

|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--|
| 久留米工業高等専門学校                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 開講年度                            | 令和05年度 (2023年度)                               |                                 | 授業科目                             | 金属材料学1                                  |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
| 科目番号                                                                                                                                    | 4M16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |                                               | 科目区分                            | 専門 / 必修                          |                                         |  |
| 授業形態                                                                                                                                    | 講義                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                               | 単位の種別と単位数                       | 履修単位: 2                          |                                         |  |
| 開設学科                                                                                                                                    | 材料システム工学科(2017年度以降入学生、但し、令和4年度は材料工学科を含む)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |                                               | 対象学年                            | 4                                |                                         |  |
| 開設期                                                                                                                                     | 通年                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                               | 週時間数                            | 2                                |                                         |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                  | 図解 合金状態図読本（横山亨著，オーム社）／金属材料工学（宮川大海著，森北出版）／プリント                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
| 担当教員                                                                                                                                    | 森園 靖浩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
| 到達目標                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
| 1. 金属の強化機構について説明できる。<br>2. 鉄－炭素2元系状態図ならびにそれに基づいた冷却時の組織形成過程について説明できる。<br>3. 鉄鋼の熱処理操作と相変態・組織変化の関係について説明できる。<br>4. 様々な鉄鋼材料の性質・用途について説明できる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
| 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                                                                                                                                   | 金属の強化機構について詳しく説明できる                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | 金属の強化機構の基本を理解している。                            |                                 | 金属の強化機構を理解していない。                 |                                         |  |
| 評価項目2                                                                                                                                   | 鉄－炭素2元系状態図ならびにそれに基づいた冷却時の組織形成過程について正しく理解している。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 | 鉄－炭素2元系状態図ならびにそれに基づいた冷却時の組織形成過程について、概略を説明できる。 |                                 | 鉄－炭素2元系状態図について理解していない。           |                                         |  |
| 評価項目3                                                                                                                                   | 鉄鋼の熱処理操作と相変態・組織変化の関係について、正しく説明できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 | 鉄鋼の熱処理操作と相変態・組織変化の関係について、基本を理解している。           |                                 | 鉄鋼の熱処理操作と相変態・組織変化の関係について理解していない。 |                                         |  |
| 評価項目4                                                                                                                                   | 代表的な鉄鋼材料の性質・用途について説明可能で、その詳細についても理解している。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 | 代表的な鉄鋼材料の性質・用途について説明できる。                      |                                 | 鉄鋼材料の性質・用途について理解していない。           |                                         |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
| ディプロマポリシー                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
| 教育方法等                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
| 概要                                                                                                                                      | 金属材料はパソコン，クルマなどあらゆる工業製品に使用されており，新たな材料の開発が製品の高機能・高性能化に欠かせないことはよく知られています。本科目では，金属材料，特に鉄鋼材料の基礎を理解し，実用材料への応用・展開力を養います。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                               | 授業は教科書に沿って進めます。3年生で学習する「金属物理学1」「材料組織学」の知識を必要としますので，十分に理解しておいてください。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
| 注意点                                                                                                                                     | 前期・後期とも中間試験・期末試験を実施します。前期においては，中間試験45%，期末試験45%，レポート10%として合計100点満点で評価します。これと同様に後期分も100点満点で評価し，前期・後期を合わせた平均が60点以上の場合を合格とします。必要に応じて再試験を実施します（但し1回のみ）が，評点は60点とします。<br>=====<br>【新型コロナ流行に伴って前期の中間試験が中止された場合の評価方法】<br>前期においては期末試験90%，レポート10%として合計100点満点で評価します。一方，後期においては中間試験45%，期末試験45%，レポート10%として合計100点満点で評価します。そして，前期・後期を合わせた平均が60点以上の場合が合格になります。必要に応じて再試験を実施します（但し1回のみ）が，評点は60点とします。<br>※後期または前・後期両方の中間試験が中止となった場合には，上記と同様，期末試験90%，レポート10%の合計100点満点で半期分の評価を行います。<br>=====<br>評価基準：到達目標に記載した項目の基礎的な内容の理解度とその基本的活用度を評価基準とします。<br>事前学習：次週の授業範囲を予習し，専門用語の意味などを理解しておいてください。 |                                 |                                               |                                 |                                  |                                         |  |
| 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                              | はじめに                                          |                                 | 本科目の全体像を理解します。                   |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2週                              | 「材料組織学」「金属物理学1」の復習                            |                                 | 3年次科目を復習し，その理解を深めます。             |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3週                              | 冷間加工による機械的性質の変化                               |                                 | 加工硬化について理解します。                   |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4週                              | 冷間加工材の加熱 【回復・再結晶1】                            |                                 | 冷間加工後の回復・再結晶挙動を理解します。            |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5週                              | 冷間加工材の加熱 【回復・再結晶2】                            |                                 | 冷間加工後の回復・再結晶挙動を理解します。            |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6週                              | 固溶硬化（固溶強化）                                    |                                 | 固溶硬化（固溶強化）について理解します。             |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7週                              | 析出硬化（時効硬化）                                    |                                 | 析出硬化（時効硬化）について理解します。             |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8週                              | 中間試験                                          |                                 |                                  |                                         |  |
|                                                                                                                                         | 2ndQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 9週                              | 結晶粒微細化による強化                                   |                                 | 結晶粒微細化による強化について理解します。            |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10週                             | 金属の機械的性質に及ぼす温度の影響1                            |                                 | 延性破壊や脆性破壊について理解します。              |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 11週                             | 金属の機械的性質に及ぼす温度の影響2                            |                                 | 低温脆性について理解します。                   |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 12週                             | 金属の機械的性質に及ぼす温度の影響3                            |                                 | ひずみ時効について理解します。                  |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 13週                             | 金属の機械的性質に及ぼす温度の影響4                            |                                 | クリープ現象を理解します。                    |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 14週                             | 金属の疲れと疲れ強さ1                                   |                                 | 疲労破壊について理解します。                   |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 15週                             | 金属の疲れと疲れ強さ2                                   |                                 | 疲労試験に影響を及ぼす諸因子について理解します。         |                                         |  |
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 16週                             | 期末試験                                          |                                 |                                  |                                         |  |
| 後期                                                                                                                                      | 3rdQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1週                              | 「材料組織学」：自由エネルギーと状態図の関係1                       |                                 | 自由エネルギーと状態図の関係を理解します。            |                                         |  |

|  |      |     |                                 |                                             |
|--|------|-----|---------------------------------|---------------------------------------------|
|  |      | 2週  | 「材料組織学」：自由エネルギーと状態図の関係2         | 自由エネルギーと状態図の関係を理解します。                       |
|  |      | 3週  | はじめに（鉄鋼材料入門）<br>鉄鋼材料の分類と製造法     | 身の回りの鉄鋼材料について考え、その分類や製造法について理解します。          |
|  |      | 4週  | 炭素鋼の状態図と組織1 【状態図と標準組織】          | 鉄－炭素2元系状態図と標準組織について理解します。                   |
|  |      | 5週  | 炭素鋼の状態図と組織2 【冷却速度の影響】           | 炭素鋼の相変態に及ぼす冷却速度の影響について理解します。                |
|  |      | 6週  | 炭素鋼の状態図と組織3 【恒温変態線図】            | 恒温変態線図（TTT曲線）について理解します。                     |
|  |      | 7週  | 炭素鋼の状態図と組織4 【連続冷却変態線図】          | 連続冷却変態線図（CCT曲線）について理解します。                   |
|  |      | 8週  | 中間試験                            |                                             |
|  | 4thQ | 9週  | 炭素鋼の状態図と組織5 【マルテンサイト変態とベイナイト変態】 | マルテンサイト変態やベイナイト変態の特徴について理解します。              |
|  |      | 10週 | 合金鋼の状態図と組織                      | 合金鋼のTTT曲線・CCT曲線について理解します。                   |
|  |      | 11週 | 鋼の熱処理1                          | 鋼の焼入れ硬化挙動について理解します。                         |
|  |      | 12週 | 鋼の熱処理2                          | 鋼の焼戻し過程とそれに伴う脆化現象、さらに加工熱処理や表面硬化処理について理解します。 |
|  |      | 13週 | 構造用圧延鋼材・機械構造用鋼                  | 構造用圧延鋼材や機械構造用鋼などについて理解します。                  |
|  |      | 14週 | ばね用鋼・高硬度鋼・ステンレス鋼                | ばね用鋼、高硬度鋼、ステンレス鋼のそれぞれについて理解します。             |
|  |      | 15週 | 鋳鉄                              | 鋳鉄について理解します。                                |
|  |      | 16週 | 期末試験                            |                                             |

### 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 | 材料系分野 | 金属材料 | 製鉄および製鋼工程について、原料ならびに主設備、主な炉内反応を説明できる。                   | 4     | 後2          |
|       |          |       |      | 純鉄の組織と変態について、結晶構造を含めて説明できる。                             | 4     | 後3          |
|       |          |       |      | 炭素鋼の状態図を用いて標準組織および機械的性質を説明できる。                          | 4     | 後3          |
|       |          |       |      | 炭素鋼の焼なましと焼ならしについて冷却速度の違いに依存した機械的性質の変化を説明できる。            | 4     | 後4,後5,後6    |
|       |          |       |      | 炭素鋼の恒温変態(T.T.T.)曲線と連続冷却変態(C.C.T.)曲線の読み方とこれらの相違を説明できる。   | 4     | 後4,後5,後6    |
|       |          |       |      | 炭素鋼の焼入れの目的と得られる組織、焼入れによる機械的性質の変化を説明できる。                 | 4     | 後10         |
|       |          |       |      | 焼入れた炭素鋼の焼戻しの目的とその過程に関する知識を活用し、焼入れ焼き戻しによる機械的性質の変化を説明できる。 | 4     | 後11         |
|       |          |       |      | 合金鋼の状態図の読み方を利用して炭化物の種類や析出挙動を説明できる。                      | 4     | 後9          |
|       |          |       |      | 合金鋼の添加元素と機械的性質に関する知識を利用して、合金鋼の用途を選択できる。                 | 4     | 後9          |
|       |          |       |      | 状態図を用いて、鋳鉄の性質および組織について説明できる。                            | 4     | 後15         |
|       |          |       | 材料組織 | 加工硬化、固溶硬化、析出硬化、分散硬化の原理を説明できる。                           | 4     | 前5,前6,前7,前9 |
|       |          |       |      | 回復機構および回復に伴う諸特性の変化を説明できる。                               | 4     | 前5          |
|       |          |       |      | 再結晶粒の核生成機構および優先核生成場所を説明できる。                             | 4     | 前5          |
|       |          |       |      | 再結晶粒の成長機構を説明できる。                                        | 4     | 前5          |
|       |          |       |      | 自由エネルギーの変化を利用して、相変態について説明できる。                           | 4     |             |
|       |          |       |      | 共析変態で生じる組織を描き、相変態過程を説明できる。                              | 4     |             |
|       |          |       |      | マルテンサイト変態について結晶学的観点からの相変態の特徴を説明できる。                     | 4     | 後7          |

### 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  | 90 | 0  | 0    | 0  | 0       | 10  | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |
| 専門的能力   | 90 | 0  | 0    | 0  | 0       | 10  | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |