

高強度セルロースナノファイバーコンポジットイオンゲルの構造 Structures of robust cellulose nanofiber composite ion gels

○武野宏之^{1,2*}, 井野口弘樹¹

¹群馬大学大学院理工学府分子科学部門

〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1

²群馬大学食健康科学教育研究センター, 〒371-8510 群馬県前橋市荒牧 4-2

Hiroyuki TAKENO^{1,2*} and Hiroki Inoguchi¹

¹ Division of Molecular Science, Graduate School of Science and Technology, Gunma University, Kiryu, Gunma 376-8515, Japan

² Gunma University Center for Food Science and Wellness, 4-2 Aramaki, Maebashi, Gunma 371-8510, Japan

1 はじめに

セルロースは D-グルコースから成る多糖類であり、植物の細胞壁の主成分として知られる。それゆえ、地球上で最も豊富かつ持続可能なバイオマテリアルとして関心を集めている。セルロースの新たな用途として、ナノスケールの太さの微細繊維（セルロースナノファイバー：CNF）を用いた高強度複合材料が大いに注目を浴びている。近年、我々は凍結融解法を用いて作製した CNF/ポリビニルアルコール (PVA)/四ホウ酸ナトリウム (borax) コンポジットハイドロゲルが自己回復性を有し、力学的にタフであることを報告した[1]。

イオン液体は、高いイオン伝導性、熱安定性、非常に低い揮発性、および不燃性という顕著な特性を備えている。そのため、イオン液体を溶媒に用いたイオンゲルは、電気化学デバイスやアクチュエータなどへの応用の可能性を秘めており、強い関心が寄せられている。特に、高い力学強度を備えたコンポジットイオンゲルの作製は、材料の観点から重要である。本研究では、溶媒を水からイオン液体に変えた CNF/PVA/borax イオンゲルを作製し、その力学物性と構造を調査した。

2 実験

イオン液体として、1-Ethyl-3-methylimidazolium p-Toluenesulfonate ([EMIM][TOS]) を溶媒に用いた CNF/PVA/borax イオンゲルを作製し、伸長測定および放射光小角 X 線散乱 (SAXS) / 広角 X 線散乱 (WAXS) 同時測定により、その構造を調査した。なお、用いた PVA の分子量は 9.4×10^4 (粘度測定により評価) である。測定は高エネルギー加速器研究機構のビームライン BL-6A において行われた。

3 結果および考察

CNF/PVA/borax イオンゲルの伸長測定の結果、イオンゲルの弾性率は 13 MPa (borax 添加ゲル)、9.9 MPa (borax 無添加ゲル) の非常に高い値を示した。それらは、同じ濃度の CNF/PVA ハイドロゲルに比べて

約 20 倍 (borax 添加ゲル)、約 40 倍 (borax 無添加ゲル) に相当する。WAXS 測定の結果、イオンゲルは PVA 微結晶から成ることが確かめられ、微結晶が架橋点として振舞うことにより高強度なゲルが形成されたと考えられる。種々のイオンゲルの SAXS プロファイルを Fig. 1 に示す。

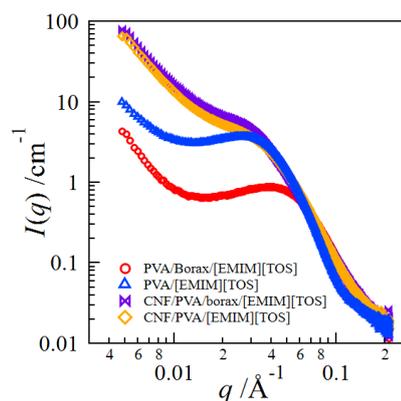


Fig. 1 SAXS curves of various ion gels.

SAXS データ解析の結果、微結晶は $\sim 70 \text{ \AA}$ のサイズ、微結晶間距離 $\sim 200 \text{ \AA}$ を有することが確かめられた。

謝辞

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

参考文献

[1] H. Takeno, H. Inoguchi, and W.-C. Hsieh, *Cellulose*, 27, 4373–4387 (2020).

成果

H. Takeno, H. Inoguchi, and W.-C. Hsieh, *Materials Today Communications*, 31, 103495 (2022)

*takeno@gunma-u.ac.jp