

# 直接発電に向けた複合プラズマ源におけるイオンビーム引き出しと輸送の研究 Study of ion beam extraction and transport in the composite-plasma source for researches of direct energy converter

市村和也，岡本祐樹，中本聡，竹野裕正<sup>1</sup>

Kazuya ICHIMURA, Yuki OKAMOTO, Satoshi NAKAMOTO, Hiromasa TAKENO<sup>1</sup>

神戸大工<sup>1</sup>

Kobe Univ.<sup>1</sup>

直接発電はプラズマ流や荷電粒子ビームにおける荷電粒子の運動エネルギーを直接電力に変換する発電方法であり，既存の発電方法と比べ，高い発電効率を持つ [1,2]．とくに重水素・ヘリウム3を燃料とする先進核融合では，核融合反応で発生した高速プロトンの運動エネルギーを直接電力へと変換することによる高効率な発電の実現が期待されている．

直接発電の発電効率を向上させるためには，流入した荷電粒子を電荷の正負やエネルギーによって，適切に分離することが重要である．電子とイオンはカusp型磁場によって分離されるが，核融合炉では高速プロトン(14MeV)に加えて熱化イオン(数keV)が流入してくると考えられるため，これらの高エネルギーと低エネルギーのイオンビームを分離する必要がある．そこで2枚のディスク状電極を使用したイオン-イオン分離が提案され，さらにイオンビームの分離について実験的に模擬するため，図2に示すように，2段のプラズマ生成部で構成され，2つの異なるエネルギー成分(高エネルギーと低エネルギー)を持ったイオンビームを生成する複合プラズマ源が開発された．

本研究ではIBSIMUと呼ばれるオープンソース型のシミュレーションコード [3] を用いることでイオンビームの軌道計算を行い，複合プラズマ源イオンビームの引き出し効率や輸送特性について調べた．図2は計算から得られた，上流側プラズマ生成部イオン引き出し電極付近でのイオンビーム軌道の例である．とくにビーム引き出し部分のプラズマレンズによるビームの収束-発散効果に着目し，これらが装置下流部における最終的なビーム電流量にどのように影響するかを評価する．講演では，計算手法や結果の詳細について発表する．

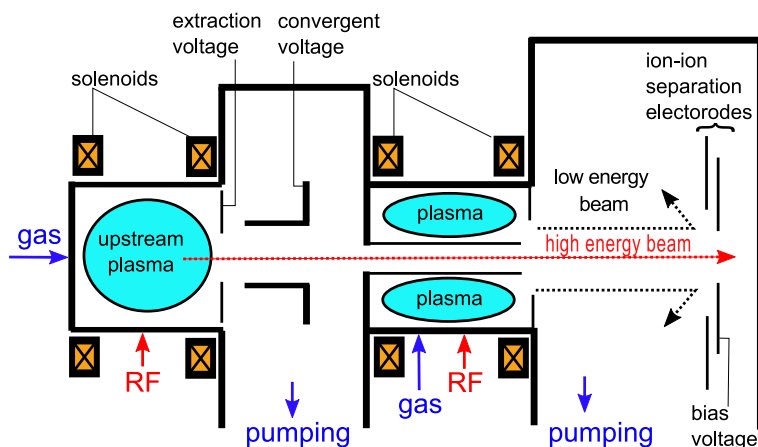


図1. 複合プラズマ源とイオン-イオン分離実験の概念図

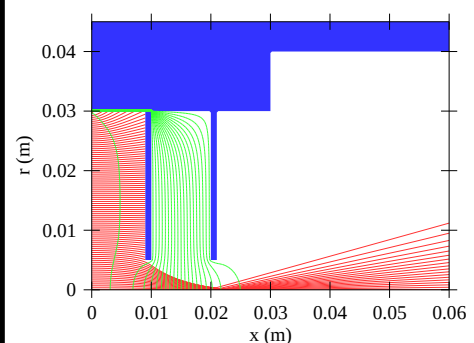


図2. 上流側引き出し電極近傍におけるイオン軌道の例

[1] H. Takeno et al., Trans. Fusion Sci. Technol. **63**, No.1T, 131 (2013).

[2] H. Momota et al., Proc. 14th IAEA **3**, 319 (1993).

[3] T. Kalvas et al., Rev. Sci. Instrum. **81**, 02B703 (2010).