

## 電気化学的性質の高性能化を目指した イオン液体ゲルの構造に関する研究

### Structural Studies of Ionogels Aimed at Improving Electrochemical Performance

武野宏之, 栗林勇太

群馬大学大学院理工学府, 〒376-8515 桐生市天神町 1-5-1

Hiroyuki Takeno\*, Yuta Kuribayashi

Gunma University, 1-5-1 Tenjin-cho, Kiryu, 376-8515, Japan

#### 1 はじめに

種々の溶媒に少量の低分子物質を加えることにより溶媒をゲル化させる物質が見つっている。それらの物質は低分子ゲル化剤と呼ばれ、ゲル化剤分子の自己集合体が3次元ネットワーク化することによりゲルを生じさせる[1]。低分子ゲル化剤がゲル化できる溶媒種は様々であるが、その中にはイオン液体をゲル化できる物質もある[2]。イオン液体は揮発性、不燃性、高いイオン導電率を有し、イオン液体から成るイオンゲルは電気化学デバイスの固体電解質への応用などが期待されている。

本研究では、低分子ゲル化剤として、ソルビトール型のオルガノゲル化剤として知られる1,3:2,4-ジベンジリデン-D-ソルビトール(DBS)、イオン液体として、1-butyl-3-methyl-imidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)-imide[BMIm][TFSI]と1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl) imide[EMIm][TFSI]を用いて、ゲルの構造を放射光小角X線散乱(SAXS)法により調査した。

#### 2 実験

DBSを高温(120~130°C)で[BMIm][TFSI]と[EMIm][TFSI]に溶解させ、室温で静置することによりゲルを作製した。作製したゲルの構造を調べるために、放射光SAXS測定を行った。ボール法で求めた、7 wt% DBSの濃度におけるDBS/[BMIm][TFSI]ゲルおよび、DBS/[EMIm][TFSI]ゲルのゾルーゲル転移温度は $97 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $92.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$ である。これらのゲルは見かけ上白濁したゲルを形成する。

#### 3 結果および考察

Fig. 1は、種々の温度における7 wt% DBS/[EMIm][TFSI]のSAXSプロフィールを示す。ゾルーゲル転移温度以下の80°Cまでは、温度が上昇するにつれて、散乱強度は減少した。この結果はゲル中のファイバーが温度上昇とともに徐々に溶けていくことを示唆する。また、 $0.08\text{\AA}^{-1}$ 付近にショルダーが存在し、このショルダーの位置と幅はファイバー断面のサイズ(太さ)とその分布に依存する。温度が高くなるほど、ショルダーピークの幅はブロードになっており、温度上昇とともにゲル中のファイバー断面のサイズが不均一になっていることを示唆する。

さらに、温度が高い100°Cにおける散乱強度は比較的高い値を示し、小角側の散乱強度は上昇した。この温度は、ゾルーゲル転移温度よりも5°C以上高い温度に相当し、ゾル状態でさえ凝集構造体が残っていることを示唆する。一方、アセトフェノンを溶媒に用いた場合、透明なゲルを形成した。アセトフェノンゲルの場合、高温でファイバー断面サイズの不均一性は増大せず、むしろ、温度上昇とともにファイバーのサイズ分布の揃ったゲルが形成されることが明らかとなった[3]。

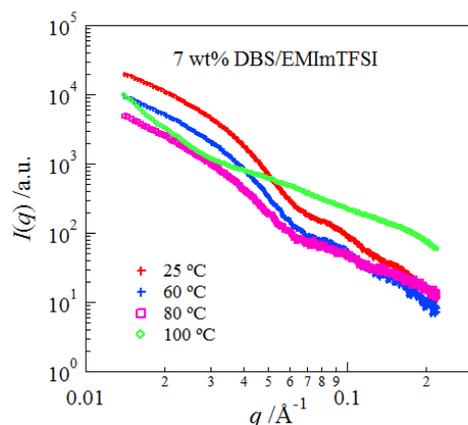


Fig. 1 SAXS profiles for 7 wt% DBS/[EMIm][TFSI] at various temperatures.

#### 謝辞

本研究成果は、PFスタッフの方々にいろいろ作業して頂いた結果、得られたものです。ここに深く感謝いたします。

#### 参考文献

- [1] H. Takeno, M. Yanagita, Y. Motegi and S. Kondo, *Colloid Polym. Sci.*, **293**, 199 (2015).
- [2] H. Takeno, and Y. Kuribayashi, *Advanced Materials Research* **896**, 300 (2014).
- [3] H. Takeno, and Y. Kuribayashi, *Colloid and Surfaces* **467**, 173 (2015)

\* takeno@gunma-u.ac.jp