

# 「マルチビームX線タイコグラフィ」実証に成功

理化学研究所（理研）、大阪大学などの共同研究グループは、放射光マルチビームを用いたX線タイコグラフィ「マルチビームX線タイコグラフィ」の実証に成功した。放射光を高い効率で利用できる、単一ビームを用いた従来法よりも広い視野で試料を観察できるため、様々な試料の広視野・高分解能イメージングへの応用が期待できる。

空間分解能を飛躍的に向上させることができる。これまで理研では、X線タイコグラフィによる試料の高分解能観察を目指した研究を推進し、世界最高水準の性能を実現してきた。さらなる性能向上を目指す上でポトルネックとなっていた放射光の全反射集光鏡によって

ヒールントX線の割合はビーム全体の数%程度と見積もられており、ビームの大半をX線タイコグラフィ測定に利用できない。このように、部分的にコーレンスが得られないように設計した。

放射光のコヒーレンスを考慮して、多重スリットの個々の開口サイズは、開口を通り抜ける個々のX線ビームが十分なコーレンスを得られる寸法にすると、多重回折強度パターンを構築する。多重回折強度パターンに対して、全変動正則化を組み込んだ位相回復計算を実行し、マルチビームそれぞれ

の波動場と試料像を再構成した。同研究では、放射光マルチビームを用いたX線タイコグラフィの性能向上を妨げることが課題で、一定間隔離れるようになっている。集光したX線マルチビームを試料に同時照射すると、試料の複数回の回折強度パターンを形成する。多重回折強度パターンは、位相回復計算の収束性に課題があるため、ビームの数は三つに制限されているが、光学素子として位相モジュレータを用いることで位置させ、ビームの数を10以上に増やすことが可能だ。

放射光マルチビームを用いたX線タイコグラフィの性能向上を妨げることが課題で、一定間隔離れるようになっている。集光したX線マルチビームを試料に同時照射すると、試料の複数回の回折強度パターンを形成する。多重回折強度パターンは、位相回復計算の収束性に課題があるため、ビームの数は三つに制限されているが、光学素子として位相モジュレータを用いることで位置させ、ビームの数を10以上に増やすことが可能だ。

放射光マルチビームを用いたX線タイコグラフィの性能向上を妨げることが課題で、一定間隔離れるようになっている。集光したX線マルチビームを試料に同時照射すると、試料の複数回の回折強度パターンを形成する。多重回折強度パターンは、位相回復計算の収束性に課題があるため、ビームの数は三つに制限されているが、光学素子として位相モジュレータを用いることで位置させ、ビームの数を10以上に増やすことが可能だ。

放射光マルチビームを用いたX線タイコグラフィの性能向上を妨げることが課題で、一定間隔離れるようになっている。集光したX線マルチビームを試料に同時照射すると、試料の複数回の回折強度パターンを形成する。多重回折強度パターンは、位相回復計算の収束性に課題があるため、ビームの数は三つに制限されているが、光学素子として位相モジュレータを用いることで位置させ、ビームの数を10以上に増やすことが可能だ。

## 放射光を高効率で利用

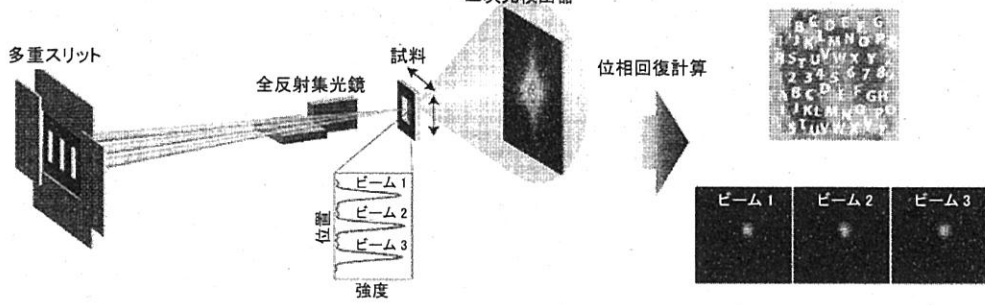
大阪大、理研、単一ビームに比べ、広視野で試料観察、高分解能イメージングにも応用も

X線の可干渉性（コヒーレンス）を利用したイメージング技術であるX線タイコグラフィは、高い空間分解能と感度を表現できるX線顕微鏡であり、放射光施設を中心に研究開発が進められている。レンズを用いて試料像を結像する従来のX線顕微鏡とは異なり、試料の回折強度パターンに位相回復計算を実行して試料像を再構成するため、従来、レンズ性能によって制限されてきたX線顕微鏡の

利用効率が大きく制限され、それぞれ集光することで、各ビームの集光点は試料の位置で、一定間隔離れるようになっている。集光したX線マルチビームを試料に同時照射すると、試料の複数回の回折強度パターンを形成する。多重回折強度パターンは、位相回復計算の収束性に課題があるため、ビームの数は三つに制限されているが、光学素子として位相モジュレータを用いることで位置させ、ビームの数を10以上に増やすことが可能だ。

放射光マルチビームを用いたX線タイコグラフィの性能向上を妨げることが課題で、一定間隔離れるようになっている。集光したX線マルチビームを試料に同時照射すると、試料の複数回の回折強度パターンを形成する。多重回折強度パターンは、位相回復計算の収束性に課題があるため、ビームの数は三つに制限されているが、光学素子として位相モジュレータを用いることで位置させ、ビームの数を10以上に増やすことが可能だ。

放射光マルチビームを用いたX線タイコグラフィの性能向上を妨げることが課題で、一定間隔離れるようになっている。集光したX線マルチビームを試料に同時照射すると、試料の複数回の回折強度パターンを形成する。多重回折強度パターンは、位相回復計算の収束性に課題があるため、ビームの数は三つに制限されているが、光学素子として位相モジュレータを用いることで位置させ、ビームの数を10以上に増やすことが可能だ。



マルチビームX線タイコグラフィによる広視野・高分解能イメージングの概念図