

2. 平成 30 年度 その他活動報告

2-1 第 35 回オープンキャンパス

日時：平成 30 年 8 月 25 日（土） 10:00~16:00

場所：豊橋技術科学大学

オープンキャンパスにおいて、当センターでは下記の通り、未来ビークルシティの体験イベントを実施しました。デモ実験やポスター展示を通して来場者に分かりやすくご紹介しました。小さな子供から高専生そして大人まで楽しんで頂きました。来場者の方々の反応から研究内容に関心を持たれる様子が伺えました。

1. 波動おもしろ実験！	来場者数	120名
2. 遊んで学べる無線通信	来場者数	137名
3. 人と機械の仲立ち技術	来場者数	80名
4. ここ、渡って安全かな？信号見えるかな？	来場者数	163名
5. 時空間データで交通を見てみよう！	来場者数	93名
6. 自動走行車いす	来場者数	105名
7. カーエアコンの最新技術 ～二相流エジェクタって何？～	来場者数	34名



①



②



③



④



⑤



⑥



⑦

2-2 展示会

■豊橋市大学連携調査研究費補助金 研究成果展示会

日時：平成30年4月23日（月）～4月27日（金）

10:00～16:00

場所：豊橋市役所 東館1階 市民ギャラリー



豊橋市大学連携調査研究費補助金の研究成果報告展示会において、当センターは、関連する研究のパネル展示や映像による紹介を通じて、市民の皆様に平成29年度の研究成果をわかりやすくご紹介しました。

○パネル展示・映像

『豊橋未来ビークルシティ 1/10 モデル電化道路電気バスシステム』

電気・電子情報工学系 教授／

未来ビークルシティリサーチセンター長 大平孝

■ものづくり博 2018 in 東三河

日時：平成30年6月15日（金）～6月16日（土） 10:00～17:00

場所：豊橋市総合体育館

豊橋技術科学大学は、6月15日（金）～6月16日（土）に豊橋市総合体育館で開催された「ものづくり博 2018in 東三河（主催：東三河広域経済連合会）」に協賛しました。当センターは大学出展ブースにおいて、大平孝研究室、松尾幸二郎研究室それぞれが進める研究をパネル紹介・デモ展示を通じて紹介しました。

①電気・電子情報工学系 大平研究室

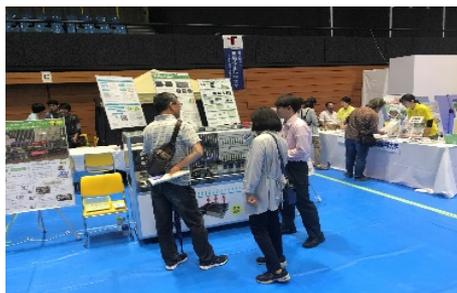
『波動で走る未来ビークル登場』ー電池なしで?! Go to the Future!ー

展示内容：電池の入っていないバッテリーレス電気自動車が道路から波動エネルギーを受けて豊橋の街並みを走行するジオラマ模型を展示。

②建築・都市システム学系 松尾研究室

『光路面標示システムの開発と評価』ー光る路面標示で夜の交通を安全にー

展示内容：蛍光路面標示や路面プロジェクションといった光路面標示システムを展示。



①



②

■ CEATEC JAPAN 2018

日時：2018年10月16日（火）～19日（金）午前10時～午後5時
場所：幕張メッセ

大平 孝センター長の研究室が、CEATEC JAPAN 2018 ワイヤレス電力伝送実用化コンソーシアムブースにおいて、株式会社デンソー、大成建設株式会社、株式会社UL Japan と合同で、待機中にワイヤレスで給電ができるドローンを展示しました。バッテリーを取り外したドローンの4つのローターがワイヤレス給電で勢いよく回転する様子を来場者にご覧頂きました。このドローンには、小型乗用EVや工場内搬送用AGVの走行中給電用に技術開発した「電界結合方式」が採用されています。この展示に延べ616人の来場がありました。



■ 2018 Microwave Workshops & Exhibition (MWE 2018)

日時：2018年11月28日(水)～30日(金) 10:00-17:30(30日は17:00まで)
場所：パシフィコ横浜

大平 孝センター長の研究室が、MWE 2018 特別展示ブースにおいて、待機中にワイヤレスで給電ができるドローンと電化された周回コースを走るミニ四駆の動態展示を実施いたしました。バッテリーを取り外したドローンの4つのローターがワイヤレス給電で勢いよく回転する様子や、電池を搭載していないミニ四駆が電化給電コースをハイスピードで走る様子を来場者にご覧頂きました。このドローンには、小型乗用EVや工場内搬送用AGVの走行中給電用に技術開発した「電界結合方式」が採用されています。いろいろな場面での応用が期待できる可能性を秘めた「電界結合方式」。この技術について多数質問をお寄せいただき、本研究への関心の高さが伺えました。



2-3 教員の受賞

受賞日	受賞者	内容
平成 30 年 11 月 12 日	特定教授 中川勝文	部門一般表彰（貢献表彰），日本機械学会動力エネルギーシステム部門，『エジェクタサイクルの開発・実用化における社会的貢献』，
平成 30 年 6 月 1 日	センター長 大平 孝	「電波の日・情報通信月間」記念式典における局長表彰，東海総合通信局

2-4 各種報道

■新聞・WEB 掲載

掲載日	報道機関 <新聞社名>		内容	担当教員
平成 30 年 4 月 4 日	朝日新聞 (夕)	1 面	高速事故防げ 目立つ道路 光る白線・文字表示 研究も	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 4 月 13 日	中日新聞	19 面	ビッグデータで事故防止	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 4 月 13 日	中部経済新聞	5 面	交通安全対策で協定結ぶ	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 4 月 13 日	東愛知新聞	1 面	交通安全にビッグデータ活用	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 4 月 13 日	東日新聞	11 面	ビッグデータで交通事故防止	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 4 月 18 日	毎日新聞	27 面	交通事故防止にビッグデータ活用	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 4 月 26 日	朝日新聞	25 面	ビッグデータで事故防止	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 4 月 29 日	東日新聞	11 面	政策立案にビッグデータ活用	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 5 月 18 日	東日新聞	1 面	リチウム電池の容量 2 倍に	助教 東城友都
平成 30 年 5 月 19 日	中日新聞	17 面	リチウム電池 蓄電 2 倍に	助教 東城友都
平成 30 年 5 月 19 日	朝日新聞	29 面	「極小の筒」で高容量電池，2018. 5. 19.	助教 東城友都
平成 30 年 5 月 24 日	中日新聞	11 面	道路の安全高めよ	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 5 月 25 日	日刊建設工業 新聞	7 面	中部経産局ら 6 月 4 日に名古屋市で技術シーズ発表会 再生可能エネ有効利用テーマ	特定教授 中川勝文

掲載日	報道機関 <新聞社名>		内容	担当
平成 30 年 6 月 7 日	日刊工業新聞	25 面	リチウム電池の大容量化技術開発	助教 東城友都
平成 30 年 6 月 13 日	日刊工業新聞	11 面	高度 FA システム外販 デンソー車部品ノウハウ活用	センター長 大平 孝
平成 30 年 8 月 27 日	日経新聞 (夕)	11 面	道路標示の線実はほっそり	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 9 月 19 日	中部経済新聞	5 面	全固体電池の電極作製に成功	准教授 稲田亮史
平成 30 年 9 月 23 日	東日新聞	2 面	液漏れや破裂・発火の危険なし 安全かつ高容量に	准教授 稲田亮史
平成 30 年 10 月 12 日	静岡新聞	28 面	夜間の交通事故 最新技術で防げ	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 10 月 12 日	中日新聞	—	歩行者感知 光って注意喚起	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 10 月 29 日	大阪読売新聞	33 面	危険な道 割り出し対策 ビッグデータ 交通事故「予防」	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 12 月 18 日	静岡新聞	21 面	藤枝市 夜間事故防止へ実験	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 12 月 18 日	中日新聞	—	横断歩道 光って注意喚起	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 12 月 18 日	朝日新聞	25 面	横断に注意 光る歩道 藤枝で実証実験始まる	助教 松尾幸二郎
平成 30 年 1 月 7 日	東京読売新聞	29 面	夜間横断の安全促す 藤枝市で実証実験 静岡	助教 松尾幸二郎
平成 31 年 2 月 2 日	中日新聞	16 面	ビッグデータ活用 交通事故防ぐには	助教 松尾幸二郎
平成 31 年 2 月 2 日	東愛知新聞	9 面	潜在的な危険個所把握 予防型の対策が可能 に	助教 松尾幸二郎
平成 31 年 2 月 3 日	東日新聞	3 面	「無線電力伝送」テーマ 豊橋技科大で 15 日 にシンポ 革新的技術の実現に期待	准教授 田村昌也
平成 31 年 2 月 4 日	日刊工業新聞	17 面	ワイヤレス電力伝送シンポ 豊橋技術科学大 学 未来ビークルシティリサーチセンター	准教授 田村昌也
平成 31 年 3 月 1 日	日刊工業新聞	21 面	無線電力伝送 淡水中で実現 豊橋技科大	准教授 田村昌也

2-5 ラジオによる研究紹介

■FM ラジオ広報「天伯之城 ギカダイ」

放送日	内容	
平成 30 年 7 月 28 日	ミニ四駆を無線電力伝送で動かそう！	電気・電子情報工学系助教 坂井尚貴

2-6 社会実験

担当教員	内容	詳細
松尾幸二郎	豊橋市, ジャパン・トゥエンティワン(株)と 3 者協定を結び共同社会実験を実施	交通事業者車両に取り付けられているモバイルアイ機器から得られる各種衝突警報を用いて, 潜在的事故危険地点を抽出し, 予防的観点における交通安全対策の実施を行うための社会実験を実施している (H30.4.26~H32.3 月末まで)
松尾幸二郎	藤枝市, (株)キクテックと共同社会実験を実施	知の拠点あいち重点研究プロジェクト(第Ⅱ期)の一環として, 藤枝市蓮華寺池公園入口と駐車場との間にある横断歩道において, 横断者感知センサーと蛍光路面標示・路面プロジェクションを連動させ, 横断歩道利用者の挙動や注意意識などへの効果を検証するための社会実験を実施した (H30.12.10~H30.3 月末まで)
杉木 直	新道路会議プロジェクトの一環として通学・通院交通を対象とした高速バス運行実験とワークショップを実施	新道路会議「自動運転と道の駅を活用した生産空間を支える新たな道路交通施策に関する研究開発」プロジェクトの一環として, 国土交通省北海道開発局帯広開発建設部・大樹町・中札内村の協力の下, 南十勝エリアを対象に, 広域的な公共交通サービスへのニーズを把握するため, また, 各世代のターゲットに焦点を当てて意見を吸い上げるため, 高規格幹線道路を活用した都市間高速バスを用いた通学バスの試行, 将来の定住意識等を通学, 教育面から意見聴取する中高生ワークショップ, 南十勝の交通の現状に関する座学と交通を考える高齢者ワークショップを実施した (H30.12.6~H30.12.8)



魔法の筒
カーボンナノチューブの内部孔利用で
リチウムイオン電池の性能向上を狙う

<概要>

本学、電気・電子情報工学系 東城友都助教らの研究グループは、円筒状炭素材料であるカーボンナノチューブ(CNT)の中空孔に、高容量リチウムイオン電池(LIB)電極材料である赤リンを詰め込み、充放電試験を行いました。CNT の側壁に、10 億分の 1メートル(ナノメートル)の小さな孔を開けることで、リチウムイオンの出入りが容易となり、CNT 内部の赤リンの反応性が向上することが判明し、50 回の充放電試験を繰り返し行なっても、可逆な充放電反応を示し、赤リンは CNT 内部に比較的安定に存在することが明らかとなりました。電池容量は、現行の LIB 電極材料のグラファイトに比べ 2 倍以上となり、本研究によって、高容量 LIB 電極材料の開発が期待されます。

<詳細>

現行の LIB 電極材料グラファイトに替わる次世代の材料として、赤リンが注目されています。特徴として現行材料に比べて約 7 倍の充放電容量が期待されており、高容量 LIB 電極材料として研究が進められています。

しかし、赤リンの問題点としては、リチウムイオンの吸蔵・放出による体積変化が大きく、繰り返し充放電反応を生じると赤リン粒子の亀裂・剥離・脱落が起こります。

その結果、充放電反応に寄与する赤リン粒子の量が減少してしまい、電池容量の急激な低下が生じます。また充放電反応時に電極では電子のやり取りも生じますが、赤リンが電気を流しにくい性質(絶縁体)であるため、エネルギーロスが大きいことが課題となります。

この度、東城友都助教らの研究グループは、カーボンナノチューブ(CNT)の中空孔に赤リンを詰め込んだ構造を持つ材料を合成しました。電気を流しやすい CNT は、赤リン粒子の電氣的弱点を補う働きも担います。電池として充放電させる際に、リチウムイオンの移動を円滑にし、また CNT の中空孔に赤リンが安定に存在することも確認できました。

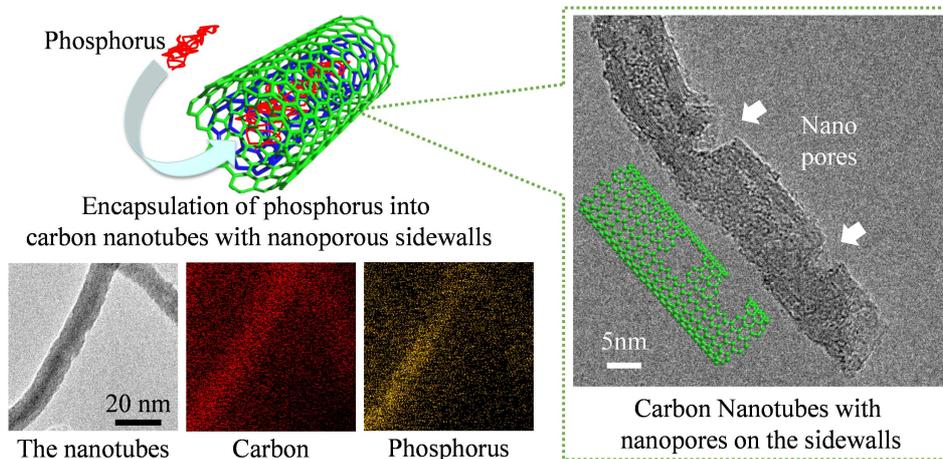


図 1 : (左) 赤リン導入後の元素分析画像 (右) 側壁にナノメートル孔を有する CNT

この材料を LIB 電極に適用することで、50 回の充放電試験においても、約 850 mAh/g の可逆容量が得られ（現行材料の約 2 倍）、また、10 回の充放電試験以降、充放電効率（クーロン効率）は 99% 以上の高い値を示し、充放電反応の可逆性が高いことがわかりました。

しかし、充放電を繰り返し行くと、充放電容量が徐々に低下していきました。この原因として、赤リン粒子が劣化していることや、副反応に電荷が消費されていることが考えられます。ただし、側壁に孔を開けていない CNT に赤リンを埋め込んだ電極よりも、赤リンの電気化学反応性が向上し、格段に充放電性能が向上していることが判明しました。

また、充放電後にも赤リン粒子が CNT の中空孔に存在している様子が観察され、赤リンの構造安定化を達成できました。

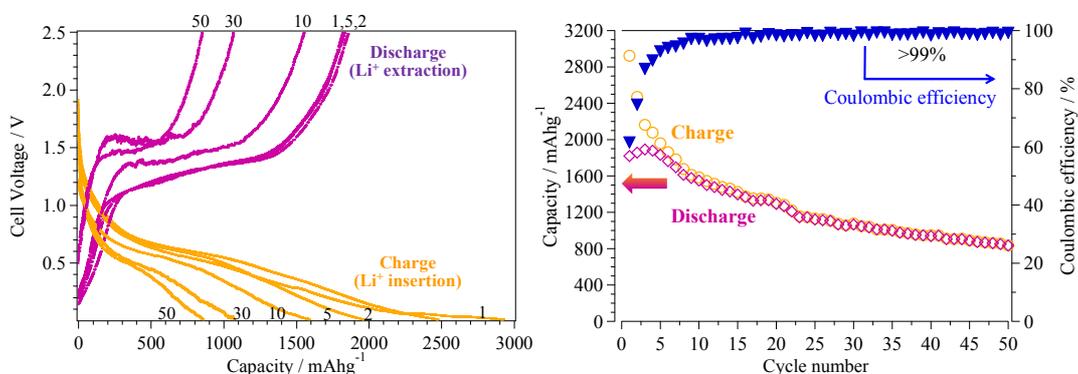


図 2 : (左) 赤リンを中空孔に埋め込んだ CNT の充放電曲線 (右) 充電・放電容量および充放電効率(クーロン効率)

本研究では高容量 LIB 電極材料として、CNT の中空孔に赤リンを埋め込んだ構造を提案しましたが、実用時において充放電反応を長期間繰り返す場合には、更なる電極構造の改質が必要です。今後も、このような高容量 LIB 電極材料の研究を引き続き進めていく予定です。

詳細について、記者会見にて、電気・電子情報工学系 東城友都助教より発表します。

ファンディングエージェンシー：本研究は公益財団法人 村田学術振興財団、公益財団法人 立松財団、公益財団法人 中部科学技術センターの支援を受けて遂行されました。

論文情報：Tomohiro Tojo, Shinpei Yamaguchi, Yuki Furukawa, Kengo Aoyanagi, Kotaro Umezaki, Ryoji Inada, and Yoji Sakurai, Electrochemical Performance of Lithium Ion Battery Anode Using Phosphorus Encapsulated into Nanoporous Carbon Nanotubes. Journal of The Electrochemical Society, 165(7), A1231-1237 (2018).

Digital Object Identifier (DOI): 10.1149/2.0351807jes

研究者情報： <https://researchmap.jp/tj1010/?lang=japanese>

本件に関する連絡先

担当：電気・電子情報工学系 助教 東城友都 TEL:0532-44-6728
 広報担当：総務課広報係 河合・高柳・梅藤 TEL:0532-44-6506



室温で作る酸化物全固体リチウム電池用正極 ～液漏れ・発火・破裂フリーで2倍長持ちする蓄電池の実現を目指す～

<概要>

豊橋技術科学大学電気・電子情報工学系の研究チームは、エアロゾル・デポジション (AD) 法を用いてガーネット型酸化物固体電解質上にバナジウム酸リチウム正極を常温で作製することに成功しました。金属リチウムを負極として試作した全固体リチウム電池を 100°C で動作した結果、300mAh/g の高い充放電容量と良好なサイクル特性を確認することができました。本成果は、高い安全性と化学的安定性を備えた酸化物全固体リチウム電池の実現に役立つものです。

<詳細>

リチウムイオン電池はスマートフォンやタブレット、ノートパソコン等の小型電子機器用電源として世界中で使われており、プラグイン・ハイブリット車や電気自動車用車載電源や太陽光発電や風力発電等で得られる電力を貯蔵する蓄電システム等への応用も進んでいます。電池の大型化に際し、その安全性の確保は非常に重要となりますが、現行のリチウムイオン電池には燃えやすい電解液が使われており、電池内で異常が発生した際に破裂や発火を引き起こす原因となります。

燃えやすい電解液の代わりに燃えない固体電解質 (固体のリチウムイオン伝導体) を用いた全固体リチウムイオン電池は、高いエネルギー密度と高安全性・信頼性を同時に達成できる次世代型蓄電池として期待されています。固体電解質材料には、高いイオン伝導率の他、成型性や化学的安定性といった多くの要件が求められます。酸化物固体電解質は硫化物固体電解質と比較してイオン伝導率や成形性は劣りますが、化学的安定性や取扱いの簡単さといった利点があります。

ガーネット型結晶構造を持つリチウム含有酸化物は、優れたイオン伝導特性と電気化学的安定性を示すため、全固体電池用固体電解質の一つとして有望視されています。本材料の高密度化には一般に1000～1200°Cでの焼結が必要ですが、電極材料と接合した際の副反応を防ぐにはこの温度は高過ぎます。これが一因で、電極と固体電解質間の接合に有効な共焼結プロセスが使える電極材料は非常に限られています。

そこで研究グループは、常温セラミックス成膜プロセスであるエアロゾル・デポジション (AD) 法に着目しました。AD法はセラミックス粒子の常温下での衝撃固化現象を利用した成膜技術です。原料となる粒子の形状やサイズをうまく制御すれば、高密度な厚膜を熱アシストなしで様々な基板の上に簡単に作ることができます。この特徴により、様々な電極材料と固体電解質材料の一体化が可能になるので、酸化物全固体電池を作製する上で魅力的なプロセスです。

一方、LVOは大きな充放電容量を示すリチウム二次電池用正極材料として古くから研究されてきましたが、全固体電池用正極としての検討はこれまで皆無でした。また、現在リチウムイオン電池で使われている正極材料とは異なり充電状態で作製されるため、グラファイト負極と組み合わせるリチウムイオン電池での利用は困難ですが、ガーネット型固体電解質を用いた全固体電池では金属リチウムを負極に使える可能性があり、LVOは魅力的な全固体電池用正極材料の候補となり得ると考えられます。

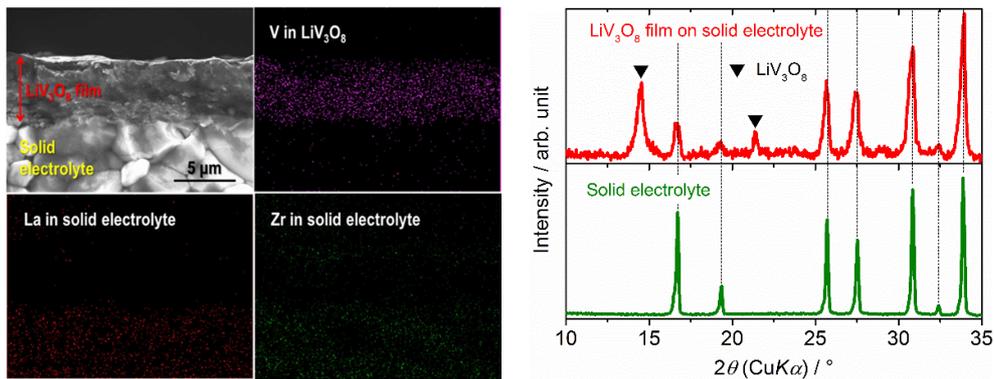


図1 酸化物固体電解質上に固化したバナジウム酸リチウム電極の電子顕微鏡写真（左）およびエックス線回折パターン（右）

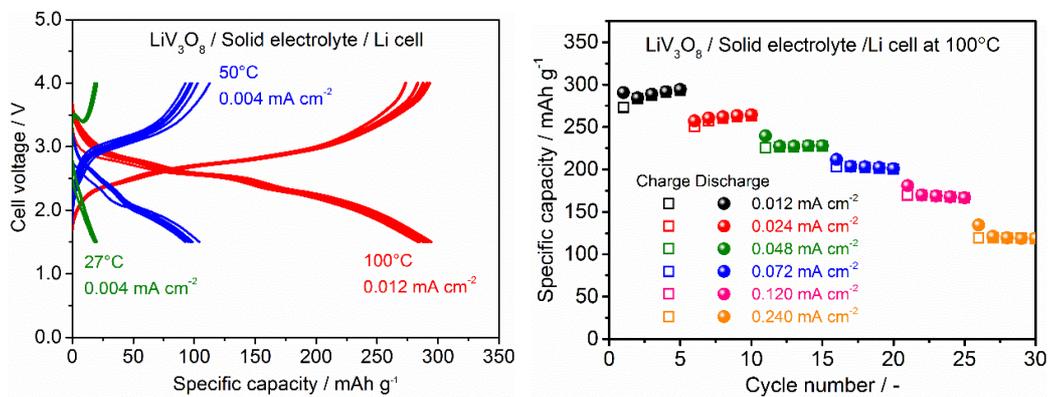


図2 試作した全固体セルの充放電特性：（左）温度依存性（右）サイクル特性

以上を踏まえ、研究グループはAD法に適したLVO粉末の粒子サイズを詳細に検討し、ガーネット型固体電解質上にLVO膜（厚さ5–6 μm 、相対密度約85%）を常温で固化することに成功しました（図1）。金属リチウム負極を固体電解質の片端面に圧接して全固体リチウム電池を試作し、27°C、50°Cおよび100°Cにおける充放電試験を行いました。その結果、50°Cでは過電圧が大きいものの、約100 mAh/gの容量を示しました。測定温度を100°Cに上げると、過電圧の低下と容量の増加が見られ、300 mAh/g程度（現行リチウムイオン電池用正極

