

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |                                           |                                                                                                                                 |                            |                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|
| 松江工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 開講年度                            | 令和03年度 (2021年度)                           |                                                                                                                                 | 授業科目                       | 流体工学III                                            |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |                                           |                                                                                                                                 |                            |                                                    |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0048                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 機械工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 | 対象学年                                      | 5                                                                                                                               |                            |                                                    |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 | 週時間数                                      | 2                                                                                                                               |                            |                                                    |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 教科書：学生のための流体力学入門，高尾ほか5名（パワー社）ターボ機械－入門編―【新改訂版】（日本工業出版）参考書：流体工学および流体機械に関する全ての書籍                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |                                           |                                                                                                                                 |                            |                                                    |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 高尾 学,山根 清美                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                                           |                                                                                                                                 |                            |                                                    |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |                                           |                                                                                                                                 |                            |                                                    |
| 流体力学（１）損失を考慮したベルヌーイの式，ダルシー・ワイスバッハの式を理解し，説明できる。<br>（２）ニュートンの粘性の法則を理解し，説明できる。<br>（３）管内の力のつり合い式，および円管内の層流の流速分布を理解し，説明できる。<br>（４）ハーゲン・ポアズイユの法則を理解し，説明できる。<br>（５）レイノルズ数 $Re$ の意味と用途を理解し，説明できる。<br>（６）境界層を理解し，説明できる。<br>（７）円管内の乱流の流速分布を理解し，説明できる。<br>（８）管路の損失ヘッドと水力勾配線を理解し，説明できる。<br>流体機械（９）ターボ機械の分類や特徴，作動原理について理解し，説明できる。<br>（１０）ターボ機械の構成要素と内部流れについて理解し，説明できる。<br>（１１）ターボ機械の性能や運転について理解し，説明できる。<br>（１２）代表的なターボ機械の種類や特徴について理解し，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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 粘性が流れに及ぼす影響について正しく説明できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 | 粘性が流れに及ぼす影響について説明できる。                     |                                                                                                                                 | 粘性が流れに及ぼす影響について説明できない。     |                                                    |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 流体の流速と管摩擦係数に関する特性式を正しく説明できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | 流体の流速と管摩擦係数に関する特性式をある程度説明できる。             |                                                                                                                                 | 流体の流速と管摩擦係数に関する特性式を説明できない。 |                                                    |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ターボ機械の構造と性能が正しく説明できる                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                 | ターボ機械の構造と性能がある程度説明できる                     |                                                                                                                                 | ターボ機械の構造と性能が説明できない。        |                                                    |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |                                           |                                                                                                                                 |                            |                                                    |
| 学習・教育到達度目標 M1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |                                           |                                                                                                                                 |                            |                                                    |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |                                           |                                                                                                                                 |                            |                                                    |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 本講義は、企業において実務経験、共同研究経験のある教員が流体力学とそれを用いた流体機械に関する講義を行う。「流体力学」の分野では、流体の粘性が流れに影響を及ぼす現象を中心に授業を行う。概ね以下の順序で授業を進行する。（１）粘性の影響は管壁に出る。／（２）粘性は圧力を損失させる。／（３）粘性は、流れの状態（層流と乱流）に影響し、レイノルズ数 $Re$ で判断する。／（４）層流の流速分布。／（５）乱流の流速分布。／（６）境界層内の流速分布。「流体機械」の分野は、工業的に重要であるターボ形流体機械（以下、ターボ機械）の理解に主眼を置いて、ターボ機械の分類、作動原理、性能など、ターボ機械の一般的な知識と理論、運転特性や運転時に発生する諸現象について解説する。また代表的なターボ機械（ターボポンプ、ターボ送風機、水車、風車など）についての概略を解説する。本科目の履修によって、流体力学やターボ機械の基礎知識を理解し、それらに関する演習問題を解くことができる。 |                                 |                                           |                                                                                                                                 |                            |                                                    |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 定期試験：「流体力学」の範囲は中間試験で、到達目標（１）～（８）を評価する。評価割合40%とする。「流体機械」の範囲は期末試験で、到達目標（９）～（１２）を評価する。評価割合40%とする。課題など：全ての到達目標を評価する。課題未提出者は欠席と判断する。「流体力学」の範囲は評価割合10%とする。「流体機械」の範囲は評価割合10%とする。合否判定：定期試験と課題の評価により、総合成績が60点以上の受講生を合格とする。                                                                                                                                                                                                                            |                                 |                                           |                                                                                                                                 |                            |                                                    |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 流体工学 1、2の単位を取得していることを想定して講義します。また、本科目は学修単位科目であり、1回の講義（90分）あたり180分以上の予習復習をしているものとして講義・演習を進めます。再評価試験：中間試験および期末試験後にそれぞれ実施する。中間試験は、本試験と再評価試験の平均点が60点以上で合格とする。期末試験は再評価試験が70点以上の得点で合格とする。ただし、定期試験と課題の総合成績により、50点以上を獲得しなかった者は再評価試験を受験できない場合がある。                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                           |                                                                                                                                 |                            |                                                    |
| 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 checked="" 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                                                                                                                        |                            |                                                    |
| 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1stQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1週                              | 流体摩擦                                      | 1) 管内流れでは、粘性により速度境界層が生じ、圧力損失が発生する現象の理解<br>2) 圧力損失についてのレイノルズの実験とレイノルズ数 $Re$                                                      |                            |                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2週                              | 管摩擦損失<br>損失ヘッドと損失を考慮したベルヌーイの式             | 3) 損失を考慮したベルヌーイの式<br>4) ダルシー・ワイスバッハによる圧力損失式、損失係数 $\lambda$ を求めるムーディ線図<br>5) ニュートンの粘性の法則                                         |                            |                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3週                              | ポアズイユ流れの流速分布                              | 6) 円管内のポアズイユ流れの流速分布の導出                                                                                                          |                            |                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4週                              | ハーゲン・ポアズイユの式、<br>層流の管摩擦係数 $\lambda=64/Re$ | 7) 円管内のポアズイユ流れの流量式<br>8) ハーゲン・ポアズイユの式、<br>層流の管摩擦係数 $\lambda=64/Re$                                                              |                            |                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5週                              | 乱流の管摩擦係数 $\lambda$                        | 9) ムーディ線図および実験式による乱流の管摩擦係数 $\lambda$ の求め方<br>10) 非円形管の等価直径 $d_e$ の求め方<br>11) 直線部分以外の管路損失である助走区間、拡大・縮小、曲がり、分岐・合流管の損失係数の求め方を理解する。 |                            |                                                    |

|  |      |     |                               |                                                                            |
|--|------|-----|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|  |      | 6週  | 管路の流速<br>水力こう配線とエネルギーこう配線     | 1 2) 管路の流速の求め方                                                             |
|  |      | 7週  | 境界層の厚さ<br>境界層内の速度分布、境界層のはく離   | 1 3) 外部流れの境界層厚さの求め方<br>1 4) 円管内の乱流の流速分布式<br>(指数法則、対数法則)<br>1 5) 剥離現象を理解する。 |
|  |      | 8週  | 中間試験                          |                                                                            |
|  | 2ndQ | 9週  | 流体のエネルギー利用とターボ機械 (1)          | (1 3) ターボ機械を作動流体や流れ方向などにより分類できる。<br>(1 4) 羽根車によるエネルギー変換のしくみを理解する。          |
|  |      | 10週 | 流体のエネルギー利用とターボ機械 (2)          | (1 5) 速度三角形を描くことができる。                                                      |
|  |      | 11週 | ターボ機械の構成要素と内部流れ               | (1 6) ターボ機械の構成要素を理解する。<br>(1 7) ターボ機械の内部流れを理解する。                           |
|  |      | 12週 | ターボ機械の性能と運転                   | (1 8) ターボ機械の特性曲線を理解する。                                                     |
|  |      | 13週 | ポンプ、その他の流体機械                  | (1 9) ポンプのしくみを理解する。                                                        |
|  |      | 14週 | ポンプ、その他の流体機械                  | (2 0) 送風機や水車など様々なターボ機械のしくみを理解する。                                           |
|  |      | 15週 | 期末試験<br>第9回から第14回までの範囲で試験を行う。 |                                                                            |
|  |      | 16週 | まとめ<br>第15回までの授業について、まとめを行う。  |                                                                            |

#### 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  | 層流と乱流の違いを説明できる。                          | 3     |     |
|       |          |       |      | 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。         | 3     |     |
|       |          |       |      | 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。            | 3     |     |
|       |          |       |      | 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。              | 3     |     |
|       |          |       |      | 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。 | 3     |     |
|       |          |       |      | 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。              | 3     |     |
|       |          |       |      | 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。              | 3     |     |

#### 評価割合

|         | 試験 | 課題 | 合計  |
|---------|----|----|-----|
| 総合評価割合  | 80 | 20 | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0  | 0   |
| 専門的能力   | 80 | 20 | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0   |