

X線CTの進化と発展

研究開発・故障解析を支援する最新型X線CTシステム

株式会社島津製作所 分析計測事業部
NDI ビジネスユニット 夏原
natuhara@shimadzu.co.jp



会社概要

社 是：科学技術で社会に貢献する

経営理念：「人と地球の健康」への願いを実現する

創 業：1875 年3月

設 立：1917年9月

資 本 金：266億円

連結売上高：3,422億円

連結従業員数：11,094名

連結子会社：73社 (国内24社, 海外49社)



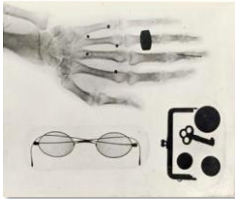
2016年3月31日現在

事業の紹介

分析機器	■ 分析機器 ■ 環境計測機器	質量分析装置／クロマト分析装置／光分析装置／ 表面分析・観察装置／バイオ関連解析装置 水質計測装置／排ガス測定装置
計測機器	■ 試験検査・測定機器	材料試験機／疲労・耐久試験機／構造物試験機／ 非破壊検査装置 ／高速度ビデオカメラ／粉粒体測定機器／ 天びん・はかり
医用機器	■ 医用機器	X線透視撮影システム／血管撮影システム／X線撮影システム／PETシステム／ 近赤外光イメージングシステム(NIRS)／近赤外光カメラシステム(外科手術支援用)／ 医療情報システム／放射線治療関連システム
航空機器	■ 航空関連機器 ■ 地上支援関連機器	フライト・コントロール・システム／エア・マネジメント・システム ／コックピット・ディスプレイ・システム 他 航空機器機能試験装置／航空医学訓練装置
産業機器	■ 産業機械 ■ 油圧機器 ■ デバイス・コンポーネント	ターボ分子ポンプ／太陽電池反射防止膜製造装置／ 太陽電池セル検査装置／成膜装置 油圧ギヤポンプ／コントロールバルブ／パワーパッケージ／油圧ギヤモータ 回折格子／レーザモジュール&レーザデバイス／小形分光器・分光センサ／ 精密屈折計／レンズ・レーザミラー／MEMSチップ／産業計測機器

3

X線の歴史と島津製作所



初期のX線写真（1896年）

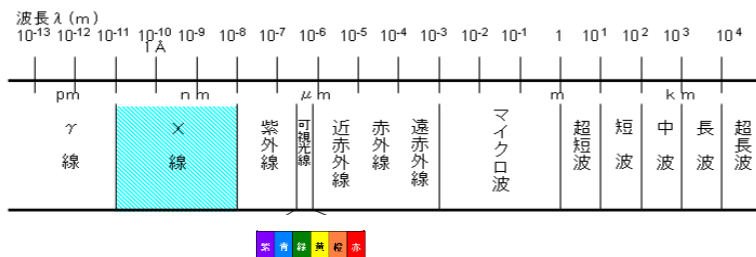


X線は、**1895年**、ドイツのヴュルツブルク大学の物理学教授であった、当時50才の**ヴィルヘルム・コンラート・レントゲン**（Wilhelm Conrad Röntgen）博士によって発見されました。彼は、当時放電管の実験を行っていたとき、放電管とそばのスクリーンの間に物体を入れると、スクリーンにその物体の影が写ることを発見したのです。これがX線発見の第一歩でした。その後1901年には、彼に第1回ノーベル物理学賞が贈られました。

島津製作所とX線の関わりは、レントゲン博士によるX線発見の11ヶ月後の**1896年**に、弊社創業の地においてX線発生実験参加し、これに成功したことに遡り、**1909年**に千葉県国府台陸軍衛戍病院に**国産初の医療用X線装置**を納入するなど、国内におけるX線技術の黎明期から技術開発・実用化に取り組んでまいりました。この流れを受け継ぎ、現在は、医用、学術研究、産業用の幅広い分野にX線応用機器を国内外に提供しております。

4

X線は電磁波の一種



波長 λ とエネルギー E の間には、

$$E = h \frac{c}{\lambda} \quad h : \text{プランク定数、} c : \text{光速}$$

※ プランク定数：量子力学の基礎となる単位を示す物理定数

X線は波長が短いため、波長の長い可視光線などに反比例してエネルギーが高いことがわかります。エネルギーの高い電磁波であるX線は、人体や樹脂・金属半導体などの材料を透過します。この特性を利用したX線検査装置は、透過したX線を映像信号に変換し、映像表示する装置です。

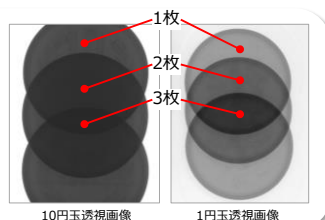
X線透視観察の実例



10円玉 1円玉

1) 密度が同じ材質の場合

同じ密度の材質の場合
厚みが厚いものほどX線の減衰が大きく、検出器ではより黒く映し出されます。

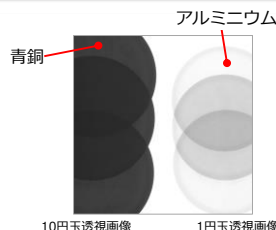


10円玉透視画像

1円玉透視画像

2) 厚みが同じである場合

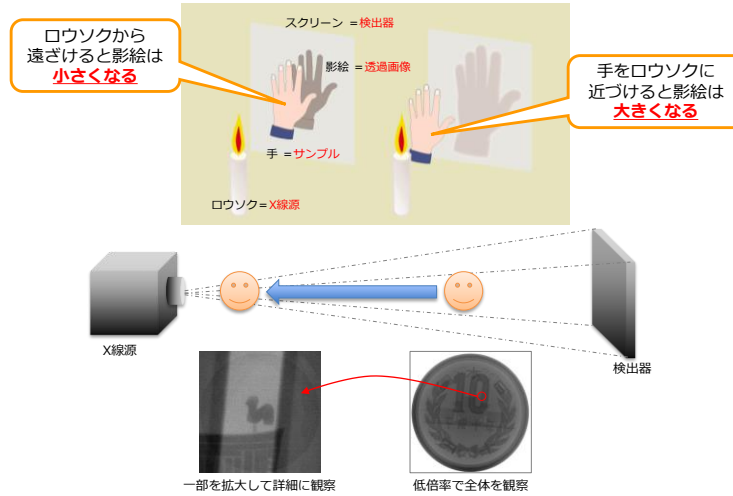
同じ厚みの場合
密度が高いものほどX線の減衰が大きく、検出器ではより黒く映し出されます。



10円玉透視画像

1円玉透視画像

拡大投影の原理

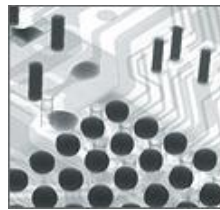


7

■ X線検査装置の種類

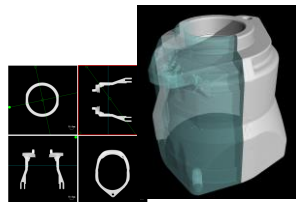
物体を透過したX線の強度を濃淡で可視化し、内部構造を観察。

➡ X線透視装置



X線透視した画像を色々な方向から集めて内部構造を三次元的に観察。

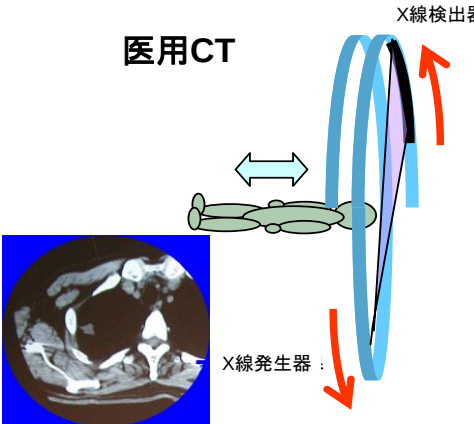
➡ X線CT装置



8

医用CTと産業用CTとの違い

医用CT

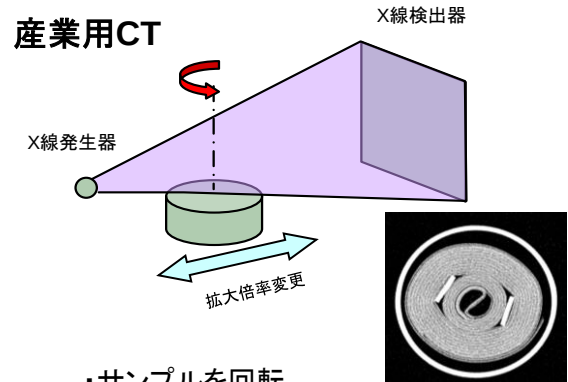


X線検出器

X線発生器

・患者の周りをX線発生器が回転、X線検出器360度配置したモデルが最新式。

産業用CT



X線検出器

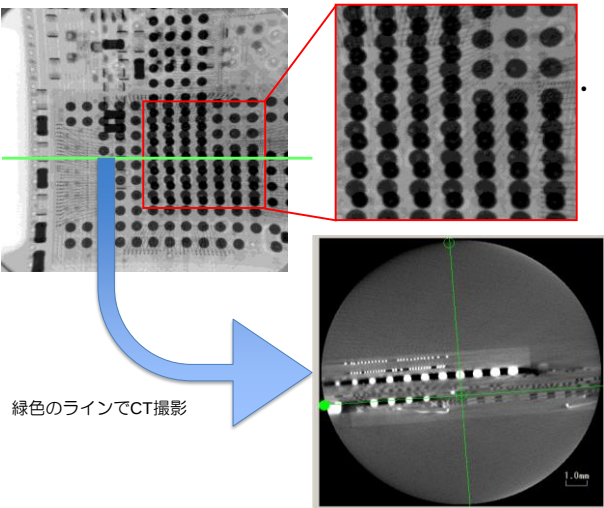
X線発生器

拡大倍率変更

- ・サンプルを回転。
- ・X線焦点が微小($\phi 4\mu\text{m}\sim$)
- ・回転ステージの移動により拡大倍率が任意で変更可能。

9

X線透視とX線CTの違い



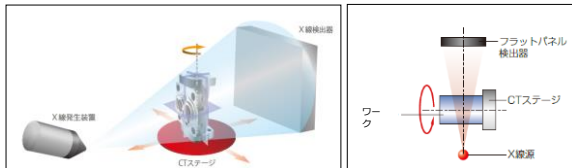
・・・表面と裏面の区別がつかない。

緑色のラインでCT撮影

■CT撮影方式について

直行CT

(横型CT : inspeXio SMX-225CT 等
/ 縦型CT : SMX-1000Plus VCT)



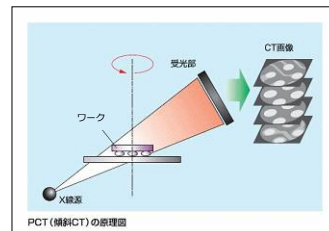
inspeXio SMX-225CT カタログより

SMX-1000Plus カタログより

回転方向に対して **X線を直行方向から照射**し、検出器でその透視画像を各方向から撮影して、再構成することでワークの断面画像を得る。

斜めCT

(Xslicer SMX-6000)



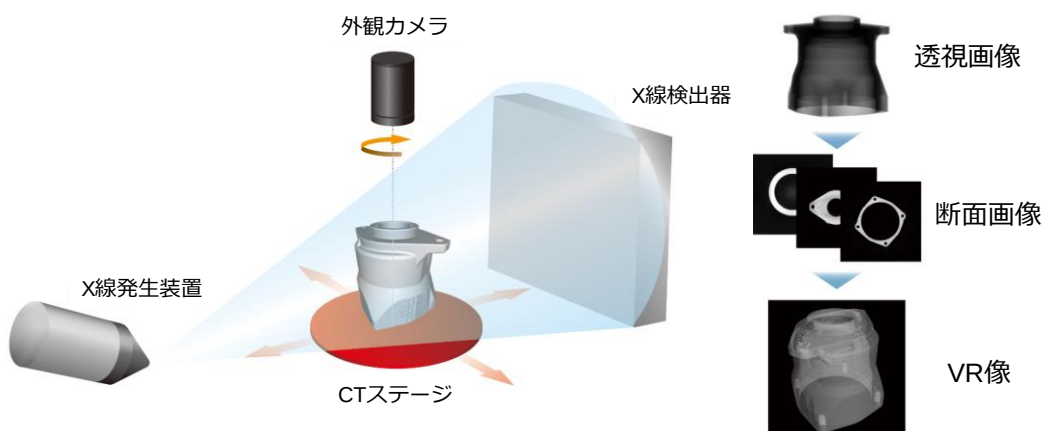
回転方向に対して **X線を斜め方向から照射**し、検出器でその透視画像を各方向から撮影して、再構成することでワークの断面画像を得る。

(回転方向とX線照射方向が直行しないので不完全な再構成となる)

11

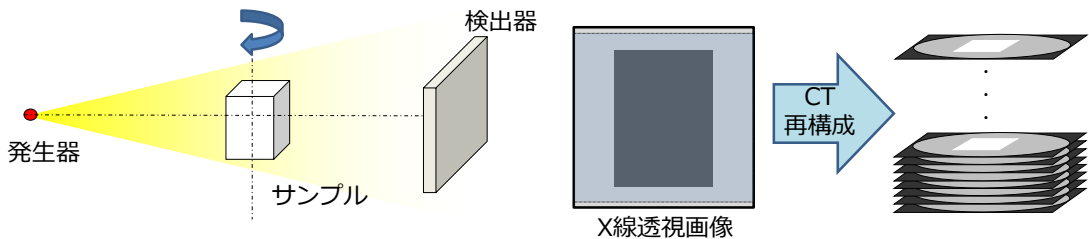
マイクロフォーカスX線CTシステムとは？

ワークを高精度で回転させつつX線の透過データを角度ごとに収集して、数値化（画像再構成）することで断面画像を得るシステム



12

コーンビームCT



マイクロフォーカスX線CTでは主にコーンビームCT方式で撮影します。

- ①検出器は主に面検出器（FPD、I.I.）が用いられます。
- ②サンプル1回転で複数枚（数百枚）の断面像が得られます。
- ③得られるデータはX:Y:Z=1:1:1となります。

マイクロフォーカスX線CTの長所・短所

X線CTの長所

- ・ 非破壊で内部観察が可能。
 - ・ ワークが回転中にじっとしていれば（動かなければ）、データが得られる。
- ⇒①樹脂で包埋する必要が無い。②染色等の前処理が不要。
- ⇒断面の切り出し難い、フワフワのもの、グニャグニャのものでも連続断面が得られる。
- ・ X:Y:Z=1:1:1のデータが得られる。
- ⇒3Dスキャナとして有効。
- ・ 数μm～数百μmの分解能（視野サイズで数mm～数百mm）の撮影が可能
- ⇒対応範囲の広いスキャナ。

X線CTの短所

- ・ X線が透過出来ないと撮影出来ない
- ・ SEMほどの分解能が無い
- ・ 計算して断面像をつくるので、ワーク材質・形状によっては**アーチファクト（虚像）**・ノイズが出ることもある。
- ・ 非破壊検査装置ではあるが、分解能を上げるためにはワークを裁断する必要がある



新製品ご紹介 inspeXio SMX-225CT FPD HR (High Resolution)

High Resolution CT Image

大型高解像度フラットパネル検出器を搭載。
最大1400万画素相当の入力により、広視野・高解像度を実現しました。

High Contrast CT Image

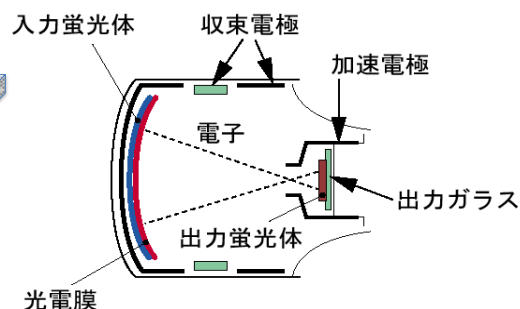
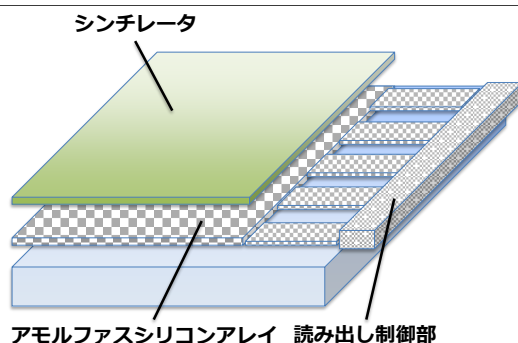
自社製マイクロフォーカスX線発生装置の改良により発生X線量を大幅アップ。フラットパネル検出器のシンチレータとの最適な組み合わせにより高出力と高コントラストイメージの両立を可能にしました。

Easy and fast CT Scan

誰でも簡単に最適化されたCT撮影ができる新機能に加え、進化した超高速演算処理システムHPCinspeXioVer.2により、自社比50倍の高速化を実現しました。



FPDとイメージ管



X線→映像までの流れ

X線→シンチレータ→アモルファスシリコンアレイ→映像データ

X線→シンチレータ→光電膜→(加速)→出力蛍光体→出力ガラス→レンズ→CCD→映像データ

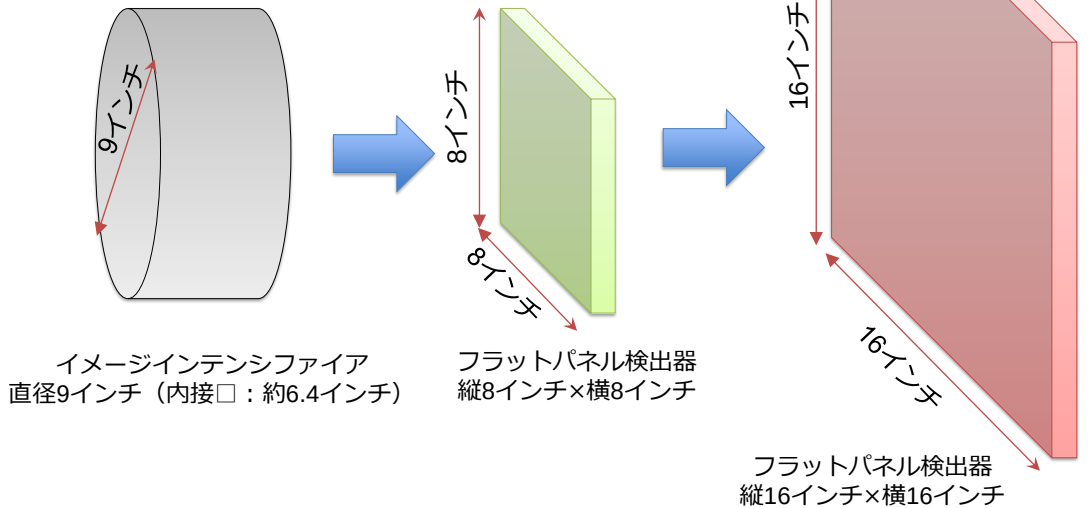
FPDの方が変換効率が良く、シャープな画像が得られる

また、FPDの方がダイナミックレンジが広く、高電圧・大電流で撮像が可能で、高コントラストな画像が得られる



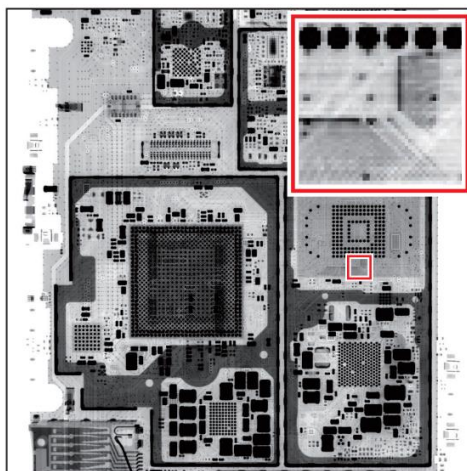
搭載検出器の変化

- 大型高解像度フラットパネル検出器を搭載。
- □16インチ

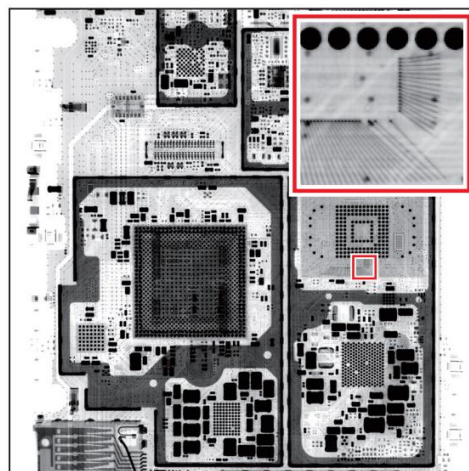


特長① High Resolution

- 大型高解像度フラットパネル検出器を搭載。□16インチ
- オフセット走査時は、約1400万画素相当の解像度撮影。



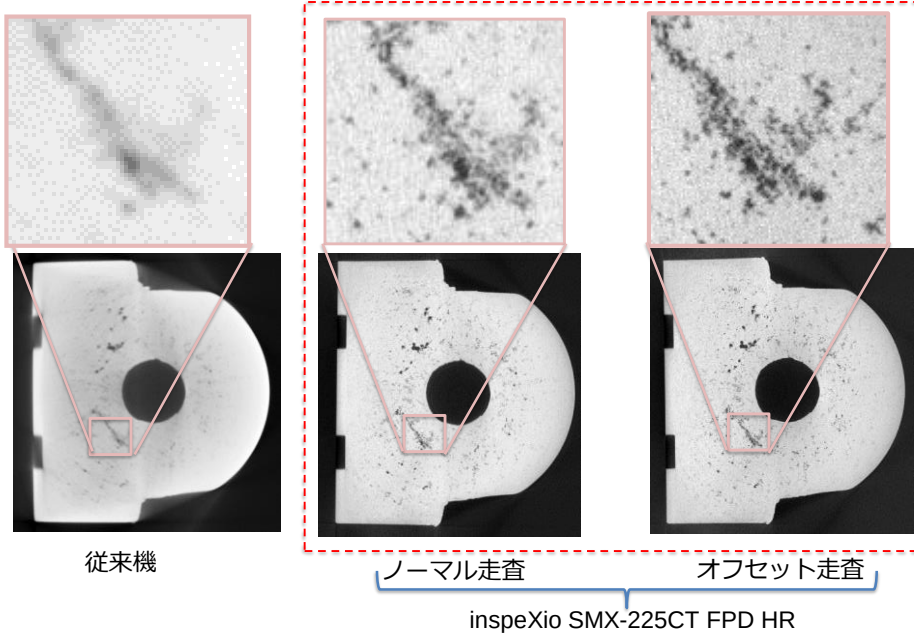
inspeXio SMX-225CT FPD
(100万画素)



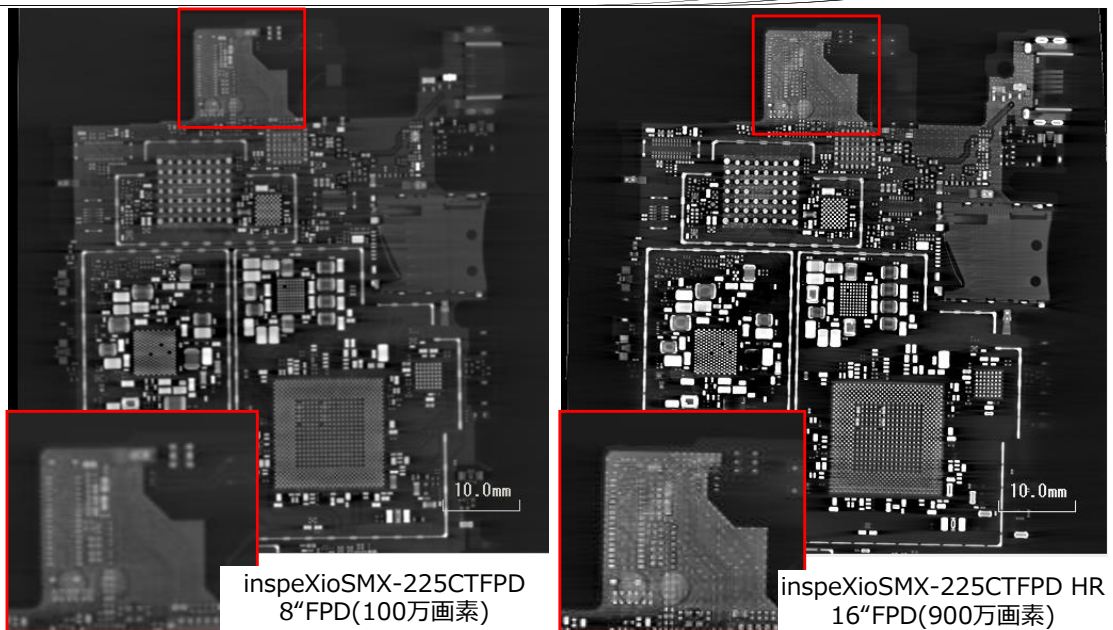
inspeXio SMX-225CT FPD HR



特長① High Resolution

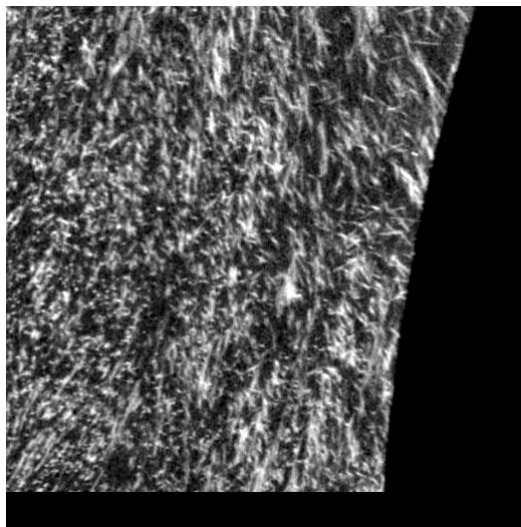


特長① High Resolution

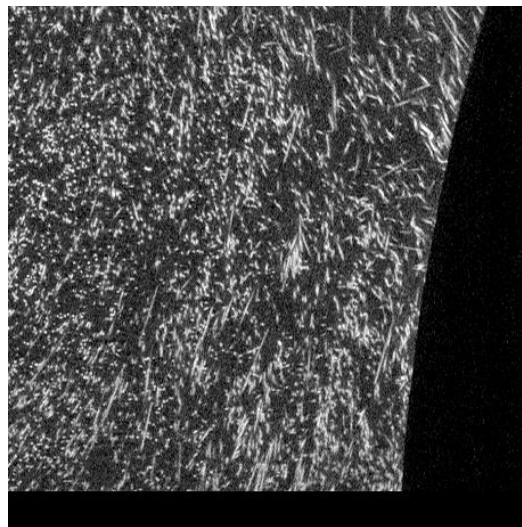




特長① High Resolution



inspeXioSMX-225CTFPD
8" FPD(100万画素)

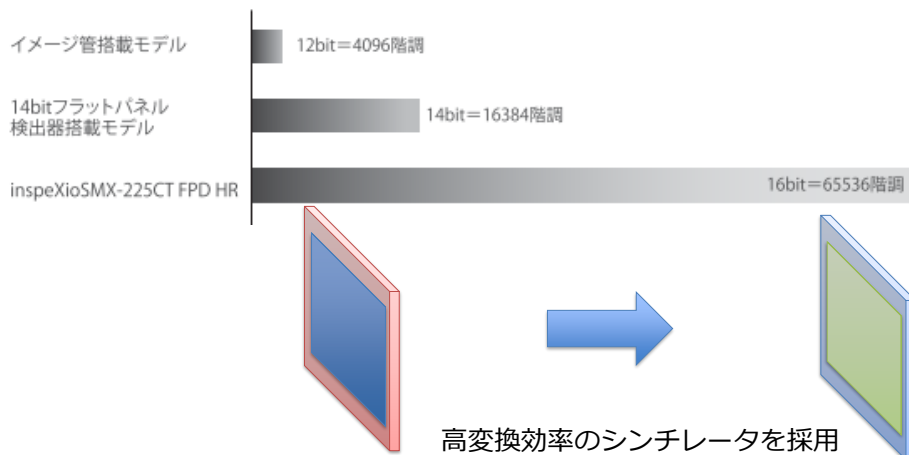


inspeXioSMX-225CTFPD HR
16" FPD(900万画素)



特長② High Contrast

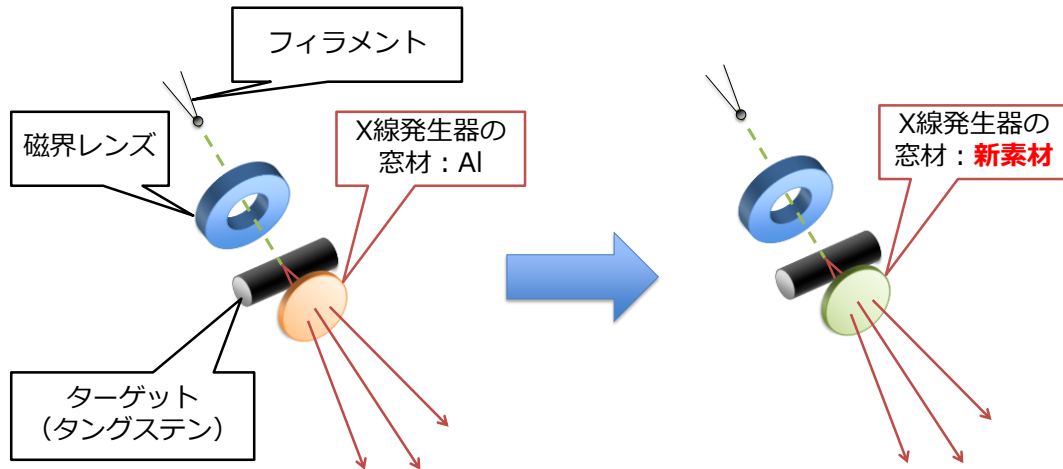
- 従来のFPDに比べ、**4倍**広い階調を持つX線検出器を採用。今まで識別できなかった、微妙な材質の差も表現可能に！
- フラットパネル検出器のシンチレータを変更し、軟X線領域の感度特性を改善。



SHIMADZU

特長② High Contrast

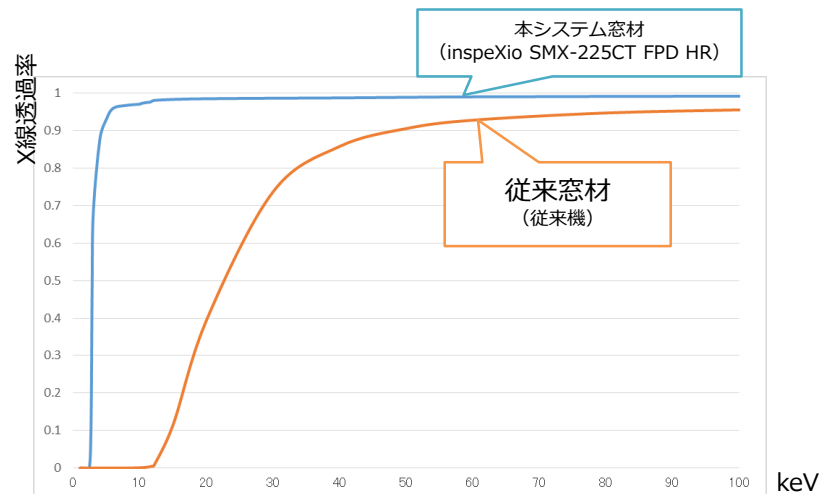
- 自社製マイクロフォーカスX線発生装置MTT-225を改良。
- 発生器窓材を変更し、軟X線領域のX線透過率を改善。
- 焦点と放射窓の距離を短縮・・・高倍率対応、広範囲照射野を実現



SHIMADZU

特長② High Contrast

- 自社製マイクロフォーカスX線発生装置MTT-225を改良。
- 発生器窓材を変更し、軟X線領域のX線透過率を改善。





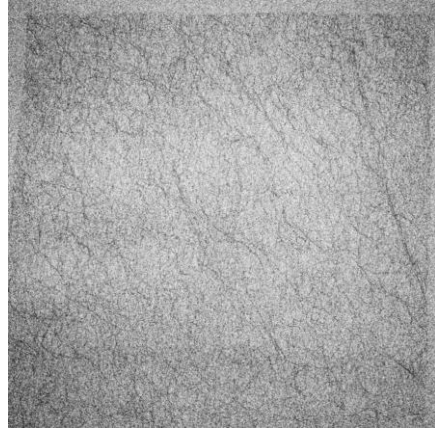
特長② High Contrast

- X線源とフラットパネル検出器の両面で軟X線領域の感度を大幅に改善した結果、従来装置と比較して軟素材の検査能力が飛躍的に向上

不織布の撮影例（透視）



inspeXio SMX-225CT FPD

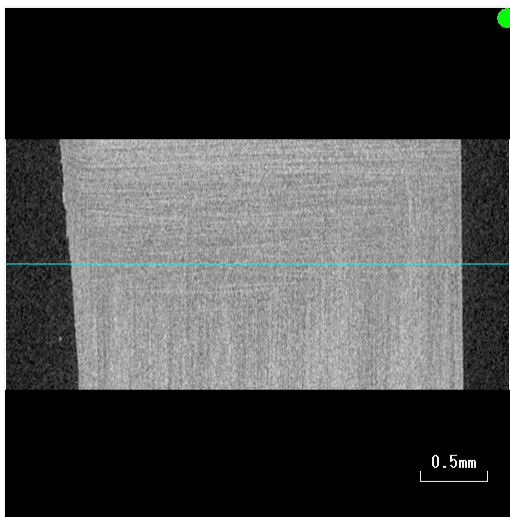


inspeXio SMX-225CT FPD HR

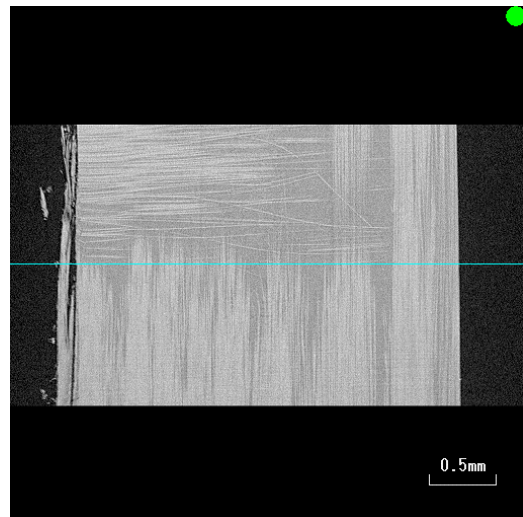


特長② High Contrast

CFRTPの撮影例（CT）

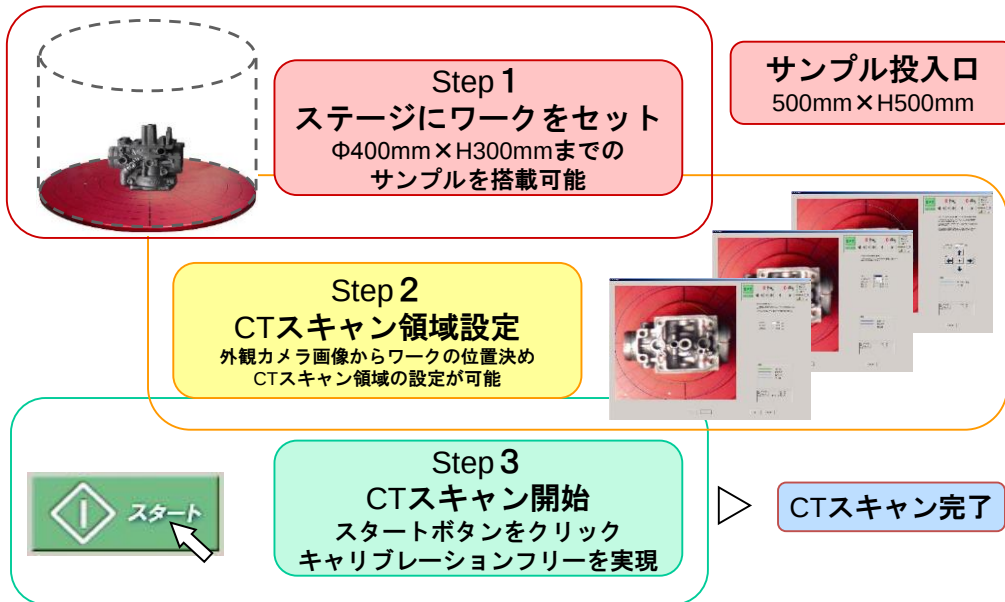


inspeXio SMX-225CT FPD



inspeXio SMX-225CT FPD HR

特長③ Easy and Fast CT Scan



27

特長③ Easy and Fast CT Scan

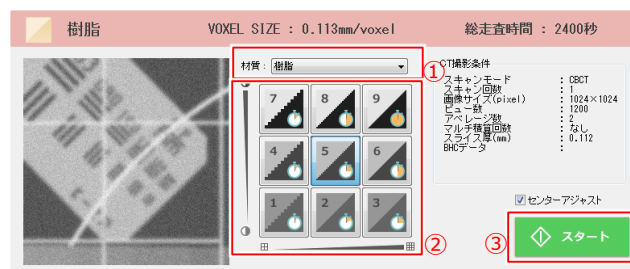
- ワークの材質、解像度とコントラストの選択の
わずか3ステップで条件設定。 ワーク素材：軽金属／樹脂／混合物

16step → **3step!**

現行の条件設定画面



「おまかせCT」画面



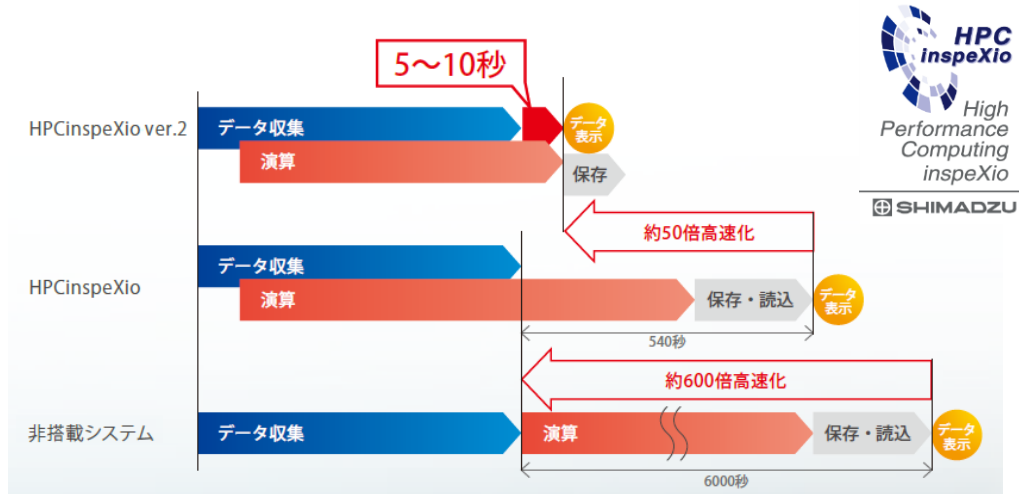
28



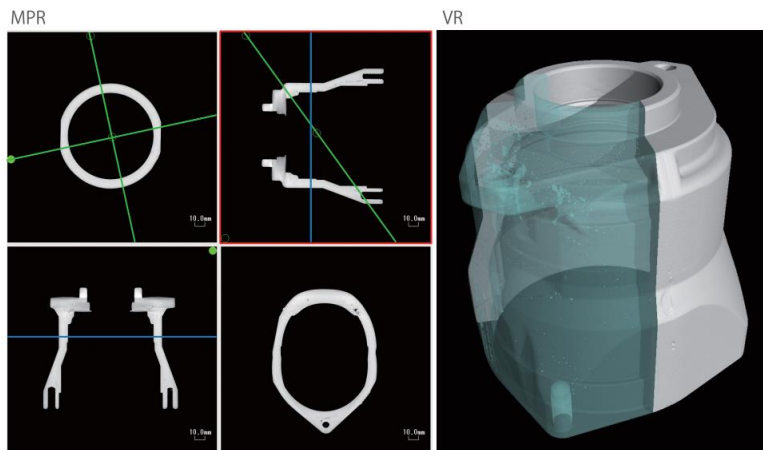
特長③ Easy and Fast CT Scan

- 超高速演算処理システムHPCinspeXioを更に高速化（Ver.2）
- CT画像サイズ1024×1024で5～10秒MPR表示を実現

※「取込みモード：はやい」場合、CT画像解像度1024画素設定にて



X線CTのデータ表示



MPR表示 (任意断面表示)

