

| 科目名                             |                                                                                                                     | 制御工学 I ( Control Engineering I )                      |                                                         |                                            |          |      |             |     |     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|------|-------------|-----|-----|
| 学 年                             | 学 科(コース)                                                                                                            | 単 位 数                                                 |                                                         | 必修 / 選択                                    | 授業形態     | 開講時期 | 総時間数        |     |     |
| 第4学年                            | 制御情報工学科                                                                                                             | 学修                                                    | 2 単位                                                    | 必修                                         | 講義       | 通年   | 90 時間       |     |     |
| 担 当 教 員                         |                                                                                                                     | 【非常勤】講師 山根 健治 (【副担当】准教授 長峯 祐子)                        |                                                         |                                            |          |      |             |     |     |
| 学 習 到 達 目 標                     |                                                                                                                     |                                                       |                                                         |                                            |          |      |             |     |     |
| 科目の到達目標レベル                      | ①ラプラス変換等を用いて制御対象の伝達関数を求めることができる。<br>②ブロック線図を用いて制御システムを表現することができる。<br>③制御対象の伝達関数から、ラプラス逆変換等を用いた過渡応答の計算や周波数応答の計算ができる。 |                                                       |                                                         |                                            |          |      |             |     |     |
| 到達目標 (評価項目)                     | 優れた到達レベルの<br>目安                                                                                                     | 良好な到達レベルの<br>目安                                       | 最低限の到達レベルの<br>目安                                        | 未到達レベルの<br>目安                              |          |      |             |     |     |
| 到達目標 ①                          | 様々なラプラス変換の性質を駆使して、複雑な制御対象の伝達関数を求めることができる。                                                                           | 基本的なラプラス変換の性質を利用して、一般的な制御対象の伝達関数を求めることができる。           | 基本的なラプラス変換の計算ができるとともに、ラプラス変換表を利用して、基本要素の伝達関数を求めることができる。 | 基本的なラプラス変換の計算ができない。また、ラプラス変換表を利用することができない。 |          |      |             |     |     |
| 到達目標 ②                          | 様々なブロック線図の等価変換を駆使して、複雑な制御システムの伝達関数を表現することができる。                                                                      | 基本的なブロック線図の等価変換を利用して、単純な制御システムの伝達関数を表現することができる。       | 基本的なブロック線図の等価変換を利用して、制御システムを構成するサブシステムの伝達関数を表現することができる。 | ブロック線図の等価変換を利用することができない。                   |          |      |             |     |     |
| 到達目標 ③                          | 様々な制御対象の伝達関数から、その過渡応答および周波数応答(ベクトル軌跡とボード線図)を導出し、作図することができる。                                                         | 様々な制御対象の伝達関数から、その過渡応答(インパルス応答とステップ応答)を計算によって求めることができる | 限られた制御対象の伝達関数から、その過渡応答(インパルス応答とステップ応答)を計算によって求めることができる。 | 制御対象の伝達関数から、ラプラス逆変換を用いてその過渡応答が計算できない。      |          |      |             |     |     |
| 学習・教育到達目標                       | (C) ①                                                                                                               |                                                       | JABEE基準1(2)                                             |                                            | (c)      |      |             |     |     |
| 達 成 度 評 価 (%)                   |                                                                                                                     |                                                       |                                                         |                                            |          |      |             |     |     |
| 評価方法<br>指標と評価割合                 | 中間試験                                                                                                                | 期末・<br>学年末<br>試験                                      | 小テスト                                                    | レポート                                       | 口頭<br>発表 | 成果品  | ポート<br>フォリオ | その他 | 合計  |
| 総合評価割合                          | 40                                                                                                                  | 40                                                    |                                                         | 20                                         |          |      |             |     | 100 |
| 知識の基本的な理解<br>【知識・記憶、理解レベル】      | ○                                                                                                                   | ○                                                     |                                                         | ○                                          |          |      |             |     |     |
| 思考・推論・創造への<br>適用力<br>【適用、分析レベル】 | ◎                                                                                                                   | ◎                                                     |                                                         | ○                                          |          |      |             |     |     |
| 汎用的技能<br>【 】                    | ◎                                                                                                                   | ◎                                                     |                                                         |                                            |          |      |             |     |     |
| 態度・志向性(人間力)<br>【 】              |                                                                                                                     |                                                       |                                                         |                                            |          |      |             |     |     |
| 総合的な学習経験と<br>創造的思考力<br>【 】      |                                                                                                                     |                                                       |                                                         |                                            |          |      |             |     |     |

| 関 連 科 目 、 教 科 書 お よ び 補 助 教 材                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 関連科目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 制御数学、ダイナミックシステム、微分方程式                   |
| 教科書                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 田中正吾 編「制御工学の基礎」(森北出版)                   |
| 補助教材等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 寺嶋一彦ら 編「制御工学 技術者のための、理論・設計から実装まで」(実教出版) |
| 学 習 上 の 留 意 点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                         |
| <p>この講義では、まず、第3学年で習得した制御数学、ダイナミックシステムの内容をさらに深く学ぶため、これらの復習をしておく必要があります。講義は基本的に教科書に沿って行いますが、必要に応じてプリントなどの補足資料を配布して使用しますので、教科書と講義ノートはもとより、それらの補足資料も毎回持参して下さい。なお、随時課すレポート課題は、期限を厳守の上、必ず提出して下さい。</p>                                                                                                                                                                              |                                         |
| 担 当 教 員 か ら の メ ャ セ ー ジ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                         |
| <p>私たちの身の回りの工業製品は、その大半がコンピュータによって制御されています。また、その製造工程においても、コンピュータ制御された装置や機器が必要不可欠です。機器や装置など、様々なものを意図した通りに動かすためには、その動きの性質を数学・物理学的に表現し、解析し、対象を制御する装置(コントローラ)を設計する必要があります。</p> <p>この講義では、制御工学の歴史と制御対象、その解析方法について理解してもらうとともに、3年次までに修得してきた数学や物理学が制御工学においてどのように使用されているのかを解説します。</p> <p>なお、制御工学に関する知識は、就職する上で、工業製品やプラントの設計の際はもとより、様々な機器や装置の保守や管理の際にも必要となるので、ぜひ到達目標に達してもらいたいと思います。</p> |                                         |

| 授 業 の 明 細 |                             |                                                              |                                                                                |
|-----------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 回         | 授業内容                        | 到達目標                                                         | 自学自習の内容<br>(予習・復習)                                                             |
| 1         | 序論                          | 自動制御の歴史、基本構成、分類を理解できる                                        | (予習)<br>教科書の1章を読んでおくこと                                                         |
| 2         | 線形動的システムの表現                 | 制御系の具体的な構成要素としての動的システム(力学系、電気系、熱系、流体系)が微分方程式として記述できることを理解できる | (予習)<br>ダイナミックシステムの講義内容を復習しておくこと                                               |
| 3         | ラプラス変換とラプラス逆変換を利用した微分方程式の解法 | ラプラス変換の基本的性質、諸定理を理解できる                                       | (予習)<br>制御数学の講義内容を復習しておくこと<br>(復習)<br>教科書の問題を解いてみること                           |
| 4         |                             | ラプラス逆変換の性質、展開定理を理解できる                                        |                                                                                |
| 5         |                             | 演習: ラプラス変換・逆変換を利用して微分方程式を解くことができる                            |                                                                                |
| 6         | 伝達関数                        | 重み関数と畳み込み積分、伝達関数の定義を理解できる                                    | (予習)<br>ダイナミックシステムの講義内容を復習しておくこと                                               |
| 7         | ブロック線図                      | ブロック線図によるシステムの表現を理解できる                                       | (予習)<br>教科書2.5節を読んでおくこと                                                        |
| 8         | 中間試験                        |                                                              |                                                                                |
| 9         | 試験返却・解答解説<br>ブロック線図         | ブロック線図の等価変換を理解できる                                            | (復習)<br>教科書31ページの表を理解しておくこと                                                    |
| 10        |                             | ブロック線図の等価変換を用いてシステムの伝達関数を導出することができる                          | (復習)<br>教科書の問題を解いてみること                                                         |
| 11        | 過渡応答                        | 一次遅れ系のインパルス応答とステップ応答の算出方法を理解できる                              | (予習)<br>ダイナミックシステムの講義内容を復習しておくこと<br>前回の講義内容を復習しておくこと<br>(復習)<br>教科書の問題を解いてみること |
| 12        |                             | 二次遅れ系のインパルス応答とステップ応答の算出方法を理解できる                              |                                                                                |
| 13        |                             | むだ時間要素、高次遅れ要素の過渡応答が理解できる                                     |                                                                                |
| 14        |                             | 演習: 様々な伝達関数の過渡応答を算出することができる                                  |                                                                                |
|           | 前期末試験、学年末試験                 |                                                              |                                                                                |
| 15        | 試験返却・解答解説<br>演習             | 演習: 直列結合系の過渡応答を算出することができる                                    | (予習)<br>第11回と第12回の講義内容を復習しておくこと                                                |
|           |                             |                                                              |                                                                                |

| 授 業 の 明 細   |                           |                                                                  |                                                                 |
|-------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 回           | 授業内容                      | 到達目標                                                             | 自学自習の内容<br>(予習・復習)                                              |
| 16          | ベクトル軌跡                    | 周波数応答と周波数伝達関数が理解できる<br>伝達関数のゲインと位相を算出できる<br>基本要素のベクトル軌跡を描くことができる | (予習)<br>教科書の4.1節と4.2節<br>を読んでおくこと<br>(復習)<br>教科書の問題を解いて<br>みること |
| 17          |                           | 一次遅れ系のベクトル軌跡を描くことができる                                            |                                                                 |
| 18          |                           | 二次遅れ系、複合系のベクトル軌跡を描くこと<br>ができる                                    |                                                                 |
| 19          |                           | 演習：様々な伝達関数のベクトル軌跡を描くこ<br>とができる                                   |                                                                 |
| 20          | ボード線図                     | ゲイン特性、位相特性を描くことができる<br>比例要素、積分要素のボード線図を描くことが<br>できる              | (予習)<br>教科書の4.3節を読ん<br>でおくこと<br>(復習)<br>教科書の問題を解いて<br>みること      |
| 21          |                           | 一次遅れ系、二次遅れ系のボード線図を描くこ<br>とができる                                   |                                                                 |
| 22          |                           | 演習：直列結合系のボード線図を描くことがで<br>きる                                      |                                                                 |
| 23          | 中間試験                      |                                                                  |                                                                 |
| 24          | 試験返却・解答解説<br>ゲイン位相線図      | 一次遅れ系、二次遅れ系のゲイン位相線図を理<br>解できる                                    | (予習)<br>前回の講義内容を復習<br>しておくこと                                    |
| 25          |                           | 一次遅れ系、二次遅れ系のゲイン位相線図を描<br>くことができる                                 |                                                                 |
| 26          | ニコルス線図                    | Mサークルを導出することができる                                                 | (予習)<br>教科書4・4節を読ん<br>でおくこと<br>(復習)<br>教科書の問題を解いて<br>みること       |
| 27          |                           | $\alpha$ サークルを導出することができる                                         |                                                                 |
| 28          | フィードバックの意義                | フィードバック系の過渡応答を算出し、その結<br>果をもとにフィードバック制御の必要性を説明<br>することができる       | (復習)<br>まとめプリントの問題<br>を解いてみること                                  |
| 29          | まとめ                       | この制御対象を伝達関数として表現し、その過<br>渡応答と周波数応答を算出できる                         |                                                                 |
|             | 学年末試験                     |                                                                  |                                                                 |
| 30          | 答案返却・解答解説<br>授業改善アンケートの実施 | 試験問題の解説を通して、間違った箇所を正し<br>く理解できる                                  |                                                                 |
| 総 学 習 時 間 数 |                           |                                                                  | 90 時間                                                           |
| 講 義         |                           |                                                                  | 60 時間                                                           |
| 自学自習        |                           |                                                                  | 30 時間                                                           |