

### 1. このテキストについて

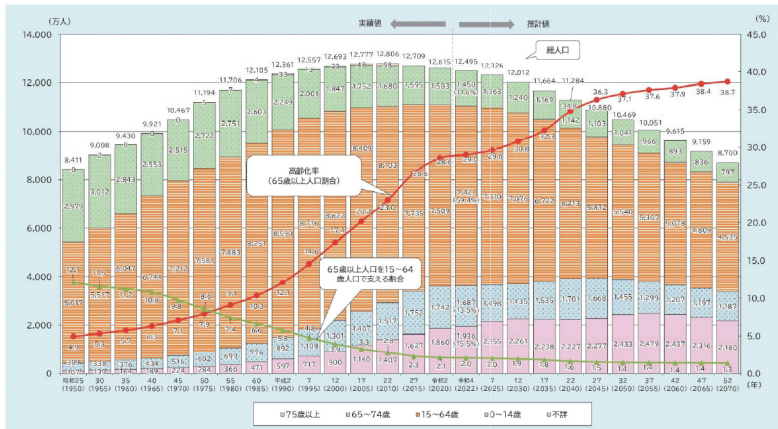
このテキストは一般社団法人日本ロボットシステムインテグレータ協会(JARSA)が行っている「ロボットSI検定」試験3級の正式テキストである。このテキストはロボットシステムインテグレータ(以下「ロボットSler<sup>®</sup>」)の基礎的な知識を習得することを目的としている。「SI」とはSystem Integrationの略称である。Integrationは「統合」という意味があり、System Integrationとは「客先が求めているシステムについて、仕様確認や要件を定義し、製作、設置等までを担うことを指すもので、それを行う企業、団体や個人を「Sler<sup>®</sup>」(エスアイヤー)という。

### 2. 日本の生産年齢人口の低下

日本の生産年齢人口は1995年をピークに減少しており、2050年には5,540万人(2021年から29.2%減)に減少すると見込まれている。生産年齢人口とは15歳から64歳までの「社会を担う中核である」と定義されている。就労し、所得を得て、消費を行う年齢である。その人口が2050年には7割程度となるとすることは働く人が7割程度となり、日本の国内総生産も7割となる可能性がある。

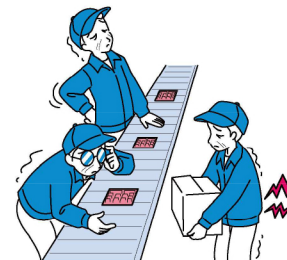


【年齢別人口の推移と将来推計】

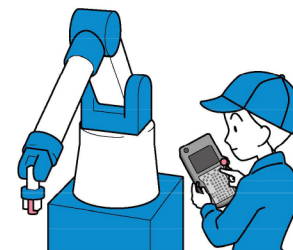


### 3. 生産性向上のためのロボットの活用と人材育成

日本は以前から、材料を輸入し加工して海外に輸出する付加価値型の産業を中心としてきた。しかし、生産年齢人口が低下が進む現状において、このままでは日本の製造業が行き詰ってしまう可能性がある。そこで、産業用ロボットを活用し、生産年齢人口が減少しても生産性を向上させることが求められている。これにより、日本の国際競争力を強化する仕組みを構築する必要がある。



産業用ロボットの利活用は、単に機械を導入するだけではなく、それを効果的に運用できる若い人材の育成が不可欠である。次世代を担う人材がロボットシステムを駆使し、活躍できる場を提供することが、日本の製造業の未来を支える鍵となる。この目的を達成するためには、ロボットシステムインテグレータ検定試験のような資格制度を通じて、専門的な知識と技能を持つ人材を育成し、その能力を発揮できる環境を整備することが重要である。



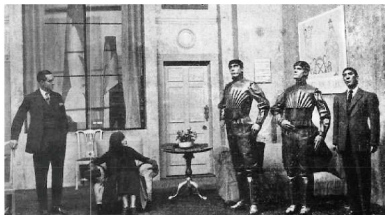
このテキストでは、産業用ロボットシステムの基礎知識から応用技術、さらに実践的なスキルまでを網羅的に学ぶことで、ロボットシステムインテグレータとしての専門的基礎を築き、さらに上級レベルへの対応力を身につけることを目指している。日本の産業の持続的な発展に寄与するために、ぜひこのテキストを活用し、将来産業用ロボットの活用に精通したプロフェッショナルを目指して欲しい。



## 第2章 産業用ロボットの概要

## 1. ロボットとは

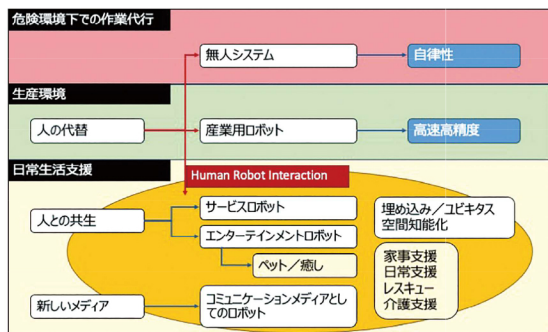
「ロボット」という言葉が初めて世に登場したのは、1920年にヨーロッパのチェコという国で、作家カレル・チャペックが書いた「ロササムズ・ユニバーサル・ロボット(R.U.R.)」という戯曲である。チェコ語で「ROBOTA」は「強制的な労働」という意味がある。この物語は、R.U.R.が人間の代わりに労働するロボットを製造し世界中に販売するが、人間が労働をしなくなり、また、ロボットが感情を持ち始め、人間に対して反乱を起こすという内容である。現在、ロボットは様々な用途で使用されており、また用途が益々広がっている。定義もまちまちであるが、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「NEDOロボット白書2014」(2014年3月)では、ロボットを「センサ、知能・制御系、駆動系の3つの要素技術を有する、知能化した機械システム」と定義している。そして、ロボットの役割に応じて分類しているが、このテキストでは「生産環境における人の作業の代替え」として使用される「産業用ロボット」を対象にする。



産業用ロボット



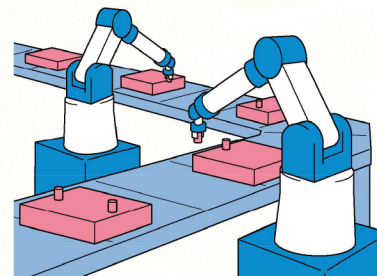
サービスロボット



出所：NEDO ロボット白書  
2014より作成

産業用ロボットは日本産業規格(JIS)にて下記のように定義されている。

産業オートメーション用途に用いるため、位置が固定又は移動し、3軸以上がプログラム可能で、自動制御され、再プログラム可能な多用途マニピュレータ。



解説すると、

工場などの物づくりを自動で行う環境で使用される。

ロボット本体が床や装置に固定されている、もしくは移動できるような状態である。

軸(単体で動作する機構)が3つ以上で構成されている。

プログラムにて自動で動作することが可能である。

プログラムを自由に変更し様々な用途で使用することが可能である。

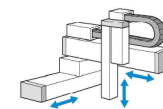
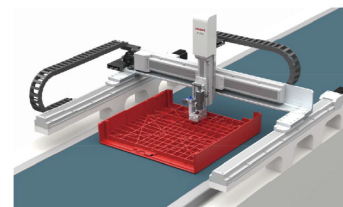
ここで、「マニピュレータ」とはロボットの動作する部分を示し、英語の「manipulate」の「操縦、操作する」という動詞が語源であるとされている。

## 2. 産業用ロボットの種類

産業用ロボットは形や機構によっていくつかの種類に分類される。ここではそれらを紹介する。種類の名称と特徴を理解することで工場の生産現場や物流業界などでの自動化を効率的に行うことが可能となる。

## 直交座標型ロボット

直交座標型ロボットは、直進に動作する軸を組合せたシンプルな構造をしている。水平方向、垂直方向に動作し精度が高く、制御しやすい特長がある。部品の搬送や、組立をすることが得意である。また、二次元平面上で物を移動することが得意とする。

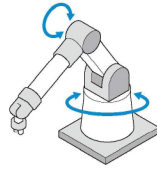


直交座標型

2輪または3輪の直交するスライド軸により構成される。

## 垂直多関節型ロボット

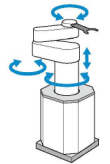
垂直多関節型ロボットは、人間の腕のように動作をする。関節部分はモーターで回転運動を行い、複雑な動きを可能としている。関節の数が多いほど自由度が高く、関節が6個で動作するタイプが最も多い。この関節を「軸」と言い、5軸タイプ、6軸タイプと言われる物が多い。複雑な作業が可能であり、工場で多く使用されている。



**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。

## 円筒座標型ロボット

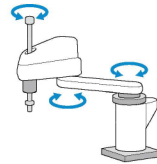
円筒座標型ロボットは、ロボットの中心を軸として円運動や上下運動を行うロボットである。まるで筒の中で部品が上下左右に搬送するような動きをする。ロボットの小型化が可能で狭い環境で使用することが可能である。半導体のウェハの搬送に使用されることが多い。



**円筒座標**  
旋回軸を中心にアームが上下方向に移動し、さらに伸縮する。

## 水平多関節型(スカラ型)ロボット

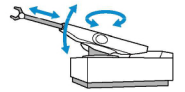
水平多関節型(スカラ型)ロボットは、平行に複数の軸を持ち、上下に一つの軸をもつロボットである。スカラ(SCARA)型ロボットと呼ばれる。水平方向に3軸、垂直方向に1軸の合計4軸のタイプが多い。水平方向に3軸で動作するため複雑な動作が可能である。電気製品の分野の組立工程などで広く使用されている。垂直多関節型ロボットより安価であり、水平方向での動作速度が速いことが特徴である。



**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。

## 極座標型ロボット

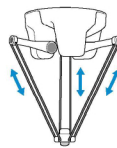
極座標型ロボットは、産業用ロボットが初めて登場した時のタイプである。ロボットの中心から腕が伸びた形状をしており、可動範囲が広く、重いものを持つことが可能であるが複雑な作業には向いていない。



**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。

## バラレルリンク型ロボット

バラレルリンク型ロボットは、先端を複数の軸(モーター)で並列に動作させる構造である。この構造を「バラレルリンク型」と呼ぶ。バラレルリンク型ロボットは、他のロボットに比べ動作範囲が物理的に制限されてしまうため、可動領域は狭くなるが、複数のモーターの動作が合成しロボットの先端を動作させるため、非常に速いスピードが得られることが特徴である。



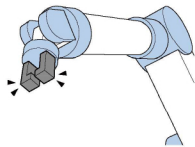
**バラレルリンク型**  
先端を複数の軸で並列に同時に作動。

### 3. 産業用ロボットの構成品

産業用ロボットを購入すると幾つかの構成機器に分かれて納品される。ここではロボットメーカーから購入した場合に納品されるそれぞれの構成機器について、その名称と役割について理解する。

#### 本体(マニピュレータ)

マニピュレータは、ロボットとして動作する本体の部分である。モーターなどが内蔵され実際に各軸が動作し作業を行う部分である。このように実際に動作し作業を実行する部分を「マニピュレータ」と呼ぶ。ロボットメーカーから購入した時点で物をつかむ機構はついておらず、つかみたい部品や製品に対応したグリッパー等を準備する必要がある。



#### コントローラ

コントローラーは、ロボット本体を制御する物で、内部にはコンピュータが内蔵されている。プログラムやロボットの位置データを記憶し、演算を行い、ロボット本体を動作させる。この中にはコンピュータ以外にロボット本体のモーターを制御するサーボ制御回路や出力制御回路、各種インターフェース回路などから構成されている。ロボット本体とは動力用ケーブルと制御用ケーブルで接続される。外部からの電源はこのコントローラに接続される。



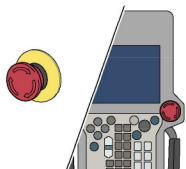
#### ティーチングペンダント

ティーチングペンダントは、手で持ちロボット本体を操作するために使用する装置である。ロボットの各軸を動かすだけの単純な物から、プログラムの編集や画面上でシミュレーションを行うことができるなど、高機能な物まである。タブレットやパソコンに専用のソフトウェアをインストールすることで、ティーチングペンダントと同じ操作が可能となる物も存在する。ティーチングペンダントを操作して、ロボット本体を動作させる行為は危険を伴うため、労働安全衛生法に定める特別教育を受ける必要がある。また、この操作を行う際のロボットの速度は250mm/sとされている。



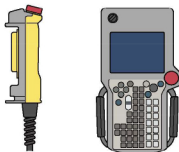
#### 非常停止スイッチ

非常停止スイッチは、赤いキノコ型の押しボタンスイッチで、このスイッチを押すとロボットは緊急停止する。通常はロック機構がついており、押すとその状態がロックされ、時計方向に回転するか、力をいれて引かない限りロックが解除できない構造になっている物が多い。ロボット購入時にはメーカーからは単体で付属していない場合が多いが、ティーチングペンダントには付属している場合が多い。



#### イネーブルスイッチ

イネーブルスイッチ(デッドマンスイッチ)は、ロボット本体をティーチングペンダントで操作する場合などに使用されるスイッチである。ロボットを操作する担当者とそれを監視する人が持つスイッチで、このスイッチをONにしない限りロボット本体のモーターが動作しない。ロボットを操作中に操作ミスやロボットが想定しない動作をした場合に、このスイッチを切る(OFFにする)とロボットのモーターの電源が切れ、動作が停止する。このスイッチは二段階スイッチとなっており、「軽く握る」とONになり、「離す」もしくは「強く握る」とOFFになる。人は「危ない」と感じたり「痛い」と感じた時に手を離すか、逆に手を握り締める習性があり、どちらでもロボットが停止するように考えられている。



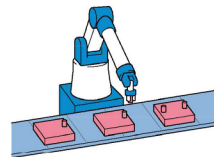
### 4. 産業用ロボットが行う作業

産業用ロボットは単純な繰り返し作業を得意とし、2t(トン)程度の重量物を持ち運ぶロボットも存在する。現在はモーターやコンピュータ技術の進歩によって高精度で複雑な作業も可能となり、今まで人でないといえないと言われていた作業が行えるようになってきている。ただ、機械であるがゆえに得意な作業も存在することを理解する。

#### 産業用ロボットが得意な作業

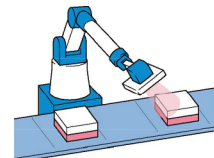
##### 組立作業

位置決め精度が高く、高速で動作する産業用ロボットは、様々な組立作業を行うことが可能である。重い物が持てる大型ロボットは車の組立ができ、小型で高精度なロボットはスマートフォンなど密着な製品の組立が可能である。



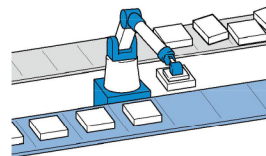
##### 検査作業

画像処理カメラやセンサなどを使用することで、製品の傷などの表面検査や寸法の測定、部品の組付け間違いなど様々な検査を行うことが可能である。



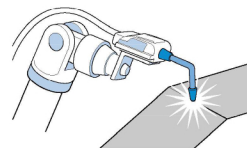
##### 搬送作業

産業用ロボットと搬送装置を組み合わせることで重量物や軽量部品、小型部品、食品などの搬送が可能である。



##### 溶接、塗装、シーリング作業

産業用ロボットは同じ経路を同じ速度で繰り返し動作することが得意であり、この特徴を利用して溶接作業や塗装作業、グリスや接着剤を塗布する作業が得意である。



##### パレタイジング作業

物流センターや配送センター、工場の最終出荷工程などで、段ボールなどをパレットの上に決められた順番に積み上げる作業が得意である。

