授業科目名：代数学特論A	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：田中　孝明 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

円周率 π や自然対数の底 e が超越数であることはよく知られていると思いますが π と e が代数的独立か否かということは未解決問題です。代数的独立とは、それらの間に有理数係数の多項式で表される関係式が存在しないということです。ひとつの関数の定義域内の複数の点における値、という限られた設定で考えても、与えられた数が代数的独立か否か決定するのは一般には困難な問題です。ただし、指数関数 e^x については複数の代数的数における値が代数的独立となる必要十分条件を記述したリンデマン・ワイヤストラスの定理があります。この定理から発展した E 関数の理論をはじめとして代数的独立論の優れた結果がいくつか存在しますが、いずれの証明も学部生までの知識では理解できないような道具を必要とします。一方、この講義で扱うマーラー関数は、代数的独立論の中で唯一、そのような大道具を用いなくても証明を理解できるものです。したがって、この講義では、基本的には下記の科目の内容のみを前提として、マーラー関数の値の代数的独立性について解説していきます。

前提科目：代数学基礎同演習、関数論第１同演習、代数学第１同演習、代数学第２。

授業の概要

解析的整数論の一部である超越数論について、その入門的な話題およびマーラー関数の理論を取り扱います。

授業計画

第１回：複素数の超越性と代数的独立性および無限集合の代数的独立性

第２回：リンデマン・ワイヤストラスの定理

第３回：リュービルの基本不等式とフレドホルム級数の値の超越性

第４回：１変数マーラー関数の値の超越性

第５回：多変数マーラー関数の値の超越性とマーラーの解消定理

第６回：マーラーの解消定理の応用

第７回：フレドホルム級数の値の代数的独立性（１）補助関数の値の評価

第８回：フレドホルム級数の値の代数的独立性（２）補助関数の構成

第９回：多変数マーラー関数の値の代数的独立性（１）関数方程式と補助関数

第１０回：多変数マーラー関数の値の代数的独立性（２）補助関数の値の評価

第１１回：多変数マーラー関数の値の代数的独立性（３）関数自身の代数的独立性
第１２回：多変数マーラー関数の応用（１）線形回帰数列と代数的独立性
第１３回：多変数マーラー関数の応用（２）完全代数的独立性
第１４回：まとめ
第１５回：代数学演習
注意：講義内容および順序は履修者や担当者の状況により変更される場合があります。
定期試験は実施しない

テキスト
特に指定しません。

参考書・参考資料等
K. Nishioka: Mahler Functions and Transcendence, Springer LNM1631, ISBN-13: 978-3540614722
塩川 宇賢 著『無理数と超越数』森北出版, ISBN-13: 978-4627060913
Number Theory IV: Transcendental Numbers, Springer EMS44, ISBN-13: 978-3642082597
A. B. Shidlovskii: Transcendental Numbers, Walter de Gruyter, ISBN-13: 978-3110115680

学生に対する評価
授業中に然るべき頻度で出題するレポートの得点に、出席状況を加味して、評価します（レポートを一度も提出しなかった履修者には単位は付与しません）。

授業科目名：代数学特論B	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：坂内　健一
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

整数論を専門としない学生を対象として、平方剰余相互法則と3乗剰余相互法則について講義し、類体論に向かう。相互法則とは何かについて講義する。

授業の概要

整数論(代数的整数論、解析整数、超越数論)、抽象代数学、代数幾何のさまざまな話題を取り扱う。

授業計画

第１回：平方剰余相互法則

第２回：円分体とガウス周期

第３回：有限体上の曲線の有理点

第４回：有理素数に対する3乗剰余相互法則

第５回：3乗剰余相互法則

第６回：ヤコビ和

第７回：完備化と局所体

第８回：局所類体論

第９回：局所相互写像の記述

第１０回：Milnor K 理論

第１１回：大域類体論

第１２回：Artin の相互法則

第１３回：Tate 完全系列

第１４回：類体論の応用

第１５回：関連する話題

定期試験は実施しない

テキスト

特になし

参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を公開・配付する。
学生に対する評価 レポートで評価する。単位の取り方を第1回目の授業で説明するので、単位を取る学生は必ず第1回目に出席すること。

授業科目名：幾何学特論A	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：井関　裕靖
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

Gromovにより導入された双曲群について、その基礎的事項を解説する。双曲群は群のケーリーグラフを自然に距離空間とみなしたとき、負曲率をもつと捉えられるような群で、自由群や階数１のリー群の余コンパクト格子などを含む、非常に広いクラスの有限生成群である。双曲群は、群に幾何学的な構造を導入し幾何学的な視点から群の代数的な性質を探る、という幾何学的群論のアプローチがもっとも成功した対象である。双曲群の基礎事項を通して、幾何学的群論の考え方を学び、理解することを目標とする。

授業の概要

幾何学（位相幾何学、微分幾何学 等）の基礎的および先進的な内容を取り扱う。

授業計画

第１回：双曲平面

第２回：双曲平面の三角形

第３回：距離空間の双曲性

第４回：双曲的距離空間の測地線

第５回：双曲的距離空間の理想境界

第６回：擬等長写像と擬測地線

第７回：擬等長写像と双曲性

第８回：有限生成群とそのケーリーグラフ

第９回：双曲群

第１０回：双曲群の例

第１１回：双曲群の等周不等式（基礎）

第１２回：双曲群の等周不等式（応用）

第１３回：ランダム群の双曲性（基礎）

第１４回：ランダム群の双曲性（応用）

第１５回：まとめと課題

定期試験は実施しない

テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 藤原耕二, 離散群の幾何学, 現代基礎数学, 朝倉書店 大鹿健一, 離散群, 現代数学の展開, 岩波書店
学生に対する評価 課題, レポート

授業科目名：幾何学特論B	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：亀谷　幸生 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

結び目は空間内の閉じた紐のことです。結び目理論とはそれがいつほどけるかを問題とする学問ですが、素朴な問題は易しいとは限らない典型的な例です。一方、近年、急激に発展した分野でもあります。授業ではほどけないことを議論するために結び目をどのようにして平面図形の問題に帰着させるかを説明します。また、多少の関連話題についても議論します。授業内容は一部変更することがあります。

授業の概要

幾何学（位相幾何学、微分幾何学 等）の基礎的および先進的な内容を取り扱う。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：ジョルダンの閉折れ線定理
第３回：平面折れ線の回転数、巻き取り数
第４回：結び目の図式
第５回：結び目の彩色
第６回：アレキサンダー多項式
第７回：アレキサンダー・コンウェイ多項式多項式
第８回：カウフマン括弧とジョーンズ多項式
第９回：網目図式とアレキサンダー多項式
第１０回：チェイン複体とホモロジー群
第１１回：コバノフホモロジー
第１２回：リーホモロジー
第１３回：ラスムッセン不変量
第１４回：まとめ
第１５回：幾何学演習
定期試験は実施しない

テキスト

自家製テキスト

参考書・参考資料等 数学4A4Bの教科書
学生に対する評価 出席点とレポート

授業科目名：関数方程式特論	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：井口　達雄
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

まず偏微分方程式論において基本的な関数空間であるSobolev空間を導入し，その基本的な性質を紹介する。それから，２階の楕円型方程式を例にとり，境界値問題の弱解の定義や存在，正則性定理，固有値問題などを詳しく解説する。

授業の概要

関数方程式論（解析学および偏微分方程式論の数理物理学への応用を含む）の基礎的および先進的な内容を取り扱う。

授業計画

第１回：講義の概説，記号とGaussの発散定理，楕円型の定義

第２回：Sobolev空間の定義，Sobolev空間に属する関数の例，Fourier変換によるSobolev空間の定義

第３回：テスト関数の稠密性，Sobolevの埋め込み定理，部分積分の公式

第４回：Algebra としてのSobolev 空間，Gagliado-Nirenberg の不等式，その他のSobolev 空間

第５回：有界線形作用素の拡張，Trace Operator（広義の境界値），Trace Operator の評価の精密化

第６回：零拡張とその超関数としての導関数，Sobolev空間の特徴付け

第７回：Extension Operators（拡張作用素）

第８回：弱解の定義，弱解の一意存在

第９回：変分的方法，Poincareの不等式とその応用

第１０回：Lax-Milgramの定理，Green作用素

第１１回：Rellichの定理，コンパクト性の補足

第１２回：固有値問題

第１３回：弱解の内部正則性

第１４回：Friedrichsのmollifierに対する交換子評価

第１５回：関数方程式演習

定期試験は実施しない

テキスト

なし

参考書・参考資料等

溝畑茂, 偏微分方程式論, 岩波書店 V. A. Solonnikov, General boundary value problems for systems elliptic in the sense of A. Douglis and L. Nirenberg. I, Izv. Akad. Nauk SSSR Ser. Mat. 28 (1964), 665-706. V. A. Solonnikov, General boundary value problems for systems elliptic in the sense of A. Douglis and L. Nirenberg. II, Trudy Mat. Inst. Steklov. 92 (1966), 233-297. S. Agmon, A. Douglis, and L. Nirenberg, Estimates near the boundary for solutions of elliptic partial differential equations satisfying general boundary conditions. I, Comm. Pure Appl. Math. 12 (1959), 623-727. S. Agmon, A. Douglis, and L. Nirenberg, Estimates near the boundary for solutions of elliptic partial differential equations satisfying general boundary conditions. II, Comm. Pure Appl. Math. 17 (1964), 35-92.

学生に対する評価

レポートの内容で評価する。

授業科目名：確率特論A	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：厚地　淳
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

数学的に厳密に定義された確率過程、特にブラウン運動について、基本的性質を理解し、さらに確率解析の基礎を学ぶ。そして、様々な分野で具体的に扱われている確率模型に対して確率解析がどの様に適用されているかを学習する。

授業の概要

確率論（確率過程、確率解析、統計力学や力学系への応用等）の基礎的および先進的な内容を取り扱う。

授業計画

第１回：シグマ加法族、単調族、Dynkin 族
第２回：ポーランド空間上の確率測度
第３回：Kolmogorov の拡張定理
第４回：加法過程
第５回：ブラウン運動
第６回：停止時刻
第７回：強マルコフ性とブラウン運動
第８回：ブラウン運動の標準表現
第９回：確率積分
第１０回：伊藤の公式
第１１回：確率微分方程式
第１２回：ドリフトの変換
第１３回：統計力学に関連する確率模型
第１４回：数理ファイナンスに関連する確率模型
第１５回：確率演習
定期試験は実施しない

テキスト

とくに指定しない。

参考書・参考資料等 確率論ハンドブック　伊藤清　企画監修　渡辺信三・重川一郎編　丸善出版 ブラウン運動と確率積分：カラザスーシュレーブ（渡邊壽夫訳）シュプリンガー・ジャパン 確率微分方程式 ベァーント・エクセンダ-ル（谷口説男訳） シュプリンガー・ジャパン
学生に対する評価 レポートと平常点により成績を評価する。

授業科目名：確率特論B	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：坂川　博宣
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

ランダムウォークは確率論において最も基本的かつ詳しく研究されている話題のひとつであり、それ自身の数学的な解析だけでなく、統計力学や数理ファイナンスなどの様々な確率モデルにも応用されている。この講義ではランダムウォークや一般のマルコフ連鎖に対する解析を通して確率論の基本的な考え方や手法を解説する。また、ランダムウォークが関連したいくつかの確率モデルを取り上げその性質等について紹介する。

授業の概要

確率論（確率過程、確率解析、統計力学や力学系への応用等）の基礎的および先進的な内容を取り扱う。

授業計画

第１回：確率論の基礎、条件付き期待値
第２回：マルチンゲール（基礎）
第３回：マルチンゲール（応用）
第４回：マルコフ連鎖の基礎（基礎）
第５回：マルコフ連鎖の基礎（応用）
第６回：ランダムウォークの再帰性（基礎）
第７回：ランダムウォークの再帰性（応用）
第８回：ランダムウォークのパスの性質（基礎）
第９回：ランダムウォークのパスの性質（応用）
第１０回：ランダムウォークのパスの性質（総括）
第１１回：ランダムウォークのパスの性質（まとめ）
第１２回：ランダムウォークに関連した話題（基礎）（Gauss自由場、ランダムポリマーモデルなど）
第１３回：ランダムウォークに関連した話題（応用）（Gauss自由場、ランダムポリマーモデルなど）
第１４回：ランダムウォークに関連した話題（総括）（Gauss自由場、ランダムポリマーモデルなど）
第１５回：確率演習
定期試験は実施しない

テキスト

特に指定しません。

参考書・参考資料等

G. F. Lawler and V. Limic. (2010). Random Walk: A Modern Introduction, Cambridge Univ. Press.

D. A. Levin and Y. Peres. (2017). Markov Chains and Mixing Times, 2nd ed.. AMS.

M. Menshikov, S. Popov and A. Wade. (2017). Non-Homogeneous Random Walks. Cambrige Univ. Press.

学生に対する評価

レポートおよび平常点による。

授業科目名：量子力学の数理工学	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：山本　直樹
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義では、量子論の基礎を数理工学的観点から定式化し、量子情報科学への種々の応用事例を紹介する。

授業の概要

本講義では、量子論の基礎を数理工学的観点から定式化し、量子情報科学への種々の応用事例(量子コンピューティング、量子センシング)を紹介する。とくに、確率統計的アプロ ーチを取ることで、一貫した方法論の説明を行う。

授業計画

第１回：量子論の数学的定式１（状態、エンタングルメント）
第２回：量子論の数学的定式２（ダイナミクス、デコヒーレンス）
第３回：量子論の数学的定式３（測定、不確定性関係）
第４回：事例の紹介（原子と光の相互作用）
第５回：量子情報処理の基礎１（量子回路）
第６回：量子情報処理の基礎２（複製禁止定理と量子テレポーテーション）
第７回：量子計測１（量子パラメータ推定）
第８回：量子計測２（標準量子限界とハイゼンベルグ限界）
第９回：量子計算１（振幅増幅とデータベース探索）
第１０回：量子計算２（量子位相推定）
第１１回：量子情報処理の方法１（量子状態トモグラフィー）
第１２回：量子情報処理の方法２（量子特異値変換）
第１３回：補足事項（基礎）
第１４回：補足事項（応用）
第１５回：発展事項
定期試験は実施しない

テキスト

特に指定なし。

参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を公開・配付する。
学生に対する評価 レポートで評価する。

授業科目名：生体制御	教員の免許状取得のための 選択科目(先端数物科学専攻)	単位数： 2単位	担当教員名：内山　孝憲
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

呼吸器・循環器・筋系のモデル，静的解析，時間領域の解析，周波数領域の解析，安定性，生体制御システムの同定，生体制御の最適化，生体制御システムの非線形解析，生体制御システムの複雑なダイナミクスを制御工学の考え方で学ぶ。Matlab，SimulinkおよびPythonで解析する。

授業の概要

呼吸器・循環器・筋系のモデル，静的解析，時間領域の解析，周波数領域の解析，安定性，生体制御システムの同定，生体制御の最適化，生体制御システムの非線形解析，生体制御システムの複雑なダイナミクスを制御工学の考え方で学ぶ。Matlab，SimulinkおよびPythonで解析する。

授業計画

第１回：生体制御システムの考え方の基礎
第２回：生体制御システムの数理モデル
第３回：生体制御システムの定常状態の解析
第４回：線形制御システムの時間領域の解析
第５回：線形制御システムの周波数領域の解析
第６回：安定性の解析（基礎）
第７回：安定性の解析（応用）
第８回：生体制御システムの同定（基礎）
第９回：生体制御システムの同定（応用）
第１０回：生体制御システムの最適化（基礎）
第１１回：生体制御システムの最適化（応用）
第１２回：生体制御システムの非線形解析（基礎）
第１３回：生体制御システムの非線形解析（応用）
第１４回：生体制御システムの複雑な動特性と総括
第１５回：生体制御演習
定期試験は実施しない

テキスト なし
参考書・参考資料等 Michael C. K. Khoo, Physiological Control System, Wiley-IEEE Press; 第2版 (2018年6月) ISBN: 978-1119055334
学生に対する評価 レポート

授業科目名：数理構造特別講義	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：坂内　健一 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

情報幾何学における重要な対象である双対平坦多様体は、その接束に自然なケーラー構造が入ることがDombrowski(あるいはHsu)の定理として知られている。この事実のある変種として、トーリック多様体のケーラー幾何とその運動量写像の像であるデルツァント多面体の双対平坦構造について議論する。板書を用いた解説を中心とし、トーリックケーラー幾何と双対平坦多様体の幾何の関係を理解することを目標とする。

授業の概要

代数学や幾何学に関連するさまざまな内容を取り扱う。

授業計画

第１回：講義概要とシンプレクティック/ケーラー多様体速習コース
第２回：トーリックシンプレクティック多様体とデルツァント構成
第３回：トーリックシンプレクティック多様体上のケーラー構
第４回：双対平坦多様体と統計多様体
第５回：ブレグマンダイバージェンスとその幾何学的意味
第６回：凸多面体上の双対平坦構造とその境界への拡張
第７回：拡張ピタゴラスの定理と射影定理
第８回：デルツァント多面体上の拡張ピタゴラスの定理の境界への拡張
第９回：デルツァント多面体上の射影定理の境界への拡張
第１０回：種々の確率分布族とそのトーリフィケーション
第１１回：有限集合上の確率分布族に対応するトーリック多様体
第１２回：デルツァント多面体上の直交葉層構造の境界への拡張
第１３回：量子情報理論との関係
第１４回：今後の展望
第１５回：数理構造演習
定期試験は実施しない

テキスト

特に指定しない

参考書・参考資料等 「Lectures on Symplectic Geometry (Lecture Notes in Mathematics)」 Ana Cannas Cannas da Silva (著) Springer 2001 ISBN-10 ： 3540421955 「情報幾何学の基礎: 情報の内的構造を捉える新たな地平」藤原 彰夫 (著) 共立出版 2021年 ISBN-10 ： 4320114515 「Information Geometry」 Nihat Ay (著), Juergen Jost (著), Hông Vân Lê (著), Lorenz Schwachhoefer (著) Springer 2021年 ISBN-10 ： 3319564773
学生に対する評価 レポートによる

授業科目名：解析学特論	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：生駒　典久
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義ではユークリッド空間上およびバナッハ空間上の写像度の定義と性質を学ぶ。写像度の応用として，非線形楕円型方程式の解の存在を示すことができる．本講義ではこの応用についても学ぶ。

授業の概要

解析学（確率論、関数解析、関数論、微分方程式論、力学系等）の基礎的および発展的内容を取り扱う。

授業計画

第１回：写像度に関する概説
第２回：ユークリッド空間上の写像度の定義と性質（導入）
第３回：ユークリッド空間上の写像度の定義と性質（基礎）
第４回：ユークリッド空間上の写像度の定義と性質（発展）
第５回：ユークリッド空間上の写像度の定義と性質（応用）
第６回：ユークリッド空間上の写像度の定義と性質（総括）
第７回：写像度の応用
第８回：バナッハ空間上の写像度(Leray-Schauder の写像度)の定義と性質（基礎）
第９回：バナッハ空間上の写像度(Leray-Schauder の写像度)の定義と性質（応用）
第１０回：バナッハ空間上の写像度(Leray-Schauder の写像度)の定義と性質（総括）
第１１回：バナッハ空間上の写像度(Leray-Schauder の写像度)の定義と性質（まとめ）
第１２回：Leray-Schauder の写像度の応用（基礎）
第１３回：Leray-Schauder の写像度の応用（応用）
第１４回：バナッハ空間上の写像度の応用
第１５回：Leray-Schauder の写像度の応用（総括）
定期試験は実施しない

テキスト

特になし

参考書・参考資料等

N.G. Lloyd, Degree Theory, Cambridge University Press I. Fonseca and W. Gangbo, Degree Theory in Analysis and Applications, The Clarendon Press L. Nirenberg, Topics in Nonlinear Functional Analysis, American Mathematical Society E. Outerelo, and J.M. Ruiz, Mapping Degree Theory. American Mathematical Society. 増田久弥, 非線型楕円型方程式, 岩波講座基礎数学

学生に対する評価

レポート・課題により評価する。

授業科目名：数理解析特別講義	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：生駒　典久、曽我　幸平 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

力学系理論における重要な研究対象としてHamilton力学系とLagrange力学系がある。本授業では、変分法をキーワードとしてHamilton力学系とLagrange力学系を取り扱うことを通して、解析学としての変分法の概念・手法を習得する。また力学系理論および非線形偏微分方程式への変分法の応用について学び、最先端の研究分野に取り組む準備を整える。前半では、Hamilton力学系に付随する汎函数の臨界点を見つける方法を説明し、その応用としてHamiton力学系の周期解の存在について解説する。後半では、Lagrange力学系に付随する汎函数の最小化元を見つける方法を説明し、その応用としてHamilton-Jacobi方程式の弱解であるValue Functionについて解説する。

授業の概要

解析学（確率論、関数解析、関数論、微分方程式論、力学系等）の基礎的および発展的内容を取り扱う。

授業計画

第１回：イントロダクション：Hamilton力学系と Lagrange力学系の説明（担当：生駒典久）
第２回：関数空間の設定および関数空間の性質（担当：生駒典久）
第３回：Hamilton力学系における変分構造と保存量（担当：生駒典久）
第４回：臨界点理論（基礎）（担当：生駒典久）
第５回：臨界点理論（応用）（担当：生駒典久）
第６回：臨界点理論（総括）（担当：生駒典久）
第７回：周期解の存在（担当：生駒典久）
第８回：Lagrange力学系とLegendre変換（担当：曽我幸平）
第９回：Tonelliの変分法（担当：曽我幸平）
第１０回：最小化元の正則性（担当：曽我幸平）
第１１回：Value FunctionとHamilton-Jacobi方程式（担当：曽我幸平）
第１２回：Value Functionの正則性（担当：曽我幸平）
第１３回：Value Functionと粘性解（担当：曽我幸平）
第１４回：まとめ（担当：生駒典久・曽我幸平）

第１５回：数理解析演習（担当：生駒典久・曽我幸平） 定期試験は実施しない
テキスト なし
参考書・参考資料等 1. Paul Rabinowtiz, Minimax Methods in Critical Point Theory with Applications to Differential Equations, American Mathematical Soc., 1986. 2. Albert Fathi, Weak KAM Theorem in Lagrangian Dynamics, Cambridge Univ Press 2016
学生に対する評価 レポートにより評価する

授業科目名：生体分子システムの数理	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：堀　豊
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

生体分子反応のダイナミクスを設計・解析するためのモデリングおよびフィードバック制御の理論体系を学ぶ。講義では，決定論的・確率論的な数理モデル，線形・非線形のシステム理論，確率ダイナミクスの計算アルゴリズムなどを生体分子反応の例と共に解説する。

授業の概要

生体分子反応のダイナミクスを設計・解析するためのモデリングおよびフィードバック制御の理論体系を学ぶ。講義では，決定論的・確率論的な数理モデル，線形・非線形のシステム理論，確率ダイナミクスの計算アルゴリズムなどを生体分子反応の例と共に解説する。

授業計画

第１回：遺伝子回路とシステム制御工学の概要
第２回：化学反応速度論，巨視的モデル
第３回：平衡点，安定性，双安定な反応系
第４回：安定性解析，振動反応系
第５回：周波数特性解析
第６回：生体分子のフィードバック制御システム
第７回：確率ノイズと遺伝子発現，微視的モデル
第８回：確率シミュレーション
第９回：Tau-leaping，Chemical Langevin 方程式
第１０回：線形ノイズ近似，線形確率システム
第１１回：モーメント方程式，発展的なアルゴリズム
第１２回：移流・拡散のモデリング
第１３回：反応拡散系におけるパターン形成
第１４回：まとめ
第１５回：生体分子システム演習
定期試験は実施しない

テキスト

講義ノートをK-LMSで配布する。

参考書・参考資料等 D. Del-Vecchio, R. M. Murray, Biomolecular Feedback Systems, Princeton University Press, 2014. E. Klipp, W. Liebermeister, C. Wierling, A. Kowald, Systems Biology: a Textbook, Wiley-Blackwell, 2nd Ed., 2016.
学生に対する評価 レポートの合計点により評価する。ただし，最も低い得点のレポート1回分は合計の計算から除外する。

授業科目名：スマートシステム設計論	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：井上　正樹 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

スマートフォンからスマートグリッドやスマートモビリティまで様々なシステムでスマートさが謳われている。スマートさの本質は「多様な価値を自由に追求できること」にある。講義では，この考え方の基になる数理最適化について，基礎から実践まで身につけることを目標とする。基礎として数理最適化の定式化と標準的な解法，実践としてシステムの最適制御理論と実装から最先端の関連研究までを学ぶ。また，最適化と制御の両方でプログラミング演習と関連分野の最新論文を読む訓練までおこなう。講義を通して，新たな視点・思考を得て独創的な研究分野の開拓につなげることを期待している。

授業の概要

講義では、数理最適化の基礎的内容を学び、スマートシステム設計へ実践できることを期待している。特に、数理最適化の定式化と基礎的な解法から始まり、応用例としての動的システムの最適制御理論と実装、そして、最先端の関連研究までを学ぶ。

授業計画

第１回：最適化導入
第２回：最適性条件
第３回：最適化アルゴリズムと動的システムの安定論（基礎）
第４回：最適化アルゴリズムと動的システムの安定論（応用）
第５回：フィードバック制御導入と内部モデル制御
第６回：最適制御理論（基礎）
第７回：最適制御理論（応用）
第８回：論文紹介準備
第９回：最適制御の展開（基礎）
第１０回：最適制御の展開（応用）
第１１回：最適制御の展開（総括）
第１２回：論文紹介（基礎）
第１３回：論文紹介（応用）
第１４回：論文紹介（総括）

第１５回：まとめ 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない。
参考書・参考資料等 梅谷，しっかり学ぶ数理最適化：モデルからアルゴリズムまで，講談社サイエンティフィク，2020 (https://sites.google.com/view/introduction-to-optimization/) F. Borrelli, A. Bemporad, M. Morari, Predictive Control for Linear and Hybrid Systems, Cambridge University Press, 2017 (http://www.mpc.berkeley.edu/mpc-course-material)
学生に対する評価 授業内におこなう論文紹介とレポートをもとに総合的に評価する。

授業科目名：場の理論	教員の免許状取得のための 選択科目(先端数物科学専攻)	単位数： 2単位	担当教員名：檜垣　徹太郎 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

相対論的場の量子論の概説をおこなう。とくに、電子と光の理論である量子電磁力学を理解することを目標とする。以下の内容に従い、各項目について講義をおこなってゆく。 ・ローレンツ群の表現 ・スカラー場の量子化 ・スピノル場の量子化 ・電磁場の量子化 ・対称性と相互作用 ・量子電磁力学 ・摂動論とファインマン則 ・輻射補正

授業の概要

相対論的場の量子論について摂動論を中心に概説をおこなう。場の古典論の解析力学から始めて、スカラー場、スピノル場、ゲージ場の量子化を行う。電子および陽電子と、光子の理論である「量子電磁力学」の摂動論を理解し、散乱振幅を計算できるようになることを目標とする。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：ローレンツ群の表現
第３回：スカラー場の量子化
第４回：スピノル場の量子化（基礎）
第５回：スピノル場の量子化（応用）
第６回：電磁場の量子化（基礎）
第７回：電磁場の量子化（応用）
第８回：対称性と相互作用
第９回：量子電磁力学
第１０回：摂動論とファインマン則（基礎）
第１１回：摂動論とファインマン則（応用）
第１２回：輻射補正（基礎）
第１３回：輻射補正（応用）
第１４回：まとめ

第１５回：場の理論演習 定期試験は実施しない
テキスト 指定なし
参考書・参考資料等 ・『An Introduction To Quantum Field Theory』 Michael E. Peskin, Daniel V. Schroeder 著 Westview Press出版 1995年 ISBN: 0201503972 ・ゲージ場の量子論〈1〉 九後 汰一郎著 培風館出版 1989年 ISBN: 4563024236
学生に対する評価 レポートによる評価

授業科目名：スピンエレクトロニクス	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：能崎　幸雄
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

強磁性材料では、磁化を担うスピン角運動量と、伝導電子、格子系がエネルギー的に結合している。本講義では、「スピンエレクトロニクス」の理解に必要な磁気の基礎を説明したのち、強磁性材料の磁気、伝導および熱的性質の相互作用により生み出される様々な現象を扱う。

授業の概要

強磁性材料では、磁化を担うスピン角運動量と、伝導電子、格子系がエネルギー的に結合している。本講義では、「スピンエレクトロニクス」の理解に必要な磁気の基礎を説明したのち、強磁性材料の磁気、伝導および熱的性質の相互作用により生み出される様々な現象を扱う。

授業計画

第１回：講義概要
第２回：磁気の基礎（１）「磁化の起源・電子スピン発見に至る歴史的経緯」
第３回：磁気の基礎（２）「原子の磁気モーメント」
第４回：磁気の基礎（３）「強磁性発現条件・交換相互作用」
第５回：磁気の基礎（４）「磁気異方性と磁区構造」
第６回：スピン輸送現象の物理（１）「スピン依存散乱効果」
第７回：スピン輸送現象の物理（２）「巨大磁気抵抗効果」
第８回：スピン輸送現象の物理（３）「トンネル磁気抵抗効果」
第９回：スピン輸送現象の物理（４）「その他の効果」
第１０回：スピン動力学（１）「スピン蓄積とスピン流」
第１１回：スピン動力学（２）「スピントランスファートルク」
第１２回：スピン動力学（３）「巨視的角運動量とスピン角運動量の相互作用」
第１３回：スピン動力学（４）「非線形スピンダイナミクス」
第１４回：スピン動力学（５）「マイクロ波を用いた磁気記録」
第１５回：スピンエレクトロニクス先端技術
定期試験は実施しない

テキスト

特に無し。

参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を公開・配付する。
学生に対する評価 レポート課題の採点により成績を評価する。

授業科目名：放射光物理学	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：中迫　雅由
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

生物科学・物質科学・基盤産業で多用されている放射光や、近年実用化されたＸ線自由電子レーザーについて、その発生原理、実験に利用するための光加工方法、それを用いたX線回折実験などについて理解を深め、受講者自身の研究での利用を促す。

授業の概要

生物科学・物質科学・基盤産業で多用されている放射光について、その発生原理、実験に利用するための光加工方法、それを用いたX線回折実験などについて解説を行う。次世代光源として日米欧で開発が進んでいるX線自由電子レーザーについても紹介を行う。

授業計画

第１回：授業の概要を説明します。

第２回：シンクロトロン加速器の開発 シンクロトロンや衝突型蓄積リングに至る加速器開発の歴史を、素粒子物理実験を含めて振り返ります。

第３回：シンクロトロン加速器の構成要素と動作 シンクロトロン加速器の構成要素である電磁石や高周波加速空胴を紹介し、それらの動作を支える電磁気学を解説します。

第４回：ベータトロン振動 シンクロトロン中での荷電粒子運動を記述するため、閉軌道歪みの概念を導入し、軸対象磁場中でのベータートロン振動とエミッタンスを解説します。

第５回：シンクロトロン振動と位相安定性 位相安定性の原理をシンクロトロン振動の力学から解説し、シンクロトロン設計基盤にふれます。

第６回：偏向電磁石からの放射光 偏向電磁石を用いて得られる放射光の特性を理解するために、Lienar-Wiechert ポテンシャル、Doppler効果、Poyntingベクトルなどを復習します。さらに、偏向電磁石放射光の指向性や放射光スペクトルを解説します。

第７回：アンジュレーター放射からの放射光とＸ線自由電子レーザー 指向性が高く擬似単色光を発生させるのに使用されアンジュレーター光源について、発光原理とスペクトルを概説します。Ｘ線自由電子レーザー光源の物理についても言及します。

第８回：放射光施設ビームラインの構成要素 大型放射光施設SPring-8のＸ線回折・散乱実験用ビームラインを例として、その構成要素やX線回折装置、代表的な実験結果等を紹介します。。

第９回：真空の作り方・測り方 真空を作る際に必要とされる気体分子運動論や分子吸着に関する基礎

理論を解説します。これらを背景に、真空を作る装置や配管を紹介し、真空ポンプ排気速度と真空度の関係に言及します。また、真空計の動作原理を解説します。
第１０回：分光器 ビームラインで利用する単色X線を得るための分光器の原理と、それに基づく位置出射型二結晶モノクロメーターによるX線吸収端微細構造測定を紹介します。
第１１回：反射鏡 物質界面でのX線の反射・屈折に関する電磁気学の基礎理物質界面でのX線の反射・屈折に関する電磁気学の基礎理論を復習し、X線の屈折を利用したX線レンズ、全反射を利用した反射鏡を紹介します。
第１２回：光のコヒーレンス 光のコヒーレンスについて、複素コヒーレンス度やvan Cittert–Zernikeの理論を紹介しながら、Michelson天体干渉計による恒星の視直径測定を取り上げます。
第１３回：回折理論 電磁波の回折現象に関して、Huygens-Fresnel理論、厳密なFresnel-Kirchhoff理論を説明します。近似的なFraunhofer回折やFresnel回折の基本方程式を導出し、典型的形状開口にこれら理論を適用して得られる結果を示します。
第１４回：X線回折イメージング 次世代の構造解析手法として実用化が始まっているX線回折イメージング実験について紹介し、実用的な解析手法の開発例を紹介します。
第１５回：授業内容の理解を問うために、演習を行います。
定期試験は実施しません。

テキスト
市販の教科書は使用しません。講義で使用するパワーポイントを印刷した講義録（カラー）をK-LMSからダウンロードしてください。また、黒板を使っても講義を行います。板書は、概念を説明しながら比較的ゆっくりと行います。

参考書・参考資料等
『パリティ物理学コース　加速器科学』　亀井亨・木原元央著　丸善 『シンクロトロン放射光の基礎』　大柳宏之編　丸善 『放射光ビームライン光学技術入門』　大橋治彦・平野馨一編　日本放射光学会 『理論電磁気学』　砂川重信著　紀伊国屋書店 『物理工学実験４　真空技術』　堀越源一著　東京大学出版会 『物理工学実験１５　X線回折・散乱技術（上）』　菊田惺志著　東京大学出版会 『光学の原理』　ボルン、ヴォルフ著（草川徹、横田英嗣訳）　東海大学出版会

学生に対する評価
レポート点(80%)と平常点(20%)の合計に手評価します。レポート問題は、講義内容の中から出題します。本講義は、広範な内容を含んでおり、紹介する教科書を用いて個人的に勉強することは容易ではないと思われるので、全ての講義に出席することを勧めます。

授業科目名：多体系の量子論	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：江藤　幹雄
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

統計力学や物性物理学において、量子多体系の問題は非常に重要である。本講義では、その基礎となる線形応答理論、久保の公式、第２量子化の方法の解説から始める。グリーン関数法では、粒子間相互作用の摂動計算とファインマン図法について論じる。その応用例として、電気伝導率、平均場理論と乱雑位相近似による誘電率、帯磁率の計算をおこなう。

授業の概要

統計力学や物性物理学において重要である多体系の量子論について解説する。まず、その基礎となる線形応答理論、久保の公式、第２量子化の方法の説明を行う。次にグリーン関数を導入し、粒子間相互作用の摂動計算とファインマン図法について論じる。電気伝導率、誘電率、帯磁率等の計算をおこなう。

授業計画

第１回：線形応答理論

第２回：久保の公式(1) 久保の公式の導出

第３回：久保の公式(2) オンサーガーの相反定理

第４回：第２量子化の方法と自由電子ガスへの応用　(基礎)

第５回：第２量子化の方法と自由電子ガスへの応用　(応用)

第６回：第２量子化の方法と自由電子ガスへの応用 (総括)

第７回：電子間相互作用(1) Hartree-Fock近似

第８回：電子間相互作用(2) Gell-Mann, Bruckner理論

第９回：グリーン関数法（基礎）

第１０回：グリーン関数法（応用）

第１１回：電気伝導率の計算（基礎）

第１２回：電気伝導率の計算（応用）

第１３回：平均場理論と乱雑位相近似（基礎）

第１４回：平均場理論と乱雑位相近似（応用）　グリーン関数の摂動展開

第１５回：多体系の量子に関する演習

定期試験は実施しない

テキスト 特に使用しない。
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を公開・配付する。
学生に対する評価 レポート（毎回の授業時に提出）

授業科目名：低温物理学	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：白濱　圭也
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

低温物理学は、物質が低温で示す量子現象を研究する学問ですが、その研究対象と創出される基本概念は極めて多岐にわたり、現代物理学の中心をなしています。この授業では、低温物理の最も基本的な考え方といくつかの低温現象を学びます。特に液体ヘリウムや冷却原子気体が示す「超流動」、固体内電子の「超伝導」を、粒子の量子力学的性質が巨視的スケールで現れる物理現象―巨視的量子現象―という見方で理解します。時間があれば、トポロジカル物質研究等の最近の話題についても触れます。予備知識としては、初等的な量子力学・統計力学の知識があれば十分です。授業は日本語で行う予定ですが、日本語の授業理解が難しい方向けに英語のオンデマンド教材も配信する予定です。

授業の概要

低温物理学は、物質が低温で示す量子現象を研究する学問である。本科目では、低温物理学における基本概念と、最も重要な低温現象である超伝導と超流動およびボース・アインシュタイン凝縮について、巨視的量子現象という視点で論じる。種々の低温生成方法についても教授する。

授業計画

第１回：低温物理学の基本概念
第２回：物質の成り立ちと基底状態:　量子論的対応状態の法則、量子気体・液体・固体
第３回：ボース・アインシュタイン凝縮 (1): ボース粒子の性質、BECと非対角長距離秩序
第４回：ボース・アインシュタイン凝縮 (2):　BECの観測、干渉効果
第５回：超流動 (1): 液体ヘリウムと冷却原子、非古典的回転慣性と永久流
第６回：超流動 (2): 循環の量子化と量子渦、位相スリップとジョセフソン効果
第７回：超流動 (3): 2次元BKT転移、低次元系
第８回：超伝導 (1):　BCS理論
第９回：超伝導 (2)　BCS理論と諸現象
第１０回：超伝導 (3)　巨視的量子現象
第１１回：低温生成技術: 希釈冷凍機と断熱消磁
第１２回：異方的超流動・超伝導 (1): 超流動ヘリウム3

第１３回：異方的超流動・超伝導 (2): 超流動ヘリウム3の多彩な現象
第１４回：異方的超流動・超伝導 (2): 非s波超伝導体、トポロジカル超伝導・超流動
第１５回：最近のトピックス、ディスカッション
定期試験は実施しない

テキスト
特に指定しません。毎回資料を配付する予定です。

参考書・参考資料等
授業の中で紹介しますが、一例として以下の本を挙げます。 1.　低温物理学一般 Ch. Enss and A. Hunklinger (2005), Low Temperature Physics, ISBN 978-3-540-26619-8, Springer (ebooksにて入手可) 山田一雄、大見哲巨　「超流動」　培風館新物理学シリーズ 家泰弘　「超伝導」　朝倉書店 2.　凝縮系物理学の基本概念 P. W. Anderson, Basic Notions of Condensed Matter Physics, Frontiers in physics, The Advanced Book Program D. J. Thouless, Topological Quantum Numbers in Nonrelativistic Physics, World Scientific

学生に対する評価
レポート課題により評価します。

授業科目名：宇宙電波天文学	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：岡　朋治
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

1930年代に誕生した電波天文学は、検出技術の向上とともに発展を遂げ、今や光赤外線天文学、X線天文学と並んで現代天文学の基本的骨組を支える基幹となっている。現在、電波天文学の主舞台はミリ波帯からサブミリ波帯への移行期にあり、世界各地の乾燥高地に設置されたサブミリ波望遠鏡により、続々と宇宙の新たな姿が描き出されている。本講義では、様々な天体における電磁放射メカニズムを解説し、特に電波領域の観測方法と観測によって解明された天体・宇宙の姿について概説する。

授業の概要

1930年代に誕生した電波天文学は、検出技術の向上とともに発展を遂げ、今や光赤外線天文学、X線天文学と並んで現代天文学の基本的骨組を支える基幹となっている。本講義では、様々な天体における電磁放射メカニズムを解説し、特に電波領域の観測方法と観測によって解明された天体・宇宙の姿について概説する。

授業計画

第１回：電波天文学の歴史
第２回：電波天体
第３回：放射と伝搬　(基礎)
第４回：放射と伝搬　(応用)
第５回：放射と伝搬 (総括)
第６回：制動放射　(基礎)
第７回：制動放射　(応用)
第８回：シンクロトロン放射　(基礎)
第９回：シンクロトロン放射　(応用)
第１０回：スペクトル線放射　(基礎)
第１１回：スペクトル線放射　(応用)
第１２回：スペクトル線放射 (総括)
第１３回：電波観測装置　(基礎)
第１４回：電波観測装置　(応用)　電波天文学の将来

第１５回：宇宙電波天文学世界動向 定期試験は実施しない
テキスト Rybicki & Lightman, "Radiative Processes in Astrophysics", Wiley-VCH ISBN 978-0-471-82759-7
参考書・参考資料等 特に指定なし
学生に対する評価 レポートによって評価する。

授業科目名：凝縮系物理学特論	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：大橋　洋士
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

この講義では、極低温原子気体の超流動について、特にフェルミ原子ガスの超流動を取り上げ、その基礎理論を説明する。

授業の概要

極低温原子気体の超流動について、特に近年発展著しいフェルミ原子ガスの超流動を取り上げる。フェルミ粒子系超流動の基礎理論であるBCS理論や、フェルミ粒子系超流動とボース粒子系超流動に対する統一的な描像を与えるBCS-BECクロスオーバー現象について、それらの理論的に枠組みを基礎から詳説する。

授業計画

第１回：イントロダクション

第２回：超流動の歴史と冷却原子物理学の特長

第３回：超流動原子ガスの実験

第４回：フェルミ統計、ボーズ統計

第５回：対形成

第６回：フェルミ面効果

第７回：BEC現象から理解するBCS-BECクロスオーバー現象

第８回：Feshbach共鳴による可変な対形成相互作用

第９回：フェルミ気体の基底状態とBCS-BECクロスオーバー

第１０回：絶対零度におけるFermi超流動の励起

第１１回：CFBモデルに基づくBCS-BECクロスオーバーの理論（T=0）

第１２回：有限温度におけるBCS-BECクロスオーバー：NSR理論

第１３回：冷却フェルミ原子気体の最近の話題

第１４回：まとめと今後の展望

第１５回：凝縮系物理学最新動向

定期試験は実施しない

テキスト 授業中に適宜資料を公開・配付する。
参考書・参考資料等 講義中に紹介する。
学生に対する評価 出席とレポートにより評価する。

授業科目名：クォーク・ハドロン物理学	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：山本　直希
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

強い相互作用の基礎理論である量子色力学（QCD）に基づき、物質を構成するクォーク・ハドロンの性質を概説する。自発的な対称性の破れや Higgs 機構、低エネルギー有効理論という物理学の普遍的な概念や、初期宇宙・中性子星内部のような超高温・超高密度状態での物質の性質、ゲージ理論と重力理論の双対性（ゲージ重力対応）についても議論する。

授業の概要

強い相互作用の基礎理論である量子色力学に基づき、物質を構成するクォーク・ハドロンの性質を概説する。自発的な対称性の破れやHiggs機構、低エネルギー有効理論という物理学の普遍的な概念や、超高温・超高密度状態での物質の性質、ゲージ理論と重力理論の双対性（ゲージ重力対応）についても議論する。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：対称性と低エネルギー有効理論
第３回：自発的な対称性の破れ
第４回：ゲージ対称性とHiggs機構
第５回：QCDの基礎
第６回：カラー相互作用
第７回：漸近的自由性
第８回：クォークの閉じ込め
第９回：カイラル対称性
第１０回：Nambu-Jona-Lasinio模型
第１１回：カイラル摂動論
第１２回：カイラルアノマリー
第１３回：QCDの相構造
第１４回：ゲージ重力対応入門
第１５回：まとめ・レポート
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定しない。授業中に適宜資料を公開・配付する。
参考書・参考資料等 参考書は必要に応じて講義中に紹介する。
学生に対する評価 レポートで成績評価する。

授業科目名：光物性物理学特論	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：渡邉　紳一
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

幅広い波長域の光（電磁波）を物質に照射しその応答を観測することで、物質のミクロな性質を解き明かすことができる。更に近年のレーザー技術の進歩によって非常に強い光を物質に照射することができるようになり、弱い光による応答（線形光学応答）とは異なる様々な非線形光学現象を観察することが可能になってきた。本講義では、物質の光学応答について電磁気学や量子力学、固体物理学を適宜復習しながら解説していく。講義の後半では様々な非線形光学現象について解説する。

授業の概要

本講義では、物質の線形および非線形光学応答について詳細に解説する。まず、屈折率や誘電関数の一般論を説明する。次に、光の反射や屈折、フォノンポラリトン、局所場補正など、線形光学効果に関するいくつかのトピックを取り上げる。講義の後半では、ラビ振動やレーザー発振の理論など、非線形光学効果についての話題を取り上げる。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：＜線形分光＞ 屈折率の基礎
第３回：誘電関数の一般論
第４回：金属の誘電関数
第５回：半導体の誘電関数
第６回：二準位間遷移の誘電関数
第７回：光の反射と屈折
第８回：線形分光とポラリトン
第９回：局所場の補正
第１０回：＜非線形分光＞ ラビ振動とブロッホ方程式
第１１回：反転分布と飽和効果
第１２回：レーザー発振の理論
第１３回：非線形光学効果の一般論
第１４回：まとめ

第１５回：課題・レポート 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない。
参考書・参考資料等 参考書は授業の中で紹介する。 江藤幹雄著：量子力学I（パリティ物理教科書シリーズ） P.Y.ユー，M.カルドナ著：半導体の基礎；末元徹[ほか]訳 Charles Kittel[著] ：固体物理学入門； 宇野良清[ほか]共訳　など
学生に対する評価 レポートにより評価する。

授業科目名：計算物理学特論	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：山内　淳
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

第一原理計算法の１分野である密度汎関数法（バンド計算法）の基礎と応用について解説します。 ここでの第一原理計算とは、非経験的電子状態計算とも呼ばれ、実験的なパラメタを使わずに電子状態を計算する手法を指します。特定の実験にパラメタをあわせることがないために汎用性が高く、全く新しい系や、実験が難しい系の性質を解明する可能性を持つ一方、現状では理論的な限界も数多く存在します。応用面では、実験的な情報のない新しい状況に適用できることから、有用な物質を理論的に設計する「物質設計」のための手法として注目されています。第一原理計算法としては、Hartree-Fock法を代表とする分子軌道計算法と固体結晶のバンド計算の流れを汲む密度汎関数法があります。ここでは後者を中心に理論的基礎から解説します。 最近は、第一原理計算法のフリー（もしくは有料の）パッケージが手にはいるようになってきており、理論家に限らず実験家もこのようなパッケージを利用して予め実験対象を絞って作業を効率化する動きがあります。一方で、「非経験的」とは名ばかりで、精度の高い計算をするためには非常に多くの経験が必要とされる手法です。受講生の希望があれば、実際の計算時の注意点、等にも触れることも検討します。

授業の概要

第一原理計算法の１分野である密度汎関数法（バンド計算法）の基礎と応用について解説します。第一原理計算とは、実験的なパラメタを使わずに電子状態を計算する手法を指します。特定の実験にパラメタをあわせることがないために汎用性が高く、全く新しい系や、実験が難しい系の性質を解明する可能性を持つ手法です。

授業計画

第１回：序／Schrodinger方程式を解く（基礎）
第２回：Schrodinger方程式を解く（応用）
第３回：Hartree-Fock法（基礎）
第４回：Hartree-Fock法（応用）
第５回：密度汎関数法の基礎（基礎）
第６回：密度汎関数法の基礎（応用）
第７回：密度汎関数法の基礎(総括)

第８回：密度汎関数法の発展
第９回：固体電子論の復習(Blochの定理、sample-k点、対称性、他)
第１０回：全電子計算
第１１回：擬ポテンシャル法（基礎）
第１２回：擬ポテンシャル法（応用）
第１３回：第一原理分子動力学法(電子系の逐次解法)
第１４回：個別トピックの紹介
第１５回：計算物理演習
定期試験は実施しない

テキスト
特に指定なし

参考書・参考資料等
「固体電子構造」藤原毅夫　朝倉書店 1999年 ISBN-13 ： 978-4254221435 「固体--構造と物性：第I部 固体の電子状態」金森順次郎、寺倉清之　岩波講座　現代の物理学　7 ISBN-13 ： 978-4000067553 「物質の電子状態」R.M.マーチン著、寺倉清之、他訳（シュプリンガージャパン） ISBN-13 ： 978-4431102236 「密度汎関数理論入門　理論とその応用」ショール、ステッケル（吉岡書店） ISBN-13 ： 978-4842703657 ″Density Functional Theory: An Advanced Course″, E. Engel & R.M. Dreizler (Springer). ISBN-13 ： 978-3642140891

学生に対する評価
レポートにより評価する。

授業科目名：統計物理学A	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：森　貴司
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

非平衡統計力学の基本概念と理論的手法を学ぶ。

授業の概要

非平衡統計力学の基礎的な概念と理論的手法を解説する。はじめに平衡系の熱統計力学およびハミルトン力学系の重要事項を復習した後に、それらの知見を用いて非平衡系の現象を理解することを目指す。特に、ハミルトン力学による決定論的な見方からランジュバン方程式に代表される確率過程的な見方への移行の手続きを強調する。

授業計画

第１回：序論 熱力学の復習
第２回：平衡統計力学の復習
第３回：ハミルトン力学系（基礎）
第４回：ハミルトン力学系（応用）
第５回：Jarzynski等式と熱力学第二法則
第６回：線形応答理論
第７回：Einsteinのブラウン運動の理論
第８回：開放系の考え方：Langevin方程式の導出
第９回：情報の縮約と粗視化
第１０回：Langevin方程式の経路積分表示
第１１回：Kramers方程式・Fokker-Planck方程式
第１２回：準安定状態からの脱出
第１３回：マスター方程式
第１４回：開放量子系入門
第１５回：統計物理演習
定期試験は実施しない

テキスト

授業中に適宜資料を公開・配付する

参考書・参考資料等 特に指定しない
学生に対する評価 レポートで評価する。

授業科目名：統計物理学B	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：古川　俊輔
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

磁性体や超流動体などの量子多体系における統計力学の応用について学ぶ。異なった物理系における相転移現象が、自発的な対称性の破れとして統一的に理解できることを解説する。連続的対称性の破れに伴うギャップレスの素励起や相転移点付近における臨界現象を理論的に記述する方法を解説し、関連する実験的事実も紹介する。

授業の概要

磁性体や超流動体などの量子多体系における統計力学の応用について学ぶ。異なった物理系における相転移現象が、自発的な対称性の破れとして統一的に理解できることを解説する。連続的対称性の破れに伴うギャップレスの素励起や相転移点付近における臨界現象を理論的に記述する方法を解説し、関連する実験的事実も紹介する。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：量子力学の復習：量子情報の視点から
第３回：量子力学の基本ルール
第４回：密度演算子、ブロッホ球
第５回：量子系の統計力学
第６回：磁性体の模型
第７回：2スピン模型、スピンの合成
第８回：スピン回転対称性
第９回：強磁性体における自発的対称性の破れ
第１０回：平均場理論と変分原理
第１１回：強磁性体のスピン波理論
第１２回：南部・ゴールドストーンモード数の理論の概要
第１３回：磁場中の反強磁性体と格子上のボソンの関係
第１４回：対称性の自発的破れと長距離秩序
第１５回：統計物理演習
定期試験は実施しない

テキスト

特に指定しない

参考書・参考資料等

Igor Herbut, A Modern Approach to Critical Phenomena, Cambridge University Press (2007) R. Shankar, Quantum Field Theory and Condensed Matter: An Introduction, Cambridge University Press (2017) H. Tasaki, Physics and Mathematics of Quantum Many-Body Systems, Springer (2020) 高橋和孝・西森秀稔著 『相転移・臨界現象とくりこみ群』丸善出版 (2017) 小口武彦著『磁性体の統計理論』裳華房 (1970) 久保健・田中秀数著『磁性I』朝倉書店 (2008)

学生に対する評価

レポートで評価する。

授業科目名：高エネルギー物理学	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：西村　康宏
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

高エネルギー物理とは、加速粒子の特性を解き明かす学問であり、素粒子に関する実験物理の概要を講義する。前半は素粒子物理の概要を説明し、中盤は素粒子に特化した実験技術の基礎を学んだ上で、後半にかけて一般の実験物理にも応用できる事象測定と解析の基礎を学習する。最後に、素粒子実験の現状を紹介する。

授業の概要

高エネルギー物理とは、加速粒子の特性を解き明かす学問であり、素粒子に関する実験物理の概要を講義する。前半は素粒子物理の概要を説明し、中盤は素粒子に特化した実験技術の基礎を学んだ上で、後半にかけて一般の実験物理にも応用できる事象測定と解析の基礎を学習する。最後に、素粒子実験の現状を紹介する。

授業計画

第１回：素粒子物理の概要
第２回：粒子の相互作用
第３回：粒子の崩壊・生成
第４回：加速器
第５回：標的と断面積
第６回：荷電粒子検出器
第７回：光検出器
第８回：電子回路
第９回：信号・波形処理
第１０回：シミュレーションと解析
第１１回：統計と誤差
第１２回：粒子の検出と発見
第１３回：これまでの高エネルギー実験
第１４回：高エネルギー実験の将来と関連研究
第１５回：高エネルギー物理学最新動向
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定なし
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を公開・配付する
学生に対する評価 レポートによる評価

授業科目名：光学材料特論	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：二瓶　栄輔 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

現在の情報化社会の根幹を担っている光ファイバーや大容量記録媒体として利用されるようになってきた各種光記録媒体について、どのような材料から構成されているのか、あるいは材料に要求される特性はいかなるものかを光および材料の基礎の部分から明らかにしていく。

授業の概要

現在の情報化社会の根幹を担っている光ファイバーや大容量記録媒体として利用されるようになってきた各種光記録媒体について、機能発現原理を基礎から解説する。

授業計画

第１回：授業の概要説明

第２回：光の基礎（１）（光の歴史、反射と屈折、ホイヘンスの原理、フェルマーの原理、光の速度）

第３回：光の基礎（２）（マックスウェルの方程式、位相速度と群速度、光の認識）

第４回：光の基礎（３）（光線方程式、光線追跡シミュレーション）

第５回：光の作製（１）（黒体放射、量子遷移放射）

第６回：光の作製（２）（半導体材料、発光ダイオード）

第７回：光と物質の関係（ローレンツ振動子モデル、吸収、散乱）

第８回：光の作製（３）（誘導放射、レーザー）

第９回：導波路の原理（１）（光ファイバー、モード）

第１０回：導波路の原理（２）（分散、伝送帯域）

第１１回：導波路の作製法（ガラス材料、プラスチック材料）

第１２回：表示素子（有機EL、有機ECL、液晶）

第１３回：光機能性材料（１）（非線形光学効果、偏光）

第１４回：光機能性材料（２）（デジタル信号、光学的情報記録媒体）

第１５回：まとめとレポート課題発表

定期試験は実施しない

テキスト 配布プリント
参考書・参考資料等 配布プリントに記載
学生に対する評価 毎回の演習と２回のレポートによる

授業科目名：表面界面科学	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：近藤　寛、清水（加藤）　智子 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

酸化する10円玉、排気ガス処理中の触媒など、物質が反応する時そこには必ず表面や界面が存在する。結晶や薄膜成長、微細化が進む電子デバイスの性能を制御するにも表面や界面の効果は無視できない。本授業の前半では、表面に特有な構造や熱力学、力学特性、電子状態などを学習する。物性や物理化学で学んだ3次元バルクについての知識を、どう2次元系に応用するのか、その関連性を重視する。後半では、表面と物質の相互作用によって生じる現象に視点を移し、吸着や脱離のような素過程から始まり表面における物質形成、物質変換を理解した後、実在表面や機能をもつシステムにおける表面界面の特徴や役割について学ぶ。表面研究に欠かせないプローブ顕微鏡技術および分光法についても紹介する。

授業の概要

本授業では、前半で表面に特有な構造や熱力学、力学特性、電子状態などを学習する。後半では、吸着や脱離、物質形成、物質変換など表面と物質の相互作用によって生じる現象を扱う。表面研究に欠かせないプローブ顕微鏡や分光法などの実験技術についても紹介する。

授業計画

第１回：表面・界面とは (1) 表面・界面の様々な例と定義 (2) 表面・界面研究の歴史 (3) 表面の研究手法（担当：清水）

第２回：表面構造 (1) 3次元結晶格子を元にした面の表し方 (2) 理想表面と表面緩和と再構成 (3) 2次元ブラベ格子 (4) 表面超構造と表記法 (5) 逆格子と電子線回折（担当：清水）

第３回：表面の熱力学 (1) 表面張力と表面エネルギー (2) 濡れと薄膜成長モード (3) ファセットとラフニング転移（担当：清水）

第４回：表面の力学的性質 (1) ナノスケール摩擦 (2) 潤滑 (3) 原子レベルでの相互作用と力（担当：清水）

第５回：表面近傍での電子状態 (1) 表面特有の電子状態 (2) 仕事関数 (3) バンド湾曲と空間電荷層（担当：清水）

第６回：局所表面電子状態の観測 (1) 走査型トンネル顕微鏡の原理 (2) 表面状態の観測 (3) 表面超伝導の観測（担当：清水）

第７回：表面局所分光 (1) 振動分光 (2) スピン計測 (3) 光学分光（担当：清水）
第８回：表面の化学的性質 (1) 吸着・脱離 (2) 表面化合物の生成 (3) 表面修飾による化学的性質の制御（担当：近藤）
第９回：表面上の物質形成 (1) 原子操作によるナノ構造の形成 (2) 自己組織化による薄膜の形成 (3) 低次元炭素物質の形成（担当：近藤）
第１０回：表面における化学反応 (1) 表面化学反応 (2) 固体触媒 (3) 固体表面における触媒反応機構（担当：近藤）
第１１回：実在表面 (1) 大気圧下の固体表面 (2) 液中の固体表面 (3) 液体の表面（担当：近藤）
第１２回：複雑系の表面界面 (1) 生体系の表面界面 (2) 地球・宇宙の表面界面 (3) 機能材料の表面界面（担当：近藤）
第１３回：先端表面分光で見る表面界面（担当：近藤）
第１４回：後半のまとめと振り返り（担当：近藤）
第１５回：表面界面科学最新動向（担当：清水、近藤）
定期試験は実施しない

テキスト
授業資料をK-LMSにアップロードします

参考書・参考資料等
日本表面科学会（編）『現代表面科学シリーズ』　全6巻　共立出版 小間篤，八木克道，塚田捷，青野正和 編著，『表面科学シリーズ』，丸善株式会社 塚田捷，“表面物理入門”，東京大学出版（1989）ISBN: 4-13-062120-3 A. Zangwill, “Physics at Surfaces”, Cambridge (1988); ISBN: 978-0-521-34752-1 J. A. Venables, “Introduction to Surface and Thin Film Processes”, Cambridge University Press, (2000); ISBN: 0-521-78500-6 G. Somorjai, Y. Li, “Introduction to Surface Chemistry and Catalysis Second Edition”, Wiley (2010); ISBN: 978-0-470-50823-7

学生に対する評価
毎回の小クイズと前半・後半それぞれのレポート課題により成績を決定します。

授業科目名：レーザー物理学	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：長谷川　太郎
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

原子分子物理学の成果として誕生したレーザーは、20世紀の大発明の一つに数えられ、その応用範囲は理学から工学、さらに医学にまで広がっています。本講義では、電磁気学や量子力学を基礎として、レーザーの物理的な原理を理解することを目標としています。ただし、レーザーの応用に関しては講義を行いません。また、具体的なレーザーの例についての講義もほとんどありません。

授業の概要

原子分子物理学の成果として生まれたレーザーは、20世紀の大発明の一つに挙げられ、その応用は理学から工学、医学に至る広い範囲にわたっています。本講義では、電磁気学や量子力学から出発して、レーザーの物理的な原理を理解することを目標としています。

授業計画

第１回：レーザーの歴史
第２回：電磁光学 (基本)
第３回：電磁光学 (ガウスビーム)
第４回：幾何光学
第５回：光共振器
第６回：物質と光の相互作用 (黒体輻射、誘導放出、自然放出、コヒーレント相互作用)
第７回：物質と光の相互作用 (コヒーレント相互作用、密度行列)
第８回：物質と光の相互作用 (コヒーレント相互作用、光学ブロッホベクトル)
第９回：物質と光の相互作用 (複素電気感受率)
第１０回：レーザーの理論 (増幅器と発振器、反転分布)
第１１回：レーザーの理論 (レーザー発振)
第１２回：レーザーの理論 (Qスイッチレーザー、モード同期レーザー)
第１３回：非線形光学効果
第１４回：レーザーの例
第１５回：レポートの解説
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定しません。
参考書・参考資料等 レーザー物理入門（霜田光一、岩波書店）Lasers（Siegman, University Science Books）Quantum Electronics（Yariv, Wiley）量子エレクトロニクス(上)（霜田光一、裳華房、絶版）Laser Physics（Milonni & Eberly, Wiley）
学生に対する評価 成績は、レポートの内容と出席回数を基に評価します。希望者には面接を実施し、成績を補正することも可能です。 レポートは、毎回の講義に出席して提出してください。やむを得ず全ての講義に出席できない場合は、事前に連絡してください。

授業科目名：計算数学特論	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：田村　明久 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

組合せ最適化の基礎について学ぶ。

授業の概要

計算数学（組合せ最適化、アルゴリズム論、最適化理論、離散数学 等）の基礎的および先進的な内容を取り扱う。

授業計画

第１回：凸解析の基礎

第２回：線形計画法の基礎

第３回：ネットワークフロー問題

第４回：割当問題

第５回：マトロイド理論

第６回：離散凸解析 (1) L凸関数とM凸関数

第７回：離散凸解析 (2) L凸関数とM凸関数の性質

第８回：離散凸解析 (3) L凸関数最小化アルゴリズム

第９回：離散凸解析 (4) M凸関数最小化アルゴリズム

第１０回：離散凸解析 (5) L凸関数とM凸関数の共役性

第１１回：離散凸解析 (6) 分離定理，フェンシェル双対定理，M凸交叉定理

第１２回：離散凸解析 (7) M凸交叉定理の証明

第１３回：離散凸解析 (8) 離散凸解析の数理経済への応用

第１４回：割当ゲーム、安定結婚問題とこれらの拡張

第１５回：総括

定期試験は実施しない

テキスト

特に指定しない

参考書・参考資料等

講義資料はK-LMSに電子的にアップします。

学生に対する評価

出席とレポート課題に基づいて評価する.

授業科目名：統計科学特論A	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：白石　博、小林　景 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項 ・統計科学・データサイエンス・機械学習

授業のテーマ及び到達目標

本講義の前半では、統計的機械学習の１つであるランダムフォレストを扱う。従来の平均関数の推定・予測のみならず、分位点回帰・因果推論・生存時間解析といった諸問題に対してランダムフォレストを使ったパラメータ関数の推定・予測手法を紹介する。アルゴリズムのみならず、理論的正当性や特徴量重要度を用いた変数選択についても紹介する。

本講義の後半では、幾何学的データ解析について扱う。幾何学的データ解析には、データ自体が幾何学的構造を持つ場合（分子構造モデルなど）、データ点が幾何学的構造上に分布している場合（多様体学習など）何学的構造を持つ場合（情報幾何学など）がある。それぞれについてのデータ解析手法の基礎と理論、近年の進展を紹介する。

授業の概要

統計科学および統計的機械学習に関する、基礎的な内容から先進的な内容までを取り扱う。

授業計画

第１回：前半の概要、決定木、分類木、回帰木（担当：白石）

第２回：ランダムフォレスト（Random Forest）（担当：白石）

第３回：ランダムフォレストの分位点回帰への応用（Quantile Forest）（担当：白石）

第４回：ランダムフォレストの因果推論への応用（Causal Forest）（担当：白石）

第５回：ランダムフォレストの生存時間解析への応用（Survival Forest）（担当：白石）

第６回：一般化ランダムフォレスト（Generalized Random Forest、 GRF)（担当：白石）

第７回：特徴量重要度とランダムフォレストの変数選択（担当：白石）

第８回：後半の概要、幾何学的データ解析とは（担当：小林）

第９回：幾何学的データ解析（基礎）（担当：小林）

第１０回：幾何学的データ解析（応用）（担当：小林）

第１１回：幾何学的データ解析の理論（基礎）（担当：小林）

第１２回：幾何学的データ解析の理論（応用）（担当：小林）

第１３回：幾何学的データ解析の進展（基礎）（担当：小林）

第１４回：幾何学的データ解析の進展（応用）（担当：小林）

第１５回：総括（担当：白石・小林） 定期試験は実施しない
テキスト 授業中に適宜資料を配布する
参考書・参考資料等 参考文献を講義内で指定する
学生に対する評価 数回のレポートまたは授業内発表で評価します。

授業科目名：統計科学特論Ｂ	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：小林　景、林賢一 担当形態：オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義の前半では、統計学や機械学習などのデータ解析の分野に幾何学を応用した研究について紹介する。具体的には、以下のようなトピックについて手法の紹介と理論の説明をする。

・多様体学習　・Wasserstein距離のデータ解析への応用　・データ解析のための曲率とFréchet平均の理論　・情報幾何学

後半では、生存時間解析について取り扱う。生存時間解析は、生物の死・疾患の発症・機械の故障など、ある事象が発生するまでの時間を対象とした統計解析法の総称である。これは生物統計学の分野で発展してきた方法論であるが、工学や経済学、経営学においても多くの応用がある。講義では、生存時間関数に関する様々な推測法を紹介する。

授業の概要

統計学（統計的推論 、統計的機械学習 等）の基礎的および先進的な内容を取り扱う。

授業計画

第１回：イントロダクション／幾何学的なデータ解析とは（担当：小林）
第２回：多様体と距離空間上の統計学と曲率（基礎）（担当：小林）
第３回：多様体と距離空間上の統計学と曲率（応用）（担当：小林）
第４回：多様体と距離空間上の統計学と曲率（総括）（担当：小林）
第５回：確率分布空間の距離とデータ解析（基礎）（担当：小林）
第６回：確率分布空間の距離とデータ解析（応用）（担当：小林）
第７回：確率分布空間の距離とデータ解析（総括）（担当：小林）
第８回　：生存時間解析の概要（担当：林）
第９回　：生存時間関数の要約（担当：林）
第１０回：生存時間関数の推定（担当：林）
第１１回：生存時間関数の比較（担当：林）
第１２回：生存時間応答の回帰モデル（基礎）（担当：林）
第１３回：生存時間応答の回帰モデル（応用）（担当：林）
第１４回：発展的な生存時間解析（担当：林）

第１５回：統計科学演習（担当：林） 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定なし
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を公開・配付する
学生に対する評価 数回のレポートまたは授業内発表により評価します。詳細は初回に説明します。

授業科目名：数理科学要論A	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：坂内　健一、早野　健太 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

数理科学分野の重要性は近年注目され、幅広い分野での応用が期待されている。このため、特定の数理科学領域に対する深い理解だけでなく、数理科学分野を俯瞰的に捉え、複数の数理科学分野の理論や技術を融合することが求められている。本講義では従来、異なると捉えられてきた２つの数理科学領域について、各領域の専門家による講義を通してそれぞれの領域の理解を深めると同時に、この領域間の先進的・融合的な話題も扱う。

授業の概要

数理科学要論Aについては、「代数」と「幾何」領域の話題を扱う。特に代数においては体の拡大の理論、幾何においては位相空間論と被覆の理論を扱い、体の拡大のガロア群は被覆変換群の理論と同等であることを学ぶ。担当者による座学の講義を始めとして、場合により受講者同士のディスカッション・発表を行ったり、文献・映像資料なども利用する。以下の講義１４回と復習１回を行う。

授業計画

第１回：はじめに（担当：早野）
第２回：位相空間論の基礎（基礎）（担当：早野）
第３回：位相空間論の基礎（応用）（担当：早野）
第４回：基本群と被覆の理論（基礎）（担当：早野）
第５回：基本群と被覆の理論（応用）（担当：早野）
第６回：普遍被覆と被覆変換群（担当：早野）
第７回：発展的な話題（担当：早野）
第８回：代数の基礎と体の拡大（基礎）（担当：坂内）
第９回：代数の基礎と体の拡大（応用）（担当：坂内）
第１０回：ガロアの基本定理（基礎）（担当：坂内）
第１１回：ガロアの基本定理（応用）（担当：坂内）
第１２回：ガロア圏（基礎）（担当：坂内）
第１３回：ガロア圏（応用）（担当：坂内）

第１４回：発展的な話題（応用）（担当：坂内）
第１５回：全体の復習（担当：早野、坂内）
定期試験は実施しない

テキスト
なし

参考書・参考資料等
- Allen Hatcher, Algebraic Topology, Cambridge University Press,(2001).
- Szamuely, Tamás, Galois Groups and Fundamental Groups, Cambridge University Press (2009).

学生に対する評価
内容についてのレポートに基づいて、成績を評価する。

授業科目名：数理科学要論B	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：高橋　博樹、曽我　幸平 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

数理科学の諸問題に対する分野横断的なアプローチは極めて重要であり、特定の数理科学領域に対する深い理解だけでなく、数理科学分野を俯瞰的に捉えたり複数の数理科学分野の理論や技術を融合することが求められている。本授業では、力学系理論について確率論および解析学の手法も交えながら解説する。現在も活発に研究が続いている力学系理論の基礎を習得すると同時に、最先端の研究に参入するための素養を身に付ける。

授業の概要

前半は高橋が担当し、（カオス）力学系の（構造）安定性の周辺とエルゴード理論の基礎について解説する。後半は曽我が担当し、Hamilton力学系/Lagrange力学系に対するAubry-Mather理論および弱KAM理論の基礎について解析学の視点から解説する。前半は一般論が中心となり、後半はHamilton力学系/Lagrange力学系に焦点を絞る。

授業計画

第１回：離散力学系について（discrete dynamical systems）（担当：高橋）

第２回：連続力学系について（continuous dynamical systems）（担当：高橋）

第３回：力学系の不変集合について （基礎）（invariant sets of dynamical systems）（担当：高橋）

第４回：力学系の不変集合について （応用）（invariant sets of dynamical systems）（担当：高橋）

第５回：力学系の安定性について（structural stability of dynamical systems）（担当：高橋）

第６回：力学系の双曲性について（hyperbolicity of dynamical systems）（担当：高橋）

第７回：力学系の不変測度について（invariant measures of dynamical systems）（担当：高橋）

第８回：Hamilton力学系/Lagrange力学系の不変集合とHamilton-Jacobi方程式（invariant sets of Hamiltonian/Lagrangian dynamics and Hamilton-Jacobi equations）（担当：曽我）

第９回：Hamilton-Jacobi方程式とLax-Oleinik半群（Hamilton-Jacobi equations and Lax-Oleinik semigroup）（担当：曽我）

第１０回：Lax-Oleinik半群の不動点（fixed points of Lax-Oleinik semigroup）（担当：曽我） 第１１回：Lax-Oleinik半群の不動点に付随する最小化曲線（minimizing curves associated with fixed points of Lax-Oleinik semigroup）（担当：曽我） 第１２回：Lax-Oleinik半群の不動点に付随する不変集合（invariant sets associated with fixed points of Lax-Oleinik semigroup）（担当：曽我） 第１３回：Lax-Oleinik半群の不動点に付随する極限点集合（family of limit points associated with fixed points of Lax-Oleinik semigroup）（担当：曽我） 第１４回：Lax-Oleinik半群の不動点に付随する最小化不変測度（minimizing invariant measures associated with fixed points of Lax-Oleinik semigroup）（担当：曽我） 第１５回：総括（summary）（担当：高橋、曽我） 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 力学系の基礎，国府寛司著，朝倉書店 Action-minimizing methods in Hamiltonian dynamics: An introduction to Aubry-Mather theory, Alfonso Sorrentino著，Princeton University Press
学生に対する評価 課題・レポートによって評価する

授業科目名：数理科学要論C	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：小林　景、小田　芳彰 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

数理科学分野の重要性は近年注目され，幅広い分野での応用が期待されるようになってきている．このため，特定の数理科学領域に対する深い理解だけでなく，数理科学分野を俯瞰的に捉えたり複数の数理科学分野の理論や技術を融合することが求められている．本講義では，２つの数理科学領域「統計」と「離散」をテーマとして，両領域および関連分野について扱う．数理科学の基礎を習得している学生を対象に，これらの領域の先進的・融合的な話題の理解をさらに深めることが目標である．

授業の概要

「統計」および「離散」が互いに関連する話題として，確率的グラフィカルモデル，ランダム行列理論，組合せ構造，最適化を扱う．座学の講義の他，適宜発表を行うことで理解を深める．

授業計画

第１回：確率的グラフィカルモデル・序論（担当：小林）
第２回：確率的グラフィカルモデル・本論（基礎）（担当：小林）
第３回：確率的グラフィカルモデル・本論（応用）（担当：小林）
第４回：ランダム行列理論と応用・序論（担当：小林）
第５回：ランダム行列理論と応用・本論（基礎）（担当：小林）
第６回：ランダム行列理論と応用・本論（応用）（担当：小林）
第７回：組合せ構造・序論（担当：小田）
第８回：組合せ構造・本論（基礎）（担当：小田）
第９回：組合せ構造・本論（応用）（担当：小田）
第１０回：最適化・序論（担当：小田）
第１１回：最適化・本論（基礎）（担当：小田）
第１２回：最適化・本論（応用）（担当：小田）
第１３回：発表（基礎）（担当：小田，小林）

第１４回：発表（応用）（担当：小田，小林） 第１５回：まとめ（担当：小田，小林） 定期試験は実施しない
テキスト 特になし．
参考書・参考資料等 講義時に適宜指示する．
学生に対する評価 履修者による発表およびレポートを中心に評価する．

授業科目名：数理科学要論D	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：坂内　健一、垣村　尚徳 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

数理科学分野の重要性は近年注目され、幅広い分野での応用が期待されている。このため、特定の数理科学領域に対する深い理解だけでなく、数理科学分野を俯瞰的に捉え、複数の数理科学分野の理論や技術を融合することが求められている。本講義では従来、異なると捉えられてきた２つの数理科学領域について、各領域の専門家による講義を通してそれぞれの領域の理解を深めると同時に、この領域間の先進的・融合的な話題も扱う。

授業の概要

数理科学要論Dについては、「代数」と「離散」領域の話題を扱う。特に線型空間、群、環、体やグラフ、マトロイドなどの代数的・組合せ論的対象と、関連する最適化問題や数学的話題などを扱う。担当者による座学の講義を始めとして、場合により受講者同士のディスカッション・発表を行う。以下の講義14回と復習１回を行う。

授業計画

第１回：講義全体の概要（担当：坂内）
第２回：代数的構造の基礎（基礎）（担当：坂内）
第３回：代数的構造の基礎（応用）（担当：坂内）
第４回：グラフの基礎（基礎）（担当：垣村）
第５回：グラフの基礎（応用）（担当：垣村）
第６回：グラフと最適化問題（基礎）（担当：垣村）
第７回：グラフと最適化問題（応用）（担当：垣村）
第８回：マトロイドと最適化問題（基礎）（担当：垣村）
第９回：マトロイドと最適化問題（応用）（担当：垣村）
第１０回：調和解析（基礎）（担当：坂内）
第１１回：調和解析（応用）（担当：坂内）
第１２回：ガロア理論（基礎）（担当：坂内）
第１３回：ガロア理論（応用）（担当：坂内）
第１４回：発展的な話題（担当：垣村）

第１５回：全体の復習（坂内・垣村） 定期試験は実施しない
テキスト なし
参考書・参考資料等 - Bernhard Korte , Jens Vygen, Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms, Springer, 2018. - Thoshikazu Sunada, Topological Crystallography: With a View Towards Discrete Geometric Analysis (Surveys and Tutorials in the Applied Mathematical Sciences)
学生に対する評価 主に内容についてのレポートに基づいて、成績を評価する。

授業科目名：数理科学要論Ｅ	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：服部　広大、曽我　幸平 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

現代の数理科学はその専門領域が細分化され、各専門領域が、あるときは緩やかに、あるときは密接に互いに深く関連し合っている。この授業では、特に幾何学と解析学における現代的なトピックをオムニバス形式で紹介し、各領域での基礎と、それらの関連性を学ぶことが目標である。

授業の概要

授業は大きく前半と後半に分かれる。前半では、微分幾何学の基礎とリーマン多様体の基礎について服部が解説する。リーマン多様体上の曲線の長さを定義し、それが最短となるための条件を考えることによって測地線の方程式を導く。その高次元化として、部分多様体の体積の変分問題と平均曲率、そしてその幾何学的な意味を説明する。時間があれば、測地線の方程式に現れる係数から接続と曲率の概念を説明したい。後半では、３次元ユークリッド空間で時間発展する２次元曲面を等高面法で解析する手法について曽我が解説する。まず等高面関数によって曲面およびその法線ベクトルと平均曲率を表示する方法について説明し、等高面関数が満たすべき偏微分方程式の例を概観する。次に、流体力学における二相問題に対する等高面法を詳しく解説する。時間発展する曲面の符号付距離関数に対する偏微分方程式についても解説する。

授業計画

第１回：可微分多様体の定義とベクトル場（担当：服部）
第２回：リーマン計量（担当：服部）
第３回：曲線の長さ（担当：服部）
第４回：測地線（担当：服部）
第５回：ユークリッド空間内の部分多様体に対する誘導計量と平均曲率（担当：服部）
第６回：クリストッフェル記号と接続（担当：服部）
第７回：曲率テンソル（担当：服部）
第８回：動く曲面と等高面法（担当：曽我）

第９回：等高面関数による法線ベクトルと平均曲率の表示（担当：曽我） 第１０回：等高面方程式（担当：曽我） 第１１回：二相問題における等高面法（担当：曽我） 第１２回：曲面の符号付距離関数（担当：曽我） 第１３回：動く曲面の符号付距離関数とその発展方程式（その１：導出）（担当：曽我） 第１４回：動く曲面の符号付距離関数とその発展方程式（その２：解の存在）（担当：曽我） 第１５回：数理科学演習（担当：服部、曽我） 定期試験は実施しない
テキスト 特になし
参考書・参考資料等 加須栄篤　リーマン幾何学（培風館） 儀我美一・陳蘊剛　動く曲面を追いかけて（日本評論社）
学生に対する評価 課題またはレポートによって評価する。

授業科目名：数理科学要論Ｆ	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：高橋　博樹、白石　博 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項 ・確率論・統計科学

授業のテーマ及び到達目標

前半は、決定論的時間発展である力学系が生成する複雑な時系列データを確率論的に解析し、理解する上で重要となるエルゴード理論の講義を行う。後半は、統計科学において基本的ないくつかの時系列モデルを紹介し、時系列データの統計的解析手法を取り扱う。現在も活発に研究が続いているこれらの理論および手法について、講義の7割程度の内容を理解し、自由自在に使えるようになることが到達目標である。

授業の概要

数理科学分野の重要性は近年注目され、幅広い分野での応用が期待される様になってきている。このため、特定の数理科学領域に対する深い理解だけでなく、数理科学分野を俯瞰的に捉えたり、複数の数理科学分野の理論や技術を融合することが求められている。本講義では従来、異なると捉えられてきた２つの数理科学領域について、各領域の専門家による講義を通してそれぞれの領域の理解を深めると同時に、この領域間の先進的・融合的な話題も扱う。【数理科学要論F】については、「確率」および「統計」領域の話題を扱う。担当者による座学の講義を始めとして、場合により受講者同士のディスカッション・発表を行い、外部の文献・映像資料なども利用する。内容に関するレポートに基づき成績を評価する。以下の講義１４回と復習１回を行う。

授業計画

第１回：離散時間の確率過程（stochastic processes with discrete time）（担当：高橋）

第２回：連続時間の確率過程（stochastic processes with continuous time）（担当：高橋）

第３回：力学系の不変確率測度（invariant probability measures of dynamical systems）（担当：高橋）

第４回：Birkhoffのエルゴード定理（Birkhoff's ergodic theorem）（担当：高橋）

第５回：力学系の時系列解析（基礎）（time series analysis of dynamical systems I）（担当：高橋）

第６回：力学系の時系列解析（応用）（time series analysis of dynamical systems II）（担当：高橋）

第７回：エルゴード理論の数論への応用（Application of ergodic theory to number theory）（担当：高橋）
第８回：時系列モデル・定常性・自己相関（time series model, stationarity, autocorrelation）（担当：白石）
第９回：自己回帰移動平均過程（autoregressive moving average process）（担当：白石）
第１０回：ARモデルの推定法（estimation method for AR model）（担当：白石）
第１１回： ARモデルの推定量の漸近的性質（asymptotic properties of AR model estimator）（担当：白石）
第１２回： ARモデルの次数選択（order selection for AR model）（担当：白石）
第１３回：状態空間モデルによる時系列解析（time series analysis with state space model）（担当：白石）
第１４回：空間統計学（spatial statistics）（担当：白石）
第１５回：総括（担当：高橋・白石）
定期試験は実施しない

テキスト
特に指定しない。

参考書・参考資料等
【確率領域】『Introduction to ergodic theory』P. Walters 著 Springer 1982 ISBN-10 0387951520
【統計領域】『Time Series : Theory and Methods』Brockwell,P.J. and Davis,R.A.著 Springer 2006年 ISBN-10：1441903194

学生に対する評価
数回のレポート提出により評価する。

授業科目名：データサイエンス特別講義	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：小林　景
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

データサイエンスの様々な分野の専門家５名による５回の特別講義である．学期期間のうちの計５日間に３時限ずつの講義を行う．

講義で扱うテーマとしては，統計的推定，統計的モデリング，機械学習，時系列解析，時空間データ解析，生物統計学，心理統計学等を予定している．多様な分野の最先端の話題について，専門の研究者から直接話を聴き，質問・議論する．

授業の概要

データサイエンス分野の基礎的および先進的な内容を取り扱う．

授業計画

第１回：統計的推定　(基礎)
第２回：統計的推定　(応用)
第３回：統計的推定 (総括)
第４回：統計的モデリング　(基礎)
第５回：統計的モデリング　(応用)
第６回：統計的モデリング　(総括)
第７回：機械学習　(基礎)
第８回：機械学習　(応用)
第９回：機械学習　(総括)
第１０回：時系列解析　(基礎)
第１１回：時系列解析　(応用)
第１２回：時系列解析　(総括)
第１３回：生物統計学　(基礎)
第１４回：生物統計学　(応用)
第１５回：生物統計学　(総括)
定期試験は実施しない.

テキスト 特に指定しない.
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする.
学生に対する評価 各講師から与えられた課題に対するレポートを総合評価し成績をつける．ただし，場合によっては学生による発表をもとに成績をつけることもある.

授業科目名：数理情報科学特別講義	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：垣村　尚徳
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義では，数理情報科学分野に関連する諸分野の基礎的な内容から最新の研究までを学ぶ．具体的には，離散数学，グラフ理論，最適化理論，機械学習，メカニズムデザインなど幅広い分野の中からトピックを選び，そこで利用されている数学の基礎について学習する．さらに，最新の研究動向を概観し，当該分野における基本的な考え方を学ぶ．

授業の概要

数理情報科学に関連する諸分野の基礎的および先進的な内容を取り扱う。

授業計画

第１回：導入
第２回：数理情報学の概論
第３回：離散数学（基礎）
第４回：離散数学（応用）
第５回：離散数学（総括）
第６回：組合せ最適化（基礎）
第７回：組合せ最適化（応用）
第８回：組合せ最適化（総括）
第９回：機械学習（基礎）
第１０回：機械学習（応用）
第１１回：機械学習（総括）
第１２回：メカニズムデザイン（基礎）
第１３回：メカニズムデザイン（応用）
第１４回：メカニズムデザイン（総括）
第１５回：総括
定期試験は実施しない

テキスト

指定しない。

参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする。
学生に対する評価 レポートおよび平常点による

授業科目名：シミュレーション工学	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：渡辺　宙志、田中　宗 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

研究手段として数値シミュレーションという手段があることを学び、その理論から実装にいたるまでの知見を得ることを目的とする。

授業の概要

研究手段として数値シミュレーションという手段があることを学び、その理論から実装に至る知見を得る。古典、量子モンテカルロ法、分子動力学法、量子アニーリングについて取り扱う。

授業計画

第１回：ガイダンス、数値シミュレーションとは（担当：渡辺）
第２回：モンテカルロ法(1) マルコフ連鎖モンテカルロ法（担当：渡辺）
第３回：モンテカルロ法(2) 誤差解析と不偏推定量（担当：渡辺）
第４回：モンテカルロ法(3) 発展的なアルゴリズム（担当：渡辺）
第５回：分子動力学法(1) 理論的背景と数値積分（担当：渡辺）
第６回：分子動力学法(2) 温度制御や圧力制御（担当：渡辺）
第７回：分子動力学法(3) 実装と高速化の詳細（担当：渡辺）
第８回：量子系のシミュレーション概論・必要な最低限の知識（担当：田中）
第９回：量子モンテカルロ法(1) 量子統計力学の基礎と理論的背景（担当：田中）
第１０回：量子モンテカルロ法(2) 量子モンテカルロ法を活用した話題（担当：田中）
第１１回：量子アニーリング(1) 量子ダイナミクスの基礎と理論的背景（担当：田中）
第１２回：量子アニーリング(2) オープンソースソフトウェアを用いた量子アニーリング実践（担当：田中）
第１３回：量子アニーリング(3) 量子アニーリングマシンやその他関連するイジングマシン（担当：田中）
第１４回：量子ダイナミクス 理論的背景ならびにオープンソースソフトウェアを用いた量子ダイナミクス実践（担当：田中）
第１５回：総括（担当：渡辺、田中）
定期試験は実施しない

テキスト

特に指定しません。講義資料を配布する予定です。

参考書・参考資料等

『Computer Simulation of Liquids』 M. P. Allen, D. J. Tildesley Oxford Science Publications ISBN: 978-0198556459 『Quantum Monte Carlo Methods - Algorithms for Lattice Model』 Cambridge University Press, 2016 James Gubernatis, Naoki Kawashima, and Philipp Werner ISBN: 978-1107006423 『Quantum Computation and Quantum Information』 Cambridge University Press, 2010 Michael A. Nielsen and Issac L. Chuang ISBN: 978-1107002173 『Quantum Spin Glasses, Annealing and Computation』 Cambridge University Press, 2017 Shu Tanaka, Ryo Tamura, and Bikas K. Chakrabarti ISBN: 978-1107113190

学生に対する評価

レポートによる評価

授業科目名：量子エレクトロニクス	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：早瀬　潤子 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義では、量子エレクトロニクス、量子光学、非線形光学の基礎を学ぶとともに、共振器量子電磁力学や量子情報技術といった最新トピックを紹介する。光と物質の相互作用について理解を深めたい学生に受講を勧める。

授業の概要

本講義では，量子エレクトロニクス，量子光学，非線形光学の基礎を学ぶとともに，共振器量子電磁力学や量子情報技術といった最新トピックを紹介する．光と物質の相互作用について理解を深めたい学生に受講を勧める．

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：コヒーレンス
第３回：原子の放射遷移とレーザー
第４回：光ー物質間のコヒーレント相互作用：半古典論　(基礎)
第５回：光ー物質間のコヒーレント相互作用：半古典論　(応用)
第６回：光ー物質間のコヒーレント相互作用：半古典論　(総括)
第７回：光ー物質間のコヒーレント相互作用：半古典論　(まとめ)
第８回：光の量子力学的性質　(基礎)
第９回：光の量子力学的性質　(応用)
第１０回：光の量子力学的性質（総括)
第１１回：光ー物質間のコヒーレント相互作用：全量子論（基礎)
第１２回：光ー物質間のコヒーレント相互作用：全量子論（応用)
第１３回：期末プレゼンテーション　(基礎)
第１４回：期末プレゼンテーション　(応用)
第１５回：全体総括
定期試験は実施しない

テキスト

指定なし

参考書・参考資料等

Mark Fox, ″Quantum Optics An Introduction″, Oxford University Press, 2006. Amnon Yariv, ″Quantum Electronics″, John Wiley and Sons, 1989. C. C. Gerry and P. L. Knight, ″Introductory Quantum Optics″, Cambridge University Press, 2005. Rovert W. Boyd, ″Nonliear Optics″, Academic Press, 1992.

学生に対する評価

成績は，宿題・授業内クイズ70%及び期末レポートプレゼンテーション30%にて評価する.

授業科目名：スピン・ナノ物性物理学特論	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：海住　英生、神原　陽一 担当形態：オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

第1回から第7回においては、磁性の古典的・量子論的理解を深め、それらに基づく磁性体中の磁気秩序、並びに、磁化過程を学ぶ。さらに、磁性の根源である電子スピンの輸送現象について、最新のトピックスを交えながら、その実験的・理論的理解を深める。第8回以降は、固体の磁性に代表される量子状態の観察方法として光電子分光を紹介する。現代の光電子分光は、巨視的な量子現象である超伝導現象の機構解明に用いられており、その実験的な理解と理論的な解釈を背景とともに紹介する。

授業の概要

前半の講義では、磁性の古典的・量子論的理解を深め、それらに基づく磁性体中の磁気秩序、並びに、磁化過程を学ぶ。後半の講義では、固体の電子状態を光電子分光により観測するアプローチを紹介し、その発展である「光電子分光による超伝導ギャップの測定方法」を背景とともに紹介する。

授業計画

第１回：磁性の根源（担当：海住）

第２回：固体中の電子スピン（担当：海住）

第３回：磁気秩序I（常磁性と反磁性）（担当：海住）

第４回：磁気秩序II（強磁性と反強磁性）（担当：海住）

第５回：磁化過程（磁壁、磁区、磁気異方性、Stoner-Wohlfarth model）（担当：海住）

第６回：スピントロニクスI（巨大磁気抵抗効果、トンネル磁気抵抗効果）（担当：海住）

第７回：スピントロニクスII（分子スピンデバイス、マルチフェロイックス、磁気誘電効果)/ 固体の電気的磁気的な性質（担当：海住）

第８回：固体の電子状態(原子軌道とその位相）（担当：神原）

第９回：電子状態測定法I(光電子分光）（担当：神原）

第１０回：電子状態測定法II(光吸収分光）（担当：神原）

第１１回：超伝導体の研究（担当：神原）

第１２回：超伝導相の熱力学的解釈(Gorter、London、Ginzburg-Landau）（担当：神原）

第１３回：BCS理論(クーパ対の定義、バンド分散への影響、角度分解光電子分光) （担当：神原）
第１４回：超伝導に関するレビュー（担当：神原）
第１５回：磁性と超伝導に関する演習（担当：神原）
定期試験は実施しない

テキスト
必要に応じて、授業で用いるプリントをK-LMS、Google drive、およびBoxを併用しアップロードする。

参考書・参考資料等
1) Amikam Aharoni (2001), “Introduction to the Theory of Ferromagnetism”, Oxford University Press, ISBN: 978-0198508090 2) Soshin Chikazumi (2009), “Physics of Ferromagnetism”, Oxford University Press, ISBN:978-0199564811 3) P. A. Cox (1987), ″The Electronic Structure and Chemistry of Solids″, Oxford Science Publications, ISBN:0198552041 4) J. F. Annett (2004), ″Superconductivity, Superfluids, and Condensates (Oxford Master Series in Physics)″, Oxford University Press, ISBN: 978-0198507567

学生に対する評価
出席状況、毎回の授業内に行う小テスト、並びに、レポート課題により成績を評価する。

授業科目名：離散数学特論	教員の免許状取得のための選択科目(先端数物科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：小田　芳彰 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

この講義では，組合せ論とアルゴリズムに焦点をあて，グラフアルゴリズム，離散幾何学，計算幾何学，グラフの対称性について講義する。

授業の概要

離散数学（組合せ論、グラフ理論 等）の基礎的および先進的な内容を取り扱う。

授業計画

第１回：準備（アルゴリズム，P，NP，グラフ）
第２回：グラフアルゴリズム１（グラフのデータ構造とアルゴリズムの比較）
第３回：グラフアルゴリズム２（閉路，道に関する定理）
第４回：グラフアルゴリズム３（閉路，道に関するアルゴリズム）
第５回：グラフアルゴリズム４（経路問題に関する定理とアルゴリズム）
第６回：離散幾何学１（Erdos-Szekeresの定理１）
第７回：離散幾何学２（Erdos-Szekeresの定理２）
第８回：離散幾何学３（その他）
第９回：計算幾何学１（ボロノイ図の性質と応用）
第１０回：計算幾何学２（デローネ三角形分割とアルゴリズム）
第１１回：計算幾何学３（その他）
第１２回：グラフと対称性１（フレンドシップ定理）
第１３回：グラフと対称性２（強正則グラフ）
第１４回：グラフと対称性３（その他）
第１５回：離散数学最新動向
定期試験は実施しない

テキスト

特に指定なし

参考書・参考資料等

授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする

学生に対する評価

レポート，平常点により評価する。詳細は初回の講義時に説明する。

授業科目名：表面化学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：近藤　寛 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

ものの表面は、固体・液体・気体とは異なる物質相と言える。 今日では、ものの表面を原子あるいは分子レベルで観測することが可能である。このような技術的進歩は、表面反応の制御はもちろん、ナノサイズの物質合成やナノスケールの表面加工を可能にしている。本授業では、特に表面特有の構造や電子状態に注目しつつ、金属や半導体の表面における原子、分子の解析法や、その配列制御、表面物性の応用について解説する。

授業の概要

今日では、表面を原子あるいは分子レベルで観測することが可能である。このような技術的進歩は、表面反応の制御はもちろん、ナノサイズの物質合成や表面加工を可能にしている。本授業では、特に表面特有の構造や電子状態に注目しつつ、金属や半導体の表面における原子、分子の解析法や、その配列制御、表面物性の応用について解説する。

授業計画

第１回：序／固体表面とは
第２回：表面での動的振る舞い：吸着
第３回：表面での動的振る舞い：脱離
第４回：表面での動的振る舞い：拡散
第５回：表面での動的振る舞い：反応
第６回：表面の分光解析その１：電子分光
第７回：表面の分光解析その２：振動解析
第８回：吸着種の顕微鏡解析：走査型トンネル顕微鏡
第９回：吸着種の顕微鏡解析：走査型トンネル分光
第１０回：表面反応と触媒作用
第１１回：表面ナノ構造制御：分子電子デバイス
第１２回：表面ナノ構造制御：表面磁性
第１３回：表面化学の最近の進展
第１４回：まとめと振り返り
第１５回：演習と解説
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定しません。授業プリントを配布します。
参考書・参考資料等 特に指定しませんが、下記の参考書をもっていると便利です。 「表面科学・触媒科学への展開」 川合真紀、堂免一成著　岩波書店 現代表面科学シリーズ2巻 「表面科学の基礎」 日本表面科学会編　共立出版
学生に対する評価 平常点およびレポート

授業科目名：表面界面科学	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：近藤　寛、清水（加藤）　智子 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

酸化する10円玉、排気ガス処理中の触媒など、物質が反応する時そこには必ず表面や界面が存在する。結晶や薄膜成長、微細化が進む電子デバイスの性能を制御するにも表面や界面の効果は無視できない。本授業の前半では、表面に特有な構造や熱力学、力学特性、電子状態などを学習する。物性や物理化学で学んだ3次元バルクについての知識を、どう2次元系に応用するのか、その関連性を重視する。後半では、表面と物質の相互作用によって生じる現象に視点を移し、吸着や脱離のような素過程から始まり表面における物質形成、物質変換を理解した後、実在表面や機能をもつシステムにおける表面界面の特徴や役割について学ぶ。表面研究に欠かせないプローブ顕微鏡技術および分光法についても紹介する。

授業の概要

本授業では、前半で表面に特有な構造や熱力学、力学特性、電子状態などを学習する。後半では、吸着や脱離、物質形成、物質変換など表面と物質の相互作用によって生じる現象を扱う。表面研究に欠かせないプローブ顕微鏡や分光法などの実験技術についても紹介する。

授業計画

第１回：表面・界面とは (1) 表面・界面の様々な例と定義 (2) 表面・界面研究の歴史 (3) 表面の研究手法（担当：清水）

第２回：表面構造 (1) 3次元結晶格子を元にした面の表し方 (2) 理想表面と表面緩和と再構成 (3) 2次元ブラベ格子 (4) 表面超構造と表記法 (5) 逆格子と電子線回折（担当：清水）

第３回：表面の熱力学 (1) 表面張力と表面エネルギー (2) 濡れと薄膜成長モード (3) ファセットとラフニング転移（担当：清水）

第４回：表面の力学的性質 (1) ナノスケール摩擦 (2) 潤滑 (3) 原子レベルでの相互作用と力（担当：清水）

第５回：表面近傍での電子状態 (1) 表面特有の電子状態 (2) 仕事関数 (3) バンド湾曲と空間電荷層（担当：清水）

第６回：局所表面電子状態の観測 (1) 走査型トンネル顕微鏡の原理 (2) 表面状態の観測 (3) 表面超伝導の観測（担当：清水）

第７回：表面局所分光 (1) 振動分光 (2) スピン計測 (3) 光学分光（担当：清水）
第８回：表面の化学的性質 (1) 吸着・脱離 (2) 表面化合物の生成 (3) 表面修飾による化学的性質の制御（担当：近藤）
第９回：表面上の物質形成 (1) 原子操作によるナノ構造の形成 (2) 自己組織化による薄膜の形成 (3) 低次元炭素物質の形成（担当：近藤）
第１０回：表面における化学反応 (1) 表面化学反応 (2) 固体触媒 (3) 固体表面における触媒反応機構（担当：近藤）
第１１回：実在表面 (1) 大気圧下の固体表面 (2) 液中の固体表面 (3) 液体の表面（担当：近藤）
第１２回：複雑系の表面界面 (1) 生体系の表面界面 (2) 地球・宇宙の表面界面 (3) 機能材料の表面界面（担当：近藤）
第１３回：先端表面分光で見る表面界面（担当：近藤）
第１４回：後半のまとめと振り返り（担当：近藤）
第１５回：表面界面科学最新動向（担当：清水、近藤）
定期試験は実施しない

テキスト
授業資料をK-LMSにアップロードします

参考書・参考資料等
日本表面科学会（編）『現代表面科学シリーズ』　全6巻　共立出版 小間篤，八木克道，塚田捷，青野正和 編著，『表面科学シリーズ』，丸善株式会社 塚田捷，“表面物理入門”，東京大学出版（1989）ISBN: 4-13-062120-3 A. Zangwill, “Physics at Surfaces”, Cambridge (1988); ISBN: 978-0-521-34752-1 J. A. Venables, “Introduction to Surface and Thin Film Processes”, Cambridge University Press, (2000); ISBN: 0-521-78500-6 G. Somorjai, Y. Li, “Introduction to Surface Chemistry and Catalysis Second Edition”, Wiley (2010); ISBN: 978-0-470-50823-7

学生に対する評価
毎回の小クイズと前半・後半それぞれのレポート課題により成績を決定します。

授業科目名：有機金属化学特論第１	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：垣内　史敏 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

遷移金属錯体の構造、結合性、反応性について基本的な内容を解説する。 酸化的付加、還元的脱離、挿入反応など、金属中心が反応に関与した素過程と、金属錯体に配位している配位子上への求核攻撃や求電子攻撃を含む反応について解説をする。

授業の概要

遷移金属錯体の構造、結合性、反応性について基本的な内容を解説する。酸化的付加、還元的脱離、挿入反応など、金属中心が反応に関与した素過程と、金属錯体に配位している配位子上への求核攻撃や求電子攻撃を含む反応について解説をする。

授業計画

第１回：有機金属化学の歴史 遷移金属錯体の構造と結合性１：金属と配位子の軌道相互作用

第２回：遷移金属錯体の構造と結合性２：配位子の結合の多様性

第３回：配位子の分類と配位様式１：単座配位子

第４回：配位子の分類と配位様式２：多座配位子

第５回：金属中心が関与した素反応１：金属上での置換反応

第６回：金属中心が関与した素反応２：酸化的付加

第７回：金属中心が関与した素反応３：還元的脱離

第８回：金属中心が関与した素反応４：1,2-挿入反応

第９回：金属中心が関与した素反応５：1,1-挿入反応

第１０回：金属中心が関与した素反応６：脱離反応

第１１回：金属中心が関与した素反応７：トランスメタル化反応 金属－炭素二重結合の反応性１：種々のカルベン錯体の構造的特徴

第１２回：金属－炭素二重結合の反応性２：求電子的カルベン錯体と求核的カルベン錯体 配位子による触媒反応の選択性の制御

第１３回：関連する触媒反応の反応機構（基礎）

第１４回：関連する触媒反応の反応機構（応用）

第１５回：有機金属化学最新動向

定期試験

テキスト プリントのPDFを配布します
参考書・参考資料等 遷移金属による有機合成、L. S. Hegedus 著、村井真二 訳 有機金属化学、垣内史敏 著
学生に対する評価 試験と平常点により成績評価を行います。

授業科目名：有機金属化学特論第２	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：河内　卓彌 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

遷移金属錯体上での有機分子の特異な反応性を活かした有機金属触媒反応は、現代有機合成において重要な役割を果たしている。本講義では、主に有機合成上、または工業的に重要な触媒反応に焦点を当て、各反応に関する基礎的な知見からそれらの応用例までを解説する。

授業の概要

遷移金属錯体上での有機分子の特異な反応性を活かした有機金属触媒反応は、現代有機合成において重要な役割を果たしている。本講義では、主に有機合成上、または工業的に重要な触媒反応に焦点を当て、各反応に関する基礎的な知見からそれらの応用例までを解説する。

授業計画

第１回：有機金属触媒反応における一般的な素過程
第２回：オレフィンの異性化反応、水素化反応
第３回：炭素－炭素多重結合への付加反応
第４回：ヒドロホルミル化反応、カルボニル化反応
第５回：Mizoroki-Heck反応
第６回：トランスメタル化を経るクロスカップリング反応（基礎）
第７回：トランスメタル化を経るクロスカップリング反応（応用）
第８回：芳香族C-X結合のC-NまたはC-O結合への変換反応
第９回：Pd触媒によるオレフィンの酸化的な官能基化反応
第１０回：遷移金属触媒を用いたアリル位置換反応
第１１回：炭素－炭素多重結合のメタセシス反応（基礎）
第１２回：炭素－炭素多重結合のメタセシス反応（応用）
第１３回：不飽和化合物の多量化反応
第１４回：オレフィン重合反応
第１５回：炭素－水素結合切断を経る官能基化反応
定期試験

テキスト

プリントを配ります

参考書・参考資料等 遷移金属による有機合成、L. S. Hegedus 著、村井真二 訳
学生に対する評価 小テスト・課題・期末試験など

授業科目名：細胞生物学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：清水　史郎
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

細胞の恒常性維持や増殖していく仕組みについて解説します。 最新のトピックスも講義に含め、実際にどのようにして細胞生物学を解析していくのかを理解できるようにします。 また、並行して応用面を意識し、幅広い細胞生物学について基本的な力をつけることが本講義の目標です。

授業の概要

本講では、細胞内の様々な現象（例えばアポトーシスや細胞周期など）を分子レベルやタンパク質レベルで理解するために、基本的な知識を習得するのと同時に、与えられた課題に対してディスカッションを通して多面的な考え方を学ぶ。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：真核細胞概要
第３回：転写と翻訳
第４回：PCR法　概念と応用
第５回：トピックス・ケミカルバイオロジー（基礎）
第６回：トピックス・ケミカルバイオロジー（応用）
第７回：タンパク質分解
第８回：タンパク質の翻訳後修飾の役割（基礎）
第９回：タンパク質の翻訳後修飾の役割（応用）
第１０回：タンパク質の翻訳後修飾の役割（総括）
第１１回：RNAの異常と疾病
第１２回：がん（基礎）
第１３回：がん（応用）
第１４回：まとめ
第１５回：質問・総括
定期試験

テキスト なし
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 試験またはレポート

授業科目名：生体分子有機化学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：藤本　ゆかり 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

生体を構成する物質あるいは生体機能・生命活動を担う有機化合物について、化学合成法と機能解析のための手法を概観する。有機合成化学については、特に、生命機能の基幹となる一次代謝物（ペプチド、糖、脂質等）の化学合成法について最新手法を含めた手法を解説し、最先端の研究を展開するための基盤を形成する。(学部専門レベルの有機化学科目について学習済であることを履修の前提とする。)

授業の概要

生体を構成する物質あるいは生体機能・生命活動を担う有機化合物について、有機化学合成法と生体内・細胞内の機能解析のための解析手法を解説する。基礎から最近の発見･報告を含む手法を紹介し、先進的な研究を展開するための基盤を形成する。

授業計画

第１回：序論　生体分子の有機化学
第２回：生体分子の合成　ペプチド～タンパク質合成（基礎）
第３回：生体分子の合成　ペプチド～タンパク質合成（応用）
第４回：生体分子の合成　糖質と複合糖質（基礎）
第５回：生体分子の合成　糖質と複合糖質（応用）
第６回：生体分子の機能　糖鎖と複合糖質の機能
第７回：生体分子の機能　種々の脂質と複合脂質の機能
第８回：生体分子の機能　分子認識と機能発現
第９回：生体分子の機能解析の手法　概論
第１０回：生体分子の機能解析の手法　分子プローブと反応開発
第１１回：生体分子の機能解析の手法　バイオイメージング
第１２回：生体分子の機能解析の手法　生理活性分子の認識（基礎）
第１３回：生体分子の機能解析の手法　生理活性分子の認識（応用）
第１４回：生体分子の機能解析の手法　化合物ライブラリとコンビナトリアル・ケミストリー
第１５回：生体分子の有機化学　まとめ
定期試験は実施しない

テキスト 講義の際に配付するプリント等を用いる。
参考書・参考資料等 各授業内容に関連した参考図書について授業中に紹介する。
学生に対する評価 レポートおよび授業への参加・出席状況等の結果を加味して評価する。

授業科目名：ポストゲノム生命科学方法論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：土居　信英、舟橋　啓、藤原　慶 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

ポストゲノム研究の方向性を示す領域として、生命分子の大規模解析法、バイオインフォマティクス技術、画像解析とイメージング技術、合成生物学の技術に話題を絞り、その分野を専門とする教員により、基礎から実践までを俯瞰した講義を行う。　（１）OMICSテクノロジー　OMICSは、生命を構成する分子の網羅的(または大規模な)解析を基軸として生命を理解しようとする学問分野である。本講義では、代表的なOMICSであるゲノミクス、トランスクリプトミクス、および、プロテオミクスのウェットな実験方法について概説する。　（２）バイオインフォマティクス技術 現代の分子生物学の研究分野において欠くことのできない研究技術となったバイオインフォマティクスの基礎について説明する。　（３）画像解析とイメージング技術　生命現象を理解するために、細胞内で起きているシグナル伝達から脳機能のイメージングまで広範な可視化技術が用いられてきている。本講義では特にイメージング技術の光学的な基礎から、画像解析手法、定量生物学への適用等について、基礎から掘り起こした議論を行う。（４）合成生物学の技術　ポストゲノム時代においては、生命の理解が進展するだけでなく、ゲノム情報で得られた情報から生命機能を設計し創ることが可能となってきている。このような、創る技術に基づく生命現象の理解や応用に迫る合成生物学の手法について概説する。

授業の概要

ポストゲノム研究の方向性を示す領域として、OMICSテクノロジー、画像解析とイメージング技術、バイオインフォマティクス技術に話題を絞り、その分野を専門とする教員により、基礎から実践までを俯瞰した講義を行う。

授業計画

第１回：(1) 生命分子の大規模解析法　OMICSとは（担当：土居）
第２回：ゲノム・トランスクリプトーム解析技術（担当：土居）
第３回：プロテオーム解析技術（担当：土居）
第４回：(2) バイオインフォマティクス技術　遺伝子発現プロファイルの統計的解析（担当：舟橋）
第５回：統計的学習モデルを用いた発現データの識別（担当：舟橋）
第６回：ゲノム配列データからの遺伝子領域予測／Gene Ontologyを用いた情報解析（担当：舟橋）

第７回：前半の総括・試験（担当：土居・舟橋）
第８回：(3) イメージング技術と画像解析　画像処理アルゴリズム1 量子化と標本化・ノイズフィルタ（担当：舟橋）
第９回：画像処理アルゴリズム2 セグメンテーション・エッジ抽出（担当：舟橋）
第１０回：マルチカラーイメージング技術の最前線とシステム生物学（担当：舟橋）
第１１回：(4) 合成生物学の技術　ゲノム情報を利用した代謝経路構築法（担当：藤原）
第１２回：Genome Writing：ゲノム合成技術（担当：藤原）
第１３回：無細胞系による生命解析と代謝経路デザイン（担当：藤原）
第１４回：総合討論（担当：土居・舟橋・藤原）
第１５回：ポストゲノム生命科学方法最新動向（担当：土居・舟橋・藤原）
定期試験は実施しない

テキスト
講義中に資料を配布する。また資料等は随時ウェブ等に公開する。

参考書・参考資料等
T.A. Brown（著）村松正実，木南凌（監訳）ゲノム 第３版　新しい生命情報システムへのアプローチ，（株）メディカル・サイエンス・インターナショナル（2007）　日本バイオインフォマティクス学会（編集）バイオインフォマティクス入門 慶應義塾大学出版会（2015）鶴田匡夫、応用工学I、II、培風館(1990）ヘクト光学、Eugene Hecht、丸善(2002）生命現象の動的理解を目指すライブイメージング、実験医学増刊、宮脇敦史編、羊土社(2008）コンピュータ画像処理（田村秀行 編著・オーム社）Digital Image Processing Third Edition（Rafael C. Gonzalez，Richard E.　Woods Pearson Education）合成生物学　人が多様な生物を生み出す未来、ジェイミー・A・デイヴィス（著)、藤原 慶(監修)，徳永美恵(訳）Cell-Free Synthetic Biology、Edited by Seok Hoon Hong　これら以外にも適宜講義中に紹介する。

学生に対する評価
講義中に出される課題に対するレポートおよび講義中の小試験で評価する。

授業科目名：先端創薬科学	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：宮本　憲二、荒井　緑、舟橋　啓、松原　輝彦 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

ポストゲノム生命科学に基づいた創薬研究について概説する。

授業の概要

本講義では、先端創薬のためのグライコミクスや糖鎖工学、遺伝子制御ネットワーク、合成生物学、医薬品開発におけるリード化合物の探索戦略、ケミカルバイオロジーとケミカルゲノミクス、再生医療やがん治療での創薬などについて講義する。

授業計画

第１回：イントロダクション（担当：宮本）
第２回：先端創薬基盤としてのグライコミクス（生体内での糖鎖）（担当：松原）
第３回：先端創薬基盤としてのグライコミクス（疾病と糖鎖）（担当：松原）
第４回：糖鎖機能の活用技術（担当：松原）
第５回：システム生物学導入（担当：舟橋）
第６回：遺伝子制御ネットワーク（担当：舟橋）
第７回：合成生物学（担当：舟橋）
第８回：天然物と創薬の歴史，天然物基盤抗がん薬（担当：荒井）
第９回：ケミカルバイオロジーとケミカルゲノミクス（担当：荒井）
第１０回：化合物の標的同定法と作用機序解析（担当：荒井）
第１１回：医薬品開発と特許戦略（担当：宮本）
第１２回：製品のコストと財務諸表（担当：宮本）
第１３回：リード化合物の探索戦略（担当：宮本）
第１４回：総括（担当：宮本、荒井、舟橋、松原）
第１５回：先端創薬科学最新動向（担当：宮本、荒井、舟橋、松原）
定期試験

テキスト 授業中に適宜資料を公開・配付する
参考書・参考資料等 特に指定しない
学生に対する評価 出席（課題）、レポートまたは試験

授業科目名：マテリアル合成の化学	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：緒明　佑哉、伴野　太祐 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

有機・無機、結晶・非晶質、高分子・低分子問わず、材料合成を化学的に制御するために必要となる知識を身に着けます。大学院設置科目ですが、化学系以外の学科から進学し、現在材料を合成している履修者にも対応できるようにするため、学部内容の復習もおりまぜながら進めます。本講義では、身近に存在する典型的な材料、すなわちセラミックス、金属、高分子などの合成プロセスやそれらが関わる現象を化学的に制御するための知識において、大学院修了までに知っておいてほしい基礎的な知識を身に着けることを目指します。第１～４回では、結晶成長により原子分子レベルからどのように材料を合成・制御しうるのかについて説明します。第５～７回は、物理化学の基礎を復習した後に、相図とそれを利用した材料合成の制御について典型的な実例を交えて説明します。第８回は、相転移・相分離に着目した材料合成について説明します。第９回以降は、日常的に使用されている界面活性剤の性質を概観し、その機能がどのように発現するかを解説します。具体的には、様々な物質の表面のぬれ現象やコロイド粒子の凝集および分散が分子間力の観点からどのように理解できるのかを数式を用いて説明します。

授業の概要

有機・無機、結晶・非晶質、高分子・低分子問わず、典型的な材料の構造や物性を制御するための合成プロセスや表面・界面の科学について学びます。大学院修士課程修了までに知っておいてほしい物理化学的な知識とともに、基礎から実践的なマテリアル合成の考え方や設計の方法を身に付けます。

授業計画

第1回：結晶成長１：駆動力（担当：緒明）
第2回：結晶成長２：結晶核の生成（担当：緒明）
第3回：結晶成長３：結晶の成長（担当：緒明）
第4回：結晶成長４：結晶の形態形成と制御（担当：緒明）
第5回：相図と材料合成１：相律と相図の読み方（担当：緒明）
第6回：相図と材料合成２：金属・セラミックス編（担当：緒明）

第7回：相図と材料合成３：高分子・有機結晶編（担当：緒明） 第８回：相転移とそれを活用した材料合成（担当：緒明） 第９回：界面活性剤の概要（担当：伴野） 第１０回：ファンデルワールス力の記述（担当：伴野） 第１１回：電気二重層力（担当：伴野） 第１２回：DLVO理論と溶媒和力（担当：伴野） 第１３回：界面活性剤が形成する分子集合体（担当：伴野） 第１４回：全体のまとめ（担当：緒明、伴野） 第１５回：マテリアル合成先端技術（担当：緒明、伴野） 定期試験は実施しない
テキスト プリント（電子版）を配布します。必要な方は、各自印刷して準備して下さい。
参考書・参考資料等 第１回～第４回　結晶成長に関連した参考書全般 第５回～第８回　物理化学・固体化学に関連した参考書全般 第９回～第１３回　コロイド・界面科学の参考書全般
学生に対する評価 授業内・期末レポート（計２回）による総合評価

授業科目名：非線形化学動力学	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：朝倉　浩一
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

化学振動、空間パターン形成、およびキラル対称性の破れといった平衡から遠く離れた自己組織化された状態は、ゆらぎを通した秩序である。本科目では、自己組織化された状態が創発される化学系の動力学解析を説明する。

授業の概要

化学系が平衡から遠く離れた条件下では、ゆらぎの成長は、化学振動、化学波、空間パターン形成、キラル対称性の破れといった自己組織化された状態をもたらす。本科目では、多種の化学系が平衡から遠く離れた自己組織化された状態を紹介し、これらが自己組織化するメカニズムについて、非線形化学動力学の観点から説明する。

授業計画

第１回：科目の概要説明
第２回：非線形化学動力学の歴史
第３回：化学動力学、定常状態とその安定性
第４回：多重安定性の系と履歴現象
第５回：多変数系の安定性
第６回：Brusselatorと化学振動
第７回：ベローゾフ-ザボチンスキー反応による化学振動とFKNモデル
第８回：分岐理論とデータの表現方法
第９回：　Turingパターン形成の理論
第１０回：Turingパターン形成のモデリング
第１１回：Turingパターン形成の実験による実現
第１２回：相平面分析と化学波
第１３回：化学波とパターン
第１４回：復習と総括
第１５回：非線形化学動力学演習
定期試験

テキスト I. R. Epstein, J. A. Pojman, ″An Introduction to Nonlinear Chemical Dynamics -Oscillations, Waves, Patterns, and Chaos″, Oxford University Press, New York, 1998.
参考書・参考資料等 D. K. Kondepudi, I. Prigogine, ″Modern Thermodynamics -From heat Engines to Dissipative Structure″, John Wiley & Sons, 1998.
学生に対する評価 期末試験

授業科目名：環境科学ディスカッション	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：奥田　知明
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

環境問題は答のない学問とも言えます。そこで個人個人が自分なりの考えを持つことが大切ですが、その考えはサイエンスに立脚したものである必要があります。この授業では、様々な環境問題をテーマにしたグループディスカッションと個人スピーチを通じて、科学的知見に基づいた自分の意見を持つことを目標とします。 受講者の多様性がディスカッションの幅を広げるため、他研究科や他学部からの受講を歓迎します。これまで理工学部の全ての学科と理工学研究科の全ての専攻、および経済学研究科やSDM研究科等からの受講生が履修し単位を取得しています。

授業の概要

様々な環境問題をテーマにしたグループディスカッションと個人スピーチを通じて、科学的知見に基づいた自分の意見をまとめる能力や、主体的に問題を見出し課題を要素化する能力を身につけ、社会において指導的な立場になった時に必要となる能力を養成する。

授業計画

第１回：授業概要－環境科学ディスカッションの進め方－
第２回：地球温暖化問題（基礎）
第３回：地球温暖化問題（応用）
第４回：エネルギー問題（基礎）
第５回：エネルギー問題（応用）
第６回：中間レポート発表会
第７回：我が国における大気環境問題（基礎）
第８回：我が国における大気環境問題（応用）
第９回：企業と環境（基礎）
第１０回：企業と環境（応用）
第１１回：世界における環境問題
第１２回：環境問題に関する話題、新聞記事、書籍など（基礎）
第１３回：環境問題に関する話題、新聞記事、書籍など（応用）
第１４回：最終レポート発表会

第１５回：環境科学最新技術 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない。
参考書・参考資料等 特に指定しない。環境問題に関する日々のニュースや書籍等に関心を持つことが望ましい。 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする。
学生に対する評価 平常点。授業へ出席した上でのディスカッションへの参加態度を重要視し評価を行う。履修者人数により、必要に応じてプレゼンテーションやレポートを課す場合がある。単に知識や記憶力を問う筆記試験は行わない。出席してもディスカッションに参加しない場合は単位を認めない。

授業科目名：化学工学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：藤岡（佐野）沙都子 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

運動量、熱、および物質移動は移動現象と総称され、化学工学における重要な分野である。本講義では、移動現象の基礎的な数値解析やモデル化について学ぶ。複数の例題に取り組み、数値計算を利用した移動現象のモデル化と解析の力を身につけることを目標とする。また、化学反応器に関する最新のトピックスについても学び、反応装置やプロセス設計の基礎となる力を身につける。

授業の概要

化学工学の基礎となる運動量、熱、および物質の移動について数値解析の手法を取り扱い、応用例として混相流の数値解析法にも触れる。

授業計画

第１回：イントロダクション：化学工学における流体シミュレーション

第２回：CFDソフトウェアを利用した流れの解析: 円管内流れの圧力損失（基礎）

第３回：CFDソフトウェアを利用した流れの解析: 円管内流れの圧力損失（応用）

第４回：Reactors for Future Process Engineering #first half (英語によるリアルタイムオンライン講義)

第５回：Reactors for Future Process Engineering #second half (英語によるリアルタイムオンライン講義)

第６回：CFDソフトウェアを利用した流れの解析: Bostwick粘度計

第７回：pythonによる流体の数値計算：（準備編）微分方程式を数値的に解く

第８回：pythonによる流体の数値計算：単一球の沈降

第９回：pythonによる流体の数値計算：熱伝導方程式

第１０回：pythonによる流体の数値計算：移流方程式

第１１回：pythonによる流体の数値計算：Cavity流れ

第１２回：CFDソフトウェアを利用した流れの解析：応用編（混相流、反応流など）（基礎）

第１３回：CFDソフトウェアを利用した流れの解析：応用編（混相流、反応流など）（応用）

第１４回：総括

第１５回：化学工学最新技術 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない。必要に応じてK-LMS上で資料を配布する予定。
参考書・参考資料等 特に指定しない。
学生に対する評価 平常点(講義内のクイズなど) およびレポートによる評価

授業科目名：移動現象操作	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：藤岡（佐野）沙都子 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

流体工学初学者向けに移動現象の授業を進める。化学装置による混合, 反応, 分離の制御及び装置設計のために装置内の流動場を解析し, 流動と移動現象との関連を明確化する。具体的には移動現象の基礎方程式を理解する。管内流れの速度分布，機械的エネルギー収支，境界層理論，粒子周りの流れ，円管内乱流や非ニュートン流体の流動などについて学ぶ。また, 撹拌槽における混合についてフローパターンの解析や撹拌所要動力の計算, スケールアップ等を理解し, 装置設計の基礎を習得することを目指す。

授業の概要

化学装置内の混合、反応、分離の制御ならびに装置設計のために装置内の流動解析の方法について学び、スケールアップの基礎を身につける。

授業計画

第１回：移動現象とは
第２回：流体の粘性
第３回：流れの状態の表現・分類
第４回：運動量の収支-シェルモーメンタムバランス-
第５回：一般的な物理量収支式
第６回：三次元流れ場における運動量収支式
第７回：乱流
第８回：流体の機械的エネルギー収支と摩擦損失
第９回：物体の周りの流れ
第１０回：流れ関数と速度ポテンシャル
第１１回：境界層理論
第１２回：撹拌槽におけるフローパターン
第１３回：装置のスケールアップ
第１４回：総括（基礎）
第１５回：総括（応用）
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 『ベーシック移動現象論』吉川史郎 著　化学同人　2015年　ISBN-13: 978-4759815917
学生に対する評価 演習ならびに期末レポートで評価する。

授業科目名：ナノマテリアル特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：鈴木　哲也
			担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

物質の本質をナノレベルで理解し，それに基づき新物質・新素材を創製する．また新物質を活用する道を探求し，さらに合成技術や解析技術を開発している．具体的にはセラミックス，金属および高分子等材料の微構造を高分解能透過型電子顕微鏡により，原子レベルで解析する．石油掘削用ダイヤモンド薄膜，原子炉材料の照射損傷，プラスチックのリサイクルおよび医療機器の研究を実施し，製品化も手がけている．成績はテーマを決め，順番に発表することにより決める．　　具体的には、授業ではエネルギー材料関係の講義を実施し，学生がテーマを選び，期末試験で発表して評価するシステムである．

授業の概要

エネルギー材料に関し、材料の観点から、ナノレベルで理解する。実際に石炭火力、原子力や太陽光を代表とする発電方式に関し、問題点や将来性を探求する。

授業計画

第１回：エネルギー材料基礎　（統計から見るエネルギー事情）
第２回：日本の資源（石油、鉱物そのほか）
第３回：原子力エネルギー基礎（材料微細構造から見た安全性）
第４回：原子を見る（ナノマテリアルの解析方法）
第５回：中間発表会
第６回：再生可能エネルギー
第７回：太陽電池
第８回：石油・石炭エネルギー
第９回：前年度の期末発表会概要まとめ
第１０回：化石燃料に関する期末発表会
第１１回：原子力エネルギーに関する期末発表会
第１２回：地熱発電に関する期末発表会
第１３回：風力発電に関する期末発表会
第１４回：レアメタルに関する期末発表会
第１５回：総括
定期試験は実施しない

テキスト 使用しない
参考書・参考資料等 ・材料科学入門（ジョンウルフ編、永宮健夫監訳、岩波書店）　・格子欠陥（藤田英一、朝倉書店）　・金属物理（藤田英一、アグネ技術センター）　・転位論入門（鈴木秀次、アグネ技術センター）　・回折結晶学（金属学会編）　・材料科学１～３（バレット、培風館）
学生に対する評価 発表

授業科目名：分子シミュレーション特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：泰岡　顕治、荒井　規允 担当形態：オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

分子シミュレーションの方法とその応用を学びます．実際に行われている例を参考にして，具体的な方法について講義します．また受講者も最新の分子シミュレーションを用いた研究について，調査してそれについて発表を行います．

授業の概要

分子シミュレーションの方法とその応用を学習する．実際に行われている例を参考にして，具体的な方法について講義する．また受講者も最新の分子シミュレーションを用いた研究について，調査してそれについて発表を行う．

授業計画

第１回：イントロダクション（担当：荒井）
第２回：分子シミュレーションの方法：分子動力学の基礎（担当：泰岡）
第３回：分子シミュレーションの方法：温度・圧力の制御（担当：泰岡）
第４回：分子シミュレーションの方法：粗視化手法（担当：荒井）
第５回：材料系の分子シミュレーション：ソフトマター　（担当：荒井）
第６回：材料系の分子シミュレーション：分子性材料　（担当：泰岡）
第７回：生体系の分子シミュレーション（担当：泰岡）
第８回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：拡張アンサンブル（担当：泰岡、荒井）
第９回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：自由エネルギー計算（担当：泰岡、荒井）
第１０回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：タンパク質・生体膜（担当：泰岡、荒井）
第１１回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：気液・固液・固気界面（担当：泰岡、荒井）
第１２回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：相変化現象（担当：泰岡、荒井）
第１３回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：閉じ込め系（担当：泰岡、荒井）
第１４回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：自己組織化（担当：泰岡、荒井）

第１５回：まとめ（担当：荒井） 定期試験は実施しない
テキスト 特になし
参考書・参考資料等 D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulation From Algorithms to Applications, 2nd ed., Academic Press (2002). M. P. Allen and D. J. Tildesley, Computer Simulation of Liquids, Oxford University Press, Oxford (1987).
学生に対する評価 レポートと発表

授業科目名：計測物理特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：小川　邦康
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

計測技術の進展は計測器をブラックボックス化した。誤った計測器の使用は無意味な測定結果をもたらす。計測原理を始めとして装置構成・使用法までを十分に理解した上で、測定器が使用されなければ高い信頼性を持つ高精度な測定結果とはならない。熱流体計測において重要となる温度、流速、濃度・圧力などの物理量計測を中心に測定原理から装置構成までを概説する。この講義により、計測原理に立ち返って考える能力と装置構成の基礎知識を身につけることができる。

授業の概要

この科目では温度、流速、濃度・圧力の代表的な計測法とその原理を説明する。また、計測事例と計測に際して注意すべき事項を説明する。加えて、X線CTやMRIも説明する。講義で取り上げる計測手法を以下に示す。温度計測：抵抗温度計、熱電対、放射温度計、LIF、流速計測：熱線流速計、LDV、PTV、PIV、濃度計測：ガスクロマトグラフィー、液体クロマトグラフィー、吸光・蛍光計測、化学センサー

授業計画

第１回：イントロダクション、計測の総論
第２回：温度計測（その１）　・総論、抵抗温度計、熱電対
第３回：温度計測（その２）　・放射温度計
第４回：温度計測（その３）　・自然発光、ＬＩＦ
第５回：流速計測（その１）　・総論、熱線流速計
第６回：流速計測（その２）　・LDV　・面積式流量計、マスフローメータなど
第７回：流速計測（その３）　・PIV、PTV
第８回：圧力測定法
第９回：濃度計測（その１）　・総論、ガスクロ、液クロ
第１０回：濃度計測（その２）　・吸光、蛍光、化学センサー　・シュリーレン法、マッハツェンダー干渉計など
第１１回：新しい計測法（その１）　・MRIの原理（基礎）
第１２回：新しい計測法（その２）　・MRIの原理（応用）

第１３回 : 新しい計測法（その３） ・MRIの原理（総括） 第１４回 : 新しい計測法（その４） ・MRIでの計測事例 第１５回 : 新しい計測法（その５） ・X線CT 定期試験
テキスト 指定しない。随時、資料を配布する。
参考書・参考資料等 ・社団法人日本機械学会編、熱流体の新しい計測法、養賢堂 ・熱流体計測における先端技術，熱流体フォーラムシリーズ③，平田・岡本編著，日本工業新聞社 ・温度の計測（計測技術シリーズ５）、計量管理協会編、コロナ社 ・原子スペクトル –測定とその応用–、日本分光学会測定法シリーズ19、大道寺英弘編、学会出版センター ・火炎の分光学的計測とその応用 –フレームスペクトロスコピー–、日本分光学会測定法シリーズ20、幸田清一郎編、学会出版センター ・入門機器分析化学、庄野利之、脇田久伸編著、三共出版 ・工学のための分析化学、長島珍男著、サイエンス社 ・最新ガスクロマトグラフィー（基礎と応用）、舟阪渡、池川信夫編著、廣川書店 ガスセンサーとその応用、新田正義他編、パワー社 化学センサー（その基礎と応用）、清山哲郎他編、講談社サイエンティフィク
学生に対する評価 授業レポートと学期末試験の結果によって総合的に評価する。授業レポートを約40%、学期末試験を約60%の重みで評価する。

