

複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた新しい流体科学
2021 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

田坂 裕司

北海道大学 大学院工学研究院
准教授

混相／複雑流体のレオロジー物性計測を基軸とした流体科学の創成

§ 1. 研究成果の概要

気泡や粒子を含む混相流れや高分子溶液など、非ニュートン性を呈する複雑流体の流動について、レオロジー物性評価手法の構築と流動評価の両面から研究を進めた。

これまでに開発を続けてきた超音波スピニングレオメトリ(USR)は、流れ計測と運動方程式を基にした解析により、通常用いられるトルク式レオメータでは評価が困難な複雑流体のレオロジー物性評価を可能にしてきた。「さきがけ」の研究では、この手法で得られた物性を表現するレオロジーマップから、データ駆動型の構成則を抽出し、複雑流体の流れ予測や流れの安定性解析への応用を検討している。初年度は、これを用いて振動回転する二重円筒間の流れ、および工学的応用の面から管内振動流れを予測し、実測結果とよく一致することを示した。これを拡張することで、材料・化学の生産現場で見られる、高粘度非ニュートン流体の非定常流動予測が可能になる。またUSRの医学応用として、その優位点である物性の経時変化測定を活用した計測を行った。嚥下を模擬したアミラーゼを加えた体系で、嚥下補助食品など各種食品の粘度曲線の経時変化を計測し、ずり減粘度の特徴量変化から食べやすさの評価を行った。

流動評価の一環として、微細気泡を含む流体の管内流れにおける遷移過程を調査した。電極となる白金線を円管内に設置し、水の電気分解により微細気泡を生成することで、管内流れにおける孤立乱流塊の生成における分散気泡の影響を明らかにした。観察では、乱流塊の生成過程で生じるヘアピン型の渦列と微細気泡群が相互干渉し、気泡群に渦列に沿った疎密分布が生じるとともに、渦列の半径方向への移流が活性化された。下流側での観察では、微細気泡の添加により孤立乱流塊を生成するための攪乱強度が低下しており、活性化された渦列が流れの基本場を効果的に変調し、孤立乱流塊を生み出す二次的な不安定を誘起したと理解している。