

ヘリオトロン J における高エネルギー粒子の生成・閉じ込めに関する実験的研究

金子 昌司¹⁾、小林 進二²⁾、鈴木 康浩¹⁾、水内 亨²⁾、長崎 百伸²⁾、岡田 浩之²⁾、
中村 祐司¹⁾、花谷 清²⁾、村上 定義³⁾、近藤 克巳¹⁾、佐野 史道²⁾

¹⁾京大院工ネ科、²⁾京大工ネ理研、³⁾京大院工

ヘリオトロン J では、イオン温度計測、高エネルギーイオンの振る舞いを実験的に調べる事を目的として、荷電交換中性粒子分析器 (CX-NPA) を用いてイオンのエネルギー分布計測を行っている。

電子サイクロトロン加熱 (ECH) プラズマにおいて、比較的高密度の場合 ($\bar{n}_e > 1 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$) に観測されたエネルギースペクトルはほぼ単一 Maxwell 分布を示すが、低密度の場合 ($\bar{n}_e < 1 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$) には、バルクイオン温度の数倍のエネルギーを持つ高エネルギーの粒子束が増加し、エネルギースペクトルに高エネルギーテール成分が見られた。この高エネルギーテール成分は密度が低くなるほどより顕著に観測された。高エネルギーイオンの生成機構は調査中だが、高速電子とイオンのカップリングや、波とイオンのカップリングなどが考えられる。

最近、中性粒子ビーム入射 (NBI) 加熱実験が開始された。加速電圧 28-30keV で加速された NB をターゲットプラズマに入射したところ、バルクのイオン温度は 0.3keV 程度まで上昇し、エネルギースペクトルに約 20keV までのテール成分が観測された。一方、E、E/2、E/3 といったビーム成分は観測されなかった。これは、入射される粒子と CX-NPA で観測される粒子のピッチ角が異なっているためだと考えられる。

磁場配位が粒子閉じ込めに与える影響調べるため、磁場のバンピー成分 (B_{04}/B_{00}) を変化させて、CX 粒子束の振る舞いを調べた。この際、磁気軸位置、プラズマ体積、最外殻磁気面上での回転変換は固定した。図 1 に 7keV のエネルギーを持つ CX 粒子束の時間変化を示す。時刻 $t=0$ で NB を停止し、その後の CX 粒子束の減衰を調べた。CX 粒子束の $1/e$ 減衰時間はバンピー成分の増加につれて短くなった。無衝突のイオンの軌道計算より得られた、CX-NPA の視線を出発点とした粒子が壁に衝突するまでの時間の、ピッチ角及び径方向依存性を図 2 に示す。 $B_{04}/B_{00} = 0.01$ の場合では損失時間が 10ms 以上になる周回粒子を観測できることが予想される。一方で $B_{04}/B_{00} = 0.10$ の場合は、CX-NPA の観測領域は、0.1ms 以下で損失する直接損失粒子が支配的になる。これより減衰時間のバンピー成分に対する依存性は、ロスコーン形状の変化に起因すると考えられる。

講演では、ICRF 加熱実験の初期結果についても併せて報告する。

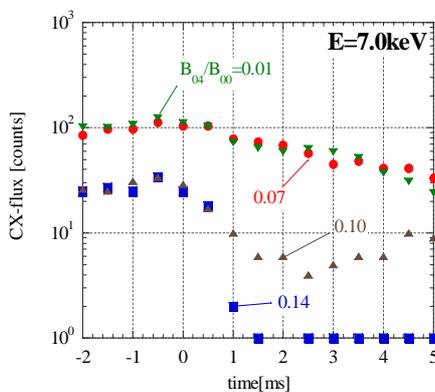


図 1 . バンピー成分を変化させた時の CX 粒子束の時間変化。

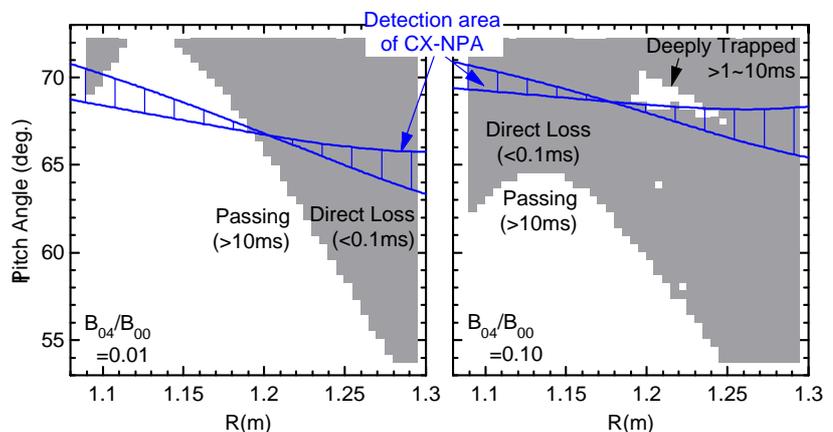


図 2 . $B_{04}/B_{00} = 0.01$ と 0.10 の場合における損失時間のピッチ角及び径方向依存性。