

|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 久留米工業高等専門学校                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 開講年度                            | 令和03年度 (2021年度)                                       |                                                                  | 授業科目                                     | 工業熱力学                                              |
| 科目基礎情報                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| 科目番号                                                                                                                   | 4A15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                       | 科目区分                                                             | 専門 / 必修                                  |                                                    |
| 授業形態                                                                                                                   | 講義                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |                                                       | 単位の種別と単位数                                                        | 履修単位: 2                                  |                                                    |
| 開設学科                                                                                                                   | 機械工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                                                       | 対象学年                                                             | 4                                        |                                                    |
| 開設期                                                                                                                    | 通年                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |                                                       | 週時間数                                                             | 2                                        |                                                    |
| 教科書/教材                                                                                                                 | 教科書：熱力学（事例でわかる考え方と使い方）金原他、実教出版                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| 担当教員                                                                                                                   | 田中 大                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| 到達目標                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| 1. 気体の持つ性質、気体の状態方程式および状態変化について理解することができる。<br>2. 内燃機関の動作原理を理解し、そのサイクル計算ができる。<br>3. 蒸気の性質および蒸気原動機の動作原理を理解し、そのサイクル計算ができる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| ルーブリック                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        | 理想的な到達レベルの目安                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 | 標準的な到達レベルの目安                                          |                                                                  | 未到達レベルの目安                                |                                                    |
| 評価項目1                                                                                                                  | 気体の持つ性質、気体の状態方程式及び状態変化について理解し、それに関連した問題を解くことができる。                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 | 気体の持つ性質、気体の状態方程式及び状態変化について理解し、それに関連した問題をある程度解くことができる。 |                                                                  | 気体の持つ性質、気体の状態方程式及び状態変化について理解することができない。   |                                                    |
| 評価項目2                                                                                                                  | 内燃機関の動作原理を理解し、そのサイクル計算ができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 | 内燃機関の動作原理を理解し、そのサイクル計算がある程度できる。                       |                                                                  | 内燃機関の動作原理を理解できるが、そのサイクル計算ができない。          |                                                    |
| 評価項目3                                                                                                                  | 蒸気の性質および蒸気原動機の動作原理を理解し、そのサイクル計算ができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 | 蒸気の性質および蒸気原動機の動作原理を理解し、そのサイクル計算がある程度できる。              |                                                                  | 蒸気の性質および蒸気原動機の動作原理を理解できるが、そのサイクル計算ができない。 |                                                    |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| JABEE C-4                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| 教育方法等                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| 概要                                                                                                                     | 熱エネルギーを機械的・電気的エネルギーに変換する内燃機関および蒸気機関などは、工業的に重要な役割を果たす。したがって、代表的な熱機関について、それらの機関の動作原理および熱効率等を理解する事を目的とする。そのためには、気体の性質や気体の状態が変化する際の周囲との相互作用等について理解することが重要であるため、エントルピーやエントロピーなどの新しい概念を導入しながら、熱力学第一、第二法則、また理想気体の状態変化や蒸気の性質について理解することを目的とする。<br>実務経験のある教員による授業科目：この科目は企業で熱機器の設計をしていた教員がその経験を活かし、熱工学分野の基幹科目である工業熱力学の授業を行うものである。 |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| 授業の進め方・方法                                                                                                              | 教科書および板書を利用して授業を進める。<br>本授業は、流体工学とともに機械工学の熱流体分野の重要科目であり、5年で学ぶの伝熱工学、流体機械、エネルギー変換工学の基礎となる。演習問題等を自ら解き、授業の内容を十分に理解すること。                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| 注意点                                                                                                                    | 点数配分：前期および後期それぞれにおいて中間および期末試験を100点満点で行い、総合成績は4回の試験の平均得点を100点満点として評価する。<br>評価基準：60点以上を合格とする。<br>再試験：再試験は原則として学年末に1回のみ行い、最高点は60点とする。<br>事前学習として、前回の授業内容を必ず復習すること。                                                                                                                                                         |                                 |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| 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 checked="" type="checkbox"/> 遠隔授業対応                       |                                          | <input checked="" 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                              | ガイダンス                                                 | 授業の全体像を理解できる。                                                    |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2週                              | 熱力学の基礎と状態量、閉じた系の仕事                                    | 熱力学で用いられる各種物理量の定義と単位を説明できる。                                      |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3週                              | 熱力学の第一法則とエントルピー、開いた系の仕事                               | 熱力学の第一法則とエントルピー、開いた系の仕事を理解できる。<br>閉じた系と開いた系、系の平衡、状態量などの意味を説明できる。 |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4週                              | 理想気体の状態方程式                                            | 理想気体の圧力、体積、温度の関係を、状態方程式を用いて説明できる。                                |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5週                              | 比熱と熱容量                                                | 比熱と熱容量を理解できる。                                                    |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6週                              | 理想気体の状態変化（等積、等温、等圧）                                   | 理想気体の状態変化を理解できる。<br>状態量、熱、仕事を計算できる。                              |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7週                              | 理想気体の状態変化（断熱、ポリトロープ）                                  | 理想気体の状態変化を理解できる。                                                 |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8週                              | 混合気体と実在気体                                             | 混合気体と実在気体を理解できる。                                                 |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        | 2ndQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 9週                              | 湿り空気                                                  | 湿り空気を理解できる。                                                      |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 10週                             | 工業熱力学演習                                               | 演習問題を解くことができる。                                                   |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 11週                             | サイクルと熱効率、PV線図                                         | サイクルと熱効率、PV線図を理解できる。                                             |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12週                             | カルノーサイクル                                              | カルノーサイクルを理解できる。                                                  |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 13週                             | 熱力学の第二法則とエントロピー                                       | 熱力学の第二法則と可逆変化および不可逆変化におけるエントロピーの変化を理解できる。                        |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 14週                             | 逆カルノーサイクル                                             | 逆カルノーサイクル、冷凍機・ヒートポンプを理解できる。                                      |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 15週                             | 工業熱力学演習                                               | 演習問題を解くことができる。                                                   |                                          |                                                    |
|                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 16週                             |                                                       |                                                                  |                                          |                                                    |
| 後期                                                                                                                     | 3rdQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1週                              | 内燃機関の基礎                                               | 内燃機関の基礎を理解できる。                                                   |                                          |                                                    |

|  |      |     |           |                                    |
|--|------|-----|-----------|------------------------------------|
|  |      | 2週  | オットーサイクル  | オットーサイクルを理解できる。                    |
|  |      | 3週  | ディーゼルサイクル | ディーゼルサイクルを理解できる。                   |
|  |      | 4週  | サバテサイクル   | サバテサイクルを理解できる。                     |
|  |      | 5週  | ブレイトンサイクル | ブレイトンサイクルを理解できる。                   |
|  |      | 6週  | 工業熱力学演習   | 演習問題を解くことができる。                     |
|  |      | 7週  | 蒸気の性質     | 蒸気の基礎的な性質を理解できる。                   |
|  |      | 8週  | 蒸気表       | 蒸気表を理解できる。                         |
|  | 4thQ | 9週  | 蒸気線図      | 蒸気線図を理解できる。                        |
|  |      | 10週 | 蒸気原動機の基礎  | 蒸気原動機の基礎を理解できる。<br>T-s線図について理解できる。 |
|  |      | 11週 | ランキンサイクル  | ランキンサイクルを理解できる。                    |
|  |      | 12週 | 再熱サイクル    | 再熱サイクルを理解できる。                      |
|  |      | 13週 | 再生サイクル    | 再生サイクルを理解できる。                      |
|  |      | 14週 | 再熱・再生サイクル | 再熱・再生サイクルを理解できる。                   |
|  |      | 15週 | 工業熱力学演習   | 演習問題を解くことができる。                     |
|  |      | 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                |
|-------|----------|-------|------|-----------------------------------------------------|-------|--------------------|
| 専門的能力 | 分野別の専門工学 | 機械系分野 | 熱流体  | 絶対圧力およびゲージ圧力を説明できる。                                 | 4     | 前2                 |
|       |          |       |      | 熱力学で用いられる各種物理量の定義と単位を説明できる。                         | 4     | 前2                 |
|       |          |       |      | 閉じた系と開いた系、系の平衡、状態量などの意味を説明できる。                      | 4     | 前2,前3              |
|       |          |       |      | 熱力学の第一法則を説明できる。                                     | 4     | 前3                 |
|       |          |       |      | 閉じた系と開いた系について、エネルギー式を用いて、熱、仕事、内部エネルギー、エンタルピーを計算できる。 | 4     | 前3                 |
|       |          |       |      | 閉じた系および開いた系が外界にする仕事をp-V線図で説明できる。                    | 4     | 前3                 |
|       |          |       |      | 理想気体の圧力、体積、温度の関係を、状態方程式を用いて説明できる。                   | 4     | 前4                 |
|       |          |       |      | 定積比熱、定圧比熱、比熱比および気体定数の相互関係を説明できる。                    | 4     | 前5                 |
|       |          |       |      | 内部エネルギーやエンタルピーの変化量と温度の関係を説明できる。                     | 4     | 前5                 |
|       |          |       |      | 等圧変化、等積変化、等温変化、断熱変化、ポリトロプ変化の意味を理解し、状態量、熱、仕事を計算できる。  | 4     | 前6,前7              |
|       |          |       |      | 熱力学の第二法則を説明できる。                                     | 4     | 前13                |
|       |          |       |      | サイクルの意味を理解し、熱機関の熱効率を計算できる。                          | 4     | 前11,後1,後2,後3,後4,後5 |
|       |          |       |      | カルノーサイクルの状態変化を理解し、熱効率を計算できる。                        | 4     | 前12                |
|       |          |       |      | エントロピーの定義を理解し、可逆変化および不可逆変化におけるエントロピーの変化を説明できる。      | 4     | 前13                |
|       |          |       |      | サイクルをT-s線図で表現できる。                                   | 4     | 前13                |

#### 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  | 100 | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 30  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 30  |
| 専門的能力   | 70  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 70  |
| 分野横断的能力 | 0   | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |