

NanoTerasu BL09Wの測定事例のご紹介

2025/3/4 第1回NanoTerasu測定研修会

・故障解析
⇒不具合の原因特定、異物混入検査

・品質管理
⇒各種試験前後、劣化前後

・寸法測定・形状解析
⇒CAEなど各種シミュレーションへの適応

・材料解析
⇒内部構造解析（空隙率、配向など）
材料設計の最適化

事例

電子基板の不具合

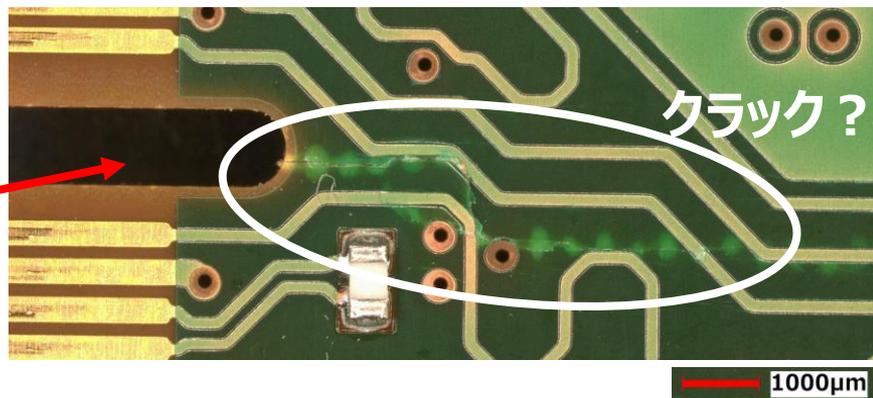
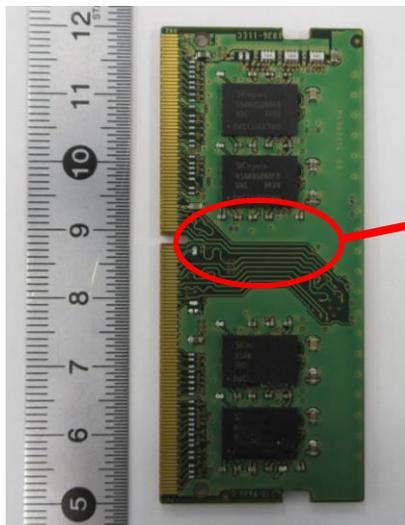
紙オムツの吸水前後

電線の曲げによる形状変化

多孔材の定量解析
GFRPの構造解析
食品の内部構造

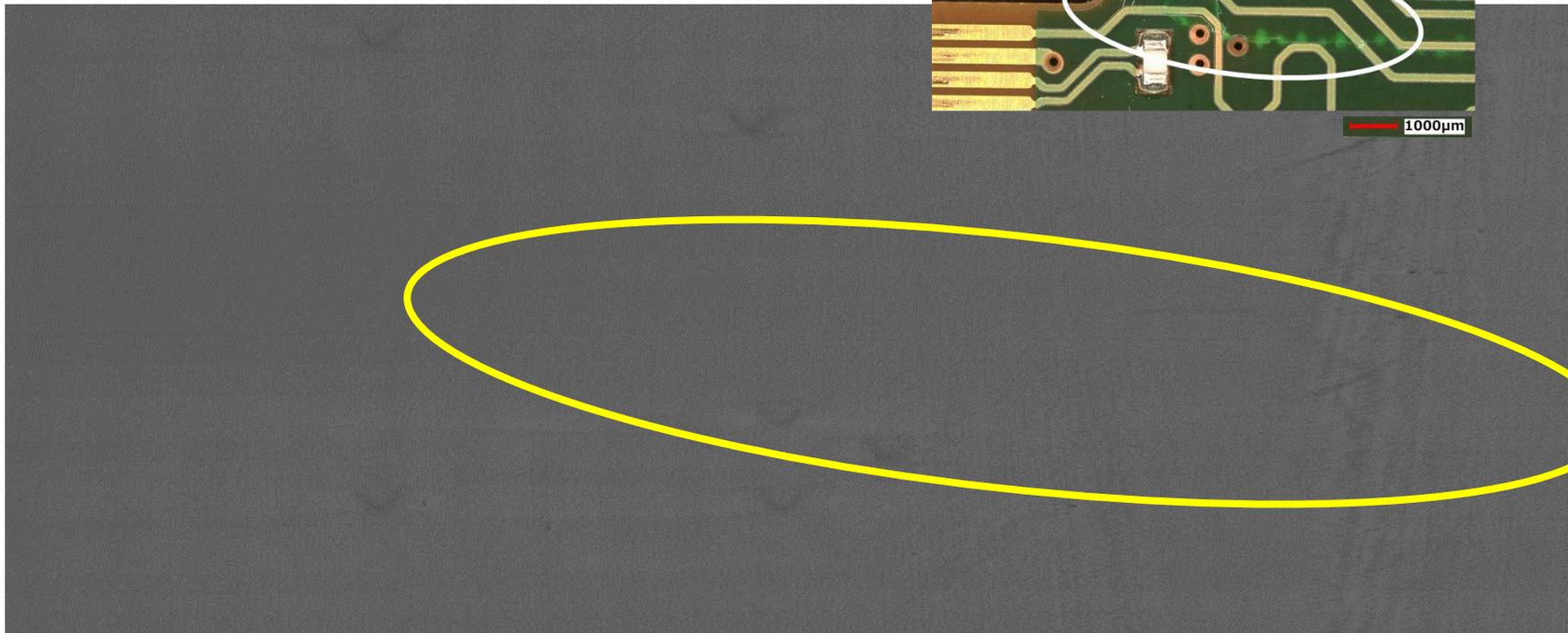
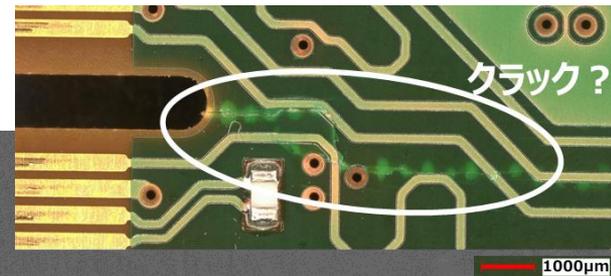
目的

電子基板に不具合が発生（使用できなくなった）。
光学顕微鏡で見ると、クラック？を確認。
その内部状態を確認し、不具合の原因を特定する。



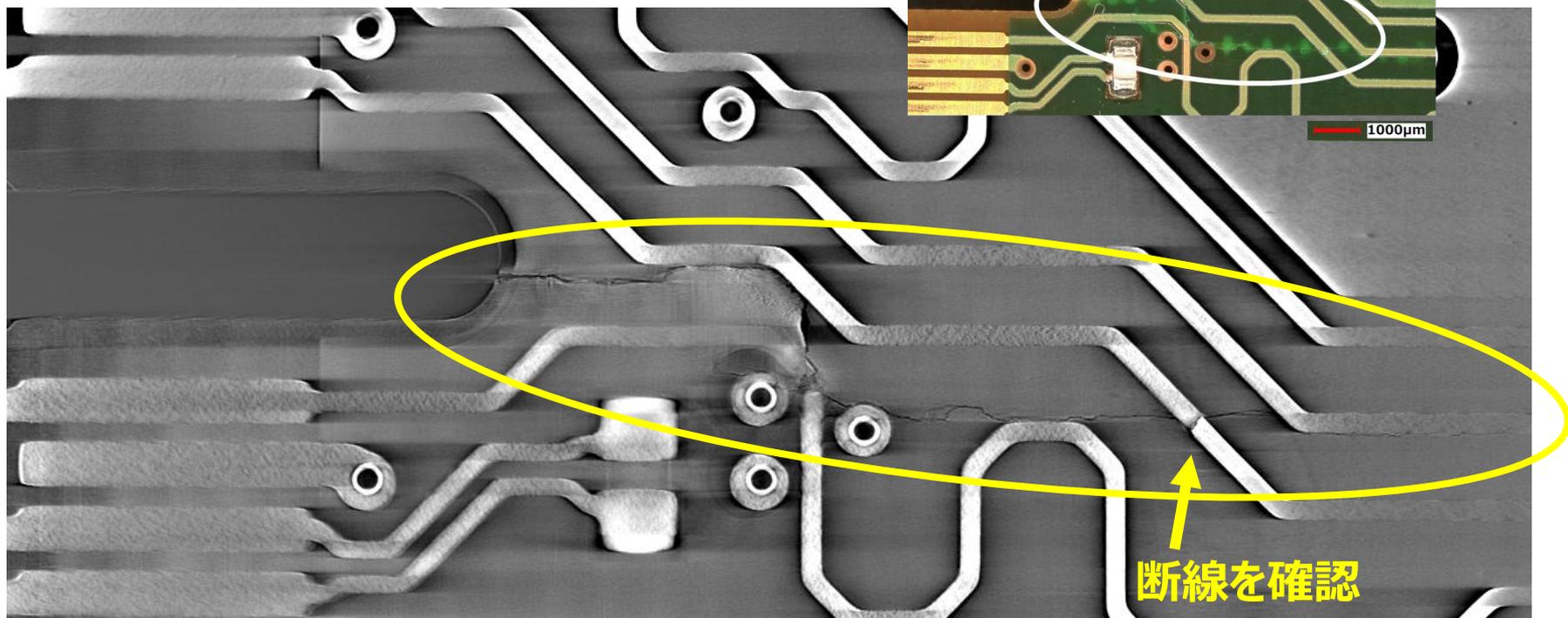
表面観察や任意の断面観察だけでは、内部構造を把握することは難しい

事例 1 : 電子基板の不具合



0.5mm

事例 1 : 電子基板の不具合



クラックが電子基板内部まで到達し断線したことが不具合の原因と確認

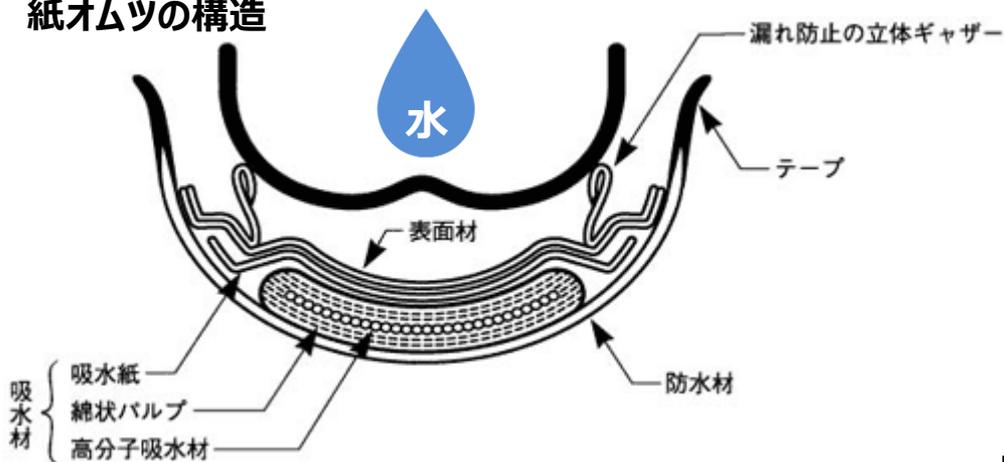
0.5mm

事例 2 : 紙オムツの吸水前後

目的

紙オムツについて、内部構造はどうなっている？
吸水すると、構造がどう変化する？
水はどこに存在する？

紙オムツの構造

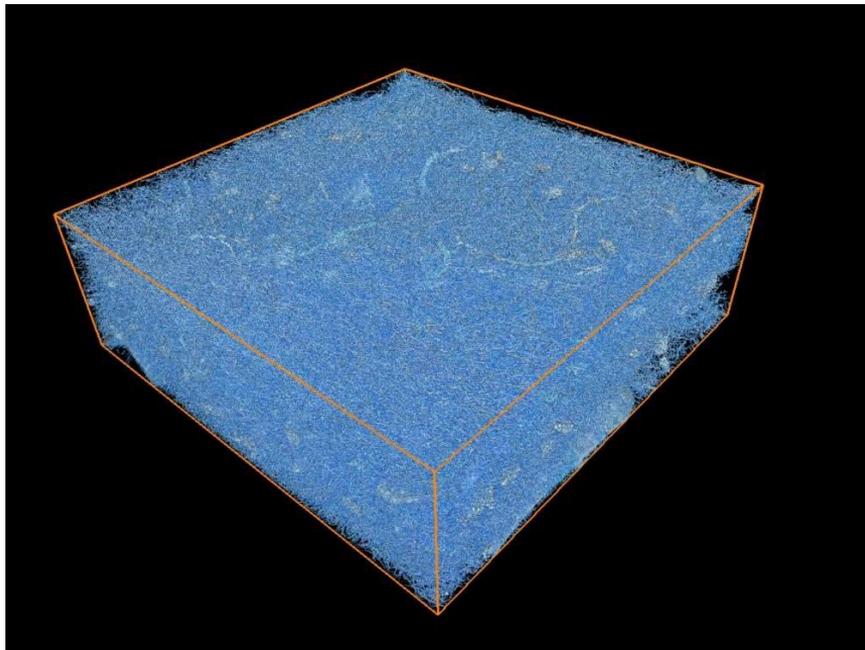


吸水前後の構造変化の可視化にトライ

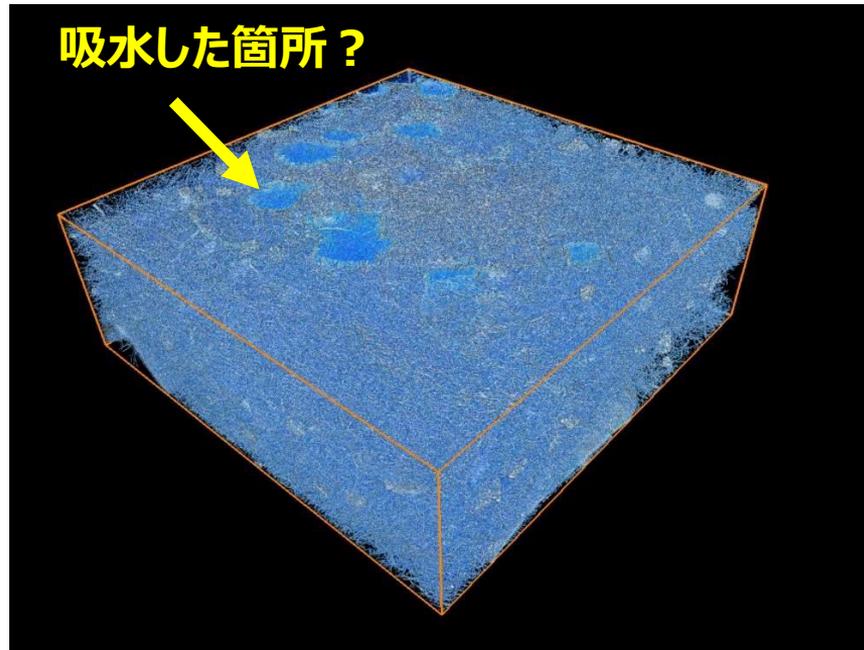
出典：一般社団法人日本衛生材料工業連合会HPより

事例 2 : 紙オムツの吸水前後

吸水前



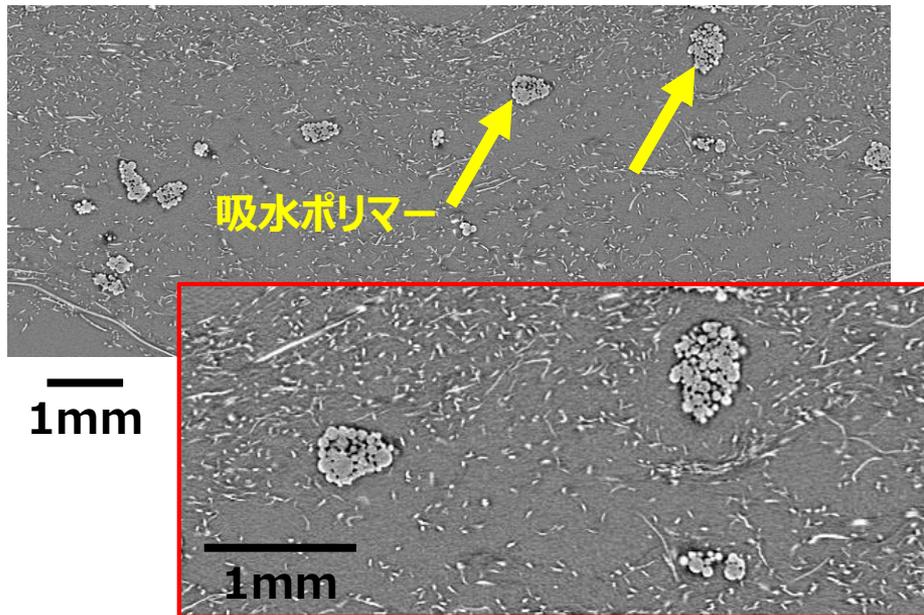
吸水後



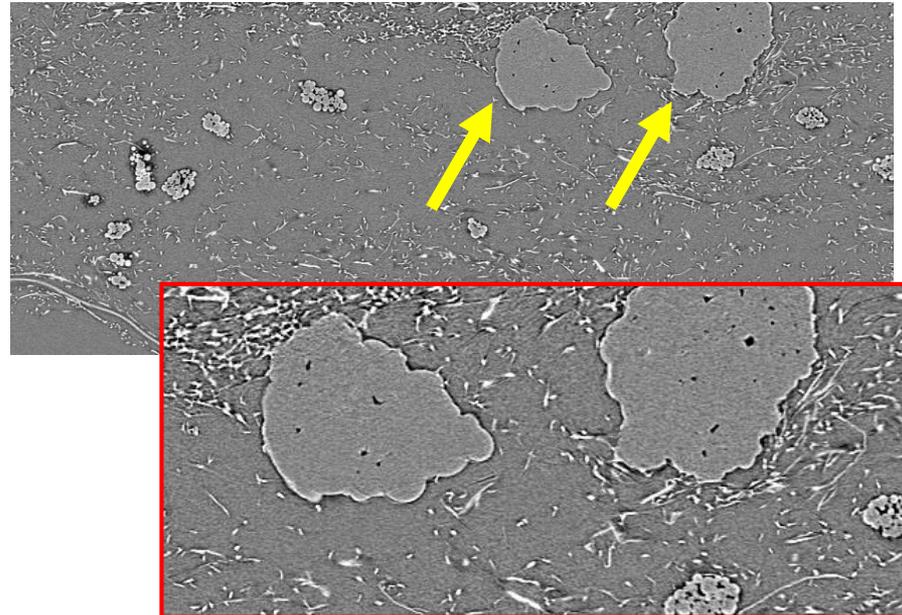
13.8 mm(X) × 13.8 mm(Y) × 4.6 mm(Z)

事例 2 : 紙オムツの吸水前後

吸水前



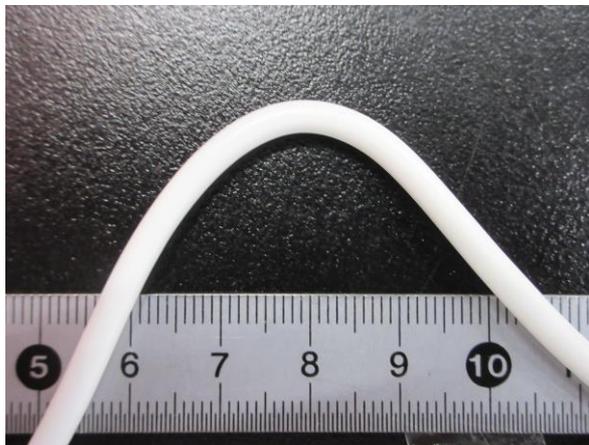
吸水後



同一箇所を使用前後で比較することで、吸水による内部構造の変化を可視化

目的

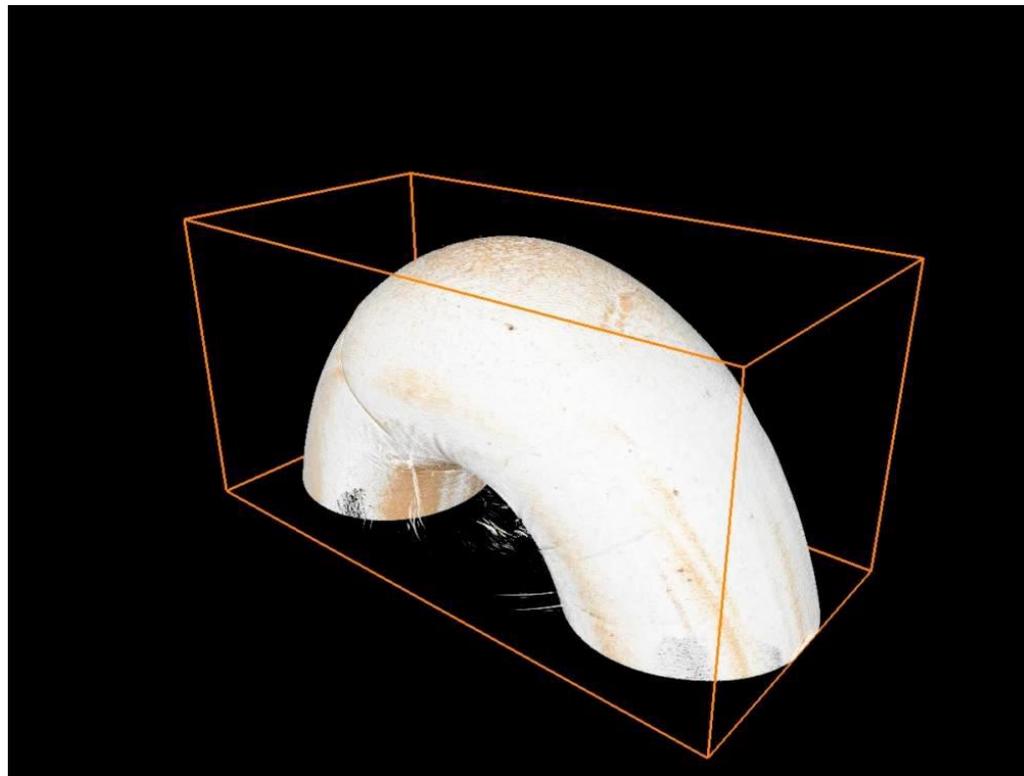
電線について、曲げによる内部構造の変化を定量的に評価し、設計指針を制定したい。



評価のポイント

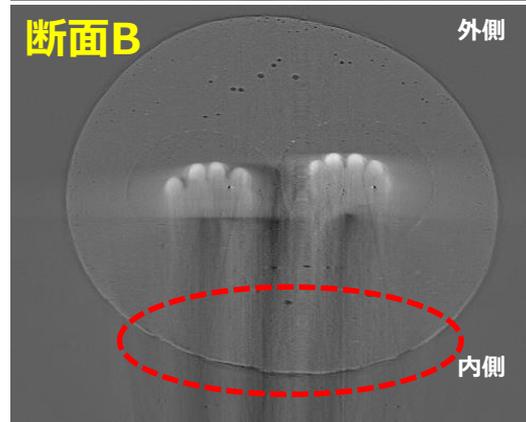
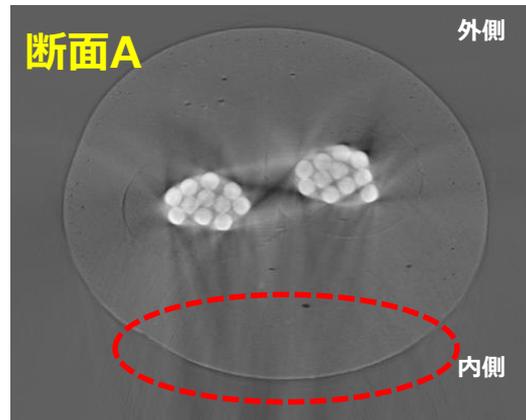
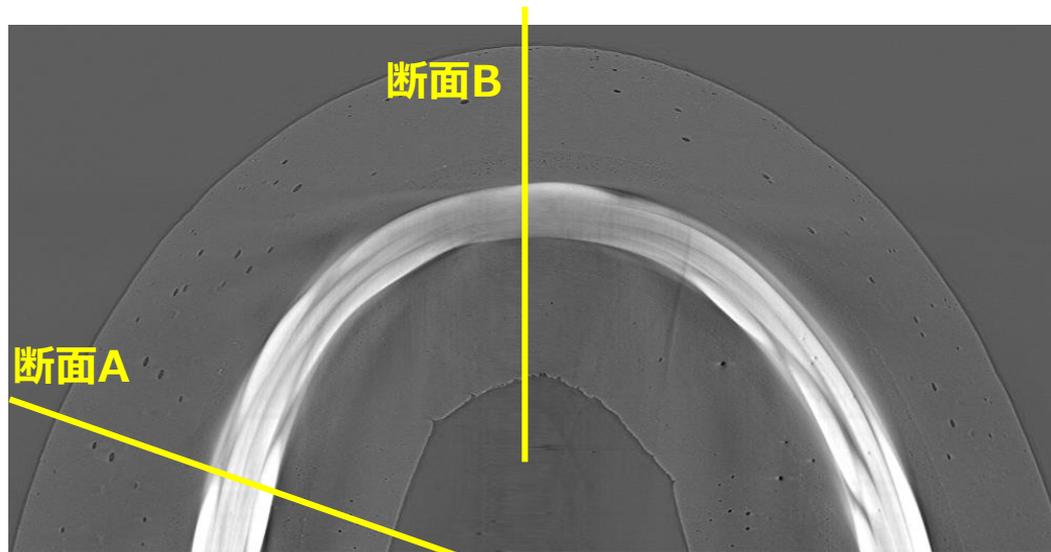
- 導体の断線や微細なクラックの発生状況を解析
- 絶縁体（被覆）の変形や内部気泡の発生を可視化
- 曲げ回数・曲げ角度・応力との相関を定量的に評価
- ...

事例 3 : 電線の曲げによる形状変化



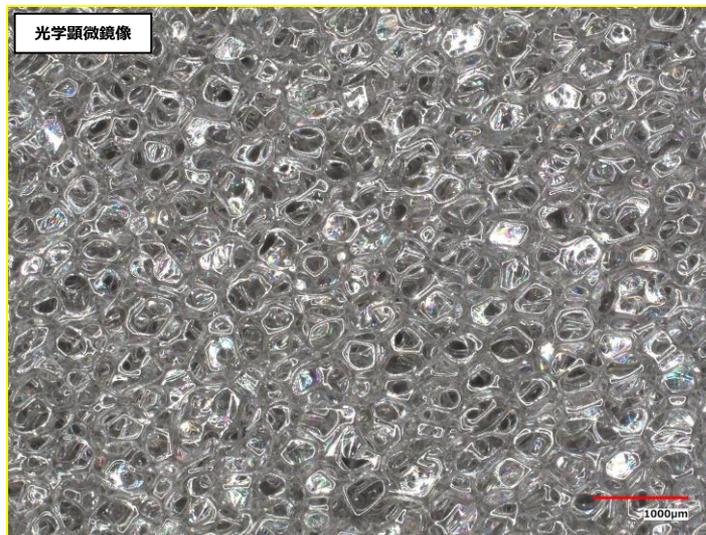
9.2 mm(X) × 4.6 mm(Y) × 4.6 mm(Z)

事例 3 : 電線の曲げによる形状変化



曲げによる形状変化を定量的に比較することで、各種シミュレーションへの適応へ

目的 多孔材料について、その性能（特長）を把握するには、
内部構造を評価することが重要

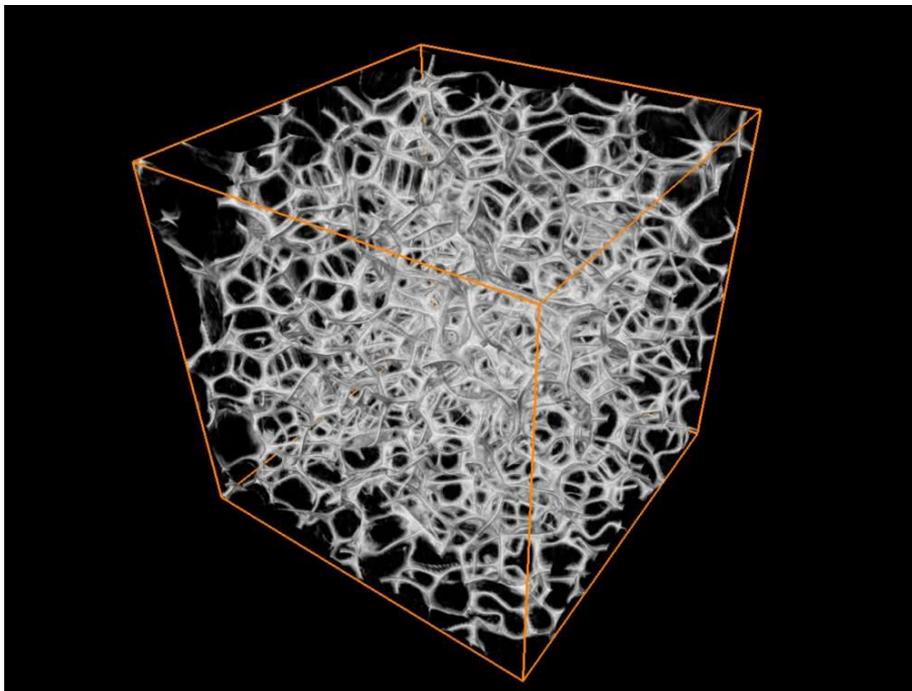


性能（特長）の例

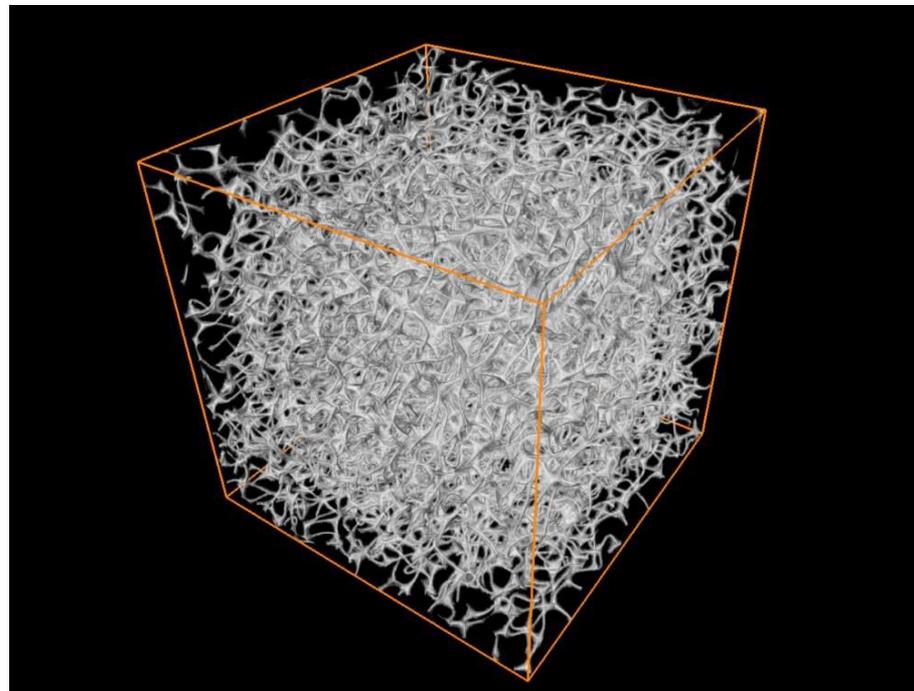
- 機械的性質 硬さ、柔軟性
- 熱的性質 遮熱性
- 電気的性質 絶縁性、導電性

気孔率、サイズ、形状、連結性、分布を定量化

変形前



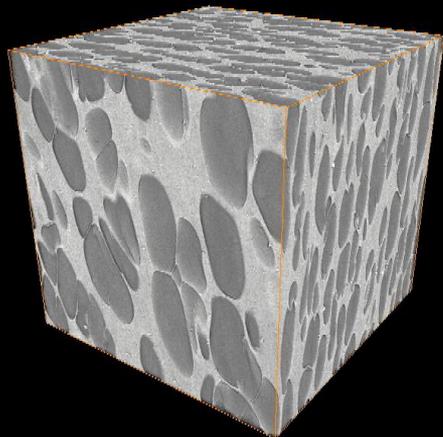
変形後



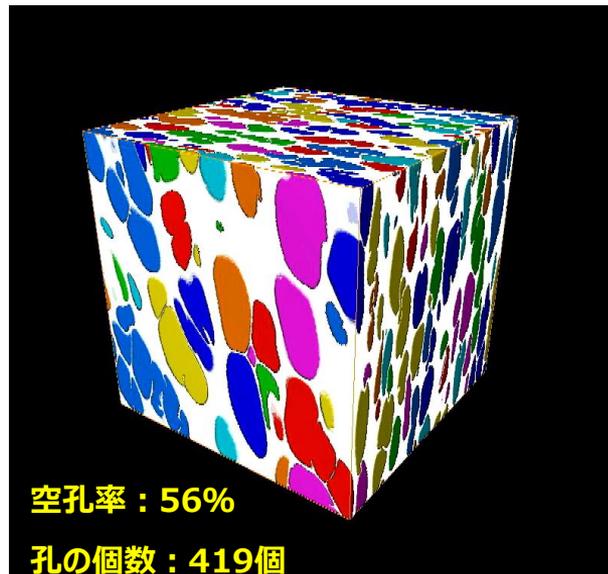
2.3 mm(X) × 2.3 mm(Y) × 2.3 mm(Z)

事例 4 : 多孔材の定量解析

立体像 (X線CT像)

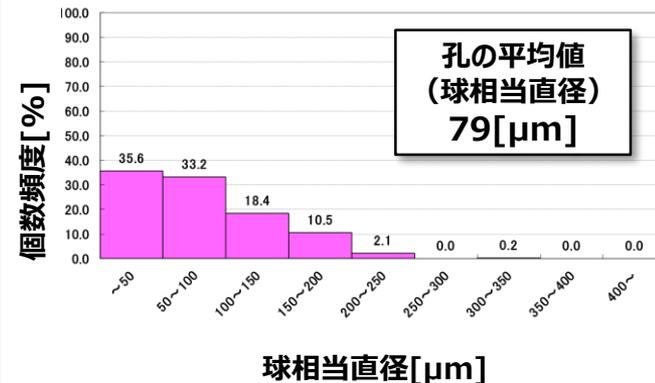


立体像 (独立した孔を色分け)



0.8 mm(X) × 0.8 mm(Y) × 0.8 mm(Z)

孔の大きさの分布

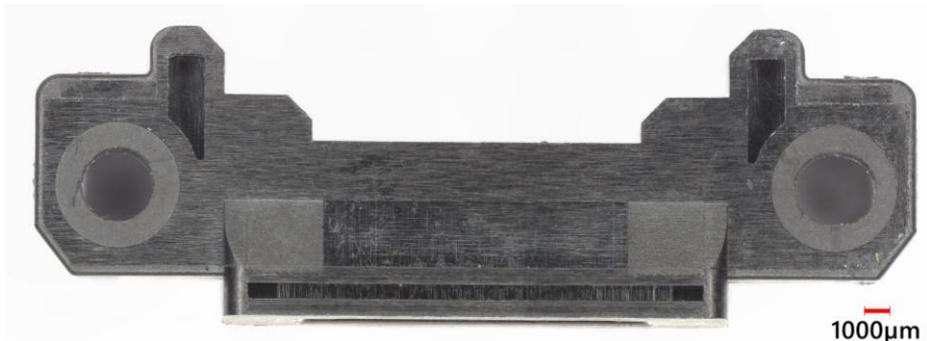


構造に関するさまざまなパラメータを算出することで、製品特性と紐づけ

事例5：GFRPの構造解析

目的 繊維強化樹脂（FRP）の性能（材料特性）を把握するため、
繊維の配向状態を評価したい

射出成型したGFRP



表面や任意の断面から、構造を把握することは難しい

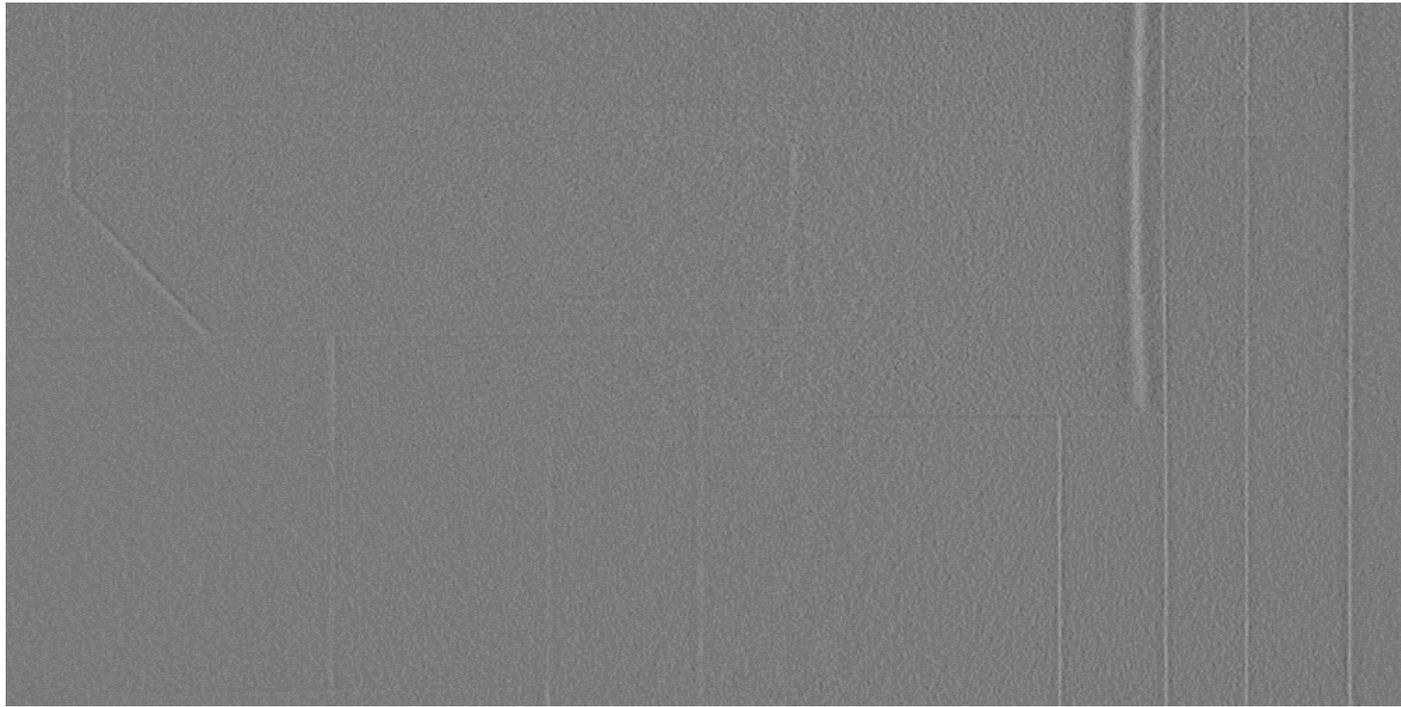
性能（材料特性）と関連する解析項目

- ボイドの有無
- 繊維の配向

...



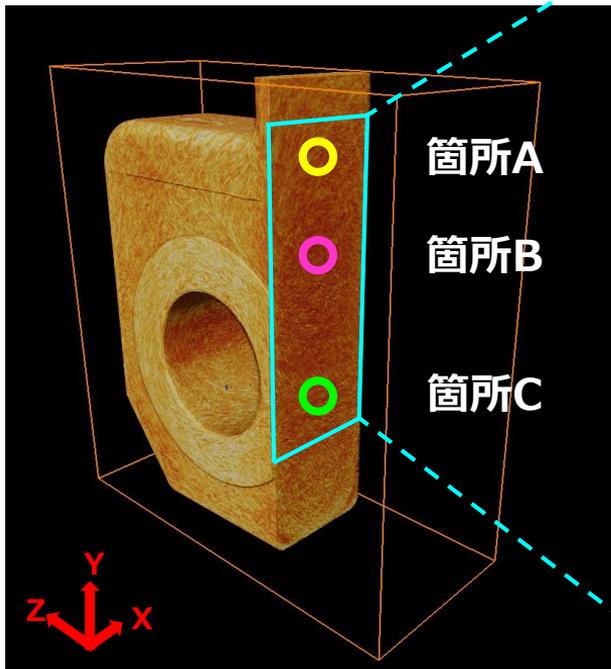
- 壊れやすい場所の特定
- 作製条件の改善



1mm

事例 5 : GFRPの構造解析

立体像



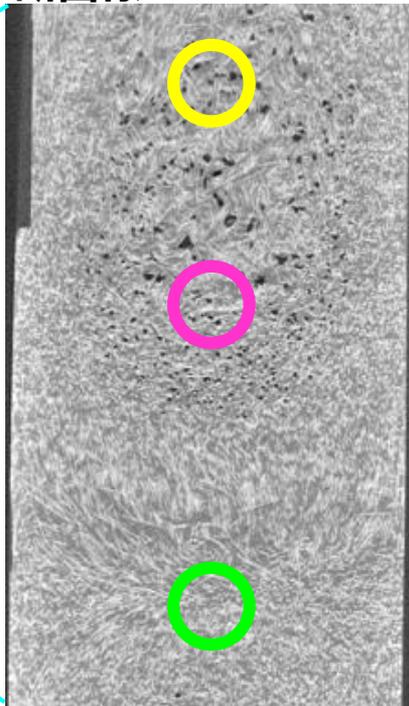
箇所A

箇所B

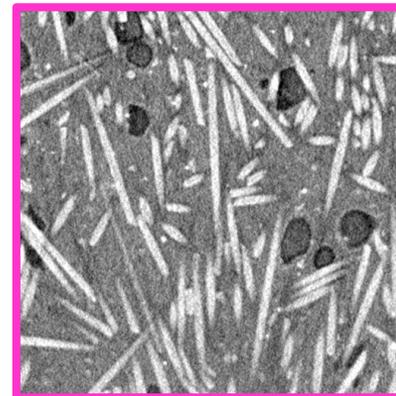
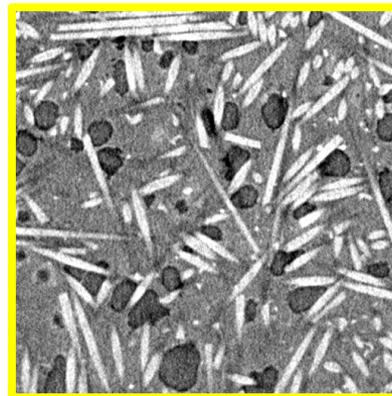
箇所C

3.6 mm(X) × 9.0 mm(Y) × 8.0 mm(Z)

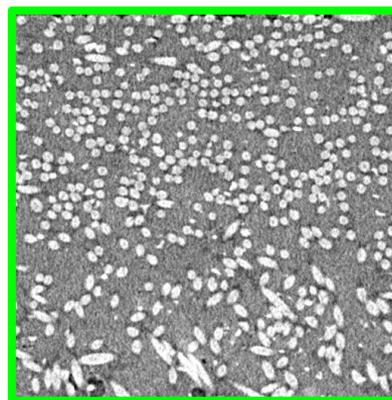
断面像



1mm



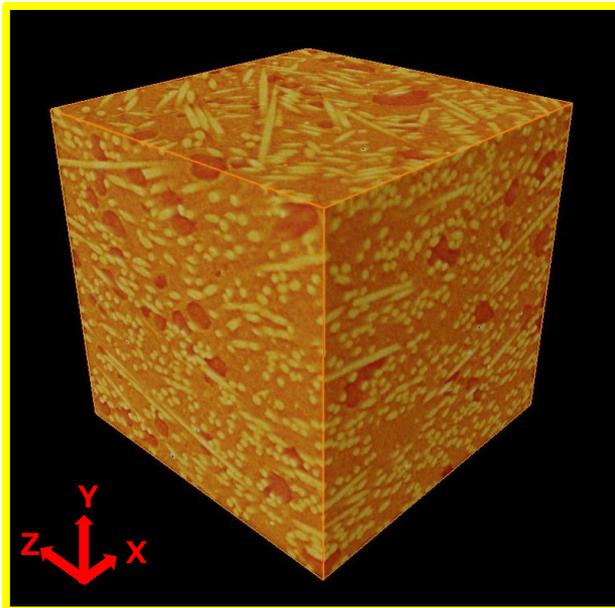
200μm



繊維の向きが
大きく異なる
⇒可視化・数値化

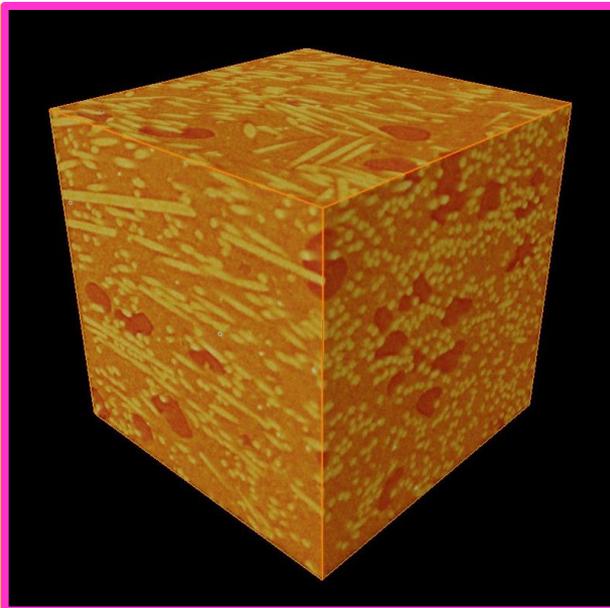
配向テンソルが有効

箇所A

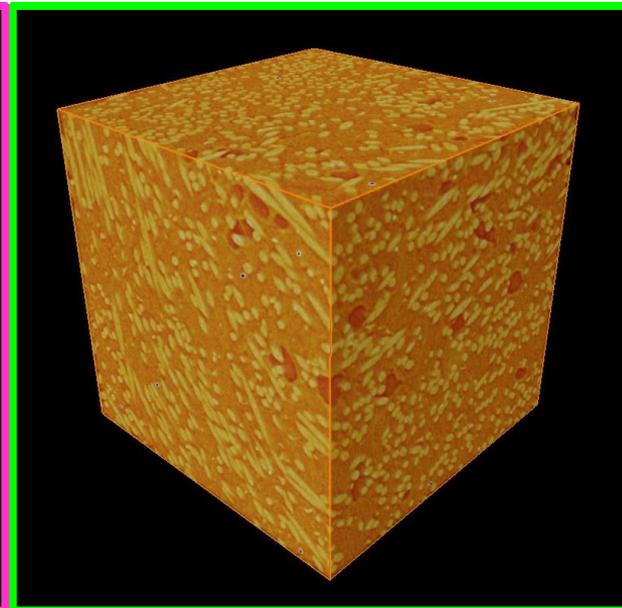


0.5 mm(X) × 0.5 mm(Y) × 0.5 mm(Z)

箇所B

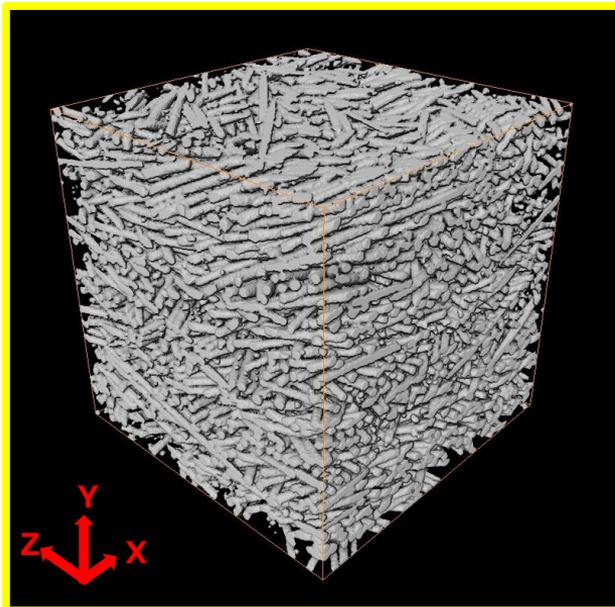


箇所C



拡大観察により、繊維を明瞭に捉えた

箇所A



0.5 mm(X) × 0.5 mm(Y) × 0.5 mm(Z)

箇所B

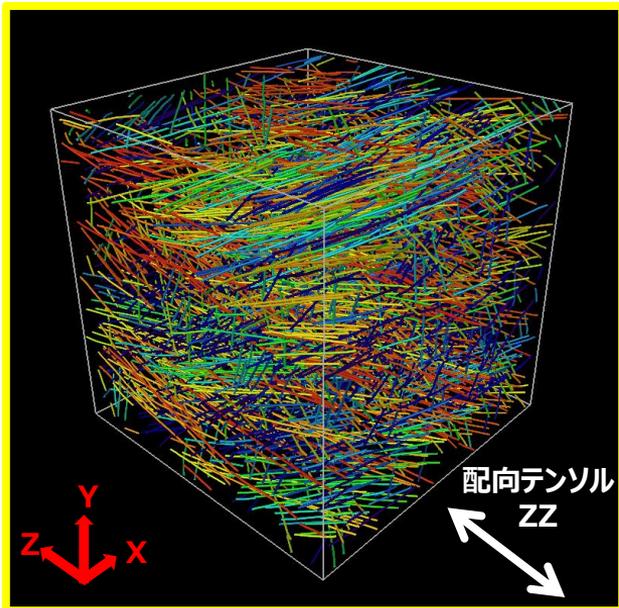


箇所C



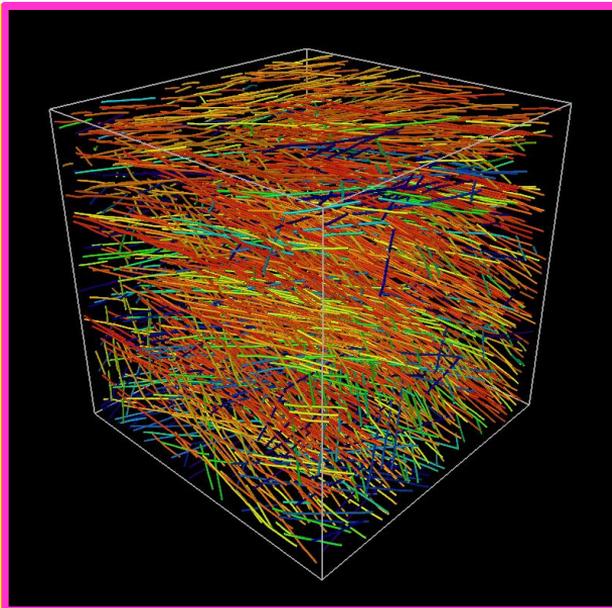
1本1本の繊維を識別可能に

箇所A

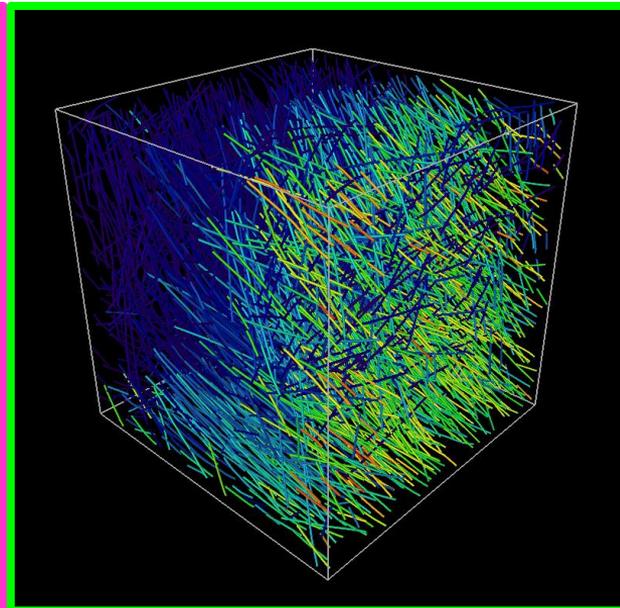


0.5 mm(X) × 0.5 mm(Y) × 0.5 mm(Z)

箇所B



箇所C

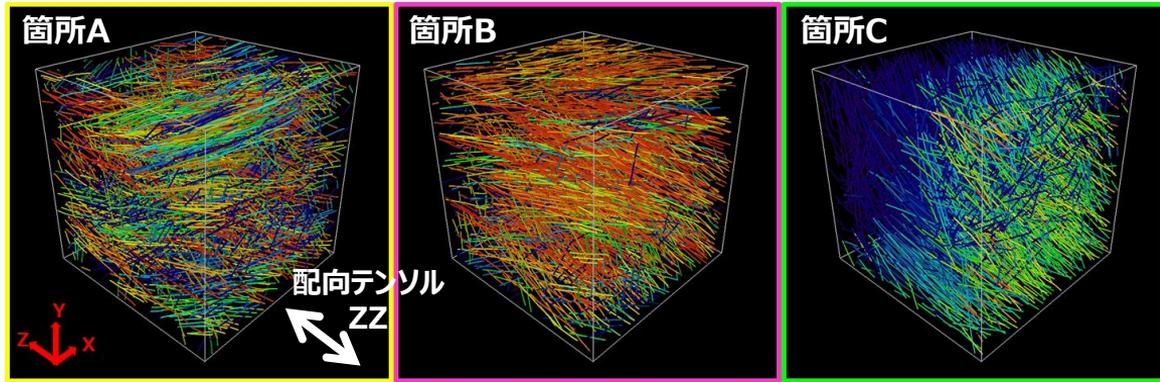
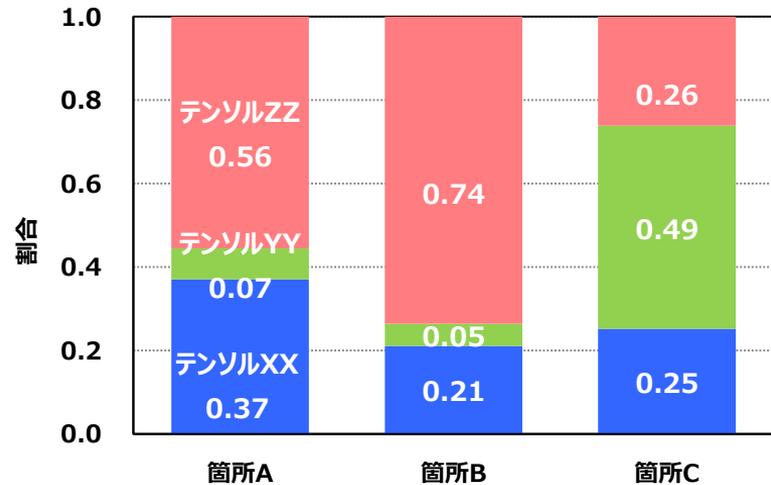
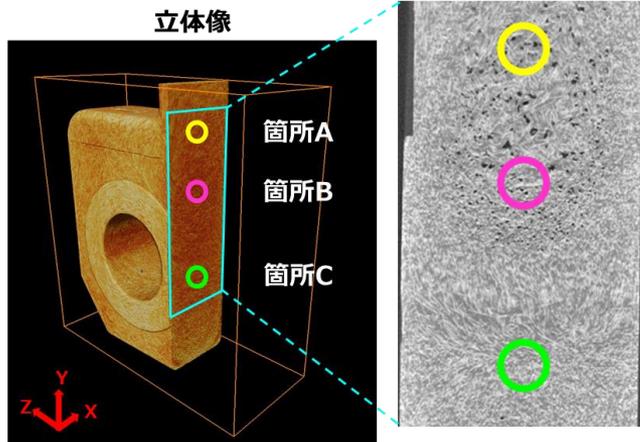


0 配向テンソルZZ 1



箇所により繊維の向きが大きく異なることを確認

事例 5 : GFRPの構造解析



Z軸を向くガラス繊維の割合
【多】箇所B > 箇所A > 箇所C【少】

箇所CはY軸方向を向くものが多い



事例 6 : 食品の内部構造

目的 仙台みそと合わせみそは、原材料が同一であるが、製法、味わいが異なる。
その違いを内部構造から比較する。



原材料の割合、発酵・熟成のプロセス、
麴の種類と量に違いあり



粒子の分布や気泡の状態を可視化し、
最適な食感の再現につなげる

仙台みそ



あわせみそ



7.36 mm(X) × 7.36 mm(Y) × 3.68 mm(Z)

粒子の大きさ、頻度に違いあり

アドバンス測定

事例 7 : 多孔材の高時間分解能CT(4D-CT)

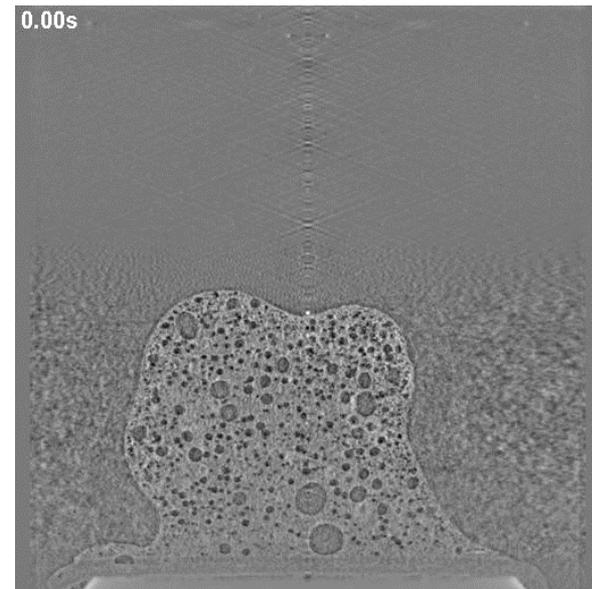
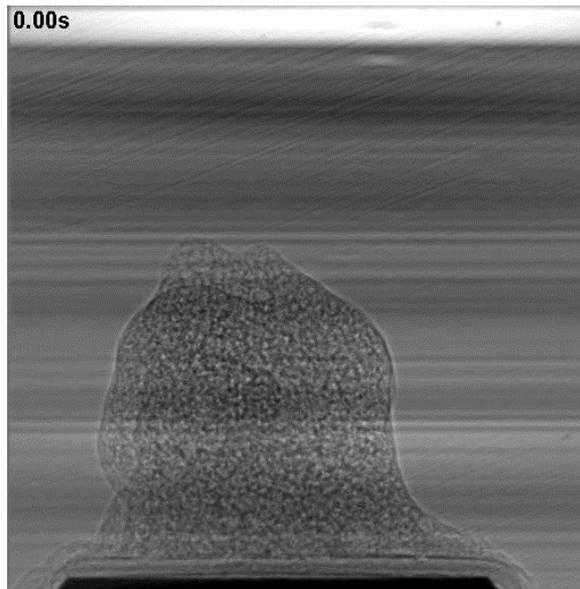
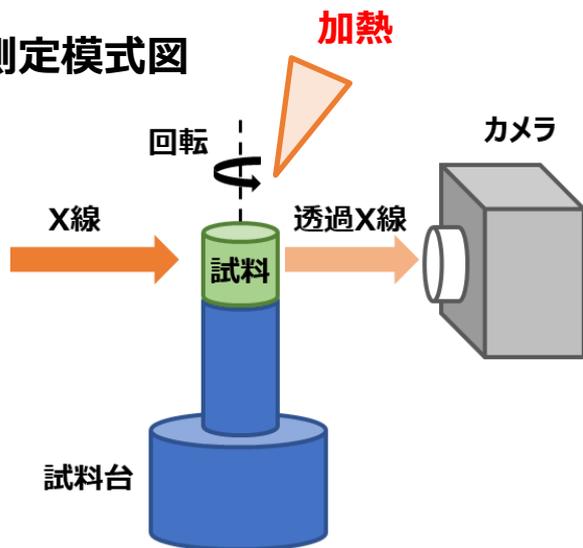
ナテラス、BL09W
時間分解能 : 20msec

24

X線透過像 (1回転毎に抜き出し)

再構成断面像

測定模式図



1 mm

加熱発泡時の変形挙動を可視化

- 放射光分析は高時間分解能・高空間分解能・高感度な分析
- X線CTは内部構造を3D可視化する手法であり、故障解析・品質管理・形状解析・材料解析に有効



放射光分析はラボ装置も含めた分析手法の一つであり、組み合わせることが課題解決への近道