

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 大分工業高等専門学校                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 開講年度                                                     | 令和04年度 (2022年度)                                           |                                            | 授業科目                                                                                                | 計算理論                                    |
| 科目基礎情報                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| 科目番号                                                            | R04S525                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                          |                                                           | 科目区分                                       | 専門 / 選択                                                                                             |                                         |
| 授業形態                                                            | 授業                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                          |                                                           | 単位の種別と単位数                                  | 履修単位: 1                                                                                             |                                         |
| 開設学科                                                            | 情報工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                          |                                                           | 対象学年                                       | 5                                                                                                   |                                         |
| 開設期                                                             | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                          |                                                           | 週時間数                                       | 2                                                                                                   |                                         |
| 教科書/教材                                                          | なし 参考資料を配布する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| 担当教員                                                            | 徳尾 健司                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| 到達目標                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| (1)決定可能性, 帰着可能性, 再帰定理, 計算複雑性などの諸概念について理解できる。(定期試験と小テスト)         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| (2) $\lambda$ 計算, 自然演繹および計算と論理の対応関係について理解できる。(定期試験と小テスト)        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| 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                                                                                           |                                         |
| 目的・到達目標(1)の評価指標                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 決定可能性, 帰着可能性, 再帰定理, 計算複雑性などの諸概念について, 他者に説明できるレベルで理解している。 | 決定可能性, 帰着可能性, 再帰定理, 計算複雑性などの諸概念について, 講義で取り上げた例題を解くことができる。 |                                            | 決定可能性, 帰着可能性, 再帰定理, 計算複雑性などの諸概念について, 基本的な概念の定義や用語の定義を述べることができない。                                    |                                         |
| 目的・到達目標(2)の評価指標                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $\lambda$ 計算, 自然演繹および計算と論理の対応関係について, 他者に説明できるレベルで理解している。 | $\lambda$ 計算, 自然演繹および計算と論理の対応関係について, 講義で取り上げた例題を解くことができる。 |                                            | $\lambda$ 計算, 自然演繹および計算と論理の対応関係について, 基本的な概念の定義や用語の定義を述べることができない。                                    |                                         |
| 学科の到達目標項目との関係                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| 学習・教育目標 (B1)<br>JABEE 1.2(c) JABEE 1.2(d)(1) JABEE 1.2(g)       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| 教育方法等                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| 概要                                                              | 「計算とは何か」を規定するChurch-Turingのテーゼを軸に, 2つのテーマを取り上げる。前半は計算モデルとしてTuring機械を用いて, 決定可能性, 帰着可能性, 再帰定理, 計算複雑性などの重要な概念について学ぶ。後半は, もう一つの計算モデルである $\lambda$ 計算を用いて, 計算と論理の関係について考究する。<br><br>(科目情報)<br>教育プログラム 第2学年 ○科目                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| 授業の進め方・方法                                                       | 原則として毎回, 授業内容の理解を問う小テストを実施するので, 授業を良く聞いて理解に努めること。<br><br>(参考図書)<br>[1] Sipser, M., Introduction to the Theory of Computation, PWS Pub. Co.<br>[2] シブサ, M., 計算理論の基礎, 共立出版。<br>[3] ホップクロフト, J. 他, オートマトン 言語理論 計算論 II [第2版], サイエンス社。<br>[4] 鹿島亮, C言語による計算の理論, サイエンス社。<br>[5] 萩谷昌己・西崎真也, 論理と計算のしくみ, 岩波書店。<br>[6] Stuart, T., アンダースタンディング コンピューテーション, オライリー・ジャパン。<br>[7] 高橋正子, 計算論, 近代科学社。<br><br>(事前学習)<br>参考図書 [1, 2] の該当箇所を読んでおくことが望ましい。 |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| 注意点                                                             | (履修上の注意)<br>配布プリントを整理するためのクリアファイル(A4サイズ)を用意すること。<br><br>(自学上の注意)<br>参考図書の必要箇所を参照して予習・復習を行うこと。授業内容は [1][4][5] に基づく。[2] は [1] の邦訳。[3] はこの分野の標準的な教科書の一つ。[6] はプログラミング (Ruby) を通して実践的に形式言語理論と計算理論を学べる本。<br>[7] は $\lambda$ 計算の標準的な教科書。                                                                                                                                                                                                      |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| 評価                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| (総合評価)<br>総合評価 = 定期試験 $\times$ 0.7 + 小テスト $\times$ 0.3          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| (再試験について)<br>総合評価が60点未満の者に対して実施する場合がある。受験資格者については試験解説時にアナウンスする。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                           |                                            |                                                                                                     |                                         |
| 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 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                                                                                            |                                         |
| 後期                                                              | 3rdQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1週                                                       | イントロダクション                                                 |                                            | 予備知識を確認する。(計算 / アルゴリズムの定義 / Church-Turingのテーゼ / Turing機械 / Turing計算可能 / 再帰的定義とプログラム / $\lambda$ 抽象) |                                         |
|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2週                                                       | Turing機械の変種                                               |                                            | Turing機械の変種について理解する。(多テープ Turing機械 / 非決定性Turing機械 / 現実のコンピュータとTuring機械)                             |                                         |
|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3週                                                       | 帰着可能性                                                     |                                            | 帰着可能性について理解する。(帰着 / 帰着可能性と決定可能性 / Turing機械の停止問題 / Turing機械の空性問題 / Turing機械の正規性問題)                   |                                         |
|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4週                                                       | 写像帰着可能性                                                   |                                            | 写像帰着可能性について理解する。(写像帰着可能性 / 計算可能関数 / 写像帰着可能性と決定可能性 / 写像帰着可能性と認識可能性)                                  |                                         |
|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5週                                                       | 再帰定理                                                      |                                            | 再帰定理について理解する。(自己の文字列表現を生成する機械 / 再帰定理)                                                               |                                         |

|     |      |             |                  |                                                                                                             |
|-----|------|-------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |      | 6週          | P≠NP予想           | 計算の複雑性について理解する。(時間計算量 / 漸近分析 / 時間計算量クラス / 多テープTuring機械の時間計算量 / 非決定性Turing機械の時間計算量 / クラスP / クラスNP / P vs NP) |
|     |      | 7週          | NP完全性            | NP完全性について理解する。(ブール式 / 充足可能問題 / Cook-Levinの定理 / 多項式時間帰着 / NP完全)                                              |
|     |      | 8週          | λ計算              | λ計算について理解する。(λ式 / Curry化 / λ項 / α同値, α変換)                                                                   |
|     | 4thQ | 9週          | 後期中間試験           | 目的・到達目標(1)                                                                                                  |
|     |      | 10週         | 後期中間試験の解答と解説     |                                                                                                             |
|     |      | 11週         | Church-Rosserの定理 | Church-Rosserの定理について理解する。(β簡約 / Churchの数字 / Church-Rosserの定理)                                               |
|     |      | 12週         | 型付きλ計算           | 型付きλ計算について理解する。(型 / 型付け / Subject Reduction定理 / 強正規化可能性定理 / 型検査)                                            |
|     |      | 13週         | 自然演繹             | 自然演繹について理解する。(自然演繹の図式 / NK, NJ)                                                                             |
|     |      | 14週         | Curry-Howardの対応  | 計算と論理の対応関係について理解する。(λ計算とNJ / λ項による証明図の表現 / Curry-Howard対応 / β簡約と証明図の変形)                                     |
|     |      | 15週         | 学年末試験            | 目的・到達目標(2)                                                                                                  |
| 16週 |      | 学年末試験の解答と解説 |                  |                                                                                                             |

|                       |  |    |      |           |       |     |
|-----------------------|--|----|------|-----------|-------|-----|
| 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                  |  |    |      |           |       |     |
|                       |  | 試験 | 小テスト |           | 合計    |     |
| 総合評価割合                |  | 70 | 30   |           | 100   |     |
| 専門的能力                 |  | 70 | 30   |           | 100   |     |