

## BL28B2 白色X線回折

本ビームラインでは、前臨床小動物イメージング、マイクロビーム放射線治療の基礎研究、時間分解エネルギー分散XAFS (DXAFS) 測定、高温高压実験、高エネルギー白色X線による回折とイメージング実験など、異なった研究分野における異なった手法を用いた実験が行われている。各利用実験に関する現状と、2010年度高度化の内容は以下の通りである。

### 1. 前臨床イメージング装置のユーザーフレンドリー化

前臨床小動物実験として主に微小血管撮影に使われている生体イメージング装置は、Windows 2000のパソコンを制御用に使っていたが、2010年度にWindows XPのパソコンへ入れ替えた。これに伴って操作画面を改良し、ユーザーフレンドリーな装置への高度化を進めた。従来の画面では図1-1に示すように、主制御タブであるCONTROL-1と、副制御タブであるCONTROL-2のタブがあり、CONTROL-2は造影剤インジェクターや心電同期信号の発生などの関連機器のタイミング設定をする。撮影時に使用するCONTROL-1タブは、撮影 [IMAGING] 枠、カメラ設定 [CAMERA] 枠、画像メモリ設定 [FRAME MEMORY] 枠、画像表示 [DISPLAY] 枠、画像記録 [TRANSFER] 枠から構成され、実験条件に応じて広い範囲の設定値の組み合わせが可能となっている。しかし、この設定値入力の手続きは非常に複雑であり、入力の間違いなどが生じやすかった。

そこで、操作画面で使われる頻度が高い操作を集めて新たにAUTO GAINタブを作り、図1-2に示すようにCONTROL-1タブよりも上位に置いた。そして、CONTROL-1タブの機能で使用頻度が高い操作を、AUTO

GAINタブの [IMAGING] 枠と [SAVE] 枠に集めた。[IMAGING]枠の中で<ACQUIRE>ボタン⇒<PLAYBACK>ボタン⇒<SAVE AS> ボタンと順に進み、[SAVE] 枠の中の<SAVE> ボタンで保存するという一連の操作で一回の撮影が完了し、これの繰り返して撮影実験が進められるように簡略化した。

さらに、従来はカメラコントローラーへの手動による直接操作で制御したカメラゲインやズームングを、パソコンの制御画面上で操作可能とした。[BRIGHTNESS] 枠の<AUTOGAIN> ボタンを押すと、[HISTOGRAM] 枠にリアルタイムで入力中の画像信号強度のヒストグラムが現れ、信号強度の最大値が10ビットADCの最大値である1023と一致するように自動的にゲイン調整をする機能を追加した。また、[ZOOMING] 枠ではボタン操作で3種類のズームングを簡単に設定可能とした。このようにして、大幅にユーザーフレンドリーな装置への高度化を達成した。

### 2. DXAFS実験用ガス切替バルブ制御装置の改良

時間分解エネルギー分散XAFS (DXAFS) 計測に関しては、Quick XAFSより高速な時分割XAFS測定を中心としたユーザー利用を行っている。2010年度も大きなトラブル無く順調にユーザー実験に供された。

BL28B2ではこれまでに、ガス雰囲気切り替えながら反応中のターゲット元素の化学状態や構造変化をミリ秒から秒オーダーで時分割測定する研究が数多く行われてきており、これらの研究に対応するために、様々な実験条件に対応した反応セルやガス切替器の開発、整備を行ってきた。2010年度は、新たに多種類のガス種が可能なガス切

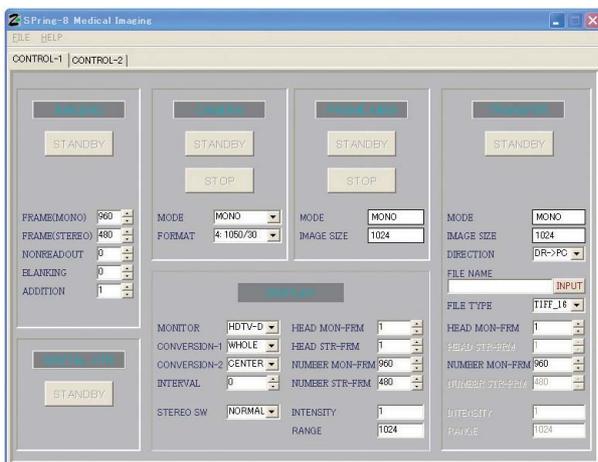


図1-1 改良前の操作画面

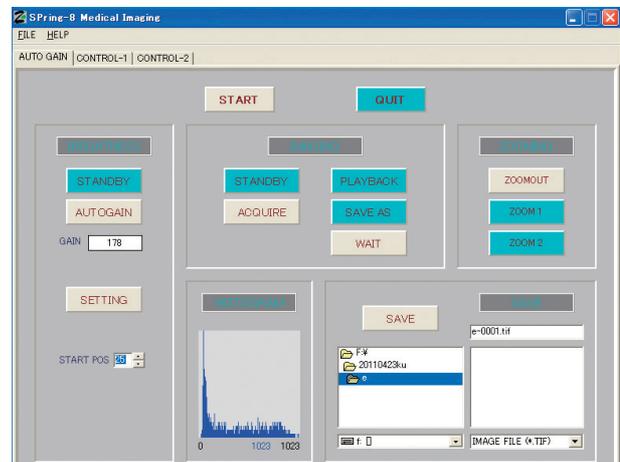


図1-2 改良後の操作画面

替装置の開発を行った。図2に本装置の構成を示す。ガス種及びガス流路の選択は3ポート電磁弁で行う。反応ガスは、反応セルに接続する前に、予めバイパスライン側に流しておくことにより、切り替え時に高濃度ガスの流れ込みを防止する。両ガスラインは、He、N<sub>2</sub>等の不活性ガスでフラッシングが行える。電磁弁は、ユーザーPCからLAN経由で制御可能なインターフェースボックスを介して制御される。本装置は、ガス切替器を増設することにより、最大4種類のガス種の切替が可能である。

本装置の導入により、多種類のガスを使用する実験において、複雑な切り替え操作を簡素化することができた。

### 3. 高温高圧実験の現状

2010年度もビームラインに設置されている高圧ガス設備を用いて、高温・高圧下でのX線散乱実験が大きなトラブルなく概ね順調に行われた。2010年度は、高温高圧下の液体水銀及び液体セレンのX線散乱実験が行われ、液体水銀は25 MPaの圧力下で950 °C以下の温度範囲、液体セレンは160 MPaまでの圧力下で1200 °C以下の温度範囲での測定が実施された。

### 4. 高エネルギー白色X線回折実験

白色X線マイクロビームを使った応力測定実験の利便性を向上させるために回折計の改造を行った。

本ビームラインでは、白色X線の特徴を活かして金属材料内の結晶粒のひずみ及び応力測定を行う技術開発を行っている。白色X線は広いエネルギー範囲のX線を含んでいるため任意の方位を有する結晶粒からの回折信号を確実に得ることができるメリットがある。図3は実験方法を示したものである。図3に示した回折パターン中に示されたいくつかの回折スポットの回折角度 $\theta$ を二次元検出器で、波長 $\lambda$ を半導体検出器でそれぞれ決定する。これらの値をブラッグの式に代入し得られる回折面間隔 $d$ の値を用いて応力テンソル $\sigma_{ij}$ を算出している。

本測定技術において二次元検出器からSSDへの切り替えは必須である。二次元検出器の設置の際には、二次元検出器から試料までの距離（カメラ長）と二次元検出器の傾きを測定する必要がある。これまで検出器の切り替えは検出器の付け外しで行っていたため、その都度二次元検出器のカメラ長と傾きを測定していた。検出器の切り替え1回当たり1時間程度の時間を要し、切り替え回数が数回に及べ

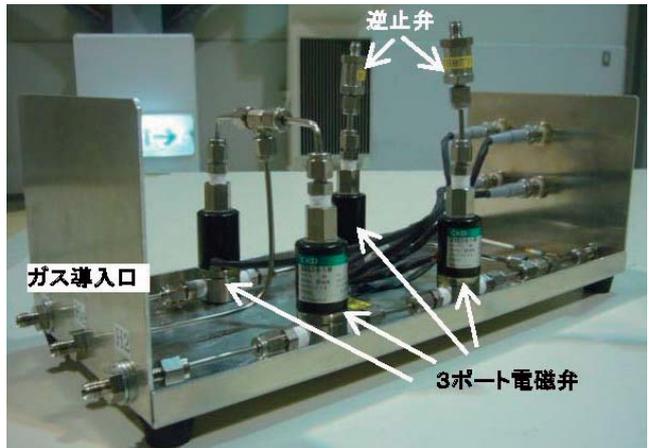
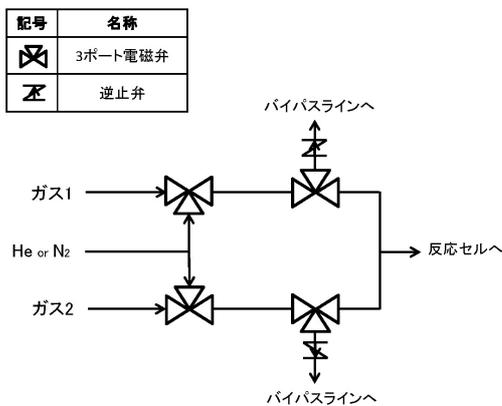


図2 DXAFS実験用ガス切替バルブ制御装置の構成

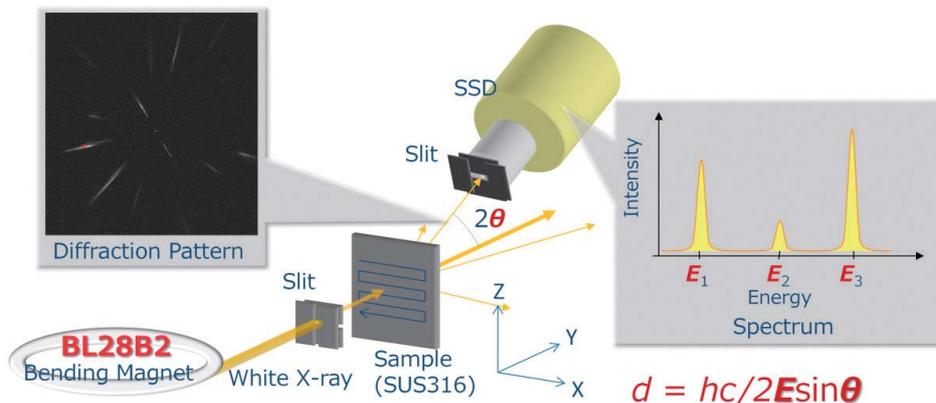


図3 白色X線マイクロビームを用いた局所応力マイクロ分布測定技術の原理図

ばトータルで無視できない時間になる。また、何度もカメラ長と傾きの測定を行うことで測定ミスの発生が高くなる。そこでこれら2台の検出器を付け外しせずに位置の再現よく切り替えができるように既存の回折計に回転軸を1軸追加した。図4中、青い円で示す追加した回転軸 $\omega_3$ に二次元検出器を設置した。SSDは既存の別の回転軸 $\chi$ に設置した。

この改造により、二次元検出器のカメラ長と傾きの測定は、実験開始時の1回のみとなり、検出器切り替えによる時間のロスを大幅に減らすことができた。

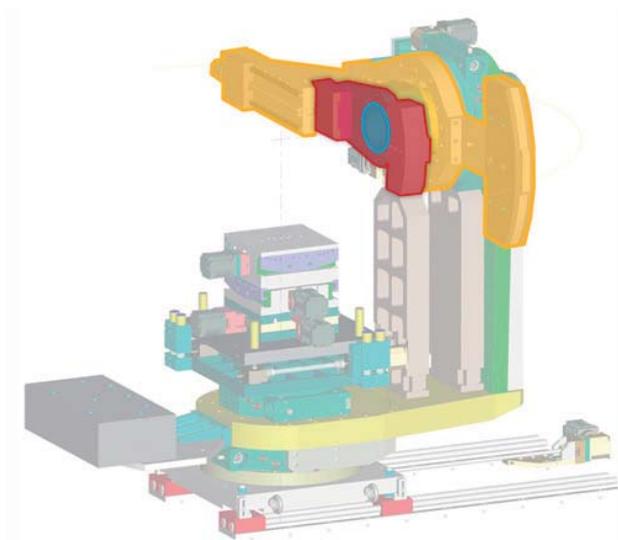


図4 BL28B2の回折計（改造後）

利用研究促進部門 バイオ・ソフトマテリアルグループ

梅谷 啓二

分光物性Iグループ

加藤 和男

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 バイオ・ソフトマテリアルグループ

八木 直人