

|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|--|
| 熊本高等専門学校                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                            | 開講年度                            | 令和03年度 (2021年度)  |                                                    | 授業科目                                    | 微生物工学                                              |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                            |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
| 科目番号                                                                                                                                                                                                                                                      | 0175                                                                                                                                                                                                       |                                 |                  | 科目区分                                               | 専門 / 必修                                 |                                                    |  |
| 授業形態                                                                                                                                                                                                                                                      | 授業                                                                                                                                                                                                         |                                 |                  | 単位の種別と単位数                                          | 履修単位: 2                                 |                                                    |  |
| 開設学科                                                                                                                                                                                                                                                      | 生物化学システム工学科                                                                                                                                                                                                |                                 |                  | 対象学年                                               | 5                                       |                                                    |  |
| 開設期                                                                                                                                                                                                                                                       | 通年                                                                                                                                                                                                         |                                 |                  | 週時間数                                               | 2                                       |                                                    |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                                                                                    | 新版生物化学工学（講談社）絵とき生物化学工学基礎のきそ（日刊工業新聞社）                                                                                                                                                                       |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                      | 富澤 哲                                                                                                                                                                                                       |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
| 到達目標                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                            |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
| 1. 培地の考え方、微生物の生育に影響する因子、培養の基本操作が理解できる。<br>2. 回分培養における制限基質、比増殖速度、世代時間、基質親和性の概念が理解できる。<br>3. 連続培養物質収支・定常値の定量的表現ができ、生産性の概念が理解できる。<br>4. 細胞返送を伴う連続培養の意義を理解し、その応用例について説明できる。<br>5. 酸素移動容量係数（ $k_L a$ ）が好気性培養槽の性能を表す指標となることが理解できる。<br>6. 培養槽のスケールアップの考え方が理解できる。 |                                                                                                                                                                                                            |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
| 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                                          |  |
| 培地構成因子と対象微生物についての理解                                                                                                                                                                                                                                       | 培地組成を見て、炭素源、エネルギー源、窒素源を指摘でき、生育対象とする微生物の種類が正確に判断できる。                                                                                                                                                        |                                 |                  | 培地組成を見て、炭素源、エネルギー源、窒素源を指摘でき、生育対象とする微生物の種類が概ね判断できる。 |                                         | 培地組成を見ても炭素源、エネルギー源、窒素源を指摘できず、生育対象とする微生物の種類も判断できない。 |  |
| 回分培養と連続培養における増殖速度の定量的理解                                                                                                                                                                                                                                   | 回分培養における比増殖速度の決まり方、連続培養における物質収支式の立て方を明確に説明できる。                                                                                                                                                             |                                 |                  | 回分培養における比増殖速度の決まり方、連続培養における物質収支式概念が何とか理解できる。       |                                         | 回分培養における比増殖速度の求め方や連続培養における物質収支式の考え方が理解できない。        |  |
| 培養生産性の理解                                                                                                                                                                                                                                                  | 生産性の概念を理解し、回分培養と連続培養における生産性の量的比較ができる。                                                                                                                                                                      |                                 |                  | 生産性の概念は理解できるが回分培養と連続培養における生産性の量的比較を行うことは難しい。       |                                         | 生産性の概念を理解できない。                                     |  |
| 酸素移動容量係数（ $k_L a$ ）の持つ意味の理解                                                                                                                                                                                                                               | 酸素移動容量係数（ $k_L a$ ）が好気性培養槽の性能を表す指標となることを定量的に理解できる。                                                                                                                                                         |                                 |                  | 酸素移動容量係数（ $k_L a$ ）が好気性培養槽の性能を表す指標となることを概念的に理解できる。 |                                         | 酸素移動容量係数（ $k_L a$ ）が好気性培養槽の性能にどのような影響を及ぼすか理解できない。  |  |
| スケールアップにおける状態変化についての理解                                                                                                                                                                                                                                    | 通気培養槽をスケールアップする際に変動する因子をすべて挙げることができる。                                                                                                                                                                      |                                 |                  | 通気培養槽をスケールアップする際に変動する因子をいくつか挙げることができる。             |                                         | 通気培養槽をスケールアップする際に変動する因子がわからない。                     |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                            |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                            |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
| 概要                                                                                                                                                                                                                                                        | 主テーマとして生物細胞の培養理論と酸素移動を扱い、生物反応を定量的に取り扱うための方法論を中心に講義する。前半では生物生産を目的とする培養理論とその応用例を学ぶ。後半では酸素移動理論と培養槽のスケールアップの考え方を学ぶ。<br>* 実務との関係<br>この科目は独立行政法人で微生物培養を担当していた教員が、その経験を活かし、溶存酸素の特性、回分培養と連続培養等について講義形式で授業を行うものである。 |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                                                                                 | 授業はテキストに従って進め、基礎理論の解説が中心となるが、理解度を確認しながら進めたいために可能な限り質疑応答を求める。基礎理論をどのように適用するかは演習問題を解いてみて身につくが、時間的制約によりこれを授業時間内で実施することは難しいため、時間外の十分な自学自習が必要である。                                                               |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
| 注意点                                                                                                                                                                                                                                                       | * 項目毎に重要なキーワードについては繰り返し説明するので聞き逃さないように。<br>* 理論解析や計算も多いので、教科書にある例題等を含め演習問題を数多く解き、時間をかけて理解するよう努めること。特に単位換算に注意すること。<br>* 疑問に思うことは自ら調べ、また、質問に来てください。質問はいつでも受け付けます。                                            |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
| 授業の属性・履修上の区分                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                            |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
| <input type="checkbox"/> アクティブラーニング                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> ICT 利用 |                  | <input type="checkbox"/> 遠隔授業対応                    |                                         | <input type="checkbox"/> 実務経験のある教員による授業            |  |
| 授業計画                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                            |                                 |                  |                                                    |                                         |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 週                               | 授業内容             |                                                    | 週ごとの到達目標                                |                                                    |  |
| 前期                                                                                                                                                                                                                                                        | 1stQ                                                                                                                                                                                                       | 1週                              | バイオプロセスと生物化学工学   |                                                    | バイオプロセスと生物化学工学の役割について説明できる              |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 2週                              | 生体触媒の特性 1        |                                                    | 酵素の特性について説明できる。                         |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 3週                              | 生体触媒の特性 2        |                                                    | 微生物の特性について説明できる。                        |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 4週                              | 生体触媒の特性 3        |                                                    | 動物細胞・植物細胞・昆虫細胞の特性について説明できる。             |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 5週                              | 酵素反応速度論 1        |                                                    | Michaelis-Menten式をベースとした反応速度論について説明できる。 |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 6週                              | 酵素反応速度論 2        |                                                    | 酵素反応の計時変化・失活速度について説明できる。                |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 7週                              | 酵素反応速度論 3        |                                                    | 細胞が関連する生化学反応速度について説明できる。                |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 8週                              | 中間試験             |                                                    |                                         |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           | 2ndQ                                                                                                                                                                                                       | 9週                              | 試験返却と解説          |                                                    |                                         |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 10週                             | バイオリアクターの設計と操作 1 |                                                    | バイオリアクターの形式と操作について説明できる。                |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 11週                             | バイオリアクターの設計と操作 2 |                                                    | 酵素を用いるバイオリアクターの特徴を説明できる。                |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 12週                             | 回分培養（1）          |                                                    | 比増殖速度と世代時間について理解し、説明できる。                |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 13週                             | 回分培養（2）          |                                                    | 制限基質と親和性について理解し、説明できる。                  |                                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                            | 14週                             | 連続培養（1）          |                                                    | 平衡と定常の概念を理解し、物質収支の式が立てられる。              |                                                    |  |

