚久, 岩間悦郎, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 窒素急冷法によるP置換型Li ₃ V ₀ O ₄ の結晶相制御と負極特性評価
3. 学会等名 第63回電池討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松岡昇吾, 近岡優, 岩間悦郎, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 低誘電率溶媒DMCを用いたハイブリッドキャパシ用 高出力型デュアルカチオン電解液の高耐電圧化
3. 学会等名 第63回電池討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富田 茉依、原田 雄太、中川 正也、沖田 尚久、直井 和子、直井 勝彦
2. 発表標題 Na _{3-x} V ₂ (PO ₄) _{3-x} (SO ₄) _x /MWCNT複合体を用いたナトリウムイオンキャパシタ用材料の正極特性
3. 学会等名 第63回電池討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 橋詰 直輝、松村 圭祐、石村 健介、直井 和子、直井 勝彦、岩間 悦郎
2. 発表標題 グリーンケミストリーに基づく高出力型負極材料 Cation-disordered Li ₃ V _{0.4} の創製
3. 学会等名 第63回電池討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 沖田尚久, 原田雄太, 富田茉依, 中川正也, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 Na ₃ V ₂ (PO ₄) ₃ /MWCNT複合体のナトリウムイオンキャパシタ正極特性
3. 学会等名 第63回電池討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原田雄太、沖田尚久、富田茉依、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 Ti-doped $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ によるバナジウム溶出抑止と $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}/\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ フルセルの長期サイクル安定化
3. 学会等名 第63回電池討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮城莞爾、近岡優、橋本大河、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 Hard Carbon// $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ フルセルの Li ブレドープ処理による発現容量向上
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石村健介、橋詰直輝、松村圭祐、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 低環境負荷かつ量産可能な合成手法を用いた 高出力型負極材料 Cation-disordered $\text{Li}_3\text{V}_0\text{O}_4$ の創製
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 澁澤芽寛、笠井麻理菜、沖田尚久、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 マグネシウムイオン電池における $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{KB}$ 複合体の正極特性
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本鮎奈、近岡優、藤井健太、越智梨瑚、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 低誘電率溶媒DMCを用いた ハイブリッドキャパシタ用 新規デュアルカチオン電解液の開発
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中川正也、富田茉依、原田雄太、沖田尚久、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 パイポーラ型電池の構築に向けた $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{P}_04)_3//\text{Li}_3\text{V}_2(\text{P}_04)_3$ フルセルの 充放電メカニズム解析とサイクル特性向上
3. 学会等名 第12回CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松岡 昇吾, 櫻井 雅人, 近岡 優, 岩間 悦郎, 直井 勝彦, 直井 和子
2. 発表標題 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 負極ハイブリッドキャパシタ用デュアルカチオン電解液による水素ガス発生抑制のメカニズム解析
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富田 茉依, 福山 正博, 原田 雄太, 沖田 尚久, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{P}_04)_3$ の表面コーティングによるフルセルのサイクル特性向上
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松浦 太郎, 松村 圭祐, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 Li ₃ .2V _{0.8} Si _{0.204} /Li ₃ V ₂ (P ₀₄) ₃ フルセルの 電解質塩検討によるサイクル特性向上
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 橋本 大河, 奥田 玲子, 近岡 優, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 Li ₃ .2V _{0.8} Si _{0.204} /Li ₃ V ₂ (P ₀₄) ₃ フルセルの電解質塩検討によるサイクル特性向上
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 橋詰 直輝, 松村 圭祐, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 スプレードライ法を用いた高速充電が可能な負極材料Li ₃ V _{0.8} Si _{0.204} /Cナノ複合体の創製
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田 雄太, 沖田 尚久, 福山 正博, 富田 茉依, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ /LiTi ₂ (P ₀₄) ₃ -coated Li ₃ V ₂ (P ₀₄) ₃ フルセルの長期サイクル安定化
3. 学会等名 第62回電池討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福山 正博, 原田 雄太, 沖田 尚久, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 正極への異種金属固溶によるLi ₄ Ti ₅ O ₁₂ //Li ₃ V ₂ (P ₀₄) ₃ フルセルのサイクル特性向上
3. 学会等名 第62回電池討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 直井 勝彦, 原田 雄太, 松村 圭祐, 近岡 優, 沖田 尚久, 岩間 悦郎, 近藤 竜也, 湊 啓裕, 町田 健治, 石本 修一, 直井 和子, 玉光 賢次
2. 発表標題 太陽光発電の効率化を可能とする高速蓄電デバイス[nano-Li ₃ V ₀₄ //nano-Li ₃ V ₂ (P ₀₄) ₃]の開発
3. 学会等名 第62回電池討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松村 圭祐, 橋詰 直樹, 石村 健介, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 スプレードライ合成したLi ₃ V ₀₄ /C複合体のナノカーボンカプセル構造形成メカニズムの解明
3. 学会等名 第62回電池討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀧澤 樹, 松村 圭祐, 松浦 太郎, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 カチオン配列制御によるバナジン酸リチウム負極の高出力化と充放電反応メカニズム解析
3. 学会等名 第62回電池討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 櫻井 雅人, 近岡 優, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 Li4Ti5O12//ACハイブリッドキャパシタの出力特性向上に向けた4 級アンモニウム塩・イオン液体混合型デュアルカチオン電解液の開発
3. 学会等名 第62回電池討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沖田 尚久, 原田 雄太, 福山 正博, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 Li4Ti5O12//Li3V2(P04)3スーパーレドックスキャパシタのパナジウム溶出抑制による長期充放電サイクル安定化
3. 学会等名 第62回電池討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近岡 優, 櫻井 雅人, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 Li4Ti5O12//ACハイブリッドキャパシタにおける高電圧時のガス発生抑制を目指したデュアルカチオン電解液の適用
3. 学会等名 第62回電池討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩間 悦郎, 青山 達郎, 伊藤 蒼一郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 高出力かつ高エネルギー密度特性を有するハイブリッドキャパシタ用負極材料Y2Ti2O5S2 のサイクル特性向上
3. 学会等名 第62回電池討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥田 玲子, 近岡 優, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 Li3V04//Li3V2(P04)3 フルセルの充放電シミュレーションによる劣化メカニズム解明と添加剤VC による不可逆反応抑制
3. 学会等名 第62回電池討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田 雄太, 沖田 尚久, 福山 正博, 富田 茉依, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 Li3V2(P04)3への異種金属固溶によるバナジウム溶出抑止とLi4Ti5O12//Li3V2(P04)3フルセルの長期サイクル安定化
3. 学会等名 電気化学会第89回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩間 悦郎
2. 発表標題 ナノ結晶界面・結晶内のイオン配列制御による蓄電反応の高速化
3. 学会等名 電気化学会第89回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Naohisa Okita, Yuta Harada, Masahiro Fukuyama, Etsuro Iwama, Wako Naoi, McMahon Thomas Homer Reid, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Prolonged Cycle Life for Ultrafast Li4Ti5O12//Li3V2(P04)3 Superredox Capacitor
3. 学会等名 Joint International Meeting PRiME 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Keisuke Matsumura, Kenta Takagi, Itsuki Takizawa, Etsuro Iwama, Yuki Orikasa, Wako Naoi, Patrick Rozier, Patrice Simon, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Effects of Cation-Disordering in Si ⁴⁺ -Substituted Li ₃ V _{0.4} As a Negative Electrode for Superredox Capacitors
3. 学会等名 Joint International Meeting PRiME 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Etsuro Iwama, Keisuke Matsumura, Kenta Takagi, Itsuki Takizawa, Yuki Orikasa, Wako Naoi, Patrick Rozier, Patrice Simon, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Cation-Disordered Li ₃ V _{0.4} -Based Materials As a Pseudocapacitive Negative Electrode
3. 学会等名 Joint International Meeting PRiME 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Katsuhiko Naoi, Wako Naoi
2. 発表標題 Evolution of Supercapacitors Towards Climate Change-Promoting Effective Solar/Regenerative Energy Utilization
3. 学会等名 Joint International Meeting PRiME 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yu Chikaoka, Etsuro Iwama, Masato Sakurai, Tsukasa Ueda, Wako Naoi, Patrice Simon, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Dual-Cation Electrolyte System Using Quaternary Ammonium Salts and Ionic Liquid for High Power and High Energy Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ //AC Hybrid Capacitor System
3. 学会等名 Joint International Meeting PRiME 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福山正博, 原田雄太, 沖田尚久, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ //LiTi ₂ (P ₀₄) ₃ coated Li ₃ V ₂ (P ₀₄) ₃ スーパーレドックスキャパシタのサイクル特性向上
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀧澤樹, 松村圭祐, 高木健太, 岩間悦郎, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 カチオン配列制御によるLi ₃ V ₀₄ 負極の高出力化と充放電メカニズム解析
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥田玲子, 近岡優, 桑尾将史, 岩間悦郎, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 添加剤Vinylene Carbonateを用いたLi ₃ V ₀₄ //Li ₃ V ₂ (P ₀₄) ₃ フルセルのサイクル特性向上
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 櫻井雅人, 近岡優, 岩間悦郎, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 LTO//ACハイブリットキャパシタ用デュアルカチオン電解液による出力特性向上メカニズム解析
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩間悦郎, 松村圭祐, 高木健太, 瀧澤樹, 直井和子, 折笠有基, 直井勝彦
2. 発表標題 カチオン配列無秩序型バナジン酸リチウム負極材料の合成と電気化学特性評価
3. 学会等名 第61回電池討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高木健太, 松村圭介, 瀧澤樹, 松浦太郎, 岩間悦郎, 折笠有基, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 カチオン配列制御を用いたバナジン酸リチウムイオン拡散性向上アプローチ
3. 学会等名 第61回電池討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松村圭祐, 高木健太, 瀧澤樹, 椎名猛, 橋詰直輝, 岩間悦郎, 直井和子, 折笠有基, 直井勝彦
2. 発表標題 スプレードライを用いたカプセル型カーボンナノ複合体構造を有するバナジン酸リチウム負極の創製
3. 学会等名 第61回電池討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 青山達郎, 岩間悦郎, 宮本淳一, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 リチウムイオン電池用負極材料Y2Ti2O5S2の容量劣化抑制
3. 学会等名 第61回電池討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 桑尾将史, 近岡優, 奥田玲子, 岩間悦郎, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 Li3V04/Li3V2(P04)3フルセルにおける容量減少機構の解明とサイクル特性向上
3. 学会等名 第61回電池討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 沖田尚久, 原田雄太, 福山正博, 岩間悦郎, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 Li4Ti5O12//nano-Li3V2(P04)3フルセルのパナジウム溶出抑制による長期充放電サイクル安定化
3. 学会等名 第61回電池討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原田雄太, 沖田尚久, 福山正博, 岩間悦郎, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 異種金属コートLVPiによるLT0//LVPフルセルのサイクル特性向上とメカニズム解明
3. 学会等名 第61回電池討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原田雄太, 沖田尚久, 福山正博, 岩間悦郎, 直井和子, 直井勝彦
2. 発表標題 異種金属コートLVPiによるLT0//LVPフルセルのサイクル特性向上とメカニズム解明
3. 学会等名 電気化学会第88回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松村圭祐, 高木健太, 瀧澤樹, 松浦太郎, 橋詰直輝, 岩間悦郎, 直井和子, 折笠有基, 直井勝彦
2. 発表標題 スプレードライ法によるカプセル型カーボンナノ複合体構造を有するバナジン酸リチウム負極の合成
3. 学会等名 電気化学会第88回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naohisa Okita, Etsuro Iwama, Satoyuki Tatsumi, Trang Nguyen Hong Vo, Wako Naoi, McMahon Thomas Homer Reid, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Prolonged cycle life for $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}/[\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{multiwalled carbon nanotubes}]$ full cell configuration “superredoxcapacitor”
3. 学会等名 International Symposium on Enhanced Electrochemical Capacitors 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keisuke Matsumura, Kazuhisa Baba, Kenta Takagi, Etsuro Iwama, Wako Naoi, Yuki Orikasa, Patrick Rozier, Patrice Simon, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Mechanochemical synthesis of high capacity and ultrafast anode material; cation-disordered Li_3VO_4
3. 学会等名 International Symposium on Enhanced Electrochemical Capacitors 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yu Chikaoka, Yuta Okuno, Tsukasa Ueda, Etsuro Iwama, Wako Naoi, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Mass transfer parameters of dual cation electrolyte for high power $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}/\text{AC}$ hybrid capacitor system
3. 学会等名 International Symposium on Enhanced Electrochemical Capacitors 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Evolution of supercapacitors for climate change
3. 学会等名 International Symposium on Enhanced Electrochemical Capacitors 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 直井 勝彦
2. 発表標題 スーパーレドックスキャパシタと気象変動-太陽光・再生可能エネルギーの有効活用
3. 学会等名 キャパシタフォーラム-2019年度 年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 直井 勝彦
2. 発表標題 「ナノハイブリッドキャパシタ」を用いた太陽光発電の利用率向上
3. 学会等名 キャパシタ技術委員会 第3回研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Etsuro Iwama, Keisuke Matsumura, Kenta Takagi, Wako Naoi, Yuki Orikasa, Patrick Rozier, Patrice Simon, Katsuhiko Naoi
2. 発表標題 Cation-Disordered Li3V04 : Transformation from Battery to Pseudocapacitive Materials
3. 学会等名 6th International Conference on Advanced Capacitors (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Keisuke Matsumura, Kenta Takagi, Etsuro Iwama, Wako Naoi, Yuki Orikasa, Patrick Rozier, Patrice Simon, Katsuhiko Naoi
2 . 発表標題 Crystallographic approaches to enhance kinetics of Li3V04 as a pseudocapacitive negative electrode
