

ふりがな ふなたに しゅんぺい
氏名 船谷 俊平
学位 位 博士(工学)
学位記番号 新大博(工)第29号
学位授与の日付 平成17年3月23日
学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当

博士論文名 Development of Simultaneous Measurement Technique for Temperature and Velocity by Liquid-crystal Tracers and Its Application to Thermal Convection Phenomenon
(感温液晶粒子による温度・速度同時計測技術の発展とその自然対流現象への応用)

論文審査委員
主査 教授 藤澤 延行
副査 教授 小林 睦夫
副査 教授 長谷川 富市
副査 助教授 鳴海 敬倫
副査 助教授 松原 幸治

博士論文の要旨

本研究は、第1章：緒言、第2章：2次元2成分の温度・速度同時計測技術と応用、第3章：2次元3成分の温度・速度同時計測と応用、第4章：3次元3成分の温度・速度同時計測法を用いたレーリーベナール対流の研究、そして第5章：結言の計5章から構成されている。

第1章は、本研究の背景であるレーリーベナール対流の研究ならびに温度・速度同時計測の研究の歴史について纏めたものである。本研究開始時では温度・速度同時計測は十分な精度では実現されていないこと、ならびに、レーリーベナール対流への応用についても報告されていないことが述べられている。したがって、このような研究手法、研究対象いずれも独創的であり、更なる研究が必要であることが記されている。

第2章は、感温液晶を用いた2次元2成分の温度・速度同時計測技術について述べたものである。ここでは、感温液晶粒子の光学的特性について述べた後、それを用いた高精度温度計測法、同時速度計測法について説明した。一方、スキャニングライトシート法を導入することで、3次元空間の温度・速度同時計測技術へと拡張が可能であり、その手法について詳しい説明がなされた。また、この計測システムの適用例として、熱対流現象への応用が報告され、加熱面から生じるプルームと呼ばれる上昇流の構造を定量計測することができることを報告している。

第3章は、前章で示した2次元2成分の温度・速度同時計測技術にステレオ PIV による速度3成分の計測法を導入することで、2次元3成分の温度・速度同時計測技術に拡張する方法を記したものである。ここでは特に、ステレオ PIV の導入の際に生じる温度と速度の計測精度の評価について詳しく考察し、両者を最適化するトレーサ粒子数が存在することを示した。

第4章では、前章で示した2次元3成分の温度・速度同時計測装置にスキャニングライトシート法を導入することで、レーリーベナール対流の温度場・速度場を同時計測する方法を示したのち、実験結果について述べている。実験結果によると、対流場に生じる温度場と速度場間には適度の相関が存在し、加熱面から上昇するプルームと冷却面から下降するプルームにも相互干渉効果が見られることが示された。また、加熱面、冷却面の近傍には組織構造が形成されていること、ならびに、その中間領域では両プルームの干渉効果により、強い混合が生じていることが明らかにされた。

第5章は、第2章から第4章までの研究成果を総括したものである。

審査結果の要旨

本研究の内容を総括すると、感温液晶粒子による定性的可視化をデジタル画像処理することによって高精度で温度・速度の同時計測が可能であることを示し、さらに、その手法を3次元3成分の同時計測まで発展させた。また、そのような新たな計測手法をレーリーベナール対流に応用し、新たにその組織構造を実験的に明らかにした。これらの研究成果は、工学ならびに産業界の新たな発展に繋がる重要な知見である。

以上のことから、本研究は博士(工学)の学位論文として十分であると認定した。