

# Real3D™ 計測ハンドブック

工業用内視鏡検査用ビデオ  
スコープのための進化した  
3D計測技術テクニックアプリ  
ケーションガイド



# Mentor Visual iQを最大限に活用するために\*.

## 目次

初めに.....	3
測定精度と確度の重要性 .....	3
テクノロジーと接続性の実現 .....	3
計測技術	
3DPM (位相) 計測 .....	4
3Dステレオ計測 .....	4
ステレオ計測 .....	4
比較計測.....	4
PC再計測.....	4
3D計測における最適な使用方法: 手法とチップ .....	5
アプリケーションに適した正しい測定方法の選択.....	6
測定の種類	
長さ .....	7
ポイントライン.....	8
奥行 (深さ) .....	9
エリア (面積) .....	10
マルチセグメント.....	10
深さプロファイル.....	11
領域深さプロファイル.....	12
測定面.....	13
測定精度に関するデータ .....	18
Real3D™ 計測製品番号と仕様 .....	20
用語集.....	21



## 初めに

画像に基づく3D測定は進化により、検査担当者にとって、ビデオスコープはさらに強力なツールとなっています。以前は、測定部を特定し、画像を撮影することのみが可能でしたが、今日の進化したビデオスコープを使用することにより、測定部を3Dでマッピング、測定、分析して共有することができます。また、検査、画像、データをスマートフォンやタブレットで、現場にいる人や遠方の専門家にリアルタイムで伝えることもできます。精度と確度がさらに向上したこの新機能により、ビデオ検査が非破壊試験の補足的役割を果たし、場合によっては、そのいくつかの方法に代わるものとなっています。

本ガイドは、Mentor Visual IQを用いた測定において利用可能な技術、および工業用内視鏡検査における意思決定の精度改善のための適切な使用方法を理解する上で、検査担当者および機器所有者を支援する目的で作成されています。

ビデオスコープの所有者の多くは、トレーニング不足により、この検査機器の最新機能を十分に活用できていません。このハンドブックをガイドとして新しい手法を学んでいただくことにより、お客様の専門知識は組織にとって競争力のある強みとなります。

## 測定精度と確度の重要性

工業用内視鏡検査 (RVI) は、機器の有用性を特定するために頻繁に用いられる手法です。特定は通常、測定部または機器内部の部分の測定結果に基づいて行われます。測定が正確でない場合、不必要な機器の停止、スクラップ、メンテナンス費用が発生することに加え、安全や信頼性のリスクにつながる恐れがあります。そのため、意思決定の質を最大限に高めることができるよう、利用可能な測定機能の適切な使用方法を理解することが重要となります。

"ステレオ、シャドウ、比較等従来の計測技術では、測定結果のコンピューター計算に用いられるデータの質や、希望する測定を実施するためカーソルの配置の正しさを評価する能力はほとんどありません。このため、不正確で一貫性のない測定や費用のかかる間違っただけの意思決定の可能性につながることもあります。

最新のReal3DTMの計測技術は、XYZ軸の3Dポイントクラウドをリアルタイムで使用することで、データの質を確認し、様々な角度や視点からカーソルを正しい位置に配置することを可能にします。

## 正確なビデオプローブ測定には以下が必要です：

.125 mm (0.005インチ) を測定用最小フィーチャーサイズとみなすことを推奨します。理想的な条件下では、これらの小さなフィーチャーを測定する際に考慮すべきガイドラインとして、Real3D PMおよびReal3D測定では、長さおよび深さタイプの両測定で、 $\pm 0.05$  mm ( $\pm 0.002$ インチ) 以上の誤差をもたらします。

注意: 試験された全ての測定でこれらの結果が得られることを示すものではありません。Gage R&Rスタディ (繰返し性と再現性を評価する手法) で、ビデオプローブを使用して任意の測定要件に対して推定される結果 (誤差) を明らかにします。

理想的な条件は、以下のように測定技術によって異なります。

### Real3DPM計測の理想的なコンディション

- 訓練を受けた適任のRVI技術者による測定
- 校正された光学チップアダプタ、およびカメラレンズのクリーニング
- 測定が必要とされる兆候に最も近い位置にカメラを配置 (わずかにピン트가ずれていても)
- 表面に対して垂直でない入射角でカメラを配置
- ツヤがないマットで非反射表面仕上げ上での測定
- ストラクチャードライト (シャドウパターン) の反射を最小または排除する。
- 周囲光の排除
- システムは、ストラクチャードライトパターンまたは通常の照明のいずれかを用い、狭く深い兆候部の底部を視認および明るくすることができ無時、正確な3Dデータと判断することができない。

### Real3Dステレオ計測の理想的なコンディション

- 訓練を受けた適任のRVI技術者による測定
- 校正された光学チップアダプタ、およびカメラレンズのクリーニング
- 測定が必要とされる兆候に最も近い位置にカメラを配置 (ピン트가合っていること)
- 機能が豊富で、当たり障りのない表面での測定
- 兆候にグレア (まぶしさ) がないこと
- 兆候周辺のピクセルパターンの識別化

## テクノロジーと相互通信能力の実現

非常に重要な機器に正確な測定が必要となる場合、セカンドオピニオンを求める必要がある場合があります。世界で初めて、パソコン、タブレット、スマートフォンを使って、部屋の中でも世界中のどこにいても、リアルタイムでビデオ検査を確認できるようになりました。InspectionWorks™ Connect Globalの遠隔共同作業ツールは、Wi-Fiやイーサネットに接続することで、双方向での共同作業や、現場の検査員がリアルタイムでの画像、注釈が可能となります。

検査作業にさらなる監視の目を加えることで、より多くの専門知識を活用でき、発見の可能性を高め、検査の生産性を向上させ、コストを削減することができます。InspectionWorks™ Connectは、Mentor Visual IQの全モデルのオプション機能としてご利用いただけます。

さらに、InspectionWorks™ Local+Connect (iPhoneまたはiPadで利用可能) があれば、有線、無線の設定に関わらず、1対1のストリーミング、リモートコントロール、ファイル転送が可能です。

# 計測技術

(Mentor Visual IQマニュアルの測定の種類別の利点をご覧ください)

## 3DPM (位相) 計測

特許取得済みパターンストラクチャードライト技術を採用した3DPM計測では、検査員は同じ光学アダプターを用いて、測定部の位置の特定、測定、解析が可能です。幅広い視野 および広い被写界深度により、検査実施のために同じ光学アダプターを用いることが可能です。これにより、先端部を後方に戻したり、交換したり、測定部の位置を変更するなど、余計な手順を踏む必要性が排除されます。

実質的に、3DPM計測は、時間を削減し、全体的な検査効率を向上させつつ「要求に応じた」正確な測定を提供します。3DPM計測は、先端部から投影したパターンストラクチャーライト技術を採用して視界エリアの3D表面のスキャン画像を生み出し、表面測定部のあらゆる要素を測定することが可能です。

### 利点:

- 表面形状および測定の正確性を詳細に評価するために、3Dポイントクラウドを表示、操作
- さらに解像度の高い測定画像を全画面で表示
- プローブや光学アダプターを交換することなく操作、検査および測定が可能
- 直径6.1 mmのプローブで使用可能
- ロングレンジ側視用光学アダプターを使用してより広いエリアを測定可能

## 3Dステレオ計測

3Dステレオ計測は、従来のステレオ計測と同じ光学アダプターを使用します。さらに進化した校正および画像処理アルゴリズムを採用し、観察、操作、解析可能な対象物表面の3Dポイントクラウドを生成します。

### 利点:

- 従来の方法または手作業で合わせたステレオ計測と比較し、より正確で精度の高い測定が可能
- 横長または反復的な測定部において、ステレオ計測よりも高いマッチング能力
- 高効率測定解析のためのカメラ画像および3Dポイントクラウドのサイドバイサイド表示
- 特にダークブーストの使用において、細部を含む光沢のある（または高反射性の）表面を効果的に測定
- 輝度とダークブースト
- 微弱な動きのある表面を測定
- 4.0 mm、6.1 mm、8.4 mmのプローブ径で使用可能

## ステレオ計測

従来のステレオ計測は、3Dステレオ計測同様、特許取得済みプリズムを利用して、わずかに異なる視点から左右のステレオ画像を取得します。カーソルの位置で、左右の画像上の表面地点が合致することで、3Dの座標軸と測定結果がコンピューター計算されます。この技術が生まれて10年以上たちますが、コンピューター計算能力に限られたシステムには有用です。ただし、3Dポイントクラウドは提供しないため、検査者が測定品質を評価する能力が制限されます。

## 比較計測

測定部と同じ先端部から対象物までの距離に、製造者もしくは検査員が置いた物理的な基準となる対象物を使った、より従来型の2D計測技術。

## Inspection Manager

Inspection Managerは、Waygate Technologies VideoProbe製品によって撮影された測定画像の再測定と分析を可能にするWindows PCベースのソフトウェアツールです。このツールを使用すると、測定カーソルを移動したり、測定を追加したり、以前の測定を完全にクリアして新しい測定プロセスを開始したりできます。

測定画像が3D-Stereoまたは3D-Phaseプロセスで撮影された場合、このツールを使用すると、フルポイントの3Dポイントクラウドの表示と操作も可能になります。

注：側視の光学チップを使用すると、プリズムにより、画像は逆にミラーリングされます。ライブ表示用に画像反転機能を使用して、この効果を修正することはできませんが、3D測定では反転機能を無効にします。したがって、測定画像は、直視と比較して逆にミラーリングされます。



# 3D計測における最適な使用方法: 手法と光学アダプタチップ

以下に記載されるベストプラクティスは、3D PM計測および3D ステレオ計測の両方に適用されます。この最適な使用方法指針に従うことにより、ビデオプローブを使った測定の設定において最善の結果を得ることができます。特定の測定種類の詳細は各測定の種類の記事に記載されています。

## 適切なReal3D™計測技術を選択してください

4 mm、または8.4 mmのプローブが必要ですか？



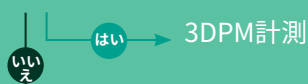
測定対象物の表面は、高反射性である、油が付着している、または濡れていますか？



側視タイプの光学アダプターが必要ですか？



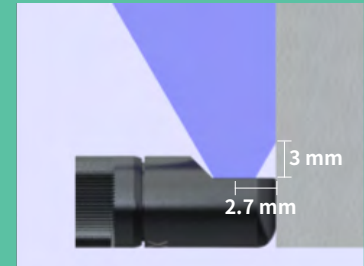
直視タイプの光学アダプターが必要ですか？



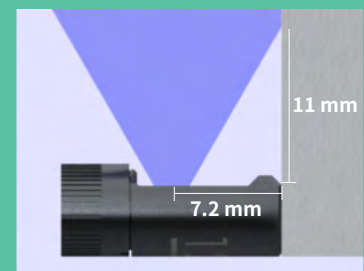
機械的な障害物があることにより、検査エリアを調べるためには、観察用光学装置を側視用先端部の先まで接近させる必要がありますか？



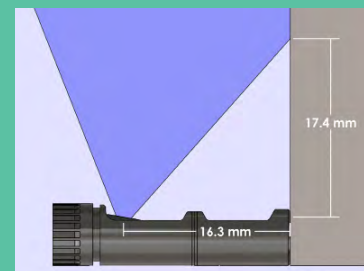
先端と対象物までの距離が25mmを超えていますか？



3Dステレオ側視



3DPMブルー側視



3DPMグリーン側視

- 特許取得済みの3倍ズームウィンドウを使用して、カーソルをより正確に配置;これは長さとの測定に最も役立ち、特に小さな欠陥に重要な機能です。
- 3Dサーフェスマスクを利用してカーソル配置を最適化する
- 欠陥分析の助けとなる新しいInverse+、HDR可変およびDark Boost画像変換機能
- 最高の正確度と精度を得るために、白色光または3Dポイントクラウド上でカーソルを確認、再配置(移動)することができます。

## 一般注意事項

- 検査員は測定を実施するための訓練を受け、資格を有している必要があります。
- 社内手順、もしくはこのページに記載された選択ツールを使い、お客様の使用方法に適切な計測技術および測定方式を選択してください。
- 測定に使用する光学アダプターとプローブは清潔で、先端部で確実に取り付けられていることを確認してください。ステレオ測定用の光学アダプターを使用する場合、測定を行う前に、先端部のシリアルナンバーが適切であることを確認してください。3DPM測定用光学アダプターは、システムが自動的に認識します。
- パターンの方向は垂直に投影されます。
- ステレオおよびリアル3Dステレオ測定では、カメラピクセルの水平線が使用されます。特に、その表面に繰り返しパターンがある場合には、表面は画像内で垂直に配向されるべきである。
- 測定前後にWaygate Technologies NISTトレーサブル検証ブロックを使用して、システムが正確に測定されていることを確認します。
- オレンジ色の近接直視型3DPM光学アダプターを使用すると、先端部から対象物までの距離が近い場合に画像がより鮮明になります。
- 先端を測定領域にできるだけ近づけます (高いIndex値または低いMTD値)。ステレオおよび3Dステレオでは、イメージに焦点が合っている必要がありますが、3DPM測定では、通常、小さな深度測定 (<0.25mm) が最も正確に行われるのは、イメージにある程度焦点が合っていない場合です。測定が不正確になる最も一般的な原因は、遠くからの測定です。遠すぎる位置から測定することは、不正確な測定の最も一般的な原因です。
- 測定中にシステムによって表示される警告メッセージに注意してください。これは、不適切なセットアップまたは測定のための不適切なMTDを示している可能性があります。
- 測定設定および3Dポイントクラウドビューを使用してカーソルの配置を確認してください。2Dの白色光画像のみを使用して認識するのは困難ですが、3Dポイントクラウドを使えば簡単に認識できます。
- 深度の低い測定または深さプロファイル測定を行う際に深さマップと共に3Dポイントクラウドビューを使うと、データノイズの中から測定部が明確になることが確認できます。そうでない場合は、より近い距離または異なる方向から別のイメージを撮影してください。
- クボミや凹みなどの部分の深さを測定する際、3Dポイントクラウドビューを使用して、最も深い地点を測定されていること、参照基準面が測定表面と整合されていることを確認してください。
- 3DPM計測を使うと、反射や影によりデータの質が悪くなる部分が生じ、これらは黄色でハイライト表示されます。
- 特に、奥行(深さ)計測や深さプロファイル計測の際は、可能な限り、これらの部分は測定を避けてください。異なる方向から撮影することで、黄色の領域を削除される場合があります。
- 3DPM計測を使用する場合、特に表面に光沢のある対象物を測定する場合は、垂直を避けた画像を撮ることで最良の深さ測定結果が得られます。
- システムが3D座標を判定できない領域は赤でハイライト表示されます。赤で表示されたエリアを測定することはできません。これらの測定不可能な領域の測定データは、データの妥当性について綿密に評価されるべきである。
- 最高のデータ品質を得るには、イメージの撮影中にプローブをできるだけ静止させてください。これは、撮影されるイメージの数が多いため、3DPM測定では特に重要です。これらの測定不可能な領域の測定データは、データの妥当性について綿密に評価されるべきである。
- 3Dステレオを使う場合、画像の明るさ(輝度)、ダークブーストレベル、視覚方向を調整して、測定画像撮影前に測定エリアの光沢をできる限り少なくしてください。
- 2D画像では、投影図や光学的なゆがみにより、写し出された対象物の真っすぐな線や端が曲がったように見えることがあります。すべての測定は3Dで行われるため、直線の3D測定線は、カメラで見られるように2Dイメージ上に描画されます。カメラはカーブしていることがよくあります。これにより、直線エッジへの位置合わせが容易になり、測定位置をより正確に示すことができます。



# お客様のアプリケーションに適した正しい測定方式を選択してください

特定のアプリケーションでは複数の測定タイプを使用できますが、このチャートはエキスパートの推奨を示すことを目的としています。



## 長さ

- ・ 部分または構成部品 of 簡易測定
- ・ 亀裂長さ
- ・ 膨張、浸食、腐食、摩耗による部品サイズの変化
- ・ 摩耗による残量の判定
- ・ 部品上の測定部の位置/領域



## ポイントライン

- ・ タービンブレードエッジ部損傷
- ・ 隙間幅
- ・ 溶接幅
- ・ タービン翼コーナー部欠損



## 奥行 (深さ)

- ・ タービンブレード先端部からシュラウド隙間
- ・ 腐食、浸食、また異物による損傷に起因するクボみまたは凹み
- ・ 配管内径
- ・ 溶接高さ
- ・ ステーターベーンのロック
- ・ 基準面からの隙間幅
- ・ 表面部平面との距離測定



## 領域深さプロファイル

- ・ 腐食、浸食、およびくぼみ
- ・ 異物による損傷
- ・ 最大溶接高さ
- ・ 最大摩耗溝深さ
- ・ 隙間幅



## エリア (面積)

- ・ タービンブレードコーナー部
- ・ コーティングの損失
- ・ くぼみまたは腐食部の表面積
- ・ 異物による損傷エリア



## マルチセグメント

- ・ 亀裂経路の全長
- ・ タービンブレードのブレンディング、または測定部の入射角
- ・ 湾曲や不規則な表面の全長、長さ測定より正確



## 深さプロファイル

- ・ 単独の腐食または浸食によるくぼみ深さ
- ・ 異物による損傷深さ
- ・ 溶接高さまたは摩耗溝深さ
- ・ 表面輪郭の簡易評価



## 測定面

- ・ 欠損したコーナー部測定のためのエリア (面積)
- ・ タービンブレードエッジ部の損傷測定、ポイントラインと併用
- ・ ブレード先端部からシュラウド隙間測定のための奥行 (深さ)
- ・ 小さい部分測定のための長さまたはポイントライン
- ・ くぼみ域で測定を行う際の領域深さプロファイル



## ブレードチップクリアランス

- ・ タービン製造時の品質保証
- ・ コンプレッサー・タービン効率の確認
- ・ タービンケーシングの精円性評価

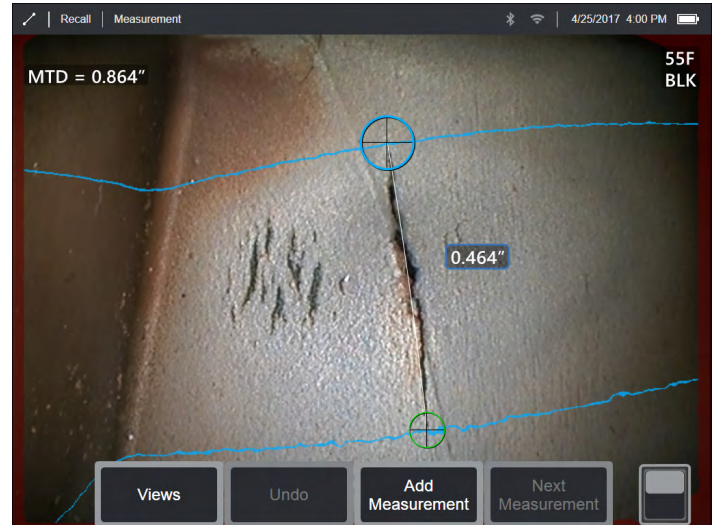
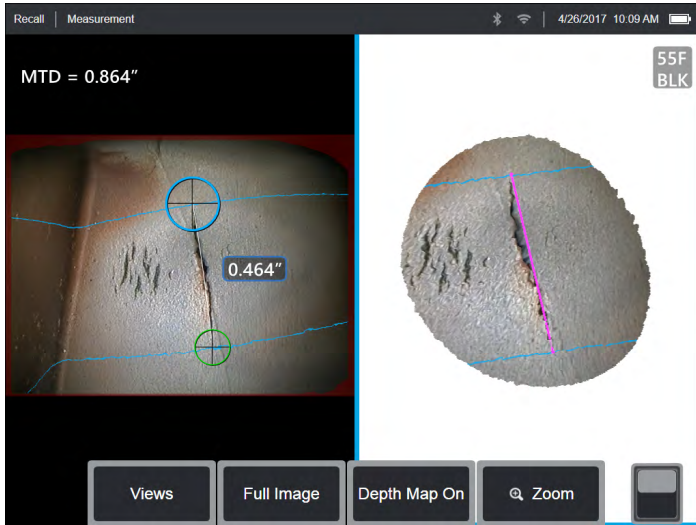


# 測定の種類



このセクションでは、Mentor Visual iQ VideoProbeで使用可能な各測定タイプについて詳しく説明します。各テクニックが最も効果的なアプリケーションを提案し、正確な測定設定のための光学アダプタレンズと提案を提供します。

## 長さ



選択した2つのカーソル位置間の直線距離を測定します

### アプリケーションの例:

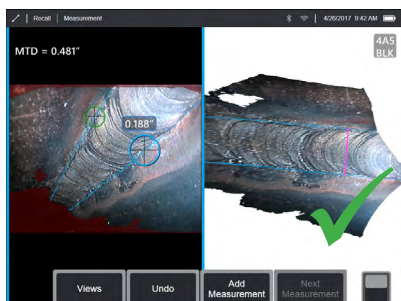
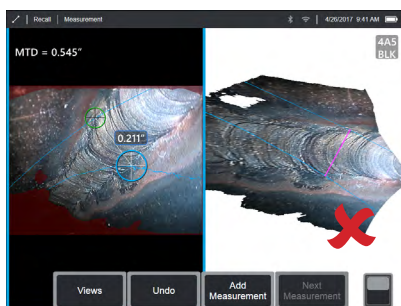
- 部分または構成部品の簡易測定
- 測定部の長さ測定 (例: 亀裂)
- 膨張、浸食、腐食、摩耗による構成部品のサイズ変化の測定
- 摩耗による残量の判定
- 測定部の位置/エリアの測定

### 3D表面マスク:

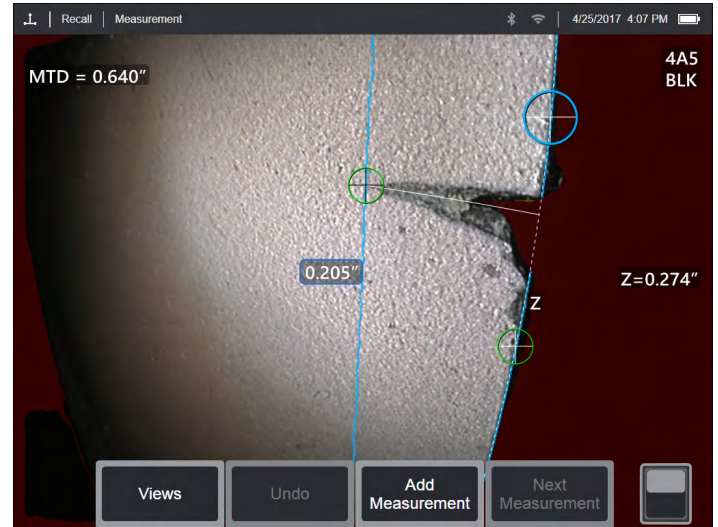
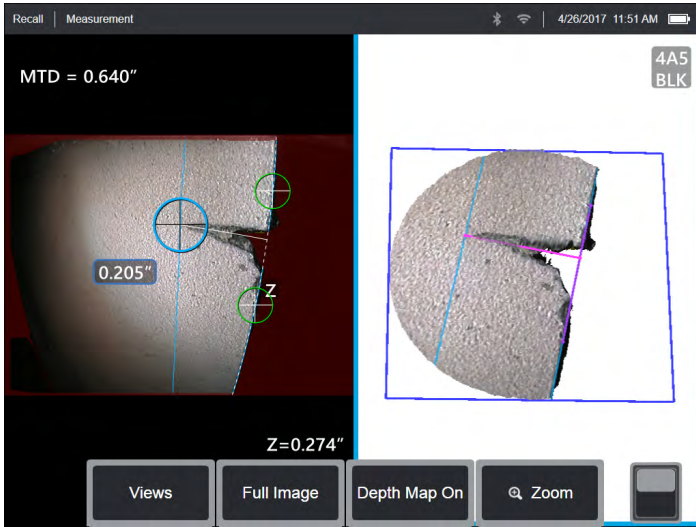
設定を有効にすると、カーソルポイント間の直線の3Dラインに垂直な平面が表示された観察表面と交差する表面ポイントが、青色のマスクでハイライトされます。

### 測定精度向上のためのベストプラクティス:

- 長さの測定には、直線が使用されます。湾曲のある表面横断距離の測定には適していません。
- あるエッジ部からの距離を測定する際、水色の3D表面マスクが、エッジに対するある角度においてではなく、エッジに沿って表示されるように、カーソルの位置を調節してください。これにより、斜め測定が原因で起こる誤差を最小化することができます。このような場合には、ポイントラインを選択する方がよい場合もあります。
- 3Dポイントクラウドを確認し、カーソルが正しい位置にあることを確認してください。斜めまたはアングル外の測定では誤差が生じます。
- 先端部を近づけ、カーソルのポイントエリアに焦点を合わせながら、対象エリアがスクリーン上中央に、できる限り大きく写るようにしてください。
- オレンジ色の警告表示に注意し、測定距離が信頼の範囲内にあることを確認してください。
- ズームウィンドウは、正確な配置に役立ちます。カーソルを表示上に正確に配置できるように、鮮明なイメージで配置することが重要です。
- 赤い領域が適切なカーソル配置を妨げたり、3Dノイズが結果に影響する可能性がある場合は、測定面を使用します。詳細については、「測定面」セクションを参照してください。







ある線 (2地点を元に定義) と選択されたある地点の垂直距離を測定します。

## アプリケーションの例:

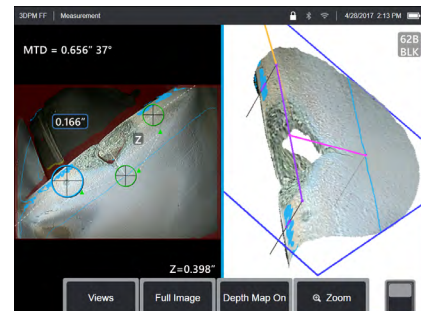
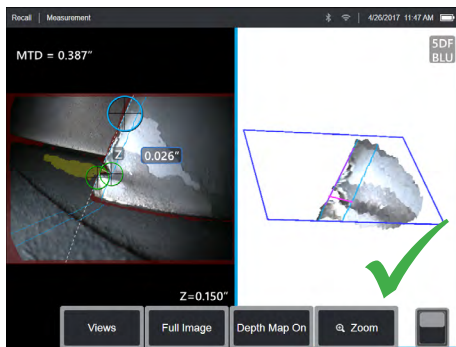
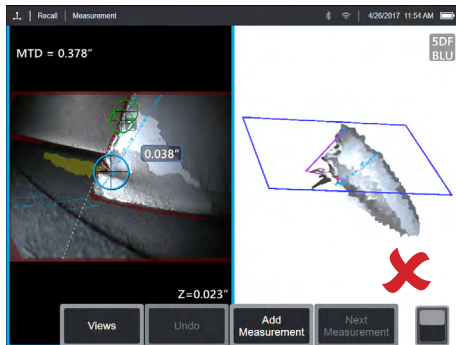
- タービンブレードエッジ部損傷
- 複数の点線間の距離測定法を用いて欠損したコーナー部を推定します
- 隙間もしくは溝幅
- 溶接幅

## 3D表面マスク:

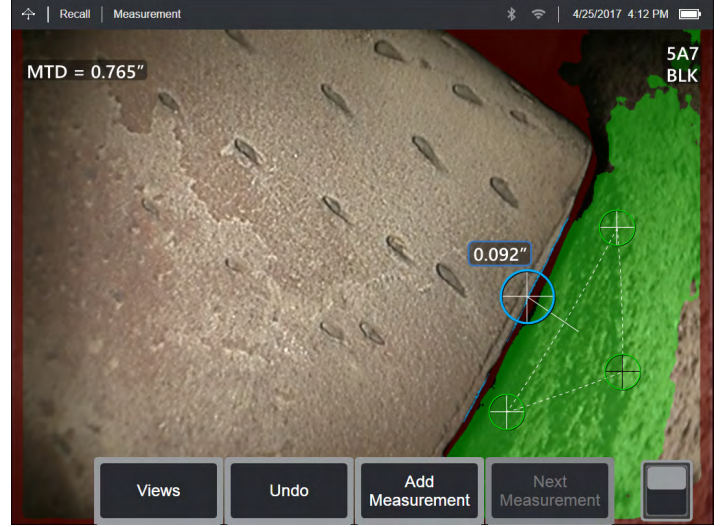
設定を有効にすると、観察表面の3番目のカーソル点と基準線 (2点) の間の3D測定線に垂直な面が観察表面と交差する場所で、表面ポイントを青色のマスクでハイライトします。

## 測定精度向上のためのベストプラクティス:

- 3Dポイントクラウドを確認し、カーソルが正しい位置にあることを確認してください。
- 最初の2つのカーソルを参照するエッジに沿って遠くに配置します。可能であれば、測定する表示の両側に置く。それらを近くに配置すると、3D空間における基準線が傾くことで誤差が生じる可能性があります。
- ポイントクラウドを確認し、参照基準線が部品の参照するエッジに対して傾斜していないことを確認してください。これは、両方の参照基準線カーソルが3番目のカーソルと同じ側にあり、3番目のカーソルから離れている場合に特に重要です。
- また、ポイントクラウドを確認し、測定距離が斜めになっていないことを確認してください。斜めになっている場合、実際よりも大きい値が導き出されます。
- 赤い領域が適切なカーソル配置を妨げたり、3Dノイズが結果に影響する可能性がある場合は、測定面を使用します。詳細については、「測定面」セクションを参照してください。
- サーフェスマスク (Surface Mask) は、丸みのあるエッジの外面に沿って表示されます。



# 奥行(深さ)



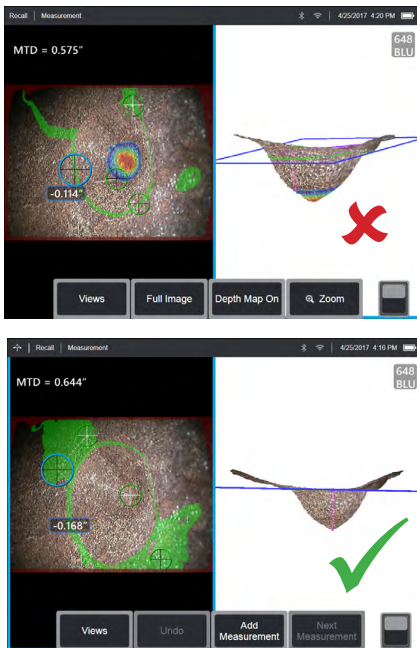
参照基準面(選択された3か所に基づき決定)から、面の上方もしくは下方で選択された4つ目の地点の距離を測定してください。

## アプリケーションの例:

- タービンブレード先端部からシュラウド隙間
- 腐食、浸食、また異物による損傷に起因するクボミまたは凹み
- 配管内径
- 溶接高さ
- ステーターベーンのロック
- 隙間幅

## 測定精度向上のためのベストプラクティス:

- 測定精度を向上させるには、先端の測定光学アダプタチップを不具合部表面の観察面にできる限り近づける必要があります
- 3つのカーソルで参照基準面を配置し、測定表面の3D表面マスクの緑のピクセル範囲を最大にします。くぼんだ点を測定する場合は、色のグラデーションを使用して、測定が最も深い点で行われるようにします。平らな面の高さまたは深さを測定する場合は、その面に表示される水色の範囲を最大にするようにしてください。
- 3Dポイントクラウドビューを確認し、青い正方形で表示された参照基準面が測定表面と正しく整合していることを検証してください。
- 参照基準面カーソルが有効な時に表示される緑の表面マスクは、参照基準面と参照表面が、非常に近いポイントを示す。カーソル位置を調整して、参照表面上の緑の量を最大にします。3Dポイントクラウドビューを使用し、青い正方形で示される参照基準面が参照表面が正確な位置に合致していることを確認できます。
- 3番目のカーソルを配置すると、多くの場合、深さ補助機能によって4番目のカーソルが最も深い点、最も高い点、または近くのブレードエッジに自動的に配置されます。自動配置カーソルの位置を確認し、必要に応じて調整します。
- ポイントクラウドビューで深さマップモードを有効にすると、表面の等高線が見やすくなり、目的のポイント(多くの場合、インジケータの最も高いポイントまたは最も低いポイント)を測定していること、および3Dデータノイズから不具合部が鮮明に浮かび上がるようにすることができます。
- 深さ測定地点から投影された測定線は、平面の傾きによる不正確さを最小限にするために、参照基準面カーソルが描いた三角形の近くもしくは内側となる必要があります。
- 基準となる三角形の外側の点で測定する必要がある場合は、参照三角形のサイズを大きくして補正します(これは、曲面ではなく平面にのみ適用されます)。
- ブレードの先端からシュラウドの間隙を測定する際は、測定面を使用してください。タービン翼エッジに沿った赤色のエリアは4つ目のカーソルが正しい位置に配置される妨げとなったり、3Dノイズが結果に影響を及ぼす可能性があります。詳細は「測定面」のセクションをご覧ください。

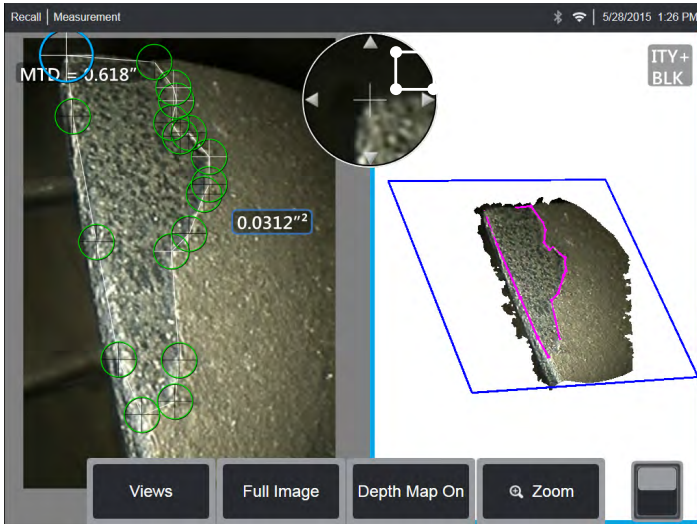


## 3D表面マスク:

[設定]で有効にすると、参照基準面に非常に近い表面ポイントを緑色で表示します。参照基準面から測定結果と同じ距離にある表面ポイントは水色で表示されます。結果がマイナスの場合、測定ポイントより深い領域をカラーグラデーションでハイライトし、最も深いポイントは赤で示されます。



## エリア (面積)



複数のカーソルポイントで測定部の輪郭を描くことで、表面上の表面積を測定します。

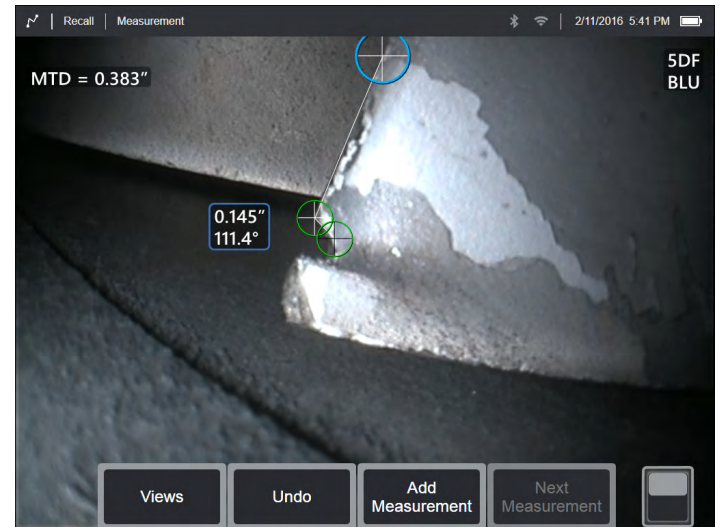
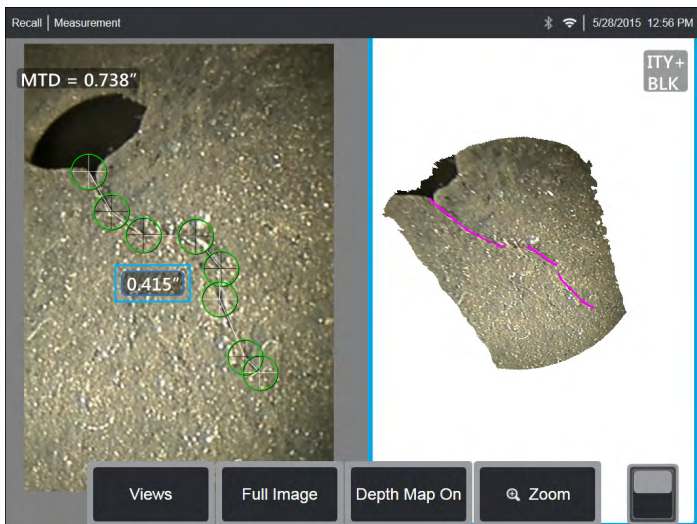
### アプリケーションの例:

- 測定面を使った欠損したブレードのコーナー部
- コーティングの損失
- くぼみまたは腐食部の表面積
- 異物による損傷

### 測定精度向上のためのベストプラクティス:

- カーソルの配置が正しくなるよう、ポイントクラウドを確認してください。
- 湾曲のある表面を測定する際、複数の狭いエリアを測定し、結果を統合することで誤差を減らすことができます。
- タービンブレードの欠損コーナー部を測定するには測定面と合わせて使用してください。詳細は「測定面」のセクションをご覧ください。

## マルチセグメント



測定部の輪郭に沿って配置された複数のカーソルを使って、湾曲した、または曲線のある輪郭の全体の長さを測定します。3つのカーソルを使用する際、ラインセグメント間の3Dの角度も表示します。

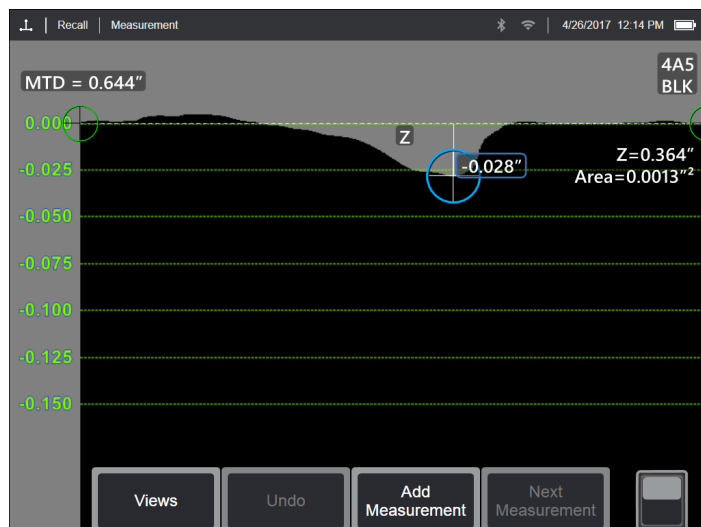
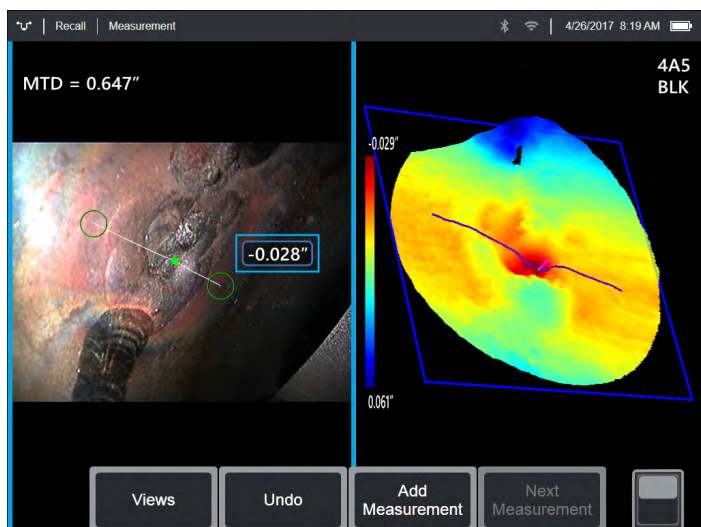
### アプリケーションの例:

- 複雑な亀裂の輪郭の全長
- 湾曲した表面の総全長
- 3つのカーソルを使用して角度を測定します タービンブレードエッジと指示部、または混合領域との間など

### 測定精度向上のためのベストプラクティス:

- カーソルの配置が正確であるか、ポイントクラウドを確認してください。
- 結果に対する3Dデータノイズの影響を最小限に抑えるために、カーソルを指示の経路に沿ってできる限り離します。
- エッジに沿って角度を測定する場合 (3つのカーソルマルチセグメントのみ)、測定平面を使用して精度を改善できます。

# 深さプロファイル



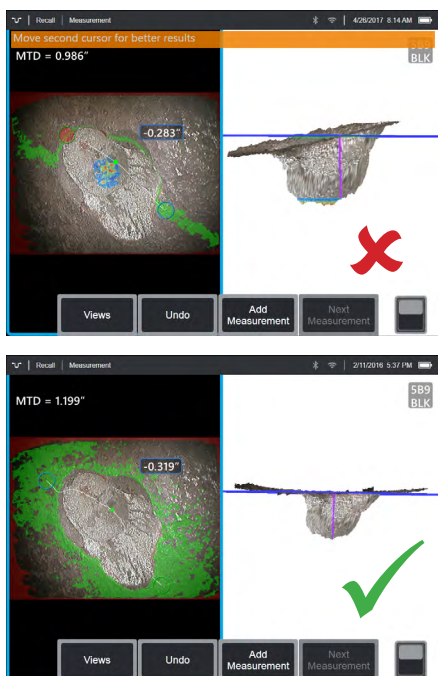
いかなる視野角度からも、選択された2地点を結ぶ線に沿った参照基準面からの垂直距離をマップ化し、最深地点または最高地点を自動的に特定します。

## アプリケーションの例:

- 単独の腐食または浸食によるくぼみ深さ
- 異物による損傷深さ
- 溶接高さまたは摩耗溝深さ
- 表面輪郭の簡易評価

## 測定精度向上のためのベストプラクティス:

- 測定精度を向上させるため、計測光学アダプタチップを測定部にできる限り近づけてください。
- 参照基準面上の3D表面マスクの緑のピクセル範囲が最大になるようにカーソルを配置します。くぼんだ点を測定する場合は、色のグラデーションを参照し、測定が最も深い点で行われるようにします。平らな面の高さまたは深さを測定する場合は、その面に表示される水色の量を最大にするようにしてください。
- ポイントクラウドビューで深さマップモードを有効にして、表面の等高線が見やすくなり、目的のポイント(指標の最高または最低)を測定していること、および3Dデータノイズから不具合部分が鮮明に目立つようにすることができます。
- カーソルを移動すると表示される緑の表面マスクは、参照基準面に非常に近いポイントを示します。カーソル位置を調整して、参照となる表面上の緑の量を最大にします。3Dポイントクラウドビューを使用して、青色の正方形で示された参照基準面が基準となる表面と正確な位置に合わせられていることを確認することもできます。
- カーソルが赤に変わる場合は、不適切な配置であることを示します。
- 両方のカーソル範囲内のすべてのサーフェスデータに合わせて参照基準面が決定されるので、2つのカーソルがエッジに重なったり、測定エラーの原因となるオフセットまたはカーブしたサーフェスに配置されないように、2つのカーソルが完全に同じ平面上に配置されていることを確認します。
- 小さなパイプの内側などの曲面で測定する場合は、カーソルを曲率に平行な方向に離して配置し、カーソルを同じ平面に保ちます。ポイントクラウドビューでは、青い正方形の参照基準面が測定表面に接しているように見えるはずですが。
- デプスプロファイルビューは、断面(プロファイルスライス)に沿った形状を可視化するために使用することができます。
- 最深地点、または最高地点を求めるアプリケーションでは、あるエリアでの最深地点または最高地点を自動的に識別するため、深さプロファイルではなく、領域深さプロファイル。または奥行(深さ)測定が適している場合があります。



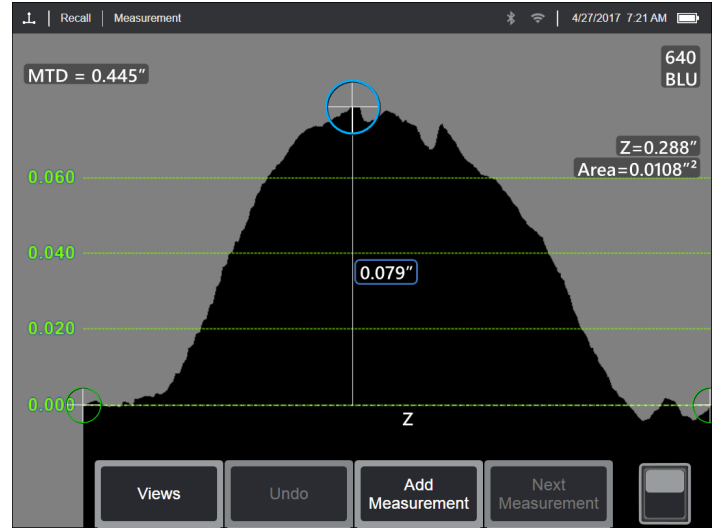
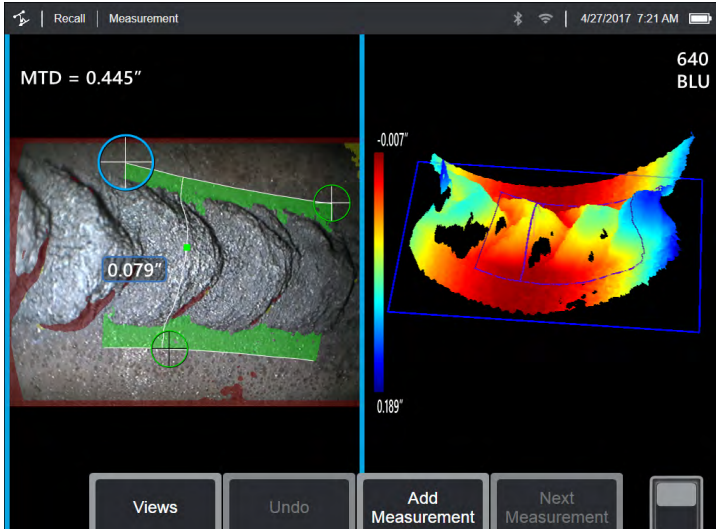
## 3D表面マスク:

設定を有効にすると、参照基準面近くの測定表面地点は緑で表示されます。測定結果と同じ距離にある表面のポイントは、水色で表示されます。結果がマイナスの場合は、測定ポイントより深い領域をカラーグラデーションでハイライトし、最も深いポイントは赤で示されます。





# 領域深さプロファイル



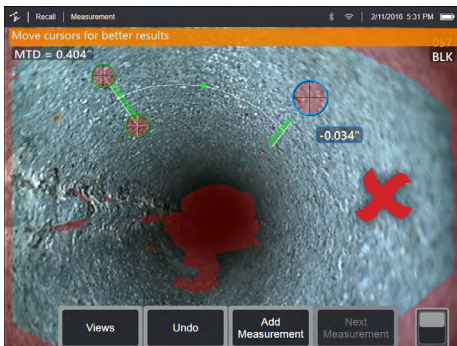
3つのカーソルで定められた領域の連続した深さプロファイル(断面)スライスをスイープし、最高地点もしくは最低地点を含むプロファイル(断面)スライスを識別します。

## アプリケーションの例:

- 腐食、浸食、およびくぼみ
- 異物による損傷
- 球状溶接を含む溶接の最大高さ
- 最大摩耗溝深さ

## 測定精度向上のためのベストプラクティス:

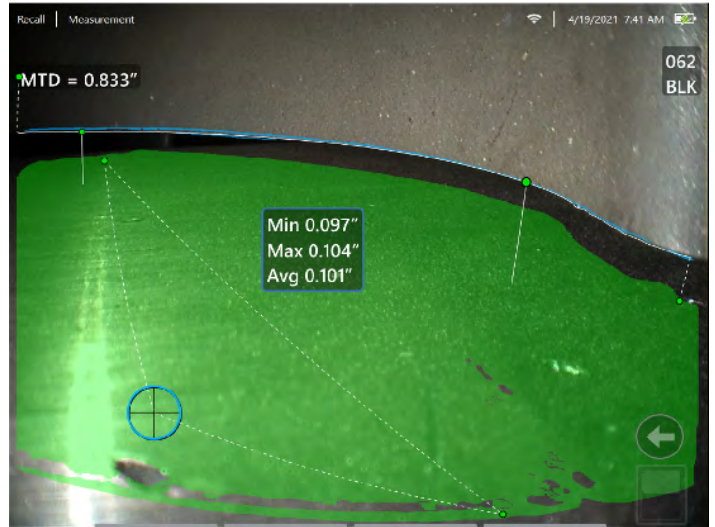
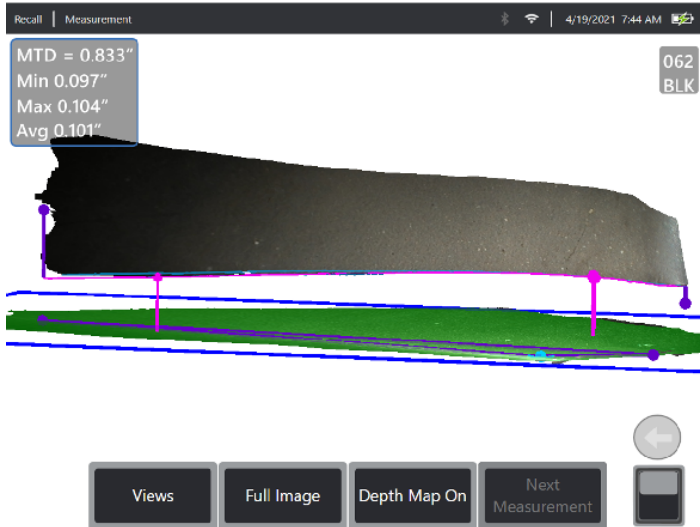
- 先端計測光学アダプタチップを可能な限り測定部に近づけてください。
- パイプの直線部分等、平らもしくは一方方向にのみ湾曲した測定表面に使用してください。パイプの継ぎ手やタービンブレードの前縁もしくは後縁にある根元等、複雑な湾曲部がある表面には使用しないでください。
- 湾曲した表面で測定する場合、基準プロファイル線が曲線になるようにカーソルを配置してください。適切な方向が分からない場合、同じ形状のテストピースで試してください。カーソルが適切に配置されると、0に近い結果が得られ、領域のほとんどが緑色で表示されるはずですが、図を参照してください。
- 2つの参照プロファイルラインの近くに緑色の3Dサーフェスマスクの小さなラインだけが表示されている場合は、カーソルがカーブしたサーフェス上に正しく配置されていない可能性があります。
- カーソルを移動したときに表示される緑色の表面マスクは、深さプロファイルスライスの参照基準面に非常に近いポイントを示しています。2つの参照プロファイル線の近くに小さな緑色の線しかない場合は、曲線上に線を正しく配置していない可能性があります。図を参照してください。
- 参照プロファイル線は、表面の曲率に沿っており、プロファイルスライスの参照基準面を決定するために使用されます。参照プロファイル線が完全に参照基準面上に来るようにカーソルを配置します。
- 3Dポイントクラウドを使用し、結果スライスの参照基準面(青い四角形で示される)が、結果スライスの位置で参照表面と正確に整合されていることを確認します。
- 最初の2つのカーソルは、最初の参照プロファイル線を定義します。3番目のカーソルは、2番目の参照プロファイル線と1番目の参照プロファイル線間の距離を設定します。2番目の参照プロファイル線の端点は、最初の参照プロファイル線に沿ったサーフェスの曲率と一致するように決定されます。2番目の参照プロファイル線を目的の位置で取得することが難しい場合は、表面の曲率に関して測定を正しく設定していない可能性があります。
- 深さプロファイルビューは、識別されたプロファイルスライスに沿ってサーフェス輪郭を視覚化するのに役立ちます。



## 3D表面マスク:

連続したデプスプロファイルの各スライスは、スライスの端点における表面方向から決定した参照基準面を使用します。これにより、パイプ壁等の湾曲した表面を辿ることが可能になります。設定を有効にすると、3Dの表面マスクは、個々のスライスの基準面近くの地点を緑のハイライトで表示します。

# ブレードチップクリアランス



A ブレードとライナーを自動的に識別し、ブレードのエッジをマッピングし、マッピングされたブレードエッジ領域内の最小、最大、および平均のクリアランスを決定します。

## アプリケーションの例:

- タービン生産品質保証
- コンプレッサー・タービン効率の確認
- タービンケーシングの精円性評価

## 3D表面マスク:

設定を有効にすると、3D表面マスク (3D Surface Mask) には、参照基準面の近くにあるライナーポイントが緑色で表示され、参照基準面から最小 (Min) または最大 (Max) の結果距離だけオフセットされたポイントを水色で表示します。

## 測定精度を向上させるためのベストプラクティス:

### 計測技術の選択

- 3 DPMと3D Stereoの両方を使用できます。
- 3 DPMチップの105°FOVにより、3Dステレオよりも広いブレード先端を任意の距離から表示および測定できます。
- 3Dステレオは、光沢のあるブレードとライナーを備えたコンプレッサーでは3 DPMよりも優れた結果をもたらします。
- 3 DPMを使用すると、ブレードとライナーからのミラー反射をカメラから遠ざけることによって、ブレードの垂直でない視野光景でデータ品質を向上させることができます。
- 3 DPM XL 4 TM 61105 SFグリーンチップを挿入すると、ライナー上に3Dデータを生成できない場合があります。

### セットアップ

- プローブ先端をブレードにできるだけ近づけ、ブレード先端の検査領域を視野内に維持します。
- ブレード先端と隙間が鮮明に見えるように、プローブ先端 (計測光学アダプタレンズ) をライナーに近づけます。
- 視野光景を調整して、イメージに他のエッジが、ブレードの先端付近に表示されないようにします。これは、ブレードエッジを正確にマッピングするシステム機能に影響する可能性があるためです。

- 可能であれば、先端の向きを調整して、ブレードエッジのライナー側に、目に見える暗い影を作成します。これは、ブレードエッジのマッピングに役立ちます。先端レンズは先端ライト照射部とライナーの間にあるように先端を回転させると、この暗い影が発生する可能性があります。
- 光沢のあるコンプレッサブレードでは、ダークブーストや輝度を調整して、エッジ付近の光沢を最小限に抑えながらブレード先端の可視を最適化します。

### 参照基準面のチェック

- 3D Surface Maskは、ブレード先端付近のほとんどのライナー上に緑で表示されます。
- 青い長方形が、ポイントクラウドビューのライナーと整列します。
- ポイントクラウドビューで3Dライナーデータをチェックします。大きな異常がある場合は、ブレードに対して垂直にならないように先端の位置を調整します。それ以外の場合は、3つのライナー上のカーソル位置を手動で調整して、緑のマスク範囲を最大化し、青の長方形の位置合わせを改善します。

### ブレードエッジのマッピングの確認

- ブレードエッジラインが2Dイメージのブレードエッジに近いことを確認します。
- [最小] および [最大] カーソルをアクティブにし、ズームウィンドウでブレードエッジ上にカーソルが正確に配置されていることを確認します。
- 先端付近のブレードでポイントクラウドのデータ品質を確認します。重大な異常がある場合は、設定を調整して新しいイメージをキャプチャします。
- ブレードの曲率の後に、3Dポイントクラウドビューのブレードエッジラインが続いていることを確認します。
- マップされたエッジの端の近くで、3Dノイズ、欠落したコーナーなどの影響を受ける領域を。いずれかの境界カーソルを端から遠ざけることによって分析から除外します。
- このアルゴリズムは、フィッティングとフィルタリングを適用して、ブレード3Dデータ内の小さなギャップやノイズの影響を軽減します。これにより、ギャップまたはノイズが存在する3Dポイントクラウドビューで、ブレードエッジラインがブレードエッジデータからわずかにオフセットされる可能性があります。

# ブレードチップクリアランスの警告メッセージ

## 機能に関する注意事項

- ブレードとシュラウドは、イメージ内で任意の方向に設定できます。
- ハニカムライナー、外側シュラウドを有するタービンブレード、または摩擦による先端形状が不規則なブレードでの使用を意図していません。
- クリアランスは、3点の参照基準面カーソル位置から決定される参照基準面から計測されます。これらのカーソルは手動で再配置できます。
- このアルゴリズムでは、「通常」の2Dイメージを使用してブレードエッジをマッピングします (HDRイメージは使用されません)。3D DPMパターン画像は、通常の2D画像においてエッジコントラストが低い場合にも利用することができます。
- マッピングを正常に行うには、ブレードのエッジ付近のピクセルが、ブレードのエッジ以外のピクセルよりも明るくなければなりません。
- 非アクティブカーソルのサイズを大きくすることで、最大測定点と最小測定点が視覚的に識別できます。
- MinカーソルとMaxカーソルを手動で再配置することはできません。
- マップされたブレードエッジの両端に1つずつある、2つの境界カーソルを移動して、最小/最大/平均分析から端部分を除外できます。
- シュラウドカーソルをロングタッチすると、3つのシュラウドカーソルすべてが自動的に選択された位置に戻ります。
- どちらかの境界カーソルをロングタッチすると、自動的に選択された位置に戻ります。
- [オートリピート] 機能を使用すると、ブレード先端のクリアランスを繰り返し測定する際の効率が向上します。

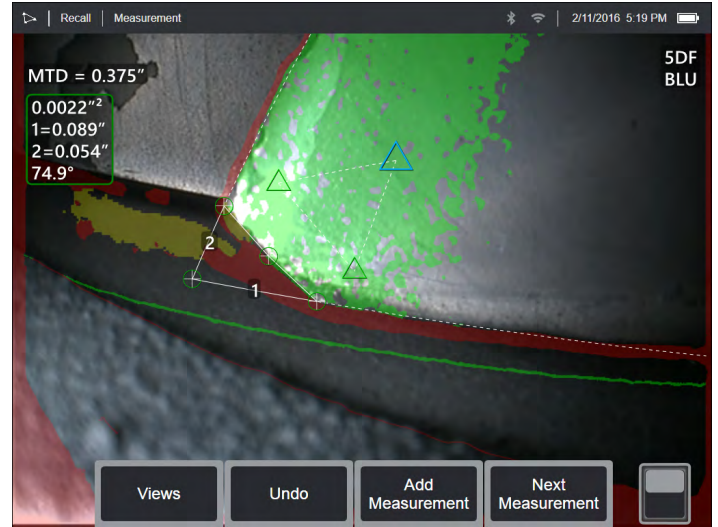
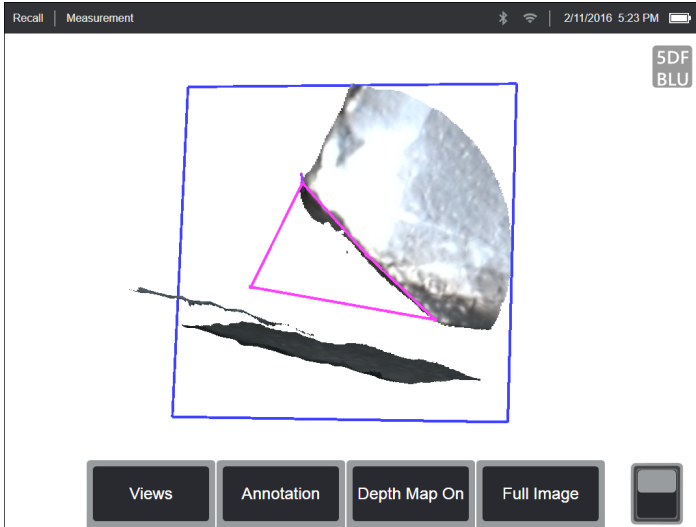
## システムチェック:

システムは、精度を低下させる可能性のあるいくつかの一般的な問題を探します。

- シュラウド3Dデータ品質が精度を低下させている可能性があります:過度の3Dノイズ、3Dデータの大きなギャップ、または視野光景内のライナーの可視性の不足により、参照基準面がブレード先端付近のライナーに正確に整合されていない可能性があります。
- ブレードの3Dデータ品質が精度を低下させている可能性があります。過剰な3Dノイズまたは3Dデータの大きなギャップがブレードのエッジ付近に存在します。
- ターゲットに近づける、またはカーソルを移動してより良い結果を得る:システムが、現在のチップとターゲット間の距離から示されたサイズのギャップを正確に測定できない場合があります。
- 精度を向上させるには、シュラウドに近い先端の光学部品を使用してイメージを撮影します。観察用の遠近法では、実際のブレードエッジを正確にマッピングおよび測定できない場合があります。



## 測定面



A 他の測定方式と共に測定面を補助として使用すると、3Dデータがないエリア、または3Dデータのノイズが測定精度を低下させている可能性のある赤色のエリアにカーソルを配置できます。このことは、数学的に測定面を3D空間に拡大することにより行われます。

### 他の測定方式における測定面の影響:

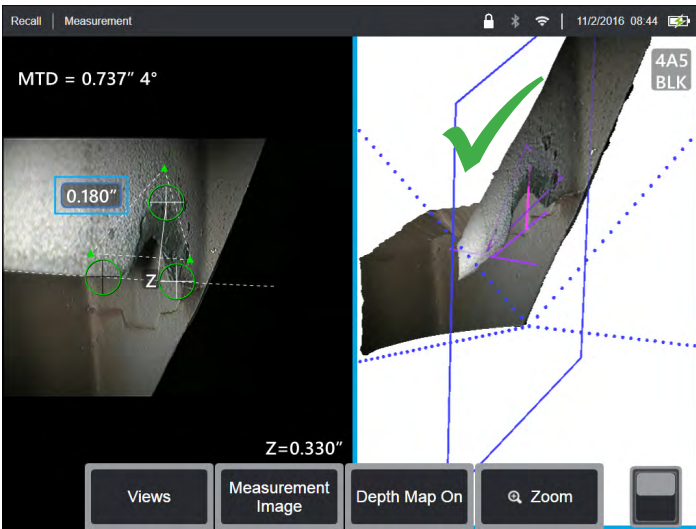
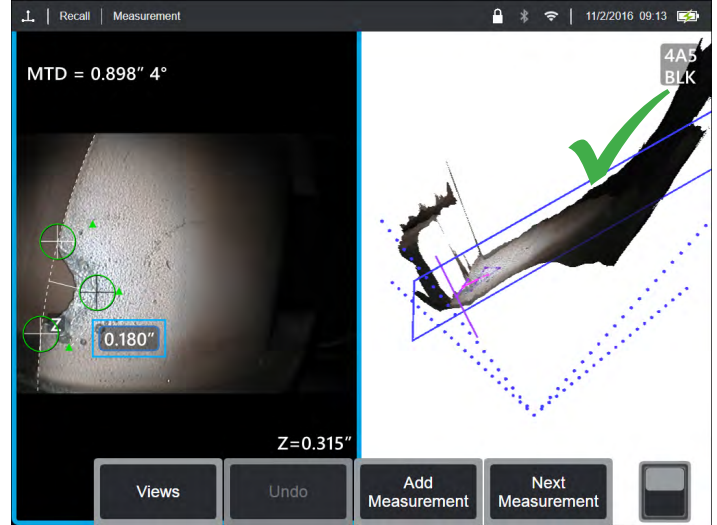
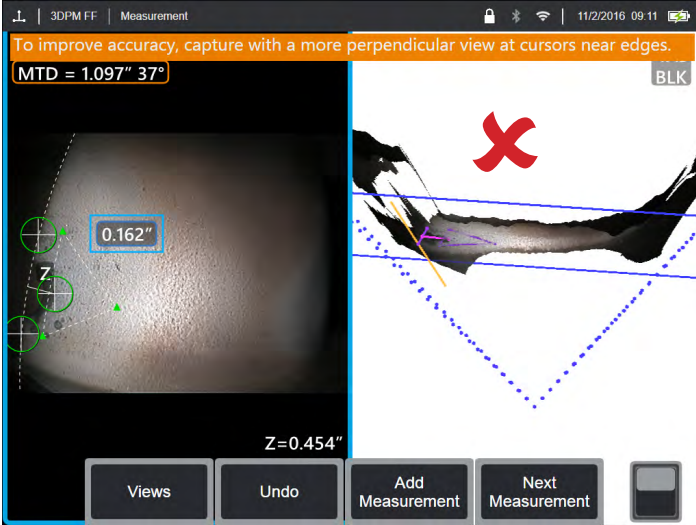
- 欠損したコーナー部の測定のためにエリア測定と共に使用する
- タービンブレードエッジ部の損傷測定のためのポイントライン
- ブレード先端部からシュラウド隙間測定のための奥行(深さ)
- 接近できない場合に、小さい部品の測定のための長さ、またはポイントラインの距離測定と共に使用する。
- 平らな表面上におけるくぼみ域を測定する際に領域深さプロファイルと共に使用する。
- 平らな基準面上でカーソルを完全に適合させることができない場合に、深さプロファイルと共に使用する。