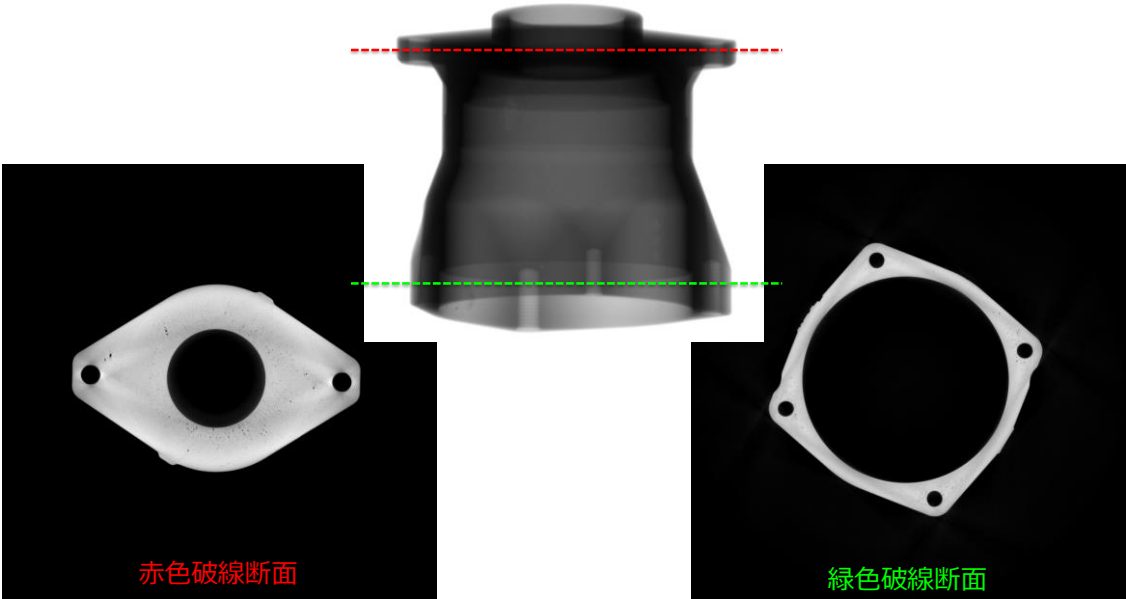
Multi Planar Reconstruction の略。
複数枚の断面画像を仮想空間上に積み上げて、断面画像／互いに直交する縦断面画像／縦断面画像に直交する任意断面画像を四つ並べて表示します。

VR表示

Volume Rendering の略。
複数枚の断面画像を仮想空間上に積み上げて、立体的に表示します。

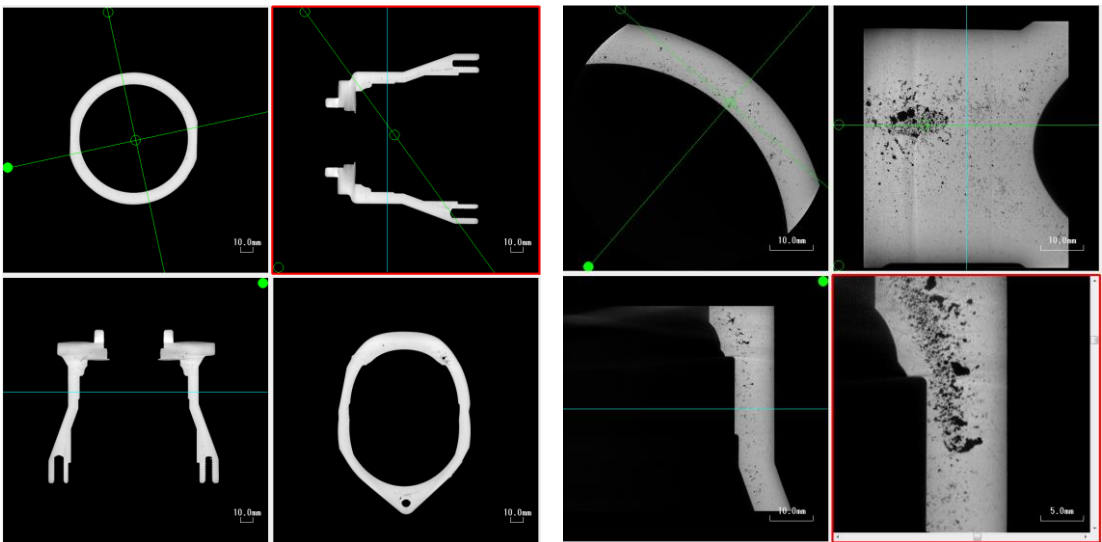
SHIMADZU 撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

アルミダイカスト①



SHIMADZU 撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

アルミダイカスト①

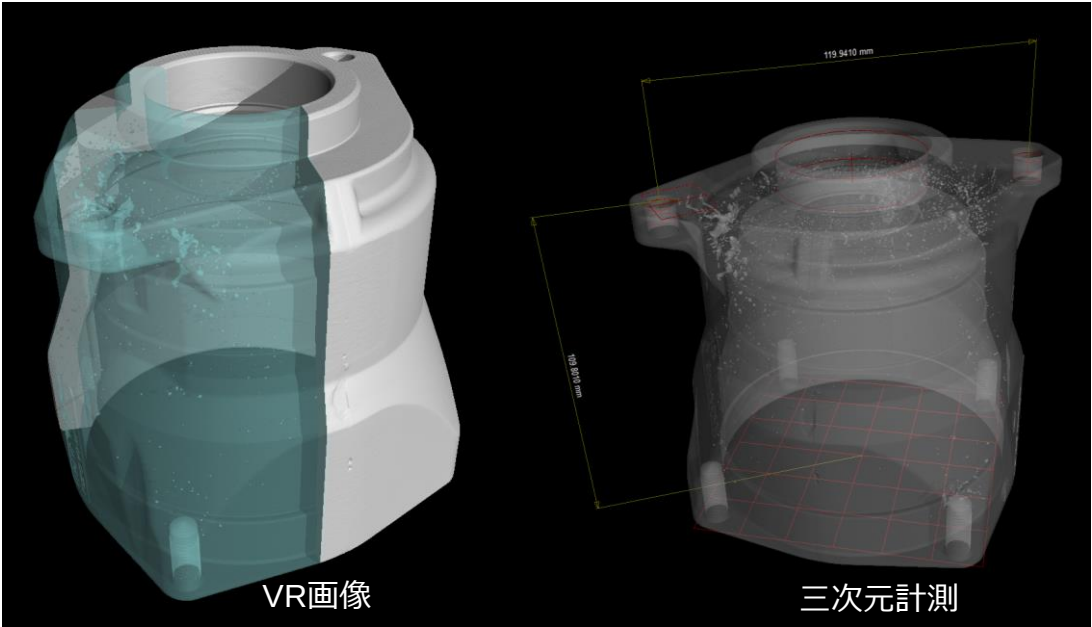


MPR画像

MPR画像（拡大撮影）

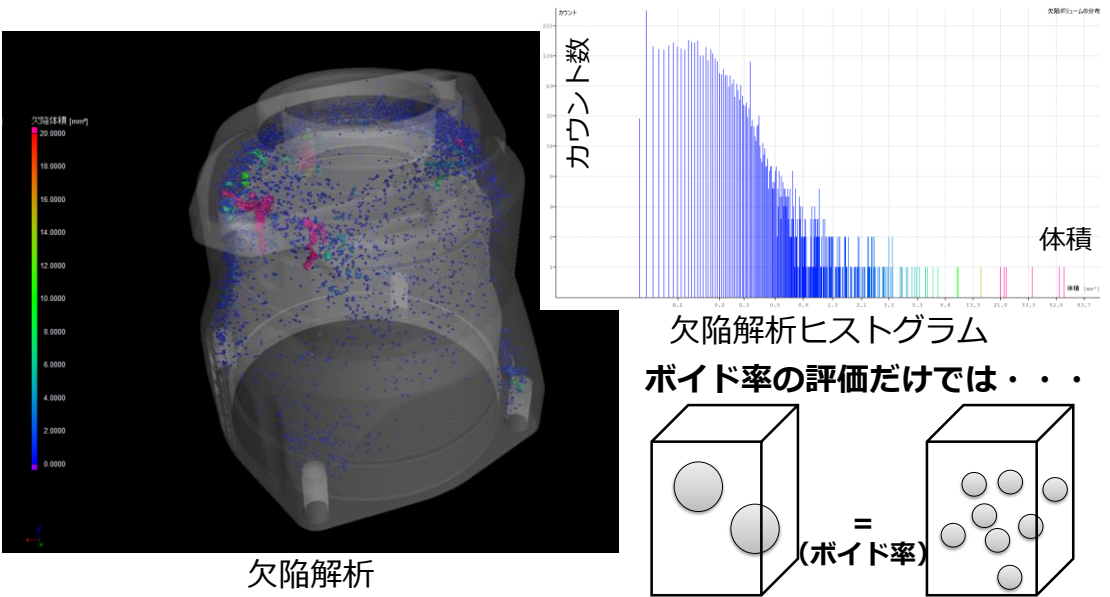
SHIMADZU 撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

アルミダイカスト①



SHIMADZU 撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

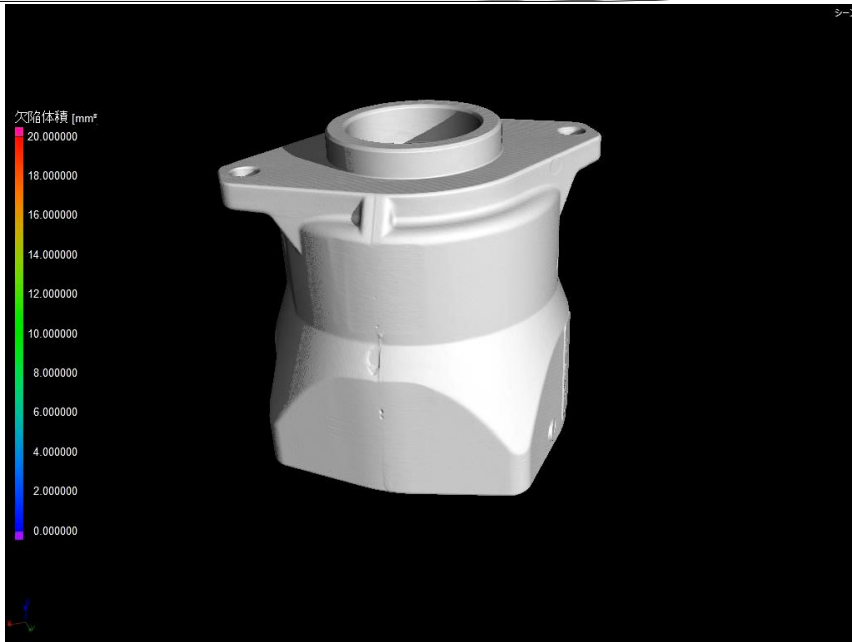
アルミダイカスト①



SHIMADZU

撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

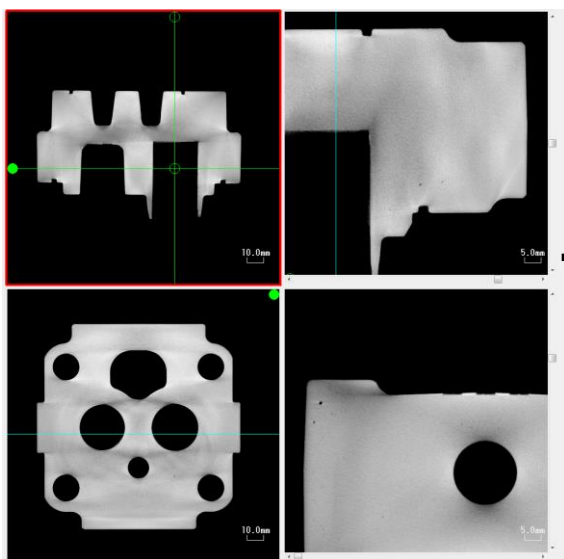
アルミダイカスト①



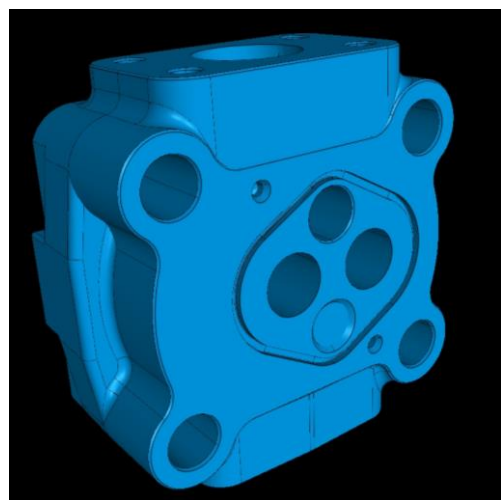
SHIMADZU

撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

アルミダイカスト②

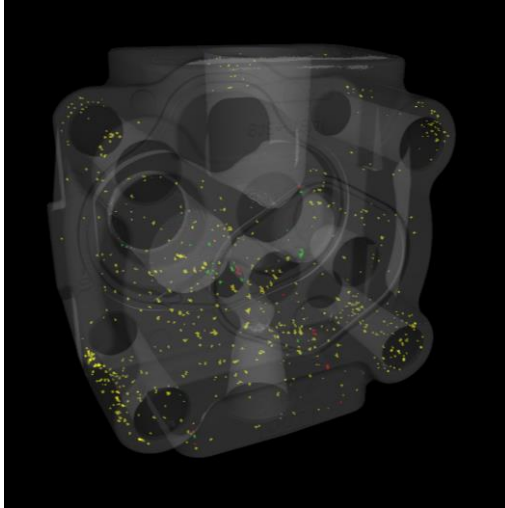


MPR画像

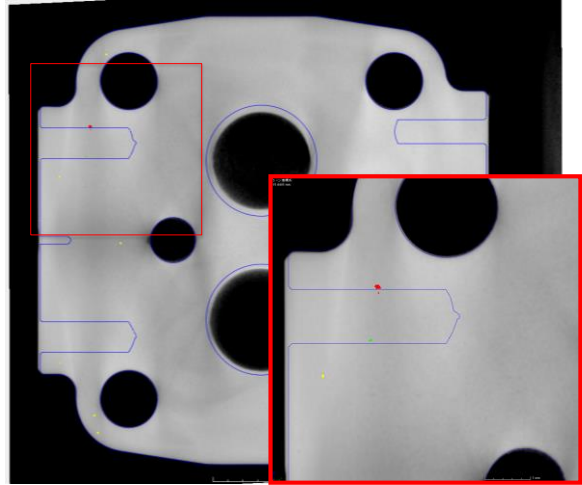
3DCAD
(加工後のサーフェス)

アルミダイカスト②

切削加工前のアルミダイカストを撮影し、加工後のサーフェス（CADデータ）を指定することで、欠陥が加工の際に、内部に残るものか、表面に露出するものなのか、加工によって取り除かれるものなのかを判別することが可能です。



欠陥解析



- 除去されるポイド
 - 内部ポイド
 - 加工面に露出するポイド
- 青色ライン：加工後のCADデータ

X線CTによる繊維配向解析

繊維強化樹脂の射出成形



樹脂流動の影響を受けては配向状態が異なってくる



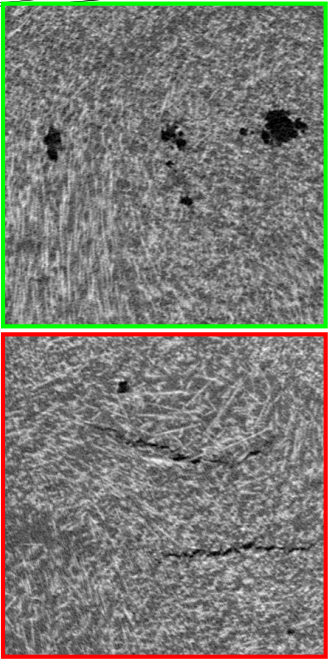
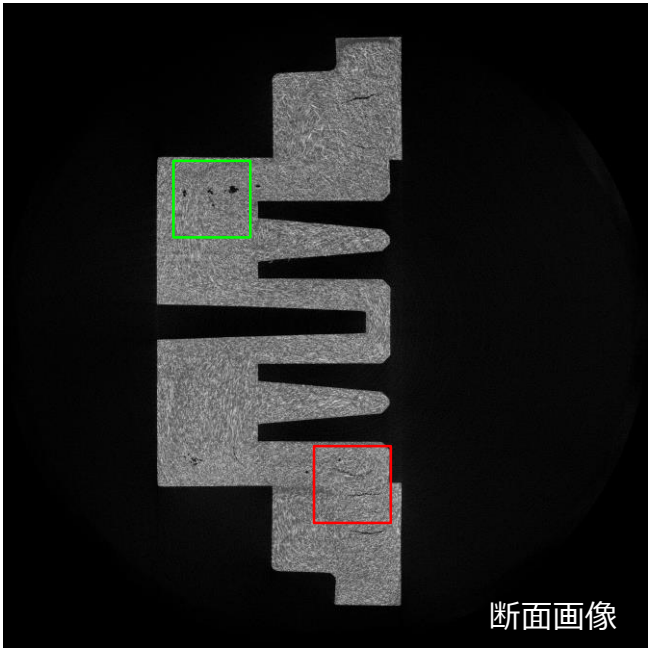
配向分布により剛性や収縮が変化



製品の反り、寸法精度、強度不足等に影響を及ぼす

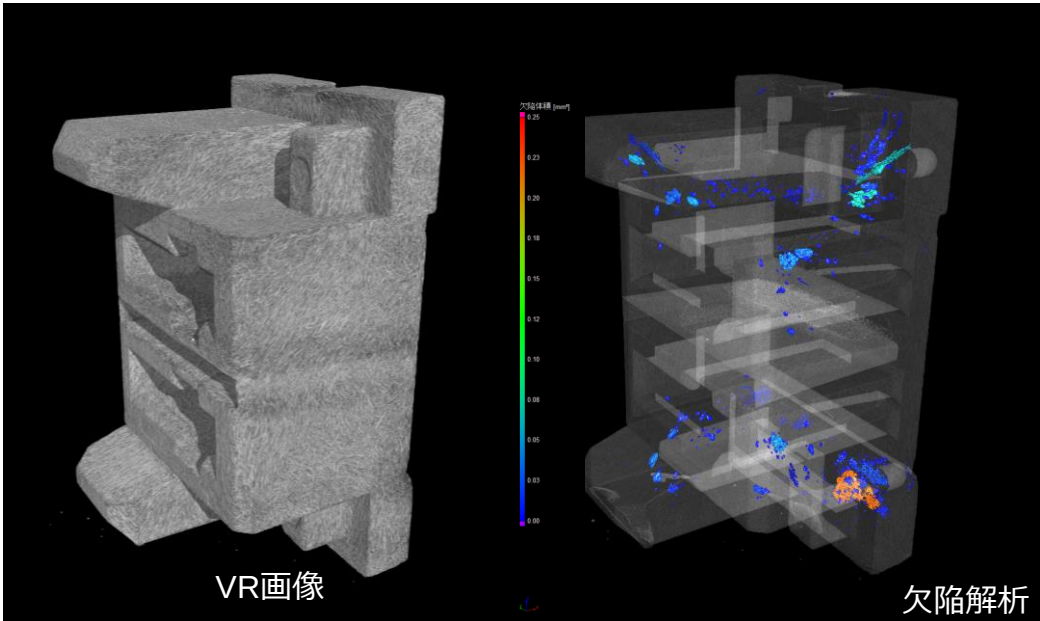
SHIMADZU 撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

GFRP



SHIMADZU 撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

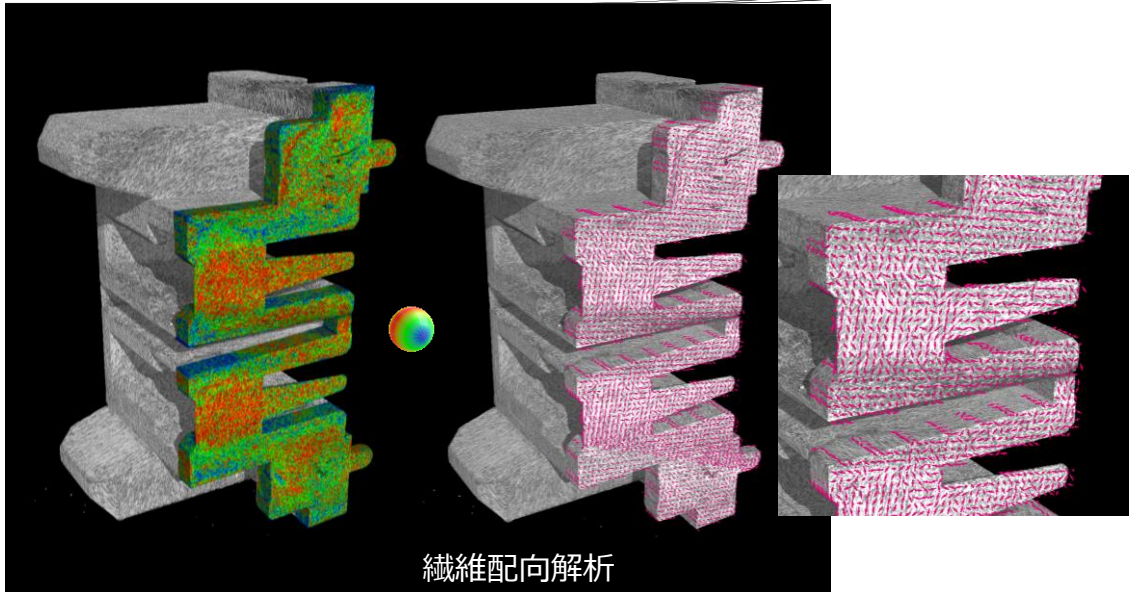
GFRP



SHIMADZU

撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

GFRP

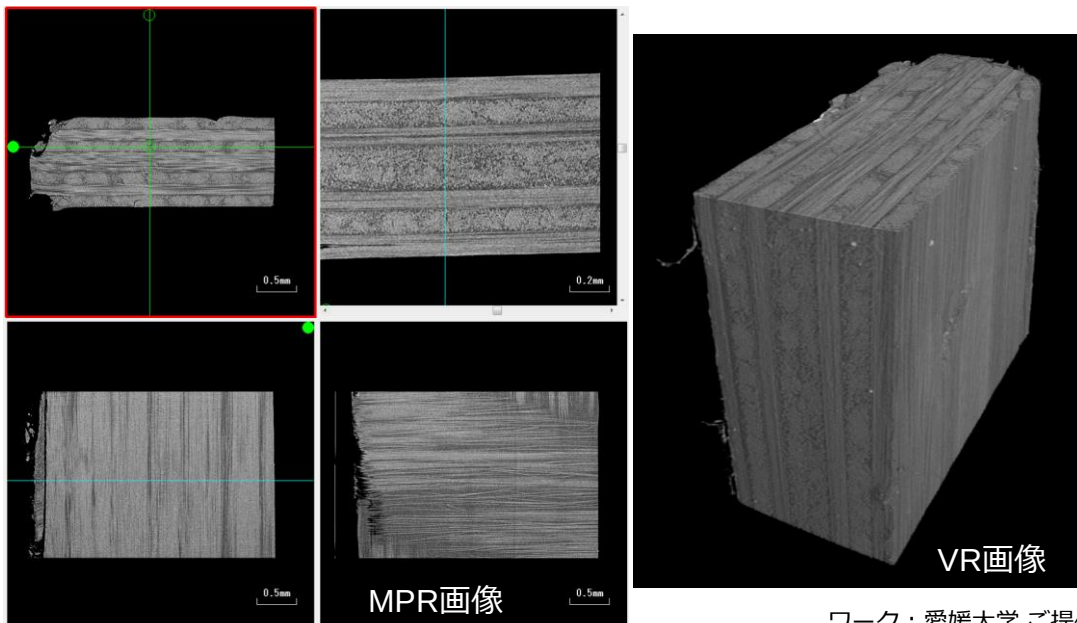


繊維配向解析ではフィラーの配向角度に応じてカラーマップで表示が可能です。
また、配向に対してニードル表示が可能です。

SHIMADZU

撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

CFRTP（連続繊維強化熱可塑CFRP積層板）

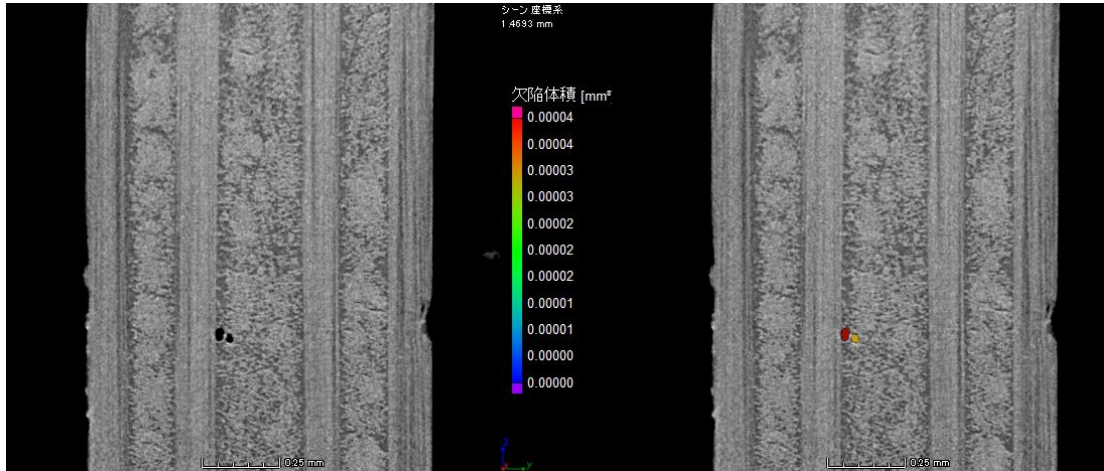


ワーク：愛媛大学 ご提供

SHIMADZU

撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

CFRTP（連続繊維強化熱可塑CFRP積層板）



断面画像

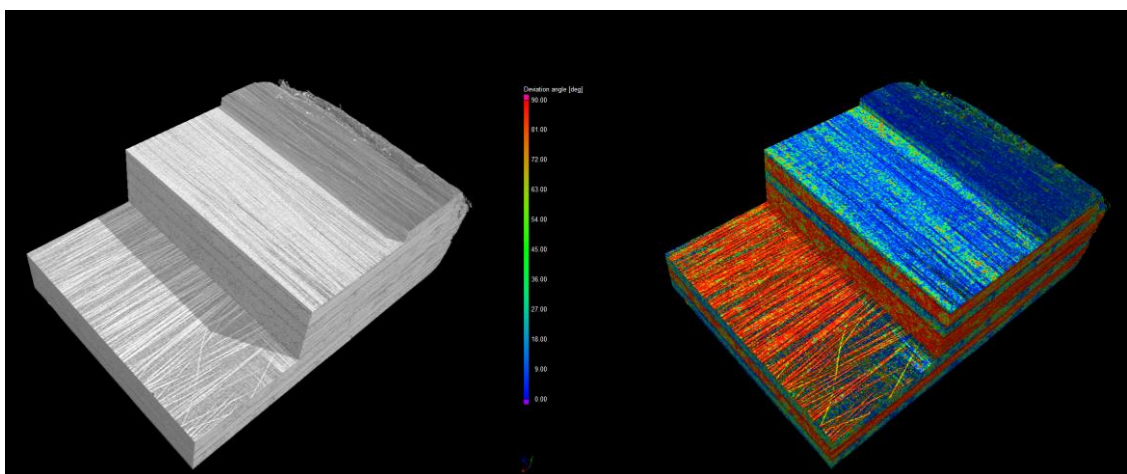
欠陥解析

ワーク：愛媛大学 ご提供

SHIMADZU

撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

CFRTP（連続繊維強化熱可塑CFRP積層板）



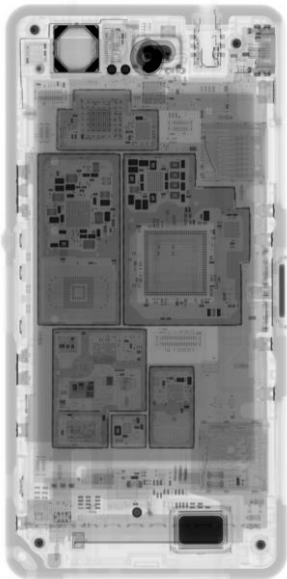
VR画像

繊維配向解析

ワーク：愛媛大学 ご提供



スマートフォン

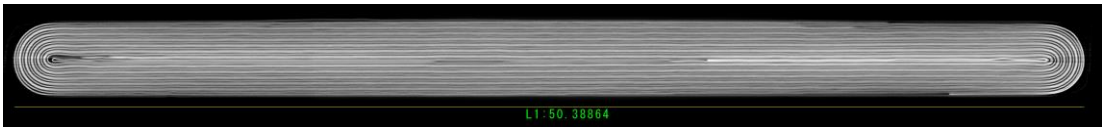


CR画像

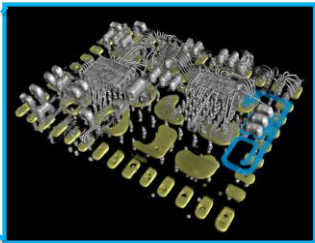
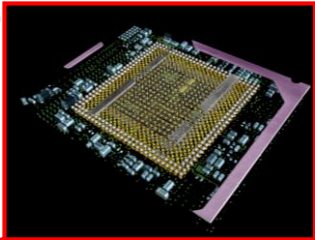
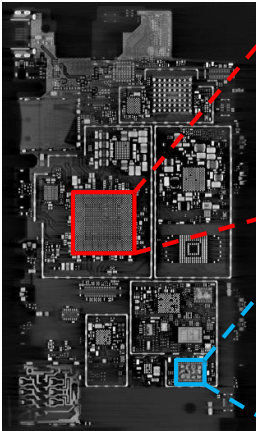
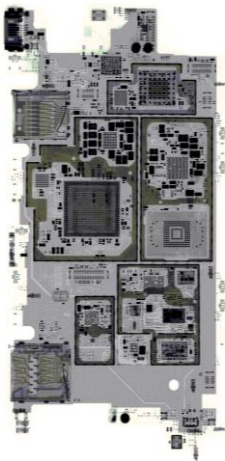


撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

スマートフォン（バッテリー&基板）



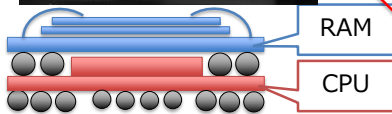
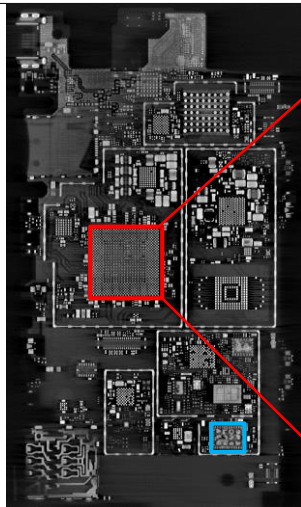
バッテリー断面画像



SHIMADZU

撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

2014モデルスマートフォン：RAM+CPU



POP実装 (Package on Package)

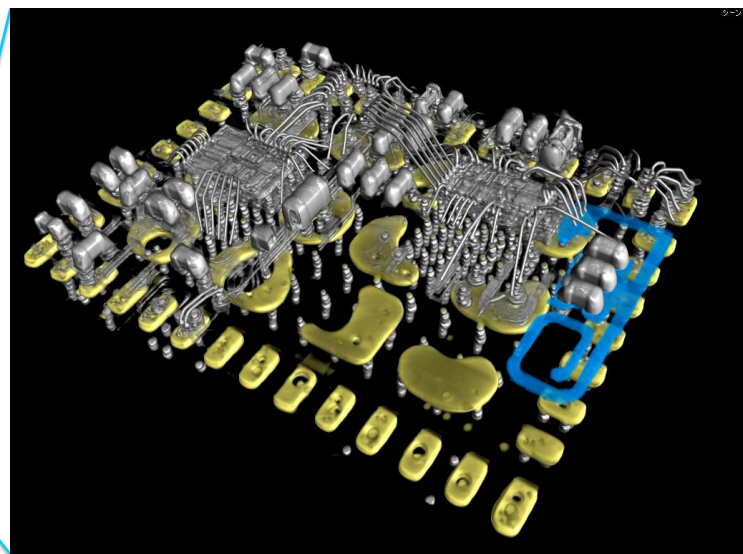
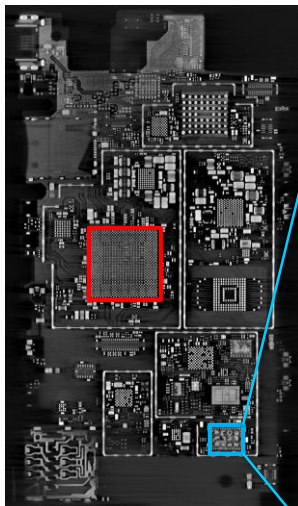


基板裏面からスライス

SHIMADZU

撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

2014モデルスマートフォン：RAM+CPU

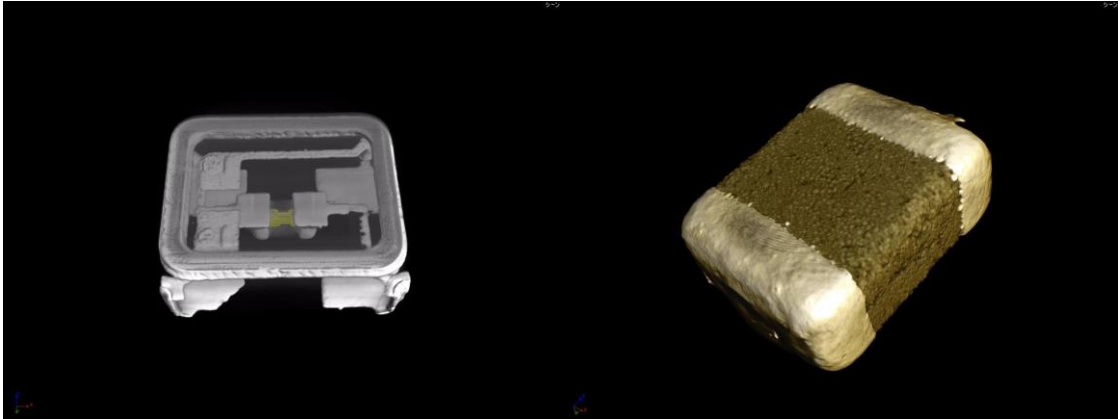




撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

2014モデルスマートフォン：チップ部品

基板から取り外して拡大撮像



水晶振動子

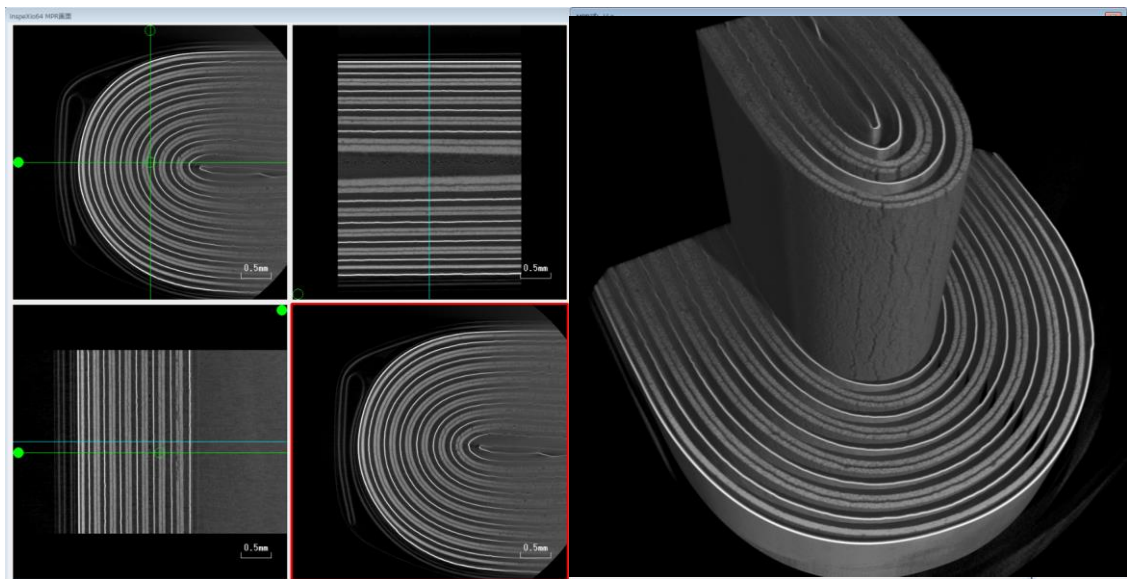
チップインダクタ
(2520サイズ)

この他にマイクロフォン、スピーカ等の検査にもX線装置が使われています。



撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

SmartPhone LIB MPR



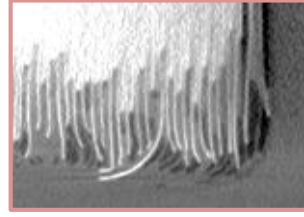
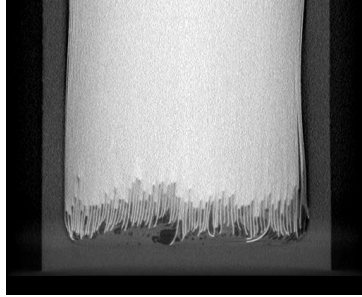
SHIMADZU

