

# SYLLABUS

2003

C. 物理工学科



京都大学工学部

## C 物理工学科

### 物理工学科

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 51100 物理工学総論 A . . . . . | C-1  |
| 51110 物理工学総論 B . . . . . | C-2  |
| 50090 計測学 . . . . .      | C-3  |
| 50030 計算機数学 . . . . .    | C-4  |
| 50040 材料力学 1 . . . . .   | C-5  |
| 50050 材料力学 2 . . . . .   | C-6  |
| 50060 熱力学 1 . . . . .    | C-7  |
| 50070 熱力学 2 . . . . .    | C-8  |
| 50100 機械製作 . . . . .     | C-9  |
| 20550 工業数学 F1 . . . . .  | C-10 |
| 20503 工業数学 A1 . . . . .  | C-11 |
| 50080 材料基礎学 1 . . . . .  | C-12 |
| 50120 固体物理学 . . . . .    | C-13 |
| 50130 応用電磁気学 . . . . .   | C-14 |
| 50140 原子物理学 . . . . .    | C-15 |
| 50110 流体力学基礎 . . . . .   | C-16 |
| 20650 工業数学 F2 . . . . .  | C-17 |
| 20651 工業数学 F2 . . . . .  | C-18 |
| 20652 工業数学 F2 . . . . .  | C-19 |
| 20653 工業数学 F2 . . . . .  | C-20 |
| 20602 工業数学 A2 . . . . .  | C-21 |
| 20750 工業数学 F3 . . . . .  | C-22 |
| 20751 工業数学 F3 . . . . .  | C-23 |
| 20702 工業数学 A3 . . . . .  | C-24 |
| 90252 数值解析 . . . . .     | C-25 |
| 50170 材料基礎学 2 . . . . .  | C-26 |
| 50171 材料基礎学 2 . . . . .  | C-27 |
| 50172 材料基礎学 2 . . . . .  | C-28 |
| 50173 材料基礎学 2 . . . . .  | C-29 |
| 50180 量子物理学 1 . . . . .  | C-30 |
| 50181 量子物理学 1 . . . . .  | C-31 |
| 50182 量子物理学 1 . . . . .  | C-32 |
| 50190 量子物理学 2 . . . . .  | C-33 |
| 50191 量子物理学 2 . . . . .  | C-34 |
| 50192 量子物理学 2 . . . . .  | C-35 |
| 50200 連続体力学 . . . . .    | C-36 |

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| 50210 流体熱工学 . . . . .         | C-37 |
| 50211 流体熱工学 . . . . .         | C-38 |
| 20800 工業力学 A . . . . .        | C-39 |
| 20801 工業力学 A . . . . .        | C-40 |
| 20802 工業力学 A . . . . .        | C-41 |
| 50230 エネルギー変換工学 . . . . .     | C-42 |
| 50231 エネルギー変換工学 . . . . .     | C-43 |
| 50240 振動工学 . . . . .          | C-44 |
| 50241 振動工学 . . . . .          | C-45 |
| 50250 制御工学 1 . . . . .        | C-46 |
| 50251 制御工学 1 . . . . .        | C-47 |
| 50252 制御工学 1 . . . . .        | C-48 |
| 50270 制御工学 2 . . . . .        | C-49 |
| 50980 応用制御工学 . . . . .        | C-50 |
| 50280 人工知能基礎 . . . . .        | C-51 |
| 50290 システム工学 1 . . . . .      | C-52 |
| 50291 システム工学 1 . . . . .      | C-53 |
| 50300 生産工学 . . . . .          | C-54 |
| 50310 加工学 . . . . .           | C-55 |
| 51120 薄膜材料学 . . . . .         | C-56 |
| 50990 精密加工学 . . . . .         | C-57 |
| 50320 設計工学 . . . . .          | C-58 |
| 50330 結晶回折学 . . . . .         | C-59 |
| 50340 材料組織学 . . . . .         | C-60 |
| 50350 結晶物性学 . . . . .         | C-61 |
| 50360 材料物理化学 . . . . .        | C-62 |
| 50361 材料物理化学 . . . . .        | C-63 |
| 50370 熱及び物質移動 . . . . .       | C-64 |
| 50380 エネルギー平衡論 . . . . .      | C-65 |
| 50381 エネルギー平衡論 . . . . .      | C-66 |
| 51180 エネルギー・材料熱化学 1 . . . . . | C-67 |
| 51190 エネルギー・材料熱化学 2 . . . . . | C-68 |
| 51010 材料物理学 . . . . .         | C-69 |
| 50400 プラズマ物理学 . . . . .       | C-70 |
| 50410 量子反応基礎論 . . . . .       | C-71 |
| 50420 中性子物理学 . . . . .        | C-72 |
| 50430 エネルギープロセス論 1 . . . . .  | C-73 |
| 50830 エネルギープロセス論 2 . . . . .  | C-74 |
| 50440 流体力学 . . . . .          | C-75 |
| 50441 流体力学 . . . . .          | C-76 |
| 50442 流体力学 . . . . .          | C-77 |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 50730 統計熱力学 . . . . .             | C-78  |
| 50731 統計熱力学 . . . . .             | C-79  |
| 51030 原子炉物理学 . . . . .            | C-80  |
| 51090 量子線計測学 . . . . .            | C-81  |
| 50450 気体力学 . . . . .              | C-82  |
| 50460 熱統計力学 . . . . .             | C-83  |
| 50470 空気力学 . . . . .              | C-84  |
| 50480 推進基礎論 . . . . .             | C-85  |
| 50490 航空宇宙機力学 . . . . .           | C-86  |
| 90681 質点系と振動の力学 . . . . .         | C-87  |
| 50510 固体力学 . . . . .              | C-88  |
| 51130 量子無機材料学 . . . . .           | C-89  |
| 51210 固体電子論 . . . . .             | C-90  |
| 50780 材料機能学 . . . . .             | C-91  |
| 51220 材料プロセス工学 . . . . .          | C-92  |
| 51260 環境物理化学 . . . . .            | C-93  |
| 60681 電気回路と微分方程式 . . . . .        | C-94  |
| 51170 電気電子回路 . . . . .            | C-95  |
| 50540 物理工学演習 1 . . . . .          | C-96  |
| 50541 物理工学演習 1 . . . . .          | C-97  |
| 50542 物理工学演習 1 . . . . .          | C-98  |
| 50543 物理工学演習 1 . . . . .          | C-99  |
| 50544 物理工学演習 1 . . . . .          | C-100 |
| 50550 物理工学演習 2 . . . . .          | C-101 |
| 50551 物理工学演習 2 . . . . .          | C-102 |
| 50552 物理工学演習 2 . . . . .          | C-103 |
| 50553 物理工学演習 2 . . . . .          | C-104 |
| 50554 物理工学演習 2 . . . . .          | C-105 |
| 50560 機械システム工学実験 1 . . . . .      | C-106 |
| 50570 機械システム工学実験 2 . . . . .      | C-107 |
| 50580 機械システム工学実験 3 . . . . .      | C-108 |
| 50590 機械設計演習 1 . . . . .          | C-109 |
| 50600 機械設計演習 2 . . . . .          | C-110 |
| 50610 機械製作実習 . . . . .            | C-111 |
| 50620 材料科学実験および演習 1 . . . . .     | C-112 |
| 50630 材料科学実験および演習 2 . . . . .     | C-113 |
| 50640 エネルギー理工学設計演習・実験 1 . . . . . | C-114 |
| 50641 エネルギー理工学設計演習・実験 1 . . . . . | C-115 |
| 50650 エネルギー理工学設計演習・実験 2 . . . . . | C-116 |
| 50651 エネルギー理工学設計演習・実験 2 . . . . . | C-117 |
| 50660 航空宇宙工学実験 1 . . . . .        | C-118 |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 50670 航空宇宙工学実験 2 . . . . . | C-119 |
| 51230 ものづくり演習 . . . . .    | C-120 |
| 51240 インターンシップ . . . . .   | C-121 |
| 51241 インターンシップ . . . . .   | C-122 |
| 51250 物理工学英語 . . . . .     | C-123 |
| 51251 物理工学英語 . . . . .     | C-124 |
| 51252 物理工学英語 . . . . .     | C-125 |
| 51253 物理工学英語 . . . . .     | C-126 |
| 50690 金属材料学 . . . . .      | C-127 |
| 50700 材料強度物性 . . . . .     | C-128 |
| 50710 固体物性学 . . . . .      | C-129 |
| 50740 システム工学 2 . . . . .   | C-130 |
| 50750 信頼性工学 . . . . .      | C-131 |
| 50870 品質管理 . . . . .       | C-132 |
| 50770 機械要素学 . . . . .      | C-133 |
| 51040 最適設計・生産論 . . . . .   | C-134 |
| 50790 材料量子化学 . . . . .     | C-135 |
| 51020 材料電気化学 . . . . .     | C-136 |
| 51200 材料分析化学 . . . . .     | C-137 |
| 51140 核物理基礎論 . . . . .     | C-138 |
| 50960 生物物理学 . . . . .      | C-139 |
| 51150 加速器工学 . . . . .      | C-140 |
| 51160 放射化学 . . . . .       | C-141 |
| 51070 原子炉基礎演習・実験 . . . . . | C-142 |
| 90621 近代解析 . . . . .       | C-143 |
| 50850 航空宇宙工学演義 1 . . . . . | C-144 |
| 50860 航空宇宙工学演義 2 . . . . . | C-145 |
| 21053 工学倫理 . . . . .       | C-146 |

## 物理工学総論 A

51100

Introduction to Engineering Science A

【配当学年】1年前期

【担当者】立花・小寺・松久・垣野・吉村・井手・片井・熊本・斧・永田

【内 容】物理工学科における機械システム学コースと宇宙基礎工学コースが関連する、物理系工学の種々の側面を機械・機械物理・精密工学専攻、航空宇宙工学専攻の教官が分担して講述する。

【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------------|-----|---|
| 機械工学の役割       | 3   | 高度に発達した工業技術の中で、機械工学はどのような役割を果たして来たかまた果たしているのかについて、製造・生産の分野に焦点を当てながら概観する。また工業技術の社会に対する正および負の影響について考察するとともに、最近徐々に取り込まれつつある地球環境を考慮した技術・設計に関する国内外の動向について述べ、その中での機械工学の役割を探る。(機械工学専攻担当) |
| 機械システムと高度知能化  | 3   | 現代の豊かな社会を支えている生産システムの基幹ならびに先端技術についてどのような機械工学知識が関与しているかの概観を、アラカルト方式で、知能機械システム、NC 工作機械、振動制御システム、知識情報システム、生産システム、トライボロジー、デザインシステムの観点から講述する。(精密工学専攻担当)                                |
| 未来の物理工学とノーベル賞 | 3   | 日本人が受賞したノーベル賞の歴史を振り返りつつ、京都大学の知的土壌を探る。特に、京都大学工学部から生まれた福井理論 (Frontier Orbital Theory) は物理 (理論) と工学 (ものづくり) の融合であり、工学部における理論研究の極致と言えよう。この観点から、物理工学の新たな方向性を考える。(機械物理工学専攻担当)           |
| 航空宇宙の力学       | 4   | 航空工学と宇宙工学の研究と開発に関する基礎的事項について、少し詳しい紹介を行う。内容としては、(1) 飛行の原理 (2) 渦のしくみ (3) 流れの多様性 (4) 宇宙推進機の原理 (5) 宇宙機と宇宙空間物質 (気体原子・分子、プラズマ、微粒子) との相互作用等である。(航空宇宙工学専攻担当)                              |

【そ の 他】各担当者それぞれの評価を総合する。

講義順序は必ずしも上述のものとは異なる。

## 物理工学総論 B

51110

Introduction to Engineering Science B

【配当学年】1年後期

【担当者】沼倉・和田・西谷・古原・松本（要）・塩路・岩瀬・今西・福山

【内 容】この講義では、物理工学のうちで材料工学，エネルギー応用工学，原子核工学の各専門分野について概説する．それによって専門分野について全体的な理解を得るとともに，修得すべき専門科目の意義を認識する．講義は各教官がシリーズに行い，全部を受講することにより全体が把握できるようになっている．

### 【授業計画】

| 項 目          | 回 数 | 内 容 説 明  |
|--------------|-----|--|
| 材料工学の概説      | 5   | 人間は天然に存在する物質を原料として，それを精製，合金化，複合化して必要な性質，機能，形態を持つ材料を作り出す．その全ての過程に関する総合的な学問が材料工学である．その基本事項として，材料の製造プロセス，物質の構造，平衡状態図，材料の諸性質について述べる．           |
| エネルギー応用工学の概説 | 4   | エネルギーをいかに発生していかに使うか，その有効利用と環境への影響を限りなく小さくするにはどのようにすればよいかを扱う学問がエネルギー応用工学である．その基本事項としてエネルギーの形態，変換，輸送，利用などについて述べ，材料や機器などにつき最新の話題も含めて説明する．     |
| 原子核工学の概説     | 4   | 原子核工学は，量子物理学が描くミクロな世界の知識を生かし，人類に役立てることを目指している．まず原子核とその反応，質量とエネルギー，放射線の基礎について説明し，ついで核エネルギー（核分裂と核融合）利用の方法と核燃料リサイクルの概要を示す．さらに加速器や放射線の利用にも触れる． |

【教科書】なし

【参考書】使わない

【予備知識】特になし

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加などがありうる．

## 計測学

50090

Scientific Measurement

【配当学年】2年前期

【担当者】小寺・箕島，神野（伊）・横小路，鈴木（亮）・田中（功），神野（郁）・富井

【内 容】物理量の単位と標準，測定の不確かさとその評価，測定値における相関，時系列データの処理，曲線のあてはめなど，計測の基礎事項や物理学におけるその実際について講述する。

【授業計画】

| 項 目          | 回 数 | 内 容 説 明  |
|--------------|-----|--|
| 物理量の単位と標準    | 1   | 実験と測定・計測，測定と制御，度量衡の国際管理，国際単位系 (SI 単位)  |
| 測定の不確かさとその評価 | 2   | 真の値と測定誤差，誤差の三公理・Gauss の誤差論，平均値と分散，母集団と標本，直接測定と間接測定   |
| データ処理と統計解析   | 3~4 | 測定値の統計処理，共分散と相関係数，最小二乗法の原理と手法，確率過程と時系列データ，スペクトル解析，フィルタリング，アナログとデジタル  |
| 物理学における計測    | 6~7 | 電気回路と抵抗測定 (零位法，偏位法，低抵抗の測定，オペアンプ)，温度・熱量の測定 (熱エネルギー，種々の温度計)，放射線計測 (検出器，測定誤差)，材料計測 (機械的性質，組成，構造，組織，機能性)，機械計測 (応力・ひずみ測定，流れの計測，位置および加速度の計測) |

【教科書】小寺秀俊、神野郁夫、鈴木亮輔、田中仁、富井洋一、中部主敬、箕島弘二、横小路泰義：「計測工学」昭晃堂。

【参考書】とくに指定しない。

【予備知識】全学共通科目の微分積分学を履修していることが望ましい。

【その他】4クラスに分け，同一の時間帯に並行して上記の内容の講義をおこなう。なお，当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加，授業内容の順序や力点のおく項目が異なることがある。

## 計算機数学

50030

Mathematics for Computation

【配当学年】2年前期

【担当者】浜口・村上（定），石原・藤原，西谷・松本（要），松本（充），西脇・川上

【内 容】計算機による数値計算法について講述する。プログラミング言語としてFORTRANを学習し，同時に計算機実習を行う。さらに，C言語との比較，実際のプログラミングを行う。

【授業計画】

| 項 目             | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------------|-----|--|
| オリエンテーションと端末操作  | 2   | サテライト演習質の端末のログイン法，Unix，エディターの操作法などに慣れる。  |
| 簡単なFORTRANプログラム | 3   | 入出力，整数型，分岐，繰り返し，配列，サブルーチンと関数などプログラミングに必須のFORTRANの文法，コンパイル法などの習得。<br>課題：和差積商，数列の和，素数                                |
| 応用プログラム         | 4   | 方程式の根（二分法，ニュートン法），数値積分（シンプソン法），連立一次方程式（ガウス消去法），固有値（ヤコビ法），微分方程式（ルンゲ・クッタ法）など各種数値計算法の基礎的な考え方の解説と実際のFORTRANプログラミングを行う。 |
| 発展プログラム         | 4   | いくつかの発展的な問題とその解法について解説し，課題を課す。   |
| C言語によるプログラミング   | 1   | FORTRANと比較しながら，C言語によるプログラミング実習を行う。   |

【参考書】戸川隼人：演習と応用 FORTRAN77（サイエンス社）

【予備知識】総合人間学部開講の基礎情報処理，基礎情報処理演習を受講することを薦める。

【その他】成績評価は出席点，レポートおよび試験による。

## 材料力学 1

50040

Mechanics of Materials 1

【配当学年】2年前期

【担当者】松本（英治）、北條、今谷

【内 容】この講義では、材料の変形と応力に関する弾性力学、塑性力学、粘弾性体の力学、振動学等の基礎となる線形弾性体の基本的な考え方について講述する。

【授業計画】

| 項 目         | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-------------|-----|---|
| 材料力学の概念と考え方 | 2   | 連続体としての材料、質点の力学や剛体の力学と材料力学との関連、外力と内力、応力の概念等について述べ、材料力学の手法について学ぶ。  |
| 単純応力問題      | 2   | 材料力学において現れる材料に特有な特性（材料定数）、力の作用の下での材料の変形の概念を把握するために単軸応力が作用する場合の応力とひずみの関係について学習する。単軸応力としては引張り、圧縮、せん断、骨組み構造、熱応力を扱う。また、許容応力と安全率の概念学習する。 |
| ひずみエネルギー    | 2   | 弾性ひずみエネルギー、マックスウエルの相反定理、カスチリアーノの定理、等について学習し、次いで衝撃荷重によって生じる内力や変形についても学ぶ。   |
| はり（梁）の曲げ    | 5   | はりに横荷重、モーメントが作用するときの、内力としてのせん断力、曲げモーメント、断面2次モーメントと断面係数、はりに生じる応力とはりの変形について学習する。  |
| 複雑なはり       | 2   | 不静定はり、弾性床上的はり、連続はり、曲がりはり、等、主として不静定なはりを対象にして内力と変形を求める手法について学習する。   |

【教科書】柴田・大谷・駒井・井上：材料力学の基礎（培風館）

【予備知識】微分積分学、微分方程式、線形代数学、質点及び剛体の力学、等の数学や物理学が基礎となる科目である。

【その他】成績評価は期末試験の成績によって行なうが、担当者によって小テスト、レポート、出席点を加味することがある。

## 材料力学 2

50050

Mechanics of Materials 2

【配当学年】2年後期

【担当者】北條, 星出, 小川

【内 容】材料の変形と応力に関する支配法則と基礎方程式について述べ、これらの関係を用いて組み合わせ応力問題、軸対称問題、不安定変形（座屈）問題、平板の曲げ問題、連続体の有限要素法、材料の強度評価について講述する。

### 【授業計画】

| 項 目             | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-----------------|-----|---|
| 弾性論の基礎          | 2   | 材料の変形と応力の関係を記述する条件、応力の平衡方程式、ひずみ-変位関係、応力-ひずみ関係について述べる。                         |
| ねじり             | 2   | トルク（ねじりモーメント）が作用するときの丸棒および丸棒以外の棒のねじり、組み合わせ応力問題、密巻きおよび粗巻きコイルバネの応力および変形について述べる。 |
| 柱の座屈            | 2   | 不安定問題の例として柱の座屈を取り上げ、不安定問題の解法と考え方および柱の設計について学ぶ。                                |
| 軸対称問題と<br>平板の曲げ | 2   | 弾性論の基礎方程式を解析的に解く問題の例として、円筒、球殻、回転円板、平板の曲げ等を取り上げる。                              |
| 有限要素法           | 2   | 解析解が求められない場合が多い2次元、3次元弾性問題の数値解析を行うための有力な手法の一つである有限要素法の考え方を学習する。               |
| 材料の強度評<br>価     | 2   | 応力集中、材料の変形と破壊、破損に関する法則について述べる。  |

【教科書】柴田・大谷・駒井・井上：材料力学の基礎（培風館）

【予備知識】微分積分学、微分方程式、線形代数学、質点および剛体の力学、等の数学や物理学、および材料力学1

【その他】成績評価は期末試験の成績によって行なうが、担当者によって小テスト、レポート、出席点を加味することがある。

## 熱力学 1

50060

Thermodynamics 1

【配当学年】2 年前期

【担当者】牧野, 吉田 (英), 平藤, 石原

【内 容】熱力学 1 および 2 として 2 学年前期、後期の 1 年間にわたり教授するシリーズの前半として、熱力学 1 では熱力学の諸法則を説明するとともに、理想および実在気体の状態変化、サイクル、気体の流動、相変化、自由エネルギー、平衡と相律、単成分系の相図などの基礎的事項について講述する。

## 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------|-----|--|
| 熱力学の概説     | 1   | 熱力学とはどのような学問かについて述べる。また、熱力学で使われる諸量と単位について説明する。                               |
| 熱力学第一法則    | 3   | 熱力学第一法則、熱の定義、準静的過程、比熱の式、エンタルピー、理想気体への第一法則の適用について解説する。                        |
| 熱力学第二法則    | 2   | 可逆過程と不可逆過程、第二法則、カルノーサイクル、理想気体によるカルノーサイクル、エントロピーの諸項目について解説する。                 |
| サイクル及びガス流動 | 3   | 気体の膨張、圧縮、オットーサイクル、ブレイトンサイクルなど理想気体サイクル、ノズル、ディフューザなどの 1 次元管路内流動に伴う変化などについて述べる。 |
| 熱力学の一般関係式  | 2   | 自由エネルギー、マクスウェルの関係式、ジュールトムソンの実験などについて解説する。                                    |
| 相変化の熱力学    | 2   | 相、一次相転移、準安定平衡、臨界点、二次相転移の諸項目について解説する。   |

【教科書】なし

【参考書】石原教官担当の講義では熱力学／統計力学 (原島鮮著、培風館) を使う。

【予備知識】総合人間学部開講の微分積分学を前提としている。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 熱力学 2

50070

Thermodynamics 2

【配当学年】2年後期 【担当者】牧野, 吉田(英), 吉田(起), 塩路

【内 容】熱力学1 および2として2学年前期、後期の1年間にわたり教授するシリーズの後半として熱力学1の後を受け、多成分系、実在気体の諸性質、相平衡、気液サイクルについて論述するとともに、統計熱力学の基礎として、量子統計、分配関数などについて講述する。

### 【授業計画】

| 項 目            | 回 数 | 内 容 説 明   |
|----------------|-----|---|
| 多成分系の熱力学       | 2   | ギブスデュエムの関係、相平衡とギブスの相律、相図、理想気体の混合、理想溶液について説明する。                  |
| 実在気体および混合気体の性質 | 2   | 蒸気および冷凍の性質と状態変化、湿り空気、燃焼ガスなどの諸性質について説明する。                        |
| 実在気体サイクル       | 3   | 蒸気サイクル、冷凍サイクル、ヒートポンプサイクル、空気調和の原理と理論について述べる。                     |
| 統計熱力学の概念       | 2   | 不確定性原理、波動関数など量子力学の考え方について述べ、それに基づいて量子統計、微視的状态、エントロピーなどについて説明する。 |
| 統計分布と分配関数      | 2   | ボルツマン統計に基づいて巨視的熱力学量との関係を導くとともに、分配関数により理想気体の性質について論じる。           |
| 気体および固体の熱運動    | 2   | 気体分子の速度分布、理想結晶の原子の熱運動、熱ふく射など統計熱力学の応用について述べる。                    |

【教科書】なし

【参考書】塩路教官担当の講義では熱力学(JSME テキストシリーズ、日本機械学会)を使う。

【予備知識】総合人間学部開講の微分積分学を前提としている。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 機械製作

50100

Manufacturing Processes

【配当学年】2年前期

【担当者】垣野・松原, 吉村・西脇

【内 容】この講義では、機械的生産における生産能率、生産コストと製品の寸法形状精度、品位、寿命、性能との間の相関について講述し、機械製品の生産に用いられる種々の加工法について加工の原理と実際について述べる。

### 【授業計画】

| 項 目     | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------|-----|---|
| 機械製作の概観 | 2   | 機械製品に必要な機能と形状・精度の関係、およびそれらと製造コストの関係について解説し、部品の加工法とその手順について概観する。                                 |
| 素形材の製作法 | 4   | 素形材を製作するための鋳造、鍛造、溶接、板金などの加工法の原理と実際について述べ、どのような部品の素形材の製作法としてそれらが適しているのかを述べる。                     |
| 仕上加工法   | 7   | 素形材を基にして、これに切削、研削、砥粒加工で代表される仕上げ加工を施して機械部品を製作するプロセスの原理と実際について述べ、どのような部品の仕上げ加工としてそれらが適しているのかを述べる。 |
| 特殊加工法   | 1   | 切削、研削、砥粒加工では加工できない特殊な材料や形状をしている部品加工に使われる電解加工、レーザ加工などの物理・化学加工法の原理と実際について述べる。                     |

【教科書】会田他著:切削工学（コロナ社）

【参考書】千々岩編:機械製作法通論上（東京大学出版会）

物理工学科

## 工業数学 F1

20550

Applied Mathematics for Engineering F1

【配当学年】2年後期（2つのクラスを開講） 【担当者】福山，上野

【内 容】複素関数論の入門と2，3の応用

【授業計画】

| 項 目                     | 回 数   | 内 容 説 明  |
|-------------------------|-------|--|
| 複素関数論の<br>入門と2，3<br>の応用 | 12～14 | 複素数の定義，複素平面.<br>複素関数の微分，コーシー・リーマン関係式.<br>正則関数の概念，等角写像の概念，一次変換.<br>複素線積分とその性質.<br>コーシーの積分定理，コーシーの積分公式.<br>テイラー展開，ローラン展開.<br>特異点の分類，留数定理.<br>定積分への応用.<br>偏角の原理とその応用. |

【予備知識】微分積分学の基礎（全学共通科目の微分積分学A・B及び微分積分学統論A）

**工業数学 A1**

20503

Applied Mathematics A1

【配当学年】2年後期

【担当者】岩井

【内 容】複素変数関数論

【授業計画】

| 項 目            | 回 数 | 内 容 説 明  |
|----------------|-----|--|
| 複素平面、初等関数      | 3   | 複素平面の位相を簡単に述べて、いわゆる初等関数を紹介して、その性質を論じる。         |
| 整級数、解析関数       | 3   | 整級数の理論を簡単に復習。正則関数の性質を論じる。                      |
| 複素積分とコーシーの積分定理 | 3   | 複素積分を用いて、コーシーの積分定理など、正則関数の際立った性質を論じる。          |
| 特異点と留数         | 4   | 特異点まわりのローラン展開と、留数計算を述べる。いくつかの積分計算や、工学的な応用を述べる。 |

【参考書】工科系の数学6、関数論

【予備知識】微分積分学、線形代数学

## 材料基礎学 1

50080

Fundamentals of Materials 1

【配当学年】2年後期

【担当者】駒井、箕島、乾・高木、古原

【内 容】材料科学の基礎として、金属を中心とした材料の内部構造と性質との関連に重点を置き、材料の性質を普遍的・体系的に理解するための基礎的事項を講述する。

【授業計画】

| 項 目         | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-------------|-----|--|
| 物質の構造と欠陥    | 2~3 | 結晶質と非晶質、結晶の分類、金属、セラミックスの結晶構造と高分子の構造、結晶における点欠陥、転位の定義と運動・増殖、面欠陥、結晶粒界 |
| 結晶の塑性変形と破壊  | 2~3 | 転位運動とすべり、すべり面とすべり方向、単結晶におけるせん断力と加工硬化、単結晶と多結晶、双晶変形、機械的性質            |
| 相平衡と相転移     | 2   | 相平衡の条件、化学ポテンシャル、ギブスの相律、相転移、自由エネルギー組成曲線、不変系反応、レバールレーション             |
| 平衡状態図       | 2   | 二元系、三元系状態図のおもな形式と顕微鏡組織、実用状態図の例                                     |
| 凝固・拡散・変態・析出 | 1~2 | 凝固現象、原子の移動と拡散、拡散方程式、析出機構、拡散変態、マルテンサイト変態、相変態の反応速度論                  |
| 金属材料の組織と性質  | 2~3 | 不純物、偏析、非金属介在物、結晶粒度、鉄鋼の熱処理と組織、鋼の強化・じん化法、鋼、非鉄金属材料                    |

【教科書】機械材料学（日本材料学会）—駒井、箕島

【参考書】材料組織学（杉本他、朝倉書店）—長村、牧、高木

## 固体物理学

50120

Solid State Physics

【配当学年】2年後期

【担当者】和田

【内 容】固体の物理的性質を原子論，電子論に基づくミクロな観点から理解するのに必要な基礎的な概念，理論を取り扱う。主な内容は，結晶構造，格子振動と固体の熱的性質，金属電子論，電気伝導と熱伝導など。このため必要な量子論・統計力学の初歩についても述べる。

### 【授業計画】

| 項 目          | 回 数 | 内 容 説 明   |
|--------------|-----|---|
| 結晶構造と回折現象    | 3   | 空間格子，基本単位格子と単位格子，ブラベー格子，立方晶格子の性質，ミラー指数と面間距離，簡単な結晶構造，特性X線，ブラッグの法則，消滅則と構造因子，ファン・デル・ワールス力，レナード・ジョーンズポテンシャル，イオン結合，マーデルングエネルギー，共有結合。 |
| 格子振動とフォノン    | 2   | 連続弾性体を伝搬する弾性波，位相速度と群速度，1次元バネモデルによる固体の振動の性質，フォノン，ブリルアン・ゾーン，音響モードと光学モード，フォノンの分散関係。  |
| 統計力学と固体の熱的性質 | 3   | 統計力学序論，ボルツマン分布，状態和と自由エネルギー，プランク分布，アインシュタイン・モデルによる固体の比熱，デバイ・モデルによる固体の比熱。   |
| 金属中の電子       | 3   | 量子論入門，シュレディンガー方程式，個有値問題，箱の中の自由電子，周期的境界条件，状態密度，パウリの原理，フェルミ分布，フェルミエネルギー，電子の比熱。  |
| 電気伝導と熱伝導     | 2   | 金属の電気伝導，オームの法則，マティーンセンの法則，合金のノルトハイムの法則，リンデの法則，ホール効果，固体の熱伝導，ヴィーデマン・フランツの法則，ローレンツ数。   |

【教科書】講義プリント配布

【参考書】キッテル：固体物理学入門（上）（丸善）坂田 亮：物性科学（培風館）

【予備知識】物理工学科開講の熱力学1を履修する事を前提とする。

## 応用電磁気学

50130

Applied Electromagnetism

【配当学年】2年後期

【担当者】藤本, 鈴木(基), 伊藤(秋)

【内 容】電磁気学の基本法則であるマクスウェル方程式の一般的性質について講述し, 電磁波の発生と伝播およびその工学的応用について講義する。

【授業計画】

| 項 目               | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-------------------|-----|---|
| マクスウェル方程式とその一般的性質 | 2~3 | ベクトル解析およびマクスウェルの方程式について復習し, 静電場・静磁場・誘電体等の性質, 境界面における境界条件などについて説明する。                       |
| 電磁波の発生と伝播         | 3~4 | 真空中および導波路中での電磁波の伝播, 電磁波の偏光, 加速度運動をする荷電粒子からの電磁波の放射などについて説明する。                              |
| 電磁波の反射・屈折・回折      | 2~4 | 誘電体境界面での反射・屈折の法則, 振動子モデルに基づいた電磁波の吸収・屈折・分散・反射, 群速度と位相速度, 電磁波の回折, 金属・プラズマ等の光学的性質などについて説明する。 |
| 物理工学における応用        | 3~5 | 電磁波と電気回路, その他電磁気の工学的応用について説明する。   |

