

|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             |      |                                                         |           |                                                             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------|------|
| 熊本高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             | 開講年度 | 平成31年度 (2019年度)                                         |           | 授業科目                                                        | 機械力学 |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                             |      |                                                         |           |                                                             |      |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0173                                                                                                                                                        |      |                                                         | 科目区分      | 専門 / 必修                                                     |      |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                                                  | 授業                                                                                                                                                          |      |                                                         | 単位の種別と単位数 | 履修単位: 2                                                     |      |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                                                  | 機械知能システム工学科                                                                                                                                                 |      |                                                         | 対象学年      | 4                                                           |      |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                   | 通年                                                                                                                                                          |      |                                                         | 週時間数      | 2                                                           |      |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                | 前期:「機構学」 岩本太郎著 森北出版 後期:「機械力学」 小寺・矢野共著 森北出版                                                                                                                  |      |                                                         |           |                                                             |      |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                  | 宮本 弘之,柿ヶ原 拓哉                                                                                                                                                |      |                                                         |           |                                                             |      |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                             |      |                                                         |           |                                                             |      |
| 1. 機構学の役割, 機構の自由度, 運動の瞬間中心を理解し, 機構の速度・加速度を理解できる。<br>2. 平面リンク機構の解析方法を理解できる。<br>3. 巻きか掛け伝動機構, 平面カム装置, 歯車伝動装置の解析方法を理解できる。<br>4. ラグランジュ方程式による運動方程式の導出, 変位等の一般解を求めることができる。<br>5. 1自由度線形系において, 調和運動, 減衰自由振動, 強制変位による振動が理解できる。<br>6. 2自由度線形系における, 連成振動, 非減衰自由振動, 強制振動が理解できる。 |                                                                                                                                                             |      |                                                         |           |                                                             |      |
| ルーブリック                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                             |      |                                                         |           |                                                             |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       | 理想的な到達レベルの目安                                                                                                                                                |      | 標準的な到達レベルの目安                                            |           | 未到達レベルの目安(可)                                                |      |
| 機構学の役割, 機構の自由度, 運動の瞬間中心を理解し, 機構の速度・加速度を理解できる。                                                                                                                                                                                                                         | 機構の役割、瞬間中心について理解し、幅広い演習問題を解くことができる。                                                                                                                         |      | 機構の役割、瞬間中心について理解し、演習問題を解くことができる。                        |           | 機構の役割、瞬間中心について理解し、例題程度の問題を解くことができる。                         |      |
| 平面リンク機構の解析方法を理解できる。                                                                                                                                                                                                                                                   | リンク機構の種類、その動作、節点の運動について理解でき、幅広い演習問題を解くことができる。                                                                                                               |      | リンク機構の種類、その動作、節点の運動について理解でき、演習問題を解くことができる。              |           | リンク機構の種類、その動作、節点の運動について理解でき、例題レベルの問題を解くことができる。              |      |
| 巻きか掛け伝動機構, 平面カム装置, 歯車伝動装置の解析方法を理解できる。                                                                                                                                                                                                                                 | 巻きか掛け伝動機構, カム機構、歯車伝導装置の種類と各部品の役割、動作が理解でき、幅広い演習問題を解くことができる。                                                                                                  |      | 巻きか掛け伝動機構, カム機構、歯車伝導装置の種類と各部品の役割、動作が理解でき、演習問題を解くことができる。 |           | 巻きか掛け伝動機構, カム機構、歯車伝導装置の種類と各部品の役割、動作が理解でき、例題レベルの問題を解くことができる。 |      |
| ラグランジュ方程式による運動方程式の導出, 変位等の一般解を求めることができる。                                                                                                                                                                                                                              | ラグランジュ方程式による運動方程式の導出, 変位等の一般解を十分に理解して求めることができる。                                                                                                             |      | ラグランジュ方程式による運動方程式の導出, 変位等の一般解を概ね理解して求めることができる。          |           | ラグランジュ方程式による運動方程式の導出, 変位等の一般解の理解が不足している。                    |      |
| 1自由度線形系において, 調和運動, 減衰自由振動, 強制変位による振動が理解できる。                                                                                                                                                                                                                           | 1自由度線形系において, 調和運動, 減衰自由振動, 強制変位による振動が十分に理解できる。                                                                                                              |      | 1自由度線形系において, 調和運動, 減衰自由振動, 強制変位による振動を概ね理解できる。           |           | 1自由度線形系において, 調和運動, 減衰自由振動, 強制変位による振動の理解が不足している。             |      |
| 2自由度線形系における, 連成振動, 非減衰自由振動, 強制振動が理解できる。                                                                                                                                                                                                                               | 2自由度線形系における, 連成振動, 非減衰自由振動, 強制振動が理解できる。                                                                                                                     |      | 2自由度線形系における, 連成振動, 非減衰自由振動, 強制振動が概ね理解できる。               |           | 2自由度線形系における, 連成振動, 非減衰自由振動, 強制振動の理解が不足している。                 |      |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                             |      |                                                         |           |                                                             |      |
| 学習・教育到達度目標 3-3                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                             |      |                                                         |           |                                                             |      |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                             |      |                                                         |           |                                                             |      |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                    | これまで学んだ数学, 物理を基に, 機械系技術者に不可欠な機械力学の知識を身につける。まず, 基本的な機械の運動学, 機構学, 力学, 振動学等の基礎的事項を学ぶ。さらに, ベクトル, 静力学, 動力学などの復習も含め, 数多くの演習問題に取り組み, それらを機械運動の解析に利用する実際的な方法について学ぶ。 |      |                                                         |           |                                                             |      |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                             | 前期は機構学, 後期は振動学の内容が主となる。教科書を中心にを行い, 適宜, 演習を行う。評価は達成目標(項目1〜6)についての達成度によって判断する。評価点は, 4回の定期試験結果を80%程度とし, 課題演習・レポート等の評価を20%程度とする。                                |      |                                                         |           |                                                             |      |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                                   | 教科書をよく読み, 例題, 演習問題を自分で解くこと。授業の日に1時間程度の復習が効果的である。定期試験毎の定着を目指した自学自習を望む。講義後は, ①要点をノートに整理してまとめ, ②教科書や図書館の参考書を読み, ③演習問題等を解いて内容の深い理解に努めること。                       |      |                                                         |           |                                                             |      |
| 授業計画                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                             |      |                                                         |           |                                                             |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 週    | 授業内容                                                    |           | 週ごとの到達目標                                                    |      |
| 前期                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1stQ                                                                                                                                                        | 1週   | 機構学について・機構学の基礎                                          |           | 機構学とは何か, 機構学の基礎について説明し, その概要を理解できる。                         |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 2週   | 機構の運動 (1)                                               |           | 待遇と連鎖, 運動の自由度について理解できる。                                     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 3週   | 機構の運動 (2)                                               |           | 瞬間中心, 運動解析, 変位線図について理解できる。                                  |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 4週   | リンク機構 (1)                                               |           | リンク機構の役割, 4節リンク機構について理解できる。                                 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 5週   | リンク機構 (2)                                               |           | 多節連鎖機構について理解でき, 演習問題も実施する。                                  |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 6週   | リンク機構 (3)                                               |           | 様々なリンク機構について理解でき, それぞれの特性を理解できる。                            |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 7週   | 演習問題                                                    |           | これまでの内容について演習問題を解く。                                         |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 8週   | 前期中間試験                                                  |           |                                                             |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2ndQ                                                                                                                                                        | 9週   | 巻きか掛け伝動機構 (1)                                           |           | 可撓性ベルトについて巻き掛け角や必要なベルトの長さ, V字ベルトの摩擦を求めることができる。              |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 10週  | 巻きか掛け伝動機構 (2)                                           |           | 組立式ベルトについて必要なコマの数を求められるようになる。またベルトの仕事が求められるようになる。           |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 11週  | カム機構 (1)                                                |           | カムの種類について説明し, カムに作用する力を求めることができる。                           |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 12週  | カム機構 (2)                                                |           | カム線図が描けるようになる。                                              |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             | 13週  | 歯車機構                                                    |           | 歯車機構の理解し, 変速, 回転数について理解できる。                                 |      |

|    |      |     |                     |                                       |
|----|------|-----|---------------------|---------------------------------------|
| 後期 |      | 14週 | 演習問題                | これまでの内容について演習問題を解く。                   |
|    |      | 15週 | 前期定期試験              |                                       |
|    |      | 16週 | 試験返却と解説・前期のまとめ      | 試験返却とその解説を行い、機構学の概要についてまとめる。          |
|    | 3rdQ | 1週  | 機械における振動学概説         | 機械振動の基本構成、及びモデルによる検討の基礎を理解する。         |
|    |      | 2週  | 振動系のエネルギーと散逸関数      | 物体の運動に伴うエネルギーや、復元に関するエネルギーなどについて理解する。 |
|    |      | 3週  | ラグランジュ方程式の導出と応用     | ラグランジュ方程式の導出と応用について理解する。              |
|    |      | 4週  | 1自由度系の非減衰自由振動       | 1自由度系の非減衰自由振動について理解する。                |
|    |      | 5週  | 課題演習と解答             | 非減衰振動の演習問題の解法から現象をより深く理解する。           |
|    |      | 6週  | 1自由度系の減衰自由振動        | 1自由度系の減衰自由振動および非減衰振動との差異を理解する。        |
|    |      | 7週  | 課題演習と解答             | 減衰振動の演習問題の解法から現象をより深く理解する。            |
|    |      | 8週  | 後期中間試験              |                                       |
|    | 4thQ | 9週  | 調和外力，調和変位による非減衰強制振動 | 調和外力，調和変位による非減衰強制振動について理解する。          |
|    |      | 10週 | 調和外力，調和変位による減衰強制振動  | 調和外力，調和変位による減衰強制振動について理解する。           |
|    |      | 11週 | 2自由度系の非減衰固有振動       | 2自由度系の非減衰固有振動について理解する。                |
|    |      | 12週 | 固有ベクトルとモード行列        | 固有ベクトルとモード行列について理解する。                 |
|    |      | 13週 | 2自由度系の強制振動          | 2自由度系の強制振動について理解する。                   |
|    |      | 14週 | 課題演習と解答             | 演習問題の解法で、これまでの知識をより深く理解する。            |
|    |      | 15週 | 後期定期試験              |                                       |
|    |      | 16週 | 期末試験の返却と解説及び後期のまとめ  | 期末試験返却とその解説を行い、これまでの学習内容を十分に理解する。     |

#### モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

| 分類    |          | 分野    | 学習内容 | 学習内容の到達目標                                  | 到達レベル | 授業週                                 |
|-------|----------|-------|------|--------------------------------------------|-------|-------------------------------------|
| 専門的能力 | 分野別の専門工学 | 機械系分野 | 機械設計 | 歯車の種類、各部の名称、歯型曲線、歯の大きさの表し方を説明できる。          | 4     |                                     |
|       |          |       | 力学   | 力は、大きさ、向き、作用する点によって表されることを理解し、適用できる。       | 4     | 前1,前2,前4,前5,前6,前11,前12,後1,後2        |
|       |          |       |      | 一点に作用する力の合成と分解を図で表現でき、合力と分力を計算できる。         | 4     | 前1,前2,前4,前5,前6,前11,前12,後1,後2        |
|       |          |       |      | 一点に作用する力のつりあい条件を説明できる。                     | 4     | 前1,前2,前4,前5,前6,前11,前12,後1,後2        |
|       |          |       |      | 力のモーメントの意味を理解し、計算できる。                      | 4     | 前1,前2,前4,前5,前6,前11,前12,後1,後2        |
|       |          |       |      | 偶力の意味を理解し、偶力のモーメントを計算できる。                  | 4     | 前1,前2,前4,前5,前6,前11,前12,後1,後2        |
|       |          |       |      | 着力点が異なる力のつりあい条件を説明できる。                     | 4     | 前1,前2,前4,前5,前6,前11,前12,後1,後2        |
|       |          |       |      | 重心の意味を理解し、平板および立体の重心位置を計算できる。              | 4     | 後1,後2                               |
|       |          |       |      | 速度の意味を理解し、等速直線運動における時間と変位の関係を説明できる。        | 4     | 前1,前3,前4,前5,前6,前9,前10,前11,前12,後1,後3 |
|       |          |       |      | 加速度の意味を理解し、等加速度運動における時間と速度・変位の関係を説明できる。    | 4     | 前1,前3,前4,前5,前6,前9,前10,前11,前12,後1,後3 |
|       |          |       |      | 運動の第一法則(慣性の法則)を説明できる。                      | 4     | 前1,前3,前4,前5,前6,後1,後3                |
|       |          |       |      | 運動の第二法則を説明でき、力、質量および加速度の関係を運動方程式で表すことができる。 | 4     | 前1,前3,前4,前5,前6,後1,後3                |
|       |          |       |      | 運動の第三法則(作用反作用の法則)を説明できる。                   | 4     | 前1,前3,前4,前5,前6,後1,後3                |

|  |  |  |  |                                      |   |                                         |
|--|--|--|--|--------------------------------------|---|-----------------------------------------|
|  |  |  |  | 周速度、角速度、回転速度の意味を理解し、計算できる。           | 4 | 前1,前3,前4,前5,前6,前9,前10,前11,前12,前13,後1,後3 |
|  |  |  |  | 向心加速度、向心力、遠心力の意味を理解し、計算できる。          | 4 | 前1,前3,前4,前5,前6,前9,前10,前11,前12,前13,後1,後3 |
|  |  |  |  | 仕事の意味を理解し、計算できる。                     | 4 | 前1,前4,前5,前6,前9,前10,前11,前12,前13,後1,後3    |
|  |  |  |  | てこ、滑車、斜面などを用いる場合の仕事を説明できる。           | 4 | 前1,前4,前5,前6,前9,前10,前11,前12,前13,後1,後3    |
|  |  |  |  | エネルギーの意味と種類、エネルギー保存の法則を説明できる。        | 4 | 前9,前10,前13,後1,後3                        |
|  |  |  |  | 位置エネルギーと運動エネルギーを計算できる。               | 4 | 前9,前10,前13,後1,後3                        |
|  |  |  |  | 動力の意味を理解し、計算できる。                     | 4 | 前9,前10,前13,後1,後3                        |
|  |  |  |  | すべり摩擦の意味を理解し、摩擦力と摩擦係数の関係を説明できる。      | 4 | 前1,前9,前10,前11,前12,前13,後1                |
|  |  |  |  | 運動量および運動量保存の法則を説明できる。                | 4 | 後1                                      |
|  |  |  |  | 剛体の回転運動を運動方程式で表すことができる。              | 4 | 前1,前2,前3,前4,前5,前6,前9,後1                 |
|  |  |  |  | 平板および立体の慣性モーメントを計算できる。               | 4 | 前1,前2,前3,前4,前5,前6,前9,後1                 |
|  |  |  |  | 振動の種類および調和振動を説明できる。                  | 4 | 後2,後4,後5,後7                             |
|  |  |  |  | 不減衰系の自由振動を運動方程式で表し、系の運動を説明できる。       | 4 | 後4,後5                                   |
|  |  |  |  | 減衰系の自由振動を運動方程式で表し、系の運動を説明できる。        | 4 | 後6,後7                                   |
|  |  |  |  | 調和外力による減衰系の強制振動を運動方程式で表し、系の運動を説明できる。 | 4 | 後9,後10                                  |
|  |  |  |  | 調和変位による減衰系の強制振動を運動方程式で表し、系の運動を説明できる。 | 4 | 後9,後10                                  |

| 評価割合    |        |          |        |          |     |
|---------|--------|----------|--------|----------|-----|
|         | 試験（前期） | レポート（前期） | 試験（後期） | レポート（後期） | 合計  |
| 総合評価割合  | 40     | 10       | 40     | 10       | 100 |
| 基礎的能力   | 25     | 5        | 25     | 5        | 60  |
| 専門的能力   | 15     | 5        | 15     | 5        | 40  |
| 分野横断的能力 | 0      | 0        | 0      | 0        | 0   |