

理工系学生に向けたバイオ概論の講義目的と教育効果

鈴木 榮一郎*・松井 和彦**

The Lecture Purpose of the Biotechnological Outline for Students of Science and Technology and its Education Effect

SUZUKI Ei-ichiro*, MATSUI Kazuhiko**

キーワード：バイオ，生物，理工系学生，教育効果，科学リテラシー

1. はじめに

2017年度より，前期・後期とも，月曜・金曜の2クラス同時開講している自然科学概論D（バイオテクノロジー）（以下，バイオ概論）では，履修する学生の大半がバイオテクノロジー（以下，バイオと略す）以外を専門分野とする学科に所属する非バイオ系学生であること，及びバイオを専攻するバイオ系学生も含まれることを念頭にバイオ全体を俯瞰できる講義内容で構成している。また，質問・感想を義務付け，質問回答に時間を割く他，覚えさせるのではなく考えさせることに重点を置く講義手法を採用している。その結果，バイオ系学生からは，高校までの生物と違って生命の原理・原則を学ぶことが出来た，また，非バイオ系学生からは，例えば，将来建築士になった際に役立つバイオ的視点が得られた，等の感想が寄せられるに至っており，毎年400名以上の学生が履修している。

2. 高等教育におけるバイオの重要性

ガイダンスの際に，授業を進める上での参考とすべく，高校で「生物基礎」を学んだか，「生物」を

選択したかを学生にアンケートを取ると，「生物基礎」を学んだという学生は多いが，「生物」を選択したという学生は毎回少数で僅かに数名程度である。また，「生物基礎」を学ばず，「生物」も選択していないという学生も少なからずいることがわかった（表1）。高校における理科の必修は「科学と人間生活」，「物理基礎」，「化学基礎」，「生物基礎」，「地学基礎」のうちから2科目（うち1科目は「科学と人間生活」とする。）又は「物理基礎」，「化学基礎」，「生物基礎」，「地学基礎」のうちから3科目を履修させる，となっていることを反映した結果と思われる。

天然資源依存経済，化石資源依存経済に続く次の世界的な経済の潮流はバイオエコノミーといわれる。“21世紀の企業は先端技術と生物学の交差点から発する”とアップルの創業者故スティーブジョブズ氏が指摘した通り，現代は，バイオが広範な産業に応用され，社会的価値，経済的価値を創出し続け

表1 高校での生物科目の選択状況

回答者	「生物基礎のみ」履修 64名
全83名	「生物」も履修 6名 以上計70名
	いずれも履修せず 13名

（2020年度後期の月曜クラスの結果）

*工学部自然科学系列 非常勤講師 Part-time Lecturer, Department of Natural Science, School of Engineering

**工学部自然科学系列 非常勤講師 Part-time Lecturer, Department of Natural Science, School of Engineering

ており、今や世界中が国家戦略としてバイオエコノミー戦略¹⁾を構築して推進中であり、それにより持続可能な循環型社会の形成や更なる経済成長を実現しようとしている。また、バイオは持続可能な開発のための 2030 アジェンダ (SDGs) の 17 の目標の内の 10 以上に貢献できることなどを含めて、将来如何なる職業に就くにしても、バイオの素養を身に付けることの重要性は益々増大するばかりである。

3. 設置目的及び講義概要と達成目標

自然科学概論 A～G の概論シリーズの設置目的については、本学学生に求められる自然科学の基礎的な素養を涵養し、科学リテラシーの向上に資するとともに、自然科学や科学技術の有用性や面白さに触れることで、その後の専門的な科学技術教育科目への学習動機を高めることとしている。その中で、バイオ概論では、工業、化学、医療、食、健康、環境、農業など、我々の生活・社会が、どのような、そして、どのようにバイオによって支えられているかを概説する。そして、生物情報学など学際領域も対象とし、非バイオ系学生にも有益な講義を目指している。

上述した高校時代に生物を選択しながらない傾向の背景には、“覚えなければならぬことが多過ぎる”との理由を挙げる学生が圧倒的に多いことがある。そこで、ガイダンスでは、バイオ・生物学に限らず、理科は暗記科目ではなく考える学問であることの説明から始める。また、広範な専門分野の出身者が取り組む人類最大のテーマであることを実感させる上でも、バイオに取り組む基盤となる専門分野の異なる 2 名の教員によるオムニバス形式とすることで、学生がバイオの奥深さを実感出来ることを目論んでいる。具体的には、現在 1 名は微生物学を基盤とした発酵工学、もう 1 名は機器分析を基盤とした情報科学であるが、それ以外にも全世界の多くの学問分野から先端バイオの研究開発への挑戦が日夜遂行されていることを概説する。

シラバスに明示してある各回の具体的講義項目は、次の通りである。

第 1 回 ガイダンス (バイオの概要、及び、授業の運営方法の説明)

第 2 回 食とバイオ：伝統食品 (酒類、味噌・しょう油、食酢等) と近年の食品 (うま味調味料、食品加工における酵素の利用等) の生産

第 3 回 医療・健康とバイオ (1)：医薬品のもとになる生物が生産する化合物、病原微生物

第 4 回 医療・健康とバイオ (2)：腸内細菌、バイオを活用した診断

第 5 回 バイオの基幹技術としての遺伝子工学・細胞工学および生体触媒の基礎

第 6 回 生物情報学：生物情報の基盤となる遺伝子のデータとそこから得られる情報、ウェブツールとデータ解析法

第 7 回 工業・化学とバイオ (1)：化学品の生産とその基盤となる細胞システム

第 8 回 工業・化学とバイオ (2)：生体触媒の特色と化学品の生産

第 9 回 環境とバイオ (1)：環境微生物の生態と物質循環

第 10 回 環境とバイオ (2)：光合成のしくみ、植物の成長と土壌微生物

第 11 回 環境とバイオ (3)：水の浄化、土壌の浄化、バイオプラスチック

第 12 回 農業とバイオ：遺伝子組換え作物

第 13 回 ガイダンス時に出された課題に対するグループ発表会

第 14 回 学力考査及び解説

2017 年の設置当初は、現在では第 5 回に実施している狭義のバイオである遺伝子工学等に関する講義を第 2 回の内容としていたが、それだとバイオは難しいものとの印象になってしまう傾向があった。そこで、バイオが日常生活と密接な関りがあることを実感させ、バイオへの親近感と興味を喚起すべく食と医療におけるバイオを先行させることにした経緯がある。これと引き換えに、当初のガイダンスでは、学生の選択判断のために簡潔な 45 分版を 2 回実施していたが、ガイダンス内容を充実させ、我が国の木原均博士のゲノム説確立²⁾による遺伝進化学における先駆的業績、理論物理学の大家であるエルヴィン・シュレディンガー博士による物理

学の応用による生物学の新しい研究領域の提唱³⁾、後者に触発されたワトソン博士による DNA 二重らせん構造の発見⁴⁾などが現代バイオの根底にあることを概説し、人類の英知の結集による生命の原理に関する基本概念(コンセプト)の重要性を十分に理解した上で、第2回へと進むことにしている。

最後に、このバイオ概論の履修による達成目標は、(1) 本科目で取り扱われる理工系の基礎知識を十分に理解し説明できる。

(2) 本科目の学習を通じて、技術者として必要な新しい科学技術の獲得に努めることができる。

(3)我々の生活・社会が、どのような、そして、どのようにバイオによって支えられているかの概要を理解し説明できる。

とシラバスに明記している。

4. 講義手法と授業形態・評価方法

2021年度の授業実施方法は、基本ハイブリッド型授業の形態であり、学生を2グループに分け、登校者が原則2分割されている。これに伴い、教室での対面授業をZoomによる遠隔授業としても同時配信している。履修生は、登校日・非登校日の別に応じて、対面または遠隔いずれかの方式で全員同時に同じ授業を受ける。対面での履修生もPCを必携としている。新型コロナウイルスのパンデミックで我が国に入学出来ない留学生等の特段の事情に基く申し出により遠隔のみでの受講を許可された履修生は、対面授業回も遠隔授業を受けている。

講義ではパワーポイントを主に使用し、そのスライドをWebClass上にPDFとして事前掲載することで、それを毎回の事前・事後に閲覧可能とし、毎回の授業開始時までには、指定されたこれらのシステムへのアクセスを予め済ませておくとともに、事後に講義動画も再視聴可能としている。

授業形態は、講義が基本であるが、一部に後述のグループワーク含む。関連科目は、生物学、化学生物実験である。指定する教科書は特にないが、参考図書としては、例えば、田村隆明著「しくみからわかる生命工学」(裳華房)を挙げている他、生物工学会等の推奨する図書等を紹介している。

次に、評価方法は、小テストやレポートなど授業

時の成果物50%(達成目標(2))、学力考査(筆記試験、及び期末レポート)50%(達成目標(1)及び(3));元々、バイオ概論では、小テストやレポート提出等授業時の成果物30%(達成目標(2))、学力考査(筆記試験)70%(達成目標(1)及び(3))としていた。その上で、2021年度前期においては、ハイブリッド型授業となり、かつコロナウイルス感染症に関わる特段の事情がある学生は遠隔のみの受講が可能であり、受講生全員を教室に集めての期末考査の実施は想定されていないため、授業時の平常点の比重が高くなるとした。

事前・事後学習については、詳細は、ガイダンス時及びその都度指示するが、

【事前学習(60~100分)】資料の該当項目を理解すべく、毎回の授業前には、講義で指示する範囲等について、十分な予習を指示している。

【事後学習(60~100分)】講義内容の要点整理を行うことで、毎回の授業後には、その回の講義内容について、十分な復習を指示している。

アクティブラーニングの実施策としては、シラバスに【反転授業及び課題に関するグループワークの実施】と明記して、ガイダンス時にある課題を出すので、それについてのグループワークを行なわせるとし、履修届が確定した時点で6名以上11名以内(平均的には7名程度)の計15程度のグループを編成している。講義で得た知識も活用して、まず個人で考究・調査・思索の後、グループ編成後に議論を重ねて、講義最終週にパワーポイントでプレゼン・討論させている。今年度の実際の課題は、「取り組むべきバイオ研究のテーマの提案」であり、1)研究手順、2)成功した場合に注意しなくてはならない点、3)失敗した場合でも得られることは何か、等々についてグループ発表会を実施している。

その他、【ICTの活用】として、PC、タブレット、スマートフォンを活用させており、Zoom・Boxなど学習支援システムの各種機能を利用して教材提示・問題演習・質疑応答・出欠確認などを行っている他、質問への対応(オフィスアワー等)としては、授業中に積極的に質問を促す他、e-mailで受け付けている。

尚、学習上の助言としては、学習内容は一般のニュースでもよく扱われるものが含まれるので、講義

に関連するニュースやウェブ情報を、そのサイトの信頼性に配慮しつつ、積極的に調べることが推奨されており、特に、「あなたにとって、バイオを学ぶ上で最も有用な WEB サイトは何処だったか？」を期末考査の設問に加えることを予告周知することにより、日常の学習意欲を向上させている。

5. 履修した学生の感想文にみられる教育効果

期末考査では、2021 年前期金曜クラス履修者 97 名に講義感想文を課した(100 点満点中の 5 点分)。その結果、平均一人約 4 百字、総計約 4 万 2 千字の自由記載の感想文を得たので、それを 1 ファイルとしてキーワード検索したヒット数(下記において「キーワード」右脇の数値)をもとに教育効果を考察したい。

まず、理科は暗記科目ではなく考える学問であるとしたことについては、「理解 62」「学ぶ 33」「学ん(だ) 39」「知識 68」とカウントされ、理解を深めつつ学んで知識を獲得する取り組み姿勢は、ある程度浸透したと思われる。特に、「今までただ暗記するだけで何もおもしろくなかった生物学の用語一つにも、物理的な作用が働いているということを知ってから、今までとは生物学の分野が全く違って考えられるようになりました。」との率直な感想は模範的であり期待通りである。

次に、科学技術の一大分野であるバイオの有用性や面白さに触れる講義内容を目指していることについては、「興味 97」「面白 41」「楽し 21」「分かった) 40」「身近 28」となっている一方で、これらに比して「難 20」「残念 3」は少数であったことから、一定の成功は認められるのではないかとと思われる。中では、「大学に入り今回のバイオ分野の講義を受けて、身近な所でバイオが利用されているのを知り、高校の時よりバイオについて深く知れたのでとても良かったです。」との感想は喜ばしい。

また、一方向な講義でなく履修を通じて仲間をつくる機会を付与すべくグループワークを採用したことについては、「グループ 96」「発表 80」「仲間・メンバー18」と高い印象度・体験実感があつた。特に、「グループ活動を通して、初めて先輩と関わる機会があり、他学年との交流で課題解決をすること

ができたため、有意義な時間を過ごすことが出来た。」との感想が印象的である。

全体としての満足感については、「良かった 18」「ありがとうございました 14」などの感想があつた。その他、一般的理解では非バイオ系学科である建築学科の学生からは、当初バイオは異分野との認識だつたと思われるが、「今後バイオを使った、自然を生かした、それとの共存を考えながら建築を考えていきたいと思った。」「私は将来建築士になることを目指しているが、人にとって良い建築というのはデザインや機能性、安全性、住環境など色々な要素から成り立つはずである。その際に、他の班のプレゼンテーションでもあつたように微生物によって住環境が変化する可能性など、建築分野にもバイオを活用していくことは出来ると感じた。」などの感想があつたのが印象的である。

尚、分野別の関心・傾向については、「食 113」「化学 37」「医 35 (遺伝子 37 ; ウイルス 27 内コロナ 17 ; PCR16 ; DNA9)」「環境 57 (微生物 34 ; 菌 51 ; 発酵 15 ; 酵素 2 ; バイオマス 14 ; プラスティック 21)」「農 17」「情報 25」であり、他に先行して解説した「食」が断然多いものの、全体にバランス良く分布している。

その他のヒット数の多いキーワードは、「生活 34」「生物 120 (バイオ 264) & 「技術 48」「テクノロジー214 (内バイオテクノロジー211)」であつた。

以上講義感想文の解析結果からは、総じてバイオ概論の設置目的を果たしていると思われる。今後も、改善に改善を重ねて何らかの形で可能な限り多くの理工系学生にバイオの素養を身に付けさせることの意義に迷いの余地はないと確信する。

参考文献 等

1. 我が国の場合、バイオ戦略 2021 (内閣府)
2. 木原均『染色体と遺伝』科学 2 巻 4 号 (岩波) (1932) ; 『小麦の祖先』創元社 (百花文庫), 1947 年, 1 頁
3. 『生命とは何か物理的にみた生細胞』岡小天・鎮目恭夫共訳, 岩波書店 (岩波文庫), 2008 年
4. J. D. Watson 著 (江上不二夫・中村桂子 訳)『二重らせん』講談社, 2012 年