

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                    |  |                                                      |        |  |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------|--|------------------------------------------------------|--------|--|
| 鈴鹿工業高等専門学校                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 開講年度 | 平成29年度 (2017年度)                    |  | 授業科目                                                 | ロボット工学 |  |
| 科目基礎情報                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                    |  |                                                      |        |  |
| 科目番号                                                                           | 0102                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      | 科目区分                               |  | 専門 / 選択必修                                            |        |  |
| 授業形態                                                                           | 授業                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      | 単位の種別と単位数                          |  | 学修単位: 2                                              |        |  |
| 開設学科                                                                           | 機械工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      | 対象学年                               |  | 5                                                    |        |  |
| 開設期                                                                            | 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      | 週時間数                               |  | 2                                                    |        |  |
| 教科書/教材                                                                         | 教科書：「基礎ロボット工学」（小川鑛一，加藤了三）参考書：「ロボットの力学と制御」（有本 卓），「ロボット工学入門」（中野栄一），「ロボット制御基礎論」（吉川恒夫）など                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |                                    |  |                                                      |        |  |
| 担当教員                                                                           | 白井 達也                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |                                    |  |                                                      |        |  |
| 到達目標                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                    |  |                                                      |        |  |
| ロボットの構造や機構に関する基礎理論を理解し，多関節ロボットの運動学／逆運動学と力学の導出に必要な専門知識を習得し，ロボットの挙動や特性の解析に応用できる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                    |  |                                                      |        |  |
| ルーブリック                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                    |  |                                                      |        |  |
|                                                                                | 理想的な到達レベルの目安                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      | 標準的な到達レベルの目安                       |  | 未到達レベルの目安                                            |        |  |
| 評価項目1                                                                          | さまざまな産業用ロボットの構造，特徴を理解して，実際にどのような作業に適用できるか想像できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      | さまざまな産業用ロボットの構造，特徴を理解している。         |  | さまざまな産業用ロボットの構造，特徴を理解していない。                          |        |  |
| 評価項目2                                                                          | 回転関節からなる多関節ロボットの順運動学を理解し，それ以外の構造のロボットの順運動学の式の導出ができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      | 回転関節からなる多関節ロボットの順運動学を理解している。       |  | 回転関節からなる多関節ロボットの順運動学を理解していない。                        |        |  |
| 評価項目3                                                                          | 回転関節からなる多関節ロボットの逆運動学を理解し，それ以外の構造のロボットの逆運動学の式の導出ができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      | 回転関節からなる多関節ロボットの逆運動学を理解している。       |  | 回転関節からなる多関節ロボットの逆運動学を理解していない。                        |        |  |
| 評価項目4                                                                          | 軌道計画（速度プロファイル含む）を理解し，実際の数値問題を解くことができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      | 軌道計画（速度プロファイル含む）を理解している。           |  | 軌道計画（速度プロファイル含む）を理解していない。                            |        |  |
| 評価項目5                                                                          | 多関節ロボットの力学とPID制御法を理解すると共に，位置制御と力制御を組み合わせる制御法の必要性を説明できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      | 多関節ロボットの力学を理解し，実際の数値問題を解くことができる。   |  | 多関節ロボットの力学を理解していない。                                  |        |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                    |  |                                                      |        |  |
| 教育方法等                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                    |  |                                                      |        |  |
| 概要                                                                             | ロボット要素技術の基本であるモータ，センサ技術，機械要素の動作原理と構造について理解すると同時に，ロボットの運動学について理解する。さらにロボット工学分野の要素技術の歴史，現状，未来像に関する説明を通して，ロボット技術(RT)の本質を理解する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |                                    |  |                                                      |        |  |
| 授業の進め方・方法                                                                      | ・第1週の内容は，学習・教育目標（A）＜視野＞＜技術者倫理＞[JABEE基準1(2)(a),(b)]に対応する。<br>・第1週から第15週までの内容はすべて，学習・教育到達目標（B）＜専門＞[JABEE 基準1(2)(d)(2)a)]に対応する。<br>・授業は講義形式で行う。講義中は集中して聴講する。<br>・「授業計画」における各週の「到達目標」はこの授業で習得する「知識・能力」に相当するものとする。                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                                    |  |                                                      |        |  |
| 注意点                                                                            | <到達目標の評価方法と基準><br>「到達目標」1～13の確認を中間試験，期末試験で行う。1～13に関する重みは同じである。合計点の60%の得点で，目標の達成を確認できるレベルの試験を課す。<br><単位修得要件><br>学業成績の評価方法によって，学業成績で60点以上を取得すること。<br><あらかじめ要求される基礎知識の範囲><br>本教科は「メカトロニクス」，「電気工学概論」の学習が基礎となる教科である。さらに，数学の微分積分，三角関数，指数関数，行列演算について理解していること。機械運動学における質点の運動，力とモーメントについて理解していること。<br><自己学習><br>授業で保証する学習時間と，予習・復習（中間試験，定期試験のための学習も含む）及びレポート作成に必要な標準的な学習時間の総計が，90時間に相当する学習内容である。<br><備考><br>授業はパワーポイントを併用するが，しっかりと授業中にノートを取ることを。なお，本教科は後に学習する「メカトロニクス工学特論（専攻科）」の基礎となる教科である。 |      |                                    |  |                                                      |        |  |
| 授業計画                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                    |  |                                                      |        |  |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 週    | 授業内容                               |  | 週ごとの到達目標                                             |        |  |
| 前期                                                                             | 1stQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1週   | ◆序論<br>産業界におけるメカトロニクス技術            |  | 1. ロボット等が得意なこと，人が得意なことを理解して説明できる。                    |        |  |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2週   | ロボットの構成                            |  | 2. ロボットの構成要素，代表的なロボットの構造を説明できる。                      |        |  |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3週   | ◆多関節ロボットの運動学<br>順運動学(1) ベクトルによる表現  |  | 3. 水平多関節ロボットの運動学を行列演算形式で記述できる。                       |        |  |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4週   | 順運動学(2) 行列による表現，回転行列               |  | 4. 2次元平面における回転行列を導出できる。                              |        |  |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5週   | 順運動学(3) 姿勢の表現（オイラー角）               |  | 5. オイラー角と姿勢行列の相互変換ができる。                              |        |  |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6週   | 逆運動学(1) 軌道計画，台形速度制御                |  | 6. PTP／CP制御，直線／円弧補間の違いを説明できる。<br>7. 台形速度制御について説明できる。 |        |  |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7週   | 逆運動学(2) 分解速度制御法（ヤコビ行列の導出）          |  | 8. 多関節ロボットのヤコビ行列を導出できる。                              |        |  |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8週   | 中間試験                               |  | 上記1から8                                               |        |  |
|                                                                                | 2ndQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 9週   | 逆運動学(3) 特異姿勢，一般化逆行列                |  | 9. 特異姿勢とはなにか，数式を用いて説明できる。                            |        |  |
|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 10週  | ◆多関節ロボットの力学<br>多関節ロボットの静力学。仮想仕事の原理 |  | 10. ロボットの関節トルクと手先力の関係式を導出できる。                        |        |  |

|  |     |                                        |                                |
|--|-----|----------------------------------------|--------------------------------|
|  | 11週 | 動力学（ラグランジュの運動方程式）                      | 上記 1 0                         |
|  | 12週 | 動力学（運動エネルギーと位置エネルギー）                   | 上記 1 0                         |
|  | 13週 | 動力学（アクチュエータのダイナミクス）                    | 1 1．ギア比と角速度，トルクの関係を説明できる．      |
|  | 14週 | ◆多関節ロボットの制御則<br>PID制御の基礎，位置制御・速度制御・力制御 | 1 2．P 制御，I 動作，D 動作について説明できる．   |
|  | 15週 | コンプライアンス制御，ハイブリッド制御，インピーダンス制御          | 1 3．マニピュレータの代表的な力制御法の特徴を説明できる． |
|  | 16週 |                                        |                                |

#### モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

| 分類     | 分野 | 学習内容 | 学習内容の到達目標 | 到達レベル | 授業週 |
|--------|----|------|-----------|-------|-----|
| 評価割合   |    |      |           |       |     |
|        |    |      | 試験        | 合計    |     |
| 総合評価割合 |    |      | 100       | 100   |     |
| 配点     |    |      | 100       | 100   |     |