



2024

3
MARCH

文部科学省認定 全固体電池学術共同研究拠点 NEWS LETTER No.1

脱炭素社会の実現に向けて、再生可能エネルギーを効率よく利用するための大型蓄電池の需要が高まっています。2019年のノーベル化学賞の受賞対象となったリチウムイオン電池は日本で実用化され、軽量でエネルギー密度が大きいという利点を生かして、ビデオカメラや携帯電話、ノートパソコンなどの小型携帯機器用の電源として広く普及しました。また電気自動車の駆動電源や家庭用定置電源などの大型蓄電池としても利用されてきており、その用途は益々拡大しています。リチウムイオン電池には有機電解液が用いられていますが、これを無機固体電解質に置き換えた電池が全固体電池です。固体電解質は難燃性で流動性がないため、安全性が高く、広い温度域で作動可能な長寿命の電池の実現が期待できます。

このような特長をもつ全固体電池の実用化にむけた研究開発が、現在、世界中で活発に行われています。この電池を実現するためには、新物質の開発とその物性および構造の高度解析、固体-固体界面形成プロセスの構築や全固体電池のメカニズム解明など、基礎から応用までの広範囲にわたる研究を効率よく進めていく必要があります。

大阪公立大学には全固体電池の研究に携わる研究者が多

数存在し、世界的に見ても研究を牽引している立場にあります。これまで、本学の研究者は複数の研究科にまたがって、それぞれの専門分野で研究を進めていましたが、研究者個々の強みを生かしながら相互に連携を図ることによって発展的に研究を進展できると考え、2020年8月に全固体電池研究所を設立しました。

2023年4月には、本研究所が全国初の全固体電池に関する学術研究を中心においた共同利用・共同研究拠点(全固体電池学術共同研究拠点)として、文部科学省から認定を受けました。この学術研究基盤に加えて、別途、研究所メンバーが発起人となり全固体電池実用化研究会を立ち上げ、会員企業との人材交流を通して産学連携研究の基盤構築にも取り組んでいます。

全固体電池研究所では「全固体電池の社会実装に向けた企業連携による研究の推進と高度研究人材の育成に貢献する」という理念を掲げ、全固体電池のイノベーション拠点をめざして活動していきます。



全固体電池研究所 所長
工学研究科 応用化学分野 教授

林 晃敏



コイン型全固体電池

研究紹介

工学研究科 化学工学分野 准教授 仲村 英也



粉体とは固体の小さい粒が多数集まったもので、私たちの身の回りでは食品や医薬品、化粧品など数多くの製品に利用されています。粉体は固体に分類されますが、扱いによっては気体や液体のように振る舞うことがありますので、粉体を使った製品の生産は簡単ではありません。とくに最近では、取り扱う粉体の大きさがますます小さくなり扱いが難しくなっています。さらに、これまでにはなかった高機能・高性能な製品に対するニーズの高まりから、異なる種類の粉体を組み合わせて新しい粉体を創成する必要がありますので、その製造法、つまり、粉体プロセスの開発・解析・評価が極めて重要となっています。

「全固体電池」の文脈においても、粉体プロセスの重要性は益々高まっています。全固体電池は社会実装一步手前のフェーズにありますが、社会実装を実現するためのボトルネックの一つは製造プロセス開発にあります。それはすなわち、全固体電池の原料となる粉体をど

う扱うか?という命題に帰着します。

私たちの研究グループでは、この課題を解決すべく、全固体電池

に関連する粉体プロセスについて基礎的な検討から応用・実用化に至るまで、様々な角度・観点から研究を行っています。全固体電池に関する研究では、固体電解質の液相合成プロセス開発 [Powder Technol., 387 (2021) 415.]、乾式粉体技術を用いた活物質と硫化物固体電解質の複合化技術の開発 [J. Power Sources, 555 (2023) 232379.]、電極層作製で重要となる粉体圧縮成形の研究 [Adv. Powder Technol., 34 (2023) 104245.] などを行っています。研究のアプローチとして、実験だけでなく、粉体シミュレーションを駆使した理論的なアプローチも行っています。

