



ロボティクス Robotics

先端工学基礎課程講義

小泉 憲裕

講義情報

授業内容とその進め方

【授業内容とその進め方】

(a) 授業項目

第1回 ロボット工学概論

ロボットの歴史、定義、基本構成と分類

数学基礎知識

第2回 マニピュレータの基礎

構造と分類、機構表現

第3回 センサとアクチュエータ

第4回 座標変換

平行、回転変換、同次変換、マニピュレータの座標系の設定

第5回 順運動学と逆運動学

第6回 ヤコビ行列と静力学

第7回 順動力学と逆動力学

第8回 中間試験とその解説

第9回 フィードバック制御とその安定性

第10回 位置制御 (PTP制御とCP制御)

第11回 力制御 (インピーダンス制御)

第12回 マスタ・スレーブ制御

第13回 遠隔操作と自律制御

第14回 複数マニピュレータの協調制御

第15回 期末試験とその解説

(b) 授業の進め方:

PPTを用いて内容を解説したあと、演習課題を解いてもらう。また、必要に応じて宿題を課すことがある。

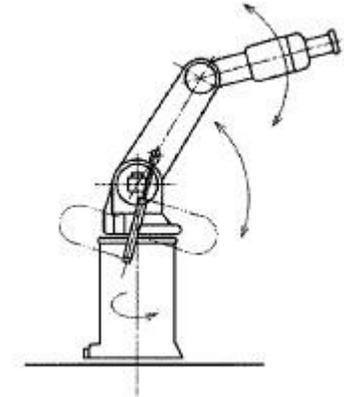
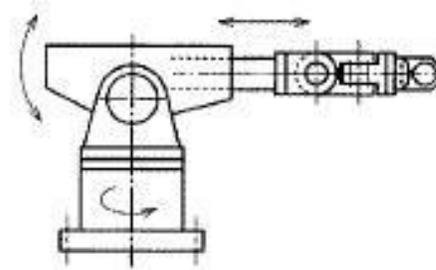
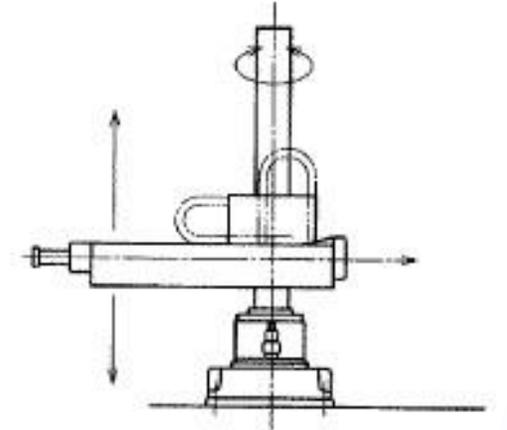
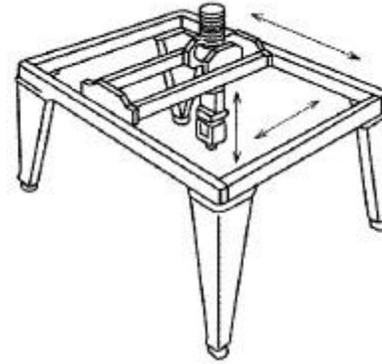
第2回 マニピュレータの基礎

構造と分類、機構表現

ロボットの構造

ロボット・マニピュレータの構造分類

- (構造1) 直交座標ロボット
- (構造2) 円筒座標ロボット
- (構造3) 極座標ロボット
- (構造4) 多関節ロボット
- (構造5) その他



ダブコウ・ロボット3号



人間の手のように
コンパクトで
自由に動く



ダブコウ・ロボット1号

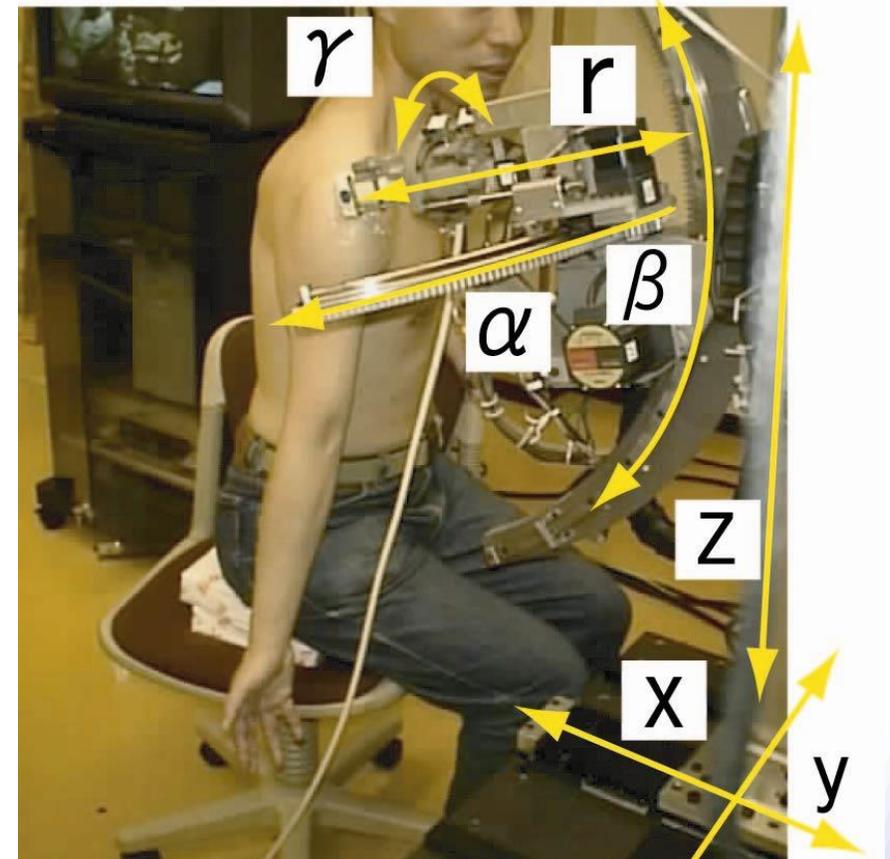
http://rbt.jisw.com/01110/post_32.html

ロボットの構造

ロボット・マニピュレータの構造分類

- (構造1) 直交座標ロボット
- (構造2) 円筒座標ロボット
- (構造3) 極座標ロボット
- (構造4) 多関節ロボット
- (構造5) その他

直交 + 極座標

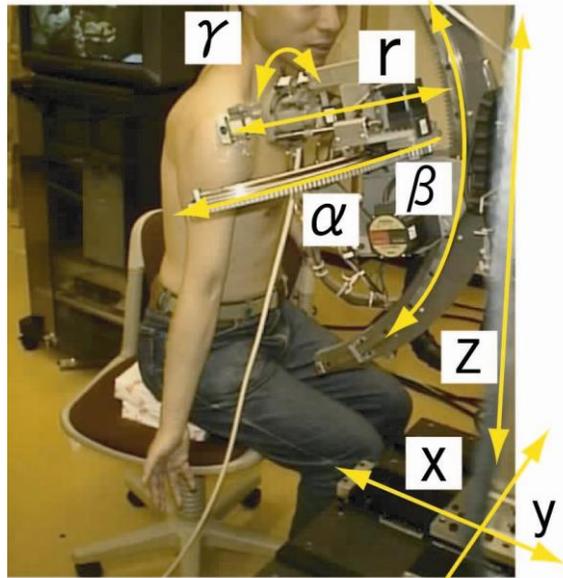


遠隔超音波診断システム
(RUDS)

自由度

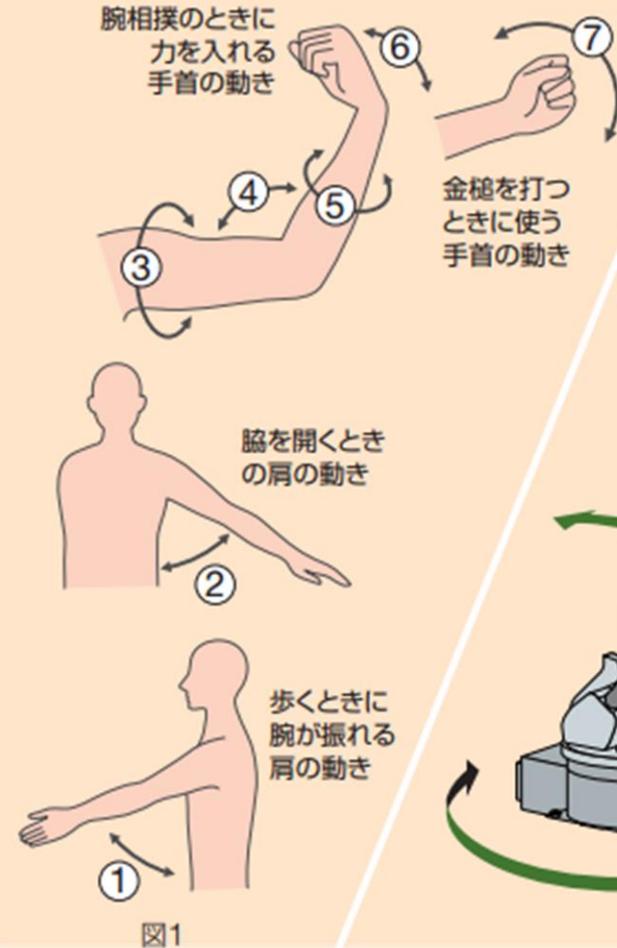
自由度とは

ロボットが**独立**に動かすことのできる(直動および回転)軸の数

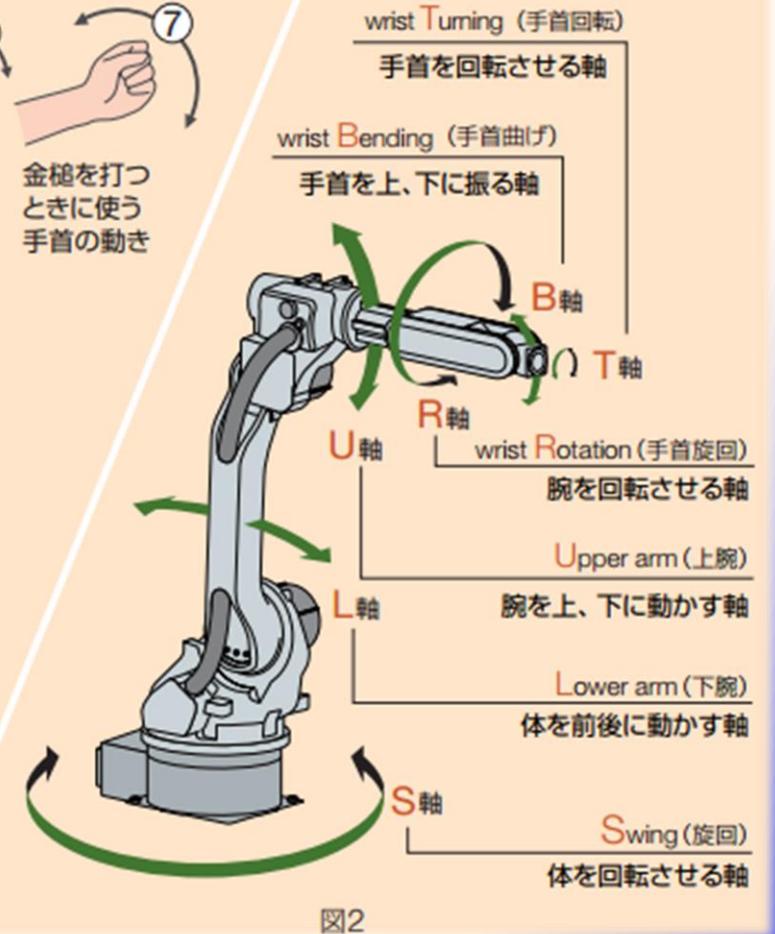


遠隔超音波診断システム
(RUDS)

人間の腕の自由度

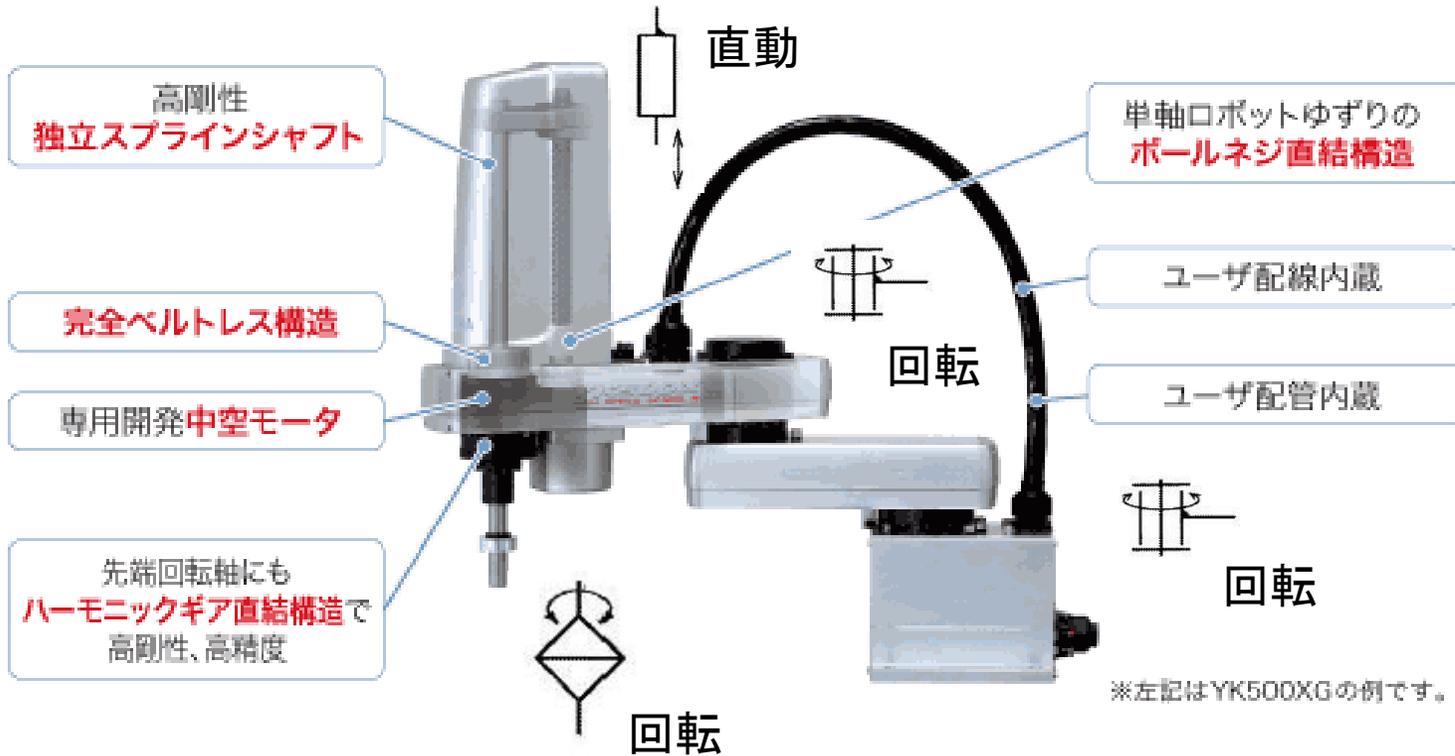


ロボットの腕の自由度

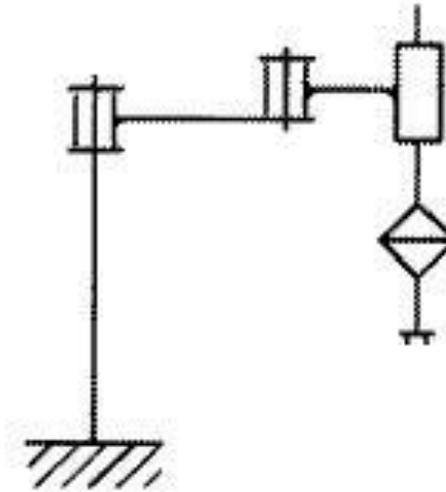


ロボットの機構表現

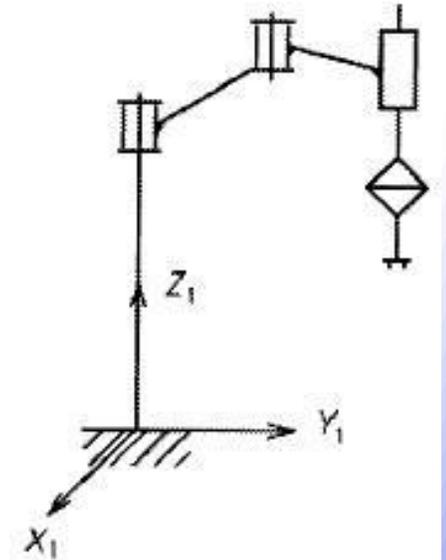
スカラ型ロボット



平面表現



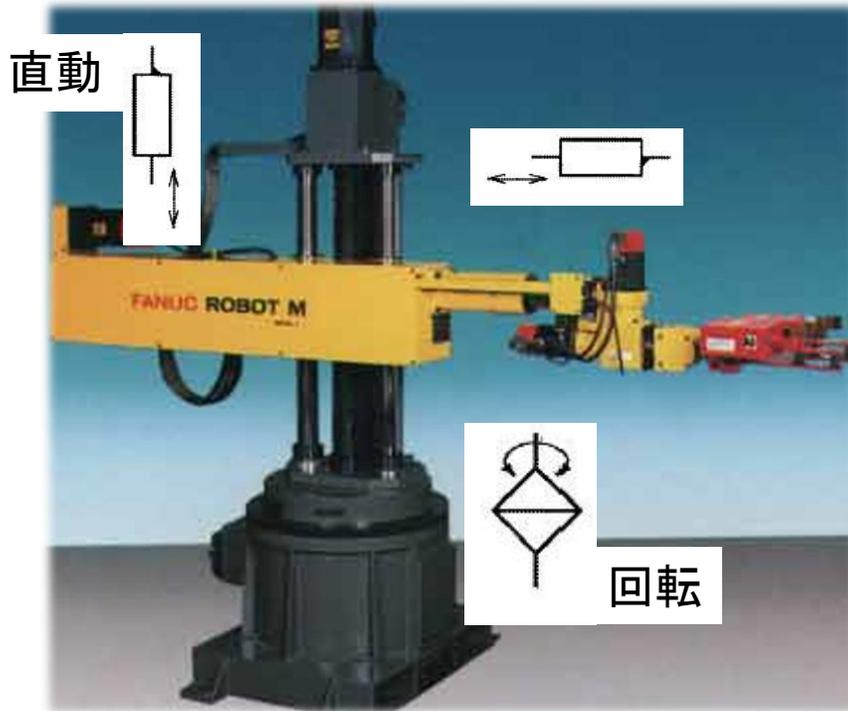
立体表現



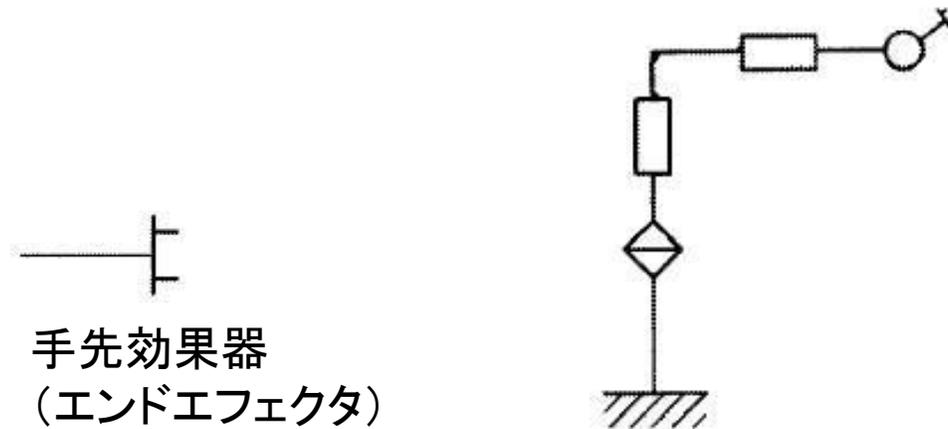
http://rbt.jisw.com/01110/post_185.html

ロボットの機構表現

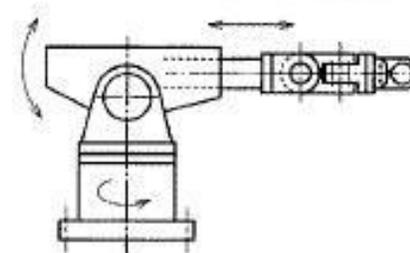
円筒座標ロボット



平面表現



極座標ロボット



ロボットの機構表現

パラレルリンク・ロボット

モータを根元に配置
高精度・高剛性



ガンコット・ロボット3号

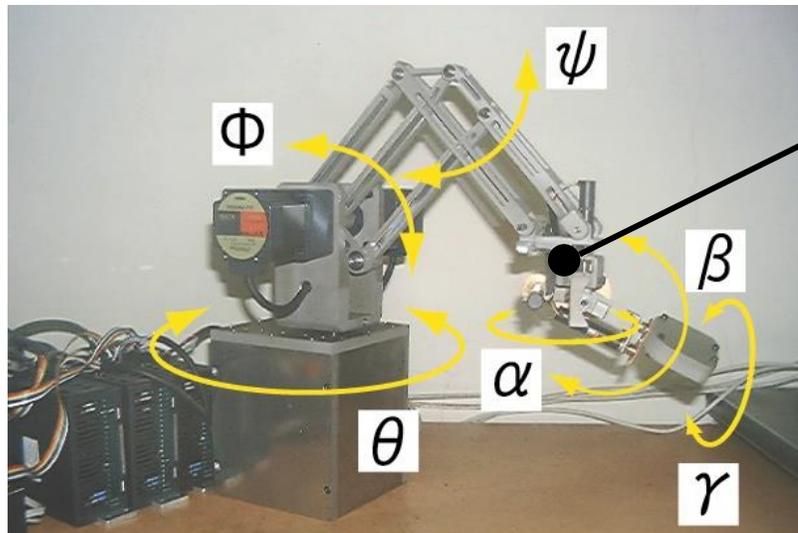


人間の手のように
コンパクトで
自由に動く



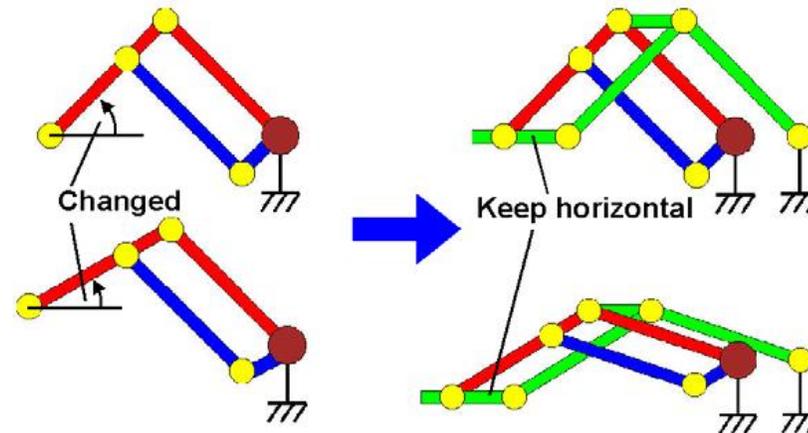
ガンコット・ロボット1号

<https://www.youtube.com/watch?v=x9vWIRmBiOU>



遠隔超音波診断システム
(RUDS)

カセンサ (検出した力の方向に動作)



ロボットの機構表現

超多関節ロボット

長所：障害物を避ける

短所：物体ハンドリングのための
トルクが確保しにくい

配管点検など

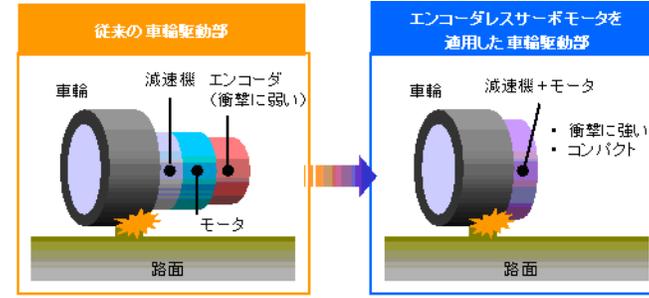


<https://www.youtube.com/watch?v=DrslZDPjzWQ>

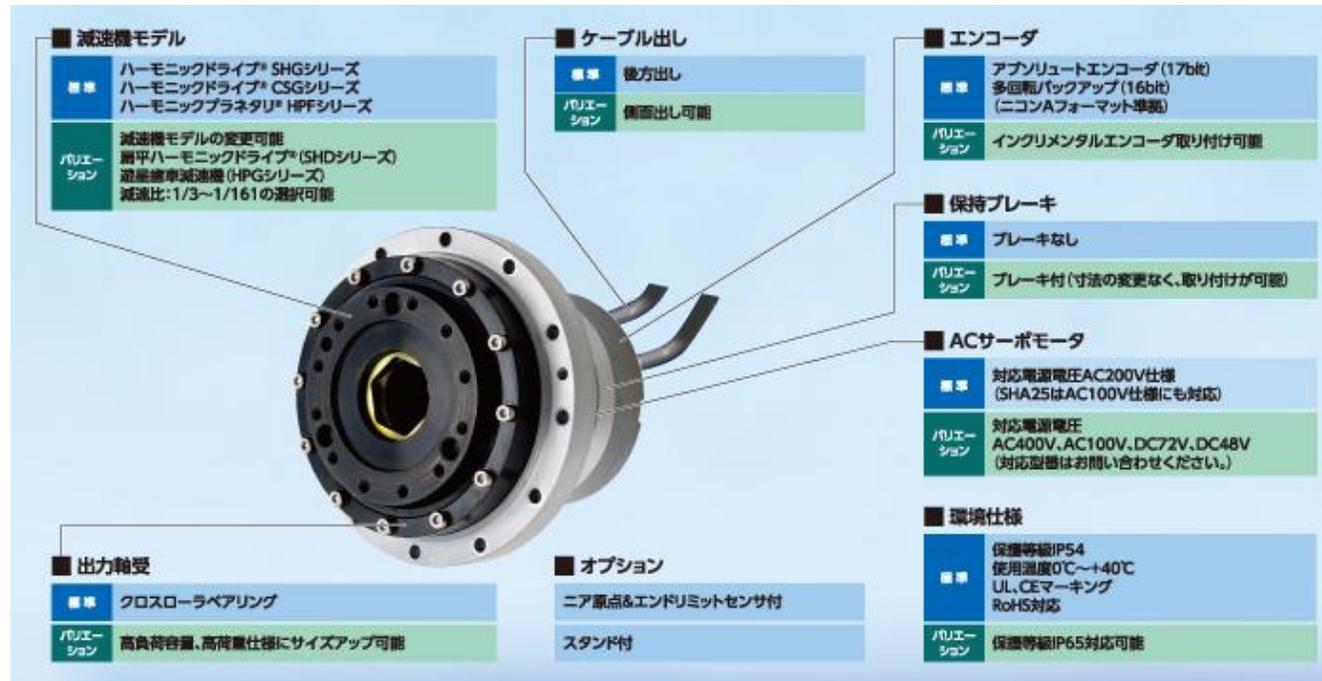
ロボット関節構成要素と減速機

ロボット関節の構成要素

減速機、モータ、
エンコーダ、ブレーキ



<https://www.yaskawa.co.jp/newsrelease/technology/8909>

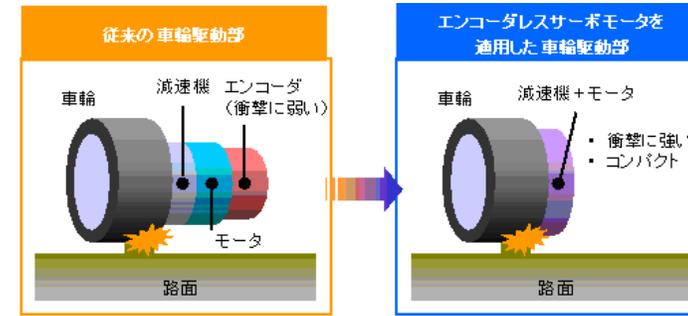


SHA-CGタイプ

ロボット関節構成要素と減速機

ロボット関節の構成要素

減速機、モータ、
エンコーダ、ブレーキ



<https://www.yaskawa.co.jp/newsrelease/technology/8909>

モータ：高速回転，低トルク



**減速してトルクを上げる
ための減速機が必要！**

ロボットの関節：

低速回転，高トルクが求められる

減速機にもとめられる性能

減速機の性能

(性能1) 小型で高効率。

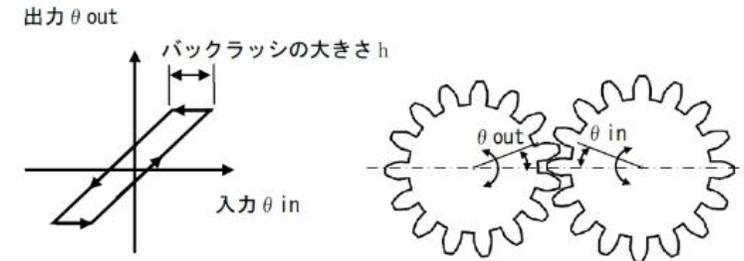
(性能2) 高いバックドライバビリティ。

(性能3) 高い剛性。

(性能4) 低いバックラッシュ。小さいヒステリシス。

(性能5) 低い無付加ランニングトルク(低まさつトルク)。

電源停止時に
手でうごかせる！

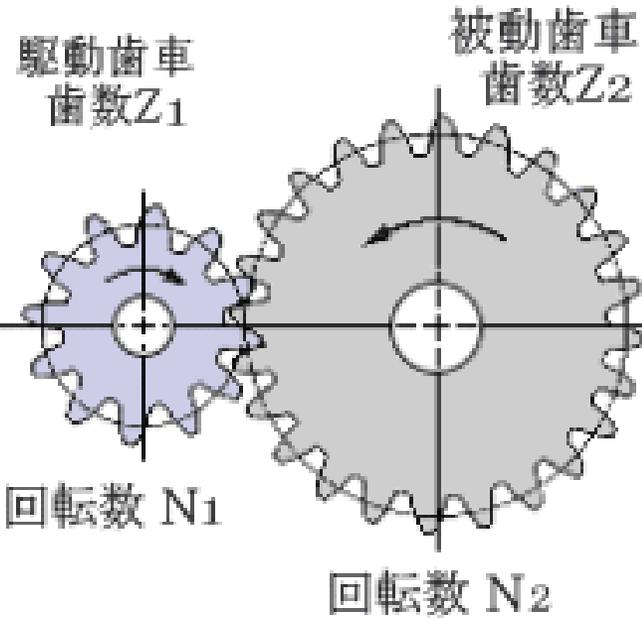
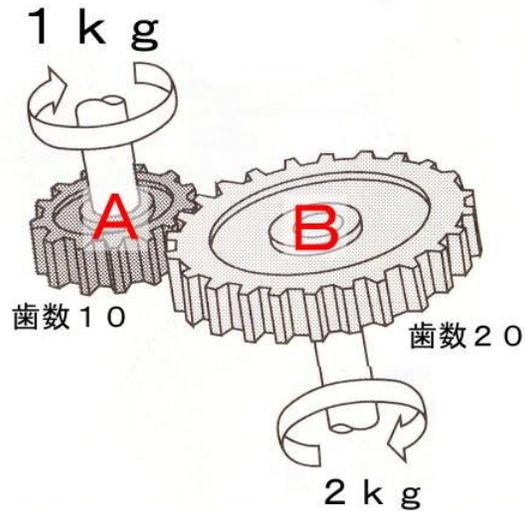


<https://youtu.be/im093GYjL6s>

ばねを用いたノーバックラッシュ機構！

減速比

平歯車



減速比は1より大きい！
(定義によるが、...)

$$\text{減速比} = \frac{\text{被動歯車の歯数}(Z_2)}{\text{駆動歯車の歯数}(Z_1)}$$

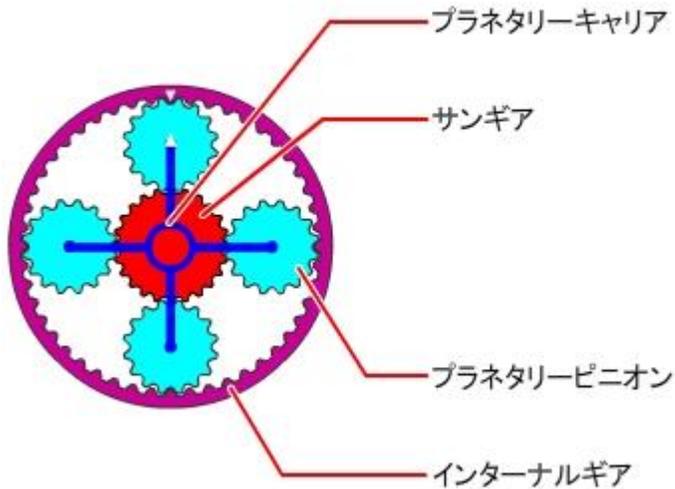
$$\text{減速比} = \frac{\text{駆動歯車の回転数}(N_1)}{\text{被動歯車の回転数}(N_2)}$$

被駆動軸トルク = 減速比 × 駆動軸トルク × 伝達効率

てこの原理！ まさつ、潤滑油の攪拌による損失

減速機

遊星歯車

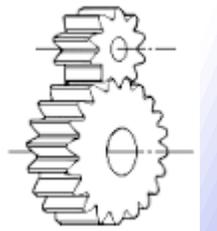


長所: 平歯車と比較してコンパクト

入力と出力軸が同軸

短所: 部品点数が多く、耐久性が低くなりがち

モータと相性がよい!



平歯車

減速機

ハーモニックドライブ



長所: 構成要素が少ない(3点)組込み型

欠点: やや剛性が低く,
歯とび(ラチェッティング)を起こしがち

ウェーブ・ジェネレータ

楕円状カムの外周に、薄肉のボール・ベアリングを組み合わせた部品。ベアリングの内輪は、カムに固定されていますが、外輪はボールを介して弾性変形します。通常は入力軸に取り付けられます。

フレクスプライン

薄肉カップ状の金属弾性体の部品。開口部外周に歯が刻まれています。フレクスプラインの底(カップ状底部)をダイヤフラムと呼び、通常、出力軸に取り付けられます。

サーキュラ・スプライン

剛体リング状の部品。内周に歯が刻まれており、フレクスプラインより歯数が2枚多くなっています。通常はケーシングに固定されます。

ロボットの関節を コンパクトにできる!

<https://www.tsd.jp/feature/hg.php>

<https://www.youtube.com/watch?v=0HNtJUujes8>

<https://www.youtube.com/watch?v=lstQwLbAG0g>

減速機

ウォームギア



入力軸と出力軸が直交、
伝達方向を変える

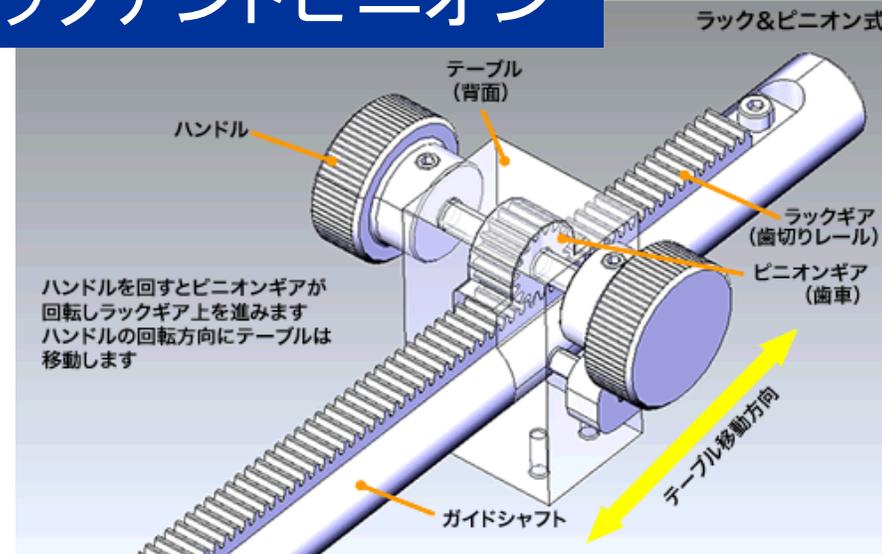
伝達効率は低くなりがち

<http://www.ipros.jp/product/detail/2000041837/>

かさ歯車



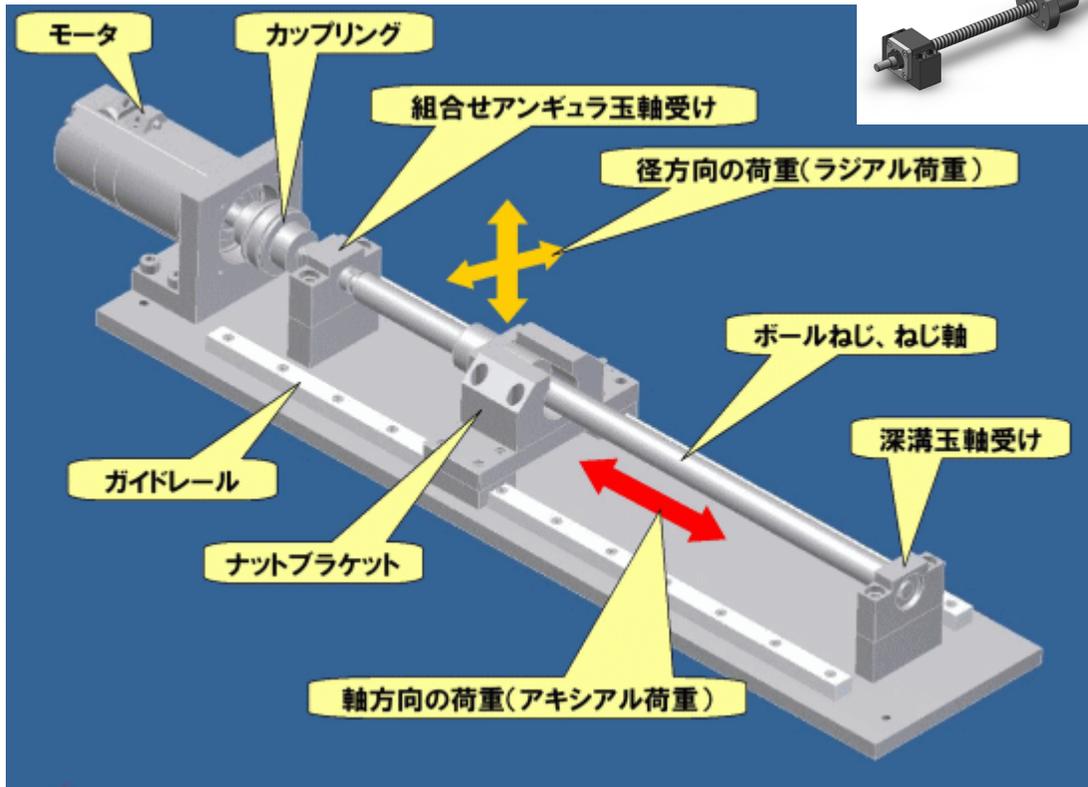
ラックアンドピニオン



<http://jp.misumi-ec.com/maker/misumi/mech/product/ss/faq/>

減速機

ボールねじ



長所: 高剛性、高精度

欠点: 高価で大型になりがち

ガイド機構と組み合わせて用いる。大きな力を受けても変形しにくい！

工作機械など、高い精度が求められるところで多用

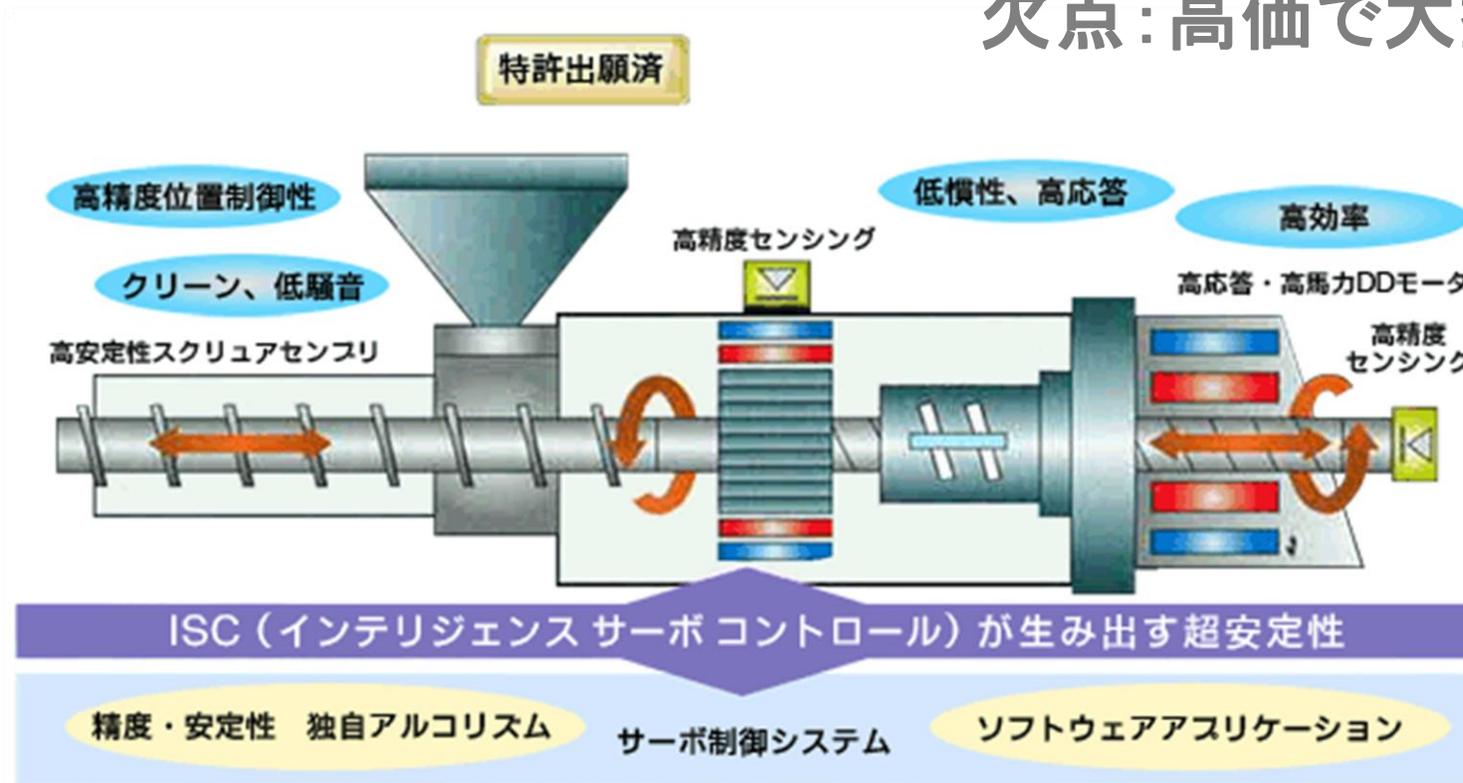
リード: 入力軸が1回転したときにナットブラケットが進む距離

減速機を使わないロボット

ダイレクトドライブ

長所: 無駄のない単純構造、動力学計算が楽

欠点: 高価で大型になりがち



End

構造と分類、機構表現

参考文献

1. ロボット制御入門: 川村貞夫著 (Ohmsha)
2. ロボットシステム入門: 松日楽信人、大明準治著 (ohmsha)
3. メカトロニクス: 三浦宏文著 (ohmsha)
4. やさしい産業用ロボット読本: 川崎重工編 (日本能率協会)
5. はじめてのロボット創造設計: 坪内孝司、大隅久、米田完 (講談社)