

液体ガリウム中の熱対流運動に関する実験的研究

Experimental study of thermal convection in liquid Gallium

矢野 可南子 [1]; 田坂 裕司 [2]; 武田 靖 [3]; 村井 祐一 [4]; 柳澤 孝寿 [5]

Kanako Yano[1]; Yuji Tasaka[2]; Yasushi Takeda[3]; Yuichi Murai[4]; Takatoshi Yanagisawa[5]

[1] 北大・工・機械; [2] 北大・工・エネルギー環境; [3] 北大・工・機械; [4] 北大・工・環境; [5] IFREE, JAMSTEC

[1] Mech. Eng., Hokkaido Univ.; [2] Energy & Environmental Sys., Hokkaido Univ.; [3] Mechanical Engineering, Hokkaido Univ.; [4] LFC, Hokkaido Univ.; [5] IFREE, JAMSTEC

地球物理の分野において、地球コアの熱対流についての研究は重要であり、大規模な数値シミュレーションや理論解析などが盛んに行われている。また地球コアは液体金属である溶融鉄でできているため、正確なシミュレーションを行うためには、室内実験により液体金属流れの基本的特性を理解することが必要である。しかしながら、そのような実験研究は数が少ない。それは、液体金属が不透明流体であることから光学的な可視化が不可能であること、または低プラントル数であることから理論的な扱いが困難であることに起因する。そこで本研究では、超音波流速分布計測法 (Ultrasonic Velocity Profiler, UVP) を用いて液体金属内に生じる熱対流について計測を行った。

Rayleigh-Benard 対流は、熱対流のなかで最も基礎的な流れの一つである。液体金属を用いた Rayleigh-Benard 対流では、流体内にセル状の対流運動が存在することがわかっている。またその対流セルは、時間に対して周期的な運動すること、流体内の温度も同様に変化していることなどがわかっている。しかしその周期的な運動が何に起因するかはわかっていない。

Rayleigh-Benard 対流において、臨界値に対して十分に大きなレイリー数では、温度境界層の剥離によって生じるサーマルプルーム (thermal plume) がその運動を支配している。本研究では、対流セルの周期的な運動に関連して、液体金属中に生じるサーマルプルームの振る舞いを調べた。UVP により得られる時空間速度分布と、実際のサーマルプルームの挙動を比較するため、可視化が可能なグリセリン水溶液において、その濃度を変えて計測を行った。その結果、UVP により得られたプルームの上昇速度は可視化による結果とほぼ一致し、また可視化では確認できなかった断続的な温度境界層の剥離を捉えることができた。得られた結果を基に、液体金属中に生じるサーマルプルームや容器壁面での対流の流速分布計測を行った。