

## 用語解説

### ※1 蛍光X線ホログラフィー法およびホログラム

ホログラフィーは、光(X線も含む)の波としての性質を利用して立体像を記録・再生する技術です。可視光領域(波長およそ 0.6 マイクロメートル程度)のホログラフィー法は既に実用化されています。立体像の基となる情報を記録したものをホログラムといいます。ホログラムは極めて細かい間隔(光の波長程度)の縞模様から成り立っています。例えば、1万円札のおもて面左下にあるキラキラ模様はホログラムです。蛍光灯の下などでその模様をいろいろな角度から見てやると、日本銀行のマーク、桜の花びらや数字が見えます。

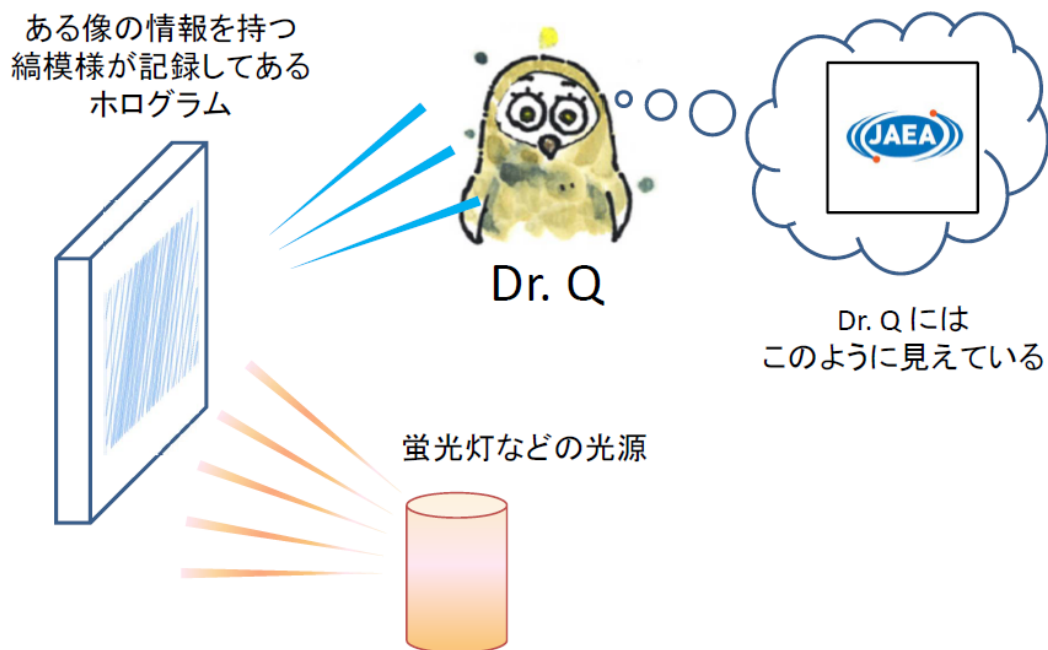


図:ホログラフィー法の原理。像の情報を持つホログラム(縞模様)に光を当てると、観測者の目には像として映っている。

ホログラフィーの原理をX線波長領域(波長はおよそ 0.0001 マイクロメートル程度)にまで拡張したものが蛍光X線ホログラフィー法です。X線が原子に吸収されると、今度はその原子から原子固有の波長をもつX線が放出されます。これを蛍光X線とよびます。この蛍光X線を利用してホログラムを構成する手法が蛍光X線ホログラフィー法です。東北大学金属材料研究所の林好一准教授らを中心とする研究グループにより実験方法の開発が行われ、本手法が形状記憶合金や半導体材料などの単結晶中の微量不純物元素周りの3次元局所構造評価に有効であることが実証されています。

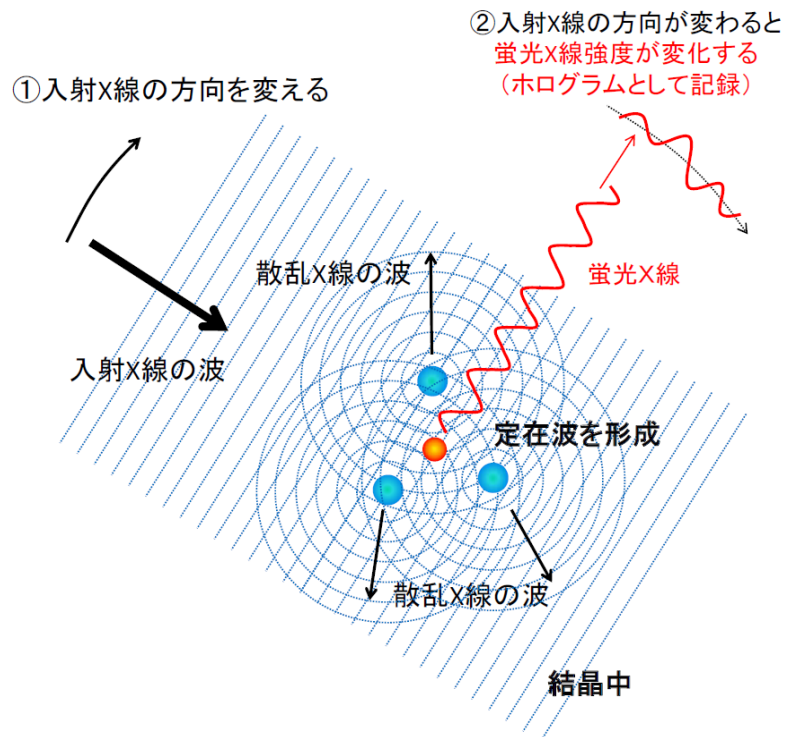


図: 蛍光X線ホログラフィー測定原理図。

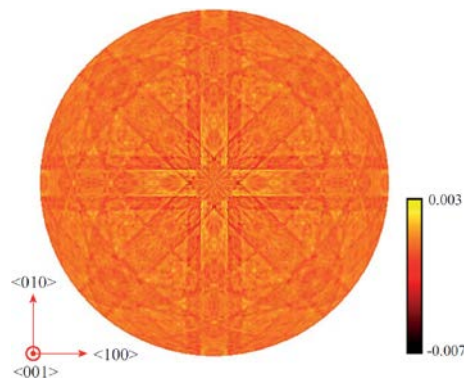


図: 蛍光X線ホログラムの例。このホログラムを元に原子分解能像が再生される。

## ※2 強誘電体、リラクサー強誘電体

電場内に置かれた物質は、プラス側・マイナス側に電荷が引き寄せられて、全体として片方がプラス、もう片方がマイナスの電気を帯びます。このような状態を「分極している」と呼びます。ところが、中には、電場がなくても自発的に分極している物質が知られています。これが強誘電体です。

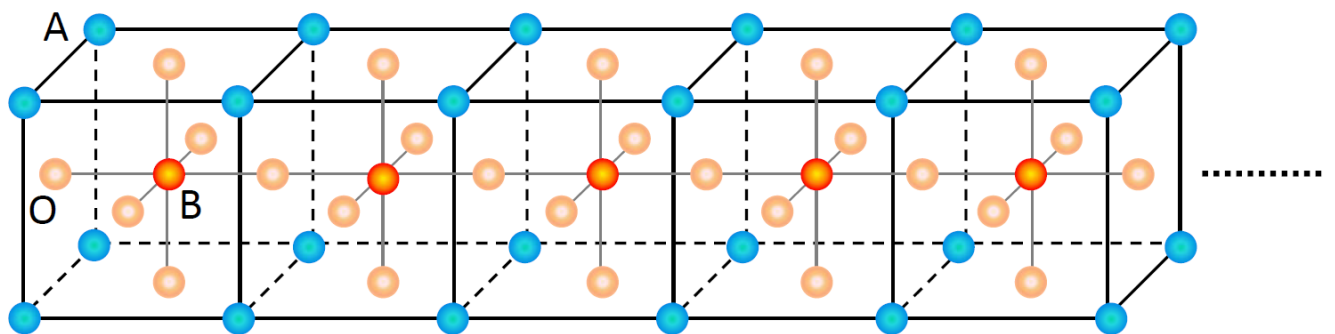
分極を持つことで次の3つの性質を兼ね備えていることが特徴です。①電気をためる誘電性、②力を加えて変形させることで電気を発生させることのできる圧電性(電圧を与えて変形させることのできる逆圧電性)、③温度変化によって電気が発生する焦電性。これらの性質により、強誘電体はセンサー、プローブ、バッテリー、キャパシタ、メモリー、太陽光発電セルなど、広範囲にわたっての応用が可能です。

強誘電体物質群のうち、誘電率や電圧係数が非常に高いことに加え、広い温度領域で安定してその特性を維持できる性質(緩和、リラククス)を持つ強誘電体を特にリラクサー強誘電体とよび、区別しています。 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ が有名です。

