

軟 X 線光源用多価電離プラズマの協同トムソン散乱計測

Collective Thomson scattering for laser produced high-Z plasmas for soft X-ray light source

九大総理工 ○佐藤 祐太, 江口 寿明, 築山 晶一, 深田 来夢, 富田 健太郎, 内野 喜一郎
Kyushu Univ. ○Yuta Sato, Toshiaki Eguchi, Syoichi Tsukiyama, Raimu Fukada, Kentaro Tomita,
Kiichiro Uchino

E-mail: 3TE16011G@s.kyushu-u.ac.jp

軟 X 線の光源としてレーザー生成多価電離プラズマを利用する研究は、多方面で精力的に進められている。代表的な例として、波長が 13.5 nm の極端紫外リソグラフィ (EUVL) がある。EUVL では、比較的安価で高い光量を得られることから、光源としてレーザー生成プラズマ(LPP)を使用しており、その実用化は目前まで迫っている。一方で、LPP を光源とする研究はさらに短い波長へと発展している。波長 6 nm 台の B-EUV や波長 2.3-4.4 nm 帯の水の窓領域における生体その場観測用光源である。しかし EUVL の例からも分かる通り、その最適設計は容易ではない。プラズマ発光の波長ピークはイオン価数(Z)に直接的に決定されるため、電子密度 (n_e) や電子温度 (T_e) を制御し、最適な Z を達成する必要がある。我々は協同的トムソン散乱のイオン項を計測することで、EUV 光源用プラズマのこれらパラメータを同時に診断する手法を確立した。^[1]さらに、計測したパラメータと EUV の発光を比較し、その有用性を示すことにも成功している。^[2]だが、次世代の軟 X 線用の光源プラズマは、EUV に比べてより多価電離しており、イオン項のみの計測では不十分である。そこで、イオン項に加えて、電子項を同時に計測し、不足情報を補完し合うことで n_e 、 T_e 、 Z の測定達成を目指している。

イオン項・電子項は波長域や強度の大きく異なるため、同時計測にあたり、高分散と低分散を同時に達成できる新たな分光器を作製した。分光器の概要図を Fig. 1 に示す。数百 pm しか波長が広がらないイオン項計測部は、3 枚の回折格子を用いて十分な波長分解を達成した。一方、電子項はスペクトルの波長広がりが大きいため、ノッチ部と低分散部からなっている。波長分解の点でイオン項に比べて計測が容易に見える電子項であるが、散乱光強度が小さい欠点がある。プラズマ生成直後では、プラズマの自発光に埋もれてその計測が困難になる。

多価電離プラズマへの適用に向けて、He 中での LPP を対象とした計測システムの評価を行っている。このプラズマはターゲットなどの反射物がないため迷光が非常に少なく、診断システムの評価に適している。

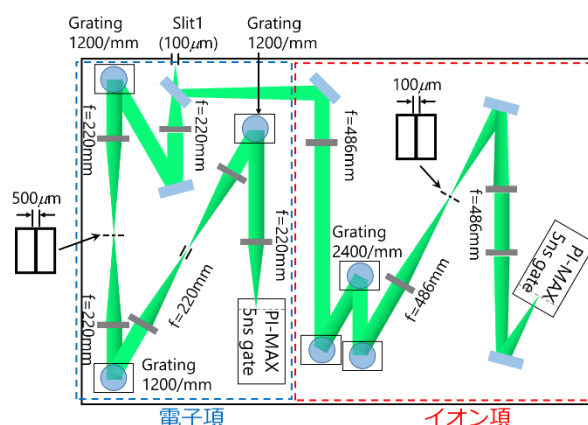


Fig. 1 Schematic of a spectrometer

[1] K. Tomita et al. Appl. Phys. Express **8**, 126101 (2015).

[2] Y. Sato et al. Jpn. J. Appl. Phys. accepted.