

|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                                                          |         |                                                                                      |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 函館工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 開講年度 | 平成29年度 (2017年度)                                          |         | 授業科目                                                                                 | 電磁波工学 |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                                                          |         |                                                                                      |       |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                   | 0360                                                                                                                                                                                                                                                                  |      | 科目区分                                                     | 専門 / 選択 |                                                                                      |       |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                                   | 授業                                                                                                                                                                                                                                                                    |      | 単位の種別と単位数                                                | 学修単位: 2 |                                                                                      |       |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                                   | 生産システム工学科                                                                                                                                                                                                                                                             |      | 対象学年                                                     | 5       |                                                                                      |       |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                    | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                    |      | 週時間数                                                     | 2       |                                                                                      |       |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                 | 鹿子嶋憲一 光・電磁波工学 (電子情報通信レクチャーシリーズ) 電子情報通信学会                                                                                                                                                                                                                              |      |                                                          |         |                                                                                      |       |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                   | 丸山 珠美                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                          |         |                                                                                      |       |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                                                          |         |                                                                                      |       |
| 1.Maxwell方程式から波動方程式を導くことができ、電界、磁界と電波の進行方向との関係から、平面波について説明できる。<br>2.平面波の波動方程式から、楕円偏波を導く方法を説明できる。 また、楕円偏波から直線偏波、円偏波を導き、各偏波における電界、磁界、電波の進行方向の向きを示すことができる。<br>3.電磁界の反射、屈折について、反射係数を導きスネルの法則を説明できる。<br>4.微小ダイポールからの電磁波放射を理解し、アンテナ放射指向性、利得などの主なアンテナ特性を説明できる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                                                          |         |                                                                                      |       |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                  | Maxwell方程式から波動方程式を導くことができ、自由空間における波動方程式を解いて電界と磁界が平面波となることを導くことができる。                                                                                                                                                                                                   |      | Maxwell方程式から波動方程式を導く方法を説明できる                             |         | Maxwell方程式から波動方程式を導く方法を説明できない。自由空間における波動方程式を解いて電界と磁界が平面波となることを説明できない。                |       |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                                  | 平面波の波動方程式から、楕円偏波を導くことができる。                                                                                                                                                                                                                                            |      | 平面波の波動方程式から、楕円偏波を導く方法を説明できる。                             |         | 平面波の波動方程式から、楕円偏波を導く方法を説明できない。また、楕円偏波から直線偏波、円偏波を導き、各偏波における電界、磁界、電波の進行方向の向きを示すことができない。 |       |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                                  | 電磁界の反射、屈折について、TM、TEの各反射係数を導きスネルの法則を導出できる。                                                                                                                                                                                                                             |      | 電磁界の反射、屈折について、TMとTEの区別ができる。スネルの法則を説明できる。                 |         | 電磁界の反射、屈折について、TMとTEの区別ができない。スネルの法則を説明できない。                                           |       |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                                                                                  | 微小ダイポールからの電磁波放射解から、遠方散乱界を導き放射指向性を示すことができる。                                                                                                                                                                                                                            |      | 微小ダイポールの遠方散乱界から放射指向性を示すことができる。                           |         | 微小ダイポールの遠方散乱界から放射指向性を示すことができない。                                                      |       |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                                                          |         |                                                                                      |       |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                                                          |         |                                                                                      |       |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                     | 本科目では、まず電磁波の振る舞いを解析する上で重要な式であるMaxwell方程式を理解し、電界、磁界の関係と電磁波が波動であることを学習する。また、アンテナによる電磁波の発生とアンテナの基本特性、電磁波伝搬に関する基礎知識を学習する。平面波について理解し、電界と磁界が電波の進行方向に対して垂直となること、および垂直、水平、円偏波がどのようにして導出されるかを理解し、これをもとに電波の伝わるしくみを説明できるようになることを目標とする。                                           |      |                                                          |         |                                                                                      |       |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                              | ・電気磁気学、電気回路の知識に加えて、ベクトル解析、偏微分、積分、三角関数、対数、複素数等の数学の知識が必要となるので、必要に応じて復習が必要である。<br>・電磁波は目に見えず、基本的に数式でしか表現できないため、電磁波伝搬に対して物理的イメージを持つことが必要である。<br>・様々な電磁界の物理現象について電磁波伝搬の立場から考察を行えるような目を養うこと。<br>・課題、演習等は必ず自分で解き、授業中でわからない場合は担当教員に積極的に質問をして解決すること。<br>・参加型のインタラクティブな授業を実施する。 |      |                                                          |         |                                                                                      |       |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                    | JABEE教育到達目標評価：<br>・レポート20%(B-3：100%)<br>・試験80%(B-3：100%)                                                                                                                                                                                                              |      |                                                          |         |                                                                                      |       |
| 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 (0.5h)<br>波長と周波数(1.5h)、Maxwell方程式ベクトル解析の発散と回転を理解する |         | 授業の内容、評価方法、到達目標を理解するベクトル解析の発散と回転を理解する<br>電磁波の波長と周波数の関係を説明できる<br>Maxwell方程式を理解できる     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2週   | 境界条件 ガウスの発散定理、ストークスの定理を用いて境界条件を導く                        |         | ガウスの発散定理、ストークスの定理を用いて境界条件を導ける                                                        |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3週   | 波動方程式                                                    |         | Maxwell方程式から波動方程式を導ける                                                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4週   | 波動方程式の解と平面波                                              |         | 波動方程式の解を導き、平面波を導出できる。                                                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5週   | 電界・磁界と電磁波の伝搬方向ポインティングベクトル                                |         | 電界・磁界の方向と伝搬方向の関係をMaxwell方程式から平面波の波動方程式から導ける。                                         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6週   | 偏波                                                       |         | 平面波の波動方程式から、電界の楕円偏波を導ける。楕円偏波から、円偏波、直線偏波を導ける                                          |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7週   | 中間前まとめと総合演習                                              |         | 中間前に講義した内容に関する演習問題を解くことができる。                                                         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 8週   | 中間試験                                                     |         |                                                                                      |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                        | 4thQ                                                                                                                                                                                                                                                                  | 9週   | 試験答案の返却と解説(0.5h)<br>任意の方向に進む平面波の定式化(1.5h)                |         | 試験で間違った問題の正しい解法を理解する<br>任意の方向に進む平面波の定式化を内積の定義から理解する。                                 |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10週  | TE反射における、入射波、反射波、屈折波の電磁界。                                |         | 任意の方向に進む波の数式を用いて、TE反射における、入射波、反射波、屈折波の電磁界を導出できる。                                     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 11週  | TE・TM反射係数、スネルの法則の導出。                                     |         | TE・TM反射における電磁界から、TE・TM反射係数、スネルの法則を導出できる。                                             |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 12週  | 微小ダイポールからの電磁波放射解から、遠方散乱界を導く                              |         | 微小ダイポールからの電磁波放射解から、遠方散乱界を導く                                                          |       |

|  |  |     |                      |                                            |
|--|--|-----|----------------------|--------------------------------------------|
|  |  | 13週 | アンテナの放射指向性, 利得, VSWR | アンテナの放射指向性と利得の関係を説明できる<br>・ VSWRを示すことができる. |
|  |  | 14週 | 期末前まとめと総合演習          | 期末前に講義した内容に関する演習問題を解くことができる.               |
|  |  | 15週 | 期 末 試 験              |                                            |
|  |  | 16週 | 試験答案返却・解答解説          | 間違った問題の正答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 |
|----|----|------|-----------|-------|-----|
|----|----|------|-----------|-------|-----|

#### 評価割合

|         | 試験 | 発表 | レポート | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
|---------|----|----|------|----|---------|-----|-----|
| 総合評価割合  | 80 | 0  | 20   | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |
| 専門的能力   | 80 | 0  | 20   | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |