

PICシミュレーションによる負イオンビームのエミッタンス特性の研究 Study of negative ion beam emittance characteristics by using PIC simulation

宮本賢治¹⁾、永岡賢一^{2), 3)}、津守克嘉^{2), 4)}、畑山明聖⁵⁾、星野一生⁵⁾、林克哉⁵⁾、木崎雅志^{2), 4)}、中野治久^{2), 4)}、池田勝則²⁾、藤原大²⁾、長壁正樹^{2), 4)}

K. Miyamoto¹⁾, K. Nagaoka^{2), 3)}, K. Tsumori^{2), 4)}, A. Hatayama⁵⁾, K. Hoshino⁵⁾, K. Hayashi⁵⁾, M. Kasaki^{2), 4)}, H. Nakano^{2), 4)}, K. Ikeda²⁾, Y. Fujiwara²⁾, and M. Osakabe^{2), 4)}

1) 鳴門教育大、2) NIFS、3) 名大、4) 総研大、5) 慶應大

1) Naruto University of Education, 2) NIFS, 3) Nagoya University, 4) SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Students), 5) Keio University

1. 目的

負イオンビームのエミッタンス図において、3つの特徴的な成分が存在することが実験的に示されている[1]。本研究では、これらの3つの成分の発生要因を明らかにするために、PICシミュレーションによる、負イオンビームのエミッタンスや軌道の計算・解析を行った。特に、3つの成分と、負イオンの引出境界面であるメニスカスとの関連について実験結果と比較・検討した。

2. 数値計算モデル

負イオン源の引出孔1個分について、バルクプラズマの引出領域から加速部の接地電極(GG)出口から30 mmまでの領域をモデル化した(図1)。フィルター磁場、電子抑制磁場に平行な方向をそれぞれx軸、y軸とした。また負イオンビームの引出・加速方向をz軸とした。

電子や正・負イオン、中性粒子の温度、電子密度等の主要な物理パラメータは実験値を用いた。表面生成された負イオンの温度は1 eVの半マクスウェル分布を仮定し、PG表面から均一に、かつcos分布の角度分布で放出した。さらに、クーロン衝突等による負イオンの緩和過程を考慮した。

3. 計算結果

図2は、プラズマ電極(PG)近傍のH⁺密度の空間分布である。

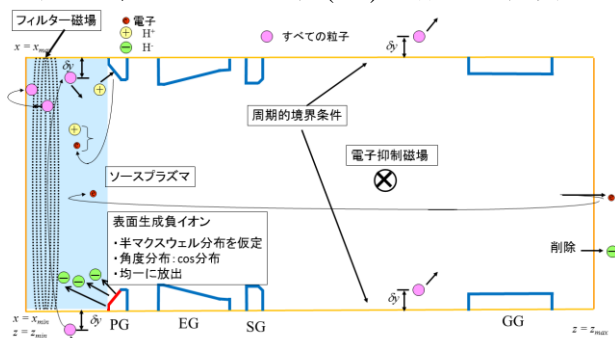


図1 PIC数値計算モデルの概要

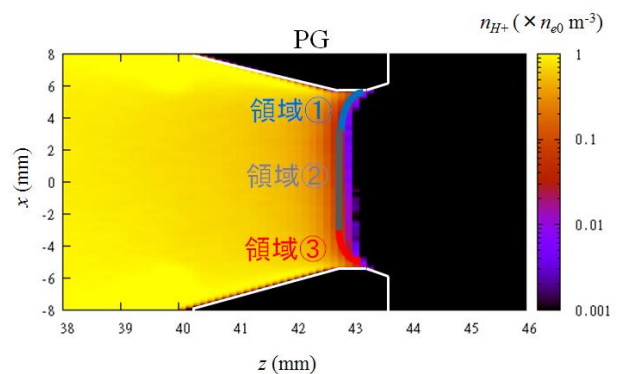


図2 PG近傍におけるH⁺密度の空間分布

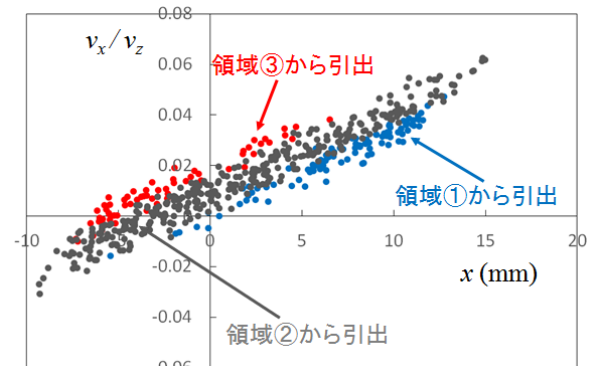


図3 負イオンビームのエミッタンス図

図2において、正イオンの存在する領域の境界は、メニスカスに相当する。このメニスカスを領域①～③に分割し、それぞれの領域から引き出された負イオンの、GG出口から30 mmにおけるエミッタンス図を図3に示す。図3より実験結果と同様に、エミッタンス図に存在する3つの成分は、メニスカス上での負イオンの引出位置に起因することが示された。

参考文献

- [1] Y. Haba, K. Nagaoka, K. Tsumori, M. Kasaki, H. Nakano, K. Ikeda, and M. Osakabe, *New J. Phys.*, **22**, 023017 (2020).