

22P-5F-01

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

Simulation experiments of ion-ion separation in direct power generation for helium 3 fusion

水野翔太¹, 中本聡¹, 竹野裕正¹, 宮澤順一², 後藤拓也²
Shota MIZUNO¹, Satoshi NAKAMOTO¹, Hiromasa TAKENO¹,
Junichi MIYAZAWA², Takuya GOTO²

¹神戸大工, ²核融合研
¹Kobe Univ., ²NIFS

1. はじめに

著者等は, ヘリウム3燃料核融合に適用する直接発電の研究を行なっている. 核融合炉にて発生した荷電粒子は発電システムへと流入し, カusp型直接エネルギー変換器 (Cusp-type Direct Energy Converter, CuspDEC) で電子と熱化イオンが分離され, 高速プロトンは進行波型直接エネルギー変換器でエネルギー回収される[1]. 磁場を利用した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. イオン-イオン分離では電界を利用するものが提案されている[2]. 中心に穴の空いた2枚の同軸円盤電極にて形成された軸付近の放射状電界により, 低エネルギーである熱化イオンは径方向へと偏向される一方, 高エネルギーである高速プロトンは影響を受けず直進し, 分離が行われる.

先行研究[3]では, 複合プラズマ源を備えた統合型模擬実験装置に合わせて熱化イオンの反射電極および捕集電極が設計・製作された. 本研究ではこれらを用いて行ったイオン-イオン分離の実験結果を報告する.

2. 装置構成

模擬実験装置の概略図を図1に示す.

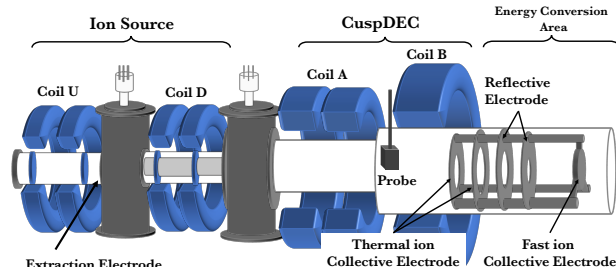


図1 模擬実験装置

模擬実験装置には複合プラズマ源, CuspDEC, エネルギー変換空間の3つの領域がある. 複合プラズマ源は上流に高速イオン源が, 下流に熱化イオン源がそれぞれ独立したアンテナと

磁場コイルを持ち配置されている. CuspDECは上流に一組のコイル, 下流に径の異なるコイルを1つ配置している. 下流側コイルに上流側コイルと逆向きの電流を流すことにより傾斜カusp磁場を形成し, 電子の分離を行う. エネルギー変換の領域には2枚の熱化イオン捕集電極, 一对の反射電極, 1枚の高速イオン捕集電極が配置されている. 反射電極にて形成した電界により熱化イオンと高速イオンの分離が行われる. 捕集電極とCuspDEC内に設置した径方向可動のprobeを用い測定を行なった.

3. 測定結果

上流プラズマ源に高電圧 V_{ex} を印加して高速イオンを引き出す. 図2は反射電極に電圧 V_r を印加した際に, 下流の高速イオン捕集電極で測定された電流信号の変化を示したものである. 低い V_r で見られる電流は V_r が V_{ex} に近づくと一旦増加した後に減少し, 高い V_r では小さくなる. 熱化プラズマの測定も含めて講演で詳細を報告する.

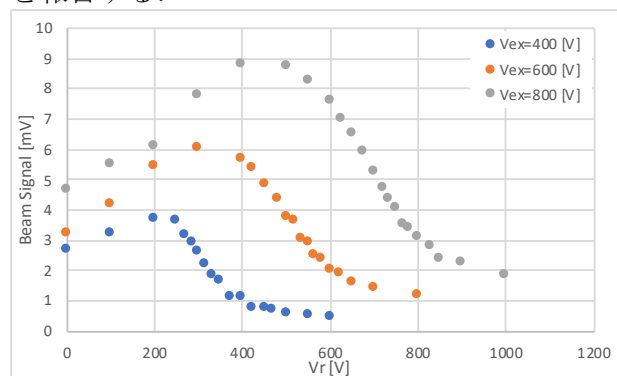


図2 高速イオン捕集電極電流の V_r 依存性

- [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] K. Hashiguchi, et al., ITC28, P1-43 (2019).