

# サブ・ナノメートル分解能で

筑波大学数理物質系・物理工学域の長谷宗明准教授、産業技術総合研究所ナノエレクトロニクス研究部門のポール・フォンス上級主任研究員、弘前大学教育学部の島田透講師、理化学研究所放射光科学総合研究センターの矢橋牧名グループディレクター、高輝度光科学研究センターXFEL利用研究推進室の富樫格研究員、片山哲夫研究員らの研究チームは、非常に強力な極短X線パルスを発生するX線自由電子レーザー(XFEL)施設SACRAを用いてX線回折実験を行い、現在使われている記憶型DVDや次世代の不揮発性固体メモリーとして期待される相変化メモリーの記録材料において、電子励起により駆動された原子の瞬間移動をサブナノメートル以下の分解能で観測することに成功した。

XFELは、約10フェムト秒という極めて短いパルス幅を持つことから、この特性を生かした固体中の原子運動の直接観測や、それに伴う構造変化の瞬間撮影への応用が期待されている。研究チームは、超短パルスレーザー光を励起光として、相変化メモ

## 原子の瞬間移動を実時間観測

リー用記録材料( $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  単結晶薄膜)に照射し、電子励起することにより構造変化を引き起こし、その後の原子運動の様子をSACLAのXFELパルスを用いて1ピコ秒以下の時間分解能でX線回折撮影した。その結果、原子の運動は、励起直後の数ピコ秒の間は原子の結合が切れて局所的に構造変化するだけだが、20ピコ秒後には温度上昇も加わり、約2ピコ秒だけ格子面間隔が膨張した新しい構造に変化することが明らかとなった。また、この原子変化した構造は、100ピコ秒以上も持続し、その後約1.8ナノ秒で緩和して元に戻ることが分かった。

長谷准教授の話「今後の展開として、100フェムト秒以下のさらに高い時間分解能でのX線回折撮影を目指している。もし100フェムト秒以下の時間分解で様々な先端材料における結晶格子の運動を捉えることができれば、未知であった超高速励起反応過程の解明だけでなく、励起反応制御による新物質創成などの応用分野への波及効果も期待できる」