050801

汚さないこと

ロボット工学 定期試験 ①
担当：熊谷正朗　ノート持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室

学生番号 確　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 X　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→4

1　２次元平面での運動を行う、図１に示す２自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　（修正DH法は使わない方が無難）

(1) 基準座標系 X_0Y_0 で見た、手先位置Pの座標 $({}^0p_x \quad {}^0p_y)^T$ を求めよ。

(2) 手先座標系 X_2Y_2 を基準座標系に変換する同次変換行列 ${}^0T_2$ を求めよ。

(3) 逆変換の同次変換行列 ${}^2T_0$ を求めよ。

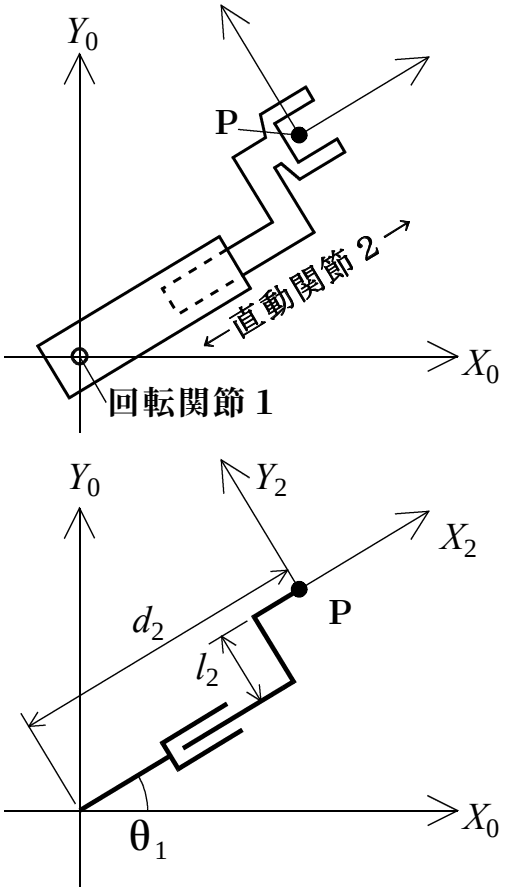


図１　２自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

060802

汚さないこと

ロボット工学 定期試験 ①
担当：熊谷正朗　ノート・書籍持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室

学生番号 / 確 / X / 1 2 3

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での運動を行う、図１に示す２自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　（修正DH法は使わない方が無難）

(1) 基準座標系 X_0Y_0 で見た、手先位置Pの座標 $({}^0p_x \quad {}^0p_y)^T$ を求めよ。

(2) 手先座標系 X_2Y_2 を基準座標系に変換する同次変換行列 ${}^0T_2$ を求めよ。

(3) 逆変換の同次変換行列 ${}^2T_0$ を求めよ。

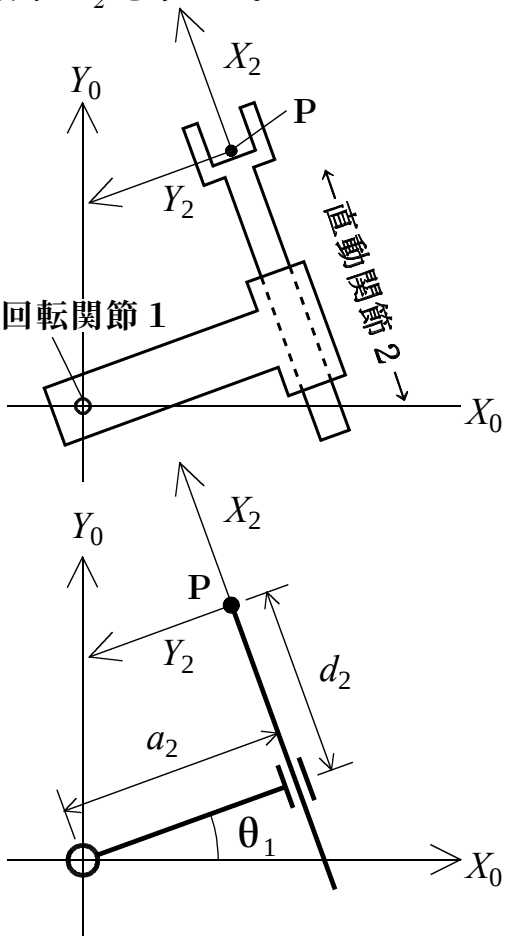


図１　２自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ノート→ホチキス位置

ロボット工学 定期試験 ①

担当：熊谷正朗　ノート・書籍持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)

学生番号 / 確　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1± 2± 3± X　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での運動を行う、図１に示す２自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　(修正DH法は使わない方が無難)

(1) 基準座標系 X_0Y_0 で見た、手先位置Pの座標 $({}^0p_x \;\; {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を求めよ。

(2) 手先座標系 X_2Y_2 を基準座標系に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_2$ を求めよ。

(3) 逆変換の同次変換行列 ${}^2\boldsymbol{T}_0$ を求めよ。

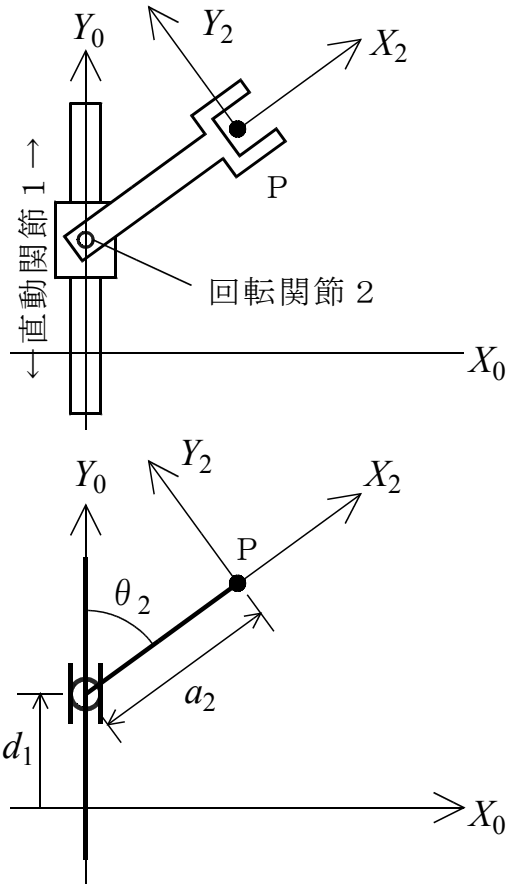


図１　２自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ノ→ホチキス位置

080801　　本試験紙は３枚綴り。綴じをばらさないこと。　　汚さないこと

ロボット(基礎)工学 定期試験 ①

担当：熊谷正朗　ノート・書籍持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

1 +/− 2 +/− 3 +/− X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での運動を行う、図１に示す２自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　(修正DH法は使わない方が無難)

(1) 基準座標系 X_0Y_0 で見た、手先位置Ｐの座標 $({}^0p_x \;\; {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を求めよ。

(2) 手先座標系 X_2Y_2 を基準座標系に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_2$ を求めよ。

(3) 逆変換の同次変換行列 ${}^2\boldsymbol{T}_0$ を求めよ。

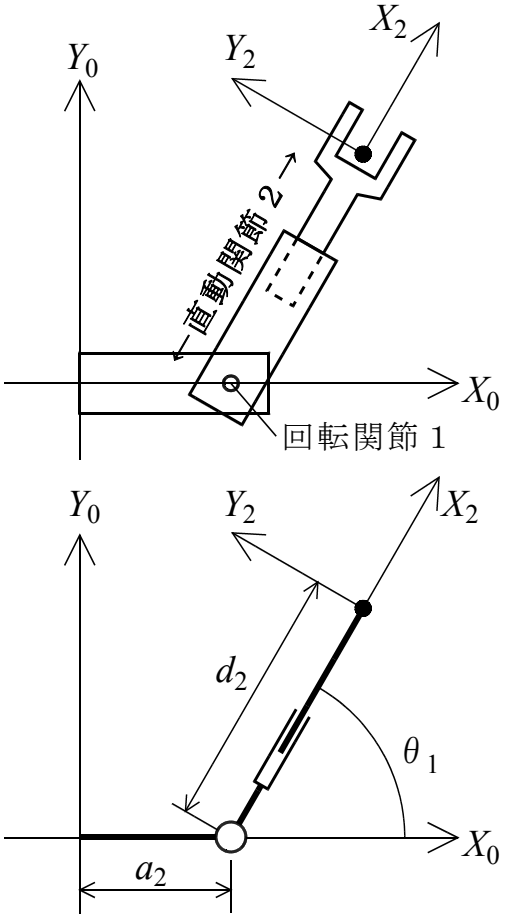


図１　２自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ①
担当：熊谷正朗　すべて持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)

学生番号 / 確　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 ＋ / －　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での運動を行う、図１に示す２自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　（修正DH法は使わない方が無難）

(1) 基準座標系 X_0Y_0 で見た、手先位置Ｐの座標 $({}^0p_x \;\; {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を求めよ。

(2) 手先座標系 X_2Y_2 を基準座標系に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_2$ を求めよ（３次正方）。

(3) 逆変換の同次変換行列 ${}^2\boldsymbol{T}_0$ を求めよ。

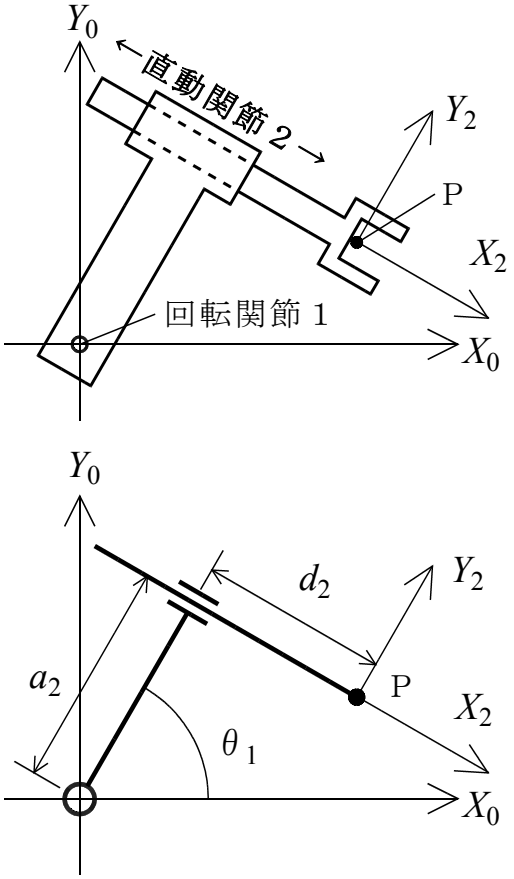


図１　２自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ホチキス位置

ロボット基礎工学　定期試験　①

月2　熊谷正朗　すべて持込可　90分

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)

学生番号　確　　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 X Y

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での運動を行う、図１に示す２自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　（修正DH法は使わない方が良い）

(1) 基準座標系 X_0Y_0 で見た、手先位置Ｐの座標 $({}^0p_x \;\; {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を求めよ。

(2) 手先座標系 X_2Y_2 を基準座標系に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_2$ を求めよ（３次正方）。

(3) 逆変換の同次変換行列 ${}^2\boldsymbol{T}_0$ を求めよ。

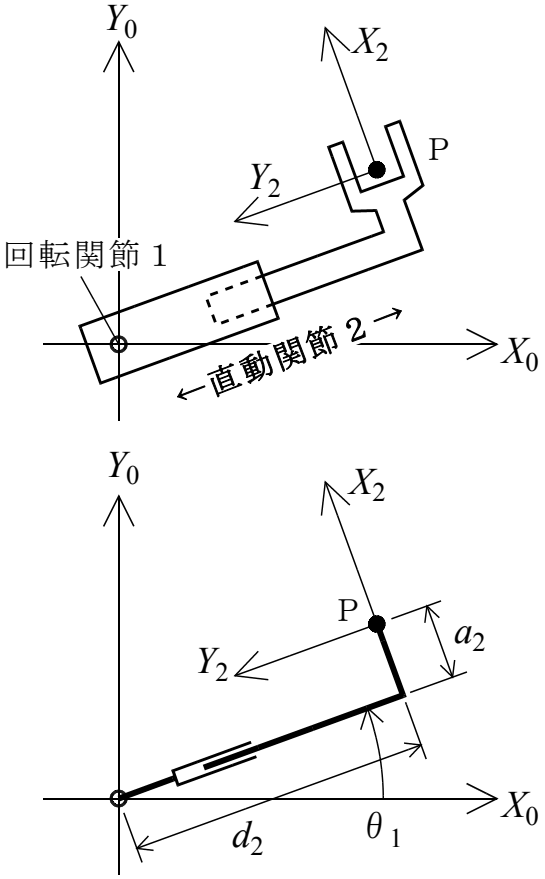


図１　２自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ノ→ホチキス位置

110808　　本試験紙は３枚綴り。綴じをばらさないこと。　　汚さないこと

ロボット基礎工学 最終試験 ①

月2 熊谷正朗　すべて持込可　75分

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 + − 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での運動を行う、図１に示す３自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　(修正DH法は使わない方が良い)

(1) 手先座標系 X_2Y_2 を基準座標系 X_1Y_1 に変換する同次変換行列 ${}^1\boldsymbol{T}_2$について、以下の行列の空欄 (a)～(e) を求めよ。

$$\begin{pmatrix} \cos(\theta_1+\theta_2+\theta_3) & [\quad (a) \quad] & a_1\cos\theta_1+a_2\cos(\theta_1+\theta_2)+[\quad (c) \quad] \\ \sin(\theta_1+\theta_2+\theta_3) & [\quad (b) \quad] & [\quad (d) \quad] \\ 0 & 0 & [\quad (e) \quad] \end{pmatrix}$$

(2) このマニピュレータの順運動学を （θ_1, θ_2, θ_3）→P点の座標 (x, y) とすれば ${}^1\boldsymbol{T}_2$の３列目の成分で得られるが、逆運動学を解くことはできない。なぜか。また、どのような条件をつければ解けるか。

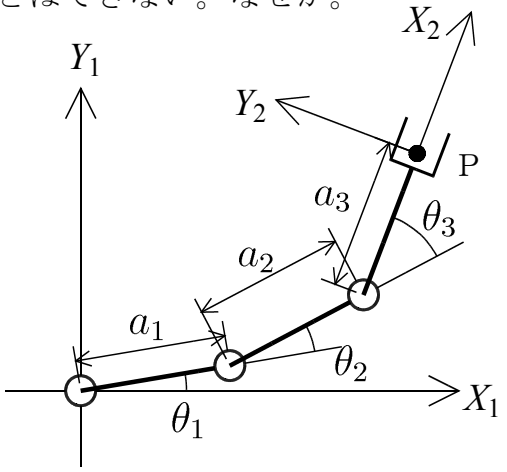


図１　３自由度マニピュレータ

(a) ＝

(b) ＝

(c) ＝

(d) ＝

(e) ＝

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

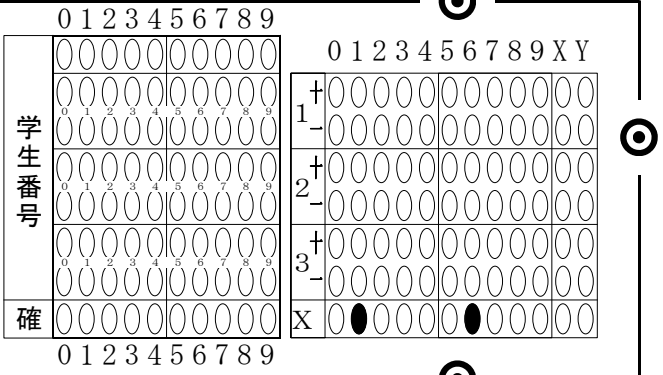
／→ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ①
月２ 熊谷　教科書ノートプリント電卓可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

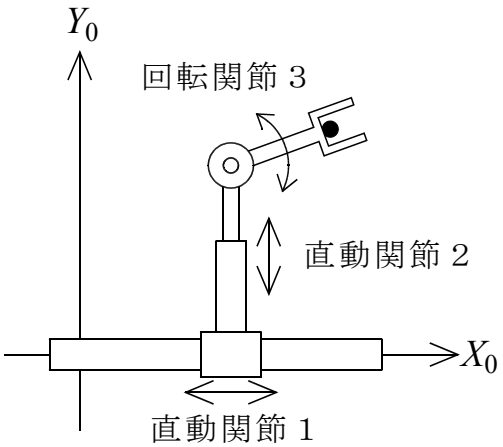
1　２次元平面での運動を行う、図１に示す３自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　(修正DH法は使わない方が良い)

(1) 基準座標系X_0Y_0でみた、手先Ｐ点の座標 $({}^0p_x \;\; {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を求めよ。

(2) 手先座標系 X_3Y_3 を基準座標系 に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_3$ を求めよ。

(3) このマニピュレータの逆運動学を求める。手先位置 $({}^0p_x \;\; {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を単純化のため $(x \;\; y)^{\mathrm{T}}$ とし、手先の位置姿勢 $(x \;\; y \;\; \theta)^{\mathrm{T}}$ から、各関節変位$(\, d_1 \;\; d_2 \;\; \theta_3 \,)^{\mathrm{T}}$ を求める方法を導出せよ。※ $\theta_3 = \theta$ である

(4) 逆変換の同次変換行列 ${}^3\boldsymbol{T}_0$ を求めよ。



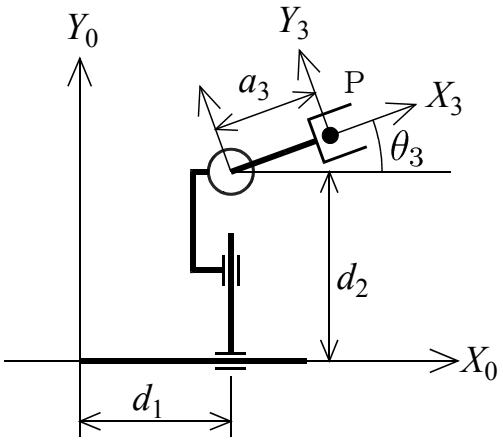


図１　３自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ①
月２ 熊谷　書籍ノートプリント電卓可 80分

学生番号　学年

氏　名

日　時　教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
1 +/− 2 +/− 3 +/− X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

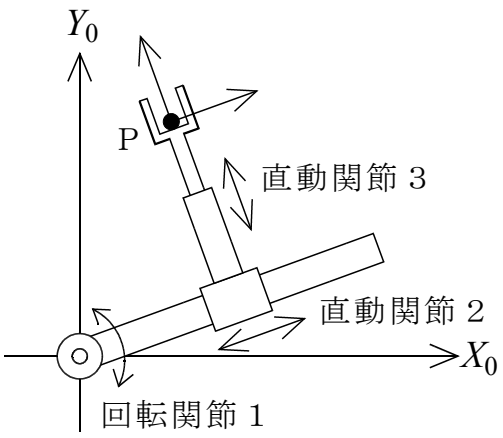
1　２次元平面での運動を行う、図１に示す３自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　(修正DH法は使わない方が良い)

(1) 基準座標系X_0Y_0でみた、手先Ｐ点の座標 $({}^0p_x \quad {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を求めよ。

(2) 手先座標系 X_3Y_3 を基準座標系 に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_3$ を求めよ。

(3) 逆変換の同次変換行列 ${}^3\boldsymbol{T}_0$ を求めよ。

(4) このマニピュレータの逆運動学を求める。手先位置 $({}^0p_x \quad {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を単純化のため $(x \quad y)^{\mathrm{T}}$ とし、手先の位置姿勢 $(x \quad y \quad \theta)^{\mathrm{T}}$ から、各関節変位$(\theta_1 \quad d_2 \quad d_3)^{\mathrm{T}}$ を求める方法を導出せよ。※ $\theta_1 = \theta$ である



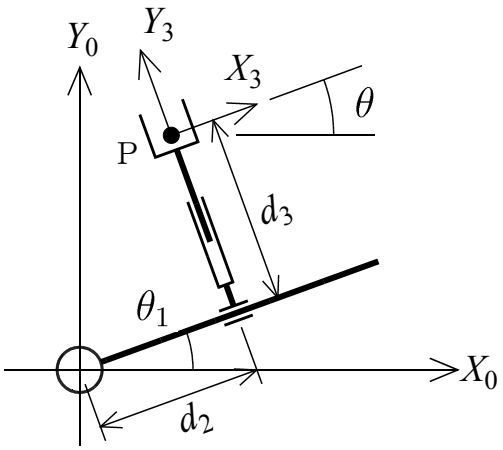


図１　３自由度マニピュレータ
※直動関節は直交している

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

・ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ①
月２ 熊谷　書籍ノートプリント電卓他可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
1 +/− 2 +/− 3 +/− X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での運動を行う、図１に示す３自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　(修正DH法は使わない方が良い)

(1) 基準座標系X_0Y_0 でみた、手先Ｐ点の座標 $({}^0p_x \;\; {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を求めよ。

(2) 手先座標系 X_3Y_3 を基準座標系 に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_3$ を求めよ。

(3) 逆変換の同次変換行列 ${}^3\boldsymbol{T}_0$ を求めよ。

(4) このマニピュレータの逆運動学を求める。手先位置 $({}^0p_x \;\; {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を単純化のため $(x \;\; y)^{\mathrm{T}}$ とし、手先の位置姿勢 $(x \;\; y \;\; \theta)^{\mathrm{T}}$ から、各関節変位$(\, d_1 \;\; \theta_2 \;\; d_3\,)^{\mathrm{T}}$ を求める方法を導出せよ。※ $\theta_2 = \theta$ である

(5) このマニピュレータに特異姿勢はあるか。あれば示せ。

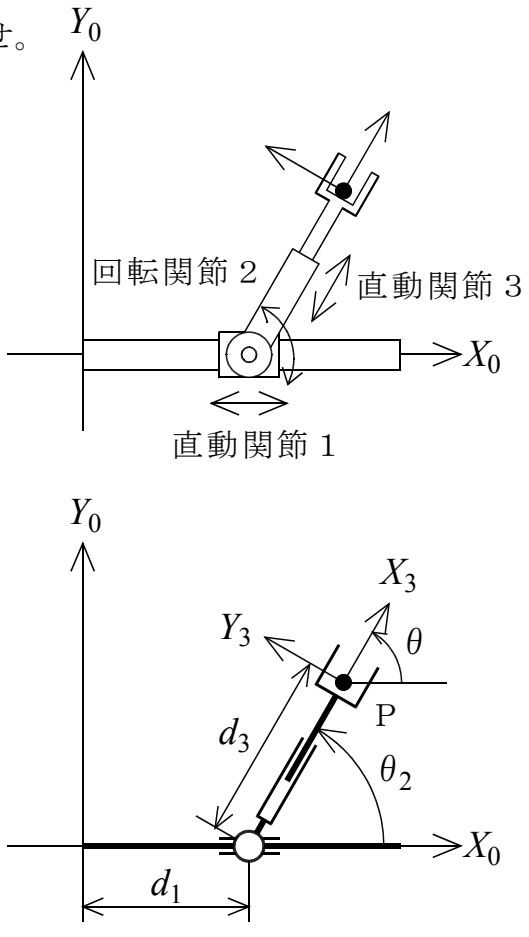


図１　３自由度マニピュレータ
※直動関節は直交している

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ①
月２ 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/29　2コマ　　324 教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 ± 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での運動を行う、図１に示す３自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　(修正DH法は使わない方が良い)

(1) 基準座標系X_0Y_0でみた、手先Ｐ点の座標 $({}^0p_x \quad {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ およびX_3軸の回転角 θ を求めよ。

(2) 手先座標系 X_3Y_3 を基準座標系 に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_3$ を求めよ。

(3) 逆変換の同次変換行列 ${}^3\boldsymbol{T}_0$ を求めよ。

(4) このマニピュレータの逆運動学を求めたい。手先位置 $({}^0p_x \quad {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を単純化のため $(x \quad y)^{\mathrm{T}}$ とし、手先の位置姿勢 $(x \quad y \quad \theta)^{\mathrm{T}}$ から、各関節変位$(\theta_1 \quad d_2 \quad \theta_3)^{\mathrm{T}}$ を求める方法を述べよ。（ヒント：回転関節３の位置をまず求めよ）

(5) このマニピュレータに特異姿勢はあるか。あれば示せ。

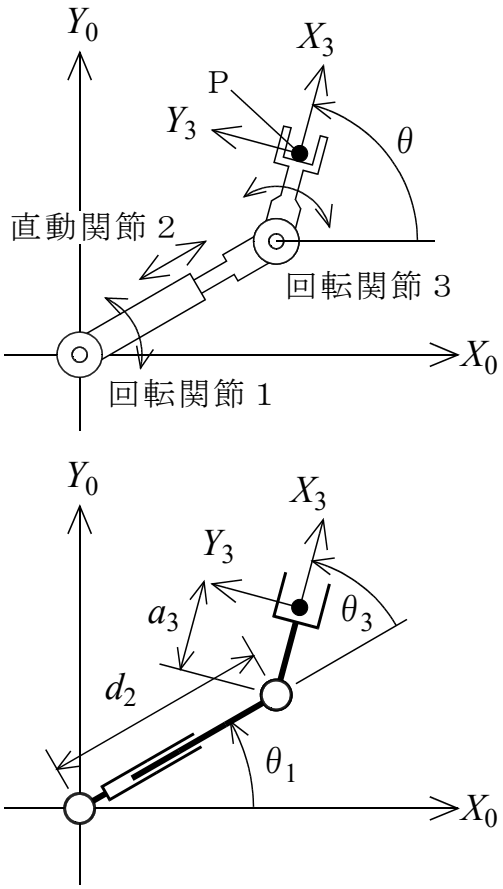


図１　３自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

／・ホチキス位置

170123　　本試験紙は３枚綴り。綴じをばらさないこと。　　汚さないこと

ロボット基礎工学 定期試験 ①
月２ 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時 1/23 2コマ　　324 教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 ± 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での運動を行う、図１に示す３自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　(修正DH法は使わない方が良い)

(1) 基準座標系X_0Y_0でみた、手先Ｐ点の座標 $({}^0p_x \quad {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ およびX_3軸の回転角 θ を求めよ。

(2) 手先座標系 X_3Y_3 を基準座標系 に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_3$ を求めよ。
なお、記述簡略化のために、${}^0p_x$ および ${}^0p_y$で記載してもかまわない。

(3) 逆変換の同次変換行列 ${}^3\boldsymbol{T}_0$ を求めよ。

(4) このマニピュレータの逆運動学を求めたい。手先位置 $({}^0p_x \quad {}^0p_y)^{\mathrm{T}}$ を単純化のため $(x \quad y)^{\mathrm{T}}$ とし、手先の位置姿勢 $(x \quad y \quad \theta)^{\mathrm{T}}$ から、各関節変位$(\theta_1 \quad \theta_2 \quad \theta_3)^{\mathrm{T}}$ を求める方法を述べよ。（ヒント：回転関節３の位置をまず求めよ）

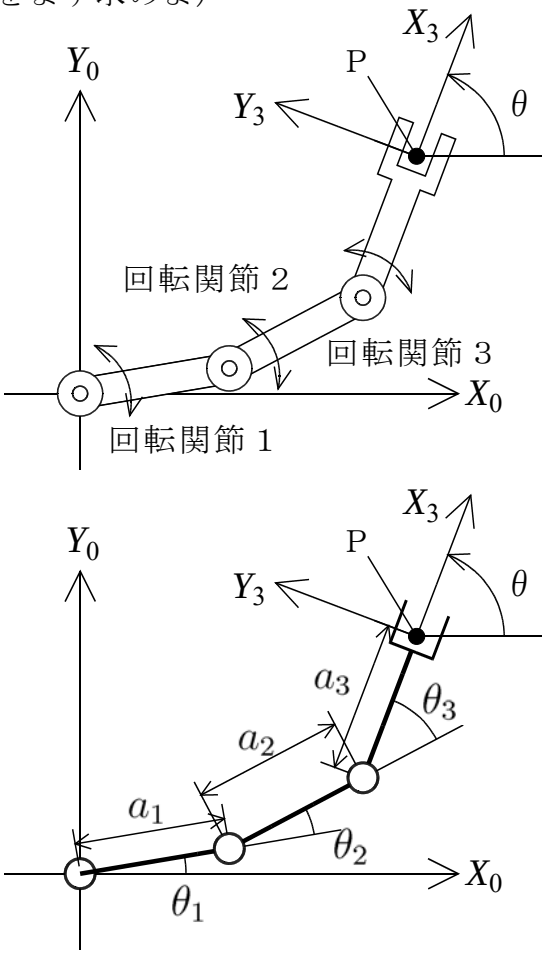


図１　３自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

／・ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ①
月２ 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/29 2コマ　　324 教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
1 + −
2 + −
3 + −
X

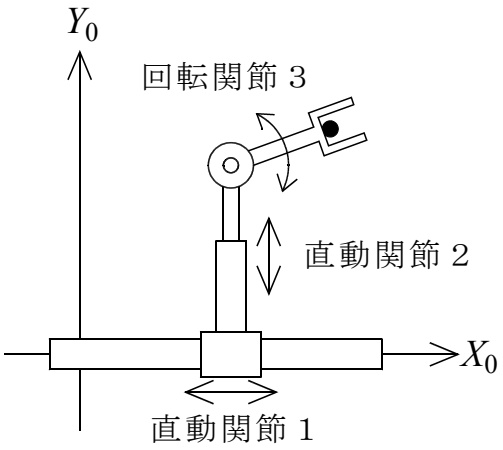
・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での動作する、右下図に示す３自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。　(修正DH法は使わない方が良い)

(1) 手先座標系 X_3Y_3 を基準座標系X_0Y_0 に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_3$ を求め、行列の空欄部(a)～(e)を答えよ（行列に直接書き込み）。

$$ {}^0\boldsymbol{T}_3 = \begin{pmatrix} \cos\theta_3 & [(a) &] & [(d) &] \\ \sin\theta_3 & [(b) &] & [(e) &] \\ 0 & [(c) &] & 1 & \end{pmatrix} $$

(2) このマニピュレータの逆運動学を求めたい。
手先位置を$(x \quad y)^{\mathrm{T}}$、X_0に対するX_3の角度をθ とし、
手先の位置姿勢 $(x \quad y \quad \theta)^{\mathrm{T}}$ から、各関節変位
$(d_1 \quad d_2 \quad \theta_3)^{\mathrm{T}}$ を求める方法を述べよ。
※ $\theta_3 = \theta$ である



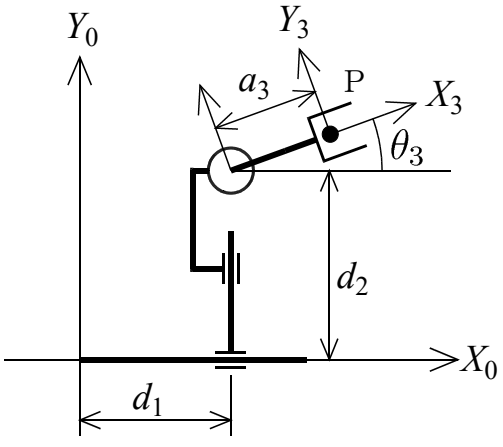


図１　３自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

190121　　本試験紙は３枚綴り。綴じをばらさないこと。　　汚さないこと

ロボット基礎工学 指定試験 ①
月３ 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/21　3コマ　　021　教室(多)

学生番号　確　　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での動作する、右下図に示す３自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。

(1) 手先座標系 X_3Y_3 を基準座標系X_0Y_0 に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_3$ を求め、行列の空欄部(a)～(e)を答えよ（解答は行列に直接書き込み）。

$$ {}^0\boldsymbol{T}_3 = \begin{pmatrix} [(a) &] & [(b) &] & [(c) &] \\ \sin\theta_2 & & \cos\theta_2 & [(d) &] \\ 0 & & 0 & [(e) &] \end{pmatrix} $$

(2) このマニピュレータの逆運動学を求めたい。
手先Ｐの座標系X_0Y_0 での位置を$(x \quad y)^{\mathrm{T}}$、X_0に対するX_3の角度をθ とし、手先の位置姿勢 $(x \quad y \quad \theta)^{\mathrm{T}}$ から、各関節変位 $(d_1 \quad \theta_2 \quad d_3)^{\mathrm{T}}$ を求める方法を述べよ。
※ $\theta_2 = \theta$ である

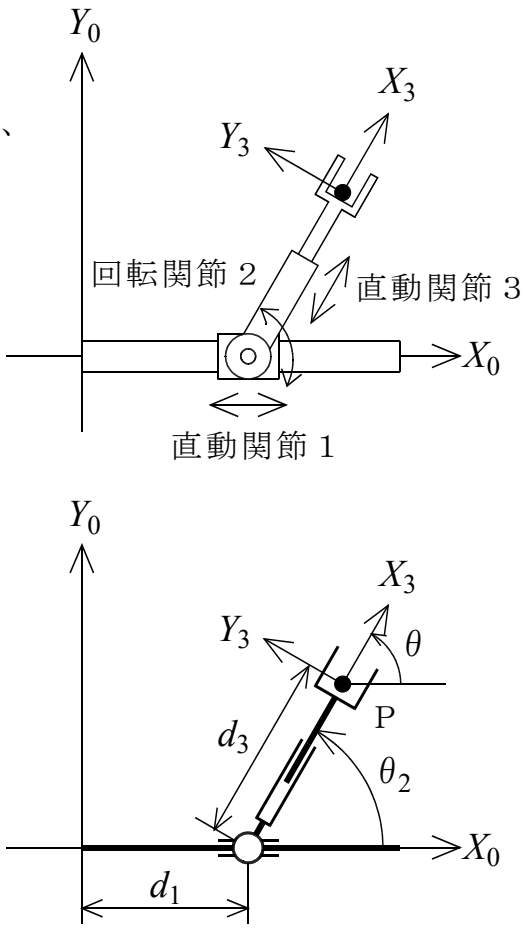


図１　３自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

200127　　本試験紙は３枚綴り。綴じをばらさないこと。　　汚さないこと

ロボット基礎工学 指定試験 ①
月3 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/27 3コマ　　021 教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
1 +/− 2 +/− 3 +/− X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での動作する、右下図に示す３自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。

(1) 手先座標系 X_3Y_3 を基準座標系X_0Y_0 に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_3$ を求め、行列の空欄部(a)～(e)を答えよ（解答は行列に直接書き込み）。

$$\begin{pmatrix} \cos(\theta_1+\theta_3) & [(a) &] & [(b) &] \\ \sin(\theta_1+\theta_3) & [(c) &] & [(d) &] \\ 0 & [(e) &] & & 1 \end{pmatrix}$$

(2) このマニピュレータの逆運動学を求めたい。
手先Ｐの座標系X_0Y_0 での位置を$(x \;\; y)^{\mathrm{T}}$、X_0に対するX_3の角度をθ とし、手先の位置姿勢 $(x \;\; y \;\; \theta)^{\mathrm{T}}$ から、各関節変位 $(\theta_1 \;\; d_2 \;\; \theta_3)^{\mathrm{T}}$ を求める方法を述べよ。
※ヒント：関節３の座標$(r_{x3} \;\; r_{y3})^{\mathrm{T}}$ をまず求めよ。

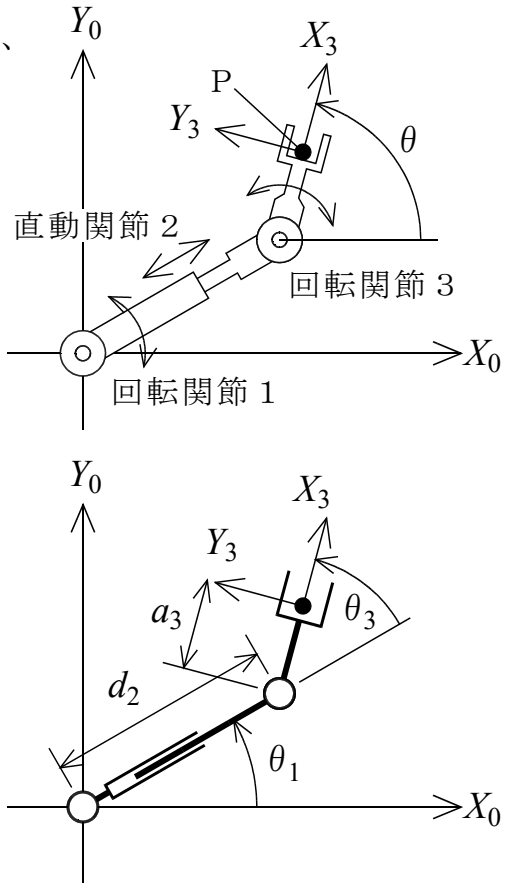


図１　３自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ロボット基礎工学 指定試験 ①
月3 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/25 3コマ　　manaba 教室

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1 2 3 ＋ − 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

1　２次元平面での動作する、右下図に示す３自由度マニピュレータについて、以下の問いに答えよ。

(1) 手先座標系 X_3Y_3 を基準座標系X_0Y_0 に変換する同次変換行列 ${}^0\boldsymbol{T}_3$ を求め、行列の各要素を選択せよ。

左2列　該当する選択肢がない cosθ1+cosθ2+cosθ3　−(cosθ1+cosθ2+cosθ3)　sinθ1+sinθ2+sinθ3−(sinθ1+sinθ2+sinθ3)　cos(θ1+θ2+θ3)　−cos(θ1+θ2+θ3)　sin(θ1+θ2+θ3)　−sin(θ1+θ2+θ3)　−1　0　1
右1列　該当する選択肢がない a1cosθ1+a2cosθ2+a3cosθ3　a1sinθ1+a2sinθ2+a3sinθ3　a1tanθ1+a2tanθ2+a3tanθ3　(a1+a2+a3)cos(θ1+θ2+θ3)　(a1+a2+a3)sin(θ1+θ2+θ3)　(a1+a2+a3)tan(θ1+θ2+θ3)　a1cos(θ1)+a2cos(θ1+θ2)+a3cos(θ1+θ2+θ3)　a1sin(θ1)+a2sin(θ1+θ2)+a3sin(θ1+θ2+θ3)　−1　0　1

(2) このマニピュレータの逆運動学を求めたい。
手先Ｐの座標系X_0Y_0 での位置を$(x \quad y)^{\mathrm{T}}$、X_0に対するX_3の角度をθ とし、手先の位置姿勢 $(x \quad y \quad \theta)^{\mathrm{T}}$ から、各関節変位 $(\theta_1 \quad \theta_2 \quad \theta_3)^{\mathrm{T}}$ を求める方法を述べよ。
※ヒント：関節３の座標$(r_{x3} \quad r_{y3})^{\mathrm{T}}$ をまず求めよ。

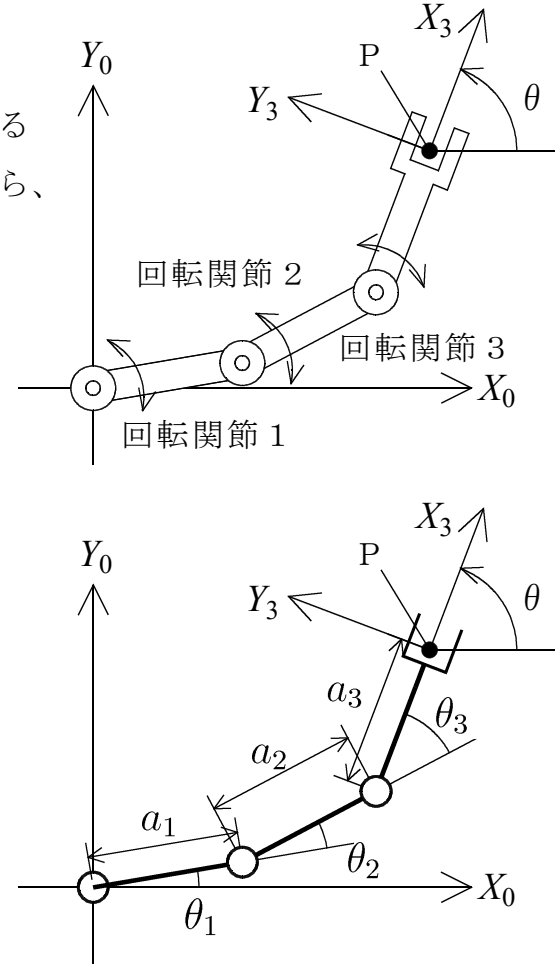


図１　３自由度マニピュレータ

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

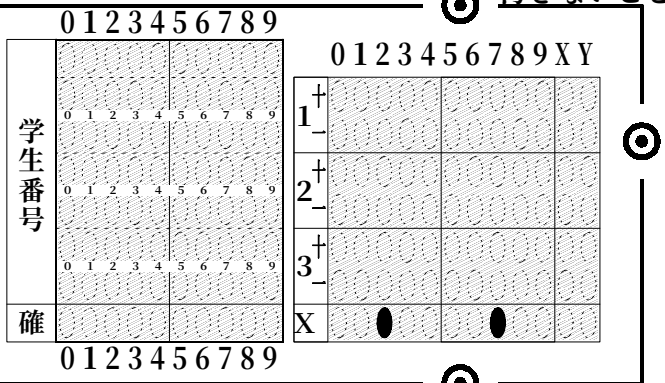
汚さないこと

ロボット工学 定期試験 ②
担当：熊谷正朗　ノート持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向 2輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100mm、車輪の左右間隔(2d)を200mmとして、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとする。

(1) ロボットの右車輪を前進方向に角度π、左車輪を後退方向にπだけ、1秒間で一定角速度で回転させた。ロボットは具体的に(数値を含め)どのような運動をするか。

(2) ロボットの左右の車輪を図 2に示すように時間の経過と共に回転させた。4秒後のロボットの位置、姿勢および両輪の 4秒間の軌跡を具体的に図示せよ。なお、時刻 0でロボットは原点にいて、姿勢は図中上向きにあるとする。また、必要ならπ＝3としてかまわない。

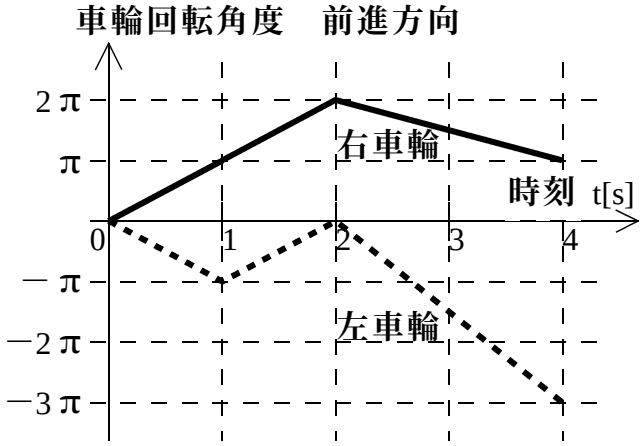
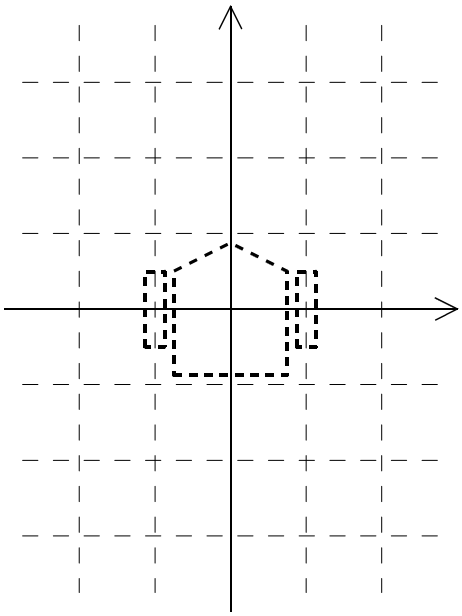


図２　車輪回転角度の時間変化



・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

060802

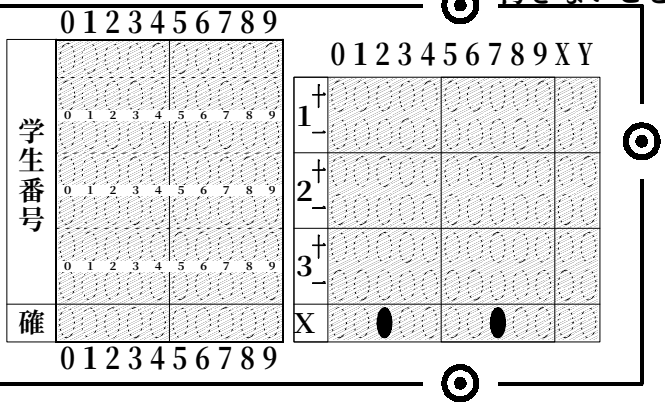
汚さないこと

ロボット工学 定期試験 ②
担当：熊谷正朗　ノート・書籍持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→4

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100㎜、車輪の左右間隔(2d)を200㎜として、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとする。

(1) 図２のようにロボットをスタート位置、姿勢から、ゴール位置、姿勢まで移動させたい。そのために必要な手順(直進、旋回等の組み合わせ順序)を考え、具体的に述べよ。その際、ロボットの特性を考えることはもちろんのこと、なるべく少ない手順で達成せよ。

(2) (1)で述べた手順による両輪の軌跡を正確に図示せよ。（図２に上書き）

(3) 手順の各工程を具体的に数値で求め、「車輪の回転角」で手順を示せ。
例：①両輪とも後退方向にπ回転　②右輪を前進、左輪を後退方向に同時にπ回転...
なお、必要であれば、図や表などを使用すること。

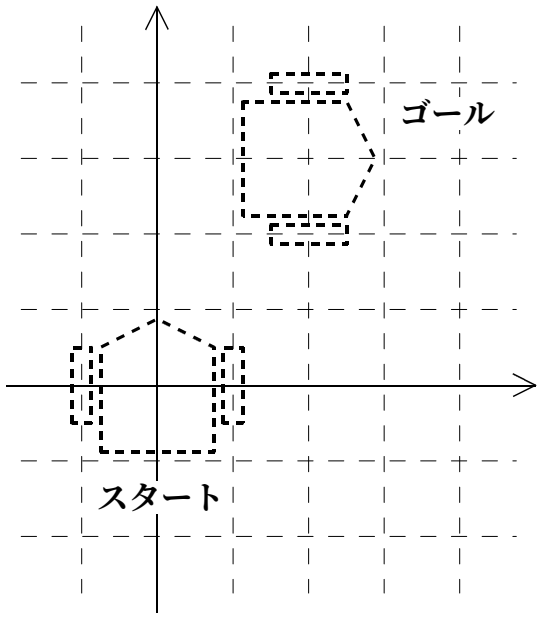


図２　ロボットの運動

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ノ→ホチキス位置

070802　　本試験紙は３枚綴り。綴じをばらさないこと。　　汚さないこと

ロボット工学 定期試験 ②

担当：熊谷正朗　ノート・書籍持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 + − 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100㎜、車輪の左右間隔(2d)を200㎜として、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとする。

(1) 図２のようにロボットをスタート位置、姿勢から、ゴール位置、姿勢まで移動させたい。そのために必要な手順(直進、旋回等の組み合わせ順序)を考え、具体的に述べよ。その際、障害物は避け、ロボットの特性を考えてなるべく少ない手順で達成せよ。

(2) (1)で述べた手順による両輪の軌跡を正確に図示せよ。（図２に上書き）

(3) 手順の各工程を具体的に数値で求め、「車輪の回転角」で手順を示せ。
例：①両輪とも後退方向にπ回転　②右輪を前進、左輪を後退方向に同時にπ回転...
なお、必要であれば、図や表などを使用すること。

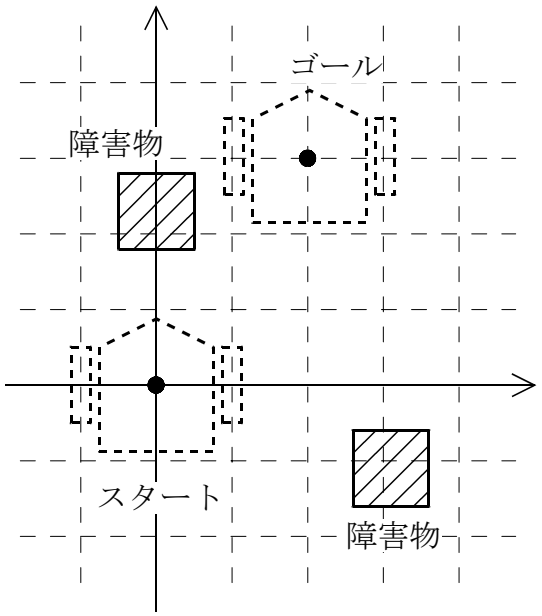


図２　ロボットの運動

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

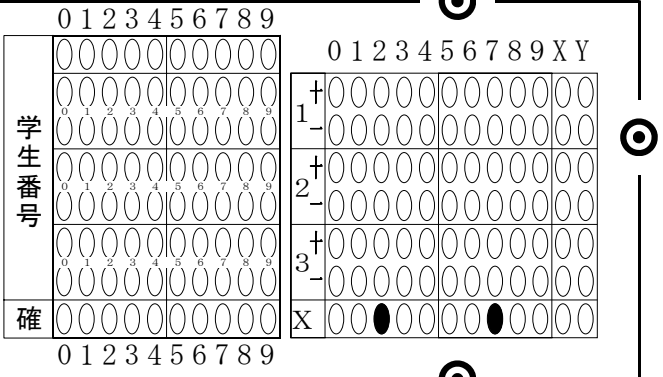
ノート→ホチキス位置

ロボット(基礎)工学 定期試験 ②
担当：熊谷正朗　ノート・書籍持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100㎜、車輪の左右間隔(2d)を200㎜として、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとする。

(1) 図２のようにロボットをスタート位置、姿勢から、ゴール位置、姿勢まで移動させたい。そのために必要な手順(直進、旋回等の組み合わせ順序)を考え、**具体的に**述べよ。
その際、障害物は避け、ロボットの特性を考えてなるべく**少ない**手順で達成せよ。

(2) (1)で述べた手順による**両輪の軌跡**を正確に図示せよ。（図２に上書き）

(3) 手順の各工程を具体的に数値で求め、「**車輪の回転角**」で手順を示せ。
例：①両輪とも後退方向にπ回転　②右輪を前進、左輪を後退方向に同時にπ回転...
なお、必要であれば、図や表などを使用すること。

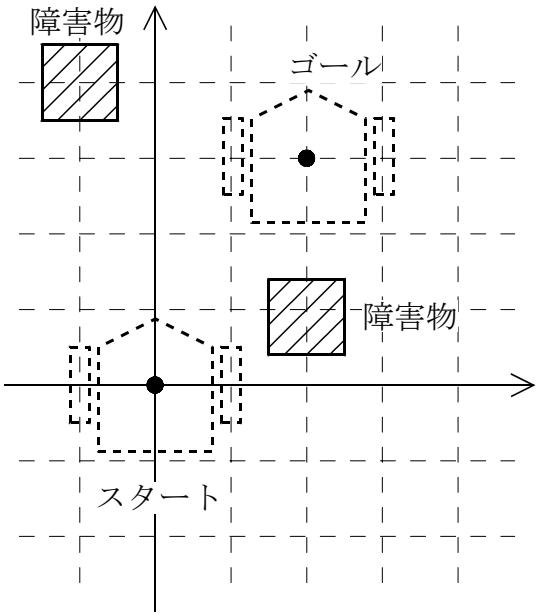


図２　ロボットの運動

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ノ→ホチキス位置

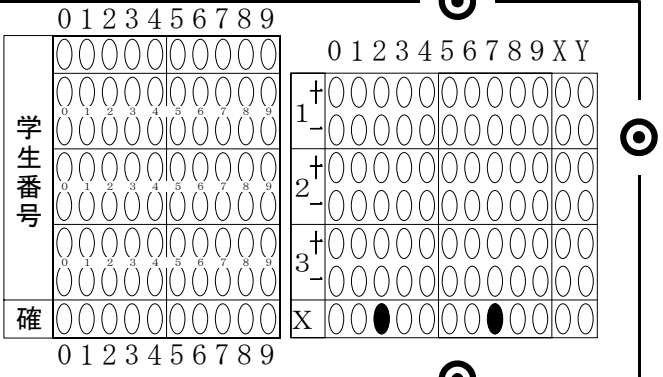
ロボット基礎工学 定期試験 ②

担当：熊谷正朗　すべて持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100㎜、車輪の左右間隔(2d)を200㎜として、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとする。

(1) 図２のようにロボットをスタート位置、姿勢から、ゴール位置、姿勢まで移動させたい。そのために必要な手順(直進、旋回等の組み合わせ順序)を考え、**具体的に**述べよ。
その際、障害物は避け、ロボットの特性を考えてなるべく**少ない**手順で達成せよ。

(2) (1)で述べた手順による**両輪の軌跡**を正確に図示せよ。（図２に上書き）

(3) 手順の各工程を具体的に数値で求め、「**車輪の回転角**」で手順を示せ。
例：①両輪とも後退方向にπ回転　②右輪を前進、左輪を後退方向に同時にπ回転...
なお、必要であれば、図や表などを使用すること。

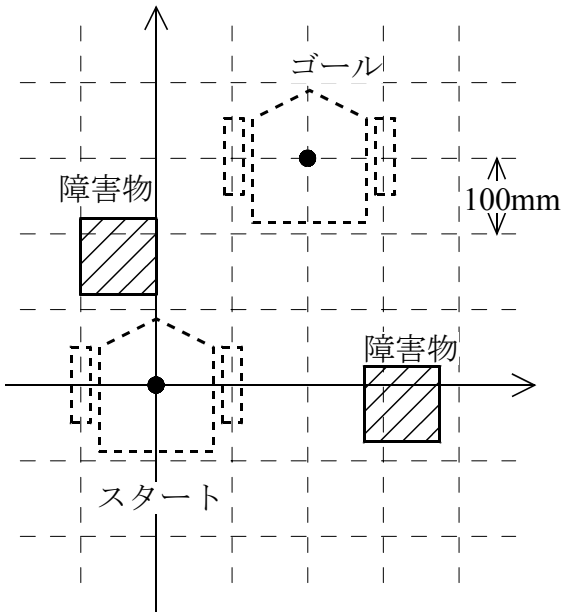


図２　ロボットの運動

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ホチキス位置→

ロボット基礎工学 定期試験 ②

月2 熊谷正朗 すべて持込可 90分

学生番号　学年

氏　名

日　時　教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1± 2± 3± X　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100㎜、車輪の左右間隔(2d)を200㎜として、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとする。

(1) 図２のようにロボットをスタート位置、姿勢から、ゴール位置、姿勢まで移動させたい。そのために必要な手順(直進、旋回等の組み合わせ順序)を考え、**具体的に**述べよ。
その際、障害物は避け、ロボットの特性を考えてなるべく**少ない**手順で達成せよ。
※具体的に＝数値で明示、　なるべく少なく＝５手順以上は減点とする

(2) (1)で述べた手順による**両輪の軌跡**を正確に図示せよ。（図２に上書き）

(3) 手順の各工程を具体的に数値で求め、「**車輪の回転角**」で手順を示せ。
例：①両輪とも後退方向にπ回転　②右輪を前進、左輪を後退方向に同時にπ回転...
なお、回転の単位は角度(rad)とする。

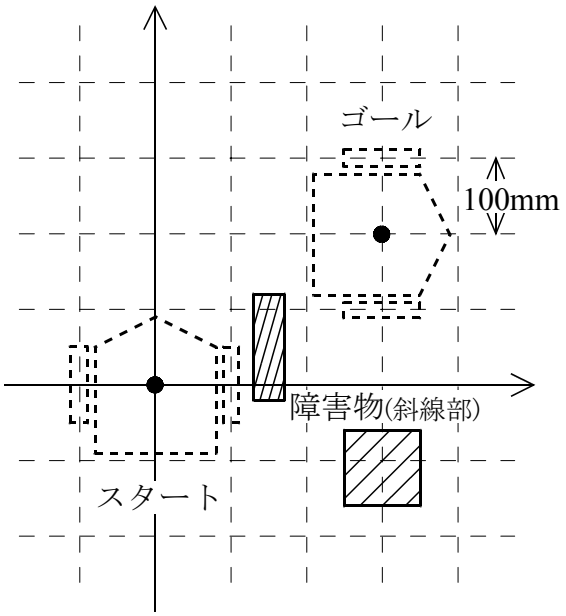


図２　ロボットの運動

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

／→ホチキス位置　110808　本試験紙は３枚綴り。綴じをばらさないこと。　汚さないこと

ロボット基礎工学 最終試験 ②

月2 熊谷正朗 すべて持込可 75分

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

学生番号

確

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

1 + −

2 + −

3 + −

X

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100mm、車輪の左右間隔(2d)を200mmとして、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとする。

(1) 図２のようにロボットをスタート位置、姿勢から、ゴール位置、姿勢まで移動させたい。障害物を避けるために、ロボットの中心を図のような経路で移動させることにした。このときのロボット両輪の軌跡(たどる経路)を図２に書き込め。

(2) これに必要な車輪の回転角[rad]を求めるため、以下の表の空欄(22カ所)を数値、語句でうめよ。
（計算は裏面に行うこと）

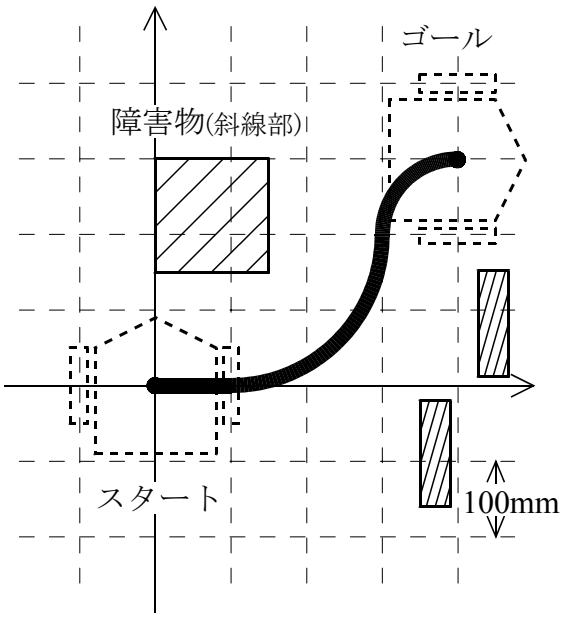


図２　ロボットの運動

ρ ：旋回半径[mm]　$\Delta\theta$ ：旋回角度[rad]

$\Delta L_{(L,R)}$：左右車輪の移動距離[mm]　$\Delta\phi_{(L,R)}$：左右車輪の回転角[rad]

その場で90度右に旋回	$\rho = 0$	$\Delta L_R =$	$\Delta\phi_R =$
	$\Delta\theta = -\frac{\pi}{2}$	$\Delta L_L =$	$\Delta\phi_L =$
100mm前進		$\Delta L_R =$	$\Delta\phi_R =$
	$\Delta\theta = 0$	$\Delta L_L =$	$\Delta\phi_L =$
	$\rho =$	$\Delta L_R =$	$\Delta\phi_R =$
	$\Delta\theta =$	$\Delta L_L =$	$\Delta\phi_L =$
	$\rho =$	$\Delta L_R =$	$\Delta\phi_R =$
	$\Delta\theta =$	$\Delta L_L =$	$\Delta\phi_L =$

ノ→ホチキス位置

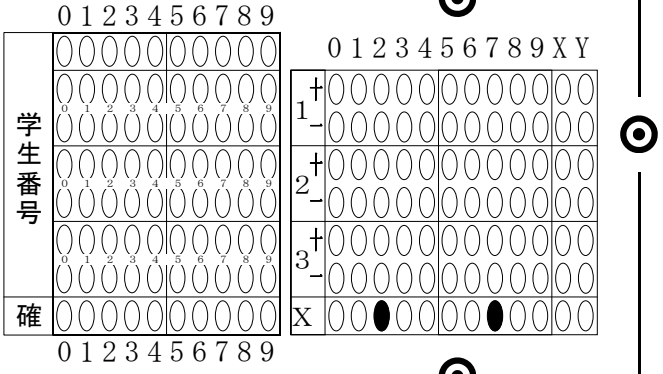
ロボット基礎工学 定期試験 ②

月2 熊谷 教科書ノートプリント電卓可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100mm、車輪の左右間隔(2d)を200mmとして、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとする。

(1) 以下の表のようにロボットの運行を計画した。
　表の空欄に計算値、言葉を適切にうめよ。
(2) 右図にロボットの両輪の軌跡を正確に記載せよ。
(3) ロボットの大きさが右図の通りとして、
　ロボットは障害物に当たるか否かを判断せよ。

文字の説明：
ρ ：旋回半径[mm]　$\Delta L_{(L,R)}$：左右車輪の移動距離[mm]
$\Delta\theta$ ：旋回角度[rad]　$\Delta\phi_{(L,R)}$：左右車輪の回転[rad]

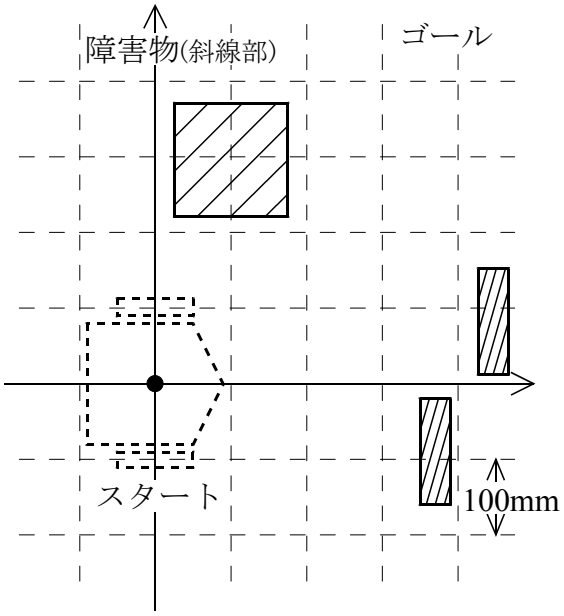


図２　ロボットの運動

100mm前進		$\Delta\mathring{U}_{\bar{U}}=$	$\Delta\phi_{\bar{U}}=$
	$\Delta\theta=0$	$\Delta\mathring{U}_{\mathring{U}}=$	$\Delta\phi_{\mathring{U}}=$
前進しつつ、旋回半径200mmで左方向に$(\pi/2)$旋回	$\rho=200$	$\Delta\mathring{U}_{\bar{U}}=$	$\Delta\phi_{\bar{U}}=$
	$\Delta\theta=\frac{\pi}{2}$	$\Delta\mathring{U}_{\mathring{U}}=$	$\Delta\phi_{\mathring{U}}=$
	$\rho=0$	$\Delta\mathring{U}_{\bar{U}}=$	$\Delta\phi_{\bar{U}}=$
	$\Delta\theta=-\pi$	$\Delta\mathring{U}_{\mathring{U}}=$	$\Delta\phi_{\mathring{U}}=$
	$\rho=$	$\Delta\mathring{U}_{\bar{U}}=0$	$\Delta\phi_{\bar{U}}=$
	$\Delta\theta=$	$\Delta\mathring{U}_{\mathring{U}}=200\pi$	$\Delta\phi_{\mathring{U}}=$

(3)の回答

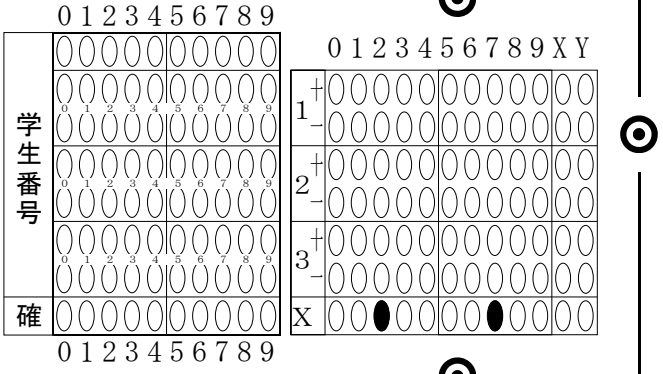
ノ・ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ②
月２ 熊谷　書籍ノートプリント電卓可 80分

学生番号　学年

氏　名

日　時　教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100mm、車輪の左右間隔(2d)を200mmとして、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとする。

(1) 以下の表のようにロボットの運行を計画した。
　表の空欄に計算値、言葉を適切にうめよ。
(2) 右図にロボットの**両輪の軌跡**を正確に記載せよ。
(3) ロボットの大きさが右図の通りとして、
　ロボットは障害物に当たるか否かを判断せよ。

文字の説明：
ρ ：旋回半径[mm]　$\Delta L_{(L,R)}$：左右車輪の移動距離[mm]
$\Delta\theta$ ：旋回角度[rad]　$\Delta\phi_{(L,R)}$：左右車輪の回転[rad]

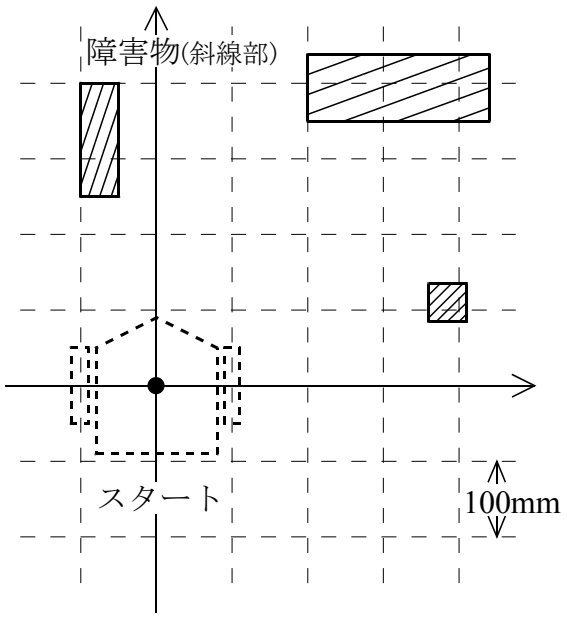


図２　ロボットの運動

前進しつつ、旋回半径200mmで右方向に(π/2)旋回	$\rho=-200$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=-\frac{\pi}{2}$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
	$\rho=$	$\Delta L_R=100\pi$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=$	$\Delta L_L=0$	$\Delta\phi_L=$
100mm後退		$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=0$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
	$\rho=$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=\pi$
	$\Delta\theta=$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=-\pi$

(3)の回答

ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ②
月２ 熊谷　書籍ノートプリント電卓他可 80分

学生番号　学年

氏　名

日　時　教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
1 + −
2 + −
3 + −
X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100mm、車輪の左右間隔(2d)を200mmとして、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとする。

(1) 以下の表のようにロボットの運行を計画した。
　表の空欄に計算値、言葉を適切にうめよ。
(2) 右図にロボットの**両輪の軌跡**を正確に記載せよ。
(3) ロボットの大きさが右図の通りとして、
　ロボットは障害物に当たるか否かを判断せよ。

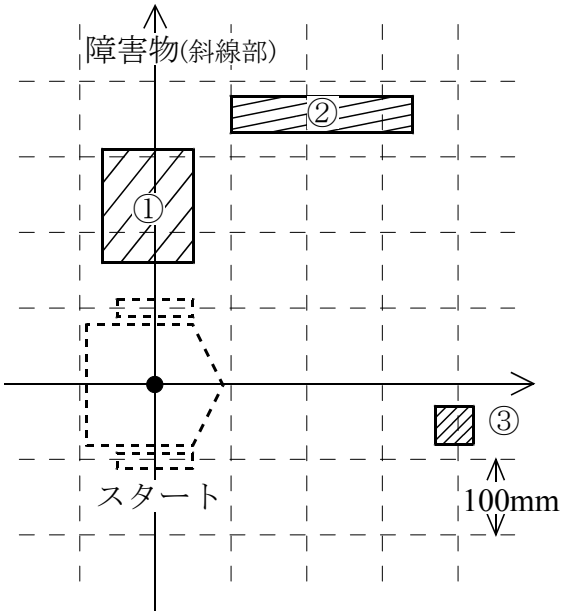


図２　ロボットの運動

文字の説明：
ρ ：旋回半径[mm]　$\Delta L_{(L,R)}$：左右車輪の移動距離[mm]
$\Delta\theta$ ：旋回角度[rad]　$\Delta\phi_{(L,R)}$：左右車輪の回転[rad]

前進しつつ、旋回半径200mmで左方向に(π/2)旋回	$\rho=200$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=\frac{\pi}{2}$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
	$\rho=$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=2\pi$
	$\Delta\theta=$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=-2\pi$
400mm前進		$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=0$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
	$\rho=$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=-2\pi$
	$\Delta\theta=$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=0$

(3)の回答

ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ②
月２ 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/29　2コマ　　324 教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
1 +/− 2 +/− 3 +/− X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2　対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100mm、車輪の左右間隔(2d)を200mmとして、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとし、回転方向は上からみて表現する。

(1) 以下の表のようにロボットの運行を計画した。
　表の空欄に計算値、言葉を適切にうめよ。
(2) 右図にロボットの**両輪の軌跡**を正確に記載せよ。
(3) ロボットの大きさが右図の通りとして、
　ロボットは障害物に当たるか否かを判断せよ。

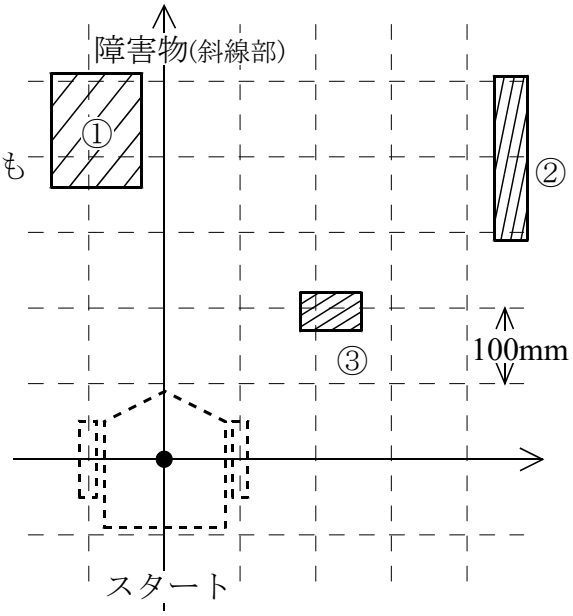


図２　ロボットの運動

文字の説明：
ρ ：旋回半径[mm]　$\Delta L_{(L,R)}$：左右車輪の移動距離[mm]
$\Delta\theta$ ：旋回角度[rad]　$\Delta\phi_{(L,R)}$：左右車輪の回転角[rad]

前方に100mm直進		$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=0$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
前進しつつ、旋回半径300mmで右方向に$(\pi/2)$旋回	$\rho=-300$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=-\frac{\pi}{2}$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
	$\rho=$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=-\pi$
	$\Delta\theta=$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=\pi$
	$\rho=$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=2\pi$
	$\Delta\theta=$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=0$

(3)の回答

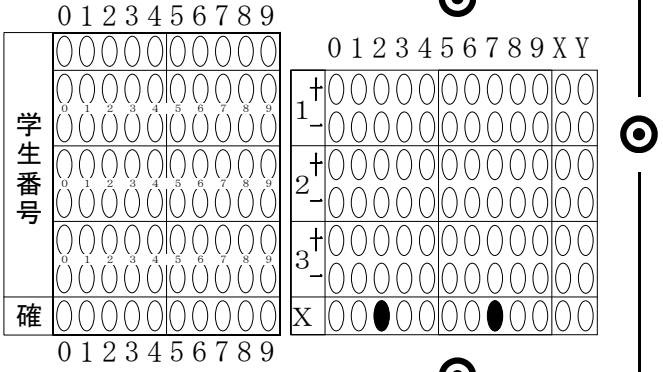
ノ・ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ②
月２ 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/23 2コマ　324 教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2　対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100mm、車輪の左右間隔(2d)を200mmとして、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとし、回転方向は上からみて表現する。

(1) 以下の表のようにロボットの運行を計画した。
　表の空欄に計算値、言葉を適切にうめよ。

(2) 右図にロボットの**両輪の軌跡**を正確に記載せよ。

(3) ロボットの大きさが右図の通りとして、ロボットは①～③各障害物に当たるか否かを判断せよ。

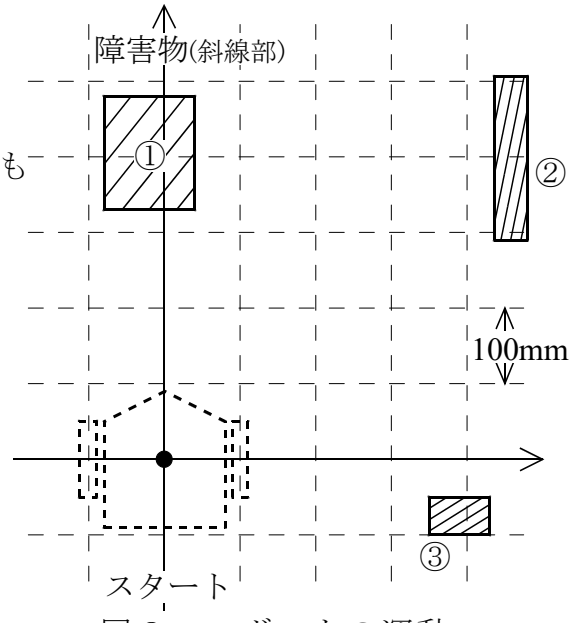


図２　ロボットの運動

文字の説明：
ρ ：旋回半径[mm]　$\Delta L_{(L,R)}$：左右車輪の移動距離[mm]
$\Delta\theta$ ：旋回角度[rad]　$\Delta\phi_{(L,R)}$：左右車輪の回転角[rad]

その場で($\pi/2$)時計回りに旋回	$\rho = 0$	$\Delta L_R =$	$\Delta\phi_R =$
	$\Delta\theta = -\frac{\pi}{2}$	$\Delta L_L =$	$\Delta\phi_L =$
前方に100mm直進		$\Delta L_R =$	$\Delta\phi_R =$
	$\Delta\theta = 0$	$\Delta L_L =$	$\Delta\phi_L =$
※動作を言葉で説明	$\rho =$	$\Delta L_R =$	$\Delta\phi_R = 6\pi$
	$\Delta\theta =$	$\Delta L_L =$	$\Delta\phi_L = 2\pi$
※動作を言葉で説明	$\rho =$	$\Delta L_R =$	$\Delta\phi_R = -2\pi$
	$\Delta\theta =$	$\Delta L_L =$	$\Delta\phi_L = 0$

(3)の回答

ノ・ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ②
月2 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/29 2コマ　324 教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1 + − 2 + − 3 + −　X　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100mm、車輪の左右間隔(2d)を200mmとして、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとし、旋回方向は上方からみて(図の通り)表現する。

(1) 以下の表のようにロボットの運行を計画した。
　表の空欄に計算値、言葉を適切にうめよ。
(2) 右図にロボットの**両輪の軌跡**を正確に記載せよ。
(3) ロボットの大きさが右図の通りとして、ロボットは①～③の障害物に当たるか否かを各々判断せよ。

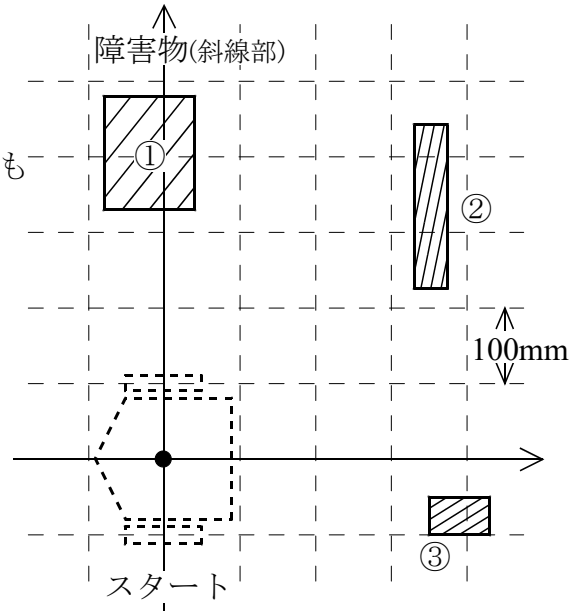


図２　ロボットの運動（上面）

文字の説明：
ρ ：旋回半径[mm]　$\Delta L_{(L,R)}$：左右車輪の移動距離[mm]
$\Delta\theta$ ：旋回角度[rad]　$\Delta\phi_{(L,R)}$：左右車輪の回転角[rad]

後方に300mm直進		$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=0$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
※動作を言葉で説明	$\rho=-200$mm	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=-\frac{\pi}{2}$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
その場で(π/2)時計回りに旋回	$\rho=0$mm	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=-\frac{\pi}{2}$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
※動作を言葉で説明	$\rho=$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=4\pi$
	$\Delta\theta=$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=0$

(3)の回答

ロボット基礎工学 指定試験 ②
月3 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/21 3コマ　021 教室(多)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
学生番号
確
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
1 +/−
2 +/−
3 +/−
X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100mm、車輪の左右間隔(2d)を200mmとして、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとし、旋回方向は上方からみて(図の通り)表現する。

(1) 以下の表のようにロボットの運行を計画した。
　表の空欄を計算値、言葉で適切に埋めよ。
(2) 右図にロボットの**両輪の軌跡**を正確に記載せよ。
(3) ロボットの大きさが右図の通りとして、ロボットは①～③の障害物に当たるか否かを各々判断せよ。

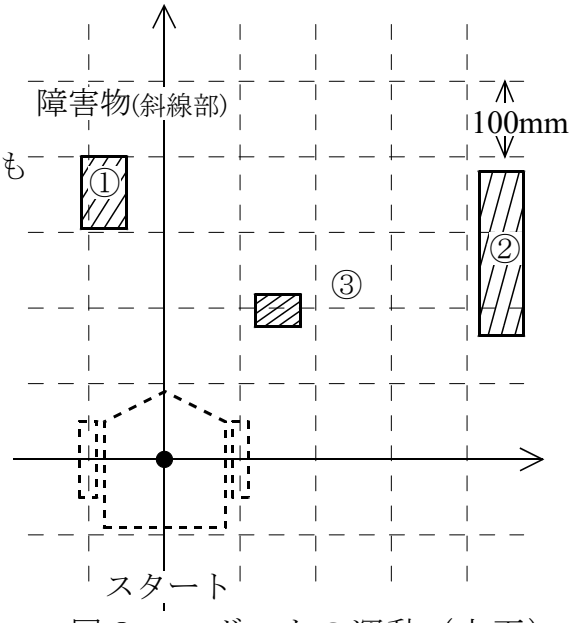


図２　ロボットの運動（上面）

文字の説明：
ρ ：旋回半径[mm]　$\Delta L_{(L,R)}$：左右車輪の移動距離[mm]
$\Delta\theta$ ：旋回角度[rad]　$\Delta\phi_{(L,R)}$：左右車輪の回転角[rad]

前方に200mm直進		$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=0$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
※動作を言葉で説明	$\rho=$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=\pi$
	$\Delta\theta=$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=5\pi$
※動作を言葉で説明	$\rho=$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=\pi$
	$\Delta\theta=$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=3\pi$
その場で($\pi/2$)反時計回りに旋回	$\rho=$ 0mm	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=\frac{\pi}{2}$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$

(3)の回答

200127　　本試験紙は３枚綴り。綴じをばらさないこと。　　汚さないこと

ロボット基礎工学 指定試験 ②
月3 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/27 3コマ　　021 教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1 2 3 + − 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2 対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100mm、車輪の左右間隔(2d)を200mmとして、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとし、旋回方向は上方からみて(図の通り)表現する。

(1) 以下の表のようにロボットの運行を計画した。
　表の空欄を計算値、言葉で適切に埋めよ。
(2) 右図にロボットの**両輪の軌跡**を正確に記載せよ。
(3) ロボットの大きさが右図の通りとして、ロボットは①～③の障害物に当たるか否かを各々判断せよ。

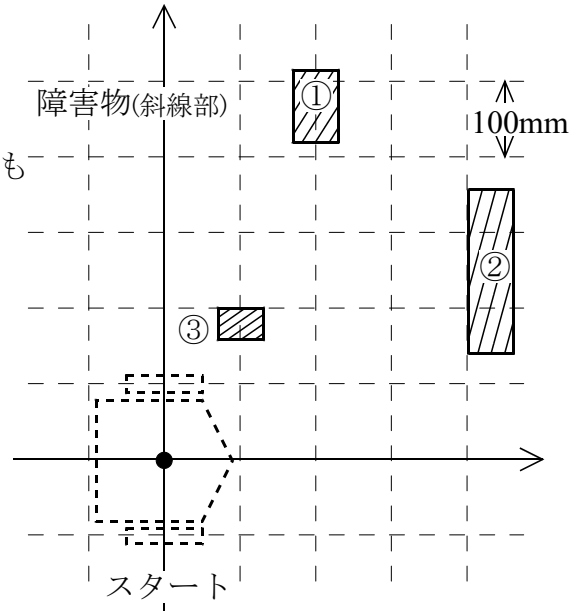


図２　ロボットの運動（上面）

文字の説明：
ρ ：旋回半径[mm]　$\Delta L_{(L,R)}$：左右車輪の移動距離[mm]
$\Delta\theta$ ：旋回角度[rad]　$\Delta\phi_{(L,R)}$：左右車輪の回転角[rad]

前方に100mm直進		$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=0$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
※動作を言葉で説明	$\rho=$	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=3\pi$
	$\Delta\theta=$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=\pi$
前進しつつ、旋回半径100mmで左方に(π/2)旋回	$\rho=$ 100mm	$\Delta L_R=$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=\frac{\pi}{2}$	$\Delta L_L=$	$\Delta\phi_L=$
※動作を言葉で説明	$\rho=$	$\Delta L_R=50\pi$	$\Delta\phi_R=$
	$\Delta\theta=$	$\Delta L_L=-50\pi$	$\Delta\phi_L=$

(3)の回答
①　　②　　③

ロボット基礎工学 指定試験 ②
月3 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/25 3コマ　　manaba 教室

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1 2 3 + − 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

2　対向２輪型の車輪移動ロボットを考える。車輪の直径(2r)を100mm、車輪の左右間隔(2d)を200mmとして、以下の問いに答えよ。ただし車輪の滑りはないものとし、旋回方向は上方からみて(図の通り)表現する。

(1) 以下の表のようにロボットの運行を計画した。
　表の空欄を計算値、言葉で適切に埋めよ。
(2) 動作後、ロボットは(A)～(C)のどの位置姿勢にあるか。
(3) ロボットの大きさが右図の通りとして、ロボットは①～③の障害物に当たるか否かを各々判断せよ。

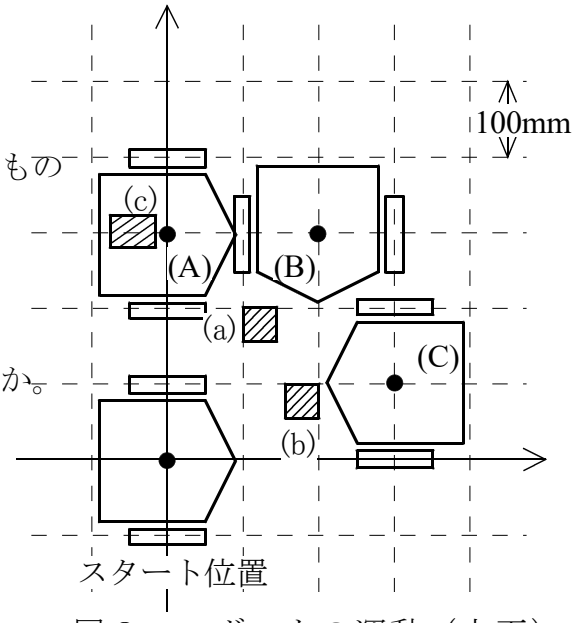


図２　ロボットの運動（上面）

文字の説明：
ρ ：旋回半径[mm]　$\Delta L_{(L,R)}$：左右車輪の移動距離[mm]
$\Delta\theta$ ：旋回角度[rad]　$\Delta\phi_{(L,R)}$：左右車輪の回転角[rad]

前方に100mm直進		ΔL_R＝※解答不要※	$\Delta\phi_R$＝
	$\Delta\theta$＝ 0	ΔL_L＝100	$\Delta\phi_L$＝※解答不要※
※動作を言葉で説明	ρ＝200	ΔL_R＝※解答不要※	$\Delta\phi_R$＝
	$\Delta\theta$＝ π	ΔL_L＝	$\Delta\phi_L$＝※解答不要※
その場で、上から見て時計回りに$\pi/2$[rad]回転。	ρ＝ 0	ΔL_R＝※解答不要※	$\Delta\phi_R$＝
	$\Delta\theta=-\frac{\pi}{2}$	ΔL_L＝	$\Delta\phi_L$＝※解答不要※
解答不要	ρ＝100	ΔL_R＝-100π	$\Delta\phi_R$＝※解答不要※
	$\Delta\theta$＝	ΔL_L＝	$\Delta\phi_L$＝※解答不要※

(2)の回答
(3)の回答　①　②　③

050801

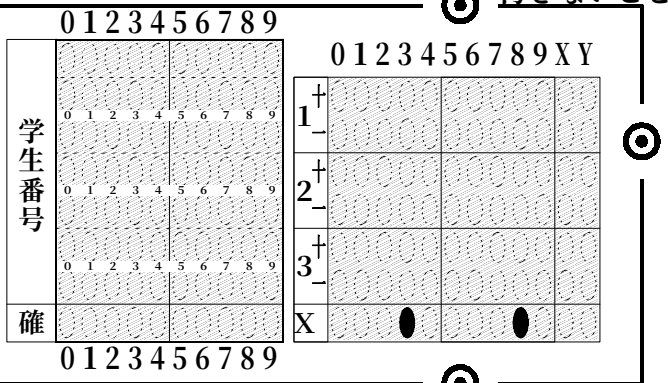
汚さないこと

ロボット工学 定期試験 ③
担当：熊谷正朗　ノート持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3　愛知万博での展示にも見られるように、試作レベルでは様々なサービスロボットが実現されつつある。人と関わるロボットや類する物（高度な自動機械）等に求められる技術的、社会的要件と、それが欠落することによる影響について考え、論じよ。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

060802

汚さないこと

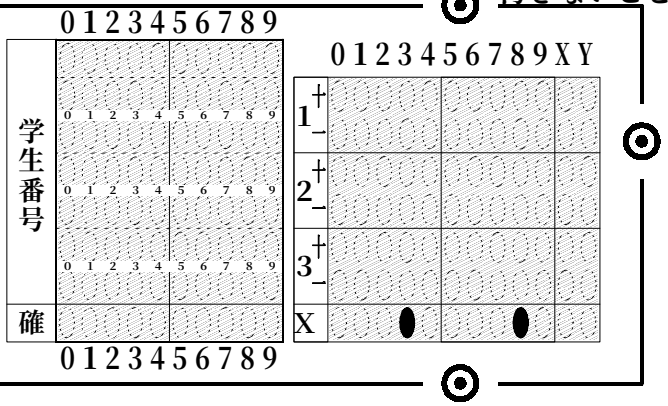
ロボット工学 定期試験 ③

担当：熊谷正朗　ノート・書籍持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3　今後、ロボットやロボット技術の適用が拡大していくと考えられる分野を挙げ、それによって何が良くなるのか、またそれに伴う副作用について検討し、論述せよ。

（分野は複数あっても構わないが、各分野ごとに「論述」されていることが前提。
列挙したのみでは回答と見なさない。また内容に具体性を持たせること。）

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ノート→ホチキス位置

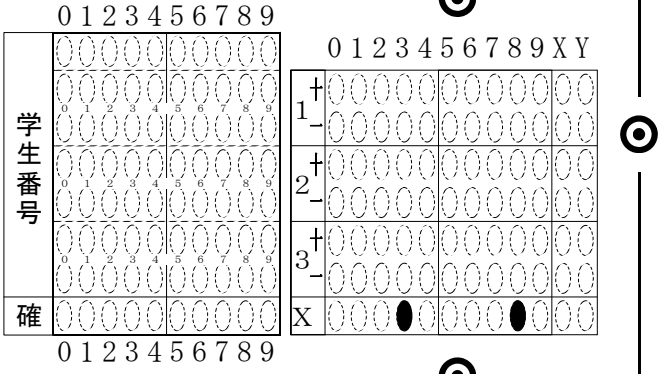
ロボット工学 定期試験 ③

担当：熊谷正朗　ノート・書籍持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3

次の２点について、数式等を交えて、具体的に述べよ。

（１）ロボット工学における線形代数（行列、ベクトル、演算）の役割。

（２）ＦＲ型自動車のような後輪駆動＋前輪ステアリング型の車両には旋回半径に制限があるがなぜか。機構的な改良によって、この制限を無くすことは可能か。また、三輪車のような、前輪が駆動とステアリングを兼ねる場合ではどうか。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

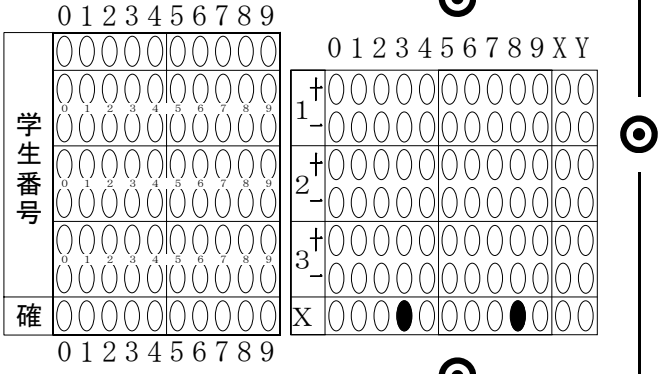
ノート→ホチキス位置

ロボット(基礎)工学 定期試験 ③
担当：熊谷正朗　ノート・書籍持込可

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3

次の２点について、数式等を交えて、具体的に述べよ。

（１）ロボット工学における三角関数の役割（用途、演算）。

（２）直列型のマニピュレータ（講義で主に扱った、根本と手先の間がひとつながりのリンク群で構成される）は、様々な要因で手先に誤差が生じやすい。
影響が大きいと考える原因２点について述べ、対策を論じよ。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

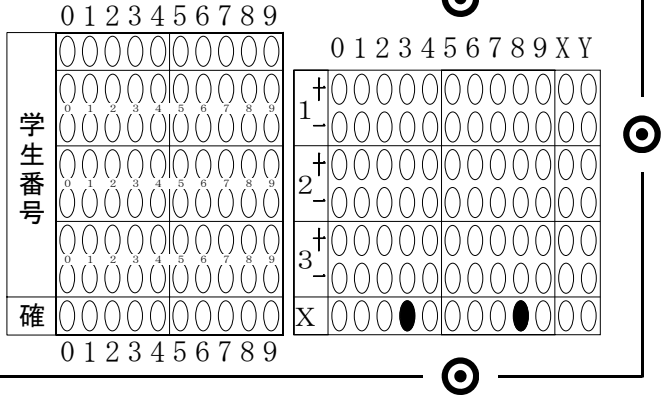
090727　　本試験紙は３枚綴り。綴じをばらさないこと。　　汚さないこと

／→ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ③

担当：熊谷正朗　すべて持込可

学生番号	学年
氏　　名	
日　　時	教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3

次の２点について、数式等を交えて、具体的に述べよ。

（１）運動学と逆運動学（意味、意義、計算方法）。

（２）前輪が操舵兼駆動輪である子供用三輪車は、前輪が操舵で後輪が駆動輪である３輪車両（１動力を分配する形式、３輪スクーターなど）に比較し、小回りという点で運動性能が高いのはなぜか。また、運動性能が高いにもかかわらず、一般の動力付きの３輪車両に、子供用三輪車と同じ形式のものは見られないが、なぜか。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ホチキス位置

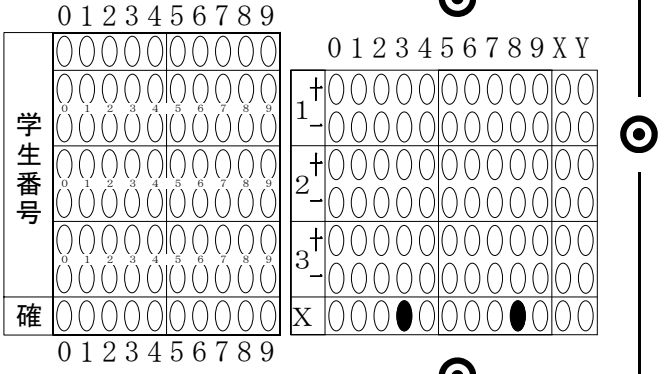
ロボット基礎工学 定期試験 ③

月2 熊谷正朗 すべて持込可 90分

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3

次の２点について、数式等を交えて、具体的に述べよ。

（１）平行移動・回転・同次変換（意味、意義、数学的表記）。

（２）自動車のタイヤがある程度の幅で地面に接地するのに対して、車輪移動ロボットの車輪は なるべく狭い領域で接地するように設計することが多い。
その理由を講義内容をもとに述べよ。
また、狭くすることでどのようなデメリットが生じるかを考え述べよ。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ノ→ホチキス位置

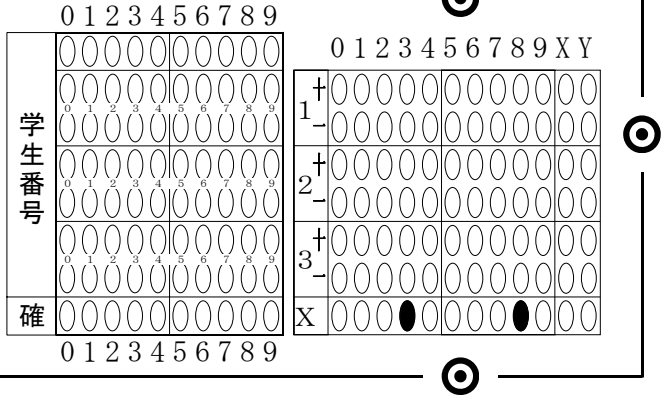
ロボット基礎工学 最終試験 ③

月2 熊谷正朗 すべて持込可 75分

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3

次の２点について、数式等を交えて、具体的に述べよ。

（１）３次元での回転

（２）ヤコビ行列 （定義、用途、その行列式）

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

／→ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ③
月２ 熊谷　教科書ノートプリント電卓可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

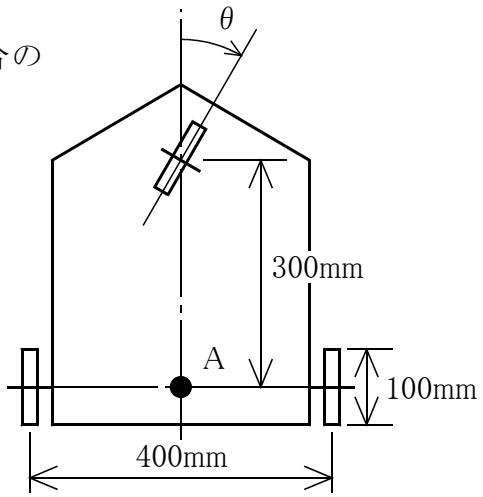
日　　時　　教室(多)

学生番号 / 確 / X / 1± / 2± / 3±
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3　次の２点について、数式等を交えて、具体的に述べよ。
（原理、根拠の説明なども含める）

(1) 右図の３輪車状のロボットにおいて、θ が45[deg]の場合の車両中心Ａから旋回中心までの距離を求めよ。
寸法は図の通りとし、車輪の直径を100[mm]とする。
なお、各車輪で滑りは生じないとする。



(2) ６自由度の人の腕状のマニピュレータで手先をゆっくりと直線的に動かしたとき、腕が伸びきっていないにも関わらず、手首の関節が速度上限に達して非常停止した。
数学的に何が起きたと推定できるか。また、その解決策を考えよ。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

・ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ③
月２ 熊谷　書籍ノートプリント電卓可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

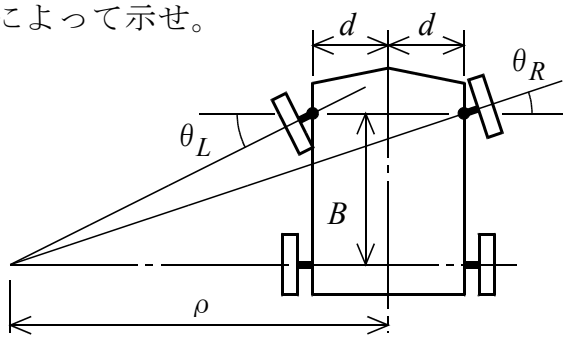
1 2 3 + − 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3　次の２点について、数式等を交えて、具体的に答えよ。

(1) 同時変換行列による空間６自由度(位置と姿勢)の表現について述べよ。

(2) 一般的な自動車のような前輪操舵型の４輪車の前輪は、曲線を走行する際には左右で異なる角度とする必要がある。図中の角度 θ_R, θ_L を旋回半径 ρ、前輪の横方向取り付け位置 d、前輪後輪間の距離 B によって示せ。
※式のみではなく導出の説明も述べよ。



・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

・ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ③
月２ 熊谷　書籍ノートプリント電卓他可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

日　　時　　教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

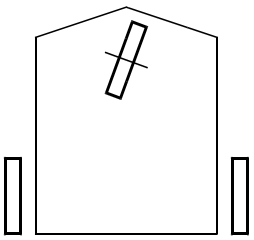
1 2 3 ± 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3　次の２点について、図や数式等を交えて、具体的に答えよ。

(1) 前に操舵(ステアリング)輪が１個、後ろに２輪の３輪の車両を考える。一つは三輪車のように前輪が駆動輪であり、後者は後輪の一方だけが駆動輪とする。両者は外力による走行では運動学的な違いはないが、駆動輪で走行する場合には、その走行性能が異なる。なぜか。　（ヒント：旋回半径が小さい場合に注目）

(2) 多くの人型の歩行ロボットは、膝を常時曲げていて、人間のように伸ばすことはない。その理由を述べよ。　（「ヤコビ行列」というキーワードを使うこと）



・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

・ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ③
月２ 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/29 2コマ　324 教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
1 + −
2 + −
3 + −
X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3　次の２点について、図や数式等を交えて、具体的に答えよ。

(1) 車輪移動ロボット、特に対向２輪型では、車輪のどこで接地しているかが重要であり、その対策として車輪(タイヤ)を細く作ることが多い。接地位置がロボットに及ぼす影響について、述べよ。

(2) 人型の脚歩行ロボットでは、股関節に３自由度、膝に１自由度、足首に２自由度の合計６自由度とすることが多い。一方、一部の腕型ロボットは肩に３、肘に１、手首に３の合計７自由度を有する。この自由度の差について、空間の自由度が６であることを考慮して、述べよ。また、回転工具を併用する腕型ロボットでは５自由度で済む場合があるが、なぜか。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

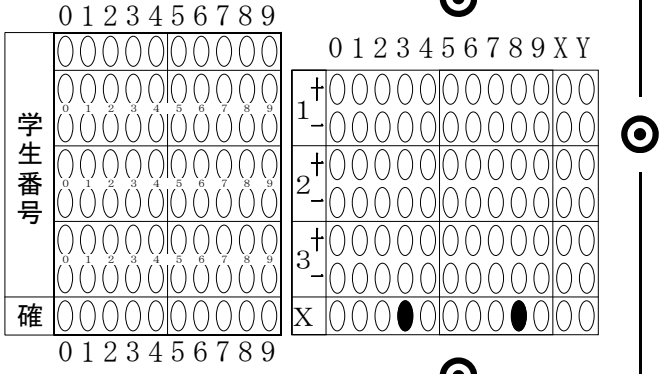
・ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ③
月２ 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 80分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時 1/23 2コマ　324 教室(多)



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3　次の２点について、図や数式等を交えて、具体的に答えよ。

(1) 座標変換における、同次変換という手法を説明し、行列の次数が高くなるにもかかわらず、この方法が使われる利点について述べよ。

(2) フォークリフトや道路清掃車には、前輪２輪が非操舵輪、後輪が操舵輪という、一般的な自動車とは逆の配置が見られる（自動車の後退時が類似の状況）。前輪が操舵輪の車両と比較して、なぜこの配置が採用されるか、利点を述べよ。なお、文中で「旋回中心」という言葉を用いよ。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

・ホチキス位置

ロボット基礎工学 定期試験 ③
月２ 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/29 2コマ　　324 教室(多)

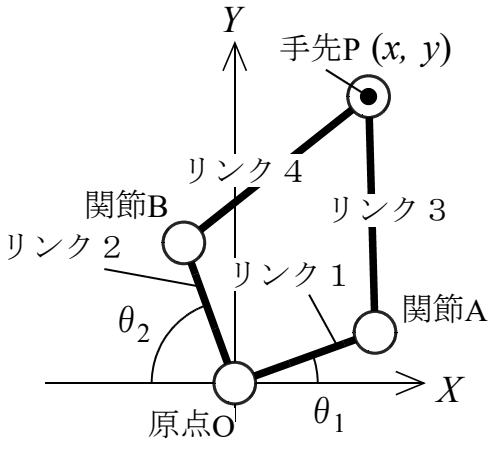
学生番号 / 確 / 1± / 2± / 3± / X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3　次の問題について、図や数式等を交えて、具体的に答えよ。

(1) 図に示すマニピュレータは平面２自由度のパラレル型である。リンク１、２の角度θ_1, θ_2を駆動することで、リンク３，４を介して、手先の位置を決める。つまり、駆動装置は原点に（重なって２個）あるのみであり、残りは受動関節である。手先の座標を(x, y)、リンク１，２の長さをa、リンク３，４の長さをbとして、θ_1, θ_2を求めよ。
ヒント：計算のアイデアはSCARA型と同じである。

(2) パラレル型は可動範囲を大きく取りにくい半面、剛性を高めやすく、また動作速度を高めやすいため、近年注目されている。なぜ、動作速度を高めやすいか、関節・リンクがひとつながりとなっている直列型（シリアル型）との比較で述べよ。
ヒント：加速度



・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ロボット基礎工学 指定試験 ③
月3 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/21 3コマ　　021 教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
1 +/− 2 +/− 3 +/− X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3　次の問題について、図や数式等を交えて、具体的に答えよ。

(1) 人の腕状の６軸の産業用マニピュレータの手先を、空間で直線的にゆっくり一定速で動かす指令を与えたところ、一部の関節の速度が急に上がる箇所があった。誤作動ではない、原理的に起きうる現象であるが、その理由を考え、説明せよ。また、この現象を避ける方法を述べよ。

(2) 一般的な(市販の、前輪が操舵輪の)自動車のような形式の車両・車輪移動ロボットは旋回性能に制限があり、旋回半径の大きさに(ゼロより大な)最小値が存在する。この制限が生じる理由、およびその最小旋回半径の算出方法を述べよ。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

200127　　本試験紙は３枚綴り。綴じをばらさないこと。　　汚さないこと

ロボット基礎工学 指定試験 ③
月3 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時 1/27 3コマ　　021 教室(多)

学生番号 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
1 + −
2 + −
3 + −
X

・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3　次の問題について、図や数式等を交えて、具体的に答えよ。

(1) 余弦定理と、そのロボットの計算への応用について述べよ。

(2) 人型の歩行ロボットが膝を曲げて歩いていたり、産業用の腕ロボットがある姿勢近辺で急速に関節速度が上がってエラー停止したりする原因に特異姿勢(特異点)という問題がある。ヤコビ行列の説明をしたのちに、この問題を説明せよ。

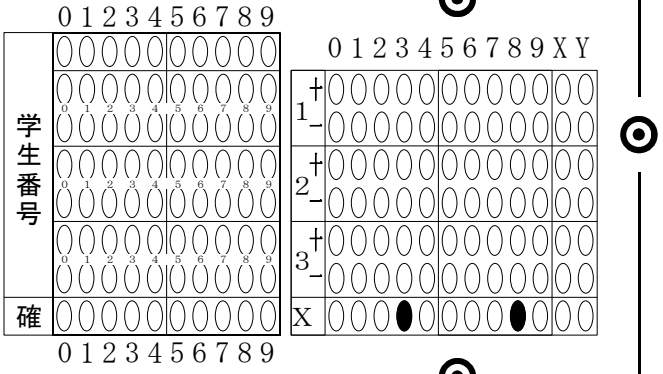
・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

ロボット基礎工学 指定試験 ③
月3 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分

学生番号　　学年

氏　　名

日　時　1/25 3コマ　　manaba 教室



・３枚とも氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマーク　例 9941100→計24→４

3　次の問題について、図や数式等を交えて、具体的に答えよ。

(1) 機械におけるガタ、バックラッシは、たとえば歯車の歯の隙間、ネジ機構の隙間など、実際の動作に必須である場合があるが、モータの回転角に対して、出力の動作が一意に定まらず、ある幅で自由に動いてしまうことを意味する。これはロボット制御において様々に有害である。
直列型の腕型のロボット(マニピュレータ)と、車輪型ロボットのそれぞれにおいて、どのような不具合につながるか、述べよ。なお、腕型については「根元に近い関節」と「手先に近い関節」のガタの影響について比較言及せよ。車輪型については、車輪の回転(走行)と操舵角について論じよ。

(2) 対向２輪(独立２輪)型ロボットを製作し、走行試験を行ったところ、直進性には問題が無かったが、移動距離の誤差（たとえば、1000mm前進の指示で1010mm移動するような）と旋回角度の誤差（90度の旋回を指示したが89度しか回らないような）があった。
これは、対向２輪型の動作モデルにおける車輪直径2r、車輪間隔2dと、実際のロボットの値が異なってたことによると考えられ、プログラムで使う値を、設計値から実測に基づく値に修正しようと考えた。
以下の方法から、もっとも適切と考える方法を一つ選択し、それが適切であると考える理由をほかの選択肢と比較して（なぜそれらが不適切か、劣るか）、述べよ。
ただし、車輪はタイヤとしてゴム製のリングを用い、自動車のタイヤのような目立って幅のある接触ではないものとする。モータから車輪への伝達系にガタもないものとし、車輪の回転制御そのものには問題が無いとする。また、滑りのような不確定な（ランダムな）状況ではないと確認できているとする。

方法の選択肢：

(a) 車輪の直径、車輪の取り付け間隔をノギスで測定し、その数値を使う。

(b) まず、ある距離（たとえば1000mm）の走行を指示して移動距離を実測して2rを補正し、つぎにある角度(たとえば1800度＝5回転)のその場旋回を指示して2dを補正する。

(c) まず、ある角度(たとえば1800度＝5回転)のその場旋回を指示して2dを補正し、つぎにある距離（たとえば1000mm）の走行を指示して移動距離を実測して2rを補正する。

(d) まず、左の車輪を止め、右の車輪だけある距離（たとえば1000mm分）前進させ、左車輪を旋回中心として回った角度から 2rと2dを補正し、次に右の車輪を止めて、左の車輪だけを回して、計算通りの角度だけ回ることを確認することで補正の正しさをチェックする。

(e) 2rと2dをランダムに少しずつ変更しながら誤差を確認し、十分な正確さで指令通り走るまで繰り返す。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。