

|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 木更津工業高等専門学校                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 開講年度                                                         | 令和06年度 (2024年度)                                               |                                 | 授業科目                                              | 伝熱工学                                               |
| 科目基礎情報                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
| 科目番号                                                                                                                    | m0560                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                              |                                                               | 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: 1                                           |                                                    |
| 開設学科                                                                                                                    | 機械工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                              |                                                               | 対象学年                            | 5                                                 |                                                    |
| 開設期                                                                                                                     | 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                              |                                                               | 週時間数                            | 2                                                 |                                                    |
| 教科書/教材                                                                                                                  | 一色尚次ほか著『伝熱工学 新装第2版』、森北出版、2018年、2,200円＋税                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
| 担当教員                                                                                                                    | 伊藤 裕一,中川 朝之                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
| 到達目標                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
| ・ 熱移動の3形式を定性的に理解し、定常および非定常の伝熱方程式を解いて、板・円筒・球殻での伝熱量を演算で求めることができる。<br>・ 熱交換器における伝熱機構を基礎的に考察し、熱交換機設計の基本的数値諸元を定量的に求めることができる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
| ルーブリック                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 理想的な到達レベルの目安                                                 | 標準的な到達レベルの目安                                                  |                                 | 未到達レベルの目安                                         |                                                    |
| 評価項目1                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 熱移動の3形式を定量的に理解し、定常および非定常の伝熱方程式を解いて、種々のモデルでの伝熱量を演算で求めることができる。 | 熱移動の3形式を定性的に理解し、定常および非定常の伝熱方程式を解いて、板・円筒・球殻での伝熱量を演算で求めることができる。 |                                 | 熱移動の3形式を定性的に説明できない。また、板・円筒・球殻での伝熱量を求めることができない。    |                                                    |
| 評価項目2                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 熱交換器における伝熱機構を総合的に考察し、熱交換機設計の総合的な数値諸元を定量的に求めることができる。          | 熱交換器における伝熱機構を基礎的に考察し、熱交換機設計の基本的数値諸元を定量的に求めることができる。            |                                 | 熱交換器における伝熱機構を説明できない。また、熱交換機設計の基本的数値諸元を求めることができない。 |                                                    |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
| 準学士課程 2(2) 専攻科課程 B-2<br>JABEE B-2                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
| 教育方法等                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
| 概要                                                                                                                      | 「熱」とは物質を構成する分子の運動に起因するが、熱が伝播しなければ我々人類は元より、地球上の全ての生き物は生命を維持することはできないと言える。太陽からの輻射伝熱が地表を温め、人類の活動を可能にしている。また、その活動を維持するために必要な食料は冷蔵庫で冷やされ、多くの場合ガスや電気で加熱処理してから食する。部屋が暑ければ冷房し、寒ければ暖房するが、これらは全て熱が伝わって始めて可能となる。一方、エンジンやボイラーは産業活動には欠かせない存在だが、小型・軽量化するためには熱を効率よく伝えることが必要であり、そのために伝熱工学という学問が発展し、今日では非常に多くの分野に適用されている。本講義は15講という短期間で、しかも初歩者が対象ということなので、基礎的な項目に主眼をおいてわかりやすく講義することに努める。ただし、学生各位が卒業後に社会に出て、あるいは上級校に進学してから熱の問題に直面したときに、苦労なく取り組めるレベルの知識と能力は備わることを目標として進める。この科目は民間企業のエンジニアとして乾留炉や熱回収設備の操業を担当していた教員が、伝熱の基礎（方式、計算方法）とそれのプラント設備への適用例等を自身の実体験も交えて、講義形式で授業を行うものである。 |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
| 授業の進め方・方法                                                                                                               | 主として講義を行い、演習を併用する。<br>・ 伝熱工学の物理量と熱の移動形式<br>・ フーリエ理論と定常伝熱方程式<br>・ 平板、円管、球殻における熱伝導<br>・ 温度場と非定常伝熱方程式<br>・ 非定常伝熱方程式の解法<br>・ 熱伝導と熱伝達が複合する場合の熱通過の解析<br>・ 熱交換器による熱の移動形式<br>・ 熱交換器における伝熱計算と設計諸元<br>・ 対流熱伝達における無次元数を用いた実験式<br>・ 放射伝熱の基本法則                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
