

|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 沼津工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                     | 開講年度                                          | 令和05年度 (2023年度)                                                                                             |                                                                                                                        | 授業科目    | 電磁気学Ⅱ                                                                                                     |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2023-299                                                                                                                                                                                                                                                            |                                               |                                                                                                             | 科目区分                                                                                                                   | 専門 / 必修 |                                                                                                           |  |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                                                      | 授業                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                             | 単位の種別と単位数                                                                                                              | 学修単位: 2 |                                                                                                           |  |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                                                      | 電子制御工学科                                                                                                                                                                                                                                                             |                                               |                                                                                                             | 対象学年                                                                                                                   | 4       |                                                                                                           |  |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                       | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                             | 週時間数                                                                                                                   | 2       |                                                                                                           |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                    | 基礎電磁気学 改訂版 山口昌一郎著 電気学会 (発行元 オーム社)                                                                                                                                                                                                                                   |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                      | 遠山 和之                                                                                                                                                                                                                                                               |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| 電磁場での基本的な現象や法則など（アンペアの右ねじの法則、ビオ・サバールの法則、アンペアの法則、磁界のベクトル・ポテンシャル、ホール効果、ファラデーの法則、磁性体の磁化率、透磁率、ヒステリシス、マクスウェルの方程式、ポインティング・ベクトル）を理解して以下の列記した各項目を行うことができる。<br>（１）電磁気学の簡単な問題を解く際にこれらの法則を活用して式を立て解を導くことができる。<br>（２）電磁場での基本的な法則を適用できる複合・融合領域に関する課題について、電磁気学の知識を適用し、考察することができる。（B1-3） |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| 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                                                                                                 |  |
| 1. 電磁気学の簡単な問題を解く際にこれらの法則を活用して式を立て解を導くことができる。                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                     | □電磁場での基本的な法則を理解して、電磁気学の応用的な問題を解くことができる。       |                                                                                                             | □アンペアの右ねじの法則、ビオ・サバールの法則、アンペアの法則、磁界のベクトル・ポテンシャル、ファラデーの法則、磁性体の磁化率、透磁率、ヒステリシス、マクスウェルの方程式、ポインティング・ベクトルを用いて、簡単な問題を解くことができる。 |         | □アンペアの右ねじの法則、ビオ・サバールの法則、アンペアの法則、磁界のベクトル・ポテンシャル、ファラデーの法則、磁性体の磁化率、透磁率、ヒステリシス、マクスウェルの方程式、ポインティング・ベクトルを知っている。 |  |
| 2. 電磁場での基本的な法則を適用できる複合・融合領域に関する課題について、電磁気学の知識を適用し、考察することができる。（B1-3）                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                     | □電磁場での基本的な法則を理解して、例えば電動機のトルクやモーメントを求めることができる。 |                                                                                                             | □電磁場での基本的な法則を理解し、例えば電動機が回転する原理を説明することができる。                                                                             |         | □電磁場での基本的な法則を知っているが、電磁気学を用いて解く課題に適用できない。                                                                  |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| 実践指針（B1） 実践指針のレベル（B1-3） 【本校学習・教育目標（本科のみ）】 2 【プログラム学習・教育目標】 B                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                        | 電磁気学は、力学と並んで物理学の基礎をなす重要な分野である。電磁気学では、その名の示すように、電気と磁気の現象を対象とする。電磁場は電荷や電流の働きによって空間に生じるある種の変化であり、それは力学で扱う「物体の運動」と違って、目に見えない。電磁気についての日常経験、電磁場に対する実感というものが皆無に等しい。電磁気学Ⅰで学んだ簡単な静電場（時間的に変動しない静的な電場）を基礎として、電磁気学Ⅱでは「第7章 磁界」「第8章 電磁誘導」「第9章 インダクタンス」「第11章 磁性体」「第12章 電磁波」について学ぶ。 |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                                 | 授業は、パワーポイント資料を利用した解説と授業後に実施する課題Formsを各自で考える形で進める。                                                                                                                                                                                                                   |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.評価については、評価割合に従って行います。ただし、適宜再試や追加課題を課し、加点することがあります。<br>2.この科目は学修単位科目であり、1単位あたり15時間の対面授業を実施します。併せて1単位あたり30時間の事前学習・事後学習が必要となります。                                                                                                                                     |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| 授業の属性・履修上の区分                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |                                                                                                             |                                                                                                                        |         |                                                                                                           |  |
| ☑ アクティブラーニング                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                     | ☑ ICT 利用                                      |                                                                                                             | ☑ 遠隔授業対応                                                                                                               |         | ☑ 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                                                                                                               |         |                                                                                                           |  |
| 後期                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3rdQ                                                                                                                                                                                                                                                                | 1週                                            | ガイダンス<br>第7章 磁界<br>7.1 磁気現象、7.2 アンペアの右ねじの法則、7.3 ビオ・サバールの法則                                                  | 電流が作る磁界をビオ・サバールの法則を用いて計算できる。<br>電流が作る磁界をアンペールの法則を用いて計算できる。                                                             |         |                                                                                                           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2週                                            | 第7章 磁界<br>7.3 ビオ・サバールの法則<br>7.3.1 無限長線状電流による磁界<br>7.4 アンペアの法則<br>7.4.1 アンペアの周回積分の法則(積分形)                    | 電流が作る磁界をアンペールの法則を用いて計算できる。                                                                                             |         |                                                                                                           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3週                                            | 第7章 磁界<br>7.4 アンペアの法則<br>7.4.1 アンペアの周回積分の法則(積分形)                                                            | 電流が作る磁界をアンペールの法則を用いて計算できる。                                                                                             |         |                                                                                                           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4週                                            | 第7章 磁界<br>7.5 磁界のポテンシャル<br>7.6 磁界中の電流（運動電荷）の受ける力                                                            | 磁界中の電流に作用する力を説明できる。                                                                                                    |         |                                                                                                           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5週                                            | 第7章 磁界<br>7.7 平行導線の電流間に働く電磁力、7.9 ホール効果、7.10 電磁力による仕事                                                        | 磁界中の電流に作用する力を説明できる。                                                                                                    |         |                                                                                                           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6週                                            | 第8章 電磁誘導<br>8.1 ファラデーの法則<br>8.2 交流の発生、8.3 磁界中を運動する導体に生じる起電力                                                 | ローレンツ力を説明できる。<br>電磁誘導を説明でき、誘導起電力を計算できる。                                                                                |         |                                                                                                           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7週                                            | 第8章 電磁誘導<br>8.4 電気・機械エネルギー変換、8.5 渦電流<br>後期中間試験（50分間）                                                        | 電気エネルギーから機械エネルギーへの変換や機械エネルギーから電気エネルギーへの変換を説明できる。                                                                       |         |                                                                                                           |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8週                                            | 第9章 インダクタンス<br>9.1 自己インダクタンス、9.2 相互インダクタンス<br>9.3 相互インダクタンスと自己インダクタンスとの関係<br>9.4 インダクタンスの接続、9.5 インダクタンスの計算例 | 自己誘導と相互誘導を説明できる。<br>自己インダクタンス及び相互インダクタンスを求めることができる。                                                                    |         |                                                                                                           |  |

|      |     |                                                                              |                                                                                                                                                                                               |
|------|-----|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4thQ | 9週  | 第9章 インダクタンス<br>9.5 インダクタンスの計算例<br>9.6 磁界に蓄えられるエネルギー                          | 自己インダクタンス及び相互インダクタンスを求めることができる。<br>磁気エネルギーを説明できる。                                                                                                                                             |
|      | 10週 | 第11章 磁性体<br>11.1 物質の磁性、11.2 磁化の強さ、11.3 磁化率と透磁率<br>11.4 強磁性体の磁化               | 磁性体と磁化及び磁束密度を説明できる。                                                                                                                                                                           |
|      | 11週 | 第11章 磁性体<br>11.5 磁化に要するエネルギー、11.6 ヒステリシス損失<br>11.7 磁気回路、11.8 エアギャップをもつ磁気回路   | 磁気エネルギーを説明できる。                                                                                                                                                                                |
|      | 12週 | 第11章 磁性体<br>11.9 飽和特性をもつ鉄心とエアギャップとからなる磁気回路、11.10 磁束についてのガウスの法則               | 磁性体と磁化及び磁束密度を説明できる。<br>電流が作る磁界をアンペールの法則を用いて計算できる。                                                                                                                                             |
|      | 13週 | 第11章 磁性体<br>11.11 境界面におけるBとH<br>11.12 棒状磁性体の磁化、11.13 永久磁石                    | 電流が作る磁界をアンペールの法則を用いて計算できる。<br>ベクトルの定義を理解し、ベクトルの基本的な計算(和・差・定数倍)ができ、大きさを求めることができる。<br>平面および空間ベクトルの成分表示ができ、成分表示を利用して簡単な計算ができる。<br>平面および空間ベクトルの内積を求めることができる。<br>問題を解くために、ベクトルの平行・垂直条件を利用することができる。 |
|      | 14週 | 第12章 電磁波<br>12.1 変位電流、12.2 マクスウェルの方程式<br>12.3 マクスウェルの方程式の解(波動方程式)            | 変位電流を説明できる。<br>マクスウェル方程式を説明できる。                                                                                                                                                               |
|      | 15週 | 第12章 電磁波<br>12.4 平面波、12.5 損失のある誘電体中の電磁波、<br>12.6 導体と電磁波<br>12.7 ポインティング・ベクトル | ポインティング・ベクトルを説明できる。                                                                                                                                                                           |
|      | 16週 | 第7章～第12章の総括                                                                  | 電磁場での基本的な法則を理解し、例えば電動機が回転する原理を説明することができる。また、電流と磁場の関係を理解し、磁界や磁束密度を求めることができる。自己インダクタンス、相互インダクタンスを求めることができる。変位電流を説明できる。ポインティングベクトルを説明できる。磁界中に電流を流したときに働く力を求めることができる。                             |

| 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     |
| 基礎的能力                 | 数学       | 数学       | 数学   | ベクトルの定義を理解し、ベクトルの基本的な計算(和・差・定数倍)ができ、大きさを求めることができる。 | 3     | 後13     |
|                       |          |          |      | 平面および空間ベクトルの成分表示ができ、成分表示を利用して簡単な計算ができる。            | 3     | 後13     |
|                       |          |          |      | 平面および空間ベクトルの内積を求めることができる。                          | 3     | 後13     |
|                       |          |          |      | 問題を解くために、ベクトルの平行・垂直条件を利用することができる。                  | 3     | 後13     |
|                       |          |          |      | 空間内の直線・平面・球の方程式を求めることができる(必要に応じてベクトル方程式も扱う)。       | 3     |         |
| 専門的能力                 | 分野別の専門工学 | 電気・電子系分野 | 電磁気  | 磁性体と磁化及び磁束密度を説明できる。                                | 4     | 後10,後12 |
|                       |          |          |      | 電流が作る磁界をビオ・サバールの法則を用いて計算できる。                       | 4     | 後1,後2   |
|                       |          |          |      | 電流が作る磁界をアンペールの法則を用いて計算できる。                         | 4     | 後3,後13  |
|                       |          |          |      | 磁界中の電流に作用する力を説明できる。                                | 4     | 後4,後5   |
|                       |          |          |      | ローレンツ力を説明できる。                                      | 4     | 後6      |
|                       |          |          |      | 磁気エネルギーを説明できる。                                     | 4     | 後11     |
|                       |          |          |      | 電磁誘導を説明でき、誘導起電力を計算できる。                             | 4     | 後6      |
|                       |          |          |      | 自己誘導と相互誘導を説明できる。                                   | 4     | 後7      |
|                       |          |          |      | 自己インダクタンス及び相互インダクタンスを求めることができる。                    | 4     | 後8,後9   |

| 評価割合                                                                |      |    |     |
|---------------------------------------------------------------------|------|----|-----|
|                                                                     | 定期試験 | 課題 | 合計  |
| 総合評価割合                                                              | 60   | 40 | 100 |
| 1. 電磁気学の簡単な問題を解く際にこれらの法則を活用して式を立て解を導くことができる。                        | 60   | 0  | 60  |
| 2. 電磁場での基本的な法則を適用できる複合・融合領域に関する課題について、電磁気学の知識を適用し、考察することができる。(B1-3) | 0    | 40 | 40  |