

## 加速器ベース光源による原子分子研究の展望

上田 潔

東北大学多元物質科学研究所

1990年代に ESRF, APS, SPring-8 といった大型高輝度放射光施設が欧州、アメリカ、日本に建設された。2000年代に入ると 90年代に蓄積されたノウハウをフルに活用し、世界各国に中型放射光施設が建設された。もっぱらヨーロッパで建設された 3GeV クラスの放射光施設で得られる軟 X 領域の放射光は、SPring-8 の軟 X 線ビームラインと比べてほとんど一桁高い輝度のものであった。軟 X 線単色光を用いる気相の光電子分光実験や同時計測実験もまた、これらの中型放射光施設の恩恵を受け、より高精度化し、新たな展開がみられるようになる。

世界初の極紫外 (EUV) 域の自由電子レーザー (FEL) 実験施設 FLASH は 2005 年にユーザー運転を開始した。FLASH では EUV 領域の非線形過程の研究や光誘起反応の時分割実験、さらには FEL パルスの空間的なコヒーレンスをフルに利用したコヒーレントイメージングの先駆的な実験が行われ、FEL 科学の輝かしい扉を開くことになる。2008 年には日本でも SCSS 試験加速器が EUVFEL としてのユーザー運転を開始し、2009 年にはアメリカの LCLS が世界初の X 線 FEL としてユーザー運転を開始した。2012 年 3 月には世界最短波長を誇る日本の SACLA がユーザー運転を開始する。これらの XFEL 施設では、X 線非線形過程の研究、光誘起反応の可視化、極端条件下の物質の構造解析、非結晶巨大分子の X 線イメージング、未知のタンパク構造解析等、未踏の分野が切り開かれている。原子分子科学もまたこのような新規の分野で縁の下の力持ちを演じるとともに新たな展開を見せている。

2012 年 12 月にはイタリアの FERMI が世界初のフルコヒーレント FEL 実験施設としてユーザー運転を開始した。FERMI では時間的にもコヒーレンスが保たれたフーリエトランスフォーームリミットの極紫外～軟 X 線パルスが得られるばかりではなく、光の位相を制御したダブルパルスや多色パルスも生成することができる。こういった位相制御パルスを用いると極紫外～軟 X 線でのコヒーレント制御実験が可能になる。電子波束をオーダーメイドして反応を制御することも、夢ではなくなりつつある。

本講演では、これらの加速器ベースの光源の進展とともに新たな展開をみせる原子分子科学研究を展望する。