

名古屋大学工学研究科





ダイバータシミュレータ研究

周辺プラズマは開いた磁力線構造を有する

→直線型装置を用いたダイバータ模擬研究

直線型ダイバータ模擬試験装置

- 定常で高密度プラズマの生成が可能
- プラズマパラメータの制御性が高い
- 計測器の配置が容易
- 単純な幾何学的配位

QED, PISCES-A (B), PDS, TPD-I (II), PSI-2, LENTA, ULS, MAP-II, TPD SHEET-IV, Magnum-PSI, ASEDAS,, GAMMA10 NAGDIS-I → NAGDIS-II → NAGDIS-T, PS-DIBA 装置の特徴を明確にすることが重要

ダイバータシミュレータ研究の課題

次期核融合装置(ITER, JT-60SA)や原型炉への寄与の明確化 ダイバータプラズマ環境の模擬

適切な課題抽出

学術的研究成果-普遍化、データベース(予測性能を有する)

名古屋大学での取り組み W損傷過程,非接触プラズマ物理(原子分子),アーキング, 非線形シースダイナミクス,ダスト形成・輸送,周辺プラズマ輸送

新しい研究基盤の構築 **プラズモイドー定常高熱流プラズマ複合照射装置の開発** - ELM熱負荷の模擬 **高熱流プラズマ照射-イオンビーム解析複合装置の開発** - 水素同位体リテンション量のその場計測

先進プラズマ-壁相互作用(PWI)研究



■動的PWI研究

(動的状況下で実証⇒物理機構の解明)

量子ビーム技術を用いたその場計測(表面構造、リテンション計測)



#材料を非破壊のまま解析可能 #様々な計測手法

「・ラザフォード後方散乱法(RBS):試料の分析
・核反応分析法(NRA):重水素計測
●反跳粒子検出法(ERD):軽水素計測

水素同位体リテンションに関する様々な現象



その場計測装置を開発する上で解決すべき課題



■その場計測装置開発によるPWI研究への展開

水素同位体リテンションの静的・動的挙動の解明
ダイバータ模擬環境での照射損傷が壁材料の水素同位体
リテンション量へ与える影響の解明

Plasma Surface Dynamics with Ion Beam Analysis (PS-DIBA)



- i) Compact and powerful plasma source
- ii) Differential pumping to protect detectors and Van de Graaff accelerator
- iii) Ion beam monitoring system during plasma exposure

Novel compact and powerful dc plasma source



Discharge power dependences of the electron density $n_{\rm e}$ and temperature $T_{\rm e}$ at a center of plasma column



- Density is proportional to the discharge power.
- Electron temp. is almost constant around 5 eV.
- Higher *B*-field leads to higher density.



~ 4.5x10¹⁸ m⁻³ at 1.8 kW and 200 G

Capability of magnetic coils ~ 1.4 kG > >10¹⁹ m⁻³

Differential pumping to protect detectors and Van de Graaff



Ion beam monitoring system during plasma exposure

It is impossible to measure the ion beam current at samples during plasma exposure.

To monitor the beam current, a rotating gold plate (Au) was installed in the beam line as a beam chopper.



0 5

1 5

Beam fluence at target [μ C]

2

2 5

 Capable of measuring ion beam fluence during plasma irradiation

Time dependence of deuterium retention of isotropic graphite



⇒Dynamic retention

Deuterium retention decreases slowly after plasma termination.

Deuterium retention of tungsten during plasma exposure



 Precise control of surface temperature is required independently plasma condition.

Deuterium retention of tungsten after plasma termination



まとめと今後の課題

<u>まとめ</u>

- □動的リテンション分析の可能な、高熱流プラズマ照射装置とイオンビーム解析 装置が一体となったその場計測装置の開発を行った。
 - •LaB₆製熱陰極の小型化を行い、ダイバータ模擬の可能な高密度(~10¹⁸ m⁻³) 定常プラズマの生成に成功した。
 - ●半導体検出器(SSD)部とビームライン領域で異なる差動排気及び、ビーム照 射量のモニタリングを行い、プラズマ放電用ガス導入時においても、イオン ビーム分析ができるような高真空度を維持することが可能となった。

□開発した装置を用いて、プラズマ照射中の重水素リテンションのダイナ ミックスを計測することに成功した。

<u>今後の課題</u>

□動的リテンション量の粒子束依存性や温度依存性 □同位体置換効果(ERDの整備)