

專門科目

◆科目名：材料分析学

◆ 科目区分：専門科目

◆ 必修/選択：選択必修

◆ 授業形態：講義

◆ 単位数：2単位

◆ 開講時期：2年後期

◆ 授業時限：水曜1限 (8:45～10:15)

◆ 担当者：

山本剛久（工学研究科，量子工学専攻）

5号館313室，Tel：052-789-3348，E-mail：yamataka@numse.nagoya-u.ac.jp

平澤正廣（工学研究科，物質制御工学専攻）

5号館503室，Tel：052-789-5309，E-mail：hirasawa@numse.nagoya-u.ac.jp

村田純教（工学研究科，マテリアル理工学専攻材料工学分野）

5号館415室，Tel：052-789-3232，E-mail：murata@numse.nagoya-u.ac.jp

入山恭寿（工学研究科，マテリアル理工学専攻材料工学分野）

9号館519室，Tel：052-789-3235，E-mail：iriyama@numse.nagoya-u.ac.jp

伊藤孝寛（工学研究科，マテリアル理工学専攻材料工学分野）

8号館南棟505室，Tel：052-789-5347，E-mail：t.ito@numse.nagoya-u.ac.jp

松宮弘明（エコトピア科学研究所，グリーンコンバージョン部門）

共同教育研究施設2号館703室，Tel：052-789-3591，

E-mail：h-matsu@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問合せへの対応：事前にメールで日時と場所を打ち合わせる。

◆ 授業のねらいと内容：

実社会で用いられている様々な材料は，ミクロ領域での組織，ナノ・サブナノスケール領域での原子構造・電子状態，組成やその分布などの高度な制御により性能や機能が発揮されている．材料の構造，組成及び状態を明らかにする

ために必要な各種分析手法を知り、その原理や特徴を理解することは、材料工学を学習し、新たな材料を開発するうえで必要不可欠である。本講義では、材料工学ではどのような分析手法が用いられるのか、各分析手法の物理的な原理、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説するとともに、特に重要な分析法については詳しく解説する。また、各分析手法と材料工学コースにおいて履修する講義や実験・演習の関連についても紹介する。さらに、学習した分析手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することにより、材料工学に用いられる分析法をさらに深く継続的に学び、新たな材料の創造のために応用するための基礎力を養う。

◆授業計画：

○第1週：データの取り扱いの基礎とデータ解析（担当：松宮弘明）

分析により得られたデータには誤差が含まれており、しばしば分析結果に重大な影響を及ぼす。測定データの正確さと精度、有効数字と誤差の概念と要因について学んだ後、繰り返し測定の平均と標準偏差の算出、一次プロットの直線近似の演習を行い、実験データ整理の基礎を身につける。

○第2～3週：X線回折法

サブナノスケールの大きさを持つ原子の配列を計測するためには、同等な波長を持つ光であるX線の回折現象を用いた結晶構造計測法が広く用いられている。X線の発生方法、X線回折の物理的原理の概要（結晶物理学1の復習）、X線を用いることの意義、X線回折を利用した各種測定法（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）について講義し、X線回折法の原理と計測法・装置についてその概要を理解させる。

○第4～5週：微細組織観察（担当：山本剛久）

微細組織観察手法としてしばしば用いられる、光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡に関して、その原理、機構、具体的な手法、試料調整法などについて基礎を理解する。また、原子間力顕微鏡（AFM）、共焦点顕微鏡など他の手法についてその概要を理解する。

○第6～8週：分光法による化学状態・電子状態分析（担当：伊藤孝寛）

電磁波（X線、紫外線）や電子線を材料に照射した際の電子、光励起メカニズムについて、その概要を学ぶ。実際の分析例として、材料の化学組成・電子状態分析に利用される電磁波を用いた分光分析法（X線光電子分光法（ESCA, XPS）、

オージェ分光法(AES)，電子エネルギー損失分光法(EELS)，蛍光X線分析法(XRF)など)および元素濃度分析などに利用される電子線を用いた分析法(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ライザ(EPMA)など)について，その原理，機構，具体的な手法について基礎を理解させる。

○第9週：熱分析（担当：平澤政廣）

熱分析は物質の熱的性質を調べる実験手法であり，比熱，化学反応のエネルギー変化，物質の相変化，化学反応の進行度などの調査に幅広く使われる．この講義では，熱量測定及び各種熱分析法の原理と分析により得られる情報について学び，熱分析の基礎的知識を身につける．

○第10週：溶液系の分析（担当：松宮弘明）

溶液系の分析には，溶液試料中の微量元素分析と化合物の分子構造解析が挙げられる．微量元素分析法として，原子発光・原子吸光分析，誘導結合プラズマ発光分析／質量分析をとりあげ，各測定手法の原理と得られる情報について概説する．

○第11週：分光分析（担当：入山恭寿）

化合物の定量分析や構造推定のための分析法として，紫外可視吸光分析，赤外分光分析，ラマン分光法をとりあげる．各測定手法の原理と得られる情報について概説する．

○第12週：各種分析手法の整理（担当：平澤政廣）

これまでの講義で解説された各種の分析手法を，構造分析，組成分析，状態分析など，材料分析の目的に即して分類，整理して学ぶことにより，分析手法の特徴と得られる情報について基礎的・総合的に理解する．また，材料に関する一般的な研究において，材料の諸性質に関する的確な情報を得るためには，ミクロスケール（原子・分子）からマクロスケール（バルク材料）のどこで，どのような分析手法を使い分けるべきか，基礎的な視点から学び，材料分析に関する応用力を涵養する．

○第13～14週：実際の材料分析例（担当：村田純教、山本剛久）

本講義で学んだ種々の分析手法が，実際の材料分析においてどのように行われているのかについて，その応用例を紹介する．特に，分析によって得られた知見が材料開発にどう結びついたのかについて概観する．

たとえば，材料の特性を発現させるミクロ組織の定量化法（線分析法、面分

析法など) の原理を計量形態学に基づいて講義するとともに, それらの応用例を示す. さらに, 電子回折の講義に対応させて, フーリエ変換によるミクロ組織の評価法を理解する.

○第15週: 演習

これまでの講義内容を演習を通じて理解する.

◆バックグラウンドとなる科目:

化学基礎 I, II, 化学実験, 物理学実験, 結晶物理学 I

◆教科書:

- ・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:

- ・講義の都度, 参考書やWebサイトを紹介する.

◆成績評価の方法:

講義中の演習や小テスト及び課題レポートで評価する.
60 点以上を合格とする.

◆科目名：材料工学実験および演習 1

◆科目区分： 専門科目

◆必修/選択： 必修

◆授業形態： 実験

◆単位数： 2単位

◆開講時期： 3年 前期

◆授業時限： 水曜日 3～5時限（13:00～17:15）

◆担当者:黒川 康良（工学研究科 マテリアル理工学専攻）

5 号館 455 号室, Tel : 789-3246, e-mail: kurokawa@numse.nagoya-u.ac.jp

◆問合せへの対応： 事前に電話かメールで時間を打ち合わせる。

◆授業のねらいと内容：

材料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。目的に沿った複数の実験を実施し、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、材料工学に関係する専門的な知識と応用力を身に着ける。

◆授業計画(材料教室各教員)

各テーマは次に示すとおりである。実験1～6の6テーマについて、グループごとに全て実習する。一つのテーマにつき2週（前半・後半）連続で実習する。

テーマ1 鋼の焼入れによる組織変化と特性値変化

（前半）鋼の焼入れと組織変化、硬さ計測

（後半）焼入れ鋼と焼きならし鋼のシャルピー衝撃試験と破面観察

テーマ2 繊維強化複合材料の作製と材料の破断強度

（前半）金属線/エポキシ複合材料の作製とプルアウト試験

（後半）複合材料の曲げ剛性、引張剛性、破断強度の計測とそれらに及ぼす繊維パラメータの影響

テーマ3 二元系合金の状態図と活量

（前半）二元系合金の状態図作成

（後半）二元系溶融合金の活量測定

テーマ4 電気化学

(前半) 平衡電位と過電圧測定

(後半) イオンの物質輸送と限界電流

テーマ5 超伝導材料の合成と電気特性

(前半) 超伝導バルク材料の合成と特性評価

(後半) 超伝導材料の電気特性に対する組成、組織依存性等の影響

テーマ6 結晶組織と磁氣的性質

(前半) 強磁性体単結晶 (Fe) の方位解析

(後半) 強磁性体単結晶の磁氣的性質

◆バックグラウンドとなる科目：

材料工学実験基礎及び専門科目の各科目

◆教科書：

平成28年度材料工学実験及び演習1テキスト(名古屋大学工学部物理工学科材料工学コース編)

◆参考書：

材料工学実験及び演習1テキスト中の実験テーマごとに記載の参考文献を参照。

◆成績評価の方法：

全ての実験に出席し、各自作成したレポートを所定の期間内に提出した者について成績を評価する。やむを得ない理由により欠席した者については、所定の手続きを経た後に1回のみ補講を行う。

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。

◆注意：

*実験の履修には、実験ガイダンスと安全教育の受講が必要不可欠である。

実験テキストはガイダンスの前に必ず購入すること。

許可を得ない複写や平成28年度版以外のテキストを使用しての履修は認めない。

◆科目名： 材料組織学

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2単位

◆開講時期： 3年 前期

◆授業時限： 水曜 2限 (10:30-12:00)

◆担当者： 小山 敏幸 (工学研究科 マテリアル理工学専攻)

5号館 409室, Tel : 789-3613 , koyama@numse.nagoya-u.ac.jp

村田 純教 (工学研究科 マテリアル理工学専攻)

5号館 415室, Tel : 789-3232 , murata@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問合せへの対応： e-mail にて随時

◆ 授業のねらいと内容：

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、金属材料を軸足に、あらゆる分野で使われている材料について、ミクロ組織の形成を支配する原理原則を修得します。具体的には、熱力学に基づいた状態図および相変態をはじめ、原子拡散に基づいた組織形成過程に関する知識を身につけます。この講義を通じて、材料のみならず、すべての物質に現れているミクロ組織は、全自由エネルギーの流れを基礎に理解する考え方を修得することもこの講義の達成目標の一つです。

◆授業計画：

- 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(I)
 - 第3週：結晶構造およびX線回折に関する基本事項(II)
 - 第4週：結晶欠陥：金属における点欠陥、線欠陥、面欠陥
 - 第5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(I)
 - 第7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8週：相律と凝固過程（冷却過程、核生成と結晶成長）について
 - 第9週：拡散現象：原子拡散について(I)
 - 第10週：拡散現象：原子拡散について(II)
 - 第11週：拡散変態(I)
 - 第12週：拡散変態(II)
 - 第13週：無拡散変態(I)
 - 第14週：無拡散変態(II)
 - 第15週：回復・再結晶
-

◆バックグラウンドとなる科目：

材料基礎数学、結晶物理学 1 および 2、化学熱力学 1 および 2、熱と拡散を履修しておくことが望ましい。

◆教科書：

金属組織学序論：阿部秀夫著（コロナ社）

材料設計計算工学（計算熱力学編）：阿部太一著（内田老鶴圃）

材料設計計算工学（計算組織学編）：小山敏幸著（内田老鶴圃）

◆参考書：

金属材料組織学：松原英一郎 他 著（朝倉書店）

転位論入門：加藤雅治著（裳華房）

◆成績評価の方法：

小テストおよび期末試験：以上の総合で、講義の目的が達成されたかを判断し、60%以上の達成を合格とする。

◆ 科目名：材料応用数学

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2単位

◆開講時期： 3年 前期

◆授業時限： 木曜 3限（13:00～14:30）

◆担当者： 松永克志

5号館 639号室, Tel: 052-789-3257, e-mail kmatsunaga@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問い合わせへの対応： 事前に担当教員に電話かメールで時間を打ち合わせる事。

◆授業のねらいと内容：

最新の材料科学では、巨視的な観点に加え、微視的な観点から材料の持つ構造や性質を理解できることが重要である。そこでは、力学や量子力学に基づいた考え方や知識が必要であり、本講義ではその基礎となる、力学問題の一般的取り扱いに関する解析力学について、各種概念やその物理的意味について学び、材料科学の基礎力および論理的思考力を養成する。

◆ 授業計画：

1) 数学的基礎の準備

まずこの講義の目的、授業の内容や進め方、成績評価方法について説明する。また、座標系、偏微分、全微分、常微分、微分演算子の座標変換などの数学の基礎事項の復習を行う。

2) 一般化座標・運動量

一般化座標や一般化運動量を学ぶ。さらに一般化された力についても学ぶ。

3) オイラー・ラグランジュ方程式

ラグランジアンとそれが満たすオイラー・ラグランジュ方程式について学び、ニュートンの運動方程式との関係を習得する。

4) 循環座標

ラグランジアンにおける循環座標と保存力との関係を習得する。

5) 変分原理とオイラーの方程式

変分原理とオイラーの微分方程式について学び、作用積分とハミルトンの原理について習得する。

6) 仮想仕事の原理

仮想変位・仮想仕事の原理、ダランベールの原理について学ぶ。また、ダランベールの原理とハミルトンの原理との関係を習得する。

7) ハミルトンの運動方程式

ハミルトニアンとそれが満たすハミルトンの運動方程式について学ぶ。またルジャンドル変換による変数変換についても学ぶ。

8) 正準変換

正準変数と正準変換について学ぶ。また、量子力学との関わりについて学ぶ。

◆バックグラウンドとなる科目：

数学Ⅰ，数学Ⅱ，力学，材料基礎数学

◆教科書：

久保謙一：解析力学 裳華房

◆参考書：

◆成績評価の方法：

- ・定期試験に加え，講義時間内において行う演習の結果を考慮して成績評価を行う。
- ・定期試験の欠席者は「欠席」とする。

◆科目名 電気化学

◆科目区分	専門科目
◆必修/選択	必修
◆授業形態	講義
◆単位数	2
◆開講時期	3 年前期
◆授業時限	木曜 1 限 (8:45-10:15)
◆担当者	入山恭寿 (工学研究科 マテリアル理工学専攻) 9号館 5階 519号室 tel : 052-789-3235 iriyama@numse.nagoya-u.ac.jp 本山 宗主 (工学研究科 マテリアル理工学専攻) 9号館 5階 522号室 tel : 052-789-3576 munekazu@numse.nagoya-u.ac.jp

◆質問への対応:事前に電話かメールで時間を打ち合わせる

◆授業のねらいと内容

「電気化学」は物質の電子移動を取り扱う学問であり、その応用分野は各種電池、表面処理、センサー、精錬、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・法則を基礎的に理解するとともに、最新のトピックスについても紹介する。

◆授業計画

1. ガイダンス と 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
 - 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)

◆バックグラウンドとなる科目

化学基礎Ⅰ, 化学基礎Ⅱ, 物理化学

◆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)

◆成績評価の方法

期末試験で評価し、S, A, B, Cを合格とする。

◆科目名： 材料物性学

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2 単位

◆開講時期： 3 年前期

◆授業時間： 月曜 4 限 (14:45 ～ 16:15)

◆ 担当者： 宇治原徹 (工学研究科 マテリアル理工学専攻)

工学部 5 号館 613 号室 Tel : 789-3368, ujihara@numse.nagoya-u.ac.jp

浅野秀文 (工学研究科 結晶工学専攻)

工学部 5 号館 305 号室 Tel : 789-3568, asano@numse.nagoya-u.ac.jp

◆問い合わせへの対応： e-mail か電話で

◆授業のねらいと内容

電子材料の物理的特性の起源を理解し、新電子材料の開発・製造のために必要な基礎知識を習得する。講義の前半では、格子の振動の様子からフォノンを理解し、フォノンの振る舞いと比熱などの関係式を学習する。講義の後半では、固体のバンド構造と電子物性の関係を理解し、固体における電子-格子、電子-電子などの各種相互作用の役割、およびそれらが物性に及ぼす影響やその評価・解析手法について学ぶ。

◆授業計画

○ 第 1 週：結晶の結合

結晶は原子や分子が互いに結合することで周期的な構造を形成している。ここでは、イオン結合、金属結合、共有結合などさまざまな結合について、その起源と特徴を学ぶ。

○ 第 2 週：単原子格子の振動

結晶における格子振動は、原子間の間隔の粗密が波のように伝搬するようすで理解できる。ここでは、1 種類の原子からなる結晶の振動現象を、波数ベクトルと弾性定数で表されることを学ぶ。

○ 第 3 週：2 原子格子の振動

2 種類の原子からなる格子の振動は、それぞれの原子が一連で振動する場合と、逆位相で振動する場合があり、単原子格子とは異なる振る舞いをする。ここではこれら 2 つのモード（音響モード、光学モード）における波数ベクトル依存性について理解する。

○ 第 4 週：格子振動の量子化、フォノンの運動量

量子力学では、さまざまな現象を微細に観察すると、物性値は連続的ではなくとびとびの値として得られる（量子化）。格子振動も量子化され、それをフォノンと呼ぶ。ここでは、フォノンの意味を理解し、フォノンのもつ運動量を学習する。

○ 第 5 週：格子比熱（アインシュタイン・モデル）

温度の変化に従って格子振動の様子も変化し、固体内のフォノンの寄与も変化する。この変化は格子比熱として現れる。アインシュタイン・モデルでは、それぞれの原子が個別に振動すると考えるモデルであるが、ここではアインシュタイン・モデルにより固体中のどのような状態のフォノンが存在するか、また、それにより予測される格子比熱の温度依存性について学習する。

○ 第6週：格子比熱（デバイ・モデル）

原子は必ずしも個別に振動するのではなく、近接する原子と調和しながら振動する。このようなモデルをデバイ・モデルと呼ぶ。ここでは、デバイ・モデルでのフォノンの状態密度および格子比熱の変化について学習する。また、デバイ・モデルとアインシュタイン・モデルの相違点と適用可能な条件についても理解する。

○ 第7週：熱膨張・熱伝導率

複数のフォノンの相互作用を理解すると、熱膨張や熱伝導率といった物性に関しても理解することができる。ここでは、結晶の非調和相互作用からこれらの現象を学習する。

○ 第8～9週：固体のバンド構造と電子物性

固体（金属、半導体、絶縁体）のバンド構造、自由電子が示す諸物性（電子比熱、スピン常磁性）

○ 第10～11週：電子-格子相互作用と諸現象

電子-格子相互作用、フォノン吸収、ポーラロン、超伝導

○ 第12～13週：電子-電子相互作用と磁性

電子間（クーロン）相互作用、電子-スピン相互作用、交換相互作用と磁性

○ 第14～15週：バンド構造と電子物性の評価・解析手法

光電子分光、走査プローブ顕微鏡、超伝導量子干渉計（SQUID）、X線吸収分光

◆バックグラウンドとなる科目

数学Ⅰ・Ⅱ、結晶物理学Ⅰ・Ⅱ、量子力学Ⅰ・Ⅱ、固体電子論

◆教科書

材料科学者のための固体物理学入門：志賀正幸（内田老鶴圃）

◆参考書

固体物理学入門（上、下）： Kittel 著（丸善）

基礎固体物性：齋藤理一郎（朝倉書店）

◆成績評価の方法

○出席及び演習問題に関するレポート（20%）

○定期試験の成績（80%）

とし、これらの合計で60%以上修得した者を合格とする。

◆科目名： 設計・製図

◆科目区分： 専門基礎科目

◆必修／選択： 必修

◆授業形態： 演習（2クラス制，CAD 演習と座学を交互に組み合わせる）

◆単位数： 1．5単位

◆開講時期： 3年前期

◆授業時限： 火曜4限（14:45～）

◆担当者： 湯川伸樹（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201室，Tel：052-789-3572，yukawa@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217室，Tel：052-789-3578，abe@numse.nagoya-u.ac.jp

◆問合せへの対応：随時

◆授業のねらいと内容：

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考え方，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養う．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．CAD 演習中は教官，TA がコンピュータの操作方法などを個別指導する．

◆授業計画：

○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，サテライトラボのコンピュータ使用に関する注意事項，クラス分けを連絡する．

○2次元CADの基本操作（コンピューター演習）

コンピュータならびにCADソフトの基本操作を修得する．CADを使い各個人で書いた演習図面を課題として提出する．

○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。

○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。

○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。

○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方法について講義する。

○軸継手の設計(2)（講義）

軸継手の設計課題、特に強度計算、設計書の作成に関連する事項について講義する。

○軸継手計算書作成(1),(2)

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、設計書としてまとめる。

○軸継手の製図(1),(2)（コンピューター演習）

軸継手の設計書にも続き、図面を作成する。最終的には設計書とともに提出する。

○課題講評（講義）

提出された課題（フリーハンド図 2 回、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。

上記項目を 2 クラス制で進める。各クラスの予定は次の通りであるが、詳細は学期開始時に掲示する。

	A グループ	B グループ
第 1 週	ガイダンスとグループ分け	
第 2 週	ボルトの描き方	AutoCAD の基本操作
第 3 週	製図の基礎とフリーハンド図(1)	
第 4 週	製図の基礎とフリーハンド図(2)	
第 5 週	AutoCAD の基本操作	ボルトの描き方
第 6 週	許容公差、はめあい	ボルトの製図
第 7 週	ボルトの製図	許容公差、はめあい
第 8 週	軸継手の設計(1)	
第 9 週	軸継手製図(1)	軸継手計算書作成(1)，工作実習
第 10 週	軸継手計算書作成(1)，工作実習	軸継手製図(1)
第 11 週	軸継手製図(2)	軸継手計算書作成(2)，工作実習
第 12 週	軸継手計算書作成(2)，工作実習	軸継手製図(2)
第 13 週	軸継手の設計(2)	
第 14 週	前半課題講評	
第 15 週	課題講評	

◆バックグラウンドとなる科目：

材料力学 I

◆教科書：

精説機械製図（和田稲苗他，実教出版）

◆参考書：

なし

◆成績評価の方法：

課題の提出

◆ 科目名：材料工学総論

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 1 単位

◆開講時期： 3 年前期

◆授業時限： 月曜 2 限 (10:30 ～ 12:00)

◆担当者： 伊藤孝寛（工学研究科，マテリアル理工学専攻材料工学分野）
8号館南棟505室，Tel: 052-789-5347, E-mail: t.ito@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問い合わせへの対応：事前に電話かメールで時間を打ち合わせする。

◆授業のねらいと内容：

材料工学では、金属や半導体、セラミクスといった物質の、精製、加工、組織制御などを行うことで、社会に貢献する様々な材料を生み出すことを目的としている。本講義では、材料工学に関連する科目を概観し、物理、数学、化学といった基礎学問との関連性を理解する。

◆ 授業計画：

学期はじめに講義計画が提示される。

◆バックグラウンドとなる科目：

専門基礎科目の各科目，専門科目の各科目

◆教科書：

特になし

◆参考書：

特になし

◆成績評価の方法：

学期はじめのガイダンスで提示される。

◆科目名：材料工学実験及び演習 2

◆科目区分： 専門科目

◆必修/選択： 必修

◆授業形態： 実験

◆単位数： 2単位

◆開講時期： 3年 後期

◆授業時限： 水曜日 3～5時限（13:00～17:15）

◆担当者： 各教員

◆問合せへの対応： グループごとに担当教員から指示がある。

◆授業のねらいと内容：

本実験では、実験目的・方針の企画や実行を通じて問題設定と解決のプロセスを経験し、基礎科学の応用能力を養い、研究者としての素養を身につけることを目的とする。

◆授業計画(材料教室各教員)

別途告知される。

◆バックグラウンドとなる科目：

材料工学実験基礎及び専門科目の各科目

◆教科書：

特に定めない。

◆参考書：

各実験テーマで担当教員から指示がある。

◆成績評価の方法：

実験や討論・発表への積極的な参加，内容から総合的に判断し，60%以上のポイントを獲得した学生に単位を認定する。

◆注意：グループごとの担当教員の指示に従うこと。

◆ 科目名：構造材料学

◆科目区分： 専門 科目

◆必修／選択： 選択必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2 単位

◆開講時期： 3年 前期

◆授業時限： 金曜 2限 (10 : 30 ~ 12 : 00)

◆担当者： 小橋 眞, 高田 尚記

場所：5-601, 605

Tel: 052-789-3356, e-mail: kobashi@numse.nagoya-u.ac.jp (小橋)

Tel: 052-789-3357, e-mail: takata@numse.nagoya-u.ac.jp (高田)

◆ 問い合わせへの対応： 講義終了時、あるいは事前に電話かメールで時間を打ち合わせする

◆授業のねらいと内容：

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（結晶学、転位論）を基に、基礎的な材料の強度や変形メカニズムを理解するための基礎力を身につける。また、それを基に金属材料の強化方法についての応用力を身につける。最後に、各種製造プロセスによる材料特性の特徴について学ぶ。この講義を通じて、構造材料に対する理解を深め、材料の製造から利用までの基本的な考え方を理解する。

◆ 授業計画：

1. 構造材料とその性質

各種構造材料（金属、ポリマー、セラミック、複合材料）（小橋）

固相プロセス（鍛造、粉末冶金）と液相プロセス（ casting ）により成形される金属材料（小橋）

2. 弾性変形と塑性変形

弾性変形と弾性定数（小橋）

引張試験、圧縮試験（小橋）

弾性定数の測定方法（小橋）

単軸引張変形の応力-ひずみ曲線（小橋）

降伏応力、引張強度、一様伸び、全伸び（小橋）

加工硬化、変形抵抗（小橋）

3. 理想強度

原子間結合力（小橋）

結晶の弾性変形と理論弾性率（小橋）

結晶の理論強度（小橋）

4. 単結晶の塑性変形

すべり系と転位の移動（高田）

単結晶の降伏、臨界分解せん断応力、シュミットの法則（高田）

すべり系と結晶方位（高田）

単結晶の応力-ひずみ曲線（高田）

5. 多結晶の塑性変形（高田）

6. 金属の強化機構

結晶粒微細化による強化（高田）

固溶強化（高田）

析出強化（高田）

分散強化（高田）

複合強化（小橋）

7. 回復と再結晶（高田）

◆バックグラウンドとなる科目：

材料基礎数学、力学、材料力学 I

◆教科書： 特に設けない。資料は講義前に配布する。

◆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

材料工学入門 堀内 良、金子純一、大塚正久 訳、内田老確園

◆ 成績評価の方法：

演習レポート(30%)，期末試験(70%)。期末試験の欠席者は「欠席」とする。

◆科目名：無機化学

- ◆ 科目区分：専門科目
- ◆ 必修/選択：選択必修
- ◆ 授業形態：講義
- ◆ 単位数：2単位

- ◆ 開講時期：3年前期
- ◆ 授業時限：月曜 3限（13:00-14:30）
- ◆ 担当者： 入山 恭寿 （工学研究科 マテリアル理工学専攻）
工学部9号館 519室 TEL：052-789-3235
e-mail:iriyama@numse.nagoya-u.ac.jp
- ◆ 問合せへの対応：事前にメールで日時を打合せる

◆ 授業のねらいと内容：

本授業では、無機化学の基礎を学習し、3年後期の無機材料化学への橋渡しをする。原子、分子、固体の構造の基礎を理解した後、酸・塩基、酸化・還元に基づいて基本的な反応形式を学ぶ。

◆ 達成目標

無機材料の構造・反応性・物性・評価法などを整理して基礎的に理解することで、高機能な材料開発を進めるための総合的な基礎力を養う。

◆ 授業計画：

○原子の構造、周期律表の見方と使い方

原子の構造、周期律表の見方について復習をする。

○分子構造と結合

オクテット則、原子価結合理論、分子軌道理論の概念について学び、分子構造のモデルの進歩の過程を学ぶ。

○固体の構造

原子を規則的に積み上げて”最密充填”する基本構造から入り、次にその充

填構造の隙間を異種原子が占有する考え方で、固体の構造を系統的に理解していく。これら固体構造を反応の傾向や物性と結びつけて考慮するのに有用なエネルギー論、更に電子伝導性を考慮するのに有用な分子軌道理論を拡張した電子構造について理解する。

○酸と塩基

酸塩基の概念はプロトン移動反応にとどまらず、受容体・供与体との間で電子対の共有が起こる反応にも拡張される。ここでは、ブレンステッドとルイスの酸・塩基の考え方を理解する。

○酸化と還元

無機化合物の反応は、一方の化学種から他方の化学種に電子が移動する“酸化と還元”によって反応が進むと考えることができる。ここでは、電気化学的手法を用いて、主に溶液中での酸化還元反応を解析する方法を理解する。

◆バックグラウンドとなる科目:

化学基礎Ⅰ，化学基礎Ⅱ

◆教科書:

- ・シュライバー・アトキンス 無機化学 第4版（上）
田中勝久、平尾一之、北川進 訳
（東京化学同人）

◆参考書:

- ・シュライバー・アトキンス 無機化学 第4版（下）
田中勝久、平尾一之、北川進 訳
（東京化学同人）

◆成績評価の方法:

期末試験で評価し，S，A，B，Cを合格とする．

◆ 科目名：無機材料化学

◆科目区分： 専門 科目

◆必修／選択： 選択必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2 単位

◆開講時期： 3 年 後期

◆授業時限： 火曜 5, 6限 (13～14 : 30)

◆担当者： 小澤正邦 共同教育研究施設2号館 632号室, Tel: 052-789-5863 , e-mail
ozawa@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問い合わせへの対応： 質問は講義終了後に教室で受け付け、それ以外の対応は事前にメールで連絡してください。

◆授業のねらいと内容：

この講義は、前期の無機化学の延長にあり、無機化学とし主として元素各論に合わせて無機材料化学の内容を扱う。無機化学分野では、材料の基礎として各元素の多くの知識を必要とするので、これらの概説、例示等を行い、100 以上ある元素に特有の性質、反応性、物性、応用について順次、学習する。また、固体材料化学、ナノ材料の最近の成果ならびにその他の無機材料について触れる。

授業計画：

第 1 回 ガイダンス／概説

第 2 回～5 回

水素および 1, 2, 13～15 族の各元素 (9～14 章)

第 6 回～10 回

16, 17, 18 族, d, f ブロックの各元素 (15～22 章)

第 11 回～14 回

固体化学、材料化学、ナノ材料、ナノ科学、
触媒、生体材料ほか (23～26 章)

第 15 回 まとめ

◆バックグラウンドとなる科目：

基礎化学 1・2、熱力学 1・2、無機化学

◆教科書：

◆参考書：

シュライバーアトキンス無機化学 (上) (下) 第 4 版

◆ 成績評価の方法：

小テスト (3 回を予定) および定期試験の総計で 100 点満点で 60 点以上を合格とする。100～90 点：S, 89～80 点：A, 79～70 点：B, 69～60 点：C, 59 点以下：F

◆ 科目名：素材プロセス工学 1

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 選択必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2 単位

◆開講時期： 3 年後期

◆授業時限： 月曜 3 限 (13:00～14:30)

◆担当者： 平澤政廣(工学研究科 物質制御工学専攻)

5 号館 503室, TEL: 789-5309, hirasawa@numse.nagoya-u.ac.jp

棚橋 満(工学研究科 物質制御工学専攻)

5 号館 417室, TEL: 789-5307, mtana@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問い合わせへの対応：事前に電話かメールで時間を打ち合わせる

◆授業のねらいと内容：

本講義は、原料からの素材の製造プロセスに関する講義であり、主に鉄鋼製造プロセスについて学ぶ。

鉄鋼は、我が国の素材生産のうち、その質量において、年間約 1 億トンと最大の生産量を持つ素材であり、構造材料として自動車、船舶、橋梁、建設用材料、パイプライン用鋼管などに大量に用いられるほか、家電、電子機器用材料などとしての用途も広い。このように様々な用途に用いられる鉄鋼素材の生産プロセスは、主として、高炉、転炉、電気炉などの高温反応装置における多相系反応と連続鑄造などの凝固プロセスよりなる、典型的な高温素材プロセスである。

本講義では、鉄鉱石から素材としての鋼材の製造までの鉄鋼製造プロセスの概略と、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修得する。これらの知識は、必ずしも鉄鋼製造プロセスにとどまらず、一般の金属その他の無機素材の高温反応プロセス、および、より低温における種々の素材の反応プロセスの解析と設計、開発にも応用できるものである。

◆ 授業計画：

- 1 鉄鋼製造プロセスの概要と製鉄プロセス、および、高炉の炉内構造
 - ・ 鉄鉱石などの原料から鋼材に至る鉄鋼製造プロセスの概要。
 - ・ 高炉における製鉄反応の概要。高炉炉内の構造と反応プロセスの概要。

2 鉄鉱石の主成分の酸化鉄還元反応の熱力学的基礎

- ・ 酸化鉄還元の熱力学，二元系・三元系状態図，エリンガム（Ellingham）図，相律，直接還元と間接還元，酸素ポテンシャル，ブードア（Boudouard）反応.

3 酸化鉄還元反応の速度論

- ・ 鉄鉱石ペレットの還元反応についての未反応核モデル.

4 高炉におけるスラグーメタルーガス間反応

- ・ 高炉スラグ，高炉の炉床におけるスラグー溶銑間の各成分の移行挙動.

5 製鋼プロセスの概要と転炉および電気炉

- ・ 溶銑予備処理，転炉，二次精錬による溶鋼の製造プロセスの概要，スクラップによる電気炉製鋼の概要.

6 転炉における脱炭反応

- ・ 転炉の脱炭反応の熱力学，速度論，律速過程.

7 転炉における各種精錬反応

- ・ 転炉スラグ，スラグー溶鋼間およびガスー溶鋼間反応の熱力学と速度論.

8 溶銑予備処理と二次精錬

- ・ 溶銑予備処理の目的とプロセスの概要，二次精錬の目的とプロセスの概要，溶鋼中の介在物生成など.

◆バックグラウンドとなる科目：

化学熱力学 1・2，熱と拡散，反応速度，材料組織学

◆教科書：

金属化学入門シリーズ 2 鉄鋼製錬：日本金属学会.

◆参考書：

鉄鋼便覧 4.1 版：日本鉄鋼協会.

◆成績評価の方法：

定期試験の成績によって評価する.

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.

なお，定期試験では，電卓は持参．ノート，参考書などの持ち込みは不可．ただし，A4 用紙一枚の手書きメモの持ち込みは許可する．

◆科目名： 素材プロセス工学2

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 選択必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2単位

◆開講時期： 3年後期

◆授業時限： 金曜4限（14:45～16:15）

担当者：

市野良一（エコトピア科学研究所）

共同教育研究施設2号館4階426室，Tel：789-3352

ichino@numse.nagoya-u.ac.jp

◆問合せへの対応：事前に電話かメールで時間を打合せる

◆授業のねらいと内容：

自然界に存在する金属は、単体で存在することは稀であり、硫化物、酸化物などの化合物の状態で産出されるため、各種のプロセスを経て金属単体に還元される。すなわち、金属単体はエネルギーの凝集体ともいえる。非鉄金属材料製造プロセスは、化学熱力学を基礎とする乾式プロセスと水溶液化学・電気化学を基礎とする湿式プロセスに大別される。すなわち、熱力学の基礎である電極反応、高温反応及び溶液化学反応を再確認するとともにそれらを利用した分離・精製プロセスに関する化学熱力学的、電気化学的諸問題の理論的取り扱い、応用力を養う。

◆授業計画：

○第1週：ガイダンス、非鉄金属製錬とは

授業の内容、参考書や成績評価方法などについて説明する。

非鉄精錬の原料となる鉱石、鉱床、選鉱、精鉱について説明する。

非鉄金属の乾式製錬

代表的な非鉄金属の乾式製造法を取り上げ、これらのプロセス中で利用されている各種の製錬・精製法とその基本原理について説明する。

○第2週：素材プロセッシングとその物理化学

酸化物を原料として製造される鉄以外の金属は原料鉱石は大部分が硫化物であり、実際の製錬では多くの場合酸素と硫黄の両者に対する親和力を同時に評価することが必要となる。ここでは、硫黄－酸素ポテンシャル図による酸化鉱と硫化鉱の製錬の原理について説明する。

○第3週、第4週：鉛製錬

鉛の乾式精錬においては、熱力学的に巧みな各種の不純物分離除去法が取られている。同じ溶鉱炉法を用いた鉄鋼製錬と鉛製錬の比較、これらのプロセスにおける各種の精製法とその熱力学的原理について説明する。

鉄鋼製錬との比較 焼結・焙焼 溶鉱炉 溶離法 柔鉛 ハリス法 パークス法
灰吹法 ベタートン法 電解精製法 スラグのキャパシティ

○第5週：銅製錬

銅はその他の主要非鉄金属と異なり、硫化物鉱石から直接金属銅が製造できる。そのプロセスの特徴と熱力学的原理について説明する。

マット溶錬 自溶炉 転炉 精製炉 電解精錬 M I 炉

○第6週：亜鉛製錬

亜鉛はその蒸気圧が高いため、その他の非鉄金属が乾式製錬により液体状態で得られるのに対して、気体状態を経由する。その特徴を生かした亜鉛の製造法とその精製方法について説明する。

水平レトルト法 立型レトルト法 電熱蒸留法 ISP 法 精留塔 (Pb 塔、Cd 塔)
湿式製錬

非鉄金属の湿式製錬

湿式製錬においては、採掘した鉱石を電解液に変換するまでのプロセスと製造された電解液の高純度化、電解採取、電解精製によって金属単体が得られる。代表的な非鉄金属の湿式製造法を取り上げ、これらのプロセス中で利用されている各種の製錬・精製法とその基本原理について説明する。

○第7週～第10週：溶液化学反応

精鉱後、電解採取に至るまでのプロセスについて説明する。

選鉱 焼結 酸-塩基反応 酸化-還元反応 浸出 電位-pH図 浄液

○第11週、第12週：電解採取と電解精製

現行の湿式製錬プロセスについて説明し、電解採取と電解精製の違いについて説明する。また、電解効率、純度に及ぼす液中の不純物の影響について説明する。

アノードスライム 水素過電圧 浴電圧 アノード室 銅製錬 亜鉛製錬 ニッケル精錬

○第13週、第14週：熔融塩電解

水溶液中からは電解析出不可能な金属は、非水溶液系の電解質を利用して電解を行う。Al を例に取り上げ、熔融塩中における特異な挙動について説明し、水溶液電解との違いについて説明する。

アノードエフェクト 金属霧 バイヤー法 ホールエルー法 三層式電解法

○第15週：各種の精製法と非鉄金属のリサイクル

各種の乾式精製法：その他の各種の乾式精製法について説明する。

溶離による精製 帯融精製 蒸留による精製 第3金属の添加による精製 酸素、硫黄、塩素などによる精製 アルカリ、アルカリ土類化合物の添加による精製 熱解離、不均化反応など特殊な高温化学反応を利用する精製

非鉄金属のリサイクル：金属を代表とする無機系素材は、反応によりその姿を変えたり消滅する有機系化合物とは異なり、本質的に永久不滅の資源である。循環型社

会における、物質循環の最後の環を閉じるのは、最終的に戻ってくる廃棄物の素材へのリサイクルであり、それを担うべき素材製造産業の役目は重要である。資源循環型社会構築における素材製造産業の役割、ならびに非鉄金属のリサイクルの現状と課題ならびに最近の研究開発動向等について説明する。

◆バックグラウンドとなる科目：

物理化学，化学熱力学 1，化学熱力学 2，反応速度，電気化学，化学基礎 I・II

◆教科書：

金属化学入門シリーズ 3 金属製錬工学 編集・発行 日本金属学会 丸善

◆参考書：

非鉄金属製錬：日本金属学会

金属化学入門シリーズ 1 金属物理化学 編集・発行 日本金属学会 丸善

金属化学入門シリーズ 4 材料電子化学 編集・発行 日本金属学会 丸善

◆成績評価の方法：

レポートおよび期末試験の結果を総合的に判断して 60%以上のポイントを獲得した学生に単位を認定する。

◆科目名:薄膜プロセス工学基礎

◆科目区分: 専門科目

◆必修/選択: 選択必修

◆授業形態: 講義

◆単位数: 2 単位

◆開講時期: 3 年後期

◆授業時限: 火曜 2 限 (10:30 ~ 12:00)

◆担当者: 黒田健介(エコトピア科学研究所)

5 号館 515 室 TEL 052-789-3354 e-mail:kkuroda@numse.nagoya-u.ac.jp

◆問い合わせへの対応:講義終了時.あるいは事前に電話かメールで時間を打ち合わせする.

◆授業のねらいと内容:

半導体材料や磁性体材料, 生体材料などの各種の機能性材料の多くは「薄膜」として使用されている. この薄膜を作製するプロセスには, ウェット・プロセス(湿式法)とドライ・プロセス(乾式法)とがある. 本講義では, 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的な事柄について習得する. これに基づき, 目的とする薄膜を, ウェット・プロセスのうちのどの手段・テクニックで製造するかに関する応用力も養う.

◆授業計画

○第 1 週:ガイダンスおよび序論

講義の内容, 進め方, 成績評価の方法などについて説明する.

○第 2 週:機能性材料の概説

(1) 電気関連材料

(2) 磁性材料

(3) 光関連材料

○第 3 週～第 6 週:ウェット・プロセスによる薄膜機能性材料の製造プロセス(1) 電解めっき

E-pH 図, カソード分極曲線, 水溶液中におけるイオンの存在状態などの電気化学, 水溶液化学の基本的事項を復習したのち, 電解めっき(単体の金属めっきや合金めっき)について理解するとともに, めっき条件, めっき添加剤, 特殊なめっき法などについて説明する.

○第 7 週:ウェット・プロセスによる薄膜機能性材料の製造プロセス(2) 無電解めっき

非導電性物質へのめっきを可能にする無電解めっきについて理解する. 無電解めっきの原理, 電解めっきとの相違点や無電解めっきが可能な金属などについて説明する.

○第 8 週, 第 9 週:ウェット・プロセスによる薄膜機能性材料の製造プロセス(3) 陽極酸化

金属のアノード現象について基本的事項を復習したのち, アノード電解酸化(陽極酸化)による皮

膜形成について理解する.

○第 10 週:ウェット・プロセスによる薄膜機能性材料の製造プロセス(4) 化成処理
基材金属のアノード溶解が引き金になって沈着皮膜が生成する化成処理について理解する.

○第 11 週～第 13 週:ウェット・プロセスによる薄膜機能性材料の製造プロセス(5) 熔融塩電解
高温物理化学, 状態図などの基本事項を復習した上で, 水溶液中電解反応と比較しながら, 熔融塩電解反応について理解する. 単体の金属めっきや合金めっきのほか, 基材との合金化反応などについても説明する.

○第 14 週～第 15 週:ウェット・プロセスによる薄膜機能性材料の製造プロセス(6) その他
酸化・還元反応をともしない皮膜形成プロセスについて説明する.

◆バックグラウンドとなる科目

物理化学, 化学基礎 1, 化学基礎 2, 電気化学, 無機化学, 化学熱力学 1, 化学熱力学 2

◆参考書

春山志郎 著 表面技術者のための電気化学 第 2 版 (丸善)

日本金属学会編 金属化学入門シリーズ 4 改訂 材料電子化学

◆成績評価の方法

履修取り下げ制度を採用する.

定期試験(80%)および不定期小テスト(20%)の成績で評価し, 全体で 60%以上のポイントを得た学生に単位を認定する. ただし, 定期試験に際して, 教科書, ノート, 参考書, 配布プリントなどの持ち込みは不可.

◆ 科目名：機能材料学

◆科目区分： 専門 科目

◆必修／選択： 選択必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2.0単位

◆開講時期： 3年 後期

◆授業時限： 水曜 2限（ 10:30 ～12:00 ）

◆担当者： 元廣友美教授

3号館 南577号室, Tel: 052-789-4643 , e-mail motohiro@gvm.nagoya-u.ac.jp

植田研二准教授

5号館 303号室, Tel: 052-789-3567 , e-mail k-ueda@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問い合わせへの対応： 講義終了時。電子メール

◆授業のねらいと内容：

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・磁気的性質は、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。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、半導体、磁性体、超伝導体の基本物性と、これら機能材料に関わる科学技術について理解する基礎力および応用力を身に着ける事を目的とする。

◆ 授業計画：

（1）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。

（2）誘電体の性質

外部電界により誘電体に生ずる分極による「誘電的性質」や、分極と電界との比：誘電率の基礎を学ぶ。

（3）誘電分極の種類と周波数特性

外部電界の周波数に応じ誘電体中に生ずる分極の異なるメカニズムを学ぶ。

（4）強誘電性・焦電性・圧電性

外部電界を取り去っても分極が保持される強誘電性、温度による分極が変化する焦電性、応力により分極が変化する圧電性、強誘電性から常誘電性への相転移の基礎と、その応用例であるコンデンサー、メモリ、スピーカーや、赤外線センサの原理を学ぶ。

（5）物質の光学的性質

物質中の光の反射、吸収、散乱の基礎と、その応用例である光ディスク、光ファイバー、反射防止膜、フォトニック結晶の原理を学ぶ

（6）偏光性・複屈折・旋光性

横波である光に特有な偏光と物質との相互作用の基礎と、その応用例である偏光素子、波長板と

光ピックアップ、液晶表示素子の原理を学ぶ。

(7) 電気光学効果

分極と電界との比：誘電率そのものも電界に依存する。屈折率の電界および(電界)²依存性など非線形光学特性の基礎と、その応用例である電界センサや、高調波発生の原理を学ぶ。

(8) 熱電特性

熱から電気へ、あるいは電気から熱へ変換する手段となる熱電特性の基礎と、応用としての熱電素子、熱電対、熱電冷却、熱電子発電の原理を学ぶ

(9) 半導体とバンド構造

半導体材料と半導体のエネルギーバンド図の成り立ちについて学ぶ

(10) 真性半導体と外因性半導体

不純物等が無い純粋な半導体である真性半導体と、不純物添加によってキャリア密度が大きく変化する外因性半導体(n型半導体、p型半導体)におけるキャリア密度のエネルギー分布について学ぶ。

(11) 磁性の起源

磁性の微視的起源である磁気モーメントとその成因について学ぶ。

(12) 常磁性と反磁性

固体の中に独立で相互作用しない磁気モーメントが存在する場合の磁性である常磁性、反磁性について講義を行う。

(13) 強磁性材料とその応用

磁場がない状態で強く磁化(自発磁化)する材料が強磁性体であるが、強磁性体における自発磁化の発現機構及び磁場中での振舞いと、強磁性材料の応用例(永久磁石、モータ、磁気記録)について学ぶ

(14) 超伝導現象と超伝導の発現機構

超伝導体の基本的性質(電気抵抗ゼロ、マイスナー効果)と超伝導現象の発現機構に関する説明を行う。

(15) ジョセフソン効果

超伝導体で起こる電子対のトンネル効果であるジョセフソン現象とジョセフソン効果の代表的応用例である超伝導磁束計(SQUID)について学ぶ。

◆バックグラウンドとなる科目：

材料物性学, 量子化学, 無機材料化学, 量子力学 1, 2, 固体電子論, 結晶物理学 1, 2, 電磁気学

◆教科書：プリント、資料を配布する。

◆参考書：キッテル固体物理学入門、(上)ISBN 978-4621076538, (下)ISBN 978-4621076545

固体物理-格子振動・誘電体-：作道恒太郎著(裳華房) ISBN 978-4-7853-2052-2

応用物理学シリーズ 応用物性：佐藤勝昭 応用物理学会編著(オーム社) ISBN 978-4274128776

◆成績評価の方法：

期末試験(80%)、授業中の小テストと出席(20%)により総合的に評価し、合計点60点未満はF、60点以上70点未満はC、70点以上80点未満はB、80点以上90点未満はA、90点以上はSとする。期末試験の欠席者は「欠席」とする(ただしやむを得ない事情による欠席の場合は事情に応じ対処する)。

◆ 科目名：材料界面工学

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 選択必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2 単位

◆開講時期： 3年 後期

◆授業時限： 月曜 2限（ 10:30 ～ 12:00 ）

◆担当者： 齋藤永宏、稗田純子

グリーンビークル材料研究施設 306号室, Tel: 052-789-5274,

e-mail junko@rd.numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問い合わせへの対応：講義終了時あるいはe-mailにて対応。

◆授業のねらいと内容：

材料の表面・界面の性質は内部の性質とは異なる。特にナノテクノロジーを駆使する分野では界面の性質を知ることが重要である。ここでは自由エネルギーなどのマクロ面からと原子レベルのミクロ面からのアプローチについて講義を行い、基礎の習得を目指す。実際の工業材料の表面・界面現象やその制御技術、製造プロセスへの応用についても修得する。

◆ 授業計画：

マクロ界面基礎、具体的界面の例と現象、界面とバルク、ギブス・ラングミュア吸着平衡、表面張力、濡れ性、表面電位とコロイド、ミクロな界面の取り扱い、固体／固体界面、結晶境界と組織、界面と結合エネルギー

◆バックグラウンドとなる科目：

物理化学、化学熱力学1、化学熱力学2、無機化学、電気化学

◆教科書：使用しない。必要に応じて授業の際に資料を配布する。

◆参考書：なし

◆ 成績評価の方法：

演習および期末試験により、目標達成度を評価する。

◆ 科目名：量子化学

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 選択必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2単位

◆開講時期： 3年 前期

◆授業時限： 火曜 2限（10:30～12:00）

◆担当者： 松永克志

5号館 639号室, Tel: 052-789-3257, e-mail kmatsunaga@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問い合わせへの対応： 事前に担当教員に電話かメールで時間を打ち合わせる事。

◆授業のねらいと内容：

原子や分子，巨大分子の持つ原子配列や様々な性質は，これらの中に存在する電子がどのような空間的分布やエネルギー状態にあるかに起因している．したがって，原子や分子中の電子の振る舞いを解き明かす量子化学の知識を習得することにより，既知の物質・材料の構造や特性の理解だけでなく，新しい物質の構造や物性・特性の予測も可能になると期待されている．そこで本講義は，原子や分子に関する電子状態理論，分子軌道の概念・見方などの量子化学の基礎を習得し，様々な物質・材料の安定性や化学反応性の理解へ応用できるようになることを目的とする．

◆ 授業計画：

1) 前期量子論の復習

まずこの講義の目的、授業の内容や進め方、成績評価方法について説明する．次に，古典的振動・波動の基礎事項を説明したあと，前期量子論で重要なボーアの原子模型，ド・ブロイの物質波等について学ぶ．

2) シュレディンガー方程式

シュレディンガー方程式とその性質，波動関数の物理的意味等について学ぶ．

3) 原子の電子構造

水素の電子波動関数とその性質，多電子原子における波動関数の取り扱い，原子の電子構造計算に必要な一電子近似とハートリー・フォック法，セルフコンシステント法等について学ぶ．

4) 分子軌道法

分子軌道の表記法、等核・異核二原子分子の電子構造の特徴について学ぶ.

5) 多原子分子の電子状態

多原子分子の電子構造の特徴, 点群の表記法, 分子の結合性や安定性, 反応性との関連について学ぶ.

◆バックグラウンドとなる科目:

数学1および演習, 数学2および演習, 電磁気学 I・II, 量子力学 I・II, 材料基礎数学, 固体電子論

◆教科書: (下記の注参照)

◆参考書:

阿部正紀: はじめて学ぶ量子化学 培風館

大岩正芳: 初等量子化学 化学同人

これに加え, 講義資料を適宜配布する.

◆成績評価の方法:

- ・定期試験に加え, 講義時間内において行った演習の結果を考慮して成績評価を行う.
- ・定期試験の欠席者は「欠席」とする.

注) 第1回目の講義にて教科書・参考書・配布資料の説明を行うので, その内容に基づいて第2回目の講義までに準備すること。

◆ 科目名：材料強度学

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 選択必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2 単位

◆開講時期： 3 年 後期

◆授業時限： 金曜 1 限（8:45 ～10:15 ）

◆担当者： 湯川 伸樹（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 201号室, Tel: 052-789-3572 , e-mail yukawa@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問い合わせへの対応： E-mailにて随時

◆授業のねらいと内容：

金属材料，複合材料，セラミックス材料など各種材料の破壊形態の特徴を概説し，破壊の機構と材料学的影響因子，力学的支配因子など，材料強度に関わる基礎的知見を身につける．それに基づき，安全性向上のための手段や破壊力学などの工学的応用方法を学ぶ．

◆ 授業計画：

1. ガイダンス：

講義の概要，進め方，教科書・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．また身の回りにある材料の種類と強度を必要とする応用例を知る．

2. 引張試験：

金属における代表的な応力-ひずみ関係を基に得られる特性値の意味を知る．金属材料における降伏条件，切欠き効果，鉄鋼材料におけるひずみ速度や温度が応力-ひずみ関係に及ぼす影響を学ぶ．

3. その他の材料強度試験法：

硬さ試験，衝撃試験で得られる材料強度特性とそれに及ぼす各種因子の影響など，材料視権の基本を学ぶ．

4. 各種材料の強度特性：

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相違に関して概説する．それぞれの材料の長所，短所に関して学ぶ．

5. 破壊形態の分類：

金属材料を中心に，破壊の巨視的携帯分類，微視的な形態に基づく分類を学び，各破壊携帯の機構，影響因子などを知る．

静的破壊を対象として，実用上重要な微小空洞合体型破壊，へき開破壊のメカニズム，それらに及ぼす材料学的要因，力学的要因の影響を学ぶ．さらに鉄鋼材料に見られる破壊形態の

繊維挙動とその要因について理解する。

6. 破損の法則：

最大主応力説，最大せん断応力説などの破壊の法則，さらに最弱リンク概念に基づく破壊確率論に関して学ぶ。

7. き裂の力学と破壊靱性：

き裂が存在した場合のき裂先端近傍の応力，ひずみ状態，それを評価するための応力拡大係数を理解し，破壊力学の基礎を修得する。

8. 疲労破壊：

プラスチック，セラミックス，金属など材料に現れる疲労現象を知る．さらに金属疲労の発生機構，疲労き裂の進展機構など，金属疲労の破壊に至るまでの過程を理解する。

結晶粒計，表面処理，切欠きの存在，応力比など，材料学的因子，力学的因子が疲労強度に及ぼす影響を疲労機構に基づき理解する．さらに疲労強度向上を図るための手法を学ぶ。

疲労き裂進展の機構を理解し，応力拡大係数による評価方法を学ぶ．き裂の開閉口挙動や過大荷重によるき裂進展遅延現象を知る。

9. 高温強度：

高温における金属材料のクリープ損傷に関して，材料の巨視的な力学的応答変化と材料内部の微視的な変化を学ぶ。

10. 環境強度：

応力腐食割れ，水素脆化，腐食疲労といった腐食環境下での金属材料の損傷挙動に関して学ぶ。

◆バックグラウンドとなる科目：

材料力学1，材料基礎数学，構造材料学

◆教科書：

- ・ 改訂 材料強度学（日本材料学会）
- ・ 必要に応じてテキストを Web にて配布する。

◆参考書：

鉄鋼材料学：門間敬三（実教出版）

◆ 成績評価の方法：

出席およびレポート（20%），期末試験（80%）

以上を総合して講義の目的が達成されたかを判断し，60%以上の達成を合格とする。

◆科目名： 金属材料学基礎

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 選択必修

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2単位

◆開講時期： 3年 後期

◆授業時限：金曜 3限（13:00-14:30）

◆担当者： 小山 敏幸（工学研究科 マテリアル理工学専攻）

5号館 409室, Tel : 789-3613 , koyama@numse.nagoya-u.ac.jp

村田 純教（工学研究科 マテリアル理工学専攻）

5号館 415室, Tel : 789-3232 , murata@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問合せへの対応：e-mail にて随時

◆ 授業のねらいと内容：

金属材料を理解する上で重要な状態図、相変態、原子拡散など基本的事項を十分理解をした上で、金属材料における機械的性質、電気的性質、磁氣的性質と材料組織との関連性について理解します。この講義を通して金属材料が 2000 年以上も前から今日まで広く社会基盤材料の中心として用いられてきた理由についても理解します。さらに材料設計に関する計算工学が、どのように材料の基盤学問体系と連動しているかを学習することによって、相平衡、組織形成、さらに特性制御にいたる材料工学の解析理論・手法に関する理解を深めます。

◆授業計画：

第1週：序論（学習内容の全体像と材料設計計算工学(計算組織学)）

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) ー副格子モデルの理解ー

第5週：CALPHAD 法(III) ーTDB ファイルの読み方ー

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) ー界面の理解ー

第9週：不均一系の自由エネルギー理論(II) ー弾性場の解析法ー

第10週：不均一系の自由エネルギー理論(III) ー電磁場の解析法ー

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

◆バックグラウンドとなる科目：

材料組織学を修得しておくことが望ましい。

◆教科書：

金属組織学序論：阿部秀夫著（コロナ社）

材料設計計算工学（計算熱力学編）：阿部太一著（内田老鶴圃）

材料設計計算工学（計算組織学編）：小山敏幸著（内田老鶴圃）

◆参考書：

金属物理学序論：幸田成康著（コロナ社）

金属組織学序論：阿部秀夫著（コロナ社）

金属材料組織学：松原英一郎、他著（朝倉書店）

初級金属学：北田正弘著（内田老鶴圃）

Materials Science and Engineering, 2nd Ed., W.D.Callister 著, John Wiley & Sons Inc.,他

鉄鋼の組織制御 - その原理と方法 -：牧 正志著（内田老鶴圃）

非鉄金属材料学：日本金属学会編

◆成績評価の方法：

小テストおよび期末試験：以上の総合で、講義の目的が達成されたかを判断し、60%以上の達成を合格とする。

◆科目名：セラミックス材料学

◆ 科目区分：専門科目

◆ 必修/選択：選択

◆ 授業形態：講義

◆ 単位数：2単位

◆ 開講時期：4年前期

◆ 授業時限：水曜2限（10:30～12:00）

◆ 担当者：

山本剛久（工学研究科，量子工学専攻）

5号館313室，Tel：052-789-3348，

E-mail：yamataka@numse.nagoya-u.ac.jp

小澤正邦（エコトピア科学研究所）

共研2号館 632号室，Tel：052-789-5863，

E-mail：ozawa@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問合せへの対応：事前にメールで日時と場所を打ち合わせる。

◆本講座の目的およびねらい

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。セラミックス材料の性質は，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年次の無機化学と無機材料化学で学んできた無機材料に関する基礎を応用して，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，無機材料化学

◆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。

○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：その他のセラミック材料

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。

○第15週：全体を通しての復習および演習

講義内容の理解度を試験する。

◆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

◆評価方法と基準

講義中に行う小テスト、期末試験で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。

＜学部：平成23年度入学者＞

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

＜学部：平成22年度以前入学者＞

100～80点：優， 79～70点：良， 69～60点：可， 59点以下：不可

◆履修条件・注意事項

◆質問への対応

事前にメールで日時を打合せる

◆ 科目名：金属材料学

◆科目区分： 専門 科目

◆必修／選択： 選択

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2 単位

◆開講時期： 4年 前期

◆授業時限： 火曜 3限（ 13：00 ～14：30 ）

◆担当者： 高田 尚記

5-605号室, Tel: 052-789-3357, e-mail: takata@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問い合わせへの対応： 講義終了時、あるいは事前に電話かメールで時間を打ち合わせする

◆授業のねらいと内容：

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、それらの基礎力（熱力学、動力学）を基に、非鉄材料の中でも室温用と高温用の典型的な材料であるアルミニウム合金とニッケル基合金に焦点を当て、それらの製造方法、合金組成、プロセス、組織、物理的性質を理解し、金属材料の構造部材適用を目指した組織設計を目的とした創造力・総合力を養うことである。

◆ 授業計画：

1. 金属材料のプロセスと組織制御 ―平衡状態図の基礎―（1週）
2. 金属材料のプロセスと組織制御 ―鑄造合金の組織変化―（2週）
3. 金属材料のプロセスと組織制御 ―合金の熱処理―（3～4週）
4. 金属材料の機械的性質 ―熱処理による材料の高強度化―（5週）
5. 中間試験（6週）
6. 展伸用アルミニウム合金 ―2元系合金―（7週）
7. 展伸用アルミニウム合金 ―多元系合金―（8週）
8. 展伸用アルミニウム合金 ―時効析出―（9週）
9. 鑄造用アルミニウム合金 ―2元系合金―（10週）
10. 鑄造用アルミニウム合金 ―多元系合金―（11週）

- 1 1. 鋳造ニッケル基合金 –ジェットエンジン タービンブレード部材– (1 2～1 3週)
- 1 2. 鍛造ニッケル基合金 –ジェットエンジン タービンディスク部材– (1 4週)
- 1 3. チタン基合金 –航空機部材– (1 5週)

◆バックグラウンドとなる科目：

化学熱力学2，材料組織学，構造材料学，材料強度学，材料物性学

◆教科書： 特に設けない．資料は講義前に配布する．

◆参考書：

- [1] 非鉄材料，日本金属学会：材料編 5，(1987).
- [2] アルミニウム合金の強度，小林俊郎，内田老鶴圃 (2001).
- [3] Materials Science and Engineering 8th edition, William D. Callister and David G. Rethwisch, Wiley (2011).
- [4] Phase Transformations in Metals and Alloys 3rd edition , David A. Porter, Kenneth E. Easterling and Mohamed Y. Sherif, CRC Press (2009).
- [5] The SUPERALLOYS Fundamental and Applications, Roger C. Reed, Cambridge (2006).

◆ 成績評価の方法：

出席，毎回の講義後の課題レポート，中間試験素点を成績とし，60%以上獲得した者を合格とする。

◆科目名： 磁性材料学

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 選択

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2 単位

◆開講時期： 4 年 前期

◆授業時間： 火曜 2限 (10:30 - 12:00)

◆ 担当者： 長谷川 正 (工学研究科 結晶材料工学専攻)

浅野 秀文 (工学研究科 結晶材料工学専攻)

5 号館 305 号室, Tel : 789-3568 , asano@numse.nagoya-u.ac.jp

◆問い合わせへの対応： 事前に電話かメールで時間を打ち合わせる事

◆授業のねらいと内容

磁性材料は、モーターやトランスの磁芯材料や永久磁石として使用されていることはよく知られているが、このほかにもハードディスクやMOディスクといったコンピュータ関連機器、マイクロモーターをはじめとするロボット関連マイクロ機械、MRIなどの医療用診断機器、自動車・航空機などの輸送用機械、ガン治療のための磁性材料、健康用具など、その応用範囲は実に広く、現代社会における最も重要な材料の一つである。このような磁性応用機器を製造したり使用したりする時に、材料系技術者・研究者には物質の磁性と磁性材料に関する専門的知識が求められる。そのためには、まず物質の磁性・磁気学の基礎を学習し、その上で、磁性材料の使用、製造、開発に関する基礎論を学習し、最後に具体的な各種磁性材料に関する各論を学習することが必要である。ここでは、磁性材料に関する基礎と応用に関する基礎知識を縦横に駆使できる材料系技術者・研究者を育成することを目指した講義を行う。

◆授業計画

○第1週：ガイダンス及び序論

現代社会において磁性材料がどのようなところに使用されているかを考える。そして磁気学・磁性材料学の重要性とその位置づけを示し、その基本となる磁性の単位について講義する。

○第2週：磁性の起源（1）角運動量

物質磁性の基本である電子の軌道角運動量とスピン角運動量、LS多重項とフントの規則に関して講義する。

○第3週：磁性の起源（2）結晶電場

結晶中の電子軌道分裂と軌道角運動量の凍結および不対電子について講義する。

○第4週：磁性の起源（3）交換相互作用

直接交換相互作用の起源を簡単に導出しその量子力学的な起源を学ぶ。

○第5週：磁性の起源（4）その他の交換相互作用

各種の間接交換相互作用を講義する。各交換相互作用と合金・化合物との関係ならびにそれらの原子間距離依存性を学ぶ。

○第6週：磁性体の種類（1）フェロ磁性

磁性体の分類とフェロ磁性に関するキューリーワイスの法則を導出する。

○第7週：磁性体の種類（2）その他の磁性

反強磁性、フェリ磁性、常磁性、反磁性について講義し、物質の磁性のまとめを行う。

○第8週：磁性材料の磁氣的性質を支配する因子：磁気異方性エネルギーと磁区構造

磁気異方性エネルギー（結晶磁気異方性、形状異方性、交換異方性、誘導磁気異方性）、磁気弾性エネルギー、静磁エネルギーの起源と、磁区構造・磁壁と磁気履歴曲線の関係を示す。

○第9週：磁気光学効果

光と磁気の相互作用、磁気光学カー効果とファラデー効果、X線（内殻励起）磁気円二色性について講義する。

○第10週：磁気共鳴

磁気共鳴現象とその原理、および核磁気共鳴（NMR）、電子スピン共鳴（ESR）、強磁性共鳴（FMR）について講義する。

○第11週：磁性材料の磁氣的性質を支配する因子（1）磁気異方性エネルギーと磁区構造

磁性材料における磁区構造、磁壁と磁気履歴曲線の関係、安定な磁区構造の計算例を示す。

○第12週：各種磁性材料（1）総論並びに軟磁性材料

磁性材料全般についての概略を講義する。次に軟磁性材料の磁氣的特徴、結晶学的材料組織的特徴を説明し、各種軟磁性材料とそれらの開発における着目点について講義する。

○第13週：各種磁性材料（2）硬磁性材料

硬磁性材料（永久磁石材料）の磁氣的特徴とその表示法、磁石開発の歴史とその特徴ならびに最近の永久磁石とその応用について講義する。

○第14週：各種磁性材料（3）薄膜材料とその応用

磁性材料における磁性薄膜の位置づけとその作製法を例示し、光磁気記録や垂直磁気記録をはじめとする各種応用について講義する。

○第15週：各種磁性材料 （4）スピントロニクス応用に関する最近の動向

巨大磁気抵抗効果（GMR）やトンネル型磁気抵抗効果（TMR）の基礎と応用について講義する。また、新しい概念であるスピン流の制御とその応用について考える。

○第16週：定期試験

筆記試験により講義内容の理解度を試験する。配布テキスト、参考書、ノートなどの持ち込みは不可。

◆バックグラウンドとなる科目

結晶物理学1・2、量子力学Ⅰ・Ⅱ、固体電子論、材料物性学

◆教科書

配布テキストを使用する。

◆参考書

強磁性体の物理（上、下）：近角聰信（裳華房）

化合物磁性（局在電子系、遍歴電子系）：安達健五（裳華房）

磁気工学の基礎（Ⅰ、Ⅱ）、太田恵三（共立出版）

◆成績評価の方法

筆記試験によって評価し、100点満点で60点以上を合格とする。

◆科目名： 半導体材料学

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 選択

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2単位

◆開講時期： 4年前期

◆授業時限： 木曜 2限(10:30 - 12:00)

◆担当者： 宇治原徹（工学研究科結晶材料工学専攻）

工5号館5階613室, Tel : 789-3368, ujihara@numse.nagoya-u.ac.jp

URL: <http://.numse.nagoya-u.ac.jp/f6/Ujihara/>

◆問合せへの対応： 事前に電話かメールで時間を打ち合わせる。

◆授業のねらいと内容：

物質に光が入射すると吸収されたり反射されたりする。また、外部からの刺激（外部信号）に対し、特定の波長領域で発光を示すことがある。このような光学現象には物質のエネルギー帯構造や局在電子状態が関係している。本講義では、このような光学現象を示す機能材料の一例として半導体を主に取り上げ、光に対する相互作用を微視的立場から取り扱う。また、それを応用した各種発光・受光デバイスの原理と動作を理解することを通じて、光機能材料について学ぶことを目的とする。

具体的には、半導体の光吸収や発光は特定のエネルギー状態間の電子遷移により理解できることを学習する。また、我々の身近にある発光ダイオードや太陽電池など、代表的なデバイスの構造、動作原理や特性について学ぶ。

◆授業計画：

1. 半導体とは？

内容： 半導体にはSiやGeなどのIV族半導体、GaAsやInPなどのIII-V族半導体などいくつかの種類があることを理解する。また、これらの物質の多くがダイヤモンド構造、せん亜鉛構造、ウルツ鉱構造であることを知り、構造が描けるようになる。半導体を形成する原子はほぼ共有結合により結合し、熱振動もしくは不純物の導入により電子と正孔が形成されることを理解する。また、エネルギーバンド図の成り立ちについて理解する。

キーワード： 半導体の種類。結晶構造。バンドギャップの形成。電子・正孔の起源。エネルギーバンドズ

2. 真性半導体

内容： 不純物などがなくキャリア密度が少ない半導体を真性半導体と呼ぶ。真性半導体における電子密度・正孔密度がフェルミディラック分布、状態密度から求められることを理解し、それらを表す式を導出できるようになる。

キーワード： フェルミ・ディラック分布。状態密度。電子密度・正孔密度。真性キャリア密度。質量作用則。有効質量。

3. 外因性半導体（p型・n型）

内容： ドナー不純物、アクセプタ不純物を添加することでキャリア密度が大きく変化する。その際、電子密度の高い半導体をn型半導体、正孔密度の高い半導体をp型半導体とよぶ。真性半導体と同様に、p型n型半導体におけるキャリア密度も、フェルミディラック分布と状態密度から導出され

ることを理解する。またこれらの温度依存性について理解する。

キーワード： ドナーとアクセプタ。p 型半導体、n 型半導体。少数キャリアと多数キャリア。

4. ポアソンの方程式—エネルギー構造と容量

内容： 半導体の特徴は、ドナー・アクセプタ不純物を添加することで、材料内部に電荷分布を持たせることが可能となり、その結果内部電界を生じさせることができる点である。ポアソンの方程式は電荷密度と電圧の関係を表す方程式であることから、半導体中の空間電荷と電位の関係を解析するのによく用いられる。ここでは、ポアソンの方程式を用いて、ショットキー接触、pn 接合のエネルギー帯構造と容量などを求め、空間電荷密度との関連について学習する。

5. 拡散方程式

内容： 拡散方程式は物理量の勾配により生じる物質移動を記述する方程式である。ここでは、拡散方程式の簡単な応用例として少数キャリアの振舞い（減衰や注入など）について学習する。

6. pn 接合

内容： 様々な半導体デバイスの基本となる pn 接合について学ぶ。特に、pn 接合中のキャリアの振舞いについて学ぶ。理想的な pn 接合について電流—電圧特性を導き出し、その特性を微視的な視点から理解する。

7. 帯間遷移による光吸収—直接帯間遷移

内容： 価電子帯の電子が光のエネルギーを得て、伝導帯の空いた状態に遷移する過程を取り扱う。最初に、伝導帯の底と価電子帯の頂上の電子が同じ波数にある直接遷移形半導体について考える。電子遷移にあたり、エネルギー保存則と運動量保存則の両方が満足されなければならない。光吸収の大きさを表す指標として吸収係数を導入し、それが結合状態密度と深く関係していることを学習する。

8. 帯間遷移による光吸収—間接帯間遷移

内容： 価電子帯の頂上と伝導帯の底が異なる波数にある半導体(間接遷移形半導体)について考え、光吸収にあたり運動量保存則を満足するためにフォノンの助けが必要であることを学習する。

9. その他の光吸収

内容： 電子—正孔の束縛状態である励起子に起因する光吸収（励起子吸収）、伝導帯や価電子帯の中で生じる光吸収（帯内吸収）、不純物準位を介した遷移による光吸収について、その概要を学習する。また、電子のド・ブロイ波長程度の厚みの層を有する超格子に現れる特徴的な光吸収について学ぶ。

10. 半導体の発光（1）

内容： 光を吸収して高いエネルギー状態に励起された電子はいずれ基底状態に戻る。その再結合過程に、光の放出を伴う放射（発光）再結合と、伴わない非放射再結合があることを学習する。放射再結合過程として、自由キャリアが関与した発光、励起子が関与した発光、等電子トラップが関与した発光を取り上げ、その概要を学ぶ。

11. 光電効果

内容： 光吸収遷移によりエネルギー帯内に発生したキャリアに起因して導電率が増加する現象（光導電率）や、内部電界により光励起キャリアが逆方向にドリフトされた結果として起電力が発生する現象（光起電力効果）について学習する。

12. 発光ダイオード

内容： pn 接合に順バイアスを印加するとキャリアの注入が生じる。注入された過剰少数キャリア

が再結合する際に発生する光を利用するのが発光ダイオードである。ここでは、その動作原理について学習し、順方向電流が流れている p n 接合における少数キャリア分布と、それによる発光の強さを見積もる。また、発光ダイオード用各種材料について学ぶ。

13. 太陽電池・受光素子

内容： 光電効果を利用すると光を電気に変換する素子（受光素子）が実現できる。受光素子には光信号を取り扱う光検出器と光エネルギーを対象にする太陽電池がある。ここでは、これらの基本的な動作原理と特性について学習する。さらに受光素子の一つである太陽電池の動作原理と特性について学習する。さらに、太陽電池の現状と問題点について紹介し、未来の太陽電池のあり方について、議論する。

◆バックグラウンドとなる科目：
固体電子論、材料物性学、機能材料学

◆教科書：
半導体デバイスの基礎

◆参考書：

◆成績評価の方法：

○定期試験： 100%
定期試験を受け、全体で60%以上達成できた学生に単位を認定する。

◆ 科目名：リサイクル工学

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 選択

◆授業形態： 講義

◆単位数： 2単位

◆開講時期： 4年前期

◆授業時限： 金曜 2限(10:30 - 12:00)

◆担当者： 平澤政廣(工学研究科 マテリアル理工学専攻)

5号館 503室, TEL: 789-5309, hirasawa@numse.nagoya-u.ac.jp

市野良一(エコトピア科学研究所)

共同教育研究施設2号館 426室, TEL: 789-3352, ichino@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問い合わせへの対応：事前に電話かメールで時間を打ち合わせる

◆授業のねらいと内容：

現代の技術者にとって環境問題の理解は必須となった。本講義では、環境問題のうち、材料工学と密接にかかわる各種材料のリサイクルについて学ぶ。

今日、地球環境問題は、国境を越えた国際政治の枠組みの中で取り組まれており、地球環境問題にかかわる国際条約加盟各国には環境問題に対する国内の法的・行政的仕組みを構築、運用することが義務付けられている。我が国においても、環境に関する種々の法律が制定され、施行されている。リサイクルについても、近年、容器・包装、自動車、家電など、種々の工業製品を対象としたリサイクルが、国や自治体がかかわる形で実施されており、国による制度の整備が優先されたために経済原理に合致しないなどの問題点を抱えながらも、我が国における省資源、省エネルギー、廃棄物の量的低減に役立つと期待されている。一方、古くから経済原理に基づいて構築されてきたさまざまなリサイクルプロセスもあり、鉄鋼、アルミニウム、貴金属などの各種金属のスクラップリサイクルはその代表例である。

本講義では、環境問題の基本的事項、各種材料のリサイクルプロセスの個別の技術の基本について学び、また、リサイクルに深くかわりながら、工学的視点におさまらないマネジメントや経済学的側面の基礎的事項についても学習する。

◆ 授業計画：

1 環境問題と循環型社会

- ・ 地球環境問題の歴史と国際的枠組み。
- ・ 「持続可能な開発」と循環型社会構築の理念、リサイクルとの関係。

- ・ リサイクルのエネルギー合理性と資源循環，資源経済学的視点.

2 各種材料のリサイクル・再利用プロセス

- ・ 鉄鋼リサイクル，トランプエレメント問題，スラグ再利用など.
- ・ アルミニウムリサイクル.
- ・ 非鉄金属リサイクル.
- ・ プラスチックリサイクル.
- ・ ガラス，紙などその他リサイクル.

3 我が国のエネルギー状況とバイオマスのエネルギー利用

- ・ エネルギー問題の基本的事項．各国におけるエネルギー消費と GDP の関係.
- ・ 我が国の電力の基本的事項．各種発電法と生産電力，原発問題.
- ・ バイオマスとはなにか，CO₂排出削減，バイオマス利用の基礎技術.

4 廃棄物マネジメント

- ・ 各種廃棄物に関する法的・行政的枠組み.
- ・ 自治体における廃棄物処理の実際.

5 LCA 評価と環境経済学

- ・ リサイクリングについての LCA 評価の基本と演習.

◆バックグラウンドとなる科目：

素材プロセス工学第 1，素材プロセス工学第 2

◆教科書：

とくに指定しない．適宜資料を配布する．

◆参考書：

化学工学会 EPOC 共編・化学工学の進歩 35 廃棄物の処理・槇書店
中西ら編・演習環境リスクを計算する・岩波書店

◆成績評価の方法：

定期試験（80%）とレポート（20%）の成績によって評価する．

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．

定期試験では，電卓は持参．ノート，参考書などの持ち込みは不可．ただし，A4 用紙一枚の手書きメモの持ち込みは許可する．

◆ 科目名：材料塑性加工学

- ◆ 科目区分： 専門科目
- ◆ 必修／選択： 選択
- ◆ 授業形態： 講義
- ◆ 単位数： 2単位
- ◆ 開講時期： 4年前期
- ◆ 授業時限： 木曜1限（8:45～10:15）
- ◆ 担当者： 湯川 伸樹（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2階201室, Tel: 052-789-3572, yukawa@numse.nagoya-u.ac.jp

- ◆ 問い合わせへの対応： e-mail にて連絡

◆ 授業のねらいと内容：

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。塑性力学の基礎からはじめ、各種加工法の原理と特徴について学ぶことで基礎力を養う。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。

◆ 授業内容：

1. 塑性加工の学問と技術の特徴
2. 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
 - すべり線場法
 - 有限要素法
4. 各種塑性加工法
 - 圧延
 - 鍛造
 - 押出し・引抜き
 - 板成形
 - せん断

5. その他の問題

切削・機械加工

トライボロジー

計測

◆バックグラウンドとなる科目：

材料基礎数学，材料力学1，構造材料学

◆教科書 or 参考書

塑性加工 鈴木弘（裳華房）

◆成績評価の方法：

期末筆記試験（80％）および提出された演習と宿題（20％）で評価し，総計として60％以上のポイントを得た学生に単位を認定する。

薄膜プロセス工学

- ◆科目区分:専門
- ◆必修/選択:選択
- ◆授業形態:講義
- ◆単位数:2

- ◆開講時期:4 年前期
- ◆授業時限:水曜 1 限(8:45~10:15)

- ◆担当者:植田 研二(工学研究科 結晶材料工学専攻)
5 号館 303 号室, Tel:789-3567 , k-ueda@numse.nagoya-u.ac.jp

- ◆問い合わせへの対応:講義終了時. あるいは事前に電話かメールで時間を打ち合わせする.

- ◆授業のねらいと内容:

薄膜材料は、単原子層から数十 μm までの厚さを有する材料の一形態であり、表面保護膜、光学機能膜、磁性膜、エレクトロニクス素子等、様々な分野で広く利用されている。特に、半導体デバイス作製の分野では、薄膜を作製する技術、結晶を作製する技術の両方が必要不可欠で、非常に高度化されたこの二つの技術の上に、現在の情報化社会、ひいては我々の生活そのものが成り立っているといっても過言ではない。

講義前半では、薄膜の特殊性や必要性など一般的な特徴を概説し、薄膜作製手法、特に各種気相成長法について解説する。さらに、薄膜材料の諸特性を評価する為の諸手法についても紹介する。後半では、薄膜材料における結晶成長技術の重要性を理解し、薄膜のエピタキシャル成長機構の基礎について学ぶ。本講義を通じて薄膜材料作製に必須となる基礎知識の習得と、使用目的に適合した成長手段の選定力の養成を図る。

- ◆授業計画

○第 1 週:ガイダンス・序論

本講義を受講するにあたってのガイダンスを行う。

○第 2 週:序論

「薄膜」、「結晶成長」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。

○第 3 週:薄膜・序論

薄膜とは何か、なぜ薄膜という形態の材料が必要とされるのかを概説する。また、薄膜気相成長プロセス(ドライプロセス)において、必要不可欠な技術である「真空」に関する基礎を学ぶ。

○第 4 週:薄膜気相成長法 (1)

物理気相成長法(PVD)に分類される真空蒸着法等について、それらの原理と特徴を説明する。同時に、薄膜形成メカニズムの基礎を理解する。

○第 5 週:薄膜気相成長法 (2)

スパッタリング法及びパルスレーザ蒸着法等について、それらの原理と特徴を説明する。

○第 6 週:薄膜気相成長法 (3)

ガス状の原料を用いて、主に化学反応を主体として薄膜成長させる化学気相成長法(CVD)について、反応活性化エネルギー源として熱、プラズマおよび光を用いた場合の原理と特徴を説明する。

○第 7 週:薄膜微細加工手法

薄膜をデバイス化する際に必須となる各種微細加工手法(エッチング法等)について解説する。

○第8週:薄膜評価法(1)

薄膜に限らず、材料の諸特性は、原子レベルから mm オーダーまで、さまざまなレベルの「構造」から決定される。結晶構造、化学結合状態、表面官能基、結晶粒界、転位等、材料特性と密接に関わる構造を明らかにする分析手法について、それらの測定原理と特徴を紹介する。

○第9週:薄膜評価法(2)

特別に優れた特性を有する薄膜材料は、機能性薄膜として応用されている。ここでは実用上重要である電氣的、磁氣的、光學的小および機械的的特性を例に、それらを評価する手法について、測定原理と特徴を説明する。

○第10週:第1回演習

各種薄膜作製法、評価法についてより深く理解するための演習を行う。

○第11週:結晶成長・序論

結晶成長を理解する為の基礎となる熱力学と相転移に関して復習し、結晶化の駆動力について学ぶ。

○第12週:エピタキシャル成長の基礎

薄膜結晶成長を考える上で、重要な概念となる「エピタキシャル成長」と、エピタキシャル成長を支配する各種の要因に関して概説を行う。

○第13週:エピタキシャル成長の熱力学

各種エピタキシャル成長における結晶成長過程について熱力学的な観点から考察する。

○第14週:エピタキシャル成長のカイネティクス

分子線エピタキシャル成長(MBE)法のような非平衡条件下での結晶成長手法での成長メカニズムを理解する上で重要となる結晶成長のカイネティクスについて学ぶ。

○第15週:ヘテロエピタキシャル成長

基板結晶とは異なる結晶を成長させる「ヘテロエピタキシャル成長」について説明し、基板の面方位や、基板と薄膜の格子不整合性から生ずる結晶歪みがエピタキシャル成長に及ぼす影響について解説する。

◆バックグラウンドとなる科目

結晶物理学, 化学熱力学, 薄膜プロセス工学基礎

◆教科書

特に定めない(プリントを配布)。

◆参考書

薄膜:金原・篠原(裳華房)

結晶成長:斎藤(裳華房)

結晶は生きている:黒田(サイエンス社)

◆成績評価の方法

期末試験(80%)、演習と出席点(20%)によって評価し、100点満点で60点以上を合格とする。期末試験の欠席者は「欠席」とする。

◆科目名：鉄鋼材料学

◆科目区分：専門科目

◆必修／選択：選択

◆授業形態：講義

◆単位数：2 単位

◆開講時期：4 年前期

◆授業時限：火曜 1 限 (8:45～10:15)

◆担当者： 足立吉隆（工学研究科 材料デザイン工学専攻）
5 号館 2 0 5 室, Tel : 789- , kadachi.yoshiytaka@material.nagoya-u.ac.jp
小山敏幸（工学研究科マテリアル理工学専攻）
5 号館 4 0 9 室, Tel : 789-3613 , koyama@numse.nagoya-u.ac.jp
村田純教（工学研究科マテリアル理工学専攻）
5 号館 4 1 5 室, Tel : 789-3232 , murata@numse.nagoya-u.ac.jp

◆問合せへの対応：事前に電話かメールで時間を打ち合わせる。

◆授業のねらいと内容：

機械，建築，プラントなどの構造材料として最も多く使用されている鉄鋼材料に関して，各種状態図と組織形態の関係，それを応用した各種熱処理の冶金的基本原理と得られる材料特性を学び，鉄鋼材料を例に構造材料として要求される各種特性を制御する普遍的論理・手法を理解します。鉄鋼材料設計を通じ，材料の性質とその背景にある冶金的手法に関する金属工学の基礎知識修得を目指します。

◆授業計画：

第1週：序論—ミクロの世界から見た鉄鋼材料の魅力—
第2週：組織制御に必要な基礎知識
第3週：相変態と変態組織—鉄鋼の熱処理の基礎 (I)—
第4週：相変態と変態組織—鉄鋼の熱処理の基礎 (II)—
第5週：相変態と変態組織—鉄鋼の熱処理の基礎 (III)—
第6週：マルテンサイト変態と焼もどし
第7週：鉄鋼の強化機構と各種変態組織の強靱化法 (I)
第8週：鉄鋼の強化機構と各種変態組織の強靱化法 (II)
第9週：相変態および再結晶による結晶粒微細化
第10週：鉄鋼の各種変態組織 (I)
第11週：鉄鋼の各種変態組織 (II)
第12週：変態生成物のバリエーション
第13週：鉄鋼の加工熱処理
第14週：加工誘起マルテンサイト変態と TRIP
第15週：鉄鋼の超微細粒形成のための新しい原理

◆バックグラウンドとなる科目：金属材料学基礎，材料組織学，素材プロセス工学1

◆教科書：鉄鋼の組織制御 -その原理と方法 -：牧正志著（内田老鶴圃）

◆参考書：

鉄鋼材料 - 講座・現代の金属学材料編4 -（日本金属学会），
鉄鋼材料の科学 - 鉄に凝縮されたテクノロジー -（内田老鶴圃）

◆成績評価の方法：

小テストおよび期末試験：以上の総皿で、講義の目的が達成されたかを判断し、
60%以上の達成を合格とする。

◆科目名： 材料工学演習 1

◆科目区分： 専門科目

◆必修/選択： 選択必修

◆授業形態： 演習

◆単位数： 1単位

◆開講時期： 4年 前期

◆授業時限：

◆担当者： 各教員

◆問合せへの対応：

◆授業のねらいと内容：

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目標とする．外国語文献(主として英語)を含めた文献調査の方法および文献データベースの使用法等について学ぶ．

◆授業計画：

自らの卒業研究テーマを例に，実際に研究資料を収集し，それを整理してまとめることで，問題点の抽出，課題の設定，実験計画の立案を行う．

◆バックグラウンドとなる科目：

◆教科書：

特に定めない．

◆参考書：

特に定めない．

◆成績評価の方法：

出席(30%)

中間レポート(20%)

学期末レポート(50%)

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．

◆科目名：材料工学演習 2

◆科目区分：専門科目

◆必修/選択：選択必修

◆授業形態：演習

◆単位数：1単位

◆開講時期：4年 後期

◆授業時限：

◆担当者：各教員

◆問合せへの対応：

◆授業のねらいと内容：

文章および口頭でのプレゼンテーションに関するスキルの修得と、質疑に対する応答や討論に参加するためのコミュニケーション能力を整うことを目的とする。報告書・論文のまとめ方、発表に使用するポスターやスライド等の作製、口頭発表と質疑に対する応答の仕方を学ぶ。

◆授業計画：

自らの卒業研究テーマを例に、研究資料調査結果や実験結果をレポートとしてまとめる。さらに、それらについての口頭発表を少人数グループで行い、実践的なプレゼンテーション能力・コミュニケーション能力を養う。自らが発表し受け答えすることだけでなく、他人の発表に対する討論において、積極的に発言し討論に加わることを要求される。

◆バックグラウンドとなる科目：

◆教科書：

特に定めない。

◆参考書：

特に定めない。

◆成績評価の方法；

レポートとその提出状況(40%)

口頭発表(40%)

議論における発言の積極性、質問者としての貢献(20%)

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。

◆科目名：先端テクノロジー 2

◆科目区分： 専門科目

◆必修／選択： 選択

◆授業形態： 講義

◆単位数： 1単位

◆開講時期： 3年 後期

◆授業時限： 木曜 3限 (13:00 - 14:30)

◆担当者： 黒川 康良 (工学研究科 マテリアル理工学専攻)

5号館 455号室, Tel: 789-3246, e-mail: kurokawa@numse.nagoya-u.ac.jp

◆ 問い合わせへの対応：事前に電話かメールで時間を打合せる

◆授業のねらいと内容：

科学技術の進展とともに、様々な分野で新材料へのニーズが生じてきている。このような背景のもとに、学外のエキスパートにより材料工学分野における最新のトピックスについて講述していただく。これによって、材料技術の最先端の知識を身に付けるとともに、社会の要求に答えられる材料開発のデザイン能力を養う。

◆ 授業計画

材料工学に関する特別講義，別途，講義計画が提示される。

◆バックグラウンドとなる科目：

専門基礎科目の各科目，専門科目の各科目

◆教科書：

特になし

◆参考書：

特になし

◆成績評価の方法：

レポート，小テストなどについては，別途指示される。

総合して，S，A，B，Cの評価を得たものを合格とする。

◆科目名： 卒業研究A・B

◆科目区分： 専門科目

◆必修/選択： 必修

◆授業形態： 実験・演習

◆単位数： 各2.5単位

◆開講時期： 4年 前期，後期

◆授業時限： 月一金曜(8:45-17:00)の内，担当教員と調整する。

◆担当者： マテリアル理工学専攻材料工学分野および関連専攻，センター，研究所の各教員

◆問合せへの対応：材料工学分野のホームページ <http://www.numse.nagoya-u.ac.jp/> の各研究分野担当教員に連絡。

◆授業のねらいと内容：

材料工学のキーワードには，新材料，エネルギー，環境，生命などがあり，この学問分野の範囲は多岐にわたる．一方，材料にかかわる技術者や研究者は，材料の研究・開発能力を有し，材料をシステムに取り入れることのできるエキスパートであることを要請される．材料工学コースの学生は，将来的にそのようなエキスパートになりうる人材であることを期待されており，そのために必要な基礎的素養を身につける必要がある．

このような将来の技術者，研究者が身につけているべき研究・開発計画の立案，研究・開発の実践，成果の公表にかかわる様々な能力を涵養するため，卒業研究A・Bでは，すでに修得した授業科目や演習・実験をベースとし，材料工学および周辺分野の具体的な問題を解決するテーマで研究を実践する．この目的のために，研究室を選択し，材料工学コース担当教員の指導のもとで研究を行う．

担当教員との討論や綿密な文献調査に基づいて，研究の背景や目的を理解するとともに，問題解決に必要とされる研究計画を立案する．同時に，実験や理論的計算の原理，研究に用いる装置，機器の取り扱いを正しく理解する．得られたデータに基づいて結果を整理するとともに，様々な情報を交えて考察し，討論を行う．以上の体験を通じて，実際に研究を実践する能力を身につける．さらに，得られた成果をまとめ，口頭発表と卒業論文作成をおこない，研究成果を例示する能力を身につける．

◆授業計画：

以下の計画を基準として，指導教員と随時相談しながら，研究テーマや研究の進捗状況に合わせて弾力的に行う。

○4月：ガイダンスおよび研究室選択、安全教育

材料工学分野および関連専攻，センター，研究所の各研究分野の教員が，各研究室で

行われている研究の概要を紹介する。学生は各研究室を訪問し、担当教員による研究テーマのガイダンスを受ける。研究室配属は学生の希望と各研究室の受け入れ可能数を考慮して決定する。また、研究上必要とされる安全について教育する。

○5月：情報の収集および研究の背熟・目的および意義の理解

担当教員との綿密な打合せに基づき、研究に関連する情報を様々なメディアを利用して獲得し、整理する。研究テーマに関連する幅広い知識を身につけるとともに、研究の背景・目的および意義を把握する。

○6月：実験計画の立案と実験遂行の準備

研究の目的を理解したうえで、担当教員との綿密な打合せのもとに問題を解決するための実験計画の立案を行う。併行して、教科書や学術論文などの情報に基づき実験の原理を理解する。研究に用いる装置や測定機器の使用法を身につけ、安全かつ効率的に研究を遂行する力を身につける。

○7月－9月：実験の遂行と結果の整理・考察

研究計画に基づき、担当教員と綿密な連繫をとりつつ実験や理論的検討を遂行する。得られた結果を解析・整理してまとめるとともに、様々な情報に基づいてその意義を考察する。

○9月：研究中間報告(1)

ここまでの研究成果を、その背景や目的とともに簡潔にまとめ、各研究室、研究グループにおいて報告し討論を行う。研究の意義に関する理解をさらに深めるとともに、自らの研究をどのように展開・発展させていくかの方針を得る。

○10月－12月：自立的かつ継続的な研究の遂行

7月までに習得した研究の方法論に則り、指導教員との綿密な打合せを行いながら、自立的かつ継続的に研究を遂行する。得られた成果や様々な情報を有効に問題解決のための実験計画にフィードバックする力を養う。

○12月下旬：研究中間報告(2)

9－12月に得られた成果をまとめ、各研究室、研究グループで報告し討議を行う。指導教員との密接な連繫のもとに卒業研究をまとめる方針を得る。

○1－2月：研究成果の見直しおよび口頭発表の準備

研究中間報告(2)での議論を踏まえ、研究成果の見直しおよび補足実験などを行う。併せて、自らの研究成果を聴衆の前で口頭発表するための準備を行う。

○3月初旬：卒業研究発表

自らの研究成果を研究の背景や意義を踏まえてまとめ、プロジェクターを用いて口頭発表を行う。様々な質問に対して的確に答える。

○3月：卒業論文の執筆

卒業論文発表での質問やコメントを踏まえ、卒業研究の成果を論文としてまとめる。研究成果とともに当該研究の背景や意義を論理的な文章や図表で記述する。

◆バックグラウンドとなる科目：

材料工学コースにおける授業・演習・実験

◆教科書：

担当教員が指示する。

◆参考書：

担当教員が書籍、学術論文および資料を配布する。

また、種々の情報メディアから必要な情報を入手するための方法を指導する。

◆成績評価の方法：

卒業研究A・Bを合わせ、卒業研究への取り組みを基に以下の項目について評価を行う。

- (1) 研究の背景・目的に対する理解度
- (2) 研究課題について文献調査し、情報収集する能力
- (3) 研究遂行にあたり研究計画を立てる能力
- (4) 研究手法の原理を理解し、装置や機器の操作方法を修得し研究を遂行する能力
- (5) 研究の遂行における本人の貢献度・自立度
- (6) 得られた結果を解析・整理する能力
- (7) 課題解決のために積極的に討論する能力
- (8) 研究内容を口頭にて説明する能力
- (9) 口頭発表での質問に対して的確に回答する能力
- (10) 研究成果を筋道を立てて論理的に記述する能力

〈評価点〉

卒業研究の口頭発表及び卒業論文の作成・提出は必須とし、5段階(下記)にて各項目を評価する。全ての項目でS-Cの場合に合格とし、Fがある場合は不合格(単位を認めない)とする。

S：大変優れている A：優れている B：普通である C：やや劣っている F：大変劣っている