

GAMMA 10/PDXにおける窒素ガス入射位置による イオン粒子束及びNHラジカル発光分布の比較 Comparison of ion flux and NH radical emission profile with N₂ seeding position in GAMMA 10/PDX

岡本拓馬、江角直道、東郷訓、重松直希、瀬戸拓実、高梨宏介、高橋理志、宮内礼那、河原大翔、
河野恵士、田村香瑛、高橋征大、坂本瑞樹

OKAMOTO Takuma, EZUMI Naomichi, TOGO Satoshi, SHIGEMATSU Naoki, *et al.*

筑波大プラズマ研究センター
Plasma Research Center Univ. of Tsukuba

1. 研究背景・目的

核融合発電実現に向けた課題のひとつとして、熱・粒子の制御を担うダイバータに集中する高熱粒子束の低減がある。この課題を解決するためにプラズマとガスとの相互作用を利用した非接触プラズマを形成する手法が検討されている。近年、窒素と水素を重畳入射することで窒素分子の介在した分子活性化再結合(N-MAR)が粒子束を大きく低減させることが確認されている [1]。タンデムミラー型装置であるGAMMA 10/PDXに設置されているダイバータ模擬実験モジュール(D-module)における先行研究より窒素重畳入射時にイオン粒子束の低下が確認され、イオン粒子束の低減にはイオン種が関与している可能性が示唆されている [2]。また、ガス入射時に電子温度の空間分布があることが確認されており [3]、水素ガスと窒素ガスを重畳入射し、入射位置を変更することで生成されるイオン種を制御できる可能性がある。

そこで本研究は、窒素+水素ガス重畳入射実験を行い、ガス入射位置がイオン種及びイオン粒子束に与える影響を明らかにすることを目的とし以下の実験を行った。

2. 実験方法

本研究では、D-module内に入射する窒素ガスと水素ガスの入射ポートをショット毎に変えて実験を行った (図1)。放電時間を400 msec (50 msec ~450 msec)とし、120 msecから水素ガス、250 msecから窒素ガスが入るように調整した。計測系は静電プローブ、可視分光器等を使用した (図1)。

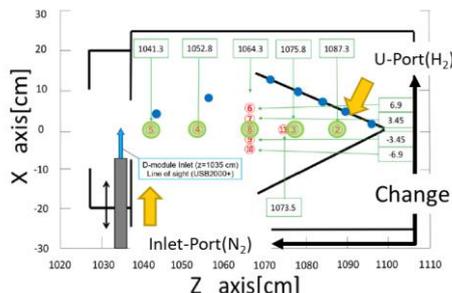


図1: D-module内のガス入射位置と分光器の空間視野
(青丸:静電プローブ、緑丸:図2(b)で使用した分光ch)

3. 実験結果・考察

図2(a)にD-module内のターゲット板に設置された静電プローブ($z = 1083 \text{ cm}$)で計測されたイオン粒子束の時間変化を示す。Inletポートから窒素を入射した時には、Uポートから窒素を入射した時よりもイオン粒子束が低下していることが確認された。次に、図2(b)に示すD-module内の可視分光器(図1の緑丸ch)で計測された400 msec時のNHラジカル発光空間分布は、Inletポートから窒素を入射した時には、NH発光(I_{NH})がD-module内の上流部で強くなる結果となった。これは、ガス入射位置の違いにより水素ガスと窒素ガスの分布及びNH生成反応領域に変化が生じていることを示していると考えられる。この結果から上流部から窒素を入射する方が、上流部で多くの窒素由来のイオン種が生成され静電プローブで計測されるイオン粒子束が低減していることが示唆された。発表では、NH/N₂の発光分布、窒素分子の挙動等を含めより詳細な議論を行う予定である。

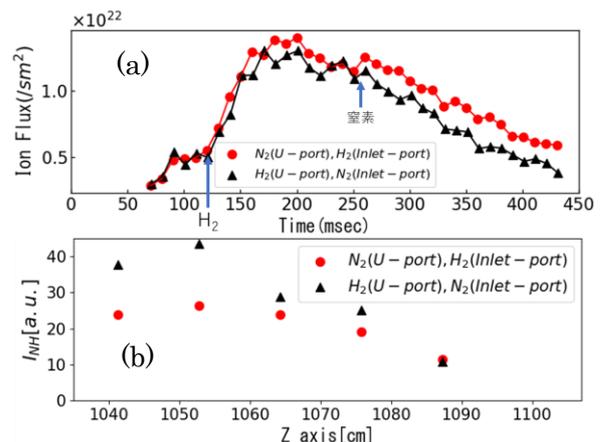


図2: (a)イオン粒子束の時間変化
(b)NHラジカル発光分布(400 msec時)

本研究の一部はJSPS科研費JP19K03790, JP22H01198および核融合科学研究所双方向共同研究(NIFS19KUGM146、NIFS20KUGM148)の助成を受けたものです。

- [1] R. Perillo *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion **60**, 105004 (2018)
[2] H. Gamo *et al.*, Plasma Fusion Res. **16**, 2402041 (2021)
[3] M. Sakamoto *et al.*, Nucl. Mater. Energy **12**, 1004-1009 (2017)