

ERL を用いた時間分解 X 線測定～サブナノ秒からサブピコ秒へ～

足立伸一

高エネルギー加速器研究機構・放射光科学研究施設
科学技術振興機構・ERATO 非平衡ダイナミクスプロジェクト

Toward sub-picosecond time-resolved X-ray experiments with Energy Recovery Linac

Shin-ichi Adachi

KEK PF, JST ERATO

<Synopsis>

Time-resolved X-ray techniques using storage ring (sub-nanosecond resolution) and energy recovery linac (sub-picosecond resolution) will be presented with some examples of applications.

「第 4 世代放射光源」の定義にはいくつかのバリエーションがあり、狭義には X-FEL に代表される、自己増幅自然放出を発生原理とする放射光源のみを、第 4 世代放射光源と呼ぶべきとの主張もあるが、より一般には、「現在の第 3 世代放射光源では実現不可能な、空間コヒーレンス、短パルス性といった先端的なビーム特性を可能とする、線形加速器を基盤とした放射光源」をその定義とすべきであろう。ERL は、現在の第 3 世代放射光源では実現不可能な、**すべての実験ステーションで高空間コヒーレンスとサブピコ秒パルス幅を有する放射光の利用を可能とする**という点において、「第 4 世代放射光源」と呼ぶにふさわしい。ERL は、「空間コヒーレンス特性」と「サブピコ秒パルス特性」をすべての実験ステーションで実現し、その先端的なビーム特性のどちらか、もしくは双方を生かして、全く新しいサイエンスを展開するためのプラットフォームとなる。

時間分解放射光実験の分野では、従来の蓄積リング型の放射光源を利用して、これまでに、サブナノ秒オーダーの物質構造ダイナミクスの研究が進んできた。しかしそれらの研究の中には、溶液化学反応の素過程、固体中の振動の素励起と光誘起相転移、タンパク質分子の光反応ダイナミクスなど、サブピコ秒からフェムト秒の時間分解能が本質的に重要であるものが多く含まれている。それらの研究対象に対しては、これまで主にフェムト秒レーザーを用いた超高速分光測定により研究が進められてきたが、次世代放射光源 ERL は、オングストロームオーダーの物質構造に関する情報を、サブピコ秒の時間オーダーで検出することが出

来るといふ点において、レーザーなど他の光源にはない優位性を持っている。

一方、サブピコ秒放射光とフェムト秒レーザーを正しく同期させて扱うために必要な技術的課題として、フォトカソード励起レーザーとポンププローブ実験用レーザーの同期、光ファイバーによるタイミング伝送、電子バンチのフェムト秒タイミング計測など、未解決な問題が多く残されている。講演では、PF-AR における、これまでのサブナノ秒オーダーの時間分解放射光実験での実験技術の現状と応用実験例、サブピコ秒実験の必要性について述べた後に、サブピコ秒オーダーの時間分解放射光実験を行なうために必要な実験技術の課題について概観したい。