

光源の違いに着眼した X線CTに関する比較研究

分析・化学科 研究員 杉原 輝俊

研究概要

研究目標

- ① サンプルを2件以上選定、加工調整等を工夫する
・・・公開可能、比較実験を行う意義のあるもの
- ② ハイテク保有X線CT装置間での比較を複数件行う。
・・・試料材質や装置特性による差異、撮影条件の調整など
- ③ 工業用X線CTと放射光X線CTの比較を1件以上行う
・・・光源性能や諸設備の差異で見え方が変わる？

目指す成果

公開可能な技術資料としてまとめ、これを報告する。

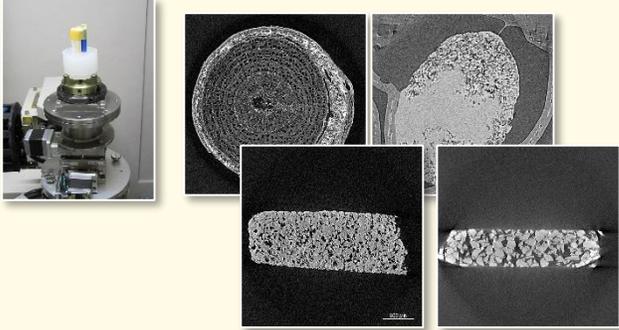
⇒ 所内に留まらず、県内企業や他公設試向けの参考資料へ

期待される効果

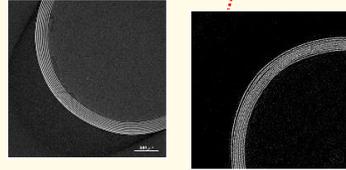
- ✓ 若手職員のスキル向上 & 提案力UP
- ✓ 企業向け→製品開発へのヒント
- ✓ 当所の相談実績や保有装置のPR

1. 当所装置の調査
2. 基礎事項の確認Ⅰ（管電圧）
3. 基礎事項の確認Ⅱ（投影数）
4. 当所装置でのCT撮像実験Ⅰ（130kV CT）
5. 当所装置でのCT撮像実験Ⅱ（300kV CT）
6. 当所装置でのCT撮像実験Ⅲ（450kV CT）
7. 当所装置間の比較Ⅰ（130kVと300kV）
8. 当所装置間の比較Ⅱ（300kVと450kV）
9. 当所装置間の比較Ⅲ（3台）
10. 空間分解能評価試料の作製
11. 空間分解能評価試料の撮像（3台）
12. コントラスト分解能評価試料の作製
13. コントラスト分解能評価試料の撮像
14. 各分解能評価試料の撮像結果の解析
15. メタルアーティファクトの検討

➤ TOSCANER-31300 μ C3 (130kV CT)



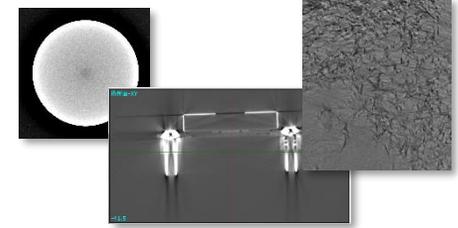
空間分解能



3台の比較

メーカー	東芝コントロールシステム (株)	テスコ (株)	東芝コントロールシステム (株)
機種	TOSCANER 24500AVFD	TXS-CT300	TOSCANER-31300 μ C3
管電圧	450kV	300kV	130kV
測定サイズ	ϕ 600 × 1000	ϕ 400 × 300	ϕ 100 × 250
質量	100kg	20kg	5kg
検出器	フラットパネルディテクタ (FPD)	フラットパネルディテクタ (FPD)	イメージングシアンタニア (I.I.)
焦点寸法	0.4mm/1.0mm	4 μ m	5 μ m
透過能力	55mm × 80mm	75mm × 200mm	-
分解能	0.2mm	-	-
観察材料	金属材料	-	-

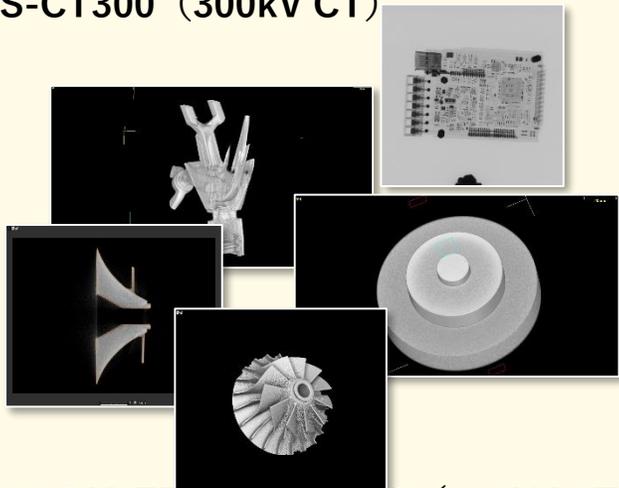
※穴澤さん提供



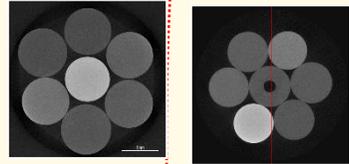
その他

- ◆ アーティファクト
- ◆ メタルアーティファクト
- ◆ ビームハードニング
- ◆ 試料のドリフト

➤ TXS-CT300 (300kV CT)

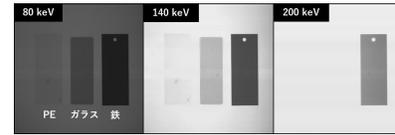
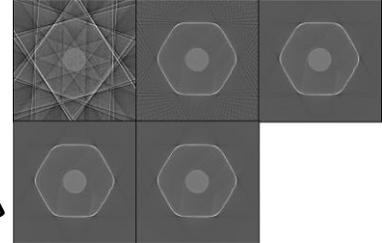


コントラスト分解能



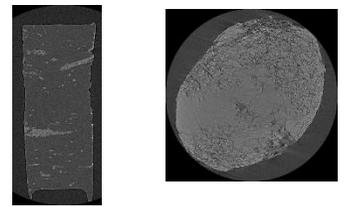
研究の全体像

基礎的検討

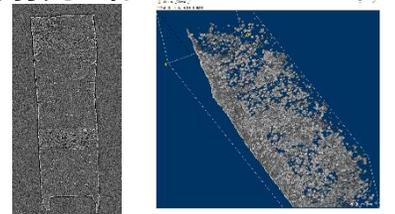


他機関の装置

- 三次元X線顕微鏡 (宮城県産技)



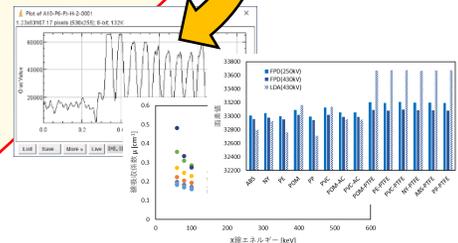
- 放射光X線CT (※今年度断念)



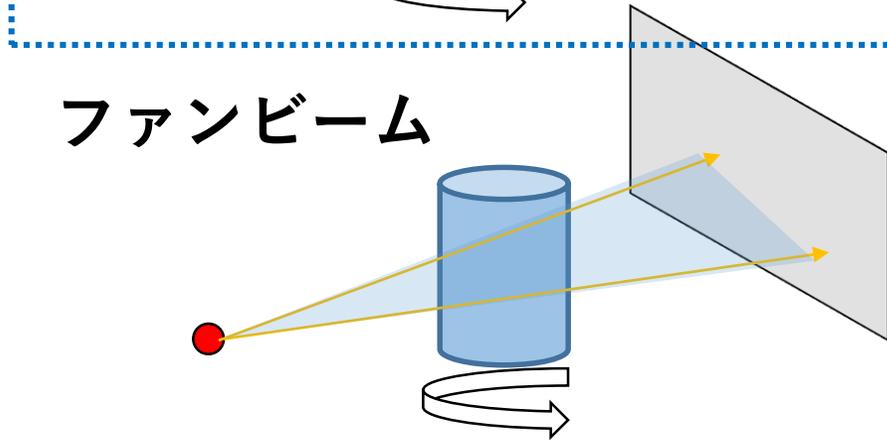
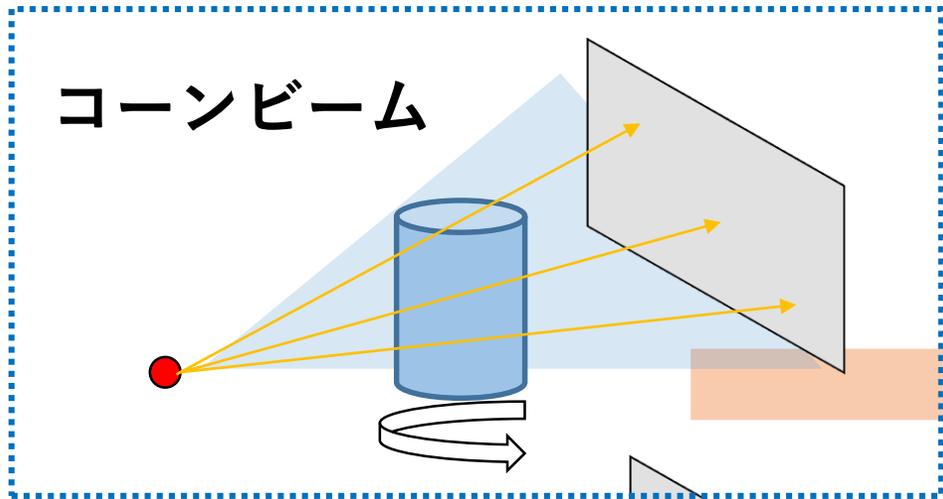
➤ TOSCANER-24500AVFD (450kV CT)



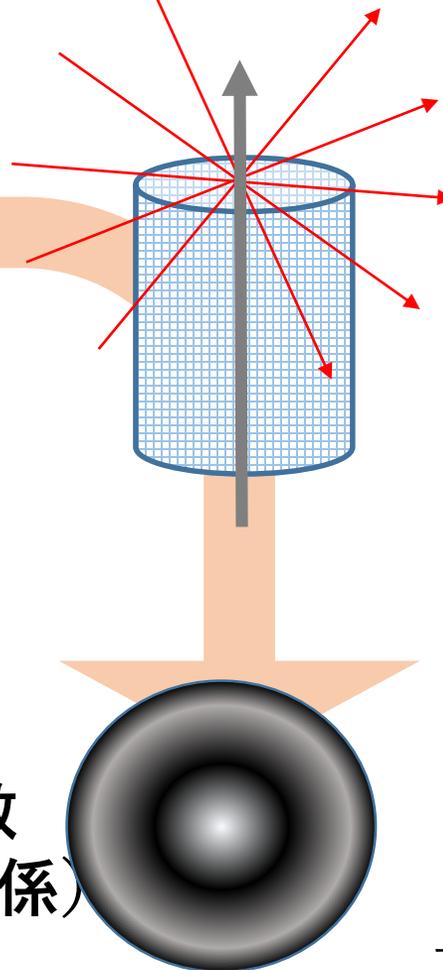
解析



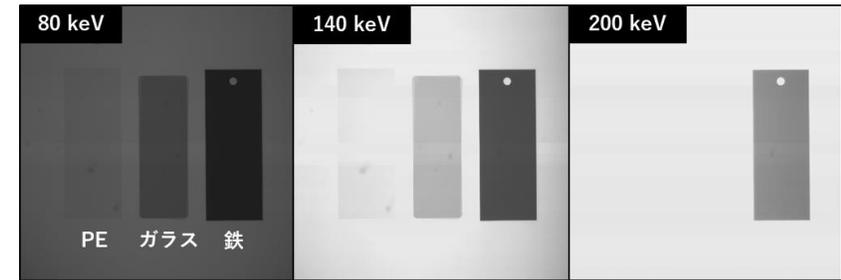
産業用（工業用）X線CT



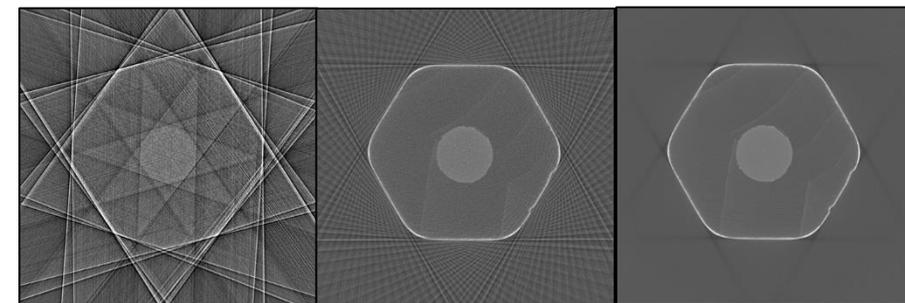
透過像を再構成



再構成後の画素値は、X線吸収係数
(元素の質量吸収係数および密度と関係)



管電圧を変えながら取得したX線透過像



フィルター補正逆投影法で再構成した画像
投影数は左図から、10、100、1200 [/360° 5]

130kV CT

TOSCANER-31302 μ C3 (郡山)



300kV CT

TXS-CT300 (郡山)



450kV CT

TOSCANER-24500AVFD
(南相馬RTF)



管電圧	40~130 kV	20~300 kV	100~430 kV
撮像領域	$\Phi 100 \times 150$	$\Phi 400 \times 500$	$\Phi 600 \times 1000$
検出器	イメージ インテンシファイア (I.I.)	フラットパネル ディテクタ (FPD)	<ul style="list-style-type: none"> フラットパネルディテクタ (FPD) ラインディテクタアレイ (LDA)
焦点寸法	5 μ m	4 μ m	0.4mm/1.0mm

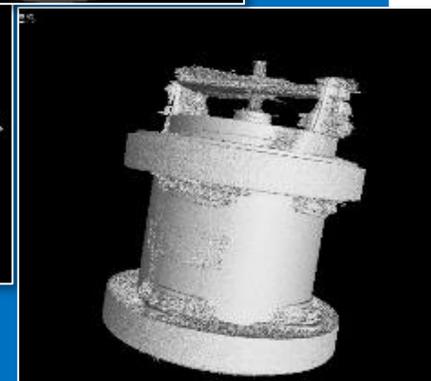
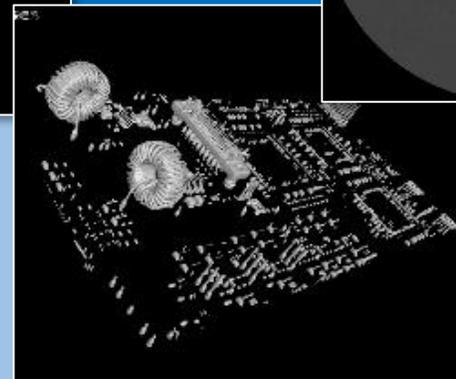
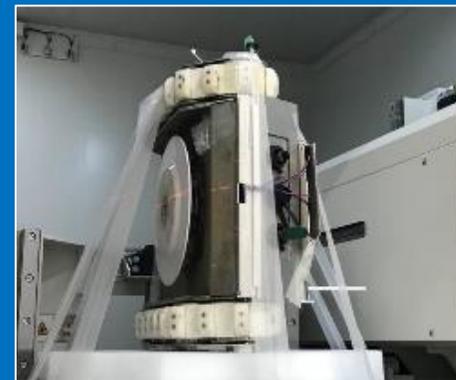
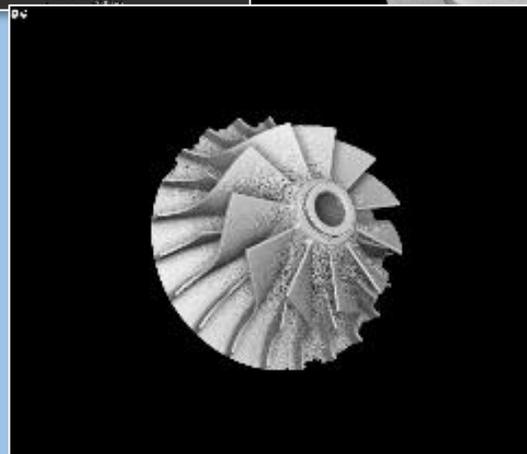
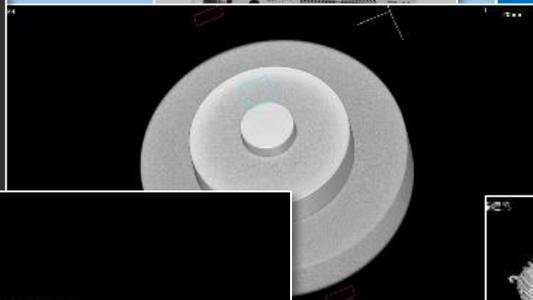
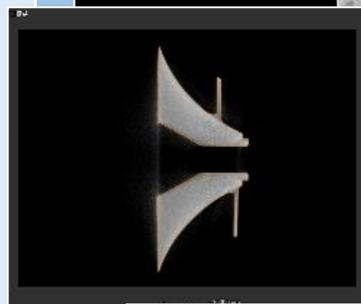
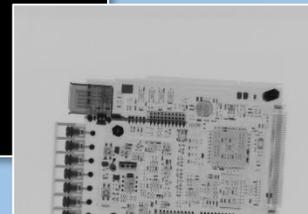
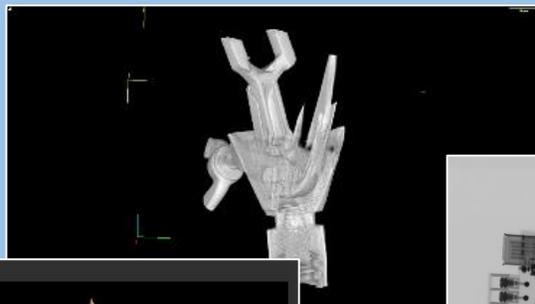
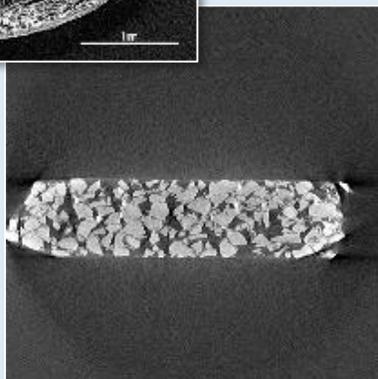
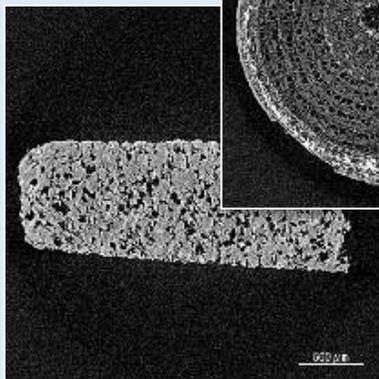
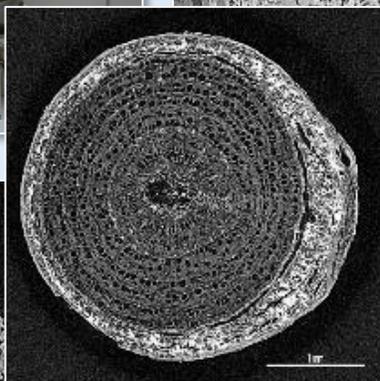
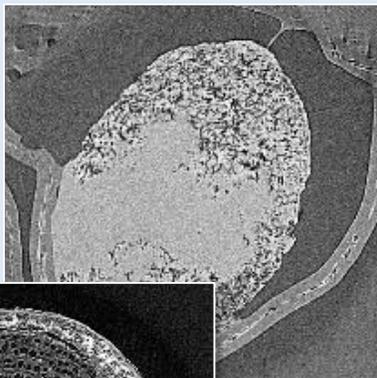
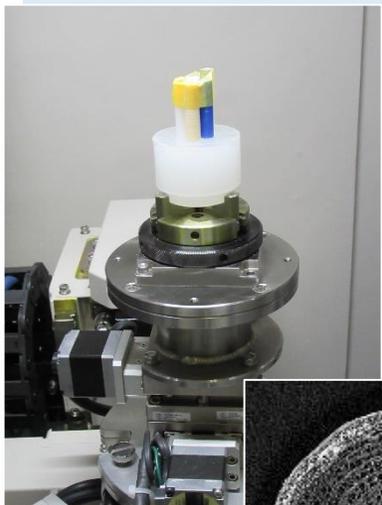
130kV CT

主に樹脂向け

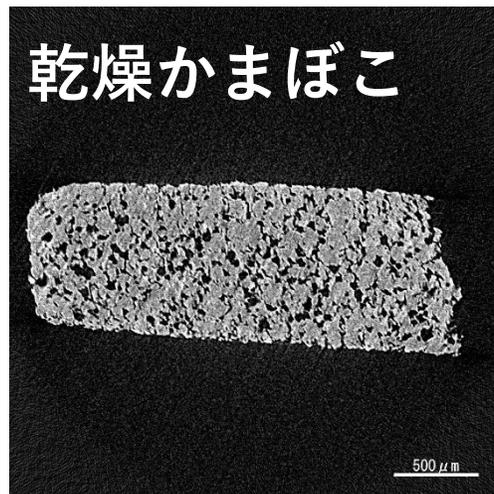
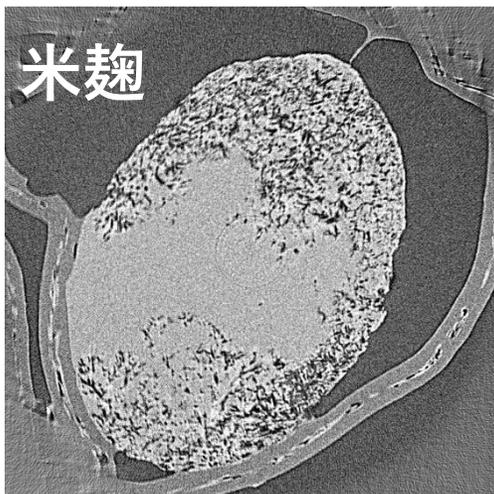
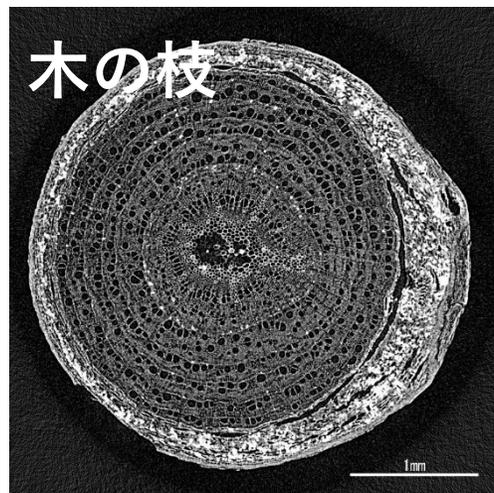
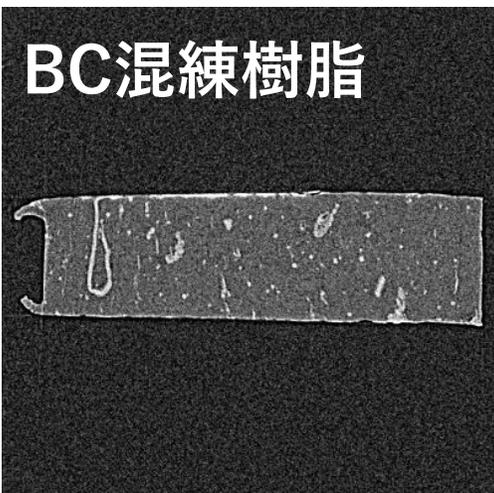
300kV CT

450kV CT

大型試料、
高吸収試料向け



低吸収試料向けのイメージング



実際のCT像

TOSCANER-31300 μ C3 (130kV CT)

マイクロフォーカスX線CT

◆最高設定管電圧：～130kV

◆公称最小焦点寸法：5 μ m (X線管の出力6W時)

◆検出器：X線Be I.I.

◆対象物：主に軽元素で構成されるもの
⇒小型電子部品、樹脂・ゴム製品等

130kV CT



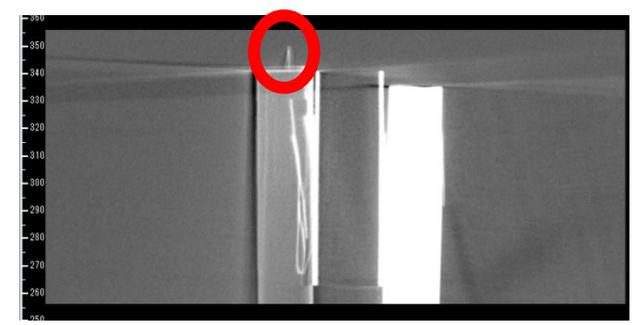
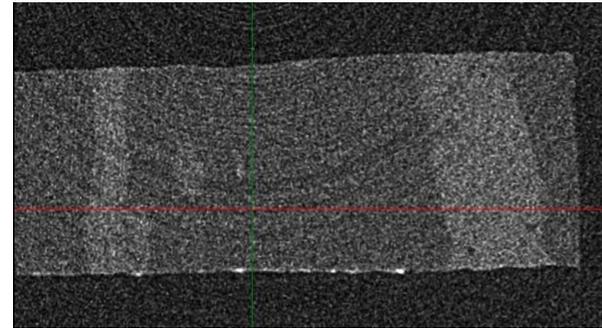
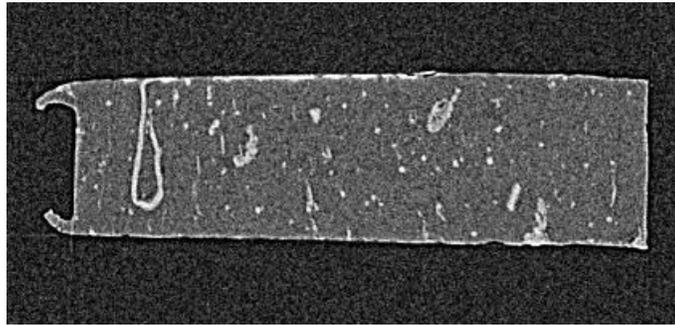
300kV CT



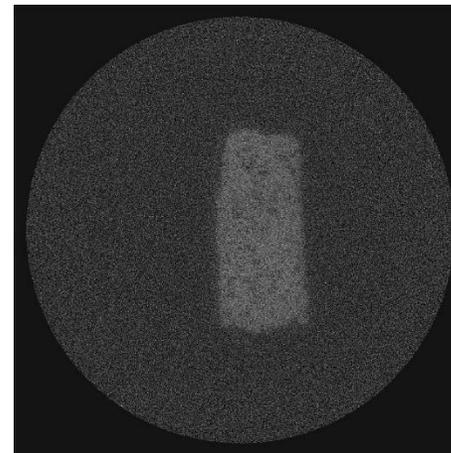
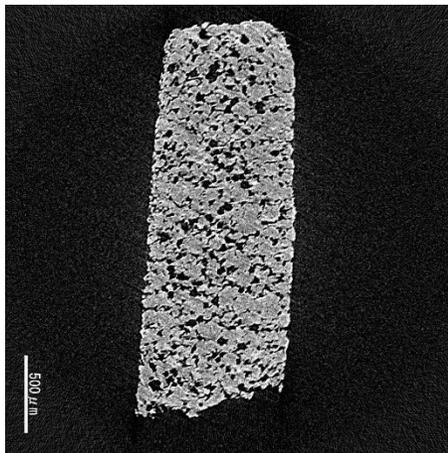
450kV CT



BC混練
PS樹脂



乾燥
かまぼこ



高吸収試料向けのイメージング



TOSCANER-24500AVFD (450kV CT)

ミリ (サブミリ) フォーカス高出力X線CT

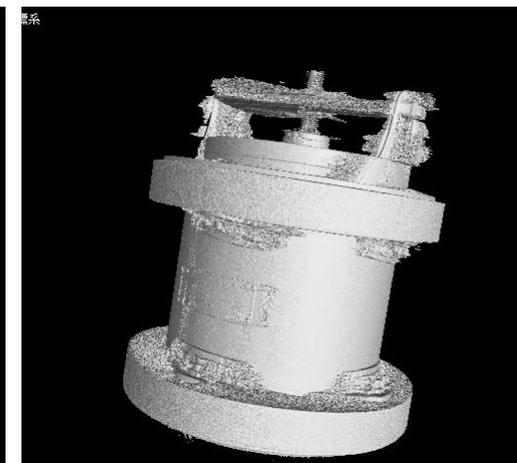
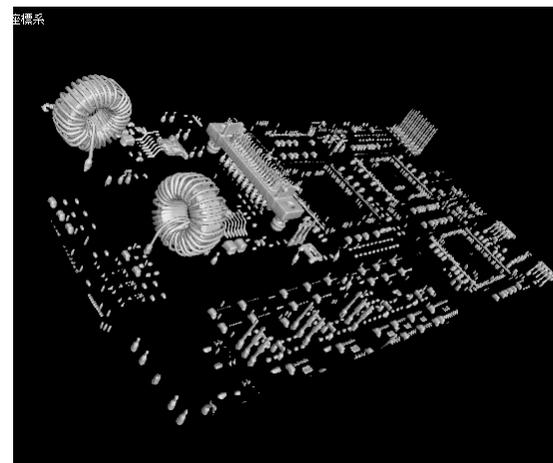
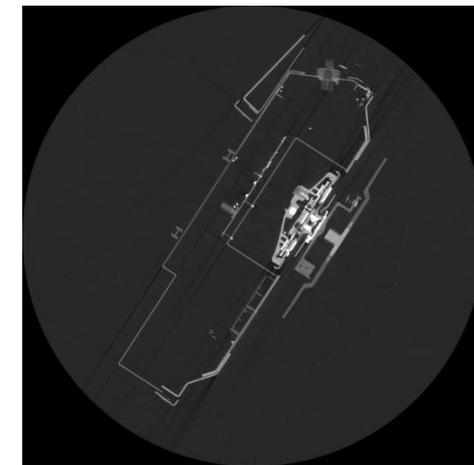
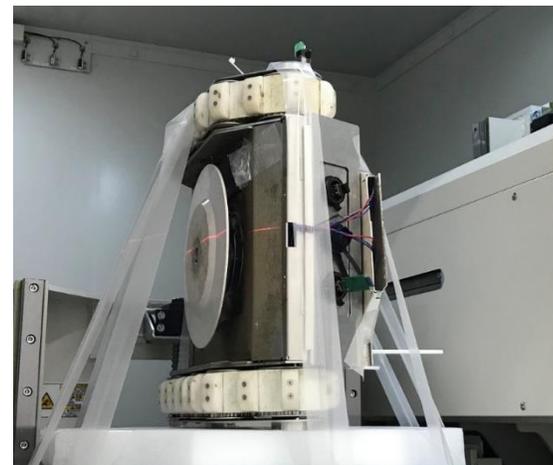
◆最高設定管電圧：～430kV

◆公称最小焦点寸法：0.4 μ m/1 μ m

◆検出器：FPD、LDA

◆対象物：大型試料、高吸収試料

⇒大型アルミ鋳物、鉄鋳物、タイヤ、エンジンプ
ロック等



実際のCT像

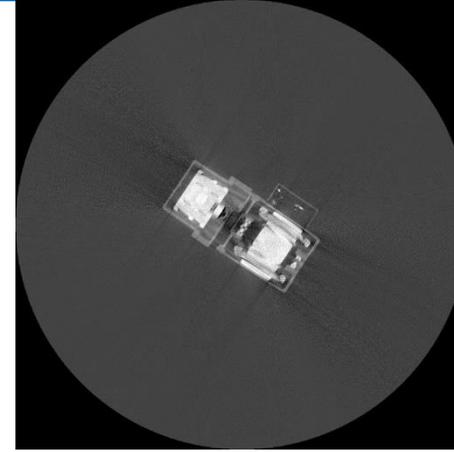
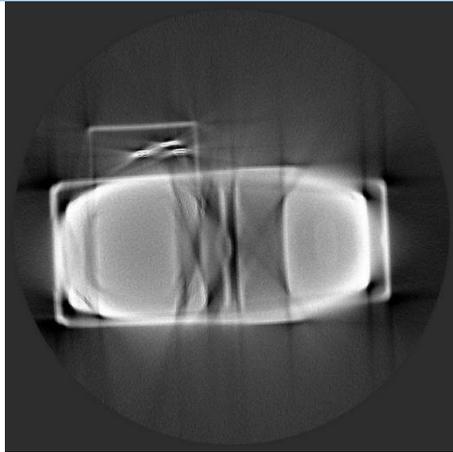
300kV CT



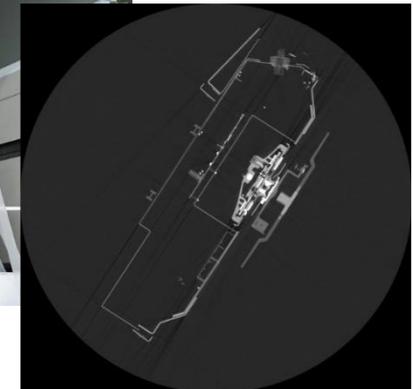
450kV CT



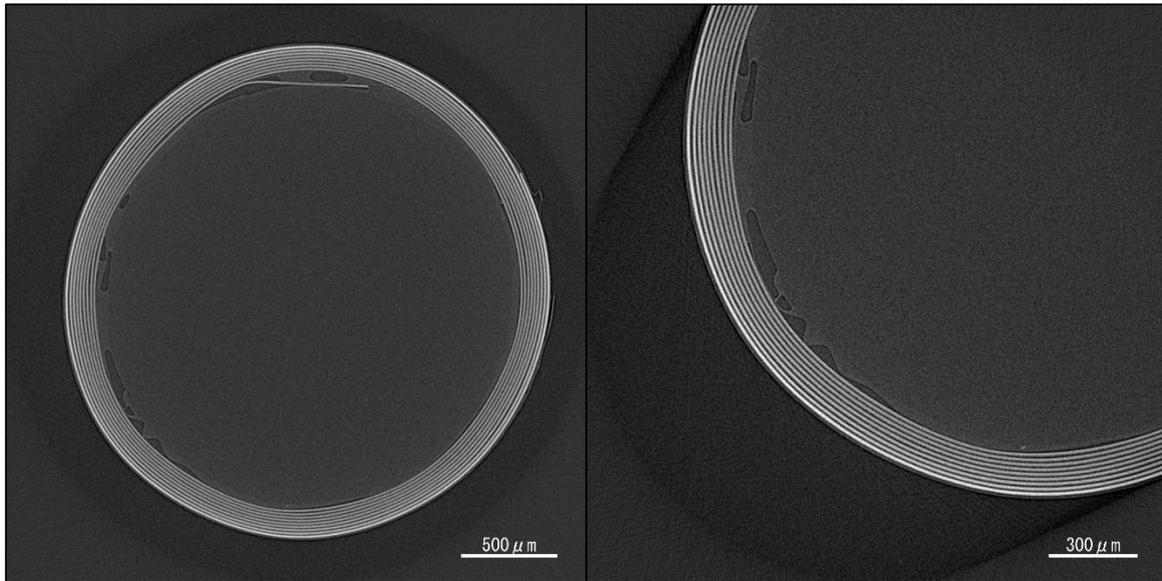
油回転
真空
ポンプ



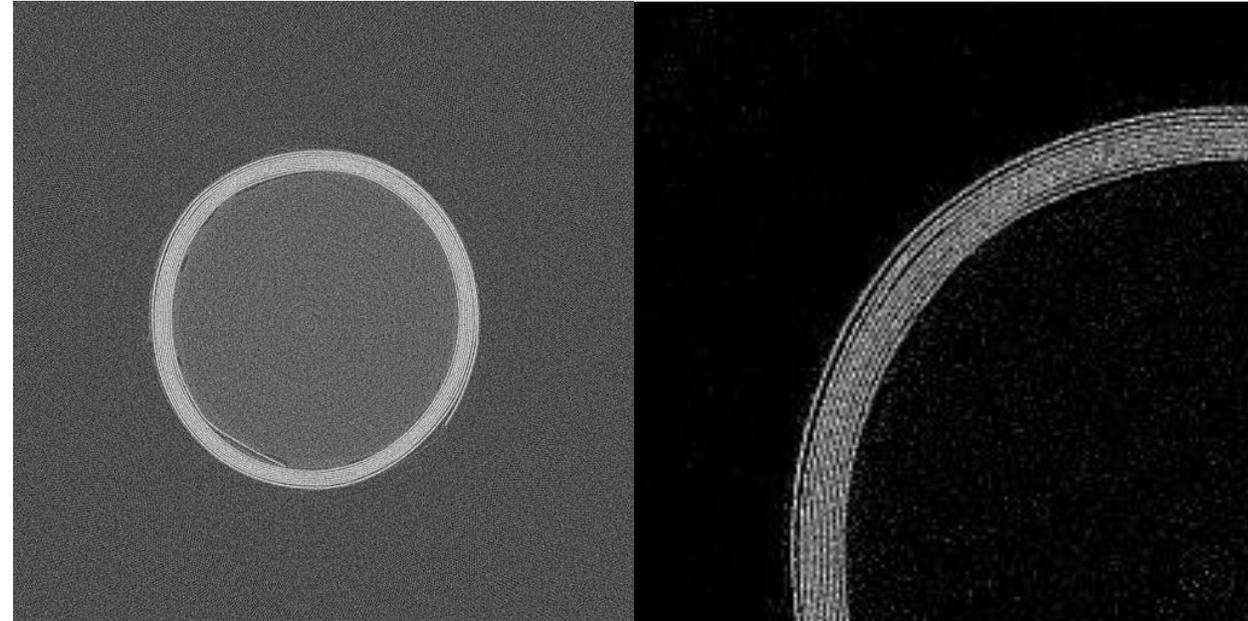
草刈ロボ



固定が難しい



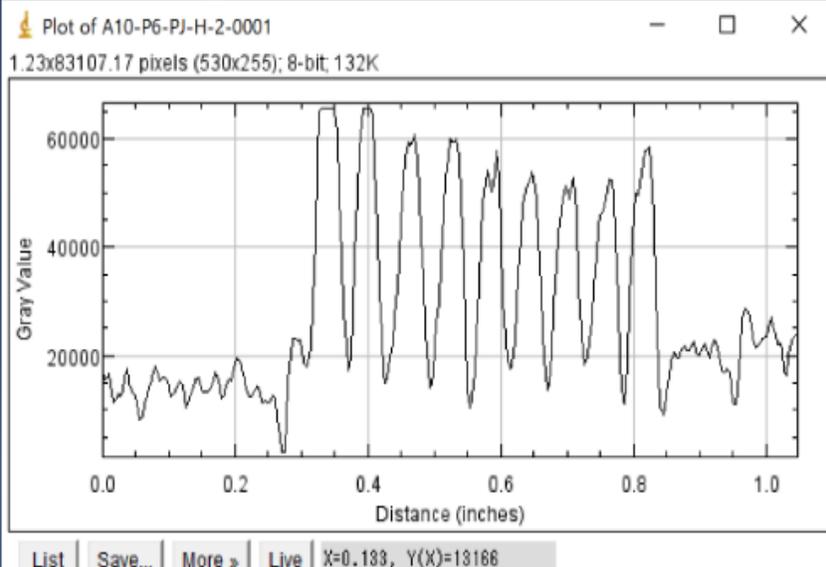
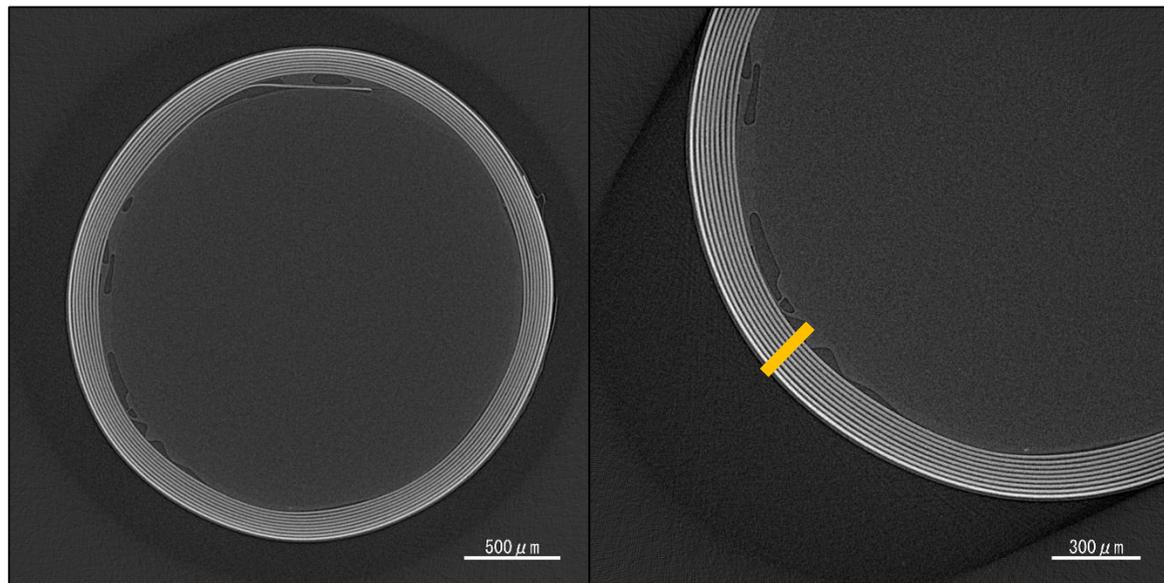
130kV CT



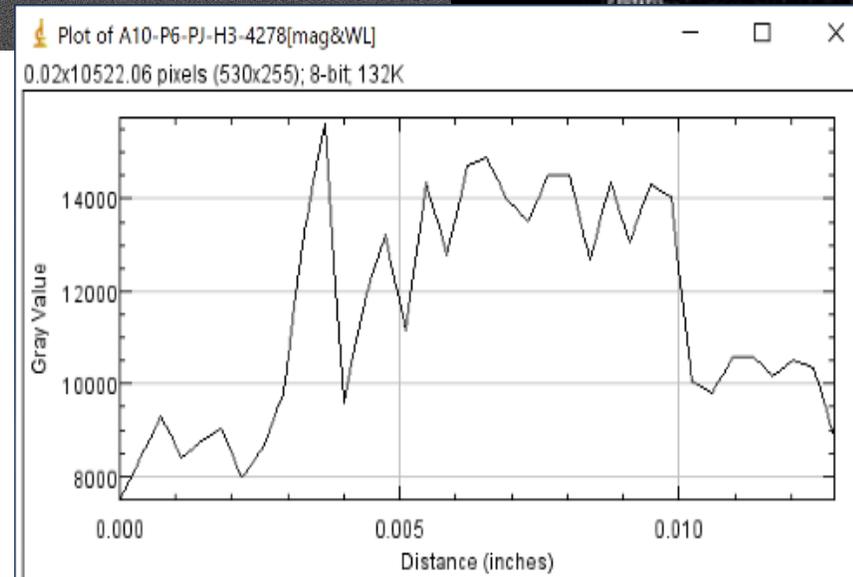
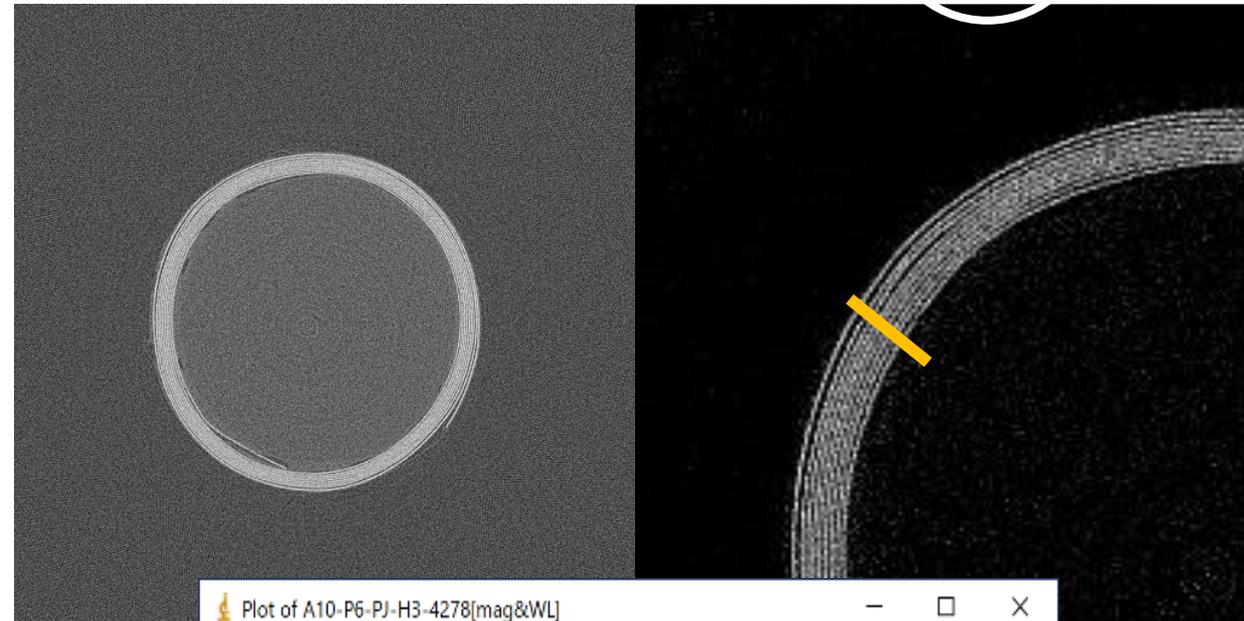
300kV CT

