



基礎教育奨励項目の見直し作業について：結果報告

日本生物工学会 生物工学教育委員会

全会員様から、ご意見を募集します。最後までお読みください！

この報告書は、2023年度より生物工学教育委員会で進めてきました「基礎教育奨励項目」の見直し作業の中間報告と2024年度大会で開催したシンポジウムの報告です。この報告に対し、学会員の皆様（学生や院生からの意見も大歓迎です）からのご意見を、是非、お寄せいただきたいと思っております。ご意見は、下記メールアドレス宛にお送りください。学生の意見も重要と考えております。しかし、学生会員には、『生物工学会誌』を配布していませんので、研究室の学生にも、是非、お知らせください。

<ご意見送付先> 日本生物工学会 生物工学教育委員会

E-mail: bioengedu2024@gmail.com (回答期限：2025年3月末日)

2016年に、「基礎教育奨励項目」が制定されました。その目的は、広範な生物工学を支える土台として求められる基礎的な知識と能力がどのようなものであるかを示すと同時に、社会に向けては、生物工学領域の特色を示し、生物工学を学ぶ学生が多方面に対応することができる潜在的な能力とその質を保証することでした。詳細は、『生物工学会誌』本部分部「基礎教育奨励項目アンケート結果報告」(第94巻 第12号 pp. 806–812)をご覧ください。

この制定には、本学会が審査を担当するJABEE「生物工学および関連分野」の受審を促進する狙いもありました。当時、生物工学部門を受審する側から、「どのようなカリキュラムがacceptableなのか?」「生物工学分野はとらえどころがない」という話が寄せられており、このような疑問の解消のための「道標」となるコアカリキュラムを作れないかという要望にも応えるものでした。

先の報告書にもありますように、“コアカリキュラム”という用語はさまざまな解釈が可能のため、上述のような趣旨や性格をより正確に反映していると考えられる「基礎教育奨励項目」という名称を使っております。

奨励項目の策定についての基本的な考え方は、以下の4点で、今回もこれを踏襲しております。

- (1) 「基礎教育奨励項目」は、多岐にわたる生物工学領域の共通部分として教育すべき項目であり、専門性の高い各領域（いわゆる専門科目）を含めない。
- (2) 「基礎教育奨励項目」は、以前は教養部で行っていた「教養教育」に工学基礎と専門領域との間の橋渡しのために必要最低限の項目を加えたものであり、専門科目で講義されるような内容は含まない。含ん

でいるとしても、語句の説明や概要など入門編的な内容、あるいは、大学初年級レベルの内容と考える。場合によっては大学入試の参考書レベルであっても良い。レベルの設定は各大学で判断する。

- (3) 「基礎教育奨励項目」で示されるものは、教科書の見出しのようなものと理解していただければ良い。ある特定の講義科目で触れなければならないというものではなく、大学・学部・学科の実情に合わせて、どこかの科目の中で扱えば良く、共通教育ではなく専門科目の中で扱っても良い。
- (4) 一つの教育プログラム（学科、コースなど）で、提示されたすべての「基礎教育奨励項目」を網羅する必要はない。どの程度カバーすべきか、また、どの程度の深さまで教えるかについては、各大学などで話し合って決める形で良い。

特に、(4)で示している内容は、是非ご理解いただきたい内容で、各大学・学科などの実情に合わせていただくことが基本的な考え方です。

制定から8年が経ちました。この8年の間に、高等学校での教育の基本となる「学習指導要領」の改訂もあり、2023年度大会での生物工学教育委員会において「基礎教育奨励項目」の見直しを行う必要があるのでは、という話が出ました。その後、メールなどで議論が進み、5名からなるワーキンググループ（WG）で見直し作業を進めました。まず、「基礎教育奨励項目」が当初目指した目的を達成できたとは言い難い状況にあることが分かりました。この理由の一つが、制定した項目数が212と非常に多い点にあったと考えられました。上記のような考え方ではありましたが、やはり、取捨選択の目安を示す

ことも重要であると思われました。

そこで、WGにおいて、すべての項目に関して必要性の有無を検討しました。「本来ならすべての項目を教えることが理想である」との意見もあり、「不要なものはないのでは」という結果となりました。そこで、特に、取り上げることを奨励する項目を選択することになり、WGで原案を作成し、2024年5月に、生物工学教育委員会の委員全員にアンケートで、意見を求めました。この結果、必須的な取り扱いをした方が望ましいとされる項目（101項目）を選択しました。表1の集計結果の数値は、生物工学教育委員14名に対するアンケートでの「必要」の回答数です。また、太文字の項目は、今回、必須度が高いとして選ばれたものです。表2には、委員より寄せられたコメントをまとめました。

生物工学教育委員会では、この報告が最終的なものではなく、学会員の皆様からの意見をもとに、さらに、基礎教育奨励項目についての検討を進めていきたいと考えております。学会員の皆様からの、忌憚のないご意見をいただきたく思っております。

以上の結果を知っていただくため、2024年9月に東京工業大学で開催された日本生物工学会大会において、シンポジウム「基礎教育奨励項目改訂～生物工学人材育成の道しるべ～」を生物工学教育委員会の主催で開催しました。他会場で、多くの興味ある演題があり、残念ながら、シンポジウムの参加者は25名程度にとどまりました。

