

強レーザー場中原子分子の放射光による観測の試み Attempt to probe atoms and molecules in an intense laser field with SR

足立純一
ADACHI Jun-ichi

Photon Factory, Institute of Material Structural Science, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan.

*e-mail: jun-ichi.adachi@kek.jp

強光子場中にある原子分子は、光子が関与する少数多体系であり、原子分子物理学においても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、強光子場過程は、光による分子の操作の素過程としても興味深い[4-6]。そのような強光子場は、短パルスレーザー光を集光することにより実現でき、そのような強レーザー場中にある原子分子を探る研究は、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進めている。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[7] を、軟 X 線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。

PF からの放射光は 10^{-10} 秒オーダーの幅のパルスであり、スポットサイズは ϕ 100 μ m 程度である。したがって、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。この要求に対して現実的に利用可能なレーザーとして、高出力ナノ秒パルス Nd:YAG レーザーがある。そのようなレーザーの繰り返しは 10 ~ 100 Hz 程度であり、放射光と時間空間が重なった信号の S/B 比を高めるためには、シングルバンチの利用が必須である。

対象とするレーザー場は、パワー密度が 10^{12} W/cm² 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。

ここでは、2 種の実験の試みについて紹介する。1 つは、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[8]、もう 1 つは、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である。現状は、どちらも有用なデータは得られていない。そのため、このような研究におけるシングルバンチ利用の意義、これまで行った実験の紹介、今後の展望について述べる。

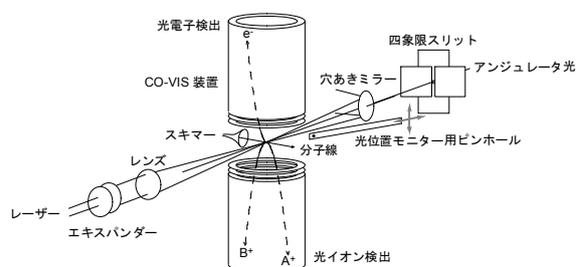


図 コインシデンス運動量画像測定装置を用いたレーザーとシングルバンチ放射光の同期実験の模式図[8].

参考文献および註

- [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] 系がレーザー一定常場中にある状態を ‘光の衣を着ている’ という比喩から ‘着衣状態’ と表現する。これに対しレーザー場がないことを表す術語は、‘裸状態’ (bare state) である。
- [8] T. Teramoto, J. Adachi, K. Yamanouchi and A. Yagishita: *AIP Conf. Proc.* **879**, 1805-1808 (2007).