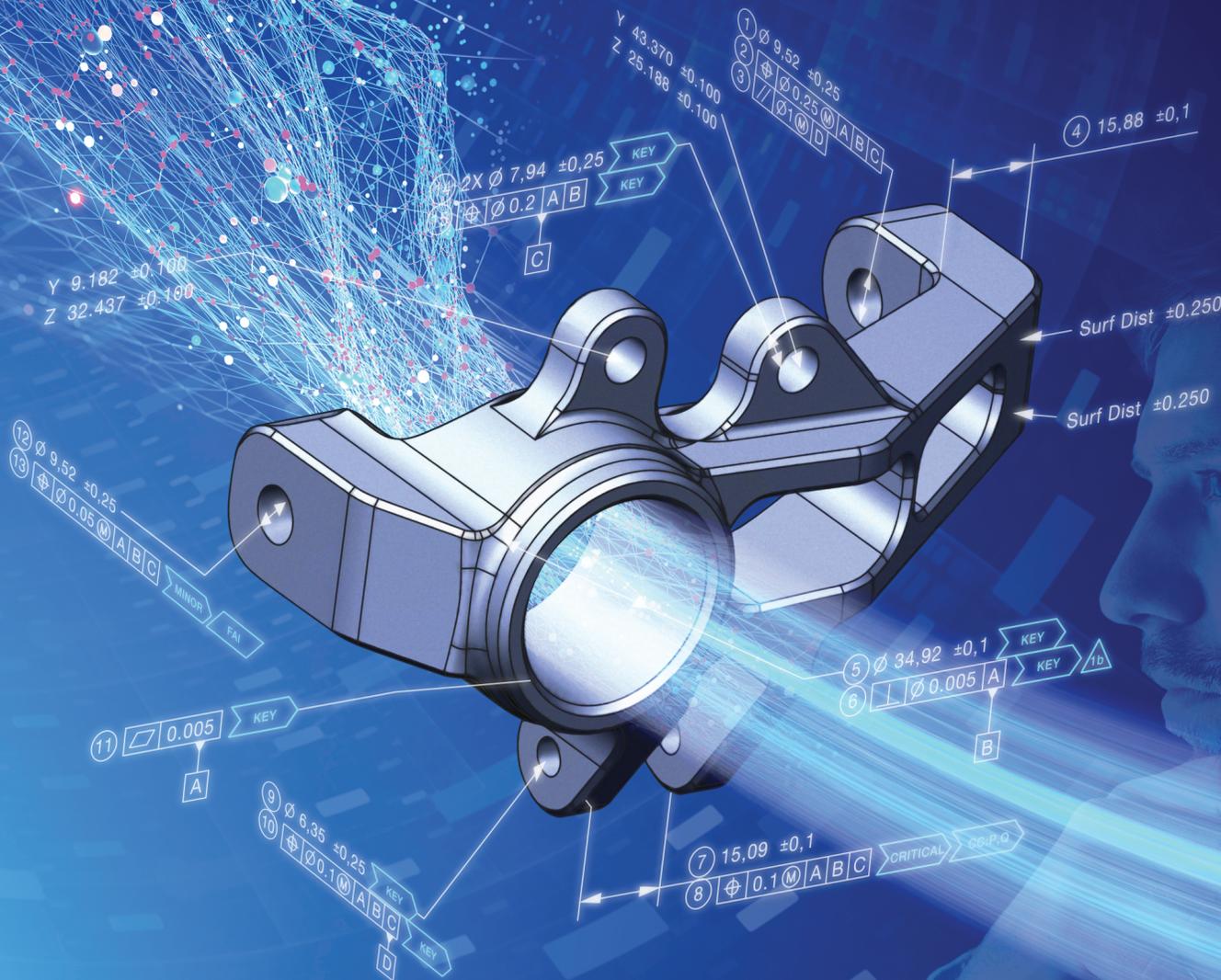


**polyworks**  
Japan

ホワイトペーパー

# 最先端の3D計測プラン作成への アプローチ

高度なスマートマニュファクチャリングに向けた  
寸法要件のデジタル化





## はじめに

新しい部品を作成する際には、その三次元形状を定義するだけでは不十分です。意図したものと完全に一致させるためには、**設計チーム**は後工程を行うチームに、3Dモデルとともに寸法仕様も提供する必要があります。製造チームは、製造プロセスを決定し、仕様を定義するために、正確な3D形状と特性を必要とします。また、品質管理チームは、製造された部品を測定し、設計チームと**製造チーム**の意図した現物ができているかどうかを判定するための基準を必要とします。問題のある部品に関する**品質管理チーム**からの的確なフィードバックは、製造チームが必要な調整を行う際に役立ちます。ここで重要になるのが、品質管理チームとの効率的な情報共有です。

各企業はそれぞれ独自の方法で寸法要件を共有しています。CADモデル、製品製造情報 (PMI) およびコンマ区切り値 (CSV) ファイル、2D図面、検査項目表などの内部で寸法要件をコード化します。品質管理チームは寸法要件を受け取ると、**転記や解釈のミスに注意しながら**必要な情報を見つけ出し、設計意図をプロセスとソフトウェアプラットフォームに合わせて変換・適応します。設計変更が加えられた場合は、CNC三次元測定機のプログラムや検査シーケンスを含む**品質管理のプロセスと記録を正しく更新**するために、膨大な労力を費やさなければなりません。効率的で信頼できる情報共有システムがなければ、エラーとコストが何倍にも増大してしまいます。



このホワイトペーパーでは、設計および製造の寸法要件を品質管理チームと共有するために企業で現在使用されている2つのおもな手法を考察し、その強み、問題点、制約について重点的に解説します。また、このプロセスのデジタル化によって従来の課題を解決して効率を大幅に改善し、これまで負担となっていた重要な機能を資産へと変える方法について説明します。

# 3D計測プランに不可欠なもの

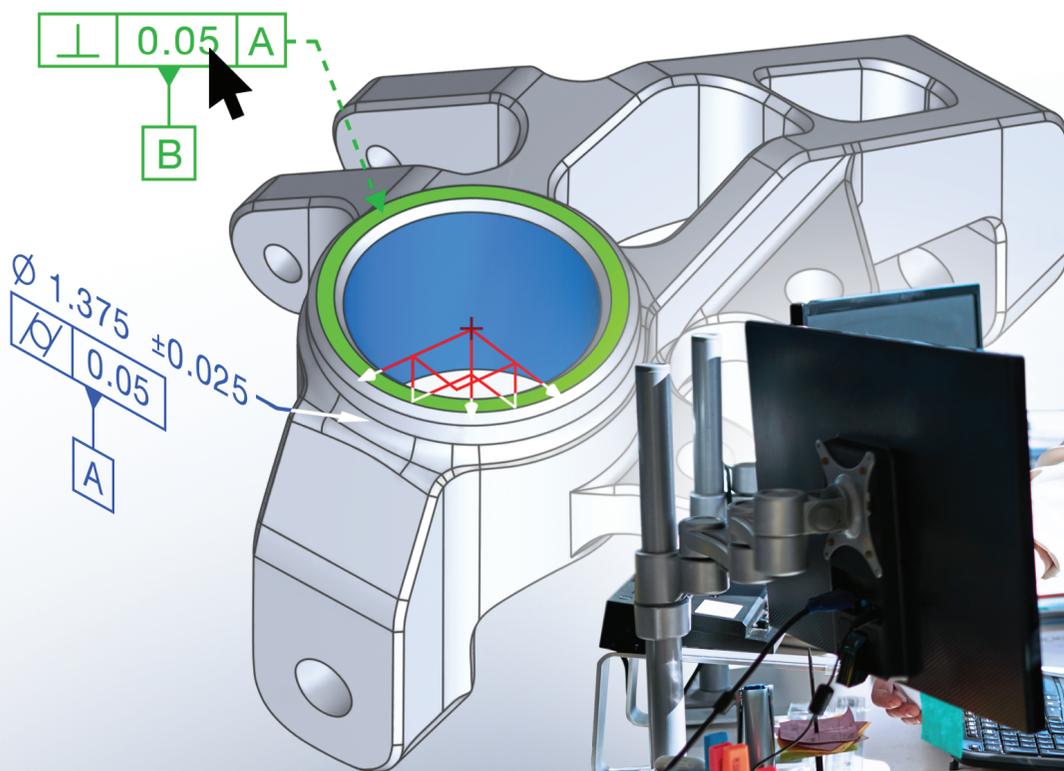
最初に全体像から見ていきましょう。寸法要件を設計チームと製造チームから3D計測チームに伝達するために、製造企業は寸法検査計画、つまり3D計測プランと呼ばれる伝達ツールを使用します。このプランは、測定が必要な対象物と測定方法を指定するもので、通常、次のものが含まれます。

→ 幾何公差 (GD&T)、標準寸法、カスタム寸法などの設計要件

→ フィーチャー位置、サーフェスとエッジの偏差を含む製造要件

→ 3D形状または明確な測定オブジェクトの定義への参照

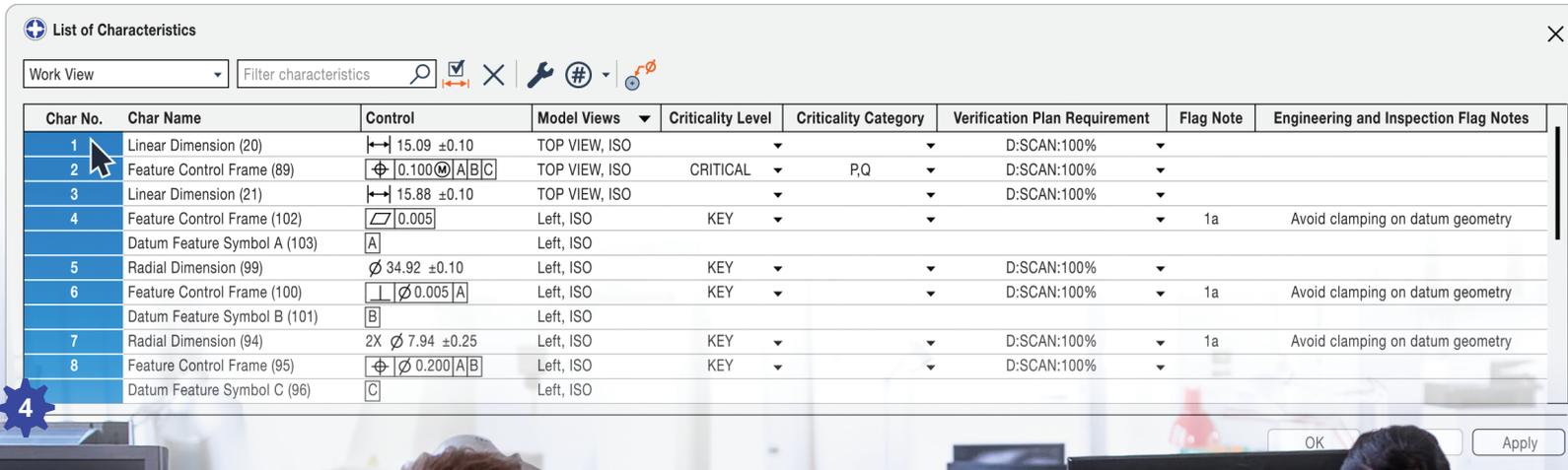
→ 寸法番号、重要度分類、トレーサビリティ情報といった、内部プロセスをサポートするための追加属性



トレーサビリティを確保し、コミュニケーションを容易にするために、各重要情報に一意の数値の識別子を割り当てる、バルーニングが頻繁に使用されています。

3D計測プランの作成方法だけでなく、後工程チームにとってのその使いやすさのレベルも、企業間で差があります。

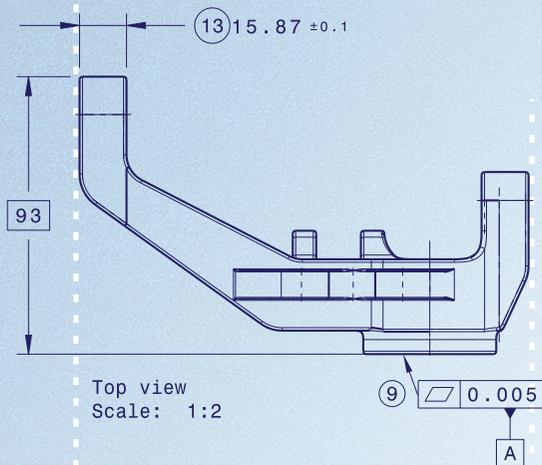
さらに、製造チームと品質管理チームが新しい設計変更を統合、伝達、適用するために求められる時間と労力も企業間で大きく異なります。



Char No.	Char Name	Control	Model Views	Criticality Level	Criticality Category	Verification Plan Requirement	Flag Note	Engineering and Inspection Flag Notes
1	Linear Dimension (20)	↔ 15.09 ±0.10	TOP VIEW, ISO			D:SCAN:100%		
2	Feature Control Frame (89)	⊕ 0.100 A B C	TOP VIEW, ISO	CRITICAL	P,Q	D:SCAN:100%		
3	Linear Dimension (21)	↔ 15.88 ±0.10	TOP VIEW, ISO			D:SCAN:100%		
4	Feature Control Frame (102)	∠ 0.005	Left, ISO	KEY			1a	Avoid clamping on datum geometry
	Datum Feature Symbol A (103)	A	Left, ISO					
5	Radial Dimension (99)	∅ 34.92 ±0.10	Left, ISO	KEY		D:SCAN:100%		
6	Feature Control Frame (100)	⊥ ∅ 0.005 A	Left, ISO	KEY		D:SCAN:100%	1a	Avoid clamping on datum geometry
	Datum Feature Symbol B (101)	B	Left, ISO					
7	Radial Dimension (94)	2X ∅ 7.94 ±0.25	Left, ISO	KEY		D:SCAN:100%	1a	Avoid clamping on datum geometry
8	Feature Control Frame (95)	⊕ ∅ 0.200 A B	Left, ISO	KEY		D:SCAN:100%		
	Datum Feature Symbol C (96)	C	Left, ISO					

# 2D図面を使用する3D計測プラン作成

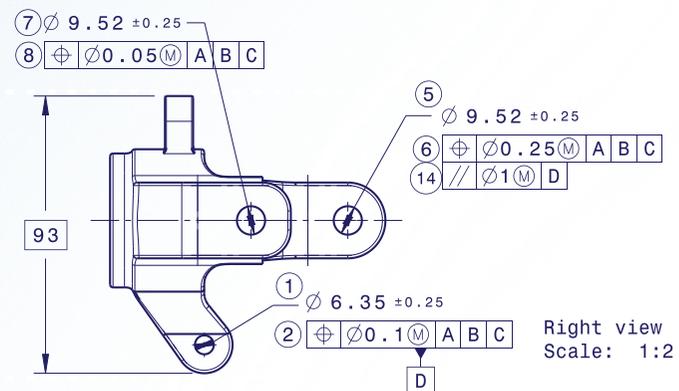
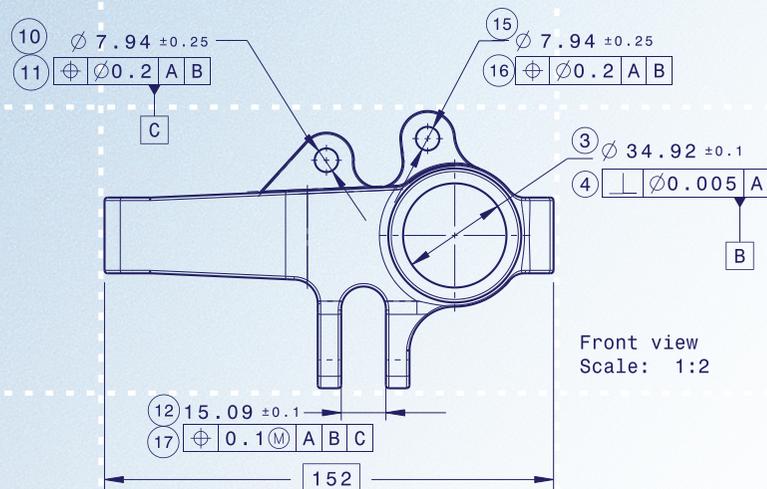
デジタルプロセスを使用できなかった時代における設計と製造の要件について



多くの製造企業では3D計測チームに対して3D要件を伝達するために2D図面を使用します。2D図面は法的な文書の作成にも頻繁に使用されます。2D図面は部品の3Dモデルから作成されたいくつかの2Dビューで構成され、各ビューには部品の寸法要件が含まれます。

これらの2D図面では、設計要件（幾何公差、寸法など）はテキスト、記号、距離、角度などのグラフィックエレメントを使用して表されます。このようなグラフィックエレメントは、測定が必要な位置を示すために、部品のモデル上の各位置に追加されます。追加の属性は多くの場合、メモとして記載されています。