このシンポジウムは、4名が改訂に関する報告を行い、最後に総合討論を行う形式としました。

最初に、東北大学の中山亨氏に「基礎教育奨励項目の策定に関するアンケートの実施（2014年）」との演題で、基礎教育奨励項目を策定するに至る経緯と当時の策定過程を解説していただきました。基礎教育奨励項目は、各大学が基礎教育を考える上でのチェックシートの使ってもらえれば良いとの考えなどが紹介されました。2番目に、長浜バイオ大の川瀬雅也氏に「現在の高等学校教育と大学教育のギャップ」という演題で、高等学校における理科教育と数学教育の変化を解説していただき、さらに、大学側では“当然、学んでいるはずとされていることが、高等学校では学んでいないことがあるという実体”を紹介していただきました。3番目に、技術士（生物工学部門）の東田英毅氏に「基礎教育奨励項目に求められること—企業、そして技術士の立場から—」という演題で、技術者の初期専門能力開発における基礎教育の重要性を解説していただき、自然科学教育や数学教育だけでなく、工学基礎教育や品質管理に関わる教育、工学倫理、さらには、生物工学に関わる社会や環境に関連する分野の教育も重要であることを紹介していただきました。最後に、山梨大学の森一博氏に「基礎教育奨励項目の改訂について」との演題で、今回の改訂の過程と、現

時点での改定案について解説していただきました。必須度の高い領域は

1. 理系学生の基礎的な知識・技能に関わる領域
2. 情報処理
3. 工学倫理
4. 品質管理の基礎（統計学）
5. 日本語

であることが紹介されました。

この後、総合討論に移り、いろいろなお意見をいただき、中でも多かったのは下記の意見でした。

1. 高等学校での教育の不足をどう補うのかという点に関して、情報共有の場が必要
2. 企業との意見交換の場が必要

この他に、「基礎教育奨励項目の中に実験に関する事項がない」とのご指摘や「留学生のサポートについても考える必要がある」とのご意見も頂きました。シンポジウムに参加した学生さんからは、「高等学校で履修していない科目の補習を考えてほしい」との意見がありました。これらの意見を踏まえて、シンポジウム終了後、生物工学教育委員会を開催して議論しました。

生物工学教育委員会では、まず、シンポジウムの報告がなされ、意見交換を行いました。そして、広く学会員の意見を聞くことが了承されました。

学会員であれば、どなたでも問題ございません。学部生・院生・ポストクの皆様からのご意見も大歓迎です。ぜひ、皆様のご意見をお聞かせいただきたく存じます。なお、お送りいただく際は、メールの件名を「基礎教育奨励項目」として冒頭の宛先までお送りください。ご協力のほど、よろしくお願い致します。

参考：高校の教育課程に関しては以下のURLに詳しい情報があります。

- 1) 文部科学省「高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説【理科編 理数編】」：https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/11/22/1407073_06_1_2.pdf (2024/9/30).
- 2) 啓林館（教科書出版社）「高等学校 新教育課程と学習指導要領 理科」：https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kou/science/pdf/science_sidou.pdf (2024/9/30).
- 3) 啓林館（教科書出版社）「高等学校 新教育課程と学習指導要領 数学」：https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kou/math/pdf/math_sidou.pdf (2024/9/30).
- 4) 啓林館「新学習指導要領における算数・数学内容系統一覧表」：https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kou/math/pdf/sansu_sugaku_list.pdf (2024/9/30).

表1 基礎教育奨励項目のうち必須と思われる項目（アンケート投票結果）

項目	集計結果
1. 理系学生の持つべきもっとも基礎的な知識・技能と考えている項目	
1) 誤差・有効数字を理解し、実際のデータ処理に利用できる	14
2) 次元解析を理解し利用できる	2
3) SI単位系を基礎とした各種単位系を理解し説明できる	6
4) グラフの書き方、片対数グラフの使い方を学びグラフを書くことができる	14
5) 表を正しく書くことができる	14
統計学の関係	11
2. 生物に関連する項目	
基本構成	
1) アミノ酸、タンパク質、核酸、糖、脂質と重要な生理活性物質（テルペン、アルカロイド、神経伝達物質など）の構造と性質について理解し説明できる	14
2) 生物の定義を説明できる	9
3) 3大ドメイン（細菌、アーキア、真核生物）の特徴を説明できる	8
4) 種、属などの構成が説明できる	3
5) 細胞内小器官の構造と働きを説明できる	6
6) 細胞膜の構造と性質（浸透圧、半透性、輸送タンパク質、チャンネル、ポンプなど）を説明できる	4
7) 微生物と植物の細胞壁の構造の概要を説明できる	6
8) 動物、植物の細胞構造と生活環を説明できる	14
9) 代表的な菌類とその生活環（接合菌、担子菌、子囊菌、不完全菌）を説明できる	2
10) ウイルスの構造と生活環を説明できる	3
代謝	
1) 酵素の定義・役割、酵素の種類（分類）と酵素反応の特徴（ミカエリス・メンテン式）、補酵素について説明できる	13
2) 代謝とは何かを説明できる	14
3) 発酵と呼吸、酸素呼吸、鉄呼吸、硫黄呼吸、硝酸呼吸を説明できる	14
4) 光合成を説明できる	10
5) 異化と同化を説明できる	14
6) 解糖系、クエン酸回路、電子伝達系を説明できる	14
7) 窒素固定と窒素の循環を説明できる	12
8) タンパク質合成系（リボソームの機能）を説明できる	14
9) 硫黄代謝、リン代謝を説明できる	3
遺伝子	0
1) 遺伝子・ゲノム・染色体の構造を説明できる	14
2) セントラルドグマと逆転写を説明できる	6
3) DNAの複製、RNAへの転写、タンパク質への翻訳を説明できる	14
4) 遺伝子の発現の制御（正の制御と負の制御）を説明できる	5
細胞	
1) 細胞分裂・細胞周期、細胞死を説明できる	12
2) 生体の恒常性とそこに作用する物質（ステロイドホルモンとペプチドホルモン）を説明できる	3
3) 細胞のシグナル伝達を説明できる	2
4) タンパク質の輸送・分泌と翻訳後修飾を説明できる	8
5) 抗体と免疫を説明できる	9
6) 細胞の分化を説明できる	4
発生	
1) 減数分裂と受精を説明できる	13
2) 有性生殖と遺伝子の分配を説明できる	3
3) 動物の発生と器官の分化を説明できる	2
4) 植物の発生の基礎と器官の分化を説明できる	2
5) 遺伝の基本法則を説明できる	3
生態系	
1) 生物多様性とは何かを説明できる	13
2) 生態系の構成を説明できる	7
3) 動物と植物の環境応答について説明できる	1
4) 生態系の変化について説明できる	5
進化	
1) 生命の起源と進化について説明できる	12
2) 生物の中立進化について説明できる	2
3) 生物の系統（分類）について説明できる	3
追加すべきと意見のあった項目	
1) 生体分子（タンパク質、核酸、脂質、糖質）の構造と機能を説明できる	13
2) 遺伝病、染色体異常に関する基礎知識を持つ	1
3) 地球環境の変化と生物進化（環境と生物の関係のダイナミクス）	1

4) 炭素循環	13
5) 系統樹の意味と作製法を説明できる	1
6) 必須アミノ酸, 極性アミノ酸, 非極性アミノ酸をあげることができる	4
7) 細胞構造と脂質二重膜および, レセプターとチャンネルの構造と機能が説明できる	4
8) データの適切な取り扱い, データの改ざんとデータ処理の違いを理解している	13
9) 遺伝子 or 進化: 突然変異について説明できる	6
3. 化学に関する項目	
現象の理解	
1) 原子・分子の構造と同位体について説明ができる	11
2) 電子軌道と原子の電子配置を理解し説明できる	7
3) モル数・モル分率や分子量を計算できる	14
4) 元素の種類と特性を理解し説明できる	5
5) 化学結合とその特性を理解し説明できる	14
6) 気体の性質を説明することができ, 理想気体の状態方程式を使い諸量の計算ができる	13
7) 溶液の濃度計算ができる	11
8) 溶液の基本性質 (溶解度, 束一性, 凝固点降下, 浸透圧) を説明できる	14
9) 化学平衡を理解し, 自由エネルギーとの関係を説明できる	12
10) 溶液の電離・pHを理解し, 水素イオン濃度とpHが算出できる	14
11) 緩衝液について説明ができる	14
12) 酸化・還元を説明し, 酸化数を算出できる	14
13) 電池の原理と構造を理解し, 各種電池の説明ができる	3
14) ファラデーの法則を理解し, 電解における物質の変化量を算出できる	2
15) 反応速度の微分表記ができ, アレニウスの式を理解し説明できる	9
16) 1次反応速度式を解くことができる	6
17) 化学変化や状態変化における熱力学的な考察ができる	4
18) 核分裂, 核融合の基本的原理が説明できる	1
19) 触媒作用を定義できる	10
分析をする	
1) 滴定 (中和滴定, 酸化還元滴定など) により定量計算ができる	14
2) 検量線の意味を理解し, 利用し, 定量ができる	14
3) クロマトグラフィーの基礎を理解し, 分析に利用できる	9
4) 質量分析の基本原則が説明できる	3
物質を理解する	1
1) 無機化合物・有機化合物・高分子化合物とは何かを説明し, 代表的な物質をあげることができる	6
2) 錯体とは何かを説明できる	13
3) 錯体の基本的な性質と利用例を説明できる	5
4) コロイドとは何かを理解し, コロイドの基本性質を説明できる	13
5) 代表的な無機化学反応 (沈殿反応, 共通イオン効果など) を理解し説明できる	4
6) 代表的な有機化学反応を理解し説明できる	10
7) 物質の極性を理解し説明できる	13
8) 代表的な高分子の合成反応を理解し説明できる	4
追加すべきと意見のあった項目	
1) 光学異性体など基礎的な立体化学を理解している	9
2) 吸光度と濃度の関係 (Lambert-Beerの法則)	11
3) 主な分子間相互作用の種類と性質について説明できる	10
4) 解離定数 (Kd) と物質の相互作用について説明できる	4
4. 物理・数学に関する項目	
現象を説明する	
1) 力のつり合いと物体の運動を説明できる (運動方程式など)	4
2) 衝突の説明ができる	2
3) 万有引力を説明できる	2
4) 波の基礎 (干渉, 回折など) とドップラー効果を説明できる	2
5) 電場と磁場の説明ができ, 基本的な現象の例を挙げることができる	2
6) 電気回路の基礎を理解し, 簡単な回路を設計できる	2
7) エンタルピー, エントロピー, 自由エネルギーを説明できる	11
8) 熱機関を説明できる	10
9) エネルギーの量子化を理解し, 光の吸収・蛍光などの現象を説明できる	7
10) 波動関数を理解し簡単な例をあげて説明できる	3
11) エネルギー保存則を説明できる	10
現象をモデル化する	
1) 基本関数 (三角関数, 指数関数, 対数関数) を使うことができる	13
2) 微分を理解し, 応用例をあげられる	13
3) 積分を理解し, 応用例をあげられる	12
4) ベクトルを理解し, 基本的な演算ができる	3

5) 行列を理解し、基本的な演算ができる	3
6) 写像を理解することができる	2
7) 現象を微分方程式で記述できる	9
8) 変数分離型の微分方程式を解くことができる	2
9) 偏微分が理解できる	2
5. 工学基礎に関する項目	
情報処理	
1) コンピュータの機能と基本的な構成と機能を理解する	14
2) ソフトウェア使用上のマナーを理解する	12
3) インターネット、イントラネットの構成と接続法を知る	11
4) ネットワークセキュリティとネットワーク資料のマナーを理解する	13
5) 代表的なデータベースとその内容を知る	4
6) 個人情報保護とは何かを理解する	11
7) 与えられた課題に対して、PCを用いて自分の意見をプレゼンテーションする	14
8) エクセルの基本的機能を利用でき、簡単なグラフを描くことができる	14
9) ワードプロセッサと表計算ソフトを利用して、報告書を作成できる	11
10) 情報そのもののセキュリティ管理を守る	11
11) 論文を検索できる	9
工学基礎知識	
1) 拡散・伝熱・流動とは何かを理解する	8
2) システムとプロセスを理解する	3
3) 代表的なプロセス要素（蒸留、乾燥など）を理解する	10
4) 代表的な反応装置の概要を理解する	9
5) 反応装置の利用例を知る	3
6) 生産スケールに応じた諸量の見積もりとコスト計算ができる	2
7) 生産プロセスの損益分岐点などの評価を行うことができる	2
追加すべき項目	
1) 「図解説明」ができる能力	9
2) 三次元機能を使用できる（生体物質の立体構造モデルが描けて回転させられる技術）	1
6. 工学倫理に関する項目	
工学倫理	
1) 工学倫理が求められる理由と必要性を理解する	13
2) 製造物責任について理解する	11
3) 社会の安全・安心における技術者の役割を理解する	13
4) リスクマネジメントについて理解する	11
5) ヒューマンファクターについて理解する	11
6) 知的財産と知的財産保護について理解する	11
7) 公益通報の功罪と公益通報者保護法の趣旨を理解する	3
8) 労働安全衛生について概要を知る	3
9) 工学技術者の知るべき法的な基礎知識を持ち、SDS検索を行うことができる	9
10) 価値の多様性を認め、技術者の持つべき態度を理解する	3
品質管理の基礎	
1) 誤差の分布と正規分布を理解する	13
2) 統計的仮説検定を行うことができる	13
3) 有意差の意味を理解し説明できる	14
4) 回帰分析を行うことができる	13
5) 統計的に数値を捉えることができる	14
7. 社会一般の基礎に関する項目	
社会を知る	
1) 日本の産業構造を知る	5
2) 日本の社会制度の基礎を知る	3
3) 日本の政治・法・制度の基礎を知る	2
4) 日本の歴史について知る	2
5) 国際関係・地域情勢を知る	4
6) 世界の歴史について知る	2
7) 世界（日本を含む）の文化について知る	2
8) 経済について知る	3
9) 人の心理について知る	2
10) 文学・芸術などに触れる	2
11) 色彩・形状・配置などに対する人の感覚を知る	2
12) 世界の国々の場所（位置）がわかる	3
環境を知る	
1) 環境問題とは何かについて知る	14
2) 大気汚染、水質汚染、土壌汚染の現状を知る	12

