

2024 年度年次報告書

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

2023 年度採択研究代表者

仲村 英也

大阪公立大学 大学院工学研究科

准教授

粉体の流動と混合の時間・空間スケーリング

研究成果の概要

2024 年度は、代理モデルによる様々な操作条件における粒子混合挙動の予測、粒径偏析を伴う粉体混合の代理モデル開発、粒径偏析に適用できる粗視化モデルの開発に取り組んだ。以下にその成果の概要を示す。

開発した代理モデル **RNNSR** を用いて転動ドラム型混合機内における粉体流動・混合の予測計算を行ったところ、様々な容器回転速度においても、流動・混合を良好に予測することができた。端壁面の効果によって誘起され高回転速度条件で顕著になる容器回転軸方向の粒子循環流と混合挙動も精度よく予測することができた。

粒径単分散粉体が対象であったこれまでの **RNNSR** を、粒子径の異なる大小二成分粉体の混合・偏析を扱える代理モデルに拡張した。混合・偏析挙動、混合度、粒子速度分布の観点からその予測精度を評価したところ、**ground truth** の結果と良好に一致した。さらに、大小二成分の粒子をランダムに充填した初期配置から構築した代理モデルは、粒子運動挙動の粒径・空間依存性を広範囲に内包したデータを学習できるため、学習データとは異なる初期配置から開始した混合・偏析挙動でも、精度良く混合・偏析挙動を予測できることを実証した。

偏析現象を伴う粉体混合プロセスに適用できる粗視化モデルの開発に着手した。粗視化粒子を構成するオリジナル粒子群中の大小粒子の個数割合(組成)が混合・偏析の進行に伴い動的に変化するモデルを考案した。その結果、粗視化粒子よりも小さいスケールで起こる微視的な混合偏析を計算でき、粗視化-微視化連成計算技術の開発に向けて先鞭をつけることができた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Kishida, N., Nakamura, H., Ohsaki, S., Watano, S. Optimizing Data-Sampling Period in a Machine Learning-Based Surrogate Model for Powder Mixing Simulations. *Powder Technol.* **452**, 120584 (2025).
- 2) Kishida, N., Nakamura, H., Ohsaki, S., Watano, S. Surrogate Model of DEM Simulation for Binary-Sized Particle Mixing and Segregation. *Powder Technol.* **455**, 120811 (2025).