

ラマン/レーザー誘起ブレイクダウン分光による ホウ素膜の酸素ゲッタリング挙動のその場観測

林仁也, Arseniy Kuzmin, 四竈泰一, 蓮尾昌裕

京大院工

<http://oel.me.kyoto-u.ac.jp>

壁表面のホウ素化は核融合装置における壁コンディショニング手法である。ホウ素膜は酸素ゲッタリングやタングステン壁のスパッタリング抑制に有効であり、不純物低減に寄与する[1]。しかし、ホウ素の化学構造は多様であり[2]、酸素ゲッタリングに有効な膜構造は明らかになっていない。そこで、本研究ではプラズマに占める酸素分圧比（酸素濃度）の変化に対する膜構造の応答を調べ、任意の膜構造で効果的に酸素を捕捉する酸素濃度を推定する。

具体的には、プラズマ中の酸素濃度の変化に対するホウ素-酸素結合構造の変化をラマン分光法により評価する[3]。さらに、レーザー誘起ブレイクダウン分光法 (LIBS) によりホウ素酸化物由来の酸素777 nm輝線強度を計測する[4]。これらにより、ホウ素膜の酸素ゲッタリング挙動を調べ、異なる膜間での最終的な酸素含有量を比較する。なお、ホウ素は大気中に暴露すると容易に酸化されるため、本研究ではホウ素成膜から水素酸素混合プラズマ暴露までの一連の過程を真空の装置内で行い、プラズマ暴露後のその場でラマン分光とLIBSによる計測を行う。

これまでに、ステンレス基板上にホウ素を成膜し、成膜後に酸素濃度4.7 %の水素酸素混合プラズマを暴露させた試料に対して、その場ラマン分光を行った。そのスペクトルを図1に示す。ラマンシフト958 cm^{-1} と1065 cm^{-1} の位置にそれぞれアモルファス酸化ホウ素由来とアモルファス酸化ホウ素由来のスペクトルが見られた。ホウ素-酸素結合構造の変化に対応して、これらのスペクトルの強度比が変化すると考えられる。現在は、ニッケル基板上に蒸着されたホウ素膜に対して、酸素濃度を段階的に変化させた水素酸素混合プラズマに暴露し、各暴露後の膜表面をラマン分光によって計測中である。また、最終的な膜表面に対してLIBS計測を行い、得られる酸素由来のスペクトルについても紹介する。

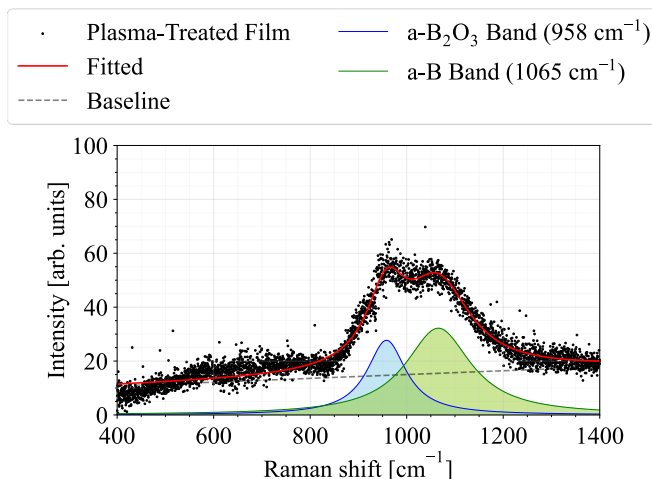


図 1 水素酸素混合プラズマ暴露後のホウ素膜に対するラマンスペクトル。青と緑のフィットスペクトルがそれぞれアモルファス酸化ホウ素とアモルファスホウ素を示す。

- [1] P. Barabaschi *et al.*, Fusion Eng. Des. **215**, 114990 (2025).
- [2] H. Werheit *et al.*, Sci. Technol. Adv. Mat. **11**, 023001 (2010).
- [3] C. Pardanaud *et al.*, Mater. Res. Express **10**, 102003 (2023).
- [4] H. Wu *et al.*, Nucl. Mater. Energy **41**, 101812 (2024).