3) 汚染除去技術について知る	5
4) 廃棄物処理の問題について知る	5
5) 環境評価について知る	4
6) 地球環境に関わる条約・国際機関について知る	4
7) 環境問題に関する日本国内の法令を知る	4
8) 放射性物質汚染の現状を知る	3
9) 自然エネルギーについて知る(バイオマスとバイオマスエネルギーなど)	12
10) 気象の基礎(台風や前線など)を知る	3
11) 大気の循環を知る	4
12) 海流と環境との関わりを知る	4
13) 地球の内部構造と地震の基礎を知る	3
14) 世界の注目すべき国の資源状況を知る	5
追加すべき項目	
1) 日本の県の場所(位置)がわかる	0
2) 日本の県庁所在地がわかる	0
3) 生物工学関連技術の歴史(技術史)を知り理解できる	2
4) 「食糧(問題)を知る」の大項目と質問(食料問題, GMO, 特保, ハラル, 機能的食品など)	3
5) 社会を知る。世界の構造的課題(人口問題, 食糧問題, 高齢化社会)について知る	3
6) 「社会を知る」の7番:文化⇒文化・宗教	0
8. コミュニケーションに関する基礎項目	
英語に関する項目	
(基礎)	
1) 大学入試標準レベルの英単語・英熟語の8割程度は知っている	13
2) 以下の事項程度の英文法を理解し利用できる ・主語述語を見極め, 5文型を区別できる ・時制の一致をはかることができる ・完了形と過去形の差を理解できる ・関係詞(関係代名詞, 関係副詞)を含む文章の読み書きができる ・過去分詞の形容詞的用法 ・副詞的用法を見極め, 文を理解することができる ・TOEICスコアが500点を超えている(目安であり, 他に試験については今後検討する)	13
(読む)	
1) 電子メールで送られてくる程度の短い英文の理解ができる	13
2) 電子メールで送られてくる程度の短い英文を意味が通じるように日本語に訳すことができる	4
3) 生物工学の各分野の代表的な専門用語を理解できる	5
4) 英語で書かれた基本的な実験書, キット添付のプロトコールや技術書を理解することができる	8
(書く)	
1) 短い文章を英語で書くことができる	13
2) 簡単な連絡事項を英文の電子メールで書くことができる	8
3) 生物工学の各分野の専門用語を英語で書くことができる	4
(話す)	
1) 簡単な日常会話ができる	9
2) 簡単な技術的な説明ができる	8
3) 簡単な文書を音読できる	8
日本語に関する項目	
1) 日本語の文章を正確に理解できる	12
2) 日本語で正確に意思を伝達できる	11
3) 日本語の文章で, 論理的に組み立てられた報告書を書くことができる	11
4) 批判的思考力を涵養し, 批判と非難の違いを認識して建設的な批判をすることができる	10
5) 事実・伝聞・推定を明確に区別した文を書くことができる	10
6) 出展を明記して正しい引用をすることができる	10
7) 論文や報告書の一般的構成に関する知識がある	9
8) 専門用語を日本語/英語で理解できる	9
追加すべき項目	
1) 基本的な専門用語を英語で書くことができる	3
2) パワーポイントでデータを理解させることができる	12
3) 基本的なエクセルを用いた統計計算, 表計算ができる	13
4) 主語と述語が明確な文章を書くことができる	8
5) 文章のオリジナリティについて理解し, 剽窃や盗用の基準について十分理解している	11
6) 出典や引用について適切に記述できる	10
7) 日本語文章を書く際の基本的なルールを理解し用いることができる	8
8) レポートの一般的な構成と書き方を理解し実践できる	12
9) プレゼンテーション能力	10
10) 質問する能力, 質疑応答能力	11

表2 基礎教育奨励項目の委員会案とコメント

1. 理系学生の持つべきもともと基礎的な知識・技能と考えている項目	
1) 誤差・有効数字を理解し、実際のデータ処理に利用できる	
2) 次元解析を理解し利用できる	高校までに、系統だって勉強する機会はない。 次元解析は化学工学では必須の知識だが、必要となるのは一部の学生だけかもしれない。
3) SI単位系を基礎とした各種単位系を理解し説明できる	高校までに、系統だって勉強する機会はない。
4) グラフの書き方、片対数グラフの使い方を学びグラフを書くことができる	片対数は高校までで勉強する機会はない。 グラフに関しては、中学校以降で書く機会は頻繁にあるようだが、最近、グラフをきちんと描くことができない学生が増えた感じがする。
5) 表を正しく書くことができる	表に関しては、中学校以降で書く機会は頻繁にあるようだが、表と図のどちらが有効かを意識することができない学生（院生含む）が多々いる。
8) データの適切な取り扱い、データの改ざんとデータ処理の違いを理解している	統計学の関連した授業で、誤差については簡単に触れるようだ。 統計的な知識をしっかりと持つ学生は、どの様な分野でも必要だと思う。 標準偏差と標準誤差の違いを理解していないなど、ア(ア)の習得が貧弱である学生がほとんどのように思う。 ア 次のような知識及び技能を身に付けること。 (ア) 分散、標準偏差、散布図及び相関係数の意味やその使い方を理解すること。
9) 文章のオリジナリティーについて理解し、剽窃や盗用の基準について十分理解している	
10) 出典や引用について適切に記述できる	
統計学の関係（6：工学倫理の品質管理と重なるので削除）	
2. 生物に関連する項目	
基本構成	
1) アミノ酸、タンパク質、核酸、糖、脂質と重要な生理活性物質（テルペン、アルカロイド、神経伝達物質など）の構造と性質について理解し説明できる	
2) 生物の定義を説明できる	
3) 3大ドメイン（細菌、アーキア、真核生物）の特徴を説明できる	
4) 種、属などの構成が説明できる	種、属、株の定義程度は必要と思われる。
5) 細胞内小器官の構造と働きを説明できる	
6) 細胞膜の構造と性質（浸透圧、半透性、輸送タンパク質、チャンネル、ポンプなど）を説明できる	
7) 微生物と植物の細胞壁の構造の概要を説明できる	
8) 動物、植物の細胞構造と生活環を説明できる	
9) 代表的な菌類とその生活環（接合菌、担子菌、子囊菌、不完全菌）を説明できる	単細胞、多細胞の違いや真核、原核の違い、酵母、カビ、キノコが真菌類であり、共通点と相違点を理解することは必要。
10) ウイルスの構造と生活環を説明できる	
11) 生体分子（タンパク質、核酸、脂質、糖質）の構造と機能を説明できる	
12) 必須アミノ酸、極性アミノ酸、非極性アミノ酸をあげることができる	
代謝	
1) 酵素の定義・役割、酵素の種類（分類）と酵素反応の特徴（ミカエリス・メンテン式）、補酵素について説明できる	
2) 代謝とは何かを説明できる	
3) 発酵と呼吸、酸素呼吸、鉄呼吸、硫黄呼吸、硝酸呼吸を説明できる	発酵と呼吸の違いは必要。
4) 光合成を説明できる	
5) 異化と同化を説明できる	
6) 解糖系、クエン酸回路、電子伝達系を説明できる	
7) 窒素固定と窒素の循環を説明できる	ハーバーボッシュにも触れるほうがいい。
8) タンパク質合成系（リボソームの機能）を説明できる	
9) 硫黄代謝、リン代謝を説明できる	
遺伝子	
1) 遺伝子・ゲノム・染色体の構造を説明できる	
2) セントラルドグマと逆転写を説明できる	
3) DNAの複製、RNAへの転写、タンパク質への翻訳を説明できる	
4) 遺伝子の発現の制御（正の制御と負の制御）を説明できる	
細胞	
1) 細胞分裂・細胞周期、細胞死を説明できる	
2) 生体の恒常性とそこに作用する物質（ステロイドホルモンとペプチドホルモン）を説明できる	
3) 細胞のシグナル伝達を説明できる	
4) タンパク質の輸送・分泌と翻訳後修飾を説明できる	
5) 抗体と免疫を説明できる	
6) 細胞の分化を説明できる	
7) 細胞構造と脂質二重膜および、レセプターとチャンネルと構造と機能が説明できる	

発生	
1) 減数分裂と受精を説明できる	
2) 有性生殖と遺伝子の分配を説明できる	
3) 動物の発生と器官の分化を説明できる	大腸菌性線毛も紹介する方がいい。
4) 植物の発生の基礎と器官の分化を説明できる	
5) 遺伝の基本法則を説明できる	
6) 遺伝病, 染色体異常に関する基礎知識を持つ	
生態系	
1) 生物多様性とは何かを説明できる	
2) 生態系の構成を説明できる	
3) 動物と植物の環境応答について説明できる	
4) 生態系の変化について説明できる	
5) 炭素循環	今の社会的な状況から必要と思われる。
進化	
1) 生命の起源と進化について説明できる	細胞膜, ATPなどの共通性を含める。
2) 生物の中立進化について説明できる	可能なら遺伝子 (=タンパク質) の変異が中立的なところから始まることについて触れる。
3) 生物の系統 (分類) について説明できる	
4) 地球環境の変化と生物進化 (環境と生物の関係のダイナミクス)	
5) 系統樹の意味と作製法を説明できる	
6) 突然変異について説明できる	
3. 化学に関する項目	
現象の理解	
1) 原子・分子の構造と同位体について説明ができる	
2) 電子軌道と原子の電子配置を理解し説明できる	
3) モル数・モル分率や分子量を計算できる	最近, 計算が苦手な学生が増えており, この項目は必須と思う。
4) 元素の種類と特性を理解し説明できる	
5) 化学結合とその特性を理解し説明できる	化学結合は, 物質の理解に必須であり, 必ず理解することが求められると思う。
6) 気体の性質を説明することができ, 理想気体の状態方程式を使い諸量の計算ができる	
7) 溶液の濃度計算ができる	
8) 溶液の基本性質 (溶解度, 束一性, 凝固点降下, 浸透圧) を説明できる	タンパク質溶液はコロイドなので, コロイドの知識は必要。
9) 化学平衡を理解し, 自由エネルギーとの関係を説明できる	
10) 溶液の電離・pHを理解し, 水素イオン濃度とpHが算出できる	pKaの意味を知らなかったり, 使いこなせない学生がほとんどのように思う。
11) 緩衝液について説明ができる	
12) 酸化・還元を説明し, 酸化数を算出できる	
13) 電池の原理と構造を理解し, 各種電池の説明ができる	
14) ファラデーの法則を理解し, 電解における物質の変化量を算出できる	
15) 反応速度の微分表記ができ, アレニウスの式を理解し説明できる	酵素反応速度に関連する内容の理解は必要。
16) 1次反応速度式を解くことができる	
17) 化学変化や状態変化における熱力学的な考察ができる	
18) 核分裂, 核融合の基本的原理が説明できる	
19) 触媒作用を定義できる	
分析をする	
1) 滴定 (中和滴定, 酸化還元滴定など) により定量計算ができる	
2) 検量線の意味を理解し, 利用し, 定量ができる	学生実験で学ぶことができるように思う。
3) クロマトグラフィーの基礎を理解し, 分析に利用できる	HPLCは必須の技術だと思う。
4) 質量分析の基本原理が説明できる	
5) 吸光度と濃度の関係 (Lambert-Beerの法則)	吸収と蛍光について理解は必要。
6) 主な分子間相互作用の種類と性質について説明できる	
7) 解離定数 (Kd) と物質の相互作用について説明できる	
物質を理解する	
1) 無機化合物・有機化合物・高分子化合物とは何かを説明し, 代表的な物質をあげることができる	
2) 錯体とは何かを説明できる	錯体は重要な物質で, 生命科学とも関わりが深いので, 必ず勉強してほしいと思う。 配位結合, イオン結合, 共有結合の違いを理解することも必要。
3) 錯体の基本的な性質と利用例を説明できる	
4) コロイドとは何かを理解し, コロイドの基本性質を説明できる	
5) 代表的な無機化学反応 (沈殿反応, 共通イオン効果など) を理解し説明できる	窒素固定とハーバーボッシュくらいは理解してほしい。
6) 代表的な有機化学反応を理解し説明できる	
7) 物質の極性を理解し説明できる	極性と水素結合, 分子間相互作用の理解は必要。

8) 代表的な高分子の合成反応を理解し説明できる	
9) 光学異性体など基礎的な立体化学を理解している	
4. 物理・数学に関する項目	
現象を説明する	
1) 力のつり合いと物体の運動を説明できる(運動方程式など)	力学についても、最低限の知識は必要かと思う。
2) 衝突の説明ができる	運動量は、量子論でも必要となるので、できるだけ学んでほしいと思う。
3) 万有引力を説明できる	
4) 波の基礎(干渉、回折など)とドップラー効果を説明できる	光は波と粒子の性質を併せ持つ程度の理解は必要。
5) 電場と磁場の説明ができ、基本的な現象の例を挙げることができる	直流、交流の違いの理解は必要。
6) 電気回路の基礎を理解し、簡単な回路を設計できる	
7) エンタルピー、エントロピー、自由エネルギーを説明できる	ほとんどの学生が未履修であると思われるが、熱力学は、さまざまな分野で必要とされるので、学ぶ必要はあると思う。
8) 熱機関を説明できる	
9) エネルギーの量子化を理解し、光の吸収・蛍光などの現象を説明できる	高校で学ぶのは、量子論入門程度なので、光の吸収などは勉強していないと思われる。 量子論は、現在の自然科学で必須の知識となっている。
10) 波動関数を理解し簡単な例をあげて説明できる	
11) エネルギー保存則を説明できる	物理では、力学的エネルギーのほか、波のエネルギーや電気エネルギー、熱エネルギー、原子のエネルギーについても学ぶことになっている。
現象をモデル化する	
1) 基本関数(三角関数、指数関数、対数関数)を使うことができる	三角関数は数Iと数IIで勉強する。 指数と対数は数IIで勉強する。 ここに挙げられている数学の内容は、大学で工学系の科目や統計処理・シミュレーション関係の勉強をする際に、必要となるので、できるだけ学んでほしいと思う。
2) 微分を理解し、応用例をあげられる	数IIと数IIIで勉強する。 どんな場面で微分を使うかを理解していない。 ミカエリスメンテンを理解できる程度の知識は必要。
3) 積分を理解し、応用例をあげられる	数IIと数IIIで勉強する。 2回積分すると面積、3回積分すると体積が求まることをほとんど理解していない。高校で習っていない可能性が大きい。
4) ベクトルを理解し、基本的な演算ができる	
5) 行列を理解し、基本的な演算ができる	数理論理学で勉強するが、ほとんどの学生は未履修かと思われる。
6) 写像を理解することができる	高校までで勉強する機会はない。
7) 現象を微分方程式で記述できる	数理論理学IIで勉強するが、ほとんどの学生は未履修かと思われる。
8) 変数分離型の微分方程式を解くことができる	高校までで勉強する機会ほとんどない。
9) 偏微分が理解できる	高校までで勉強する機会はない。
5. 工学基礎に関する項目	
情報処理	
1) コンピュータの機能と基本的な構成と機能を理解する	科目名「情報」もしくは「工業」で勉強する。 情報関連の知識は、現代社会では必須の知識となっている。
2) ソフトウェア使用上のマナーを理解する	情報Iでは、左のような内容を勉強する。
3) インターネット、イントラネットの構成と接続法を知る	情報Iは必須科目となっている。
4) ネットワークセキュリティとネットワーク資料のマナーを理解する	情報IIでは、情報Iの内容をさらに深め、データサイエンスも含むとされている。
5) 代表的なデータベースとその内容を知る	IIでは、特許も必要。
6) 個人情報保護とは何かを理解する	
7) 与えられた課題に対して、PCを用いて自分の意見をプレゼンテーションする	
8) エクセルの基本的機能を利用でき、簡単なグラフを描くことができる	
9) ワードプロセッサと表計算ソフトを利用して、報告書を作成できる	
10) 情報そのもののセキュリティ管理を守る	
11) 論文を検索できる	
12) パワーポイントでデータを理解させることができる	
13) 基本的なエクセルを用いた統計計算、表計算ができる	
工学基礎知識	
1) 拡散・伝熱・流動とは何かを理解する	「工業」の中に「化学工学」という項目があり、そこで勉強する。「工業」は、我々の大学に入学してくる学生のほとんどは履修しない科目である。
2) システムとプロセスを理解する	生物工学の柱の一つが生物化学工学だと理解している。化学工学は生物化学工学を学ぶために必須の知識であり、多少、難しくても勉強すべきと思う。
3) 代表的なプロセス要素(蒸留、乾燥など)を理解する	
4) 代表的な反応装置の概要を理解する	
5) 反応装置の利用例を知る	
6) 生産スケールに応じた諸量の見積もりとコスト計算ができる	
7) 生産プロセスの損益分岐点などの評価を行うことができる	
8) 「図解説明」ができる能力	イラスト化など、他者にわかりやすい図、模式化ができる。
9) 三次元機能を使用できる(生物物質の立体構造モデルが描けて回転させられる技術)	

6. 工学倫理に関する項目	
工学倫理	
1) 工学倫理が求められる理由と必要性を理解する	高校で系統的に勉強することはないと思われる。一部の項目は「工業」の中でふれられるように書かれている。工学倫理は、工学分野の人間には必須であると思う。
2) 製造物責任について理解する	
3) 社会の安全・安心における技術者の役割を理解する	
4) リスクマネジメントについて理解する	
5) ヒューマンファクターについて理解する	
6) 知的財産と知的財産保護について理解する	
7) 公益通報の功罪と公益通報者保護法の趣旨を理解する	
8) 労働安全衛生について概要を知る	
9) 工学技術者の知るべき法的な基礎知識を持ち、SDS検索を行うことができる	
10) 価値の多様性を認め、技術者の持つべき態度を理解する	
品質管理の基礎	
1) 誤差の分布と正規分布を理解する	これ以降の統計関係の項目は、必須だと思う。
2) 統計的仮説検定を行うことができる	
3) 有意差の意味を理解し説明できる	
4) 回帰分析を行うことができる	
5) 統計的に数値を捉えることができる	
7. 社会一般の基礎に関する項目	
社会を知る	
1) 日本の産業構造を知る	社会の状況は、現代社会で生活するためには、持っておくべき知識だと思う。
2) 日本の社会制度の基礎を知る	
3) 日本の政治・法・制度の基礎を知る	
4) 日本の歴史について知る	
5) 国際関係・地域情勢を知る	
6) 世界の歴史について知る	
7) 世界（日本を含む）の文化・宗教について知る	
9) 人の心理について知る	
10) 文学・芸術などに触れる	
11) 色彩・形状・配置などに対する人の感覚を知る	
12) 世界の国々の場所（位置）がわかる	
13) 日本の県の場所（位置）がわかる	
14) 日本の県庁所在地がわかる	
15) 生物工学関連技術の歴史（技術史）を知り理解できる	
16) 「食糧（問題）を知る」の大項目と質問（食料問題、GMO、特保、ハラール、機能性食品など）	
17) 社会を知る。世界の構造的課題（人口問題、食糧問題、高齢化社会）について知る	
環境を知る	
1) 環境問題とは何かについて知る	環境関連の項目は、産業界に進む者にとっては、避けて通ることができないものだと思う。ここ以降に挙げられている項目は、是非、学んでほしい。
2) 大気汚染、水質汚染、土壌汚染の現状を知る	
3) 汚染除去技術について知る	
4) 廃棄物処理の問題について知る	
5) 環境評価について知る	
6) 地球環境に関わる条約・国際機関について知る	
7) 環境問題に関する日本国内の法令を知る	
8) 放射性物質汚染の現状を知る	
9) 自然エネルギーについて知る（バイオマスとバイオマスエネルギーなど）	
10) 気象の基礎（台風や前線など）を知る	
11) 大気の循環を知る	
12) 海流と環境との関わりを知る	
13) 地球の内部構造と地震の基礎を知る	
14) 世界の注目すべき国の資源状況を知る	リン鉱石など多くを輸入に頼っている資源についても必要。
8. コミュニケーションに関する基礎項目	
英語に関する項目	
〈基礎〉	
1) 大学入試標準レベルの英単語・英熟語の8割程度は知っている	ここ以降にある項目は、今後必ず必要となるので、是非、学んでほしいと思う。

2) 以下の事項程度の英文法を理解し利用できる <ul style="list-style-type: none"> 主語述語を見極め、5文型を区別できる 時制の一致をはかることができる 完了形と過去形の差違を理解できる 関係詞（関係代名詞、関係副詞）を含む文章の読み書きができる 過去分詞の形容詞的用法・副詞的用法を見極め、文を理解することができる TOEICスコアが500点を超えている（目安であり、他に試験については今後検討する） 	
〈読む〉	
1) 電子メールで送られてくる程度の短い英文の理解ができる	
2) 電子メールで送られてくる程度の短い英文を意味が通じるように日本語に訳すことができる	
3) 生物工学の各分野の代表的な専門用語を理解できる	
4) 英語で書かれた基本的な実験書、キット添付のプロトコールや技術書を理解することができる	
〈書く〉	
1) 短い文章を英語で書くことができる	
2) 簡単な連絡事項を英文の電子メールで書くことができる	
3) 生物工学の各分野の専門用語を英語で書くことができる	
4) 基本的な専門用語を英語で書くことができる	
〈話す〉	
1) 簡単な日常会話ができる	
2) 簡単な技術的な説明ができる	
3) 簡単な文書を音読できる	
日本語に関する項目	
1) 日本語の文章を正確に理解できる	
2) 日本語で正確に意思を伝達できる	
3) 日本語の文章で、論理的に組み立てられた報告書を書くことができる	
4) 批判的思考力を涵養し、批判と非難の違いを認識して建設的な批判をすることができる	
5) 事実・伝聞・推定を明確に区別した文を書くことができる	
6) 出展を明記して正しい引用をすることができる	
7) 論文や報告書の一般的構成に関する知識がある	
8) 専門用語を日本語/英語で理解できる	
9) 主語と述語が明確な文章を書くことができる	
10) 日本語文章を書く際の基本的なルールを理解し用いることができる	
その他	
1) レポートの一般的な構成と書き方を理解し実践できる	
2) プレゼンテーション能力	
3) 質問する能力、質疑応答能力	

全体にわたるコメント

数値データの取り扱いやPCを使つての分析、可視化、表現法など、科学的な方法論の習得がまず第一に必須な項目だと思います。そのうえで、化学や生物に関する基礎知識があるとよい、と思います。