| 注意点                                                                                                                     | 前回のレビューと当日講義内容の演習により、十分理解が得られるよう取計らうが、伝熱方程式の導出・解法では微分方程式の基礎知識が必要なので復習しておくこと。不明な点は随時積極的に質問するように。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |                                                               |                                 |                                                   |                                                    |
| 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                                                           | ガイダンス、伝熱工学で用いる伝熱量の基本単位、伝熱の三基本形式                               |                                 | 単位のもつ意味を説明できる。3種類の伝熱の基本形式を説明できる。                  |                                                    |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2週                                                           | 熱伝導 1（フーリエの法則、熱伝導率）                                           |                                 | フーリエの法則を説明できる。物質がもつ熱伝導率の特色を述べられる。                 |                                                    |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3週                                                           | 熱伝導 2（平板の熱伝導、多層平板の熱伝導）                                        |                                 | フーリエの法則を用いて平板と多層平板の熱伝導の式を導き出すことができる。              |                                                    |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4週                                                           | 熱伝導 3（円管の熱伝導、球殻の熱伝導）                                          |                                 | フーリエの法則を用いて円管と球殻の熱伝導の式を導き出すことができる。                |                                                    |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5週                                                           | 熱伝達 1（ニュートンの冷却の法則、単層平面壁の熱伝達、多層平板壁の熱伝達）                        |                                 | 単層および多層平板壁の熱流束の式を導き出すことができる。                      |                                                    |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6週                                                           | 熱伝達 2（円管の熱伝達）、放射 1（放射の概念、プランクの法則）                             |                                 | 円管の熱流束の式を導き出すことができる。放射伝熱の概念を理解し、プランクの法則を説明できる     |                                                    |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7週                                                           | 放射 1（ステファン-ボルツマンの法則、キルヒホッフの法則、平行二平面の放射伝熱）                     |                                 | ステファン-ボルツマン、キルヒホッフの法則を説明できる。平行二平面間の放射伝熱量の式を導出できる。 |                                                    |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8週                                                           | 中間試験                                                          |                                 |                                                   |                                                    |
|                                                                                                                         | 2ndQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 9週                                                           | 試験の振返り、熱通過の計算1（平板壁）                                           |                                 | 具体的な平板壁の熱通過の事象を対象にした伝熱計算ができる。                     |                                                    |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 10週                                                          | 熱通過の計算2（円管）                                                   |                                 | 具体的な円管の熱通過の事象を対象にした伝熱計算ができる。                      |                                                    |
|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 11週                                                          | 熱交換器の伝熱計算（並流）                                                 |                                 | 熱交換器の伝熱計算方法を説明できる。                                |                                                    |

|  |  |     |                              |                                     |
|--|--|-----|------------------------------|-------------------------------------|
|  |  | 12週 | 熱交換器の伝熱計算（向流）                | 熱交換器の並流と向流の伝熱量の違いを説明できる。            |
|  |  | 13週 | 対流熱伝達の基礎、無次元数（Re数, Nu数, Pr数） | 境界層（速度、温度）の概念をもっている。代表的な無次元数を説明できる。 |
|  |  | 14週 | 沸騰の熱伝達                       | 電熱線上の沸騰状況の変化を説明できる。水の沸騰特性曲線を理解している。 |
|  |  | 15週 | 定期試験                         |                                     |
|  |  | 16週 |                              |                                     |

| 評価割合    |    |    |    |    |         |     |     |
|---------|----|----|----|----|---------|-----|-----|
|         | 試験 | 課題 | 演習 | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
| 総合評価割合  | 80 | 0  | 20 | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       | 0   | 0   |
| 専門的能力   | 80 | 0  | 20 | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       | 0   | 0   |