

**SAXS/WAXS 併用測定による超音波で発生した
ナノドロプレットの構造研究**
**SAXS/WAXS measurements of nano-droplets in mist generated by
ultrasonic atomization**

矢野陽子¹, 松浦一雄², 小原ひとみ³, 田中優美⁴, 林秀哉⁴, 井上勝晶⁵

Yohko F. Yano¹, Kazuo Matsuura², Hitomi Kobara³, Yumi Tanaka⁴, Hideya Hayashi⁴, and Katsuaki Inoue⁵

¹立命館大学, ²超音波醸造所, ³産業技術総合研究所, ⁴同志社大学, ⁵高輝度光科学研究センター

¹Ritsumeikan University, ²Ultrasound Brewery Co., Ltd.,

³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ⁴Doshisha University, ⁵JASR

BL40B2にてX線小角散乱測定を行い、超音波霧化により発生したミストの粒径分布測定を試みた。超音波振動子の数を5倍に増やしたことで2007AよりS/Nが向上した。また、小角散乱強度の超音波振動子入力パワー依存性についても検討した。

Small-angle X-ray scattering measurements of liquid droplets in mist generated by ultrasonic atomization were carried out using the BL40B2 beamline at SPring-8. To obtain a good signal-to-noise ratio, we used an ultrasonic atomizer with 15 ultrasonic oscillators. The small-angle X-ray scattering profiles with different power input into oscillators were examined.

Small-angle X-ray scattering, ultrasonic atomization, mist

背景

液体に高周波数の超音波を照射すると霧状の液滴を生じる。この現象は超音波霧化と呼ばれ、小さい投入エネルギーで微細な液滴を生成する手段として、従来から液滴微粒化技術として注目されてきたが、近年、超音波霧化による水溶液からのエタノール分離の報告[1]を契機として研究が急速に進展している。我々は、2005A - 2006A期に実施したX線小角散乱測定から、エタノールでは平均粒径が1 nmの液滴が発生することがエタノール分離の原因であることを突き止めた [2]。現在は液体内部における分子レベルでの会合状態が超音波霧の粒径を決めると考えているが、一方、超音波の投

入パワーを下げると、エタノールでも霧が目視できることから、液体の物性だけでなく、外的要因によって粒径を制御できることが示唆される。よって、本研究では、超音波の投入パワーを変えながら超音波霧の粒径分布をX線小角散乱によって測定することで「粒径を決めるファクター」を明らかにし、粒径の制御に発展させることを目的とする。霧状のナノ液滴の大きさが制御できれば、様々な応用技術への展開が期待される。

これまでの経緯

本研究は2005A - 2006AまではBL15XUの高精度粉末X線回折計を用いて小角散乱測定を行ってきたが、スキャンに時間がかか

り（1点30秒で40分間）霧の状態が変化するのでないかという懸念があることと、空気散乱を極力減らしたいという理由から、2007Aから小角散乱専用BL40B2ビームラインに実験を移した。図1は2007 Aまでの小角散乱強度のS/Nを評価するために

$(I_{\text{sample}} - I_{\text{BG}}) / I_{\text{BG}}$ を計算したものである。

BL40B2では $q < 0.05 \text{ \AA}^{-1}$ のS/NはBL15XUよりも向上しているが、 $q > 0.05 \text{ \AA}^{-1}$ のS/Nは悪化している。そこで2007Bでは、超音波振動子の数を5倍にし、霧の発生量を上げることで高角部のS/Nの向上を図った。

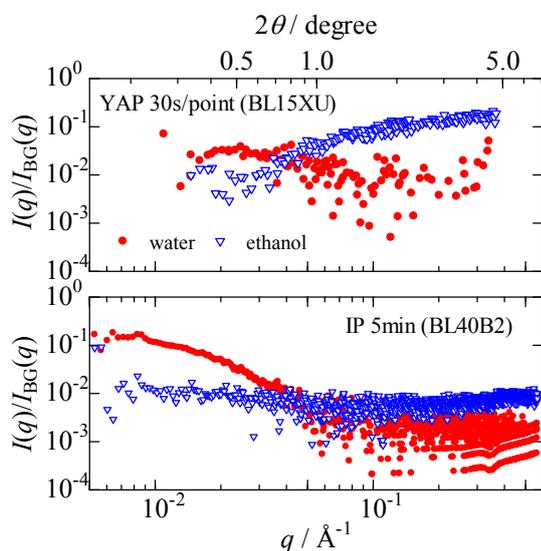


図 1 ビームライン比較

実験

実験は、BL40B2の小角散乱ビームラインに超音波醸造所が製作した超音波霧化槽を持ち込んで行った。本霧化槽には15個の超音波振動子が設置されている。発生したミスとは70L/minの空気によって試料位置まで誘導した。100cmの真空パスを用い、X線の波長は 1.5 \AA に設定した。検出器にはイメージングプレートを用い、露光時間は10分とした。測定は室温で行い、超音波振動子の投入パワーを変えてミストの散乱を観測

した。

結果と考察

図2に純粋な水またはエタノールを超音波霧化させた時の小角散乱プロファイルを示す。 $q > 0.05 \text{ \AA}^{-1}$ のS/Nは2倍以上向上し、有意な散乱強度を得ることができた。

一方、エタノールについて超音波の投入パワーを減少させてみたところ、100Wまでは、ほとんどプロファイルに変化はなかったが、11Wにするとほとんどシグナルがなくなった。今後は霧化量と散乱強度を比較検討したい。

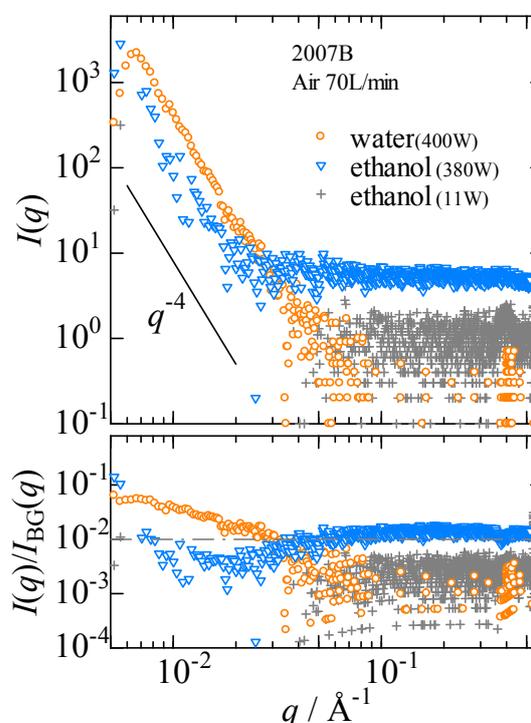


図 2 水およびエタノールの SAXS 強度

参考文献

- [1] M. Sato, K. Matsuura and T. Fujii, J. Chem. Phys., 114, 2382-2386 (2000).
- [2] Yohko F. Yano, et. al., J. Chem. Phys.(commun.), 127, 031101 (2007).