

氏名(本籍)	の <sup>の</sup> <sup>ざわ</sup> <sup>まさ</sup> <sup>かず</sup> 野 澤 正 和 (茨城県)		
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 甲 第 3972 号		
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	<b>Study of Thermo-fluid Dynamics of Film Boiling Phenomena in Subcooled He II</b> (He II 中におけるサブクール膜沸騰の熱流動状態に関する研究)		
主 査	筑波大学教授	工学博士	村 上 正 秀
副 査	筑波大学教授	工学博士	松 内 一 雄
副 査	筑波大学教授	博士(工学)	阿 部 豊
副 査	筑波大学助教授	工学博士	文 字 秀 明
副 査	筑波大学助教授	博士(工学)	榊 原 潤

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、Study of Thermo-fluid Dynamics of Film Boiling Phenomena in Subcooled He II (He II 中におけるサブクール膜沸騰の熱流動状態に関する研究) と題し、8 章と Appendix から構成され、英文で書かれている。

本研究の背景には、加速器や核融合炉用の大型超伝導マグネットの冷却に、超流動ヘリウム (He II) の利用が進んでいることがある。その様なマグネットがクエンチを起こした場合には激しい沸騰が起こることが予想され、それへの対処を考える上で He II の沸騰状態に関する詳細な研究が必要とされて来ている。そこで He II、特にそのサブクール状態での沸騰現象の実相を探ることを目的に、加圧超流動クライオスタットを用い、1 気圧から飽和蒸気圧状態までの広い圧力範囲で、圧力・温度計測、可視化観測を組み合わせた包括的かつ一貫性のある実験がなされた。

サブクール状態で 2 種類の膜沸騰状態 (強サブクール膜沸騰とそれよりも低圧状態下で現れる弱サブクール膜沸騰と命名) があることの発見をきっかけとして、既知である飽和蒸気圧状態下でのノイジー膜沸騰と、サイレント膜沸騰を含めてその発生領域の詳細を、圧力-温度-熱流束 3 次元マップ上に表す作業を完成させた。これに関連して、 $\lambda$ -点近傍において、実は弱サブクール膜沸騰とサイレント膜沸騰が現れる領域が連結しており、従って両者が本質的に同等であることが明らかにされた。また、飽和蒸気圧近傍の圧力状態に固有の現象として考えられてきたノイジー膜沸騰が、 $\lambda$  点圧力よりも若干高いサブクール He II 域においても現れることを見出した。

さらに、強サブクール膜沸騰と弱サブクール膜沸騰が、膜沸騰で形成される蒸気-液界面における流体力学的安定性の観点から明白に弁別されることも明らかになった。作られた膜沸騰モデルに対して数値計算により求めた中立安定曲線は、実験的に求めた強サブクール膜沸騰と弱サブクール膜沸騰間の分界曲線とよく一致することも確認された。さらにこの見解に対しては、蒸気膜の形状および動的振る舞いに関する可視化観測の結果からも傍証が得られた。一方、ノイジー膜沸騰はこの膜沸騰モデルでは記述され得ない別種の不

安定モードであることを示唆する結果も得られた。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、サブクール状態 He II には2種類の膜沸騰状態（強サブクール膜沸騰と弱サブクール膜沸騰）があることを発見すると言う、He II 伝熱研究にとっての新しい知見をもたらした研究である。得られたデータは緻密で一貫性があり信頼の置けるもので、さらに副次的に得られたいくつかの結論も貴重である。従ってここで得られた結論は、今後ますます多くなると予測される超伝導磁石冷却用等の大型超流動ヘリウム冷却システムの開発にとり、極めて重要なものである。

以上に鑑み、本論文は、工学的に高く評価出来る。今後、本研究の内容を基礎とした定量的情報の取得を目的とした研究が大きく進むことを期待したい。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。