

ロボット導入企業向け講座 第三部

ロボットシステムの基礎を知る

(一社) 日本ロボットシステムインテグレータ協会

ところで、産業用ロボットって、どんなイメージですか？

ロボットはどんな事が出来るのか、
 どんな形で利活用されているか知りましょう。
 現在は色々な形でWeb上で事例が公開されています。

ロボット導入
 したいけど、
 どうすればいい
 んだろう。

ところで産業用ロボッ
 トってどんな風に活用さ
 れてるの？



日本ロボット工業会

事例紹介ハンドブック	http://www.jara.jp/hojyo/handbook26.html
産業用ロボット事例紹介	http://www.jara.jp/x1_jirei/index.html
ロボット技術導入事例集	http://www.jara.jp/x7_jirei/index.html
ロボット活用ナビ(ロボット活用事例)	http://www. robo-navi.com/Cases/index
ロボット活用ナビ(導入事例動画)	http://www. robo-navi.com/movie.html

FA・ロボットシステムインテグレーター協会

YouTube：ロボットS I e rチャンネル

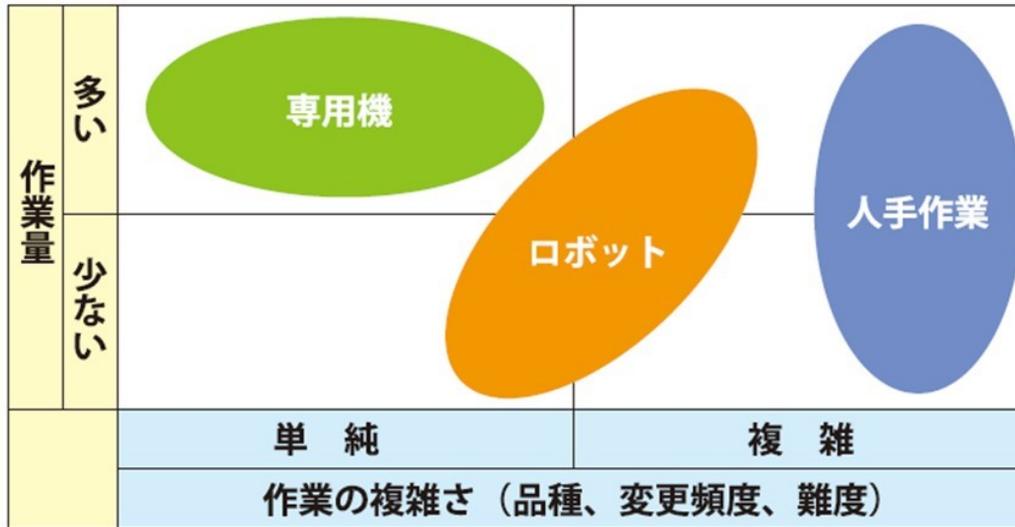
https://www.youtube.com/channel/UC34QuVj6tLuLq_hc04XM4Xg/videos

Episode1~Episode6



困りごとに対してロボットって何ができる

■人と専用機とロボットの関係



(資料)「ロボット技術導入事例集 (平成 22 年度中小企業支援調査委託費)」(経済産業省) を参考に作成

専用機は高生産性の反面、生産技術力、導入コスト・運用開始までの期間などハードル高い。ロボットはエンドエフェクタ含めた周辺機器のみで工程構築が可能。

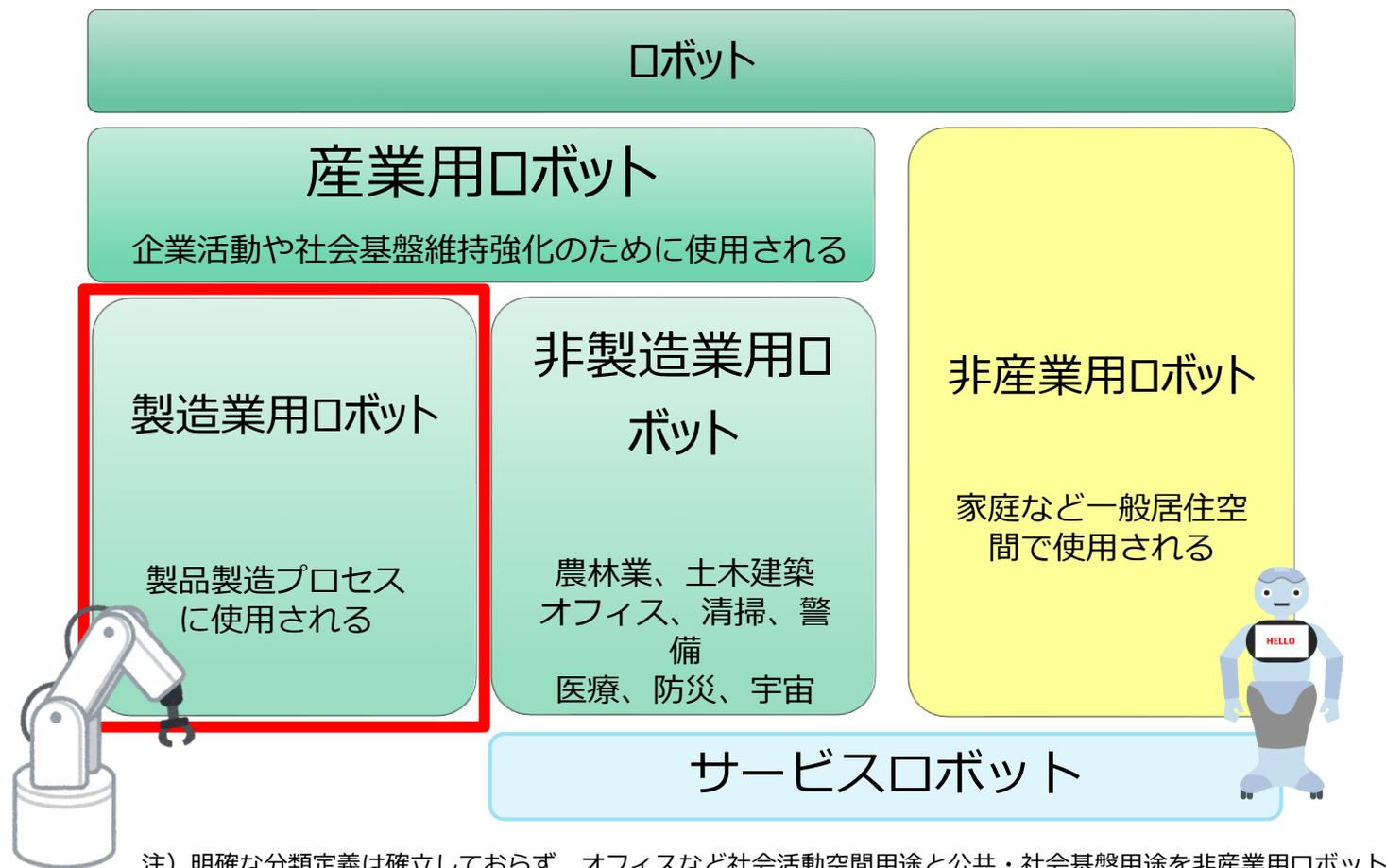
作業工程を分割して、ロボットの得意領域での活用が重要

- 危険作業：重量物搬送、プレス機投入
- 品質安定：溶接・切断、検査(外観)・測定工程

投資回収できる範囲で部分的に自動化を進め、以下を常に向上させる

- 労務費削減
- 作業環境改善

ロボットの種類と特徴



注) 明確な分類定義は確立しておらず、オフィスなど社会活動空間用途と公共・社会基盤用途を非産業用ロボットに分類することもある。

ロボットシステムとは

通常、製造業用ロボットメーカーからロボットを購入した場合、

- ・ロボット本体
- ・コントローラ
- ・ティーチングボックス

等となります。

ロボット本体



ティーチング
ボックス



これだけでは生産に使用することが
出来ません！！

コントローラ



ロボットシステムとは

ロボットを使用して製造に役立てようとする場合、ロボットメーカーからロボットを購入する以外に、物をつかむハンドや製品を固定する治具など、ロボット周辺の機器を購入もしくは製作する必要があります。

また、当然ロボットにどのように動作するかを教える“ティーチング”や“プログラミング”を行う必要があります。



それらを行う業種を
「**ロボットシステムインテグレータ**」
(Sier : エスアイヤー) と言います。



ロボットが得意なこと

- 環境 産業用ロボットは工場内での適用が基本
 ※クリーンルーム、高温・振動・粉じんなど過酷な環境下での適用は
 特殊仕様(オプション)で対応可能
- 連続作業 繰返し動作の長時間実施
- 汎用性 多品種に対応しやすい
 専用機より導入コストが低い
 人協働ロボットによる工程間の補助作業
 ロボット単体は量産品の為、高信頼性
 故障等メーカーサポートの充実(24時間体制)
 画像処理アプリケーションの向上による不定形、不整列品への適用

ロボットが得意なこと

産業用ロボットは、それぞれの構造によって得意な動きや特徴があるため、目的や用途にあわせたロボットを選ぶことが大切



ロボットが得意なこと

産業用ロボットの導入には、各種ロボットの特性を把握した上で以下を検討する

1. 既存作業の要素分解と各工程を自動化したときの経済効果を確認

既存の生産体制で何となく一連の工程として作業していても、自動化する際は切り分けて検討が必要。その中で各工程での投資効果を確認する

2. 要素分解した作業毎の整備や定量化できていない要素を分析し、ムダを見つけ改善する

作業要素を分解していく過程で、既存の生産方式では明確に定量化されて管理されていなかった寸法や性質、分量を調査し、隠れていた無駄がないか確認する

3. 自動化を前提とした最適なシステムの設計を行う

同形状や類似形状品をグルーピングし、加工方法や運搬のステーション毎に自動化する事で生まれる効果（人工や生産性）を分析し、ステーション毎に必要な機能を備えた自動化システムを設計する

4. 導入後の使用方法や生産品種を検討した上でロボットティーチングの方法を決める

一度自動化システムの導入が完了してもそれを維持する為や、より活用範囲を広げる為には人間の力が必要です。多品種・小ロット型の生産や、不定期で発生する加工部品のマイナーチェンジに素早く対応する為、ロボット制御のアプリケーションも事前確認する

特殊対応が必要な使い方・環境また注意点（出来なくは無いが、難しい）

- 高速動作時には大きな音や振動が発生します
- 使用温度に制限があります（0℃以上、40℃以下が多い）
 - ➔耐熱環境にはロボット耐熱ジャケット(防汚性、耐薬品性、耐熱性)
- 水、粉塵の環境は不得意です
 - ➔IP67対応の機種、ロボットジャケットが必要
- カメラを使用した際の外光や不安定な光は苦手です
 - ➔2Dカメラは可視光の為、撮像環境の安定が重要
 - 3Dカメラ(ステレオ、パターンプロジェクション、レーザ光)も補正機能あるものの同様です
- 複雑な作業は手間がかかります
寸法のばらつきの大きなものは苦手です。
 - ➔多品種対応は対象ワークとエンドエフェクタの構造、及び認識・補正機能の検討が重要
- やわらかい物をつかんでの作業は苦手です。
掴む面が傷を嫌うような製品は苦手です。
 - ➔特殊ハンドで掴み力の調整が必要
- 異常時や停止後の復旧動作などの通常動作以外での動作は人手の操作が必要です。
 - ➔異常発生時のリカバリ方法（高温・重量物の仮置き等）を事前に検討
 - 復旧時の作業動線、作業手順を事前に検討



「出来ない」のではなく、「簡単にはいかない」のでハンドなどの試作や検証が必要です。

ロボットで出来る作業（周辺機器が必要）

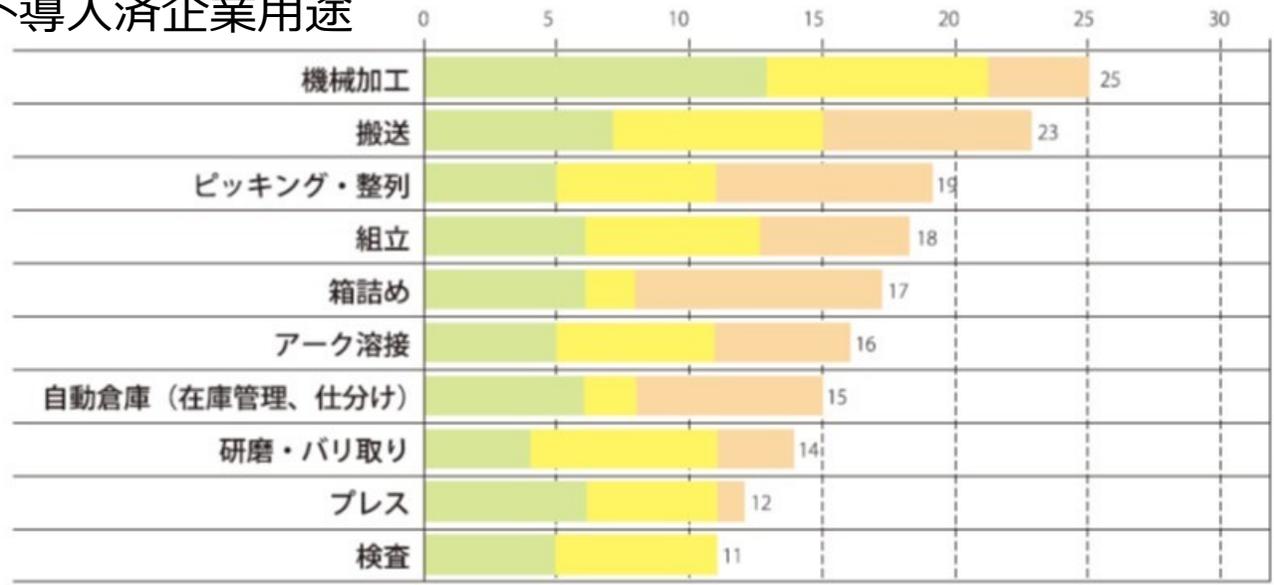
産業用ロボットは、周辺機器と合わせてシステム構築されることで、様々な工程の自動化を行う。

【ロボット適用アプリケーション一例】

- 溶接
- 切断（溶断、ウォータージェット、レーザー）
- シーリング
- 塗装
- はんだ付け
- 重量物の組立
- 研磨（平面、曲面）
- バリ取り
- 軽加工
- 整列
- 高速ピック&プレース
- 箱詰め
- パレタイズ
- 表面検査
- 部品ピッキング
- 野菜のピッキング
- 豆腐の搬送
- 加工機へのハンドリング
- ラベル貼り付け
- 精密部品の嵌め合い

ロボットで出来る作業（周辺機器が必要）

■ロボット導入済企業用途



- 素材産業
- 加工組立産業
- 生活関連産業

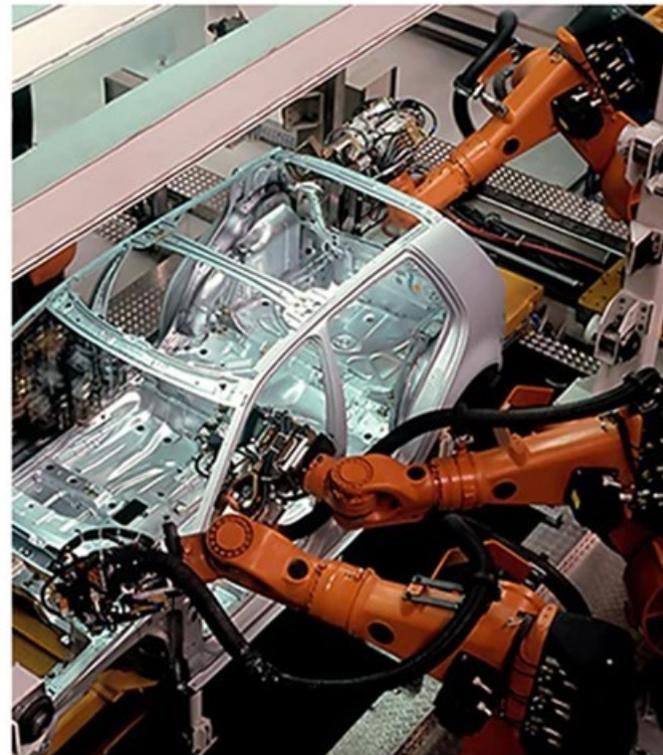
(資料)「関西地域の企業におけるロボット活用状況アンケート調査」 平成28年10月実施



ロボットで出来る作業（周辺機器が必要）

【業界別】 自動車・自動車部品業界

スポット溶接作業からロボットの本格導入が始まり、現在では自動車・自動車部品の製造現場では、溶接や塗装、組付工程などでロボットがなくてはならない存在です。24時間体制での量産と高い品質の両立、コスト削減、フレキシブル生産など、その恩恵ははかり知れません。



ピストンなどのエンジン部品、ギアなどのミッション部品、そのほかブレーキやドライブハブのような強度を必要とする自動車部品製造には欠かせない熱間鍛造加工。しかし、熱間鍛造加工は高温・振動・騒音・粉じんなど過酷な環境下で行わなければなりません。このような人体への負担が大きい場所での作業でロボット化のニーズが高まっています。こちらの事例では、加熱炉・溶解炉・熱処理炉に素材を投入したり、製品を取り出したりするためのハンドリングシステムとしてロボットアームを導入しています。

ロボットで出来る作業（周辺機器が必要）

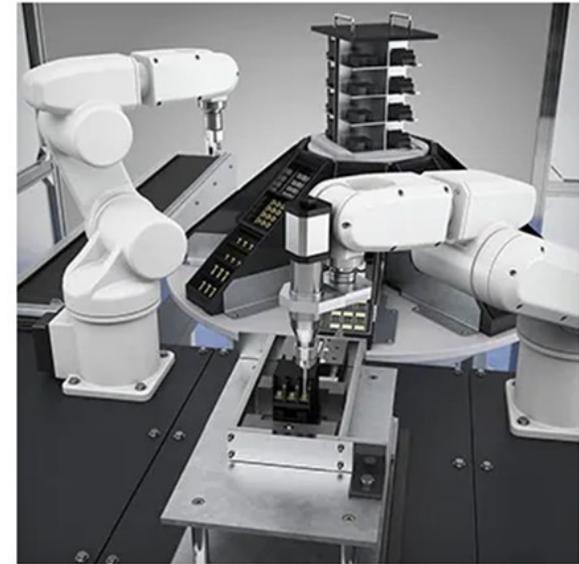
【業界別】 電機業界

電機業界ではバラエティに富んだ製造対応が求められます。そのため、ライン生産とセル生産の両方で産業用ロボットを活用されます。



スカラロボットによるネジ締め

組立工程では多くのネジ締め作業が発生しますが、従来はこれを人間の手によって行っていました。このような作業も、ロボットビジョンによる画像処理の活用や力覚センサを搭載することで、正確な場所に規定トルクで締めつけることが可能です。ネジ穴の位置にばらつきのあるライン上で多品種のワーク供給にも対応できます。



セル生産の組立工程

ハンドリング、ピック&プレース、ネジ締めといった基本動作を得意としている産業用ロボット。しかし、従来のロボットは座標制御だったため、ワークの位置が固定されていることが条件でした。しかし、近年ではロボットビジョンの進化によって、部品を認識しながら作業を進めることが可能になりました。部品を掴み、指定位置にセットしてネジで固定するという、より人間に近い動作も実現し、これによってロボットによるセル生産ができます。

ロボットで出来る作業（周辺機器が必要）

【業界別】 電子デバイス業界

スマートフォンやタブレットのような電子デバイス市場が拡大しています。1人または少数の作業員による組立から完成(または検品)まで行う「セル生産」、精密組立作業に産業用ロボットの適用が増加しています。クリーンルーム専用ロボットもあります。



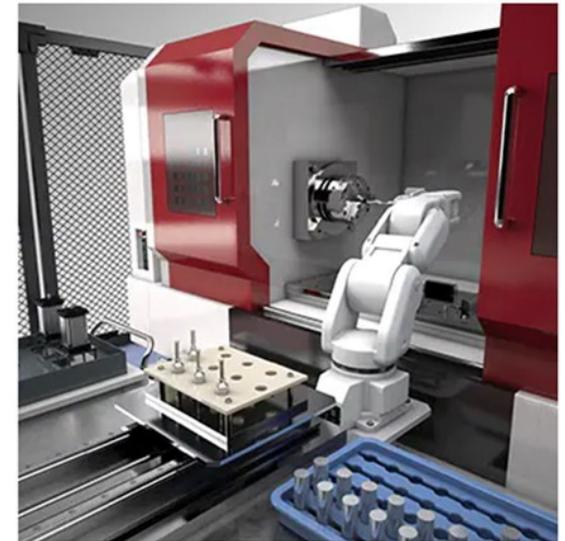
ワニス塗布装置

プリント基板・電子部品のワニス塗布。このワニスは臭いが強く、また、均一に塗布できないと修正が必要になるため、作業員のスキルが必要な工程にロボットが適用されます。ワニス塗布、乾燥、検査、払い出しの作業を行います。



人間とロボットの協調型セル生産

完全な自動化ではなく、ロボットと人間が共同で作業を行う協調セル生産を採用したシステム。モーター製造でステーター(固定子)とローター(回転子)を本体に組み込む、組立を行うロボットです。作業員は後工程への払い出しのみなので、作業負担を大幅に軽減できます。



ロボットで出来る作業（周辺機器が必要）

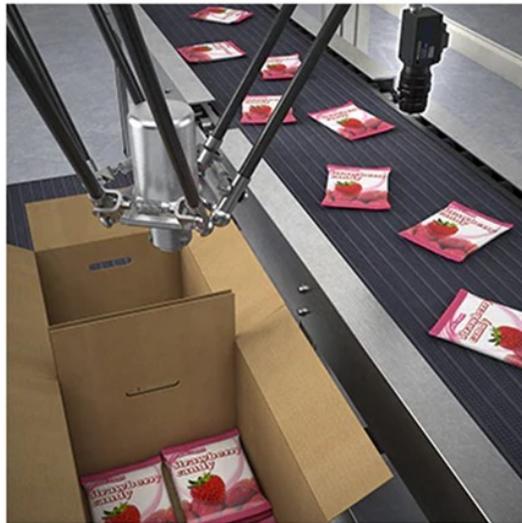
【業界別】 食品業界

食品の場合は工業製品に比べて形やサイズのばらつきが大きく、また頻繁に商品変更が発生するため自動化に消極的ですが、近年ロボットビジョンによる画像認識技術の発達で、これまでは自動化が不可能だと考えられた工程にもロボットが活用されるようになっていきます。



パレタイジング

パレタイジングロボットは、複数のパレタイズパターンを記憶でき、段ボール箱のサイズにも幅広く対応。全自動で箱の選別からパレタイジングまで実行し、パレタイザ物流量を大幅に増加できます。



平行リンクロボットを使った梱包

ライン上のお菓子の位置や角度をカメラで認識し、ハンドピースでピックアップして箱詰め作業を行います。平行リンクロボットと画像処理システムを活用することで高速搬送が可能です。サイズや形状の異なる商品にも対応可能です。

ロボットで出来る作業（周辺機器が必要）

【業界別】 工作機械業界

旋盤やフライス盤、マシニングセンタなどの工作機械は単一目的の機械として高精度な加工に用いる物です。対するロボットはピック&ブレースに代表される単純作業を行うものですが、近年ではIoT化によるデータ活用により工具寿命等の予防保全自動化、統合生産型システム構築の為に、工作機械とロボットの連携が増加しています。



切削加工

NC工作機械に比べてロボットは加工に不向きでしたが、近年ではロボットの剛性の向上、制御速度や精度の向上からロボットによる切削加工も可能になりました。CAMデータから切削加工も可能で、ハンドエフェクタによりツール自動交換も可能です。NC工作機械より低コストでフレキシビリティあるシステム構築が可能になりました。

自動加工

6軸多関節ロボットが金属部品を保持・セット(ロード・アンロード)を行い、NC工作機械で加工を行うシステムです。ロボットと工作機械の同期運転が可能なので、作業の高速化を実現しています。これによってセットする時間のロス削減でき、タクトタイムの短縮が見込めます。



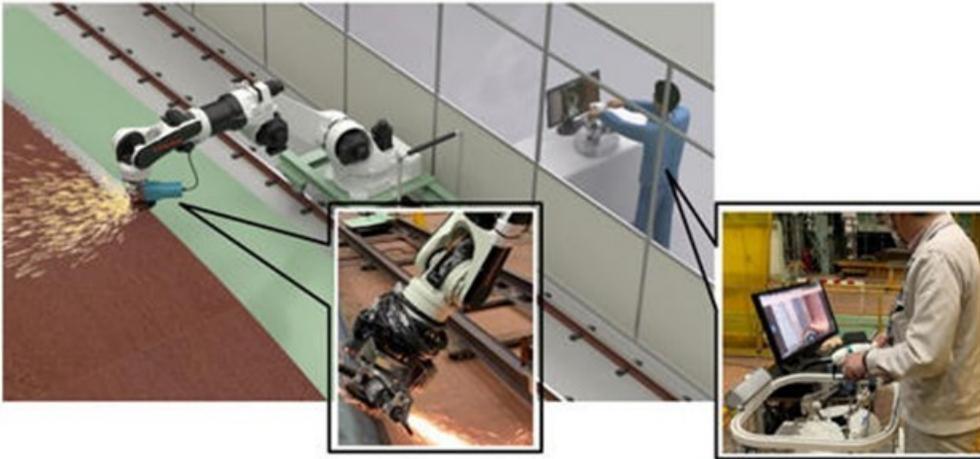
ロボットで出来る作業（周辺機器が必要）

遠隔操作

遠隔操縦で各種作業が可能のほか、今後は作業者の動きを模倣して繰返し運転するトレース機能や、仕上げ状況を画像処理することによる自動判定運転が可能となります。さらに仕上げ状況を3D計測し、仕上げ面の凹凸を数値化することで運転データを自動生成するとともに、仕上げ状態の自動判定機能の高度化を目指します。

研削・バリ取り・表面仕上げは、保護具を着用した上で重量のあるグラインダーを保持した状態での作業が求められ、また粉塵や火花が多く発生する厳しい作業環境下です。このような工程への自動化に適用されます。

また熟練技能者の動きを遠隔操縦でロボットが再現・自動化することで、技術継承のデータ化も目指しています。

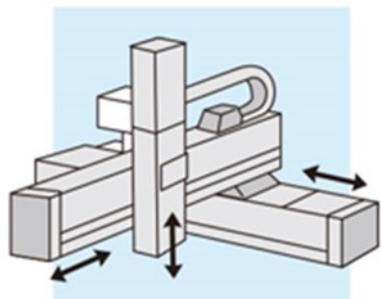


川崎重工業株式会社
遠隔協調で熟練技術者の動きを再現するロボットシステム「Successor®」

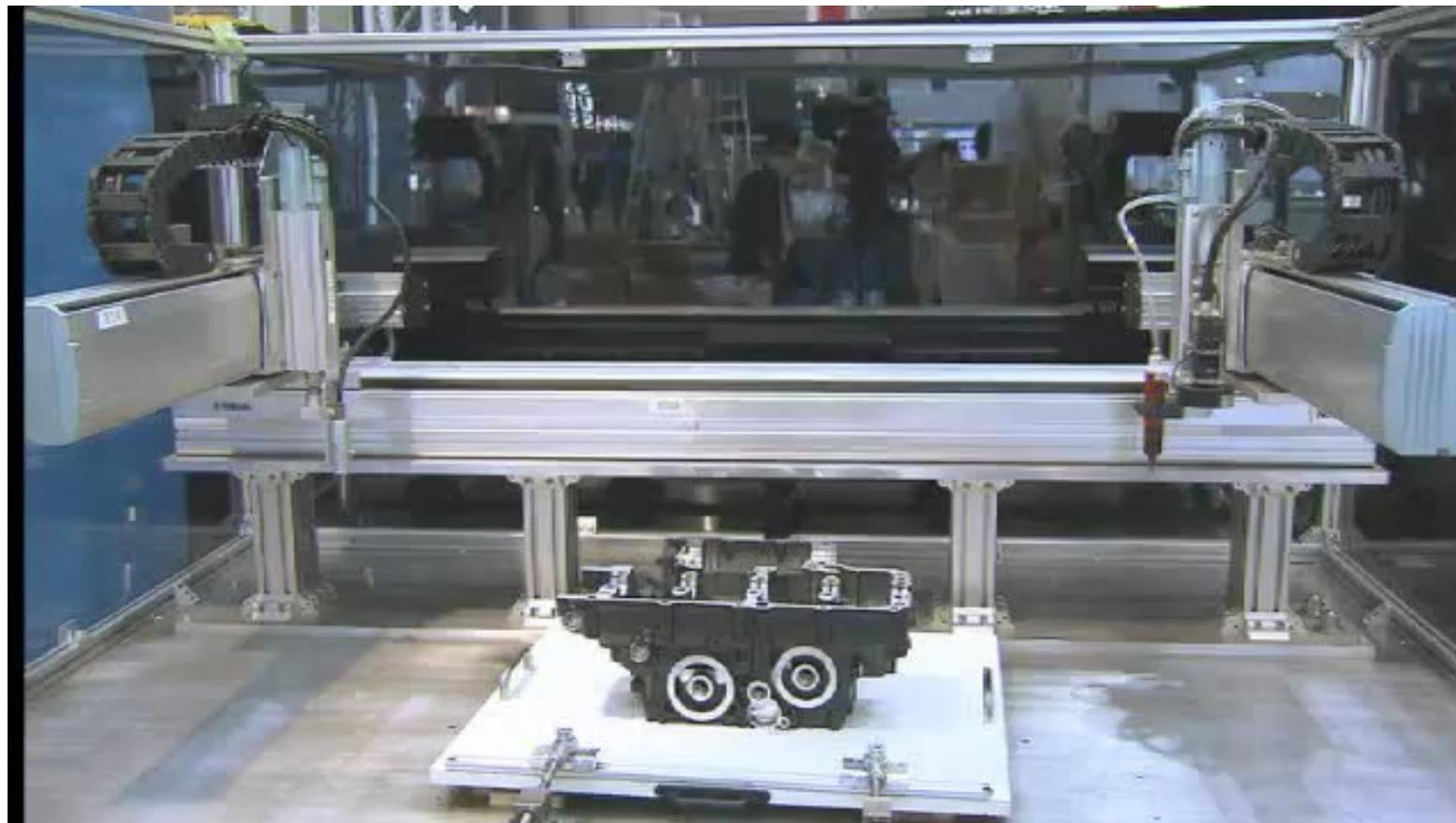
ロボットの種類と動作事例

➤ 直交座標型

直交座標型ロボットは、スライドする軸を組合せたシンプルな構造です。複雑な動作はできませんが、精度が高く、制御しやすい特長があるので、小さな部品の組立、電子回路の実装など、半導体、医療、薬品の分野に適しています。



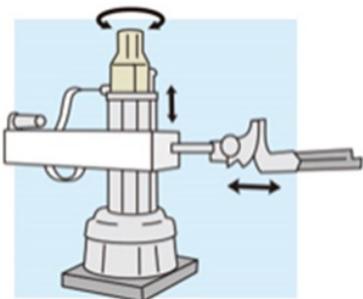
直交座標型 2軸もしくは3軸の直交するスライド軸により構成される。



ヤマハ発動機株式会社 HPより
https://youtu.be/_C8ec5-MXsk

ロボットの種類と動作事例

- 円筒座標型 円筒座標型や極座標型は、初期の産業用ロボットに採用された構造で、ロボットを中心とした「可動領域」は広いのですが、回り込みが必要な複雑な作業にはあまり向いていません。



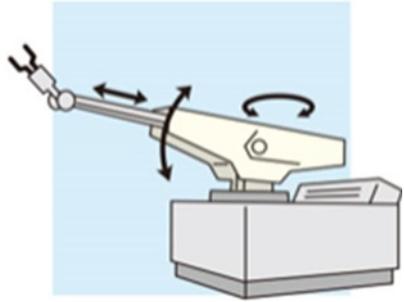
円筒座標
 回転軸を中心にアームが上下方向に移動し、さらに伸縮する。



株式会社ダイヘン HPより
<https://www.youtube.com/watch?v=dKvTrefAIEQ>

ロボットの種類と動作事例

- 極座標型 円筒座標型や極座標型は、初期の産業用ロボットに採用された構造で、ロボットを中心とした「可動領域」は広いのですが、回り込みが必要な複雑な作業にはあまり向いていません。



極座標型

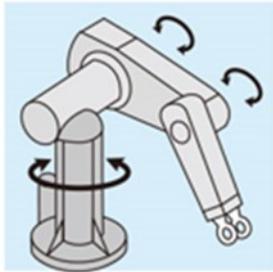
旋回軸を中心にアームが上下に回転し、さらに伸縮する。



川崎重工株式会社
https://youtu.be/GQgctBtPh_w

ロボットの種類と動作事例

- **垂直多関節型** 水平多関節型や垂直多関節型は、複数の関節がリンクで繋がり、各リンクが関節の周りで回転運動を行います。関節の数が多いほど自由度が高く、回り込み作業など複雑な動きができます。このため、今のロボットの多くはこの多関節型を採用しています。
- 多関節型は、モータで動く関節とリンクが直列に繋がった構造となっているため、シリアルリンク型と呼ぶこともあります。シリアルリンク型は、モータの先にモータが繋がった構造となっているため、根元の軸に近いほど大型のモータが必要となり、持ち上げられる力(可搬重量)に比べて、ロボット本体の重量が重くなってしまいますが、「広い可動領域」と「高い自由度」を得ることができます。



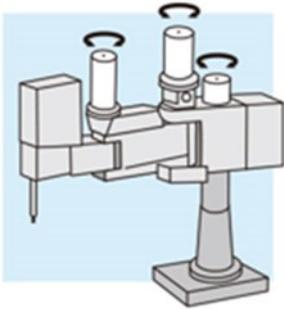
垂直多関節

複数の関節（軸）をもち、関節とリンクが垂直で直列に繋がり、アーム先端が垂直面内を広範囲に移動。



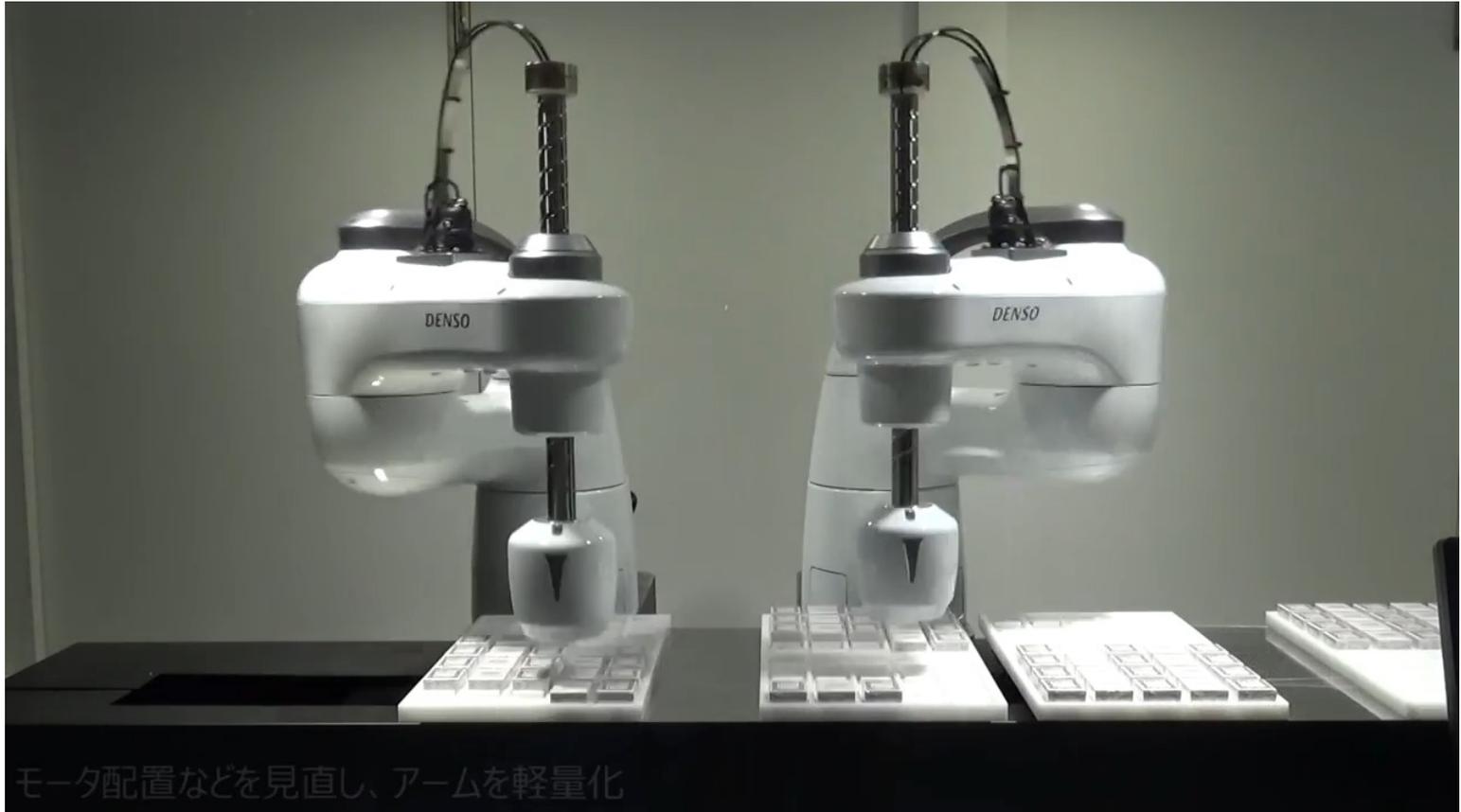
ロボットの種類と動作事例

- ▶ 水平多関節型 (スカラ(SCARA) Selective Compliance Assembly Robot Arm)



水平多関節

複数の関節（軸）をもち、関節とリンクが水平で直列に繋がり、アーム先端が水平面内を広範囲に移動。

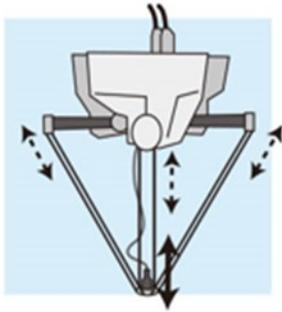


株式会社デンソーウェブHP
<https://www.youtube.com/watch?v=9wQnjl93Nw> より

ロボットの種類と動作事例

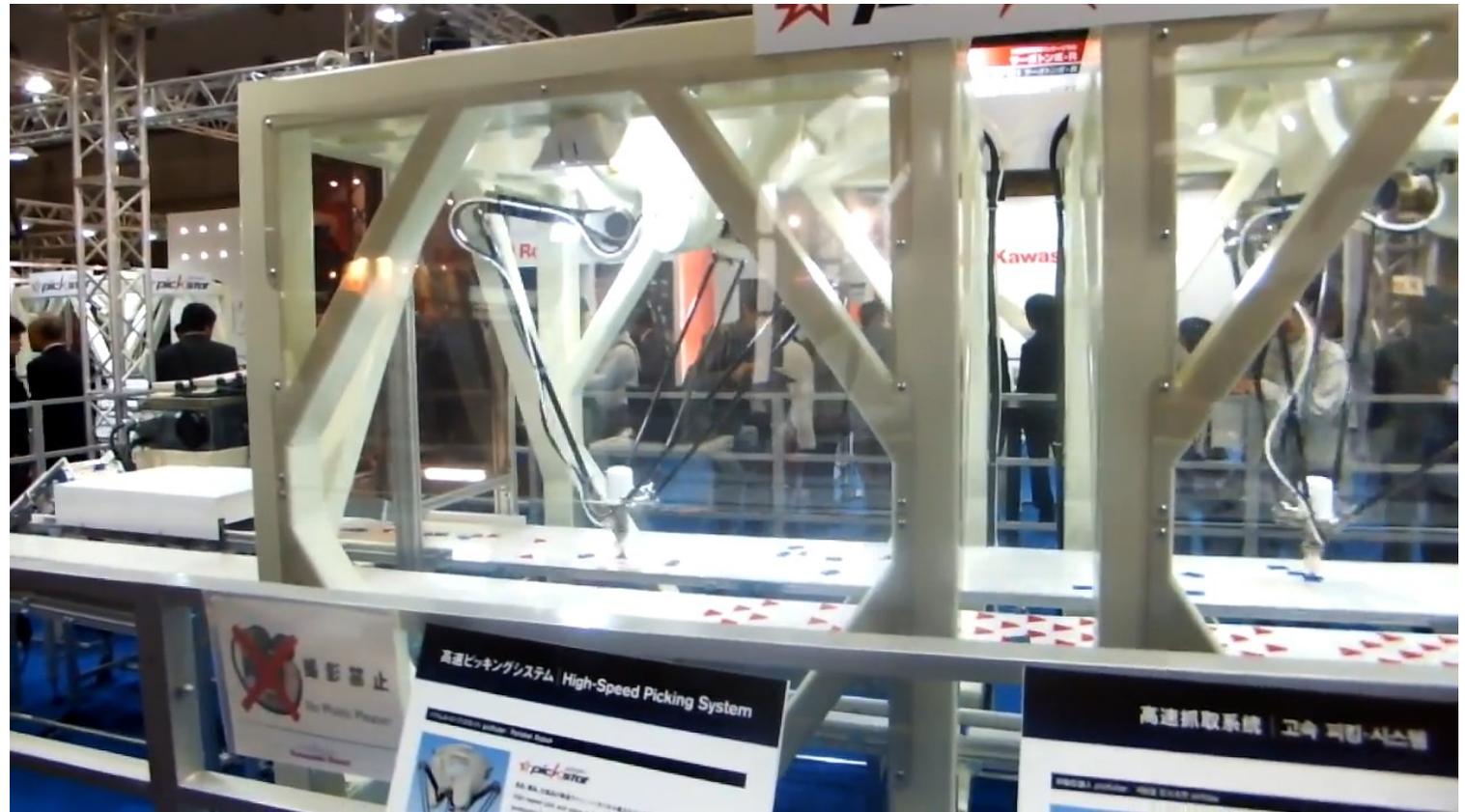
▶ パラレルリンク型

シリアルリンク型に対して、ロボットの先端を複数の軸(モータ)で並列に動作する構造はパラレルリンク型と呼びます。パラレルリンク型は、シリアルリンク型に比べて動作範囲が物理的に制限されてしまうため、可動領域は狭くなりますが、根元にある複数のモータが力を出し合ってロボット先端だけを動作させるため、可搬重量が大きく、非常に速い「スピード」が得られるのが特徴です。



パラレルリンク型

先端を複数の軸で並列に同時に動作。



川崎重工株式会社 HPより
<https://youtu.be/JrDZBOcxsfk>

ロボットの種類と動作事例

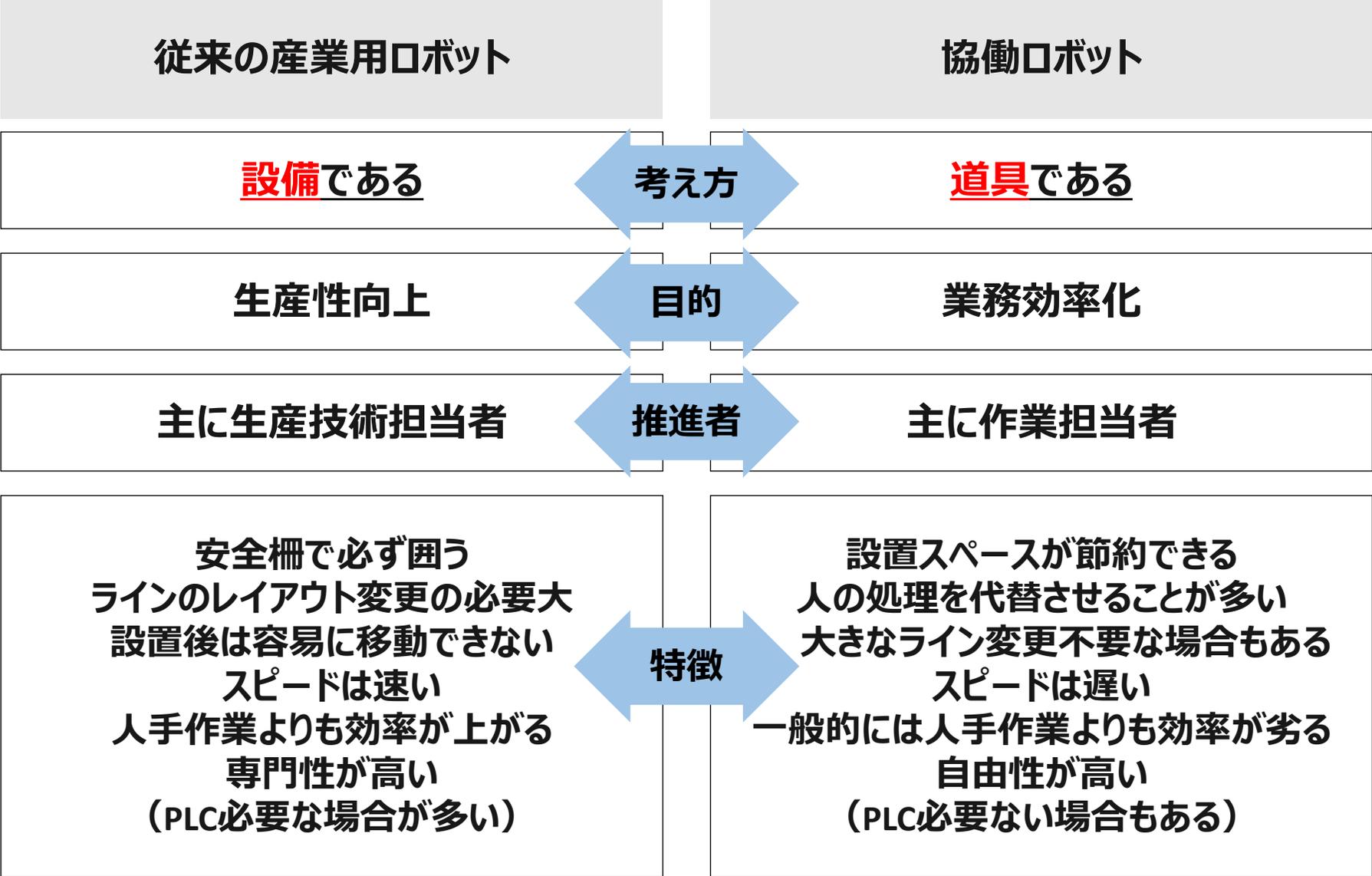
➤ 人協働ロボット

安全を確保することで安全柵が無くても良いとされています。ロボットメーカーが守るべき「ISO10218-1」に準拠しているロボットを使用し、使用する側が「ISO10218-2」を準拠し安全を確保する必要があります。

人が近づくと停止すること、また、ぶつかっても怪我の無い動作速度が前提で生産性を求める工程には不向きですが、狭いスペースなどで人と一緒に作業することが可能となります。



従来型の産業ロボ、協働ロボ比較



産業用ロボットの周辺機器

▶ ロボットと周辺装置・機器

・制御盤・操作盤

ロボットシステムの場合、コンベアやストッカー、供給装置など周辺機器を制御する必要があります。それらを制御するために専用のコントローラを内蔵した制御盤が必要であり、またオペレータがそれら进行操作するために操作盤が必要となります。これらは各装置に合わせて設計製作をする必要がありますオーダーメイドとなります。



制御盤（外観）



制御盤（内部）



操作盤（タッチパネル式）

・ティーチングペンダント

装置の操作盤とは別にロボットの操作やティーチングを行う専用のティーチングペンダントが必要となります。ティーチングペンダントはメーカー独自にロボットに合わせて販売されています。

昨今は操作盤で代用したり、協働ロボットの場合はタブレットで操作することがあります。



三菱電機製



不二越製



FANUC製



安川電機製

産業用ロボットの周辺機器

➤ エンドエフェクタ（ロボットハンド）

ロボットシステムにおいて、ロボットマニピュレータ先端に取り付け対象製品を移載するものをハンドまたはエンドエフェクタという。指または爪でクランプしたりチャックして掴むものや、へら状のもので対象製品をすくったり、真空吸着や磁石で対象製品を吸着するものがある。

ハンドは対象物の質量、形状、硬度、材質などにより通常専用設計される。

指や爪の駆動源としては電動、圧縮エア、真空エア、油圧、ロボット動作を応用した機械的駆動などがある。

【把持ハンド】 指や爪をエアシリンダや電動モータの駆動を用いて物体を挟んで掴むハンドをいう。

- 2本指掴み

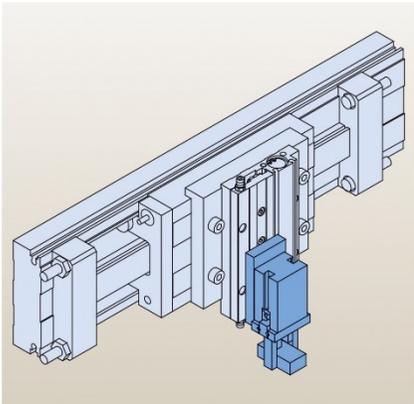
2本の爪や指を平行又は回転させて物体を掴む

- 3本指掴み

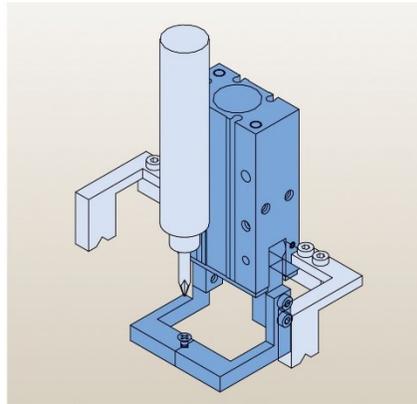
3本の爪や指を120度間隔で配置し物体を掴む。2本指に比べ、物体を掴む際に安定するが、駆動機構が複雑になるためコストアップになる。

- 複数指掴み

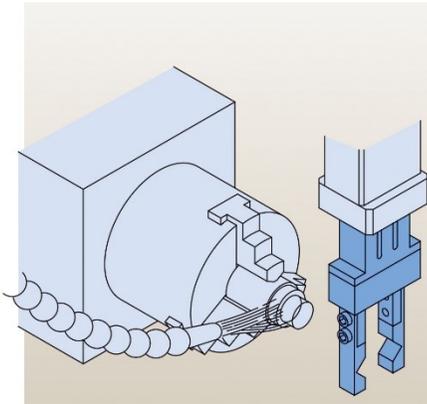
比較的大きい物体を掴んだり抱えたりする場合4本以上の爪や指を設置する。



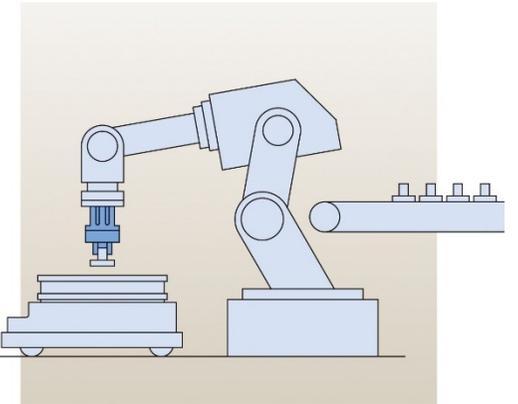
移載



組立て



ロード/アンロード



ピッキング

SMC株式会社 産業用ロボット機器より

<http://www.smcworld.com/products/subject/ja-jp/robot/handring/airchack.html>

産業用ロボットの周辺機器

▶ エンドエフェクタ（ロボットハンド）の設計

【すくいハンド】 ショベルによるすくい上げ。

物体が軟らかい場合や、崩れ易く脆く掴めない場合、または傷つき易い様な場合、物体下に板状の爪を差し入れすくい上げる。すくい上げた後、ハンド上で物体の位置がズレない工夫が必要である。

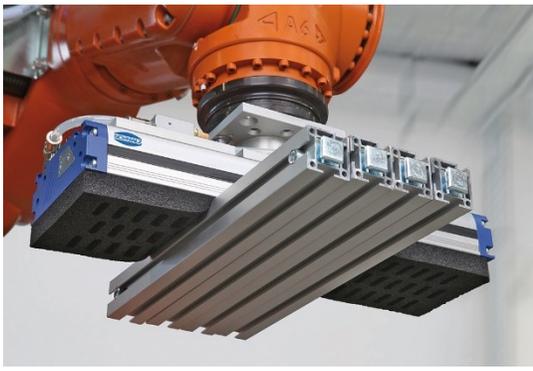
【吸着ハンド】

- 真空エアーによる吸着

真空発生器による真空エアーを真空パッドにより吸着させて物体を運ぶ。
物体に穴が開いていなければ（真空エアーが抜けなければ）何でも吸着できる。

- 磁力による吸着

主に電磁石による電流の入切で物体を吸着させる。
鉄やニッケルコバルトは吸着できるがアルミや銅は吸着できない。
またステンレスはオーステナイト系は吸着できずフェライト系やマルテンサイト系は吸着できるので注意が必要である。
磁石は平面に直角に確実に吸着しないと吸着力が著しく下がるので注意が必要である



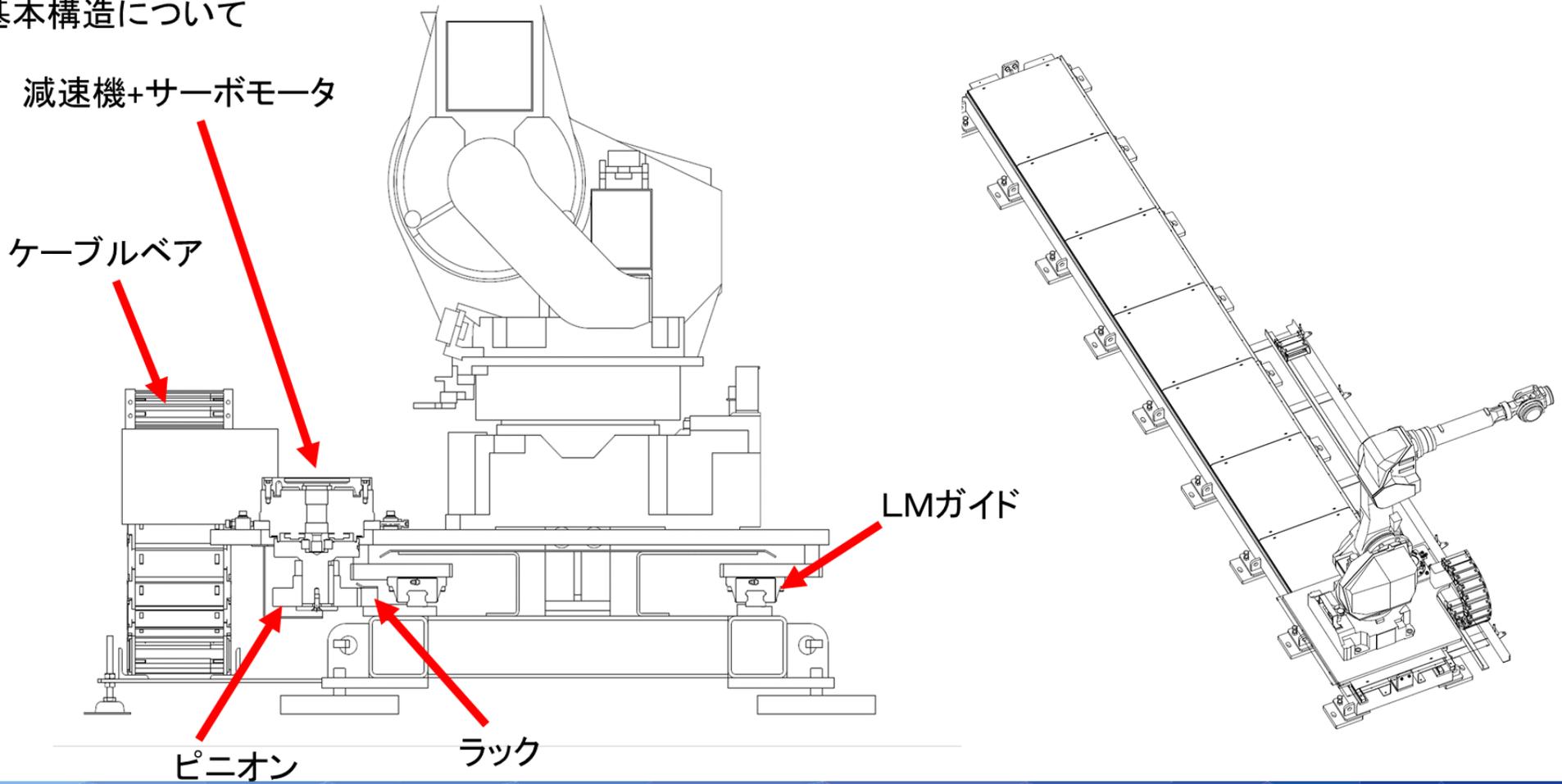
写真提供：シユマルツ株式会社

産業用ロボットの周辺機器

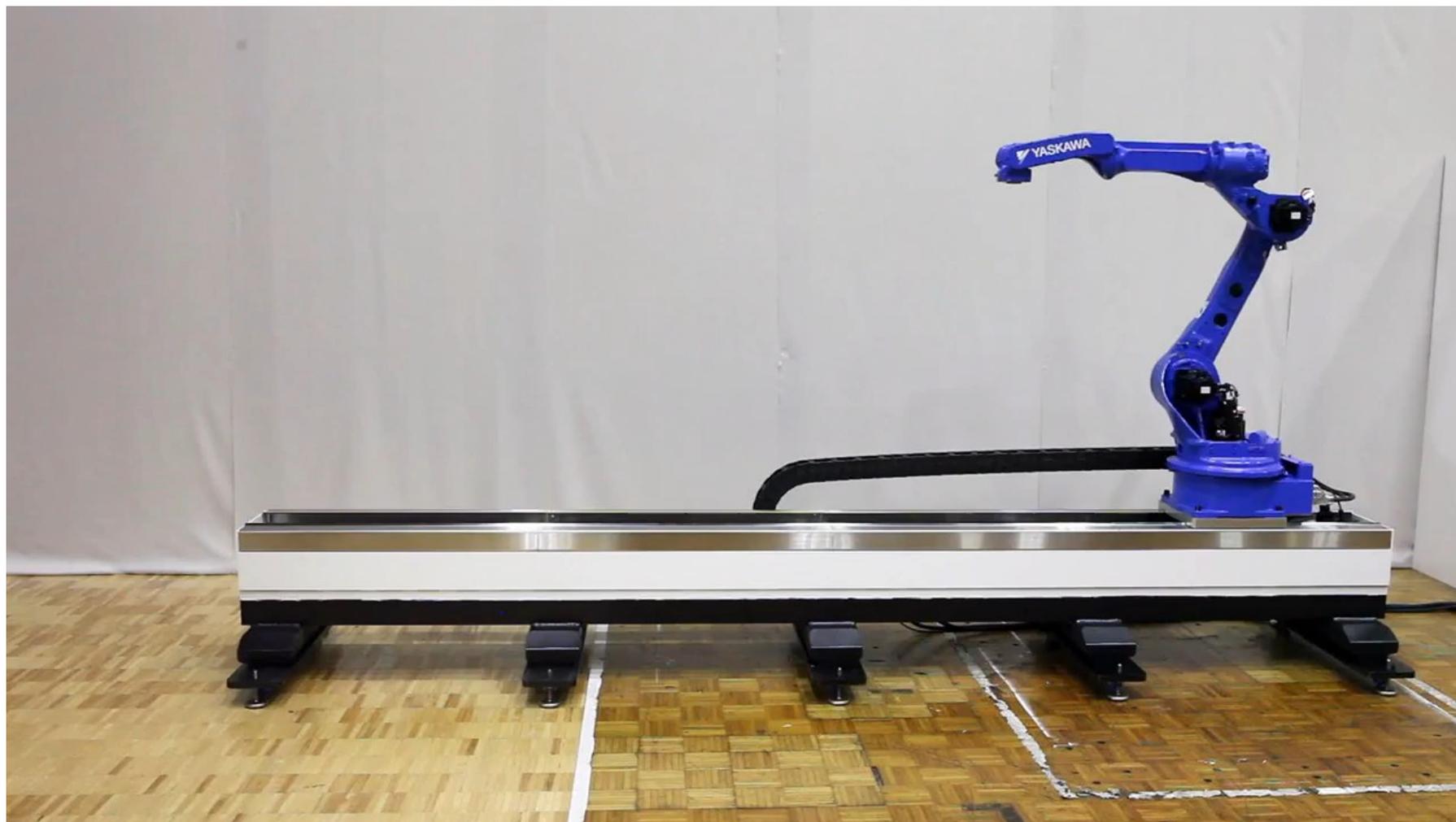
▶ ロボット用スライダー

ロボットの動作を拡大するためのアームの移動装置である。直行動作を行うもの、旋回動作を行うものなどがあるが、ロボットの付加軸で制御するものが主流となってきた。ロボットの動作領域を広くする。

基本構造について



➤ ロボットスライダーとは



株式会社三共製作所 HPより <https://www.sankyoseisakusho.co.jp/technology/technology06.html>

産業用ロボットの周辺機器

▶ ロボットと周辺装置・機器

・画像センサ

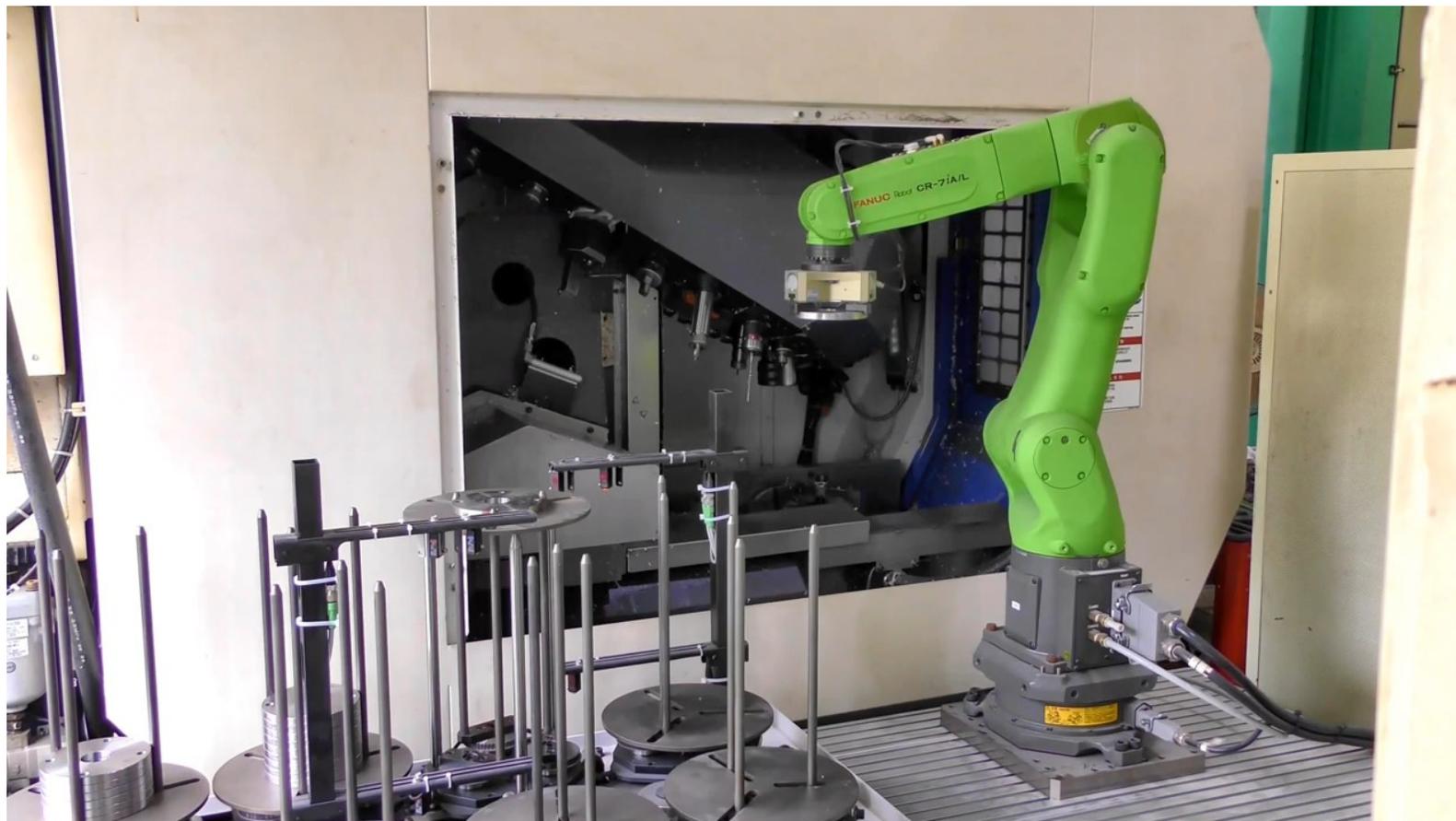
対象物の位置や姿勢を確認し、その位置情報をロボットに送る。
それ以外にも、製品の検査工程でも使用される。



株式会社キーエンス ロボットビジョンカタログより

▶ ロボットと周辺装置・機器

- ・ ストッカー
多数の製品や部品を貯蔵する装置。ストッカーによりロボットが連続して作業を繰り返すことが可能になる。



株式会社トライテクス HPより
<https://youtu.be/5xzYXGJgeZc>

産業用ロボットの周辺機器

➤ ロボットと周辺装置・機器

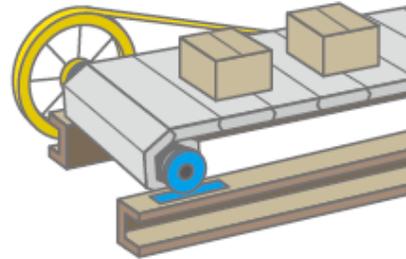
・コンベア

製品や部品の搬送で使用される。

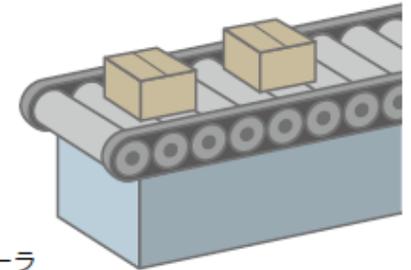
動力は電動モータだが、搬送方式はベルト、チェーン、ローラ等の種類がある。



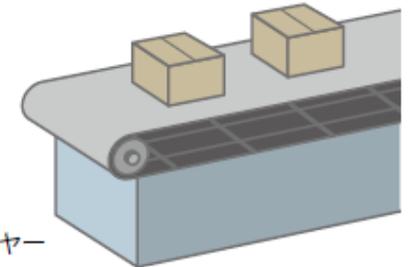
搬送方式



チェーンコンベヤー



ローラ
コンベヤー



ベルト
コンベヤー

写真提供：株式会社メイキコウ

産業用ロボットの周辺機器

▶ ロボットと周辺装置・機器

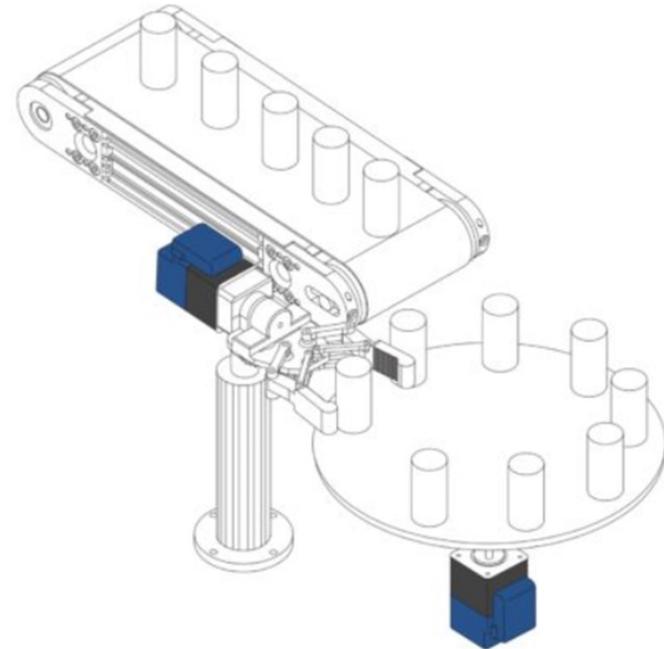
・ パーツフィーダ

容器に投入された部品を自動的に一定の姿勢に整列し供給する装置。



・ インデックステーブル

円盤上のテーブルを一定角度ずつ回転させる装置。テーブルの周辺にその他の装置やロボットを回転角度に合わせて配置することで、作業工程を分割することができる。



株式会社バンガードシステムズ
<https://tension-torque-control.com/case/286/>

産業用ロボットの設置場所

産業用ロボットの設置に関しては「労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）第28条第1項の規定」にて下記のように示されている。

2-2 設置場所の環境条件への適合

- (1) 産業用ロボットの誤作動を防止するため、設置場所の温度、湿度、粉じん濃度、振動の程度等の環境条件に適合する性能を有すること。
- (2) 引火性の物の蒸気、可燃性ガス又は可燃性の粉じんが爆発の危険のある濃度に達するおそれのある場所において使用する場合には、当該蒸気、ガス又は粉じんに対しその種類に応じた防爆性能を有すること。

3 設置

事業者は、産業用ロボットの設置に当たっては、次の事項について留意すること。

3-1 配置等

- (1) 産業用ロボットに係る作業を安全に行うために必要な作業空間が確保できるように配置すること。
- (2) 固定型操作盤は、可動範囲外であって、かつ、操作者が産業用ロボットの作動を見渡せる位置に設置すること。
- (3) 圧力計、油圧計その他の計器は、見やすい箇所に設けること。
- (4) 電気配線及び油・空圧配管は、マニプレータ、工具等による損傷を受けるおそれのないようにすること。
- (5) 非常の際に非常停止装置を有効に作動させることができるようにするため、非常停止装置用のスイッチを操作盤以外の箇所に必要に応じて設けること。
- (6) 産業用ロボットが非常停止装置及び2-1-2の(1)の八の機能の作動により運転を停止したことを示すことができるランプ等を、見やすい位置に設けること。

産業用ロボットシステムを設置するにあたり下記環境条件を考慮する必要がある。

- | | |
|-------|---------------|
| ・周囲温度 | ・電氣的ノイズ（電磁波等） |
| ・湿度 | ・振動 |
| ・防水 | ・粉塵 |
| ・防滴 | ・騒音 |
| ・防爆 | ・照明 |

産業用ロボットの設置場所

レイアウト上の制約を確認

- ・ロボット安全柵の設置
 - 安全距離を考慮した安全柵の設置
 - 人が安全柵内に入る扉等には保護装置（ドアスイッチ等）の取付
 - 材料搬入口から人が容易に危ない所に触れないような工夫（トンネルカバー等 図1）
- ・導入スペース（幅、奥行き、高さ、荷重）
 - 装置だけでなく操作盤、制御盤、表示機能（パトライト等）等も加味する必要がある。（オペレーターが使用しやすい様に配置）
 - 電気機器筐体はドアを完全に開くことができ、ドアが開いた時でも脱出経路を確保できるように設置。
 - またドアは脱出の方向を考慮した配置がよい（図2 扉を容易に押すことができる方向）
 - ロボットを取り付ける床面の耐荷重確認やアンカーの施工（次ページ参照）
 - 搬入時の通路の確保及び確認
- ・材料や仕掛品置き場のスペースの有無
- ・既設設備動線への影響の有無

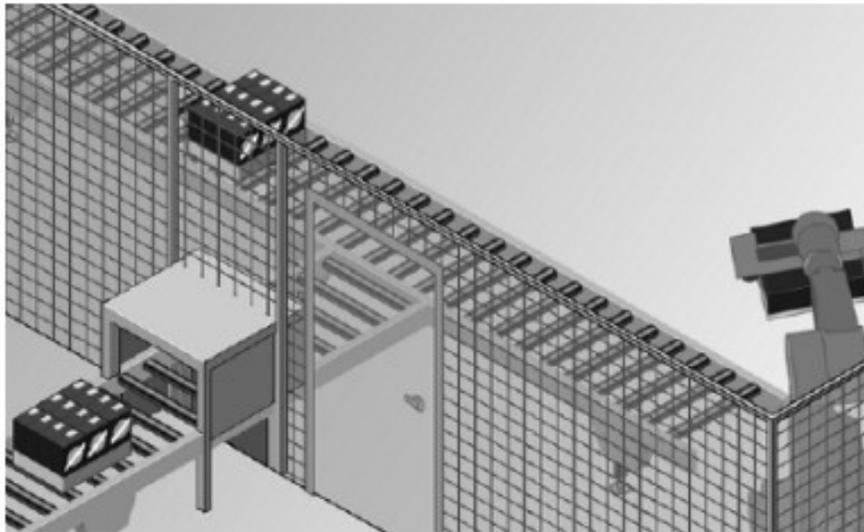


図1 機能安全活用実践マニュアル
ロボットシステム編より抜粋

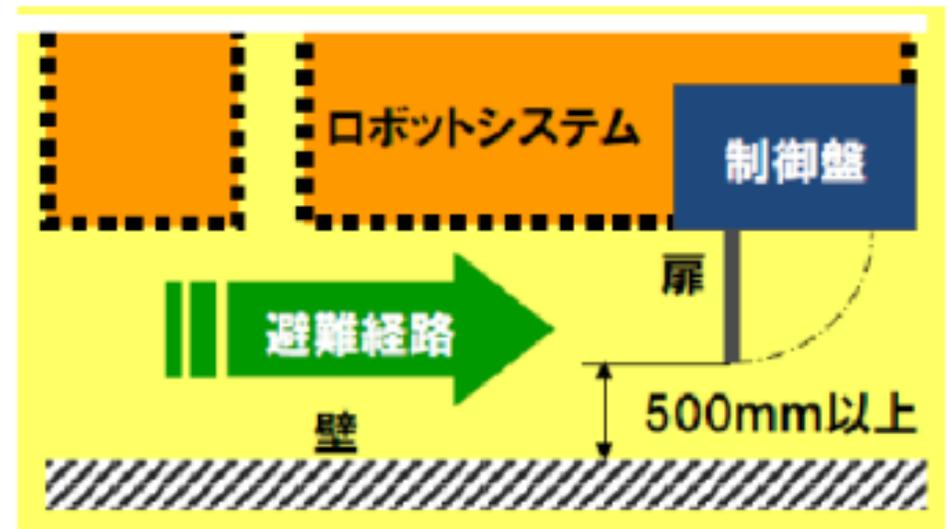


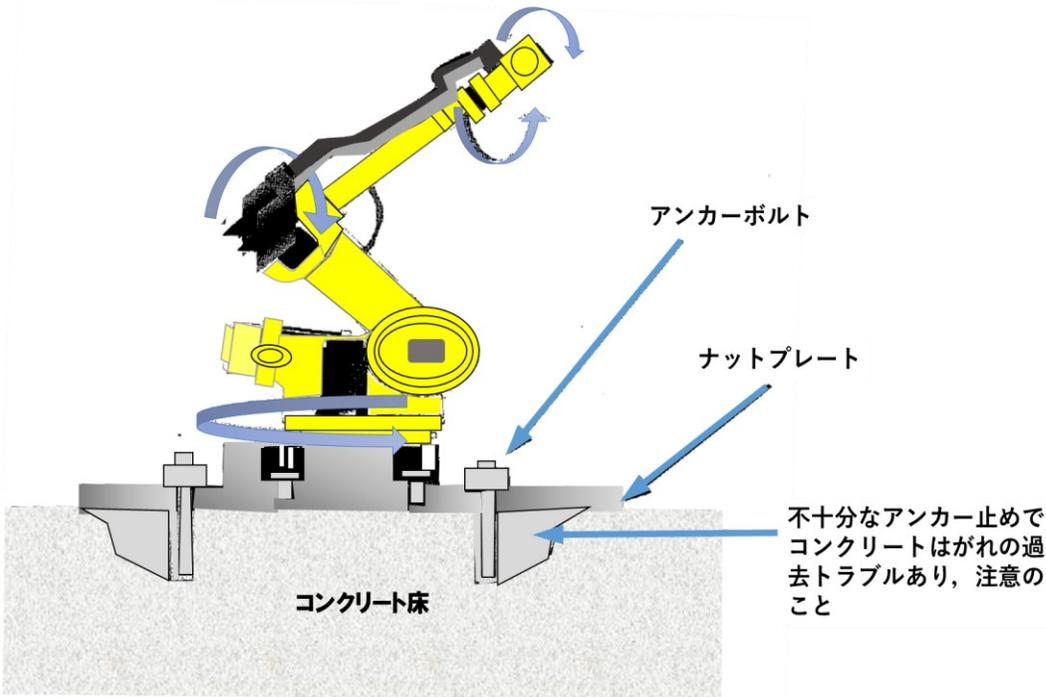
図2 機能安全活用実践マニュアル
ロボットシステム編より抜粋

産業用ロボットの設置場所

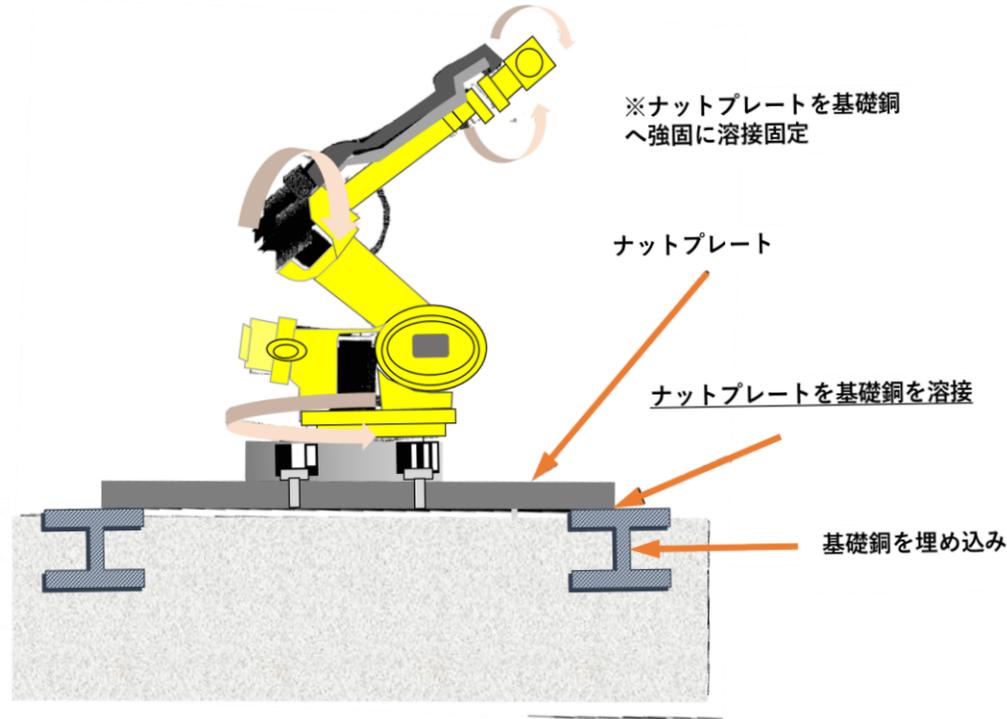
ロボット据付け関係では、下記を考慮すること。

- ①ロボットの性能と搭載重量を加味して、十分な強度を保つよう据付けること。
- ②床面のコンクリートがはがれないように施工すること。
 - ・アンカボルト直接付けの場合は動荷重を計算して施工のこと。

(施工例-1)



(施工例-2)



産業用ロボットの据付け関係の考慮例

産業用ロボットの安全必携より抜粋

自分たちに合った生産設備・システムを作っていく心構え

- 仕様と費用のアンバランスを常に確認しましょう
- ワークの仕様の不明確、部品点数、ワーク種類を正確に把握しましょう
- 問題点を明確にし、その解決の一つの手段としてロボットを検討しましょう
- 自社内でロボットのティーチングやプログラムの修正が可能な人材の育成を行いましょう
- お互いにNDAを結びましょう
- Sierからの提案書、提案図の使いまわしはやめましょう
- リスクアセスメントは事業者責任です。システム導入前からSierに協力してもらいましょう。また導入後は自社で常に見直して確実なリスクアセスメントを行いましょう
- ロボットの供給元は統一しましょう
- 補助金の申請はSierでなく、顧客が計画を持って主体的に行いましょう。
- できること、できないことをしっかり認識しましょう
- 保証範囲をしっかり確認しましょう

自分たちに合った生産設備・システムを作っていく心構え

相互で納得できるシステムの構築をするには意識の共有が大切です

①問題

設計してくれたけど人の作業場が必要になってしまったからレイアウト変更してほしい



今変更は難しい...
最初の段階で詳しく教えて欲しかった...



②なぜ起きる?

要件定義があいまい

相互認識不足

etc...

③結果として...

工数増大、費用増

長納期化

ロボット導入コンサルティングを行うSierは増加しています。
以下を利用し、確実な要件定義、認識不足の解消を行いましょう

- ・ロボット活用のF/S
- ・ロボットのテスト導入支援
- ・人材育成（安全講習、操作、プログラミング）
- ・ロボットメーカーのマッチングや情報提供
- ・導入事例の紹介
- ・コンサル、チューター派遣

導入企業が必ずやるべきこと最終チェック

➤ 事前検討

- ① ロボット導入の情報収集
- ② ロボット導入に向けたチームの立上げ
- ③ ロボットと現場社員の役割分担の検討
- ④ ロボットメーカー、Slerとの連携
- ⑤ 設備のハード・ソフト仕様、社内人材育成計画の確認
- ⑥ 投資効果の確認
- ⑦ 設備仕様の決定、メーカーサポート体制の確認
- ⑧ 導入スケジュールの決定

➤ 設備製作

- ⑨ 事前実験等で懸念点のあぶり出し
- ⑩ リスクアセスメント、運用手順の事前確認
- ⑪ Sler工場内での試運転に対する確認
- ⑫ 自社内での試運転に対する確認

➤ 運用

- ⑬ 運用開始後の生産状況確認
- ⑭ 運用後の保守、リスク監視

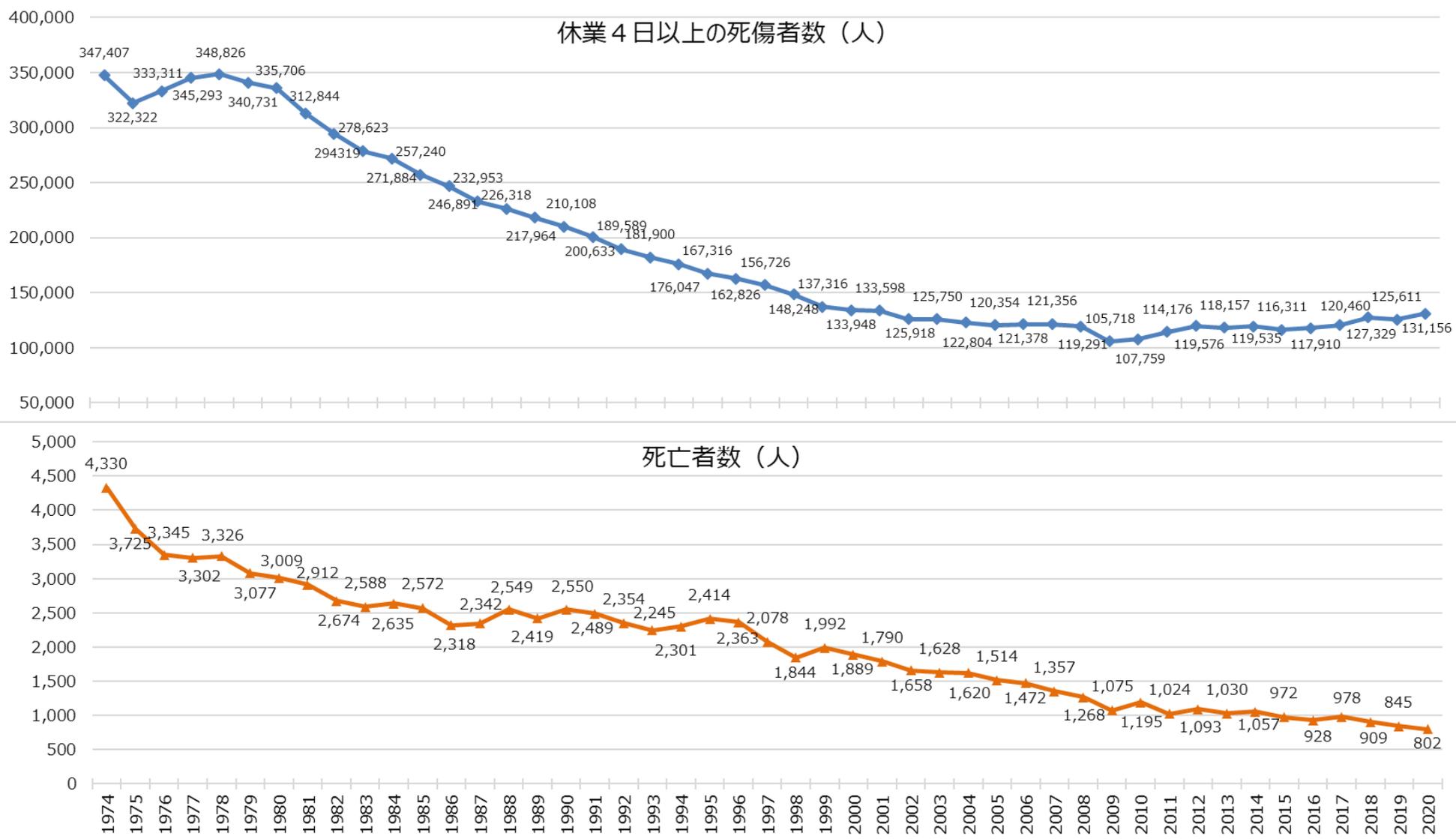
安全について

1.労働災害・機械災害の現状

全産業における労働災害発生状況の推移

死傷者数および死亡者数（人）

休業4日以上死傷者数（人）



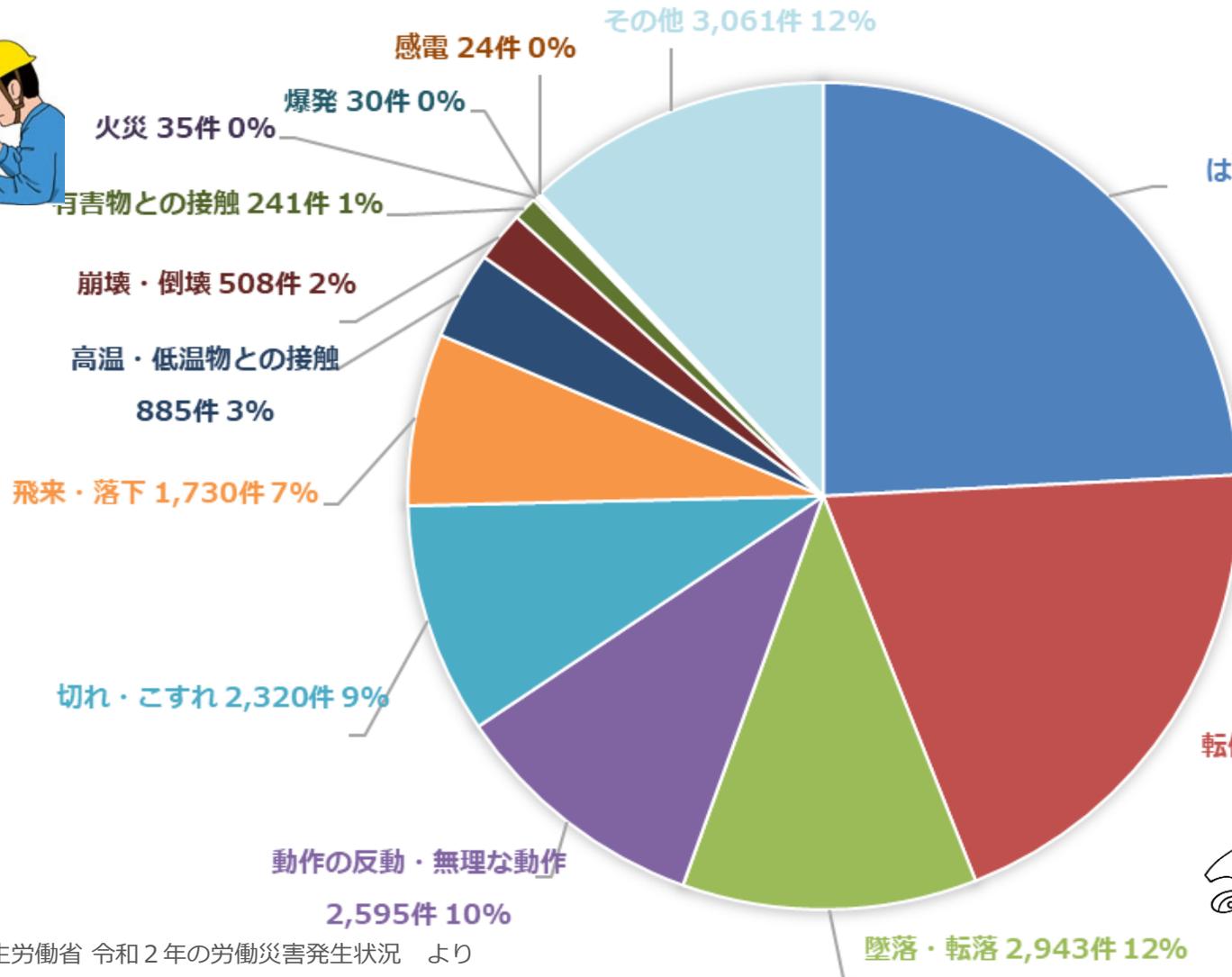
注：全産業とは以下産業全体を示す。

製造業、鉱業、建設業、交通運輸事業、陸上貨物運送事業、港湾運送業、林業、農業、畜産・水産業、第三次産業

令和3年4月 厚生労働省発表

事故の型別死傷災害発生状況（2020年）（死亡災害及び休業4日以上の死傷災害）

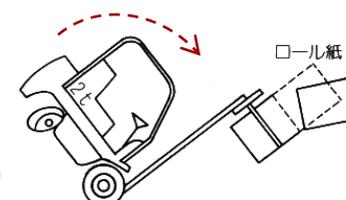
製造業における死傷者数：25,675人



はさまれ・巻き込まれ
6,209件 24%



転倒 5,094件 20%



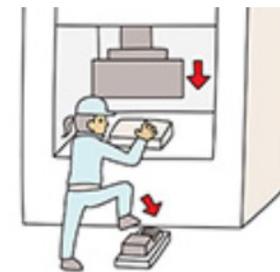
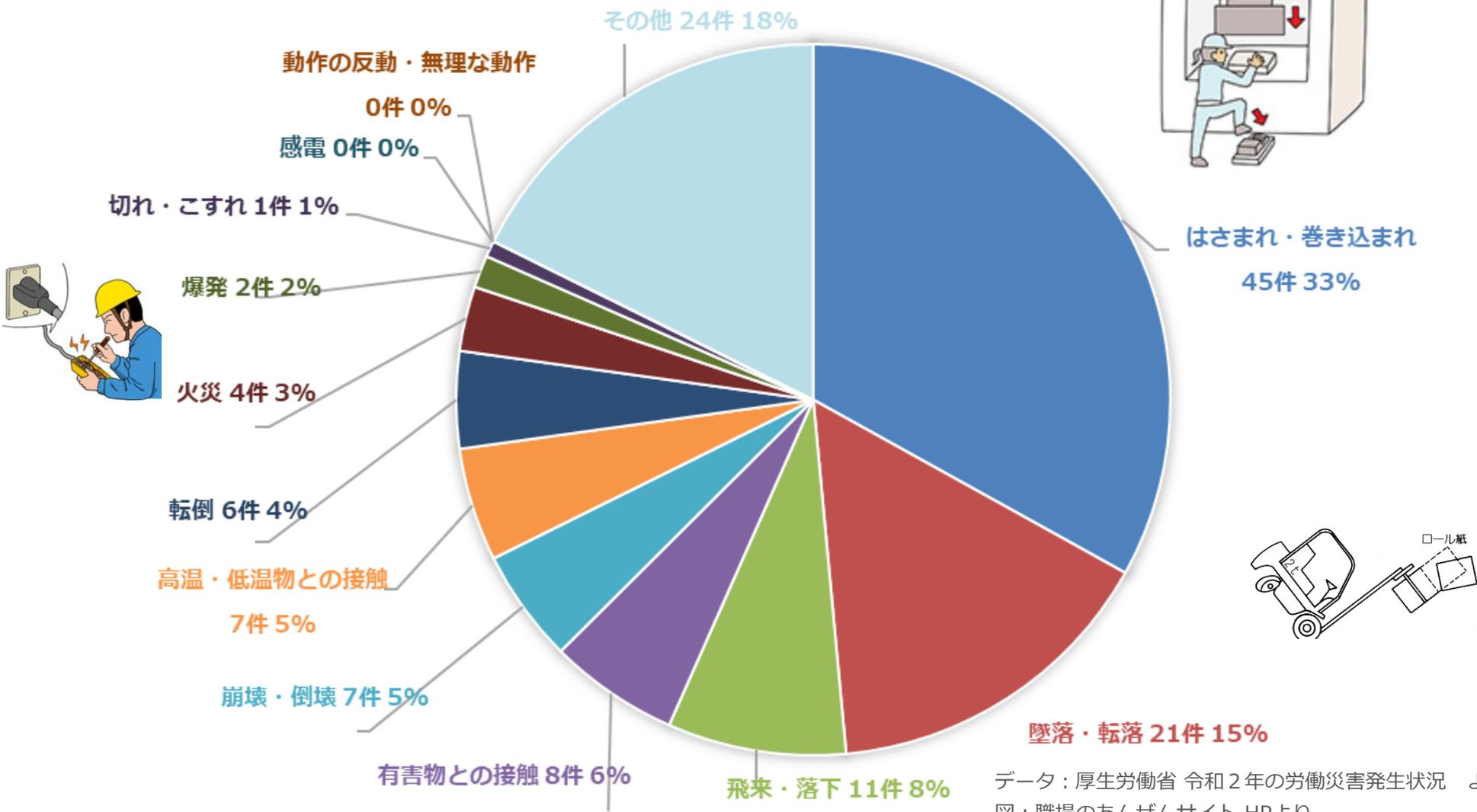
墜落・転落 2,943件 12%

データ：厚生労働省 令和2年の労働災害発生状況 より

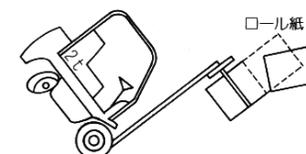
図：職場のあんぜんサイト HPより

事故の型別死亡災害発生状況（2020年）

製造業における死亡者数：136人



はさまれ・巻き込まれ
45件 33%



墜落・転落 21件 15%

2.事業者の責任

事業者求められる代表的な責務

- ◇ 産業用ロボットを使用する事業者には課せられている代表的な責務が3つあります。
 - ①安全教育、②人とロボットの隔離、③リスクアセスメント
- ◇ 協働ロボットであっても、必要な安全措置をおこなう責務があります。

	①安全特別教育	②人とロボットの隔離	③リスクアセスメント
産業用ロボット (基本的な考え方)	必要	必要 (さく又は囲いを設ける等)	必要
80w以下のロボット (労働安全衛生規則にいう産業用ロボットの対象外)	労働安全衛生規則の範囲外	労働安全衛生規則の範囲外 (但し、リスクアセスメントの結果により必要になる場合はある)	必要
協働ロボットなど (人との協働作業が可能な産業用ロボット・産業用ロボットシステム)	必要	安全基準を満たすことで、さく又は囲いを設けない等の共同作業が可能	必要

※関係法令や安全基準、講じるべき措置などについては、次頁以降を参照。

事業者求められる代表的な責務：①安全特別教育

ロボットの使用者には法定の安全教育を施す必要があります。

教示等作業をする者、検査等作業をする者で施す教育内容が異なります。

教示等作業の場合は10時間（学科7時間、実技3時間）、検査等の場合は13時間（学科9時間、実技4時間）の教育が必要となります。

⇒特別教育は自社で行なう事もできるが（次頁のインストラクターの項を要参照）、ロボットメーカーやロボットセンターで受講する事も可能。安全教育実施機関に関しては協会HP参照

<https://www.farobotsier.com/educationalinst.html>

- (1) 労働安全衛生法
第59条第3項にて「事業者は、危険又は有害な業務で、厚生労働省令で定めるものに労働者をつかせるときは、厚生労働省令で定める所により、当該業務に関する安全又は衛生のための特別の教育を行わなければならない。」と規定されている。
- (2) 労働安全衛生規則
第36条にて、労働安全衛生法にいう「危険又は有害な業務」が規定されており、31号で産業用ロボットの教示等業務、32号で産業用ロボットの検査等業務があたるとされている。これにより、特別教育の実施が義務付けられることとなる。
- (3) 安全衛生特別教育規程
上記労働安全衛生規則36条31号及び32号で義務付けられた特別教育の実施内容と実施時間が第18条、第19条で規定されている。学科教育及び実技教育が必要とされている。具体的な内容は次頁下表参照。教示等の作業にかかる教育科目および範囲と検査等の作業にかかる教育科目および範囲とが重なる部分があるが、労働安全衛生規則37条の規定により、重複して受ける必要はない。

事業者求められる代表的な責務：①安全特別教育

特別教育内容と時間

■ 教示等 【学科教育】

科目	範囲	時間
産業用ロボットに関する知識	産業用ロボットの種類、各部の機能および取扱いの方法	2時間
産業用ロボットの教示等の作業に関する知識	教示等の作業の方法、教示等の作業の危険性、関連する機械等との連動の方法	4時間
関係法令	法、令および安衛則中の関係条項	1時間

【実技教育】 科目	時間
産業用ロボットの操作の方法	1時間
産業用ロボットの教示等の作業の方法	2時間

■ 検査等 【学科教育】

科目	範囲	時間
産業用ロボットに関する知識	産業用ロボットの種類、制御方式、駆動方式、各部の構造及び機能並びに取扱いの方法、制御部品の種類及び特性	4時間
産業用ロボットの検査等の作業に関する知識	検査等の作業の方法、検査等の作業の危険性、関連する機械等との連動の方法	4時間
関係法令	法、令および安衛則中の関係条項	1時間

【実技教育】 科目	時間
産業用ロボットの操作の方法	1時間
産業用ロボットの検査等の作業の方法	3時間

産業用ロボット特別教育インストラクター

産業用ロボットの安全特別教育を行う者は、「産業用ロボットに関する知識及び作業についての経験を有する者」である必要があります。これを証明する手段の一つとして、中央災害防止協会の実施する研修を受講してインストラクター資格を取得するという方法があります。現在、本教育を実施しているのは、次の2か所です。

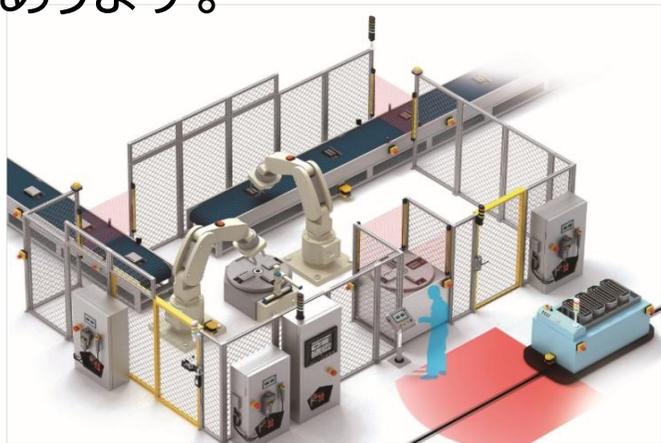
★東京安全衛生教育センター
〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6 (TEL 042-491-6920)

★大阪安全衛生教育センター
〒586-0052 大阪府河内長野市河合寺423-6 (TEL 0721-65-1821)

当該研修の修了者には修了証が交付され、産業用ロボット特別教育インストラクターと呼称されます。

事業者求められる代表的な責務： ②人とロボットの隔離

産業用ロボットの運転中は、人とロボットを隔離する必要があります。



労働安全衛生規則 第150条の4

事業者は、産業用ロボットを運転する場合（教示等のために産業用ロボットを運転する場合及び産業用ロボットの運転中に次条に規定する作業を行わなければならない場合において産業用ロボットを運転するときを除く。）において、当該産業用ロボットに接触することにより労働者に危険が生ずるおそれのあるときは、さく又は囲いを設ける等当該危険を防止するために必要な措置を講じなければならない。

※ただし、労働安全衛生規則第36条第31号により、定格出力80W以下のロボットはここでいう産業用ロボットにあたらぬ。

2013年に安衛則第150条の4の解釈が変更され、協働ロボット利用の道が開かれました。

2号通達（基発1224第2号通達）の要約

- 労働安全衛生法（第28条の2）に基づくリスクアセスメントおよびリスク低減方策を実施し、労働者への危険が無くなったと評価できること。また、評価結果を「危険性又は有害性等の調査に関する指針」に基づいて記録・保管していること。

or

- ISO10218-1, ISO10218-2に定める措置を実施した産業用ロボットシステムであり、技術ファイルおよび適合宣言書を作成していること。

基安発1224第1号通達の要約

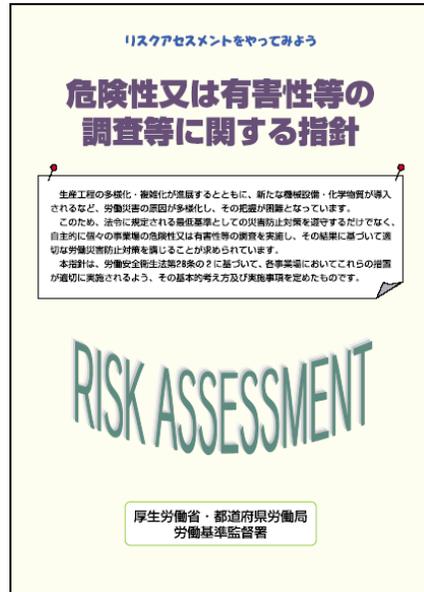
危険の生じる恐れが無いと判断できる一例

- 力および運動エネルギーがISO/TS 15066で規定される数値以下の場合。

事業者求められる代表的な責務： ②リスクアセスメント

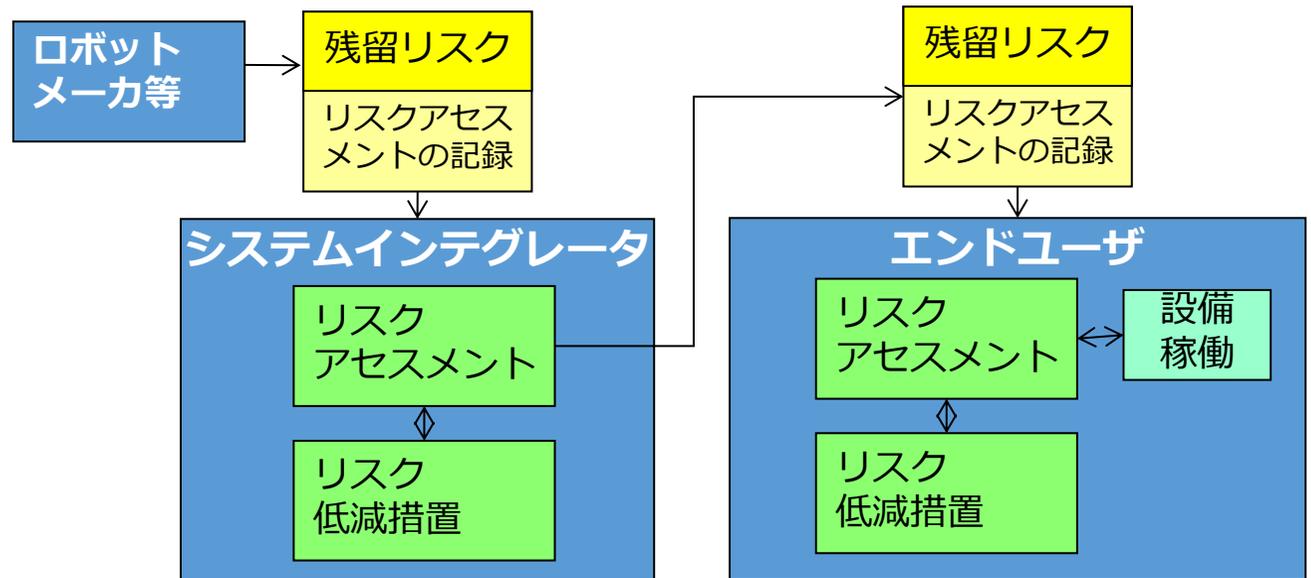
リスクアセスメントの実施

機械災害を一層減少させるため「機械の包括的な安全基準に関する指針」(平成19年7月31日付基発第0731001号)において機械の設計・製造段階、使用段階におけるリスクアセスメント及びリスク低減等を実施し、機械の安全化を図ることが示されています（根拠法は労働安全衛生法28条の2及び3条）。



厚生労働省発行 パンフレット 表紙

SIer側のリスクアセスメントと導入企業側のリスクアセスメント



事業者求められる代表的な責務： ③リスクアセスメント

ロボットシステムインテグレータ側で行われるリスクアセスメントの例

NO	ライフサイクル	危険箇所	作業内容	危険事象	リスクの程度				現在の対策状況	現状の妥当性評価
				誰が、どのような事故に遭遇しどの程度のけがを負うか	障害の程度 S	暴露頻度 F	リスク R	リスクレベル		
	運転	ロボットアーム 	部品取出し作業 ロボットが搬送した加工後の部品を作業者が取り出す	作業者が部品取り出し作業中にロボットアームが接近時頭部に衝突、頭部骨折により死亡する 	10	4	14	IV	特になし	×

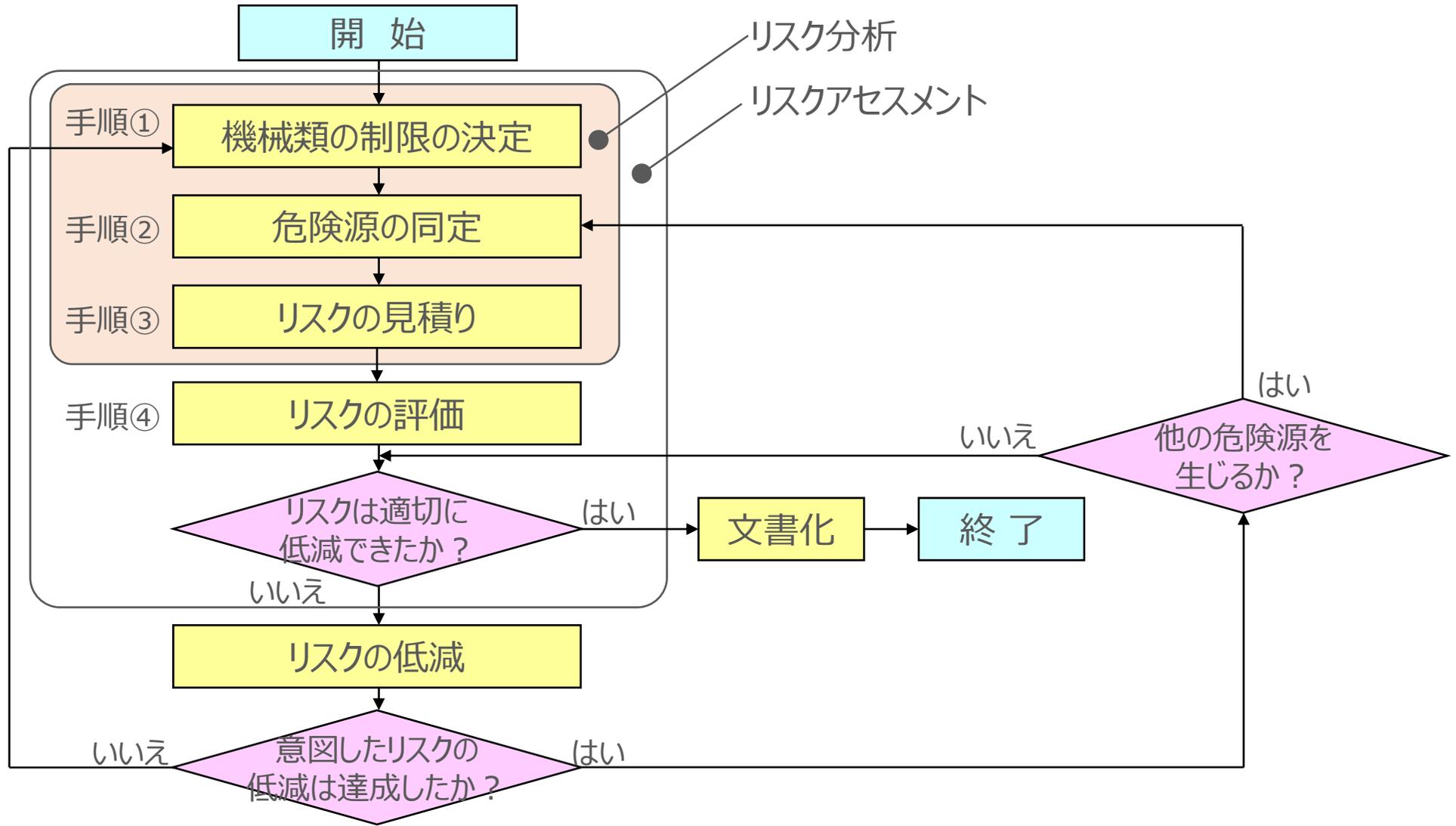
ロボットシステムの導入にあたりどのような危険が発生するか、導入企業側でも十分に確認する必要があります。

修正後の保護策				修正後の妥当性評価	妥当性の確認	
STEP1	STEP2		STEP3			
本質的安全設計方針	安全防護		仕様上の情報 残留リスクに対する処置			
部品搬出ラインを追加自動化する 	ロボットの可動範囲をガードで囲う ワーク搬出口はライトカーテンを設置 保守用可動式ガードにはドアインターロック装置を設置		ライン停止用の非常停止用押しボタンスイッチの設置	ガード内は危険区域として警告表示を行う。	○	ISO12100 ISO14119 ISO13857 ISO13849-1 IEC61496-1 IEC61496-2

残留リスクに対しては、導入企業側でも運用での対策が必要となります。

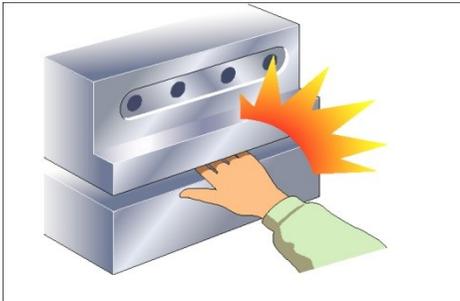
事業者求められる代表的な責務： ③リスクアセスメント

一般的なリスクアセスメントの流れ



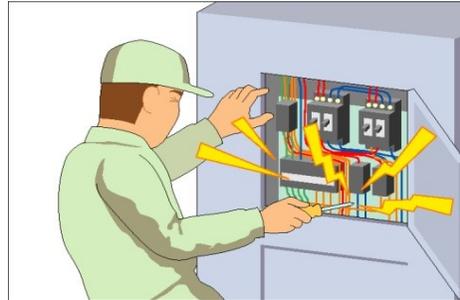
【参考】ISO 12100で定義される危険源

機械的危険源



押しつぶし、切断、裂傷
巻き込みなど

電氣的危険源



感電、電気アーク、絶縁破壊、
漏洩電流、静電気など

熱的危険源



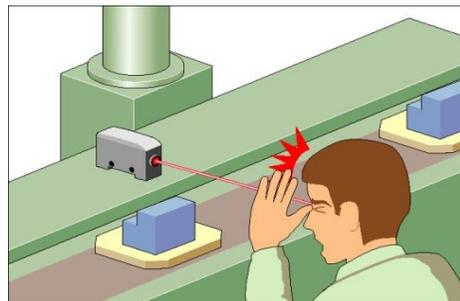
火傷・熱傷などを引き起こす
火炎または、熱源

騒音や振動による危険源



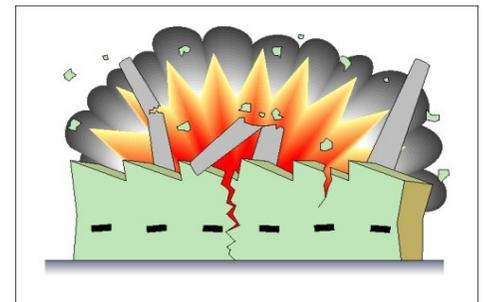
聴覚への支障、
耳鳴りなど

放射による危険源



低周波、マイクロ波、赤外光、
紫外光、X線、γ線など

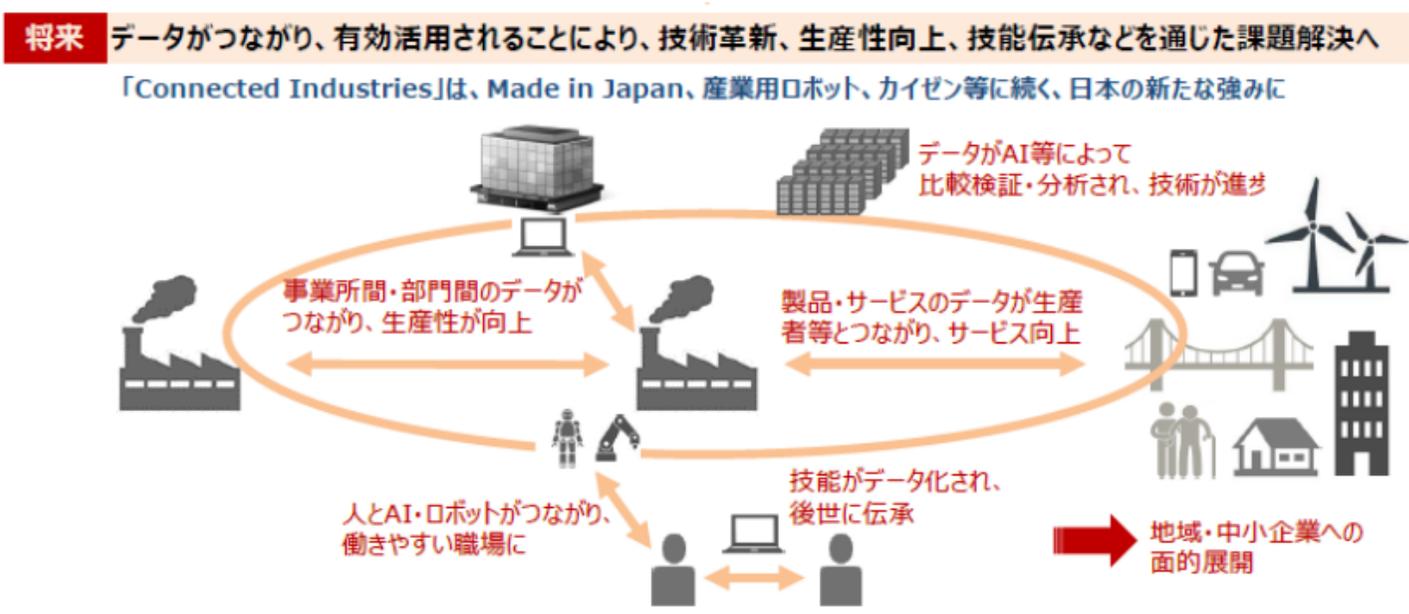
材料及び物質による危険源



機械で扱われるものによる
爆発、火災など

事業者求められる代表的な責務④ 情報セキュリティ

法的な責務ではありませんが、インターネットで様々なモノがつながるConnected Industriesの世界では情報セキュリティ対策にも注意を払わなければ大きな損害を招く可能性も存在します。



経済産業省「Connected Industries」東京イニシアティブ2017より

＜つながる世界のリスクの特徴＞ IPA「つながる世界の開発指針より」

- (1) 想定しないつながりが発生する
- (2) 管理されていないモノもつながる
- (3) 身体や財産への危害がつながりにより波及する
- (4) 問題が発生してもユーザにはわかりにくい

【参考】ロボットの安全に関する資格

ロボットの安全に関しての専門的な知識・能力を測る資格として、ロボットセーフティアセッサ資格があります。

ロボットセーフティアセッサ資格制度

セーフティアセッサ制度の中で、日本認証株式会社及び日本電気機器制御工業会が派生資格として制度を作ったものです。国際安全規格に基づく機械安全の知識・能力を認証するものです。

知識要件：以下の知識が要求されます。

- ロボットの安全規格 (JIS B 8433-1, JIS B 8433-2 および TS B 0033)
- ロボットの安全関連部の設計・構築に関する知識 (製品知識を含む)

本資格は、国際安全規格に基づく機械安全の知識・能力の保有を認証する“セーフティアセッサ資格” (SSA、SA、SEA、SLA) をベースに、国際安全規格に基づくロボット分野の基本安全知識の保有を認証するものです。

従って、受験者はセーフティアセッサ (SSA,SA,SEA,SLA) 資格者である事が必要となります。

以上、日本認証株式会社HPより引用・作成。

<https://www.japan-certification.com/certifying-examination/robot-saftiasessa/>

3.安全対策に必要なコスト

ロボットの安全対策に必要なコスト

産業用ロボットの価格は様々ですが、本体だけなら100万円台から入手できます。しかし、ロボットはハンドや架台に加え、一般的には安全柵や安全センサー等各種周辺機器が必要になります。また、安全な運用のためのコストも発生します。

安全のために必要な機器のコスト	安全柵、ドアセンサ、ライトカーテン、非常停止プラグなど
安全な運用のためのコスト	ロボット操作者の特別安全教育の受講料 導入企業側におけるリスクアセスメントのコスト
メンテナンスコスト	定期点検の実施など。詳細は次章を参照。

導入後の保守と運用

1.保守運用の進め方（維持、管理、継続、サステナビリティ）

保守期間は稼動開始から設備撤去までの長期間となる。オペレータや設備保全担当者、メーカー側担当者に変更になる場合も多く、サービスの引継ぎ事項が曖昧になったり技術レベルが変動することで、サービスの品質にも影響を及ぼすので、長期的な保全計画を作っておく必要がある。

- ◆ ロボットに使用している部品の状態を知っておく
- ◆ 稼動状態から壊れやすい部品を抽出しておく
- ◆ 必要によって予備部品を在庫する
- ◆ 故障する前に部品を交換する

日常点検

生産開始前や生産終了時に異常履歴で異常が発生していないか、ガタや異音が出ていないかなど目視レベルで確認する。

定期点検

1年または所定時間稼動時にロボット内部の状態を点検する。点検結果をもとに部品交換を実施する。明らかに故障の影響がでる部品については、長期生産停止期間や定改修期間に計画的に部品を交換することで、生産を安定化させる。

予防保全

長期間の稼動により複数の部品に劣化や磨耗が見られる場合は、主要部品を一度に交換することで、ロボットを最適な状態に戻す。オーバーホール時期は使用条件によって決定する。

オーバーホール

長期間の稼動により複数の部品に劣化や磨耗が見られる場合は、主要部品を一度に交換することで、ロボットを最適な状態に戻す。オーバーホール時期は使用条件によって決定する。

オンコール修理

稼働中にロボットが故障した場合は緊急（オンコール）修理となる。人による代替え措置や生産調整が必要になる場合がある。

保守運用の進め方（維持、管理、継続、サステナビリティ）

診断 / グリス交換 作業内容例

① 位置確認プログラム作成

② ティーチングペンダントの
損傷確認及び機能確認

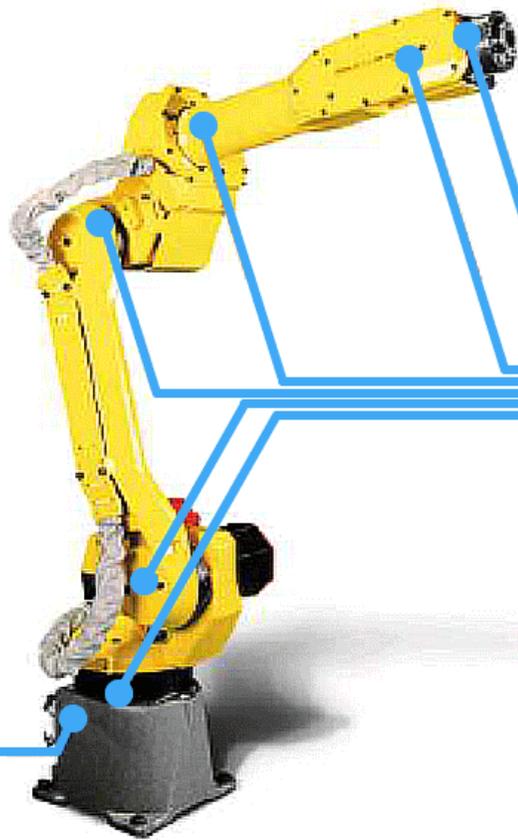
③ データバックアップ

④ 簡易マスタリングの参照点確認



⑤ 接続ケーブルの損傷確認

⑥ バッテリー交換



⑦ ロボット本体の

振動・異音・ガタ有無確認



⑧ グリス交換



⑨ 鉄粉濃度・外乱値測定



保守運用の進め方（維持、管理、継続、サステナビリティ）

FA & Robot System Integrator

診断（内容①～⑩） / グリス交換項目（内容⑧～⑩）

- ① 位置確認プログラム作成
- ② ティーチングペンダントの損傷・機能確認
- ③ データバックアップ
- ④ 接続ケーブルの損傷確認
- ⑤ 簡易マスタリングの参照点設定
- ⑥ ロボット本体の振動・異音・ガタ有無確認
- ⑦ バッテリー交換
- ⑧ グリス交換
- ⑨ 鉄粉濃度測定
- ⑩ 外乱値測定

ロボット本体		簡易点検	軽点検	普通点検	精密点検
点検項目（●：実施項目）		軽度サーボON	軽度サーボON	軽度サーボON	軽度サーボON
		750時間	1500時間	3000時間	6000時間
外観点検		●	●	●	●
アース線の確認		●	●	●	●
JOG動作確認		●	●	●	●
バックアップバッテリー点検	電圧測定	-	●	●	●
	製造年月確認	●	-	-	-
ガタの確認		●	●	●	●
油脂（グリス・オイル）漏れの確認		●	●	●	●
駆動音・振動・位置ズレの確認		-	●	●	●
電磁ブレーキ動作確認		-	-	●	●
電磁ブレーキ動作電圧確認		-	-	-	●
モータ絶縁抵抗の確認		-	-	●	●
タイミングプリー棒付状態確認		-	-	●	●
タイミングベルト外観点検		-	-	●	●
タイミングベルト張力確認		-	-	●	●
機構部のガタ確認		-	-	-	●
ロボット本体内部の点検		-	-	●	●
特殊環境機種点検（クリーン/ミスト）		-	-	●	●
機内ケーブルの点検		-	●	●	●
グリス補給		-	●	●	●
シリコングリースの塗布		-	-	●	●
機内ケーブル導通確認		-	-	-	●
ロボット背面コネクタの確認（汚れ、損傷、増締め等）		-	●	●	●
ロボット本体各部ネジおよび据付ボルトの増締め		●	●	●	●
メカ駆動部と本体カバーのこすれの確認		●	●	●	●
原点位置の確認（必要時のみ再設定実施）		-	-	●	●
関節動作範囲のJOG動作確認		-	-	●	●
点検後の動作状態確認（エージング運転）		●	●	●	●
クリーン度測定（製作所持込点検時）		-	-	-	●
精度の測定		-	-	-	●

表1：定期点検項目の例

2.ロボットシステムをよりうまく活用するための人材育成

基礎教育・安全教育による知識習得や技能教育による技術力向上を行い、サービス技術者の育成を行う。

- ◆ 労働安全衛生法に基づくロボット特別教育
- ◆ ロボット基礎教育（仕様・構造）
- ◆ 部品交換作業要領
- ◆ 修理後の評価方法（復旧の基準）
- ◆ 機械・設備安全に関する知識
- ◆ ロボット周辺機器の知識（ハンド・空圧機器・ビジョン・センサ等）

ロボットシステムをよりうまく活用するための人材育成

研修カリキュラム例 Beginner

教育内容	週	1日目		2日目		3日目		4日目		5日目	
		AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
導入ガイダンス	1	・研修手続 ・説明事項	・貸与品の セットアップ								
産業用ロボット特別教育	1	学科 産業用ロボットに関する知識 教示等の作業に関する知識		学科 検査等の作業に関する知識 関係法令とセーフティセメント		実技 産業用ロボットの操作方法 教示等作業の方法 検査等の作業の方法 確認テスト					
生産管理概論	1	生産形態と生産方式 進捗管理(進捗管理) QC 7つ道具 VAとVEとCAD/CAM ISOシリーズ ボトルネックとTOC理論 FMEA 確認テスト									
リレーシーケンス基礎 PLC基礎	2	・練習盤取り扱い ・工具の取り扱い ・リレーの原理と接続 ・AND/OR/NOT回路作成		・前日の復習 ・自己保持回路作成 ・PLCの取り扱い ・ラダー図基礎		・PLCの取り扱い ・PLCを使った回路制作 ・AND/OR/NOT/自己保持回路 ・PLCとリレーの連携				修了確認 ・課題の作成	
産業用ロボット教示基礎 プログラミング	3	・単体ワークのP&P ・複数ワークのP&P		・単体ワークのP&Pのループ制御 ・複数ワークのP&Pのループ制御				・複数ワークの色判別		確認テスト (実技)	
協働ロボ教示基礎	4	・単体ワークのP&P ・複数ワークのP&P		・単体ワークのP&Pのループ制御 ・複数ワークのP&Pのループ制御				・複数ワークの色判別		確認テスト (実技)	

ロボットシステムをよりうまく活用するための人材育成

研修カリキュラム例 Basics

教育内容	週	1日目		2日目		3日目		4日目		5日目		
		AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	
リレー・PLC制御	1	課題の提供とガイダンス 架台の制作と配線		課題制作（スケルトンラック※1）								課題判定
	2	予備週										
エッジコンピューティング	3	RaspberryPiのセットアップと 使用方法のレクチャー		Pythonのレクチャー Pythonで温度センサーの温 度と湿度を液晶表示		Pythonを使った温度表示をHTML表示しCSSで成形					課題判定	
	4	予備週（習熟度によってZK-80の追加もあり）										
産業用ロボット	5	Sier検定3級実技内容の習得・色判別とソレノイドを使った条件判断と繰り返しの習得										課題判定
	6	予備週										
協働ロボット	7	リレー練習盤と連動させた文字書きプログラム・I/Oと連携したプログラムの習得										課題判定
	8	予備週										

ロボットシステムをよりうまく活用するための人材育成

研修カリキュラム例 Advance

教育内容	週	1日目		2日目		3日目		4日目		5日目	
		AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
IoTデバイスによるロボットの簡易制御・稼働監視	1	各種フレームワークの解説 ・PythonとFlaskのインストール。 ・Flask-Bootstrapのインストール		Flaskを使ったWEBサーバーの立上とPythonとの連携。		JavaScriptを使った非同期通信とCSSテンプレートの適応		・Pythonとロボット、FA機器との通信設定 ・Modbus/TCPの解説と解析			
	2	・ロボット側のプログラムの作成 ・ロボットとデバイスのデータ整合性				調整と仕上げ				課題判定	
	3	予備週									

※1 スケルトンラック

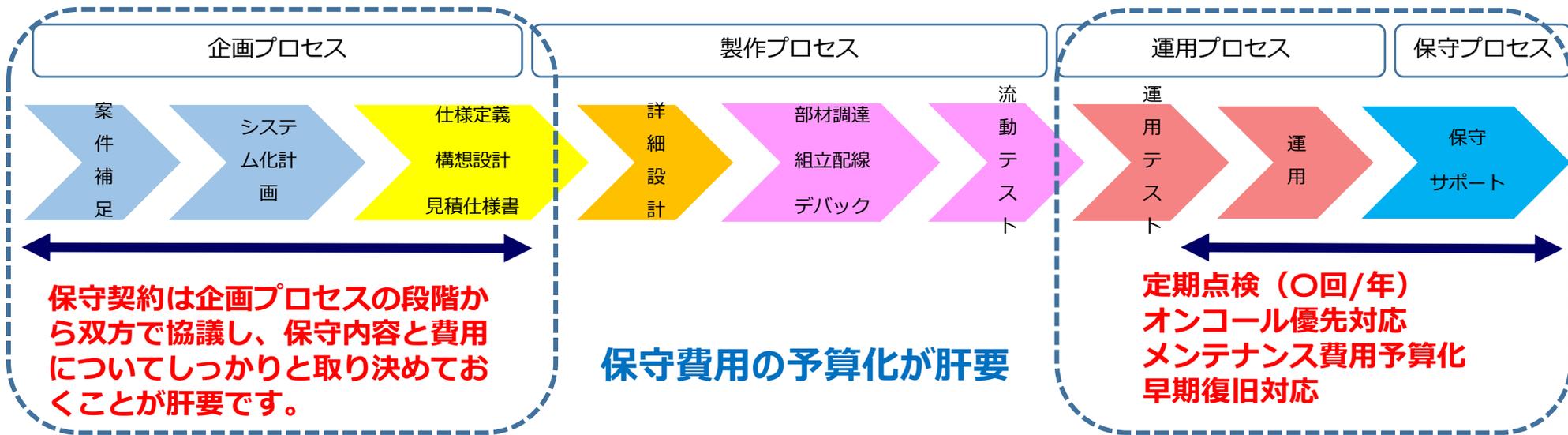


アルミフレームとDINレールで小型の配電盤を作成することで架台の組み立て経験と、PLCなどの制御盤の配線実習が同時に体験できる。

基本的にアルミフレームを直行させて組み合わせるだけなので安価且つコンパクトに作成でき、解体と組立が比較的容易、

3.保守管理にかかる費用

保守管理にかかる費用



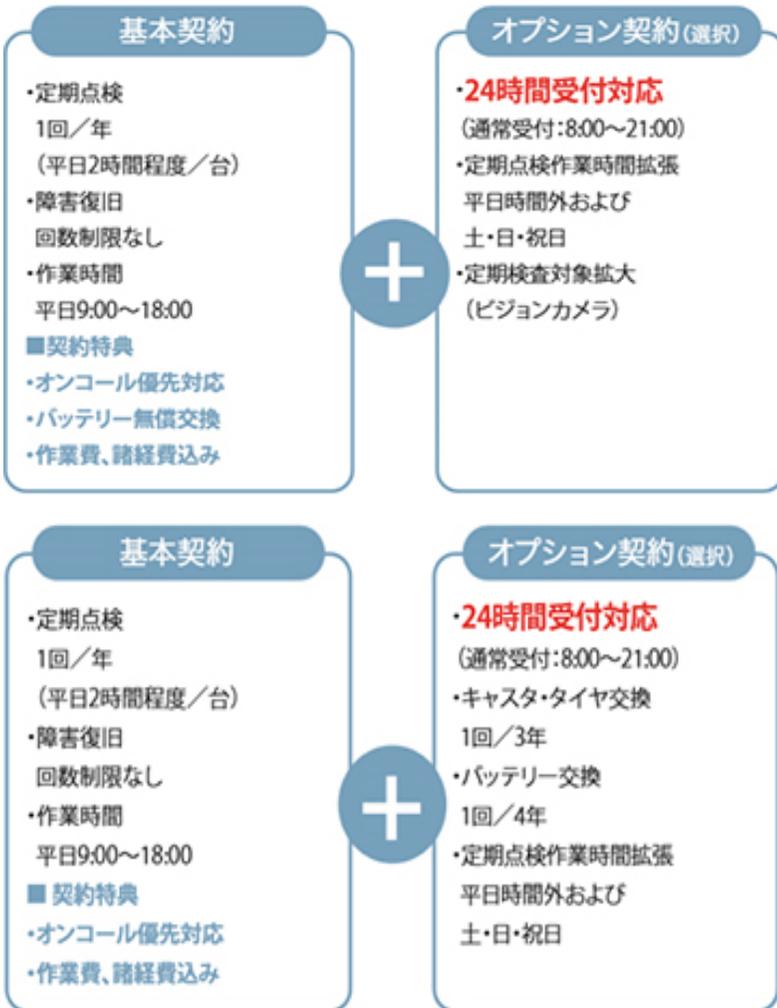
年間保守契約イメージ



- ◆ 定期点検 (〇回/年) ➡ 機器の故障や異常を発見するために、定めた期間ごとに可動部の動作確認、部品の摩耗・損傷確認など、産業用ロボットの仕様に合わせて定期点検を実施
- ◆ 障害復旧 ➡ 機器の故障その他の障害が発生した旨の連絡を受付した場合、速やかにサービス員を派遣して機器の障害の復旧を行う

保守管理にかかる費用

【保守契約例】



◆保守費用の予算化が肝要！

◆保守費用の経費見通し明確化！

➡年間保守契約例

都度利用可能な標準のロボット保守サービスの内容と、スポットケアとして拡大・強化し、パッケージ化する。基本の契約内容にオプションを追加することで、設備運用にさらなる安心を確保する。

➡モバイルロボット保守契約例

機器の故障や異常を早期発見するために、定期的な点検を実施するとともに、障害復旧の優先対応など、安心してご利用いただける保守契約を締結しておくが良い。

保守管理にかかる費用

【将来の運用・保守の動向】

ロボットの急速な市場拡大に伴い、今後リモートメンテナンスの活用が増加が予想される。稼働中のロボットにIoT機器を接続しサービス会社のメンテナンス部門で常時（状態）監視を行い、故障原因をAIで分析することで、TBM（時間計画保全）からCBM（状態監視保全）に移行し、最適なタイミングで最寄拠点からメンテナンスや修理を行うサービス形態の導入が期待される。

- 1 ネットワーク常時監視基本サービス
→24時間 365日 死活監視、
リモートによる切り分け・確認
- 2 ネットワーク常時監視拡張サービス
→24時間 365日 死活監視、
SNMP Trap による障害予知・監視
- 3 リモート設定変更サービス（オプション）
→リモートによる設定変更

