

# あいちSR BL8S2 X線CT測定システムの紹介

## 物質の内部構造を3次元で観察する

桜井郁也（名大 シンクロトロン光研究センター）、花田賢志、池野成裕（科学技術交流財団）、上杉健太郎（JASRI/SPring-8）

### シンクロトロン光を利用したX線CT測定（X-ray Computed Tomography）

物質を透過するX線を利用して対象試料の透過像を取得する一般のレントゲン撮影に対し、X線CT測定では試料を回転させながら様々な方向から試料のX線透過像を取得します。得られた透過像をコンピュータを用いた画像の再構成処理を行う事で、**試料の外部・内部の微細な3次元構造を非破壊で取得する事ができるのが特徴です**。シンクロトロン光を用いたX線CT測定は輝度と平行度が高いX線を利用できることから、一般の実験室では難しいX線が透過しにくい試料でも短時間で測定する事が可能となります。今年度、あいちSR BL8S2 では X線CT測定システムの立ち上げを行い、ユーザーの一般利用を開始しました。

### X線CT測定の試料例（BL8S2での測定例）

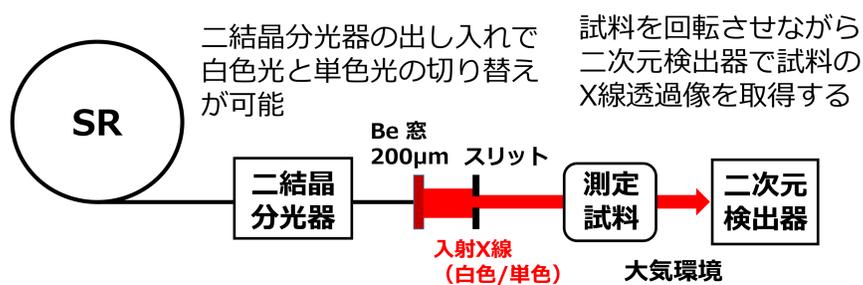
- 破壊できない試料、微小部品の内部観察  
光ファイバーケーブル（Φ0.16 mm）の内部構造の測定
- 工業部品の内部の破損個所の特定等  
部品接合部の水漏れ位置（隙間）の場所と大きさの特定
- 岩石、化石、隕石等の鉱物試料の内部構造の解明  
岩石中の空乏、構成物質の分布測定（例：コンクリート等）  
浮遊性有孔虫化石内部の金属元素の集合状態の測定
- 植物、木材の維管束、生体試料の内部観察  
ベニヤ板材の構造観察、発酵・焼成パン生地内部の観察

### BL8S2で測定可能な試料サイズとイメージ分解能

試料観察倍率	測定可能試料サイズ（直径）	イメージ分解能
等倍	10 mm	10 μm
10 倍	1 mm	3 μm
20 倍	0.5 mm	2 μm

1 サンプルの測定時間 15分（セットアップ時間含まず）

### BL8S2 X線CTシステム構成



### 測定試料の設置方法

試料は、回転ステージ上に設置した直径 1-3 mm の円柱状試料ピン上にUV硬化樹脂等で固定して撮影を行う。



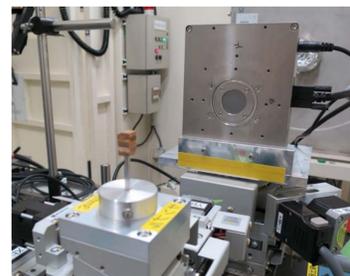
試料用ピンへの測定試料の取り付け写真  
左：高倍率測定時 測定可能試料サイズ  
直径 1 mm以下@10倍、0.5 mm以下@20倍  
右：等倍測定時 試料サイズ 直径 10 mm以下

### X線透過像取得用二次元検出器

BL8S2では、観察倍率により検出器を使い分けています。使用する検出器の検出感度から、等倍測定では単色X線、高倍率測定では、低エネルギー領域をカットした10 keV 以上の白色X線を測定に利用しています。

#### 等倍測定用検出器

単色X線測定



X線sCMOSカメラ C12849-101U  
有効画素数：2048×2048 pixel<sup>2</sup>  
画素サイズ：6.5×6.5 μm<sup>2</sup>  
素子サイズ：13.3×13.3 mm<sup>2</sup>

#### 10倍、20倍高倍率測定用検出器

白色X線測定



CMOSカメラ ORCA-Flash4.0V3  
2048×2048 pixel<sup>2</sup>  
6.5×6.5 μm<sup>2</sup>  
13.3×13.3 mm<sup>2</sup>

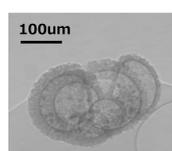
### あいちSR BL8S2 X線CT測定の活用例

#### 浮遊性有孔虫殻の非破壊内部観察



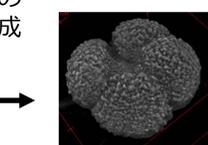
浮遊性有孔虫の外形画像  
(JAMSTEC 有孔虫データベースより)

海洋の古環境研究に利用される海洋堆積物から採取された浮遊性有孔虫化石の殻の内部に残留していた金属汚染物質の集合状態を調べる事で試料の汚染原因と処理の手法改良の検討を行った。



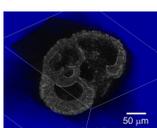
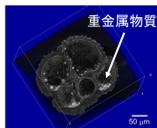
X線透過像の撮影  
1230枚/180度  
測定時間：15分

画像の再構成処理



浮遊性有孔虫化石のX線CT再構成画像

金属汚染が有る試料  
金属汚染が無い試料



内部の断面画像

(試料提供：金沢大学 佐川拓也博士)

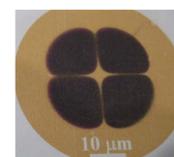
#### 光ファイバーの内部構造の確認

光ファイバー 直径 160 μm 内の構造（クローバー状の空洞構造、直径 30 μm）の形状確認を行い、期待する形状精度で製作されている事を確認した。

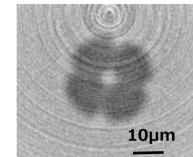


試料ピン先のファイバー試料  
直径160 μm

(試料提供：豊田工業大学 大石泰丈教授)



光ファイバー断面形状図



X線CTで再構成した断面形状

#### あいちSR BL8S2 X線CT測定の利用相談・申し込み

あいちSR 産業利用コーディネータにご相談ください。

(あいち産業科学技術総合センターホームページ)

<http://www.aichi-inst.jp/acist/analytical/bl8s2.html>