

|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--|
| 明石工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 開講年度 | 平成30年度 (2018年度)         |                                       | 授業科目                                                       | 流体力学Ⅱ                                       |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                          | 0120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                         | 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                                                                                                                                                                                                                                          | 機械工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                         | 対象学年                                  | 5                                                          |                                             |  |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                           | 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                         | 週時間数                                  | 2                                                          |                                             |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                        | 金原粂(監修):「流体力学」, 実教出版 / 参考文献(森川敬信ほか:「新版 流れ学」, 朝倉書店/その他授業中適宜資料を配布)                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                          | 田中 誠一                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
| 理想流体、粘性流体、圧縮性流体の性質、運動の数学的表現と流れの諸量の関係などについて理解し、流動現象の理解、流体機器を設計・製造・使用する際に必要な以下の能力を養うことを目標とします。<br>(1) 理想流体の基礎的事項を理解しポテンシャル流れの問題が計算できる<br>(2) ナヴィエ・ストークスの運動方程式を理解し簡単な流れ場に適用することができる<br>(3) 圧縮性流体の特徴を理解し1次元流れの諸量を計算できる<br>(4) 衝撃波についての基礎を理解し説明できる |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
| ルーブリック                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               | 理想的な到達レベルの目安                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |                         | 標準的な到達レベルの目安                          |                                                            | 未到達レベルの目安                                   |  |
| 評価項目1                                                                                                                                                                                                                                         | 理想流体の基礎的事項を理解しポテンシャル流れの問題が正確に計算できる                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                         | 理想流体の基礎的事項を理解しポテンシャル流れの問題が計算できる       |                                                            | 理想流体の基礎的事項の理解が不十分で、ポテンシャル流れの問題が計算できる        |  |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                         | ナヴィエ・ストークスの運動方程式を理解し応用的な流れ場に適用することができる                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                         | ナヴィエ・ストークスの運動方程式を理解し簡単な流れ場に適用することができる |                                                            | ナヴィエ・ストークスの運動方程式の理解が不十分で、簡単な流れ場に適用することができない |  |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                         | 圧縮性流体の特徴を理解し1次元流れの諸量を正確に計算できる                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |                         | 圧縮性流体の特徴を理解し1次元流れの諸量を計算できる            |                                                            | 圧縮性流体の特徴の理解が不十分で、1次元流れの諸量を計算できない            |  |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                                                                         | 衝撃波についての基礎を理解し分かりやすく説明できる                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                         | 衝撃波についての基礎を理解し説明できる                   |                                                            | 衝撃波についての基礎を理解し説明できない                        |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
| 学習・教育到達度目標 (D) 学習・教育到達度目標 (E) 学習・教育到達度目標 (H)                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                            | 流体力学を学ぶ目的は、力学法則や原理をもとに構築された流れの現象を理解し、それらによる論理的・実験的考察により現実問題の解決や新たな創造を行うものです。<br>本科目の目標は、4 学年で履修した流体力学Ⅰを基礎として、流体力学の基礎知識をより深く理解し、流体に関連する物理現象に対する洞察力を深めるとともに、数理的な解析方法の基礎について学び、流体機械等の設計や研究に活かせる発展的能力を身に着けることです。具体的には、理想流体の流れ、粘性流体の流れ、圧縮性流体の流れについて更に深く学習します。                                                                                                    |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                     | 授業はスライドと板書を用いた講義を中心とし、単元ごとにワークと演習課題を実施します。目標を達成するためには、授業中の質疑やワークはもちろん、授業毎に与える演習課題に取り組み確実に理解できるように努めてください。理解が困難な場合は基礎に立ち返り、分からない場合は担当教員に質問や学生同士の学び合いをすること。                                                                                                                                                                                                   |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                           | (1) 本科目は、流体力学Ⅰ(4 年)、応用数学(4 年)での学習内容を用いるので適宜復習しておくことが望ましいです。<br>(2) 流体力学に関する知識を覚えるだけでなく、数学的記述と実際の流体現象との関連性をイメージしながら学習してください。つまり授業中は単にノートを取るだけでなく、問いかけでは思考を働かせ、ワークでは積極的に協働して取り組むことが必要です。<br>(3) 演習課題の解説と解答はweb上で配布します。提出方法や解答の取得方法については授業の初回に説明します。<br>本科目は、授業で保証する学習時間と、予習・復習及び演習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す。<br>全授業の1/3以上を欠席した場合、合格の対象としません。 |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
| 授業計画                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                         |                                       |                                                            |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 週    | 授業内容                    |                                       | 週ごとの到達目標                                                   |                                             |  |
| 前期                                                                                                                                                                                                                                            | 1stQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1週   | 理想流体の流れ                 |                                       | 理想流体の流れ、連続の式、渦度の式、流れ関数・速度ポテンシャルの定義を理解し説明できる                |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2週   | 理想流体の流れ                 |                                       | 流れ関数と流線の関係、循環の定義、ケルビンの循環定理を理解し説明できる                        |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3週   | ポテンシャル流れ                |                                       | 二次元ポテンシャル流れにおける複素ポテンシャルの定義を理解しその性質について説明できる                |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4週   | ポテンシャル流れの例              |                                       | 複素ポテンシャルの一樣流、湧き出し、吸い込み、自由渦、二重わき出しへの適用例を理解し流れの状態を把握することができる |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5週   | 円柱周りの流れ                 |                                       | 複素ポテンシャルを円柱周りへ適用し、円柱表面の圧力分布を導くことができる                       |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6週   | 平板翼の揚力                  |                                       | 平板翼の揚力発生の理論について理解し説明できる                                    |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 7週   | 渦運動                     |                                       | 渦線、渦管、渦糸の定義を理解し、渦運動に関する基礎的な事項を説明できる。                       |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8週   | 中間試験                    |                                       |                                                            |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               | 2ndQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 9週   | 粘性流体の流れ                 |                                       | 粘性流体の流れ、粘性流体の変形と応力、ナヴィエ・ストークスの運動方程式について理解し説明できる            |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 10週  | ナヴィエ・ストークスの運動方程式の解の例(1) |                                       | ナヴィエ・ストークスの運動方程式の解を工学的な実用問題に適用し流れの諸量を計算することができる            |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 11週  | ナヴィエ・ストークスの運動方程式の解の例(2) |                                       | ナヴィエ・ストークスの運動方程式の解を工学的な実用問題に適用し流れの諸量を計算することができる            |                                             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 12週  | 圧縮性流体の基礎                |                                       | 流体の圧縮性について復習し、音速、マッハ数について解説する。<br>超音速流れと亜音速流れについて解説する。     |                                             |  |

|  |  |     |              |                                                                 |
|--|--|-----|--------------|-----------------------------------------------------------------|
|  |  | 13週 | 一次元圧縮性流れ     | 1次元圧縮性流体の流れのエネルギー式を理解し、静止状態からの流れの諸量を計算できる                       |
|  |  | 14週 | 先細ノズルとラバルノズル | 先細ノズルとラバルノズルについて理解し1次元圧縮性流の特徴を説明できる<br>関連する諸問題を計算することができる       |
|  |  | 15週 | 衝撃波の基礎       | 衝撃波の基礎について理解し、衝撃波前後の諸量を計算することができる<br>斜め衝撃波の基本的な現象を理解し説明することができる |
|  |  | 16週 | 期末試験         |                                                                 |

#### 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 | 熱流体  | 流体の定義と力学的な取り扱い方を理解し、適用できる。                         | 5     |     |
|       |          |       |      | 流体の性質を表す各種物理量の定義と単位を理解し、適用できる。                     | 5     |     |
|       |          |       |      | ニュートンの粘性法則、ニュートン流体、非ニュートン流体を説明できる。                 | 5     |     |
|       |          |       |      | 絶対圧力およびゲージ圧力を説明できる。                                | 4     |     |
|       |          |       |      | パスカルの原理を説明できる。                                     | 4     |     |
|       |          |       |      | 定常流と非定常流の違いを説明できる。                                 | 5     |     |
|       |          |       |      | 流線と流管の定義を説明できる。                                    | 5     |     |
|       |          |       |      | 連続の式を理解し、諸問題の流速と流量を計算できる。                          | 5     |     |
|       |          |       |      | オイラーの運動方程式を説明できる。                                  | 5     |     |
|       |          |       |      | ベルヌーイの式を理解し、流体の諸問題に適用できる。                          | 5     |     |
|       |          |       |      | 運動量の法則を理解し、流体が物体に及ぼす力を計算できる。                       | 5     |     |
|       |          |       |      | 層流と乱流の違いを説明できる。                                    | 4     |     |
|       |          |       |      | レイノルズ数と臨界レイノルズ数を理解し、流れの状態に適用できる。                   | 4     |     |
|       |          |       |      | ダルシー・ワイスバッハの式を用いて管摩擦損失を計算できる。                      | 4     |     |
|       |          |       |      | ムーディー線図を用いて管摩擦係数を求めることができる。                        | 4     |     |
|       |          |       |      | 境界層、はく離、後流など、流れの中に置かれた物体の周りで生じる現象を説明できる。           | 5     |     |
|       |          |       |      | 抗力について理解し、抗力係数を用いて抗力を計算できる。                        | 5     |     |
|       |          |       |      | 揚力について理解し、揚力係数を用いて揚力を計算できる。                        | 5     |     |
|       |          |       |      | 理想気体の圧力、体積、温度の関係を、状態方程式を用いて説明できる。                  | 4     |     |
|       |          |       |      | 定積比熱、定圧比熱、比熱比および気体定数の相互関係を説明できる。                   | 4     |     |
|       |          |       |      | 内部エネルギーやエンタルピーの変化量と温度の関係を説明できる。                    | 4     |     |
|       |          |       |      | 等圧変化、等積変化、等温変化、断熱変化、ポリトロプ変化の意味を理解し、状態量、熱、仕事を計算できる。 | 4     |     |

#### 評価割合

|         | 試験 | 発表 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | 演習課題 | 合計  |
|---------|----|----|------|----|---------|------|-----|
| 総合評価割合  | 70 | 0  | 0    | 0  | 0       | 30   | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0    | 0   |
| 専門的能力   | 70 | 0  | 0    | 0  | 0       | 30   | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0    | 0   |