

ロボット工学

第4回 自由度と座標系

福岡工業大学 工学部 知能機械工学科
木野 仁

- 本ファイルで提供されるコンテンツの著作権は、木野仁、谷口忠大、峰岸桃、(株)講談社にある。
- 本ファイルは、著者らに利用承諾書を提出し、許可されたものだけに限り使用してよい。ファイルを修正しても構わないが、印刷、ネット上で公開、二次配布は禁止する。また、無断で販売することを禁止する。

Information



- このスライドは「イラストで学ぶロボット工学」を講義で活用したり、勉強会で利用したりするために提供されているスライドです。
- 「イラストで学ぶロボット工学」をご購入頂けていない方は、必ずご購入いただいてからご利用ください。



STORY 自由度と座標系

- ホイールダック₂号は並進系と回転系の動き方を覚えた。
- 博士「ふう、これで前後左右回転の動きはバッチリだな！助手くん！」
- 助手「やりましたね！博士！」ホイールダック₂号も喜んで研究所の中を走り回る。ホイールダック₂号はせっかく付けてもらったマニピュレータ(ロボットアーム)を使って、コップをとってみようとテーブルの前まで行ってみた。
- あれ？腕ってどうやって動かすんだっけ？
- 博士「あ、マニピュレータの存在を忘れてた」そう、あろうことか、せっかく付けたマニピュレータの自由度が忘れ去られていたのだ。

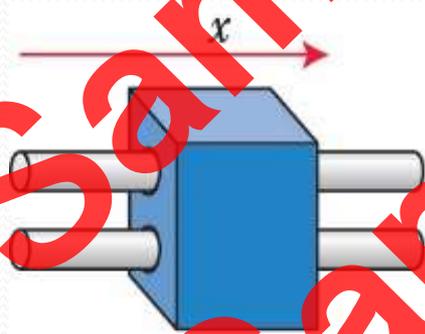


Contents

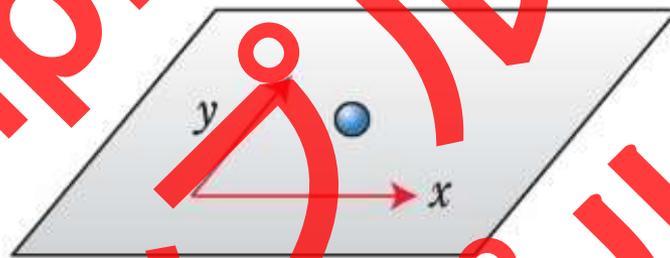
- 4.1 自由度の概念
- 4.2 手先自由度と関節自由度
- 4.3 冗長と非冗長
- 4.4 関節と手先の座標系

4.1.1 並進系の自由度

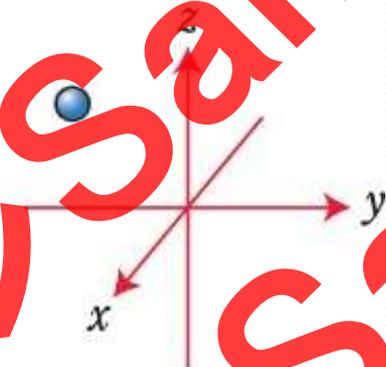
- **自由度**とは「独立に変化する変数」の数を表す。特にここでは運動の自由度を指す。
- 以下の例では回転運動は考慮せず、並進運動しか考慮していないため、「並進自由度」のように n 変数の場合には並進 n 自由度と表現する。



(a) 1自由度



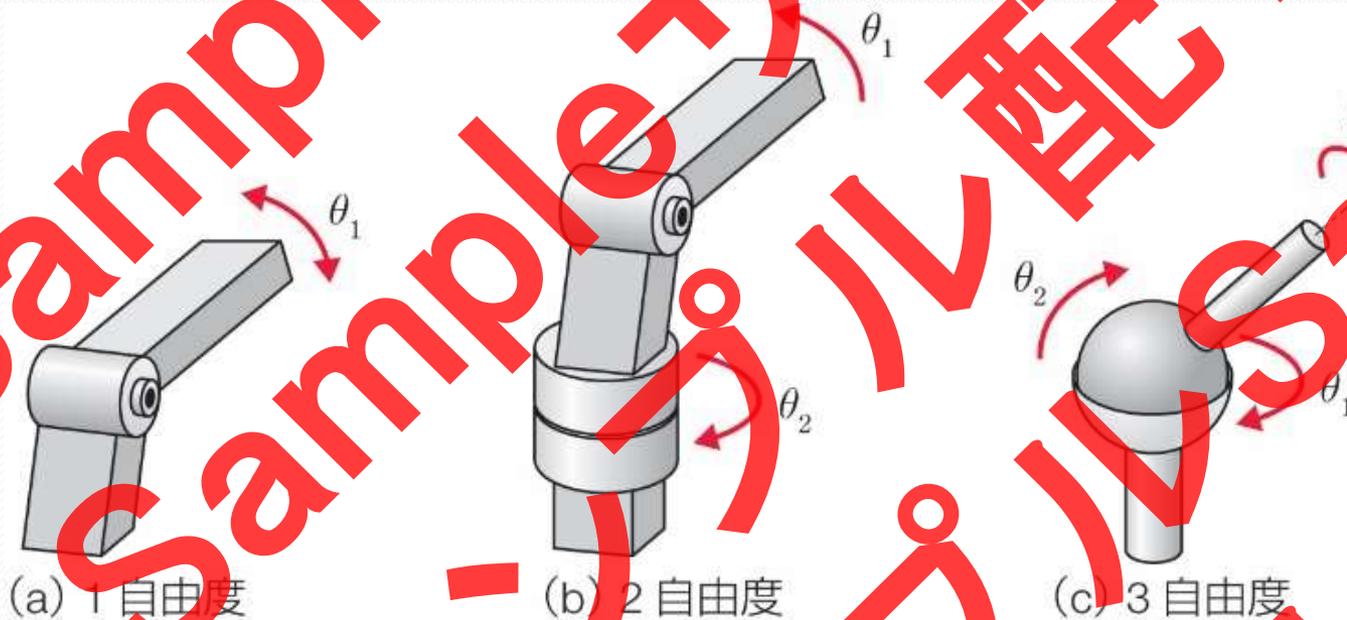
(b) 2自由度



(c) 3自由度

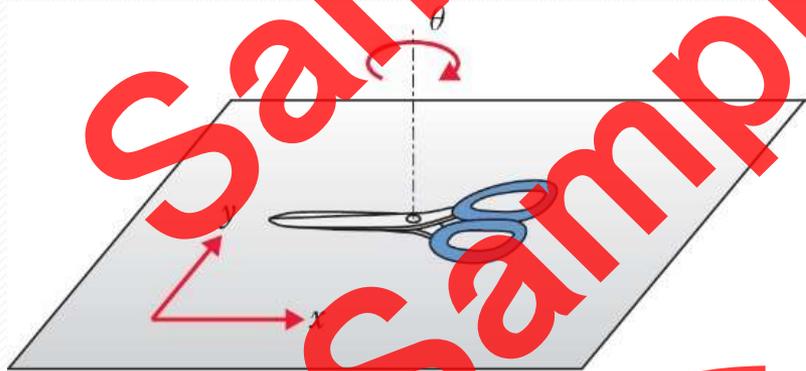
4.1.2 回転系の自由度

- 以下の例のように回転運動しか考慮していないシステムの自由度を、例えば「回転3自由度」のようにn変数の場合には回転n自由度と表現する。



4.1.3 並進+回転系の自由度

- これまで並進と回転を別々に考えてきた自由度の議論を、「並進と回転の自由度を同時にもつ場合」に拡張できる。
- 拘束のない物体の自由度は、重心位置の並進3自由度と3つの回転軸の回転3自由度の合計で6自由度を有している。



3自由度
(並進2自由度 + 回転1自由度)



6自由度



並進
3自由度



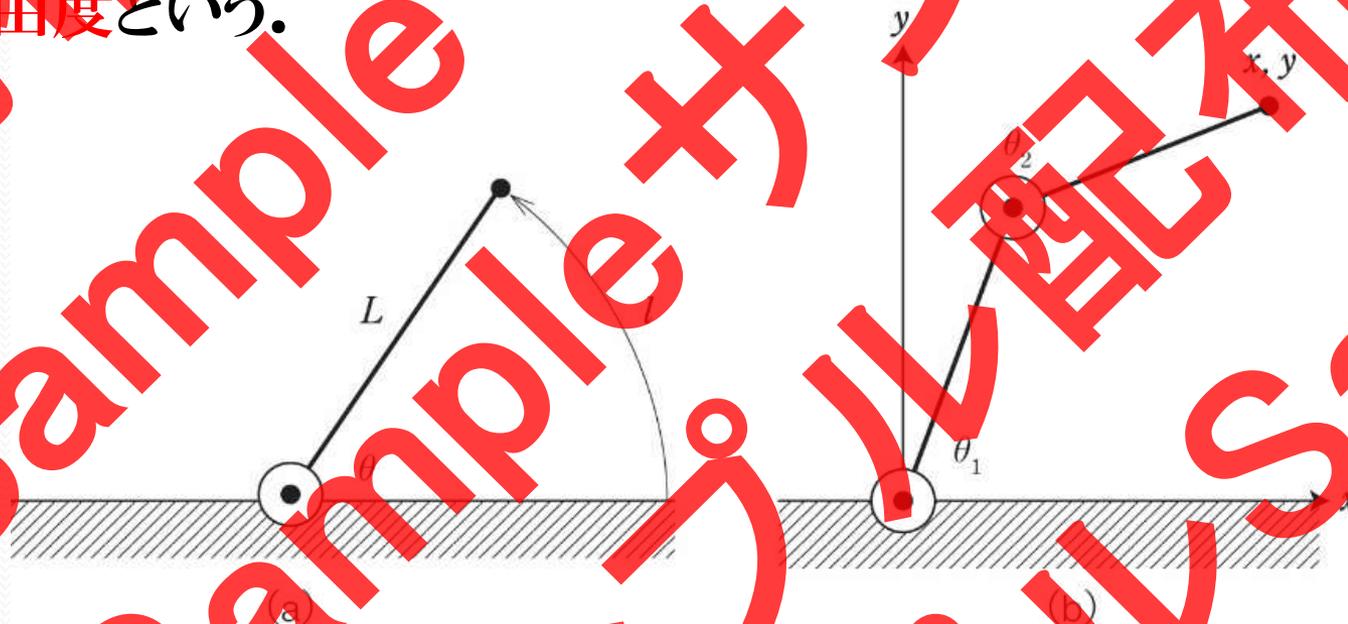
回転
3自由度

Contents

- 4.1 自由度の概念
- 4.2 手先自由度と関節自由度
- 4.3 冗長と非冗長
- 4.4 関節と手先の座標系

4.2.1 1自由度と2自由度の例

- 関節のもつ全部の自由度を**関節自由度**という。
- エンドエフェクタなどが搭載された手先のもつ自由度を**手先自由度**という。

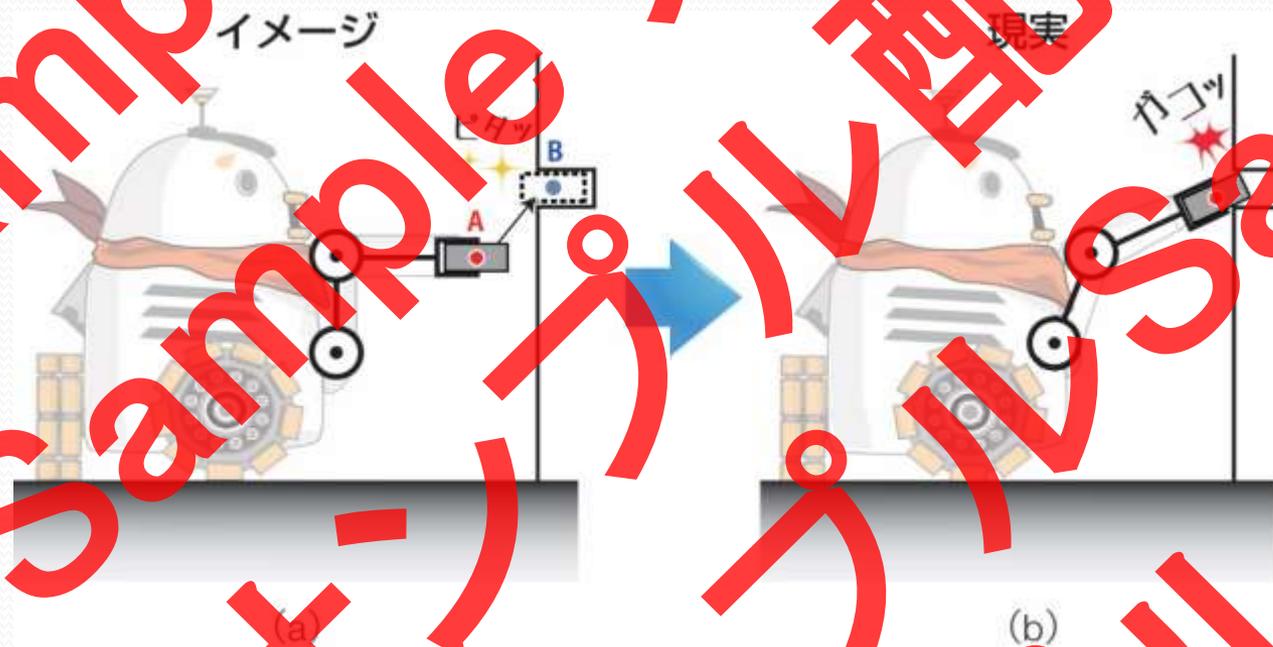


関節自由度1... θ
手先自由度1... l

関節自由度2... θ_1, θ_2
手先自由度2... x, y

4.2.2 目的の運動と手先自由度

- 「作業に必要な手先自由度」と「ロボットの有する手先自由度と関節自由度」の関係を理解していないと、要求された作業を十分に遂行できない場合がある。

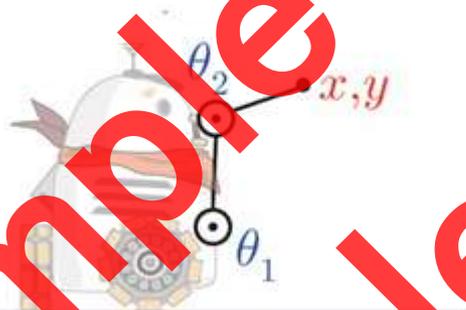


Contents

- 4.1 自由度の概念
- 4.2 手先自由度と関節自由度
- 4.3 冗長と非冗長
- 4.4 関節と手先の座標系

● マニピュレータの関節自由度の数に対して、手先自由度の数が同じ状態を非冗長といい、そのようなマニピュレータを非冗長マニピュレータという。

● 手先運動の自由度に対し、関節自由度が多い状態を関節自由度が冗長といい、そのようなマニピュレータを冗長マニピュレータという。冗長とは「余分」なこと。



非冗長



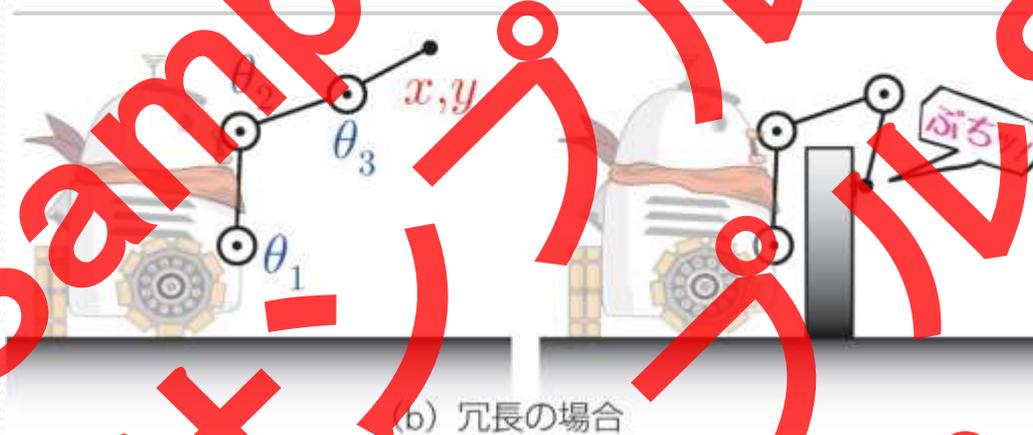
冗長

冗長マニピュレータの短所

- 関節数が増えることで、コストが増加する
- 手先位置を決定しても、図形的に関節角度が一意に決まらない（詳しくは 5 章にて後述する）。

冗長マニピュレータの長所!

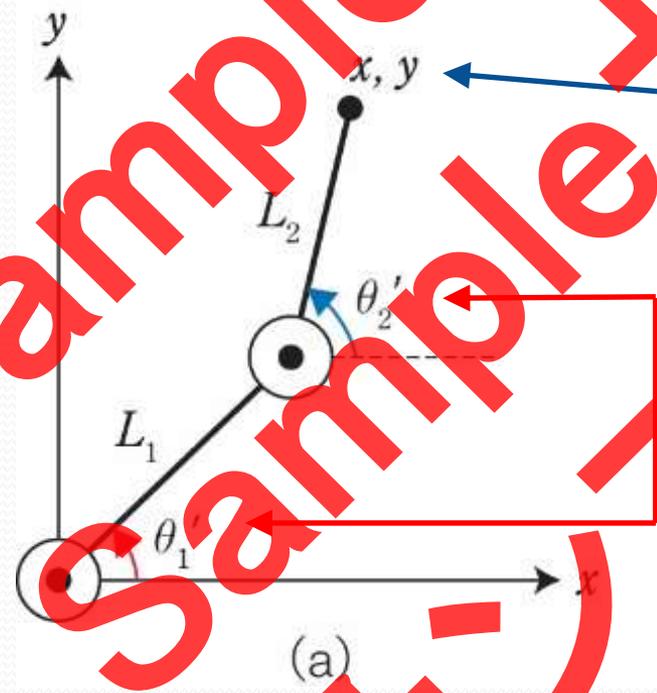
- 図 4.9(b) のように、障害物などがある場合に、回り込み作業などのより細かい動作が可能になる
- 1 つ 1 つの関節の可動範囲が限られている場合でも、結果的に大きな可動範囲を得ることができる。



Contents

- 4.1 自由度の概念
- 4.2 手先自由度と関節自由度
- 4.3 冗長と非冗長
- 4.4 関節と手先の座標系

- 関節の変位を表す座標系を**関節座標系**といい、手先の変位を表す座標系を**手先座標系**や**作業座標系**という。
- マニピュレータ制御では、この関節座標系と手先座標系の図形的な関係を知ることが重要なポイントの1つとなる。



手先座標系(作業座標系): x, y



図形的関係

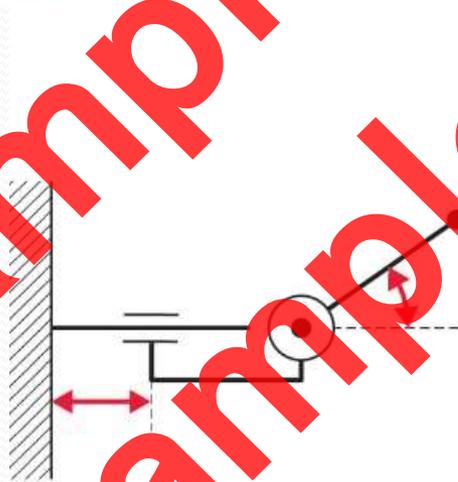
関節座標系: θ_1, θ_2'

(b)

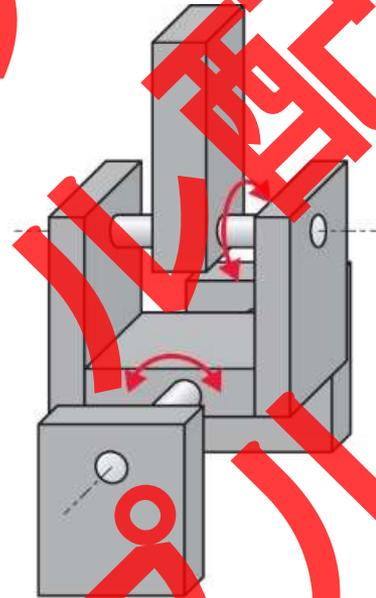
章末問題

③ 図 4.11 に示す機構の関節部について関節自由度を述べよ。

④ 人間の腕の関節自由度は 7 自由度あるといわれるが、各関節がどのような構造で合計 7 自由度になっているか考えよ。



(a)直動関節と回転関節



(b)ジンバル機構

第4章のまとめ

まとめ

- ・ 自由度とは、独立に変化する変数の数である。
- ・ 手先自由度とは手先のもつ自由度であり、関節自由度とは関節のもつ自由度のことである。
- ・ 冗長とは、手先自由度より関節自由度の数が大きい場合である。また、非冗長は手先自由度と関節自由度の数が同じ場合である。
- ・ マニピュレータの関節角度と手先位置には図形的な関係がある。