授業科目名：混相流体力学	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：安藤　景太
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

気相・液相・固相が混在する複雑な流れを解析するための物理・数理モデリングについて論じる。表面重力波、粒子追跡、キャビテーションなどを例題として取り上げる。シミュレーション課題を通して、混相流れに関わる物理現象の理解を深める。Fortran、C、あるいはMATLABなどのプログラミング言語を用いたシミュレーションの予備知識（常微分方程式の初期値問題の数値解法など）があることが望ましい。

授業の概要

気相・液相・固相が混在する複雑な流れを解析するための物理・数理モデリングについて論じる。表面重力波、粒子追跡、キャビテーションなどを例題として取り上げる。シミュレーション課題を通し、混相流れに関わる物理現象の理解を深める。

授業計画

第１回：テンソル解析、流れ学
第２回：レイノルズ輸送定理、保存則の導出
第３回：圧縮流れ
第４回：非圧縮非回転流れ
第５回：波動解析の基礎
第６回：表面重力波
第７回：付加質量
第８回：粒子運動のモデリング
第９回：単一気泡の自由振動
第１０回：非線形気泡力学のモデリング（基礎）
第１１回：非線形気泡力学のモデリング（応用）
第１２回：混相流れの音響学（基礎）
第１３回：混相流れの音響学（応用）
第１４回：分散流のモデリング
第１５回：総括
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 Brennen, C. E. (2005) Fundamentals of Multiphase Flow. Cambridge University Press. Leighton, T. G. (1994) The Acoustic Bubble, Academic Press.
学生に対する評価 毎回の授業で課される宿題の点数に基づき成績評価を行う。

授業科目名：計算物理学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：山内　淳
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

第一原理計算法の１分野である密度汎関数法（バンド計算法）の基礎と応用について解説します。 ここでの第一原理計算とは、非経験的電子状態計算とも呼ばれ、実験的なパラメタを使わずに電子状態を計算する手法を指します。特定の実験にパラメタをあわせることがないために汎用性が高く、全く新しい系や、実験が難しい系の性質を解明する可能性を持つ一方、現状では理論的な限界も数多く存在します。応用面では、実験的な情報のない新しい状況に適用できることから、有用な物質を理論的に設計する「物質設計」のための手法として注目されています。第一原理計算法としては、Hartree-Fock法を代表とする分子軌道計算法と固体結晶のバンド計算の流れを汲む密度汎関数法があります。ここでは後者を中心に理論的基礎から解説します。 最近は、第一原理計算法のフリー（もしくは有料の）パッケージが手にはいるようになってきており、理論家に限らず実験家もこのようなパッケージを利用して予め実験対象を絞って作業を効率化する動きがあります。一方で、「非経験的」とは名ばかりで、精度の高い計算をするためには非常に多くの経験が必要とされる手法です。受講生の希望があれば、実際の計算時の注意点、等にも触れることも検討します。

授業の概要

第一原理計算法の１分野である密度汎関数法（バンド計算法）の基礎と応用について解説します。第一原理計算とは、実験的なパラメタを使わずに電子状態を計算する手法を指します。特定の実験にパラメタをあわせることがないために汎用性が高く、全く新しい系や、実験が難しい系の性質を解明する可能性を持つ手法です。

授業計画

第１回：序／Schrodinger方程式を解く（基礎）
第２回：Schrodinger方程式を解く（応用）
第３回：Hartree-Fock法（基礎）
第４回：Hartree-Fock法（応用）
第５回：密度汎関数法の基礎（基礎）
第６回：密度汎関数法の基礎（応用）
第７回：密度汎関数法の基礎(総括)

第８回：密度汎関数法の発展
第９回：固体電子論の復習(Blochの定理、sample-k点、対称性、他)
第１０回：全電子計算
第１１回：擬ポテンシャル法（基礎）
第１２回：擬ポテンシャル法（応用）
第１３回：第一原理分子動力学法(電子系の逐次解法)
第１４回：個別トピックの紹介
第１５回：計算物理演習
定期試験は実施しない

テキスト
特に指定なし

参考書・参考資料等
「固体電子構造」藤原毅夫　朝倉書店 1999年 ISBN-13 ： 978-4254221435 「固体--構造と物性：第I部 固体の電子状態」金森順次郎、寺倉清之　岩波講座　現代の物理学　7 ISBN-13 ： 978-4000067553 「物質の電子状態」R.M.マーチン著、寺倉清之、他訳（シュプリンガージャパン） ISBN-13 ： 978-4431102236 「密度汎関数理論入門　理論とその応用」ショール、ステッケル（吉岡書店） ISBN-13 ： 978-4842703657 ″Density Functional Theory: An Advanced Course″, E. Engel & R.M. Dreizler (Springer). ISBN-13 ： 978-3642140891

学生に対する評価
レポートにより評価する。

授業科目名：光学材料特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：二瓶　栄輔 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

現在の情報化社会の根幹を担っている光ファイバーや大容量記録媒体として利用されるようになってきた各種光記録媒体について、どのような材料から構成されているのか、あるいは材料に要求される特性はいかなるものかを光および材料の基礎の部分から明らかにしていく。

授業の概要

現在の情報化社会の根幹を担っている光ファイバーや大容量記録媒体として利用されるようになってきた各種光記録媒体について、機能発現原理を基礎から解説する。

授業計画

第１回：授業の概要説明
第２回：光の基礎（１）（光の歴史、反射と屈折、ホイヘンスの原理、フェルマーの原理、光の速度）
第３回：光の基礎（２）（マックスウェルの方程式、位相速度と群速度、光の認識）
第４回：光の基礎（３）（光線方程式、光線追跡シミュレーション）
第５回：光の作製（１）（黒体放射、量子遷移放射）
第６回：光の作製（２）（半導体材料、発光ダイオード）
第７回：光と物質の関係（ローレンツ振動子モデル、吸収、散乱）
第８回：光の作製（３）（誘導放射、レーザー）
第９回：導波路の原理（１）（光ファイバー、モード）
第１０回：導波路の原理（２）（分散、伝送帯域）
第１１回：導波路の作製法（ガラス材料、プラスチック材料）
第１２回：表示素子（有機EL、有機ECL、液晶）
第１３回：光機能性材料（１）（非線形光学効果、偏光）
第１４回：光機能性材料（２）（デジタル信号、光学的情報記録媒体）
第１５回：まとめとレポート課題発表
定期試験は実施しない

テキスト

配布プリント

参考書・参考資料等 配布プリントに記載
学生に対する評価 毎回の演習と２回のレポートによる

授業科目名：有機合成化学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：高尾　賢一 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

望みの化合物を合成することは、有機化学における大きな目標の一つである。合成を効率良く達成するためには、収率や選択性はもとより反応操作や一般性に優れた有機化学反応が必要となる。本講義では、受講者が有機化学の基礎を習得していることを前提とし、目的とする有機化合物の合成に挑むために必要な合成戦略（出発物や試薬、合成反応の選択）について解説する。

授業の概要

本講義では、受講者が有機化学の基礎を習得していることを前提とし、目的とする有機化合物の合成に挑むために必要な合成戦略（出発物や試薬、合成反応の選択）について解説する。

授業計画

第１回：序章：有機合成化学とは
第２回：合成設計
第３回：官能基の保護
第４回：酸化と還元
第５回：炭素–炭素不飽和結合の反応（基礎）
第６回：炭素–炭素不飽和結合の反応（応用）
第７回：エノラートアニオンを経由する炭素–炭素単結合の形成（基礎）
第８回：エノラートアニオンを経由する炭素–炭素単結合の形成（応用）
第９回：有機金属反応剤を用いる炭素–炭素結合形成（基礎）
第１０回：有機金属反応剤を用いる炭素–炭素結合形成（応用）
第１１回：炭素–炭素不飽和結合の形成（基礎）
第１２回：炭素–炭素不飽和結合の形成（応用）
第１３回：炭素環化合物の合成
第１４回：転位反応と開裂反応
第１５回：総括
定期試験

テキスト

授業時にプリントを配付する。

参考書・参考資料等 「最新有機合成法」檜山爲次郎訳（化学同人） ISBN: 978-4-7598-1174-2
学生に対する評価 授業内のクイズおよび学期末試験の結果による評価。

授業科目名：有機光化学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：羽曾部　卓 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

光合成などの生体系では特有の電気化学ポテンシャルを有する多数の有機色素がタンパク質中に巧妙に固定され、分子集合体を形成している。この集合体内部では主に光励起を駆動力として電子移動をはじめとする化学反応が段階的に進行し、実際にエネルギー変換が効率よく起こる。このような生体系模倣型分子は近年、有機合成技術の進展により数多く合成されている。一方、1980年前後からのレーザー分光法等の出現によりその物理化学的な機構についてもかなり明らかになってきた。現在ではこれらの知見をもとに、応用展開として分子デバイス・触媒材料など多方面に発展しつつある。　　上記視点に基づき、本講義は光機能化のための有機色素の分子設計戦略とその具体的な特性評価・応用展開について分野横断的に論じる（光化学、電気化学、超分子化学及び生化学など）。

授業の概要

光合成ではタンパク質中に固定された分子集合体内部において光励起を駆動力として電子/エネルギー移動が多段階で進行し、エネルギー変換が効率よく起こる。近年では、応用展開として分子デバイス・触媒材料など発展しつつある。本講義は光機能化のための有機色素の分子設計戦略とその応用展開について分野横断的に論じる。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：分子分光学　（基礎）
第３回：分子分光学　（応用）
第４回：分子分光学　（総括）
第５回：速度定数と量子収率
第６回：エネルギー移動
第７回：多励起子生成、励起子-励起子消滅および関連反応（基礎）
第８回：多励起子生成、励起子-励起子消滅および関連反応（応用）
第９回：光誘起電子移動概論（基礎）
第１０回：光誘起電子移動概論　（応用）
第１１回：生体系における有機色素集合体形成とエネルギー変換（基礎）

第１２回：生体系における有機色素集合体形成とエネルギー変換（応用） 第１３回：太陽電池をはじめとする光・電子デバイスや触媒系などへの応用例　（基礎） 第１４回：太陽電池をはじめとする光・電子デバイスや触媒系などへの応用例　（応用） 第１５回：まとめ 定期試験は実施しない
テキスト 配布資料を中心に進める。
参考書・参考資料等 ヴォート 生化学（D. Voet, J. G. Voet、田宮　信雄訳　東京化学同人）　電子移動の化学（渡辺 正・中林誠一郎 著　日本化学会編　朝倉書店）　レーザー光化学（伊藤道也 著　裳華房）　光電子移動（George J. Kavamos、小林 宏編訳　丸善）等
学生に対する評価 小テスト・クイズ（授業内クイズ・テストを含む）、レポート、出席等により総合的に評価する。

授業科目名：バイオマテリアル特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：藤本　啓二 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

バイオ関連の高分子に関する内容ですが、網羅的でなく、かつ体系的でもないトピックスを紹介しながら、意見交換して進めていくことを考えています。 バイオマテリアルを多面的に眺めて考えていくことによってマテリアルデザインができるようになることを目指しています。

また、科学技術に関する時事的な内容も取り上げていく予定です。

授業の概要

バイオ関連の高分子に関する内容ですが、いくつかのトピックスを紹介しながら進めていくことを考えています。 バイオマテリアルを多面的に眺めて考えていくことによってポリマーを基としたマテリアルデザインができるようになることを目指しています。 また、科学技術に関する時事的な内容も取り上げていく予定です。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：自然のエンジニアリング
第３回：ナノインキュベーター
第４回：シャペロン粒子
第５回：グラフト重合による表面改質
第６回：異方性粒子
第７回：微粒子の作製方法
第８回：ナノカプセル
第９回：微粒子超構造体
第１０回：コアシェル粒子
第１１回：リポナノカプセル
第１２回：細胞膜の役割
第１３回：細胞構造体
第１４回：まとめ 総括・課題レポート
第１５回：バイオマテリアル最新技術

定期試験は実施しない
テキスト 資料を配布します。
参考書・参考資料等 「高分子基礎ガイド」朝倉書店　ISBN：978-4-254-25044-2 「高分子化学概説」井本稔・斉藤喜彦著　朝倉書店 ISBN;4-254-14023-1 C3043、「高分子化学」井上賢三・岡本健一・小国信樹・落合洋・佐藤恒之・安田源・山下祐彦著　朝倉書店 ISBN;4-254-14047-9 C3043、「基礎高分子化学」成智聖司・阿久津文彦・杉田和之・斎藤恭一・中平隆幸・甘利武司著　朝倉書店 ISBN;978-4-254-14573-1 C3343、「生命現象と物理学」北原和夫・田中豊一著　朝倉書店 ISBN;4-254-13067-8 C3042
学生に対する評価 担当レポート 最終提出レポートとその発表で評価します。

授業科目名：機器分析総論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：チッテリオ, ダニエル、蛭田　勇樹 担当形態：複数・オムニバス
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

機器分析は、化学系研究のみならず、生物学など他の広い分野の研究に不可欠な“物質の実践的解析手法”です。最近の分析機器の進歩は目覚ましく、様々な微量物質の分離、解析、同定、定量ができるようになってきました。本講義では、よく使われる主要な分析機器についての実践的説明を分かり易く講習会のように学びます。また、外部からのゲストを招いた講義や大学所属の分析機器、外部分析機関の情報、機器分析に関する動向や最新の話題もミックスして取り上げ、議論します。

授業の概要

機器分析は、化学系研究のみならず、生物学など他の広い分野の研究に不可欠な“物質の実践的解析手法”です。最近の分析機器の進歩は目覚ましく、様々な微量物質の分離、解析、同定、定量ができるようになってきました。本講義では、よく使われる主要な分析機器についての実践的説明を分かり易く講習会のように学びます。

授業計画

第１回：機器分析概説（担当：チッテリオ）
第２回：光を利用する機器分析（吸光・蛍光・発光）（担当：チッテリオ）
第３回：生化学分析法（担当：チッテリオ）
第４回：臨床検査用機器分析（担当：チッテリオ）
第５回：質量分析（担当：蛭田）
第６回：分離を目的とする機器分析／クロマトグラフィー（担当：蛭田）
第７回：核磁気共鳴分析（担当：蛭田）
第８回：顕微分析（担当：蛭田）
第９回：表面分析（担当：蛭田）
第１０回：走査型プローブ顕微鏡（担当：蛭田）
第１１回：材料分析総論（担当：蛭田）
第１２回：味覚分析（担当：チッテリオ）
第１３回：ガス・におい分析（担当：チッテリオ）

第１４回：X線解析法（担当：チッテリオ） 第１５回：機器分析最新技術（担当：チッテリオ、蛭田） 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 F. Rouessac and A. Rouessac “Chemical Analysis: Modern Instrumental Methods and Techniques” Chichester; New York: John Wiley & Sons, 2007
学生に対する評価 毎回の講義で出欠を取り、予習レポート（Ａ４、１～２枚）を課します。また、当日の講義内容についての課題レポートを、講義中や講義の最後に書いてもらう場合があります。これらを総合的に集計して、採点します。欠席者には後に課題レポートを課します。

授業科目名：化学・バイオセンサーとセンシングマテリアル	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：チッテリオ, ダニエル 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

この講義は化学のみならず、科学および技術の分野すべてに関係する皆さんに、化学のセンサーとバイオセンサーの原理を解説します。基本的な原理の説明に加え、特に強く説明したいことは、化学のセンサーとバイオセンサーの作製や開発において、有機および無機機能材料がどのように応用されているかという点です。化学的あるいは生化学的な分子認識の原理をまず説明した後、異なる種々のタイプのセンサー（光学的センサーや電気化学センサーなど）の基本的な作動原理、利用と応用、材料などについて説明します。また、化学のセンサーや他のセンサーによく用いられている一般的な機能材料だけではなく、ナノ材料も取り上げます。

授業の概要

化学のセンサーとバイオセンサーの原理を解説します。基本的な原理の説明に加え、特にセンサーの作製や開発において、機能材料がどのように応用されているかという点です。化学的な分子認識の原理を説明した後、異なる種々のタイプのセンサーの基本的な作動原理、利用と応用、材料などについて説明します。

授業計画

第１回：化学センサーとバイオセンサーの導入　（基礎）
第２回：化学センサーとバイオセンサーの導入　（応用）
第３回：化学的および生化学的認識（基礎）
第４回：化学的および生化学的認識（応用）
第５回：化学センサーおよびバイオセンサーの材料（基礎）
第６回：化学センサーおよびバイオセンサーの材料　（応用）
第７回：化学センサー向けナノ材料（基礎）
第８回：化学センサー向けナノ材料　（応用）
第９回：光学センサーにおけるナノ材料
第１０回：光学センサー
第１１回：ケーススタディ（基礎）
第１２回：ポテンショメトリックセンサー

第１３回：アンペロメトリックセンサー 第１４回：ケーススタディ（応用） 第１５回：化学・バイオセンサーとセンシングマテリアル最新技術 定期試験は実施しない
テキスト スライドをダウンロード可能
参考書・参考資料等 Chemical Sensors and Biosensors – Fundamentals and Applications Florinel-Gabriel Banica, 2012 John Wiley & Sons Recognition Receptors in Biosensors Mohammed Zourob (Editor), 2010 Springer
学生に対する評価 出席（30%）- 小テスト（30%）- レポート・課題（30%）- 授業内ディスカッションへの参加（10%）

授業科目名：反応有機化学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：大松　亨介 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

有機合成化学には、望みの化合物だけをより効率的に合成することが求められている。とりわけ化学的性質の類似する異性体を立体選択的に合成する反応は、医薬品など生理活性化合物の合成のみならず機能性材料の製造にも重要な役割を担っている。本講では、立体化学の構築法を化学合成の観点から、（１）還元反応（ヒドリド還元、水添還元）（２）酸化反応（エポキシ化）（３）炭素結合生成反応（アルドール反応、Diels-Alder反応）など反応形式別に分類し、それぞれについてジアステレオ選択的反応、エナンチオ選択的合成、さらに最新の遷移金属錯体を触媒とする高選択的不斉合成に至るまで、発展の過程を実践的な立場から紹介する。

授業の概要

触媒的不斉合成反応は医薬化合物や機能性材料化合物の合成に不可欠な要素技術になった。本講では，還元反応，酸化反応，Diels-Alder反応やアルドール反応など炭素結合生成反応のほか種々の触媒的不斉合成反応の発展を題材にして，新規有機合成反応の反応開発の実際を講師の経験に基づいて講義する。

授業計画

第１回：石油化学工業の課題：触媒的酸素酸化反応の開発
第２回：触媒的不斉酸化反応（基礎）
第３回：触媒的不斉酸化反応（応用）
第４回：触媒的不斉還元反応
第５回：触媒的不斉ボロヒドリド還元反応
第６回：一酸化窒素の化学：亜酸化窒素の化学
第７回：触媒的不斉シクロプロパン化反応（基礎）
第８回：触媒的不斉シクロプロパン化反応（応用）
第９回：Diels-Alder反応の基礎
第１０回：触媒的ヘテロDiels-Alder反応と双極子付加環化反応・特徴的なコバルト錯体触媒
第１１回：二酸化炭素をC1ユニットとする複素環合成反応
第１２回：二酸化炭素をメディエーターとする有機合成反応

第１３回：化学の故郷：ハイデルベルクの化学案内 第１４回：不斉アルドール反応：発見・立体選択性・触媒的不斉反応 第１５回：マイクロ波効果と合成有機化学反応 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 Applied Organometallic Chemistry and Catalysis, Robin Whyman, Oxford Chemistry Primers ISBN 0-19-855917-8 有機金属と触媒　工業プロセスへの展開　R. Whyman著、碇屋隆雄・山田　徹　訳　化学同人　ISBN 4-7598-0948-1
学生に対する評価 レポート

授業科目名：電気化学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：片山　靖
			担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

電気化学反応を解析するためには電荷移動過程と物質移動過程に関する理解が必要です。複雑な電気化学反応を解析するために様々な測定手法が開発されています。本講義では様々な電気化学的手法の基礎と応用について解説します。また，それらの電気化学的手法を用いて複雑な電極反応を解析する知識を身につけることを目標としています。

授業の概要

電気化学反応を解析するためには電荷移動過程と物質移動過程に関する理解が必要です。複雑な電気化学反応を解析するために様々な測定手法が開発されています。本講義では様々な電気化学的手法の基礎と応用について解説します。また，それらの電気化学的手法を用いて複雑な電極反応を解析する知識を身につけることを目標としています。

授業計画

第１回：電極反応の速度論
第２回：物質移動
第３回：電位ステップ法（基礎）
第４回：電位ステップ法（応用）
第５回：電位走査法（基礎）
第６回：電位走査法（応用）
第７回：ポーラログラフィおよびパルスボルタンメトリ
第８回：電流規制法
第９回：強制対流法
第１０回：インピーダンス法（基礎）
第１１回：インピーダンス法（応用）
第１２回：バルク電解法
第１３回：電気化学活性層および修飾電極
第１４回：均一系化学反応を伴う電極反応
第１５回：復習
定期試験

テキスト 特に指定しません。
参考書・参考資料等 A. J. Bard and L. R. Faulkner, Electrochemical Methods Fundamentals and Applications, 3rd Ed., John Wiley & Sons, Inc., (2022).
学生に対する評価 期末試験により評価します。

授業科目名：蛍光体材料特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：磯部　徹彦、磯　由樹 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

無機蛍光体、ナノ蛍光体（量子ドット）、希土類錯体などの蛍光体材料を取り上げます。蛍光体材料の基礎として、励起・発光メカニズムや諸特性の評価方法を解説します。とくにナノ蛍光体は従来の無機蛍光体と物性が大きく異なるため、ナノ粒子の特性評価も扱います。また、応用事例を取り上げ、どのような蛍光体材料が求められているかと共に、蛍光体の物性のデザイン方法やコンポジットの作製方法などを紹介します。

授業の概要

本講義では、無機蛍光体、ナノ蛍光体（量子ドット）、希土類錯体およびそれらのコンポジットの蛍光体材料を取り上げます。蛍光体材料の基礎として、励起・発光メカニズムや諸特性の評価方法を解説します。また、応用事例を取り上げます。

授業計画

第１回：蛍光ランプ（照明・液晶バックライト）／固体照明（白色LED）（担当：磯部）
第２回：励起・発光メカニズム（担当：磯部）
第３回：ナノ蛍光体（量子ドット）（担当：磯部）
第４回：希土類錯体・量子ドットのバイオ応用（担当：磯部）
第５回：ディスプレイの仕組み（担当：磯部）
第６回：蛍光体材料に関する新しいトピックス（担当：磯部）
第７回：試験および前半総括（担当：磯部）
第８回：蛍光体の評価：蛍光に関する特性（担当：磯）
第９回：蛍光体の評価：構造や粒子形態に関する特性（担当：磯）
第１０回：蛍光体の評価：多角的な分析の事例（担当：磯）
第１１回：ナノ蛍光体の表面エンジニアリングとコンポジット作製（担当：磯）
第１２回：蛍光体の太陽電池応用（担当：磯）
第１３回：演習（担当：磯）
第１４回：試験および後半総括（担当：磯）
第１５回：蛍光体材料最新技術（担当：磯部、磯）
定期試験は実施しない

テキスト プリント
参考書・参考資料等 とくに指定はありません。
学生に対する評価 課題および授業内試験による評価

授業科目名：無機材料設計特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：藤原　忍、萩原　学 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

実用的な無機材料の物理特性（熱的・電気的・光学的・磁気的性質など）の多くは材料を構成する固体内の原子および電子の挙動に直接依存しています。本講義では、無機材料の「機能」を設計するために必要な考え方を習得することに主眼を置きます。　講義前半では、「固体化学」の立場と「固体物理」の立場とを対比させながら、固体中の電子の運動を説明するバンド理論を解説します。さらに、実際の固体中に存在する様々な種類の欠陥や歪みが機能発現にどのように関わっているかを学びます。講義後半では、結晶格子の振動と固体の熱的・電気的性質との関係性をさらに詳しく解説します。格子振動の量子である「フォノン」の概念に基づき、格子振動が関与する代表的な性質として熱伝導と誘電分極についてその基礎的な理論と応用を学びます。

授業の概要

無機材料の機能物性は材料を構成する固体中の原子および電子の挙動に直接依存している。本講義では、無機材料の機能設計に必要な考え方を習得することに主眼を置く。前半では、固体中の電子の運動を説明するバンド理論を解説し、後半では、フォノンの概念に基づき熱伝導と誘電分極について基礎的な理論と応用を学ぶ。

授業計画

第１回：化学結合とバンド構造（担当：藤原）
第２回：固体中の電子（基礎）（担当：藤原）
第３回：固体中の電子（応用）（担当：藤原）
第４回：格子欠陥の影響（担当：藤原）
第５回：格子振動の影響（担当：藤原）
第６回：機能設計の実例（担当：藤原）
第７回：前期中間演習（担当：藤原）
第８回：化学結合と原子間ポテンシャル（担当：萩原）
第９回：１次元格子の振動（担当：萩原）
第１０回：格子振動の量子化（担当：萩原）

第１１回：熱伝導（基礎）（担当：萩原） 第１２回：熱伝導（応用）（担当：萩原） 第１３回：誘電分極と誘電緩和（担当：萩原） 第１４回：強誘電体（担当：萩原） 第１５回：無機材料設計最新技術（担当：藤原、萩原） 定期試験は実施しない
テキスト プリント
参考書・参考資料等
学生に対する評価 レポートおよび授業内演習の結果による評価

授業科目名：生物無機化学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：古川　良明
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

生体内では、炭素・水素・酸素・窒素から構成された有機高分子であるタンパク質が、三次元構造を適切に構築することで、酵素反応に必要となる「反応場」を提供している。さらに、多くのタンパク質は、反応の活性中心として鉄・銅イオンなどの遷移金属イオンを配位しており、無機錯体的な特徴も併せ持っている。例えば、ヘモグロビンと呼ばれるタンパク質は、ポリペプチドが構成する三次元構造に鉄－ポルフィリン錯体（ヘム）が配位し、鉄－酸素分子の結合・解離を制御することで、血液中での酸素運搬を担っている。つまり、タンパク質反応を分子レベルで理解するには、生化学（有機化学）だけではなく、無機化学的側面からの研究アプローチも必要である。そこで、タンパク質の構造・機能を有機・無機両側面から解明する学問として発展したのが「生物無機化学」である。本講義では、生物無機化学の基礎から最先端の研究までを紹介し、タンパク質の構造－機能相関について理解を深めることを目的とする。

授業の概要

多くのタンパク質は、反応の活性中心として鉄・銅イオンなどの遷移金属イオンを配位しており、無機錯体的な特徴も併せ持っていることから、タンパク質の構造・機能を有機・無機両側面から解明する学問として発展したのが「生物無機化学」である。本講義では、生物無機化学の基礎から最先端の研究までを紹介し、金属タンパク質の構造–機能相関について理解を深める。

授業計画

第１回：生物無機化学の概要
第２回：配位化学の基礎
第３回：結晶場理論・配位子場理論
第４回：タンパク質構造の基礎
第５回：ヘムの生合成経路
第６回：ヘモグロビンの生理的役割（協同性）
第７回：ヘモグロビンの構造生物学
第８回：ヘモグロビンが関連する疾患
第９回：ヘモグロビンの分光学的研究

第１０回：ガスセンサーとしてのヘムタンパク質（基礎） 第１１回：ガスセンサーとしてのヘムタンパク質（応用） 第１２回：酸化酵素・酸素化酵素としてのヘムタンパク質 第１３回：非ヘムタンパク質の構造と機能 第１４回：鉄ー硫黄クラスター含有タンパク質の生合成経路 第１５回：生物無機化学最新技術 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しません。必要な時にプリントを配布します。
参考書・参考資料等 「生物無機化学」S.J. Lippard, J.M. Berg著（松本和子監訳）東京化学同人（ISBN 4-8079-0457-4）「生物無機化学」増田秀樹・福住俊一編著　三共出版　(ISBN 4-7827-0483-6)など
学生に対する評価 毎回の出席、及び、レポートをもとに評価します。

授業科目名：物性有機化学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：吉岡　直樹
			担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

特異な機能・物性を発現する分子機能材料を設計するには、有機分子の物性を多面的に理解する必要がある。分子性材料では、個々の分子固有の性質と、分子間相互作用によって生じる分子集合体レベルでの性質が協同的に機能発現に寄与している。π電子を機能源とした光機能性、磁性、伝導性を対象としてこのような特性を示す共役有機分子、金属錯体、電荷移動錯体の設計法、機能発現に有効な集合体の構築法を物理化学的測定法と関連づけて紹介する。

授業の概要

特異な電子機能を発現する分子性材料を設計するには、分子の物性を多面的に理解する必要がある。π電子を機能源とした光機能性、磁性、伝導性を対象としてこのような特性を示す低分子、高分子、金属錯体の設計法、機能発現に有効な集合体の構築法を物理化学的なキャラクタリゼーションと関連づけて解説する。

授業計画

第１回：物性有機化学のイントロダクション
第２回：共役分子の電子状態（１）単純ヒュッケル法と拡張ヒュケル法
第３回：共役分子の電子状態（２）DFT計算による電子構造解析
第４回：キャラクタリゼーション（１）分光学的測定と電気化学的測定
第５回：キャラクタリゼーション（２）単結晶構造解析
第６回：キャラクタリゼーション（３）磁気測定
第７回：分子磁性体（１）分子系におけるスピン整列
第８回：分子磁性体（２）有機ラジカル結晶とポリラジカル高分子
第９回：分子磁性体（３）遷移金属錯体の磁気特性
第１０回：分子磁性体（４）単分子磁性体・単鎖磁性体
第１１回：分子伝導体（１）共役高分子
第１２回：分子伝導体（２）電荷移動錯体と金属錯体
第１３回：分子伝導体（３）有機超伝導体
第１４回：多孔質有機構造体の化学
第１５回：最近のトピックス
定期試験は実施しない

テキスト プリントをKLMS経由で配布する。
参考書・参考資料等 『構造有機化学 基礎から物性へのアプローチまで』中筋　一弘・ 久保　孝史・鈴木　孝紀・豊田　真司　　東京化学同人　2020年　　ISBN 9784807909575
学生に対する評価 出席状況とレポートによる評価

授業科目名：天然物合成化学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：佐藤　隆章
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

創薬化学を中心に、有機合成で供給が望まれる分子構造が急激に複雑化している。本授業を通し、複雑分子の構造に関する正しい理解、合成経路の精密設計法を習得する。

授業の概要

天然有機化合物の精密合成を題材に、多官能基化された複雑な三次元有機分子の合成経路の設計方法を紹介する。課題の天然物について、合成経路を立案・発表し、議論する。

授業計画

第１回：合成経路をたてる方針

第２回：ラスビンの全合成

第３回：合成における基準官能基、鍵反応の前後の反応設計

第４回：ヒストリオニコトキシンの合成

第５回：天然物合成に向けた構造解析

第６回：メリラクトンAの全合成（8員環ジケトンの合成）

第７回：メリラクトンAの全合成（炭素骨格の構築）

第８回：メリラクトンAの全合成（酸化度の調整）

受講者をクラス分けし、同じくらいの合成力になるようにチームを4つ作る。第９回から１２回において、課題天然物についてチームごとに合成計画を作成する。

第９回：合成計画発表会の準備　合成経路の大枠を決める。

第１０回：合成計画発表会の準備　合成経路の問題点をあげて、前例を調べ、解決方法を考案する。

第１１回：合成計画発表会の準備　反応機構・立体選択性を考察する

第１２回：合成計画発表会の準備　発表資料の作成

第１３回：合成計画発表会　チームごとに発表し、質疑応答する（A・B班）。

第１４回：合成計画発表会　チームごとに発表し、質疑応答する（C・D班）。

第１５回：まとめ

定期試験は実施しない

テキスト

板書。

参考書・参考資料等 天然有機化合物の合成戦略　鈴木啓介著　岩波書店　2007年
学生に対する評価 課題である天然物について、合成経路を立案し、発表する。発表内容と他の人の発表に対する質問の積極性・内容などで総合的に判断します。

授業科目名：有機反応機構特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：犀川（松浦）陽子 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

有機化学反応において、有機化合物の反応点や反応性をどのように証明し、説明できるだろうか。この講義では、学部の有機化学で学んだ有機電子論に加えて、有機化合物の骨格を肉付けする「分子軌道」の形と性質を学び、有機電子論だけでは説明のつかない分子の立体化学や反応性を分子軌道論で定性的に理解する方法を学ぶ。また、有機化合物の構造や反応性を説明する手立てとして、NMRを中心としたスペクトル解析による解釈とその手法を学ぶ。

授業の概要

この講義では、有機化合物の骨格を肉付けする「分子軌道」の形と性質を学び、分子の立体化学や反応性を分子軌道論で定性的に理解する方法を学ぶ。また、有機化合物の構造や反応性を説明する手立てとして、NMRを中心としたスペクトル解析による解釈とその手法を学ぶ。

授業計画

第１回：概要・分子軌道の形と性質
第２回：分子軌道を踏まえた有機化合物の構造
第３回：軌道支配の反応
第４回：立体電子効果―構造の制御
第５回：立体電子効果―反応性の制御
第６回：立体電子効果―反応の選択性（基礎）
第７回：立体電子効果―反応の選択性（応用）
第８回：立体電子効果―まとめ、その他の例
第９回：NMRスペクトル―概要と展開
第１０回：NMRスペクトル―化学シフト
第１１回：NMRスペクトル―スピン結合
第１２回：NMRスペクトル―1H, 13C以外の核
第１３回：NMRスペクトル―応用測定
第１４回：その他の機器分析、まとめ
第１５回：有機反応演習
定期試験は実施しない

テキスト プリントをK-LMSで公開します。初回にアンケートをとって希望が多ければハードコピーの配布も予定します。
参考書・参考資料等 Stereoelectronic Effects：A. J. Kirby著、Oxford University Press社（訳本：「立体電子効果」鈴木啓介訳、化学同人 ） NMR Spectroscopy: Harald Günther著、Wiley-VCH社
学生に対する評価 授業内の演習および期末レポートの内容にて評価します。

授業科目名：環境機能材料工学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：堀田　篤 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

人との繋がり、さらには地球という閉じた系での利用（いわゆる環境に基づいた利用）を考えた分子材料の中で、比較的ソフトな材料に本講義では焦点をあてる。ナノマテリアル、ソフトマテリアル、バイオマテリアル、エコフレンドリーなマテリアルの重要性はますます高まっている。低・中分子材料は界面活性剤やコロイドの形態で使われていることも多い。本講義で主に扱う高分子材料（ポリマー）は機能性材料や構造材料としても大変重要である。「実用材料」「生体材料」「医療用材料」「コスト的に魅力ある材料」は人との生活に密接に関わってくる。環境という側面では「省エネを考えた材料合成」「生分解性ポリマー」「ポリマーのリサイクル」「省エネや省資源を考えた材料の設計と応用」「環境負荷の少ない材料開発」が重要である。本講義では、上記のような観点からこれらの材料を考察する。

授業の概要

材料学が扱う材料の中でも、とりわけポリマーに代表されるソフトマターに焦点をあてて、環境や機能的な側面からそれら材料の基礎および応用面を紹介し議論する。

授業計画

第１回：材料の歴史と背景
第２回：合成　－　省エネ、低コストを視野に入れた合成法の開発
第３回：材料の基本物性
第４回：界面活性剤、コロイド　－　機能性液体、しくみとさまざまな用途
第５回：ポリマーの粘弾性　－　ソフトマテリアルとしての利用
第６回：ポリマーの力学物性
第７回：医療用途としてのポリマー　－　親水性、撥水性、生体適合性など
第８回：生分解性ポリマー
第９回：機能性ポリマー１　（誘電性・液晶ポリマー：人工筋肉、省エネなど）
第１０回：機能性ポリマー２　（共重合ポリマー）
第１１回：機能性ポリマー３　（結晶性ポリマーほか）
第１２回：複合材料（基礎）
第１３回：複合材料（応用）

第１４回 : ポリマーのリサイクル （再生とリユースなど） 第１５回 : 総括・まとめ・ディスカッション・課題・レポート・発表 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 平常点（授業への姿勢） ： レポート＝２０％：８０％により評価をする

授業科目名：燃焼工学特論	教員の免許状取得のための選択科目(化学・生命情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：横森　剛 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

動力・熱エネルギーの供給源として主役の座を占める燃焼は、現在のエネルギー工学を支える基盤技術の一つであることは間違いありません。また一方で、昨今危ぶまれている地球温暖化や都市部における大気汚染の主原因は燃焼排出ガスによるものとされ、エネルギー問題・環境問題を考える上で燃焼現象の理解は非常に重要なものとなります。一般に燃焼は熱・流体・化学反応を伴う複雑な現象であるため、その理解及び取り扱いには様々な知識を必要とします。本講義では、燃焼の基礎理論を中心として，数値解析手法・計測手法といった実際の燃焼関連技術についても解説し、燃焼現象を取り扱うための基礎知識を習得することを目的とします。学習到達目標は、それらを理解し説明できるようになることです。

授業の概要

燃焼現象を取り扱うための基礎知識の習得を目的として，燃焼の基礎理論や実際の燃焼関連技術について取り扱う。

授業計画

第１回：イントロダクション（様々な燃焼）
第２回：化学反応 -反応速度と素反応-
第３回：化学反応 -反応速度定数-
第４回：化学反応 -化学平衡と火炎温度-
第５回：燃焼反応計算(実習) -化学平衡，断熱火炎温度，反応解析-
第６回：予混合火炎理論（基礎）
第７回：予混合火炎理論（応用）
第８回：拡散火炎理論（基礎）
第９回：拡散火炎理論（応用）
第１０回：火炎伸張理論
第１１回：着火
第１２回：消炎，火炎安定性，保炎
第１３回：乱流火炎
第１４回：燃焼現象を対象とする測定法，様々な燃焼器 総括

第１５回：燃焼工学演習 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しません。講義資料プリントを配布します。
参考書・参考資料等 Combustion Physics, Chung K. Law, Cambridge University Press (2006). Combustion Theory, 2nd Ed., Forman A. Williams (1985). Principles of Combustion, Kenneth K. Kuo, A Wiley-Interscience Pub. (1986). 燃焼現象の基礎, 新岡嵩他, オーム社 (2001). 燃焼工学第3版, 水谷幸夫, 森北出版 (2002). 燃焼現象の解析, 新岡嵩, 東北大学出版会 (2004). その他
学生に対する評価 授業時のレポート，および期末レポートにより評価します。

授業科目名：乱流の基礎と数理	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：深潟　康二
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

乱流現象を扱うための数学的基礎や直接数値シミュレーション（DNS）の手法について論じる。またDNSデータを用いた演習（レポート）を通じて、各種乱流統計量の計算方法や渦構造の抽出方法、およびそれらの解釈について学ぶ。

授業の概要

乱流現象を扱うための数学的基礎や直接数値シミュレーション（DNS）の手法について論じる。またDNSデータを用いた演習（レポート）を通じて、各種乱流統計量の計算方法や渦構造の抽出方法、およびそれらの解釈について学ぶ。

授業計画

第１回：乱流の性質，確率密度とモーメント
第２回：テンソル代数の復習
第３回：基礎方程式と無次元化
第４回：直接数値シミュレーション
第５回：壁乱流の平均流速分布と壁法則
第６回：速度・圧力変動とレイノルズ応力
第７回：レイノルズ応力の収支
第８回：ストリーク構造と渦構造
第９回：二点相関とスペクトル
第１０回：渦力学
第１１回：エネルギーカスケード
第１２回：ラージ・エディ・シミュレーション
第１３回：乱流の制御
第１４回：機械学習の応用
第１５回：まとめ
定期試験は実施しない

テキスト

特に定めない

参考書・参考資料等 H. Tennekes and J. L. Lumley, A First Course in Turbulence, The MIT Press, 1972. S. B. Pope, Turbulent Flows, Cambridge University Press, 2000. F. M. White, Viscous Fluid Flow, Third Edition, McGraw-Hill, 2006.
学生に対する評価 宿題(8点／回×10回＝80点)及び最終レポート(20点)により評価し、合計60点以上を合格とする。

授業科目名：機械系の動力学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：杉浦　壽彦
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本科目では、線形の常微分方程式の解法を復習しながら、非線形解析手法を学習し、それを用いて、非線形性を有する機械系の動力学現象の解とその安定性や多様性を調べ、現象の本質の理解を深めるとともに、生体や自然、人間社会などに発現する複雑系の現象の本質を見る眼を養う。

授業の概要

本科目では、線形の常微分方程式の解法を復習しながら、非線形解析手法を学習し、それを用いて、非線形性を有する機械系の動力学現象の解とその安定性や大域的構造，解の分岐，多様性などを調べ、現象の本質の理解を深めるとともに、生体や自然、人間社会などに発現する複雑系の現象の本質を見る眼を養う。

授業計画

第１回：講義概要の紹介（非線形振動、カオス、複雑系の概説）
第２回：非線形動力学解析の基礎
第３回：非線形系の不動点とその安定性
第４回：大域的構造
第５回：線形常微分方程式の解法
第６回：線形系の動力学問題の解の分類
第７回：不変多様体と分岐
第８回：不動点の局所的分岐
第９回：周期解の分岐
第１０回：非線形系強制振動の近似解法1（多重尺度法）
第１１回：非線形系強制振動の近似解法2（平均化法）
第１２回：ポアンカレ写像、カオス（強制Duffing系、ローレンツ系）
第１３回：機械系の非線形動力学現象の例
第１４回：総括
第１５回：機械系の動力学演習
定期試験は実施しない

テキスト K-LMSにアップロードする配布プリント（ハンドアウト）
参考書・参考資料等 Chaotic and Fractal Dynamics (F. C. Moon, John Wiley & Sons, 1992), Perspectives of Nonlinear Dynamics (E. A. Jackson, Cambridge University Press, 1991), Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields (J. Guckenheimer and P. Holmes, Springer-Verlag, 1983)
学生に対する評価 演習課題レポート、および最終課題レポートによる

授業科目名：数値モデリングと計算機シミュレーション	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：中野　誠彦 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

実験が困難な工学的有用情報を得るために計算機を用いることは頻繁に行われる。そのために数値化されたモデルを作成することと計算機を使って適切な解法をもとにシミュレートすることが必要になる。モデリングにあたっては、必要な情報を備えつつ、かつ簡潔であるかが重要であり、また、モデルに則した数値解法を選択するためには、計算量の見積りと解の精度についての知識が不可欠である。講義では、実際の問題を例に、さまざまなモデリング手法と計算機の解法テクニックを習得することを目的とする。

授業の概要

実験が困難な工学的有用情報を得るために計算機を用いることは頻繁に行われる。そのために数値化されたモデルを作成することと計算機を使って適切な解法をもとにシミュレートすることが必要になる。講義では、実際の問題を例に、さまざまなモデリング手法と計算機の解法テクニックを習得することを目的とする。

授業計画

第１回：数値計算の序論
第２回：数値計算における安定性（基礎）
第３回：数値計算における安定性（応用）
第４回：拡散方程式（基礎）
第５回：拡散方程式（応用）
第６回：拡散方程式（総括）
第７回：移流方程式（基礎）
第８回：移流方程式（応用）
第９回：移流方程式（総括）
第１０回：移流方程式（まとめ）
第１１回：波動方程式
第１２回：連続解と数値解の差
第１３回：問題のモデル化、モデルの精度と誤差
第１４回：課題報告会

第１５回：総括 定期試験は実施しない
テキスト プリントを使用
参考書・参考資料等 特に指定しない
学生に対する評価 演習課題およびレポート

授業科目名：画像工学特論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：青木　義満
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本科目では，画像情報工学に関する基本的な知識の習得を目指すとともに，画像工学技術の歴史的発展の経過から最新の深層学習ベースの画像処理研究について説明していきます．画像処理の一般論にとどまることなく、積極的に実社会での応用事例や研究事例を取り上げていきます．

授業の概要

画像処理技術は，撮像デバイスや計算機性能の向上，画像処理アルゴリズムの進化によって，我々の生活の様々な場面で活用されている．本講義では，画像情報工学に関する基本的な知識の習得を目指す．また，画像処理技術の歴史的発展の経過から最新の深層学習ベースの画像処理研究について解説する．積極的に実社会での応用事例や研究事例を取り上げていく．

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：画像工学の歴史
第３回：デジタル画像の基礎
第４回：画像の性質と色情報
第５回：画像変換
第６回：二値画像処理と領域処理
第７回：パターンの検出とマッチング　（基礎）
第８回：パターンの検出とマッチング　（応用）
第９回：画像パターン認識基礎（（基礎）
第１０回：画像パターン認識基礎（応用）
第１１回：深層学習による画像認識（（基礎）
第１２回：深層学習による画像認識（応用）
第１３回：画像処理実習（基礎）
第１４回：画像処理実習（応用）
第１５回：総括
定期試験

テキスト なし
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 ・レポート　・期末試験（筆記，持ち込み不可）

授業科目名：信号処理工学特論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：湯川　正裕
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

実ヒルベルト空間を舞台に展開される凸解析をベースとした現代信号処理工学を学ぶ。

授業の概要

ヒルベルト空間上で展開される非線形関数解析（凸解析）を扱い、準非拡大写像の不動点近似に基づく現代信号処理工学を解説する。

授業計画

第１回：序：凸解析に基づく信号処理の概要
第２回：ヒルベルト空間入門（基礎）
第３回：ヒルベルト空間入門（応用）
第４回：ヒルベルト空間入門（総括）
第５回：直交射影の算法
第６回：凸射影の算法
第７回：逐次アルゴリズム（基礎）
第８回：逐次アルゴリズム（応用）
第９回：不動点近似入門
第１０回：リプシッツ連続性，非拡大写像
第１１回：近接写像
第１２回：凸最適化アルゴリズム
第１３回：再生核ヒルベルト空間入門
第１４回：まとめ
第１５回：信号処理工学演習
定期試験は実施しない

テキスト

特に指定しない

参考書・参考資料等 工学のための関数解析, 山田功, 数理工学社, 2009. D. G. Luenberger, Optimization by vector space methods, Wiley, 1969. Y. Censor and S. A. Zenios, Parallel optimization, Oxford, 1997. H. Stark and Y. Yang, Vector space projections: A numerical approach to signal and image processing, neural nets, and optics, Wiley, 1998. 凸解析の本格的な数学書： H. H. Bauschke and P. L. Combettes, Convex analysis and monotone operator theory in Hilbert spaces, Springer, 2010. 再生核ヒルベルト空間を勉強したい人： B. Schoelkopf and A. J. Smola, Learning with kernels, MIT Press, 2002. A. Berlinet and C. Thomas-Agnan, Reproducing kenel Hilbert spaces in probability and statistics, Kluwer Academic Publishers, 2004.
学生に対する評価 レポート

授業科目名：システムエレクトロニクス特論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：久保　亮吾 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

身の回りの多くの機器が電子制御されるようになった昨今、エレクトロニクスは周辺の様々な分野と融合して新たな技術分野を形成している。その中で、電気電子工学の基盤学問である制御工学は異分野システム間の融合において重要な役割を果たすことが期待される。本講義は、電力システム・機械システム・情報通信システムなどのエレクトロニクス応用システムに関する知識を習得するとともに、各種システムを統合的に捉えられるようになることを目標とする。電力を制御するパワーエレクトロニクス技術、機械運動を制御するモーションエレクトロニクス技術、通信ネットワークを制御するネットワークエレクトロニクス技術について解説するとともに、それらの統合的設計・制御手法について議論を行う。

授業の概要

電気電子システムの基盤的制御技術として、電力を制御するパワーエレクトロニクス技術、機械運動を制御するモーションエレクトロニクス技術、通信ネットワークを制御するネットワークエレクトロニクス技術について取り扱う。また、それらの統合的設計・制御手法について議論を行う。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：パワーエレクトロニクス（応用システム、パワーデバイス、スイッチング）
第３回：パワーエレクトロニクス（AC/DC変換、DC/DC変換）
第４回：モーションエレクトロニクス（メカトロニクス、モータ駆動回路）
第５回：モーションエレクトロニクス（センサ、アクチュエータ、DCサーボ、位置制御）
第６回：ネットワークエレクトロニクス（ネットワーク化制御、遅延補償）
第７回：ネットワークエレクトロニクス（待ち行列理論：M/M/1、M/M/1/K）
第８回：ネットワーク化システムに関する学生発表（センシングシステム）
第９回：ネットワーク化システムに関する学生発表（通信システム）
第１０回：ネットワーク化システムに関する学生発表（交通システム）
第１１回：ネットワーク化システムに関する学生発表（ロボットシステム）
第１２回：ネットワークエレクトロニクス（待ち行列理論：M/M/S、M/M/S/S）

第１３回：サイバーフィジカルシステム 第１４回：まとめ 第１５回：学生発表の振り返り 定期試験は実施しない
テキスト 講義スライド（電子版）を配布する。
参考書・参考資料等
学生に対する評価 レポート、発表および質疑応答による評価

授業科目名：圧縮性流体力学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：松尾　亜紀子
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

圧縮性流体力学について学び、その後、ロケット推進を例にとり推進基礎・飛行性能について演習を交え講義する。

授業の概要

圧縮性流体力学の基礎的な理解を目指す講義であり、課題を通じて圧縮性流体の状態量変化の計算方法の習得を目指す。また、その理解を用いてロケット推進に関する基本的な考えや各種性能評価法について学ぶ。課題では、与えられたロケット推進に関する各種性能や条件から、ロケット推進として獲得する速度の算出方法を学ぶ。

授業計画

第１回：講義紹介 9.1 Review of Thermodynamics 9.2 The Speed of Sound
　　9.1 熱力学に関する説明, 9.2 音速

第２回：9.3 Adiabatic and Isentropic Steady Flow
　　9.3 断熱および等エントロピー定常流れ

第３回：9.4 Isentropic Flow with Area Changes
　　9.4 断面積変化を伴う等エントロピー流れ

第４回：9.5 The Normal Shock Wave
　　9.5 垂直衝撃波

第５回：9.6 Operation of Converging and Diverging Nozzles
　　9.6 収束および拡大ノズルにおける流れ

第６回：第１～５回講義での宿題の解説　（基礎）

第７回：第１～５回講義での宿題の解説　（応用）

第８回：9.9 Mach Waves and Oblique Shock Waves 1
　　9.9 マッハ波と斜め衝撃波（基礎）

第９回：9.9 Mach Waves and Oblique Shock Waves 2
　　9.9 マッハ波と斜め衝撃波（応用）

第１０回：第1～9回講義内容（圧縮性流体）に関する理解の確認

第１１回：Introduction of Rocket Propulsion, ロケット推進の紹介

第１２回：Fundamentals of Rocket Propulsion，ロケット推進の基礎 第１３回：第11～12回講義内容（ロケット推進）に関する理解の確認 第１４回：講義の総括：講義内容に関する理解の確認の結果検討 第１５回：圧縮性流体力学演習 定期試験は実施しない
テキスト Fluid Mechanics, 9th Edition (Frank White, Mcgraw-Hill Series in Mechanical Engineering)
参考書・参考資料等 Rocket Propulsion Elements, Seventh Edition (Sutton and Biblarz, John Wiley &Sons)
学生に対する評価 ほぼ毎回出される宿題と授業内に行われる「講義内容に関する理解の確認」の評価

授業科目名：先進材料の力学と数値シミュレーション	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：高野　直樹 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

主に対面授業ですが一部はオンデマンド授業とします。繊維強化複合材料や多孔質材料といった微視的な不均質構造を有する材料に対するマルチスケールシミュレーション、マルチフィジックスシミュレーション、アディティブマニュファクチャリング（3Dプリンティング）による材料・造形品の品質保証のための確率的シミュレーションなど、CAE技術の最新情報を講義する。

授業の概要

繊維強化プラスチック複合材料および積層板、多孔質セラミックス、金属3D積層造形の力学と製造プロセスと、マルチスケール・マルチフィジックスモデリング・シミュレーションについて論じる。また、有限要素法の理論と、ばらつきや不確かさのモデリング・シミュレーション法についても述べる。

授業計画

第１回：軽量材料・機能性材料へのイントロダクション
第２回：繊維強化複合材料の力学特性と成形法
第３回：繊維強化複合材料と積層板の力学の理論
第４回：繊維強化複合材料と積層板の損傷と破壊
第５回：有限要素法による数値シミュレーション：理論（基礎）
第６回：有限要素法による数値シミュレーション：理論（応用）
第７回：有限要素法による数値シミュレーション:プリ・ポストプロセシング
第８回：マルチケールシミュレーション：漸近展開に基づく均質化理論と確率均質化法
第９回：繊維強化複合材料と多孔質材料のマルチスケールシミュレーション
第１０回：数理モデルの妥当性確認, 不確かさの定量的評価, シミュレーションの品質保証
第１１回：鋼材焼入れプロセスのマルチフィジックスシミュレーション
第１２回：金属粉末のレーザ溶融方式の3D積層造形のための設計
第１３回：確率的モデリング・シミュレーション法の3D積層造形品の品質保証への応用
第１４回：最終レポートプレゼン
第１５回：総括と質疑応答
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定なし
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 宿題レポート

授業科目名：フォトニックナノ構造	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：田邉　孝純 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

ナノテクノロジーは光科学分野にも多大な恩恵をもらたしている．ナノ加工技術を利用して人工的に作製した光の波長やそれ以下のサイズを持つナノ構造体を用いて，光の性質を高度に制御することができるようになってきた．光を制御するためのこのナノ構造体をフォトニックナノ構造と呼び，今日の光科学の一大分野を形成している．例えばフォトニック結晶，メタマテリアル，プラズモン，シリコンフォトニクス等がこの分野に含まれ，光導波路も広義ではフォトニックナノ構造体に含まれる．本講義は，フォトニックナノ構造の基礎と応用について学ばせる．前半では光の本質的な性質，特にナノ領域での光の性質を理解させることに主眼を置く．後半では，フォトニックナノ構造は特有の光機能が得られることを理解し，光の工学的な応用の広がりについて学ぶ．またフォトニックナノ構造の解析で強力なツールとなる時間領域差分法(FDTD)の基礎についても学ぶ.

授業の概要

光信号処理や光回路ではナノ構造中での光の伝搬制御が必要となる。テクノロージが可能としたナノ構造と、電磁波としての光との相互作用の基本について学ぶ。

授業計画

第１回：ガイダンス・フォトニックナノ構造とは
第２回：光学基礎・光の屈折・反射と回折
第３回：様々な電磁界の数値解析手法とマクスウェル方程式
第４回：マクスウェル方程式・微分方程式の差分化
第５回：FDTDの基礎(1)・マクスウェル方程式の差分化：時間と空間の差分化
第６回：FDTDの基礎(2)・吸収境界条件: Perfect matching layer
第７回：FDTDアルゴリズムのコーディングの実際
第８回：電磁界解析演習（基礎）
第９回：フォトニックバンド構造とフォトニックバンドギャップの基礎
第１０回：フォトニック結晶中での光の伝搬
第１１回：フォトニック結晶導波路
第１２回：フォトニック結晶微小光共振器

第１３回：フォトニック結晶素子を用いた非線形光学 第１４回：新しい量子光学現象と光デバイス 電磁界解析演習（応用） ・まとめ 第１５回：フォトニックナノ構造演習 定期試験は実施しない
テキスト 講義資料プリントを配布予定
参考書・参考資料等 特に指定しない
学生に対する評価 レポート評価とします

授業科目名：材料強度学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：大宮　正毅
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

近年，航空機やドローン，電気自動車など，ほとんどの機械システムはコンピューターによる電子制御が行われている。そして，その中で使われている電子デバイスの一つでも故障してしまうと，システムの故障，情報の喪失などを引き起こし，最悪の場合，人命を巻き込むような重大な事故につながる可能性もある。このような大惨事を未然に防ぐためには，そこで用いられている材料や構造の強度・安全性に関する正しい知識が必要である。そこで本講義では，材料強度学の基礎について概説し，安全性確保のための信頼性設計について解説する。

授業の概要

材料強度学全般（応力，ひずみ，破損の法則，応力解析，破壊力学の基礎，疲労，クリープ，環境強度）のについて概説し，安全性確保のための信頼性設計法について取り扱う。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：材料力学の復習
第３回：弾性力学の基礎
第４回：応力解析（基礎）
第５回：応力解析（応用）
第６回：応力解析シミュレーション
第７回：破壊力学（基礎）
第８回：破壊力学（応用）
第９回：破壊力学（総括）
第１０回：き裂解析シミュレーション
第１１回：疲労強度（基礎）
第１２回：疲労強度（応用）
第１３回：高温強度
第１４回：環境強度
第１５回：材料強度学演習
定期試験は実施しない

テキスト 「楽しく学ぶ破壊力学」　成田史生・大宮正毅・荒木稚子 朝倉書店　2020年 ISBN: 978-4-254-23148-9 C3053
参考書・参考資料等 講義中に紹介します。
学生に対する評価 演習およびレポート課題により評価します。

授業科目名：宇宙探査工学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：石上　玄也 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

宇宙工学は，機械・電気・制御・材料・化学・物理など広範な学問を基礎とし，宇宙輸送システム，軌道上システム，宇宙探査システムなどの宇宙利用を目的とした統合システムを実現するための学問である。本講義では，特に宇宙探査工学における剛体の力学体系を学ぶことを主眼とし，軌道力学の基礎であるケプラーの軌道をはじめ，地球周回軌道上におけるランデブ・ドッキングの力学，惑星間飛行，人工衛星の力学と制御，近年の宇宙ロボティクスについて講義する。また，グループワークとして，宇宙探査ミッションに関する概念検討・アイディア検討などをグループごとに実施し，講義終盤において報告してもらう。

授業の概要

宇宙探査工学における剛体の力学体系を学ぶことを主眼とし，軌道力学の基礎であるケプラーの軌道，地球周回軌道上におけるランデブ・ドッキングの力学，惑星間飛行，人工衛星の力学と制御について講義するとともに，宇宙探査ミッションに関するアイディア検討についてグループワークを実施する。

授業計画

第１回：宇宙工学概論
第２回：軌道力学
第３回：ランデブ・ドッキング（ホーマン遷移）
第４回：ランデブ・ドッキング（CW式）
第５回：惑星間飛行（接続円錐曲線法）
第６回：惑星間飛行（実例とスイングバイ）
第７回：ランデブ・ドッキングに関する数値解析とレポート
第８回：人工衛星の姿勢制御の基礎
第９回：人工衛星のスピン安定姿勢制御
第１０回：人工衛星の三軸姿勢制御
第１１回：宇宙ロボティクス
第１２回：宇宙探査に関するグループワーク
第１３回：グループワークプレゼンテーション

第１４回：人工衛星の姿勢制御に関する数値解析シミュレーションとレポート 第１５回：宇宙探査特別講義 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定なし
参考書・参考資料等 茂原 正道，宇宙工学入門 I/II，培風館
学生に対する評価 中間レポート，最終レポート，グループワークのプレゼンテーションに基づいて評価する。

授業科目名：非線形ダイナミクス	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：彭　林玉 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

非線形システムに対するさまざまな解析手法及び数値計算手法を紹介する。古典的な方法の他に，リー群の対称性に基づく解法，摂動論などを論じる。さらに，ハミルトン系の構造解析と構造保存数値手法も扱う。

授業の概要

非線形システムに対するさまざまな解析手法及び数値計算手法を紹介する。古典的な方法の他に、リー群の対称性に基づく解法、摂動論などを論じる。さらに、ハミルトン系の構造解析と構造保存数値手法も扱う。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：簡単な非線形常微分方程式の解法（基礎）
第３回：簡単な非線形常微分方程式の解法（応用）
第４回：解の存在と一意性
第５回：対称性方法（基礎）
第６回：対称性方法（応用）
第７回：摂動法と近似解　（基礎）
第８回：摂動法と近似解　（応用）
第９回：ハミルトン系とシンプレクティック写像
第１０回：ポアソン括弧と第一積分
第１１回：リウヴィル可積分性
第１２回：シンプレクティック数値積分法（基礎）
第１３回：シンプレクティック数値積分法（応用）
第１４回：まとめ
第１５回：非線形ダイナミクス演習
定期試験は実施しない

テキスト

無

参考書・参考資料等 [1] P. E. Hydon, Symmetry Methods for Differential Equations: A Beginner's Guide, Cambridge: Cambridge University Press, 2000. [2] B. Leimkuhler and S. Reich, Simulating Hamiltonian Dynamics, Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
学生に対する評価 課題approx. 50% レポートapprox. 50%

授業科目名：有限要素モデリング・シミュレーション	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：村松（髙橋）眞由 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

この科目は二学期制対応科目です．本講義は，学部生で学んだ「材料力学」，「連続体力学」，「コンピューターシミュレーションの応用」に基づくもので，固体や構造の強度設計および剛性設計に欠かせない有限要素法の理論と実問題への適応方法について学びます．まず前半では，有限要素法の導入と工学解析の基礎を学んだ後，仮想仕事の原理の離散化による有限要素法の定式化を学びます．後半では，有限要素法における材料モデリングや材料シミュレーションなどの様々な材料の問題に関する数値解析に関連するトピックについて学習します．

授業の概要

構造解析に用いられる有限要素法の理論を説明します．仮想仕事の原理，Galerkin法による離散化を説明するとともに，材料構成則についても論じます．課題を通してMatlabによるプログラミングも説明します．

授業計画

第１回：有限要素法の紹介，工学解析の基礎
第２回：有限要素法の定式化，固体と構造の線形解析（基礎）
第３回：有限要素法の定式化，固体と構造の線形解析（応用）
第４回：有限要素法の定式化，固体と構造の線形解析（総括）
第５回：有限要素法の定式化，固体と構造の線形解析(トラス要素)
第６回：有限要素法の定式化，固体と構造の線形解析(アイソパラメトリック要素)
第７回：有限要素法の定式化，固体と構造の線形解析(数値積分)
第８回：テンソル解析復習
第９回：金属材料の力学：運動学（基礎）
第１０回：金属材料の力学：運動学（応用）
第１１回：金属材料の力学：構成則　（基礎）
第１２回：金属材料の力学：構成則（応用）
第１３回：金属材料シミュレーション　（基礎）
第１４回：金属材料シミュレーション　（応用）

第１５回：総括 定期試験は実施しない
テキスト 配布プリント(ハンドアウトをK-LMSからダウンロードのこと)
参考書・参考資料等 有限要素法に関する書籍は多数出版されているので，自分に適したものを各自選定してください.
学生に対する評価 計7回の宿題

授業科目名：しなやか材料の力学と構造デザイン	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：佐野　友彦 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

我々の身のまわりには，大小さまざまな棒や板状のものがあふれ，これらは薄い構造と総称される．DNA，鞭毛や繊毛，植物のつる，リボン，パスタ，海底ケーブル，卵の殻などはその一例である．薄い構造は小さな力によって容易に大きく曲がりねじれ，「しなやか」に変形する．このことは，幾何学と力学が密接に結びついていることを考えさせられる．本講義では座屈不安定性のように，材料のもつ対称性が破れる過程を記述する枠組みを三次元弾性論から始め導出する．その不安定性を「機能の発現」とみなす考えのもとで生み出される構造デザインの試みについても紹介する．

授業の概要

我々の身のまわりには，大小さまざまな棒や板状のものがあふれ，これらは薄い構造と総称される.薄い構造は小さな力によって容易に大きく曲がりねじれ，「しなやか」に変形する．本講義では座屈不安定性のように，材料のもつ対称性が破れる過程を記述する枠組みを導出し、近年の研究例を紹介する．

授業計画

第１回：イントロダクション, 弾性理論の復習
第２回：引張り, 曲げ, ねじり, オイラー座屈
第３回：変分原理と分岐理論の基礎
第４回：曲線の幾何学
第５回：棒状構造物の力学（基礎）
第６回：棒状構造物の力学（応用）
第７回：最新研究の紹介（基礎）
第８回：板状構造物の力学（基礎）
第９回：板状構造物の力学（応用）
第１０回：曲面の微分幾何学（基礎）
第１１回：曲面の微分幾何学（応用）
第１２回：シェル構造物の力学（基礎）
第１３回：シェル構造物の力学（応用）

第１４回：最新研究の紹介（応用） 第１５回：まとめ 定期試験は実施しない
テキスト なし
参考書・参考資料等 B. Audoly and Y. Pomeau, ″Elasticity and Geometry: From hair curls to the non-linear response of shells″ (Oxford University Press, 2010). ISBN : 9780198826262 Etienne Guyon, Jose Bico, Etienne Reyssat, Benoit Roman, ″Hidden Wonders: The Subtle Dialogue Between Physics and Elegance,″ (The MIT Press, 2021). ISBN: 0262539896
学生に対する評価 毎回の出席およびレポート

授業科目名：機能性ソフトマテリアル特論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：緒明　佑哉、伴野　太祐
			担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

典型的な材料の物理化学的な性質をベースとして、本講義では特に高分子、ゲル、ベシクル、液晶といった“やわらかい物質”であるソフトマテリアルに対象を絞り、新たな機能創造をめざした最新トピックスを紹介します。前半では、機能分子を含んだ分子集合体中の分子を動かして機能を発現させるための分子・材料設計について説明します。特に、π共役骨格を含んだ材料を対象とし、光化学、電気化学的な機能を中心に、エネルギー・センサ関連などへの応用を解説します。後半では、systems chemistryという、生命にみられる複雑な機能の一端を、非平衡の側面も入れ込んだ化学システムとして分子化学的に再現する試みとともに、刺激応答性、時間発展現象、非平衡性を導入した化学システムについて解説します。さらに、生命にみられる機能を分子集合体に見出すための化学システムを創出する試みと、それら超分子化学的なアプローチが資源・環境・エネルギー問題の解決にどのように貢献できるかを受講者のみなさんと議論します。

授業の概要

典型的な材料の物理化学的な性質をベースとして、特に高分子、ゲル、ベシクル、液晶といった“やわらかい物質”であるソフトマテリアルに対象を絞り、新たな機能創造をめざした最新トピックスを紹介します。具体的には、自己組織化構造中の分子を動かして機能を発現させるための材料設計と、生命にみられる複雑な機能の一端を化学システムとして再現する試みについて解説します。

授業計画

第１回：ソフトマテリアルの階層性と柔軟性（担当：緒明）
第２回：酸化還元活性をもつ分子の高分子化とナノ構造制御（担当：緒明）
第３回：共役高分子材料の設計と電気化学特性（担当：緒明）
第４回：力学的刺激に応答する材料（担当：緒明）
第５回：先端機能性ソフトマテリアル（担当：緒明）
第６回：資源・環境・エネルギー問題に向けた取り組み（担当：伴野）
第７回：超分子とは（担当：伴野）

第８回：刺激応答性（担当：伴野） 第９回：時間発展現象（担当：伴野） 第１０回：非平衡性を導入した超分子システム（担当：伴野） 第１１回：生命機能を模倣した超分子システム（担当：伴野） 第１２回：資源・環境・エネルギー問題に貢献する超分子化学（基礎）（担当：伴野） 第１３回：資源・環境・エネルギー問題に貢献する超分子化学（応用）（担当：伴野） 第１４回：まとめ（担当：緒明、伴野） 第１５回：補足説明（担当：緒明、伴野） 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定ありません。
参考書・参考資料等 第１回～第５回：有機機能材料に関する成書全般 第６回以降：超分子化学に関する成書全般 参考になる論文や書籍を随時紹介します。
学生に対する評価 出席、クイズおよび期末レポートによる評価

授業科目名：アクチュエータ工学特論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：竹村　研治郎
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

この講義では、一般的に広く普及している電磁モータに留まらず、様々な原理に基づくアクチュエータを解説します。また、アクチュエータを実際に使う場面を想定したケーススタディなどを通して、それぞれのアクチェータの特徴を理解した上での利用や選定ができる力を養います。

授業の概要

機械システムを構成する上で欠かすことのできない機能要素であるアクチュエータについて、一般的に広く利用される電磁アクチュエータ以外の駆動源について論じる。特に、機能性材料を駆動源とする機能性流体アクチュエータ、圧電・超音波アクチュエータを取り上げ、動作に関する理論と特徴を活かした応用例について解説する。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：電場中の力
第３回：電界共役流体の概要と電界による電気力
第４回：電界共役流体の流動理論
第５回：電界共役流体を利用したアクチュエータ
第６回：電界共役流体の応用に関するグループディスカッション
第７回：電界共役流体の応用に関するプレゼンテーション
第８回：圧電材料
第９回：圧電効果
第１０回：圧電効果を利用したアクチュエータ
第１１回：圧電・超音波アクチュエータのバイオ応用
第１２回：圧電・超音波アクチュエータの応用に関するグループディスカッション
第１３回：圧電・超音波アクチュエータの応用に関するプレゼンテーション
第１４回：総括
第１５回：アクチュエータ工学に関する最新の研究動向
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 2回のプレゼンテーションと最終レポートに基づいて評価します。2回のプレゼンテーションと最終レポートの重み付けはそれぞれ30%，30%，40%で、総得点を100点とした場合に60点に満たない者を不合格とします。

授業科目名：有機電子材料・デバイス	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：野田　啓 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

有機半導体を中心とした有機分子デバイスにおける物性、及びデバイス動作の理解に必要な知識の習得を目標とした講義を行います。有機電子材料の基礎から始めて、各種作製プロセス、有機材料における電荷キャリアの振る舞い、有機材料の構造・物性評価法について講義を行った後、有機分子デバイスについての各論を述べます。

授業の概要

有機半導体を中心とした有機分子デバイスにおける物性、及びデバイス動作の理解に必要な知識の習得を目標とした講義を行う。有機電子材料の基礎から始めて、各種作製プロセス、有機材料における電荷キャリアの振る舞い、有機材料の構造・物性評価法について講義を行った後、有機分子デバイスについての各論を述べる。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：分子軌道について
第３回：分子間相互作用について
第４回：有機材料におけるキャリア輸送過程（基礎）
第５回：有機材料におけるキャリア輸送過程（応用）
第６回：有機／金属界面とキャリア注入過程（基礎）
第７回：有機／金属界面とキャリア注入過程（応用）
第８回：有機発光デバイス（基礎）
第９回：有機発光デバイス（応用）
第１０回：有機太陽電池（基礎）
第１１回：有機太陽電池（応用）
第１２回：有機トランジスタ（基礎）
第１３回：有機トランジスタ（応用）
第１４回：有機分子デバイス（その他）
第１５回：まとめ
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定ありません。
参考書・参考資料等 『有機半導体の基盤と原理』 井口洋夫監修、谷忠明著　丸善出版　2014年 ISBN：978-4-621-08870-8 C3055
学生に対する評価 レポート試験で評価を行います。

授業科目名：先端電気情報工学特別講義	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：野田　啓 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

電気電子情報工学分野における各種技術（超低電力インターフェース回路、バイオセンシングLSI、有機・ナノエレクトロニクス、3Dセンサ、デバイスモデリング、ナノフォトニクス、光通信、光エレクトロニクス、レーザプロセシング、光診断治療システム、医用オプティクス、量子情報通信、画像工学、マルチメディア信号処理、システムエレクトロニクス、ワイヤレス通信、認知ロボティクス、適応学習）の現状と将来展望を包括的に理解することを目的として、学内ないし学外の講師を招いて講義を行う。

授業の概要

電気電子情報工学分野やその周辺分野の第一人者を学内外から講師として招き講義していただく。これにより電気電子情報工学分野における各種の技術や分野を取り巻く産業界の動向、周辺状況などについて、現状と将来展望を包括的に理解することを目的とする。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：特別講義（超低電力インターフェース回路・バイオセンシングLSI）
第３回：特別講義（有機・ナノエレクトロニクス・3Dセンサ）
第４回：特別講義（デバイスモデリング・ナノフォトニクス）
第５回：特別講義（光通信・光エレクトロニクス）
第６回：特別講義（画像工学・レーザプロセシング）
第７回：特別講義（光診断治療システム・医用オプティクス）
第８回：特別講義（量子情報通信）
第９回：特別講義（システムエレクトロニクス）
第１０回：特別講義（マルチメディア信号処理）
第１１回：特別講義（ワイヤレス通信）
第１２回：特別講義（認知ロボティクス）
第１３回：特別講義（適応学習）
第１４回：総括
第１５回：特別講義を通して学んだ事柄について、理解を深める。
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 レポート、出席

授業科目名：集積ナノエレクトロニクス	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：多田　宗弘、田中　貴久 担当形態：複数・オムニバス
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

最先端の集積回路はナノエレクトロニクスが集積されている。本講義では、半導体中のキャリア輸送の理解を踏まえて最先端デバイスおよびその集積化について理解する。

キーワード:半導体、キャリア輸送、集積化、金属、集積回路

授業の概要

ナノエレクトロニクスを構成する材料物性・ナノエレクトロニクスの動作とその集積化に関連した知識の習得を目標とする。様々な材料のキャリア輸送に関する基礎的な講義ののち、古典的・量子的なデバイス動作およびその集積化に関連した講義を行う。

授業計画

第１回：イントロダクション（担当：田中）

第２回：半導体中のキャリア輸送（基礎）（担当：田中）

第３回：半導体中のキャリア輸送（応用）（担当：田中）

第４回：トランジスタの動作と電気特性（基礎）（担当：田中）

第５回：トランジスタの動作と電気特性（応用）（担当：田中）

第６回：様々なナノ構造とトランジスタ（担当：田中）

第７回：特別講義（外部研究者）（担当：田中）

第８回：集積ナノエレクトロニクスと情報処理（担当：多田）

第９回：半導体の製造（担当：多田）

第１０回：ロジック半導体（担当：多田）

第１１回：配線（担当：多田）

第１２回：メモリ（担当：多田）

第１３回：特別講義（外部研究者）（担当：多田）

第１４回：ナノエレクトロニクス社会実装（担当：多田）

第１５回：総括（担当：田中、多田）

定期試験は実施しない

テキスト 授業中に適宜資料を配付する
参考書・参考資料等 J. H. Davies 著, 樺沢宇紀 訳　低次元半導体の物理, 丸善出版 2012. R. Pierret, "Semiconductor Device Fundamentals," Prentice Hall, 1995.
学生に対する評価 レポートにより評価します。

授業科目名：ナノマテリアル特論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：鈴木　哲也
			担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

物質の本質をナノレベルで理解し、それに基づき新物質・新素材を創製する。また新物質を活用する道を探求し、さらに合成技術や解析技術を開発している。具体的にはセラミックス、金属および高分子等材料の微構造を高分解能透過型電子顕微鏡により、原子レベルで解析する。石油掘削用ダイヤモンド薄膜、原子炉材料の照射損傷、プラスチックのリサイクルおよび医療機器の研究を実施し、製品化も手がけている。成績はテーマを決め、順番に発表することにより決める。具体的には、授業ではエネルギー材料関係の講義を実施し、学生がテーマを選び、期末試験で発表して評価するシステムである。

授業の概要

エネルギー材料に関し、材料の観点から、ナノレベルで理解する。実際に石炭火力、原子力や太陽光を代表とする発電方式に関し、問題点や将来性を探求する。

授業計画

第１回：エネルギー材料基礎　（統計から見るエネルギー事情）
第２回：日本の資源（石油、鉱物そのほか）
第３回：原子力エネルギー基礎（材料微細構造から見た安全性）
第４回：原子を見る（ナノマテリアルの解析方法）
第５回：中間発表会
第６回：再生可能エネルギー
第７回：太陽電池
第８回：石油・石炭エネルギー
第９回：前年度の期末発表会概要まとめ
第１０回：化石燃料に関する期末発表会
第１１回：原子力エネルギーに関する期末発表会
第１２回：地熱発電に関する期末発表会
第１３回：風力発電に関する期末発表会
第１４回：レアメタルに関する期末発表会
第１５回：総括
定期試験は実施しない

テキスト 使用しない
参考書・参考資料等 ・材料科学入門（ジョンウルフ編、永宮健夫監訳、岩波書店）　・格子欠陥（藤田英一、朝倉書店）　・金属物理（藤田英一、アグネ技術センター）　・転位論入門（鈴木秀次、アグネ技術センター）　・回折結晶学（金属学会編）　・材料科学１～３（バレット、培風館）
学生に対する評価 発表

授業科目名：分子シミュレーション特論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：泰岡　顕治、荒井　規允 担当形態：オムニバス
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

分子シミュレーションの方法とその応用を学びます．実際に行われている例を参考にして，具体的な方法について講義します．また受講者も最新の分子シミュレーションを用いた研究について，調査してそれについて発表を行います．

授業の概要

分子シミュレーションの方法とその応用を学習する．実際に行われている例を参考にして，具体的な方法について講義する．また受講者も最新の分子シミュレーションを用いた研究について，調査してそれについて発表を行う．

授業計画

第１回：イントロダクション（担当：荒井）
第２回：分子シミュレーションの方法：分子動力学の基礎（担当：泰岡）
第３回：分子シミュレーションの方法：温度・圧力の制御（担当：泰岡）
第４回：分子シミュレーションの方法：粗視化手法（担当：荒井）
第５回：材料系の分子シミュレーション：ソフトマター　（担当：荒井）
第６回：材料系の分子シミュレーション：分子性材料　（担当：泰岡）
第７回：生体系の分子シミュレーション（担当：泰岡）
第８回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：拡張アンサンブル（担当：泰岡、荒井）
第９回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：自由エネルギー計算（担当：泰岡、荒井）
第１０回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：タンパク質・生体膜（担当：泰岡、荒井）
第１１回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：気液・固液・固気界面（担当：泰岡、荒井）
第１２回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：相変化現象（担当：泰岡、荒井）
第１３回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：閉じ込め系（担当：泰岡、荒井）
第１４回：分子シミュレーションに関するプレゼンテーション：自己組織化（担当：泰岡、荒井）

第１５回：まとめ（担当：荒井） 定期試験は実施しない
テキスト 特になし
参考書・参考資料等 D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulation From Algorithms to Applications, 2nd ed., Academic Press (2002). M. P. Allen and D. J. Tildesley, Computer Simulation of Liquids, Oxford University Press, Oxford (1987).
学生に対する評価 レポートと発表

授業科目名：デザイン科学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：加藤　健郎
			担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

デザイン科学とは，デザインという人の創造的行為における法則性の解明と，デザイン行為に用いられる様々な知識の体系化を狙いとする学問です． 本講義においては，デザイン科学の概要と，デザイン科学に関するいくつかのトピックを提供します．それにより，皆さんの将来の創造的行為のさまざまなヒントになることを期待しています．

授業の概要

デザイン科学とは，デザインという人の創造的行為における法則性の解明と，デザイン行為に用いられる様々な知識の体系化を狙いとする学問である．本講義においては，下記教科書に掲載されたデザイン科学の10のトピックを提供する．

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：デザインの歴史とデザイン科学
第３回：「感動」を生みだす
第４回：「つかう」をつくる
第５回：「価値成長」を仕掛ける　，　「タイムアクシスデザイン」で拓く
第６回：「AGE思考」で思いつく
第７回：「創発」に学ぶ
第８回：「状態」で考える，「ロバスト性」を獲得する
第９回：「多空間デザインモデル」で開発する
第１０回：「マルチコンカレント」でリードする
第１１回：「状態」で考える、「ロバスト性」を獲得する
第１２回：「多空間デザインモデル」で開発する
第１３回：「マルチコンカレント」でリードする
第１４回：『知の統合としてのデザイン科学』
第１５回：総括・学力確認
定期試験は実施しない

テキスト

特に指定なし

参考書・参考資料等 ″『モノづくり×モノづかいのデザインサイエンスー経営戦略に新価値をもたらす10の知恵』松岡由幸著　近代科学社　2017年　ISBN：978-4-7649-0525-2 C3050 『デザインサイエンス　未来創造の""六つ"の視点』　デザイン塾監修　丸善出版　2008年 ISBN:978-4621080498 『Mメソッドー多空間のデザイン思考』（和英文併記書）　松岡由幸他著　近代科学社　2013年 ISBN:978-4764904446″
学生に対する評価 以下の2項目で採点を行う．　・２回のレポート　・毎回の授業内課題

授業科目名：計測物理特論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：小川　邦康
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

計測技術の進展は計測器をブラックボックス化した。誤った計測器の使用は無意味な測定結果をもたらす。計測原理を始めとして装置構成・使用法までを十分に理解した上で、測定器が使用されなければ高い信頼性を持つ高精度な測定結果とはならない。熱流体計測において重要となる温度、流速、濃度・圧力などの物理量計測を中心に測定原理から装置構成までを概説する。この講義により、計測原理に立ち返って考える能力と装置構成の基礎知識を身につけることができる。

授業の概要

この科目では温度、流速、濃度・圧力の代表的な計測法とその原理を説明する。また、計測事例と計測に際して注意すべき事項を説明する。加えて、X線CTやMRIも説明する。講義で取り上げる計測手法を以下に示す。温度計測：抵抗温度計、熱電対、放射温度計、LIF、流速計測：熱線流速計、LDV、PTV、PIV、濃度計測：ガスクロマトグラフィー、液体クロマトグラフィー、吸光・蛍光計測、化学センサー

授業計画

第１回：イントロダクション、計測の総論
第２回：温度計測（その１）　・総論、抵抗温度計、熱電対
第３回：温度計測（その２）　・放射温度計
第４回：温度計測（その３）　・自然発光、ＬＩＦ
第５回：流速計測（その１）　・総論、熱線流速計
第６回：流速計測（その２）　・LDV　・面積式流量計、マスフローメータなど
第７回：流速計測（その３）　・PIV、PTV
第８回：圧力測定法
第９回：濃度計測（その１）　・総論、ガスクロ、液クロ
第１０回：濃度計測（その２）　・吸光、蛍光、化学センサー　・シュリーレン法、マッハツェンダー干渉計など
第１１回：新しい計測法（その１）　・MRIの原理（基礎）
第１２回：新しい計測法（その２）　・MRIの原理（応用）

第１３回 : 新しい計測法（その３） ・MRIの原理（総括）
第１４回 : 新しい計測法（その４） ・MRIでの計測事例
第１５回 : 新しい計測法（その５） ・X線CT
定期試験

テキスト
指定しない。随時、資料を配布する。

参考書・参考資料等
・社団法人日本機械学会編、熱流体の新しい計測法、養賢堂 ・熱流体計測における先端技術，熱流体フォーラムシリーズ③，平田・岡本編著，日本工業新聞社 ・温度の計測（計測技術シリーズ５）、計量管理協会編、コロナ社 ・原子スペクトル –測定とその応用–、日本分光学会測定法シリーズ19、大道寺英弘編、学会出版センター ・火炎の分光学的計測とその応用 –フレームスペクトロスコピー–、日本分光学会測定法シリーズ20、幸田清一郎編、学会出版センター ・入門機器分析化学、庄野利之、脇田久伸編著、三共出版 ・工学のための分析化学、長島珍男著、サイエンス社 ・最新ガスクロマトグラフィー（基礎と応用）、舟阪渡、池川信夫編著、廣川書店 ガスセンサーとその応用、新田正義他編、パワー社 化学センサー（その基礎と応用）、清山哲郎他編、講談社サイエンティフィク

学生に対する評価
授業レポートと学期末試験の結果によって総合的に評価します。授業レポートを約40%、学期末試験を約60%の重みで評価します。

授業科目名：混相流体力学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：安藤　景太
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

気相・液相・固相が混在する複雑な流れを解析するための物理・数理モデリングについて論じる。表面重力波、粒子追跡、キャビテーションなどを例題として取り上げる。シミュレーション課題を通して、混相流れに関わる物理現象の理解を深める。Fortran、C、あるいはMATLABなどのプログラミング言語を用いたシミュレーションの予備知識（常微分方程式の初期値問題の数値解法など）があることが望ましい。

授業の概要

気相・液相・固相が混在する複雑な流れを解析するための物理・数理モデリングについて論じる。表面重力波、粒子追跡、キャビテーションなどを例題として取り上げる。シミュレーション課題を通し、混相流れに関わる物理現象の理解を深める。

授業計画

第１回：テンソル解析、流れ学
第２回：レイノルズ輸送定理、保存則の導出
第３回：圧縮流れ
第４回：非圧縮非回転流れ
第５回：波動解析の基礎
第６回：表面重力波
第７回：付加質量
第８回：粒子運動のモデリング
第９回：単一気泡の自由振動
第１０回：非線形気泡力学のモデリング（基礎）
第１１回：非線形気泡力学のモデリング（応用）
第１２回：混相流れの音響学（基礎）
第１３回：混相流れの音響学（応用）
第１４回：分散流のモデリング
第１５回：総括
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定なし
参考書・参考資料等 Brennen, C. E. (2005) Fundamentals of Multiphase Flow. Cambridge University Press. Leighton, T. G. (1994) The Acoustic Bubble, Academic Press.
学生に対する評価 毎回の授業で課される宿題の点数に基づき成績評価を行う。

授業科目名：住まいと生活のシステムデザイン	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：川久保　俊、小川　愛実 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

サステナブルでインクルーシブな住まいを如何にデザインするかについて広く学ぶことを目的とする。住まいに関連する社会制度の変遷、住まいにおける日常生活動作の計測や解釈の基礎となるバイオメカニクス、データに基づく解析手法などを習得し、デザインツールとしての動作解釈および住まいの評価指標について演習を交えながら幅広く学ぶ。毎回の授業ではグループワークによる調査・議論・プレゼンテーションの時間を設ける。

授業の概要

サステナブルでインクルーシブな住まいを如何にデザインするかについて広く学ぶことを目的とする。住まいに関連する社会制度の変遷、住まいにおける日常生活動作の計測や解釈の基礎となるバイオメカニクス、データに基づく解析手法などを習得し、デザインツールとしての動作解釈および住まいの評価指標について演習を交えながら幅広く学ぶ。

授業計画

第１回：イントロダクション、高齢者・障碍者のための社会制度（担当：小川）
第２回：高齢者・障碍者のための住まいの整備（担当：小川）
第３回：福祉関連施設の見学会（担当：小川）
第４回：動作の理解とバイオメカニクス（担当：小川）
第５回：動作計測システム（担当：小川）
第６回：データの統計解析手法（担当：小川）
第７回：住まいの評価システム（担当：小川）
第８回：住環境と居住者の快適性（担当：川久保）
第９回：居住者の快適性評価（担当：川久保）
第１０回：住環境と居住者の健康性（担当：川久保）
第１１回：居住者の健康を増進する場としての住環境評価（担当：川久保）
第１２回：住環境と居住者の在宅ワークパフォーマンス（担当：川久保）
第１３回：生産性を高める執務環境としての住環境評価（担当：川久保）
第１４回：履修者による課題発表と討論（担当：川久保）

第１５回：住まいと生活のシステムデザイン最新動向（担当：川久保、小川） 定期試験は実施しない
テキスト 授業中に適宜資料を公開・配付する
参考書・参考資料等 特に指定なし
学生に対する評価 平常点：３割 プレゼンテーション：４割 期末レポート：３割

授業科目名：マテリアル合成の化学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：緒明　佑哉、伴野　太祐 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

有機・無機、結晶・非晶質、高分子・低分子問わず、材料合成を化学的に制御するために必要となる知識を身に着けます。大学院設置科目ですが、化学系以外の学科から進学し、現在材料を合成している履修者にも対応できるようにするため、学部内容の復習もおりまぜながら進めます。本講義では、身近に存在する典型的な材料、すなわちセラミックス、金属、高分子などの合成プロセスやそれらが関わる現象を化学的に制御するための知識において、大学院修了までに知っておいてほしい基礎的な知識を身に着けることを目指します。第１～４回では、結晶成長により原子分子レベルからどのように材料を合成・制御しうるのかについて説明します。第５～７回は、物理化学の基礎を復習した後に、相図とそれを利用した材料合成の制御について典型的な実例を交えて説明します。第８回は、相転移・相分離に着目した材料合成について説明します。第９回以降は、日常的に使用されている界面活性剤の性質を概観し、その機能がどのように発現するかを解説します。具体的には、様々な物質の表面のぬれ現象やコロイド粒子の凝集および分散が分子間力の観点からどのように理解できるのかを数式を用いて説明します。

授業の概要

有機・無機、結晶・非晶質、高分子・低分子問わず、典型的な材料の構造や物性を制御するための合成プロセスや表面・界面の科学について学びます。大学院修士課程修了までに知っておいてほしい物理化学的な知識とともに、基礎から実践的なマテリアル合成の考え方や設計の方法を身に付けます。

授業計画

第1回：結晶成長１：駆動力（担当：緒明）
第2回：結晶成長２：結晶核の生成（担当：緒明）
第3回：結晶成長３：結晶の成長（担当：緒明）
第4回：結晶成長４：結晶の形態形成と制御（担当：緒明）
第5回：相図と材料合成１：相律と相図の読み方（担当：緒明）
第6回：相図と材料合成２：金属・セラミックス編（担当：緒明）

第7回：相図と材料合成３：高分子・有機結晶編（担当：緒明） 第８回：相転移とそれを活用した材料合成（担当：緒明） 第９回：界面活性剤の概要（担当：伴野） 第１０回：ファンデルワールス力の記述（担当：伴野） 第１１回：電気二重層力（担当：伴野） 第１２回：DLVO理論と溶媒和力（担当：伴野） 第１３回：界面活性剤が形成する分子集合体（担当：伴野） 第１４回：全体のまとめ（担当：緒明、伴野） 第１５回：マテリアル合成先端技術（担当：緒明、伴野） 定期試験は実施しない
テキスト プリント（電子版）を配布します。必要な方は、各自印刷して準備して下さい。
参考書・参考資料等 第１回～第４回　結晶成長に関連した参考書全般 第５回～第８回　物理化学・固体化学に関連した参考書全般 第９回～第１３回　コロイド・界面科学の参考書全般
学生に対する評価 授業内・期末レポート（計２回）による総合評価

授業科目名：非線形化学動力学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：朝倉　浩一
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

化学振動、空間パターン形成、およびキラル対称性の破れといった平衡から遠く離れた自己組織化された状態は、ゆらぎを通した秩序である。本科目では、自己組織化された状態が創発される化学系の動力学解析を説明する。

授業の概要

化学系が平衡から遠く離れた条件下では、ゆらぎの成長は、化学振動、化学波、空間パターン形成、キラル対称性の破れといった自己組織化された状態をもたらす。本科目では、多種の化学系が平衡から遠く離れた自己組織化された状態を紹介し、これらが自己組織化するメカニズムについて、非線形化学動力学の観点から説明する。

授業計画

第１回：科目の概要説明
第２回：非線形化学動力学の歴史
第３回：化学動力学、定常状態とその安定性
第４回：多重安定性の系と履歴現象
第５回：多変数系の安定性
第６回：Brusselatorと化学振動
第７回：ベローゾフ-ザボチンスキー反応による化学振動とFKNモデル
第８回：分岐理論とデータの表現方法
第９回：　Turingパターン形成の理論
第１０回：Turingパターン形成のモデリング
第１１回：Turingパターン形成の実験による実現
第１２回：相平面分析と化学波
第１３回：化学波とパターン
第１４回：復習と総括
第１５回：非線形化学動力学演習
定期試験

テキスト I. R. Epstein, J. A. Pojman, ″An Introduction to Nonlinear Chemical Dynamics -Oscillations, Waves, Patterns, and Chaos″, Oxford University Press, New York, 1998.
参考書・参考資料等 D. K. Kondepudi, I. Prigogine, ″Modern Thermodynamics -From heat Engines to Dissipative Structure″, John Wiley & Sons, 1998.
学生に対する評価 期末試験

授業科目名：環境科学ディスカッション	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：奥田　知明
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

環境問題は答のない学問とも言えます。そこで個人個人が自分なりの考えを持つことが大切ですが、その考えはサイエンスに立脚したものである必要があります。この授業では、様々な環境問題をテーマにしたグループディスカッションと個人スピーチを通じて、科学的知見に基づいた自分の意見を持つことを目標とします。 受講者の多様性がディスカッションの幅を広げるため、他研究科や他学部からの受講を歓迎します。これまで理工学部の全ての学科と理工学研究科の全ての専攻、および経済学研究科やSDM研究科等からの受講生が履修し単位を取得しています。

授業の概要

様々な環境問題をテーマにしたグループディスカッションと個人スピーチを通じて、科学的知見に基づいた自分の意見をまとめる能力や、主体的に問題を見出し課題を要素化する能力を身につけ、社会において指導的な立場になった時に必要となる能力を養成する。

授業計画

第１回：授業概要－環境科学ディスカッションの進め方－
第２回：地球温暖化問題（基礎）
第３回：地球温暖化問題（応用）
第４回：エネルギー問題（基礎）
第５回：エネルギー問題（応用）
第６回：中間レポート発表会
第７回：我が国における大気環境問題（基礎）
第８回：我が国における大気環境問題（応用）
第９回：企業と環境（基礎）
第１０回：企業と環境（応用）
第１１回：世界における環境問題
第１２回：環境問題に関する話題、新聞記事、書籍など（基礎）
第１３回：環境問題に関する話題、新聞記事、書籍など（応用）
第１４回：最終レポート発表会

第１５回：環境科学最新技術 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない。
参考書・参考資料等 特に指定しない。環境問題に関する日々のニュースや書籍等に関心を持つことが望ましい。 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする。
学生に対する評価 平常点。授業へ出席した上でのディスカッションへの参加態度を重要視し評価を行う。履修者人数により、必要に応じてプレゼンテーションやレポートを課す場合がある。単に知識や記憶力を問う筆記試験は行わない。出席してもディスカッションに参加しない場合は単位を認めない。

授業科目名：化学工学特論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：藤岡（佐野）沙都子 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

運動量、熱、および物質移動は移動現象と総称され、化学工学における重要な分野である。本講義では、移動現象の基礎的な数値解析やモデル化について学ぶ。複数の例題に取り組み、数値計算を利用した移動現象のモデル化と解析の力を身につけることを目標とする。また、化学反応器に関する最新のトピックスについても学び、反応装置やプロセス設計の基礎となる力を身につける。

授業の概要

化学工学の基礎となる運動量、熱、および物質の移動について数値解析の手法を取り扱い、応用例として混相流の数値解析法にも触れる。

授業計画

第１回：イントロダクション：化学工学における流体シミュレーション
第２回：CFDソフトウェアを利用した流れの解析: 円管内流れの圧力損失（基礎）
第３回：CFDソフトウェアを利用した流れの解析: 円管内流れの圧力損失（応用）
第４回：Reactors for Future Process Engineering #first half (英語によるリアルタイムオンライン講義)
第５回：Reactors for Future Process Engineering #second half (英語によるリアルタイムオンライン講義)
第６回：CFDソフトウェアを利用した流れの解析: Bostwick粘度計
第７回：pythonによる流体の数値計算：（準備編）微分方程式を数値的に解く
第８回：pythonによる流体の数値計算：単一球の沈降
第９回：pythonによる流体の数値計算：熱伝導方程式
第１０回：pythonによる流体の数値計算：移流方程式
第１１回：pythonによる流体の数値計算：Cavity流れ
第１２回：CFDソフトウェアを利用した流れの解析：応用編（混相流、反応流など）（基礎）
第１３回：CFDソフトウェアを利用した流れの解析：応用編（混相流、反応流など）（応用）
第１４回：総括

第１５回：化学工学最新技術 技術定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない。必要に応じてK-LMS上で資料を配布する予定。
参考書・参考資料等 特に指定しない。
学生に対する評価 平常点(講義内のクイズなど) およびレポートによる評価

授業科目名：移動現象操作	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：藤岡（佐野）沙都子 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（理科）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

流体工学初学者向けに移動現象の授業を進める。化学装置による混合, 反応, 分離の制御及び装置設計のために装置内の流動場を解析し, 流動と移動現象との関連を明確化する。具体的には移動現象の基礎方程式を理解する。管内流れの速度分布，機械的エネルギー収支，境界層理論，粒子周りの流れ，円管内乱流や非ニュートン流体の流動などについて学ぶ。また, 撹拌槽における混合についてフローパターンの解析や撹拌所要動力の計算, スケールアップ等を理解し, 装置設計の基礎を習得することを目指す。

授業の概要

化学装置内の混合、反応、分離の制御ならびに装置設計のために装置内の流動解析の方法について学び、スケールアップの基礎を身につける。

授業計画

第１回：移動現象とは
第２回：流体の粘性
第３回：流れの状態の表現・分類
第４回：運動量の収支-シェルモーメンタムバランス-
第５回：一般的な物理量収支式
第６回：三次元流れ場における運動量収支式
第７回：乱流
第８回：流体の機械的エネルギー収支と摩擦損失
第９回：物体の周りの流れ
第１０回：流れ関数と速度ポテンシャル
第１１回：境界層理論
第１２回：撹拌槽におけるフローパターン
第１３回：装置のスケールアップ
第１４回：総括（基礎）
第１５回：総括（応用）
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 『ベーシック移動現象論』吉川史郎 著　化学同人　2015年　ISBN-13: 978-4759815917
学生に対する評価 演習ならびに期末レポートで評価します.

授業科目名：MEMS特論−デザインおよびマイクロファブリケーション−	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：三木　則尚、高橋　英俊 担当形態：複数・オムニバス
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

MEMS(MicroElectroMechanical Systems)は、産業を支える基盤要素技術として幅広く普及している。本講義では、MEMSのデザイン、およびその製作手法について学ぶ。また最新のMEMS技術について、ケーススタディを行う。

授業の概要

MEMSはすでに産業において不可欠になっており、MEMS研究者のニーズが産業界でも非常に高くなっています。講義を通じてMEMSデバイスの製作、パッケージングプロセスを理解し、現在商用化もしくは研究されているMEMSデバイスについて学びます。最終レポートでMEMSデバイスのデザインを行います。

授業計画

第１回：（担当：三木）MEMSならびにマイクロ・ナノ製作技術の紹介
第２回：（担当：三木）スケール効果：マイクロ・ナノスケールにおける物理
第３回：（担当：三木）MEMS製作技術の基礎：フォトリソグラフィー概要
第４回：（担当：三木）MEMS材料
第５回：（担当：三木）薄膜成膜技術（I）CVD
第６回：（担当：三木）薄膜成膜技術（II）PVD
第７回：（担当：三木）フォトリソグラフィー
第８回：（担当：三木）エッチングプロセス
第９回：（担当：三木）実装：パッケージ技術
第１０回：（担当：高橋）ケーススタディI：静電アクチュエータ
第１１回：（担当：高橋）ケーススタディII：力センサ
第１２回：（担当：高橋）ケーススタディIII：ジャイロスコープ、加速度計
第１３回：（担当：高橋）ケーススタディIV：3Dフォトリソグラフィー
第１４回：（担当：高橋）：ラボツアー
第１５回：（担当：三木・高橋）授業総括
定期試験は実施しない

テキスト Microsystem Design, Stephen D. Senturia, Kluwer Academic Publishers, 2000.
参考書・参考資料等 Fundamentals of Microfabrication, Marc J. Madou, CRC Press.
学生に対する評価 レポート

授業科目名：バイオミメティックマイクロナノ工学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：尾上　弘晃、高橋　英俊 担当形態：オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

微細加工技術の深化に伴い、マイクロ・ナノスケールの構造や物理現象を利用した工学システムが発展している。それに伴い、自然界に見られるマイクロ・ナノスケールにおける構造及び物理現象は、マイクロ・ナノスケールの人工的なシステムを創る上で、工学的に非常に興味深い例である。本講義では、特に生物が持つマイクロ・ナノスケールにおける機能や機構と、それらを模擬した工学的なシステムを対比させながら、マイクロ・ナノスケールの工学原理について応用例を交えつつ講義する。

授業の概要

自然界に見られる微小構造及び物理現象は、人工的なシステムを創る上で、工学的に非常に興味深い例である。本講義では、特に生物が持つマイクロ・ナノスケールにおける機能や機構と、それらを模擬した工学的なシステムを対比させながら、マイクロ・ナノスケールの工学原理について理論と応用例を交えつつ講義する。

授業計画

第１回：イントロダクション（担当：尾上）
第２回：マイクロ・ナノシステム（担当：尾上）
第３回：静的自己組織化の工学応用（担当：尾上）
第４回：動的自己組織化の工学応用（担当：尾上）
第５回：DNAとナノシステム（担当：尾上）
第６回：バイオロギングシステム（担当：高橋）
第７回：生物の力学計測（担当：高橋）
第８回：マイクロナノ構造と濡れ（担当：高橋）
第９回：マイクロナノ皺構造の形成（担当：尾上）
第１０回：光制御のためのマイクロナノ構（担当：尾上）
第１１回：細胞の力学計測（担当：高橋）
第１２回：生体組織とマイクロシステム（担当：高橋）
第１３回：生体の飛翔とフライトシステム（担当：尾上）

第１４回：K2タウンキャンパスのクリーンルーム施設見学（担当：尾上） 第１５回：バイオミメティックマイクロナノ工学最新技術（担当：尾上） 定期試験は実施しない
テキスト 授業中に適宜資料を公開・配付する
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を公開・配付する
学生に対する評価 レポート

授業科目名：ディジタル無線通信	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：眞田　幸俊
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義はディジタル無線通信システムの基礎から最新の話題までを包括的に講義する。まずディジタル変復調方式の基礎、ダイバーシチ、誤り訂正符号の基礎、スペクトル拡散通信方式、OFDM変復調、適応等化器、MIMO技術、アレーアンテナ信号処理の基礎など、ディジタル無線通信におけるキーテクノロジーを説明する。またこれらの基礎技術を利用した移動体通信システム（3G, 4G, 5G, 6G）、WLANシステム（IEEE802.11）、WPANシステム（Bluetooth, Ultra Wideband）、ソフトウェア無線、コグニティブ無線など最新のディジタル無線システムの話題も紹介する。これらの講義およびレポートを通じてディジタル無線システムの基礎と現状を理解することを目標としている。

授業の概要

本講義はディジタル無線通信システムの基礎から最新の話題までを包括的に講義する。まずディジタル変復調方式の基礎、ダイバーシチ、誤り訂正符号の基礎、スペクトル拡散通信方式、OFDM変復調、適応等化器、MIMO技術、アレーアンテナ信号処理の基礎など、ディジタル無線通信におけるキーテクノロジーを説明する。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：ディジタル変復調
第３回：移動通信における雑音，電波伝搬、およびダイバーシチ
第４回：スペクトル拡散変調とOFDM
第５回：セルラーシステム
第６回：無線LANシステム
第７回：誤り訂正符号
第８回：適応等化器
第９回：適応アレーアンテナ
第１０回：超広帯域無線
第１１回：受信機構成とソフトウェア無線
第１２回：コグニティブ無線

第１３回：まとめ 第１４回：課題の解説 第１５回：ディジタル無線通信最新技術 定期試験は実施しない
テキスト 池原雅章、眞田幸俊：マルチメディア通信、倍風館 このほかに講義資料を配布します。 また講義資料はhttp://www.snd.elec.keio.ac.jpよりダウンロードできます。
参考書・参考資料等 指定なし
学生に対する評価 ４つの課題を出しレポートを提出します。それらのレポートにより評価します。

授業科目名：光ネットワークシステム	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：津田　裕之
			担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

光ネットワークシステムをハードウェア・デバイス技術と方式・プロトコルの両面から理解できるようにする。基幹網、メトロポリタン網、アクセス網、プライベート網（LAN／WAN）等ネットワーク構成の特徴を把握して、ハードウェア・方式との対応を理解できるようにする。さらに、次世代の光ネットワーク技術を概観し、今後の研究開発の方向性を明らかにする。

授業の概要

光ネットワークを構成する光素子（半導体レーザ、光変調器、光ファイバ、光増幅器、フォトディテクタ）の基本構造を説明する。伝送システムの物理層の構成を述べ、様々な条件下での伝送特性を述べる。ハードウエア構成に基づいた光ネットワークの通信規格やシステム構成を解説する。光ネットワークシステム研究の最新動向と将来の見通しを述べる。

授業計画

第１回：光通信システムの歴史
第２回：光送信器（基礎）
第３回：光送信器（応用）
第４回：光受信器 ・増幅回路 ・雑音と受信感度、符号誤り率 ・感度劣化の要因（基礎）
第５回：光受信器 ・増幅回路 ・雑音と受信感度、符号誤り率 ・感度劣化の要因（応用）
第６回：光通信部品・光ファイバ ・光増幅器（基礎）
第７回：光通信部品 ・光ファイバ ・光増幅器（応用）
第８回：単チャネル光通信システム（基礎）
第９回：単チャネル光通信システム（応用）
第１０回：多チャネル光通信システム
第１１回：SDH／SONET ・ディジタル多重化技術 ・SDH伝送技術 ・網同期 ・G.691規格（基礎）
第１２回：SDH／SONET ・ディジタル多重化技術 ・SDH伝送技術 ・網同期 ・G.691規格（応用）
第１３回：10GB Ethernet
第１４回：フォトニックネットワーク ・フォトニックネットワーク構成 ・新規伝送フレーム
・将来動向
第１５回：最新の光通信技術を紹介する。
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 「Fiber-Optic Communication Systems」、G. P. Agrawal ISBN: 978-0-470-50511-3
学生に対する評価 光ネットワークシステム技術に関わる調査レポートによる評価 講義中Ｑ＆Ａによる評価

授業科目名：メディア信号処理	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：池原　雅章
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

近年マルチメディアの発展と共に、メディア信号の圧縮が重要になってきている。本講義では、離散コサイン変換（ＤＣＴ）に代表されるメディア信号の圧縮技術の基礎であるブロック変換、および近年注目されているウエーブレット変換について講義を行う。更にＤＣＴに基づくJPEGやMPEG、並びにウエーブレット変換に基づくサブバンド符号化についても解説する。講義の内容は以下の通りである。

授業の概要

近年マルチメディアの発展と共に、メディア信号の圧縮が重要になってきている。本講義では、離散コサイン変換（ＤＣＴ）に代表されるメディア信号の圧縮技術の基礎であるブロック変換、および近年注目されているウエーブレット変換について講義を行う。更にＤＣＴに基づくJPEGやMPEG、並びにウエーブレット変換に基づくサブバンド符号化についても解説する。講義の内容は以下の通りである。

授業計画

第１回：１．情報圧縮（基礎）
第２回：１．情報圧縮（応用）
第３回：２．ブロック変換　2.1　離散フーリエ変換
第４回：2.2　離散コサイン変換
第５回：2.3　ウエーブレット変換（基礎）
第６回：2.3　ウエーブレット変換（応用）
第７回：2.3　ウエーブレット変換(総括)
第８回：2.4　その他の直交変換
第９回：３．画像の圧縮　3.1　量子化
第１０回：3.2　JPEG
第１１回：3.3　サブバンド符号化（基礎）
第１２回：3.3　サブバンド符号化（応用）
第１３回：４．動画像の圧縮　4.1　動き補償
第１４回：4.2　MPEG（基礎）　4.2　MPEG（応用）

第１５回：総括 定期試験
テキスト 池原雅章、真田幸俊著「マルチメディア通信」（培風館）
参考書・参考資料等 特に指定しない
学生に対する評価 レポートと期末試験で評価します。評価に入れるかどうかは別にして、出席はとります。

授業科目名：知能化機械システム	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：村上　俊之 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

ヒューマノイドロボットに代表される機械システムの知能化技術では、ソフトウェアによる知識ベースの構築だけではなく、ハードウェアを考慮に入れた多機能な運動制御技術の構築も重要となる。しかも、機械システムにおけるソフトウェア技術とハードウェア技術の有機的な融合は、高性能な運動制御技術に支配されるといっても過言ではない。そこで、本講義では知能化機械システムの実現に欠かせない運動制御に関連する基盤技術について基礎的な制御事項も含めて概説する。

授業の概要

機械システムにおけるソフトウェア技術とハードウェア技術の有機的な融合は、高性能な運動制御技術に支配されるといっても過言ではない。そこで、本講義では知能化機械システムの実現に欠かせない運動制御に関連する基盤技術について基礎的な制御事項も含めて概説する。

授業計画

第１回：導入および状態空間表現
第２回：状態空間表現と可制御性
第３回：可観測性，極配置
第４回：オイラーの方程式と最適制御
第５回：ラグランジュの未定係数法とポントリャーギンの状態方程式
第６回：ハミルトン-ヤコビ方程式とリカッチ方程式
第７回：最適制御とカルマンの方程式
第８回：ルーエンバーガオブザーバと最小次元オブザーバ
第９回：外乱オブザーバ　(基礎)
第１０回：外乱オブザーバ　(応用)
第１１回：カルマンフィルタ
第１２回：パラメータ同定
第１３回：運動学（基礎）あるいは最終レポート
第１４回：運動学（応用）あるいは最終レポート・課題
第１５回：知能化機械システム最新技術
定期試験

テキスト ハンドアウト，講義ビデオ
参考書・参考資料等 指定なし
学生に対する評価 成績評価の割合は以下のとおりです。 復習レポート：6～7割 期末試験：3～4割

授業科目名：電機統合システム	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：桂　誠一郎、柿沼　康弘、松田（舩戸）　英子 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

ロボットのインテリジェント化やスマートファクトリーなど、従来にない次世代技術の開発が求められている。このようなシステムの実現にあたっては、これまでに別々の分野として発展してきた電気工学と機械工学を総合的に捉え、認知科学までも意識しながら統合する新しいシステムデザイン工学の体系化が必要不可欠である。すなわち、ロボットによる柔軟な動作や人と生産機械の協業の実現においては、それぞれが独立な技術課題を抱えているのではなく、機械要素からアクチュエータ、モーションコントロール、システムの多機能化・多自由度化、時間関数・空間関数の統合など、共通の課題が含まれている。本講義では、生産技術分野と人間支援分野での最先端の研究事例を紹介し、人と機械の調和性も取り上げながら、電機統合システムの工学としての重要性について述べる。

授業の概要

従来にない次世代技術の開発やシステムの実現にあたっては、別々の分野として発展してきた電気工学と機械工学を総合的に捉え、人・社会・環境との調和性も意識しながら統合する新しいシステムデザイン工学の体系化が必要不可欠である。本講義では、生産技術分野と人間支援分野での最先端の研究事例を紹介し、電機統合システムの工学としての重要性について述べる。

授業計画

第１回：電機統合システム（担当：桂）
第２回：環境情報の切り取り（担当：桂）
第３回：環境情報の適用とシステムデザイン（担当：柿沼）
第４回：モード変換とシステム統合（担当：桂）
第５回：多慣性モデルとモード解析（担当：柿沼）
第６回：感覚情報フィードバックシステム（担当：桂）
第７回：空間モード変換による非干渉化制御（担当：柿沼）

第８回：人間の感覚および知覚の認知科学（担当：松田） 第９回：環境情報によるプロセス制御（担当：柿沼） 第１０回：感覚のモデリングとアナリシス（担当：松田） 第１１回：機械学習と認知モデル（担当：松田） 第１２回：人工生命, 生成AI, LLM（担当：松田） 第１３回：応用抽象化と総合デザイン（担当：桂、柿沼，松田） 第１４回：まとめ（担当：桂、柿沼） 第１５回：電機統合システム最新技術（担当：桂、柿沼） 定期試験は実施しない
テキスト 資料プリント配布
参考書・参考資料等 特に指定しない
学生に対する評価 演習ならびにレポートによる評価

授業科目名：量子インターネットと量子情報理論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：武岡　正裕、佐藤　貴彦 担当形態：オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

量子インターネットは、現在急速に発展している様々な量子技術をネットワーク化し、量子技術の可能性を極限まで高める次世代インフラとして期待されています。本科目では、量子インターネットの構成、そして量子通信の理論的背景となる量子情報理論について理解することを目的とします。それぞれの話題について隔週で講義を行い、量子インターネットでは、その概要と構成要素を学び、量子通信を実現するためのプロトコルの設計の演習を行います。量子情報理論は、現在のデジタル社会を支えるシャノンの情報理論の量子力学的拡張であり、講義では、情報理論および量子力学の復習、そしてこれらの理論の融合と量子情報技術における意味合い、さらに情報理論と物理の関係などについて学びます。また、それぞれの講義期間の後半では、分野の最新の研究動向についても紹介します。

授業の概要

次世代インフラである量子インターネットの構成と、量子通信や量子暗号の根底を支える量子情報理論の学習を行う。講義では、シャノン情報理論を量子力学に一般化した量子情報理論の概要を習得するとともに、量子インターネットの構成要素を学び、量子通信を実現するためのプロトコルの設計を演習を通して理解する。

授業計画

第１回：イントロダクションと量子情報の基礎（担当：佐藤）
第２回：量子情報理論１：量子情報のための量子力学（担当：武岡）
第３回：量子インターネット１： 量子テレポーテーションを用いた量子通信（担当：佐藤）
第４回：量子情報理論２：（古典）情報理論（担当：武岡）
第５回：量子インターネット２： 基本編　量子インターネット・アプリケーション（担当：佐藤）
第６回：量子情報理論３：量子情報理論、情報圧縮、エンタングルメント（担当：武岡）
第７回：量子インターネット３： 応用編　量子中継器ネットワーク（基礎）（担当：佐藤）
第８回：量子情報理論４：量子光学（担当：武岡）
第９回：量子インターネット４： 応用編　量子中継機ネットワーク（応用）（担当：佐藤）
第１０回：量子情報理論５：量子暗号（担当：武岡）

第１１回：量子インターネット５： 研究紹介1 現代のテストベッドネットワーク（担当：佐藤）
第１２回：量子情報理論６：量子通信の性能限界（量子通信路容量）（基礎）（担当：武岡）
第１３回：量子インターネット６： 研究紹介2 未来の量子インターネット・アーキテクチャ（担当：佐藤）
第１４回：量子情報理論７：量子通信の性能限界（量子通信路容量）（応用）（担当：武岡）
第１５回：総括（担当：武岡）
定期試験は実施しない

テキスト
特に指定しません。

参考書・参考資料等
M. Nielsen and I. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, 2000).
R. Van Meter, Quantum Networking (Wiley-ISTE, 2014).
Mark M. WIlde, Quantum Information Theory (2nd ed. Cambridge University Press, 2017)
https://

学生に対する評価
出席、講義中の演習、レポートにより評価します。

授業科目名：実世界制御設計論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：滑川　徹、満倉　靖恵、髙橋　正樹、野崎　貴裕 担当形態：オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

実世界に存在するシステムの制御においては、状況を瞬時に捉えた上で不確かさに対応し、所望の機能を実現することが求められる。本講義では、実践的かつ発展的な制御システムのデザインについて述べる。

授業の概要

（野崎　貴裕　6回）

電力を変換、制御し、システムへの入力を生み出すパワーエレクトロニクスについて、基礎理論を確認したのち、ディジタル制御の設計や実機への応用について論じる。

（滑川　徹　3回）

システムに不確かさが存在する場合でも安定性と性能を保証するロバスト制御について、基本的な考え方や設計論を取り扱う。

（満倉　靖恵　3回）

基盤情報処理技術である信号処理について、最新の理論やプラットフォームについて概説するとともに、実践的な信号処理の設計指針を与える。

（高橋　正樹　3回）

基本的な制御系設計法、およびニューロ制御などの知的制御手法について、MATLAB/Simulinkを用いた演習により実践的な知識の習得を目指す。

授業計画

第１回：実世界制御設計論の概要と授業スケジュール（野崎）

第２回：システムの表現と解析（滑川）

第３回：古典制御理論（高橋）

第４回：ロバスト制御（滑川）

第５回：分散協調制御（滑川）

第６回：現代制御理論（高橋）

第７回：知的制御理論（高橋）

第８回：実時間信号処理の基礎（満倉）
第９回：実時間信号解析（満倉）
第１０回：信号処理システムの設計と実用例（満倉）
第１１回：パワーエレクトロニクスの定義と損失（野崎）
第１２回：波形の評価（野崎）
第１３回：電力変換（野崎）
第１４回：パワーエレクトロニクスの制御応用（野崎）
第１５回：総括（野崎）
定期試験は実施しない

テキスト
以下の書籍に加え、授業資料を配布します。
堀孝正（2008年）『新インターユニバーシティパワーエレクトロニクス』オーム社.
河村篤男（2005年）『新・電気システム工学現代パワーエレクトロニクス』数理工学社.
赤津観（2022）『カラー徹底図解 パワーエレクトロニクス』ナツメ社.

参考書・参考資料等
適宜、授業内で紹介します。

学生に対する評価
レポート、および演習によって評価する。

授業科目名：分子結晶の物理化学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：大村　亮
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義では分子結晶の代表例としてクラスレート水和物（以下，水和物と略記）を取り上げ，その物理化学的な特性・物性と関連するエネルギー・環境技術，及び地球環境問題について論じる．水和物とは，水分子が水素結合によって作るかご状構造の内部に別の物質の分子が包み込まれてできる分子結晶のことをいう．水和物には以下に示すような物性・特性があり，これらを活用したガス貯蔵・輸送や分離抽出などの新規技術の開発が進められている．上で述べた水和物の物性・特性とは1)生成・分解熱が大きい，2)大きなガス包蔵性，3)生成・分解時の大きな圧力変化，4)反応選択性などである．また，極地の氷中，大陸縁辺部の海底堆積物中，永久凍土地帯には天然に水和物が生成して埋蔵されており，これらは将来の資源開発や地球温暖化などの問題と密接な関わりがある．水和物の物理化学的な物性・特性を理解し，水和物が関わるエネルギー・環境関連の話題を適切に理解できるようになることが本講義の目標である．

授業の概要

分子結晶の結晶構造，化学熱力学，相平衡，熱物性，核生成，結晶成長について取り扱う．

授業計画

第１回：講義の概要説明，分子結晶の定義
第２回：歴史，概論，定義と結晶構造（基礎）
第３回：定義と結晶構造（応用）
第４回：密度，水和数，分子サイズの計算
第５回：ハイドレート生成系の相平衡熱力学（基礎）
第６回：ハイドレート生成系の相平衡熱力学（応用）・熱物性
第７回：統計熱力学理論
第８回：ゲスト物質の水への溶解度
第９回：核生成と記憶効果
第１０回：結晶成長とモルフォロジー
第１１回：物理的測定手法
第１２回：天然の水和物，関連するエネルギー・環境技術
第１３回：ハイドレート以外のクラスレート

第１４回：成績評価方法を参照. 第１５回：重要事項の確認 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 計5回程度の提出課題（物理化学に関する課題・レポート）と学期末のプレゼンテーションによって成績を評価します．化学熱力学の基礎知識を前提とします．初回の講義にて学力確認を行って履修者を限定します.

授業科目名：情報処理システムアーキテクチャ	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：西　宏章、近藤　正章、松谷　宏紀
			担当形態：オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

情報化社会を支える計算機システムに関する知識を座学と演習によって得ることを目標とします。

授業の概要

情報化社会を支える計算機システムに関する話題をオムニバス形式で紹介します。扱う話題は、組込みシステム、スーパーコンピュータや共有・分散メモリ型へ列計算システムとそのプログラミング、ネットワークハードウェアに及びます。

授業計画

第１回：イントロダクション：IoT、ビッグデータ、AI(担当：松谷)
第２回：エッジAI：モデル、フレームワーク(担当：松谷)
第３回：エッジAI：モデル圧縮(担当：松谷)
第４回：エッジAI：AIアクセラレータ(担当：松谷)
第５回：エッジAI：演習(担当：松谷)
第６回：スーパーコンピュータシステム(担当：近藤)
第７回：共有メモリ型並列計算機(担当：近藤)
第８回：分散メモリ型並列計算機(担当：近藤)
第９回：分散メモリ型並列計算機向けプログラミング(担当：近藤)
第１０回：分散メモリ型並列計算機向けプログラミング演習(担当：近藤)
第１１回：ネットワークシステムハードウェアアーキテクチャ(担当：西)
第１２回：デッドロック回避ハードウェア(担当：西)
第１３回：　フロー制御とシェイピング(担当：西)
第１４回：高スループット化技法(担当：西)
第１５回：ネットワークハードウェア演習(担当：西)
定期試験は実施しない

テキスト

とくに指定なし。講義スライドを事前に共有します。

参考書・参考資料等 とくに指定なし。
学生に対する評価 定期試験は実施しません。3回の演習レポートによって成績を決めます。

授業科目名：熱流体・生命システムデザイン	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：佐藤　洋平、須藤　亮、嘉副　裕、山下　忠紘、山本　詠士 担当形態：オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義は、様々な自然現象に通底する科学原理を、スケールを超えて俯瞰する。様々なスケールにおける自然現象を、熱力学、流体力学の観点から捉え、統合的なマイクロ・ナノシステムを構築、あるいは生命システムを操作するための基礎的な知見を身につけることを目標とする。

授業の概要

本講義では、分子から連続体、細胞から組織・臓器と多岐にわたるスケールの自然現象を解析するための方法論、基盤となる計測技術、これらを操作するためのツールの統合的な設計・開発技術を俯瞰する。熱力学と流体力学を基盤とし、熱工学、流体工学、生命工学へと展開する最新のマイクロ・ナノシステムの解析・設計/合成・評価の最新の事例を紹介する。そして、様々なスケールの現象を調和的に統合するシステムデザイン工学の可能性について議論する。

授業計画

第１回：分子の視点から捉える生命現象の描像（担当：山下　忠紘）
第２回：生命現象の熱力学（担当：山下　忠紘）
第３回：分野を横断する生命科学（担当：山下　忠紘）
第４回：マイクロデバイスのライフサイエンスへの応用（要素技術）（担当：須藤　亮）
第５回：マイクロデバイスのライフサイエンスへの応用（組織工学と培養モデル）（担当：須藤　亮）
第６回：マイクロデバイスのライフサイエンスへの応用（研究事例）（担当：須藤　亮）
第７回：タンパク質の熱力学・動力学（担当：山本　詠士）
第８回：細胞膜の熱力学・動力学（担当：山本　詠士）
第９回：分子夾雑系における拡散現象（担当：山本　詠士）
第１０回：マイクロ・ナノ流体工学の進展（担当：嘉副　裕）
第１１回：ナノ空間の計測技術と流体科学（担当：嘉副　裕）
第１２回：ナノ流体システムの方法論と応用（担当：嘉副　裕）
第１３回：実流動場における熱流動計測の重要性（担当：佐藤　洋平）

第１４回：マイクロスケール空間熱流動計測法（担当：佐藤　洋平） 第１５回：ナノスケール空間熱流動計測法（担当：佐藤　洋平） 定期試験は実施しない
テキスト 授業中に適宜資料を配布する
参考書・参考資料等 小濱泰昭、豊田国昭、佐藤洋平、流体工学最前線（機械工学最前線6）、共立出版、2011
学生に対する評価 授業中に発表する課題への取り組みおよび出席状況をもとに、成績を評価する。

授業科目名：メカニカル・インタフェース・デザイン	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：森田　寿郎
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

人間と人工物とのインタフェースの設計問題をメカニズム（形状・構造・機能）の観点で捉えて議論していきます．講義毎に学際的なテーマを与えますので，ディスカッションを介して文理融合に適った設計解を探ってください．

授業の概要

この講義では，人間と人工物とのインタフェースの設計問題をメカニズム（形状・構造・機能）の観点で捉えて議論します．講義毎に学際的なテーマを与えるので，ディスカッションを介して文理融合に適った設計解を探ります．

授業計画

第１回：導入：Introduction
第２回：概念と技術的課題１：Robotics
第３回：概念と技術的課題２：Teleoperation Robot
第４回：構造と機能の解析１：Entertainment Robot
第５回：構造と機能の解析２：Machine Consciousness and Self Replication
第６回：構造と機能の解析３：Excavators
第７回：形状と機能の解析１：Modern Arts
第８回：形状と機能の解析２：Traditional Performing Arts
第９回：形状と構造の解析１：Timepieces
第１０回：形状と構造の解析２：Automaton
第１１回：形状と構造の解析３：Presentation
第１２回：形状・構造・機能の解析：Bipedal Walking of Humanoid
第１３回：メカニカルインタフェース設計１：Invention of Excellent Interface 1
第１４回：メカニカルインタフェース設計２と総括：Invention of Excellent Interface 2
第１５回：課題レポートとプレゼンテーション動画の製作
定期試験は実施しない

テキスト

特に指定しません．

参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をします.
学生に対する評価 講義毎に課題レポートを出題します.　課題レポートのみによって評価します.

授業科目名：認知ロボティクス	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：村田　真悟
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

認知ロボティクスとは，認知神経科学・ロボティクス・機械学習等の観点を融合することで，構成論的に人間の知能・ 認知メカニズムについて理解することを目指す研究分野である．本講義では特に，その基礎概念や方法論，実際の研究例について解説する．また，深層学習，ロボット学習，計算論的精神医学といった関連分野についても概説する．

授業の概要

認知ロボティクスとは，構成論的に人間の知能・ 認知メカニズムについて理解することを目指す研究分野である．本講義では特に，その基礎概念や方法論，実際の研究例について解説する．また，深層学習，ロボット学習，計算論的精神医学といった関連分野についても概説する．

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：認知ロボティクスと関連分野の歴史
第３回：深層学習（基礎）
第４回：深層学習（応用）
第５回：深層学習（総括）
第６回：認知ロボティクス（1）：行動（基礎）
第７回：認知ロボティクス（2）：行動（応用）
第８回：認知ロボティクス（3）：模倣
第９回：認知ロボティクス（4）：言語と道具身体化
第１０回：認知ロボティクス（5）：コミュニケーションとその他トピック
第１１回：深層学習（まとめ）
第１２回：ロボット学習
第１３回：計算論的精神医学
第１４回：まとめと議論
第１５回：認知ロボティクス最新技術
定期試験は実施しない

テキスト なし（ただし，講義で使用したPowerPointファイルをPDF化し，K-LMSで配布します）.
参考書・参考資料等 J. Tani, Exploring Robotic Minds: Actions, Symbols, and Consciousness as Self-Organizing Dynamic Phenomena, Oxford University Press, 2016. A. Cangelosi & M. Schlesinger, Developmental Robotics: From Babies to Robots, MIT Press, 2015.
学生に対する評価 レポートにより評価します.

授業科目名：先進設計生産融合システム	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：ブカン，　アントニー、大家　哲朗、飯盛浩司、小池　綾 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義ではものづくり支援システムに関する話題を，各担当教員の専門領域を中心に紹介する。受講する学生は，設計生産分野における各専門領域の基礎から最新の応用事例まで学ぶことができる。

授業の概要

SDGsやカーボンニュートラルの達成のためには，ものづくり手法の革新が求められており，特にデジタル生産支援技術の果たす役割は大きい。従来は個別の技術であった，CAD/CAE，AM，構造/トポロジー最適化，AI，IoT等は，デジタル技術の発展により統合化され，現在では境界が無くなっている。本講義では，これらの要素技術の基礎から先端研究事例までを紹介し，周辺技術との統合化について論じる。各担当者ごとにレポート課題が出題され，その内容によって成績評価を行う。

授業計画

第１回：イントロダクション (担当：全員)

第２回：先端金属成形支援技術(1)：塑性加工分野の概要と現状，塑性力学の基礎 (担当：大家哲朗)

第３回：先端金属成形支援技術(2)：マルチスケール固体力学　(担当：大家哲朗)

第４回：先端金属成形支援技術(3)：先端塑性力学理論のCAE技術への応用，他　(担当：大家哲朗)

第５回：精密加工におけるデジタルマニュファクチャリング(1)：超精密加工と計測の原理　(担当：ブカン，アントニー)

第６回：精密加工におけるデジタルマニュファクチャリング(2)：製造における表面の完全性　(担当：ブカン，アントニー)

第７回：精密加工におけるデジタルマニュファクチャリング(3)：製造工程におけるデジタルツイン　(担当：ブカン，アントニー)

第８回：ものづくり支援の最適化技術(1)：構造最適化の概要 (担当：飯盛浩司)

第９回：ものづくり支援の最適化技術(2)：トポロジー感度解析 (担当：飯盛浩司)

第１０回：ものづくり支援の最適化技術(3)：トポロジー最適化　(担当：飯盛浩司)

第１１回：金属積層造形手法(1)：Additive Manufacturingの基礎・概論 (担当：小池綾) 第１２回：金属積層造形手法(2)：金属積層造形技術 (担当：小池綾) 第１３回：金属積層造形手法(3)：Additive Manufacturingの応用・展望 (担当：小池綾) 第１４回：全体のまとめと復習 (担当：全員) 第１５回：先進設計生産融合システム最新技術(担当：全員) 定期試験は実施しない
テキスト 各担当教員より講義資料が配布される。
参考書・参考資料等 各担当教員より講義中に紹介される。
学生に対する評価 出欠およびレポートによって総合的に評価する。

授業科目名：超精密加工計測	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：閻　紀旺
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

先端産業の発展を支えているのは生産技術である．生産技術においては加工技術と計測技術が車の両輪のように重要な地位を占めている．近年，高付加価値製品の生産において，マイクロ・ナノスケールの超精密加工技術および原子レベルの超精密計測技術が求められている.本講義では，主として，各種超精密加工技術および計測技術の原理，実現方法ならびに産業応用について述べる.本講義を受講することによって，最先端ものづくり技術に触れることができる.

授業の概要

先端産業の発展を支えている生産技術において，加工と計測が車の両輪のように重要な地位を占めている．近年，高付加価値製品の製造において，マイクロ・ナノスケールのいわゆる超精密加工技術および計測技術が求められている．本講義では，各種超精密加工技術および計測技術の原理，実現方法ならびに産業応用について述べる.

授業計画

第１回：序論
第２回：超精密加工技術の応用
第３回：超精密加工システム構成
第４回：超精密切削の基礎
第５回：延性材料の超精密切削
第６回：脆性材料の超精密切削
第７回：超精密研削加工
第８回：超精密研磨加工
第９回：電気化学加工
第１０回：レーザ加工
第１１回：レーザ研磨とレーザ修復
第１２回：電子・イオンビーム加工
第１３回：表面の計測評価
第１４回：表面内部の計測評価

第１５回：最新技術動向 定期試験は実施しない
テキスト 講義資料をK-LMSにアップロードする
参考書・参考資料等 指定なし
学生に対する評価 レポートおよびPresentation & Discussionによる総合的評価

授業科目名：生体材料工学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：小茂鳥　潤
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

ヒトのからだの中は極めて過酷な環境であるため，そこにおかれた人工材料（生体材料）は、腐食，摩耗，疲労あるいはそれらの組み合わせにより，時間経過とともに著しく劣化することが知られている．この講義では，生体内における材料の劣化現象を材料工学的側面から解析し，生体材料の安全性まで幅広く論じる．

授業の概要

疾患の治療を目的として，ヒトの体のなかで使われる人工材料のことを生体材料と呼んでいる．この講義の前半は，金属，セラミックス，高分子系の生体材料の特徴や，その利用の方法について学ぶ．後半は再生医療工学や細胞療法などに用いられる生体材料を例として，細胞と生体材料の相互作用や安全性評価について学ぶ．

授業計画

第１回：生体材料の定義と開発動向
第２回：生体内における材料のふるまい（その１）摩耗、腐食、疲労の基礎
第３回：生体内における材料のふるまい（その２）細胞と材料の相互作用
第４回：表面改質による材料の高機能化と生体材料への応用（基礎）
第５回：表面改質による材料の高機能化と生体材料への応用（応用）
第６回：金属系生体材料の利用分野とその動向
第７回：形状記憶合金を利用したバイオインプラント
第８回：トピックス講演（基礎）
第９回：トピックス講演（応用）
第１０回：バイオマテリアルと人体内の環境
第１１回：生体材料のための細胞生物学
第１２回：生体材料のためのバイオメカニクス（基礎）
第１３回：生体材料のためのバイオメカニクス（応用）
第１４回：再生医療の足場材料とナノテクノロジー 総合討論
第１５回：総括
定期試験

テキスト とくになし
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 以下により評価する．　１．最終課題に対するレポート　２．授業中に適宜行う課題　３．期末に行う試験

授業科目名：光応用工学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：寺川　光洋、小川　恵美悠
			担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

生産技術から医療応用まで、光技術は広範かつ重要な分野に貢献している。本科目では、基礎となる光と物質の相互作用について、原子、電子、分子のスケールから説明し、その結果として生じる光熱作用、光機械作用、光化学作用を説明する。続いて、微細加工、三次元造形、機能付与に必要不可欠であるレーザを用いた加工技術につき、レーザアブレーション、溶融接合、改質等の物理と応用を解説する。さらに、光を用いた医療技術とその原理、機器を解説する。講義では、超高速高強度非線形相互作用、ナノスケール光プロセシング、最新の光治療・診断技術およびその基盤となる物理についても説明する。講義にて説明する内容を理解するとともに、関連分野の新たな知識を自ら理解できる力の獲得を到達目標とする。

授業の概要

光と物質の相互作用について、原子、電子、分子のスケールから説明し、その結果として生じる光熱作用、光機械作用、光化学作用を説明する。続いて光を用いた加工技術と医療技術につきその原理から応用まで解説する。

授業計画

第１回：イントロダクション（担当：寺川）
第２回：光と物質の相互作用、光源（担当：寺川）
第３回：レーザアブレーション、表面加工と改質（担当：寺川）
第４回：超短パルスレーザ加工（担当：寺川）
第５回：レーザ改質（担当：寺川）
第６回：溶接、付加加工、積層造形（担当：寺川）
第７回：ディスカッション・中間レポート作成（担当：寺川）
第８回：生体光相互作用（担当：小川）
第９回：生体光イメージング（担当：小川）
第１０回：光生体機能制御（担当：小川）
第１１回：ディスカッション・中間レポート作成（担当：小川）
第１２回：光治療診断技術の歴史（担当：小川）

第１３回：光治療診断技術の最先端、ラボツアー（見学）（担当：小川） 第１４回：ディスカッション・最終レポート作成（担当：小川） 第１５回：補充内容（担当：寺川、小川）
テキスト 講義内にて適宜資料を配付します。
参考書・参考資料等 特に指定なし
学生に対する評価 授業内レポートならびに課題レポートにより評価します。定期試験は実施しない。

授業科目名：建築デザイン工学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：岸本　達也 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

建築・都市の空間は、その空間構成によって、見えやすさ、見られやすさ、行きやすさ、戻りやすさが変化し、それによって人々の行動や空間における社会的な出来事も大きく影響を受ける。本授業では、建築・都市空間のそのような特性をを数理的にモデル化し、分析するSpace Seyntaxの理論と手法について学ぶ。また、実際のモデル化と分析を行い、経験として理解すること目指す。

授業の概要

建築・都市デザインは、科学的な根拠にもとづいて、最適なデザインが追及されることは少ない。本科目では、エビデンス・ベースド・アプローチによる建築・都市デザインの方法について検討する。学術的な理論を紹介し、具体的な建築・都市のデザインの課題に対して、エビデンスにもとづいて、よりよいデザイン案を検討する。

授業計画

第１回：建築・都市空間のEvidence-Based DesignとSpace Syntaxの基礎
第２回：Convex分析（基礎）
第３回：Convex分析　（応用）
第４回：Axial 分析　（基礎）
第５回：Axial 分析　（応用）
第６回：Visibility Graph Analysis　（基礎）
第７回：Visibility Graph Analysis　（応用）
第８回：View and Viewed Graph Analysis　（基礎）
第９回：View and Viewed Graph Analysis　（応用）
第１０回：Segment分析　（基礎）
第１１回：Segment分析　（応用）
第１２回：3D Pedestrian Network分析　（基礎）
第１３回：3D Pedestrian Network分析　（応用）
第１４回：まとめ（基礎）
第１５回：まとめ（応用）
定期試験は実施しない

テキスト なし
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 出席と課題による

授業科目名：建築安全工学	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：小檜山　雅之
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

建築物は地震，風，火災など，さまざまな外乱を受ける可能性がある。設計者・エンジニアは，これらの外乱を適切に想定し，安全性と経済性のバランスが取れた建築物を設計する役割を担う。この講義では，地震災害を中心に各種外乱について災害の事例，対策，設計法などを学ぶ。また，信頼性理論を基礎とした設計法，リスク管理手法，災害が生じた場合の対応や復旧に関する技術についても解説する。

授業の概要

建築物にかかわる各種災害の事例，対策，および設計・計画の方法を学ぶ。

授業計画

第１回：建築物の防災
第２回：水害対策
第３回：雪害対策
第４回：風害対策
第５回：火災対策①　避難設計
第６回：火災対策②　耐火設計
第７回：地盤災害対策①　土質・地形と地盤
第８回：地盤災害対策②　地盤調査と基礎
第９回：震災対策①　地震災害と耐震基準
第１０回：震災対策②　耐震設計
第１１回：震災対策③　耐震補強
第１２回：信頼性理論に基づく設計法
第１３回：リスク管理
第１４回：災害対応と復旧
第１５回：建築安全工学最新技術
定期試験は実施しない

テキスト

なし。講義資料プリントを配布。

参考書・参考資料等 なし。
学生に対する評価 出席，試験（小テスト），レポートによる。

授業科目名：環境機能材料工学特論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：堀田　篤 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

人との繋がり、さらには地球という閉じた系での利用（いわゆる環境に基づいた利用）を考えた分子材料の中で、比較的ソフトな材料に本講義では焦点をあてる。ナノマテリアル、ソフトマテリアル、バイオマテリアル、エコフレンドリーなマテリアルの重要性はますます高まっている。低・中分子材料は界面活性剤やコロイドの形態で使われていることも多い。本講義で主に扱う高分子材料（ポリマー）は機能性材料や構造材料としても大変重要である。「実用材料」「生体材料」「医療用材料」「コスト的に魅力ある材料」は人との生活に密接に関わってくる。環境という側面では「省エネを考えた材料合成」「生分解性ポリマー」「ポリマーのリサイクル」「省エネや省資源を考えた材料の設計と応用」「環境負荷の少ない材料開発」が重要である。本講義では、上記のような観点からこれらの材料を考察する。

授業の概要

材料学が扱う材料の中でも、とりわけポリマーに代表されるソフトマターに焦点をあてて、環境や機能的な側面からそれら材料の基礎および応用面を紹介し議論する。

授業計画

第１回：材料の歴史と背景
第２回：合成　－　省エネ、低コストを視野に入れた合成法の開発
第３回：材料の基本物性
第４回：界面活性剤、コロイド　－　機能性液体、しくみとさまざまな用途
第５回：ポリマーの粘弾性　－　ソフトマテリアルとしての利用
第６回：ポリマーの力学物性
第７回：医療用途としてのポリマー　－　親水性、撥水性、生体適合性など
第８回：生分解性ポリマー
第９回：機能性ポリマー１　（誘電性・液晶ポリマー：人工筋肉、省エネなど）
第１０回：機能性ポリマー２　（共重合ポリマー）
第１１回：機能性ポリマー３　（結晶性ポリマーほか）
第１２回：複合材料（基礎）
第１３回：複合材料（応用）

第１４回 : ポリマーのリサイクル （再生とリユースなど） 第１５回 : 総括・まとめ・ディスカッション・課題・レポート・発表 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 平常点（授業への姿勢） ： レポート＝２０％：８０％により評価をする

授業科目名：燃焼工学特論	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：横森　剛 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

動力・熱エネルギーの供給源として主役の座を占める燃焼は、現在のエネルギー工学を支える基盤技術の一つであることは間違いありません。また一方で、昨今危ぶまれている地球温暖化や都市部における大気汚染の主原因は燃焼排出ガスによるものとされ、エネルギー問題・環境問題を考える上で燃焼現象の理解は非常に重要なものとなります。一般に燃焼は熱・流体・化学反応を伴う複雑な現象であるため、その理解及び取り扱いには様々な知識を必要とします。本講義では、燃焼の基礎理論を中心として，数値解析手法・計測手法といった実際の燃焼関連技術についても解説し、燃焼現象を取り扱うための基礎知識を習得することを目的とします。学習到達目標は、それらを理解し説明できるようになることです。

授業の概要

燃焼現象を取り扱うための基礎知識の習得を目的として，燃焼の基礎理論や実際の燃焼関連技術について取り扱う。

授業計画

第１回：イントロダクション（様々な燃焼）
第２回：化学反応 -反応速度と素反応-
第３回：化学反応 -反応速度定数-
第４回：化学反応 -化学平衡と火炎温度-
第５回：燃焼反応計算(実習) -化学平衡，断熱火炎温度，反応解析-
第６回：予混合火炎理論（基礎）
第７回：予混合火炎理論（応用）
第８回：拡散火炎理論（基礎）
第９回：拡散火炎理論（応用）
第１０回：火炎伸張理論
第１１回：着火
第１２回：消炎，火炎安定性，保炎
第１３回：乱流火炎
第１４回：燃焼現象を対象とする測定法，様々な燃焼器 総括

第１５回：燃焼工学演習 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しません。講義資料プリントを配布します。
参考書・参考資料等 Combustion Physics, Chung K. Law, Cambridge University Press (2006). Combustion Theory, 2nd Ed., Forman A. Williams (1985). Principles of Combustion, Kenneth K. Kuo, A Wiley-Interscience Pub. (1986). 燃焼現象の基礎, 新岡嵩他, オーム社 (2001). 燃焼工学第3版, 水谷幸夫, 森北出版 (2002). 燃焼現象の解析, 新岡嵩, 東北大学出版会 (2004). その他
学生に対する評価 授業時のレポート，および期末レポートにより評価します。

授業科目名：建築設計スタジオA	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：4単位	担当教員名：佐野　哲史
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本科目は、建築・都市デザインの設計・制作を行うスタジオ科目である。現実の建築・都市の諸問題を踏まえて新たな問題解決のアプローチを含む設計を行う。指導は、建築設計の実務を行っている建築士の教員が中心となり、専門的知識を持つ専任教員が協力して行う。 なお、本科目は学内で行う建築設計のインターンシップと位置づけられるものである。授業時間のエスキス、発表等の時間のほかに、時間外に、製図室、または自宅等において合計140時間以上の設計・制作活動を必要とする。

授業の概要

建築設計の実践的な能力を身につけることを目的とし、建築設計実務を行う講師をまねいて、都市分析・建築設計の演習を行う。

授業計画

第１回：第１課題出題／講義
第２回：エスキース（建築プログラムの分析、コンセプト立案）
第３回：エスキース（建築形態の分析、プランニング）
第４回：中間講評
第５回：エスキース（プログラムに対応する建築設計）
第６回：エスキース（建築構法、建築材料、詳細設計）
第７回：最終講評
第８回：第２課題出題／講義
第９回：エスキース（広域都市分析、施設配置計画）
第１０回：エスキース（周辺都市空間分析、建築空間のゾーニング）
第１１回：中間講評
第１２回：エスキース（都市空間ならびに建築空間の動線計画、外部空間の設計）
第１３回：エスキース（建築の屋内外でのアクティビティと詳細設計）
第１４回：最終講評・総括
第１５回：まとめ
定期試験は実施しない

テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 設計とその発表、エスキースによる。

授業科目名：建築設計スタジオB	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：4単位	担当教員名：アルマザン　カバジェーロ，　ホルヘ 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本科目は、建築・都市デザインの設計・制作を行うスタジオ科目である。現実の建築・都市の諸問題を踏まえて新たな問題解決のアプローチを含む設計を行う。指導は、建築設計の実務を行っている建築士の教員が中心となり、専門的知識を持つ専任教員が協力して行う。 なお、本科目は学内で行う建築設計のインターンシップと位置づけられるものである。授業時間のエスキス、発表等の時間のほかに、時間外に、製図室、または自宅等において合計140時間以上の設計・制作活動を必要とする。

授業の概要

建築設計の実践的な能力を身につけることを目的とし、建築設計実務を行う講師をまねいて、都市分析・建築設計の演習を行う。

授業計画

第１回：第１課題出題／講義
第２回：エスキース（ボリュームの検討、環境・設備システムについての検討）
第３回：エスキース（建築計画と環境・設備システムの図面による提案）
第４回：中間講評
第５回：エスキース（建築計画の更新、環境・設備システムの改善）
第６回：エスキース（環境・設備システムを含めた詳細図の確認）
第７回：最終講評
第８回：第２課題出題／講義
第９回：エスキース（ボリュームの検討、構造システムについての検討）
第１０回：エスキース（建築計画と構造システムの図面による提案）
第１１回：中間講評
第１２回：エスキース（建築計画の更新、構造システムの改善）
第１３回：エスキース（構造システムを含めた詳細図の確認）
第１４回：最終講評・総括
第１５回：まとめ
定期試験は実施しない

テキスト 指定なし
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 設計とその発表、エスキースによる。

授業科目名：建築設計学外研修A	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：4単位	担当教員名：佐野　哲史 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

この科目は、将来社会において指導的な立場を担う学生達が、建築設計の社会実践を学ぶことを目的とする。所定の期間、建築士事務所において構造系の設計・工事監理の実務を経験する。

授業の概要

この科目は、将来社会において指導的な立場を担う学生達が、建築設計の社会実践を学ぶことを目的とする。所定の期間、建築士事務所において意匠系の設計・工事監理の実務を経験する。専門領域および経験により、建築設計学外研修A（意匠系）、建築設計学外研修A（構造系）、建築設計学外研修A（設備系）、建築設計学外研修B（意匠系）、建築設計学外研修B（構造系）、建築設計学外研修B（設備系）、建築設計学外研修C（意匠系）、建築設計学外研修D（意匠系）、に分けられている。

意匠系では建築全般、構造系では特に建築構造、設備系では特に建築設備に関わる設計・工事監理の実務を体験する。専門領域により実務の内容が異なるため、修士論文の研究テーマや将来仕事に就く専門領域を考慮して選択すること。

Bの科目は、Aの科目の学外研修を終了した人がさらに学外研修を行う場合の科目である。C,Dの科目も同様。

授業計画

１．オリエンテーション：担当教員との面談　研修の目的、心構え、報告書の書き方

２．事前学習（教育現場における基本的マナー、教育活動の基礎知識）

３．～１４　学外研修（インターンシップ）建築士事務所にて建築士の指導のもとで設計・監理等の実務を行う。：約２０日間、１日８時間で合計１６０時間） 以上を目安とする。

１５．報告・振り返り（報告書提出、発表、ディスカッション、フィードバック）

定期試験は実施しない

テキスト

特に指定しない

参考書・参考資料等

適宜資料を配付・参考書の紹介をする

学生に対する評価 本人のインターンシップ報告書とそれによる発表、および指導を行ったインターン先の建築士からの報告によって評価する。

授業科目名：建築設計学外研修B	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：4単位	担当教員名：佐野　哲史 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

この科目は、将来社会において指導的な立場を担う学生達が、建築設計の社会実践を学ぶことを目的とする。所定の期間、建築士事務所において構造系の設計・工事監理の実務を経験する。　（本科目は、建築設計学外研修（構造系）Aのインターンシップを行った学生がステップアップして履修する科目である。）

授業の概要

この科目は、将来社会において指導的な立場を担う学生達が、建築設計の社会実践を学ぶことを目的とする。所定の期間、建築士事務所において意匠系の設計・工事監理の実務を経験する。専門領域および経験により、建築設計学外研修A（意匠系）、建築設計学外研修A（構造系）、建築設計学外研修A（設備系）、建築設計学外研修B（意匠系）、建築設計学外研修B（構造系）、建築設計学外研修B（設備系）、建築設計学外研修C（意匠系）、建築設計学外研修D（意匠系）、に分けられている。

意匠系では建築全般、構造系では特に建築構造、設備系では特に建築設備に関わる設計・工事監理の実務を体験する。専門領域により実務の内容が異なるため、修士論文の研究テーマや将来仕事に就く専門領域を考慮して選択すること。

Bの科目は、Aの科目の学外研修を終了した人がさらに学外研修を行う場合の科目である。C,Dの科目も同様。

授業計画

１．オリエンテーション：担当教員との面談　研修の目的、心構え、報告書の書き方

２．事前学習（教育現場における基本的マナー、教育活動の基礎知識）

３．～１４　学外研修（インターンシップ）建築士事務所にて建築士の指導のもとで設計・監理等の実務を行う。：約２０日間、１日８時間で合計１６０時間）　以上を目安とする。

１５．報告・振り返り（報告書提出、発表、ディスカッション、フィードバック）

定期試験は実施しない

テキスト

特に指定しない

参考書・参考資料等

適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 本人のインターンシップ報告書とそれによる発表、および指導を行ったインターン先の建築士からの報告によって評価する。

授業科目名：建築設計学外研修C	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：4単位	担当教員名：佐野　哲史 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

この科目は、将来社会において指導的な立場を担う学生達が、建築設計の社会実践を学ぶことを目的とする。所定の期間、建築士事務所において意匠系の設計・工事監理の実務を経験する。　（本科目は、建築設計学外研修（意匠系）Ｂのインターンシップを行った学生がステップアップして履修する科目である。）

授業の概要

この科目は、将来社会において指導的な立場を担う学生達が、建築設計の社会実践を学ぶことを目的とする。所定の期間、建築士事務所において意匠系の設計・工事監理の実務を経験する。専門領域および経験により、建築設計学外研修A（意匠系）、建築設計学外研修A（構造系）、建築設計学外研修A（設備系）、建築設計学外研修B（意匠系）、建築設計学外研修B（構造系）、建築設計学外研修B（設備系）、建築設計学外研修C（意匠系）、建築設計学外研修D（意匠系）、に分けられている。

意匠系では建築全般、構造系では特に建築構造、設備系では特に建築設備に関わる設計・工事監理の実務を体験する。専門領域により実務の内容が異なるため、修士論文の研究テーマや将来仕事に就く専門領域を考慮して選択すること。

Ｂの科目は、Ａの科目の学外研修を終了した人がさらに学外研修を行う場合の科目である。C,Dの科目も同様。

授業計画

１．オリエンテーション：担当教員との面談　研修の目的、心構え、報告書の書き方

２．事前学習（教育現場における基本的マナー、教育活動の基礎知識）

３．～１４　学外研修（インターンシップ）建築士事務所にて建築士の指導のもとで設計・監理等の実務を行う。：約２０日間、１日８時間で合計１６０時間）以上を目安とする。

１５．報告・振り返り（報告書提出、発表、ディスカッション、フィードバック）

定期試験は実施しない

テキスト

特に指定しない

参考書・参考資料等

適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 本人のインターンシップ報告書とそれによる発表、および指導を行ったインターン先の建築士からの報告によって評価する。

授業科目名：建築設計学外研修D	教員の免許状取得のための選択科目(総合デザイン工学専攻)	単位数：4単位	担当教員名：佐野　哲史 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（工業）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

この科目は、将来社会において指導的な立場を担う学生達が、建築設計の社会実践を学ぶことを目的とする。所定の期間、建築士事務所において意匠系の設計・工事監理の実務を経験する。　（本科目は、建築設計学外研修（意匠系）Ｃのインターンシップを行った学生がステップアップして履修する科目である。）

授業の概要

この科目は、将来社会において指導的な立場を担う学生達が、建築設計の社会実践を学ぶことを目的とする。所定の期間、建築士事務所において意匠系の設計・工事監理の実務を経験する。専門領域および経験により、建築設計学外研修Ａ（意匠系）、建築設計学外研修Ａ（構造系）、建築設計学外研修Ａ（設備系）、建築設計学外研修Ｂ（意匠系）、建築設計学外研修Ｂ（構造系）、建築設計学外研修Ｂ（設備系）、建築設計学外研修Ｃ（意匠系）、建築設計学外研修Ｄ（意匠系）、に分けられている。

意匠系では建築全般、構造系では特に建築構造、設備系では特に建築設備に関わる設計・工事監理の実務を体験する。専門領域により実務の内容が異なるため、修士論文の研究テーマや将来仕事に就く専門領域を考慮して選択すること。

Ｂの科目は、Ａの科目の学外研修を終了した人がさらに学外研修を行う場合の科目である。Ｃ,Ｄの科目も同様。

授業計画

１．オリエンテーション：担当教員との面談　研修の目的、心構え、報告書の書き方

２．事前学習（教育現場における基本的マナー、教育活動の基礎知識）

３．～１４　学外研修（インターンシップ）建築士事務所にて建築士の指導のもとで設計・監理等の実務を行う。：約２０日間、１日８時間で合計１６０時間）以上を目安とする。

１５．報告・振り返り（報告書提出、発表、ディスカッション、フィードバック）

定期試験は実施しない

テキスト

特に指定しない

参考書・参考資料等

適宜資料を配付・参考書の紹介をする
学生に対する評価 本人のインターンシップ報告書とそれによる発表、および指導を行ったインターン先の建築士からの報告によって評価する。

授業科目名：応用統計解析特論	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：鈴木　秀男
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義では、計算集約的な方法として知られているブートストラップ（Bootstrap）に基づく様々なパラメータの複雑な推定量の標準誤差、バイアスの推定方法について議論します。また、統計的モデル選択問題とモデル選択規準である赤池の情報量規準(AIC)について取り上げます。 次に、予測手法とその応用について解説します。最後に、マルコフ連鎖モンテカルロ(MCMC)法とベイズ推測への適用について論じます。

授業の概要

本講義では、計算集約的な方法として知られているブートストラップ（Bootstrap）に基づく様々なパラメータの複雑な推定量の標準誤差等について議論する。また、統計的モデル選択問題とモデル選択規準である赤池の情報量規準(AIC)についても取り上げる。 次に、予測手法とその応用について解説する。最後に、マルコフ連鎖モンテカルロ(MCMC)法とベイズ推測への適用について論じる。

授業計画

第１回：ブートストラップの概要
第２回：経験分布とプラグイン原理
第３回：プラグイン原理に基づく理想的なブートスラップ標準誤差推定
第４回：計算機アプローチ基づくブートストラップ標準誤差推定とその実装
第５回：ブートストラップ標準誤差：時系列解析（自己回帰モデル）への応用
第６回：自己回帰モデルにおけるブートストラップ標準誤差推定の実装
第７回：モデル選択問題とAIC
第８回：AICの式の導出と応用事例
第９回：予測手法とその応用：決定木
第１０回：予測手法とその応用：ロジステック回帰、分類精度の評価方法
第１１回：MCMC（マルコフ連鎖モンテカルロ）の概要とMHアルゴリズム
第１２回：MHアルゴリズムの実装
第１３回：データ解析に関する発表：概要説明および前半発表
第１４回：データ解析に関する発表：後半発表および講評

第１５回：まとめ 定期試験は実施しない
テキスト 特になし。講義資料をK-LMS にアップロードします。
参考書・参考資料等 Efron, B. (1993): “An Introduction to the Bootstrap”, Chapman & Hall. Gilks, W.R., Richardson, S. Spiegelhalter, D.J. Eds. (1996): “Markov Chain Mote Carlo in Practice”, Chapman & Hall, London/New York. Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2009): “The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction”, Springer. 丹後俊郎 (2000)： 「統計モデル入門」, 朝倉書店. 坂元 慶行, 石黒 真木夫, 北川 源四郎 (1983)：「情報量統計学」, 共立出版.
学生に対する評価 レポートによる評価、発表、平常点（毎回の簡単な演習問題（クイズ）による評価）

授業科目名：オペレーションズ・リサーチ特論	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：田中　健一
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

理工学や社会工学が対象とする様々な現実問題は，「いくつかの制約条件の下で，ある評価尺度が最良になるような設計案や計画案を求める問題」として定式化することができる．オペレーションズ・リサーチは，このような現実問題を表現する数学モデルを構築し，そのモデルの最適解を求めることで，問題解決を図ることを目標とする学問である．　本講義では，理工学や社会工学の幅広い分野で活用可能な汎用性の高い数理最適化の基礎技術を，具体的な応用を交えて紹介する．また，技術的側面のみならず，問題の認識・発見から定式化・問題解決に至るプロセスを重視し，オペレーションズ・リサーチのモデル分析手法を総合的に学ぶことができるように配慮する．　具体的な話題として，線形計画法，非線形計画法，ネットワーク計画法，整数計画法，凸計画法などの理論・応用・アルゴリズムなどを取り上げる．特に，比較的新しい話題である二次錐計画問題について詳しく解説する予定である．また，ロジスティクス，公共政策，施設配置計画，ネットワーク設計，空間設計，マーケティング，私企業の意思決定などの具体的応用にも配慮した講義を行う．

授業の概要

本講義では，理工学や社会工学の幅広い分野で活用可能な汎用性の高い数理最適化の基礎技術を，具体的な応用を交えて紹介する．また，技術的側面のみならず，問題の認識・発見から定式化・問題解決に至るプロセスを重視し，オペレーションズ・リサーチのモデル分析手法を総合的に学ぶことができるように配慮する．

授業計画

第１回：ORの紹介，数理最適化法によるシステム分析手法
第２回：線形計画法：シンプレックス法
第３回：線形計画法：双対理論
第４回：線形計画問題の定式化のテクニックと様々な応用
第５回：非線形最適化法とモデリングおよび解法（基礎）
第６回：非線形最適化法とモデリングおよび解法（応用）
第７回：二次錐計画問題とその応用（基礎）
第８回：二次錐計画問題とその応用（応用）

第９回：線形計画法と組合せ最適化（基礎） 第１０回：線形計画法と組合せ最適化（応用） 第１１回：組合せ最適化問題とモデリング 第１２回：確率モデルとその応用（基礎） 第１３回：確率モデルとその応用（応用） 第１４回：非線形計画問題に対する双対問題 第１５回：まとめ・・・講義内容における要点の再確認と質問に応じる 定期試験
テキスト 講義ノートを毎回配布する予定
参考書・参考資料等 講義中に案内する予定
学生に対する評価 主に期末試験により成績を付ける．演習課題などへの取り組み状況を評価に加える可能性もある（授業中に案内する）．

授業科目名：システム最適化	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：成島　康史
			担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

意思決定主体が一人の場合、システムの最適化は通常の最適化問題として定式化されることが多い。しかしながら、システム内に複数の意思決定主体が存在する場合には通常の最適化問題ではなく、均衡問題として定式化される。一方、通常のシステム最適化において、不確実性が存在する場合も多い。このような場合に、最悪のケースを想定してシステム最適化を行う手法はロバスト最適化と呼ばれる。　この授業では、「均衡問題」と「ロバスト最適化」に注目し、その数理的な性質と、定式化された問題を解決するためのアルゴリズムを学習する。

授業の概要

この授業では、複数の意思決定主体が存在する場合に生じる「均衡問題」と不確実性に対して頑健な意思決定を行うための「ロバスト最適化」の2つのトピックに注目し、その数理的な性質と、定式化された問題を解決するためのアルゴリズムを学習する。

授業計画

第１回：イントロダクション：システム最適化と意思決定
第２回：基礎的事項 その1：非線形最適化のための基礎
第３回：基礎的事項 その2：凸性の概念
第４回：基礎的事項 その3：最適性条件
第５回：均衡問題 その1：相補性問題とその性質
第６回：均衡問題 その2：相補性問題に対する求解アルゴリズム
第７回：均衡問題 その3：変分不等式問題とその性質
第８回：均衡問題 その4：変分不等式に対する求解アルゴリズム
第９回：均衡問題 その5：均衡制約付き最適化問題 (MPEC)
第１０回：ロバスト最適化 その1：システム最適化における不確実性の概念とロバスト性の重要さ
第１１回：ロバスト最適化 その2：2次錐を用いた定式化
第１２回：ロバスト最適化 その3：双対性を用いた定式化のための基礎事項
第１３回：ロバスト最適化 その4：双対性を用いた定式化の例
第１４回：総括・試験
第１５回：システム最適化演習
定期試験は実施しない

テキスト 資料はWebシステムで配布する。
参考書・参考資料等 『非線形最適化の基礎』福島雅夫著　朝倉書店　2001年 ISBN: 978-4-254-28001-2 C3050 A. Ben-Tal, L.E. Ghaoui and A. Nemirovski. (2009). Robust Optimization. Princeton University Press. ISBN: 978-0691143682 F. Facchinei and J.S. Pang. (2003). Finite-Dimensional Variational Inequalities and Complementarity Problems. Springer. ISBN: 03879558 1-1, 038795581-x
学生に対する評価 試験と演習課題の結果によって評価を行う。

授業科目名：人工知能と複雑ネットワーク	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：栗原　聡 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

人工知能と関係の深い複雑ネットワークに焦点を当て，スモールワールドやスケールフリーネットワークやコミュニティ抽出，またディープラーニングといったネットワーク型の知能アーキテクチャについても紹介します.

授業の概要

人工知能と関係の深い複雑ネットワークに焦点を当て，スモールワールドやスケールフリーネットワークやコミュニティ抽出，またディープラーニングといったネットワーク型の知能アーキテクチャについても紹介します.

授業計画

第１回：複雑ネットワーク科学概論
第２回：ネットワーク基礎
第３回：複雑ネットワーク
第４回：コミュニティ
第５回：コミュニティ抽出
第６回：ソーシャルコンピューティング
第７回：情報推薦
第８回：ソーシャルブックマーク
第９回：情報拡散・ＳＩＲモデル
第１０回：ネットワーク分析ツール
第１１回：ネットワークと学習
第１２回：アフォーダンス
第１３回：群知能の応用
第１４回：講義内課題やレポート
第１５回：講義全体のまとめと講義内最終レポート
定期試験は実施しない

テキスト

講義中に順次紹介します.

参考書・参考資料等 講義中に順次紹介します.
学生に対する評価 出席，課題，レポート

授業科目名：人間ー機械システムの人間工学	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：大門　樹
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

自動車システムの設計・開発において、ドライバーの認知・行動特性、ドライバーと車載システムのインタラクションなどに関わる基本的知識だけでなく、分析・評価のための方法論やその適用に関する知識も必要である。本講義では、自動車におけるドライバー・システムに関わる人間の認知・行動特性に関する基本的知識を習得し、ドライバーの認知・行動特性に関する分析・検討、ドライバー支援システムの設計・評価のための実験デザイン・評価手法に関して、講義とグループワークを行う。

授業の概要

本講義では、自動車におけるドライバー・システムに関わる人間の認知・行動特性に関する基本的知識を習得し、ドライバーの認知・行動特性に関する分析・検討、ドライバー支援システムの設計・評価のための実験デザイン・評価手法に関して、講義とグループワークを行う。

授業計画

第１回：イントロダクション、自動車を取り巻く諸情勢 [講義]

第２回：自動車の設計・開発と人間工学技術 [講義]

人間中心設計と自動車人間工学

第３回：自動車における視覚表示インタフェース [講義]

自動車における視覚表示の変遷と現状

人間の視覚特性

人間工学に基づいた視覚表示の設計

第４回：自動車における聴覚表示インタフェース [講義]

自動車における聴覚提示(音信号/音声)の現状

人間の聴覚特性、

騒音計測とマスキング効果

人間工学に基づいた聴覚提示の設計

第５回：自動車における触力覚インタフェース [講義]

自動車における触力覚による情報提供と操作支援

人間の触知覚・振動感覚の特性

触力覚による運転支援とステレオタイプ

第６回：自動車における人間・機械系インタラクション [講義]

運転行動とワークロード評価

運転行動と注意特性

ドライバーディストラクション（注意散漫）

運転タスクと車載タスクの両立性と評価

第７回：自動車における人間・機械系のインタラクション [講義]

運転行動と車載情報機器タスクの両立性と評価

自動車運転における負荷・負担・疲労

第８回：高齢ドライバー -高齢者の認知・行動特性- [講義]

視野狭窄と運転 生理計測とドライバーセンシング

ドライバー行動研究と生理計測

第９回：生理計測とドライバーセンシング [講義]

生理計測を利用したドライバー状態の分析・評価

ドライバーセンシングとシステム

第１０回：実験デザインと運転行動計測 [講義]

実験計画と分析の実際

実験参加者の選定と実験時の留意事項

実路での運転行動計測

ドライビングシミュレータの活用に関する基礎知識 グループワークについて

第１１回：ドライバーの行動分析に関するグループワーク(可視化)[グループワーク]

第１２回：ドライバーの行動分析に関するグループワーク(要因分析)[グループワーク]

第１３回：ドライバー支援システムの分析・評価に関するグループワーク(システム提案) [グループワーク]

第１４回：ドライバー支援システムの分析・評価に関するグループワーク(評価立案) [グループワーク]

第１５回：その他 高度道路交通システム(ITS) 総括

定期試験は実施しない

テキスト

講義資料を提供します。

参考書・参考資料等

必要に応じて講義中に紹介します。

学生に対する評価

即日の課題と複数回のレポート（発表を含む）により評価します。

授業科目名：システム分析・設計特論	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：大門　樹 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

社会的な広がりを持つシステムを構築する上で、技術革新に伴うシステム要素の変更や人間と機械のインタラクションを考慮したシステム設計が必要不可欠となってきている。本講義では、システムを設計する技術に関して、ＩＴＳ（Intelligent Transport Systems）などの事例を交えて、構造化分析手法やオブジェクト指向分析手法，人間と機械の自動化，人間の状況認識に基づいた情報システムの設計や評価、標準化等の課題について講義とグループワークを行う。

授業の概要

本講義では、システムを設計する技術に関して、ＩＴＳ（Intelligent Transport Systems）などの事例を交えて、構造化分析手法やオブジェクト指向分析手法，人間と機械の自動化に基づいた情報システムの設計や評価、標準化等の課題について講義する。

授業計画

第１回：イントロダクション、システムアーキテクチャ、システム分析・評価、人間特性と自動化システム [講義]

第２回：システムアーキテクチャ(1) [講義]

　構造化分析手法

第３回：システムアーキテクチャ(2) [講義]

　オブジェクト指向分析手法とUML(1)(基礎知識)

第４回：システムアーキテクチャ(3) [講義]

　オブジェクト指向分析手法とUML(2)(モデリング言語/記法)

　構造化分析手法とオブジェクト指向分析手法の比較

第５回：ITSシステムアーキテクチャ [講義]

第６回：ITSの導入と評価の事例(事前評価とシステム要件) [講義]

第７回：ITSの導入と評価の事例(システム実装と実道検証) [講義]

第８回：自動化システムと人間行動，状況認識 [講義]

第９回：人間の状況認識、分析評価手法、グループワークの準備 [講義]

第１０回：システム分析設計手法を活用したグループワーク(1) (システム要件・定義) [グループワー

ク] 第１１回：システム分析設計手法を活用したグループワーク(2) (構造化分析の適用) [グループワーク] 第１２回：システム分析設計手法を活用したグループワーク(3) (オブジェクト指向分析の適用) [グループワーク] 第１３回：システム分析設計手法を活用したグループワーク(4) (機能変更とシステム分析) [グループワーク] 第１４回：システム分析設計手法を活用したグループワーク(5) (システム分析手法の比較) [グループワーク] 第１５回：路車協調とITS、通信と標準化　総括 定期試験は実施しない
テキスト 講義資料プリントを配付します。
参考書・参考資料等 必要に応じて講義中に紹介します。
学生に対する評価 複数回のレポート(発表を含む)により評価します。

授業科目名：フィナンシャル・エンジニアリング特論第１	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：今井　潤一
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

This course provides an in-depth exploration of computational techniques commonly employed in financial engineering, with a particular focus on Monte Carlo and quasi-Monte Carlo methods. Students are required to select an advanced project related to the course topics, prepare a comprehensive analysis, and deliver a formal presentation to the class.

本講義では，金融工学の分野で一般的に用いられる計算手法を深く探究し，特にモンテカルロ法および準モンテカルロ法に焦点を当てる．受講者は，講義の内容に関連する高度なプロジェクトを選定し，包括的な分析を行ったうえで，講義内で正式なプレゼンテーションを行うことを求める．

授業の概要

本授業では，金融工学のトピックと一つとしてコンピューテーショナルファイナンスの分野のトピックを取り上げる．特にモンテカルロ法に焦点を絞り，その理論的背景から，手法の実装，具体的なファイナンス問題への適用に至るまでを統合的に提供する．

授業計画

第１回：ガイダンスとイントロダクション
第２回：基礎 1：モンテカルロ法の原理
第３回：基礎 2：オプション評価理論の原理
第４回：乱数および確率変数の生成
第５回：サンプルパスの生成：ブラウン運動
第６回：サンプルパスの生成：多次元の確率過程
第７回：サンプルパスの生成：ジャンプ過程
第８回：準モンテカルロ法 ：理論編
第９回：準モンテカルロ法：LS列の生成法
第１０回：準モンテカルロ法：実質次元減少法
第１１回：格子法
第１２回：学生によるプレゼンテーションとディスカッション1：Aチーム vs Bチーム

第１３回：学生によるプレゼンテーションとディスカッション2：Cチーム vs Dチーム
第１４回：学生によるプレゼンテーションとディスカッション3：Eチーム vs Fチーム
第１５回：総括
12回から14回は毎回テーマが変更になります。
定期試験は実施しない

テキスト
Glasserman, Monte Carlo Methods in Financial Engineering, Springer.

参考書・参考資料等
[1] David G. Luenberger(2013), Investment Science, 2nd Edition, Oxford University Press.
[2] John Hull(2021), Options, Futures, and Other Derivatives, Global Edition, Pearson; 11th edition.
[3] Steven Shreve(2004), Stochastic Calculus for Finance II: Continuous-Time Models, springer.
[4] David Ruppert and David S. Matteson(2015), Statistics and Data Analysis for Financial Engineering, Springer Texts in Statistics.

学生に対する評価
成績は主にレポートとプレゼンテーションによって評価します.

