

|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|
| 函館工業高等専門学校                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 開講年度                            | 令和04年度 (2022年度)                                                                                                          |                                      | 授業科目                                                                                                                                                                | 熱力学 I                                   |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
| 科目番号                                                                                                                                | 0207                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 |                                                                                                                          | 科目区分                                 | 専門 / 必修                                                                                                                                                             |                                         |  |
| 授業形態                                                                                                                                | 授業                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |                                                                                                                          | 単位の種別と単位数                            | 履修単位: 1                                                                                                                                                             |                                         |  |
| 開設学科                                                                                                                                | 生産システム工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 |                                                                                                                          | 対象学年                                 | 4                                                                                                                                                                   |                                         |  |
| 開設期                                                                                                                                 | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |                                                                                                                          | 週時間数                                 | 2                                                                                                                                                                   |                                         |  |
| 教科書/教材                                                                                                                              | 熱力学 事例でわかる考え方と使い方 金原 粲 監修 実教出版                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
| 担当教員                                                                                                                                | 劔地 利昭                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
| 到達目標                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
| 1. 熱力学の第一、第二法則を理解し、研究・課題や実社会に適用して試行錯誤できる。<br>2. 完全ガスの状態変化について理解し、研究・課題や実社会に適用して試行錯誤できる。<br>3. 蒸気の状態変化について理解し、研究・課題や実社会に適用して試行錯誤できる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
| 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                                                                                                                               | 熱力学の第一法則および第二法則を理解し、応用問題を解くことができる。                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |                                                                                                                          | 熱力学の第一法則および第二法則を理解し、基本的な問題を解くことができる。 |                                                                                                                                                                     | 熱力学の第一法則および第二法則を使用する計算ができない。            |  |
| 評価項目2                                                                                                                               | 完全ガスの状態変化を理解し、応用問題を解くことができる。                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                                                                                                          | 完全ガスの状態変化を理解し、基本的な問題を解くことができる。       |                                                                                                                                                                     | 完全ガスの状態変化を計算できない。                       |  |
| 評価項目3                                                                                                                               | 蒸気の状態変化を理解し、応用問題を解くことができる。                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                                                                          | 蒸気の状態変化を理解し、基本的な問題を解くことができる。         |                                                                                                                                                                     | 蒸気の状態変化を計算できない。                         |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
| 函館高専教育目標 B                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
| 教育方法等                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
| 概要                                                                                                                                  | 熱力学は身の回りにある「熱現象」と「物理現象」との関係を体系づけた学問である。力学基礎で学習した熱力学の基礎である「熱力学の第一法則」「理想気体の状態変化」を発展させるとともに、「熱力学の第二法則」「エントロピ」「蒸気の状態変化」を学習する。                                                                                                                                                                        |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                           | 学習上の助言：<br>授業はスライドを使用して行う。小テストは、授業時間の後半に行い、主にその日の授業内容を出題する確認テストの形式である。授業中に要点の理解に務めること。スライドは授業終了後公開するので、復習しながらノートを整理すること。<br>事前に行う準備学習：<br>数学（指数・対数、積分）、物理（仕事、エネルギー、動力）について理解していること。力学基礎を復習しておくこと。<br>学習上の留意点：<br>予習復習を怠らないこと。身の回りにある熱現象に興味を持ってみること。<br>関連する科目：<br>力学基礎、熱力学Ⅱ、内燃機関、伝熱工学、熱エネルギー変換工学 |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
| 注意点                                                                                                                                 | JABEE教育到達目標評価：定期試験80%（B-1：50%，B-3：50%），小テスト20%（B-1：50%，B-3：50%）                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                                                                                                          |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
| 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                                                                                                                                                            |                                         |  |
| 後期                                                                                                                                  | 3rdQ                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1週                              | ガイダンス 熱力学とは (0.5h) (コア)<br>力学基礎の復習<br>熱力学における諸量と単位 (0.5h) (コア)<br>閉じた系の熱力学の第一法則 (0.5h) (コア)<br>開いた系の熱力学の第一法則 (0.5h) (コア) |                                      | 原子や分子の熱運動と絶対温度との関連について理解している。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。熱力学の第一法則を説明できる。<br>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。閉じた系および開いた系が外界にする仕事量を $p-V$ 線図で説明できる。 |                                         |  |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2週                              | 力学基礎の復習<br>理想気体の状態式と状態量 (0.5h) (コア)<br>準静的変化における状態変化 (1.5h) (コア)                                                         |                                      | 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。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。等圧変化、等容変化、等温変化、断熱変化、ボルトロープ変化の意味を理解し、状態量、熱、仕事を計算できる。                                                  |                                         |  |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3週                              | 理想気体の混合 (1h)<br>熱力学の第二法則 (1h) (コア)                                                                                       |                                      | 混合ガスの状態量について計算できる。<br>熱力学の第二法則を説明できる。                                                                                                                               |                                         |  |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4週                              | カルノーサイクル (2h) (コア)                                                                                                       |                                      | サイクルの意味を理解し、熱機関の熱効率および冷凍機・ヒートポンプの成績係数を計算できる。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。                                                                                            |                                         |  |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5週                              | エントロピ (2h) (コア)                                                                                                          |                                      | エントロピの定義を理解し、可逆変化および不可逆変化におけるエントロピの変化を説明できる。固体、液体および理想気体におけるエントロピの変化量を計算できる。                                                                                        |                                         |  |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6週                              | エクセルギーと自由エネルギー (1h)<br>蒸気の性質 (1h)                                                                                        |                                      | 熱の有効エネルギーを説明できる。<br>水の等圧蒸発過程を説明できる。                                                                                                                                 |                                         |  |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7週                              | 水蒸気の状態量 (1h)<br>水蒸気の状態量、蒸気表および蒸気線図の使い方 (1h) (コア)                                                                         |                                      | 飽和蒸気、湿り蒸気、過熱蒸気の状態量を計算できる。<br>蒸気の状態量を蒸気表および蒸気線図から読み取ることができる。                                                                                                         |                                         |  |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8週                              | 中間試験                                                                                                                     |                                      |                                                                                                                                                                     |                                         |  |
|                                                                                                                                     | 4thQ                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 9週                              | 中間試験の解答解説 (2h)                                                                                                           |                                      | 中間試験の間違った箇所の正答を理解できる。<br>正答を他者に説明できる。                                                                                                                               |                                         |  |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 10週                             | 水蒸気の状態量、蒸気表および蒸気線図の使い方 (2h)                                                                                              |                                      | 蒸気の状態量を蒸気表および蒸気線図から読み取ることができる。                                                                                                                                      |                                         |  |

|  |  |     |                   |                                  |
|--|--|-----|-------------------|----------------------------------|
|  |  | 11週 | 蒸気原動機の構成と動作原理（2h） | 蒸気原動機の仕組みを説明できる。ランキンサイクルの計算ができる。 |
|  |  | 12週 | 蒸気原動機の構成と動作原理（2h） | 蒸気原動機の仕組みを説明できる。ランキンサイクルの計算ができる。 |
|  |  | 13週 | 内燃機関のしくみと計算（2h）   | 内燃機関のしくみを理解し説明できる。               |
|  |  | 14週 | 内燃機関のしくみと計算（2h）   | オットーサイクル、ディーゼルサイクルの計算ができる。       |
|  |  | 15週 | 学年末試験             |                                  |
|  |  | 16週 | 試験答案返却・解答解説       | 間違った問題の正答を求めることができる              |

#### 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  | 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     | 後1     |
|       |          |       |      | 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     | 後1     |
|       |          |       |      | 熱力学の第一法則を説明できる。                                     | 4     | 後1     |
|       |          |       |      | 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     | 後1     |
|       |          |       |      | 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     | 後1     |
|       |          |       |      | 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     | 後2     |
|       |          |       |      | 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     | 後2     |
|       |          |       |      | 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     | 後2     |
|       |          |       |      | 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     | 後2     |
|       |          |       |      | 熱力学の第二法則を説明できる。                                     | 4     | 後3     |
|       |          |       |      | 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4     |
|       |          |       |      | 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4     |
|       |          |       |      | 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5     |
|       |          |       |      | サイクルをT-s線図で表現できる。                                   | 4     | 後5,後11 |

#### 評価割合

|         | 試験 | 発表 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | 小テスト | 合計  |
|---------|----|----|------|----|---------|------|-----|
| 総合評価割合  | 80 | 0  | 0    | 0  | 0       | 20   | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0    | 0   |
| 専門的能力   | 80 | 0  | 0    | 0  | 0       | 20   | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0    | 0   |