

機械と化学にまたがる高分子溶液の流体力学

(名大院工¹) ○日出間 るり¹

Fluid dynamics of polymer solutions across mechanical engineering and chemistry.

(¹Department of Mechanical Systems Engineering, Nagoya University.) ○Ruri Hidema¹

Solutions containing high molecular weight polymers exhibit nonlinear flow behavior that depends on the observed size scale, even in the dilute concentration range. The characteristic flow behavior of polymer solutions stems from the deformation and relaxation of the polymers in the flow, and the associated appearance of elasticity. In this talk, the flow behavior of polymer solutions on different length scales will be presented from the viewpoints of polymer dynamics and polymer-fluid interaction.

Keywords : Elastic instability; Elasto-inertial turbulence; Polymer deformation;

分子量が 10^6 オーダーの屈曲性高分子を水に添加すると、希薄溶液の濃度領域でも、観察するスケールに依存する特異な流動現象を示す。例えばメートルスケールの流路では、流体の流動摩擦抵抗を低減させ、乱れを抑える（抵抗低減）。逆に同じ溶液が、本来、乱れが生じにくい、マイクロメートルスケールのマイクロ流路中で、乱れた流れを誘発させる（弾性不安定）。一見矛盾した、スケールに依存するこれらの現象は、流体の流動とともに流体中で生じる、高分子の変形、緩和と、緩和にかかる時間スケール（緩和時間）に影響を受けている。このため、 $\mu\text{m}\sim\text{m}$ スケールの流動現象を統一的に理解しようという試みがあり、本発表ではまずこれについて紹介する¹⁾。さらに、弾性不安定は、マイクロ流路中の高分子の変形の履歴と、切断を反映しており、流動挙動の解析により高分子の分子量を予測できる。本発表ではポリエチレンオキシドの分子量変化が弾性不安定に与える影響を実験により検証するとともに、数値計算を用いて流路内部の分子量変化を定量化した結果を紹介する²⁻⁴⁾。微量の高分子を添加した溶液により、 $\mu\text{m}\sim\text{m}$ スケールの流動挙動を制御できると、流体輸送の省エネルギー化、マイクロリアクター内の攪拌促進と制御が可能となり、様々な化学プロセスに貢献できる。

- 1) Polymer-doped two-dimensional turbulent flow to study the transition from Newtonian turbulence to elastic instability. K. Fukushima, H. Kishi, R. Sago, H. Suzuki, R. J. Poole, R. Hidema, *Phys. Fluids*. **2024**, 36, 103128
- 2) Memory and scission effects of polymers on the flow regime of polyethylene oxide solutions in continuous abrupt contraction–expansion microchannels with different cavity lengths. G. Yin, Y. Nakamura, H. Suzuki, F. Lequeux, R. Hidema, *Phys. Fluids*. **2024**, 36, 043114
- 3) Polymer scission and molecular weight prediction in continuous abrupt contraction–expansion microchannel. G. Yin, Y. Nakamura, H. Suzuki, F. Lequeux, R. Hidema, *Phys. Fluids*. **2024**, 36, 124139
- 4) Effects of contraction ratio of continuous abrupt contraction–expansion microchannels on flow regime of polyethyleneoxide solutions affected by memory and scission of polymers. G. Yin, Y. Nakamura, H. Suzuki, F. Lequeux, R. Hidema, *Phys. Fluids*. **2024**, 36, 124144