

磁気フィルタに起因する定在波ヘリコン励起と電子加熱 Standing helicon and electron heating in a magnetic filter configuration

高橋和貴, 高山頌, 小室淳史, 安藤晃

Kazunori TAKAHASHI, Sho TAKAYAMA, Komuro ATSUSHI, and Akira ANDO

東北大院工

Dept. Electrical Eng., Tohoku Univ.

電磁波伝搬媒体中で局所的な屈折率の変化が存在する場合, その境界面で波動の反射が起こりうる. プラズマ中を伝搬する電磁波の屈折率は, プラズマ密度, 磁場強度, 波数ベクトルと磁場の角度に大きく依存する. ヘリコン波の伝搬特性とプラズマ生成に関する基礎実験では単純な磁場配位での実験を中心として進められてきた. 一方で磁気ノズル配置や磁気フィルタが存在する環境下での応用研究が近年進展しており[1-3], 複雑な磁場配位下での波動伝搬特性・制御の重要性が認識されつつある. 特に磁気フィルタ配置では急激に磁場ベクトルの向きが変化するため, 選択する周波数によっては共鳴点やカットオフ点が存在し, 波長よりも短いスケールで屈折率が大きく変化する.

NBI加熱用の高周波水素負イオン源では磁気フィルタは電子冷却の役割を担っており, フィルタ内部への波動伝搬・電子加熱により電子加熱が起こった際には, 負イオン生成効率の低下等の問題が起こりうるため, フィルタ下流部においては低電子温度化が要求される. その一方で, 負イオンの種となる原子状水素や水素正イオンの生成効率を上げるためには高電子温度化が要求され, この相反する課題を解決する必要がある. そこで今回, 軸方向磁場と磁気フィルタを重畳した磁場配置において, 高周波水素プラズマ中の電磁場計測および電子エネルギー確率関数 (EPPF) の計測を実施したので報告する.

実験は図1に示す東北大学所有の高周波水素プラズマ発生装置を用いて行った[3]. ヘリコン波プラズマ生成部に設置したアンテナに, 8MHz, 4kWの高周波電力を投入し, 水素プラズマ生成を行っている. 図2には電子エネルギー確率関数 (EPPF) のz方向分布を示す. 磁気フィルタの手前で高温電子が生成され, 磁気フィルタによる電子冷却効果も維持されていることが観測された. 波動計測を実施したところ,

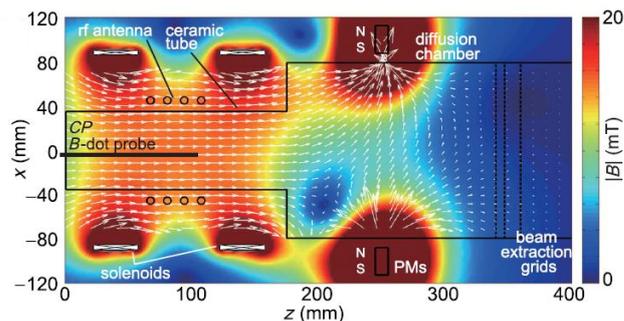


図1. 実験装置概略図と磁場強度 (コンター図), 磁場ベクトル (矢印) の計算結果.

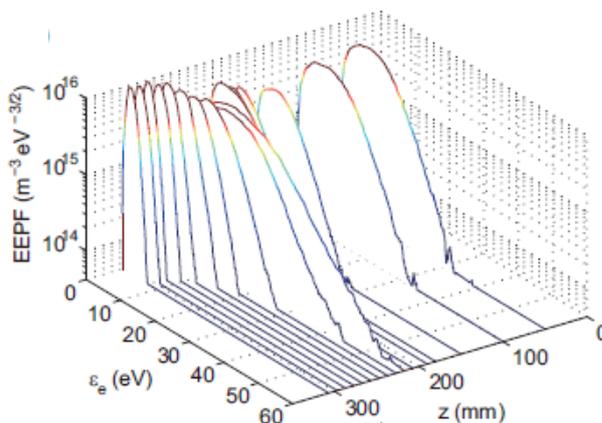


図2: EPPFのz軸方向分布.

磁気フィルタ上流域には定在波が励起されており, フィルタ内部では急激な波動振幅の現象が観測された. すなわち, 磁気フィルタに起因する局所的な屈折率の変化により波動の反射が起こり, フィルタ上流での定在波励起と電子加熱, フィルタ内部への波動伝搬抑制と電子冷却効果の維持が実現可能であることが見出された[3]. 詳細は講演にて述べる.

[1] K. Takahashi *et al.*, Phys. Rev. Lett., **110**, (2013), 195003.

[2] K. Takahashi *et al.*, Phys. Rev. Lett., **114**, (2015), 195001.

[3] K. Takahashi *et al.*, Phys. Rev. Lett., **116**, (2016), 135001.