

## QUESTにおける金属ダストの研究 Study on metal dusts in QUEST

濱本啓佑<sup>1</sup>, 花田和明<sup>2</sup>, 徳永知倫<sup>1</sup>, 吉田直亮<sup>2</sup>, 関子秀樹<sup>2</sup>,  
藤澤彰英<sup>2</sup>, 中村一男<sup>2</sup>, 出射浩<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>, 東島重紀<sup>2</sup>, 高瀬雄一<sup>3</sup>, 福山淳<sup>4</sup>, 御手洗修<sup>5</sup>

Keisuke HAMAMOTO<sup>1</sup>, Kazuaki HANADA<sup>2</sup>, Tomonori TOKUNAGA<sup>1</sup>, Naoaki Yoshida<sup>2</sup>, Zushi Hideki<sup>2</sup>  
et al.

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

### 1. 研究背景

真空容器内で発生するダストは、プラズマ対向壁やダイバータ板等に堆積した堆積層が熱衝撃等で剥離して発生すると考えられている[1]。ダストはトリチウム蓄積に多大な影響を与える可能性が示唆されており、ダスト量やサイズは重要な情報である[1]。QUEST (リミター, ダイバータ板: タングステン(W)、真空容器壁: ステンレス(SUS))では実験終了後に真空容器内のダストをアスベストサンプラーで回収している[2]。2011年春-夏の実験期間までに蓄積したダストの主成分は炭素(C)であり、Wは確認されていない。CはQUESTのプラズマ対向壁の材料に使用されていないが、真空容器表面に設置された試料上に形成された堆積層の観測でも、Cが多く検出されており、何らかの原因で混入したCの堆積層が剥離してダスト化した可能性が考えられる。2012年春-夏(今期)実験からは、先端部にタングステン-銅無欠陥接合を用いた可動リミターを新たに設置したため、ダストの分布等を調べることで可動リミターから発生したダストの影響を調査することができると考え、回収と解析を実施した。

### 2. 実験方法

ダストの捕集は実験期間終了後に大気解放された真空容器内に直接入って行った。捕集は先端に2 mmの穴があいたホルダーにフィルター(孔径:100 nm)を装着し、アスベストサンプラーで決まった面積をまんべんなく吸引することで実施した[2]。ダストの捕集前後のフィルターの重量差からダストの質量を測定した。また、ダストの組成、サイズをエネルギー分散型X線分析装置(EDS: Energy Dispersive X-ray Spectrometer)、走査型電子顕微鏡(SEM: Scanning Electron Microscope)を使用して測定した。

### 3. 結果と考察

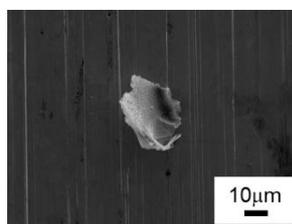
今期実験で発生したダストの量は約  $0.6 \text{ mg/m}^2$  であり、可動リミター付近で最も多い  $1.6 \text{ mg/m}^2$  であった。

今回観測されたダストの典型的なSEM画像をFig.1に示す。主成分はCである。今回捕集した

ダストのサイズは約  $1\sim 40 \mu\text{m}$ 、その内の5割が  $5 \mu\text{m}$  以下である。

可動リミター付近におけるダスト成分のEDS解析の結果をTable.1に示す。Cが成分の大きな割合を占めていることがわかり、QUEST内には、依然としてCが堆積しており、今期もその堆積層が剥離して、多くのダストとして発生していると考えられる。Fe, CrやAlは、真空容器内壁や高周波アンテナ等に使用されているため、それらが発生源となっていると考えられる。また、少量ではあるがWも成分として検出された。可動リミターは、高速電子の影響で数keVのシースが形成されており、シースによる加速で2 keV以上のイオンが衝突し、スパッタリングを起こしていると考えられる。可動リミター表面温度は、放電中に  $650 \text{ }^\circ\text{C}$  まで上昇することもあり、可動リミター表面のSEM観察ではC堆積層が剥離してWが表面に現れている場所も観測されており、可動リミターがWを含んだダストの発生源となっている可能性が示唆される。高温になるような可動リミター表面にはCの堆積層が観測されており、当初Wのスパッタリングが起こっていても、Cの堆積層が形成されてCのダストが生成されている可能性がある。今後はC堆積層とW堆積層の剥離に関する条件の違いについて実験室実験で調査していく予定である。

Table.1 ダストの組成の割合



成分	割合
C	72.4%
Al	11.7%
Fe	11.2%
W	3.3%
Cr	1.4%

Fig.1 炭素系ダストのSEM画像

#### 参考文献

- [1] J.P. Sharpe et al. / Fusion Engineering and Design 63-64 (2002) 153-163  
[2] 濱本啓佑 et al. / プラズマ・核融合学会 九州・沖縄・山口支部 第15回 支部大会 研究発表 論文集 (2011) 59-60