

QUESTにおけるECRプラズマおよび周辺プラズマへの  
中性粒子供給に伴うblobの密度の増大

Increase of blob density with neutral gas injection in ECR plasma on QUEST

小山雄也<sup>1</sup>, 花田和明<sup>2</sup>, 藤澤彰英<sup>2</sup>, 出射浩<sup>2</sup>, 中村一男<sup>2</sup>, 永島芳彦<sup>2</sup>, 長谷川真<sup>2</sup>,  
川崎昌二<sup>2</sup>, 中島寿年<sup>2</sup>, 東島亜紀<sup>2</sup>, 御手洗修<sup>3</sup>, 福山淳<sup>4</sup>, 高瀬雄一<sup>5</sup>  
Yuya OYAMA<sup>1</sup>, Kazuaki HANADA<sup>2</sup>, Akihide FUJISAWA<sup>2</sup>, Hiroshi IDEI<sup>2</sup> *et al.*

九大総理工<sup>1</sup>, 九大応力研<sup>2</sup>, 東海大<sup>3</sup>, 京大工<sup>4</sup>, 東大新領域<sup>5</sup>  
IGSES, Kyushu Univ.<sup>1</sup>, RIAM, Kyushu Univ.<sup>2</sup>, Tokai Univ.<sup>3</sup>, Kyoto Univ.<sup>4</sup>, Tokyo Univ.<sup>5</sup>

### 1. 研究背景

炉心プラズマからSOLへ向けてblobと呼ばれるプラズマの塊の放出が観測され積極的に研究が行われている[1]. QUESTではこれまで, ECRプラズマから放出されるblobが観測され, 伝搬機構の解明のための研究が行われている[2,3]. 図1に高速カメラで捉えられたECRプラズマと伝搬するblobの様子を示す. 本研究では容器内にガスパフを行い, blobの伝搬特性の変化を観測することを目的とする.

### 2. ガスパフによるblob駆動粒子数の増加

計測はQUESTのダイバータ上に設置されたプローブアレイによって行われた(図1(b)). 図2にblobの駆動する総粒子数と接続しているダイバータへの損出粒子数を示す. 総粒子数は, 測定されたblobの電子密度と, 磁力線に沿ったプラズマ長, blobの断面積によって評価された体積(~0.15 m<sup>3</sup>)から, 損出粒子数はプローブのイオン飽和電流からそれぞれ算出した. 接続しているプラズマ対向壁に粒子を損出しているにもかかわらず, 径方向へと伝搬するにつれてblobの粒子数は増加している.

### 3. Point model による blob によるイオン化数の評価

blobによるイオン化数を評価するためにPoint model[4]を用いた以下のような粒子バランス式を導入する.

$$\frac{dn_e}{dt} = \sum \varepsilon_{jk} k_{jk} n_j n_k - \Gamma_{loss}$$

ここで,  $\varepsilon_{jk}$  は反応による流入出数,  $k_{jk}$  は反応率係数,  $n$  は粒子数密度,  $\Gamma_{loss}$  は対向壁でロスする粒子フラックスである. モデルでは電子以外に水素分子, 水素原子, それぞれのイオンに対する式を連立させて解いている. R=586mmにおける電子密度を初期条件として与えた結果を図2上図の点線で示す. ここで径方向伝搬速度を1 km/sとしている[3]. ガスパフにより供給された水素分子数密度を大きくすることで, 実線のように密度増加の傾きは急になり, 実験値をよく再現できることがわかった. このことは, blobが伝搬領域の中性粒子をイオン化し取り込むことで粒子数の増加を引き起こすことを示している.

### 4. まとめ

QUESTにおいてECRプラズマから発生するblobの観測を行った. blobは伝搬中に中性粒子をイオン化して取り込んでおり, ガスパフをすることでその影響が顕著になることがわかった.

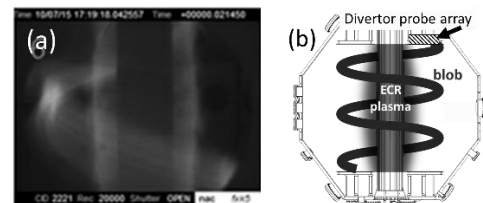


図1 (a) 高速カメラで撮影されたECRプラズマとその周辺で磁力線に沿ったフィラメント構造を持つblob. (b) QUESTのECRプラズマとblobのイメージ図及びプローブアレイの位置.

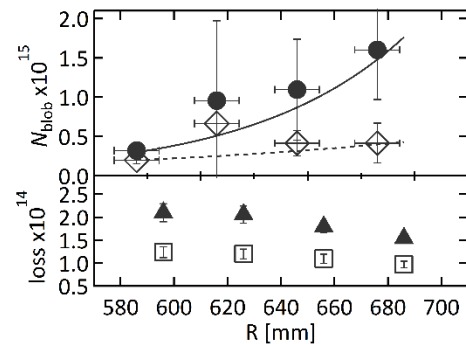


図2 (上図) ガスパフ前後におけるblobが駆動する電子数 (ガスパフ前:◇, 後:●). Point modelで求めた電子数 ((点線) 初期条件:  $n_{H2}=4 \times 10^{17}$ ,  $n_H=2 \times 10^{16}$ , (実線) 初期条件:  $n_{H2}=2 \times 10^{18}$ ,  $n_H=2 \times 10^{16}$  [m<sup>-3</sup>]). (下図) 対抗壁への損失粒子数 (前:□, 後:▲).

### 参考文献

- [1] D. A. D' Ippolito *et al.*, Phys. Plasmas **18** 060501 (2011).
- [2] H. Q. Liu *et al.*, J. Nucl. Mater. **438** S513-S517 (2013).
- [3] R. Ogata *et al.*, Phys. Plasma **18** 092306, (2011).
- [4] T. Wauters *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion **53** (2011) 125003