3 . 学会等名 6th International Conference on Advanced Capacitors (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Naohisa Okita, Etsuro Iwama, Satoyuki Tatsumi, Trang Nguyen Hong Vo, Yuta Harada, Wako Naoi, McMahon Thomas, Homer Reid, Katsuhiko Naoi
2 . 発表標題 Ultrafast Li4Ti5O12//Li3V2(P04)3 Full Cell Configuration via Electrochemical Preconditioning
3 . 学会等名 6th International Conference on Advanced Capacitors (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Yu Chikaoka, Yuta Okuno, Tsukasa Ueda, Etsuro Iwama, Wako Naoi, Katsuhiko Naoi
2 . 発表標題 Dual-Cation Electrolytes for Low Gas Generation of Li4Ti5O12//AC Hybrid Capacitor system
3 . 学会等名 6th International Conference on Advanced Capacitors (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Katsuhiko Naoi, Wako Naoi
2 . 発表標題 Evolution of Supercapacitors towards Climate Change -Promoting Effective Solar/Regenerative Energy Utilization-
3 . 学会等名 6th International Conference on Advanced Capacitors (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 桑尾将史、近岡 優、奥田玲子、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 太陽光発電の高効率利用に向けたSuperRedox Capacitorの構築とサイクル特性評価
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 青山達郎、工藤安未、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 ハイブリッドキャパシタ用新規負極材料Y ₂ Ti ₂ O ₅ S ₂ サイクル特性向上とメカニズム検証
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高木健太、松村圭祐、岩間悦郎、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 Si-dopingにより常温安定化した -Li ₃ V ₀ O ₄ のリチウムイオン二次電池負極特性評価
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田雄太、Vo Nguyen Hong Trang、辰巳哲行、沖田尚久、直井和子、直井勝彦
2. 発表標題 Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ /Li ₃ V ₂ (PO ₄) ₃ フルセルの容量劣化メカニズムと容量維持率の向上
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩間 悦郎, 松村 圭祐, 高木 健太, 折笠 有基, Patrick Rozier, Patrice Simon, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 メカノケミカル法を用いたカチオンディスオーダー型バナジウム酸リチウムの合成と負極特性評価
3. 学会等名 第60回電池討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松村 圭祐, 高木 健太, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 高速Li ⁺ 拡散を可能とするSi ⁴⁺ 置換型バナジウム酸リチウムLi _{3+x} V _{1-x} Si _x O ₄ の負極特性評価
3. 学会等名 第60回電池討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 工藤 安未, 青山 達郎, 青柳 真太郎, 岩間 悦郎, 宮本 淳一, 直井 和子, 折笠 有基, 直井 勝彦
2. 発表標題 ハイブリッドキャパシタ用負極材料 Y ₂ Ti ₂ O ₅ S ₂ の容量劣化メカニズムの解析
3. 学会等名 第60回電池討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ボー グエン ホン チャン, 沖田 尚久, 原田 雄太, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ /Li ₃ V ₂ (P ₀₄) ₃ スーパーレドックスキャパシタのサイクル特性向上
3. 学会等名 第60回電池討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近岡 優, 奥野 雄太, 上田 司, 櫻井 雅人, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 LTO//ACハイブリッドキャパシタ用デュアルカチオン電解液における物質輸送パラメータ解析
3. 学会等名 第60回電池討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥野 雄太, 近岡 優, 上田 司, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 デュアルカチオン電解液によるLi4Ti5O12/ACハイブリッドキャパシタの劣化抑制メカニズム解析
3. 学会等名 第60回電池討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近岡 優, 奥野 雄太, 櫻井 雅人, 上田 司, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 ハイブリッドキャパシタ用デュアルカチオン電解液によるH ₂ ガス発生抑制メカニズムの解析
3. 学会等名 電気化学会第87回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 沖田 尚久, Nguyen Hong Vo Trang, 原田 雄太, 岩間 悦郎, 直井 和子, 直井 勝彦
2. 発表標題 Li4Ti5O12//nano-Li3V2(P04)4スーパーレドックスキャパシタの長期充放電サイクル機構の解明
3. 学会等名 電気化学会第87回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松村 圭祐、高木 健太、瀧澤 樹、椎名 猛、岩間 悦郎、直井 和子、直井 勝彦
2. 発表標題 キャパシタ級の高速反応に向けたSi置換型パナジン酸リチウムのLi+拡散性向上アプローチ
3. 学会等名 電気化学会第87回大会
4. 発表年 2020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	近岡 優 (Chikaoka Yu) (00908626)	東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・助教 (12605)	
研究分担者	沖田 尚久 (Okita Naohisa) (70846625)	東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・助教 (12605)	
研究分担者	岩間 悦郎 (Iwama Etsuro) (90726423)	東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授 (12605)	
研究分担者	松村 圭祐 (Matsumura Keisuke) (60962206)	東京農工大学・学内共同利用施設等・特任助教 (12605)	
研究分担者	宮本 淳一 (Miyamoto Junichi) (30450662)	東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・特任助教 (12605)	

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			
フランス	CIRIMAT			