

ロボットの機構(1)

ロボット概論 3

第3回(2019/10/7)

担当:山崎

1

はじめに

■ 前回の内容

- ロボットの定義
- ロボットの構成要素
- 環境による設計思想の違い

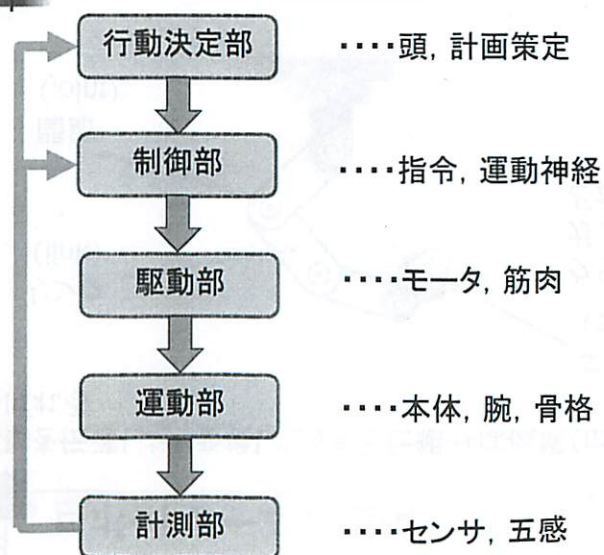
■ 今回の内容

- ロボットアームの自由度
- 記号による構造の表現
- 代表的なロボットアームの構造

➡ 図記号を用いてロボットの構造を描けるようになるう

2

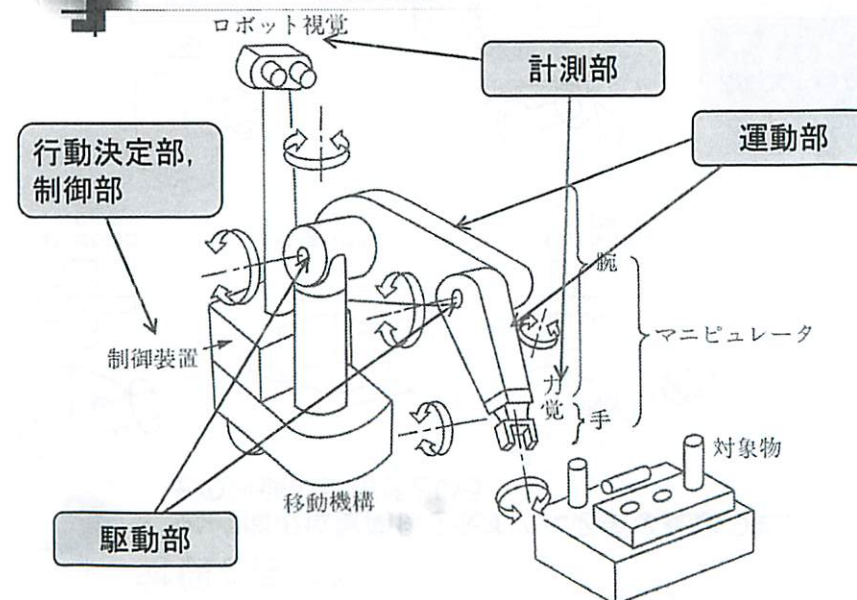
(復習)ロボットの構成要素



3

ロボットの構成例

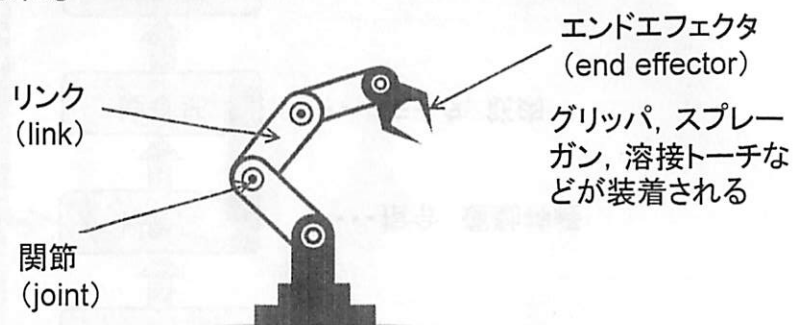
出典:川崎, ロボット工学の基礎, 森北出版



4

ロボットアームの機構

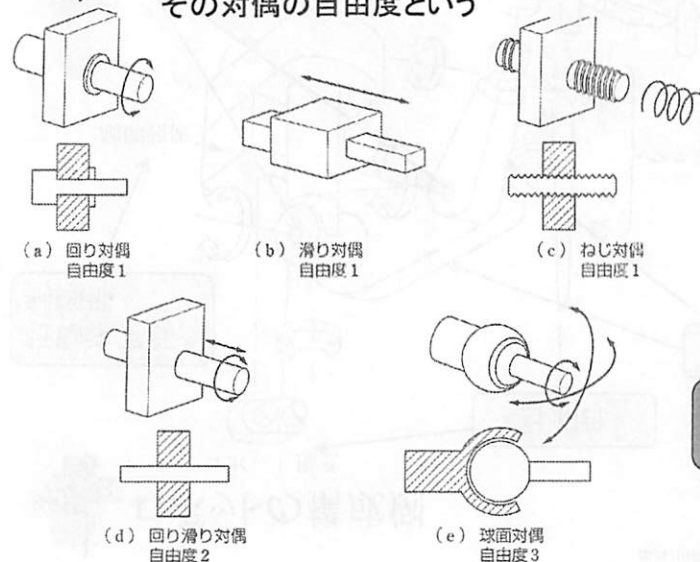
- 運動を伝達したり変換したりする仕組みは機構 (mechanism) と呼ばれる



- 機構学では, リンクが相対運動するように連結された様子を対偶 (pair) という

対偶と自由度

- リンク間の位置関係を表すのに必要な変数の数をその対偶の自由度という

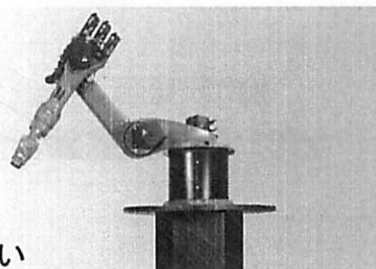


様々な対偶が用いられている

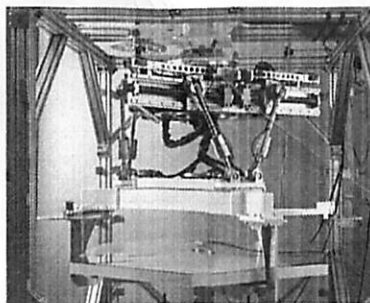
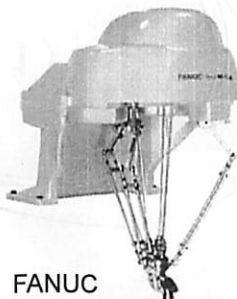
6

リンク機構

- シリアルリンク (serial link)
 - 各リンクが直列, 可動範囲が広い
- パラレルリンク (parallel link)
 - 各リンクが並列, 発生できる力が強い



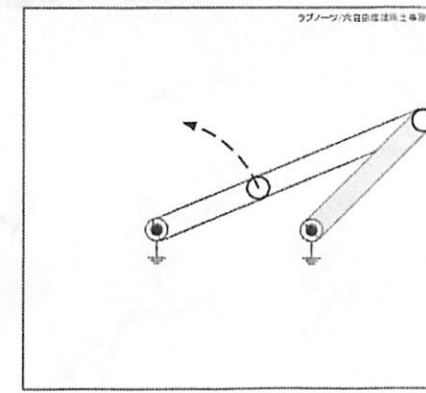
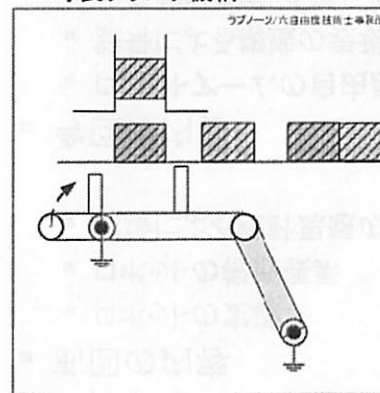
KUKA KR16

