

流動液体金属PFCによる熱・粒子制御に関する実験的研究 A study on power and particle control by convected liquid metal PFCs

廣岡慶彦¹、杉原 進¹、武藤 敬¹、毕 海林²、大宅 諒³、花田和明³
Yoshi HIROOKA¹, Susumu SUGIHARA¹, Takashi MUTO¹,
Hailin BI², Makoto OYA³, Kazuaki HANADA³

¹中部大, ²合肥工業大, ³九大
¹Chubu Univ., ²Hefei Univ. Technol., ³Kyushu Univ.

1. 研究の背景と目的

現存の磁気閉じ込め核融合実験装置や建設中のITERダイバーターには、プラズマ対向機器(以降、PFC)材料としてタングステンが用いられている。しかし、最近のSOLスケーリングによると表面熱流束が50~100MW/m²にも達する可能性があり、これは、最高熱流束20MW/m²を仮定した現行設計では到底処理できないレベルである。

このような固体PFCの欠点を克服する為、講演者等は、液体金属をPFC代替材料として提唱し国内外研究者と連携しながら、これまで主として、液体金属中の粒子輸送(リサイクリング・透過)について検討を行って来たが、今回は、特に熱輸送に着目し、液体金属のJxB電磁力流動効果について実験的検討を行う事を目的とするものである。

2. 方法

図-1に今回用いた液体金属 JxB 流動の概念図と実際に用いられた熱電対付き液体金属溜めの写真を示した。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(常温で液体)。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た(図

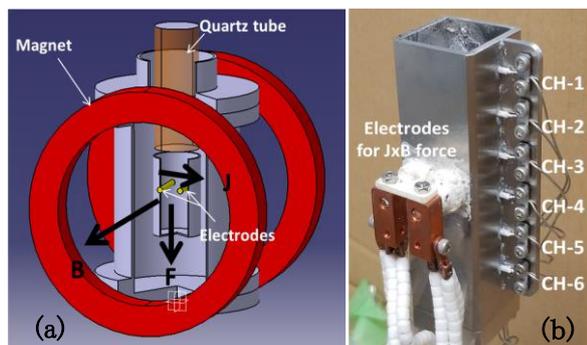


図-1: 実験セットアップ (a) $F=J \times B$ 概念図; (b) 温度測定子付液体金属カップ。

-1(a)には赤外線導入用石英柱も併せて示した)。実験では、赤外線ガンによって約 0.1MW/m² の熱流束が液面に垂直に入射され、その際の液体金属深さ方向の 6 チャンネル熱電対測定子による温度分布の時間変化が測定された。

3. 結果と考察

一例として図-2 に赤外線加熱中の液体金属の深さ方向の温度測定結果を示した。加熱が始まると 6 チャンネル全ての測定温度が時間と共に上昇するが、6 本のカーブが交わらないのは、温度勾配を保っていることを意味する。加熱開始から約 5 時間後にほぼ定常状態に達した段階で JxB 力により液体金属を長さ方向に流動させると 6 本の曲線が合流することが分かる。これは、とりもなおさず液体流動によって温度勾配がほぼ消失した事を意味する。但し、合流した温度曲線が上方に進路を変えるのは、通電によるジュール加熱が原因であると考えられる。通電を止めると温度曲線が再び分岐することも観測された。これらの結果を更に詳しく解析した結果を報告する予定である。

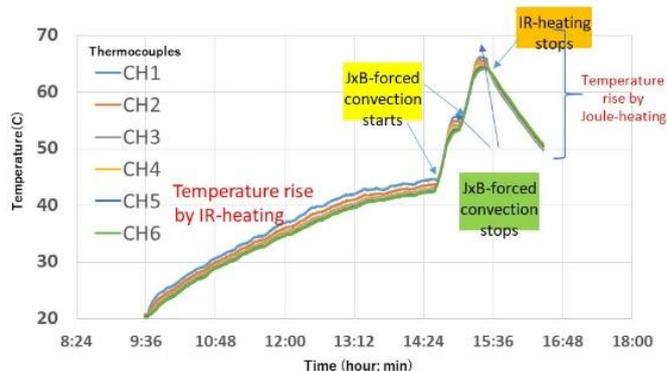


図-2: 6 チャンネル熱電対による温度測定結果。