

# BL04B1 高温高圧

## 1. 概要

BL04B1は偏向電磁石を光源としたビームラインで、主に白色X線を用いた高温高圧条件下でのX線回折測定とX線ラジオグラフィーに使用されている。偏向電磁石で発生した白色X線は直列した2つの実験ハッチ（区分上、光学ハッチ2と光学ハッチ3）にそのまま導入されており、20-150 keVという広いエネルギー範囲の白色X線が利用可能である。また光学ハッチ2の最上流部に小型のSi(111)二結晶分光器を備えており、白色X線に加え、30-60 keVの単色X線を利用した回折測定・ラジオグラフィーも可能である。2つの実験ハッチにはそれぞれに最大荷重1500トンの大容量プレスが設置されており（光学ハッチ2：SPEED-1500 / DIA型、光学ハッチ3：SPEED-Mk.II / 差動ラム付DIA型）、試料に準静水圧力を加える一般的なマルチアンビル実験の他に、差動ラムを使用した変形実験を行うこともできる。

2014年度は、ユーザーインターフェースの大幅な改新、X線密度測定用の $I_0$ ビームモニターや大型の工作機器を導入した。本高度化によって、高圧プレスや各種の測定機器の操作が簡便となり、高圧実験に必要な実験パーツの作成が容易になった。

## 2. BL04B1の利用状況

2014A期2014B期併せて26課題が実施された。採択率は、2014A期、2014B期それぞれ、53.3%、72.2%であった。重点課題としては、愛媛大学のPU課題『マルチアンビル実験技術の高度化と下部マントル条件下でのレオロジー・弾性波速度・相関係の精密決定：地球深部

のダイナミクスと進化過程の解明に向けて』が実施されている。本ビームラインでの高圧実験は加圧・加熱などの一連の手順に非常に時間がかかるために、2014A期2014B期合わせて7課題（27%）が一年課題として実施されており、他のビームラインと比較して一年課題の割合が高い。実験装置別の課題数の割合は、SPEED-1500が7課題（27%）、SPEED-Mk.IIが16課題（62%）、両方の装置を使用する課題が3課題（11%）となっている。また光源別では白色X線が18課題（69%）、単色X線が6課題（23%）、白色・単色両方が2課題（8%）となっている（図1）。

## 2. 光学ハッチ3ユーザーインターフェースの高度化

光学ハッチ3に設置されているSPEED-Mk.IIは、プレス揺動ステージや差動ラム、高周波周期変動装置を備えており、様々な物性測定に活用されている。通常の白色X線測定用Ge-SSDやX線ビームモニターの他に、近年は単色X線回折測定用の大面積SSD検出器や拡大光学系X線ビームモニターが導入されており、高圧プレスの加圧や加熱制御も合わせると、ユーザーが操作すべき装置は非常に多い。またそれぞれの装置間で相互干渉の危険性もあり、安全性の面からユーザー負担の少ないインターフェースの導入は不可欠である。そこで2014年度は機器操作の負担を軽減すべく、光学ハッチ3機器制御用PC及び表示モニターの更新、CPU切替器の導入、光学ハッチ内の監視カメラの設置を行った。

図2は光学ハッチ3ユーザーインターフェースの概観である。多数の制御用PCを一对のキーボード及びマウ

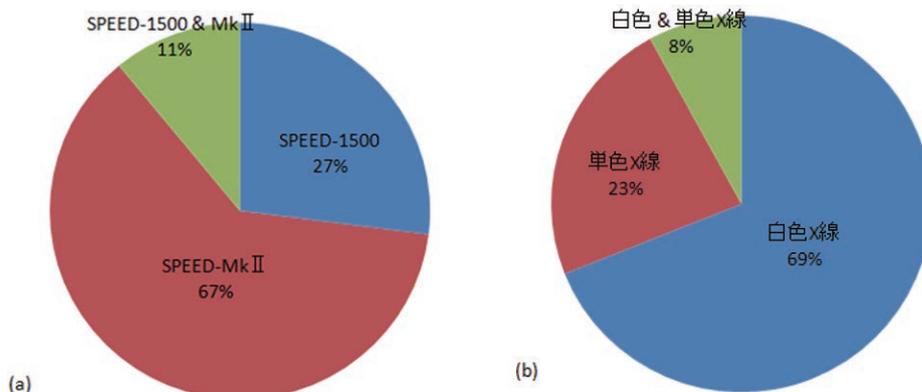


図1 全課題に対する (a) 各装置の課題数の割合、(b) 光源別の課題数の割合

スで操作可能となっており、少人数実験で大幅に負担が軽減される。また、大型モニターによってそれぞれの機器の状況が一目で確認でき、事故を未然に防止する助けとなっている。

図3は光学ハッチ内の監視カメラ画像である。HD画質の高分解能カメラによって、高圧プレス近傍の状況が光学ハッチ外からリアルタイムで確認可能となった。従来は機器の操作毎に目視での確認を行っていたが、本高度化によってX線照射の中断の必要が無くなり、実験効率の向上にも貢献している。

### 3. 2次元X線吸収測定用 $I_0$ ビームモニターの導入

高温高圧下における熔融マグマの密度測定のために、2次元X線吸収測定用  $I_0$  ビームモニターを光学ハッチ2に設置した。従来は高圧プレス前後に設置したイオンチャンバーによって試料のX線吸収率を測定し、試料密度を測定していた。しかしながら、これでは試料全体の密度測定のために高圧プレスをステップスキャンする必要があり、測定に非常に時間がかかる。本高度化では高圧プレス上流に新たにビームモニターを設置し、高感度のカメラ（ORCA-Flash4.0 v2、浜松ホトニクス製：詳細は2013年度年報）と組み合わせることによる2次元X線ラジオグラフィ像を  $I_0$  として利用することによって試料密度の2D迅速測定を可能とした。

本ビームモニターは、X線回折データの収集時にはX線



図2 光学ハッチ3ユーザーインターフェース



図3 光学ハッチ3監視カメラ画像（1段目アンビルスリット部とコリメーター）



図4 2次元X線吸収測定用ビームモニター

ビームモニター全体が退避できるように自動Y軸及びZ軸を備えている。今後、高圧での測定が難しかった融体や非晶質体の密度測定に活用される予定である。

### 4. 実験パーツ作成用切削マシン導入

高圧実験用のセラミックパーツやビームラインで使用する消耗品の作成を目的として、Roland製のNC加工機（MDX-540S）を利用実験施設に導入した（図5）。

このNC加工機はXYZステージの動作機械分解能が0.001 mm/step以上あり、繰り返し精度も±0.02 mm以内であるので、高精度な切削加工が可能となる。近年、30 GPaを超える超高圧下での実験が盛んに行われている。再現性の良い実験のためには高精度の実験セルの作成が必要で、本装置が不可欠と言える。今後、超高圧実験用の高精度微小パーツ作成や新規ユーザー向けの実験パーツ作成に活用する。

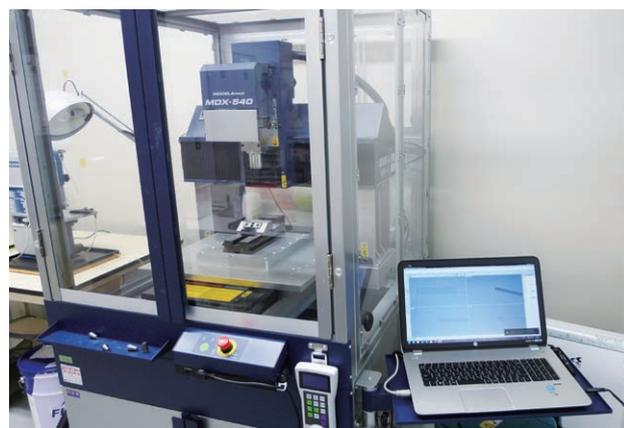


図5 実験パーツ作成用切削マシン（MDX-540S）

利用研究促進部門  
 構造物性 I グループ 極限構造チーム  
 肥後 祐司、丹下 慶範