

平成 29 年度 名古屋大学 HPC 計算科学連携研究プロジェクト成果報告
液だれ現象における表面張力および界面張力を伴う粒子法の大規模数値計算

明星大学情報学部 横山真男

カップや瓶などの容器から液体を注ぐ際に生じる液だれは、容器の注ぎ口や側面などを汚してしまう問題として日常生活でよくみられる。この要因は、容器の注ぎ口の形状と流体の粘性、界面張力が関係すると考えられ、容器の製品開発にあたっては経験的な試行錯誤でその設計が行われている状況である。本研究では、数値シミュレーションによって容器の口から流出する流れを解析し、液だれの発生原因と解消法を探ることを目的としている。これまでに容器口の縁付近の形状やその表面性状の差異による流体の挙動への影響を実験によって調査してきた。容器の形状と液だれ形成への影響を知るため、3次元プリンタ用い作成した PLA 樹脂製のカップ状容器による水の吐出実験を繰り返し行い様々なバリエーションの形状に対する液だれの発生率とその挙動をハイスピードカメラで記録した。この実験によって幅と深さ共に 4mm の溝を環状に複数刻んだ PLA 樹脂製の液体容器において水に対して液だれが抑制されることを確認した[1]。また MPS 陽解法による 3次元計算を行い実験映像との比較を行ってきた。界面張力モデルとして接触角を考慮した粒子間ポテンシャルモデルを導入し、容器壁面への水滴の吸着などの液だれ現象の再現を確認したが、水滴の形状や発生する時間に大きな誤差が生じていた[2]。

H29 年度の成果としてこれまでの実験結果をもとに、粒子間ポテンシャルモデルにおける接触角パラメータの見直しと計算モデルの改良を行った。改良した計算モデルによる数値計算を行った結果と実験結果の比較において以前の計算モデルの結果に対しより良好に一致する結果を得た。しかし先の実験[1]において液だれ抑制効果を確認した外壁に溝を刻んだ容器に対する数値計算を行ったが、この場合液だれの抑制効果が模擬されず壁面へ流体が吸着し液だれが発生し実験と異なる結果となることがわかった。これは本計算モデルにおいて気体の影響を考慮していないことが原因として考えられる。今後シミュレーションの精度向上のため提案モデルに対し気体の影響を取り扱うための計算モデルの導入やまた本手法の適用範囲を拡大するため水以外の液体に対する実験と数値計算を検討している。

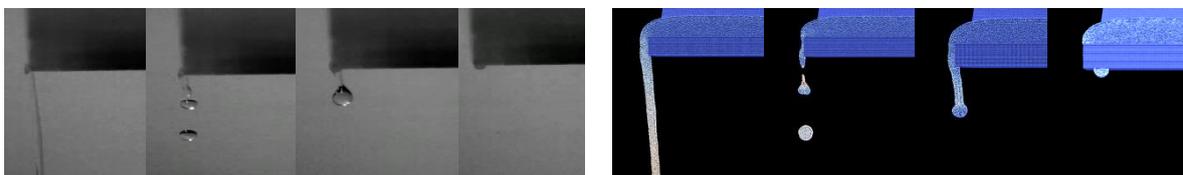


Figure 1 液体容器の水吐出実験の結果(左)と提案モデルによる数値計算結果(右)

References

- [1] 横山真男, 瀬田陽平, 矢川元基, 容器口に刻んだ溝による液だれ防止の効果, 日本機械学会論文集 D, 2017.
- [2] 瀬田陽平, 横山真男, 牧野光則, 矢川元基, 界面張力を考慮した粒子法による容器口から流れる液垂れの数値シミュレーション, 日本機械学会第 29 回計算力学講演会(CMD2016), 2016.9.