

統合型模擬実験装置における直接エネルギー変換の研究

Study of direct energy conversion in a unified experimental simulator

竹野裕正¹, 橋口和也¹, 水野翔太¹, 市村和也^{1†}, 中本聡¹, 宮澤順一², 後藤拓也²
 TAKENO Hiromasa¹, HASHIGUCHI Kazuya¹, MIZUNO Shota¹, ICHIMURA Kazuya¹,
 NAKAMOTO Satoshi¹, MIYAZAWA Junichi², GOTO Takuya²

神戸大¹, 核融合研²
 Kobe Univ.¹, NIFS²

1 背景

ヘリウム3燃料核融合では、反応生成物が全て荷電粒子であることから、直接発電の利用が期待されている。FRC炉と組み合わせた発電所の概念設計 ARTEMIS が報告 [1] される一方、著者等は、ARTEMIS の構成を実験的に調べる直接発電の模擬実験を進めてきた [2]。

エネルギー変換器にはカusp型 (CuspDEC) と進行波型 (TWDEC) があり、個々の課題解決を進めてきた。そして独立にエネルギー変換する高速陽子を、他の熱化イオンと分離するためのイオン-イオン分離の課題が残されている。模擬実験では、エネルギー差のあるイオンの導入と、分離粒子群それぞれのエネルギー変換を実現する、大規模な装置が必要となる。

新たなイオン-イオン分離手法が提案され [2]、その着想の実証が計画された。同時に、分離粒子のエネルギー変換の模擬実験を行うべく、高エネルギーイオンと低エネルギープラズマを同時に供給する複合プラズマ源 [3] を備えた統合型直接エネルギー変換模擬実験装置が構築された。この講演では、装置の概要と初期実験結果について報告する。

2 実験装置

Fig. 1 に、統合型模擬実験装置の概略図を示す。左が複合プラズマ源で、2つの独立したプラズマ源からなり、上流側は高電圧で高速イオンを引き出す。これを右のエネルギー変換領域まで通すために、下流側のプラズマ源の軸付近には空間があり、低エネルギープラズマはホロー状に生成される。

これらの高速イオンと低エネルギープラズマが変換領域に入る。最初にかusp型変換器で、電子と熱化イオンの軌道を曲げて、静電減速器で減速・回収する。高速イオンは、直進してさらに下流の進行波型変換器に入り、静電進行波の電界で減速・回収される。

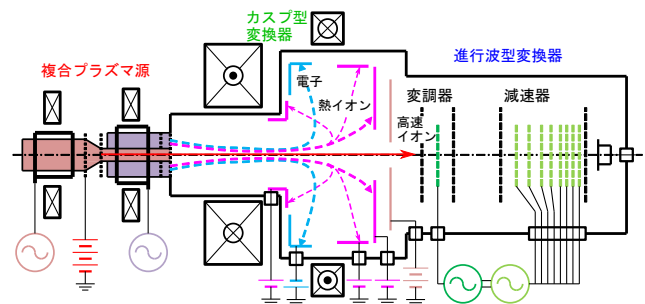


Fig. 1: 統合型模擬実験装置

3 実験結果

Fig. 2 に、イオン-イオン分離のための初期実験結果を示す。分離は、中心部に穴のある電極に高電圧を印加し、低エネルギーイオンを反射しつつ、高速イオンは穴を通過させる方式である。

実験では 400 V で加速した高速イオンに対して、反射電極の電圧 V_R を変化させ、透過イオンの電流 I_C を測定した。 V_R の変化に対して、400 V 弱から I_C が減少する様子がわかる。 $V_R = 450$ V に不規則な変化が見られ、その原因を分析しているところである。

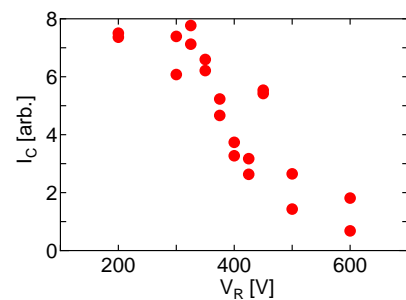


Fig. 2: 反射電極透過イオン電流

本研究の一部は、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. 14th IAEA 3, 319 (1993).
 [2] H. Takeno et al., Plasma Fusion Res. 14, 2405013 (2019).
 [3] 竹野他, プラズマ核融合学会第 33 回年会, 30pP80 (2016).

† 現 群馬高専