

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------|
| 旭川工業高等専門学校                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 開講年度 | 令和02年度 (2020年度)                                     |                                                 | 授業科目                                                   | 量子工学 |
| 科目基礎情報                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
| 科目番号                                                                               | 0067                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      | 科目区分                                                | 専門 / 選択                                         |                                                        |      |
| 授業形態                                                                               | 講義                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      | 単位の種別と単位数                                           | 学修単位: 2                                         |                                                        |      |
| 開設学科                                                                               | 電気情報工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      | 対象学年                                                | 5                                               |                                                        |      |
| 開設期                                                                                | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      | 週時間数                                                | 後期:2                                            |                                                        |      |
| 教科書/教材                                                                             | 工学系のための量子力学 (著者: 上羽 弘 出版社: 森北出版) / プリント                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
| 担当教員                                                                               | 篁 耕司                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
| 到達目標                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
| 量子力学を活用したエレクトロニクスの分野においてデバイスの基本的原理を習得することを目標とする。                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
| ルーブリック                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
|                                                                                    | 理想的な到達レベルの目安                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | 標準的な到達レベルの目安                                        |                                                 | 未到達レベルの目安                                              |      |
| 評価項目1                                                                              | 量子力学の基礎を正しく理解し、トンネルダイオードや半導体レーザー、量子効果デバイスなどの原理等を詳細に説明できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      | 量子力学の基礎を理解し、トンネルダイオードや半導体レーザー、量子効果デバイスなどの原理等を説明できる。 |                                                 | 量子力学の基礎を理解できず、トンネルダイオードや半導体レーザー、量子効果デバイスなどの原理等を説明できない。 |      |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
| 学習・教育到達度目標 電気情報工学科の教育目標① 学習・教育到達度目標 本科の教育目標③<br>JABEE D-1 JABEE D-2<br>JABEE基準 (d) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
| 教育方法等                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
| 概要                                                                                 | 量子力学は古典力学、熱・統計力学とならぶ力学の一つであり、現在の科学技術では欠かすことのできない学問分野である。本講義では、量子力学を用いた工学に焦点をあて、トンネルダイオード、走査トンネル顕微鏡、半導体超格子、半導体レーザー、量子効果デバイス、MRAMなど、エレクトロニクスに関係が深いものを取り上げて、原理や機構を学ぶ。                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
| 授業の進め方・方法                                                                          | 本講義では光と物質の相互作用に焦点を絞った量子エレクトロニクスの分野にとどまらず、量子効果デバイスやスピントロニクスといった量子力学を活用したエレクトロニクスの分野までを対象とし、電気電子工学における「量子力学の世界」が理解できることが到達目標である。                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
| 注意点                                                                                | 本講義は電子物性工学、半導体工学で学んだ量子力学を少し深めて授業を進める。さらに基本的な物理(力学、電磁気)の知識と数学(応用数学)の知識が必要となる。これまで学んできた電気・電子に関わる知識の積み重ねがないと理解が困難なので、復習と継続的な学習が必要不可欠である。特に学問的にも理解が難しい分野なので、理解を助けるために適宜、課題・レポート等を課す。<br>・教育プログラムの学習・教育到達目標の項目は、D-1、D-2とする。<br>・総時間数90時間(自学自習60時間)<br>・自学自習(60時間)として、日常の授業(30時間)のための予習復習時間、理解を深めるための演習課題の考察時間、および試験準備のための学習時間を総合したものとする。<br>・評価については、合計点数が60点以上で単位修得となる。その場合、各到達目標項目の到達レベルが標準以上であること、教育プログラムの学習・教育到達目標の各項目を満たしたことが認められる。 |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
| 授業計画                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 週    | 授業内容                                                | 週ごとの到達目標                                        |                                                        |      |
| 後期                                                                                 | 3rdQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1週   | 1. 量子力学の基礎                                          | シュレーディンガー方程式が書け、意味を説明できる。                       |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2週   | 2. 自由粒子と量子閉じこめ                                      | 箱型ポテンシャルを用いて、量子閉じこめ現象を説明できる。                    |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3週   | 3. トンネル効果                                           | 電子のトンネル効果について現象が説明できる。                          |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4週   | 4. 水素原子模型                                           | 水素原子のシュレーディンガー方程式の基礎が理解でき、量子数と電子軌道について説明できる。    |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5週   |                                                     | 水素原子のシュレーディンガー方程式の基礎が理解でき、量子数と電子軌道について説明できる。    |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6週   |                                                     | 水素原子のシュレーディンガー方程式の基礎が理解でき、量子数と電子軌道について説明できる。    |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7週   | 中間試験を実施する。                                          | 水素原子のシュレーディンガー方程式の基礎が理解でき、量子数と電子軌道について説明できる。    |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8週   |                                                     | 水素原子のシュレーディンガー方程式の基礎が理解でき、量子数と電子軌道について説明できる。    |                                                        |      |
|                                                                                    | 4thQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 9週   | 5. 摂動論                                              | 摂動を用いてシュレーディンガー方程式を解くことができる。                    |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10週  |                                                     | 摂動を用いてシュレーディンガー方程式を解くことができる。                    |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 11週  |                                                     | 摂動を用いてシュレーディンガー方程式を解くことができる。                    |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 12週  | 6. レーザーの原理                                          | 光のコヒーレンス、誘導放出について説明できる。気体レーザー、半導体レーザーの機構が説明できる。 |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 13週  |                                                     | 光のコヒーレンス、誘導放出について説明できる。気体レーザー、半導体レーザーの機構が説明できる。 |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 14週  | 7. 量子効果デバイス                                         | 量子効果を利用したナノデバイスについて、原理を理解し、説明できる。               |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 15週  | 8. スピントロニクス                                         | 磁気抵抗効果の原理が理解できMRAMについて機構を説明できる。                 |                                                        |      |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 16週  | 期末試験                                                |                                                 |                                                        |      |
| 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                                                    |      |
| 評価割合                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                                                     |                                                 |                                                        |      |

|         | 試験 | 小テスト・課題・レポート | 合計  |
|---------|----|--------------|-----|
| 総合評価割合  | 70 | 30           | 100 |
| 基礎的能力   | 0  | 0            | 0   |
| 専門的能力   | 70 | 30           | 100 |
| 分野横断的能力 | 0  | 0            | 0   |