

## J-PARC 小角・広角中性子散乱装置 (BL15 大観) を用いた 高分子材料の構造解析

(原子力機構 J-PARC)<sup>1</sup> (CROSS)<sup>2</sup> ○高田慎一<sup>1</sup>、岩瀬祐希<sup>2</sup>、有馬 寛<sup>2</sup>、廣井孝介<sup>1</sup>

J-PARC 物質・生命科学実験施設(MLF)の小角・広角中性子散乱装置 BL15 大観[1]は、Fig.1 に示すように、広い散乱角に検出器を配置し、様々な入射中性子波長領域 ( $\lambda$ : 0.8~15Å) を使用することで、幅広い空間スケール (数~数千 Å) の構造情報を取得可能である。また MLF のデータ集積方法 (イベントレコーディング方式) は、所定の時間毎に測定を止めてデータを保存することなく、測定後に希望する時間のデータを取り出し解析可能であるため、反応過程、非平衡現象の測定に適している。本装置では、様々な研究分野 (高分子、タンパク質、鉄鋼材料、磁性体など) のユーザに利用されることから、Fig.2 に示すような様々な試料環境装置の整備を進めており、温度・湿度制御、粘弾性測定[2]、引張試験機、UV/VIS[3]装置を利用した in-situ SANS 測定も盛んに実施されている。Fig.3 に、BL15 大観を用いて、N-イソプロピルアクリルアミドゲル (NIPA-gel) の温度依存性を測定した結果を示している。この結果から、急激な構造変化を示す臨界温度 ( $T=35^{\circ}\text{C}$ ) 付近の散乱プロファイルにおいても、取りこぼすことなく測定可能であることが確認できる。Fig.3 (b) に示す散乱強度の温度依存性のデータにおいて、低  $q$  側は構造不均一性、高  $q$  側は網目の揺らぎを考慮したモデル式、伸縮指数関数と Ornstein-Zernike 式を用いて[4]、下記の式(1)を用いてフィッティングを実施した。その結果は良好であり、臨界温度付近で散乱長  $\Xi$  の発散挙動を観測することができた。

$$I(q) = \frac{I_s(0)}{(1 + \xi^2 q^2)} + I_{ex}(0) \cdot \exp(-(q \cdot \Xi)^{\alpha}) + I_{inc} \quad (1)$$

ここで、 $\xi$  は高分子網目構造の相関長、 $\Xi$  は凝集構造の相関長、 $I_s$ 、 $I_{ex}$  は各成分の散乱強度、 $I_{inc}$  は非干渉性散乱強度を示している。

本発表では、BL15 大観の現状を紹介するとともに、電解質膜 (Nafion 膜) の湿度依存性の SANS 測定の結果、さらに  $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{D}_2\text{O}$  の混合ガス比を変化 (中性子散乱コントラスト変化) させ SANS 測定した結果についても紹介する予定である。

- [1] S.Takata et al., JPS Conf. Proc. 8, 036020 (2015).  
[2] H. Iwase et al., Langmuir, 37, 6435–6441 (2021).  
[3] H. Iwase et al., J Appl Cryst, 56, 110-115 (2023).  
[4] M. Shibayama, Macromol. Chem. Phys. 199, 1–30 (1998)

### Structural Analysis of Polymer Materials Using Small- and Wide-angle Neutron Scattering (BL15 TAIKAN) at J-PARC

Shin-ichi TAKATA<sup>1</sup>, Hiroki IWASE<sup>2</sup>, Hiroshi ARIMA<sup>2</sup>, and Kosuke HIROI<sup>1</sup>: J-PARC Center, Japan Atomic Energy Agency, 2-4 Shirakata Tokai-mura, Nakagun Ibaraki 319-1195, Japan, <sup>2</sup>CROSS Neutron Science and Technology Center, IQBRC Bldg, 162-1 Shirakata Tokai-mura, Nakagun Ibaraki 319-1106, Japan,

<sup>1</sup>Tel: +81-29-284-3267, E-mail: shinichi.takata@j-parc.jp

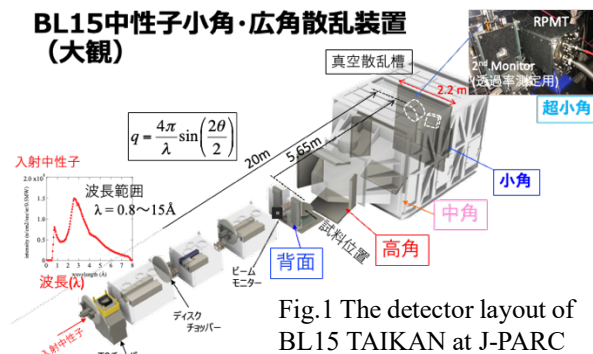


Fig.1 The detector layout of BL15 TAIKAN at J-PARC

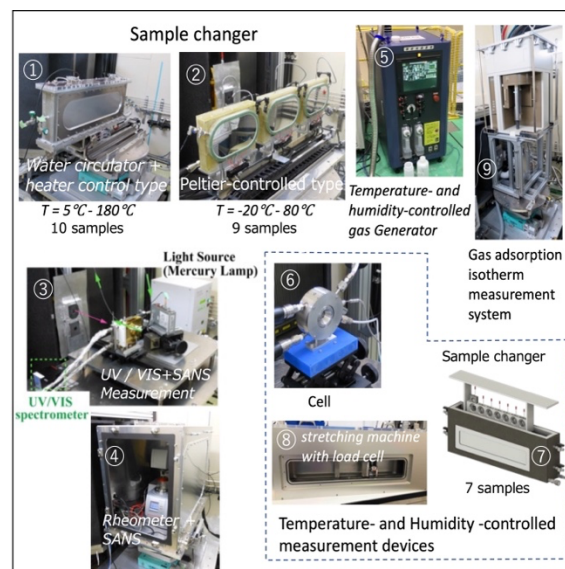


Fig.2 Sample environment devices of BL15

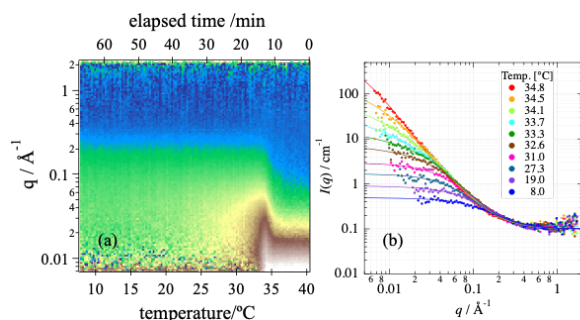


Fig.3 Temperature dependence of polymer gels (NIPA-gel), (a) 2D scattering intensity,  $I(T, q)$ , (b) scattering intensity profiles,  $I(q)$ , solid lines are the result of fitting using Eq. (1).