

GAMMA 10/PDXダイバータ模擬実験における水素ガスと窒素及びネオンガスとの重畳入射が非接触プラズマ形成へ及ぼす影響  
**Effects of combined gas seeding of N<sub>2</sub> or Ne with H<sub>2</sub> on plasma detachment in the GAMMA 10/PDX divertor simulation experiments**

蒲生 宙樹<sup>1</sup>, 江角 直道<sup>1</sup>, 杉山 吏作<sup>1</sup>, 近藤 綾音<sup>1</sup>, 重松 直希<sup>1</sup>, 瀬戸 拓実<sup>1</sup>, 東郷 訓<sup>1</sup>, 平田 真史<sup>1</sup>, 小波蔵 純子<sup>1</sup>, 吉川 正志<sup>1</sup>, 皇甫 度均<sup>1</sup>, 中嶋 洋輔<sup>1</sup>, 坂本 瑞樹<sup>1</sup>, R. Perillo<sup>2</sup>, 桑原 竜弥<sup>3</sup>, 田中 宏彦<sup>3</sup>, 大野 哲靖<sup>3</sup>, 澤田 圭司<sup>4</sup>, 利根川 昭<sup>5</sup>, 増崎 貴<sup>6</sup>  
 GAMO Hiroki, EZUMI Naomichi, SUGIYAMA Tsukasa, KONDO Ayane, *et al.*

<sup>1</sup>筑波大プラ研, <sup>2</sup>UC San Diego, <sup>3</sup>名大工, <sup>4</sup>信州大工, <sup>5</sup>東海大理, <sup>6</sup>核融合研  
<sup>1</sup>PRC, Univ. of Tsukuba, <sup>2</sup>UC San Diego, <sup>3</sup>Nagoya Univ., <sup>4</sup>Shinshu Univ., <sup>5</sup>Tokai Univ., <sup>6</sup>NIFS

### 1. はじめに

将来の核融合装置では既存の装置よりダイバータに集中する熱・粒子負荷が過酷であるため、より効果的な体積再結合過程を含む非接触プラズマの精密な制御が必要と考えられる。窒素は放射損失を担うガスであることに加え、近年ではN<sub>2</sub>やNH<sub>3</sub>が介在する分子活性化再結合(N-MAR)を介して粒子束の低減にも寄与することが指摘されており[1]、筑波大学のGAMMA 10/PDXにおいても水素と窒素の重畳入射時に大きな粒子束の減少が観測されている[2, 3]。本研究では非接触過程における窒素分子の役割をより詳細に理解するため、水素ガスと窒素及びネオンガスの重畳入射実験を行い、単原子分子でありながら窒素に近い質量数を持つネオンと窒素の比較を行った。

### 2. 実験方法

タンデムミラー装置GAMMA 10/PDXには、エンド部に端損失プラズマを利用したダイバータ模擬実験モジュール(D-module)が設置されている。D-moduleにはタングステン製のV字型ターゲット板が設置されており、静電プローブや分光計測などが備わっている。D-moduleの入口部とターゲットコーナー付近からは中性ガス入射が可能であり、導入量はリザーバタンク内のプレナム圧で調整する。図1(a)にD-module内の中性ガス圧の模式図を示す。一定の水素ガス圧に対して10%程度の不純物ガスと水素ガスを重畳入射し、非接触プラズマの形成過程を観測した。

### 3. 結果および考察

図1(b)に重畳入射時にV字ターゲット板上の静電プローブで計測されたイオン粒子束の時間発展を示す。D-module内へのガス入射により電子温度は約20 eVから2~3 eVまで低下し、イオン粒子束はロールオーバーを示した。電子温度については窒素とネオンの間に大きな違いは見られなかったが、イオン粒子束は窒素を重畳させた場合によ

り低下した。また、H<sub>α</sub>線とH<sub>β</sub>線の発光とその強度比(図1(c))から水素ガスのみ入射時に優勢であった解離性付着に起因する水素のMAR(H-MAR)過程が少量の不純物添加により抑制されることが分かった。特に窒素ではその効果が強く、またNHラジカルの発光が観測されたことからイオン粒子束低減における支配的な再結合過程がH-MARからN-MARへ変化したことが考えられる。講演では不純物ガスの空間分布やイオン温度に与える影響なども含めて議論する予定である。

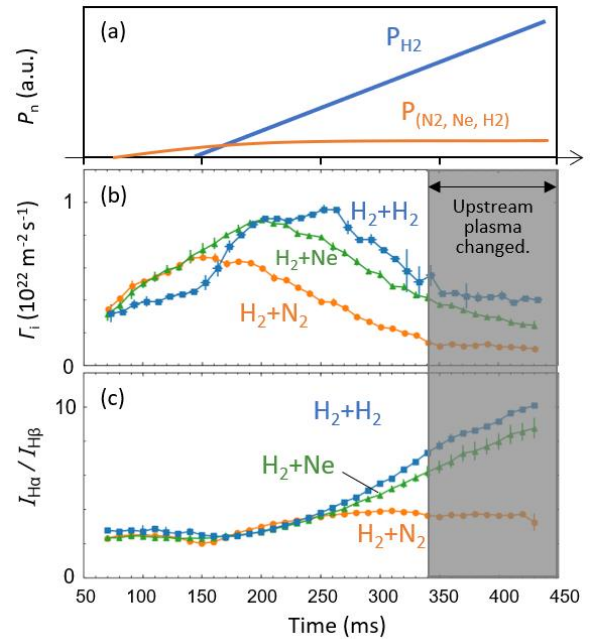


図1 (a) D-module 内の中性ガス圧の模式図, (b) ターゲット板上のイオン粒子束, (c) H<sub>α</sub>線と H<sub>β</sub>線の強度比の時間発展。

本研究は、核融合科学研究所双方向型共同研究(NIFS19KUGM137, NIFS19KUGM146, NIFS20-KUGM148)により支援された。

[1] R. Perillo, *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion **60**, 105004 (2018).

[2] N. Ezumi, *et al.*, Nucl. Fusion **59**, 066030 (2019).

[3] H. Gamo, *et al.*, Plasma Fusion Res. **16**, 2402041 (2021).