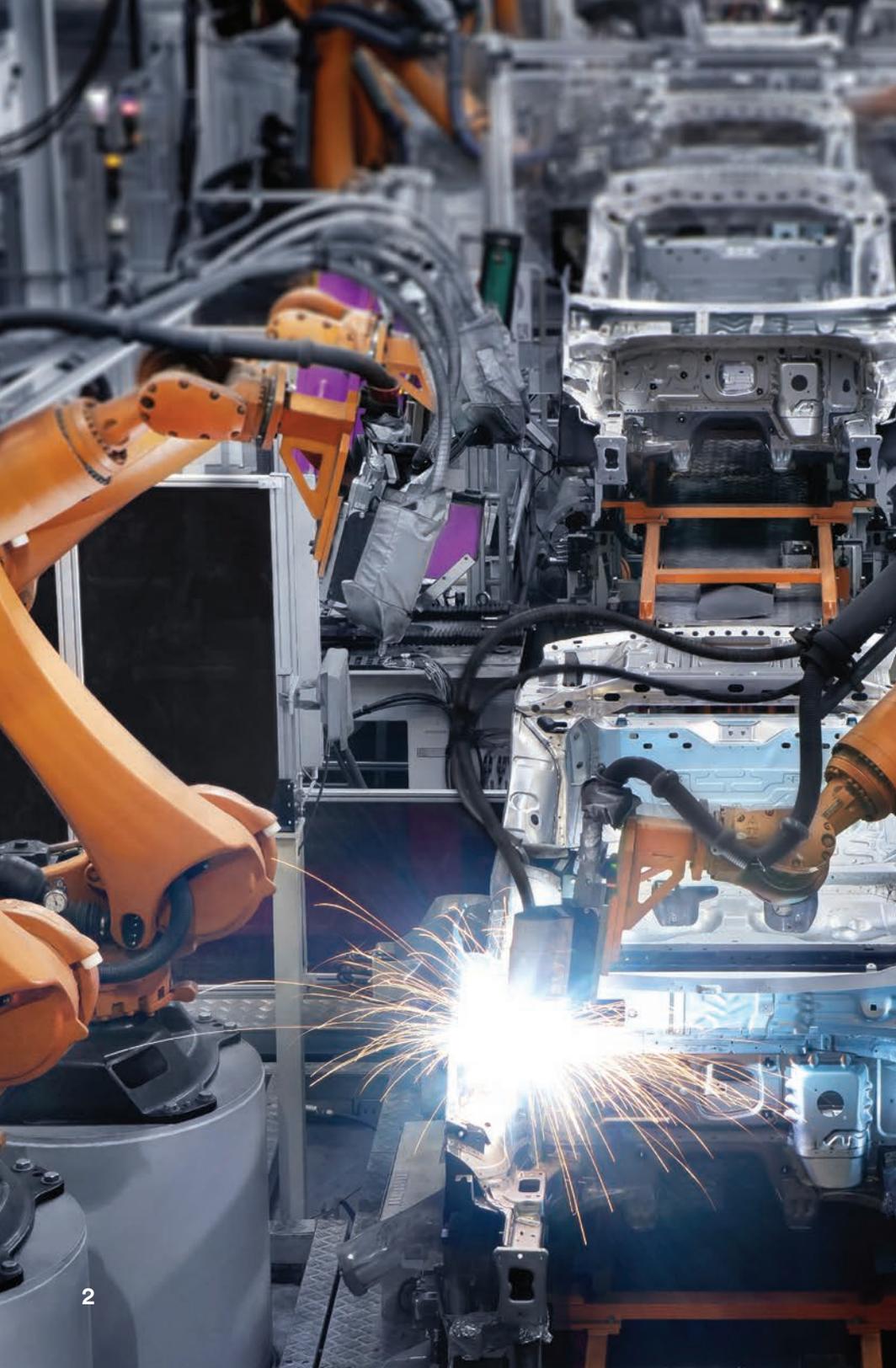


Automation Customer Handbook

研磨工程自動化の手引き





はじめに

3Mは、研磨工程の自動化に関する基本的な理解を深めていただくためにこのハンドブックを作成しました。研磨工程の自動化には、生産性の向上、作業者の安全性の改善、加工品質の安定化、トータルコストの削減など、多くの利点があります。

このハンドブックでは以下について説明します。

- ▶ 研磨工程自動化の選択肢
- ▶ 研磨工程自動化に取り組むべき理由
- ▶ 考慮すべきポイント
- ▶ 研磨工程自動化のヒント
- ▶ 自動化に関わる業界用語
- ▶ 3M研磨材ソリューション

より詳しい情報や、研磨工程の改善や自動化に関わる具体的なご相談は、3M営業担当者にご連絡頂くか、当社ウェブサイトをご覧ください。

3M.com/robotics.

