

コンピュータ・リテラシー及びプログラミング(2.0単位)

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	1年春学期
選択/必修	必修
教員	松岡 辰郎 准教授 塚田 祐貴 准教授

本講座の目的およびねらい

近年、各種工学システムのシミュレーション、データ解析、人工知能開発などに、プログラミング言語Pythonが用いられている。本講義では、Pythonプログラミングに関する基礎的な知識を学び、Pythonによる科学技術計算のスキルを獲得することを目的とする。

本講義では、受講者が以下の知識・能力を身に付けることを目標とする。

1. Pythonプログラミングに関する基礎的な知識を得る。
2. プログラムのバグを取り除き、実行することができる。
3. フロー制御、データ入出力、結果の可視化等を含む簡単な科学技術計算プログラムを作成できる。

バックグラウンドとなる科目

新入生を対象とするので指定しない。

授業内容

1. スクリプトの記述ルール
2. 変数の型
3. フロー制御
4. 関数
5. ライブラリ
6. リストと配列
7. 可視化
8. データファイルの入出力

講義でプログラム作成の課題を出すので、レポートとして提出すること。

教科書

講義内容をまとめた資料を配布する。

参考書

講義の中で適宜紹介する。

評価方法と基準

Pythonプログラミングに関する基礎的事項を理解し、簡単な科学技術計算プログラムを作成することができれば合格とする。レポート(50%)、期末試験(50%)で評価し、総合点60点以上を合格とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

講義終了後の休憩時間、もしくはNUCTを通じたE-mailで対応する。

結晶物理学 (2.0単位)

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	1年秋学期
選択 / 必修	必修
教員	山本 剛久 教授

本講座の目的およびねらい

電気・磁気的特性、機械的強度特性などマテリアルの機能はその用途に対応できるよう様々な工夫が施されている。マテリアルを構成している原子やイオン間の結合状態（電子状態）は、マテリアルの機能発現と密接に関係することはよく知られた事実である。このような結合状態を知るためには、原子、イオンがどのように配列しているかを理解しなくてはならない。そして、この理解がマテリアルの機能を知る上で基本的な知識となる。マテリアルを構成する物質の多くは、原子、イオンが一定の規則のもとに正しく配列した構造から構成されている。この構造は結晶構造と呼ばれ、それを整理分類し理解していく学問を結晶学と呼ぶ。結晶学は、マテリアルの機能特性を理解するために必要不可欠な知識であるとともに、これから学んでいく多くの講義において必要となる基礎知識となる。この講義では、結晶学の基礎に対応する考え方の基本、結晶構造の成り立ち、ブラベー格子の概念から、結晶格子面、結晶方位軸を表すミラー指数、ステレオ投影法、X線などを用いて結晶構造を解析する上で必要な、逆格子の概念、回折現象の基礎を学ぶ。さらに、不完全な結晶構造の概念についても触れる。また、今後学んでいくマテリアルに関連した様々な講義における重要なキーワードを、この講義中で概観できるように配慮している。この講義を受講すると以下のことができるようになる。1.ブラベー格子、ミラー指数を理解でき、その具体的な問題を解決できる。2.結晶構造が理解でき、その原子、イオンの配列などに関する具体的な問題を解決できる3.X線回折の基礎を理解でき、結晶構造の解析に関する基礎的な問題を解くことができる

バックグラウンドとなる科目

微分積分学、線形代数学

授業内容

第一週 講義内容のガイダンスと物質の状態、結晶構造の紹介第二週 結晶構造の成り立ち・空間格子・晶系・ブラベー格子第三週 ミラー指数および、より発展した結晶学の概念第四週 配位・配位多面体・格子変換・結合第五週 結晶の対称性・ステレオ投影第六週 演習第七週 逆格子・結晶によるX線回折現象第八週 結晶構造因子・結晶構造決定1第九週 結晶構造因子・結晶構造決定2第十週 演習第十一週 格子欠陥（多結晶体、結晶粒界の取り扱い、凝固）第十二週 格子欠陥（空孔、転位、面欠陥）第十三週 固溶・状態図・定比/不定性第十四週 クレーガー・ピンク表記と電気伝導第十五週 演習 ブラベー格子、ミラー指数、主な結晶構造の原子やイオンの配位、イオン半径、ポーリング則、X線回折の基礎、ならびに、各種格子欠陥に関して理解できていれば合格とする。

教科書

初歩から学ぶ固体物理学（講談社サイエンティフィック）（この教科書は、物理系講義共通教科書として設定されている。本講義ではこの第三章までを使用する（第九週までに相当））

参考書

下記の参考書の一部の章が参考となる。講義中に適宜紹介する。X線構造解析(材料学シリーズ)、早稲田嘉夫、松原英一郎、北田正弘、堂山昌男、内田老鶴園 セラミック材料の物理、幾原 雄一、日刊工業新聞社金属酸化物のノンストイキオメトリーと電気伝導、斎藤 安俊 (翻訳)、齋藤一弥 (翻訳)、内田老鶴園

評価方法と基準

筆記試験（定期試験、演習）100～95点：A +，94～80点：A，79～70点：B，69～65点：C，64～60点：C -，59点以下：Fで評価を行う。

履修条件・注意事項
履修条件は定めない

質問への対応
随時 山本 剛久 5号館 313号室, Tel:789-3348, yamataka@numse.nagoya-u.ac.jp

物理化学1 (2.0単位)

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	1年秋学期
選択 / 必修	必修
教員	小山 敏幸 教授 山本 徹也 准教授

本講座の目的およびねらい

授業概要：物理化学の立場から、マテリアル工学における物質観の基礎を築くことを目的とする。標準的な物理化学の教科書「アトキンス物理化学」1章（気体の性質）、2章（熱力学第一法則）、3章（熱力学第二法則）の理解を深めるため、各章末問題などを利用した演習を行い、以降の熱力学関連の講義を受講するための基礎知識の定着を図る。

達成目標：熱力学第一法則、熱力学第二法則の理論的取り扱い方を理解し、マテリアル工学に関する創造力・総合力を養うための基礎力と応用力を身につける。

バックグラウンドとなる科目

化学基礎 1, 化学基礎 2

授業内容

1. 化学基礎 1 で学習した事項に関する演習
2. 完全気体
3. 実在気体
4. 熱力学の第一法則の基本概念（内部エネルギーと仕事）
5. エンタルピー
6. 状態関数と完全微分
7. 熱力学の第二法則の基本概念（エントロピー）
8. カルノーサイクル
9. 種々の過程におけるエントロピー変化
10. 熱力学の第三法則
11. ヘルムホルツエネルギーとギブスエネルギー
12. 第一法則と第二法則の融合
13. 熱力学関係式
14. フガシティーの概念
15. 熱力学の数学的構造

毎回の授業前に教科書の指定箇所を読んでおくこと。授業時間中に完成しなかった課題は、講義終了後に解いて提出すること。

教科書

アトキンス物理化学（上）第10版

アトキンス 物理化学問題の解き方（学生版）（第10版）英語版

参考書

講義の進行に合わせて適宜紹介する。

評価方法と基準

筆記試験で評価し、全体で60%以上のポイントを獲得した学生に単位を認定する。合格基準：熱力学に関する諸問題を理論的に正しく扱うことができる。

履修条件・注意事項

化学基礎 1 を履修していること。

質問への対応

e-mailによる

連絡先

山本徹也 yamamoto.tetsuya@material.nagoya-u.ac.jp

化学プロセス工学(2.0単位)

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	1年秋学期
選択/必修	必修
教員	小島 義弘 准教授

本講座の目的およびねらい

化学工業や化学工学の役割を理解するため、化学工業の歴史と化学プロセスの実例について学習する。また、プロセスの定量的な取り扱いおよび、化学工学的な問題解決能力に関する基礎的素養を身につける。達成目標 1. 化学工業の歴史と技術者がこれまで果たしてきた役割を理解する。また、代表的な化学プロセスを解説し、化学工学の役割について認識を深める。2. 単位や次元、物質収支やエネルギー収支、平衡論を通して、化学装置、プロセスの定量的な取り扱い方の基礎を習得する。

バックグラウンドとなる科目

化学基礎II, 物理化学I

授業内容

- 1 化学工学序論
- 2 単位と次元
- 3 プロセス変数の取り扱い
- 4 物質収支
- 5 熱収支
- 6 相平衡
- 7 化学平衡
- 8 単位操作

なお、宿題を課すので、次回の講義時にレポートとして提出すること。

教科書

この授業では、担当教員が作成するスライドなどを講義資料として配布します。

参考書

Elementary principles of chemical processes, R. Felder and R. Rousseau, Wiley(2000)
化学工学便覧(丸善)

評価方法と基準

達成目標に対しての修得度をレポート、中間試験および期末試験にて評価する。化学工学者の役割を理解し、物質収支やエネルギー収支、平衡論を通して、化学装置、化学工業プロセスの定量的な取り扱いができれば、合格とする。なお、中間試験40%、期末試験40%、レポート20%で成績を評価し、100点満点で60点以上を合格とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

講義終了時に対応する。 担当教員連絡先： 小島 内線 3912

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年春学期
選択 / 必修	必修
教員	小橋 眞 教授

本講座の目的およびねらい

この講義は、機械設計において必要となる固体材料の変形力学の基本概念を学ぶことを目的とする。簡単な計算で近似解を得るといった材料力学の特色を理解し、機械部品や構造物の設計の基礎となる基礎知識修得を目指す。基本問題を解くことによって理解を深める。材料力学の知識によって経済的に信頼できる機械部品や構造物を設計する基礎力を身につけ、既存の部品デザインが合理的かどうかを評価する論理的思考力を培う。

授業の終わりには、力が作用する様々な形状の機械部品の変形量を計算できるようになる。

バックグラウンドとなる科目

数学

授業内容

1. 一軸変形問題の基礎
許容応力と安全率
骨組構造
熱応力
2. 組み合わせ応力と平面問題
フックの法則
3. ねじり
丸棒のねじり
中空丸棒のねじり
4. はりの変形
せん断力と曲げモーメント
断面二次モーメント
はりの曲げ応力とせん断応力
はりのたわみ
不静定はり
5. ひずみエネルギー
ひずみエネルギー
仮想仕事の原理
カスチリアーノの定理
6. 長柱の座屈

授業の終わりには課題を課すので、次回までに必ず提出すること。

教科書

「工学基礎 材料力学」 清家 政一郎 (著) 共立出版

参考書

この授業では、担当教員が作成するスライド、プリントなどを授業で資料として配布します。

評価方法と基準

筆記試験および提出された演習で総合評価する。

この授業では、授業をとおして得られた知識に基づいて、力が作用する部材の変形量を計算できることを合格の基準とする。

期末試験50%、演習と宿題の提出を50%で評価し、100点満点で60点以上を合格とする。

履修条件・注意事項

材料力学(2.0単位)

力学を履修していることが望ましい。ただし、単位を取得していなくても受講はできる。

質問への対応

授業後に受け付ける。

または、事前に電話かメールで時間をうち合わせ、対応する。

担当教員連絡先：内線3356（小橋）

e-mail: kobashi.makoto[at]material.nagoya-u.ac.jp

マテリアル量子工学(2.0単位)

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年春学期
選択/必修	必修
教員	田川 美穂 准教授

本講座の目的およびねらい

量子力学は、マテリアルにおける原子スケールの現象を理解する基本学問である。本講義では、量子力学の基礎(歴史、基本概念、理論的背景、および解析手法の基本)を習得するとともに、特に工学の観点から、マテリアルとの関連性について理解することを目的とする。

この授業では、受講者が下記の項目に関する基礎的な問題を解けるようになることを目標とする。

1. 粒子と波の二重性
2. 演算子, 固有値・固有関数
3. シュレーディンガー方程式
4. 物理量の期待値
5. 不確定性原理
6. 無限に深い1次元の井戸型ポテンシャル
7. 角運動量
8. 水素原子の電子状態
9. 多電子原子の電子状態
10. 調和振動子

バックグラウンドとなる科目

微分積分学 I
微分積分学
線形代数学 I
線形代数学
結晶物理学

授業内容

【以下の項目について、講義を行う】

1. 粒子と波の二重性
2. 演算子, 固有値・固有関数
3. シュレーディンガー方程式
4. 物理量の期待値
5. 不確定性原理
6. 無限に深い1次元の井戸型ポテンシャル
7. 角運動量
8. 水素原子の電子状態
9. 多電子原子の電子状態
10. 調和振動子

毎回の授業前に教科書の指定箇所を読んでおくこと。講義終了後は、教科書の例題・章末問題などを自分で解くこと。

教科書

初歩から学ぶ 固体物理学(講談社)

参考書

講義の進行に合わせて適宜紹介する。

評価方法と基準

量子力学の基礎の習得度を期末試験により評価する。

下記の項目に関する基礎的な問題を解くことができれば合格とする(通常60点以上を合格とする)。

1. 粒子と波の二重性
2. 演算子, 固有値・固有関数
3. シュレーディンガー方程式
4. 物理量の期待値
5. 不確定性原理
6. 無限に深い1次元の井戸型ポテンシャル
7. 角運動量
8. 水素原子の電子状態
9. 多電子原子の電子状態
10. 調和振動子

必要に応じて、講義中の演習や小テストおよび課題レポートを課し、その得点も考慮する。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

講義後の休息时间、又はE-mail等により対応する。

_____マテリアル固体物理1(2.0単位)_____

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年春学期
選択/必修	必修
教員	伊藤 孝寛 准教授 黒川 康良 准教授

本講座の目的およびねらい

現代と未来の最先端科学技術を支えるマテリアル、特に電子材料・磁性材料・超伝導材料・光学材料などの新しい材料・デバイスを開発するためには、電子やスピンといったミクロな視点から物質の性質を理解する必要がある。ここでは、結晶物理学において学んだ、原子が規則正しく配列した結晶を基礎として、材料の電気的性質に関わる原子やイオンの結合の種類と特徴を理解する。さらに、材料の熱的な性質や光学的な性質に関わる格子振動とフォノンについて、統計力学の基礎とともに学ぶことで新電子材料の開発・製造のために必要な基礎知識を身につける。なお、本講義は2年生後期および3年生後期に学ぶ「マテリアル固体物理2及び演習」および「固体物理演習」を理解する上で必修の講義であり、固体中の電子を含む量子力学全般の取り扱いを学ぶ「マテリアル量子工学」および「マテリアル量子化学」と相補的な講義である。

この授業では、受講者が授業終了時に、以下の知識・能力を身につけていることを目標とする。

1. 原子やイオンの結合の種類と特徴を理解し、説明できる。
2. フェルミ粒子・ボーズ粒子について理解し、説明できる。
3. 統計力学の基礎であるFermi-Dirac統計およびBose-Einstein統計について理解し、説明できる。
4. 自由電子モデルの基礎について理解し、説明できる。
5. 格子振動(フォノン)について理解し、説明できる。

バックグラウンドとなる科目

結晶物理学、微分積分学I・II、線形代数学I・II、化学基礎I・II

授業内容

固体における結合

- 共有結合
- イオン結合
- 金属結合
- ファン・デル・ワールス結合
- 水素結合

統計力学の基礎

- フェルミ粒子とボーズ粒子
- グランドカノニカル分布
- フェルミ分布
- ボーズ分布

自由電子モデル

- 状態密度
- 電子のエネルギー分布
- 金属中の電子密度

格子振動とフォノン

- 単原子格子の振動
- 2原子格子の振動
- 音響モードと光学モード
- 3次元の格子振動
- フォノン：格子振動の量子化

指定した教科書の「初歩から学ぶ固体物理学」を事前に読んでおくこと。

マテリアル固体物理1 (2.0単位)

授業の最後に実施する小テストは定期テストにも関連するので、復習をしておくこと。

教科書

初歩から学ぶ固体物理学 (講談社) 第5 - 7章・9章

参考書

固体物理学入門 (上・下) : キッテル著 (丸善)

金属電子論 (上・下) : 水谷宇一郎著 (内田老鶴圃)

基礎固体物性 : 齋藤理一郎 (朝倉書店)

評価方法と基準

【評価方法】

授業の最後に実施する理解度チェックのための小テスト (20%)

定期試験の成績 (80%)

とし、これらの合計でC評定以上を合格要件とする。

【基準】

以下の内容について基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

1. 原子やイオンの結合の種類と特徴
2. フェルミ粒子・ボーズ粒子
3. 統計力学の基礎であるFermi-Dirac統計およびBose-Einstein統計
4. 自由電子モデルの基礎
5. 格子振動 (フォノン)

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

時間外の質問は、講義終了後、教室で受け付ける。

それ以外は、事前に担当教員にメールで時間を打ち合わせること。

ito.takahiro@material.nagoya-u.ac.jp

kurokawa.yasuyoshi@material.nagoya-u.ac.jp

数学1及び演習(2.5単位)

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義及び演習
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年春学期
選択/必修	必修
教員	小林 敬幸 准教授 向井 康人 准教授

本講座の目的およびねらい

理系基礎科目として数学及び物理学等を学んだ後、さらに進んで工学への応用を視野に入れてベクトル解析と常微分方程式を修得します。力学や電磁気に関連する分野、物質や熱等の移動現象を伴う分野など工学の多くの問題には、座標変換、ベクトル場、線積分などベクトル解析の知識とその応用が必要になります。また、放射性物質の半減期、振動、電気回路、原子拡散を定量的に扱う上で、微分方程式を使いこなせることが必要となります。そこで、この授業ではベクトル解析および常微分方程式について学び、演習を通じてそれらの知識を実際の工学上の問題に利用できるように修得することを目的とします。

バックグラウンドとなる科目

微分積分学I、II、線形代数学I、II、力学I、II、電磁気学I

授業内容

1. ベクトル解析：

- (a)ベクトル代数(内積、外積、三重積)
- (b)ベクトル関数の微分、スカラー関数の勾配、ベクトル関数の発散・回転
- (c)ベクトル関数の線積分・面積分、スカラー関数の線積分・面積分
- (d)体積分、ガウスの発散定理、グリーンの定理、ストークスの定理
- (e)テンソル序論

2. 常微分方程式：

- (a)1階常微分方程式(変数分離形、線形微分方程式(同次、非同次))
- (b)2階常微分方程式(線形同次、線形非同次、微分演算子)
- (c)べき級数解
- (d)高階線形微分方程式、連立微分方程式
- (e)ベッセルの微分方程式、ベッセル関数

授業前に教科書を読んで予習すること。授業後は例題・章末問題を解いて復習すること。適宜、レポート課題を課すので提出すること。

教科書

- (ベクトル解析) “ベクトル解析”：矢野健太郎・石原繁(裳華房)
- (常微分方程式) “微分方程式入門”：古屋茂(サイエンス社)

参考書

必要に応じて適宜紹介する。

評価方法と基準

ベクトル解析と常微分方程式のそれぞれについて、基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

演習・レポート(20%)、中間試験(40%)、期末試験(40%)で評価する。

100~90点：S, 89~80点：A, 79~70点：B, 69~60点：C, 59点以下：F

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

小林敬幸：オフィスアワー(水曜日13:00-15:00)またはe-mailで受け付ける。
kobayashi.noriyuki@material.nagoya-u.ac.jp

数学1及び演習(2.5単位)

向井康人：講義終了時またはe-mailで受け付ける。

mukai.yasuhiro@material.nagoya-u.ac.jp

科目区分	専門基礎科目		
授業形態	講義		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	2年春学期		
選択 / 必修	必修		
教員	湯川 伸樹 准教授	伊藤 孝至 准教授	阿部 英嗣 助教

本講座の目的およびねらい

機械の設計とは、ある目的を持つ機械を実現するために、アイデアをもとに、その機械に必要な機能を分析して、それらを具体化し、実物の形にまとめあげていくことである。頭の中で浮かんだアイデアを多くの人に理解してもらうためには、一定の規則に基づいて図面を製作する製図法を学ばねばならない。

本授業では、簡単な機械製図実習と機械設計の基礎的思考方、CAD（計算機援用設計）などについて講義とパソコンを用いた演習を行う。講義時間には設計製図に関する座学の他、工作機械の見学も行い、設計における基礎知識を、またCADにおいては、個人毎に与えられた課題に取り組み問題解決力を養うことを目的とする。CAD演習中は教員、技術職員からコンピュータの操作方法などを個別に学ぶ。

受講者が授業終了時に以下の知識・能力を身に着けていることを目標とする。

1. JISの規則に基づいて図面を作成できる。
2. 機械の設計を行う際の強度計算について理解し、説明できる

バックグラウンドとなる科目

材料力学I

授業内容

1. ガイダンスとイントロダクション

授業の内容、進め方、成績評価の方法などを説明する他、サテライトラボを使用する上でのセキュリティ上の注意点やクラス分け等を連絡する。

2. コンピュータの基本操作（コンピューター演習）

コンピュータのログインの方法、CADソフトの基本操作を修得する。CADを使った課題図を提出する。

3. 製図の基礎とフリーハンド図及びボルトの書き方（講義）

着想図から最終製図までの流れを説明し、着想図であるフリーハンド図の書き方を理解する。また、次週のCAD課題であるボルト、ネジの書き方、ネジの名称に関して基礎知識を講義する。立体図のフリーハンド製図を行い、課題を提出する。

4. ボルトの製図（コンピューター演習）

基本的な機械要素であるボルト、ネジのCAD製図を行い、課題を提出する。

5. 許容公差、はめあい（講義）

機械組立要素で重要となるはめあい公差およびその標記記号に関して講義する。さらに、平面図への投影法を説明し、平面図のフリーハンド製図を課題として提出する。

6. 軸継手の設計(1)（講義）

回転軸継手の強度計算を行い、与えられた仕様を満足する寸法を設計する。個人毎に与えられる異なる要求仕様を基にボルト強度、フランジ強度、キー強度、シャフト強度を計算し、その結果に基づいてCADで図面を仕上げる。最終的には設計書とともに図面を提出する。

7. 軸継手の設計(2) (3)

軸継手の設計課題、特に強度計算、設計書の作成に引き続き取り組む。

8. 軸継手の設計(4)（コンピューター演習）

軸継手の設計課題、特にCAD製図に引き続き取り組み、課題を完成させる。

9. 課題講評（講義）

提出された課題（フリーハンド図2回、CADイラスト画、ボルトCAD製図、回転軸継手CAD製図及び設計書）の講評を行う。

設計製図(2.0単位)

各課題について提出期限までにレポートを作成，提出し，内容のチェックを受ける．再提出となる場合があるので，早めにチェックを受けること．

教科書

「精説機械製図 三訂版」和田稲苗・木荘添夫・福永太郎・新井泰司・石川七男著（実教出版）

参考書

参考資料をNUCTを通じて配布する

評価方法と基準

達成目標に対しての修得度を，レポートおよび期末試験にて評価する．

JISの規則に基づいて図面を作成できること，ならびに機械の設計を行う際の強度計算について理解し説明することができれば，それに応じて成績に反映させる．

履修条件・注意事項

履修条件は要さない．

質問への対応

課題に関してはTAが，履修に関しては教員が受け付ける．

TA: 5号館204室，cad@numse.nagoya-u.ac.jp

阿部英嗣（工学研究科材料バックキャストテクノロジー研究センター）

5号館203室，Tel：052-789-3578，abe.eiji@material.nagoya-u.ac.jp

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年春学期
選択 / 必修	必修
教員	松宮 弘明 准教授

本講座の目的およびねらい

マテリアル「物質」を扱うにはその性質・現象・相互作用を含めた反応を知る必要あるが、物理化学は我々にその知識を与えてくれる学問である。化学基礎IIや物理化学1では熱力学の諸法則を中心とした熱力学の基礎的事項について学んできたが、本講義では、原子・分子が集団として示す性質を対象とする巨視的視点に立った物理化学の知識をさらに深めることを目指して、相律および相図、化学ポテンシャルや自由エネルギーの概念に基づいた純物質の相転移現象や簡単な混合物の熱力学的な解釈について学習する。さらに、化学ポテンシャルや自由エネルギーの概念を化学反応の進む方向や平衡状態の理解・解析のためのツールとして活用する応用力も身につける。

達成目標：

- (1) 相律、相図、化学ポテンシャル、自由エネルギーの概念を理解し説明できる。(物理化学に関する基礎力養成)
- (2) (1)の各概念をツールとして活用し、純物質の相転移現象や簡単な混合物を熱力学的に解釈したり、化学反応を平衡論的に解析できる。(物理化学に関する応用力養成)

バックグラウンドとなる科目

化学基礎 , 物理化学1

授業内容

純物質の物理的な変態 (教科書 4 章)

相図 / 相の安定性と相転移

単純な混合物 (教科書 5 章)

混合物の熱力学的諸量 / 溶液の性質 / 活量 / 気-液および液-液相図

化学平衡 (教科書 6 章)

平衡定数 / 外部条件による平衡状態の変化 / 平衡電気化学

講義の進行に応じてレポート課題を課すので、指定される期限までに取り組み提出すること。

教科書

P. Atkins, J. de Paula 著, 中野元裕, 上田貴洋, 奥村光隆, 北河康隆 訳, アトキンス物理化学 (上), 第10版, 東京化学同人.

参考書

講義の進行に合わせて適宜紹介する。

評価方法と基準

レポートおよび試験を総合して判定する。100点満点で60点以上を合格とする。

合格基準は以下の通りだが、基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

- (1) 相律、相図、化学ポテンシャル、自由エネルギーの概念を理解し説明できる。
- (2) (1)の各概念をツールとして活用し、純物質の相転移現象や簡単な混合物を熱力学的に解釈したり、化学反応を平衡論的に解析できる。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

講義中、教員居室、あるいは e-mail

松宮: matsumiya.hiroaki@material.nagoya-u.ac.jp

科目区分	専門基礎科目		
授業形態	講義		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	2年春学期		
選択 / 必修	必修		
教員	松宮 弘明 准教授	山本 剛久 教授	伊藤 孝寛 准教授
	入山 恭寿 教授	田川 美穂 准教授	

本講座の目的およびねらい

マテリアル工学で用いられる各種分析法の原理，計測の仕組みとともに，分析によって何が明らかになるのか，概要を学ぶ。学習した分析法をバルクからナノスケールの分析対象で整理して理解し，新たな物質・材料の創造に必要な分析法を活用するための基礎力の獲得を目指す。

バックグラウンドとなる科目

化学基礎 ， ，化学実験，物理学実験，物理化学 1 ，結晶物理学

授業内容

1．データの取り扱いの基礎とデータ解析

測定データの誤差の概念と要因，真値の推定法を学ぶ（正確さ，精度，繰り返し測定の平均，標準偏差，信頼区間，母集団，標本）。実用の上で重要になる演習課題として，一次プロットの直線近似，検出下限の算出を行う。

2．X線回折法

原子の配列，即ち結晶構造を解析する方法として，X線の発生方法，X線回折の物理的原理の概要，X線を用いる意義，X線回折を利用する各種測定法（粉末法，ラウエ法，結晶子サイズの計測，応力計測，ロッキングカーブ計測，薄膜X線回折法など）を学ぶ。

3．微細組織観察

各種顕微鏡（光学顕微鏡，電子顕微鏡（SEM，TEM），原子間力顕微鏡（AFM）など）の原理，機構，試料調製も含めた使用法を学び，微細組織や構造を顕微観察する方法の概要を理解する。

4．放射光・電子分光分析

電磁波（X線，紫外線）や電子線を試料に照射して化学組成や電子状態を分析する方法の原理，機構，使用法を学び，主に表面分析について顕微観察とは異なる分析法の概要を理解する（X線光電子分光（ESCA，XPS），オージェ分光（AES），電子エネルギー損失分光（EELS），蛍光X線分析（XRF），エネルギー分散型X線分析（EDS），電子プローブマイクロアナリシス（EPMA）など）。

5．原子スペクトル分析

フレイムや電気加熱原子吸光分析（AAS），フレイムやアーク・スパーク放電発光分析（AES），誘導結合プラズマ発光分析や質量分析（ICP-AES，ICP-MS）などの原理，機構，使用法を学び，無機微量成分の高感度分析法について概要を理解する。

6．分子スペクトル分析

化合物の分子構造を解析する方法として，赤外分光分析（IR）およびラマン分光分析の原理，機構，使用法の概要を学ぶ。

7．熱分析

物質の熱容量，相転移や化学反応に伴うエネルギー変化，これら化学現象の進行度などを調査する方法として，熱量測定及び各種熱分析法（熱重量測定（TG），示差熱分析（DTA），示差走査熱量測定（DSC）など）の原理，機構，使用法の概要を学ぶ。

8．クロマトグラフィー

複雑な混合物成分を高度に分離して検出する方法として，ガス及び液体クロマトグラフィー（GC，

LC)の原理,機構,使用法の概要を学ぶ。

9. 質量分析

有機質量分析の原理,機構を学び,特にクロマトグラフィーの検出器に使用する場合を例に取り,化学物質の同定,分子量決定,化学構造解析への利用について概要を理解する。

各テーマごとに,演習や小テストまたはレポートを課す。復習のため各自取り組み提出すること。

教科書

エキスパート応用化学テキストシリーズ「機器分析」大谷肇(編著)講談社

また,講義内容の要点や図表をまとめた資料を配布する。

参考書

講義の進行に合わせて,参考書やWebサイトを紹介する。

評価方法と基準

各テーマごとで,演習や小テストまたはレポートを課し,その採点結果を集計して成績を評価する。100点満点で60点以上を合格とする。各種分析法の原理,計測の仕組みとともに,分析によって何が明らかになるのか,基本的な事柄を正しく理解して説明できることを合格の基準とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

随時。なお,教員e-mailは以下の通り。

松宮弘明: matsumiya.hiroaki@material.nagoya-u.ac.jp

山本剛久: yamamoto.takahisa@material.nagoya-u.ac.jp

伊藤孝寛: ito.takahiro@material.nagoya-u.ac.jp

入山恭寿: iriyama.yasutoshi@material.nagoya-u.ac.jp

田川美穂: tagawa.miho@material.nagoya-u.ac.jp

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年秋学期
選択 / 必修	必修
教員	高田 尚記 准教授

本講座の目的およびねらい

本講義では、はじめに様々な種類の構造材料を紹介し、構造材料に要求される特性を学ぶ。次に、力学的性質をミクロ的な視点（結晶構造）から考え、基礎的な材料の強度や変形メカニズムを理解する。また、応用事例として、金属材料の強化方法について学ぶ。これらの強度と変形の理解を基に、高温におけるクリープの基礎について学ぶ。この講義を通じて、構造材料に対する理解を深め、金属材料の強度及び変形の基本的な考え方を理解する。

バックグラウンドとなる科目

材料力学

授業内容

- 1 . 弾性変形と塑性変形
 - 弾性変形と弾性定数
 - 引張試験、圧縮試験
 - 弾性定数の測定方法
 - 単軸引張変形の応力 - ひずみ曲線
 - 降伏応力、引張強度、一様伸び、全伸び
 - 加工硬化、変形抵抗
- 2 . 理想強度
 - 結晶の弾性変形と理論弾性率
 - 結晶の理論強度
- 3 . 単結晶の塑性変形
 - すべり系と転位の移動
 - 単結晶の降伏、臨界分解せん断応力、シュミットの法則
 - 単結晶の応力-ひずみ曲線
- 4 . 多結晶の塑性変形
 - 多結晶体の変形
 - 回復と再結晶
- 5 . 金属の強化
 - 固溶強化
 - 析出強化
 - 結晶粒微細化による強化
 - 分散強化
- 6 . 高温クリープ

予習の状況と講義内容の理解度は定期的に行う演習問題で確認する。

教科書

教科書は指定しないが、適宜講義資料を配付する。

参考書

材料の科学と工学 [1,2] W.D.キャリスター著 入戸野修 監訳 培風館
 Materials science and engineering, W.D.Callister Jr., Wiley
 マテリアル工学シリーズ3 材料強度学, 加藤雅治, 熊井真次, 尾中晋 著, 朝倉書店, (2013).
 結晶転位論 鉄から窒化ガリウムまで, 坂 公恭 著, 丸善出版, (2016).

評価方法と基準

材料強度学 (2.0単位)

「応力-ひずみ曲線の基礎」「金属単結晶のすべり」「金属の強化機構」を理解して合格とする。
出席点・レポート(20%)、期末試験(80%)で評価する。
総合でC評価以上を合格とする。

履修条件・注意事項

材料力学の単位取得(内容の理解)が望ましいが、単位取得前でも受講可能

質問への対応

講義終了時または下記に連絡のこと。

メールアドレス: takata.naoki@material.nagoya-u.ac.jp (高田)

マテリアル固体物理2及び演習(2.5単位)

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義及び演習
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年秋学期
選択/必修	必修
教員	宇佐美 徳隆 教授 黒川 康良 准教授

本講座の目的およびねらい

固体物理は、マテリアルの構造・状態および諸特性を理解する基盤となる学問である。本講義では、「マテリアル固体物理1」で学習した内容に立脚し、固体の熱的性質、自由電子論、バンド理論、固体中の電気伝導を学び、固体の諸特性の発現における電子の役割について授業と演習を通じて理解を深めることを目的とする。

この授業では、受講者が授業終了時に、以下の知識・能力を身につけていることを目標とする。

1. 固体の熱的性質について理解し、説明できる。
2. 自由電子論について理解し、金属や半導体内の自由電子の状態やふるまいについて説明できる。
3. バンド理論について理解し、金属・半導体・絶縁体のバンドの違いについて説明できる。
4. 固体中の電気伝導について理解し、金属や半導体の電氣的性質について説明できる。

バックグラウンドとなる科目

電磁気学、結晶物理学、マテリアル量子力学、マテリアル固体物理1

授業内容

【講義内容】

1. 固体の熱的性質
 - ・ 固体の比熱
 - ・ 固体の熱伝導
2. 自由電子論
 - ・ 自由電子モデル
 - ・ 次元数と状態密度の関係
 - ・ 電子比熱
3. バンド理論
 - ・ 固体バンド理論の定性的な説明
 - ・ ブロッホの定理・クローニッヒペニーモデル
 - ・ 強結合近似
 - ・ 半導体のバンド構造
4. 固体中の電気伝導
 - ・ 結晶中での電子の運動
 - ・ オームの法則と電気伝導率
 - ・ キャリア散乱機構とマティーセン則
 - ・ ホール効果

指定した教科書の「初歩から学ぶ固体物理学」を事前に読んでおくこと。

毎回授業の最後に実施する演習は定期テストにも関連するので、復習をしておくこと。

教科書

初歩から学ぶ固体物理学(矢口裕之著:講談社)第8章-第11章・第14章(14.1-14.3)

参考書

半導体物性(小長井誠著, 培風館)

固体物理学入門(上・下)(キッテル著, 丸善)

評価方法と基準

【評価方法】

演習(30%)、定期試験(70%)で評価する。総合してC評定以上を合格要件とする。
演習は毎回、授業後に実施する。

【基準】

以下の内容について基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

1. 固体の熱的性質(モル比熱・アインシュタインモデル・デバイモデル・熱伝導率)
2. 自由電子論
3. バンド理論
4. 固体中の電気伝導(金属や半導体の電氣的性質)

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

時間外の質問は、講義終了後、教室で受け付ける。

それ以外は、事前に担当教員にメールで時間を打ち合わせること。

usa@material.nagoya-u.ac.jp

kurokawa.yasuyoshi@material.nagoya-u.ac.jp

先端マテリアル工学概論1 (1.0単位)

科目区分	専門基礎科目		
授業形態	講義		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	2年秋学期		
選択 / 必修	必修		
教員	各教員 (デザイン)	各教員 (プロセス)	各教員 (システム)

本講座の目的およびねらい

マテリアル工学には多くの概念が含まれます。資源の抽出や素材の精製、製品の設計や製造、廃棄物の処理や再資源化など、マテリアルを創製、製造、社会実装するには種々の学問的知識が必要不可欠です。それらの知識の獲得を目指し、マテリアル工学科の各研究グループで進行している様々な研究事例を通して、マテリアルの基礎学問的理解および工学的応用、すなわちマテリアル工学の学問体系を俯瞰するとともに、その先端に触れます。

バックグラウンドとなる科目

1年春および秋学期、2年春学期で学んだ各科目

授業内容

各講座の教員による研究内容および学問的基盤に関する概論

1. 計算材料設計
2. 先端計測分析
3. ナノ構造設計
4. 先端プロセス工学
5. 物質創製工学
6. 化学システム工学
7. 材料化学

適宜レポート課題を課すので、指定される期限までに取り組み提出すること。

教科書

教科書は指定しないが、必要に応じて資料を適宜配布する。

参考書

必要に応じて適宜紹介する。

評価方法と基準

レポートや小テストを総合して判定する。100点満点で60点以上を合格とする。資源の抽出や素材の精製、製品の設計や製造、廃棄物の処理や再資源化など、マテリアルの基礎学問的理解および工学的応用について説明できることを合格の基準とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

実施時間中、もしくは事前に時間打ち合わせの上で居室にて対応する。

数学2及び演習（2.5単位）

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義及び演習
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年秋学期
選択 / 必修	必修
教員	高嶋 圭史 教授 伊藤 孝至 准教授

本講座の目的およびねらい

物理現象を微分方程式で表現する方法とその微分方程式の基礎的な解法を修得し、これらを用いて種々の工学的問題を数学的に考察するための応用力を養う。具体的には、工学でよく取り扱われる波動方程式、拡散方程式、ラプラス方程式を例題として、偏微分方程式の種々の基礎的な解法を学ぶ。解法のツールとしては変数分離法、フーリエ級数展開、フーリエ変換、ラプラス変換を取りあげる。

学生は本講義及び演習を通じて以下の内容を達成することが目標である。

1. ラプラス変換を用いて、微分方程式の一般解を導出できる。
2. 様々な周期的変化をフーリエ級数を用いて表現することができる。
3. フーリエ積分やフーリエ変換について説明することができる。
4. 変数分離法に基づいて、偏微分方程式の一般解を導出できる。
5. いろいろな物理現象を、偏微分方程式を用いて表現して説明することができる。

バックグラウンドとなる科目

微分積分学I、II、線形代数学I、II、力学I、II、電磁気学I

授業内容

- ・ラプラス変換
ラプラス変換、逆変換、線形性、移動、導関数と積分のラプラス変換、微分方程式、単位階段関数、第2移動定理、デルタ関数、変換の微分と積分
たたみ込み、部分分数、連立微分方程式
- ・フーリエ級数、フーリエ積分、フーリエ変換
三角関数の直交性、フーリエ級数（周期 2π 、周期 $2L$ （任意周期））、偶関数及び奇関数のフーリエ級数、半区間展開、フーリエ積分、フーリエ変換
- ・偏微分方程式
偏微分方程式の基本概念、波動方程式（変数分離法、フーリエ級数解）、波動方程式のダランベール解、熱方程式（変数分離法、フーリエ級数解）、2次元波動方程式（長方形膜と2重フーリエ級数、円形膜とフーリエ・ベッセル級数）、定常及び非定常な2次元の熱流、1次元及び3次元シュレーディンガー方程式

演習の時間に当日及び過去の講義内容に関する演習を行う。演習問題は各自復習して解法を理解するよう努めること。

教科書

技術者のための高等数学3・フーリエ解析と偏微分方程式：E. クライツィグ著、阿部訳（培風館）

参考書

講義の進行に合わせて適宜紹介する。

評価方法と基準

毎回の演習、レポート、中間試験、期末試験において評価する。ラプラス変換、フーリエ級数、フーリエ積分、フーリエ変換、偏微分方程式の解法について基本的な内容を理解し、問題を正確に解くことができれば合格とする。より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映する。

履修条件・注意事項

数学2及び演習 (2.5単位)

履修条件は要さない。

この授業は日本語で提供されます。

質問への対応

高嶋圭史：随時メールで対応：takasima@nusr.nagoya-u.ac.jp

伊藤孝至：随時対応：内線6064，itoh.takashi@material.nagoya-u.ac.jp

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年秋学期
選択 / 必修	必修
教員	足立 吉隆 教授 高見 誠一 教授 高田 尚記 准教授

本講座の目的およびねらい

本講義は、以下の3つの観点から材料プロセスについて解説する。

- 【1】薄膜プロセス (担当 黒田)
- 【2】鉄鋼プロセス (担当 足立)
- 【3】熱処理プロセス (担当 高田)

【1】薄膜材料として使用されている各種の機能性材料について基本的事項を概説したのち、主としてウェット・プロセスによる各種機能性材料の薄膜製造プロセスの基本を習得する。

【2】構造材料の組織制御は加工と熱処理を組み合わせで行われる。加工・熱処理は単独で行われる一方で、加工熱処理は加工と熱処理の相乗効果を狙った処理である。本講義では、相変態、再結晶挙動と加工の相乗効果に焦点を当てて平易に解説する。

【3】金属材料は、多くの場合熱処理プロセスを用いて高強度化を達成する。本講義では、熱処理プロセスと金属組織の変化（特に析出）の関係を理解し、金属材料の高強度化の基礎を理解する。

バックグラウンドとなる科目

金属材料学，材料強度学

物理化学，電気化学，無機化学

授業内容

【1】湿式法による薄膜製造プロセス（4回）

- (4) 電解めっき
- (5) 無電解めっき
- (6) 陽極酸化
- (7) 化成処理
- (8) 熔融塩電解
- (9) その他

【2】鉄鋼の加工熱処理プロセス（4回）

- 1．鉄鋼の状態図と組織制御基礎（相変態、再結晶、析出）
- 2．フェライト鋼の制御圧延・加速冷却
- 3．マルテンサイト鋼の焼き入れ・焼き戻し・オースフォーミング
- 4．鉄鋼の製造プロセス（高炉、転炉、連続鋳造、熱間・冷間圧延、表面処理）
- 5．オーステンパー
- 6．マルクエンチ
- 7．マルテンパー
- 8．パテンティング

【3】熱処理プロセス（4回）

- 1．平衡状態図の基礎
- 2．熱処理プロセスによる析出・相変態の基礎
- 3．析出・相変態を利用した金属材料の高強度化の理解

(2年生後期 材料強度学と連動する)

予習の状況と講義内容の理解度は定期的に行う演習問題で確認する。

教科書

特に無し。教科書は指定しないが、適宜講義資料を配付する。

参考書

【1】湿式法による薄膜製造プロセス：

春山志郎著「表面技術者のための電気化学」

【3】熱処理プロセス

Materials Science and Engineering 8th edition, William D. Callister and David G. Rethwisch, Wiley (2011).

評価方法と基準

出席点とレポートにより目標達成度を評価する。

100点満点で60点以上を合格とする。

【1】では「薄膜プロセス」の基礎を理解し、合格とする。

【2】では「鉄鋼プロセス」の基礎を理解し、合格とする。

【3】では「熱処理プロセスに伴う材料組織の変化」の基礎を理解し、合格とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

講義終了時または下記に連絡のこと。

メールアドレス：kkuroda@imass.nagoya-u.ac.jp (【1】黒田)

メールアドレス：adachi.yoshitaka@material.nagoya-u.ac.jp (【2】足立)

メールアドレス：takata.naoki@material.nagoya-u.ac.jp (【3】高田)

物理化学3及び演習(2.5単位)

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義及び演習
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年秋学期
選択/必修	必修
教員	市野 良一 教授 齋藤 永宏 教授 松尾 豊 教授 稗田 純子 准教授

本講座の目的およびねらい

化学基礎・、物理化学1及び物理化学2で取得した物質の平衡論的な視点(相変化と化学反応の熱力学)に加え、

物理化学3及び演習では、原子分子の視点(界面化学(分子間力・凝集・吸着))から、化学反応を動的に捕らえていく視点(反応速度論の初歩)の習得を目的とする。

分子間相互作用およびそれが関わる現象(自己集積、吸着)、化学反応速度についての基礎的理論を理解することを目指す。

バックグラウンドとなる科目

物理化学1及び物理化学2、化学基礎及び化学基礎

授業内容

テキストの以下の項目について、講義・演習を行う。

16章 分子間相互作用

ファンデルワールス相互作用(双極子、ロンドン力)、水素結合、疎水性相互作用、凝集、液体、界面張力

17章 高分子と自己集積体(Cのみ)

ミセル、ベシクル、分子膜、コロイド、電気二重層、ゼータ電位

22章 固体表面における諸過程(A, Bのみ)

物理吸着、化学吸着、吸着等温式

20章 化学反応速度論(A, B, Dのみ)

反応次数、反応速度式(1次反応、2次反応)、アレニウスの式

毎回の授業までに、該当箇所を教科書で予習及び前回の授業の復習をしておくこと。

教科書

アトキンス 物理化学(上) 単行本 - 第10版

アトキンス 物理化学(下) 単行本 - 第10版

参考書

Atkins' Physical Chemistry 10e, Atkins & de Paula 著

英文の第10版

評価方法と基準

演習及び期末試験により、目標達成度を評価する。

分子間相互作用およびそれが関わる現象(自己集積、吸着)、化学反応速度についての基礎的理論を理解し、初歩的な問題を扱うことができれば合格とする。

履修条件・注意事項

化学基礎・、物理化学1及び物理化学2を履修していることが望ましい。

質問への対応

演習中あるいは授業終了後に受け付ける(質問の内容等に応じて応変に対応する)。

熱移動と拡散 (2.0単位)

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年秋学期
選択 / 必修	必修
教員	伊藤 孝至 准教授 出口 清一 講師

本講座の目的およびねらい

運動量，熱，物質の流れは，見かけ上共通の形の基本法則で記述できるため，工学においては，移動現象論と呼ばれる理論により取り扱われる．移動現象論は，巨視的な現象における，流体の運動，熱の移動，物質の移動を，現象論的に扱う学問であり，その研究および応用の対象は，材料工学をはじめ，機械工学，航空工学，化学工学，河川・土木工学などの工学分野や，大気や海洋，地殻・地球内部の流動現象などの自然現象を扱う地球・宇宙科学，海洋科学，環境科学などのさまざまな科学の分野まで，幅広い分野にわたっている．

本講義では，移動現象論の中でも，材料の製造・加工プロセスに密接にかかわる熱移動と物質の拡散を取り上げ，その現象と理論的な取り扱いの基礎を習得する．

各種材料を原料から製造するプロセスでは，反応装置内での化学反応や相の変態をとともなう．その際の熱と物質の移動を解析，記述することは，プロセス全体の速度や効率，材料内部で進行する組織の変化を記述することに直結する．したがって，技術者，研究者として材料製造プロセスの研究，開発に携わる場合，装置の基本的概念の理解や新たな装置の設計，反応装置の効率化，材料内部の組織の形成の解釈などの場面で，熱移動と拡散の理論は非常に有用な基礎知識である．受講生は，本講義を通じて，この知識を習得し，各種プロセスの解析・設計技術に関する基礎的能力を涵養することが期待される．

なお，本講義では主立っては取り扱われない運動量移動については，流れが関与する熱移動，物質移動を扱う際に，講義の中で簡単な基礎的事項について解説する．

ねらい： 以下の基礎的学力・能力を身につける

- (1)物質の拡散現象に関する基礎的な問題について，原理的に解釈できる．
- (2)熱移動の現象に関する基礎的な問題について，原理的に解釈できる．
- (3)拡散と熱移動を含む移動現象一般について，エネルギーの観点から理解できる．

バックグラウンドとなる科目

力学 ・ ，数学1及び演習，数学2及び演習，化学基礎 ・

授業内容

1. 移動現象の基礎法則と拡散現象の基礎的知識（フィックの法則と物質流束）
最初に，運動量・熱・物質の移動についてのニュートンの法則，フーリエの法則，フィックの法則を学び，移動現象論の基本的な形式を理解する．ついで，気相，液相，固相内の各種拡散現象の具体例を学ぶ．物質の巨視的拡散現象を記述する基礎式であるフィックの法則について学び，拡散流束と非定常拡散方程式の取り扱いの基礎について理解を深める．
2. 拡散現象の物理，物質内の拡散機構
巨視的な拡散方程式の背後にある物理現象（ランダムな分子・原子運動，拡散の駆動力）について，ブラウン運動の理論と非平衡熱力学に基づき原理的に学ぶ．また，物質の微視的拡散機構について，分散相（気相）と凝縮相（液相，固相）中の原子・分子運動の観点から学び，拡散係数の意味を理解する．
3. いくつかの境界条件下での拡散方程式の解法とその応用
二成分系相互拡散および一方拡散（気相），一次元半無限体の非定常拡散，点源からの一次元拡散など，単純な系を想定したいくつかの境界条件下での拡散方程式の解法について学ぶ．ついで，金属や半導体の表面処理など，材料製造プロセスにかかわる具体例により拡散方程式の応用例を学ぶ．
4. 流れと物質移動
固体の流体への溶解現象や流体中からの固体の析出に応用される拡散現象をとともなう物質移動モデルについて，その基本を学ぶ．

熱移動と拡散（2.0単位）

5. 熱移動現象の基礎的知識（フーリエの法則と熱流束）

移動現象論の基本的な形式を理解する。ついで、熱移動現象の物理的意味、物体の熱伝導、身近な伝熱現象など、熱移動に関する基本的な概念を理解する。

6. いくつかの境界条件下での熱伝導方程式の解法

熱伝導現象の基礎について学び、伝熱方程式（微分方程式）の導出とその簡略化およびシミュレーションによる解の求め方について理解する。また、熱伝導の合成問題について学ぶ。

7. 流れと熱伝達および放射熱伝達

対流により熱が運ばれる対流伝熱について学び、熱伝導との関連を理解する。また、伝導、対流伝熱とは異なる熱移動現象である放射伝熱の基礎を学び、理論的取り扱いについて理解を深める。

8. 熱の発生（燃焼計算）

種々の熱の発生方法を理解し、燃焼に関するテクニカルターム・燃焼について学ぶ。また、燃焼計算について理解を深める。

9. 熱エネルギー変換

熱エネルギーを他のエネルギーに変換する手法を学ぶ。特に、ヒートポンプについて理解を深める。

授業時間外学習:

次の授業範囲を予習し、専門用語の意味等を理解しておくこと。

教科書

プリントを適宜配布する。教科書を使用する場合は、初回の講義で紹介する。

参考書

城塚正ら：移動現象論，オーム社。

田坂英紀：伝熱工学（機械工学入門講座），森北出版。

小岩，中嶋：材料における拡散，内田老鶴圃

R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot : Transport Phenomena 2nd. ed., John Wiley & Sons.

D. R. Poirier & G. H. Geiger : Transport Phenomena in Materials Processing, TMS

架谷昌信監修：新編 化学工学，共立出版。

架谷昌信・木村淳一編著：燃焼の基礎と応用，共立出版。

三宅哲：熱力学，裳華房。

評価方法と基準

物質の拡散現象および熱移動の現象について原理的に解釈でき、拡散と熱移動を含む移動現象一般について、エネルギーの観点から理解でき、物質収支式と熱収支式を導出できれば合格とする。

より難易度の高い問題を扱うことができれば、それに応じて成績に反映する。

講義中の小テスト，演習レポート（0%～約20%，実施回数による）

定期試験（約80%～100%，小テスト，演習レポートの回数による）

全体で60%以上のポイントを獲得した学生に単位を認定する。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

この授業は日本語で提供されます。

質問への対応

質問への対応：講義終了時にまたは下記に連絡のこと。

担当教員連絡先：

伊藤：内線6064，itoh.takashi@material.nagoya-u.ac.jp

出口：内線3383，deguchi.seiichi@material.nagoya-u.ac.jp

相平衡論 (2.0単位)

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年秋学期
選択 / 必修	必修
教員	宇治原 徹 教授

本講座の目的およびねらい

材料プロセッシングにおける自由エネルギーと化学平衡の関係に関する知識を利用して、ほとんどの材料プロセスで関与してくる溶体の熱力学的取り扱い方ならびに多相平衡の基礎としての相律、状態図を学ぶ。さらに化学熱力学の考え方を利用して、具体的な化学平衡を応用して実際に状態図を読み、描けるための知識を身につける。この講義を習得することにより、以下のことができるようになることを目標とする。1. 相平衡について熱力学的に説明することができる。2. 状態図から平衡する相、その組成を正しく読み取ることができる。3. 状態図から形成される組織を予測することができる。4. 基本的な状態図を描くことができる。5. 自由エネルギーと状態図の関係を説明することができる。6. 理論的に自由エネルギーを記述でき、さらに状態図を描くことができる。

バックグラウンドとなる科目

化学基礎2、化学熱力学1

授業内容

講義は以下の構成からなり、さらにレポートを課す。状態図に必要な概念 相平衡 化学平衡と自由エネルギー 二相平衡と状態図の基礎 二元系状態図各論(全率固溶型) 二元系状態図各論(共晶反応型) 二元系状態図各論(包晶反応型およびその他の状態図) 二元系の自由エネルギー 三元系状態図の基礎 毎回の授業前に教科書を読んでおくこと。講義終了後は、レポート課題を課すので、それを解くこと。

教科書

材料系の状態図入門(朝倉書店)

参考書

金属物理化学、合金状態図読本

評価方法と基準

達成目標に対しての修得度を期末試験にて評価する。相平衡について熱力学的に説明でき、状態図から平衡する相、その組成を正しく読み取り、形成される組織を予測することができ、基本的な状態図を描くことができ、自由エネルギーと状態図の関係を説明することができれば、合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

化学熱力学の知識を有すること。

質問への対応

質問がある場合は、授業終了後、もしくは事前にメールでアポイントを取った上で受け付ける。

流動及び演習(2.0単位)

科目区分	専門基礎科目
授業形態	講義及び演習
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	2年秋学期
選択/必修	必修
教員	井藤 彰 教授

本講座の目的およびねらい

レオロジー，流動の基礎方程式，管内層流，乱流流動を学習する．また，流速，流量の測定原理の理解を深め，流体の輸送および管路の設計を学ぶ．達成目標は以下の通りである．1．流体の性質やレイノルズ数の意味を理解し，流れの状態の判定に利用できる．2．流動の基礎方程式を理解し，これを応用できる．3．流量（流速）の測定法を理解し，これを応用できる．4．管路の設計について理解し，これを応用できる．これらを目的とすることにより，3年時の混相流動を学ぶ基礎とする．

バックグラウンドとなる科目

数学1及び演習

授業内容

1.レオロジー，2. 流動の基礎方程式，3. 管内における層流流動，乱流流動，4. 流速および流量の測定，5. 管路の設計

毎回授業の後半に授業内容に関する演習を実施するので，復習をしておくこと．

教科書

はじめての化学工学－プロセスから学ぶ基礎（丸善）

参考書

化学工学便覧 第6版（丸善）

評価方法と基準

各達成目標に対する評価の重みは等価である．レオロジー，流動の基礎方程式，管内層流，乱流流動のそれぞれについて，基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし，より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる．中間試験(30%)，期末試験(30%)，演習(30%)，学習態度(10%)で評価し，100点満点で60点以上を合格とする．

履修条件・注意事項

履修条件は課さない．

質問への対応

講義中・講義後いつでも受け付ける．

学生実験1 (2.0単位)

科目区分	専門基礎科目		
授業形態	実験		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	3年春学期		
選択 / 必修	必修		
教員	各教員 (デザイン)	各教員 (プロセス)	各教員 (システム)

本講座の目的およびねらい

マテリアル工学において基礎となる項目について、小グループに分かれて実習しマテリアル工学に関する基礎知識の理解を深め、それを実地に活かす応用力を滋養することを目的とする。本科目を習得することにより以下のことができるようになることを目標とする。1. 実験に関わる安全管理、計測原理、各種装置の原理および使用方法を習得する。2. 得られたデータの解析手法を習得する。3. 報告書のまとめ方を学ぶ。

バックグラウンドとなる科目

専門基礎科目の各科目

授業内容

以下のテーマについて実験または実習を行う。1. 金属材料の機械的性質 2. 結晶のX線回折分析 3. 固体の電気伝導 4. 3次元井戸型ポテンシャルと発光特性 5. 円管内流動 - 層流と乱流 6. 液相系拡散現象 7. 化学反応の熱力学および速度論的 8. 相平衡と二元系状態図 9. プログラミング各テーマの基礎的理解を確認するために、定期試験期間に確認テストを行う。各テーマに関してあらかじめ予習をしておくこと。授業終了後、各テーマに対するレポートを作成し提出する。

教科書

マテリアル工学実験テキスト

参考書

マテリアル工学実験テキスト中に記載されている。

評価方法と基準

各テーマの内容を理解してレポートが作成できていれば合格とする。全出席、全レポート合格・確認テスト合格を単位認定の前提とする。達成目標に対してのレポート・課題、各テーマの基礎的内容に対する確認テストを評価する。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

授業中に受け付ける。

マテリアル量子化学(2.0単位)

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年春学期
選択/必修	必修
教員	宇佐美 徳隆 教授 塚田 祐貴 准教授

本講座の目的およびねらい

量子化学は、原子の結合を量子論に基づき理解し、これを基礎に化学結合の本質を知る学問である。本講義では、原子・分子のシュレーディンガー方程式の解法を習得し、波動関数やエネルギー固有値の物理的意味や電子状態と反応性・結合性の関係を理解することを目的とする。

本講義では、受講者が以下の知識・能力を身に付けることを目標とする。

1. シュレーディンガー方程式の固有値・固有関数の物理的意味を理解し、説明できる。
2. 水素原子のシュレーディンガー方程式の解を理解し、説明できる。
3. 多電子原子のシュレーディンガー方程式の近似解法を理解し、説明できる。
4. 分子オービタル法に基づき、分子の電子状態と反応性・結合性の関係を理解し、説明できる。

バックグラウンドとなる科目

マテリアル量子工学

マテリアル固体物理 1

マテリアル固体物理 2 及び演習

授業内容

1. 前期量子論
(ボーア理論、ド・ブロイの物質波)
2. シュレーディンガー方程式
(波動関数の物理的意味、測定値と期待値、演算子の交換関係)
3. 水素原子の電子状態
(水素原子のシュレーディンガー方程式、水素の電子波動関数)
4. 多電子原子
(電子スピン、パウリの原理、フントの規則)
5. 多電子原子の電子状態
(一電子近似、セルフ・コンシステント法、ハートリー・フォック法)
6. 分子オービタル法
(結合オービタル、反結合オービタル、等核二原子分子、異核二原子分子)
7. 多原子分子
(分子の電子状態と反応性・結合性)

講義で宿題を課すので、レポートとして提出すること。

教科書

田中功、松永克志、大場史康、世古敦人「材料電子論入門」(内田老鶴園)

参考書

講義の中で適宜紹介する。また、講義内容の要点や図表をまとめた資料を配布する。

評価方法と基準

水素原子、多電子原子、分子のシュレーディンガー方程式の解法、および、分子の電子状態と反応性・結合性の関係に関する基本的な問題を解くことができれば合格とする。レポート(20%)、期末試験(80%)で評価し、総合点60点以上を合格とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

講義終了後の休憩時間、もしくはE-mailで対応する。

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年春学期
選択 / 必修	必修
教員	高見 誠一 教授

本講座の目的およびねらい

化学反応を用いて目的とする材料を生成、変換、分解する様々なプロセスを解析・理解し、これに基づきプロセスを最適化し工業スケールでの実用化を実現するには、反応工学の理解は不可欠である。本講義では、反応工学の基礎となる反応速度論を学ぶとともに、2つ以上の相が関与する不均一反応、これに伴う物質移動の取り扱いについて理解を深めることを目的とする。講義では演習を行うことで、理解と応用能力を養う。

この講義を習得することにより、以下のことができるようになることを目標とする。

1. 気体分子運動論を理解し、異なる反応温度における反応速度定数を予測できる。
2. 反応速度論を理解し、反応時間の経過と共に生成物・反応物の濃度がどのように変化するか評価できる。
3. 実験結果に基づき、反応次数・反応速度定数を決定できる。
4. 不均一反応を理解し、物質移動が律速となる反応の反応速度を評価できる。

バックグラウンドとなる科目

物理化学3、数学1、数学2

授業内容

1. 反応速度論の概説

気体分子運動論に基づき反応速度を左右する因子を確認すると共に、固体表面に吸着した分子が関与する不均一反応の速度を学習する。

2. 生成物・反応物濃度の変化の予測

反応次数・反応速度定数を用いて、反応時間の経過に伴う生成物・反応物濃度の変化を記述・予測する手法を学習する。

3. 物質移動が関与する不均一反応

反応速度律速・物質移動律速の概念を学習すると共に、物質移動速度の評価も含めた不均一反応の速度評価を学習する。

毎回の授業の最後に、理解を含めるための問題を課します。次回の授業前に、授業内容と共に復習をしておくこと。

教科書

この授業では、担当教員が作成する資料を配布します。

参考書

必要に応じて参考文献を紹介します。

評価方法と基準

達成目標に対しての修得度を提出課題、中間試験および期末試験にて評価する。気体分子運動論・反応速度論・不均一反応について基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。この授業は日本語で行われます。

質問への対応

授業中、随時質問を受け付ける。また、授業時間外にも電子メールで質問を受け付ける。

物理化学演習（1.0単位）

科目区分	専門科目
授業形態	演習
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年春学期
選択 / 必修	必修
教員	山本 徹也 准教授 松宮 弘明 准教授 稗田 純子 准教授

本講座の目的およびねらい

授業概要：物理化学に関する演習を通して講義内容を補填し理解を深める。

達成目標：化学平衡、相平衡、化学反応速度、分子間相互作用、界面化学、コロイド化学の諸問題の理論的取り扱い方を理解し、マテリアル工学に関する創造力・総合力を養うための基礎力と応用力を身につける。

バックグラウンドとなる科目

化学基礎II、物理化学1～3

授業内容

1. 気体の性質の計算演習
2. 熱力学諸量の計算演習
3. 相平衡の計算演習
4. 化学平衡の計算演習
5. 化学反応速度の計算演習
6. 分子間相互作用の計算演習
7. 界面およびコロイド化学の計算演習

これらの演習は1～2年次科目「化学基礎II」「物理化学1～3」の復習に相当するため、教科書として指定されているアトキンス物理化学（上および下）第10版の該当箇所を事前に復習してから臨むこと。また、進行に応じて宿題を課すので、指定される期限までに取り組み提出すること。

教科書

アトキンス物理化学（上および下）第10版

参考書

アトキンス 物理化学問題の解き方（学生版）（第10版）英語版
また、バックグラウンドとなる各科目のシラバスを参照すること。

評価方法と基準

演習問題を課す。全回出席を前提として、提出された全演習問題の答案（授業時間内だけでなく宿題も含む）から成績を評価する。

合格基準：化学平衡、相平衡、化学反応速度、分子間相互作用、界面化学、コロイド化学の諸問題を理論的に正しく扱うことができる

履修条件・注意事項

物理化学1～3を履修していることが望ましい。

質問への対応

e-mailによる

連絡先

山本徹也 yamamoto.tetsuya@material.nagoya-u.ac.jp
松宮弘明 matsumiya.hiroaki@material.nagoya-u.ac.jp
稗田純子 hieda.junko@material.nagoya-u.ac.jp

材料組織学 (2.0単位)

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年春学期
選択 / 必修	選択必修
教員	小山 敏幸 教授

本講座の目的およびねらい

材料の性質はそのミクロ組織によって大きく変わります。この講義では、金属材料を中心として、ミクロ組織の形成を支配する原理原則を学びます。具体的には、熱力学に基づく、平衡状態図（準安定状態図も含む）および相変態の理解を対象とします。本講義の到達目標は、・結晶構造、相、欠陥、結晶粒組織、ドメイン組織等、種々の組織の構成要素を知ること。・ギブスエネルギーに基づき、相安定性が理解できること。・拡散相変態および無拡散構造相転移に基づき、組織形成が理解できること。である。

バックグラウンドとなる科目

結晶物理学、相平衡論

授業内容

以下のテーマについて講義する。第1週：序論（学習内容の全体像と材料設計計算工学）、第2週：結晶構造およびX線回折に関する基本事項、第3週：結晶欠陥：金属における点欠陥、線欠陥、面欠陥、第4週：相の種類：合金固溶体、規則-不規則変態、金属間化合物、アモルファス、第5週：二元および三元平衡状態図とギブスエネルギーについて(I)、第6週：二元および三元平衡状態図とギブスエネルギーについて(II)、第7週：核生成と成長について、第8週：拡散現象：原子拡散について(I)、第9週：拡散現象：原子拡散について(II)、第10週：拡散変態(I)、第11週：拡散変態(II)、第12週：無拡散変態(I)、第13週：無拡散変態(II)、第14週：回復・再結晶、第15週：CALPHAD法とフェーズフィールド法毎回の授業前に、教科書の関係箇所およびNUCTの資料を読んでおくこと。

教科書

阿部太一：「材料設計計算工学 -計算熱力学編-」，内田老鶴圃，(2019)、小山敏幸：「材料設計計算工学 -計算組織学編-」，内田老鶴圃，(2019)。

参考書

松原英一郎 他：金属材料組織学，朝倉書店，(2011)、加藤雅治：転位論入門，裳華房，(1999)。

評価方法と基準

成績評価は、以下の方法で行う。・講義への出席状況と受講態度 10%、・小レポート 10%、・期末試験 80%、以上の割合で総合判定する。相安定性と組織形成のそれぞれについて、基礎的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より高度な問題を扱うことができれば、それに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

講義後の休憩時間、もしくはオフォスアワーで対応する。

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年春学期
選択 / 必修	選択必修
教員	湯川 伸樹 准教授

本講座の目的およびねらい

塑性加工は、主として金属材料の一部または全部に塑性変形を与えて、要求された形状・寸法・材質の製品を作る加工法であり、今日の工業生産の中で素材製造から最終製品の製造に至るまでの広い範囲にわたって重要な役割を果たしている。加工方式は多種にわたり、材料工学と機械工学との両分野にまたがる知識を必要とする。

本講義では材料の塑性変形およびそれを用いた塑性加工の一般的な知識を習得し、ものづくりの重要性を理解することを目的としている。可能な限り実際の塑性加工製品の実例を紹介し、目的意識をもって講義に望めるようにする。各講義に終わりに演習を行うことで理解度を確認し、問題解決力を身につける。最新の加工法についても可能な限り説明するが、「基礎知識の正しい理解」という方針で講義を進める。

受講生は授業終了時に以下の知識・能力を身に着けていることを目標とする。

1. 塑性力学の基礎について理解し、説明できる。
2. 各種加工法の原理と特徴について理解し説明できる。

バックグラウンドとなる科目

数学，材料力学，材料強度学

授業内容

1. 塑性加工の学問と技術の特徴
2. 塑性加工の材料科学
3. 塑性加工の力学と解析法
降伏条件，
構成式
スラブ法
上界法
有限要素法
4. 各種塑性加工法
圧延
押出し・引抜き
せん断
鍛造
板成形
5. その他の問題
切削・機械加工
トライボロジー
計測

授業後に宿題を課すので、次回にレポートとして提出すること。

教科書

「塑性加工」鈴木弘著（裳華房）

参考書

講義資料をNUCTを通じて配布する。

また必要に応じて文献等を授業中に紹介する。

材料塑性学 (2.0単位)

評価方法と基準

達成目標に対しての修得度を期末筆記試験および提出された演習と宿題のレポートで評価する。塑性力学の基礎的な事柄について、ならびに各種加工法の原理と特徴について理解し説明できれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

材料力学，材料強度学の単位取得（内容の理解）が望ましい

質問への対応

授業終了時，または電子メール（yukawa@nagoya-u.jp）による質問を随時受け付ける。

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年春学期
選択/必修	選択必修
教員	市野 良一 教授

本講座の目的およびねらい

本講義では、鉱石から素材としての金属の製造までの製錬プロセスの概略と、この一連のプロセスにおける典型的な物理化学的、反応プロセス工学的諸現象に関する基礎的事項を学ぶ。

ねらい

- ・製鉄・製鋼プロセスについて基礎的に説明できる
- ・非鉄精錬プロセスについて基礎的に説明できる
- ・高温プロセスの化学反応について平衡論および速度論により説明できる
- ・電解プロセスの化学反応について平衡論および速度論により説明できる

バックグラウンドとなる科目

化学基礎 ～ ，物理化学1～3，相平衡論，反応工学，電気化学

授業内容

1．鉄鋼製錬プロセスの概要

製鉄プロセスの基礎と高炉内反応，製鋼プロセスの基礎と転炉内および電気炉内反応について学習する。

2．非鉄製錬プロセスの概要

乾式非鉄精錬の基礎，湿式非鉄製錬の基礎，溶融塩電解の基礎，およびそれぞれの代表的な製錬プロセスについて学習する。

なお，授業後に毎回宿題を課すので，次回に小レポートとして提出すること。

教科書

講義項目に必要なプリントを資料として配布します。

参考書

金属化学シリーズ1 金属物理化学 : 日本金属学会 丸善
金属化学入門シリーズ2 鉄鋼製錬 : 日本金属学会 丸善
金属化学入門シリーズ3 金属製錬工学 : 日本金属学会 丸善
金属便覧，日本金属学会，丸善

評価方法と基準

定期試験の成績によって評価する。

C判定以上の学生に単位を認定する。

金属製錬プロセスに関する基本的な概念や知識を正しく理解していることを合格の基準とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

講義終了時，又は下記にメールで連絡のこと。

市野：ichino.ryoichi@material.nagoya-u.ac.jp

電気化学(2.0単位)

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年春学期
選択/必修	選択必修
教員	入山 恭寿 教授 本山 宗主 講師

本講座の目的およびねらい

「電気化学」は物質の電子移動を取り扱う学問であり、その応用分野は電池、表面処理、センサー、電解等に広がっている。本講義では、平衡論、速度論における電気化学の原理・法則を理解する基礎力を身につけるとともに、最新のデバイスに適用できる応用力を養うことを目的とする。この講義を習得することにより、以下のことができるようになることを目標とする。1. 熱力学、特に化学ポテンシャル及び電気化学ポテンシャルを理解し、化学平衡及びネルンスト式の導出とそれに関する基礎的な問題を解くことができる。2. 電位-pH図を理解し、腐食・防食の基礎的指針を考えることができる。3. バトラー・フォルマー式を理解し、それに関連する基礎的な問題を解くことができる。

バックグラウンドとなる科目

化学基礎 , 化学基礎 , 物理化学1, 物理化学2

授業内容

1. ガイダンス と 熱力学の復習 (入山) 2. 化学平衡、ネルンスト式の導出 (入山) 3. 電気化学セル、標準電極電位 (入山) 4. ネルンスト式の応用 (入山) 4-1 濃淡電池、センサー、溶解度、リチウムイオン電池の反応 4-2 電位-pH図 5. 電解質溶液 (入山) 6. 電極界面現象 (入山) 7. 電極反応の速度論 (本山) 7-1 電荷移動反応と過電圧 7-2 分極曲線(バトラー・フォルマーの式) 7-3 電極反応速度と素反応 8. 電気化学の移動現象論 (本山) 8-1 イオンの物質輸送と限界電流密度 8-2 非定常状態の物質輸送 8-3 電流密度分布(ラプラスの式) 毎回の講義後に講義プリント問題の復習を行うこと。講義中に適宜補助プリントを配付するので、その問題を解き講義に備えること。

教科書

表面技術者のための電気化学 第2版 春山志郎 (丸善)

参考書

材料電子化学 日本金属学会 編 (丸善) 電子移動の化学 渡辺 正、中林誠一郎 (朝倉書店)

評価方法と基準

期末試験の点数を用い、各入学年度の基準を踏まえて評価する。平衡論と速度論のそれぞれについて、基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない

質問への対応

各講義終了後にて。

混相流動 (2.0単位)

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年春学期
選択 / 必修	選択必修
教員	則永 行庸 教授 井藤 彰 教授

本講座の目的およびねらい

粒子や気泡、液滴の挙動に関する理解を深めるとともに、これらが関わる混相流動について学び、これらの知識の応用能力を養う。達成目標は次の通りである。1. 流体中の粒子の運動について理解し、これを応用できる。2. 粒状層内流動について理解し、これを応用できる。3. 混相流について理解し、これを応用できる。これらを目的とすることにより、3年秋学期のシステム制御を学ぶ基礎とする。

バックグラウンドとなる科目

流動及び演習

授業内容

1. 流体中の粒子、気泡、液滴の流動、2. 粒状層内の流動、3. 混相流、4. 装置内における流動

授業の最後に授業内容に関する演習を実施するので、復習をしておくこと。

教科書

資料を配付

参考書

化学工学便覧，丸善

評価方法と基準

各達成目標に対する評価の重みは等価である。粒子や気泡、液滴の挙動に関する理解とともに、これらが関わる混相流動について、基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。中間試験(30%)、期末試験(30%)、レポート(30%)、学習態度(10%)で成績を評価し、100点満点で60点以上を合格とする。

履修条件・注意事項

履修条件は課さない。

質問への対応

随時受け付ける。

分離システム(2.0単位)

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年春学期
選択/必修	選択必修
教員	向井 康人 准教授

本講座の目的およびねらい

沈降，凝集，濾過，膜分離，遠心分離，晶析，集塵など，固体（粒子）と流体（液体，気体）との機械的分離操作を対象として，その基本原理と基礎理論を学習し，これらの知識を工学的に応用できる能力を養う．

達成目標は以下の通りである．

- 1．沈降，凝集，濾過，膜分離等の基礎を理解し，これらに応用できる．
- 2．遠心分離，晶析，集塵等の基礎を理解し，これらに応用できる．

バックグラウンドとなる科目

流動及び演習，混相流動

授業内容

- 1．機械的分離工学の基礎
- 2．沈降分離
- 3．凝集操作
- 4．濾過
- 5．膜分離
- 6．遠心分離
- 7．晶析
- 8．集塵
- 9．その他の機械的分離

毎回，授業前に予習し，授業後に復習すること．適宜，レポート課題を課すので提出すること．

教科書

分離プロセス工学の基礎（朝倉書店）

参考書

化学工学便覧（丸善）

濾過工学ハンドブック（丸善）

評価方法と基準

分離システムに関する基礎を理解し，基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし，より発展的な問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる．

中間試験30%，期末試験30%，演習・レポート30%，授業態度10%で成績を評価し，100点満点で60点以上を合格とする．

履修条件・注意事項

履修条件は要さない．

質問への対応

講義終了時に対応する．

粒子・粉体工学（2.0単位）

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年春学期
選択 / 必修	選択必修
教員	北 英紀 教授 山本 徹也 准教授

本講座の目的およびねらい

粒子・粉体はナノから数十ミクロンまでの固体状物質を指し、医薬品、食品、セラミックス、触媒、化粧品などの原料として幅広く使用される一方、工場や自動車から排出される粉塵は環境汚染や安全上のリスクをもたらすといった負の側面をもつ。

粒子・粉体工学は製造業の基盤として、高機能材料を生み出す基盤となるだけでなく、環境に配慮し、また粒子粉体を安全に操作するための学問である。

この講義を学習することにより、以下のことができることを目標とする。

1. 粒子粉体の化学的な合成方法、ならびに粉砕を伴う物理的な方法を理解し、具体的な問題に適用できる。
2. 液相中における粒子粉体の分散凝集現象が生じるメカニズムを理解し、具体的な問題に適用できる。
3. 粒子粉体の形状や大きさなどの特徴量をどのように定量化できるかを統計学をベースに理解し、具体的な問題に応用できる。
4. 粉体の摩擦を含めた力学的特性や計算方法を理解し、具体的な問題に応用できる。

バックグラウンドとなる科目

表面界面化学、計測技術、統計・確率論、固体力学

授業内容

1. 粒子粉体工学の意義
2. 粒子の破壊理論
3. 粒子粉体の製造と化学的合成
4. 粒子粉体の計測技術
5. 粒子充填構造
6. 粒子の分散と凝集（DLVO理論を中心に）
7. 粉体層の力学（応力モール円、内部摩擦）
8. 粉体層への流体の流れ

毎回の授業前に教科書の該当箇所を読んでおくこと。講義終了後は教科書の例題や章末問題を自分で解くこと。また、数回のレポート課題を課すので、それを解いて提出する事。

教科書

入門 粒子・粉体工学 改訂第2版（日刊工業新聞社）

参考書

特になし。必要に応じて資料配布します。

評価方法と基準

達成目標に対しての修得度をレポート、中間試験および期末試験にて評価する。

授業内容に掲げた項目について、基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

高校レベルの確率・統計の知識を有している事、および、高校レベルの摩擦を含めた力学を理解していること。

質問への対応

質問への対応：講義後の休憩時間及びオフィスアワーで対応する。

担当教員連絡先：

北教授

粒子・粉体工学(2.0単位)

ex. 3096, kita.hideki@material.nagoya-u.ac.jp

山本准教授

ex. 3378, yamamoto.tetsuya@material.nagoya-u.ac.jp

先端マテリアル工学概論2 (1.0単位)

科目区分	専門科目		
授業形態	講義		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	3年春学期		
選択 / 必修	選択		
教員	各教員 (デザイン)	各教員 (プロセス)	各教員 (システム)

本講座の目的およびねらい

科学技術の進展とともに、様々な分野で新マテリアルへのニーズが生じてきている。このような背景のもと、学外のエキスパート（企業や研究所の技術者や研究者）からマテリアル工学分野の最新のトピックスを聴き学ぶ。マテリアル工学分野の技術の最先端の知識を身に付け、社会の要求に答えられるマテリアル研究開発の実践的で幅広い見識の獲得を目指す。

バックグラウンドとなる科目

マテリアル工学科の各科目

授業内容

以下の分野におけるマテリアル工学の先端技術と最新の応用例について学ぶ。

1. 金属・セラミクス材料関連産業
 2. 半導体材料関連産業
 3. 自動車関連産業
 4. 化学素材製造関連産業
- など

なお、適宜レポート課題を課すので、指定される期限までに取り組み提出すること。

教科書

教科書は指定しないが、資料を適宜配布する。

参考書

必要に応じて適宜紹介する。

評価方法と基準

レポートや小テストを総合して判定する。100点満点で60点以上を合格とする。マテリアル工学の先端技術と最新の応用例（金属・セラミクス材料関連産業、半導体材料関連産業、自動車関連産業、化学素材製造関連産業など）について説明できることを合格の基準とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

質問は、講義終了後、教室で受け付ける。

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年春学期
選択 / 必修	選択
教員	原田 俊太 講師 齋藤永宏 教授 後藤 元信 教授

本講座の目的およびねらい

本講義では、マテリアルプロセスにおいて重要となる、下記に挙げる3つのプロセスの理解を深めることを目的としている。【1】結晶成長プロセス(原田)【2】プラズマプロセス(齋藤)【3】超臨界プロセス(後藤)【1】結晶成長プロセス：エレクトロニクスを支える半導体の薄膜・バルク結晶成長プロセス【2】プラズマプロセス：プラズマを用いた薄膜形成・表面処理・材料合成プロセス【3】超臨界プロセス：臨界温度・臨界圧力を越えた状態である超臨界流体を利用した技術の基礎ならびに応用

バックグラウンドとなる科目

物理化学・相平衡論

授業内容

3つのマテリアルプロセスを3名の教員が担当する。【1】結晶成長プロセス(原田)：5回 ・結晶成長の基礎 ・薄膜結晶成長法 ・バルク結晶成長法【2】プラズマプロセス(齋藤)：4回 ・プラズマとその形成 ・薄膜形成・表面処理プロセス ・材料合成プロセス【3】超臨界プロセス(後藤)：4回 ・超臨界流体の特性 ・分離プロセス ・反応プロセス ・材料調製プロセス

教科書

教科書は指定しない。必要に応じて講義資料を配布する。

参考書

必要に応じて講義中に適宜紹介する。

評価方法と基準

レポートまたは、各教員担当最終日に実施する試験により成績評価を行う。マテリアルプロセスの基礎を理解していることを合格基準とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない

質問への対応

講義終了後の質疑やE-mail等による。

固体物理演習(1.0単位)

科目区分	専門科目
授業形態	演習
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択/必修	必修
教員	山本 剛久 教授 田川 美穂 准教授 伊藤 孝寛 准教授 塚田 祐貴 准教授

本講座の目的およびねらい

この授業では、物理系の専門基礎科目・専門科目をバックグラウンドとし、演習を通して固体物理に対する理解を深めることを目的とする。

この授業では、受講者が以下の能力を身に付けることを目標とする。

物理系の専門基礎科目・専門科目で得た知識をもとに、結晶物理学、量子工学、固体物理、量子化学に関する問題を解くことができる。

バックグラウンドとなる科目

結晶物理学

マテリアル量子工学

マテリアル固体物理 1

マテリアル固体物理 2

マテリアル量子化学

授業内容

1. 結晶物理学に関する演習
2. マテリアル量子工学に関する演習
3. マテリアル固体物理に関する演習
4. マテリアル量子化学に関する演習

バックグラウンドとなる科目で学んだ内容を事前に復習しておくこと。

教科書

バックグラウンドとなる科目で使用した教科書

参考書

バックグラウンドとなる科目で使用した参考書

評価方法と基準

結晶物理学、量子工学、固体物理、量子化学に関する基本的な問題を解くことができれば合格とする。演習(100%)で評価し、60点以上を合格とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

演習終了後の休憩時間、もしくはE-mailで対応する。

学生実験2 (2.0単位)

科目区分	専門科目		
授業形態	実験		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	3年秋学期		
選択 / 必修	必修		
教員	各教員 (デザイン)	各教員 (プロセス)	各教員 (システム)

本講座の目的およびねらい

マテリアル工学各分野における基礎的及び応用的な実験を行い、諸材料の構造、機能・特性やそのプロセッシングに関連する基礎理論の理解を深める。目的にそった複数の実験を実施し、物質・材料研究に必要な実験手法を学び、実験結果を考察することにより、マテリアル工学に関する専門的な知識と応用力を身に着ける。

バックグラウンドとなる科目

専門基礎科目の各科目

授業内容

以下のテーマについて実験または実習を行う。1．気液吸収操作 2．鉄鋼の組織制御 3．バイオリファイナー 4．太陽電池と電気化学 5．炭素繊維強化プラスチック 6．固体のバンド計算各テーマに関してあらかじめ予習をしておくこと。授業終了後、各テーマに対するレポートを作成し提出する。

教科書

マテリアル工学実験テキスト

参考書

マテリアル工学実験テキスト中に記載されている。

評価方法と基準

各テーマの目的および実験内容を理解し、得られた結果について論理的に説明できること。また、レポート課題への理解が十分と見なされれば合格とする。全出席、全レポート合格を単位認定の全体とする。それぞれのレポートは、各テーマで設定された基準で評価する。最終的には各レポートの評価を総合し、評価する。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

授業中に受け付ける。

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択 / 必修	必修
教員	本山 宗主 講師 乗松 航 准教授

本講座の目的およびねらい

この講義では、物質のミクロな性質からバルクの物理量を知るための手段である統計熱力学の習得を目的とする。そのための前段階として、まず分子の振動や回転の情報を得る分光法について学ぶ。分子の知識を習得し、熱力学量の計算、化学反応の平衡定数、化学反応動力学の遷移状態理論への応用を学ぶ。また、分子衝突の動力学についても学ぶ。この講義を習得することにより、以下のことができるようになることを目標とする。1. 微視状態数の統計力学的性質に基づいてボルツマン分布を導出・理解できる。2. 分配関数とその意味について説明できる。3. 3種類のアンサンブルについて理解し、それぞれ応用例に適用できる。4. エントロピーの統計力学的定義を記述できる。5. 定容熱容量、エントロピー、熱力学関数 (U, H, G, A)、化学反応の平衡定数を分子分配関数を用いて記述できる。6. 遷移状態理論における分子分配関数の取り扱いおよびアイリングの式の成り立ちを理解し、それぞれの変数の物理化学的意味を説明できる。7. ポテンシャルエネルギー面における鞍点とは何か、図示および記述できる。

バックグラウンドとなる科目

物理化学1、物理化学2、物理化学3

授業内容

1. 回転スペクトルと振動スペクトル (教科書12章) 分子の回転 二原子分子の振動分光法
 2. 統計熱力学 (教科書15章) ボルツマン分布 分子分配関数 分子のエネルギー
 正準アンサンブル 内部エネルギーとエントロピー 熱力学関数の導出
 3. 化学反応動力学 (教科書21章) 遷移状態理論 分子衝突の動力学
 授業中に数回、演習問題の課題を課すので、次回までに解いておくこと。

教科書

P. Atkins and J. de Paula, Atkins' Physical Chemistry 10th Edition, Oxford University Press

参考書

講義中必要に応じて指定する。

評価方法と基準

レポート (30%) と筆記試験 (70%) により成績をつけ、60点以上を合格とする。100点満点で60点以上を合格とし、60点以上69点までをC、70点以上79点までをB、80点以上をA、90点以上をSとする。ボルツマン分布、分配関数、アンサンブル、エントロピーの統計力学的定義、分子分配関数を用いた定容熱容量・エントロピー・熱力学関数・化学平衡定数および分子分配関数の遷移状態理論への応用に関する基本的な問題を正確に解答できれば合格とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

授業終了後、口頭または電子メール (授業時に指定する) で対応する。

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択 / 必修	選択必修
教員	小山 敏幸 教授

本講座の目的およびねらい

本講義では、材料設計の基盤的な学問体系である状態図と相変態の基礎から、最新のCALPHAD法およびフェーズフィールド法までを学ぶ。この講義の目的は、材料における相および組織を、エネルギー論と速度論から理解し制御する体系を理解・習得することであり、以下の到達目標を達成する。・状態図とギブスエネルギーの関係がわかる。・状態図とギブスエネルギーから、相変態のシークエンスがわかる。・CALPHAD法におけるTDBファイル形式がわかる。・フェーズフィールド法の全体像がわかる。・勾配エネルギーの意味が理解できる。・マイクロメカニクスの基本が理解できる。・組織形成の計算機シミュレーションの概要を知る。

バックグラウンドとなる科目

材料組織学

授業内容

講義スケジュール 第1週：序論（学習内容の全体像と材料設計計算工学）第2週：熱力学の数学的構造と各種材料学への拡張第3週：CALPHAD 法(I)第4週：CALPHAD 法(II) - 副格子モデルの理解 - 第5週：CALPHAD 法(III) - TDB ファイルの読み方 - 第6週：ギブスエネルギーと相変態第7週：発展方程式と相変態第8週：不均一系の自由エネルギー理論(I) - 界面の理解 - 第9週：不均一系の自由エネルギー理論(II) - 弾性場の解析法 - 第10週：不均一系の自由エネルギー理論(III) - 電磁場の解析法 - 第11週：エネルギー論と速度論第12週：フェーズフィールド法(I)：拡散相変態第13週：フェーズフィールド法(II)：無散相変態第14週：力学特性と組織第15週：電磁気特性と組織毎回の授業前に、教科書の関係箇所およびNUCTの資料を読んでおくこと。

教科書

阿部太一：「材料設計計算工学 -計算熱力学編-」，内田老鶴圃，(2019)、小山敏幸：「材料設計計算工学 -計算組織学編-」，内田老鶴圃，(2019)。

参考書

松原英一郎 他：金属材料組織学，朝倉書店，(2011)。

評価方法と基準

成績評価は、以下の方法で行う。・講義への出席状況と受講態度 10%、・中間試験と小レポート 20%、・期末試験 70%、以上の割合で総合判定する。CALPHAD法とフェーズフィールド法のそれぞれについて、基礎的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より高度な問題を扱うことができれば、それに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

講義後の休憩時間、もしくはオフスアワーで対応する。

構造材料学及び演習（2.0単位）

科目区分	専門科目
授業形態	講義及び演習
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択 / 必修	選択必修
教員	小橋 眞 教授 足立 吉隆 教授 高田 尚記 准教授 湯川 伸樹 准教授

本講座の目的およびねらい

本講義では、はじめに鉄鋼，非鉄材料，セラミックス，樹脂（複合材料）など様々な種類の構造材料を紹介し，構造材料に要求される特性ならびに各種機械的特性を計測する試験方法を学ぶ．また、「材料力学」，「材料強度学」，「材料塑性学」で学んだ内容に関連する事項の演習を通じて構造材料の材料強度に関する理解をより実践的なものにする．授業終了時に，構造材料に関係する実践的な問題を理解し，解決する能力を身に着ける．

バックグラウンドとなる科目

力学I，II，材料力学，材料強度学，材料塑性学

授業内容

1．ガイダンス：

講義の概要，進め方，参考書，授業で行う演習の方法，レポート提出，成績評価について説明する．

2．演習1（材料塑性学）

講義「材料塑性学」で学んだことを，演習を通じて確実に理解する．
また材料の破壊に関して概説する．

3．演習2（材料力学）

講義「材料力学」で学んだことを，演習を通じて確実に理解する．
鉄鋼，非鉄金属，セラミックス，複合材料などの各種構造材料の強度特性の特徴に関して概説する．

4．演習3（材料強度学）

講義「材料強度学」で学んだことを，演習を通じて確実に理解する．
「材料強度学」で学んだ金属の強化機構を，金属組織の観点から理解を深める．

【演習1】「材料塑性学」（担当 湯川）

【演習2】「材料力学」（担当 小橋）

【演習3】「材料強度学」（担当 高田）

予習の状況と講義内容の理解度は定期的に行う演習問題で確認する．

授業終了時に示す課題を必ず解答し，提出すること。

教科書

工学基礎 材料力学（共立出版）：清家 政一郎（著）

参考書

Materials science and engineering, W.D.Callister Jr., Wiley

マテリアル工学シリーズ3 材料強度学，加藤雅治，熊井真次，尾中晋 著，朝倉書店，(2013)。

評価方法と基準

レポート・演習（50%），期末試験（50%）で評価する．

授業をとおして得られた知識に基づいて，構造材料に関する課題を論理的に解決できることを合格の基準とする．

総合で60点以上を合格とする．

履修条件・注意事項

構造材料学及び演習(2.0単位)

材料力学，材料強度学，材料塑性学の単位取得（内容の理解）が望ましいが、単位取得前でも受講可能

質問への対応

講義終了時またはメールにて随時受け付ける．

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択 / 必修	選択必修
教員	宇治原 徹 教授 黒川 康良 准教授

本講座の目的およびねらい

電気伝導性、誘電性、磁性等様々の物理特性を有する機能材料は、触媒、センサー、エネルギー変換等様々の分野で用いられており、現代情報化社会の根幹を支える重要な存在である。機能材料の電気・光学・磁氣的性質は、物質を構成している原子や分子の並び方や電子の振る舞いなどの微視的な性質、即ち量子論に基づいて理解できる。また、現代社会を支えるエレクトロニクスにおいて最も重要な材料である半導体材料の主な特徴は大きく二つあり、一つは材料中の電子伝導を制御することが可能であること、もう一つは光エネルギーと電子のエネルギーの変換により光吸収や発光現象をしめすことにある。これらを利用したのが、ダイオードやトランジスタ、太陽電池、発光ダイオードである。本講義では、量子論を基礎とした電子の挙動に関する知見を元に、代表的機能材料である誘電体、光学材料、熱電材料・磁性材料の基本物性と、これら機能材料に関わる科学技術について理解することを目的とする。また、半導体デバイス構造の基本であるpn接合の仕組み、半導体における光吸収、発光の基礎を学習することで、これらの半導体デバイスの動作原理を理解することを目的とする。

この授業では、受講者が授業終了時に、以下の知識・能力を身につけていることを目標とする。

1. 固体における光吸収・反射などの起源を理解し、説明できる。
2. 固体の磁氣的性質の起源について理解し、説明できる。
3. 半導体のバンド構造・ドーピングについて理解し、説明できる。
4. pn接合についてその仕組みを理解し、説明できる。
5. 太陽電池・発光ダイオードなどの半導体デバイスの動作原理について理解し、説明できる。

バックグラウンドとなる科目

マテリアル量子力学，電磁気学，マテリアル固体物理，マテリアル量子化学，結晶物理学，数学及び演習

授業内容

・ガイダンス

本講義を受講するにあたってのガイダンスを行う。また、「機能材料」に関する知識が、先端技術社会においていかに重要かを論ずる。

【固体の光学的性質】

- ・真空中の電磁波
- ・物質中の電磁波（電気分極・複素誘電率）
- ・誘電体（絶縁体）の光学的性質
誘電分極と周波数応答
強誘電性・焦電性・圧電性
- ・導体の光学的性質
- ・バンド間遷移による光吸収

【固体の磁氣的性質】

- ・様々な磁性
- ・磁気モーメント
- ・磁性に関する物理量
- ・磁気モーメントのポテンシャルエネルギー
- ・原子・イオンの常磁性
- ・ラーモア反磁性・パウリ常磁性・強磁性・反強磁性・フェリ磁性・磁区

【半導体の光学的・電気的性質】

- ・半導体の基礎 (復習)
- ・pn接合のエネルギー準位図
- ・pn接合ダイオードの電流電圧特性
- ・空乏層容量・pn接合ダイオードの作製方法
- ・半導体における光吸収・発光
半導体中の欠陥と再結合
- ・半導体デバイス (太陽電池・発光ダイオード・トランジスタ) の動作原理

指定した教科書の「初歩から学ぶ固体物理学」を事前に読んでおくこと。
NUCTにアップロードされた配布資料を事前に読んでおくこと。

教科書

初歩から学ぶ固体物理学 (矢口裕之著, 講談社) 第12章・第13章・第14章

参考書

半導体物性 (小長井誠著, 培風館)

シリコン半導体 その物性とデバイスの基礎 (白木靖寛著, 内田老鶴圃)

半導体物性 (/) (犬石嘉雄・浜川圭弘・白藤純嗣著, 朝倉書店)

評価方法と基準

【評価方法】

期末試験 (100%) でC評定以上を合格要件とする。

【基準】

以下の内容について基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし, より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

1. 固体における光吸収・反射
2. 固体の磁氣的性質
3. 半導体のバンド構造・ドーピング
4. pn接合についてその仕組み
5. 太陽電池・発光ダイオードなどの半導体デバイスの動作原理

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

時間外の質問は, 講義終了後, 教室で受け付ける。

それ以外は, 事前に担当教員にメールで時間を打ち合わせること。

ujihara@nagoya-u.jp

kurokawa.yasuyoshi@material.nagoya-u.ac.jp

金属材料学 (2.0単位)

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択 / 必修	選択必修
教員	足立 吉隆 教授

本講座の目的およびねらい

本講義のねらいは、金属材料のプロセス、組織及び物理的性質の関係を復習し、それらの知識を基に、鉄鋼材料を含む金属材料の製造方法、合金組成、組織、物理的性質を理解し、それら材料の構造材料への適用例を学ぶことである。

バックグラウンドとなる科目

材料組織学、構造材料学、金属材料学基礎、材料強度学

授業内容

1. 社会における材料の役割 (安全・安心社会、環境、リサイクル) (第一回)
2. 熱力学と状態図 (第二回)
3. 結晶学と転位論 (第三回)
4. 材料組織学 (第四 - 七回)
 - 4.1 相変態・析出
 - 4.2 再結晶
 - 4.3 回復
 - 4.4 粒成長
5. 材料強度学 (第八 - 十回)
 - 5.1 転位の非熱活性化成分と熱活性化成分
(固溶強化、析出強化、転位強化、結晶粒微細化強化)
 - 5.2 複合組織強化
6. 鉄鋼材料 (第十一 - 十三回)
 - 6.1 炭素鋼
 - 6.2 高合金鋼
 - 6.3 ステンレス鋼
 - 6.4 製造プロセス

教科書

特に設けない。資料は講義前に配布する。

参考書

[1] 鉄鋼の組織制御 - その原理と方法 -
牧正志 (内田老鶴圃)

評価方法と基準

講義中の課題レポート、期末試験素点を総合的に判定し、以下の基準で評価する。
鉄鋼材料を中心とする構造用金属材料のプロセス 組織 特性の関係を理解すれば合格とする。

2020年度以降入学者

100~95点 : A + , 94~80点 : A , 79~70点 : B , 69~65点 : C , 64~60点 : C - , 59点以下 : F

2019年度以前入学者

100~90点 : S , 89~80点 : A , 79~70点 : B , 69~60点 : C , 59点以下 : F

履修条件・注意事項

履修条件は用さない。

質問への対応

金属材料学 (2.0单位)

e-mail address: adachi.yoshitaka[at]material.nagoya-u.ac.jp

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択 / 必修	選択必修
教員	山本 剛久 教授 小澤 正邦 教授

本講座の目的およびねらい

目的：セラミックス材料は、従来の陶磁器類や窯業製品ばかりではなく、半導体や自動車、情報通信、産業機械、医療など様々な分野で広範に用いられている。本講義では、これまで学んできた無機化学、固体物性、物理化学、結晶物理学などに関する基礎を応用して、より具体的な素材であるセラミック材料について学ぶことを目的とする。

到達目標：セラミック材料の性質は、これを構成する元素の種類と結晶構造、および、電子結合状態と密接関係している。金属材料と比較すると、共有結合性/イオン結合性を併せ持つために、電気特性、誘電特性、磁気特性など多彩な物性を発現する一方、強度的には延性破壊を伴うことなく脆性的に破壊する、など大きく異なる特徴を有する。本講義では、3年次春期までに学んできた関連する基礎的な講義内容を応用して、より具体的にセラミック材料の製法や組織、固体の結晶構造や電子構造との関連性、そこから発現する特徴的な多彩な物性（誘電体、半導体、触媒材料等）、代表的な酸化物や窒化物、炭化物、ホウ化物、金属間化合物などの無機固体化合物について学ぶ。講義の終盤では、これらの材料が実社会とどのように関係するかについて俯瞰する。さらに、ナノスケール領域において材料の性質がどのように異なってくるかを考察することにより、セラミックス材料を設計するための応用力を養う。これらを通して、セラミック材料工学に係わる問題を解決する力と新しいアイデアを創造する力の育成を到達目標とした講義を行う。

バックグラウンドとなる科目

無機化学、固体物理学、結晶物理学、物理化学

授業内容

第1週：ガイダンスおよび序論

講義のアウトラインと成績評価法などの説明を行う。さらに、各種セラミックス材料について概要する

第2週：セラミックス材料の結晶構造

結晶内の原子、イオンがどのような規則的をもって配列しているか、3次元的な周期性をもって空間的にどのように並んでいるかについて、単位格子の透視図を使って、結晶の幾何学について復習する。

第3～4週：セラミックスの製法と組織制御

セラミックス材料の製法として最も用いられている焼結法について説明する。焼結時に生じる種々の現象を理解するとともに、焼結性を向上させるための様々な手法を紹介する。また、結晶粒の大きさ、析出物などセラミックスの組織制御について理解する。

第5週：結晶中の欠陥の表記法

セラミックスの電気特性、誘電特性などは結晶中に形成される種々の点欠陥と密接に関係する。これらの欠陥の説明、粒界などの組織との関連性、また、その表記法などについて説明する。

第6～7週：誘電体、焦電体、圧電体セラミック

コンデンサー、赤外線センサー、スピーカー、マイク、魚群探知機などを初めとして広範に用いられている誘電体（焦電体、圧電体）について、結晶構造との関係、物性の特徴、代表的なセラミック材料について説明する。特に、焦電特性、圧電特性の相違点と結晶構造の対称性との関係について理解する。

第8～9週：半導体セラミック

原子価を制御することでセラミック材料の電気特性は大きく変化する。原子価制御と言う概念を理解するとともに、それを応用した具体的なセラミック材料について理解する。

第10週：固体電解質セラミック材料

酸素センサーなどのガスセンサー、二次電池など、セラミック材料にはイオン伝導特性を利用した種々の材料が開発されている、これらの材料の特徴、機能発現の機構などについて理解する。

セラミック材料学 (2.0単位)

第12週：構造用セラミック材料

セラミック材料の力学特性の特徴について理解する。その特徴を利用して様々な分野に用いられている実用材料について説明する。

第13～14週：生体、環境向けのセラミック材料、セラミックス作製プロセス

上記した以外にも、様々な分野で用いられているセラミック材料を概観する。また、セラミックスに特有な作製プロセスを説明する。

第15週：全体を通しての復習および演習

講義内容の理解度についての試験を行う。

なお、学生は授業時間外に学習することが求められる。

教科書

- ・セラミック材料学

佐久間健人著、海文堂

(ただし、セラミックスに関しては多数の教科書が出版されている。基本的にはこの教科書を用いるが、適宜、講義中にも紹介する)

参考書

- ・図解ファインセラミックスの結晶化学

- 無機固体化合物の構造と性質 -

F. S. ガラッソー著, 加藤 誠軌, 植松 敬三 訳

アグネ技術センター

- ・セラミック材料の物理

幾原雄一著

日刊工業新聞社

- ・金属酸化物のノンストイキオメトリーと電気伝導

齋藤安俊、齋藤一弥 著

内田老鶴圃

- ・セラミックス材料入門

キンガリー他

内田老鶴圃

評価方法と基準

講義中に行う小テスト、レポート、期末試験で目標達成度を評価する。講義内の各種の資料内容相当に関する理解力ならびにその応用的な思考力の習得を合格の基準とする。

100～90点：S，89～80点：A，79～70点：B，69～60点：C，59点以下：Fで評価を行う。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない

質問への対応

事前にメールで日時を打合せる

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択/必修	選択必修
教員	宇佐美 徳隆 教授 黒川 康良 准教授

本講座の目的およびねらい

現代社会を支えるエレクトロニクスにおいて最も重要な材料は半導体である。半導体材料の主な特徴は大きく二つあり、一つは材料中の電子伝導を制御することが可能であること、もう一つは光エネルギーと電子のエネルギーの変換により光吸収や発光現象をしめすことにある。これらを利用したのが、ダイオードやトランジスタ、太陽電池、発光ダイオードである。本講義では、固体中での電気伝導、デバイス構造の基本であるpn接合の仕組み、半導体における光吸収、発光の基礎を学習することで、これらの半導体デバイスの動作原理を理解することを目的とする。超伝導はある温度以下で電気抵抗がゼロになる現象であり、1911年カマリング・オネスにより初めて示された。超伝導材料はリニア中央新幹線や核磁気共鳴画像法(MRI)など、近年我々の生活に密接に関連してきている。本講義では、超伝導体を示す諸現象を理解し、それを初めて物理的に説明したBCS理論について学習することを目的とする。この授業では、受講者が授業終了時に、以下の知識・能力を身につけていることを目標とする。1. 半導体材料の基礎的な性質について理解し、説明できる。2. 半導体デバイスの動作原理、技術的課題、動向を説明できる。3. 超伝導について理解し、説明できる。

バックグラウンドとなる科目

マテリアル量子力学、電磁気学、マテリアル固体物理、マテリアル量子化学、結晶物理学、数学及び演習

授業内容

1. ガイダンス 2. 固体中の電気伝導 3. 半導体のバンド構造 4. 状態密度・フェルミ分布 5. 真性キャリア濃度と温度特性 6. 不純物ドーピング・n型/p型半導体・Hall測定の原理 7. pn接合のエネルギー準位図 8. pn接合ダイオードの電流電圧特性 9. 空乏層容量・pn接合ダイオードの作製方法 10. 半導体における光吸収・発光 11. 半導体中の欠陥と再結合 12. 太陽電池・発光ダイオードの動作原理 13. 超伝導体を示す現象・超伝導体の応用例 14. ポーズアインシュタイン凝縮とBCS理論 15. 全体の復習・理解度チェック 指定した教科書の「初歩から学ぶ固体物理学」を事前に読んでおくこと。 毎回授業の最後を実施する小テストは期末テストにも関連するので、復習をしておくこと。

教科書

初歩から学ぶ固体物理学 (矢口裕之著、講談社) 第11章・第14章・第15章

参考書

半導体物性 (小長井誠著、培風館) シリコン半導体 その物性とデバイスの基礎 (白木靖寛著、内田老鶴圃) 半導体物性 (/) (犬石嘉雄・浜川圭弘・白藤純嗣著、朝倉書店)

評価方法と基準

【評価方法】課題(20%)、期末試験(80%)で評価する。総合してC評定以上を合格要件とする。各課題は各授業内容の理解度をチェックするために各授業の最後を実施する。【基準】以下の内容について基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。1. 半導体材料の基礎的な性質(pn接合・ポアソン方程式・ダイオード特性) 2. 半導体デバイスの動作原理(太陽電池、発光ダイオード、トランジスタ、パワーデバイス) 3. 超伝導(マイスナー効果・ロンドン方程式・BCS理論の概略)

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

電子デバイス工学(2.0単位)

時間外の質問は、講義終了後、教室で受け付ける。それ以外は、事前に担当教員にメールで時間を打ち合わせること。usa@material.nagoya-u.ac.jp kurokawa.yasuyoshi@material.nagoya-u.ac.jp

化学エネルギーシステム (2.0単位)

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択 / 必修	選択必修
教員	小林 敬幸 准教授 小島 義弘 准教授

本講座の目的およびねらい

沸騰，凝縮，蒸発のような相変化を伴う熱移動および熱交換と燃焼の原理および基礎理論を学習する．また，これら原理や基礎理論に基づいて設計する蒸発装置，乾燥装置，熱交換器の概要について学習し，これら知識の習得によって熱エネルギー工学に関する基礎力を養うことを目的とする．

なお，この講義を通じて以下のことを習得することを目標とする．

1. 相変化を伴う熱移動の基礎理論を習得する
2. 熱交換，燃焼の原理および基礎理論を習得する
3. 熱収支，物質収支，移動現象に基づいて蒸発装置，乾燥装置，熱交換器を設計する上で必要となる基礎知識を習得する

バックグラウンドとなる科目

物理化学 1，熱移動と拡散

授業内容

1. 相変化を伴う熱移動（沸騰伝熱，凝縮伝熱）の基礎理論
2. 蒸発装置および乾燥装置における熱・物質収支の基礎理論と装置設計
3. 断熱および断熱理論（最適断熱厚み，断熱の最適化）
4. 熱回収と熱交換の基礎理論，熱交換器の設計
5. 燃焼の基礎，気体・液体・固体燃料の燃焼基礎特性
6. 燃焼計算（理論空気量，理論燃焼ガス量，空気比，燃焼温度）など

なお，宿題を課すので，次回の講義時に小レポートとして提出すること．

教科書

竹中信幸ら，熱移動論入門（コロナ社）

参考書

化学工学便覧（丸善）

Heat Transfer (J. P. Holman; McGraw-Hill Inc.) など．

評価方法と基準

達成目標に対しての修得度をレポート，中間試験および期末試験にて評価する．相変化を伴う熱移動，熱交換，燃焼の原理を理解し，それに関連した装置，プロセスの定量的な取り扱いができれば，合格とする．

総合的に100点満点で60点以上を合格とし，

100～95点：A+，94～80点：A，79～70点：B，69～65点：C，64～60点：C-，59点以下：Fとする．

履修条件・注意事項

履修条件は要さない．

質問への対応

質問等への対応：授業時間内および居室にて受け付ける．

拡散システム(2.0単位)

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択/必修	選択必修
教員	後藤 元信 教授 川尻 喜章 教授

本講座の目的およびねらい

異相間の物質分配平衡と物質移動に基づいた分離操作であるガス吸収、蒸留、抽出、吸着を対象として、各操作の特徴と基礎原理、装置及び設計指針を学習する。さらに、講義に沿った演習を通じて内容理解を深めるとともに装置設計ならびに操作に関する応用力を養うことを目的とする。この講義を習得することにより、以下のことができるようになることを目標とする。1. ガス吸収の知識を持ち、充填塔の設計ができる。2. 分離のための多段操作の知識をもち、蒸留塔の還流比と段数を決定できる。3. 液々抽出における平衡関係を理解し、抽出操作の設計ができる。4. 吸着操作の特徴を理解し、操作の設計ができる。

バックグラウンドとなる科目

物理化学1,2 混相流動 物質移動

授業内容

1. ガス吸収 1.1 拡散現象 1.2 ガスの溶解度と吸収速度 1.3 吸収操作の解析と設計
2. 蒸留 2.1 気液平衡 2.2 蒸留操作の解析と設計 3. 抽出 3.1 液々平衡 3.2 抽出操作の解析と設計 4. 吸着 4.1 吸着平衡と吸着速度 4.2 吸着操作の解析と設計 毎回の授業前に教科書の指定箇所を読んでおくこと。講義終了後は、教科書の例題・章末問題などを自分で解くこと。また、数回のレポート課題を課すので、それを解いて提出すること。

教科書

「分離プロセス工学の基礎」化学工学会分離プロセス部会編(朝倉書店)

参考書

新体系化学工学 分離工学 {オーム社}化学工学 - 解説と演習 - 改訂第3版(朝倉書店)

評価方法と基準

達成目標に対する評価の重みは等価である。中間試験35%、期末試験35%、課題レポート30%で評価し、100点満点で60点以上を合格とする。拡散システムに関する基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

講義終了時に対応する。担当教員連絡先：後藤 内線3392

goto.motonobu@material.nagoya-u.ac.jp

川尻 内線3263

kawajiri.yoshiaki@material.nagoya-u.ac.jp

化学反応システム(2.0単位)

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択/必修	選択必修
教員	高見 誠一 教授 則永 行庸 教授

本講座の目的およびねらい

化学反応に基づき工業スケールで化学製品を大量合成するためには、反応速度や反応熱という化学反応の特性を理解するとともに、反応物と生成物の特徴、合成規模などを考慮した反応システムの設計が必要となる。本講義では、反応工学の講義を基礎として、回分式反応器や流通式反応器など各種反応器の特徴と設計方法、工業反応システムの特徴、選定、設計、最適化など、化学反応システムを設計するための基礎知識を学ぶ。講義では演習を行うことで、理解と応用能力を養う。

この講義を習得することにより、以下のことができるようになることを目標とする。

1. 各種反応器を用いて連続操作を行う際の生成物を予測できる。
2. 各種反応器の収率計算より最適操作方法を設計できる。
3. 反応器の反応試験データから実機を設計できる。

バックグラウンドとなる科目

反応工学、物理化学3、数学1、数学2

授業内容

1. CSTRでの連続操作

定常操作、非定常操作におけるCSTR反応器生成物の評価について学習する。

2. PFRでの連続操作

等温反応、非等温反応におけるPFR反応器生成物の評価について学習する。

3. 各種工業反応器

各種反応器の種類と選定方法、最適操作方法について学習する。

4. 反応器の設計と最適化

工業反応装置の設計手順、反応試験データから実機を設計する方法について学習する。

授業内容を次回授業までに復習しておくこと。

教科書

後藤繁雄編「化学反応操作」朝倉書店

参考書

必要に応じて参考文献を紹介します。

評価方法と基準

達成目標に対しての修得度を提出課題、中間試験および期末試験にて評価する。反応器の種類・反応器の操作について基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。この授業は日本語で行われます。

質問への対応

授業中、随時質問を受け付ける。また、授業時間外にも電子メールで質問を受け付ける。

システム制御 (2.0単位)

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択 / 必修	選択必修
教員	藤原 幸一 准教授

本講座の目的およびねらい

化学プロセス系のみならず機械系や電気系を含めたシステムの制御に必要な考え方と解法を身につけるため、古典制御理論における基本的な概念と、制御系設計の考え方の理解を深めることを目的とする。

達成目標

1. 制御対象をモデル化することができる。
2. ラプラス変換を用いて線形微分方程式を解ける。
3. システムの性質 (安定性, 過渡特性, 周波数特性) を解析することができる。
4. フィードバック制御系を理解し, 制御系の設計を行うことができる。
5. データサイエンス手法によるシステム同定ができる。

バックグラウンドとなる科目

線形代数学 1・2, 微分積分学 1・2, 数学及び演習 1

授業内容

1. 制御工学とは (1週)
2. プロセスモデリング (1週)
3. ラプラス変換と伝達関数 (2週)
4. 過渡応答 (3週)
5. フィードバック制御系の設計と解析 (3週)
6. 多入力多出力システム (2週)
7. モデル予測制御 (1週)
8. システム同定 (1週)
9. まとめと評価 (1週)

各单元ごとに宿題としてレポート課題を実施する。

教科書

橋本・長谷部・加納「プロセス制御工学」朝倉書店(2002)

参考書

山本「システムと制御の数学」朝倉書店 (1998)

評価方法と基準

宿題：20%・試験：80%で評価する。システムのモデル化と解析，フィードバック制御系の設計について基本的な問題を扱うことができれば合格とし，より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

質問があれば，講義中でも積極的に質問してください。担当教員は学生からの質問を常に尊重します。質問があった場合，講義の進行に支障がない限り出来る限り答えます。

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択/必修	選択必修
教員	北 英紀 教授 出口 清一 講師

本講座の目的およびねらい

資源・環境問題の歴史的背景、環境技術および最近の話題を通して、資源・環境問題を科学的かつ総合的観点から考察できる能力を身に付け、環境工学に関する専門知識と工学倫理を習得する。この講義を通じて、環境問題が生じた歴史的経緯と人類が取り組むべき課題、また今後の科学技術を進める中で特に工学に携わる人間が果たすべき役割を理解し、学生が自分の意見として具体的に説明できるようになることを目標とする。

バックグラウンドとなる科目

化学工学、物理化学

授業内容

1．エネルギー資源概論 2．環境問題の捉え方 3．大気、水質 土壌の汚染とその防止について
4．日本・世界の環境資源問題の実状 5．環境負荷の評価指標(ライフサイクルアセスメント)
6．エントロピーで考える環境問題 7．持続可能な開発 8．自然資本*一部変更の可能性あります。
幅広く理解を深める必要があるため、自宅学習用として適宜レポートを課す。

教科書

なし。適宜プリントを配布する。

参考書

化学工学便覧 第6版(丸善) 熱学概論：槌田敦

評価方法と基準

達成目標に対しての修得度をレポート、および筆記試験にて評価する。授業内容に掲げた項目について、基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

オフィスアワー(水曜日午後13-17)あるいはe-mailにて受け付ける。北英紀 教授：内線3096
email: kita.hideki@material.nagoya-u.ac.jp 出口清一 講師 内線3383 email:
deguchi.seiichi@material.nagoya-u.ac.jp

科目区分	専門科目
授業形態	講義
対象学科	マテリアル工学科
開講時期 1	3年秋学期
選択/必修	選択必修
教員	山本 徹也 准教授 北 英紀 教授

本講座の目的およびねらい

セラミックス、金属、および高分子などの有機材料の基本物性を学習するとともに、化学装置、プラントに用いられる各種材料の機能について理解し、それら物性が装置設計にどのように役立つかを学ぶ。また材料が外部から受ける熱や応力等により、微細な損傷の生成が巨大な構造物の破壊につながる機構について学ぶ。

この講義を習得することにより、学生は以下のことができるようになることを目標とする。

1. セラミックスや金属の結晶構造やミクロな欠陥や微細構造を理解し、外力を受けた場合の変形や破壊といったマクロな現象とどのように関連づいているのかをに理解する。また得られた知識が具体的な問題に適用できるようにする。
2. 高分子の性質とその評価方法について理解し、具体的な問題に応用できる。
3. 高分子材料の成形加工プロセスについて理解する。

バックグラウンドとなる科目

物理化学1、物理化学2、固体の力学

授業内容

1. ハードマテリアル(無機材料、セラミックス・ガラス、金属材料)の結晶構造と欠陥を含めた微細構造
2. 外力を与えた場合の変形や破壊挙動と微細構造の関係
3. 化学的、力学的性質や製造方法、設計の方法
4. 高分子材料(有機材料)・高分子の構造と物性・キャラクタリゼーション・高分子の成形加工
5. 複合材料の製造や評価方法、特性

毎回の授業前に教科書の該当箇所を読んでおくこと。講義終了後は教科書の例題や章末問題を自分で解くこと。また、数回のレポート課題を課すので、それを解いて提出する事。

教科書

- ・金属、無機材料に関する講義は教科書は使用せず、適宜資料を配布する。
- ・高分子に関する講義：高分子を学ぼう - 高分子材料学入門 - : 横田健二(化学同人)

参考書

コロイド科学-基礎と応用-(東京化学同人)

評価方法と基準

達成目標に対しての修得度をレポートおよび筆記試験にて評価する。

授業内容に掲げた項目について、基本的な問題を正確に扱うことができれば合格とし、より難易度の高い問題を扱うことができればそれに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

高校レベルの結晶学と力学の知識

質問への対応

講義後の休憩時間とオフィスアワーで受け付ける。

北英紀 内線3096 kita.hideki@material.nagoya-u.ac.jp

山本徹也 内線3378 yamamoto.tetsuya@material.nagoya-u.ac.jp

マテリアル工学演習(2.0単位)

科目区分	専門科目		
授業形態	演習		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	4年春学期		
選択/必修	必修		
教員	各教員(デザイン)	各教員(プロセス)	各教員(システム)

本講座の目的およびねらい

マテリアル工学に関する研究を遂行するには、その基礎となる材料力学、物性物理学、物理化学、移動現象論、化学工学を習得する必要がある。これらの学問領域に関する演習を通して基礎力を身につけるとともに、マテリアル工学に適用できる応用力を養うことを目的とする。

バックグラウンドとなる科目

結晶物理学、物理化学(1~3)、化学プロセス工学、材料力学、マテリアル量子工学、マテリアル固体物理(1~2)、材料強度学、熱移動と拡散、相平衡論、流動、マテリアル量子化学、反応工学

授業内容

1. 材料力学に関する演習
2. 物性物理学に関する演習
3. 物理化学に関する演習
4. 移動現象論に関する演習
5. 化学工学に関する演習

課題を適宜課すので、指定される期限までに取り組み提出すること。

教科書

教科書は指定せず、演習問題を記載したプリントを適宜配布する。

参考書

必要に応じて適宜紹介する。

評価方法と基準

レポートや小テストを総合して判定する。100点満点で60点以上を合格とする。材料力学、物性物理学、物理化学、移動現象論、化学工学の知識を活用できることを合格の基準とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

実施時間中、もしくは事前に時間打ち合わせの上で居室にて対応する。

科目区分	専門科目		
授業形態	講義		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	4年春学期		
選択/必修	選択		
教員	各教員(デザイン)	各教員(プロセス)	各教員(システム)

本講座の目的およびねらい

マテリアル工学における化学工学的研究に取り組むに際して、研究資料収集に関するスキルを修得し、研究計画を立案するための素養と科学技術英語の基礎的な能力を養うことを目標とする。英語文献の調査方法および文献データベースの使用方法等について学ぶ。設定課題の本質を理解しその解決方法を見いだすプロセスを学び、将来技術者として自立するための能力を養う。

バックグラウンドとなる科目

マテリアル工学科の各科目

授業内容

自身の研究テーマに関して文献調査、発表、討論する。

1. 先端プロセス工学
2. 化学システム工学

なお、発表には十分な文献調査と資料作成などの準備を行った上で臨むこと。

教科書

必要に応じて適宜紹介する。

参考書

必要に応じて適宜紹介する。

評価方法と基準

発表と議論を総合して判定する。100点満点で60点以上を合格とする。研究資料収集の適切な方法を理解し、英語文献の内容を正しく読み解き、研究テーマの設定課題について説明できることを合格の基準とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

実施時間中、もしくは事前には事前に時間打ち合わせの上で居室にて対応する。

材料工学概論(2.0単位)

科目区分	専門科目		
授業形態	講義		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	4年春学期		
選択/必修	選択		
教員	各教員(デザイン)	各教員(プロセス)	各教員(システム)

本講座の目的およびねらい

材料工学研究に取り組むに際して、研究資料収集に関するスキルを修得し、研究計画を立案するための素養と科学技術英語の基礎的な能力を養うことを目標とする。英語文献の調査方法および文献データベースの使用方法等について学ぶ。設定課題の本質を理解しその解決方法を見いだすプロセスを学び、将来技術者として自立するための能力を養う。

バックグラウンドとなる科目

マテリアル工学科の各科目

授業内容

自身の研究テーマに関して文献調査、発表、討論する。

1. 計算材料設計
2. 先端計測分析
3. ナノ構造設計
4. 先端プロセス工学
5. 物質創製工学
6. 材料化学

なお、発表には十分な文献調査と資料作成などの準備を行った上で臨むこと。

教科書

必要に応じて適宜紹介する。

参考書

必要に応じて適宜紹介する。

評価方法と基準

発表と議論を総合して判定する。100点満点で60点以上を合格とする。研究資料収集の適切な方法を理解し、英語文献の内容を正しく読み解き、研究テーマの設定課題について説明できることを合格の基準とする。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

実施時間中、もしくは事前には事前に時間打ち合わせの上で居室にて対応する。

卒業研究A (5.0単位)

科目区分	専門科目		
授業形態	実験及び演習		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	4年春学期		
選択/必修	必修		
教員	各教員(デザイン)	各教員(プロセス)	各教員(システム)

本講座の目的およびねらい

具体的な研究課題に取り組むことを通じて、これまでに学習した知識の統合と問題解決のために活用する能力を形成します。教員の指導のもとで研究テーマを定め、研究計画の立案、データの収集、データの分析、結果の解釈と考察を行います。その過程で、問いの立て方、プレゼンテーションの技法、論議の進め方を身につけます。具体的には、指導教員と相談のうえ研究課題が設定され、文献の調査読解をはじめとする情報収集などを通して研究目標を明確にするとともに、目的を達成するための実験あるいは解析の方法を考案して実行し、これを取りまとめて文章および口頭で発表します。1) 研究課題の工学的・学術的目的を理解、2) 外国語を含む情報収集、自発的学習を通して問題解決を図るための実験あるいは解析の方法を確立、3) 研究目的や得られた結果を取りまとめて文章および口頭で発表し、質疑に的確に答えるなどの能力を身につけます。

バックグラウンドとなる科目

3年次までに取り組んだ授業科目全般

授業内容

研究課題の概略の把握 課題に関連した調査 課題に関連した調査ならびに予備実験 研究目的の設定、実験方法の構築 実験装置の組み立てなどを身につけます。本授業は以下の4つの内容で構成されています。(1) テーマの設定と文献レビュー (2) 研究課題の明確化と調査の設計・実施 (3) データの分析と結果の解釈 (4) 研究成果の発表詳細については、指導教員によります。

教科書

指導教員が適宜指示する

参考書

指導教員が適宜指示するとともに、履修者自身での調査等を行う

評価方法と基準

研究室における研究活動(複数回の研究討論・中間発表等の研究態度)を通して成績評価します。詳細については、指導教員に確認のこと

履修条件・注意事項

指導教員の指示による。期間中の授業時間以外はこの実験、学習時間に充てること。

質問への対応

指導教員へ適宜行うこと。

卒業研究B (5.0単位)

科目区分	専門科目		
授業形態	実験及び演習		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	4年秋学期		
選択/必修	必修		
教員	各教員(デザイン)	各教員(プロセス)	各教員(システム)

本講座の目的およびねらい

具体的な研究課題に取り組むことを通じて、これまでに学習した知識の統合と問題解決のために活用する能力を形成します。教員の指導のもとで研究テーマを定め、研究計画の立案、データの収集、データの分析、結果の解釈と考察を行います。その過程で、問いの立て方、プレゼンテーションの技法、論議の進め方を身につけます。具体的には、指導教員と相談のうえ研究課題が設定され、文献の調査読解をはじめとする情報収集などを通して研究目標を明確にするとともに、目的を達成するための実験あるいは解析の方法を考案して実行し、これを取りまとめて文章および口頭で発表します。卒業研究Aをさらに深化させます。1) 研究課題の工学的・学術的目的を理解、2) 外国語を含む情報収集、自発的学習を通して問題解決を図るための実験あるいは解析の方法を確立、3) 研究目的や得られた結果を取りまとめて文章および口頭で発表し、質疑に的確に答えるなどの能力を身につけます

バックグラウンドとなる科目

本学科における授業・演習・実験行う、および、卒業研究A

授業内容

研究課題の概略の把握 課題に関連した調査 課題に関連した調査ならびに予備実験 研究目的の設定、実験方法の構築 実験装置の組み立てなどを身につけます。本授業は以下の4つの内容で構成されています。(1) テーマの設定と文献レビュー (2) 研究課題の明確化と調査の設計・実施 (3) データの分析と結果の解釈 (4) 研究成果の発表 詳細については、指導教員によります。

教科書

担当教官が指示する。

参考書

指導教員が適宜指示するとともに、履修者自身での調査等を行う

評価方法と基準

研究室における研究活動(複数回の研究討論・中間発表等の研究態度)を通して成績評価します。詳細については、指導教員に確認のこと

履修条件・注意事項

指導教員の指示による。期間中の授業時間以外はこの実験、学習時間に充てること

質問への対応

指導教員へ適宜行うこと

工学倫理（2.0単位）

科目区分	関連専門科目
授業形態	講義
対象学科	共通
開講時期 1	1年春学期
選択 / 必修	選択
教員	非常勤講師（教務）

本講座の目的およびねらい

全ての学生は、大学の講義だけでなく自由度の高い大学生活を通じて社会人への準備を進めることとなりますが、これは自覚的主体的に取り組むべき課題です。そのために必要な、社会人（技術者などの他人や社会の問題状況を解決する職業者や研究者）の生活、責任、求められる能力、倫理について、学生生活の初めにイメージをつかむことが、授業の目的です。技術者はこれまでも多くの問題を解決し社会を発展させてきましたが、多くの失敗、事故や倫理的な不祥事も起こしてきました。そうした失敗事例を数多く参照しながら、少し未来への視点も持ちつつ、社会人・技術者として倫理的に行動する基本的な力を理解していきます。また、技術者・社会人に必要な、その場で考え解決する習慣を身につけていきます。（講師は、実務経験のある技術士（国家資格）で、技術者倫理の研究と実務に携わっています。）

バックグラウンドとなる科目

全学教養科目（科学・技術の倫理、科学技術史、科学技術社会論） 文系教養科目（科学・技術の哲学）

授業内容

教科書に沿って次の内容を予定している。指定した教科書各章末の「次章に向けた個人課題」を次回までに考えておくこと。

1社会人になること，2実践に役立つ学び，3専門業務従事者の責任と能力，4良心と倫理，5倫理の基本，6法を守ることと倫理，7安全の倫理1，8安全の倫理2，9技術知の戦略，10チームワークと尊厳，11組織分業と専門家の役割，12組織における説得，13人工の世界と専門業務，14情報の価値、高度情報化社会，15信託される者の倫理
事前に教科書を読んでおくことが望ましい。

教科書

比屋根均著『大学の学びガイド 社会人・技術者倫理入門』（理工図書）ISBN978-4-8446-0880-6

参考書

黒田光太郎、戸田山和久、伊勢田哲治編『誇り高い技術者になろう[第2版] - 工学倫理ノススメ』（名古屋大学出版会），札野順著『技術者倫理』（放送大学教材），直江清隆、盛永審一郎編『理系のための科学技術者倫理-JABEE基準対応』（丸善），田岡直規、橋本義平、水野朝夫編著『技術者倫理 日本の事例と考察』（丸善）

評価方法と基準

毎回時間内に提出するショートコメント（小レポート）及び期間内に1回課すレポートで評価する。ショートコメントは各5点（計75点）、レポートは25点とし、合計100点で評価する。技術者や社会人が身に着けるべき倫理的に考える力を持っていることを合格の基準とする。

履修条件・注意事項

履修条件は特に要さない

質問への対応

講義時間終了後およびメールで対応します。メールアドレスは初回講義で知らせます。

工学概論第1(1.0単位)

科目区分	関連専門科目
授業形態	講義
対象学科	共通
開講時期1	1年春学期
選択/必修	選択
教員	非常勤講師(教務)

本講座の目的およびねらい

社会の中核で活躍する名古屋大学の先輩による広く深い体験を踏まえた講義を受講することにより、工学系技術者・研究者に求められる研究や仕事に対する姿勢や考え方を学ぶことを目的とする。その学びを通じて、対人的・内面的な人間力を涵養し、自らの今後の夢を描き、勉学の指針を明確化することを目標とする。

バックグラウンドとなる科目

専門科目に関わらない共通の科目であるため、バックグラウンドとなる科目は指定しない。

授業内容

毎回、「頑張れ後輩」として、社会の中核で活躍する先輩が自らの体験を踏まえた授業を行う。全8回の授業の中で、オリエンテーションと7名の外部講師による講義を行う。毎回の授業前に、事前に公開されている講師や題目に関して調べておくこと。講義終了後は、講義の中で取り扱われた内容や語句など、必要に応じて追加調査を行うこと。また、毎回、講義内容に関するレポート課題を課すので提出すること。

教科書

各回の担当講師が使用するスライドやプリントなどを講義資料として配布する。

参考書

各回の担当講師が必要に応じてテキストや参考書を紹介する。

評価方法と基準

目標達成に対する修得度をレポートにて評価する。毎回の講義内容を把握し、自らの考えをまとめることができれば合格とし、講義内容の把握、自らの今後の夢・勉学に向けた指針等、学び取れた内容の深さに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない

質問への対応

各回毎に講義終了後に対応する。もしくは、教務課の担当者に尋ねること。

工学概論第2 (1.0単位)

科目区分	関連専門科目
授業形態	講義
対象学科	共通
開講時期 1	4年春学期
選択/必修	選択
教員	非常勤講師(教務)

本講座の目的およびねらい

地球温暖化問題に対し、低炭素型の社会形成が課題となっている。本講義では日本のエネルギー需給の概要を把握するとともに、省エネルギーや再生可能エネルギー技術、および我が国のエネルギー政策の指針となる「エネルギー基本計画」について解説する。この講義を通じ、エネルギー消費削減を実現する上で考えるべき技術や政策について理解できるようになる。

バックグラウンドとなる科目

工学に関する基礎知識

授業内容

1. 日本のエネルギー事情
2. 日本のエネルギー政策とエネルギー基本計画
3. 太陽エネルギー利用技術
4. 排熱利用による省エネルギー技術
5. 低炭素型社会に向けた仕組み作り～環境モデル都市の取り組み例
6. 「エネルギー検定」をやってみよう

講義中に再生可能エネルギー等に関するアンケート調査を実施する。その集計結果を最後に示す予定。

1日目に配布された資料を次の講義までに目を通し、概略を理解しておく。

教科書

参考資料を講義中に配布する

参考書

参考資料を講義中に配布する

「エネルギー検定」<http://www.ene-kentei.jp>

評価方法と基準

2日間それぞれでレポート課題を出し、その場で提出する。講義で解説された内容を基礎とし、2つのテーマに関し自分の考えに基づいて議論できていることを合格の基準とする。

履修条件・注意事項

履修要件は特に課さない

質問への対応

集中講義のため、質問は講義時間中に受け付ける。

工学概論第3 (2.0単位)

科目区分	関連専門科目
授業形態	講義
対象学科	共通
開講時期 1	4年秋学期
選択 / 必修	選択
教員	西山 聖久 講師 レレイト エマニュエル 講師 曾 剛 講師

本講座の目的およびねらい
講義は英語で行います。詳細は英文を参照。

バックグラウンドとなる科目

授業内容

教科書

参考書

評価方法と基準

履修条件・注意事項

質問への対応

科目区分	関連専門科目
授業形態	講義
対象学科	共通
開講時期1	1年春学期
選択/必修	選択
教員	非常勤講師(教務) 石田 幸男 特任教授

本講座の目的およびねらい

【初級】この授業は、日本語を勉強したことのない学生、あるいは少ししか学習したことのない学生を対象とする。日本での日常生活を送るために基本的なレベルの日本語の能力を養成することを目的とする。

とくに、初歩的な文法、表現を学び、日本で生活を送るために必要な簡単な会話ができるようにする。

【中級】初級中盤終了、初級終了の学生を対象に、日本人との日常的会話、各自のこれまでの経験、出来事をより具体的に説明することができるようにする。

ただし、学習歴に応じて、中上級、上級内容に変更する場合がある。

バックグラウンドとなる科目

【初級】なし

【中級】日本語初級レベルの科目

授業内容

【初級】1.日本語の発音 2.日本語の文の構造 3.基本語彙・表現 4.会話練習
5.聴解練習,教科書で翌日学習するところを読んでおくこと.

【中級】1 文法, 2 会話, 3 意見表明と理由提示, 4 読解, 5 聴解, 教科書で翌日学習する箇所の基本文系を重要なものを記憶しておくこと.

教科書

【初級】NIHONGO Breakthrough, From survival to communication in Japanese, JAL アカデミー, アスク出版

【中級】weekly J : 日本語で話す6週間, 凡人社

参考書

進行に合わせて適宜紹介する

評価方法と基準

【初級】出席20%、クラスパフォーマンス・課題提出20%、インタビューテスト及び筆記試験30%、日本語プレゼンテーション30%の割合で評価する。出席率以外の評価項目については、簡単な会話ができるか否かが重要なチェックポイントとなる。

【中級】出席20%、クラスパフォーマンスと課題提出10%、オーラルテスト20%、筆記試験20%、日本語プレゼンテーション30%。出席率以外の評価項目については、正確な会話表現ができるか否かが重要なチェックポイントとなる。

上記割合で得た点数を総和し、評点C以上を合格とする。

履修条件・注意事項

この科目は短期留学生(NUSIP)向けである。

質問への対応

講義終了時に対応する。 担当教員連絡先: 内線 6797 ishida@nuem.nagoya-u.ac.jp

テクニカルライティング(2.0単位)

科目区分	関連専門科目
授業形態	講義
対象学科	共通
開講時期 1	4年春学期
選択/必修	選択
教員	西山 聖久 講師 曾 剛 講師 レレイト エマニュエル 講師

本講座の目的およびねらい

科学技術的内容を他者に対して英語で発信するとき必要な論理的考え方とその表現手法を学び、英語での科学技術ライティングやプレゼンテーションへの応用を身に着ける。

この講義を習得することにより、以下のことができるようになることを目標とする。

1. 論理的な考え方を理解し課題を構造化できる。
2. 問題解決に至る文書構造を理解し構成できる。
3. 科学技術論文のアブストラクトを英語で書ける。
4. 上記を英語でプレゼンテーションやディベートに応用できる。

バックグラウンドとなる科目

基礎から教えるため、バックグラウンドとなる科目は指定しない。

授業内容

1. 論理的思考
 - 1.1 論理的な考え方
 - 1.2 論理の構造化
 - 1.3 問題解決法
2. ライティングスキル
 - 2.1 文書構造の理解
 - 2.2 文書構造の構成
 - 2.3 アブストラクトを英語で書く
3. プレゼンテーションスキル
 - 3.1 英語スライドの作成
 - 3.2 英語での発表と質疑応答
 - 3.3 英語での討論

毎回の授業前に次回授業内容の参考情報を読んでおくこと。講義終了後は、レポート課題を課すので、必要に応じて自分で調査し、取り組むこと。また、これらのレポートと最終発表は評価の対象であるので、必ず提出と発表をすること。

教科書

教科書は指定しないが、毎回の授業で講義資料を配付する。

参考書

最短ルートで迷子にならない！理工系の英語論文執筆講座、西山聖久著、化学同人、2019
英語論文ライティング教本 正確・明確・簡潔に書く技法、中山裕木子著、講談社、2018
理工系なら必ず知っておきたい 英語論文を読みこなす技術：頻出単語をイメージで把握！論文の定型文だからわかりやすい！福田尚代、西山聖久著、誠文堂新光社、2016
A Manual for Writers of Research Papers, Theses, and Dissertations: Chicago Style for Students and Researchers (Chicago Guides to Writing, Editing, and Publishing) - Kate L. Turabian, Revised by Wayne C. Booth, Gregory G. Colomb, Joseph M. Williams, Joseph Bizup, William T. FitzGerald and the University of Chicago Press Editorial Staff.

評価方法と基準

達成目標に対しての修得度をレポートと最終発表にて評価する。ライティングとプレゼンテーションのそれぞれについて、基本的な技術を用いてアブストラクトを書け、自分のアイデアを発表

テクニカルライティング(2.0単位)

ができれば合格とし、より高度な技術を応用できればそれに応じて成績に反映させる。

履修条件・注意事項

履修条件は要さない。

質問への対応

講義終了後、教室で受け付ける。

マテリアル工学概論（1.0単位）

科目区分	関連専門科目		
授業形態	講義		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	1年春学期		
選択 / 必修	選択		
教員	各教員（デザイン）	各教員（プロセス）	各教員（システム）

本講座の目的およびねらい

マテリアル工学科での勉学の第一段階として、学科全体の構成および各研究室における研究内容の紹介を兼ねた講義を聴講し、構成研究グループの研究現場を見学することにより、マテリアル工学の勉学を進める上で必要となる学問の概要を学び、広い意味での基礎を修得することを目的とする。

バックグラウンドとなる科目

高校数学、高校物理、高校化学

授業内容

- (I) 学科長によるマテリアル工学科の全体構成の紹介
- (II) 各講座の教員による研究内容の概論
- (III) 小グループによる研究現場の見学と討論

- 1. 計算材料設計
- 2. 先端計測分析
- 3. ナノ構造設計
- 4. 先端プロセス工学
- 5. 物質創製工学
- 6. 化学システム工学
- 7. 材料化学

なお、適宜レポート課題を課すので、指定される期限までに取り組み提出すること。

教科書

教科書は指定しないが、必要に応じて資料を適宜配布する。

参考書

必要に応じて適宜紹介する。

評価方法と基準

提出されたレポートで判定する。100点満点で60点以上を合格とする。マテリアル工学科の研究室の研究概要を説明できることを合格の基準とする。

履修条件・注意事項

卒業研究に従事する前の導入的科目であるため、研究室に配属された学生の履修は認めない。

質問への対応

実施時間中、もしくは事前に時間打ち合わせの上で居室にて対応する。

工場実習(1.0単位)

科目区分	関連専門科目		
授業形態	実習		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	3年春学期		
選択/必修	選択		
教員	各教員(デザイン)	各教員(プロセス)	各教員(システム)

本講座の目的およびねらい

マテリアル工学に関連した企業における実習体験を通し、エンジニアに求められている資質を身につける。マテリアル工学と実用上の問題との接点を身近に体験することにより、学習意欲を喚起する。また、企業・社会に対するこれまでの漠然としたイメージを払拭し、将来の仕事や自分の適正を考える上で有意義な体験をする。さらに、企業人とのコミュニケーションを通し、主体性、責任感、自立心の醸成に役立てる。

バックグラウンドとなる科目

マテリアル工学の専門科目

授業内容

企業等で実施されているインターン等を経験し、その内容を取りまとめる。なお、履修に際しては教務担当教員に相談すること

教科書

事前に相談の上、適宜指定する

参考書

事前に相談の上、適宜指定する

評価方法と基準

45時間相当以上の実習を行い、レポートと実習先の評価を勘案し単位を認定する。

履修条件・注意事項

履修に際しては年次ガイドを参照のこと

質問への対応

教務担当教員が適宜対応する

工場見学 (1.0単位)

科目区分	関連専門科目		
授業形態	実習		
対象学科	マテリアル工学科		
開講時期 1	3年秋学期		
選択 / 必修	選択		
教員	各教員 (デザイン)	各教員 (プロセス)	各教員 (システム)

本講座の目的およびねらい

マテリアル工学に関連する企業や研究所を見学し、最先端の技術や研究に触れることにより、マテリアル工学の基礎知識と実際の応用の理解を深める。この講義を受講することにより、マテリアルが作製される過程について体験・理解を深めることができ、具体的な課題に対する解決能力を養うことができる。

バックグラウンドとなる科目

マテリアル工学の専門科目

授業内容

マテリアル工学に関係する企業の実地見学等。年次ガイダンスを参照のこと。見学・実習期間前には、その内容についての情報を集め、十分内容を理解しておくこと。また、実施後は、その内容を整理し理解をより深める事

教科書

事前に相談の上、適宜指定する

参考書

事前に相談の上、適宜指定する

評価方法と基準

自身で行った見学・実習をもとに指定する書式でその内容を取りまとめてレポートとして提出する。見学・実習内容が十分に理解されており、得られた知見がどのような内容であるかが明確に理解されていれば合格とする。

履修条件・注意事項

年次ガイダンスでの事前相談を受けること

質問への対応

教務担当教員が適宜対応する