



Orikasa Yuki

折笠 有基

生命科学部 教授・RARAフェロー

2005年京都大学総合人間学部卒業、2007年京都大学大学院人間・環境学研究科 相関環境学専攻 博士前期課程修了。2010年同大学院 人間・環境学研究科 相関環境学専攻 博士後期課程修了。博士(人間・環境学)。2010年京都大学産官学連携本部特定助教、2011年京都大学大学院人間・環境学研究科助教、2016年立命館大学生命科学部応用化学科准教授を経て、2020年より現職。専門は無機固体化学・電気化学。立命館先進研究アカデミーRARAフェロー、電気化学会編集委員会幹事を務める。

- 1) Y. Orikasa, et. al., Multiscale and hierarchical reaction mechanism in a lithium-ion battery, Chemical Physics Reviews, Vol. 3, 011305, 2022.
- 2) Y. Sakka, et. al., Pressure dependence on the three-dimensional structure of a composite electrode in an all-solid-state battery, Journal of Materials Chemistry A, Vol. 10, pp.16602-1660, 2022.
- 3) Y. Orikasa, et. al., Ionic Conduction in Lithium Ion Battery Composite Electrode Governs Cross-sectional Reaction Distribution, Scientific Reports, Vol. 6, 26382, 2016.
- 4) Y. Orikasa, et. al., Direct Observation of a Metastable Crystal Phase of Li_2FePO_4 under Electrochemical Phase Transition, Journal of the American Chemical Society, Vol. 135, pp.5497-5500, 2013.
- 5) Y. Orikasa, et. al., Transient Phase Change in Two Phase Reaction between LiFePO_4 and FePO_4 under Battery Operation, Chemistry of Materials, Vol. 25, pp.1032-1039, 2013.

高性能・高効率な蓄電池、燃料電池の設計指針構築 宇宙のエネルギーセキュリティを向上させる材料開発と反応分析

脱炭素社会の実現をめざして化石燃料の電動化と水素化に取り組んでいます。ガソリンのエネルギー密度は高く、脱炭素に繋げるためには既存のリチウムイオン電池より高性能・高効率な蓄電池の開発が求められます。私たちは電気化学と固体化学に放射光測定を組合せ、動作中の電池反応を直接観察して課題を特定しています。宇宙の極限環境下では地球とは異なる反応が生じる可能性があるため、極限環境を地上の実験室で再現して反応をみることは安全確保の面からも重要です。マイクロスケールからナノスケールに渡る様々な反応スケールの計測・分析の経験を活かし、宇宙環境でも使える電解質や電極の開発に取り組むたいと考えています。

動作中の電池の内部を観察する

一般的なリチウムイオン電池には、金属の集電箔にリチウムイオンを取り込む活物質や導電材などを薄く塗布した電極シートが用いられます。私たちはX線を用了オペラント観測により、電池動作時の電極中で

の反応分布、活物質粒子の相変化、電解質に接する活物質粒子表面での界面反応というスケールの異なる3つの反応を観察しています。反応時間もスケールも全く異なりますが、どれか1つ

で異常が起きれば動作全体が止まるため全体を見通すことは非常に重要です。例えば電極断面の反応分布は活物質の空孔率によって異なり、空孔率が低すぎると分布の偏りが生じて電極の劣化や発火に繋がります。

金属固体電池はリチウムイオン電池の課題を解消するか

液体の電解質を使った蓄電池のリスクのひとつは、電極の短絡や電解質の劣化による発火事故です。さらなる電池の小型化のため金属電極の実用が期待されていますが、長時間の使用に伴って金属の表面に樹枝状の結晶(デンドライト)が生じ、短絡を招きやすくなります。無機固体を電解質とする全固

体電池であれば、難燃化や結晶成長の阻害ができ、安全性の向上に繋がると期待されてきました。

私たちは全固体電池の電極断面を観察し、不燃性の電解質を用いることで発火を抑制できる可能性が高い一方、デンドライト結晶の成長は抑制されないことを確認しています。

全固体電池は低温特性が高く、宇宙を含めた極限環境での利用にも期待がかかります。2022年にiSpace社が開発した月着陸機HAKUTO-Rミッション1にも全固体電池が搭載されていました。私たちは今後既存の課題に加え、極限環境下で長時間運用した場合の劣化の予測などにも取り組む予定です。

極限環境でも安定して使えるエネルギーの確保のために

宇宙でのエネルギー確保は太陽光発電が主力になるでしょう。しかし太陽光などの再エネ発電と現行の蓄電池ではエネルギー入出力のカーブが大きく違い、発電されたエネルギーをそのまま蓄電するとエネルギーロスが生じます。電池はエネルギー密度が小さい

ため大規模または急速なエネルギー補充にも向きません。こうしたデメリットを補うために水素エネルギーとの併用が進められており、私たちはCO₂フリーの水素製造のため、アルカリ水溶液の電気分解に使用する高耐久で高効率な電極の開発に取り組んでいます。

将来的には宇宙環境を利用して地球ではできない材料合成にも挑戦したいですね。幅広いスケールで材料を観察、分析、考察できることを強みに、電池や電極の開発や評価についてご相談いただける存在でありたいと考えています。

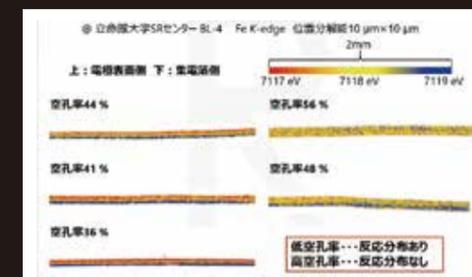


図1: 空孔率の増加に伴う電極断面方向の反応分布の変化

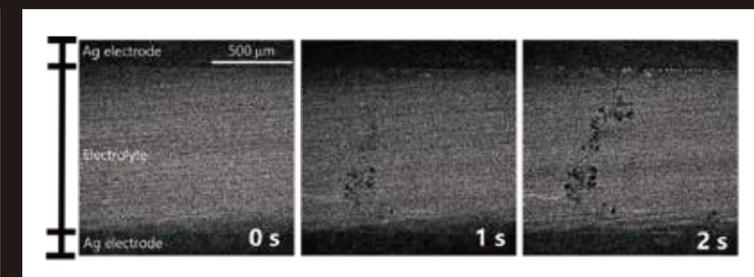


図2: 金属固体電池でのデンドライト成長の様子