

|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|--|
| 明石工業高等専門学校                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 開講年度                                                | 令和03年度 (2021年度)                                                                      |                                                     | 授業科目                                   | トライボロジー                                              |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
| 科目番号                                                                                                                                        | 0026                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                     | 科目区分                                                                                 |                                                     | 専門 / 選択                                |                                                      |  |
| 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・電子システム工学専攻                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                     | 対象学年                                                                                 |                                                     | 専1                                     |                                                      |  |
| 開設期                                                                                                                                         | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     | 週時間数                                                                                 |                                                     | 2                                      |                                                      |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                      | 佐々木信也ほか:「はじめてのトライボロジー」, 講談社プリント資料を適宜配布                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
| 担当教員                                                                                                                                        | 阿保 政義                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
| 到達目標                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
| (1) 相対運動表面で発生する複雑な摩擦・摩耗現象の理解を深め, それらを適格に測定評価する方法を確立できる.<br>(2) 摩擦の有効な利用法, また潤滑など摩擦摩耗の抑制制御法を確立できる.<br>(3) 機器要素の摩擦部分の設計に対する種々の指針と具体的方法を確立できる. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
| ルーブリック                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 理想的な到達レベルの目安                                        |                                                                                      | 標準的な到達レベルの目安                                        |                                        | 未到達レベルの目安                                            |  |
| 評価項目1                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 相対運動表面で発生する複雑な摩擦・摩耗現象の理解を深め, それらを適格に測定評価する方法を確立できる. |                                                                                      | 相対運動表面で発生する複雑な摩擦・摩耗現象の理解を深め, それらを適格に測定評価する方法を理解できる. |                                        | 相対運動表面で発生する複雑な摩擦・摩耗現象の理解を深め, それらを適格に測定評価する方法を理解できない. |  |
| 評価項目2                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 摩擦の有効な利用法, また潤滑など摩擦摩耗の抑制制御法を確立できる.                  |                                                                                      | 摩擦の有効な利用法, また潤滑など摩擦摩耗の抑制制御法を理解できる.                  |                                        | 摩擦の有効な利用法, また潤滑など摩擦摩耗の抑制制御法を理解できない.                  |  |
| 評価項目3                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 機器要素の摩擦部分の設計に対する種々の指針と具体的方法を確立できる.                  |                                                                                      | 機器要素の摩擦部分の設計に対する種々の指針と具体的方法を理解できる.                  |                                        | 機器要素の摩擦部分の設計に対する種々の指針と具体的方法を理解できない.                  |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
| 学習・教育目標 (D) 学習・教育目標 (F) 学習・教育目標 (H)                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
| 教育方法等                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
| 概要                                                                                                                                          | トライボロジー的諸問題すなわち相対運動表面で発生する複雑な摩擦・摩耗現象の理解を深めるとともに, それらを適格に測定評価する方法, 摩擦の有効な利用法, また潤滑など摩擦摩耗の抑制制御法を解説し, 機器要素の摩擦部分の設計に対する種々の指針と具体的方法の習得を目的とする.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                   | 講義形式を中心にして, 演習, 課題, 適宜グループワークにて講義を行う.<br>レポート内容は講義の進捗状況ならびに, 学生の理解度に応じて適切な内容を指示する.<br>レポートの課題は以下の通りである.<br>1) 2物体の接触状態についての演習. 2) 界面のせん断強度を考慮した摩擦係数の演習. 3) 各種の摩耗についての調査とまとめ. 4) トライボロジーの応用技術についての調査. 5) レイノルズ方程式の二重積分部の導出. 6) 固体潤滑剤, グリースについての調査. 7) 軸受設計方法についての演習. 8) 硬質薄膜, 軟質薄膜について調査. 9) 摩耗量についての演習. 10) トライボロジーに関する文献調査<br>明石高専機械工学科の材料力学Ⅰ (第3学年必修), 流体力学Ⅰ (第4学年必修), および設計工学Ⅱ (第4学年必修), に基礎をおいており, その知識を習得していることを前提として講義を進めていく. |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
| 注意点                                                                                                                                         | 受講にあたっては, 事前にテキストを読み, 内容を十分に理解し, 不明点を講義中に質問できるように準備しておくこと.<br>本科目は, 授業で保証する学習時間と, 予習・復習及び課題レポート作成に必要な標準的な自己学習時間の総計が, 90時間に相当する学習内容である.<br>合格の対象としない条件は, 1/3以上の欠課, 1人5~10分程度のプレゼンの欠席者, レポート未提出者とする.                                                                                                                                                                                                                                  |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
| 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                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |                                                                                      |                                                     |                                        |                                                      |  |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 週                                                   | 授業内容                                                                                 |                                                     | 週ごとの到達目標                               |                                                      |  |
| 後期                                                                                                                                          | 3rdQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1週                                                  | トライボロジーとは<br>トライボロジーについて概説し, 潤滑の方法, 油による潤滑について解説する.                                  |                                                     | トライボロジーについて概説し, 潤滑の方法, 油による潤滑について修得する. |                                                      |  |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2週                                                  | 固体表面の接触Ⅰ<br>トライボロジー現象を正しく理解するために, 固体表面の性質, 表面層の構造と特性について説明する.                        |                                                     | 固体表面の性質, 表面層の構造と特性について修得する             |                                                      |  |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3週                                                  | 固体表面の接触Ⅱ<br>二表面の接触と真実接触面積摩耗の機構について演習問題も交えて説明する.                                      |                                                     | 二表面の接触と真実接触面積摩耗の機構について修得する.            |                                                      |  |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4週                                                  | 固体表面間の摩擦Ⅰ<br>乾燥摩擦と潤滑摩擦, アモントン-クーロンの法則, 摩擦の起因, 摩擦の凝着説, 摩擦理論式について説明する.                 |                                                     | 摩擦の起因, 摩擦の理論について修得する.                  |                                                      |  |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5週                                                  | 固体表面間の摩擦Ⅱ<br>摩擦面の温度上昇, 摩擦の速度特性とスティック-スリップ, 真空中における摩擦特性, 摩擦及ぼす温度の影響, 摩擦の試験方法について説明する. |                                                     | 摩擦特性, 摩擦の試験方法について修得する.                 |                                                      |  |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6週                                                  | 固体表面の摩耗Ⅰ<br>摩耗の定義と分類を行い, 特に重要なアブレシブについてそれぞれ理論的取扱いについて述べる.                            |                                                     | 摩耗の定義と分類について修得する.                      |                                                      |  |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7週                                                  | 固体表面の摩耗Ⅱ<br>ウェアマップの考え方を説明し, 摩耗の試験法についても触れる.                                          |                                                     | ウェアマップ, 摩耗の試験法について修得する.                |                                                      |  |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8週                                                  | 流体潤滑Ⅰ<br>流体潤滑の物理的意義について述べ, つぎに流体潤滑の原理について説明する.                                       |                                                     | 流体潤滑の物理的意義について修得する.                    |                                                      |  |

|      |     |                                                                                  |                                         |
|------|-----|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 4thQ | 9週  | 流体潤滑II<br>レイノルズの流体潤滑理論について述べ、軸受の圧力分布解析を説明する。                                     | レイノルズの流体潤滑理論、軸受の圧力分布解析について修得する。         |
|      | 10週 | 境界潤滑と混合潤滑I<br>境界潤滑と混合潤滑の概念について述べ、境界膜の潤滑特性を添加剤について説明する。                           | 境界潤滑と混合潤滑について修得する。                      |
|      | 11週 | 境界潤滑と混合潤滑II<br>潤滑に油を使用できない状況で使用されるグリースおよび固体潤滑剤の種類、性状、用途について説明する。                 | グリースおよび固体潤滑剤の種類、性状、用途について修得する。          |
|      | 12週 | 表面改質技術<br>表面改質技術の物理的意義、改質技術の方法と、摩擦摩耗の改善例と今後の展望について述べる。                           | 表面改質技術の物理的意義、改質技術の方法と、摩擦摩耗の改善例について修得する。 |
|      | 13週 | 軸受の設計<br>ジャーナル軸受を例にして、設計の基礎的事項について述べる。                                           | ジャーナル軸受を例にして、軸受設計の基礎的事項について修得する。        |
|      | 14週 | トライボロジーの現在技術への応用<br>数多くの現在技術の中から、トライボロジーが特に重要な役割を果たしている例を取り上げ、基礎知識との関わりについて紹介する。 | トライボロジーの現在技術への応用について修得する。               |
|      | 15週 | プレゼンテーション<br>トライボロジーに関連する動画あるいは研究を紹介する。                                          | トライボロジーに関連する研究について修得する。                 |
|      | 16週 | 期末試験実施せず                                                                         |                                         |

#### モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

| 分類      | 分野   | 学習内容 | 学習内容の到達目標 | 到達レベル | 授業週 |     |
|---------|------|------|-----------|-------|-----|-----|
| 評価割合    |      |      |           |       |     |     |
|         | 小テスト | レポート | プレゼンテーション | 態度    | その他 | 合計  |
| 総合評価割合  | 30   | 40   | 10        | 20    | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 0    | 0    | 0         | 0     | 0   | 0   |
| 専門的能力   | 30   | 40   | 10        | 20    | 0   | 100 |
| 分野横断的能力 | 0    | 0    | 0         | 0     | 0   | 0   |