

|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|
| 明石工業高等専門学校                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                          | 開講年度                            | 令和04年度 (2022年度) |                                            | 授業科目                                                                   | 制御工学 I                                  |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
| 科目番号                                                                                                                                                                                             | 4425                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                 | 科目区分                                       | 専門 / 必修                                                                |                                         |  |
| 授業形態                                                                                                                                                                                             | 講義                                                                                                                                                                                                                       |                                 |                 | 単位の種別と単位数                                  | 学修単位: 2                                                                |                                         |  |
| 開設学科                                                                                                                                                                                             | 電気情報工学科（電気電子工学コース）                                                                                                                                                                                                       |                                 |                 | 対象学年                                       | 4                                                                      |                                         |  |
| 開設期                                                                                                                                                                                              | 後期                                                                                                                                                                                                                       |                                 |                 | 週時間数                                       | 2                                                                      |                                         |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                           | 「制御工学－技術者のための、理論・設計から実装まで－」豊橋技術科学大学・高等専門学校制御工学教育連携プロジェクト 編                                                                                                                                                               |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
| 担当教員                                                                                                                                                                                             | 上 泰                                                                                                                                                                                                                      |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
| 到達目標                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
| 1. 伝達関数を用いてシステムの入出力特性を表現できる<br>2. ブロック線図を用いたシステム表現が理解できる<br>3. 過渡特性について、ステップ応答を用いて説明できる<br>4. 定常特性について、定常偏差を用いて説明できる<br>5. 周波数特性について、ボード線図を用いて説明できる<br>6. フィードバック制御系の安定判別法（ナイキストの安定判別法）について説明できる |                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
| 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                               |  |
| 伝達関数によるシステムの表現                                                                                                                                                                                   | 伝達関数を正確に導出できる                                                                                                                                                                                                            |                                 |                 | 伝達関数の導出方法を説明できる                            |                                                                        | 伝達関数の導出方法を知らない                          |  |
| ブロック線図によるシステムの表現                                                                                                                                                                                 | 直列結合、並列結合、フィードバック結合から構成されるブロック線図を単純化できる                                                                                                                                                                                  |                                 |                 | ブロック線図の直列結合、並列結合、フィードバック結合をすべて単純化できる       |                                                                        | ブロック線図の構成要素を理解できない                      |  |
| 過渡特性の評価                                                                                                                                                                                          | ステップ応答における過渡特性の評価指標について、すべて説明できる                                                                                                                                                                                         |                                 |                 | ステップ応答における過渡特性の評価指標について、いくつかを説明できる         |                                                                        | 過渡特性の評価指標について、全く説明できない                  |  |
| 定常特性の評価                                                                                                                                                                                          | 定常偏差の求め方を導出できた上で、正確に定常偏差を算出できる                                                                                                                                                                                           |                                 |                 | 定常偏差の求め方（計算公式）を知っている                       |                                                                        | 定常偏差について説明できない                          |  |
| ボード線図による周波数応答の表現                                                                                                                                                                                 | 基本要素を結合して得られるシステムの周波数応答をボード線図で表現できる                                                                                                                                                                                      |                                 |                 | 基本要素のいくつかについて、周波数応答をボード線図で表現できる            |                                                                        | ボード線図を知らない                              |  |
| ナイキストの安定判別法                                                                                                                                                                                      | ナイキストの安定判別法を用いて、フィードバック制御系の安定性を正確に判別できる                                                                                                                                                                                  |                                 |                 | ナイキストの安定判別法による安定判別の方針を説明できる                |                                                                        | ナイキストの安定判別法を説明できない                      |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
| 概要                                                                                                                                                                                               | 日常生活の中で我々はあまり意識せずに使っているが、車やエアコン、冷蔵庫など、身の回りにあるほとんど全ての機器に自動制御の機能が取り入れられている。本講義では、伝達関数、周波数応答を中心とした古典制御の基礎を学ぶ。また、適宜課す演習を通して、講義内容の理解を深める。                                                                                     |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                        | 伝達関数、ブロック線図、時間応答、周波数応答、安定性に関する基礎事項を一通り説明する。ほぼ毎回の授業で、講義内容を復習するための自学自習用課題を出題する。                                                                                                                                            |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
| 注意点                                                                                                                                                                                              | 適宜課す演習は自分で考えて実際に解き、計算に慣れておくこと。本科目は、ラプラス変換・逆変換の基礎知識を前提とする。本科目は学修単位適用科目であるため、課題の提出状況やその内容により、合格の対象とならないことがある。具体的な条件は講義中に示す。本科目は、授業で保証する学習時間と、予習・復習及び課題レポート作成に必要な標準的な自己学習時間の総計が、90時間に相当する学習内容である。合格の対象としない欠席条件(割合) 1/3以上の欠課 |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
| 授業の属性・履修上の区分                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                 |                                            |                                                                        |                                         |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> アクティブラーニング                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                          | <input type="checkbox"/> ICT 利用 |                 | <input checked="" 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                              | イントロダクション       |                                            | 講義の目的、成績評価方法等について理解する<br>フィードバック制御の仕組みを説明できる                           |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          | 2週                              | ラプラス変換・逆変換      |                                            | 典型的な信号をラプラス変換できる<br>部分分数分解や平方完成に基づいて逆ラプラス変換できる                         |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          | 3週                              | 微分方程式によるモデリング   |                                            | 典型的なシステムについて、動特性を表現するモデル（微分方程式）を導出できる                                  |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          | 4週                              | 伝達関数            |                                            | ラプラス変換を用いて伝達関数を導出できる                                                   |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          | 5週                              | ブロック線図          |                                            | 直列結合、並列結合、フィードバック結合を単純化できる<br>上記の3つの結合から構成されるブロック線図を単純化できる             |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          | 6週                              | システムの時間応答       |                                            | 逆ラプラス変換を用いて、インパルス応答やステップ応答を導出できる<br>初期値の定理や最終値の定理を用いて、応答の初期値・最終値を導出できる |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          | 7週                              | 基本要素とその時間応答     |                                            | 基本要素（6種類）の名称を説明できる<br>時間応答の観点から、基本要素の特性を説明できる                          |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          | 8週                              | 時間応答の評価指標       |                                            | ステップ応答を用いて過渡特性の評価指標を説明できる<br>定常偏差について説明できる<br>定常偏差を算出できる               |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                  | 4thQ                                                                                                                                                                                                                     | 9週                              | 周波数応答とは         |                                            | 周波数応答の定義を説明できる<br>周波数伝達関数とゲイン・位相の対応を説明できる                              |                                         |  |

|  |  |     |                  |                                            |
|--|--|-----|------------------|--------------------------------------------|
|  |  | 10週 | ベクトル軌跡           | 基本要素のベクトル軌跡の特徴を説明できる<br>ベクトル軌跡の概形を描くことができる |
|  |  | 11週 | ボード線図            | 微分要素，積分要素，1次遅れ要素，2次遅れ要素のボード線図の特徴を説明できる     |
|  |  | 12週 | ボード線図の合成         | ボード線図を合成できる                                |
|  |  | 13週 | 制御系の安定性          | 安定条件を説明できる<br>伝達関数の極の位置から安定判別できる           |
|  |  | 14週 | フィードバック制御系の安定判別法 | ナイキストの安定判別法を用いてフィードバック制御系の安定判別ができる         |
|  |  | 15週 | 復習               | 後半の講義内容の復習を行う。                             |
|  |  | 16週 | 期末試験             |                                            |

#### 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                                             |
|---------|-------------|----------|--------|------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------|
| 専門的能力   | 分野別の専門工学    | 電気・電子系分野 | 制御     | 伝達関数を用いたシステムの入出力表現ができる。                  | 4     | 後4                                              |
|         |             |          |        | ブロック線図を用いてシステムを表現することができる。               | 4     | 後5                                              |
|         |             |          |        | システムの過渡特性について、ステップ応答を用いて説明できる。           | 4     | 後8                                              |
|         |             |          |        | システムの定常特性について、定常偏差を用いて説明できる。             | 4     | 後8                                              |
|         |             |          |        | システムの周波数特性について、ボード線図を用いて説明できる。           | 4     | 後11                                             |
|         |             |          |        | フィードバックシステムの安定判別法について説明できる。              | 4     | 後14                                             |
|         |             |          |        |                                          |       |                                                 |
| 分野横断的能力 | 汎用的技能       | 汎用的技能    | 汎用的技能  | 書籍、インターネット、アンケート等により必要な情報を適切に収集することができる。 | 3     | 後2,後3,後4,後5,後6,後7,後8,後9,後10,後11,後12,後13,後14,後15 |
|         |             |          |        | どのような過程で結論を導いたか思考の過程を他者に説明できる。           | 3     | 後2,後3,後4,後5,後6,後7,後8,後9,後10,後11,後12,後13,後14,後15 |
|         | 態度・志向性(人間力) | 態度・志向性   | 態度・志向性 | 目標の実現に向けて計画ができる。                         | 3     |                                                 |
|         |             |          |        | 目標の実現に向けて自らを律して行動できる。                    | 3     | 後2,後3,後4,後5,後6,後7,後8,後9,後10,後11,後12,後13,後14,後15 |
|         |             |          |        |                                          |       |                                                 |

#### 評価割合

|         | 試験 | 演習課題 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
|---------|----|------|------|----|---------|-----|-----|
| 総合評価割合  | 70 | 30   | 0    | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0    | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |
| 専門的能力   | 70 | 30   | 0    | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0    | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |