

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                           |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------|------|
| 群馬工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           | 開講年度 | 平成30年度 (2018年度)                                                                                                                                     |         | 授業科目                          | 伝熱工学 |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                           |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5M012                                                                     |      | 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                                                                                                                                                | 5       |                               |      |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 後期                                                                        |      | 週時間数                                                                                                                                                | 2       |                               |      |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | わかりやすい熱力学（第3版） 一色尚次／北山直方 森北出版 ISBN:9784627600133                          |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 花井 宏尚                                                                     |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                           |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
| <input type="checkbox"/> 熱伝導、熱対流、熱ふく射の3つの熱移動形態を理解し説明できる<br><input type="checkbox"/> 熱伝導の基礎式の誘導ができ、定常熱伝導と非定常熱伝導における熱移動計算ができる<br><input type="checkbox"/> 対流熱伝達の基礎式の誘導ができ、速度境界層、温度境界層と無次元数を説明できる<br><input type="checkbox"/> 熱放射の基礎式の誘導ができ、2物体間で行われるふく射熱量の計算ができる<br><input type="checkbox"/> 相変化を伴う熱伝達が説明できる |                                                                           |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | フーリエの法則および熱伝導率を理解し、説明できる                                                  |      | フーリエの法則および熱伝導率を説明できる                                                                                                                                |         | フーリエの法則および熱伝導率を説明できない         |      |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ニュートンの冷却法則および熱伝達率を理解し、説明できる                                               |      | ニュートンの冷却法則および熱伝達率を説明できる                                                                                                                             |         | ニュートンの冷却法則および熱伝達率を説明できない      |      |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ふく射伝熱を理解し、説明できる                                                           |      | ふく射伝熱を説明できる                                                                                                                                         |         | ふく射伝熱を説明できない                  |      |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                           |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                           |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 熱の移動現象を学び、人間の諸活動に不可欠なエネルギーの輸送、変換技術の基礎を理解し、エネルギーに関連した機械機器の基本設計に必要な知識を習得する。 |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 座学、ポケコン（もしくは関数電卓）。                                                        |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 物理を理解していること、簡単な微分方程式が解けること、流体力学、熱力学の基礎知識が必要です。                            |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
| 授業計画                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                           |      |                                                                                                                                                     |         |                               |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                           | 週    | 授業内容                                                                                                                                                |         | 週ごとの到達目標                      |      |
| 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3rdQ                                                                      | 1週   | 講義概要の説明および国際単位系（SI単位系）：<br>伝熱工学の歴史やその体系について説明を行う。伝熱工学で使用する単位について国際単位系と工学単位系の区別が出来るように説明する                                                           |         | 伝熱工学で使用する単位をさまざまな単位系で表現できる    |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                           | 2週   | 熱移動の形式：<br>熱移動の形式熱が移動する手段は、熱伝導（Heat conduction）、熱伝達（Convective heat transfer）、熱放射（Thermal radiation）の3つに大きく分けることができる。それぞれについて実例を挙げ、各熱移動手段の特徴を説明する。  |         | 熱移動の三形態を説明できる                 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                           | 3週   | 一次元定常熱伝導Ⅰ：<br>固体中を熱が移動する場合、熱伝導により熱移動が行われる。最も単純な系として、定常状態における一次元の平面壁内の熱移動を扱い、平面壁内の熱移動量や温度分布を求める計算式を算出し、それらの値が計算出来るように演習課題を解く。                        |         | 一次元定常熱伝導に関する問題を解くことができる       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                           | 4週   | 一次元定常熱伝導Ⅱ：<br>ボイラーや自動車のラジエター等では円管内部を流れる流体から周囲への熱移動が重要となる。円管内部から外部に熱が流れる一次元定常状態の問題について計算式の算出を行い、値の計算が出来るように演習課題を解く。                                  |         | 円筒内を流れる一次元熱伝導問題を解くことができる      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                           | 5週   | 一次元定常熱伝導Ⅲ：<br>熱伝導率の異なる数枚の板や円管が重なり、層をなしている場合の熱移動量および温度分布の計算式の算出について説明する。これを用いて、実際のボイラー等における吸熱計算を行ってみる。                                               |         | 多層平板および多層円管の一次元熱伝導問題を解くことができる |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                           | 6週   | 対流熱伝達：<br>固体から液体もしくは固体から気体へと熱が移動する場合、各々の温度差のみを駆動力とする熱伝達が行われる。熱伝達と熱伝導の違いを説明し、熱伝達における熱移動量の計算が行えるようにする。                                                |         | 対流熱伝達を説明することができる              |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                           | 7週   | 熱通過：<br>熱の移動は、物体両端の温度差が駆動力となって物体の熱抵抗に反比例して増減する。本回では、固体内部から周囲空気へ熱移動が行われる場合について、熱伝導および熱伝達による熱移動を一つと考え熱通過の概念を説明する。                                     |         | 熱通過問題を適切に解くことができる             |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                           | 8週   | ふく射熱移動Ⅰ：<br>太陽から放射される熱放射により地球が暖められているように、電磁波の一部である熱放射により物質間の熱交換が行われる仕組みについて説明する。                                                                    |         | ふく射熱伝達の仕組みを説明できる              |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4thQ                                                                      | 9週   | ふく射熱移動Ⅱ：<br>放射熱により物体間の熱移動が行われる場合、物体同士の位置が交換熱量を支配する。この時、形態係数の概念を同流することにより物体間の実質の熱移動量の算出は容易となる。本回では、形態係数の概念と、特定の物体間における熱移動についてグラフを使った形態係数の算出について説明する。 |         | 二物体間のふく射伝熱問題を解くことができる         |      |

|  |     |                                                                                                                                                   |                       |
|--|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|  | 10週 | ふく射熱移動Ⅲ：<br>実際の多くの物質は熱放射を吸収するだけでなく、一部を反射し、一部を透過してしまう。熱放射を全部吸収する黒体と呼ばれる物質に対して、熱放射の全波長において一定の反射率、透過率を持つ物質を灰色体と呼ぶ。灰色体間の熱移動について、物体間における正味の熱移動量の算出を行う。 | 灰色体間のふく射伝熱問題を解くことができる |
|  | 11週 | フィンⅠ：<br>熱発生部から効率よく放熱を行うためフィンが設置される。平面にフィンが設置された場合のフィン表面からの放熱量とフィン内部の温度分布について算出できるよう説明する。                                                         | フィンの役割を説明できる          |
|  | 12週 | フィンⅡ：<br>フィン設置に際し、フィンの形状だけでなく、そのサイズやフィンの設置間隔により放熱の効率は変わる。様々なフィン形状やフィン配置についてフィン効率を計算できるように説明する。                                                    | フィンによる放熱を適切に求めることができる |
|  | 13週 | 沸騰と凝縮Ⅰ：<br>ヤカンに入れた水が沸騰することや、ボイラを用いて蒸気発電が行われるように身の回りで様々な沸騰現象が行われている。沸騰・凝縮を利用した機器の紹介と、その動作原理について説明する。                                               | 沸騰・凝縮による伝熱問題を説明できる    |
|  | 14週 | 沸騰と凝縮Ⅱ：<br>水が沸騰する時、熱源周囲の自然対流、その後のサブクール沸騰、さらに過熱が続けられた場合の膜沸騰など沸騰の様子が次第に変化する。水が電熱線により電気加熱を受ける場合について、沸騰特性曲線を用いて説明し、普段目にする沸騰現象について理解を深める。              | 水の沸騰特性曲線を説明できる        |
|  | 15週 | 熱交換器：<br>熱交換器内で行われているさまざまな伝熱現象を学び、機器の機能について深く理解する。                                                                                                | 熱交換器内の伝熱現象を説明できる      |
|  | 16週 |                                                                                                                                                   |                       |

## 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  | 100 | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 0   | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |
| 専門的能力   | 100 | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 分野横断的能力 | 0   | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |