

|                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 旭川工業高等専門学校                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 開講年度                                       | 令和03年度 (2021年度)                                                                                  |                                                                                                                                                                                  | 授業科目                                                   | 制御工学Ⅲ                                   |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
| 科目番号                                                                                                                                                                                     | 0084                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            | 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: 1                                                                                                                                                                          |                                                        |                                         |
| 開設学科                                                                                                                                                                                     | システム制御情報工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                            | 対象学年                                                                                             | 5                                                                                                                                                                                |                                                        |                                         |
| 開設期                                                                                                                                                                                      | 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                            | 週時間数                                                                                             | 前期:2                                                                                                                                                                             |                                                        |                                         |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                   | 自動制御理論 (著者 樋口龍雄, 森北出版) ・ 例題で学ぶ自動制御の基礎 (著者 鈴木隆・板宮敬悦, 森北出版)                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
| 担当教員                                                                                                                                                                                     | 森川 一                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
| 到達目標                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
| 1. システムの過渡特性並びに周波数特性を説明でき、様々なシステムについて計算して、図式表示することができる。<br>2. 様々なフィードバックシステムの安定性を3つの安定判別法を用いて判別することができる。<br>3. 様々なシステムの根軌跡を描くことができ、読み取ることができる。<br>4. 制御系の設計に当たっての留意点や設計仕様の要点を説明することができる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
| 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                                                                                                                                                                                    | システムの過渡特性並びに周波数特性を説明でき、様々なシステムについて具体的に計算して、図式表示できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                            | システムの過渡特性並びに周波数特性を説明でき、代表的なシステムについて具体的に計算して、図式表示できる。                                             |                                                                                                                                                                                  | システムの過渡特性並びに周波数特性を説明できず、簡単なシステムについても具体的な計算や、図式表示ができない。 |                                         |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                    | 様々なフィードバックシステムの安定性を3つの安定判別法を用いて判別できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                            | 基本的なフィードバックシステムの安定性を3つの安定判別法を用いて判別できる。                                                           |                                                                                                                                                                                  | 基本的なフィードバックシステムの安定性を何れかの安定判別法を用いて判別できない。               |                                         |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                    | 様々なシステムの根軌跡を描くことができ、読み取ることができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                            | 基本的なシステムの根軌跡を描くことができ、読み取ることができる。                                                                 |                                                                                                                                                                                  | 基本的なシステムの根軌跡を描くことができず、読み取ることもしない。                      |                                         |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                    | 制御系の設計に当たっての留意点や設計仕様の要点及び各要素のトレードオフの関係を説明できる                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                            | 制御系の設計に当たっての留意点や設計仕様の要点を説明できる。                                                                   |                                                                                                                                                                                  | 制御系の設計に当たっての留意点や設計仕様の要点を説明できない。                        |                                         |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
| 学習・教育到達度目標 システム制御情報工学科の教育目標 ③ 学習・教育到達度目標 本科の教育目標 ③                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
| 概要                                                                                                                                                                                       | 制御系の解析に留まらず、設計仕様を満たすように制御系の簡単な調整・補償も可能な程度の基礎的能力を養うことを目標とする。この科目を受講することにより、デジタル技術検定2級(制御部門)に合格できる程度の能力を身に付ける。                                                                                                                                                                                                                                                    |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                | 「制御工学Ⅰ・Ⅱ」に引き続き、システム制御情報工学科専門科目の知識・能力を基にして、制御工学の基礎概念、基礎理論を学習し、各種機器・装置を制御工学的観点で解析するための基本的な考え方を理解する。授業計画に対応した教科書「自動制御理論」第5章～第8章の該当する内容(章の一部である場合を含む)を順次学習する。<br>数学的理論を中心とした制御工学の講義に対して、電気系(及び機械系)分野等の例題、演習問題を解くことで制御を身近に捕らえて基礎的事項の理解を深めるように努める。講義内容に関係する数学・応用数学・応用物理・電気工学については予習する。eラーニングに復習内容・演習を掲載するので、自学自習用として主体的且つ効果的に活用する。授業時間中に適宜演習を実施すると共に、状況に応じて課題レポートを課す。 |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
| 注意点                                                                                                                                                                                      | ・総時間数45時間(自学自習15時間)<br>・自学自習(15時間)については、日常の授業(30時間)のための予習復習時間、理解を深めるための演習課題の考察・解法の時間および演習や定期試験の準備のための勉強時間を総合したものとする。<br>・評価については、合計点数が60点以上で単位修得となる。その場合、各到達目標項目の到達レベルが標準以上であることが認められる。<br>・講義時間最後の演習は、基本的に前回または前々回の学習内容範囲であるので、日頃からeラーニングなどを活用して学習内容を復習する習慣付けを要する。                                                                                             |                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                        |                                         |
| 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 checked="" 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                                                                                                                                                                         |                                                        |                                         |
| 前期                                                                                                                                                                                       | 1stQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1週                                         | シラバス説明<br>1 制御工学Ⅰ・Ⅱの基礎事項の確認・演習<br>(1) 自動制御の概要<br>(2) ラプラス変換<br>(3) 伝達関数<br>(4) 過渡特性<br>(5) 周波数特性 | 制御系の分類を説明できる。<br>基本的関数をラプラス変換・逆変換できる。<br>微分方程式・積分方程式にラプラス変換・逆変換を応用して、計算できる。<br>基本的制御要素の伝達関数を説明できる。<br>制御系をブロック線図で表現でき、等価変換できる。<br>制御系の過渡特性を表す応答を計算できる。<br>基本的制御要素の周波数特性を図式表示できる。 |                                                        |                                         |
|                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2週                                         | 2 周波数特性<br>(1) 周波数伝達関数<br>(2) 周波数特性の図式表示                                                         | 伝達関数と周波数伝達関数の違いを説明でき、それぞれを相互に変換できる。<br>各種要素(一次微分要素、二次遅れ要素、むだ時間要素等)の周波数特性をナイキスト線図、ボード線図、ゲイン一位相線図等で表現でき、さらに各線図から周波数特性や周波数伝達関数を読み取れ、相互変換できる。<br>最小位相要素について説明できる。                    |                                                        |                                         |
|                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3週                                         | (2) 周波数特性の図式表示                                                                                   | 各種要素(比例要素、積分要素、微分要素等)を直列結合した要素の周波数特性をナイキスト線図、ボード線図、ゲイン一位相線図等で表現でき、さらに各線図から周波数特性や周波数伝達関数を読み取れ、相互変換できる。                                                                            |                                                        |                                         |
|                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4週                                         | (2) 周波数特性の図式表示                                                                                   | 各種要素(一次遅れ要素、一次進み要素、一次微分要素等)を直列結合した要素の周波数特性をナイキスト線図、ボード線図、ゲイン一位相線図等で表現でき、さらに各線図から周波数特性や周波数伝達関数を読み取れ、相互変換できる。                                                                      |                                                        |                                         |

|  |      |     |                                                    |                                                                                                                        |
|--|------|-----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |      | 5週  | (2) 周波数特性の図式表示                                     | 各種要素（一次微分要素，二次遅れ要素，むだ時間要素等）を直列結合した要素の周波数特性をボード線図，ボード線図，ゲイン位相線図等で表現でき，さらに各線図から周波数特性や周波数伝達関数を読み取り，相互変換できる。               |
|  |      | 6週  | (3) 閉回路周波数特性                                       | 閉回路周波数特性の取り扱いを説明できる。<br>ニルコス線図について説明できる。                                                                               |
|  |      | 7週  | 3 制御系の安定性<br>(0) BIBO安定と安定判別<br>(1) 特性方程式          | BIBO安定について説明でき，安定判別との関係や必要性を説明できる。<br>制御系の特性方程式と安定判別の条件を説明でき，特性方程式を導出できる。<br>特性根の性質と制御系の安定性について説明できる。<br>次週，中間試験を実施する。 |
|  |      | 8週  | 中間試験                                               | これまでの学習内容の理解度を試験により確認する（試験時間90分）。                                                                                      |
|  | 2ndQ | 9週  | 試験答案の確認・解説<br>(1) 特性方程式                            | 試験結果から自らの理解状況を把握して，今後の学習に反映できる。<br>ブロック線図等から特性方程式を立式できる。<br>特性方程式から特性根を求めることができる。<br>特性根の性質と制御系の安定性について説明できる。          |
|  |      | 10週 | (2) 安定条件と安定判別法                                     | ラウスの安定判別法を用いて，制御系の安定判別ができる。                                                                                            |
|  |      | 11週 | (2) 安定条件と安定判別法                                     | フルヴィッツの安定判別法を用いて，制御系の安定判別ができる。                                                                                         |
|  |      | 12週 | (2) 安定条件と安定判別法<br>(3) 安定度                          | ナイキストの安定判別法を用いて，制御系の安定判別ができる。<br>安定度について説明できる。<br>ナイキスト線図やボード線図から安定度を読み取れる。                                            |
|  |      | 13週 | 4 根軌跡法<br>(1) 根軌跡<br>(2) 根軌跡の基礎条件<br>(3) 根軌跡の性質と活用 | 根軌跡の特徴・性質を説明できる。<br>根軌跡の基礎条件を説明できる。<br>制御系の簡単な一巡伝達関数から根軌跡を描ける。                                                         |
|  |      | 14週 | (3) 根軌跡の性質と活用                                      | 根軌跡から制御系の一巡伝達関数を推定できる。                                                                                                 |
|  |      | 15週 | 5 制御系の調整・補償<br>(0) 設計（調整）における留意点<br>(1) 設計仕様       | フィードバック制御系の設計に当たっての留意点を説明できる。<br>フィードバック制御系の設計に当たっての設計仕様の要点を説明できる。                                                     |
|  |      | 16週 | 期末試験                                               | これまでの学習内容の理解度を試験により確認する（試験時間90分）。                                                                                      |

#### 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 | 機械系分野    | 計測制御      | 制御系の定常特性について説明できる。             | 4<br>前15         |
|       |          |          |           | 制御系の周波数特性について説明できる。            | 4<br>前2,前3,前4,前5 |
|       |          |          |           | 安定判別法を用いて制御系の安定・不安定を判別できる。     | 4<br>前10,前11,前12 |
|       |          | 電気・電子系分野 | 制御        | 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<br>前2,前3,前4,前5 |
|       |          |          |           | 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<br>前10,前11,前12 |

#### 評価割合

|         | 試験 | 発表 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | 演習・課題レポート等 | 合計  |
|---------|----|----|------|----|---------|------------|-----|
| 総合評価割合  | 70 | 0  | 0    | 0  | 0       | 30         | 100 |
| 基礎的能力   | 10 | 0  | 0    | 0  | 0       | 10         | 20  |
| 専門的能力   | 60 | 0  | 0    | 0  | 0       | 20         | 80  |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0          | 0   |