

授 業 科 目 の 概 要			
（工学研究科 機械工学専攻 博士前期課程）			
科目区分	授業科目の名称	講義等の内容	備考
専門教育科目	機械創成工学	機械工学に関わる広範な学問分野の知見と社会的意義を学び、責任ある研究者・技術者としての礎を涵養する。	
	基礎数学Ⅰ	平面上の曲線あるいは空間内の曲面をもとに多様体の基本的な概念（曲線座標系、接ベクトル場、微分形式、テンソル場など）についての講義を通して、工学のための幾何学的観点ならびに方法論を提供する。	
	基礎数学Ⅱ	関数解析の基礎を学ぶことは、工学における様々な局面で、極めて有用である。本講義において、その基礎的な部分について学び、理解を深める。	高度国際性涵養教育科目として履修可
	連続体力学	この授業では、連続体の力学および運動学を記述するために必要なテンソル代数学、釣り合い法則、保存則、および構成方程式に関する一般論について講述するとともに、固体・流体に特化した個別の解析方法と、それらを用いた工学的な応用例について紹介する。これによって、力学原理に基づいてマクロ現象を理解するために必要な知識の涵養を図ることを目的とする。	
	解析力学	多自由度系の力学挙動をモデル化するための解析力学として、一般化座標を用いるラグランジュ形式から、量子力学や場の量子論の初歩を理解するためのハミルトン形式について講述する。特に、前者については、変数変換に対する共変性、微分形式を用いた幾何学的定式化について、後者については、位相空間における正準変換やポアソン括弧、そしてそれらに基づく不変性と保存則について述べる。	高度国際性涵養教育科目として履修可
	プロダクトデザイン方法論	機械や装置などのプロダクトをデザインするための方法論を講述する。具体的には、設計や開発における早期の段階において、プロダクトの価値や機能、製造方法やコスト、信頼性や環境への影響などの様々な視点にまたがる全体像を的確に把握して、総合的な検討を行いつつ、優れたプロダクトを戦略的に企画し、設計し開発していくための考え方や方法論について講述する。	
	機械創成工学ゼミナールⅠ	所属する研究室において、専門的な知識についての輪講、文献講読、討論を通して知識を深めながら、専門領域の基礎を修得する。	高度国際性涵養教育科目として履修可
	機械創成工学ゼミナールⅡ	所属する研究室において、専門的な知識についての輪講、文献講読、討論を通して知識を深めながら、専門領域の先端的な知見を習得する。	高度国際性涵養教育科目として履修可
	機械創成工学ゼミナールⅢ	所属する研究室において、専門的な知識についての輪講、文献講読、討論を通して知識を深めながら、専門領域の研究方法論を修得する。	高度国際性涵養教育科目として履修可
マルチフィジックス解析	数値計算の枠組の中で厳密な解を求める手法について学習し、シングルフィジックス&マルチフィジックスの物理とそのモデリングについての演習を通じて、実践的な数値解析法をMATLABにより習得する。		

専門教育科目	プロダクトデザイン	機械や装置などのプロダクトを設計し開発していくための方法論を実践的な課題学習を通じて修得する。具体的には、「プロダクトデザイン方法論」で講述される設計・開発のための方法論に基づきつつ、数名の学生からなるチームに産業界から提供される具体的な開発設計のための模擬課題をプロジェクトとして与え、各課題の分析・設計・試作などを通じて、一連の方法論の内容、それらを総合的に運用するためのプロセスについての考え方、創造的なデザインに求められる基本的な能力などを養う。	
	シミュレーション創成学	マイクロ・メゾ・マクロのさまざまな領域で、実験的・解析的なアプローチが困難とされる材料の力学的諸問題に対して実施される第一原理材料評価、分子動力学法、モンテカルロ法、離散転位動力学法といった、コンピュータシミュレーション手法について講述する。問題の背景、基礎となる力学理論、対象のモデル化、シミュレーションの具体的方法、解析結果のポスト処理、解析事例について述べる。	
	計算流体力学	流れの物理と数理の知識を融合させ、現象の解明や機器の設計に応用される数値シミュレーションの概要を学習する。偏微分方程式論、流れの基礎方程式、差分法を中心とした離散化手法、高速計算法、最近の動向などを題材に、数値シミュレーションによる流れの解明と予測についての基本的な考え方を習得する。まず、1次元移流拡散方程式で精度、安定性、計算効率について考察し、多次元ナビエ・ストークス式の解法を理解する。	
	数理固体力学	材料に生じる塑性変形の素過程である転位の力学的挙動を表現する理論について学び、その数理的展開のための計算力学的方法論について講述する。まず、結晶の塑性論について述べ、転位の弾性力学、塑性現象の転位モデルについて講述する。そして、計算力学的手法として、分子動力学法と離散転位力学法について取り上げる。	
	分子熱流体工学	エネルギー機器、電子機器、航空宇宙機器などの熱機器のさらなる高性能化のためには、さまざまな輸送現象の原理的な理解が不可欠である。本講義では、輸送現象の基礎となる原子・分子スケールの熱流動現象とメゾ・マクロスケールの熱流動の関係について原理的に理解すること、そのための数値解析方法を理解することを目的とする。	
	非線形構造力学	はり、板そして殻といった構造を成す基本部材の大変形問題について考える。従来の航空宇宙構造体の設計から、近年では自己組織化を利用したナノマテリアル構造体の強度評価までが対象となる。はじめに、Bar-Jointモデルによる構造安定性の考え方を説明し、ハニカム構造について材料力学的な考察をした後、はり、板、殻の微小変形、そして幾何学的な非線形性を考慮した大たわみ問題を本講で取り上げる。	高度国際性涵養教育科目として履修可
	非線形動力学	機械システムや材料構造において多様なスケールで出現する非線形ダイナミクスについて、連続体および離散系の考え方に基づいたモデル化の手法について述べる。また、これらのモデルにおける、波動・振動ダイナミクスについて、数値シミュレーションを含む解析手法を述べる。具体的には線形における固有振動の概念を復習し、非線形領域での周期解の探索法、解の安定性の理論について述べる。さらに、非線形局在振動を題材として具体的な非線形解析のアプローチを示す。	

専門教育科目	マイクロマテリアル工学	マイクロマシン・MEMS用薄膜材料や複合材料用強化繊維など、寸法がマイクロメートルオーダーのマイクロマテリアル（微小材料）を対象として、それらに特有の組織、構造、物性などをバルク構造材料と比較して説明する。さらに、それらを用いて機械としての機能を具現化するためのマイクロファブ리케이션技術、疲労や環境強度を含む機械的・強度特性とその評価手法、マイクロトライボロジー、nmオーダーの観察・評価手法（ナノフラクトグラフィ）、およびマイクロマテリアルの応用技術について講述する。	
	機械材料学	機械材料・機械部品の製造プロセスの一つである粉末冶金法と塑性加工・熱処理の基礎を学び、材料学と力学の相互理解を深め、科学的な思考と探求力を育成する。	
	ナノ界面設計学	一般にスケールの違いはあるものの、材料は「界面」を有しており、その界面の物性が材料全体の特性や機能を支配する。そこで、ナノスケールでの界面構造の理解を通じて、材料の機能に関する理解を深め、科学的な思考と探求力を育成する。	
	微細構造評価学	本講義は、機械工学系においてナノ材料研究に取り組む学生を主な対象とし、ナノ材料の原子構造を正しく理解・記述するための基礎知識と、評価方法について学ぶ。 まず、物質の構造を記述するための結晶学基礎を習得し、回折法・分光法・顕微鏡法をベースとするさまざまな構造評価手法について理解する。構造評価の視点や、目的に応じた手法選択の仕方も含める。そして、物質の局所ナノ構造を解析するために必須の電子顕微鏡法の原理を学ぶ。いくつかの実例を交えながら、電子顕微鏡法のナノ材料科学研究への応用を講述する。	
	非線形非平衡流体力学	流体の運動における非線形現象と非平衡現象の代表的な特徴を概観し、それらに対する基本的な解析方法を述べる。とくに、Boltzmann方程式に基づく厳密な気体分子運動論を数学的に忠実に講義すると同時に、現実の気体の流れに関わる応用問題に取り組む際に、厳密な気体分子運動論を適用する意義を詳しく述べる。	高度国際性涵養教育科目として履修可
	流体・固体混相流	流体・固体混相流は自然現象、生体、各種工業プロセスなど幅広い分野に関係する流れである。本講義では、流体・固体混相流の基礎概念から基礎方程式の導出、各種素過程のモデリングと数値解析手法について講述する。	
	非平衡統計力学	流体中での輸送現象、荷電していない分子や高分子の溶液、電解質溶液、荷電高分子の溶液、表面張力など、電気化学的な現象を含めた基礎的な内容を扱う。分子論的な観点とマクロスケールの流体運動の関連についても主要なトピックとなり、平衡、非平衡の統計力学についても取り上げる。 これらは学部で学習する通常の流体力学ではあまり取り上げられない内容であるが、特に小型の装置内などマクロスケールの流れの解析において重要な役目を果たす。	
	粘性流体力学	学部で学習した理想流体の力学、実在流体効果（圧縮性・粘性）の初歩を土台として、非圧縮・粘性流体の力学について学ぶ。粘性流体の構成方程式、場の方程式を導出した後、工学的に重要な流れの現象を題材として、層流の厳密解と近似解、流れの安定性、乱流の統計理論および乱流モデルについて解説する	

専門 教育 科目	燃焼工学	昨今の燃焼機器へ高効率化、低公害化の要求の高まりに応えるためには、燃焼現象への深い理解が必要とされる。そこで本講義では、燃料論、化学平衡計算、反応動力学、気体燃料の予混合燃焼と拡散燃焼、液体燃料の燃焼、固体燃料の燃焼、衝撃波とデトネーション、火炎発光と熱放射、大気汚染とその防止、省エネルギー燃焼法、燃焼場の計測手法、といった燃焼工学の基礎を習得することを目的とする。また、授業の進行度合いに応じて、適宜、演習を実施する。	
	反応輸送現象論	熱と流体の輸送現象と電気化学反応が連成し、エネルギー変換を目的とする系について、平衡論に基づいたエネルギー変換効率の理論上限と速度論に基づいたエネルギー損失の生成機構とそのモデル化手法について講義を行う。触媒反応系、多孔質系、膜系における反応輸送現象について、物質、材料の構造と反応輸送物性との関係を示し、電気化学エネルギー変換デバイスの研究開発と将来動向についても講義を行う。	
	多変数制御理論	外乱抑制やロバスト性を考慮した実用的な制御系設計においては、多自由度かつ多入出力のシステムの安定化を系統的に実現することが必要である。そこで本講義では、まず伝達関数の規約多項式分分数表現とベズー方程式について説明する。次に、制御対象が一入出力系である場合に、外乱抑制やロバスト性などの制御問題とすべての安定化補償器のパラメトリゼーションについて説明する。さらに、講義内容に関連した計算機シミュレーションおよび実機実験を用いた実習を行う。	
	知能制御論	本講義ではまず、ロボットの起源を紀元前2000年のあやつり人形に求める。そして最新の歩行に関する研究やレスキューロボットへの応用などについて述べる。そして、ロボットの構成方法を考えて行きロボットのイメージを構築して行く。ところが、最後にロボットの未来像を探っていくことによって、結局ロボットのことがわからなくなる、という講義を行う。	
	ロバスト制御理論	ロバスト制御理論は、制御対象の不確かさをモデル化の段階で明らかにすることにより、安定性、制御性能ならびに仕様が不確かさに対してロバストであることを保障する制御系設計を目指している。理論的理解に必要な数学的手段に言及したのちに、代表的な成果である H_{∞} 制御理論を中心に講義する。	
	機械制御	ロボットアームや多体リンク系などに代表される非線形システムについて、解析力学と非線形状態方程式に基づくモデリングとその取り扱い、リヤプノフの方法による安定論、分岐理論の基礎、微分幾何学的アプローチによる制御理論など講義する。本講義は全て英語で行う。	高度国際性涵養教育科目として履修可
	生命機械システム工学	微小機械システム (MEMS) 及びナノテクノロジーは、これからの化学・バイオ研究、産業を大きく変える可能性のある技術として幅広い分野から注目されている。例えば、マイクロチップに、化学分析、バイオ、化学合成システムまでも集積しようという研究が世界中で盛んになっている。このように微細加工技術、集積化システム技術、バイオテクノロジーとの融合により、これまでにない革新的デバイスが期待されている。そのため、この講義ではその基礎となる微細加工技術、アクチュエータの動作原理、医療、化学、バイオ応用デバイスの設計原理の基礎を紹介し、その知識を元に、マイクロナノメートル領域における革新的融合デバイスの概念からシステム構成について、いくつかの応用例を紹介しながら考えていく。	