

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 豊田工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 開講年度                            | 令和05年度 (2023年度)                                                    |                                 | 授業科目                                                                  | 計測制御工学                                  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 93015                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 | 科目区分                                                               | 専門 / 選択                         |                                                                       |                                         |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 講義                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | 単位の種別と単位数                                                          | 学修単位: 2                         |                                                                       |                                         |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 電子機械工学専攻M                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 | 対象学年                                                               | 専1                              |                                                                       |                                         |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | 週時間数                                                               | 2                               |                                                                       |                                         |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 図解メカトロニクス入門シリーズ「デジタル制御入門」，雨宮好文 監修／高木章二 著，オーム社，ISBN4-274-08670-4／教材プリント                                                                                                                                                                                                             |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 佐野 滋則                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| (ア)デジタル制御系の構成について説明できる。(d)<br>(イ)連続時間系において制御システムの状態空間表現を導出できる。(d)<br>(ウ)連続時間系の離散化ができる。また，離散時間系の自由応答が導出できる。(d)<br>(エ)伝達関数表現と状態空間表現との関係について説明できる。(d)<br>(オ)状態フィードバックによってシステムの極を任意の値に配置できる。(d)<br>(カ)制御系の定常特性や過渡特性が理解できる。(d)<br>(キ)直流サーボモータを用いた位置制御系の設計ができる。(d)<br>(ク)むだ時間の周波数特性やパデ近似について説明できる。(d)<br>(ケ)振動系のモデル化ができる。また，振動抑制制御のために外乱オブザーバや2自由度制御系を設計できる。(d) |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 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（ウ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | デジタル制御系の構成からむだ時間の要因が説明でき，周波数特性からむだ時間を見積もることができる。                                                                                                                                                                                                                                   |                                 | デジタル制御系の構成が説明でき，むだ時間の周波数特性やパデ近似について説明できる。                          |                                 | デジタル制御系の構成が説明できず，むだ時間の周波数特性やパデ近似について説明できない。                           |                                         |
| 評価項目（エ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 高次システムにおける状態空間表現が理解でき，連続時間系に対する厳密な離散化ができる。                                                                                                                                                                                                                                         |                                 | 連続時間系におけるシステムの状態空間表現が理解でき，状態空間表現と伝達関数表現の関係が理解できる。また，連続時間系の離散化ができる。 |                                 | 連続時間系におけるシステムの状態空間表現が理解できず，状態空間表現と伝達関数表現の関係が理解できない。また，連続時間系の離散化ができない。 |                                         |
| 評価項目（オ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 高次システムに対して状態フィードバック制御や位置制御，外乱オブザーバを設計できる。                                                                                                                                                                                                                                          |                                 | 制御系の定常特性や過渡特性が理解でき，状態フィードバック制御や位置制御，外乱オブザーバについて理解できる。              |                                 | 制御系の定常特性や過渡特性が理解できず，状態フィードバック制御や位置制御，外乱オブザーバについて理解できない。               |                                         |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 学習・教育到達度目標 C2-4「情報と計測・制御」に関する専門知識の修得<br>JABEE d 当該分野において必要とされる専門的知識とそれらを活用する能力<br>本校教育目標 ① ものづくり能力                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 自動車産業や電子機器産業では様々な生産・加工設備が用いられている。これら生産・加工設備に対する性能向上の要求に対応すべく，機械設備に電子制御技術に応用したメカトロニクスが発達してきた。そこではコンピュータによるデジタル制御を前提とした各種制御理論が効果的に応用されている。本科目では，古典制御理論や現代制御理論を学んできた学生を対象に，デジタル制御の基礎となる離散時間系における制御システムの振る舞いや安定性について教授し，その応用例としてメカトロニクスの運動制御を取り上げ，電動モータの速度制御や位置制御，振動系に対する振動抑制制御について学ぶ。 |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 授業後に必ず復習し，学習内容の理解を深めること。本科のシステム制御工学に準ずる科目を修得していることを前提とする。                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 選択必修の種別・旧カリ科目名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 授業の属性・履修上の区分                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| <input type="checkbox"/> アクティブラーニング                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> ICT 利用 |                                                                    | <input type="checkbox"/> 遠隔授業対応 |                                                                       | <input type="checkbox"/> 実務経験のある教員による授業 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
| 授業計画                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                    |                                 |                                                                       |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 週                               | 授業内容                                                               |                                 | 週ごとの到達目標                                                              |                                         |
| 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3rdQ                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1週                              | デジタル制御とは何か：マイコンによる制御，A/D変換器とD/A変換器（復習：A/D変換）                       |                                 | デジタル制御の概要が理解できる。                                                      |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2週                              | 制御システムの表し方：タンクから流れる液体の制御，タンクシステムの離散時間系での表現（復習：離散時間系での表現）           |                                 | 制御システムの表し方が理解できる。                                                     |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3週                              | 1次システムの出力：連続時間系の出力（自由応答，階段状入力に対する出力），連続時間系の離散化（復習：1次システムの出力）       |                                 | 1次システムの出力（連続時間系，離散時間系）が理解できる。                                         |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4週                              | 2次システム：2次システムの例，アナログ2次システム，離散化されたシステムの応答（復習：2次システムの出力）             |                                 | 2次システムの出力（連続時間系）が理解できる。                                               |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5週                              | 2次システム：離散化，離散化されたシステムの応答（復習：2次システムの出力）                             |                                 | 連続時間系2次システムの離散化の方法及び出力（離散時間系）が理解できる。                                  |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6週                              | 2次システムの厳密な離散化：状態空間表現，伝達関数表現と状態空間表現の関係，（復習：伝達関数表現と状態空間表現の関係）        |                                 | 2次システムの伝達関数表現と状態空間表現の関係が理解できる。                                        |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7週                              | 2次システムの厳密な離散化：状態空間表現の離散化（復習：厳密な離散化）                                |                                 | 2次システムの厳密な離散化が理解できる。                                                  |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8週                              | 中間まとめ・小テスト（中間テスト）                                                  |                                 | この講義の前半で行った内容をまとめて，理解度を高め，到達度を確認する。                                   |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4thQ                                                                                                                                                                                                                                                                               | 9週                              | 制御システムの安定問題：ロケットの姿勢の制御，安定判別（復習：安定判別法）                              |                                 | 制御システムの安定判別が理解できる。                                                    |                                         |

|  |  |     |                                                           |                                              |
|--|--|-----|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|  |  | 10週 | 制御システムの安定問題：可制御と可観測（復習：可制御性，可観測性）                         | 制御システムの可制御性と可観測性が理解できる。                      |
|  |  | 11週 | 制御の良さ：定常特性，過渡特性（復習：定常特性，過渡特性）                             | 制御の良さ：定常特性，過渡特性が理解できる。                       |
|  |  | 12週 | 制御の良さ：離散時間系における望ましい極の範囲（復習：望ましい極の範囲）                      | 制御の良さ：離散時間系における望ましい極の範囲が理解できる。               |
|  |  | 13週 | 直流サーボモータを用いた位置制御系の設計：開ループパルス伝達関数，極指定による設計（復習：極指定による制御系設計） | 直流サーボモータを用いた位置制御系の設計：開ループパルス伝達関数が理解できる。      |
|  |  | 14週 | 直流サーボモータを用いた位置制御系の設計：モデル追従制御（復習：モデル追従制御）                  | 直流サーボモータを用いた位置制御系の設計：極指定による設計やモデル追従制御が理解できる。 |
|  |  | 15週 | 全体のまとめ                                                    | この講義で行った内容を総まとめして，理解度を高める。                   |
|  |  | 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   |      |      |           |       |     |
|        | 中間試験 | 定期試験 | 課題        | 合計    |     |
| 総合評価割合 | 30   | 50   | 20        | 100   |     |
| 専門的能力  | 30   | 50   | 20        | 100   |     |