

BL28B2 白色X線回折

BL28B2は、偏向電磁石を光源としたビームラインで、葉効評価などのための小動物生体機能イメージング、マイクロビーム放射線治療の基礎研究、構造材料を評価するための白色X線による回折およびイメージング実験、文化財等を非破壊で評価するための高エネルギーX線マイクロCT実験、触媒や燃料電池材料などの動的構造変化の観察のための時間分解エネルギー分散XAFS、高温高圧の液体金属の研究など、多様な研究対象に対して白色X線を用いた様々な計測手法の開発および利用研究が展開されている。2015年度における主な活動状況は下記の通りである。

1. 高エネルギー白色X線回折実験

白色X線スペクトルを評価する装置を小型化し、より多くの実験に対応できるようにした。2014年度にシリコンの粉末結晶をプローブとして、その回折スペクトルを測定することで白色X線スペクトルを評価する方法を提案し有用性を確認できたため、2015年度に小型の装置を作製した。図1が装置写真である。装置はX軸併進ステ



図1 白色X線スペクトル評価装置写真。

ージ、回転ステージ、スピナー、ゴニオヘッド、シリコン粉末結晶、スリット、CdTe検出器で構成されている。回転ステージの回転中心、スピナーの回転中心およびシリコン粉末結晶の位置はオフラインで一致させており、実験に際しては本装置を光軸に設置後、X軸併進ステージによるシリコン粉末結晶の位置調整と回転ステージによるスリットの角度調整（回折角度の原点確認）を行うのみで測定を開始することができる。

2. DXAFS実験

時間分解エネルギー分散XAFS (DXAFS) ステーションでは、数十ミリ秒～数秒オーダーの時分割XAFS測定を中心としたユーザー利用を行っている。2015年度も大きなトラブルが無く順調にユーザー実験に供された。BL28B2では、触媒の反応ガス導入時の反応過程を高精度に計測することを目的として、反応器内を真空排気することによって反応ガスを反応器内へ高速導入することが可能なバッチ式高速ガス置換システムと組み合わせた in-situ DXAFS 計測装置を使用している^[1]。本装置は14個の反応ガス制御用バルブを装備しているが、これまでは全て手動で操作していた。しかし、操作するバルブ数とバルブ開閉のパターン数が多いためユーザーが誤操作してしまうことがあり、実験のやり直しをせざるを得なくなるなどトラブルの原因となっていた。そこで、あらかじめ登録したバルブ開閉パターンをステップごとに進めていくシーケンス制御ソフトを開発した（図2）。これによりバルブ操作が簡素化され、上記のトラブルが解消された。

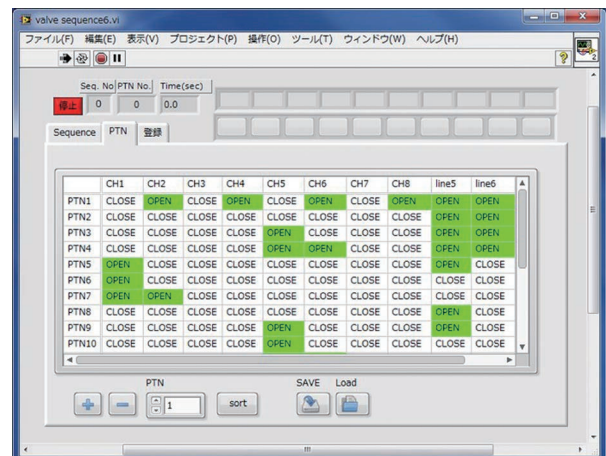


図2 反応ガス制御用バルブ開閉シーケンス制御ソフト。

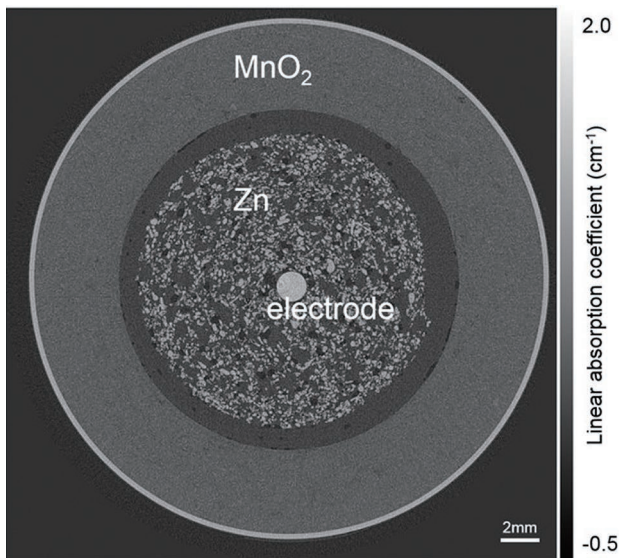


図3 単2アルカリマンガン電池のX線マイクロCT像。

参考文献

[1] 梅谷啓二他：SPring-8・SACLA 年報、2014年度、68-69.

利用研究促進部門
 バイオ・ソフトマテリアルグループ
 星野 真人、梅谷 啓二
 産業利用推進室
 産業利用支援グループ
 梶原 堅太郎
 利用研究促進部門
 分光物性 I グループ
 加藤 和男

3. 200 keV 高エネルギー X線マイクロCT

文化財や化石試料など破壊調査が困難な試料の計測に対するニーズが高まっていることから、これらの試料を非破壊かつ高い空間分解能で計測することができるX線マイクロCTの整備を行った。鉄や銅、あるいは岩石で構成された試料に対して十分な透過率を得るためには、100 keV 超の高エネルギー X線ビームが必要である。そこで、白色X線に対して鉛フィルタ（厚さ2 mm）およびタングステンフィルタ（厚さ0.5 mm）を用いることで、200 keV 付近にピークを持ったバンド幅100 keV 程度の白色X線スペクトルを得た。鉛フィルタだけでは、鉛のK吸収端の下側にピークが生じてしまうが、タングステンフィルタを併用することにより、鉛のK吸収端で生じるピークを抑えることができる。特に、低エネルギー側の余分な成分を除外することにより、マイクロCT計測におけるビームハードニングの影響を低減させることができる。

X線マイクロCTの測定では、光学ハッチ2に試料ステージ、光学ハッチ3にX線画像検出器を設置した。試料-検出器間距離はおよそ2 mである。X線画像検出器は、可視光変換型の画像検出器で画素サイズは14.8 μmである。撮像視野は、およそ28 mm (H) × 3 mm (V)である。図3に、高エネルギー X線マイクロCTを用いて測定した単2アルカリマンガン電池の断層像を示す。測定条件は、投影数900、露光時間0.5 s、測定時間は8分程度である。電極棒やZn層、MnO₂層を明瞭に測定することができている。この高エネルギー X線マイクロCTは、古代剣の非破壊3次元イメージング等に利用されている。