

## 温度勾配型サーマルプローブの小型化

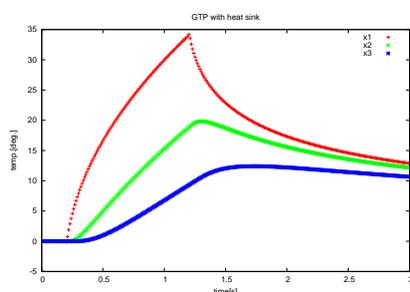
## Size reduction of a temperature gradient type thermal probe

松浦寛人<sup>1</sup>, 大西雄馬<sup>1</sup>, 大島慎介<sup>2</sup>, 門信一郎<sup>2</sup>, 水内亨<sup>2</sup>, 永岡賢一<sup>3</sup>Hiroto MATSUURA<sup>1</sup>, Yuma ONISHI<sup>1</sup>, Shisuke OHSHIMA<sup>2</sup>, Shinichiro KADO<sup>2</sup>,  
Tohru MIZUUCHI<sup>2</sup>, NAGAOKA Kenichi<sup>3</sup>大阪府大<sup>1</sup>, 京都大<sup>2</sup>, 核融合研<sup>3</sup>Osaka Pref. Univ.<sup>1</sup>, Kyoto Univ.<sup>2</sup>, NIFS<sup>3</sup>

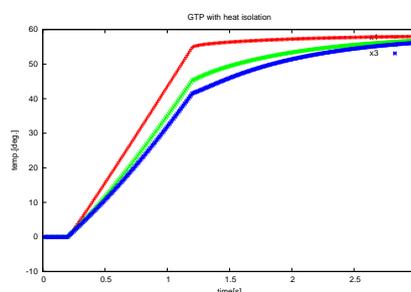
ITERのような核融合炉設計では、膨大な熱流束がシース領域を通してダイバーターターゲット面に流れ込むと予想される。「非接触プラズマ形成」などの熱負荷低減法の有効性を確かめるためには、熱流束の直接測定法の開発が必要不可欠である。温度勾配型サーマルプローブはプローブチップの2箇所の温度差を計測することにより、熱流束の時間変化を直接計測できる方法で、グロー放電 [1] やダイバーター模擬装置 [2] で原理的実証実験がなされた。しかしながら、京都大学のヘリオトロンJ装置においても同タイプのサーマルプローブを試作し、閉じ込め遷移に伴う熱流束変化の測定が試みられたが、未だに成功していない [3]。理由の1つは、温度勾配型サーマルプローブのオリジナルな設計では、プローブチップ全体で一定の温度勾配が定常状態では形成されるように、十分に大きな熱シンクを持たせていたため、プローブ全体のサイズが大きくなり、実機の計測ポートへの取り付けに様々な制約が課せられたためである。

文献 [3] で製作したものと同等な長さ 10 センチメートルの円柱形状の銅のプローブチップ底面に 1 平方メートル当たり 2MW のパルス熱流束が 1 秒間照射されると、下図左の様な温度変化が予想される。(3つの曲線は照射表面から 1 ミリ、5 ミリ、9 ミリの位置での温度である。) もし、熱シンクがなく、照射表面から 10 ミリで熱絶縁される (チップがここまでの長さしかない) とすると、温度変化は下図右のようになる。プローブチップの後半部にはほとんど温度勾配が形成されていないが、チップ内の熱量変化をきちんと考慮すれば、熱シンク型と同様の精度で熱流束の評価ができることが、今回確認された。プローブチップのサイズが 1/10 になる他に、温度上昇が熱絶縁型の方が大きくノイズに対しても強いと言うメリットも生まれる。ただし、10 秒以上のダイバータープラズマ照射に対しては、チップ温度が高くなりすぎ、熱輻射の影響の補正やチップ溶解の対策が必要になる。また、ヘリオトロンJの短時間の放電 (~ 200 ミリ秒) に適用するにはチップ厚みをもっと小さくする必要がある。

現在、ガラス素材のチップを製作し、府立大学のグロー放電装置での原理検証実験を行っている。講演ではその結果も紹介する予定である。本研究は双方向型共同研究 (NIFS12KUHL047) の援助を受けている。



熱シンク型の温度応答計算



熱絶縁型の温度応答計算

[1] H.Matsuura and N.Inagaki, Thin Solid Films **523**, 63(2012).[2] K.Kurihara, S.Kado, et al., Plasma Fusion Res. SERIES, **2** S1082(2007).

[3] 中野賢, 松浦寛人他, 第8回核融合エネルギー連合講演会 (2010, 高山) 11B-07p.