

「SACLA 利用装置提案課題」 XFEL 用高精度汎用回折計の開発

独立行政法人理化学研究所

責任者 玉作 賢治

参画者 田中 良和

1. 装置開発の概要

本装置提案では XFEL を用いた様々な回折散乱実験に利用できる汎用的な 2 軸回折計と専用のクライオスタットを開発する計画を立てた。その後、5 軸回折計が XFEL で利用できることになった。このため計画を変更し、より広範な利用に対応するために 5 軸回折計を 8 軸回折計に改造することとした。また、それぞれに専用の XZ 架台を制作し、回折計利用の便宜を計った。なお、8 軸回折計の整備を優先させたため、当初計画していたクライオスタットの整備を断念した。

本装置提案で開発した 2 台の回折計は、利用者が試料廻りの準備をするだけで、XFEL を用いた回折散乱実験が容易に出来るものになっている。

2. 汎用 2 軸回折計

2 軸汎用回折計は、試料を回転する ω 軸と同軸の 2θ アームで構成される (図 1)。2 つの軸は共に、25,000 pulse/deg. (フルステップ動作時) の高い角度分解能を有している。試料を載せる ω ステージ面は、試料廻りの利便性と回折計の拡張性のために特に大型になっている。すなわち、測定試料の環境を制御するための様々な装置を搭載することが出来る。また、将来的にオイラークレイドル (χ - ϕ ゴニオ) を搭載することで、4 軸回折計として利用できる。なお、 ω ステージ上面から光軸までの高さは 365 mm で設計した。

ω ステージの外周に固定台を設けてあり、試料の回転とは独立した固定物を搭載できる。例えば、真空チェンバを固定台に設置し回転導入を利用することで、試料を真空中に入れた状態で回転することが出来る。この固定台から光軸までの高さは 394 mm である。

2θ アームは強靱に制作しており、MPCCD (2 次元検出器) などの重量物を搭載できる。 2θ アームから光軸までの高さは 495 mm である。さらに、 2θ アーム自体は取り外し可能な設計となっており、必要に応じて特化した専用の 2θ アーム-例えば、より長いアームなど-に載せ替えることが出来る。

また、回折計を搭載する XZ 架台は、エアパッドにより精密な位置合わせが可能となっている。Z (鉛直) 方向は、設計上の光軸高さに対して ± 50 mm の可動範囲を持つ。なお、回折計の各軸の最大水平荷重は 2,000 kg であるが、XZ 架台の最大荷重である 1,200 kg から回折計の自重 800 kg を引いた 400 kg が実際に利用できる最大荷重となる。

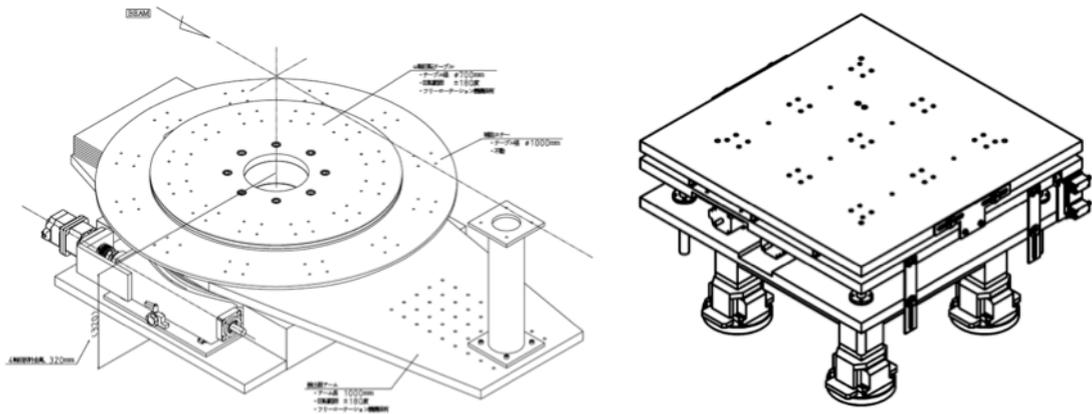


図 1. 汎用 2 軸回折計（左）と専用 XZ 架台（右）。

3. 8 軸回折計

この回折計はもともと、試料の方位調整の χ - ϕ ゴニオ（オイラークレードル）、試料の回転軸である ω 軸、短いアームの 2 ω 軸、耐荷重の大きな 2 θ 軸からなる 5 軸回折計であった。これを主に XFEL での構造物性研究に利用できるようにするために次のような改造を行った。まず、偏光解析が行えるような小型の 3 軸回折計を整備した。さらに、この偏光解析装置を搭載するための 2 θ アームを制作した。

2 ω 軸に搭載された短いアームには、例えば同期赤外レーザーシステムからの赤外光を試料に照射するための光学系を搭載することができる。

この 8 軸回折計もエアパッド付きの XZ 定盤により、光軸に対して精密な位置合わせが可能となっている。

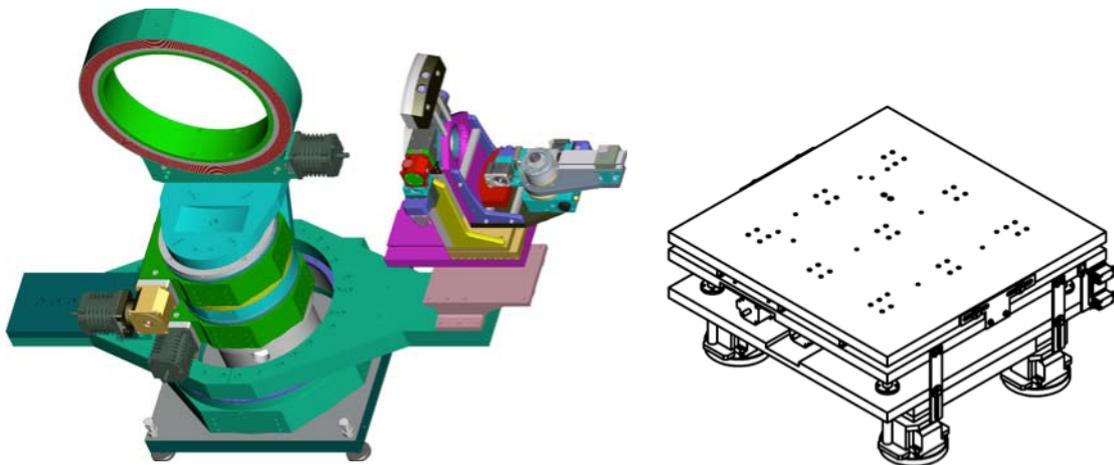


図 2. 8 軸回折計（左）と専用 XZ 架台（右）。

以上。