

## 高次高調波によるコヒーレント軟X線の発生と応用

Generation and application of coherent soft X-ray pulses using high harmonics

### Objectives

高強度超短パルスレーザー光をガス中に集光して得られる高次高調波は、真空紫外から軟X線にわたる短波長域のコヒーレントな光であり、アト秒領域の超高速分光や分子イメージングなどへの応用が期待されている。我々は、高次高調波の干渉を利用した種々の実験を実現すべく、高調波発生用のビームラインを建設している。特に高次高調波の発生機構は、高調波の発生源となる原子分子近傍で生じる電子波束の運動が、振動双極子を誘起して短波長の光子を放出していると理解できる。この現象を利用して、高次高調波のスペクトルを詳細に測定することによって、原子分子の電子構造やその時間変化、あるいは、多電子相関の影響を観測することを目指している。

When atoms or molecules are exposed to strong laser fields, they emit coherent short-wavelength light called high harmonics. Their spectral range spans from VUV to soft X-ray, and their temporal duration can be shortened to attosecond time scales. Because of these unique characteristics of high harmonics, we are developing a versatile high harmonics beamline that consists of a high-peak-power Ti:sapphire laser system, vacuum chambers to produce and manipulate high harmonics, and soft X-ray and photoelectron spectrometers. The underlying physics of high harmonic generation is governed by the motion of the electron wavepacket around nearby atoms or molecules. The emission of high harmonic photons can be understood in terms of the oscillating dipole induced by the motion of the laser-driven electrons. We aim to utilize this process to extract information of electronic structures, dynamics, and electron correlation inside gas-phase molecules.

Fig. 1: Overview of the high harmonics beamline under development at ISSP.

### Achievements

- 高次高調波を発生する真空チャンバー群を製作した。これらの真空チャンバーは、真空ポンプ等による振動が光路長を変動させないよう、厳重な防振対策が施されている。
- 高次高調波を測定するための軟X線分光器を製作した。今後、この分光器に取り付けるための軟X線偏光素子を開発し、スペクトル分解された高調波スペクトルを観測する予定である。
- 高調波のスペクトル位相を測定するために飛行時間分解型の光電子分光装置を開発した。
- We have set up the main vacuum chambers for the high harmonic beamline. The breadboards for in-vacuum optics are designed such that the environmental vibration will not affect the beam path for soft-x-ray interference experiments.
- We have developed a soft X-ray spectrometer which has a 2D detector. This spectrometer allows us to measure the spectrally resolved beam profile of high harmonics.
- We have developed a time-of-flight photo-electron spectrometer to measure the spectral phase of high harmonics.



### References

- 1) J. Itatani, J. Levesque, D. Zeidler, H. Niikura, H. Pepin, J. C. Kieffer, P. B. Corkum, and D. M. Villeneuve, "Tomographic imaging of molecular orbitals," *Nature* 432, 867 (2004).
- 2) S. Adachi, N. Ishii, T. Kanai, A. Kosuge, J. Itatani, Y. Kobayashi, D. Yoshitomi, K. Torizuka, and S. Watanabe, "5-fs, multi-mJ, CEP-locked parametric chirped-pulse amplifier pumped by a 450-nm source at 1 kHz," *Optics Express* 16, 14341 (2008).