１－１３　教育職員免許状

(1) 取得できる免許状

理工学研究科（工学系）博士前期課程は，教育職員免許法及び教育職員免許法施行規則に定める免許状授与の所要の資格を得ることのできる課程として認定されている。したがって，高等学校教諭一種免許状（工業）授与の認定を受ける課程において所定の単位を修得している場合は，次の表のとおり免許状を取得することができる。

取得できる免許状の種類及び教科

専　　攻	免許状の種類	免許教科
化学・バイオ工学専攻 機械システム工学専攻	高等学校教諭専修免許状	工業

(2) 基礎資格及び最低修得単位数

所要資格 ＼ 免許状の種類	基礎資格	最低修得単位数				
		教科及び教科の指導法に関する科目	教育の基礎的理解に関する科目	道徳，総合的な学習の時間等の指導法及び生徒指導，教育相談等に関する科目	教育実践に関する科目	大学が独自に設置する科目
高等学校教諭専修免許状	修士の学位を有すること	２４	１０	８	５	１２ ・２４

(注) 本前期課程において高等学校教諭専修免許状の取得資格を得るためには，「大学が独自に設置する科目」を２４単位以上修得する必要がある。

なお，「教育職員免許法施行規則第 5 条第 1 項表備考第 6 号」により，「教科の指導法に関する科目」，「教育の基礎的理解に関する科目」，「道徳，総合的な学習の時間等の指導法及び生徒指導，教育相談等に関する科目」及び「教育実践に関する科目」の全部又は一部の単位は，当分の間，工業の「教科に関する科目（カリキュラム表）」の単位修得をもってこれに替えることができるので，(4)のとおり単位修得すれば免許状の取得資格が得られる。

(3) 教育職員免許状の授与申請手続

教育職員免許状は，都道府県の教育委員会が授与する。したがって，教育職員免許状の授与を申請する者は，所定の申請書類を準備した上で，当該教育委員会に申請手続を行わなければならない。

なお，本前期課程を修了時に申請手続を行う場合は，学務課教育支援担当で山形県教育委員会に対し，一括して行う。申請手続の詳細については，掲示（中央掲示板）にて周知するので，見落としないように十分留意すること。

(4) 単位の修得方法

本前期課程の修了要件を満たすとともに，次のとおり単位を修得することにより免許状の取得資格が得られる。

専　　攻	単 位 の 修 得 方 法
化学・バイオ工学専攻 機械システム工学専攻	免許教科「工業」について，当該専攻及び各専攻共通の「授業科目及び単位数」表の「教職科目」欄の『**エ**』の授業科目の中から２４単位以上修得しなければならない。

化学・バイオ工学専攻
教育目標とカリキュラム

化学・バイオ工学専攻の学習・教育目標

化学・バイオ工学専攻では，以下の４つの資質を持つ「Sustainable Society 5.0 を目指す化学・バイオ人材」を育てることを教育目標とする。ここで，Sustainable Society 5.0 とは，革新技術を取り入れることによって構築された持続可能な社会をいう。

１）化学又は生物学を基礎とし，スペシャリストとしての専門性と深い専門知識を持ちそれを駆使できる人材
２）化学・バイオ両方の幅広い知識を理解する複眼的思考と俯瞰力を備えた人材
３）エネルギーや環境などグローバルな問題意識と人類の福祉増進を目指すフロンティア志向の人材
４）アイデアを自ら発見し，様々な交渉を通じた企画コミュニケーション能力を備え，実現に導くリーダー人材

学位論文審査基準

化学・バイオ工学専攻では，以下の審査基準にすべてを満たしたものを合格とする。

・山形大学大学院理工学研究科及び化学・バイオ工学専攻のディプロマ・ポリシーに従い，学位論文として適切な形式を踏まえていること。
・修士学位論文は新規性又は独創性があって，化学・バイオ工学専攻に関連する分野における新しい知見をもたらすか，又は当該分野において必要な基礎知識・理解力・問題解決能力などを証明する，独自の考察を含んだ論文であること。
・論文の構成について，
　①論文の題目が適切であること。
　②研究の背景が記述され，研究目的が明確であること。
　③研究方法が記述されており，目的に沿った方法であること。
　④結果が図表などを用いて適切に示されていること。
　⑤考察が結果に基づいて適切に導き出されていること。
　⑥目的に対応して結論が適切に導き出されていること。
　⑦引用文献が適切に用いられていること。
・提出された学位論文は審査委員（主査，副査）によって審査されること。

化学・バイオ工学専攻　授業科目及び単位数表

区分	授業科目名	単位数	開講期及び週時間				推奨分野		教職科目	担当教員	備考
			2023年度		2024年度		化学	バイオ			
			前期	後期	前期	後期					
高度専門科目Ⅰ	有機化学特論	2		2		2	○	○	工	伊藤（和）・皆川	英
	無機化学特論	2	2		2		○	○	工	鵜沼・松嶋・川井	英
	物理化学・化学工学特論	2	2		2		○	○	工	木俣・小竹・野々村	英
	バイオ工学特論	2	2		2		○	○	工	阿部・黒谷・佐藤（大）	英
	グローバル化学・バイオ工学特論Ⅰ＊	2	2				○	○	工	コース教員（化学分野）	英語のみ
	グローバル化学・バイオ工学特論Ⅱ＊	2				2	○	○	工	コース教員（バイオ分野）	英語のみ
	グローバル化学・バイオ工学特論Ⅲ＊	2			2		○	○	工	カジィ・グルサンアラシャティ	英語のみ
高度専門科目Ⅱ	機能性材料化学特論	2	2		2		○		工	神戸・増原・吉田(一)	英
	反応工学特論	2	2		2		○		工	藤原	英
	移動現象特論	2		2		2	○		工	宍戸・門叶	英
	分離操作特論	2		2		2	○		工	樋口	英
	エネルギー化学特論	2		2		2	○		工	立花	英
	分析化学特論	2		2		2	○		工	遠藤・伊藤(智)	英
	有機機能化学特論	2	2		2		○	○	工	落合・佐藤(力)	英
	生物有機化学特論	2	2		2		○	○	工	今野・木島	英
	生物機能工学特論	2		2		2		○	工	真壁・矢野	英
	生体材料特論	2		2		2		○	工	山本・右田	英
	生体計測特論	2		2		2		○	工	堀田・齊藤(直)	英
	バイオシステム工学特論	2		2		2		○	工	高畑	英
	精密有機合成化学特論＊	2	2				○	○	工	波多野	英
	感覚細胞工学特論＊	2			2			○	工	恒成	英
	生体高分子構造解析特論＊	2			2			○	工	神保	英
高度専門科目Ⅲ	化学・バイオ工学特別演習Ａ	4	1	1	1	1			工	コース教員	英
	化学・バイオ工学特別実験Ａ	6	2	2	4	4			工	コース教員	英
	学外実習(インターンシップ)	2									
	理工学教育研修	2							工	コース教員	
	研究開発実践演習（長期派遣型）	4									
	科学英語特論	2		2		2	○	○	工	非常勤講師	

（注）１．＊印は，隔年開講とする。
２．＊印以外は，原則として毎年開講とする。
３．「教職科目」欄の「工」は「工業」の教科に関する科目を示す。
４．備考欄の「英」は，留学生の理解を助けるため，英語を併用した授業が可能な講義科目を示す。

化学・バイオ工学専攻　授業科目の内容

授業科目名	授業科目の内容	担当教員
有機化学特論 Advanced Organic Chemistry	学部における基礎的な有機化学の知識を土台として，有機化合物の構造，機能，反応，合成とその応用について講義する。	教授 伊 藤 和 明 准教授 皆 川 真 規
無機化学特論 Advanced Inorganic Chemistry	無数に存在する無機化合物のうち，固体無機化合物は，組成や形態に応じて多様な機能を発揮することから，工業材料として重要な一群をなしている。固体無機化合物の性質を理解し，設計し，効率よく合成するためには，固体生成の理論，製造法各論，結晶構造とその決定方法，表面・界面，溶解・再析出，相転移，異種物質との相互作用など，多方面から理解する必要がある。本講義では上記項目に関して基本的項目の理解を深めることを目的とする。	教授 鵜 沼 英 郎 教授 松 嶋 雄 太 准教授 川 井 貴 裕
物理化学・化学工学特論 Physical Chemistry and Chemical Engineering	物理化学は自然現象を記述する上で有用なだけでなく,化学工学をはじめとするさまざまな工学の分野の基礎となっている。本講義では，物理化学・化学工学の概念に基づいて，エマルション・泡・コロイド・スラリーにおける界面現象と粉体プロセスで用いられる装置の基本設計について幅広く理解し，知識を身につけることを目的とする。	教授 木 俣 光 正 教授 野々村 美宗 助教 小 竹 直 哉
バイオ工学特論 Advanced Lecture on Biochemical Engineering	発生・生殖生物学及び細胞生理学の研究分野に関連する重要な生物現象を取り上げ，これら生物現象を解析するための先端計測技術とその応用例を解説し，異分野融合研究の意義と重要性を理解する。	教授 阿 部 宏 之 准教授 黒 谷 玲 子 助教 佐 藤 大 介
グローバル化学・バイオ工学特論 I Lecture on Global Applied Chemistry, Chemical Engineering, and Biochemical Engineering	We will introduce basic background and advances in applied chemistry and chemical engineering. The focuses of this course will include organic and inorganic chemistry of materials; nanomaterials; analytical chemistry; transportation phenomena; separation & and chemical processes.	コース教員 （化学分野）
グローバル化学・バイオ工学特論 II Lecture on Global Applied Chemistry 2, Chemical Engineering, and Biochemical Engineering	As a natural science & biochemistry is the study of the chemical processes that drive biological systems. This course explores the basic principles of biochemistry. We focus on the understanding of biochemical processes in the context of chemical principles. Because the field of biochemistry is continually evolving and touches many areas of cell biology & this course also includes an elementary introduction to the study of molecular biology	コース教員 （バイオ分野）
グローバル化学・バイオ工学特論 III Global Chemistry and Biotechnology III (Mechanochemical Biology in Tissue Engineering and Regenerative Medicine)	Tissue engineering and regenerative medicine fields aim to produce artificial tissues or whole organs for clinical applications. Physical & chemical & biological control of the cell microenvironment is crucial for controlling cell behavior in 3-dimensional tissue engineering scaffolds. As the cells are susceptible to their environment, this course includes all the fundamental aspects of tissue engineering and regenerative medicine.	助教 カジィ・グルサンアラシャティ
機能性材料化学特論 Advanced lecture on Functional Material Chemistry	専攻の教育目標である「1. スペシャリストとしての専門性と深い知識」に照らし，物理化学の先進的内容，特に機能性材料化学の最新トピックスについて講義する。	教授 神 戸 士 郎 教授 増 原 陽 人 助教 吉 田 一 也
反応工学特論 Chemical Reaction Engineering	バイオ，環境，エネルギー及び材料分野で革新的な研究開発を行う上で必要とされる反応解析法を身につける。具体的には，単一反応，複合反応，生物反応等において実験データからの反応速度定数の算出，反応速度定数を用いた反応の解析的および数値的予測を行う方法を身につける。	助教 藤 原　翔

授業科目名	授業科目の内容	担当教員
移動現象特論 Transport Phenomena	流れがあると運動量の移動が,温度差があると熱の移動が,そして濃度差があると物質の移動が発生する。これら3つの物理量の移動は「流動」「伝熱」「物質移動」とも言われ,総じて「移動現象」と称される重要な学問分野の一つである。この講義では，移動現象を記述する方程式を導出し，その解法を説明する。また，これらの方程式を数値的に解く方法を説明する。	准教授 宍戸昌広 准教授 門叶秀樹
分離操作特論 Advanced Separation Operation	物質の分離・精製は原料から製品までの生産プロセスにおける重要な工程である。ここでは，化学プロセスで用いられている相平衡を利用した分離操作（蒸留，吸収，吸着）を対象に設計・操作手法について説明するとともに，非平衡状態での分離プロセス（膜）についても紹介する。これらの各種分離操作について，各論的に原理，操作および設計法を理解する。	助教 樋口健志
エネルギー化学特論 Chemistry for Energy, Energy Storage and Energy Conversion	エネルギーを物質に蓄えたり，その蓄えたエネルギーを放出するための物質の選択，組み合わせの方法のモデルとして電池およびキャパシタを取り上げ，その機能発現と設計について論ずる。	准教授 立花和宏
分析化学特論 Advanced Analytical Chemistry	物質の同定あるいは定量を行うには，物質に固有の情報を抽出・解析し，分離および計測法を設計する必要がある。本講義では物質情報の取得に対するアプローチとしての物理的手法および化学的手法について議論する。	教授 遠藤昌敏 准教授 伊藤智博
有機機能化学特論 Organic functional chemistry	汎用プラスチック，超分子，生体機能材料など幅広い有機機能材料およびその化学について概観し，これを元に新たな分子・材料を設計・開発する方法を解説する。また，将来実現が期待される最新の技術についての基礎的な知識を得ることを目的とする。	教授 落合文吾 准教授 佐藤力哉
生物有機化学特論 Bioorganic Chemistry	天然有機化合物とキラル化学を題材に有機化合物の分子構築法，立体制御法の基礎，不斉合成法について理解する。天然物化学はもはや単離，構造決定，全合成にとどまらず機能解析，創薬などに直接関与する複合領域であることを学び，様々な応用研究を理解する。さらにノーベル賞ともなった不斉合成法についても学び，日本が世界をリードするキラル化学を理解する。	教授 今野博行 教授 木島龍朗
生物機能工学特論 Biofunctional engineering	生物機能工学では,生物が有する機能や特性を明らかにし,傷害，疾患の予防や治療に貢献する技術，また，生物が有する優れた機能を利用し，有用物質生産，農業生産や環境浄化に関わる技術を取り扱う。本講義では，生物機能工学の基礎となる遺伝子工学やタンパク質工学を理解するとともに，最新技術を理解することを目的とする。	教授 真壁幸樹 准教授 矢野成和
生体材料特論 Biomaterials	高度臨床医療で用いられている生体材料を学ぶ。高度医療において，人工物を生体内に埋入する材料（生体材料）の臨床応用は年々増している。この授業は生体材料の設計指針及び開発状況を基礎から応用に至るまでを学び，最新の話題を取り上げ，工学から医学へのアプローチ方法を考える。	教授 山本　修 助教 右田　聖
生体計測特論 Advanced Biological Information Measurement	生体計測は，顕微鏡による細胞レベルの測定から心拍呼吸リズムなどの個体レベルの測定まで多岐にわたる計測が行われる。本授業では細胞レベルの測定法と個体レベルの測定法について理解することを目的とする。細胞レベルの測定法では，蛍光顕微鏡を中心に，光学の基礎知識からナノ計測に利用される単一分子分光法，超解像蛍光顕微鏡法までを理解する。光学顕微鏡を利用することによって何ができるのか，応用例を解説しながら光ナノ計測全般の理解を目指す。個体レベルの測定では，心電図，血圧，血流，呼吸代謝など，呼吸循環系の測定法を中心に，それらの測定原理と取得したデータの解析法までを理解する。呼吸循環系の測定データから日常の健康管理や活動促進への応用に対する理解を目指す。	准教授 堀田純一 助教 齊藤　直

授業科目名	授業科目の内容	担当教員
バイオシステム工学特論 Advanced Biosystem Engineering	生物の身体の中では様々な生命現象が起きており，多くの生体反応や生体機能が分子レベルで理解できる時代となっている。また，現代社会における産業では，バイオ生産物の利用は欠かせない。本特論では，生物に備わるバイオシステムを理解し，医療および創薬分野におけるバイオテクノロジーの応用，またバイオプラントの設計・運用・管理などバイオプロセスへの適用について学び，考察する。	助教 高 畑 保 之
精密有機合成化学特論 Advanced Organic Chemistry	必要とされる有機化合物を合成し，提供するのが有機合成化学の役割である．そのためには，多くの合成反応の反応機構を理解するとともに，各合成方法の反応条件を知り，さらに，その合成方法を実際に経験する必要がある．本講義では，Advanced Organic Chemistry: Part B: Reaction and Synthesis (fifth Edition) を輪読し，各種官能基を合成するための有機合成法を学ぶ。	准教授 波多野豊平
感覚細胞工学特論 Sensory cell function	生体が外界からの情報を取得・処理するうえで重要である感覚機能について学び，感覚細胞が受けた刺激を電気的応答へと情報変換する機能や，得た情報を生体がどのように利用しているかを理解する。また，関連する生体・細胞応答を計測する手法についても学ぶ。	准教授 恒 成　　隆
生体高分子構造解析特論 Structural Analysis of Biopolymer	生体高分子の機能発現や凝集・秩序化を理解する為には，溶液中における高分子の形態とどの様な分子間相互作用が働いているのか，また，刺激に対してどの様に形態変化するのかを把握する必要がある。その為の基礎として本授業は，高分子形態モデルを用いて高分子溶液の性質を理論的に説明する高分子溶液論を学ぶことを目的とする。また，様々な分子量測定法や小角Ｘ線散乱法による高分子構造の解析原理を学ぶことを目的とする。	助教 神 保 雄 次
化学・バイオ工学特別演習A Advanced exercise on Chemical and Biological Engineering A	化学・バイオ工学分野についての文献を指導教員の下，輪講演習し，外国語の能力を養うと同時に，多量の情報の中から必要とする情報を収集する能力を訓練する。	専攻教員
化学・バイオ工学特別実験A Advanced experiment on Chemical and Biological Engineering A	化学・バイオ工学分野で扱う実験装置，計測機器，情報処理装置について知識と技術を系統的に習得し，研究実験を指導教員のもとで行うことにより，工業高校教員に重要な実験技術，課題解決能力，プレゼンテーションの３つの能力を養成する。	専攻教員
学外実習（インターンシップ） Internship	自治体・企業・特定非営利活動法人等における業務の実習を通じ，（１）学習意欲と自らのキャリア形成に関する意識を喚起し，高い職業意識，自立心と責任感を育成すること，（２）学生が本学で学んだ専門的知識と能力を応用し実践する能力を育成することの二つを目的とする。	
理工学教育研修 Training on Education of Science and Engineering	学部の実験などにおける指導の一部を担当することで，化学・バイオ工学分野の問題解決プロセスで必要とされる実務的技能に加え，質問への対応，対話，指示などの教育的・対人的な技能を身につける。	専攻教員
研究開発実践演習（長期派遣型） Practice for Research and Development	産学連携教育による大学院教育の充実を図り「社会で実践的に活躍出来る資質と能力」の育成を目的とする。	
科学英語特論 Advanced Science English	工業高校教員に必要となるグローバルな情報収集能力と発信能力の育成を目指し，科学技術分野の英語能力の強化を目的とする。そのため，学術論文や英語技術マニュアル作成で必要となる科学技術英語について習得する。	

機械システム工学専攻
教育目標とカリキュラム

機械系エンジニアへの社会の期待

機械系エンジニア（技術者・研究者）には人間活動のあらゆる分野で科学技術的な側面からの強力な推進役として幅広い貢献が求められている。また，「モノつくり」という観点から科学技術の発展に常に貢献し，社会や環境に与えるその波及効果と責任を常に念頭において製品開発を進めなくてはならない。したがって，機械系エンジニアには，機械工学の基礎力を身に付けるだけではなく，グローバルな視点から機械をシステムとして統合する柔軟で幅広い素養をもち，かつ，進展の著しい科学技術の担い手として独創性・創造性を発揮することが社会から強く要請される。

機械システム工学専攻の教育の理念と目標

このような機械系エンジニアに対する社会の要請を踏まえて，本専攻では，機械工学の基礎に加え，生産技術，電子技術，情報・知能化システム，医用システムなどの広範囲で高度な知識の上に，最先端技術を取り入れることができ，かつ，科学技術が社会や自然に与える波及効果や社会に対して技術者・研究者が負う責任を認識しながら，国際的な視点から社会と産業の発展に貢献しうる高度の専門性を有する豊かな感性と創造性をもつ技術者並びに研究者を育成する。幅広い分野で活躍する本専攻の教員団の講義，演習及び研究指導による広い視野に立った精深な学識の習得と，博士前期課程の勉学の集大成である修士学位論文の作成とを通して，本専攻の大きな教育目標である**「豊かな人間性を持ち，社会が要求する機械関連の問題を解決するデザイン能力に長けたグローバルな技術者・研究者の育成」**を目指すものである。

そのために，次の具体的な教育目標を掲げる。

（1）機械関連の基礎から最先端分野において問題発見・解決能力をもった人材の育成

機械設計，機械材料・強度・振動，熱・流体システム，環境・エネルギー，ロボティクス，バイオ二クス及び医用工学などの分野において，問題発見・解決能力を培うとともに，自然・人間・社会・環境と調和した新しい機械システムを創造できる柔軟な思考と果敢な実行力をもつ研究者・技術者を育成する。

（2）社会の要求をモノつくりに反映できるエンジニアリングデザイン能力の養成

工学的な面，経営的な面，経済・環境的な面，心理的・倫理的な面などからの社会の要求を総合的にモノつくりやシステムつくりに反映できるエンジニアリングデザインの能力を養成する。

（3）実社会をリードするグローバルな人材の育成

科学技術の発展と多様化に対応できる柔軟な思考力・構想力と国際的な情報収集，情報発信能力を養い，実社会をリードするグローバルな人材を育成する。

ディプロマ・ポリシー

機械システム工学専攻では，地域創生・次世代形成・多文化共生に資する以下のような知識や能力を有し，定められた審査等に合格した者に学位を授与する。

1．俯瞰的・多面的視野から社会の課題を把握する能力を身に付けている。
2．社会の変化に対応して，人や地域を尊重しながら，課題解決を推進できる能力を身に付けている。
3．専門とする機械システム工学分野に関する深い知識に加えて，幅広い科学技術に関する知識を身に付けている。
4．科学技術を発展させる上で必要な論理的な思考力と記述力，発表と討議の能力，習得した知識と技術を自在に応用できる能力を身に付けている。
5．グローバルな視野に基づいて情報を収集し，機械システム工学及び科学技術に基づいて多様な文化が共生する社会の創成に貢献する能力を身に付けている。
6．国際性を兼ね備え，自ら得た科学的知見を発信する能力を身に付けている。

カリキュラム・ポリシー

機械システム工学専攻では，修了認定・学位授与の方針に掲げる知識・技術・能力の養成を目的に，以下の方針に従って教育課程を編成・実施する。

1．豊かな人間力を涵養し，知の総合的推進力を養成する基礎教育科目及び基礎専門科目と，機械システム工学専攻領域の基礎から先端分野にわたって専門的知識・技術の深化を図る高度専門科目からなる体系的な教育課程を編成する。
2．論理的な思考力と記述力，発表と討議の能力，習得した知識と技術を自在に応用できる能力と，自ら開拓した科学的知見や先端技術を発信する能力を身に付けるため，演習科目および実験科目を設ける。
3．講義科目においては，適宜演習，プレゼンテーション，グループディスカッションを取り入れ，知識のより深い理解を促す。
4．演習科目及び実験科目では，複数の教員が指導に当たり，専門的な知識や技術を実践的に体得させる。
5．成績評価基準に基づき厳格な評価を行う。
6．博士前期課程の学位基準に基づき，学位論文を評価する。

学位論文審査基準

学位論文の審査にあたっては，日ごろの研究指導，学位論文審査や公聴会などをとおして，以下の審査項目について，審査委員（主査，副査）による評価を行う。なお，研究計画と研究経過については，主指導教員及び副指導教員が中間評価を行う。

1．学位論文審査の評価基準
（a）論文の題目や目次の適切性：問題を意識し，目標や目的を設定していること。
（b）研究内容の妥当性：研究内容は，新規性，進歩性，有用性，独創性のいずれかを持っていること。
（c）情報収集能力：十分な文献や研究動向の調査を行い，自分の研究の意義や重要度と，他研究との関連性や相違を理解できること。
（d）問題分析能力：問題の分析に基づいた実験方法・解析手法や数学モデルの設定など，アプローチ方法は適切であること。

（ｅ）研究遂行能力：実験，計算機シミュレーションや理論展開が適切に遂行できること。また，
実験・解析結果から新たな知見を見出すことができること。
（ｆ）論文作成能力：
１）論文の体裁：表紙，要旨，目次，章立て，結論，参考文献などが整うこと。
２）論理性・構成：論理が明晰に展開され，構成が体系立てられていること。
３）表現・体裁：文献引用，図，表などの記述が適切に表示されていること。
上記の評価基準から，修士学位論文を以下の４段階で評価する。
Ａ：優れた論文である。
Ｂ：おおむね良好な論文である。
Ｃ：修士論文としての水準に達している。
Ｄ：修士論文としての水準に達していない。

２．最終試験の評価基準
公聴会において研究内容のプレゼンテーションと口述試問を行い，以下の基準により評価する。
（ａ）研究の内容について十分に理解しやすくプレゼンテーションできること。
（ｂ）研究の将来的な展望について論述できること。
（ｃ）関連する研究分野に関する基礎的な知識を有すること。
（ｄ）修士論文の内容についての質問に正確に答えられること。
上記の基準から，最終試験を以下の４段階で評価する。
Ａ：優れた研究が行われ，独力でさらなる研究の発展が期待できる。
Ｂ：おおむね良好な研究が行われたと認められる。
Ｃ：一定程度の研究が行われたと認められる。
Ｄ：適切な研究が行われたとは，いいがたい。
学位論文審査及び最終試験のいずれか又は両者がＤであれば，不合格とする。

機械システム工学専攻　授業科目及び単位数表

区分	授業科目名	単位数	開講期及び週時間数				教職科目	担当教員	備考
			2023 年度		2024 年度				
			前期	後期	前期	後期			
高度専門科目Ⅰ	固体力学特論	2	2		2		工	黒田，久米	英語可
	流体力学特論	2	2		2		工	李鹿，幕田	英語可
	熱力学特論	2		2		2	工	赤松，安原	英語可
	ロボティクス特論	2	2		2		工	井上，妻木，戸森	英語可
	制御工学特論	2	2		2		工	秋山，村松	英語可
	機械力学特論	2		2		2	工	水戸部，南後，井坂	英語可
	グローバル機械システム工学特論Ⅰ	2	2		2		工	専攻教員	英語のみ
	グローバル機械システム工学特論Ⅱ	2		2		2	工	専攻教員	英語のみ
	グローバル機械システム工学特論Ⅲ	2		2		2	工	専攻教員	英語のみ
高度専門科目Ⅱ	材料強度学特論	2		2		2	工	近藤，古川	英語可
	材料システム学特論	2	2		2		工	上原，村澤	英語可
	機械設計特論	2		2		2	工	大町，小松原	英語可
	マイクロ・ナノ工学特論	2	2		2		工	峯田，西山	英語可
	流体システム特論	2		2		2	工	中西，篠田	英語可
	エネルギー工学特論	2	2		2		工	鹿野，奥山	英語可
	伝熱工学特論	2	2		2		工	赤松，安原江目	英語可
	メカトロニクス特論	2		2		2	工	多田隈，有我	英語可
	生体医工学特論	2	2		2		工	羽鳥，馮	英語可
	医用画像工学特論	2		2		2	工	湯浅，渡部，姜	英語可
	機械システム工学特別講義	2						非常勤講師	
高度専門科目Ⅲ	機械システム工学特別演習 A	4	1	1	1	1	工	専攻教員	
	機械システム工学特別実験 A	6	2	2	4	4	工	専攻教員	
	学外実習（インターンシップ）	2							
	理工学教育研修	2					工	専攻教員	
	研究開発実践演習（長期派遣型）	4							