三菱電機
分割鏡交換ロボットFANUC
ゲンコツ・ロボット M-11A 7

様々なリンク機構

出典: ラブノーツ/六自由度技術士事務所

- 中間リンクに機能をもたせた不等長クランク機構
- 往きはゆっくりと動作し帰りは素早く揺動運動



- 能動関節 ⇒ 自身で力を発生させる
- 受動関節 ⇒ 他の関節に動きに応じて動く

8

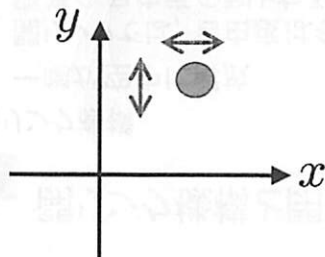
自由度 (degree of freedom; DOF)

- 一般に、運動を記述するために必要な変数の個数を自由度という
- 例えば、直線上を自由に動ける質点の運動は、



自由度は 1
変数は x だけで十分

- 平面上を自由に動けるときは、

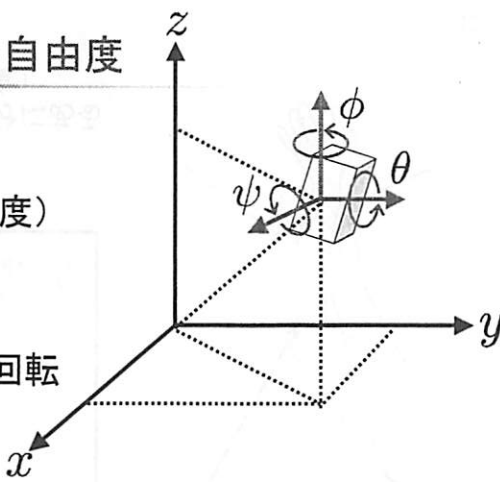


自由度は 2
変数は x と y の二つが必要

9

三次元空間での自由度

- 並進運動
 - x, y, z の各軸 (3自由度)
 - 物体の位置
- 回転運動
 - x, y, z の各軸周りの回転 (3自由度 (ψ, θ, ϕ))
 - 物体の向き (姿勢)

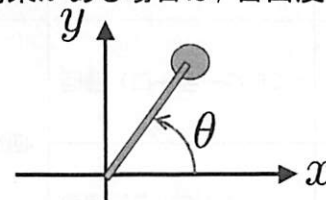


- 3次元空間で、マニピュレータの手先姿勢を自由に決めたいなら6自由度が必要となる
- 例えば、腕に3自由度、手先に3自由度

11

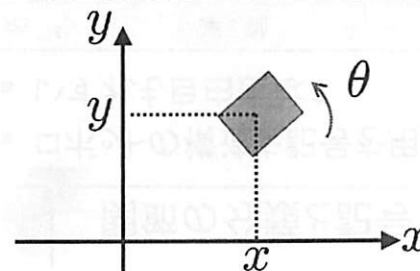
自由度 (degree of freedom; DOF)

- 拘束がある場合は、自由度が落ちる



自由度は 1

- 物体の向きを考えるならば自由度が増える

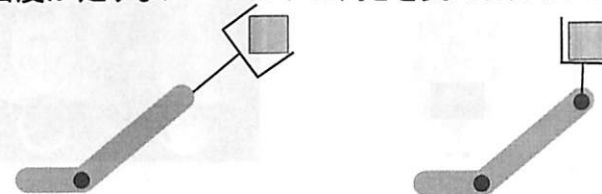


自由度は 3

10

自由度 (degree of freedom; DOF)

- 自由度が足りない ハンドの向きを変えられないと...

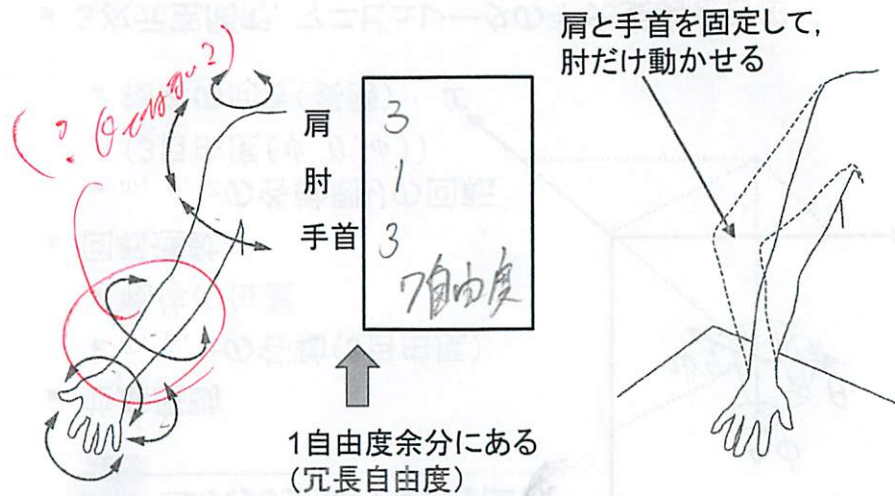


- 自由度が高い 障害物を避けられる, 先端は同じでも違う姿勢



12

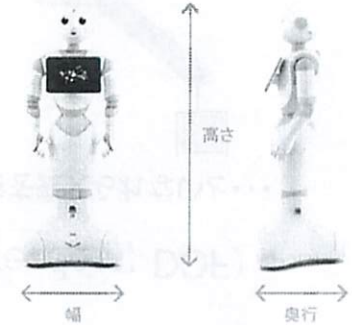
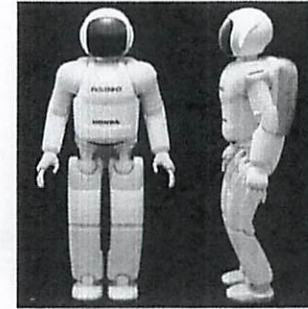
腕の自由度



13

人型ロボットの自由度

- Asimo (2011モデル)
 - サイズ 130×45×34 cm
 - 頭部 3, 腕部 7×2
 - 手部 13×2, 腰部 2
 - 脚部 6×2
 - 合計 57自由度
- Pepper
 - サイズ 1210×480×425 mm
 - 頭部 2
 - 肩 2×2, 肘 2×2
 - 手首 1×2, 手 1×2
 - 腰 2, 膝 1, ホイール3
 - 合計 20 自由度



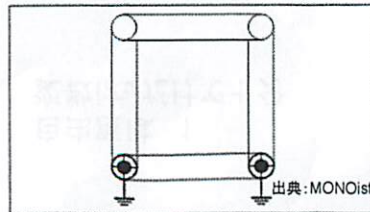
14

開リンク機構と閉リンク機構の自由度

- 開リンク機構
 - 一端が空中に解放
 - 開リンクでは, 自由度は各関節の自由度の和となる
- 閉リンク機構
 - 両端が基礎に拘束
 - 開リンクに比べ自由度が落ちる



- 3つのリンク, 2つの(自由度1の)関節で自由度は2



- 4つのリンク, 4つの(自由度1の)関節があるが自由度は1(四節回転機構)

出典: MONOist

※ 一般的な計算法としてクッツバハ・グルーブラー方程式がある。15

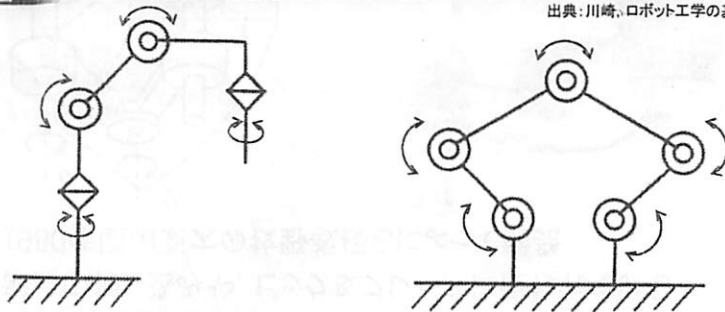
関節の分類と記号

- ロボットの構造を記号を用いて表現してみよう
- いずれも自由度は1

名称	運動	形状例	記号	文字記号
回転関節	旋回 (ピボット)			P
	回転 (ローテーション)			R
直動関節	並進 (スライド)			S

記号によるロボットアームの表現例

出典: 川崎, ロボット工学の基礎, 森北出版



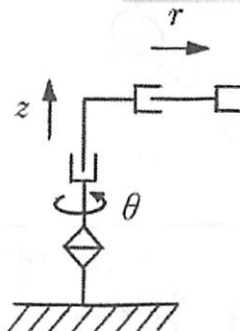
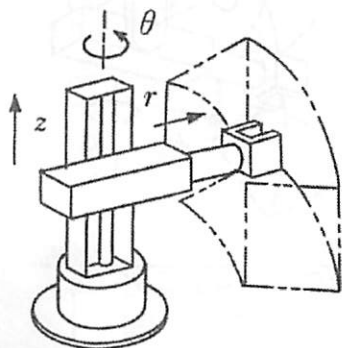
※図の矢印は説明の補足のためのものなので、描く必要はない

- 図記号によってロボットがどのような動きをとるかが分かる
- 次に、代表的なロボットアーム(マニピュレータ)の構造を図記号で表しながら見ていこう

17

円筒座標系ロボット

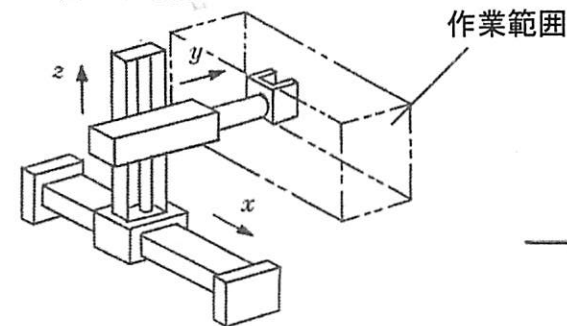
- 回転関節+直動関節+直動関節
- 作業範囲の割に設置面積が小さい
- 対象物が円周上にあるとき便利
- 産業用ロボット初期のAMF社バーサトラン(Versatran)はこの形



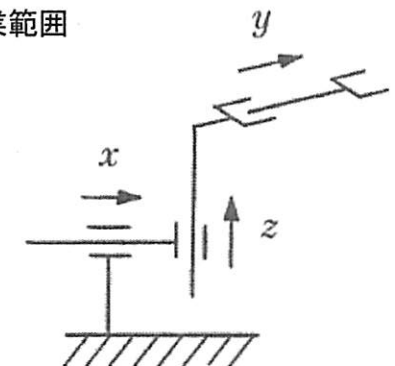
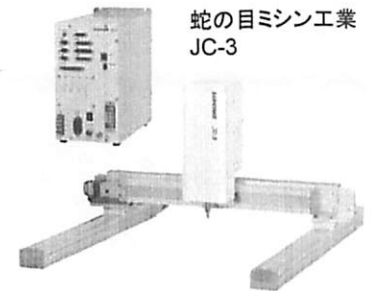
19

直交座標系ロボット

- 直動関節が3つ
- 作業範囲の割に設置面積が大きい
- 剛性が大きく、高精度な位置決めも可能

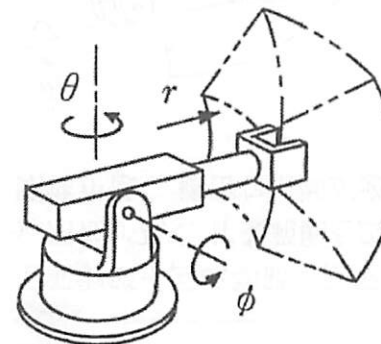


図出典: 川崎, ロボット工学の基礎, 森北出版



極座標系ロボット

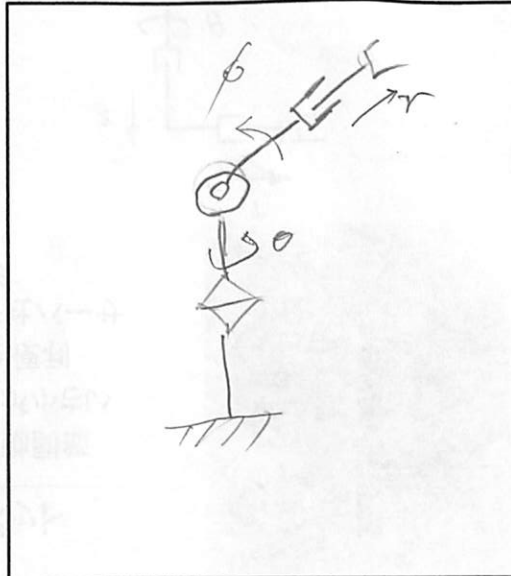
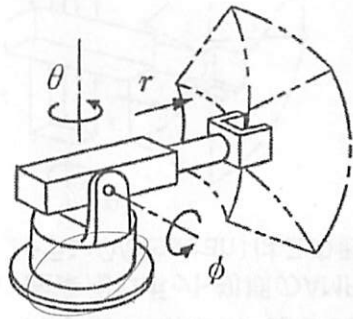
- 回転関節+回転関節+直動関節
- 円筒型と似ているが、上下方向に作業範囲が広がる
- 世界初の産業用ロボット「ユニメイト(Unimate)」はこの形



Unimation社との技術提携で国産初の産業用ロボットとなった「川崎ユニメイト2000型」(1969)

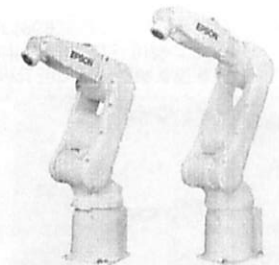
20

問: 下図の極座標系ロボットの機構を, (16枚目のスライドの) 記号を用いて図示せよ

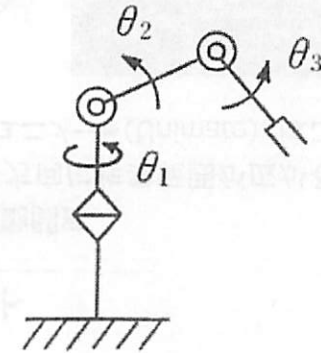
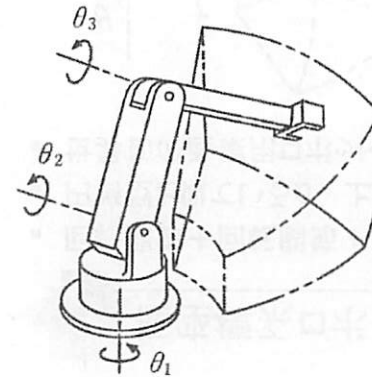


垂直多関節型ロボット

- 回転関節+回転関節+回転関節
- 汎用性が高く, 作業範囲を広く取れる
- 剛性が低く, 緻密な制御が必要



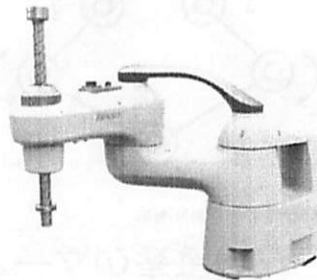
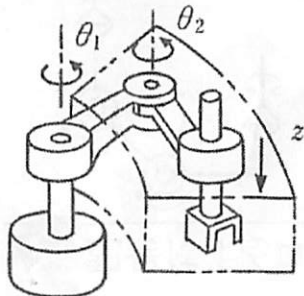
EPSON S5シリーズ



22

水平多関節型ロボット

- 回転関節+回転関節+直動関節
- スカラ型ロボットとも呼ばれる (SCARA; Selective Compliance Assembly Robot Arm)
- 垂直方向には剛性が高いが, 水平面内では柔らかい
- 部品の押し込みや, ピック&プレースに使われている
- 1980年頃山梨大の牧野教授らによって開発



デンソーウェーブ HSRシリーズ

23