

<b>ロボット基礎工学 指定試験</b> 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)

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

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  ${}^0T_3$  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)。

$${}^0T_3 = \begin{pmatrix} [(a)] & & & [(b)] & & [(c)] \\ & \sin \theta_2 & & \cos \theta_2 & & [(d)] \\ & & 0 & & 0 & [(e)] \end{pmatrix}$$

(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  $(x \ y)^T$ 、 $X_0$  に対する  $X_3$  の角度を  $\theta$  とし、手先の位置姿勢  $(x \ y \ \theta)^T$  から、各関節変位  $(d_1 \ \theta_2 \ d_3)^T$  を求める方法を述べよ。  
※  $\theta_2 = \theta$  である

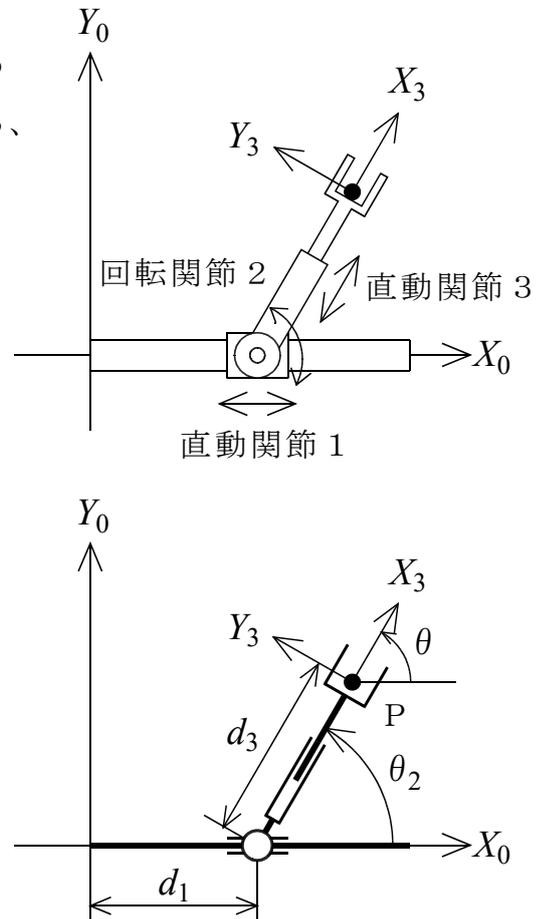


図1 3自由度マニピュレータ

・ 必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

<p style="text-align: center;"><b>ロボット基礎工学 指定試験</b> ②</p> <p>月3 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分</p> <p>学生番号 <span style="float: right;">学年</span></p> <p>氏 名</p> <p>日 時 1/21 3コマ 021 教室(多)</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td><td style="width: 10%; text-align: center;">1</td><td style="width: 10%; text-align: center;">2</td><td style="width: 10%; text-align: center;">3</td><td style="width: 10%; text-align: center;">4</td><td style="width: 10%; text-align: center;">5</td><td style="width: 10%; text-align: center;">6</td><td style="width: 10%; text-align: center;">7</td><td style="width: 10%; text-align: center;">8</td><td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td><td style="width: 10%; text-align: center;">1</td><td style="width: 10%; text-align: center;">2</td><td style="width: 10%; text-align: center;">3</td><td style="width: 10%; text-align: center;">4</td><td style="width: 10%; text-align: center;">5</td><td style="width: 10%; text-align: center;">6</td><td style="width: 10%; text-align: center;">7</td><td style="width: 10%; text-align: center;">8</td><td style="width: 10%; text-align: center;">9</td><td style="width: 10%; text-align: center;">XY</td> </tr> <tr> <td rowspan="7" style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; text-align: center;">学生番号</td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">+</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">+</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">+</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">X</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> </table>		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	XY	学生番号	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	XY																																																																																																																																																																				
学生番号	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																			

- ・ 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。

文字の説明：

$\rho$  : 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]

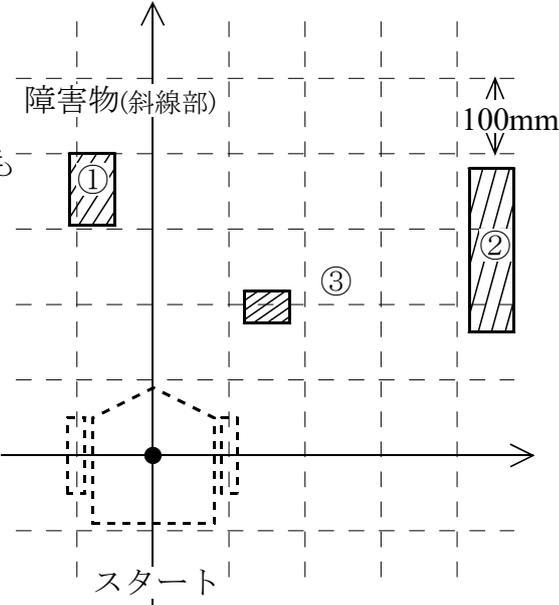


図2 ロボットの運動 (上面)

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	$\rho = 0\text{mm}$	$\Delta L_R =$	$\Delta \phi_R =$
	$\Delta \theta = \frac{\pi}{2}$	$\Delta L_L =$	$\Delta \phi_L =$

(3)の回答

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>ロボット基礎工学 指定試験</b> ③</p> <p style="text-align: center;">月3 熊谷 書籍ノートプリント電卓(プ)可 60分</p> <hr/> <p style="text-align: center;">学生番号 <span style="float: right;">学年</span></p> <hr/> <p style="text-align: center;">氏 名</p> <hr/> <p style="text-align: center;">日 時 1/21 3コマ 021 教室(多)</p> </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td><td style="width: 10%; text-align: center;">1</td><td style="width: 10%; text-align: center;">2</td><td style="width: 10%; text-align: center;">3</td><td style="width: 10%; text-align: center;">4</td><td style="width: 10%; text-align: center;">5</td><td style="width: 10%; text-align: center;">6</td><td style="width: 10%; text-align: center;">7</td><td style="width: 10%; text-align: center;">8</td><td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td><td style="width: 10%; text-align: center;">1</td><td style="width: 10%; text-align: center;">2</td><td style="width: 10%; text-align: center;">3</td><td style="width: 10%; text-align: center;">4</td><td style="width: 10%; text-align: center;">5</td><td style="width: 10%; text-align: center;">6</td><td style="width: 10%; text-align: center;">7</td><td style="width: 10%; text-align: center;">8</td><td style="width: 10%; text-align: center;">9</td><td style="width: 10%; text-align: center;">X</td><td style="width: 10%; text-align: center;">Y</td> </tr> <tr> <td rowspan="6" style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; text-align: center;">学生番号</td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">+</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">+</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">+</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">確</td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td> </tr> </table>		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	Y	学生番号	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	確	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	Y																																																																																																																																																																				
学生番号	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																				
確	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																					

- ・ 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。