

|                                                                                                                  |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----|
| 仙台高等専門学校                                                                                                         |          | 開講年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 令和03年度 (2021年度)               |                                 | 授業科目                                                                                                        | 流体力学B                                   |     |
| 科目基礎情報                                                                                                           |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
| 科目番号                                                                                                             |          | 0036                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               | 科目区分                            |                                                                                                             | 専門 / 選択                                 |     |
| 授業形態                                                                                                             |          | 授業                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               | 単位の種別と単位数                       |                                                                                                             | 学修単位: 2                                 |     |
| 開設学科                                                                                                             |          | 機械・エネルギーコース                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               | 対象学年                            |                                                                                                             | 4                                       |     |
| 開設期                                                                                                              |          | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               | 週時間数                            |                                                                                                             | 2                                       |     |
| 教科書/教材                                                                                                           |          | 水力学第2版 森北出版                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
| 担当教員                                                                                                             |          | 永弘 進一郎                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
| 到達目標                                                                                                             |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
| エネルギー保存則や運動量保存則を流体に適用して、具体的な流れを計算する手法を身につける。それを用いて、基本的な管流れや物体を通る流れについて、エネルギー損失を計算する能力を身につける。                     |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
| 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                               |     |
| レイノルズ数の意味の理解                                                                                                     |          | 物理的意味を理解し、問題に応用できる                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               | 定義だけは書き下せる                      |                                                                                                             | レイノルズ数の意味を説明できない                        |     |
| 管摩擦の計算が出来る                                                                                                       |          | 教員の助言なしにできる                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               | 教員の助言があればできる                    |                                                                                                             | 教員の助言があっても出来ない                          |     |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                    |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
| 学習・教育到達度目標 1 機械工学、電気工学、材料工学の分野にわたるエネルギーシステムに関する体系的な知識と技術を身につける<br>JABEE D1 専門分野に関する工業技術を理解し、応用する能力<br>学士区分 1 機械系 |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
| 教育方法等                                                                                                            |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
| 概要                                                                                                               |          | 流体の基本的な性質を学んだあと、流体の運動方程式であるオイラーの方程式と、エネルギー保存を表すベルヌーイの定理の2つを主要な手段として、工学的に重要な主な二つの問題をあつかう。一つは、物体が流れから受ける力を求めること。もう一つは、管を流れる流体が受ける摩擦抵抗を求めること、である。前者の解説に際して、流体版の運動量の保存則と翼の理論も扱う。また後者については、乱流の理論を少々扱う。また、この授業では粘性流体の従うNavier-Stokes方程式までは到達しない。また、potential flowの理論や2次元非圧縮流体の複素関数論も基本的かつ重要であるが、この授業では扱わない。 |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
| 授業の進め方・方法                                                                                                        |          | 講義による解説のあと、演習問題を解く時間なるべく多く取る。また授業で関連する話題について、デモ実験を行う。デモ実験の種類は前期5回、後期5回ほどであるが、さらに充実させていく予定である。                                                                                                                                                                                                         |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
| 注意点                                                                                                              |          | この授業を受けて内容が理解できないとしたら、それは永弘の説明が下手なせいもあるかも知れないが、多くの場合は流体力学がそれほど簡単な学問ではないためである。高専の4学年より上で行われる講義は授業のみで理解できる者はごく少数であり、本当の理解のためでは、落ち着いた状態で自分の頭をつかいじっくり悩む時間が必要である。質問はいつでも歓迎するので、積極的に教官室まで足を運んでほしい。ただし「テストは何がでるのですか?」という質問は受け付けない。毎回の授業前までに、授業で行う内容と意義を考えて整理しておくこと。毎回の授業後には、指定された演習問題を行うこと。                  |                               |                                 |                                                                                                             |                                         |     |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ガイダンス                         |                                 | 授業の進め方など                                                                                                    |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 2週                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | レイノルズ数, 無次元数の応用例              |                                 | 流れを無次元のパラメータで特徴付けることを理解する                                                                                   |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 3週                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 管流れの安定性                       |                                 | ポアズイユ流れの安定性とレイノルズ数の関係を理解する                                                                                  |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 4週                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 圧力損失と管摩擦係数                    |                                 | 管摩擦係数の定義を理解する                                                                                               |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 5週                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 流れの安定性とレイノルズ数                 |                                 | 力の釣り合いの関係式を無次元化して、レイノルズ数を導出。レイノルズ数によって流れの様相が特徴付けられることを理解する。レイノルズの実験を理解し、ハーゲン・ポアズイユ流れは低レイノルズ数でのみ成り立つことを理解する。 |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 6週                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 乱流の速度分布 1                     |                                 | レイノルズ応力が発生する仕組みを理解する。                                                                                       |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 7週                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 乱流の速度分布 2                     |                                 | 渦粘性の概念から、対数速度分布が出てくるところを理解する                                                                                |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 8週                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | これまでのまとめ                      |                                 | 前半部分を概観する                                                                                                   |                                         |     |
|                                                                                                                  | 4thQ     | 9週                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 乱流の管摩擦係数 1 滑らかな管              |                                 | 乱流の速度分布を用いて、管摩擦係数を求められる。                                                                                    |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 10週                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 乱流の管摩擦係数 2 荒い管→ムーディ線図         |                                 | 荒い管の乱流の管摩擦係数とムーディ線図を理解する                                                                                    |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 11週                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 損失のある流れのベルヌーイの定理              |                                 | 損失を考慮したベルヌーイの定理をつかった計算ができるようになる。                                                                            |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 12週                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | キャビテーション                      |                                 | キャビテーションの発生機構を理解し説明できる。                                                                                     |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 13週                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 球の周りの流れ (レイノルズ数が小さい場合)        |                                 | ストークス則を使った簡単な計算ができる                                                                                         |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 14週                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 球の周りの流れ (レイノルズ数が大きい場合) と、抗力係数 |                                 | 抗力係数の説明ができる。                                                                                                |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 15週                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 抗力の急減                         |                                 | 抗力の急減が発生する仕組みを説明できる                                                                                         |                                         |     |
|                                                                                                                  |          | 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。      |                                                                                                             | 4                                       |     |
|                                                                                                                  |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               | 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。  |                                                                                                             | 4                                       |     |
|                                                                                                                  |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               | 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 |  |
|  |  |  |  | 液柱計やマンノメーターを用いた圧力計測について問題を解くことができる。 | 4 |  |
|  |  |  |  | 平面や曲面に作用する全圧力および圧力中心を計算できる。         | 4 |  |
|  |  |  |  | 物体に作用する浮力を計算できる。                    | 4 |  |
|  |  |  |  | 流線と流管の定義を説明できる。                     | 4 |  |
|  |  |  |  | オイラーの運動方程式を説明できる。                   | 4 |  |
|  |  |  |  | ベルヌーイの式を理解し、流体の諸問題に適用できる。           | 4 |  |
|  |  |  |  | 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。        | 4 |  |

| 評価割合    |    |    |      |    |         |     |     |
|---------|----|----|------|----|---------|-----|-----|
|         | 試験 | 発表 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
| 総合評価割合  | 70 | 5  | 0    | 10 | 15      | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 70 | 5  | 0    | 10 | 15      | 0   | 100 |
| 専門的能力   | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |