

DXAFS を用いた fs ダイナミクス研究

阿部 仁

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

Prospects of dynamics studies in the scale of fs by DXAFS

Hitoshi Abe

Photon Factory, IMSS, KEK

<Synopsis>

The DXAFS (Dispersive X-ray Absorption Fine Structure) technique is a powerful method to perform time-resolved XAFS experiments. Laser Compton x-ray, which is generated by the collision between Laser and an electron bunch, will be a suitable light source to carry out DXAFS at cERL because of the sufficient energy spread and the jitter free condition. We would expect to capture local structures and electronic states of some metal complexes in transient excited states. In addition, soft x-ray as well as hard x-ray will be generated as the Laser Compton x-ray. A BL, where we can use both soft and hard x-rays, is desired to detect behaviors both of molecules and metals in chemical reactions.

XAFS (X-ray Absorption Fine Structure)は、様々な物質の局所構造や電子状態などを調べられる実験手法として、触媒や電池材料、地球・環境物質など幅広い分野で利用されている。この XAFS に時間分解能を持たせた手法の 1 つとして、DXAFS (Dispersive XAFS)がある[1]。DXAFS は白色 X 線を利用して測定エネルギー範囲の X 線を試料に一度に照射し、1 次元検出器を用いて測定する。これにより、エネルギー掃引することなく、one shot で XAFS スペクトルを得ることができる手法であり、時間分解 XAFS 測定に利用されてきた。

今回は、cERL におけるレーザーコンプトン散乱で発生する X 線を利用した DXAFS 研究の展開について考えてみたい。レーザーコンプトン X 線は、90 度衝突の場合、~40 keV までの硬 X 線が 1 kHz 程度の繰り返しで得られる[1]。また、ある条件では 10%程度のエネルギー広がりを持った X 線が得られる。例えば Pt L_3 吸収端あたりの 11-12 keV では 1 keV 程度のエネルギー幅の、DXAFS 測定に使い易い X 線となる。

超高速時間分解能の Laser Pump – DXAFS Probe 実験を考えた時、通常、ジッターの問題が避けて通れない。ところが、レーザーコンプトン X 線を発生させるレーザーを励起光に用い

ることで、原理的に Pump 光と Probe 光との間ではジッターフリーが実現する。このような環境を利用する事で、ある種の金属錯体の光励起状態の局所構造、電子状態を綺麗に捉えられるのではないかと期待している。

また、レーザーコンプトン X 線が軟 X 線領域から硬 X 線領域まで幅広く発生することにも注目したい。軟 X 線と硬 X 線と両方を同時に利用できる BL が実現できないだろうか。エネルギー領域の異なる 2 つの X 線をうまく試料上に導ければ、例えば、Pt 金属上での CO 酸化反応など金属表面での化学反応に対し、金属の L 吸収端、反応種の K 吸収端の両方で DXAFS 測定が可能になる。DXAFS に限らず、対応する準位の fast XPS 測定も可能である。これには、反応種を分光法で直接観察できる環境で、金属の L 吸収端 XAFS 等でその構造、電子状態を直接観察できるという利点がある。さらに、軟 X 線 Pump-硬 X 線 Probe の実験も考えられ、有機金属錯体の配位子を励起させた際の中心金属まわりの構造変化の追跡などが候補となる。

[1] T. Matsushita and R. P. Phizackerley, *Jpn. J. Appl. Phys.* 20, 2223 (1981).

[2] KEK Report 2007-7, JAEA-Research 2008-032, “コンパクト ERL の設計研究”, 2008.