

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|---------|--|
| 都城工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                          | 開講年度                                                | 令和03年度 (2021年度)                                           |                                           | 授業科目                       | 制御工学特論  |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                          | 0015                                                |                                                           | 科目区分                                      |                            | 専門 / 選択 |  |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                          | 講義                                                  |                                                           | 単位の種別と単位数                                 |                            | 学修単位: 2 |  |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                          | 機械電気工学専攻                                            |                                                           | 対象学年                                      |                            | 専1      |  |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                          | 前期                                                  |                                                           | 週時間数                                      |                            | 2       |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                          | 適宜プリントを配布                                           |                                                           |                                           |                            |         |  |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                          | 高木 夏樹                                               |                                                           |                                           |                            |         |  |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
| 1) Pythonを用いて制御系解析・設計ができること。<br>2) PID制御について説明でき、コントローラの設計ができること。<br>3) システムを状態空間表現でき、その安定判別ができること。<br>4) 状態フィードバックコントローラが設計できること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
| ルーブリック                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                          | 理想的な到達レベルの目安<br>A                                   | 標準的な到達レベルの目安<br>B                                         | 未到達レベルの目安(可)<br>C                         | (学生記入欄)<br>到達したレベルに○をすること。 |         |  |
| 評価到達目標項目 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                          | Pythonを用いて基礎的なシステムの制御系解析・設計ができる。                    | Pythonを用いて基本的な制御系解析・設計の操作ができる。                            | Pythonを用いて制御系解析の基本操作が一部できる。               | A ・ B ・ C                  |         |  |
| 評価到達目標項目2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                          | PID制御の原理について説明でき、線形システムに対して、いくつかの手法でコントローラの設計ができる。  | PID制御の基本的な概念について説明でき、基本的なシステムに対して、特定の手法を用いてコントローラの設計ができる。 | PID制御の基本的な概念について部分的に説明できる。                | A ・ B ・ C                  |         |  |
| 評価到達目標項目3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                          | 線形システムが状態空間表現でき、その安定判別ができる。                         | 基本的な線形システムを状態空間表現でき、その安定判別ができる。                           | 基本的な線形システムの一部について状態空間表現できる                | A ・ B ・ C                  |         |  |
| 評価到達目標項目4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                          | SISO線形システムの極配置および最適レギュレータによって状態フィードバックコントローラが設計できる。 | 簡単な線形システムであれば、極配置によって状態フィードバックコントローラが設計できる。               | 1入出力線形システムであれば、可制御性を判断して状態フィードバック系を検討できる。 | A ・ B ・ C                  |         |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
| 学習・教育到達度目標 B<br>JABEE c JABEE d                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 本科科目の制御工学では、主に古典制御理論に関するシステムの特性、解析方法について習得した。本講義では、まず、それらの知識に基づいて、Pythonを用いたフィードバックシステムの基本的な設計・解析方法を習得することを目的とする。次に、状態空間表現に基づくシステムの特性、状態フィードバックコントローラの設計法について習得し、現代制御理論の基礎を理解することを目的とする。 |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 本科科目の制御工学で習った古典制御理論（ラプラス変換に基づく伝達関数やブロック線図、応答の導出、周波数応答、安定判別法）については、演習問題などを用いて復習し、よく理解しておくこと。また、適宜レポートや演習課題を出題するため、文献調査などにより自己学習すること。                                                      |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1)Pythonを実行できるPCならびに電卓を持参すること。<br>2)本講義の内容は主として数学的であるが、利用される関数や方程式には工学的に重要な意味が含まれている。よって、これらを暗記するのではなく、原理や数式の意味を十分理解するよう努めること。                                                           |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
| ポートフォリオ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |
| <div>(学生記入欄)</div> <div>【理解の度合】理解の度合について記入してください。<br/>(記入例) ファラデーの法則、交流の発生についてはほぼ理解できたが、渦電流についてはあまり理解できなかった。<br/>・前期中間試験まで：<br/><br/>・前期末試験まで：<br/><br/>【試験の結果】定期試験の点数を記入し、試験全体の総評をしてください。<br/>(記入例) ファラデーの法則に関する基礎問題はできたが、応用問題が解けず、理解不足だった。<br/>・前期中間試験 点数： 総評：<br/>・前期末試験 点数： 総評：<br/><br/>【総合到達度】「到達目標」どおりに達成することができたかどうか、記入してください。<br/>・総合評価の点数： 総評：</div> <div>-----</div> <div>(教員記入欄)</div> <div>【授業計画の説明】実施状況を記入してください。<br/><br/>【授業の実施状況】実施状況を記入してください。<br/>・前期中間試験まで：<br/><br/>・前期末試験まで：<br/><br/>【評価の実施状況】総合評価を出した後に記入してください。</div> |                                                                                                                                                                                          |                                                     |                                                           |                                           |                            |         |  |

| 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 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                              | 授業計画の説明<br>1. Pythonの基礎<br>・ Pythonの実行環境構築            | Pythonの実行環境構築ができる。                                         |       |                                         |
|                                     |          | 2週                              | 1. Pythonの基礎<br>・ Pythonの基本操作                         | Pythonの基本操作ができる。                                           |       |                                         |
|                                     |          | 3週                              | 2. Pythonによる制御系解析・設計の基礎                               | Pythonを用い、古典制御理論に基づくシステムの時間応答が導出・解析できる。                    |       |                                         |
|                                     |          | 4週                              | 2. Pythonによる制御系解析・設計の基礎                               | Pythonを用い、古典制御理論に基づくシステムの周波数応答が導出・解析できる。                   |       |                                         |
|                                     |          | 5週                              | 2. Pythonによる制御系解析・設計の基礎<br>・ コントローラの設計とは<br>・ 制御系の安定性 | コントローラの設計手順について説明でき、古典制御理論に基づいて、制御系の安定性が評価できる。             |       |                                         |
|                                     |          | 6週                              | 2. Pythonによる制御系解析・設計の基礎<br>・ 制御系の設計                   | 制御系設計で必要となる考え方に基づいて、各制御系の特徴について説明できる。                      |       |                                         |
|                                     |          | 7週                              | 3. 古典制御理論に基づく制御系設計<br>・ PID制御系の構成                     | Pythonを用い、古典制御理論に基づく基本的なPID制御系が構成できる。                      |       |                                         |
|                                     |          | 8週                              | 3. 古典制御理論に基づく制御系設計<br>・ PID制御／改良型PID制御系の設計            | Pythonを用い、古典制御理論に基づくPID制御系・改良型PID制御が設計できる。                 |       |                                         |
|                                     | 2ndQ     | 9週                              | 前期中間試験                                                |                                                            |       |                                         |
|                                     |          | 10週                             | 4. 現代制御理論の基礎<br>・ システムの状態空間表現                         | 線形微分方程式で記述されるシステムの状態空間表現を導出することができる。                       |       |                                         |
|                                     |          | 11週                             | 4. 現代制御理論の基礎<br>・ 線形システムの時間応答                         | 状態空間表現で記述されるシステムの時間応答を求めることができる。                           |       |                                         |
|                                     |          | 12週                             | 4. 現代制御理論の基礎<br>・ 同値変換，状態空間表現と伝達関数との関係                | 状態空間表現で記述されるシステムの同値変換ならびに伝達関数との関係を求めることができる。               |       |                                         |
|                                     |          | 13週                             | 5. 状態フィードバックによる制御系設計<br>・ レギュレータ問題と極配置                | 状態フィードバックコントローラの設計概念について説明でき、極配置による状態フィードバックコントローラの設計ができる。 |       |                                         |
|                                     |          | 14週                             | 5. 状態フィードバックによる制御系設計<br>・ 最適レギュレータ                    | 最適レギュレータによる状態フィードバックコントローラの設計ができる。                         |       |                                         |
|                                     |          | 15週                             | 5. 状態フィードバックによる制御系設計<br>・ 積分型サーボ系                     | 積分型サーボ系に基づく状態フィードバックコントローラの設計・解析ができる。                      |       |                                         |
|                                     |          | 16週                             | 試験答案の返却及び解説                                           |                                                            |       |                                         |
| 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                           | 力学                                                    | 運動の第二法則を説明でき、力、質量および加速度の関係を運動方程式で表すことができる。                 | 5     | 前11                                     |
|                                     |          |                                 |                                                       | 周速度、角速度、回転速度の意味を理解し、計算できる。                                 | 5     | 前11                                     |
|                                     |          |                                 |                                                       | 剛体の回転運動を運動方程式で表すことができる。                                    | 5     | 前11                                     |
|                                     |          |                                 | 計測制御                                                  | 自動制御の定義と種類を説明できる。                                          | 5     | 前1                                      |
|                                     |          |                                 |                                                       | フィードバック制御の概念と構成要素を説明できる。                                   | 5     | 前1,前3,前13                               |
|                                     |          |                                 |                                                       | 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。                           | 5     | 前2,前3,前4,前5,前6,前12                      |
|                                     |          |                                 |                                                       | 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。                          | 5     | 前2,前3,前4,前5,前6,前12                      |
|                                     |          |                                 |                                                       | 伝達関数を説明できる。                                                | 5     | 前2,前3,前4,前5,前6                          |
|                                     |          |                                 |                                                       | ブロック線図を用いて制御系を表現できる。                                       | 5     | 前2,前3,前4,前5,前6,前10,前13                  |
|                                     |          |                                 |                                                       | 制御系の過渡特性について説明できる。                                         | 5     | 前2,前3,前4,前5,前6,前14,前15                  |
|                                     |          |                                 |                                                       | 制御系の定常特性について説明できる。                                         | 5     | 前2,前3,前4,前5,前6,前14,前15                  |
|                                     |          |                                 |                                                       | 制御系の周波数特性について説明できる。                                        | 5     | 前2,前6                                   |
|                                     |          |                                 |                                                       | 安定判別法を用いて制御系の安定・不安定を判別できる。                                 | 5     | 前4,前5,前6,前14,前15                        |
|                                     |          | 電気・電子系分野                        | 制御                                                    | 伝達関数を用いたシステムの入出力表現ができる。                                    | 5     | 前2,前3,前4,前5,前6                          |

|               |  |  |      |                                |     |                        |
|---------------|--|--|------|--------------------------------|-----|------------------------|
|               |  |  |      | ブロック線図を用いてシステムを表現することができる。     | 5   | 前2,前3,前4,前5,前6,前10,前13 |
|               |  |  |      | システムの過渡特性について、ステップ応答を用いて説明できる。 | 5   | 前2,前3,前5,前6,前14,前15    |
|               |  |  |      | システムの定常特性について、定常偏差を用いて説明できる。   | 5   | 前3,前5,前6,前14,前15       |
|               |  |  |      | 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。 | 5   | 前2,前6                  |
|               |  |  |      | 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。    | 5   | 前4,前5,前6,前14,前15       |
| 評価割合          |  |  |      |                                |     |                        |
|               |  |  | 定期試験 | レポート                           | 合計  |                        |
| 総合評価割合        |  |  | 70   | 30                             | 100 |                        |
| 知識の基本的な理解     |  |  | 50   | 20                             | 70  |                        |
| 思考・推論・創造への適応力 |  |  | 20   | 10                             | 30  |                        |