

液体金属中の熱・粒子輸送に対するローレンツ力強制対流の影響
Effects of Lorentz-forced convection on the transport of heat and particles in liquids

廣岡慶彦¹、毕 海林²、
Yoshi HIROOKA¹, Hailin BI²

¹中部大院工、²合肥工業大学
¹Chubu University, ²Hefei University of Technology

1. 研究の背景

従来、国際熱核融合実験炉(以降 ITER)に於けるダイバーターと呼ばれるプラズマ対向機器(以降 PFC)設計では周辺プラズマ(以降 SOL)層厚み5 mmに一様な熱流束 10~20 MW/m²を仮定し、銅合金ヒートシンクと多結晶タングステン表面材料を用いた2層構造が採用されてきたが、タングステンは、延性脆性遷移温度が他金属に比べ突出して高いので繰り返し熱応力によるクラッキングは避けられない。また、SOL 層中の熱流束スケール則からピーク熱流束が 50MW/m² 以上になる可能性が指摘されたが、これは現行ダイバーター構造の熱除去能力を遥かに超えている。

このような固体ダイバーター構造の弱点を克服するため、近年、液体金属をダイバーター表面材料に適用することが提唱され、海外では静止液体金属PFC実験も始まっている。これに対して本研究は、熱流束除去促進のため液体金属をローレンツ力で強制流動させる事を提案し、実験室系装置を用いて原理検証する事を目的とするものである。

2. 方法

今回用いた実験セットアップの概念図を図-1に示す。液体金属試料としては、融点10.5°Cの3元系共晶合金Ga₆₇In_{20.5}Sn_{12.5}を用いた。また、液体金属に流入する熱源としては、局所加熱型赤外線ガンを用いる(図-1に赤外線導入用石英柱を示す)。

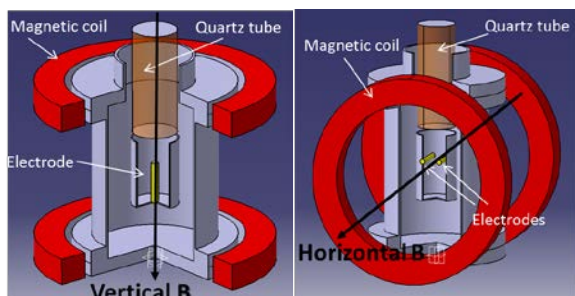


図-1：2つの磁場方向を示す実験セットアップ。

3. 結果

図-2に本実験のために試作されたローレンツ力発生用電極及び温度勾配測定用熱電対列付き液体金属流動実験用液体金属容器を示す。これを用いた実験が現在進行中であるが、定常温度分布は、既に図-3に示した様に有限要素法：COMSOLによって予測され、液体強制流動効果が示されている。



図-2：電極及び熱電対列付き液体流動実験用液体金属容器。

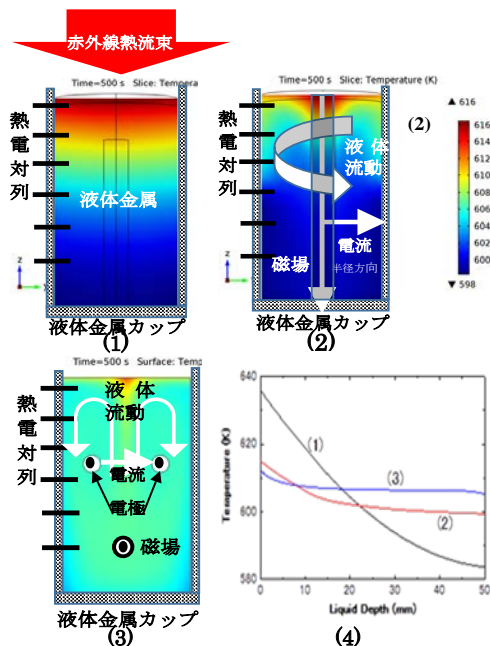


図-3：液体金属温度分布:(1) 液体流動なし;(2) 電磁流動(断面方向);(3) 電磁流動(深さ方向);(4)COMSOL モデリングによる深さ方向温度分布予測。