



ポリアクリルアミドゲルの延伸 SAXS

西 健吾¹

1 Third Institute of Physics-Biophysics, Göttingen University

1. 背景と研究目的

高分子網目内部の架橋不均一性は、その力学的特性と深く関わっていると考えられているため、その架橋不均一性を観察することは工業応用上非常に重要である。これまでこの架橋不均一性を観察するために小角散乱や AFM、マイクロレオロジーなど種々の実験手法が応用されてきたものの、いずれも決定的な実験手法とはなっていない。そこで、我々はナノ粒子をゲル内にプローブとして入れ、延伸下で SAXS を行う手法を提案し、本論においてこの方法を Probe-SAXS と呼ぶことにする。ゲルを延伸した際に架橋の疎密に応じてプローブ粒子が移動するため、プローブの移動から架橋の疎密を評価することができる。この手法の妥当性を示すために、本論では一般的なゲルであるポリアクリルアミドゲルをターゲットとし、直径 26 nm ほどのシリカナノ粒子をプローブ粒子として用いた。

2. 実験内容

モノマー濃度を 1~3 M、架橋密度を 1.5~6 mM まで変化させて作製したポリアクリルアミドゲルに、直径 26 nm のシリカナノ粒子を 20 wt% を導入した。SAXS 測定では波長 0.15 nm の X 線を用いた。カメラ長は 4 m とし、Imaging Plate (R-AXIS VII++, Rigaku Corporation, Japan) を検出器として用いた。

3. 結果および考察

図 1 にポリマー濃度/架橋密度が 3M/3 mM の PAM ゲルの Probe-SAXS 測定結果を示す。なおこの散乱データにおいて、y 軸方向が延伸方向となっている。

通常ナノ粒子を含むゲルを延伸すると、ナノ粒子は affine 変形するものと考えられている。そのため延伸下におけるゲルに対して SAXS 測定を行うと、affine 変形¹に対応した楕円パターンが観測されるものと期待される。しかし図 1 に示した散乱パターンでは、楕円パターンは確認されず、ビームセンターから少し離れたところに円環上のパターンが確認できる。これは延伸下においても最近接粒子の距離分布には変化がないことに対応しており、全くの予想外の結果である。一方ビームセンターの近傍の極小角側にピークが観測されている。このピークは仕込みのナノ粒子濃度から計算された粒子間距離よりもはるかに長いオーダーにあり、最近接粒子間距離には対応しないと考えられる。

我々は、このピークがゲル内部の架橋不均一性に対応するものと考えており、現在解析を進めているところである。なお本研究の成果の一部は *SoftMatter* 誌において掲載済みである。(K. Nishi and M. Shibayama, *SoftMatter*, 12, 5334-5339, 2016.)

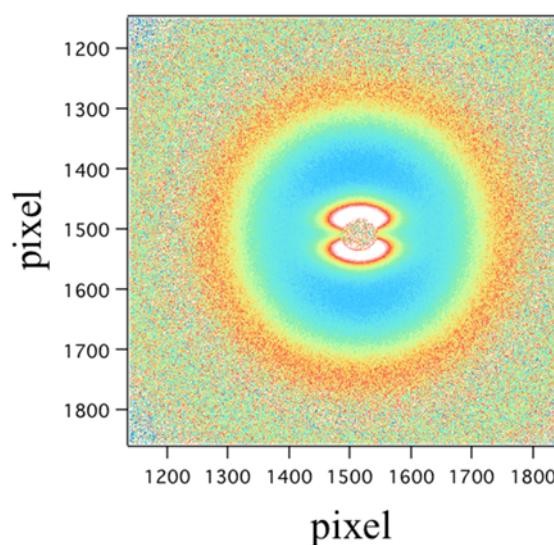


図 1. ポリアクリルアミドの Probe-SAXS 測定の結果。

1. Flory, P. J., Principles of Polymer Chemistry; Cornell University Press: Ithaca, NY, and London, 1953.