

直線型慣性静電閉じ込め核融合中性子源における粒子エネルギー分布

Particle energy distribution in a linear shaped inertial electrostatic confinement fusion neutron source

*板垣 智信, 奥友 航平, 堀田 栄喜, 長谷川 純, 高倉 啓, 河野 俊之

東京工業大学

コンパクト中性子源としての応用を目指し、陰極の冷却に有利な電極配置をもつ直線型の慣性静電閉じ込め核融合 (IECF) 装置を開発した。直線型 IECF 装置において効率的に中性子を生成する条件を明らかにするために放電時の水素原子の空間分布及びエネルギー分布を分光計測により詳細に調べた。

キーワード: 慣性静電閉じ込め核融合, 中性子源, 分光測定, 放電プラズマ

1. はじめに

慣性静電閉じ込め核融合(IECF: Inertial Electrostatic Confinement Fusion)では希薄な重水素ガス(~1 Pa)を充填した真空容器内部に高電圧(~100 kV)の陰極および接地電位の陽極を配置し、電極間で生じるグロー放電により重水素イオンを生成し、静電界によりそれらを加速・収束させることで核融合反応を起こす。装置構成が単純で比較的小型で取り回しの良い中性子源として地雷探査などへの応用が期待されている[1]。

2. 円筒直線型 IECF 装置

中心陰極の冷却は IECF の課題の 1 つである。我々は図 1 に示す直線的な電極配置を持つ IECF 装置を採用した。装置全体を円筒同軸形状とし、両端に接地陽極、中央に中空陰極を配置し、壁面は放電の観測のためガラス管で構成した。この構造により中心陰極が露出し直接冷却が可能となる。また両端の陽極はそれぞれ二重の円筒電極からなり、磁界と電界を局部的に印加することでマグネトロニオン源として動作させることが可能である。

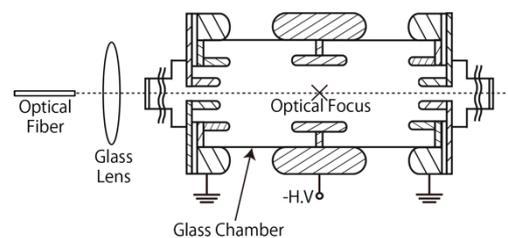


図1 円筒直線型 IECF 装置断面図

3. 分光測定による粒子エネルギー分布の分析

IECF 装置では静電界で加速されたイオンと中性背景ガス分子との荷電交換反応により高速の中性粒子が生成される。高速中性粒子が放射する光は粒子の速度に応じてドップラーシフトした波長をもつため、その発光スペクトルを観測することで核融合反応に寄与する高速粒子のエネルギー分布を推定できる。分光測定結果の一例を図 2 に示す。486.1 nm の中心波長を持つ H β スペクトルの両側に高速中性粒子による発光ピークがある。印加電圧が大きく背景ガス圧が低い条件下では粒子エネルギーの増大に伴う発光スペクトルの裾野の広がりが見られたが、粒子間の荷電交換反応や散乱が減ることで高速中性粒子の発光量は減少した。講演ではより詳細な分光測定結果とそこから推定される粒子のエネルギー分布について議論する。

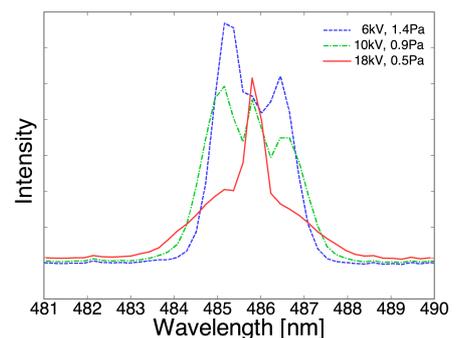


図2 中心軸方向から見た陰極内部の H β 線スペクトル

参考文献

[1] 吉川 潔ほか. “慣性静電閉じ込め核融合研究の現状”. J. Plasma Fusion Res. Vol.83, No.10, 2007, p.795-811

*Tomonobu Itagaki, Kohei Okutomo, Eiki Hotta, Jun Hasegawa, Kei Takakura, Toshiyuki Kohno

Tokyo Institute of Technology