

2025 年度第 4 回ロボフレ委員会講演内容 ～多品種少量生産自動化の取り組み～

講師: SMC 高須大輔、記録: RRI 西垣戸貴臣

概要: SMC は世界的な空圧機器メーカーであり、基本型 12,000 種、総品目 70 万種を扱い多品種小ロット生産も展開している。新製品発売後の需要増時は国内量産、成熟期は専用機化や海外生産へと移行する体制に加え、BCP 強化も推進し製品の安定供給体制を構築している。協働ロボットを積極導入し、社内の省人化や関連会社の合理化にも注力している。ロボット導入の経緯は、1990～2005 年は 6 軸ロボットを使用、2005～2020 年は部品が小型であることから自社製品中心の自動化設備に特化、2020 年以降は少子高齢化対策として方針転換。技能工代替から単純作業への展開、夜間無人運転の導入により生産性 25% 向上を目指した。2021 年に導入を開始後、効果を確認して段階的に増設。今後も拡充を計画している。急速な普及に伴い、作業指示の数値化や教育体制強化、付帯装置の汎用化も実施。導入時の工夫としては、設備を簡素化して低コスト化を図り、サプライヤと共に Win-Win を追求している。制御面では自社通信機器を活用し、ロボットから直接周辺機器を制御する仕組みを整備。さらに 3D プリンタを活用した治具や部品供給装置の自作、安全性確保のエアチェック開発、リーチ延長部品の工夫などで安価かつ効率的な導入を実現した。また、複数案を出し合うサイクルを重視し、完成後の振り返りを共有することで継続的改善を図っている。今後とも専用機とロボットの特性を踏まえた最適活用、組立工程設備の汎用化、ロボット DIY による低コスト導入を重視して行く。さらに生産技術本部の「協働ロボットラボ」を公開し、業界横断の交流を通じて人材不足解決にも貢献して行きたい。ロボットの導入状況は企業規模で傾向が分かれ、中でも「進め方が分からない」とする中小企業が最大の課題とされるが、「まずは試すこと」が突破口になると考えている。誰かが知識を与えて肩を叩いてあげることが必要。そういう部分で役に立てればと考えている。

1. はじめに

SMC はグローバルに活躍する空圧機器のトップメーカーである。製品の基本型が 12,000 種あり、トータルの品目数は 700,000 種という多品種小ロットを扱っている。新製品は手作業で組立て、需要拡大に応じて国内で大量生産し、成熟後は専用機を用いて低賃金の海外へ生産移管する体制を確立している。更に BCP 強化も推進し、製品の安定供給体制を構築している。

こうした中で、協働ロボットを活用して社内の生産設備を省人化すると共に、関連会社の生産合理化にも注力している。本稿は、SMC のそうした取り組みを纏めたものである。第 2 章ではロボット導入の経緯を説明する。続く第 3 章では社内外のロボット導入事例を紹介する。更に第 4 章ではロボット導入時の工夫を説明し、第 5 章で今後の向けた考え方・取り組みを紹介する。第 6 章は纏めである。

2. ロボット導入の経緯

2. 1 ロボット導入の歴史

1990-2005 年までは産業用 6 軸ロボットを使っていた。2005 年-2020 年の間、ロボットを使わない状況が発生した。手のひらサイズの部品が多く、ロボットを使うのがもったいないという考えからである。しかし 2020 年以降、方針変更でロボットを使う方向

へ転換した。長い期間ロボットを使ってこなかったこともあり、当初はロボット禁止の風潮もあったが、少子高齢化の対策は今からやらないと間に合わないという考え方の元でロボット普及に尽力した。

2. 2 ロボット導入の考え方

SMC の製品は小型で細かな作業が多く、人に頼る作業が多かった。こうした技能工の置き換えが最初のステップである。次に、繰り返し作業等の人で無くても良い作業の置き換えを考えた。更に、人がやった方が良い作業とそうでない部分を切り分け、そうでない部分をロボットに置き換えることを考えた。最後に、2 時間程度の夜間無人運転によって 25% 生産性を向上させることを考えた。

2. 3 ロードマップ

2021 年に導入を開始し、すぐに効果が出たので、追加導入を行った。翌年に削減人員の効果確認を行って更に追加で導入し、その翌年には更に追加導入を実施した。

この頃、ロボット導入の弊害が見えて来た。例えば「グリースをまんべんなく塗る」など人手に頼った、あいまいな表記は、ロボット化に向けて数値化することが必要になった。2024 年度にロボットの多能工化を目指した追加導入を行い、今年度も +α の導入を考えている。このように急速な立ち上げに当

たり、教育の充実や、周辺の付帯装置の汎用化も併せて進めた。

・協働ロボット ロードマップ

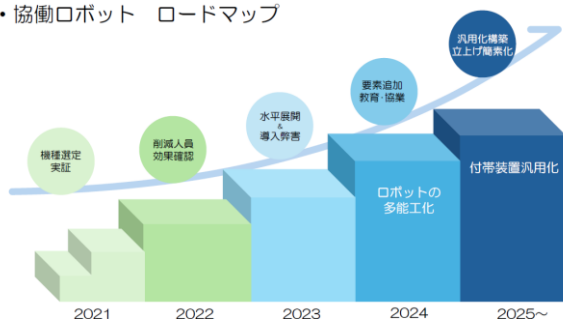


図1 協働ロボット導入ロードマップ

3. 社内外のロボット導入事例

3. 1 接着剤の塗布

従来は、熟練工がねじのリードに合わせて微細な部分に目視で接着材を塗布していた。こうした熟練工の匠の技を自動化したものである（図2）。ワーク（ここではネジ）とワークの距離が短いので、協働ロボットのアームの速度が多少遅くても全体タクトは遅くならない。協働ロボットはスピードが遅いと言われるが、SMCでは開発初期からこうした事例を通じて、ワークが小さくワーク間の距離が小さい事例では協働ロボットを使っても世の中で言われているほどタクトは遅くないと考えて活用して来ている。



図2 接着剤塗布の事例

3. 2 ネジ締め

人とロボットが協働する例である。人がネジを供給し、ロボットが締める。その後、人が隣の台で次の段取りをしてネジを供給する。そこにロボットがやって来てネジを締める。人は元の台に戻って次の段取りをする。



図3 ネジ締めの事例

これによって、生産性が倍近くになった。

ここでは、ねじの供給にも工夫している。図3に示すように、3Dプリンタとマグネットを使った治具によってネジ締めの段取りを合理化している。こういう、人の作業のスピードアップも併せて、タクトを稼いでいる。

3. 3 ワークの供給・排出

図4に示すように、マシンドアをロボットが自分で開けて、マシンの中のチャックにワークを取り付け、ドアを閉めて、ロボットが起動ボタンを押す。この例ではロボットが完全に人の置き換えになっており、設備改造は不要になっている。



図4 ワーク供給・排出（ドア開け／締め）

3. 4 ガasketのバリ取り

これはサプライヤ支援の例である。空圧部品には空気漏れ防止のために多くのガスケットを使う。ある部品に納期遅れが生じた際に遅れの原因を追究したところ、図5のように小さなガスケットのバリ取りを一つ一つ人がピンセットでやっているということが分かった。一つのガスケットで13カ所程度のバリ取りが必要であり、比較的時間のかかる作業であった。



図5 人手によるガスケットのバリ取り

これを自動化した。人は、片方の手でガスケットを押さえて、反対の手でバリを取る。自動化の例では、片方のロボットがガスケットを押さえて反対のロボットがバリを取る。この例でもロボットのツール先端の移動距離は非常に短いので、ロボットアームの移動速度が多少遅い協働ロボットでも十分なタクトを実現できる。

このシステムは 24 時間無人運転を実施している。これまでは何十人の人がかかっていたが、2×3 台のロボットでこれらを置き換え、サプライヤの遅延を解消した。

4. ロボット導入時の工夫

4. 1 コスト削減の支援

社内外のロボット導入加速に向けて各種支援を行っている。中でも大切なのがコスト削減の支援である。その際に大切なことはロボット以外を安くする事になる。できるだけ簡素な設備構成を考える。難しく考えない。例えばワーク供給台を安価にする。反転作業も特殊な装置では無く簡単な治具の工夫とロボットで行う提案をする。SMC としては、サプライヤに対してこうした支援をすることで部品の単価を下げていただく。サプライヤ側も単価を下げてもお釣りが来るメリットが出せる。こうした Win-Win を目指している。

4. 2 制御システムの簡素化

ロングテールの市場を考えると、いかにロボットを簡単に立ち上げるかが重要になってくる。

マシンオペレータの人たちは、NC 加工機やマシンングセンター等を扱っており、加工のプログラムを扱うことができる人が多い。しかし、ロボットと聞くと制御のハードルが上がっている人が多い。

ロボット単体を扱うロボットオペレータを育成することは比較的簡単にできる。問題は、ロボットの設備をいかに上手につなげるかである。PLC が間に入ると制御のオペレータが必要になる。そうすると、ロボットのオペレータと制御のオペレータと加工のオペレータの 3 種類の人材が必要になる。これをシンプルにすることを考えた。ロボットのコントロー

ラは I/O の点数は少ないが出来ることは多い。そこで、制御のオペレータを不要とするために、自社のシリアル通信機器を使って、ロボットのコントローラで周辺の機器を制御できるような簡素化を考えた。これによって、ロボットのオペレータと加工のオペレータだけでシステムを実行できるようにした。

4. 3 周辺装置の工夫

・3Dプリンタの活用

ハンドの部分や周辺装置等に、複雑な形状を作成可能な 3D プリンタを多用している。例えば、パーツフィーダーも購入すると比較的高価になる。これを自作し、かつ、2 列同時に供給できるフィーダーとする事で、8 時間の無人運転を実現した。

・安全確保

協働ロボットは安全なので柵がいらないというのが売りであるが、周辺を含む全体のリスクアセスメントはユーザー側の責任である。その中で、空圧のエアチャックに工夫をした例を紹介する。

この例のエアチャックでは、ワークを掴んでいる外側の指をチャックが挟持した場合、エアチャックが規定の位置まで行っていないと判断して、挟持を止める。指が無くて、エアチャックが規定の位置まで進んだ場合のみ強い力で挟持するような工夫がなされている。

・導入時の工夫

SMC の製品は小さくて軽いものが多い。例えば重量 200 g の製品を扱う場合、可搬重量は非常に小さくて済むが、加工機に供給する際にリーチが足りないという問題が発生する。しかし、リーチの大きいロボットを導入すると総重量も価格も跳ね上がる。そこで、小さな可搬重量のロボット使って、3D プリンタでリーチを延長し、トータルで安価なシステムを実現している（図 6）。



図6 リーチ延長

4. 4 複数案出しサイクル

新しい設備やロボットの導入を考える場合、担当の人たちは、案 1 あるいはその改良版の案 2 を持つ

てくる。これに対して、「改良は新しい案では無い」と言っ、全く違うアイデアを持ってくるようにお願いをする。それが出そろった時点で、「これらのどれが良いだろう」という議論を始めると、更に新しい案が出る。この新しい案を加えて更に議論を進めると、これまでの案の更なる改良案が出てくる。

新しいものを考える際は、担当者にとことん考えていただくことが大切である。担当者は目の前の事に集中するあまり、ついつい大切なポイントを見逃しがち。そこに気づいていただくべく、こうした複数案出しサイクルを追求している。

はじめは現場を見に行き行って感覚を得る。最初は現状に基づいた案が多い。次に、それはそれとして、「次を考えたら？」ともちかける。「なぜ？」を繰り返して議論する。手書きで漫画を描く。似ていたらリジェクトする。とにかく考えてもらう。いろんな案が出てくるサイクルを追求している。

かつてマシニングセンターとロボットで自動化ラインを立ち上げた。立ち上げて24時間無人運転ができた。しかし、別の工場に動かす際に、行ったらそのままになってしまった。ちょっとずらしてだけでも、もう使われない。そういう苦い経験がこうした複数案出しサイクルの源泉になっている。

4. 5 完成後の振り返り

作ってしまったものはそのまま使うが、次に向けて、「これはもっと小さくできた?」「もっと効率化できた?」の振り返りも行っている。

こうした振り返りを部内の次の人に共有している。こうした工夫で同じ失敗をしないよう心掛けている。

5. 今後に向けた考え方／取り組み

5. 1 専用機とロボットの比較

SMCではロボットを使わない期間が比較的長く続いた。そこで、使う側から見た専用機とロボットの違いを考察してみた(図7)。

必要な設計スキル、必要なプログラム、立ち上げ工数、転用のしやすさの点ではロボットの方が有利。一方で、サイクルタイムや同時並行作業の観点では当然専用機が有利という事になる。こういうポイントを見極めながら、専用機にするかロボットにするかを都度判断するのが良い。

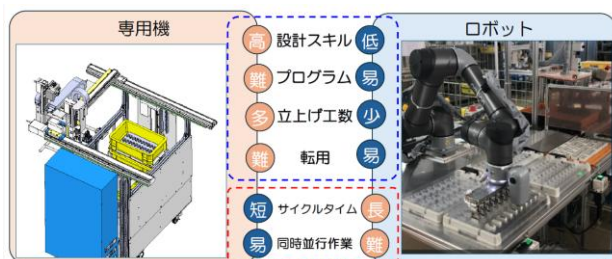


図7 専用機とロボットの比較

5. 2 汎用機化

従来、専用設計・製作していた組立工程の設備の汎用化も進めている。設計標準という考え方はあるが、設備そのものの汎用化があまり進んでおらず、装置毎の都度設計が多いのが現状である。加工機械に関しては旋盤やマシニングセンター等の優れた機械が多く、どこのメーカーの物を使っても同じ製品ができる。しかし組立に関しては、ロボット以外では汎用化が遅れている。こういうロボット以外の組立機械の汎用化にも注目し、全体としての省力化を進めている。

5. 3 ロボットDIY

やりたい事をS I e rに丸投げすると、コスト見積もりが跳ね上がる事が多く、投資が進まない要因になり得る。やりたい事に対して、いかに早く安く簡単にしていくかの提案が重要だと考えている。

架台、ハンド、部品の供給、安全等、安くできる工夫の余地はある。中小企業の人たちがロボットを導入し、ロボットの動かし方を覚えれば、後は、こういう周辺機器を揃えればできるという実感を持っていただきたいと考えている(図8)。

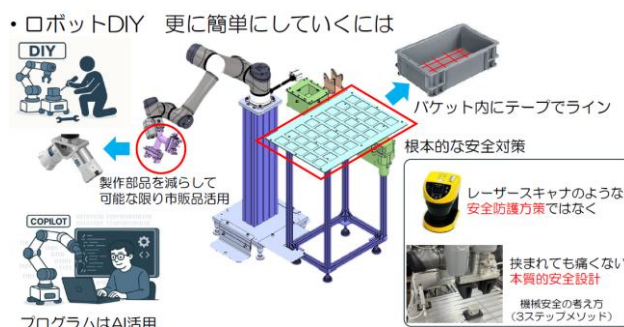


図8 ロボットDIYの工夫

簡単なものはできるだけ簡単にしていくための情報を揃えて、それでも出来ない場合にS I e rにお願いするのが良いと思っている。S I e rの出番は、プラスアルファの作業が複数必要になるときである。

簡単なものを簡単にという考え方を進めるにあたって、中小の企業の横のつながりも重要である。例えば板金屋さんは当然板金には強いが、切削に関して十分な知識を持っている訳ではない。3Dプリンタが得意な加工屋さんがあると、また新しい発想が生まれる。そういうコミュニティができて、事例が出てきて、複雑になるとS I e rが入って来るという、足りていない部分を補い合うコミュニティができると良いと考えている。

5. 4 さいごに

生産技術本部の協働ロボットラボを工場見学コースに設定し、様々な業種のお客様、生産技術部門と技術交流を行っている。悩み・困りごとと同じで、少子高齢化による人員不足、人材不足。その対策としてロボットは有効なツールである。導入の考え方は、主に以下の5種類に分類できる。

- (1) 導入済み、もしくは導入を直ぐに始めたい
- (2) 協働ロボットは遅いので産業ロボットの方が良い。
- (3) ロボット1台導入すると1人以上の削減を求められる。
- (4) 導入したいがどの様に進めれば良いか分からない。ハードルが高く、高額、高難易度と感じる。
- (5) 導入したが展開が進まない。

(1)と(2)は大手企業が多く、(3)と(4)は中小企業が多い。(5)は単発工程の自動化で発生することが多く、全体として考えれば次へのステップは見えてくると考えられる。

こうした中で、一番の問題は(4)と考えている。しかし、あきらめても人が居ない事実是不変。とりあえずやってみる事が大切。だれかが肩を叩いてあげることが大切。見学にきた後に「ロボット入れましたよ」という声を良く聞く。こういう部分でお役に立てたらと思っている。

6. まとめ

SMCは世界的な空圧機器メーカーで、基本型12,000種、総品目70万種の多品種小ロット生産を展開している。新製品は手作業で組立て、需要拡大に応じて国内で大量生産し、成熟後は専用機を用いて低賃金の海外へ生産移管する体制を確立している。また、協働ロボットを導入して社内設備の自動化を進めると同時に、関連会社の生産合理化にも取り組んでいる。

(ロボット導入の経緯)

SMCにおけるロボット導入の経緯は大きく三段階に分けられる。1990～2005年は産業用6軸ロボットを使用した。2005～2020年は部品が小型で手作業が有効と判断され、ロボットを使わない時期が続いた。しかし少子高齢化への対応を迫られた2020年以降、方針を転換しロボット活用を再開した。当初は社内にロボット禁止の風潮があったが、生産性向上と労働力不足対策の必要性から普及を推進した。導入方針として、まず技能工の作業代替から始め、次に単純・繰り返し作業へと展開し、人が担うべき業務と切り分けながら置換を進めた。さらに夜間の無人運転を取り入れ、約25%の生産性向上を目指した。ロ

ードマップでは2021年に導入を開始後、効果を確認し段階的に増設。今後も拡充を計画している。急速な拡大の中で、曖昧な作業指示の数値化や教育体制の整備、周辺装置の汎用化にも取り組んでいる。

(ロボット導入時の工夫)

SMCではロボット導入に際し、コスト削減・制御簡素化・周辺装置の工夫など多方面で取り組みを行っている。コスト削減では、特殊装置に頼らず簡素な治具や安価な供給台を工夫し、サプライヤとも協力してWin-Winの仕組みを構築した。制御面では、従来必要だった複数人材を削減するため、自社の通信機器を用いてロボットコントローラから周辺機器を直接制御できる仕組みを整え、立上げのハードルを下げた。周辺装置では3Dプリンタを活用し、安価なハンドやパーツフィーダーを自作して長時間無人運転を可能にしたほか、安全性確保のため独自のエアチェック機構を考案。さらにリーチ不足には3Dプリンタで延長部品を作成することで、低価格かつ効率的な導入を実現している。設備導入の過程では、必ず複数案を出し合い議論を重ねる「複数案出しサイクル」を重視し、失敗経験を教訓として新しい発想を促す。完成後も改善点を振り返り、知見を部内で共有することで継続的な効率化と品質向上を図っている。

(今後に向けた考え方／取り組み)

SMCは今後の生産体制において、専用機とロボットを使い分ける視点を重視している。設計や立ち上げ、転用の容易さではロボットが有利だが、サイクルタイムや並行作業では専用機が勝るため、両者の特性を踏まえた判断が必要とされる。また、組立工程における設備の汎用化を推進し、従来の専用設計依存から脱却して省力化を図る方針を掲げている。さらに「ロボットDIY」の発想を重視し、SIerへの丸投げではなく、自社や中小企業が安価かつ簡易にロボットを導入できる仕組みを提案。周辺機器や治具の工夫を通じて投資効果を高める事も目指している。

最後に、生産技術本部の協働ロボットラボを公開し、他社との技術交流を進めることで、人手不足への一つの解決策としてロボット導入の可能性を広げている。導入状況には企業規模による違いが見られ、特に中小企業では「進め方が分からない」という声が多く、これが大きな課題となっている。こうした状況に対しては、「まずは試してみる事」が突破口になると考えている。誰かがそっと背中を押し、必要な知識や経験を共有することで、一步を踏み出すきっかけを提供できればと願っている。



ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会
Robot Revolution & Industrial IoT Initiative