

ヘリウム3燃料核融合直接発電におけるイオン-イオン分離の模擬実験II Simulation experiments of ion-ion separation in direct power generation for helium 3 fusion II

中西快¹⁾, 中本聡¹⁾, 古川武留¹⁾, 竹野裕正¹⁾, 宮澤順一²⁾, 後藤拓也²⁾
NAKANISHI Kai¹⁾, NAKAMOTO Satoshi¹⁾, FURUKAWA Takeru¹⁾, TAKENO Hiromasa¹⁾,
MIYAZAWA Junichi²⁾, GOTO Takuya²⁾

1)神戸大, 2)核融合研

1)Kobe Univ., 2)NIFS

1. はじめに

ヘリウム3燃料核融合での直接発電では、粒子分離をカusp型直接エネルギー変換器(CuspDEC)で、高速プロトンのエネルギー回収を進行波型直接エネルギー変換器で、それぞれ行うことが想定されている[1]。粒子分離のうち、電子の分離は多く研究されてきたが、熱化イオンの分離の研究は不十分である。当初の磁場を利用した分離に代わって、イオン-イオン分離に電界を利用するものが提案された[2]。これは、中心に穴をもつ2枚の同軸円盤電極で軸付近に放射状電界を形成し、熱化イオンを径方向へ偏向して、直進する高速プロトンと分離するものである。先行研究[3]では、分離過程における、主として熱化イオンの挙動を調べた。本研究では、高速イオン(実験では陽子をヘリウムイオンで代用)の挙動に注目した内容を報告する。

2. 実験装置

模擬実験装置の概略図を図1に示す。

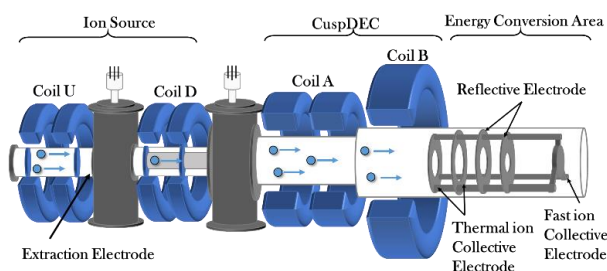


図1 模擬実験装置の概略図

装置では、高速イオン源と熱化プラズマ源が縦続接続されている。本研究では高速イオン源からヘリウムイオンビームを供給する。イオンのエネルギーは、引出電圧 V_{ex} で制御される。ビームは熱化イオン源の中空洞を通過し、熱化プラズマの電子が偏向・分離されるCuspDEC領域に入る。その下流のエネルギー変換空間に配置されたイオン-イオン分離のための反射電極

には、電圧 V_r が印加され、低いエネルギーのイオンは反射されるが、高エネルギーイオンは通過する。通過したイオンは、反射電極より下流に設置されたコレクタで検出する。検出信号は増幅された電圧 V で評価する。

3. 実験結果

コレクタ信号 V は、種々の条件で変化する。図2は、一定の V_r について、 V_{ex} に対する V の変化を示したものである。 $V_r=800V$ の場合、 $V_{ex}=800V$ 付近を境として、 V が大きく変化している。これは、 V_r よりも低いエネルギーのイオンが反射電極を通過できなかったためと考えられる。一方、 $V_r=0V$ の場合、反射電極による電界は存在しないが、 V_{ex} に対して V が緩やかながらも変化している。現在、高速イオンの軌道分析のために、粒子軌道計算を行っており、講演ではこれを含めて報告する。

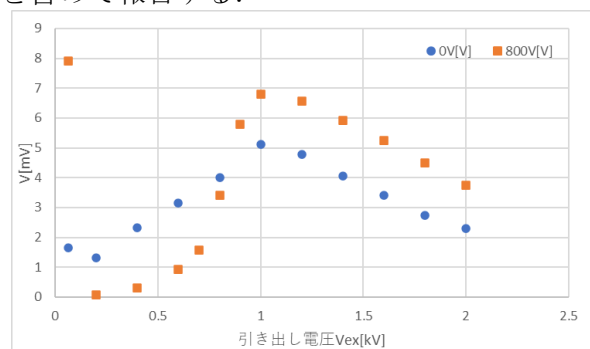


図2 V_r ごとの V_{ex} に対する V の変化

本研究の一部は、日本学術振興会・科学研究費補助金(16H04317, 20H02131)の援助を受けている。

[1] H. Momota, et al., Proc. 7th Int. Conf. on Emerging Nucl. Energy Systems, 16 (1993).

[2] H. Takeno, et al., PFR **14**, 2405013 (2019).

[3] 水野他, プラズマ・核融合学会第38回年会, 22P-5F-01 (2021).