

## BL09XU 核共鳴散乱

### 1. はじめに

核共鳴散乱ビームラインは周期長32 mmのアンジュレータを有するSPring-8標準のX線ビームラインである<sup>[1]</sup>。ビームラインモノクロメータには水冷シリコン結晶、水冷ダイヤモンド結晶を経て、2005年度より現在に至るまで液体窒素冷却シリコン結晶が利用されている。主な利用研究として、核共鳴非弾性散乱を利用しての物質のダイナミクスの研究や時間領域でのメスbauer分光があげられる。放射光でのメスbauer分光は特に極端条件下や回折条件下、メスbauer線源に適切な核種がない場合などに威力を発揮している。またBL09XUでは精密ゴニオメータシステムを用いて、NEET (Nuclear excitation by electron transition) や表面研究などが行われている。

JSTによるCREST研究、京都大学原子炉実験所の瀬戸教授を研究代表者とする「物質科学のための放射光核共鳴散乱法の研究」が2011年3月で終了し、それまでCREST研究専用であった実験ハッチ2が2011年度より供用で利用されるようになった。またそれと同時にCRESTで整備した超伝導電磁石や高圧用レーザ加熱装置も兵庫県立大学との共同研究を前提に一般ユーザが利用できるようになった。超伝導電磁石は利用可能最高磁場7 T、最低到達温度1.5 Kであり、高圧用レーザ加熱装置は1500 Kまでの加熱が可能である。ここでは2011年度に整備した多チャンネル時間スペクトルの計測を可能にした高速MCS (Multi Channel Scaler) と高温環境下でのメスbauer実験を可能にした高温炉について述べる。

### 2. 時間スペクトル計測用高速MCS

放射光においてメスbauer分光を行う利点は、ビームの指向性が高いため通常線源では困難な全反射などを利用して薄膜からの情報を得たり、ビームを小さく集光できるために高温高圧等の極端条件下での実験が容易に行えることなどがある。さらには、線源となる放射性同位元素を必要としないため、線源としての寿命が短い核種に対しても、原子炉利用の制約や寿命からくる測定時間の制約を受けないため、より広範な条件での研究が進むことが期待されている。また、線源となる放射性同位元素の安全管理面でのリスクをなくすることができる。

放射光におけるメスbauer分光は入射X線のエネルギー幅がγ線と比較して十分に広いため、エネルギー領域ではなく時間領域で主に行われ、時間スペクトルとして計測される。検出器としては1 nsec程度の高い時間分解能を

もつAPD (Avalanche photodiode) 検出器が利用されている。検出器の飽和によるスペクトルのひずみを回避するためやAPD素子自体小さい方が時間分解能やノイズ特性に優れることもあり、通常多素子APDが用いられる。今回APD素子1つ1つに対応したスペクトルを測定するために高速MCSを整備した。図1 (a) の写真に示すように時間分解能0.1 nsecを有するドイツのFAST ComTec製MCS6を4台使用し、個別のAPD 20素子までの同時測定が可能となった。MCS6はUSBによりPCに接続されて、

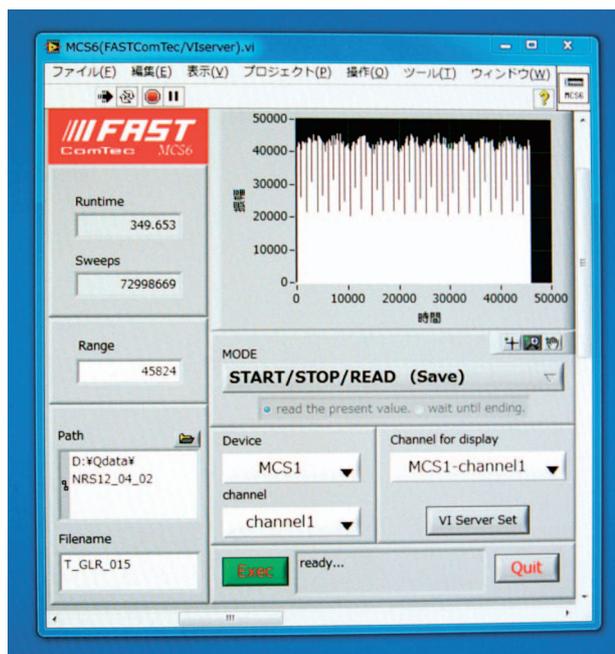


図1 (a) FAST ComTec製高速MCS6と (b) 開発した制御ソフトの一例

制御及びデータ転送される。BL09XUではPCの場所を節約しつつ、確実な制御ができるように小型なMac MiniにWindows7をインストールしたものをPCとして用いた。またLabVIEWでつくられた既存のビームラインの制御ソフトと連携し、自由度の高い自動測定ができるように図2 (b)でみられるような制御ソフトを開発した。

この高速MCSの整備により各素子の回路における時間原点の調整時間が大幅に削減されるとともに、散乱角によりスペクトルが異なる緩和時間の測定などが効率的に測定できるようになった。今後も素子によりスペクトルの異なる1次元、2次元検出器としての役割の拡大が期待される。

### 3. 核共鳴前方散乱試料用高温炉

燃料電池電極をはじめとする触媒プロセスなどに関わる高温領域でのメスbauer分光を可能とするために高温炉を整備した。図2にその写真を示す。白金ヒータを使用し、最高温度は1000℃、カバーを取り付けてガス雰囲気中での測定が可能である。上述のMCSと同様に炉の温度制御ソフトを開発し、既存のビームラインの制御ソフトと連携して自由度の高い自動測定ができるようになっている。

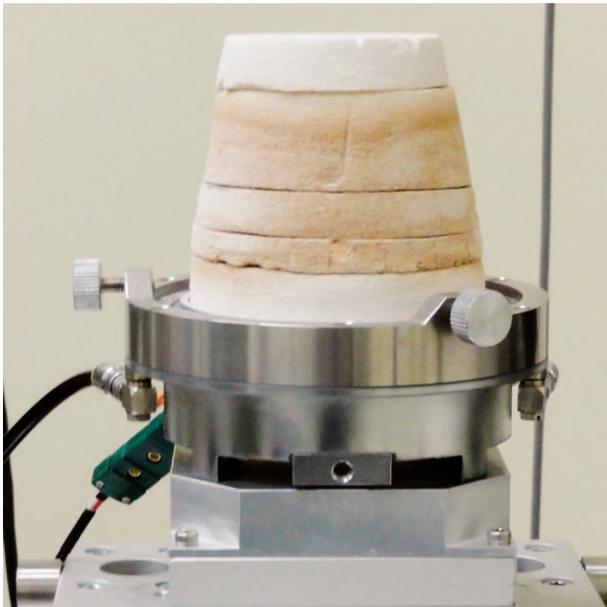


図2 核共鳴前方散乱試料用高温炉

#### 参考文献

- [1] Y. Yoda et al.: Nucl. Instrum. Methods A, **467-468** (2001) 715-718.

利用研究促進部門  
構造物性Ⅱグループ  
依田 芳卓