

学域名	理工学域
学類名	自然システム学類
コース(専攻)名	物質循環工学コース

学類のディプロマ・ポリシー(学位授与方針)	コース(専攻)のディプロマ・ポリシー(学位授与方針)
<p>生物学・バイオ工学・物質循環工学・地球学の各コースで高い専門性のみならず、幅広い基礎力と国際感覚を身につけ持続的社会的実現に貢献できる専門性を備えた探究心と創造意欲あふれるサイエニスト、エンジニアを育成する。各コースのディプロマ・ポリシーで掲げた人材養成目標に到達した者に学士(工学もしくは理学)の学位を授与する。この人材養成目標に到達するためには、以下の各コースの学習成果を上げることが求められる。</p>	<p>以下の人材養成目標を掲げ、この目標に到達した者に学士(工学)の学位を授与する。          (a) 地球の視点から多面的に物事を考える能力とその素養を身につけている。          (b) 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任(技術者倫理)に関して理解している。          (c) 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらに活用できる能力を身につけている。          (d) 化学工学分野の専門技術に関する知識とそれらに活用できる能力を身につけている。          (e) 種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力を身につけている。          (f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力を身につけている。          (g) 自主的、継続的に学習できる能力を身につけている。          (h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力を身につけている。          この人材養成目標に到達するために、以下の学習成果を上げることが求められる。</p>

学類のOP(カリキュラム編成方針)	学類の学習成果(○=学習成果を上げるために履修することが求められる科目、○=学習成果を上げるために履修することが求められる科目、△=学習成果を上げるために履修することが求められる科目)
<p>21世紀の社会における生命・福祉・地球環境(資源・環境保全・エネルギー)、物質生産・材料などの課題を化学工学および物質工学的分野を含む幅広い視野を持った立場から解決できる優秀な技術者の養成が期待されている。物質循環工学コースでは化学工学に関する幅広い知識と高い問題解決能力を併せ持ち、化学工学に際する幅広い専門的知識と応用展開能力、人間性豊かなコミュニケーション・デザイン能力を有する化学工学研究者・技術者の育成に重点を置いた教育を行う。初年度には、自然科学分野全般を概観するための、「化学」、「物理学」、「生物学」、「地学」、「微分積分学」、「線形代数」を学ぶ。2年次から化学工学的思考の基礎となる「化学工学基礎」、「移動現象論」、「熱力学」、「物理化学」、「化学反応速度論」、「有機化学」などを学び、その上で「反応工学」、「単品操作」、「プロセス設計」などの科目で工学的応用に関する理解を深め、また演習および学生実験、「プロセス創成」により、上記内容についての応用能力の修練やデザイン能力の養成を行う。最終学年では、各自が興味を持つ研究テーマに従って研究室に配属され、より専門的な研究を行う。</p>	<p>(a) 地球の視点から多面的に物事を考える能力とその素養を身につける          (b) 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任(技術者倫理)に関して理解する          (c) 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらに活用できる能力を身につける          (d) 化学工学分野の専門技術に関する知識とそれらに活用できる能力を身につける          (e) 種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力を身につける          (f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力を身につける          (g) 自主的、継続的に学習できる能力を身につける          (h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力を身につける</p>

学類のカリキュラム

科目番号	授業科目名	授業科目の主題	授業科目の学習目標	学年	前期	後期	◎	△
10001	自然システム序論	生物・人間・物質・地球で形成される系を自然システムとして捉え、このシステムの広がりと将来を見据えた先端的な研究について、生物学、バイオ工学、物質工学ならびに地球科学の分野から概観し、自然システムに対する興味と問題意識を見つめる。	自然システムに対する、生物学、バイオ工学、物質工学、地球科学の分野での重要で先端的な研究について理解するとともに、「理学」と「工学」の両面からこのシステムの魅力と問題点を概観できる。	1	*		◎	△
10010	生命・地球学概論	生物の歴史と多様性、生物の基本的な営み(分子・細胞レベルから個体・生態系レベルで解説する。人類が発生し現在も居住している「地球」とはどのようなかを理解する。地球はどのような構造をしており、いつ誕生し、どのような営みをしているのかを解説する。	生物の歴史と多様性、生物の基本的な営み(分子・細胞レベルから個体・生態系レベルで理解できる。地球の形成史、構造、ダイナミクス、地球環境、等の地球の営みについて理解できる。	1	*		◎	
10011	バイオ・物質循環工学概論	現在用いられている化学製品について、インターネットや図書を通じてどのように検索するかを勉強する。調査した結果をまとめて発表する。バイオ・化学工学の研究を先導する最先端の研究に触れる。最新のバイオ、化学工学分野のトピックを紹介してもらい、自由討論を行い、最先端の研究と基礎学問との関連について学ぶ。	1. 初学者への導入科目としての位置づけに基づいて、最先端の研究をわかりやすく説明する。 2. 現在利用されている化学製品についての調査を行う事により、インターネットや図書の検索の仕方学ぶ。	1	*		◎	
	微分積分学第一	微分積分学は、変化する現象を記述しそこから情報を得るために、純粋学にとつて、不可欠の道具・言語である。特に理工系の学生には深い習得が要求される。高校に於いて学習してきた1変数の微積分の知識の深化や習得、2変数微積分やベクトル解析が導入され、有関数の求積可能性が論じられ、関数のTaylor展開が解説される。	1. 講義に現れる用語の定義と定理の意味を理解し、それを活用できる。 2. 与えられた具体的な1変数関数に対して、連続性と微分可能性を判定すること、導関数、不定積分、定積分、広義積分を求めることができる。 3. テーラー展開することが出来る。関数の増減、極値、凹凸、変曲点を調べてグラフを書くことができる。	1	*		◎	
	線形代数第一	連立一次方程式で表される関係は、日常生活から高度の学問的議論の対象(3次元まで、現象を数理的にとらえようとする時、最も基本的なものとして普遍的に現れる。そのため、これを数学的に扱えるようになることが重要である。ここでは連立一次方程式を任意未知数の一般形で取り扱う。また行列の一般論(その演算、正則行列の概念など)を解説する。さらに行列式の定義と、その値を数論的に求める手段として、余因子展開の手法を解説する。	1. 講義に現れる用語の定義と定理の意味を理解できる。 2. 行列の演算、掃き出し法を使ったりいろいろな計算(連立1次方程式を解くこと、行列の階数を求めること、逆行列を求めることなど)ができる。 3. 行列式の値を求める計算ができる。 4. 行列式を用いてのいろいろな計算(クラメル公式で連立一次方程式を解くこと、余因子行列により逆行列を求めることなど)ができる。	1	*		◎	
	物理学I	物理学Iでは、ニュートン力学を中心にして物理的手法を学ぶ。また、物理学を学んでいかに次がことの出来ない数学的手法についても適宜学習していく。	1. 物理学に微分積分学を応用していける力を養うことができる。 2. 物理学の概念が具体的に把握しやすい力学の学習を通じて、物理学の基本を習得することができる。 3. 振動、波動、熱などの分野について、力学を基礎にして理解をひろげることができる。	1	*		◎	
	化学I	身の回りに様々な化学現象や化学製品があり、化学は現在や将来の人間社会、環境にとって極めて大切な役割を担っている。本講義では、化学の面白さと重要性を認識するために、物質を構成する原子・分子の性質と物質の状態、化学変化を身の回りの現象や素材と関連づけて学ぶ。	1. 物質を構成する原子・分子の構造と性質について物質のふるまいや現象について化学的視点で理解を深めることができる。 2. エネルギー・環境問題と関連づけて化学的、化学工学的な考え方ができる。 3. 工業製品の合成材料に関して、その特性や合成法に関して基礎的な考え方ができる。	1	*		◎	
	生物学I	生物の多様性とその分類、生物を構成する生体分子や細胞の構造と機能および細胞内で起こる重要な生命現象であるエネルギー代謝、細胞の分裂やその異常現象である「がん」についてなど、「生物学」の基礎について講義する。	1. 生物の多様性とその分類に関する基礎知識を習得する。 2. 生物を構成する生体分子や細胞の構造と機能および細胞内で起こる重要な生命現象であるエネルギー代謝に関する基礎知識を習得する。 3. 細胞の分裂やその異常現象である「がん」についての基礎知識を習得する。	1	*		◎	
	地学I	高校地学の全般的な内容について講義する。宇宙の構造と進化、多層(大気圏、水圏、岩石圏、金属圏)からなる地球の仕組み、地球の起源、構造、活動そして進化、歴史について、いかにして分かってきたかを説明する。実際にに行けない地球深部を探ることが出来ること、直接知ることの出来ない地球の構造について物理的証拠を用いて知ることが出来ること、そしてそれらを使って地球の未来を推測することが可能であることを理解して欲しい。また、地球惑星科学の発展が、航空機、実験などの技術革新に与えようが大きいことも理解してほしい。	地球の正しい立ち、実際にに行けない宇宙や地球の中の構造、地球の歴史等、教養として知っておくべき地学の基本的な知識と考え方が理解できる。	1	*		◎	
	微分積分学第二	現象を記述・理解しようとした場合、多変数関数の概念が必要となる。ここでは、多変数関数の微分を解説する。偏微分や重積分の概念が導入され、合成関数の微分公式や陰関数定理・逆関数定理や積分の収束条件が示され、極値論にそれらが適用され、極値問題や面積・体積の計算が説明される。	1. 多変数関数の偏微分の計算ができる。 2. 全微分および合成関数の微分の公式を理解できる。 3. 多変数関数のテイラーの定理を理解できる。 4. 具体的な極値問題を扱うことができる。 5. 重積分、3重積分の計算ができる。さらにそれらを用いて面積・体積の計算ができる。	1	*		◎	

学域名	理工学域
学類名	自然システム学類
コース(専攻)名	物質循環工学コース

学類のディプロマ・ポリシー(学位授与方針)		コース(専攻)のディプロマ・ポリシー(学位授与方針)																			
<p>生物学・バイオ工学・物質循環工学・地球学の各コースで高い専門性のみならす、幅広い基礎力と国際感覚を身につけ持続的社会的な実践に貢献できる専門性を備えた探求心と創造意欲あふれるサイエニスト、エンジニアを育成する。各コースのディプロマ・ポリシーで掲げた人材養成目標に到達した者に学士(工学もしくは理学)の学位を授与する。この人材養成目標に到達するためには、以下の各コースの学習成果を上げることが求められる。</p>		<p>以下の人材養成目標を掲げ、この目標に到達した者に学士(工学)の学位を授与する。</p> <p>(a) 地球の視点から多面的に物事を考える能力とその素養を身につける。</p> <p>(b) 技術が社会から多面的に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任(技術者倫理)に関して理解している。</p> <p>(c) 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につける。</p> <p>(d) 化学工学分野の専門技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につける。</p> <p>(e) 種々の科学、技術および情報技術を利用して社会的な要求を解決するためのデザイン能力を身につける。</p> <p>(f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力を身につける。</p> <p>(g) 自主的、継続的に学習できる能力を身につける。</p> <p>(h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力を身につける。</p> <p>この人材養成目標に到達するためには、以下の学習成果を上げることが求められる。</p>																			
学類のOP(カリキュラム編成方針)		学類の学習成果(○=学習成果を上げるために履修することが求められる科目、○=学習成果を上げるために履修することが求められる科目、△=学習成果を上げるために履修することが求められる科目)																			
<p>21世紀の社会における生命・福祉・地球環境(資源・環境保全、エネルギー)、物質生産、材料などの課題を化学工学および物質工学の分野を含む幅広い視野を持つ立場から解決できる研究者・技術者の養成が期待されている。物質循環工学コースでは化学工学に関する幅広い知識と高い問題解決能力を併せ持ち、化学工学に関する幅広い専門知識と応用実践能力、人間性豊かなコミュニケーション・デザイン能力を有する化学工学研究者・技術者の育成を目的とした教育を行う。</p> <p>初年度には、自然科学分野全般を概観するための「化学」、「物理学」、「生物学」、「地学」、「微分積分学」、「線形代数」を学ぶ。2年次から化学工学の考え方の基礎となる「化学工学基礎」、「移動現象論」、「熱力学」、「物理化学」、「化学反応速度論」、「有機化学」などを学び、その上で「反応工学」、「プロセス熱力学」、「プロセス設計」について学んでその応用に関する理解を深める。また「演習」および「学生実験」、「プロセス創成」により、上記内容についての応用力の発揮やデザイン能力の養成を行う。最終学年では、各自が興味を持つ研究テーマに従って研究室に配属され、より専門的な研究を行う。</p>		<p>(a) 地球の視点から多面的に物事を考える能力とその素養を身につける。</p> <p>(b) 技術が社会から多面的に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任(技術者倫理)に関して理解している。</p> <p>(c) 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につける。</p> <p>(d) 化学工学分野の専門技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につける。</p> <p>(e) 種々の科学、技術および情報技術を利用して社会的な要求を解決するためのデザイン能力を身につける。</p> <p>(f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力を身につける。</p> <p>(g) 自主的、継続的に学習できる能力を身につける。</p> <p>(h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力を身につける。</p>																			
学類のカリキュラム																					
科目番号	授業科目名	授業科目の主題	履修科目の学習目標	学年	前期	後期															
	線形代数第二	ここでは連立一次方程式で表される関係のより深い数学的構造を探求する。線となるのは行列の固有値と固有ベクトルの概念であるが、これは物理学や電磁学などでも使われる概念で、ここでは学習は応用上も重要である。そのために、やや抽象的な概念の準備が必要で、一次独立性、基底と元、正規直交基底等を理解する。それらの準備のもとに実対称行列の対角化定理を導く。	1. 講義に現れる用語の定義と定理の意味を理解できる。 2. ベクトルの一次独立性の判定ができる。 3. ベクトル空間の基底を求めることができる。 4. シュミットの手法で正規直交基底を求めることができる。 5. 線形写像の表現行列、核、像を求めることができる。 6. 線形変換または正方行列の固有値と固有ベクトルを求めることができる。 7. 行列の対角化可能性の判定と対角化の計算ができる。 8. 実対称行列を直交行列で対角化することができる。	1	*																
	物理学II	物理学IIでは、物理学Iの学習を基礎にしてさらに多くの物理学の分野について学習する。力学と並ぶ重要な分野である電磁気学が主要な分野である。	1. ベクトル場の線積分、面積分ができる。 2. 積分Gaussの法則、保存力の概念が理解できる。 3. 積分Gaussの法則、微分形なしの法則が理解できる。 4. Poisson方程式を用いて、簡単な静電ポテンシャル場を計算できる。 5. 静電場の基本法則が理解できる。	2	*																
	化学II	身の回りには様々な化学現象や化学製品があり、化学の基礎知識は人間社会、地球環境にとって極めて大切な役割を担っている。本講義では、化学に続いて、化学の面白さと重要性をさらに認識するために、分子の結晶、化学反応の速度論、光エネルギー変換、化学熱力学の基礎などを学ぶ。	1. 分子構造から凝成軌道を指摘できる。 2. 簡単な化学反応の速度式を記述できる。 3. 地球上の資源としての元素とその加工によりできる製品の代表例を理解する。 4. 光エネルギー変換の原理を理解する。 5. 化学熱力学を理解する。	1	*																
	生物学II	生命の誕生は三十数億年前に起こったとされている。その以来、生物がどのようにして形質を子孫に伝え、環境と関わり合いながら進化した。現在みられるような多様な姿になったのだろうか。本講義は、それら現象に関する初歩的理解を得ることを目的とし、生物進化の仕組みを理解するために必要な遺伝学や生態学について解説する。	1. 生物に対する関心をもつことができる。 2. 生物の基本的な成長・発育・法則を理解し、科学的な自然観を養う。 3. 将来、科学者や技術者、教育者になるために必要な生物学の素養身につけることができる。	1	*																
	地学II	生物の進化と地球の表層環境の変遷は、地球深部から表層・物質循環を介した生物と地球の相互作用によってたらされた。この45億年に及ぶ「システム」としての地球の営みに対する理解なくしては、地球環境問題の解明もあきらかに「地球システム」が辿った進化の道筋は、地球表層の岩石や地層に記録されている。この地球の記憶を読み取り、地球環境や生物の営みを明らかに「地球システム」の仕組みについて考える。	1. 地球史上の重要なイベントについて知る。 2. これらのイベントをたどった「地球システム」の仕組みについて理解する。	1	*																
	物理学実験	1,2のテーマ別の実験を通して、物理や実験の手法について学ぶ。	1. 各実験の内容や実験手順を正しく理解できる。	1	*																
	化学実験	物質や反応に直接接することによって、物質の性質、物質の変化の際の量的関係、変化の速度などについての知識を得る。このような知識を論理的に考え、整理することによって化学の原理を学ぶことができる。また自然界で起こる現象を理解することができる。化学実験では幾多の先人がこれまで堂々と築き上げてきた有名な実験を実施し、学習目標に掲げられた事柄を体験する。	1. 物質の性質、物質の変化の際の量的関係、変化の速度などについての知識を習得する。 2. 知識を論理的に考え、整理することによって化学の原理を学び、自然界で起こる現象を理解する。	1	*																
10201	微分方程式及び演習	微分方程式は、理工学のあらゆる分野において利用される数学的道具である。ここでは常微分方程式の基礎を概説し、工学に現れる基本的な微分方程式を解くことができるようにする。	1. 微分方程式およびその解について、一般解・特異解など基本概念を理解する。 2. 求積法によって簡単な方程式を解くことができる。 3. 線形微分方程式の基本的な性質を理解する。 4. 定係数線形微分方程式の解法を習得する。	2	*																
10202	化学工学情報処理演習	研究生生活を行う上で最低限必要なデータ処理やグラフ処理方法を身につける。	1. 表計算ソフト(Excel)の基本操作を習得する。	2	*																
10203	複素解析及び演習	本講義では、複素数を独立および従属変数とする関数の「微積分学」について理解する。ここで導かれる「留数定理」を用いて、例えば積分法を学んだ際には複雑な置換積分法で求められなかった広義積分が、具体的な積分計算は回避した「留数計算」で求め可能となるのである。併せて、複素平面・複素関数を導入することでより高度な現象の取り扱いがより数学的に容易になる様子を学ぶ。	1. 複素数の図形的な表示をもとに複素数列や複素関数の収束性について理解する。 2. 指数関数、三角関数等の初等関数の複素数への拡張とその性質について理解する。 3. 正則性の定義の理解およびコーシー・リーマンの関係式を利用して関数の正則性を判定できる。 4. 複素積分の基本的性質を理解する。 5. コーシーの積分定理・積分公式をよく理解し具体例に適用できる。 6. 留数の計算および留数定理の応用ができる。 7. 正則関数のテーラー展開、有理型関数のローラン展開を理解する。	2	*																
10204	ベクトル解析及び演習	力学、流体力学、電磁気学等を学ぶ上で必須であるベクトル解析の基本事項を解説する。多変数の微分積分や線形代数の重要な再認識を促すものである。スカラー場やベクトル場が与えられたとき、勾配、回転、発散などを求め、その意味を理解できること、発散定理、ストークスの定理等を利用することができるようになることを目標とする。	1. ベクトルの内積和外積およびその幾何学的意味が理解できる。 2. 勾配、発散、回転を求めることができ、これら幾何学的な性質を理解する。 3. 曲線や曲面をパラメータ表示し、図形との対応関係を把握できる。 4. 線積分、面積分の定義と性質を習得し計算できる。 5. 発散定理、ストークスの定理を理解し利用することができる。	2	*																

学域名	理工学域
学類名	自然システム学類
コース(専攻)名	物質循環工学コース

<b>学類のディプロマ・ポリシー(学位授与方針)</b> 生物学・バイオ工学・物質循環工学・地球学の各コースでの高い専門性のみなす。幅広い基礎力と国際感覚を身につけ持続的社会的の実現に貢献できる専門性を備えた探求心と創造性あふれるサイエニスト、エンジニアを育成する。各コースのディプロマ・ポリシーで掲げた人材養成目標に到達した者に学士(工学もしくは理学)の学位を授与する。この人材養成目標に到達するためには、以下の各コースの学習成果を上げることが求められる。	<b>コース(専攻)のディプロマ・ポリシー(学位授与方針)</b> 以下の人材養成目標を掲げ、この目標に到達した者に学士(工学)の学位を授与する。 (a) 地球の視点から多面的に物事を考える能力とその素養を身につけている。 (b) 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任(技術者倫理)に関して理解している。 (c) 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につけている。 (d) 化学工学分野の専門技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につけている。 (e) 様々な科学、技術および情報を利用して社会的な要求を解決するためのデザイン能力を身につけている。 (f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力を身につけている。 (g) 自主的、継続的に学習できる能力を身につけている。 (h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力を身につけている。 この人材養成目標に到達するためには、以下の学習成果を上げることが求められる。
--	--

<b>学類のOP(カリキュラム編成方針)</b> 21世紀の社会における生命・福祉、地球環境(資源、環境保全、エネルギー)、物質生産、材料などの課題を化学工学および物質工学的分野を中心に深い理解を持った立場から捉える。技術者の要が解明されている。物質循環工学コースでは化学工学に関する幅広い知識と高い問題解決能力を併せ持ち、化学工学に関する幅広い専門知識と応用開発能力、人間性豊かなコミュニケーション・デザイン能力を有する化学工学研究者・技術者の育成に重点を置いた教育を行う。初年度には、自然科学分野全般を概観するための「化学」、「物理学」、「生物学」、「地学」、「微分積分学」、「線形代数」を学ぶ。2年次から化学工学の考え方の基礎となる「化学工学基礎」、「移動現象論」、「熱力学」、「物理化学」、「化学反応速度論」、「有機化学」などを学び、その上で「反応工学」、「プロセス熱力学」、「プロセス設計」といった科目で化学工学の応用に関する理解を深める。また演習科目「学生実験」、「プロセス創成」により、上記内容についての応用能力の修練やデザイン能力の養成を行う。最終学年では、各自が興味を持つ研究テーマに従って研究室に配属され、より専門的な研究を行う。	<b>学類の学習成果(○=学習成果を上げるために履修することが求められる科目、○=学習成果を上げるために履修することが求められる科目、△=学習成果を上げるために履修することが求められる科目)</b> (a) 地球学的視点から多面的に物事を考える能力と素養を身につける。 (b) 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任(技術者倫理)に関して理解する。 (c) 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につける。 (d) 化学工学分野の専門技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につける。 (e) 様々な科学、技術および情報を利用して社会的な要求を解決するためのデザイン能力を身につける。 (f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力を身につける。 (g) 自主的、継続的に学習できる能力を身につける。 (h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力を身につける。
--	--

科目番号	授業科目名	授業科目の主題	学年	前期	後期
------	-------	---------	----	----	----

16205	フーリエ解析及び演習	フーリエ解析は、熱伝導や振動といった物理学における現象を詳しく解析する場合に、また機械工学、電気工学等の工学の分野において複雑な現象や電圧などを解析、処理する場合などにおいて、広く利用されてきた非常に有効な解析手段の一つであり、応用解析の分野での中心的な位置を占めている。この講義ではフーリエ解析を工学の問題に適用していく上で直感的にとらえられるように注意しながら、基礎概念の理解や諸定数の適用方法の習得を目的として、講義とその演習を行う。さらに複雑な方程式の具体的な解法やラプラス変換を利用した微分方程式の初期値問題の解法等の習得を目的として、演習上の演習を行う。	2	*	
16301	物質循環工学概論	化学工学は、化学工業における生産プロセスを設計するための重要な学問であるが、最近では、環境、エネルギー、医療、食品、バイオ、ナノテクなどの幅広い分野における問題解決に欠かせないものとなってきている。本講義では、モブリティのための化学工学について理解を深めるとともに、化学工学を学ぶ上で必要な基礎知識を習得する。	2	*	◎
16207	化学工学基礎	化学工学は化学工業をはじめとするさまざまなプロセスを扱う学問領域であり、近年は、化学工業の生産プロセスに留まらず環境、エネルギー、バイオ、ナノテクなどを扱う分野へと広がっている。本講義では、化学工学の特徴や重要性を理解し、化学プロセスにおける物質収支やエネルギー収支について学ぶ。	2	*	◎
16208	物理化学基礎	化学は広く物質を研究する学問である。工学系の化学を専攻する学生に対して、物質を考える上で必要となる化学結合の考え方について教授する。	2	*	◎
16209	熱力学基礎	物質の基本的な性質と状態を知るための基礎となる熱力学を学ぶ。系の巨視的な熱や仕事のやり取りを熱力学の体系の中で理解させ、化学プロセスへの展開の基礎を与える。ここでは、平衡状態のみを扱う。	2	*	◎
16210	移動現象論基礎	各種の化学工業プロセスでは、プロセス全体の流動、そして、その流れの中での熱および物質の移動が同時に起こることが多い。流動を運動量の移動と捉え、運動量、熱、物質の移動は相似現象と考えることができ、それ故に一元的取り扱いが可能となる。ここでは、工学基礎として、運動量、熱、物質の各移動現象とそれを支配する物理法則について簡潔に解説し、現象の相似性についても解説する。また、具体的な事例を基に、各種生産プロセスにおける基本的設計法を講義する。	2	*	◎
16211	化学反応速度論	化学反応器や反応プロセスの設計には、反応が進行する速度、つまり反応速度を正しく評価する必要がある。本講義により、反応速度の定義、反応速度の測定方法、活性化エネルギーの意味、反応機構の決定方法を修得する。	2	*	◎
16212	化学工学計算法基礎	多変数関数の微積分、線形代数は、工学の基礎数学として重要である。並年制必要と考えられる部分のみを講義する。微積分に関しては、多変数関数の微積分の基礎的事項を学ぶ。偏微分方程式の概念および解法、全微分、合成関数の微分、重積分、累次積分の基礎を学ぶこととなる。線形代数に関しては、ベクトル空間、および固有値について学ぶ。	2	*	◎

学域名	理工学域
学類名	自然システム学類
コース(専攻)名	物質循環工学コース

**学類のディプロマ・ポリシー(学位授与方針)**

生物学・バイオ工学・物質循環工学・地球学などのコースで高い専門性のみならす、幅広い基礎力と国際感覚を身につけ持続的社会的の実現に貢献できる専門性を備えた探究心と創造性あふれるサイエニスト、エンジニアを育成する。各コースのディプロマ・ポリシーで掲げた人材養成目標に到達した者に学士(工学もしくは理学)の学位を授与する。この人材養成目標に到達するためには、以下の各コースの学習成果を上げることが求められる。

以下の人材養成目標を掲げ、この目標に到達した者に学士(工学)の学位を授与する。  
 (a) 地球学的視点から多面的に物事を考える能力とその素養を身につけている。  
 (b) 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任(技術者倫理)に関して理解している。  
 (c) 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につけている。  
 (d) 化学工学分野の専門技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につけている。  
 (e) 種々の科学、技術および情報を利用して社会的な要求を解決するためのデザイン能力を身につけている。  
 (f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力を身につけている。  
 (g) 自主的、継続的に学習できる能力を身につけている。  
 (h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力を身につけている。  
 この人材養成目標に到達するためには、以下の学習成果を上げることが求められる。

**学類のOP(カリキュラム編成方針)**

21世紀の社会における生命・福祉、地球環境(資源、環境保全、エネルギー)、物質生産、材料などの課題を化学工学および物質工学的分野を念頭に広い視野を持った立場から解決できる研究者・技術者の育成に重点を置いた教育を行う。初年度には、自然科学分野全般を概観するため、「化学」、「物理学」、「生物学」、「地学」、「微分積分学」、「線形代数」を学ぶ。2年次からは化学工学の考え方の基礎となる「化学工学量論」、「移動現象論」、「熱力学」、「物理化学」、「化学反応速度論」、「有機化学」などを学び、その上で「反応工学」、「プロセス熱力学」、「プロセス設計」といった科目で工学的応用に関する理解を深める。また演習および学生実験、「プロセス創成」により、上記内容についての応用力の修練やデザイン能力の養成を行う。最終学年では、各自が興味を持つ研究テーマに従って研究室に配属され、より専門的な研究を行う。

**学類の学習成果(○=学習成果を上げるために履修することが求められる科目、○=学習成果を上げるために履修することが求められる科目、△=学習成果を上げるために履修することが求められる科目)**

(a) 地球学的視点から多面的に物事を考える能力とその素養を身につける  
 (b) 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任(技術者倫理)に関して理解する  
 (c) 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につける  
 (d) 化学工学分野の専門技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につける  
 (e) 種々の科学、技術および情報を利用して社会的な要求を解決するためのデザイン能力を身につける  
 (f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力を身につける  
 (g) 自主的、継続的に学習できる能力を身につける  
 (h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力を身につける

**学類のカリキュラム**

科目番号	授業科目名	授業科目の主旨	授業科目の学習目標	学年	前期	後期	履修条件
10213	有機化学	有機化学は生命科学の根幹となる学問である。分子レベルで科学の本質を的確に捉えることができるように努力する。	1. 分子のレベルで物事を考えることができる。 2. 立体化学について、理解する。 3. 化合物の構造から反応性が予測できる。 4. 化合物の特色と構造の相関について理解する。	2	*		
10214	力学			2	*		
10215	化学工学統計解析	自然科学の諸現象や工業におけるデータを「数値」で表現する上で、その「基幹」は、物理現象の定量的な理解や装置の性能を決定する上で重要である。本講義では、特に化学工学で用いる物理量に着目し、単位系を含む数値の取扱のルール、測定と正確さ、統計的解析手法について学習する。	1. SI単位系について理解する。 2. 誤差の概念を理解する。 3. 数値データを統計的に取扱う手法について学習し、実験データの解析に活用できる能力を身につける。 4. 単位系を含む数値の取扱のルール、測定と正確さ、統計的解析手法について学習する。	2	*		
10216	無機化学	無機化学の観点から元素およびその化合物の構造、結合、機能を学び、環境、先端工学、エネルギーなどの諸問題を理解する素養を身につける。	1. 化学結合をベースにした固体の真の姿の概略を理解する。 2. 標準電極電位の意味を理解し、酸化還元について定量的に理解する。 3. 元素の挙動に対し、族や周期に特徴的な性質を理解する。 4. 錯体の性質を概略として理解する。	2	*		
10217	機械分析化学	機器分析は化学、バイオ工学、化学工学のあらゆる分野で不可欠なツールとなっている。近年、分析機器の自動化、コンピュータ化により、資料を導入すれば容易に測定データが得られるようになってきたが、その結果を正しく評価するためには機器に体する知識が必要である。本講義では、各機器分析の基礎と理論を学ぶと同時に関連する分析化学の基礎及びデータの統計処理法について学習する。	1. 機器分析法により得られるデータの取扱を理解する。 2. 機器分析法の原理や機器の仕組みを理解する。 3. 各種機器分析機器の特徴を正確に把握する。 4. 機器分析の関連用語の説明ができる。	2	*		
10218	量子物理学	量子物理学を学習する上には必須である量子力学。大学初級科目を終了した程度の学生を対象に、基礎的事項のみに重点を置いて解説する。	1. 目に見える普通の自然を説明するニュートン力学と異なる古典力学と対比し、量子力学にかかわる基本概念について理解する。 2. 量子力学を応用した技術の諸知識について興味や関心を持つ。	3	*		
10219	高分子化学	高分子とは何かを理解させる。どのように高分子が合成され形成されるかを平易な言葉で説明し、高分子の特性や利用方法についても紹介する。	1. 高分子とはどのように作られるどのような性質を持つかを理解する。 2. 身の回りの高分子の理解を深め、高分子を利用する立場での基本的な高分子の専門用語、合成法、物性評価法、成形加工等を修得する。	3	*		
10220	バイオ-物質循環工学基礎実験	化学工学分野の学問修得には、実験により現象を理解することが必要である。この基礎実験では、今後諸君が様々な場面で実験を行うための基礎的な知識、方法論を学ぶ。	1. 化学薬品の安全性や実験廃液等の処理に関して、適切な知識を有し実践できる。 2. 正確な基本的な試料調製法および機器の使用方法を修得する。 3. 各種物理測定法の原理を理解し、基本的な実験操作ができる。 4. 時間内に正しくデータ処理ができ、その結果を理論的に考察できる。	2	*		
116303	物質循環工学演習A	化学工学量論、移動現象論基礎で学習した内容を、演習問題を中心に復習するとともに、ここで得られた知識を実用的問題に適用することにより、応用能力を養う。	以下の項目について、演習問題を解くことにより理解を深め、応用能力を養う。 ○化学工学量論分野 ・単位換算、物質収支、エネルギー収支 ○移動現象論分野 ・物質、運動量、熱の移動	2	*		
30002	専門英語A	To develop oral and written English communication skills in the field of engineering. Increase listening skills through lectures.	1. Improve technical writing skills. 2. Use English to express ideas. 3. Build vocabulary. 4. Improve listening skills.	3	*		
30003	インターンシップ実習			3			
30001	流体力学	化学プロセスでは、流体(液体と気体)を連続的に装置に流し、装置内で伝熱、物質移動、反応などの各種操作を行い、目的とする物質(製品)を製造することが多い。このような化学プロセスでは、装置内の流動状態が、装置の性能、製品の性質に大きな影響を及ぼす。この講義では、化学技術者として化学装置や管内の流体の挙動を理解するために必要な流体力学の基礎を学ぶ。	1. 流体と固体の運動の違いを理解すること。 2. 簡単な流れの場に対して、力のバランスを立立てることにより、層流の速度分布を導出すること。 3. 流れの基礎式の導出過程を理解すること。 4. 連続の式、運動量の式、ベルヌーイを導出立てることにより、速度分布を導出すること。 5. 様々な配管系に対して、管路系の圧力損失を計算できること。 6. Navier-Stokesの式を様々な流れの系に適用し、簡単な流れの場に対して速度分布を導出すること。 7. 流れの計測法の原理を理解すること。	3	*		
30304	伝熱工学			3	*		
30307	換熱工学			2	*		
16302	材料力学			3	*		
30204	物理化学A	物質の性質と状態の変化にかかわる種々の物理化学現象を理解する。これらの現象を化学的な見方から重点を置いてその概念を解説し、この考え方を活用する現象を理解するための手段として、物理、数学的手法を用いた方法論について理解を深める。さらに講義の進行に併せて演習を行うことにより理解度を高める。	1. 分子間力の起源と性質を把握し、分子集合体の性質や状態を理解できる。 2. 反応の分子論的解釈ができる。 3. 表面・界面の性質について概略を理解できる。 4. イオン溶液の平衡および動的挙動を理解できる。 5. 電気化学の現象を理解するのに必要な基礎的な考え方を理解できる。	3	*		
30205	単位操作A	化学工業における単位操作の概念を理解し、基本的な単位操作である、蒸留、調製、昇昇について、化学装置の設計法や操作の基礎を学ぶ。	以下の化学装置の設計の基礎を理解する。 1) 単流装置 2) フラッシュ蒸留装置 3) 多段蒸留塔(精留塔) 4) 調整器 5) 昇析装置	3	*		

学域名	理工学域
学類名	自然システム学類
コース(専攻)名	物質循環工学コース

学域のディプロマ・ポリシー(学位授与方針)		コース(専攻)のディプロマ・ポリシー(学位授与方針)																		
<p>生物学・バイオ工学・物質循環工学・地球学の各コースでの深い専門性のあわせ、幅広い基礎力と国際感覚を身につけ持続的社会的の実現に貢献できる専門性を備えた探究心と創造意欲あふれるサイエニスト、エンジニアを育成する。各コースのディプロマ・ポリシーで掲げた人材養成目標に到達した者に学士(工学系)の学位を授与する。この人材養成目標に到達するためには、以下の各コースの学習成果を上げることが求められる。</p>		<p>以下の人材養成目標を掲げ、この目標に到達した者に学士(工学)の学位を授与する。</p> <p>(a) 地球の視点から多面的に物事を考える能力とその素養を身につけている。</p> <p>(b) 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任(技術者倫理)に関して理解している。</p> <p>(c) 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につけている。</p> <p>(d) 化学工学分野の専門技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につけている。</p> <p>(e) 種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力を身につけている。</p> <p>(f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力を身につけている。</p> <p>(g) 自主的、継続的に学習できる能力を身につけている。</p> <p>(h) 人と人を超えた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力を身につけている。</p> <p>この人材養成目標に到達するためには、以下の学習成果を上げることが求められる。</p>																		
学類のOP(カリキュラム編成方針)		学類の学習成果(○=学習成果を上げるために履修することが求められる科目、○=学習成果を上げるために履修することが求められる科目、△=学習成果を上げるために履修することが求められる科目)																		
<p>21世紀の社会における生命・福祉、地球環境(資源、環境保全、エネルギー)、物質生産、材料などの課題を化学工学および物質工学の分野を包含し幅広い視野を持った立場から解決できる研究者・技術者の養成が図られている。物質循環工学コースでは化学工学に関する幅広い知識と高い問題解決能力を併せ持ち、化学工学に関する幅広い専門的知識と応用開発能力、人間性豊かなコミュニケーション・デザイン能力を有する化学工学研究者・技術者の育成に重点を置いた教育を行う。</p> <p>初年度には、自然科学分野全般を概観するための、「化学」、「物理学」、「生物学」、「地学」、「微分積分学」、「線形代数」を学ぶ。2年次から化学工学の考え方の基礎となる「化学工学基礎」、「移動現象論」、「熱力学」、「物理化学」、「化学反応速度論」、「有機化学」などを学び、その上で「反応工学」、「単位操作」、「プロセス設計」といった科目で工学的応用に関する理解を深め、第3学年では「反応工学」、「プロセス設計」、「プロセス創成」により、上記内容についての応用力の発揮やデザイン能力の養成を行う。最終学年では、各自が興味を持つ研究テーマに従って研究室に配属され、より専門的な研究を行う。</p>		<p>(a) 地球の視点から多面的に物事を考える能力とその素養を身につけている。</p> <p>(b) 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果、および技術者が社会に対して負っている責任(技術者倫理)に関して理解している。</p> <p>(c) 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につけている。</p> <p>(d) 化学工学分野の専門技術に関する知識とそれらを用いる能力を身につけている。</p> <p>(e) 種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力を身につけている。</p> <p>(f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力を身につけている。</p> <p>(g) 自主的、継続的に学習できる能力を身につけている。</p> <p>(h) 人と人を超えた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力を身につけている。</p>																		
学類のカリキュラム																				
科目番号	授業科目名	授業科目の主旨	履修科目の学習目標	学年	前期	後期														
38206	反応工学A	化学反応器の設計は、化学技術者にとって最も大切な仕事である。本講義により、化学反応器の設計に必要な基礎知識を修得するとともに、各種反応器の特徴を理解し、最適な反応器の選定ができる能力を養う。	1. 回分反応器で得られたデータを一整理し、反応速度式を導出できる。 2. 第一反応、並列反応、逐次反応に対して、理想反応器(回分反応器、連続槽型反応器、管型反応器)による反応率を計算し、各反応器の設計ができる。 3. 理想反応器の特徴を理解し、与えられた反応系に対して、最適な反応器を選定し、設計できる。	3	*															
38208	反応工学B	物質やエネルギーの変換をおこなって付加価値の高い製品を製造する化学プロセスにおいて、そのプロセスに最適な反応装置(反応器)を設計することは極めて重要な課題である。物理的および化学的観点から、プロセスに最適な反応装置を設計することが反応工学の最終目的である。本講義においては反応器設計を行う上で必要な基本的概念および事項について講義し理解させる。	1. 化学反応の反応速度論を理解すること。 2. 均一系、不均一系の反応操作を理解すること。 3. 反応装置の構造および特徴を理解すること。 4. 反応装置の最適設計方法を理解すること。	3		*														
38208	物理化学B	量子化学の基礎(波動関数、原子軌道、分子軌道)を修得させ、分子の形や性質などを理解するための基礎素養を身につけさせる。各種分光法の特徴、スペクトルおよび分子の構造について理解する。	1. 波動関数の性質、エネルギーの量子化、不確定原理について理解できる。 2. 水素原子について、各量子数の意味、軌道の性質、スペクトルとエネルギーの関係を説明できる。 3. 多原子について、有効核電荷、構成原理と電子配座、周期性などが理解できる。 4. 屈折率と分子の結合角や形状の関係が理解できる。 5. 各種分光法の特徴、得られる情報について理解する。 6. 簡単な分子について、スペクトルの予測や簡易な結合長さなどを求めることができる。	3		*														
38302	化学工学計算法	微分方程式で表現される化学工学分野における基礎的諸問題の数学的取り扱いと解法	1. 流れの定義、収支式の考え方を理解する。 2. 移動現象を表す微分方程式を立てられるようになる。 3. 微分方程式、偏微分方程式の解法について理解し、解けるようになる。 4. 各種移動現象の相似性を理解し、現象を数学的に解析することの有用性を認識する。 5. 微分方程式の数値解析の基礎を理解する。	3	*															
38211	単位操作B	様々な化学製品の製造プロセスは、基本的には単位操作を組み合わせて構成されている。本講義では、単位操作Aに引き続き、機械的操作、吸着、蒸餾などの単位操作の基礎、並びにその設計について学ぶ。	1. 単位操作の基本的な原理を理解する。 2. 様々な設計条件において、各単位操作装置を設計できる。 3. 単位操作装置を組み合わせて全体のプロセスシステムの流れを設計できる。	3		*														
38306	プロセス設計	化学プラントの設計で重要である計算書の作成、製図を通じてプラント設計の基礎を学習する。	・ホルト・チャート、フラッシュなど複雑要素の製図 ・オフス量計算の設計・製図 ・数式機種の設計・製図 ・蒸留プロセスの設計	3		*														
38214	環境安全工学	これからの科学は「持続可能性」が重要なテーマとなってきた。大量生産・大量消費の時代からグリーン・サステイナブルケミストリー社会へと生活を転換させ、環境問題を解決する必要がある。本講義では、「持続可能な社会」を築くために必要となる、地球環境問題の考え方、枯渇資源と循環社会の考え方、化学物質の安全管理と規制、地球規模での気象問題、安全衛生問題、食糧事情と化学物質について講義を行う。	1. 環境のどの様な事柄が問題点として指摘されているかを理解する。 2. 持続可能な社会を築くためには、何をを行う必要があるのか認識できる。 3. 現代社会における工学の位置づけと、エンジニアとしての役割を認識できる。	3		*														
38215	工学における倫理と技術	今後、開発される工学技術・工業製品は、自然環境保全の立場から自然と調和し、また利用する人間と共生し、さらに人間社会が受け入れられるものであることが必然的に要求される。そのため、工学・技術者は、自然を理解し、人間の行動や感覚を理解するとともに、人間社会に受け入れられるための技術的倫理観を有し、また、倫理と技術に裏打ちされた説明能力を有することが強く求められるようになってきている。さらに、今日、科学技術を人間生活に利用する役割を担う技術者は、科学技術から生じる影響を認識し、防止することも期待されている。本科目は、特に工学との関係で、「工学倫理・技術者倫理」、「法守」(特許)に関する基礎的知識を修得することによって、工学に関する倫理観を醸成し、工学倫理に関する思考訓練を行うことを目的とする。	1. 工学技術が社会とどのように関わっているのかを理解する。 2. 技術者として、将来の各自の社会的責任について考えることができる。 3. 特許法や製造物責任法など工学技術に関連する法律の基本知識を修得する。 4. 多くの災害事例を知る。	4		*														
38218	専門英語B	自然科学一般および工学に関する専門用語・専門知識を修得するとともに、英語論文の理解力を養成する。	1. 基礎的な自然科学の英語の教科書が読解できる。 2. 卒業研究を行うために不可欠な文献検索・調査ができる。 3. 専門用語を理解し、正しく使用できる。 4. 英語の論文内容を理解し、要約してレポートを作成できる。 5. 上記のレポートをもとに、専門家の前で口頭にて報告できる。	4		*														
38217	高分子材料物性	この授業では、高分子材料のもつ力学的性質等の物理的性質と高分子を構成する構造状態との関連を論じ、高分子材料の物性発現機構を考察する。	1. 高分子材料設計の指針となる知見を修得する。 2. 高分子の構造について理解する。 3. 高分子の機能の発現についての理解を深める。 4. 高分子の構造と物性との相関性について学びその解析方法を理解する。	3		*														

