

力制御ロボットによる 自動化システム

背景

- ▶ 少子高齢化による労働人口の減少に伴う人手不足から、製造業の様々な分野でロボット化が求められてきており、大量生産ラインではない、多品種少量生産のためのセル生産現場や、従来ロボット化が難しいとされていた熟練作業の自動化のためのロボット導入が検討されるようになってきている
- ▶ しかしながら、現在の多くの協働ロボットの利用は、ロボットに人が近づくことができるといった安全性の機能面だけに留まり、実際に協働で作業するといったところまでには至っていない
- ▶ 人手作業のロボット化においては、人のための作業環境下でロボットを動作させる必要があり、従来とは違った新しい技術の導入が必要である（人を含む非構造化環境との物理的インタラクションのための技術）
- ▶ このような状況の中、ビジョンにできる限り頼らず、触感を取り入れて動くロボットとして、力制御ロボットへの期待が高まっているとともに、力制御ロボットに精通したSierの存在が必要とされている。

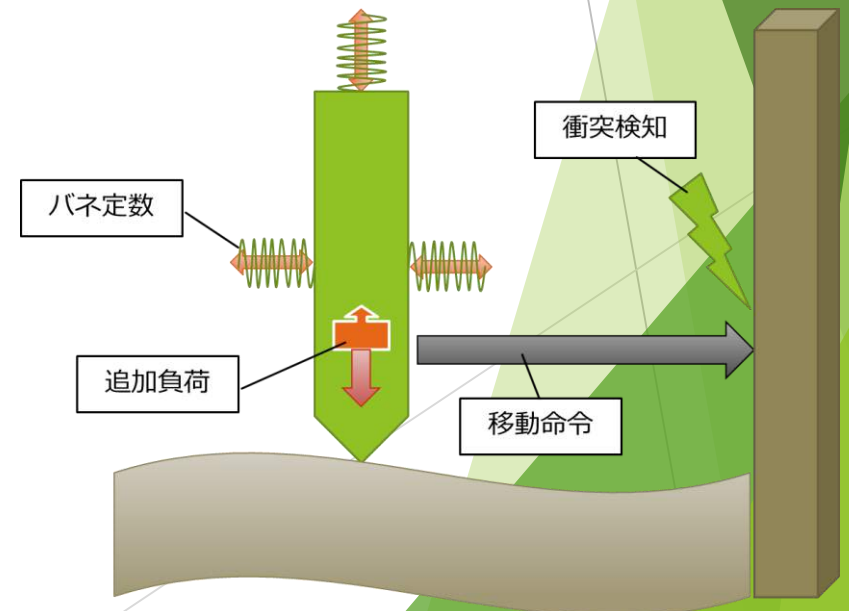


力制御（インピーダンス制御）とは

- ▶ ロボットの手先に外から力を加えた場合に生じる機械的なインピーダンス（慣性、減衰係数、剛性）を、目的とする作業に都合の良い値に設定するための位置と力の制御手法
- ▶ ロボットの手先にバネやダンパなどの機械要素を取り付けて手先のインピーダンスを変更する**受動インピーダンス法**と、手先の位置、速度、力などの測定値を用いたフィードバック制御でインピーダンスを変更する**能動インピーダンス法**がある。

▶ 『能動インピーダンス法を用いた**力制御ロボット**』

- ▶ 人間が目を閉じていても、手探りで可能な作業ならば、大抵のことが可能
- ▶ 対象を触覚で認識しながらの柔軟な動作により、数ミリ～数センチ程度の誤差は許容する設計が可能