除去加工とは？

除去加工とは、材料を切る、削るなどで不要な部分を取り除いて形を作る加工です。

除去加工の例として、切削、研削、バリ取り、クリーニング、化粧仕上げ（ヘアライン仕上げ、サテン仕上げなど）、サンディング、ポリッシング（磨き）があります。



鋳物などの湯口除去



木材の研削加工



塗装面の研磨



研磨材



加工速度



被加工物



研磨条件



荷重制御

何故、研磨加工プロセスが重要なのか？

研磨工程の自動化には複雑なプロセスが伴います。研磨プロセスは多くの要素が複雑に関係するため、効果的な研磨方法の知見を得るためには多くの経験が必要となります。

研磨工程の自動化には、適切な研磨工程を設計することが必要不可欠です。どのような研磨工程を組み込むかによってシステムの必要機能と周辺設備は変化します。

高い生産性をもたらす研磨システムを構築する上では、研磨知見が豊富な専門家のアドバイスはとても効果的です。3Mは、経験と知見に基づきお客様の研磨工程自動化をサポートさせていただきます。

研磨工程の自動化がもたらすベネフィットとは？



人材課題の軽減

手作業の研磨加工は、切りくずが発生したり粉塵が舞うことで危険を伴うこともあります。また、研磨作業は熟練工の技能を必要とする機会も多く、人材の雇用やトレーニングも大きな課題となります。

熟練工の技能を考慮しながら研磨工程の自動化を実現させることで人材課題が軽減し、事業を成長させるための他の分野で人材を活躍させることができます。



加工品質の安定化

より安定した生産量と品質を最小限のダウンタイムで実現できるようになります。適正化された作業人数でありながら、より生産性の高い工程設計が可能となります。



生産性の改善

時間あたりの生産量を向上できます。これにより生産スケジュールの問題が軽減され、無駄が少なくなります。



トータルコストの削減

生産性の向上、廃棄物の削減、加工品質の安定化、製造体制の柔軟性の改善に貢献し、様々なコストを低減することが可能となります。



作業環境の改善

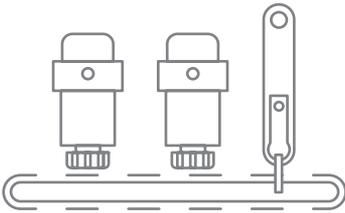
手作業工程を減らすことで作業者の負荷が軽減され、作業人数を適正化することでソーシャルディスタンスを保てるようになります。また、研磨作業による怪我などのリスク低減にも貢献します。

研磨工程の自動化とは

研磨工程の自動化を広義に捉えると、機械を使用して部品の製造を支援することを意味します。研磨工程を自動化の手法は、主に二種類に分類されます。

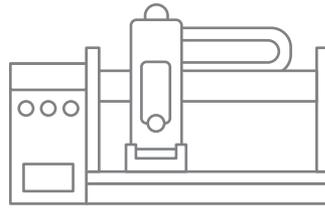
自動研磨機

主にシンプルな形状で同一寸法の部品を大量に生産するときに適した研磨システムです。



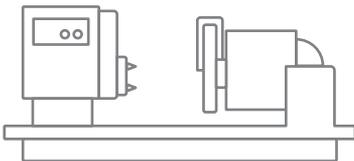
フィード・スルー

生産量が多く、シンプルな形状の部品に適しています。



CNC工作機械

非常に正確で精密な加工が必要な部品に適しています。



円筒研磨機

シャフトやロールなど円筒形状の部品に適しています。

自動研磨機で加工できる 部品の特徴



円筒形状

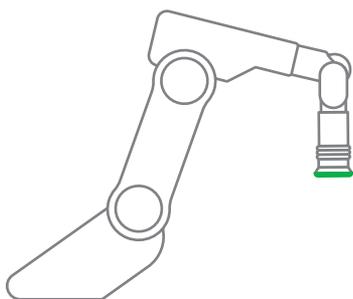
平面

シンプル

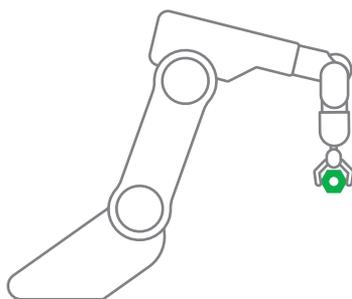
3Mは自動研磨機とロボット研磨システムのどちらでもお客様をサポートすることができますが、このハンドブックではロボット研磨システムを中心に説明しています。自動研磨機における3Mのサポート内容に関しては、当社営業担当もしくは弊社ウェブサイトよりお問い合わせください。

ロボット研磨システム

自動研磨機では加工困難な形状をはじめ様々な部品を生産するときに適しています。



研磨ツールをロボットが把持



加工ワークをロボットが把持

ロボット研磨システムで加工できる部品の特徴



形状を特定
できる



プログラミング
設定できる



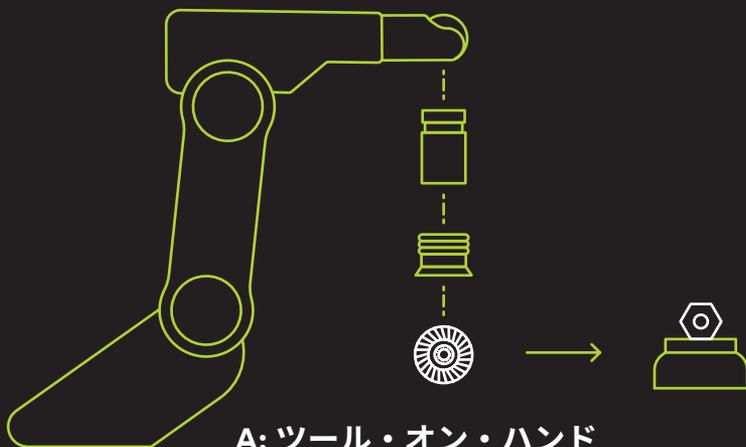
再現性が必要



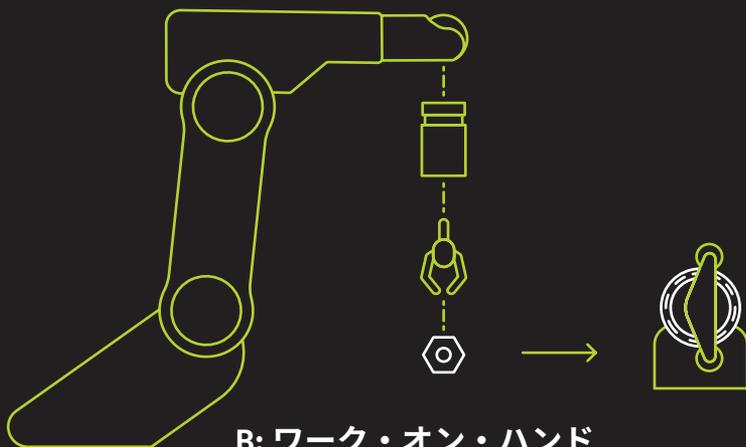
生産量が
変化する

代表的なロボット研磨システムとは？

2つの選択肢



A: ツール・オン・ハンド
(ロボットが研磨ツールを加工ワークに運ぶ)



B: ワーク・オン・ハンド
(ロボットが加工ワークを研磨ツールまで運ぶ)

加工ワークの種類に応じて主要な4つの形状から適切な研磨材を選択します。



ディスク



ベルト



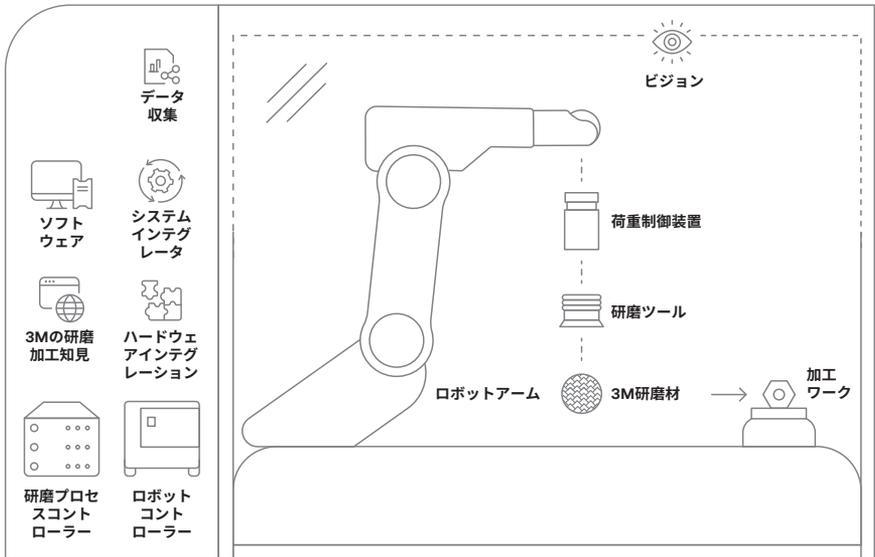
ホイール



ブラシ

代表的なロボット研磨システムの概要

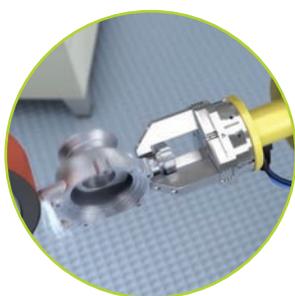
ロボット研磨システムセルは、お客様のご要望に応じて設計されます。



これはロボット研磨システムセルの一例です。求められる機能によって必要な周辺装置も変化します。

自動化対象となる主な研磨加工

自動化が適用される研磨加工には以下の種類があります。
もちろん、ここに記載のない研磨加工でも自動化できる可能性はあります。



湯口除去



バリ取り



溶接ビード
除去



目つぶし/
仕上げ



レーザー溶
接部仕上げ



塗膜除去

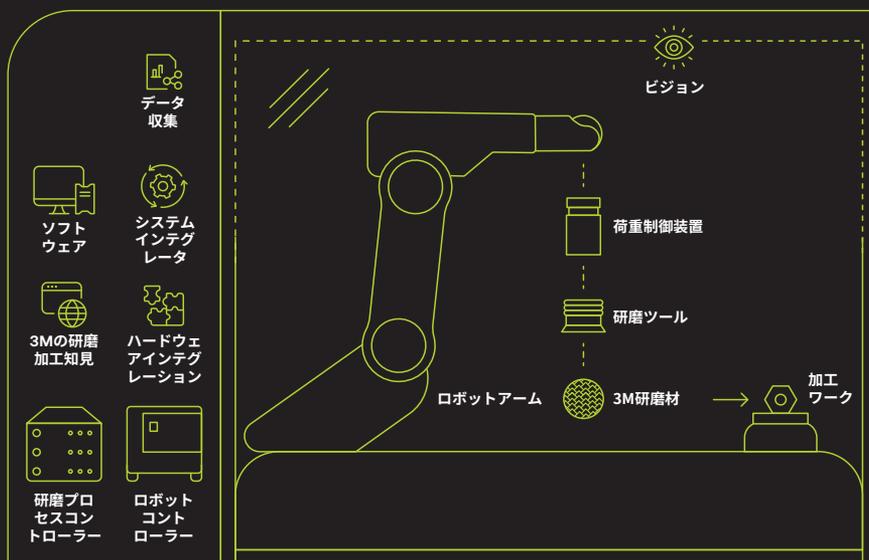


クリーニング



サンディング

ロボット研磨システムセルの構築



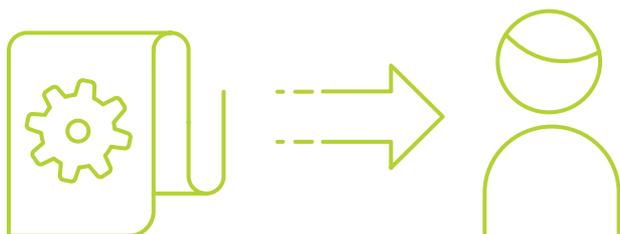
3Mにできること

3Mはロボットやロボットシステムをつくれません。

しかし、3M研磨材と研磨知見を活用して、お客様（またはシステムインテグレータ）が自動化の目的を達成するための検討プロセスをサポートいたします。

自動化の検討プロセスにおいて、研磨材は重要要素の1つです。その理由は、研磨材が加工ワークに触れることと、最適な研磨プロセスを設計するには長年の経験とスキルが必要なためです。

3Mは、ロボット研磨システムの実績を持つシステムインテグレータ、ロボットメーカー、ツールメーカーなどの業界プレーヤーをご紹介します。



「システムインテグレータ」にできること

システムインテグレータは、ロボットセルの設計と実装を担い、必要に応じてお客様の既存設備と統合するお手伝いをします。

システムインテグレータは、研磨工程自動化プロジェクトの総合工事業者の様な役割を果たします。

- ▶ システムインテグレータは、お客様が求める自動化の目標を把握し、プロセスを設計します。また、目標を達成するために最適な設備やツール（ロボットアーム、荷重制御装置、研磨ツール、研磨材、治具など）を考案することも役割となります。
- ▶ すべてのハードウェア、ソフトウェア、装置の設定や統合化、生産現場への設備納入、さらにはお客様の作業チームへロボットシステムの使用法を指導することもシステムインテグレータの役割に含まれます。

ロボット研磨システムの構築プロジェクトは簡単には進まない場合もあります。ロボット研磨システムのインテグレーションを成功させるためには、ロボットを扱うスキルに加えて研磨加工における経験と知見が必要です。

3Mは、研磨加工を得意とするシステムインテグレータとネットワークを築き、お客様の自動化プロジェクトを成功させるためのパートナーをご紹介します。詳細はこちら：[3M.com/robotics](https://www.3m.com/robotics)。

研磨工程の自動化を 社内プロジェクトにするためには

1. 自動化による期待値の設定

自動化設備の導入について経営陣を説得するときには、必ず正しい期待値を設定してください。



研磨工程の自動化の投資は、成功までに時間を必要とし、要望にあった最適なソリューションを見つけるまで繰り返しの検証が必要です。



すべての目標を達成するには、複数のソリューションが必要になる場合があります。しかし、本当に必要な目標を精査することでソリューションの数を最適化することはできます。



ロボットは周辺設備を組み合わせることで様々な課題を解決出来ますが、魔法の杖ではありません。



2. 参考事例

これらの事例が示すロボット研磨システムの利点があるあなたのチームの期待と一致しているか見てみましょう。



事例1：加工品質と作業の安全性を高め、歩留まり改善にも貢献

大手二輪車メーカーは、自動化の検証を重ねる中で（1）燃料タンクの製造歩留まり改善、（2）加工品質の安定化と改善が期待できることを把握し、設備導入後に次のことを達成しました。

- ▶ 加工工程が5ステップから3ステップに短縮
- ▶ 加工時間が50%削減
- ▶ 作業に必要な人員が40%削減
- ▶ このお客様は、ロボットセルをさらに8システム追加することを計画しています



事例2：生産時間とコストを削減

配電盤筐体メーカーは、溶接ビード作業を手動から自動に移行することで次のことを達成しました。

- ▶ 加工速度が286%向上
- ▶ 時間あたり生産量が50%増加
- ▶ 研磨材にかかわるコストが48%削減
- ▶ 全体的な人件費が75%削減
- ▶ 年間90万ドルの生産コスト低減（増産による事業上の収益を除く）



事例 3：生産時間の短縮と品質の向上

大手エンジン製造企業が部品の仕上げ加工をロボットシステムに移行することに投資したところ、次のことを達成しました。

- ▶ 加工時間が75%短縮（8時間から2時間）
- ▶ より厳しい仕上げ品質の達成
- ▶ 廃棄物が低減
- ▶ 追加効果として次工程の工程時間が大幅に短縮



事例 4：生産時間を短縮

自動車メーカーは、ドアとボンネットのサンディング作業を手動から3M研磨材を用いたロボットシステムに移行し、次のことを達成しました。

- ▶ 生産時間が58%短縮
- ▶ 研磨材寿命が2倍長持ち
- ▶ 追加効果として次工程の工程時間が大幅に短縮

研磨工程の自動化は効果的な設備投資の一つ

しかし、上記事例の様に自動化のベネフィットを得るためには、研磨加工に関する知見が必要であり、3Mの研磨材ソリューションが貢献できる分野でもあります。是非とも3Mにご相談ください。

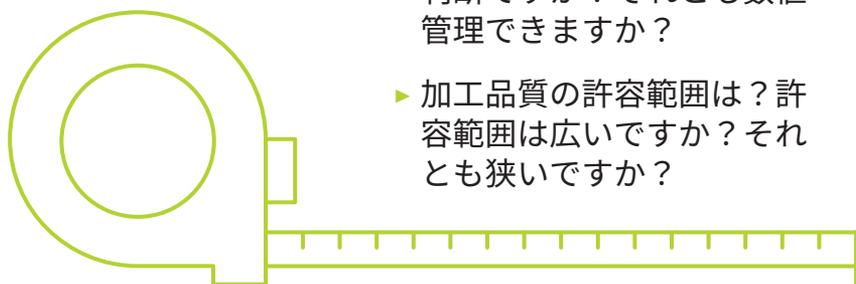
[3M.com/robotics](https://www.3m.com/robotics)

研磨工程自動化の要素— 考慮すべき重要ポイント



必要とされている 研磨工程

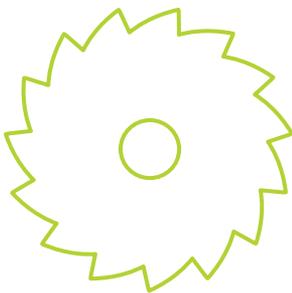
- ▶ 研磨工程に投入される部品の状態と加工後の状態とは？
- ▶ 当該工程における研磨加工の目的とは？寸法調整、機能の付与、もしくは外観品質ですか？
- ▶ 「良品」の定義とは？良品判断は目視などの主観的な判断ですか？それとも数値管理できますか？
- ▶ 加工品質の許容範囲は？許容範囲は広いですか？それとも狭いですか？





自動化の目的

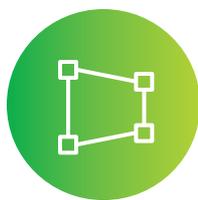
- ▶ 生産量を増加させるために自動化を検討していますか？その場合、単位時間あたりの目標生産量はいくつですか？
- ▶ 加工品質改善のために自動化を検討していますか？その場合、加工品質や寸法公差の目標はありますか？それらの品質はどのように判断されますか？



研磨材の種類と形状

- ▶ 対象ワークの仕上げ目標を達成するためには、どのような種類の研磨材が必要ですか？
- ▶ 仕上げ目標を達成するためには、どのような形状の研磨材が必要ですか？

研磨工程自動化の要素— 考慮すべき重要なポイント



研磨工程のパラメータ

加工ワークに対してどの程度の追従性が必要ですか？

必要とされる研磨材寿命はどの程度ですか？

研磨材の交換サイクルにおいて、どの程度の生産量が必要ですか？



荷重／押し付け圧

安定した仕上げ品質を実現するには、どのくらいの荷重を、どの程度の速度で、どの角度から加える必要がありますか？



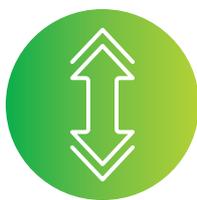
セルデザインの選択

ロボットが加工ワークを把持し、研磨ツールまで運ぶようにしますか？それともロボットが研磨ツールを把持し、加工ワークまで運んで作業をするようにしますか？



研磨ツールの選択

設置スペースやセルデザインを考慮した上で、正しい研磨条件を実現するために必要な研磨ツールは何ですか？



倣い機構／フローティング機構

「倣い機構」ユニットを使用すると、研磨材と加工ワークの距離を適切に維持することができ、ロボットシステムが加工ワークのばらつきを考慮できるようになります。

1. パッシブ・コンプライアンス：センサーからのフィードバックなしに研磨材と加工ワークの距離を維持する「スプリング」または「エアシリンダー」に似ています。
2. アクティブ・コンプライアンス：ロボットアームもしくはロボット先端ユニットのセンサーによって荷重を感知し、それに応じて荷重を調整する機構です。

倣い加工のための荷重制御装置は、ロボットアームに取り付ける方法と、置き型の研磨機が機能を持たせる方法があります。



ロボットの軌跡

自動化の目的を達成するためにロボットがたどる最適なパスは？

多くの場合、ロボットの動きは現在の手作業の動きとは異なります。ロボットを活用するためには、ロボットの特徴を活かしたプロセスに設計も変更する必要があります。



設置場所

ロボットシステムは作業現場のどこに設置されますか？

環境の制限、安全性、電気系統、前工程と次工程のプロセスステップ、必要な固定治具、および各工程間の待機時間などを考慮してください。

研磨工程の自動化で 考慮すべきパラメータ



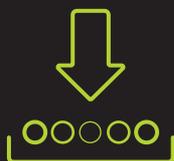
一般的な研磨工程の
パラメータ



高性能研磨材の利点



研磨材摩耗へ
の適応



加工ワーク
のばらつき



加工ワークの
形状の複雑さ



加工品質の要件



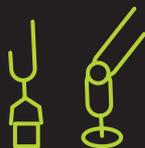
研磨ツール
の軌跡



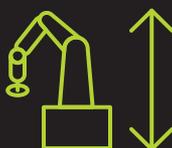
加工ワークの
固定方法



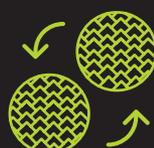
加工ワークの
品種数



セルデザイン
の選択



ロボットの可搬
重量の決定



研磨材の交換方法

自動化の検討において 研磨材が重要な理由

セルの設計が確定した後では、3Mがサポートするには遅すぎる場合があります。現在の手作業工程を単純にロボット作業に移行するのは必ずしも得策ではありません。ロボットの特徴や利点を活用して、効率、生産性、費用対効果など、自動化の目的を達成することを考えましょう。自動化の目的と製品の加工品質の両方を達成するために考慮すべきことがいくつかあります。そうした重要なポイントをしっかり押さえ、自動化を成功させるために我々の様な研磨加工の専門家が存在しています。

あなたの研磨工程は 自動化の検討候補かも？

3Mにご連絡いただき、既存の研磨工程と将来のご要望をご説明いただくと、あなたの研磨工程が自動化の候補となるかをご確認頂けます。何故ならば、私たちは研磨工程における問題解決をお手伝いする専門家だからです。

研磨材と加工条件を最適化することが重要な理由

自動化の検討開始時に適切な種類の研磨材を選択することはとても重要です。また研磨工程の自動化は一筋縄ではないことも多くあります。

研磨加工の知見を高めるためには長い時間をかけた経験が必要となります。したがって、研磨加工の検証のスピードアップと加工プロセスの設計時間を短縮するためには専門家のサポートが必要です。そこで、3Mのアプリケーションエンジニアのアドバイスが有効となります。

ロボットセルの設計が決定した後では、手遅れになる可能性があります。現在の手作業工程を単純にロボット作業に移行するのは必ずしも得策ではありません。ロボットの特徴や利点を活用して、効率、生産性、費用対効果など、自動化の目的を達成することを考えましょう。



ロボット研磨システムに活用 できる研磨材ソリューション

フレキシブル研磨材ソリューション

フレキシブル研磨材ソリューションには、塗布研磨材、不織布研磨材、およびベルト、ディスク、ブラシなどの形状があります。フレキシブル研磨材ソリューションは、幅広い用途に使用できます。湿式または乾式を含むさまざまな条件下での研磨加工に対応します。

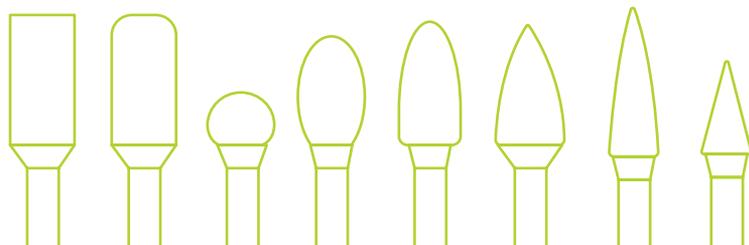


また、フレキシブル研磨材ソリューションは、追従性や柔軟性などのさまざまな要求にも対応しています。3Mは、お客様のご要望に合わせて適切な研磨材を選定させていただきます。



超鋼工具

超鋼工具の例として、ボンデッドホイール、ダイヤモンドソー、超硬ビットなどがあります。超鋼工具は、切削やバリ取りによく使用されます。



ロボット用途で活躍する 3M研磨材

詳細については、3M営業担当者までお問い合わせください。お客様のニーズをお伺いしながら最適な研磨工法をご提案させていただきます。

3M
CUBITRON II

3Mの精密成型砥粒を用いたキュービトロン™ II製品は、さまざまなサイズと製品形状をご用意しています。重研削からサンディング作業まで、幅広い研磨加工ニーズに対応いたします。

3M
Trizact

トライザクト™ 製品は、高精細表面テクノロジーを活用した立体的な研磨層に砥粒を封入した研磨材です。研磨層が摩耗しても新しい砥粒が次々と現れることで研磨性能を持続させ、一貫した仕上げ品質を提供します。



スコッチ・ブライト™ 製品は、研磨砥粒と不織布繊維または柔軟な射出成型ブラシで構成されております。特有の柔軟性を有しており、バリ取り、クリーニング、仕上げを行いながら加工ワークの形状に追従することができます。



3M

UWCLAMP

10 521
UNIVERSITY MICROFILMS
SERIALS ACQUISITION
300 N ZEEB RD
ANN ARBOR MI 48106-1500

システムインテグレータとの取り組みに向けた準備

研磨工程を自動化するには、どのような結果を求めているのかをシステムインテグレータに伝えなければなりません。以下は、システムインテグレータとのミーティングの準備に効果的なチェックリストです。アドバイスが必要な場合は、3M営業担当者もしくはアプリケーションエンジニアまでご連絡ください。

✓ 自動化したい対象製品は把握していますか？

自動化を検討する前に、どの部品（部分）を優先して自動化するかを決める必要があります。対象となる部品の形状・重量・加工難易度などはロボットシステム設計において基本的かつ重要な要素となります。

✓ どのような研磨加工が必要か、どのような研磨加工方法を実施しているかを把握していますか？

システムインテグレータはお客様が対象とする加工工程に合わせたシステムを設計・構築します。バリ取り、溶接ビード研磨、湯口除去など用途に合わせた研磨材の選定が重要となりますが、必ずしも手作業で使用している研磨材がロボット化/自動化にそのまま適用できるとは限りません。対象となる工程の加工目的を把握した上での研磨材選定が必要となります。

✓ 対象となる製品の全製造工程は把握していますか？

ロボットは単純動作の繰り返しに優れています。実際の研磨作業のご担当者と協力して、対象工程の動作分析を行い、バラツキを補正しながら研磨加工を行うステップ、単純動作で研磨加工を行うステップの調査、分析を行うことが必要です。



加工後の判断基準は明確になっていますか？

ロボットシステムの構築には明確で客観的な判断基準が必要です。製造や品質に関わる標準書と同じ判断基準（測定基準）で現物が判定できなくてはなりません。



現在の該当工程に必要な生産性を把握していますか？

生産性（1個あたりの製造時間、日当たりの製造量、など）の向上は自動化のメリットの一つです。システムインテグレータは対象毎の現行の生産性を知ること、目標生産性を設定できます。また、それを投資判断の一つとして利用することができます。



研磨工程 自動化の準備

システムインテグレータへの確認事項：

- ▶ 過去に同様の研磨加工を自動化したことがありますか？
- ▶ 現在の研磨工程を理解し、自動化されたシステムで改善することに前向きですか？
- ▶ お客様の研磨工程の現場観察は実施してくれますか？
- ▶ 適切な範囲での自動化を提案してくれますか？
- ▶ ロボット研磨システムの完成までどの程度の期間を要しますか？
- ▶ 契約内容と支払い条件は明確ですか？



どうして3Mなのか？

3Mは研磨工程のロボット化をサポートします。

研磨工程の自動化を実現させることは簡単なことではありません。導入済みのロボット研磨システムに関する内容でも、これからシステムを導入する場合でも、経験豊富な3Mアプリケーションエンジニアがいつでもご質問にお答えします。

長年培ってきた研磨知見

3Mは30年以上にわたって研磨工程自動化に関する専門知識を蓄積してきました。世界各地で活躍している3Mのアプリケーションエンジニアと試験設備により、理想的なロボット研磨プロセスを常に研究しております。加工ワークのテストピースをお送りいただければ、研磨工程を最適化するための最良の方法をご提案します。

高性能研磨材

3Mが提供する高品質の研磨材は製品寿命が長く、安定した仕上げを実現させる特徴があります。さまざまなロボットアプリケーションに最適です。

パートナーとのネットワーク

3Mは、システムインテグレータ、ロボットメーカー、研磨ツールのサプライヤーと良好なビジネス関係を築いています。

Automation Customer Handbook



スリーエム ジャパン株式会社
研磨材製品事業部
カスタマーコールセンター
ナビダイヤル：0570-011-211
上記が繋がらない場合：045-680-2111
営業時間 9:00-17:00
(土・日・祝日・年末年始を除く)

3M、キュービトロン、Cubitron、スコッチ・ブライツ、Scotch-Brite、トライザクト、Trizactは、3M社の商標です。Please recycle. Printed in Japan. ©3M 2021. All rights reserved.