

|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              |      |                                      |         |                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------|---------|----------------------------------------------|-----|
| 熊本高等専門学校                                                                                                                           |                                                                                                                                              | 開講年度 | 平成30年度 (2018年度)                      |         | 授業科目                                         | 熱力学 |
| 科目基礎情報                                                                                                                             |                                                                                                                                              |      |                                      |         |                                              |     |
| 科目番号                                                                                                                               | 0230                                                                                                                                         |      | 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                                                                                                                               | 機械知能システム工学科                                                                                                                                  |      | 対象学年                                 | 4       |                                              |     |
| 開設期                                                                                                                                | 通年                                                                                                                                           |      | 週時間数                                 | 1       |                                              |     |
| 教科書/教材                                                                                                                             | 「JSMEテキストシリーズ 熱力学」日本機械学会 丸善                                                                                                                  |      |                                      |         |                                              |     |
| 担当教員                                                                                                                               | 古嶋 薫                                                                                                                                         |      |                                      |         |                                              |     |
| 到達目標                                                                                                                               |                                                                                                                                              |      |                                      |         |                                              |     |
| 1. 熱力学第1法則、第2法則を十分理解し、エネルギーとしての熱と仕事の関連性について説明できる。<br>2. 理想気体の性質、各種状態の圧力、温度、体積、熱量、仕事などを算出できる。<br>3. カルノーサイクル、ランキンサイクルの出力、効率等を算出できる。 |                                                                                                                                              |      |                                      |         |                                              |     |
| 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                                                                                                                              | 熱力学第1法則、第2法則を十分理解し、エネルギーとしての熱と仕事の関連性について説明できる。                                                                                               |      | 熱力学第1法則、第2法則を理解できる。                  |         | 熱力学第1法則、第2法則を理解できない。                         |     |
| 評価項目2                                                                                                                              | 理想気体の性質、各種状態の圧力、温度、体積、熱量、仕事などを算出できる。                                                                                                         |      | 理想気体の性質、各種状態の圧力、温度、体積、熱量、仕事などを説明できる。 |         | 理想気体の性質、各種状態の圧力、温度、体積、熱量、仕事などを説明できない。        |     |
| 評価項目3                                                                                                                              | カルノーサイクル、ランキンサイクルの出力、効率等を算出できる。                                                                                                              |      | カルノーサイクル、ランキンサイクルについて説明できる。          |         | カルノーサイクル、ランキンサイクルについて説明でない。                  |     |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                      |                                                                                                                                              |      |                                      |         |                                              |     |
| 学習・教育到達度目標 3-1 学習・教育到達度目標 3-3                                                                                                      |                                                                                                                                              |      |                                      |         |                                              |     |
| 教育方法等                                                                                                                              |                                                                                                                                              |      |                                      |         |                                              |     |
| 概要                                                                                                                                 | 熱力学は材料力学、流体力学、機械力学とともに機械工学基礎4力学と呼ばれている重要科目である。なぜ燃焼の際に発生する熱は運動をひきおこすことができるのか。内燃機関、蒸気原動機、またはジェットやロケットなど、さまざまな熱機関を通して、熱エネルギーから力学エネルギーへの変換原理を学ぶ。 |      |                                      |         |                                              |     |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                          | 燃焼ガスと蒸気の状態変化により、熱エネルギーを力学エネルギーに変換するというエンジン作動の本来の意味を把握させることが授業目標である。そのために熱力学の二本柱である、熱力学の第一法則と第二法則を修得するための演習問題を配布する。                           |      |                                      |         |                                              |     |
| 注意点                                                                                                                                | 教科書、電卓は必ず持参して下さい。                                                                                                                            |      |                                      |         |                                              |     |
| 授業計画                                                                                                                               |                                                                                                                                              |      |                                      |         |                                              |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 週    | 授業内容                                 |         | 週ごとの到達目標                                     |     |
| 前期                                                                                                                                 | 1stQ                                                                                                                                         | 1週   | 熱力学第0法則、熱力学で取り扱う物理量                  |         | 熱力学第0法則を理解し、各物理量の定義を説明できる。                   |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 2週   | 状態量、単位系                              |         | 示強性状態量と示量性状態量を説明できる。                         |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 3週   | 動作物質ならびに系と周囲                         |         | 物質、エネルギー、系の概念を説明できる。                         |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 4週   | エネルギー保存則、熱力学第1法則                     |         | エネルギーの総和は一定であること、熱エネルギーもエネルギーの一種であることを説明できる。 |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 5週   | 閉じた系に対する熱力学第1法則の適用                   |         | 閉じた系における熱力学第1法則を利用し各種計算ができる。                 |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 6週   | 開いた系に対する熱力学第1法則の適用                   |         | 開いた系における熱力学第1法則を利用し各種計算ができる。                 |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 7週   | 演習問題                                 |         | 教科書、ノート等を参照すれば自力で演習問題を解くことができる。              |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 8週   | 前期中間試験                               |         |                                              |     |
|                                                                                                                                    | 2ndQ                                                                                                                                         | 9週   | 試験返却、解答                              |         | 試験結果を検討し、理解不足の部分を解消する。                       |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 10週  | 理想気体の状態式                             |         | 理想気体の状態式を使って、温度、圧力、体積を計算できる。                 |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 11週  | 理想気体の内部エネルギー、エンタルピー、比熱               |         | 内部エネルギー、エンタルピーと比熱の関係が理解する。                   |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 12週  | 理想気体の状態変化 1                          |         | 等温、等圧、等積変化での状態量の変化を計算できる。                    |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 13週  | 理想気体の状態変化 2                          |         | 断熱、ポリトロプ変化での状態量の変化を計算できる。                    |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 14週  | 演習問題                                 |         | 教科書、ノート等を参照すれば自力で演習問題を解くことができる。              |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 15週  | 前期期末試験                               |         |                                              |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 16週  | 試験返却、解答                              |         | 試験結果を検討し、理解不足の部分を解消する。                       |     |
| 後期                                                                                                                                 | 3rdQ                                                                                                                                         | 1週   | 混合気体                                 |         | 混合気体の状態方程式を理解し、計算に利用できる。                     |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 2週   | 熱力学第2法則                              |         | 熱力学第2法則を理解し、熱力学第1法則との違いを理解できる。               |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 3週   | 熱機関、冷凍機・ヒートポンプのサイクル                  |         | 熱機関と冷凍機・ヒートポンプは同一サイクルであることを理解する。             |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 4週   | カルノーサイクル                             |         | 熱機関の基礎となるカルノーサイクルを説明できる。                     |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 5週   | エントロピー、可逆・不可逆サイクル                    |         | エントロピーの概念を理解し、可逆サイクルと不可逆サイクルの違いを説明できる。       |     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                              | 6週   | エクセルギーと無効エネルギー                       |         | エクセルギー、無効エネルギーを理解し、エクセルギー効率等を計算できる。          |     |

|  |      |     |              |                                             |
|--|------|-----|--------------|---------------------------------------------|
|  |      | 7週  | 演習問題         | 教科書、ノート等を参照すれば自力で演習問題を解くことができる。             |
|  |      | 8週  | 後期中間試験       |                                             |
|  | 4thQ | 9週  | 試験返却、解答      | 試験結果を検討し、理解不足の部分を解消する。                      |
|  |      | 10週 | 蒸気の一般的性質     | 理想気体と蒸気の違い、蒸気の一般的性質を理解できる。                  |
|  |      | 11週 | 蒸気表、蒸気線図と乾き度 | 蒸気表と蒸気線図の対応関係が理解できる。乾き度の定義を理解し、各種状態量を計算できる。 |
|  |      | 12週 | 蒸気の状態変化      | 蒸気表を利用して蒸気の各種状態変化を計算できる。                    |
|  |      | 13週 | ランキンサイクル     | 蒸気サイクルの基本であるランキンサイクルを理解し、熱効率等を計算できる。        |
|  |      | 14週 | 演習問題         | 教科書、ノート等を参照すれば自力で演習問題を解くことができる。             |
|  |      | 15週 | 後期期末試験       |                                             |
|  |      | 16週 | 試験返却、解答      | 試験結果を検討し、理解不足の部分を解消する。                      |

#### モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

| 分類    |          | 分野    | 学習内容 | 学習内容の到達目標                                           | 到達レベル           | 授業週             |  |
|-------|----------|-------|------|-----------------------------------------------------|-----------------|-----------------|--|
| 専門的能力 | 分野別の専門工学 | 機械系分野 | 熱流体  | 製図                                                  | 図面の役割と種類を適用できる。 | 2               |  |
|       |          |       |      | 流体の定義と力学的な取り扱い方を理解し、適用できる。                          | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | 流体の性質を表す各種物理量の定義と単位を理解し、適用できる。                      | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | ニュートンの粘性法則、ニュートン流体、非ニュートン流体を説明できる。                  | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | 絶対圧力およびゲージ圧力を説明できる。                                 | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | パスカルの原理を説明できる。                                      | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | 液柱計やマンメーターを用いた圧力計測について問題を解くことができる。                  | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | 平面や曲面に作用する全圧力および圧力中心を計算できる。                         | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | 物体に作用する浮力を計算できる。                                    | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | 定常流と非定常流の違いを説明できる。                                  | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | 流線と流管の定義を説明できる。                                     | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | 連続の式を理解し、諸問題の流速と流量を計算できる。                           | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | オイラーの運動方程式を説明できる。                                   | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | ベルヌーイの式を理解し、流体の諸問題に適用できる。                           | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | 運動量の法則を理解し、流体が物体に及ぼす力を計算できる。                        | 3               |                 |  |
|       |          |       |      | 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1,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4              |  |
|       |          |       |      | 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4,前5,前6        |  |
|       |          |       |      | 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4,前5,前6        |  |
|       |          |       |      | 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10             |  |
|       |          |       |      | 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10,前11,前12,前13 |  |
|       |          |       |      | 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10,前11,前12,前13 |  |
|       |          |       |      | 等圧変化、等積変化、等温変化、断熱変化、ポリトロブ変化の意味を理解し、状態量、熱、仕事を計算できる。  | 4               | 前10,前11,前12,前13 |  |
|       |          |       |      | 熱力学の第二法則を説明できる。                                     | 4               | 後2              |  |
|       |          |       |      | 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               | 後2,後3           |  |
|       |          |       |      | 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               | 後3,後4,後6        |  |
|       |          |       |      | 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               | 後3,後4,後5,後6     |  |
|       |          |       |      | サイクルをT-s線図で表現できる。                                   | 4               | 後3,後4,後5,後6     |  |

#### 評価割合

|         | 試験 | その他 | 合計  |
|---------|----|-----|-----|
| 総合評価割合  | 90 | 10  | 100 |
| 基礎的能力   | 40 | 0   | 40  |
| 専門的能力   | 50 | 10  | 60  |
| 分野横断的能力 | 0  | 0   | 0   |