

原子同士が結合して新しい分子が生まれる瞬間を X 線によってストロボ撮影 —人工光合成技術を推進する新しい分子動画撮影法を開発—

平成 27 年 2 月 19 日
 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構
 基礎科学研究院
 韓国科学技術院
 独立行政法人 理化学研究所
 公益財団法人 高輝度光科学研究センター

【概要】

高エネルギー加速器研究機構 (KEK), 基礎科学研究院 (Institute for Basic Science, IBS), 韓国科学技術院 (Korea Advanced Institute of Science and Technology, KAIST), 理化学研究所 (理研), 高輝度光科学研究センター (JASRI) は, X 線自由電子レーザー (XFEL) 施設「SACLA」を用いて, ピコ秒 (1 ピコ秒 = 1 兆分の 1 秒) 以下の間に進行する化学結合形成に伴った分子の生成過程を直接観測することに成功しました。

これは, KEK 物質構造科学研究所の野澤俊介准教授, 佐藤篤志博士, 足立伸一教授, KAIST の Kim Kyung Hwan 博士, Thee Hyotcherl 教授, 理研放射光科学総合研究センターの石川哲也センター長, ビームライン研究開発グループの矢橋牧名グループディレクター, JASRI・XFEL 利用研究推進室の富樫格研究員らを中心とした共同研究グループの成果です。本研究は, 理研 X 線自由電子レーザー (XFEL) 施設「SACLA」と KEK の放射光施設 PF-AR ビームライン NW14A を利用して行われました。

本成果は, 科学雑誌『Nature』のオンライン版 2 月 19 日号 (報道解禁日時: 日本時間 2 月 18 日 (水) 21 時) に掲載されます。(この記事の続きは <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20150219100000/> をご覧ください)。

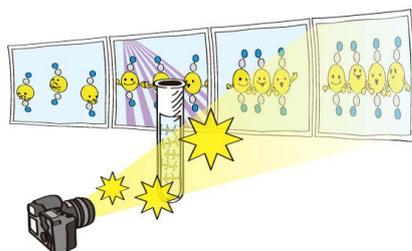


図 分子動画による化学反応の追跡 (概念図)

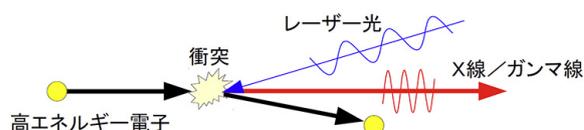
SACLA のパルス X 線を使ってストロボ撮影することでフェムト秒の時間スケールで原子の動きを追跡することが可能となった。本研究では光刺激によって化学反応を開始させ, その後高速に変化していく分子構造をストロボ測定して分子動画撮影することで, 原子の反応性・結合状態・機能性的変化について観測することに成功した。

これまでになく強く明るい X 線を発生する新たな技術誕生へ —毎秒 1 億回の電子ビーム・レーザー衝突で X 線を作る—

平成 27 年 4 月 27 日
 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 (理事長 児玉敏雄。以下「原子力機構」という。) 原子力科学部門量子ビーム応用研究センターの羽島良一研究主席, 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 (機構長 山内正則。以下「KEK」という。) 加速器研究施設の照沼信浩教授らの共同研究グループは, エネルギー回収型リニアック (ERL) において電子ビームとレーザービームを微小スポットで, 1 秒間に 1.625 億回という非常に高い頻度で衝突させる (高繰り返しで衝突させる) ことで, エネルギーのそろった X 線ビームの生成に成功しました。これにより, 核セキュリティ分野におけるあらゆる核物質の非破壊検知・測定を可能にする大強度ガンマ線源 (目標強度 1013 ph/s) や, 生体細胞の高分解能イメージングのための高輝度小型 X 線源 (目標ピーク輝度 1019 ph/sec/mm²/mrad²/0.1%BW) といった, 新たな計測・観察ツールとしての次世代光源へ道を開きました。

光速近くまで加速した電子ビームとレーザービームを衝突させることにより, 任意のエネルギーの X 線やガンマ線のビームを発生する方法は, レーザー・コンプトン散乱 (LCS) と呼ばれ, エネルギーが数 keV から 100 keV の X 線領域では, 大型放射光施設の性能に匹敵する高輝度の小型 X 線源に, また, エネルギーが 1 MeV 以上のガンマ線領域では, 唯一のエネルギー可変の大強度ガンマ線源となり得るものです。しかしながら, 電子とレーザーの衝突確率が小さいために, LCS による X 線～ガンマ線源の実用化には, 電子ビームとレーザービームを高密度かつ高繰り返しで衝突させる技術が必要とされてきました (この記事の続きは <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20150427150000/> をご覧ください)。



レーザー・コンプトン散乱の原理。左から光速近くまで加速した高エネルギーの電子が飛来し, 右から来たレーザーと衝突します。レーザーは電子との衝突によって反対方向に散乱され, 電子からエネルギーを得て X 線またはガンマ線となります。