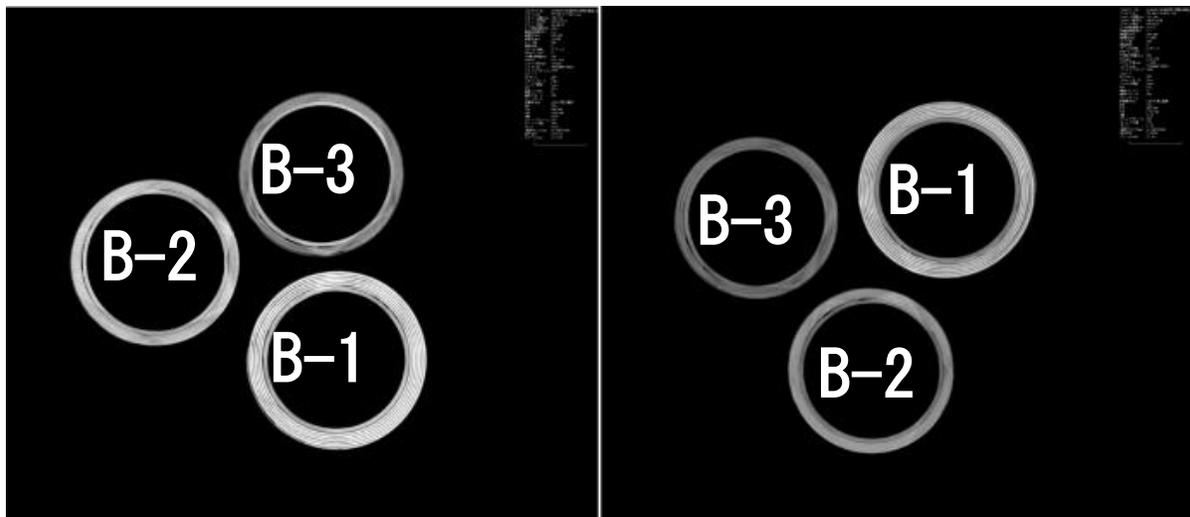
空間分解能評価試料

130kV CT

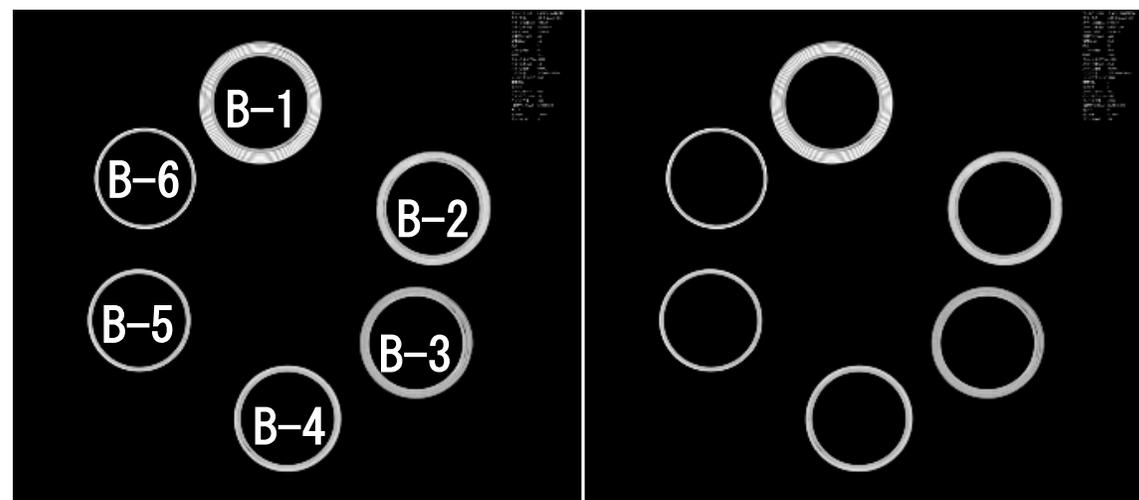


300kV CT



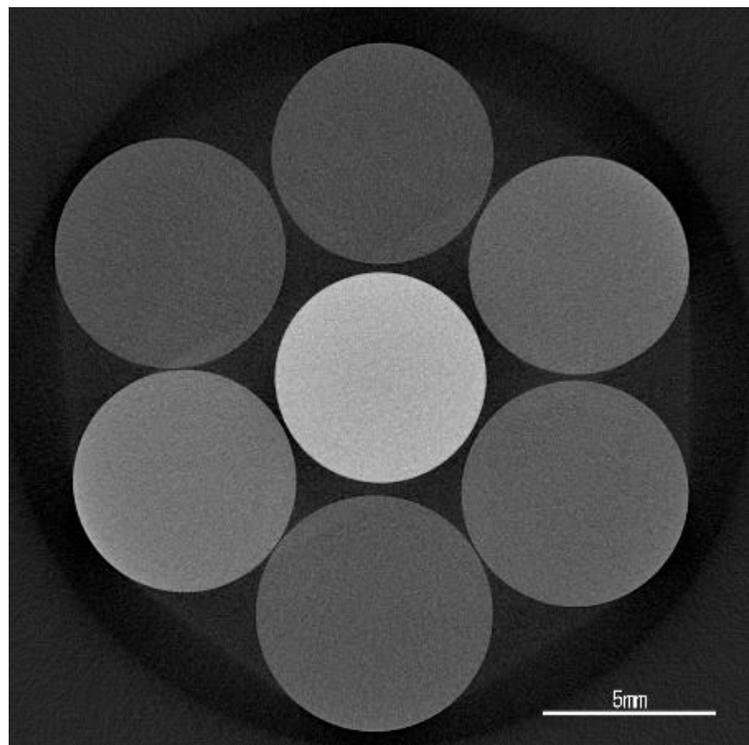


FPD 左：管電圧250kV 右：管電圧430kV

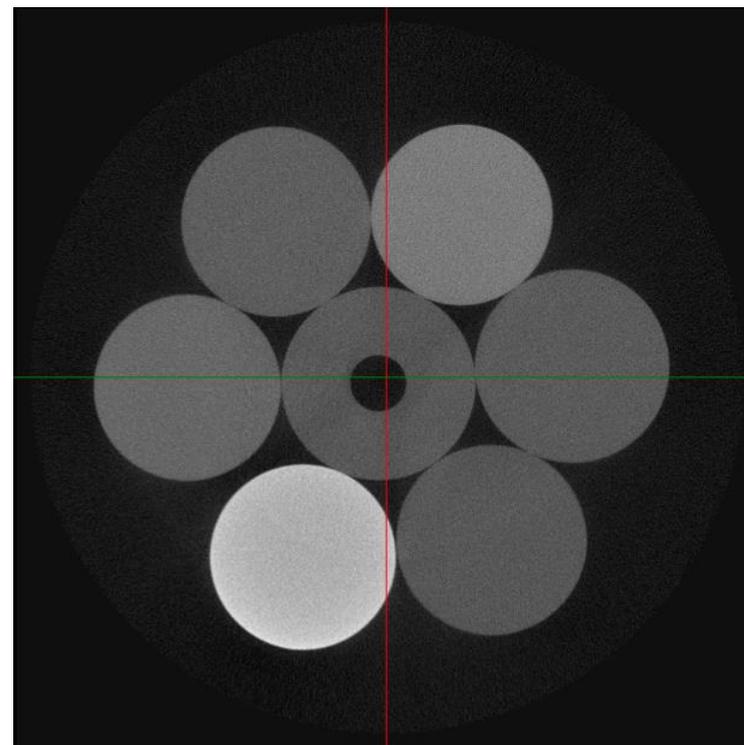


LDA 左：管電圧400kV 右：管電圧430kV

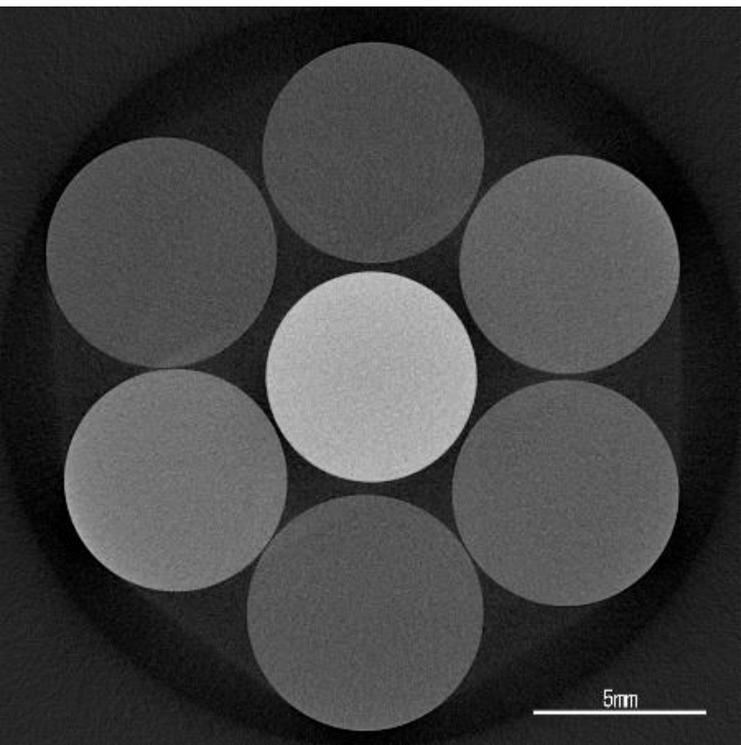
450kV CT



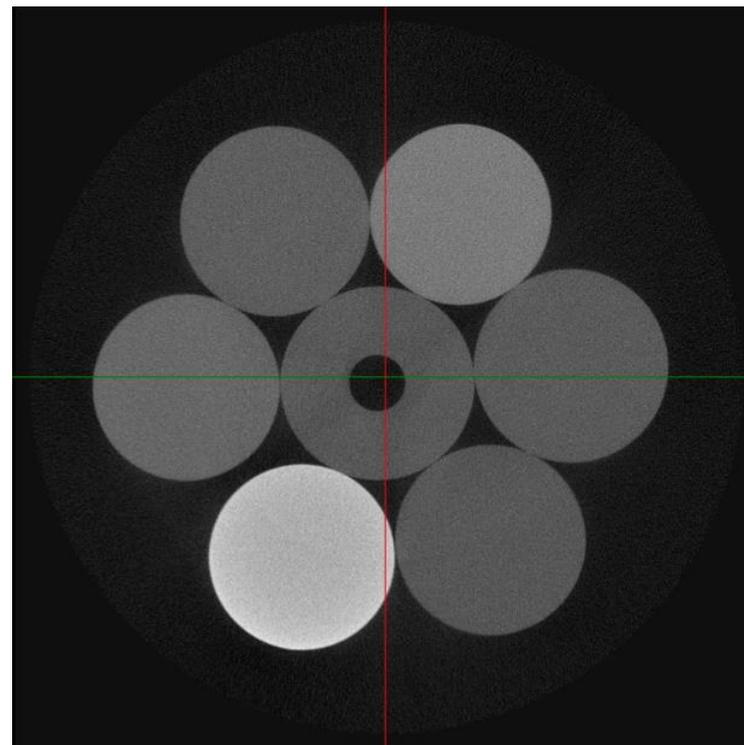
130kV CT



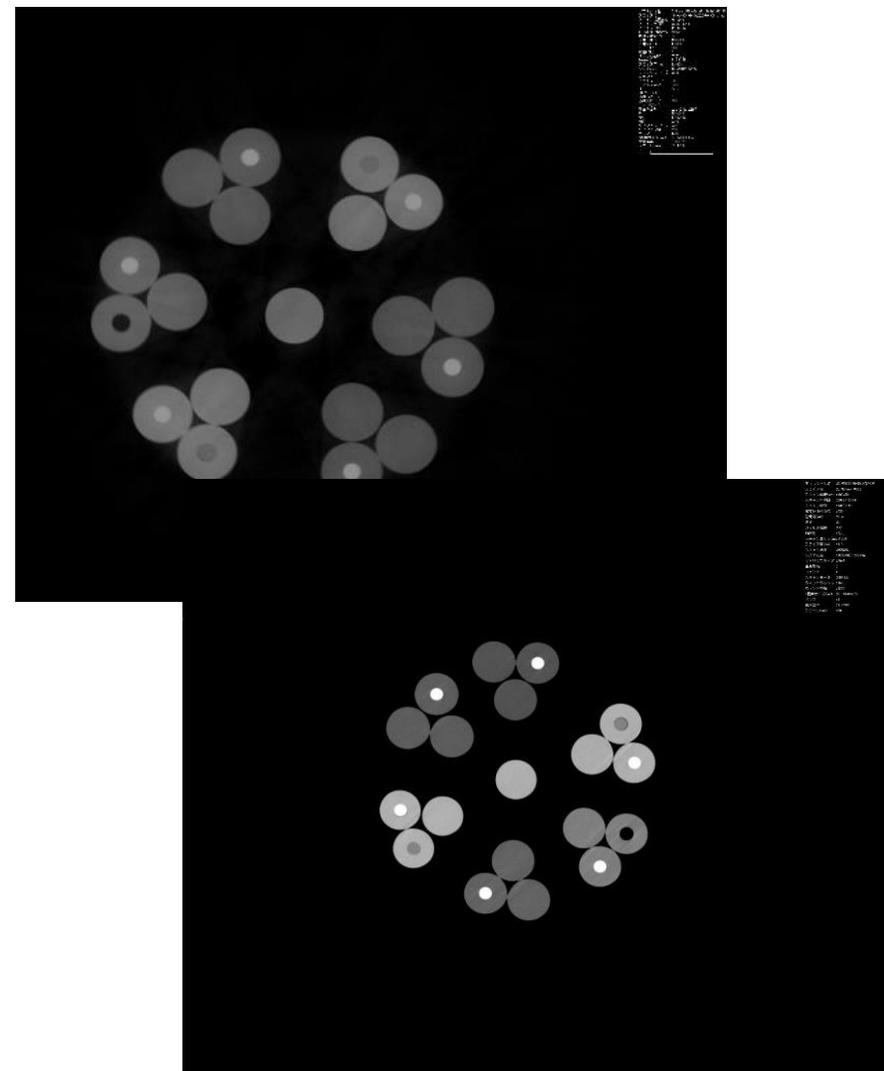
300kV CT



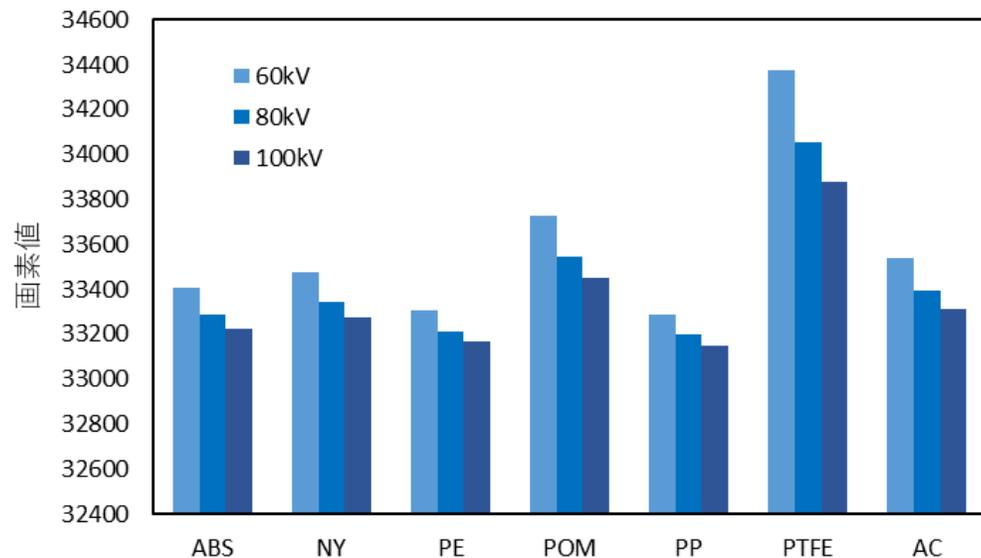
130kV CT



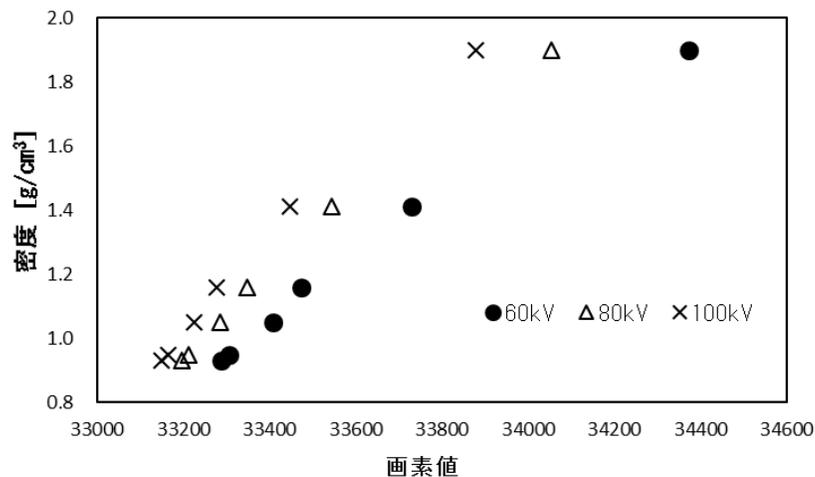
300kV CT



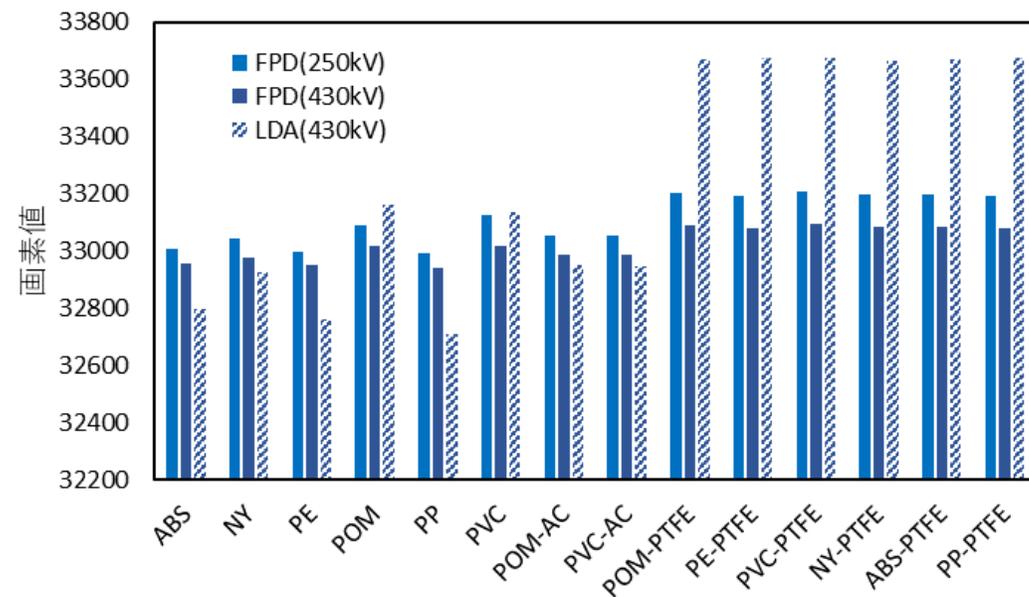
450kV CT



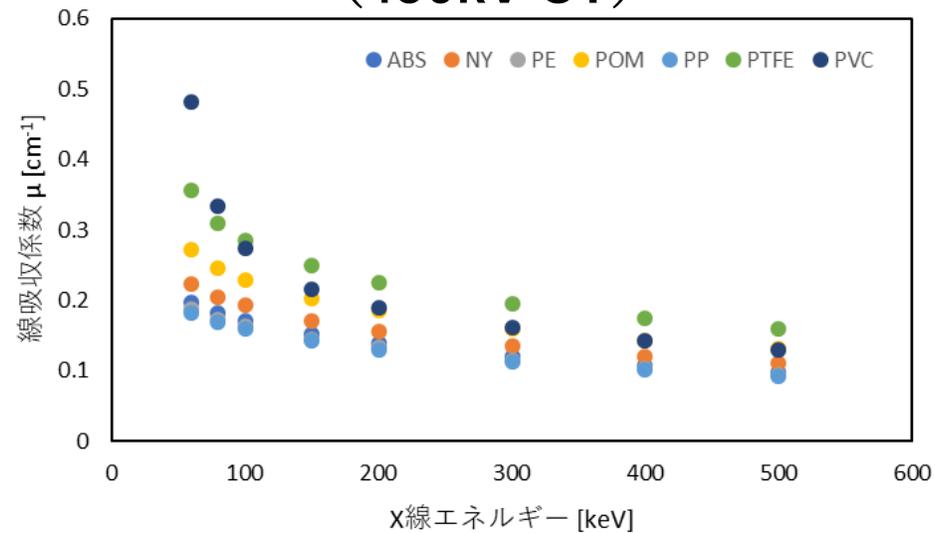
各樹脂の画素値 (≒CT値)
(130kV CT)



各樹脂密度と画素値の関係



各樹脂の画素値 (≒CT値)
(450kV CT)



線吸収係数とX線エネルギーの関係

✓当所の保有する3台のX線CT装置の違いを比較検討
⇒各装置の特徴や像質の違いを明らかにした。

✓空間分解能及びコントラスト分解能評価用試料を作製
⇒これを用いて各装置の実際的な分解能を確認した。