

サービス対応拠点



名古屋事業所

〒454-0036
愛知県名古屋市中川区二女子町 7-65
TEL : 052-355-9470
FAX : 052-355-9471

その他の事業所

本社
〒503-0936 岐阜県大垣市内原 1-56
TEL : 0584-89-3300 FAX : 0584-88-0977

春日井事業所
〒486-0833 愛知県春日井市上条町 3-24-5
TEL : 0568-27-6767 FAX : 046-204-5713

神戸事業所
〒654-0161 兵庫県神戸市須磨区弥栄台 3-19-4
TEL : 078-742-6667 FAX : 078-742-6668

浅西事業所
〒503-0945 岐阜県大垣市浅西 3-80
TEL : 0584-84-7702 FAX : 0584-84-7703

四日市事業所
〒512-0911 岐阜県四日市市生桑町 412
TEL : 059-327-7424 FAX : 059-327-7425

神奈川事業所
〒243-0425 神奈川県海老名市中野 3-12-11
TEL : 046-204-5712 FAX : 046-204-5713

豊田事業所
〒473-0925 愛知県豊田市駒場町田戸 23
TEL : 0565-59-3021 FAX : 0565-57-1066

大阪事業所
〒567-0868 大阪府茨木市沢良宜西 4-3-2
TEL : 072-646-7760 FAX : 072-646-7761

水戸事業所
〒319-0316 茨城県水戸市三湯町 500
TEL : 029-239-3727 FAX : 029-239-3728

非破壊評価カタログ

NON-DESTRUCTIVE EVALUATION CATALOG



非破壊評価技術サービスを提供し、 ものづくりにおける評価業務をサポートします。

ものづくりのデジタル化が進む昨今、
非破壊評価に求められるニーズは年々多様化しています。
本サービスでは、X線 CT や光学式 3D スキャナ (ATOS) を用いたデータ取得から
その後のデータ解析・リバースエンジニアリング・シミュレーション解析に至るまで、
一括して委託することが可能です。
長年様々な評価に携わってきた JTL ならではの柔軟な対応力と
幅広くご利用いただける多種多様な設備ラインナップ、
受託評価会社ならではの確かな品質と高い技術力で、
お客様の開発業務をサポートします。

研究開発における下記のような課題に貢献します

- 3D モデルと実物を比較したい
- 図面のない製品をもとに精度の高い解析を進めたい
- 設計の妥当性を検証したい
- 発生した不具合の要因を探りたい



JTL からのご提案

- 設計値と実測値の比較検討
- 最適形状のご提案
- 強度や寿命の性能予測
- 不具合原因の解明と問題解決など



ソリューション

データ取得 P.3-6



X線 CT 装置

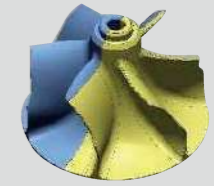
X線源と検出器の間で被写体を回転させ、360度すべての方向からX線を被写体に照射します。ワークの素材や厚みに依存して、モノクロの濃淡(コントラスト)として透過画像が取得され、専用ソフトで処理することにより、内部構造を三次元的に観察することが可能です。



光学式 3D スキャナ (ATOS)

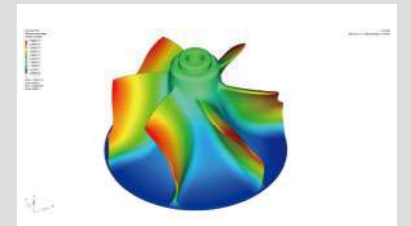
ステレオカメラでプロジェクタから照射した干渉縞を三角測量の原理で三次元点群を取得する光学式 3D スキャナ。2～3m 幅の大型ワークのスキャンも可能で、出張測定にも対応しています。

リバースエンジニアリング P.7



取得した STL データをもとに 3DCAD モデルを構築します。ベンチマークや既製品からの再設計を行う際に活用できます。

工学シミュレーション P.8



CAE 解析とリバースエンジニアリングの組み合わせで、より確からしい解析結果の提供を目指します。また、モデリングからリバースエンジニアリングまで一括対応することにより短納期でのご対応が可能です。

データ解析 P.9-14

- | | |
|-------------------|----------|
| ● 欠陥(ポイド)解析 | ● CAD 照合 |
| ● 繊維配向解析 | ● 肉厚測定 |
| ● フォーム / パウダー解析など | ● 各種寸法評価 |

データ取得 -X線CT装置-

X線源と検出器の間で被写体を回転させ、360度すべての方向からX線を被写体に照射します。

ワークの素材や厚みに依存して、モノクロの濃淡(コントラスト)として透過画像が取得され、専用ソフトで処理することにより、内部構造を三次元的に観察することが可能です。

高解像度X線CT装置

樹脂やガラス / 炭素繊維強化複合材料、チタン、アルミニウムなどの軽金属の測定を得意としています。
二次電池・電池デバイス・実装基板・小型アルミダイカストなど様々なものを高解像度にて観察が可能です。

▶ XTH320 (ニコン製)



最大管電圧	225kV	320kV
最大管電流	1,000μA	
最小焦点寸法	3μm	30μm
画素数	2,048×2,048(16in)	
画素サイズ	200×200μm	
最大撮像範囲	φ270×h250mm	
積載可能重量	100kg	

▶ TXS-32300FD(東芝 IT コントロールシステム製)



最大管電圧	230kV
最大管電流	608μA
最小焦点寸法	4μm
画素数	3,030×3,030(16in)
画素サイズ	139×139μm
最大撮像範囲	φ125×h300mm
積載可能重量	20kg

計測用 X 線 CT 装置

樹脂製品を得意とし、本来、破壊して内部形状測定を行うところ、非破壊にて精度を持った測定が可能です。

▶ 計測 CT ZEISS METROTOM800 (カールツァイス製)



最大管電圧	130kV
最大管電流	300μA
最小焦点寸法	5μm
画素数	1,536×1,920
画素サイズ	127×127μm
最大撮像範囲	φ125×h250mm
積載可能重量	4kg
測定精度 (E)	8μm+L/100

汎用型 X 線 CT 装置

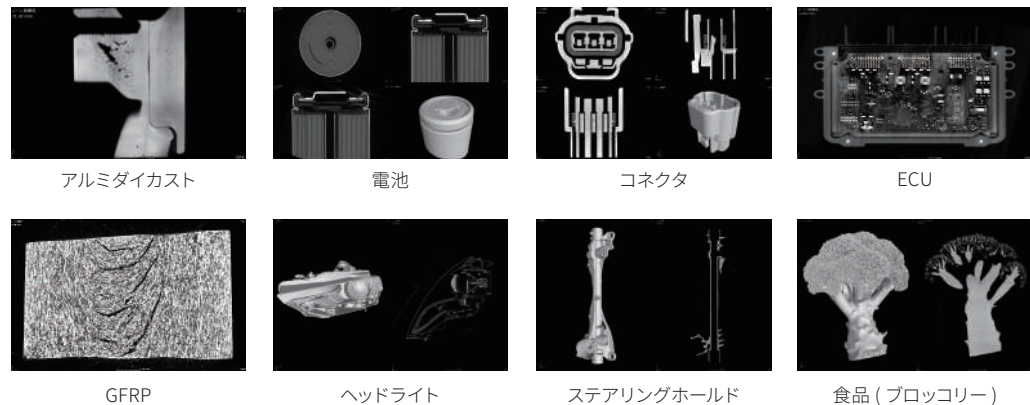
小型製品の内部観察が可能です。
スピード感ある観察が可能で、比較的安価な観察設備です。

▶ TOSCANER-32300μFD(東芝 IT コントロールシステム製)



最大管電圧	230kV
最大管電流	608μA
最小焦点寸法	4μm
画素数	1,024×1,024(8in)
画素サイズ	127×127μm
最大撮像範囲	φ125×h300mm
積載可能重量	15kg

● 観察事例



高出力大型 X 線 CT 装置

自動車のエンジンブロックなどの厚みのある製品を画質良く観察することが可能です。
金属筐体内のユニット部品の内部観察をすることも可能です。

▶ TXS 450 Dual (テスコ製)



観察方法	フラットパネルディテクタ	ラインセンサ
最大管電圧	300kV	450kV
最大管電流	2,000μA	3,300μA
最小焦点寸法	6μm	(S)0.4mm(L)1.0mm
画素数	1,792×2,176	2,048
画素サイズ	139×139μm	320×320μm
最大撮像範囲	φ300×h600mm	φ450×h600mm
積載可能重量	50kg	

● 観察事例



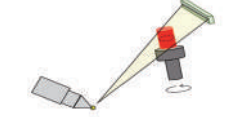
● フラットパネルディテクタ (FPD)

- ・回転のみで計測可能なため、スキャン時間が短い。
- ・Z方向の寸法精度に優れる。
- ・大きなパネル型検出面のため、画質が悪くなりやすい。



● ラインディテクタ (LDA)

- ・回転 + 上下移動が必要のため、スキャン時間が長い。
- ・ライン形状のため、散乱線の影響を受けにくく画質が良い。



斜め型 X 線 CT 装置

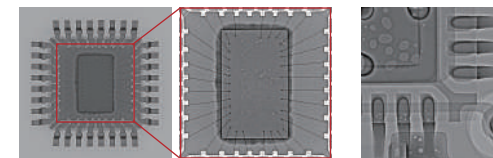
基板などの観察に適しており、斜め方向からX線を照射することで、高倍率での着目点観察や3D断層画像の取得も可能です。

▶ EVA-160 (ユー・エイチ・システム製)



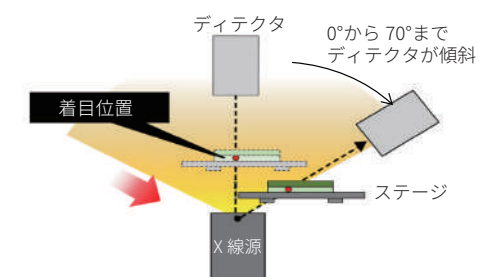
最大管電圧	160kV
最大管電流	200μA
最小焦点寸法	1μm
画素数	1,152x1,152
画素サイズ	127x127μm
最大積載寸法	φ70mm
積載可能重量	5kg

● 観察事例



● ユーセントリック機能

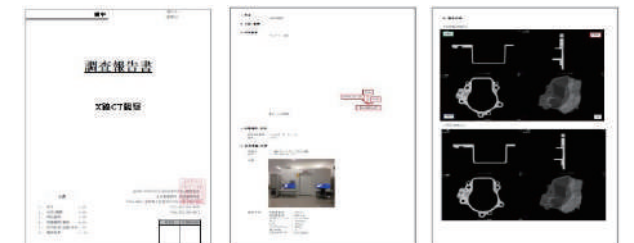
拡大やステージ回転、ディテクタの傾斜を行う際に、着目位置を基準にステージが移動



出力データ

▶ 報告書 (PDF 等)

画像や解析データなど弊社報告書にまとめてご報告します。
ご希望の場合、CT生データをDVD-Rにてお渡し可能です。
CT生データは専用のビューアソフト (myVGL) をインストールすることで、断面や3D像を自由に閲覧可能です。



データ取得 -非接触3Dスキャナ-

ステレオカメラでプロジェクタから照射した干渉縞を三角測量の原理で三次元点群を取得します。2～3m 幅の大型ワークもスキャン可能で、出張スキャンも対応しています。

取得した STL データより、3DCAD モデルとの照合や製品同士の照合やリバースエンジニアリング等、製品の形状評価からモデル化まで様々なデータとして活用できます。

高精度光学式 3D スキャナ

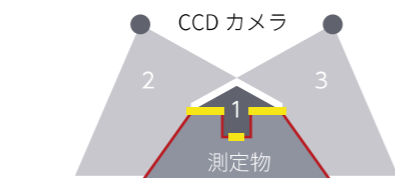
ステレオカメラでプロジェクタから照射した干渉縞を三角測量の原理で三次元点群を取得します。

▶ ATOSIII Triple Scan (GOM 製)



- カメラ解像度
800 万画素 × 2 のカメラを搭載。
- トリプルスキャン方式
2 つの CCD カメラで同時に撮影した個所のほか、左右の各 CCD カメラで独立撮影した画像もそれぞれ解析し、測定に活用する技術。対象物の表面の状態に左右されにくく、精度の良いデータを取得することが可能で、高いモデルの再現性を実現します。

レンズ種類	1shot (mm)	スペック (mm)	
	横 × 縦 × 奥	点ピッチ	測定精度
MV700	700×530×520	0.213	0.028
MV560	560×420×420	0.176	0.024
MV320	320×240×240	0.104	0.016
MV170	170×130×130	0.053	0.011
MV100	100×75×70	0.032	0.005



従来は [1] の黄色部分のみをデータ取得
トリプルスキャン方式は [1] の黄色部に加え
[2][3] の赤色部も同時に取得

フォトグラメトリ

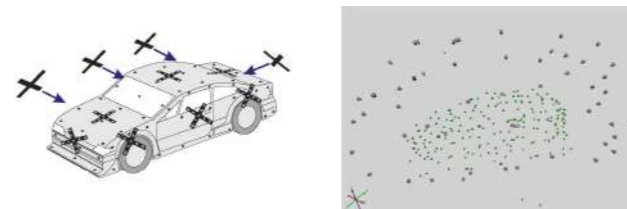
10m 規模の超大型サンプルを写真測量により実現します。

▶ TRITOP(GOM 製)



- 写真測量システム
対象物を複数方向から撮影し、取得した二次元画像から視差情報を元にポイントシール中心を求める写真測量システム。
- ATOS との併用
TRITOP を ATOS と併用することで、大型の測定対象物も同一ソフト内で処理をするため、高精度に測定することが可能です。
- TRITOP 単体での使用
ポイントシール中心のみのデータを使用し、位置や距離を測定します。また、前後比較を行うことで三次元変位・変形・曲げ・ねじり・たわみなどを評価することも可能です。

1shot (mm)	スペック (mm)
横 × 縦 × 奥	測定精度
5,000×3,500×1,500	0.04mm(2m 立方体内)
ATOS と併用する事で測定範囲を拡張 精度：ATOS+TRITOP(目安)	



光学式 3D スキャナ (ハンディ 3D スキャナー)

手持ち式のため取り回しが良くスピーディに対象物を 3D スキャンできます。

持ち運びが容易なため、様々な現場での出張スキャンが実現可能です。

[事例] 工場内機器、車内、発電所、建付け施工現場

▶ T-SCAN HAWK 2 (カールツァイス製)

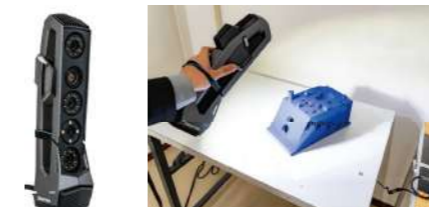


1shot (mm)	スペック (mm)	
横 × 縦 × 奥	点ピッチ	測定精度
最大 600×550×700	0.05mm ~	0.02mm+0.015mm/m
測定可能範囲 : 0.05m ~ 4.0m		

- 特徴
光沢に強い BLUE レーザーを採用しており、ポータブルでも高い測定精度を保持します。

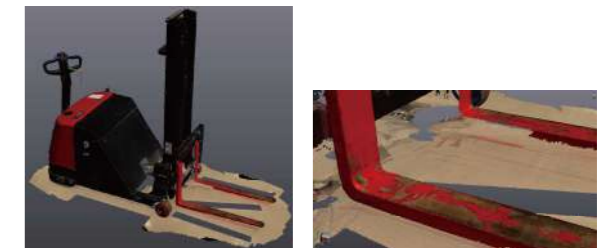


▶ Go!SCAN SPARK (CREAFORM 製)



1shot (mm)	スペック (mm)	
横 × 縦 × 奥	点ピッチ	測定精度
390×390×450	0.200mm ~	0.05mm±0.15mm/m
測定可能範囲 : 0.1m ~ 4.0m		

- 特徴
人体のスキャンや、テクスチャ (カラー情報) を含めたスキャンも可能です。工業製品以外には美術品やジオラマを始め様々な展示物の 3D データ化が可能です。

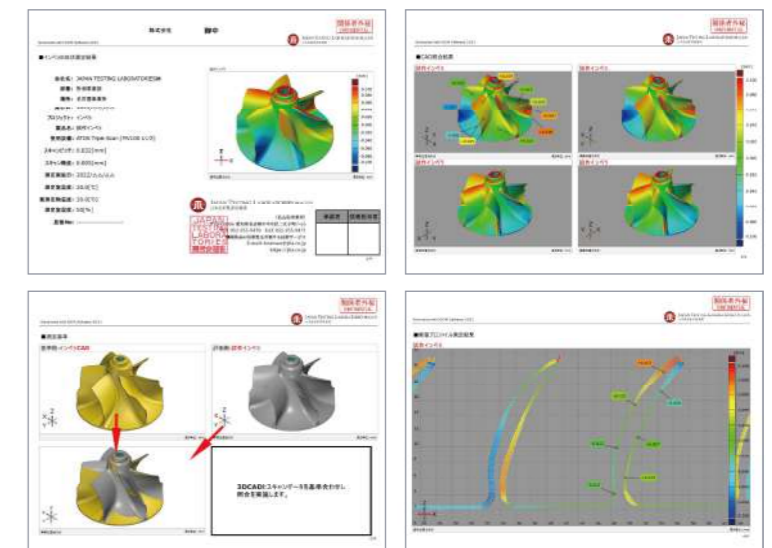


出力データ

▶ 報告書 (PDF 等)

画像や解析データなど、弊社報告書にまとめてご報告します。

ご希望の場合、STL,GOM Inspect プロジェクトデータを DVD-R にてお渡し可能です。



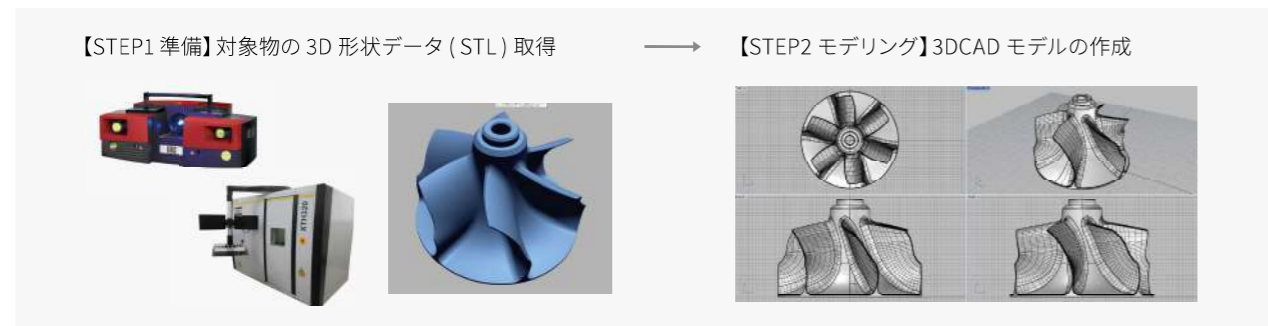
リバースエンジニアリング

X線CTや非接触3Dスキャナで取得したデータをもとに3DCADモデルを構築します。
図面のない金型の再製作、競合製品のベンチマークなど様々なシーンで活用いただけます。2パターンのモデリング手法があり、データの利用用途や目的によって使い分けが可能です。

ソフトウェア

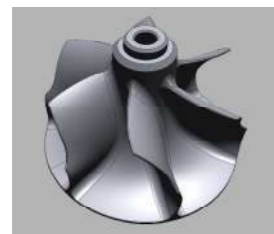
▶ モデリングソフト

- Rhinoceros 3D (Robert McNeel & Associates 製)
- Geomagic Design X (3D Systems 製)



作成データ：面構築

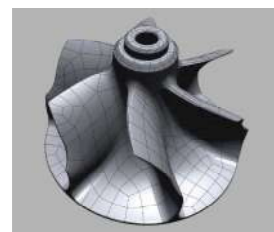
平均化されたソリッドまたはサーフェスモデルです。
微小なヒケやノイズを無視してモデリングするため実測との偏差は出やすいですが、ピン角やR形状の再現が可能のため、後工程で扱いやすいデータを作成できます。



- 【用途】金型や製品の再製作、CAE解析など
- 【精度】実測データに対し±0.1mm程度
- 【データ容量】小さい(1~10MB程度)
- 【出力形式】iges、step、parasolid

作成データ：自動サーフェス

4辺のパッチサーフェスで構成されるソリッドまたはサーフェスモデルです。
成型品のソリや複雑な自由曲面の再現が可能です。全ての面が多くの制御点で構成された自由曲面のため、後工程での編集は困難なデータになります。



- 【用途】CADでの計測、干渉チェック
- 【精度】実測データに対し±0.01mm程度(エッジ部除く)
- 【データ容量】大きい(数十MB)
- 【出力形式】iges、step、parasolid

工学シミュレーション (CAE×リバースエンジニアリング)

リバースエンジニアリングした3D CADモデルを用いて、CAE解析を行います。
解析分野は、構造解析(応力、熱、振動)や熱流体解析を主に対応しています。

ソフトウェア

▶ 構造解析・機構解析・熱解析ソフト

- Hyper Works (アルテアエンジニアリング製)
- Ansys (ANSYS 製)

▶ 流体解析ソフト

- Stream (ソフトウェアクレイドル製)
- SCRYU/Tetra (ソフトウェアクレイドル製)

▶ 樹脂流動解析ソフト

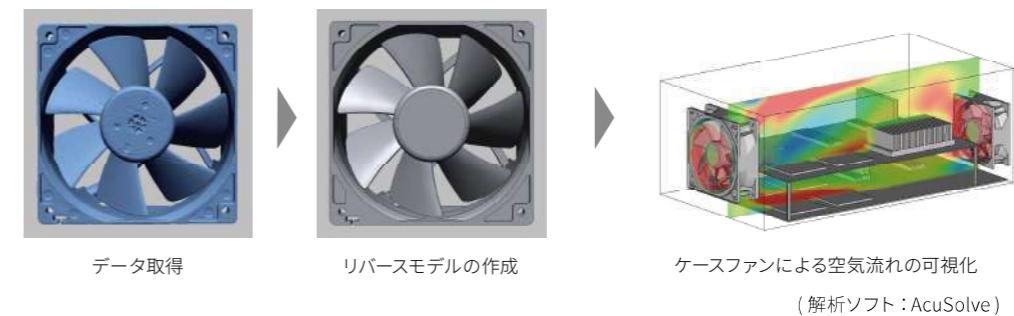
- 3D-TIMON (東レ製)

※一部グループ会社所有となります。



解析事例：流体解析

3Dスキャナで取得したケースファンのデータをもとに3DCADを作成しました。3DCADから流体解析を行い、PC筐体内の空気の流れを可視化しています。



解析事例：粉体解析

3Dスキャナで取得した工場配管のデータをもとに3DCADを作成しました。3DCADから粉体解析を行い、空気による粉体輸送の様子を可視化しています。



データ解析 (1/3)

X線 CT や非接触 3D スキャナなどで取得した 3D 形状データを用いて、様々な解析評価をします。
 カラーマップで視覚的に確認することが可能です。また、寸法 (穴位置・ピッチ・座標差・角度など) を算出することもできますので、接触式測定機では確認できない箇所を測定することが可能です。

欠陥解析

鑄巣やポイドなど、製品の内部に潜む欠陥を、定量的に解析することが可能です。

▶ サンプル内部の欠陥評価

欠陥解析を用い、サンプル内部の欠陥について評価を行います。

- **カラーマップ**
欠陥の位置やサイズを可視化
- **ヒストグラム**
どのサイズの欠陥がどのくらい存在するのかをヒストグラムで表示可能
- **欠陥体積率**
サンプル全体体積に対する欠陥体積の割合を算出可能
- **その他欠陥数値**
体積だけでなく、直径、表面積、位置 xyz 等、様々な項目について算出可能

【算出項目例】

- 直径 (外接球)
- 体積
- 表面積
- 位置 xyz
- 稠密度
- 球形度
- 間隔 (欠陥同士の間隔)
- 投影サイズ xyz

CSV で書き出し可能

マテリアル体積 [mm ³]	145384.531
欠陥体積 [mm ³]	67.335
欠陥体積比 [%]	0.0463

・マテリアル体積 [mm³] : 解析領域内のサンプル全体 (空隙以外) の体積
 ・欠陥体積 [mm³] : 解析領域内の空隙全体の体積
 ・欠陥体積比 [%] : 解析領域内に対する空隙全体の割合

▶ はんだ充填率の調査

基板はんだ箇所について、空隙率を利用して「はんだ充填率」を調査します。

- **欠陥 (空隙) 体積率**
はんだを充填させる容量 (円筒) に対する円筒内部の空隙体積率を算出することで、目的の容量に対し「はんだがどのくらい充填されているか」を定量化することが可能
- **参考**
任意の領域作成が可能であるため逆にはんだ箇所 (白色箇所) の領域にて 3D を作成し、はんだ体積の算出も可能
→ データ上での 3D 体積算出が可能

欠陥体積比 [%] 35.3173
→ 空隙率が低い程、はんだの充填量が多いことを示す

コントラストが明確にあるデータであれば上記のように任意の領域を作成し、体積の算出が可能

繊維配向解析

GFRP や CFRP の繊維配向解析を行います。繊維配向を確認することで、成型時の樹脂の流れ・強度不良・割れの原因など、様々な要因を掴むことができます。また、繊維配向結果を CAE 解析に用いることにより、シミュレーションによる評価解析が可能です。

▶ 空間的な評価

ガラス繊維を解析し、樹脂の流動方向を解析します。

- **カラーマップ**
水平方向→赤色、斜め方向→緑色、縦方向→青色
- **ニードル**
繊維の流れを緑色の棒で可視化
中央に向かって繊維が流れている (白矢印)
- **配向テンソル**
繊維の方向を数値で示す
ZZ 方向の値が顕著に大きい
Z 方向 (縦方向) の繊維で多く構成されている
- **参考: CSV による書き出し**
配向テンソルは CSV による書き出しが可能
→ CAE の流動解析作成におけるシミュレーション精度の確認に使用

平均配向テンソル					
マテリアル成分					
xx	0.14	xy	0.00	xz	0.03
yx	0.00	yy	0.17	yz	0.02
zx	0.03	zy	0.02	zz	0.69

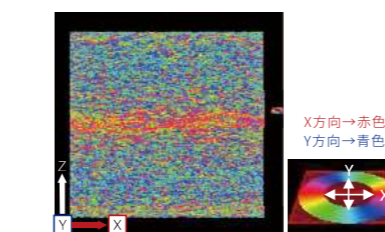
▶ 平面的な評価

繊維方向の規則性を可視化します。

STEP1. 3D 全体で解析を行う

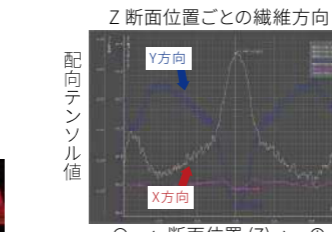
例: 上下方向を [z]、底面を [XY] 平面として解析

● カラーマップ



中央部のみ顕著に赤色である
→ 中央部では X 方向の繊維が多い

● プロット

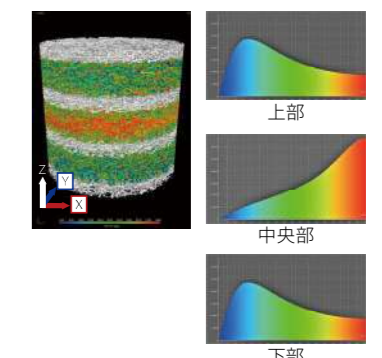


中央部で X、Y が交差している
→ 中央部では X 繊維で、それ以外は Y 繊維で多く構成されている

STEP2. 上部・中央部・下部の 3 箇所に分けて部分解析を行う

● ヒストグラム

ヒストグラムを使用することで、定量的な可視化が可能



中央部のみ赤色の分布を多く示している
→ 同じく中央部は X 方向の繊維で構成されている

データ解析 (2/3)

設計値 / 実測値比較

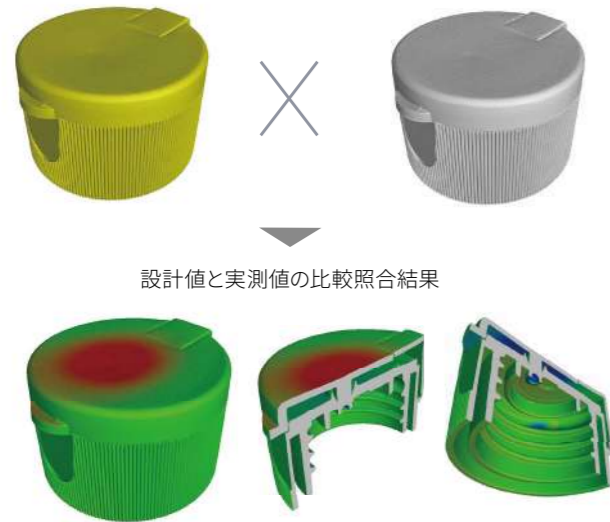
実測値であるサンプルのスキャンデータと、設計値であるCADを比較することで形状の差異を可視化します。これによりスピーディに検査ができます。偏差は3Dの形状にカラーで表示され、任意の場所で数値をプロットすることが可能です。

また、実測値と実測値の比較も可能なため、試験前後の形状比較、ベンチマーク、Lot間比較などの評価に活用できます。

▶ 設計値との形状比較評価する場合

設計値：CADモデル

実測値：スキャナー
ATOSあるいはX線CTにて取得

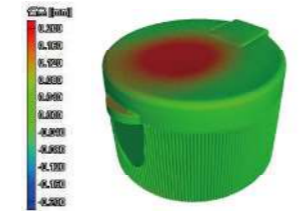


設計値と実測値の比較照合結果

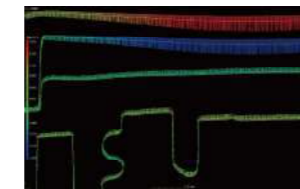
● カラーマップ

偏差をカラーマップで可視化することが可能

3D表記



2D表記 (棒の色と長さで差異を表記)



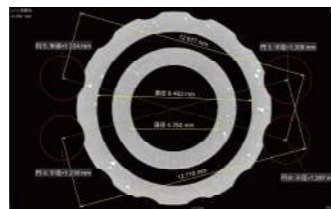
中央部のみ顕著に赤色である
→ 中央部では設計値よりも実測値が凸である

寸法計測解析

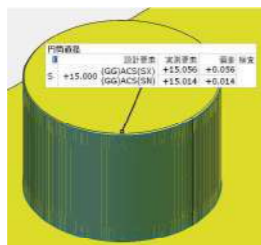
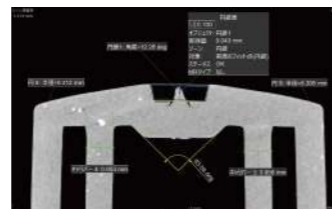
ATOSやX線CTで3Dスキャンを行うことで、非破壊でサンプルの寸法評価が可能です。

ATOSでは大型サンプルを高精度に対応可能で、X線CTではサンプルを壊さず内部まで測定できるという特徴があります。いずれの場合も、計測経験のある技術者が正しい測定基準の選定をし、適切な測定を実施します。

● 寸法評価



穴位置・ピッチ・座標差・角度等の通常の寸法解析が可能



形状の全域を隈なく測定
円筒の範囲全域での直径のMAX,MINを表示

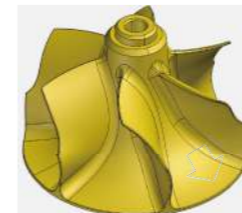


幾何公差をカラーマップで分かりやすく表示

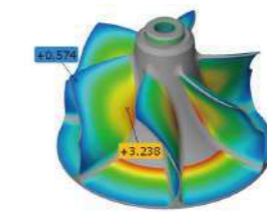
肉厚解析

ATOS・CTデータから肉厚の解析、設計値に対する誤差量を定量化します。

CADモデルの肉厚を解析



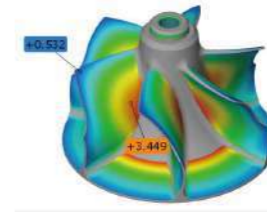
設計肉厚



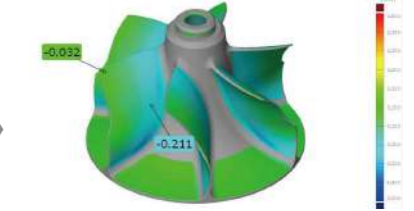
実測データの肉厚を解析



実測肉厚



設計肉厚と実測肉厚の差分を解析

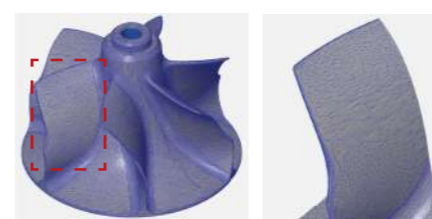


算出値は設計値に対する肉厚誤差
スピーディに余肉・欠肉の判断ができます。

STL化、モデル化

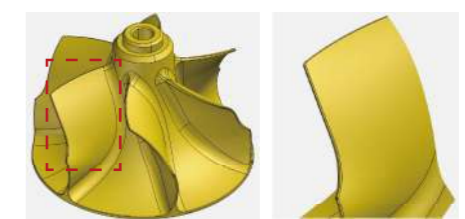
X線CTやATOSでスキャンしたデータをSTLのポリゴンデータ化したり、3DCADモデル化することが可能です。

▶ STLデータ



細かで複雑な三角パッチ構造で面が構成されます。

▶ 3DCADモデル

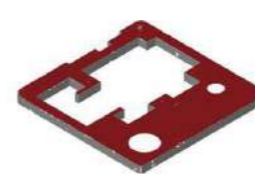


均一で単純な面構造になるようモデリングします (詳細はP.7参照)。

プリニティブ検査

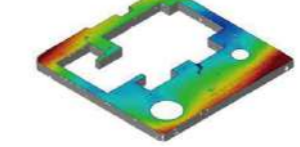
平均化した幾何形状を元にゆがみなどを可視化します。CADモデルがない場合でも、実形状から平均化した幾何形状を基準にして、製品のゆがみなどをカラーマップで可視化することができます。うねり・反り・摩耗などの評価に適しています。平面度のほか、真球度・円筒度なども評価可能です。

▶ 平面度測定の場合

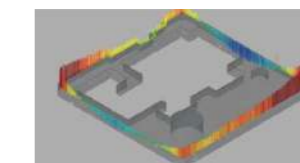


赤く選択された平面形状から
平均面を作成し、出入りを評価します。

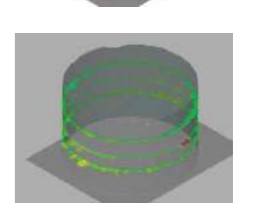
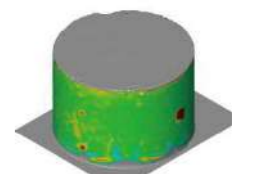
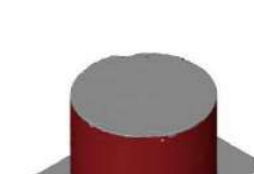
カラー表示



カラー + ベクトル表示



▶ 円筒度測定の場合

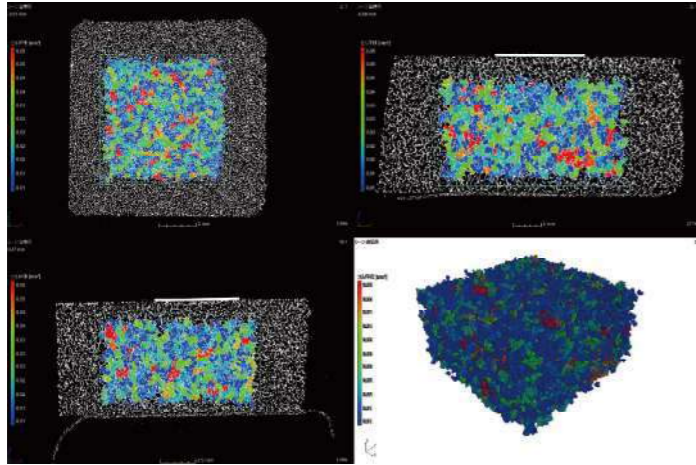


データ解析 (3/3)

フォーム / パウダー解析

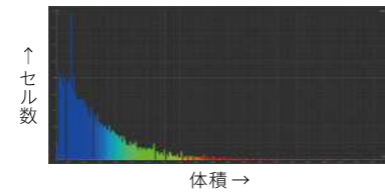
多孔質体の細胞や粉体粒子の構造解析が可能です。セル / 粒子体積・表面積・球形度などをカラーマップで可視化したり、ヒストグラムで定量することが可能です。

▶ カラーマップ偏差

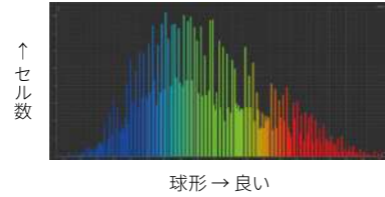


▶ 統計表

● 各セルの体積分布



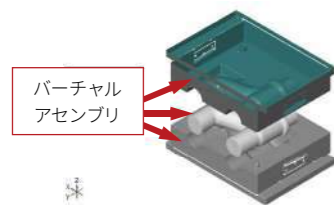
● 各セルの球形分布



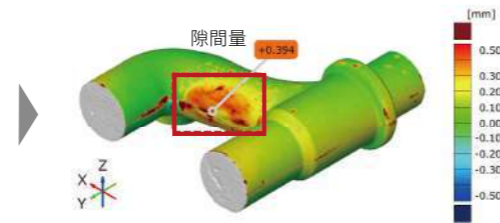
球形 → 良い

バーチャルアセンブリ解析

組付け合う部品をソフトウェア上で組付けをすることで、部品間の干渉やかみ合わせなどの確認が可能です。また、幾何公差などの測定も実施可能です。



各部品を個別にスキャンをし、仮想で合わせこみを行います。CAD データがあるより正確な合わせこみが可能です。



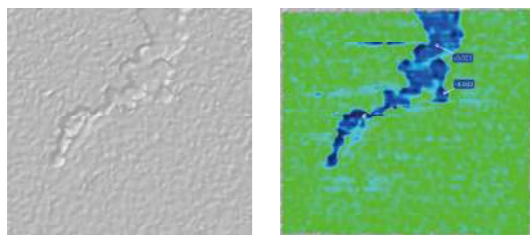
内部で起きている干渉が可視化され、原因がどこか明確になります。また組み付ける2部品の中で片方がこれから作成予定のCADしかない場合、予め干渉の有無を確認ができることで、干渉を見込んだ設計で製作でき、製品の修正に掛かる時間とコストを削減できます。

表面欠陥マップ

製品表面の微小な凹凸(傷、ヒケ)を可視化します。

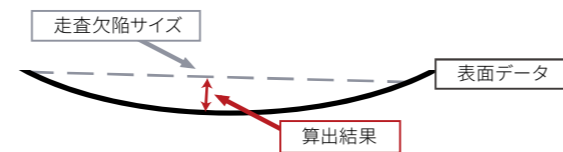
▶ くぼみ評価例 (塗料の剥離)

CAD モデルがない、曲面にある変化を取り出したい場合、反りや変形が大きい製品の凹凸を確認したい場合に適した評価です。くぼみ、もしくはふくらみの変化を評価します。



▶ 欠陥検出の仕組みについて

表面形状に対して無数の直線をぶつけ、接した直線とくぼみ(もしくはふくらみ)までの距離を算出する評価です。直線の長さが長すぎると形状の影響を受けやすくなりますが直線の長さが短すぎると欠陥を検出が難しくなります。



変位解析

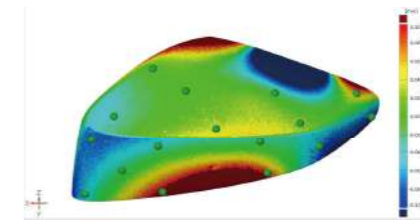
製品の試験による変形量・方向を定量化します。

▶ 変形の量および方向の可視化

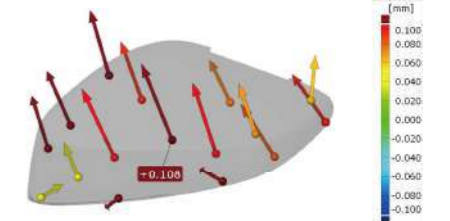
参照シールの移動量・方向を解析することで試験前後の変形量を・方向を定量化することが可能です。



同一製品を2条件以上の試験前後でATOSでスキャン



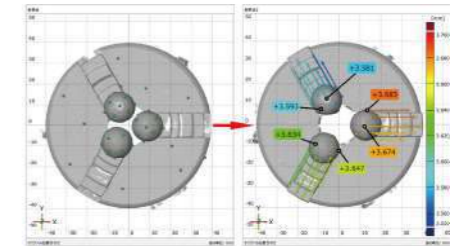
通常の表面形状の変位評価



変形方向・量の可視化

● 参考：その他の事例

製品可動部の可動前後による、移動量・軌跡の解析も可能です。



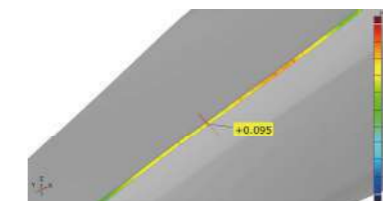
フラッシュ・ギャップ検査

車両のボディ等における部品間の隙間や段差を測定可能です。

▶ 車両のボディ HOOD×FENDER 間の誤差解析



● ギャップ検査



設計隙間に対する誤差量

- ・設計隙間より狭い → 一値
- ・設計隙間より広い → +値

● フラッシュ検査



設計隙間段差に対する誤差量

- ・設計段差より低い → 一値
- ・設計段差より高い → +値

● アウトプット可能検査一覧

