



製造業に変革をもたらす、製造工程管理ソリューション

### KOTEM EVOLVE™

Industry 4.0 / Smart Factory で求められている、相互接続や連携といった機能を実現するために、製品設計から検査までを含めた製造工程全体に対してのデジタル化が求められています。

KOTEM EVOLVEは、SmartProfileを原点とした、製造工程管理ソリューションで、CADモデルと測定点群を使用した公差判定という、SmartProfileのコンセプトを継承しつつ、

”Evolve Design”: 幾何公差の検証や規格解説とガイドにより設計者をサポート

”Evolve Manufacturing”: SmartProfileの幾何公差の判定結果を細分化して製造工程にフィードバック

”Evolve SPC”: 統計的工程管理や判定結果をリアルタイムで監視する

の各ソフトウェアで製造工程を統合管理し、製造工程全体のデジタル化、そして、Industry 4.0 / Smart Factoryの実現にも寄与します。



# KOTEM EVOLVE™ SmartProfile

## 幾何公差判定ソフトウェア

スマートプロファイル

### SmartProfile の対応幾何公差例

位置度		$\varnothing 0.2 \text{ (M)}$	A	B (M)	面の輪郭度		0.2	A	B (M)
		$\varnothing 0.1$	A						
真直度		0.1			平面度		0.1		
真円度		0.05			円筒度		0.1		
線の輪郭度		0.2	A	B	傾斜度		0.1	(T)	A
直角度		0.2	A		平行度		0.05	A	

### 対応CADモデル形式

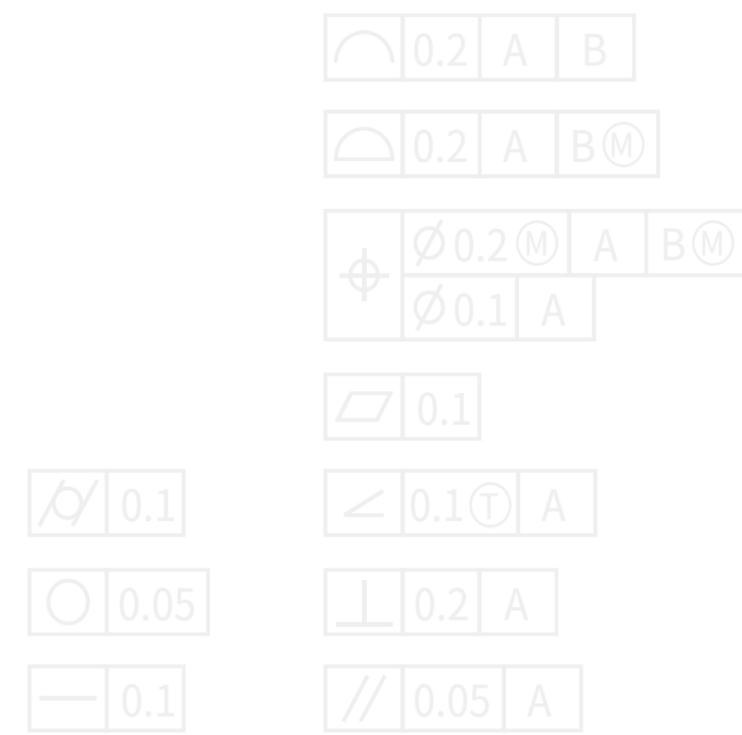
CADモデル形式: QIF, STEP, IGES, DXF (2D)  
(オプションで独自形式にも対応可能)

### 対応測定点群形式

測定点群: テキスト形式の3次元測定点群データ, STL(ポリゴン)データ  
※1: 接触式測定機のプローブ直径による補正可能  
※2: フィルタリング機能によって、点数を圧縮し数百万点のデータを読み込むことも可能

### 出力形式

判定結果: 実測数値, 統計計算結果, カラーマップ  
出力形式: PDF, XPS, テキスト (カスタマイズ可能)



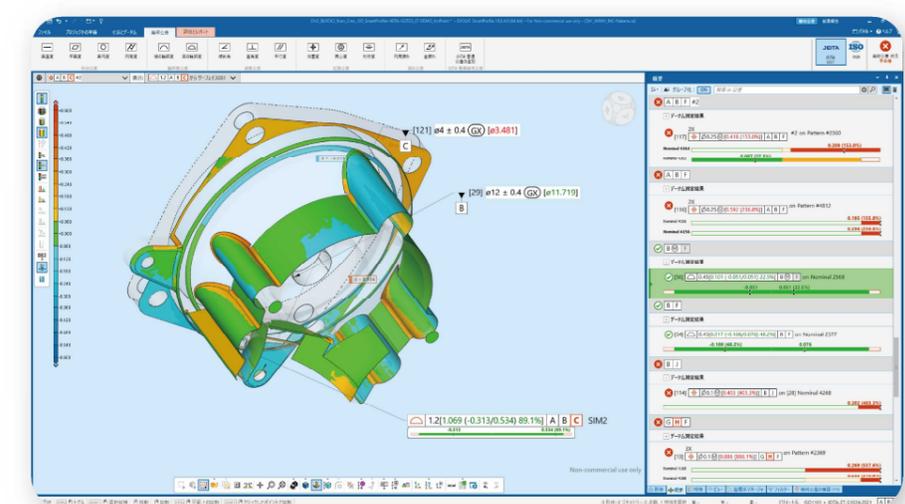
**KOTEM**  
カナダNRC (カナダ国立研究機構) に計測分野の専門家として長年勤務したKostadin Doytchinov氏が1992年にハンガリーで起業。引き続き、ISO/TC213 GPS および ASME B89.7 技術委員会等のメンバーとして国際規格策定に携わりつつ、氏の研究成果を元にしたソフトウェアの開発を続け、後に経営基盤を強化するためQVI社の傘下となる。QVI社のKOTEM事業部となった現在も、世界最先端のフィルタリングやフィッティング方法といったデータ処理機能の実装や、各種規格に沿った判定のためのソフトウェアの開発を続けている。