2D図面には製造要件も含まれています。例えば、X、Y、Zの記号は各フィーチャー要件の座標を表します。3D座標が記載された表も、修正を加えるために点の偏差が必要な場所を示すのに使用できます。



3D計測チームは2D図面を受け取ると、3D検査ソフトウェアを開き、2D図面を読み取って解釈し、測定が必要なオブジェクトと寸法を作成します。以前の2D図面は大型紙に印刷されており、多くの場合スケールは1:1でした。計測担当者は検査スタンプを使用してバルーンを作成し、各測定寸法に手作業で番号を付けていました。

2D図面を3D計測プランの作成で使用する際、2つの大きな課題があります。

→ 3D計測担当者は、2D図面を解釈しながら3D検査ソフトウェア内で測定対象のジオメトリと寸法を手作業で決定・作成する必要があります。これは時間がかかり、ミスや解釈エラーが起こりやすいプロセスです。

→ それに加え、必要な設計変更を取り込むのも手間のかかる作業です。往々にして、2D図面の以前のリビジョンと新しいリビジョンの違いを見分けるのは、3D計測チームにとって容易なことではありません。このような場合、3D計測チームは一般的に3D検査プロジェクトを一から作成し直そうとします。

2D図面を使用するプロセスは現在も採用されており、多くの業界で法的に義務付けられています。当然ながら技術は進化しており、現在では3D CADモデルから2D図面を自動作成できます。この2D図面は、印刷はもちろんPDFファイルに保存することもできます。さらに、いくつかのソフトウェアソリューションでは、寸法への番号付けをデジタルで行い、検査レポートを作成できるように、仮想バルーン作成プロセスの機能が提供されています。このように、技術的進化によって2D図面を使用するプロセスは合理化されています。しかし、3D検査プロジェクトを2D図面から作成するには、解釈と手作業による操作が必要で、CADリビジョン管理の作業にも依然として手間がかかります。さらに、2D図面には、3D検査ソフトウェアに技術情報を伝達し、パワフルなデジタル3D計測プラン作成プロセスを実施するために必要なデジタル・トレーサビリティと相互運用性が不足しています。



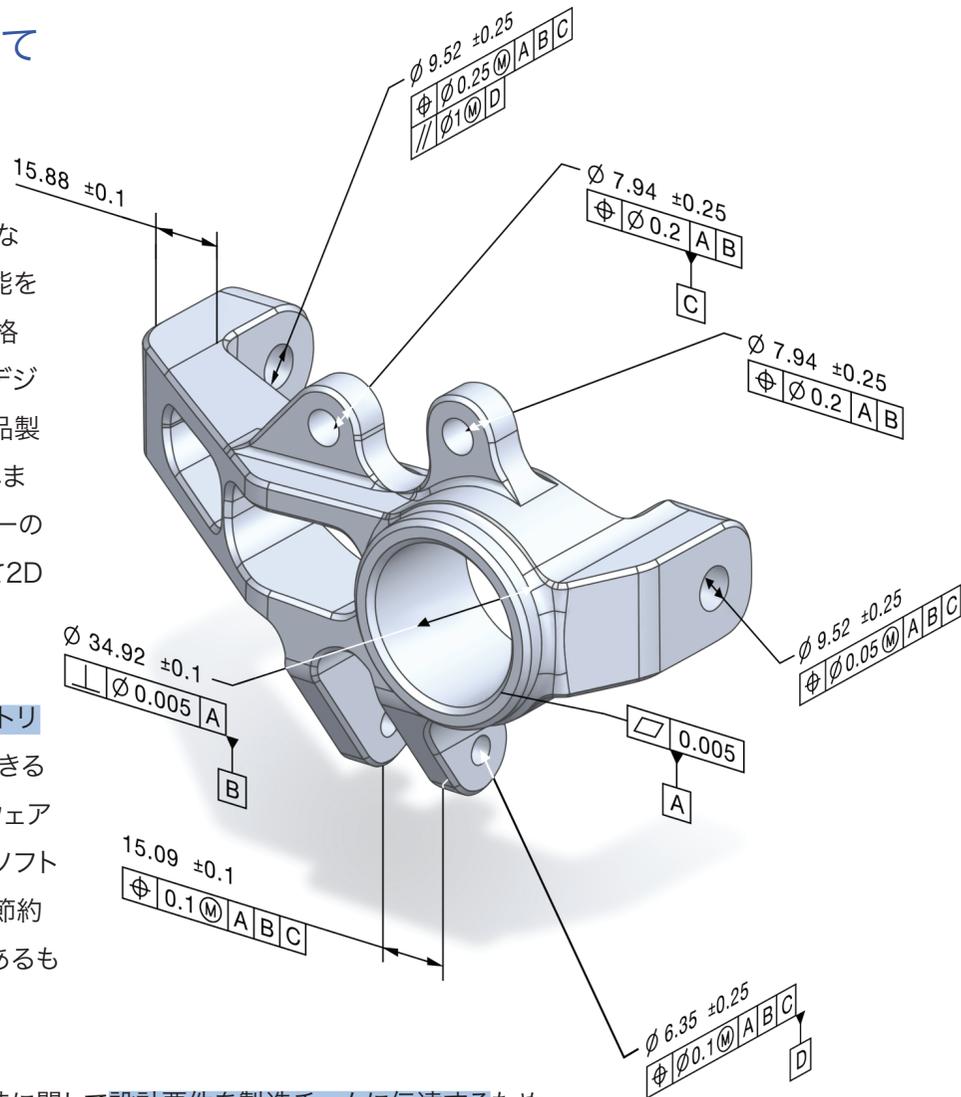
# モデルベース定義を使用した3D計測プランの作成

## ワークフローの完全なデジタル化に向けて 一歩進んだソリューション

モデルベース定義 (MBD) は3D CADモデル作成のための新たな手法です。製品のライフサイクル全体を通じて形状、適合度、機能を定義するために必要なすべての技術データがモデルに効果的に格納されます。MBDの中核はCADソフトウェア内のネイティブのデジタル注釈付き3D CADモデルです。このモデルには3D形状、製品製造情報、メタデータ、その他の設計や製造に関する情報が含まれます。MBDでは、3D CADモデルが組織内の全関係者にとって単一の情報源となるため、技術データ伝達のための正当な情報源として2D図面を使用する必要がなくなります。

MBD技術がもたらす大きなメリットは、**製品仕様がCADジオメトリに紐付けられると**、CADモデル変更時に製品仕様を自動更新できることです。これは、3D計測プランのすべての内容がCADソフトウェア内のCADデータと常に同期していることを意味します。3D検査ソフトウェアによる3D計測プランの使用が自動化されるため、時間を節約し、人的ミスをなくすることができます。この手法は非常に有望であるものの、いくつかの課題もあります。

**製品製造情報 (PMI)** は、製品のコンポーネントやアセンブリ製造に関して設計要件を製造チームに伝達するために、MBD手法において使用される**CADソフトウェア固有の技術**です。PMIを使用すると、エンジニアリングチームは、3D寸法、幾何公差、表面仕上げ、部品表やその他の注釈などの設計要件を作成し、これらの要件を適切な3D CADジオメトリに関連付けることができます。



寸法要件と2D図面の特定の機能をデジタルで模倣する3Dモデルジオメトリの直接的な関連付けにより、PMI技術は、3D検査ソフトウェアがCADベースの部品モデルをインポートし、測定対象のオブジェクトと寸法の作成を自動化することを可能にします。これによって、必要な手作業の操作数を減らし、2D図面の解釈の必要性を排除できます。



しかし、PMI技術は、3D計測アプリケーションのすべての要件を提供するように設計されていないため、計測プラン作成に使用する場合には以下の3つの制約が認められます：

→ 製造における寸法解析で日常的に必要とされる多くの要件タイプは、ネイティブPMI寸法ツールセットを使用して定義できず、3D検査ソフトウェア内で作成される必要があります。たとえば、以下のようなものがあります。

- 特定位置でのサーフェスやエッジの偏差
- エアfoilなどの特殊な寸法
- ジオメトリから作成された寸法（ジオメトリとの依存関係）
- 特定の座標系に紐付けられた寸法

8

→ PMIは最初の3D計測プラン作成のデジタル化に役立つ一方で、変更管理は依然として非効率的です。CADモデルのジオメトリが変わると、PMIはCADソフトウェア内で自動更新されます。しかし、3D検査ソフトウェアでは、CADモデルの新リビジョンのインポート時に何が変更されたかを自動的に把握することはできません。そのため、多くの企業では3D検査プロジェクトを一から作り直しています。

