

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| 熊本高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                        | 開講年度                                                                                                     | 平成29年度 (2017年度)                                                                                             |                                                                                                               | 授業科目 | 計測と制御 |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                        |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | AN114                                                                                                                                                  |                                                                                                          | 科目区分                                                                                                        | 専門 / 選択                                                                                                       |      |       |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 授業                                                                                                                                                     |                                                                                                          | 単位の種別と単位数                                                                                                   | 学修単位: 2                                                                                                       |      |       |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 電子情報システム工学専攻                                                                                                                                           |                                                                                                          | 対象学年                                                                                                        | 専1                                                                                                            |      |       |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 前期                                                                                                                                                     |                                                                                                          | 週時間数                                                                                                        | 2                                                                                                             |      |       |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 線形システム制御論, 山本透 水本郁朗ほか 朝倉書店                                                                                                                             |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 大塚 弘文                                                                                                                                                  |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                        |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
| 線形システムの動特性を考慮したモデルベースでのフィードバック系設計システム理論の基礎とその応用をできる基礎技術の修得を目標とする。<br>1. 動的システムの挙動の計測信号を用いて制御信号を生成する制御装置の設計法の第一段階として、システムの数式モデルとして多用される伝達関数モデルと状態空間モデルを理解し、微分方程式からそれらを得ることができる。<br>2. 時間応答、周波数応答などの応答法の基礎を理解し、動特性を解析できる。さらに、システムの安定性解析をそれらの解析法に基づき行える。<br>3. 比例 (P) 動作を基本とし、制御器構造に微分 (D) 動作と積分 (I) 動作を付加したPID制御器の各種設計方法について理解し、例題に適用できる。<br>4. PID制御器を構造的により一般化すると動的補償器となることを解説する。また、制御系の周波数特性を補償することを志向した各種補償の概念と補償器の実現方法についても示す。<br>5. 物理センサの種類、動作原理を説明し、その応用例を示すことができる。<br>6. 具体的なメカニカルシステムの制御システムを制御系CADを利用して設計できる。<br>7. マイクロコンピュータを利用して簡単なモータ活用制御システムを構築できる。 |                                                                                                                                                        |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
| 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                                                                                                     |      |       |
| 状態方程式、および、固有値の位置と応答の関係                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                        | 状態変数および状態方程式の役割について理解し、電気回路、機械振動系などの制御対象の特性を適切な数学モデルで表現できる。数学モデルより、対象の状態方程式を導出し、伝達関数やブロック線図との対応関係を説明できる。 | 状態変数および状態方程式の役割について理解し、電気回路、機械振動系などの制御対象の特性を適切な数学モデルで表現できる。数学モデルより、対象の状態方程式を導出することができる。固有値の位置と安定性の関係を説明できる。 | 状態変数および状態方程式の役割について理解し、電気回路、機械振動系などの制御対象の特性を適切な数学モデルで表現できない。数学モデルより、対象の状態方程式を導出することができる。固有値の位置と安定性の関係を説明できない。 |      |       |
| 状態空間モデルに基づく動特性解析                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        | システムの可制御性、可観測性や安定性、定常特性、ロバスト性などのシステムの特性を考察できる。                                                           | システムの可制御性、可観測性や安定性、定常特性、ロバスト性などのシステムの特性の分析手法を説明し簡単なシステムに対して適用できる。                                           | システムの可制御性、可観測性や安定性、定常特性、ロバスト性などのシステムの特性の分析手法を説明し簡単なシステムに対して適用できない。                                            |      |       |
| 状態フィードバック制御系の設計                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        | 状態フィードバック制御とPID制御との関係を理解し、極配置法や最適レギュレータ法に基づいて仕様を満たす制御器設計ができる。                                            | 状態フィードバック制御およびPID制御などの基本コントローラ設計を極配置法や最適レギュレータ法に基づいて行える。                                                    | 状態フィードバック制御およびPID制御などの基本コントローラ設計を極配置法や最適レギュレータ法に基づいて行えない。                                                     |      |       |
| 各種センサの原理と応用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                        | ひずみゲージなどを利用した圧力センサ、IC温度センサ、差動トランス、ロータリーエンコーダ、ポテンシオメータなどの物理センサの種類、動作原理を説明し、その応用例を示すことができる。                | ひずみゲージなどを利用した圧力センサ、IC温度センサ、差動トランス、ロータリーエンコーダ、ポテンシオメータなどの物理センサの種類、動作原理を説明できる。                                | ひずみゲージなどを利用した圧力センサ、IC温度センサ、差動トランス、ロータリーエンコーダ、ポテンシオメータなどの物理センサの種類、動作原理を説明できない。                                 |      |       |
| 制御システム設計の応用技術                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                        | 具体的なメカトロニクスシステムの制御装置を制御系CADを利用して仕様を満たすように設計し、マイクロコンピュータを用いて実装化できる。                                       | 具体的なメカトロニクスシステムの制御装置を制御系CADを利用して設計し、マイクロコンピュータを用いて実装化できる。                                                   | 具体的なメカトロニクスシステムの制御装置を制御系CADを利用して設計できない。                                                                       |      |       |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                        |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                        |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 本科目では4種々の動的なシステムの制御に際しては、制御量の計測とシステムの制御理論に基づき設計された制御装置を構成する。この講義では、制御装置設計のための基礎理論を解説するとともに、具体的なメカニカルシステム制御システム設計演習・実験に取組む。                             |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 授業はFlipped Classroom 方式により実施する。すなわち、制御理論やセンサー工学に関する理論解説はe-Learningシステムを用いた事前学習によることとし、授業においては協働学習形式での演習課題に取り組み理解を深めていく。また、制御システム設計と制御実験に取組み、実践技術を習得する。 |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 授業前の事前学習を怠っていると認められる場合、授業での協働学習への参加を中止させ事前学習を個別に取り組みさせる。                                                                                               |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
| 授業計画                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                        |                                                                                                          |                                                                                                             |                                                                                                               |      |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        | 週                                                                                                        | 授業内容                                                                                                        | 週ごとの到達目標                                                                                                      |      |       |
| 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1stQ                                                                                                                                                   | 1週                                                                                                       | ガイダンス                                                                                                       | 本講義の学習内容や目標、評価方法について理解する。                                                                                     |      |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        | 2週                                                                                                       | フィードバック制御の基礎 (1)                                                                                            | フィードバック制御の基礎となる、伝達関数モデルとそれに基づく過渡応答、安定性について説明できる。                                                              |      |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        | 3週                                                                                                       | フィードバック制御の基礎 (2)                                                                                            | 伝達関数モデルとブロック線図でのシステム表現ができる。また、システムの周波数応答特性を説明できる。PID制御の基本概念について説明できる。                                         |      |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        | 4週                                                                                                       | 状態空間表現によるシステムモデリング                                                                                          | システムの内部状態を陽に表現した状態空間モデルにより線形システムのモデル化ができる。                                                                    |      |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        | 5週                                                                                                       | システムの構造と安定性 (1)                                                                                             | 可制御系、可観測性を判定できる。また、システムの正準形表現への変換ができる。                                                                        |      |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        | 6週                                                                                                       | システムの構造と安定性 (2)                                                                                             | 状態空間モデルで表されたシステムの安定性と固有値の関係性を説明し、安定性を判別することができる。                                                              |      |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        | 7週                                                                                                       | 状態フィードバックによる制御系設計 (1)                                                                                       | 極配置法により低次線形系に対して状態フィードバック制御系を設計できる。                                                                           |      |       |

|  |      |     |                       |                                                                    |
|--|------|-----|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|
|  | 2ndQ | 8週  | 状態フィードバックによる制御系の設計（２） | 低次線形系に対して最適レギュレータを設計できる。                                           |
|  |      | 9週  | オブザーバの設計              | 低次線形系に対して状態観測器（最小次元オブザーバ）を設計できる。また、オブザーバを併用したフィードバック制御系を設計できる。     |
|  |      | 10週 | センサーの原理と応用（１）         | ひずみゲージなどを利用した圧力センサ、サーミスタなどの温度センサおよびIC温度センサの原理と応用方法について説明できる。       |
|  |      | 11週 | センサーの原理と応用（２）         | 差動トランス、ロータリーエンコーダ、近接スイッチ、ポテンシオメータなどの物理量測定のためのセンサについて原理と応用方法を説明できる。 |
|  |      | 12週 | 制御システム設計演習（１）         | メカニカルシステムの具体的事例に対して、フィードバック制御系の設計ができる。                             |
|  |      | 13週 | 制御システム設計演習（２）         | 同上                                                                 |
|  |      | 14週 | 制御システム設計実験（１）         | 実在する制御対象に状態フィードバック制御を適用して制御システムを構成し、分析評価できる。                       |
|  |      | 15週 | 制御システム設計実験（２）         | 同上                                                                 |
|  |      | 16週 | 定期試験                  | 学習到達度を確認する。                                                        |

#### 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 |
|-------|----------|----------|------|-----------------------------------|-------|-----|
| 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。                 | 2     |     |
|       |          |          |      | フィードバック制御の概念と構成要素を説明できる。          | 2     |     |
|       |          |          |      | 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。  | 2     |     |
|       |          |          |      | 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。 | 2     |     |
|       |          |          |      | 伝達関数を説明できる。                       | 2     |     |
|       |          |          |      | ブロック線図を用いて制御系を表現できる。              | 2     |     |
|       |          |          |      | 制御系の過渡特性について説明できる。                | 2     |     |
|       |          |          |      | 制御系の定常特性について説明できる。                | 2     |     |
|       |          |          |      | 安定判別法を用いて制御系の安定・不安定を判別できる。        | 2     |     |
|       |          | 電気・電子系分野 | 情報   | プログラミング言語を用いて基本的なプログラミングができる。     | 2     |     |

#### 評価割合

|         | 試験 | レポート | 実験演習 | 合計  |
|---------|----|------|------|-----|
| 総合評価割合  | 60 | 25   | 15   | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0    | 0    | 0   |
| 専門的能力   | 40 | 15   | 10   | 65  |
| 分野横断的能力 | 20 | 10   | 5    | 35  |