

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 新居浜工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 開講年度                            | 令和05年度 (2023年度)                                         |                                 | 授業科目                                                    | 無機材料学                                   |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 151405                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 環境材料工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 | 対象学年                                                    | 4                               |                                                         |                                         |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 通年                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | 週時間数                                                    | 2                               |                                                         |                                         |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 配布資料を用いる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 平澤 英之,坂本 全教                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 1.原子構造と周期律表の関係を理解できること。<br>2.代表的な酸化物の結晶構造とガラス構造について理解できること。<br>3.セラミックスにおける欠陥の種類、セラミックスに与える影響について理解できること。<br>4.フィックの第1、第2法則の関係式およびその内容について理解できること。<br>5.電気伝導度および半導体の原理を理解できること。<br>6.熱力学第1、第2、自由エネルギー変化が理解でき、計算が出来ること。<br>7.セラミックスの状態図を読めること。<br>8.相転移理論を理解できること。<br>9.単結晶の製造方法の原理および種類がわかること。<br>10.焼結理論の基礎が理解できること。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 原子構造と周期律表の関係が理解でき、応用問題が解けること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 | 原子構造と周期律表の関係が理解でき、基礎問題が解けること。                           |                                 | 原子構造と周期律表の関係が理解できず、基礎問題が解けない。                           |                                         |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 酸化物の結晶構造とガラス構造について理解でき、これらに関する応用問題が解けること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 | 酸化物の結晶構造とガラス構造について理解でき、これらに関する基礎問題が解けること。               |                                 | 酸化物の結晶構造とガラス構造について理解できず、これらに関する基礎問題が解けない。               |                                         |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | セラミックスにおける欠陥の種類、セラミックスに与える影響について理解でき、これらに関する応用問題が解けること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 | セラミックスにおける欠陥の種類、セラミックスに与える影響について理解でき、これらに関する基礎問題が解けること。 |                                 | セラミックスにおける欠陥の種類、セラミックスに与える影響について理解できず、これらに関する基礎問題が解けない。 |                                         |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | フィックの第1、第2法則の関係式が理解でき、応用問題が解けること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 | フィックの第1、第2法則の関係式が理解でき、基礎問題が解けること。                       |                                 | フィックの第1、第2法則の関係式が理解できず、基礎問題が解けない。                       |                                         |
| 評価項目5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 電気伝導度および半導体の原理が理解でき、これらに関する応用問題が解けること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 | 電気伝導度および半導体の原理が理解でき、これらに関する基礎問題が解けること。                  |                                 | 電気伝導度および半導体の原理が理解できず、これらに関する基礎問題が解けない。                  |                                         |
| 評価項目6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 熱力学第1、第2、自由エネルギー変化が理解でき、これらに関する応用問題が解けること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 | 熱力学第1、第2、自由エネルギー変化が理解でき、これらに関する基礎問題が解けること。              |                                 | 熱力学第1、第2、自由エネルギー変化が理解できず、これらに関する基礎問題が解けない。              |                                         |
| 評価項目7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | セラミックスの状態図が理解でき、応用問題が解けること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 | セラミックスの状態図が理解でき、基礎問題が解けること。                             |                                 | セラミックスの状態図が理解できず、基礎問題が解けない。                             |                                         |
| 評価項目8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 相転移理論が理解でき、応用問題が解けること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 | 相転移理論が理解でき、基礎問題が解けること。                                  |                                 | 転移理論が理解できず、基礎問題が解けない。                                   |                                         |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 専門知識 (B)                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | セラミックスは非常に古くから使われている材料であり、日常生活にとって欠くことの出来ないものである。また、工業材料としてのセラミックス材料は、半導体、コンデンサー、LSI用基板等の電子セラミックスを中心に、機能性セラミックス、バイオセラミックス等のいわゆるファインセラミックスとして注目されている。近年では、高温超伝導材料として世界中の注目を浴びている。本講義では、主として、ファインセラミックスを理解するための基礎知識を与えることを目標とする。はじめに、基本である原子構造、化学結合様式、結晶構造の特徴などについて解説する。次に、セラミックスの性質に関係の深い巨視的微構造と原子スケールの点欠陥について詳述し、これらと関係の深い拡散、電気伝導、半導体理論について解説する。また、製造プロセスに重要な相平衡、固相反応、セラミックスの合成についても解説する。最後に、随時、最近のトピックスについても言及する。 |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 無機化学を発展させた科目であり、数学（微分、積分）、化学、物理および物理化学に関する3年生までの基礎知識が必要である。電子材料学および無機材料特論の基礎となる科目である。各自十分予習、復習し、講義に備えること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 正当な理由の場合を除き、授業を無断欠席しないこと。また、必ず期限どおりに課題を提出すること。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 本科目の区分                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| Webシラバスと本校履修要覧の科目区分では表記が異なるので注意すること。<br>本科目は履修要覧(p.9)に記載する「③選択必修科目」である。                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                         |                                 |                                                         |                                         |
| 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 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                              | 原子構造と周期表                                                |                                 | 1                                                       |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2週                              | 元素の一般的性質                                                |                                 | 1                                                       |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3週                              | 化学結合                                                    |                                 | 1                                                       |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4週                              | 結晶構造                                                    |                                 | 2                                                       |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5週                              | 単位格子の規定                                                 |                                 | 2                                                       |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6週                              | 化合物の結晶構造 (1)                                            |                                 |                                                         |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7週                              | 中間試験                                                    |                                 |                                                         |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8週                              | 化合物の結晶構造 (2)                                            |                                 | 2                                                       |                                         |

|    |      |     |                          |    |
|----|------|-----|--------------------------|----|
| 後期 | 2ndQ | 9週  | セラミックスの微構造とバルク欠陥         | 3  |
|    |      | 10週 | 点欠陥                      | 3  |
|    |      | 11週 | 転位                       | 3  |
|    |      | 12週 | 表面、界面および粒界               | 3  |
|    |      | 13週 | 拡散（1）                    | 4  |
|    |      | 14週 | 拡散（2）                    | 4  |
|    |      | 15週 | 期末試験                     |    |
|    |      | 16週 | 電気伝導と半導体理論（1）            | 5  |
|    | 3rdQ | 1週  | 電気伝導と半導体理論（2）            | 5  |
|    |      | 2週  | 熱力学の法則（1）                | 6  |
|    |      | 3週  | 熱力学の法則（2）                | 6  |
|    |      | 4週  | 相律と状態図の読み方、2成分系          | 7  |
|    |      | 5週  | 共晶型および包晶型状態図、2成分系の実例     | 7  |
|    |      | 6週  | 状態図の利用（帯溶融法、凍結乾燥法、非平衡冷却） | 7  |
|    |      | 7週  | 中間試験                     |    |
|    | 4thQ | 8週  | 相転移の理論（1）                | 8  |
|    |      | 9週  | 相転移の理論（2）                | 8  |
|    |      | 10週 | 固相の関与する反応（1）             | 8  |
|    |      | 11週 | 固相の関与する反応（2）             | 8  |
|    |      | 12週 | セラミックスの合成・応用             | 9  |
|    |      | 13週 | 焼結（1）                    | 10 |
|    |      | 14週 | 焼結（2）                    | 10 |
|    |      | 15週 | 期末試験                     |    |
|    |      | 16週 | 試験返却・総括                  |    |

#### 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 | 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1,前2,前3 |
|       |          |      | 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1       |
|       |          |      | ボーアの 수소原子模型を用いて、エネルギー準位を説明できる。                  | 4     | 前1       |
|       |          |      | 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3       |
|       |          |      | 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3       |
|       |          |      | 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4,前5    |
|       |          |      | 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5       |
|       |          |      | 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4       |
|       |          | 無機材料 | パウリの排他原理、軌道のエネルギー準位、フントの規則から電子の配置を示すことができる。     | 4     | 前1       |
|       |          |      | 元素の周期律を理解し、典型元素や遷移元素の一般的な性質について説明できる。           | 4     | 前1       |
|       |          |      | イオン化エネルギー、電子親和力、電気陰性度について説明できる。                 | 4     | 前1,前2    |
|       |          |      | イオン結合の形成と特徴について理解できる。                           | 4     | 前3       |
|       |          |      | 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4       |
|       |          |      | セラミックス、金属材料、炭素材料、複合材料等、無機材料の用途・製法・構造等について説明できる。 | 4     | 後13      |
|       |          |      | 単結晶化、焼結、薄膜化、微粒子化、多孔質化などに必要な材料合成法について説明できる。      | 4     | 後14,後15  |
|       |          | 材料組織 | 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10,前11  |
|       |          |      | 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12      |
|       |          |      | 物質系の平衡状態について、安定状態、準安定状態、不安定状態を説明できる。            | 4     | 後5       |
|       |          |      | ギブスの相律から自由度を求めて系の自由度を説明できる。                     | 4     | 後6,後7    |
|       |          |      | 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10,後11  |
|       |          |      | 2元系平衡状態図上で、てこの原理を用いて、各相の割合を計算できる。               | 4     | 後5       |
|       |          |      | 全率固溶体型の状態図を、自由エネルギー曲線と関連させて説明できる。               | 4     | 後5       |
|       |          |      | 共晶型反応の状態図を用いて、一般的な共晶組織の形成過程について説明できる。           | 4     | 後6       |
|       |          |      | 包晶型反応の状態図を用いて、一般的な包晶組織の形成過程について説明できる。           | 4     | 後6       |
|       |          |      | 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14,前15  |

|         |    |      |   |                   |   |   |     |         |
|---------|----|------|---|-------------------|---|---|-----|---------|
|         |    |      |   | 拡散係数の物理的意味を説明できる。 |   |   | 4   | 前14,前15 |
| 評価割合    |    |      |   |                   |   |   |     |         |
|         | 試験 | 課題演習 |   |                   |   |   | 合計  |         |
| 総合評価割合  | 80 | 20   | 0 | 0                 | 0 | 0 | 100 |         |
| 基礎的能力   | 0  | 20   | 0 | 0                 | 0 | 0 | 20  |         |
| 専門的能力   | 80 | 0    | 0 | 0                 | 0 | 0 | 80  |         |
| 分野横断的能力 | 0  | 0    | 0 | 0                 | 0 | 0 | 0   |         |