撮影装置 inspeXio SMX-225CT FPD HR

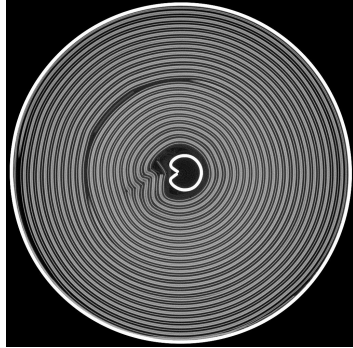
リチウムイオン二次電池



車載用大型電池

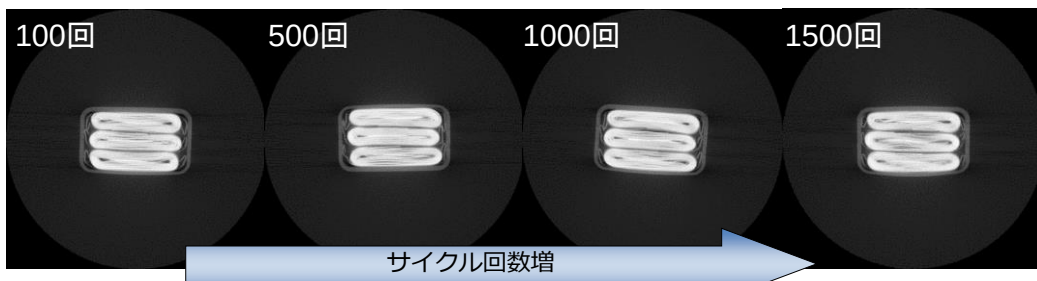


18650型LIB



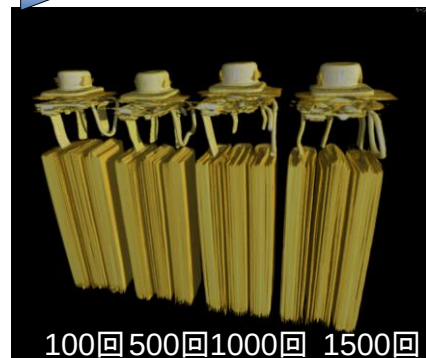
SHIMADZU

リチウムイオン電池のサイクル試験



充放電サイクル100～1500回の
小容量リチウムイオン電池のX線CT撮影画像

★内部で発生した不活性ガスにより膨張



100回 500回 1000回 1500回

SHIMADZU

その他 バイオミメティクス

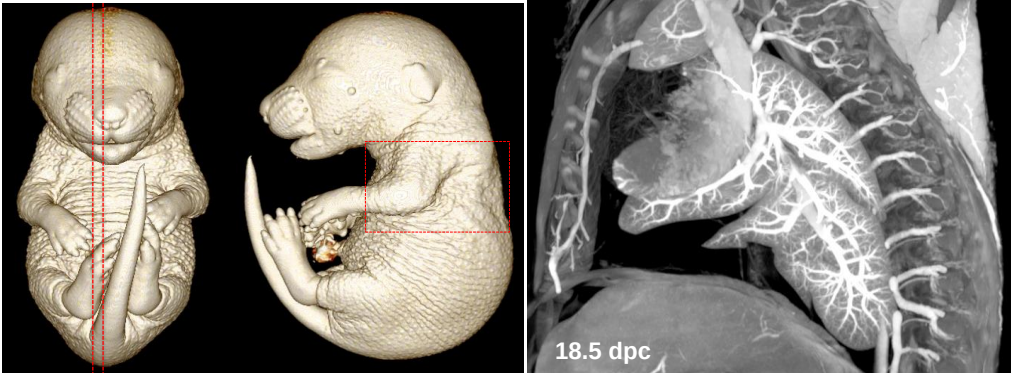


54

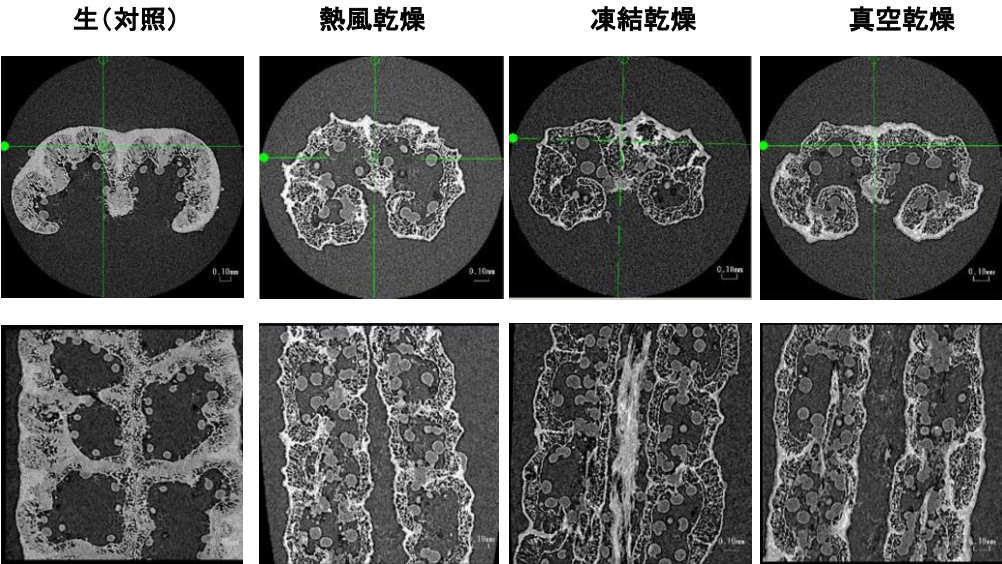
SHIMADZU

マウス胎仔μ-CTイメージング

Sagittal slice of thorax



CT撮影の前処理を活用した事例
ローズマリー葉の乾燥状態の比較



[S&B エスビー食品株式会社ホーム > 企業情報 > エスビー食品の取組み > 研究開発 > 香りを科学する](http://www.sbfoods.co.jp/company/corp/rd/rd201309_01.html)

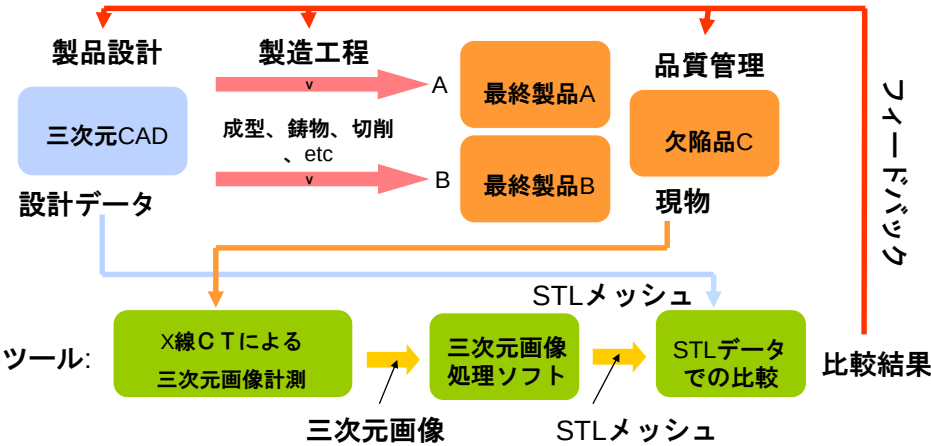
http://www.sbfoods.co.jp/company/corp/rd/rd201309_01.html

56



製品検証の流れでのX線CTの活用

試料の表、裏、内部構造を含む完全な三次元データが一度のオペレーションで簡単に取得できることがX線CTの最大の特徴です。この特長を生かして、現物を計測し設計製造工程にフィードバックしようとする試みが始まっています。



57

SHIMADZU

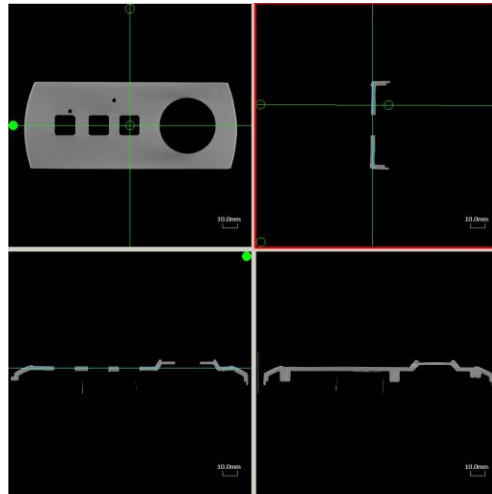
225CT

リバーエンジニアリング

リバーエンジニアリングソフトウェアPoint Masterによる解析例

試験装置用操作BOX
樹脂製カバー

CT スキャン



58

SHIMADZU

225CT

リバーエンジニアリング

ボリューム
レンダリング

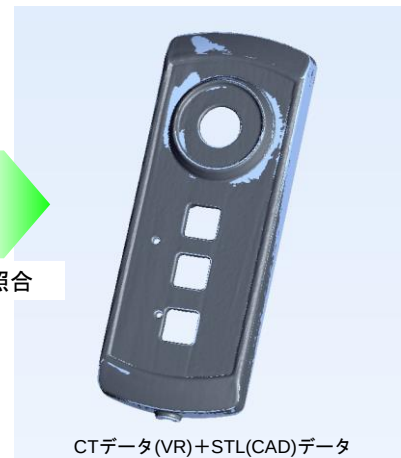
CTデータ (VR)



STL(CAD)データ



位置照合



CTデータ (VR)+STL(CAD)データ

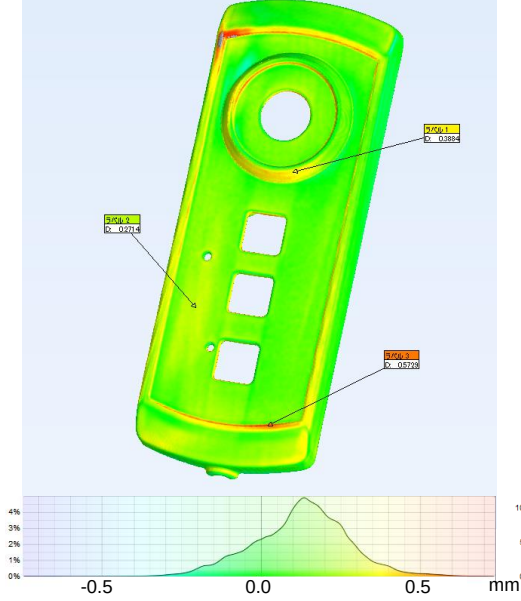
59

SHIMADZU

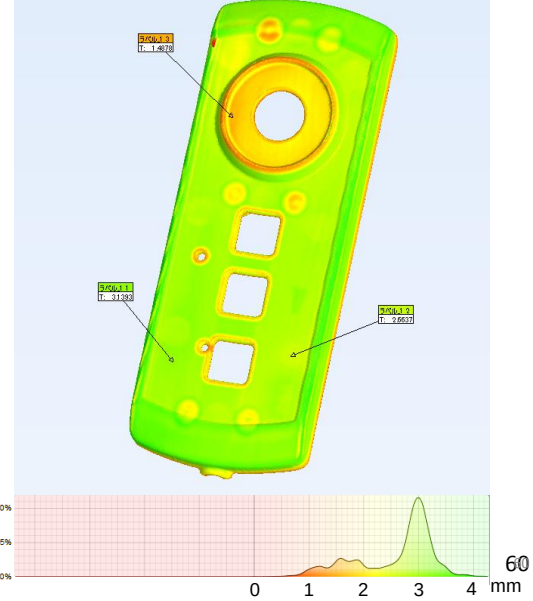
225CT

リバーエンジニアリング

CTデータ／STL(CAD)データ形状比較結果

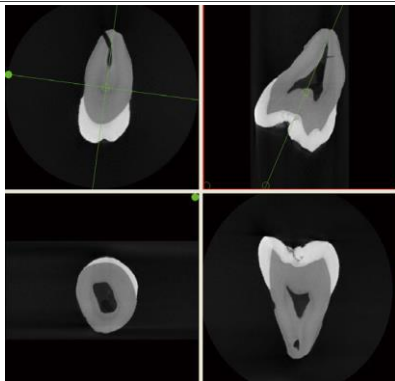


CTデータ肉厚計測結果



SHIMADZU

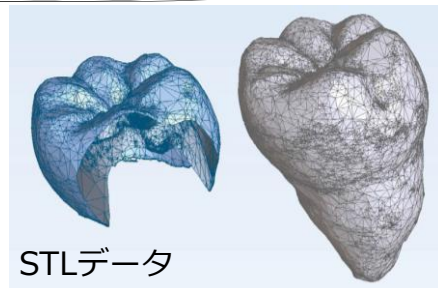
歯の 3Dプリンタ出力



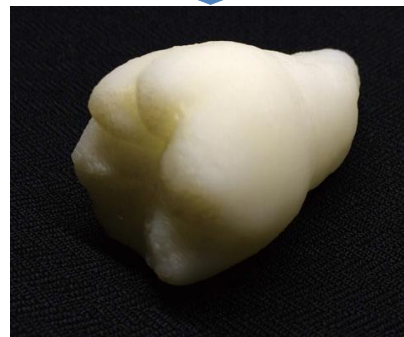
CTデータ



変換



STLデータ



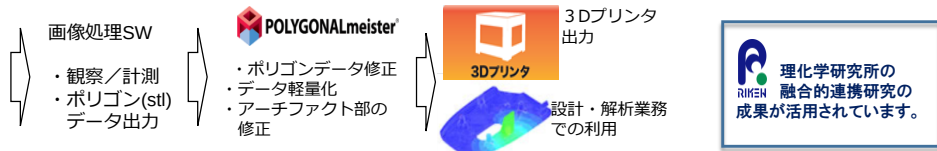
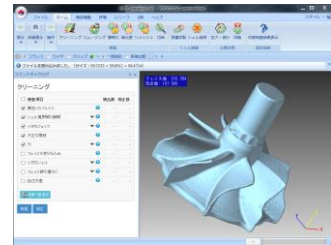
3Dプリンタ出力



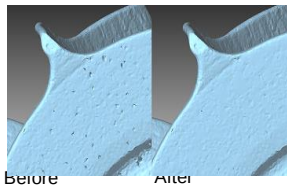
日本ユニシス・エクセリューションズ株式会社

ポリゴンデータ編集ソフトウェア

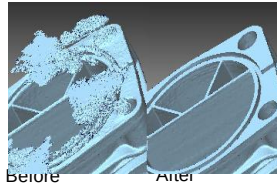
POLYGONALmeister（ポリゴナルマイスター）は、ノイズ、アーチファクトなど計測物の表面のポリゴンデータが持つさまざまな問題の解決や、データ軽量化を行うポリゴン編集処理ソフトウェアです。設計／解析／3Dプリントなどで計測データを利用する際に有効です。



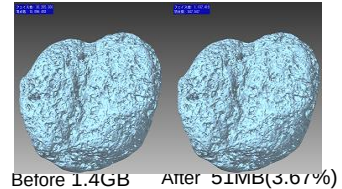
◆凹みなどを修復



◆必要な部分の切り出し



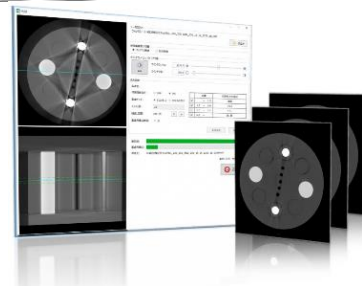
◆多孔質材を許容誤差以内で簡略化



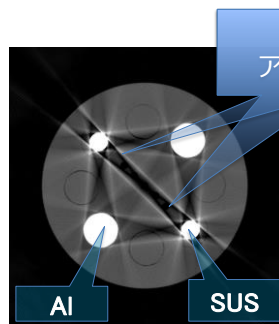
金属アーチファクト低減ソフトウェア 10月発売

金属と樹脂などのように、X線吸収率の異なる材質からなる複合部品をCT撮影した際に顕著に発生する金属アーチファクトが観察の妨げになっています。

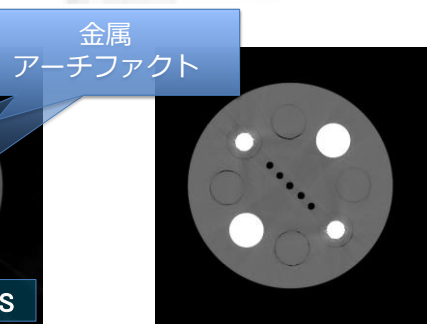
本ソフトウェアは新たな画像再構成手法で画像再構成をすることで、発生する金属アーチファクトを低減できるソフトウェアです。