【教科書】必要に応じて講義プリントを配布する

【予備知識】総合人間学部開講の電磁気学統論, 微分積分, 線形代数学を前提としている。ベクトル解析の初歩的知識を必要とする。

【その他】受講生を3クラスに分け, 同一時間帯に並行して上記の内容の講義をおこなう。なお, 当該年度の授業回数などに応じて一部省略・追加, または力点をおく項目が異なることがある。

## 原子物理学

50140

Atomic Physics

【配当学年】2年後期

【担当者】村上，松尾

【内 容】原子や分子などの微視的世界における様々な現象とそこから導かれる諸法則について、具体的な例を交えながらわかりやすく概観し、量子力学への入門とする。

【授業計画】

| 項 目         | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-------------|-----|--|
| 原子論         | 1   | 自然哲学的原子論，化学的原子論，原子と原子核，原子核の構造と素粒子，現在の素粒子像  |
| 気体分子運動論     | 2   | 化学反応的原子論，気体分子運動論の基本仮定，気体の圧力と温度，物質の比熱，分子のエネルギーと速度の分布則   |
| 熱輻射とエネルギー量子 | 3   | 熱輻射の諸性質，Stefan-Boltzmann の法則，Wien の変位則，古典論的輻射公式 (Rayleigh-Jeans, Wien)，Planck の輻射公式とエネルギー量子      |
| 光子と電子       | 3   | 電子とその粒子的諸性質，電子の発見，ベータ粒子，光子: 光の粒子性，光電効果，コンプトン効果   |
| 原子模型        | 2   | 電子と原子構造，長岡の原子模型と Thomson の原子模型，Rutherford の原子模型 (原子核の発見)，Bohr の原子模型 (原子構造への量子論的アプローチ)            |
| 原子の構造と量子力学  | 3   | 電子 (物質) の波動性，Shrödinger 方程式 (量子力学)，単電子原子 (量子力学による取扱い)，電子のスピン，原子の殻構造と周期律，原子核研究のはじまり，原子核の構成，原子核の反応 |

【参 考 書】原子物理学 (菊池，共立出版) など

【予備知識】古典力学，電磁気学，熱力学

## 流体力学基礎

50110

Introduction to Fluid Dynamics

【配当学年】2年後期

【担当者】青木, 小森, 長田

【内 容】流体力学の基本的枠組と基礎的事項について講述する：流体力学の対象、流体の状態の記述方法、流体の状態変化を定める式（基礎方程式）、基礎方程式から導かれる一般的性質と基礎的事項。

## 【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------------|-----|---|
| 流体力学の対象       | 1   | 流体力学の対象とその取扱い、ならびに講義内容の概略について述べる。   |
| 流体现象の記述       | 2   | 流体の振舞いをどのように記述するかについて説明する。  |
| 流体の振舞いを支配する法則 | 3~4 | 流体の振舞いを支配する法則（質量・運動量・エネルギーの保存則）について説明する。ついで完全流体および粘性流体の基礎式について述べる。  |
| 流体现象の基本的法則    | 6~7 | 流体力学の基礎式から導かれる流れの一般的性質、基礎方程式の取扱いの基本的事項および流れの例について述べる。完全流体については、渦の基本的振舞い、渦なし流れ等、粘性流体については、相似則、低レイノルズ数と高レイノルズ数の流れ等がそれに含まれる。 |

【予備知識】微分積分学続論B（2年後期配当）と並行して受講することを推奨する。なお、本講義は流体力学（機械システム、3年配当）、流体力学・気体力学・空気力学（宇宙基礎コース配当）に対する入門編である。

**工業数学 F2**

20650

Applied Mathematics for Engineering F2

【配当学年】3年前期

【担当者】熊本、立花

【内 容】応用フーリエ解析

【授業計画】

| 項 目    | 回 数 | 内 容 説 明  |
|--------|-----|--|
| フーリエ解析 | 14  | フーリエ級数展開<br>複素係数のフーリエ級数<br>フーリエ級数の性質<br>多次元フーリエ級数<br>離散値フーリエ級数<br>フーリエ級数の関数空間<br>級数総和への応用<br>偏微分方程式への応用<br>フーリエ級数からフーリエ積分へ<br>フーリエ変換とその性質<br>離散フーリエ変換<br>常微分方程式やCTスキャナへの応用<br>線形システムや偏微分方程式への応用<br>通信工学や確率過程への応用 |

【教科書】篠崎，富山，若林：現代工学のための応用フーリエ解析，pp.1-210，現代工学社，平成5年。

【予備知識】微分積分学を前提とする

物理工学科

## 工業数学 F2

20651

Applied Mathematics for Engineering F2

【配当学年】3年前期

【担当者】熊本、立花

【内 容】応用フーリエ解析

【授業計画】

| 項 目    | 回 数 | 内 容 説 明  |
|--------|-----|--|
| フーリエ解析 | 14  | フーリエ級数展開<br>複素係数のフーリエ級数<br>フーリエ級数の性質<br>多次元フーリエ級数<br>離散値フーリエ級数<br>フーリエ級数の関数空間<br>級数総和への応用<br>偏微分方程式への応用<br>フーリエ級数からフーリエ積分へ<br>フーリエ変換とその性質<br>離散フーリエ変換<br>常微分方程式やCTスキャナへの応用<br>線形システムや偏微分方程式への応用<br>通信工学や確率過程への応用 |

【教科書】篠崎，富山，若林：現代工学のための応用フーリエ解析，pp.1-210，現代工学社，平成5年。

【予備知識】微分積分学を前提とする

## 工業数学 F2

20652

Applied Mathematics for Engineering F2

【配当学年】3年前期

【担当者】酒井

【内 容】フーリエ解析と偏微分方程式・基礎編

【授業計画】

| 項 目                 | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------------------|-----|---|
| フーリエ解析<br>およびラプラス変換 | 8   | 複素数および複素解析の復習.<br>フーリエ級数とその性質.<br>フーリエ級数の応用.<br>フーリエ変換とその性質.<br>波動現象および線形システムへのフーリエ変換の応用.<br>ラプラス変換とその性質.<br>微分方程式の初期値問題へのラプラス変換の応用.<br>制御系へのラプラス変換の応用. |
| 偏微分方程式・<br>基礎編      | 5   | 多変数関数の微積分.<br>フーリエ解析を用いたラプラス方程式の境界値問題の解法.<br>フーリエ解析を用いた波動方程式の初期値問題・境界値問題の解法.<br>フーリエ解析を用いた拡散方程式の初期値問題・境界値問題の解法.   |

【教科書】大石進一「フーリエ解析」(理工系の数学入門シリーズ6) 岩波書店.

【予備知識】微分積分学を前提とする

【その他】偏微分方程式・基礎編に続いて偏微分方程式・応用編の講義を工業数学 F 3 にて行う.

物理工学科

## 工業数学 F2

20653

Applied Mathematics for Engineering F2

【配当学年】3年前期

【担当者】野澤

【内 容】フーリエ解析と偏微分方程式

【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------------|-----|--|
| フーリエ解析        | 9   | フーリエ級数の起源, フーリエ級数の定義.<br>二, 三の初等関数のフーリエ展開.<br>ギップスの現象, 部分和のディレクトリ表示.<br>有界変動の関数の概念と二, 三の性質.<br>アーベルの定理と第2平均値の定理.<br>リーマン・ルベグの定理, フーリエ級数の収束.<br>フーリエ積分への移行, フーリエ変換, ラプラス変換.<br>デルタ関数, 誤差関数のフーリエ積分表示.<br>直交関数系, パーシバルの関係, ベッセル不等式. |
| ラプラス変換        | 2   | 関数のラプラス変換.<br>線形微分方程式のラプラス変換.  |
| 偏微分方程式<br>の解法 | 3   | 変数分離法, 波動方程式のダランベール解.<br>熱(拡散)方程式の基本解.<br>ラプラス変換を用いた解の求め方.   |

【参考書】野澤 博著 工業数学(コロナ社)

【予備知識】微分積分学を前提とする

## 工業数学 A2

20602

Applied Mathematics A2

【配当学年】3年前期

【担当者】岩井

【内 容】——いくつかの基本的概念を復習してから、常微分方程式の解の存在と一意性の定理を証明し、その具体的な応用について述べる。さらに定係数線形常微分方程式の解法と、その実際的な応用についても述べる。

## 【授業計画】

| 項 目                     | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-------------------------|-----|--|
| やさしい常微分方程式とベクトル空間の位相の復習 | 2~3 | 未知関数が2つの定係数連立1階常微分方程式の解法と、ベクトル空間のノルムによる位相について復習する。                                 |
| 解の存在と一意性                | 3~4 | 初期条件をみたま解の存在と一意性を証明する。そして、解の存在と一意性の定理が実際に有効であることを、ヤコビの楕円関数を定義する連立常微分方程式を例にとって説明する。 |
| 線型方程式の解について             | 2~3 | 斉次方程式の解の全体が有次元ベクトル空間となることを述べ、更に基本行列、解核行列及びロンスキー行列式について述べる。                         |
| 定数係数線型方程式の解の構造          | 2~3 | 正方行列の指数関数について述べ、さらに定数係数線型方程式の解の様子を調べる。また、それらの実際的な応用についても述べる。                       |
| 解のパラメータ依存性              | 1~2 | 理論的になるので、後回しにしておいたのだが、最後に常微分方程式の解のパラメータに関する連続性、微分可能性について、講述する。                     |

【教科書】——

【参考書】——伊藤秀一著 常微分方程式と解析力学（共立出版）

島倉紀夫著 常微分方程式（裳華房）

【予備知識】——全学共通科目の微分積分学 A・B、微分積分学統論 A、線型代数学、複素関数論の初歩的内容（工業数学 A1）

【その他】——

物理工学科

## 工業数学 F3

20750

Applied Mathematics for Engineering F3

【配当学年】3年後期

【担当者】立花・谷村

【内 容】特殊関数の一般的取り扱いと物理数学における応用

【授業計画】

| 項 目            | 回 数 | 内 容 説 明                                  |
|----------------|-----|--|
| 直交関数系          | 1   | 関数空間における直交性、直交化法、母関数、常微分方程式との関係          |
| 直交多項式          | 2   | エルミート多項式、ルジャンドル多項式、ラゲール多項式などの紹介と物理数学への応用 |
| 合流型超幾何関数       | 1   | 実数空間での定義と複素空間への拡張                        |
| ガンマ関数とベータ関数    | 2   | 定義と各種の表示                                 |
| ベッセル関数とその応用    | 2   | 定義と偏微分方程式の解法への応用                         |
| 超関数の基礎         | 2   | 超関数の定義と各種演算、デルタ関数、超関数のフーリエ変換とラプラス変換      |
| グリーン関数         | 1   | 偏微分方程式の主要解、境界値問題                         |
| 物理数学に現れる偏微分方程式 | 2   | 波動方程式の解法、拡散方程式の解法                        |

【予備知識】初等複素関数論と初等常微分方程式論

## 工業数学 F3

20751

Applied Mathematics for Engineering F3

【配当学年】3年後期

【担当者】野澤

【内 容】常微分方程式と特殊関数及び二、三の応用

【授業計画】

| 項 目              | 回 数 | 内 容 説 明   |
|------------------|-----|---|
| 実変数のベータ・ガンマ関数    | 1   | ガンマ関数・ベータ関数の定義，初等的性質と，これらの関数の間の関係，より詳しい性質             |
| 複素変数のガンマ関数       | 1   | 変数を複素領域に拡張，ハンケルの表示                                    |
| ベッセルの微分方程式       | 1   | ベッセル関数の級数表示と初等的な性質（漸化式）                               |
| 微分方程式の標準形        | 1   | 2階常微分方程式の標準形とスツルムの比較定理，ベッセル関数への応用                     |
| ベッセル関数の積分表示      | 2   | 積分表示とハンケル変換   |
| ルジャンドルの微分方程式     | 1   | ルジャンドル多項式を母関数から導くこと，ポテンシャル方程式との関係                     |
| ルジャンドル関数         | 2   | ルジャンドル方程式の級数解と収束域，対数的特異点が一般的には存在することの説明               |
| 常微分方程式の級数解法      | 1   | 常微分方程式（複素変数）の特異点と特異点近傍での級数解                           |
| 波動方程式の円柱・球座標での表示 | 2   | 円柱・球座標でのラプラス・波動方程式の表現と，一般的に解がベッセル，ルジャンドル関数で表現されることの説明 |
| 定常温度分布           | 1   | 二，三の境界条件のもとでの，ラプラス方程式の解の求め方（ベッセル，ルジャンドル関数の応用）         |

【参 考 書】野澤 博著 工業数学（コロナ社）

【予備知識】複素関数論とフーリエ解析を前提とする

## 工業数学 A3

20702

Applied Mathematics A3

【配当学年】3年前期

【担当者】野木

【内 容】フーリエ級数と偏微分方程式解への応用、フーリエ変換とその応用、デルタ関数と一般化フーリエ変換、ラプラス変換とその応用、離散フーリエ変換と  $z$  変換などについて講述する。

### 【授業計画】

| 項 目              | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------------|-----|--|
| フーリエ級数           | 2   | フーリエ級数の基礎と、簡単な偏微分方程式の解法について述べる。                          |
| 簡単な偏微分方程式の解法     | 2   | フーリエ級数を用いて、熱方程式、波動方程式、ポテンシャル方程式などを解く。                    |
| フーリエ変換           | 3   | フーリエ積分とフーリエ変換の基礎と応用について述べる。                              |
| デルタ関数            | 2   | 汎関数としてのデルタ関数、汎関数のフーリエ変換を述べ、フーリエ級数もフーリエ積分として捉えられることを説明する。 |
| ラプラス変換とその応用      | 2   | ラプラス変換の定義とその性質、ラプラス変換の線形微分方程式の解法への応用について説明する。            |
| 離散フーリエ変換と $z$ 変換 | 2   | 離散データを対象とするフーリエ変換と高速計算法、および $z$ 変換とその信号処理への応用を述べる。       |

【教科書】野木達夫著「工業数学講義（一訂）」（市販されていない）

【予備知識】微分積分学、線形代数学、工業数学 A1

## 数値解析

90252

Numerical Analysis

【配当学年】3年後期

【担当者】野木、青柳

【内 容】科学技術計算シミュレーションにおける近似計算モデルの作り方、それを解くための積分法、および連立一次方程式の解法アルゴリズムについて述べ、数値解析の基本概念を明らかにする。

### 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------|-----|--|
| 方程式の解法     | 2   | 反復アルゴリズム、ニュートン法  |
| 多項式内挿と数値積分 | 1   | 内挿公式とその誤差、数値積分公式とその誤差                                      |
| 常微分方程式の解法  | 3   | 初期値問題に対するオイラー法、ルンゲクッタ法、多段法、および2点境界値問題の解法などについて述べ、例題演習を課す。  |
| 差分スキーム     | 3   | 簡単な偏微分方程式を解く差分スキーム、安定性と収束性、インプリシットスキームとその解法について述べ、例題演習を課す。 |
| 連立一次方程式の解法 | 4   | 差分スキームから生まれる連立一次方程式の反復解法としてADI法やSOR法などにつて述べる。              |

【教科書】野木著「数値解析講義（一訂）」（市販されていない）

【予備知識】微分積分学（常微分方程式を含む）と線形代数学。

## 材料基礎学 2

50170

Fundamentals of Materials 2

【配当学年】3年前期

【担当者】箕島，神野（伊）

【内 容】機械工学が関与するあらゆる分野で必要とされる機械材料学の基礎知識を系統的に教授する。機械的性質、破壊力学、破壊じん性、疲労、高温強度、環境強度など材料の強度に関する理論と許容応力、腐食、摩耗などの表面損傷、複合材料の強化機構について講述する。

### 【授業計画】

| 項 目             | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-----------------|-----|---|
| 機械的性質           | 1~2 | 引張り試験の意義と試験法、引張り性質、硬さ、衝撃性質、延性—ぜい性遷移   |
| 破壊じん性           | 2   | 破壊力学の意義、き裂先端の特異応力場、応力拡大係数、破壊じん性試験法、破壊じん性値に及ぼす諸因子の影響                                       |
| 疲労              | 3   | 疲労試験の意義と目的、S—N曲線と疲労限度、疲労き裂の発生と進展、平均応力・組合せ応力、切欠き効果と寸法効果、表面処理の影響、実働荷重、低サイクル疲労と熱疲労、高温疲労と低温疲労 |
| クリープ            | 1   | クリープ現象、クリープ試験法、クリープ強度の求め方、切欠き及び応力変動の影響、クリープ・疲労相互作用  |
| 高分子・セラミックス・複合材料 | 2   | 高分子、セラミックスの粘弾性、力学的挙動、強度と破壊、複合材料の複合則、分散強化材、繊維強化材の種類と構成・静的強度・衝撃強度・疲労強度、はり合わせ材、傾斜機能材         |
| 環境強度            | 2   | 腐食の形態と防食法、応力腐食割れ、高分子材料の応力割れ、腐食疲労、材料・環境・応力状態と腐食疲労強度、腐食疲労破壊の防止                              |
| 摩耗              | 1~2 | 摩耗試験とその意義、真実接触面積、腐食摩耗形態と耐摩耗性、高分子の摩耗   |
| フラクトグラフィと非破壊検査  | 1   | フラクトグラフィとは、巨視的破面の特徴、微視的破面の特徴、破面の定量解析、非破壊検査の意義と目的  |

【教科書】日本材料学会編：改訂機械材料学 および 日本材料学会編：材料強度学

## 材料基礎学 2

50171

Fundamentals of Materials 2

【配当学年】3年前期

【担当者】箕島，神野（伊）

【内 容】機械工学が関与するあらゆる分野で必要とされる機械材料学の基礎知識を系統的に教授する。機械的性質、破壊力学、破壊じん性、疲労、高温強度、環境強度など材料の強度に関する理論と許容応力、腐食、摩耗などの表面損傷、複合材料の強化機構について講述する。

## 【授業計画】

| 項 目             | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-----------------|-----|---|
| 機械的性質           | 1~2 | 引張り試験の意義と試験法、引張り性質、硬さ、衝撃性質、延性—ぜい性遷移   |
| 破壊じん性           | 2   | 破壊力学の意義、き裂先端の特異応力場、応力拡大係数、破壊じん性試験法、破壊じん性値に及ぼす諸因子の影響                                       |
| 疲労              | 3   | 疲労試験の意義と目的、S—N曲線と疲労限度、疲労き裂の発生と進展、平均応力・組合せ応力、切欠き効果と寸法効果、表面処理の影響、実働荷重、低サイクル疲労と熱疲労、高温疲労と低温疲労 |
| クリープ            | 1   | クリープ現象、クリープ試験法、クリープ強度の求め方、切欠き及び応力変動の影響、クリープ・疲労相互作用  |
| 高分子・セラミックス・複合材料 | 2   | 高分子、セラミックスの粘弾性、力学的挙動、強度と破壊、複合材料の複合則、分散強化材、繊維強化材の種類と構成・静的強度・衝撃強度・疲労強度、はり合わせ材、傾斜機能材         |
| 環境強度            | 2   | 腐食の形態と防食法、応力腐食割れ、高分子材料の応力割れ、腐食疲労、材料・環境・応力状態と腐食疲労強度、腐食疲労破壊の防止                              |
| 摩耗              | 1~2 | 摩耗試験とその意義、真実接触面積、腐食摩耗形態と耐摩耗性、高分子の摩耗   |
| フラクトグラフィと非破壊検査  | 1   | フラクトグラフィとは、巨視的破面の特徴、微視的破面の特徴、破面の定量解析、非破壊検査の意義と目的  |

【教科書】日本材料学会編：改訂機械材料学 および 日本材料学会編：材料強度学

## 材料基礎学 2

50172

Fundamentals of Materials 2

【配当学年】3年前期

【担当者】鈴木 亮輔・田村 剛三郎・沼倉 宏

【内 容】材料科学における熱力学の基礎と実際, 固体の構造と性質, 固体中の欠陥と材料特性, 材料における拡散現象

### 【授業計画】

| 項 目          | 回 数 | 内 容 説 明   |
|--------------|-----|---|
| 材料科学における熱力学  | 4   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・熱力学の三法則と化学ポテンシャル</li> <li>・可逆過程と不可逆過程</li> <li>・自由膨張と断熱膨張</li> <li>・混合のエントロピー変化</li> <li>・部分モル量と混合の自由エネルギー変化</li> </ul> |
| 固体の構造        | 4   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子間力と結晶結合</li> <li>・結晶構造、原子半径と原子体積, 相安定性</li> <li>・合金の構造(幾何学構造, 原子配置)と性質</li> </ul>                                     |
| 固体中の欠陥       | 1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・固体内の種々の欠陥とその材料特性との関係</li> <li>・結晶中の点欠陥の統計熱力学</li> </ul>   |
| 拡散現象         | 3   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・拡散の現象論: Fick の第一, 第二法則</li> <li>・拡散の微視的描像: 原子の拡散過程</li> <li>・材料における拡散</li> </ul>  |
| 金属のつくり方と高温酸化 | 1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・酸化物の還元</li> <li>・単位操作とプロセス</li> <li>・エネルギーバランス</li> <li>・金属の高温酸化と酸素の拡散</li> <li>・酸化物の欠陥構造</li> </ul>                    |

【参 考 書】C. キッテル「固体物理学入門」(丸善); 杉本, 長村, 山根, 牧, 菊池, 落合, 村上「材料組織学」(朝倉書店); P.G. シュウモン「固体内の拡散」(コロナ社)

【予備知識】熱力学1, 熱力学2, 材料基礎学1

**材料基礎学 2**

50173

Fundamentals of Materials 2

【配当学年】3年前期

【担当者】高木

【内 容】個体の構造や材料の性質に量子線が与える効果について講述し、その効果を利用した材料の製造プロセスや分析法について説明する。

## 【授業計画】

| 項 目     | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------|-----|---|
| 個体の構造   | 2   | 原子・分子の電子構造、原子間力、結合の種類、結晶構造                      |
| 材料の性質   | 2   | 欠陥、塑性変形、硬化、脆化、クリープ、電子物性                         |
| 量子線の遮蔽  | 3   | 量子線と材料との相互作用、光子の遮蔽、荷電粒子の遮蔽、中性子の遮蔽               |
| 量子線照射効果 | 3   | 原子の弾き出し、カスケード過程、照射損傷、照射硬化、延性脆性遷移、スウェリング、回復と拡散現象 |
| 量子線の利用  | 3   | 製造プロセスでの利用、ラジオグラフィ、イオンビーム分析、環境・農業・医療分野での利用      |

【教科書】必要に応じて講義プリントを配布する

【参考書】「材料科学1, 2, 3」C.R. バレットら著、井形直弘ら訳（培風館）「機械材料学」駒井謙治郎編（日本機械学会）「材料組織学」杉本孝一ら（朝倉書店）「照射損傷」石野菜（東京大学出版会）

【その他】同時期に配当されている量子線計測学（51090）を受講することが望ましい

## 量子物理学 1

50180

Quantum Physics 1

【配当学年】3年前期

【担当者】立花・谷村、木村(健)

【内 容】この講義では、量子力学及び量子統計力学の基礎となる主要な概念を理解すること、及び、原子構造、原子核構造、固体電子構造の量子力学的理解を深めることに重点をおいて講述する。

## 【授業計画】

| 項 目       | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------|-----|--|
| 量子力学の生い立ち | 1   | 光の粒子性や電子の波動性を示す実験事実、ラザフォードの原子模型とその困難、ボーアの原子模型等を概観し、古典力学の限界と量子力学の必要性を理解する。  |
| 量子力学の原理   | 4   | 波動関数とそれが満たすべきシュレーディンガー方程式を導入する。波動関数の解釈とその性質、物理量の期待値、観測可能な物理量を表す演算子の性質等について考察し、古典力学と量子力学の相違を理解する。演算子の固有値と固有関数の性質を調べ、波動関数の重ね合わせの原理を理解する。                           |
| 1次元の運動    | 2   | 外場のないときの1次元自由粒子の運動を考える。ポテンシャルの山が存在するときの粒子の運動を調べて、ポテンシャルの山による反射とポテンシャルの山の透過現象を考察し、トンネリング効果を理解する。また、井戸型ポテンシャルを例にして、束縛状態について説明する。                                   |
| 調和振動子     | 2   | 古典力学における調和振動を復習し、1次元調和振動子の波動関数を導く。これをもとに、3次元の調和振動子の運動を考察し、比熱のアインシュタイン模型、原子核の調和振動子模型を説明する。  |
| 水素原子      | 4   | 水素原子を例に球対称な場の中の運動を考察する。極座標を導入して波動関数を角度部分と動径部分に分離し、量子力学における角運動量について説明する。さらに、水素原子の波動関数を求めて、水素原子のスペクトルを説明する。これらの結果をもとに、多電子原子の波動関数を概観して、原子分光法、オージェ電子分光法による原子分析を説明する。 |

【教科書】なし。

【参考書】多数の教科書があるが、初歩的な教科書であればどれでもよい。

【その他】受講生を2クラスに分け、同一時間帯に平行して上記の内容の講義を行う。なお、当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 量子物理学 1

50181

Quantum Physics 1

【配当学年】3年前期

【担当者】立花・谷村、木村(健)

【内 容】この講義では、量子力学及び量子統計力学の基礎となる主要な概念を理解すること、及び、原子構造、原子核構造、固体電子構造の量子力学的理解を深めることに重点をおいて講述する。

## 【授業計画】

| 項 目       | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------|-----|--|
| 量子力学の生い立ち | 1   | 光の粒子性や電子の波動性を示す実験事実、ラザフォードの原子模型とその困難、ボーアの原子模型等を概観し、古典力学の限界と量子力学の必要性を理解する。  |
| 量子力学の原理   | 4   | 波動関数とそれが満たすべきシュレーディンガー方程式を導入する。波動関数の解釈とその性質、物理量の期待値、観測可能な物理量を表す演算子の性質等について考察し、古典力学と量子力学の相違を理解する。演算子の固有値と固有関数の性質を調べ、波動関数の重ね合わせの原理を理解する。                           |
| 1次元の運動    | 2   | 外場のないときの1次元自由粒子の運動を考える。ポテンシャルの山が存在するときの粒子の運動を調べて、ポテンシャルの山による反射とポテンシャルの山の透過現象を考察し、トンネリング効果を理解する。また、井戸型ポテンシャルを例にして、束縛状態について説明する。                                   |
| 調和振動子     | 2   | 古典力学における調和振動を復習し、1次元調和振動子の波動関数を導く。これをもとに、3次元の調和振動子の運動を考察し、比熱のアインシュタイン模型、原子核の調和振動子模型を説明する。  |
| 水素原子      | 4   | 水素原子を例に球対称な場の中の運動を考察する。極座標を導入して波動関数を角度部分と動径部分に分離し、量子力学における角運動量について説明する。さらに、水素原子の波動関数を求めて、水素原子のスペクトルを説明する。これらの結果をもとに、多電子原子の波動関数を概観して、原子分光法、オージェ電子分光法による原子分析を説明する。 |

【教科書】なし。

【参考書】多数の教科書があるが、初歩的な教科書であればどれでもよい。

【その他】受講生を2クラスに分け、同一時間帯に平行して上記の内容の講義を行う。なお、当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 量子物理学 1

50182

Quantum Physics 1

【配当学年】3年前期

【担当者】山本（克）

【内 容】量子力学の基本的な考え方とその記述について概観する。この講義では、原子のような微視的世界の具体的現象から量子論的な見方を学び、シュレーディンガーの波動方程式を用いて、簡単なポテンシャルのなかを運動する粒子の束縛状態や散乱について考察する。

## 【授業計画】

| 項 目                   | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------------------|-----|--|
| 古典物理学の<br>限界          | 2   | 黒体輻射とプランクのエネルギー量子仮説、光電効果とアインシュタインの光量子、固体の比熱、ボーアの原子模型、電子によるX線のコンプトン散乱、ドブロイの物質波仮説、シュレーディンガーの波動方程式を概観する。                |
| 量子力学の原<br>理           | 4   | 状態の記述と波動関数、物理量とエルミト演算子、演算子の固有値と固有関数、物理量の期待値、状態の時間的发展：シュレーディンガーの波動方程式、確率密度と確率流密度、粒子の位置と運動量に関するハイゼンベルグの不確定性関係について説明する。 |
| 一次元の問題                | 3   | ポテンシャル・ステップ、ポテンシャル障壁、井戸型ポテンシャルの中での粒子の振る舞い、一次元調和振動子：シュレーディンガー方程式による解法、生成・消滅演算子による解法を説明する。                             |
| 球対称な場の中での粒子の<br>運動    | 2   | シュレーディンガー方程式の極座標による変数分離、角部分に対する解と軌道角運動量、動径部分に対する解の一般的性質について説明する。   |
| 球対称な場の中での粒子の<br>運動（続） | 3   | 水素型原子に対するシュレーディンガー方程式の解とそのエネルギースペクトル、三次元等方調和振動子、三次元自由粒子の運動について説明する。  |

【参 考 書】量子力学（大鹿讓・金野正著, 共立出版）など

【予備知識】古典物理学、電磁気学、原子物理学

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 量子物理学 2

50190

Quantum Physics 2

【配当学年】3年後期

【担当者】立花、蓮尾

【内 容】量子力学を実際の問題に適用する際に必要となる事項について概説する。具体的には、摂動法、変分法、WKB法などの近似法と、粒子の衝突過程を取扱う散乱理論について、その原理と具体例を講述する。

## 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------|-----|--|
| 時間に依存しない摂動 | 3   | 時間に依存しない摂動の一般論を講述し、具体例として、水素原子のシュタルク効果等について説明する。                               |
| 時間に依存する摂動  | 3   | 摂動が時間に依存する場合の一般論を述べ、特に周期的摂動による状態間の遷移について詳述する。具体例として、原子による光の吸収・放出について説明する。      |
| 変分法        | 1~2 | 変分法の原理を説明し、ヘリウム原子に変分法を適用した例を述べる。   |
| WKB法       | 1~2 | WKB法に関して講述し、前期量子論との関係について説明する。   |
| 散乱の古典論     | 2   | 粒子散乱の古典論を講述し、散乱断面積の概念を説明する。例として、ラザフォード散乱について述べる。                               |
| 散乱の量子論     | 3   | 部分波展開の方法を講述し、古典論との対応関係を説明する。また、ボルン近似の原理を示し、例として、高速荷電粒子の原子による弾性散乱・非弾性散乱について述べる。 |

【参 考 書】L.D. Landau and E.M. Lifshits "Quantum Mechanics" (東京図書より邦訳あり); J.J.Sakurai "Modern Quantum Mechanics" (吉岡書店より邦訳あり) 等の標準的な量子力学の教科書

【予備知識】量子物理学1程度の量子力学の基礎知識を前提とする。

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 量子物理学 2

50191

Quantum Physics 2

【配当学年】3年後期

【担当者】立花、蓮尾

【内 容】量子力学を実際の問題に適用する際に必要となる事項について概説する。具体的には、摂動法、変分法、WKB法などの近似法と、粒子の衝突過程を取扱う散乱理論について、その原理と具体例を講述する。

### 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------|-----|--|
| 時間に依存しない摂動 | 3   | 時間に依存しない摂動の一般論を講述し、具体例として、水素原子のシュタルク効果等について説明する。                               |
| 時間に依存する摂動  | 3   | 摂動が時間に依存する場合の一般論を述べ、特に周期的摂動による状態間の遷移について詳述する。具体例として、原子による光の吸収・放出について説明する。      |
| 変分法        | 1~2 | 変分法の原理を説明し、ヘリウム原子に変分法を適用した例を述べる。   |
| WKB法       | 1~2 | WKB法に関して講述し、前期量子論との関係について説明する。   |
| 散乱の古典論     | 2   | 粒子散乱の古典論を講述し、散乱断面積の概念を説明する。例として、ラザフォード散乱について述べる。                               |
| 散乱の量子論     | 3   | 部分波展開の方法を講述し、古典論との対応関係を説明する。また、ボルン近似の原理を示し、例として、高速荷電粒子の原子による弾性散乱・非弾性散乱について述べる。 |

【参 考 書】L.D. Landau and E.M. Lifshits "Quantum Mechanics" (東京図書より邦訳あり); J.J.Sakurai "Modern Quantum Mechanics" (吉岡書店より邦訳あり) 等の標準的な量子力学の教科書

【予備知識】量子物理学 1 程度の量子力学の基礎知識を前提とする。

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 量子物理学 2

50192

Quantum Physics 2

【配当学年】3年後期

【担当者】山本（克）

【内 容】量子力学の基本的な考え方とその記述について概観する。この講義では、量子力学の基本的な形である変換理論を把握することと共に、現実的な問題への応用を理解することに重点を置いている。行列、変換理論から入り、摂動法など種々の近似法を用いて、原子、分子、固体、原子核の構造や諸過程について、その基礎事項を説明する。

## 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------|-----|--|
| 量子力学の理論形式  | 3   | 量子力学の理論形式について述べる。<br>状態ベクトルとヒルベルト空間、ディラックのブラケットによる状態の記述、シュレディンガー描像とハイゼンベルグ描像、物理演算子のハイゼンベルグ方程式などについて説明する。   |
| 近似法（定常状態）  | 4   | 量子物理学における近似法を考察し、種々の問題を取り扱う。まず時間を含まない摂動論を説明し、それを用いて小さな摂動をもつ調和振動子、原子のゼーマン効果、シュタルク効果を検討する。また摂動法と変分法によりヘリウム原子の基底状態を考察する。さらに、WKB近似によりトンネル現象を扱い、原子核のアルファ崩壊に触れる。 |
| 近似法（非定常状態） | 3   | 時間を含む摂動論により遷移現象を扱う。そして原子による光の吸収と放出や粒子の散乱問題に応用する。   |
| 電子とスピン     | 2   | 電子のスピン角運動量とその量子力学的記述を説明する。そして、磁場のもとでの電子のスピンの量子力学的運動について述べる。  |
| 多電子系       | 2   | 多体問題のひとつとして多電子原子を考察する。<br>まず量子力学における同種粒子のスピンの統計の関係について述べ、波動関数の対称性と反対称性について説明する。<br>つぎに、2電子系（ヘリウム原子）の波動関数の空間変数部分とスピン変数部分の構成について具体的に調べる。                     |

【参 考 書】量子力学（大鹿譲・金野正著、共立出版）など

【予備知識】量子物理学 1

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 連続体力学

50200

Continuum Mechanics

【配当学年】3年前期

【担当者】松本（英治）・今谷、北村

【内 容】「材料力学1, 2」(2学年前・後期配当) および「流体力学基礎」(2学年後期配当) における力学の基本にたつて, 固体と流体を含めた連続体の力学における支配方程式の基礎とその応用について講述する. ただし, 流体力学の具体的な境界値問題の詳細については「流体力学」(3学年前期配当) を平行して受講することを薦める.

