

|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--|
| 北九州工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                      | 開講年度 | 平成29年度 (2017年度)                                 |                                     | 授業科目                         | 流動システム工学                       |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                      |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                           | 0164                                                                                                                 |      |                                                 | 科目区分                                | 専門 / 必修                      |                                |  |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                           | 授業                                                                                                                   |      |                                                 | 単位の種別と単位数                           | 履修単位: 3                      |                                |  |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                           | 制御情報工学科                                                                                                              |      |                                                 | 対象学年                                | 5                            |                                |  |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                            | 通年                                                                                                                   |      |                                                 | 週時間数                                | 3                            |                                |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                         | 「学生のための流体力学入門」 利光 和彦, 菊川 裕規, 早水 庸隆, 樫村 秀男, 安信 強, 高尾 学(パワー社)                                                          |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                           | 樫村 秀男                                                                                                                |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                      |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
| 1. 層流と乱流の違い、レイノルズ数を説明できる。<br>2. オイラーの運動方程式、エネルギー保存則、ベルヌーイの式を説明できる。<br>3. ビトー管、ベンチュリー管、オリフィスを用いた流量や流速の測定原理を説明できる。<br>4. ダルシー・ワイスバッハの式や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。<br>5. 流れの中の物体に作用する抗力、揚力を説明および計算できる。<br>6. 圧縮性流れの特徴が説明でき、等エントロピー流れの基本的な計算ができる。 |                                                                                                                      |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
| 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                                                                                                                                                                                                                                          | 流れの可視化と保存則の原理を理解し、計算できる。                                                                                             |      |                                                 | 流れの可視化と保存則について授業で教えた内容をもとに計算できる。    |                              | 流れの可視化と保存則の原理を理解できず、計算できない。    |  |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                          | 管内および物体まわりの流れの原理を理解し、計算できる。                                                                                          |      |                                                 | 管内および物体まわりの流れについて授業で教えた内容をもとに計算できる。 |                              | 管内および物体まわりの流れの原理を理解できず、計算できない。 |  |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                          | 圧縮性流れの特徴と分類について理解し、計算できる。                                                                                            |      |                                                 | 圧縮性流れの特徴と分類について授業で教えた内容をもとに計算できる。   |                              | 圧縮性流れの特徴と分類について理解できず、計算できない。   |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                      |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                      |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                             | 多岐にわたる流れ学に関する事項のうち、基礎的でかつ重要と思われる部分を総括的に学習することを目的とする。前半は円管内の流れや円柱などの物体周りの流れを中心に、後半は近年、種々の工業分野で重要性を増してきた圧縮性流れについて学習する。 |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                      | 微分方程式などの高度な数学的手法をあまり用いずに、図や写真を用いて流れの中で生じる種々の現象について理解を深める。授業の最後に可能な限り、簡単な練習問題を取り入れる。前期は水力学、後期は熱力学に関する基本的な知識が必要である。    |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                            | 前期は水力学、後期は熱力学に関する基本的な知識が必要である。授業内容の理解に努めること。また、授業で演習を行うので、電卓を持参すること。                                                 |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
| 授業計画                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                      |      |                                                 |                                     |                              |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 週    | 授業内容                                            |                                     | 週ごとの到達目標                     |                                |  |
| 前期                                                                                                                                                                                                                                             | 1stQ                                                                                                                 | 1週   | 1. 流れの分類と可視化方法<br>流れの可視化法、粘性と圧縮性、一様流と非一様流、流れの次元 |                                     | 流れの分類と可視化方法が説明できる。           |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 2週   | 2. 運動方程式<br>流体粒子の加速度、オイラーの運動方程式                 |                                     | 運動方程式が説明でき、計算できる。            |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 3週   | 3. エネルギー保存の法則<br>ベルヌーイの定理、ビトー管、ベンチュリー管、オリフィス    |                                     | エネルギー保存の法則が説明でき、法則を使った計算できる。 |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 4週   | 3. エネルギー保存の法則<br>ベルヌーイの定理、ビトー管、ベンチュリー管、オリフィス    |                                     | エネルギー保存の法則が説明でき、法則を使った計算できる。 |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 5週   | 3. エネルギー保存の法則<br>ベルヌーイの定理、ビトー管、ベンチュリー管、オリフィス    |                                     | エネルギー保存の法則が説明でき、法則を使った計算できる。 |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 6週   | 4. 運動量保存の法則<br>運動量および角運動量の法則、平板と曲面壁に作用する流体力     |                                     | 運動量保存の法則が説明でき、法則を使った計算できる。   |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 7週   | 4. 運動量保存の法則<br>運動量および角運動量の法則、平板と曲面壁に作用する流体力     |                                     | 運動量保存の法則が説明でき、法則を使った計算できる。   |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 8週   | 中間試験                                            |                                     |                              |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                | 2ndQ                                                                                                                 | 9週   | 5. 完全流体の流れ<br>流線、渦度、循環、円柱まわりの流れ                 |                                     | 完全流体の流れが説明でき、計算できる。          |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 10週  | 6. 管内の流れ<br>摩擦法則、境界層、ハーゲンポアソユ流れ、管摩擦損失           |                                     | 管内の流れが説明でき、計算できる。            |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 11週  | 6. 管内の流れ<br>摩擦法則、境界層、ハーゲンポアソユ流れ、管摩擦損失           |                                     | 管内の流れが説明でき、計算できる。            |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 12週  | 6. 管内の流れ<br>摩擦法則、境界層、ハーゲンポアソユ流れ、管摩擦損失           |                                     | 管内の流れが説明でき、計算できる。            |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 13週  | 7. 物体まわりの流れ<br>カルマン渦列、揚力と抗力、翼型                  |                                     | 物体まわりの流れが説明でき、計算できる。         |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 14週  | 7. 物体まわりの流れ<br>カルマン渦列、揚力と抗力、翼型                  |                                     | 物体まわりの流れが説明でき、計算できる。         |                                |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                      | 15週  | 7. 物体まわりの流れ<br>カルマン渦列、揚力と抗力、翼型                  |                                     | 物体まわりの流れが説明でき、計算できる。         |                                |  |

|    |      |     |                                             |                            |
|----|------|-----|---------------------------------------------|----------------------------|
|    |      | 16週 | 期末試験                                        |                            |
| 後期 | 3rdQ | 1週  | 8. 圧縮性流れの特徴と分類<br>マッハ波、超音速流れ、衝撃波など          | 圧縮性流れの特徴と分類を説明でき、計算できる。    |
|    |      | 2週  | 9. マッハ円錐、衝撃波<br>音波、微小振幅の波                   | マッハ円錐と衝撃波を説明でき、計算できる。      |
|    |      | 3週  | 9. マッハ円錐、衝撃波<br>音波、微小振幅の波                   | マッハ円錐と衝撃波を説明でき、計算できる。      |
|    |      | 4週  | 10. ノズル内の高速流れ<br>流れの閉塞現象、等エントロピー流れ(1)、種々の噴流 | ノズル内の高速流れについて説明でき、計算できる。   |
|    |      | 5週  | 10. ノズル内の高速流れ<br>流れの閉塞現象、等エントロピー流れ(1)、種々の噴流 | ノズル内の高速流れについて説明でき、計算できる。   |
|    |      | 6週  | 10. ノズル内の高速流れ<br>流れの閉塞現象、等エントロピー流れ(1)、種々の噴流 | ノズル内の高速流れについて説明でき、計算できる。   |
|    |      | 7週  | 10. ノズル内の高速流れ<br>流れの閉塞現象、等エントロピー流れ(1)、種々の噴流 | ノズル内の高速流れについて説明でき、計算できる。   |
|    |      | 8週  | 中間試験                                        |                            |
|    | 4thQ | 9週  | 11. ラバールノズル内の流れ<br>等エントロピー流れ(2)、種々の噴流       | ラバールノズル内の流れについて説明でき、計算できる。 |
|    |      | 10週 | 11. ラバールノズル内の流れ<br>等エントロピー流れ(2)、種々の噴流       | ラバールノズル内の流れについて説明でき、計算できる。 |
|    |      | 11週 | 11. ラバールノズル内の流れ<br>等エントロピー流れ(2)、種々の噴流       | ラバールノズル内の流れについて説明でき、計算できる。 |
|    |      | 12週 | 12. 衝撃波<br>衝撃波の性質と発生、ランキンユゴニオの関係式           | 衝撃波について説明でき、計算できる。         |
|    |      | 13週 | 12. 衝撃波<br>衝撃波の性質と発生、ランキンユゴニオの関係式           | 衝撃波について説明でき、計算できる。         |
|    |      | 14週 | 12. 衝撃波<br>衝撃波の性質と発生、ランキンユゴニオの関係式           | 衝撃波について説明でき、計算できる。         |
|    |      | 15週 | 12. 衝撃波<br>衝撃波の性質と発生、ランキンユゴニオの関係式           | 衝撃波について説明でき、計算できる。         |
|    |      | 16週 | 定期試験                                        |                            |

# 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 | 力学   | 力は、大きさ、向き、作用する点によって表されることを理解し、適用できる。       | 3     |     |
|       |          |       |      | 一点に作用する力の合成と分解を図で表現でき、合力と分力を計算できる。         | 3     |     |
|       |          |       |      | 一点に作用する力のつりあい条件を説明できる。                     | 3     |     |
|       |          |       |      | 力のモーメントの意味を理解し、計算できる。                      | 2     |     |
|       |          |       |      | 偶力の意味を理解し、偶力のモーメントを計算できる。                  | 2     |     |
|       |          |       |      | 着力点が異なる力のつりあい条件を説明できる。                     | 2     |     |
|       |          |       |      | 重心の意味を理解し、平板および立体の重心位置を計算できる。              | 2     |     |
|       |          |       |      | 速度の意味を理解し、等速直線運動における時間と変位の関係を説明できる。        | 3     |     |
|       |          |       |      | 加速度の意味を理解し、等加速度運動における時間と速度・変位の関係を説明できる。    | 3     |     |
|       |          |       |      | 運動の第一法則(慣性の法則)を説明できる。                      | 3     |     |
|       |          |       |      | 運動の第二法則を説明でき、力、質量および加速度の関係を運動方程式で表すことができる。 | 3     |     |
|       |          |       |      | 運動の第三法則(作用反作用の法則)を説明できる。                   | 3     |     |
|       |          |       |      | 周速度、角速度、回転速度の意味を理解し、計算できる。                 | 3     |     |
|       |          |       |      | 仕事の意味を理解し、計算できる。                           | 3     |     |
|       |          |       |      | エネルギーの意味と種類、エネルギー保存の法則を説明できる。              | 3     |     |
|       |          |       |      | 位置エネルギーと運動エネルギーを計算できる。                     | 4     |     |
|       |          |       |      | 動力の意味を理解し、計算できる。                           | 3     |     |
|       |          |       |      | すべり摩擦の意味を理解し、摩擦力と摩擦係数の関係を説明できる。            | 2     |     |
|       |          |       |      | 運動量および運動量保存の法則を説明できる。                      | 3     |     |
|       |          | 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     |     |
|       |          |       |      | 圧縮性流体と非圧縮性流体の違いを説明できる。                     | 4     |     |
|       |          |       |      | 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。         | 4     |     |
|       |          |       |      | 絶対圧力およびゲージ圧力を説明できる。                        | 3     |     |
|       |          |       |      | パスカルの原理を説明できる。                             | 3     |     |
|       |          |       |      | 液柱計やマ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。         | 3     |     |
|       |          |       |      | 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。                | 3     |     |
|       |          |       |      | 物体に作用する浮力を計算できる。                           | 3     |     |
|       |          |       |      | 定常流と非定常流の違いを説明できる。                         | 3     |     |

|  |  |  |                                          |   |  |
|--|--|--|------------------------------------------|---|--|
|  |  |  | 流線と流管の定義を説明できる。                          | 3 |  |
|  |  |  | 質量保存則と連続の式を説明できる。                        | 3 |  |
|  |  |  | 連続の式を理解し、諸問題の流速と流量を計算できる。                | 3 |  |
|  |  |  | オイラーの運動方程式を説明できる。                        | 3 |  |
|  |  |  | ベルヌーイの式を理解し、流体の諸問題に適用できる。                | 3 |  |
|  |  |  | ピトー管、ベンチュリー管、オリフィスを用いた流量や流速の測定原理を説明できる。  | 3 |  |
|  |  |  | 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。             | 3 |  |
|  |  |  | 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 |  |
|  |  |  | 円管内層流および円管内乱流の速度分布を説明できる。                | 3 |  |
|  |  |  | ハーゲン・ポアズイユの法則を説明できる。                     | 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 |  |
|  |  |  | 流れの中の物体に作用する抗力および揚力について説明できる。            | 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 | 発表 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | 演習問題およびポート等 | 合計  |
|---------|----|----|------|----|---------|-------------|-----|
| 総合評価割合  | 70 | 0  | 0    | 0  | 0       | 30          | 100 |
| 基礎的能力   | 20 | 0  | 0    | 0  | 0       | 10          | 30  |
| 専門的能力   | 50 | 0  | 0    | 0  | 0       | 20          | 70  |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0           | 0   |