

せん断応力下におけるシリカコロイド溶液の構造解析

Analyzing structure of colloidal silica solution under shear stress

筑波大数理¹, 住友電工², 高度情報科学技術研究機構³○赤田圭史¹, 大久保 総一郎², 徳田 一弥², 山口 浩司², 小野木 伯薫²,山田 達矢³, 牛山 浩³, 手島 正吾³, 藤田 淳一¹Univ. of Tsukuba.¹, Sumitomo Electric Industries, Ltd.²,Research Organization for Information Science & Technology³○Keishi Akada¹, Soichiro Okubo², Kazuya Tokuda², Koji Yamaguchi², Takamasa Onoki²,Tatsuya Yamada³, Hiroshi Ushiyama³, Syogo Tejima³, Jun-ichi Fujita¹

E-mail: akada.keishi.fw@u.tsukuba.ac.jp

[背景] 一部のコロイド懸濁液では、せん断応力を印加すると粘度の増大（ダイラタント）や減少（チキソトロピー）が発生する。しかしせん断応力が無くなると状態が元に戻るため、現象解明に繋がる動的な微細構造変化の測定はこれまで困難であった。本研究では、X 線透過溶液セルを用い、溶液粘度と小角 X 線散乱（SAXS）の同時測定を行った。せん断応力下でのコロイド粒子クラスターの構造変化をリアルタイム観察することで、現象を担うコロイド粒子の凝集化プロセスを調べた。

[実験] Fig. 1 に測定系の概要を示す。サンプルは粒径 60nm のシリカゾル（スノーテックス YL, 日産化学）を 0.8 wt% の PEG 溶液に分散させて準備した。大塚技研 ONRH-1 レオメーターに、ポリカーボネート製の X 線透過二重円筒型セルを組み合わせ、粘度と SAXS を同時測定した。実験は佐賀県立九州シンクロトロン光研究センターの住友電工ビームライン BL16 で行った。

[結果] シリカコロイド溶液の粘度測定結果を Fig. 2 に示す。せん断速度増大に伴い粘度が低下するチキソトロピーが発現していることがわかる。1 回目のスキャン後に連続して 2 回目のスキャンを行うと粘性の低下が維持されており、せん断による緩和時間の長いコロイド構造の変化を示唆している。せん断速度 0, 10, 100, 1000 [1/s] での、回転に垂直方向の SAXS スペクトルの比較では(Fig.3), 粒径に由来する低波数領域のピークが高波数側にシフトした。これらの結果はせん断応力の印加によりシリカ粒子の凝集が解け、粘度が低下したことを示唆しており、本手法の有効性を示すものである。

謝辞: 本研究は、防衛装備庁安全保障技術研究推進制度 JPJ004596 の支援を受けて実施した。

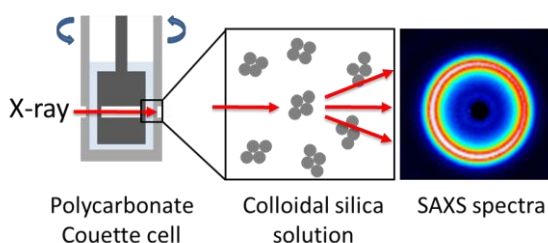


Fig. 1 Schematic of the in situ SAXS setup.

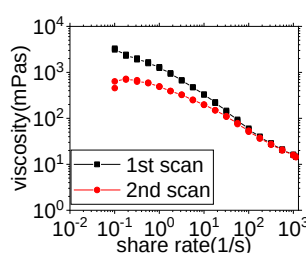


Fig. 2 Viscosity versus shear rate of colloidal silica solution.

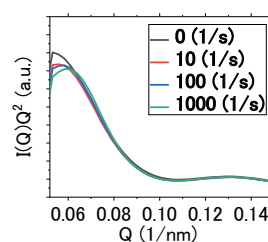


Fig. 3 SAXS spectra under steady shear rates.