

強レーザー場中の分子挙動の cERL による研究

足立純一

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 放射光

Investigation of the molecules in the intense laser fields with the cERL

ADACHI, Jun-ichi

Photon Factory, IMSS, KEK

<Synopsis>

Molecules in the intense laser fields have been studied recently, since the molecular systems which are coupled strongly coupled with the radiation fields are novel few-body quantum ones, and also are interesting from a viewpoint of the application to manipulate the molecules. In order to utilize the soft x-ray spectroscopic methods, we develop the experimental techniques to investigate the molecules in the intense laser fields with the synchrotron radiation. Here we present possible experiments to investigate for the molecules in the intense laser fields with the cERL and show our future plan.

〈要旨〉

強レーザー場中にある原子分子は、レーザー場が原子分子系に結合した少数多体系であり、原子分子物理学において新奇なアンサンブルとして研究が行われてきている[1-3]。また、強レーザー場過程は、光による分子の操作の素過程としても注目されている[4-6]。そのような強レーザー場は、短パルスレーザー光を集光することにより実現でき、これまで、主にレーザーをプローブとした実験が進められている。

我々のグループは、強レーザー場中の原子分子の挙動を調べるため、分光学的に優れた特性を持つ放射光をプローブとして活用する実験手法の開発を行っている。研究の目標は、強レーザー場中での分子の空間的配列および幾何構造変化・電子的構造変化を、また光電子の着衣 (dressed) 状態を、VUV・SX 領域の放射光を利用して調べる手法を確立することである。対象とするレーザー場は、パワー密度が 10^{12} W/cm^2 程度のものである。これは、レーザー場との相互作用が摂動論的に扱うことができる領域よりも高く、分子の断片化や光電離が支配的に起きる領域よりも低いパワー密度の領域である[5]。

PF からの放射光は、60 ps 程度の幅のパルスである。また、アンジュレータから得られる

光は、標準的な光学系でのスポットサイズは垂直方向が 0.05 mm 程度である。対象とするレーザー場は、これより充分長い持続時間を持ち、これより大きなスポットサイズにおいても必要とするパワー密度を持つことが要求される。TW/cm² オーダーのレーザー場中の分子挙動を PF からの放射光により明らかにする実験の試みでは、入手可能なレーザー装置の繰り返し周波数と放射光のスポットサイズにおける制限から、これまでのところ有用な結果が得られていない。

一方、cERL あるいは ERL にて高輝度かつ 100 fs 幅程度のプローブ光パルスが得られると、強レーザー場を生成するために利用可能なレーザーの選択肢が増えるとともに、調べられる動的挙動の時間スケールが広がる。

これまで PF シングルバンチ運転にて行ってきた、強レーザー場による分子配列・屈曲を放射光により観測する実験[7]、および、強レーザー場中原子の光電離過程を測定することによる着衣連続状態の観測についての試みを発表する。そして、cERL を利用することにより、これまでの実験がどのように改善されるか説明する。さらに、ERL により実現可能となると期待できる今後の研究計画を紹介する。

[参考文献]

- [1] B.H. Bransden and C.J. Joachain: “*Physics of Atoms and Molecules*” 2nd Ed., Sect. 15.3 (2003).
- [2] C.J. Joachain et al.: “*Atoms, Solids, and Plasmas in Super-Intense Laser Fields*” (2001).
- [3] J. Posthumus ed.: “*Molecules and Clusters in Intense Laser Fields*” (2001).
- [4] H. Stapelfeldt and T. Seideman: *Rev. Mod. Phys.* **75**, 543-557 (2003).
- [5] K. Yamanouchi: *Science* **295**, 1659-1660 (2002) and references therein.
- [6] H. Sakai et al.: *J. Chem. Phys.* **110**, 10235-10238 (1999).
- [7] T. Teramoto, J. Adachi, K. Yamanouchi and A. Yagishita: *AIP Conf. Proc.* **879**, 1805-1808 (2007).