

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 奈良工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                       | 開講年度                            | 令和05年度 (2023年度)                                                   |                                 | 授業科目                                                                  | 熱力学                                     |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0054                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                                                   | 科目区分                            | 専門 / 必修                                                               |                                         |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 講義                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                   | 単位の種別と単位数                       | 履修単位: 2                                                               |                                         |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 電子制御工学科                                                                                                                                                                                               |                                 |                                                                   | 対象学年                            | 3                                                                     |                                         |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 通年                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                   | 週時間数                            | 2                                                                     |                                         |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 基礎から学ぶ工業熱力学 佐野正利, 杉山均, 永橋優純 コロナ社                                                                                                                                                                      |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 中村 篤人                                                                                                                                                                                                 |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 1. 熱力学で取り扱う単位系と物理量を理解し, 正しく使用することが出来る. また, 熱力学の第一法則を用いて, 仕事と熱量など, エネルギー変換を求めることが出来る.<br>2. 理想気体の性質を理解し, 代表的な状態変化について各種状態量の変化を求めることが出来る. 熱サイクル, 冷凍サイクルの違いを理解し, 熱効率と成績係数の定義を説明することが出来る. カルノーサイクルを構成する過程を理解し, 各種状態量の変化, および熱効率を求めることが出来る. 熱力学の第二法則を用いてエントロピーを求めることができる.<br>3. 授業で紹介したガスサイクルについて, サイクルを構成する過程を理解し, 各種状態量, 熱効率を求めることが出来る. 物質の三態とその相変化について説明することが出来る.<br>4. 湿り蒸気の状態変化について, 蒸気表, 蒸気線図を用いて, 各種状態量を求めることが出来る. 蒸気サイクル等について, その熱効率を求めることが出来る. 冷凍サイクルについて説明することが出来る. |                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 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, 第二法則を理解し, 熱や仕事など, 応用問題等, 様々な問題に対して求めることができる.                                                                                                                                                |                                 | 熱力学の第一法則, 第二法則を理解し, 熱や仕事など, 基本的な問題に対して求めることができる.                  |                                 | 熱力学の第一法則, 第二法則を十分理解しておらず, 熱や仕事など, 正しく求めることが出来ない.                      |                                         |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 理想気体の性質, 状態方程式を理解し, 代表的な状態変化に関する様々な問題について, 各種状態量を求めることができる.                                                                                                                                           |                                 | 理想気体の性質, 状態方程式を理解し, 代表的な状態変化に関する基礎的な問題について, 状態量を求めることができる.        |                                 | 理想気体の性質, 状態方程式を十分理解しておらず, 代表的な状態変化に関して状態量を求めることが出来ない.                 |                                         |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ガスサイクルについて, 熱量, 仕事の出入りを求め, 様々なサイクルの理論熱効率を求めることができ, ガスサイクルの特徴を踏まえた評価ができる.                                                                                                                              |                                 | ガスサイクルについて, 熱量, 仕事の出入りを求め, 様々なサイクルの理論熱効率を求めることができる.               |                                 | ガスサイクルについて, 熱量, 仕事の出入り, 理論熱効率を求めることが出来ない.                             |                                         |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 蒸気サイクルについて, 作動流体の相変化を理解し, 蒸気表, 蒸気線図を用いて, 各種状態量とその理論熱効率を求めることができる. 加えて, 理論熱効率を改善するための方法 (再生サイクル, 再熱サイクル) を説明することができる.                                                                                  |                                 | 蒸気サイクルについて, 作動流体の相変化を理解し, 蒸気表, 蒸気線図を用いて, 各種状態量とその理論熱効率を求めることができる. |                                 | 蒸気サイクルについて, 作動流体の相変化を十分理解しておらず, 蒸気表, 蒸気線図を用いた, 各種状態量とその理論熱効率の計算が出来ない. |                                         |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 準学士課程 (本科1～5年) 学習教育目標 (2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 熱力学は産業革命を推し進めた熱機関を理論的に体系づけることから生まれた学問である. 本講義では, 経験上の事実 (例えば, 熱は高温物体から低温物体へ移る, 同温の2つの物体間では熱の移動はない, 低温物体から高温物体への熱の移動はないなど) に基づいて, 理論的に体系づけた熱力学の法則や内燃機関, 蒸気サイクル, 冷凍サイクルについての知識を習得し, 基礎理解に基づいて応用する能力を養う. |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 座学による講義が中心となる. 講義項目ごとに演習問題に取り組み, 各自の理解度を確認する. また, 定期試験返却時に解説を行い, 理解が不十分な点を解消する.                                                                                                                       |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 数学, 物理の学習が基本となる. また4年次以降の力学系科目などとの関連が深い.<br>事前学習: 受講前に教科書の授業範囲を事前に読んでおくこと<br>事後展開学習: 講義において演習課題を配布するので, 自分で解き, 次の授業時に提出する                                                                             |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 学修単位の履修上の注意                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                   |                                 |                                                                       |                                         |
| 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                                                              |                                         |
| 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1stQ                                                                                                                                                                                                  | 1週                              | 熱力学入門                                                             |                                 | 熱力学で取り扱う単位系と物理量について正しく使用することが出来る.                                     |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       | 2週                              | 熱と仕事との関係                                                          |                                 | 熱と機械的仕事の関係を説明することが出来る.                                                |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       | 3週                              | 熱力学の第一法則                                                          |                                 | 動作流体のなす仕事, エンタルピーについて理解し, 求めることが出来る.                                  |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       | 4週                              | 理想気体の性質                                                           |                                 | 理想気体の状態方程式, 比熱について説明することができる                                          |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       | 5週                              | 理想気体の混合                                                           |                                 | 混合ガスの一般特性について理解し, 状態量を求めることが出来る.                                      |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       | 6週                              | 絶対仕事と工業仕事                                                         |                                 | 密閉系の仕事と開放系の仕事について求めることができる.                                           |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       | 7週                              | 前期中間試験                                                            |                                 | 授業内容を理解し, 試験問題に対して正しく解答することが出来る.                                      |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       | 8週                              | 理想気体の状態変化 (1)                                                     |                                 | 圧力一定条件での状態変化に関し, 各種状態量を求めることが出来る.                                     |                                         |

|    |      |     |              |                                           |
|----|------|-----|--------------|-------------------------------------------|
| 後期 | 2ndQ | 9週  | 理想気体の状態変化（２） | 等温，等容条件における状態変化に関し，各種状態量を求めることができる。       |
|    |      | 10週 | 理想気体の状態変化（３） | 断熱条件における状態変化に関し，各種状態量を求めることができる。          |
|    |      | 11週 | 理想気体の状態変化（４） | 一般的な状態変化について理解し，各種状態量を求めることができる。          |
|    |      | 12週 | 熱サイクルと熱効率    | 熱機関，冷凍機，熱効率，成績係数について説明することができる。           |
|    |      | 13週 | カルノーサイクル     | カルノーサイクルを構成する過程を説明し，熱効率を求めることができる。        |
|    |      | 14週 | 熱力学第二法則      | 熱移動の方向性について説明することができる。またエントロピーを求めることができる。 |
|    |      | 15週 | 前期末試験        | 授業内容を理解し，試験問題に対して正しく解答することができる。           |
|    |      | 16週 | 試験返却・解説      | 試験問題を見直し，理解が不十分な点を解消する。                   |
|    | 3rdQ | 1週  | オットーサイクル     | 火花点火機関の理論サイクルについて説明することができる。              |
|    |      | 2週  | ディーゼルサイクル    | ディーゼル機関の基本サイクルについて説明することができる。             |
|    |      | 3週  | サバテサイクル      | 等容等圧サイクル（複合サイクル）について説明することができる。           |
|    |      | 4週  | ガスタービンサイクル   | ブレイトンサイクルについて説明することができる。                  |
|    |      | 5週  | 蒸気的基本的性質     | 物質の三態とその相変化について説明することができる。                |
|    |      | 6週  | 蒸気のもつ熱量      | 蒸気のもつ熱量を理解し，正しく求めることができる。                 |
|    |      | 7週  | 後期中間試験       | 授業内容を理解し，試験問題に対して正しく解答することができる。           |
|    |      | 8週  | 湿り蒸気の状態変化（１） | 湿り蒸気の一定圧力・容積の下での変化について，各種状態量を求めることができる。   |
|    | 4thQ | 9週  | 湿り蒸気の状態変化（２） | 断熱状態での湿り蒸気の状態変化について，各種状態量を求めることができる。      |
|    |      | 10週 | 蒸気表と蒸気線図     | 蒸気表と蒸気線図について，値を正しく読み取ることができる。             |
|    |      | 11週 | ランキンサイクル     | 基本蒸気サイクルについて説明することができる。                   |
|    |      | 12週 | 再生サイクル       | 再生サイクルについて，説明し，熱効率を求めることができる。             |
|    |      | 13週 | 再熱サイクル       | 再熱サイクルについて，説明し，熱効率を求めることができる。             |
|    |      | 14週 | 冷凍サイクルと動作係数  | 冷凍機とヒートポンプの違いを理解し，成績係数を求めることができる。         |
|    |      | 15週 | 学年末試験        | 授業内容を理解し，試験問題に対して正しく解答することができる。           |
|    |      | 16週 | 試験返却・解説      | 試験問題を見直し，理解が不十分な点を解消する。                   |

### 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  | 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            |
|       |          |       |      | 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6            |
|       |          |       |      | 熱力学の第一法則を説明できる。                                     | 4     | 前3            |
|       |          |       |      | 閉じた系と開いた系について、エネルギー式を用いて、熱、仕事、内部エネルギー、エンタルピーを計算できる。 | 4     | 前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4            |
|       |          |       |      | 定積比熱、定圧比熱、比熱比および気体定数の相互関係を説明できる。                    | 4     | 前4            |
|       |          |       |      | 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3            |
|       |          |       |      | 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8,前9,前10,前11 |
|       |          |       |      | 熱力学の第二法則を説明できる。                                     | 4     | 前14           |
|       |          |       |      | サイクルの意味を理解し、熱機関の熱効率を計算できる。                          | 4     | 前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。                        | 4     | 前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。      | 4     | 前14           |
|       |          |       |      | サイクルをT-s線図で表現できる。                                   | 4     | 前14           |

### 評価割合

|        | 試験 | 課題 | 質問への回答 | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
|--------|----|----|--------|----|---------|-----|-----|
| 総合評価割合 | 70 | 20 | 10     | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 基礎的能力  | 30 | 0  | 0      | 0  | 0       | 0   | 30  |
| 専門的能力  | 40 | 20 | 10     | 0  | 0       | 0   | 70  |

|         |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| 分野横断的能力 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|