

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	名村 今日子
研究機関名	京都大学
所属部署名	大学院工学研究科
役職名	准教授
研究課題名	バブルアレイのマイクロ・ナノ構造化による新規熱輸送技術の創出
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本年度は、高速定量位相顕微鏡の改良とバブル周辺温度分布の評価を進めた。昨年度までに、定量位相顕微鏡の試作は完了していたが、測定精度が悪かった。そこで、光学素子の再検討や、試料形状の検討などを繰り返した。また、カメラには 5000 fps 程度まで撮影できるものを用いた。その結果、膜厚 100 nm 程度の SiO₂ 薄膜の膜厚を、位相差を用いて精度よく測定できた他、位相分布がない位置でのノイズの標準偏差は 0.025 rad 程度に抑えられることがわかった。この顕微鏡を用いて、水の局所加熱によってできる水中温度分布や、バブルができた時の温度分布の変化を調べた。位相分布から温度分布への変換は、軸対象温度分布を仮定した計算法を用いて行なった。バブルがない状態で測定された位相分布と、そこから計算された温度分布は、解析的に得られる解や COMSOL Multiphysics を用いて計算した結果と良い一致を示した。そのため、この方法で得られた温度分布は信頼できると考えられる。そこで、この方法を用いてバブル周辺の位相分布を測定し、温度分布を計算した。その結果、強力な対流を伴う水蒸気バブルの周りでは、熱伝導よりも対流による熱伝達の方が支配的になっていることを実験的に確かめることに成功した。また、周辺対流に対するマランゴニ効果の寄与の程度を見積もることができた。

定量位相顕微鏡を用いた観察と並行して、超高速カメラ (5 Mfps) を用いた光学顕微鏡下でのバブルの観察を行った。その結果、バブルの形状の時間変化を捉えることに成功した。そして、その振動周期が、これまでに光電子増倍管を用いて測定していた値と整合していることを確認した。また、バブル形状の時間的な変化と流れの発生との関係について、これまでに知られている解析的な解との比較を通して評価を行った。今後はバブル間相互作用を評価し、熱流体現象に与える影響を明らかにしていく予定である。