

|                                                                                                                                                 |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|--|
| 沼津工業高等専門学校                                                                                                                                      |      | 開講年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 令和03年度 (2021年度) |                                          | 授業科目                                             | 熱統計物理学                                    |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
| 科目番号                                                                                                                                            |      | 2021-826                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 | 科目区分                                     | 専門 / 選択                                          |                                           |  |
| 授業形態                                                                                                                                            |      | 授業                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 | 単位の種別と単位数                                | 学修単位: 2                                          |                                           |  |
| 開設学科                                                                                                                                            |      | 医療福祉機器開発工学コース                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 | 対象学年                                     | 専2                                               |                                           |  |
| 開設期                                                                                                                                             |      | 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 | 週時間数                                     | 2                                                |                                           |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                          |      | 教科書は特に定めない。授業はスライド資料を用いて行う。参考書：熱と統計物理学の全般にわたっては、戸田盛和著「物理入門コース・熱統計力学」がよくまとまっている。熱については伊東敏雄著「なるほど！の熱学」が平易。統計物理的な考え方については「なっとくする統計力学」都筑卓司著（講談社）が良い入門書である。さらに、統計物理を身近に感じさせつつ生命現象への応用までカバーした、大沢文夫著「大沢流手づくり統計力学」も良著である。                                                                                         |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
| 担当教員                                                                                                                                            |      | 設楽 恭平                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
| 到達目標                                                                                                                                            |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
| (1) 熱に関連した重要な物理学的性質（特に不可逆性）をエントロピーなどの熱力学的物理量を用いて定量的に説明することができる。<br>(2) マクロな熱現象をミクロな統計物理的視点でとらえることができる。<br>(3) 統計物理学の具体的応用例を理解し説明することができる。(B1-4) |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
| 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: 熱に関連した重要な物理学的性質（特に不可逆性）をエントロピーなどの熱力学的物理量を用いて定量的に説明することができる。                                                                              |      | □熱に関連した重要な物理学的性質（特に不可逆性やエントロピーなど）を、応用面も含めて定量的に考察することができる。                                                                                                                                                                                                                                                 |                 | □熱に関連した重要な物理学的性質（特に不可逆性やエントロピーなど）を説明できる。 |                                                  | □熱に関連した重要な物理学的性質（特に不可逆性やエントロピーなど）を説明できない。 |  |
| 評価項目2: マクロな熱現象をミクロな統計物理的視点でとらえることができる。                                                                                                          |      | □熱現象を統計物理的に表現し、定量的に説明することができる。                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 | □熱現象を統計物理的に表現することができる。                   |                                                  | □熱現象を統計物理的に表現することができない。                   |  |
| 評価項目3: 統計物理学の具体的応用例を理解し説明することができる。(B1-4)                                                                                                        |      | □統計物理学の具体的応用例を理解し、定量的な議論を行うことができる。                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 | □統計物理学の具体的応用例を理解し、定性的に説明することができる。        |                                                  | □統計物理学の具体的応用例を理解し、説明することができない。            |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
| 実践指針 (B1) 実践指針のレベル (B1-4) 【プログラム学習・教育目標】 B                                                                                                      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
| 教育方法等                                                                                                                                           |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
| 概要                                                                                                                                              |      | 熱に関する物理学には、大きく分けて2つのアプローチがある。一つは、マクロな（観測可能な）量である温度や圧力といった緒量の相互の関係に注目したもので、これが「熱力学」である。もう一つは、ミクロな粒子運動に注目して、その統計からマクロな量を求めようとする立場で、これを「統計物理学」という。このように、ミクロな状態の統計がものをいう現象は、熱に限らず物理のあらゆる分野で目にすることができる。したがって、統計物理学の考え方は、すべての物理現象を理解する重要な鍵であると言ってもよい。本講義では、熱に関する物理現象をマクロな視点である熱力学的見方とミクロな視点である統計物理学的見方の両面から考える。 |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                       |      | 授業は、講義と自習から成る。講義は板書とスライド（スクリーンへの投影）を併用し平易な説明をする。プリントは配布しないが、ゆっくり講義するのでノートをとってほしい。講義終了時に演習課題を出す。全体の評価は15回の授業が終了したあとに実施する試験によって行う。                                                                                                                                                                          |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
| 注意点                                                                                                                                             |      | 1. 高等学校の「物理基礎」程度の熱の基礎知識を前提とします（本科で熱力学や熱物理学を学んだかどうかは問わない）。熱の基礎は各自で自習して習得しておいてください。<br>2. 授業目標3(B1-4)の評価点が60点以上で、かつ3つの到達目標に関する評価点の平均が60点以上の場合に合格とします。評価基準はルーブリックによるものとします。ただし、適宜再試や追加課題を課し、加点することがあります。<br>3. この科目は学修単位科目であり、1単位あたり15（30）時間の対面授業を実施します。併せて1単位あたり30（15）時間の事前学習・事後学習が必要となります。                 |                 |                                          |                                                  |                                           |  |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 熱力学と統計力学        |                                          | 温度と熱の定義および測定について理解できる                            |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 2週                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | エネルギーの原理        |                                          | 熱と仕事の等価性、状態量、理想気体、状態変化と内部エネルギーについて理解し、基礎的な計算ができる |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 3週                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 熱機関             |                                          | 熱機関、可逆過程と不可逆過程、カルノーサイクル、永久機関について理解できる            |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 4週                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 熱力学第二法則         |                                          | 熱力学第二法則について理解できる                                 |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 5週                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | エントロピー          |                                          | 不可逆過程、エントロピーについて理解し、基礎的な計算ができる                   |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 6週                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 熱力学関数           |                                          | エンタルピー、ヘルムホルツの自由エネルギー、ギブスの自由エネルギーについて理解できる       |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 7週                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ルジャンドル変換        |                                          | ルジャンドル変換ダイアグラムおよびマクスウェル関係式について理解できる              |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 8週                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 開放系と熱平衡         |                                          | 化学ポテンシャル、熱平衡の諸概念を理解できる                           |                                           |  |
|                                                                                                                                                 | 2ndQ | 9週                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 熱と分子運動          |                                          | 圧力、温度、比熱について、気体分子の運動を通して理解できる                    |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 10週                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | マクスウェルの速度分布則    |                                          | マクスウェルの速度分布則について理解できる                            |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 11週                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | エントロピーの微視的解釈    |                                          | エントロピーの微視的解釈について理解できる                            |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 12週                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 情報とエントロピー       |                                          | 情報量とエントロピーの関係について理解できる                           |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 13週                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | エントロピーが生む力      |                                          | エントロピーが生み出す代表的な力であるゴム弾性を統計力学の知識を用いて導き出せる         |                                           |  |
|                                                                                                                                                 |      | 14週                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | カノニカル分布         |                                          | カノニカル分布の分配関数と自由エネルギーとの関係が理解できる                   |                                           |  |

|                                                                 |     |     |            |           |                             |       |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|-----|------------|-----------|-----------------------------|-------|-----|
|                                                                 |     | 15週 | カノニカル分布の応用 |           | カノニカル分布を用いて理想気体の状態方程式を導き出せる |       |     |
|                                                                 |     | 16週 |            |           |                             |       |     |
| モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標                                           |     |     |            |           |                             |       |     |
| 分類                                                              |     | 分野  | 学習内容       | 学習内容の到達目標 |                             | 到達レベル | 授業週 |
| 評価割合                                                            |     |     |            |           |                             |       |     |
|                                                                 | 試験  | 討論会 | 課題レポート     | 態度        | ポートフォリオ                     | その他   | 合計  |
| 総合評価割合                                                          | 100 | 0   | 0          | 0         | 0                           | 0     | 100 |
| (1) 熱に関連した重要な物理学的性質（特に不可逆性）をエントロピーなどの熱力学的物理量を用いて定量的に説明することができる。 | 40  | 0   | 0          | 0         | 0                           | 0     | 40  |
| (2) マクロな熱現象をミクロな統計物理的視点でとらえることができる。                             | 40  | 0   | 0          | 0         | 0                           | 0     | 40  |
| (3) 統計物理学の具体的応用例を理解し説明することができる。(B1-4)                           | 20  | 0   | 0          | 0         | 0                           | 0     | 20  |