

2024 年度 工学部

化学科目

自己点検・評価報告書



2024 年 6 月 27 日

目 次

第1章 学修・教育到達目標	3
1. 現状分析	3
2. 分析を踏まえた長所と問題点	5
3. 改善・発展方策と全体のまとめ	5
4. 根拠資料	5
第2章 教員	6
1. 現状分析	6
2. 分析を踏まえた長所と問題点	6
3. 改善・発展方策と全体のまとめ	7
4. 根拠資料	8
第3章 教育プログラム	9
1. 現状分析	9
2. 分析を踏まえた長所と問題点	10
3. 改善・発展方策と全体のまとめ	11
4. 根拠資料	12

第1章 学修・教育到達目標

1. 現状分析

機械工学課程

基幹機械コースでは、「自然科学の法則に基づいて機械の運動機構や動特性、構造や強度、物質・運動量・エネルギーの流れなど機械工学の基盤技術に関わる物理現象を理解し、現象の予測や解析を行うことができる。」と書かれている。先進機械コースでは「多様な分野の知識を積極的に取り入れ、機械工学の基礎知識を多方面に柔軟に応用して、融合領域の問題に適用することができる。」と書かれている。この実践を重視する教育方針に沿って、講義と実験がそれぞれ 50% ずつで構成されている科目（化学の基礎と実験）を必修として課している。この科目の履修によって、講義で学んだことを実験によって確かめ、定着させることを狙っている。

物質化学課程

環境・物質工学コース、化学・生命工学コースの「学修・教育到達目標」には、「確かな基礎と物質化学の専門知識に基づいて問題を解決することができる」、「地球環境や地域社会との調和を見据えて、さまざまな工学分野に関わる問題を解決することができる」とあり、材料・物質に対する高度な知識と材料製造・開発の即戦力となる能力を身に付けるために、化学の知識を必要としている。環境・物質工学コースでは、基礎化学と化学実験を選択必修にしている。「物質化学の基礎」には、当然、化学の広範な分野が含まれるので、それらを学ぶ機会を提供するために上位科目として「基礎無機化学」、「基礎固体化学」、「基礎生物化学」などのやや専門性の高い科目も推奨し、個々の学生が自身の関心に従って選択できるようにしている。化学・生命工学コースでは、化学実験を一年生の前期から必修科目として課している。本コースは専門科目として化学の講義がメインになるため、講義としての化学科目は自由科目になっている。

電気電子工学課程

電気・ロボット工学コースでは、「数学、自然科学、情報利用技術を問題解決のための言語・道具として使いこなすことができる。」とあり、この方針に沿って、化学については、教養系科目の一つとしての基礎化学を提供している。先端電子工学コースでは、「自然科学、数学、情報技術の知識を修得し、現象を論理的に考えて理解する能力を身に付けることができる。」と書かれていて、基礎教養科目の重要性が述べられている。これを受けて、化学では「化学実験」が必修科目に指定されている。講義科目として基礎化学が選択必修科目になっている。

情報・通信工学課程

情報通信コースの学修・教育到達目標には、「社会のニーズに対して技術課題を主体的に発見し、工学分野における分野横断的な知識も活用しつつ、計画的・継続的に取り組んで課題を達成することができる」とある。この方針に沿って、化学については、教養系科目の一つとしての基礎化学を提供している。情報工学コースの学修・教育到達目標には、「数学、自然科学、情報利用技術を問題解決に応用することができる。」が挙げられている。その中で、基礎化学を開講している。

土木工学課程

都市・環境コースは、「人」、「自然」、「モノ」が絡み合う社会基盤システムを対象としているため、「地球的かつ・社会的視野から多面的に物事を考える能力と素養を身に付けることができる」、「土木技術が社会と自然に対して大きな影響を与えることを理解し、技術者として、持続可能な社会を創造するための役割と責任を理解することができる」、「数学や自然科学などに関する工学基礎知識を修得し、土木工学分野において応用・利活用できる」とあり、グリーンケミストリーという視点から見ると化学が基盤になる課程である。地球環境の諸問題について学び、持続可能な社会の創造のために化学がどのように貢献できるかを考える科目である基礎環境化学を必修として指定している。

建築学部

建築学部が創設されたときに、建築学部の化学系の科目は、工学部で受け持つと言う取り決めがなされたため、建築学部についても以下コメントする。建築学部の教育体系では、「基礎・教養科目群では、建築学の専門教育の修得に必要な基礎学力を確保することと、専門領域にとらわれないより広い立場での人間教育を行うことを目的としています」とあり、具体的には、数理基礎科目については、「技術者として生き抜くには、自然科学の原理や方法論を学び、新たな素材の生成や現象の定式化の方法と定式化された式の解法を身につけてはなりません。そこで、数学・物理学・化学の基本的な考え方とその手法についての教育を行います」とある。また、人文社会・情報系教養科目については、「建築・都市と人間や社会との関わりについての幅広い知識や視野、考え方、倫理観を身につけるとともに、現代の建築に不可欠な情報技術についての知識・技能の修得を目的とする科目です。人間の心理や行動、多様な文化や思想、専門家としての倫理観、法律や経済システム、今日の世界が直面する様々な問題に関する授業を開講しています。また、コンピュータやソフトウェア、ネットワーク、プログラミングに関する授業を開講しています」と書かれている。化学の学修には、「自然科学の原理や方法論」を学ぶという意味とともに、化学を通して「環境」と「人間や社会との関わり」について学ぶという意味もあるので、「建築・都市と人間や社会との関わりについての幅広い知識や視野」を身につける目的で、「基礎環境化学」の履修を推奨している。

2. 分析を踏まえた長所と問題点

工学における化学の役割は、二つある。その一つは、工学の一つの大きな柱である「ものづくり」の基礎として「物質の科学」を学ぶことである。世の中の全ての「もの」は「物質」からできているが、その物質の構造や性質を研究し、新しい物質を開発するのが化学である。化学を学び、物質の本質を理解することは、工学の基礎として非常に重要である。一方、今日、地球温暖化とそれによる極端な気象現象の頻発、国境を超えた環境汚染、エネルギー資源の再生可能エネルギーへの転換の必要性、持続可能な物質生産への転換の必要性など、地球規模の喫緊の課題が発生している。これらの課題の解決には、工学のさまざまな専門領域の叡智を結集しなければならないが、そこでは必ず「化学」が必要とされる。この二つの役割を踏まえて、化学科目では、物質科学の基礎としての化学を学ぶことと、地球の未来に関わる諸問題を理解するための基礎知識としての化学を学ぶことを教育の目的としている。この教育方針は、前項の工学部の学修・教育到達目標に掲げられている「基礎的な学力を養い、専門領域を超えて問題を探求する姿勢を身につける」ことに大きく寄与している。

3. 改善・発展方策と全体のまとめ

2024 年度に課程制が始まり、1 年生の授業の多くを担当している化学科目としては非常に大切な年度となる。課程制のもとでのカリキュラムについては、各コースのカリキュラム担当者と話し合い、その内容を決定してきた。授業科目としては名称を変更するなど、実態に合わせる工夫を行ったため若干の内容変更はあるものの、これまでの授業内容を踏襲する。また、各教員とのコミュニケーションを密にするよう、半期に一度、講師会を実施している。より良い授業を行うためには、学生がつまずいているところを知る必要がある。そのため、サポート室との連携は非常に大切である。学生の生の声を全教員にフィードバックして共有し、各教員が自分の授業実施に役立てている。

4. 根拠資料

1-1 2024 年度 学修の手引

第2章 教員

1. 現状分析

化学科目では、工学リテラシーとしての化学の基礎科目を教える教育力を最重視して、教員の配置を考えている。入学者の選抜においてさまざまな入試方式を採用している本学では、特に初年次の学生においては学習到達度のばらつきが大きいため、学習到達度が十分でない学生を指導する能力も要求される。一方、学生に魅力的な化学を提示するためには、化学あるいは工学全般の最先端領域を常にフォローアップすることも欠かせない。そのためには、教員自身が絶えず先端的な研究の場に身を置くことが必要であり、研究遂行能力も問われることになる。こうした観点で教員を選考し、担当授業科目を決定し、また、研修等による能力の向上を図っている。

専任教員は4名であり、2名は環境・物質工学コース、2名は化学・生命工学コースに分属され、それぞれ配属学科の卒業研究生の研究指導を行っている。一方、化学科目が担当する授業のすべてを専任教員で担当することは不可能なので、非常勤講師に依存する部分もある。これらの教員の質の確保と向上は、重要な課題である。非常勤講師の採用と担当授業科目については、科目会議で検討し、工学部長室の承認を経て決定している。

科目運営に関しては、専任教員が必要に応じて運営会議を行っている。常勤講師とは、随時メール等にて情報交換を行い、コミュニケーションをとることを心がけている。また、年2回は化学科目担当講師会を開催して反省点の共有やサポート室からのフィードバック、他大学の情報共有など意思疎通を図っている。2023年度は講師会を復活し（2022年度はコロナ禍であったためオンライン実施）、3月と7月に授業改善のための情報交換、共有を行った。

表1. 2024年度6月現在の化学科目教職員構成

	専任教員	非常勤教員	実験補佐員	合計（昨年度比）
男性（人数）	3	6	0	9（-）
女性（人数）	1	3	1	5（-）
女性比率（%）	25	33	100	36（-）
合計（人数）	4	9	1	14（-）

2. 分析を踏まえた長所と問題点

共通系教員が学科に分属されて以降、学科の学生を対象とする共通科目は、原則的にその学科に所属する教員が担当することになった。しかし、全ての学科に全ての科目の教員が配属されているわけではないので、科目の教員がいない学科については他の学科に所属する共通系教員が担当しなければならない。

そこで化学科目では、化学科目の教員がいない学科・課程について、次ページの表2に示すように分担を決め、各学科・課程との連携を行っている。カリキュラムの改定時などに

は、各担当者が各学科・課程の教務担当教員と緊密な連絡を取り合い、各学科・課程のカリキュラムポリシーに臨機応変に対応するようにしている。2023 年度は課程制のカリキュラムや時間割の設計時期であったが、学科教員との連携がスムーズにできたと感じている。現時点では、カリキュラムの不都合はない。時間割設計では、時限を動かす事で、より履修者数が増加する可能性を協議した。

表 2. 各学科・課程との連絡を担当する化学科目教員

課程	コース	学科（2 年生以降）	担当者
機械工学	基幹機械コース	機械工学科	幡野
	先進機械コース	機械機能工学科	
物質化学	環境・物質工学コース	材料工学科	幡野，小西
	化学・生命工学コース	応用化学科	堀，廣井
電気電子工学	電気・ロボット工学コース	電気工学科	堀
	先端電子工学コース	電子工学科	
情報・通信工学	情報通信コース	情報通信工学科	小西
	情報工学コース	情報工学科	
土木工学	都市・環境コース	土木工学科	廣井
		建築学部	

3. 改善・発展方策と全体のまとめ

個々の教員が教育について自己点検する手段として、授業評価アンケートがある。授業の内容や方法についての受講生の回答を参考に、授業をよりよい方向に改善することができる。さらに、その情報を科目として集約することによって、科目の教員組織の問題点を探り出すことができる。日々の小テストや授業の感想などは、ScombZ を通して情報収集を行い、次週には学生教育のためにフィードバックを行うよう努めている。

また、定例および臨時の科目会議において、教員の構成および教員の資質に関する点検、非常勤講師任用計画などについて検討している。また、工学部のカリキュラムの改編と連動して、化学のカリキュラムの現在の状態と将来構想について、点検・評価している。2024 年度は、課程制移行期であり、新たに設定した時間割やカリキュラムが正常に動作するかがポイントである。2024 年度前期の時点で、履修者数の予測が外れてしまった授業もあった。各学科・課程の学生向けに開講する化学科目の傾向や内容について、改めて各学科・課程のカリキュラム担当教員と話し合い、今後の方針について意思統一を行って行きたい。

非常勤講師への情報伝達は電子メールにて行っている。しかし、直接あつての交流も必要であるため、3，7 月に非常勤講師を含めた全教員で講師会を実施し、半期の反省や次期へのフィードバックを共有し、教育・指導方法の統一を図っている。

現在、専任教員の年齢構成は、30 代教員が 1 名加わり、若返りを果たすことができた。

しかし、50 歳代の教員が多いため、同時期に三名の教員が抜けてしまうことが懸念事項である。人事では年齢バランスを配慮して採用する必要があり、技術と知識の継承を滞りなく行っていくように方策を思案する。

教員がカバーする専門分野としては、四人と言う少なさの割には比較的バランスがとれている。化学科目としてはこれまでのクオリティーを維持しつつ、課程やコース、工学部への貢献を行っていく。

表 3 化学科目の教員の年齢構成と専門分野

氏名	専門
幡野	生物有機化学，酵素工学
小西	光化学，超分子化学
堀	錯体化学
廣井	高分子物性，ソフトマテリアル

4. 根拠資料

3-1 2023 年度，2024 年度講師会開催要項など

3-2 芝浦工大教員一覧

第3章 教育プログラム

1. 現状分析

工学部5課程9コースの中には、化学・生命工学コースのように化学専門のコースもあれば、化学と専門領域の間に関連の薄いコースもある。そのため各学科・課程と相談の上、「基礎化学」を基本として履修することとし、機械工学課程の2コースは、実験と講義が連動する形の授業である「化学の基礎と実験」を行っている（表4）。また、講義科目とは別に、化学実験についても3コースで提供している。実験と言う意味では、「化学の基礎と実験」も実験を行っているため、5コースに向けて実験科目を提供している。本学の建学の精神である「実学」ベースの教育を実践している。

「基礎化学」は、専門領域と化学の関連に配慮しつつ、専門領域の学修の基礎となるような化学を学ぶための科目である。前述の通り「化学の基礎と実験」は、「基礎化学」をベースとして授業テーマに応じた実験をセットにする事で、学修の定着度合を向上させる事を試みている。講義を行った翌週は実験となるため、知識を実験という経験と関連付けて学修することができる。「基礎環境化学」は、都市・環境コース（および建築学部）が対象とする環境問題を通して化学を学ぶ科目であり、サステナブルな環境を維持しつつモノ作りを行って行くためのリテラリー構築と課題解決型の学修も取り入れて授業を進めている。

基礎化学の教科書は各コースにおいて同一で、教科書の中から学修・教育到達目標に合わせて項目を選択し、シラバスを作成した（化学の世界への招待，中村朝夫ら，三共出版）。そのシラバスを基本として各教員が授業を実施しているが、同一科目の担当教員間で随時情報交換を行い、すり合わせを行っている。「基礎環境化学」の教科書は、化学を教えるための教科書と言うより、環境を化学的な視点で理解して化学の力で問題を解決しようとする教科書である「基礎環境化学・持続可能な社会を目指して」（中村朝夫，培風館）を指定している。

表4. 学科ごとの履修科目と内容

課程	コース	授業	履修形態
機械工学	基幹機械コース	化学の基礎と実験	必修
	先進機械コース		
物質化学	環境・物質工学コース	基礎化学，化学実験	選択
	化学・生命工学コース	化学実験	必修
電気電子工学	電気・ロボット工学コース	基礎化学	選択
	先端電子工学コース	基礎化学，化学実験	実験：必修
情報・通信工学	情報通信コース	基礎化学	選択
	情報工学コース		
土木工学	都市・環境コース	基礎環境化学	必修
建築学部			選択

また「化学実験」は、環境・物質工学コース、化学・生命工学コース、先端電子工学コース向けに開講している。教科書は化学科目教員が自作したものを用い、ScombZにて公開している。化学実験で特にオリジナルなものとして、安全教育にPBLを取り入れている事である。初回の授業時に、実験を行うに当たっての取り組む姿勢、考え方、準備、安全配慮、機器の取扱、試薬のリスクマネジメントなどを「危険予測」させる取組みを行っている。

2. 分析を踏まえた長所と問題点

「基礎化学」と学習サポート室の役割

各学科・課程の学修・教育到達目標に対応した「基礎化学」の4つの科目は、各学科・課程に好意的に受け入れられており、とくに問題は生じていない。また、学生の履修状況も比較的良好で、毎年、若干名の不合格者が発生するが、多くは再履修によって、最終的には合格することができている。本学では、入学者選抜においてさまざまな入試方式を採用していることから、入学者の高校での履修科目や学習歴は一様でなく、入学時点での学習到達度に大きなばらつきがある。以前は、プレイスメントテストによって学習到達度を測定し、それに応じてクラス分けを行い、到達度に応じた教育を行っていたが、プレイスメントテストが廃止になったため、学習到達度別のクラス分けが不可能になった。昨今は、クラス分けもランダムに行っている。その結果、現状では、全てのクラスに学習到達度の低い学生が存在するため、全てのクラスで学習到達度の低い学生に対する対応が必要となっている。そのような状況下では、質問を受ける体制が必要であり、サポート室との連携が不可欠である。

上位科目として後期に基礎有機化学、基礎無機化学、基礎生物化学、基礎固体化学の4科目を設定しているが、これらの科目は時間割のどの曜日、時限に設置するかで、履修者の数が異なる傾向にある。専門授業と他科目との兼ね合いがあるため、今後もリサーチしながら科目を設定して行く。

「化学実験」における安全教育

化学の実験にはさまざまな危険が伴うので、実験中の事故を防ぐための安全教育が不可欠である。しかし、大学教育の世界全体を見渡しても、効果的な安全教育の方法論が確立しているわけではなく、ほとんどの場合、安全についての講義を聞くとか、安全についてのビデオを視聴するなど、受動的な授業が形式的に行われているだけである。

そのような状況下で、化学科目では、より効果的な安全教育の方法を求めて試行をくりかえしてきた。その結果として、現在実施している教育法は次の通りである。この方法では、安全に実験を行うための対策を自分たちで考え、自分の言葉で表現させ、書き出させることによって、定着させることを目的としている。

まず、化学物質の取り扱いには、さまざまなリスクが伴うため、取り扱う者は社会的な責任を負っており、いくつもの法的な規制を受けている。さらに、実験を行う上で注意すべき点について、具体的な例も交えながら解説すると効果があるだろう。これらの情報をもと

に、4名ずつのグループで話し合っ、これからの実験で自分たちが最も注意すべき事柄を3つずつ選んで付箋に記入し、提出してもらう。いくつかのグループには、その内容を発表してもらっている。教員はそれぞれのグループに対してコメントを書き、A1版の用紙1枚に貼り付けて、実験室の入り口に張り出すなど行っている。学生たちは、毎週、実験室に来るたびに、これを目にすることになる。

実際の実験日には、各授業の前半20分程度、教科書を元にして実験の原理と操作方法、解析方法をレクチャーしている。2022年度以降は、実験の操作のエッセンスを動画で見せながら解説を行っている。実験を動画で見せる事により、実際に行う器具の取扱方法、実験器具のセットアップなど、大まかなポイントを視覚的に理解させる事ができ、実験のスタートが格段に早まったと感じている。

SDGs への取り組み

化学科目では2017年度から、土木工学課程と建築学部に対して、初年次の基礎・教養科目に相当する科目として「基礎環境化学」を開講している。「基礎環境化学」は、物質とエネルギーという観点から地球環境問題にアプローチし、その中でこれらの問題の解決に不可欠な「化学」の知識と原理を学ぶ授業である。その視点はSDGsの視点と大きく重なっており、授業の中ではSDGsについても当然大きく取り上げている。

「基礎環境化学」の特徴の一つは、環境問題の広がり、今日の世界における重要性を認識してもらうために、調査活動を課していることである。学生数人のグループでテーマを定めて調査してもらい、口頭発表させている。一人一人の学生にとって、特定の課題を深掘りして自分なりの解決策を導く作業は、持続可能な社会の実現に向けて主体的に課題を見つけ、必要な知識を習得し、行動を始めることのきっかけとなるものと期待される。

環境・物質工学コース向けの基礎化学でも、高分子のテーマのところでリサイクルや環境への影響について講義を行っている。これにより、環境に配慮したモノ作りの精神が育まれることを期待している。

3. 改善・発展方策と全体のまとめ

教育プログラムと学修サポート室の関係は、おおむね良好に機能している。2020年度と2021年度には年間で50件程度であった質問が、2022年度は前期だけで既に70件に達しており、対面での相談ができるようになったことにより、学生は相談に来やすくなったものと思われる。2023、2024年度ともに利用者数は堅調であり、多くの学生の教育サポートができていていると感じている。なお、化学サポートでは、専門科目への対応も行っている。

安全教育においては、何も無い事が普通で、それを評価すると言う事が難しい。しかし、確実に小さな事故等は少なくなっている。授業実施前に、ガラス器具などの特殊器具の操作を初め、実験の一通りの流れを動画で実施することで、視覚的な理解を促すように心が

けている。これまでの言葉だけでの説明では、理解が不十分であったり聞き逃したりするケースが散見されたが、2022年度以降は比較的実験が短時間で終わったり、保健室へ学生を連れて行くケース（怪我をする学生の数）が明らかに減った。

SDGs への取組みとして、土木工学課程においては、「基礎環境化学」は必修科目となっているが、建築学部では選択科目である。建築学部におけるこの科目の履修者数は年々増加している。建築学部では、履修希望者が多いので、多数の履修者を無制限に受け入れ、オンラインのライブ授業で実施している。また、履修者が多く、課題発表会の実施が困難なので、口頭発表に変えてレポート提出にしている。しかし、この方法ではどうしてもコミュニケーションの密度が低くなってしまう。履修者数を制限して対面授業を行うべきかどうか、今後の検討課題である。

4. 根拠資料

- 3-1 「化学物質の取り扱い」（「化学実験」授業資料）
- 3-2 「実験を安全に行うために」（「化学実験」授業資料）
- 3-3 「安全に実験をするための注意点（自分たちのアイデア）」（「化学実験」授業成果物）
- 3-4 2024年度 基礎環境化学 シラバス