## 【授業計画】

| 項 目                | 回 数 | 内 容 説 明  |
|--------------------|-----|--|
| 連続体の概念             | 1   | 実在の物体と連続体の仮定, 固体と流体, 熱力学との関わり                                  |
| 直角座標系におけるベクトルとテンソル | 1   | 添字付き記号と総和規約, 座標変換, スカラー・ベクトル・テンソル, 商法則と縮約, 積分定理, 主値と偏差成分       |
| 運動学—幾何学的関係         | 2   | 変形・速度と物体の運動, ひずみと変形速度, 回転と渦度, 適合方程式                            |
| 応力とそのつりあい          | 2   | 連続の式, Cauchy の関係と応力・圧力, 平衡方程式など                                |
| 固体と流体の構成式          | 2   | 弾性体と Hooke の法則, 異方性と等方性, 圧縮性と粘性流体の構成式                          |
| エネルギー原理            | 1   | ひずみエネルギーと補足エネルギー, 仮想仕事の原理, 最小ポテンシャルエネルギーの原理, カスティリアノの定理, 解の唯一性 |
| 弾性力学の問題            | 3   | 弾性体の境界値問題, 2次元問題と Airy の応力関数, St. Venant の問題, 熱応力              |
| 流体力学の問題            | 1   | 慣性と粘性, Navier-Stokes の方程式とその具体的な問題への応用                         |

【教科書】日刊工業新聞社刊「弾性力学の基礎」(井上達雄著)を用いるが, とくに, 流体力学との関連では, 別途教材を用意して授業中に配布する.

## 流体熱工学

50210

Thermo-Fluid Dynamics

【配当学年】3年後期

【担当者】吉田(英)・岩井(裕)・中部

【内容】エネルギー変換，材料生成・化工プロセス，機器の運動制御等に必要な加熱，冷却，断熱技術の基礎となる熱移動現象について，熱伝導，対流熱伝達，熱ふく射に分けて教授する．熱伝導については定常と非定常の場合の理論を，対流熱伝達については強制対流，自然対流，凝縮，沸騰熱伝達を，また熱ふく射についてはその基礎理論を取り扱う．

## 【授業計画】

| 項目            | 回数  | 内容説明   |
|---------------|-----|--|
| 一般的事項         | 1   | 加熱，冷却，断熱技術を必要とするエネルギー変換，材料生成・化工プロセス，機器の温度管理の数例を対象として，それらと熱移動現象の関わり方を説明し，流体熱工学の重要性和熱移動現象の基本的機構につき解説する．  |
| 熱伝導           | 3   | 静止系のエネルギー式，熱伝導に関するフーリエの式，熱伝導方程式等の基礎的関係式，熱伝導率等の物性値，接触熱抵抗，平板・フィン・円管等における定常熱伝導と熱伝導抵抗，平板・無限および半無限物体内の非定常熱伝導，図式解法と差分法解法の基礎について講義する．   |
| 対流熱伝達の一般的事項   | 1~2 | 熱移動を伴う流体の流れに関する支配方程式の定式化とヌセルト数，スタントン数，グラスホフ数などの無次元数に関する解説，境界層流れを表す運動量およびエネルギー保存式の導出と積分方程式の解説，層流と乱流の区別や乱流熱流束の説明を行う．   |
| 相変化を伴わない対流熱伝達 | 3   | 強制対流熱伝達の具体例と一般的事項の説明，外部流熱伝達の例としての，熱移動と伴う平板層流境界層流れおよび平板乱流境界層流れに関する解説，円管および球まわりの対流熱伝達，円管群の熱伝達特性についての解説，円管内層流についての速度境界層，温度境界層の発達過程とその特徴に関する解説，円管内乱流の熱輸送現象に関する実験および数値シミュレーションによって得られた知見の紹介，自然対流と強制対流の区別に関する説明，鉛直平板，傾斜平板，鉛直円筒管，水平円筒などのまわりの流れ，傾きを持つ矩形管などの内部流れに関する自然対流，複合対流に関する解説を行う． |
| 相変化を伴う対流熱伝達   | 2   | 凝縮熱伝達については滴状凝縮と膜状凝縮の差異，凝縮界面における現象，鉛直平板膜状凝縮に対するヌセルト解，界面の波立ちと液膜内乱れの影響について，沸騰熱伝達についてはプール沸騰に対する沸騰曲線と核沸騰，遷移沸騰，膜沸騰の伝熱機構，核沸騰熱伝達に及ぼす諸因子の影響とその促進方法について解説する．   |
| ふく射熱伝達        | 3   | 全ふく射能と単色ふく射能，黒体および灰色体，キルヒホッフの法則，プランクの公式とウィーンの変位則，ステファン・ボルツマンの法則，黒体面間のふく射熱伝達と実在面のふく射性質，気体のふく射性質と気体層による吸収，ふく射について講義する．   |

【教科書】プリント配布．

## 流体熱工学

50211

Thermo-Fluid Dynamics

【配当学年】3年後期

【担当者】芹澤・功刀

【内 容】この講義では熱放射定常および非定常熱伝導、対流伝熱（層流および乱流）、相変化（沸騰、凝縮）などを中心に伝熱現象のメカニズムの物理的理解と数値解析を通して、熱流体工学の基礎理論と応用を学習する。特に、代表的なエネルギー変換機器である原子炉における現象を熱流体工学、安全工学の観点から講述する。

## 【授業計画】

| 項 目     | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------|-----|---|
| 伝熱基礎    | 1   | 伝熱とは何か、伝熱形態（熱放射、熱伝導、対流伝熱）の概要、熱物性値（熱伝導率、動粘度）について講述する。  |
| 熱放射     | 1   | 単色射出能と全射出能、黒体放射、射出率、吸収率、キルヒホッフの法則、ランバートの全弦則、相反定理について講述する。   |
| 熱伝導     | 2   | 熱伝導のメカニズム、熱伝導方程式、定常および非定常熱伝導問題とその解析的、数値的解法ならびに原子炉における熱伝導などを講述する。  |
| 対流伝熱    | 3   | 自然対流、強制対流における熱伝達機構、基礎方程式とその解析的、境界層（層流、乱流）、相似則などについて講述する。原子炉燃料集合体における対流伝熱や液体金属を対象としたMHD流れにおける対流伝熱についても述べる。                                     |
| 沸騰熱伝達   | 5   | 沸騰曲線、沸騰熱伝達機構、核沸騰、遷移沸騰、膜沸騰、蒸発を伴う液膜流による対流伝熱、バーンアウト、クエンチングなどの機構についての理論と構成方程式および応用について述べる。特に流動沸騰系については気液二相流動・熱伝達の基礎及び原子炉炉心における熱流動特性の実際例についても講述する。 |
| 凝縮熱伝達   | 1   | 膜状凝縮、滴状凝縮の基礎理論と応用について述べる。   |
| 伝熱促進・制御 | 1   | 工業的・工学的に有用な伝熱促進技術や伝熱制御の試みなどについて最新のトピックスなどを取り上げ、解説する。  |

【教科書】特に用いない。

【参考書】甲藤：伝熱概論（養賢堂）；植田：気液二相流（養賢堂）

【予備知識】この講義に先立って熱力学、流体力学、エネルギー変換工学を履修しておくことが望ましい。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 工業力学 A

20800

Engineering Mechanics A

【配当学年】3年前期

【担当者】松本（充）、西原

【内 容】主に解析力学について講義するが、その基礎として用いられる変分法の概略も解説する。解析力学はラグランジュ形式の力学とハミルトン形式の力学とからなり、各々における運動方程式は、ラグランジュの方程式および正準方程式として与えられることを示す。

## 【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------------|-----|--|
| 解析力学の概観       | 1   | 解析力学の考え方や利点、使い方および変分法の考え方などを概観する。  |
| ラグランジュ形式の力学   | 3~4 | 拘束条件について検討し、一般化座標、一般化速度および一般化力の概念、ならびにラグランジアン の定義を述べる。拘束がある条件を満たすとき、運動方程式がラグランジュの方程式として得られることを示し、いくつかの解析例を紹介する。また、ラグランジアン の物理的な不定性についても簡単に触れる。 |
| 変分問題とハミルトンの原理 | 2~3 | まず変分法の数学的基礎について簡単に解説したあと、ハミルトンの原理と呼ばれる変分原理がラグランジュの方程式と同値であることを示す。さらに、ハミルトンの原理と同等な変分原理である最小作用の原理について述べる。  |
| ハミルトン形式の力学    | 3~4 | 一般化運動量を定義しラグランジアンにかわって、ハミルトニアンを導入する。運動方程式がハミルトニアンを使った正準方程式として与えられることを示す。   |
| 正準変換          | 2~3 | 正準方程式の形を保つ変数変換である正準変換について述べ、変数変換が正準変換となるための条件を述べる。   |

【予備知識】力学の基礎、微分・積分学。

【そ の 他】当該年度の授業回数、授業の進行具合などに応じて一部省略、追加があり得る。

## 工業力学 A

20801

Engineering Mechanics A

【配当学年】3年前期

【担当者】松本（充）、西原

【内 容】主に解析力学について講義するが、その基礎として用いられる変分法の概略も解説する。解析力学はラグランジュ形式の力学とハミルトン形式の力学とからなり、各々における運動方程式は、ラグランジュの方程式および正準方程式として与えられることを示す。

## 【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------------|-----|---|
| 解析力学の概観       | 1   | 解析力学の考え方や利点、使い方および変分法の考え方などを概観する。   |
| ラグランジュ形式の力学   | 3~4 | 拘束条件について検討し、一般化座標、一般化速度および一般化力の概念、ならびに ラグランジアン の定義を述べる。拘束がある条件を満たすとき、運動方程式がラグランジュの方程式として得られることを示し、いくつかの解析例を紹介する。また、ラグランジアン の物理的な不定性についても簡単に触れる。 |
| 変分問題とハミルトンの原理 | 2~3 | まず変分法の数学的基礎について簡単に解説したあと、ハミルトンの原理と呼ばれる変分原理がラグランジュの方程式と同値であることを示す。さらに、ハミルトンの原理と同等な変分原理である最小作用の原理について述べる。   |
| ハミルトン形式の力学    | 3~4 | 一般化運動量を定義しラグランジアンにかわって、ハミルトニアンを導入する。運動方程式がハミルトニアンを使った正準方程式として与えられることを示す。  |
| 正準変換          | 2~3 | 正準方程式の形を保つ変数変換である正準変換について述べ、変数変換が正準変換となるための条件を述べる。  |

【予備知識】力学の基礎、微分・積分学。

【その他】当該年度の授業回数、授業の進行具合などに応じて一部省略、追加があり得る。

## 工業力学 A

20802

Engineering Mechanics A

【配当学年】3年前期

【担当者】石山・今谷・川那辺

【内 容】主に振動学ならびに機械力学に関して講義するが、解析力学の一部であるラグランジュおよびハミルトン形式の力学の一部についても講述する。振動現象を理解するために具体的な機械振動の例を取り上げ、授業計画にある講義内容を展開していく。

## 【授業計画】

| 項 目            | 回 数 | 内 容 説 明  |
|----------------|-----|--|
| 1 自由度および多自由度振動 | 3～4 | 振動現象で最も簡単な1自由度をまず取り上げ振動論の基礎を概説する。この拡張としての多自由度の振動現象について、その解析的取り扱いとともに応用例を取り上げ解説する。  |
| 連続体の振動         | 2～3 | 連続体としての振動現象を1次元ならびに2次元問題としてとらえ、方程式ならびに境界条件の扱いなどについて講述する。                           |
| はりの曲げ振動        | 1～2 | エネルギー機械設計において重要となるはりの曲げ振動について講述し、各境界条件における事例を解説する。                                 |
| 回転体の振動         | 1～2 | 動力機関設計で重要な問題となる回転体の振動について講述する。またジャイロ効果などについても具体例を挙げて触れる。                           |
| 近似法            | 1～2 | 多自由度系ならびに連続体における定常振動に対するRayleighの方法, Rayleigh-Ritzの方法, Galerkin法などの近似解法を取り上げ、解説する。 |
| 非線形振動          | 1～2 | 自励振動やパラメータ励振などをはじめとする非線形振動を取り上げ、非線形効果などについても触れる。                                   |

【教科書】明石一：振動工学概論（共立出版）

【予備知識】力学の基礎, 微分・積分学

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略, 追加がありうる。

## エネルギー変換工学

50230

Energy Conversion

【配当学年】3年前期

【担当者】吉田（英）・塩路

【内 容】各種エネルギー源およびエネルギー変換システムについて概説し、エネルギー変換過程に関する基礎的事項、エネルギー有効利用に関する熱力学的取り扱いなどについて講述する。

### 【授業計画】

| 項 目                               | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------------------------------|-----|--|
| エネルギー源<br>とエネルギー<br>変換システム        | 3.5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー資源</li> <li>・エネルギー需給</li> <li>・各種エネルギー変換システムにおける装置構成、省エネルギー、環境問題</li> </ul>                   |
| エネルギー変<br>換過程に関す<br>る基礎的事項        | 3~4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー形態</li> <li>・エネルギーフロー</li> <li>・エネルギー変換と損失</li> <li>・各種サイクルと熱効率</li> </ul>                    |
| 有 効 エ ネ ル<br>ギ ー の 熱 力 学<br>的 扱 い | 3.5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・効率とエネルギー損失</li> <li>・エクセルギーの考え方</li> <li>・種々のエネルギー形態におけるエクセルギー</li> <li>・エクセルギーの消滅とその防止</li> </ul> |
| エクセルギー<br>の応用                     | 3~4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・各種エネルギーシステムのエクセルギー解析</li> <li>・エネルギーの移動に伴うエクセルギー変化</li> <li>・省エネルギー</li> </ul>                     |

【教科書】無

【予備知識】熱力学を学習していることを前提としている。

【その他】上記各項目の講義順序および時間配分は、年度によって異なることがある。

## エネルギー変換工学

50231

Energy Conversion

【配当学年】3年前期

【担当者】芹澤

【内 容】この講義では、自然エネルギーや原子核反応エネルギーなど各種エネルギー源およびエネルギー変換・輸送・貯蔵システムについて概説し、エネルギー変換過程に関する基礎的な学理やエネルギー有効利用に関する熱力学的取扱などについて講述する。

## 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------|-----|--|
| エネルギーと人間社会 | 1.5 | エネルギーの需要・供給、人間生活・社会構造とエネルギーおよび環境問題との係わり、エネルギー政策などについて述べ、これらを通してエネルギー変換の意義や社会的・工学的位置づけを考える。   |
| エネルギー流体工学  | 4   | 各種エネルギー変換または利用機器の原理等を理解する上で必要となる流体力学の基礎について講述するとともに、コンピュータによるシミュレーション例を示し、エネルギー流体工学の理解に役立てる。 |
| 自然エネルギー    | 2.5 | 各種自然エネルギーやバイオエネルギー利用におけるエネルギー変換・輸送・貯蔵の原理とそれらを利用した実プラントのシステム、さらには応用について述べる。                   |
| 原子核反応エネルギー | 3   | 核分裂炉、核融合炉における熱の発生の仕組みと原理、エネルギー変換過程における核・熱複合過程の原理、原子力プラントにおける様々なシステムおよび工学的安全性について講述する。        |
| エネルギーの有効利用 | 3   | エネルギーの有効利用に関する熱力学、蒸気サイクルや熱工学的な考え方とその応用例について講述する。また、全体のまとめや今後の展望についても述べる。                     |

【教科書】特に用いない

## 【参考書】

【予備知識】熱力学、流体力学、統計熱力学、原子物理学、応用電磁気学などを学習しておくことが望ましい。

【その他】適宜最新のトピックスを取り上げて概説する予定である。また、当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

【配当学年】3年前期

【担当者】松久，宇津野

【内 容】 自然界は振動でとりかこまれているが，この講義ではまず振動とはなにかについて論じ，つぎに機械や構造物の振動について論じる．質点系，分布系の振動，波動方程式などについて基礎理論を講述し，制振方法などの応用について説明する．さらに，摩擦音などの発生源である自励振動などの非線形系について論じる．

【授業計画】

| 項 目       | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------|-----|--|
| 1 自由度系の振動 | 2   | 質点，ばね，減衰からなる1自由度振動系について，運動方程式，固有振動数，共振，減衰率を説明する．さらに，強制力および強制変位を受けるときの応答，除振，制振について論じる．振り子，軸の振れまわり，浮体，地震計など1自由度系にモデル化できる例について説明する． |
| 多自由度系の振動  | 3   | まず，質点，ばね，減衰からなる2自由度系について論じる．そして，その応用として動吸振器について説明する．つぎに，一般多自由度系の解法としてラグランジュの運動方程式について講述する．そこで，振動モードについて説明する．                     |
| 分布系の振動    | 3   | 弦の振動，棒の縦振動，棒のねじり振動，はりの横振動，平板の振動について論じ，固有振動数や振動モード，境界条件などについて説明する．そして，波動方程式について論じ，波の伝搬速度などについて説明する．                               |
| モード解析     | 2   | 振動モードすなわち質点系の固有ベクトルおよび分布系の固有関数による解析について論じる．ここで，モードによる展開，モードの直交性，モード座標，モード質量，モード剛性などについて説明する．                                     |
| 非線形振動     | 3   | 非線形振動方程式の特性を論じ，非線形振動方程式の位相面解析や近似解法についても説明する．さらに，摩擦振動や歯車の振動，風による吊橋の揺れなど実例に基づいて，自励振動や係数励振振動についても説明する．                              |

【そ の 他】 当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる．

## 振動工学

50241

Vibration Engineering

【配当学年】3年前期

【担当者】井上紘一・幸田武久

【内 容】線形動的システムの解析法、特に振動現象のモデル化とその解析法の基礎について述べる。

【授業計画】

| 項 目 | 回 数 | 内 容 説 明             |
|-----|-----|---------------------|
|     |     | 序                   |
|     |     | フーリエ解析              |
|     |     | 動的システムおよびその入出力関係の表現 |
|     |     | 1 自由度振動系の解析         |
|     |     | 2 自由度振動系の解析         |
|     |     | 多自由度振動系の解析          |
|     |     | 分布定数振動系の解析          |

【教科書】教科書を選定の予定

【予備知識】常微分方程式論

【その他】講義内容の理解を深めるために、パーソナル・コンピュータを用いた CAI システムを用意しており、自由演習を行うことができる。

## 制御工学 1

50250

Control Engineering 1

【配当学年】3年前期

【担当者】吉川・横小路、杉江・大須賀

【内 容】 機械システムを含む各種システムを制御するための方法論を体系化したものが制御工学であり，その内容は古典制御理論と現代制御理論に分けられる．本講義ではその内，古典制御理論の基礎的な事項について講述する．

### 【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------------|-----|--|
| 概説            | 1   | 制御の事例をあげながら，制御の目的や方法など制御工学の基礎事項について説明する．                       |
| 動的システムの表現     | 2   | ラプラス変換を基礎にした伝達関数や，ブロック図を用いたシステムの表現法などについて述べる．                  |
| 動的システムの応答     | 3   | システムの時間応答と安定性・安定判別法について述べる．                                    |
| フィードバック制御系の特性 | 2   | フィードバック制御系の定常特性，根軌跡法などについて述べる．                                 |
| 周波数応答         | 3～4 | 周波数応答の概念とボード線図，ベクトル軌跡などについて述べる．また，周波数応答に基づく閉ループ系の安定判別法について述べる． |
| 制御システムの設計     | 2   | 位相進み補償，位相遅れ補償，PID 制御など，基本的な制御系設計の方法について述べる．                    |

【教科書】杉江，藤田： フィードバック制御入門 (コロナ社)

【予備知識】ラプラス変換の初歩的知識を持っていることが望ましい．

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる．

## 制御工学 1

50251

Control Engineering 1

【配当学年】3年前期

【担当者】吉川・横小路、杉江・大須賀

【内 容】 機械システムを含む各種システムを制御するための方法論を体系化したものが制御工学であり，その内容は古典制御理論と現代制御理論に分けられる．本講義ではその内，古典制御理論の基礎的な事項について講述する．

## 【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------------|-----|--|
| 概説            | 1   | 制御の事例をあげながら，制御の目的や方法など制御工学の基礎事項について説明する．                       |
| 動的システムの表現     | 2   | ラプラス変換を基礎にした伝達関数や，ブロック図を用いたシステムの表現法などについて述べる．                  |
| 動的システムの応答     | 3   | システムの時間応答と安定性・安定判別法について述べる．                                    |
| フィードバック制御系の特性 | 2   | フィードバック制御系の定常特性，根軌跡法などについて述べる．                                 |
| 周波数応答         | 3～4 | 周波数応答の概念とボード線図，ベクトル軌跡などについて述べる．また，周波数応答に基づく閉ループ系の安定判別法について述べる． |
| 制御システムの設計     | 2   | 位相進み補償，位相遅れ補償，PID 制御など，基本的な制御系設計の方法について述べる．                    |

【教科書】杉江，藤田： フィードバック制御入門 (コロナ社)

【予備知識】ラプラス変換の初歩的知識を持っていることが望ましい．

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる．

物理工学科

## 制御工学 1

50252

Control Engineering 1

【配当学年】3年後期

【担当者】幸田武久

【内 容】制御工学の基礎理論、すなわち線形連続制御系の時間領域および周波数領域における解析法および設計法について述べる。

【授業計画】

| 項 目                   | 回 数 | 内 容 説 明 |
|-----------------------|-----|---------|
| 序                     |     |         |
| ラプラス変換<br>とその性質       |     |         |
| 要素、制御系<br>および伝達関<br>数 |     |         |
| 時間応答                  |     |         |
| 周波数応答                 |     |         |
| 安定判別                  |     |         |
| 制御系の設計<br>法           |     |         |
| 根軌跡法                  |     |         |

【教科書】教科書を選定の予定

【予備知識】複素関数論、常微分方程式論

【その他】講義内容の理解を深めるために、パーソナル・コンピュータを用いた CAI システムを用意しており、自由演習を行うことができる。

## 制御工学 2

50270

Control Engineering 2

【配当学年】3年後期

【担当者】吉川・横小路

【内 容】 機械システムを含む各種システムを制御するための方法論を体系化したものが制御工学であり，その内容は古典制御理論と現代制御理論に分けられる．本講義ではその内，現代制御理論の最も基礎的な事項について講述する．

## 【授業計画】

| 項 目            | 回 数 | 内 容 説 明  |
|----------------|-----|--|
| 概説             | 1   | 制御工学の目的，歴史，および古典制御理論と現代制御理論の枠組みについて概説する．         |
| 状態方程式          | 2   | 状態変数，状態方程式，遷移行列，伝達関数との関連，などについて述べる．              |
| 可制御性と可観測性      | 3   | 可制御性，可観測性，同値変換，正準分解形，などについて述べる．                  |
| 伝達関数表現と状態方程式表現 | 1   | 伝達関数行列表現，実現問題，最小実現，などについて述べる．                    |
| 安定性            | 2   | 安定性の定義，フルビッツの安定条件，リャプノフの安定性理                     |
| 極配置            | 1   | 極配置問題，状態フィードバックによる極配置，極配置アルゴリズム，などについて述べる．       |
| オブザーバ          | 1   | 状態オブザーバ，線形関数オブザーバ，状態フィードバック則とオブザーバの結合，などについて述べる． |
| 最適制御           | 1～2 | 最適制御問題，最適レギュレータ，などについて述べる．                       |

【教科書】吉川，井村：現代制御論（昭晃堂）

【予備知識】線形代数学の基礎知識を前提としている．

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる．

## 応用制御工学

50980

Applied Control Engineering

【配当学年】3年後期

【担当者】西原・川上・榎木・松原・西脇・井手

【内容】制御工学1で学習した内容に基づき、各分野での制御工学の応用について講述する。各担当者のリレー講義とする。

【授業計画】

| 項目                | 回数 | 内容説明  |
|-------------------|----|---|
| 車両の操舵と運動          | 2  | 四輪車両について、基本的な二輪モデルにより平面上の運動方程式を導き、定常円旋回と過渡応答に関する性質を示す。ドライバの操舵による軌道追従走行についても述べる。   |
| 離散事象系のモデル化と解析     | 2  | 事象の連続性を仮定することのできない離散事象システムをモデル化する方法の一つとしてペトリネットをとりあげ、その構造、モデル化方法、解析方法などについて講述する。  |
| ファジィ制御            | 2  | ファジィ制御の位置づけ、ファジィ理論における集合、関係、論理・推論の基本概念に関する説明、ファジィ制御の概要と産業界での実例について講述する。   |
| 精密位置決め装置への制御理論の応用 | 2  | DVD・CDのマスタリング装置、半導体露光装置、NC工作機械といった産業上、重要な精密位置決め装置への制御理論の応用事例を中心に重要な機械制御の基礎知識を講述する。について講述する。   |
| 車両運動と制御           | 2  | 車両運動を記述する運動方程式の導出方法について説明するとともに、サスペンションの形式などの設計要素と車両運動の評価尺度の関係、さらには性能向上のための制御方法について講述する。  |
| ビーム加工装置の制御系       | 2  | 1、荷電粒子ビーム加工・測定装置の一般概念（イオン注入装置、電子ビーム溶接、電子ビーム焼き入れ、マイクロビーム加工・計測装置、マイクロビーム修理装置）2、制御・測定系の実例（加工装置の長時間稼働の不安定性、放電等による不安定性、光ファイバー等の伝送システム、電子素子の故障による制御・計測系の問題） |
| 予備                | 2  | 年によって余裕がある場合には、上記のうち2テーマを3回にふやして実施する。   |

## 人工知能基礎

50280

Fundamentals of Artificial Intelligence

【配当学年】3年後期

【担当者】片井・榎木

【内 容】記号を用いて実世界をモデル化し、これら記号を操作することによる問題解決の基本的考え方とその意味ならびに実現の方法、さらにその限界について、論理型プログラミング言語 PROLOG による問題解決の実習を通じて具体的なイメージを持ちつつ理解を深める。さらに環境に適応するための学習の概念について詳述する。

【授業計画】

| 項 目                   | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------------------|-----|--|
| 概念、記号、論理              | 2   | 実世界の記号化の基となる概念の形成と知識の関係、その記号化と記号論ならびに論理の関係について講述する。ここでは、論理の形式的な説明よりも、論理と概念、知識の関係ならびに論理によって何が捉えられうるのかに留意した説明を行う。  |
| 記号計算主義                | 2   | 記号を操作することによる問題解決過程の表現（アルゴリズム）の種々のパラダイム、とりわけチューリング機械、帰納的関数、プロダクションシステム、数理言語ならびに記号処理言語 LISP についての一般的説明と決定不能性などアルゴリズムによる問題解決の限界を明らかにする。   |
| PROLOG 入門             | 3   | 本講義の全体に亘る理解を具体的イメージを持ちつつ深めるために、論理に基づいて自律的にアルゴリズムの形成を行うプログラミング言語 PROLOG を用いて簡単な例題についての問題解決を行うとともに、PROLOG の推論メカニズム、導出原理、DCG 文法などの構文解析について理解を深める。                                 |
| 解の探索とプラン生成            | 2   | 問題解決の基本となる解空間とその上での解探索の一般的方法、解への到達可能性、その効率化のためのヒューリスティックスの導入、さらに実世界の記号化と上記問題解決法の関連を明確に理解する上で代表的な分野とされるプラン生成の様々な方法について、積木の問題など具体例を引きながら紹介する。                                    |
| コンピュータによる知識の獲得学習      | 2   | 環境の変化や操作者の違いに対して適応することのできる機械を実現するために必要になる学習の能力のさまざまな形態について講述する。とくに制御工学や認知心理学における学習の考え方を紹介し、人工知能における学習（機械学習）の各種方法論の位置づけを明確にする。  |
| 機械学習の方法論と記号操作パラダイムの限界 | 2~3 | 記号化された知識をコンピュータが自動的に学習し獲得するための機械学習の各種方法論について、暗記学習、帰納学習、演繹学習、類推学習を中心に講述する。また神経回路網モデル、進化型計算について紹介し、明示的に記号化できないような概念を学習するための手法について講述し、パターン認識や学習制御、人工物のユーザビリティを改善するための応用形態について論じる。 |

【参考書】テキストとしてはプリントを毎時間配布する。それ以外の参考書としては以下の通り。岩井ほか: 知識システム工学 (計測自動制御学会); 小林: 知識工学 (昭晃堂) など。

【予備知識】とくに必要としない。

【その他】当該年度の授業回数・進展の度合いなどに応じて一部省略がありうる。

# システム工学 1

50290

Systems Engineering 1

【配当学年】3年後期

【担当者】片井

【内 容】システムとしての対象の捉え方，システムに関する種々の基本概念，システムのモデル化とそのための理論，システムの解析・設計・運用・最適化のための方法論について講述する．具体的技術論よりは基本的考え方に力点を置いた説明を行う．

## 【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------------|-----|---|
| システム概念        | 2   | システムとして対象を捉える様々な視点を紹介するとともに，システム理論，システム工学全般の概要・基本的考え方について説明する．  |
| 動的システムと状態概念   | 2   | 動的なシステムを捉える上で最も基本となるシステムの状態概念を導入し，有限状態システム，連続状態システムなど動的なシステムの振る舞いの特性を明らかにする．                                |
| 情報量とエントロピーモデル | 2   | システム運用を考える上で欠くことのできない情報概念について考えるとともに，その定量化を与えるシャノンの情報理論の導入とそれに基づいてシステムの統計的・マクロな振る舞いを推定するエントロピーモデルの考え方を紹介する． |
| システムのモデル化     | 2   | システムの構造モデル化の上で重要となるグラフ理論など離散数学について紹介するとともに，これらを用いたシステムの構造分析の方法，物理システムのモデル化法について紹介する．                        |
| システムの設計       | 2～3 | システムの成り立ちをその機能と処理・操作の流れの観点から捉えたシステムの設計・改善法について，具体的事例に沿って紹介する．   |
| システムの運用・最適化   | 3   | システムの計画・運用問題を解決する上で基本的な組合せ問題の解法を示すとともに動的計画法（ダイナミックプログラミング）や最大フロー問題など代表的なシステム最適化問題とその解法を紹介する．                |

【参 考 書】定方: システム工学の基礎 (東海大学出版会); 星野: 早わかりシステムの世界 (共立出版)

【予備知識】とくに必要としない．

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる．

## システム工学 1

50291

Systems Engineering 1

【配当学年】3年後期

【担当者】塩路

【内 容】各種システムとそのモデル化，機能解析，経済性評価，最適設計および信頼性解析に関する基礎事項について講述するとともに，とくに熱・動力プラントなどエネルギーシステムにおける応用について概説する。

## 【授業計画】

| 項 目             | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-----------------|-----|---|
| システム工学<br>概論    | 2   | システムの定義および種類，システムの基本的性能を示して，これを達成するための一般的な理論と各種技法，などシステム工学の基礎について概説する。  |
| 各種システム<br>のモデル化 | 2   | 線形システムおよび非線形システムの静的モデルの形成，動特性の表現ならびに動的モデルの形成について述べる。  |
| システム設計          | 2   | システムの機能とその解析法，機能評価，経済性評価，などシステム設計における基礎事項およびその評価の方法について説明する。  |
| システムの最<br>適化    | 4~5 | 最適なシステムを構築し運用する問題を取り扱い，とくに線形システムの最適化とその方法，在庫問題，需要予測などオペレーションズリサーチORの方法，感度解析，線形および非線形計画法，動的計画法などを紹介するとともに，エネルギーシステムの解析と最適化について具体的事例を挙げて詳述する。 |
| 信頼性解析           | 2   | システム設計における信頼性解析の必要性とその手法および事例を紹介し，信頼性と故障率，稼働率について説明する。  |

【参 考 書】猪瀬編：システム工学 (岩波講座基礎工学 21)； 定方：システム工学の基礎 (東海大学出版会)

【予備知識】とくに必要としない。

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて，一部省略および変更することがある。

【配当学年】3年前期

【担当者】山品

【内 容】機械工学製品の生産に何らかの形で関与する研究者あるいは技術者に成長することを想定した学生を対象に、生産についての必要最低限の基礎的知識とその広がり体系的、かつ積み重ね的に教授する。まず、生産量、製品種類の数、生産期間などの条件に基づき、生産システムを構成する場合の基礎とその経済的意義について述べ、次いで、生産設計、工程設計、作業設計など生産システムの設計問題について解説する。最後に、生産計画と在庫管理問題、設備管理と保全などの生産システムの運用法について講述する。

## 【授業計画】

| 項 目            | 回 数 | 内 容 説 明  |
|----------------|-----|--|
| 生産の基礎概念        | 1   | 生産の役割と意義について述べた後、生産の基本的構成要素、生産工程、生産の基本形態、生産システムの基礎概念などについて解説する。  |
| 生産システムの経済学     | 2   | 原価の概念と製造原価構成、利益計画と損益分岐点解析、設備投資計画における各種評価法などについて述べる。  |
| 生産設計、工程設計、作業設計 | 5   | 生産量、製品種類の数、生産期間などの条件に基づいたコンカレントエンジニアリング、DFMA、DFA、製品設計と工程設計、生産システムの設計、精度と仕上げ面粗さとコスト、価値分析／価値工学などについて講述する。また、工程設計の意義と課題、作業設計の意義と課題、レイアウト計画、グループテクノロジーなどについて述べる。 |
| 生産計画と在庫管理      | 2   | 長期生産計画の立案、需要予測、MRP I（資材所要量計画）、MRP II、ERP、生産ロット量解析、生産負荷計画、生産スケジューリング、JIT、在庫管理の意義と課題、生産管理（広義と狭義）の意義と課題、などについて述べる。  |
| 自動生産システム       | 2   | 加工、運搬、組立、検査などの自動化のための原理と実際、コンピュータ統括生産(CIM)、コンピュータ支援設計(CAD)、コンピュータ支援工程設計(CAPP)、自動化におけるセンサーの役割などについて述べる。   |
| 設備管理と保全        | 1~3 | 自動化と密接に関係する設備管理と保全について講述するものであるが、これ以下は時間的余裕があれば講述する。   |

【その他】講義の理解度を調べるために、適宜、宿題を課し、提出させる。

## 加工学

50310

Materials Manufacturing-Theories and Systems

【配当学年】3年後期

【担当者】島・小寺

【内 容】加工のうちで特に塑性加工を対象とし、各種塑性加工法および加工システムについて概説した後、このような加工法等にみられる金属などの固体が永久変形（塑性変形）する際に適用される理論（塑性力学）とその応用を取り扱う。

## 【授業計画】

| 項 目       | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------|-----|--|
| 塑性加工の概説   | 3   | もの作りにおける塑性加工の位置付けと、種々の加工法の原理等について述べ、塑性加工における塑性力学の役割と実際における応用などを示す。 |
| 応力、ひずみ、変位 | 2   | 平衡方程式、ひずみ変位の関係式について述べる。これらは弾性力学などでも共通に使われる基礎式である。                  |
| 塑性法則      | 3   | 降伏条件式、応力-ひずみ関係式（流れ則）など塑性変形を記述するのに必要な基礎式について説明する。                   |
| 応用および近似解法 | 5   | 上記の基礎式を応用するときの考え方と近似解法、さらに、加工プロセスのシミュレーションの基礎となるエネルギー原理についても言及する。  |

【教科書】大矢根守哉編：新編 塑性加工学 （養賢堂）

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。定期試験、宿題、授業中に行う小テスト等を総合して評価する。

## 薄膜材料学

51120

Thin Film Materials

【配当学年】3年後期

【担当者】村上

【内 容】この講義では、電子デバイスや光デバイス等に電極材料として中広く用いられている金属薄膜材料について概説する。工業的に用いられている薄膜材料作製法について説明した後、薄膜材料の特性および応用について講述する。

## 【授業計画】

| 項 目      | 回 数 | 内 容 説 明   |
|----------|-----|---|
| 真空技術     | 3   | 薄膜材料は多くの場合真空雰囲気で作製される。この章では「真空とは何か」を説明し、「何故真空が成膜に必要なか」について述べる。                                  |
| 薄膜作製法    | 3~4 | 種々の薄膜作製法について説明する。物理気相成長法と化学気相成長法の原理を説明し、各々の特徴について述べる。   |
| 薄膜の形成と成長 | 2   | 薄膜の核生成と成長機構について今まで提唱されたモデルを説明し、成膜された組織と成膜条件の関連を説明する。  |
| 積層膜の界面反応 | 2   | 薄膜は必ず硬い異種の基板の上に蒸着して用いられる。この時接触界面ではさまざまな反応が見られ、これが薄膜材自体の特性に影響を及ぼす。主に界面反応の解析法および反面生成物の予想法について述べる。 |
| 薄膜の機械的性質 | 2   | 一般に薄膜材料はバルク材より強いと云われている。このことを説明するために薄膜材の強度に関して数々のモデルが提唱されているが、これらのモデルについて説明をする。                 |

【参 考 書】M. Ohring, "The Materials Science of Thin Films" (Academic Press) (Oxford)

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 精密加工学

50990

Precision Machining

【配当学年】3年後期

【担当者】垣野・井手・松原

【内 容】機械部品に必要な特性とその実体化の方法について概説し、ついでNC工作機械の基礎を講述し、切削、研削、砥粒、超微細加工がどのような加工技術と制御技術で行われるかについて述べる。

## 【授業計画】

| 項 目             | 回 数 | 内 容 説 明                          |
|-----------------|-----|----------------------------------|
| 1. 緒論           | 1   |                                  |
| 2. 部品           | 3   | 2.1 部品に必要な特性                     |
|                 |     | 2.2 部品形態                         |
|                 |     | 2.3 材質                           |
|                 |     | 2.4 精度                           |
|                 |     | 2.5 表面あらさ                        |
| 3. 工作機械         | 1   | 3.1 形態                           |
|                 |     | 3.2 数値制御                         |
| 4. 切削加工         | 4   | 4.1 切削現象                         |
|                 |     | 4.2 切削工具                         |
| 5. 研削加工         | 1   | 5.1 研削現象                         |
|                 |     | 5.2 研削工具                         |
| 6. 電子ビーム加工      | 1   | 6.1 原理                           |
|                 |     | 6.2 加工装置                         |
| 7. 電子ビーム加工の基礎物理 | 1   | 7.1 電子放出機構                       |
|                 |     | 7.2 電子ビーム形成                      |
| 8. 熱加工          | 1   | 8.1 電子ビームと表面との相互作用               |
|                 |     | 8.2 電子ビーム溶接、焼入、切断                |
| 9. 非加熱加工        | 1   | 9.1 電子ビームリソグラフィ                  |
|                 |     | 9.2 応用例 (VLSI、フラット・パネル・ディスプレイ製造) |
| 10. まとめ         | 1   |                                  |

【参考書】会田雄次ほか：切削工学（コロナ社）

マイクロ加工技術編集委員会編：マイクロ加工技術（日刊工業新聞社）

物理工学科

## 設計工学

50320

Machine Design

【配当学年】3年前期

【担当者】島・小寺、吉村・久保・西脇

【内 容】 物及び機能に対するニーズ及びシーズをもとに、ものへ具現化する課程として設計を位置付け、構想設計から詳細設計までの研究・開発課程における考え方について述べる。さらに、各種技術要素及び設計要素を抽出し最適化する方法論及び機械を構成する各種機械要素の強度設計等について講述する。

### 【授業計画】

| 項 目         | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-------------|-----|--|
| 基本設計の概念     | 3   | 機械設計において最も重要な概念である基本設計について、技術ニーズとシーズに対する考え方と用い方、構想設計における注意点とその方法論等の観点から講述する。 |
| 機能設計と詳細設計   | 4   | 機能設計と必要技術の研究開発および詳細設計の重要性とその方法論について講述する。                                     |
| 各種機械要素の強度設計 | 5   | 機械を構成するネジ・軸・軸継手・軸受等の、主要機械要素部品の強度設計理論について講義する。                                |

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる。

## 結晶回折学

50330

Crystal Symmetry and X-ray Diffraction

【配当学年】3年後期

【担当者】長村

【内 容】結晶が含む対称性を理解するため、結晶格子、対称の要素、点群、空間群を系統的に学び、実際の結晶や準結晶中の対称性を調べる。X線の結晶による回折現象の基礎を理解するため、電子によるX線の散乱と干渉、原子構造因子、結晶構造因子について学び、代表的な結晶による結晶構造因子を導出する。

## 【授業計画】

| 項 目            | 回 数 | 内 容 説 明  |
|----------------|-----|--|
| 結晶格子の幾何学と対称の要素 | 2   | 物質中の原子配列の対称性から結晶格子と単位胞の考え方を説明する。結晶格子は6種類の結晶系に分類されることを知る。結晶面と結晶方位の表示方法について学ぶ。   |
| 点群と空間群         | 4   | 結晶中の対称性の基本となる対称の要素について理解する。これらの要素の集合は群の性質をもつこと、結晶格子中のある座標のまわりでの対称の要素のつくる集合は点群とよばれ、32種類の群があることを学ぶ。さらに3次元空間をはる対称性を組み入れることにより230種類の空間群が存在することを理解する。 |
| 結晶中に現れる対称性     | 1   | 実際の結晶中にどのような対称性が内在するのか調べ、どの空間群に属するのか分類する。International Table for X-Ray Crystallography の利用の仕方を学ぶ。  |
| 波動と散乱          | 1   | X線、電子、中性子の波動としての性質とその散乱の特徴を学ぶ。   |
| 電子の干渉と原子構造因子   | 1   | 電子の集合による電子の散乱の機構を理解し、原子のまわりの電子群による散乱と干渉について学ぶ。   |
| 結晶構造因子と散乱強度    | 2   | 完全な対称性をもつ結晶によるX線の散乱と干渉について理解し、散乱強度の構成を学ぶ。  |
| 不完全結晶の構造因子     | 2   | 結晶に欠陥や不均質さがあるとき、結晶構造因子はどのように表現されるかを学び、散乱強度の表現を理解する。  |

【教科書】プリント配付

【参考書】特に指定しない。

【予備知識】学部初年程度の物理・数学の知識以外、特に必要なし。

## 材料組織学

50340

Fundamentals of Microstructure of Materials

【配当学年】3年後期

【担当者】牧

【内 容】材料の諸性質は微細組織と密接に関連する。本講では組織制御の基礎となる相変態、析出、再結晶、結晶粒成長等の現象の基礎概念及び機構、実際の合金系におけるこれらに関連する諸現象について講述する。

## 【授業計画】

| 項 目       | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-----------|-----|---|
| 拡散変態と析出   | 4   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 拡散変態・析出機構の分類</li> <li>・ 拡散変態・析出の駆動力，核生成，成長</li> <li>・ 析出物の粗大化</li> <li>・ 合金の析出と析出強化</li> <li>・ 鋼における拡散変態と析出</li> </ul>                         |
| マルテンサイト変態 | 3   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ マルテンサイト変態の定義と特徴</li> <li>・ マルテンサイト変態の駆動力および応力の作用</li> <li>・ マルテンサイト変態機構</li> <li>・ マルテンサイトの結晶学および力学的性質</li> <li>・ 熱弾性マルテンサイトと形状記憶効果</li> </ul> |
| 回復と再結晶    | 3   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 塑性変形による蓄積エネルギー</li> <li>・ 回復の機構</li> <li>・ 再結晶の駆動力，核生成，成長</li> <li>・ 再結晶の速度論</li> </ul>  |
| 結晶粒成長     | 2   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 結晶粒成長の駆動力と速度論</li> <li>・ 二次再結晶</li> </ul>  |
| 集合組織      | 1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 変形集合組織</li> <li>・ 再結晶集合組織</li> </ul>   |

【教科書】杉本孝一ら：材料組織学（朝倉書店）

【予備知識】物理工学科開講の材料基礎学1 および材料基礎学2の履修を前提とする。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる。

## 結晶物性学

50350

Physics of Crystal Properties and Imperfections

【配当学年】3年後期

【担当者】山口

【内 容】この講義では、結晶物質の物性に決定的影響をおよぼす格子欠陥、特に点欠陥（不純物原子を含む）と転位の性質について講述する。

## 【授業計画】

| 項 目          | 回 数 | 内 容 説 明  |
|--------------|-----|--|
| 格子欠陥とは       | 1   | 格子欠陥とはどのようなものか、なぜ結晶物性に決定的影響を与えるのかを概説する。  |
| 点欠陥と電子的欠陥    | 3   | 原子的規模における点欠陥の種類について、金属合金と化合物の場合にわけて概説し、つづいていくつかの具体例をあげ、原子的欠陥と結晶物性の係わりについて説明する。<br>さらに、半導体結晶におけるキャリア、ドナー、アクセプタ等、原子的欠陥に対する電子的欠陥について説明し、これら電子的欠陥の振舞いを Fermi-Dirac 統計に従って取り扱う。 |
| 点欠陥と電子的欠陥の関係 | 2   | 半導体結晶では、点欠陥の生成は同時に電子的欠陥の生成につながる。点欠陥と電子的欠陥の相関が、いかに結晶の物性に影響するか、具体例をあげて説明する。  |
| 点欠陥の熱力学      | 2   | 点欠陥の形成エネルギーと熱平衡濃度、点欠陥の凍結、点欠陥の移動とその活性化エネルギー等を主として Maxwell-Boltzmann 統計に従って取り扱う。   |
| 転位とは         | 1   | 転位の概念とバーガース・ベクトルについて説明する。  |
| 転位の性質        | 7   | 転位のまわりの歪と応力場、転位のエネルギー、転位と応力場の相互作用、転位間相互作用等転位に係わる弾性論と転位論に関する基礎的知識を与えるため、多くの演習を取り入れつつ講述する。   |

【参 考 書】ジョンウルフ編 永宮健夫監訳：材料科学入門 (III) 機械的性質, (IV) 電子物性 (岩波書店) ; R.A. Swalin (上原邦雄他訳)：固体の熱力学 (コロナ社)

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加があり得る。

## 材料物理化学

50360

Physical Chemistry of Materials

【配当学年】3年後期

【担当者】田村剛三郎・沼倉 宏

【内 容】前半: 液体金属の物理. 後半: 拡散現象の基礎, および材料科学・工学への応用

【授業計画】

| 項 目         | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-------------|-----|---|
| 序: 液体金属とは   | 2   | 物質の三態のうち液体状態にある金属をとりあげ, その構造と電子物性の特徴について学ぶ.   |
| 液体金属の構造     | 3   | 液体金属のように乱れた原子配列をもつ物質の構造が, X線や中性子線回折法を用いてどのように決定できるかについて学ぶ. X線装置, X線発生機構, 回折や干渉の原理など, 基本的なところから説明する. |
| 液体金属の実際     | 1   | 研究最前線について紹介し, 材料開発への役割について述べる.  |
| 拡散序論        | 2   | 拡散の現象論 (Fick の法則と拡散方程式), および 固体における拡散の基礎について学ぶ.   |
| 希薄合金における拡散  | 2   | 希薄合金, すなわち濃度の変化が小さい系においては 拡散係数は定数とみなせる場合が多い. 材料工学における拡散が関与する問題のうち, このような場合について学ぶ.                   |
| 高濃度合金における拡散 | 2   | 多元系における拡散係数は一般に組成に依存し, 濃度の変化が大きい系では定数とはみなせない. そのような例として, 单相相互拡散, 多相反応拡散など について学ぶ.                   |

【参 考 書】C. Kittel「固体物理学入門」上・下 (丸善), P. A. Egelstaff「液体論入門」(吉岡書店), D. A. Ragone「材料の物理化学」下 (丸善)

【予備知識】材料基礎学 1, 材料基礎学 2

## 材料物理化学

50361

Physical Chemistry of Materials

【配当学年】3年後期

【担当者】森山

【内 容】核エネルギー材料の物理化学的項目として、核燃料の製造や原子炉材料の健全性に関するものを取り上げ、その原理と実際例について講述する。

## 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明   |
|------------|-----|---|
| 核エネルギー材料概論 | 2   | 核エネルギー材料と核燃料サイクルの諸工程（核燃料資源の採掘・精錬，核燃料の製造・燃焼，使用済燃料の貯蔵・再処理，放射性廃棄物の処理処分）について概説する。 |
| 同位体分離      | 3   | 気体分子運動論と同位体効果について述べるとともに，ウラン濃縮の原理と方法（方形カスケード，理想カスケード，ガス拡散法，遠心分離法）を説明する。       |
| 核燃料の製造     | 3   | 熱力学と反応速度論について述べるとともに，核燃料の製造プロセス，核燃料の非化学量論性と酸素ポテンシャルの制御方法を説明する。                |
| 原子炉材料の健全性  | 3   | 水溶液化学・電気化学の基礎，腐食・防食の原理，応力腐食割れについて説明するとともに，原子炉材料に特有の放射線化学的な事象などを紹介する。          |
| その他        | 3   | 関連するものとして，核融合炉の燃料・材料に関するトピックスなどを紹介する。   |

【教科書】特に定めない。講義の際に資料を配布する。

【参考書】アトキンス物理化学（東京化学同人）； Nuclear Chemical Engineering, 2nd Ed., M. Benedict, T. H. Pigford and H. W. Levi, McGraw-Hill (1981) など。

【その他】必要に応じて演習を行う。当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる。

## 熱及び物質移動

50370

Heat and Mass Transfer

【配当学年】3年前期

【担当者】河合、石原・奥村

【内 容】物理工学にかかわる研究者及び技術者にとって必要な移動現象論の基本的事項を体系づけて講述する。

## 【授業計画】

| 項 目               | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-------------------|-----|---|
| 材料プロセッシングにおける移動現象 | 1   | 種々の材料プロセッシングにおいて、熱及び物質移動がどうかかわっているかについて説明する。                      |
| 固体内における拡散         | 2   | 拡散の基礎式と平板、円柱、球体内における非定常拡散について講述する。                                |
| 固体内における熱伝導        | 1   | 伝導伝熱の基礎式と平板、円柱、球体内における非定常伝導伝熱について講述する。                            |
| 流体内における拡散         | 2   | 2成分系及び多成分系流体内における拡散の取り扱いをバルクフローの影響を入れて講述する。<br>また、拡散係数の推定方法を紹介する。 |
| 流動の基礎式            | 2   | 連続の式、運動方程式、エネルギー方程式の導出と使い方について述べる。                                |
| 境界層と物質移動          | 2   | 境界層方程式の解、物質移動係数の定義、物質移動に関する無次元式などについて述べる。                         |
| 境界層と熱移動           | 1   | 温度境界層、伝熱係数の定義と無次元式について述べる。  |
| 放射伝熱              | 1   | 固体表面間の放射伝熱について講述する。   |
| 異相間における熱及び物質移動    | 2   | 異相間の熱及び物質移動の基本的な取り扱いについて述べ、不均一系反応の速度論の基礎と関係づける。                   |

【教科書】（石原担当）下の参考図書の Bird らの本。

（河合担当）後で指定する。

【参考書】・R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2nd Edition, Wiley (2001).

・D. R. Pitts and L. E. Sissom: Schaum's Outline of Theory and Problems of Heat Transfer (Schaum's Outlines Series), McGraw-Hill (1998).

## エネルギー平衡論

50380

Energy and Equilibrium

【配当学年】3年前期

【担当者】栗倉

【内 容】水溶液を利用する材料製造プロセス，リサイクル，表面処理，腐食・防食などの基礎として，水溶液化学，電気化学を題材に，現象論的立場から熱力学の化学平衡への応用について講述する。

## 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明   |
|------------|-----|---|
| 水溶液の熱力学の基礎 | 3   | 熱力学の第一法則，第二法則の化学平衡への応用，ギブスの自由エネルギー，化学ポテンシャル，活量について説明する。                     |
| 酸化-還元平衡    | 2～3 | 酸化-還元概念，酸化-還元反応の平衡，電池起電力，電極電位，標準単極電位について説明する。                               |
| 酸-塩基平衡     | 2   | 酸-塩基概念，酸-塩基反応の平衡，酸解離平衡定数，主変数図，溶解度積，沈澱平衡などについて説明する。                          |
| 電位-pH 図    | 3   | 水溶液系の化学種の熱力学的安定領域を表示する電位-pH 図の書き方とその応用について説明する。                             |
| 電荷を帯びた界面   | 3   | 電極-電解質溶液界面における種々の現象を理解するための基礎となる電気二重層，界面電位差の測定，内部電位，分極性電極，非分極性電極などについて講述する。 |

【教科書】初回の講義時間にテキストを配布する。

【参考書】アトキンス・物理化学（上・下）（東京化学同人）

【予備知識】2回生配当の熱力学1・2を受講しておくことが望ましい。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる。

## エネルギー平衡論

50381

Energy and Equilibrium

【配当学年】3年前期

【担当者】森島信弘

【内 容】気体、液体、固体等の巨視的な物質は非常に多数の原子や分子から構成されている。この物質の基本的な性質を微視的な立場から理解し予測するためには、統計的な考え方をを用いることが必要である。本講義では、統計力学の基礎を平易に説明するとともに、物性論的な問題への応用例も紹介する。

## 【授業計画】

| 項 目             | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-----------------|-----|---|
| 巨視的な系と<br>微視的法則 | 1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・気体の分子運動と状態方程式, van der Waals の方程式</li> <li>・凝縮と臨界点, ヘリウムガスの液化と超流動の発見</li> </ul>   |
| 基本的な概念          | 3   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ミクロカノニカル分布, 量子状態と振動子系の記述</li> <li>・カノニカル分布, 平均エネルギーと比熱, 零点振動</li> <li>・理想気体の統計力学, 状態方程式とエネルギー等分配則</li> </ul>  |
| 量子統計            | 4   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・定常振動と振動数スペクトル, 熱放射式と固体の比熱</li> <li>・フェルミ統計とボーズ統計, 分布関数と縮退, 古典統計</li> <li>・フェルミ統計とフェルミ準位, 金属の電子比熱, 超伝導</li> <li>・ボーズ統計とボーズ凝縮, 理想ボーズ気体と比熱, 超流動</li> </ul>     |
| 熱平衡の条件          | 3   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・孤立系のエントロピー, 二準位粒子系と巨視的性質</li> <li>・結合系のエントロピー, 熱平衡条件, 化学ポテンシャル</li> <li>・熱浴と接触する系のエントロピー, 平衡条件と分配関数</li> </ul>  |
| 運動論と輸送<br>現象    | 3   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・気体の力学, 分子運動と等分配則, 分子間力と不完全気体</li> <li>・液体の構造と性質, 分子動力学法, 速度相関と構造因子</li> <li>・結晶の格子振動, 動力学と分散関係, 光学的・音響的振動</li> <li>・分子の熱運動, ブラウン運動と揺動散逸定理, 水分子の例</li> </ul> |

【教科書】特に用いない。毎回プリントを配布する。

【参考書】統計力学 (久保亮五著, 共立全書 11)

固体物理学入門 (キッテル著, 宇野他訳, 丸善)

【予備知識】熱力学及び原子物理学を履修しておくことが望ましい。

【その他】講義内容の理解を進めるために、適宜演習問題を課する。

## エネルギー・材料熱化学 1

51180

Thermochemistry for Energy and Materials Science 1

【配当学年】3年前期

【担当者】岩瀬

【内 容】高温プロセスにおける化学エネルギーの取扱と計算方法について習熟する。

【授業計画】

| 項 目               | 回 数 | 内 容 説 明                                      |
|-------------------|-----|--|
| 熱化学の基礎<br>その1 (1) | 2   | 熱力学第1, 2, 3法則を説明する。                          |
| 熱化学の基礎<br>その1 (2) | 2   | 定圧比熱から, 純粋物質のエンタルピー, エントロピー, 自由エネルギーを計算する方法。 |
| 熱化学の基礎<br>その1 (3) | 2   | 相変態に伴うエンタルピー, エントロピー, 自由エネルギーの変化。            |
| 熱化学の基礎<br>その1 (4) | 2   | 部分モル量と相対部分モル量の定義。                            |
| 熱化学の基礎<br>その1 (5) | 2   | 部分モル量と混合の自由エネルギーの関係。                         |
| 熱化学の基礎<br>その1 (6) | 2   | ギブスーデューヘム式とその使い方。                            |
| 熱化学の基礎<br>その1 (7) | 2   | 状態図と相平衡および相対部分モル量の関係。                        |
| 熱化学の基礎<br>その1 (8) | 2   | 正則溶体モデルとその使い方。                               |

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略, 追加および順序の入れかえがある。

## エネルギー・材料熱化学2

51190

Thermochemistry for Energy and Materials Science 2

【配当学年】3年後期

【担当者】岩瀬

【内 容】高温プロセスにおける化学エネルギーの取扱と計算方法について習熟する。

### 【授業計画】

| 項 目              | 回 数 | 内 容 説 明                      |
|------------------|-----|------------------------------|
| 熱化学の基礎<br>その2(1) | 2   | ギブスの相律.                      |
| 熱化学の基礎<br>その2(2) | 2   | 相変態の熱力学(クラシウス-クラペイロンの式).     |
| 熱化学の基礎<br>その2(3) | 2   | 3元系状態図と活量の関係.                |
| 熱化学の基礎<br>その2(4) | 2   | 均一相反応の平衡計算法.                 |
| 熱化学の基礎<br>その2(5) | 2   | 不均一相反応の平衡計算法(気相が関与しない場合).    |
| 熱化学の基礎<br>その2(6) | 2   | 不均一相反応の平衡計算法(気相が関与する場合).     |
| 熱化学の基礎<br>その2(7) | 2   | 相平衡の図式表現法(ポテンシャルダイアグラムの作り方). |

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加および順序の入れかえがある。

## 材料物理学

51010

Materials Physics

【配当学年】3年前期

【担当者】長村光造

【内 容】統計熱力学と物質の微視的構造模型をもとに相平衡と状態図、相転移の特徴、臨界現象および相転移の動力学の基礎を学ぶとともに相転移にともなう物理的性質の変化について講述する。

## 【授業計画】

| 項 目               | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-------------------|-----|---|
| 物質の微視的構造と対称性      | 3   | 物質の集合状態を構造的側面から分類し、分子、結晶における原子配列と対称性を概説する。統計熱力学の基礎としてミクロカノニカル、カノニカル集合、化学ポテンシャル、量子統の概念を整理し、原子的尺度で物質の構造を記述するため正則溶体モデルやイジングモデルを説明する。                                       |
| 相平衡               | 4   | 相平衡の条件を考察し、相律を導く。溶体の自由エネルギーの表現を求め、状態図の数値計算の基礎を明かにする。2元系平衡状態図における不変系反応を整理し、状態図の組み立てを説明する。さらに状態図の一般化として圧力-組成図、磁場-温度、電場-温度に拡張する。、高次の状態図の構成、とくに3元系平衡状態図を調べる。準安定状態図について考察する。 |
| 相転移と臨界現象          | 2   | 相転移の定義と相転移の次数について概説し、一次相転移（融解）、二次相転移（規則／不規則転移）の特徴を例から説明する。相転移の微視的解釈のため秩序パラメータを導入し、系の自由エネルギーのランダウギンツブルグ展開を説明する。臨界現象の定義、状態方程式と臨界指数、スケーリングについて気液共存、溶体の組成ゆらぎ等の例を通して言及する。    |
| 相転移の動力学           | 2   | ブラウン運動とランジバン力を説明し、ホッカープランク方程式をとおして相分解の初等解法について言及する。、相分離に関するクラスターモデル、協同モデルを説明する。   |
| 相転移の実例による物理的性質の変化 | 3   | 磁気相転移、規則／不規則転移、誘電体転移、超伝導転移、液晶、生体高分子や生体膜における相転移の構造的特徴と物理的性質の変化について概説する。  |

物理工学科

## プラズマ物理学

50400

Plasma Physics

【配当学年】3年後期

【担当者】福山

【内 容】超高温物質の普遍的状态であるプラズマの基本的性質を説明し，プラズマを記述する方程式，電磁流体力学，波動現象，輸送現象等を講述する。

【授業計画】

| 項目        | 回数 | 内 容 説 明   |
|-----------|----|---|
| プラズマとは    | 2  | プラズマとは何かを説明し，基本的な特性であるプラズマ振動とデバイシヤへい等について述べる。   |
| 荷電粒子運動    | 2  | 電磁界中の荷電粒子運動について述べる。                             |
| クーロン衝突    | 1  | プラズマ中のクーロン衝突とその結果生じる電気抵抗について述べる。                |
| 基礎方程式系    | 3  | プラズマを記述する基礎方程式である運動論的方程式，2流体方程式，電磁流体方程式について述べる。 |
| 平衡と安定性    | 2  | プラズマの電磁流体的平衡と安定性の基礎について述べる。                     |
| 波動現象      | 2  | プラズマ中の波動現象の基礎について述べる。                           |
| 波と粒子の相互作用 | 1  | 波と粒子の共鳴相互作用によって生じるランダウ減衰について述べる。                |
| 輸送現象      | 1  | プラズマ中の輸送現象の基礎について述べる。                           |

【予備知識】電磁気学，統計力学，流体力学および原子物理学の知識が望ましい。

## 量子反応基礎論

50410

Fundamentals of Particle Interactions

【配当学年】3年後期

【担当者】今西信嗣, 松尾二郎

【内 容】加速器を用いて人工的に作り出したイオン, 電子, 光など量子ビームが係わる領域は, 学問的にも実用的にも, ますます広がりつつある。それら量子が物質と衝突して引き起こす自然のメカニズムの基本過程を系統的に学修する。さらに, これら基礎過程の材料, 分析, 生物, 医療, エネルギー, 環境などさまざまな科学技術分野への応用についても言及する。

## 【授業計画】

| 項 目                                     | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---|-----|--|
| 核 反 応                                   | 4   | 核反応の保存則やその機構を理解する, 保存則, 断面積, 複合核反応, 光学模型, 直接核反応, 核分裂, 光核反応, 中間エネルギー核反応など   |
| イオンと原子との衝突                              | 3   | 高速イオンと原子との衝突についての基本過程とそれに付随する特有の現象を理解する。弾性散乱 (相互作用ポテンシャル, 衝突の力学, 断面積など), 非弾性散乱 (励起・電離, 電子移行, 電子・光の放出など)  |
| イオンと固体との相互作用                            | 3   | 高速イオンが固体を通過する際のエネルギー移行や固体への照射効果を理解する。イオンの物質透過 (エネルギー損失, 飛程), イオン照射の固体への効果 (固体の照射損傷, チャネリング効果, スパッタリング, 固体表面の改質と機能化への応用)                                |
| 加 速 イ オ ン<br>ビーム, 電子<br>および光子を<br>用いた分析 | 2   | イオンビーム, 電子および光子を用いたマイクロ元素分析や固体表面構造解析を実例により理解する。ラザフォード後方散乱, チャネリング, 弾性散乱による反跳, 特性エックス線放出, 核反応などによる分析や構造解析, 電子マイクロプローブ, オージェ電子分光, 電子線回折, 光電子分光, EXAFS など |
| 荷電粒子による光子の発生                            | 2   | 荷電粒子による遠赤外からエックス線までの光の発生機構とそのコヒーレントな高輝度光源への応用や利用を理解する。   |

【教 科 書】まとまった教科書はない。プリントを用いて講義する。

【参 考 書】山崎：粒子線物理学 (丸善) など

【予備知識】量子物理学, 量子線計測学および応用電磁気学もあわせて履修することが望ましい。

【そ の 他】加速器やその周辺技術については4学年に加速器工学で学修する。

## 中性子物理学

50420

Neutron Physics

【配当学年】3年前期

【担当者】森島信弘

【内 容】核エネルギーと関係が深く、また物質の構造や成分の分析に役立つ中性子の性質、物質との相互作用、中性子源、中性子の測定法、中性子の応用など

【授業計画】

| 項 目         | 回 数 | 内 容 説 明                                   |
|-------------|-----|---|
| 中性子の基本的性質   | 1   | 中性子の発見、原子核と中性子、中性子の基本的性質とその実験法            |
| 中性子の核反応     | 2   | 中性子と原子核の相互作用、各種の反応と中性子断面積、核分裂と核融合         |
| 中性子と物質の相互作用 | 2   | 中性子照射効果の基礎、生体に対する中性子の影響                   |
| 中性子の輸送と原子炉  | 2   | 物質中の中性子の輸送、減速と拡散、核分裂連鎖反応、核融合と中性子          |
| 中性子源の特性     | 1   | 各種中性子源の原理と特性、新しい中性子源                      |
| 中性子の測定法     | 3   | 各種中性子測定法の原理と特徴                            |
| 中性子の応用      | 1   | 中性子捕獲反応の利用、低速中性子散乱の利用、中性子透過の利用、中性子照射効果の利用 |

【教科書】特になし。

【予備知識】特になし。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる。

## エネルギープロセス論 1

50430

Energy Processes 1

【配当学年】3年後期

【担当者】伊藤（靖）

【内 容】この講義では、エネルギーの発生、変換、利用プロセスについての化学的側面を理解させ、あわせて得られた基礎知識を工学的応用へ展開していくための方法論についても修得させる。物理化学が中心となるが、とりわけ電気化学については詳しく述べる。

## 【授業計画】

| 項 目                | 回 数 | 内 容 説 明   |
|--------------------|-----|---|
| 総論                 | 1   | エネルギープロセスの化学的側面。  |
| 化学平衡、反応速度、物質輸送の分子論 | 3   | 気体を例にとった平衡定数と分配関数、絶対反応速度論、拡散、同位体効果についての解説。                  |
| 水溶液の化学             | 3   | 電離、イオンの移動、活量、錯体形成、酸化・還元、不均化反応、核化学、放射化学、アクチノイド、ランタノイドの水溶液化学。 |
| 分離・精製の化学           | 3   | 溶媒抽出、イオン交換、吸着、ガス吸収。   |
| 電気化学               | 3   | 酸化・還元電位、電位-pH図、電極反応速度論、電極触媒、材料腐食、電気化学的エネルギー変換。              |

【教科書】特に定まった教科書は使用せず、教官の用意したプリントを用いて講義をすすめる。講義内容の理解を助ける意味で、しばしば演習問題を課する。

## エネルギープロセス論 2

50830

Energy Processes 2

【配当学年】3年前期

【担当者】萩原（理）

【内 容】エネルギーの発生、変換、利用プロセスを化学の立場から理解するための基礎となる、量子化学、固体化学、物理化学について述べる。特に化学結合や構造、反応のエネルギー論について詳述する。

## 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明   |
|------------|-----|---|
| 原子         | 2   | 原子軌道、オービタル、多電子原子の電子構造、原子半径、イオン半径、ランタニド収縮、イオン化ポテンシャル、電子親和力、電気陰性度など、化学結合や反応のエネルギー論を理解する上で必要な基礎知識を修得させる。 |
| 分子         | 3   | ルイス構造、共鳴構造、多価電子構造、分子の形と VSEPR 理論、軌道混成、分子軌道、結合距離、結合半径、結合エネルギーなど、化学結合およびそのエネルギー論について論ずる。                |
| 固体         | 3   | 結晶格子、結晶の対称性、最密充填構造、金属単体、合金、金属間化合物、イオン結晶、共有結合性結晶など、無機固体化学の基礎知識を修得させる。                                  |
| 固体のエネルギー化学 | 2   | イオン半径、配位数、格子エネルギーなどがイオン結晶の構造に影響を及ぼす諸因子について述べる。また固体を含む化学反応の熱化学について論ずる。                                 |
| 酸塩基反応      | 2   | Bronsted 酸塩基、Lewis 酸塩基などの酸塩基の理論、および酸塩基反応、溶媒効果などについて論ずる。   |
| 酸化還元反応     | 2   | 酸化と還元反応、単体の製造、標準電極電位、Latimer や Frost のダイアグラムなどについて講述する。   |

【教科書】シュライバー 無機化学（上）、東京化学同人

【その他】講義内容の理解を助ける意味で、しばしば演習問題を課する。当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

# 流体力学

50440

Fluid Dynamics

【配当学年】3年前期

【担当者】小森、長田

【内 容】2回生後期開講科目である流体力学基礎と併せて流体力学に関する基礎学習を完結させる科目であり、平板上の層流境界層、乱流境界層の構造と数式的取り扱い、球、円柱、翼等の物体周りの流れと物体に働く抗力および揚力、複素ポテンシャルを用いる渦無し流れの理論的取り扱いとこれを用いた揚力の評価等、実際の流れを理解するための基礎事項について解説する。

## 【授業計画】

| 項 目                    | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------------------|-----|--|
| 層流境界層                  | 3   | 平板上の層流境界層の定性的説明、境界層厚さの定義、境界層方程式とその近似解法、境界層の運動量方程式等について解説する。  |
| 乱流境界層                  | 3   | 平板上の乱流境界層の乱流構造、乱流境界層方程式、壁法則と流速分布、レイノルズ応力とプラントルの混合長モデル、乱流境界層の近似計算、境界層の剥離、円管内乱流と圧力損失等について解説する。                           |
| 物体周りの流れ                | 4   | 後流、抗力と揚力、円柱周りの流れ、球周りの流れ、流体中での固体粒子の運動、翼周りの流れ、翼性能と失速等について解説する。   |
| 複素ポテンシャルを用いた物体周りの流れの解析 | 4   | ポテンシャル流れ、簡単な流れに対する複素ポテンシャル、循環、重ね合わせ、等角写像、ポテンシャル解析による各種物体周りの流れと揚力の計算、ブラジウスの定理、クッタ・ジュコフスキーの定理、ケルビンの定理と揚力発生メカニズムについて解説する。 |
| 渦の運動                   | 1   | 渦糸によって誘起される流れ、ビオ・サバールの法則等について解説する。   |

## 流体力学

50441

Fluid Dynamics

【配当学年】3年前期

【担当者】小森、長田

【内 容】2回生後期開講科目である流体力学基礎と併せて流体力学に関する基礎学習を完結させる科目であり、平板上の層流境界層、乱流境界層の構造と数式的取り扱い、球、円柱、翼等の物体周りの流れと物体に働く抗力および揚力、複素ポテンシャルを用いる渦無し流れの理論的取り扱いとこれを用いた揚力の評価等、実際の流れを理解するための基礎事項について解説する。

### 【授業計画】

| 項 目                    | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------------------|-----|--|
| 層流境界層                  | 3   | 平板上の層流境界層の定性的説明、境界層厚さの定義、境界層方程式とその近似解法、境界層の運動量方程式等について解説する。  |
| 乱流境界層                  | 3   | 平板上の乱流境界層の乱流構造、乱流境界層方程式、壁法則と流速分布、レイノルズ応力とプラントルの混合長モデル、乱流境界層の近似計算、境界層の剥離、円管内乱流と圧力損失等について解説する。                           |
| 物体周りの流れ                | 4   | 後流、抗力と揚力、円柱周りの流れ、球周りの流れ、流体中での固体粒子の運動、翼周りの流れ、翼性能と失速等について解説する。   |
| 複素ポテンシャルを用いた物体周りの流れの解析 | 4   | ポテンシャル流れ、簡単な流れに対する複素ポテンシャル、循環、重ね合わせ、等角写像、ポテンシャル解析による各種物体周りの流れと揚力の計算、ブラジウスの定理、クッタ・ジュコフスキーの定理、ケルビンの定理と揚力発生メカニズムについて解説する。 |
| 渦の運動                   | 1   | 渦糸によって誘起される流れ、ビオ・サバールの法則等について解説する。   |

# 流体力学

50442

Fluid Dynamics

【配当学年】3年前期

【担当者】大和田

【内 容】流体力学基礎に引き続き、(巨視的および微視的)流体力学の基本的枠組と基礎事項について述べる。気体に関する微視的取扱が中心となる。

## 【授業計画】

| 項 目         | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-------------|-----|--|
| まえおき        | 2   | 流体力学基礎の復習を行い、講義内容の概略について述べる。                               |
| 気体の振舞の記述    | 2   | 微視的立場から気体の振舞の記述方法について述べる。                                  |
| 基礎方程式       | 4   | 気体の振舞を支配する法則を微視的立場から考察する。(Boltzmann 方程式の誘導)                |
| 気体の振舞の基本的性質 | 5   | Boltzmann 方程式から導かれる系の一般的性質および流れの例、連続体流体力学の位置づけと問題点について述べる。 |

【教科書】曾根・青木著 分子気体力学(朝倉書店)

【予備知識】微分積分学, 線形代数, 物理学概論, 流体力学基礎

## 統計熱力学

50730

Statistical Thermodynamics

【配当学年】3年後期

【担当者】牧野

【内 容】古典統計・量子統計と気体運動論・分子動力学の方法を説明し，熱力学関数の統計熱力学的記述，理想気体と量子気体の性質，実在気体と固体の状態式，黒体ふく射，相平衡と化学平衡などについて講述する。

## 【授業計画】

| 項 目            | 回 数 | 内 容 説 明   |
|----------------|-----|---|
| 統計熱力学の考え方      | 1~2 | 統計熱力学，粒子と粒子の集合，古典論的な方法と量子論的な方法，粒子と粒子の集合の状態，集団の考え方   |
| 古典統計と量子統計の方法   | 2   | 正準集団の統計，Gibbsの方法・Lagrangeの方法，粒子の集合の分配関数と1粒子分配関数，集合分配関数の量子論的な翻訳；量子統計と古典統計，Bose統計，Fermi統計，Boltzmann統計，分子の並進・回転・振動分配関数                                 |
| 自由エネルギーとエントロピー | 2~3 | 熱力学関数，Helmholtzの自由エネルギーと内部エネルギー・エントロピー，Gibbsの自由エネルギーとエンタルピー・圧力，演習/理想気体の混合；Boltzmannの関係式，情報のエントロピー，正準集団のエントロピー，エントロピーの測定法                            |
| 理想気体と実在気体      | 2   | 理想気体と実在気体；理想気体の分布則と状態式，反応と活性化エネルギー，演習/ Knudsenの式；van der Waals式とヴィリアル展開式，分子間ポテンシャル関数とヴィリアル係数，クラスター積分，実在気体の状態式，Joule-Thomson効果，演習/ van der Waals式の係数 |
| 黒体ふく射と固体の状態式   | 3   | 定常振動，黒体ふく射・光子気体，Debyeの比熱容量論，固体の状態式，Fermi統計・電子気体   |
| 相平衡と化学平衡       | 1~2 | 粒子交換できる集合，2つの理想気体の集合，蒸発と凝縮，化学平衡，解離平衡  |
| 分子動力学の方法       | 1~2 | 分子動力学の方法，原子間ポテンシャル関数，熱物性と流体物性，計算力学の進展   |

【予備知識】基礎課程の力学と熱力学

## 統計熱力学

50731

Statistical Thermodynamics

【配当学年】3年後期

【担当者】鈴木（亮）

【内 容】本講義は熱力学の第2、第3法則を基礎とし、多数の粒子からなる気体等の熱力学的状態を記述する観点から、古典的統計論及び統計熱力学の基本的な考え方を概説する。さらに気体、液体、固体を用いた材料合成に例を取りながら、現実に応じた種々な統計論、熱力学、統計熱力学について言及する。

## 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明   |
|------------|-----|---|
| エネルギー準位    | 4   | 量子化されたエネルギー準位で区別できる粒子の取りうる配置の仕方を考え、確率、配置の仕方とエネルギーを結びつける。  |
| エントロピー     | 3   | エントロピーと配置の場合の数について考え、Lagrange の未定乗数法、エントロピー増大則と安定準位について述べる。   |
| 粒子の統計熱力学関数 | 3   | 区別できる粒子の分布関数を導出してアインシュタインの固体比熱モデルを例にその有用性を検討する。次に区別できない粒子の分布関数（独立非局在系）について分布関数と熱力学関数を導出し、Fermi-Dirac の分配関数等について金属中の電子の振る舞いを例に述べる。 |
| 理想気体       | 2   | 並進、回転、振動、等について気体の振る舞いを例に統計熱力学関数が如何に表記されるか、について述べる。気体の分析法についても触れる。   |
| 真空         | 2   | 理想気体の分子運動論、ボルツマンの原理、蒸発式、平均自由行程と粒子の衝突、等について述べる。真空技術の工業的実例についても述べる。   |

【教科書】Norman O. Smith 著 小林宏・岩橋楨夫訳「統計熱力学入門—演習によるアプローチ—」東京化学同人 定価 2100 円  
その他、必要に応じプリントを配布する。

【予備知識】変微分が理解でき、かつ基礎的な熱力学、統計学を理解していること。

【その他】2 回生でも頑張れば理解できると期待している。

## 原子炉物理学

51030

Nuclear Reactor Physics

【配当学年】3年後期

【担当者】森島信弘

【内 容】核分裂連鎖反応により熱エネルギーを定常的に生成し、発電等に利用するシステムが原子炉である。本講義では、核反応というミクロな事象を制御して利用する物理的機構に焦点をあてて、原子炉の原理と基本的な特性をできるだけ平易に説明する。なお、実際の発電炉の諸特性及び関連する最近の話題についても適宜紹介する。

### 【授業計画】

| 項 目       | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------|-----|--|
| 核反応と断面積   | 3   | <ul style="list-style-type: none"> <li>原子核の崩壊、中性子が起こす核反応とその断面積</li> <li>核分裂反応、弾性散乱、共鳴捕獲、分子系との散乱</li> <li>核分裂連鎖反応と中性子増倍係数、臨界条件</li> </ul>   |
| 臨界と中性子束分布 | 7   | <ul style="list-style-type: none"> <li>中性子の拡散とその記述：拡散方程式と境界条件</li> <li>拡散理論の適用：拡散距離、漏れる確率、指数実験</li> <li>高速中性子の減速過程とフェルミの年令拡散理論</li> <li>共鳴捕獲と共鳴を逃れる確率、熱中性子の生成と吸収</li> <li>年令拡散理論による臨界条件と中性子束分布</li> <li>臨界条件の応用：臨界組成、臨界質量、最適形状</li> <li>反射体付原子炉の二群拡散理論による解析</li> </ul> |
| 動特性と反応度制御 | 4   | <ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉の動特性方程式、遅発臨界とその条件</li> <li>反応度の測定：炉周期法、制御棒落下法</li> <li>反応度の変化：毒作用、温度係数と自己制御性</li> <li>核燃料の燃焼と消費、可燃性毒物、FP の崩壊</li> </ul>  |

【教科書】講義内容を要約したプリントを配布する。

【参考書】講義の際に適宜紹介する。

【予備知識】特に必要としない。

【その他】講義内容の理解を進めるために、簡単な演習問題を課する。

## 量子線計測学

51090

Quantum Radiation Detection

【配当学年】3年前期

【担当者】伊藤（秋）・神野（郁）

【内 容】広義の量子線（電子、イオンなどの荷電粒子、X線や $\gamma$ 線などの光子）について、それらの発生原理や物質との相互作用を説明し、各種検出器の測定原理や計測技術・方法等について講述する。本講義の目的は量子線のもつ幅広い応用性、可能性を理解することにある。

## 【授業計画】

| 項 目      | 回 数 | 内 容 説 明  |
|----------|-----|--|
| 量子線の発生   | 1~2 | 各種量子線の発見の歴史を概述し、発生の原理あるいは人為的作成方法について述べる  |
| 物質との相互作用 | 2~3 | 励起や電離を主とする量子線のエネルギー損失過程について説明する。荷電粒子におけるラザフォード散乱、阻止能、飛程、制動放射など、高エネルギー光子における光電効果、コンプトン散乱、電子対生成などについて述べる |
| 量子線の検出   | 2~3 | 量子線検出機器の一般的性質を述べると共に、代表的な幾つかについてその測定原理等を概説する。また、測定値、特にパルス計測法に対する統計処理法等について説明する。                        |
| 量子線の計測技術 | 3~4 | 高速パルス信号の性質および汎用計測回路に対する概説および同時計測法など各種の計測技術について説明する。また、低エネルギー量子線の計測方法などについても概術する。                       |

【教科書】主としてプリントを用いて講義する。

【参考書】加藤貞幸著 放射線計測（培風館）など

## 気体力学

50450

Gasdynamics

【配当学年】3年前期

【担当者】永田 雅人 河原源太

【内 容】圧縮性流体力学の基礎について解説する。

【授業計画】

| 項 目      | 回 数 | 内 容 説 明   |
|----------|-----|---|
| 流体力学の基礎  | 2   | 流体力学の基礎となる概念を復習し、流れの基本的性質について述べる。非保存形式表示による質量保存則、運動量保存則、エネルギー保存則、Navier-Stokes の方程式、Euler の方程式。 |
| 熱力学の関係式  | 3   | 熱力学の基礎概念を復習し、断熱可逆過程、正規状態方程式について説明する。熱力学第 0,1,2,3 法則、エンタルピー、エントロピー。                              |
| 圧縮性流体の運動 | 3   | 擬一次元の流れを取り扱い、基礎方程式、流れの基本的性質について述べる。また断面積が変化する管（狭まり・広がりノズル、Laval ノズル）内の等エントロピー流れについて説明する。        |
| 衝撃波      | 2   | 断面積一定の管中の流れにおける垂直衝撃波、Prandtl-Meyer の関係式について述べる。Jump 条件、弱い衝撃波・強い衝撃波、くさびを過ぎる超音速流。                 |
| 膨脹波      | 3   | 特性曲線法を導入し、膨脹波の性質について述べる。  |

【参考書】H. M. Liepmann and A. Roshko: Elements of Gasdynamics (John Wiley & Sons, 1957) [リープマン, ロシュコ: 気体力学 (吉岡書店, 1960年)]; J. D. Anderson, Jr.: Modern Compressible Flow (2nd ed.) (McGraw-Hill, 1982); C.J. Chapman: High Speed Flow (Cambridge University Press, 2000)

【予備知識】流体力学基礎および総合人間学部開講の微分積分学, 線形代数学

## 熱統計力学

50460

Thermodynamics and Statistical Mechanics

【配当学年】3年前期

【担当者】青木一生・高田 滋

【内 容】統計力学の基本原理と応用について、熱力学との関係に留意しながら基礎的事項に話題をしばって講述する。

## 【授業計画】

| 項 目                | 回 数 | 内 容 説 明  |
|--------------------|-----|--|
| 統計力学の基本的考え方        | 1～2 | 粒子集団としての熱力学系、微視的状态の古典論的取り扱いと量子論的取り扱い。                          |
| 孤立系、閉じた系、開いた系の統計力学 | 3～4 | ミクロカノニカル分布、カノニカル分布、分配関数、エントロピー、自由エネルギー、グランドカノニカル分布、大分配関数。      |
| 理想気体と不完全気体の古典統計力学  | 2～3 | マクスウェルの速度分布、ファン・デル・ワールス状態方程式、ビリアル係数、エネルギー等分配則、単原子分子気体、2原子分子気体。 |
| 理想気体の量子統計力学1       | 1～2 | 縮退していない系の取り扱い、2原子分子気体の比熱と振動自由度の凍結。                             |
| 理想気体の量子統計力学2       | 2～3 | 縮退した系の取り扱い、フェルミ-ディラック統計、ボーズ-アインシュタイン統計、フェルミ球、ボーズ-アインシュタイン凝縮。   |

【教科書】E. A. Jackson: Equilibrium Statistical Mechanics (Dover, 2000)

【参考書】E. Fermi: Thermodynamics (Dover, 1956); 久保亮五： 統計力学（改訂版）共立全書 11（共立出版，1971）。その他は講義時に示す。

## 空気力学

50470

Aerodynamics

【配当学年】3年後期

【担当者】永田 雅人 河原源太

【内 容】圧縮性流体力学の基礎と応用について述べる。この講義は「気体力学（50450）」の続編であり、圧縮性流体力学をより深く理解することを目的とする。

### 【授業計画】

| 項 目      | 回 数 | 内 容 説 明  |
|----------|-----|--|
| 圧縮性流れの基礎 | 1   | 一次元圧縮性流れを支配する基礎方程式、理想気体の性質、音速、マッハ円錐等について復習する。  |
| 斜め衝撃波    | 3   | 2次元圧縮流について斜め衝撃波、Prandtl-Meyer の膨脹、Prandtl-Meyer の関数について解説する。                                   |
| 微小変動理論   | 3   | 微小変動理論について説明し、速度ポテンシャル方程式、境界条件、圧力係数を導く。応用として波状壁を過ぎる二次元流（亜音速流、超音速流）について述べる。Prandtl-Glauert の法則。 |
| 超音速薄翼理論  | 3   | 高速気流の相似法則、非線形理論、二次元遷音速流の相似法則、遷音速パラメータなどについて述べる。  |
| 特性曲線法    | 3   | 連立一階偏微分方程式における特性曲線、Riemann の不変量、Prandtl-Meyer 関数との関係、なめらかな凸面に沿う超音速流の特性曲線による解法について述べる。          |

【参考書】H. M. Liepmann and A. Roshko: Elements of Gasdynamics (John Wiley & Sons, 1957) [リープマン, ロシュコ: 気体力学 (吉岡書店, 1960年)]; J. D. Anderson, Jr.: Modern Compressible Flow (2nd ed.) (McGraw-Hill, 1982); C.J.Chapman:High Speed Flow(Cambridge University Press,2000)

【予備知識】流体力学基礎, 流体力学 (宇宙基礎), 気体力学および総合人間学部開講の微分積分学, 線形代数学

## 推進基礎論

50480

Fundamentals of Aerospace Propulsion

【配当学年】3年後期

【担当者】斧高一・節原裕一

【内 容】弱電離気体 (弱電離プラズマ) の基礎的事項について、力学および物性両面から説明するとともに、宇宙空間における電気推進について述べる。

【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------|-----|--|
| 推進の原理      | 1   | 推進の原理 (化学推進、電気推進) について概説する。                                    |
| 電離気体とは     | 1   | 電離気体の定義、およびその生成方法、応用分野について説明する。                                |
| 電気力学の基礎    | 2   | 電磁場の中の荷電粒子の運動について復習する。   |
| 電離気体の方程式   | 1   | 電離気体の流体力学的記述について説明する。  |
| 原子分子の衝突    | 2   | 原子分子の構造、原子分子やイオンに係わる衝突過程 (弾性衝突、非弾性衝突)、化学反応 について説明する。           |
| 拡散と輸送      | 1   | 電離気体における粒子の拡散と輸送、磁場による閉じ込めについて説明する。                            |
| 振動と波動      | 1   | 電離気体における代表的な振動と波動について説明する。                                     |
| 電離気体の生成と維持 | 1   | 電離気体の電気的な生成・維持機構について説明する。                                      |
| 表面近傍の電離気体  | 1   | 固体表面近傍の空間電荷領域 (シース) の構造、およびシースにおける荷電粒子の挙動、イオンの引き出しと加速について説明する。 |
| 電気推進       | 2   | 電気推進の詳細と電気推進機の構造について説明する。                                      |

【参 考 書】R.W. Humble, G.N. Henry, and W.J. Larson, Space Propulsion Analysis and Design (McGraw-Hill, New York, 1995); G.P. Sutton and O. Biblarz, Rocket Propulsion Elements, 7th ed. (Wiley, New York, 2001); M. Mitchner and Ch.H. Kruger, Jr., Partially Ionized Gases (Wiley, New York, 1973); F.F. Chen, Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, Vol. 1, Plasma Physics, 2nd ed. (Plenum, New York, 1984); L.M. Biberman, V.S. Vorobev, and I.T. Yakubov, Kinetics of Nonequilibrium Low-Temperature Plasmas (Consultants Bureau, New York, 1987); R.O. Dendy ed., Plasma Physics: An Introductory Course (Cambridge University Press, London, 1993); M.A. Lieberman and A.J. Lichtenberg, Principles of Plasma Discharges and Materials Processing (Wiley, New York, 1994).

【そ の 他】時間の制約により、省略や重点の置き方が一部変わることがある。

## 航空宇宙機力学

50490

Flight Dynamics of Aerospace Vehicle

【配当学年】3年後期

【担当者】土屋和雄

【内 容】航空宇宙機の動力学と運動制御について講述する：主な内容は航空宇宙機の運動方程式の導出，航空宇宙機の運動特性の解析及び運動制御の方法である。

## 【授業計画】

| 項 目      | 回 数 | 内 容 説 明   |
|----------|-----|---|
| 解析力学のまとめ | 3   | 1. ダランベールの原理とラグランジュの方程式<br>2. 未定乗数法と拘束のある系に対するラグランジュの方程式<br>3. 保存則                                  |
| 剛体の運動学   | 3   | 1. 直交変換とオイラーの角<br>2. 無限小回転と角速度<br>3. 擬座標  |
| 剛体の動力学   | 3   | 1. 剛体の並進運動量と角運動量<br>2. 慣性テンソルと主軸変換<br>3. オイラーの運動方程式   |
| 宇宙機の動力学  | 4   | 1. 自由空間に於ける剛体の運動（スピン安定化衛星の運動）<br>2. 中心力場に於ける剛体の運動 I（人工衛星の軌道運動）<br>3. 中心力場に於ける剛体の運動 II（重力傾度安定化衛星の運動） |
| 宇宙機の運動制御 | 1   | 1. 航空宇宙機の軌道・姿勢運動の制御に関する最近のトピックスの紹介  |

【参 考 書】ランダウ，リフシッツ：力学（東京図書）

ゴールドスタイン：古典力学上（吉岡書店）

## 質点系と振動の力学

90681

Dynamics of Particles and Vibration

【配当学年】3 回生後期

【担当者】宮崎修次

【内 容】質点系の運動を論じるための基本概念，質点系の特殊な場合である剛体の力学を記述するための基本手法，ならびに実用上重要である振動系を取り扱う基本手法について講述する。

## 【授業計画】

| 項 目    | 回 数 | 内 容 説 明  |
|--------|-----|--|
| 質点系の力学 | 3~4 | 質点の力学を復習した上で，質点系の力学において基本となる全運動量，全角運動量，質量中心等について概説する。  |
| 剛体の力学  | 4~5 | 質点系の特殊な場合として剛体を取り上げ，その運動を論じるための基本事項である，慣性モーメント，慣性テンソル，トルク等について説明し，剛体の力学において成立するいくつかの基本的な定理を紹介する。次に，固定軸を有する剛体の運動や剛体の平面運動などを具体的に論じる。 |
| 振動理論   | 4~5 | 1 自由度の線形減衰振動や強制振動を論じる。次に，互いに相互作用を行う複数自由度系の微小振動を論じる上で基本となる，基準振動数，基準振動モード，基準座標等について講ずる。さらに，時間があれば非線形振動についても概説する。                     |

【教 科 書】講義時に通知する。

【予備知識】物理学基礎論 A の履修を前提とするが，微分積分学 A,B および線形代数学についても履修していることが望ましい。

【そ の 他】当該年度の授業回数，授業の進行具合などに応じて一部省略，追加があり得る。

物理工学科

## 固体力学

50510

Mechanics of Solids

【配当学年】3年前期

【担当者】川原・小川

### 【内 容】

固体力学に関する基礎事項について述べた後、釣り合いの問題、固体中の波動伝播や非線形現象について述べる。

### 【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明                         |
|---------------|-----|---------------------------------|
| 応力-ひずみ<br>関係  |     | ベクトルとテンソル、応力・ひずみテンソル、座標変換       |
| 基礎方程式         |     | 構成方程式、連続体・弾性体の基礎方程式、ひずみエネルギー    |
| 弾性論           |     | 釣り合い問題、ガレルキン・ベクトル、エアリー関数、複素関数表示 |
| 固体中の波動        |     | 波動の基礎事項、固体中の弾性波、表面波、棒・板中の波、塑性波  |
| 固体の非線形<br>動力学 |     | ラブの理論、曲げの波、非線形波動（ソリトン）          |

## 量子無機材料学

51130

Quantum Theory for Inorganic Materials

【配当学年】3年前期

【担当者】足立裕彦

【内 容】これからの材料学においては、量子論の応用が極めて重要になる。まずその重要性の具体例を紹介する。つぎにシュレディンガー方程式の導入と、原子の電子状態について述べる。さらに分子軌道論の概念の説明を行い、この理論が材料学においていかに重要なのか具体的に述べる。つぎに2原子分子や簡単な分子の分子軌道とその解析について述べた後、分子から固体などの擬集体に移行する場合の、電子状態と化学結合についての考え方を分子軌道の実例をあげて説明する。さらに実際の有機、無機材料、金属化合物などの構造と電子状態および化学結合について講述する。また将来量子論の応用が必要になる表面や界面の化学結合や電子分光への応用について述べる。

## 【授業計画】

| 項 目                               | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-----------------------------------|-----|---|
| 序論                                | 1   | 将来の材料開発研究における量子力学，特に電子状態理論の重要性を理解する。                                  |
| 波動方程式，<br>波動関数，原<br>子の構造と電<br>子状態 | 1～2 | 量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式，波動関数の意味について理解し，原子の構造と電子状態について考察する。              |
| 分子，固体の<br>電子状態                    | 3～4 | まず分子軌道論の基礎を理解し，簡単な分子の電子状態と化学結合，さらに分子から固体が形成されるとき電子状態および化学結合を統一的に考察する。 |
| 化合物・錯体の<br>構造と結合状<br>態            | 3～4 | 実際の材料となる錯体，無機化合物，金属の構造と電子状態および化学結合について考察する。                           |
| 表面と界面に<br>おける化学結<br>合             | 1～2 | 材料の表面および界面での電子状態と化学結合を考察する。   |
| 電子分光と電<br>子状態                     | 1～2 | 材料の電子状態と電子分光について考察し，材料評価への応用について考えてみる。                                |

【教科書】「量子材料学の初歩」(足立裕彦，田中功著，三共出版)

## 固体電子論

51210

Electron Theory of Solids

【配当学年】3年前期

【担当者】和田

【内 容】固体の電子論とその応用について講義する。エネルギーバンドの概念、バンド理論の基礎を述べ、さらに半導体、磁性、超伝導など電子に起因する物性についても述べる。

【授業計画】

| 項 目            | 回 数 | 内 容 説 明   |
|----------------|-----|---|
| エネルギーバンド       | 3   | 自由電子論の復習，周期ポテンシャルの影響，エネルギーギャップの発生，ブロッホの定理，1次元のエネルギーバンド，還元ゾーン，拡張ゾーン，周期的ゾーン形式，逆格子とブリルアンゾーン。 |
| 金属のフェルミ面とバンド構造 | 3   | 2, 3次元格子のフェルミ面とエネルギーバンド図，金属と絶縁体の区別，金属のバンド構造，リジッドバンドモデル，ヒュームロザリーの法則。                       |
| 半導体            | 3   | 電場中におけるブロッホ電子の運動，有効質量の概念，正孔の運動，フェルミ準位とキャリア密度，真性半導体，不純物半導体，pn 接合。                          |
| 磁性             | 2   | 原子の磁気モーメントとフントの規則，常磁性体とキュリーの法則，強磁性体と分子場理論，反強磁性体，フェリ磁性体，磁気異方性と磁区。                          |
| 超伝導            | 2   | 永久電流とマイスナー効果，トンネル効果，ジョセフソン効果，臨界電流，第1種，第2種超伝導体，クーパー対。                                      |

【教科書】講義プリント配布

【参考書】キッテル：固体物理学入門（上）（下）（丸善）坂田 亮：物性科学（培風館）

【予備知識】物理工学科開講の固体物理学の履修を前提とする。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる。

## 材料機能学

50780

Physical Properties of Materials and Their Interfaces

【配当学年】3年後期

【担当者】落合庄治郎・奥田浩司

【内 容】材料開発においては、機能発現の基となる構造・組織と物性の相関を把握し、目的とする機能を最大限発現できるよう構造・組織を作り込むことが必要である。また、材料を用いるに当たっては、要求される特性に合わせた材料選択が重要になる。本講義では、実用的に重要な金属・セラミック・ポリマー・複合材料の構造・組織と機能の相関について述べる。最初に、金属・セラミック・ポリマーの構造・組織と物性の相違について概説する。次いで、これら各材料について、熱伝導・電気伝導・強度などの物性の由来とそれを規定する構造・組織の相関を詳述する。後半では、これらを組み合わせた複合材料における複合効果の由来と機能を最大限発揮させるための構造・組織制御について述べる。

## 【授業計画】

| 項 目                       | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------------------------|-----|---|
| 金属・セラミック・ポリマーの構造・組織と物性の相違 | 2   | 単相および多相の金属・セラミック・ポリマーの代表的な構造・組織と工学的に利用される代表的特性について概説し、これら材料のそれぞれの特徴と相違点について要点を述べる。  |
| 金属・セラミック・ポリマー材料各論         | 4～5 | 金属・合金、セラミック、ポリマーのそれぞれについて、熱伝導や電気伝導などの機能性や強度・破壊などの力学特性の構造・組織依存性および目的とする機能・特性を発揮させるための構造・組織制御を、例を挙げながら詳述する。                 |
| 複合効果                      | 2   | 単一材料では実現できない機能であっても、異種材料を組み合わせることにより、発現させることが可能になる。どのような組み合わせでどのような複合効果が生じるかについて、メカニズムを紹介するとともに、複合効果を定量化するための複合則の導出法を述べる。 |
| 複合材料の構造・組織と機能発現要件         | 4～5 | 多くの実用材料は何らかの形で複合組織となっている。ここでは、熱伝導、電気伝導、超伝導、制振性、強度、靱性などの機能・特性をより高く発現させるための物理的・組織学的要因、構成相（繊維、粒子、マトリックス）・界面の役割、組織制御について述べる。  |

【教科書】特に指定しない。プリントを適宜配布する。

【参考書】岩波講座現代工学の基礎「材料特性と材料選択」（落合、北條、藤田、伊藤著）、岩波書店発行

【予備知識】材料基礎学 I、II を受講していることを前提として講義を行う。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加があり得る。

## 材料プロセス工学

51220

Fundamentals of Materials Processing

【配当学年】3年後期

【担当者】松本 要、西谷滋人

【内 容】金属、電子・光デバイス、酸化物・炭化物などのセラミックスや金属間化合物等々の、各種材料の創製において不可欠な結晶成長・凝固の基礎について講述する。熱力学・統計力学に基づき、希薄環境相や濃厚環境相からの結晶成長、凝固現象、結晶成長機構、組織形態形成等について種々の例を交えながら平易に解説する。

## 【授業計画】

| 項 目            | 回 数 | 内 容 説 明   |
|----------------|-----|---|
| 結晶成長の熱力学・統計力学  | 1   | 各種材料の創製に必要な結晶成長とは何か、また熱力学、統計力学と結晶成長との関わりについて概説する。                                   |
| 結晶成長と核形成       | 2   | 結晶成長の初期過程である均一・不均一核形成に関わる基礎的概念について述べる。核形成頻度や形成自由エネルギー等についても考察する。                    |
| 結晶の成長機構とエピタキシー | 3   | 結晶はどのような機構で、どのような速度で成長するのか、希薄環境相である気相からの結晶成長をBCF理論等に基づき理解する。またエピタキシャル成長の基礎についても述べる。 |
| 凝固現象           | 2   | バルク体や大型単結晶などの育成に不可欠な、濃厚環境相の融液からの結晶成長である凝固現象の基礎について微視的、巨視的な観点から説明する。                 |
| 凝固による組織形成      | 2   | 凝固による結晶成長機構と組織形成機構について、熱力学や状態図等に基づいて講述する。局所平衡の考え方や固液界面の安定性についても説明する。                |
| 単結晶の育成         | 2   | 凝固現象に基づいた単結晶育成技術について例を交えながら説明する。一方向凝固や引き上げ法等による単結晶成長について述べる。                        |

【教科書】講義プリント配付

【予備知識】材料基礎学、熱力学

## 環境物理化学

51260

Environmental Physical Chemistry

【配当学年】3年後期

【担当者】田辺晃生

【内 容】地球環境に関連する諸問題について、地球・生物圏、河川・海洋の水圏、大気層の気圏および資源・エネルギーの側面から、物理化学的法則に基づいて説明・講述を行う。

## 【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------------|-----|--|
| 地球環境システム      | 1   | 地球と地球を取りまく環境が切り離されたものではなく、一つのシステムとして理解する必要があることを講述する。                        |
| 資源・エネルギーの物理化学 | 2   | 太陽エネルギー（核融合）、核エネルギー（核分裂）、地球温度と温暖化、プランクの放射分布、エネルギー変換・有効利用、材料科学とエントロピー等について講述。 |
| 地圏の物理化学       | 3   | 地球の生成・進化、内部構造、元素とその存在度、プレートの力学運動、金属鉱床の生成メカニズム、同位体化学などを講述する。                  |
| 水圏の物理化学       | 3   | 水の構造と結合性、水溶液中の化学平衡、活量、海洋の組成と微量元素、海底資源、生化学エネルギーと酸化還元電位等を講述。                   |
| 気圏の物理化学       | 3   | 大気の層構造と組成、対流圏における力学と化学反応、成層圏オゾン、気候変動とアルベド・温暖化ガスの量子化学、大気循環モデル等について講述する。       |
| 地球環境と物理化学     | 1   | 科学と社会（IPCC 報告と京都議定書など）について講述。  |

【教科書】なし

【参考書】T.G.Spiro and W.M.Stigliani; Chemistry of the Environment, Prentice- Hall, NJ (2003)

【予備知識】基礎物理化学 A および B の履修を前提とする。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 電気回路と微分方程式

60681

Electric Circuits and Differential Equations

【配当学年】3年前期

【担当者】吉川（榮）、倉光

【内 容】入門として抵抗回路の取り扱い方を説明したあと、回路素子について述べる。次にインダクタやキャパシタを含む回路を解析する際、必要となる線形微分方程式の解法について説明し、それを用いて正弦波交流回路と簡単な回路の過渡現象の解析法を講述する。

### 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------|-----|--|
| 直流回路の計算法   | 3   | 回路解析の入門としての直流回路の解析法を説明する。すなわち、オームの法則、キルヒホフの法則、電圧源、電流源、回路素子などを説明する。           |
| 線形微分方程式の解法 | 5   | インダクタ、キャパシタを含む回路の方程式を導く。そのあと、線形微分方程式の解き方を説明し、一般解、特殊解の意味を述べる。                 |
| 交流回路の解析法   | 4   | フェーザー表示を説明したあと、インピーダンス、アドミッタンスの概念を説明し、それを用いると交流回路の解析が直流回路の解析と同じように行えることを述べる。 |
| 二端子対回路網    | 2   | 電源と負荷との中間に位置する回路網という立場から二端子対回路網の初歩の行列論的な取り扱い方について説明する。                       |

【教科書】奥村浩士：エース電気回路理論入門（朝倉書店）

【参考書】大野克郎：電気回路 (I)(オーム社)、小沢孝夫：電気回路 (I)(昭晃堂)

【予備知識】複素数、ガウス平面、2行2列の行列と行列式など高等学校の数学程度の知識があれば良い。

【その他】電気系学生は受講しないこと

## 電気電子回路

51170

Electric and Electronic Circuits

【配当学年】3 回生後期

【担当 者】奥村浩士・森広芳照・久門尚史

【内 容】前半では，受動回路の解析法，回路方程式のたて方についてのべる．後半では，トランジスタや FET などの能動素子の基本的な動作原理を説明したのち，基礎的な増幅回路について解説する．

## 【授業計画】

| 項 目       | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------|-----|--|
| 受動回路の解析法  | 5   | 「電気回路基礎論」に引き続き，相互インダクタンスと変成器を含む回路の取り扱い方，供給電力最大の定理，ヘルムホルツの定理など回路を解析するのに必要となる諸定理を説明する． |
| 回路の方程式    | 2   | 素子の個数が多い場合，コンピュータによる回路網方程式のたて方を想定して，木，カットセット，タイセットなどの概念を説明し，カットセット解析，タイセット解析を講述する．   |
| 能動素子の動作原理 | 4   | 電子管，トランジスタ，FET の増幅動作の基本原理を説明した後，それらの能動素子を動作させるために必要な直流バイアス法を述べる．                     |
| 増幅回路の基礎   | 3   | 増幅回路の基礎的な取り扱いを説明した後，基本的な増幅回路とその広帯域化について講述する．   |

【教 科 書】奥村：電気回路理論入門(続編)(コスミック印刷); 中島：基本電子回路(電気学会)

【予備知識】電気回路基礎論

【そ の 他】内容は適宜取捨選択される．

物理工学演習 1

50540

Exercise on Engineering Science 1

【配当学年】3 年前期

【担当者】全員

【内 容】 機械システム学コースの3年生を対象として、機械システム学に関する諸事項のうち、材料力学、熱力学、流体力学について、各授業と関係を取り、演習問題の解答を通じて必要とする基礎知識を確認するとともに、その応用について学ぶ。

【授業計画】

| 項 目  | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------|-----|--|
| 材料力学 | 4   | 材料力学の基本的概念、単純応力状態、ひずみエネルギー、断面の幾何学的性質、はりの応力とたわみ、不静定はりとは複雑なはりの問題、弾性論の初歩、ねじり、組合せ荷重、座屈とつりあいの安定性、円筒・球、平板の曲げ、材料の破壊法則、応力集中等について学習する。講義は演習問題の解答とその解説を中心に行う。  |
| 熱力学  | 4   | 閉鎖系および開放系の熱力学第1法則に関連する基礎概念および応用、熱力学第2法則に関連する可逆・不可逆過程、エントロピーの概念とカルノー効率、熱力学一般関係式の導出とその応用、管路内ガス流動に伴う気体の膨張・圧縮、理想気体の状態変化とガスサイクル、実在気体の性質、蒸気サイクル、冷凍サイクル、統計熱力学の基礎と応用等について学習する。講義は演習問題の解答とその解説を中心に行う。 |
| 流体力学 | 4   | 流体力学の基礎として、流体機械の動作特性・管路内に生じる圧力損失・流体中の物体や飛行体に作用する力等の大きさを推算するための基礎となる、流体要素の変形と作用する応力・渦度や流れ関数・粘性流体・完全流体についてのベルヌーイの式や渦なし流れの速度ポテンシャル・複素ポテンシャル・等角写像について学習する。講義は演習問題の解答とその解説を中心に行う。                 |

【教科書】材料力学：培風館「材料力学の基礎」、熱力学・流体力学：なし

【予備知識】材料力学：材料力学1，材料力学2およびその基礎の数学，力学

熱力学：熱力学1，熱力学2およびその基礎の数学，力学

流体力学：流体力学基礎およびその基礎の数学，力学

## 物理工学演習 1

50541

Exercise on Engineering Science 1

【配当学年】3 年前期

【担当者】全員

【内 容】物理工学科の材料科学コースで提供する講義内容の基礎的重要課題について演習を行い、各講義の内容をより深く理解するとともに、計算機ソフトの使用法に習熟することを目的とする。

## 【授業計画】

| 項 目    | 回 数 | 内 容 説 明   |
|--------|-----|---|
| 材料科学基礎 | 6   | 熱力学の基礎<br>自由エネルギー曲線と状態図<br>固体物理学の基礎   |
| 数式処理   | 6   | 材料科学の研究に関連する具体的事例について、数式処理ソフト Maple7 を用いて演習を行う。<br>具体的内容として、<br>(1) 自由エネルギー曲線と状態図<br>(2) 固体内の原子の拡散<br>(3) 量子力学基礎<br>(4) データ処理 (ピーク分離とフーリエ変換)<br>などを取り上げる。 |

【教 科 書】各演習ごとにプリント等を配布する。

【参 考 書】アトキンス：物理化学 (東京化学同人, 1993)

杉本孝一他：材料組織学 (朝倉書店, 1991)

K.M. ヒール他：はじめての Maple V リリース 4 (シュプリンガー・フェアラーク東京, 1997)

【予備知識】熱力学 1・2, 材料基礎学 1, 固体物理学及び材料科学コースで開設する講義科目を受講していることを前提とする。

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略, 追加がありうる。

総合情報メディアセンターのサテライト端末を使用するので, アカウントを取得しておくこと。

本科目は選択必修科目である。

物理工学科

## 物理工学演習 1

50542

Exercise on Engineering Science 1

【配当学年】3年前期

【担当者】全員

【内 容】設計製図演習を通して，エネルギー応用工学に関する基礎学力を涵養する。

【授業計画】

| 項 目 | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----|-----|--|
| 基礎  | 9   | 立体図形の表し方，寸法記入法，主要機械部品の図示法，寸法公差，など機械製図および読図のための基礎を学習する。 |
| 実習  | 5   | スケッチ製図および，ねじ，ばね，歯車をはじめとする機械要素の設計演習を行う。                 |

【教 科 書】植松育三ほか：初心者のための機械製図 (森北出版)

【そ の 他】製図用具として目盛の入った直線定規，三角定規，コンパス等および電卓を用意すること。

## 物理工学演習 1

50543

Exercise on Engineering Science 1

【配当学年】3年前期

【担当者】全員

【内 容】物理数学について講述および演習を行い，量子科学工学に関する基礎学力を修得する。

【授業計画】

| 項 目     | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------|-----|--|
| 線形代数    | 4   | ベクトル空間<br>線形変換と行列<br>固有値問題と行列の対角化                                  |
| 線形微分方程式 | 4   | 線形微分方程式と解の性質<br>線形微分方程式の解法<br>2階線形微分方程式の級数による解法<br>2階線形微分方程式の境界値問題 |
| ラプラス変換  | 4   | ラプラス変換の定義と性質<br>ヘビサイドの展開定理<br>微分方程式への応用                            |

【予備知識】微分積分学，線形代数学

## 物理工学演習 1

50544

Exercise on Engineering Science 1

【配当学年】3年前期

【担当者】廣瀬康夫

【内 容】主として航空機設計に関する演習を行う。

## 【授業計画】

| 項 目               | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-------------------|-----|---|
| 航空機の基礎知識          | 3   | 航空機の種類, エンジンの種類, 安全性要求(耐空性審査要領, F A Aの規定), 業界の動向等に関する最新の事例について説明する。また, 航空機の開発で一般的に行われているコンカレントエンジニアリングについて説明し, DMU(デジタルモックアップ)を用いた最新の設計手法の事例を紹介する。  |
| 航空機の翼について         | 3   | 最初に気体力学についての復習を行う。つぎに航空機に働く空気力を推定する方法として風洞試験について説明し, 風洞の種類等を紹介する。また, 部材による荷重分担, 使用材料の差異の観点から, 実機の主翼を用いて主翼の構造設計の考え方について講義を行う。  |
| 航空機の性能計算及び安定性     | 4   | 航空機に働く力の釣り合い, 水平飛行性能, 航続性能, 航続率について講義を行い, 演習問題で確認する。また, 航空機の安定性に関して, 静安定, 動安定について簡単に触れる。さらに, これらを総合して, 旅客機の主要性能を向上させるための設計上の課題やその解決策について論じる。  |
| 航空機に適用される新技術の研究動向 | 4   | 航空機設計の主要なテーマである構造の軽量化を取り上げ, 軽量化に関する新技術として複合材一体化技術, 精密鑄造技術, 摩擦攪拌接合技術を紹介し, 旅客機の機首構造に適用した設計例を講義する。さらに, 複合材一体成形構造について構造設計, F E M解析結果と試験結果の比較, 安全性要求への適合を実証する実物大評価試験の計画, 実機への適用効果等について, 試作品を教材にしてメーカーにおける最新の研究成果を紹介する。 |

【予備知識】大学教養課程程度の予備知識を想定している。

## 物理工学演習 2

50550

Exercise on Engineering Science 2

【配当学年】3年後期

【担当者】全員

【内 容】 機械システム学コースの3年生を対象として、機械システム学に関する諸事項について演習を行う。半分の時間で機械システム数学、機械システム力学、残りの半分で基礎及び応用分野の最新のトピックスについて、約20のテーマを設定して、主に小人数のセミナー形式で演習を行う。テーマの内容は担当者により毎年変更になり、後日物理工学科事務室で発表される。

## 【授業計画】

| 項 目                       | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------------------------|-----|---|
| 機械システム<br>数学・機械シス<br>テム力学 | 6   | 行列、固有値問題などの線形代数、微分方程式、また、簡単な偏微分方程式などに関して学習する。さらに、質点および剛体の運動、振動および制御に関して学習する。いずれの場合も、演習問題を解くことにより解説を加えて、理解を深める   |
| 最近のセミ<br>ナーのテーマ<br>例      | 6   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・マイクロフラクトグラフィ</li> <li>・複合材料のメゾメカニクス</li> <li>・界面の力学</li> <li>・有限要素法入門</li> <li>・数値熱流体力学への招待</li> <li>・小型移動ロボットを用いたメカトロニクス演習</li> <li>・サーボ系のモデリングから制御まで</li> <li>・情報機器のダイナミクスと制御</li> <li>・量子物性学入門</li> <li>・量子論のパラドクス</li> <li>・レーザー分光学</li> <li>・相対性理論のパラドクス</li> <li>・物性工学における計算機利用入門</li> <li>・シミュレーションプログラムを利用したシステム最適化の問題点</li> <li>・計測学の演習</li> <li>・Mathematicaによる力学演習</li> <li>・発明・発創支援システム入門</li> <li>・エージェント指向型分散協調システムの設計</li> <li>・マイクロカーの組立</li> </ul> |

【教科書】各テーマにより担当教官から指示される。

【参考書】各テーマにより担当教官から指示される。

【予備知識】テーマにより異なるが、3年生前期までの機械システム学コースの授業を前提とする。

## 物理工学演習 2

50551

Exercise on Engineering Science 2

【配当学年】3年後期

【担当者】全員

【内 容】物理工学科の材料科学コースで開設する講義科目に関連する基礎的重要課題についての演習を行い、各講義が提供する内容をより深く理解することを目的とする。

【授業計画】

| 項目     | 回数 | 内 容 説 明   |
|--------|----|---|
| 分子軌道計算 | 2  | 分子軌道計算ソフト DV- $X\alpha$ 法を用いてモデルクラスターの計算を行い電子状態に関する理解を深める。  |
| 材料科学基礎 | 10 | <p>材料基礎科学に必要な以下の内容について実際に演習問題を解くことで理解を深める。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自由電子論</li> <li>・固体中の欠陥, 原子の拡散現象</li> <li>・金属薄膜材料</li> <li>・相変態, 析出, 再結晶, 結晶粒成長</li> <li>・点欠陥と転位</li> <li>・均一系及び不均一系の反応速度論, 移動現象論</li> <li>・水溶液化学, 電気化学</li> <li>・相転移の動力学</li> <li>・原子, 分子, 固体の電子状態</li> <li>・表面の原子配列構造・電子状態</li> <li>・X線回折法</li> </ul> |

【教科書】各演習ごとにプリントを配布する。

【予備知識】材料科学コースで開設する3回生科目を受講していることを前提とする。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて項目順の変更, 一部省略, 追加がありうる。本科目は選択必修科目である。

## 物理工学演習 2

50552

Exercise on Engineering Science 2

【配当学年】3年後期

【担当者】全員

【内 容】エネルギー応用工学に関する幾つかのテーマについて演習を行い、基礎的学力を習得する。

【授業計画】

| 項 目       | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-----------|-----|---|
| 熱工学       | 3   | 熱機関，冷凍機，圧縮機など熱力学サイクルを主体に，状態量の計算法とその活用法について演習を行う。    |
| 流体力学      | 3   | 連続の式，運動量の法則，完全流体の理論，年制流体の基礎，など流体力学に関する演習を行い，理解を深める。 |
| 熱力学       | 2   | 熱力学的自由度，平衡状態図，活量とその標準状態などに関する演習を行い，理解を深める。          |
| 物理化学      | 2   | 化学熱力学，電気化学など大学院入試問題を中心に演習を行う。                       |
| エネルギー応用工学 | 2   | エネルギー応用工学に関する演習を行う。                                 |

【教 科 書】各演習ごとにプリントを配布する。

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて項目順の変更，一部省略，追加がありうる。

物理工学科

## 物理工学演習 2

50553

Exercise on Engineering Science 2

【配当学年】3年後期

【担当者】全員

【内 容】物理数学について講述および演習を行い、量子科学工学に関する基礎学力を修得する。

【授業計画】

| 項 目   | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-------|-----|---|
| 正則関数  | 4   | 正則関数に関する基本事項,<br>ガンマ関数.   |
| 特殊関数  | 4   | 偏微分方程式と変数分離,<br>超幾何関数, 直交関数, 球関数, 合流型関数, 円筒関数.                                  |
| 境界値問題 | 4   | フーリエ級数, フーリエ変換,<br>波動と振動, 熱伝導と拡散,<br>定常現象 (ラプラス方程式とポアソン方程式),<br>振動の固有値問題, 量子現象. |

【予備知識】微分積分学, 線形代数学.

## 物理工学演習 2

50554

Exercise on Engineering Science 2

【配当学年】3年後期

【担当者】小沼裕之

【内 容】主として宇宙機設計に関する演習を行う。

【授業計画】

| 項 目              | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------------|-----|--|
| 航空宇宙発達の概略史       | 1~2 | 航空機, ロケット開発の歴史と日本の現状; 日本の飛行中/飛行予定の人工衛星, 実験機  |
| 衛星の軌道            | 1~2 | 円軌道/静止軌道/楕円軌道の周期, 速度等; 軌道移行/軌道面変更の必要増速量  |
| ロケット推進の原理        | 1~2 | 推力の式, 比推力, 理想速度; ロケットの質量構成と性能, 多段式ロケットの必要性   |
| ロケットのサイジング       | 1   | 衛星打ち上げの必要増速量, 世界の射場と自転速度; ロケット機体諸元のサイジング方法   |
| ロケットエンジンの概要      | 1   | 推進薬供給方式(ガス押し式/ターボポンプ方式); タービン駆動方式(エンジンサイクル), エンジン冷却方式; 固体ロケットモーター                          |
| 航空機の性能(基礎)       | 1   | 翼の基礎(アスペクト比, 揚力, 抗力, 揚抗比); 水平飛行, 滑空飛行, 旋回飛行の力学; 標準大気モデル, 気温変化の影響                           |
| 航空機の安定性, 操縦性     | 1   | 静安定と動安定; 縦の静安定, 縦の操縦性, 重心位置の移動許容範囲; 横・方向の安定操縦性(概要)   |
| ALFLEX(小型自動着陸実験) | 1   | ALFLEXの目的, 機体の特徴, 航法誘導制御システムの概要; 飛行実験結果, 開発上の苦労, 得られた成果                                    |
| 航空機の操縦システム       | 1   | コックピットの操縦装置等の配置; 人力操縦方式と機力操縦方式, 油圧アクチュエータ; 安定増大装置/操縦性増大装置/フライバイワイヤー/自動操縦装置の概要, 制御システム開発の流れ |

【教科書】プリントを配布する。

【その他】関数電卓を持参のこと。内容は変更することもありうる。

## 機械システム工学実験 1

50560

Mechanical and System Engineering Laboratory 1

【配当学年】3年前期

【担当者】全員

【内 容】金属材料, 材力, 熱, 流体, 生産, 総合に関する実験, あるいはメカトロに関する実験を行い, 実験技術や実験結果の解析法を習得する。

## 【授業計画】

| 項 目     | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------|-----|--|
| 金属材料関係  | 2   | (1) 金属材料の機械的性質, (2) 金属材料の組織観察, のテーマから選択.                   |
| 材料力学関係  | 2   | (1) 抵抗線ひずみゲージ計による力学的諸量の測定, (2) パソコンを利用した振動特性の計測, のテーマから選択. |
| 熱関係     | 2   | (1) 冷凍サイクルの熱力学, (2) 物体の温度と放射強度, のテーマから選択.                  |
| 流体関係    | 2   | (1) 翼の性能実験, (2) 層流および乱流の観察と測定, のテーマから選択.                   |
| 生産関係    | 2   | (1) CAD/CAM/CAP のシミュレーション, (2) 生産システムの設計・製作, のテーマから選択.     |
| 総合関係    | 2   | (1) 倒立振り子系の制御, (2) 自律行動ロボットの設計・プログラミング実習, のテーマから選択.        |
| メカトロニクス | 12  | 半期を通して, メカトロニクスに関する実験を行う。                                  |

【教科書】機械システム工学実験（京都大学工学部物理工学科機械システム学コース編著），ただしメカトロニクスを選択した場合は別のテキストと参考書を用いる（ガイダンスで指示する）。

## 機械システム工学実験 2

50570

Mechanical and System Engineering Laboratory 2

【配当学年】3年後期

【担当者】全員

【内 容】金属材料, 材力, 熱, 流体, 生産, 総合に関する実験, あるいはメカトロに関する実験を行い, 実験技術や実験結果の解析法を習得する。

## 【授業計画】

| 項 目     | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------|-----|--|
| 金属材料関係  | 2   | (1) 金属材料の機械的性質, (2) 金属材料の組織観察, のテーマから選択.                   |
| 材料力学関係  | 2   | (1) 抵抗線ひずみゲージ計による力学的諸量の測定, (2) パソコンを利用した振動特性の計測, のテーマから選択. |
| 熱関係     | 2   | (1) 冷凍サイクルの熱力学, (2) 物体の温度と放射強度, のテーマから選択.                  |
| 流体関係    | 2   | (1) 翼の性能実験, (2) 層流および乱流の観察と測定, のテーマから選択.                   |
| 生産関係    | 2   | (1) CAD/CAM/CAP のシミュレーション, (2) 生産システムの設計・製作, のテーマから選択.     |
| 総合関係    | 2   | (1) 倒立振り子系の制御, (2) 自律行動ロボットの設計・プログラミング実習, のテーマから選択.        |
| メカトロニクス | 12  | 半期を通して, メカトロニクスに関する実験を行う。                                  |

【教科書】機械システム工学実験（京都大学工学部物理工学科機械システム学コース編著），ただしメカトロニクスを選択した場合は別のテキストと参考書を用いる（ガイダンスで指示する）。

【その他】各テーマの選択に当たっては，機械システム工学実験1で履修したテーマ以外から選択するものとする。

## 機械システム工学実験 3

50580

Mechanical and System Engineering Laboratory 3

【配当学年】3年後期

【担当者】全員

【内 容】金属材料, 材力, 熱, 流体, 生産, 総合に関する実験, あるいはメカトロに関する実験を行い, 実験技術や実験結果の解析法を習得する。

【授業計画】

| 項 目     | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------|-----|--|
| 金属材料関係  | 2   | (1) 金属材料の機械的性質, (2) 金属材料の組織観察, のテーマから選択.                   |
| 材料力学関係  | 2   | (1) 抵抗線ひずみゲージ計による力学的諸量の測定, (2) パソコンを利用した振動特性の計測, のテーマから選択. |
| 熱関係     | 2   | (1) 冷凍サイクルの熱力学, (2) 物体の温度と放射強度, のテーマから選択.                  |
| 流体関係    | 2   | (1) 翼の性能実験, (2) 層流および乱流の観察と測定, のテーマから選択.                   |
| 生産関係    | 2   | (1) CAD/CAM/CAP のシミュレーション, (2) 生産システムの設計・製作, のテーマから選択.     |
| 総合関係    | 2   | (1) 倒立振り子系の制御, (2) 自律行動ロボットの設計・プログラミング実習, のテーマから選択.        |
| メカトロニクス | 12  | 半期を通して, メカトロニクスに関する実験を行う。                                  |

【教科書】機械システム工学実験（京都大学工学部物理工学科機械システム学コース編著），ただしメカトロニクスを選択した場合は別のテキストと参考書を用いる（ガイダンスで指示する）。

【その他】各テーマの選択に当たっては，機械システム工学実験1，2で履修したテーマ以外から選択するものとする。

# 機械設計演習 1

50590

Exercise of Machine Design 1

【配当学年】3年前期

【担当者】北條・横小路・三木・中居、松原・西脇・真栄田、箕島・鈴木(基)・中川

【内 容】 機械を設計し、最終的にその製作図を作成するための基礎を J I S に基づいて学習し、所定の機能を有する機械の設計と製図を行う。

【授業計画】

| 項 目             | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------------|-----|--|
| 機械製図の基礎         | 3~4 | 始めに、機械製図および読図のための基礎となる図法、図形の表し方、寸法記入法、主要機械部品・部材の図示法、寸法公差および幾何公差の表示法などを学習した後、簡単な機械部品のスケッチ製図を課題として与える。                                     |
| C A D 実習        | 1~2 | コンピュータを使った製図法 ( C A D ) の実習を行う。  |
| 実際の機械設計         | -   | 複数要素を含む機械の設計を取り上げ、材料の選定、形状、構造等の設計並びに部品図・組立図を作成する。以下に示す3課題のいずれかを履修するものとする。  |
| 鉄道車両用輪軸の設計      | 21  | 鉄道車両の足回り部品である輪軸・駆動装置に関し、装置全般の構造・構成部品の概要を説明した後、主要部品に関し強度計算等の設計上の検討を行い、各部品図・最終的な組図を作成する。   |
| 産業機械のコンポーネントの設計 | 21  | 産業機械の一分野である繊維機械のコンポーネントを例に、要求仕様から、構想設計、部品図、組立図までの設計プロセスを理解するとともに、機械要素の選択、構造の決定等の実践的方法を学び、部品図、設計計算書を作成する。また、『想像力、創造力』が設計に必須のものであることを理解する。 |
| 油圧歯車ポンプの設計      | 21  | 油圧機器は大動力の伝達と制御に適しており建設機械や産業車両などに広く利用されている。その中でも機能・構造がわかり易い歯車ポンプを題材にして、強度・寿命・性能を検討し構想をまとめる。図面作成は加工方法を考慮しかつ正確に設計思想を表現する事に重点を置く。            |

【教科書】大西 清：J I S に基づく標準製図法（理工学社）

【参考書】特に指定しない。

【その他】製図用具として、物差し（30cm 程度）、三角定規、コンパス、鉛筆2本（シャープペンシルの場合：0.5mm、0.3mm の2本）。その他必要なものはその都度指示する。

## 機械設計演習 2

50600

Exercise of Machine Design 2

【配当学年】3年後期

【担当者】久保・大山, 吉田(英)・横小路・山崎

【内容】この演習では、設計とは製品事業のコンセプトを固めることに他ならないことを理解し、設計の面白さ、総合性を体得することを目標とする。以下に示す2つの課題のいずれかを選択する。ただし、人数のバランスを考えて、テーマを教官が指定することもある。

【授業計画】

| 項目           | 回数 | 内容説明  |
|--------------|----|---|
| ファクシミリ装置の設計  | 24 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・企業における「製品開発」とは</li> <li>・コンカレント開発と 3DCAD 導入の意義</li> <li>・ファクシミリ概論・現物検証・ベンチマーク</li> <li>・ファクシミリ装置の機構ユニット設計演習</li> <li>・プレゼンテーション</li> <li>・特許概論</li> <li>・研究所見学</li> </ul> |
| 高速ディーゼル機関の設計 | 24 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ディーゼル機関の概要</li> <li>・ディーゼル機関の主要部品の強度設計と設計製図</li> <li>・プレゼンテーション</li> <li>・特許概説</li> <li>・工場見学</li> </ul>  |

【教科書】資料は演習時に配布

【参考書】創造的設計研究会 編『CAD/CAE で学ぶ実践機械設計』(工業調査会)  
その他の参考資料は演習時に通知

【予備知識】機械設計演習 1、計算機数学の習得を前提としている。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 機械製作実習

50610

Exercise for Machine Shop Practice

【配当学年】3年前期

【担当者】垣野・吉村・松原・西脇・佐藤（国）

【内 容】機械系実習工場において、種々の工作機械による部品創製の過程を実習する。特にスターリングエンジンの部品製作を中心に行い、組み立て後の性能評価を行う。また、市販のディーゼルエンジンの組立・分解を行い、実際の機械要素・システムにも慣れ親しむ。あわせて、エンジンの動作原理・安全工学・工作機械に関する講義を行う。

【授業計画】

| 項 目         | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-------------|-----|---|
| エンジンの動作原理   | 1   | スターリングエンジン、ディーゼルエンジンの基礎知識について習得する。  |
| 旋盤作業        | 2   | 旋盤作業による丸物部品の製作を実習する。スターリングエンジンのシリンダ、ボアの加工を通じてはめあいの概念を習得する。                          |
| フライス作業      | 2   | フライス作業により、板物の製作を実習する。スターリングエンジンの台座部品の加工を行う。   |
| 組み立て・仕上げ・評価 | 2   | 製作したスターリングエンジン部品の組み立てを行い、不具合点などを修正して、回転数・トルク性能の評価を行う。                               |
| エンジンの組立・分解  | 1   | 市販されている単気筒・空冷ディーゼルエンジンの組立・分解を通じてエンジンのメカニズムの基礎や機械の組立原理に慣れ親しむ。                        |
| 安全工学概論      | 1   | 工場等で発生する労働災害発生の機構、災害防止技術について落下災害、クレーン作業における誤動作・誤操作、装置産業におけるシステム安全、等を実例を通して講義し、討論する。 |
| 工作機械講義      | 1   | 実習で使用する工作機械(旋盤、フライス盤)を利用するための基礎知識とNC加工の違いを講述する。                                     |

【教科書】テキストを配布する。

【その他】本実習を受講する学生は予め登録しなければならないので掲示に注意すること。作業服、作業靴等についても最初の時間に注意を与えるので欠席しないこと。

## 材料科学実験および演習 1

50620

Materials Science Laboratory and Exercise 1

【配当学年】3年前期

【担当者】全員

【内 容】主として金属材料を対象に、材料の製造・加工プロセスの理解に必要な物理・化学実験の基本操作を習得する。また、実験結果を解析、考察することにより、材料についての理解を深める。

### 【授業計画】

| 項 目      | 回 数 | 内 容 説 明  |
|----------|-----|--|
| 状態図と熱力学  | 6   | 熱分析により合金の状態図を作成し、得られた液相線を用いて成分金属の活量曲線を求め、合金状態図および活量に対する理解を深める。   |
| 電気化学     | 6   | (1) 電気化学で使用する電極電位の測定法を学ぶとともに、物理学で使用する電位との違いを学ぶ。<br>(2) 電気分解における電流が主として何に依存するか、また通電電流量と電極に生成した物質の量との関係を学ぶ。<br>(3) Hittorf の方法を用いて輸率を測定する。                               |
| 温度と熱サイクル | 6   | (1) 高温物体からの熱放射スペクトル分布を分光計測することによりその物体の温度を求め、熱放射に関する理解を深める。<br>(2) ガスエンジンヒートポンプにおける冷媒の温度・圧力変化を測定し、熱-仕事変換、サイクル、熱交換などについて理解するとともに、エンジンの熱勘定、燃焼過程を解析する。                     |
| 熱移動・物質移動 | 6   | (1) 2 元系溶体の相変態である食塩水の凝固の実験を行い、相変態が熱伝導に支配されて進行する過程を観察し、解析する。<br>(2) 気相中における濃度勾配下の拡散の実験により、拡散現象の基礎であるフィックの第 1 法則を理解する。<br>(3) 2 種の金属の相互拡散の実験により、固体結晶中の原子移動の速さがどれほどかを調べる。 |

【教科書】テキストを配布する。

【その他】初回にガイダンスを行う。当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

「材料科学実験および演習 2」とあわせて履修することが望ましい。

本科目は選択必修科目である。

## 材料科学実験および演習 2

50630

Materials Science Laboratory and Exercise 2

【配当学年】3年後期

【担当者】全員

【内 容】材料科学実験および演習 1 に引き続き、主として材料の力学的、物理的性質に関する基本的実験技術を習得し、実験結果の解析・演習を行う。

## 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明  |
|------------|-----|--|
| 材料の変形と強度   | 6   | (1) 引張試験を通して金属材料の変形と強度・破壊におよぼす変形温度・変形速度・結晶構造の影響を理解する。<br>(2) 応力-歪曲線の解析および破面観察を行い、構造材料の強度に関する理解を深める。                  |
| 再結晶と相変態    | 6   | (1) 冷間加工した金属材料の熱処理による軟化現象を、硬度測定と光学顕微鏡観察により調べる。<br>(2) 炭素含有量が異なる鋼を使い、熱処理と相変態組織との関係を光学顕微鏡観察および硬度測定により調べ、相変態に関する理解を深める。 |
| 薄膜作製と超伝導特性 | 6   | (1) 真空蒸着法によって種々の金属薄膜を作製し、真空蒸着法の概念や薄膜の電気的性質を理解する。(2) 高い臨界温度をもつ超伝導体を作製し、その電気抵抗の温度特性を測定することによって、超伝導材料に関する理解を深める。        |
| 回折・分光      | 6   | (1) 未知試料の元素分析や熱励起状態の理解のための原子吸光実験を行う。<br>(2) レーザー光を用いた回折・干渉実験を行い、光学の基本原則を理解する。  |

【教科書】テキストを配布する。

【その他】「材料科学実験および演習 1」とあわせて履修することが望ましい。  
本科目は選択必修科目である。

## エネルギー理工学設計演習・実験1

50640

Design Practice and Experiments for Energy Science 1

【配当学年】3年前期

【担当者】全員

【内 容】エネルギーの応用に関する基礎的技術を設計演習および実験を通して修得する。金属材料等の製造・加工プロセスを例に取り、エネルギー応用工学の基礎的事項である材料科学分野、機械工学分野、原子核工学分野、について必要な物理的、化学的実験の基本操作を習得し、実験結果の解析、演習を行う。材料科学実験および演習1と共同で実施する。

## 【授業計画】

| 項目       | 回数 | 内 容 説 明   |
|----------|----|---|
| 状態図と熱力学  | 6  | 熱分析により合金の状態図を作成し、得られた液相線を用いて成分金属の活量曲線を求め、合金状態図及び活量に対する理解を深めることを本実験では目的とする。  |
| 電気化学     | 6  | <ul style="list-style-type: none"> <li>電気化学で使用する電極電位の測定法を学ぶとともに、物理学で使用する電位との違いを学ぶ。</li> <li>電気分解における電流が主として何に依存するか、また通電電気量と電極に生成した物質の量との関係を学ぶ。</li> <li>Hittorfの方法を用いて輸率を測定する。</li> </ul>                           |
| 温度と熱サイクル | 6  | <ul style="list-style-type: none"> <li>高温物体からの熱放射スペクトル分布を分光計測することによりその物体の温度を求め、熱的放射に関する理解を深める。</li> <li>ガスエンジンヒートポンプにおける冷媒の温度・圧力変化を測定し、熱-仕事変換、サイクル、熱交換などについて理解するとともに、エンジンの熱勘定、燃焼過程を解析する。</li> </ul>                 |
| 熱移動・物質移動 | 6  | <ul style="list-style-type: none"> <li>2元系溶体の相変態である食塩水の凝固の実験により、相変態が熱伝導に支配されて進行する過程を観察、解析する。</li> <li>気相中における濃度勾配下の拡散の実験により、拡散現象の基礎であるフィックの第1法則を理解する。</li> <li>2種の金属の相互拡散の実験により、固体結晶中の原子移動の速さがどれほどかを調べる。</li> </ul> |

【教科書】テキスト配布

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

エネルギー理工学設計演習・実験2と共に履修することが望ましい。

## エネルギー理工学設計演習・実験1

50641

Design Practice and Experiments for Energy Science 1

【配当学年】3年前期

【担当者】全員

【内 容】設計演習および実験を通して、原子核工学に関する基礎的技術を修得する

【授業計画】

| 項 目                      | 回 数 | 内 容 説 明  |
|--------------------------|-----|--|
| 製図                       | 1   | 製図法の基本的事項について演習および講義を行う  |
| オシロスコープの取扱いおよび線形回路のパルス応答 | 2   | パルスの波形観察に欠かせないオシロスコープの取扱法とパルスの観察および回路網にパルスが入ったときの伝わり方を学ぶ                       |
| 論理回路                     | 2   | 論理代数を使って簡単な論理回路の設計と実習を行い、各種論理素子および論理回路の演算動作を理解する。                              |
| $\beta$ 線の吸収             | 2   | ガイガー・ミュラー（GM）計数管を用いて、 $\beta$ 線の測定を行い、吸収曲線や $\beta$ 線の最大エネルギーを求める。             |
| $\gamma$ 線の吸収            | 2   | シンチレータによる $\gamma$ 線の測定を通して、 $\gamma$ 線と物質との相互作用や $\gamma$ 線計測の基礎を学ぶ。          |
| 熱流体計測                    | 2   | 強制対流・流れの可視化・熱伝導等に関する実験において、圧力測定・レーザー利用計測・画像解析・熱電対による温度測定等を行い、熱流体工学の基礎事項について学ぶ。 |
| 沸騰熱伝達                    | 4   | プール沸騰実験を行い、核沸騰、遷移沸騰および膜沸騰、ならびに限界熱流束および最小熱流束について、理解を深める。                        |

【教科書】テキストを配布する

【その他】エネルギー理工学設計演習・実験2と共に履修することが望ましい。

## エネルギー理工学設計演習・実験2

50650

Design Practice and Experiments for Energy Science 2

【配当学年】3年後期

【担当者】全員

【内 容】エネルギー理工学設計演習・実験1に引き続き、エネルギーの応用に関する基礎的技術を設計演習および実験を通して修得する。エネルギー応用工学の基礎的事項である材料科学分野、機械工学分野、原子核工学分野、について必要な物理的、化学的実験の基本操作を習得し、実験結果の解析、演習を行う。材料科学実験および演習2と共同で実施する。

### 【授業計画】

| 項 目       | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------|-----|--|
| 材料の変形と強度  | 6   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・引っ張り試験を通して金属材料の変形と強度・破壊におよぼす変形温度・変形速度・結晶構造の影響を理解する。</li> <li>・応力-歪み曲線の解析および破面観察に関する理解を深める。</li> </ul>                              |
| 再結晶と相変態   | 6   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・冷間加工した金属材料の熱処理による軟化現象を硬度測定・光学顕微鏡観察により調べる。</li> <li>・様々な炭素量の鋼を使い、高温から室温までの冷却速度と変態組織との関係を光学顕微鏡観察・硬度測定により調べ、相変態に関する理解を深める。</li> </ul> |
| 薄膜作成と材料評価 | 6   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・真空蒸着法によってゲルマニウム薄膜を作製し、真空の概念や薄膜の機械的性質を理解する。</li> <li>・高い臨界温度をもつ超伝導体を作製し、その電気抵抗の温度特性を測定することによって、超伝導材料に関する理解を深める。</li> </ul>          |
| 回折・分光     | 6   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・未知試料の元素分析や熱励起状態の理解のための原子吸光実験を行う。</li> <li>・レーザー光を用いた回折・干渉実験を行い光学の基本原理を理解する。</li> </ul>   |

【教科書】テキスト配布

【その他】エネルギー理工学設計演習・実験1と共に履修することが望ましい。

## エネルギー理工学設計演習・実験2

50651

Design Practice and Experiments for Energy Science 2

【配当学年】3年後期

【担当者】全員

【内 容】設計演習および実験を通して、原子核工学に関する研究的手法を習得する。

【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------------|-----|--|
| 電子顕微鏡         | 2   | 透過型と走査型の電子顕微鏡の理論と実際を学ぶ。具体的試料作成や観察を行い、光学顕微鏡とも併せて観ること、見ることの議論を行う。                                    |
| 電子ビーム         | 2   | 電子ビームを電場や磁場によって集束させることにより、静電レンズや磁気レンズの作用を学習するとともに、真空技術の基礎を習得する。                                    |
| イオンビーム        | 2   | イオンビーム技術の実際および真空技術、分析の原理等について加速器の操縦を通して学習する。   |
| $\alpha$ 線の吸収 | 2   | $^{241}\text{Am}$ の $\alpha$ 線を利用し、半導体検出器の特性の測定、および $\alpha$ 線の物質（空気）によるエネルギー吸収、飛程、ストラグリングなどを学習する。 |
| R Iの同定        | 2   | 各種の密封線源を使用し、色々なサーベイメータによって、それらの核種を同定させるとともに、放射線と物質との相互作用を理解させる。                                    |
| 放射化学          | 2   | 放射性同位元素（ $^{59}\text{Fe}$ ）を用いて非密封放射性物質の取扱い法、及び溶媒抽出法について学習する。                                      |
| ウランの化学        | 4   | 核燃料物質に関する法律の学習、U-Th放射平衡溶液の分離（イオン交換・溶媒抽出）、同定（半減期測定）、濃度測定（酸化還元滴定・比色分析）をし、総合的な理解を深める                  |
| 材料試験          | 2   | 材料の引っ張り試験を行い、引っ張り速度等による金属材料の強さについての基礎知識を得る。  |

【教科書】テキストを配布する。

【その他】エネルギー理工学設計演習・実験1と共に履修することが望ましい

## 航空宇宙工学実験 1

50660

Engineering Laboratory in Aeronautics and Astronautics 1

【配当学年】3年前期

【担当者】川原・土屋・斧・節原・小川・梅田・野島・辻田・高橋

【内 容】航空宇宙工学の基礎となる実験を行う。

【授業計画】

| 項 目                     | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-------------------------|-----|---|
| 固体力学実験                  | 4   | (1) 引張試験：工業材料の機械力学的性質を知る目的で、鉄鋼材料、アルミ合金材、および炭素繊維複合材料の引張試験を行う。<br>(2) き裂（はく離）の伝播による破壊試験：破壊力学についての基礎的性質を理解する目的で、航空機用炭素繊維積層材のはく離による破壊試験を行う。                                 |
| 柔軟リンクの<br>パラメータ同<br>定実験 | 4   | 宇宙工学の課題の一つは宇宙ステーションのような宇宙構造物の開発である。宇宙構造物は大型軽量の構造物となり、微小な外乱によって構造振動を生じやすくなる。宇宙構造物の制御の基礎技術の一つは、宇宙構造物の振動特性を精確にモデル化することである。本実験では柔軟リンクの振動特性のモデル化を行い、ハードウェア実験装置を用いてモデルの同定を行う。 |
| 電離気体工学<br>実験            | 4   | 本実験では、まず電離気体に関する実験に必要な真空技術を修得し、次いで電離気体生成の基礎となる放電現象（気体の絶縁破壊）について学ぶと共に、プラズマ密度、電子温度等の測定法の修得を通じて電離気体の基本的性質を学ぶ。  |

## 航空宇宙工学実験 2

50670

Engineering Laboratory in Aeronautics and Astronautics 2

【配当学年】3年後期

【担当者】永田・青木・幸田・大和田・河原・高田・杉元・武田・中西・小菅・板野

【内 容】航空宇宙工学の基礎となる実験を行う。

【授業計画】

| 項 目               | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-------------------|-----|--|
| クエット・テイラーの実験      | 3   | 異なる角速度で回転する2重円筒の間隙をしめる水の流れについて、半径方向のみに依存する基本解から軸方向に周期性を有する軸対称テイラー渦解への分岐現象を観察し、線形安定性理論との比較検証を行う。  |
| 熱ほふく流の実験          | 3   | 物体の表面に沿って温度勾配があるとき、それに接した低圧気体には低温部から高温部へ向かう流れ（熱ほふく流）が誘起される。本実験では、真空容器内に設置した、一端を加熱されたガラス板付近に起こる熱ほふく流を観察、測定する。   |
| 振動制御工学実験          | 3   | 本実験では台車移動制御実験や倒立振り子安定化制御実験を行うことにより、<br>・古典制御論／現代制御論に基づく制御系の構築とその評価実験<br>・現代制御論セミナー<br>を行う。また、数値シミュレーションとの比較やコンピュータを用いて制御系設計を行う。<br>(詳細は <a href="http://vib.kuaero.kyoto-u.ac.jp/exp">http://vib.kuaero.kyoto-u.ac.jp/exp</a> を参照) |
| レイノルズの実験および分子気体実験 | 3   | レイノルズの実験（2回）では、円管を通る水の流れの種々の形態を観察、記録し、各形態の現れる流れのパラメーターの範囲を測定する。分子気体実験（1回）では、低圧気体に特有の温度場による流れを観察する。   |

物理工学科

## ものづくり演習

51230

Exercise in machine design and production

【配当学年】3年後期

【担当者】榎木・松久・横小路・松原・西脇・松島・秋山・石橋・河井・櫻井・筒井

【内容】エンジンなどの機械の分解および組み立てを通じて、機械の機構、設計、製作法、組み立て法、工具の使用法などを体験的に教授する。各分野で活躍される実務家により、21世紀のものづくりに必要な技術・法律・マネジメントを講義し、創成設計の演習を行う。

【授業計画】

| 項目                | 回数 | 内容説明  |
|-------------------|----|---|
| エンジン分解・<br>組み立て演習 |    | 2日間集中で次の演習を行う：ガソリンエンジンの機構、製作法、分解・組み立て法についての講義、機械工場または企業の研修所にて自動車およびオートバイのエンジンの分解・組み立てを行う。 |
| ものづくり講<br>義・演習    | 6  | 自動車/航空機に代表される機械製品の設計・評価の実際，コンピュータ援用設計・製造・検査（CAD,CAM,CAT），プロジェクトマネジメントの講義・演習を行う。           |

【教科書】資料を配付する

【予備知識】機械製作・機械設計演習1の予備知識があることが望ましい

【その他】設備の都合上、受講者数を制限する場合がある。また、登録したものは必ず受講すること。

# インターンシップ

51240

Internship

【配当学年】3年前期

【担当者】松久・島

【内 容】企業において、製造、設計、開発、研究等の実習を行う。現場における生産活動に直接たづさわることによって、工学がどのように実務において利用されているかを知る。さらに、大学における教育・研究に目的意識を持ち、将来の進路決定に有益な知見を得ることを目的とする。

## 【授業計画】

| 項 目  | 回 数 | 内 容   | 説 明 |
|------|-----|---|-----|
| 実習時期 |     | 夏期休暇中のおよそ2週間                                  |     |
| 受入企業 |     | 機械システム学科に募集が来ているもの、および企業のホームページなどで募集しているものなど。 |     |

【その他】事前に担当教官に届け出て、終了後に報告書を提出する。

物理工学科

## インターンシップ

51241

Internship

【配当学年】3年前期

【担当者】芹澤

【内 容】企業等において、研究、設計、開発等の実習を行う。現場における活動に直接たづさわることによって、工学がどのように実務において利用されているかを知る。さらに、大学における教育・研究に目的意識を持ち、将来の進路決定に有益な知見を得ることを目的とする。

【授業計画】

| 項 目  | 回 数 | 内 容 説 明   |
|------|-----|---|
| 実習時期 |     | 主として夏期休暇中のおよそ2週間                                |
| 受入企業 |     | 原子核工学サブコースに募集がきているもの、および企業のホームページなどで募集しているものなど。 |

【そ の 他】事前に担当教官に届け出て、終了後に報告書を提出する。

## 物理工学英語

51250

English for Engineering Science

【配当学年】4年前期

【担当者】関連教官

【内 容】機械システム学を中心に，工学において必要となる英語でのコミュニケーション技術の基礎を習得することをめざす。ネイティブスピーカーの非常勤講師や機械システム学コースの教官による少人数セミナー形式のクラスを編成する。受講者の希望も考慮に入れた上で，reading, writing, listening, speaking, ならびに presentation 技術の向上をはかる。

【教科書】教材は，各教官より個別に指示される。

【その他】少人数クラスを原則とするため，受入人数を制限することがある。

物理工学科

## 物理工学英語

51251

English for Engineering Science

【配当学年】4年前期

【担当者】アディ

【内 容】材料科学分野において必要となる英語によるコミュニケーション能力のスキルアップを目指して、技術英語を題材にしたトレーニングを行う。講義はすべて外国人講師が英語によって行い、受講者には、英語での議論への積極的な参加が求められる。

【授業計画】

| 項 目    | 回 数 | 内 容 説 明   |
|--------|-----|---|
| 物理工学英語 | 13  | 環境やエネルギー問題など毎回1つの身近な工学的題材をとりあげ、受講者参加型の講義を進める。必要な英単語や表現方法を習得したうえで、受講者同士の対話方式で、英語での討論を行う。 |

【教科書】毎回プリントを配布

【その他】2クラスを編成して少人数講義を行う。希望者多数の場合は、受講者数を制限する場合がある。講義の性格上出席は必須であり、遅刻入室は許可しない。

**物理工学英語**

51252

English for Engineering Science

【配当学年】4年前期

【担当者】新宮秀夫

【内 容】物理工学に必要な専門的な英語をエネルギー応用工学に関連する論文を教材に用いながら読解、記述を演習しながら学ぶ

## 【授業計画】

| 項 目  | 回 数 | 内 容 説 明   |
|------|-----|---|
| 授業計画 |     | 熱力学、移動現象論、高温プロセス、鉄鋼精錬、電気化学、内燃機関、材料力学、塑性力学などのエネルギー創製、変換、利用に関わる基礎的な学問分野における主要論文を教材に用い、英語論文の特徴と読解、記述の際の注意点を演習しつつ専門用語に親しみ、英語論文を読みこなす技術を身につける。 |

物理工学科

## 物理工学英語

51253

English for Engineering Science

【配当学年】4 年前期

【担当者】全員

【内 容】進展の著しい原子核工学各分野における基礎的・先進的トピックスについて、英語で書かれた主要論文，主要著書等を中心にセミナー方式で学修するとともに，これらを通して物理工学に関するプレゼンテーション能力や英語によるコミュニケーション能力を養う。

### 【授業計画】

| 項 目  | 回 数 | 内 容 説 明   |
|------|-----|---|
| 授業計画 |     | 4 年前期の始めに各担当者より提示される幾つかのセミナーの中から 1 つを選択する。それぞれのセミナーの内容は年度により異なるが，その時々興味ある先進的トピックスや物理工学の基盤となる科学知識の修得を目的とした適切な題材が選ばれる。各セミナーは週 1 回 2～3 時間程度の頻度・時間で行なわれ、通常は教官以外にも大学院生を含むグループで行なわれる。 |

【教 科 書】通常、教科書等を用いて行なわれるが，使用する教科書等は各セミナーの内容によって異なる。各担当教官より指示があるので，その指示に従うこと。

【そ の 他】各セミナーの内容及び受講者数は前期始めに原子核工学専攻の掲示板（1 号館玄関フロアー）に掲示される。登録したものは必ず受講すること。

## 金属材料学

50690

Structural Metallic Materials

【配当学年】4年前期

【担当者】牧

【内 容】構造材料の中心をなす鉄鋼および非鉄金属材料（Al, Ti 合金など）について，力学的性質と組織の関係，熱処理の基礎，組織制御の原理と方法など材料学的見地から講述する．さらに，各種実用金属材料の実際について講述し，その用途と特性に関する理解を深める．

## 【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------------|-----|--|
| 講義の外観         | 1   | 鉄鋼を中心とした各種構造材料の特徴と生産の現状を述べるとともに，本講義の位置づけを行う．                                     |
| 熱処理と相変態       | 3   | 鉄鋼に現れる各種相変態と組織について Fe-C 系状態図と熱処理に関連させて述べる．特に，炭素鋼における相変態の基本と合金鋼における合金元素の役割・特徴を示す． |
| 組織制御の原理       | 2   | 組織制御の一例として結晶粒微細化を取りあげてその指導原理を示し，組織制御における相変態・析出・再結晶の重要性を指摘する．                     |
| 力学的性質と金属組織の関係 | 2   | 鉄鋼材料の力学的性質と組織の関係についてフェライト組織，パーライト組織，マルテンサイト組織を中心に述べる．                            |
| 鉄鋼材料各論        | 3   | 加工用薄鋼板・一般構造用鋼・機械構造用鋼などについて，要求される性質・化学組成・組織・加工法を述べ，実用金属材料の実際についての理解を深める．          |
| 非鉄金属材料各論      | 2   | 鉄鋼材料と比較しながら，Ti, Al, Cu 合金などの非鉄金属材料の特徴について述べる．                                    |

【教科書】〔鉄鋼材料〕－講座・現代の金属学材料編4－，（日本金属学会）

教科書の購入方法については初回の講義で説明する．

【予備知識】材料基礎学1（2回生後期），材料基礎学2（3回生前期），材料組織学（3回生後期）を受講したことを前提として講義を行う．

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる．

## 材料強度物性

50700

Physics of Strength of Materials

【配当学年】4年前期

【担当者】山口

【内 容】この講義では、転位論に基づいて結晶変形、降伏、加工硬化、固溶体強化と析出強化、結晶粒界の性質等について講述し、結晶塑性と材料強度に係わる基本的知識を与えることを目的とする。

## 【授業計画】

| 項 目             | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-----------------|-----|---|
| 降伏現象            | 2   | 応力-歪曲線、分解せん断応力と臨界分解せん断応力、転位の増殖、転位運動と歪、降伏理論等、変形と転位論を結ぶための基本概念を説明する。  |
| 加工硬化、固溶体硬化、析出強化 | 2   | 材料強度の転位論に基づく理解と材料の強化をはかるための方法論について述べる。  |
| 複合材料の強度と靱性      | 2   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 複合材料の意味と意義</li> <li>・ 複合材料の強さと靱性</li> </ul>                                      |
| 結晶中の転位          | 6   | 代表的な結晶構造として面心立方、体心立方、六方稠密、ダイヤモンド型構造を取りあげ、まずこれらの構造を持つ結晶中の転位の特性について講述する。ついで転位の特性が、どのようにこれらの構造の結晶の結晶塑性上の特徴と結びついているかについて説明する。 |
| 転位運動と熱活性化過程     | 2   | 一般に温度の上昇と共に結晶強度は低下する。ここでは、転位運動を Maxwell-Boltzmann 統計に従って取り扱い、結晶強度の温度依存性を理解する。   |
| 結晶粒界と多結晶の結晶塑性   | 2   | 結晶粒界の構造と特性を転位論に基づいて説明する。ついでこの知識をもとに多結晶体の結晶塑性について考える。  |

【参 考 書】鈴木秀次：転位論入門 (アグネ) ; J.P. Hirth and J. Lothe : Theory of Dislocations (McGraw-Hill)

【予備知識】結晶物性学を前提として講義する。

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加があり得る。

## 固体物性学

50710

Physics of Solids

【配当学年】4年前期

【担当者】木村健二

【内 容】この講義では、固体の物理的性質を理解する上で基礎となる固体の原子構造、電子構造に重点をおいて講述する。これらをもとに、いくつかの主要な物理的性質について説明する。

### 【授業計画】

| 項 目           | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------------|-----|---|
| 物質の原子構造       | 1~2 | 気体、液体、固体の原子構造を概説するが、特に、結晶の構造、対称性に重点をおいて講述する。結晶表面の構造についても簡単に触れる。   |
| 固体原子構造の決定法    | 3   | 固体構造を決定する物理的方法のうち、X線、中性子、電子線の回折現象の基礎を講述する。また、原子を見ることができるいくつかの顕微鏡法について解説する。                              |
| 結晶の格子振動       | 3   | 原子間に働く力の由来を説明し、それをもとに結晶の格子振動の理論を導き、格子振動を量子化したフォノン（音響量子）の概念を解説する。フォノンによる中性子、光子の散乱現象にも触れる。                |
| 固体比熱          | 1~2 | 前項で求めた格子振動をもとに、デバイ・モデルを使って結晶の格子比熱を導く。この結果と古典論で得られるデュロン-プチの法則との関係を説明する。                                  |
| 結晶の電子構造と電気的性質 | 4   | 固体の自由電子模型について解説する。模型をもとにいくつかの金属の性質を説明する。さらに、結晶の周期性をもとに電子のバンド構造を導き、金属、半導体、絶縁体の主要な電気的性質とバンド構造の関連について解説する。 |

【教科書】なし。

【予備知識】量子物理学1を学んでいることが望ましい。

## システム工学 2

50740

Systems Engineering 2

【配当学年】4年前期

【担当者】榎木

【内 容】複雑大規模システムを対象とする問題点の認識と問題構造の顕在化手法，人間の主観的判断を含んだモデルの対話型構築手法（参加型システムズ・アプローチ）やシステムの評価・最適化の技法，ならびに対象の構造や現象の意味に着目してシステムの機能・性能を意味論的・定性的にモデル化するための技法を中心に講述する。

## 【授業計画】

| 項 目         | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-------------|-----|--|
| システム工学の基本概念 | 2   | システムとシステム工学の意味について説明し，システムの種類，要件，システム工学発達の歴史的経緯とその特徴について概説する．さらにシステムシミュレーションとモデル化の手法，最適化手法の基本概念について講述する． |
| システムの構造決定技法 | 3   | ISM, DEMATEL, ファジィ構造化モデリングなどグラフ理論に基づく複雑大規模システムを対象とする問題構造の顕在化手法や合意形成手法について講述する．                           |
| システムの評価技法   | 3   | システムの評価技法として，決定木分析，確率情報を用いない決定基準，多目的評価，効用理論と集団意思決定理論などについて講述する．  |
| システムの最適化技法  | 4   | システム最適化の技法としてオペレーションズリサーチの各種手法をその適用例とともに講述し，近年あたらな手法として注目されているニューラルネットワークや遺伝的アルゴリズムを用いた手法について概説する．       |

【教科書】講義プリントを配布する．

【参考書】岩井他：知識システム工学（計測自動制御学会）；三浦・浜岡：現代システム工学概論（オーム社）

【予備知識】とくに必要としないが，3年生のシステム工学1の履修が望ましい．

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる．

## 信頼性工学

50750

Reliability Engineering

【配当学年】4年前期

【担当者】熊本

【内 容】絶対に故障しない工学システムを設計することは不可能である。故障のなかには、操業の停止や事故を引き起こすものもあり、物的のみならず人的損害も発生させる。故障の可能性を考慮して設計に反映させる必要があるが、これを系統的に行うための信頼性解析手法の基礎を、具体例を含めて講述する。

## 【授業計画】

| 項 目            | 回 数 | 内 容 説 明   |
|----------------|-----|---|
| 条件付き確率とブール代数   | 1   | 条件付き確率の定義，結合確率と条件付き確率の関係，独立性，ベイズの定理，ベン図と確率，ベン図と論理変数，ブール代数演算規則などの数学的予備知識を述べる。  |
| 要素の信頼性パラメータ    | 3   | システムを構成する要素に対し，信頼度，不信頼度，故障密度，故障率，故障時間，平均故障時間，修理分布，修理密度，修理率，修理時間，平均修理時間，稼働率，無条件故障強度，条件付き故障強度，無条件修理強度，条件付き修理強度などのパラメータとそれらの間の関係について述べる。     |
| 要素の信頼性パラメータの推定 | 3   | 指数，ワイブル，ガンマ，ベータ，カイ自乗，スチューデント，Fなどの確率分布について述べると共に，故障時間や修理時間のデータからの分布パラメータの推定法を述べる。これにより，要素の信頼性が点推定値あるいは区間推定値として定量化できる。                      |
| フォールト・ツリー      | 2   | フォールト・ツリー（F T）はシステムレベルでの事象の発生原因を要素レベルでの原因に解析して表現するものである。事象記号，ゲート記号，F Tの例，F Tの作成指針，F Tの自動生成などについて述べる。                                      |
| システムの故障モード解析   | 2   | どのような要素故障の組み合わせでシステムレベルの事象が生じるのかが判れば，対策も立てられる。最小カットセット，最小パスセット，最小カットとパスの発生アルゴリズム，共通原因カットセット，事故連鎖上のF Tの結合，ノンコヒーレントF Tに対する故障モード列挙などについて述べる。 |
| システム信頼性の定量化    | 3   | ANDゲート，ORゲート，多数決ゲート，信頼性ブロック線図などの定量化を述べた後，真理値表，構造関数，最小カット表現，含意-排他公式，K I T Tコードなどによる定量化手法を述べる。  |

【教科書】黒板への板書によるノート講義を行う。

【参考書】H. Kumamoto, E.J. Henley, "Probabilistic Risk Assessment And Management For Engineers And Scientists," IEEE Press, 1996.

