

RT-1 におけるリミタ導入時の ECH プラズマの高エネルギー電子成分の計測実験

東大新領域 齋藤晴彦, 吉田善章, 小川雄一, 森川惇二, 渡邊将, 矢野善久, 林裕之, 水島龍徳

Measurements of high energy component electrons in ECH plasmas in RT-1 with insertion of a molybdenum limiter

Graduate School of Frontier Sciences, University of Tokyo

H. Saitoh, Z. Yoshida, Y. Ogawa, J. Morikawa, S. Watanabe, Y. Yano, H. Hayashi, and T. Mizushima

磁気圏型装置RT-1では、超電導磁気浮上コイルの生成するdipole磁場中でマイクロ波によるECHプラズマの生成実験を行っている。8.2GHz及び2.45GHzマイクロ波の重畳入射と封入ガス圧力の最適化により、2.45GHzのOモード遮蔽密度 ($7 \times 10^{16} \text{m}^{-3}$) を超える $3 \times 10^{17} \text{m}^{-3}$ の電子密度と、主として高エネルギー電子成分による10%オーダー程度の高い β 値を持つ水素プラズマが安定に生成されている。SiLi検出器(測定エネルギー範囲1-20keV)を用いた軟X線波高分析計測によれば、電子密度及び温度の上昇時、プラズマの発光スペクトルにFe及びNi等の強い輝線が観測された。こうしたステンレス由来の金属線の増大は、プラズマ圧力上昇時に反磁性効果によりセパトロリクスが径方向外側に移動し、高エネルギー電子を含むプラズマが真空容器に近接する事で容器壁でのスパッタリングの効果が増大しているためと考えられる。

本研究では、プラズマ中への金属不純物混入を抑制し、放射損失等の悪影響を低減する事を目的として、モリブデン製の可動式リミタを導入してプラズマ生成実験を行った。図1は、リミタ挿入時のX線エネルギースペクトルに観測されたFe $K\alpha$ 線のカウント数である。リミタを真空磁場の作るセパトロリクス ($R=92\text{cm}$) 付近まで導入する事で金属輝線強度が減少しており、不純物の抑制が実現された。これにより、より広いパラメータ領域までのSiLi検出器による高エネルギー電子温度計測が可能となっている。リミタをセパトロリクス付近の周辺領域に配置した場合には、密度減少や温度低下等のプラズマへの大きな擾乱は観測されていない。また、モリブデンリミタに真空容器壁に対してDCバイアス印加を行い、プラズマに及ぼす影響を調べた(図2)。2.45GHz 10kW放電中にリミタに+700Vの正電位バイアスを与えたところ、反磁性信号が0.95mWbから1.1mWbにジャンプ状に増大した。75GHzマイクロ波干渉計の計測によれば、同時に電子線密度は $2 \times 10^{17} \text{m}^{-2}$ から $1.7 \times 10^{17} \text{m}^{-2}$ へと減少している。この際に軟X線スペクトルには有意な変化は見られない事から、リミタ正バイアス時にプラズマのバルク成分の電子温度が向上している事が予想される。

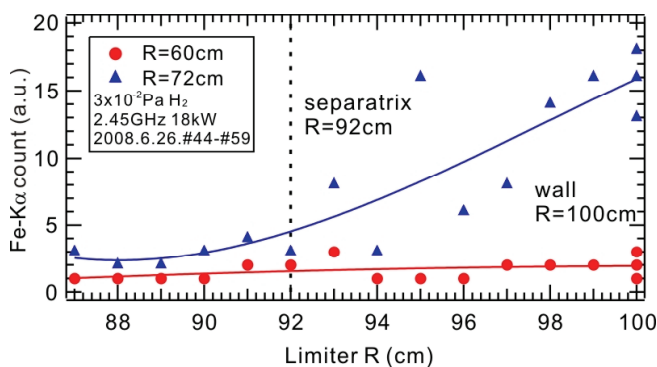


図1: 軟X線スペクトル中のFe輝線強度。装置赤道面に挿入したリミタ先端がセパトロリクスに達した付近から、特にR=72cm(外側)のcordで計測したFeのカウント数が減少した。

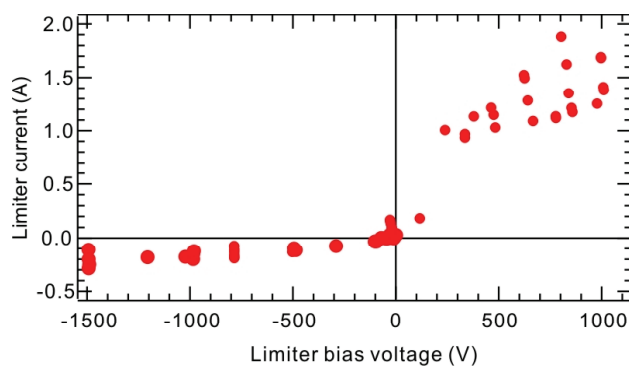


図2: リミタバイアス時の電流電圧特性。非対称なLangmuir probeと類似した曲線を描き、印加電位の正負両端で電流が飽和する傾向を示す。浮遊電位は-50V程度の負の値を取る。