

位相コントラストX線CTシステム

Phase-Contrast X-Ray CT System

Xctal 5000

エックスシータル



X線観察は新たなフェーズへ ——

Xctal™ 5000

Xctal 5000は、X線の位相変化を画像化する新しいX線CTシステムです。

従来のX線CTシステムで検出していたX線の吸収情報に加え、X線の散乱と屈折情報を検出でき、

広視野での微細構造群の観察や、吸収差がないワークの高コントラスト観察を実現しました。

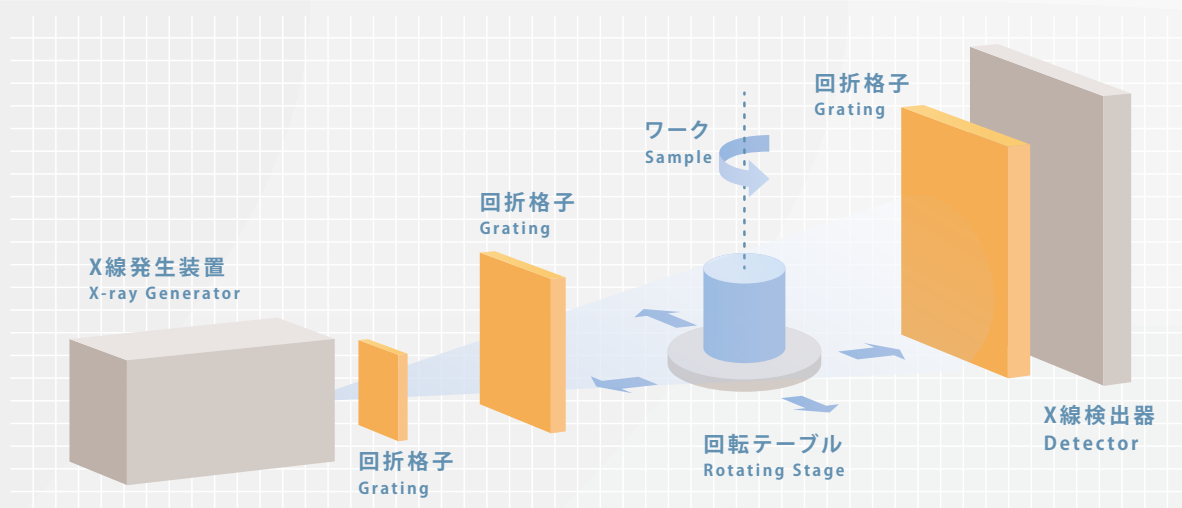
研究の進む繊維強化樹脂や複合材料、生体材料などの研究・開発に対応します。



一度の撮影で

吸収像、散乱像、屈折像の3種類の画像が取得できます。

回折格子によるX線の干渉を利用することで、位相変化を検出できる新しい撮影方式を採用しています。



X線透視画像 (吸収)

吸収像

「吸収像」は、従来のX線装置でも検出していたX線の吸収差を可視化した画像です。ワーク内部の詳細な形状の観察が可能です。



X線透視画像 (散乱)

新技術

散乱像

「広視野×微細構造」観察の両立

「散乱像」は、微細構造群による散乱を可視化した画像です。最大100 mmの視野サイズでも微細なクラックの検出が可能です。また、「繊維配向解析機能」を搭載し、広視野で繊維の流れの観察が可能です。



X線透視画像 (屈折)

新技術

屈折像

吸収と屈折の二刀流

「屈折像」は、密度差を可視化した画像です。材質の異なる樹脂製品等、吸収差がないワークでも高コントラストでの観察が可能です。

「広視野×微細構造」観察の両立



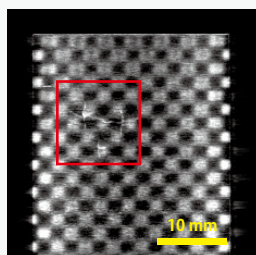
微細構造群の観察

広視野で撮影した「散乱像」から、ワーク全体における繊維束の流れや、クラックなどの微細構造群の有無や位置に見当を付けることができます。

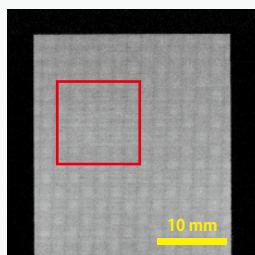
拡大撮影した「吸収像」から、微細構造群の詳細な形状が観察できます。

これにより、微細構造群を観察する場合に、狭い視野で複数回撮影する必要がありません。

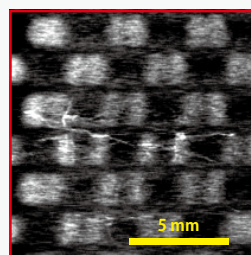
例：クラックのあるCFRPクロス材の断面画像



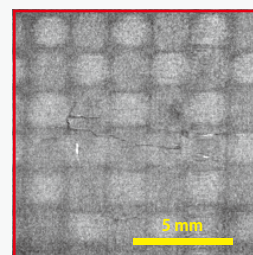
断面画像（散乱）①



断面画像（吸収）①



断面画像（散乱）②

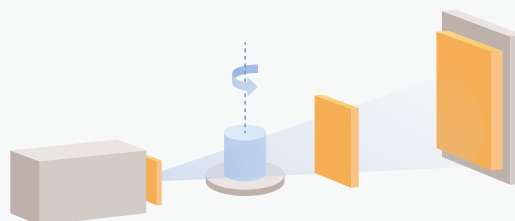
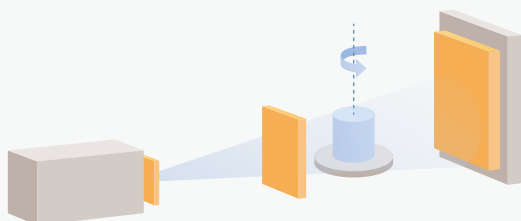


断面画像（吸収）②

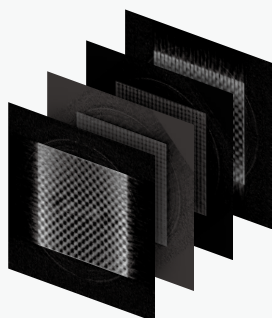
撮影方法：広視野撮影



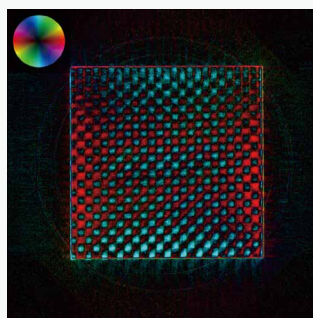
撮影方法：拡大撮影



繊維配向の観察



CFRP:クロス材 断面画像（散乱）



繊維配向カラーマップ (CT)

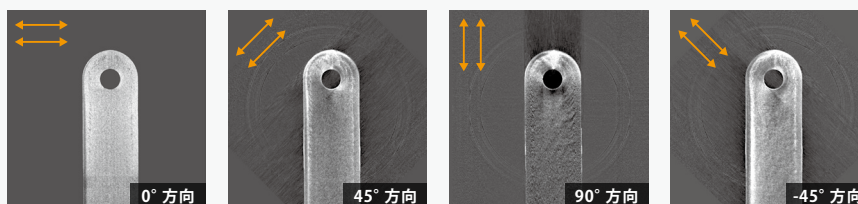
撮影した複数枚の散乱像から繊維束の流れを配向角度に合わせてカラー表示が可能です（繊維配向カラーマップ）。繊維束の流れを色で表すことにより、直感的に理解することができます。

アプリケーション（散乱像）

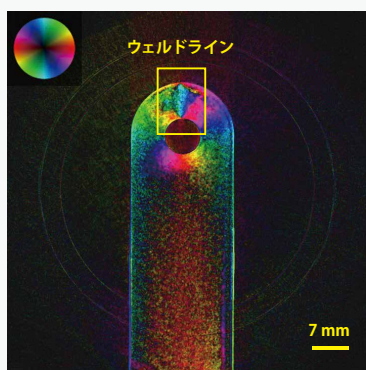


GFRP 射出成型品

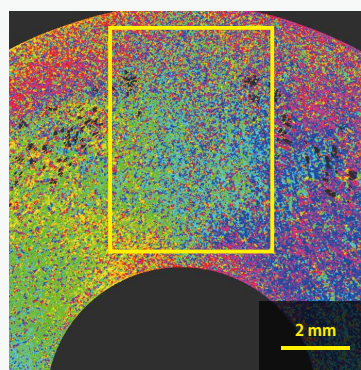
射出成型において、熔融樹脂の合流部分が線状の跡（ウェルドライン）となる成型不良が発生する可能性があります。本装置ではワークの角度を変えながら散乱像を取得することで、繊維の流れを解析し、ウェルドラインの位置を特定することが可能です。



4つのデータから繊維配向解析を実施



繊維配向カラーマップ (CT)

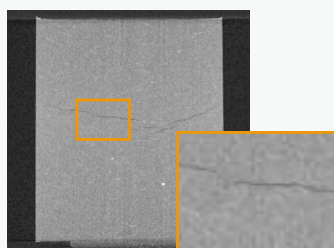


吸収像における配向解析結果
(inspeXio SMX-225CT FPD HR Plusで撮影)

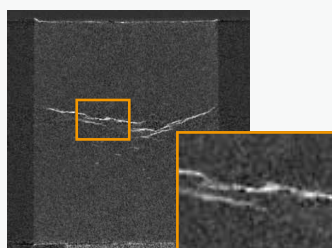
従来のX線CTと比較し、より広視野で、ウェルドラインの位置を特定することが可能です。

バイオコークス

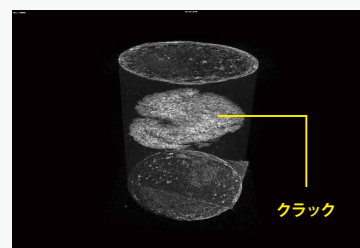
バイオコークスとは光合成に起因する植物から形成できる固形バイオ燃料です。形成時に発生した微細なクラック群を散乱像によって可視化した例を紹介します。材質とクラック（空気）の境界におけるX線の散乱を検出することで、従来のX線CTでは可視化できなかった微細なクラック群を可視化することができます。



断面画像（吸収）



断面画像（散乱）

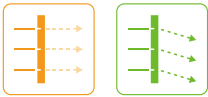


VR画像（散乱）

本装置による極微小クラック定量分析は、バイオコークスが石炭コークスの燃焼特性に限りなく近づけたかの評価基準となり、再生可能エネルギー転換によるカーボンニュートラル社会を実現するための礎となります。

（ワーク・コメントご提供：近畿大学 バイオコークス研究所 井田民男先生）

ワーク・コメントご提供者の所属は、2022年7月27日時点のものです

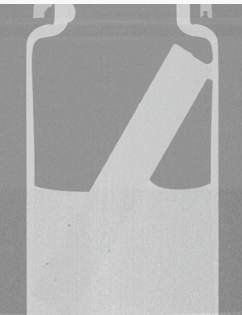


吸収像と屈折像による高コントラスト観察

吸収像は、吸収係数の差が大きなワークを高コントラストで観察できます。
屈折像は、密度差が大きなワークを高コントラストで観察できます。
この2種類の観察方法により、さまざまなワークの高コントラスト観察を可能にします。

水とアクリル

吸収係数の差よりも密度差が大きいため、屈折像の方が高コントラストで観察できます。
屈折像は、密度差が約0.2 g/cm³以上ある場合、高コントラストで観察できます。



断面画像 (吸収)

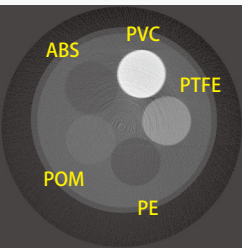


断面画像 (屈折)

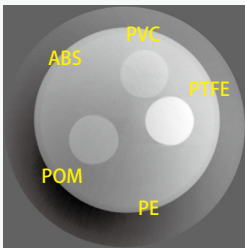
	アクリル	水
吸収係数 cm ⁻¹	0.36	0.38
密度 g/cm ³	1.19	1

水と複数種類の樹脂

「吸収像」と「屈折像」でコントラストのつき方が異なります。下のグラフで示す通り、吸収像のグレースケール値は吸収係数に比例し、屈折像のグレースケール値は密度に比例します。

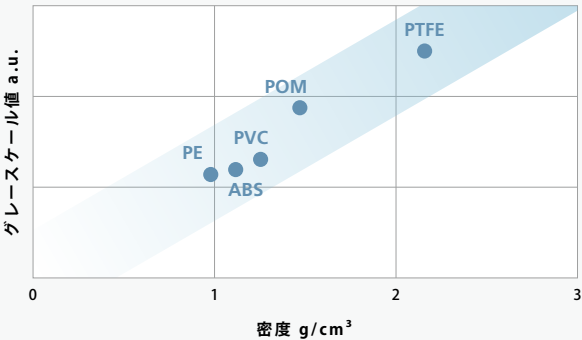
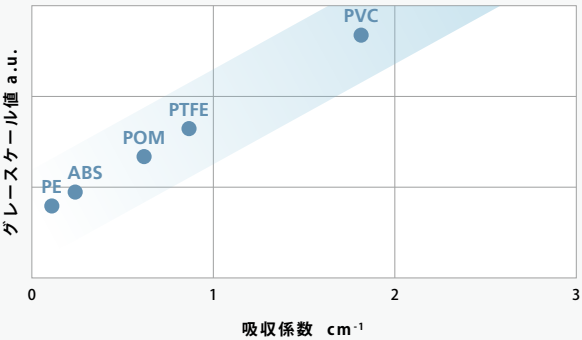


断面画像 (吸収)



断面画像 (屈折)

	ABS	PVC	PTFE	PE	POM	水
吸収係数 cm ⁻¹	0.29	1.87	0.87	0.26	0.47	0.38
密度 g/cm ³	1.07	1.26	2.17	0.96	1.42	1