**Quality Vision International Inc.**  
米国 QVI 社は OGP 社を源流とする非接触光学測定分野で最大級のメーカーです。75 年前の創業以来 SmartScope を代表とする 4 万台の寸法測定機を世界 75 カ国以上に納入した実績があります。現在 OGP ブランドの製品はすべて QVI 社により開発・製造されています。

開発元: 日本代理店 (日本語化・技術サポート)



**QUALITY VISION INTERNATIONAL JAPAN INC.**  
**QVI ジャパン株式会社**  
〒206-0034 東京都多摩市鶴牧1-24-1-2F  
TEL:042-401-6120 FAX:042-337-8661  
URL <http://WWW.QVI.JP>  
E-mail [KOTEM@QVI.JP](mailto:KOTEM@QVI.JP)





# 幾何公差判定ソフトウェア SmartProfile

幾何公差を正確・迅速に判定

SmartProfileは様々な測定機により取得された点群データをCADモデル上に割り当て、正確な幾何公差の判定を自動的に行うソフトウェアです。

## <主な機能>

- CADモデルに測定点群を割り当て、幾何公差を判定。以下の定義等との組み合わせによる判定も可能
  - ・ 共通データム ・ パターンデータム ・ 複合公差エリア ・ 最大実体状態/最小実体状態 (M) (L)
  - ・ 自由度の残った状態
- CADモデルと測定点群の基準座標が異なる場合でもアライメントにより自動的に位置合わせが可能
- 幾何公差規格はASME Y14.5 又は ISO1101を切り替えて使用可能 (JEITA-ET5102, 普通幾何公差にも対応)
- 距離、幅、角度などの従来寸法公差の判定にも対応
- QIFファイル形式に対応

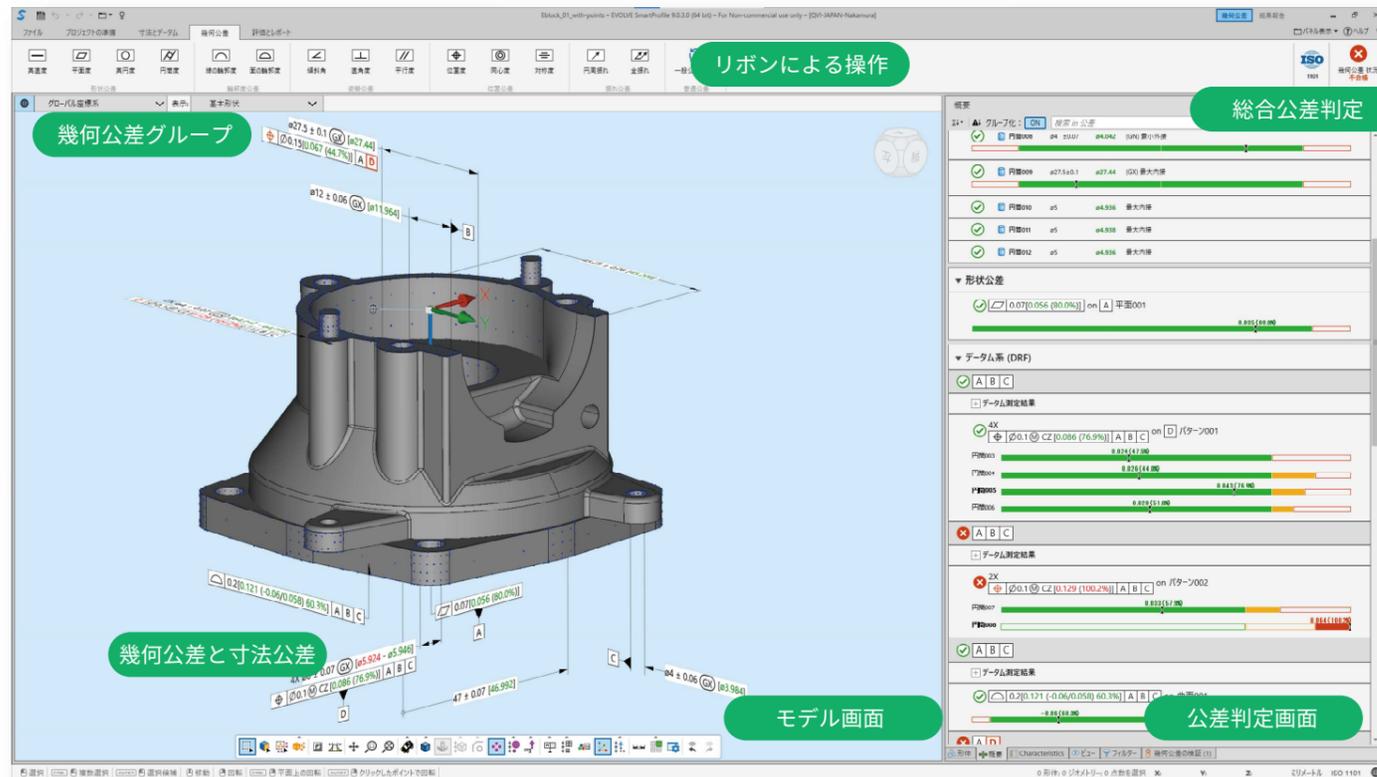
## 「寸法公差の限界には、幾何公差で対応」

日本のものづくりの慣例として、従来は寸法と寸法公差を元に、部品・製品の機能を”推測”し必要とされる精度の製品を作る事が要求されてきました。しかしながら、日本国外に目を向けた時、従来の寸法公差では部品・製品の機能として必要な精度が明確に指示できない事が問題となり、これらをより明確にする方法として幾何公差が活用されています。

## 「幾何公差判定への対応」

幾何公差を図面に定義した場合に、問題となるのがその判定です。一般的な測定方法は、従来寸法公差を判定する事を目的としており、幾何公差の判定には困難が伴います。特に、幾何公差にはデータムという概念があり、この条件を満たす様な測定方法を実現するには、非常に多くの手間がかかります。SmartProfileでは、[CADモデル]+[測定機によって取得された実測の点群データ]を用い、正確・迅速に幾何公差の判定が行えます。

## SmartProfile メイン画面



## 幾何公差の定義

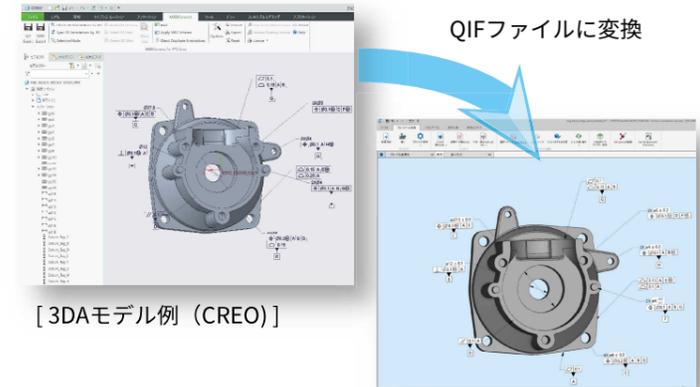
幾何公差の定義は、定義したい幾何公差をリボンから選択し、次にCAD図形上の形状を選択して行います。幾何公差の公差記入枠(FCF)に記載されている、公差・データム等の情報は、選択後に表示されるダイアログから指定します。



[幾何公差の定義]

## QIF ファイル形式に対応

CADシステム (CATIA/CREO/NX/SolidWorks等) で作成した3Dモデル (3Dモデル+アノテーション) をCapvidia社製のMBDVidiaソフトウェアを利用してQIFファイルに変換。これをSmartProfileで読み込むことで、幾何公差を定義する手間を削減することができます。



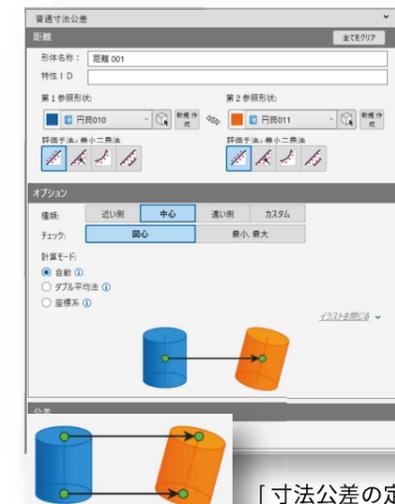
[3DAモデル例 (CREO)]

[SmartProfile]

## 従来寸法公差と二次形状の定義

SmartProfileは幾何公差に加え、従来寸法公差での判定に対応しています。SmartProfileでの従来寸法公差判定には以下の様な特徴があります。

- ・ 幾何公差と同時に判定可能
- ・ 最大・最小値や基準とする形状等の、判定に用いる条件を画面上に表示される図により明確に設定可能
- ・ 必要に応じて、作図機能を使い実際のCADモデル上に無い形状を使用した従来寸法公差が定義可能



[寸法公差の定義]



[二次形状の定義 (作図)]

## SmartProfile導入の2つのシナリオ

- その1 SmartProfile単体で幾何公差を定義・判定
- ・ 3D(又は2D) CADシステムで作成したCADモデルを読み込み
  - ・ CADモデルに対して、幾何公差等をSmartProfile上で定義
  - ・ 測定機を用いて必要な面に対し適切な数の点群を出力
  - ・ SmartProfileで点群を読み込み、幾何公差を判定

- その2 QIFファイル形式による幾何公差の判定
- ・ CADシステム上で幾何公差定義を含めCADモデルを準備
  - ・ MBDVidiaソフトウェア (別売) を利用してQIFファイル形式に変換
  - ・ SmartProfileでQIF形式の3DAモデルを読み込み
  - ・ この際、矛盾した幾何公差はSmartProfileが警告
  - ・ 測定機を用いて必要な面に対し適切な数の点群を出力
  - ・ SmartProfileに点群を読み込み、幾何公差を判定

## 4ステップの基本操作

SmartProfileの操作は4ステップ

1. CADモデルを読み込み
2. 公差を設定  
「寸法」「データム」「幾何公差」の定義
3. 測定した点群を読み込み  
読み込みの際に、手動または自動でのフィッティング、フィルタリングを行うことも可能
4. 判定  
SmartProfileは3D CADモデルと読み込んだ点群を比較し測定結果が公差内に収まっているか判定  
結果は印刷やデータの各種形式へ出力可能

公差の定義まで済ませた、モデルを含めた評価条件をファイルに保存することで、点群を読み込むだけで判定可能  
読み込み時の点群の処理(フィルタリング等)も自動化

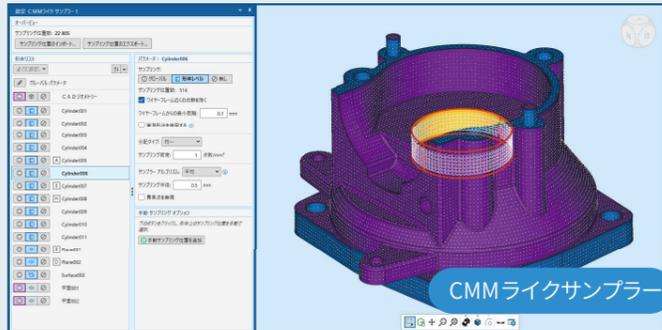
## SmartProfile導入事例



- ・ 欧州大手時計メーカー (設計部門)  
8ヶ月間の試験運用を経て全社共通の製品判定に使用
- ・ 北米大手農耕機メーカー (設計部門)  
従来接触式測定機で5日間必要だった判定時間を3時間に短縮
- ・ 北米大手医療機器メーカー  
全社共通の製品判定として採用し、さらにSmartScopeとの密な連携を構築中

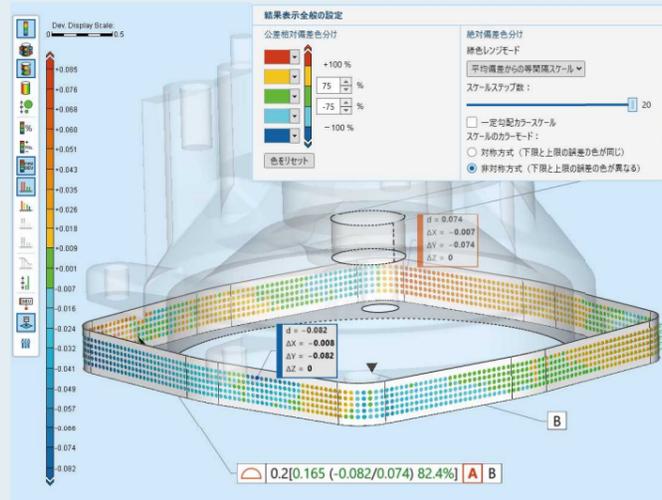
**大量点群処理機能**

- 形状ベースアライメント  
任意のサーフェिसに重み付けをし、優先的にアライメント。
- 形状ベース偏差フィルター  
サーフェイス毎に偏差の幅を設定して、設定範囲から外れる測定点を異常点として除去
- CMMライクサンプラー  
取得した大量の点群から、3次元測定機(CMM)での測定点の様な点群を抽出  
ノイズや誤差の大きいエッジ周辺の点群を任意の範囲で除去することで安定した測定結果を得る。



**偏差表示のカスタマイズ**

絶対偏差の表示方法、公差の段階数などの変更が可能



幾何公差で評価した結果を、加工の条件等により分類したグループ毎に再度評価し、4つの誤差要因(位置・傾き・サイズ・フォーム)に分解します。分解された誤差要因を参照することにより効率的に製造工程の分析を行うことが可能になります。(ISO 20170:2019 準拠)



**製造工程解析ソフトウェアの処理手順**

- 0 SmartProfile評価**  
SmartProfile上で幾何公差を含めた評価を実行後 Manufacturingソフトウェアに切替
- 1 グループの作成**  
部品の特性を理解する為の形状グループを、工具毎や加工機械など誤差要因が生じる可能性がある工程毎に作成
- 2 アライメント**  
加工機や治具など基準となる製造座標系を定義し形状グループと関連付ける
- 3 誤差要因の解析**  
求められた誤差を「位置」・「傾き」・「サイズ」・「フォーム」の4つの誤差要因に細分化  
誤差要因の評価は、個別や複数または全てを同時に実行することが可能
- 4 補正量の確認**  
グループ毎に規格値と実測値の差を求め、補正量として提示  
これらの補正量は、部品の固定位置や工具オフセットの変更など、想定されるエラーを修正するため参考になるとともに、製品の潜在的な問題を特定するのに役立つ

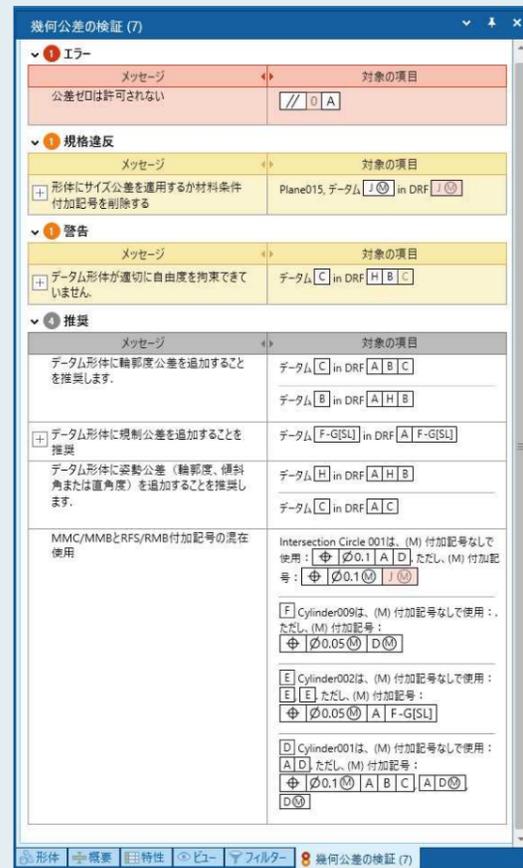


**幾何公差の解説機能**

選択した幾何公差に関する、解説を表示。またASME規格での評価を使用中はリンクのクリックで、規格書の該当項目を表示

**幾何公差検証機能**

定義した幾何公差を、ソフトが自動的に検証。既にPMIが定義されたCADモデルはインポート時、同様に検証。検証の結果、規格に対して「エラー」や「違反」等があった場合はメッセージを参照しながら、修正作業を行うことが可能

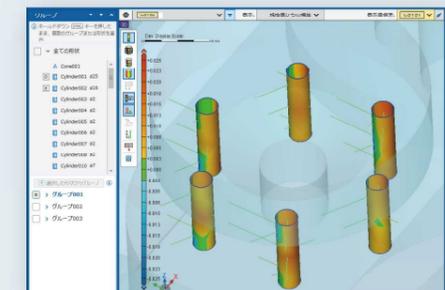


**4つの誤差要因**

- 【位置】** 規格値と実測値との直交座標系での偏差
- 【傾き】** XY,YZ,ZXの各平面上での傾き
- 【サイズ】** 最大内(外)接及び最小二乗法による評価を行ったサイズと規格値の差分
- 【フォーム】** 最小二乗法で評価したサーフェスと測定点との最大誤差量

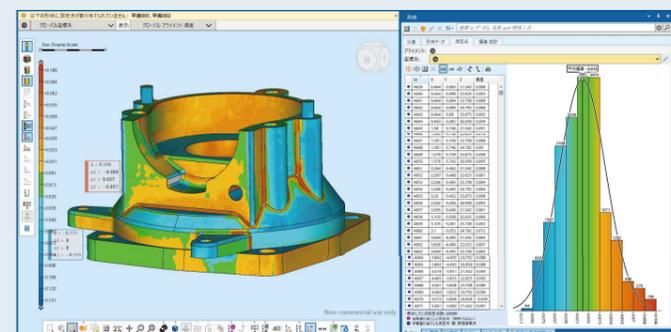
**形状グループの作成方法**

形状グループはモデル画面で複数形状を一度に選択することで作成  
形体リストからも選択可能



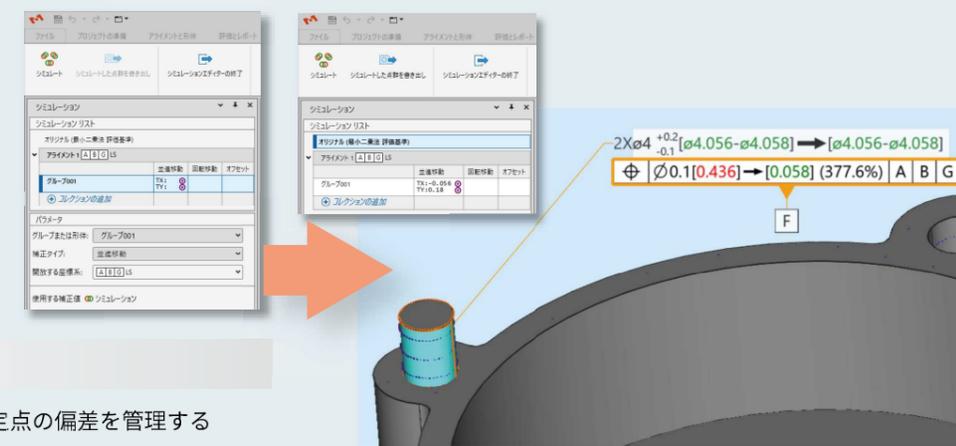
**グローバルアライメント偏差**

グローバル座標からの形状全体の偏差を確認



**補正結果シミュレーション**

評価でNGになった箇所に対して補正可能な3つの誤差要因  
“平行移動” “回転移動” “サイズ変更”  
の内、指定した要因に対し誤差が最小となる補正量をシミュレーションで求める  
補正量はダイアログに表示され、公差ラベルには補正前後の結果を表示



**指定位置の偏差監視 (管理点)**

任意の座標値を設定し、サーフェスと測定点の偏差を管理することで、公差以外での誤差の監視が可能  
監視する座標値はサーフェスをクリック、もしくは座標データのインポートにより設定管理する測定点は、近接点もしくは、指定範囲の複数点の平均点を選択可能

【それぞれのソフトウェアへの入力データ】

EVOLVEの各ソフトウェアには必要に応じ、設計情報と測定情報を入力します。各入力データの詳細は以下の通りです。

- CADモデル(形式)：IGES・STEP・DXF (2D)
- PMI (Product and Manufacturing Information)：CADモデルに付随した、公差情報や材料情報等の総称。EVOLVEでは寸法公差・幾何公差情報を主に利用。
- QIF形式：詳細は下記参照。設計情報としては、CADモデル・PMI、測定情報としては、測定点等が相当。
- 点群(テキスト)：直交座標、各点における測定ベクトル等のデータ
- ポリゴンデータ：STL形式
- EVOLVE Designで保存したCADモデルと公差情報はSmartProfile等で読み込み使用可能。



統合製造工程管理ソリューション

**KOTEM**  
**EVOLVE Suite**  
 Manufacturing Enterprise Suite  
 コテム エボルブ

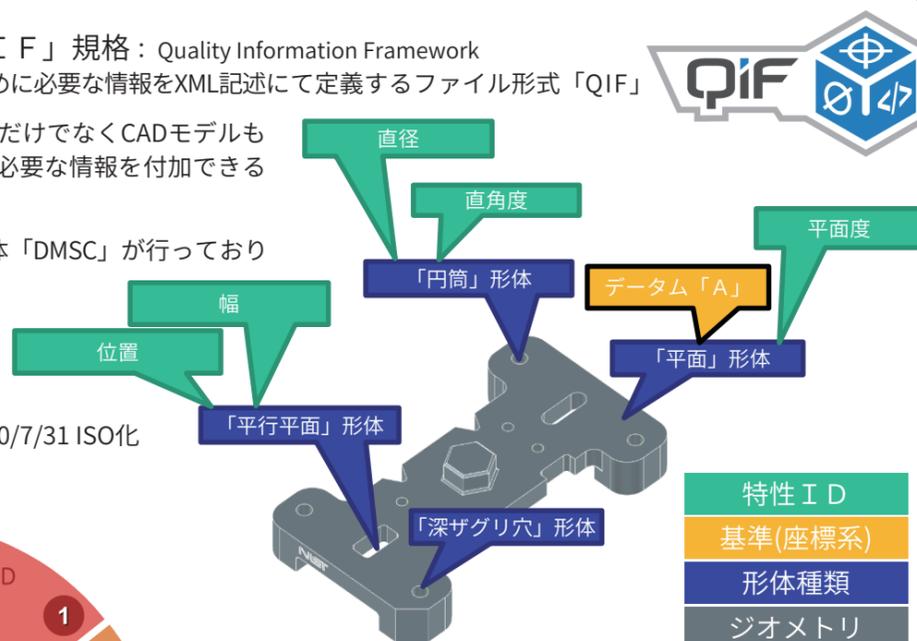
MBD実運用の有力候補「QIF」規格：Quality Information Framework  
 3D-CADモデルベースで品質保証のために必要な情報をXML記述にて定義するファイル形式「QIF」

形体や公差などの製品製造情報 (PMI)だけでなくCADモデルも同時に保持した上で、ユーザー側で必要な情報を付加できる拡張性も持つ(カスタム属性)。

QIF規格の策定は、米国の非営利団体「DMSC」が行っており2013年より米国ANSI規格として発行されてきたが、Ver.2.1からは、ANSI方式の幾何公差に加え、ISO方式の幾何公差のサポートも開始

QIF Ver. 3.0が、ISO23952として2020/7/31 ISO化

参考：http://qifstandards.org/



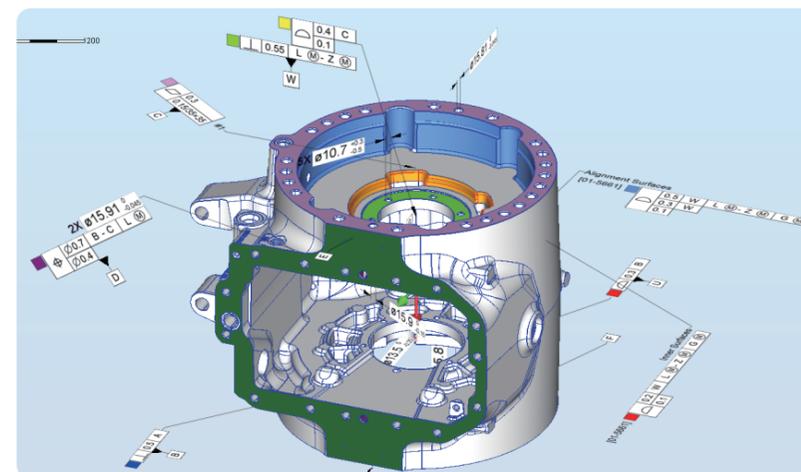
QIF規格で定義されるデータ例

QIF形式への変換

多くのCADソフトウェアがQIF形式でのエクスポート機能を持たないため、ネイティブCADモデルからQIF形式にデータ変換するソフトウェアが必要です。ベルギーのCapvidia社が開発するMBDVidia / Formatworksを使用すると、CADモデルだけでなくPMIとして記載された、寸法公差や幾何公差も同時にQIF形式に変換可能です。CADソフトウェアによっては、2次元図面に入れた公差を関連付けて変換することもできます。



QIF規格の対応範囲



Industry 4.0 / Smart Factory の実現に向けて

Industry 4.0/Smart Factoryで求められている、相互接続や連携といった機能を実現するために、製造工程全体に対して製品設計から検査までのデジタル化、データ化が求められます。

具体的には、モデルベース製品設計(Model Based Enterprise:MBE)や製品ライフサイクル管理(Product Life-cycle Management:PLM)と、これに付随するモデルベース定義/開発(Model Based Definition :MBD)、また実際の製造時の情報についてもデジタル化し管理をする、製品製造情報(Product and manufacturing information:PMI)まで一貫した情報管理が必要です。

統合製造工程管理ソリューションである、KOTEM EVOLVEは、製品の形状だけでなくモデルに付随する要求条件である公差設定の確認、測定結果を用いての評価と製造工程へのフィードバック、そして製品の製造に伴って蓄積されていく測定結果(統計値)までを一元的に扱い、製造工程全体の改善と、Industry 4.0 / Smart Factory の実現に寄与します。

開発元



日本代理店(日本語化・技術サポート)

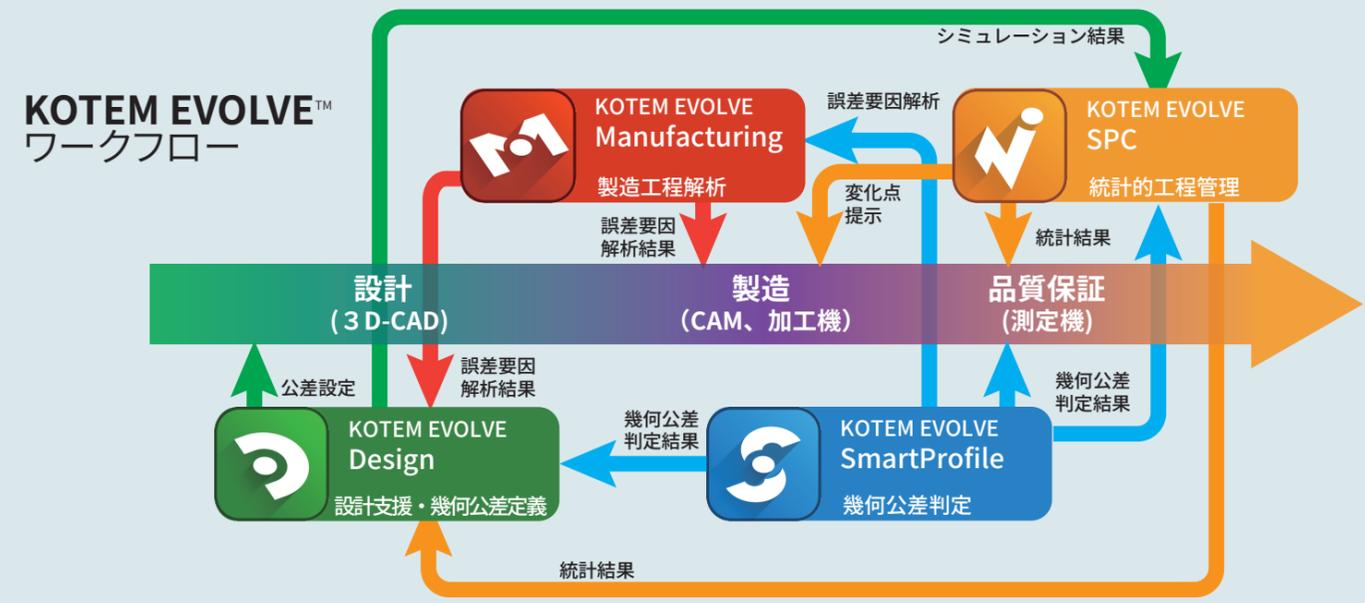


販売元



# 統合製造工程管理ソリューション KOTEM EVOLVE

EVOLVEは、設計、製造、品質保証の各プロセスをスムーズに繋ぐモデルベースの統合ソリューションです。PMI(製品製造情報)を含めた3D-CADモデルによる設計・測定情報を集約し、製品の設計/開発時間の短縮、検査と測定技術の標準化、工程管理の改善、製品許容誤差の管理等の製造工程全体の効率化を可能にします。



**幾何公差判定ソフトウェア**  
**EVOLVE SmartProfile**  
 CMM、3Dスキャナ、X線CT等から出力された測定点群とCADモデル(3D/2D)を利用して、幾何公差を判定

**製造工程解析ソフトウェア (SmartProfile追加機能)**  
**EVOLVE Manufacturing**  
 SmartProfileでの評価を踏まえ、同一プロジェクト内で誤差を4つの要因に細分化し、製造工程にフィードバック

**統計的工程管理ソフトウェア**  
**EVOLVE SPC**  
 3D-CADモデルと連携してモデル上に統計値やグラフを表示  
 複数の測定機を監視して製造状態をリアルタイムで管理可能

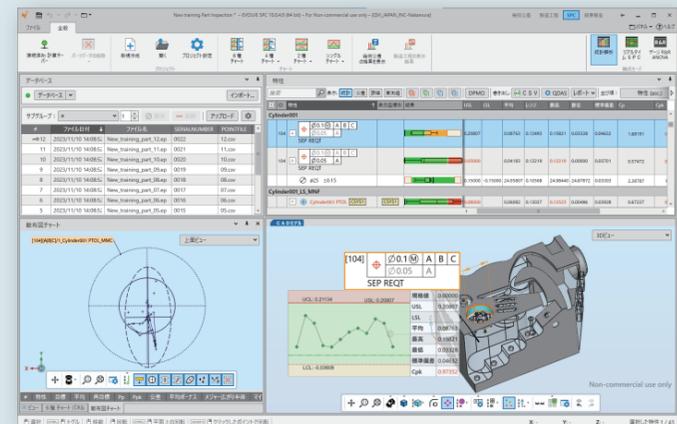
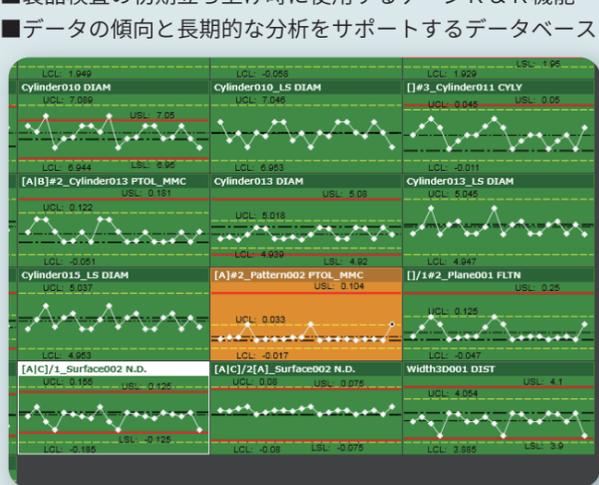
EVOLVE SPCは単体で、またはEVOLVEソフトウェアと統合され、統計的工程管理を行います。各統計情報は、CADモデルと紐付けし表示・参照する事も可能で、値の変化や特性等の確認を容易にします。

## EVOLVE SPCの特徴

- 3D-CADモデルベースの結果表示に対応
- 標準レポートと詳細レポートの出力が選択可能
- 複数の測定機からの結果を同時に表示し、管理可能
- 量産時に特定の問題をリアルタイムで監視する工程管理機能
- 製品検査の初期立ち上げ時に使用するゲージR & R機能
- データの傾向と長期的な分析をサポートするデータベース

## 3D-CADモデルベースの結果表示

CADモデルに対応する統計結果を定義すると、リスト上で選択された形状が表示されるだけでなく、CADモデル上に対応する値やグラフが表示されます。



# 設計支援・幾何公差定義ソフトウェア EVOLVE Design

CADモデル上に定義された幾何公差の検証や規格解説とガイドにより設計者の幾何公差の運用をサポート

CADモデル上に機能的かつ体系的に幾何公差を定義し、ASMEやISOの規格に則って検証することができます。規格の解説を参照することで、設計者の意図により近い幾何公差の定義が可能となり、学習に用いる事もできます。公差の設定を支援する仮想解析機能や、与えた公差の組み合わせによる最大・最小距離を計算する機能も含まれます。

## 幾何公差の検証機能

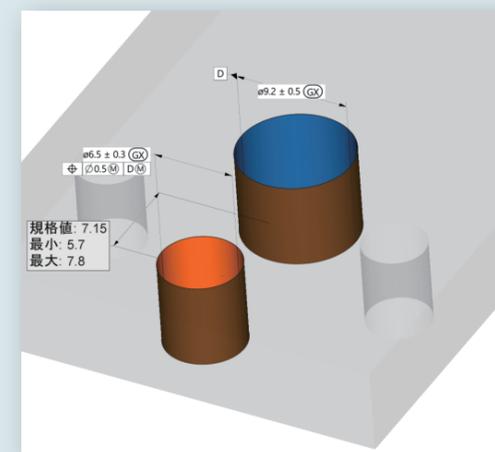
ASMEまたはISO規格に従い、定義された幾何公差を検証します。発見された問題は【エラー】【警告】【規格違反】【ヒントと推奨】に分類され、問題点と共に提案内容が表示されますので、ガイドに従って簡単に修正することができます。

## 公差の積算距離機能

選択した形状間の最大距離・最小距離を計算(シミュレート)します。複雑な公差の重ね合わせにより生じる最小・最大距離を確認する事により想定外の不具合の抑制に役立ちます。

### 【積算に用いる公差・条件】

- 形状のサイズ公差
- 形状の幾何公差
- 最小・最大実体公差方式 (データム含む)



**公差の積算リスト**

規格値距離	最小	最大
規格値距離	7.15	7.15
D Cylinder003 ホール, $\phi 9.2 \pm 0.5$	-0.25	0.25
データム形状シフト D①	-0.5	0
Cylinder004 ホール, $\phi 6.5 \pm 0.3$	-0.25	0.25
ボーナス	-0.3	0
サイズ公差	-0.15	0.15
合計	5.7	7.8

## バーチャルマニュファクチャリング (仮想点群生成と解析)

CADモデル上に、加工条件等に応じた誤差を付与した仮想点を生成し、この点を用いて公差判定を行います。仮想的な評価を行うことにより、公差設定や定めた公差の妥当性検証、加工方法評価等により、試作レス製品開発を実現し、効率化に役立ちます。

### 【点群生成時の誤差要因パラメータ】

- 形状のサイズ
- 点群の平行移動量
- 点群の回転量
- 形状の変化量