

## 【基盤研究(S)】

理工系(化学)



### 研究課題名 ソフトマテリアルの自律性を支配するイオン液体の役割

横浜国立大学・大学院工学研究院・教授

わたなべ まさよし  
渡邊 正義

研究課題番号 : 15H05758 研究者番号 : 60158657

研究分野 : 有機材料化学

キーワード : ゲル、イオン液体、ソフトマテリアル、自律性、自己集合

#### 【研究の背景・目的】

高分子ゲル・コロイドなどのソフトマテリアルは、その構成成分のほとんどが液体である場合が多い。このことが物質内の大きな内部自由度を生み、外部刺激の微細な変化に应答して的確に機能するスマートマテリアルとしての期待も大きい。しかし、これまでの研究は、概して高分子に視点が集中していて、主構成成分である液体の構造、あるいは高分子に誘起される液体構造変化に着目した研究は少ない。

これらソフトマテリアルの自律的な構造形成・揺ぎ・転移(これらを総称して**自律性**と呼ぶ)は液体の構造形成性とその根源があるとの視点が本研究の原点である。具体的には、構造形成性液体としてイオン液体を選択し、これを用いたソフトマテリアルの自律性に及ぼす液体の構造形成性・階層性の影響を明らかにすることを目的とする。

#### 【研究の方法】

イオン液体を用いたソフトマテリアルの自律性を、構成液体の構造形成性に相関づけようとする研究は未踏領域であり、研究代表者が世界に先駆けて実施する研究である。本研究では以下の項目を検討、精査し、知見を集積する。

##### (1) 高分子のイオン液体中への溶解現象の理解

高分子のイオン液体中への溶解性を理解する上で欠かせない視点は、カチオンまたはアニオンと高分子の相互作用に、イオン間相互作用が競合する点である。これは分子性液体には見られない特徴である。溶解性を支配するイオンと高分子との相互作用を、クーロン力、水素結合、カチオン- $\pi$ 相互作用、van der Waals 力などに分類し、イオン間相互作用との競合という視点で溶解現象の理解を図る。

##### (2) 温度によるソフトマテリアルの自律性発現

研究代表者らが見出したイオン液体中で上限臨界溶液温度(UCST)型さらに下限臨界溶液温度(LCST)型相分離を示す高分子の相分離現象を、イオン液体の構造形成性、高分子に誘起される液体構造変化という観点から精査する。特に LCST 相分離には構造形成性溶媒和が不可欠であることから力点を置く。この現象を利用した、イオン液体/高分子系の体積相転移、ゾル-ゲル転移、ミセル-ユニマー転移を実現・理解する。

##### (3) 光によるソフトマテリアルの自律性発現

温度により自律性発現する高分子系にフォトクロミック化合物を導入することにより、光によるイオン液体/高分子系の集合状態の転移を実現する。さ

らにこの現象を利用した光治癒材料の実現を図る。

#### (4) 化学反応によるソフトマテリアルの自律性発現

研究分担者である吉田らにより、イオン液体中での Belousov-Zhabotinsky (BZ) 反応が見出されている。この発見をソフトマテリアルの自律性発現に結び付ける研究を展開し、世界に類を見ないソフトマテリアルを実現する。



図1 ソフトマテリアルのイノベーション。

#### 【期待される成果と意義】

本研究の遂行により、イオン液体を溶媒に用いたソフトマテリアルという新しい物質系の基礎が確立され応用の萌芽が生まれると期待され、その意義は極めて大きい。特に液体の構造形成性に着目してその自律性を整理することは、従来多くの研究が蓄積されて来た、水系ソフトマテリアルに対しても大きな影響を与えると予想する。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ T. Ueki, M. Watanabe, *Macromolecules in Ionic Liquids: Progress, Challenges and Opportunities, Macromolecules*, **41**, 3739-3749 (2008).
- ・ T. Ueki, Y. Nakamura, R. Usui, Y. Kitazawa, S. So, T. P. Lodge, M. Watanabe, *Photoreversible Gelation of a Triblock Copolymer in an Ionic Liquid, Angew. Chem. Int. Ed.*, **54**, 3018-3022 (2015).

#### 【研究期間と研究経費】

平成 27 年度 - 平成 31 年度 155,300 千円

#### 【ホームページ等】

<http://mwatalab.xsrv.jp/>  
[mwatanab@ynu.ac.jp](mailto:mwatanab@ynu.ac.jp)