大阪公立大学 大学院工学研究科 化学工学分野 装置工学グループ



綿野 哲
(教授, 工学部長・工学研究科長)



仲村 英也
(准教授)



大崎 修司
(准教授)



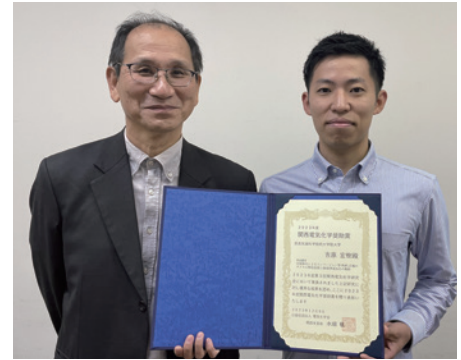
研究室H.P.

応用分野: 医薬品・化粧品・農業・食品・電池・トナー・セラミックス・鉱石など

共同利用研究の紹介

全固体化によるコンバージョン型 FeF_3 正極の サイクル特性改善と充放電反応の解析

大阪産業技術研究所 研究フェロー 高橋雅也
奈良先端科学技術大学院大学 博士前期課程2年 吉原宏樹
拠点対応者 林直顕
森茂生



関西電化で受賞

企業支援を目的とした大阪産業技術研究所は、奈良先端科学技術大学院大学博士前・後期課程の学生さんを受け入れ、教育・人材育成の一環として全固体電池の研究を進めています。

修士論文テーマで扱う FeF_3 正極は、高い理論容量 712 mAhg^{-1} を示し、かつ豊富に存在する鉄を主成分とすることから次世代電池用正極として期待されています。ところが、従来の液系リチウムイオン電池では有機電解液中に Fe イオンが溶解し、充放電を繰り返すことで容量が著しく減少する課題がありました。我々は、全固体化することで鉄イオンの溶解を抑制し、サイクル特性を改善できると考え、硫化物系とハライド系の固体電解質を用いて全固体化を検討しました。

硫化物系固体電解質を用いた場合、界面抵抗の増大とサイクル初期の急激な容量低下が認められ、ハライド系固体電解質の場合は容量が漸減するという異なる挙動を

示すものの、どちらもサイクル特性を大幅に改善できました（50サイクル後約 400 mAhg^{-1} ）。さらなる高容量化のためには Fe の状態分析が必要ですが、所内の基本的な設備では満足な解析ができていませんでした。そこで、全固体電池学術共同研究拠点が保有するメスバウア分光装置を用いた共同利用研究をさせていただきました。

硫化物系固体電解質を用いた場合、充放電開始前に既に Fe^{2+} が非常に多く観測され、インピーダンスの増大により急激に容量は低下しますが Fe^{2+} -S結合が生成し、充放電時に活物質として働いたと推測できました。これに対しハライド系固体電解質を用いた場合、固体電解質と反応しないためサイクル初期の急激な容量劣化がなかったと考えられます。今後、ハライド系のサイクル特性で容量が漸減する原因を解明し、高容量を維持する手法の開発につなげたいと思います。

メスバウア分光測定装置

外部から特定の γ 線を照射すると、試料に含まれる ^{57}Fe 原子核の励起により一部が共鳴吸収される。その際、鉄の原子状態が反映されたスペクトルが出現し、鉄の価数や配位状態、磁性などの情報が得られる優れた測定手法である。充放電に伴い、価数や構造が変化する電池材料の研究に威力を発揮する。

本実験で負極に使用している Li-In 合金箔（ $100 \mu\text{m}$ ）は、 In による γ 線の減衰が大きいので、グローブボックス中でこれを慎重に剥がし、封止して大気と遮断した。含まれる鉄の量がやや少ないため、本実験では約3～7日間の積算によりスペクトルが得られた。充放電の途中の状態でも電極を取り出して測定を行うことで、鉄原子の酸化状態の変化を追うことができる。また、鉄のほか、ズズやユーロピウムも測定可能である。

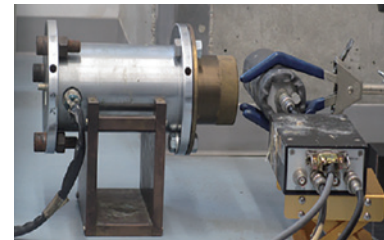


図1 メスバウア分光測定装置

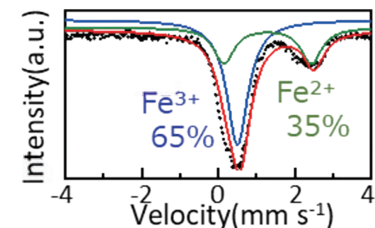
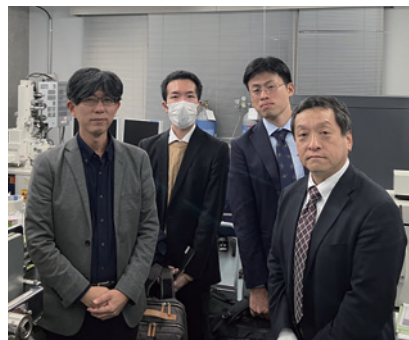


図2 FeF_3 正極のメスバウアスペクトル
放電反応の進行に伴い、 Fe^{3+} の一部が
 Fe^{2+} へ還元されている。

文部科学省研究振興局参事官が本拠点を見学に来訪されました。

2023年11月27日に、文部科学省研究振興局参事官（情報担当）付 学術基盤整備室の室長 藤澤 巨様、同オープンサイエンス振興係の係長 福市遼平様、大橋拓真様が全固体電池研究所所長の林晃敏教授を表敬訪問されました。林教授から本学全固体電池研究所で取り組んでいる研究活動の内容を説明した後、林研究室内の全固体電池に関する研究設備を中心に見学をされました。



本研究所の作田 敦 准教授が「The ICG Prize in Memory of Professor Vittorio Gottardi 2023（国際ガラス委員会ゴッタルディ賞）」を受賞しました。（2023年11月13日：Hangzhou, China）

国際ガラス委員会ゴッタルディ賞は、ガラスの研究開発、教育、商業化において優れた業績を上げた40歳以下の若手研究者に、世界で年に一人授与される賞です。作田准教授は日本人として11年ぶりの受賞になります。



全固体電池研究セミナーを開催しました。

第1回「リチウムイオン二次電池の研究開発動向と将来展望 —正極材料を中心に—

講師 牧村嘉也氏（株式会社豊田中央研究所）
2023年10月13日（金）14：00～15：30
大阪公立大学 i-siteなんば 参加人数：149名

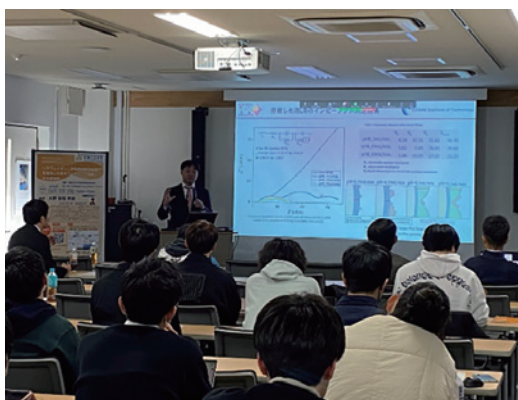


第2回「低炭素社会貢献に向けたMOF電極材料の開発」

講師 荻原信宏氏（株式会社豊田中央研究所）
2023年11月14日（金）14：00～15：30
大阪公立大学 i-siteなんば 参加人数：115名

第3回「リチウムイオン二次電池材料の合成を指向した 粒子コーティング技術とその適用例」

講師 大野智也教授（北見工業大学）
2023年12月8日（金）14：00～15：30
大阪公立大学 中百舌鳥キャンパス 参加人数：143名



第4回「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—

講師 雨澤浩史教授（東北大学）
2024年1月15日（月）14：00～15：30
大阪公立大学 i-siteなんば 参加人数：144名

発行：2024年3月15日

大阪公立大学 研究推進機構

全固体電池研究所・全固体電池学術共同研究拠点 事務局

電子メール：gr-knky-assb@omu.ac.jp

