

2025年度 授業シラバスの詳細内容

| ○基本情報           |                                                                                                       |                   |                            |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| 科目名             | 電気電子材料 (Electric and Electronic Materials)                                                            |                   |                            |
| ナンバリングコード       | J20303                                                                                                | 大分類 / 難易度<br>科目分野 | 機械電気工学科 専門科目 / 標準レベル<br>材料 |
| 単位数             | 2                                                                                                     | 配当学年 / 開講期        | 2 年 / 後期                   |
| 必修・選択区分         | 選択                                                                                                    |                   |                            |
|                 | ※入学年度及び所属学科コースで異なる場合がありますので、学生便覧で必ず確認してください。                                                          |                   |                            |
| 授業コード           | J030351                                                                                               | クラス名              | -                          |
| 担当教員名           | 島元 世秀                                                                                                 |                   |                            |
| 履修上の注意、<br>履修条件 | 「電子物性基礎」を受講していると受講内容が理解し易くなります。                                                                       |                   |                            |
| 教科書             | 電気・電子材料 日野太郎, 森川鋭一, 串田正人 (森北出版株式会社)                                                                   |                   |                            |
| 参考文献及び指定図書      | 電気物性学 酒井善雄 山中俊一 共著 (森北出版株式会社)<br>新版電子物性 松澤剛雄, 高橋清, 斉藤幸喜 (森北出版株式会社)<br>電子・光材料 基礎から応用まで 澤岡 昭 (森北出版株式会社) |                   |                            |
| 関連科目            | 電子物性基礎                                                                                                |                   |                            |

| ○基本情報            |                                                                                                                                                                                      |         |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 授業の目的            | 電気電子工学分野における技術革新は材料の開発・改良によるところが大きい。既存の材料の理論的位置づけを行い、また将来の新材料の出現に対して応用ができるよう、量子化の概念及び電気電子材料に対する基礎知識の修得を目的とします。ディプロマ・ポリシーに基づく自発的な取り組みを行い、主に電気電子技術に関する知識修得に励み、理論を基に基礎・応用技術を学ぶことを推奨します。 |         |
|                  | 電気電子工学分野における既存の材料の理論的位置づけを学び、また新材料である電気電子材料に対する基礎、応用知識を修得します。                                                                                                                        |         |
| 授業の運営方法          | (1) 授業の形式                                                                                                                                                                            | 「講義形式」  |
|                  | (2) 複数担当の場合の方式                                                                                                                                                                       | 「該当しない」 |
|                  | (3) アクティブ・ラーニング                                                                                                                                                                      | 「該当なし」  |
| 地域志向科目           | 該当しない                                                                                                                                                                                |         |
| 実務経験のある教員による授業科目 |                                                                                                                                                                                      |         |

| ○成績評価の指標          |                                                  | ○成績評価基準(合計100点)  |                   |                  |
|-------------------|--------------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 到達目標の観点           | 到達目標                                             | テスト<br>(期末試験・中間確 | 提出物<br>(レポート・作品等) | 無形成果<br>(発表・その他) |
| 【関心・意欲・態度】        | 電気電子材料について意欲的に学び、レポートなどに纏める。                     |                  | 15点               | 15点              |
| 【知識・理解】           | 1.電気電子材料の基礎的理論が理解できる。<br>2.電気電子材料の基礎応用的理論が理解できる。 | 50点              |                   |                  |
| 【技能・表現・コミュニケーション】 | 電気電子材料の計算方法を習得し、表記できる。                           | 10点              |                   |                  |
| 【思考・判断・創造】        | 電気電子材料の種類の分別ができる。                                | 10点              |                   |                  |

| ○成績評価の補足(具体的な評価方法および期末試験・レポート等の学習成果・課題のフィードバック方法)                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 課題、小テストを適宜実施します。<br>公欠対象者は休講した回の内容をレポートで提出し、内容を理解しているか確認の小テストを行います。<br>出席及び小テスト、専門演習などの確認テストの成績を考慮します。<br>「その他」に記載している機械電気工学科のディプロマポリシーに関連しています。<br>試験等の解答は、授業内で解説、または島元研究室(4号館2階、4213)で適宜対応いたします。 |

| ○その他                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 電卓、筆記用具(定規, 三角定規, コンパス等)が必要です。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"><li>・ 学習相談の方法: 教室、メール、googleclassroom等。</li><li>・ 学生と教員の連絡方法など: 教室、メール、googleclassroom等。</li><li>・ 教員のホームページアドレス: <a href="https://www1.nbu.ac.jp/~shimamoto/">https://www1.nbu.ac.jp/~shimamoto/</a></li><li>・ 授業内容のキーワード: 電気電子材料</li><li>・ TA、SA の配属予定: 無し</li><li>・ 教職に関する科目の留意事項: 対象科目</li><li>・ 資格に関する科目の情報: 電気主任技術者、工事担任者(一部免除)、第一級陸上無線技術士(一部免除)の国家資格認定校科目です。</li><li>・ 副専攻に関する科目の情報: 無し</li></ul> |
| ディプロマ・ポリシー【学位授与の方針】                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 評価基準の観点[関心・意欲・態度]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 機械・電気技術の産業界での役割を考え、身につけた技術や知識を上手く活用し、社会の諸問題に対して主体的に取り組み、常に自発的に学び続ける意欲を持つことができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 評価基準の観点[知識・理解]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 機械と電気の両工学分野にわたる基礎・基幹技術を習得の上、工学基礎から応用に至るプロセスを理解し、情報技術を駆使して工学的諸課題に対する技術的な判断と対応ができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 評価基準の観点[技能・表現・コミュニケーション]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 産業界の期待に応え、技術力・問題解決能力を持ち、ものづくりに対して機械と電気の両側面からのアプローチを果敢に行い、チームにおけるリーダーシップを発揮できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 評価基準の観点[思考・判断・創造]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 機械と電気に関して学ぶ内容と産業界とのつながりを体系的に理解して、技術者としての 倫理を身につけ、社会・地域の発展に寄与できる技術力・創造力を持っている。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

2025年度 授業シラバスの詳細内容

|                                                                                                                                                                                                            |                                         |                                                    |       |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|---------|
| ○授業計画                                                                                                                                                                                                      | 科 目 名<br>担当教員                           | 電気電子材料（Electric and Electronic Materials）<br>島元 世秀 | 授業コード | J030351 |
| 学修内容                                                                                                                                                                                                       |                                         |                                                    |       |         |
| 1. 電気・電子材料の物性と電気電子材料の例/授業内評価<br>原子構造（ボーアの模型と水素原子）、原子内の電子配列<br>化学結合（イオン結合、共有結合、ファンデル・ワールス力）、水素結合、金属結合）<br>構造材料、機能材料                                                                                         |                                         |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                         | 結晶と電気材料開発の歴史についてノートもしくはレポートにまとめる        |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                         | 電気・電子材料の物性と電気電子材料の例についてノートもしくはレポートにまとめる |                                                    | 約2時間  |         |
| 2. 結晶と電気材料開発の歴史/授業内評価<br>結晶の種類、結晶構造、結晶による回折、反射、結晶の方向、ミラー指数、逆格子、格子振動、格子欠陥                                                                                                                                   |                                         |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                         | 電気電子材料と物理効果についてノートもしくはレポートにまとめる         |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                         | 結晶と電気材料開発の歴史についてノートもしくはレポートにまとめる        |                                                    | 約2時間  |         |
| 3. 電気電子材料と物理効果/授業内評価<br>熱力学と統計力学、統計の種類とその分布関数<br>帯理論（金属内の自由電子、帯理論、ブリルアン帯と逆格子、帯構造からみた導体、絶縁体、および半導体）、超伝導材料におけるジョセフソン効果やマイスナー効果、光記憶材料における磁気光学効果、半導体材料におけるトンネル効果、光学材料における電気光学効果                                |                                         |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                         | 導体と元素の周期律についてノートもしくはレポートにまとめる           |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                         | 電気電子材料と物理効果についてノートもしくはレポートにまとめる         |                                                    | 約2時間  |         |
| 4. 導体と元素の周期律/授業内評価<br>金属中の電気伝導、金属の化学組成と電気伝導、金属接触面における電気伝導、金属導電材料の特性、電線とケーブル、常伝導材料として用いられている遷移元素、半導体材料として用いられているⅣ族元素、Ⅲ－Ⅴ族元素、Ⅱ－Ⅵ族元素。レーザー材料として用いられている稀土類元素や鉄族遷移元素等                                            |                                         |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                         | 超伝導材料と抵抗材料、電子の性質についてノートもしくはレポートにまとめる    |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                         | 導体と元素の周期律についてノートもしくはレポートにまとめる           |                                                    | 約2時間  |         |
| 5. 超電導材料と抵抗材料、電子の性質/授業内評価<br>超電導材料（超電導現象、超電導状態と磁界、超電導の反磁性、セラミックス系超電導材料）<br>抵抗材料（電流による抵抗体の発熱、金属の電気抵抗と温度、合金の電気抵抗、抵抗材料）、電子は粒子性と波動性という二重性を有しており、電気材料としての性質に反映している。電子を照射して回折が起こるなど電子の二重性を表す実験例や、実験例を記述する理論等を学ぶ。 |                                         |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                         | 半導体材料（1）と水素類似原子についてノートもしくはレポートにまとめる     |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                         | 超電導材料と抵抗材料、電子の性質についてノートもしくはレポートにまとめる    |                                                    | 約2時間  |         |
| 6. 半導体材料（1）と水素類似原子/授業内評価<br>半導体と半導体素子、半導体の帯構造と電気伝導、整流作用、整流理論<br>水素類似原子、電子軌道：主量子数n、方位量子数l、磁気量子数m                                                                                                            |                                         |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                         | 半導体材料（2）、半導体材料の基礎についてノートもしくはレポートにまとめる   |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                         | 半導体材料（1）と水素類似原子についてノートもしくはレポートにまとめる     |                                                    | 約2時間  |         |
| 7. 半導体材料（2）、半導体材料の基礎/授業内評価<br>pn接合、トランジスタ、半導体における光電効果、半導体材料は結晶から構成されており、結晶は規則的に配列した格子点からなっている。従って、結晶内のポテンシャルエネルギーは周期的である。そのような結晶内に存在し周期的な影響を受ける電子についてその振る舞いを考える。                                           |                                         |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                         | 半導体材料（3）、ブロッホの定理についてノートもしくはレポートにまとめる    |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                         | 半導体材料（2）、半導体材料の基礎についてノートもしくはレポートにまとめる   |                                                    | 約2時間  |         |
| 8. 半導体材料（3）、ブロッホの定理/授業内評価<br>半導体における熱電効果、熱抵抗効果、電圧抵抗効果、電流磁気効果と磁気抵抗効果、集積回路、孤立原子の原子核のポテンシャルエネルギーから一次元結晶のポテンシャルエネルギーを考え、ポテンシャルエネルギーが周期関数であるとき、電子波の固有関数が周期関数を含む関数で与えられることを学ぶ。一次元モデルを考えた後、三次元に拡張する。              |                                         |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                         | 誘電材料（1）、ブリルアン帯についてノートもしくはレポートにまとめる      |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                         | 半導体材料（3）、ブロッホの定理についてノートもしくはレポートにまとめる    |                                                    | 約2時間  |         |

|                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                    |       |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|---------|
| ○授業計画                                                                                                                                                                                                                           | 科 目 名<br>担当教員                                | 電気電子材料（Electric and Electronic Materials）<br>島元 世秀 | 授業コード | J030351 |
| 学修内容                                                                                                                                                                                                                            |                                              |                                                    |       |         |
| 9. 誘電材料（1）、ブリルアン帯/授業内評価<br>誘電体の巨視的性質、原子及び分子の双極子モーメント、誘電分極、内部電界。電子は結晶の中では波としての性質が現れる。電子波は結晶中を進むとき格子点の周期的な配列によりブラッグ反射を受ける。とびとびの波数位置でエネルギーギャップが生じることによりブリルアン帯が形成されます。還元ゾーンについても考える。                                                |                                              |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                                              | 誘電材料（2）、結晶の構造についてノートもしくはレポートにまとめる            |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                                              | 誘電材料（1）、ブリルアン帯についてノートもしくはレポートにまとめる           |                                                    | 約2時間  |         |
| 10. 誘電材料（2）、結晶の構造/授業内評価<br>交流電界における分極と緩和、誘電材料の特性、立方、正方、菱面体、六方、斜方、単斜、三斜の各晶系と、面心、体心、底心まで考慮した14個のブラベー格子                                                                                                                            |                                              |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                                              | 誘電材料（3）、逆格子とブリルアン帯についてノートもしくはレポートにまとめる       |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                                              | 誘電材料（2）、結晶の構造についてノートもしくはレポートにまとめる            |                                                    | 約2時間  |         |
| 11. 誘電材料（3）、逆格子とブリルアン帯/授業内評価<br>強誘電体、電気伝導、単純立方結晶格子、体心立方結晶格子、面心立方結晶格子について、基本並進ベクトルから逆格子ベクトルを求め、さらに3次元のブリルアン帯の求め方について学ぶ。                                                                                                          |                                              |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                                              | 磁性材料（1）、エネルギーバンド構造と物質の性質についてノートもしくはレポートにまとめる |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                                              | 誘電材料（3）、逆格子とブリルアン帯についてノートもしくはレポートにまとめる       |                                                    | 約2時間  |         |
| 12. 磁性材料（1）、エネルギーバンド構造と物質の性質/授業内評価<br>磁性材料の巨視的性質、磁性の分類、原子の永久磁気双極子モーメント。ブリルアン帯の電子による満たされ方と電気伝導の関係を考察し、さらにバンドギャップとの関係から電気材料が導体、半導体、絶縁体に分類できることを学ぶ。一般に、1原子あたりの電子数が奇数であれば金属に、偶数であれば絶縁体または半導体になる。                                    |                                              |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                                              | 磁性材料（2）、光デバイス材料についてノートもしくはレポートにまとめる          |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                                              | 磁性材料（1）、エネルギーバンド構造と物質の性質についてノートもしくはレポートにまとめる |                                                    | 約2時間  |         |
| 13. 磁性材料（2）、光デバイス材料/授業内評価<br>各種磁性、磁区と磁化、磁性材料特性。発光デバイス、受光デバイス、光制御デバイス、レーザー材料について学ぶ。レーザー材料には気体レーザー材料、固体レーザー材料、色素レーザー材料がある。気体レーザー材料にはHe-Ne系、希ガスイオン系、金属蒸気系、赤外気体レーザー材料、化学レーザー材料、エキシマーレーザー材料等がある。固体レーザー材料には稀土類イオンや鉄族イオンがある。           |                                              |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                                              | 電気・電子材料試験、光ファイバー材料についてノートもしくはレポートにまとめる       |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                                              | 磁性材料（2）、光デバイス材料についてノートもしくはレポートにまとめる          |                                                    | 約2時間  |         |
| 14. 電気・電子材料試験、光ファイバー材料/授業内評価<br>導電材料試験、半導体材料試験、固体絶縁材料試験、絶縁材料の劣化試験法、磁性材料試験。光ファイバーの構造と分類に触れ、光ファイバーの損失要因について考察するとともに、光ファイバー開発の歴史を述べる。光ファイバーは、屈折率の分布によりグレーデッドインデックスファイバーとステップインデックスファイバーとに、また、コア径により、マルチモードファイバーと単一モードファイバーとに分類される。 |                                              |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                                              | 電気電子材料の講義内容に関してノートもしくはレポートにまとめる              |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                                              | 電気・電子材料試験、光ファイバー材料についてノートもしくはレポートにまとめる       |                                                    | 約2時間  |         |
| 15. 専門演習及び解説/授業内評価<br>電卓を必ず持参                                                                                                                                                                                                   |                                              |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                                              | 電気電子材料の講義内容に関してノートもしくはレポートにまとめる              |                                                    | 約2時間  |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                                              | 電気電子材料の講義内容に関してノートもしくはレポートにまとめる              |                                                    | 約2時間  |         |
| 16. 予備日                                                                                                                                                                                                                         |                                              |                                                    |       |         |
| 予習                                                                                                                                                                                                                              |                                              |                                                    |       |         |
| 復習                                                                                                                                                                                                                              |                                              |                                                    |       |         |