→ 工程内の要件、規則、その他の追加データを表すPMIは、3D検査ソフトウェアでは容易に解釈できず、目的通り変換されるように手作業による操作が必要です。

このような制約があるため、3D検査ソフトウェアでは現在のMBD CADモデルから部分的な3D計測プランしか得ることができず、品質管理チームがさらに手作業で処理を行う必要があります。この面倒な作業は2D図面ベースの計測プラン作成プロセスにも共通する問題です。

CADソフトウェアのPMI技術は、設計要件の使用を自動化することによって、3D検査プロジェクトの最初のリビジョン作成を高速化します。しかし、2D図面ベースの手法に取って代わることができるデジタル3D計測プラン作成プロセスを提供するには、依然として重要な技術的基盤が不足しています。

データを正しく解釈してその関連付けや収集、相互運用を可能にするMBDに大きな期待が寄せられていますが、現在の制約を克服することはできるのでしょうか。



# 3D計測プラン作成に適したモデルベース定義ソリューション

エンドツーエンドのデジタル・トレーサビリティを備えたCADソフトウェア内で、すべての設計、製造、工程中の3D検査要件をネイティブに定義できる最新のソリューション

InnovMetricは、すべての寸法要件を統合したCADベースの3D計測プランの作成から、3D計測プランにより関連付けられたMBD CADモデルの使用の自動化まで、プロセス全体のデジタル化に必要な技術を提供するPolyWorks® MBDソリューションを設計しました。





ネイティブPMI技術の欠点とMBD手法のデジタル・トレーサビリティの制限に対処するため、CADプラットフォーム用のPolyWorksアドインを提供しています。これにより、CADジオメトリに関連付けられた完全な3D計測プランを定義し、CADモデルをデジタル・トレーサビリティで強化することができます。

→ 寸法要件を設定し、各種座標系に紐付けます



→ 作図ベースのジオメトリに関するPMIを定義します

→ プロセスと検査の要件を記載した検査項目表の確認、順序付け、補足を行います

→ 3D検査ソフトウェア内で3D計測プランを自動更新します

エンジニアリング、製造、品質管理の各チームがPolyWorksのMBDベースのデジタル3D計測プラン作成ワークフローを採用するメリットは以下の通りです。

→ PolyWorksのMBDソリューションによって定義される要件はCADのネイティブPMI技術を使用して作成されるため、3D計測プランはどのようなCAD/PLMビューアーでも確認でき、ニュートラルなファイル形式で共有でき、CAD/CAMベースの後工程アプリケーションのデジタル環境で使用できます。

→ デジタル・トレーサビリティは寸法要件とCADモデルに組み込まれているため、3D検査ソフトウェア内で3D計測プランが確実に更新され、所定のCADモデルと3D計測プランから構築された3D検査プロジェクトを追跡できます。

→ CADとPLMのユーザーは、ワンクリックであらゆる部品の寸法検査結果とともに、3D計測データとデジタルツインのインスタンスにアクセスできるようになりました。このフィードバックループにより、その後の設計をより効率的に進められます。

# 3D計測プラン作成の進化 による新時代の到来

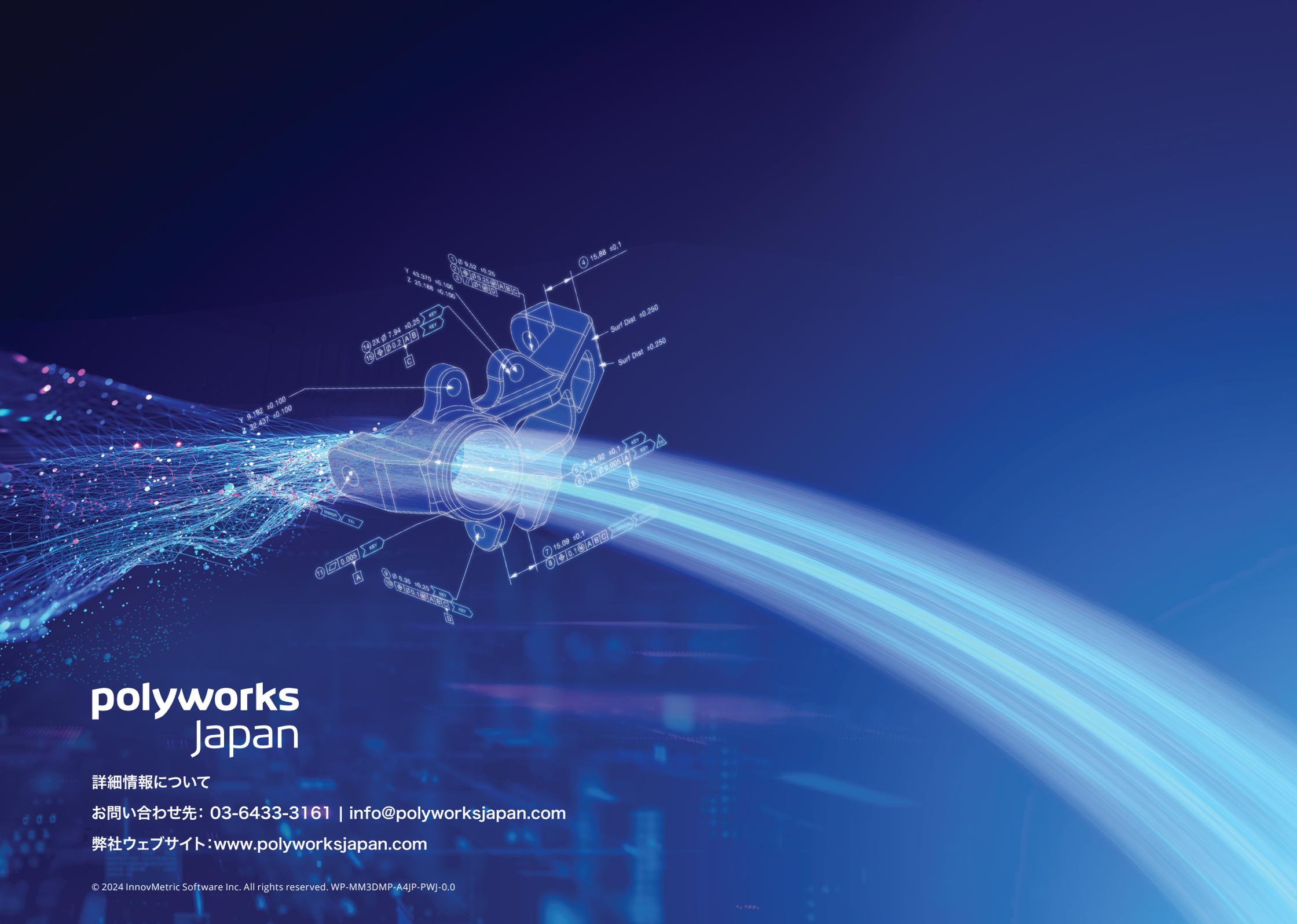
最新の3D計測プラン作成方法を習得し、包括的なデジタル3D計測プランを手に入れることは、**エンジニアリング、製造、品質管理**の各チーム間での生産性とデジタル相互運用性の向上において極めて重要な資産です。

InnovMetricは、あらゆる製造企業のデジタルトランスフォーメーションのロードマップにデジタル3D計測プラン作成ワークフローの導入が含まれるべきであると考えています。自動化と手作業が混在する手法から、完全に統合されたデジタル3D計測プランへの移行を行うことで、無駄な時間やデータ転送によるミスを排除できます。PolyWorksのMBDベースのデジタル3D計測プラン作成機能の登場により、CADソフトウェアと3D検査ソフトウェア間のデジタル相互運用性の新時代が始まりました。サイロ化が根本原因から解消され、生産性と精度を向上させる基盤を築きます。

3D計測プラン作成の効率と成果の確保は、**従来のような負担もなく行えるようになり後回しにする必要がなくなりました。**

PolyWorksは完全なデジタル3D計測プラン作成機能を主要なCADプラットフォーム向けに提供しています。**より詳しい情報をお求めの場合はお問い合わせください。**





# polyworks Japan

詳細情報について

お問い合わせ先: 03-6433-3161 | [info@polyworksjapan.com](mailto:info@polyworksjapan.com)

弊社ウェブサイト: [www.polyworksjapan.com](http://www.polyworksjapan.com)