の約1.5～2倍)の大きな容量が得られました。更に、電流密度を広範囲で変えた条件においても、良好な充放電サイクル安定性を確認しました(図2)。以上の結果は、AD法で作製したLVO膜と固体電解質間、および膜内のLVO粒子間の結着力が強いためと考えられます。

<今後の展望>

本研究の成果は、バナジウム酸リチウムが安全性・信頼性に優れた酸化物全固体リチウム電池用の高容量正極として適用できる可能性を示すものですが、その一方で、電池性能の向上に向けては更なる研究が必要不可欠です。同研究グループでは、動作温度低減をはじめとする酸化物全固体電池の高性能化に向けた検討を現在進めており、将来的には安全性・信頼性に優れた定置用蓄電池や車載用蓄電池への応用につなげたいと考えています。

<ファンディングエージェンシー>

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業(課題番号 16K06218 および 16KK0127)の支援の下で実施されたものです。

<論文情報>

Ryoji Inada, Kohei Okuno, Shunsuke Kito, Tomohiro Tojo, Yoji Sakurai, Properties of Lithium Trivanadate Film Electrode Formed on Garnet-type Oxide Solid Electrolyte by Aerosol Deposition, *Materials* 11(9), 1570, 2018.

Digital Object Identifier (DOI): 10.3389/ma11091570.

研究者情報: <https://researchmap.jp/read0061241>

本研究開発の詳細について、9月18日(火)11:00より開催予定の本学第5回定例記者会見にて、稲田准教授より発表します。

本件に関する連絡先

担 当 : 電気・電子情報工学系准教授 稲田 亮史 TEL:0532-44-6723

広報担当 : 総務課広報係 菅谷・高柳・梅藤 TEL:0532-44-6506



電解液の構造が電池の性能を支配する

カルシウムイオン電池の実現に向けて

<概要>

豊橋技術科学大学電気・電子情報工学系の研究チームは、カルシウムイオン電池の正極材料の一つである酸化バナジウムの性能が、電解液に水を添加することで向上することを報告しました。電解液に含まれる水は、様々な悪影響を及ぼすことが知られていますが、従来非常に低速だったカルシウムイオン電池の反応が高速化される現象が見出されました。今回の研究結果から、この現象は、電解液の構造の変化によって引き起こされていることが明らかとなりました。今後、カルシウムイオン電池実現のための電解液開発に向けて、重要な指標を与えると考えられます。

<詳細>

二次電池は、再生可能エネルギーの利用普及や、電気自動車の普及を支える重要な技術として、更なる性能の向上が必要です。性能の良い二次電池として、リチウムイオン電池が既に広く普及しています。その一方で、近年発火事故の報告は絶えず、二次電池の安全性は社会問題化しています。また、これからの社会では電池の需要は電気自動車の普及と共に爆発的に増加すると予想され、これによって生じるリチウムの需要増加は、資源枯渇リスクや価格高騰の観点で考慮すべき問題です。

カルシウムイオン電池は、リチウムを用いない次世代二次電池の一つです。カルシウムは次世代二次電池の中でも特に、リチウムイオン電池に匹敵する電池電圧を実現可能であり、リチウムイオン電池と比較して安全性が高く、資源量も豊富で、低コストであることから注目を集めています。しかしながら、カルシウムイオン電池は未だ多くの問題を抱えています。その一つが、リチウムイオンと比較してカルシウムイオンの動きが非常に低速なことです。

研究では、電解液に水を添加することで、この遅い動きを改善することを報告しました。実験結果の図から、放電・充電時に発生する過電圧が、水添加によって大きく減少し、反応がスムーズに進行していることが分かります。様々な検討の結果、この現象が電解液の構造が、水の添加によって大きく変化していることが原因となって引き起こされていることが明らかとなりました。「電解液は、プラスイオン（カルシウムイオン）、マイナスイオン、溶媒分子で構成されており、水を添加した際には、カルシウムイオンの周りの状態が大きく変化します。具体的には、カルシウムイオン電池の性能を向上させるには、電解液の中でカルシウムイオンにマイナスイオンが付いておらず、さらには剥がれやすい溶媒分子が付いていることが好ましいです。カルシウムイオン電池を実現するためには、水を含まずにこれらの特徴を有する電解液を発見することが必要ですが、これらの現象を発見できたことはこれからの電解液開発にも必ず役立つはずで」と筆頭著者である博士後期

課程の村田芳明は説明します。

<開発秘話>

今回の成果は、新しい電解液の検討中に副次的に得られた成果です。電解液の開発の際には、電解液を十分に脱水する必要があります。脱水方法が難しく、脱水が不十分な状態の電解液を試験した際に、電池の特性が向上したのがこの研究の始まりです。水を添加した際に電池の性能が向上するという現象は、マグネシウムイオン電池などでは報告されていましたが、未だその機構が正確には解明されていません。カルシウムイオン電池でも同様の現象が起こった、という驚きと共に、この現象が発生する機構を解明すれば、これからの電解液開発に役立つと考えました。

<今後の展望>

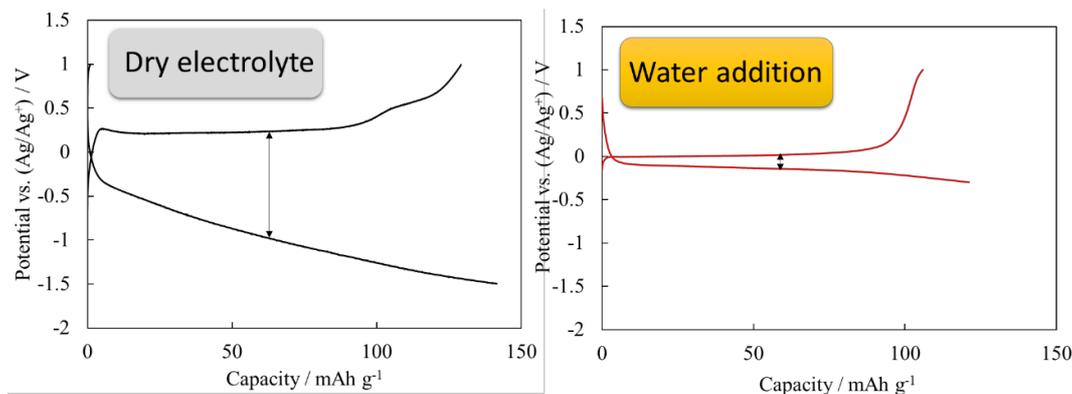
研究チームは、今回発見できたカルシウムイオン電池の性能を向上させる電解液構造をもとに新たな電解液を開発・評価したいと考えています。また、我々の研究だけではなく、ここ数年でカルシウムイオン電池の研究例は急速に増加しつつあります。最終的には、リチウムイオン電池に匹敵、あるいはリチウムイオン電池を上回る性能を持ったカルシウムイオン電池の開発を行っていきたいと考えています。

<論文情報>

Yoshiaki Murata, Shoki Takada, Tomohiro Obata, Tomohiro Tojo, Ryoji Inada, Yoji Sakurai (2019). “Effect of water in electrolyte on the Ca^{2+} insertion/extraction properties of V_2O_5 ”, *Electrochimica Acta*, 10.1016/j.electacta.2018.10.103.

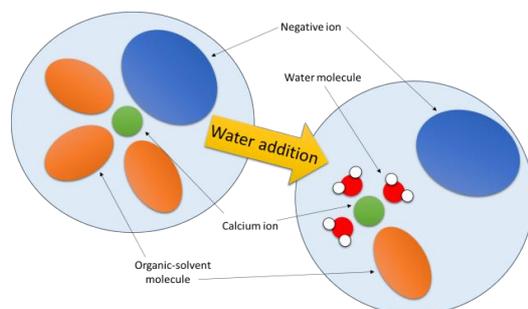
タイトル：水添加による充放電特性の変化

キャプション：水を添加することで、充電・放電間の電圧差（過電圧）が大きく減少していることがわかります。



タイトル：水添加による電解液構造の変化

キャプション：水を添加することで、カルシウムイオンの周りの有機溶媒が減り、水が増えます。さらに、水によってカルシウムイオンからマイナスイオンが切り離されることも重要な構造変化です。



<外部資金情報>

This work was partly supported by JSPS KAKENHI Grant Numbers JP24360109, JP18H01427 from the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS).

広報担当・連絡先：総務課広報係 前田・高柳・梅藤 TEL:0532-44-6506



電界結合で水中無線電力伝送を実現 ～水中心検ロボットで構造物の劣化をいち早くキャッチ～

<概要>

豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 田村昌也准教授らの研究チームが、電界結合を用いて淡水中での無線電力伝送に成功しました。無線電力伝送の世界では、淡水は非常に損失の大きな誘電体としてふるまうため、電界結合による水中での無線電力伝送は困難だとされてきました。今回、淡水の高周波特性を実験により明らかにし、電界でも高効率に伝送可能な周波数帯と高効率化を実現する電極構造を発見しました。

<詳細>

無線電力伝送はモバイル端末から自動車まで幅広い分野で注目を浴びています。これまでは陸上環境での研究が主でしたが、次のターゲットとして水中環境が期待されています。例えば、配管や冷却塔、ダムの堤体壁面など構造ヘルスマニタリングシステムにおいては、自由に移動でき、災害時でも調査が可能な水中心検ロボットの開発が急務となっています。このロボットはバッテリー駆動のため、充電のために何度も引き上げ、再び潜航させるという作業を繰り返す必要があります。このような作業による運用効率の低下を改善するには、給電ステーションを介した水中での無線電力情報伝送（図1）の技術開発がキーとなります。

