

|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--|
| 函館工業高等専門学校                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 開講年度                                       | 令和04年度 (2022年度) |                                   | 授業科目                                           | マテリアル工学実験                                          |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| 科目番号                                                                                                                             | 0108                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                            |                 | 科目区分                              | 専門 / 必修                                        |                                                    |  |
| 授業形態                                                                                                                             | 実験・実習                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                            |                 | 単位の種別と単位数                         | 履修単位: 2                                        |                                                    |  |
| 開設学科                                                                                                                             | 物質環境工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                            |                 | 対象学年                              | 4                                              |                                                    |  |
| 開設期                                                                                                                              | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                            |                 | 週時間数                              | 4                                              |                                                    |  |
| 教科書/教材                                                                                                                           | 自作プリント（実験テキスト，理系文章の書き方）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| 担当教員                                                                                                                             | 小林 淳哉,松永 智子                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| 到達目標                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| 1.産業を支えるいくつかの無機材料について、基本的な合成方法と物性の評価方法を説明できる。<br>2.高機能化など、物性の向上のための実験計画を考えることができ、その方法の効果を評価できる。<br>3.得られた技術的な成果を、報告書および口頭で説明できる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| 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                      |                                                | 未到達レベルの目安                                          |  |
| 評価項目1                                                                                                                            | 基本的な材料合成の方法と物性の評価、各種計算を正しく行うことができる                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                            |                 | 基本的な材料合成の方法と物性の評価、各種計算を行うことができる   |                                                | 左記に達していない                                          |  |
| 評価項目2                                                                                                                            | 実験計画を複数の方法から立てることができ、計画的に実行し、課題解決への取組の効果を評価できる                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                            |                 | 実験計画を立てることができ、課題解決に計画的に取り組むことができる |                                                | 左記に達していない                                          |  |
| 評価項目3                                                                                                                            | 正しい日本語による文章や、適切な図表を選択して、技術的成果を論理的に説明できる                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                            |                 | 日本語による文章や、適切な図表を選択して、技術的成果を説明できる  |                                                | 左記に達していない                                          |  |
| 評価項目4                                                                                                                            | 実験成果を聞き手の専門性を考慮して、スライドを通して口頭発表できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                            |                 | 実験成果をスライドを通して口頭発表できる。             |                                                |                                                    |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| 函館高専教育目標 A 函館高専教育目標 B 函館高専教育目標 E 函館高専教育目標 F                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| 教育方法等                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| 概要                                                                                                                               | これまで学んだ無機化学や分析化学の知識を活用し、機能性無機材料の基本的な合成方法と物性の評価方法を選択できるようになるための科目である。Project Based Learning(PBL)科目であるので、課題の解決方法はテーマごとに異なり、その方法も自らが考えることが求められる。<br><実務との関係><br>この科目は企業で無機材料開発を研究していた教員が、その経験を活かし、目的に沿った無機材料の開発手法について実験形式で授業を行うものである。<br>○函館高専が進める水産海洋に関係した産業を活性化させようとする「函館水産海洋工学」を海洋系未利用資源の有効利用という観点から考えることができるような内容も含めている。                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                        | 実験は3～4名程度のグループで行う。実験は必要な技術や理論を学ぶ基本実験とそれを発展させた発展実験からなる。発展実験では教師は必要最低限のことしか指導しないので、自分達で考え、調査する。基本実験、発展実験に何回の実験時間を当てるかは各テーマにより異なる。発展実験前は計画的に実施できるように、何をいつまでに検討するかをグループで事前に十分に話し合い、実験計画書を作成し、教員のチェックを受けること。<br>レポートは基本実験、発展実験ともに提出する。非論理的、文法上の誤りなどは再提出させる。（別途評価の指標を配布する）<br>・基本実験（20％）では、専門工学の基本的な理解(B)、日本語として論理的に成果をまとめる能力(E)を評価する<br>・発展実験（40％）では、上記の基本実験での2つの評価に加え、試行錯誤の履歴から、汎用的技能としての「エンジニアリングデザイン能力(F)」「創意工夫のための実行力（A）」を評価する。<br>・実験計画書（10％）では、取り組むべき課題を明確化し、それを解決する実験方法を提示できる能力を評価する(F)。<br>・報告会（30％）では、専門工学の理解(B)、図表の適切さや口頭発表としての形式なども含めた発表としての形式でのプレゼンテーション能力(E)を評価する。 |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| 注意点                                                                                                                              | 実験レポートは基本実験と発展実験に関して書く。レポートが期限までに未提出の場合、基本実験、発展実験、あるいはその両方の実験に関係する専門知識を基に考察すべきことを明示した課題を与える。その課題は対応するレポートの一つまたは2つ分の成績の60％を最大として置き換える。（ペーパー試験における再試験に相当する考え方）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| 授業の属性・履修上の区分                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            |                 |                                   |                                                |                                                    |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> アクティブラーニング                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <input checked="" type="checkbox"/> ICT 利用 |                 | <input type="checkbox"/> 遠隔授業対応   |                                                | <input checked="" 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                                         | ガイダンス           |                                   | 実験の進め方、評価の方法について把握する                           |                                                    |  |
|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2週                                         | 基本実験の説明         |                                   | 基本実験のテーマについて実験操作、目的、実験する上での危険性など説明できるようになる。    |                                                    |  |
|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3週                                         | 同上              |                                   | 同上                                             |                                                    |  |
|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4週                                         | 発展実験の説明         |                                   | 発展実験で明らかにすること、実験計画の重要性など説明できるようになる             |                                                    |  |
|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5週                                         | 同上              |                                   | 同上                                             |                                                    |  |
|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6週                                         | 基本実験            |                                   | 実験操作、実験データのまとめ、考察など、必要な情報をまとめられる               |                                                    |  |
|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7週                                         | 同上              |                                   | 同上                                             |                                                    |  |
|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8週                                         | 実験計画書作成         |                                   | 基本実験に基づいた実験計画を目的と実験方法、スケジュールなど盛込んで文章にすることができる。 |                                                    |  |
|                                                                                                                                  | 4thQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 9週                                         | 発展実験            |                                   | 実験計画に沿った実験を進め、結果をもとに考察することができる。                |                                                    |  |
|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 10週                                        | 発展実験            |                                   | 同上                                             |                                                    |  |
|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 11週                                        | 発展実験            |                                   | 同上                                             |                                                    |  |

|  |  |     |           |                                              |
|--|--|-----|-----------|----------------------------------------------|
|  |  | 12週 | 発展実験      | 同上                                           |
|  |  | 13週 | 発展実験      | 同上                                           |
|  |  | 14週 | 報告会スライド作成 | 実験で明らかにできた結果と考察を他者にわかりやすいという視点で取りまとめることができる。 |
|  |  | 15週 | 実験報告会     | 他者に実験結果を口頭で分かりやすく説明でき、質問に対して端的に回答できる。        |
|  |  | 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        |
|-------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|
| 基礎的能力 | 自然科学          | 化学(一般)                    | 化学(一般)                    | 分子量・式量がどのような意味をもつか説明できる。                                                                                                                    | 4     | 後2,後6,後7   |
|       |               |                           |                           | 電気分解の利用として、例えば電解めっき、銅の精錬、金属のリサイクルへの適用など、実社会における技術の利用例を説明できる。                                                                                | 4     | 後2,後6,後7   |
|       |               |                           |                           | ファラデーの法則による計算ができる。                                                                                                                          | 4     | 後2,後7      |
|       |               | 化学実験                      | 化学実験                      | 実験の基礎知識(安全防具の使用法、薬品、火気の取り扱い、整理整頓)を持っている。                                                                                                    | 4     | 後2         |
|       |               |                           |                           | 事故への対処の方法(薬品の付着、引火、火傷、切り傷)を理解し、対応ができる。                                                                                                      | 4     | 後2         |
|       |               |                           |                           | 有効数字の概念・測定器具の精度が説明できる。                                                                                                                      | 3     | 後1,後7      |
|       |               |                           |                           | レポート作成の手順を理解し、レポートを作成できる。                                                                                                                   | 3     | 後1,後7      |
|       |               |                           |                           | 基本的な実験器具に関して、目的に応じて選択し正しく使うことができる。                                                                                                          | 3     | 後2         |
|       |               |                           |                           | 代表的な無機化学反応により沈殿を作り、ろ過ができる。                                                                                                                  | 3     | 後2         |
|       |               |                           |                           | 物理、化学、情報、工学における基礎的な原理や現象を明らかにするための実験手法、実験手順について説明できる。                                                                                       | 3     | 後8,後13     |
|       |               |                           |                           | 実験装置や測定器の操作、及び実験器具・試薬・材料の正しい取扱を身に付け、安全に実験できる。                                                                                               | 3     | 後13        |
|       | 工学基礎          | 工学実験技術(各種測定方法、データ処理、考察方法) | 工学実験技術(各種測定方法、データ処理、考察方法) | 実験データの分析、誤差解析、有効桁数の評価、整理の仕方、考察の論理性に配慮して実践できる。                                                                                               | 3     | 後13        |
|       |               |                           |                           | 実験テーマの目的に沿って実験・測定結果の妥当性など実験データについて論理的な考察ができる。                                                                                               | 4     | 後13        |
|       |               |                           |                           | 実験ノートや実験レポートの記載方法に沿ってレポート作成を実践できる。                                                                                                          | 4     | 後15        |
|       |               |                           |                           | 実験データを適切なグラフや図、表など用いて表現できる。                                                                                                                 | 4     | 後9,後14,後15 |
|       |               |                           |                           | 実験の考察などに必要な文献、参考資料などを収集できる。                                                                                                                 | 4     | 後9         |
|       |               |                           |                           | 実験・実習を安全性や禁止事項など配慮して実践できる。                                                                                                                  | 4     | 後6,後9      |
|       |               |                           |                           | 個人・複数名での実験・実習であっても役割を意識して主体的に取り組むことができる。                                                                                                    | 4     | 後6,後9      |
|       |               |                           |                           | 共同実験における基本的ルールを把握し、実践できる。                                                                                                                   | 4     | 後8         |
|       |               |                           |                           | レポートを期限内に提出できるように計画を立て、それを実践できる。                                                                                                            | 4     | 後8         |
|       |               | 情報リテラシー                   | 情報リテラシー                   | 情報を適切に収集・処理・発信するための基礎的な知識を活用できる。                                                                                                            | 4     | 後4,後6      |
| 専門的能力 | 分野別の専門工学      | 化学・生物系分野                  | 無機化学                      | 元素の周期律を理解し、典型元素や遷移元素の一般的な性質を説明できる。                                                                                                          | 3     |            |
|       |               |                           |                           | 代表的な元素の単体と化合物の性質を説明できる。                                                                                                                     | 3     |            |
|       |               |                           | 分析化学                      | いくつかの代表的な陽イオンや陰イオンの定性分析のための化学反応について理解できる。                                                                                                   | 4     | 後6         |
|       |               |                           |                           | 沈殿による物質の分離方法について理解し、化学量論から沈殿量の計算ができる。                                                                                                       | 4     | 後6         |
|       |               |                           |                           | 光吸収について理解し、代表的な分析方法について説明できる。                                                                                                               | 3     | 後6         |
|       |               |                           |                           | 無機および有機物に関する代表的な構造分析、定性、定量分析法等を理解している。                                                                                                      | 4     | 後6         |
|       |               |                           |                           | クロマトグラフィーの理論と代表的な分析方法を理解している。                                                                                                               | 4     | 後6         |
|       |               |                           |                           | 特定の分析装置を用いた気体、液体、固体の分析方法を理解し、測定例をもとにデータ解析することができる。                                                                                          | 4     | 後6         |
|       | 分野別の工学実験・実習能力 | 化学・生物系分野【実験・実習能力】         | 分析化学実験                    | 中和滴定法を理解し、酸あるいは塩基の濃度計算ができる。                                                                                                                 | 3     |            |
|       |               |                           |                           | 陽イオンおよび陰イオンのいずれかについて、分離のための定性分析ができる。                                                                                                        | 4     |            |
|       |               |                           |                           | 代表的な定性・定量分析装置としてクロマト分析(特にガスクロ、液クロ)や、物質の構造決定を目的とした機器(吸光光度法、X線回折、NMR等)、形態観察装置としての電子顕微鏡の中の代表的ないずれかについて、その原理を理解し、測定からデータ解析までの基本的なプロセスを行うことができる。 | 4     |            |
|       |               |                           |                           | 固体、液体、気体の定性・定量・構造解析・組成分析等に関して必要な特定の分析装置に関して測定条件を選定し、得られたデータから考察をすることができる。                                                                   | 4     |            |
|       |               |                           | 生物工学実験                    | 光学顕微鏡を取り扱うことができ、生物試料を顕微鏡下で観察することができる。                                                                                                       | 4     | 後6         |
|       |               |                           |                           | 滅菌・無菌操作をして、微生物を培養することができる。                                                                                                                  | 3     | 後6         |
|       |               |                           |                           | 適切な方法や溶媒を用いて、生物試料から目的の生体物質を抽出し、ろ過や遠心分離等の簡単な精製ができる。                                                                                          | 2     | 後6,後8      |

|         |                 |                 |                 |                                                        |   |               |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------------------------|---|---------------|
|         |                 |                 |                 | 分光分析法を用いて、生体物質を定量することができる。                             | 4 | 後6,後8         |
|         |                 |                 |                 | クロマトグラフィー法または電気泳動法によって生体物質を分離することができる。                 | 4 | 後6,後8         |
|         |                 |                 |                 | 酵素の活性を定量的または定性的に調べることができる。                             | 2 | 後6,後8         |
| 分野横断的能力 | 汎用的技能           | 汎用的技能           | 汎用的技能           | 他者とコミュニケーションをとるために日本語や特定の外国語で正しい文章を記述できる。              | 3 | 後8,後9         |
|         |                 |                 |                 | 円滑なコミュニケーションのために図表を用意できる。                              | 3 | 後8,後9,後14,後15 |
|         |                 |                 |                 | 書籍、インターネット、アンケート等により必要な情報を適切に収集することができる。               | 3 | 後4,後8         |
|         |                 |                 |                 | 収集した情報の取捨選択・整理・分類などにより、活用すべき情報を選択できる。                  | 3 | 後4,後8         |
|         |                 |                 |                 | 収集した情報源や引用元などの信頼性・正確性に配慮する必要があることを知っている。               | 3 | 後4,後8         |
|         |                 |                 |                 | 情報発信にあたっては、発信する内容及びその影響範囲について自己責任が発生することを知っている。        | 3 | 後4,後8         |
|         |                 |                 |                 | 情報発信にあたっては、個人情報および著作権への配慮が必要であることを知っている。               | 3 | 後4,後8         |
|         |                 |                 |                 | 目的や対象者に応じて適切なツールや手法を用いて正しく情報発信(プレゼンテーション)できる。          | 3 | 後14,後15       |
|         |                 |                 |                 | 複数の情報を整理・構造化できる。                                       | 3 | 後8,後9         |
|         |                 |                 |                 | 課題の解決は直感や常識にとらわれず、論理的な手順で考えなければならないことを知っている。           | 3 | 後2,後10        |
|         |                 |                 |                 | どのような過程で結論を導いたか思考の過程を他者に説明できる。                         | 3 | 後2,後10        |
|         |                 |                 |                 | 適切な範囲やレベルで解決策を提案できる。                                   | 3 | 後2,後8         |
|         |                 |                 |                 | 事実をもとに論理や考察を展開できる。                                     | 3 | 後9            |
|         |                 |                 |                 | 結論への過程の論理性を言葉、文章、図表などを用いて表現できる。                        | 3 | 後14           |
|         | 態度・志向性(人間力)     | 態度・志向性          | 態度・志向性          | 周囲の状況と自身の立場に照らし、必要な行動をとることができる。                        | 3 | 後2            |
|         |                 |                 |                 | 自らの考えで責任を持つてものごとに取り組むことができる。                           | 3 | 後2            |
|         |                 |                 |                 | 目標の実現に向けて計画ができる。                                       | 3 | 後8            |
|         |                 |                 |                 | 目標の実現に向けて自らを律して行動できる。                                  | 3 | 後8            |
|         | 総合的な学習経験と創造的思考力 | 総合的な学習経験と創造的思考力 | 総合的な学習経験と創造的思考力 | チームのメンバーとしての役割を把握した行動ができる。                             | 3 | 後8            |
|         |                 |                 |                 | 工学的な課題を論理的・合理的な方法で明確化できる。                              | 3 | 後8            |
|         |                 |                 |                 | 課題や要求に対する設計解を提示するための一連のプロセス(課題認識・構想・設計・製作・評価など)を実践できる。 | 3 | 後8            |

## 評価割合

|         | レポート（基本実験） | レポート（発展実験） | 成果報告会 | 計画書 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
|---------|------------|------------|-------|-----|---------|-----|-----|
| 総合評価割合  | 30         | 40         | 20    | 10  | 0       | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 0          | 0          | 0     | 0   | 0       | 0   | 0   |
| 専門的能力   | 15         | 20         | 10    | 0   | 0       | 0   | 45  |
| 分野横断的能力 | 15         | 20         | 10    | 10  | 0       | 0   | 55  |