

X線放射圧によるナノ結晶の動的挙動変化 Modified Dynamic Motions of Nanocrystal from X-ray Radiation Pressure Force.

○星指健太郎^{1,2} 関口博史^{1,2}、一柳光平^{1,2}、鈴木祥仁^{1,2}、
八木直人^{2,3}、松尾龍人³、太田昇³、佐々木裕次^{1,2,3}
1 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 物質系専攻、
2 CREST 佐々木チーム/JST、3 SPring-8/JASRI

電磁放射を受ける物体に働く力場である放射圧は、そのマイクロサイズのカ場形成という新規な物理現象を実現できるため、可視領域のレーザー光を用いたトラップツールとして広く利用されている。波長の短い X 線による放射圧は、生体高分子に金ナノ結晶を標識した X 線 1 分子追跡法(Diffracted X-ray Tracking:DXT)を用いることで、数 aN レベルの外力の存在を世界で初めて確認できた[1]。

本研究では、 μsec レベルの検出が可能な高速 X 線カメラ(イメージインテンシファイヤー+高速 CCD)を用いて、水溶液中に単分散している金ナノ結晶のブラウン運動を観測した。入射 X 線の波長とフラックス量を変化させることによって、エネルギー量に対する金ナノ結晶の動的挙動変化を高速 DXT により単一ナノ結晶計測することに成功した。ナノ結晶のブラウン運動と外力の評価は、金ナノ結晶の回転方向に関する平均二乗変位量(Mean-square Displacement:MSD)と角運動量ヒストグラムを用いて行った。その結果、金ナノ結晶の結晶面(111)に対してエネルギー依存の明確な放射圧が観測された。また、ナノ結晶の運動方位性を詳細に解析した結果、X 線放射圧の合力と考えられる意外な結果も得ることができた。

これらの結果は、金ナノ結晶をタンパク質分子にラベルし、タンパク質 1 分子の動きを可視化する高速 DXT において、数 aN レベルのカ場を検出できることを証明したことになり、逆に aN でナノ結晶のブラウン運動を変調できることも分かった。つまり、もしタンパク質分子の中で超微小なカ場によって誘導された動的構造変化が存在するならば検出が可能となる。今後、XFEL や ERL 等の高フラックスの光源を用いた実験系で、以上のような X 線放射圧が外力として無視できない要素になることもここで議論したい。

[1] Y. C. Sasaki et al., *Appl. Phys. Lett.*, **89**, 053121(2006)