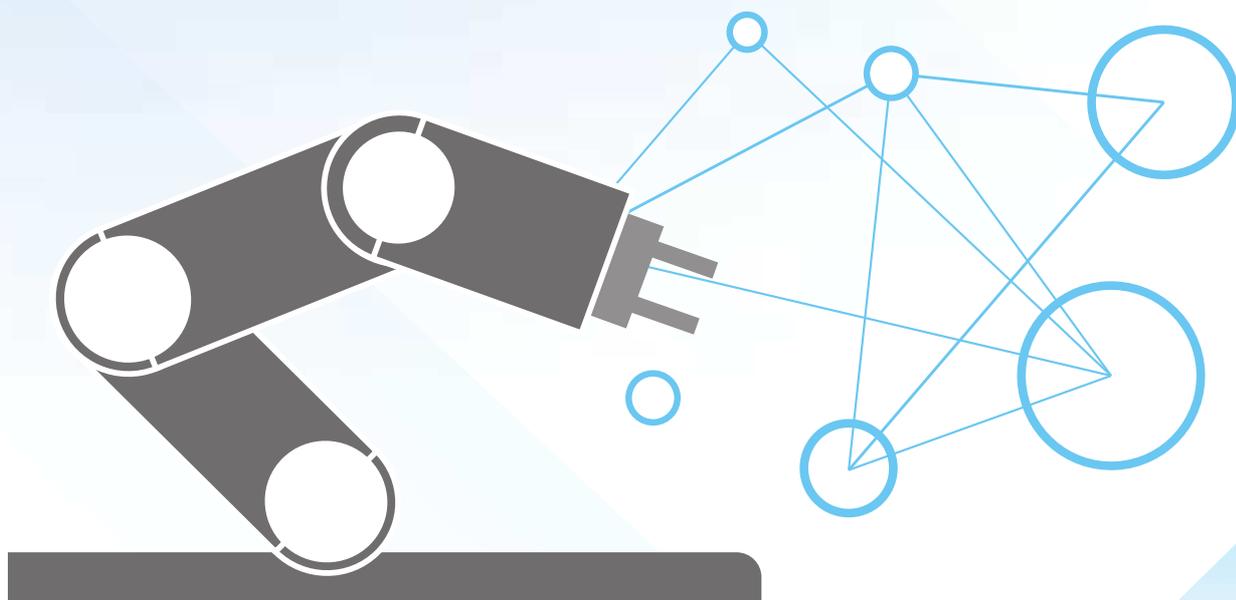


ロボット導入加速化支援事業 活用事例集

ロボット導入支援アドバイザーによる
最適なロボットシステムの構想づくり



山形県産業労働部
工業戦略技術振興課

ロボット導入加速化支援事業

ロボット導入加速化支援事業は、山形県が令和元年度(2019年)から始めた事業です。デジタルツール(ロボット、IoT・AI等)を活用した生産性向上を加速することを目的としています。県では、ロボット導入に関して高度な知識と経験を有する企業(ロボット導入支援アドバイザー)に業務を委託し、ロボット導入を検討する企業に対して最適なロボットシステムの構想づくりの支援を行っています。

■ 支援の内容

構想づくりの支援では、ロボット導入牽引役となる高度人材(ロボット導入支援アドバイザー)が、支援を受ける企業から要望や課題を聞き出し、最適なロボットシステムを構想し、支援を受ける企業に以下の内容を含む報告書を提出します。

(1) 構想設計仕様書

構想設計のために必要な諸元を整理した仕様書を作成します。

- ・対象ワーク、生産数量、タクトタイム、品種替えの頻度など
- ・設置スペース、ユーティリティ(電源)などの制約条件

(2) 構想書

装置のコンセプトを簡潔に伝える資料を作成します。

- ・ロボットや前後の設備を配置したレイアウト図
- ・主要機器

(3) 主要機器一覧・概算見積もり

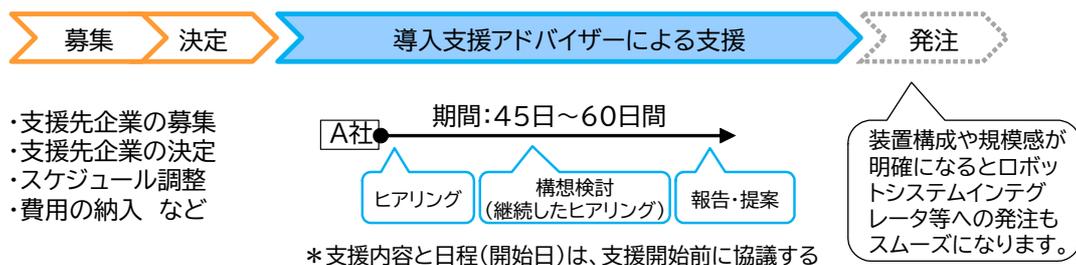
詳細設計に役立つ資料を作成します。

- ・ロボットや主要機器のメーカーと型番の選定
- ・詳細設計前の概算見積もり

(4) 構想図およびCADデータ

(5) 付随資料(打合せ議事録、検討資料等)

■ 支援の流れ



ロボットシステムの構想づくり

ロボットの導入では、構想づくりが非常に重要です。対象ワークは多品種に対応するのか、生産数量（サイクルタイム）はどれくらいにするのか、無人で稼働できるのは何時間か、など、様々な機能を盛り込めば盛り込むほど、装置のコストが上昇してしまいます。そのため、それぞれの機能を実現するために必要な周辺装置を想定して費用を見積もり、機能を取捨選択していくことが求められます。このような構想づくりをするには、ロボットやファクトリーオートメーションに関する豊富な知識と経験が必要です。ロボット導入支援アドバイザーを活用することで、効率的に構想づくりを進めることができます。

人にとって簡単な作業がロボットにとっても簡単とは限らず、逆に、人にとって難しい作業がロボットにとっては簡単ということもあります。ロボットの特性をよく知るエンジニアから助言を受けることで、コストパフォーマンスの良い設備を構想することができます。

一昔前はカメラを使って物体を認識するシステムは高価で処理速度も遅く、実用的ではありませんでした。近年、画像処理やセンサの技術が大きく進歩し、現場で採用される事例も増えてきています。最新の周辺機器の性能をよく知るエンジニアから助言を受けることで、新たな発想で設備を構想することができます。



活用事例の紹介

令和元年度にロボット導入加速化支援事業を利用した企業に、感想などをインタビューしました。事業を利用する中で気づいたことや、構想づくりの重要性について語っていただきました。

タイトル	企業名	頁
トラック荷台へのビス打ちロボットの構想設計	(株)いそのボデー	3
ハンドゲート組立ロボットの構想設計	山形精密 casting(株)	5
エビ管カリだしロボットの構想設計	(株)山本製作所	7
情報通信機器組立ロボットの構想設計	(株)ニューテックシンセイ	9

トラック荷台へのビス打ちロボットの構想設計

株式会社いそのボデー

トラックボデーの製作とメンテナンスを営んでいらっしゃる山形市の株式会社いそのボデーを訪問し、工場長の森谷健司 様にお話を伺いました。

－ アドバイザーを利用した目的は？

ロボットを使ってすぐにでも労働力不足を解消したい、というよりは、プロに設計をお願いするとどうなるのかなあ、というのを知りたかったのです。社内に機械エンジニアはいるのですが、自分たちだけで考えているとどうしても視野が狭くなってしまいます。

－ 構想を作ったのはどの工程？

ビス打ち工程の構想を作ってもらいました。アドバイザー派遣を申し込むときには、溶接、塗装、ビス打ちの3つの候補を挙げて、どれがいいかをアドバイザーに選んでもらう形をとりました。

アドバイザーからは、どの工程も自動化できるけれど、溶接と塗装はパッケージに



▲ 工場長 森谷健司 様

なっているロボットがあるので技術的に検討する要素があまりない。せっかく検討するならビス打ちが良いのではないかと提案してもらいました。

－ 自動化のイメージはありましたか？

車庫を作ってトラックを出し入れする使い方がしたいということを伝えました。昼間に段取りをしておいて、夜間にビス打ちを自動でするイメージです。他社では、トラックヤードを移動する門型のロボットでビス打ちをするような自動化例があるので、そのような構想が出てくるのを想像していました。

