

|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--|
| 和歌山工業高等専門学校                                                                                                                                                     |                                                                                                        | 開講年度                                                | 令和05年度 (2023年度)               |                                                 | 授業科目                                                                          | 数値計算・解析法                                    |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                          |                                                                                                        |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
| 科目番号                                                                                                                                                            | 0012                                                                                                   |                                                     | 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                                                                                                                                                            | エコシステム工学専攻                                                                                             |                                                     | 対象学年                          |                                                 | 専1                                                                            |                                             |  |
| 開設期                                                                                                                                                             | 後期                                                                                                     |                                                     | 週時間数                          |                                                 | 2                                                                             |                                             |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                                          | プリント配布                                                                                                 |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
| 担当教員                                                                                                                                                            | 山東 篤                                                                                                   |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
| 到達目標                                                                                                                                                            |                                                                                                        |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>・コンピュータを使用することを前提とした計算理論の特徴を説明できる。</li><li>・有限要素法で用いる簡単な数値計算プログラムを作成できる。</li><li>・有限要素法 の概念を理解し、解析ソフトウェアを使用できる。</li></ul> |                                                                                                        |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
| 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                                   |  |
| コンピュータを使用することを前提とした計算理論の特徴を説明できる。                                                                                                                               |                                                                                                        | 有限要素法の計算の流れを理解し、単純な例題において手計算で8割以上の正解を導くことができる。      |                               | 有限要素法の計算の流れを理解し、単純な例題において手計算で6割以上の正解を導くことができる。  |                                                                               | 有限要素法の計算の流れを理解し、単純な例題において手計算で6割未満しか正解を導けない。 |  |
| 有限要素法で用いる簡単な数値計算プログラムを作成できる。                                                                                                                                    |                                                                                                        | 要素剛性マトリックスの計算と座標変換、反復法の合理的な計算プログラムを自作し、正解を導くことができる。 |                               | 要素剛性マトリックスの計算と座標変換、反復法の計算プログラムを自作し、正解を導くことができる。 |                                                                               | 要素剛性マトリックスの計算と座標変換、反復法の合理的な計算プログラムを自作できない。  |  |
| 有限要素法の概念を理解し、解析ソフトウェアを使用できる。                                                                                                                                    |                                                                                                        | 解析ソフトウェアを適切に用いて、優れた構造形態を説明できる。                      |                               | 解析ソフトウェアを適切に用いて、標準的な構造形態を説明できる。                 |                                                                               | 解析ソフトウェアの計算結果を用いても適切な構造形態を説明できない。           |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                   |                                                                                                        |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
| 教育方法等                                                                                                                                                           |                                                                                                        |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
| 概要                                                                                                                                                              | 近年、PCの高性能化や低価格化に伴い、PCを用いた数値解析は実務設計にも広く利用されている。本講義ではPCを用いた数値計算を学習することを目的として、有限要素法を用いた構造計算について解説する。      |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>・座学の内容に関する自宅学習を課す</li><li>・プログラミング演習</li><li>・ソフトウェア課題</li></ul> |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
| 注意点                                                                                                                                                             | プログラミング課題を含むため、C言語、C++、C#、VBA、Fortran、Matlabのいずれかのプログラミング言語を習得しておくことが望ましい。                             |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
| 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 checked="" type="checkbox"/> ICT 利用          |                               | <input type="checkbox"/> 遠隔授業対応                 |                                                                               | <input type="checkbox"/> 実務経験のある教員による授業     |  |
| 授業計画                                                                                                                                                            |                                                                                                        |                                                     |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 週                                                   | 授業内容                          |                                                 | 週ごとの到達目標                                                                      |                                             |  |
| 後期                                                                                                                                                              | 3rdQ                                                                                                   | 1週                                                  | PCを用いた数値計算について（FEM, CAE, CG）  |                                                 | ・どのような経緯で有限要素法が開発されたかを説明できる。<br>・有限要素法が現在の設計でどのように用いられているかを説明できる。             |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 2週                                                  | ばねモデル 外力と変位の関係                |                                                 | ・複数のばねを組み合わせたとき、系全体の力と変位の関係式を立てることができる。                                       |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 3週                                                  | ばねモデル ばねの座標変換と剛性マトリックス        |                                                 | ・ばねの座標変換によって斜めを向いたばねをつりあい式に組み込むことができる。                                        |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 4週                                                  | 有限要素法の概論、材料力学、支配方程式、トラス要素の離散化 |                                                 | ・変位、ひずみ、応力とは何かを説明できる。<br>・変位、ひずみ、応力の関係式を暗記する。                                 |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 5週                                                  | 要素剛性マトリックス、座標変換と重ね合わせ         |                                                 | ・トラス要素の変位関数、Bマトリックスの誘導方法を説明できる。<br>・トラス要素を座標変換し、斜めを向いたトラス要素をつりあい式に組み込むことができる。 |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 6週                                                  | プログラミング課題                     |                                                 | 行列と行列の積等の数値計算プログラムを自作できる                                                      |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 7週                                                  | ソフトウェア課題                      |                                                 | 自作プログラムを活用してFEMの計算ができる                                                        |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 8週                                                  | FEM計算の流れの総まとめ                 |                                                 | FEMの計算の流れを理解し、手計算により簡単なトラス構造物の変位、ひずみ、応力を導出できる。                                |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 | 4thQ                                                                                                   | 9週                                                  | 連立方程式の解法（直接法と反復法）             |                                                 | コンピュータによる計算を前提とした反復法による連立方程式の解法の考え方を説明できる。                                    |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 10週                                                 | プログラミング課題                     |                                                 | 反復法の計算プログラムを自作できる                                                             |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 11週                                                 | 数値積分法（ガウス積分）                  |                                                 | 剛性マトリックスの計算で用いる実用的な数値積分法の使い方を説明できる。                                           |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 12週                                                 | ソフトウェア課題                      |                                                 | 自作有限要素法ソフトウェアを使ってトラス構造物の設計、評価ができる。                                            |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 13週                                                 | 三角形要素（1）                      |                                                 | 二次元解析のための三角形要素の変位関数、Bマトリックスの導出ができる。                                           |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 14週                                                 | 三角形要素（2）                      |                                                 | 三角形要素の要素剛性マトリックスの導出方法を説明できる。                                                  |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 15週                                                 | はり要素、有限要素法を基礎とした計算理論          |                                                 | ・はり要素の離散化の流れを説明できる。<br>・有限要素法の応用、拡張理論を挙げることができる。                              |                                             |  |
|                                                                                                                                                                 |                                                                                                        | 16週                                                 |                               |                                                 |                                                                               |                                             |  |
| 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 |
|---------|------|------|-----------|---|---|---|-------|-----|
| 評価割合    |      |      |           |   |   |   |       |     |
|         | 小テスト | 自宅学習 | ソフトウェア課題  |   |   |   | 合計    |     |
| 総合評価割合  | 40   | 30   | 30        | 0 | 0 | 0 | 100   |     |
| 基礎的能力   | 0    | 0    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0     |     |
| 専門的能力   | 40   | 30   | 30        | 0 | 0 | 0 | 100   |     |
| 分野横断的能力 | 0    | 0    | 0         | 0 | 0 | 0 | 0     |     |