（注）１．「教職科目」欄の「工」は，「工業」の教科に関する科目を示す。
２．備考欄の「英語可」は，留学生の理解を助けるため，英語を併用した授業が可能な講義科目を示す。

機械システム工学専攻　授業科目の内容

授業科目名	授業科目の内容	担当教員
固体力学特論 Advanced Solid Mechanics	材料の変形挙動を正しく理解するため，力学的な基礎理論について講義するとともに，材料科学的な立場から材料のもつ力学的特性を解説する。前半には力学理論として，材料力学から連続体力学への展開，弾性力学・塑性力学の基礎，およびそれらの表現に必要な数学的基礎（テンソル解析，微積分）を講義し，後半には，実際の金属材料の変形挙動について，主に実験・計測の観点から講義する。また，いずれにおいても，結晶構造，転位，粒界，すべり等，微視的・物理的観点からの解説を加え，結晶性固体の変形メカニズムを理解し，巨視的な力学体系との関係を正しく理解できるように講義する。学部で学んだ材料力学と，実際の３次元構造物の力学状態の違いを明確に理解できるようにする。また，弾性や塑性といった力学特性が，材料科学的な見地から正しく理解できるようにする。理論式の記述や，それに基づく解析手法の基礎として，数学的な表現を正しく理解し，利用できるようにする。	教授 黒 田 充 紀 准教授 久 米 裕 二
流体力学特論 Advanced Fluid Dynamics	航空宇宙・海洋・気象・機械・物理・土木など，あらゆる産業分野で流体力学の知識が必要となる。本授業は流体力学の基礎，最新の応用研究並びに最先端の計測・解析技術について，講義・輪講を行う。しっかりした流体力学の基礎を培う。	教授 李 鹿　　輝 教授 幕 田 寿 典
熱力学特論 Advanced Thermodynamics	熱力学は自然科学の一部門として重要な学問であり，熱機関の進歩発展と相まって発達した学問である。熱エネルギーを取り扱うだけに，この学問を応用して我々の現代生活に貢献する発電所，自動車，エアコン等，各種の熱機関を産み出してきた。本講義によって，学部における熱力学の講義で身に着けた基礎知識を整理するとともに，さらに，機械エンジニアとしての専門知識を養成する。具体的には，初めに，学部における「基礎熱力学及び演習」および「工業熱力学」で学んだ熱力学第一法則，熱力学第二法則，理想気体の状態変化，サイクルなどを復習する。その後，これらの基礎知識をもとに，学部より踏み込んだ形で，熱力学の学問としての知識と理解を深めることを目的とする。	教授 赤 松 正 人 助教 安 原　　薫
ロボティクス特論 Advanced Robotics	ロボットの運動学，軌道計画，障害物回避，動力学といった実際にロボットを制御するために必要な知識を学ぶ。また，ロボットシミュレータを用いて，動きを確かめながらそれら手法の効果を深く理解する。さらに，実際の制御で活用するデジタルフィルタ等の知識についても学ぶ。	教授 井 上 健 司 教授 妻 木 勇 一 助教 戸 森 央 貴
制御工学特論 Advanced Control Engineering	機械システムの動力学モデルと解析および制御手法について学ぶ。制御問題の設定方法，安定性，フィードバック制御の各種手法について，その考え方を，具体例をとおして解説する。	准教授 秋 山 孝 夫 准教授 村 松 鋭 一
機械力学特論 Advanced Dynamics of Machinery	リンク機構やロボットを含む機械システムの運動解析と制御のための運動学と力学の基礎理論を解説する。運動の入力出力伝達を設計するための相対運動の表現方法，リンク機構やロボットの運動制御のための剛体の力学および安定性や振動特性の解析手法を講義する。剛体の運動と力学の基本法則の具体的なイメージをつかむため，具体的なリンク機構やロボットの運動学モデルで解析・設計例についても解説する。	教授 水戸部 和久 准教授 南 後　　淳 助教 井 坂 秀 治

授業科目名	授業科目の内容	担当教員
グローバル機械システム工学特論 I Lecture on Global Mechanical System Engineering I	We will introduce basic background and advances in mechanical systems engineering. The focuses of this course will include solid mechanics, computational mechanics, materials engineering, material processing, and design engineering.	専攻教員
グローバル機械システム工学特論 II Lecture on Global Mechanical System Engineering II	We will introduce a basic background in Thermal and Fluid System Engineering. The focuses of this course will include ① Fluid Mechanics, ② Energy, ③ Thermodynamics, and ④ Heat Transfer.	専攻教員
グローバル機械システム工学特論 III Lecture on Global Mechanical System Engineering III	We will introduce a basic background in Mechanical Engineering. The focuses of this course will include Robotics, Mechanism design, Control engineering, Bio-systems engineering, and Biomedical technology.	専攻教員
材料強度学特論 Advanced Strength and Fracture of Materials	多様な工業材料について，物理学と化学に基づいて，その構造と力学物性（特に強度と破壊）との関係性を物理学と化学に基づいて学ぶ。製造加工プロセスや実環境での応用を考える際に大切となる概念を理解する。自動車・ロボット・医療機器などへ利用するために必要な工学的考え方を修得する。（About many engineering materials, learn the relationship between the structure and the mechanical properties, particularly strength and fracture, based on physics and chemistry.）	教授 近藤康雄 教授 古川英光
材料システム学特論 Advanced Materials System	機械・構造物を構成する材料の物理的・力学的特性をマルチスケールな観点から講義する。特に，結晶構造，転位，結晶粒界といったナノスケールからマイクロスケールの構造や欠陥および微視組織について，材料内部のエネルギー状態に基づいて解説するとともに，マクロ特性との関連について論じる。また，計算機シミュレーションを利用した材料特性評価についても解説し，プログラミングの実例も紹介する。さらに，実験による機械・構造物を構成する材料の材料特性評価方法について解説するとともに，評価のために必要な装置の制御・計測技術について論じる。	教授 上原拓也 教授 村澤剛
機械設計特論 Principles of Mechanical Design	機械設計の理念および原理について講義し，機械設計を体系的に概観する。全ての機械が有する階層構造と，そこから導かれる機械要素設計に関する論理的な考え方を具体的な事例に基づいて講義し，機械設計と機械要素設計について体系的に論ずる。	准教授 大町竜哉 助教 小松原英範
マイクロ・ナノ工学特論 Advanced Micro Nano Engineering	知的な機械システムにおいて，外界からの物理量（情報）を取り入れるセンサ，および物理量（情報）を出力するアクチュエータについて，その動作原理，特性，および応用例を理解する。これらの素子を的確に機能させて計測および制御を実現できる能力を習得する。	教授 峯田貴 准教授 西山宏昭
流体システム特論 Advanced Fluid Systems	現在，計算流体力学（Computational Fluid Dynamics，CFD）は，実験や理論とともに，さまざまな熱流体工学問題の解決のために広く使われている。この授業の【前半】では，計算流体力学の基礎方程式，解法，プログラミングなどについての講義・演習を行い，【後半】では，流体機械（主にガスタービン・エンジン）の基礎，計算流体力学による解析結果例などについての講義を行う。	准教授 中西為雄 准教授 篠田昌久
エネルギー工学特論 Advanced Energy Engineering	エネルギー資源の社会基盤を捉え，環境との関わりの中で，その役割とインパクトを掘り起こす。地球の誕生と熱史，地球と宇宙との熱授受からはじめて，無効エネルギーの有効化に至る方法を論ずる。	教授 鹿野一郎 准教授 奥山正明

授業科目名	授業科目の内容	担当教員
伝熱工学特論 Advanced Heat Transfer	対流熱伝達とは，固体表面とそれに接している流体との間で起こる熱移動である。対流熱伝達には，重力場において固体とそれに接する流体の温度差によって誘起される自然対流熱伝達と，ファンやポンプなどにより強制的に誘起される強制対流熱伝達がある。本講義では，様々な流体の対流熱伝達特性，熱伝達制御および熱伝達促進について理解することを目的とする。	教授 赤 松 正 人 准教授 江 目 宏 樹 助教 安 原　　薫
メカトロニクス特論 Advanced Mechatronics	システム工学概要と線形システム理論を取扱う。システム工学概要では，システムのモデル化と分類，システム分析，システム計画・最適化・設計の概要を，線形システムでは，線形連続・離散システムのモデル化と解析，可制御性と可観測性，安定性を扱う。	教授 多田隈理一郎 助教 有 我 祐 一
生体医工学特論 Cellular Biomechanics and Tissue Engineering	分子細胞力学と再生医療工学の内容を取り上げ，学際的な生体医工学領域における機械システム工学的な方法論・実験技術および取り組みを紹介し，これまで習得した機械工学的知識・技術をより深く理解することと共に学際的分野においてのチャレンジ精神と推進力を養成することが目的である。	教授 馮　　忠 剛 准教授 羽 鳥 晋 由
医用画像工学特論 Medical Imaging Technology	医用画像工学の初歩について学ぶ。現在の臨床診断において，医用画像は不可欠なものとなっている。とくに，切開することなしに，体の内部を観ることができる断層画像（CT；Computed Tomography）技術は，情報機器の発展に伴い，著しい進歩を続けている。本講義では，断層画像が取得される基本原理についてを，物理学および情報工学の観点から解説する。	教授 湯 浅 哲 也 准教授 渡 部 裕 輝 助教 姜　　時 友
機械システム工学特別講義 Special Lecture on Mechanical Systems Engineering	国内で活躍しているすぐれた研究者や技術者を講師に迎え，最先端の研究や技術の講義を受ける。機械工学の専門分野における最先端の研究や技術を学ぶ。	専攻教員
機械システム工学特別演習A Advanced Exercise of Mechanical Systems Engineering A	修士論文の研究に向けて機械システム工学専攻の学生が各専門分野における研究課題について演習を行う。修士論文のための実験や計画に向けて，専門分野の基礎的な文献を輪講演習することにより，英語を中心とした外国語の能力を養うとともに，研究遂行に必要な情報を収集する能力を養う。	専攻教員
機械システム工学特別実験A Advanced Experiment of Mechanical Systems Engineering A	機械システム工学関連各専門分野における各種研究課題について実験を行う。専門分野の研究に必要となる実験装置，計測機器，情報処理等についての知識と技術を系統的に修得し，研究課題についての実験を行うことで研究を計画的に実行できる能力を養成する。	専攻教員
学外実習 （インターンシップ） Internship	自治体・企業・特定非営利活動法人等における業務の実習を通じ，（1）学習意欲と自らのキャリア形成に関する意識を喚起し，高い職業意識，自立心と責任感を育成すること，（2）学生が本学で学んだ専門的知識と能力を応用し実践する能力を育成することの二つを目的とする。	
理工学教育研修 Training on Education of Science and Engineering	担当教員の指導を受けながら，学部の製図・実験・実習・演習など実務教育研修を行う。教えを通して機械工学の理解を深め，教育のための対人能力を修得する。	専攻教員
研究開発実践演習（長期派遣型） Practice for Research and Development	産学連携教育による大学院教育の充実を図り「社会で実践的に活躍出来る資質と能力」の育成を目的とする。	

各専攻共通開講科目

各専攻共通　授業科目及び単位数

区分	授業科目名	単位数	開講期及び週時間数				教職科目		担当教員	備考
			2023年		2024年		化学バイオ	機械		
			前期	後期	前期	後期				
高度専門科目Ⅰ	数学特論Ⅰ	2		2		2	工	工	小島	
	数学特論Ⅱ	2							数物学教員	
	数学特論Ⅲ	2	2		2		工	工	早田	
	数理工学特論Ⅰ	2		2		2	工	工	大槻	
	数理工学特論Ⅱ	2							数物学教員	
	応用物理学特論Ⅰ	2	2		2		工	工	安達	
	応用物理学特論Ⅱ	2	2		2		工	工	数物学教員	
	応用物理学特論Ⅲ	2		2		2	工	工	小池	
	応用化学特論Ⅰ	2	2		2		工		羽場	
高度専門科目Ⅲ	Project-Based Learning	2							神戸 有馬	
	Presentation for Symposia/Seminars	1	1	1	(1)	(1)			松葉　古川 他	

（注）１．2024年度の「開講期及び週時間数」は，原則として2023年度に倣うものとする。
２．（　）内の数字は2024年度の開講予定週時間数を示す。
３．「教職科目」欄の「工」は「工業」の教科に関する科目を示す。

各専攻共通　授業科目の内容

授業科目名	授業科目の内容	担当教員
数学特論 I Advanced Mathematics I	数理物理学に現れる対称性とその応用について学ぶ。統計力学の模型である２次元イジング模型は相転移現象を記述する模型であり，工学者にも良く知られる，最も基本的かつ重要な可解模型である。このイジング模型を厳密に解くことをとおして，離散フーリエ解析，転送行列，クリフォード代数などの数学的道具を理解する。具体的には，クリフォード代数という対称性を用いることで，巨大なサイズの行列の対角化を厳密に行う。無限自由度の模型を無限の対称性により解く方法の雛形となる理論を学ぶことで，現代数学とその具体的応用についての理解を深める。	教授 小 島 武 夫
数学特論III Advanced Mathematics III	格子上球充填問題と関連するボロノイ理論を解説する。正定値対称行列全体のなす対称錐のなかのリシュコフ多角形の頂点を利用して最適格子を特徴付けるボロノイの定理を学ぶ。これはコンピュータによる探索のためのボロノイアルゴリズムの根拠となる。	准教授 早 田 孝 博
数理工学特論 I Advanced Mathematical Theory I	担当教員の所属する「人狼知能プロジェクト」の成果を通じて最新の AI 技術について理解を深め，人狼ゲームをプレイする AI エージェント作成の技術を身につけることを目的とする。	准教授 大 槻 恭 士
数理工学特論 II Advanced Mathematical Theory II	代表的な多変量解析法について学習し，データ解析ツールを「ブラックボックス」としてではなく，中身を理解したうえで使える力を身につける。	数物学教員
応用物理学特論 I Solid State Physics I	物性物理学への理解を深めるため，外部から加えられた電場・磁場に対する物質の応答について学ぶことを目的とする。講義では，電気双極子，磁気双極子をもつ固体の電気的・磁気的性質，外場に対する応答，双極子の協力現象と相転移，強誘電体・強磁性体に代表される双極子の長距離秩序状態について述べる。特に電子のスピンについては，その起源，合成，秩序等詳しく紹介する。	准教授 安 達 義 也
応用物理学特論 II Solid State Physics II	微視的な世界では連続的な値をとらずに離散的な値しかとることができない。その微視的世界の現象は，「量子力学」によって理解できる。各分野によって必要となる量子力学の程度や範囲は異なるが，本講義では「量子力学」について基礎から学ぶ。量子力学における基本的な概念と特有な演算を理解することを目的とする。簡単な事象について計算できるようになるために，シュレディンガー方程式の解法などを通して，量子力学的な考え方を習得する。量子力学における記号の意味や，演算子や行列表現などの詳細を解説する。	数物学教員
応用物理学特論III Solid State Physics III	現代の物理工学の対象となる基礎的な固体の磁気現象について理解する。さらに多彩な物理的振舞いを示す磁性体の性質とそれを応用した最近の磁性材料の展開について学ぶ。	准教授 小 池 邦 博
応用化学特論 I Advanced Chemistry I	有機化学の分野のうち反応に関する内容を取り上げ，とくに反応における選択性について講義する。	教授 羽 場　　修

授業科目名	授業科目の内容	担当教員
Project-Based Learning	大学院修了後に，学生は大学や企業などで専門知識を活用してグローバルに活躍することが求められる。この実習では実際に学生がプロジェクト先等に赴き，問題解決型の課題に主体的に取り組むことで，社会人として求められる基礎能力を育成する。また問題意識を持って課題解決ができ，チームをマネジメントできる能力と，コミュニケーション能力の形成を図る。プロジェクトに関わることで，理論と実践の間の溝，プロジェクトにおける障壁を理解し，これを乗り越えることができる力と，高い職業意識ならびに自立心・責任感を身につける。さらに技術者・研究者としての自立性（自律性）の育成も目指し，就業体験を通した職業意識を向上と職業観の育成を図る。	教授 神 戸 士 郎 准教授 有馬 ボシール アハンマド
Presentation for Symposia/ Seminars	国際シンポジウム／セミナーに参加し，発表と議論を通じて，プレゼンテーション力と英語力をはじめとするコミュニケーション力を強化する。さらに，学生同士が協力して企画する国際シンポジウムや国際セミナーの運営を補助することで，マネジメント能力を身につける。加えて若手研究者間の国際ネットワークを構築する。	教授 松 葉 豪 (有機材料システム研究科) 教授 古 川 英 光