－ 構想設計の進め方は？

まず、手描きの構想図をもらいました。それには、ロボットがレールの上を移動しながら、トラックの荷台にビス打ちをするというものでした。おっ！と思いました。当社は設置スペースが限られているという話を伝えていたので、より省スペースな案を提案してもらったと理解しています。



▲ ビス打ち作業の様子

ハンドチェンジも提案してもらいました。夜間自動運転の間にビスがなくなったら、ビス打ち機ごと交換するものです。ビスを充てんして試し打ちをすることまで自動化するのは価格的にも現実的でないという提案でした。

－ その他に感心したことは？

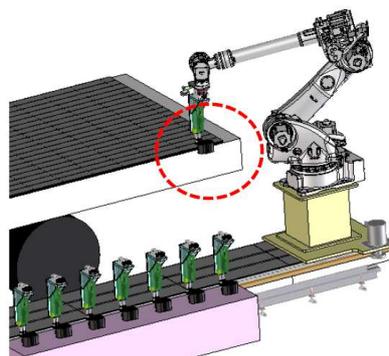
画像の使い方です。ロボットは座標どおりに動くので、ビスを打つ場所1カ所1カ所の座標を入力する必要があるかと思っていましたが、画像を使えばもっとプログラムが楽になるという提案を受けました。使うためには、駐車するときトラックが曲がらないようにとか、運用上の注意点の指摘も受けて勉強になりました。

－ 最終報告書はいかがでしたか？

当社の技術者だけでは到達できない仕上がりでした。アームロボットを採用すると、ビス打ちの瞬間の反力を受け止められるロボットを選定する必要があるのですが、その選定もしてもらいました。付帯設備のメーカーとグレードを選んでくれたのも参考になりました。これを自社の技術者が調べようとすると、とても時間が掛かりますし、社内だけだと視野が狭くなりがちなので、この提案のレベルまでは到達できなかったと思います。

－ 支援を終えての感想は？

ロボット導入のプロセスを学ぶことができたと思います。県の研修でロボット導入のプロセスの全体像を学んでいたのですが、今回のアドバイザー事業は実践という感じでした。ロボットの仕様などの知識面のレベルアップもありましたし、社外の人と連携する経験の獲得にもつながりました。レベルの高い技術者と一緒にロボットの構想を



▲ ビス打ちロボットの構想図

作成したことは、社員にいい刺激になったと思います。

－ 今後は？

思っていたよりも実現可能性が高い構想をもらえたと思います。ただ、今の工場ではロボットを設置するには狭いということもわかりました。すぐに導入ということにはなりません、構想のイメージと金額の目安を持っておくと、工場を建て替えるときなどの参考になります。アドバイザーからそんなに難しい技術ではないと言われてもらえたのも参考になりました。

今回アドバイスを受けてみて、作業の内容を知識で知っているだけではなく、実際に作業してみることが大事だと思いました。例えば、ビス打ちをする場所をチョークでマーキングするのですが、水性マーカーを使ったり、鉛筆を使ったりする場面もあり、統一されていませんでした。自動化する時はこういったことも細かく決めていく必要があるのですが、実際の作業を観察することが重要だと思います。

画像処理を含むシステムの構想設計をする経験ができたので、自動化の発想が広がりました。他にも自動化できる作業を探していきたいと思っています。

ハンドゲート組立ロボットの構想設計

山形精密鑄造株式会社

ロストワックス鑄造法による自動車部品を主力とした量産化工場を営んでいる、長井市の山形精密鑄造株式会社を訪問し、生産企画課 戸渡貴大 様にお話を伺いました。

ー ロストワックス？

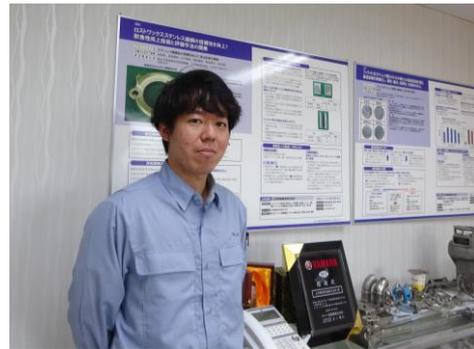
精密鑄造の一つです。製造品質とコストを両立するには技術が必要で、ロストワックス鑄造ができる企業は多くありません。ロストワックス鑄造の手順は、製品と同じ形状のワックスの外側に鑄物砂でできた殻をつけて、ワックスを溶かし出すと、製品と同じ形状の空洞ができるので、そこに溶けた鉄を流し込むというものです。

ー どの工程でロボットを？

ハンドゲートのロボット化を検討しました。複数のワックスを接着して組み立てることで複雑な形状の製品のワックスを作る工程があり、これをハンドゲートと呼んでいます。近年、製品の形状がどんどん複雑になってきていて、この工程に多くの作業者を配置しなければならなくなっている状況です。自動化による効果が大きいため、この工程を選びました。

ー 構想には何を期待して？

ロボット化するには予算がいくら必要なのか知りたかったからです。既に、ワックスのゲーティング作業にはロボットを使っているのですが、ハンドゲートの作業にいくら必要なのかを知りたかったのです。ゲーティングもワックスの組立の作業なので



▲ 生産企画課 戸渡貴大 様

ですが、ゲーティングと異なってハンドゲートはワックスの形状が何種類もあり、接着だけでなく、隙間を埋める補修の作業も必要で、複雑です。接着するときに手首を返すような動きも必要ですし、多品種に対応したいとも考えています。難しい点がいっぱいあるのは承知しているのですが、当社が難しいと決めつけているだけで、専門家から見れば簡単な部分もあるかもしれないと思い、アドバイスを求めました。

ー 支援はどのような流れで？

作業の動画を送って検討をしてもらいました。工場に来てもらったのは最終報告のときだけです。

それでも、検討は順調に進み、糊が乾かないうちに接着する必要があるため乾くまでに時間が重要、糊が広がってしまわないようにワックスを押し付ける力加減が重要など、人が何気なくしている作業を自動化するときのポイントを指摘してもらいました。これらについて、アドバイザーから深

掘りする質問をもらい、それに回答する流れで検討を進めました。糊が広がってしまうときの NG の基準などは、言葉で説明するのが難しいので、限度見本の写真を提供しました。

アドバイザーは、作業の要点を把握したら、これから取り組む構想図作成に必要な情報を構想設計仕様書に取りまとめて、その後、手描きの構想図を作成してくれました。

－ 提案された構想はいかがでしたか？

手描きの構想図には、ロボットだけでなく、ツールチェンジャや、ポジションナーという機器が書かれていて、こういった付帯設備が必要なのだな、という気づきがありました。また、カメラを使った位置補正機能を付ける構想を提案してもらいました。作業者がワックスを置く位置がわずかにずれることもあるので、カメラで補正した方がよいというものでした。

しかし、提案された構想を検討したところ、いくつか疑問を持ちました。

まず、多品種にどう対応するのかがわかりませんでした。製品の形状や組み立て手

順が変わったときに、ロボット側はどの要素を変えることが必要なのか、説明を求めました。また、カメラを使うと装置のコストが跳ね上がることが気になったので、カメラを使わない構成にできるかどうかを詳しく質問しました。他にも、補修の作業を具体的にどういう動きですのかなど、いろいろな疑問点に関する質問をアドバイザーにぶつけました。

社内での議論を経て、最終的には、アドバイザーが提案する構想をもとに、さらに詳細な設計を進めてもらうことにしました。

－ 最終報告はいかがでしたか？

構想図が 3D モデルで納品され、周辺設備についてもメーカー名が記載されていました。難しいと思っていた作業もロボット化できるのではという思いを抱きました。

当社の応募の動機でもあった装置価格についても、概算金額を知ることができ、参考になりました。1 台だけだと人よりも作業速度が遅いので、3 台を 1 人で面倒を見るような運用だと効果が出るかもしれません。社内で工数をしっかり分析していく必要があります。

－ 今後は？

報告のために来社いただいたときに、詳しく説明を受けたのですが、多品種に対応するためのロボットハンドは試作検証が必要ということでした。例えば、試作したロボットハンドが製品 A と製品 B の両方に対応できるのか、製品 A にしか対応できないのかを検証しないと、ロボットの台数やツールチェンジャの詳細が決まらないという話でした。社内にロボットハンドを設計する技術者はいないので、社外の協力を得ながら検証をしていきたいと思っています。



▲ 稼働中のゲーティングロボット

エビ管かりだしロボットの構想設計

株式会社山本製作所

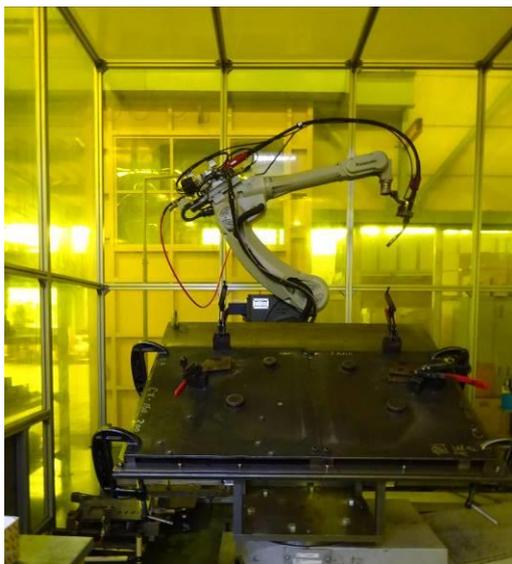
農業機械の製造・販売・保守を営んでいる東根市の株式会社山本製作所を訪問し、生産技術グループ グループリーダーの 藤原 淳平 様にお話を伺いました。

－ 応募のきっかけは？

県の「やまがたロボット研究会」のセミナーに生産技術グループの社員が参加して、構想設計に特化したロボットシステムインテグレーターがいること、その会社がロボット導入支援アドバイザーであることを知りました。そういった技術者がどのような設計をするのかとても興味がありました。

－ ロボットは導入済みと伺いましたが…

すでに溶接と塗装のロボットを導入しています。当社がロボットを導入したのは、



▲ 稼働中の大型溶接ロボット



▲ グループリーダー 藤原淳平 様

東北でも早い方です。その後、台数も増え、操作できる人材も育ち、治工具設計も社内で行っています。近年では、板金の曲げ工程にもロボットを導入しました。

そのため、指示どおりの座標にツールを動かすというロボットの基本、力加減が必要な作業などでは微妙な調整ができないという弱点についても理解しています。当社では組立などの作業にもロボットを活用できればよいという思いを持っていますが、なかなか検討が前進していません。自動化してみたい作業はたくさんあるのですが、いざ検討してみると、自動化できそうだけれども難しいということを感じています。

働き方改革を進めているので、省力化装置の設計製作を社内だけで行うのは限界があります。外部のアドバイザーを活用することで、ロボット化に取り組むきっかけにしたかったというのもあります。

－ カリだし工程を選んだのはなぜ？

まとまった数の生産があり効果が見込めることや、作業のできるベテランの退職に備えて省スキル化を図ることが理由です。

カリだしは、円筒の両側の縁の部分折り曲げる加工ですが、当社の円筒は斜めに切られているので、材料をしっかり押さえることが必要です。カリだし加工には円筒の縁の部分で挟み込むような特注の装置を使っています。

－ 難しい作業ですか？

特注の装置にも微妙な角度を付けるなどの工夫が施されています。アドバイザーにはこのような点も伝えて検討をお願いしています。

また、材料をしっかり押さえることが必要なので、どれくらいの力で押さえつけているかを計測して、アドバイザーに伝えています。押さえている力は4kgくらいでしたので、それを考慮して材料を押さえる機構を考えてもらったり、ロボットの選定をしてもらったりしています。

－ 提案された構想はいかがでしたか？

当初想像していたものとの差はあまり感じませんでした。ただ、新たな発想を提供してもらえた部分もあります。当社では2Dビジョンセンサを使った装置を設計製作したことがなかったので、メーカーと型番を指定して提案してくれたことが参考になりました。

他には、ロボットハンドで面白い提案がありました。カリ出しの作業では、材料を搬送してカリだし加工装置に供給するだけでなく、カリだし加工をしている間は材料を押さえ続ける必要があります。この2つの機能を1つのロボットハンドで兼ねてし



▲ 試作した“肝”の部分

まうというのが新しい発想でした。当社の材料は斜めに切られているため、押さえるハンドも斜めの形状に追随できる機構にする必要があります。その機構を実現するための部品の選定もしてもらいました。

カリだし加工の機構についても提案をもらいました。材料にローラーをどれくらいの回転スピードで、どれくらいの力で押し付けるかを制御する機構や、モーターの選定は、さすが、プロの提案だと感じました。

－ 実現できそうですか？

正直なところ、価格が高すぎて導入できません。一部分だけですが、材料を押さえる機構については、ヒントを得られたので、試作をしてみました。ですが、押さえてみると材料が暴れてしまい、構想通りには行きませんでした。

ロボット導入の前に、肝になる治工具や機構を自分たちで試作して実験しなければならぬということ、改めて感じさせられました。

費用対効果を考えると、現状のままロボット化できるような作業はそれほど多くないと思います。いかに最初の段階で費用対効果を確認できるかが大事だと思いました。

情報通信機器組立ロボットの構想設計

株式会社ニューテックシンセイ

木のおもちゃ「もくロック」で有名な、電子機器や産業機器の組み立てを営んでいらっしゃる、米沢市の株式会社ニューテックシンセイを訪問し、栗原晃 代表取締役様にお話しを伺いました。

－ アドバイザーを依頼した目的は？

率直に申し上げますと、プロの方の構想を見て勉強したかったというのが最大の目的です。当社は、産業機器の組立を行っておりますので、PLCのプログラム作成やメカ設計の経験のある人材がいます。自分たちが使う省力化機器を社内で設計製作することもあります。しかしながら、垂直多関節ロボットを使用したことはまだなかったため、この分野の経験が豊富なアドバイザーに構想設計を依頼しました。

－ どのような作業を対象に？

情報通信機器の組立の作業について依頼しました。組立工程には、さまざまな作業がありますが、省力化のニーズが一番多いと思われる作業を選びました。部品の挿入とねじ締です。ねじ締については当社で自動機の製作を経験していますが、部品挿入装置の製作経験がありませんでした。部品を他の部品に干渉しないように角度を変えて挿入することや、挿入の瞬間の力加減など、知りたいことがたくさんあります。

－ 構想の出来栄はいかがでしたか？

非常に良い設計でした。当社が抱える課題を事前に把握していただいたため、実用



▲ 代表取締役 栗原晃 様

的な提案だったと思います。

－ 課題とは？

当社の組立作業には、自動化が難しい作業が多数含まれていることを指摘してもらいました。具体的には、透明フィルムをはがす作業です。部品に貼り付けられた保護フィルムをはがして組立てる必要がありますのですが、透明なフィルムは変形する上に画像認識も難しく、自動化が困難であることを説明してもらいました。この作業を自動化しようとする、装置製作費用が大きく跳ね上がるということも説明してもらいました。

－ 課題にはどう対処しましたか？

人作業とロボット作業を連携させる協働型の作業セルを提案してもらいました。部品の挿入はロボットが担い、フィルムをはがすのは人が担うといった具合です。

アドバイザーから示された手描きの構想図には、組立に必要な部品やねじをどこに配置するのが大まかに描いてあり、ロボ

ットがどのような順番でどの部品を取るのか、人の作業が必要になるタイミングはいつか、などについて説明を受けることができました。

それに加えて、当社が気にしていた問題についても、一つ一つ解決方法を提案していただきました。

－ 例えば？

部品の挿入にはコツがいるという問題です。ロボットはツールを指定座標に動かすことはできても、接触時のクリアランスを微調整できないために、力加減ができないことを知っていました。そのため、組立に不可欠な部品同士のはめあいについては、難しいのではないかと考えていました。

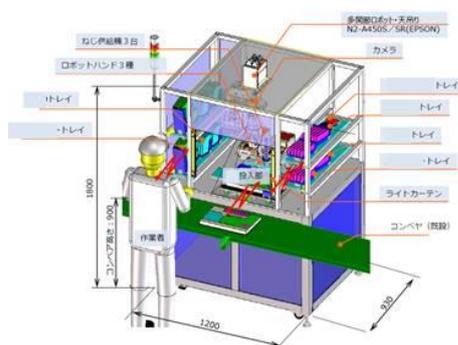
これに対して、力覚センサを使った解決方法とばね機構による解決方法を提案してもらいました。ばね機構については想像がついていたのですが、力覚センサの精度や制御のロジックについても詳しく説明を受けることができました。力覚センサを使った組立作業の動画をみせてもらいました。組立の力加減をロボットで実現できそうだと納得がきました。

－ 他には？

多品種少量生産に対応する必要があるという問題です。パーツの種類と数が製品ごとに異なるような組立をしていることから、組立の間違いをなくす工夫が必要になります。顧客が要求している部品の計数管理システムにどう接続するかなども盛り込んだ総合的な提案をいただきました。

－ 支援を終えての感想は？

ロボット導入の一連のプロセスを学ぶことができました。どの作業を自動化するかの要求を決めて、ロボットの動作イメージ



▲ 組立ロボットの構想図

を作って、肝になる部品を選定していく過程を体験することができ、勉強になりました。

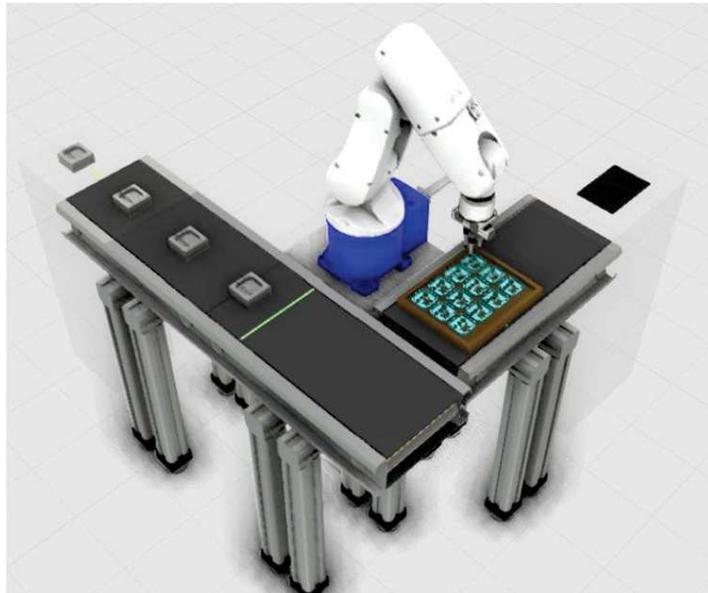
最終報告書に記載してもらった3D 構想図や部品表は、詳細設計などを依頼するときそのまま活用できるような資料が全てそろっていました。これだけの設計をしてもらうことを考えると、アドバイザーの派遣費用は安かったと思います。本当に安かったです。

－ 今後は？

当社ではロボットを使った装置を設計製作する経験を積みたいと考えています。まだまだ社内の人材だけではロボットの詳細設計はできないので、知り合いのエンジニアに詳細設計を依頼して一緒に製作しようかとも考えています。

ただ、装置構成が大掛かりで導入費用が予算を超えていたことは失敗でした。次回、アドバイザーを頼むとしたら、最初に予算感を伝えておこうと思います。

ロボットにさせられる作業のイメージが広がりました。視野が広がると、この作業や、あの作業もロボットにさせられるのではないかと発想が浮かぶようになりました。中小企業がどのようにロボットを活用すればよいかイメージを持てた気がします。



ロボット導入加速化支援事業活用事例集
山形県産業労働部工業戦略技術振興課
令和2年8月