

# 履修要覧

平成 17 年度

神戸大学大学院自然科学研究科（工学系）  
（博士課程前期課程）

### 3 機械工学専攻

## (1) 教育の目指すもの

機械工学専攻（博士課程前期）の教育はますます多様化，拡大する社会の要求に対応して，わが国の基盤産業を支え，将来の科学技術の発展を担う高度な機械技術者並びに独創的な研究者を育成することを目的としている。

日本の産業および社会構造は20世紀末から急速な変化を遂げているが，これを反映して，機械工学専攻で担うべき教育と研究に対する期待と要望は飛躍的に大きくなっている。製品の大量生産方式から個々のニーズにきめ細かく応じていく多種少量生産方式へのパラダイムシフトをはじめ，宇宙・深海・大深度地下などへの人間の活動空間の拡大，また高齢化に伴う高福祉社会への移行が加速している。それに伴い，地球環境問題に対応したエネルギーシステム技術をはじめ，バイオ・医療工学の分野，情報処理・通信技術，知能化技術，ナノテクノロジー，さらにはこのような技術を支える新材料や新しい技術分野の開発が進んでおり，これらの技術を深化させかつ統合していく機械工学の役割が益々大きくなっている。

本専攻は，応用流体工学，混相熱流体工学，エネルギー変換工学，エネルギー環境工学，固体力学，破壊制御学，材料物性学，表面・界面工学，複雑系機械工学，機械ダイナミクス，コンピューター統合生産工学，知能システム創成学，創造設計工学の教育研究分野から構成され，幅広い教育と研究に対応している，高度に発展した機械工学のすべての学問領域に関して開講されている講義の中から，専門分野に応じてそれらを系統的に選択・受講することにより，最先端の機械工学のあらゆる分野の基礎理論から高度な応用に至る広範な知識を得ることができるようカリキュラムを構築し，柔軟性ある教育を行う。機械工学全般にわたる基礎事項をエンジニアの常識として修得できるよう専門分野以外の講義についても自発的に受講するように啓蒙している。さらに，学外の非常勤講師による実践的な内容の講義を通じて，基礎理論の応用・実用化の実際を直に学ぶことができる。本専攻の大学院生は全員いずれかの研究分野の構成員となり，それぞれ独自の研究を行う。指導教官との対等な立場での討論を通じて独創的な研究の進め方，また卒業研究生との共同研究を通じて研究指導の実際を体得する。このような研究活動を通して完成させた研究は，修士論文としてまとめると同時に積極的に学内外で発表し，その成果が問われる。

以上のような教育を受け研究経験を積んだ大学院修了生は，広範な産業分野で，高度な研究開発や生産活動を行っていく指導的な人材としての活躍が期待される。また，より深い研究を希望するものは，博士後期課程へ進学し研究者として資質を高めていく。

## (2) 授業科目開講予定一覧

(機械工学専攻)

授業科目	単位数	必修・選択必修・選択の別	授業時間数				担当教員	備考
			1年次		2年次			
			前期	後期	前期	後期		
応用数学特論Ⅰ	2	選択		30			未定	
応用数学特論Ⅱ	2	〃	30				菊池泰樹	
応用数学特論Ⅲ	2	〃		30			内藤雄基	
応用数学特論Ⅳ	2	〃		30			白川 健	
表面物性学	2	〃		30			浦野俊夫	
真空工学特論	2	〃	30				浦野俊夫	
X線・粒子線応用工学	2	〃	30				藤居義和	
応用機械力学	2	〃	30				神吉 博	
動的システム解析	2	〃		30			安達和彦	
生体工学	2	〃		30			松田光正	
結晶物理工学	2	〃		30			保田英洋	
量子物性工学	2	〃	30				田中章順	
エネルギー工学論	2	〃		30			未定	
熱エネルギーシステム工学	2	〃		30			浅野 等	
輸送現象論	2	〃	30				竹中信幸	
宇宙機械論	2	〃	30				遠山伸一	集中講義
一般熱力学	2	〃		30			平澤茂樹	
数値熱流体力学	2	〃		30			能登勝久	
燃焼工学	2	〃		30			平澤茂樹	
非線形連続体力学	2	〃	30				富田佳宏	
マルチスケール固体力学	2	〃		30			長谷部忠司	
計算材料科学	2	〃	30				屋代如月	
トライボロジー	2	〃		30			大前伸夫	
応用表面工学	2	〃	30				田川雅人	
マイクロマシン	2	〃	30				武田宗久	集中講義
混相流体力学	2	〃	30				富山明男	
混相流体計測論	2	〃		30			細川茂雄	
破壊力学	2	〃	30				中井善一	
複合材料学	2	〃		30			田中 拓	
信頼性工学	2	〃		30			中易秀敏	
流体非線形力学	2	〃		30			葛原道久	
気体力学	2	〃		30			片岡 武	
分子気体力学	2	〃		30			青木一生	集中講義
人工物創成学	2	〃	30				白瀬敬一	
知能化人工システム論	2	〃	30				大倉和博	
複雑適応システム論	2	〃		30			三宅美博	集中講義
多変数制御論	2	〃	30				深尾隆則	
アドバンスト制御システム論	2	〃		30			大須賀公一	
知能化生産システム論	2	〃		30			森脇俊道	

授 業 科 目	単位数	必修・選択必修・選択の別	授業時間数				担当教員	備考
			1年次		2年次			
			前期	後期	前期	後期		
機 械 生 産 科 学	2	〃	30				鈴木浩文	
加 工 プ ロ セ ス 論	2	〃		30			柴坂敏郎	
マ イ ク ロ 加 工 学	2	〃		30			田中正明・渋川哲郎	集中講義
設 計 開 発 知 能 論	2	〃	30				田浦俊春	
特 別 講 義 I	2	〃	30				野口ジュディー	
特 別 講 義 II	2	〃		30			大前伸夫・田川雅人	
英 語 特 別 講 義 I	2	〃	30				各教員	
英 語 特 別 講 義 II	2	〃		30			各教員	
英 語 特 別 講 義 III	2	〃			30		各教員	
英 語 特 別 講 義 IV	2	〃				30	各教員	
先端機械工学ゼミナールⅠ	1	〃	30				各教員	
先端機械工学ゼミナールⅡ	1	〃		30			各教員	
先端機械工学ゼミナールⅢ	1	〃			30		各教員	
先端機械工学ゼミナールⅣ	1	〃				30	各教員	
イ ン タ ー ン シ ッ プ	1	〃	30				各教員	
特 定 研 究 I	4	必修	30	30			各教員	
特 定 研 究 II	4	〃			30	30	各教員	
◎特 定 研 究 II	4	〃	30	30			各教員	
(研 究 指 導)								

- (注) 1 授業科目の前の◎印は、在学期間が1年以上在学すれば足りるものと認められた者の科目である。  
2 講義科目の履修は、原則として1学期内に12単位以内とする。  
3 機械工学専攻で実施する講義科目については、履修希望者が多数の場合、その学期の履修を認めない場合がある。

各専攻共通

授 業 科 目	単位数	必修・選択必修・選択の別	授業時間数		担当教員	備 考
			1・2年次			
			前期	後期		
数 物 科 学 概 論	2	選択	30		各教員	
分 子 物 質 科 学 概 論	2	〃	30		〃	
地球惑星システム科学概論	2	〃	30		〃	
情 報 ・ 電 子 科 学 概 論	2	〃	30		〃	
機 械 ・ シ ス テ ム 科 学 概 論	2	〃	30		〃	
地 域 空 間 創 生 科 学 概 論	2	〃	30		〃	
食 料 フ ィ ー ル ド 科 学 概 論	2	〃	30		〃	
海 事 科 学 概 論	2	〃	30		〃	
生 命 機 構 科 学 概 論	2	〃	30		〃	
資 源 生 命 科 学 概 論	2	〃	30		〃	

### (3) 授業科目の概要等

#### 応用数学特論Ⅰ

非常勤講師 未定

Advanced Applied Math. I

目的・方針：応用解析学は自然科学のみならず社会科学の様々な分野と有機的に結合し、現在も急速に発展している応用数学の一分野である。社会現象や自然現象を、偏微分方程式や積分方程式、さらには離散力学系を用いて数理モデル化し、それらの方程式や力学系を、関数解析の方法や数値解析の方法を用いて解析し、諸現象の解析的側面を研究するのが、この分野の目的である。この分野から現在最も活発に研究されているホットなトピックスを選んで、入門から発展までを丁寧に解説する。

内 容：本講義では現在この分野で活躍している新進気鋭の研究者を招き、今最もホットな研究課題について集中講義形式で講演していただくことにより、学生諸君にこの分野についての基礎的な知識を習得してもらおう。詳しい講義内容は追って掲示若しくは応用数学系のホームページ (<http://www.kobe-u.ac.jp/applmath/>) で紹介する。

#### 応用数学特論Ⅱ

非常勤講師 菊池泰樹

Advanced Applied Math. II

Y. Kikuchi

目的・方針：統計学の応用範囲はきわめて広く、自然科学、社会科学、人文科学の諸分野において統計的な考え方や統計的方法は重要な役割を果たしている。また、その数理的な側面は、統計手法を理解する上で、欠くことは出来ない。この講義では、現実の問題解決の際にも重要となる数理統計に関する諸問題を解説する。

内 容：本講義では、数理統計学の基本的な理論である推定論、統計的仮説検定論を中心に解説し、それらの数理工学への応用を考える。

テキスト：テキスト、参考書等は講義中に指示する。

履修要件：特になし。

#### 応用数学特論Ⅲ

助教授 内藤雄基

Advanced Applied Math. III

Y. Naito

目的・方針：物理現象をはじめとする多くの現象は、ある量の偏微分係数の間の関係式、すなわち偏微分方程式によって記述される。音の伝播、熱の伝導、あるいは弦の振動等の自然現象は全て偏微分方程式によって解析学的に記述される。本講義では、偏微分方程式論の基礎概念を解説するとともに、最近の研究の話題にも触れたい。

内 容：ラプラス方程式、最大値原理、ポアソン方程式とニュートンポテンシャル、関数空間、変分的方法

テキスト：授業中に指示する。

履修要件：特になし。

#### 応用数学特論Ⅳ

講師 白川 健

Advanced Applied Math. IV

K. Shirakawa

目的・方針：関数解析学は今世紀の初頭に生まれ、1920～30年代に独立した数学として体系化され、現在も急激に発展している解析学の重要な一分野である。現代の偏微分方程式論の研究には、関数解析学的手法は大変重要な役割を果たしており、それなくしては極めて基礎的な問題さえ解くことは不可能であるといえる。この意味で関数解析学は現代の数理工学を理解する上で、必要不可欠の道具であるといえよう。

内 容：本講義では、関数解析の基本的な理論であるヒルベルト空間学、バナッハ空間学並びに線形作用素のスペクトル論の基礎的な理論中心に解説し、それらの数理工学への応用を行う。

テキスト：ノート講義を行う。参考書等は講義中に指示する。

履修要件：特になし。

## 表面物性学

Surface Physics

助教授 浦野 俊夫

T. Urano

目的・方針：電子デバイスの高集積化・微細化に伴って体積に比して表面積の割合が大きくなったために、表面あるいは界面の性質がデバイスの性能に及ぼす影響がますます無視できなくなってきた。一方では単原子膜を積み重ねて人工結晶を作製し全く新しい物性を持つデバイスを開発したり、表面原子を操作して新しい構造を作製する技術が試みられつつある。本講では、表面や界面における原子的構造や電子状態の基本的性質と、それらを調べる種々の表面分析技術について理解することを目的とする。

内容：主としてシリコン単結晶再構成表面の原子的構造と電子状態、およびその表面に数原子層程度の金属を付着させた場合の諸現象について論じ、走査トンネル顕微鏡(STM)、低速電子線回折(LEED)、オージェ電子分光(AES)、光電子分光(PES)、イオン散乱分光(ISS)など種々の表面分析手段の原理・性能および特徴について解説する。

- 参考書：1. 表面の科学： 田丸謙二編，学会出版センター  
2. 表面物理入門： 塚田捷著，東京大学出版会  
3. 表面分析図鑑： 日本表面科学会編，共立出版  
4. 表面科学入門（表面科学シリーズI）： 小間篤他編，丸善  
5. 表面・界面の物理（シリーズ物性物理の新展開）： 曾根純一編，丸善

履修要件：学部の量子力学，固体物性の基礎を修得していることを前提とする。

## 真空工学特論

Advanced Vacuum Engineering

助教授 浦野 俊夫

T. Urano

目的・方針：真空技術は半導体デバイス製造のみならず，食品・冶金など種々の製造過程で利用されている。本講では，真空中での気体分子の振る舞い，真空を作るための技術，真空を測るための技術について理解することを目的とする。

内容：気体分子運動論  
粘性流と分子流  
各種真空ポンプの動作原理と特徴  
真空度測定（全圧計と分圧計）  
超高真空の物理

- 参考書：1. 真空の物理とその応用： 熊谷寛夫・富永五郎編著，裳華房  
2. 分かりやすい真空技術： 日本真空協会関西支部編，日刊工業新聞社  
3. 真空工学： 山科俊郎・広畑優子著，共立出版

履修要件：特に無し

## X線・粒子線応用工学

Diffraction Physics of X-rays and Electrons

助教授 藤居 義和

Y. Fujii

目的・方針：工業技術の発展と共に材料の原子レベルの構造解析への要求はますます強くなり，特殊な材料構造の解析や表面・界面の構造解析など広範囲にわたってきている。材料の物性や力学的特性の微視的起源を理解するため，その構造を原子レベルで解析する手法としては，波長が原子の大きさと同程度，即ちオングストローム程度の波動をもつX線や高速電子線を探針とした散乱・回折現象が有効な手段として利用される。このために，兵庫県にも高輝度大型放射光実験施設SPring-8が建設され，平成9年度から運用が開始されている。本講義では，これら原子レベルの波動を伴った探針を利用した構造解析の実験を実際に行う際に，その実験結果の解析が正確に行えるような実験が出来るよう，また，その実験結果から材料の原子レベル構造の情報を十分に引き出せるよう，その解析基礎について全般的な知識を与える。ここで特に，回折現象を理解するうえで重要な概念である逆空間の概念を詳しく講述し，さらに，ナノ粒子，表面・界面などの特殊な対象の解析方法の理解へと導く。

内 容：X線・電子線・中性子線，シンクロトロン放射  
波動による干渉性散乱  
散乱と回折現象，X線による散乱  
実格子と逆格子  
結晶による回折・電子密度・結晶構造因子と精密構造解析  
X線・電子線回折による結晶構造解析  
高速反射電子線回折による表面構造解析  
微小角入射X線散乱による表面構造解析  
動力学的回折理論

テキスト：基本としてノート講義を行い，適宜教材を支給する

履修要件：学部において，原子物理工学，量子力学，材料工学などを履修していることが望ましい。

### 応用機械力学

教授 神吉 博

Applied Mechanics for Machine

H. Kanki

目的・方針：機械やシステムを高性能化するためには，振動問題を解決する必要がある。本講ではこれまで学習してきた力学や機械力学をベースに，いかに問題を解決し高性能化を達成するかを，実例をふまえて述べる。この種の問題の典型として回転機械の振動や構造物の振動を取り上げ，技術の要点と工学的な物の考え方やセンスを学ぶ。

内 容：1. Engineering入門，何故Dynamicsが重要か。  
2. 回転機械の振動 (Rotor Dynamics)  
(1) 危険速度，共振倍率，Qファクター設計  
(2) 広義のつりあい振動  
(3) つりあわせ技術  
(4) 不安定振動 (自励振動) のメカニズムと事例  
(5) すべり軸受の特性  
(6) 振動監視，診断技術  
(7) 開発事例  
(8) トラブル解決事例  
3. 振動制御  
(1) パッシブ振動制御，制振，免震，TMD  
(2) アクティブ振動制御，磁気軸受，アクティブマスダンパー  
4. まとめ，ISO規格など

授業の進め方：毎回プリントを配布しこれをベースに講義する。

成績評価方法：出席＋講義の途中で出す課題についてのレポート数回分で評価する。

参考書：井上順吉，松下修己 著「機械力学 I - 線形実践振動論 -」理工学社，ISBN4-8445-2152-7，(2002) ほか。

履修要件：機械力学を習得しているものとして講義を進める。

### 動的システム解析

助教授 安達 和彦

Analysis of Dynamic Systems

K. Adachi

目的・方針：自動車や鉄道車両は走行中に，飛行機やヘリコプターは飛行中に，また船舶は航行中にいろいろな力を受けて振動する。各種の産業機械は動力部や可動部が原因となり振動する。建物や橋は風や地震が原因となり振動する。動的システム解析では，機械振動系について理論的・実験的に論じる。本講義は学部の機械力学 (または同等の講義科目)，博士前期課程1年前期の応用機械力学で学んだ知識を実際に使えるようにすることを目指す。具体的には，機械力学の理論と振動計測技術 (振動試験) の融合の観点か

ら、座学と実習により実務で役立つ実戦的技術と理論的裏づけを身に付けることを目的とする。本講義を履修することにより、(1) 機械振動系の数学モデルを構築し、振動現象を解析する能力、(2) 数学モデルによる振動解析の結果と実際の機械振動系での振動試験結果との関連を理解する能力、(3) 理論と実験の整合性について理解する能力。を履修者が得ることを目標とする。

内 容：本講義では以下の座学と実習を組み合わせで行なう。

1. 座学
  - (1) 振動系のモデリング
  - (2) 振動を考慮した設計
  - (3) 有限要素法を用いた振動解析
  - (4) 振動試験 (総論)
  - (5) 振動試験 (動電型加振器を用いた振動試験)
  - (6) 理論と実験の整合性
2. 実習
  - (1) MATLABプログラミングの基礎
  - (2) MATLABによるはりの有限要素解析
  - (3) 動電型加振器を用いた振動試験

授業の進め方：座学と実習を組み合わせで実施する。実習は少人数のグループで行ない、成果発表会を実施する。

成績評価方法：発表会でのプレゼンテーション (表現能力、達成度、チームワーク、グループ内での寄与度が評価対象) と学期末のレポート、および出席点を総合的に評価する。なお、本講義では座学と実習を有機的に組み合わせているので欠席は減点対象となり、さらに実習の際にグループ内での寄与度も評価する。

履修上の注意：機械力学に関する基本的な知識(学部の講義)を前提とする。博士前期課程1年前期の応用機械力学を受講しておくことが望ましい。

教科書：特に教科書は指定しないが、講義内容に関するプリントとして下記の参考書の2)～4)から抜粋して適時配布する。

参考書：1)「工業振動学」, 中川・室津・岩壺 共著, 第2版, 森北出版

2)「振動の考え方・とらえ方」, 井上・木村・古池・佐藤・佐藤・鈴木・田中・森井・矢鍋 共著, オーム社

※ 講義内容との関係：モデリングおよび振動設計

3)「Engineering Vibration」, Daniel J. Inman, 2nd edition, Prentice Hall

※ 講義内容との関係：有限要素法を用いた振動解析

4)「モード解析入門」, 長松, コロナ社

※ 講義内容との関係：振動試験

## 生体工学

Bioengineering

講師 松田 光正

Matsuda Mitsumasa

目的・方針：本講義では、生体組織や器官の機能や構造に関して、巨視的および微視的レベルから、その力学的挙動を解析しバイオエンジニアリングについて理解を深めることを目的とする。

内 容：1. 生体軟組織の力学

生体軟組織の力学の一般的な力学特性、擬弾性、粘弾性

1.1. 血管系のバイオメカニクス

動脈、静脈の力学的性質

1.2. 肺のバイオメカニクス

肺の弾性、呼吸の生理

1.3. 結合組織のバイオメカニクス

エラスチン、コラーゲンの力学的性質

- 1.4. 血液細胞のバイオメカニクス  
赤血球の構造と機能, 赤血球の変形
2. 生体の流体力学  
血液の流体力学, 血液のレオロジー
3. 筋肉のバイオメカニクス  
骨格筋, 心筋, 平滑筋の構造, 力学的性質
4. 骨のバイオメカニクス  
骨の力学的性質, 骨形状の機能的適応性
5. 関節のバイオメカニクス  
関節の運動安定性, 関節の荷重支持機構

テキスト: 特になし.

履修要件: 学部において連続体力学, 固体力学を履修していることが望ましい.

### 結晶物理学

Crystal Physics for Materials Science

教授 保田 英洋

H. Yasuda

目的・方針: 固体の性質の大部分はこれを構成している元素の種類と結晶構造によって支配されている。固体を取り扱う上で結晶の物理を理解することは極めて重要なことである。本講義では, 結晶学の基本概念と結晶構造解析法, 結晶構造の安定性を支配する結晶結合, 結晶中の電子の運動および結晶構造相転移について述べる。

内容: 物質における原子配列の秩序状態および無秩序状態について概説し, 長範囲秩序を持つ結晶における周期的並進対称性とその記述法について述べる。結晶構造を決定するために重要な回折結晶学の基礎とX線回折法, 電子顕微鏡法等の実験的手法の特徴について示すとともに, 種々の結晶構造の安定性に寄与する5種類の結合の特徴と, 結晶中の電子の挙動を理解するために金属の電子論について述べる。また, 様々な外因によって起こる構造相転移について解説する。さらに, 特異な構造をもつナノ結晶や結晶が長範囲秩序を失うために必要な条件等についても紹介する。本講義を通して, 結晶の特徴を幾何学および物理・化学的な両面から理解する。

1. 結晶学の基本概念と結晶構造解析法: 長範囲秩序・短範囲秩序・無秩序構造, 結晶の骨格を示す3次元の実格子と逆格子, 粒子線回折法の基礎, 結晶構造因子, X線回折法, 電子顕微鏡法等
2. 結晶結合と電子論: イオン結合, 共有結合, 金属結合, 分子結合, 水素結合, 自由電子模型, 周期場中での電子の運動等

テキスト: 指定はしないが, 以下の参考書を推薦する。

「キッテル固体物理学入門 上」(C. キッテル原著, 丸善)

「カリティX線回折要論」(B. D. カリティ原著, アグネ技術センター)

「電子回折・電子分光」(三宅静雄編, 共立出版)

「固体の電子構造と化学」(P. A. コックス原著, 技報堂出版)

履修要件: 学部の材料工学I, II, 量子力学等の内容を理解していることを前提とする。

### 量子物性工学

Quantum Materials Engineering

助教授 田中 章順

A. Tanaka

目的・方針: ナノメータ領域のサイズを持つ材料においては, 原子, 分子や巨視的固体(バルク結晶)では見出すことができない, 中間的な物性及びそれらに基づいた新奇な機能性が発現する。これらの基礎物性や機能性は, 量子力学的効果が顕在化することにより発現する。本講義では, 金属や半導体のナノ構造材料に発現する, 量子力学的効果に起因した, 基礎物性(量子物性)ならびに機能性及びそれらの評価方法に関する基礎的概念と最先端の研究例について, 特に真空紫外・軟X線領域の高エネルギー分光学的見地から講述する。

内 容：1. 序論

- 1-1 ナノ構造材料
- 1-2 高エネルギー分光
- 2. 真空紫外・軟X線領域のスペクトロスコピー
  - 2-1 シンクロトロン放射光
  - 2-2 光電子分光の原理
  - 2-3 角度分解光電子分光
  - 2-4 内殻吸収分光
  - 2-5 XAFS (X-ray Absorption Fine Structure : X線吸収微細構造)
- 3. 高エネルギー分光学的手法による最新の量子物性研究例
  - 3-1 角度分解光電子分光による金属ナノ薄膜の量子物性研究
  - 3-2 光電子分光による金属ナノ粒子の量子物性研究
  - 3-3 光電子分光及び放射光分光により半導体ナノ粒子の量子物性研究
  - 3-4 フェムト秒コヒーレント時間分解2光子光電子分光：光励起ダイナミクス

テキスト：プリントを配布する。

履修要件：学部の材料工学Ⅰ，Ⅱ，量子力学，原子物理工学等の内容を理解していることを前提とする。

**エネルギー工学論**

未定

Advanced Energy Engineering

目的・方針：我々の生活は、多種、多量のエネルギー資源の消費の上に成り立っているが、更に世界的な人口の増加、経済成長の発展・展開を考える時、益々、多量、多岐に亘るエネルギーが必要とされてくる。しかし、エネルギー (Energy) 問題には、環境 (Environment)、経済 (Economy) の3つのEを調和させて解決していかなければならない (Trilemma)。特にCO2排出のような環境問題への規制がきびしくなってくる。これらを含めてエネルギー問題を考えるに当たっては経済的、さらに質的な面でのエネルギー評価法を把握、理解しておく事が重要となる。従来の熱力学の第1法則による熱量バランス以外に、熱を扱う非可逆性の大きい機器の効率を論じるとき、特に、熱力学の第2法則に基づくエネルギーの質の違いを表す有効エネルギー (エクセルギー) の概念が重要であり、その使い方、実用例について述べる。

内 容：・国内外のエネルギー事情

- ・新エネルギーの現状と将来
- ・熱力学の第1，第2法則，エネルギー評価
- ・有効エネルギー (エクセルギー) の概念
- ・不可逆過程と有効エネルギー (エクセルギー) 損失 (原因別損失分析)
- ・有効エネルギー (エクセルギー) の実用計算式
- ・有効エネルギー (エクセルギー) の実施例と考え方

テキスト：プリントを配布

参考書：「エクセルギー講義」押田勇雄，共立出版  
「エクセルギー入門」信澤寅男，オーム社  
「熱管理士教本」石谷清幹他，共立出版

履修要件：熱力学，熱物質移動学の基礎知識が必要

**熱エネルギーシステム工学**

助教授 浅野 等

Thermal Energy System Engineering

H. Asano

目的・方針：化石燃料の枯渇，CO<sub>2</sub>やフロンガスなどの地球温暖化ガスの排出規制を背景として，省エネルギーとともにエネルギーの有効利用が強く求められている。一次供給エネルギーの大部分は化石燃料の化学エネルギーに依存しており，化学エネルギーは熱機関により電力，動力，熱などのエネルギーに変換され，

我々の生活で利用されている、一次供給エネルギーの有効利用には熱機関の熱効率（冷凍機器の場合、成績係数）の向上が有効であることは言うまでもないが、エネルギー需要に対し適切にエネルギー供給機器を組み合わせた、電力・熱を同時に供給するコージェネレーションシステムも注目されている。講義では、これらの熱エネルギーシステム構成機器の動作原理を示すとともに、熱エネルギーの利用で欠かすことのできない熱交換器の構造及び設計手法について講述する。

- 内 容：1. 近年のエネルギー供給システムの概説  
コージェネレーションシステム  
廃棄物燃焼熱利用発電システム  
燃料電池システム  
水素燃焼発電システム
2. ヒートポンプサイクルの動作原理と性能評価  
圧縮式サイクル  
吸収式サイクル  
吸着式サイクル
3. 熱交換器の構造及びその設計法  
熱回収ボイラ、コンパクト熱交換器、など

テキスト：用いない。プリントを適宜配布する。

履修要件：熱物質移動学、エネルギー変換工学、熱力学などを履修していることが望ましい。

### 輸送現象論

教授 竹中 信幸

Transport Phenomena

N. Takenaka

目的・方針：運動量、熱エネルギー、物質の輸送は、機械、化学、原子力の工業分野のみならず、海洋、大気、気象といった自然科学分野においても重要である。これらの輸送現象は、異なった物理量の保存則を一般的な定式化を行うことによって、統一的に扱えるものであり、原子・分子運動論による構成式の定式化、保存則による基礎式の定式化、乱れ量の基礎式、乱流のモデリングを通して輸送現象全般の理解を図る。またその結果をもとに相変化現象、二相流のモデリングについても概説する。

- 内 容：原始・分子運動論による状態式の導出、平均自由行程  
分子粘性力、熱流束、分子流束の構成式の導出  
保存則による基礎式の導出、境界値条件  
基礎式、境界値条件の無次元化、無次元数の導出、相似則、無次元相関式  
乱れ量の基礎式の導出、レイノルズ応力モデル、乱流熱流束、乱流拡散  
乱流のモデリング、混合長モデル、乱流粘性モデル、 $k-\epsilon$ モデル  
相変化現象、二相流のモデリング

テキスト：プリント配布

参考書：「工業熱力学入門」竹中信幸、小沢守 コロナ社  
「数値流体力学」標宣男他 朝倉出版  
「気液二相流」植田辰洋 養賢堂

履修要件：熱力学、流体力学、熱物質移動

### 宇宙機械論

非常勤講師 遠山 伸一

Space Mechanical Engineering

S. Toyama

目的・方針：宇宙航行体およびそれらの搭載機器が共通して持つ地上機器との相異は、打ち上げ時の振動、宇宙における無重量、高真空、放射線等の環境や宇宙塵や宇宙デブリの存在である。この観点から、宇宙開発の中心となるロケット、衛星システムの構成要素がどのように設計されているかについて概論する。宇宙機械に必要な技術は多岐に亘るが、その中で機械工学を専門とする技術者に必要な基礎知識として、輻

射に関する基本式，宇宙空間における熱バランス式，衛星／搭載機器の熱制御方法について講義する。また，ロケットの搭載機器やエンジンノズルの熱制御や冷却方法の特殊性や，将来の技術として無重力場における潜熱輸送システムの技術課題について開発例をもとに解説する。

- 内 容：・宇宙開発の経緯と現状
- ・宇宙環境と宇宙機械
  - ・ロケットシステムの構造と熱制御
  - ・人工衛星システムと熱制御
  - ・宇宙開発の現状と将来

テキスト：プリントを配布

参考書：「図説 宇宙工学概論」岩崎信夫 丸善プラネット

「宇宙工学概論」小林繁夫 丸善

「Space Vehicle Design」Michael Griffin and James French, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.

「Rocket Propulsion Elements」George P. Sutton and Oscar Biblarz, Wiley-Interscience.

「Spacecraft Thermal Control Handbook」David G. Gilmore, AIAA.

### 一般熱力学

教授 富山 明男

Applied Thermodynamics

A. Tomiyama

目的・方針：熱力学の基礎知識を熱流体システムに適用し，熱機関を設計・開発する際に重要となるエネルギー損失の発生原因，エネルギー損失を考慮した熱流体系の基礎保存式，燃焼・化学反応熱流体の基礎保存式の理解を目指す。また，様々な熱流体系に対する数値モデルを基に，エネルギー変換過程及び不可逆過程を理解し，実験あるいは数値計算等によりエネルギー変換・損失過程を評価する方法を身につける。板書は全て英語で行う。講義2回に一回程度の割合で与えられる課題に対しレポートを提出する。成績評価は出席及びレポートによる。

内 容：講義は配布プリント及び板書を基に以下の順序で進める。

1. 熱力学の基本法則の復習
2. 流体粒子のエネルギー保存と消散
3. 流体粒子のエントロピー保存とエントロピー生成
4. ギブス及びヘルムホルツの自由エネルギーと有効エネルギー
5. 開放系の平衡と相律
6. 一成分系の熱力学とVan der Waalsの状態方程式
7. 多成分系の熱力学
8. 多成分熱流体系のエネルギー・エントロピー保存
9. 界面の熱力学
10. 混相熱流体系のエネルギー・エントロピー保存
11. 地球環境と熱力学

テキスト：なし。ただし，講義の参考書として以下のテキストを推薦する。

(1) 横田伊佐秋著，熱力学，物理テキストシリーズ3，岩波書店，1979.

(2) H. Reiss著，Methods of Thermodynamics, Blaisdell Publishing Co., 1965.

履修要件：熱力学・流体力学・流体工学及びテンソル演算等を修得していること。

### 数値熱流体力学

助教授 能登 勝久

Computational Thermo-Fluid Dynamics (CTFD)

K. Noto

目的・方針：流れと熱移動が共存する現象はいたる所に存在するが，この現象は典型的な非線形かつ複雑系の現象であるため，純解析的にはアプローチできない。さらに実験と計測手法では，時間と空間のスケールの大

きい現象，たとえば地球規模の現象や着目する現象の将来予測などの解明，原子炉の爆発による核物質の拡散汚染のような危険な現象の解明にはどうしても数値解析と数値シミュレーションの方法によらなければならない。本講では流れと熱移動が共存する現象の差分法による数値解析を講述する。対象とする現象には乱流現象や燃焼現象も含める。

内 容：次の項目からいくつかを選んで講義する。

1. 流れと熱移動が共存する現象のモデリング
2. 定式化：圧縮性流体の基礎方程式系と浮力項の誘導
3. 格子系と格子生成とその数値計算
4. 境界適合一般曲線座標系
5. メトリックとその離散化
6. 離散化とスキームとその精度
7. 非線形方程式の解法のアルゴリズム
8. 打ち切り誤差と数値粘性
9. 丸め誤差と数値安定性
10. 格子依存性
11. 熱伝導の数値計算
12. 対流の数値計算
13. カオス
14. 乱流とその直接数値シミュレーション (DNS)
15. 分子動力学とそのシミュレーション (MD)
16. 複雑系とそのシミュレーション

授業の進め方：講義と演習（レポート課題）を組み合わせる。

テキスト：なし。

履修要件：計算力学，流体力学，伝熱学，熱力学を履修していることが望ましい。

## 燃焼工学

Combustion Engineering

助教授 細川 茂雄

S. Hosokawa

目的・方針：化石燃焼から熱エネルギーを取り出す際に行われる燃焼現象を対象として講述する。燃焼現象の基礎を修得するとともに，燃焼工学の視点から燃焼を含む装置や機器の特性，大気汚染物質の生成などについて理解，検討できる能力を身に付けることを目標とする。成績は，レポートと出席により評価する。

内 容：講義は，板書を中心に以下の内容ですすめる。

1. 燃焼と燃料  
燃焼の定義と燃料の種類および燃焼形態の分類について概説する。また，燃焼工学で用いられる基礎用語，無次元数を紹介する。
2. 燃焼反応と反応速度  
燃焼反応，発熱量および燃焼反応速度について解説する。
3. 層流予混合火炎  
気体燃料と酸化剤が予め混合され（予混合気），層流状態で燃焼する層流予混合火炎の構造および燃焼速度および吹き消えや逆火について解説する。
4. 乱流予混合火炎  
予混合気が乱流状態で燃焼する乱流予混合火炎の火炎構造と燃焼の支配因子について解説するとともに，乱れと燃焼の関係，乱流燃焼速度について述べる。また，火炎を安定にするための保炎方法について概説する。
5. 拡散火炎  
気体燃料と酸化剤が混合しながら燃焼する拡散火炎の種類と火炎構造について概説するとともに，

典型的な拡散火炎における燃焼反応について解説する。

#### 6. 液滴燃焼

液体燃料を燃焼させる場合の燃焼過程および火炎の特徴を概説するとともに、噴霧、蒸発、燃焼速度等に関する相関式を紹介する。

#### 7. 燃焼装置と燃焼特性

自動車用エンジン、ジェットエンジン等、実際の燃焼装置における燃焼特性および課題について概説する。

テキスト：参考書として、燃焼学 平野 敏右 海文堂

燃焼工学 水谷 幸夫 森北出版

Combustion J. Warnatz et al. Springer

履修要件：熱力学を履修していること。

### 非線形連続体力学

Theory of Nonlinear Continuum Mechanics

教授 富田 佳宏

Y. Tomita

目的・方針：今日力学に関連した工学問題は、扱う材料あるいは変形状態の多様性に加えて熱化学反応を伴うような非常に複雑なものとなる場合が多い。このような問題は、材料の変形、熱の発生と拡散あるいは各種反応がお互いに連成しているため、個別に扱うことは困難であり、統一的に取り扱うことが不可欠である。そこで、本講義では、変形、熱、各種反応等を伴った熱力学的変形過程を統一的に取り扱うことを可能にする非線形連続体力学とその応用について講述することを目的とする。

内容：連続体力学を論じる上において不可欠の、ベクトル、テンソルの一般的な性質について、直交デカルト座標系に加えて一般曲線座標系を参照して説明する。続いて、連続体の変形を考える上で重要な変位、ひずみ、力、応力の一般的な概念を示し、連続体に対して不変的に成立する各種保存則を変位、ひずみ、応力、温度等の場の変数の支配方程式の形で与える。続いて、各種流体と固体の非線形熱力学的応答を構成式の形で示す。これらの構成式と各種保存則から、連続体の熱力学過程に対する境界値問題を定式化する。このような問題の数値シミュレーション法を定式化するための指導原理である各種変分原理ならびに重み付き残差法について述べる。最後に、連続体の非線形問題のシミュレーションに多用されている有限要素法について言及する。

授業の進め方：講義を中心とした形態をとるが、理解度を深めるため、さらには実際の現象のモデル化を経験するための演習を行う。なお、力学の講義科目では予習ならびに復習が不可欠である。そのために、予め登録した受講者にemailにて講義予定ならびにそれぞれの講義の到達目標を知らせる。

テキスト：プリントまたは教科書（適宜指定する）を用いる。

履修要件：学部において、連続体力学、固体力学等についての基礎科目を履修していることが望ましい。

その他：講義内容についての質問は随時受け付けているので、講義担当者の所まで連絡されたい。また、講義に関する各種情報および成績等は、固体力学研究室のホームページ(<http://solid.mech.kobe-u.ac.jp>)の掲示板に掲載している。また、emailによって個別に通知する。

### マルチスケール固体力学

Multi-scale solid mechanics

助教授 長谷部忠司

T. Hasebe

目的・方針：近年のコンピュータ能力の飛躍的な進歩により、材料に関する各種プロセスおよび構造シミュレーションが可能となってきており、解析手法自身の開発や高度化に加え、使用される材料モデルの高精度化への要求が急激に高まっている。一方、固体材料のミクロからマクロに至る各種スケールを横断した物理モデルの構築において、力学諸現象をいかに捉えるかの認識論の重要性が益々高まってきており、こうした正しい認識論に立った上で、従来の諸理論やモデルをどのように活用するか、あるいは新たな概念をどのような観点から導入すべきかなどを重点的に議論し明確にすべき段階に達している。本講義では、固体材料の変形や破壊現象の統一的記述を目指して担当者自身が近年提唱している"塑性における場の

理論”を取り上げ、古典的なマイクロメカニクスおよび一般化連続体力学における諸概念と相互に関連付けながら説明するとともに、同理論の認識論的側面、数理的側面および実際の適用例を独自の観点から講述する。従来の理論・モデルとしては結晶転位論、結晶塑性論、多結晶塑性論、コッセラ連続体、高次連続体、ひずみ勾配理論、極性連続体、マイクロメカニクス、分子動力学、フェーズフィールド法および均質化法などに言及する。また、場の理論に関連した諸理論として、非リーマン塑性論、ゲージ理論、および場の量子論を取り上げ、基本となる諸概念の説明や物理的意味付けを詳細に行う。“塑性における場の理論”は未だ構築過程にあり完成に至っておらず、本講義は、こうした新たな学問体系を築き上げていく過程を共有する場であると看做すことができる。同機会を有効に活用することで、受講者が従来の既成理論習得型から参加発信型への学習態度を習得できるよう各種の配慮をしたい。

テキスト：講義において指示する。

参考文献：「マイクロメカニクス入門」大南正漢編，(1980) オーム社

“A Gauge Theory of Dislocations and Disclinations” A. Kadic and D.G.B. Edelen, Lecture Notes in Physics 174 (1983) Springer-Verlag.

「物性論における場の量子論」永長直人著，(1995) 岩波書店 等

履修要件：連続体力学，固体力学，数値弾性力学に準ずる科目を履修していることが望ましい。

その他：講義内容についての質問は随時受け付けているので，講義担当者の所まで連絡されたい。また，講義に関する各種情報は，個別にE-mailにて受講者に知らせる。

## 計算材料科学

助教授 屋代 如月

Computational Materials Science

K. Yashiro

目的・方針：近年のコンピュータの飛躍的な発展は，材料科学と材料工学の分野において，従来の実験観察手法によらず，計算機上の仮想シミュレーションにより新事象を見出そうとする「計算材料科学 (computational materials science)」と呼ばれる分野の発展をもたらした。現在，計算材料科学で主として扱われている問題は，材料内部における転位や結晶粒界等の「格子欠陥」の構造やカイネティクス，およびそれらの相互作用である。分子軌道法や密度汎関数法などの電子論的アプローチ，モンテカルロ法や分子動力学などの原子論的アプローチ，離散転位動力学や準連続体力学(quasi-continuum)などのメソスケールアプローチなど，種々のスケールで多様な数値的予測手法が提案され，材料の変形・破壊において格子欠陥が担う役割を解明すべく，非常に多くの研究が精力的になされている。本講義では，計算材料科学で用いられている主な数値シミュレーション法の概説，および，関連の最新の研究成果について説明する。

内容：密度汎関数理論，分子動力学法，モンテカルロ法，離散転位動力学法および準連続体力学等の数値シミュレーション法について概説する。ついで，密度汎関数法による界面エネルギーの精密な評価，分子動力学による界面-転位間のダイナミクス，離散転位動力学による多数の転位の相互作用，準連続体力学による界面近傍の変形挙動の原子-連続体マルチスケール解析などの最新の研究成果について紹介する。講義を中心とした形態をとるが，最新の文献を選択し，それに関する集中討論を通じて現状の把握を促す。

テキスト：講義において指示する。

参考文献：森北出版株式会社「コンピュータ材料科学」D.Raabe原著 酒井・泉訳他

履修要件：固体物性の基礎，材料工学，固体力学に準ずる科目を履修していることが望ましい。

## トライボロジー

教授 大前 伸夫

Tribology

N. Ohmae

目的・方針：ナノテクノロジーやマイクロマシンが近未来のものではなく，現実のものとして具体化し始めた21世紀，トライボロジーが果たす役割は極めて大きい。すなわち，2つの表面の組成や構造を分子・原子レベルまで掘り下げて特定することはもちろんのこと，その相互作用を理解することなしに，円滑な運動の伝達や正確な情報の転送を可能にすることはできない。トライボロジーは機械工学は言うに及ばず，

物理・化学の基礎知識が必要とされる学際的研究分野であって、サポーティングテクノロジーからベーシックテクノロジーへと移行しつつあることを講義する。

内 容：トライボロジーの定義は相対運動を行う2つの表面間の科学と技術で、旧来、摩擦・摩耗・潤滑と個別に称されていた研究分野をまとめ、1966年英国のJostが提唱したものである。鉄道、自動車、航空機等の運輸産業から、鉄鋼、加工等現在の産業の多くの分野で様々な問題を解決してきた。トライボロジーの基礎として

- ・ トライボロジーの歴史、
  - ・ 摩擦・摩耗・潤滑の研究、
  - ・ 種々の環境下でのトライボロジー、
- を紹介し、アドバンスドトライボロジーとして
- ・ 実在表面とその相互作用
  - ・ マイクロ/ナノトライボロジーに影響を及ぼす因子
  - ・ 高密度磁気記録装置、マイクロマシン、マイクロサテライト等、
- マイクロ/ナノトライボロジーの最前線について詳述する。

テキスト：開講時に指定する。OHP、VTRを併用する。

履修要件：応用表面工学、マイクロマシンを受講されたい。

### 応用表面工学

Applied Surface Engineering

助教授 田川 雅人

M. Tagawa

目的・方針：近年の工業技術の飛躍的な進歩は、表面工学の発展を抜きには語ることができない。触媒や金属防食などは固体表面に関する代表的応用分野として古くから興味を持たれてきたが、最近ではLSI、半導体レーザー、高感度センサーなどのエレクトロニクス分野をはじめ、電子工学、金属工学、さらには磁気記憶装置やマイクロメカニクスなどの発展に伴い機械工学分野、航空宇宙工学分野でも重要な地位を占めつつある。本講義では固体材料間の力学的・物理化学的性質あるいは分子間に働く相互作用についての知識ならびに、固体表面の分析やプロセッシングに関する事項を講義する。併せて具体的なトピックスについて外国書あるいは英語論文講読を交えて議論を進める。

内 容：以下の項目等について講義する。

工学における表面の重要性

分子間に働く分子間力、中性分子間のvan der Waals力、表面間のvan der Waals力

付着、表面・界面エネルギーと接触角

実験的手法：接触角測定、分子線法、原子間力顕微鏡、微小押し込み試験など

固体と分子の表面反応

固体表面のキャラクタリゼーションとプロセッシング

応用事例：マイクロメカニクスへの適用技術、宇宙環境での工学的諸問題など

英語論文講読とその内容に対する議論

テキスト：開講時に指定する。参考書として代表的なものを挙げておく。

小間篤他編 表面科学入門 (丸善)、D.Briggs他著 表面分析 (アグネ承風社)、J.N.Israelachvili著

分子間力と表面力 (マグロウヒル)、Somoroja著 Introduction to Surface Chemistry and Catalysis

(Willy and Sons)、Luth著 Surfaces and Interfaces of Solid Materials (Springer)など

履修要件：特に指定はしないが、結晶物理学、真空工学特論、表面物性学I、表面物性学IIを受講することが望ましい。

その他：成績評価は期末試験とともに論文講読のレポートあるいは発表内容等を加味する。

### マイクロマシン

Micromachine

非常勤講師 武田 宗久

M. Takeda

目的・方針：リソグラフィと薄膜製造技術という半導体加工における2つの主要技術を中心にして、これまで夢のような話であった微小な機械、すなわちマイクロマシンやMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) が製造できるようになってきた。このようなSiのファブ리케이션を用いた当初のマイクロマシンの開発のみにとどまらず、現在では放射光を利用したLIGAプロセス (Lithographie Galvanoformung Abformung, ドイツ語の露光, めっき, 射出成形) や、超精密加工を応用したいわゆるミリマシンまで開発されている。さらに分子機械あるいは生物機械とも呼べるナノマシンは生体機能を応用したものとして注目を集めている。ここでは、ミリマシン, マイクロマシン, ナノマシンの理解に必要な理論, 製作技術, 応用について紹介する。

内容：マイクロマシンとは何か。ものを小さくするとどんなことがおこるか。小さな生物はどのような知恵で生きているかから始まり、マイクロマシンを造るために必要な設計技術, 製造技術, 評価技術を歴史的背景もふまえて詳論する。また、国家プロジェクト「マイクロマシン技術の研究開発」で実施された内容および最近の研究開発の事例として、光分野のMOEMS (Micro Opto Electro Mechanical Systems), 無線通信分野のRF-MEMS, 化学分野の $\mu$ TAS (Micro Total Analysis System), バイオ分野のBio MEMS, エネルギー分野のPower MEMSの内容について紹介する。さらに、マイクロマシンとナノテクノロジーとの関連についても説明する。

テキスト：特に定めませんが、プロジェクトやVTRを使用して最新の動向についても紹介していく。

履修要件：特に指定はしないが、応用表面工学, トライボロジー, 真空工学特論等を履修することが望ましい。

## 混相流体力学

Multiphase Fluid Dynamics

教授 富山 明男

A. Tomiyama

目的・方針：気相・液相・固相が混在して流動する混相流現象を評価・予測する際に必要となる数理的基礎を修得する。瞬時局所的基礎式・相界面における境界条件式・平均化方程式・分散粒子・気泡・液滴に対する運動方程式の導出過程を通して、ベクトル解析・テンソル解析を自由に駆使できる能力を身につけると共に、現状の混相流数理モデルに含まれている問題点・課題を把握する。専門用語を習得するため板書は全て英語で行う。講義2回に一回程度の割合で与えられる課題に対しレポートを提出する。成績評価は出席及びレポートによる。

内容：講義は配布プリント及び板書を基に以下の順序で進める。

1. ベクトル解析・テンソル解析の復習
2. 流体力学の復習
3. 熱力学の復習
4. Reynolds輸送定理とLeibnitz Rule
5. 瞬時局所的質量・運動量保存式
6. 相界面における境界条件とその物理的意味
7. 相定義関数と平均化の基礎
8. 平均化方程式
9. 気泡・液滴・粒子の運動方程式
10. 気液間相互作用モデル
11. 数理モデルの活用事例と課題

テキスト：なし。ただし、講義の予習・復習の参考書として以下のテキストを推薦する。

- (1) R. Clift, J.R. Grace, M.E. Weber著, Bubbles, Drops and Particles, Academic Press, Inc., 1978.
- (2) G. Hetsroni編著, Handbook of Multiphase Systems, McGraw-Hill, 1982.
- (2) P.B Whally著, Boiling, Condensation and Gas-Liquid Flow, Oxford Science Publications, Clarendon Press, 1987.

履修要件：流体力学・流体工学・熱力学・ベクトル解析等を修得していること。

## 混相流体計測論

助教授 細川 茂雄

Instrumentation for Multiphase Flows

S. Hosokawa

目的・方針：気相・液相・固相が混在して流動する混相流現象の定量的評価・解明および流動状態の監視・制御に必要な計測手法の基礎知識を修得するとともに、現在の計測手法の問題点・課題を把握する。また、その具体的応用方法を理解し、計測上の問題を解決できる能力を身につける。成績は、中間および期末レポートと出席により評価する。

内容：講義はOHP及び板書を基に以下の順序ですすめる。

1. 混相流における計測物理量  
混相流計測において対象となる物理量について解説するとともに計測結果と物理量との関係について解説する。
2. 計測の不確かさ、誤差評価  
不確かさについて概説するとともに、誤差要因と誤差評価法について解説する。
3. 流体物性、流動条件の計測  
実験を行うにあたり最も基本となる密度、粘性、表面張力等の流体物性および温度、流量、環境圧力等の計測方法について種類と原理を解説する。
4. 体積率計測法の種類と原理  
体積率測定法を電気的手法、光学的手法に分類し、電気回路、光学の基礎を交えながら種類と原理および利用に際しての留意点について解説する。また、中性子やX線を利用した体積率測定法を紹介する。
5. 速度計測法の種類と原理  
ピトー管、熱線流速計、レーザドップラ流速計、粒子画像計測法等についてその原理を解説するとともに、混相流へ適用した場合の問題点と解決法について解説する。また、光化学反応を用いた可視化手法について概説する。
6. その他の物理量（温度、濃度、粒子径等）の計測法と原理  
温度、濃度、粒子径等その他の物理量の計測方法について、その種類と原理を解説する。
7. データの解析・処理、インターフェース  
測定データの解析・処理データおよび計測機器のインターフェースについて解説する。

テキスト：なし。参考書は、講義中に適宜紹介する。

履修要件：流れ学・流体力学・熱力学・計測工学等を修得していること。

## 破壊力学

教授 中井 善一

Fracture Mechanics

Y. Nakai

目的・方針：き裂の応力集中率は無限大であり、どのような小さい負荷に対しても、き裂先端における応力は無限大となる。しかしながら、き裂のある部材に力が作用しても、常に破壊するとは限らない。本講義では、どのような力学的条件下でき裂が進展し、それを含む機械要素や構造物の破壊を導くのかを説明するとともに、その知識によって、機器・構造物の健全性評価を行う方法を述べる。

- 内容：1. 破壊力学とはなにか  
2. 線形破壊力学と小規模降伏  
3. 弾塑性破壊力学とJ積分  
4. 数値破壊力学  
5. 破壊じん性  
6. 疲労き裂伝ば  
7. 応力腐食割れと腐食疲労き裂伝ば  
8. クリープき裂伝ばと高温疲労き裂伝ば  
9. 機械・構造物の健全性および余寿命評価への応用

## 10. 破壊力学実験における計測・モニタリング手法

テキスト：なし

履修要件：材料力学および材料強度学を十分に理解していること。

### 複合材料学

助教授 田中 拓

Mechanics of Composite Materials

H. Tanaka

目的・方針：二種類以上の素材を組み合わせた複合材料は、個々の素材にはない優れた特性を発揮する先端材料として、機械・構造用をはじめとする幅広い分野で実用化が進められている。しかしその一方で、複合材料の設計や強度評価においては、金属材料のような均質材料とは異なる手法が必要とされることも多い。本講義では、複合材料の種類や応用例の紹介を皮切りに、複合材料を使用する上で重要な力学の基礎や強度・寿命評価手法を説明するとともに、複合材料に関する最近の話題と今後の展望について述べる。

内容：1. 複合材料の種類・特徴・応用例  
2. 複合材料の弾性特性  
3. 複合材料積層板の変形  
4. 熱応力と熱変形  
5. 破壊と強度  
6. 複合材料の破壊力学  
7. 破壊じん性と疲労  
8. 複合材料のスマート化  
9. 複合材料と環境問題

テキスト：なし

履修要件：材料力学および材料強度学を理解していること。

### 信頼性工学

非常勤講師 中易 秀敏

Reliability Engineering

H. Nakayasu

目的・方針：機械構造物が大規模で複雑化した今日では、それらが指定した機能を正常に発揮することは容易ではなく、ひとたび故障や破壊が生じると重大な社会的・経済的喪失が生じることが危惧される。信頼性工学は、機械構造システムが機能を正常に発揮する信頼性を算出し、機能喪失が発生する破損確率を定量的に評価し、信頼性の高い機械構造システムを設計生産するための方法論である。講義においては、学部の工学システム設計論のアドバンスドコースを意識して、主として確率論的不確定性を考慮した工学的解析法と評価法の習得を目指して、まず確率統計解析や実験計画法などの不確定性分析法を学習する。ついで、こうした解析と評価に基づく設計・生産活動における安全性の取り込みについて関連する主要な研究論文を中心に討論する。

内容：以下の各論について学習する。

- 第1章 確率モデルと統計解析
- 第2章 実験計画法
- 第3章 構造信頼性理論
- 第4章 ケーススタディ

テキスト：前半は基礎になる理論をまとめたプリントを配布して学習する。後半は関連する主要な研究論文を対象に討論する。

履修要件：特になし。ただし、確率モデル、統計解析や事故解析・安全性評価に関心があること。

### 流体非線形力学

教授 葛原 道久

Nonlinear Dynamics in Fluids

M. Tsutahara

目的・方針：流体现象において非線形性が本質的となる現象の物理的な意味、および理論的な取り扱いについて理解

することを目的とする。特に流れのパラメータによる摂動展開の手法、各種の境界層の解析、分散性の波動およびソリトンなどについての解析的手法を述べる。流れの不安定性と分岐およびカオスについても概述する。適宜演習を行い、確実な理解を目指す。

- 内容：○圧縮性亜音速流れに対する、流れのマッハ数による正則な摂動展開  
摂動法の概要
- 非圧縮低レイノルズ数流れのレイノルズ数による展開が破綻する理由  
特異摂動法および漸近解の概念の理解  
ストークス展開とオセーン展開および接合漸近展開
  - 境界層の概念と、方程式中の各項のオーダーの見積もり方  
座標の引き延ばしと接合漸近展開の一般化
  - 非線形波動に対する正則摂動法の破綻と永年項  
多重スケール展開と可解条件および各種の非線形方程式
  - 浅水波の方程式からKdV方程式の導出の考え方  
クノイダル波および孤立波解とその性質
  - 非線形波動方程式のいくつかの厳密な解法
  - 定常解、分岐および不安定性  
サドルノード、交代臨界点、ピッチフォーク分岐、ホップ分岐  
超臨界安定、亜臨界不安定
  - ベナール対流の簡単なモデルであるローレンツモデルの導出
  - カオスとカオスアトラクター  
カオスの簡単な一般論

テキスト：なし、ノート講義、参考書は適宜通知する。

履修要件：流体力学の知識と微分方程式の簡単な知識のあることが必要である。

## 気体力学

Gas Dynamics

助教授 片岡 武

T. Kataoka

目的・方針：超音速機・ロケットに代表される航空宇宙工学の分野のみならず、蒸気タービンなどの流体機械や配管内でも高速な流れが生じると、気体の圧縮性の考慮が必要となる。また音速を超える流れでは衝撃波が発生し、圧力・温度の急上昇や流れの抵抗が増大などの問題を引き起こす。本講義ではまず圧縮性や衝撃波の発生について基礎的な理解をするために、まず一次元の流れを取り扱い、摩擦を無視しかつ断熱の仮定をおく等エントロピ流れとしての考え方や垂直衝撃波などの事項を把握する。また特性曲線などによる二次元流れの解析、実際の場合に考慮が必要な粘性等の影響を含む境界層流れなどについて述べる。

内容：本講義の内容の主な項目は次の通りである。

1. 一次元流れの基礎方程式
2. 管路内の一次元流れ  
断熱流れ、等エントロピ流れ、垂直衝撃波
3. 超音速ノズルと超音速ディフューザー  
ラバルノズル、ディフューザー、超音速風洞
4. 一次元非定常流れと波動  
微小擾乱の過程による波動の線形理論、特性曲線法  
衝撃波の形成、衝撃波管
5. 二次元非定常流れ  
基礎方程式、プラントルマイヤ流れ、二次元特性曲線法  
斜め衝撃波、衝撃波および膨張波の反射・干渉

6. 超音速流の境界層, 実在気体効果等  
講義の区切りでレポート課題を出題する。

参 考 書: 教科書は用いないが, 下記の参考書から内容を選択しており, 参考書として推薦する。  
気体力学 リープマン・ロシュコ著, 神元訳, 吉岡書店

履 修 用 件: 学部での流体力学, 熱力学等の基礎科目の内容は理解しているものとする。

## 分子気体力学

非常勤講師 青木 一生

Molecular Gas Dynamics

K. Aoki

目的・方針: 我々が日頃接する気体の振舞は, いわゆる流体力学によって正しく記述されると考えられている。しかし, 航空宇宙工学などで重要な低圧気体, マイクロ・ナノ工学で問題となる微小系の気体では, 気体分子の平均自由行程が系の代表的な長さ比べて無視できず, 従来の流体力学ではその振舞を正しく記述できない。すなわち, この場合には, 流体力学が取り扱う密度, 温度, 流速といった巨視的変数のみでは系の振舞を記述するのに不十分で, 気体が様々な速度の分子で構成されていることを表現できる微視的取り扱いが必要となる。このような気体分子運動論の立場から, 従来の気体力学の問題を含む広範な条件での気体の振舞を取り扱う分野を分子気体力学と言う。分子気体力学は, 従来の流体力学の守備範囲を超える問題を取り扱うばかりでなく, 微視的立場から流体力学の(本来それが正しい結果を与えるべき場合の)妥当性を再検討するという重要な役割を併せてもっている。実際, 最近になって, 従来の流体力学がもっている欠陥, すなわち, ごく普通の常圧気体の振舞を正しく記述できない場合があることが, 分子気体力学によって明らかになった。

本集中講義では, 上述の分子気体力学の基礎的事項および簡単な応用について講述する。

内 容: 具体的内容は以下の通りである。

### 1. ボルツマン方程式

分子気体力学の基礎方程式であるボルツマン方程式について, その物理的構造, 後で必要となる基礎的性質, 境界条件(気体分子と境界面との相互作用)等を解説する。

### 2. 非常に希薄な気体の振舞

気体分子同士の衝突の効果が無視できる程度に気体の密度が小さく, 気体の振舞が主として境界との相互作用によって決まる場合(自由分子流)を取り上げ, その取り扱い方法, 物理的性質について述べる。

### 3. やや希薄な気体の振舞

気体がやや希薄な場合を考え, その振舞が通常の流体力学を少し修正した形で取り扱えることを示し, それをもとに低圧気体に特有の物理現象を紹介する。さらに, 従来の流体力学がもっている欠陥についても簡単に触れる。

### 4. 中程度に希薄な気体の振舞とそのシミュレーション法

上記1および2以外の一般の希薄度の気体の挙動を調べるには, 直接的数値解析が必要になる。その簡便な方法である粒子的方法(モンテカルロ法)を紹介する。

但し, 講義の進行具合により, 上記内容を変更, 割愛することがある。

テキスト: 曾根良夫・青木一生著「分子気体力学」(流体力学シリーズ3, 朝倉書店, 1994)を使用する。

## 人工物創成学

教授 白瀬敬一

Synthesis of Artifacts

K. Shirase

目的・方針: 人はその歴史の中で, いろいろなものを創り出してきた。人が創り出したもの—すなわち人工物は, 要求を満たすように産み出されているが, 人や社会を豊かにすることもあれば, 人の生存や環境を脅かすこともある。そうした人工物がどのように進化し, これからどのように変化していくのか, そうした人工物をどのように創成するべきかを考える。特に人工物は単純なものから複雑なもの, 知的(高等)なものへと進化することが期待され, 人工物の進化を考える場合に生物の進化の概念が持ち出される。し

かしながら、人工物の進化は生物の進化と同じというわけにはいかず、人や環境との関わりも無視するわけにはいかない。学生による論文調査と発表を中心に、人工物やそれを製造する生産システム（生産システムも人工物である）を対象として、人工物の進化と創成（設計・生産）について議論する。

- 内 容：（１）人工物概論：人工物は生物や自然物とは何が異なるのか  
（２）システムの科学：人工物をシステムとして捉える視点は何か  
（３）人工物創成の理論：人工物を作ることの本質は何か  
（４）知的な人工物，工業製品：人工物や工業製品の知的化とは何か  
（５）知的人工物の構造：知的性質を発現させる人工物の構造  
（６）知的化の戦略：人工物における知識獲得の方法  
（７）人工物と生産システム：人工物の創成（設計・生産）  
（８）高度生産システム：次世代の生産システムに求められるものは何か

テキスト：三木光範著，「進化する人工物」，オーム社。他に参考資料を配付。

履修要件：なし

その他：学生による論文調査と発表を中心に，人工物の進化と創成（設計・生産）について議論する。

### 知能化人工システム論

助教授 大倉和博

Intelligent Artificial Systems

Kazuhiro Ohkura

目的・方針：知能化人工システムの最新の研究動向の紹介とその理解に必要な基礎知識について解説する。知能化人工システムが具備すべき機能および特徴やあるべき振る舞いパターンを自律分散システムの立場から論じる。また，これを具現化するための方法論とその適用法および具体例についても紹介する。

- 内 容：（１）人工システムの知能化  
（２）人工進化概論  
（進化論，遺伝的アルゴリズム，遺伝的プログラミング，進化戦略）  
（３）人工進化の応用  
（組み合わせ問題最適化，非線形関数最適化，生産スケジューリング）  
（４）強化学習  
（確率的学習オートマトン，Q学習，TD法）  
（５）自律機械の知能化  
（行動獲得，協調行動獲得，進化人工神経回路網）  
（６）知能機械群  
（ゲーム論，マルチエージェントシステム，群知能）

テキスト：指定しない。適宜，資料を指定または配付する。

履修要件：特に無し。

### 複雑適応システム論

非常勤講師 三宅 美博

Complex Adaptive Systems

Y. Miyake

目的・方針：現在の人工物や人間機械系は極めて複雑なシステムであり，決定論モデルによる予測や制御は極めて困難となり，また有効ではない場合が多くなっている。講義では，このような複雑系を取り扱うための基本原理を学ぶとともに，複雑系，適応系，自己組織系，カオス系，自己創出系，共創システムについて講義し，工学システム，社会システムへの応用についても後述する。

- 内 容：（１）複雑適応システム序論  
（２）複雑適応システムとしての生命系  
（３）自己組織系：生物的自己秩序形成の一般化  
（４）カオス系：カオス理論，引き込みモデルによる複雑系の扱い  
（５）自己創出系：自己の二重性と場のモデル

- (6) 共創システム
- (7) 工学システムへの応用：共創型インタフェースの構築
- (8) 社会システムへの応用：コミュニティ形成の支援

テキスト：随時，参考資料配付

履修要件：なし

### 多変数制御論

助教授 深尾 隆則

Multi-Variable Control Theory

T. Fukao

目的・方針：近年実用化が進んでいる状態方程式表現に基づく制御システム（現代制御理論）について学ぶ。学部で学んだ古典制御理論と対比しながら理論の基礎を学ぶと共に，両者のメリット，デメリットを理解して実用するための手法を学ぶ。また，実用にあたっての問題点である制御対象のモデル化の難しさやこれを解決するための同定法，最近使いやすくなったコンピュータシミュレーション手法についても言及する。

- 内容：1. 制御を学ぶための線形代数の復習  
 2. 動的システムと状態方程式  
 3. 状態方程式の解とシステムの安定性理論  
 4. 可制御性，可観測性  
 5. レギュレータおよびオブザーバの設計  
 6. サーボシステムの設計  
 7. 最適フィードバック制御  
 8. MATLABによるシステムシミュレーション

テキスト：池田雅夫，“多変数システム制御” コロナ社（予定）

参考書：Richard C. Dorf and Robert H. Bishop, “Modern Control Systems” (Addison-Wesley)

履修要件：線形代数，制御工学I（旧 自動制御）を修得していること。

### アドバンスト制御システム論

教授 大須賀 公一

Advanced Control Systems Theory

K. Osuka

目的・方針：制御系の設計は制御対象のモデルをもとめその情報を用いて行われる。制御工学I,IIでは得られたモデルが正しいとして制御則の設計を議論してきた。ところが現実のモデルには必ずモデル化誤差が含まれている。本講義では，制御則の設計を開始する段階から陽にモデル化誤差を考慮にいたれた制御理論を学ぶ。このようことを目指した制御理論にはモデル化誤差を実時間で推定してモデル化誤差を少なくする方法と，モデル化誤差の大きさを見積もることによってモデル化誤差に対処可能な制御系を構築する方法がある。前者は適応制御とよばれ後者はロバスト制御と呼ばれる。本講では後者のロバスト制御について講義する。

- 内容：1. プロローグ  
 2. プロパー安定有理行列  
 3. 既約分解表現  
 4. 安定化  
 5. 2自由度制御系  
 6. ロバストサーボ問題  
 7. ロバスト安定問題  
 8.  $H_\infty$ 制御問題  
 9. エピローグ

テキスト：杉江俊治，前田肇著：アドバンスト制御のためのシステム制御理論（朝倉書店）

参考書：劉康志著：線形ロバスト制御，計測自動制御学会（編集）（コロナ社）

John C. Doyle 著

そ の 他：フィードバック制御の理論—ロバスト制御の基礎理論（コロナ社）

杉江俊治、藤田政之著：フィードバック制御入門（コロナ社）

履 修 要 件：制御工学I, II, 複素関数論などを履修していることが望ましい。

### 知能化生産システム論

教 授 森脇 俊道

Intelligent Manufacturing Systems

T. Moriwaki

目的・方針：機械生産システムの歴史的な背景をもとに、生産システムと工作機械及び関連技術の高度化、知能化のあり方について講義を行なう。特にここでは、将来における生産システムと工作機械の基本的な考え方を理解させるとともに、関連する科学技術の現状と将来の発展について講述する

内 容：生産システムと工作機械に代表される生産機械の自動化、最適化、知能化などの技術的な流れに主眼を置いて講義する。主な内容は以下の通りである。

- (1) 生産システムと工作機械の技術的な進展  
生産システムの発展史；NC, DNC, FMC, ロボット, CIM, IMSなど  
工作機械の発展史；手動工作機械, 動力工作機械, 数値制御工作機械, 知能化工作機械など
- (2) 数値制御工作機械の基本要素と制御方式  
数値制御, サーボ機構, センサー, 駆動要素
- (3) 数値制御工作機械における情報処理  
補間, フィードバック制御, NCプログラミング, オープンCNC, CAD/CAM
- (4) 工作機械の知能化のための要素技術  
センシング, 知能化情報処理, 知識処理, 学習機能, 通信機能
- (5) 次世代の知能化生産システムと知能化工作機械  
IMS, ホロニック生産システム, 自律分散型生産システム

テ キ ス ト：原則としてノート講義

履 修 条 件：なし

### 機械生産科学

助教授 鈴木浩文

Manufacturing Science

H. Suzuki

目的・方針：機械生産科学の基礎理論を講義によって学び、さらに演習と実験を通して理解を深め、優れた機械生産技術者となるために必要な基礎知識と経験、応用力を習得する。

内 容：機械生産の基礎として、切削、びびり振動、工作機械の制御を取り上げ、それぞれについて、講義によって基礎理論を学習した後、各自が実際的な演習と実験を行う。その具体的な内容は下記の通りである。

1. 3次元切削とその基礎理論  
旋削やエンドミル加工など、実際の切削加工のほとんどが3次元切削である。ここでは、その基礎理論を学習し、それを利用した解析を行い、さらに実験による確認を行うことで実用的な切削加工の機構を理解する。
  - 1-1 傾斜切削の基礎理論—せん断方向, 切りくず流出方向, 切削力3成分の算出  
すくい角や摩擦角が及ぼす影響, 実際の切削との相違点など  
演習と実験) 傾斜切削におけるせん断方向, 切りくず流出方向, 切削力の解析と測定
  - 1-2 エンドミル加工における切取り厚さと切削力  
演習と実験) エンドミル加工における切削力の解析と測定
2. 工作機械の動特性とびびり振動  
工作機械の重要な性能として、動剛性がある。動剛性の低い機械では、各種のびびり振動が発生しやすく、加工精度や加工能率が低下する。ここでは、この動剛性の基礎理論と代表的測定方法、各種びびり振動、特に再生型びびり振動の理論について学習する。さらにそれらの理論を用いた解析および実験の確認を行うことで、実際的な工作機械の振動特性、振動問題について学ぶ。

2-1 工作機械構造の動特性とその解析法

演習と実験) インパルス応答法による実際の工作機械の動特性解析

2-2 びびり振動の分類, 再生型びびり振動の理論 (2次元切削およびエンドミル加工)

演習と実験) 旋削, エンドミル加工における再生型びびり振動安定限界の解析と測定

3. 工作機械の数値制御

工作機械, 搬送機械, 産業用ロボット, 半導体製造装置, 測定機械など, 運動精度が重要となる各種自動製造装置の多くは, 類似のサーボ機構によって駆動されている. ここでは, 工作機械を中心にその数値制御の各要素について学び, 具体例の設計と解析, 実際のXYテーブルの駆動実験などを通して各種自動製造装置に関する実際的な知識と応用力を習得する.

3-1 実際のモータ駆動に利用されるPWM制御, およびステッピングモータの動作原理

実験) DCモータのPWM制御およびステッピングモータによる簡易位置決め制御

3-2 M命令とシーケンス制御, PLC, ロジック回路

演習) ラダー回路およびロジック回路の設計

3-3 G命令とサーボ機構, 関連したアナログ/デジタル制御理論とサーボ機構のモデル化,

直線/円弧補間アルゴリズム

演習と実験) 速度制御ゲインの試行法による調整と速度ループのモデル化

ラプラス変換およびz変換による位置決めの解析と実験による測定

直線/円弧補間ルーチンの作成とG命令によるXYテーブルの駆動実験

履修要件 : 学部において, 工作機械工学, 機械生産工学, 機械加工力学を履修していることが望ましい.

テキスト : プリントおよびノートによる講義

参考書の例としては, Yusuf Altintas : "Manufacturing Automation - Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design", Cambridge University Press.

## 加工プロセス論

助教授 柴坂 敏郎

Advanced Manufacturing process

T. Shibasaka

目的・方針: 生産システムの論究には加工プロセスの体系的理解とシステム化方策の認識, および社会動向とそれに対する生産手法の再考が要求される。この講義では, 生産システムのベースとして被削性の観点から加工プロセスにおける諸現象を諸条件, 諸因子から体系付ける。また, 加工プロセスのシステム化方策の一つとして加工状態の監視手法について理解するとともに, その課題について認識する。さらに最近の生産を取り巻く環境の変化として, 例えば循環型生産社会を目指した加工プロセスの方向性について言及する。

内容: 1. 加工プロセスと被削性

被削性とは

切削現象 (切削理論, 切りくず形態, 切削熱, 残留応力)

工具材料 (工具材種, コーティング工具, 工具摩耗・欠損)

2. 加工プロセスと監視

監視とは

センシング, 信号処理

知能化, 認識と評価

監視の課題と問題点

3. 生産システムと環境

環境問題 (人口, 資源・エネルギー, 廃棄物)

環境対策 (法規, ISO, 情報公開)

技術開発 (環境配慮設計, リサイクル, ライフ・サイクル・アセスメント)

生産と環境 (循環型生産, ゼロエミッション)

注) 講義時間の中でレポート形式による整理を要求するとともに、それに基づいた討論により理解を深める。

テキスト：一部プリント

履修要件：学部における生産、製造、加工に関する講義を受講しておくこと。

## マイクロ加工学

Micro Manufacturing Processes

非常勤講師 田中 正明

M. Tanaka

非常勤講師 渋谷 哲郎

T. Shibukawa

目的・方針：より高い付加価値を実現することを目的として、高精度（超精密）、微細な加工技術が現在非常に注目を集めている。本講義では、特にその要求の高い各種の電気・電子機器、光学機器などのキーコンポーネントの加工法と加工機を中心に、その動向と特徴について講述する。各種加工法の加工原理、加工装置、応用例などについて修得することを目的とする。さらに、具体的な応用例を豊富に示し、各種マイクロ加工法がどのように利用されているかを周知させるとともに、個々の加工法の特質について理解させる。

内 容：(1) 超精密機械加工と工作機械

精密加工とは

超精密加工の基礎

超精密加工と周辺技術（機械、工具、工作物、計測、雰囲気）

各種超精密加工（ダイヤモンド切削、超精密研削、フロートポリッシングなど）

超精密加工機の設計と応用

要素技術（加工誤差要因、主軸・軸受、内面と駆動装置、本体構造・材質）

CNC超精密三次元曲面加工機械の設計

斜入射ミラー用超精密研削加工機の設計

(2) 各種ビーム加工とその応用

電子産業における技術動向

電子ビーム加工

加工の基礎（原理と加工法など）、電子ビーム溶接と応用、電子ビーム溶接装置、その他の電子ビーム加工と応用

レーザー加工

レーザーの概要、レーザー発振器、CO<sub>2</sub> レーザ加工（切断、溶接、熱処理、成膜）、加工装置

マイクロ実装

概要、実装設計技術、マイクロ接合技術、電子機器の実装事例

テキスト：プリント

履修条件：なし

## 設計開発知能論

Theory and Methodology on Knowledge for Product Design and Development

教授 田浦俊春

T. Taura

目的・方針：設計開発のメカニズムをエンジニアの知能の観点からとらえ、創造的で迅速な設計開発を行うための方法論について講述する。まず、人間の思考過程のモデルに関する従来の研究を概観し、なぜ、人間は設計開発を行うことができるのかという疑問について議論する。次に、最近発達の著しい情報通信技術を活用することにより、創造的で大規模な設計開発をグローバルに行うことを支援する方法について、最新の研究事例や実用例の紹介を交えながら講義する。

内 容：1. 設計方法論の概観

2. 創造的知能のモデル
  - 科学的知識と技術的知識
  - アブダクションとインダクション
  - 暗黙知と形式知
  - 設計開発における「喩え」と「視点」の役割
  - 創造性に関する心理学的知見
  - 一般設計学
3. 発明とはなにか？
  - 発明の文脈主義的再構成
  - フロッピーディスク開発事例の分析
4. 創造的エンジニアリングの支援方法
  - 設計の説明と理解
  - 創造的エンジニアリングのための計算機メディア
  - 戦略的設計支援方法

### 特別講義 I

非常勤講師 野口ジュディー

#### Special Lecture I

目的・方針：英文による科学技術文書の作成能力は、現代の科学者および技術者にとって不可欠なものである。読み、書き、聞き、話す4つの能力全てが重要であるが、講義時間が限られているため、本講義では、英語科学論文の書き方について、講述するとともに、演習を行う。

内容：実際の論文を題材として、機械工学に関する英語論文を執筆するための方法を学ぶとともに、受講者の執筆した文章の添削および講評を行う。なお、講義はできる限り英語で行う。

テキスト：「Judy先生の科学英語論文の書き方」、野口ジュディー、松浦克美著、講談社、2000。

履修要件：英語の基礎知識以外に、特に必要とするものはない。

### 特別講義 II

#### 表面・界面とナノテクノロジー

教授 大前 伸夫

Surfaces/Interfaces and Nanotechnology

N. Ohmae

助教授 田川 雅人

M. Tagawa

特別講義IIは英語講義であり、講義、ディスカッション、コメント、ホームワークの課題などすべて英語で行う。ナノテクノロジーは我国及び欧米において21世紀の最重要研究の1つとして研究され始めている。自己組織化、自己修復などナノメートルスケールで機能する表面・界面を創成することはナノテクノロジーにおいて不可欠である。このような動向とともに、国際的なエンジニアになるためには？、アメリカやヨーロッパの学生生活、といった話題にも触れる。

### 英語特別講義 I・II・III・IV

各教員

English Special Lecture I・II・III・IV

機械工学に関して、英語で行われた講演を30時間以上聴講し、所定の報告書を提出した場合に、機械工学専攻の指導教員の判断によって、単位を認定する。

### 先端機械工学ゼミナール I・II・III・IV

各教員

Advanced Mechanical Engineering Seminar

先端的な研究を行うために必要な基礎知識について、機械工学専攻の各研究分野において講義・演習を行う。

## インターンシップ

各教員

### Internship

企業における研究開発に参加し、工学の実践的能力を養う。具体的な内容に関しては、受け入れ先企業と機械工学専攻の指導教員が協議して決める。

