

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                                                                |         |                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------|
| 舞鶴工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                        | 開講年度 | 令和04年度 (2022年度)                                                | 授業科目    | 工業熱力学 I                                                         |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                                                                |         |                                                                 |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0018                                                                                                                                                                                                                                                                   |      | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 機械工学科                                                                                                                                                                                                                                                                  |      | 対象学年                                                           | 4       |                                                                 |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 前期                                                                                                                                                                                                                                                                     |      | 週時間数                                                           | 2       |                                                                 |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 平田哲夫・田中誠・熊野寛之共著 「例題でわかる工業熱力学 第2版」 (森北出版)                                                                                                                                                                                                                               |      |                                                                |         |                                                                 |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 豊田 香                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                |         |                                                                 |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                                                                |         |                                                                 |
| 1 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。<br>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。<br>3 熱力学第一法則を説明できる。<br>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。<br>5 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。<br>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。<br>7 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。<br>8 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。<br>9 等圧変化, 等積変化, 等温変化, 断熱変化, ボリ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。<br>10 熱力学の第二法則を説明できる。<br>11 サイクルの意味を理解し, 熱機関の熱効率を計算できる。<br>12 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。<br>13 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。<br>14 サイクルを $T - s$ 線図で表現できる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                                                                |         |                                                                 |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 各種物理量の定義と単位を覚え, 使いこなすことができる。                                                                                                                                                                                                                                           |      | 各種物理量の定義と単位を覚えている。                                             |         | 各種物理量の定義と単位を覚えていない。                                             |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 各系を図示することができ, 状態量についても説明し使いこなすことができる。                                                                                                                                                                                                                                  |      | 各系の違いと状態量を理解している。                                              |         | 各系の違いや状態量について理解していない。                                           |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 第一法則を説明でき, 使いこなすことができる。                                                                                                                                                                                                                                                |      | 熱力学第一法則の式を覚えている。                                               |         | 熱力学第一法則の式を覚えていない。                                               |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 熱力学第一法則を使って, 絶対仕事と工業仕事について方程式を立て, 各状態量を計算することができる。                                                                                                                                                                                                                     |      | 熱力学第一法則を使って計算でき, 絶対仕事と工業仕事の違いが分かる。                             |         | 熱力学第一法則を用いて計算できず, 絶対仕事と工業仕事違いが分からない。                            |
| 評価項目5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 絶対仕事と工業仕事をPV線図上に示すことができ, 第一法則を用いて, それぞれの値を計算することができる。                                                                                                                                                                                                                  |      | 絶対仕事と工業仕事をPV線図上に示すことができる。                                      |         | 絶対仕事と工業仕事をPV線図上に示すことができない。                                      |
| 評価項目6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 理想気体について状態方程式を立てることができ, 計算することができる。                                                                                                                                                                                                                                    |      | 理想気体について状態方程式を立てることができる。                                       |         | 理想気体について状態方程式を立てることができない。                                       |
| 評価項目7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 各比熱の概念を理解し, 比熱と比熱比の関係式を立て, 各比熱を気体定数と比熱比で示すことができる。                                                                                                                                                                                                                      |      | 各比熱の概念を理解し, 比熱と比熱比の関係式を立てられる。                                  |         | 各比熱の概念を理解しておらず, 比熱と比熱比の関係式を立てることができない。                          |
| 評価項目8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 各状態量が温度の関数で示されることを理解し, 温度の関数で表すことができる。                                                                                                                                                                                                                                 |      | 各状態量が温度の関数で示されることを理解している。                                      |         | 各状態量が温度の関数で示されることを理解していない。                                      |
| 評価項目9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 等圧変化, 等積変化, 等温変化, 断熱変化, ボリ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。                                                                                                                                                                                                             |      | 等圧変化, 等積変化, 等温変化, 断熱変化, ボリトロープ変化の意味を部分的に理解し, 状態量, 熱, 仕事を計算できる。 |         | 等圧変化, 等積変化, 等温変化, 断熱変化, ボリトロープ変化の意味を理解しておらず, 状態量, 熱, 仕事を計算できない。 |
| 評価項目10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 熱力学の第二法則を説明でき, 使いこなすことができる。                                                                                                                                                                                                                                            |      | 熱力学の第二法則を説明できる。                                                |         | 熱力学の第二法則を説明できない。                                                |
| 評価項目11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | サイクルの意味を理解し, 熱機関の熱効率を計算できる。                                                                                                                                                                                                                                            |      | サイクルの意味を理解している。                                                |         | サイクルの意味を理解していない。                                                |
| 評価項目12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 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。                                                                                                                                                                                                                                          |      | カルノーサイクルの状態変化を理解している。                                          |         | カルノーサイクルの状態変化を理解していない。                                          |
| 評価項目13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 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。                                                                                                                                                                                                                        |      | エントロピーの定義を理解している。                                              |         | エントロピーの定義を理解していない。                                              |
| 評価項目14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 各サイクルを $T - s$ 線図で表現できる。                                                                                                                                                                                                                                               |      | 一部のサイクルを $T - s$ 線図で表現できる。                                     |         | サイクルを $T - s$ 線図で表現できない。                                        |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                                                                |         |                                                                 |
| 学習・教育到達度目標 (B)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                                                                |         |                                                                 |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                                                                |         |                                                                 |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | この科目は企業で 機械設計および機械工作を担当していた教員が, その経験を活かして, 熱力学に関する内容を講義形式で授業を行うものである。<br><br>【授業目的】<br>エンタルピー, エントロピー, エネルギー式, および熱力学の第一法則や第二法則を理解する。<br><br>【Course Objectives】<br>To understand enthalpy, entropy, energy equations, and the first and second law of thermodynamics. |      |                                                                |         |                                                                 |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 授業の進め方・方法 | <p>【授業方法】<br/>教科書に沿って講義を中心に授業を進める。理解を深めるために、必要に応じて授業時間内外に演習問題やレポート課題を課す。電卓は必ず持参し、課題は必ず提出すること。</p> <p>【学習方法】<br/>1. シラバスを事前に見て予習をし、疑問点を明確にする。<br/>2. 疑問点を授業で解決するように努める。<br/>3. 宿題や演習問題とは別に、各自で関連する演習問題などを解き、理解を深めるとともに、疑問点などを整理し質問する。</p>                                                                   |
| 注意点       | <p>【定期試験の実施方法】<br/>定期試験を行う。時間は50分とする。<br/>持ち込みは電卓を可とする。</p> <p>【成績評価方法・評価基準】<br/>定期試験結果（60%）とレポート課題など（40%）の合計をもって総合成績とする。到達目標に基づき、各項目の理解の到達度を評価基準とする。</p> <p>【履修上の注意】<br/>毎週、電卓を持参すること。</p> <p>【教員の連絡先】<br/>研 究 室 A棟2階（A-204）<br/>内線電話 8936<br/>e-mail: toyodaアットマークmaizuru-ct.ac.jp （アットマークは@に変えること。）</p> |

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 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  | シラバス内容の説明，熱力学の基礎 各種物理量の定義と単位      | 1             |
|    |      | 2週  | 熱力学の基礎 閉じた系、開いた系、状態量              | 2             |
|    |      | 3週  | 熱と仕事 熱力学第一法則、絶対仕事、工業仕事            | 3, 4, 5       |
|    |      | 4週  | 熱と仕事 1～3週のまとめと演習                  | 1, 2, 3, 4, 5 |
|    |      | 5週  | 理想気体 理想気体の状態式                     | 6             |
|    |      | 6週  | 理想気体 比熱，内部エネルギー，エンタルピー            | 7             |
|    |      | 7週  | 理想気体 理想気体の状態変化                    | 8             |
|    |      | 8週  | 中間試験                              |               |
|    | 2ndQ | 9週  | 理想気体 理想気体の可逆変化                    | 9             |
|    |      | 10週 | 理想気体 理想気体の可逆変化                    | 9             |
|    |      | 11週 | 理想気体 理想気体の可逆変化                    | 9             |
|    |      | 12週 | 熱力学第2法則 サイクル 可逆・不可逆サイクル           | 10, 11        |
|    |      | 13週 | 熱力学第2法則 カルノーサイクル                  | 11, 12        |
|    |      | 14週 | 熱力学第2法則 カルノーサイクル                  | 11, 12, 14    |
|    |      | 15週 | 熱力学第2法則 エントロピー                    | 13            |
|    |      | 16週 | (15週の後(に)期末試験を実施)<br>期末試験返却・到達度確認 |               |

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     | 前1,前4   |
|       |          |       |      | 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4   |
|       |          |       |      | 熱力学の第一法則を説明できる。                                     | 4     | 前3,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3,前4   |
|       |          |       |      | 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,前4   |
|       |          |       |      | 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9,前12  |
|       |          |       |      | 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12 |
|       |          |       |      | 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12 |
|       |          |       |      | 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11,前12 |
|       |          |       |      | 熱力学の第二法則を説明できる。                                     | 4     | 前5,前7   |
|       |          |       |      | 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14,前15 |
|       |          |       |      | 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6,前7   |

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 | 60 | 0  | 0    | 0  | 40      | 0   | 100 |

|         |    |   |   |   |    |   |     |
|---------|----|---|---|---|----|---|-----|
| 基礎的能力   | 0  | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 | 0   |
| 專門的能力   | 60 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 | 0   |