

ダイバータプラズマ模擬装置DT-ALPHAにおける
ヘリコン波励起による高密度水素プラズマ生成
High-density hydrogen helicon plasma production in the DT-ALPHA device

高橋拓也, 岡本敦, 高橋宏幸, 熊谷孝弘, 大坊昂, 坪田慎平, 北島純男
TAKAHASHI Takuya, OKAMOTO Atsushi, TAKAHASHI Hiroyuki, KUMAGAI Takahiro,
DAIBO Akira, TSUBOTA Shimpei, KITAJIMA Sumio

東北大院工
Tohoku Univ.

磁場閉じ込め型核融合炉における研究課題の一つが、ダイバータ部に対する熱負荷の低減である。解決策として、ダイバータプラズマの非接触化が提案されている。しかし、Hモードで生じる周辺局在化モード(Edge Localized Modes, ELMs)のような高エネルギー粒子による、非接触プラズマの崩壊が懸念されている。そのため、高エネルギー粒子が非接触/再結合プラズマに与える影響を調査することが重要となっている。

我々は、ダイバータプラズマ模擬装置DT-ALPHAにおいて、再結合プラズマ中に高エネルギーイオンビームを入射することにより、高エネルギー粒子と再結合プラズマの相互作用解明を目指している。DT-ALPHAでは、周波数13.56 MHzの高周波放電によってプラズマを生成している。プラズマは内径36 mm、長さ0.5 mの石英管、および内径63 mm、長さ1 mのSUSチャンバー内に生成される。高周波を印加するアンテナは、長さ0.15 mであり、石英管中央付近に巻き付けてられている。磁力線方向のプラズマ境界は、上流と下流に設置しているエンドプレートによって与えられており、その距離は1.5 mである。DT-ALPHAでは、先行研究において、アルゴンおよびヘリウムの高密度ヘリコンプラズマの生成に成功している[1,2]。一方、核融合炉ダイバータには高密度水素プラズマが流入する。そのため、今回新たに水素プラズマ生成実験を行い、高密度プラズマ生成を試みた。電子密度の計測は、アンテナ下流端から0.3 m離れた位置において、ダブルプローブ法を用いて行った。外部磁場は下流側で強くなる収束配位をしており、生成部における磁場強度は水素の低域混成共鳴領域(~ 0.02 T)程度に設定した。

中性ガス圧力および生成部の磁場強度を変化させて実験を行い、電子密度の印加電力依存性を調査したところ、圧力0.8 Pa、磁場強度0.02

Tにおいて、印加電力300 W付近に電子密度の急激な上昇を確認した。ヘリコンプラズマの特徴として、密度ジャンプと呼ばれる急激な密度上昇の存在が知られている。今回観測された密度上昇が、ヘリコン波放電によるものであることを確かめるために、ヘリコン波の分散関係から求めた理論曲線と実験結果を比較した(図1)。分散曲線と実験点は妥当な範囲で一致しているものの、曲線勾配の急峻な位置であり、単純な比較はできない。そこで、新たに13.56 MHzの変動磁場を計測可能な磁気プローブを作成し、プラズマ中の変動磁場計測を行った。磁気プローブのピックアップループは、直径2.7 mmの3回巻であり、ここで検出された信号はループ直下から同軸ケーブルで伝送されるようになっている。講演では、その結果についても報告する。

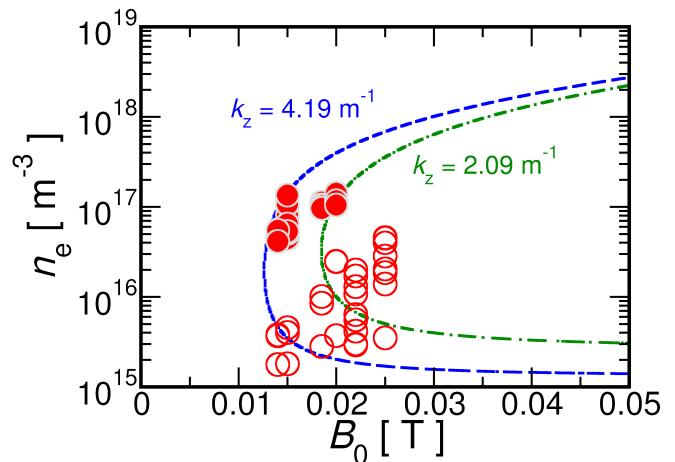


図1 電子密度の磁場強度依存性、および装置長から予測されるヘリコン波の分散曲線。横軸は外部磁場コイルから印加している磁場強度である。また、分散曲線は磁場と垂直な方向の波数を 122 m^{-1} としている。

[1] A. Okamoto, Plasma and Fusion Research **3**, 059 (2008)

[2] A. Okamoto, J. Plasma Fusion Res. SERIES **9** (2010)