測定物



オリジナル画像



処理画像

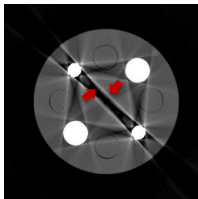
金属アーチファクトとは

- CTにおける「アーチファクト」
再構成画像中に現れる本来は存在しない偽構造、偽像
- 「金属アーチファクト」
撮影ワークに含まれる金属の存在によって発生するアーチファクト

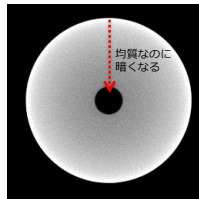
金属アーチファクトの見え方

- ストリーク
- ダークストリーク
- カッピング

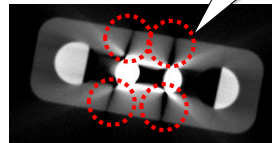
ストリーク
ダークストリーク



カッピング



形状由来の
ダークストリーク

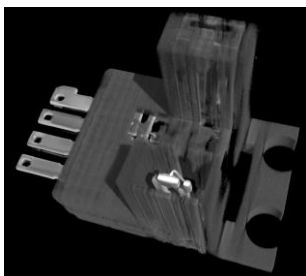


含まれている金属が平面形状を持つと強いダークストリークが発生する。

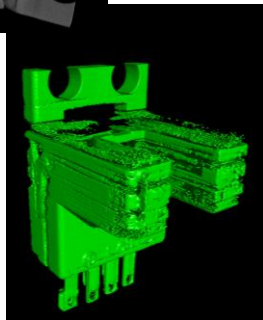
64 / 8

フォトセンサ

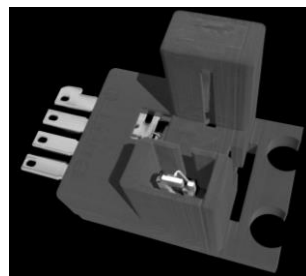
オリジナル画像(VR)



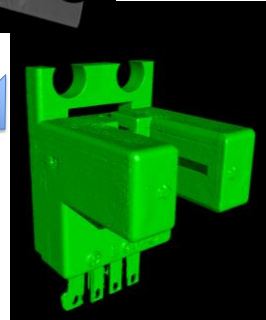
STLデータ
へ変換



処理画像(VR)



STLデータ
へ変換





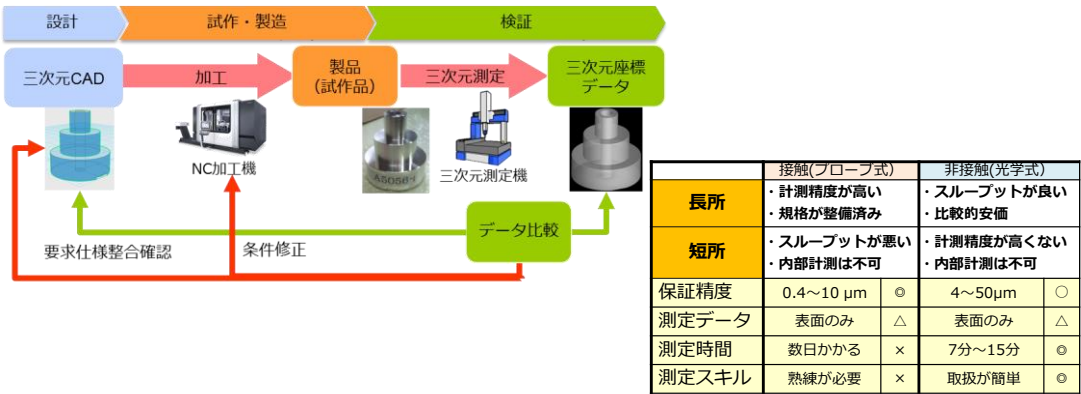
5.計測用X線CTシステム XDimensus300

○X線CT装置を使った三次元座標測定

三次元形状の設計・加工技術の発達により、三次元座標計測を行うことの要求が高まってきています。

接触式三次元座標測定機に代表される測定機では、プローブあるいはレーザーが入らない、または入りにくい部分の測定ができない。

→X線CTなら、内部の形状を一度に抽出することができる。



5.計測用X線CTシステム XDimensus300

○計測（機器）に対するユーザーの要求

①装置性能の向上

- ・高い計測精度・正確さ
- ・繰り返し測定の再現性の高さ
- ・環境安定性（温度安定性）

②計測値の正しさを証明するシステム

- ・規格の整備
- ・校正・検定システムの確立
- ・標準の供給

○X線CT装置を運用する上での課題

②が確立されていない。

→装置性能の比較、計測値の正しさの証明は全て装置メーカーあるいはユーザーに委ねられている。

SHIMADZU

5.計測用X線CTシステム XDimensus300

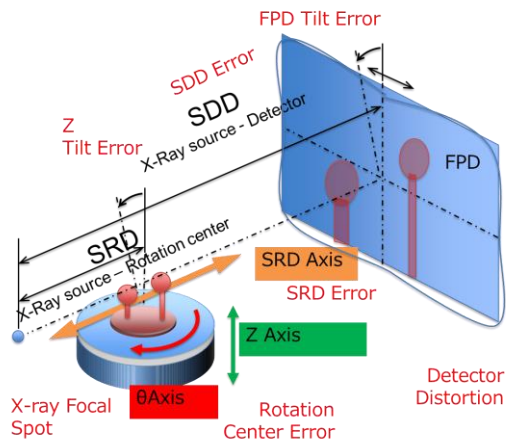
○従来装置の課題①

CTステージに高い精度が求められること以外に、検出器の個体差や、稼動部の移動精度に由来するCT画像歪の個体差は避けられません。この個体差を吸収して安定した精度を達する仕組みが必要です。

○従来装置の課題②

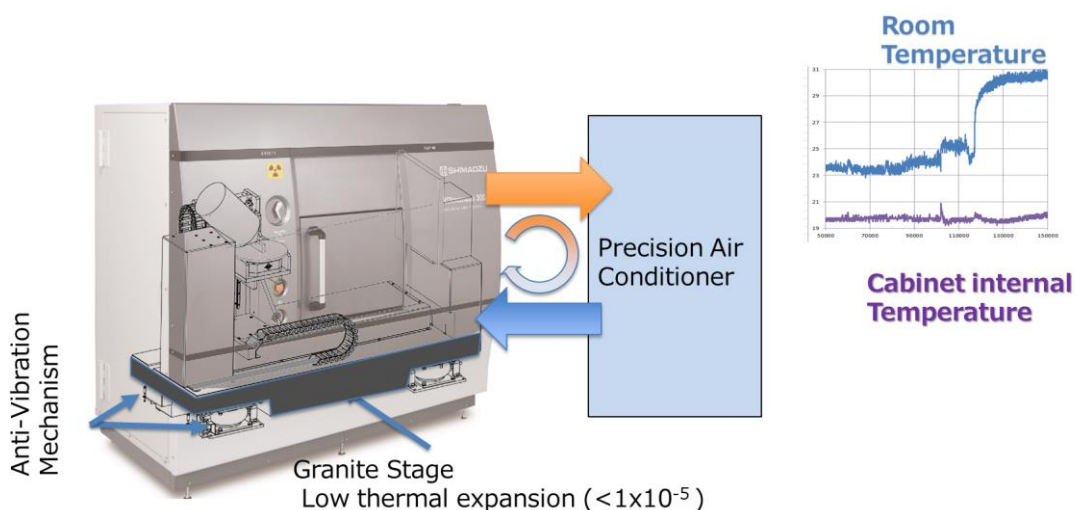
CTステージに高い精度が求められること以外に、検出器の個体差や、稼動部の移動精度に由来するCT画像歪の個体差は避けられません。この個体差を吸収して安定した精度を達する仕組みが必要です。

$$\text{Magnification} = \text{SDD} / \text{SRD}$$



SHIMADZU

5.計測用X線CTシステム XDimensus300





6.CT導入実例紹介

導入部門	用途例
品質保証部門	・ 製造クレーム、出荷製品クレーム対応 - 搭載している電子部品の確認 - 圧漏れ箇所の内部確認 - 異音発生箇所の内部確認 - 発火事故品の検証
研究開発部門	・ 材料評価 ・ 構造評価 ・ 安全性検証 ・ 材料選定 - 鉛フリーはんだ採用による製造条件変更 ・ 複合材の製造方法検証 - 樹脂成型品内部にインサートされた金属の三次元位置検証 - 樹脂中の空洞検出 - 強化ガラス繊維の流れ方向解析 「高速高温射出成型機」の条件調整



6.CT導入実例紹介

導入部門	用途例
製造検証部門	・ 製造装置の調整 - 射出成型機 ・ 全数検査 - エアバック部品、ABSブレーキ部品 - 接合銀口ウ付け部 - 触媒フィルター構造検査とコート材の塗布量計測 ・ 鉛フリーはんだ接合部の観察 ・ MIM製品
試験部門	・ 耐久試験評価 - 熱サイクル100毎にCT撮影 ・ DVT法（Design verification testing）からHALT法（Highly accelerated life test）へ
資材/調達部門	・ 購入部品の製品検証 ・ メーカー選定作業



6.CT導入実例紹介

導入部門	用途例
知財管理部門	・特許侵害検証 ・裁判資料作成
官庁大学	・都道府県立工業技術センター 中小企業技術支援 ・天然ガス開発（メタハイドレード） ・NEDO新エネルギー開発機構 ・レーザー溶接現象研究 ・基礎工学研究 ・骨粗しょう症研究 ・ガン研究 ・ハイドロキシアパタイト構造研究 ・ポーラス材料構造研究
最近の導入事例	・リチウム電池 ・加圧ポンプ(ダイカスト) ・ヒートポンプ(銀口ウ付け) ・エンジン燃料噴射バルブ(微細加工形状)



CT導入実例紹介①

導入部門	用途例
品質保証部	・製造クレーム、出荷製品クレーム対応 - 搭載している電子部品の確認 - 圧漏れ箇所の内部確認 - 異音発生箇所の内部確認 - 発火事故品の検証
研究開発	・材料評価 ・構造評価 ・安全性検証 ・材料選定 - 鉛フリーはんだ採用による製造条件変更 ・複合材の製造方法検証 - 樹脂成型品内部にインサートされた金属の三次元位置検証 - 樹脂中の空洞検出 - 強化ガラス繊維の流れ方向解析 「高速高温射出成型機の条件調整」



CT導入実例紹介②

導入部門	用途例
製造検証	・ 製造装置の調整 - 射出成型機 ・ 全数検査 - エアバック部品、ABSブレーキ部品 - 接合銀ロウ付け部 - 触媒フィルター構造検査とコート材の塗布量計測 ・ 鉛フリーはんだ接合部の観察 ・ MIM製品
試験部	・ 耐久試験評価 - 熱サイクル100毎にCT撮影 ・ DVT法（Design verification testing）からHALT法（Highly accelerated life test）へ
資材/調達部	・ 購入部品の製品検証 ・ メーカー選定作業



CT導入実例紹介③

導入部門	用途例
特許知的財産	・ 特許侵害検証 ・ 裁判資料作成
官庁関係	・ 都道府県立工業技術センター 中小企業技術支援 ・ 天然ガス開発（メタハイドレード） ・ NEDO新エネルギー開発機構 ・ レーザー溶接現象研究 ・ 基礎工学研究 ・ 骨粗しょう症研究 ・ ガン研究 ・ ハイドロキシアパタイト構造研究 ・ ポーラス材料構造研究
最近の導入事例	・ リチウム電池 ・ 加圧ポンプ(ダイカスト) ・ ヒートポンプ(銀ロウ付け) ・ エンジン燃料噴射バルブ(微細加工形状)



関連法律、規制

分類	
関連法令	労働安全衛生法 電離放射線障害防止規則 ・ 所轄の労働基準監督署長へ設置届出が必要 ・ 人が容易に入れない防護ボックス式では、エックス線作業主任者の免許は不要。3ヶ月間に1.3mSv以下であること ・ 作業者は、特別の教育 4.5 h r 必要
J I S	T 0330-1 : 2012 生体活性バイオセラミックス 多孔質バイオセラミックスの気孔構造の分析方法 JISG0581 鋳鋼品の放射線透過試験方法 JISB7442 C T用語 まもなく発行 D R (デジタルラジオグラフィー) 法の評価ファーム
I S O 審議中	①計測 C T ②マイクロフォーカス焦点寸法の計測方法 ③バイオミメティクス



CT用語 JISB7442 2015年10月 1 日対応開始

旧用語	JIS対応時の用語	備考
SOD (Source to Object Distance)	SRD (Source to Rotation centre Distance)	
SID (Source to Image Distance)	SDD (Source to Ditector Distance)	
輝度レベル	ウィンドウレベル	表示画像の明るさ調整値。医療用のX線装置では一般的な用語。
表示レンジ	ウィンドウ値	表示画像のコントラスト調整値。医療用のX線装置では一般的な用語。
X線管球	X線管	管球本体 (tube)を表す時。
X線管球	X線発生装置	トランスや制御器などシステムを表す時
スキャン	走査	ステージを移動させながら投影データを収集する動作を表す時。
スキャン	撮影	走査した画像を再構成し断層画像を作成する時。



人々の安心を支え続けて

島津製作所 分析計測事業部
NDIビジネスユニット 夏原

<http://www.shimadzu.co.jp/ndi/>



78