

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|
| 北九州工業高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      | 開講年度                                                                                                                                                                                                                                             | 令和06年度 (2024年度)                                      |                                             | 授業科目                                            | C A E 演習                                |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      | 0158                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      | 科目区分                                        |                                                 | 専門 / 選択                                 |  |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      | 単位の種別と単位数                                   |                                                 | 履修単位: 1                                 |  |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      | 生産デザイン工学科（機械創造システムコース）                                                                                                                                                                                                                           |                                                      | 対象学年                                        |                                                 | 5                                       |  |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      | 前期                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      | 週時間数                                        |                                                 | 2                                       |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      | 「配付資料」および「材料力学Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」で使用した教科書                                                                                                                                                                                                                     |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      | 内田 武                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| 1. CAE の概念・具体的な利用分野・事例、有限要素法の特徴・解析手順・注意点を理解できる。 B①<br>2. SolidWorks+Simulation（または、汎用 FEA ソフト）の基本操作、表計算ソフトによるグラフ処理ができる。 C①③<br>3. 材料力学問題（板材や棒材の引張・ねじり・曲げ）の 2 次元弾性解析を行い、材料力学の解との比較・検討ができる。 C①③<br>4. 応力集中現象を理解し、応力集中問題の 2 次元弾性解析を行い、結果のグラフ化と考察ができる。 C①③                                                                 |      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      | CAE概念やFEAの特徴などを理解し、説明できる。                                                                                                                                                                                                                        |                                                      | CAE概念やFEAの特徴などを理解できる。                       |                                                 | CAE概念やFEAの特徴などを理解できない。                  |  |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      | 利用ソフトの基本操作を理解の上で、グラフ処理ができる。                                                                                                                                                                                                                      |                                                      | アドバイスをもらって、利用ソフトの基本操作・グラフ処理ができる。            |                                                 | 利用ソフトの基本操作・グラフ処理ができない。                  |  |
| 評価項目3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      | 材料力学問題のFEA適用とともに、結果の比較・検討ができる。                                                                                                                                                                                                                   |                                                      | アドバイスをもらって、材料力学問題のFEA適用とともに、結果の比較・検討ができる。   |                                                 | 材料力学問題のFEA適用や結果の比較・検討ができない。             |  |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      | 応力集中問題のFEA適用とともに、結果のグラフ化・考察ができる。                                                                                                                                                                                                                 |                                                      | アドバイスをもらって、応力集中問題のFEA適用とともに、結果のグラフ化・考察ができる。 |                                                 | 応力集中問題のFEA適用や結果のグラフ化・考察ができない。           |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| 学習・教育到達度目標 B① 専門分野における工学の基礎を理解できる。<br>学習・教育到達度目標 C① 実験や実習を通じて、問題解決の実践的な経験を積む。<br>学習・教育到達度目標 C③ 実験結果から適切な図や表を作り、専門工学基礎知識をもとにその内容を考察することができる。<br>JABEE SB① 共通基礎知識を用いて、専攻分野における設計・製作・評価・改良など生産に関わる専門工学の基礎を理解できる。<br>JABEE SC① 専門工学の実践に必要な知識を深め、実験や実習を通じて、問題解決の経験を積む。<br>JABEE SC③ 実験結果から適切な図や表を作り、専門工学知識をもとに分析し、結論を導き出せる。 |      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      | 形状・強度・性能・コスト・生産性・品質・安全性などを満足する「最適設計・最適生産」のために、CAD/CAMなどが利用されるが、強度・性能・デザインなどの解析・評価も取込んで、設計から製造まで一貫してコンピュータの力を借りて処理するテクニックとして「CAE」が常識化している。まず、CAE の概念と事例を理解し、解析・評価の中でよく利用される有限要素法 (FEM) による数値解析について、材料力学問題を対象として学習する。                              |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      | 3 年次・4 年次の「材料力学」で取扱った問題から、平板や棒材の引張・ねじり・曲げを取上げ、SolidWorks+Simulation（あるいは、汎用有限要素解析 (FEA) ソフトウェア）による 2 次元モデル解析を行い、材料力学の解との比較・検討を行う。また、断面形状変化に伴う応力集中問題を取上げ、解析後に結果の検討を行う。「モノづくり」に数値解析技術を生かす手法について興味を持ってほしい。授業時間に余裕があれば、剛性方程式 (マトリックス計算) の導出と計算に挑戦する。 |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| 授業の属性・履修上の区分                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                             |                                                 |                                         |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> アクティブラーニング                                                                                                                                                                                                                                                                         |      | <input checked="" type="checkbox"/> ICT 利用                                                                                                                                                                                                       |                                                      | <input checked="" 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                                        |                                         |  |
| 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1stQ | 1週                                                                                                                                                                                                                                               | ガイダンス、資料配付、CAEの位置付け・事例紹介                             |                                             | CAEの位置付け・具体的事例を理解する。                            |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 2週                                                                                                                                                                                                                                               | ソフトウェアの操作練習、FEAの特徴と解析手順                              |                                             | 利用するソフトウェアの基本操作ができる。FEAの解析手順と注意点を理解する。          |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 3週                                                                                                                                                                                                                                               | 演習 1 平板端面に一点集中荷重が作用する引張問題（サンブナンの原理）                  |                                             | 解析要領とともに、解析結果からサンブナンの原理を理解する。                   |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 4週                                                                                                                                                                                                                                               | 演習 2 その他の平板問題                                        |                                             | 拘束条件、解析結果の応力値と変形を理解する。                          |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 5週                                                                                                                                                                                                                                               | 演習 3 丸棒のねじり、材料力学との比較                                 |                                             | 解析結果と材料力学の解を比較する。（せん断応力、ねじれ角など）                 |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 6週                                                                                                                                                                                                                                               | 演習 4 集中荷重を受ける片持ちはり、材料力学との比較（グラフ化）                    |                                             | 解析結果と材料力学の解をグラフを描いて比較する。（曲げ応力、たわみなど）            |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 7週                                                                                                                                                                                                                                               | 課題 1 これまでの演習内容に関連する発展型に取り組む。（予定）                     |                                             | 作図、拘束条件、外力負荷、解析結果表示、材料力学との比較一連を理解する。            |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 8週                                                                                                                                                                                                                                               | 後学期中間試験                                              |                                             |                                                 |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2ndQ | 9週                                                                                                                                                                                                                                               | 後学期中間試験の返却・解答・解説                                     |                                             |                                                 |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 10週                                                                                                                                                                                                                                              | 演習 5 等分布荷重を受ける片持ちはり、材料力学との比較（グラフ化）                   |                                             | 解析結果と材料力学の解をグラフを描いて比較する。（曲げ応力、たわみなど）            |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 11週                                                                                                                                                                                                                                              | 演習 6 等分布荷重を受ける両端支持はり、材料力学との比較（グラフ化）                  |                                             | 拘束条件を工夫し、解析結果と材料力学の解をグラフを描いて比較する。（曲げ応力、たわみなど）   |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 12週                                                                                                                                                                                                                                              | 課題 2 はり問題に関連する発展型に取り組む。（予定）                          |                                             | 作図、拘束条件、外力負荷、解析結果表示、材料力学との比較一連を理解する。            |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 13週                                                                                                                                                                                                                                              | 応力集中に関する解説<br>演習 7 1 円孔を持つ有限板の引張、解析応力値と厳密解との比較（グラフ化） |                                             | 応力集中現象を理解する。<br>拘束条件を工夫し、解析応力値と厳密解をグラフを描いて比較する。 |                                         |  |

|  |  |     |                            |                                     |
|--|--|-----|----------------------------|-------------------------------------|
|  |  | 14週 | 演習 7 の継続                   | 拘束条件を工夫し、解析応力値と厳密解をグラフを描いて比較する。     |
|  |  | 15週 | 課題 3 応力集中に関する発展型に取り組む。(予定) | 作図、拘束条件、外力負荷、解析結果表示、厳密解との比較一連を理解する。 |
|  |  | 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   | ねじりを受ける丸棒のせん断ひずみとせん断応力を計算できる。             | 4     | 前5                |
|       |          |       |      | 丸棒および中空丸棒について、断面二次極モーメントと極断面係数を計算できる。     | 4     | 前5                |
|       |          |       |      | 軸のねじり剛性の意味を理解し、軸のねじれ角を計算できる。              | 4     | 前5                |
|       |          |       |      | 曲げモーメントによって生じる曲げ応力およびその分布を計算できる。          | 4     | 前6,前7,前10,前11,前12 |
|       |          |       |      | 各種断面の図心、断面二次モーメントおよび断面係数を理解し、曲げの問題に適用できる。 | 4     | 前6,前7,前10,前11,前12 |
|       |          |       |      | 各種のはりについて、たわみ角とたわみを計算できる。                 | 4     | 前6,前7,前10,前11,前12 |

# 評価割合

|         | 試験 | 演習・課題 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
|---------|----|-------|------|----|---------|-----|-----|
| 総合評価割合  | 60 | 40    | 0    | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0     | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |
| 専門的能力   | 60 | 40    | 0    | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0     | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |