

固体 Ar と N₂ レーザープラズマの「水の窓」軟 X 線特性

Characteristics of Soft X-rays in “Water Window” from solid Ar & N₂ laser plasma

○天野 壮(兵庫県大高度研)

°Sho Amano (Univ. of Hyogo, LASTI)

E-mail: sho@lasti.u-hyogo.ac.jp

2.3~4.4 nm 帯の軟 X 線は「水の窓」と呼ばれ、水の吸収がタンパク質の吸収より一桁小さい事から細胞観察の軟 X 線顕微鏡へ応用されている。また、炭素の内核励起により、種々の有機材料の微細加工への応用等も期待される。この波長帯の軟 X 線パルスを連続的に発生できる光源は現在放射光施設ぐらいしか無いが、産業実用上、より小型で安価な連続光源が必要である。そのため我々は、プラズマターゲットとして「水の窓」帯で発光する固体 Ar を用いた連続発生レーザープラズマ X 線源の開発を行ってきた。これまでに、市販の Nd:YAG Q スイッチレーザーの 10 Hz 繰り返しパルスまで対応できる Ar クライオターゲット連続供給装置を開発し[1]、レーザー強度・レーザーエネルギーの最適化により、130 mW の高平均出力で「水の窓」2.3~4.4 nm 帯軟 X 線連続発生を達成した[2]。また実用上、その連続長時間動作で懸念される Ar プラズマデブリによるダメージの影響についても調べ、解決可能なレベルである事を報告した[3]。

今回、この固体 Ar レーザープラズマと、新たに試みた固体 N₂ レーザープラズマからの軟 X 線放射スペクトル特性について調べ比較したので報告する。N₂ プラズマも「水の窓」軟 X 線領域で発光し、ラインスペクトルを示す事が知られていたからである[4,5]。

透過型回折格子 TG(ϕ 46 μ m, 1000 line/mm)と X 線 CCD カメラからなる分光器 (分解能 0.2nm) をレーザー入射軸に対して 45 度方向に設置して、それぞれの放射スペクトルを測定した。固体 Ar プラズマのスペクトルの発光ピークは 3.0nm で、「水の窓」領域 2.3-4.4nm 全体にわたってブロードに発光している。これに対して同条件での固体 N₂ プラズマのスペクトルは 2.5nm に強い鋭いピークを示した。これら両スペクトル形状の比較より、固体 N₂ からの「水の窓」領域 2.3-4.4nm での発光強度は、固体 Ar の場合に比べて約 1/10 小さい事が分かった。この時のレーザー強度は 10¹²W/cm²であった。

[1] S.Amano, Rev.Sci.Instrum., **85**, 063104 (2014).

[2] 天野、第 62 回応用物理学会春季学術講演会 (2015 年 3 月、東海大学) 11p-A26-14.

[3] 天野、第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 (2015 年 9 月、名古屋国際会議場) 16a-4E-1.

[4] M.Wieland et al., Appl. Phys. B, **72**, 591 (2001).

[5] P.Jansson et al., Rev.Sci.Instrum., **76**, 043503 (2005).

謝辞) 本研究は科研費 (26390113) の助成を受けたものである。