

プラズマ応用制御の高度化に向けたプラズマと材料との相互作用に関する基礎的研究

数理物質系

教授 坂本 瑞樹

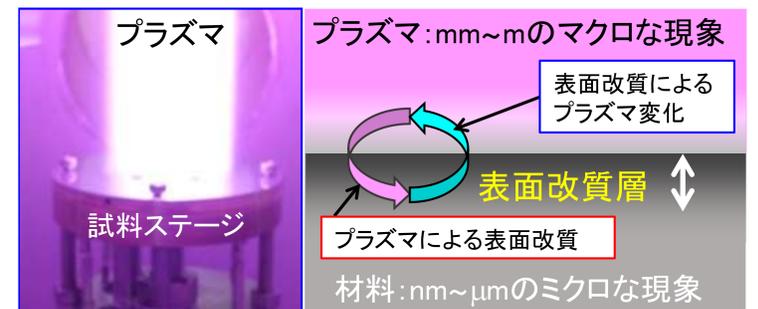
プラズマと材料表面との相互作用では、プラズマにより材料表面が改質され、改質された表面の影響で表面近傍のプラズマ特性が影響を受ける。このプラズマ・材料表面相互作用の循環のダイナミクスを理解することでブレークスルーをもたらす。

研究のねらい

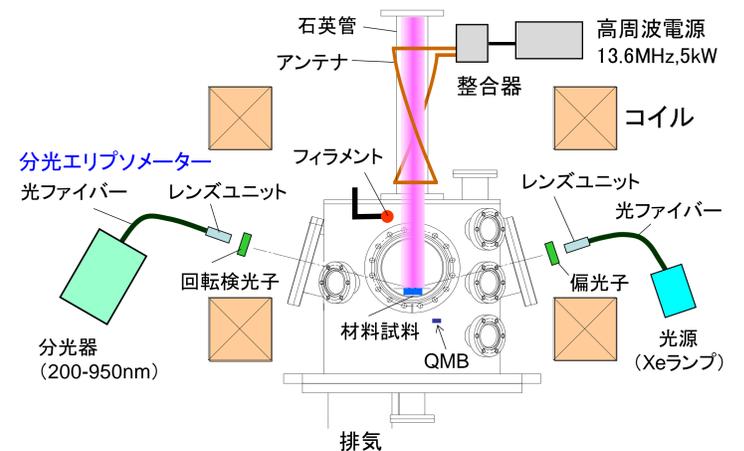
- プラズマと材料表面との相互作用(プラズマ・材料表面相互作用)は、プラズマ科学と材料科学の研究分野に横断する研究課題であり、長い間研究が進められてきている。
- しかし、多くの場合において「プラズマによる材料表面改質や材料特性変化」または「材料の影響によるプラズマ特性変化」という一方の観点で現象が理解されている。
- 本研究では材料近傍プラズマ計測と材料表面その場観測、事後解析、モデリングを組み合わせてプラズマ・材料表面相互作用を理解し、プラズマ応用制御の高度化を目指します。

研究内容

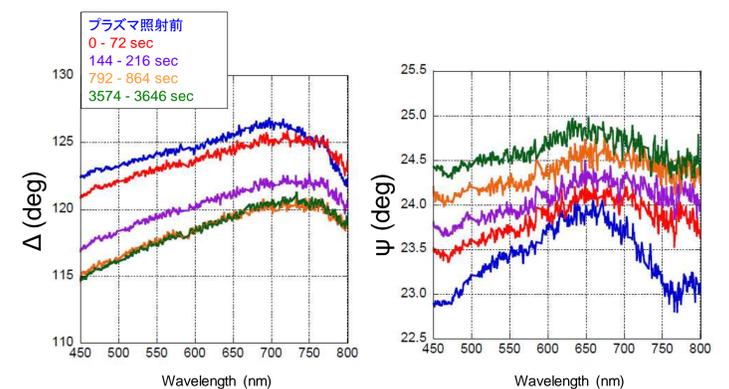
- 高周波(13.56MHz)を用いたプラズマ生成装置を用いて、水素、ヘリウム等の高密度、高フラックスプラズマを生成可能。
- 研究室で開発した分光エリプソメータを用いて、プラズマ照射中の材料表面改質のその場観測と、事後解析としてFIB+TEMの材料断面観測を行い、表面改質の基礎過程を明らかにする。
- プラズマ分光計測、静電プローブ計測等の手法を用いて、プラズマ特性を評価。特に、分光計測から材料表面近傍のプラズマを評価。これらの計測と原子・分子衝突輻射モデル等を用いて、プラズマ中の反応の基礎過程を明らかにする。
- 一例として、プラズマ制御と金属材料へのバイアス電圧を制御することで、材料表面にナノ構造を作ることができる。このナノ構造は触媒としての応用が期待されている。



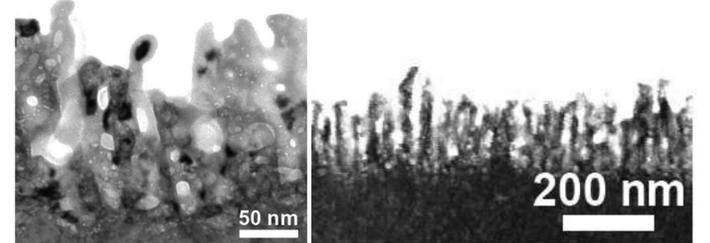
プラズマ・材料表面相互作用の循環



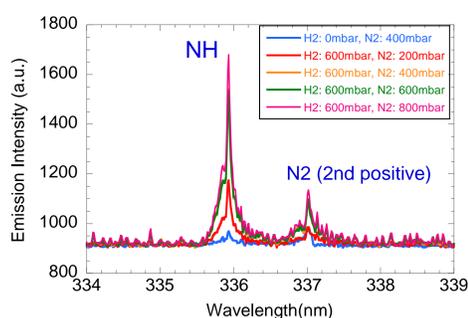
プラズマ・材料表面相互作用実験装置



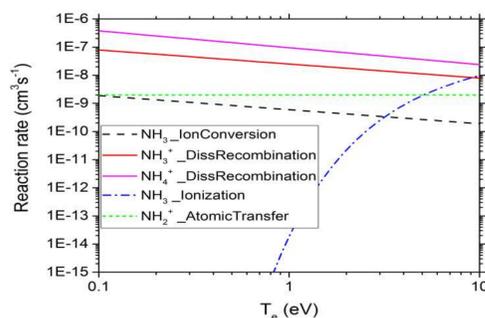
タンگステンにヘリウムプラズマを照射した時の分光エリプソメータデータ(Δ , ψ)の時間変化。ヘリウムバブル形成で最表面特性が変化している。



ヘリウムプラズマを照射中のタンگステンにバイアス電圧を印加することで表面にナノ構造を作ることができる。



N. Ezumi et al., 27th IAEA Fusion Energy Conference, EX/P3-9.



Courtesy of R. Perillo, DIFFER, Eindhoven, The Netherlands.

窒素と水素の混合プラズマの分光計測。原子・分子衝突輻射モデルを用いた反応の基礎過程の解析を国際共同研究で進めている。

Difference プラズマ計測と材料表面計測を高度化させ、プラズマ・材料表面相互作用の見える化に貢献する。