	領域代表者	大阪大学・産業科学研究所・教授 山田 裕貴 (やまだ ゆうき)	研究者番号:30598488
	研究領域情報	領域番号:23B207 キーワード:活イオン液体、界面、電気化学、液体科学	研究期間:2023年度~2025年度

なぜこの研究を行おうと思ったのか (研究の背景・目的)

● 研究の全体像

反応活性を有するイオン、つまり「活イオン」を含む機能性液体材料は、リチウムイオン電池などの電気化学デバイスの電解液や、有機・無機化学反応の溶媒や触媒として用いられ、その性能や特性を支配する重要な材料である。近年、「活イオン」を濃縮した液体材料である「活イオン液体」が、リチウムイオン電池に大きな変革をもたらしている。リチウムイオン電池における「活イオン液体」とは、電池反応に寄与するリチウムイオンを含む塩(電解質)に、ごく少量の溶媒を加えて液化した溶液(電解液)のことである(図1)。一般的な溶液と、イオンのみからなるイオン液体の境界領域に位置する。この「活イオン液体」は、高反応活性と高安定性という相矛盾する電解液機能を発現し、リチウムイオン電池の性能と安全性を非連続的に向上させるとともに、革新的な蓄電池概念の実現にも資する。さらに、「活イオン液体」の概念は、有機化学や無機化学における溶媒や触媒にも展開され、既存の液体材料では成し得ない“溶解”や“化学反応”が創出されつつある。このような極めて高い社会的価値の創出が期待されている一方、「活イオン液体」がなぜ特異的な性質を有するのかについては未だ不明であり、その広範な応用展開に向けた基礎学理や知識体系、設計指針は一切確立されていない。

本研究では、「活イオン液体」の統合的概念の確立を目的とする(図2)。新たな塩・溶媒の設計・合成により、多様な応用展開を可能にする新奇「活イオン液体」材料群を開発し、新たな液体機能を開拓する。また、物理・電気・有機・無機化学などの基礎化学的視点から、「活イオン液体」、およびそれが作り出す特殊な界面「活イオンリッチ反応場」の構造・挙動を精査することで、液体機能の自在制御を可能にする新たな液体材料学「活イオン液体の科学」を創成する。

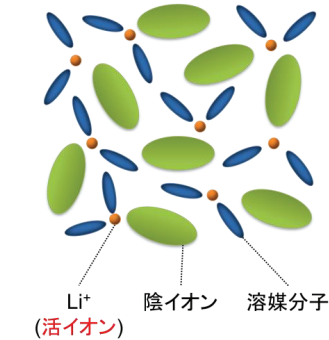
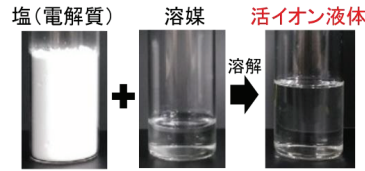


図1 リチウムイオン電池における「活イオン液体」の一例

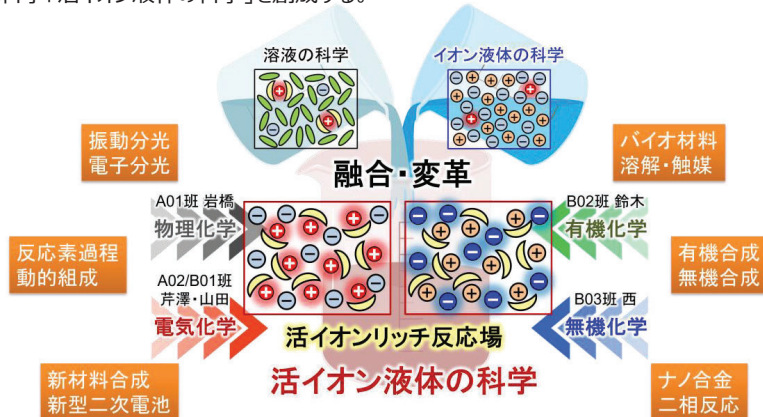


図2 本研究の全体像

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

本研究領域は、「活イオン液体」と、その特異的な性質の起源である「活イオンリッチ反応場(図3)」の広範かつ大局的な知識体系を構築し、液体材料の新たな機能開拓と広範かつ先進的な応用展開に向けた「活イオン液体の科学」の創成を目標とする。

本研究領域は、【基礎】を担当するA班と【応用】を担当するB班から構成される。A班が物理化学および電気化学の視点から活イオンリッチ反応場の特異機能・性質を分子レベルで追究し、B班が電気化学・有機化学・無機化学の各分野において活イオン液体の新たな機能・反応を探索し、応用展開する。

A1班: 岩橋 崇 (東京工業大学)
表面科学的視点に基づく活イオン液体の「物理化学」の構築

界面敏感な振動分光・電子分光を適用することで、活イオンリッチ反応場の溶解現象・反応を分子レベルで追究し、活イオン液体の物理化学に即した基盤学理を構築する。

A2班: 芹澤 信幸 (慶應義塾大学)
「基礎電気化学」アプローチによる活イオンリッチ反応場の追跡

動的な活イオンリッチ反応場における局所かつ過渡的な溶液構造を解析するとともに、その特異な界面構造がイオン移動反応や結晶成長・溶解に与える影響を精査し、活イオン液体の特異性の起源を解明する。

B1班: 山田 裕貴 (大阪大学) 岡 弘樹 (大阪大学)
新奇活イオン液体の設計・合成と「応用電気化学」への展開

高機能の新奇活イオン液体を設計・合成するとともに、活イオン液体の特異的な電気化学機能の起源を明確化することで、革新的な蓄電池(図4)やエネルギー変換デバイスの実現に向けた新学術基盤を確立する。

B2班: 鈴木 菜 (北海道大学) 黒田 浩介 (金沢大学)
活イオン液体の溶解能・触媒能の本質的理解に基づく「有機化学」反応場の創成

有機化学反応における活イオン液体の多機能性(溶解能×触媒能)に関する基礎学理を構築するとともに、難溶性有機物の溶解や高選択的な触媒反応を可能にする活イオンリッチ有機反応場を設計・開発する。

B3班: 西 直哉 (京都大学)
活イオンリッチ反応場における「無機化学」反応の開拓: 新奇な卑金属ナノ構造の創製

新たな活イオンリッチ反応場として活イオン液体|油界面を開拓し、当該液液界面の基礎学理を確立するとともに、既存の液相系では実現不可能であった卑金属ナノ材料群の無機化学合成を達成する。

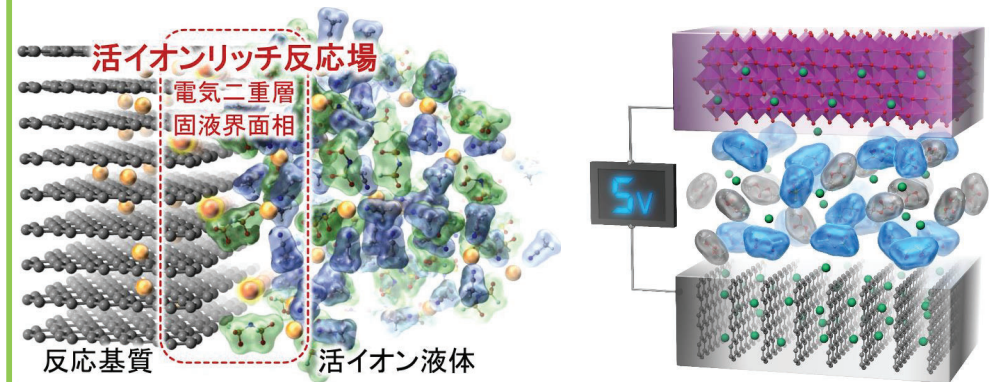


図3 活イオン液体が創る特殊な界面である「活イオンリッチ反応場」

図4 活イオン液体が可能にする高性能蓄電池