

2024 年度
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	コ ソンジェ (K0, Seongjae)
研究機関名	東京大学
所属部署名	大学院工学系研究科
役職名	講師
研究課題名	“High Enthalpy” 溶液を基軸にした新奇な電気化学機能の発現と蓄電デバイスの革新化
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

リチウム金属は高い理論容量 (3860 mAh/g) を有することから、次世代二次電池の負極材として期待されている。一方で、その酸化還元電位 (-3.04 V 対標準水素電極) は極めて低く、電解液の継続的な還元分解を引き起こすことから、実用化は依然として困難である。この問題を解決する手段として、電解液と電極の直接的な接触を防ぎつつ、リチウムイオンの移動のみを許容する機能性保護被膜をリチウム金属表面に形成する戦略が導入されてきた。特に、イミド塩と環状エーテル溶媒を組み合わせた電解液は、堅牢な保護被膜の形成を可能にすることから、これまでの研究はこれらの系を中心に進められてきた。しかし、イミド塩は電池部材を腐食させるだけでなく、高温下においてリチウム金属と激しく反応するため、安全性への懸念が大きく、産業応用における重大な障壁となっている。

本研究では、安価で広く用いられている LiPF_6 塩の活用を試みた。 LiPF_6 は環状エーテル溶媒と反応して開環重合を引き起こし、電解液のポリマー化を誘発するため、従来は研究対象から除外されてきた。そこで本研究では、環状エーテルの官能基や環サイズを調整することにより、 LiPF_6 との開環重合反応のエンタルピーを不安定化させ、熱力学的に不利な状態へと導くことで、ポリマー化を高度に抑制し、複数の LiPF_6 /環状エーテル系電解液の開発に成功した。これらの電解液は、リチウム金属表面に無機/有機成分からなる二層構造の高機能性保護被膜を形成し、99.5%を超えるリチウム析出/溶解効率の達成に寄与した。これは、フッ素化溶媒や希釈剤、添加剤を一切用いることなく、最先端のイミド系電解液に匹敵する性能を示しており、リチウム金属電池の実用化に向けた新たな電解液開発の道を切り開く成果である。