

|                                                                             |                                                                                                                                                         |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 久留米工業高等専門学校                                                                 |                                                                                                                                                         | 開講年度 | 平成29年度 (2017年度)                              |         | 授業科目                                                                                              | 現代物理学 |
| 科目基礎情報                                                                      |                                                                                                                                                         |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
| 科目番号                                                                        | 0121                                                                                                                                                    |      | 科目区分                                         | 専門 / 必修 |                                                                                                   |       |
| 授業形態                                                                        | 講義                                                                                                                                                      |      | 単位の種別と単位数                                    | 学修単位: 2 |                                                                                                   |       |
| 開設学科                                                                        | 機械・電気システム工学専攻（電気電子工学コース）                                                                                                                                |      | 対象学年                                         | 専1      |                                                                                                   |       |
| 開設期                                                                         | 前期                                                                                                                                                      |      | 週時間数                                         | 2       |                                                                                                   |       |
| 教科書/教材                                                                      | 教科書は特に指定しない。                                                                                                                                            |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
| 担当教員                                                                        | 篠島 弘幸                                                                                                                                                   |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
| 到達目標                                                                        |                                                                                                                                                         |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
| 1. 時空の概念を修得すること。<br>2. 時空の記述の仕方を修得すること。<br>3. 重力場における質点の運動と光の進み方について理解すること。 |                                                                                                                                                         |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
| 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<br>時空の概念の修得                                                           | 4元的な時空の概念が具体例を挙げて説明できる                                                                                                                                  |      | 時間が、特別、絶対的ではないことは理解できている。                    |         | 3次元の空間に併せ、時間を含めた新しい物理を構築することの必要性が理解できていない。                                                        |       |
| 評価項目2<br>時空の記述法の修得                                                          | テンソル表記、座標変換などにより、時空を具体的に記述することができる。                                                                                                                     |      | テンソル表記、座標変換などにより時空を記述する記述方法を理解している。          |         | テンソル表記、座標変換などによる時空を記述する記述方法が説明できない。                                                               |       |
| 評価項目3<br>重力場における質点の運動と光の進み方についての理解                                          | 重力場の概念を理解し、重力場中での質点の運動や光の進み方について説明できる。                                                                                                                  |      | 重力場と時空の関係について理解している。                         |         | 重力場と時空の関係について説明できない。                                                                              |       |
| 学科の到達目標項目との関係                                                               |                                                                                                                                                         |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
| JABEE D-1                                                                   |                                                                                                                                                         |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
| 教育方法等                                                                       |                                                                                                                                                         |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
| 概要                                                                          | ・新しい時空の概念を導入し、理解を深める。<br>・時空の記述方法を修得する。<br>・重力場と時空との関係を明らかにする。<br>・重力場中での質点の運動や、光の進み方を理解する。                                                             |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
| 授業の進め方・方法                                                                   | ・板書による講義形式とする。<br>・実験結果から読み取れる考察をグループで議論し、発表するというような、参加型の講義を一部行う。新しい概念を生み出すことの難しさや偉大さ、着眼点や精緻さを実感してほしい。<br>・本科目は学修単位科目であるので、授業時間以外での学修が必要であり、これを課題として課す。 |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
| 注意点                                                                         | 定期試験60%、レポート等提出物を40%として評価する。<br>評価基準：60点以上を合格とする。<br>再試験は、原則行わない。                                                                                       |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
| 授業計画                                                                        |                                                                                                                                                         |      |                                              |         |                                                                                                   |       |
|                                                                             |                                                                                                                                                         | 週    | 授業内容                                         |         | 週ごとの到達目標                                                                                          |       |
| 前期                                                                          | 1stQ                                                                                                                                                    | 1週   | 古典力学の世界観と座標系                                 |         | ・古典力学の特殊性について説明できる<br>・慣性系について説明できる                                                               |       |
|                                                                             |                                                                                                                                                         | 2週   | Michelson-Morleyの実験と光の進み方について                |         | ・マイケルソン・モーレーの実験の意味、その結果の意義について説明できる。<br>・光の進み方について説明できる                                           |       |
|                                                                             |                                                                                                                                                         | 3週   | 相対と絶対<br>特殊相対論の基本原則                          |         | ・Einsteinが課した特殊相対論の基本原則について理解し、説明できる。                                                             |       |
|                                                                             |                                                                                                                                                         | 4週   | Galilei変換とLorentz変換                          |         | ・Galilei変換の概念を理解し、具体的に計算できる。<br>・Lorentz変換の概念を理解し、具体的に計算できる。<br>・光速度は、どんな慣性系からみても同じ値をもちことを理解している。 |       |
|                                                                             |                                                                                                                                                         | 5週   | Minkowski空間と計量、Einsteinの時空概念                 |         | ・Minkowski空間と計量が説明できる。<br>・ベクトルの概念を理解し、説明できる。<br>・時空ダイアグラムについて説明できる。                              |       |
|                                                                             |                                                                                                                                                         | 6週   | 時計の遅れと同時性の問題、Lorentz収縮                       |         | ・物体が等速直線運動している場合と静止している場合との間に生じる、時間と大きさの違いについて説明できる。                                              |       |
|                                                                             |                                                                                                                                                         | 7週   | 固有時と4元速度、運動量の導入<br>相対論的運動方程式                 |         | ・固有時と4元速度、運動量を理解し説明できる。<br>・相対論的運動方程式を理解し説明できる。<br>・質量とエネルギーの等価性について理解し、説明できる。                    |       |
|                                                                             |                                                                                                                                                         | 8週   | エネルギー・運動量テンソルの導入                             |         | ・テンソルの概念を理解している。<br>・エネルギー・運動量テンソルを理解し、説明できる。<br>・エネルギー・運動量の保存則について理解し、説明できる。                     |       |
|                                                                             | 2ndQ                                                                                                                                                    | 9週   | 特殊相対論の応用<br>・素粒子反応                           |         | ・特殊相対論の応用例が理解できている。<br>・実際の物理現象に対して応用できる。                                                         |       |
|                                                                             |                                                                                                                                                         | 10週  | 特殊相対論から一般相対論への展開<br>慣性質量と重力質量                |         | ・慣性質量と重力質量について理解し、説明できる。                                                                          |       |
|                                                                             |                                                                                                                                                         | 11週  | 一般相対論の基本原則                                   |         | ・一般相対性原理について理解し、説明できる。<br>・等価原理について理解し、説明できる。                                                     |       |
|                                                                             |                                                                                                                                                         | 12週  | 曲がった時空を記述する (i)<br>・曲線座標系と座標変換<br>・接続係数と共変微分 |         | ・曲線座標系と座標変換について、簡単な計算ができる。<br>・接続係数と共変微分の簡単な計算ができる。                                               |       |

|  |  |     |                                                    |                                                       |
|--|--|-----|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|  |  | 13週 | 曲がった時空を記述する (ii)<br>・曲面と曲率<br>・測地線の方程式とRiemannテンソル | ・曲面と曲率の表記方法を理解している。<br>・測地線の方程式とRiemannテンソルについて説明できる。 |
|  |  | 14週 | 重力場の方程式                                            | ・重力場の中の質点の運動を理解し、説明できる。                               |
|  |  | 15週 | 光の湾曲                                               | ・重力場の中の光の湾曲について説明できる。                                 |
|  |  | 16週 |                                                    |                                                       |

#### モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

| 分類    |      | 分野 | 学習内容 | 学習内容の到達目標                                   | 到達レベル | 授業週 |
|-------|------|----|------|---------------------------------------------|-------|-----|
| 基礎的能力 | 自然科学 | 物理 | 力学   | 速度と加速度の概念を説明できる。                            | 3     |     |
|       |      |    |      | 直線および平面運動において、2物体の相対速度、合成速度を求めることができる。      | 3     |     |
|       |      |    |      | 等加速度直線運動の公式を用いて、物体の座標、時間、速度に関する計算ができる。      | 3     |     |
|       |      |    |      | 平面内を移動する質点の運動を位置ベクトルの変化として扱うことができる。         | 3     |     |
|       |      |    |      | 物体の変位、速度、加速度を微分・積分を用いて相互に計算することができる。        | 3     |     |
|       |      |    |      | 自由落下、及び鉛直投射した物体の座標、速度、時間に関する計算ができる。         | 3     |     |
|       |      |    |      | 鉛直投射した物体の座標、速度、時間に関する計算ができる。                | 3     |     |
|       |      |    |      | 水平投射、及び斜方投射した物体の座標、速度、時間に関する計算ができる。         | 3     |     |
|       |      |    |      | 物体に作用する力を図示することができる。                        | 3     |     |
|       |      |    |      | 力の合成と分解をすることができる。                           | 3     |     |
|       |      |    |      | 重力、抗力、張力、圧力について説明できる。                       | 3     |     |
|       |      |    |      | 慣性の法則について説明できる。                             | 3     |     |
|       |      |    |      | 運動方程式を用いた計算ができる。                            | 3     |     |
|       |      |    |      | 簡単な運動について微分方程式の形で運動方程式を立て、初期値問題として解くことができる。 | 3     |     |
|       |      |    |      | 仕事と仕事率に関する計算ができる。                           | 3     |     |
|       |      |    |      | 物体の運動エネルギーに関する計算ができる。                       | 3     |     |
|       |      |    |      | 重力による位置エネルギーに関する計算ができる。                     | 3     |     |
|       |      |    |      | 力学的エネルギー保存則を様々な物理量の計算に利用できる。                | 3     |     |
|       |      |    |      | 物体の質量と速度から運動量を求めることができる。                    | 3     |     |
|       |      |    |      | 運動量保存則を様々な物理量の計算に利用できる。                     | 3     |     |
|       |      |    |      | 万有引力の法則から物体間にはたらく万有引力を求めることができる。            | 3     |     |
|       |      |    |      | 万有引力による位置エネルギーに関する計算ができる。                   | 3     |     |

#### 評価割合

|         | 試験 | 発表 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
|---------|----|----|------|----|---------|-----|-----|
| 総合評価割合  | 60 | 0  | 0    | 0  | 0       | 40  | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |
| 専門的能力   | 60 | 0  | 0    | 0  | 0       | 40  | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |