

キーワード

複雑流動、流れの制御、非ニュートン流体、混相流、乱流

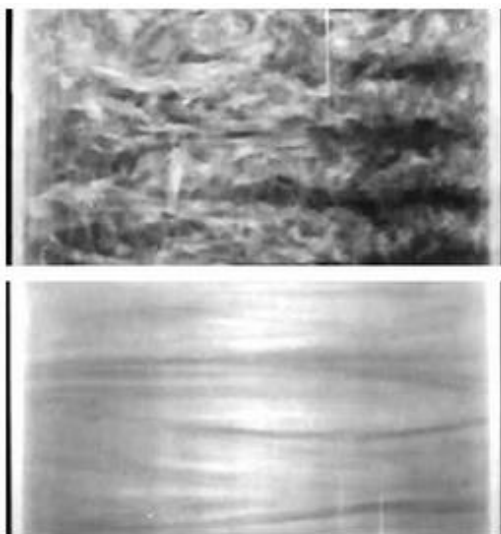
Complex flow, Flow control, Non-Newtonian fluids, Multiphase flow, Turbulence

研究内容

流体の運動（流れ）に別の物質を添加すると、流れの様子が一変して複雑な流動を示すことがある。この複雑流動は摩擦抵抗の低減や熱交換の促進など、工学的に重要な結果をもたらすが、既存の理論の枠組みでは捉えられない現象も多く、そのメカニズムは必ずしも明らかではない。さらに、現代のスーパーコンピュータでさえ数値シミュレーションが難しい対象もある。これらの複雑流動現象に対して、最先端の実験を駆使した研究を実施し、複雑流動の解明とその工学的応用を目標としている。

〔１〕複雑流体を利用した流れの制御〔１〕

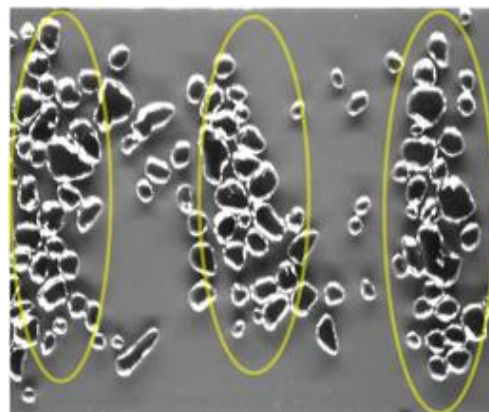
乱れた流れ（乱流）は工学の場面でもありふれた現象であり、乱流によるきわめて大きな摩擦抵抗が莫大なエネルギーロスをもたらす。高分子や界面活性剤をごく微量添加するだけで、水の乱流が抑制されて摩擦抵抗の劇的な低減が可能となる。しかし、高分子や界面活性剤を添加した水溶液は粘度などが複雑に変化する非ニュートン流体であり、流れの数値シミュレーションのための方程式さえ確立されていない。そこで、よく制御された乱流を実現できる実験装置を用いて、流体自身のもつ性質が乱流におよぼす影響の調査している。また、抵抗低減効果の予測のために、現象のモデル化に挑戦している。



(上) 水の乱れた流れ（乱流）
(下) 界面活性剤を添加した流れ

〔２〕気泡注入による摩擦抵抗低減〔２〕

乱流の摩擦抵抗を低減する他の手段として、乱流中に気泡を注入する手法も知られ、省エネルギー化のために多くの船舶で実装されている。最近、抵抗低減をさらに促進するためには、乱流中の気泡の自発的なクラスター化が重要であることが明らかとなり、気泡注入による摩擦抵抗低減技術のブレイクスルーが期待されている。気泡クラスター化現象のメカニズムを調査するために、新しい発想の実験装置を開発し、詳細な現象の解析を進めている。



開発した装置で再現された気泡クラスター

〔３〕現象の理解に基づく流体機械設計〔３,４〕

実験研究で得られた知見を流体機械の設計にフィードバックする研究も行っている。これにより試行錯誤によらない機械設計が可能となり、工学における技術発展が加速される。逆に、これまでの流体機械設計で蓄積されたノウハウから新たな現象を見出し、流体工学の発展を推進することも目指している。

最近の業績

- [1] “Angular momentum transport in Taylor-Couette turbulence of dilute surfactant solution”, Horimoto, Y.; Okuyama, H. *Appl. Therm. Eng.* **2025**, 262, 125238.
- [2] “Bubble clustering in turbulent boundary layer on a moving wall utilizing belt-driven system”, Horimoto, Y.; Mori, I.; Park, H. J.; Tasaka, Y.; Murai, Y. *J. Fluid Sci. Tech.* **2024**, 19, JFST0013.
- [3] “Experimental and theoretical fluid dynamics of spherical Savonius turbines operated in pipe flows”, Murai, Y.; Umemura, T.; Park, H. J.; Horimoto, Y.; Tasaka, Y. H. *Fluids Struct.* **2024**, 127, 104105.
- [4] “Precessing cylinder as high-shear-rate mixer: Application to emulsification”, Goto, S.; Horimoto, Y.; Kaneko, T.; Oya, K.; Sugitani, Y.; Aritsu, S.; Yoshida, M.; Ohyama, H.; Eguchi, K.; Kukimoto, S.; Matsuyama, K.; Nishimura, T.; Fukuda, K.; Onoda, K. *Phys. Fluids* **2023**, 35, 035139.

■ 科学研究費 基盤研究 (C) (令和4-6年度 320万円) .