

新しい電解質材料・イオン液体を用いたエネルギーデバイス・分析技術の開発

関 志朗 先進工学部 環境化学科 准教授 / 小山 文隆 先進工学部 生命化学科 教授

キーワード: イオン液体, リチウム電池, キャパシタ, 電子顕微鏡

概要

イオン液体は、1992年に1-ethyl-3-methyl-imidazolium (EMIm)を陽イオンに、対陰イオンとして BF_4^- を用いた塩の融点が著しく低下し、15°Cの室温以下でも液体状態を示すこと(J.S. Wilkes他, *Chem. Commun.*, 965, 1992.)が発端となっている。塩でありながら、溶媒を含むことなく室温において液体状態を示す物質であるため、興味深い特性として、

- 構成成分としてイオン(陽イオン・陰イオン)のみからなる溶媒
- 蒸気圧が極めて低く、燃えにくい(難燃性・難揮発性)
- 高いイオン伝導性、高い電気化学的安定性を示す
- 陽イオン・陰イオンの分子設計によりその特性が大きく変化する(デザイナーズ溶媒)

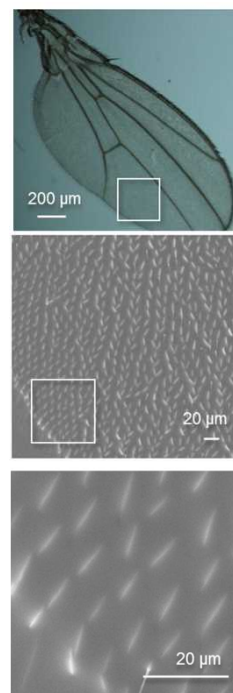
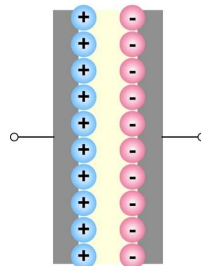
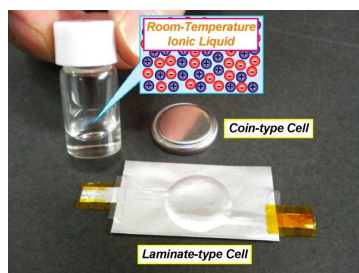
などが挙げられ、安全性の高い電解質材料としては勿論、薄層イオン膜を容易に形成できるため、幅広い応用展開が期待される。

アピールポイント

当研究グループでは、詳細な液体物性の把握(粘性・密度・イオン伝導度・自己拡散係数など)を通じて、イオン液体の分子構造とその機能相関に関するおおよその設計指針を得ており、例えばイオン液体の分子骨格と空隙量の関係[1]、イオン液体の分局性と屈折率の関係[2]などに関しては、一義的な相関を既に見出している。すなわち分子設計が、液体性能を支配する系と云える。また、液体であるため、容易に薄層被覆が可能となり、電子顕微鏡観察を行う際に必要である金属コーティングの過程を置き換えることも可能である(S. Kuwabata他, *Chem. Lett.*, **35**, 600, 2006.)。

利用・用途 応用分野

- 従来、可燃性の有機電解液が用いられていた部分を置き換えることによる安全性の極めて高いリチウムイオン電池(左図) [3]
- 高いイオン濃度の電解質による、長寿命かつ3V以上の高電圧で作動可能な電気二重層キャパシタ(中央図) [4]
- 生体試料などへのイオン液体の均一被覆による、非チャージアップ条件下での明瞭な電子顕微鏡像の観測(右図) [5]



関連情報

- 関連論文 = [1] S. Seki他, *J. Mol. Liq.*, **152**, 9, 2010.
[2] S. Seki他, *J. Chem. Eng. Data*, **57**, 2211, 2012.
[3] S. Seki他, *RSC Adv.*, **6**, 33043, 2016. など
[4] S. Seki他, *J. Electrochem. Soc.*, **159**, A967, 2012.
[5] E. Tabata他, *Sci. Rep.*, in press, 2017.

- 関連 URL = <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwb1064/index.html>

効率的な蓄電池開発を見据えた材料・システムの本質的理解に基づく研究開発

関 志朗 先進工学部 環境化学科 准教授

キーワード: リチウムイオン電池, 構成材料, 電気化学測定, 加速寿命試験, 材料分析

概要

リチウムイオン二次電池(LIB)は高エネルギー密度、高負荷追従性など優れた特性を有する蓄電池として注目されている。主な適用用途を単セル当たりの電池容量と並べて整理すると、スマートフォン・モバイル用PCなどの小型民生用機器(1.0 Ah~)、電気自動車用電源(10 Ah~)、自然エネルギーからの系統連系円滑化電源(大きいものでは数10 Ah~)まで幅広い応用分野への適用・実用化が進んでいる。LIBの性能としては、初期の容量(使用可能時間)は勿論のこと、出力維持や、場合によっては10年以上の長期寿命が求められる。これを実現するため、従来の開発では、試作→作動→性能評価(長期試験を含む)→解体→劣化箇所の把握→改良といった試行錯誤を経ながら性能改善、新しい電池の提案が行われてきた。これを効率的に進めるためには、性能因子を定量的かつ迅速・簡便に測定する技術の構築が不可欠である。

アピールポイント

当研究グループでは、LIBの主要材料である正極・負極、及びこれをなかだちする電解質について、

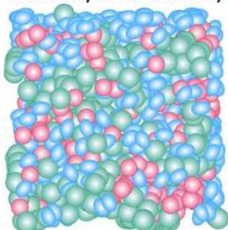
- **電解質**: 密度・粘度・イオン伝導度・自己拡散係数などの各物性パラメータを網羅的に測定することで電解質の溶存状態・解離挙動などを定量的に把握[1]。安全性の向上などを目的とした、高分子固体電解質やイオン液体の適用(電解質のイメージ: 左図)。

- **電極**: 活物質・導電助剤・バインダーを混練したシート材料でのACインピーダンス解析による基本的な特性評価をはじめ、活物質自身の特性を抽出するため、不活性雰囲気下でのマニピュレーション・プローブ技術による、単粒子電極の精密電気化学測定(中央図)。

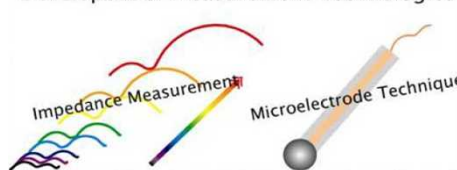
に取り組んでいる。一方、これら材料を組み合わせ作製されたLIB(材料を取り扱う複数名作業用グローブボックス: 右図)については、

- 温度・充電状態・負荷などを変化させた場合の特性変化の解析による、加速性能劣化試験[2]
- LIBのサイズ(規模)による変動因子の明確化による、劣化試験用LIBの小型化・簡素化検討[3]などに取り組んでいる。

Electrolyte Chemistry



Development of Measurement Technologies



利用・用途 応用分野

- 材料、システムを理解した上でのLIBをはじめとした化学電池の性能評価、及び材料探索
- 電気二重層キャパシタ、リチウムイオンキャパシタなどの新規蓄電デバイスの性能評価、及び材料探索

関連情報

- 関連論文 = [1] S. Seki他, *J. Phys. Chem. B*, **118**, 4590, 2014.
[2] Y. Mita, S. Seki他, *Electrochemistry*, **78**, 385, 2010.
[3] S. Seki他, *J. Electrochem. Soc.*, **158**, A163, 2011.

- 関連 URL = <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwb1064/index.html>