

|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                     |                                                                                |                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 大分工業高等専門学校                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                 | 開講年度 | 平成31年度 (2019年度)                                     | 授業科目                                                                           | 材料学Ⅱ                                   |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| 科目番号                                                                                                                                                                                               | 31M414                                                                                                                                                                                                                                          |      | 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: 2                                                                        |                                        |
| 開設学科                                                                                                                                                                                               | 機械工学科                                                                                                                                                                                                                                           |      | 対象学年                                                | 4                                                                              |                                        |
| 開設期                                                                                                                                                                                                | 通年                                                                                                                                                                                                                                              |      | 週時間数                                                | 2                                                                              |                                        |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                             | 打越 二彌 著, 「図解 機械材料 第3版」, 東京電機大学出版局／参考図書: 門間 改三 著, 「大学基礎 機械材料 改訂版」, 実教出版／参考図書: 久保井 徳洋, 檜原 恵蔵 共著「材料学」, コロナ社                                                                                                                                        |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| 担当教員                                                                                                                                                                                               | 松本 佳久                                                                                                                                                                                                                                           |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| 到達目標                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| (1) 鋼の状態図と恒温変態図の両方を使って, 鋼の諸性質が理解できていること。(定期試験と課題)<br>(2) 主要熱処理法とその用途について把握していること。(定期試験と課題)<br>(3) 腐食・防食の知識を有し, 各種合金鋼や非鉄材料の材料特性改善法を理解していること。(定期試験と課題)<br>(4) 継続的な学習および演習により, 理解を深めることができる。(課題・レポート) |                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| 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                                                                                                                                                                                              | 鋼の状態図と恒温変態図の両方を使って, 鋼の諸性質が理解できている                                                                                                                                                                                                               |      | 鋼の状態図と恒温変態図の両方を読み取って, 鋼の組織が概ね理解できている                |                                                                                | 鋼の状態図と恒温変態図は読めるが, 鋼の性質との関係は理解できない      |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                              | 主要熱処理法とその用途について把握している                                                                                                                                                                                                                           |      | 主要熱処理法を知っており, 適用法を推察できる                             |                                                                                | 主要熱処理法を知っているが, 適用法は理解できない              |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                              | 腐食・防食の知識を有し, 各種合金鋼や非鉄材料の材料特性改善法を理解している                                                                                                                                                                                                          |      | 腐食・防食の知識を有し, 鉄鋼材料や非鉄材料の防食法を適用できる                    |                                                                                | 腐食・防食の知識は有しているが, 鉄鋼材料や非鉄材料の防食法には適用できない |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                              | 材料の最適化が機器設計に与える影響を説明できる。                                                                                                                                                                                                                        |      | 適用箇所の条件に合った材料を選定できる。                                |                                                                                | 適用箇所の条件に合った材料を選定できない。                  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| 学習・教育到達度目標 (B2)<br>JABEE 2.1(1)③                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| 概要                                                                                                                                                                                                 | 3 年次の材料学Ⅰでは金属の結晶構造や結晶組織を微視的観点で学習した。この材料学Ⅱでは主に鉄鋼材料の状態図と組織について理解を深める。この基礎知識を利用して, 熱処理のもつ意味や各種合金鋼の特徴や用途を把握し, 機械技術者が各材料の本質を理解して, 正しく選定できる能力を身に着けることを目的として授業を展開する。<br><br>(科目情報)<br>教育プログラム第1学年<br>授業時間 46.5時間<br>関連科目 材料学Ⅰ, トライボロジー, 機械工作法Ⅰ, 機械工作法Ⅱ |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                          | 材料系領域は機械で用いられる材料の基礎的な事柄を学ぶ。ここでは主に金属及び合金について, 種類, 製法, 性質, 用途, 加工性, 処理技術等の知識を習得し, 機械の設計・製作に必要な材料の選択, 取扱い能力を身につけるための授業を展開する。<br><br>(再試験について)<br>再試験は総合評価が60点に満たない者に対して実施する。なお, 全ての課題を提出した者に対して受験資格を与える。                                           |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| 注意点                                                                                                                                                                                                | (履修上の注意)<br>1. 配布するプリントには, 授業で補足する点を書き込むとよい。また問題を解く場合に使用するので, 整理してファイリングしておくことよい。<br>2. 授業中の課題, 配布資料の要点をまとめてノートに整理すること。<br><br>(自学上の注意)<br>継続的な学習に取り組むと共に, 課題は必ず自力で解き, 内容を理解して身につけること。                                                          |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| 評価                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                     |                                                                                |                                        |
| 授業計画                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                     |                                                                                |                                        |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | 週    | 授業内容                                                | 週ごとの到達目標                                                                       |                                        |
| 前期                                                                                                                                                                                                 | 1stQ                                                                                                                                                                                                                                            | 1週   | 1. 合金の状態図<br>(1)共晶型(部分固溶有)と包晶型                      | 固体で溶け合わない合金の状態図について各反応内容と状態変化が理解できる。                                           |                                        |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | 2週   | (2)その他の状態図と三元合金                                     | 各種状態図の読み方の理解をさらに深めることができる。                                                     |                                        |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | 3週   | 2. 金属材料の強化方法<br>(1)ホール・ペッチの関係<br>(2)固溶・析出強化, その他強化法 | 加工硬化, ホール・ペッチの関係, 固溶強化, コットレル効果, 析出強化, 時効, GP 帯, 分散強化, 繊維強化等が理解できる。            |                                        |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | 4週   | 3. 純鉄の変態と組織<br>4. 炭素鋼の状態図と組織<br>(1)Fe-C 系平衡状態図      | 純鉄の同素変態や磁性変化が理解できる。                                                            |                                        |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | 5週   | (1)Fe-C 系平衡状態図                                      | Fe-C 系平衡状態図の概略を理解し, 正しく書けるようになる。                                               |                                        |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | 6週   | (2)共析変態, 鋼の組織とその性質                                  | 共析変態, 鋼の組織とその性質を正しく理解できる。                                                      |                                        |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | 7週   | (3)添加元素と不純物の影響                                      | 鋼の状態図を考え, 鋼の組織変化に炭素量がどう影響しているかを理解できる。さらに鋼の性質に及ぼす添加元素, 不純物, S, P, 水素等の影響が理解できる。 |                                        |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | 8週   | 前期中間試験                                              |                                                                                |                                        |
|                                                                                                                                                                                                    | 2ndQ                                                                                                                                                                                                                                            | 9週   | 前期中間試験の解答と解説<br>4. 鋼の熱処理<br>(1)焼なまし                 | 理解度確認と分からなかった点を把握し理解できる。                                                       |                                        |
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | 10週  | (2)冷却速度と組織<br>(3)準安定組織                              | 鋼の共析変態の冷却速度による変化が理解できる。                                                        |                                        |

|    |      |     |                                          |                                                                                                    |
|----|------|-----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |      | 11週 | 5. 恒温変態<br>(1)連続冷却変態曲線<br>(2)鋼の恒温変態図と熱処理 | 鋼の恒温変態の基礎が理解できる。                                                                                   |
|    |      | 12週 | 5. 恒温変態<br>(1)連続冷却変態曲線<br>(2)鋼の恒温変態図と熱処理 | 鋼の焼入れ硬化をどのように評価するかが理解できる。                                                                          |
|    |      | 13週 | 5. 恒温変態<br>(1)連続冷却変態曲線<br>(2)鋼の恒温変態図と熱処理 | 鋼の化学成分による焼入れ性の変化が理解できる。                                                                            |
|    |      | 14週 | 5. 恒温変態<br>(1)連続冷却変態曲線<br>(2)鋼の恒温変態図と熱処理 | 恒温変態図の基礎理解のために連続冷却変態曲線 (CCT 図) を学び、恒温変態図 (TTT図) を求めて、その利用法が理解できる。                                  |
|    |      | 15週 | 前期期末試験                                   |                                                                                                    |
|    |      | 16週 | 前期期末試験の解答と解説<br>(3)炭素鋼の組成と用途             | 理解度確認と分からなかった点を把握し理解できる。<br>炭素鋼の分類、組成、適用箇所を理解できる。                                                  |
| 後期 | 3rdQ | 1週  | (3)炭素鋼の組成と用途                             | 炭素鋼の分類、組成、適用箇所を理解できる。                                                                              |
|    |      | 2週  | (4)冷延鋼板と2相鋼                              | 一般構造用圧延鋼材、冷延鋼板、複合組織鋼板の組成や組織、特徴が理解できる。                                                              |
|    |      | 3週  | 6. 構造用合金鋼<br>(1)低合金高張力鋼                  | 低合金のハイテンの組成や組織、その特徴が理解できる。                                                                         |
|    |      | 4週  | (2)快削鋼                                   | 各種快削鋼の組成や組織、特徴が理解できる。                                                                              |
|    |      | 5週  | (3)合金鋼の熱処理とその他の各種合金鋼                     | 一般的に使われる合金鋼の組成や組織、特徴が理解できる。鋳鋼、その他合金鋼の組成や組織、特徴が理解できる。                                               |
|    |      | 6週  | (4)工具鋼                                   | 合金元素の添加による鉄鋼の物性制御、炭素当量の考え方、被削性向上のための組織制御、焼入れ焼もどしによる機械的性質の最適化、各種構造用合金鋼の組成とその特徴を理解し、用途に応じた選定法が説明できる。 |
|    |      | 7週  | (5)塑性加工・塑性力学の基本                          | 降伏条件式、相当応力、体積一定則が説明できる。平行平板の平面ひずみ圧縮、軸対称圧縮を初等解析法で解くことができる。                                          |
|    |      | 8週  | 後期中間試験                                   |                                                                                                    |
|    | 4thQ | 9週  | 後期中間試験の解答と解説<br>7. 鉄鋼の腐食と防食法             | 理解度確認と分からなかった点を把握し理解できる。<br>鉄鋼の腐食と防食法の概要が理解できる。                                                    |
|    |      | 10週 | (1)腐食と防食                                 | 主に鉄鋼の気中、液中腐食メカニズムを理解し、防食法が提案できる知識を得る。                                                              |
|    |      | 11週 | (2)各種ステンレス鋼                              | 合金元素添加による各種不銹鋼の性質が理解できる。                                                                           |
|    |      | 12週 | 8. 非鉄材料                                  | 鉄や鋼以外の実用金属材料の種類が理解できる。                                                                             |
|    |      | 13週 | (1)銅とその合金                                | 銅とその合金の組成、組織とその特徴が理解できる。                                                                           |
|    |      | 14週 | (2)アルミニウムとその合金                           | アルミニウムとその合金の組成、組織とその特徴が理解できる。                                                                      |
|    |      | 15週 | 後期期末試験                                   |                                                                                                    |
|    |      | 16週 | 後期期末試験の解答と解説                             | 理解度確認と分からなかった点を把握し理解できる。                                                                           |

#### 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 | 工作   | 降伏、加工硬化、降伏条件式、相当応力、及び体積一定則の塑性力学の基本概念が説明できる。 | 4     | 後7                    |
|       |          |      | 平行平板の平面ひずみ圧縮を初等解析法により解くことができる。              | 4     | 後7                    |
|       |          |      | 軸対称の圧縮を初等解析法により解くことができる。                    | 4     | 後7                    |
|       |          | 材料   | 加工硬化と再結晶がどのような現象であるか説明できる。                  | 4     | 前3,後11,後12,後13,後14    |
|       |          |      | 鉄鋼の製法を説明できる。                                | 4     | 前16,後1,後2,後3,後4       |
|       |          |      | 炭素鋼の性質を理解し、分類することができる。                      | 4     | 前2,前3,前6,前7,後2,後3,後4  |
|       |          |      | Fe-C系平衡状態図の見方を説明できる。                        | 4     | 前1,前2,前3,前4,前5        |
|       |          |      | 焼きなましの目的と操作を説明できる。                          | 4     | 前9,後5                 |
|       |          |      | 焼きならしの目的と操作を説明できる。                          | 4     | 前14,前16,後1,後5         |
|       |          |      | 焼入れの目的と操作を説明できる。                            | 4     | 前10,前11,前12,前13,後3,後5 |
|       |          |      | 焼戻しの目的と操作を説明できる。                            | 4     | 前12,前13,後3,後5         |

#### 評価割合

|        | 試験 | 課題 | 合計  |
|--------|----|----|-----|
| 総合評価割合 | 80 | 20 | 100 |
| 基礎的能力  | 20 | 10 | 30  |
| 専門的能力  | 60 | 10 | 70  |