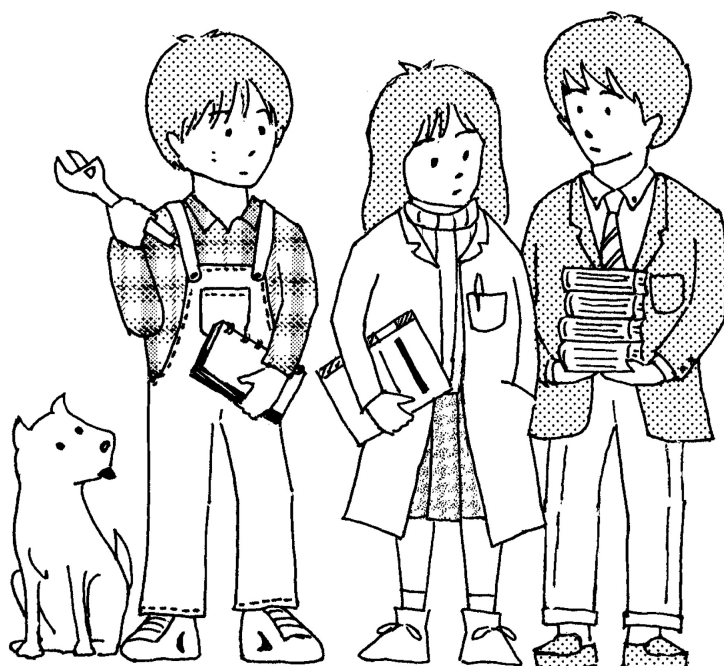


SYLLABUS

2014

[C] 物理工学科



京都大学工学部

[C] 理工工学科

理工工学科

51240 インターンシップ	1
51241 インターンシップ	2
51570 エネルギー応用工学設計演習・実験 1	3
51590 エネルギー応用工学設計演習・実験 2	4
51390 エネルギー化学 1	5
51400 エネルギー化学 2	6
51180 エネルギー・材料熱化学 1	7
51190 エネルギー・材料熱化学 2	8
50230 エネルギー変換工学	9
50231 エネルギー変換工学	10
53000 エレクトロニクス入門	11
50130 応用電磁気学	12
51140 核物理基礎論	13
51150 加速器工学	14
51310 機械システム学演習	15
51690 機械システム学セミナー	16
50560 機械システム工学実験 1	17
50570 機械システム工学実験 2	18
50580 機械システム工学実験 3	19
50610 機械製作実習	20
50590 機械設計演習 1	21
50600 機械設計演習 2	22
51270 機械設計製作	23
50770 機械要素学	24
50450 気体力学	25
50690 金属材料学	26
50470 空気力学	27
50030 計算機数学	28
50090 計測学	29
52330 結晶回折学	30
50350 結晶物性学	31
51580 原子核工学実験 1	32
51600 原子核工学実験 2	33
51500 原子核工学序論 1	34
51510 原子核工学序論 2	35
50140 原子物理学	36
51070 原子炉基礎演習・実験	37
52030 原子炉物理学	38
20500 工業数学 A1	39

20600 工業数学 A2	40
20700 工業数学 A3	41
20550 工業数学 F 1	42
20650 工業数学 F 2	43
20651 工業数学 F 2	44
20652 工業数学 F 2	45
20653 工業数学 F 2	46
20750 工業数学 F 3	47
20800 工業力学 A	48
20802 工業力学 A	49
50490 航空宇宙機力学	50
51450 航空宇宙工学演義	51
50660 航空宇宙工学実験 1	52
50670 航空宇宙工学実験 2	53
51290 構造物性学	54
52000 高分子材料概論	55
51210 固体電子論	56
50710 固体物性学	57
51470 固体物性論	58
50120 固体物理学	59
50510 固体力学	60
51350 材料科学基礎 1	61
51360 材料科学基礎 2	62
50620 材料科学実験および演習 1	63
50630 材料科学実験および演習 2	64
50080 材料基礎学 1	65
50082 材料基礎学 1	66
51540 材料基礎学 2	67
51610 材料強度学	68
50700 材料強度物性	69
51670 材料組織学 1	70
51680 材料組織学 2	71
51020 材料電気化学	72
51340 材料統計物理学	73
51630 材料熱力学 1	74
51640 材料熱力学 2	75
50360 材料物理化学	76
50361 材料物理化学	77
51220 材料プロセス工学	78
51200 材料分析化学	79
50040 材料力学 1	80
50041 材料力学 1	81
50042 材料力学 1	82
50043 材料力学 1	83

50050 材料力学 2	84
50051 材料力学 2	85
50052 材料力学 2	86
51280 システム工学	87
51281 システム工学	88
50280 人工知能基礎	89
50240 振動工学	90
50241 振動工学	91
50750 信頼性工学	92
50480 推進基礎論	93
90252 数値解析	94
91180 数理解析	95
50250 制御工学 1	96
50251 制御工学 1	97
50252 制御工学 1	98
50270 制御工学 2	99
50300 生産工学	100
50960 生物物理学	101
50990 精密加工学	102
51550 設計工学 1	103
51560 設計工学 2	104
51410 中性子理工学	105
60681 電気回路と微分方程式	106
51530 伝熱工学	107
50730 統計熱力学	108
50731 統計熱力学	109
51300 統計力学	110
50370 熱及び物質移動	111
50460 熱統計力学	112
51620 熱力学 1	113
51621 熱力学 1	114
51622 熱力学 1	115
50070 熱力学 2	116
50071 熱力学 2	117
50072 熱力学 2	118
50870 品質管理	119
51330 物質科学基礎	120
51250 物理工学英語	121
51251 物理工学英語	122
51252 物理工学英語	123
51253 物理工学英語	124
50540 物理工学演習 1	125
50541 物理工学演習 1	126
50542 物理工学演習 1	127

50550 物理工学演習 2	128
50551 物理工学演習 2	129
50552 物理工学演習 2	130
51100 物理工学総論 A	131
51110 物理工学総論 B	132
50400 プラズマ物理学	133
51160 放射化学	134
51440 マイクロ加工学	135
51700 マイクロ材料の加工・評価の基礎	136
51320 有限要素法の基礎と演習	137
51520 流体熱工学	138
51420 流体力学 1	139
51430 流体力学 2	140
51431 流体力学 2	141
51090 量子線計測学	142
50410 量子反応基礎論	143
51480 量子物性基礎論	144
50180 量子物理学 1	145
50181 量子物理学 1	146
50182 量子物理学 1	147
50190 量子物理学 2	148
50192 量子物理学 2	149
51650 量子無機材料学 1	150
51660 量子無機材料学 2	151
50200 連続体力学	152
50201 連続体力学	153
21050 工学倫理	154
21080 工学序論	155
22020 科学技術英語演習	156
22110 工学とエコロジー (英語)	157
22210 工学と経済 (英語)	158
24010 G L セミナー (企業調査研究)	159
25010 G L セミナー (課題解決演習)	160

インターンシップ

Internship

【科目コード】51240 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】 【講義室】 【単位数】2

【履修者制限】無 【講義形態】実習 【言語】 【担当教員】蓮尾・田畑

【講義概要】日本の工業を支える企業の工場・研究所などの現場で、工業製品の生産、新製品の開発・設計・基礎研究などの実務を体験する。また、実際の工業生産の現場での“ものづくり”におけるチームワークや生産プロセスなどを具体的に学修する。これらのことにより、ものづくりにおける人間と機械と組織のあり方を学び、勉学を動機づけし将来の進路を考えるための基礎とする。

機械系専攻や工学研究科の事務室に募集要項を送ってきている企業およびホームページで募集している企業から、各自でインターンシップ先を探し、申し込む。

事前に計画書を提出した上でインターンシップに参加する。

インターンシップ終了後にレポートを提出し、実習報告会で発表する。

IAESTE などによる海外企業での研修も対象とする。

詳細は物理系事務室教務に問合せること。

【評価方法】インターンシップ終了後に提出するレポート、および実習報告会での発表に基づいて評価する。

【最終目標】現場における生産・設計・開発・研究などの経験

職業意識の育成

将来の進路決定の支援

社会で必要とされる柔軟性や創造性の涵養

グループワークに不可欠な柔軟性と自己主張性の啓発

【講義計画】

項目	回数	内容説明
実習時期		上記の主題に沿った内容で、おもに休暇期間中の2週間以上のものを原則とする。1週間程度のものや、会社説明や会社見学を主とするものは除く。なお、長期間のものや、IAESTEなどの海外インターンシップも可能。
受入企業		機械システム学コース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。

【教科書】

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】事前に教務に届け出ること。

インターンシップ

Internship

【科目コード】51241 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】 【講義室】 【単位数】2

【履修者制限】無 【講義形態】実習 【言語】 【担当教員】田崎

【講義概要】外部の研究機関や企業において研究，設計，開発等の実習を行う。

【評価方法】原則としてインターンシップ先の研究機関や企業の報告と受講者の報告を受けて単位を認定する。

【最終目標】現場における活動に直接携わることによって，講義で学んできた工学がどのように利用されているかを知り，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。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
実習時期		授業の無い休業期間を利用して，2週間以上勤務する。
受入研究機関・企業		原子核工学コースに募集が来ているもの，および研究機関や企業のホームページなどで募集しているものなど。

【教科書】

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】必ず事前に担当教員に届け出て，終了後に報告書を提出する。

エネルギー応用工学設計演習・実験 1

Design Practice and Experiments for Applied Energy Science 1

【科目コード】51570 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・木曜 3-4 時限 【講義室】物 101 他

【単位数】3 【履修者制限】 【講義形態】実習、演習 【言語】 【担当教員】全員

【講義概要】エネルギー応用工学の基礎的および発展的事項として、熱・流体力学、弾性変形と振動、電気化学および相変態と組織のテーマについて実験・演習を行う。

【評価方法】本演習・実験の成績は以下の条件を満たした上で各テーマの成績の平均点で評価される。

• 成績評価の条件

1. 全ての実験への出席
2. 全ての実験で課されるレポートの提出

【最終目標】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，エネルギー化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。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
状態図と熱力学	6	<ul style="list-style-type: none"> ・純金属の冷却曲線から融点測定を行い熱分析の基礎を学習する。 ・熱分析により Sn-Zn 合金の状態図を作成する。得られた液相線組成を用いて Zn 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。
熱・流体力学	6	<ul style="list-style-type: none"> ・冷凍サイクルおよびヒートポンプにおける冷媒の状態変化を測定し，熱と仕事の変換，サイクル，熱交換などに関する理解を深めることにより，熱力学の基礎事項を習得する。 ・外部流の一つである自由噴流について，ピトー管による平均速度の測定を通して，速度分布の発達様式を理解する。取得データをもとに，速度分布の相似性，流量と運動量の保存性について考察する。
弾性変形と振動	6	<p>はりをを用いた曲げ試験を行い，材料の曲げ変形特性を確認した上で縦弾性係数応答を求めるとともに，はりの曲げ振動特性の計測により固有振動数と固有振動モードを求める。材料力学や工業力学（機械力学）で学んでいるはりの曲げ変形に関連した各種の実験方法，データの整理法や数値解析法を修得する。</p>
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すなわち電極反応速度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。 ・Hittorf の方法を用いて輸率を測定する

【教科書】初回のガイダンス時にテキストを配布する。

【参考書】特になし

【予備知識】特になし

【授業 URL】

【その他】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。エネルギー理工学設計演習・実験 2 と共に履修することを強く要望する。

エネルギー応用工学設計演習・実験 2

Design Practice and Experiments for Applied Energy Science 2

【科目コード】51590 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・木曜 3-4 時限 【講義室】物 101 他

【単位数】3 【履修者制限】 【講義形態】実習、演習 【言語】 【担当教員】全員

【講義概要】エネルギー応用工学の基礎的および発展的事項として、状態図と熱力学、結晶材料の変形と強度、水素エネルギーシステムおよび熱移動と拡散のテーマについて実験、演習を行う。

【評価方法】本演習・実験の成績は以下の条件を満たした上で各テーマの成績の平均点で評価される。

• 成績評価の条件

1. 全ての実験への出席
2. 全ての実験で課されるレポートの提出

【最終目標】エネルギー応用工学設計演習・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、エネルギー化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。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
結晶材料の変形と強度	6	・引張試験を通して金属材料の変形と強度・延性・破壊におよぼす結晶構造・変形温度・変形速度の影響を観察し、材料の変形と強度に関する基礎的事項を理解する。
相変態と組織	6	・高強度材料である Fe-C 合金を用い、高温から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、強靱な材料を生成する相変態機構と状態図に関する理解を深める。 ・冷間加工による高強度化と、材料の熱による軟化現象を調べる。
水素エネルギーシステム	6	・太陽電池発電、水電解・水素製造、燃料電池発電を実際に行うことにより、それぞれの原理および特性を学ぶと共に、水素エネルギーシステム概念を理解する。
熱移動と拡散	6	・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。 ・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種の金属の拡散対を用いた相互拡散の実験により、固体結晶中の原子移動の速さを調べる。

【教科書】エネルギー応用工学設計演習・実験 1 の初回ガイダンスで配布するテキストを使用する。

【参考書】特になし

【予備知識】特になし

【授業 URL】

【その他】エネルギー応用工学設計演習・実験 1 と共に履修することを強く要望する。

エネルギー化学 1

Energy chemistry 1

【科目コード】51390 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】火曜・2時限 【講義室】物314

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】萩原（理）

【講義概要】エネルギーの変換と利用について、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。

【評価方法】出欠、演習レポート、期末テストの総合評価。

【最終目標】エネルギーの変換と利用について、化学の立場から理解し、考察できる能力を身につける。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
原子の構造	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。
固体の構造	3	結晶格子、結晶の対象性、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。
分子の構造と化学結合	3	ルイス構造、共鳴構造、多価電子構造、分子の形とVSEPR理論、混成軌道、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。
分子の対称性	2	対称操作と対称要素、分子点群について概説し、分子軌道や分子振動、振動スペクトルへの応用について論ずる。
酸と塩基	3	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。最終回に学習到達度の確認を行う。

【教科書】シュライバー 無機化学（上）第4版、東京化学同人

【参考書】シュライバー 無機化学（下）第4版、東京化学同人

【予備知識】

【授業 URL】<http://www.echem.energy.kyoto-u.ac.jp/>【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。当該年度の授業の進行に応じて一部省略、追加がありうる。URL <http://www.echem.energy.kyoto-u.ac.jp/> で演習問題や補足資料などを提供。教科書は後期開講のエネルギー化学2の教科書としても使用。

エネルギー化学 2

Energy chemistry 2

【科目コード】51400 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・4時限 【講義室】物312

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】野平

【講義概要】エネルギーの変換と利用について、物理化学・無機化学の立場から理解するための基礎となる、元素とその化合物、化学反応について論ずる。特に、日常生活や最新の研究動向などとの関連を示すことで理解と興味を深める。

【評価方法】毎回出題するクイズと定期試験の点数の合計で評価する。

【最終目標】エネルギーの変換と利用について、物理化学・無機化学がどのように関連しており、また役立つかを理解する。それらが日常生活や最新の研究とどのように関連しているかを知り、自らも積極的に調査・検討できる力を身につける。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
酸化と還元 1	2	標準電極電位、Nernst 式、均化・不均化反応、Latimer、Frost、Pourbaix ダイアグラム。
酸化と還元 2	3	化学的還元、単体の製造、Ellingham 図、エネルギー、資源、リサイクルに関連した話題。
水素とその化合物	2	水素とその化合物、エネルギー変換、貯蔵などへの応用。
1 族、2 族元素	2	単体、化合物、エネルギー、資源、リサイクルに関連した話題。
1 3、1 4 族元素	3	ホウ素と化合物、アルミニウムと化合物、グラファイト、ダイヤモンド、フラーレン、カーボンナノチューブ各種炭素材料、シリコン、太陽電池。
1 5 族、1 6 族元素	3	窒素、アンモニア、酸素、硫黄、エネルギーに関連した話題。学習到達度の確認

【教科書】シュライバー無機化学(上)第4版。この本は前期開講のエネルギー化学1でも教科書として使用している。

【参考書】

【予備知識】エネルギー化学1を受講済であることが望ましい。

【授業 URL】次の URL でクイズ(簡単な演習問題)や補足資料などを提供。

<http://www.echem.energy.kyoto-u.ac.jp/>

【その他】講義内容の理解を助ける意味で、毎回クイズ(簡単な演習問題)を課する。

エネルギー・材料熱化学 1

Thermochemistry for Energy and Materials Science 1

【科目コード】51180 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・3時限 【講義室】物315

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義/演習 【言語】 【担当教員】平藤・長谷川

【講義概要】熱化学の基礎事項について、「使えるようになること」に重点を置いて講義する
60～75分間の講義(テキスト、板書、プロジェクト使用)と15～30分間の演習を行う

【評価方法】定期試験の成績で評価する

【最終目標】高温プロセスにおける化学エネルギーの取り扱いと計算方法について習熟する

【講義計画】

項目	回数	内容説明
熱化学の基礎	3	熱力学第1法則、第2法則、第3法則 熱力学データ集の使い方 エンタルピー、エントロピー、自由エネルギーの計算 相変態 理論燃焼温度、蒸気圧の計算
Ellingham 図と平衡	3	Ellingham 図の使い方、作り方 化学反応と平衡定数 ガス成分間の平衡
溶体の熱化学(その1)	2	溶体の熱化学の基礎 部分モル量と相対部分モル量、活量 理想溶体モデル
溶体の熱化学(その2)	3	二元系状態図と自由エネルギーの関係 全率固溶体、共晶、包晶、偏晶 化合物の標準生成自由エネルギー変化
溶体の熱化学(その3)	2	活量の標準状態変換
まとめ	1	総合演習、学習到達度の確認
フィードバック授業	1	理解不足の箇所を補講する 教室で学生から直接受けた質問に回答する

【教科書】講義中にテキストを配布する
また、必要に応じて講義資料を配布する

【参考書】なし

【予備知識】2回生配当の熱力学を履修していることが望ましい

【授業 URL】

【その他】講義には、関数電卓と定規を持参すること
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・材料熱化学 2

Thermochemistry for Energy and Materials Science 2

【科目コード】51190 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】月曜・2時限 【講義室】物315

【単位数】2 【履修者制限】なし 【講義形態】講義/演習 【言語】 【担当教員】平藤・長谷川

【講義概要】熱化学の基礎事項について、「使えるようになること」に重点を置いて講義する
60～75分間の講義（テキスト、板書、プロジェクト使用）と15～30分間の演習を行う

【評価方法】定期試験の成績で評価する

【最終目標】高温プロセスにおける化学エネルギーの取り扱いと計算方法について習熟する

【講義計画】

項目	回数	内容説明
溶体の熱化学（その4）	3	実在溶体の性質 正則溶体モデルの使い方 計算状態図の基礎
溶体の熱化学（その5）	1	Gibbs-Duhem 式の使い方
溶体の熱化学（その6）	1	希薄溶体の熱化学、Henry 基準の活量
不均一系と相律	3	Gibbs の相律の使い方 不均一相間の平衡計算
三元系状態図	4	三元系状態図と液相面投影図 等温断面図の作り方、読み方 垂直断面図（縦断面図）の作り方、使い方 凝固パス 活量と組成の関係 Gibbs-Duhem 式の応用
電池の起電力	1	固体電解質と濃淡電池 Nernst 式の使い方 化学センサーの基礎
まとめ	1	総合演習、学習到達度の確認
フィードバック授業	1	理解不足の箇所を補講する 教室で学生から直接受けた質問に回答する

【教科書】講義中にテキストを配布する
また、必要に応じて講義資料を配布する

【参考書】なし

【予備知識】2回生配当の熱力学、エネルギー・材料熱化学1を履修していることが望ましい

【授業 URL】

【その他】講義には、関数電卓と定規を持参すること

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

Energy Conversion

【科目コード】50230 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・2時限 【講義室】物313室

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】塩路・中部

【講義概要】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。

【評価方法】出席、レポート、学期末試験などで総合的に評価する。

【最終目標】エネルギー変換工学に関する基本的事項を習得するとともに、エネルギー資源事情、省エネルギー・新エネルギーシステム技術、環境対策などに関する問題意識を高めることに目標を置く。

【講義計画】

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	3～4	<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、省エネルギー技術、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 ・学習到達度の確認
有効エネルギーの熱力学的扱い	3～4	<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 ・学習到達度の確認

【教科書】無。

プリント資料等を適宜配布する。

【参考書】必要に応じて紹介する。

【予備知識】熱力学を学習していることを前提とする。

【授業 URL】

【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

Energy Conversion

【科目コード】50231 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・1時限 【講義室】物212

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】河原・横峯・功刀

【講義概要】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。

【評価方法】試験及びレポート

【最終目標】エネルギー変換と各種エネルギーシステムについての基礎知識を修得する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
エネルギーと人間社会	2	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	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。
学習到達度の確認	1	最終目標に対する達成の度合いを確認する。必要に応じて復習を行う。

【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。

【授業 URL】

【その他】講義の進捗状況に応じて、講義計画の各項目の回数の増減を行う場合がある。また、講義計画以外に、適宜最新のトピックスを取り上げる。

エレクトロニクス入門

Introduction to Electronics

【科目コード】53000 【配当学年】機械システム学コース：2年、宇宙基礎工学コース：3年、情報学科：2年

【開講期】前期 【曜時限】火曜・5時限 【講義室】総合研究8号館 NSホール 【単位数】2 【履修者制限】無

【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】守倉

【講義概要】エレクトロニクス技術として、トランジスタ・FET デバイスを用いた電子回路の基本について解説し、電子回路の増幅特性、オペアンプ回路の基礎、デジタル電子回路の基礎、アナログ/デジタル変換回路について講述する。

【評価方法】講義内容の理解到達度を筆記試験により評価する。

【最終目標】物理工学科や情報学科の専門課程での研究や、研究者・技術者としての必要最低限のエレクトロニクスについて修得する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
電子回路の基礎	2	回路解析の基本法則や半導体（ダイオード・トランジスタ・MOSFET）の基本特性
電子回路の増幅特性	5	トランジスタ・MOSFET 増幅回路の基本と等価回路を用いた増幅回路解析
オペアンプ回路の基礎	2	等価回路を用いた解析と応用としての各種演算回路
デジタル電子回路の基礎	5	論理回路の動作原理と構成法の基礎およびデジタル/アナログ変換、アナログ/デジタル変換回路の基礎
学習到達度の確認	1	アナログ電子回路、デジタル電子回路の基礎的項目について学習到達度の確認を行う。

【教科書】「電子回路」高橋進一・岡田英史 培風館

【参考書】「電子回路 A」藤原修 オーム社、
「電子回路 B」谷本正幸 オーム社

【予備知識】電気電子を専門としない学生でも高校物理程度の予備知識があれば受講可

【授業 URL】

【その他】

応用電磁気学

Applied Electromagnetism

【科目コード】50130 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】火曜・1時限

【講義室】物313：四竈、物315：鈴木(基)、物314：伊藤(秋) 【単位数】2 【履修者制限】無

【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】四竈：50130・鈴木(基)：50131・伊藤(秋)：50132

【講義概要】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。

【評価方法】試験及び提出物の評点を総合して合否を判定する。

【最終目標】・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の理解．・電磁波の発生と伝播，及び物質の光学的性質の理解．・電磁気現象の工学的応用についての理解．

【講義計画】

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	マクスウェルの方程式など基礎事項について復習する。
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。
学習到達度の確認	1	最終目標に対する達成の度合いを確認する．必要に応じて復習を行う。

【教科書】必要に応じて講義プリントを配布する。

【参考書】

【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。

【授業 URL】

【その他】

核物理基礎論

Fundamentals of Nuclear Physics

【科目コード】51140 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・2時限 【講義室】物213

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】宮寺，小暮

【講義概要】原子核の基礎事項について学修する。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、原子核の構造を殻模型に基づいて説明し、スピンや磁気能率について述べる。

【評価方法】筆記試験の成績により評価する。

【最終目標】原子核物理の基礎について理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
原子核の一般的性質	2	原子核反応の発見。原子核の大きさ、質量、電荷。中性子の発見。原子核反応の運動学。
原子核の質量公式	3	原子核の質量欠損。液滴模型。質量公式。フェルミガス模型。
原子核の構造	4	原子核の魔法数。核力ポテンシャル。殻模型。原子核のスピンとパリティ。原子核の磁気双極子モーメントとシュミット極限。
アルファ崩壊と核分裂	3	核分裂のエネルギー的考察。トンネル効果による自発的核分裂。アルファ崩壊のエネルギー的考察。トンネル効果によるアルファ崩壊の理論とガイガー - ヌッタールの法則。
ベータ崩壊	2	ベータ崩壊のエネルギー的考察。ベータ崩壊に対する原子核の安定性。ベータ崩壊における電子のエネルギースペクトルとニュートリノ。フェルミのベータ崩壊の理論とカーリープロット。
学習到達度の確認	1	本講義の内容に関する到達度を確認する。

【教科書】なし

【参考書】原子核物理学（杉本・村岡，共立出版）；
原子核物理（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

【授業 URL】なし

【その他】なし

加速器工学

Particle Accelerators

【科目コード】51150 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・1時限 【講義室】物101

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】土田秀次

【講義概要】本講義では、電子やイオンなどの荷電粒子を高速に加速する装置（加速器）について、その基本原理の理解に重点を置き講義し、加速器の工学的利用と最新研究への利用を説明する。具体的には、荷電粒子加速の原理や特徴、電子・イオン源やビーム輸送系などの加速器周辺の技術等について説明する。加速器の利用について、工業利用、物質分析技術への利用および医学応用等について講義する。

【評価方法】筆記試験

【最終目標】加速器の基本原理を理解するとともに、加速器を用いた最新の研究や工業利用などについて学修する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
加速器の歴史	3	加速器の歴史，社会への普及状況や基本事項を学修する。（加速器の歴史，普及状況，加速器の種類，加速粒子の種類など）
静電型加速器	2	高電圧静電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学修する。（コッククロフト・ワルトン型加速器，ファン・デ・グラーフ型加速器などの静電加速器）
高周波加速器（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，粒子の集束などについて学修する。（ヴィドレー型線形加速器，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など）
高周波加速器（円形加速器）	2	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学修する。（サイクロトロン，ベータトロン，シンクロトロン，FFAG，蓄積リング，放射光など）
加速器の周辺技術	2	加速器の周辺技術について学修する。（電子源・イオン源の動作原理と特徴，荷電粒子光学，超高真空装置と真空度測定など）
最新の加速器技術と応用研究例	3	新しいアイデアの加速方法や加速器を用いた応用研究について学修する。（最新の加速技術，加速器を用いた分析技術や照射技術，マイクロビーム，など）
学修到達度の確認	1	荷電粒子の加速原理，加速器の周辺技術，加速器の応用例などの学習到達度を確認する。

【教科書】特に定めない

【参考書】1) 亀井亨・木原元央著：加速器科学（丸善，1993），
2) 日本物理学会編：加速器とその応用（丸善，1981），
3) Waldemar Scharf 著，遠藤 有声，稲田 哲雄訳：医生物学用加速器総論（医療科学社，1998），
4) 木村 嘉孝著：高エネルギー加速器（実験物理学シリーズ，共立出版 2008）

【予備知識】電磁気学

【授業 URL】

【その他】必要に応じてプリントを配布する

機械システム学演習

Exercise on Mechanical System Engineering

【科目コード】51310 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】テーマにより異なる（別途指示）

【講義室】別途掲示 【単位数】1

【履修者制限】有：機械システム学コース4年生以上（3年生は機械システム学セミナーを履修すること）

【講義形態】演習 【言語】 【担当教員】機械システム学コース関連教員，(世話人)岩井裕，巽和也

【講義概要】機械システム学コースの3年生を対象に、機械システム学に関する基礎および応用分野のさまざまなトピックスをテーマとして、小人数セミナー形式で演習を行う。テーマは、担当教員ごとに毎年新たに設定される。6月下旬頃に受講申請を受け付けるので、掲示と案内に注意すること。各テーマの開講場所は、テーマごとに吉田・桂・宇治の3キャンパスに分散している。各テーマ担当教員の指示に従うこと。

【評価方法】各テーマ担当教員によって異なる。

【最終目標】機械システム学の基礎科目で学習してきた知識と最先端の研究との関わりをそれぞれの担当教員の専門分野で学び、基礎科目の理解を深める。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
昨年度のテーマ例		<ul style="list-style-type: none"> ・自律移動ロボットの制御 ・ヒューマン - マシン・システム入門 ・熱流体挙動理解への多角的アプローチ ・有限要素解析と構造最適化入門 ・機械系の電池入門 ・熱流動現象に関する解析入門 ・ブラウン運動と生命 ・数理の世界、力の世界 ・システムのモデリングとシミュレーション ・3次元CAD及びCAMを用いた機械加工入門 ・放電プラズマの分光計測入門 ・マイクロ構造内でのモータタンパク質運動の可視化 ・量子力学とそのシミュレーション入門 ・複合材料とその構造の力学設計入門 ・マイクロアセンブリ（微小粒子の自己組織化組立） ・MATLABによる制御系設計入門 ・心拍モニタデバイスおよび生体信号解析プログラムの作成

【教科書】テーマごとに担当教員から指示される。

【参考書】テーマごとに担当教員から指示される。

【予備知識】テーマによって異なるが、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。

【授業URL】

【その他】参考：昨年度（2013年度）の機械システム学演習（セミナー）の受講申請とコース（テーマ）の希望調査サイト

https://www.t.kyoto-u.ac.jp/survey/ja/s-es1/mechseminarb3_2013

機械システム学セミナー

Seminar on Mechanical System Engineering

【科目コード】51690 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】テーマにより異なる（別途指示）

【講義室】別途掲示 【単位数】2

【履修者制限】有：機械システム学コース3年（4年生以上は機械システム学演習を履修すること）

【講義形態】演習 【言語】 【担当教員】機械システム学コース関連教員，(世話人)岩井裕，巽和也

【講義概要】機械システム学コースの3年生を対象に、機械システム学に関する基礎および応用分野のさまざまなトピックスをテーマとして、小人数セミナー形式で演習を行う。テーマは、担当教員ごとに毎年新たに設定される。6月下旬頃に受講申請を受け付けるので、掲示に注意すること。各テーマの開講場所は、テーマごとに吉田・桂・宇治の3キャンパスに分散している。各テーマ担当教員の指示に従うこと。

【評価方法】各テーマ担当教員によって異なる。

【最終目標】機械システム学の基礎科目で学習してきた知識と最先端の研究との関わりをそれぞれの担当教員の専門分野で学び、基礎科目の理解を深める。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
昨年度のテーマ例		<ul style="list-style-type: none"> ・自律移動ロボットの制御 ・ヒューマン - マシン・システム入門 ・熱流体挙動理解への多角的アプローチ ・有限要素解析と構造最適化入門 ・機械系の電池入門 ・熱流動現象に関する解析入門 ・ブラウン運動と生命 ・数理の世界、力の世界 ・システムのモデリングとシミュレーション ・3次元CAD及びCAMを用いた機械加工入門 ・放電プラズマの分光計測入門 ・マイクロ構造内でのモータタンパク質運動の可視化 ・量子力学とそのシミュレーション入門 ・複合材料とその構造の力学設計入門 ・マイクロアセンブリ（微小粒子の自己組織化組立） ・MATLABによる制御系設計入門 ・心拍モニタデバイスおよび生体信号解析プログラムの作成

【教科書】テーマごとに担当教員から指示される。

【参考書】テーマごとに担当教員から指示される。

【予備知識】テーマによって異なるが、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。

【授業URL】

【その他】参考：昨年度（2013年度）の機械システム学演習（セミナー）の受講申請とコース（テーマ）の希望調査サイト

https://www.t.kyoto-u.ac.jp/survey/ja/s-es1/mechseminarb3_2013

機械システム工学実験 1

Mechanical and System Engineering Laboratory 1

【科目コード】50560 【配当学年】3年 【開講期】前期・後期

【曜時限】前期：水曜・4/5 時限・後期：月曜 4/5 時限 【講義室】別途指示 【単位数】1 【履修者制限】無

【講義形態】実験 【言語】 【担当教員】全員（土屋・西川・中西 他）

【講義概要】金属材料，材力，熱，流体，生産，総合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．

【評価方法】各実験に対する出席およびレポート提出に基づいて評価を行う．

【最終目標】機械工学に関係する実験を実習を通して習得する．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
概要説明	1	全体の概要，注意事項を説明する．
金属材料関係	2	金属材料の機械的性質：材料試験は，材料の機械的性質を知る上で必要不可欠である．材料試験の目的・原理について学び，引張試験を行う．結果の整理を通して引張特性について考察し，材料の機械的性質について理解を深める．
材料力学関係	2	抵抗線ひずみゲージ計による力学的諸量の測定：外部から静的あるいは動的負荷が構造物に作用した時に部材に発生するひずみの分布を抵抗線ひずみ計により計測し，材料力学・振動工学の理論解析結果と比較検討して，実際面への力学の適用について理解を深める．
熱関係	2	冷凍サイクルの熱力学：冷蔵庫やエアコンといった物を冷やす機器を構成する冷凍サイクルの仕組みを理解する．エアコン内を循環している冷媒の温度，圧力を測定して各部位における熱の受け渡しの量を把握し，機器全体としての性能を評価する．
流体関係	2	翼に働く流体力の評価：本テーマは流体工学分野における基礎実験であり，流体中に置かれた翼型に働く圧力を測定することにより，揚力係数と迎え角との関係を明らかにすることを目的とする．
生産関係	2	機械構造および生産システムの設計支援：本実験では，機械構造の最適設計と生産システムのシミュレーションを通して，ものづくりにおけるコンピュータによる支援の一端に触れ，それらを理解し，そのあり方について考察することを目的とする．
総合関係	2	倒立振り子系の制御：本実験は，倒立振り子系を題材として，メカトロニクスの基礎を理解することを目的としている．実験前半では，センサ，アクチュエータ，D/A 変換器の動作原理を理解し，後半では，制御器の設計を行う．
学習到達度の確認	2	実験レポートの指導，学習到達度の確認等を行う．

【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）

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】履修には通常の履修登録のほかに受講届けが必要である．届出の提出方法や締切日はガイダンスや掲示で指示するので注意すること．特に後期は希望者全員が受講届けを提出する必要がある．締切日まで受講届けを出していないものは原則受講を認めない． 前期の受講届締切：4月初めのガイダンス時期 後期の受講届締切：7月中旬

機械システム工学実験 2

Mechanical and System Engineering Laboratory 2

【科目コード】50570 【配当学年】3年 【開講期】前期・後期

【曜時限】前期：木曜 4/5 時限・後期：木曜 1/2 時限 【講義室】別途指示 【単位数】1 【履修者制限】無

【講義形態】実験 【言語】 【担当教員】全員（土屋・西川・中西 他）

【講義概要】金属材料，材力，熱，流体，生産，総合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．

【評価方法】各実験に対する出席およびレポート提出に基づいて評価を行う．

【最終目標】機械工学に関係する実験を実習を通して習得する．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
概要説明	1	全体の概要，注意事項を説明する．
金属材料関係	2	金属材料の微視組織と機械的特性：炭素鋼の組織（パーライト分率）と力学特性（硬さ）に及ぼす炭素濃度の影響について調べる．また，ナノインデントを用いてパーライトとフェライトの硬さを評価することで，マクロな硬さとの関係について考察する．
材料力学関係	2	マイクロアクチュエータにおける振動特性の計測：マイクロアクチュエータにおける 1 自由度振動系の振動特性を計測し，共振周波数および Q 値を評価する．合わせて理論計算により振動特性の理解を深めると共に，振動子の微細化による寸法効果について考察する．
熱関係	2	温度とふく射強度の測定：工学系や自然界で発生するエネルギーは，多くの場合，熱やふく射の形で輸送される．本実験では，その熱エネルギーの表現である温度の測定法とそのふく射エネルギーの表現であるふく射強度の測定法を学ぶ．
流体関係	2	層流および乱流の観察と測定：円管内を流れる水および空気の観察および測定により，レイノルズの相似則，層流から乱流への遷移過程，円管内の層流および乱流速度分布，ピトー管による流速測定法などについての理解を深める．
生産関係	2	レーザー計測 ホログラフィ：ホログラフィはコヒーレント光源を用いて 3 次元の像を記録・再生するための手法である．本実験では，ホログラフィ装置の使用法の習熟とその基本特性を確認し，ホログラムの作製を行う．さらにホログラムを利用した変位計測を行う．
総合関係	2	ロボット・メディアによる実世界インタラクション設計：ロボット技術の基本となる入出力系，制御系の独立した設計の理解を目的としている．現実世界の課題をセンサで取得可能なデータでモデリングし，手続き型言語によるプログラミングの課題へと翻訳する．
学習到達度の確認	2	実験レポートの指導，学習到達度の確認等を行う．

【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）

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】履修には通常の履修登録のほかに受講届けが必要である．届出の提出方法や締切日はガイダンスや掲示で指示するので注意すること．特に後期は希望者全員が受講届けを提出する必要があり，締切日まで受講届けを出していないものは原則受講を認めない． 前期の受講届締切：4月初めのガイダンス時期 後期の受講届締切：7月中旬

機械システム工学実験 3

Mechanical and System Engineering Laboratory 3

【科目コード】50580 【配当学年】3年 【開講期】前期・後期

【曜時限】前期：金曜 4/5 時限・後期：木曜 4/5 時限 【講義室】別途指示 【単位数】1 【履修者制限】無

【講義形態】実験 【言語】 【担当教員】全員（土屋・西川・中西 他）

【講義概要】半期を通して、ライントレーサーの設計・製作を行う。前半で電源、アナログ回路、C 言語、デジタル回路に関する講義を行い、メカトロニクスの実験に必要な知識を身につける。設計・製作は3人（または2人）のグループに分かれて行き、グループで1台のライントレーサーを完成させる。また、ライントレーサーの製作に取り組む前にマシンコンセプトに関するプレゼンテーションを行い、授業最終回に走行コンテストを実施する。なお、グループ単位での作業になるため、共通の電子部品を除いて必要な工具や材料は各自で用意する。

【評価方法】各実験に対する出席およびレポート提出に基づいて評価を行う

【最終目標】機械工学に関係する実験を実習を通して習得する

【講義計画】

項目	回数	内容説明
概要説明	1	全体の概要、注意事項を説明する。
メカトロニクス技術	14	ライントレーサーの設計・製作：電源装置、アナログ回路、C 言語、デジタル回路に関する講義（各1回）/マシンコンセプトに関するプレゼンテーション/ライントレーサーの走行コンテスト/学習到達度の確認

【教科書】ガイダンスで指示するテキストと参考書を用いる。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】6回のレポート提出（電源装置、アナログ回路、デジタル回路、C 言語、マシンコンセプト、まとめ）を課す。/必要な工具類【ハンダごて、こて台、ラジオペンチ、ニッパー、ドライバー、ピンセット】履修には通常の履修登録のほかに受講届けが必要である。届出の提出方法や締切日はガイダンスや掲示で指示するので注意すること。特に後期は希望者全員が受講届けを提出する必要があり、締切日まで受講届けを出していないものは原則受講を認めない。前期の受講届締切：4月初めのガイダンス時期 後期の受講届締切：7月中旬

機械製作実習

Exercise for Machine Shop Practice

【科目コード】50610 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】夏季集中+水曜・5時限 【講義室】物313他 【単位数】1 【履修者制限】無

【講義形態】実習及び講義 【言語】 【担当教員】中部・松原(厚)・西脇・茨木・非 佐藤・非 黒田

【講義概要】本実習は、種々の工作機械による部品創製の過程を実習する機械製作実習と、大学外部の機械技術者による「ものづくりセミナー」により構成される。

実習は、8月～9月頃の約1週間集中的に、機械工作室において行う。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。

「ものづくりセミナー」は後期に行う。機械メーカーで設計、製作、経営などに従事された機械技術者を講師に招き、機械開発の実例と現場で必要とされる機械技術の知識について講義と実習を計7回行う。

【評価方法】全ての実習に出席し、レポートを提出し、及び全ての講義に出席することは原則的に単位取得の必要条件とする。評価は「合」「否」により行う。

【最終目標】機械加工の基礎である旋削、切削、穴あけ等を実際に経験し、工作機械、工具、計測、加工精度などに関する基礎的な知識を実学により得る。安全やものづくりに関する全般的な知識を得る。

【講義計画】

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。
工作機械講義	1	実習で使用する工作機械(シリンダ・ボア旋盤、フライス盤、ボール盤)を利用するための基礎知識とNC加工の違いを講述する。
スターリングエンジンの製作実習	4	旋盤作業による丸物部品(シリンダ・ボアなど)の製作(2回)、フライス作業による板物(台座など)の製作(2回)、組み立て・仕上げ・回転数の評価(2回)を実習し、2人1組でスターリングエンジンの製作を行う。
エンジンの組立・分解	1	市販されているディーゼルエンジン・ガソリンエンジンの組立・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。
ものづくりセミナー	7	機械メーカーで設計、製作、経営などに従事された機械技術者を講師に招き、機械開発の実例と現場で必要とされる機械技術の知識について講義と実習を行う。以下の内容は一部変更される可能性がある。 「未来のエジソンへ～すばらしいアイデアと技術で世界を救え！」世界レベルの諸問題を解決するために再び「エジソン」が渴望されているその現状を紹介すると同時に、「働く」ということ、「会社」の意味についても皆で討議したい。 「市場ニーズを見据えた圧縮機開発と機械技術者の役割」 圧縮機の基礎知識を講義し、エネルギー需要と市場ニーズを見据えた圧縮機開発の流れを実習する。 「世界のものづくりを支える工作機械とそのキーテクノロジー」 日本の工作機械は、技術開発で世界をリードし、世界のものづくりを支える存在となっている。オンリーワン技術、ならびに日本の工作機械がとるべき戦略ポジショニングについて考察する。 「企業における技術者人生を考える」 機械工学系学部、大学院で技術者を目指す学生諸君の人生の夢と希望の実現に役立つことを期待して、講師の経験と失敗を含めた実績に基づいた企業の実相の一部を解説する。 その他数回の講義を予定している。
工場見学	1	関西地方のメーカーの工場を見学し、社会でのものづくりの実際について学ぶ。

【教科書】テキストを配布する。

【参考書】なし。

【予備知識】なし。

【授業URL】なし。

【その他】4月のガイダンス(機械システム学コース2回生向け)において、授業の概要を説明する。実習の詳しい日程はこのときに発表する。スターリングエンジンの製作実習等、夏休みに集中的に行う実習が多いため、日程に注意すること。班分けや、下記のガイダンスの告知など、受講希望者への連絡は、基本的に物理系校舎1階の掲示により行うので、必ず定期的に確認すること。

通常、7月頃にガイダンスを行う。ガイダンスに事前連絡なく出席しない場合、履修を認めることができない。物理系校舎の掲示に注意すること。安全に関する注意、作業服等に関する注意事項、工作機械などに関する基礎的な講義も行うので、欠席しないこと。

機械設計演習 1

Exercise of Machine Design 1

【科目コード】50590 【配当学年】3年 【開講期】前期

【曜時限】月曜・金曜（Aクラス）/火曜・木曜（Bクラス）/水曜・金曜（Cクラス）の4 - 5時限

【講義室】物312(A, Bクラス)・物313(Cクラス) 随時サテライト演習室も使用予定 【単位数】2

【履修者制限】無（ただし学生傷害保険の加入を義務付ける） 【講義形態】演習 【言語】

【担当教員】Aクラス：横川・小森（雅）・上杉・片山，Bクラス：四竈・黒瀬・川原・山中，Cクラス：福島・澄川・竹山

【講義概要】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JIS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．

【評価方法】出席状況と提出課題（設計計算書，図面など．クラスによって異なる）の評価を総合して判定する．

【最終目標】具体的な設計課題を通して，最低限の図面の読み書きができるようになること．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
機械製図の基礎	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．
CAD実習	3	コンピュータを使った製図法（CAD）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．
冷間薄板圧延設備の設計	21	自動車等に使用される薄板を製作する冷間薄板圧延設備を題材とする．塑性加工理論に基づき圧延機の基本仕様を決定し，各主要部の強度計算，寿命計算等を行わない設計計算書としてまとめ，基本計画図・部品図の作成を行う．また，圧延機制御の考え方と薄板の品質を確保する上で重視される板厚制御を現代制御理論を踏まえて学習する．
自動車用電動パワーステアリングの設計	21	自動車の基本的な機能の一つである「曲がる機能」を担う重要な装置である電動パワーステアリングを題材として，要求仕様の決定，システム構想設計，構成機械要素の検討，部品図・組立図の作成などの一連のプロセスを通して，設計全般の進め方について理解する．
小型建設機械・ミニ油圧ショベルの設計	21	道路工事で活躍する小型建設機械・ミニ油圧ショベルの作業装置を題材とし，製品仕様の決定，作図と運動力学解析による機構設計，油圧アクチュエータの選定，主要断面の強度設計，及び，設計検討書・計画図・部品図の作成を通して，製品設計について学び要素技術を修得する．
学習達成度の確認	2	

【教科書】植松育三 ほか著：初心者のための機械製図（森北出版）

【参考書】テーマによっては，別途指定することがある。

【予備知識】

【授業 URL】

【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），関数電卓を準備すること．その他必要なものはその都度指示する．本演習は，事前登録を必要とする．4月の3回生ガイダンスにて，授業内容，登録法について説明する．希望者は必ずガイダンスに出席し，その後事前登録をすること．

機械設計演習 2

Exercise of Machine Design 2

【科目コード】50600 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】月曜1～4時限

【講義室】物理系校舎313講義室・214室・215室 【単位数】2

【履修者制限】あり．詳細については開講前に掲示する． 【講義形態】演習 【言語】

【担当教員】小森(雅)・茨木・泉井・松原(厚)・中西

【講義概要】本演習では、設計とは製品事業のコンセプトを固め、その目的や関連する背景・条件から仕様を策定す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。また、設計を効率的に行う方法についても学ぶ。本演習ではチーム単位での活動を基本とする。すなわち、構想・検討・設計・準備・プレゼンテーションなどのすべての作業をチーム単位で行う。これにより、個人ではなくチームで活動することの意義を体験し、リーダーシップ能力、コミュニケーション能力を養う。さらに、プレゼンテーションとレビューを繰り返し行うことにより、自らの考えたことを人に伝える能力を身につけるとともに、自分の考えにおける未検討部分の明確化を行い、レビューの効果を体験する。3次元CADを用いた演習を行う。効率的に設計を行うための3次元CADの有効な利用方法について体験を通じて理解を深める。

【評価方法】平常点とプレゼンテーションに基づいて評価する。

【最終目標】設計の本質と効率的な設計法、ならびに、チーム活動の有効性を理解し、これらを実践する能力を身につけること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
機械の設計	14	<ul style="list-style-type: none"> ・製品企画： 目的を考え、コンセプトという形で表現する ・開発仕様設定： 目的・コンセプトを具体的な指標で表現し、目指すべき設計を可能な限り具体的に表現する。 ・構想設計 - 詳細設計： 作成した仕様を実現するためにはどうあるべきかを考え、その具体的手法を検討する。 ・3次元CADを用いた設計プロセス： 設計案を試作する前に、考えた設計案が仕様を満たすかどうかを確認する。 ・機械構造設計演習とCAE： 強度上の問題はないか、機能上の問題はないかをコンピュータ上で確認する。 ・レビュー、プレゼンテーション： 自分の考えを人に伝える技術の習得と、自分の考えにおける未検討部分の明確化を行う。
学習到達度の確認	1	本演習の内容に関する到達度を確認する。

【教科書】開講の際に指示する．また，資料を配布する．

【参考書】開講の際に指示する．

【予備知識】

【授業URL】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。受講人数を制限する場合があるため、これを考慮した単位取得計画とすること。本演習ではチーム活動を行う。途中で受講をやめるとチーム活動に問題を生じるため、必ず最初から最後まで出席をすること。通常、6月、7月頃に受講者募集の案内を掲示し、応募を受け付ける。応募締め切りは、通常、7月頃となるので注意すること。

機械設計製作

Design and Manufacturing Processes

【科目コード】51270 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】月曜日・3時限 【講義室】物313

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】松原(厚)・西脇・井手

【講義概要】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、機械製作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。

【評価方法】期末試験結果

【最終目標】機械構造・システムの設計・製造方法に関する基本的かつ全般的知識をみにつける。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
機械製作の概要	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	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、どのような部分の素形材の製法としてそれらが適しているのかを述べる。
仕上加工法	6	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	3	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】

【参考書】千々岩編：機械製作法通論上（東京大学出版会）

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】

機械要素学

Machine Elements

【科目コード】50770 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・1時限 【講義室】物313 【単位数】2

【履修者制限】なし 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】小森(雅)・松原(厚)

【講義概要】自動車やエレベータのような身近な機械や、工場設備や発電設備のような産業用機械は多くの機械部品により構成されているが、その中でも汎用的に、頻繁に用いられる機械部品として歯車や軸受などがある。また、機械部品の一部として構成されるキーやスプラインも頻繁に用いられる機械構造といえる。本講義では、このような世の中のほぼすべての機械に使用されている汎用的な機械部品である機械要素について学ぶ。機械要素には、転がり要素、締結要素、軸・軸受要素、伝動要素などがある。それらの作動特性と性能、ならびに設計法について講義する。このように機械要素の仕組み、作動原理、使用法、使用限界などを正しく理解しておくことは機械設計、管理を行う上で重要である。機械要素学は材料力学、弾性力学、機械材料学、熱処理、機械加工学、機構学、トライボロジー(潤滑)、機械力学などに関連する要素が網羅されており、機械関連学問を総合する学問といえる。さらに、そのような理論的な学習に加えて、実際の事例学習をする必要がある面がある。そのような機械要素学の一面について理解を深める。

【評価方法】試験の点数に基づいて評価する。

【最終目標】機械要素の種類、構造、特徴、用途、設計、強度、損傷、寿命に関する基礎知識を習得し、機械要素を取り扱う際に必要となる基礎能力を身につけること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
軸受	3	・転がり軸受の種類(玉軸受、ころ軸受、ラジアル軸受、スラスト軸受など)、特性(回転能力、負荷能力、回転精度、寿命、交換性など)、はめあい、予圧、疲労強度・損傷形体(クリープなど)、寿命の計算、軸受の選定 ・すべり軸受の流体潤滑理論、負荷容量、潤滑状況(境界潤滑、流体潤滑など)設計 について概説する。
動力伝達要素	3	動力伝達要素である歯車の幾何学、機構、インポリュート形状、損傷、強度、装置構造の選定について概説する。インポリュート形状の特徴と、それを歯車に用いた場合の利点について理解を深めるとともに、歯車装置としての使用についても学ぶ。さらに、歯車の能力の限界を決める損傷について、その種類や発生する条件について学ぶ。
ねじ	3	基本的な締結部品、送り部品であるねじの種類、用途、効率、セルフロックング、強度、ゆるみについて概説する。
キー・スプライン・収縮締結	2	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	2	機械に用いられる最も基本的な部品である軸に関して、強度設計、剛性設計、危険速度などを概説する。機械には多くの軸が用いられているが、その目的は種々さまざまであり、目的に応じて設計の考え方は異なることを理解する。
シール, その他	1	シールの機能, その他の機械要素について学ぶ。
フィードバック授業	1	質問に対して回答する。

【教科書】「はじめての機械要素」、吉本成香著、森北出版

【参考書】なし

【予備知識】なし

【授業 URL】なし

【その他】なし

気体力学

Gasdynamics

【科目コード】50450 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】火曜・2時限 【講義室】物212

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】高田

【講義概要】流体力学1(51420)では流体力学の基本法則をまず学習し、ついで流体の圧縮性が無視できる場合の基本的な流れの様子をさらに詳しく学習した。本講義では、物体をすぎる高速気流のように、圧縮性が無視できない場合の流体の振舞いを学習する。おもに1次元流、準1次元流を対象とし、圧縮性流体に特徴的な諸現象の基礎を理解する。

【評価方法】定期試験の結果で評価する。

【最終目標】圧縮性流体に特徴的な諸現象の基礎を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
圧縮性完全流体の基礎	2	非粘性, 非熱伝導性の仮定, 基礎方程式, 熱力学的状態と状態変化
音: 微小な擾乱とその伝播	2	音波(縦波), 音速, 波動方程式と波の伝播
準1次元流	2	マッハ数, 音速状態, 総状態, 流路面積の変化に対する亜音速流と超音速流の応答, ラバル管
有限の大きさの擾乱の伝播	2	特性曲線, リーマンの不変量, 単一波, 膨張波, 圧縮波波。
垂直衝撃波	1	ランキン ユゴニオの関係, エントロピー生成
衝撃波管	3	波の伝播と反射
流れを曲げる: 2次元の流れへ	3	斜め衝撃波, マッハ線, プラントル マイヤー膨張波

【教科書】リープマン, ロシュコ: 気体力学(吉岡書店, 1960年)]

;H. M. Liepmann and A. Roshko: Elements of Gasdynamics(John Wiley & Sons, 1957)

【参考書】J. D. Anderson, Jr.: Modern Compressible Flow (2nd ed.) (McGraw-Hill, 1990).

【予備知識】流体力学1, 微分積分学, 線形代数学

【授業URL】

【その他】各項目の授業回数はあくまで目安なので授業の進行具合に応じて変更することがある。

金属材料学

Metallic Materials

【科目コード】50690 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】木曜・2時限 【講義室】物312

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】辻

【講義概要】金属材料の機械的性質やその他の性質は、その内部組織・構造と密接に関係する。本講義では、鉄鋼および非鉄金属の加工や熱処理において生じる組織変化を、相変態・析出・再結晶などの固相反応の基礎とともに講述し、得られる組織と力学特性の関連を解説する。

【評価方法】試験結果を基本とし、講義出席、講義中の演習問題、各回の宿題も加味して総合的に評価・判定する。

【最終目標】構造用金属材料の加工や熱処理に伴う組織変化を、与えられた平衡状態図および加工・熱処理履歴をもとに類推でき、期待できる機械的性質を理解できるようになること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
講義の外観	1	本講義全体を通じての目的を明確にするとともに、構造用金属材料の典型的な生産工程（加工と熱処理の履歴）を示す。
鑄造合金における組織形成	2	液相からの凝固により作製される鑄造合金について、实例を示しながら、共晶反応や包晶反応などに伴う典型的な組織形成を示す。また、非平衡凝固の考え方と、それに伴う組織形成過程を講述する。
加工と回復・再結晶・粒成長	3	第一義的には材料の形を造るプロセスである塑性加工（塑性変形）に伴う材料の内部組織変化と、それと同時あるいは以後の熱処理中に生じる回復・再結晶・粒成長現象を解説し、それらに伴う機械的性質の変化を論述する。
相変態・析出	3	金属・合金において生じる相変態・析出現象の基礎を後述する。また、実用的に重要な鉄鋼材料とアルミニウム合金の状態図を講述する。両者の違いを理解し、共通の組織形成過程と、それぞれに特徴的な組織形成過程の概略を論述する。構造材料にとって重要な機械的性質と材料組織の関係を概説する。
鋼の熱処理	3	鉄鋼材料を例にとり、標準的な熱処理に伴い生じるフェライト変態、パーライト変態、マルテンサイト変態、ベイナイト変態の基礎と、それに伴う組織と機械的性質の変化を示す。また、平衡状態図との対応を示すとともに、核生成・成長の基礎を述べ、TTT線図、CCT線図を理解できるようにする。
アルミニウム合金の熱処理	2	アルミニウム合金を例に取り、時効熱処理とそれに伴う析出現象、またそれによってもたらされる機械的性質の変化を講述する
学習到達度の確認	1	本講義の内容に関する到達度を確認する。

【教科書】松原英一郎：金属材料組織学（朝倉書店）

配布資料

【参考書】W.D. キャリスター：材料の科学と工学1・2巻（培風館）

【予備知識】材料科学基礎1・2（2回生後期）および材料組織学1（3回生前期）を履修し、合金の熱力学・状態図と転位論の基礎を理解していることが望ましい。

【授業 URL】<http://www.tsujilab.mtl.kyoto-u.ac.jp/01TsujiLab/Education/MetallicMaterials/>

【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。

空気力学

Aerodynamics

【科目コード】50470 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】木曜・2時限 【講義室】物213

【単位数】2 【履修者制限】前期科目「気体力学」を履修していることが好ましい。 【講義形態】講義

【言語】 【担当教員】高田 滋，

【講義概要】気体力学（50450）ではおもに1次元流を対象に圧縮性完全流体の特徴的な振舞いを学習した。本講義ではまず2次元流を中心に高速気流（高速飛行）に関わる空気力学の基礎事項を学習する。さらに気体分子運動論という微視的な立場から流体運動を扱う考え方を学習し、流体の振舞いに対する理解をさらに深める。

【評価方法】定期試験の結果で評価する。

【最終目標】講義内容および必要に応じて行う演習を通して、2次元流を中心に高速気流（高速飛行）に関わる空気力学の基礎事項を習得する。また、気体分子運動論という微視的な立場から流体の振舞いを考える素養を身につける。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
気体力学の復習（2回）	2	衝撃波，マッハ線，プラントル マイヤー膨張波
衝撃波 膨張波理論，斜め衝撃波の反射・干渉	2	2次元流における衝撃波 膨張波理論，斜め衝撃波の反射・干渉
非一様エントロピーと渦：クロッコの定理	1	弓型衝撃波，衝撃波 膨張波干渉
薄翼と微小擾乱の理論	3	(1) 基礎方程式系の導出：ポテンシャル流，方程式の型，(2) 亜音速流：非圧縮流との間の相似法則，(3) 超音速流：造波抵抗，異なる超音速流の間の相似法則，(4) 遷音速流：非線形理論と遷音速域での相似則
定常2次元超音速流と特性曲線	3	定常2次元超音速流における特性曲線および特性曲線法
気体分子運動論と気体力学	4	速度分布関数による流体場の変数の定義，ボルツマン方程式と保存法則，マクスウェルの平衡分布と完全流体の基礎方程式，衝撃波の再考（ボルツマンのH定理と発展性の条件）

【教科書】リープマン，ロシュコ：気体力学（吉岡書店，1960年）]

;H. M. Liepmann and A. Roshko: Elements of Gasdynamics(John Wiley & Sons, 1957)

【参考書】J. D. Anderson, Jr.: Modern Compressible Flow (2nd ed.) (McGraw-Hill, 1990)

【予備知識】流体力学1,2，気体力学，微分積分学，線形代数学

【授業URL】

【その他】

計算機数学

Mathematics for Computation

【科目コード】50030 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】月曜2時限・火曜1時限・木曜2時限

【講義室】物312・物101・物216・物112・物216 【単位数】2 【履修者制限】有 コース別

【講義形態】講義および実習 【言語】 【担当教員】村上・横峯, 佐川・石山, 奥田, 巽, 茨木・川上

【講義概要】計算機による数値計算法について講述する。さらにプログラミング言語を学習し、プログラミング実習を行うことで、処理方法の立案、プログラムの作成、結果の分析という一連の処理方法を身に付けることを目標とする。(情報処理教育 III 群科目)

【評価方法】成績評価は出席点、レポートおよび試験による。

【最終目標】計算方法の立案、プログラムの作成、結果の分析という一連の処理方法を身に付けることを目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
オリエンテーション と端末操作	2	サテライト演習室の端末のログイン法, エディターの操作法などに慣れる。
数値計算の仕組み	2	数値計算の原理の理解と数の表現, 計算に伴う誤差などについて学ぶ。
基本プログラミング	3	入出力, 分岐, 繰り返し, 変数, 配列, サブプログラムや関数などプログラミングに必須の事項の習得。 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修得と実際のプログラミングを行う。
発展プログラム	3	いくつかの発展的な問題とその解法について習得し, 課題に取り組む。
学習到達度の確認	1	これまでの学習について到達度の確認を行う。

【教科書】

【参考書】戸川隼人: 演習と応用 FORTRAN77 (サイエンス社)

堀之内他: ANSIC による数値計算法入門 (第2版) 森北出版

【予備知識】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。

【授業 URL】

【その他】

計測学

Scientific Measurement

【科目コード】50090 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・3時限 【講義室】物理系313・315

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】田畑 修, 横川 隆司, 木下 勝之, 土屋 智由, 三宅 正男

【講義概要】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。

【評価方法】試験の評点を主とし, 出席, 講義中に提示する課題の提出を加味する。

【最終目標】物理学における計測の基礎事項を理解することを目標とする。特に測定値の不確かさ, データ処理について, および基本的な計測手法についての知識を習得する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
物理量の単位と標準	1-2	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	3	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, 測定値の統計処理, 最小二乗法の原理と手法
データ処理と統計解析	3	共分散と相関係数, 確率過程と時系列データ, フーリエ変換, スペクトル解析, フィルタリング, アナログとデジタル
電気・温度の測定	2	電気回路抵抗測定(零位法, 偏位法, 低抵抗の測定) 温度・熱量の測定(熱エネルギー, 種々の温度計)
放射線計測・材料計測	2	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	2	応力・ひずみの測定, 流れの測定, 位置および加速度の測定
学習到達度の確認	1	講義内容の理解度の確認

【教科書】小寺秀俊、神野郁夫、鈴木亮輔、田中功、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。

【授業URL】

【その他】2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。

結晶回折学

Xray Diffraction

【科目コード】52330 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】木曜・1時限 【講義室】物216 【単位数】2 【履修者制限】無

【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】松原（英）

【講義概要】物質或いは材料の構造を原子・分子という微視的レベルで解明する最も有力な手段の一つとして「X線構造解析」を講述する。X線の性質、X線回折現象、結晶学の基礎、粉末試料の構造回折などについて講述する。

【評価方法】出席状況、試験

【最終目標】汎用X線回折装置で何が行われており、何が何処まで判るかを理解できる能力を養う。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
X線の基本的な性質	2-3	1. 電磁波としてのX線 2. 連続X線 3. 特性X線 4. X線の吸収 5. 特性X線のフィルター 6. X線の発生及び検出
結晶の幾何学	2-3	1. 一次元対象性 2. 7種類の結晶系と14種類のブラベー格子 3. 具体的な結晶に見られる幾何学的特徴 (1) 体心立方格子 (2) 面心立方格子 (3) 細密六方格子 (4) 化合物の構造と2種類の球の充填
結晶面及び方位の記述法	1	1. 講師面と格子方向の記述 2. ステレオ投影 3. ステレオ投影
原子及び方位の記述法	2-3	1. 1個の自由な電子による散乱 2. 1個の原子による散乱 3. 結晶による回折 4. ブラッグの条件とX線散乱角 5. 単位胞（単位格子）からの散乱 6. 構造因子の計算例
粉末試料からの回折	2-3	1. ディフラクトメータの原理 2. 粉末試料からの回折X線強度の算出 (1) 構造因子 (2) 偏光因子 (3) 多重度因子 (4) ローレンツ因子 (5) 吸収因子 (6) 温度因子 3. 粉末結晶試料に於ける回折強度の一般式
簡単な結晶の構造解析	1-2	1. 立方晶系の結晶の場合 2. 正方晶系、六方晶系の場合 3. 標準物質の回折データとの比較による解析（Hanawalt法） 4. 標準的な粉末結晶試料に対するX線構造解析の限界 (1) 粉末結晶試料に於ける物質の固定 (2) 粉末結晶試料に於ける格子定数の決定
結晶物質の定量及び微細結晶粒子の解析	1	1. 回折ピークの積分強度を用いる結晶物質の定量 2. 結晶粒の大きさと不均一歪の測定 3. 学習到達度の確認

【教科書】書名：X線構造解析 - 原子の配列を決める -、著者：早稲田嘉雄・松原英一郎、出版社：内田老鶴圃

【参考書】

【予備知識】

【授業URL】

【その他】

結晶物性学

Physics of Crystal Properties and Imperfections

【科目コード】50350 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・1時限 【講義室】物312

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】乾・岸田

【講義概要】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。

【評価方法】原則として定期試験で評価するが、出席・レポートの結果を加味することがある。

【最終目標】結晶性物質の格子欠陥の基礎事項に加え、材料物性の理解へ応用するための方法や考え方を習得することを目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
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。
弾性論の基礎	5	材料のさまざまな力学的性質を理解する上で基礎となる応力および歪の概念等について説明し、応力 ひずみ関係などの弾性論の基礎について講述する。
転位の周囲の歪、応力、エネルギー	2	転位のまわりの応力場、歪場、弾性エネルギーを弾性論に基づいて構述する。
転位の運動	2	転位のバーガース・ベクトル、ライン・ベクトルと転位の保存運動、非保存運動について構述する。
転位に働く力	5	転位応力場の相互作用をもとに、転位間に働く力とその結果生じる転位の運動、転位間の反応を多くの演習を取り入れつつ講述する。

【教科書】

【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), 同 2nd ed. (Krieger Pub. Co.)

幸田成康：金属物理学序論（コロナ）

柴田俊忍 [ほか] 共著：材料力学の基礎

【予備知識】

【授業 URL】

【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。

原子核工学実験 1

Nuclear Engineering Laboratory 1

【科目コード】51580 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・1-4 時限 【講義室】物 212

【単位数】3 【履修者制限】 【講義形態】実験 【言語】 【担当教員】全員（秋吉 他）（原子核）

【講義概要】数人単位のグループに分かれて原子核工学に関する様々な実験課題を順次行い、レポートを提出する。

【評価方法】全課題を受講しレポートを提出することが、単位認定の必要条件である。

【最終目標】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。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
実験概要説明	1	各実験課題に関する概要説明，テキスト配布，予備学習の指示や注意などを必要に応じて実施する。
RI 安全取扱講習	1	放射性同位元素 (RI) の取り扱いに関する知識を学修する。
工学レポート作成基礎	1-2	実験レポート作成について講述するとともに、演習を行い、実験レポート作成の基礎を修得する。
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。
機械工作安全実習	1	ボール盤や旋盤などの工作機械を取り扱う際の安全に関し、実際の工作機械を用いて学習する。
線の吸収	1	半導体検出器による線の検出および線の物質によるエネルギー - 吸収、飛程、ストラグリングなどについて学ぶ。
線の吸収	1-2	線の物質によるエネルギー吸収の実験を通して RI を安全に取扱う実習を行う。
オシロスコ - プ・線形回路	1	パルスの波形観察に欠かせないオシロスコ - 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。
回路計の実習	1	簡単な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。
電子顕微鏡	1	走査型の電子顕微鏡及び光学顕微鏡（レーザー顕微鏡）の理論と実際を学ぶ。具体的試料作成や観察を行い、観ること、見えること、測る事の議論を行う。
大気 PIXE 分析	1	陽子ビームを大気中に取り出し、その飛程を観察したり、物質に照射し発生する特性 X 線を計測して微量元素分析を行って、イオンビームの性質や利用法について学修する。
電子ビーム・真空	1	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。
レポート確認	1-2	学習到達度の確認のため、提出レポート内容の確認と、不十分なレポートの再提出指導を行う。

【教科書】各課題ごとにテキストを配布する。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】原子核工学実験 2 と共に履修することが望ましい。

原子核工学実験 2

Nuclear Engineering Laboratory 2

【科目コード】51600 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】木曜・1-4時限 【講義室】物212

【単位数】3 【履修者制限】 【講義形態】実験 【言語】 【担当教員】全員（秋吉 他）（原子核）

【講義概要】数人単位のグループに分かれて原子核工学に関する様々な実験課題を順次行い、レポートを提出する。

【評価方法】全課題を受講しレポートを提出することが、単位認定の必要条件である。

【最終目標】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。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
実験概要説明	1	各実験課題に関する概要説明，テキスト配布，予備学習の指示や注意などを必要に応じて実施する。
工学レポート作成基礎	1-2	実験レポート作成について講述するとともに、演習を行い、実験レポート作成の基礎を修得する。
中性子の検出	1	放射性同位元素からの中性子を中性子カウンターを用いて測定し、中性子の性質と物質との相互作用について学習する。
放射化学	1	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。
アナログ計測	1	アナログテストの動作原理、各種センサと後段回路間のインピーダンス整合、オペアンプの特性などについて、自分で簡単な回路を組み学習する。
熱流体計測・沸騰熱伝達	1	沸騰に関する実験を行い、沸騰ならびに限界熱流束について理解を深めるとともに、熱流体工学での基礎的な計測手法について学修する。
ウランの化学	1	U-Th放射平衡溶液の分離（イオン交換、酸化還元反応）および比色定量分析などを行い、核燃料の取扱い方について学習する。
材料試験	1	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。
放射線の検出	1-2	Ge半導体検出器による自然界に存在する物質からのgamma線の検出と、放出した核種の同定、定量を行う。またサーベイメーターを用いた汚染検査や、身近に存在する放射性同位元素の崩壊過程を測定し、放射線・放射性物質に対する理解を深める。
非線形光学効果	2	光学キャビティと固体結晶を使いレーザー発振をさせ、誘導放出現象の基本を理解する。また、非線形光学結晶を使った2倍波の発生を観測し位相整合などについても学習し、光学技術の基本を習得する。
デジタル計測	1	デジタルテストの動作原理、デジタル計測の特徴やAD変換時のサンプリング原理、デジタル回路の基礎などについて、自分で簡単な回路を組み学習する。
レポート確認	1-2	学習到達度の確認のため、提出レポート内容の確認と、不十分なレポートの再提出指導を行う。

【教科書】各課題ごとにテキストを配布する。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】原子核工学実験 1 と共に履修することが望ましい。

原子核工学序論 1

Introduction to Nuclear Engineering 1

【科目コード】51500 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・2時限 【講義室】物101

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】佐々木 他

【講義概要】多彩な原子核工学研究においてその原理を理解するために必要な、原子・核・放射線の物理化学的性質から核分裂反応によるエネルギー発生と利用に至る基礎を学修する。

【評価方法】出席点および定期試験の成績で評価する

【最終目標】原子核工学分野に関わる基礎学問と最新研究とのつながりを理解し、基礎研究・応用研究の最前線および将来課題について習得することを目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
放射線概論 1	7	放射線の発見・歴史、放射線の基礎、物質との相互作用、放射線の検出、放射線の発生、放射線の産業利用、などについて講述する。
エネルギー発生と利用 1	7	エネルギー事情と原子力、炉物理の基礎、原子炉の制御、炉選択 - 現在、炉選択 - 過去、炉選択 - 次世代原子炉、原子力利用と開発の視点、などについて講述する。
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認を行う。

【教科書】特に定めない。講義の際に資料を配付する。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【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。原子核工学序論 2 を併せて習得することが望ましい。

原子核工学序論 2

Introduction to Nuclear Engineering 2

【科目コード】51510 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】月曜・2時限 【講義室】物101

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】佐々木 他

【講義概要】多彩な原子核工学研究においてその原理を理解するために必要な、放射線の性質とその制御、およびエネルギー利用と管理に関する基礎を学修する。

【評価方法】出席点および定期試験の成績で評価する。

【最終目標】原子核工学分野に関わる基礎学問と最新研究とのつながりを理解し、基礎研究・応用研究の最前線および将来課題について習得することを目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
放射線概論 2	4	環境中の放射線、放射線の人体影響、放射線生物学、放射線の医学応用、放射線の安全利用、放射線関連法規、について講述する。
エネルギー発生と利用 2	9	核融合の歴史と基礎、核融合炉の開発、環境中の放射線、発電炉のシステム - 熱流体、発電炉のシステム - 安全機能、安全性の確保 技術倫理、核燃料サイクル、再処理と地層処分、について講述する。
量子理論の新展開	1	最先端情報技術、等について講述する。
学習到達度の確認	1	演習および学習到達度の確認を行う。

【教科書】特に定めない。講義の際に資料を配付する。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】原子核工学序論 1 を併せて習得することが望ましい。必要に応じて演習、レポート課題を行う。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。

原子物理学

Atomic Physics

【科目コード】50140 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・3時限 【講義室】物313

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】村上(定)・松尾

【講義概要】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。

【評価方法】成績評価は試験による。

【最終目標】原子や分子に関連する微視的世界における諸法則を理解し、量子力学へ向けた基礎知識を習得することを目標とする。

【講義計画】

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	2	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	2	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) 量子条件，電子の波動性
シュレディンガー方程式	3	波動と波束，ド・ブロイ波の性質，不確定性関係，Schrödinger方程式(量子力学)，
シュレディンガー方程式の解	2	Schrödinger方程式の解，ポテンシャル障壁の反射と透過，量子トンネル効果，弦の振動とポテンシャル箱の中の粒子，水素原子
学習到達度の確認	1	これまでの学習について到達度の確認を行う。

【教科書】

【参考書】原子物理学(菊池，共立出版)，
原子物理学(シュポルスキー，東京図書)など

【予備知識】古典力学，電磁気学，熱力学

【授業 URL】

【その他】

原子炉基礎演習・実験

Basic Nuclear Reactor Exercise and Experiments

【科目コード】51070 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・3/4 時限 【講義室】物 101

【単位数】2 【履修者制限】有（26名以下） 【講義形態】講義と実験 【言語】

【担当教員】宇根崎・三澤・中島・卞

【講義概要】低出力の小型の原子炉である京都大学臨界実験装置（KUCA）を用いて基礎的な原子炉物理の実験課題に取り組み、さらに原子炉の運転実習を行う。実験は原子炉実験所において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9時間程度のガイダンスを吉田地区で実施する。

【評価方法】出席点、および実験前の事前レポートと実験終了後のレポートにより評価する。

【最終目標】実験を通じて原子炉の仕組み、核特性、安全性に関する理解を深めること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
ガイダンス	6	実験に先立ち、吉田地区にて約6回程度のガイダンスを実施する。その内容は、実験の概要及び原子炉の設計と炉物理実験、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、核燃料の臨界管理、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（熊取）において5日間（1週間）の実験を行う。その内容は、保安教育・施設見学・実験準備等、臨界実験、反応度測定実験、中性子束測定実験、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。

【教科書】三澤，宇根崎，卞 著「原子炉物理実験」，京都大学学術出版会

【参考書】1) ラマーシュ 著，武田充司，仁科浩二郎 訳，「原子炉の初等理論」，吉岡書店。

2) 平川直弘，岩崎智彦 著，「原子炉物理入門」，東北大学出版会。

3) J. J. ドゥデルスタット，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】原子炉物理学および放射線計測の初等知識をもっていることが望ましい。

【授業 URL】

【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の必要がある。

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。

原子炉物理学

Nuclear Reactor Physics

【科目コード】52030 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・1時限 【講義室】物212

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】神野郁夫

【講義概要】原子炉物理学の基礎を講義する。具体的には、原子核の物理、中性子と物質の反応、核分裂と連鎖反応、中性子の拡散、原子炉の臨界、中性子の減速、原子炉の動特性、原子炉の反応度、燃焼、原子炉の炉心設計、について述べる。

【評価方法】試験。

【最終目標】原子炉内部の中性子挙動を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
原子核反応	4	原子核の物理：原子核の構造，原子核の壊変，核反応 中性子と物質の反応：断面積，中性子束 核分裂と連鎖反応：核分裂反応，核分裂エネルギー，核分裂生成物
原子炉の臨界	4	中性子の拡散：拡散方程式，境界条件，多群拡散方程式 原子炉の臨界：無限均質体系，実効増倍率，バックリング，臨界方程式，反射体 中性子の減速：弾性散乱，減速過程，共鳴吸収，熱中性子スペクトル
原子炉の動特性	3	原子炉の動特性：動特性方程式，逆時間方程式，反応度印加 原子炉の反応度：原子炉の出力変動，反応度係数，固有安全性 燃焼：燃料の燃焼，核分裂生成物の毒作用
原子炉物理の応用	3	原子炉物理の応用：臨界安全，再処理，最終処分，廃炉，ガン治療
学習到達度の確認	1	

【教科書】プリントを配布。

【参考書】指定しない。

【予備知識】基本的な物理学。微分方程式。

【授業 URL】まだない。

【その他】なし。

工業数学 A1

Applied Mathematics A1

【科目コード】20500 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】木曜・2時限

【講義室】物理系校舎313 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】吉川仁

【講義概要】複素変数関数論

【評価方法】期末試験の成績を主として評価するが、平常点も加味する。

【最終目標】正則関数の性質を知り、応用上大切な積分の計算ができること。

【講義計画】

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。
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。積分定理の応用例を示す。
整級数	2	複素級数及び関数項級数の収束・発散を論じる。
テーラー展開、ローラン展開	3	正則関数のテーラー展開、特異点周りのローラン展開を論じる。
特異点と留数	3	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。
フィードバック授業	1	講義最終回から期末試験までの間に質問会を実施する。また、期末試験の解答例を KULASIS に掲載する。

【教科書】

【参考書】磯祐介「複素関数論入門」サイエンス社

【予備知識】微分積分学、線形代数学

【授業 URL】KULASIS を用いる。

【その他】

工業数学 A2

Applied Mathematics A2

【科目コード】20600 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・2時限

【講義室】総合研究8号館 NS ホール 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】中村 佳正

【講義概要】 高速、高精度、高信頼性をもつ科学技術計算のための数値計算法として、連立1次方程式の数値解法、微分方程式の数値解法などについて解説した「数値解析」に続いて、「工業数学A2」では、データサイエンスや情報処理において重要となる、行列の固有値計算と特異値分解、非線形方程式の反復解法、補間法と数値積分法などの基礎について講述する。

【評価方法】必要に応じて行うレポートも加味しつつ、基本的には学習到達度の確認による。

【最終目標】種々の数値計算アルゴリズムの動作原理と適用法に習熟し、汎用ソフトウェアを活用できるとともに、必要に応じて自らプログラミングができる力を身につけること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
行列の固有値計算	6	ヤコビ法、べき乗法と逆反復法、ハウスホルダ変換、QR法、分割統治法などによる固有値と固有ベクトル計算
行列の特異値分解	1	QR法などによる特異値と特異ベクトル計算
非線形方程式に対する反復解法	3	1変数及び多変数の縮小写像の原理に基づくニュートン法、収束の加速法
補間法	2	多項式によるラグランジュ補間とエルミート補間、スプライン関数
数値積分法	2	ニュートン・コーツの数値積分公式、ガウス型数値積分公式
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認

【教科書】 数値計算 [新訂版] 洲之内治男・石渡恵美子 (サイエンス社)

【参考書】 数値解析入門 [増訂版] 山本哲朗 (サイエンス社)

【予備知識】 全学共通科目「線形代数学 A, B」 工学部専門科目「数値解析」

【授業 URL】

【その他】

工業数学 A3

Applied Mathematics A3

【科目コード】20700 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・1時限

【講義室】総合研究8号館講義室2 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】辻本 諭

【講義概要】フーリエ解析の理論と応用

【評価方法】主に試験による評価を採用するが、レポートの結果も加味する。

【最終目標】フーリエ変換及びラプラス変換の理論を基本から理解し、さらに演習問題を通じた具体例に対する習熟を目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
フーリエ級数展開	4-5	周期関数のフーリエ級数展開を定義し、計算法や級数の収束性などの基礎的事項について解説する。離散フーリエ変換についても議論を加える。
フーリエ級数の性質と応用	3-4	フーリエ級数のさまざまな性質と偏微分方程式への応用について議論する。
フーリエ変換	3-4	フーリエ変換を定義し、反転公式などの基本的性質について解説する。
フーリエ変換の性質と応用	2-3	フーリエ変換の微分方程式への応用について議論する。さらに、フーリエ変換とラプラス変換との関係について述べる。
まとめと学習到達度の確認	1	講義内容の補足とまとめ、および学習到達度の確認を行う。

【教科書】中村 周著「フーリエ解析」(朝倉書店)

【参考書】大石進一著「フーリエ解析」(岩波書店)

【予備知識】微分積分学、線形代数学

【授業 URL】<http://www-is.amp.i.kyoto-u.ac.jp/lab/tujimoto/amathA3/>

【その他】当該年度の授業進度などに応じて一部省略、追加、順番の変更などがありうる。

工業数学 F 1

Applied Mathematics for Engineering F1

【科目コード】20550 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】火曜 3 時限

【講義室】物 313 (川那辺)・物 315 (福山) 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】川那辺 (20550), 福山 (20551)

【講義概要】複素関数論の入門と 2, 3 の応用

【評価方法】定期試験による (川那辺), 定期試験とレポートによる (福山)

【最終目標】複素関数論の基本的な内容を理解し, 具体的な計算が出来るようになること

【講義計画】

項目	回数	内容説明
複素数の定義, 複素平面	1	
複素関数の微分, コーシー・リーマン関係式	2	
正則関数の概念	1	
等角写像の概念, 一次変換	1	
複素線積分とその性質	1	
コーシーの積分定理, コーシーの積分公式	2	
テイラー展開, ローラン展開	1	
特異点の分類, 留数定理	2	
定積分への応用	2	
解析接続, 関数の表現	1	
学習到達度の確認	1	

【教科書】使用しない

【参考書】講義時に指定する

【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)

【授業 URL】

【その他】

工業数学 F 2

Applied Mathematics for Engineering F2

【科目コード】20650 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】火曜・2時限 【講義室】物216

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】加納, 大塚

【講義概要】フーリエ解析とその応用について講述する。フーリエ級数, フーリエ変換, およびラプラス変換は, 工学諸分野において必須の基礎知識である。本講では, 工学的応用の立場から, これらの基礎事項を解説する。(原則, 前半を加納, 後半を大塚が担当する)

【評価方法】期末試験の他, 課題や受講姿勢を評価対象とする。

【最終目標】フーリエ級数展開, フーリエ変換, およびラプラス変換の基礎を理解し, 道具として使えるようになること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
準備	1	最初に, 本講義の目的や進め方について説明する。続いて, フーリエ解析を学習する上で必要になる基礎知識を復習する。
フーリエ級数	2	周期関数のフーリエ級数展開などについて述べる。
フーリエ級数の性質	2	フーリエ級数の微分積分, 複素フーリエ級数, 最良近似問題などについて述べる。
フーリエ変換	2-3	非周期関数へ拡張するため, フーリエ変換について述べる。また, フーリエ変換の性質とその応用についても述べる。
線形システム	2	フーリエ変換の応用として, 線形システムの解析方法, 線形システムのインパルス応答と伝達関数について述べる。
自己・相互相関関数	1	パーシバルの等式, ウィーナー・ヒンチンの定理, 線形システムにおけるインパルス応答と相互相関関数の関係について述べる。
偏微分方程式	1-2	波動方程式や拡散方程式などの偏微分方程式への応用について述べる。
離散フーリエ変換	1	サンプル値を扱う離散フーリエ変換について述べる。
ラプラス変換	1-2	ラプラス変換および逆変換について説明し, それらを用いた常微分方程式の解法について述べる。
学習到達度の確認	1	講義全体を通しての学習到達度を確認する。

【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。

【参考書】

【予備知識】複素数および微分積分学に関する知識を前提とする

【授業 URL】<http://manabukano.brilliant-future.net/lecture/appliedmathF2.html>

【その他】

工業数学 F 2

Applied Mathematics for Engineering F2

【科目コード】20651 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】火曜・2時限 【講義室】物312

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】立花

【講義概要】フーリエ解析の基礎と応用について講義する。関数をいろいろな周波数をもつ振動の重ね合わせとして表現するのがフーリエ解析である。フーリエ級数、フーリエ変換およびラプラス変換は工学の基礎知識として必須である。工学のさまざまな問題への応用を通じてそれらの理解を深める。

【評価方法】試験および講義時に課すレポートを総合して評価する。

【最終目標】周期関数を余弦関数と正弦関数の無限級数で表現したフーリエ級数、周期関数の基本周期を無限に大きくした極限によって表現される非周期関数の積分変換であるフーリエ変換およびラプラス変換、以上を対象として、それらの基礎を理解し、さらに進んでそれらを工学のいろいろな分野に応用できるようになる。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
フーリエ級数の基礎	2	周期関数のフーリエ級数、正規直交関数系、最終決定性、リーマン・ルベグの定理、パーセバルの等式、2乗平均収束、複素フーリエ級数
フーリエ級数の諸性質	2	ギブスの現象、ディリクレ核、フェエルの定理、ディリクレ・ジョルダンの定理
フーリエ変換の基礎	2	非周期関数のフーリエ積分、フーリエ変換、デルタ関数、超関数、フーリエ逆変換定理
フーリエ変換の諸性質	2	ヘヴィサイドの階段関数、符号関数、帯域制限関数、サンプリング関数、コーシーの主値積分、グリーン関数、周期超関数のフーリエ変換、ポアソンの和公式
ラプラス変換	3	線形システム、インパルス応答、たたみ込み、相関関数、ウィーナー・ヒンチンの定理、白色雑音、サンプリング定理、ラプラス変換、線形常微分方程式の解法
工学への応用	3	熱伝導方程式、波動方程式、ダランベールの解、ストークスの公式、ケプラーの方程式、CT スキャン、ラドン変換、リーマン・ヒルベルト問題、離散フーリエ級数、高速フーリエ変換
学習到達度の確認	1	最終目標への到達度を確認

【教科書】多数の教科書がある。初歩的な教科書であればどれでもよい。講義ノートを配布する。

【参考書】

【予備知識】微分積分学に関する知識を前提とする。

【授業 URL】

【その他】

工業数学 F 2

Applied Mathematics for Engineering F2

【科目コード】20652 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】火曜・2時限 【講義室】物理系校舎 313 講義室

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】酒井

【講義概要】フーリエ解析およびラプラス変換とその応用

【評価方法】毎回2問の演習問題を解く小テストを実施する。この演習問題の総点と前期試験の得点を合わせて成績評価を行う。演習問題と試験の配点については講義の初回に示す。

【最終目標】フーリエ級数展開，フーリエ変換，ラプラス変換に関する基礎的な事項を理解し，物理現象の解析や微分方程式の解法にこれらの手法を応用してゆくことを習得する。特に数学的な厳密さにこだわることなく，それぞれの手法の物理的な側面を把握し，場合場合に即して各手法を使い分けてゆくスキルを開発する，

【講義計画】

項目	回数	内容説明
		複素数と複素関数の微積分 <ul style="list-style-type: none"> ・複素数と複素関数 ・複素積分と留数定理およびその応用
		デルタ関数
		フーリエ級数展開 <ul style="list-style-type: none"> ・周期関数とそのフーリエ級数展開 ・複素フーリエ級数展開 ・フーリエ級数の応用
		フーリエ変換 <ul style="list-style-type: none"> ・フーリエ変換の性質 ・合成積と相関関数 ・フーリエ変換の応用
フーリエ解析および ラプラス変換とその 応用	15	線形応答 ラプラス変換とその応用 <ul style="list-style-type: none"> ・ラプラス変換の基本的性質 ・ラプラス変換の線形システムへの応用 線形常微分方程式の解法 <ul style="list-style-type: none"> ・フーリエ変換による線形常微分方程式の解法 ・ラプラス変換による線形常微分方程式の解法 熱伝導・拡散方程式 <ul style="list-style-type: none"> ・無限/半無限空間における熱伝導・拡散方程式 ・有限空間における熱伝導・拡散方程式 ・境界条件が時間変動する場合の熱伝導・拡散方程式 波動方程式 <ul style="list-style-type: none"> ・無限/半無限空間における波動方程式 ・有限空間における波動方程式 ・強制振動の方程式
演習		毎回2問の演習問題を解く小テストを実施する。演習問題の解答に関するコメントを，次回の講義のときに配布する。

【教科書】講義の際にプリントを配布する。

【参考書】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。

【予備知識】複素数および微分積分学に関する知識を前提とする。

【授業 URL】配布プリントを PDF ファイルとして KULASIS に掲載する予定。

【その他】

工業数学 F 2

Applied Mathematics for Engineering F2

【科目コード】20653 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・4時限 【講義室】物 216

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】岸本

【講義概要】フーリエ解析と偏微分方程式

【評価方法】小テストおよび期末テスト

【最終目標】物理工学系専門分野の理論を理解するために必要な学問として解析学の基礎および応用を習得する

【講義計画】

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, 部分和のディレクトリ表示. 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.
ラプラス変換	2	関数のラプラス変換. 線形微分方程式のラプラス変換.
偏微分方程式の解法	3	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.

【教科書】

【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

【授業 URL】

【その他】

工業数学 F 3

Applied Mathematics for Engineering F3

【科目コード】20750 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・2時限 【講義室】物313

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】井上

【講義概要】特殊関数の一般的取り扱いと物理数学における応用

【評価方法】レポート(70%), 小テスト(30%)。

【最終目標】特殊関数の一般的取り扱いと物理数学における応用に習熟する

【講義計画】

項目	回数	内容説明
直交関数系	2	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
学習到達度の確認	1	

【教科書】

【参考書】基礎物理数学 特殊関数 ジョージ・アルフケン, ハンス・ウェーバー (講談社)

基礎物理数学 ベクトル・テンソルと行列 ジョージ・アルフケン, ハンス・ウェーバー (講談社)

Mathematical Methods for Physicists, George B. Arfken and Hans J. Weber (Academic Press)

【予備知識】初等複素関数論と初等常微分方程式論

【授業 URL】

【その他】

工業力学 A

Engineering Mechanics A

【科目コード】20800 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・2時限 【講義室】物313

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】西原・花崎

【講義概要】ラグランジュの方程式、ハミルトンの正準方程式など、解析的な方法による力学を、機械システムへの応用を念頭において取り上げる。

【評価方法】定期試験および随時の小テスト

【最終目標】ラグランジュの方程式、ハミルトンの正準方程式など、機械システムの解析に必要な力学の基礎と、その振動や波動などへの応用例を学ぶ。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
ラグランジュの方程式	4	ラグランジュの方程式を導入して、束縛条件があるときや、剛体の運動解析などで有用性を確かめ、循環座標、点変換などの概念を紹介する。
変分原理	1	ハミルトンの原理など物理法則の表現方法としての変分原理と解析力学との関係を確認する。
ハミルトンの正準方程式	3	正準関数の性質を調べてハミルトンの正準方程式を導入し、ポワソンの括弧式との関連を紹介する。
正準変換	2	正準変換の例を示し、ハミルトン・ヤコビの方程式を導出する。
振動と波動	4	ラグランジュの方程式などで運動を解析する例として、おもに振動をとりあげる。典型的な線形振動系について解析し、振動と波動との関連についても調べる。
学習到達度の確認	1	本講義における学習到達度の確認を行う。

【教科書】なし

【参考書】小出昭一郎 解析力学（物理入門コース 2）1983, 岩波書店

【予備知識】微分積分学，ベクトル解析，初等線形代数学，基礎力学

【授業 URL】

【その他】

工業力学 A

Engineering Mechanics A

【科目コード】20802 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・1時限 【講義室】物314

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】川那辺・木下

【講義概要】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。

【評価方法】試験，レポート等を総合して評価する。

【最終目標】1自由度から多自由度の振動系に関する問題を解析的に解くことができるとともに，連続体力学の基礎となる方程式，およびその解の特性について理解できるようになること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
1自由度および多自由度振動	4	1自由度系の振動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，ラグランジュの運動方程式とともに応用例を取り上げ解説する。
連続体の振動	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	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	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	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	2	自励振動やパラメーター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）

【参考書】特になし

【予備知識】力学の基礎，微分・積分学

【授業 URL】

【その他】当該年度の授業や進度に応じて一部の内容に省略，追加がありうる。

航空宇宙機力学

Flight Dynamics of Aerospace Vehicle

【科目コード】50490 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】月曜・2時限 【講義室】物213

【単位数】2 【履修者制限】無（解析力学から開始できる準備ができていないこと） 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】泉田 啓

【講義概要】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、ラグランジュ方程式と関連する事項を含む解析力学、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。

【評価方法】定期試験、課題（必要に応じて出席状況）を総合的に評価する。

【最終目標】航空宇宙機を題材に解析力学を学ぶ。

- ・ラグランジュ方程式と関連する事項を習得する。
- ・航空宇宙機の運動方程式の導出を習得する。
- ・航空宇宙機の運動特性の解析と運動制御の方法を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
解析力学のまとめ	7	1. 導入 2. 座標系 3. 仮想仕事の原理, ダランベールの原理, ポテンシャル 4. 拘束のない系に対するラグランジュの方程式 5. 保存則 6. 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 7. オイラー・ラグランジュ方程式
剛体の運動学	3	1. 直交変換とオイラーの角 2. 無限小回転と角速度 3. 擬座標
剛体の動力学	3	1. 剛体の運動エネルギー, 並進運動量と角運動量 2. 慣性テンソルと主軸変換 3. オイラーの運動方程式
宇宙機の動力学	2	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） 2. 中心力場における剛体の運動（人工衛星の軌道運動と重力傾度安定） 3. 航空宇宙機の軌道・姿勢運動に関するトピックの紹介など
学習到達度の確認	1	1. 学習到達度の確認

【教科書】

【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）

戸田, 中嶋編：物理入門コース1, 2, 10など（岩波書店）

【予備知識】解析力学から開始できる力学と数学

【授業 URL】

【その他】

航空宇宙工学演義

Engineering Exercise in Aeronautics and Astronautics

【科目コード】51450 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】火曜・3/4 時限 【講義室】桂

【単位数】2 【履修者制限】有り（宇宙基礎工学コース特別研究配属生、平成16年以降入学者）

【講義形態】実習・演習 【言語】 【担当教員】全員

【講義概要】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。

【評価方法】発表、レポートなどにより評価する。

【最終目標】特別研究を行うのに必要な数学・力学・物理・化学・工学の基礎を復習するとともに、関連するより詳細な内容を学修する。さらに、関連分野の最新の研究の一端にも触れ、特別研究遂行の礎とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
演義		航空宇宙工学の関連分野（分子流体力学、流体力学、流体数理学、推進工学、構造材料強度学、航空宇宙力学、制御工学）にかかわる数学・力学・物理・科学・工学の基礎から詳細について、テーマを選び、実習や演習により理解を深める。さらに、関連分野の最新の研究内容にも触れる。

【教科書】

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】演義は特別研究配属分野ごとに行う。

航空宇宙工学実験 1

Engineering Laboratory in Aeronautics and Astronautics 1

【科目コード】50660 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・3・4時限 【講義室】物213他

【単位数】1 【履修者制限】無し 【講義形態】実習(実験) 【言語】 【担当教員】全員(コース長)

【講義概要】航空宇宙工学の基礎となる実験を行う。

【評価方法】出席と各実験ごとのレポートにより評価する。

【最終目標】航空宇宙工学の基礎科目の理解を促進する。さらに、航空宇宙工学にかかわる実験の実験法・解析法を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
固体力学実験	4	固体材料の力学的挙動に関する理解を深めるため、単軸負荷試験時のひずみ計測を通して各種金属材料の弾性係数を計測する。また、固体構造物を伝搬する応力波(弾性波)の挙動の理解を目的として、超音波(縦波、横波)の伝搬速度を測定し、その結果から材料の弾性係数を求めるとともに、表面波(レーリー波)の伝搬速度の測定値に対して、弾性波動論に基づく計算値との比較、検討を行う。
電離気体工学実験	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。
ウィングロックの実験	4	後退角の大きなデルタ翼が高迎角で飛行する際に、ウィングロックと呼ばれるロール方向の自励振動が生じることがある。ウィングロックを模擬した風洞実験によって、流体-構造連成問題に現れる自励振動の生成・維持機構を調べる。

【教科書】各実験ごとに適宜プリントを配布する。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】

航空宇宙工学実験 2

Engineering Laboratory in Aeronautics and Astronautics 2

【科目コード】50670 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・3・4時限 【講義室】物213他

【単位数】1 【履修者制限】無し 【講義形態】実習(実験) 【言語】 【担当教員】全員(コース長)

【講義概要】航空宇宙工学の基礎となる実験を行う。

【評価方法】出席と各実験ごとのレポートにより評価する。

【最終目標】航空宇宙工学の基礎科目の理解を促進する。さらに、航空宇宙工学にかかわる実験の実験法・解析法を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
倒立振子の制御実験	3	本実験では倒立振子安定化制御実験を行なうことにより、 ・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 ・現代制御論セミナー 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。
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。
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。
圧縮性流れのアナロジー実験	3	2次元圧縮性流れと浅水流との間に成り立つアナロジー(類似性)を用いて、衝撃波やノズル流れなど気体力学・空気力学で学習するさまざまな現象を水の流れで模擬し観察する。

【教科書】各実験ごとに適宜プリントを配布する。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】

構造物性学

Structural Properties of Materials

【科目コード】51290 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・3時限 【講義室】物216

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】白井, 野瀬

【講義概要】金属・合金の原子構造・ナノ組織の形成プロセスとその物性について、原子論的観点から講義する。

【評価方法】基本的には期末試験で評価されるが、受講状況も考慮される。

【最終目標】金属・合金について、その物性が原子構造に強く依存していることを学ぶとともに、望ましい原子構造・ナノ組織を作り込むための各種相変態とその制御を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
原子の移動	2-3	固体中の原子移動について、その原子論的な機構について講義する。
拡散型相変態	5-6	個々の原子が熱励起によって移動する「拡散」によって起こる相変態について、相変態の機構と形成される組織について学ぶ。
無拡散型相変態	3-4	母相の隣り合う原子が個別に拡散するのではなく、互いに連携を保ちながらせん断的に移動し、新しい結晶構造に変化する変態様式を学ぶ。また、それによって得られる組織とその性質を理解する。
回復・再結晶	3-4	塑性加工等によって導入された結晶格子欠陥を含む材料の回復現象や再結晶現象と、それによって得られる組織とその応用について学習する。 学習到達度の確認。

【教科書】なし。適宜プリントを配布する。

【参考書】金属材料組織学 朝倉書店 松原英一郎、田中功 他著

【予備知識】材料科学基礎 1, 材料科学基礎 2, 材料熱力学 1, 材料熱力学 2, 材料統計物理学

【授業 URL】

【その他】

高分子材料概論

Introduction to Polymer Materials

【科目コード】52000 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・2時限 【講義室】物101

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】福田 猛

【講義概要】高分子化合物および高分子材料について、その概念の確立と発展の歴史を振り返ったあと、高分子の分子量、化学構造および分子形態、高分子の設計と合成、高分子物質の構造、状態と性質、高性能高分子材料と機能性高分子材料などについて解説するとともに、これらに関連する科学的な課題を論じる。

【評価方法】定期試験および平常点を総合して評価する。

【最終目標】高分子材料についての基礎知識の習得と科学的理解力の涵養。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
高分子とは何か	1	高分子の定義、分類、特性、分子構造について概説し、高分子の概念がどのように生まれ、現在の高分子化学・工業に育ってきたかを述べる。
高分子の分子キャラクタリゼーション	3	高分子の分子量（分子量分布と平均分子量）とその測定法、および高分子の化学構造（立体構造、幾何構造、末端構造など）と分子形態を論じる。
高分子の合成	4	高分子合成には大別して連鎖重合と逐次重合があり、前者の例としてラジカル重合、イオン重合、配位重合について、後者の例として重縮合、重付加について解説する。共重合、リビング重合、特殊構造ポリマーの合成などについても言及する。
高分子物質の構造と性質	4	高分子物質の基本的な状態（溶液、液体、結晶性固体、無定形固体、液晶、ゲルなど）について説明し、それぞれの状態にある高分子物質の分子形態、分子集合構造、および物理化学的・力学的性質を論じる。高分子ブレンドや共重合体など多成分高分子物質の構造と性質についても言及する。
高分子材料の種類、特性、用途	2	種々の汎用高分子材料および高性能高分子材料や機能性高分子材料の構造と特性・用途について解説する。有機・無機複合材料についても言及する。
学習到達度の確認	1	上記の各学習内容の総まとめ

【教科書】特になし（配布資料と板書で講義を行う）

【参考書】【参考書】蒲池幹治著「(改訂)高分子化学入門」(NTS、2006)

松下裕秀編著「高分子の構造と物性」(講談社、2013)

【予備知識】高校ないし大学初級レベルの化学の知識を必要とする。

【授業 URL】

【その他】

固体電子論

Electron Theory of Solids

【科目コード】51210 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・2時限 【講義室】物312

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】黒川

【講義概要】固体の電子論とその応用について講義する。まずはじめに、エネルギーバンドの概念、バンド理論の基礎を復習する。次にバンド構造を考えることで、金属、半導体など固体の電子的な性質が説明できることを述べる。続いて、半導体の物性をバンドの知識を踏まえて理解する。p-n接合など実際の電子デバイスにおいて重要な構造の特性についても述べる。最後に、固体の周期的なポテンシャルが途切れた表面・界面での電子状態や欠陥の電子状態がどのようなものになるか説明する。

【評価方法】出席，期末のテスト

【最終目標】固体中の電子を論じる際に重要ないくつかの概念（授業計画の項を参照）を理解する。金属および半導体の電子物性のおおよそを理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
エネルギーバンド	4	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	4	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，キャリアの拡散，トランジスタの動作原理。
表面・界面・欠陥の電子状態	3	結晶表面の原子配列の記法，表面のバンド構造，仕事関数，表面電子状態
最近のトピックス	1	講義で学んだ内容に関連する最近の研究・技術の紹介。講義全体の復習と学習到達度の確認

【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）

志賀正幸：材料科学者のための固体電子論入門（内田老鶴園）

【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。

【授業 URL】

【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。

固体物性学

Physics of Solids

【科目コード】50710 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】火曜・2時限 【講義室】桂・講義室2

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】木村健二

【講義概要】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。

【評価方法】定期試験およびレポートによる

【最終目標】固体物理学の基礎を理解する

【講義計画】

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	3~4	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	3~4	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。
結晶の熱的性質	2	前項で学んだ格子振動をもとに、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ジュロン-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	3~4	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。
学習到達度の確認	1	演習を行い添削と解答の説明を通して、学習の到達度を確認する。

【教科書】なし。

【参考書】 Kittel 固体物理学入門

【予備知識】量子物理学1を学んでいることが望ましい。

【授業 URL】

【その他】

固体物性論

Condensed Matter Physics

【科目コード】51470 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・3時限 【講義室】物216

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】中村裕之・田畑吉計

【講義概要】固体電子論の応用として、物質の光学的性質、磁性および超伝導について基礎的事項を講義する。その理解に必要な電磁気学や量子力学の復習を必要に応じて行う。

【評価方法】期末試験で判断する。出席状況その他を勘案する場合がある。

【最終目標】固体電子論の応用として、物質の光学的性質、磁氣的性質および超伝導について基礎的事項の理解。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
電磁気学の復習	3	マクスウェルの方程式と電磁波、ベクトルポテンシャル、電磁場中の荷電粒子のハミルトニアン、等
光物性	3	誘電率と光学定数、固体中の電磁波、ローレンツモデル、ドルーデモデル、バンド構造と光学応答、クラマース・クロニヒの関係、等
磁性	5	磁気モーメント、原子の磁性、1イオンの磁性、常磁性・強磁性・反強磁性、分子場モデル、金属の磁性、磁気異方性、磁化過程、等
超伝導	3	マイスナー効果、第1種・第2種超伝導、ロンドン方程式、磁束の量子化、超伝導の起源、ジョセフソン効果、SQUID、等
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認

【教科書】なし

【参考書】キッテル「固体物理学入門」(丸善)

磁氣的性質に関しては、志賀正幸「材料学シリーズ・磁性入門」(内田老鶴園)

【予備知識】物理工学科開講の固体物理学および固体電子論の履修を前提とする。

【授業 URL】

【その他】

固体物理学

Solid State Physics

【科目コード】50120 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】木曜・1時限 【講義室】物315

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】中村

【講義概要】固体の物理的性質を原子・電子レベルのミクロな観点から理解するために必要な基礎的な概念を取り扱う。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。その理解のために必要な統計力学・量子力学の初歩についても述べる。

【評価方法】期末試験で判断する。出席状況その他を勘案する場合がある。

【最終目標】固体の原子論・電子論の入り口を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
結晶と格子，結晶による回折，結晶の結合エネルギー	2	格子と結晶構造，ミラー指数，ブラッグの法則，消滅則と構造因子，原子間の斥力・引力，結合の種類
格子振動	2	弾性体中の音波，分散関係，ブリルアン・ゾーン，音響モードと光学モード，フォノン
統計力学入門，固体の比熱	3	統計力学入門，ボルツマン分布，エントロピー，状態和と自由エネルギー，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
量子力学入門	3	量子論入門，シュレディンガー方程式とその解法，自由電子・調和振動子・水素原子，物理量と演算子
自由電子論と金属の比熱・伝導現象	3	状態密度，フェルミ・ディラック分布，電子比熱，金属の電気抵抗，ホール効果，金属の熱伝導
周期ポテンシャル中の電子	1	周期ポテンシャルの影響，エネルギーバンド，金属・半導体・絶縁体
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認

【教科書】志賀正幸：材料科学者のための固体物理学入門（内田老鶴圃）

（注：第2版（2013.4.15発行）以降を購入すること。第1版とは内容が異なるため。）

【参考書】キッテル：固体物理学入門（上）（丸善）

【予備知識】物理工学科開講の熱力学1，物質科学基礎の履修を前提とする。

【授業URL】

【その他】教科書に沿って講義を行うため，教科書は必須，

固体力学

Mechanics of Solids

【科目コード】50510 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・1時限 【講義室】物213

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】琵琶

【講義概要】材料力学では構造設計上重要な各種部材の近似的応力・変形解析手法を扱うのに対して、本講義ではより一般的な物理法則に根ざした固体の力学的挙動の解析法を講述する。すなわち、三次元空間における応力・ひずみの厳密な表現、平衡方程式、構成式など固体力学の基礎事項やその熱力学的取り扱いに加えて、弾性体に生じる静的変形の理論解析法について述べる。

【評価方法】定期試験により評価する（課題レポート点を加味することがある）。

【最終目標】変形する固体に生じる応力、ひずみの三次元的、厳密な数学的表現に習熟し、弾性体をはじめとする各種の固体材料・構造の変形・応力の解析法の基礎を身につけることを目標とする。また、本講義で扱う厳密な取り扱いの観点から、材料力学で扱った近似的解析法の意義を再確認することも重要な観点である。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
ベクトルとテンソルの基礎	1	ベクトルとテンソルの成分、基底ベクトル、Kronecker のデルタ、交代記号、総和規約
応力	2	応力の概念、Cauchy の関係式、異なる基底に対する応力成分の変換、応力の平衡方程式、応力の対称性、主応力と応力の不変量
ひずみ	2	変形の数学的表現、Green-Lagrange ひずみと微小ひずみ、異なる基底に対するひずみ成分の変換、主ひずみ
弾性体の熱力学	1	弾性体の熱力学、熱弾性、Hooke の法則
弾性論の基礎式	2	Navier の式、平面応力と平面ひずみ、ひずみの適合条件
弾性変形の理論解析	3	Airy の応力関数、重調和方程式、極座標系における応力関数、二次元弾性問題の解析、円孔の応力集中係数
エネルギー原理	2	仮想仕事の原理、仮想補足仕事の原理、最小ポテンシャルエネルギーの原理
弾性論の応用	2	複合材料の異方性弾性特性、積層板の面内弾性特性

【教科書】特に指定しない。板書中心の講義を行う。

【参考書】国尾 武「固体力学の基礎」(培風館)、
小林繁夫・近藤恭平「弾性力学」(培風館)、
井上達雄「弾性力学の基礎」(日刊工業新聞社)など。

【予備知識】材料力学1および材料力学2を履修していること、また微積分学、線形代数、ベクトル解析の基礎を理解していることが望ましい。

【授業 URL】

【その他】上記の講義順序と時間配分（重点の置き方）は、当該年度の進行状況により変更する可能性がある。

材料科学基礎 1

Fundamentals of Materials Science I

【科目コード】51350 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・1時限 【講義室】物314

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】岸田，野瀬

【講義概要】金属結晶を中心に，まず原子間相互作用から固体の構造を理解し，その知見を基礎として，結晶欠陥の基本的性質と，それに支配される結晶性固体材料の性質，特に拡散と力学的強度について学ぶ。

【評価方法】原則として定期試験で評価するが，レポートの結果などを加味することがある。

【最終目標】結晶および格子欠陥の基礎事項に加え，拡散および力学的性質を理解するための考え方の基礎を習得することを目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
固体の構造	1	結晶学の基礎（ブラベー格子，ミラー指数など）
固体中の欠陥	2	結晶中の種々の欠陥と材料特性，点欠陥の統計熱力学
固体内の拡散	4	拡散の現象論（フィックの法則），拡散の微視的理解，材料における拡散
固体材料の変形	2	弾性・塑性変形，すべり変形，すべり系（すべり面とすべり方向），シュミット因子，すべりと転位，バーガース・ベクトルの決定
純金属単結晶の塑性変形	2	ステレオ投影図，単結晶の塑性変形（引張り軸の移動），応力 - 歪曲線，BCC と FCC 単結晶でのすべり変形の違い
多結晶材料の塑性変形	2	すべりと結晶粒界，多結晶体の変形に必要なすべり系，ホール - ペッチの関係，リュウダース変形
双晶変形とクリープ	1	双晶変形，クリープ変形
学習到達度の確認	1	演習などによる学習到達度の確認

【教科書】講義中に配布する資料を使用。

【参考書】P. シュウモン：「固体内の拡散」（コロナ社）

幸田成康：金属物理学序論（コロナ社）

松原英一郎 [ほか] 共著：金属材料組織学（朝倉書店）

小岩昌宏，中島英雄：材料における拡散（内田老鶴圃）

材料強度の原子論（日本金属学会）

【予備知識】

【授業 URL】

【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。

材料科学基礎 2

Fundamentals of Materials Science II

【科目コード】51360 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】木曜・2時限

【講義室】総合3号館共通155 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】白井，

【講義概要】金属材料の強度や延展性等の特性は、金属材料のミクロな組織によって支配されている。本講義では、さまざまな合金のミクロ組織と特性を予測するための基本地図である「合金状態図」の理解と基本的な使い方を学習する。

【評価方法】基本的に期末試験の点数で評価するが、受講状況も考慮される。

【最終目標】合金状態図の基礎を理解し、さまざまな合金について、「どのような熱処理を加えればどのようなミクロ組織が得られるか」を、状態図を基に予想することができるようになること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
金属・合金のミクロ構造	1-2	金属・合金の原子配列とミクロ構造について説明する。結晶構造、固溶体、金属間化合物、規則構造、二（多）相共存状態。
平行状態図の基礎	1-2	相、相平衡、相律、自由度、1成分系状態図、2成分系状態図、てこの関係、相変態。
2成分系状態図	5-6	全率固溶型、共晶反応型、包晶反応型、偏晶反応型、共析型、包析型、規則・不規則変態など。
状態図の熱力学的基礎	2-3	自由エネルギー変化と状態図の関係について理解する。
3成分系状態図の基礎	2-3	濃度表示、てこの関係、等温断面図、垂直断面図、全率固溶型、3元共晶型。学習到達度の確認。

【教科書】なし。適宜プリントを配布する。

【参考書】金属材料組織学 朝倉書店 松原英一郎、田中功 他著。

【予備知識】化学熱力学の基礎

【授業 URL】

【その他】当該年度の授業回数などに応じて、順序変更、一部省略、追加がありうる。

材料科学実験および演習 1

Materials Science Laboratory and Exercise 1

【科目コード】50620 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】水曜 3/4 時限・木曜 3/4 時限

【講義室】物 105 (実習) 物 112 (演習) 【単位数】3 【履修者制限】無 【講義形態】実習 / 演習 【言語】

【担当教員】全員

【講義概要】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。

【評価方法】出席およびレポート

【最終目標】材料科学研究に必要となる基礎的な実験手法や解析手法を身につけること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
状態図と凝固・熱力学	6	(1) 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。 (2) 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。
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、また通電電気量と電極に生成した物質の量との関係を学ぶ。
材料物性	6	(1) 金属および半導体の電気抵抗およびホール係数測定からこれら材料の電気的物性を理解し、電気伝導機構に対する理解を深める。 (2) 真空蒸着法によって種々の金属薄膜を作製し、真空蒸着法の影響や薄膜の電気的性質を理解する。
演習	6	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ことを目的とする

【教科書】テキストを配布する。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【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

Materials Science Laboratory and Exercise 2

【科目コード】50630 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜 3/4 時限・木曜 3/4 時限

【講義室】物 105 (実習) 物 112 (演習) 【単位数】3 【履修者制限】無 【講義形態】実習 / 演習 【言語】

【担当教員】全員

【講義概要】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。

【評価方法】出席およびレポート

【最終目標】材料科学研究に必要となる基礎的な実験手法や解析手法を身につけること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
材料の変形と結晶の配向の決定	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。 (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。 (3) X線回折による結晶方位の解析方法を習得する
拡散と相変態	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。 (3) 固液拡散反応および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。
分光・回折	6	(1) 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。 (2) 未知試料の元素分析、粉末X線回折実験や熱励起状態の理解のための原子吸光実験を行う。
演習	6	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ことを目的とする

【教科書】テキストを配布する。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【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。

材料基礎学 1

Fundamentals of Materials 1

【科目コード】50080 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・1時限 【講義室】物315

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】富田

【講義概要】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。

【評価方法】試験及び授業時に提出するレポートにて評価する

【最終目標】材料のマクロな性質と材料のミクロ構造との関連の理解、平衡状態図の理解、機械材料として重要な鉄鋼材料の理解を主要な学習目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
物質の結合と構造	3	物質の結合、結晶構造、結晶における欠陥、高分子の構造と性質
結晶の塑性変形と破壊	3	すべり変形、他の変形様式、破壊
平衡状態図	2	相律、二元系状態図のおもな形式と顕微鏡組織、状態図の例、三元系状態図
凝固と相変態、析出	2	凝固、結晶内原子の拡散、過飽和固溶体からの析出、相変態
加工と再結晶	1～2	冷間および熱間加工と組織、回復と再結晶
鉄鋼材料	2～3	鉄鋼製造法の概略、不純物・偏析・非金属介在物および結晶粒度、鉄鋼の熱処理の基礎
学習到達度の確認	1	毎授業ごとのレポートに加え、学習到達度の確認試験を行う

【教科書】日本材料学会編：改訂機械材料学 授業開始までに、百万遍にある日本材料学会事務所（<http://www.jsms.jp/index.html> より「学会への交通アクセス」参照）にて購入をしておくこと。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【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。

材料基礎学 1

Fundamentals of Materials 1

【科目コード】50082 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・1時限 【講義室】物理系校舎 312

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】高木

【講義概要】材料を選択・利用する上で重要な性質，およびそれらの性質を理解するための基礎的事項を金属を中心に講述する．

【評価方法】定期試験の成績で評価する．授業中に課したレポートの成績を加味することがある．

【最終目標】この先，材料科学を学んでいくために必要な基礎知識を得ること，実験や設計において適切な材料を検討できるようになることを目標とする．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
物質の構造	2	物質の基本である原子の大きさや電子配置，原子どうしの結合の種類，固体における原子の並び方，密度や熱膨張などについて説明する．
材料の製造	3	酸化物の還元や融液の凝固，2種類の元素で構成される材料の相平衡など，材料の製造に関連する事項について説明する．
機械的性質	3	弾性変形や塑性変形，降伏，破壊，クリープなど，荷重を支えるために用いられる構造材料に関連する性質について説明する．
性質の変化	2	元素の添加，高温での保持，急速な冷却など，材料の機械的性質が変化する要因やその理由について説明する．
材料の機能	3	熱や電気の伝導，比熱，光の透過など，材料の主要な機能的性質について説明する．
資源とリサイクル	1	元素の存在量や埋蔵量，材料のリサイクルなど，持続発展型社会に関連する事項について述べる．
学習到達度の確認	1	KULASIS 上に試験問題に関する解説や講評を掲載する。

【教科書】講義プリントを配布する．

【参考書】特に指定しないが，関連する一般的な教科書を授業中に紹介する．

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】

材料基礎学 2

Fundamentals of Materials 2

【科目コード】51540 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】水・2時限 【講義室】物 212 【単位数】2

【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】奥村

【講義概要】各講義はテキストとして用いるカリスター（W.D.Callister）著「材料科学と工学：基礎編（Materials Science And Engineering: An Introduction）」(John Wiley and Sons Inc)の内容に準拠して板書を主体に講述する。各講義の都度、または隔週程度で、テキスト章末の例題から重要な課題を選択し、講義後の復習のためレポート課題として提出させる。ただし課題となる例題は別途資料として配付する。

【評価方法】期末に行う筆記試験の結果を基礎に、レポート課題の達成度、出席状況を加味して総合的に評価する。

【最終目標】固体の構造、拡散、状態図、熱力学、相変態、熱処理、材料の電気的、磁氣的性質など、材料科学の分野において基礎となる事項の習得を目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
固体の構造	3	<ul style="list-style-type: none"> ・原子間力と結晶結合 ・結晶構造、原子半径と原子体積，相安定性 ・合金の構造（幾何学構造，原子配置）と性質
格子欠陥と拡散現象	2	<ul style="list-style-type: none"> ・点欠陥と原子空孔 ・転位 ・界面欠陥と結晶粒界 ・拡散の現象論：Fickの第一法則と第二法則 ・拡散の微視的描像：原子の拡散過程 ・材料における拡散
状態図と微細組織	2	<ul style="list-style-type: none"> ・種々の2元系平衡状態図 ・ギブスの相律 ・てこの原理
金属の熱処理と相変態	2	<ul style="list-style-type: none"> ・核生成と成長 ・反応速度論 ・合金の熱処理と組織制御
セラミックの基礎	1	<ul style="list-style-type: none"> ・セラミック材料の構造と特性
ポリマーの基礎	1	<ul style="list-style-type: none"> ・ポリマー分子構造と性質
材料の物理的性質	3	<ul style="list-style-type: none"> ・電気的性質 ・熱的性質 ・磁氣的性質 ・光学的性質
総合的復習とまとめ	1	<ul style="list-style-type: none"> ・学習到達度の総合的確認 ・材料科学まとめ

【教科書】W. D. Callister 「Materials Science And Engineering: An Introduction」(John Wiley and Sons Inc)

【参考書】D. R. Askeland and P. P. Phule 「The Science and engineering of materials」(Thomson learning),

R. A. スワリン「固体の熱力学」(コロナ社)

P. G. シュウモン「固体内の拡散」(コロナ社)

坂田亮「物性科学」(培風館)

【予備知識】材料基礎学 1, 熱力学 1, 熱力学 2

【授業 URL】

【その他】

材料強度学

【科目コード】51610 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・2時限 【講義室】桂・講義室2

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】澄川

【講義概要】材料強度学の基礎知識について，2冊のテキストに沿って上記のテーマについての講義を行う．テキストの内容をプロジェクターや板書を行いながら説明し，基礎的な知識についての理解を深めてゆく．

【評価方法】平常点及び期末試験の成績で評価する．

【最終目標】機械工学が関与するあらゆる分野で必要とされる材料強度学の基礎知識を系統的に習得することを目標とする．材料の機械的性質，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．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
破損と破壊の力学	2	応力，ひずみ，応力とひずみの関係，ひずみエネルギー，破損の法則，最大主応力説，最大せん断応力説，最大主ひずみ説，全ひずみエネルギー説，せん断ひずみエネルギー説，塑性拘束，線形破壊力学，き裂先端降伏域と小規模降伏，弾塑性破壊力学とJ積分
強度の基本的特性	2	引張試験，変形の機構，種々の因子の影響，破壊の形態，延性破壊，ぜい性破壊，強度・破壊に影響を及ぼす諸因子，多軸応力下の強度，破壊じん性，衝撃強度
疲労	3	疲労破壊の巨視的様相，疲労破壊の微視的様相，S-N線図，疲労限度，疲労強度に及ぼす諸因子の影響，寸法効果，切欠効果，平均応力・残留応力の影響，表面状態の影響，低サイクル疲労，変動応力下の疲労，疲労き裂進展特性，き裂進展下限界特性，き裂進展寿命，き裂開閉口現象，変動応力下のき裂進展，疲労機構
高温強度	1～2	クリープ変形，クリープ破壊，高温疲労寿命，高温高サイクル疲労，高温低サイクル疲労，耐熱用新材料
高分子と複合材料	1～2	高分子，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	1～2	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，改訂材料強度学 生協では無く，日本材料学会本部で購入のこと．

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】(社)日本材料学会本部への地図は，学会HP (<http://www.jsms.jp/>) を参照のこと．

材料強度物性

Physics of Strength of Materials

【科目コード】50700 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・1時限 【講義室】物216

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】乾

【講義概要】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。

【評価方法】原則として定期試験で評価するが、出席・レポートの結果を加味することがある。

【最終目標】転位論に基づいた結晶の変形の基礎事項に加え、材料強度の理解へ応用するための方法や考え方を習得することを目標とする。

【講義計画】

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	3	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	1	・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	7	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	1	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	1	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。

【教科書】

【参考書】角野浩二（編）：結晶の塑性（丸善）；
日本金属学会：材料強度の原子論（日本金属学会）

【予備知識】結晶物性学を前提として講義する。

【授業 URL】

【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。

材料組織学 1

Fundamentals of Microstructure of Materials 1

【科目コード】51670 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・1時限 【講義室】物314

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】辻 伸泰, 安田秀幸

【講義概要】金属材料は、ミクロ・ナノ組織の制御を通じて、その特性を幅広く変化させることができる。材料組織の形成を考える上で最も基本となる平衡状態図を読み取れるようになる事を目標に、合金熱力学の基礎と状態図の原理を講義する。

【評価方法】試験結果を基本とし、講義出席、講義中の演習問題、各回の宿題も加味して総合的に評価・判定する。

【最終目標】合金の熱力学の基礎から、状態図がどのように作成されるかを理解できるようになること。典型的な二元系状態図を理解し、それに伴う組織形成を予測できるようになること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
講義の外観	1	本講義全体を通じての目的を明確にするとともに、学習内容の全景を俯瞰する。
熱力学の基礎と平衡の概念	1	ギブスの自由エネルギー、エンタルピー、エントロピーを講義し、平衡の概念を講述する。
一成分系の熱力学	1	純金属に代表される、一成分系の熱力学の基礎と、相変態を講述する
二成分系の熱力学	3	二成分系に関し、混合の自由エネルギーの概念を導入し、理想溶体の熱力学を示す。混合のエントロピーの概念を導入し、活量について示した上で、正則溶体および現実溶体の熱力学を講述する。さらに、二成分系における二相の平衡を講義する。
二元系平衡状態図	4	これまでに示した概念を元に、二成分系（二元系）の状態図がどのように形成されるかを講述し、典型的な形状の二元系状態図をそれぞれ説明する。また、スピノーダル分解の熱力学を講義する。
界面の効果	2	平衡状態におよぼす界面の効果を、界面の構造の分類とともに講述する
三元系状態図	1	三元系状態図の基礎を講義する。
速度論	1	組織形成に関する速度論（kinetics）を講述する。
学習到達度の確認	1	本講義の内容に関する到達度を確認する。

【教科書】松原英一郎ら：金属材料組織学（朝倉書店）

配布資料

【参考書】W.D. キャリスター：材料の科学と工学 1・2 巻（培風館）

D.A.Porter and K.E.Easterling: Phase Transformations in Metals and Alloys

【予備知識】材料科学基礎 1・2（2回生後期）を履修し、熱力学と結晶学、材料組織学の導入部を理解していることが望ましい。

【授業 URL】<http://www.tsujilab.mtl.kyoto-u.ac.jp/01TsujiLab/Education/MicrostructuresOfMaterials1/>

【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。

材料組織学 2

Fundamentals of Microstructure of Materials 2

【科目コード】51680 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】月曜・1時限 【講義室】物314

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】安田 秀幸

【講義概要】熱力学（状態図を含む）、速度論を基礎に、凝固・結晶成長過程における組織形成を取り上げて、

金属材料の組織形成を講述する。

材料組織の形成には相平衡や拡散などの物質輸送が寄与しており、熱力学と速度論から種々の金属材料の組織形成を考え、材料組織の体系的な理解を目指す。

【評価方法】出席状況、定期試験

【最終目標】熱力学、速度論の知識と材料組織の形成機構を体系的に結びつけて理解し、多様な材料組織を理解するための基礎を築く。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
基礎的概念	2	組織形成の理解に必要な相平衡（平衡状態図を含む）、速度論などを概説する。
核生成	1	古典的核生成論など核生成の基礎を理解する。
界面形態	1	原子・分子スケールの界面形成とマクロな界面形態の関係を理解する。
成長界面の特徴	2-3	界面における相平衡、溶質の分配から多様な組織形成に寄与する界面形状の安定性について学習する。
デンドライト成長	1-2	組織形成する過程におけるデンドライト成長を理解する。
共晶凝固	1	共晶凝固の特徴を理解し、組織形成の選択の概念を理解する。
非平衡凝固	1	急冷凝固などで生成する準安定相、非平衡相の形成機構を理解する。
状態図と組織、相・組織の選択	3	共晶系、包晶系合金などの組織形成、偏析（組成の不均一）を理解する。 // 熱力学を基礎に準安定・非平衡状態の組織形成、さらに相・組織選択の概念を理解する。
学習到達度の確認	1	講義内容について学習の到達度を確認する

【教科書】松原英一郎他：金属材料組織学（朝倉書店）

【参考書】

【予備知識】材料科学基礎1および材料科学基礎2の履修を前提とする。

材料組織学1を履修していることが望ましい。

【授業URL】

【その他】当該年度の授業回数、進捗状況などに応じて一部省略、追加がありうる。

材料電気化学

Electrochemistry for Materials Processing

【科目コード】51020 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・1時限 【講義室】物216

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】粟倉

【講義概要】金属の電解精製・採取、腐食・防食および機能めっき等の湿式材料プロセッシングの基礎となる電解質水溶液の化学と電極反応論についてわかりやすく講述する。

【評価方法】(1)出席、(2)レポート課題、(3)定期試験の成績の3つによって総合的に判断する。評価全体に対し、(3)の占める割合はおおよそ70%とする。出席は毎回とる。定期試験の成績下位の者を救済するための追試験は一切行わない。

【最終目標】この科目では主として水溶液化学および電気化学的側面から材料科学・材料工学を学ぶ上で必要最小限の専門用語、述語、および物理化学概念を習得し、2年後期以降の科目を履修するための基礎を築く。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
電解質水溶液の化学	4	酸塩基反応と酸化還元反応の平衡の取り扱いについて説明し、両者の違いとその特徴について理解を深める。
電極電位の導入	3	電荷担体の交代する異相界面としての電極について説明し、電気化学の中心概念をなす電極電位とNernst式についての理解を深める。
電極反応論	3	電気化学反応装置、電池、腐食の基礎となる単一界面の電極反応速度式の説明を通して、その物理化学的側面についての理解を深める。
分極曲線	2	単一の電極界面の電流電位曲線、すなわち分極曲線を説明し、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と共に、拡散限界電流についても講述する。
イオンの移動	2	電解質水溶液中のイオンの移動の基礎を講述し、拡散電位や液間電位についての理解を深める。また、電極電位測定と液間電位差の関係についても説明する。
学習到達度の確認	1	上記の各学習内容の総まとめ。

【教科書】最初の講義で配付するテキストを使用する。

【参考書】

【予備知識】材料熱力学2（宇田准教授、2回生担当）を受講しておくことが望ましい。

【授業URL】

【その他】

材料統計物理学

Statistical Physics of Materials

【科目コード】51340 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・2時限 【講義室】物312 【単位数】2 【履修者制限】無

【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】市坪

【講義概要】物理や化学の様々な現象に深い関わりをもつ熱・統計力学の基本的な考え方を説明し、物質科学において果たす役割、適用例について述べる。具体的には、なるべく公式を覚えなくても論理的な熱力学関係式の導出を行い、次いで、統計熱力学と熱力学との関連性を理解し、ミクロカノニカル法とカノニカル法の習得を重点的に目指す。

【評価方法】基本的に試験（中間試験と期末試験）の点数で評価するが、出席や講義中に随時課すレポートなども考慮する。

【最終目標】熱力学の初歩（熱力学関数の導出）から統計熱力学の基礎（分配関数の計算や自由エネルギー）を学び、物質における統計物理学的な諸問題が解けるようになることが目標である。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
熱力学第一法則	1	熱平衡と温度，完全微分性と状態量，状態方程式等，熱力学で扱う対象の特徴について説明する。また，熱と仕事，エネルギー保存則としての熱力学第一法則について述べる。
熱力学第二法則・不可逆過程	1	可逆機関カルノーサイクルからエントロピーという熱力学量を導く。また，熱力学第二法則の意味，エントロピー，熱力学的絶対温度について述べる。また，エントロピー増大の原理，自然界の方向性について述べる。
熱力学的諸関数	3	ルジャンドル変換を通じて種々の熱力学関数を導入し，それらの諸関係，適用例について述べる。PV項のみならず，一般の外場変数（外部磁場や外部応力場など）を導入し，普遍的な熱力学関数を習得する。自由エネルギーが何故「自由」と称されるのかを理解する。
相平衡・相転移	1	各種拘束条件における熱力学的な相平衡条件の導出や相転移の現象論を述べ，一次転移，二次転移の相違を理解する。外場による転移温度変化を表現するクラウジウスクラペイロンの式の理解なども行う。
統計力学の概念	2	調和振動モデルを用いて，ラグランジュアンとハミルトニアンの関係性や状態数が統計熱力学において重要であることを概説する。そして，ボルツマンの式の意味を説明し，エントロピーが微視的状态数で決まることを学ぶ。また，微視的な状態から熱力学量であるエネルギーおよびエントロピーが導出され，温度が逆に定義されることを理解する。
古典統計力学の基礎	5	熱力学と統計力学の関係，熱力学的な出現確率，アンサンブル（集合）等，統計力学の考え方について述べる。主に，ミクロカノニカル分布（小正準集合），カノニカル分布（正準集合），グランドカノニカル分布（大正準集合）について述べ，それらの相互関係性について重点的に学習し，また従来の熱力学との関連を，多くの例題を扱いながら説明する。1. まずは，カノニカルアンサンブルを熱力学的縮退数を考慮しながら考察し，平衡分布であるカノニカル分布を導き，熱力学で得られる基本式との一致をみる。2. カノニカルアンサンブルの最尤値がミクロカノニカルアンサンブルの解と一致することを学ぶ。3. カノニカル法における状態和（分配関数）の計算と，ミクロカノニカル法における場合の数の計算の使い分けなどを学ぶ。4. ミクロ・カノニカル法の延長として，グランドカノニカルアンサンブルを考察する。これらのモデル計算として，相互作用のない系（理想気体，相互作用のない常磁性モデル，二準位系モデル，一次元振動子モデルなど）を主にカノニカル法による状態和計算によって行い，相互作用の強い系（強磁性イジングモデルや合金の正則溶体モデルなど）を主に平均場近似を用いたミクロカノニカル法により取り扱う。また，相互作用が強い系で適用される平均場近似としてランダウ理論を簡単に説明する。
量子統計力学	1	量子統計の考え方を説明した後，フェルミ統計とボース統計を導き，フォノンやフォトンなどにおける適用例を紹介する。
学習到達度の確認	1	演習問題などを解くことによって，熱力学関係式などの導出，統計物理学における各種分布関数の導出などを復習し，学習到達度の確認を行う。

【教科書】配布プリント

【参考書】砂川重信：熱・統計力学の考え方（岩波書店）

長岡洋介：岩波基礎物理シリーズ・統計力学（岩波書店）

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】

材料熱力学 1

Thermodynamics of Materials 1

【科目コード】51630 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・3時限 【講義室】物216

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】杉村博之

【講義概要】材料科学の基礎となる熱力学の諸法則を説明するとともに、理想気体の状態変化、相変化、自由エネルギー、平衡と相律、相図などの基礎的事項について講述する。

【評価方法】出席・小演習（50%）

期末試験（50%）

【最終目標】材料科学の基礎としての熱力学の基本を学び理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
熱力学の概説	2	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し、さらに、気体の性質および分子運動論について解説する。
熱力学第一法則と第二法則	4	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。さらに、可逆過程と不可逆過程、第二法則、カルノーサイクル、エントロピー、理想気体サイクルの諸項目について解説する。
自由エネルギー	2	自由エネルギー、熱力学的性質の相互関係、化学平衡などについて解説する。
純物質および単純な混合物の熱力学	3	純物質の物理的な変化、混合物の熱力学について解説する。相平衡、ギブズの相律、相図、理想気体の混合などが含まれる。
混合物の熱力学と化学平衡	2	溶液の熱力学、化学ポテンシャル、活量、熱力学の化学平衡への応用について解説する。
学習到達度の確認	1	学習到達度を確認する。

【教科書】熱力学 - 基礎と演習（浅倉書店）

講義の際に参考資料も配布する。

【参考書】アトキンス 物理化学要論，

アトキンス 物理化学 上，

バーロー 物理化学 上

【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。

【授業 URL】

【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．理解を深めるために、随時、ミニ演習を行う。なお、本講義は、材料科学コースの2回生向けに行われる。

材料熱力学 2

Thermodynamics of Materials 2

【科目コード】51640 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・1時限 【講義室】物314

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】宇田

【講義概要】化学ポテンシャルの概念を中心に熱力学の概要を復習し、多成分・多相平衡時に、化学ポテンシャルが満たすべき条件を授業する。各温度での相平衡関係の軌跡として、温度 - 組成の状態図を説明する。授業の後半では、電極とイオンを含む系の熱力学的考え方を紹介する。さらに、三元系の化学ポテンシャル図の一般的な考え方と、電位 -pH 図での応用例を紹介する。

【評価方法】成績は、テストの結果を重視する。

【最終目標】相平衡を化学ポテンシャルを用いて思考できるようになること。温度 - 組成の状態図とギブズエネルギー曲線の関係を理解すること。ラウール基準、ヘンリー基準の標準状態に習熟すること。電位 -pH 図などの化学ポテンシャル図の考え方に習熟すること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
熱力学の基礎	4	内部エネルギー、エンタルピー、比熱 エントロピーと第2法則 自由エネルギーと変化の方向性
化学ポテンシャル	3	示量変数、示強変数、特に、化学ポテンシャル 組成 -dG 図と化学ポテンシャル ギブズの相律、相平衡 理想溶体、ヘンリー基準、ラウール基準、標準状態と活量 溶体モデルの相平衡
状態図	1	状態図とギブズエネルギー曲線の関係 二元系における種々の不変反応 実在系の状態図
電極とイオンの平衡論	2	電極電位、起電力 イオンの標準状態、標準水素電極
化学ポテンシャル図 (電位 -pH 図)	3	3元系の化学ポテンシャル図 電位 -pH 図

【教科書】なし

【参考書】材料組織学 朝倉書店 杉本孝一 他 著

金属物理化学 日本金属学会 栗倉泰弘 他 著

Introduction to the Thermodynamics of Materials : D.R.Gaskell, (ISBN-13: 978-1591690436)

【予備知識】2回生前期の熱力学1の履修が望ましい。

【授業 URL】

【その他】

材料物理化学

Physical Chemistry of Materials

【科目コード】50360 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・2時限 【講義室】物213

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】(原)森山・高木・佐々木

【講義概要】核エネルギー材料の物理化学的項目として、燃料の製造や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。

【評価方法】定期試験の成績で評価する。

【最終目標】熱力学や反応速度、物質移動などの物理化学の側面から原子炉や核融合炉を理解することを学習目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
核エネルギー材料概論	1	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	2	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	4	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	放射線損傷，酸化腐食，応力腐食割れが原子炉の健全性に及ぼす影響やこれらの原因と対策について説明する。
核融合炉燃料・材料	4	核融合炉の燃料である水素同位体の製造，取扱や透過漏洩，中性子負荷の大きい構造材料の照射損傷について説明する。
学習到達度の確認	1	KULASIS 上に試験問題に関する解説や講評を掲載する。

【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。

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】必要に応じて演習を行う。

材料物理化学

Physical Chemistry of Materials

【科目コード】50361 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・2時限 【講義室】物314

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】平藤

【講義概要】材料・素材プロセッシングに関する物理化学として、素材製造、リサイクル、腐食・防食などの基礎となる熱力学、溶液化学、電気化学について講述する。

【評価方法】定期試験の得点を基本とする。授業で課すクイズ・レポートを加味する場合がある。

【最終目標】1. イオンの生成自由エネルギーを用いて水溶液反応（酸塩基反応，酸化還元反応）を熱力学的に予測できる。

2. $\log a - \text{pH}$ 図，電位 - pH 図が描ける。

3. $\log a - \text{pH}$ 図，電位 - pH 図が読める。

4. 簡単な反応の速度式を微分形，積分形で表すことができ，実験結果から反応速度定数を求めることができる。

5. 反応速度の温度依存性に関して，アレニウスプロットにより活性化エネルギーを求めることができる。

6. パトラー・フォルマー式を用いて電極反応速度を考察できる。

7. 腐食を平衡論的に考察できる（電位 - pH 図）。

8. 腐食を速度論的に考察できる（E v a n s 図，混成電位モデル）。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
化学熱力学の基礎	2	以下の講義の基礎として，ギブズエネルギー，化学ポテンシャル，活量など基本的事項を確認する。
水溶液反応の平衡論	6	水溶液を用いる材料プロセスおよび腐食・防食の基本となる，酸 - 塩基反応，酸化還元反応，平衡電気化学について講述する。
反応速度の基礎	3	水溶液を用いる材料プロセスおよび腐食・防食の基本となる，化学反応速度，動的電気化学，固体表面の過程について講述する。
腐食	3	金属腐食の平衡論および速度論について講述する。
フィードバック授業	1	PandA により、本講義の内容に関する到達度をさらに高める。

【教科書】

【参考書】アトキンス物理化学（東京化学同人）

【予備知識】エネルギー・材料熱化学 1 の履修が望ましい。

【授業 URL】学習支援サービス (PandA) を利用する。

【その他】必要に応じて、演習および PandA を利用する課題探求型授業を行う。当該年度の授業の進行状況により一部省略，追加がありうる。

材料プロセス工学

Fundamentals of Materials Processing

【科目コード】51220 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・1時限 【講義室】物101

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】酒井明・杉村博之

【講義概要】半導体集積回路，液晶ディスプレイなどの電子素子や、マイクロマシンなどの微小機械要素、DNAチップやマイクロ化学システムなどの化学・バイオ素子の製造に必要不可欠な、微細加工技術にかかわる材料プロセスについて講述する。

【評価方法】出席とレポート

【最終目標】材料工学の基礎学問が、実際の電子素子製造プロセスで、どのように生かされているのか理解を深める。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
微細加工プロセスとその応用	2	微細加工プロセスが産業上どのような分野で使われているか、半導体素子、マイクロマシン、バイオチップ等の例を挙げながら平易に解説する。
リソグラフィ技術	2	半導体集積回路パターンをウエハ上に焼き付けるリソグラフィ技術について、その歴史と現状、将来展望について解説する。
基本プロセス技術	6	半導体集積回路製造工程を中心に、その基本材料プロセスについて、その物理・化学的基礎と実際の応用面について解説する。洗浄・熱処理・不純物導入・エッチング・薄膜・平坦化などについて紹介する。
半導体単結晶製造プロセス	2	半導体集積回路製造の基盤材料であるシリコンを中心に、単結晶ウエハ製造のための製造プロセス技術について解説する。結晶成長の基礎についても述べる。
計測・評価	2	微細加工プロセスの各場面において必要とされるさまざまな表面分析手法と、それがどのようにしてプロセス工程に生かされているかについて解説する。
学習到達度の確認	1	学習到達度を確認する。

【教科書】講義プリント配付

【参考書】

【予備知識】材料基礎学、熱力学

【授業 URL】

【その他】

材料分析化学

Analytical Sciences

【科目コード】51200 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・1時限 【講義室】物216

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】河合潤

【講義概要】分光分析化学の基礎となる量子分光化学について講義する。材料分析の様々な分光法を例として取り上げる。

【評価方法】試験により評価を行う。出欠の状況およびレポート提出は成績には関係しない。

【最終目標】分光分析に必要な量子化学，光と電子の相互作用，スピンなどの基礎知識を習得し，機器分析の原理や量子化学計算を理解するための基礎知識を身に付ける。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
1. 量子化条件	1	・ X線のブラッグ回折を Bohr-Sommerferd の量子化条件により導出する。コンプトン散乱を波動論と粒子論の2方法で導出する。
2. 最小作用の原理	2	・ 最小作用の原理と電子の屈折，位相速度，群速度，光子の慣性質量とメスバウワー分光，光子のスピン・ヘリシティ，偏光，ゼーマン効果等について学ぶ。
3. 行列力学	1	・ シュレディンガー方程式・ハイゼンベルクの行列力学，調和振動子の原子スペクトルにおける役割について学ぶ。
4. 摂動論	2	・ 時間に依存しない摂動論を学び，イオン結晶へ応用する。
5. 光学遷移	2	・ 黒体放射とレーザー，光学遷移，時間を含む摂動について学ぶ。アインシュタインの遷移確率の方法で黒体放射スペクトルが導出できることを学ぶ。Tsallisのエントロピーについても簡単に触れる。電気双極子遷移についての基礎式を導出する。
6. 調和振動子	1	・ 調和振動子とWKB近似，電磁場の量子化について学ぶ。
7. 電子分光	1	・ 遷移金属化合物の電子分光，配置換相互作用について学ぶ。
8. 対称性	1	・ 分子の対称性と群論，射影演算子。等核2原子分子について具体的に計算方法を学ぶ。
9. 電子と電磁波の相互作用	2	・ 赤外分光とSmekal-Raman分光について学ぶ。
10. 角運動量とスピン	1	・ 角運動量とスピン。スピン-軌道相互作用の意味，分列幅の計算方法について学ぶ。
11.	1	・ 学習到達度の確認

【教科書】河合潤著：量子分光化学 - 分光分析の基礎を学ぶ - ，アグネ技術センター (2008).

【参考書】合志陽一編著：化学計測学，昭晃堂 (1997).

【予備知識】特に必要ない。

【授業 URL】<http://www.process.mtl.kyoto-u.ac.jp/> の「講義資料」参照。過去問など掲載。

【その他】

材料力学 1

Mechanics of Materials 1

【科目コード】50040 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・1時限

【講義室】物313(北條)・物314(北村) 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義と演習 【言語】

【担当教員】北條(50040), 北村(50041)

【講義概要】材料力学は、機械構造物・要素に対して十分な剛性、強度、安定性を保証し、さらにこれらを経済的に設計するための力学的手法を与える学問であり、2回生の前・後期の1年間に渡り、材料力学1および2としてシリーズで教授する。物体の内外に作用する力と変形とが比例関係にある線形弾性体の基本的な考え方について講述し、3回生以降で学ぶ連続体力学、固体力学、振動工学、機械設計演習等の講義の基礎となる。

【評価方法】成績評価は中間試験、期末試験の成績によって行うが、担当者によって小テスト、レポートを加味することがある。また、講義は演習も重視して行う。

【最終目標】変形する物体を対象として、力の作用下での物体内部での内力と変形の関係について、およびその変形の積分値としての物体全体の変形について学習する。まず、基礎である応力とひずみの概念について学ぶ。次に引張り、圧縮、せん断などの単純応力状態について学ぶ。これらを基礎として、材料力学1のメインテーマであるはりの曲げに関して、内力の分布、断面の幾何学的性質、応力とたわみについて学ぶ。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
材料力学の概念と考え方	1	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。
材料力学概念の工業的重要性	1	社会の最前線で活躍する研究者・技術者を招き、材料力学が機械工学の先端分野でどのように活用されているか、およびその重要性和発展性について学習する。
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を学習する。
ひずみエネルギー	1	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)の曲げによる内力と断面の幾何学的性質	4	はりに荷重、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について学習する。
学習到達度の確認	1	
はりの曲げによる応力とたわみ	4	はりを曲げるときに生じる断面の垂直応力と曲げモーメントの関係、曲げモーメントによるはりのたわみとたわみ角について学習する。
学習到達度の確認	1	

【教科書】柴田・大谷・駒井・井上：材料力学の基礎(培風館)

【参考書】大橋義夫：材料力学(培風館)

平修二：現代材料力学(オーム社)

【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、等の数学や物理学が基礎となる科目である。「力学続論」を併せて履修することが望ましい。

【授業URL】<http://ams.me.kyoto-u.ac.jp/zairiki/zairiki.htm> (北條担当クラスのみ)

【その他】

材料力学 1

Mechanics of Materials 1

【科目コード】50041 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・1時限

【講義室】物313(北條)・物314(北村) 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義と演習 【言語】

【担当教員】北條(50040), 北村(50041)

【講義概要】材料力学は、機械構造物・要素に対して十分な剛性、強度、安定性を保証し、さらにこれらを経済的に設計するための力学的手法を与える学問であり、2回生の前・後期の1年間に渡り、材料力学1および2としてシリーズで教授する。物体の内外に作用する力と変形とが比例関係にある線形弾性体の基本的な考え方について講述し、3回生以降で学ぶ連続体力学、固体力学、振動工学、機械設計演習等の講義の基礎となる。

【評価方法】成績評価は中間試験、期末試験の成績によって行うが、担当者によって小テスト、レポートを加味することがある。また、講義は演習も重視して行う。

【最終目標】変形する物体を対象として、力の作用下での物体内部での内力と変形の関係について、およびその変形の積分値としての物体全体の変形について学習する。まず、基礎である応力とひずみの概念について学ぶ。次に引張り、圧縮、せん断などの単純応力状態について学ぶ。これらを基礎として、材料力学1のメインテーマであるはりの曲げに関して、内力の分布、断面の幾何学的性質、応力とたわみについて学ぶ。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
材料力学の概念と考え方	1	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。
材料力学概念の工業的重要性	1	社会の最前線で活躍する研究者・技術者を招き、材料力学が機械工学の先端分野でどのように活用されているか、およびその重要性和発展性について学習する。
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を学習する。
ひずみエネルギー	1	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)の曲げによる内力と断面の幾何学的性質	4	はりに荷重、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について学習する。
学習到達度の確認	1	
はりの曲げによる応力とたわみ	4	はりを曲げるときに生じる断面の垂直応力と曲げモーメントの関係、曲げモーメントによるはりのたわみとたわみ角について学習する。
学習到達度の確認	1	

【教科書】柴田・大谷・駒井・井上：材料力学の基礎(培風館)

【参考書】大橋義夫：材料力学(培風館)

平修二：現代材料力学(オーム社)

【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、等の数学や物理学が基礎となる科目である。「力学続論」を併せて履修することが望ましい。

【授業URL】<http://ams.me.kyoto-u.ac.jp/zairiki/zairiki.htm> (北條担当クラスのみ)

【その他】

材料力学 1

Mechanics of Materials 1

【科目コード】50042 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・1時限

【講義室】物315(今谷)・物312(星出) 【単位数】2

【履修者制限】有 原則としてエネルギー応用工学コース、原子核工学コースおよび材料科学コースに所属された者

【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】今谷(50042), 星出(50043)

【講義概要】安全・安心が社会的に希求されている現在、我々が身近に接している機械・構造物の破損は安全性を脅かす可能性が高い。機械・構造物の破損を防ぎ、それらの健全性を保証することにより危険性から回避するにあたっては、まず機械・構造物の強度を評価することが不可欠となる。材料力学は、そのような強度評価を行うにあたって基幹となる学問である。

本講義では、まず材料力学の概念と考え方について、さらに単純な負荷状態における応力、ひずみ、ひずみエネルギーなどの材料力学における基本パラメータについて述べるとともに、実部材とも係わりのあるはりの曲げ問題に関する基本的考え方、ならびにその応用として複雑なはりの問題について講述する。

【評価方法】成績評価は原則として期末試験の成績によって行う。ただし、担当者によって小テスト、レポート、出席点などの平常点を加味することがある。

【最終目標】線形弾性材料の変形や応力に関して種々の問題を対象に、材料力学の枠組みの中で個々の問題をどのように捉えるかという、基本的な考え方について修得させることを目標とする。

【講義計画】

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、材料力学の基本的な考え方について学ぶ。
単純応力問題	3	材料に特有な特性(材料定数)、力の作用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、機械設計で重要となる許容応力と安全率の考え方についても言及する。
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、等について学習する。
はり(梁)の曲げ	5	さらに、ポテンシャルエネルギーの変化に基づいて、衝撃力によって生じる内力や変形を導出する考え方についても学ぶ。
複雑なはり	2	はりに横荷重、モーメントが作用するとき生じる内力としてのせん断力と曲げモーメント、応力の評価時に必要となる断面2次モーメントと断面係数、ならびにはりに生じる応力と変形について学習する。
学習到達度の評価	1	不静定はり、弾性床上的はり、連続はり、曲りはりなど、複雑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。
		これまでの学習内容に対する到達度を評価する。

【教科書】柴田・大谷・駒井・井上：材料力学の基礎(培風館)

ISBN: 4-563-03465-7

【参考書】なし

【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、などの基本的な数学や物理学

【授業URL】

【その他】学生番号が奇数である学生は、科目コード50042(担当教員：今谷)を受講すること。

学生番号が偶数である学生は、科目コード50043(担当教員：星出)を受講すること。

材料力学 1

Mechanics of Materials 1

【科目コード】50043 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・1時限

【講義室】物 315 (今谷)・物 312 (星出) 【単位数】2

【履修者制限】有 原則としてエネルギー応用工学コース、原子核工学コースおよび材料科学コースに所属された者

【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】今谷 (50042), 星出 (50043)

【講義概要】安全・安心が社会的に希求されている現在、我々が身近に接している機械・構造物の破損は安全性を脅かす可能性が高い。機械・構造物の破損を防ぎ、それらの健全性を保証することにより危険性から回避するにあたっては、まず機械・構造物の強度を評価することが不可欠となる。材料力学は、そのような強度評価を行うにあたって基幹となる学問である。

本講義では、まず材料力学の概念と考え方について、さらに単純な負荷状態における応力、ひずみ、ひずみエネルギーなどの材料力学における基本パラメータについて述べるとともに、実部材とも係わりのあるはりの曲げ問題に関する基本的考え方、ならびにその応用として複雑なはりの問題について講述する。

【評価方法】成績評価は原則として期末試験の成績によって行う。ただし、担当者によって小テスト、レポート、出席点などの平常点を加味することがある。

【最終目標】線形弾性材料の変形や応力に関して種々の問題を対象に、材料力学の枠組みの中で個々の問題をどのように捉えるかという、基本的な考え方について修得させることを目標とする。

【講義計画】

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、材料力学の基本的な考え方について学ぶ。
単純応力問題	3	材料に特有な特性(材料定数)、力の作用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、機械設計で重要となる許容応力と安全率の考え方についても言及する。
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、等について学習する。
はり(梁)の曲げ	5	さらに、ポテンシャルエネルギーの変化に基づいて、衝撃力によって生じる内力や変形を導出する考え方についても学ぶ。
複雑なはり	2	はりに横荷重、モーメントが作用するとき生じる内力としてのせん断力と曲げモーメント、応力の評価時に必要となる断面2次モーメントと断面係数、ならびにはりに生じる応力と変形について学習する。
学習到達度の評価	1	不静定はり、弾性床上的はり、連続はり、曲りはりなど、複雑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。
		これまでの学習内容に対する到達度を評価する。

【教科書】柴田・大谷・駒井・井上：材料力学の基礎(培風館)

ISBN: 4-563-03465-7

【参考書】なし

【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、などの基本的な数学や物理学

【授業 URL】

【その他】学生番号が奇数である学生は、科目コード 50042(担当教員：今谷)を受講すること。

学生番号が偶数である学生は、科目コード 50043(担当教員：星出)を受講すること。

材料力学 2

Mechanics of Materials 2

【科目コード】50050 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・2時限

【講義室】物 216 (西川)・物 312 (林) 【単位数】2 【履修者制限】 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】西川 (50050), 林 (50051)

【講義概要】材料力学 1 で学んだ単純化された 1 次元的取り扱いから, より複雑な 2, 3 次元問題への拡張を行う上での基礎的な考え方について講述するとともに, 組合せ応力状態を含む各種構造部材の変形・応力解析法について述べる。

【評価方法】成績は原則として試験の成績により評価する (当該年度の状況により, 中間試験を実施する場合もある)。小テスト・レポート点を加味することがある。

【最終目標】材料力学 1 で学んだ基本的な考え方を実際の機械構造物・要素の力学解析・設計に応用するために重要となる考え方や手法について学ぶ。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
はりの曲げ	2	はりの曲げ, カスティリアーノの定理
複雑なはりの問題	3	不静定はり, 連続はり, 曲りはり
弾性論の基礎	4	材料力学と弾性力学, 弾性論の基礎, 応力, 座標変換, 平衡方程式, モールの応力円, ひずみ - 変位関係, 応力 - ひずみ関係式, 2 次元応力状態, 弾性定数間の関係
ねじり	2	丸棒のねじり, コイルばね, 曲げとねじりの組み合わせ
柱の圧縮	1	柱の座屈, 端末条件, 柱の設計
軸対称問題と平板の曲げ	2	円筒, 薄肉円筒, 平板の曲げ
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認

【教科書】柴田・大谷・駒井・井上：材料力学の基礎（培風館）

【参考書】

【予備知識】材料力学 1, および微分積分学, 線形代数学, 質点・剛体の力学等の基礎科目

【授業 URL】

【その他】当該年度の進行状況により, 上記の講義順序や時間配分 (重点の置き方) が変わることがある。

材料力学 2

Mechanics of Materials 2

【科目コード】50051 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・2時限

【講義室】物216(西川)・物312(林) 【単位数】2 【履修者制限】 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】西川(50050), 林(50051)

【講義概要】材料力学1で学んだ単純化された1次元の取り扱いから, より複雑な2, 3次元問題への拡張を行う上での基礎的な考え方について講述するとともに, 組合せ応力状態を含む各種構造部材の変形・応力解析法について述べる。

【評価方法】成績は原則として試験の成績により評価する(当該年度の状況により, 中間試験を実施する場合もある)。小テスト・レポート点を加味することがある。

【最終目標】材料力学1で学んだ基本的な考え方を実際の機械構造物・要素の力学解析・設計に応用するために重要となる考え方や手法について学ぶ。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
はりの曲げ	2	はりの曲げ, カスティリアーノの定理
複雑なはりの問題	3	不静定はり, 連続はり, 曲りはり
弾性論の基礎	4	材料力学と弾性力学, 弾性論の基礎, 応力, 座標変換, 平衡方程式, モールの応力円, ひずみ - 変位関係, 応力 - ひずみ関係式, 2次元応力状態, 弾性定数間の関係
ねじり	2	丸棒のねじり, コイルばね, 曲げとねじりの組み合わせ
柱の圧縮	1	柱の座屈, 端末条件, 柱の設計
軸対称問題と平板の曲げ	2	円筒, 薄肉円筒, 平板の曲げ
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認

【教科書】柴田・大谷・駒井・井上：材料力学の基礎（培風館）

【参考書】

【予備知識】材料力学1, および微分積分学, 線形代数学, 質点・剛体の力学等の基礎科目

【授業 URL】

【その他】当該年度の進行状況により, 上記の講義順序や時間配分(重点の置き方)が変わることがある。

材料力学 2

Mechanics of Materials 2

【科目コード】50052 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・2時限 【講義室】物315

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】木下

【講義概要】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、材料の強度評価について講述する。

【評価方法】成績評価は期末試験とレポートの成績によって行なう。

【最終目標】材料力学1で学んだ基本的な考え方を実際の機械構造物・要素の力学解析・設計に応用するために重要となる考え方や手法について学ぶ。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
ねじり	3	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。
弾性論の基礎	4	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。
軸対称問題と平板の曲げ	4	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。
材料の強度評価	1	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。
学習到達度の確認	1	試験による学習到達度の確認

【教科書】柴田・大谷・駒井・井上：材料力学の基礎（培風館）

【参考書】

【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

【授業 URL】

【その他】

システム工学

Systems Engineering

【科目コード】51280 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・2時限 【講義室】物314

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】榎木・川上

【講義概要】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。

【評価方法】試験もしくはレポートにより学習目標の達成度を評価する。講義の進捗に合わせて、学期中に適宜レポート課題を課し、それも加えて総合的な評価を行う。

【最終目標】複雑・大規模な問題対象の構造や現象の意味に着目して、システムの機能・性能をモデル化するための技法について学習する。また目的を達成するために、関連する構成要素を選択してこれらを組み合わせ、一つの新しいシステムとして合理的に設計し、運用するための手法について学習する。

【講義計画】

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	3	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。なお、最終回には学習到達度を確認する。

【教科書】テキストとしてはプリントを毎回配布する。とくに指定する教科書はなし。

【参考書】

【予備知識】特に必要としない。

【授業 URL】

【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

Systems Engineering

【科目コード】51281 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・1時限 【講義室】物101

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】塩路

【講義概要】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。

【評価方法】学期末に筆記試験を行い、理解度を評価する。また、毎回の講義後にレポートを課し、その内容を総合評価に加味する。

【最終目標】システム工学に関連する様々な手法の意義と特徴を学ぶとともに、とくにエネルギーシステムの最適化に必要な事項を習得する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
システム工学概論	4	システムの定義および構造、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方法、システム計画、サンプル推定、各種分析手法などシステム工学の基礎について概説する。
システム設計	2	システム設計に関連する管理技法として、とくにネットワーク表現であるPERTおよび日程計画のためのCPM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、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。
意志決定問題	1～2	意志決定のプロセスをモデル化し、将来の状態が確定および未確定の条件下での決定方法について示す。
信頼性解析	1～2	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。
エネルギーシステムへの応用	1	熱・動力プラントにおける応用例 ・学習到達度の確認

【教科書】プリント配布

【参考書】必要に応じて紹介する

【予備知識】とくに必要としない

【授業URL】

【その他】授業毎にレポートを課し、理解を深める。なお、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。

人工知能基礎

Fundamentals of Artificial Intelligence

【科目コード】50280 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・2時限 【講義室】物314 【単位数】2

【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】榎木・川上

【講義概要】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。

【評価方法】試験を実施するかもしくはレポート課題を課すことにより学習目標の達成度の評価を行う。

【最終目標】ヒトや生物の知能の働きを機械（コンピュータ）に置き換えるための形式化の背後にある基本的な考え方を習得する。さらに、具体的な問題解決に向けてどのようなアプローチがあるのかについて多面的に習得した知識を応用する方法を獲得する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
概念，記号，論理	3	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	2	本講義の全体に亘る理解を具体的な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	3	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	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。なお、最終回には学習到達度を確認する。

【教科書】無し

【参考書】テキストとしてはプリントを毎回配布する。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（コロナ社）；

小林：知識工学（昭晃堂）など。

【予備知識】とくに必要としない。

【授業 URL】

【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。

振動工学

Vibration Engineering

【科目コード】50240 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・1時限 【講義室】物313

【単位数】2 【履修者制限】無し 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】松原(厚)・中西

【講義概要】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。

【評価方法】小テストと期末試験で評価する。

【最終目標】振動現象を理解し、解析し、対策の方針が出せるようになる。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
1自由度系の振動	3	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。
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。
分布系の振動	4	弦の振動、棒の縦振動、棒のねじり振動、はりの横振動について論じ、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。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。
非線形振動	3	非線形振動方程式の特性を論じ、近似解法についても説明する。さらに、摩擦振動や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。
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認を行う。

【教科書】

【参考書】振動工学の基礎、森北出版株式会社

【予備知識】

【授業 URL】本講義は動的な現象の解析について論じるもので、項目ごとに並べるとつぎのようになる。1) 1自由度系：自由振動、強制振動、固有振動数、減衰、振動絶縁。2) 多自由度系：動吸振器、モード解析、ラグランジュの運動方程式。3) 分布系：波動方程式、弦振動、棒の縦振動、棒のねじり振動、はりの曲げ振動。4) 非線形系：自励振動、位相面解析、係数励振振動。

【その他】当該年度の授業進捗に応じて一部省略、追加がありうる。

振動工学

Vibration Engineering

【科目コード】50241 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・3時限 【講義室】物112

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】藤本

【講義概要】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．

【評価方法】3～4回の演習課題のレポート（40点満点）と期末試験（60点満点）により，基本概念および振動現象の解析法の理解度を判定し単位を付与する．

【最終目標】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を習得して，振動現象の基本的性質を理解するとともに種々の動的システムを解析できる能力を修得する．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
序	1	線形動的システムの解析法の概要と基礎事項について述べる．
フーリエ解析	2	フーリエ級数とフーリエ変換の基礎事項ならびに振動解析への応用について説明する．
動的システムおよびその入出力関係の表現	2	動的システムのモデル化とその微分方程式表現ならびに線形動的システムの入出力関係の種々の表現方法について説明する．
1自由度振動系の解析	2	質点，ばね，減衰からなる1自由度振動系の自由振動ならびに強制振動について説明する．
2自由度振動系の解析	2	質点，ばね，減衰からなる2自由度振動系の運動方程式，固有振動，無減衰自由振動ならびに固有振動の性質などについて説明する．
多自由度振動系の解析	3	一般多自由度振動系の固有振動，モード座標系，モード座標を用いた自由／強制振動の解析ならびにラグランジェの運動方程式について説明する．
分布定数振動系の解析	3	棒の縦振動やはりの曲げ振動を例にとり，分布定数振動系の振動について境界条件，固有振動数ならび固有振動形，多自由度振動系の解析との比較について説明する．

【教科書】日本機械学会：機械システムのダイナミクス入門，丸善

【参考書】なし．

【予備知識】常微分方程式論

【授業URL】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．

信頼性工学

Reliability Engineering

【科目コード】50750 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・1時限 【講義室】物312 【単位数】2

【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】榎木・泉井

【講義概要】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、操業の停止や事故などを引き起こすものもあり、物的のみならず人的損害が発生する。故障の可能性をはじめから考慮し、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。

【評価方法】テストと出席状況を考慮する。

【最終目標】要素の信頼性の基礎と、そのシステムの信頼性との関係を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
信頼性工学の歴史と関連分野	1	産業革命以前, 1910年代まで, 40年代まで, 50年代, 60年代, 70年代, 80年代, 90年代, 今世紀初頭など, 時代別に歴史を述べる。また, 信頼性の対象が, 物から人, 組織への広がりが必要としている現状について概説し, 品質管理, OR, 確率統計, 論理代数, 人間工学, 認知心理学, メカトロニクスなどの関連分野を概観する。
要素の信頼性パラメータ	2	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。
システムの信頼性解析	2	設備故障等が重なった場合に, 発生しうる事故を対象として, その発生頻度と影響を定量的に評価し安全性の度合いを検討するための確率論的安全評価(PSA)について述べる。直列システム, 並列システムなどの信頼性ブロック線図表現, これらと等価な論理ゲート表現, 真理値表による非稼働率の計算, 多数決ゲートの非稼働率, 事象木(ET)と故障木(FT)の結合と個別利用, FMEAによる予測的解析法について述べる。
人間信頼性解析(HRA)	2	不安全行為の可能性・頻度とその影響を定性的・定量的に評価するための手法について, 機械装置に対する信頼性解析から, 人間行動の決定メカニズム(認知心理)を考慮したヒューマンエラーの解析法について述べる。
要素の信頼性パラメータの推定	3	指数, ワイブル, 対数正規などの確率分布について述べるとともに, 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。また, 機械部品と電気部品の信頼性, 応力と耐力からの損傷確率の決定法を学ぶ。
因果関係の論理関数表現	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を知るため, 最小カットセットとパスセットについて述べる。また, 構造関数, 誤報と欠報の論理関数について学ぶ。
従属故障とヒューマンエラー	2	故障が独立でないので, 多重系も突破される。そこで, 共通原因故障, 地震リスクの評価, マルコフ解析について学ぶ。
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認を行う。

【教科書】熊本博光著: モダン信頼性工学, コロナ社, 2005年。ISBN4-339-02410-4。定価(本体2400円+税)ほか。

【参考書】(1) H. Kumamoto, E.J. Henley: Probabilistic Risk Assessment And Management For Engineers And Scientists, IEEE Press (1996).

(2) H. Kumamoto: Satisfying Safety Goals By Probabilistic Risk Assessment, Springer (2007).

【予備知識】特に必要とせず。

【授業URL】

【その他】講義項目は, 受講者の理解度の状況に応じて, 一部省略, 追加がありうる。

推進基礎論

Fundamentals of Aerospace Propulsion

【科目コード】50480 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】月曜・1時限 【講義室】物101

【単位数】2 【履修者制限】無し 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】斧高一・江利口浩二

【講義概要】推進の原理（化学推進、電気推進）について説明し、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詳述するとともに、宇宙空間における電気推進について述べる。

【評価方法】期末試験と複数回のレポートにより評価する。

【最終目標】宇宙推進に用いられる化学推進と電気推進の物理的・化学的原理を理解する。さらに、電気推進機を対象に、推進機の中で生じる物理的・化学的機構を理解・解析し、推進性能を推算する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
推進の原理	1	推進の原理とその基礎事項（化学推進、電気推進）について説明する。
化学推進	2	化学推進における推進剤の燃焼・加熱、およびノズルによる空気力学的加速について説明する。
電離気体とは	1	電離気体の定義、特徴、およびその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。
電離気体の拡散と輸送	2	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。電離気体の電気的な生成・維持機構にも言及する。
固体表面近傍の電離気体	2	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	1	電気推進の詳細と電気推進機の構造について説明する。
学習到達度の確認	1	本講義の内容に関する到達度を確認する。

【教科書】講義用プリントを配布する。

【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) .

【予備知識】流体力学、気体力学、熱力学、電磁気学

【授業 URL】

【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。

数値解析

Numerical Analysis

【科目コード】90252 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・3時限 【講義室】物313

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】西村

【講義概要】高速，高精度，高信頼性をもつ科学技術計算のための数値計算法，特に，連立1次方程式の数値解法と微分方程式の数値解法の基礎について解説する．また，工学に於ける数値計算法の現状について概観する．

【評価方法】講義時に指示する．

【最終目標】種々の数値計算アルゴリズムを知っていること．それぞれの数値計算法の原理を理解すること．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
序論	1	計算量，アルゴリズム，収束，誤差，数値安定性，工学に於ける数値計算法など
連立1次方程式の数値解法	6	行列のノルム，ガウスの消去法，ピボット選択，ガウス・ザイデル法，SOR法，CG法など
常微分方程式の数値計算法	3	ルンゲ＝クッタ法などの差分法，収束性，安定性など
偏微分方程式の数値計算法	4	熱方程式の差分法，収束性，安定性など
学習到達度の確認	1	学習到達度を確認する

【教科書】使用しない

【参考書】講義時に指示する

【予備知識】線形代数学と微分積分学

【授業URL】

【その他】当該年度の授業回数などに応じて，一部内容の省略、追加があり得る．

数理解析

Analysis in Mathematical Sciences

【科目コード】91180 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・4時限

【講義室】総合研究8号館講義室4 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】西村直志, 吉川仁

【講義概要】工学に現れる種々の線形偏微分方程式について, 初期値・境界値問題の古典的解法を述べる。特に, Green 関数の計算法について述べる。また, 簡単な逆問題の例と, 解法について述べる。

【評価方法】講義時間中に説明する。

【最終目標】偏微分方程式の初期値・境界値問題の古典的解法を知り, 簡単な問題の解を具体的に計算することができるようになること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
概説	1	工学に現れる代表的な偏微分方程式を概観し, 授業の目的と内容を概説する。
準備	4	Fourier 変換に関する復習や, デルタ関数等の超関数の初歩について講述する。
Laplace 方程式	2	Laplace 方程式の基本解を計算し, 解の積分表示, 幾つかの Green 関数の計算等の話題に触れる。また, 幾つかの古典的な解の構成法について述べる。
波動方程式	2	波動方程式の基本解を計算し, 解の積分表示, 幾つかの Green 関数の計算等の話題に触れる。
Helmholtz 方程式	2	Helmholtz 方程式の基本解を計算し, 解の積分表示, 幾つかの Green 関数の計算等の話題に触れる。極限吸収原理について述べる。
熱方程式	2	熱方程式の基本解を計算し, 解の積分表示, 幾つかの Green 関数の計算等の話題に触れる。
逆問題	2	弾性波探査や CT に関連する逆問題の解を構成する。学習到達度の確認を行う (15 回目)

【教科書】使用しない。

【参考書】講義時間中に指示する。

【予備知識】微分積分, 線形代数, 複素関数論, Fourier 解析の基礎など。

【授業 URL】

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

制御工学 1

Control Engineering 1

【科目コード】50250 【配当学年】機械・エネ応:3年 原子核:4年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・1時限

【講義室】物 313 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】松野・福島

【講義概要】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。

【評価方法】数回のレポート課題と定期試験の成績を総合して評価する。

【最終目標】伝達関数，周波数応答，安定性など古典制御理論の基礎的概念を理解できること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
概説	1	第1章 制御の基礎概念、第2章 線形モデルをつくる 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	3	第3章 システムの要素 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。
周波数応答	2	第4章 応答の周波数特性 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。
フィードバック制御系の特性	2-3	第5章 フィードバック制御 フィードバック系の安定性と安定判別法などについて述べる。
動的システムの応答	3	第6章 システムの時間応答 システムの過渡特性と定常特性について述べる。
制御システムの設計	2-3	第7章 制御系設計の古典的手法 根軌跡法，相進み補償，位相遅れ補償，PID 制御，極配置など，基本的な制御系設計の方法について述べる。
学習到達度の確認	1	筆記試験により，学習到達度の確認を行う。

【教科書】J S M E テキストシリーズ 制御工学（日本機械学会，発行所 丸善）

【参考書】

【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。

【授業 URL】

【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

Control Engineering 1

【科目コード】50251 【配当学年】機械・エネ応:3年 原子核:4年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・1時限

【講義室】物 315 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】東・杉江

【講義概要】自動車，航空機，ロボットなどに代表される動的システムを制御するための基礎を講義する．

【評価方法】中間試験，レポート，期末試験の成績を総合して評価する．

【最終目標】伝達関数，周波数応答，安定性などの制御工学の基礎的概念を理解できること．

【講義計画】

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	2-3	システムの数学的表現について述べた後，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．
フィードバック系の特性	2-3	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）

【参考書】なし

【予備知識】複素関数の初歩的知識を持っていることが望ましい．

【授業 URL】なし

【その他】演習，レポート，試験などを通じて学習到達度を確認し，必要に応じて補習を行う．

制御工学 1

Control Engineering 1

【科目コード】50252 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】月曜・3時限 【講義室】物315

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】藤本

【講義概要】制御工学は、対象を目的に合わせて制御するための理論，方法に関する学問である．本講義では，伝達関数，周波数応答に基づくフィードバック制御系の設計理論である古典制御理論の基礎について述べる．

【評価方法】3～4回の演習課題のレポート（40点満点）と期末試験（60点満点）により，基本概念およびフィードバック系の設計論の理解度を判定する．

【最終目標】伝達関数，周波数応答に基づくフィードバック制御系の設計理論である古典制御理論の基礎概念を理解し，基本的なフィードバック制御系の設計理論を習得する．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
序論	1	制御工学の歴史と基礎事項について説明する．
動的システムと伝達関数	4	機械系，油圧系や電気系などの動的システムの微分方程式による表現と伝達関数，ブロック線図による表現について説明する．
過渡応答と安定性	3	システムの安定性，過渡応答と定常応答，ラウス・フルビッツの安定判別法について説明する．
周波数応答	2	ボード線図，ベクトル軌跡等を用いた周波数応答解析の基礎について説明する．
フィードバック制御系の特性	3	ナイキストの安定判別法，根軌跡法，フィードバック制御系の性能評価について説明する．
フィードバック制御系の設計	2	位相遅れ補償，位相進み補償，PID制御を用いた制御系の設計方法について説明する．

【教科書】杉江・藤田：フィードバック制御入門，コロナ社

【参考書】なし

【予備知識】複素関数論，常微分方程式論

【授業 URL】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．

制御工学 2

Control Engineering 2

【科目コード】50270 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・3時限 【講義室】物315

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】松野・福島

【講義概要】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。

【評価方法】数回のレポート課題と定期試験の成績を総合して評価する。

【最終目標】状態方程式に基づくシステム表現や制御系設計など現代制御理論の基礎的概念を理解できること。

【講義計画】

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	2	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	2	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	1	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	2	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	2	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	2	最適制御問題，最適レギュレータ，などについて述べる。
学習到達度の確認	1	筆記試験により，学習到達度の確認を行う。

【教科書】制御工学 JSMEテキストシリーズ 日本機械学会

【参考書】

【予備知識】線形代数学の基礎知識を前提としている。制御工学1を受講していることが望ましい。

【授業 URL】

【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。

生産工学

Production Engineering

【科目コード】50300 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・2時限 【講義室】物313 【単位数】2

【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】泉井

【講義概要】機械製品の工業生産を俯瞰的・体系的に捉え、生産システムの構成および運用を科学的に考えていくための基礎知識とその実際への応用の仕方を習得する。まず、生産システムの捉え方、その管理のフレームワーク、評価指標を理解した上で、生産システムの運用ならびに構成の種々の意思決定について学ぶ。

【評価方法】定期試験，レポート，小テストなどを総合して評価する。

【最終目標】生産システムの運用と構成を考える基礎となる概念を理解するとともに、それらに基づいて、関連する基本的な意思決定問題に対処できるようになること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
生産とその基本形態	1	生産の意義と基本的構成要素について述べた後、生産の基本形態（受注生産／見込生産，連続生産／ロット生産／個別生産など）について講述する。
生産システムの経済性評価	2	生産システムの経済性評価の基礎として、製造原価の概念を導入し、それに基づく意思決定について述べる。続いて、キャッシュフローの概念を示し、現在価値法の考え方に基づく投資評価法を紹介する。
生産システムの運用法 (1)	2	生産の計画と統制に関する意思決定の全体的なフレームワークを示した上で、需要予測と長期・中期・短期の生産計画の流れ、経済的発注量と代表的な在庫管理方式、資材所要量計画（MRP）、JIT生産方式などのアプローチを取り上げる。
生産システムの運用法 (2)	3	新聞売り子モデル，定量発注方式，定期発注方式など，在庫管理方式の理論を述べる。さらに，サービスレベルやABC分析などの在庫管理の考え方を紹介する。
生産スケジューリング	2	生産システム運用上の課題の一つとして，生産スケジューリングを取り上げ，「単一機械スケジューリング」，「フローショップ・スケジューリング」，「ジョブショップ・スケジューリング」および「プロジェクト・スケジューリング」に対する基本的なアプローチを紹介する。
生産システムの構成法	2	製品の種類数，生産量，生産期間などの条件に基づいた生産システムの構成法について述べる。具体的には，工場計画，設備レイアウトの分類，体系的レイアウト計画，グループテクノロジーとセル生産，ラインバランシングなどを取り上げる。
インダストリアル・エンジニアリング	2	生産システムにおける繰返し作業の設計，分析，改善に関する原則について講述した上で，工程分析，マンマシンチャート，サーブリグ分析，標準時間の設定法などを取り上げる。
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認を行う。

【教科書】

【参考書】人見勝人，入門編 生産システム工学 第5版 総合生産学への途，共立出版，2011.

Steven Nahmias, Production and Operations Analysis sixth-edition, McGraw-Hill, 2009.

F. Robert Jacobs, Richard B. Chase, Nicholas J. Aquilano, Operations & Supply Management Twelfth Edition, McGraw-Hill, 2009.

【予備知識】特に必要としない。

【授業 URL】

【その他】

生物物理学

Radiation Biophysics

【科目コード】50960 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・2時限 【講義室】物213

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】櫻井良憲, 小松賢志

【講義概要】この講義では、(1) 遺伝子レベル、(2) 細胞・組織レベル、(3) 個体レベルでの放射線や放射線類似作用物質による生物影響に関して、生物学および物理学双方の観点から解説を行う。

【評価方法】出席回数およびレポート提出(2回)

【最終目標】放射線等の遺伝子・細胞・人体への作用・影響について生物学・物理学の双方からアプローチし、それらの機構を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
放射線に関する基礎物理	2	放射線の種類、相互作用、発声法等に関する物理的基礎事項について概説する。
物理的線量	2	吸収線量、照射線量、カーマ等の放射線の物理量、ならびに、それらの計測・評価法について解説する。
生物学的線量	2	生物影響を考慮した放射線の量について、考え方、定義、単位の解説を行う。あわせて、マイクロドジメトリについても解説する。
生物・生命の生物学的基礎	1	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。
放射線と遺伝子・生命	1	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。
放射線の生物作用およびその修飾	1	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損傷と修復	2	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。
突然変異と発がん	1	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。
放射線と人類	1	放射線診断、放射線治療、放射線事故、被曝医療等に注目して、放射線と人類の関わりに関して概説する。
学習到達度の確認	1	本講義の内容に関する到達度を確認する。

【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）

【予備知識】放射線の相互作用に関する基礎知識を有していることが望ましい。

【授業URL】

【その他】隔年講義で平成26年度は休講

精密加工学

Precision Machining

【科目コード】50990 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】火曜・1時限 【講義室】桂・講義室1

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】松原(厚)・井手

【講義概要】機能部品に必要な精度，機械計測，切削・研削・研磨加工等の機械加工法について述べる．塑性加工の基本について講述する．また，種々のビーム加工法と真空工学の基礎について説明し，応用例（VLSI，フラット・パネル・ディスプレイ製造）について説明する．

【評価方法】試験の評点による．

【最終目標】精密加工の基盤となる除去加工，成形加工，ビーム加工の基礎項目とその応用法を理解する．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
1．部品に必要な精度と測定器・加工機	3	精密機械部品を例示し，部品に必要な精度について概説する．またその測定器を測定原理とともに述べ，主な機械加工の原理と加工機について概説する．
2．精密切削・研削・研磨加工	3	精密切削加工・研削加工・研磨加工の原理，力学，代表的な工具材料とその選定方法について説明する．
3．精密成形加工	2	塑性加工について材料の変形原理や力学的な特性，変形加工の初等的解法について概説する．
4．ビーム加工の基礎	2	微細加工の歴史的発展について説明し，イオン・電子に関する基礎物理を述べる．さらに，ビーム形成・輸送の具体例について説明する．
5．電子ビーム加工	1	真空工学の基礎について説明し，粒子ビーム加工装置及び電子ビームリソグラフィ等について説明する．
6．イオンビーム加工の基礎	2	プラズマ，イオンビーム加工の基礎について説明する．イオンビームと表面との相互作用，イオン注入について述べる．生産ラインに使われているイオンビーム加工装置について説明する．
7．イオンビーム加工	1	応用例（VLSI，フラット・パネル・ディスプレイ製造）について説明する．
8．まとめ	1	

【教科書】

【参考書】安永ほか：精密機械加工の原理（工業調査会）

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）

【予備知識】機械設計製作の知識は必要である．機械製作実習を受講していることが望ましい．

【授業 URL】

【その他】

設計工学 1

Mechanical Design 1

【科目コード】51550 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・1時限 【講義室】物313

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】小森(雅)・松原(厚)

【講義概要】自動車やエレベータのような身近な機械や、工場設備や発電設備のような産業用機械は多くの機械部品により構成されているが、その中でも汎用的に、頻繁に用いられる機械部品として歯車や軸受などがある。また、機械部品の一部として構成されるキーやスプラインも頻繁に用いられる機械構造といえる。本講義では、このような世の中のほぼすべての機械に使用されている汎用的な機械部品である機械要素について学ぶ。機械要素には、転がり要素、締結要素、軸・軸受要素、伝動要素などがある。それらの作動特性と性能、ならびに設計法について講義する。このように機械要素の仕組み、作動原理、使用法、使用限界などを正しく理解しておくことは機械設計、管理を行う上で重要である。機械要素学は材料力学、弾性力学、機械材料学、熱処理、機械加工学、機構学、トライボロジー(潤滑)、機械力学などに関連する要素が網羅されており、機械関連学問を総合する学問といえる。さらに、そのような理論的な学習に加えて、実際の事例学習をする必要がある面がある。そのような機械要素学の一面について理解を深める。

【評価方法】試験の点数に基づいて評価する。

【最終目標】機械要素の種類、構造、特徴、用途、設計、強度、損傷、寿命に関する基礎知識を習得し、機械要素を取り扱う際に必要となる基礎能力を身につけること。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
軸受	3	・転がり軸受の種類(玉軸受、ころ軸受、ラジアル軸受、スラスト軸受など)、特性(回転能力、負荷能力、回転精度、寿命、交換性など)、はめあい、予圧、疲労強度・損傷形体(クリープなど)、寿命の計算、軸受の選定・すべり軸受の流体潤滑理論、負荷容量、潤滑状況(境界潤滑、流体潤滑など)設計について概説する。
動力伝達要素	3	動力伝達要素である歯車の幾何学、機構、インボリュート形状、損傷、強度、装置構造の選定について概説する。インボリュート形状の特徴と、それを歯車に用いた場合の利点について理解を深めるとともに、歯車装置としての使用についても学ぶ。さらに、歯車の能力の限界を決める損傷について、その種類や発生する条件について学ぶ。
ねじ	3	基本的な締結部品、送り部品であるねじの種類、用途、効率、セルフロックキング、強度、ゆるみについて概説する。
キー・スプライン・収縮締結	2	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	2	機械に用いられる最も基本的な部品である軸に関して、強度設計、剛性設計、危険速度などを概説する。機械には多くの軸が用いられているが、その目的は種々さまざまであり、目的に応じて設計の考え方は異なることを理解する。
シール、その他	1	シールの機能、その他の機械要素について学ぶ。
フィードバック授業	1	質問に対して回答する。

【教科書】「はじめての機械要素」、吉本成香著、森北出版

【参考書】なし

【予備知識】なし

【授業 URL】なし

【その他】なし

設計工学 2

Mechanical Design 2

【科目コード】51560 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・2時限 【講義室】物315

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】松原(厚)・西脇・小森(雅)

【講義概要】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

【評価方法】期末試験と数回のレポート課題。

【最終目標】機械設計に関する基本的かつ全般的知識をみにつける。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
機構と機械要素	5	設計工学において必要となる機構設計，機構解析の基礎，ならびに，機械要素に関して講義する．
CAD/CAE	3	設計工学の基本となる周辺技術として，CAD(Computer Aided Design) CAE(Computer Aided Engineering) の意味，設計工学における役割について講述する．
設計支援法	2	設計工学の基本となる基礎技術として，AHP，QFD，FTA などの設計支援法の意味，設計工学における約賄について講述する．
機能設計と詳細設計	5	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．

【教科書】

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【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。

中性子工学

Neutron Physics and Engineering

【科目コード】51410 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・3時限 【講義室】物212

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】田崎誠司

【講義概要】本講では、まず原子炉内での中性子の減速についての基本的な理論について述べ、原子炉内の中性子の空間、エネルギー分布について学習する。その後、原子炉等から得られる低速中性子について、物質による散乱の量子力学的な取扱い、性質の測定例、中性子の性質を利用した効率的輸送法、中性子を利用した分光法の原理と実例等、中性子の理学および工学的応用に関して講述を行う。

【評価方法】期末に筆記試験を行い、その結果で評価する。

【最終目標】中性子の性質と利用について原理と実際の応用について理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
中性子の性質と断面積	1	<ul style="list-style-type: none"> ・中性子の発見 ・中性子の性質と原子核と中性子の相互作用 ・中性子に対する原子核の断面積の概念
原子炉物理の基礎	1	<ul style="list-style-type: none"> ・中性子と物質との相互作用 ・中性子の拡散 ・中性子の減速と Fermi の年齢方程式 ・原子炉での中性子の空間分布とエネルギー分布
中性子の発生と検出	1	<ul style="list-style-type: none"> ・研究用原子炉と加速器等の中性子源 ・冷中性子源 ・中性子の取り出し ・中性子検出器の紹介
中性子散乱の量子力学	4	<ul style="list-style-type: none"> ・散乱の量子論 ・核ポテンシャルによる中性子散乱の量子力学的取扱い ・中性子の断面積の性質 ・断面積への中性子スピンの影響
中性子の特性とその測定	2	<ul style="list-style-type: none"> ・中性子の電荷、中性子の質量、中性子の磁気モーメント、中性子の寿命等の測定法とその結果 ・中性子の単スリット、ダブルスリット実験と干渉長の測定
中性子の干渉性と分光法	3	<ul style="list-style-type: none"> ・低エネルギー中性子の干渉、中性子回折、中性子光学等の種々の中性子分光器の原理と応用 ・分光器以外の中性子の利用
中性子スピンとその応用	2	<ul style="list-style-type: none"> ・中性子スピンの性質とその取扱い ・中性子スピンの応用
学習到達度の確認	1	筆記試験

【教科書】特になし

【参考書】ラマーシュ著「原子炉の初等理論」

Gurevich and Tarasov 著「Low Energy Neutron Physics」

ダビドフ著「量子力学」

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】

電気回路と微分方程式

Electric Circuits and Differential Equations

【科目コード】60681 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】火曜・5時限 【講義室】吉田南4共21

【単位数】2 【履修者制限】有：電気電子工学科の学生は受講しないこと 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】下田，後藤

【講義概要】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．

【評価方法】期末試験の成績による．講義の進展に応じて数回の演習（レポート）を課し，その提出状況を成績に加味する場合がある．

【最終目標】回路素子の持つ特性を理解し，電気回路において成り立つ微分方程式を自ら立て，その解を求める方法を習得することを目標とする．交流回路における複素数を用いた解析法について理解することも目標の一つである．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
直流回路の計算法	2	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．
複素数を用いた微分方程式の解法	1	交流回路の微分方程式の特殊解を得る方法として，複素数を用いた方法を説明する．
交流回路の解析法	6	フェーザ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．
学習到達度の確認	1	演習または問題の解説により理解できなかったところの補習ならびに到達度を上げる．

【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．

【授業 URL】

【その他】

伝熱工学

Heat transfer

【科目コード】51530 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・1時限 【講義室】物313

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】岩井 裕

【講義概要】各種エネルギー-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，対流伝熱，熱ふく射に分けて講義する．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単相流の強制対流・自然対流および相変化を伴う沸騰・凝縮伝熱を，また熱ふく射についてはその基礎理論を取り扱う．

【評価方法】期末試験を行う．講義中のクイズやレポートを加味する．

【最終目標】熱移動現象（熱伝導，対流熱伝達，熱ふく射）についての基本的な知識と理解を深める．簡単な熱移動問題を定式化して解析する方法を習得する．

【講義計画】

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，伝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	2-3	静止系のエネルギー-式，熱伝導に関するフ-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，接触熱抵抗，平板・円管等における定常熱伝導と熱伝導抵抗，拡大伝熱面（フィン）の理論等について講義する．
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をおこなう．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を行う．
相変化を伴わない対流熱伝達	4	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，熱移動を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，円管内層流についての速度場，温度場の発達過程とその特徴に関する解説，自然対流と強制対流の区別に関する説明，鉛直加熱平板まわりの流れ，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，沸騰熱伝達についてはブ-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．
ふく射伝熱	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-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，気体のふく射性質について講義する．
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認

【教科書】無

【参考書】伝熱工学 (JSME テキストシリーズ)

【予備知識】熱力学1，熱力学2，流体力学1，流体力学2を学習していることを前提とする．

【授業 URL】

【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．

統計熱力学

Statistical Thermodynamics

【科目コード】50730 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・1時限 【講義室】物112

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】松本充弘

【講義概要】熱力学をミクロな観点から基礎づける統計力学の考え方を学び、基本的な手法を習得する。いくつかの基礎的・具体的な例を通して、微視的状态と熱力学的状态の関連を理解するとともに、様々な理工学分野（量子物理学・固体物理学・伝熱工学・情報工学など）への応用を橋渡しする。

【評価方法】・原則として定期試験期間内に行う筆記試験により評価する。

・授業中にレポート課題を与えて、評価の一部とすることがある。

【最終目標】・巨視的状态を記述する熱力学と、原子・分子レベルの微視的物質量から出発する統計力学の関連を理解する。

・多数の「もの」を数える統計学や確率論の考え方を出発点として、身近な物理現象や工学的に重要な現象が論理的に説明できることを理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
統計熱力学の考え方	3	熱力学と統計力学の関係 確率統計学の復習 量子力学に基づく微視的状态の数え方
統計集団と自由エネルギー	4	小正準集団：微視的エントロピー 正準集団：温度，ボルツマン分布，分配関数，自由エネルギー さまざまな統計集団と自由エネルギーの対応
量子統計と古典統計	4	多粒子系の量子力学入門 Fermi-Dirac 統計：自由電子ガス Bose-Einstein 統計：フォトンとフォノン 古典極限：理想気体と実在気体
発展的課題	3	以下のうちから幾つかのトピックスを選び、統計熱力学の観点からの導入をおこなう： ・半導体電子論入門：バンド理論，ダイオードの原理など ・情報理論入門：シャノンのエントロピー，情報伝達など ・輸送現象論入門：気体運動論，拡散など
学習到達度の確認	1	筆記試験による学習到達度の確認 試験後は，web 上にて解答例や解説・講評を公開する

【教科書】授業中に講義資料を配布する。自習書としては，例えば

キッテル 熱物理学 第2版（丸善，1983）

【参考書】久保亮五ほか 大学演習 熱学・統計力学 修訂版（裳華房，1998），本格的な演習に

佐宗哲郎 パリティ物理教科書シリーズ 統計力学（丸善，2010），平易な自習書

都筑卓司 なっとくする統計力学（講談社，1993），副読本

などがお勧め。

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】熱力学1，2のほか，基礎レベルの微分積分学，数理統計学，工業力学（解析力学），および量子力学の知識があることを前提とする。

統計熱力学

Statistical Thermodynamics

【科目コード】50731 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・3時限 【講義室】物216 【単位数】2

【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】三宅正男, 堀井滋

【講義概要】本講義では, 微視的(ミクロ)な模型によって巨視的(マクロ)な状態を理解する統計力学の基本的な考え方を講述する. さらに統計力学の物性物理への典型的な応用例について適宜説明し「使える統計力学」の習得を目標とする.

【評価方法】定期試験の得点と授業時の宿題提出状況で成績を総合評価する.

【最終目標】統計力学の基礎事項と典型的な事例への応用を習得すること.

【講義計画】

項目	回数	内容説明
統計熱力学のあらまし	1-2	統計熱力学的な考え方, 熱平衡状態とは, 統計の基礎, 統計力学的平均値, ゆらぎなど, 統計力学の理解に必要な基礎事項を述べる.
熱力学関数	1-2	熱力学の第1, 2法則, 熱力学関数, 熱力学的变化の方向など, 熱力学を復習する.
小正準集合の方法	4	小正準集合, 相空間, 等重率の原理, Boltzmannの原理などについて述べる. 理想気体の微視的状态数を, 古典的方法および量子論的方法で求め, Sackur-Tetrodeの式を導く. マクロな熱力学量を導く方法について述べる.
小正準集合の方法の応用	1	小正準集合の方法の典型的な応用例について考える.
正準集合の方法	2	最大確率の分布, 分配関数とその性質, 熱力学関数との関係, 熱力学の第3法則の統計力学による理解, 理想気体への適用, Gibbsのパラドックス, 正準集合の応用(エネルギーのゆらぎと比熱, 理想気体), 大正準集合の分配関数などについて述べる.
量子統計力学	2	量子統計力学の大分配関数, Fermi粒子, Bose粒子, Bose-Einstein統計, Fermi-Dirac統計, 理想Fermi気体, Fermi縮退, 電子比熱の概算, 理想Bose気体, Bose-Einstein凝縮などについて述べる.
統計熱力学の応用	4	2準位系, Schottky型比熱, 光子の統計, Planckの式, 1次元調和振動子, 固体の比熱(Einstein模型)など物性の理解につながる応用事例について述べる.
学習到達度の確認	1	統計熱力学の応用について一般的な課題を課し, 学習到達度を評価する.

【教科書】板書を主体に講義する. 講義内容やそれ以外の事柄は, 以下の参考書で各自復習・補足してほしい.

【参考書】1. 原島 鮮:「熱力学・統計力学」培風館,

2. N. スミス(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,

3. 市村 浩:「統計力学」裳華房,

4. 市村 浩:「熱学演習 統計力学」裳華房,

5. キッテル:「熱物理学」丸善,

6. 沼居貴陽:「熱物理学・統計物理学演習」丸善,

7. W. グライナー, L. ナイゼ, H. シュテッカー(伊藤伸泰, 青木圭子訳):「熱力学・統計力学」シュプリンガー,

8. 久保亮五:「ゴム弾性」裳華房

【予備知識】偏微分, 積分, 力学, 量子論, 熱力学, 統計学の基礎を理解していることが望ましい.

【授業 URL】

【その他】

統計力学

Statistical Mechanics

【科目コード】51300 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・3時限 【講義室】物101

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】田崎誠司

【講義概要】気体、液体、固体等の物理的な特性をよく理解するには、これらの物質を構成する非常に多数の原子や分子の集団的なふるまいを知る必要がある。統計力学は、物質の巨視的な特性を微視的な立場から調べる方法を体系化したものである。本講義では、古典統計および量子統計の基礎から実際の物性への適用例を概説する。

【評価方法】期末に試験を行い、その点数で判定する。

【最終目標】熱平衡状態を記述する統計的な考え方を理解し、多くの粒子の関わる現象を取り扱う数学的方法に慣れ、さらに簡単な量子統計的現象についても理解することを目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
正準集団の考え方	3	<ul style="list-style-type: none"> ・古典統計力学の復習 ・正準集団、大正準集団の考え方 ・熱力学との対応, 分配関数と自由エネルギー ・Maxwell 分布の導出とその性質
古典統計力学の応用	5	<ul style="list-style-type: none"> ・二準位粒子系と核磁気共鳴 ・熱平衡条件と化学ポテンシャル ・理想気体と Maxwell-Boltzmann 分布 ・固体の比熱 ・熱電子放射 ・ブラウン運動 ・液体の分子動力学, 速度自己相関関数と拡散係数
量子統計の基礎	2	<ul style="list-style-type: none"> ・フェルミ統計とボーズ統計, 分布関数と縮退, 古典統計との対応
量子力学的理想気体	2	<ul style="list-style-type: none"> ・理想フェルミ気体 ・電子の比熱
量子統計的現象	2	<ul style="list-style-type: none"> ・固体比熱モデルの変遷 ・2 準位系での統計力学 ・量子統計力学的現象の例
学習到達度の確認	1	筆記試験

【教科書】特に用いない。講義内容を要約した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)

統計力学 [第 2 版] (阿部龍蔵 著, 東京大学出版)

【予備知識】固体物理学および熱力学を履修しておくことが望ましい。

【授業 URL】

【その他】講義内容の理解を進めるために、適宜に演習問題を課する。

熱及び物質移動

Heat and Mass Transfer

【科目コード】50370 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・2時限

【講義室】河合(物313)、石原・奥村(物312) 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】河合(50370)、石原・佐川・奥村(50371)

【講義概要】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。

【評価方法】試験および演習

【最終目標】熱移動、物質移動にかかわる基礎式を学習し、実際の問題に応用できる。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
流動の基礎	2	粘性に関するニュートンの式、連続の式の導出と簡単な使い方について述べる。
非定常物質移動	2	多くの変数を含む場合、エネルギー方程式などについて講述する。
熱伝導の基礎	2	フーリエの式、定常熱伝導について講述する。
熱エネルギーの移動	3	非定常熱伝導、熱伝達、輻射熱について講述する。
物質移動の基礎	2	フィックの式、固体内、層流内の物質移動について講述する。
複合した移動現象	3	非等温混合、物質移動係数、異相間の熱・物質移動について講述する。
学習到達度の確認	1	これまでの講義内容について演習問題などを通じて学習到達度の確認を行う。

【教科書】

(河合担当)河合著:「物理工学・化学工学を学ぶための熱・物質移動の基礎」丸善(2005)。

(石原・奥村担当)R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2nd Edition, Wiley(2002)。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】<http://www.process.mtl.kyoto-u.ac.jp/>の「講義資料」参照。河合担当の過去問などを掲載。

【その他】

熱統計力学

Thermodynamics and Statistical Mechanics

【科目コード】50460 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・1時限 【講義室】物213

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】青木一生・小菅真吾

【講義概要】統計力学の基本原則と応用について、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。

【評価方法】必要に応じてレポート課題を出す。提出レポートと学期末のテストにより評価する。

【最終目標】講義内容はかなり絞り込んでいる。多くの事例をこなすことよりも、まず統計力学の基本原則をきちんと抑えることが重要である。その上で、講義で直接扱う具体例を通して、古典統計から量子統計へ移行する必要性や背景を理解する。平易な英文の基礎的な教科書を選んでいるので、講義をペースメーカーにして、英語で書かれた専門書を丹念に読み込むことを実践する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
統計力学の基本的考え方	2	粒子集団としての熱力学系、微視的状態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	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	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	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	4	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。

【予備知識】微積分および熱力学の基礎事項を前提とするので、たとえば物理工学科配当の熱力学1を受講しておくとうい。

【授業URL】該当なし

【その他】該当なし

熱力学 1

Thermodynamics 1

【科目コード】51620 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・1時限

【講義室】物理系校舎 313 教室(中部)・216 教室(吉田・岩井) 【単位数】2 【履修者制限】なし

【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】中部主敬(51620), 吉田英生・岩井裕(51621)

【講義概要】「熱力学 1」では、古典熱力学の基礎について述べ、理想気体の性質を明らかにし、理想気体を工学系の作動流体とする熱力学のサイクルについて述べる。引き続き「熱力学 2」では、工学系のなかで気液相変化する流体の性質を明らかにし、そのような流体を作動流体とする熱力学のサイクルについて述べ、また、化学熱力学と気体分子運動論に言及する。

【評価方法】学期末に筆記試験を行い、理解度を評価する。

【最終目標】「熱力学 1」と「熱力学 2」を通じて、熱現象を理解するための熱力学の考え方を示し、人間の生産・生活を設計するための機械工学、エネルギー・環境工学の智慧を示すことを目標として講義する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
“熱力学”のはじめに	1	熱力学, 産業革命と工学, 熱浴と熱環境, 全微分と偏微分
熱力学の基礎	5	熱力学の第 0 法則, 熱力学的状態, 熱力学の第 1 法則, 絶対仕事・工業仕事・内部エネルギー・エンタルピー, 熱力学の第 2 法則; 自由エネルギーと最大仕事の原理, 定温変化, 熱力学変化と熱力学平衡, マクスウェルの熱力学関係
理想気体の状態変化	2	理想気体の状態式, 理想気体についての第 1 法則, 理想気体の状態変化, 可逆変化と非可逆変化
サイクル	2	サイクルと熱効率, 熱力学の第 1 法則, カルノーサイクル, エントロピー, 熱力学の第 2 法則, エクセルギー
ガスサイクル	4	(熱エネルギー)/(力学的エネルギー)の変換, 熱機関, 容積型熱機関のサイクル, オットーサイクル, スターリングサイクル, 流動型熱機関のサイクル, ブレイトンサイクル
学習到達度の確認	1	

【教科書】教科書(プリント)を配布する。

【参考書】必要に応じて資料や演習問題を示しあるいは配布する。

【予備知識】微分積分学の基礎に関する科目を修得していることを前提としている。

【授業 URL】

【その他】このシラバスの「熱力学 1」を履修する者は、後期には同じ担当者の「熱力学 2」を履修することが望ましい。また、講義の進捗によって講義項目の順序を変更する場合がある。

熱力学 1

Thermodynamics 1

【科目コード】51621 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・1時限

【講義室】物理系校舎 313 教室(中部)・216 教室(吉田・岩井) 【単位数】2 【履修者制限】なし

【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】中部主敬(51620), 吉田英生・岩井裕(51621)

【講義概要】「熱力学 1」では、古典熱力学の基礎について述べ、理想気体の性質を明らかにし、理想気体を工学系の作動流体とする熱力学のサイクルについて述べる。引き続き「熱力学 2」では、工学系のなかで気液相変化する流体の性質を明らかにし、そのような流体を作動流体とする熱力学のサイクルについて述べ、また、化学熱力学と気体分子運動論に言及する。

【評価方法】学期末に筆記試験を行い、理解度を評価する。

【最終目標】「熱力学 1」と「熱力学 2」を通じて、熱現象を理解するための熱力学の考え方を示し、人間の生産・生活を設計するための機械工学、エネルギー・環境工学の智慧を示すことを目標として講義する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
“熱力学”のはじめに	1	熱力学, 産業革命と工学, 熱浴と熱環境, 全微分と偏微分
熱力学の基礎	5	熱力学の第 0 法則, 熱力学的状態, 熱力学の第 1 法則, 絶対仕事・工業仕事・内部エネルギー・エンタルピー, 熱力学の第 2 法則; 自由エネルギーと最大仕事の原理, 定温変化, 熱力学変化と熱力学平衡, マクスウェルの熱力学関係
理想気体の状態変化	2	理想気体の状態式, 理想気体についての第 1 法則, 理想気体の状態変化, 可逆変化と非可逆変化
サイクル	2	サイクルと熱効率, 熱力学の第 1 法則, カルノーサイクル, エントロピー, 熱力学の第 2 法則, エクセルギー
ガスサイクル	4	(熱エネルギー)/(力学的エネルギー)の変換, 熱機関, 容積型熱機関のサイクル, オットーサイクル, スターリングサイクル, 流動型熱機関のサイクル, ブレイトンサイクル
学習到達度の確認	1	

【教科書】教科書(プリント)を配布する。

【参考書】必要に応じて資料や演習問題を示しあるいは配布する。

【予備知識】微分積分学の基礎に関する科目を修得していることを前提としている。

【授業 URL】

【その他】このシラバスの「熱力学 1」を履修する者は、後期には同じ担当者の「熱力学 2」を履修することが望ましい。また、講義の進捗によって講義項目の順序を変更する場合がある。

熱力学 1

Thermodynamics 1

【科目コード】51622 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・3時限 【講義室】物315

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】石原

【講義概要】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。

【評価方法】試験

【最終目標】熱力学の基本的な概念である、熱力学第1法則、第2法則の意味を理解し、状態変化に伴う熱力学量の変化を定量的に扱うことができるようになること。

【講義計画】

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	3	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。
学習到達度の確認	1	演習問題を通じて学習到達度の確認を行う。

【教科書】なし

【参考書】熱力学 / 統計力学 (原島鮮著、培風館)

【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。

【授業 URL】

【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

Thermodynamics 2

【科目コード】50070 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・1時限

【講義室】物理系校舎 315 教室(中部)・312 教室(吉田・岩井) 【単位数】2 【履修者制限】なし

【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】中部主敬(50070), 吉田英生・岩井裕(50071)

【講義概要】この科目に先立つ「熱力学 1」では、古典熱力学の基礎について述べ、理想気体の性質を明らかにし、理想気体を工学系の作動流体とする熱力学のサイクルについて述べた。引き続き「熱力学 2」では、工学系のなかで気液相変化する流体の性質を明らかにし、そのような流体を作動流体とする熱力学のサイクルについて述べる。また、化学熱力学と気体分子運動論に言及する。

【評価方法】学期末に筆記試験を行い、理解度を評価する。

【最終目標】「熱力学 1」と「熱力学 2」を通じて、熱現象を理解するための熱力学の考え方を示し、人間の生産・生活を設計するための機械工学、エネルギー・環境工学の智慧を示すことを目標として講義する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
理想気体の高速流れ	1	流動型熱機関におけるエネルギー変換, ノズル内の流れ, 超音速・亜音速の流れ
物質の相と相平衡	2	ガスと蒸気・実在気体, ジュール-トムソンの実験, 物質の相と相平衡, 液相と気相の共存, クラウジウス-クラペイロンの関係
実在気体と液体の状態変化	2	実在気体と液体の状態式, 還元方程式, 実在気体・液体の状態量・状態変化
気液二相サイクル	6	大規模エネルギーの生産, 蒸気機関のサイクル, ランキンサイクル, 食糧の保存・輸送, 蒸気圧縮冷凍サイクル, 成績係数, 気体液化サイクル, 生活環境の設計, 空気調和, 湿り空気, 温度・湿度制御, 水飲み鳥
多成分多相系の平衡	2	化学熱力学の初歩, 化学ポテンシャル, 多成分多相系の相平衡, ギブスの相律, 状態図(相図), 理想溶液
気体分子運動論	1	「粒子」と「粒子の集合」, 集団の考え方, 古典統計における分布関数, マクスウェル-ボルツマンの分布則等
学習到達度の確認	1	

【教科書】教科書(プリント)を配布する。

【参考書】必要に応じて資料や演習問題を示しあるいは配布する。

【予備知識】微分積分学の基礎に関する科目を修得していることを前提としている。

【授業 URL】

【その他】この「熱力学 2」を履修する者は、同じ担当者の「熱力学 1」を履修していることが望ましい。また、講義の進捗によって講義項目の順序を変更する場合がある。

熱力学 2

Thermodynamics 2

【科目コード】50071 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・1時限

【講義室】物理系校舎 315 教室(中部)・312 教室(吉田・岩井) 【単位数】2 【履修者制限】なし

【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】中部主敬(50070), 吉田英生・岩井裕(50071)

【講義概要】この科目に先立つ「熱力学1」では、古典熱力学の基礎について述べ、理想気体の性質を明らかにし、理想気体を工学系の作動流体とする熱力学のサイクルについて述べた。引き続き「熱力学2」では、工学系のなかで気液相変化する流体の性質を明らかにし、そのような流体を作動流体とする熱力学のサイクルについて述べる。また、化学熱力学と気体分子運動論に言及する。

【評価方法】学期末に筆記試験を行い、理解度を評価する。

【最終目標】「熱力学1」と「熱力学2」を通じて、熱現象を理解するための熱力学の考え方を示し、人間の生産・生活を設計するための機械工学、エネルギー・環境工学の智慧を示すことを目標として講義する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
理想気体の高速流れ	1	流動型熱機関におけるエネルギー変換, ノズル内の流れ, 超音速・亜音速の流れ
物質の相と相平衡	2	ガスと蒸気・実在気体, ジュール-トムソンの実験, 物質の相と相平衡, 液相と気相の共存, クラウジウス-クラペイロンの関係
実在気体と液体の状態変化	2	実在気体と液体の状態式, 還元方程式, 実在気体・液体の状態量・状態変化
気液二相サイクル	6	大規模エネルギーの生産, 蒸気機関のサイクル, ランキンサイクル, 食糧の保存・輸送, 蒸気圧縮冷凍サイクル, 成績係数, 気体液化サイクル, 生活環境の設計, 空気調和, 湿り空気, 温度・湿度制御, 水飲み鳥
多成分多相系の平衡	2	化学熱力学の初歩, 化学ポテンシャル, 多成分多相系の相平衡, ギブスの相律, 状態図(相図), 理想溶液
気体分子運動論	1	「粒子」と「粒子の集合」, 集団の考え方, 古典統計における分布関数, マクスウェル-ボルツマンの分布則等
学習到達度の確認	1	

【教科書】教科書(プリント)を配布する。

【参考書】必要に応じて資料や演習問題を示しあるいは配布する。

【予備知識】微分積分学の基礎に関する科目を修得していることを前提としている。

【授業 URL】

【その他】この「熱力学2」を履修する者は、同じ担当者の「熱力学1」を履修していることが望ましい。また、講義の進捗によって講義項目の順序を変更する場合がある。

熱力学 2

Thermodynamics 2

【科目コード】50072 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・1時限

【講義室】物理系教室 315 教室 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】塩路昌宏

【講義概要】熱力学の諸法則（第一法則，第二法則，等）および状態変化を基礎として，各種ガスサイクル，多成分系，実在気体の諸性質，相平衡，気液サイクル，等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。

【評価方法】学期末に筆記試験を行い，必要に応じて課するレポートと併せて，理解度を評価する。

【最終目標】熱・エネルギーに関連する様々な状態とそれらの変化を記述する方法について学ぶとともに，熱流体機器の動作原理を理解し，設計するために必要な事項を習得する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
熱力学の意義と各種ガスサイクル	2 ~ 3	本講義の基礎となる諸事項について概説し，各種ガスサイクルとそれらの状態変化について説明する。
実在気体および混合気体の性質	2 ~ 3	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。
多成分系の熱力学	2	化学ポテンシャル，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。
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。
統計分布と気体・固体の熱運動	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き，分配関数により理想気体の性質について論じるとともに，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。
学習到達度の確認	1	過去の試験問題及びレポートなどを例題として演習することにより，学習到達度を確認する。

【教科書】熱力学（JSME テキストシリーズ，日本機械学会編）および配布プリント

【参考書】必要に応じて紹介する

【予備知識】微分積分および熱力学の諸法則の知識を前提とするので，たとえば工学部物理工学科配当の「熱力学 1（2 回生前期，石原教授担当）」を受講しておくことが望ましい。

【授業 URL】

【その他】熱力学は，我々の社会・生活を支えるエネルギー変換の基礎学理であり，出来るだけ身近な機械で行われる現象や実際の設計と関連づけるように努める予定である。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。

品質管理

Quality Control

【科目コード】50870 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・3時限 【講義室】物312

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】加納, 藤原

【講義概要】企業には、顧客要求に合致した品質の製品を供給し続けることが求められる。その責務を果たすためには、製品品質および製造装置の管理が不可欠である。本講義では、測定データを活用する統計的な管理方法、すなわち統計的品質管理および統計のプロセス管理について講述する。あらゆる製造現場の実務者にとって、これらの知識が必要であることは当然ながら、現実の問題に対して、様々な工夫を盛り込み、実用的なシステムを構築できることも求められる。そこで、統計の基本や各種手法の解説にとどまらず、産業界での実践例を最新の成果も交えながら紹介する。

【評価方法】期末試験の他、課題や受講姿勢を評価対象とする。

【最終目標】製品品質および製造装置の管理に関する基本的な概念と手法について正しく理解し、統計的品質管理および統計のプロセス管理を使えるようになることを目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
準備	1	最初に、本講義の目的や進め方について説明する。続いて、品質管理の基本概念と全体像を講述する。
統計基礎と仮説検定	2	前提知識となる統計の基礎について復習し、統計的管理手法の基礎となる仮説検定について講述する。
統計的プロセス管理	2	プロセスで品質を作り込むための工程能力とその指標について講述する。さらに、工程能力を確保・維持するための統計的プロセス管理 (Statistical Process Control; SPC) について述べ、その具体的手段として、Shewhart 管理図などを取り上げる。
多変量解析	2	品質と操業条件を関連づけ、品質に影響を与える要因について検討するために有効な回帰分析や、変数間の相関関係を抽出するために有効な主成分分析について講述する。
多変量統計的プロセス管理	2	統計的プロセス管理の発展版として、同時に大量の変数を管理するために有効な多変量統計的プロセス管理について講述する。さらに、その産業応用事例を紹介する。
実験計画法の基礎	2	データを効率的に得るための実験を計画する手法である実験計画法について講述する。具体的には、Fisher の 3 原則、要因計画、一部実施要因計画、直交表などを取り上げる。
分散分析	2	実験計画法などで得られたデータから、データ変動の要因や交互作用を解析するための手法である分散分析について講述する。
実験計画法の応用	2	実験計画法の応用として、品質工学、6、応答曲面法、マーケティング分野で用いられるコンジョイント分析などを講述する。また、学習到達度の確認を行う。

【教科書】教科書は指定しない。必要に応じて資料を配付する。

【参考書】

【予備知識】確率・統計についての基礎的な知識を有することが望ましい。

【授業 URL】

【その他】

物質科学基礎

Fundamentals of Materials Science

【科目コード】51330 【配当学年】2年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・3時限 【講義室】物314

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】邑瀬邦明（むらせくにあき）

【講義概要】主として固体化学をベースに，材料科学・材料工学の基礎となる「物質」の構造とその解析法を概説する．

【評価方法】(1)出席，(2)レポート課題，(3)定期試験の成績の3つによって総合的に評価する．評価全体に対し，(3)の占める割合はおおよそ50%とする．出席は毎回とる．レポート課題は講義1～2回につき1回程度課す．定期試験の成績下位者を救済するための追試験は一切行わない．

【最終目標】材料科学・材料工学を学ぶ際には，物理，化学，数学など様々な基礎学問が必要である．この科目では，主として固体化学的側面から，材料科学・材料工学を学ぶ上での必要最低限の専門用語，術語，および概念を習得し，2年後期以降の科目を履修するための基盤概念を築く．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
物質と材料	1	物質の三態，非晶質，ガラス，液晶など，身近にみられる材料の構造と性質
結晶構造の基礎	3	最密充填と間隙，金属結晶の構造，点対称および空間対称性，格子と単位構造，晶系とブラベ格子，結晶面および方位の表現，分数座標の表記法
化学結合論の基礎	2	元素の電子配置と遮蔽，原子およびイオンの大きさ，共有結合性とイオン性，電気陰性度の定義など
無機固体材料	3	重要なイオン性固体の構造，化学量論と欠陥，イオン伝導と固体電解質，dブロック元素と結晶場，固体の光学特性など
回折結晶学の基礎	5	X線の発生と性質，X線の散乱と回折の原理（ブラッグ条件，構造因子，消滅則），粉末法による構造解析，ラウエ法による方位解析など
学習到達度の確認	1	上記の各学習内容の総まとめ

【教科書】初回の講義において講義補助資料（冊子）を配付する。

【参考書】沖 憲典，江口鐵男：「金属物性学の基礎」（内田老鶴圃）

早稲田嘉夫，松原英一郎：「X線構造解析」（内田老鶴圃）

B. D. カリティ 著，松村源太郎 訳：「新版 X線回折要論」（アグネ承風社）

L. スマート，E. ムーア 著，河本邦仁，平尾一之 訳：「入門 固体化学」（化学同人）

A. R. ウェスト著，遠藤 忠 他 訳：「固体化学入門」（講談社サイエンティフィック）

【予備知識】京都大学受験程度の化学および物理の知識があればよい

【授業 URL】無

【その他】無

物理工学英語

English for Engineering Science

【科目コード】51250 【配当学年】3年：機械 H23 以降入学者、4年：機械 H22 以前入学者 【開講期】前期

【曜時限】ガイダンス時に連絡 【講義室】物 107 【単位数】2

【履修者制限】機械システム学コース3年以上に限定 【講義形態】少人数セミナー 【言語】

【担当教員】J. Goodman

【講義概要】機械システム学を中心としたさまざまな工学分野において必要とされる，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．このために，ネイティブスピーカーの非常勤講師による少人数セミナー形式のクラスを編成する．詳細はシラバス英語版を参照のこと．

【評価方法】

【最終目標】

【講義計画】

項目	回数	内容説明
セミナー形式の授業	15	受講生のレベルにあった教材により少人数セミナー形式で授業を進める．

【教科書】教材や内容は，担当教員より個別に指示される．

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】

- ・年度初めの3回生履修ガイダンス時に受講申込方法について説明する．
- ・少人数クラス（10～15名程度/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．
- ・クラス編成後の追加や変更は原則として認めない．
- ・途中で脱落すると各クラスの授業計画に支障が出るので，最後まで続ける意欲のある者のみ受講してほしい．

物理工学英語

English for Engineering Science

【科目コード】51251 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・2と3時限 【講義室】物107

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】英会話実習 【言語】 【担当教員】デ・ウィット

【講義概要】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。講義は外国人講師が英語のみによって行う。受講者が英語による議論に積極的に参加する機会を増やすため、毎回少人数のグループに分かれ、与えられるトピックスについて英語による討論を行う。

【評価方法】各回毎に英語で話す話題が提供されている。その話題についての準備状況、グループでの英会話の積極性などを各回毎に3ポイント満点で評価し、合計する。その合計ポイントを基に評価点を算出する。

【最終目標】英語での討論に慣れ、国際会議などで発表・討論ができるようになる。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
物理工学英語	15	環境やエネルギー、発明、時間と人という3つの大テーマに分け、各回ごとに大テーマに沿った工学的題材を一つとりあげ、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。大テーマは3、4回からなり、大テーマの最後の回を語彙修得のための講義日に当てる。英語による詳細な講義計画を、材料工学専攻ホームページの学生向け情報 (http://www.mtl.kyoto-u.ac.jp/guidance/guide.htm , 京都大学内からのみアクセス可) に公開している。

【教科書】プリントを配布：材料工学専攻ホームページ内の学生向け情報

(<http://www.mtl.kyoto-u.ac.jp/guidance/guide.htm>, 京都大学内でのみ閲覧可) の講義の案内に当該年度の講義計画詳細を掲載(ダウンロード可)。

【参考書】

【予備知識】各回の講義前に、題材に沿った予備知識(英語による対話に役立つ)をWebなどを利用して調べておくこと。

【授業URL】<http://www.mtl.kyoto-u.ac.jp/guidance/guide.htm> の物理工学英語：4回生前期配当科目を参照。

【その他】2クラス(金曜2限と3限目)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

English for Engineering Science

【科目コード】51252 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・2時限 【講義室】物213

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義と演習 【言語】 【担当教員】新宮秀夫

【講義概要】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、読解、記述を演習（暗記・暗誦）しながら学ぶ。語学上達のコツは文法の勉強や理屈ではなく、一にも二にも優れた原文の内容の把握と丸暗記であることを理解する。インターネットで情報を検索する時、英語を使う習慣を身に付ける。そのため適宜、事例を示して、英語による検索では情報量が数十倍から、百倍以上、多いことを実感する。毎授業の始めに、前回授業内容の感想と学習内容の理解について、フィードバックを目的としたメモの提出を課す。

【評価方法】期末試験として、Ellingham Diagram の説明英文約4頁を暗記で答案用紙に書く。出席回数。毎回行う小文暗記テスト答案提出枚数。などを勘案して評価する。

【最終目標】すぐれた英文を暗記・暗誦することにより、英語論文の特徴と、読解、記述のコツを習得し、英語の文章を読み、書く、とともに、情報検索に英語を使う習慣を身に付ける。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
解説文の読解	3	金属酸化物の標準形成自由エネルギーを示す。Ellingham Diagram の解説文を読み、この図の意味と利用法を理解すると共に、約4頁の英文を暗記する。
重要な表現法	3	The Wealth of Nations, The Origin of Species, Space, Time and Material, The Deborah Number などの中の有名な一節を読み、概念を知り、表現法を覚える。
論理的表現	3	Introduction to Mathematical Logic の序文（論理的に矛盾を含む文章の例示）を読み、覚える。
論文の読解	3	Solidification Processing（準安定平衡の意味をのべた論文）を読み、主要な部分を覚える。
英語での情報検索	2	物理工学に関連した、キーワード、例えば、エントロピー（Entropy）、準結晶（Quasicrystal）、ベクレル（Becquerel）、シーベルト（Sievert）、マグニチュード（Magnitude）などを英語で検索した例を日本語での検索と比較して読み比べる。この実習を通して英語検索の習慣を身に付ける。
学習到達度の確認	1	物理工学に関するテーマを与えて、サマライズして英語で発表させ、授業目標の到達度を確認する。

【教科書】なし。英文テキストは毎回配布する。

【参考書】なし。

【予備知識】言葉に興味を持つこと。英語上達の意欲があること。

【授業 URL】<http://en.enekan.jp/>

【その他】文章の概念を英文で読み理解する習慣を身に付ける。

物理工学英語

English for Engineering Science

【科目コード】51253 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】未定（開講時に通知する）

【講義室】未定（開講時に通知する） 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】小林 他

【講義概要】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。

【評価方法】原則として出席と発表によって評価する。

【最終目標】原子核工学分野における用語を学習し、英語の原著論文を読めるようになることを目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
物理工学英語	14	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、通常は教員以外にも大学院生を含むグループで行なわれる。
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認を行う。

【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。各担当教員より指示があるので、その指示に従うこと。

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【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に掲示される。

物理工学演習 1

Exercise on Engineering Science 1

【科目コード】50540 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・4時限 【講義室】物 213

【単位数】1 【履修者制限】無 【講義形態】演習 【言語】 【担当教員】石山拓二

【講義概要】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。

【評価方法】出席状況ならびに課題の提出とその評価による

【最終目標】基本的な機械要素の設計法の考え方と小規模な機械装置の正しい製図法を身に付ける

【講義計画】

項目	回数	内容説明
基礎	9	概略下記の順序で機械製図および読図のための基礎を学習する。1. 設計製図と工業製品開発・製造, 2. 立体図形の表し方(投影法, 断面図, 各種補助図法), 3. 寸法記入法, 4. 主要機械部品の図示法(ねじ, ばね, 歯車ほか), 5. 寸法公差(記入法と考え方), 6. 表面粗さ(記入法と選択の目安)
実習	6	ねじ, ばね, 歯車をはじめとする基本的機械要素の設計演習, ならびに小型バイス等のスケッチ製図を行う。最終回においては, 完成した図面のチェックを個々に行い, 学習到達度を確認する。

【教科書】植松育三ほか：初心者のための機械製図(森北出版)

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【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

Exercise on Engineering Science 1

【科目コード】50541 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】火曜・3/4 時限 【講義室】物 101

【単位数】1 【履修者制限】有、30名程度まで 【講義形態】講義と演習 【言語】 【担当教員】宮寺，小暮

【講義概要】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。

【評価方法】当てられた演習問題の解答を授業で行うことと、レポート課題を提出する。

【最終目標】物理数学の基礎を学び、実際に問題を解く。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
線形代数	5	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	5	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
学習到達度の確認	1	本講義の内容に関する到達度を確認する。

【教科書】プリントを配布する。

【参考書】なし

【予備知識】微分積分学，線形代数学

【授業 URL】なし

【その他】なし

物理工学演習 1

Exercise on Engineering Science 1

【科目コード】50542 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・3/4時限 【講義室】物213

【単位数】1 【履修者制限】無 【講義形態】演習 【言語】 【担当教員】大垣正信

【講義概要】航空機の形状と規模（大きさ）を決める主要な要素について学習する。

その成果を踏まえ、航空機の機体計画に関する演習を行う。

【評価方法】授業は3～4人のチームに分かれ、それぞれのチームごとに機体計画（乗客数、形状、大きさ、重量、エンジン等を決める）を行う。評価は次の二項目による。

- ・チーム評価：チームごとの成果発表（含む質疑応答）
- ・個人評価：チームごとに行う機体計画作業において、各人の果たした貢献度

【最終目標】航空機で使われる用語の理解、航空機開発設備の見学、航空機の整備見学を通じて、航空機技術の概要を知る。

航空機の機体計画（乗客数、形状、大きさ、重量、エンジン等を決める）の手法について、概要を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
航空機の基礎知識	5～6	航空機の種類、航空機のしくみ、航空機の性能、航空機の要素技術について説明する。また、航空機の研究開発についても事例を紹介する。
機体計画の演習	5～6	航空機の市場を仮定し、市場から要求されるであろう航空機の仕様（速度、乗客数等）を決める。 決めた仕様を満足するであろう航空機概念（形状、大きさ、重量、エンジン等の決定と三面図の作成）を明らかにする。 尚、演習は、各チームとのディスカッションを行いつつ進める。
研究設備等の現場見学	2	事前学習の後、航空機開発に関する研究設備等を見学し、現場での学習を行う。
到達度の確認（成果の発表）	1	学習成果を確認補足する目的で、機体計画の演習成果について、各チームからの成果発表を行う。

【教科書】講義用資料を配布する。

【参考書】飛行機の百科事典（丸善株式会社）青木隆平、李家賢一等編集

【予備知識】大学教養課程程度の予備知識を想定している。

【授業 URL】

【その他】

物理工学演習 2

Exercise on Engineering Science 2

【科目コード】50550 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・2時限 【講義室】物212

【単位数】1 【履修者制限】無 【講義形態】演習 【言語】 【担当教員】全員

【講義概要】各項目ごとに演習問題を課し、講義時間中に関連事項や課題の趣旨を解説したうえで、レポートを提出させる。

【評価方法】レポートの内容を基礎に出席状況を加味して総合的に評価する。

【最終目標】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。

【講義計画】

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	流体の運動方程式，完全流体の理論，粘性流体の基礎，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。
結晶解析学	2	結晶構造因子，消滅則，指数付け，格子定数や結晶子の計算など，X線回折の基礎的な解析に関する演習を行い，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】

【予備知識】

【授業 URL】

【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

Exercise on Engineering Science 2

【科目コード】50551 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・4時限～17:00 【講義室】物101

【単位数】1 【履修者制限】無 【講義形態】演習 【言語】 【担当教員】全員

【講義概要】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。

【評価方法】演習に参加し、問題の解法について発表を行った回数により評価する。

【最終目標】量子科学工学に関する基礎学力を修得する。

【講義計画】

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	5	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	5	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．
学習到達度の確認	1	これまでの学習について到達度の確認を行う．

【教科書】

【参考書】

【予備知識】微分積分学，線形代数学．

【授業 URL】

【その他】

物理工学演習 2

Exercise on Engineering Science 2

【科目コード】50552 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・3/4時限 【講義室】物213

【単位数】1 【履修者制限】無 【講義形態】演習 【言語】 【担当教員】小沼裕之

【講義概要】宇宙機及び航空機設計に関する演習を行う。

【評価方法】出席状況とレポート提出により評価。

【最終目標】宇宙機、航空機の飛行力学の基礎と機体システムの特徴を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
航空宇宙発達の概略史	1	航空機，ロケット開発の歴史と日本の取り組み
衛星の軌道	1~2	円軌道 / 静止軌道 / 楕円軌道の式，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	1~2	衛星打ち上げの必要増速量，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，ターボポンプ駆動方式，冷却方式，固体ロケットモーター
ロケットの姿勢制御	1	ジンバル制御 / ガスジェット制御 / 制御システム構成の概要
航空機の性能（基礎）	1~2	翼の基礎，水平飛行，滑空飛行，旋回飛行の力学，標準大気とその変動
航空機の安定性，操縦性	1~2	縦の安定操縦性，重心位置の移動許容範囲，横・方向の安定操縦性（概要），運動方程式，風の影響
航空機の操縦系統	1	人力操縦方式と機力操縦方式，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
ALFLEX（小型自動着陸実験）	1	機体の特徴，航法誘導制御システムの概要，飛行実験結果，開発の課題と成果，学習到達度の確認（レポート講評）

【教科書】プリントを配布する。

【参考書】

【予備知識】質点および剛体の力学。

【授業 URL】

【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。

物理工学総論 A

Introduction to Engineering Science A

【科目コード】51100 【配当学年】1年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・2時限 【講義室】物216・物315

【単位数】2 【履修者制限】なし 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】西脇・泉井・小森(悟)・中部・榎木・大塚・富田・木村・蓮尾・稲室・泉田

【講義概要】この講義では、物理工学のうち機械専攻群(機械理工学・マイクロエンジニアリング・航空宇宙工学)の各専門分野について、学問の基礎とそれが目指すべきフロンティアが何であるかについて概説する。講義は機械システム学コース(10回)と宇宙基礎工学コース(4回)の各教官が、それぞれシリーズで行なう。

【評価方法】各担当者それぞれの評価を総合する。

【最終目標】機械システム学と宇宙基礎工学の概要を理解し、修得すべき専門科目の意義を認識する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
機械システム学概説	10	機械工学は、力学を基礎とした考え方をを用いて、機械の設計・製造や技術開発といった工学上の応用・実践を目指す学問である。具体的には、自動車、重工、家電、航空宇宙、ロボット、医療といった様々な産業分野の基礎学問であり、科学技術の基盤をなす学問と言える。人類の生活を支える上で必要となる新たなもの造りや、人と自然の協調を考えた高度な技術革新を導く基盤となる機械工学の学問体系について、総合的な視点から概説しながら、工学の思考法、工学の合理性、エンジニアの社会的使命とは何かについて考えていく。(講義内容例:システム科学,量子力学・量子物性学,材料力学,熱流体工学,制御工学,人工物・社会・環境の共生,マイクロエンジニアリング,医療工学,等の基礎とフロンティア)
宇宙基礎工学の概説	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)飛行の理論(2)流体力学の発展(3)推力とロケットの力学(4)宇宙機の軌道力学等である。
学習到達度の確認	1	本講義の内容に関する到達度を確認する。

【教科書】

【参考書】

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】講義順序は上述と異なる場合がある。

物理工学総論 B

Introduction to Engineering Science B

【科目コード】51110 【配当学年】1年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・2時限 【講義室】物216・物315

【単位数】2 【履修者制限】クラス指定 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】辻・安田・市坪・大場・田畑(吉)・石原・塩路・福山・高木・伊藤(秋)・神野

【講義概要】この講義では、物理工学のうち材料科学，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．講義は各教員がシリーズに行い，全講義を受講することにより材料科学，エネルギー応用工学，原子核工学の全体像を把握できるようになっている．

【評価方法】担当教員ごとに出席ならびに適宜課するレポート等により評価し，その結果を総合する．

【最終目標】材料科学，エネルギー応用工学，原子核工学の概要を理解し，修得すべき専門科目の意義を認識する．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
全体概説	1	物理工学総論 B の講義の進め方を説明する．また，材料科学，エネルギー応用工学，原子核工学の各専門分野の紹介を行う．
材料科学概説	5	磁性材料，半導体材料，電池材料や航空機用材料などを例として，材料がどのような構造を持ち，どのようにして機能を発現するのか，さらにどのような材料がどのようにして作り出されるのかを理解する上で必要な基礎科学を概説し，先端マテリアルの世界へと誘う．
エネルギー応用工学概説	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．
学習到達度の確認	1	物理工学総論 B における学習内容の理解度を確認する．

【教科書】なし

【参考書】使わない

【予備知識】特になし

【授業 URL】

【その他】

プラズマ物理学

Plasma Physics

【科目コード】50400 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】火曜2時限 【講義室】物理系校舎101

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】日本語 【担当教員】福山 淳, 村上定義

【講義概要】超高温物質の普遍的状態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。

【評価方法】定期試験とレポートによる。

【最終目標】プラズマの基本的性質を理解するとともに、基礎的解析手法を習得する。

【講義計画】

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ャヘイ等について述べる。
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	2	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	1	プラズマの電磁流体力学の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。
放電現象	1	放電開始現象およびプラズマの生成について述べる。
核融合プラズマ	1	核融合反応とそのエネルギー利用を目指した核融合プラズマについて述べる。
学習到達度の確認	1	

【教科書】講義の際に配布する。

【参考書】

【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。

【授業 URL】

【その他】

放射化学

Radiochemistry

【科目コード】51160 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・3時限 【講義室】物216

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】(原)森山・佐々木・小林

【講義概要】放射性物質の物理化学に関わる項目として、使用済燃料リサイクルや放射性廃棄物の処理処分方法、物質の状態解析に欠かせない分析手法などに関する項目について講述する。

【評価方法】出席点および定期試験の成績で評価する。

【最終目標】放射性物質の物理化学的な特性の理解、その原理に基づく最新研究・工学の実例について学習することを目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
概論	3	<ul style="list-style-type: none"> ・放射能とその歴史 ・天然および人工放射性物質 ・原子炉での燃焼 ・超ウラン元素や核分裂生成物の発生 ・燃焼計算シミュレーション ・水の放射線分解 ・生物への放射線影響
核燃料リサイクル	4	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料再処理の概要 ・溶媒抽出プロセス及びイオン交換法の原理とその適用例 ・放射性廃棄物処理プロセス
放射性核種の利用	4	<ul style="list-style-type: none"> ・原子と原子核 ・放射平衡 ・放射性同位体の利用 - 放射化分析，トレーサ化学等 ・放射線源としての利用
アクチノイド化学の基礎	3	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物処分と環境 ・溶液平衡熱力学 - 溶解度 ・地下水中の核種移行 ・酸化還元反応に関する基礎電気化学 ・各種分析手法による物質の状態分析および定量 ・放射性物質による汚染と対策
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認を行う。

【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 ら, Pergamon Press (1995); Nuclear Chemical Engineering, 2nd Ed., M. Benedict ら, McGraw-Hill (1981) など。

【予備知識】

【授業 URL】

【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。

マイクロ加工学

Microfabrication

【科目コード】51440 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】月曜・2時限 【講義室】桂・講義室2

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】横川 隆司, 土屋 智由

【講義概要】半導体製造技術として発展しマイクロマシンの作製に利用されている微細加工技術について概説する。微細加工プロセスを構成する一連のマイクロ加工技術についてその原理から応用までを講述する。講義では受講生によるプレゼンテーションも取り入れながら行う予定である

【評価方法】各個人に与えた課題（レポート）および試験の成績による

【最終目標】微小な機械システムを製作するために用いる半導体製造技術とその派生技術であるマイクロ加工技術についての基本事項を修得する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
微細加工技術概論	1	半導体デバイスおよびマイクロマシン・MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) デバイスについて、その歴史と現状を紹介し、加工プロセスの特徴を概説する。
シリコン材料	2	マイクロマシン・MEMS デバイスの基板材料、機械構造材料となるシリコンについて、その電氣的・機械的特徴を解説する。
薄膜材料とその形成方法	3	デバイスを構成する薄膜材料について、その役割と材料的特徴を紹介し、これらの形成法の原理を講述する。(熱処理、酸化、窒化、スパッタ、CVD、めっきなど)
リソグラフィ	2	微細パターンを形成するためのリソグラフィ技術についてフォトリソグラフィを中心に説明する。露光装置、および解像度などの関係の他、X線露光、電子線露光などの技術についても紹介する。
エッチング加工	2	リソグラフィで形成したパターンを基板や薄膜に転写するために用いられるエッチング技術について説明する。溶液を用いたウエットエッチング技術、およびプラズマ等気相を用いたドライエッチング技術について説明する
マイクロマシン・MEMS 微細加工技	2	マイクロマシン・MEMS の特徴である複雑な3次元微細構造の作製技術について紹介する。ここではその例として結晶異方性エッチング、犠牲層エッチング、接合、成型、ナノインプリンティングを中心に説明する。
プロセス設計	2	実用デバイスはいくつかの微細加工プロセスを繰り返し用いることにより作製されていくが、いくつかのデバイスを例に全体の工程について説明する。
学習到達度の確認	1	マイクロファブリケーションの基礎の理解度を確認する

【教科書】

【参考書】Sami Franssila, Introduction to Microfabrication, Second Edition, John Wiley and Sons Inc

【予備知識】

【授業 URL】

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

マイクロ材料の加工・評価の基礎

Fabrication and analysis of micromaterials

【科目コード】51700 【配当学年】4年 【開講期】集中 【曜時限】集中 【講義室】 【単位数】2 【履修者制限】

【講義形態】講義・演習 【言語】 【担当教員】田畑 修, 鈴木 基史, 横川 隆司, 土屋 智由

【講義概要】・成膜、リソグラフィ、エッチング等の微細構造の創成技術および電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、オージェ電子分光法等の微細構造の観察・分析技術は、マイクロからナノスケールにおける現象を解明し、活用するうえで必要不可欠な基盤技術である。本講義では、微細構造の創成技術および観察・分析技術の概要を講義するとともに、関連する周辺技術として、各種薬品、高圧ガスなどの取り扱い、真空排気装置、クリーンルーム実験技術、バイオ実験技術などの周辺技術について講義する。さらに、近年の機械工学とバイオエンジニアリングなどの融合領域の研究・開発において重要な、マイクロ流体デバイスについて紹介する。このマイクロ流体デバイスを例に取り、ポリマー材料からなるデバイス製作を機械系共通実験室において実施する。特に、成膜、紫外線リソグラフィ、ソフトリソグラフィ、形態観察、表面分析を中心に習得する。

【評価方法】・レポートで評価する。

【最終目標】・微細構造の創成技術および観察・分析技術の概要を理解し、各種薬品、高圧ガスなどの取り扱い、真空排気装置、クリーンルーム実験技術、バイオ実験技術などの周辺技術を習得する

【講義計画】

項目	回数	内容説明
イントロダクション	1	講義概要の説明・マイクロからナノスケールにおける微細加工技術および微細構造解析・分析技術の位置づけについて概観する。
微細加工および微細構造解析・分析技術概論	1	微細加工技術および微細構造解析・分析技術の概論について講義を行う。
クリーンルーム設備と安全	1	半導体微細加工を行うクリーンルームの設備の機能、構成について講義し、本学における化学物質管理・取扱および環境安全衛生教育に加えて、設備特有の安全管理について講述する。
基板洗浄と汚染	1	ガラスあるいはシリコン基板における清浄度管理、汚染の問題について説明したうえで、各種基板洗浄方法の理論と実際の利用にあたっての課題を講述する。
薄膜成膜技術	1	主として真空装置を用いた薄膜形成プロセス法について講述する。特にアルミニウム等の金属薄膜の蒸着プロセスについて習得する。
フォトリソグラフィ・エッチング技術	3	基板上へのフォトレジストのスピコート、ベーク、紫外線照射によるマイクロパターンの形成、現像など一連のフォトリソグラフィ技術について解説し習得する。
マイクロ材料分析技術	3	電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、オージェ電子分光法等に関する基礎を学び、デバイス観察・分析の実際について習得する。
バイオメカニクス実験設備と安全	1	生体分子材料や細胞、動物実験を行うバイオメカニクス実験室の設備の機能、構成について講義し、本学における化学物質管理・取扱および環境安全衛生教育に加えて、設備特有の安全管理について講述する。
ソフトリソグラフィ技術	2	マイクロ流体デバイスを製作するためのシリコンウエハ表面の疎水コート処理、ソフトリソグラフィ技術、PDMS スラブとガラス基板のプラズマ接合、流体デバイスへのチューピングなどのアセンブリ技術を講義し、技術を習得する。
まとめ	1	本講義のまとめ。 1. 各グループで課題についての議論。 2. 材料分析結果、送液観察の結果について発表。

【教科書】

【参考書】Introduction to Micro Fabrication (Second Edition), Sami Franssila, Wiley (2010)

【予備知識】・マイクロ加工学（四回生配当）を履修していることが望ましい。また、化学物質管理・取扱講習会（主催：環境安全保健機構）および環境安全衛生教育（主催：工学研究科附属環境安全衛生センター）を受講していること。

【授業 URL】

【その他】夏季休暇中に4日間の集中講義として桂キャンパスで開講する。講義室及び桂 C3 棟の機械系クリーンルーム、バイオメカニクス実験室、顕微鏡室を利用する。// 日時については履修登録者に連絡するとともに6月中に掲示する。

有限要素法の基礎と演習

Introduction to the finite element method and its exercise

【科目コード】51320 【配当学年】4年 【開講期】集中 【曜時限】集中 【講義室】未定 【単位数】1

【履修者制限】無 【講義形態】講義と実習 【言語】 【担当教員】小寺・西脇

【講義概要】有限要素法は、構造解析・熱伝導解析などの解析技術として必要不可欠となっている。本講義では、弱形式による記述、内挿関数の適用方法、数値積分の方法など有限要素法の基本となる考え方と静解析、固有値解析、熱伝導解析の適用方法について実習をまじえながら説明する。

【評価方法】出席回数とレポート課題

【最終目標】有限要素法の基本的な知識とその具体的な利用方法をみにつける。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
有限要素法の歴史・ 数学の準備	1	有限要素法の発展の歴史と産業界における位置づけについて概説する。さらに、テンソルの基礎、マトリクス演算法、微分方程式の導出法、分類法など有限要素法に必要な数学の基礎を説明する。
数学的記述方法	1	静的な釣り合い問題を対象に、変分原理の基礎と、弱形式・強形式の数学的・力学的意味を説明する。さらに、内挿関数を用いた離散化手法についても説明する。
解析方法	1	離散化された問題を、マトリクス演算として具体的に解く方法について説明する。さらに、変位法、応力仮定法、選択的低減積分法などの有限要素の定式化の方法とその特徴について述べる。
固有値解析・熱伝導 解析	1	固有値解析・熱伝導解析への有限要素法の適用方法について概説する。
実習1	3	解析モデルの作成方法、解析方法、解析結果の表示・評価方法について、簡単な静的な釣り合い問題を対象について実習を通じて説明する。なお、解析ソフトにはMSC/NASTRANを使用する。
実習2	1	簡単な実習例題により、固有値解析・熱伝導解析の方法について説明する。

【教科書】毎回プリント等を配布する。

【参考書】Huebner 他：The Finite Element Method for Engineers Fourth Edition (Wiley Inter-Science)

【予備知識】構造力学・弾性力学の基礎知識を必要とする。

【授業URL】

【その他】通常、7月に事前登録法、内容等について物理系校舎の掲示版に掲示する。希望者は、掲示板上の登録用紙にて、事前登録をすること。

流体熱工学

Fluid Flow and Heat Transfer

【科目コード】51520 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】月曜・2時限 【講義室】物212

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】功刀・横峯・河原

【講義概要】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熱流体現象を安全工学の観点を含めつつ講述する。

【評価方法】原則的に試験成績で評価するが、平常点も参考にする。

【最終目標】熱と流体の関連性について、力学的・熱力学的考察を進めつつ、伝熱工学に関する基礎知識を習得するとともに、問題解決能力を涵養する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
伝熱基礎	1.0	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	1.0	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	2.0	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	4.0	強制対流および自然対流の熱伝達を支配する基礎方程式、境界層（層流、乱流）の特性、相似則などについて講述する。時間があれば、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言及する。
沸騰熱伝達	5.0	気液二相流の基礎的性質、沸騰曲線、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伝熱機構についての理論と構成方程式および応用について講述する。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。
凝縮熱伝達および伝熱促進・制御	1.0	膜状凝縮、滴状凝縮の基礎理論と応用について講述する。また、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。
学習到達度の確認	1.0	本講義の学習到達度の確認を行う。

【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。

【授業URL】

【その他】当該年度の授業回数や進捗状況などに応じて一部省略や追加がありうる。

流体力学 1

Fluid Dynamics I

【科目コード】51420 【配当学年】2年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・2時限

【講義室】物313(小森・黒瀬)・物216(稲室) 【単位数】2 【履修者制限】なし 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】小森・黒瀬(51420), 稲室(51421)

【講義概要】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、流体運動の基礎方程式、その基礎方程式から導かれる流体運動の一般的性質と基礎的事項。

【評価方法】試験

【最終目標】

【講義計画】

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、流体の連続体に関する概念、流体物性など流体力学の基礎的事項について述べる。
静止流体の力学	2	静止流体の力学として、重力下での圧力分布、圧力と密度の関係、圧力測定法などについて述べる。
粘性流体の運動	4	粘性流体の運動を記述する連続の式および運動方程式の物理的意味について、それらの支配方程式の導出法も含めて説明する。ついで支配方程式を用いた平行平板間や円管内の層流の流速分布の計算法について述べる。さらに、層流から乱流への遷移と乱流場での運動方程式の導出について平行平板間の流れを例にとって説明する。
流体運動のマクロ的表現	5	一次元流れとしての流体運動のマクロ的な取り扱い法として、質量・運動量・エネルギーの保存則について説明するとともに、それらの保存則を用いた流体力の計算例について述べる。さらに、流速計測法についても言及する予定である。
演習	2	演習および解説を行う
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認を行う

【教科書】教科書に匹敵する講義用プリントを配布する。

【参考書】

【予備知識】微分積分学統論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2(機械システム学コース3年配当)、流体力学2・気体力学・空気力学(宇宙基礎工学コース配当)に対する入門編である。

【授業 URL】

【その他】機械システム学コースの学生を小森・黒瀬が、宇宙基礎工学・エネルギー理工学・材料科学およびその他のコースの学生を稲室が担当する。

流体力学 2

Fluid Dynamics 2

【科目コード】51430 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・2時限 【講義室】物313

【単位数】2 【履修者制限】なし 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】小森・黒瀬

【講義概要】2回生後期開講科目である流体力学1（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、圧縮性流体の流れ等、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。

【評価方法】試験

【最終目標】

【講義計画】

項目	回数	内容説明
層流境界層	2	平板上の層流境界層の定性的説明、層流から乱流への遷移に影響する因子、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	2	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	2	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・ジュコーフスキーの定理、ケルビンの定理と揚力発生メカニズム、渦糸によって誘起される流れ、ビオ・サパールの法則等について解説する。
圧縮性流体の流れ	2	圧縮性流体の流れの基礎について解説する。
演習	2	演習および解説を行う
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認を行う

【教科書】教科書に匹敵する講義用プリントを毎週配布する。

【参考書】

【予備知識】流体力学1（流体力学基礎）の科目を履修した者であることが望ましい。

【授業 URL】

【その他】毎週の講義の終了時に、演習問題を解かせるか、宿題を課する。

流体力学 2

Fluid Dynamics 2

【科目コード】51431 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・2時限 【講義室】物314

【単位数】2 【履修者制限】なし 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】稲室・大和田・杉元

【講義概要】流体力学1に引き続き，流体力学の基本的枠組と基礎事項について述べる．粘性流体に関する取扱いが中心となる．

【評価方法】宿題および試験の総合評価で行う．

【最終目標】流体力学の基本的枠組と基礎事項を理解する．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
基礎方程式の表現	2	流体力学1の復習を行った後，円柱座標および球座標での基礎方程式の表現について述べる．
おそい粘性流	3	Stokes 近似，球の抵抗則，Hele-Shaw 流れについて述べる．
はやい粘性流	3	境界層理論，Karman の運動量積分式，平板に沿う境界層について述べる．
乱流	6	乱流における平均操作，平均流の運動方程式，経験則，平均流の運動エネルギー，乱流の運動エネルギー，乱れの生産と散逸，乱流におけるエネルギーの移行過程について述べる．
フィードバック授業	1	KULASIS で試験問題に関する解説や講評を掲載する．

【教科書】講義用プリントを配布する．

【参考書】

【予備知識】微分積分学，線形代数，物理学概論，流体力学1

【授業 URL】

【その他】

量子線計測学

Quantum Radiation Detection

【科目コード】51090 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・2時限 【講義室】物101

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】土田秀次

【講義概要】広義の量子線（イオンや電子などの荷電粒子、X線やγ線などの光子、中性子）について、これらの物質との相互作用過程を重点に講述し、これら量子線を計測するための各種検出器の測定原理や計測技術・方法等について説明する。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。

【評価方法】筆記試験

【最終目標】量子線の物理的性質について、それらの物質との相互作用過程を理解する。これを踏まえて、放射線検出器の初歩的な動作原理を理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
放射線計測の概要	1	本講義の全体的な概要を説明する。具体的には、放射線の性質、放射線計測の概要（測定の種類や計測回路の基本構成）、検出器の概要および放射線計測で用いる単位などについて説明する。
量子線（光子）の性質	1～2	光子（X線・γ線）の性質および物質との相互作用（相互作用過程とその断面積、減衰など）に関連した基礎事項を重点に講述する。
量子線（荷電粒子）の性質	1～2	高速荷電粒子（高速のイオン、電子）の性質および物質との相互作用（相互作用過程、エネルギー損失、飛程など）に関連した基礎事項を重点に講述する。
量子線（中性子）の性質	1	中性子の性質、物質との相互作用（相互作用過程、核反応など）に関連した基礎事項を重点に講述する。
放射線検出器	4	放射線検出器（ガス入り検出器、半導体検出器、シンチレーション検出器、その他の検出器）の基本的な動作原理を述べると共に、放射線の種類に応じた検出器の検出原理および基本特性等を解説する。
放射線計測技術	1	放射線計測の基本構成（放射線のエネルギー計測や時間計測をする場合の構成など）、計測回路（モジュールの種類とその役割）および計測回路の信号処理などのついて説明する。
量子線スペクトルの測定	2	荷電粒子、γ線、中性子などのエネルギースペクトルの代表的な測定法について説明する。
放射線計測の定量	1～2	放射線計測の定量に関わる基本事項について解説する。具体的には、絶対測定と相対測定との違い、検出効率、立体角などを説明する。
放射線計測における統計	2	放射線計測に用いる統計学（確率分布および誤差伝播など）を解説する。
学習到達度の確認	1	本講義の全体のまとめを行う。

【教科書】特に定めない

【参考書】ニコラス・ツルファニディス著 阪井英次訳 放射線計測の理論と演習（上、下巻）現代工学社など

【予備知識】原子物理学

【授業 URL】

【その他】必要に応じてプリントを配布する

量子反応基礎論

Fundamentals of Atomic Interactions in Matter

【科目コード】50410 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・3時限 【講義室】物101

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】伊藤秋男, 間嶋拓也

【講義概要】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. それら量子ビームが物質と衝突して引き起こす量子反応現象の基本メカニズム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.

【評価方法】主要單元ごとのレポート提出と期末試験による評価

【最終目標】量子ビームや放射線の基本の理解と応用としての実験技術に関する知識の習得。

量子力学を基礎とした理論的取扱手法の習得。

レポートにより学生の理解度や表現能力を判断し、フィードバックすることで基礎学力を高める。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
量子線と物質相互作用概論	2	量子ビームが物質内を通過するとき起こるマイクロ領域での様々な衝突反応現象やその基本的な発現メカニズム等並びに応用面での利用形態等について概観し、本講義内容の全体を把握する。
原子の電子状態	2	スピン多重度、角運動量の合成法、シュタルク効果・ゼーマン効果、リュードベリー原子、などの基礎と実用的使用方法について詳述する。
衝突反応の基本法則	4	二粒子間の衝突過程について詳述する。諸保存則及び実験室系・重心系・中心力場系での関係式と変換式等について述べた後、ラザフォード散乱断面積等の公式を古典論と量子論各々から導出すると共に、実際に計算する上で重要となる原子間相互作用ポテンシャルのあらましを理解する。2状態間の遷移確率の定式化とボルン近似法による遷移断面積の計算法並びに一般的な選択則等について理解する。合わせて原子単位の理解と、スレータ法によるエネルギー・準位の計算法等についても習得する。
原子の電離・励起・電子捕獲過程	3	電離や励起の衝突断面積を波動関数を用いて実際に計算し、解析計算能力を高める。また、電子捕獲過程に関する取扱方法をオーバーバリアモデル・ポーアモデルなどの古典的方法と、量子論的OBK近似について詳述する。
物質内でのエネルギー- 阻止能	2	高速荷電粒子が固体を通過する際のエネルギー損失過程について詳述するとともに、固体への照射効果について概術する。
量子ビームによる分析技術	1	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、固体面構造解析、表面分析などについて理解する。
学習到達度の確認	1	最終目標に対する達成の度合いを確認する。必要に応じて復習を行う。

【教科書】主としてプリントを用いて講義する。

【参考書】例えば、高柳：電子・原子・分子の衝突（培風館）、
山崎：粒子線物理学（丸善）

【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。

【授業 URL】

【その他】

量子物性基礎論

Introduction to Solid State Physics

【科目コード】51480 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・1時限 【講義室】物101

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】松尾・瀬木

【講義概要】物性科学は、原子、分子などのミクロな視点から物質の性質を理解する学問であり、工学応用されている重要な物質材料の性質を理解するための学問基盤となっている。本講義では、固体物性の基礎となる格子や電子などの振る舞いを調べるため、量子論に基づいた記述をおこない固体物性の基礎を理解する。

【評価方法】出席、レポート、試験を総合して評価する。

【最終目標】本講義では固体物性で最も重要である光子・電子・粒子と物質との相互作用についてミクロな視点から理解を深めることを目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
イントロダクション	1	結晶構造や結晶の種類など個体物理の基礎を復習する
自由電子論	2	1次元自由電子の波動関数とエネルギー状態、フェルミ面
バンド構造	3	ブロッホの定理、ブリルアンゾーン、ラエウ方程式、回折と構造因子、
欠陥と転位	2	空格子、拡散、カラーセンター
光の吸収反射	2	クラマース・クローニツヒの関係、ドルーデ理論、電子気体、プラズモン
半導体	2	バンドギャップ、エレクトロンとホール、真性半導体、不純物ドーピングと電子伝導
接合理論	2	表面電子伝導、p-n接合、MS接合
学習到達度の確認	1	量子力学に基づく固体物性に関する学習到達度を確認する

【教科書】特になし

【参考書】キッテル：固体物理学入門（上下）（丸善）

【予備知識】固体物理学を履修しておくことが望ましい。

【授業 URL】

【その他】

量子物理学 1

Quantum Physics 1

【科目コード】50180 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・3時限

【講義室】物315：鈴木・物314：木村(健) 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】鈴木：50180・木村(健)：50181

【講義概要】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。

【評価方法】試験および講義時に課すレポート

【最終目標】量子力学及び量子統計力学の基礎となる主要な概念に習熟し、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

【講義計画】

項目	回数	内容説明
量子力学の生い立ち	1~2	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	2~3	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	2~3	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。
学習到達度の確認	1	演習を行い、添削および解答の説明を通して到達度を確認する。

【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。

【予備知識】

【授業 URL】

【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。

量子物理学 1

Quantum Physics 1

【科目コード】50181 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】金曜・3時限

【講義室】物315：鈴木・物314：木村(健) 【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】

【担当教員】鈴木：50180・木村(健)：50181

【講義概要】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。

【評価方法】試験および講義時に課すレポート

【最終目標】量子力学及び量子統計力学の基礎となる主要な概念に習熟し、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

【講義計画】

項目	回数	内容説明
量子力学の生い立ち	1~2	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	2~3	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	2~3	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。
学習到達度の確認	1	演習を行い、添削および解答の説明を通して到達度を確認する。

【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。

【予備知識】

【授業 URL】

【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。

量子物理学 1

Quantum Physics 1

【科目コード】50182 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・2時限 【講義室】物315

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】宮寺

【講義概要】量子論の基本的枠組みについて解説する。1次元空間を運動する量子力学的粒子の記述と、そこにあらわれる量子論特有の現象を説明する。

【評価方法】筆記試験の成績で評価する。

【最終目標】量子論の基本的枠組みについて、特にその古典論との違いを理解する。1次元空間を運動する量子力学的粒子の解析が行えるようになる。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
導入	2	原子の安定性の問題やダブルスリット実験など、古典論では説明できない現象を取り上げ、行列力学 (Heisenberg) と波動力学 (Schroedinger) の登場した経緯を概観する。
量子論の基本的枠組み	3	状態と物理量の概念を導入し、それらが量子論ではどのように記述されるかを説明する。Hilbert 空間、状態ベクトル、線形作用素、スペクトル分解などを必要最低限な範囲で取り上げる。Schroedinger 方程式、Heisenberg 方程式について説明する。
量子化	2	古典力学の一般的枠組みである Lagrange 形式及び Hamilton 形式を説明し、対応した量子論がどのように構成されるかを見ていく。
1次元空間を運動する量子力学的粒子	3	1次元空間上を運動する量子力学的粒子について調べる。自由粒子や、井戸型ポテンシャルなど簡単なポテンシャル中を運動する粒子の記述と、トンネル効果など量子論特有の現象について説明する。
調和振動子	1	調和振動子のエネルギー固有値の求め方について説明する。
WKB 近似	2	一般的なポテンシャル中を運動する粒子の様子を調べるための手法である WKB 近似について説明する。
3次元空間を運動する量子力学的粒子	1	3次元空間を運動する量子力学的粒子の記述を導入する。
学習到達度の確認	1	本講義の内容に関する到達度を確認する。

【教科書】特に定めない

【参考書】現代の量子力学 上 (J.J.Sakurai, 吉岡書店)

量子論 その数学および構造の基礎 (C.J.Isham, 吉岡書店)

量子論の基礎 その本質のやさしい理解のために (清水明, サイエンス社) など

【予備知識】古典力学、線形代数

【授業 URL】なし

【その他】なし

量子物理学 2

Quantum Physics 2

【科目コード】50190 【配当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】水曜・1時限 【講義室】物212

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】蓮尾

【講義概要】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。

【評価方法】試験および講義時に課すレポート

【最終目標】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習熟する

【講義計画】

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。
学習到達度の確認	1	最終目標への到達度を確認

【教科書】

【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。

【授業URL】

【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

Quantum Physics 2

【科目コード】50192 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・1時限 【講義室】物313

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】宮寺

【講義概要】量子論の基本的枠組みについて説明する。また、摂動論を解説し、それを用いてより複雑な系の解析を行う。

【評価方法】筆記試験の成績により評価する。

【最終目標】量子論の基本的枠組みについて理解する。また、水素原子など現実的な系の解析を行えるようになる。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
量子論の基本的枠組み	2	量子論の基本的枠組みを復習する。また、不確定性関係や Bell の不等式の破れなど量子論特有な概念を説明する。
角運動量	3	量子論における角運動量について説明する。対称性の概念にも触れ、スピンの導入も行う。
中心力ポテンシャル	1	中心力ポテンシャルを運動する量子力学的粒子の振る舞いを調べる。水素原子のエネルギー固有状態を求める。
定常状態の摂動論	3	エネルギー固有値（固有状態）を近似的に求める定常状態の摂動論（縮退がある場合、ない場合）を紹介する。例として非線形振動子やシュタルク効果などを検討する。
時間発展に関する摂動論	2	時間発展する物理量を解析する相互作用描像を用いた摂動論について解説する。周期的外場がある場合の遷移や、非線形振動子の振る舞いなどを調べる。
多粒子系	2	量子力学的多粒子系を導入する。スピンと統計の関係を説明し、Fock 空間による Boson と Fermion の記述を解説する。
量子論の発展	1	量子論を用いた技術である量子情報に関する話題を紹介する。
学習到達度の確認	1	本講義の内容に関する到達度を確認する。

【教科書】特に定めない

【参考書】現代の量子力学 下 (J.J.Sakurai, 吉岡書店)

量子論 その数学および構造の基礎 (C.J.Isham, 吉岡書店)

【予備知識】量子物理学 1、線形代数

【授業 URL】なし

【その他】なし

量子無機材料学 1

Electronic Structures of Inorganic Materials 1

【科目コード】51650 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・2時限 【講義室】物216

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】田中 功

【講義概要】多様な無機固体について，その物性と結晶構造や組成との関係を包括的に理解するためには，電子論の知識が不可欠である．本講義では，そのために必要となる最低限の電子論と固体化学の基本概念の習得を目指す．

【評価方法】

- ・定期試験（筆記）
- ・授業中にレポート課題を与え，評価の一部とすることがある．

【最終目標】材料工学において必要となる最低限の電子論と固体の電子状態の基本概念を習得する．

【講義計画】

項目	回数	内容説明
量子論の導入	3	電子の記述，シュレディンガー方程式の導出・解法
原子の電子構造	3	水素様原子，量子数，多電子原子，セルフコンシステント法，電子のスピン
分子の電子構造	3	分子オービタル法，等核2原子分子，異核2原子分子，化学結合
結晶の電子構造	4	単体結晶の電子構造，化合物結晶の電子構造，水素原子の1次元鎖，ブロッホの定理，バンド計算法
材料科学への応用	1	密度汎関数法による計算と材料科学への応用
学習到達度の確認	1	KULASIS 上に試験問題に関する解説や講評を掲載

【教科書】テキストを配布

【参考書】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）

【予備知識】特に必要としない

【授業 URL】<http://cms.mtl.kyoto-u.ac.jp/tanaka.html>

閲覧用のパスワードは講義中に伝える．

【その他】

量子無機材料学 2

Electronic Structures of Inorganic Materials 2

【科目コード】51660 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】火曜・2時限 【講義室】物314

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】大場

【講義概要】材料の機能は電子状態に由来するため、材料設計を行う上で電子状態を把握することが重要となる。本講義では、原子、分子、固体の電子状態の理解に有用な量子化学やバンド理論について、基礎となる理論や計算手法を講述する。また、無機材料の電子状態と機能の関係について、実例を挙げて説明する。

【評価方法】原則として定期試験で評価するが、演習・レポートの結果を加味することがある。

【最終目標】量子化学およびバンド理論の基礎事項に加え、それらを材料科学における問題に応用するための方法や考え方を習得する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
電子状態理論と材料科学	1	材料の研究・開発における電子状態理論の役割について講述する。
電子状態理論の基礎	3	波動関数，全エネルギー，一電子エネルギーの性質や物理的意味について講述する。
量子化学計算の理論と近似および手法(1)	4	電子状態の理解に有用な量子化学計算について，ハートリー近似およびハートリー-フォック近似を中心に講述し，適用例を紹介する。
量子化学計算の理論と近似および手法(2)	2	密度汎関数理論や摂動法等，量子化学に関わる理論や近似について講述する。
原子の電子構造	1	水素様原子および一般の原子の波動関数，エネルギー固有値，パウリの排他原理，フントの規則等について講述する。
分子の電子構造と化学結合	1	分子軌道法について説明し，その応用により理解される分子の電子構造および化学結合について講述する。
固体の電子構造と化学結合	1	固体の電子構造および化学結合について講述する。
格子欠陥の電子状態	1	点欠陥，表面，界面などの格子欠陥の電子状態とそれに由来した材料機能について講述する。
学習到達度の確認	1	本講義で学習した内容について，到達度を確認する。

【教科書】プリントを配布

【参考書】「量子化学 上巻」，原田義也 著（裳華房）

「新しい量子化学 電子構造の理論入門 上」，A. ザボ，N.S. オストランド 著，大野公男，阪井健男，望月祐志 訳（東京大学出版会）

「量子材料学の初歩」，足立裕彦，田中 功 著（三共出版）

【予備知識】前期開講科目「量子無機材料学 1」の学習内容を習得していることが望ましい。

【授業 URL】

【その他】

連続体力学

Continuum Mechanics

【科目コード】50200 【配当学年】3年 【開講期】前期 【曜時限】金曜・3時限 【講義室】物312

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】今谷

【講義概要】「材料力学1, 2」(2学年前・後期配当)および「流体力学1」(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2」(3学年前期配当)を平行して受講することを薦める。

【評価方法】原則として期末試験の成績によって評価するが、レポートや出席点を加味することがある。

【最終目標】固体と流体の巨視的な振る舞いを記述するための基礎式とその性質を理解し、具体的な境界値問題の厳密解法と近似解法について、それらの基本的な考え方を修得させることを目標とする。

【講義計画】

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
応力とつり合い方程式	2	各種の保存則, 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	3	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, エネルギー原理など
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, 板/殻の解析, 熱応力, 座屈
流体力学の問題	2	流体の基礎式, 慣性と粘性, Navier-Stokes の方程式とその具体的な問題への応用, 波動
学習到達度の確認	1	学習到達度の確認

【教科書】特に指定しない

【参考書】培風館 "連続体の力学入門"(Y.C. ファン著), 日刊工業新聞社刊 "弾性力学の基礎"(井上達雄著)など

【予備知識】微分積分、線形代数などの数学の基礎、質点および剛体の力学などの物理学の基礎、および材料力学などの基礎的な専門科目

【授業 URL】

【その他】

連続体力学

Continuum Mechanics

【科目コード】50201 【配当学年】3年 【開講期】後期 【曜時限】水曜・4時限 【講義室】物216

【単位数】2 【履修者制限】無 【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】安達泰治

【講義概要】連続体力学は、固体、流体の力学的ふるまい、すなわち、空間・時間内に連続的に存在する物体の変形や流動（運動）等とそれらを引き起こす力との関連について、物質とエネルギーの概念を通して取り扱うものである。

【評価方法】成績は、期末試験の成績により評価する。レポート点を加味することがある。

【最終目標】固体・流体等の変形する連続体の力学に共通する考え方を理解する。また、線形代数学や微分積分学が、どのように連続体力学を理解する上で用いられるかを理解する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
連続体力学の考え方	1	連続体、および、連続体力学の考え方。
線形代数学の概要	1	連続体力学において不可欠なマトリクス代数・総和規約、固有値と固有ベクトル・ケーリー - ハミルトンの定理など。
ベクトル・テンソル	2	直交デカルト座標系におけるベクトルとテンソルの基礎・スカラー積、ベクトル積・ベクトル・テンソルの演算、商法則・座標変換・微分演算子、テンソルの微分・ガウスの発散定理。
変形とひずみ	2	連続体の変形を考える上で重要な変位・ひずみの概念・運動と座標系、時間導関数・ひずみの適合条件・ひずみの不変量。
応力と平衡方程式	2	力と応力の概念や平衡方程式・応力テンソル、コーシーの式、平衡方程式・応力の不変量。
保存則と支配方程式	2	連続体の変形や運動に対して一般的に成立する各種保存則・体積積分の物質導関数・質量保存則、運動量保存則、角運動量保存則、エネルギー保存則。
構成式	2	各種流体と固体の応答、応力 - ひずみ関係・完全流体、ニュートン流体、線形弾性体、線形熱弾性体。
連続体の境界値問題と変分原理	2	保存則や構成式などからなる連続体の支配方程式に対する境界値問題の考え方・支配方程式と未知数・ニュートン流体とナビエ - ストークスの式、線形弾性体とナビエの式・境界値問題と変分原理。
学習到達度の確認	1	講義全体を通して、学習到達度の確認を行う。

【教科書】連続体力学の基礎、富田佳宏著、養賢堂

【参考書】固体の力学 / 理論、Y. C. Fung 著、大橋・村上・神谷共訳、培風館

【予備知識】微分積分学、線形代数学などの基礎数学・質点・剛体の基礎力学・材料力学などの基礎的な専門科目。

【授業 URL】

【その他】

工学倫理

Engineering Ethics

【科目コード】21050 【担当学年】4年 【開講期】前期 【曜時限】木曜・3時限 【講義室】共通3・桂 C1-192 【単位数】2 【履修者制限】無

【講義形態】講義 【言語】 【担当教員】工学部長・川崎・赤木 他関係教員

【講義概要】現代の工学技術者、工学研究者にとって、工学的見地に基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員によって、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。

【評価方法】出席及びレポート

【最終目標】工学倫理を理解し、問題に遭遇したときに、自分で判断できる能力を養う。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
工学倫理を学ぶ意義 (4/10)	1	工学倫理とはなにかを概説し、ものづくりに携わる技術者が社会的責任を果たし、かつ自分を守るための思考法として工学倫理を解説する。
イキモノを対象とする技術のデザイン (4/17)	1	工学設計の対象がイキモノやその環境に移行するに従って、設計手法の根本的な変更が迫られている。生体材料学、再生医学の基礎、医療・福祉・健康現場におけるニーズとその定量化（効用値計算）、仕様への書き下し、経済社会評価などに関して述べ、論議を交えながら考える。
応用倫理学としての工学倫理 (4/24)	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。
高度情報化時代の工学倫理 (5/1)	1	「高度情報化時代」における工学倫理は、それ以前のものとは比べてどこが同じでどこが異なるのかを、いくつかの事例をもとに考察する。
放射線化学・生物学の倫理 (5/8)	1	放射線は化学反応を進めるトリガーとして、また疾患の有効な治療手段として、科学・医療の分野で広く活用される。具体的な利用法、ならびに近年の研究状況を解説した上で、放射線に関わる研究者・技術者が持つべき倫理を議論する。
科学技術者の倫理 (5/15)	1	科学技術者は様々な場面で倫理的な意志決定を迫られる。倫理的な決定が経済性などの他の視点からの決定と矛盾しなければ問題ない。やっかいなのは、利害関係が相反する問題である。このような問題にどのように対処すべきか、例題を用いて議論する。
生命倫理（バイオエシックス）(5/22)	1	工学分野においてもヒトや生物を対象とする医学的、生物学的研究や技術が増加しつつあり、工学と生物、ヒト、医療とのかかわりも増えている。そのため、生命に関わる倫理に関する知識の修得が必要となる。本講義では医学研究倫理を含めた生命倫理について概説する。
情報倫理 (5/29)	1	コンピュータ、インターネット、携帯電話、スマートフォンなどは日常生活に不可欠な機器とサービスになっているが、生活を便利にする反面、多くの社会問題を抱えている。このような情報社会において安全に生活するためのセキュリティの知識や情報倫理について解説する。
特許と倫理（第1回）(6/5)	1	研究成果である発明を保護する特許制度と特許を巡る倫理問題について学習する。第1回は、特許を巡る倫理問題を理解するにあたり、その前提となる日本の特許制度について、世界の主要国における制度や国際的枠組みとも対比しつつ講義を行う。
特許と倫理（第2回）(6/12)	1	第2回は、第1回で学習した特許制度の知識を前提として、特許を巡って生じる倫理問題・法律問題について、実例等を含めて考える。
物質科学と工学倫理 (6/19)	1	現代社会では、様々な化学物質が用いられている。その使用量が増加すると共に、製造・使用・廃棄の各段階で、工学倫理に関わる複雑な問題が生じている。本講では、こうした問題に対して技術者・研究者に求められる倫理について述べる。
土木工学における倫理 (6/26)	1	人々の暮らしの安全を守り豊かにするために、土木工学は多くの社会基盤整備を実施している。その多くは公共構造物であるが、土木工学特有の工学倫理について、例を挙げながら講義する。
建築技術者の倫理 (7/3)	1	技術者が遭遇するであろう様々な状況を想定し、技術者が考慮すべき「工学倫理」について解説する。特に建築分野において過去に社会問題となった生コンへの加水問題、耐震強度偽装問題、施工不良、建築士資格詐称問題、廃棄物処理など、 [*] の実例を取りあげ、自身の行動を選択する規範について議論する。
原子力工学における工学倫理 (7/10)	1	原子力技術はエネルギーの安定供給や放射線の利用など人類に大きな価値をもたらす一方、福島原子力発電所事故に見るように大きな災禍を招く可能性がある。原子力工学分野におけるこれまでの事例をもとに、工学倫理について考える。
鑑定における倫理 (7/24)	1	ナイロンザイル事件の低温下脆性研究や、和歌山ヒ素事件における SPring-8 元素分析の問題、銑鉄一千万円事件を考察し、突然鑑定人になる可能性のある工学部出身者に対して鑑定書執筆に関する注意点や、鑑定における心構えについて解説する。

【教科書】講義資料を配付する。

【参考書】北海道技術者倫理研究会編「オムニバス技術者倫理」、共立出版(2007)、

中村収三著「新版実践的工学倫理」、化学同人(2008)、

林真理・宮澤健二 他著「技術者の倫理」、コロナ社(2006)、

川下智幸・下野次男 他著「技術者倫理の世界」、コロナ社(2013)

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】桂キャンパスと吉田キャンパスとで遠隔講義を行う。講義順序は変更することがある。

[対応する学習・教育目標] C. 実践能力 C3. 職能倫理観の構築

工学序論

Introduction to Engineering

【科目コード】21080 【配当学年】1年 【開講期】前期・集中 【曜時限】集中講義

【講義室】京都テルサ、総合研究3号館共通155講義室 【単位数】1 【履修者制限】無

【講義形態】講義（リレー講義） 【言語】 【担当教員】木村健二 他

【講義概要】 工学は、真理を探求し有用な技術を開発すると共に、開発した技術の成果をどのように社会に還元するかを研究する学問分野である。まず、工学の門をくぐる新入生が心得るべき基本的事項を講述する。

次に集中講義により、工学が現代および将来の社会にどのような課題を解決しうるのか、科学技術の価値や研究者・技術者が社会で果たす役割を、講義形式で学ぶ。

【評価方法】 講義を受講した後に、小論文様式で講義内容を再構築して記述し、それについて各自の意見とその検証方法を加えて論述する。

指定された回数の提出小論文に対する評価、および出席状況により成績を評価する。

【最終目標】 社会の一員としての学生の立場、責任を自覚し、大学生活を送る上で基本的事項を学習する。また、科学技術が社会が直面するさまざまな問題の解決や、安全・安心にかかわる問題の解決に重要な役割を果たすことを理解することにより、工学を学ぶ価値を発見し、将来の自らの進路を考察する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
	1~2	入学直後に、これから工学を学ぶ学生としての基本的な知識や心構え、社会における工学の役割などを講述する。工学部新入生を対象としたガイダンス・初年次教育として実施する。 (平成26年度は、平成26年4月4日(金)京都テルサ・テルサホールにて開催予定)
	6	夏季休暇開始前後に、科学技術分野において国際的に活躍する知の先達を招いて、2日間の集中連続講義を実施する。現代社会において科学技術が果たす役割を正しく理解し、工学を学び、研究者・技術者として社会で活躍する意義を再確認するとともに、将来の進路を意識して学習する契機とする。指定された項目に沿って、講義内容や受講者の見解等を記述する小論文を作成させる。

【教科書】 必要に応じて指定する。

【参考書】 必要に応じて指定する。

【予備知識】 特に必要としない。

【授業 URL】

【その他】 取得した単位が卒業に必要な単位として認定されるか否かは、所属学科によって異なります。所属学科の履修要覧を参照して下さい。

科学技術英語演習

Exercise in English of Science and Technology(in English)

【科目コード】22020 【配当学年】2年 【開講期】通年・集中 【曜時限】集中講義 【講義室】別途指示あり

【単位数】1 【履修者制限】有 【講義形態】演習（講義を含む） 【言語】 【担当教員】西 他関係教員

【講義概要】 オンライン英語学習システムを用いた自習型英語演習と、専門支援教員による英語の運用能力に焦点を絞った短期集中講義及び演習とのハイブリット方式により、ディスカッション型の科学技術英語の入門教育を行う。

【評価方法】 集中講義への出席を必須とし、オンライン自習システムによる学習状況、修得能力及び講義を受講した後に提出するレポートの内容等により成績を評価する。

【最終目標】 全学共通科目としての一般英語や、各学科が提供する専門英語での学習に加えて、科学技術をベースとしたコミュニケーション英語能力の習得を目指す。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
科学技術英語演習序論（ガイダンス）	1	科目内容のガイダンス。オンライン英語学習システム（ネットアカデミー）の利用及び利用方法のオリエンテーション等。（以下、演習の進捗やクラス編成にあわせて内容を変更する場合がある）
オンライン自習システム『ネットアカデミー』による英語演習	2-5	ネットアカデミーを利用し、自習型演習により、基礎的な英語コミュニケーション能力を向上させる。
スピーキング能力の確認	6	学習進捗状況と個々のスピーキング能力を確認する
クリエイティブ・コミュニケーション集中講義及び演習	7-14	クリエイティブ英語コミュニケーション能力を向上させるための集中講義及び演習を、複数の支援専門教員の指導の下に、夏季休暇期間中に実施する。受講生が有する英語に関する知識を活用してコミュニケーション能力を高めるためのトレーニングを行い、発話量とその質の向上を目指す。さらに、工学に関する話題についてのグループディスカッション演習を行い、英語による論議力を向上させる。
学習到達度確認	15	科学技術英語について演習内容を総括するとともに、学習到達度を確認する。

【教科書】教科書を使用せず、講義内容に沿った資料を配布する。また、オンライン英語学習システム受講用のIDを発行する。

【参考書】

【予備知識】特に必要としない。

【授業 URL】 <http://www.glc.t.kyoto-u.ac.jp/ja/study/ugrad/22020>

【その他】 演習の効果を最大限に発揮させるため、受講生総数を制限する場合がある。また、受講生総数の制限やオンライン学習システム使用の都合上、原則として初回講義（ガイダンス）への出席を必須とする。通年科目であるが、講義及び演習は原則として前期および夏季休暇期間内に実施する。

取得した単位が卒業に必要な単位として認定されるか否かは、所属学科によって異なります。所属学科の履修要覧を参照して下さい。

工学とエコロジー (英語)

Engineering and Ecology(in English)

【科目コード】22110 【配当学年】2 回生以上 【開講期】前期 【曜時限】火曜・5-6 時限

【講義室】共通 2 (総合研究 4 号館) 【単位数】2 【履修者制限】有 【講義形態】演習 (講義を含む)

【言語】英語 【担当教員】Juha Lintuluoto

【講義概要】多様な環境問題に対する工学的アプローチを題材として、英語による講義と演習を行う。特に、グローバルな生態学および環境学の問題に対する、持続可能な工学的問題解決方法の学習に重点を置く。講義内容に関する小レポート課題 (5 回) を課すとともに、提出されたレポート等を題材としてグループディスカッション演習、およびプレゼンテーション演習 (インタラクティブラボ演習、60 分、5 回) を実施し、国際社会で活用し得る情報発信能力と英会話能力の習得をめざす。本講義は、日本人および外国人留学生を対象とする。

初回の講義日は、平成 26 年 4 月 8 日 (火) です。インタラクティブラボ演習は、毎週 18 時 ~ 19 時に行われる。

【評価方法】修得能力、プレゼンテーション能力、演習課題に関するレポートの内容、および期末試験により成績を総合評価する。

【最終目標】国際社会で通用するレベルの英語による科学技術コミュニケーション能力ならびに環境学・生態学に関する工学的知識を養う。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
	1	ガイダンスおよび環境に関する基本課題と批判的思考
	2	環境と人口問題、生態系と地域社会
	3	生態の遷移と復元
	4	生物地理学
	5	生産力、およびエネルギーフロー
	6	世界の食料供給
	7	農業の影響
	8	エネルギーと化石燃料
	9	代替エネルギー資源、核エネルギーと環境
	10	水資源の供給と利用
	11	水質汚濁と処理
	12	大気汚染、環境経済
	13	廃棄物処理、および環境計画
	14	期末試験

【教科書】Botkin, Keller; Environmental Science, 8th Ed. 2012.

【参考書】なし

【予備知識】英語を用いた演習に参加可能な英会話力を要する。

【授業 URL】なし

【その他】本講義に関して質問等がある場合は、次のアドレスに電子メールにて連絡すること。

連絡先: GL 教育センター 090aglobal@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

演習効果を最大限に高めるため、受講生の総数を制限する場合がある。

取得した単位が卒業に必要な単位として認定されるか否かは、所属学科によって異なります。所属学科の履修要覧を参照して下さい。

工学と経済（英語）

Engineering and Economy(in English)

【科目コード】22210 【配当学年】2 年生以上 【開講期】後期 【曜時限】木曜・5-6 時限

【講義室】共通 4（総合研究 4 号館） 【単位数】2 【履修者制限】有 【講義形態】演習（講義を含む）

【言語】英語 【担当教員】Juha Lintuluoto

【講義概要】工学的視点から経済原則や経済懸念、経済性工学について学ぶとともに、英語による講義と演習を行う。本講義では、技術者が実際の業務における経済的課題を解決するための様々な経済トピックを特に含む。講義内容に関する小レポート課題（5 回）を課すとともに、提出されたレポート等を題材としてグループディスカッション演習、およびプレゼンテーション演習（インタラクティブラボ演習、60 分、5 回）を実施し、国際社会で活用し得る情報発信能力と英会話能力の習得を目指す。本講義は、日本人および外国人留学生を対象とする。

初回の講義日は、平成 26 年 10 月 2 日（木）です。インタラクティブラボ演習は、毎週 18 時～19 時に行われる。

【評価方法】修得能力、プレゼンテーション能力、演習課題に関するレポートの内容、および期末試験により成績を総合評価する。

【最終目標】工学と経済学の関係についての基礎知識を習得し、様々な工学プロジェクトの運用における経済的課題の解決法について学ぶ。さらに、工学に関連した経済トピックの英語でのレポート作成および口頭発表により、国際社会で通用するレベルの英語による科学技術コミュニケーション能力を修得する。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
	1	ガイダンスおよび経済性工学序論
	2	コストの概念
	3	経済設計
	4	コスト積算技術
	5	コスト積算技術
	6	金銭の時間的価値
	7	金銭の時間的価値
	8	金銭の時間的価値
	9	単一プロジェクトの評価
	10	単一プロジェクトの評価
	11	代替案の比較と選択
	12	代替案の比較と選択
	13	所得税と減価償却
	14	最終試験

【教科書】Sullivan, Wicks, Koelling; Engineering Economy, 15th Ed. 2012, Chapters 1-7.

【参考書】なし

【予備知識】英語を用いた演習に参加可能な英会話力を要する。

【授業 URL】なし

【その他】本講義に関して質問等がある場合は、次のアドレスに電子メールにて連絡すること。

連絡先：GL 教育センター 090aglobal@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

演習効果を最大限に高めるため、受講生の総数を制限する場合がある。

修得した単位が卒業に必要な単位として認定されるか否かは、所属学科によって異なります。所属学科の履修要覧を参照して下さい。

GLセミナー（企業調査研究）

Global Leadership Seminar I

【科目コード】24010 【配当学年】3年以上 【開講期】通年・集中 【曜時限】集中講義

【講義室】別途指示あり 【単位数】1 【履修者制限】有（選抜30名程度） 【講義形態】講義および演習

【言語】 【担当教員】高取・水野

【講義概要】先端科学技術の開発現場での実地研修を通じて、科学技術の発展の流れを理解すると同時に、それらを説明する能力を高める。先端科学技術の研究開発におけるチーム組織と問題設定プロセス、日本の伝統技術との関係、世界市場をリードする構想力など、技術要因だけではなく、関連の要因を含めたケーススタディを通じて、合的な理解と説明能力を向上させる。

【評価方法】企業での実地研修・調査への参加、さらにグループワークを通じた課題の展開能力、課題分析から発展までの流れの作り方とケーススタディの開発、およびプレゼンテーション能力を含めて総合的に評価する。

【最終目標】先端企業の調査と分析を通じて、課題抽出からその解決へのプロセスを総合的に組み立てる能力の養成を目標とする。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
	1	ガイダンス：授業の概要とスケジュールを説明し、グループを編成する。
	2~3	オリエンテーション講義：企業における技術開発の現状、調査に必要な技術の基礎などについて講述する。
	2~3	事前準備：ケース対象となる企業（島津製作所・堀場製作所・村田製作所など、京都地域の先端企業を中心に構成）について調査し、質問事項を企業でのヒアリング調査に向けてまとめる。
	3~5	企業実地調査：対象企業を訪問し、ヒアリング、開発現場での調査を行う（数力所）。
	3~4	分析：社会的ニーズや技術予測の活用などについてキーワードを抽出し、グループ討論に基づいてレポートを作成する。
	1	報告：レポート提出及びプレゼンテーション

【教科書】必要に応じて指定する。

【参考書】必要に応じて指定する。

【予備知識】訪問する企業について事前に下調べよ背景技術の基礎知識が必要。

【授業 URL】

【その他】キャリア教育。実施時期：7月～10月

履修登録方法などは別途指示する。グループワークに基づく演習科目であるので、受講には初回ガイダンスへの出席が必須である。受講希望者が多数の場合は、小論文による選抜を行う事がある。

取得した単位が卒業に必要な単位として認定されるか否かは、所属学科によって異なります。所属学科の履修要覧を参照して下さい。

GLセミナー（課題解決演習）

Global Leadership Seminar II

【科目コード】25010 【配当学年】3年以上 【開講期】後期・集中 【曜時限】集中講義

【講義室】別途指示あり 【単位数】1 【履修者制限】有（選抜20名程度） 【講義形態】講義および演習

【言語】 【担当教員】大石・西 他関係教員

【講義概要】 科学技術を基盤とする新しい社会的価値の創出を目標として、(1) マン・マシン・インターフェース、(2) サステナビリティ、(3) 気候変動、(4) リスクマネジメント、(5) バイオテクノロジー、(6) ユビキタス、(7) エネルギーのいずれかをキーワードとする課題を少人数のグループワークを通じて課題を抽出・設定し、解決に至る方策を提案書の形式にまとめる。本講義の課題を通じて、課題設定能力と企画立案能力を養う。また、提案書の内容について、素案から完成版に至る各段階で口頭発表会を実施し、プレゼンテーション能力とコミュニケーション能力を養う。

【評価方法】 各自が選択したキーワード事に編成されたチーム内のグループ討議形式による課題の抽出と設定、目標達成に向けた解決策の提案、提案内容のプレゼンテーション、提出された報告書を総合的に評価する。

【最終目標】 課題の抽出・設定から社会的価値の創出を視野に入れた課題解決の提案まで、グループワークを通じて企画立案能力を養う。

【講義計画】

項目	回数	内容説明
	1	公募方式により、上記(1)～(7)に示されたキーワードからひとつを選択して、キーワードに興味を持った理由や本セミナーで取り組みたい課題について簡潔にまとめ、提出する。
	2	オリエンテーションおよび基礎講義
	3	キーワード別の課題設定と問題抽出、ならびに資料収集とグループワーク。
	4	課題解決の提案に向けてグループ事に演習を実施。
	5~14 (集中)	討議形式による集中的なグループワークを通じて、課題解決に向けた提案を企画立案し、報告書原案を作成するとともに、2～3回のプレゼンテーションを実施。
	15	グループワークによる報告書の作成・提出。

【教科書】必要に応じて指定する。

【参考書】必要に応じて指定する。

【予備知識】

【授業 URL】

【その他】実施時期：11月～1月

履修登録方法などは別途指示する。

取得した単位が卒業に必要な単位として認定されるか否かは、所属学科によって異なります。所属学科の履修要覧を参照して下さい。

工学部シラバス 2014 年度版
([C] 物理工学科)
Copyright ©2014 京都大学工学部
2014 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 工学研究科附属情報センター

工学部シラバス 2014 年度版

- ・ 工学部共通型授業科目
- ・ [A] 地球工学科
- ・ [B] 建築学科
- ・ [C] 物理工学科
- ・ [D] 電気電子工学科
- ・ [E] 情報学科
- ・ [F] 工業化学科
- ・ オンライン版 <http://www.t.kyoto-u.ac.jp/syllabus-s/>

本文中の下線はリンクを示しています。リンク先はオンライン版を参照してください。

オンライン版の教科書・参考書欄には 京都大学蔵書検索 (KULINE) へのリンクが含まれています。