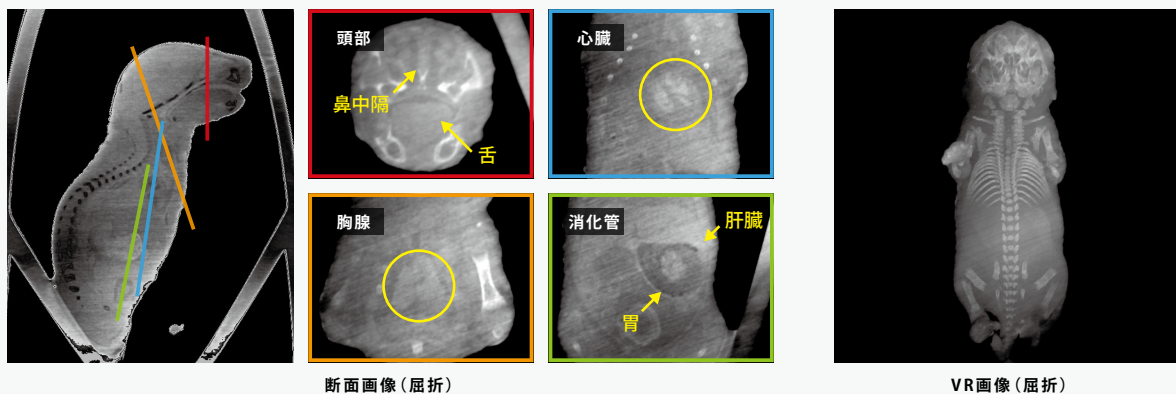


アプリケーション（屈折像）



マウス（新生仔）

マウス（新生仔）の撮影事例です。ホルマリン固定のみ、造影処理なしで臓器の観察が可能です。



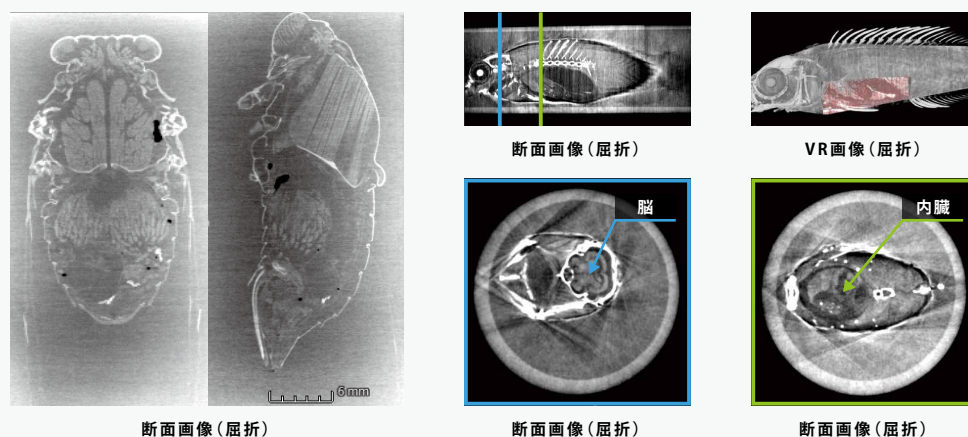
舌、心臓、胸腺、肝臓、胃などの軟組織が、外形のみならず内部まで観察できます。また、鼻中隔などの軟骨も撮影でき、骨も従来のmicroCT同様に撮影できます。ヨウ素液への浸漬などの造影処理なしで、軟組織・骨の構造を非破壊で観察できるため、サンプルをその後速やかに組織切片作製に用いることができます。

（ワーク・コメントご提供：東京医科歯科大学 分子発生・口腔組織学分野 井関祥子先生、奥原滋先生）

ワーク・コメントご提供者の所属は、2022年11月1日時点のものです

昆虫・魚

ミンミンゼミとフタホシキツネベラの撮影事例です。



昆虫はこれまであまりに小さいために、高解像度のCT撮影は難しいとされてきました。しかしこの断面画像では、ミンミンゼミ♀の胸部に走る飛翔筋の筋束や、腹部につまった卵の1個1個まではっきりと見えています。

（ワーク・コメントご提供：国立科学博物館 陸生無脊椎動物研究グループ 野村周平先生）

魚類などの小型脊椎動物の内臓や脳を観察することができるので、研究が困難だったソフトパーツの形態学を推し進めることが期待されます。染色しないで観察できることは、貴重な生物標本や試料を維持する観点でも優れています。

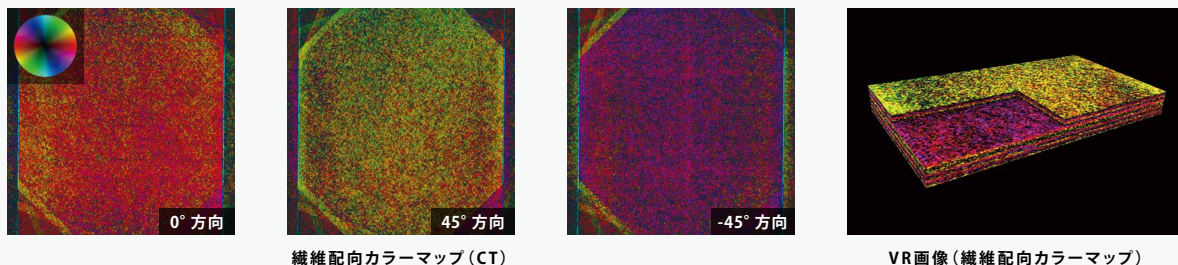
（ワーク・コメントご提供：国立科学博物館 脊椎動物研究グループ 篠原現人先生）

ワーク・コメントご提供者の所属は、2022年7月27日時点のものです

アプリケーション（吸収像・散乱像・屈折像）

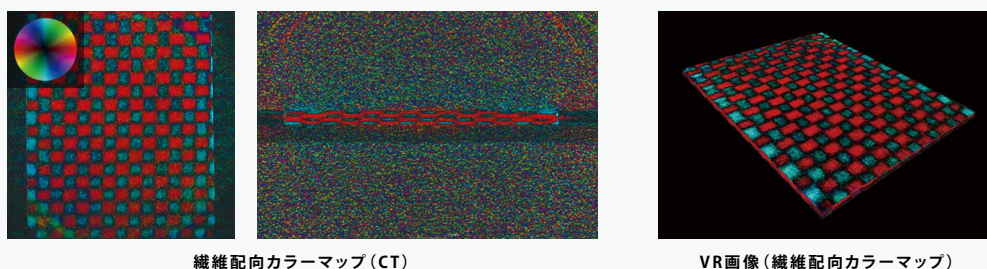
CFRP 積層板

1方向に沿った繊維のプリプレグを角度を変えて積層させた材料の撮影事例です。
断面画像から3方向の配向が存在していることが分かり、VR像では、それらが交互に積層していることが分かります。



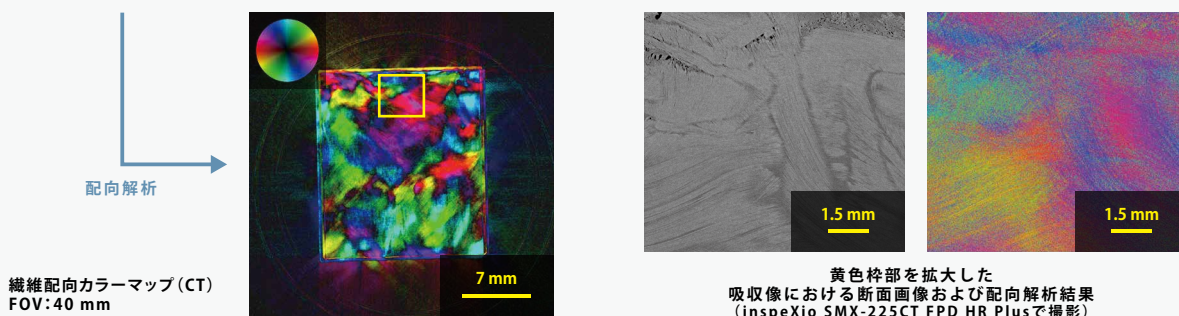
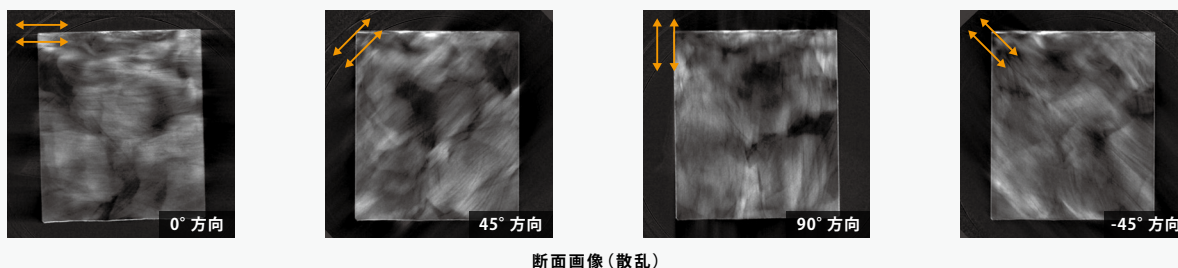
CFRP クロス材

炭素繊維を編み込み、積層させた材料の繊維配向解析事例です。



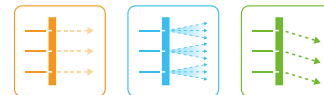
CFRP ランダム積層材

カーボンテープをランダム方向に積層させた材料の撮影事例です。
格子の方向に沿ったX線の散乱を検出し、それぞれの方向に配向した繊維を検出可能です。



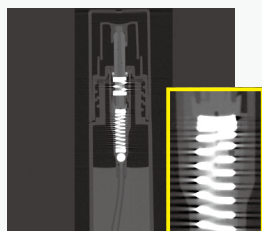
ランダム積層材は、繊維配向に偏りがあると機械物性や成形性が変化して成形品の品質が変化します。配向解析によって、非破壊で品質の予測が可能となり、さらに偏りが小さく品質が安定した積層設計の研究に繋がります。

(ワーク・コメントで提供：金沢工業大学ICC)

