BL04B2 高エネルギーX線回折ビームライン

1. 概要

高エネルギーX線回折ビームラインBL04B2では、37 keV 以上の高エネルギーX線を用いた非晶質物質及び多孔質ナノ材料のPDF(pair distribution function)解析(ランダム系ステーション)、ダイヤモンドアンビルセルを用いた高圧下における広角回折実験、高温・高圧下における重元素液体・超臨界流体の小角散乱実験(高圧ステーション)が行われている。近年では不活性ガスを用いて無容器で浮遊させた試料をレーザー加熱により融解することにより2000℃以上の超高温融体・過冷却液体が実現し、その構造の解析あるいは無容器液体からのガラス形成能の低い機能性ガラスの合成が注目されてきている。

このような背景のもと、外来研究員である学習院大学の 水野章敏氏の協力を得てランダム系ステーションへ非酸化 物融体の無容器実験用ガスジェット浮遊炉の導入を行った。

2. 非酸化物融体用ガスジェット浮遊炉

2010年度は、超高温酸化物融体の無容器回折実験を行うためのレーザー加熱式ガスジェット浮遊炉の開発を行ってきた。 $100 \le CO_2$ レーザーをBL04B2に恒久的に設置し、実験ハッチ自動扉の開閉と連動したインターロックシステムと併せて安全面においても完成度の高いシステムの導入を行い、 $2000 \le$ 以上の酸化物融体の回折実験が容易に行えるようになった。

2011年度は、非酸化物融体、特に大気中では扱えない 金属融体を実現するためのガスジェット浮遊炉の導入を行った。本浮遊炉では、試料の揮発を抑えるため、10² Pa 程度の真空を達成するチャンバーを導入し、高純度 Ar ガスによる試料の浮遊を実現している。

図1に非酸化物融体実験用のガスジェット浮遊炉を示す。本システムは、チャンバー、水冷ノズル、光学系(ミラー、レンズ)、放射温度計、真空計、高解像度CCDカメラで構成される。

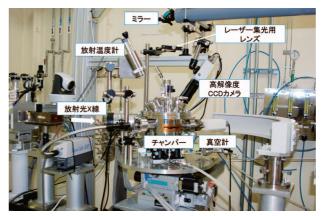


図1 BL04B2にインストールされた非酸化物融体用ガスジェット浮遊炉

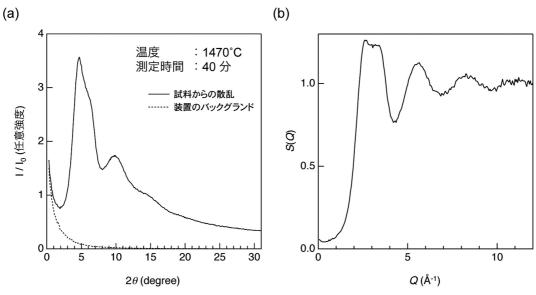


図2 シリコン融体の(a) X線回折データ及び(b) 構造因子 S(Q)

図2 (a) に61.5 keVの高エネルギー X 線により測定された 1470 $\mathbb C$ で浮遊するシリコン融体(2 mm ϕ)の X 線回折データ及び装置のバックグラウンドを示す。図より、高角度側のバックグラウンドが充分に抑えられており、 S/N の良いデータが測定されていることが分かる。図2 (b) にシリコン融体の構造因子 S (Q)を示す。本測定に要した時間が40分であることを考えると、統計精度も十分でかつ高精度の無容器非酸化物融体の構造データが取得できていると言える。このように非酸化物融体用チャンバーの導入により、酸化物から金属まで幅広い高温液体を扱える環境が整った。現在、さらなる高温を実現するための 200 W CO_2 レーザーの導入を行い、新規ガラス及びアモルファス物質の創製を視野に入れたオフラインレーザー加熱システムの開発を行っている。また、本システムは、他ビームラインでも利用できるように整備する予定である。

今後は、精密熱物性の測定、SPring-8 における精密構造測定、及び理論計算を組み合わせることにより、構造と物性の相関を原子及び電子レベルで解明し、新しい材料創製への道を切り拓いていくことが期待される。

利用研究促進部門 構造物性 I グループ ナノ構造物性チーム 小原 真司、尾原 幸治 極限構造チーム 大石 泰生、平尾 直久