

核融合装置のダイバータ周辺プラズマの 微粒子特性の研究

日渡琢矢 谷口真理 根城安伯
八戸工業大学 大学院工学研究科

1 はじめに

核融合装置で高温プラズマが集中的に排気される場所がダイバータ周辺プラズマである。この周辺プラズマ中に不純物が堆積し、問題になっている。我々は、ダイバータ周辺のプラズマ粒子の振る舞いを調べるために、ダイバータ周辺のシースについてシミュレーションした。

2 シース構造

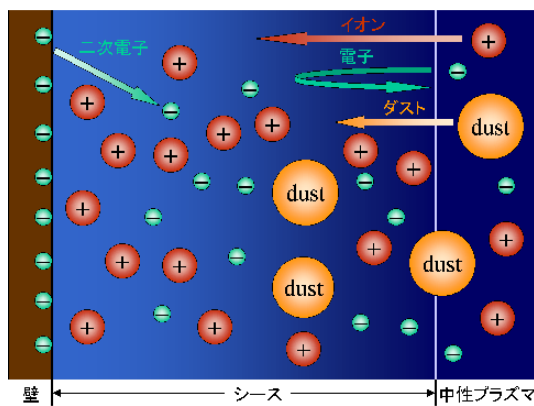


図 1: シースのモデル

図 1 にシースのモデル図を示す。イオンと電子は、壁に衝突するが、両者の速度の違いのため、電子がイオンより速く衝突し、壁そのものは、電子の付着によって負となる。イオンは、壁付近のプラズマ中に多く取り残されることになる。このときに壁と中性プラズマとの電位差の層がシースである [1]。

3 シミュレーション

電子はボルツマン分布をしていると仮定する。そうすると、電子 n_e 、イオン n_i 、二次電子 n_s の各密度は以下の式で表せる [2]。

$$n_e = \exp(\phi)$$

$$n_i = \frac{\delta_i}{\sqrt{1 - \frac{2\phi}{\mu_i(M_i^2 - \tau_i)}}}$$

$$n_s = \delta_s \sqrt{\frac{\tau_s}{\phi_w - \phi}}$$

これらの式をポアソンの方程式に代入してシミュレーションを行った。ここで、 δ_i はイオン密度比、 μ_i はイオンの質量比、 M_i はマッハ数、 τ_i はイオン温度比、 δ_s は二次電子密度比、 τ_s は二次電子密度、 ϕ_w は壁電圧である。

図 2 にシミュレーション結果を示す。 $\mu_i = 2 \times 1836$ 、 $M_i = 1.3$ 、 $\tau_i = 0.5$ 、 $\phi_w = -1$ 、 $\tau_s = 0.3$ とした。

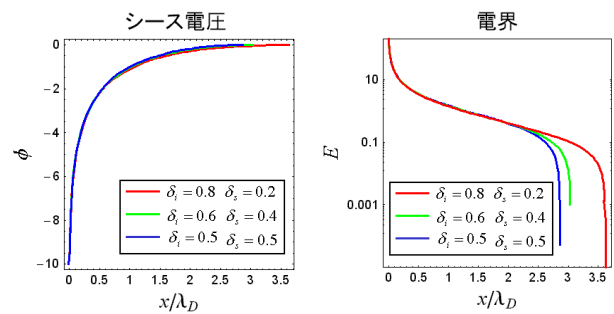


図 2: シースのグラフ

4 まとめ

シミュレーションより、ダストが無いと、イオン密度が下がると幅が狭くなり、ダストがあると逆の結果になる。シース幅が短いほうが壁の損傷が抑えられると考えられることから、二次電子密度を大きくすれば壁への損傷がおさえられると考えられる。

参考文献

- [1] 高村 秀一：プラズマ理工学入門、第 6 章、pp.154-181、森北出版、東京 (1997)
- [2] Y.Nejoh and Ishida: Sci. Tech. Adv. Mater, Vol.2, p486 (2001)