30aP26

パルスパワー放電定積加熱を用いた高密度プラズマの熱伝導率評価法の開発 Development of Evaluation Method for Thermal Conductivity in Dense Plasma Using Isochoric Heating with Pulsed-power Discharge

杉本 悟,杉本 雄紀,草野 慎吾,高橋 一匡,佐々木 徹,菊池 崇志,原田信弘 Satoshi Sugimoto, Yuki Sugimoto, Shingo Kusano, Kazumasa Takahashi, Toru Sasaki, Takashi Kikuchi, Nob. Harada

> 長岡技術科学大学 Nagaoka University of Technology

ITERやDEMOなどの磁場閉じ込め核融合システム(MCF)では、ダイバータを必要とする.ダイ バータは核融合プラズマに直接対向するため、大きな熱負荷に曝される.ダイバータが受ける熱流 束は、定常時10MW/m²であり、プラズマディスラプションやELMs時には、1000MW/m²と推定さ れる[1]. このような熱負荷に耐えられるよう、ITERでは高融点材料であるタングステンがダイバ ータ材として採用される.しかし、プラズマディスラプション時の熱負荷は、タングステンをアブ レーションさせ、ダイバータ材の寿命や健全性、またアブレーションしたタングステンプラズマが 核融合プラズマに影響を与えることが示唆されている.MCFにおけるタングステンダイバータの 性能を予測するためには、アブレーションしたタングステンの熱的物性を評価する必要がある.本 研究の目的は、高密度プラズマを生成し、プラズマと外界の熱伝導計測により、熱伝導率を評価す る手法を開発することである.

高密度プラズマの生成には、パルスパワー放電とルビーキャピラリーを使用したパルスパワー放 電定積加熱を用いた[2-3]. パルスパワー放電は、コンデンサバンク(1.89 μ F×2)と充電電圧14kVで 駆動される. 負荷として、直径300 μ mで長さ15mmの細線を使用した. ルビーキャピラリーの内径 は、1mmである. ルビーキャピラリー内のタングステンプラズマ密度は0.1 $\rho_{s}(\rho_{s}$ は固体密度)であ る. 熱伝導率は、放電中のルビーキャピラリー温度とタングステンプラズマ温度の測定により評価 される. ルビーキャピラリーは、温度および圧力を測定するための蛍光体である. ルビー温度は、 外壁温度に依存するルビー蛍光強度から推定される[4]. タングステンプラズマとns-YAGレーザー (532nm,300mJ,16ns)により励起されたルビー蛍光の時間分解分光計測から、双方の温度を決定した. プラズマ温度は、プラズマ発光を黒体放射と仮定して決定した.

図は放電開始時刻を0secとした,ルビー温度 とタングステンプラズマ温度である.ルビーは 約770Kで蛍光を発さなくなるため,プラズマ温 度の最大付近で計測できなくなっているが,ル ビー温度の上昇を確認できる.プラズマ温度は, 放電後10000K程度まで加熱され,その後は 7000K以上を維持した.プラズマがルビーキャ イラリー内壁に到達する放電開始0.2µs以降の 時間で熱伝導率を評価した.これらの結果から, プラズマ温度が約9000Kでおおむね40W/K・m であることが明らかとなった.本手法により, 高密度プラズマの熱伝導率評価をすることが 可能であると考えられる.



[1] IAEA Summary of the ITER Final Design Report (ITER EDA DOCUMENTATION SERIES No.22)

- [2] Y. Amano, et al., Rev. Sci. Instrum., Vol.83, 080107 (2012)
- [3] T. Takahashi, et al., J. Phys.: Conference Series, 688, 012100 (2016)
- [4] J.R. Lakowicz, Topics in Fluorescence Spectroscopy (1994)