

|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  |      |                                                               |         |                                                                      |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|-------|
| 仙台高等専門学校                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                  | 開講年度 | 令和02年度 (2020年度)                                               |         | 授業科目                                                                 | 材料物性Ⅲ |
| 科目基礎情報                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                  |      |                                                               |         |                                                                      |       |
| 科目番号                                                                                                                                | 0036                                                                                                                                                                             |      | 科目区分                                                          | 専門 / 選択 |                                                                      |       |
| 授業形態                                                                                                                                | 授業                                                                                                                                                                               |      | 単位の種別と単位数                                                     | 学修単位: 2 |                                                                      |       |
| 開設学科                                                                                                                                | 機械・エネルギーコース                                                                                                                                                                      |      | 対象学年                                                          | 4       |                                                                      |       |
| 開設期                                                                                                                                 | 前期                                                                                                                                                                               |      | 週時間数                                                          | 2       |                                                                      |       |
| 教科書/教材                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                  |      |                                                               |         |                                                                      |       |
| 担当教員                                                                                                                                | 浅田 格                                                                                                                                                                             |      |                                                               |         |                                                                      |       |
| 到達目標                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                  |      |                                                               |         |                                                                      |       |
| 材料のもつ物理的性質を左右する物質中の電子の振る舞いについてイメージでき、材料開発の基礎的素養を身につける。材料物性I, IIに継続する内容を理解した上で、さまざまな物性を実際の現象と理論やそれに基づく数式などを用いて、自らの理解の上で説明していくことができる。 |                                                                                                                                                                                  |      |                                                               |         |                                                                      |       |
| ルーブリック                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                  |      |                                                               |         |                                                                      |       |
|                                                                                                                                     | 理想的な到達レベルの目安                                                                                                                                                                     |      | 標準的な到達レベルの目安                                                  |         | 未到達レベルの目安                                                            |       |
| 固体の比熱                                                                                                                               | 固体の比熱のモデルを導出でき、比熱の温度変化を説明できる。また、格子振動に由来する固体の熱伝導・熱膨張について、その変化を比熱と関連させて説明できる。                                                                                                      |      | 固体の比熱の温度変化を説明できる。また、格子振動に由来する固体の熱伝導・熱膨張について説明できる。             |         | 固体の比熱のモデルを説明できない。熱伝導・熱膨張が格子振動に関連することを理解していない。                        |       |
| 古典的自由電子モデル                                                                                                                          | 古典的な自由電子モデルにより、移動度や緩和時間を理解して計算できる。電流密度を計算できる。                                                                                                                                    |      | 古典的な自由電子モデルにより、移動度や緩和時間を計算できる。                                |         | 古典的な自由電子モデルにより、移動度や緩和時間を計算できない。                                      |       |
| エネルギーバンドの形成                                                                                                                         | 結晶中のエネルギー状態について、エネルギーバンドの形成を理解し、自由電子、周期ポテンシャル中のエネルギー状態を式で記述できる。                                                                                                                  |      | 結晶中のエネルギー状態について、エネルギーバンドの形成を理解し、自由電子、周期ポテンシャル中のエネルギー状態を説明できる。 |         | 結晶中のエネルギー状態について、エネルギーバンドの形成を理解しておらず、自由電子、周期ポテンシャル中のエネルギー状態を式で説明できない。 |       |
| 導体・半導体・絶縁体                                                                                                                          | 導体、半導体、絶縁体のエネルギーバンドと導電性の違いを図示して説明できる。                                                                                                                                            |      | 導体、半導体、絶縁体のエネルギーバンドと導電性の違いを図示して説明できる。                         |         | 導体、半導体、絶縁体のエネルギーバンドと導電性の違いを説明できない。                                   |       |
| 半導体                                                                                                                                 | 真性半導体の状態密度を導出して模式図を描き、伝道機構を説明できる。                                                                                                                                                |      | 真性半導体の状態密度の模式図を描き、伝道機構を説明できる。                                 |         | 真性半導体の状態密度を理解しておらず、伝道機構を説明できない。                                      |       |
| 不純物半導体                                                                                                                              | 真性半導体と不純物半導体の違いを説明できる。p型、n型半導体の違いをエネルギーバンド図を用いて説明できる。不純物半導体の導電率の温度変化を図示して、その機構を説明できる。                                                                                            |      | 真性半導体と不純物半導体の違いを説明できる。p型、n型半導体の違いをエネルギーバンド図を用いて説明できる。         |         | 真性半導体と不純物半導体の違いを理解していない。p型、n型半導体の違いをエネルギーバンド図に描くことができない。             |       |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                  |      |                                                               |         |                                                                      |       |
| JABEE D1 専門分野に関する工業技術を理解し、応用する能力                                                                                                    |                                                                                                                                                                                  |      |                                                               |         |                                                                      |       |
| 教育方法等                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                  |      |                                                               |         |                                                                      |       |
| 概要                                                                                                                                  | 新たな材料の開発には、材料の持つ物理的、化学的性質の理解が一層重要となっている。特に物性の理解は、材料に機能性を持たせる際に重要な電気的、熱的、光学的、磁気的な諸性質を左右する基本的な現象を捉える上で必要である。これら性質と現象の本質的な理解を目的とする。                                                 |      |                                                               |         |                                                                      |       |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                           | 授業では教科書と配布図面を利用しながら説明を進める。その復習として、物性の理解を確認するために、説明問題、物性値を求める問題などの演習課題を配付するので、次回授業の時に提出すること。<br>予習：シラバスに示した授業内容について、テキストを読んでおくこと。<br>復習：授業内容について、現象の理解として、図を用いて説明する文章が書けるようにすること。 |      |                                                               |         |                                                                      |       |
| 注意点                                                                                                                                 | 物理、応用物理および材料物性I, IIIでの学習内容を十分理解しておくこと。また、第2、3回の授業では物質を扱う上で放射性元素を除く元素記号を学習するテストする。                                                                                                |      |                                                               |         |                                                                      |       |
| 授業計画                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                  |      |                                                               |         |                                                                      |       |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 週    | 授業内容                                                          |         | 週ごとの到達目標                                                             |       |
| 前期                                                                                                                                  | 1stQ                                                                                                                                                                             | 1週   | 1.量子数と状態                                                      |         | 量子数とエネルギー状態の演習を通して理解を深める。                                            |       |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 2週   | 2.格子振動と固体の比熱                                                  |         | 格子振動の復習。格子振動に関わる物性とフォノンを説明できる。アインシュタインモデル、デバイの比熱モデルを導出して説明できる。       |       |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 3週   | 3.固体の比熱<br>～固体の熱伝導・熱膨張～                                       |         | 比熱、定積モル比熱の考え方を理解できる。                                                 |       |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 4週   | 4.結晶中のエネルギー状態<br>～自由電子模型、エネルギーバンドの形成～                         |         | 電気伝導の古典的モデルの理解をする。エネルギーバンドの形成を理解する。                                  |       |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 5週   | 4.結晶中のエネルギー状態<br>～金属の自由電子モデル～                                 |         | 固体中の自由電子の挙動を説明できる。                                                   |       |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 6週   | 4.結晶中のエネルギー状態<br>～周期ポテンシャル場中の電子～                              |         | 周期ポテンシャル場中にある電子の運動を説明できる。                                            |       |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 7週   | 4.結晶中のエネルギー状態<br>～周期ポテンシャル場中の電子～                              |         | 周期ポテンシャルと電気伝導性を理解する。                                                 |       |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 8週   | 5.半導体材料と物性<br>～半導体の種類、真性半導体～                                  |         | 半導体の種類について説明できる。不純物半導体の特徴を真性半導体と区別して説明できる。                           |       |
|                                                                                                                                     | 2ndQ                                                                                                                                                                             | 9週   | 5.半導体材料と物性<br>～不純物半導体の性質～                                     |         | 不純物半導体の添加元素の特徴、エネルギーバンドと不純物準位および伝導機構について説明できる。                       |       |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 10週  | 5.半導体材料と物性<br>～半導体界面物性～                                       |         | 金属・半導体接触、pn接合について図を用いて説明でき、さらに応用デバイスを説明できる。                          |       |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | 11週  | 6.誘電体                                                         |         | 物質の誘電性について理解して説明でき、さらに応用デバイスを説明できる。                                  |       |

|  |  |     |                             |                                           |
|--|--|-----|-----------------------------|-------------------------------------------|
|  |  | 12週 | 7.磁性材料と物性<br>～磁性の起源～        | 磁性の基礎、磁気モーメントの導出ができる。                     |
|  |  | 13週 | 7.磁性材料と物性<br>～物質の磁性～        | 磁性の分類と基本的な物質の持つ磁性を説明できる。                  |
|  |  | 14週 | 8.固体の光学的性質<br>～光の吸収と反射、発光～  | 物質が持つ光学的性質について理解し、それぞれの現象を説明できる。          |
|  |  | 15週 | 8.固体の光学的性質<br>～光電効果、光材料の基礎～ | 光電効果の原理を図示して説明できる。基本的な光材料の種類と特徴について説明できる。 |
|  |  | 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 |
|----|----|------|-----------|-------|-----|

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  | 80 | 0  | 0    | 0  | 0       | 20  | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |
| 専門的能力   | 80 | 0  | 0    | 0  | 0       | 20  | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |