サブナノ秒第 2 高調波レーザーパルスによる水の窓軟 X 線光源の高効率化

Efficient water-window soft x-ray source by sub-ns second harmonic laser pulse

宇都宮大院工 [1]
○ 島田 悠太 [1]，川崎 太夢 [1]，庄司 美咲 [1]，東口 武史 [1]
Utsunomiya Univ.[1]
○Y. Shimada[1], H. Kawasaki[1], M. Shoji[1], and T. Higashiguchi[1]
E-mail: higashi@cc.utsunomiya-u.ac.jp

重元素多価イオンを水の窓軟 X 線顕微鏡のための光源にする研究を進めている [1-4]．これまで行ってきた低密度ターゲットを利用する方法 [3] や二重パルス照射法 [4] により，重元素多価イオンの中でもビスマスプラズマから放射される水の窓軟 X 線領域における光学的厚みは，他の元素の多価イオンの光学的厚みよりも薄いと予測される．これを基にすると，照射するレーザーの波長を短波長化することで，臨界密度は相対的に高くなり，イオン密度も高密度になる．このことで，水の窓軟 X 線の出力（光子数）はプラズマによる再吸収の効果を受けにくくなり，出力（光子数）は低い臨界密度のときよりも増加すると予測される．このことを踏まえて，サブナノ秒レーザーの波長とともに放射スペクトルと光子数がどのように変化するかを観測した．

図 1(a) は，パルスエネルギーが 160 mJ/pulse における時間積分スペクトル，図 1(b) は水の窓軟 X 線領域 ($\lambda = 2.3 - 4.4$ nm）の光子数のレーザー波長依存性である．このとき，サブナノ秒 Nd:YAG レーザーのパルス幅は 110 – 150 ps，レーザー波長は基本波の 1064 nm と第 2 高調波の 532 nm である．第 2 高調波を照射したときの方が発光強度および光子数が大きくなることが観測された．このとき，集光径は両者とも 40 μm 程度である．このことから，この波長域のビスマスプラズマは光学的に薄いと考えられる．

観測された放射スペクトルを原子コードの一つの FAC (Flexible Aatomic Code) により遷移を解析した．これに加えて，プラズマの電子温度を評価するために，衝突・放射モデルを用いて，電子温度を推定した．講演では，これらの結果について報告する予定である．

[1] T. Higashiguchi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **100**, 014103 (2012).
[2] T. Tamura *et al.*, Opt. Lett. **43**, 2042 (2018).
[3] H. Hara *et al.*, Opt. Lett. **43**, 3750 (2018).
[4] G. Arai *et al.*, Opt. Express **26**, 27748 (2018).

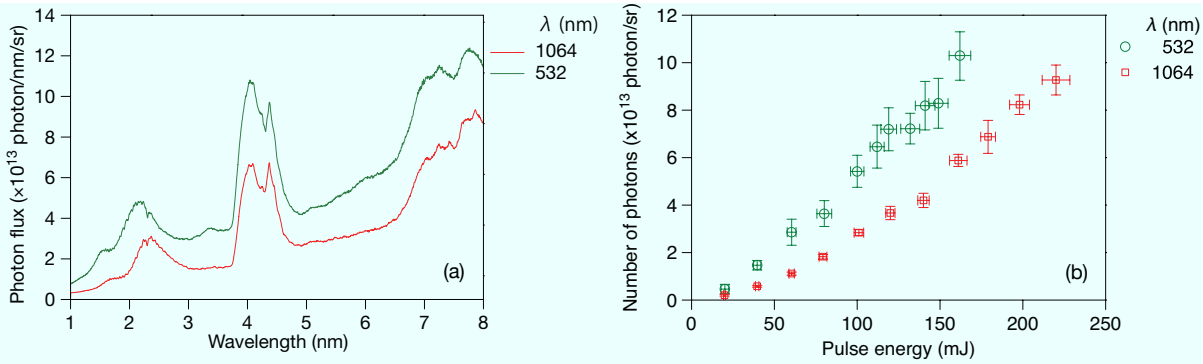

図 1：(a) 放射スペクトルと (b) 水の窓軟 X 線領域の光子数のレーザー波長依存性．