|    |      |     |                 |                                              |
|----|------|-----|-----------------|----------------------------------------------|
| 後期 |      | 15週 | 連続培養（2）         | ケモスタットとタービドスタットについて理解し、説明できる。                |
|    |      | 16週 | 前期期末試験          |                                              |
|    | 3rdQ | 1週  | 培養における生産性       | 回分培養と連続培養の生産性を比較し、説明できる。                     |
|    |      | 2週  | 連続培養の応用 1       | 細胞返送を伴う連続培養について理解し、説明できる。                    |
|    |      | 3週  | 連続培養の応用 2       | 活性汚泥法と嫌気性処理について理解し、説明できる。                    |
|    |      | 4週  | 酸素移動 1          | 物質の拡散とFickの法則について理解し、説明できる。                  |
|    |      | 5週  | 酸素移動 2          | 酸素移動容量（ $k_L a$ ）について理解し、説明できる。              |
|    |      | 6週  | 酸素移動 3          | $k_L a$ の計測法、 $k_L a$ と細胞濃度最大値について理解し、説明できる。 |
|    |      | 7週  | スケールアップとスケールダウン | $k_L a$ に影響する因子、培養槽のスケールの影響について理解し、説明できる。    |
|    |      | 8週  | 後期中間試験          |                                              |
|    | 4thQ | 9週  | 試験返却と解説         |                                              |
|    |      | 10週 | バイオプロセスの操作要素 1  | 培養液のレオロジー特性について説明できる。                        |
|    |      | 11週 | バイオプロセスの操作要素 2  | 滅菌操作について説明できる。                               |
|    |      | 12週 | バイオプロセスの操作要素 3  | 攪拌操作について説明できる。                               |
|    |      | 13週 | バイオプロセスの操作要素 4  | 分離精製を目的とした操作について説明できる。                       |
|    |      | 14週 | バイオプロセスの実際 1    | 固定化酵素・固定化細胞の利用について説明できる。                     |
|    |      | 15週 | バイオプロセスの実際 2    | バイオプロセス技術のこれからについて説明できる。                     |
|    |      | 16週 | 学年末試験           |                                              |

#### 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                       |
|-------|----------|----------|------|------------------------------------|-------|---------------------------|
| 専門的能力 | 分野別の専門工学 | 化学・生物系分野 | 化学工学 | 物質の流れと物質収支についての計算ができる。             | 4     | 前5,前8,前10,前11,前12,前13,前14 |
|       |          |          |      | 化学反応を伴う場合と伴わない場合のプロセスの物質収支の計算ができる。 | 2     | 前5                        |
|       |          |          |      | バッチ式と連続式反応装置について特徴や用途を理解できる。       | 4     | 前6,前7                     |
|       |          | 生物工学     |      | 微生物の増殖(増殖曲線)について説明できる。             | 4     | 前2,前3,前4,後1,後2,後3         |
|       |          |          |      | 微生物の育種方法について説明できる。                 | 4     | 前1,前8,前10,後1              |
|       |          |          |      | 微生物の培養方法について説明でき、安全対策についても説明できる。   | 4     | 前1,前8,前10,前13,前14,後1      |
|       |          |          |      | 微生物を用いた廃水処理・バイオレメディエーションについて説明できる。 | 4     | 前8,前10,後9,後10             |
|       |          |          |      |                                    |       |                           |

#### 評価割合

|         | 試験  | 発表 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
|---------|-----|----|------|----|---------|-----|-----|
| 総合評価割合  | 100 | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 40  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 40  |
| 専門的能力   | 60  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 60  |
| 分野横断的能力 | 0   | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |