

プラズマミラーの真空紫外領域における周波数分解光ゲート計測

Plasma-Mirror Frequency-Resolved Optical Gating in VUV region

量研機構・関西研 ○板倉 隆二, 赤木 浩, 和田 資子, 乙部 智仁

QST-KPSI

E-mail: itakura.ryuji@qst.go.jp

近年、高強度フェムト秒レーザーによる高次高調波発生や自由電子レーザーによって真空紫外領域より短波長の極短パルスが利用可能となっている。電場 1 周期がフェムト秒を下回る短波長領域においては、アト秒パルス発生も実現し、時間分解光電子分光や過渡吸収分光などに利用されている。高時間分解能の実現に加え、高電子密度のプラズマをプローブできることも短波長光源の重要な利点である。プラズマ周波数は励起電子密度の平方根に比例するため、単純に考えると、短波長になるほど高密度のプラズマを観測することが可能となる。特に、強レーザーパルスを用いたレーザー加工や粒子加速に至る励起機構は、多くのことが未解明であり、超高速物理の観点から研究を進めることが有効と思われる。

本研究では、チタン・サファイア増幅器からの強レーザー場パルス (795 nm, 80 fs) を熔融石英表面に集光し、プラズマを生成させた。Xe ガスを非線形媒質として 5 次高調波 (160 nm) を発生させ、プローブパルスとして遅延時間を付けて基本波と同軸にプラズマに入射した。そこから反射された 5 次高調波の時間分解反射スペクトル測定を行い、スペクトログラムを得ることができた。これは、真空紫外領域のプローブパルスをゲート光としたプラズマ反射の周波数分解光ゲート (FROG) 画像に他ならない。我々は、FROG 解析によって真空紫外パルス波形とプラズマ生成による反射率の増加を抽出した [1, 2]。ただし、この実験系では、封じ切った Xe セルを用いたため、高調波発生後に LiF レンズが窓として設置されており、その群遅延分散のため 300 fs 程度まで真空紫外パルスが伸長していた。

次の段階として、我々は、高調波発生にパルスバルブを導入し、封じ切りセルから差動排気へと変更することによって、真空紫外パルスにとって透過媒質の存在しない実験系を新たに構築した。その結果、5 次高調波は、フーリエ変換限界に近い 13 fs (FWHM) のパルスをプローブパルスとして利用できるようになった。解析プログラムの更新も行い、プラズマミラーの反射率については、反射率の増加分だけではなく、励起前の熔融石英のフレネル反射も含めた反射率変化を求められるようになり、励起電子密度の定量的な議論も可能となった。

【参考文献】

- [1] R Itakura, T Kumada, M Nakano and H Akagi, Opt. Express **23**, 10914 (2015).
- [2] R Itakura, T Kumada, M Nakano and H Akagi, High Power Laser Sci. Eng. **4**, e18 (2016).