

|                                                                                                   |      |                                                                                                                                                         |                             |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------|------|------------------|---------------------------------------|-------------------|--|
| 東京工業高等専門学校                                                                                        |      | 開講年度                                                                                                                                                    | 平成31年度 (2019年度)             |                                                    | 授業科目 | 線形空間論            |                                       |                   |  |
| 科目基礎情報                                                                                            |      |                                                                                                                                                         |                             |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
| 科目番号                                                                                              |      | 0016                                                                                                                                                    |                             | 科目区分                                               |      | 専門 / 選択          |                                       |                   |  |
| 授業形態                                                                                              |      | 講義                                                                                                                                                      |                             | 単位の種別と単位数                                          |      | 履修単位: 2          |                                       |                   |  |
| 開設学科                                                                                              |      | 電気電子工学専攻                                                                                                                                                |                             | 対象学年                                               |      | 専1               |                                       |                   |  |
| 開設期                                                                                               |      | 前期                                                                                                                                                      |                             | 週時間数                                               |      | 4                |                                       |                   |  |
| 教科書/教材                                                                                            |      | Linear Algebra (Serge Lang 著・Springer) 東京大学工学教程 フーリエ・ラプラス解析 (加藤雄介、求幸年著・丸善出版)                                                                            |                             |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
| 担当教員                                                                                              |      | 井口 雄紀                                                                                                                                                   |                             |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
| 到達目標                                                                                              |      |                                                                                                                                                         |                             |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
| 1. 線形空間の基底と次元の概念を理解し、計算ができる<br>2. 内積空間、とくにヒルベルト空間の概念を理解し、内積等の種々の計算ができる<br>3. フーリエ解析の概念を理解し、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                                       |      | 最低限の到達レベルの目安 (可) |                                       | 未到達レベルの目安         |  |
| 線形空間                                                                                              |      | 線形写像の像と核が部分空間であることを証明できて、基底と次元が計算できる                                                                                                                    |                             | 部分空間の基底と次元が計算できる                                   |      | 部分空間の基底と次元が計算できる |                                       | 部分空間の基底と次元が計算できない |  |
| 内積空間                                                                                              |      | ヒルベルト空間の正規直交基底を求めることができる                                                                                                                                |                             | 内積を使ってベクトルの長さやベクトル同士のなす角を計算できる                     |      | 関数同士の内積を計算できる    |                                       | 関数同士の内積を計算できない    |  |
| フーリエ解析                                                                                            |      | フーリエ級数展開の計算およびフーリエ変換のたたみこみ積分が計算できる                                                                                                                      |                             | フーリエ級数展開およびフーリエ変換の計算ができる                           |      | フーリエ級数展開の計算ができる  |                                       | フーリエ級数展開の計算ができない  |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                     |      |                                                                                                                                                         |                             |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
| JABEE (c)<br>学習・教育目標 C1                                                                           |      |                                                                                                                                                         |                             |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
| 教育方法等                                                                                             |      |                                                                                                                                                         |                             |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
| 概要                                                                                                |      | 本科で触れる機会が少なかった線形（ベクトル）空間について学ぶ。講義で使うテキストは英語で書かれており、自然科学における英語の表現に触れる良い機会となるだろう。ベクトル空間を具体例を通し、直感的に理解すること、とくに基底と次元の計算が出来るようになることが目標である。後半は、フーリエ解析について述べる。 |                             |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                         |      | 講義はできるだけ具体例を示すよう心掛けるが、自ら手を動かして理解して欲しいので、講義ですてくる簡単な計算をレポートとして課すことがある。                                                                                    |                             |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
| 注意点                                                                                               |      | 本科3年までに学んだ数学、特に線形代数学I,IIの知識を前提とする。フーリエ解析を理解するため、微分積分の基礎知識を必要とする。                                                                                        |                             |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
| 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<br>n次元空間              |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
|                                                                                                   |      | 2週                                                                                                                                                      | 抽象ベクトル空間の定義と具体例             |                                                    |      |                  | ベクトル空間の具体例を挙げることができる                  |                   |  |
|                                                                                                   |      | 3週                                                                                                                                                      | 部分空間および基底と次元                |                                                    |      |                  | 部分空間の具体例を挙げることができる<br>基底と次元を求めることができる |                   |  |
|                                                                                                   |      | 4週                                                                                                                                                      | 線形写像の定義と性質                  |                                                    |      |                  | 線形写像の定義と性質が理解できる                      |                   |  |
|                                                                                                   |      | 5週                                                                                                                                                      | 線形写像の像と核                    |                                                    |      |                  | 線形写像の像と核の基底と次元を計算できる                  |                   |  |
|                                                                                                   |      | 6週                                                                                                                                                      | 内積空間の定義およびヒルベルト空間の例         |                                                    |      |                  | 関数空間上で内積を計算できる                        |                   |  |
|                                                                                                   |      | 7週                                                                                                                                                      | 関数空間の正規直交基底                 |                                                    |      |                  | 正規直交基底を求めることができる                      |                   |  |
|                                                                                                   |      | 8週                                                                                                                                                      | フーリエ級数                      |                                                    |      |                  | フーリエ級数展開の対象となる関数の集合（関数空間）を理解できる       |                   |  |
|                                                                                                   | 2ndQ | 9週                                                                                                                                                      | フーリエ変換                      |                                                    |      |                  | フーリエ変換可能な関数の集合（関数空間）を理解できる            |                   |  |
|                                                                                                   |      | 10週                                                                                                                                                     | フーリエ級数とフーリエ変換の具体例と計算        |                                                    |      |                  | フーリエ級数およびフーリエ変換の計算ができる                |                   |  |
|                                                                                                   |      | 11週                                                                                                                                                     | たたみこみ積分とパーセバルの不等式および不確定性原理  |                                                    |      |                  | たたみこみ積分が計算できる                         |                   |  |
|                                                                                                   |      | 12週                                                                                                                                                     | 離散フーリエ変換(DFT)と高速フーリエ変換(FFT) |                                                    |      |                  | DFTを行列で表現できる                          |                   |  |
|                                                                                                   |      | 13週                                                                                                                                                     | 高速フーリエ変換 (FFT) のアルゴリズム      |                                                    |      |                  | FFTアルゴリズムの仕組みを理解できる                   |                   |  |
|                                                                                                   |      | 14週                                                                                                                                                     | 工学への応用事例の紹介                 |                                                    |      |                  | フーリエ変換が利用されている工学現象の例を挙げることができる        |                   |  |
|                                                                                                   |      | 15週                                                                                                                                                     | 期末試験                        |                                                    |      |                  |                                       |                   |  |
|                                                                                                   |      | 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                                   |                   |  |
| 基礎的能力                                                                                             | 数学   | 数学                                                                                                                                                      | 数学                          | ベクトルの定義を理解し、ベクトルの基本的な計算(和・差・定数倍)ができ、大きさを求めることができる。 |      | 3                |                                       |                   |  |
|                                                                                                   |      |                                                                                                                                                         |                             | 平面および空間ベクトルの成分表示ができ、成分表示を利用して簡単な計算ができる。            |      | 3                |                                       |                   |  |
|                                                                                                   |      |                                                                                                                                                         |                             | 平面および空間ベクトルの内積を求めることができる。                          |      | 3                |                                       |                   |  |
|                                                                                                   |      |                                                                                                                                                         |                             | 問題を解くために、ベクトルの平行・垂直条件を利用することができる。                  |      | 3                |                                       |                   |  |
|                                                                                                   |      |                                                                                                                                                         |                             | 空間内の直線・平面・球の方程式を求めることができる(必要に応じてベクトル方程式も扱う)。       |      | 3                |                                       |                   |  |

|         |    |      |      |                                          |         |     |     |
|---------|----|------|------|------------------------------------------|---------|-----|-----|
|         |    |      |      | 行列の定義を理解し、行列の和・差・スカラーとの積、行列の積を求めることができる。 | 3       |     |     |
|         |    |      |      | 逆行列の定義を理解し、2次の正方行列の逆行列を求めることができる。        | 3       |     |     |
|         |    |      |      | 行列式の定義および性質を理解し、基本的な行列式の値を求めることができる。     | 3       |     |     |
| 評価割合    |    |      |      |                                          |         |     |     |
|         | 試験 | レポート | 相互評価 | 態度                                       | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
| 総合評価割合  | 75 | 25   | 0    | 0                                        | 0       | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 75 | 25   | 0    | 0                                        | 0       | 0   | 100 |
| 専門的能力   | 0  | 0    | 0    | 0                                        | 0       | 0   | 0   |
| 分野横断的能力 | 0  | 0    | 0    | 0                                        | 0       | 0   | 0   |