

SYLLABUS

1998

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
20602 工業数学 A2	C-20
20750 工業数学 F3	C-21
20751 工業数学 F3	C-22
20752 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
50180 量子物理学 1	C-29
50181 量子物理学 1	C-30
50190 量子物理学 2	C-31
50191 量子物理学 2	C-32
50200 連続体力学	C-33
50210 流体熱工学	C-34
50211 流体熱工学	C-35
20800 工業力学 A	C-36

50230 エネルギー変換工学	C-37
50231 エネルギー変換工学	C-38
50240 振動工学	C-39
50241 振動工学	C-40
50250 制御工学 1	C-41
50251 制御工学 1	C-42
50270 制御工学 2	C-43
50980 応用制御工学	C-44
50280 人工知能基礎	C-45
50290 システム工学 1	C-46
50291 システム工学 1	C-47
50300 生産工学	C-48
50310 加工学	C-49
51120 薄膜材料学	C-50
50990 精密加工学	C-51
50320 設計工学	C-52
50330 結晶回折学	C-53
50340 材料組織学	C-54
50350 結晶物性学	C-55
50360 材料物理化学	C-56
50361 材料物理化学	C-57
50370 熱及び物質移動	C-58
50380 エネルギー平衡論	C-59
50381 エネルギー平衡論	C-60
51180 エネルギー・材料熱化学 1	C-61
51010 材料物理学	C-62
50400 プラズマ物理学	C-63
50410 量子反応基礎論	C-64
50420 中性子物理学	C-65
50430 エネルギープロセス論 1	C-66
50440 流体力学	C-67
50441 流体力学	C-68
51030 原子炉物理学	C-69
51090 量子線計測学	C-70
50450 気体力学	C-71
50460 熱統計力学	C-72
50470 空気力学	C-73
50480 推進基礎論	C-74
50490 航空宇宙機力学	C-75
90681 質点系と振動の力学	C-76
50510 固体力学	C-77

51130 量子無機材料学	C-78
60632 電気回路基礎論	C-79
51170 電気電子回路	C-80
50540 物理学演習 1	C-81
50541 物理学演習 1	C-82
50542 物理学演習 1	C-83
50543 物理学演習 1	C-84
50544 物理学演習 1	C-85
50550 物理学演習 2	C-86
50551 物理学演習 2	C-87
50552 物理学演習 2	C-88
50553 物理学演習 2	C-89
50554 物理学演習 2	C-90
50560 機械システム工学実験 1	C-91
50570 機械システム工学実験 2	C-92
50580 機械システム工学実験 3	C-93
50590 機械設計演習 1	C-94
50600 機械設計演習 2	C-95
50610 機械製作実習	C-96
50620 材料科学実験および演習 1	C-97
50630 材料科学実験および演習 2	C-98
50640 エネルギー工学設計演習・実験 1	C-99
50641 エネルギー工学設計演習・実験 1	C-100
50650 エネルギー工学設計演習・実験 2	C-101
50651 エネルギー工学設計演習・実験 2	C-102
50660 航空宇宙工学実験 1	C-103
50670 航空宇宙工学実験 2	C-104
50690 金属材料学	C-105
50700 材料強度物性	C-106
50701 材料強度物性	C-107
50710 固体物性学	C-108
50711 固体物性学	C-109
50730 統計熱力学	C-110
50731 統計熱力学	C-111
50740 システム工学 2	C-112
50750 信頼性工学	C-113
50870 品質管理	C-114
50770 機械要素学	C-115
51040 最適設計・生産論	C-116
51050 機械音響学	C-117
50780 材料機能学	C-118

50790 材料量子化学	C-119
51020 材料電気化学	C-120
51190 エネルギー・材料熱化学 2	C-121
51140 核物理基礎論	C-122
50960 生物物理学	C-123
50830 エネルギープロセス論 2	C-124
51150 加速器工学	C-125
51160 放射化学	C-126
51070 原子炉基礎演習・実験	C-127
90621 近代解析	C-128
50850 航空宇宙工学演義 1	C-129
50860 航空宇宙工学演義 2	C-130

物理工学総論 A

51100

Introduction to Engineering Science A

【配当学年】1年後期

【担当者】島・片井・大谷・土屋

【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機械システムの基幹ならびに先端技術について設計、生産、評価を行うためにどのような工学知識が関与しているかの概観を、アラカルト方式に、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)
機械システムの基盤	3	今後予想される厳しい社会的環境の下で、機械システムのボーダレス化、リストラ化、グローバル化が進むが、その内容を豊富なものにするためには、先進技術を創成する基盤が必要である。すなわち原子・分子・プラズマの物性、原子・分子のクラスターや極薄膜の物性、固体表面・界面の構造および力学物性、固体・流体の熱物性等、物性物理学の知識並びにその応用が不可欠である。これらの一部を紹介し、次世代の科学技術の志向を考察する。(機械物理工学専攻担当)
宇宙航行の力学	4	まず、航空宇宙工学について、その内容を紹介する。その後、宇宙工学に関し少し詳しい紹介を行う。内容としては、(1) 宇宙開発の歴史(2) 人工衛星の軌道・姿勢運動とその制御(3) 宇宙ロボットの運動と制御である。(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。

物理工学科

物理工学総論 B

51110

Introduction to Engineering Science B

【配当学年】1年前期

【担当者】粟倉・小岩・井上(達)・伊藤(靖)・木村(逸)・東

【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・中部・横小路・鈴木（亮）・富井・神野・諸岡

【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工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 単位系)
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，二項分布・Gauss 分布・Poisson 分布
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，確率過程，最小二乗法の原理と手法，スペクトル解析，アナログとデジタル
物理工学における計測	6~7	電気抵抗測定 (零位法，偏位法，ホイーストンプリッジ)，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)，温度の測定 (熱エネルギー，種々の温度計，熱電対，熱輻射)，機械計測 (応力・ひずみ測定，あらし測定，流れの計測)

【教科書】講義プリントを配付する。

【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】受講生を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，追加や，力点のおく項目が異なることがある。

物理工学科

計算機数学

50030

Mathematics for Computation

【配当学年】2年前期

【担当者】中井・吉村・石原・小出・鈴木（亮）・河合・小林（啓）・星出・北村

【内 容】計算機による数値計算法について講述する。また、プログラミング言語として FORTRAN を学習し、同時に計算機実習も行う。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
数値計算法		方程式の根，数値積分，行列の計算，連立一次方程式，逆行列，固有値，常微分方程式，偏微分方程式など
端末操作実習 と FORTRAN 文法		端末操作法の説明，FORTRAN 文法の説明と簡単なプログラム作成
演習		演習問題によるプログラミング実習，課題に対するレポート作成

【参 考 書】利用の手引き 京都大学情報教育センター

【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。

材料力学 1

50040

Mechanics of Materials 1

【配当学年】2年前期

【担当者】柴田・大谷・井上（達雄）

【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、弾性床上のはり、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）

【その他】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。

材料力学 2

50050

Mechanics of Materials 2

【配当学年】2年後期

【担当者】柴田・松本（英治）・星出・川原

【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、ひずみとひずみ－変位関係、応力－ひずみ関係の基礎方程式について述べる。
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について学ぶ。
軸対称問題と 平板の曲げ	2	弾性論の基礎方程式を解析的に解くための応用問題として、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 価	2	応力集中、材料の破損法則、などについて述べる。

【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

熱力学 1

50060

Thermodynamics 1

【配当学年】2年前期

【担当者】池上・牧野・脇坂・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】池上・牧野・脇坂・和田

【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】和田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。

機械製作

50100

Manufacturing Processes

【配当学年】2年前期

【担当者】垣野・吉村

【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

Engineering Mathematics F1

【配当学年】2年前・後期(クラスによって前・後期に分かれる)

【担当者】藪下・上野

【内 容】複素変数の関数論と 2, 3 の応用

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
複素変数の関数論	13	複素数の定義, 表現の仕方(極座標), 複素平面. 複素関数の微分, 正則関数の概念. コーシー・リーマンの関係, 等角写像. 等角写像(続), 線形変換. 複素平面上での積分. 積分のもつ二, 三の性質とコーシーの定理. グールサの定理とテイラー展開, ローラン展開. 特異点の分類, 留数定理, 定積分への応用. 定積分への応用(続), メロモルフ関数. 偏角の原理と応用(多項式の零点の所在).

【予備知識】微分積分学を前提とする

工業数学 A1

20503

Engineering Mathematics A1

【配当学年】2年後期

【担当者】多羅間茂雄

【内 容】複素変数関数の微分・積分学としての複素関数論の入門で Cauchy の積分定理とそのいくつかの応用が目標。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
複素数とその関数	2~3	複素平面上の点列の収束と複素平面上の連続関数について述べる。また複素平面上の指数関数について述べる。
正則関数	2~3	複素変数関数の微分を定義し、正則関数を導入する。そして定義から直ちに従ういくつかの性質と Cauchy-Riemann の関係式について述べる。
複素積分と Cauchy の積分定理	4~5	複素積分を導入し種々の性質を述べる。次に、Cauchy の積分定理、及び積分公式を示す。
整級数	1~2	整級数と正則関数との関係を述べる。
特異点と留数	2~3	Laurent 展開について述べ、これに基づき孤立特異点、特に極とその留数について述べる。また定積分への複素積分の応用も述べる。

【予備知識】実変数関数の微分積分学の基本的な内容（全学共通科目の微分積分学 A・B 及び微分積分学統論 A）を予備知識として仮定する。

材料基礎学 1

50080

Fundamentals of Materials 1

【配当学年】2年後期

【担当者】駒井、橋本、長村・高木、牧

【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、橋本

【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】志賀

【内 容】

固体材料，特に金属の物理的性質を原子論，電子論にもとづく微視的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，原子の振動と固体の熱的性質，金属の自由電子論、固体中での電気，熱伝導現象等。

このため必要な量子論，統計熱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	結晶構造と空間格子，基本単位格子と単位格子，格子系の分類とブラベー格子，立方晶系の諸性質，ミラー指数と面間距離，主な結晶構造，結晶回折とブラッグの式，消滅則，固体の結合力。
格子振動とフォノン	1～2	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，音響モードと光学モード，フォノンの分散関係。
統計熱力学と固体の熱的性質	3	統計熱力学の初歩，ボルツマン分布，統計エントロピー，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，固体の熱膨張率とグルナイゼンの関係式。
金属の自由電子論	4	量子力学の初歩，光の粒子性と粒子の波動性，シュレーディンガー波動方程式，箱の中の自由電子，周期的境界条件下での自由電子，自由電子の状態密度，フェルミ分布，フェルミ・エネルギー，電子の比熱。
固体中での伝導現象	2	電子ガスモデルによるオームの法則の説明，電気抵抗の原因，ホール効果，電子ガスモデルによる金属の熱伝導とヴィーデマン・フランツの法則，絶縁体の熱伝導。

【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】総合人間学部開講の物理学基礎通論 III，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, 鷲津, 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	ベクトル解析等について復習し, 電磁気現象に関する経験則からマクスウェル方程式を導出する. 同方程式にもとづいて静電場, 静磁場, 誘電体等の性質について解説すると共に, 電磁波の存在, 相対論的不変性, ゲージ不変性など一般的性質について講述する.
電磁波の発生	2~3	自由電磁場での波の性質, 真空中での荷電粒子の運動と電磁波の放出, 伝播および偏光などについて説明する. 制動放射, シンクロトロン放射, 自由電子レーザーを例に挙げる.
反射と屈折	2~4	誘電体境界面での反射, 屈折の法則について説明した後, 物質中での電磁波の伝播を原子の古典論に基づいた振動子モデルで記述し, 誘電体での電磁波の吸収, 屈折, 分散, 反射, および金属, プラズマの光学的性質について説明する.
物理工学における応用	3~5	回折格子, ゾーンプレート等の光学計測, およびパルス計測回路での信号の伝播など物理工学における実際について説明する.

【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物理学基礎通論 III, 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, 同一時間帯に平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, および力点の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】山本

【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考察する。それによって物質の巨視的性質や構造がどのように理解されるかを概説し、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】鈴木（健）・小森・曾根

【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

Engineering Mathematics F2

【配当学年】3年前期

【担当者】熊本

【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 複素係数のフーリエ級数 フーリエ級数の性質 多次元フーリエ級数 離散値フーリエ級数 フーリエ級数の関数空間 級数総和への応用 偏微分方程式への応用 フーリエ級数からフーリエ積分へ フーリエ変換とその性質 離散フーリエ変換 常微分方程式やCTスキャナへの応用 線形システムや偏微分方程式への応用 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.1-120，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

Engineering Mathematics F2

【配当学年】3年前期

【担当者】酒井・小出

【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	7	振動・波動と周期関数. フーリエ級数とその性質. フーリエ変換の導入. フーリエ変換の実例. 線形システムへの応用. 過渡現象とラプラス変換.
偏微分方程式・ 基礎編	6	多変数関数の微積分. 偏微分方程式の分類. 一階偏微分方程式. 波動方程式.

【教科書】大石進一「フーリエ解析」(理工系の数学入門コース6)岩波書店.

偏微分方程式・基礎編の教科書については、開講後に指定する.

【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 F3 にて行う.

工業数学 F2

20652

Engineering Mathematics 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. 二, 三の初等関数のフーリエ展開. ギップスの現象, 部分和のディリクレ表示. 有界変動の関数の概念と二, 三の性質. アーベルの定理と第 2 平均値の定理. リーマン・ルベーグの定理, フーリエ級数の収束. フーリエ積分への移行, フーリエ変換, ラプラス変換. デルタ関数, 誤差関数のフーリエ積分表示. 直交関数系, パーシバルの関係, ベッセル不等式.
偏微分方程式 の解法	5	偏微分方程式の二, 三の例, 特性曲線. 特性曲線による分類, 標準形. 変数分離法, 波動方程式のダランベール解. 熱 (拡散) 方程式の基本解. ラプラス変換を用いた解の求め方.

【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】常微分方程式の解についての基本的な事柄を講述し、次に線型常微分方程式の解の構造と、若干の特殊関数とについて考察する。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
解の存在と一意性	3~4	初期条件をみたす解の存在、その一意性、及び解のパラメータについての連続性等を対応する積分方程式を通して考察する。解の存在と一意性の定理が実際に有効であることを例をもって説明する。
線型方程式の解について	3~4	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	3~4	正方行列の指数関数について述べる。また、複素積分による指数関数の記述を通して定数係数線型方程式の解の様子を調べる。
複素領域での常微分方程式	1~2	複素領域での2階の線型常微分方程式について、係数が確定特異点をもつ場合の解の例として、若干の特殊関数を考察する。

【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、微分積分学続論 A、線型代数学、複素関数論の初歩的内容（工業数学 A1）

工業数学 F3

20750

Engineering Mathematics F3

【配当学年】3年後期

【担当者】松本(充)

【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放への応用
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

物理工学科

工業数学 F3

20751

Engineering Mathematics F3

【配当学年】3年後期

【担当者】沼倉・河合

【内 容】偏微分方程式・応用編

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
熱伝導方程式	2	熱伝導方程式， 拡散方程式の物理的意味とその解法， 誤差関数.
ラプラス方程式とポアソン方程式	2	基本解， 境界値問題.
変数分離法	7	波動方程式（含シュレディンガー方程式）， ラプラス方程式， 拡散方程式などの変数分離法による解法といくつかの特殊関数（ルジャンドル多項式， ラゲール多項式， 球面調和関数， ベッセル関数）.
積分変換とグリーン関数	2	フーリエ変換， ラプラス変換による解法， グリーン関数の物理的意味とそれを用いた解法.

【教科書】工業数学 F2 の後半で指定する教科書を継続して使用する.

【予備知識】微分積分学および工業数学 F2 を前提とする.

工業数学 F3

20752

Engineering Mathematics 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	2	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
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
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
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	1	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
ベッセル関数の積分表示	1	積分表示とハンケル変換
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	2	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）

【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

Engineering Mathematics A3

【配当学年】3年後期

【担当者】多羅間

【内 容】Applied Mathematics A3

フーリエ積分定理（フーリエ変換、ラプラス変換、フーリエ級数）およびそれらの偏微分方程式への応用を述べる。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
		$f(x)$ に対する適当な条件の下に
(I) Fourier 積分定理	3	$\frac{1}{2}[f(x+0) + f(x-0)]$ $= \lim_{N \rightarrow \infty} \int_{-N}^N \frac{e^{i\xi x}}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(y) \frac{e^{-iy\xi}}{\sqrt{2\pi}} dy d\xi$
		が成立することを証明する。
(II) いくつかの変換	3	(I) を用いて 1) Fourier 変換（逆変換） 2) Laplace 変換（逆変換） 3) Fourier 級数展開定理とそれらの基本的性質を論ずる。
(III) 直交関数論	2	より一般に直交関数論（Fourier 級数展開を含む）を論じ、Bessel 不等式 Parseval 等式を述べる。
(IV) 収束の意味	3	1) Gibbs 現象 2) Fourier 級数の絶対一様収束を述べる。
(V) 偏微分方程式	3	Schwartz 関数 (S) の解説と基礎的偏微分方程式の解法に Fourier 変換を応用することを論述する。

【予備知識】微分積分学、同演習、線形代数、微分積分学統論 A、B、工業数学 A 1、工業数学 A 2

数値解析

90252

Numerical Analysis

【配当学年】3年前期

【担当者】野木

【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
科学技術計算と数値解析の役割	0.5	<ul style="list-style-type: none"> 科学技術計算 数学モデルと計算モデル
常微分方程式の解法	3.5	<ul style="list-style-type: none"> 常微分方程式の初期値問題 オイラー法、ルンゲクッタ法 多段解法と数値的不安定性 2点境界値問題とその差分法
線形方程式の直接解法	2	<ul style="list-style-type: none"> 最小2乗法 ガウス消去法とLU分解 誤差解析と条件数
非線形問題の解法	2	<ul style="list-style-type: none"> 非線形境界値問題 ニュートン法とその収束性
固有値問題の解法	2	<ul style="list-style-type: none"> 固有値問題 QR法、巾乗法、ランチョス法
偏微分方程式の解法	3	<ul style="list-style-type: none"> 簡単な偏微分方程式 エクスピリット法とインプリット法 ADI法 連立一次方程式の反復解法

【教科書】J. M. Ortega. Numerical Analysis: A Second Course, Reprint of 1972 original. SIAM, Philadelphia.

【予備知識】微分積分学（常微分方程式論を含む）と線形代数学を前提とする。

材料基礎学 2

50170

Fundamentals of Materials 2

【配当学年】3年前期

【担当者】駒井、大谷

【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】機械材料学（日本材料学会）—駒井、大谷

材料基礎学 2

50171

Fundamentals of Materials 2

【配当学年】3年前期

【担当者】新宮・小岩・沼倉

【内 容】材料学の基礎としての熱力学, 材料科学の基本事項である固体の電子構造と結晶構造, 実在固体中の欠陥, 原子の拡散現象を理解させる.

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
材料熱力学	4	自由エネルギーの意味, 化学ポテンシャル, 活量 (activity) の概念.
固体の構造と性質	3	原子の電子構造と化学的性質, 原子間力と結晶結合, 結晶構造, 原子半径とイオン半径.
固体中の欠陥	2	固体内の種々の点欠陥, 線欠陥, 面欠陥. 結晶中の点欠陥の性質と統計熱力学.
拡散現象	5	拡散方程式 (フィックの第 1, 第 2 法則) とその解法. ランダムウォークと原子拡散, 固体中の原子の拡散機構, 化学拡散 (相互拡散).

【参 考 書】杉本, 長村, 山根, 牧, 菊池, 落合, 村上 共著「材料組織学」(朝倉書店); C. R. バレット, W. D. ニックス, A. S. テテルマン 共著, 岡村, 井形, 堂山 共訳「材料科学」1, 2 (培風館); 幸田成康 著「金属物理学序論」(コロナ社); P. G. シュウモン 著, 笛木, 北澤 共訳「固体内の拡散」(コロナ社)

材料基礎学 2

50172

Fundamentals of Materials 2

【配当学年】3年前期

【担当者】秦・高木

【内 容】材料科学の基礎事項である固体の構造、機械的性質、電子物性と合せて、エネルギー粒子に対する材料の応答や物性変化について述べる

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
固体の構造	2	原子・分子の電子構造、原子間力、原子配列と結晶構造、欠陥とその特性
材料の電子物性	3	固体中の電子構造、ブリュアン帯域、電気伝導度、熱伝導率、電子比熱、超伝導
材料の変形と劣化	3	塑性変形、硬化、材料の破壊、破壊靱性、延性脆性遷移、疲労、水素脆化、ヘリウム脆化、クリープ
エネルギー粒子と材料	3	光子・電子・荷電粒子・中性子と材料との相互作用
粒子線照射効果	3	原子の弾き出し、カスケード過程、キンチン・ピースモデル、照射損傷、照射硬化、スウェリング

【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」石野栞（東京大学出版会）

量子物理学 1

50180

Quantum Physics 1

【配当学年】3年前期

【担当者】木村健二

【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。

量子物理学 1

50181

Quantum Physics 1

【配当学年】3年前期

【担当者】山本

【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 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 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。
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、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 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 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、次元等方調和振動子、次元自由粒子の運動について説明する。

【参 考 書】量子力学 (大鹿譲・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】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】山本

【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。 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ふれる。
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。 まず量子力学における同種粒子のスピンと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。 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】井上（達）・大谷

【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。

【配当学年】3年後期

【担当者】鈴木(健)・稲岡

【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，機器の運動制御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と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關係式，熱伝導率等の物性値，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，デュアメル定理や図式解法と差分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	流動する媒体中のエネルギー式，ヌセルト数，スタントン数，グラスホフ数等の無次元数，境界層方程式と積分方程式，層流と乱流の区別と乱流熱流束の意味，等について解説する．
相変化を伴わない対流熱伝達	3	強制対流熱伝達では外部流熱伝達の例として平板層流境界層，平板乱流境界層，円管と管群の熱伝達，内部流熱伝達の例として円管内層流および乱流熱伝達を取り上げ，自然対流熱伝達では鉛直平板，傾斜平板，鉛直円筒，水平円筒を取り上げ，解析解，積分法の結果，数値解ならびに実験的知見につき解説する．
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・片岡

【内 容】この講義では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
熱伝導	3	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。また、数値解法についてはコンピュータを用いて実際に問題を解く。
対流伝熱	4	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、数値的解法、構成方程式、境界層（層流、乱流）、相似則などについて講述する。また、数値解析についてはコンピュータを用いてその解法を学習する。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。

【配当学年】3年前期

【担当者】五十嵐

【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。

エネルギー変換工学

50230

Energy Conversion

【配当学年】3年前期

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

【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。

振動工学

50240

Vibration Engineering

【配当学年】3年前期

【担当者】松久・中井

【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，ブレーキ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	1	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	4	Duffing 方程式の自由振動および強制振動から，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，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．

物理工学科

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・片井・杉江

【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．
伝達関数	3	ラプラス変換，伝達関数，ブロック図，などについて述べる．
周波数応答	3	過渡応答，周波数応答の概念，ボード線図，ベクトル軌跡，などについて述べる．
安定性判別法	2	ラウスの安定判別法とナイキストの安定判別法について述べる．
根軌跡法	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．
制御システム の設計	1~2	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】小林伸明: 基礎制御工学 (共立出版)

【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

50251

Control Engineering 1

【配当学年】3年後期

【担当者】井上紘一

【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
		ラプラス変換とその性質
		要素、制御系および伝達関数
		時間応答
		周波数応答
		安定判別
		制御系の設計法
		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】熊本・片井・榎木・松久・中井・吉村・エクテサビ

【内容】制御工学1で学習した内容に基づき、非線形制御、安定性、現代制御などを概説したのち、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
現代制御理論	2	状態方程式、可制御性と可観測性の定義と判定条件、可制御ならびに可観測標準形、状態フィードバックによる極配置、最適レギュレータによる制御、オブザーバによる状態推定などについて述べる。
動的システムの安定性	2	動的システムとりわけ非線形自律系に関して種々の安定性概念を紹介するとともに、それらの成立を保証する十分条件を導くリアプノフ関数を用いたアプローチならびにその制御問題解決への適用法について講述する。
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。
振動制御・騒音制御	2	機械や構造物の振動を抑える制振理論（受動制振、能動制振）を説明し、それらの応用例を紹介する。また、騒音制御については、遮音、吸音、マフラーなどの受動的な消音、およびアクティブノイズコントロールについて講述する。
カオス現象とその応用	2	カオス現象の特性、判定方法、簡単なカオスの制御法、カオス現象の応用などについて述べる。
設計・生産システムの最適制御	2	機械システムおよび生産システムに対する最適制御の基本問題とその解法ならびに、精度、能率、消費エネルギーなどを評価基準とする実際の製品設計・システム設計問題への最適制御法の適用について講述する。
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・測定系の実際 （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）

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。

【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と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	知識を計算機に格納表現するためのプロダクションシステム, 意味ネットワーク, フレームなど各種の知識表現法を紹介し, これらの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。
記号操作パラダイムの限界	2~3	記号操作による知的処理の限界とりわけ常識の表現とそれに基づいた推論を計算機上で実現することの難しさについて触れるとともに, 環境への適応と学習を可能にする神経回路網モデル, 進化型計算, さらに複雑系の考え方について言及する。

【参 考 書】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)

【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 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 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 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及び技術者に、生産についての必要最低限の基礎的知識とその広がりをおよび大系的、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について述べ、次いでそ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生産システムの設計、製品設計と工程設計、精度と仕上げ面粗さとコスト、価値分析/価値工学、DFMA、DFA、グループテクノロジー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（資材所要量計画）、生産ロット量解析、生産負荷計画、生産スケジューリング、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、JITシステムなどについて述べる。
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。
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、無人化工場へのステップなどについて述べる。設備管理と保全
設備管理と保全	1~3	自動化、無人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。

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、電子材料等中広く機能材料として用いられている金属薄膜材料について概説する。一般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状態で作製される。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、成膜された結晶構造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・エクテサビ

【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】久保・島・小寺・矢部

【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

Elements of X-ray Diffraction

【配当学年】3年前期

【担当者】松原

【内 容】材料の原子構造解析で最も一般的な実験手法の1つであるX線回折法の基礎と簡単な応用について講述する。講義では、X線の基本性質、結晶の幾何学、結晶面・方位の記述法、原子・結晶による回折、粉末試料からの回折、簡単な結晶の構造解析、結晶物質の定量・微細結晶粒子の解析などを取り上げる。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
X線の基本的な性質	2.0	電磁波としてのX線、連続X線、特性X線、X線の吸収、特性X線フィルター、X線の発生・検出について述べる。
結晶の幾何学	2.5	1次元対称性、3次元の結晶系とブラベー格子、具体的な結晶構造の特徴について述べる。
結晶面と方位の記述法	2.0	格子面と方位の記述法、ステレオ投影について述べる。
原子および結晶による回折	3.0	1個の自由な電子による散乱、1個の原子による散乱、結晶による回折、ブラッグ条件とX線散乱角、単位胞からの散乱、構造因子の計算について述べる。
粉末試料からの回折	1.5	ディフラクトメータの原理、粉末試料からの回折X線強度の算出、粉末結晶試料における回折強度の一般式について述べる。
簡単な結晶の構造解析	2.0	立方晶系の結晶の場合、正方晶系・六方晶系の場合、標準物質の回折データとの比較による解析(Hanawalt法)、標準的な粉末結晶試料に対するX線構造解析の限界について述べる。
結晶物質の定量および微細結晶粒子の解析	2.0	回折ピークの積分強度を用いる結晶物質の定量、結晶粒の大きさと不均一歪みの測定について述べる。

【教科書】材料学シリーズ「X線構造解析」、早稲田嘉夫・松原英一郎著、内田老鶴園

【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。

【その他】本講義は、修士課程で開講される回折評価学の基礎的知識を提供する。

材料組織学

50340

Fundamentals of Microstructure of Materials

【配当学年】3年後期

【担当者】牧, 古原

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

【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・乾

【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。 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 Material

【配当学年】3年後期

【担当者】朝木・志賀・河合

【内 容】材料科学に関連して、均一系及び不均一系の反応速度論を講述する。原子の波動力学について簡単に説明し材料科学における量子化学的手法（分子軌道法）の基礎について講述する。また固体材料、特に金属の物理的性質を原子論、電子論にもとづく微視的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。このため必要な量子論、統計熱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
分子運動論	1	・気体分子の並進運動，衝突，輸送性質（拡散，熱伝導，粘度）。
均一系反応速度論 反応の分子動力学	1	・現象論的表現。 ・衝突理論，Lindemann 機構，活性錯体理論。
量子論：序論と原理，手法と応用	1	・光電効果，コンプトン効果，ドブローイの関係式。 ・シュレディンガー方程式。 ・箱の中の粒子の波動関数。
分子構造	2	・水素原子，等核二原子分子，異核二原子分子。 ・変分原理，混成軌道。 ・摂動論。
群論	1	・対称操作，既約表現，指標表の使い方。
金属電子論	4	・周期的境界条件下での自由電子，自由電子の状態密度。 ・フェルミ分布，フェルミ・エネルギー。 ・電子の比熱。 ・エネルギーバンド理論の初歩。
固体中での伝導現象	2	・金属電子論に基づくオームの法則の説明，電気抵抗の原因，ホール効果。 ・金属の熱伝導とヴィーデマン・フランツの法則，絶縁体の熱伝導。

【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），アトキンス：物理化学（上），第4版，東京化学同人（1993），または P. W. Atkins: Physical Chemistry, 5th Edition, Oxford Univ. Press (1994).

【予備知識】総合人間学部開講の物理学基礎通論 III，物理工学科開講の熱力学1を履修する事を前提とする。

材料物理化学

50361

Physical Chemistry of Material

【配当学年】3年後期

【担当者】東・高木

【内 容】気体、液体および固体の物理化学的性質を利用して行う工学的プロセスの内、特にエネルギー材料に関連した事柄を中心に取り上げ、その基礎と応用について講述する。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
気体と液体の物理化学	2	気体分子運動論の基礎、遠心力場の混合気体とウラン濃縮、細孔内流れと同位体分離
界面の物理化学	3	吸着、表面拡散現象、クロマトグラフ効果、放射性核種の地中移行、腐食と防食、電気化学的反応の進行、質量移行、応力腐食割れ
セラミックスの物理化学	2	非化学量論性、酸素ポテンシャル、原子炉内の核分裂生成元素の化学形
固体中の物質移動現象	3	フィックの法則、拡散機構、拡散現象の利用、金属中の水素透過とプラズマ対向壁材
加速器による表面分析	3	イオンと固体との相互作用、後方散乱法、チャネリング、PIXE法

【そ の 他】理解を深めるため、宿題として演習問題を課すことがある。

熱及び物質移動

50370

Heat and Mass Transfer

【配当学年】3年前期

【担当者】新宮・石原・朝木・河合

【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。 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】下の参考図書の Bird らの本（新宮・石原），プリント配布（朝木・河合）

【参考書】R. B. Bird *et al.*: Transport Phenomena, John Wiley (1960).

P. G. Shewmon: Diffusion in Solid, 2nd ed. The Minerals, Metals and Materials Society (1989).

J. Crank: The Mathematics of Diffusion, Oxford Univ. Press (1970).

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・平藤

【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、統計的な方法を有効に用いることが必要である。本講義では、統計力学の概要を平易に説明するとともに、物性論的な問題への応用例にも言及する。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
巨視的な系と 微視的法則	1	<ul style="list-style-type: none"> ・気体の分子運動と状態方程式，凝縮と臨界点 ・ヘリウムガスの液化と超流動状態への到達
基本的な概念	3	<ul style="list-style-type: none"> ・ミクロカノニカル分布，量子状態と振動子系 ・カノニカル分布，内部エネルギーと比熱，零点振動 ・固有状態と理想気体の状態方程式，エネルギー等分配則
量子統計	4	<ul style="list-style-type: none"> ・プランクの熱放射式，格子振動モデルと低温比熱 ・ボーズ統計とボーズ凝縮，超流動液体と量子効果 ・フェルミ統計と縮退，自由電子気体と金属の比熱 ・ボルツマン統計，多原子分子の運動と内部自由度
熱平衡の条件	2	<ul style="list-style-type: none"> ・エントロピーと平衡条件，微視的な解釈と具体的計算例 ・熱力学の基本法則との対応，残留エントロピーとその例
運動論と輸送 現象	4	<ul style="list-style-type: none"> ・気体の分子運動，衝突と散乱断面積，自己拡散と輸送 ・液体の構造と性質，分子動力学法と中性子散乱実験 ・結晶の格子振動と弾性波，振動モードと格子比熱 ・ゆらぎ，ブラウン運動，分子間力と分子の熱運動

【教科書】特に用いない。

【参考書】統計力学 (久保亮五著, 共立全書 11)

統計物理 (キッテル著, 斎藤信彦及び広岡一共訳, サイエンス社)

【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、適宜演習を行う。

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 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 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 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 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 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 その1 (6)	2	ギブス-デュ-ヘム式とその使い方。
熱化学の基礎 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 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。

【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。

プラズマ物理学

50400

Plasma Physics

【配当学年】3年後期

【担当者】若谷

【内 容】プラズマの基礎的性質である電磁場とプラズマの相互作用，波動現象，不安定性について説明する。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
プラズマとは	1	プラズマとは物質のどのような形態であり，定義は何かを説明する。
プラズマを記述するための基礎方程式	1	プラズマを記述するための基礎方程式として Vlasov 方程式の導出及びそのために必要な仮定について説明する。
2 流体方程式	1	プラズマの基礎方程式として 2 流体方程式の導出を示す。
電磁流体 (MHD) 方程式	1	プラズマの基礎方程式として電磁流体 (MHD) 方程式の導出とその特性について説明する。
不均一電磁場における荷電粒子の運動	2	不均一電磁場中における荷電粒子のドリフト運動について説明した後，トーラスプラズマにおける具体例を示す。
プラズマにおけるクーロン衝突	1	プラズマにおけるクーロン衝突の特性について説明し，クーロン衝突周波数を導出する。
静電応答	2	プラズマの静電応答として，電子プラズマ波，イオン音波，ドリフト波について述べる。
MHD 平衡	1	MHD 平衡の基礎理論と平衡解について述べる。
MHD 安定性	1	MHD 安定性の基礎理論について述べる。
プラズマの輸送現象	1	プラズマの輸送理論の基礎について述べる。
ヴラゾフ流体とランダウ減衰	1	ヴラゾフ流体におけるランダウ減衰の基礎について説明する。

【参 考 書】西川恭治，大林康二，若谷誠宏：朝倉現代物理学講座 9 連続流体物理学「極低温量子流体から超高温プラズマまで」（朝倉書店），長谷川晃：基礎原理にもとづく工学系の電磁気学（岩波書店）

【予備知識】総合人間学部開講の物理学における電磁気学，統計力学および流体力学の知識があると理解が容易である。

【そ の 他】時間の制約により，一部省略や重点の置き方が変わることがある。

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

【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)
高 速 イ オ ン ビームの分析 や構造解析への 応用	2	イオンビーム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
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】木村・秦

【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。

流体力学

50440

Fluid Dynamics

【配当学年】3年前期

【担当者】鈴木(健)・小森

【内 容】2年後期開講科目である基礎流体力学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、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、渦層と渦運動、翼理論、粘性流体に対する層流境界層理論、流れの剥離、乱流遷移と乱流特性、円管内乱流と平板乱流境界層、後流・噴流等の自由せん断乱流等、実際の流れを理解するための基礎項目について解説する。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
渦無し流れ	3	等角写像と基本的流れの複素ポテンシャルの復習から始まり、ブラジウスの定理、ホドグラフ面、流れ中に置いた直交平板、楕円柱、回転円柱に作用する力、自由流線理論とその応用、につき講義する。
渦の運動	1	ビオ・サバールの法則、単一渦と複数渦の運動、渦層の不安定、カルマンの渦列、等について解説する。
翼理論	3~4	翼型と翼周りの循環、翼に揚力が作用する原理、クッター条件、ジューコフスキー翼とそれに作用する揚力・モーメント及び風圧中心、クッター・ジューコフスキーの法則、翼の失速状態、翼列について解説する。
境界層理論	3	境界層の概念、境界層近似と境界層方程式、境界層厚さと運動量厚さ、フォークナー・スカン流れ境界層、平板境界層に対するブラジウスの解、境界層の剥離、カルマンの運動量積分と境界層の近似解法について解説する。
乱流	4	境界層の遷移、レイノルズ方程式とレイノルズ応力の意味、プラントルの混合長モデル、充分発達した円管内乱流の特性・管摩擦係数・速度分布、平板乱流境界層の摩擦係数・速度分布・間欠構造、混合層・後流・噴流の特性、について講述する。

理工学学科

流体力学

50441

Fluid Dynamics

【配当学年】3年前期

【担当者】曾根・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

原子炉物理学

51030

Reactor Physics

【配当学年】3年後期

【担当者】小林

【内 容】この講義では、原子炉の物理的な理論を簡明に述べる。その主な内容は中性子の拡散、吸収、減速を表す拡散方程式および減速の式の導出とその解法である。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
中性子拡散方程式の導出とその解法	3	中性子と原子との相互作用率、中性子の密度および流れ、フィックの法則、拡散方程式、拡散方程式の境界条件、初等的な解、フーリエ級数またはグリーン関数による解法、拡散距離、相反定理などを説明する。
中性子の減速の式の導出とその解法、フェルミの年齢理論	3	弾性衝突によるエネルギー損失、衝突密度と減速密度、水素中での中性子の減速、レサジーと平均レサジー減少率、 $A > 1$ の場合の中性子の減速、空間依存のある減速・フェルミの年齢理論、年齢方程式の境界条件、簡単な体系でのフェルミの年齢方程式の解、フーリエ変換による解法、フェルミ年齢の物理的意味、年齢理論の有効性、弾性散乱による減速時間、減速核
共鳴吸収	2	水素による減速と無限大の質量を持つ核による吸収、 $1 < A$ の減速材中での共鳴吸収、NR 近似と NRIM 近似、共鳴を逃れる確率
中性子の熱化と熱中性子の拡散	3	熱中性子のエネルギー分布、熱中性子と物質の相互作用、熱中性子の拡散、減速と拡散
裸の熱中性子炉のフェルミ理論	3	無限に大きい均質な原子炉の臨界性、有限の大きさの1領域熱中性子炉、臨界方程式とその応用、原子炉の最適形状

【教科書】ラマルシュ著 武田充司、仁科浩二郎訳 原子炉の初等理論上、下（吉岡書店）

【参考書】小林啓祐著 原子炉物理（コロナ社）

【予備知識】総合人間学部開講の微分積分学の知識を前提としている。

【その他】拡散方程式などの微分方程式等簡単な問題を解いてみる事は重要であり、演習も併せて行う。

量子線計測学

51090

Quantum Radiation Detection

【配当学年】3、4年前期

【担当者】伊藤（秋）

【内 容】広義の量子線（電子、イオンなどの荷電粒子、X線や γ 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】青木

【内 容】圧縮性流体力学の基礎的事項について講述する。個々の事項を羅列的に述べるのではなく、圧縮性流体力学の考え方の基礎に重点を置いて講義を進めて行く。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
基礎方程式	2~3	圧縮性非粘性流体力学の基礎方程式を導出する。あわせて、必要な熱力学的事項について述べる。
1次元流と衝撃波	2~3	1次元の流れに話を限り、流れの基本的性質を調べる。また、垂直衝撃波の関係を導き、衝撃波の基礎的性質について述べる。
斜め衝撃波と膨張波	3	1次元流れの枠組み内で、斜め衝撃波と膨張波（Prandtl-Meyerの膨張波）について述べる。
波動	3	1次元の波動について述べる。音波および有限振幅の波について論じ、衝撃波管等の応用例を示す。
準1次元流	1~2	断面が変化する管を通る流れの基本的性質について述べる。

【参考書】H. W. 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)

【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

物理工学科

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

【内 容】熱力学と統計力学との関係に留意しながら熱力学の諸法則や基礎事項、統計力学の基礎について講述する。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
		熱力学的状態
		熱力学の諸法則
		熱力学関数
		相平衡・化学平衡
		統計力学の原理
		古典統計・量子統計
		液体・固体の統計力学

空気力学

50470

Aerodynamics

【配当学年】3年後期

【担当者】青木

【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の続編であり、圧縮性流体力学の考え方をさらに深く追求することを目的とする。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
基礎方程式	3~4	圧縮性非粘性流体力学の基礎方程式を復習し、それから導かれる二、三の基本的性質について述べる。さらに、渦なし定常流を支配する基礎方程式・境界条件を導く。
微小変動理論 とその応用	6	微小変動理論の基礎となる方程式・境界条件を導出する。次に、その応用例（超音速薄翼理論、相似法則など）について述べる。
その他	2~3	基本的渦なし流れの例を示す。さらに、有限の変動を伴う流れの取り扱い（ホドグラフ法、特性曲線法）について簡単に触れる。

【参 考 書】H. W. 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); L. D. Landau and E. M. Lifshitz: Fluid Mechanics (2nd ed.) (Pergamon, 1987)

【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

物理工学科

推進基礎論

50480

Fundamentals of Aerospace Propulsion

【配当学年】3年後期

【担当者】石井隆次

【内 容】大気中や宇宙空間における飛翔体の推進に関する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
1		推進の原理
2		推進機の特徴を表すパラメータ、各種推進機システムの特性・性能評価
3		推進剤を加速する方法
4		加速を制限する要因
5		各種推進剤の特性
6		燃焼の基礎

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簡明に述べる：主な内容は航空・宇宙機の運動方程式、航空・宇宙機の運動特性及びその運動制御法である。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
		<p>まず剛体の運動学及び動力学について解説し、その基礎知識にもとづき、重力傾度安定化衛星、スピン安定化衛星の姿勢運動の解析を行なう。次に、剛体系の運動学及び動力学について解説し、デュアルスピン安定化衛星、バイアスモーメント衛星の姿勢運動の解析を行なう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 剛体の運動学 ● 剛体の動力学 ● 重力傾度安定化衛星とスピン安定化衛星 ● 剛体系の運動学 ● 剛体系の動力学 ● デュアルスピン安定化衛星とバイアスモーメント衛星 ● トピックス

【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

【内 容】動力学を主体として質点、質点系、剛体の力学を講述する。また、多自由度系の振動に関しても述べる。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
力学の基本概念	2	力学の基本概念である力、仕事、エネルギー、運動量、角運動量を定義し質点系における運動量、全角運動量、エネルギーの保存則について述べる。
剛体の運動学とオイラーの方程式	3	剛体の運動を記述する上で大切な概念である、瞬間回転軸、角速度、剛体に固定された運動座標系、慣性テンソル、オイラー角等について説明し、剛体の角運動量と慣性テンソルの関係を説明する。さらに剛体の回転運動を記述するうえで便利なオイラーの方程式を導出する。
剛体の平面運動	2	剛体が平面運動を行う場合は、取扱いが 3 次元運動に較べて比較的やさしい。いくつかの例題を用いてこの問題の取り扱い方を説明する。
剛体の自由回転とジャイロ現象	2	剛体の 3 次元運動のなかでもっとも取扱いの簡単な自由回転を説明する。また、ジャイロ現象についてブーメランを例にあげて説明する。
1 自由度系の振動	2	振動のもっとも簡単ではあるが重要な例として、1 自由度の線形減衰振動を取り上げて講述する。
多自由度系の微小振動	3	複数の自由度どうし相互作用を行なっている系の振動を、微小振動の場合に限定して調べる。基準振動数、基準振動モード、基準座標の求め方を講述する。

【予備知識】微分積分学、線形代数学、物理学基礎通論 I

固体力学

50510

Mechanics of Solids

【配当学年】3年前期

【担当者】川原

【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
1		応力-ひずみ関係
2		構成方程式
3		弾性論
4		固体中の弾性波、塑性波
5		固体の非線形動力学

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

【内 容】 金属やセラミックス等の無機材料研究における量子力学計算の必要性を十分に認識させ、その基礎となる原子、分子、固体の電子状態を簡単な具体例を用いて解説する。また実際の電子状態計算を簡単な系について説明し、理解を深める。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
材料工学における量子論	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。
波動方程式と波動関数	1~2	量子力学の基礎となるシュレディンガー方程式およびそれから得られるエネルギー固有値と波動関数の意味について理解する。
原子構造	3~4	水素原子の波動方程式および波動関数について理解し、さらに多電子原子の原子構造について知識を深める。
物質の電子状態	3~4	物質中の電子状態計算法である分子軌道論を理解し、分子や固体などの物質中の電子を分子軌道論の立場で考察する。
セルフ・コンシステント・フィールド法と電子状態計算	2	実際に電子状態計算を行うためのセルフ・コンシステント・フィールド法を理解し、実際に電子状態計算をどのようにして行うかを簡単な分子を取り上げて理解する。
化学結合と物性	2	物質の構造や物性を簡単な例について電子状態や化学結合の立場から考察する。

【参 考 書】 足立：量子材料化学入門—DV-X α —からのアプローチ（三共出版）

電気回路基礎論

60632

Fundamentals of Circuit Theory

【配当学年】3 回生前期

【担当者】奥村浩士

【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】大野: 電気回路 (I) (オーム社); 卯本: 基礎電気数学 (オーム社)

【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.

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・中島将光・北野正雄

【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】大野: 電気回路 (1) (オーム社); 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．レポート，小テスト，定期テストで BarCover を利用するので，教室事務で交付してもらうこと．

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、流体力学、熱力学について、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。
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。
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。

【教科書】材料力学：培風館「材料力学の基礎」、流体力学・熱力学：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

流体力学：流体力学基礎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

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計算機を用いた演習を行い、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
概要説明	1	演習内容を概説するとともに数式処理ソフト MapleV の使用法を説明する。
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、MapleV を用いた数式処理による演習を行う。 具体的内容として、(1) 自由エネルギー曲線と状態図、(2) 固体内の原子の拡散、(3) 量子力学基礎、(4) データ処理 (ピーク分離とフーリエ変換) などを取り上げる。
結晶構造	2	結晶構造モデル作製ソフトを用いた演習を行い、種々の結晶構造についての理解を深める。あわせて、結晶回折の基礎についての演習を行う。
分子軌道計算	3	分子軌道計算ソフト DV-X α 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。

【教 科 書】各演習ごとにプリントを配布する。

【参 考 書】『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】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。

情報処理教育センターを使用する。

本科目は選択必修科目である。

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		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		スケッチ製図，コンピューター作図（C A D）および簡単な機械の設計などの演習を行う。

【教科書】大西 清：J I Sに基づく標準設計法（理工学社）

【その他】製図用具として三角定規，コンパス等を用意すること。

物理工学科

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，原子核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 線形変換と行列 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 線形微分方程式の解法 2階線形微分方程式の級数による解法 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 ヘビサイドの展開定理 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】渡利 實

【内 容】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
		航空機の性能計算および設計演習を行う。

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10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 数学・機械シス 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 ナーのテーマ 例	6	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造力学 ・ 界面の力学 ・ 複合材料のメゾメカニクス ・ 複合材料工学 ・ 転位論入門 ・ 計測学演習 ・ 熱輸送現象の数値解析 ・ 最適化のアルゴリズムとその活用法 ・ 小型ガスタービン入門 ・ 有限要素法を用いた数値解析演習および分子設計演習 ・ 有限要素法入門 ・ Mathematica による機械力学 ・ パソコンを利用した意志決定支援 ・ マルチエージェントによる協調分散システム ・ 相対論と量子論入門

【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
量子統計論	2	固体物理学の分野で用いられる古典統計、量子統計論について解説し、固体の電子や原子の素励起の問題に統計論を適用する。 関連科目、固体物理学、熱力学 1・2
材料量子化学	2	広範な材料科学への応用を念頭に置いた量子論の初歩を講述し、物質中での電子状態について、実際に演習問題を解くことで理解を深める。 関連科目、材料物理化学、物理工学演習 1、材料量子化学 (4年)
熱力学	2	比熱・エンタルピー計算法・相律・エントロピー・熱力学第 1・第 2 法則・自由エネルギー・部分モル量などに関する熱力学演習を行う。 関連科目：熱力学 1・2、エネルギー平衡論、エネルギー論
結晶格子欠陥論	2	結晶内転位・点欠陥・積層不整・不純物などの結晶格子欠陥と結晶物性の関わりに関する演習を行う。 関連科目：材料基礎学 1、固体力学、結晶物性学
相変態速度論	2	材料中で起こる様々な相変化の速度過程について、以下の項目の演習を行う。(1) 核生成-成長過程の速度論。(2) 析出など拡散律速過程の時間則。 関連科目：材料基礎学 1・2、材料物理学、材料組織学

【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。

物理工学科

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，原子核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， ガンマ関数。
特殊関数	4	偏微分方程式と変数分離， 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， 波動と振動，熱伝導と拡散， 定常現象（ラプラス方程式とポアソン方程式）， 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。

物理工学科

物理工学演習 2

50554

Exercise on Engineering Science 2

【配当学年】3年後期

【担当者】鈴木章夫

【内 容】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
		宇宙機の性能計算および設計演習を行う。

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】材料，熱，流体，電気回路，振動制御，生産加工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
材料関係	2	(1) 抵抗線ひずみゲージ計による力学的諸量の測定, (2) 金属材料の組織観察, (3) 金属材料の機械的性質, 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, (3) 燃焼の発熱と燃焼下限界, 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推定, (3) 自由噴流の基礎実験, のテーマから選択.
電気回路関係	2	(1) アナログ電子回路の基礎, (2) デジタル論理システムの実験, (3) デジタル計算機の基本動作, のテーマから選択.
振動制御関係	2	(1) 倒立振り子系の制御, (2) マイコンを用いたインタフェース設計, (3) パソコンを利用した振動特性の計測, のテーマから選択.
生産加工関係	2	(1) 切削工学実験, (2) CAD/CAM/CAP のシミュレーション, (3) 生産システムの設計・製作, のテーマから選択.

【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）

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】材料，熱，流体，電気回路，振動制御，生産加工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
材料関係	2	(1) 抵抗線ひずみゲージ計による力学的諸量の測定, (2) 金属材料の組織観察, (3) 金属材料の機械的性質, 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, (3) 燃焼の発熱と燃焼下限界, 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推定, (3) 自由噴流の基礎実験, のテーマから選択.
電気回路関係	2	(1) アナログ電子回路の基礎, (2) デジタル論理システムの実験, (3) デジタル計算機の基本動作, のテーマから選択.
振動制御関係	2	(1) 倒立振り子系の制御, (2) マイコンを用いたインターフェース設計, (3) パソコンを利用した振動特性の計測, のテーマから選択.
生産加工関係	2	(1) 切削工学実験, (2) CAD/CAM/CAP のシミュレーション, (3) 生産システムの設計・製作, のテーマから選択.

【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）

【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】材料，熱，流体，電気回路，振動制御，生産加工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
材料関係	2	(1) 抵抗線ひずみゲージ計による力学的諸量の測定, (2) 金属材料の組織観察, (3) 金属材料の機械的性質, 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, (3) 燃焼の発熱と燃焼下限界, 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推定, (3) 自由噴流の基礎実験, のテーマから選択.
電気回路関係	2	(1) アナログ電子回路の基礎, (2) デジタル論理システムの実験, (3) デジタル計算機の基本動作, のテーマから選択.
振動制御関係	2	(1) 倒立振り子系の制御, (2) マイコンを用いたインタフェース設計, (3) パソコンを利用した振動特性の計測, のテーマから選択.
生産加工関係	2	(1) 切削工学実験, (2) CAD/CAM/CAP のシミュレーション, (3) 生産システムの設計・製作, のテーマから選択.

【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）

【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】松久・藤尾・箕島・横小路・北條・手島・長島・小澤・沢井・水田・小林

【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。
移動式クレーンの油圧モータ駆動ウインチの設計	21	移動式クレーンの機能、構造の概要を説明の後、その主要機能であるウインチの設計製図を行う。構成要素である油圧機器、減速機、巻上ドラム、ドラム軸、軸受け、クラッチ、ブレーキ等についての基礎知識についての説明もする。
建設機械（小型ショベル）の設計	21	建設機械（小型ショベル）の機能・構造の概要を説明後、機械製図の復習と各種機械要素の強度計算を行う。その後、作業機、上廻り、下廻りの3班に別れて強度、仕様計算を実施しながら各部の設計を行い、部品図、組立図を作成する。
駆動機構の設計	21	各駆動機構の概要及び使用例・計算例を説明した後、班別テーマに添って設計計画書を作成する。その後、計画書に基づいた詳細設計を設計計算しながら実施し、最後に発表を行う。その過程で、実設計における着眼点を理解する。

【教科書】大西 清：J I S に基づく標準製図法（理工学社）

【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・則武・箕島・北村・手島

【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
V T R メカニ ズムの設計	24	<ul style="list-style-type: none"> ・ V T R 概論 ・ V T R メカニズムの現物検証 ・ テープ走行系の設計演習 ・ テンション制御メカニズムの設計演習 ・ プレゼンテーション 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3次元設計概説 ・ 特許概説 ・ 工場見学
ガスタービン の設計	24	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガスタービン概論 ・ ガスタービンの空力、冷却設計 ・ ガスタービンの構造、強度設計 ・ ガスタービン材料設計 ・ ガスタービン部品図の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 回転体の振動解析 ・ プレゼンテーション ・ 特許概説 ・ 工場見学

【教科書】資料は演習時に配布

【参考書】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】柴田・垣野・吉村

【内 容】機械系教室附属実習工場において、種々の工作機械による小型バイスの製作作業、溶接、数値制御による工作実習、を行い、機械作業の原理、工場測定の実際について習得する。あわせて、労働災害発生の機構と災害防止技術に関する講義を行う。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
小型バイスの製作	3	N C 旋盤、フライス盤、その他の工作機械を使用して小型バイスを製作する。旋盤、フライス盤、ボール盤、等の原理、機械切削、はめ合いその他について学習する。
N C フライス盤による彫字	1	数値制御のプログラミングを学習し、N C フライス盤を用いて文字を彫る作業を行い、数値制御による工作法の原理と実際を学習する。
ガス切断と溶接実習	1	アセチレンガスによる切断、およびガスおよび電気溶接を実習する。
引張り試験	1	溶接した材料に切り欠きを加工し、引張り試験を行い、溶接箇所の評価を行う。
N C プログラミング	2	実習で使用する数値制御工作機械 (N C 旋盤、N C フライス盤) を利用するためのプログラムの講義および実習を行う。
安全工学概論	3	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。

【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

Exercise for Machine Shop Practice

【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。 (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。 (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、熱的放射に関する理解を深める。 (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	2	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。
物質移動	4	(1) 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。 (2) 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

Exercise for Machine Shop Practice

【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。 (2) 応力-歪み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。 (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。
薄膜作成と材料評価	6	(1) 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。 (2) 作製したゲルマニウム薄膜の電気抵抗の温度特性を測定することにより, 半導体の電気特性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原子軌道準位決定のための蛍光 X 線分光実験を行う。 (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

Practice of Energy Science and Engineering 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"> 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。 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。 Hittorfの方法を用いて輸率を測定する。
温度と熱サイクル	6	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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	2	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。
物質移動	4	<ul style="list-style-type: none"> 気相中における濃度勾配下の物質移動の実験により、拡散現象の基礎である Fick の第1法則を理解する。 異種金属結晶の相互拡散の実験により、固体中の拡散現象、特にその温度依存性を定量的に理解する。

【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。
β 線の吸収	2	ガイガー・ミュラー（GM）計数管を用いて、 β 線の測定を行い、吸収曲線や β 線の最大エネルギーを求める。
γ 線の吸収	2	シンチレータによる γ 線の測定を通して、 γ 線と物質との相互作用や γ 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

Practice of Energy Science and Engineering

【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"> ・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。 ・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。
再結晶と相変態	6	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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。
薄膜作成と材料評価	6	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・作製したゲルマニウム薄膜の電気抵抗の温度特性を測定することにより、半導体の電気特性に関する理解を深める。
回折・分光	6	<ul style="list-style-type: none"> ・未知試料の元素分析や原子軌道準位決定のための蛍光X線分光実験を行う。 ・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。

【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。
α 線の吸収	2	^{241}Am の α 線を利用し、半導体検出器の特性の測定、および α 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}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】曾根・川原・青木・大和田・高田・杉元・小川・野島・武田

【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
		流体力学および固体力学に関する基礎的実験を行う。

物理工学科

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】井上・土屋・石井・幸田・川野・梅田・辻田・中西

【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
		振動・制御工学、熱流体力学および運動力学に関する基礎的 実験を行う。

金属材料学

50690

Structural Metallic Materials

【配当学年】4年前期

【担当者】牧, 古原

【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】橋本・尾中

【内 容】材料の機械的性質や強度を格子欠陥と結晶塑性学の立場より講義する。機械システム学コース，エネルギー理工学コースの学生に配慮した内容となっている。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
結晶の構造と欠陥	2	結晶学の概要を述べるとともに，種々の格子欠陥（点欠陥，線欠陥および面欠陥）についての解説を行う。
金属結晶の変形	2	結晶のすべり変形とすべり変形の幾何学について説明し，金属単結晶における塑性変形の特徴について述べる。また，すべり変形の進行に伴って出現する変形帯とキンク帯についての解説を行うほか，双晶による変形の機構についても触れる。
転位の運動と塑性	2	転位の運動と増殖の機構，そして転位間の反応について解説を行う。また，転位のまわりの応力場とひずみ場，転位の自己エネルギーそして転位に働く力について説明し，金属の塑性変形を転位論の立場から述べる。
材料の強化機構	2	金属材料の主な強化機構（結晶粒強化，固溶強化，分散強化）を転位論によって説明するほか，実用材料強化への応用例を解説する。
粒界および界面の構造	2	粒界および界面の微視的そして巨視的な構造について述べ，それらの構造の変化が材料の機械的性質に及ぼす影響を解説する。
高温における塑性変形の特徴	2	高温域においては転位の運動に加えて原子の拡散が塑性変形に大きな影響をおよぼす。先ずエンジン動翼の変形や氷河の流動を例として高温変形の特徴を述べ，その挙動を理解するための現象論的な扱いについて解説を行う。
高温変形の機構	2	高温変形の機構についての解説を行う。特に拡散クリープと回復クリープについては理論的な考察のための基礎的な手法を紹介し，実験結果と理論式の比較から高温変形についての理解の現状を説明する。

【教科書】各項目の開始時にテキストを配布する。

【その他】当該年度の授業回数に応じて内容の省略や追加がありうる。

材料強度物性

50701

Physics of Strength of Materials

【配当学年】4年前期

【担当者】山口・乾

【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"> ・複合材料の意味と意義 ・複合材料の強さと靱性
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	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	2	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解説する。また、原子を見ることのできるいくつかの顕微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ホノン（音響量子）の概念を解説する。ホノンによる中性子、光子の散乱現象にも触れる。
固体比熱	1	前項で求めた格子振動をもとに結晶の格子比熱を導く。この結果と古典的アインシュタインとデバイの比熱理論との関係を解説する。
結晶の電子構造と電気的性質	4	固体の自由電子模型を導く。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、半導体、絶縁体の主要な電気的性質とバンド構造の関連を解説する。
光学的性質	1	物質の光学定数の形式を導き、電子バンド構造の理解を深めるため、価電子が関与する光学的性質を中心に述べる。
磁氣的性質	1	原子の磁氣的性質、各種磁気共鳴法を解説する。続いて固体の磁氣的性質について述べる。

【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。

固体物性学

50711

Physics of Solids

【配当学年】4年前期

【担当者】志賀・和田（裕）

【内 容】固体の電子論とその応用について扱う。エネルギーバンド理論を基礎として、金属の凝集エネルギー、光学的性質、電気伝導を説明し、さらに、半導体、超伝導、磁性などについても述べる。

また、このための基礎として、逆格子の概念、ブリルアンゾーンについて述べる。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
エネルギーバンド理論	4	1次元モデルでのエネルギーバンド理論、逆格子とブリルアン・ゾーン、電子の分散曲線とフェルミ面、状態密度。
金属電子論	2	ウイグナー・ザイツモデルによる金属の凝集エネルギーの見積り、金属の光学的性質、電子化合物とヒューム・ロザリー則。
電気伝導	2	電子の有効質量、電気抵抗の原因としての不純物散乱、リンデの法則、ノルトハイムの法則、マーティセンの法則、熱振動による散乱。
半導体の性質	2	半導体のバンド構造、フェルミレベルとキャリア密度、不純物半導体とその機能。
超伝導	2	永久電流とマイスナー効果、ロンドンの式と侵入距離、コヒーレント長と第I種・第II種超伝導体。
物質の磁性	2	強磁性体、反強磁性体、フェリ磁性体、原子の磁気モーメントとフントの規則、強磁性体の分子場理論、磁区概念と磁化過程。

【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）

【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。

統計熱力学

50730

Statistical Thermodynamics

【配当学年】4 学年前期

【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】4年前期

【担当者】小野・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。講義中に適宜レポート課題を課す。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
エネルギー準位	3	統計の必要性について、温度の定義を例に取り説明する。さらに量子化されたエネルギー準位での粒子の取りうる配置の仕方を考え、確率とエネルギーを結びつける。カルノーサイクルとエネルギーの輸送についても述べる。
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。超高温とプラズマ状態を例に講述する。
分配関数と分布関数	2	分布関数、独立非局在系、気体の状態方程式、振動子、ミクロカロニカル集団、Fermi-Diracの分配関数、フェルミエネルギー、等について金属中の電子の振る舞いを例に述べる。
真空	2	理想気体の分布則と分子運動論、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。
化合物の非化学量論性	2	化合物の化学量論性、構造欠陥とポテンシャル制御による化合物の非化学量論性の制御について述べる。例えば GaAs 等の化合物半導体合成と欠陥制御についても説明する。

【教科書】必要に応じプリントなどを配布する。

【予備知識】変微分が理解でき、基礎的な熱力学、統計学を理解していること。

【その他】出席と小テストの結果も単位認定に考慮する。

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強く求められる。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経営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、管理・改善の考え方とやり方について述べる。
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 とその世界的広がりについて解説する。
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】矢部

【内 容】3学年に配当された「設計工学」に基礎を置き、機械を構成する主要な機械要素であるすべり軸受、カムおよび歯車を中心として、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
流体潤滑機構	1.5	まず軸受の潤滑状態について概説し、続いて流体潤滑状態における油膜圧力発生機構について説明した後、軸受すきま内での圧力分布を規定するレイノルズ方程式の誘導と方程式がもつ物理的な意味について述べる。
スライダ軸受とジャーナル軸受	2.5	傾斜平面軸受や段付き軸受などのスライダーすべり軸受の作動特性と実際の軸受設計への応用について述べ、続いてジャーナルすべり軸受について、無限幅軸受理論、短軸受近似、有限幅軸受理論等をもとに軸受基礎特性について説明し、併せて軸受摩擦特性についても言及する。
静圧軸受	2	静圧軸受の作動原理と絞りの役割、軸受すきまあるいは絞りの大きさを規準とした絞り設計の考え方について述べた後、静圧スラスト軸受の作動特性について説明し、さらにそれを基礎にして静圧ジャーナル軸受の作動特性について講述する。
カム	1.5	カムの形状と作動について概説した後、カム曲線、特に変位曲線とカムの輪郭曲線の関係をもとにしたカムの幾何学、カムの力学、カムの作動特性と設計、緩衝曲線の意味と選び方などについて講述する。
インボリュート歯形と歯車	3	2つの平面曲線のかみ合いの条件、ならびにインボリュート曲線とそれがもつ性質について述べた後、これを歯形曲線としたインボリュート平歯車の幾何学的構成、標準歯車と転位歯車およびその特徴、さらには歯形創成と歯車加工法について講述する。
歯車の強度	1.5	歯車の折損破壊現象とルイスの式にもとづく強度設計法、折損強度に及ぼす種々の因子の影響、歯車のスクーリング現象と熱的強度設計法、歯車歯面のピッチング損傷と歯面疲労強度設計法等、歯車の強度設計について講述する。

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

【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 に対する最適 化の意義と最 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 おけるコンピ 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 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 実際	4	非線形計画法、多目的最適化法、離散変数最適化法、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 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 のブレイクス 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。

機械音響学

51050

Mechanical Acoustics

【配当学年】4年後期

【担当者】松久寛

【内 容】 この講義では、まず波動方程式について詳述し、それをもとにして音の伝搬、反射、吸音、遮音などについて説明する。そして、マフラーや共鳴器などの消音器の原理について論じる。さらに、人間の聴覚の特性や音の測定法について説明する。各種機械の騒音の特性やその防止法、アクティブコントロールについて論じる。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
波動方程式	2	波動方程式について物理的に説明し、それより音速、粒子速度、進行波、後退波、平面波、球面波などについて論じる。また、波動方程式が音以外に、弦振動、棒の縦振動、棒のねじり振動などにも一般的に成り立つことを論じる。
音の特性	2	音を表す物理量としての音圧、音響パワー、周波数、およびそれらの測定法などについて説明する。人間と音の関係、すなわち耳の構造、音の大きさややかましさの評価法、感性などについて述べる。
消音・防音	2	1次元の平面波を使って、反射、吸音、遮音、コインシデンス効果などについて説明し、それらの応用としての、マフラー、共鳴器、音響管などの消音器について論じる。
室内音響	2	室内で反射を繰り返し均等に分布する音のエネルギー密度などについて論じる。そして、工場などの室内から外への音の透過や、逆に外から室内への透過、そのときの壁の損失係数などについて述べる。
アクティブノイズコントロール	2	ダクトなどの1次元伝搬音、および3次元空間音のアクティブ消音について、その原理、アルゴリズム、装置を説明する。排気管、自動車、コンサートホールなどアクティブコントロールの実例を紹介する。
機械の騒音の実例	2	騒音に関する法規、交通機関（自動車、電車、飛行機）、工作機械、建設機械、家庭電気機器、事務機、空調機などの騒音の特性およびその対策例について説明する。

【予備知識】基礎的な振動工学

【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。

【配当学年】4年前期

【担当者】酒井・小出

【内 容】本講義の前半においては、金属および半導体の表面を取り上げ、表面の原子配列構造・電子状態などについての基礎的な概念・現象を主に実験を中心に講義する。また後半においては、金属／半導体界面における接触エネルギー障壁の形成機構や界面の電子状態、電気伝導機構並びに界面反応について概説する。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
表面構造解析	3	表面の熱力学・表面構造の特徴を紹介し、表面構造の基礎、特に表面超格子と表面逆格子について述べる。また電子線・原子線を用いた表面回折法・イオン散乱法など、典型的な表面構造解析法の解説を行う。
表面電子状態と表面組成	2	表面電子状態の特徴を述べた後、表面電子状態の理論計算および光電子分光法による電子状態の実験的研究を紹介する。また良く用いられる組成分析法として、AES、XPS、SIMSなどを取りあげ、その基礎を概説する。
走査トンネル顕微鏡 (STM)	1～2	STMの基礎、表面構造解析への応用について述べるとともに、STMによる原子操作技術などの最新のアトムテクノロジーの紹介を行う。
金属／半導体界面の電子状態 I	3	金属・半導体のエネルギーバンドやフェルミエネルギーなどの基本的概念を解説し、金属／半導体界面に発現するエネルギー障壁形成機構を詳述する。またフェルミエネルギーのピンニング現象についても触れる。
金属／半導体界面の電子状態 II	2	金属／半導体界面のエネルギー障壁を制御する原理および技術について解説するとともに、界面に生成される界面準位の起源とその評価法を述べる。
金属／半導体界面の輸送現象	2	界面での原子輸送過程として金属／半導体界面の反応過程を取り上げ、光電子分光法および電子顕微鏡観察による実験を中心に界面反応の解説を行う。また電子の輸送過程として金属／半導体接合の電気伝導を取り上げ、伝導機構を構述する。

【教科書】特に指定しない。プリントを適宜配布する。

【参考書】特に指定しない。

【予備知識】物理工学科開講の固体物理学を履修していることが好ましい。

【その他】当該年度の授業回数などに応じて一部省略、追加があり得る。

材料量子化学

50790

Quantum Chemistry of Materials

【配当学年】4年前期

【担当者】足立裕彦

【内 容】講義の概要：次世代の材料開発において、理論による材料設計が極めて重要になる。量子論、特に電子状態理論がそのキーポイントになると思われるが、その具体例を紹介する。つぎに材料科学において有効な電子状態理論、すなわちX α 法について述べる。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。つぎに簡単な分子の分子軌道とその解析について述べた後、金属や金属化合物などの材料の実例をあげて、その構造と電子状態および化学結合について講述する。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
電子状態理論 とX α 法	1~2	将来の材料開発研究における量子力学、電子状態理論特にX α 法について理解する。
X α 分子軌道 法と簡単な分 子の電子状態	3~4	X α 分子軌道法の基礎とその応用について簡単な分子を例に具体的に考察する。
原 子 ク ラ ス ターの電子状 態	3~4	種々の材料の基本単位となる原子クラスターや分子、イオンの分子軌道について理解する。
分子のスピン 状態	2	物質の磁氣的性質の原因となるスピン状態を量子論の立場で理解する。
固体表面と欠 陥における化 学結合	2~3	材料の表面および欠陥構造に特有の電子状態と化学結合を考察する。

【教 科 書】「量子材料化学入門—DV—X α 法からのアプローチ」(足立裕彦著, 三共出版)

材料電気化学

51020

Electrochemistry for Materials Processing

【配当学年】4年前期

【担当者】栗倉・平藤

【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・平藤、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・平藤、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。

エネルギー・材料熱化学2

51190

Thermochemistry for Energy and Materials Science 2

【配当学年】4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 その2(1)	2	ギブスの相律.
熱化学の基礎 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 その2(3)	2	3元系状態図と活量の関係.
熱化学の基礎 その2(4)	2	均一相反応の平衡計算法.
熱化学の基礎 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 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 その2(7)	2	相平衡の図式表現法(ポテンシャルダイヤグラムの作り方).

【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。

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】原子核物理の基礎事項について講述する。原子核の一般的性質，原子核の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でみられる質量とエネルギーの等価性や，高速の電子などの運動学を相対性理論から説明する。これらの学習によって原子核物理への入門とする。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
原子核研究のはじまり	1	放射線 (α 線, β 線, γ 線), α 粒子の散乱と原子核反応, 中性子の発見, 原子核の模型など.
原子核の基本的性質	4	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, 原子核のスピンと磁気モーメントなど.
核力の問題	3	核子・核子散乱, 散乱断面積, 部分波解析, 荷電スピン, 交換力, 核力の中間子論, パイ中間子, 核力ポテンシャルなど.
相対論的運動学	3	エネルギー・運動量ベクトル, 静止質量と質量の速度依存性, エネルギーと質量の同等性, エネルギー・運動量保存, 粒子の崩壊と衝突過程の相対論的運動学, 重心系と実験室系, 散乱角とエネルギーの相対論的關係式など.
原子核の崩壊過程	3	α 崩壊とその理論, α 線スペクトルの構造, β 崩壊とその理論, β 線スペクトルの構造, ニュートリノ, γ 崩壊とその理論など

【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); 原子核 (野上, 裳華房) 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】宮越・八木

【内 容】この講義では、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。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、に重点をおいて論じたい。また、放射線など物理的要因の人体影響についても、分子レベルを含めて論じる。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
生物とその 物理学的基礎	2	遺伝子に関する生物学的基礎事項について概説する。さらに、放射線を含む物理的要因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。
遺伝子と生命	1~2	ヒト遺伝学の基礎理論ならびに遺伝子マッピングとヒトゲノム解析計画について述べる。
物理的要因の 生物作用 および その修飾	4~5	放射線、電磁場、熱などの物理的要因がどのように生物に対して影響を及ぼしているのか、個体、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物理的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 修復	2	紫外線を中心とした物理的要因の分子レベルにおける作用機構を述べる。さらに、紫外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。
遺伝と発がん	2~3	環境の物理的要因と遺伝や発がんとの関連性について述べる。
物理的要因の 医学的利用	1	放射線、熱などは医学における病気の治療や診断に大きな役割を演じている。特に、癌治療におけるこれら物理的要因の利用について述べる。

【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：人は放射線になぜ弱いのか（講談社）；

武部：がんはなぜできるか（裳華房）

【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10年度は休講

エネルギープロセス論 2

50830

Energy Processes 2

【配当学年】4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】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進める。

【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。

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。 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。 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。 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。 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。 イオン源の動作原理と特徴 イオン幾何光学、荷電粒子の電磁場による偏向、集束、分離 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。

【配当学年】4年前期

【担当者】(原子炉) 森山裕丈

【内 容】放射性同位体を安全かつ有効に利用するための基礎として、その特性および利用に関する基本的な事項を述べた後、自然科学への応用例について講述する。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
放射能と原子核	2	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、さらに放射能の現象に関わる原子核の性質を解説する。
放射性崩壊	2	α 崩壊、 β 崩壊、 γ 崩壊などの原子核の崩壊過程を解説するとともに、放射性同位体の崩壊と成長に関する方程式や放射平衡などの現象を紹介する。
放射性同位体の製造	2	放射性同位体を製造するための原子核反応に関する基礎的な理論を紹介するとともに、原子炉や加速器を用いた製造方法について、原理と具体例を解説する。
放射線と物質の相互作用	2	放射線を検出するためばかりではなく、放射線が物質に与える影響を理解する上で重要な放射線と物質の相互作用について、放射線物理学・放射線化学などの観点から解説する。
放射性同位体の化学	4	放射性同位体一般の化学挙動を理解する上で重要な水溶液の化学、特に水和イオン、酸化還元、加水分解、錯生成、吸着などについて解説する。また、放射性同位体に特有の化学現象として、原子核反応で生成するホットアトムの反応やトレーサー量の物質が示すラジオコロイドの現象などを紹介する。
放射性同位体の利用	2~3	トレーサーとしての利用など、分析化学から考古学・地球科学にいたる各研究分野での放射性同位体の利用法について、原理と具体例を解説する。

【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) 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】藤田・宇津呂・神田・代谷

【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、臨界集合体および研究用原子炉を用いる。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、キセノンの反応度毒作用の実験法、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、その計画は、保安教育・施設見学・キセノンの反応度毒作用の測定等、臨界実験、制御棒の反応度測定、中性子束分布の測定、レポート作成で、それぞれに約1日をあてることとする。

【教科書】実験マニュアルを支給する。

【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

Functional Analysis

【配当学年】4年前期

【担当者】多羅間

【内 容】Functional Analysis

現代解析学の初歩（ヒルベルト空間、バナッハ空間、より一般的に線形位相空間等）、およびその応用について論ずる。

【授業計画】

項 目	回 数	内 容 説 明
(I) 序論	3	(1) 積分方程式に帰着される実例とその解法 (2) Banach 空間の定義とその例 (3) Fourier 解析補充
(II) 双対空間	5	(1) Riesz の表現定理 (Hilbert 空間) (2) Hahn-Banach の定理とその応用 (Zorn の補題) (3) 共役空間の例
(III) 線形作用素	2	(1) 有界作用素 (2) 随伴作用素 (3) 逆作用素
(IV) 一般有界定理	3	Baire の Category 定理を用いて Banach の閉 graph 定理、有界逆定理等を述べる。
(V) 応用	3	いくつかの応用

【予備知識】微分積分学、同演習、線形代数、微分積分学統論 A、B、工業数学 A 1、A 2、および工業数学 A 3

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。

物理工学科

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。

工学部シラバス 1998 年度版
(C 分冊 物理工学科)
Copyright ©1998 京都大学工学部
1998 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 1998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/>



京都大学工学部 1998.4