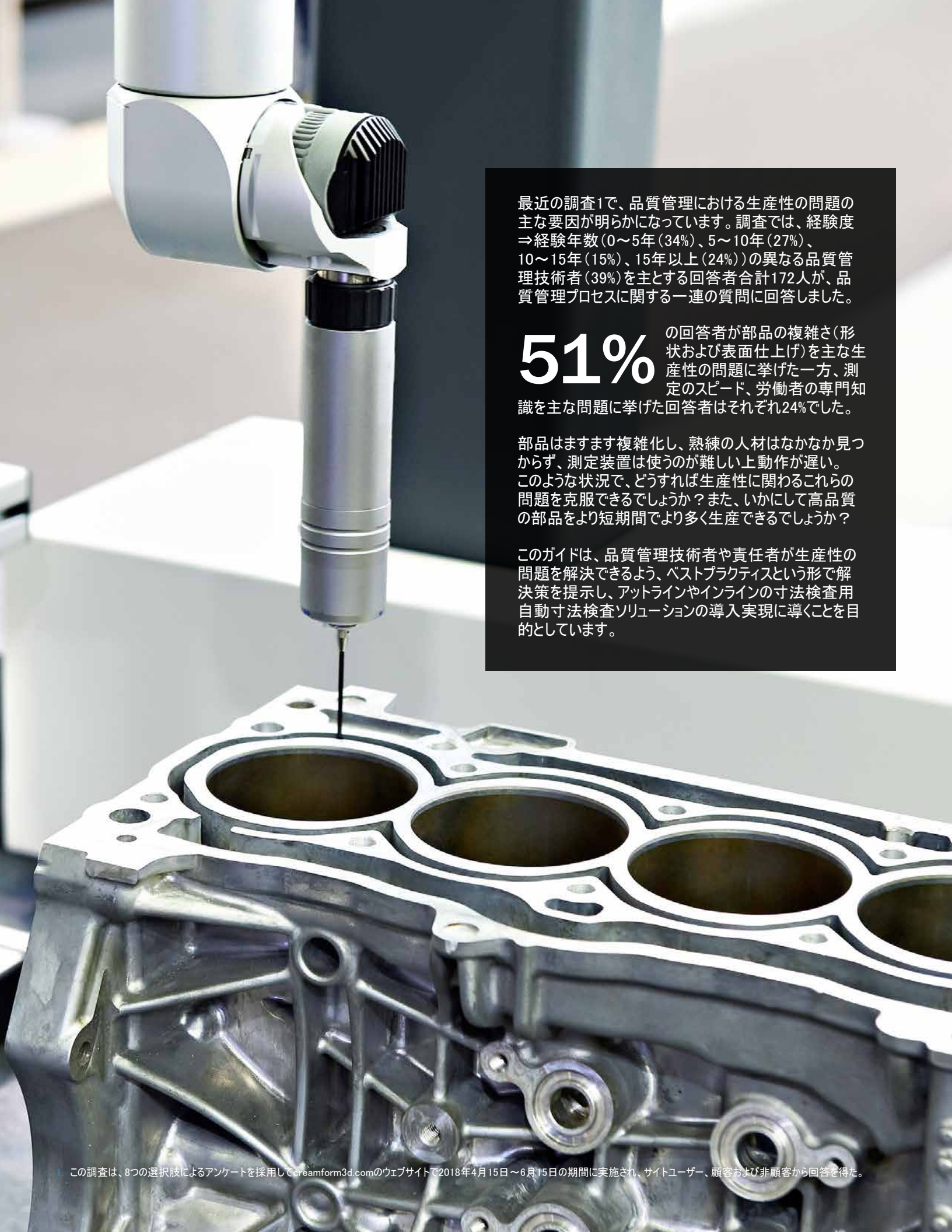


ガイド

# 生産性の問題を 自動品質管理によって 解決する方法



最近の調査1で、品質管理における生産性の問題の  
主な要因が明らかになっています。調査では、経験度  
⇒経験年数(0~5年(34%)、5~10年(27%)、  
10~15年(15%)、15年以上(24%))の異なる品質管  
理技術者(39%)を主とする回答者合計172人が、品  
質管理プロセスに関する一連の質問に回答しました。

**51%** の回答者が部品の複雑さ(形  
状および表面仕上げ)を主な生  
産性の問題に挙げた一方、測  
定のスピード、労働者の専門知  
識を主な問題に挙げた回答者はそれぞれ24%でした。

部品はますます複雑化し、熟練の人材はなかなか見つ  
からず、測定装置は使うのが難しい上動作が遅い。  
このような状況で、どうすれば生産性に関わるこれらの  
問題を克服できるでしょうか？また、いかにして高品質  
の部品をより短期間でより多く生産できるでしょうか？

このガイドは、品質管理技術者や責任者が生産性の  
問題を解決できるよう、ベストプラクティスという形で解  
決策を提示し、アットラインやインラインの寸法検査用  
自動寸法検査ソリューションの導入実現に導くことを目  
的としています。

## 複雑さ

品質管理(QC)では、様々な形状、サイズ、表面仕上げの測定において、それらが複雑であるという言い方をします。複雑さは、製造業では当たり前に使われる用語になっています。また、非常に高度な3D形状の管理は、表面全体が測定された場合にのみ可能であるため、複雑さはプログラミング時間も左右します。複雑な形状を表すデータすべてを管理するには、相応のプログラミング時間が必要です。生産性にマイナスの影響を及ぼすこれらの課題に対処する必要があります。



# 複雑な形状と 表面仕上げ

複雑な形状や表面仕上げの測定にふさわしい最適な技術をいかに選択するか

何の準備もなく、あらゆる表面素材や表面仕上げを測定できるなど、高い柔軟性を有する技術を選択することが、生産プロセスで部品を直接検査するカギとなります。

メトロロジー・グレード(寸法検査レベル)の3D  
スキャナー

メトロロジー・グレードの3Dスキャナーは、多種多様な複雑な形状や表面仕上げを、広範なコンテキストにおいて、何の準備もなく測定できる柔軟な装置です。



## ベストプラクティス

### 柔軟性

測定ツールの性能をテストする最善の方法の1つは、機械加工の前後や塗装前後など、生産プロセスの異なる段階で多種多様な複雑な形状や表面仕上げの対象物を実際に測定することです。また、生産された部品の80%に相当する部品サンプルを検査して装置の性能をテストする方法もあります。さらに、測定の難しい部品や複雑な形状の部品でもテストを行う必要があります。カギとなるのは、複雑さの段階に応じて測定が行える装置を選ぶことです。

### コンテキスト(状況)

コンテキストも、測定ツールの性能を検証する場合に考慮すべき重要な要素です。QC責任者は、インライン検査、ルーティング検査⇒ルーチン検査「初品」検査⇒初品検査「最終製品」検査⇒最終製品検査および「最終製品」検査、緊急時や開発段階など、どのようなコンテキストで装置を使用するかを明確にし、また、その特定のコンテキストでその装置がどれだけの性能を発揮できるか検証する必要があります。さらに、装置が特定のコンテキストで成果を上げられても、そのコンテキストがまれにしか発生しない場合、その装置は組織にとって何の価値もないということも理解する必要があります。



## メリット

生産プロセスのさまざまな段階で多種多様な形状や表面仕上げで測定装置のテストを実施することで、その装置がどのようなコンテキストでも信頼できるかどうかを確認できます。つまり、緊急事態が発生した場合でも、QC責任者がその状況に対処できる確信が得られるということです。

# プログラミング時間

## プログラミング時間をどうやって最小限に抑えるか

ハードウェアデバイス、ソフトウェアとの連携から最終検査結果までを繋げる製品統合は、複雑かつ手間のかかるプログラミングに対処するカギとなります。実際、すべてのツールが単一アーキテクチャの下で動作すれば、生産性の維持も効率性の向上も容易です。新たなソフトウェアを習得するには時間がかかり、異なるインターフェースを使いこなすにも多くの時間を費やして集中して取り組まなければなりません。だからこそ、生産性の問題に対処する場合、プログラミング時間の短縮が重要なのです。

### 新世代の3DスキャンCMM

従来の自動座標測定マシン(CMM)は、制御環境で動作する触針式プローブを使用します。動作に時間がかかり、測定ラボ向けのこの技術は、生産性の問題の解決には役立ちません。しかし、ロボットに搭載され、従来のCMMと同様の精度が得られる新世代の3DスキャンCMMは、生産性の問題解決のカギとなります。3Dスキャナーを搭載した産業用ロボットは正確かつ高速で、作業現場での測定に適しています。



## ベストプラクティス

新たな装置をテストする場合には、それが完全なソリューションかという点を追求します。ソフトウェアプラットフォームは、ハードウェア機器同様に重要です。ツールを開梱してからコンピュータを起動させて最終検査報告書を保存するまでの各ステップに注目する必要があります。仮想環境で遠隔またはオフライン操作が可能か(デジタルツインとも呼ばれます)ということも、検査ソリューション選定において検証すべき重要なポイントです。つまり、この仮想環境は物理空間を公正かつ正確に再現されていなければなりません。プロセスの検証でも、疑問を投げかけ、必要なツールがすべて完全なソリューションに組み込まれているかどうかを確認します。

十分に統合された製品は、測定装置の動作を向上させる性能と機能を有しています。3Dスキャナーの性能を最適化するため、オペレータには異なるスキャン技術の使用が求められる場合があります。境界ノイズ軽減のために垂直方向にスキャンしたり、容積精度の最大化のために写真測量(フォトグラメトリー)を行ったり、スキャン時間や処理時間の軽減のためにスキャン時間や解像度を調整したりすることなどがその例です。


プログラミング時間の軽減に役立つソリューションがいくつか市販されていますが、優れた製品では、測定方法やハードウェアの機能性など、完全なエコシステムが必ず考慮されています。したがって、統合プログラミングソリューションは適切なスキャン経験を自動的または相互作用的に提供し、熟練者だけでなく、あらゆるレベルのユーザーにその効果を実感させるものでなければなりません。そのようなソリューションなら、データ取得が不十分な結果に終わるはずがありません。



## メリット

ハードウェアとソフトウェアが統合された完全なソリューションを購入することで、プログラミングの負担を軽減できます。測定装置を仮想的に再現した信頼性の高い正確なデジタルツイン環境は、プログラミング時間など、複雑さによる問題の克服に役立つ強力なツールとなります。仮想環境は、シミュレーションだけでなく、準備にも用いることができます。実際、仮想環境で準備し、動作の検証を行えば行うほど、ロボットでプログラムを初めて実行する場合にこなさなければならない作業は少なくなります。仮想環境で材質の光沢や反射といった特定の現象をシミュレーションするのは不可能であるとはいえ、プログラムを準備して、速度、シャッタースピードやスキャンの解像度などのレーザーパラメータをまずデジタルツイン環境で調整することをお勧めします。

十分に統合されたデジタルツインソリューションであれば、使用しているデバイス向けに特別に開発された機能を追加して充実させることができます。専用機能が追加されることで、プログラミングが容易かつ短時間でできるようになります。最新世代の統合ハードウェア/ソフトウェアソリューションでは、複雑な3D形状を扱う場合など、複数のアプリケーションを使用する場合に役立つユーザーフレンドリーなインターフェースを介して、特定の3Dスキャナーに最適化されたロボット経路を自動的または相互作用的に生成できます。つまり、統合ソリューションによってプログラミングの問題が解決されることでロボット工学の専門家でないユーザーもロボット技術を利用できるようになり、ロボットの存在に不安を覚えることなく安心できます。



## スピード

生産ラインの遅れの原因となってボトルネックを引き起こしたり、市場化時間や顧客への発送の遅れを発生させるなど、生産性の問題につながる可能性のある要因の1つがスピードです。スピードに欠ける原因には、社内的なもの（作業の不履行や再作業など）や外部的なもの（顧客からのクレームなど）に加え、検査ツールの測定時間に関する場合があります。生産性にマイナスの影響を及ぼすこれらの課題に対処する必要があります。

# 社内の問題と 外部の問題

測定時間を加速させると同時に、作業の不履行や再作業、顧客満足度の欠如をいかに防ぐか

社内の問題に対処するには、品質管理を生産プロセスに組み込むことを検討します。外部の問題に対処するには、アットラインまたはインライン向け寸法検査用自動検査ソリューションを選択することも有効です。



## ベストプラクティス

品質管理をどの段階で統合させるかは製造プロセスによって異なります。まず、測定したい部品から始めましょう。歪みを見つけ出し、その原因を探ります。歪みのタイプに基づいて、生産の初期段階（シートメタルの打ち抜きや鋳造\*）または直前の（複合部品のトリミング\*\*を行う）ステーションから確認をはじめ、各作業工程を調査します。確認された歪みの元と考えられる原因は何でしょうか？調整を行って部品を再測定します。測定を何度も繰り返せば時間はかかりますが、最終的には、部品の品質向上につながり、それによって、社内外の問題を軽減できます。

- \* 形状が適切でない場合、ダイまたは金型が適切でない可能性があります。金型に、偏差（全体的、部分的に関わらず）を適用し、新たな部品を製造します。品質に問題がなければ、生産の各工程終了後に部品を測定します。このプロセスは、生産の指標として機能します。
- \*\* 測定したトリミングポイントに大きな偏差がある場合、トリミング治具に不具合があります。ステーションのカット治具を手直しするか、ロボットプログラムを調整します。



## メリット

製品開発チームがより迅速に「生産立ち上げ」段階へと到達でき、早い段階で問題に気付くことができます。社内の問題を解決すると、ほとんどの場合顧客からのクレームも少なくなるため、外部の問題の解決にも役立ちます。また、良品を製造する生産工程のリバースエンジニアリングを行うことで、さらなるメリットがもたらされます。1つ目のメリットは、予測が難しい、ひずみやスプリングバックなどの様々な現象を補正できること。2つ目は、適切な形状、寸法およびサイズを満たす良品が得られ、生産の最終段階で適切に組み付けできるようになることです。

# 測定時間

## 測定時間をいかに短縮するか

測定スピードの問題には、3Dスキャン技術で対処できます。最善のスキャン経験を得られる3Dスキャナーは、広視野に加え、1秒間に多くのポイントを測定できる機能も備えています。ソリューションを探す場合は、データの品質を損なうことなく素早いデータ取得が可能な3Dスキャナーを探すことです。



## ベストプラクティス

### 生産ペース

どのような3Dスキャンソリューションが適切かは、必要な用途によって異なります。部品をインラインで直接測定したい場合には、1秒間に何百万もの測定を実行できる装置を最有力候補とすべきです。例えば、自動車産業における典型的なサイクルタイムは40～50秒です。この時間内に、ユーザーは部品のロード、測定、分析、アンロードを実行しなければなりません。この種の用途に最も適した技術は、一連の2Dまたは3Dプロファイラー（通常、4～8台）です。部品がロードされるとすべてのカメラがスナップショットを撮り、部品がアンロードされます。データ取得プロセスに要す時間はわずか数秒で、分析も通常、非常に高速で行われます。したがって、こういったソリューションを用いることで、生産ペースを維持することができます。

### 振動変化と温度変化

とはいえ、限界もあります。振動変化および温度変化は、例えば、3Dスキャナーの局所的精度と各センサー位置の精度が組み合わされている場合、容積精度に大きく影響を及ぼす可能性があります。このタイプのソリューションは、すべてのカメラが静止しているということを前提にしています。カメラ登録（各カメラ間の位置と距離）の精度は、各センサーの精度に追加する必要があります。カメラ間の関係性が変更された場合、システムはそれを補正できません。このため、ユーザーは、パーツが不良ではないか、生産プロセスが何らかの影響を受けているのではないかと考えます。車の中にいて、車が動いていることに気付いていないようなものです。車ではなく、周りが動いていると考える可能性もあります。通常このような問題を回避するため、ユーザーは固定治具に多額の費用をかけます。しかし、そのような治具は高価なうえ、専用であるため、柔軟性がありません。このような状況に陥らないようにするには、外付けの追跡装置を使用する必要があります。光学技術は対象物をリアルタイムで動的に追跡することを可能にし、現場の振動や温度変化による治具の変化を補正します。





## ベストプラクティス

### 現場に対応するソリューション

インラインソリューションを探す場合、選択肢は測定ラボに行くことだけではありません。これまで長らく現場用CMMが利用されてきましたが、近年、現場の状況によりふさわしい、新たな3DスキャンCMMが発売されています。現在は、大多数の計測システムプロバイダーが、産業用ロボットに搭載可能な装置を提供しています。3Dスキャンは産業用ロボットへの搭載に最適であることから、こういった自動品質管理ソリューションを利用することで、ユーザーは最大限の信頼性を確保できます。事実、この種のロボットは元々、「少品種大量生産」向けに設計されたものでした。それまでの計測システムよりも高速で作業を行え、可搬重量も大きくなるよう設計されました。つまり、生産ラインのすぐ横に現場に対応する3DスキャンCMMを設置することが測定時間の短縮につながります。3Dスキャナーが高速であることに加え、生産ラインのすぐ横にセットアップすれば品質管理ラボに部品を運ぶ手間が省けるからです。


自動測定ソリューションを使って成功するカギは、導入を簡素化することです。ターンキーソリューションを用いることで、ロボットセルの設計および統合の時間を大幅に節約できます。



## メリット

従来の測定装置よりも高速の3Dスキャナーは、インライン、アットラインのいずれでも、測定時間の短縮に役立ちます。測定が現場で実施できれば、部品を品質管理ラボに持ち込む必要はなくなります。部品を運ぶ手間が省けるため、滞りなく検査結果が得られます。

(ロボットとスキャナーで構成される)ターンキー3DスキャンCMMを、(CMMおよびタッチプローブから成る)従来型装置と比べれば、精度および容積精度を損なうことなく生産性を向上できるのは明らかに前者です。ロボティクスの知識がない品質管理責任者も、ターンキーソリューションを利用して、人の手を煩わせるほどの付加価値のない繰り返し作業を最適化できます。つまり、これらの作業を行っていた人員をより重要な作業に再配置できるということです。



## 労働力

熟練した人的資源の不足は第3の要因であり、生産性の問題につながりかねません。製造各社は、生産性に悪影響を及ぼす、労働力不足と限られた労働時間という状況の中で操業を余儀なくされています。この問題にどう対処できるか見ていきましょう。

# 専門知識

労働力不足と限られた労働時間という状況にあって取るべき最善の道とは

部品上部にスキャナーを移動させるといった付加価値のない作業を引き継げる自動品質管理ソリューションは、技術責任者不足を補えます。付加価値のある作業に人的資源を活用することで、従業員もやる気が出、⇒モチベーションが上がり、組織全体の価値創出につながります。価値が創出されると、従業員が単調な仕事に割り当てられることはなくなり、従業員の定着率が向上します。<sup>2</sup>



## ベストプラクティス

### 設計、統合、動作

自動品質管理ソリューションの導入は、「設計」、「統合」、「動作」の3つの段階に分けられます。設計段階では通常、計画の立案、レイアウト設計、ロボットセル構築に必要な材料リストの作成を行います。統合段階は、ロボットの全軌道の設置とプログラミングに分けられます。装置の動作開始が、動作段階です。この段階で、最適化も行われます。動作段階に入ってようやく価値が生み出されるわけではなく、導入の各段階が組織にとっての価値創出に貢献しています。導入で大きな足枷となるのが統合費用です。したがって、ロボティクスにおける標準の欠如（異なる商標、異なるプログラミング言語、異なる手法）やロボティクス分野での経験を有する熟練従業員の不足といった他の要因は、これらの費用を抑えるために分析する必要があります。<sup>3</sup>

#### 標準の欠如および経験ある熟練従業員不足への対処法

##### 選択肢1: 協働ロボット

最新世代の協働ロボットは、これらの課題に正面から対処します。設置、電氣的接続およびプログラミングが容易であることが大きな魅力の協働ロボットなら、どのような従業員でも初めてのロボットプロジェクトを進んで引き受けようという気になります。協働ロボットプロジェクトの80%はセーフティガードを使用して動作させているものの、協働ロボットは、その協働的側面によって安全装置の必要性が排除されることでも注目されます。とはいえ、協働ロボットを使用する場合であっても、リスク評価の分析は完了しておく必要があります。ロボットが危険な作業を実施する場合は必ず従業員の保護を第一とします。

##### 選択肢2: システムインテグレーター

別の選択肢として、エンドツーエンドソリューションを提供できるシステムインテグレーターと連携する方法があります。統合プロジェクトは間接費がかかることから、小規模プロジェクトをあまり引き受けたくないシステムインテグレーターもあります。したがって、システムインテグレーターと連携する場合には、プロジェクトにある程度自分の時間を費やすことも想定しておきます。すでに述べたとおり、導入を社内で完結できない場合、統合費用はあつという間に膨れ上がります。ある文献では、ロボットおよび装置が80,000ドル、統合費用が約170,000ドルの例が示されています。<sup>4</sup>

##### 選択肢3: ターンキーソリューション

3つ目の選択肢は、ターンキーソリューションです。完全に事前構築された測定セルは、設計がすでに実証済みであるため、設計・統合段階で価値を創出します。そのため、組織は迅速に動作段階へ移行でき、より大きな投資利益率（ROI）を達成できます。自動品質管理ソリューションは、数多く市販されています。



## ベストプラクティス

### コミュニケーション

いずれのオプションを選択するにしても、経営責任者にとって重要なことは、その作業を自動化する理由をきちんと伝えることです。従業員は、組織における自らの将来に脅威や不安を覚える場合があります。このため、人的要因に常に焦点を合わせることが重要です。従業員をロボティックプロジェクトに引き込み、関わらせることができるかどうかは、コミュニケーション計画にかかっています。



## メリット

導入が無事完了すると、従業員は付加価値のある作業により一層時間を割けるようになり、十分な時間が確保できるようになります。つまり、時間が足りないと感じる毎日から解放されるのです。

## 結論

品質管理においては、部品の複雑さは依然として生産性に関わる重要な問題です。この問題は、柔軟性によって解決できます。メトロロジー・グレードの3Dスキャナーなどの柔軟なソリューションは、あらゆる複雑な形状や表面仕上げを何の準備もなく測定できる装置です。また、インライン検査、ルーティング検査⇒ルーチン検査「初品」検査⇒初品検査「最終製品」検査⇒最終製品検査緊急時や開発段階など、様々なコンテキストで活用できます。それだけでなく、柔軟なソリューションは高速性と使いやすさも兼ね備えている場合がほとんどです。したがって、柔軟なソリューションは複雑さの問題だけでなく、調査で指摘されているスピードや労働力の問題も解決します。

自動ソリューションの導入を検討する前に、どのようなタイプの統合プロジェクトを行うか吟味することが重要です。生産のタイプ（少品種大量生産か、多品種少量生産か）、予算の範囲、自動化の社内実績があるかについては必ず検討する必要があります。システムインテグレーターと連携する場合も、ターンキーソリューションを選択する場合も、管理・コミュニケーション計画を必ず策定します。なかでも重要なのが、ロボットについての従業員の認識を考慮することです。ロボットによって自分たちが行っていた作業が引き継がれる様子を目にする従業員をそのプロセスに関与させ、新たな作業について理解させ、自分たちが組織にもたらす新たな価値について認識させる必要があります。つまり、自動化への移行は、配慮と敬意をもって行う必要があるのです。

詳細について、いつでもお問い合わせください。また、弊社の製品ページもご覧ください。

[creaform3d.com](http://creaform3d.com)

アメテック株式会社 クレアフォーム事業部

[creaform.iss-japan@ametek.com](mailto:creaform.iss-japan@ametek.com)