

# 放射光小角 X 線・小角中性子散乱によるクレイ-高分子ブレンド ハイドロゲルの構造

武野宏之

群馬大学大学院 理工学府 分子科学部門  
群馬大学食健康科学教育研究センター

クレイナノ微粒子を多官能架橋剤とした高分子ゲル（高分子-クレイナノコンポジットゲル）が、力学的にタフなゲルの一つとして注目されている。近年、我々は分散剤を用いてクレイ（合成ヘクトライト）粒子（水中で表面に負電荷、側面に正電荷をもち、直径 26~28 nm, 厚み 1nm のサイズをもつ円盤状粒子）を水中で分散させた後、高分子と混合することにより、力学的にタフで大きな膨潤性を有する電解質高分子-クレイブレンドハイドロゲルの作製に成功した[1]。このゲルの作製には、（1）クレイ粒子の分散性、（2）数百万以上の分子量をもつ高分子の使用、（3）親和的なクレイ粒子と高分子の相互作用、の 3 つの因子が重要であることが、これまでの研究より明らかとなっている[2-4]。また、中性高分子（ポリアクリルアミド、ポリエチレンオキシド）を用いた場合でも、弾性率は低下するものの、上記の条件が揃えば 1500%以上伸長可能なゲルが、同様の方法で作製可能なことが確認されている。

本ゲルは、3 成分以上の多成分系から成り、その散乱は各成分間の部分散乱関数の和で表される。放射光小角 X 線散乱（SAXS）と小角中性子散乱（SANS）を組み合わせたコントラスト変調実験データに対する部分散乱関数分解解析結果によると、本ゲルに対して得られる SAXS データは、部分散乱関数分解解析より求めたクレイ-クレイ部分散乱関数にほぼ等しい。したがって、放射光 SAXS から得られるゲルの散乱は、主にクレイ粒子からの散乱とみなすことができる。本研究では、クレイ種、高分子種を変えて作製したゲルの構造と力学物性を比較した。図 1 は、直径 46nm, 厚み 1nm のクレイ（合成サポナイト）/ポリアクリル酸ナトリウム（PAAS）ブレンドハイドロゲルの伸長下における SAXS 像(a)と伸長方向に垂直、平行な方向に扇形平均することにより得られた散乱曲線(b)を示す。SAXS 像は伸長方向に短軸を有する楕円状のパターンを示し、垂直方向の散乱曲線は  $q \approx 0.1 \text{ \AA}^{-1}$  にピークを持った。これより、伸長下ではゲル中でクレイ粒子が伸長方向に寝るように配向し、垂直方向に 6.3nm 程度の間隔で配置していることが予測できる。この間隔は、クレイ粒子が一様に分布したときの距離に比べて小さく、このゲルにおいてクレイ粒子がある程度不均一に分布していることが推測される。クレイサイズが大きくなるとゲルの力学物性の低下が観測されており、このクレイ粒子の不均一性が力学物性低下の要因であると考えられる。

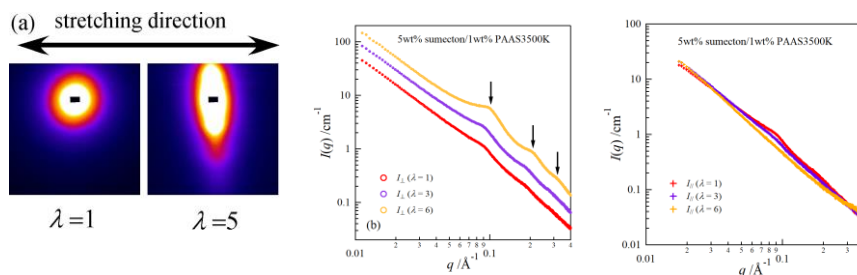


図 1. 伸長下における 5wt%クレイ(サポナイト)/PAAS ゲルの SAXS 像(a)と伸長に垂直、平行方向の散乱曲線(b).

<参考文献> [1] Takeno, H; Nakamura, W. *Coll. Poly. Sci.* **2013**, 291, 1393.; [2] Takeno, H; Kimura, Y. *Polymer* **2016**, 85, 47.; [3] Takeno, H; Sato, C. *Appl. Clay Sci.* **2016**, 123, 141.; [4] Takeno, H; Kimura, Y. *Gels* **2017**, 3, 10.