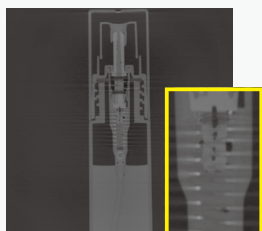


樹脂ボトル

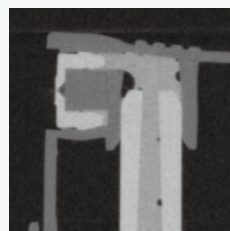
スプレーボトルの撮影事例です。屈折像ではスプリングによるアーチファクトの影響を受けずに、樹脂内のボイドを観察できます。また、種類の異なる樹脂の接合は、吸収像・屈折像それぞれで吸収係数の差・密度差によって、ワークの内部構造を観察できます。



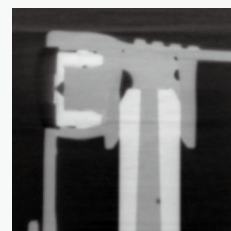
断面画像 (吸収)



断面画像 (屈折)



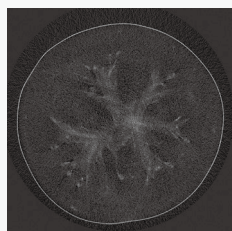
断面画像 (吸収)



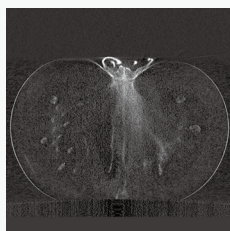
断面画像 (屈折)

トマト

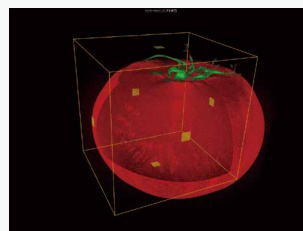
トマトの撮影事例です。水分を多く含む野菜でも内部構造の観察が可能です。



断面画像 (散乱)



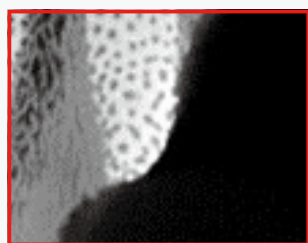
断面画像 (散乱)



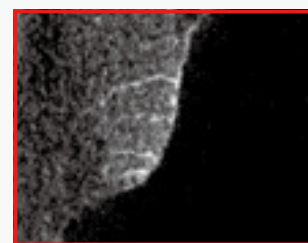
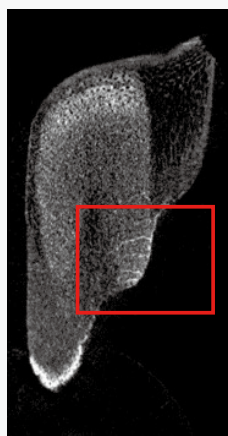
VR画像 (散乱)

ゾウギンザメ上顎歯板

ゾウギンザメ上顎歯板の撮影事例です。



断面画像 (吸収)



断面画像 (散乱)

赤く囲った部分の吸収像 (左) は、均質に見えているのに対し、同部位の散乱像 (右) には、ゾウギンザメ上顎歯板に咬合によって生じたと考えられるクラックが可視化されています。このような内部構造を非破壊で検出する技術は、力学的負荷がかかる生体埋入材料の精密検査においても、極めて有効な手段となると思われます。

(ワーク・コメントご提供：東京大学 大学院農学生命科学研究科 飯島まゆみ特任研究員)

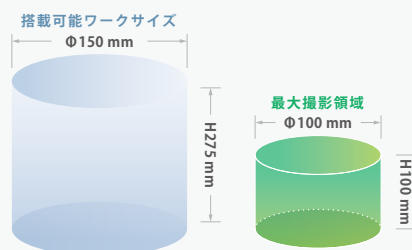
ワーク・コメントご提供者の所属は、2022年7月27日時点のものです

新しい観察を誰でも、簡単に

3ステップ撮影

01 ワークセット

対象ワークをステージに載せます。



>>

02 撮影条件設定

格子の設定や画質の設定などを行います。プルダウンやチェックボックスのみで設定でき、簡単に撮影を開始できます。

>>

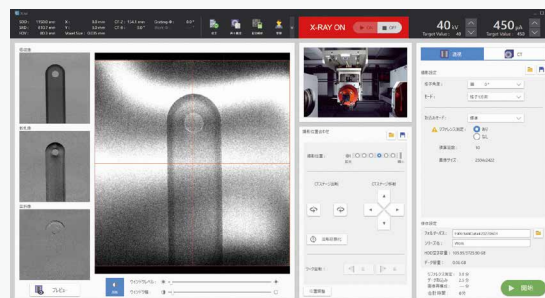
03 撮影

撮影前の校正作業は不要で、すぐにCT撮影を開始することができます。撮影終了後、自動で撮影方法に応じた観察・解析用のソフトウェア (ViewerソフトウェアもしくはMPRソフトウェア) が起動します。

標準ソフトウェア

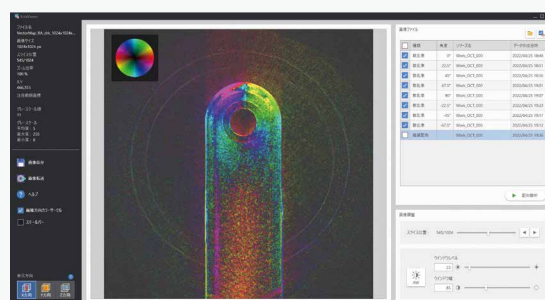
Xctal 制御ソフトウェア

Xctal 5000の制御ソフトウェアです。装置の制御、透視撮影、CT撮影、画像再構成などの機能があります。



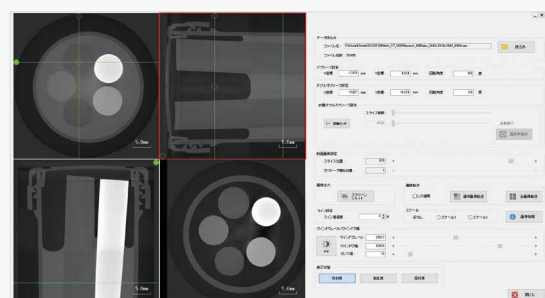
XctalViewer Viewerソフトウェア

Xctal 5000で撮影したX線透視画像および断面画像を表示するソフトウェアです。画像の表示だけでなく、複数枚の散乱像から繊維配向カラーマップを出力することができます。



MPR (Xctal)

Xctal 5000で得られた断面画像を表示するソフトウェアです。任意の角度の断面画像を、4つ同時に表示することができます。

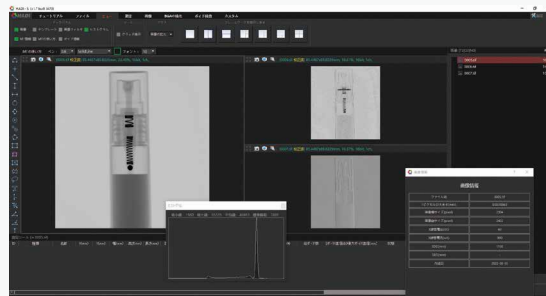


オプションソフトウェア

HADI-S

2次元画像処理ソフトウェア

透視画像および断面画像に対し、寸法計測やフィルタ処理などさまざまな画像処理が可能です。

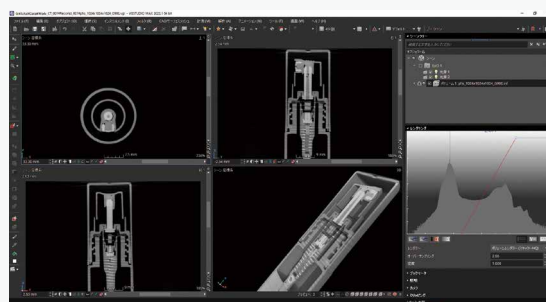


(スマートビジョン株式会社)

VGSTUDIO MAX

3次元画像処理ソフトウェア

高機能なボリュームレンダリング (VR) ソフトウェアです。アニメーションの作成、各種計測、関心領域の抽出、画像に対するフィルタ処理、3D画像同士の位置合わせなどの機能があります。

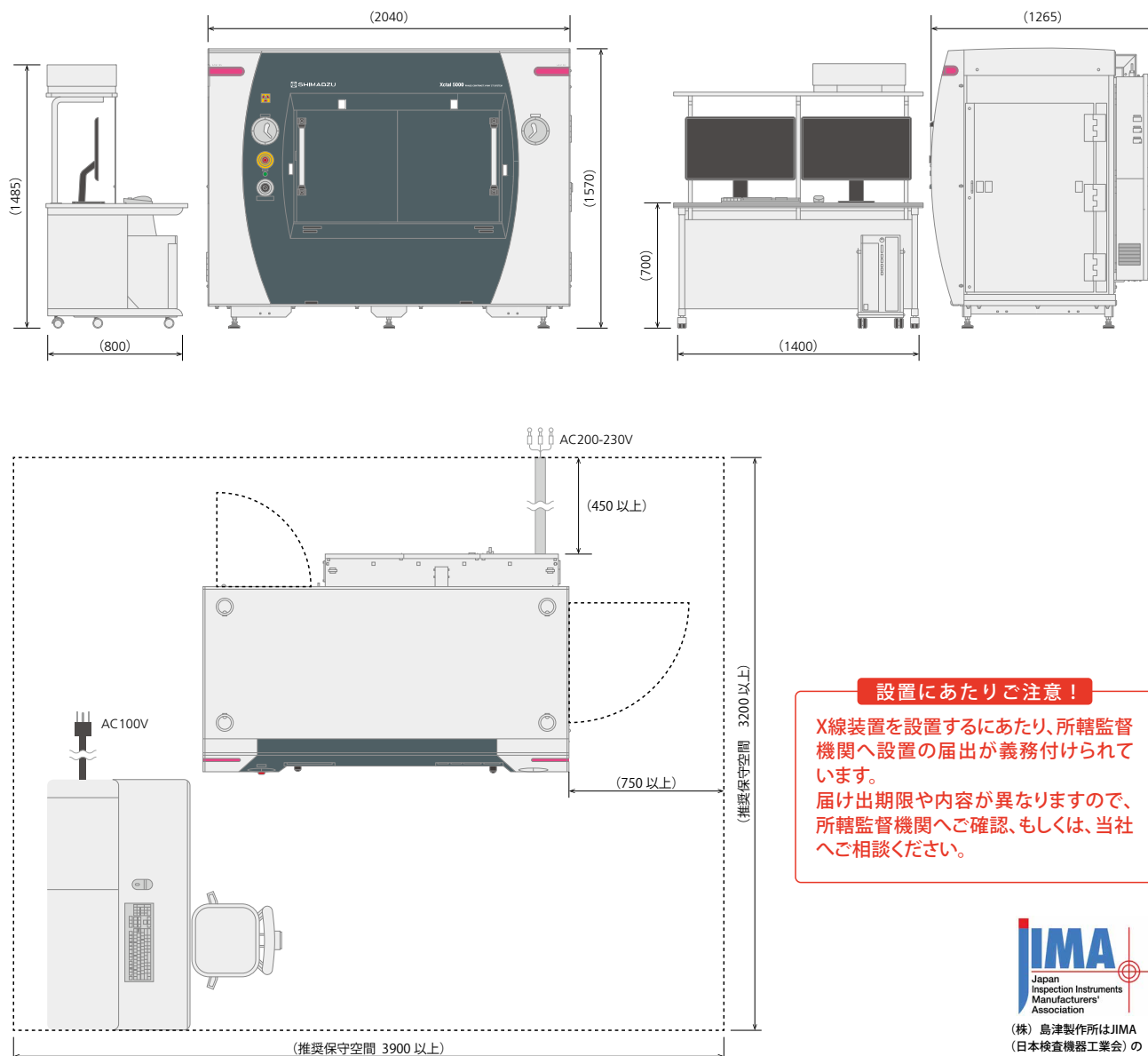


(ボリュームグラフィックス株式会社)

主な仕様

型名		Xctal 5000
X線発生装置出力		最大管電圧 90 kV 最大管電流 800 μ A 定格 50 W
X線検出器		フラットパネル検出器
搭載可能ワークサイズ	CTステージ	$\Phi 150$ mm $\times$ H275 mm 最大5 kg
	配向解析ユニット	$\Phi 100$ mm $\times$ H10 mm 最大300 g
最大撮影領域	透視撮影	100 mm角
	繊維配向透視撮影	$\Phi 100$ mm
	CT撮影	$\Phi 100$ mm $\times$ H100 mm
	繊維配向CT撮影	$\Phi 85$ mm $\times$ H85 mm
CTデータ収集時間		30 分 ~
所要電源	本体	単相AC200~230 V ± 10 % 50/60 Hz 1.0 kVA
	制御コンピューター	単相AC100~230 V ± 10 % 50/60 Hz 1.5 kVA
	接地	D種接地(接地抵抗100 Ω 以下)
質量		1700 kg
環境条件(運転時)		周囲温度 20~30 $^{\circ}$ C 周囲湿度 40~80 %RH以下(結露がないこと)
外部漏えい線量		1 μ Sv/h以下

配置・寸法図 (単位mm)



Xctalは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。
VGSTUDIO は、Volume Graphics GmbHの商標です。

本文書に記載されている会社名、製品名、サービスマークおよびロゴは、各社の商標および登録商標です。
なお、本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。
本製品は、医薬品医療機器法に基づく医療機器として承認・認証等を受けておりません。
治療診断目的およびその手続き上での使用はできません。
トラブル解消のため補修用部品・消耗品は純正部品をご採用ください。
外観および仕様は、改良のため予告なく変更することがありますのでご了承ください。

株式会社 島津製作所

分析計測事業部

604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1

製品情報



価格お問合せ



東京支社 (官公庁担当) (03) 3219-5631
(大学担当) (03) 3219-5616
(会社担当) (03) 3219-5622

関西支社 (06) 4797-7230
札幌支社 (011) 700-6605
東北支社 (022) 221-6231
郡山営業所 (024) 939-3790

つくば支店 (官公庁・大学担当) (029) 851-8511
(会社担当) (029) 851-8515

北関東支店 (官公庁・大学担当) (048) 646-0095
(会社担当) (048) 646-0082

横浜支店 (官公庁・大学担当) (045) 311-4106
(会社担当) (045) 311-4615

静岡支店 (054) 285-0124

名古屋支店 (官公庁・大学担当) (052) 565-7521
(会社担当) (052) 565-7532

京都支店 (官公庁・大学担当) (075) 823-1604
(会社担当) (075) 823-1602

神戸支店 (078) 331-9665
岡山営業所 (086) 221-2511

四国支店 (087) 823-6623

広島支店 (082) 236-9652
九州支店 (官公庁・大学担当) (092) 283-3332
(会社担当) (092) 283-3334

島津コールセンター ☎ 0120-131691
(操作・分析に関する相談窓口) IP電話等: (075) 813-1691