

# 非ニュートン流体中での気泡・液滴運動とスケールアップ

## The Dynamic Motion of Bubbles and Drops in Non-Newtonian Fluids and Their Scale-up

太田 光浩

### Abstract

A thorough understanding of non-Newtonian two-phase flows is a challenging task due to intricate and dynamic boundary interface interactions which depend on local variations of rheological properties. To explore the structures and mechanisms of non-Newtonian two-phase flows, it is critical to identify the local profile of non-Newtonian properties corresponding to the shear rate. In this article, we review our current understanding of this complex phenomenon and outline challenges in the study of non-Newtonian two-phase flows based on the author's studies on the dynamic motion of bubbles and drops in non-Newtonian fluids.

キーワード：非ニュートン流体、レオロジー特性、気泡運動、液滴運動、スケールアップ

**Keywords** : Non-Newtonian fluid, Rheological property, Bubble motion, Drop motion, Scale up

### 1. はじめに

塗装工程は多種多様であり、流体工学的な視点からみると、塗装方法に応じて様々な流動形態が存在することになる。特に気液界面を伴った気液二相流れに分類される流れが多いが、対象とする塗装方法に応じた流動場を把握し、理解することが重要となる。しかし、塗装で使用される塗料は、一般的に非ニュートン性を示すため、塗料の流動状態の把握や制御は簡単ではない。これは、塗料が流動している際に剪断速度に応じて非ニュートン性が局所的に変化する

ことに起因する。例えば、流体の粘度が流動場内で局所変化すると、流動の無次元パラメータである Reynolds ( $Re$ ) 数は粘性項を含むため定義ができなくなる。また、流動している流体中の局所粘度分布を実験的に把握することは非常に難しく、数値解析による研究アプローチが不可欠になる。本稿では、筆者がおこなってきた非ニュートン流体系気液・液々二相流れの数値解析を通して、非ニュートン流体流れにおける問題・課題について述べ、塗布工程の最適操作を実現する上での指針としたい。

### 2. 無次元数

流動操作・制御を行う上で、 $Re$  数が最も重要なパラメータとなることは言うまでもない。 $Re$  数は、流体の運動方程式である Navier-Stokes 式を無次元化すると無次元係数として現れる。速度スケールを  $V$ 、長さスケールを  $L$

---

2024年3月14日受付  
OHTA Mitsuhiro  
徳島大学大学院  
社会産業理工学研究部 機械科学系