







イズの科学計測用 sCMOS カメラである。本高度化による X 線ラジオグラフィ画像の検証のために、インハウス課題 2013A1715 を実施したので次に実験の詳細について記載する。

#### (背景と研究目的)

下部マントルの上部から中部は地震波速度が単調に増加する領域であり、汎地球的に化学的に均質であると考えられている。この領域の地震波速度とマントル鉱物の弾性波速度を精密に比較することによって、下部マントルの化学組成をかなり精密に決定できると期待されている。しかしながら、川井型高压発生装置を用いた下部マントル条件下での弾性波速度測定は下部マントル最上部までに限られ、未だ下部マントル中部に至る測定技術は開発されていない。本実験では焼結ダイヤモンドアンビルを使用して、微小試料の高温高压下での弾性波速度測定を試みた。特に上記の高度化に関連して 0.5 mm 以下の試料長さの変化について検出可能かどうか実験を行った。

#### (実験)

下部マントル全域の圧力発生が可能なように、一辺 14 mm の焼結ダイヤモンド (WD700、住友電気ハードメタル製) 立方体の先端切り欠き長さを 1.5 mm に加工したものをアンビル材として使用した。また、 $(\text{Mg}_{0.5}\text{Fe}_{0.5})\text{O}$  を直径 0.4 mm、長さ 0.4 mm の円筒形にレーザー加工したものを試料として使用した。また、試料の上下端には変形マーカーとして厚さ 2.5  $\mu\text{m}$  の金箔を挿入した。試料の X 線ラジオグラフィ観察は上記の拡大光学系と sCMOS カメラを使用した。その他の実験手法は参考文献<sup>[1]</sup>と同様である。

#### (結果および考察)

実験の結果、最高 50 GPa までの高压発生に成功し、試料の X 線ラジオグラフィ観察および、超音波エコーの取得に成功した。試料の直径は 0.4 mm であり、X 線吸収コントラストによる X 線ラジオグラフィで試料端面の観察が可能となったのは、今回の高度化の成果と言える(図 3)。しかしながら、コントラスト不足で解析プログラムによる試料端面の検出が不可能であった。

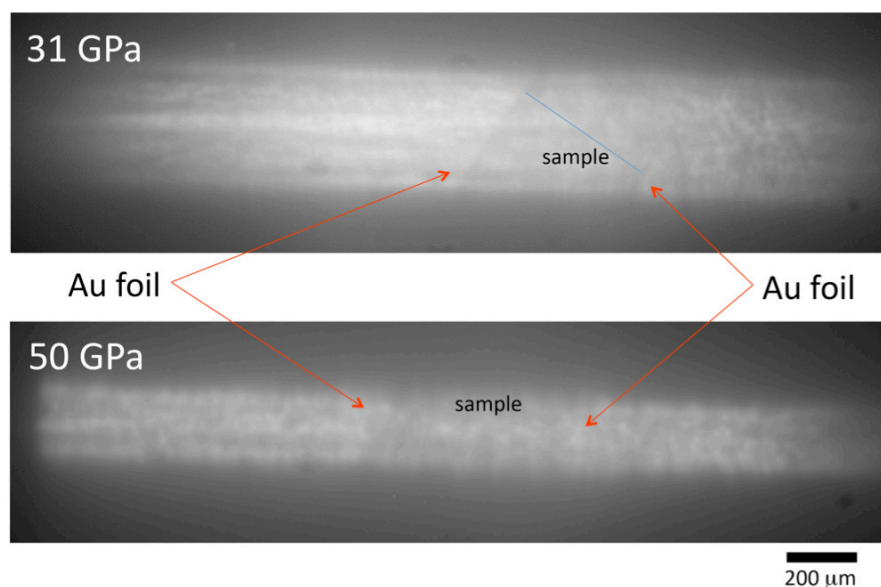


図 3 高温高压下での X 線ラジオグラフィ画像

また、30 GPa 以上の高圧下では試料の上下端の金箔の視認性が著しく悪化し、試料端面の視認自体が困難であった。減圧回収後の高圧セルの観察から、圧力媒体・ガスケット材の X 線吸収のムラや、アンビルの保護のためにテフロンテープの影が視認性の悪化の原因となっていることがわかった (図 4)。

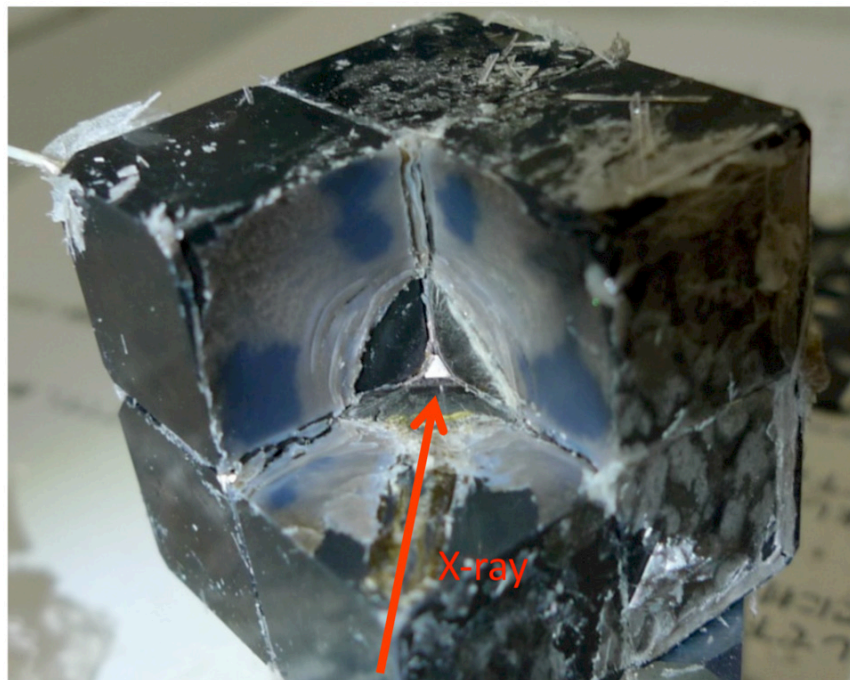


図 4 減圧回収後の高圧セルの様子

#### (今後の課題と展望)

今回の実験では、長さ・直径ともに約 0.4 mm の試料において X 線吸収コントラストによる X 線ラジオグラフィーで試料端面の観察が可能となった。但し、微小変形の測定において、解析に十分な X 線ラジオグラフィー像を得ることはできなかった。しかしながら、その主因は高圧セルにあるため、今後高圧セルの改良によって克服可能である。まず、圧力媒体に軽元素物質を使用し、試料上下端の金箔と周囲の物質の間に十分な X 線吸収コントラストをつける。また高圧セル外部の X 線吸収のムラを最小化するために、軽元素物質を使用したガスケット材の開発や、アンビル保護用のテープ材の最適化を行う。さらに、低コントラストの X 線ラジオグラフィー画像から試料長さを測定するための解析プログラムの高度化も必要である。

こうした高度化を達成し、微小変形の検出が可能となると、下部マントルの温度圧力領域でのマントル鉱物の粘性・弾性・非弾性測定が可能となる。また、高速・高感度 sCMOS カメラ導入によって、単色 X 線による高分解能 X 線ラジオグラフィー像の取得が可能となり、X 線吸収法による高温高圧下での二次元密度測定も可能となる。本高度化によって従来の高圧鉱物の X 線回折測定の外に様々な物理量の測定が可能となる。

#### 参考文献

- [1] Y. Higo, Y. Kono, T. Inoue, T. Irifune and K. Funakoshi, *J. Synchrotron Rad.*, 16(6), 762-768, 2009.

©JASRI

---

(Received: August 27, 2014; Early edition: November 28, 2014; Accepted: January 16, 2015;  
Published: February 10, 2015)