

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 函館工業高等専門学校                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 開講年度 | 平成30年度 (2018年度)                                                  |         | 授業科目                                                                                                           | 制御工学 I |
| 科目基礎情報                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
| 科目番号                                                                                                       | 0486                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      | 科目区分                                                             | 専門 / 必修 |                                                                                                                |        |
| 授業形態                                                                                                       | 授業                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      | 単位の種別と単位数                                                        | 履修単位: 1 |                                                                                                                |        |
| 開設学科                                                                                                       | 生産システム工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      | 対象学年                                                             | 4       |                                                                                                                |        |
| 開設期                                                                                                        | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      | 週時間数                                                             | 2       |                                                                                                                |        |
| 教科書/教材                                                                                                     | 豊橋技科大・高専制御工学教育連携プロジェクト 編 「制御工学」 (実教出版) /プリント (演習問題等)                                                                                                                                                                                                                                                               |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
| 担当教員                                                                                                       | 藤原 亮                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
| 到達目標                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
| 1. 制御対象の数学モデルを構築し、ラプラス変換と逆変換を用いて解くことができる。<br>2. 制御対象の伝達関数を求め、ブロック線図で表現できる。<br>3. 過渡応答・周波数応答を求め、系の特性評価ができる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
| 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                                                                                                      | 制御対象の各系を数学モデルで表現し、ラプラス変換等を用いて解くことができる                                                                                                                                                                                                                                                                              |      | 制御対象の基本要素を数学モデルで表現し、ラプラス変換等を用いて解くことができる                          |         | 制御対象の基本要素を数学モデルで表現することができない。ラプラス変換を適用できない                                                                      |        |
| 評価項目2                                                                                                      | 制御対象の各系を数学モデルで表現し、ラプラス変換等を用いて解くことができる                                                                                                                                                                                                                                                                              |      | 制御対象の基本要素の伝達関数を求め、ブロック線図の基本結合による表現ができる                           |         | 制御対象の基本要素の伝達関数を求めることができない。ブロック線図の結合を説明できない                                                                     |        |
| 評価項目3                                                                                                      | 複雑な系に対しても、基本要素の合成として各応答を求め、基本特性を評価できる、                                                                                                                                                                                                                                                                             |      | 基本要素については、各応答を求め、特性評価を行うことができる                                   |         | 過渡応答や周波数応答、特性評価について説明することができない                                                                                 |        |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
| 函館高専教育目標 B                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
| 教育方法等                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
| 概要                                                                                                         | 自動化機械を制御の観点から捉え、基本である古典制御理論を用いて安定性の判別や制御系の設計を行うために、必要となるその表現方法や応答特性を含む解析手法に関する基礎知識を習得し、適用できる能力を身に付けさせる。                                                                                                                                                                                                            |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
| 授業の進め方・方法                                                                                                  | 座学形式で進めるが、板書の代わりにパワーポイントを使用し、同様の内容のスライドを印刷したプリントを配布する。配布プリントは穴埋め式になっており、教員が授業で穴を埋めながら説明するので、それを聞きながら各自で穴埋めを行う。<br>また内容理解の確認のための課題と小テストを実施する。                                                                                                                                                                       |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
| 注意点                                                                                                        | あらゆるシステムを安全、確実に作動させたり、社会の現象を理解するために、フィードバックや安定性の概念は不可欠である。制御対象である動的なシステムを制御するためには、対象の数学的なモデルを構築して性質を理解し、その数学モデルに基づいて制御装置（コントローラ）を設計することが必要となるため、数学的基礎を含むその基本的な解析方法をしっかり身につけることが重要である。<br><br>事前準備として、数学モデルの定式化に必要な機械系、電気系、プロセス系の基本要素の物理式などをきちんと理解しておくこと。<br><br>JABEE教育到達目標評価：定期試験80%（B-2）、小テスト10%（B-2）、課題10%（B-2） |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
| 授業計画                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                  |         |                                                                                                                |        |
|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 週    | 授業内容                                                             |         | 週ごとの到達目標                                                                                                       |        |
| 後期                                                                                                         | 3rdQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1週   | 0. ガイダンス (0.5h)<br>1. 制御とは (1.5h, コア)                            |         | ・学習の意義、授業の進め方、評価方法を理解できる<br>・制御の目的や種類、制御系の基本構成を理解できる                                                           |        |
|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2週   | 2. モデリング (4h)<br>・制御系のモデル<br>・非線形モデルの線形化                         |         | ・制御対象の数学的なモデルを構築することができる<br>・非線形モデルを線形化する意味を理解できる<br>・例題として、剛体の回転運動のモデル化ができる                                   |        |
|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3週   | 2. モデリング (4h)<br>・制御系のモデル<br>・非線形モデルの線形化                         |         | ・制御対象の数学的なモデルを構築することができる<br>・非線形モデルを線形化する意味を理解できる<br>・例題として、剛体の回転運動のモデル化ができる                                   |        |
|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4週   | 3. 伝達関数 (6h, コア)<br>・ラプラス変換と逆変換<br>・微分方程式と伝達関数<br>・基本要素の伝達関数     |         | ・ラプラス変換の意味を理解し、逆変換ができる<br>・制御対象の数学モデルから伝達関数を表現できる<br>・定義を理解し、基本要素の伝達関数を求めることができる                               |        |
|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5週   | 3. 伝達関数 (6h, コア)<br>・ラプラス変換と逆変換<br>・微分方程式と伝達関数<br>・基本要素の伝達関数     |         | ・ラプラス変換の意味を理解し、逆変換ができる<br>・制御対象の数学モデルから伝達関数を表現できる<br>・定義を理解し、基本要素の伝達関数を求めることができる                               |        |
|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6週   | 3. 伝達関数 (6h, コア)<br>・ラプラス変換と逆変換<br>・微分方程式と伝達関数<br>・基本要素の伝達関数     |         | ・ラプラス変換の意味を理解し、逆変換ができる<br>・制御対象の数学モデルから伝達関数を表現できる<br>・定義を理解し、基本要素の伝達関数を求めることができる                               |        |
|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7週   | 4. ブロック線図 (2h, コア)                                               |         | ・情報および物理量の伝達を行うブロック線図を理解し、表現できる                                                                                |        |
|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8週   | 中間試験                                                             |         |                                                                                                                |        |
|                                                                                                            | 4thQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 9週   | 試験答案返却・解答解説(1h)<br>5. 時間応答 (5h, コア)<br>・過渡応答<br>・定常応答<br>・各要素の応答 |         | ・試験問題の解説を通じて間違った箇所を理解できる<br>・基本的な入力信号における過渡応答の特性を理解できる<br>・基本的な入力信号における定常応答の特性を理解できる<br>・異なる入力に対する各要素の応答を理解できる |        |
|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 10週  | 5. 時間応答 (5h, コア)<br>・過渡応答<br>・定常応答<br>・各要素の応答                    |         | ・基本的な入力信号における過渡応答の特性を理解できる<br>・基本的な入力信号における定常応答の特性を理解できる<br>・異なる入力に対する各要素の応答を理解できる                             |        |

|  |  |     |                                                     |                                                                                       |
|--|--|-----|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | 11週 | 5. 時間応答 (5h, コア)<br>・ 過渡応答<br>・ 定常応答<br>・ 各要素の応答    | ・ 基本的な入力信号における過渡応答の特性を理解できる<br>・ 基本的な入力信号における定常応答の特性を理解できる<br>・ 異なる入力に対する各要素の応答を理解できる |
|  |  | 12週 | 6. 周波数応答 (6h, コア)<br>・ 周波数応答<br>・ ベクトル軌跡<br>・ ボード線図 | ・ 正弦波入力に対する制御系の応答を理解できる<br>・ ゲインと位相の変化を複素平面に描き、特性を理解できる<br>・ 周波数ごとのゲインと位相を描き、特性を理解できる |
|  |  | 13週 | 6. 周波数応答 (6h, コア)<br>・ 周波数応答<br>・ ベクトル軌跡<br>・ ボード線図 | ・ 正弦波入力に対する制御系の応答を理解できる<br>・ ゲインと位相の変化を複素平面に描き、特性を理解できる<br>・ 周波数ごとのゲインと位相を描き、特性を理解できる |
|  |  | 14週 | 6. 周波数応答 (6h, コア)<br>・ 周波数応答<br>・ ベクトル軌跡<br>・ ボード線図 | ・ 正弦波入力に対する制御系の応答を理解できる<br>・ ゲインと位相の変化を複素平面に描き、特性を理解できる<br>・ 周波数ごとのゲインと位相を描き、特性を理解できる |
|  |  | 15週 | 期末試験                                                |                                                                                       |
|  |  | 16週 | 試験答案返却・解答解説                                         | ・ 試験問題の解説を通じて間違った箇所を理解できる                                                             |

#### 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                |
|-------|----------|----------|------|------------------------------------|-------|--------------------|
| 基礎的能力 | 自然科学     | 物理       | 力学   | 角運動量保存則について具体的な例を挙げて説明できる。         | 3     | 後2,後3              |
|       |          |          |      | 一様な棒などの簡単な形状に対する慣性モーメントを求めることができる。 | 3     | 後2,後3              |
|       |          |          |      | 剛体の回転運動について、回転の運動方程式を立てて解くことができる。  | 3     | 後2,後3              |
| 専門的能力 | 分野別の専門工学 | 機械系分野    | 計測制御 | 自動制御の定義と種類を説明できる。                  | 4     | 後1,後3              |
|       |          |          |      | フィードバック制御の概念と構成要素を説明できる。           | 4     | 後1                 |
|       |          |          |      | 基本的な関数のラプラス変換と逆ラプラス変換を求めることができる。   | 4     | 後4,後5,後6           |
|       |          |          |      | ラプラス変換と逆ラプラス変換を用いて微分方程式を解くことができる。  | 4     | 後4,後5,後6           |
|       |          |          |      | 伝達関数を説明できる。                        | 4     | 後4,後5,後6           |
|       |          |          |      | ブロック線図を用いて制御系を表現できる。               | 4     | 後7                 |
|       |          |          |      | 制御系の過渡特性について説明できる。                 | 4     | 後9,後10,後11         |
|       |          |          |      | 制御系の定常特性について説明できる。                 | 4     | 後9,後10,後11         |
|       |          | 電気・電子系分野 | 制御   | 制御系の周波数特性について説明できる。                | 4     | 後9,後10,後11         |
|       |          |          |      | 伝達関数を用いたシステムの入出力表現ができる。            | 4     | 後7                 |
|       |          |          |      | 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7                 |
|       |          |          |      | 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11                |
|       |          |          |      | 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9,後10,後11         |
|       |          |          |      | 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8,後11,後12,後13,後14 |

#### 評価割合

|         | 試験 | 小テスト | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | 課題 | 合計  |
|---------|----|------|------|----|---------|----|-----|
| 総合評価割合  | 80 | 10   | 0    | 0  | 0       | 10 | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0    | 0    | 0  | 0       | 0  | 0   |
| 専門的能力   | 80 | 10   | 0    | 0  | 0       | 10 | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0    | 0    | 0  | 0       | 0  | 0   |