

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 奈良工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 開講年度 | 令和04年度 (2022年度)                                                                                                                    | 授業科目    | 応用物理Ⅱ                                                                                                                                       |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                             |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0068                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 情報工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      | 対象学年                                                                                                                               | 4       |                                                                                                                                             |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 通年                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      | 週時間数                                                                                                                               | 2       |                                                                                                                                             |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ビジュアルアプローチ力学（森北出版）                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                             |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 新野 康彦                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                             |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                             |
| 1．運動量と力積の一般的な関係の導出および運動量保存則の物理的な理解ができ、それらを用いた応用問題が解けるようになること。質量が変化する運動の問題が解けるようになること。<br>2．広義のエネルギー保存則を導出し、仕事の計算ができるようになること。力学的エネルギー保存則の物理的意味を理解し、その応用問題が解けるようになること。<br>3．慣性力および極座標を理解できること。また、角運動量とトルク の概念を理解し、質点系の運動について理解できるようになること。惑星の運動について説明できること。<br>4．剛体の概念を理解し、慣性モーメントの計算および剛体の運動に関する具体的な問題が解けるようになること。流体あるいは波動の扱いを理解し、現代物理の考え方に慣れること。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                             |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 運動方程式から運動量と力積の一般的な関係式を導出することができ、それを具体的な力学現象の考察に応用できる。運動量保存の法則について説明ができ、それを用いて2次元以上の空間での衝突現象を解析できる。運動量と力積の関係や運動量保存を用いて質量の変化する物体の運動に関する問題が解ける。                                                                                                                                                                         |      | 運動方程式から運動量と力積の一般的な関係式を導出することができ、また運動量保存の法則について説明ができる。2次元以上の空間における衝突現象において成り立つ運動量の保存を式で示すことができる。質量の変化する物体の運動について、その運動方程式をたてることができる。 |         | 運動方程式から運動量と力積の一般的な関係式を導出することができず、また運動量保存の法則について説明することができない。さらに、1次元における衝突現象においてもそこで成り立つ運動量保存則を式で示すことができず、かつ質量の変化する物体の運動の運動方程式をたてられない。        |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 運動方程式から運動エネルギーと一般的な仕事の関係式（広義のエネルギー保存則）を導出できる。一般的な運動（力）に対する仕事を計算することができる。保存力の概念を理解して広義のエネルギー保存則から力学的エネルギー保存則を導出することができ、それを具体的な力学現象の考察に応用できる。簡単な力の位置エネルギーを計算で求めることができる。                                                                                                                                                |      | 運動方程式から運動エネルギーと一般的な仕事の関係式（広義のエネルギー保存則）を導出できる。保存力の概念を理解して広義のエネルギー保存則から力学的エネルギー保存則を導出することができる。簡単な力の位置エネルギーを求めるための偏微分の計算ができる。         |         | 運動方程式から運動エネルギーと一般的な仕事の関係式（広義のエネルギー保存則）を導出できない。また、保存力とそうでない力の区別ができず、広義のエネルギー保存則から力学的エネルギー保存則を導出することができない。かつ、偏微分の計算ができない。                     |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 慣性力の導出について説明することができ、極座標の扱いができる。トルクの数学的な表現について説明することができ、トルクと角運動量の関係式を導出できる。角運動量の保存則について説明することができ、それを応用して中心力が働く問題を解くことができる。質点系の並進運動・回転運動について、具体的な計算を用いて説明することができる。重心の計算ができる。                                                                                                                                           |      | 慣性力や極座標を使った簡単な問題が解ける。トルクと角運動量の関係式の導出、および角運動量の保存則の説明をすることができる。質点系の並進運動・回転運動について、その意義を説明することができる。                                    |         | 慣性力がどのような力であるのかを説明できない。また、極座標がどのようなものであるかを説明することができない。かつ、トルク・角運動量の概念を説明することができない。さらに、質点系の並進運動・回転運動について、その意義を説明することができない。重心の定義式を説明することもできない。 |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 剛体の概念を理解し、慣性モーメントの計算および剛体の運動に関する具体的な問題（運動方程式・運動量／各運動量保存、エネルギー保存）を解くことができる。流体・波動・現代物理の基礎事項を説明することができる。                                                                                                                                                                                                                |      | 剛体の概念を理解して簡単な物体に対する慣性モーメントの計算ができ、また簡単な場合の剛体の運動における運動方程式・運動量／角運動量保存則の式・エネルギー保存の式を立てることができる。                                         |         | 剛体と質点の区別ができず、慣性モーメントの物理的な意味を説明することができない。また、簡単な場合における剛体の問題について、運動方程式・運動量／角運動量保存則の式・エネルギー保存の式をいずれも立てることができない。                                 |
| 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）<br>JABEE基準（d-1）JABEE基準（d-2a）<br>システム創成工学教育プログラム学習・教育目標 B-2 システム創成工学教育プログラム学習・教育目標 D-1                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                             |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                             |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4年次は、3年次までに学習したことをより一層発展させ、5年次になって本格的な研究を行うための準備期間として重要な時期である。そのような時期にあたっては、専門科目の基礎となる物理の基本法則をより高度な数学的知識（特に微分や積分）を用いて学ぶことが不可欠であり、また、そのような学習を通して自分自身の理解力や洞察力を高めることは、「技術者が責任ある行動や決断を行う」ことの基礎の構築へと繋がっていく。以上をふまえ、本講義では、物理学の<br>① 数理解の理解（数式、特に微分積分を用いて基本法則を理解すること）、<br>② 系統的理解（物理学的理解が自然界のいろいろな現象を統一的に説明すること）を得ることを目標とする。 |      |                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                             |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4年次の応用物理では、力学（座標変換、運動量／エネルギー保存則、質点系／剛体の力学）、流体力学あるいは波動現象、現代物理学の講義を行い、それぞれの内容を共通に貫く数理解の理解、ならびに物理概念の系統的理解を念頭においた講義を行う予定である。なお、理解をより深めるために授業中にこちらから質問を投げることがあるので、それらに答えられるよう、理解が不十分な点を早めに解消しておくようにして欲しい。また、物理の基本法則を学ぶ上では“演習”や“実験”をすることも重要であり、必要に応じてそれらを講義に組み入れていくことを予定している。                                              |      |                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                             |

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                         |                                             |                     |                                         |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|
| 注意点                                 | 関連科目 3年次までに履修する物理学、数学、および応用数学<br>学習指針 本講義は3年次までの物理学、および数学（応用数学）の基本知識を必要としているので注意すること。また、授業時に総合的な演習を3回程度行い、かつ長期休業中の課題を予定しているためそれらのレポートをきちんと提出すること。講義内容は予定であり、学生の理解度を考慮して多少の変更があることに注意して頂きたい。<br>学習指針<br>事前学習：進度に合わせ、教科書の例題や演習問題を参考書も参考にして自学・自習で解いておくこと。<br>事後発展学習：講義を受講後、自学・自習で解けなかった教科書の問題を解き直すこと。また、適宜出される課題に取り組む。提出締切日までに提出すること。<br>自己学習：3年生までで学んだ微分・積分の内容が心許ない学生は、各自復習して定着を目指すこと。余力のある学生は、教科書の5,6章に取り組んでみると良い。 |                                 |                         |                                             |                     |                                         |
|                                     | 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                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                         |                                             |                     |                                         |
| 前期                                  | 1stQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 週                               | 授業内容                    | 週ごとの到達目標                                    |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1週                              | 導入                      | 講義の方針や授業方法、成績評価について理解する。                    |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2週                              | 物理数学①                   | 微分や積分など、応用物理Ⅱに必要な数学の計算ができる。                 |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3週                              | 物理数学②                   | ベクトル解析等、応用物理Ⅱに必要な数学の計算ができる。                 |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4週                              | 運動量                     | 運動量の変化と力積の一般的な関係式を導出できる。                    |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5週                              | 質量が変化する運動               | 質量が変化する物体の運動に関する問題が解くことができる。                |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6週                              | 運動量の保存則                 | 運動量の保存則とその成立条件を理解する。                        |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7週                              | 演習①                     | 運動量、運動量保存則に関する演習を解くことができる。                  |                     |                                         |
|                                     | 2ndQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8週                              | 前期中間試験                  | 総合的な問題が解け、理解が不十分な点を解消する。                    |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9週                              | 運動エネルギー                 | 運動方程式から広義のエネルギー保存則を導出できる。                   |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10週                             | 仕事                      | 力学的エネルギー保存則が成り立つ条件を理解する。                    |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 11週                             | 力学的エネルギー保存則             | 力学的エネルギー保存則が成り立つ条件を理解する。                    |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 12週                             | 保存力                     | 保存力と位置エネルギーの概念、およびそれらの関係を理解する。              |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 13週                             | ポテンシャルの計算①              | 種々の保存力と位置エネルギーの関係を計算して求めることができる。            |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 14週                             | 演習②                     | 仕事、エネルギーに関する演習を解くことができる。                    |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 15週                             | 前期期末試験                  | 総合的な問題が解け、理解が不十分な点を解消する。                    |                     |                                         |
|                                     | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3rdQ                            | 16週                     | 座標変換①                                       | 見かけの力(慣性力)の導出を理解する。 |                                         |
| 1週                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 | 座標変換②                   | コリオリ力・遠心力について理解し、極座標の考え方を学び、取得できる。          |                     |                                         |
| 2週                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 | 回転とトルク                  | 回転を生み出す力のモーメントの数学的表現を理解する。                  |                     |                                         |
| 3週                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 | 角運動量                    | 角運動量とトルクの関係、および角運動量保存則を理解する。                |                     |                                         |
| 4週                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 | 質点系の力学①                 | 質点系の並進運動および重心について理解する。                      |                     |                                         |
| 5週                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 | 質点系の力学②                 | 質点系の回転運動について理解する。                           |                     |                                         |
| 6週                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 | 万有引力                    | 万有引力について学び、惑星の運動を説明できる。                     |                     |                                         |
| 7週                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 | 実験                      | 実験を行い、実験結果をレポートにまとめ提出できる。                   |                     |                                         |
| 4thQ                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8週                              | 後期中間試験                  | 総合的な問題が解け、理解が不十分な点を解消する。                    |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9週                              | 剛体の力学①                  | 「剛体」の概念を理解し、静止剛体に関する計算ができる。                 |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10週                             | 剛体の力学②                  | 慣性モーメントの概念を理解し、その計算ができる。                    |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 11週                             | 剛体の力学③                  | 剛体の運動に関する基本問題を解くことができる。                     |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 12週                             | 演習③                     | 剛体の運動の具体的な演習問題を解くことができる。                    |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 13週                             | 波動                      | 波動力学の基本的な考え方を理解する。                          |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 14週                             | 流体                      | 流体力学の基本的な考え方を理解する。                          |                     |                                         |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 15週                             | 学年末試験                   | 総合的な問題が解け、理解が不十分な点を解消する。                    |                     |                                         |
|                                     | 16週                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | まとめ                             | 応用物理IIの学習内容を振り返ることができる。 |                                             |                     |                                         |
| 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                               | 自然科学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 物理                              | 力学                      | 物体に作用する力を図示することができる。                        | 3                   | 前3                                      |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                         | 力の合成と分解をすることができる。                           | 3                   | 前3                                      |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                         | 重力、抗力、張力、圧力について説明できる。                       | 3                   | 前5                                      |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                         | 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                   | 前5                                      |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                         | 仕事と仕事率に関する計算ができる。                           | 3                   | 前10                                     |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                         | 物体の運動エネルギーに関する計算ができる。                       | 3                   | 前9                                      |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                         | 重力による位置エネルギーに関する計算ができる。                     | 3                   | 前12,前13                                 |

|  |      |      |                                      |   |         |
|--|------|------|--------------------------------------|---|---------|
|  |      |      | 弾性力による位置エネルギーに関する計算ができる。             | 3 | 前12,前13 |
|  |      |      | 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 | 前11     |
|  |      |      | 物体の質量と速度から運動量を求めることができる。             | 3 | 前4      |
|  |      |      | 運動量の差が力積に等しいことを利用して、様々な物理量の計算ができる。   | 3 | 前4      |
|  |      |      | 運動量保存則を様々な物理量の計算に利用できる。              | 3 | 前6,前7   |
|  |      |      | 等速円運動をする物体の速度、角速度、加速度、向心力に関する計算ができる。 | 3 | 後1      |
|  |      |      | 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 | 後6      |
|  |      |      | 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 | 後6      |
|  |      |      | 力のモーメントを求めることができる。                   | 3 | 後2      |
|  |      |      | 角運動量を求めることができる。                      | 3 | 後3      |
|  |      |      | 角運動量保存則について具体的な例を挙げて説明できる。           | 3 | 後3      |
|  |      |      | 剛体における力のつり合いに関する計算ができる。              | 3 | 後9      |
|  |      |      | 重心に関する計算ができる。                        | 3 | 後9      |
|  |      |      | 一様な棒などの簡単な形状に対する慣性モーメントを求めることができる。   | 3 | 後10     |
|  |      |      | 剛体の回転運動について、回転の運動方程式を立てて解くことができる。    | 3 | 後11,後12 |
|  | 物理実験 | 物理実験 | 測定機器などの取り扱い方を理解し、基本的な操作を行うことができる。    | 3 | 後7      |
|  |      |      | 安全を確保して、実験を行うことができる。                 | 3 | 後7      |
|  |      |      | 実験報告書を決められた形式で作成できる。                 | 3 | 後7      |
|  |      |      | 有効数字を考慮して、データを集計することができる。            | 3 | 後7      |
|  |      |      | 力学に関する分野に関する実験に基づき、代表的な物理現象を説明できる。   | 3 | 後7      |
|  |      |      | 熱に関する分野に関する実験に基づき、代表的な物理現象を説明できる。    | 3 | 後7      |

|        |    |              |     |
|--------|----|--------------|-----|
| 評価割合   |    |              |     |
|        | 試験 | レポート, 小テストなど | 合計  |
| 総合評価割合 | 70 | 30           | 100 |
| 基礎的能力  | 42 | 18           | 60  |
| 専門的能力  | 28 | 12           | 40  |