

ECR イオン源からの Xe イオンビーム形成とビーム減速実験 Improving Extraction/Transport and Decelerating Xe Ion Beams on ECRIS

阪大院工, ○奥村一起, 大森貴之, 久保渉, 針崎修平, 加藤裕史

Osaka Univ., K.Okumura, T.Omori, W.Kubo, S.Harisaki, and Y.Kato

E-mail:k.okumura@nf.eie.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】人工衛星の電気推進器は Xe プラズマからイオンを電界で加速させ、噴射することで推進力を得ている。10-15 年の長期運用を目的とした衛星設計においては、電気推進器から放出されるイオンビームにより低エネルギーのイオンの積算損耗が問題となる。さらに、低エネルギーのイオンビームに対するスパッタリング量は理論式と異なる場合があるため、実験的に評価をする必要がある。そこで、本研究の電子サイクロトロン共鳴イオン源(Electron Cyclotron Resonance:ECR)では、多価イオンを効率的に生成可能であるという利点を生かし、照射実験の適用を目指している。そして、これまでの研究ではイオンビームを高エネルギーで引き出し、照射ターゲットの直前で減速させるための照射系(Ion Beam Irradiation System:IBIS)の構築を行った[1]。本研究では、プラズマ生成条件を変化させたときの減速時における Xe^{q+} イオンビーム電流測定、減速時のビームプロファイル測定を行うための系の構築、そして照射実験に必要な電流密度を取得することを目的とした引き出し電極の改良を行う。

【実験方法】本実験では、装置内部に Xe ガスと 2.45GHz のマイクロ波を導入し $10^{-3}\sim 10^{-4}$ Pa の動作圧力で Xe プラズマを生成する。生成したプラズマを三枚の単孔電極 PE, E1, E2 から構成されている引き出し電極によりイオンビームを引き出す。そして、引き出されたビームは分析磁石により質量分析を行いビームライン上のファラデーカップ(Faraday Cup:FC)で質量価数分布(Charge State Distribution:CSD)が計測できる[2]。ビームライン下流側には IBIS を構築している。IBIS はエミッタンス測定を行うイオンビーム計測部と、照射ターゲットへイオンビーム照射を行う照射部により構成されている[1]。照射部は減速電圧を任意に印加できる電極構造となっており、照射ターゲット、2 軸電流プロファイル測定、および全電流は 2 次電子防止のケーシング付きで測定する。今回は、プラズマの生成条件を変化させたときの減速時におけるビーム電流特性の測定を行った。

【実験結果】Fig.1 には、異なるプラズマの生成条件での CSD とその条件下における減速時の Xe^{q+} イオンビーム電流の測定結果を示す。(a-1, 2)の条件は低圧力でマイクロ波のパワーが高く、(b-1, 2)は高い圧力でマイクロ波のパワーが低い条件となっている。また、(a-2)と(b-2)は減速時の Xe^{q+} イオンビーム電流の測定結果であり、それぞれの下図はエネルギーが 0 付近の拡大図となっている。減速時における Xe^{q+} イオンビーム電流の測定結果においては、エネルギーが下がるにつれ電流値が徐々に減少していき、数 10eV 付近で急激に減少し、エネルギーが負の領域で電流値が 0 となる。しかし、(a-2)の方が(b-2)よりもエネルギーが負方向にオフセットしていることが確認できる。これは、プロファイルの問題もあるが ECR プラズマの空間電位の影響によるものと考えられるので、照射実験時には注意が必要である。本公演では、減速時におけるイオンビームプロファイル、低エネルギーの Xe イオンビームでの材料への照射実験の結果、改良を行った引き出し電極特性の結果についても報告する予定である。

[1] T. Takeda, et al, 22nd IIT, IEEE Conference Publication, pp.203-206 (2018)

[2]奥村一起, 他 第 66 回応用物理学会春季学術講演会(2019)

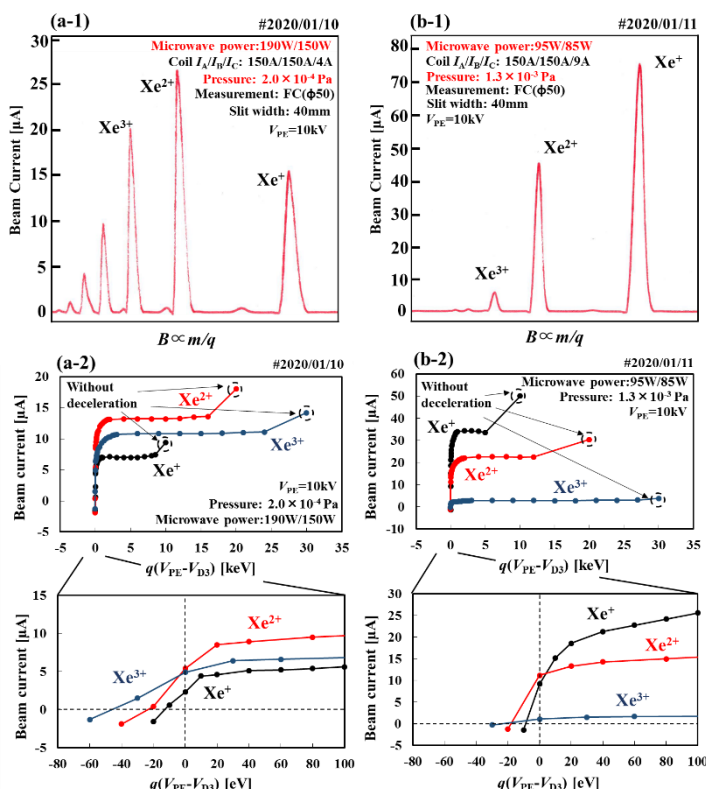


Fig.1 (a) 低圧力、高パワーでの典型的な CSD と減速時のイオンビーム電流測定
(b) 高圧力、低パワーでの典型的な CSD と減速時のイオンビーム電流測定