

|                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                             |         |                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------|---------|------------------------------|
| 舞鶴工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 開講年度 | 平成29年度 (2017年度)             | 授業科目    | システム制御工学                     |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                             |         |                              |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                              | 0115                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      | 科目区分                        | 専門 / 必修 |                              |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                              | 授業                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      | 単位の種別と単位数                   | 学修単位: 2 |                              |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                              | 総合システム工学専攻                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      | 対象学年                        | 専1      |                              |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                               | 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      | 週時間数                        | 2       |                              |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                            | 川田昌克「MATLAB/Simulinkと実機で学ぶ制御工学—PID制御から現代制御まで—」（TechShare）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |                             |         |                              |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                              | 川田 昌克                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                             |         |                              |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                             |         |                              |
| ① フィードバック制御の概念と構成要素を説明できる。<br>② MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。<br>③ 信号の離散化を行うことができる。<br>④ PID制御の各要素の役割を説明できる。<br>⑤ ブロック線図を用いて制御系を表現できる。<br>⑥ 制御系の過渡特性・定常特性について説明できる。<br>⑦ システムのモデリングを行うことができる。<br>⑧ 極配置法によりコントローラを設計できる。<br>⑨ 最適レギュレータによりコントローラ設計できる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                             |         |                              |
| 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                                                                                                                                                                                                                                             | フィードバック制御の概念と構成要素を十分に説明できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      | フィードバック制御の概念と構成要素を説明できる。    |         | フィードバック制御の概念と構成要素を説明できない。    |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                             | MATLAB/Simulinkを十分に使用することができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      | MATLAB/Simulinkを使用することができる。 |         | MATLAB/Simulinkを使用することができない。 |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                             | 信号の離散化を適切に行うことができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 信号の離散化を行うことができる。            |         | 信号の離散化を行うことができない。            |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                                                                             | PID制御の各要素の役割を十分に説明できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      | PID制御の各要素の役割を説明できる。         |         | PID制御の各要素の役割を説明できない。         |
| 評価項目5                                                                                                                                                                                                                                             | ブロック線図を用いて制御系を適切に表現できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      | ブロック線図を用いて制御系を表現できる。        |         | ブロック線図を用いて制御系を表現できない。        |
| 評価項目6                                                                                                                                                                                                                                             | 制御系の過渡特性・定常特性について十分に説明できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      | 制御系の過渡特性・定常特性について説明できる。     |         | 制御系の過渡特性・定常特性について説明できない。     |
| 評価項目7                                                                                                                                                                                                                                             | システムのモデリングを適切に行うことができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      | システムのモデリングを行うことができる。        |         | システムのモデリングを行うことができない。        |
| 評価項目8                                                                                                                                                                                                                                             | 極配置法により適切にコントローラを設計できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      | 極配置法によりコントローラを設計できる。        |         | 極配置法によりコントローラを設計できない。        |
| 評価項目9                                                                                                                                                                                                                                             | 最適レギュレータにより適切にコントローラ設計できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      | 最適レギュレータによりコントローラ設計できる。     |         | 最適レギュレータによりコントローラ設計できない。     |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                             |         |                              |
| (B)                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                             |         |                              |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                             |         |                              |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                | 家電製品、化学プラント、自動車、ロボットなど様々なシステムを設計者の思い通りに動かすためには、対象とするシステムの特性を把握し、コントローラを設計する必要がある。このような役割を担うのが「制御工学」である。本科目では、いくつかの具体的事例を通じ、対象とするシステムを制御するための一連の流れを修得してもらうことを目的とする。<br>In order to move various systems, satisfactorily such as home electronics, equipment in chemical plants, a car, and a robot, it is necessary to grasp the characteristic of the target system and to design a controller. "Control engineering" fulfills such a role. This subject aims at achieving a series of flows in order to control the target system, this series is obtained through the study of examples. |      |                             |         |                              |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                         | 黒板、プロジェクトを使用し、配布するプリントの内容を詳しく説明する。また、講義だけでなく、LEGO MINDSTORMS NXT、MATLAB/Simulinkを利用した実習を伴う。<br>講義内容の理解を深めるため、適宜、レポート課題を与え、提出を求める。<br><br>参考書：<br>岡田養二、渡辺嘉二郎著「メカトロニクスと制御工学」（養賢堂）<br>須田信英ら著「PID制御」（朝倉書店）<br>小郷 寛、美多 勉著「システム制御理論入門」（実教出版）<br>梶原宏之著「線形システム制御入門」（コロナ社）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                             |         |                              |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| 注意点 | <p>電卓を持参すること。<br/>         本科目は、授業での学習と授業外での自己学習で成り立つものである。そのため、適宜、授業外の自己学習のためのレポート課題を課す。レポートは必ず授業開始時に提出すること。特別な事情がない限り、授業開始時以外にレポートは受け取らない。</p> <p>【定期試験の実施方法】<br/>         定期試験を行う。時間は105分とする。<br/>         持ち込みは電卓を可とする。</p> <p>【成績の評価方法・評価基準】<br/>         定期試験結果（70%）と自己学習としてのレポート課題の評価（30%）の合計をもって総合成績とする。<br/>         到達目標に基づき、各項目の理解の到達度を評価基準とする。</p> <p>【学生へのメッセージ】<br/>         我々の回りある家電製品、化学プラント、自動車からロボットなどには、様々な制御技術が利用されている。これらシステムを思い通りに制御するには、ただ単に「もの」を作るだけではなく、入出力信号の処理、モデリングからコントローラ設計までの制御系解析／設計を行う必要がある。本講義により実システムを制御するためのアプローチを習得してもらいたい。</p> <p>研究室 A棟2階（A-202）<br/>         内線電話 8959<br/>         e-mail: kawataアットマークmaizuru-ct.ac.jp（アットマークは@に変えること。）</p> |  |  |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |

| 授業計画 |      |     |                                     |                                                                                                                                        |
|------|------|-----|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |      | 週   | 授業内容                                | 週ごとの到達目標                                                                                                                               |
| 前期   | 1stQ | 1週  | シラバス内容の説明，回転型倒立振子の製作                | ① フィードバック制御の概念と構成要素を説明できる。                                                                                                             |
|      |      | 2週  | RoTH (Run on Target Hardware) の使用方法 | 2 MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。                                                                                                           |
|      |      | 3週  | 不完全微分のデジタル実装                        | 2 MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。<br>3 信号の離散化を行うことができる。                                                                                     |
|      |      | 4週  | モータ角度のPID制御 (1)：ON/OFF, P, P-D制御    | 2 MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。<br>4 PID制御の各要素の役割を説明できる。<br>⑤ ブロック線図を用いて制御系を表現できる。<br>⑥ 制御系の過渡特性・定常特性について説明できる。                           |
|      |      | 5週  | モータ角度のPID制御 (1)：PI-D, I-PD制御        | 2 MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。<br>4 PID制御の各要素の役割を説明できる。<br>⑤ ブロック線図を用いて制御系を表現できる。<br>⑥ 制御系の過渡特性・定常特性について説明できる。                           |
|      |      | 6週  | モータ角度のPID制御 (2) —モデルベース設計：モデリング     | 2 MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。<br>4 PID制御の各要素の役割を説明できる。<br>⑤ ブロック線図を用いて制御系を表現できる。<br>⑥ 制御系の過渡特性・定常特性について説明できる。<br>7 システムのモデリングを行うことができる。 |
|      |      | 7週  | モータ角度のPID制御 (2) —モデルベース設計：コントローラ設計  | 2 MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。<br>4 PID制御の各要素の役割を説明できる。<br>⑤ ブロック線図を用いて制御系を表現できる。<br>⑥ 制御系の過渡特性・定常特性について説明できる。<br>7 システムのモデリングを行うことができる。 |
|      |      | 8週  | 回転型倒立振子のモデリング：2次遅れ系の特性に注目したパラメータ同定  | 2 MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。<br>7 システムのモデリングを行うことができる。                                                                                 |
|      | 2ndQ | 9週  | 回転型倒立振子のモデリング：最小二乗法によるパラメータ同定       | 2 MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。<br>7 システムのモデリングを行うことができる。                                                                                 |
|      |      | 10週 | 回転型倒立振子／クレーンの状態方程式：コントローラの設計モデル     | 7 システムのモデリングを行うことができる。                                                                                                                 |
|      |      | 11週 | 状態フィードバックによるレギュレータ制御                | ⑥ 制御系の過渡特性・定常特性について説明できる。                                                                                                              |
|      |      | 12週 | 回転型クレーンの状態フィードバック制御：極配置法            | 2 MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。<br>8 極配置法によりコントローラを設計できる。                                                                                 |
|      |      | 13週 | 回転型倒立振子の状態フィードバック制御：極配置法            | 2 MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。<br>8 極配置法によりコントローラを設計できる。                                                                                 |
|      |      | 14週 | 回転型倒立振子／クレーンの状態フィードバック制御：最適レギュレータ   | 2 MATLAB/Simulinkの使用方法を理解する。<br>9 最適レギュレータによりコントローラ設計できる。                                                                              |
|      |      | 15週 | まとめ                                 |                                                                                                                                        |
|      |      | 16週 |                                     |                                                                                                                                        |

| モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標 |    |      |           |    |         |       |     |
|-----------------------|----|------|-----------|----|---------|-------|-----|
| 分類                    | 分野 | 学習内容 | 学習内容の到達目標 |    |         | 到達レベル | 授業週 |
| 評価割合                  |    |      |           |    |         |       |     |
|                       | 試験 | 発表   | 相互評価      | 態度 | ポートフォリオ | その他   | 合計  |
| 総合評価割合                | 70 | 0    | 0         | 0  | 30      | 0     | 100 |
| 基礎的能力                 | 0  | 0    | 0         | 0  | 0       | 0     | 0   |
| 専門的能力                 | 70 | 0    | 0         | 0  | 30      | 0     | 100 |
| 分野横断的能力               | 0  | 0    | 0         | 0  | 0       | 0     | 0   |