

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

2022 年度採択研究代表者

矢吹 智英

九州工業大学 大学院工学研究院
教授

沸騰現象の再構築による新しい熱流体科学の創出

研究成果の概要

沸騰現象は高い熱伝達率を有しているため、高発熱密度体の冷却に応用が考えられている。しかし、沸騰の熱伝達メカニズムには不明な点が多く残されている。本課題では、最先端の計測・解析技術を用いて、沸騰が内包する素過程を詳細に調べることを目的としている。本年度は、①沸騰の数値計算による対流熱伝達機構の研究、②沸騰除熱限界の発生機構の研究、③気泡微細化沸騰の発生・熱伝達機構の解明のための伝熱壁の開発に重点的に取り組んだ。①沸騰の数値計算を通じて、気泡表面で生じる蒸発による温度境界層の冷却と壁面での対流熱伝達との関係を調べた。断熱界面法と名付けた解析法を開発して数値計算を実施した結果、蒸発による冷却効果の有無による対流熱伝達率の差は 10%程度にとどまり、沸騰の高い熱伝達率の基礎なす対流熱伝達率は気泡の運動が誘起する対流によって作り出されていることが明らかになった。②高速度赤外線カメラで壁面温度・熱輸送を可視化して、限界熱流束発生の前兆現象である大きな乾き面の発生とその乾き面が濡れられなくなる要因を調べた。接触線が前進して高温の乾き面が濡らされるときに生じる核沸騰が乾き面を拡大(乾き面の収縮を阻害)していることが明らかになった。③高サブクール度(低液温)条件で、限界熱流束を越える高熱流束で生じる気泡微細化沸騰では、激しい沸騰により伝熱壁表面が壊食される。そのため、高速度赤外線カメラ実験で用いる伝熱壁の表面に成膜された薄膜ヒータは損傷を受け、沸騰実験を継続できなくなる。そこで、赤外線に対して高い透過率を有するシリコンドープ層ヒータを裏面に備えた伝熱壁構造を開発し、飽和沸騰における予備実験により、本構造が適切に動作し、高速度赤外線カメラによって温度分布を取得できることを確認した。次年度はこれを用いて、気泡微細化沸騰過程における壁面温度・熱輸送を詳細に観察する。