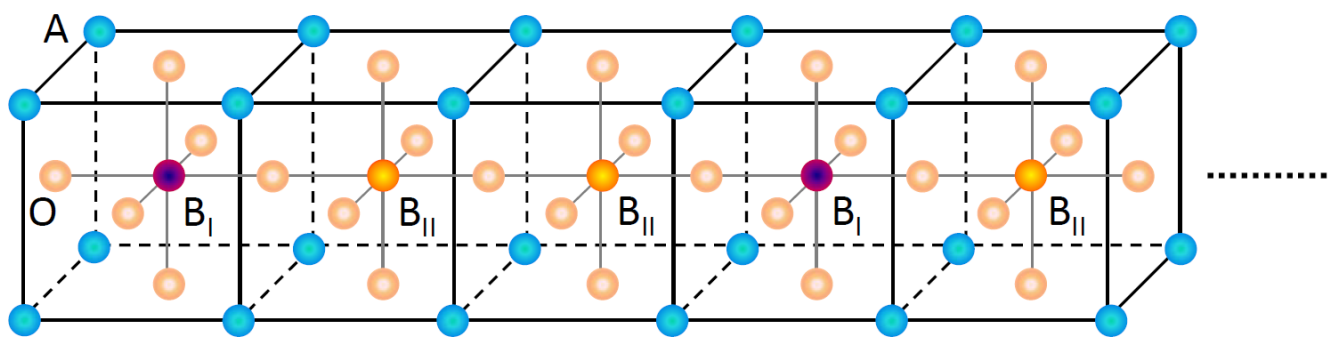
### ※3 ペロブスカイト、複合ペロブスカイト

ペロブスカイトはチタン酸カルシウム( $\text{CaTiO}_3$ )の鉱物名です。この名前が由来となり、一般に $\text{ABO}_3$ の化学式を持つ物質群をペロブスカイト化合物とよびます。ペロブスカイト化合物には「機能の宝庫」といわれるほど様々な性質をもつ物質群が報告されています。

ペロブスカイト構造は $\text{ABO}_3$ の組成式で示される単位胞が規則的に多数並んだものです。本来のペロブスカイト構造では、B原子は1種類の原子です。一方、複合ペロブスカイト構造では、ある単位胞では $B_I$ 、別の単位胞では $B_{II}$ というように、B原子の位置を占める原子の種類が単位胞ごとに異なっています。どの単位胞で $B_I$ 、 $B_{II}$ のどちらがB原子の位置を占めているかは、一般には規則性がありません。本研究対象の試料 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ の他、 $\text{Pb}(\text{Zr}_{1-x}\text{Ti}_x)\text{O}_3$ や $\text{Pb}[(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_{1-x}\text{Ti}_x]\text{O}_3$ などがあります。



ペロブスカイト構造



複合ペロブスカイト構造 ( $B_I$ 、 $B_{II}$ は不規則に連なる)

図: ペロブスカイト構造。A原子で構成される立方晶構造の体心位置にB原子、面心位置にO原子が占有

#### ※4 EXAFS

広域X線吸収微細構造(Extended X-ray Absorption Fine Structure)の略。すべての物質は、局所構造を反映したX線の吸収現象を示します。その吸収量を広いX線エネルギーにわたって精密に捉えることによって、物質の局所的な構造情報を得ることが可能となります。

#### ※5 PDF

対相関関数(Pair Distribution Function)の略。ある測定点で観測するX線散乱強度は原子一原子間の位置関係(対相関関数)によって決まります。その散乱強度を広い測定領域にわたって精密に捉えることにより、物質の局所的な構造情報を得ることが可能となります。

#### ※6 大型放射光施設 SPring-8

兵庫県の播磨科学公園都市にある世界最高クラスの放射光を生み出す施設。SPring-8の名前は Super Photon ring-8GeV に由来します。電子を光とほぼ等しい速度まで加速(80億電子ボルト: 8 GeV)し、磁場によって進行方向を曲げたときに発生する、極めて細くて強力な電磁波のことを放射光と呼びます。

#### ※7 扁長菱面体(りょうめんたい)、扁平菱面体

立方格子を対角 $\langle 111 \rangle$ 方向に歪ませた時に出来上がる格子を菱面体格子とよびます。特に、引っ張った場合を扁長菱面体、圧縮した場合を扁平菱面体とよびます。

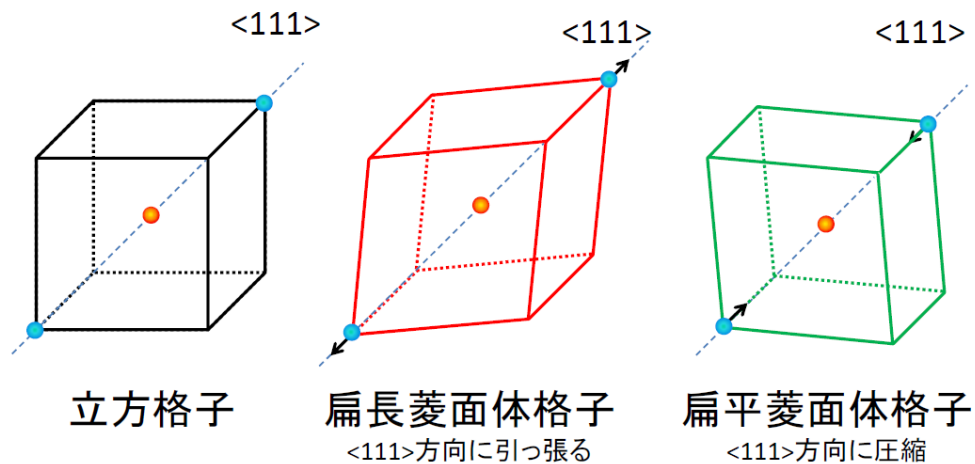


図:立方体格子と扁長、扁平菱面体格子の関係