

負イオンビームプロファイルの高時間分解能計測 High-time-resolusional measurement of negative ion beamlet profile

波場泰昭¹, 永岡賢一^{1,2}, 津守克嘉^{2,3}, 木崎雅志², 中野治久^{2,3},
池田勝則², 藤原大², 神尾修治², 吉村信次², 長壁正樹^{2,3}
Y. Haba,¹ K. Nagaoka,^{1,2} K. Tsumori,^{2,3} M. Kasaki,² H. Nakano,^{2,3} K. Ikeda,²
Y. Fujiwara,² S. Kamio,² S. Yoshimura,² and M. Osakabe^{2,3}

¹ 名古屋大学, ² 自然科学研究機構核融合科学研究所, ³ 総合研究大学院大学

¹ Nagoya University, ² National Institute for Fusion Science, National Institutes of Natural Sciences,
³ SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies)

負イオン源を用いた中性粒子ビーム入射加速装置 (NNBI) によるプラズマ加熱は, 核融合発電の実用化に必須である. ITERの要請 (RF放電で1 MV, 230 A/m²(H))を超える成果が報告されているなかで, 発散角制御 (<7 mrad) に関して実験的な報告は十分になされていない. 本研究はRF放電における発散角制御を念頭に置き, 負イオンビームレットの収束性を決めているビームレットの安定性を理解することを目標としている.

負イオンビームレットの安定性を評価するために, 高時間分解能をもつ計測器 (以下, FBM; fast beamlet monitor) を新たに開発し, 核融合科学研究所のテストスタンド (NIFS-NBTS) において負イオンのシングルビームレット計測を行った. 核融合科学研究所のNNBIでは, フィラメントアーク放電を用い, これまでに発散角 $\theta_h=4.1$ mrad, $\theta_r=6.1$ mradを達成している.

FBMは, ファラデーカップ型の32チャンネル電極アレイで構成された計測器である (図1(a)).

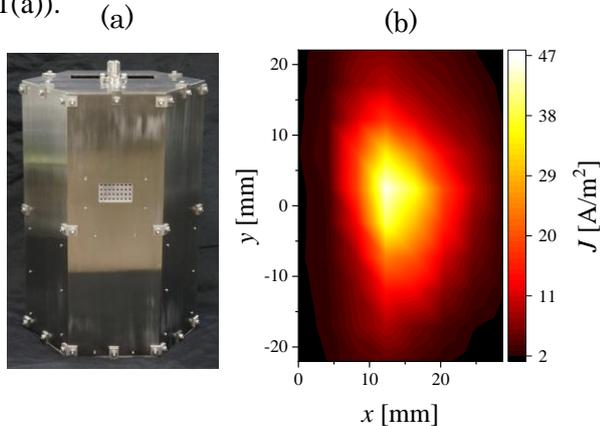


図 1 (a) 高時間分解能をもつ計測器 (FBM), (b) 負イオンビームレットの2次元電流密度分布.

FBMで計測された負イオンビームレットの2次元電流密度分布を図1(b)に示す.

負イオンビームレットの電流密度分布をガウスビーム ($J=J_0\exp[-(x-x_0)^2/\sigma_x^2]$) と仮定して, 幅と軸の時間発展を評価した (図2). 軸の中心 x_0 , 振幅 J_0 , および1/e半幅 σ_x が, 加速電圧と引出電圧との比 V_{acc}/V_{ext} の変動にตอบสนองしている. つまり, 負イオンビームレットの安定性が, 静電加速電源の安定性に強く依存することを示している.

また我々は, FBMを用いた負イオンビームレット分布計測とラングミュアプローブを用いた負イオン源の密度計測とを同時に行い, 負イオン源内のプラズマ変動にตอบสนองする負イオンビームレット分布の揺動観測にはじめて成功した. 負イオンビームレットの安定性が, 負イオン源内のプラズマの安定性に依存することを示す結果である.

本発表では, ビームレットの安定性の重要性について, 実験観測に基づいて議論する.

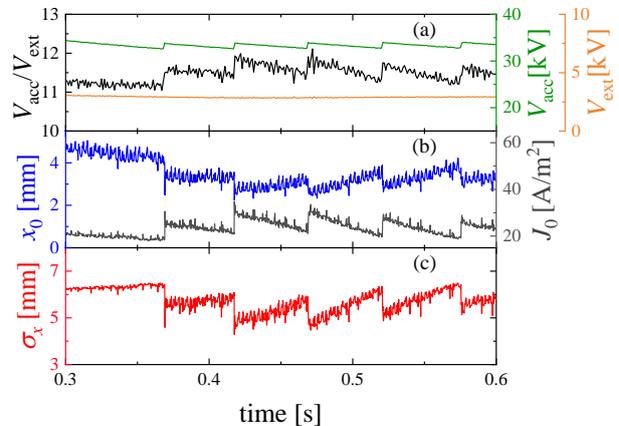


図 2 (a) 加速電圧 V_{acc} , 引出電圧 V_{ext} , および V_{acc}/V_{ext} . (b) 負イオンビームレットの軸の中心 x_0 , 振幅 J_0 , および (c) 1/e半幅 σ_x の時間発展.