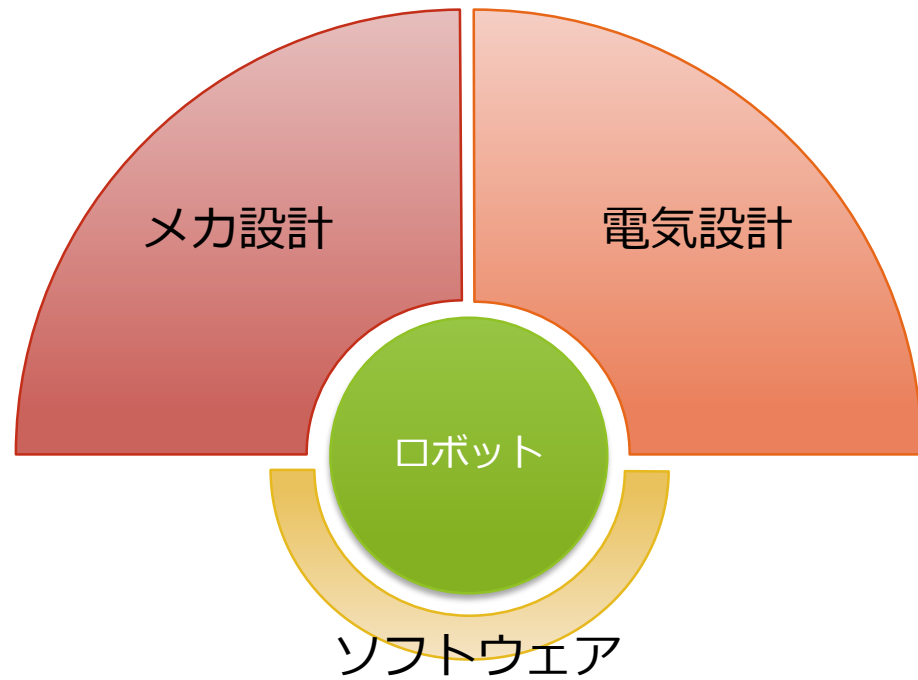
力制御ロボットで実現できる機能



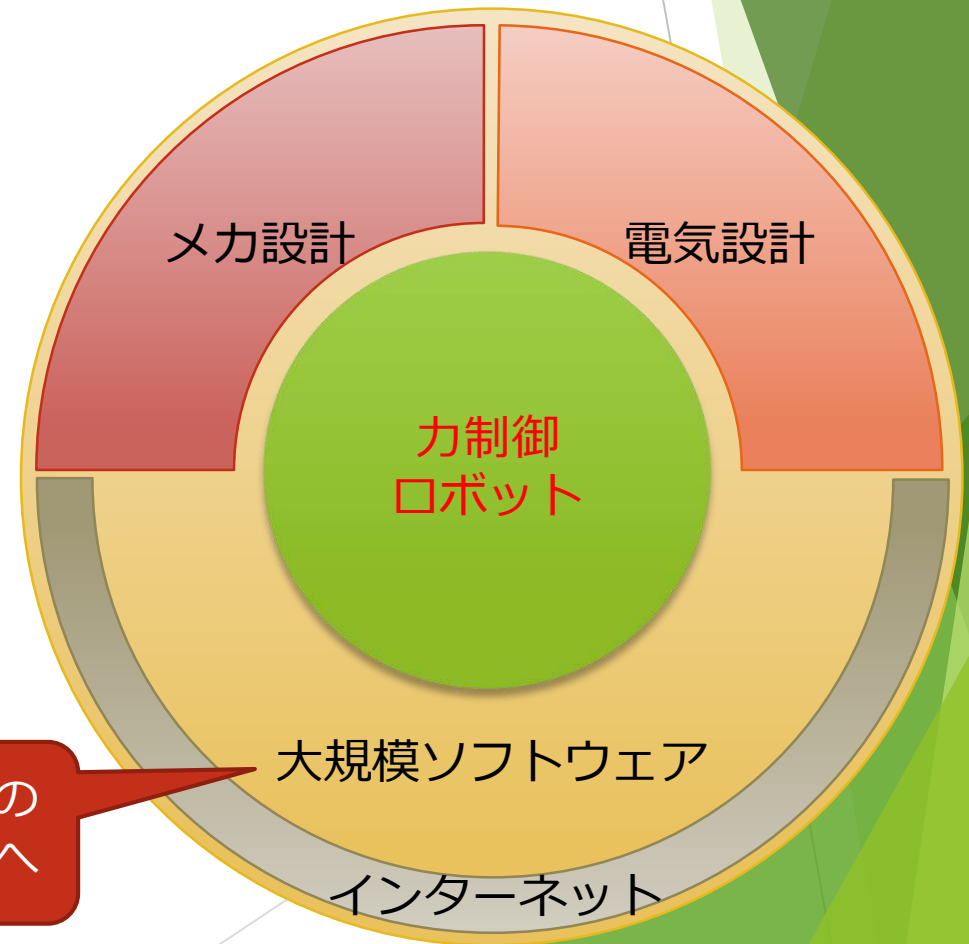
- ▶ 1) 安全停止
 - ▶ 動作中に指定以上の負荷がかかると停止
- ▶ 2) 動作指示
 - ▶ 停止中に一定方向の負荷がかかった場合をトリガー（複数可能）にする
- ▶ 3) 倣い、嵌合など
 - ▶ 位置移動だけでは難しい動作を、押し当て機能を使うことで、対象物に合わせて位置を自動調整して実行
- ▶ 4) 重さ測定
 - ▶ 対象を補足できたかを重さで判定
 - ▶ 釣り合うバネ定数を設定することで、負荷を0に可能
- ▶ 5) 三次元測定
 - ▶ 対象物の位置、形状の認識
- ▶ 6) 特殊なダイレクトティーチング
 - ▶ 水平・垂直に動作制限、先端位置固定動作（回転のみ）など、特殊な動作にも対応
- ▶ 7) トルク値による触覚の取得
 - ▶ トルク値の変化を解析して、対象物の状態（起伏、穴など）を解析する

力制御ロボット活用時の役割変化

従来の生産ラインなど



セル生産現場など新しい領域



ソフトウェア中心の
ロボットシステムへ

人手作業のロボット化の手法 (力制御ロボットの導入)

人を含む非構造化環境への
ロボットの導入

- ▶ 人のための環境下での動作を前提とするため、人手作業を残しながら、段階的にロボット化を推進
- ▶ フェーズを分けながら並行して開発を行い、開発期間の短縮が可能
- ▶ 治具の有効性を人手で確認しながら、ティーチングを検討することで工数削減
- ▶ 研究開発段階では全軸が力制御可能なロボットを使うが、作業工程の確定後は部分的な力制御に変更することでコストダウン（ロボットアーム＋力制御モーター）
- ▶ 複雑な動きは、ロボットアームをハプティクスデバイスで遠隔操作して様々な動きのデータを蓄積解析（AI利用も検討）

力制御ロボットの動向

- ▶ 2018年12月現在、国内で産業用に使用できる力制御ロボットは、KUKA社製iiwaのみで、1000万円以上と価格がネック
- ▶ 国内の東京ロボティクス社で小型版を出しているが、まだ研究開発用としての販売のみ。価格は550万円程度
- ▶ ドイツのフランカ・エミュカ社で300万程度のモデルを販売開始したが、国内へは入ってきていない。ソフトウェアの販売形態が特殊なので、自由度に問題がある可能性あり

2019年は、
力制御ロボットの
活用が花開く

- ▶ 現在、KUKA社で3kg可搬の小型版を開発中。2019年度中に5～600万円程度の価格で発売される可能性が高い？
- ▶ 『ステッピングモーター+インピーダンスコントローラー』と通常のロボットアームの組み合わせで、簡単な力制御は実行可能（安価なソリューション）



力制御ロボットによる具体的案件（例）

- ▶ 大手メーカーによる革製品の縫製自動化ニーズ（将来的な人件費高騰に対応）
 - ▶ 自社で対応できなかった（3年前）ために、リンカーズに相談（2018年7月）
 - ▶ リンカーズ費用：案件登録・探索リスト作成80万円、面談50万円、契約締結40万円
 - ▶ ビジョンによる対象認識と微細なロボット制御技術を持つ会社を対象として探索を依頼したが、実現できるという会社が発見できず
- ▶ メディアプラスでビジョンを使わずに、力制御ロボットを活用することを提案
 - ▶ 現物を借りて、力制御ロボットによる実験を行ったところ成功（2018年12月）
- ▶ 大手メーカーにおいて、共同研究のための予算を確保
 - ▶ 共同研究を2019年2月から開始することで、契約手続き中
- ▶ <共同研究から最終段階まで進んだ場合>
 - ▶ 2019年2月～2019年9月：他の課題を含めた試作前の共同研究
 - ▶ 2019年10月～2020年3月：縫製自動化システムの試作
 - ▶ 2020年4月～2021年3月：製品化、国内工場への導入
 - ▶ 2021年4月～：国外工場への展開

力制御ロボット事業体制

