

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
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

小林 一道

北海道大学 大学院工学研究院
准教授

間の分子流体力学

研究成果の概要

1. Enskog-Vlasov 方程式を用いた多成分系の非平衡蒸発・凝縮問題の解析

多成分系に拡張した Enskog-Vlasov 方程式を用いて高速(超音速)で移動する液膜表面の非平衡凝縮問題について解析を行った。液膜に接している気体は凝縮性気体(蒸気)分子と非凝縮性気体分子から構成されている混合気体である。この結果、高速で移動する液膜面上においても凝縮係数の値は気液平衡状態で得られた凝縮係数の値と一致することが明らかとなった。本結果および昨年度の結果より、凝縮係数(および蒸発係数)の値は、気液平衡状態における値を取得することができれば、非平衡問題にも適用できることが示唆された。これは気液界面における熱・物質輸送現象の解析において重要な結果であると言える¹⁾。

更に、Enskog-Vlasov 方程式を用いて、非常に強い(凝縮量が多い)凝縮が起こっている界面における速度分布関数について調べた。これについては 2023 年度も引き続き研究を行う予定ある。

2. 分子動力学解析を用いた気液界面熱・物質輸送、運動量輸送の解析

1 の結果を参考とし、分子動力学解析を用いて平衡状態における多原子分子の蒸発係数・凝縮係数の値を調べた。2022 年度は水、エタノール、イソオクタン²⁾の値について解析を行った。

また、昨年度に引き続き、壁と液体に挟まれた希薄気体の Couette 流れに関する解析を行った。この結果、上記1で議論している気体論境界条件(Boltzmann 方程式に対する気液界面の境界条件)の位置について検証した。更に、昨年度行っていた急峻に加熱した蒸発現象に関する気液界面の気体論境界条件の構築法に関する研究について、国際誌「Applied Thermal Science」に投稿し採択された²⁾。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Vapor condensation induced by fast-moving liquid film in the presence of noncondensable gas molecules”, International Communications in Heat and Mass Transfer, vol. 142, 106622, 2023
- 2) “Molecular dynamics study of evaporation induced by locally heated argon liquid”, Applied Thermal Engineering, vol. 212, 118472, 2022