

23P-1F-18

レーザー生成金プラズマからの水の窓域軟X線強度のターゲット膜厚依存性

Dependence of water window X-ray yield on target thickness in laser produced Au plasmas

村上健太, 城崎知至, 桑田智洋, 王 筋豪, 砂原 淳¹⁾, 東口武史²⁾,

山崎広太郎, 難波慎一

MURAKAMI Kenta, JOHZAKI Tomoyuki, KUMEDA Chihiro, WANG Jiahao, SUNAHARA Atsushi¹⁾, *et al.*

広島大, ¹⁾パデュー大, ²⁾宇都宮大

Hiroshima Univ., ¹⁾Purdue Univ., ²⁾Utsunomiya Univ.

波長2.3-4.4 nmの水の窓と呼ばれる軟X線は炭素と水(酸素)の吸収端の差を利用し, 水中のタンパク質等をコントラスト良く観察することができる. 可視光と比較して格段に短波長であるため, 回折限界では生きた細胞を数ナノメートルで観察できる軟X線顕微鏡やX線リソグラフィ光源としての応用が期待されている. 高輝度水の窓域X線源の一つとして, 高温高密度レーザー生成金プラズマからの放射が挙げられる [1, 2]. このX線源の実用化には, ターゲットを連続的に供給することが要求される. 金を蒸着したテープターゲットが簡便で信頼性が高いが, 高価な金をどの程度蒸着すれば十分なX線放射が得られるのかについては明らかにされていない. 本研究では, ナノ秒レーザーによって発生するレーザープラズマからの水の窓域軟X線放射強度の金膜厚依存性をX線分光実験, 輻射流体シミュレーションで調べることを目的とした.

図1に実験装置の概略図を示す. 用いたNd:YAGレーザーは波長 1064 nm, パルス幅 7 ns, 最大エネルギー 1 Jである. 真空容器内のステージ上に金ターゲットを設置し, レンズ($f=100$ mm)でターゲット上にレーザーを集光した. 軟X線スペクトルはトロイダルミラー付き平面結像型斜入射分光器で, プラズマからのX線イメージはTiフィルタで波長選別したピンホールカメラで, X線パルス幅・放射エネルギーをTiフィルタ付Si検出器で計測した. 金ターゲットの厚さは, 300, 100, 80, 50, 30, 20, 10, 5, 2.5, 1, 0.2 μm で, 300 μm はバルクターゲットとして, 1 μm はガラス基板に蒸着し, それ

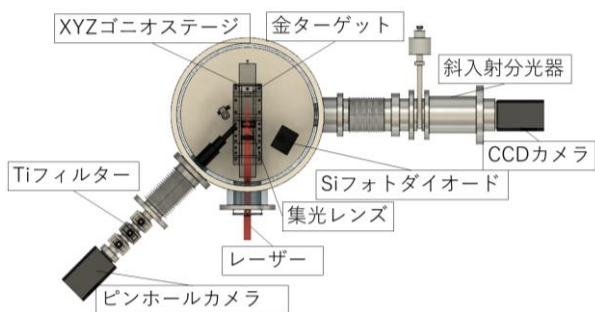


図 1. レーザー生成プラズマからの X線分光計測装置の概略図.

以外はガラス基板に直接貼り付けてターゲットを作成した.

輻射流体シミュレーションコードにはstar2d [3]を用いた. 計算領域は径方向200 μm , 軸方向450 μm (-150~300 μm) 円筒座標系であり, 両軸とも0に近づくほどメッシュが細かい. 軸方向0 μm の位置に金ターゲット表面があり, 負の方向へ厚みを変化させている. 計算条件はレーザー強度 2.4×10^{13} W/cm², パルス幅7.6 ns (ガウシアン波形), ピーク時刻7ns, スポットサイズ15 μm 径とした. 計算開始温度は室温である0.025eV, 周辺気体の初期圧力を 10^{-6} Paとした. 図2にstar2dでの計算例を示す. 時刻はレーザーピーク強度から0.5ns後であり, 高温高密度プラズマが発生していることが分かる.

本発表では, 様々なレーザーエネルギーでの金ターゲット厚さ依存性, 及び, 輻射流体シミュレーションで計算されたX線強度を実験値と比較した結果について詳細に報告する.

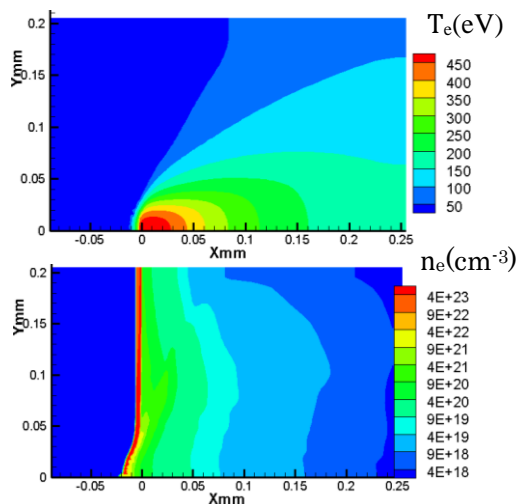


図 2 star2d での計算例. 金の厚み 5 μm で 7.5 ns の時の電子温度 (上) と電子密度 (下) の空間分布.

参考文献

- [1] M. Kado, *et al*, Appl. Phys. Lett. **111**, 054102 (2017).
- [2] C. John, *et al*, Opt. Lett. **46**, 1439 (2019).
- [3] A. Sunahara, *et al.*, J. Phys. Conf. Ser. **112**, 042048 (2008).