【予備知識】特に必要とせず。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略，追加がありうる。

## 品質管理

50870

Quality Control

【配当学年】4年前期

【担当者】山品

【内 容】企業が永続的に繁栄していくためには、顧客に提供する製品の品質が、顧客の要求を常に満足していくことが求められる。本講義では、顧客の要求を満足させるための製品開発・設計、生産準備、製造のあり方について、品質の観点からそれらの基礎とその広がりをも系統的かつ積み重ね的に講述する。

### 【授業計画】

| 項 目                  | 回 数 | 内 容 説 明   |
|----------------------|-----|---|
| 品質について               | 1   | 品質とは何か、品質管理とは何か、三つの視点の違ったアプローチ：Proactive approach、Preventive approach と Reactive approach について述べる。                |
| QC 的見方               | 2   | 顧客指向に基づく市場品質情報の収集、真の品質特性と代用品質特性による品質表現について解説し、さらにはあたりまえ品質と魅力的品質、設計品質と製造品質について言及する。                                |
| 品質経営                 | 2   | 品質を通じての会社経営について述べ、PDCA サイクル、ファクトコントロールの意義と課題、プロセスコントロールの重要性について示し、我が国で発達した TQM とその意義と限界について解説する。                  |
| 品質保証                 | 3   | 品質に関する、組織としての全般的な意図及び指示である品質方針について述べ、品質保証のための組織、品質保証のプロセス、品質保証システム、品質機能展開法、ISO9000 などについて講述する。                    |
| 設計・生産準備・製造段階における品質管理 | 3   | それぞれの段階で用いられる各種の品質管理方法、特に、品質工学、FMEA と FTA、工程 FMEA、工程能力、フルプルーフ、SQC、管理図、全数検査、QA ネットワーク、標準作業、品質保全、購入品の品質管理等について講述する。 |
| 統計的方法の活用             | 2~4 | 品質管理に用いられる各種統計的方法について講述するものであるが、これ以下は、時間的余裕があれば講述する。  |

【予備知識】基本的な数理統計学についての予備知識を必要とする。

【そ の 他】講義の理解度を調べるために、適宜、宿題を課し、提出させる。

## 機械要素学

50770

Machine Elements

【配当学年】4年前期

【担当者】久保

【内 容】3学年に配当された「設計工学」に基礎を置き、機械の設計と機械要素の関係、主要な機械要素である締結要素、軸・軸受要素、伝動要素について、それらの作動特性と性能、ならびに設計法について述べる。

## 【授業計画】

| 項 目       | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------|-----|--|
| 機械設計と機械要素 | 1.5 | 機械研究の歴史、機械を取り巻く学問、機械設計と設計者の心構え、機械の構造と機械要素、機械要素の機能、機械要素への要求等について解説し、そして将来を展望する                |
| 締結要素      | 1   | ねじ、キー、スプライン、焼きばめ、スナップフィット等について概説する。  |
| 軸・軸受要素    | 3   | 軸、滑り軸受、転がり軸受、シール、軸継ぎ手などについて概説する  |
| 伝動要素      | 3   | 運動を伝達するカム、歯車の作動原理を機構学的に講述する。歯車については、その種類と機能の差、その用途とそれを用いた機械装置の構造についても述べる。                    |
| 機械要素の加工法( | 1   | 歯車を中心として、その加工法、仕上げ法を概説する   |
| 機械要素の性能   | 3   | 機械要素に発生する損傷の種類とその原因、その対策について概説する。また、静かに、滑らかに機械が作動するためには、何に注意すべきか、機械設計、製造等はいかにあるべきか等について、論述する |

## 最適設計・生産論

51040

Optimum Design and Manufacturing

【配当学年】4年前期

【担当者】吉村允孝・西脇真二

【内 容】総合的な知識と観点から最も望ましい製品を生み出し，設計・生産するための基礎理論，概念，方法論，工学的手法について講述し，コンピュータ援用による設計・生産・解析 (CAD/CAM/CAE)，製品設計解の創生などについても講述する。

### 【授業計画】

| 項 目                                  | 回 数 | 内 容 説 明   |
|--------------------------------------|-----|---|
| 製品設計・生産<br>に対する最適<br>化の意義と最<br>適化の歴史 | 2   | 実際の製品設計・生産問題の環境とそれらに対する最適化の意義，ならびに最適化の歴史的背景を述べる。                          |
| 設計・生産に<br>おけるコンピ<br>ュータ援用法           | 1.5 | コンピュータ援用設計・生産・解析 (CAD/CAM/CAE) の基礎を説明し，設計段階での特性評価のための構造解析法などを述べる。         |
| 最適化の基礎<br>と感度解析                      | 1.5 | 最適化のための定式化と製品設計・生産における最適化問題の特徴を説明し，設計解の変動に対する評価特性の感度の評価・解析法を述べる。          |
| 最適化手法の<br>実際                         | 4   | 非線形計画法，多目的最適化法，離散変数最適化法，遺伝的アルゴリズム，大規模問題最適化法など，実際の設計・生産問題へ適用される最適化法の説明をする。 |
| 最適化法の高<br>度な利用                       | 3   | 設計・生産など複合領域の同時的最適化，形状最適化，製品設計解の創生問題など，最適化法のより高度な問題への適用について説明する。           |
| 製品設計解<br>のブレイクス<br>ルー                | 1   | より好ましい製品の設計解を得るうえでの，種々の可能性について言及し，製品設計・生産に対する最適化の将来展望を行う。                 |

【教科書】特には指定しない。

【参考書】特には指定しない。

【予備知識】特には問わない。

【その他】当該年度の授業回数に応じて，一部省略，追加が有り得る。

## 材料量子化学

50790

Quantum Chemistry of Materials

【配当学年】4年前期

【担当者】田中 功

【内 容】先端分野の材料研究・開発のためには、電子論の基本的理解が不可欠である。本講義は、そのために必要となる最低限の素養を確実に身につけることを目指す。講義では多くの演習問題を課し、それを解くことを通じて理解を深める。3年前期に配当されている量子無機材料学と併せて履修することが望ましいが、予備知識がなくても自習できるように工夫する。

## 【授業計画】

| 項 目          | 回 数 | 内 容 説 明   |
|--------------|-----|---|
| 量子論の導入       | 3   | 電子の記述, 演算子, 固有値, シュレディンガー方程式の導出, 不確定性原理, シュレディンガー方程式の解法     |
| 原子の電子構造      | 2   | 水素様原子, 量子数, 多電子原子, SCF 法, 電子のスピン                            |
| 分子の電子構造      | 2   | 分子軌道法, 等核分子, 異核分子, 化学結合, マリケンの電子密度解析                        |
| 錯体・結晶の電子構造   | 4   | 配位多面体, 配位子場, 分子のスピン状態, ブロッホの定理, バンド計算法, 単体金属の電子構造, 化合物の電子構造 |
| 電子構造を知る実験的手段 | 1   | X線分光, 光電子分光, 電子エネルギー損失分光, 可視・紫外分光                           |

【教科書】プリントを配布する。

## 【参考書】

【入門書として】

量子材料学の初歩 足立裕彦, 田中 功著 (三共出版)

化学入門コース6 量子化学 大野公一著 (岩波書店)

はじめての電子状態計算 田中 功ほか著 (三共出版)

【気楽な読み物として】

ゼロから学ぶ量子力学 竹内薫著 (講談社)

絵とき量子化学入門 細矢治夫著 (オーム社)

【予備知識】特に必要としない。

## 材料電気化学

51020

Electrochemistry for Materials Processing

【配当学年】4年前期

【担当者】栗倉

【内 容】金属の電解精製・採取、腐食・防食および材料の湿式プロセッシングの基礎となる電極反応論、電解質水溶液中のイオンの移動、工業電解プロセスおよび腐食の電気化学について講述する。

## 【授業計画】

| 項 目    | 回 数 | 内 容 説 明  |
|--------|-----|--|
| 電極反応論  | 4   | 電気化学反応装置、電池、腐食の基礎である電極反応速度式（Butler-Volmer 式）の解説を行い、過電圧、非分極性界面、分極性界面等の概念についての理解を深める他、電極の動的平衡と古典的 Nernst 式および濃度分極について講述する。 |
| 工業電解   | 2～3 | いくつかの工業電解プロセスを解説し電解槽中のイオン収支、物質収支、エネルギー収支について理解を深める。  |
| イオンの移動 | 1～2 | 電解質水溶液中のイオンの移動および拡散電位と液間電位について解説する。  |
| 金属の安定性 | 2   | 金属表面の不安定さの原因としての電荷移動反応、腐食と短絡電池について解説するとともに、電位-pH 図を利用し金属の安定性にたいする熱力学的理解を深める。   |
| 腐食速度   | 3   | 混成電位論に基づき腐食電流と腐食速度の関係を速度論的観点から解説し、エバンスダイアグラムの構成を通じて金属腐食にたいする理解を深める。さらに金属の不動態化およびいくつかの腐食の例についても講述する。                      |

【教科書】エネルギー平衡論（栗倉、3回生配当）で配付された講義テキストを使用する。

【予備知識】エネルギー平衡論（栗倉、3回生配当）を受講しておくことが好ましい。

【その他】特になし。

## 材料分析化学

51200

Analytical Sciences

【配当学年】4年前期

【担当者】河合 潤

【内 容】化学情報を扱う科学としての分析化学，化学計測学，物質情報工学について，様々な材料分析法，機器分析法を例として示しながら講述する。

## 【授業計画】

| 項 目                 | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------------------|-----|--|
| 序論                  | 1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・化学計測学と科学的情報</li> <li>・化学計測の課題</li> </ul>   |
| 化学計測のためのサンプリング・試料調製 | 1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験計画</li> <li>・サンプリング</li> <li>・試料調製</li> <li>・分離</li> <li>・後処理</li> </ul>                         |
| 光子による化学計測           | 1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・X線による化学計測</li> <li>・可視・紫外光プローブによる化学計測</li> <li>・赤外光プローブによる化学計測</li> <li>・電磁波プローブによる化学計測</li> </ul> |
| 電子による化学計測           | 1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・電子回折による化学計測</li> <li>・電子分光による化学計測</li> <li>・電子プローブによる化学計測</li> </ul>                               |
| イオンによる化学計測          | 1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・イオンの性質とその発生</li> <li>・イオンの軌道</li> <li>・イオンと固体との相互作用</li> <li>・イオンを用いる表面化学計測法</li> </ul>            |
| センサー                | 1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・化学センサー</li> <li>・イオンセンサー</li> <li>・バイオセンサー</li> </ul>  |
| データ処理               | 2   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・誤差と統計的扱い</li> <li>・化学計測における数学的処理</li> </ul>  |
| 応用                  | 3   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・工業への応用</li> <li>・環境分析への応用</li> <li>・ナノマテリアル</li> <li>・分析化学と社会</li> </ul>                           |

【教科書】合志陽一編著: 化学計測学, 昭晃堂 (1997).

## 核物理基礎論

51140

Fundamentals of Nuclear Physics

【配当学年】4年前期

【担当者】山本

【内 容】原子核・素粒子物理の基礎事項や最近の話題について学修する。原子核の一般的性質、崩壊や反応過程などについて述べる。また、原子核の質量や反応における質量とエネルギーの等価性や、高速電子などの運動学を相対性理論から説明する。さらに、素粒子の相互作用と標準理論についても述べる。

## 【授業計画】

| 項 目        | 回 数 | 内 容 説 明   |
|------------|-----|---|
| 原子核研究のはじまり | 1   | ラザフォード散乱 ( $\alpha$ 粒子と原子核の散乱), 原子核の反応過程, 中性子の発見, 原子核の構成など.                                   |
| 原子核の基本的性質  | 3   | 原子核の大きさや形, 質量分布, 電荷分布, 原子核の質量公式, フェルミガス模型, 液滴模型, 結合エネルギーと安定性, スピン・パリティと統計, 原子核のスピンの磁気モーメントなど. |
| 核力         | 2   | 核力と中間子, 核力ポテンシャル, 素粒子の強い相互作用 (量子色力学) など.  |
| 相対論的運動学    | 2   | エネルギー・運動量ベクトル, エネルギーと質量の同等性, 粒子の崩壊と衝突過程の相対論的運動学, 原子核反応など.                                     |
| 原子核の崩壊過程   | 3   | $\alpha$ 崩壊と核力ポテンシャル, $\beta$ 崩壊と弱い相互作用, ニュートリノ, $\gamma$ 崩壊と電磁相互作用など.                        |
| 素粒子物理      | 2   | クォークとレプトン, 素粒子の標準理論, 保存則と対称性, ニュートリノ質量と振動, 大統一理論と核子崩壊, 宇宙のバリオジェネシスなど.                         |

【参 考 書】原子核物理学 (杉本・村岡, 共立出版); 原子核物理学 (影山, 朝倉書店); 高エネルギー物理学の発展 (長島, 朝倉書店) など

【予備知識】原子物理学, 量子物理学, 電磁気学

【そ の 他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略, 追加がありうる.

## 生物物理学

50960

Molecular Biophysics

【配当学年】4年前期

【担当者】八木

【内 容】この講義では、(1) 生物が生命の最小単位である遺伝子によって、どのように構成され、活動が調節されているかを講述する。(2) 分子レベルの生物学と、それが人体の機能や人間の活動を理解するのにどのような意義を有するかを論じる。特に、放射線や放射線類似作用物質などの遺伝子・細胞・人体への影響について、重点をおいて論ずる。

## 【授業計画】

| 項 目                         | 回 数 | 内 容 説 明  |
|-----------------------------|-----|--|
| 生物・生命の<br>物理学的基礎            | 2   | 生物やその組織・器官、細胞などに関する生物学的基礎事項について概説する。   |
| 放射線と<br>遺伝子・生命              | 1~2 | ヒト遺伝学と分子生物学の基礎理論について述べる。さらに、放射線の生物作用を理解するために必要な基礎事項についても概説する。  |
| 放射線の<br>生物作用<br>および<br>その修飾 | 3~4 | 放射線、光、熱などがどのように生物に対して影響を及ぼしているのか、細胞および分子レベルそれぞれについて述べる。生物に対して影響をもたらす要因の作用機構の解明と共に明らかとなってきた生物影響の修飾要因についても述べる。 |
| DNA 損傷と<br>修復               | 3~4 | 紫外線・放射線などの分子レベルにおける作用機構を述べる。さらに、紫外線・放射線に感受性の高い遺伝病の細胞と正常細胞を比較することにより得られたDNA 損傷の修復機構についても述べる。                  |
| 突然変異と発<br>がん                | 1~2 | 環境放射線の遺伝的影響や発がんとの関連性について述べる。   |
| 放射線の<br>人体影響                | 1   | 個体レベルで放射線影響の線量・効果関係を原爆被曝者などのデータから解説する。   |

【教科書】特に定めない。講義ごとにプリントを配布する。

【参考書】近藤宗平：人は放射線になぜ弱いのか第3版（講談社）

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

隔年講義で平成15年度は開講

## 加速器工学

51150

Particle Accelerators

【配当学年】4年前期

【担当者】今西信嗣

【内 容】イオンや電子などの荷電粒子は加速器により光速度近くまで加速できる。また、これらの加速粒子を利用すると放射光などの光子ビーム、中性子、中間子などさまざまな粒子を人工的に生成できる。これら量子ビームは高度な研究手法として広範囲にわたる基礎科学や応用工学で活用されつつある。この講義では実際の加速器を例に取り上げ、それぞれについて荷電粒子の加速の方式と原理、特徴などを学修する。また、加速器に必須のイオンの発生やビームの制御、および真空技術についても言及する。

## 【授業計画】

| 項 目     | 回 数 | 内 容 説 明  |
|---------|-----|--|
| はじめに    | 1   | 加速器工学全般に関わる基本事項を理解する。<br>加速粒子の種類、加速器の種類ならびにマクスウェル方程式や運動方程式などの基本方程式                                     |
| 高電圧型加速器 | 2   | 高電圧型加速器について高電圧の発生原理と特徴ならびに性能について理解する。<br>コッククロフト・ワルトン型加速器などの高電圧整流型加速器、ヴァンデグラーフ型加速器などの静電加速器             |
| 線形加速器   | 2   | 線形加速器について加速の原理、高周波の発生方式、位相の安定、粒子の集束などを理解する。<br>アルバレ型線形加速器、ディスク装荷型線形加速器、高周波四重極加速器                       |
| 円形加速器   | 4   | 磁石を併用した円形加速器について加速の原理、ベータトロン振動、シンクロトロン振動、弱集束、強集束などについて理解する。<br>サイクロトロン、ベータトロン、シンクロトロン                  |
| 加速器周辺技術 | 5   | 加速器の周辺技術について以下の事項を理解する。<br>イオン源の動作原理と特徴<br>イオン幾何光学、荷電粒子の電磁場による偏向、集束、分離<br>真空に関して、気体の基本的性質、超高真空装置と真空度測定 |

【教科書】プリントを用いて講義する。

【参考書】亀井, 木原：加速器科学 (丸善) など

【予備知識】応用電磁気学もあわせて履修することが望ましい。

## 放射化学

51160

Radiochemistry

【配当学年】4年前期

【担当者】(原子炉) 森山裕丈

【内 容】放射性物質の化学に関わる項目として、使用済燃料の再処理や放射性廃棄物の処理処分に関する項目を取り上げ、その原理と実際例について講述する。

【授業計画】

| 項 目     | 回 数 | 内 容 説 明   |
|---------|-----|---|
| 放射化学概論  | 1   | 放射能発見の歴史を振り返るとともに、天然に存在する放射能や人工的に製造する放射能について述べる。              |
| 原子炉での燃焼 | 2   | 原子炉での燃焼によって生成する超ウラン元素や核分裂生成物の量を評価するための燃焼計算の方法について説明する。        |
| 再処理     | 3   | 使用済燃料の再処理の方法として実用化されている溶媒抽出法について、その原理とプロセスの概要を説明する。           |
| 廃棄物処理   | 3   | 放射性廃棄物の処理の方法として用いられているイオン交換法等について、その原理とプロセスの概要を説明する。          |
| 廃棄物処分   | 3   | 環境条件下における放射性核種の溶解度と分配係数について説明するとともに、放射性廃棄物処分の安全評価の方法について紹介する。 |
| その他     | 2   | 年代測定やトレーサ化学など、放射性同位体の利用に関するトピックスを紹介する。                        |

【教科書】特に定めない。講義の際に資料を配布する。

【参考書】Radiochemistry and Nuclear Chemistry, G. R. Choppin, J. Rydberg and J. O. Liljenzin, Pergamon Press (1995); Nuclear Chemical Engineering, 2nd Ed., M. Benedict, T. H. Pigford and H. W. Levi, McGraw-Hill (1981) など。

【その他】必要に応じて演習を行う。当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加がありうる。

## 原子炉基礎演習・実験

51070

Basic Nuclear Reactor Exercise and Experiments

【配当学年】4年前期

【担当者】小林（捷）・代谷・三澤・宇根崎・中島

【内 容】原子炉の核特性に関する理解を深めるため、原子炉の運転制御を体験しつつ、基礎的な数種の実験課題に取り組む。実験装置としては、臨界集合体を用いる。実験は、原子炉実験所において約5日間にわたって集中的に実施するが、これに先立ち合計10時間程度のガイダンスを吉田地区で実施する。

### 【授業計画】

| 項 目   | 回 数 | 内 容 説 明   |
|-------|-----|---|
| ガイダンス | 7   | 実験に先立ち、吉田地区にて約7回程度のガイダンスを実施する。その内容は、実験の概要および臨界集合体の構造とその利用、臨界実験の方法、制御棒反応度の測定法、中性子束分布の測定法、研究炉の構造とその利用、運転操作法と保安教育等に関するものである。                   |
| 実 験   | 1   | 原子炉実験所において約5日間（1週間）の実験を行うが、その内容は、保安教育・施設見学等、臨界実験、制御棒の反応度測定、中性子束分布の測定、レポートの作成と発表・討論で、それぞれに約1日をあてることとする。なお、実験期間中に受講者全員を対象として原子炉の運転実習を行うこととする。 |

【教科書】実験マニュアルを支給する。

【参考書】1) ラマーシュ 著, 仁科浩二郎, 武田充司 訳, 「原子炉の初等理論」, 吉岡書店。  
 2) 小林啓祐 著, 「原子炉物理」, コロナ社。  
 3) J. J. ドウデルスタット, L. J. ハミルトン 著, 成田正邦, 藤田文行 訳, 「原子炉の理論と解析」, 現代工学社。

【予備知識】原子炉物理学の初等知識をもっていることが望ましい。

【その他】1) 実験参加には予め放射線業務従事者として登録管理の必要あり。  
 2) 原子炉実験所での実験期間中は、同所の共同利用者宿泊所に宿泊することが望ましい。

## 近代解析

90621

Matrix Analysis

【配当学年】4年前期

【担当者】野木

【内 容】微分方程式問題の数値解を求めるための線形方程式系の解法と固有値問題の数値解法、および基礎付けに必要な行列解析法について述べる。

【授業計画】

| 項 目      | 回 数 | 内 容 説 明   |
|----------|-----|---|
| 行列問題とその源 | 3   | 微分方程式を数値的に解くための差分法や有限要素法から生じる線形方程式系と固有値問題について述べる。 |
| 直接解法     | 2   | ガウス消去法、LU分解、コレスキー分解、QR分解などについて述べる。                |
| 反復解法     | 4   | ヤコビ法、ガウスザイデル法、SOR法の収束性を述べる。                       |
| 固有値問題の解法 | 4   | ベキ乗法、ヤコビ法、QR法などについて述べる。                           |

【予備知識】微分積分学、線形代数、数値解析

物理工学科

## 航空宇宙工学演義 1

50850

Engineering Exercise in Aeronautics and Astronautics 1

【配当学年】4年前期

【担当者】全員

【内 容】特別研究に対応し、これを行うのに必要な、あるいは関連の深い分野からテーマを選んで演義を行う。

## 航空宇宙工学演義 2

50860

Engineering Exercise in Aeronautics and Astronautics 2

【配当学年】4年後期

【担当者】全員

【内 容】特別研究に対応し、これを行うのに必要な、あるいは関連の深い分野からテーマを選んで演義を行う。

【配当学年】4年後期

【担当者】上林・武田・田中（一）

【内 容】現代の工学技術者、工学研究者にとって、工学的見地にもとづく新しい意味での倫理が必要不可欠になってきている。本科目では各学科からの担当教官によって、それぞれの研究分野における必要な倫理をトピックス別に講述する。

【授業計画】

| 項 目                                  | 回 数 | 内 容 説 明   |
|--------------------------------------|-----|---|
| 科学技術と人間<br>(物理工学科 藤本 孝)              | 1   | 「科学・技術の世界」に今われわれは生きているが、その淵源はヨーロッパ中世、ルネッサンス、産業革命にある。その時代における近代科学の成り立ちをある観点から跡づけることで現代科学・技術の持つ本質の一面を明らかにする。現代社会における科学者・技術者のあり方について、それが示唆するところを考察する。  |
| 21世紀の課題と倫理<br>(物理工学科 山本 悟)           | 1   | 20世紀から何を学ぶか？ 戦争と平和の問題、人口問題、エネルギー・資源問題、食料問題、安全性の問題、環境問題、科学技術の問題、など20世紀から学ぶべきものは多い。これらの問題を世界的歴史的視点からとりあげ、21世紀の人類の課題を明らかにしたい。つぎに、21世紀を生きる科学者・技術者にふさわしい倫理観を身につけるため、過去の諸倫理観を批判的に検討することにより、倫理的センスを磨く機会としたい。 |
| 応用倫理学としての工学倫理<br>(文学部 水谷雅彦)          | 1   | 工学倫理の基本的な考え方を、他の応用倫理との比較において検討し、現代の科学技術の特殊性について、哲学的、倫理的な考察を行う。  |
| 情報倫理(情報学科 美濃導彦(学術情報メディアセンター))        | 1   | 現在ウェブにつながれたコンピュータは、我々の生活から切り離せないものになってきているが、反面多くの問題を引き起こす可能性もある。このため、情報倫理、公正情報運用基準、セキュリティ、プライバシー、知的財産権などについて講述する。   |
| 環境リスクと環境倫理<br>(地球工学科 内山巖雄)           | 1   | 環境と人間の係わりを認識し、環境負荷を与える我々人間活動と環境リスクシステムについて述べる。次に持続可能な発展から循環型社会を目指すこれからの環境工学の役割と環境倫理について講述する。  |
| 化学物質と環境・安全<br>(工業化学科 高月 紘(環境保全センター)) | 1   | 物づくりに関わるであろう工学技術者に製品アセスメントの考え方を理解させたい。すなわち、製品のライフサイクルを通じて発生する環境負荷を配慮した物づくりの必要性を、特に廃棄段階における化学物質の環境影響などについて事例を紹介しながら説明する予定である。これに関連して ISO の環境マネジメントや LCA (ライフサイクルアセスメント) などについても言及する。                   |
| 公共事業に携わる技術者の倫理<br>(地球工学科 酒井哲郎)       | 1   | 最近経験した公共事業による事故の原因調査を例として、公共事業に携わる技術者の倫理について考える。設計基準の不完全、経験に基づく設計、情報の判断、危機管理、調査の公平性、技術者の限界、技術者の閉鎖性、世間の誤解、マスコミなど。  |
| 「建築における職能」と「工事欠陥問題」<br>(建築学科 古阪秀三)   | 2   | 建築に関わる職能(建築家、構造技術者、設備技術者等)について、法的根拠と実態を中心に解説し、その職能がいかに変化してきたか講述する。次に、「工事欠陥問題等」建築をめぐる様々な問題に対して、建築技術者がどのように対応すべきか、現行の法制度(PL法、品確法、建築基準法、建設業法、建築士法等)との関係において講述する。最後に、よい建築とは何かについて考える。                     |
| 特許と倫理<br>(電気電子工学科 高倉成男(特許庁))         | 2   | 知的創造時代における特許制度の新しい役割について基礎的な事項を学びながら、個人(発明者)と組織(企業)と社会(公共の利益)の関わりについて考える。さらに、IT 関連特許と標準との調整や、環境倫理・生命倫理と特許の関係にも言及する。   |
| 遺伝子操作と倫理<br>(工業化学科 今中忠行)             | 1   | ゲノミクスを背景とした創薬研究など、バイオテクノロジーの発展は著しい。そのような時代にあって、遺伝子組換え実験、遺伝子組換え食品、遺伝子治療などにおける倫理と public acceptance (PA) の必要性について述べる。   |

【その他】当該年度の授業回数などに応じて、一部省略、追加及び講義順序の変更がありうる。

**工学部シラバス 2003 年度版**  
(C 分冊 物理工学科)  
Copyright ©2003 京都大学工学部  
2003 年 4 月 1 日発行 (非売品)

---

編集者 京都大学工学部教務課

発行所 京都大学工学部

〒 606-8501 京都市左京区吉田本町

---

デザイン シラバスワーキンググループ  
syllabus@kogaku.kyoto-u.ac.jp  
印刷・製本 電気系電腦出版局  
(075) 753-5322

## 工学部シラバス 2003年度版

- A 分冊 地球工学科
- B 分冊 建築学科
- C 分冊 物理工学科
- D 分冊 電気電子工学科
- E 分冊 情報学科
- F 分冊 工業化学科
- オンライン版 <http://www.kogaku.kyoto-u.ac.jp/syllabus/>

