

|                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|
| 奈良工業高等専門学校                                                                                                                                                                    |      | 開講年度                                                                                                                                                                                                                                         | 令和06年度 (2024年度)       |                                  | 授業科目                                                            | 電磁気学                                    |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                        |      |                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| 科目番号                                                                                                                                                                          |      | 0052                                                                                                                                                                                                                                         |                       | 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                                                                                                                                                                          |      | 電子制御工学科                                                                                                                                                                                                                                      |                       | 対象学年                             |                                                                 | 3                                       |  |
| 開設期                                                                                                                                                                           |      | 通年                                                                                                                                                                                                                                           |                       | 週時間数                             |                                                                 | 2                                       |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                        |      | 「新版 電磁気学の基礎」, 森北出版, 斉藤幸喜・宮代彰一・高橋清 著 / 「電磁気学演習 (理工基礎 物理学演習ライブラリ)」, サイエンス社, 山村泰道・北川盈雄 著                                                                                                                                                        |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| 担当教員                                                                                                                                                                          |      | 山口 和也                                                                                                                                                                                                                                        |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| 到達目標                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| 1. クーロンの法則を用いて, 電荷によるクーロン力, 静電界, 電位・電位差を求めることができる.<br>2. 電気力線の概念やガウスの法則を用いて電界を求めることができる.<br>3. 導体における静電誘導現象, 導体の特性を表す係数, 2導体間の静電容量を理解できる.<br>4. 電気映像法 (鏡像法) による電界計算の手法を理解できる. |      |                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| ルーブリック                                                                                                                                                                        |      |                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
|                                                                                                                                                                               |      | 理想的な到達レベルの目安                                                                                                                                                                                                                                 |                       | 標準的な到達レベルの目安                     |                                                                 | 未到達レベルの目安                               |  |
| 評価項目1                                                                                                                                                                         |      | ベクトル解析の基礎を理解し, 説明できるとともに利用することができる.                                                                                                                                                                                                          |                       | ベクトル解析の基礎を理解し, 与えられた課題を解くことができる. |                                                                 | ベクトル解析の基礎を正しく理解できない.                    |  |
| 評価項目2                                                                                                                                                                         |      | 点電荷・線電荷・円環状電荷・円板状電荷による電界・電位を求めることができる.                                                                                                                                                                                                       |                       | 点電荷による電界・電位を求めることができる.           |                                                                 | 電荷による電界・電位を正しく求めることができない.               |  |
| 評価項目3                                                                                                                                                                         |      | ガウスの法則を用いた応用的な問題を解くことができる.                                                                                                                                                                                                                   |                       | ガウスの法則を用いた基本的な問題を解くことができる.       |                                                                 | ガウスの法則を用いた問題を正しく解くことができない.              |  |
| 評価項目4                                                                                                                                                                         |      | 静電誘導を考慮した導体系の電界・電位を求めることができる.                                                                                                                                                                                                                |                       | 静電誘導を考慮した導体系の電界・電位の基本的例題を理解できる.  |                                                                 | 静電誘導を考慮した導体系の電界・電位を正しく求めることができない.       |  |
| 評価項目5                                                                                                                                                                         |      | 電気映像法 (鏡像法) の手法を用いて各種の問題を解くことができる.                                                                                                                                                                                                           |                       | 電気映像法 (鏡像法) の手法を理解できる.           |                                                                 | 電気映像法 (鏡像法) を正しく理解できない.                 |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                 |      |                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| 準学士課程 (本科1～5年) 学習教育目標 (2)                                                                                                                                                     |      |                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| 教育方法等                                                                                                                                                                         |      |                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| 概要                                                                                                                                                                            |      | クーロンの法則から出発し, 電磁気学の歴史的アプローチにほぼ従う形で講義を進める. この方法は, それぞれのステップにおいて物理的な意味をつかみやすいことが利点である. 電磁気学は, ベクトル解析などの数学的知識も要求されるため, これらについても適宜取り扱う.                                                                                                          |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                     |      | 座学による講義が中心である. 講義項目ごとに問題に取り組み, 各自の理解度を確認する. また, 定期試験返却時に解説を行い, 理解が不十分な点を解消する. 課題レポートの未提出・提出遅れ, 講義中の他の学生への迷惑行為 (私語など) が認められた場合は減点評価とする.                                                                                                       |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| 注意点                                                                                                                                                                           |      | 関連科目: 数学 (微分積分, 三角関数, ベクトル解析), 応用物理, 電気回路, 電子工学.<br>学習指針: 目に見えない電磁気現象は数学的取り扱いが中心となるため, 各自の経験や身近な体験を通じて説明できるまで理解することが重要である.<br>事前学習: 受講前に教科書の授業範囲を事前に読んでおくこと.<br>事後展開学習: 授業中に学んだことを適宜復習し, 課題が出された場合は各自きちんと解くこと. また, 定期試験終了後は, 間違えた箇所をよく見直すこと. |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| 学修単位の履修上の注意                                                                                                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |                                                                 |                                         |  |
| 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                                                                                                                                                                                                                                           | 初回ガイダンス・スカラーとベクトル     |                                  | ガイダンス, および電磁気学を理解するためのスカラーとベクトルの基礎を理解できる.                       |                                         |  |
|                                                                                                                                                                               |      | 2週                                                                                                                                                                                                                                           | ベクトルの内積と外積            |                                  | ベクトルのスカラー積 (内積) とベクトル積 (外積) の意味を説明でき, 問題を解くことができる.              |                                         |  |
|                                                                                                                                                                               |      | 3週                                                                                                                                                                                                                                           | 線積分と面積分               |                                  | 三次元空間における線積分と面積分を理解できる.                                         |                                         |  |
|                                                                                                                                                                               |      | 4週                                                                                                                                                                                                                                           | ベクトル解析                |                                  | スカラーの勾配(grad), ベクトルの発散(div), ベクトルの回転(rot)の意味を説明でき, 問題を解くことができる. |                                         |  |
|                                                                                                                                                                               |      | 5週                                                                                                                                                                                                                                           | クーロンの法則               |                                  | 静電的な力の法則であるクーロンの法則を理解できる.                                       |                                         |  |
|                                                                                                                                                                               |      | 6週                                                                                                                                                                                                                                           | 点電荷がつくる電界             |                                  | 電界の定義と, クーロンの法則を用いて点電荷がつくる電界の求め方を理解できる.                         |                                         |  |
|                                                                                                                                                                               |      | 7週                                                                                                                                                                                                                                           | まとめ                   |                                  | これまでの学習内容を理解できる.                                                |                                         |  |
|                                                                                                                                                                               |      | 8週                                                                                                                                                                                                                                           | 前期中間試験                |                                  | 授業内容を理解し, 試験問題に対して正しく解答できる.                                     |                                         |  |
|                                                                                                                                                                               | 2ndQ | 9週                                                                                                                                                                                                                                           | 試験返却・解答               |                                  | 試験問題を見直し, 理解が不十分な点を解消できる.                                       |                                         |  |
|                                                                                                                                                                               |      | 10週                                                                                                                                                                                                                                          | 線電荷・円環状電荷・円板状電荷がつくる電界 |                                  | 線電荷・円環状電荷・円板状電荷がつくる電界の求め方を理解できる.                                |                                         |  |
|                                                                                                                                                                               |      | 11週                                                                                                                                                                                                                                          | 電気力線とガウスの法則           |                                  | 任意の局面を通り抜ける電気力線の考え方とガウスの法則を理解できる.                               |                                         |  |

|    |      |     |                       |                                                      |
|----|------|-----|-----------------------|------------------------------------------------------|
| 後期 |      | 12週 | 電荷を動かすために要する仕事と電位・電位差 | 電界中で静止している点電荷を移動させて再び静止させるための仕事の求め方と電位・電位差の定義を理解できる。 |
|    |      | 13週 | 電位の勾配                 | 電位の勾配と電界との関係を理解できる。                                  |
|    |      | 14週 | まとめ                   | これまでの学習内容を理解できる。                                     |
|    |      | 15週 | 前期末試験                 | 授業内容を理解し、試験問題に対して正しく解答できる。                           |
|    |      | 16週 | 試験返却・解答               | 試験問題を見直し、理解が不十分な点を解消できる。                             |
|    | 3rdQ | 1週  | 電気双極子                 | 電気双極子による電位を理解できる。                                    |
|    |      | 2週  | 電荷分布と電位               | ポアソンの方程式とラプラスの方程式を理解できる。                             |
|    |      | 3週  | 静電誘導と電界               | 静電誘導の現象を理解できる。                                       |
|    |      | 4週  | 導体と電荷                 | 導体に発生した静電誘導を考慮した電界・電位の解法を理解できる。                      |
|    |      | 5週  | 電位係数と容量係数             | 導体の特性を表す電位係数・容量係数の定義と計算方法を理解できる。                     |
|    |      | 6週  | コンデンサ・コイルの電圧・電流       | コンデンサ・コイルの電圧・電流の関係式を、キャパシタンス・インダクタンスの定義から理解できる。      |
|    |      | 7週  | まとめ                   | これまでの学習内容を理解できる。                                     |
|    |      | 8週  | 後期中間試験                | 授業内容を理解し、試験問題に対して正しく解答できる。                           |
|    | 4thQ | 9週  | 試験返却・解答               | 試験問題を見直し、理解が不十分な点を解消できる。                             |
|    |      | 10週 | コンデンサの接続・合成容量と電荷保存則   | 電荷保存則をもとにして、複数のコンデンサを接続した場合の電圧や静電容量を計算できる。           |
|    |      | 11週 | 静電エネルギーと電気力           | 真空中の導体を帯電状態にしたときの静電的エネルギーと、そのエネルギーの元となる電気力を理解できる。    |
|    |      | 12週 | 電気映像法（鏡像法）（１）         | 導体外の電荷が作る電界や電位を、いくつかの点電荷による効果に置き換える電気映像法（鏡像法）を理解できる。 |
|    |      | 13週 | 電気映像法（鏡像法）（２）         | 鏡像法を利用し、導体外の静電気力を計算できる。                              |
|    |      | 14週 | まとめ                   | これまでの学習内容を理解できる。                                     |
|    |      | 15週 | 学年末試験                 | 授業内容を理解し、試験問題に対して正しく解答できる。                           |
|    |      | 16週 | 試験返却・解答               | 試験問題を見直し、理解が不十分な点を解消できる。                             |

#### 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 | 電気・電子系分野 | 電磁気       | 電荷及びクーロンの法則を説明でき、点電荷に働く力等を計算できる。    | 3<br>前9                           |
|       |          |          |           | 電界、電位、電気力線、電束を説明でき、これらを用いた計算ができる。   | 3<br>前9,前10,前11,前12,前13,前14,後1,後2 |
|       |          |          |           | ガウスの法則を説明でき、電界の計算に用いることができる。        | 3<br>前5,前12,後2                    |
|       |          |          |           | 導体の性質を説明でき、導体表面の電荷密度や電界などを計算できる。    | 3<br>後3,後4,後5,後6,後10,後12,後13      |
|       |          |          |           | 静電容量を説明でき、平行平板コンデンサ等の静電容量を計算できる。    | 3<br>後9,後11                       |
|       |          |          |           | コンデンサの直列接続、並列接続を説明し、その合成静電容量を計算できる。 | 3<br>後9                           |
|       |          |          |           | 静電エネルギーを説明できる。                      | 3<br>後10,後11                      |
|       |          |          |           | 電磁誘導を説明でき、誘導起電力を計算できる。              | 3                                 |
|       |          |          |           | 自己誘導と相互誘導を説明できる。                    | 3                                 |

#### 評価割合

|         | 試験 | レポート課題 | 合計  |
|---------|----|--------|-----|
| 総合評価割合  | 80 | 20     | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0      | 0   |
| 専門的能力   | 80 | 20     | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0      | 0   |