### 他の測定の種類における測定面の影響

- 長さ、ポイントラインの距離、マルチセグメント、エリア: すべてのカーソルが測定面に投影され、平面上の投影位置を使用して結果が計算されます。
- 奥行(深さ): 最初の3つのカーソルは、通常の奥行測定と同様に、個々のサーフェスポイントを選択します。4番目のみが測定面に投影されます。
- 深さプロファイル: 測定面は参照基準面として使用されるため、デプスプロファイルのカーソルはエッジで重なったり、赤い領域に表示されることがあります。測定結果は、測定面からの高さまたは深さとなります。平らな測定表面でのみ使用してください。
- 領域深さプロファイル: どちらの基準線も測定面に配置されているため、基準線間で作成されたプロファイルに影響を与えることなく、赤い領域または表面のくぼみを通過できます。測定結果は、測定面からの高さまたは深さです。平らな参照表面でのみ使用してください。
- 1つの画像で1つの測定面のみを使用できます。
- 測定面がある場合、配置された順番に関係なく、それはその他すべての測定方式に使用されます。



# 測定面のEVA警告



## エッジビューアングル (EVA) に関するいくつかのポイント:

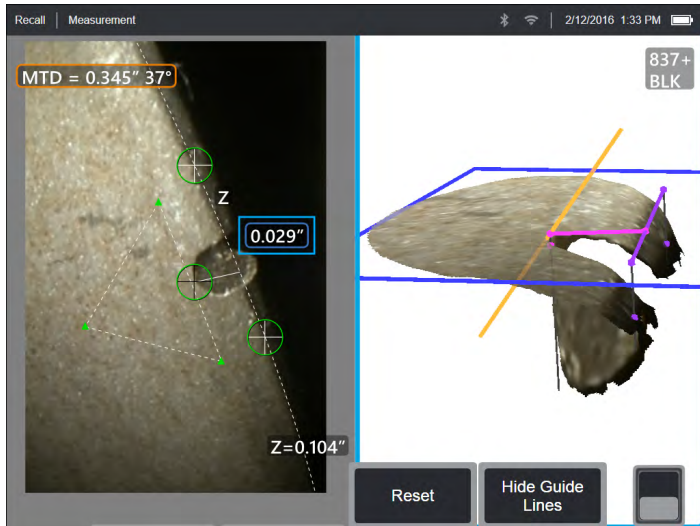
- エッジにおいて3D座標軸を使って決定した測定面およびエッジビュー面の間のアングル、および、フルイメージのポイントクラウドで、4つのドットで示された3Dの透視ラインが収束する視野の原点を使用して決定されます。この概念を視覚化するには、本の表紙を開き、表紙の隅を持って目に近づけてみてください。表紙がエッジビュー面、最初のページが測定面、それらの連結部が表面のエッジ、それらの間にできる角がEVAとなります。
- 真つぐなエッジに沿ってカーソルを移動しても、エッジビュー平面は変化しないため、EVAにはほとんど影響しません。
- EVAは、画像内のかど(縁、端)の位置に依存します。左上の画像は、中央の垂直視点からの画像で左側付近を測定すると、EVAが不十分であることを示しています。右上の画像では、部品の角(縁、端)が非常によく見えるため、EVAが低くなっています。
- 先端部の側視を固定位置(例:ポアスコープポート)で回転させても、EVAには、ほとんど影響しません。観察している対象物の移動、または先端部の移動が必要です。
- 左下の画像に示すように、低EVAを達成するために、部品を垂直に見る必要はありません。本の例では、表紙と最初のページの角度を90°に維持しながら、本を傾けたり、動かしたりすることができます。
- 測定する角(縁、端)には、測定する寸法に対し比較的小さな角(縁端)の曲率があり、プローブ先端に向かっている場合は、EVA警告があっても正確な結果を得ることが可能です。
- 先端部から離れている角(縁、端)を、高いEVA値で測定することは避けてください。
- EVA値が高い丸みのある角(縁、端)の測定については「測定面のガイドライン」の項をご参照ください。

ポイントライン、エリア(面積)、または奥行(深さ)で測定面を使用して、角(縁、端)の近くを測定する場合、特に角(縁、端)の曲率が大きい場合、投影される視野が精度に影響を与える可能性があります。精度を最大化できるように、システムはMTDの横にエッジビューアングル(EVA)の値、ポイントクラウドビューではエッジビューアングルライン(EVAライン)を表示します。

EVAラインが測定面に対して垂直の時、EVAは理想的な値0°となります。測定誤差は、丸められたエッジの近くで測定する場合、EVAが増加するにつれて増加します。EVAが上限(点から線分の場合は25°、面積と奥行きの場合は35°)を超え、カーソルがエッジの近くにある場合は、警告メッセージが表示され、MTDとEVAの周囲にオレンジ色のアウトラインが点滅し、EVA線がオレンジ色で表示されます。

EVAを減少させるには、フルイメージのポイントクラウドを検証してください。フルイメージのポイントクラウドでは、4つの点線の3D透視ラインが視野のコーナーを示しています。また、EVAラインが測定平面に対して垂直になるように、先端とオブジェクトの相対的な位置を調整する必要があることを確認します(青い実線の長方形で表示)。調整した位置で新しい画像を探し、測定を繰り返します。調整した位置で新しい画像を撮影し、測定を繰り返してください。

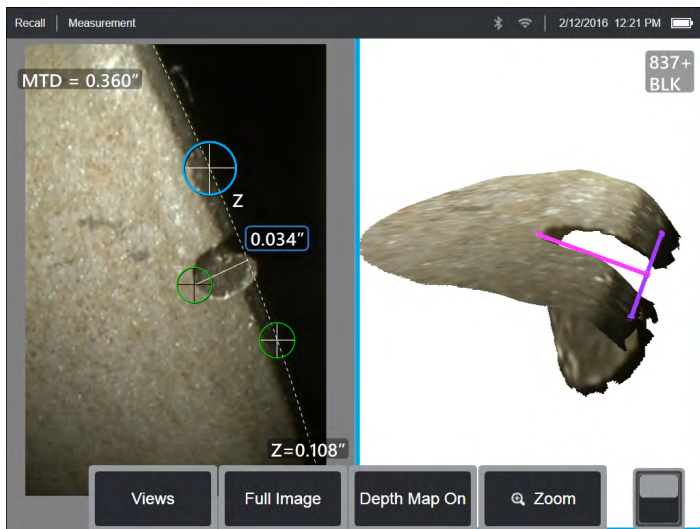
# 測定面のガイドライン



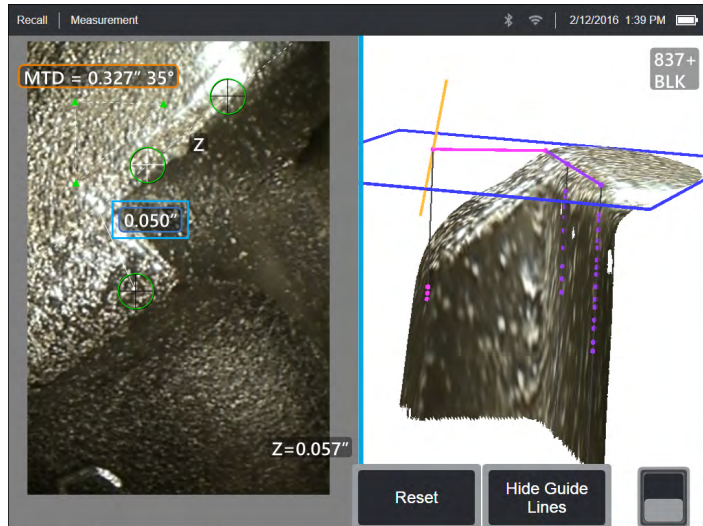
長さ、ポイントライン、マルチセグメント、もしくはエリアと共に測定面を使うと、3Dポイントクラウドビューにガイドラインが表示されます。それらは測定面に対し垂直な黒の線で表示され、測定面のカーソルの位置から、カーソル位置の真上、または真下の表面ポイントに伸びています。その領域は、基準線が表面と交差する場所に「球」が表示されます。

## アプリケーションの例:

- 丸みのあるタービンブレードもしくはブレードの角(縁、端)の損傷
- タービンブレードのプラットフォームとシュラウドの隙間
- エッジの半径推定値
- 隙間幅
- 同一平面上にない点間のあらゆる平面内寸法



従来の傾斜測定



## 測定精度向上のためのベストプラクティス:

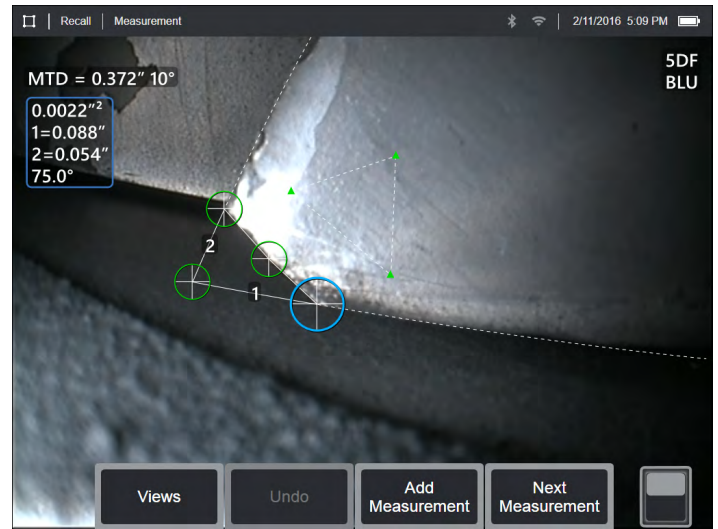
- ガイドラインと表面球が目的の表面位置に示されるまで、2Dの白色光画像においてカーソル位置を調整してください。
- 丸みのある角(縁、端)の測定、および光学コンパレータを使って得られるような面内測定が好ましい場合に使用してください。左下の画像のように、丸みのあるリーディングエッジを従来のポイントライン測定をすると、対角線上にあるため、光学コンパレータを使って得られる結果よりも値が大きくなります。左上の図は、角度を除去するために、ガイドラインと測定面を使って同じ測定部を測定したものです。
- EVAが約10°以上で、丸みのある角(縁、端)がプローブの先端よりも離れている場合は、使用することはできません。
- 3Dデータが表面の角(縁、端)まで拡大していない場合、使用することはできません。
- 特にEVAが約15°を超える場合は、プローブ先端に向かう丸いエッジ上のカーソル位置をガイドするために使用してください。丸められたエッジは測定平面から外れているため、EVAが低い場合を除き、2D画像のみを使用してカーソルを適切に配置することはできません。これは、上の図に示すように、警告を表示するEVA値が高い場合に特に当てはまります。



## 測定面の例

### タービンブレードの欠損したコーナー部の寸法:

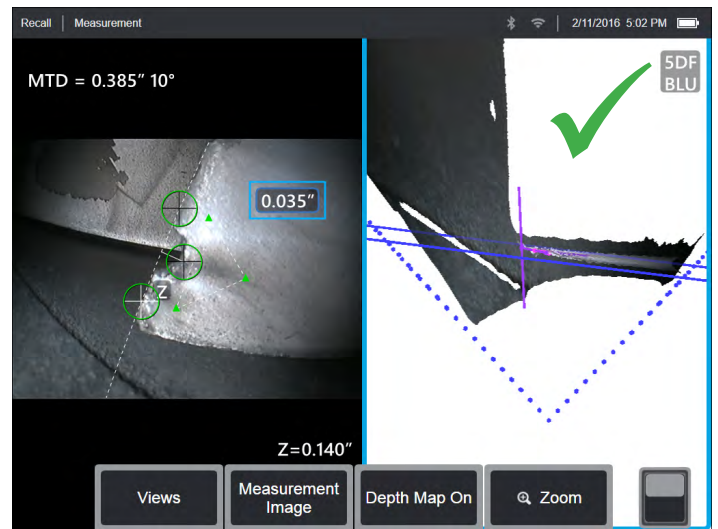
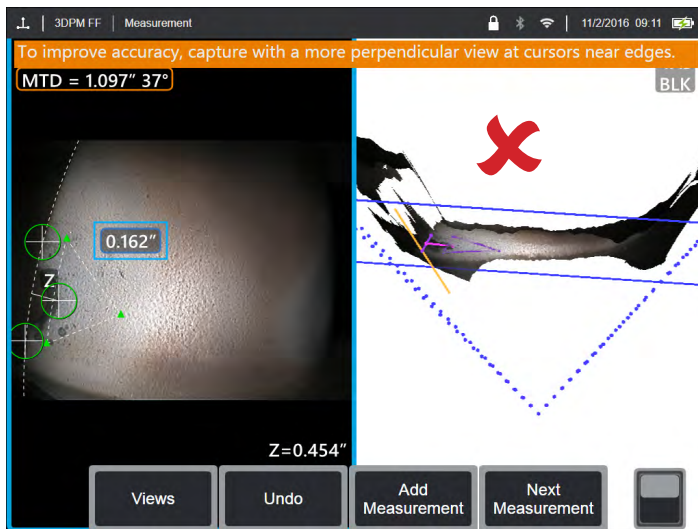
- エリア測定と共に測定面を使用します。
- 測定面のEVA警告の項に記載された推奨事項に従い、プローブの先端部を配置します
- 欠損したコーナー部付近のタービン翼の表面に測定面を配置します。欠損したマテリアルの領域の近くにある緑色の表面マスクを最大化します。
- 残りの各コーナーに1つずつカーソルを置き、コーナーがあった場所に1つのカーソルを置き、欠損したエッジを追跡するために必要な数のカーソルを配置し、面積を測定します。
- 完了] を押した後、カーソルを調整して、延長された線が欠けているコーナー領域付近のブレードエッジと揃うようにします。
- 欠落した領域、欠落したエッジ寸法、およびコーナー角度がすべて提供されるため、追加の測定は不要です。この測定データフィールドは、任意の位置に移動できます。



### タービンブレードエッジの欠損:

- 測定面は、ブレードエッジに沿った3Dデータが欠落していたり、ノイズがある場合に使用します。
- 測定面のEVA警告セクションに記載された推奨事項に従い、プローブの先端部を配置してください。
- 測定面を欠損付近のブレードの面に置き、欠損付近と表面エッジ付近の緑色の表面マスクを最大化します。

- 最初の2つのカーソルをブレードのエッジに配置し、3番目のカーソルを欠損部の内側のエッジに配置して、ポイントライン測定値を追加します。
- エッジビューアングル (EVA) はMTD (最大ターゲット距離) の横に表示されます。EVAが低いほど、精度が向上します。特に、丸みを帯びた先端で測定する場合に効果的です。重要な決定をする際は、15°未満のEVAを達成するようにします。

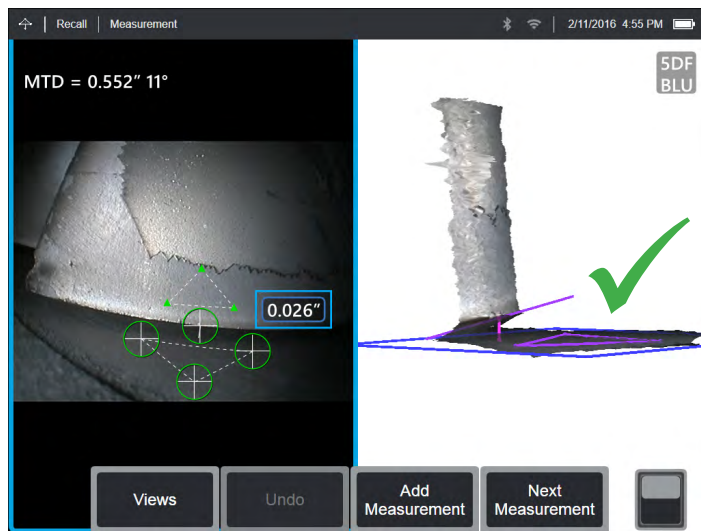
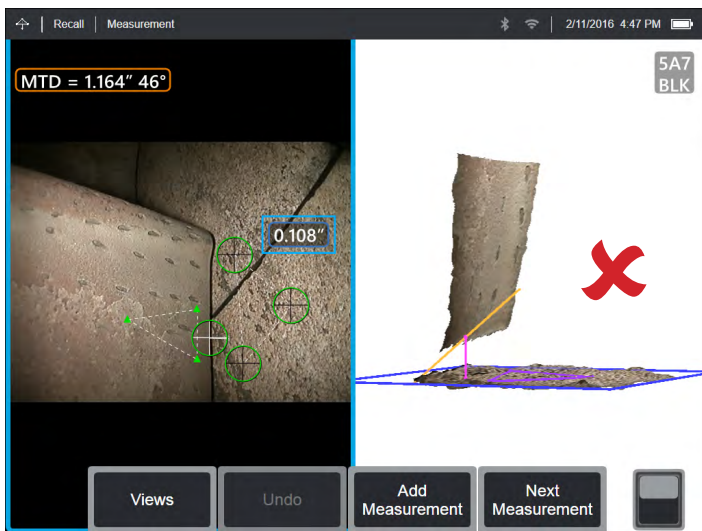


## 測定面の例

### タービンブレード先端からシュラウドのクリアランス:

- ブレードのエッジの3Dデータが欠落している場合、ノイズが多い場合、または右下の図に示すようにシュラウドが下方、後方向にある場合、奥行(深さ)測定と共に測定面を使用してください。
- プロブの先端部を低い位置に置き、タービンブレードの下方の裏側が見えるようにしてください。左下の画像は、EVAが46°により示されるとおり、シュラウドのはるか上方から撮影されています。
- 目的の測定点付近のブレード面上に、測定面を配置します。ブレードエッジ近くのカーソル間隔が広すぎると、ブレードの曲率によるエラーが増加する可能性があります。測定する領域の近くにあるこの曲率については、緑色の表面マスクを参照してください。
- 最初の3つの奥行(深さ)カーソルをシュラウドに配置してください。

- 4つ目の奥行(深さ)カーソルを2Dイメージのブレードエッジに配置します。このカーソルは測定面上に投影されるため、エッジでの3Dデータの欠落やノイズのために、3Dポイントクラウドのエッジからわずかに外れて表示される場合があります。



0.125 mm (0.005インチ) を測定用最小フィーチャーサイズとみなすことを推奨します。理想的な条件下では、これらの小さなフィーチャーを測定する際に考慮すべきガイドラインとして、Real3D PMおよびReal3D ステレオ測定では、長さおよび深さタイプの両測定で、 $\pm 0.05$  mm ( $\pm 0.002$ インチ) 以上の誤差をもたらしません。

**注意:**試験された全ての測定でこれらの結果が得られることを示すものではありません。Gage R&Rスタディ(繰返し性と再現性を評価する手法)で、ビデオプローブを使用して任意の測定要件に対して推定される結果(誤差)を明らかにします。

理想的な条件は、以下のように測定技術によって異なります。

### Real3DPM計測の理想的なコンディション

- 訓練を受けた適任のRVI技術者による測定
- 校正された光学チップアダプタ、およびカメラレンズのクリーニング
- 測定が必要とされる兆候に最も近い位置にカメラを配置(わずかにピントがずれていても)
- 表面に対して垂直でない入射角でカメラを配置
- ツヤがないマットで非反射表面仕上げ上での測定
- ストラクチャードライト(シャドウパターン)の反射を最小または排除する。
- 周囲光の排除
- システムは、ストラクチャードライトパターンまたは通常の照明のいずれかをを用い、狭く深い兆候部の底部を視認および明るくすることができ無い時、正確な3Dデータと判断することができない。

### Real3Dステレオ計測の理想的なコンディション

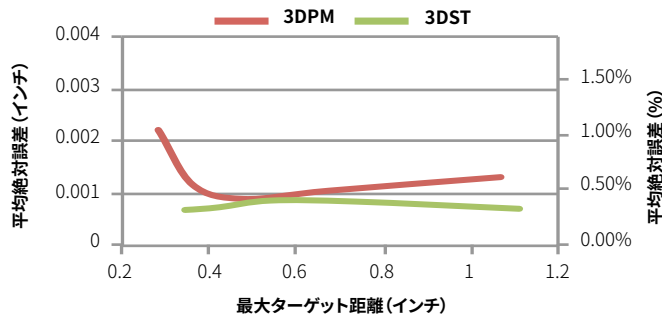
- 訓練を受けた適任のRVI技術者による測定
- 校正された光学チップアダプタ、およびカメラレンズのクリーニング
- 測定が必要とされる兆候に最も近い位置にカメラを配置(ピントが合っていること)
- 機能が豊富で、当たり障りのない表面での測定
- 不具合部にグレア(まぶしさ)がないこと
- 不具合部周辺のピクセルパターンの識別化



# 測定精度に関するデータ

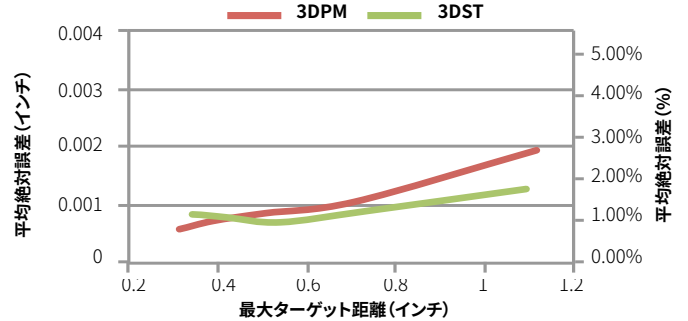
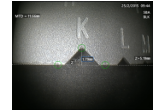
19～20ページに記載される測定精度曲線は、訓練を受けた第三者機関で、Mentor Visual iQ に取り付けられた直径 6.1 mm の 3D 位相計測機能 (3DPM) および 3D ステレオ計測機能 (3DST) を用いて、管理された条件の下、マット仕上げの試験片に対して実施した検査の結果に基づいて作成されました。これらのデータは、理想的な環境下でのシステム性能として解釈する必要があります。実際の結果は、使用方法、表面の状態、機器の状態、ユーザーの技能により異なります。

長さ誤差 (対最大ターゲット距離)  
視野角度平均0°～50°  
長さ 0.21" (5.33 mm)



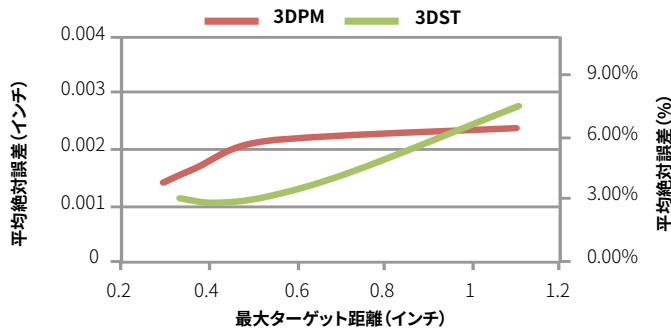
亀裂長さ測定の精度曲線。

ポイントライン誤差 (対最大ターゲット距離)  
視野角度平均0°～50°  
エッジへこみ 0.071" (1.803 mm)



エッジのへこみ測定のための点線間の距離の精度曲線

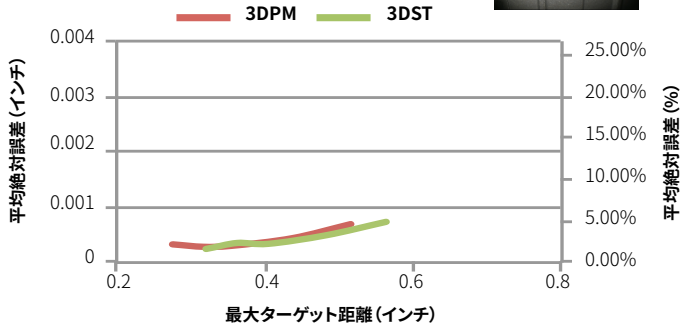
ポイントライン誤差 (対最大ターゲット距離)  
視野角度平均0°～50°  
欠損コーナー 0.037" (0.94 mm)



欠損コーナー部測定のための点線間の距離測定による精度曲線

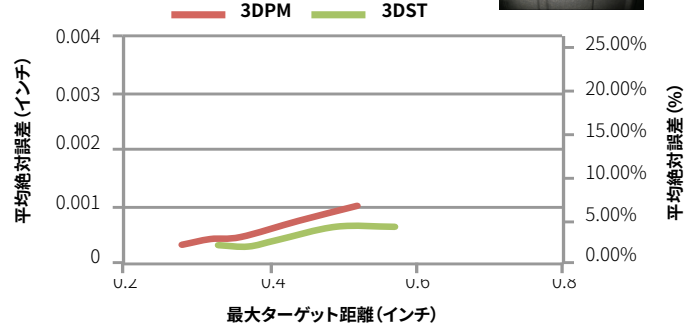
注記: このテストでは測定面は使用されませんでした。部分によっては結果を向上させる可能性があります。

深さ誤差 (対最大ターゲット距離)  
 視野角度平均0°~50°  
 深さ 0.015" (0.381 mm)



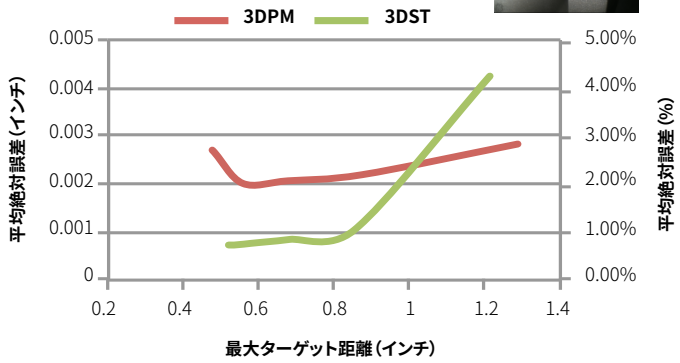
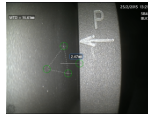
くぼみ、または湾曲部の深さ測定における精度曲線

デプスプロファイル誤差 (対最大ターゲット距離)  
 視野角度平均0°~50°  
 深さ 0.015" (0.381 mm)



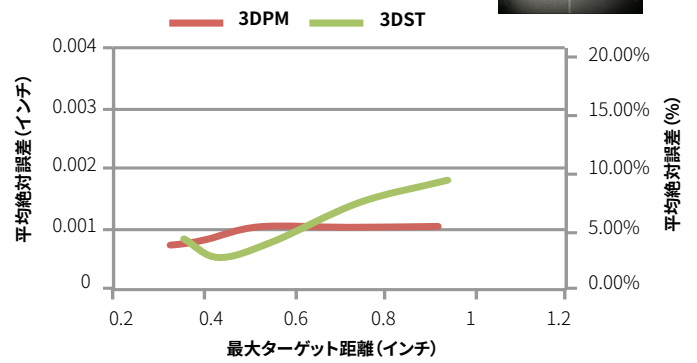
くぼみ、または湾曲部のデプスプロファイル測定における精度曲線

深さ誤差 (対最大ターゲット距離)  
 全視野角度の平均  
 先端部からシラウド 0.097" (2.464 mm)



シラウド距離の深さ測定精度曲線

デプスプロファイル誤差 (対最大ターゲット距離)  
 視野角度平均0°~50°  
 高さ 0.019" (0.483 mm) 溶接部



溶接高さのデプスプロファイル測定における精度曲線

# 仕様

Mentor Visual iQ用計測用光学アダプターの仕様と製品番号

## Mentor Visual iQ 4.0 mm光学アダプターチップ

3Dステレオ計測およびステレオ計測用光学アダプター

製品番号	表示色	視野角(°)	観察深度(mm)	(インチ)
TM405555FG	黒	55/55-FWD	5-inf	(.20-inf)
TM405555SG	青	55/55-SIDE	4-inf	(.16-inf)

## Mentor Visual iQ 6.1 mm 光学アダプターチップ

3DPM計測光学アダプター

XL4TM61105FG (直視)	黒	105	8-250	(.31-9.84)
XL4TM61105SG (側視)	青	105	7-250	(.27-9.84)
XL4TM61105FN-8651	オレンジ	105	3-120	(.12-4.72)
XL4TM61105SF	緑	105	15-inf	(.59-inf)

3Dステレオ計測およびステレオ計測用光学アダプター

XLG3TM616060FG	黒	60/60-FWD	4-80	(.16-3.15)
XLG3TM615050SG	青	50/50-SIDE	2-50	(0.8-1.97)

## Mentor Visual iQ 6.2mm 光学アダプターチップ

3Dステレオ計測およびステレオ計測用光学アダプター

PXTM6260FG	黒	60/60	4-80	(0.16-3.15)
PXTM6260SG	青	60/60	4-80	(0.16-3.15)

## Mentor Visual iQ 8.4mm光学アダプターチップ

3Dステレオ計測およびステレオ計測用光学アダプター

XLG3TM846060FG	黒	60/60-FWD	4-50	(.16-1.97)
XLG3TM846060SG	青	60/60-SIDE	4-50	(.16-1.97)

ステレオと3Dステレオは同じオプティカルチップアダプタを使用

## 測定ソフトウェア製品番号

3Dステレオ測定

MVIQ-3DST

## アップグレード

UG-3DST

3DPM測定

MVIQ-3DPM

UG-3DPM

ステレオ測定

MVIQ-ST

UG-ST

測定面方式

MVIQ-PPM

UG-PPM

領域深さプロファイル測定方式

MVIQ-ADP

UG-ADP

検出率向上(POD)ソフトウェア

MVIQ-POD

UG-POD

ブレードチップクリアランス測定方式

MVIQ-BTC

UG-BTC

ダークブースト機能

MVIQ-DARKBOOST

UG-MVIQ-DARKBOOST

# 用語

3Dデータマスク – 赤および黄色のピクセルマスクを表示します。詳細は、「画像上の赤色のマスク」および「画像上の黄色のマスク」をご覧ください。

3D透視ライン – フルイメージのポイントクラウドにおける、先端部の視界の四隅を示した青色の点線で、ユーザーが表面に対する先端部の方向を認識し、それを改善する上で役立ちます。設定メニューで、表示/非表示を選択できます。

3DPM (位相) 計測 – LEDを使用し、縞パターンを投影して測定する技術。測定値は、位相シフト解析の概念とプロプライエタリ画像処理技術を用いて計算されます。

3Dポイントクラウド – 検査対象表面の3Dグラフ表示で、表面測定を直線や曲面を使って表示します。3Dポイントクラウドを回転させて、様々な角度や視覚から観察することができます。これにより、検査員は測定のための設定やカーソルの配置ポイントを確認することができます。

3DPM (位相) 範囲ガイド – 3DPM光学アダプターを取り付けたビデオをライブで観察する際に表示される視覚的補助で、高品質スキャン用先端部LEDを用いて十分な明るさを確保するためのシステム能力を表示します。対象物に接近させることでバーの数値を増やすと、3Dデータの質および測定精度を向上させることができます。

3Dステレオ計測 – ステレオ計測と同じ光学的原理と光学アダプターを使用し、さらに測定データの3Dポイントクラウドを作り出し、操作し、解析する能力を結びつけます。

3D表面マスク – 2D画像、および3DPMまたは3Dステレオ測定時のポイントクラウド表示における表面上の点を使って色付けされた半透明のマスキング部で、カーソルを正しく配置する上で役立ちます。

アクティブカーソル – 現在操作中のカーソルで、青い丸で表示されます。

警告メッセージ – 「最良の結果を得るため、基準カーソルは同じ面にある必要があります」 – デプスプロファイル測定において、基準カーソルが同じ面でないことを通知します。

警告メッセージ – 「より良い結果を得るため、対象物にもっと近づけるか、カーソルを移動してください」 – その時点のプロープ先端から検査対象物までの距離に対して測定値が小さすぎるため、信頼性に乏しいことを示す。プロープ先端を観察面に近づけるか、計測範囲を大きくすることによって修正が可能。

オートリピーター – 繰り返し測定を実行する機能 (ブレードチップクリアランスなど)

CSV – Comma separated value、ポイントクラウドファイルデータのエクスポートに使用されます。CADパッケージで開くことができます。

ダークブースト – より均一なシーンのコントラストを過度に露出させたり劣化させたりすることなく、前景の表面が明るいシーンの暗い領域をデジタル的に明るくするライブビデオ処理機能です。

デプスアシスト – 奥行 (深さ) 測定においてシステムが最初の3つのカーソル周辺の表面データを検索し、4つ目のカーソルを最深部、最高部、またはブレード先端に自動的に配置させることで、ユーザーが手作業で配置するためにかかる時間を削減できます。

深さマップ – 3Dポイントクラウドビューモードで、先端から対象物への距離 (画像全体)、または測定参照基準面からの垂直距離 (フルイメージ) のいずれかが色分けされ、3Dデータのノイズレベルおよび表面輪郭をより深く理解する上で役立ちます。

深さプロファイルビュー – 選択された深さプロファイル線に沿った代替となる深さ断面の2D画像。

エッジビューアングル (EVA) – MTDの隣に表示される。計測用基準面を使用して表面の縁付近のポイントライン計測、深さ計測、面積計測を行う際、表示されている観察の視点の妥当性を判断するのに役立つ。

エッジビューアングル線 (EVA線) – ポイントクラウド表示において示される線で、EVAが確定したことを知らせます。EVAラインが測定面に対して垂直の時、EVAは0°となります。

FOD – 異物による損傷。

フルイメージポイントクラウド – すべての測定および表面データを表示します。深さマップは、プロープ先端部から表面までの距離を表示します。

ガイドライン – 測定面と長さ、ポイントライン、マルチセグメント、エリアを使用する際に、ポイントクラウドビューで表示される線のことで、ユーザーがカーソルを基準面でない地点と一致させる上で役立ちます。

画像の明るさ (輝度) – ボアスコープビデオに関連して、使用可能なライトだけでなく、複数のコンポーネントを組み合わせたものです。

- ライブビデオの場合、画像の明るさ (輝度) の操作によって、カメラのオートゲインおよび露出制御処理の明るさの設定を調整します。
- 静止画の場合、画像の明るさ (輝度) 操作は、イメージのRGB値からオフセットをデジタル的にオフセットを加算または減算します。

InspectionWorks connect – リモート共同作業ツールで、検査ビデオのリモート視聴、双方向の会話および注釈が行えます。Mentor Visual IQで直接起動できます。

非アクティブカーソル – 現在選択されていないカーソルで、緑の丸で表示されます。SMEがデータを処理し、再測定できる場所を知らせます。

インスペクションマネージャー – PCによる再検査、計測ツール

測定画像ポイントクラウド – アクティブな測定および周辺の表面データのみが表示されます。深さマップは、測定基準面からの表面ポイントへの垂直距離を表示します。

欠損したコーナー部 – タービンを通過しようとした物体により欠損したタービンブレードのコーナー部

MTD – 最大ターゲット距離。ある測定において、プロープ先端部から最も遠いカーソル地点の距離を識別します。

ポイントクラウドにおけるノイズ – 実際の表面形状を表示していない3Dデータ上の欠陥。ノイズは、先端部を対象物に近づけたり、反射を抑えるためにアングルを変えてアプローチすることで減らすことができます。

測定結果とMTD値を囲む橙色の線 – その時点のプロープ先端から検査対象物までの距離に対して測定値が小さいため、信頼性に乏しいことを示す。プロープ先端を計測部分に近づけるか、計測範囲を大きくすることによって修正が可能。



検出確率 (POD) – 「PODは、材料に特定の種類の欠陥が存在する場合に、その欠陥が所定の手法で検出される確率です」。ビル・プロセッサ (NASA)

「Waygate TechnologiesのMentor Visual iQ (MViQ) VideoProbe™に関するPODとは何ですか?また、検査や指示分析の際にはどのように役立ちますか?」と聞かれるかもしれませんが

本質的に、PODは、視覚表面の健全性の評価を容易にし、表面の状態に関する追加情報を提供する白色光画像の変換を可能にする技術の組み合わせであり、指示または「欠陥」が検出された場合、および検出された場合、これらのツールは、Real 3 D™PMおよびReal3Dステレオ測定を展開する際に、より高い精度および精度を提供するために利用可能であり、どちらも解析のためのXYZ旋回可能な3Dポイントクラウドを提供する。

プロファイルのスライス – 深さプロファイルの測定における、基準プロファイルライン間の表面に沿った連続曲線で、表面上のポイントと基準面間の垂直距離をマッピングします。

測定面 (測定方式) – 測定面を別の測定方式と組み合わせて使用、表面の平面をイメージ全体に数学的に投影し、その平面上で測定することが可能。

深さプロファイル上の赤いカーソル – カーソルが平坦な表面または同じ平面上にないことを示します。正確な測定を行うために、カーソルを配置し直す必要があります。

画面上的赤いマスク – その領域の表面が計測できないことを示す。近づけるか、観察の向きを調整することによって赤色のマスクを減少させることが可能。

基準線 – ポイントライン測定において、最初の2つのカーソルは変更できない表面の2地点に置かれ、3D空間において真っすぐな基準線を定義します。そこから3つ目のカーソルへの距離が測定されます。

参照基準面 – 基準面上で3つ以上の地点から定義される平面で、そこから他の表面上の地点への垂直距離が測定されます。青色の四角は、測定画像の3Dポイントクラウドビューにおける参照基準面の位置を示しています。

注記:

- 参照基準面は、その表面が平らでない場合も平らな面として計算されます。これにより誤差が生じる可能性があります。
- 参照プロファイル線 – 領域深さプロファイル線は、表面外形に沿って動く測定カーソルによって決定され、プロファイルスライスに対する領域と基準面を決定するために使用されます。

測定表面 – 様々な測定を実施するために基準として使用される、変更されない部品の表面。

結果スライス – 最高点または最低点を含む領域深さプロファイルのスライス。画像およびポイントクラウド中に表示される。

表面マスク – 表面上のピクセルをさまざまなカラーグラデーションで色付けし、表面のさまざまな輪郭やカーソル間の距離を示す複数のマスクの1つ。

画像上の黄色マスク – 3D位相測定では、表面データの測定品質が低い可能性があることを示します。精度が低下する可能性があり、特に深さの測定や小さな測定ではその可能性が高くなります。黄色のマスク領域は、サーフェス間の反射によって生じることがよくあります。このような反射がプローブ先端から跳ね返るようにプローブの向きを変更すると、データ品質が向上し、黄色のマスク領域が減少または除去される場合があります。

3DPM保存フォーマット –

- PMap-オリジナルの投影パターンイメージが保存されたイメージファイルに埋め込まれ、呼び出されたイメージで再測定が実行されると、完全に再処理されて新しい3Dデータが生成されます。通常、開発およびトラブルシューティングの目的で使用されます。
- ZMap-計算された3Dサーフェスデータが保存されたイメージファイルに埋め込まれ、呼び出されたイメージで再測定が実行されるときに使用されます。PMapよりも小さいファイルを提供し、ほとんどのユーザに推奨されます。

**日本ベーカーヒューズ株式会社**

(旧:GEセンシング&インスペクション・テクノロジー株式会社)

〒104-6023 東京都中央区月島4-16-13

**waygate-tech.com**

Baker Hughesの登録商標です。その他の商標は、その所有者に帰属します。

© 2023 Baker Hughes. 無断転載・複製を禁じます。

BHCS31907B-JP (05/2023)

**Baker Hughes** 

[waygate-tech.com](https://waygate-tech.com)