

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         |                                 |                                    |                                            |                                     |                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| 久留米工業高等専門学校                                                                        |                                                                                                                                                                                         | 開講年度                            | 令和03年度 (2021年度)                    |                                            | 授業科目                                | 金属物理学1                                  |
| 科目基礎情報                                                                             |                                                                                                                                                                                         |                                 |                                    |                                            |                                     |                                         |
| 科目番号                                                                               | 3M14                                                                                                                                                                                    |                                 | 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                               |                                            | 3                                   |                                         |
| 開設期                                                                                | 通年                                                                                                                                                                                      |                                 | 週時間数                               |                                            | 2                                   |                                         |
| 教科書/教材                                                                             | 金属用語辞典編集委員会 編著、金属用語辞典、アグネ技術センター                                                                                                                                                         |                                 |                                    |                                            |                                     |                                         |
| 担当教員                                                                               | 周 致霆                                                                                                                                                                                    |                                 |                                    |                                            |                                     |                                         |
| 到達目標                                                                               |                                                                                                                                                                                         |                                 |                                    |                                            |                                     |                                         |
| 1. 金属の結晶構造を説明できる。<br>2. 金属の塑性変形を転位の動きとして理解し、説明できる。<br>3. 金属の強化法を原子の動きとして理解し、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                                                                              | 結晶の構造について8割説明することができる。                                                                                                                                                                  |                                 | 結晶の構造について6割説明することができる。             |                                            | 結晶の構造について6割説明することができない。             |                                         |
| 評価項目2                                                                              | 材料の強化方法・評価方法・軟化過程について8割説明することができる。                                                                                                                                                      |                                 | 材料の強化方法・評価方法・軟化過程について6割説明することができる。 |                                            | 材料の強化方法・評価方法・軟化過程について6割説明することができない。 |                                         |
| 評価項目3                                                                              | 材料の変形について8割理解することができる、計算できる。                                                                                                                                                            |                                 | 材料の変形について6割理解することができる、計算できる。       |                                            | 材料の変形について6割理解することができ、計算できない。        |                                         |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                      |                                                                                                                                                                                         |                                 |                                    |                                            |                                     |                                         |
| 教育方法等                                                                              |                                                                                                                                                                                         |                                 |                                    |                                            |                                     |                                         |
| 概要                                                                                 | 金属は純金属および合金として、機能材料や構造材料に使用されている。新材料の開発を行ったり、さまざまな加工を施すには、金属の基礎的な物理特性を理解しておく必要がある。本講義では、材料物性の基礎として、金属原子の構造、結晶構造および高強度機構などについて解説する。                                                      |                                 |                                    |                                            |                                     |                                         |
| 授業の進め方・方法                                                                          | 参考図書を用いて講義を行う。金属の諸特性は結晶構造によって特長付けられる事、塑性変形や拡散挙動は転位の移動や点欠陥などによって起こるなど、金属の基礎的特性を理解し、塑性変形のメカニズム、時効硬化のメカニズムに応用できることが重要。<br>次回の授業範囲を予習し、専門用語の意味等を理解しておくこと                                    |                                 |                                    |                                            |                                     |                                         |
| 注意点                                                                                | (1) 点数配分：中間試験33%、期末試験67%（前期中間試験はコロナの影響で実施しない）<br>(2) 評価基準：到達目標に記載した項目の基礎的な内容と理解度とその基本的活用度を評価基準とする。60点以上を合格とする。<br>(3) 再試：再試を1回のみ行う。ただし当該科目のみ基準を満たしていない場合、再々試を行うことがある。また、レポートで代用することもある。 |                                 |                                    |                                            |                                     |                                         |
| 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 checked="" 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                              | ガイダンス                              |                                            | 金属物理学Ⅰの位置づけについて理解する                 |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 2週                              | 原子の構造と結合                           |                                            | 原子の構造と結合について理解する                    |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 3週                              | 結晶の構造                              |                                            | 立方晶・六方晶の構造について理解する                  |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 4週                              | 合金の構造                              |                                            | 合金の構造について理解する                       |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 5週                              | 結晶構造の欠陥                            |                                            | 結晶構造の欠陥について理解する                     |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 6週                              | 材料の機械的性質                           |                                            | 材料の機械的性質の種類について理解する                 |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 7週                              | 状態図                                |                                            | 状態図の基礎を理解する                         |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 8週                              | 金属材料の評価方法                          |                                            | 金属材料の評価方法について説明できる                  |                                         |
|                                                                                    | 2ndQ                                                                                                                                                                                    | 9週                              | 金属材料の強化方法                          |                                            | 金属材料の強化方法について説明できる                  |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 10週                             | 材料の軟化過程                            |                                            | 材料の軟化過程について理解する                     |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 11週                             | 破壊Ⅰ                                |                                            | 破壊について知る                            |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 12週                             | 拡散                                 |                                            | 拡散について知る                            |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 13週                             | 塑性加工                               |                                            | 塑性加工について知る                          |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 14週                             | 鉄鋼材料                               |                                            | 鉄鋼材料について知る                          |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 15週                             | 非鉄材料                               |                                            | 非鉄材料について知る                          |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 16週                             |                                    |                                            |                                     |                                         |
| 後期                                                                                 | 3rdQ                                                                                                                                                                                    | 1週                              | 空孔濃度                               |                                            | 空孔濃度の導出ができる                         |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 2週                              | 体心立方格子のすべり系                        |                                            | 体心立方格子のすべり系について理解する                 |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 3週                              | 面心立方格子のすべり系                        |                                            | 面心立方格子のすべり系について理解する                 |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 4週                              | シュミット因子                            |                                            | シュミット因子の導出ができる                      |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 5週                              | 臨界せん断応力Ⅰ                           |                                            | 臨界せん断応力の導出ができる                      |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 6週                              | 臨界せん断応力Ⅱ                           |                                            | 臨界せん断応力を用いた種々の計算ができる                |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 7週                              | 結晶系とブラベー格子                         |                                            | 結晶系とブラベー格子について理解する                  |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 8週                              | 析出機構                               |                                            | 析出機構について理解する                        |                                         |
|                                                                                    | 4thQ                                                                                                                                                                                    | 9週                              | 破壊Ⅱ                                |                                            | 破壊形態を理解する                           |                                         |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                         | 10週                             | 熱処理Ⅰ                               |                                            | 熱処理の基礎を知る                           |                                         |

|  |     |      |                |
|--|-----|------|----------------|
|  | 11週 | 熱処理Ⅱ | 熱処理について理解する    |
|  | 12週 | 集合組織 | 集合組織について知る     |
|  | 13週 | 双晶   | 双晶について知る       |
|  | 14週 | まとめⅠ | 学習内容の復習を行う     |
|  | 15週 | まとめⅡ | 学習内容の理解度の確認を行う |
|  | 16週 |      |                |

# モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

| 分類    | 分野       | 学習内容 | 学習内容の到達目標                                               | 到達レベル | 授業週     |
|-------|----------|------|---------------------------------------------------------|-------|---------|
| 専門的能力 | 分野別の専門工学 | 材料物性 | 金属の一般的な性質について説明できる。                                     | 4     | 前1      |
|       |          |      | 原子の結合の種類および結合力や物質の例など特徴について説明できる。                       | 4     | 前2      |
|       |          |      | 結晶構造の特徴の観点から、純金属、合金や化合物の性質を説明できる。                       | 4     | 前3,前4   |
|       |          |      | 陽子・中性子・電子からなる原子の構造について説明できる。                            | 4     | 前2      |
|       |          |      | ボーアの素原子模型を用いて、エネルギー準位を説明できる。                            | 4     | 前2      |
|       |          |      | 4つの量子数を用いて量子状態を記述して、電子殻や占有する電子数などを説明できる。                | 4     | 前2      |
|       |          |      | 周期表の元素配列に対して、電子配置や各族および周期毎の物性の特徴を関連付けられる。               | 4     | 前2      |
|       |          |      | 結晶系の種類、14種のブラベー格子について説明できる。                             | 4     | 前3      |
|       |          |      | ミラー指数を用いて格子方位と格子面を記述できる。                                | 4     | 前3      |
|       |          |      | 代表的な結晶構造の原子配置を描き、充填率の計算ができる。                            | 4     | 前3      |
|       |          | 金属材料 | 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     | 前14,後10 |
|       |          |      | 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     | 前14,後10 |
|       |          |      | 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     | 前14,後11 |
|       |          |      | 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     | 前14,後11 |
|       |          |      | 純銅の強度的特徴、物理的、化学的性質について説明できる。                            | 4     | 前15     |
|       |          |      | 黄銅や青銅について、その成分および特徴を理解し、適切な合金を応用できる。                    | 4     | 前15     |
|       |          |      | アルミニウムの強度的特徴、物理的・化学的性質について説明できる。                        | 4     | 前15     |
|       |          | 無機材料 | 原子の構成粒子を理解し、原子番号、質量数、同位体について説明できる。                      | 4     | 後11     |
|       |          |      | 原子価結合法により、共有結合を説明できる。                                   | 4     | 前2      |
|       |          |      | イオン結合の形成と特徴について理解できる。                                   | 4     | 前2      |
|       |          |      | 金属結合の形成と特徴について理解できる。                                    | 4     | 前2      |
|       |          | 材料組織 | 結晶の充填構造・充填率・イオン半径比などの基本的な計算ができる。                        | 4     | 前3      |
|       |          |      | 点欠陥である空孔、格子間原子、置換原子などを区別して説明できる。                        | 4     | 前5      |
|       |          |      | 線欠陥である刃状転位とらせん転位を理解し、変形機構と関連して説明できる。                    | 4     | 前5      |
|       |          |      | 面欠陥である積層欠陥について説明できる。                                    | 4     | 前5      |
|       |          |      | 純金属の凝固過程での過冷却状態、核生成、結晶粒成長の各段階について説明できる。                 | 4     | 後8      |
|       |          |      | 弾性変形の変形様式の特徴、フックの法則について説明できる。                           | 4     | 前8      |
|       |          |      | 塑性変形におけるすべり変形と双晶変形の特徴について説明できる。                         | 4     | 後2      |
|       |          |      | 刃状転位とらせん転位ならびに塑性変形における転位の働きを説明できる。                      | 4     | 前5      |
|       |          |      | 降伏現象ならびに応力-歪み曲線から降伏点を求めることができる。                         | 4     | 前8      |
|       |          |      | 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9      |
|       |          |      | 格子間原子型および原子空孔型の拡散機構を説明できる。                              | 4     | 前12     |
|       |          |      | 拡散係数の物理的意味を説明できる。                                       | 4     | 前12     |
|       |          |      | 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10     |
|       |          |      | 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10     |
|       |          |      | 再結晶粒の成長機構を説明できる。                                        | 4     | 前10     |
|       |          |      | 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     | 前9      |
|       |          | 力学   | 応力-ひずみ曲線について説明できる。                                      | 4     | 前9      |
|       |          |      | フックの法則を用いて、縦弾性係数(ヤング率)、応力およびひずみを計算できる。                  | 4     | 前9      |

## 評価割合

|        | 試験  | 発表 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
|--------|-----|----|------|----|---------|-----|-----|
| 総合評価割合 | 100 | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 100 |

|         |    |   |   |   |   |   |    |
|---------|----|---|---|---|---|---|----|
| 基礎的能力   | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 70 |
| 專門的能力   | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  |