

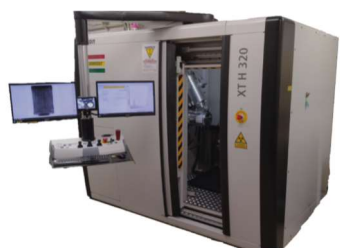
# 熊本大学 X-Earth センターにおける産業用 X 線 CT 技術の応用事例

○橋本 淳弘<sup>a)</sup>、椋木 俊文<sup>b)</sup>、高野 大樹<sup>b)</sup>、羊 嘉曦<sup>b)</sup>、幸 諒太郎<sup>c)</sup>

<sup>a)</sup> 熊本大学技術部、<sup>b)</sup> 熊本大学大学院先端科学研究部、<sup>c)</sup> 熊本大学工学部

## 1. はじめに

熊本大学 X-Earth センターでは、図 1 および表 1 に示すスペックの異なる 3 台の産業用 X 線 CT スキャナを所有しており、スキャンしたいサンプルの特徴に合わせてこれらの装置を使い分けることにより、サンプルを破壊することなく、サンプル内部の高解像な CT 画像（断面画像）を観察することができる。近年では、単なるサンプル内部の可視化にとどまらず、スキャンデータが様々な方法で活用されており、本発表では最新のスキャンデータ活用事例や撮影事例について紹介する。



(a) 高出力高解像マイクロフォーカス線 CT スキャナ XT H320



(b) マイクロフォーカス X 線 CT スキャナ TOSCANER 32300



(c) ナノフォーカス X 線 CT スキャナ Skyscan2214

図 1 産業用 X 線 CT スキャナ外観

## 2. CT 検査室での礫試料三軸圧縮試験と DIC 解析

X 線 CT とデジタル画像相関法 (DIC) を組み合わせることで、物質の変形やひずみなどを 3 次元的に解析することが可能となった。図 2 は、高出力高解像マイクロ X 線 CT スキャナ検査室内部での三軸圧縮試験の様子を示す。図 3 に示す直径 50mm、高さ 100mm、平均粒径 7.125mm の礫試料の側面をゴムスリーブで覆い、ゴムスリーブ上下端のキャップを O リングでシールして 100kPa で拘束した。CT 撮影は先ず載荷前に実施し、撮影後に載荷速度 1mm/min で 15mm 変位させて再度 CT 撮影した。図 4 は載荷前後の CT 画像、図 5 は DIC 解析の結果を 3 次元表示したもので、暖色ほど変位が大きいことを示している。解析には VOLUME GRAPHICS 社製 VGSTUDIO MAX を使用した。

## 3. 砂試料の 3D モデル化と 3D 造形

図 6 に示す硅砂 3 号をセメントミルクで固めて作製した直径 50mm、高さ 100mm の多孔質サンプルを高出力高解像マイクロ X 線 CT スキャナで撮影し、図 7 に示す CT 画像から 3D モデルを作成して、3D プリンターで 3D 造形物を作製した。(図 8) このように、従来の方法では測定困難な内部構造のデータ化と 3D プリンターによる再現によって、内部欠陥の可視化が容易となり、品質管理の改善に寄与できる。また、廃盤部品の再製造や摩耗・破損部品の補修といった、リバースエンジニアリングにおいてもこの技術が活用できる。

表 1 産業用 X 線 CT スキャナスペック

	(a)	(b)	(c)
最大出力 (W)	320	140	10
空間分解能 (um)	30	4	0.5
最大サンプル重量 (kg)	100	25	25
サンプル寸法目安 (mm) (砂試料の場合)	~150	~50	~10

※ (a) ~ (c) は図 1 に対応

#### 4. 撮影事例

図 9 は(a)古墳時代の鉄剣、(b)にわたりの卵殻、(c)花のCT画像である。X-Earthセンターは異分野

融合研究を推奨しており、さまざまな分野と連携している。

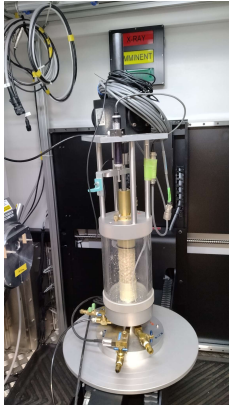
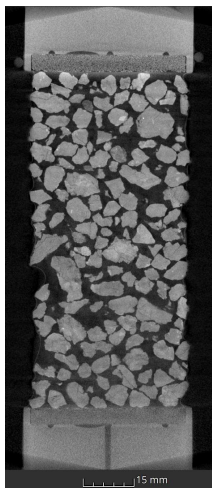


図 2 三軸圧縮試験

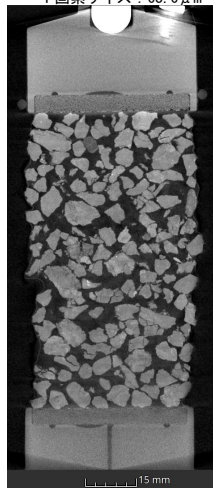


図 3 礫試料

1画素サイズ: 68.6 $\mu$ m

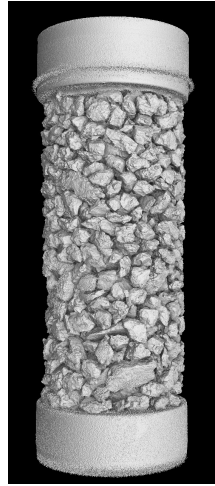


(a) 載荷前

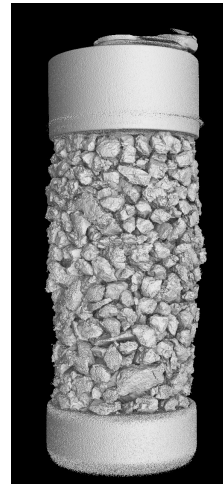


(b) 載荷後

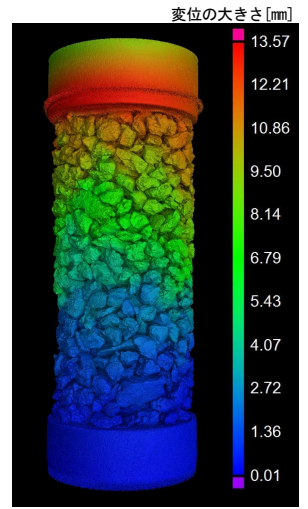
図 4 載荷前後のCT画像



(a) 載荷前



(b) 載荷後



(c) 載荷前後の変位

図 5 DIC解析結果

1画素サイズ: 59.6 $\mu$ m



図 6 多孔質サンプル

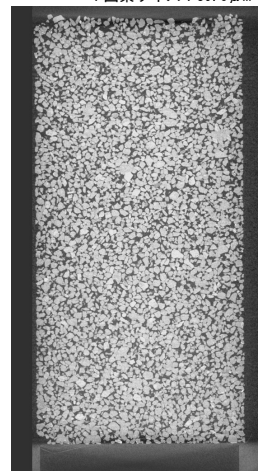


図 7 CT画像



図 8 3D造形物

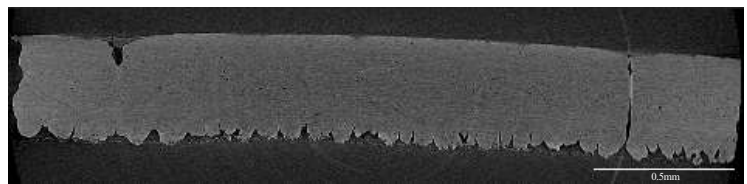


(a) 古墳時代の鉄剣

熊本市・熊本大学 News Release より  
2023.1.27

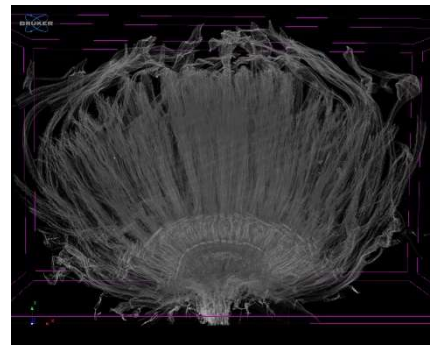
1画素サイズ: 138.7 $\mu$ m

表面の観察では錆びによって  
分からなかった銘文がX線CT  
撮影によって発見された。



(b) にわたりの卵殻

1画素サイズ: 0.65 $\mu$ m



(c) 花(ハルジオン)

1画素サイズ: 1.60 $\mu$ m

図 9 撮影事例