

ALCA-Next

「エネルギー変換・蓄エネルギー」領域

2024 年度 年次報告書

2023 年度採択

[研究開発代表者名:上野 和英]

[横浜国立大学大学院工学研究院 教授  
(横浜国立大学大学院工学研究院 准教授)]

[研究開発課題名:Li 塩のイオン液体化と革新的 Li 系二次電池への展開]

主たる共同研究者:

[篠田 渉 (岡山大学異分野基礎科学研究所 教授)]

[宇賀田 洋介 (横浜国立大学大学院工学研究院 助教)]

実施期間 : 2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

## §1. 研究開発成果の概要

本研究では、高分子を微量添加することにより Li 塩を過冷却液体状態で安定化し、これを Li イオン液体電解質として用いる検討を行っている。特に、過冷却液体の安定化機構やイオンダイナミクスの解明を通して、電気化学耐性や熱安定性だけでなく、高 Li イオン伝導性を示す液体電解質を開発し、これを用いた高性能電池を実現することを目的としている。また、従来の電池製造設備を活用した経済的プロセスの基盤技術構築も検討項目である。本年度は、過冷却液体安定化について、医薬品の非晶化技術との類似性の観点から検討した。添加高分子と Li イオン間の強い相互作用および系の準希薄高分子溶液的な振る舞いが Li 塩の結晶核形成の抑制に寄与していることを明らかにした。これらより、準安定相である過冷却液体電解質の材料化に必要な添加高分子の種類や分子量、濃度等の因子を特定した。MD シミュレーションでは、過冷却液体条件下、高分子を含む系でより高いイオン拡散係数を確認し、実験を再現する結果を得た。イオンダイナミクスの特徴として、Li イオンのみが非ガウスのなホッピング挙動による長距離移動を示す一方、アニオンはガウス挙動を示すもののほとんど並進拡散しないことを明らかにした。すなわち、高い Li イオン輸率を達成し得る Li イオン液体中のイオン伝導機構に関する重要な知見を得た。電池適用では、イオン伝導性が低いにも関わらず、比較的高い電流密度で高い容量を示し、高い Li イオン輸率(0.99)の重要性を確認した。セル内部抵抗を評価した結果、電荷移動抵抗は小さく、合剤電極内部のイオン伝導抵抗が支配的で、レート性能の向上には、イオン伝導だけでなく合剤電極内部への含浸性改善が鍵となることが分かった。また、Roll-to-roll プロセスへの適用へ向け、Li イオン液体を予め練り込んだ粘土状の合剤電極を作成した。低い電流密度ながら実用電池レベルの面容量の厚膜電極において理論容量と同等の充放電容量を確認した。

### 【代表的な原著論文情報】

なし