

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  
2022 年度採択研究代表者

2022 年度  
年次報告書

鈴木 龍汰

東京農工大学 大学院グローバルイノベーション研究院  
特任助教

化学熱力学を融合した界面流体力学の創成

## 研究成果の概要

本研究では化学熱力学を融合した界面流体力学の創成を目指し、実験とシミュレーション、理論の協同による分子レベルから流動現象まで考察した化学熱力学と界面流体力学の学際領域における学理構築と部分混和系を用いた流体置換ダイナミクスの完全理解を達成する。計画一年目である本年度は、実験にて流動実験・界面物性値測定による部分混和系(化学熱力学を伴う界面流体力学)の理解の深化、数値シミュレーションにてパラメトリックスタディによる部分混和系ダイナミクスの理解の深化ならびに多成分系への展開を目標に研究を実施した。実験にて、相分離の際に自発的に発生する Korteweg 対流の向きをコントロールし界面における流体力学不安定性を促進させたり、抑制させたりすることに成功した。一方、数値シミュレーションにて、完全混和系ではあるものの、2 液体の混和過程に存在する化学熱力学効果である有効界面張力の大きさと対流の大きさの関係を解明することに成功した。また、結果として発表するに至っていないが、相分離やそれに伴い発生する Korteweg 対流などの化学熱力学の効果を加味した界面流体力学の数値シミュレーションにてパラメトリックスタディを行い、物質移動や対流の影響などの流体力学の効果と、自由エネルギーの関数形や Korteweg 対流などの化学熱力学の効果を変化させ、それぞれがダイナミクスに与える影響を定性的・定量的に評価した。次に、多成分系への展開を目指して支配方程式の選出を行っている。今後、実験では化学種の違いによる相互作用の影響(化学熱力学の影響)に焦点を絞り、引き続き、流動実験・界面物性値測定を行っていく。さらに、3 次元性の影響を加味した実験も実施する。また数値シミュレーションでは多成分系への展開を引き続き行っていく。理論においても、実験や数値シミュレーションを説明できるモデルの構築を開始する。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Experimental demonstration on suppression of viscous fingering in a partially miscible system”, *Physical Chemistry Chemical Physics*, vol. 25, issue 19, pp.13399-13409, 2023