そこで、田村昌也准教授らの研究チームは淡水中でも高効率に無線で給電できる電界結合器を開発しました。

無線電力伝送における電力伝送効率は伝送用結合器のもつ結合係数 k と周辺環境の影響も含めた結合器の損失を表す Q 値の積である kQ 積に依存します。 kQ 積が高いほど伝送効率も向上します。水中では結合器よりも結合器を取り巻く水の影響が支配的であることから本研究では淡水の高周波特性に注目し、自作の測定セルを用いて測定を行い、周波数と淡水の Q 値の関係を明らかにしました。その結果を用いて電磁界解析から淡水中で kQ 積が最大値を示す電力伝送周波数と結合器構造を明らかにしました。これにより送電距離 2cm で 90%以上、5cm で 80%以上の電力伝送効率を実現しました。実際に淡水を介した無線電力伝送でセンサモジュールを駆動し、赤外線によるデータ通信にも成功しました。また、400W の電力を送電距離 2cm で送電しても電力伝送効率 90%以上を維持できています。給電ステーションに着底することを考えると、実用に耐えうる効率と考えられます。

<今後の展望>

研究チームは、本研究成果により発電所の配管や冷却塔、ダム の堤体壁などの水 中点検ロボットに対し、点検区域内での通信・充電が可能となり、使用者の安全性やロボットの運用効率の飛躍的向上に貢献できると考えています。開発した結合器は非常にシンプルかつ、軽量であるため、水中点検ロボットの総重量に与える影響を最小限に抑え、浮力システムの大掛かりな再設計も不要になることが期待されます。また、電界結合による淡水中での情報通信や海水中での無線電力伝送効率も高効率化が見えてきており、最終的には、淡水・海水のどちらでも無線電力情報伝送を実現したいと考えています。

<論文情報>

Masaya Tamura, Yasumasa Naka, Kousuke Murai, Takuma Nakata, “Design of a Capacitive Wireless Power Transfer System for Operation in Fresh Water,” IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, vol. 66, no. 12, pp.5873-5884, Dec. 2018.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8516348>

Yasumasa Naka, Kyohei Yamamoto, Takuma Nakata, Masaya Tamura, “Improvement in Efficiency of Underwater Wireless Power Transfer with Electric Coupling,” IEICE Trans. Electron, vol. E100-C, no. 10, pp.850-857, Oct. 2017.

http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e100-c_10_850.

<外部資金情報>

公益財団法人 中部電気利用基礎研究振興財団

日本学術振興会 科学研究費助成事業 基盤研究 (C)

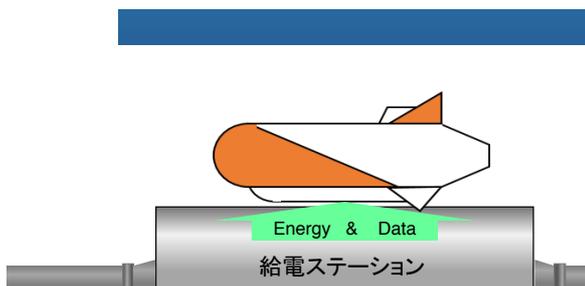


図1 水中での無線電力伝送の想定図

水中点検ロボットが給電ステーションに着底し、バッテリーの給電と収集したデータなどの情報通信を行う。

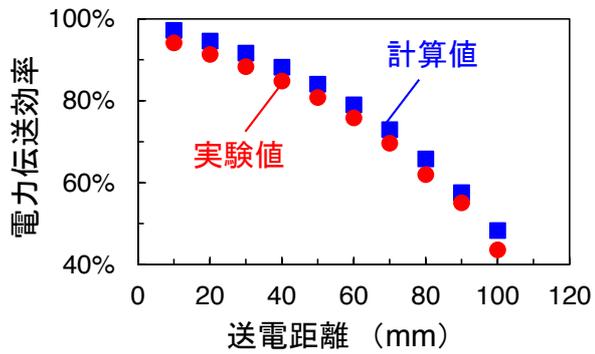


図2 水中における送電距離と電力伝送効率の関係

計算値と実験値はよく一致しており、距離 2cm でも 90%以上、5cm でも 80%以上の伝送効率を実現している。

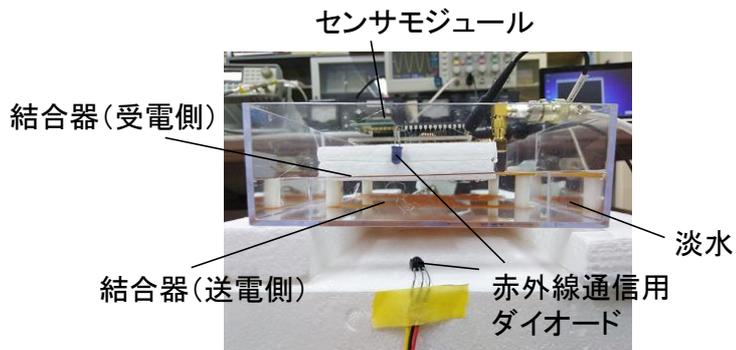


図3 水中ワイヤレス電力情報伝送実験

淡水を介した無線電力伝送でセンサモジュールを駆動し、赤外線によるデータ通信を行っている実験の様子。

本件に関する連絡先

広報担当：総務課広報係 前田・高柳 TEL:0532-44-6506