授業科目名：フィナンシャル・エンジニアリング特論第２	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：枇々木　規雄
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

個別の株式や債券のポートフォリオ選択問題をはじめ、資産配分問題（アセット・アロケーション）、ALM（資産負債管理）の問題解決のために、数理計画モデルによる最適化手法が用いられている。本講義では、金融工学分野、特に資産運用に用いられる最適化手法、特に数理計画法によるモデル化の考え方や手法を中心に講義する。金融工学で取り扱う問題に対するモデル化の考え方や応用方法を学ぶことを第一の目標としたい。 そのために、最適化モデルを構築し、具体的にソフトウェアおよびデータを用いた分析を行うもらうことにする。さらに、各自でポートフォリオ最適化に関する論文を読み、プレゼンテーションを行うことによって、より高度な研究が理解し、応用できるようになることを目指したい。金融機関では、投資信託や年金基金の運用など、金融工学の技術の一つとして最適化手法を用いた商品設計能力も必要である。受講者はこの講義を通じて、その基本的な考え方や技法に加えて、応用方法について学んで欲しい。

授業の概要

個別株式のポートフォリオ選択問題をはじめ、資産配分問題（アセット・アロケーション）、ALM（資産負債管理）の問題解決のために、数理計画モデルによる最適化手法が用いられている。本講義では、金融工学分野、特に資産運用に用いられる最適化手法、特に数理計画法によるモデル化の考え方や手法を中心に講義する。

授業計画

第１回：イントロダクション／ポートフォリオ分析の基礎
第２回：平均・分散モデル：リスクとリターンの関係、効率的フロンティア
第３回：平均・分散モデル：２ファンド定理、効用関数
第４回：平均・分散モデル：ファクターモデル、最適モデリングのテクニック
第５回：様々なポートフォリオ選択モデル：２パラメータ・アプローチ
第６回：様々なポートフォリオ選択モデル：比率尺度モデル
第７回：多期間ポートフォリオ最適化モデル：数理計画モデリング、シナリオ・ツリー型モデル
第８回：多期間ポートフォリオ最適化モデル：シミュレーションベースアプローチ
第９回：中間レポート報告会

第１０回：最適執行戦略モデル 第１１回：取引コストを考慮した最適リバランス戦略モデル 第１２回：プレゼンテーション（グループA） 第１３回：プレゼンテーション（グループB） 第１４回：プレゼンテーション（グループC） 第１５回：総括 定期試験は実施しない
テキスト ・なし　・講義資料を配布する。講義資料は K-LMS からダウンロードできる。
参考書・参考資料等 ・枇々木規雄[2001]：金融工学と最適化，朝倉書店．・枇々木規雄，田辺隆人[2005]：ポートフォリオ最適化と数理計画法，朝倉書店．・ルーエンバーガー著，今野浩、鈴木賢一、枇々木規雄共訳 ： 金融工学入門(第2版)，日本経済新聞社，2015.
学生に対する評価 成績は中間レポート、2回のプレゼンテーションによって評価する。

授業科目名：リアルオプション分析	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：今井　潤一
			担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

本授業では，以下の3つの目標を達成するための，講義及びプロジェクトを行う 1. リアルオプションの基本的考え方を学習する 2. リアルオプションの定量分析の方法を活用する能力を習得する 3. リアルオプションの応用として実際の問題に適用し，それをプレゼンテーションする．

授業の概要

コーポレートファイナンス，経営戦略分野で扱われるリアルオプションの考え方の基本を講義する．次にディスカッションや演習，そしてプレゼンテーションを通じて，リアルオプションの概念の理解を深めるとともに，実際問題への適用可能性についてより深い学習を促す．

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：イントロダクション
第３回：リアルオプションの定性的評価事例： 古典的な事例
第４回：リアルオプションの定性的評価事例 ：最新の事例
第５回：発表テーマのプラン発表
第６回：モデル化の方法：数学的バックグラウンド ：離散モデルによる評価
第７回：モデル化の方法：数学的バックグラウンド：連続モデルによる評価
第８回：正味現在価値法，格子法によるリアルオプション評価
第９回：モンテカルロDCF
第１０回：競合状況下のリアルオプション
第１１回：リアルオプションの現状
第１２回：プレゼンテーションとディスカッション1：Aチーム vs Bチーム
第１３回：プレゼンテーションとディスカッション2：Cチーム vs Dチーム
第１４回：プレゼンテーションとディスカッション3：Eチーム vs Fチーム
第１５回：ディスカッションを受けた総括とリアルオプション分析のこれから
12回から14回は毎回テーマが変更になります。
定期試験は実施しない

テキスト 特になし
参考書・参考資料等 リアル・オプション―投資プロジェクト評価の工学的アプローチ（MBAコーポレート・ファイナンス），今井潤一，中央経済社
学生に対する評価 レポート及び，最後のプレゼンテーションとディスカッションにより評価する．

授業科目名：ヒューマンファクターズ特論	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：中西　美和 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

いかなる社会技術システムにおいても、安全及び生産的活動の評価とそれに基づく意思決定は、極めて重要です。本科目では、ヒューマンファクターズの視点から両者の関係性について理解したうえで、実事例にを題材にグループで議論を深め、プレゼンテーションによって論理的に説明するトレーニングを行います。 授業は、グループワークを含めて、オンライン（zoom）で行う予定です。

授業の概要

いかなる社会技術システムにおいても、リスク/ベネフィットの評価とそれに基づく意思決定は、極めて重要です。本科目では、ヒューマンファクターズの視点からリスク/ベネフィットの考え方について理解したうえで、実事例にを題材にグループで議論を深め、プレゼンテーションによって論理的に説明するトレーニングを行います。

授業計画

第１回：イントロダクション（講義のねらいと内容）
第２回：社会技術システムにおけるリスク評価・管理手法(防護的安全)
第３回：社会技術システムにおけるリスク評価・管理手法(生産的安全)
第４回：事故のヒューマンファクター分析手法
第５回：グループワーク(1)：事故に関する要因抽出
第６回：グループワーク(2)：事故に関する要因分析
第７回：プレゼンテーション（事故事例のヒューマンファクター分析）
第８回：事故の調査と捜査
第９回：グループワーク(1)：事故の調査と捜査の課題について事例の探索
第１０回：プレゼンテーション（事故の調査と捜査の課題）
第１１回：リスク分析手法
第１２回：グループワーク(1)：リスク分析
第１３回：プレゼンテーション（リスク分析）
第１４回：リスクコミュニケーション
第１５回：総括
定期試験は実施しない

テキスト 指定しません。
参考書・参考資料等 講義内で紹介します。
学生に対する評価 出席（積極的参加）と提出物による評価

授業科目名：ビジネスエコノミクス特論第１	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：松林　伸生 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義では、企業が直面する戦略的意思決定問題に対する、ゲーム理論を用いたモデル分析の方法とその結果について、最近の研究成果を中心に解説します。具体的なトピックとしては以下を含みます。（時間の関係で全てには触れられないかもしれません）　・プライシング（価格差別、ネットワーク外部性、two-sided market）　・製品差別化（製品デザイン、製品ラインナップ、カニバリゼーション、カスタマイゼーション）　・流通チャネル選択、広告戦略　・行動経済学的アプローチ ビジネスにおける戦略的意思決定問題に対するアプローチには、ケーススタディによる定性分析、データを用いた実証分析など様々なものがありますが、本講義ではそれらのいずれとも異なる、ゲーム理論によるモデル分析に特化して議論を進めていきます。 また、対象となり得るトピックは多々ありますが、ここではそれらを幅広く紹介するというよりは、いくつかのテーマに絞って基礎から最新の研究成果までを概観する形にしたいと考えています。

授業の概要

本講義では、企業が直面する戦略的意思決定問題に対する、ゲーム理論を用いたモデル分析の方法とその結果について、最近の研究成果を中心に解説します。具体的なトピックとしては以下を含みます。・プライシング（価格差別、ネットワーク外部性、two-sided market）　・製品差別化（製品デザイン、製品ラインナップ、カニバリゼーション、カスタマイゼーション）　・流通チャネル選択、広告戦略　・垂直統合と水平合併（提携形成、ネットワーク形成）

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：基本概念と基本モデル（ベルトラン、クールノー、ホテリング）
第３回：プライシング（１）：価格差別
第４回：プライシング（２）：ネットワーク外部性、スイッチングコスト
第５回：プライシング（３）：two-sided market（プラットフォームビジネス）
第６回：製品差別化（１）：垂直的差別化と製品デザイン
第７回：製品差別化（２）：製品ラインナップとカニバリゼーション

第８回：製品差別化（３）：製品ポジショニングと参入阻止 第９回：製品差別化（４）：製品ラインナップとカスタマイゼーション 第１０回：流通戦略：ダブルマージナリゼーションとその解消 第１１回：行動経済学的アプローチ（１）：ビジネスエコノミクスへの応用（基礎） 第１２回：行動経済学的アプローチ（２）：ビジネスエコノミクスへの応用（応用） 第１３回：ディスカッション 第１４回：まとめ ふりかえり 第１５回：総括・試験 定期試験は実施しない
テキスト 講義ノートを毎回配布します。また、期末試験の過去問題を中心とした演習問題集を授業内に配布します。
参考書・参考資料等 最初の講義で指示する予定。
学生に対する評価 授業内に行う期末テスト（約70%）とディスカッション（約30%）を中心に評価します。詳細については初回の講義で説明します。

授業科目名：ビジネスエコノミクス特論第２	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：坂東　桂介 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

この講義ではマッチング理論 に関する古典的なモデルから最新のモデルまで応用例とともに学びます。 現実のマッチング問題を数学モデルにより分析できるようになることが目的です。

授業の概要

この講義ではマーケットデザインにおける基礎理論となるマッチング理論の最近の研究成果について学びます。特に二部マッチング、契約付きマッチング、ネットワークマッチングに関するモデルを現実のマッチング問題に対する応用例とともに学びます。

授業計画

第１回：イントロダクション,
第２回：結婚問題：安定マッチング
第３回：結婚問題：安定マッチングの構造
第４回：基本的な多対一マッチング問題：感応的な選好
第５回：基本的な多対一マッチング問題 ：戦略的問題
第６回：学生による発表：結婚問題に関して
第７回：学生による発表：多対一マッチング問題 に関して
第８回：発展的なマッチング問題 ：代替性と安定マッチング
第９回：発展的なマッチング問題 ：契約付きマッチング
第１０回：発展的なマッチング問題 ：多対多マッチング問題
第１１回：発展的なマッチング問題 ：ネットワークマッチング
第１２回：学生による発表：契約付きマッチングに関して
第１３回：学生による発表：ネットワークマッチングに関して
第１４回：まとめ
第１５回：ビジネスエコノミクス演習
定期試験は実施しない

テキスト

特になし。 講義資料を配布します。

参考書・参考資料等 1. G. Haeringer (2018). Auctions and Matching, The MIT Press. 2. A. Roth., M. Sotomayor (1990). Two-Sided Matching: A Study in Game-Theoretic Modeling and Analysis, Cambridge University Press.
学生に対する評価 期末レポート，宿題及び発表により評価します。

授業科目名：パターン認識と学習	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：篠沢　佳久
			担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

パターン認識における問題において，機械学習による基本的な手法から応用について学びます．特にニューラルネットワークについて，基礎的なモデルから深層学習までを紹介します．

授業の概要

パターン認識における問題において，機械学習による基本的な手法から応用について学びます．特にニューラルネットワークについて，基礎的なモデルから深層学習までを紹介します．

授業計画

第１回：パターン認識とは
第２回：パターン認識の基礎（1） テンプレートマッチング
第３回：パターン認識の基礎（2） 最近傍法
第４回：統計的パターン認識（1） ベイズ決定則
第５回：統計的パターン認識（2） モデル推定
第６回：教師あり学習（1） 識別関数法
第７回：教師あり学習（2） 線形識別関数の学習
第８回：ニューラルネットワーク（1） ニューラルネットワークの基礎
第９回：ニューラルネットワーク（2） デルタルール，パーセプトロン，誤差逆伝播則
第１０回：ニューラルネットワーク（3） 相互結合型ニューラルネットワーク
第１１回：深層学習（1） ニューラルネットワークの多層化，オートエンコーダー
第１２回：深層学習（2） 畳み込みニューラルネットワーク
第１３回：深層学習（3） リカレントニューラルネットワーク
第１４回：深層学習（4） アテンション
第１５回：演習問題，プログラミング実習（Python）
定期試験は実施しない

テキスト

教科書は指定しません． 講義資料は毎回，事前に指定のホームページ上に掲載します．

参考書・参考資料等

参考書についても毎回講義で紹介します．

学生に対する評価 講義中の演習問題およびレポートによって評価します.

授業科目名：ヒューマンエージェントインタラクション	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：大澤　博隆 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

人らしく感じられる意図のある人工物と、人間とのやり取りに関する学問ヒューマンエージェントインタラクションについて、その理論と応用を支える哲学・認知科学・心理学・情報科学(人工知能・エージェント技術)・インタフェースについて、科学と工学の両面から学習を行う。 ヒューマンエージェントインタラクション(HAI)に関する設計事例や評価事例を通して、HAI分野の背景知識を学ぶ。受講者が、「人間らしさ」を用いたインタラクションシステムを設計する際に適切な設計ができるスキルを身に付けるとともに、適切な評価手法を選べるようになることを目標とする。

授業の概要

人らしく感じられる意図のある人工物と、人間とのやり取りに関する学問ヒューマンエージェントインタラクションについて、その理論と応用を支える哲学・認知科学・心理学・情報科学(人工知能・エージェント技術)・インタフェースについて、科学と工学の両面から学習を行う。

授業計画

第１回：「エージェント」とは何か(人工知能・哲学・認知科学)
第２回：エージェントへの認知とその測定(アニマシー・エージェンシー)
第３回：エージェントとの対話と言語設計 1(言語の構造と音声対話)
第４回：エージェントとの対話と言語設計 2(音声認識・対話分析)
第５回：バーチャルエージェントと感情コンピューティング
第６回：実世界上のエージェント(ロボット、実世界対話のデザイン)
第７回：VR、アバター、身体拡張
第８回：エージェントの評価1（実験設計）
第９回：エージェントの評価2（統計処理）
第１０回：複数エージェントのデザイン1 (マルチエージェントシミュレーションの基礎と応用)
第１１回：複数エージェントのデザイン2 (NetLogo)
第１２回：エージェントとの駆け引き(ゲーム理論と社会的知性)
第１３回：HAIの社会的デザイン (ELSI, 法・倫理・社会的問題)

第１４回：HAIと物語応用 第１５回：ヒューマンエージェントインタラクション最新技術 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しない
参考書・参考資料等 1. Encyclopedia for Artificial Intelligence（人工知能学事典）2. Designing Interface between human and robot(人とロボットの〈間〉をデザインする，東京電機大学出版局，2007) 3. Communication Robot（コミュニケーションロボット 人と関わるロボットを開発するための技術，人工知能学会，2005)
学生に対する評価 各授業終了時提出のレポート(演習等3割)+レポート(7割)

授業科目名：インダストリアル・エンジニアリング特論	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：志田　敬介、中嶋　良介 担当形態：複数・オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 中学校及び高等学校（数学）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

生産システムにおいては，そこでの人，物，金，情報等の経営資源を科学的な方法で有効に活用し，市場が要求する商品やサービスを高品質で安くタイムリーに提供することが常に求められる。本授業では，生産システムを効果的にマネジメントする為の理論を，1)設計・改善の視点，2)管理の視点，3)経済性評価の視点から学習する。学部で開講されている「インダストリアル・エンジニアリング」，「生産管理」，「経済性工学」の授業をベースに，更に応用的な理論を紹介する。なお，履修に際しては，履修希望者の人数により抽選を行うことがある。

授業の概要

生産システムにおいては，そこでの人，物，金，情報等の経営資源を科学的な方法で有効に活用し，市場が要求する商品やサービスを高品質で安くタイムリーに提供することが常に求められる。本授業では，生産システムを効果的にマネジメントする為の理論を，1)設計・改善の視点，2)管理の視点，3)経済性評価の視点から学習する。

授業計画

第１回：イントロダクション（担当：志田）
第２回：問題解決の機能（担当：志田）
第３回：問題解決の構（担当：志田）
第４回：問題解決へのアプローチ（管理問題と改善問題）（担当：志田）
第５回：問題解決への人的側面（担当：志田）
第６回：問題解決への価値的側面（企業活動、生産活動、IE活動の価値）（担当：志田）
第７回：問題解決への組織的側面（問題意識の形成とアプローチ）（担当：志田）
第８回：品質・生産性の改善活動（担当：中嶋）
第９回：人間中心型の作業設計・作業支援（担当：中嶋）
第１０回：検査（基礎）　（担当：中嶋）
第１１回：検査（応用）　（担当：中嶋）
第１２回：作業安全と作業負担（基礎）（担当：中嶋）
第１３回：作業安全と作業負担（応用）（担当：中嶋）

第１４回：改善のすすめ（担当：中嶋） 第１５回：講義のふりかえり（担当：志田、中嶋） 定期試験は実施しない
テキスト 必要に応じて，授業中に資料を配布します。
参考書・参考資料等 特にありません。
学生に対する評価 授業内で行われる演習問題への取り組み態度を評価の中に組み入れます。 また，授業内でレポート提出を求めるので，その内容に応じて評価を行います。

授業科目名：システムソフトウェア	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：河野　健二 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

仮想化はクラウドやエッジの基盤となる技術であり，1990 年代後半から活発に研究・開発が進められて現在に至っている．本講義では，仮想化を実現するソフトウェアであるハイパーバイザの動作原理を理解することを目的とする．VMware，Xen，KVM などを題材とし，ソフトウェアによる完全仮想化，準仮想化，ハードウェアによる完全仮想化の仕組みを理解することを目指す．最近になって注目されている Confidential 仮想マシンについての話題にも触れる．

授業の概要

オペレーティングシステム特論はコンピュータサイエンス分野の科目である。本科目では、情報社会の基盤となるシステムソフトウェアについて，最先端のトピックを対象に技術的な詳細について学ぶ。

授業計画

第１回：イントロダクション

第２回：オペレーティングシステムの基本的な仕組み - 特権命令，ページテーブル，I/O

第３回：仮想化の基本概念 - Type I/II ハイパーバイザ - Popek/Goldberg の定理 - Trap & Emulation

第４回：ソフトウェアによる完全仮想化 (I) - Disco - VMware Workstation + バイナリ変換

第５回：ソフトウェアによる完全仮想化 (II) - VMware Workstation (続き) + メモリ仮想化 + ホストオペレーティングシステムの役割

第６回：ソフトウェアによる準仮想化 (I) - Denali と Xen + ハイパーコール

第７回：ソフトウェアによる準仮想化 (II) - Xen (続き) + シャドウ・ページテーブル + I/O 仮想化

第８回：仮想化のためのハードウェア支援 (I) - Intel VT-x - Extended Page Table

第９回：ハードウェアによる完全仮想化 - KVM

第１０回：I/O 仮想化 - Virt I/O - IOMMU - SRIOV - Exitless/Posted Interrupts

第１１回：仮想化のためのハードウェア支援 (II) - ARM - RISC-V

第１２回：Confidential VM - AMD SEV-* - Intel TDX - ARM & RISC-V

第１３回：さまざまな技術 - バルーニング - ライブマイグレーション - ネストした仮想化

第１４回：まとめ

第１５回：システムソフトウェア最新技術 定期試験は実施しない
テキスト 特になし
参考書・参考資料等 最初の講義で紹介する
学生に対する評価 レポート

授業科目名：コンピュータネットワーク	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：重野　寛
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

インターネットは世界中にひろがる重要な通信インフラとなっている．この数十年の間に，信頼性の低い通信を利用したベストエフォート・サービスをベースとしながら，高度なネットワーク・アプリケーションやサービスを提供できるように発展してきた．本講義では，インターネットの比較的新しい技術である，マルチメディアとQoSサポート，広帯域ネットワークと無線ネットワーク，ネットワークセキュリティなどについて学ぶ.

授業の概要

コンピュータネットワーク特論は、情報通信ネットワーク分野の科目である。本科目では、最近の先端的なインターネットのおける基礎的な概念，機構，プロトコルについて学ぶ.

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：マルチメディア・ネットワーク・アプリケーションとストリーミング
第３回：ベストエフォート・サービス上でのリアルタイム・ストリーミング
第４回：インタラクティブ・アプリケーションとプロトコル
第５回：スケジューリングとポリシング
第６回：DiffSevとIntServ
第７回：無線LANとQoS制御（基礎）
第８回：無線LANとQoS制御（応用）／中間試験
第９回：共通鍵暗号と公開鍵暗号
第１０回：認証技術とデジタル署名
第１１回：アプリケーション層とトランスポート層におけるセキュリティ技術（セキュア電子メール，SSL）
第１２回：ネットワーク層におけるセキュリティ技術２（IPSec，VPN）
第１３回：無線LANのセキュリティ，ファイアウォールとIDS
第１４回：総括・補足説明
第１５回：コンピュータネットワーク最新技術
定期試験

テキスト 特に指定しません。講義資料はwebサイトで提供します。
参考書・参考資料等 James F. Kurose, Keith W. Ross, ″Computer Networking: A Top-Down Approach, 7/E,″ Pearson, 2016.
学生に対する評価 平常点（出席状況・Quiz） 20% 学期末試験よる評価 80%

授業科目名：コンピュータビジョン	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：斎藤　英雄 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

コンピュータービジョン（CV）は、コンピューターが人間の視覚機能を再現できるようにすることを目的とした研究分野であり、ロボティクスや人工知能とともに40年以上にわたって研究されてきました。CVの応用は、メディア処理、人間とコンピューターのインタラクション、コンピューターグラフィックス、エンターテインメントなど、さまざまな分野に広がっています。本講義では、CVの基礎理論を中心に、機械学習による最新の進展についても扱います。

このコースは、毎週の講義を通じて進められます。講義に関連する設問のレポートや、プログラミングを伴う課題のレポートを通じて、コンピュータビジョンの基礎と実践的なスキルの習得を目指します。

授業の概要

コンピュータビジョンは、インタラクティブメディア分野の科目である。本科目では、コンピュータビジョンの概要、カメラの3次元幾何学モデルに基づく3次元センシング、機械学習に基づく画像理解・認識などについて学ぶ。

授業計画

第１回：授業の概要説明・コンピュータビジョンの紹介
第２回：画像生成とカメラのモデル
第３回：画像処理
第４回：特徴検出とマッチング
第５回：画像の位置合わせと画像の連結法（Stitching）
第６回：Structure from motion と　SLAM
第７回：動き推定と追跡法
第８回：Computational Photography
第９回：奥行推定技術
第１０回：3次元復元技術
第１１回：イメージベーストレンダリング
第１２回：画像認識技術
第１３回：コンピュータビジョンの最新動向

第１４回：講義の復習とまとめ 第１５回：コンピュータビジョン最新技術 定期試験は実施しない
テキスト Richard Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications, 2nd ed. http://szeliski.org/Book
参考書・参考資料等 指定なし
学生に対する評価 - 講義に関連する設問の短いレポートや、プログラミングを伴う課題のレポートによる評価(50%) - コンピュータビジョンに関連した実験プロジェクトに関するレポート(50%)

授業科目名：コンピュータ可視化	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：斎藤　英雄 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

HPC, WSN, GII等の発展により格段に複雑度を増しつつあるディジタルデータに隠された特徴的な構造や挙動を視覚的に分析することによって，そこから有用な知見を効果的に獲得するための計算論的方法論を講究する．可視化の分類学に従って標準的な手法を説明するとともに，当該技術の最新トピックも採り上げ，その可能性について議論を展開する．

授業の概要

コンピュータ可視化特論は、インタラクティブメディア分野の科目である。本科目では，大規模で複雑な，計算/計測/検索データに潜む対象の重要な特徴や挙動を洞察する計算方法論であるコンピュータ可視化を学ぶ．

授業計画

第１回：オリエンテーション：可視化の役割と価値
第２回：可視化のパラダイムと分類学
第３回：2Dスカラ場の可視化
第４回：マーチングスクエア法とその曖昧さの解決
第５回：ボリューム可視化の基礎
第６回：位相強調型ボリュームレンダリング
第７回：微分位相幾何学によるボリューム可視化の高度化
第８回：多次元スカラ場の可視化
第９回：2次元定常流れ場の可視化
第１０回：3次元/非定常流れ場・拡散テンソル場への拡張
第１１回：情報可視化の基礎と応用
第１２回：視覚分析論
第１３回：リアライゼーション：XRと多感覚情報呈示の可視化応用
第１４回：視考：可視化と人工知能
第１５回：可視化実習
定期試験は実施しない

テキスト

毎回資料を配布する．

参考書・参考資料等 1) NIH/NSF Visualization Research Challenge Report January 2006. 2) NVAC: Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics, 2005. 3) 中嶋・藤代（編著）：コンピュータビジュアリゼーション，共立出版，2000
学生に対する評価 計14回の小課題と期末レポートの総合点による．その割合は1:1とする．レポートの選択課題には，受講者が利用可能な計算環境を用いたオープンデータの可視化実験が含まれる．

授業科目名：自然言語処理特論	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：小原　京子 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

人間の言語（自然言語）に関する研究は、従来大きく分けて二つのアプローチによって進められてきた。人間の言語処理メカニズムの科学的究明という言語科学からのアプローチと、自然言語処理あるいは計算言語学と呼ばれる機械翻訳などの応用も含んだ工学的アプローチである。この講義では、各トピックを言語学と自然言語処理の両方の立場から見ていくが、主に前者、特に人間が言葉を使って理解し合うためにどのような知識や認知能力を持っているかを分析する認知言語学の立場に力点を置く。言語学の視点からは、人間の知識や能力との比較に焦点を当ててAIを検討する。自然言語処理の観点からは、人間と同等の結果を生成・処理させるためのAIの仕組みを学ぶ。この授業で学ぶことにより、私たち自身が生まれてきてから習得してきた言語使用に関する能力や膨大な暗黙知に気づけるようになる。また、AIの仕組みを学び、人間の言語理解との類似点について考えることで、AIをより有効に活用できるようになる。さらに、「AIは本当に『知的』なのか？」や「AIは本当に人間の言語を『理解』しているのか？」という問いに対して、自分の意見を持てるようになる。

授業の概要

本科目では、自然言語処理とAIについて、基礎科学の一分野である言語学と工学の側面から学ぶ。特に、人間が言葉を使って理解し合うためにどのような知識や認知能力を持っているかを解明しようとする認知言語学の立場に力点を置いて、AIを考察する。

授業計画

第１回：序
第２回：自然言語と言語学
第３回：人間の言語の特徴：形式
第４回：人間の言語の特徴：意味
第５回：人間の言語理解
第６回：人間の言語理解とフレーム知識
第７回：生成AIとフレーム知識
第８回：自然言語処理とAI
第９回：自然言語処理の歴史

第１０回：言語モデル
第１１回：語義の曖昧性解消
第１２回：ワードベクター
第１３回：トランスフォーマー
第１４回：アテンション
第１５回：振り返り
定期試験は実施しない

テキスト
特になし

参考書・参考資料等
他は授業中に指示します。 Bender, Emily M. & Lascarides, Alex. (2020). Linguistic Fundamentals for Natural Language Processing II: 100 Essentials from Semantics and Pragmatics. Morgan & Claypool Publishers. ISBN: 9781681730738 Bender, Emily M. (2013). Linguistic Fundamentals for Natural Language Processing II: 100 Essentials from Morphology and Syntax. Morgan & Claypool Publishers. ISBN: 9781627050111 Part 2: Jurafsky & Martin "Speech and Language Processing", the updated version browsable on the internet

学生に対する評価
毎回授業の内容に関して短い感想を書いて提出してもらいます。 詳細は初回授業で指示します。

授業科目名：実世界指向コミュニケーション特論	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：今井　倫太 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本講義では、実世界の情報を利用して人間とのコミュニケーションを行う機械の実現方法について、マルチモーダルインタフェースおよび、認知ロボット、創発計算モデルの観点から解説する。特に、人のコミュニケーションの特徴でもある意図のある行動の計算モデルについて学び、実世界で人とコミュニケーションするシステムを構築する上での基礎理論を学ぶ。 また、意図を持って行動するエージェントを作成し授業中にプレゼンテーションを行ってもらいます。

授業の概要

実世界指向コミュニケーション特論は、インタラクティブメディア分野の科目である。実世界でコミュニケーションする知能システムには、環境を能動的に捉え、行動する能力が必要になる。本科目では、意図の構造、特に目的との違い、計画と行動との関連を学び、意図的エージェントの設計につながる知識を学ぶ。

授業計画

第１回：コミュニケーションロボット解説（基礎）
第２回：コミュニケーションロボット解説（応用）
第３回：対話システム解説
第４回：状況意味論解説
第５回：コミュニケーションの場の解説
第６回：共同注意と心の理論の解説
第７回：状況と対話に関する議論
第８回：行動プランニング
第９回：プランと意図（基礎）
第１０回：プランと意図（応用）
第１１回：プランと意図（総括dd）
第１２回：意図と社会ルール
第１３回：デザインスタンスの解説
第１４回：ヒューマンエージェントインタラクションにおける意図と行動の議論

第１５回：意図スタンスをもったエージェントの振る舞い作成 定期試験は実施しない
テキスト 特に指定しません。
参考書・参考資料等 授業中に適宜資料を公開・配付する
学生に対する評価 授業内課題およびレポートによる評価。

授業科目名：ソフトウェア工学	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：高田　眞吾 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

ソフトウェア工学では，オブジェクト指向ソフトウェアを開発するための各工程を講義する．分析・設計のためのモデリング言語としてデファクトスタンダードになっているUML（Unified Modeling Language)を用いる．また，本講義では，ハードスキルである各種技術だけではなく，コミュニケーションなどのソフトスキルについても扱う．演習は随時行う．なお，本講義の履修者はオブジェクト指向の基礎を習得していることを前提とする．

授業の概要

ソフトウェア工学は、コンピュータサイエンス分野の科目である。本科目では，分析・設計のためのモデリング言語としてデファクトスタンダードになっているUML（Unified Modeling Language)を用い，オブジェクト指向ソフトウェアを開発するための各工程について学ぶ．

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：要求定義
第３回：演習1（要求定義）
第４回：インスペクション
第５回：演習2（インスペクション）
第６回：オブジェクト指向分析（UML図の基礎）
第７回：オブジェクト指向分析　（UML図を用いた分析における詳細化）
第８回：演習3（オブジェクト指向分析）
第９回：オブジェクト指向設計　（分析から設計へ）
第１０回：オブジェクト指向設計（デザインパターンを用いた設計）
第１１回：演習4（オブジェクト指向設計）
第１２回：ソフトウェア開発に関するそのほかのトピックス
第１３回：演習5（プロジェクトの分析設計書の洗練化）
第１４回：プロジェクト発表会
第１５回：プロジェクトの振り返り
定期試験（履修者が多数いた場合のみ）

テキスト

なし（資料は随時配布）

参考書・参考資料等

(1) 片山・土居・鳥居（監訳）「ソフトウェア工学大事典」朝倉書店.

(2) Ian Sommerville, “Software Engineering”, Addison-Wesley.

(3) 石塚（訳）「UMLリファレンスマニュアル」ピアソンエデュケーション.

(4) 羽生田（訳）「UMLユーザーガイド」 ピアソンエデュケーション.

(5) 本位田・吉田（監訳）「オブジェクト指向における再利用のためのデザインパターン」ソフトバンク.

学生に対する評価

随時行う演習とレポート，さらに最終回で行うプロジェクト発表会の内容に基づいて評価する．　なお，履修者が多数いた場合，期末試験を実施する.

授業科目名：情報処理システムアーキテクチャ	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：西　宏章、近藤　正章、松谷　宏紀 担当形態：オムニバス

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

情報化社会を支える計算機システムに関する知識を座学と演習によって得ることを目標とします。

授業の概要

情報化社会を支える計算機システムに関する話題をオムニバス形式で紹介します。扱う話題は、組込みシステム、スーパーコンピュータや共有・分散メモリ型へ列計算システムとそのプログラミング、ネットワークハードウェアに及びます。

授業計画

第１回：イントロダクション：IoT、ビッグデータ、AI(担当：松谷)
第２回：エッジAI：モデル、フレームワーク(担当：松谷)
第３回：エッジAI：モデル圧縮(担当：松谷)
第４回：エッジAI：AIアクセラレータ(担当：松谷)
第５回：エッジAI：演習(担当：松谷)
第６回：スーパーコンピュータシステム(担当：近藤)
第７回：共有メモリ型並列計算機(担当：近藤)
第８回：分散メモリ型並列計算機(担当：近藤)
第９回：分散メモリ型並列計算機向けプログラミング(担当：近藤)
第１０回：分散メモリ型並列計算機向けプログラミング演習(担当：近藤)
第１１回：ネットワークシステムハードウェアアーキテクチャ(担当：西)
第１２回：デッドロック回避ハードウェア(担当：西)
第１３回：　フロー制御とシェイピング(担当：西)
第１４回：高スループット化技法(担当：西)
第１５回：ネットワークハードウェア演習(担当：西)
定期試験は実施しない

テキスト

とくに指定なし。講義スライドを事前に共有します。

参考書・参考資料等 とくに指定なし。
学生に対する評価 定期試験は実施しません。3回の演習レポートによって成績を決めます。

授業科目名：分散システム	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：松谷　宏紀
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

クラウドコンピューティングや大規模データ（ビッグデータ）処理の需要の高まりによって、これまで以上に分散システムの基盤技術の重要度が増しています。本講義では、分散システムを構築するうえで最低限知っておかなければならない基盤技術やアルゴリズムを紹介し、その仕組みと動作を理解することを目的とします。まず、分散システムの基盤技術（アーキテクチャ、クライアントサーバモデル、通信、名前付け）を説明し、次に、分散アルゴリズム（クロック同期、排他制御、リーダ選出、合意）を説明します。そのうえで、分散システムにおける並行性制御、一貫性および複製、耐故障性、セキュリティについて扱い、最後に、分散システムの応用例（ウェブ、分散ファイルシステム、分散データ処理、分散データベースなど）を紹介します。

授業の概要

分散システム特論は、コンピュータサイエンス分野の科目である。特に、分散システムの基盤技術（アーキテクチャ、クライアントサーバモデル、通信、名前付け）、分散アルゴリズム（クロック同期、排他制御、リーダ選出、合意）、分散システムの一貫性および複製、耐故障性、セキュリティを学ぶ。

授業計画

第１回：分散システムの概要
第２回：分散アーキテクチャ
第３回：オペレーティングシステムの支援
第４回：通信（ソケットとリモートプロシージャコール）
第５回：名前付け
第６回：分散アルゴリズム1（物理クロック、論理クロック、ベクタクロック）
第７回：分散アルゴリズム2（大域スナップショット、相互排他、リーダ選出問題）
第８回：トランザクション
第９回：並行性制御
第１０回：一貫性と複製
第１１回：耐故障性と合意問題

第１２回：セキュリティ 第１３回：例（Web、分散ファイルシステム、分散データ処理、分散データベース） 第１４回：期末レポート 第１５回：分散システム最新技術 定期試験は実施しない
テキスト なし。授業で使用するパワーポイントのスライドをPDF形式で配布する予定。
参考書・参考資料等 Maarten van Steen et al. (2023), ″Distributed Systems (4th edition)″ Roberto Vitillo (2022), ″Understanding Distributed Systems (2nd edition)″ George Coulouris et al. (2011), ″Distributed Systems: Concepts and Design (5th edition)″, Addison Wesley
学生に対する評価 定期的に出題される小レポート（short reports）、および、期末レポート（final report）の合計得点によって成績評価を行います。short reportsとfinal reportの比率はおよそ60%対40%。講義内容の概ね6割以上を理解していることを合格の目安とします。

授業科目名：先端ＶＬＳＩ設計演習	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：松谷　宏紀 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

VLSI（大規模な集積回路）の設計演習を行います。具体的には、最新のプロセステクノロジーおよび商用CADツールを用いて、デジタル回路設計において必要な工程（RTLシミュレーション、論理合成、配置配線、遅延付きシミュレーション、消費電力の解析、階層設計、検証（DRC、LVS））を一通り実習します。授業では、まず、ハードウェア記述言語Verilog HDLの復習から始まり、簡単なマイクロプロセッサ、I/O、DMAコントローラ等の論理設計を行います。次に、これらを統合したシステムをVLSI上に実現するための物理設計を行います。検証や性能電力評価のための手法も身につけてもらいます。

授業の概要

VLSI（大規模な集積回路）の設計演習を行います。具体的には、最新のプロセステクノロジーおよび商用CADツールを用いて、デジタル回路設計において必要な工程（RTLシミュレーション、論理合成、配置配線、遅延付きシミュレーション、消費電力の解析、検証（DRC、LVS）、トランジスタレベル設計）を一通り実習します。

授業計画

第１回：講義内容、講義スケジュールの紹介
第２回：スタンダードセル設計の概要
第３回：Verilog HDLの復習
第４回：Verilog HDLの演習
第５回：プロセッサアーキテクチャ
第６回：論理合成
第７回：メモリマップとI/Oデバイス
第８回：バスとDMAコントローラ
第９回：配置配線
第１０回：遅延と消費電力の見積り
第１１回：ハードマクロ化・階層設計
第１２回：チップアセンブリ・検証
第１３回：期末レポートの進捗報告会

第１４回：期末レポート 第１５回：先端ＶＬＳＩ設計最新技術 定期試験は実施しない
テキスト なし。授業で使用するパワーポイントのスライドをPDF形式で配布する予定。
参考書・参考資料等 「ディジタル回路設計とコンピュータアーキテクチャ 第2版」、David Money Harris、Sarah L. Harris著、翔泳社 2017年 「Digital VLSI Chip Design with Cadence and Synopsys CAD Tools」、Erik Brunvand著、Addison Wesley 2009年 「CMOS VLSI回路設計 基礎編」、Neil Weste、David Money Harris著、丸善 2014年 「CMOS VLSI回路設計 応用編」、Neil Weste、David Money Harris著、丸善 2014年
学生に対する評価 平常点（演習課題、小レポート、プレゼン等の結果）と期末レポートの合計得点によって成績評価を行います。講義内容の概ね6割以上を理解していることを合格の目安とします。

授業科目名：マイクロプロセッサアーキテクチャ	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：山﨑　信行 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

現代の高性能マイクロプロセッサのアーキテクチャに関する講義を行います。この講義を受講するためには、データパスとコントロール、ディジタル回路、シングルパイプラインRISCのアーキテクチャを知っている必要があります。

授業の概要

マイクロプロセッサアーキテクチャ特論は、コンピュータサイエンス分野の科目である。本科目では、現代の高性能プロセッサのアーキテクチャ（アウトオブオーダー実行、投機実行、スーパースカラ、VLIW、マルチスレッディング等）と多くの最新商用プロセッサについて学ぶ。

授業計画

第１回：イントロダクション、ILP、ループレベルパラレリズム、パイプラインスケジューリング、ループアンローリング

第２回：依存関係、動的スケジューリング、アウトオブオーダ実行

第３回：スコアボーディング

第４回：トマスロのアルゴリズム、リザベーションステーション、レジスタリネーミング

第５回：分岐予測

第６回：トーナメント予測器、ブランチターゲットバッファ、静的スーパースカラプロセッサ

第７回：動的スーパースカラプロセッサ

第８回：投機実行、リオーダバッファ

第９回：投機実行のスーパースカラプロセッサ、VLIW

第１０回：ILP抽出のためのコンパイラサポート、ソフトウェアパイプライン

第１１回：トレーススケジューリング、コンディショナル命令

第１２回：トレースレベルの並列性、マルチスレッディング、並列プロセッサアーキテクチャ

第１３回：マルチメディア処理、リアルタイム処理 (RMTP)、実例 (ARM Cortex, big.LITTLE, Snapdragon)

第１４回：実例 (Intel Core i7, AMD Ryzen, Intel Xeon, Microsoft Xbox Series X, SONY PS5, etc.)

第１５回：各回の演習問題のまとめ

定期試験

テキスト 以下のURLから授業で使用するパワーポイントのスライドをPDF形式で配布します。 https://www.ny.ics.keio.ac.jp/
参考書・参考資料等 Computer Architecture A Quantitative Approach J.L.Hennessy and D.A.Patterson Morgan Kaufmann
学生に対する評価 期末試験で成績を付けます。講義内容の概ね6割以上を理解していることを合格の目安とします。

授業科目名：ＳｏＣ設計技術	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：山﨑　信行 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）		
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		

授業のテーマ及び到達目標

SoC（System-on-Chip)は、CPU，メモリ、専用ハードウェアなどを含むシステム全体を搭載したチップであり、メモリに代わって日本の半導体産業の主力となっています。本講義では、実際にSoC設計開発を行っている講師を招き、回路、実装、設計ツールの最新の話題を紹介します。

授業の概要

SoC設計技術は、コンピュータサイエンス分野の科目である。SoC（System-on-Chip)は、CPU，メモリ、専用ハードウェアなどを含むシステム全体を搭載したチップである。本科目では、SoC開発者を講師に招き、回路、実装、設計ツールの最新状況を学ぶ。

授業計画

第１回：組込みシステムとその開発概要(1) 組込みシステムとは何か

第２回：組込みシステムとその開発概要(2) SoC設計の特徴と課題

第３回：組込みシステム要求の仕様定義

第４回：組込みシステム仕様定義（システム設計）

第５回：機能検証技術(1) 機能検証の位置付けと動的検証

第６回：機能検証技術(2) プロパティ記述言語と静的検証

第７回：制御系システムLSIとMM系システムLSI

第８回：システムレベルの高速化: カスタムプロセッサの開発

第９回：通信系システムLSIとシステムレベルの低消費電力化

第１０回：フィジカル設計技術とその適用事例

第１１回：動作合成技術とその適用事例

第１２回：高速LSIのテスト技術とその適用事例

第１３回：FPGAの技術動向とその設計事例

第１４回：SiP(System in Package)技術とその事例 高位設計による最適化

第１５回：各回の演習問題のまとめ

定期試験は実施しない

テキスト

教科書は配布します。

参考書・参考資料等 なし
学生に対する評価 それぞれの時間に講師の出すレポートの総点で決めます。講義内容の概ね6割以上を理解していることを合格の目安とします。

授業科目名：アドホック・センサネットワーク	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：大槻　知明
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

ワイヤレスアドホックネットワークやセンサネットワークの重要性はますます高まっており、多くの研究が進められている。アドホック・ネットワークやセンサ・ネットワークでは、センサに加えて処理能力や通信能力を備えた多数のセンサ・ノードが、通信ネットワークを介して相互に接続される。これらのネットワークは、センシング精度の向上だけでなく、環境計測、セキュリティ・安全システム、インテリジェントスペースアーキテクチャー、大規模災害時のレスキューシステム、エンターテインメントなど、様々な技術的課題への幅広い応用が期待できる。センサネットワークは、センシング技術、情報理論、情報伝送・検出技術、ネットワークアーキテクチャ、人工知能、制御理論、システム理論など、様々な理論や技術の融合によって構成されていると言われており、同時に、それぞれの古典的な技術に基づいたソリューションでは、要求に対応できない可能性がある。センサネットワークを実現するためには、以下のようないくつかの重要な研究課題がある： 1. ネットワークが存在する場合のセンシング技術 2. センシングに関連する情報理論 3. センサネットワークのネットワーク技術 4. 協調的な信号・情報処理と融合コンセプト 5. 多くの制約条件下におけるセンサノードの設計 6. センサネットワークのセキュリティ 7. センサネットワークの応用
このコースでは、主に上記のトピックに焦点を当てる。

授業の概要

アドホック・センサネットワークは、情報通信ネットワーク分野の科目である。本科目では，アドホックネットワークとセンサネットワークについて，それを支える各種理論と，それらのアプリケーションについて学ぶ.

授業計画

第1回：はじめに：アドホックネットワークと無線センサネットワーク
第2回：はじめに：スマートダスト
第3回：システム設計
第4回：アプリケーション
第5回：検出理論（基礎）：（LS、MMSE、MAP、MLD）

第6回：検出理論（応用）：（LS、MMSE、MAP、MLD）
第7回：検出理論（総括）：（LS、MMSE、MAP、MLD）
第8回：パーティクルフィルタ
第9回：カルマンフィルタ
第10回：プロトコル（基礎）
第11回：プロトコル（応用）
第12回：一推定
第13回：セキュリティ
第14回：衛星通信
第15回：アドホック・センサネットワーク最新技術
定期試験

テキスト
特に指定しない

参考書・参考資料等
1. G. Pottie and W. Kaiser, ″Principles of Embedded Networked Systems and Design,″ Cambridge 2. F. Zhao and L. Guibas, ″Wireless Sensor Networks,″ Morgan Kaufmann Publishers

学生に対する評価
最終成績は、レポート、試験、授業への出席回数によって決定する。

授業科目名：実世界インタラクティブシステム特論	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：杉浦　裕太 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

本授業の到達目標は、（1）実世界インタラクティブシステム構築に必要な知識・技術・経験の習得（2）ツールを活用した高度な共同開発の実践（3）ピア・ラーニングを通じた教育的経験の獲得（4）デモンストレーションによる効果的なプレゼンテーション手法の修得、となる。これらの到達目標を達成するために、本講義では実世界インタラクティブシステムのアプリケーション開発を最終課題として設定する。この課題に向けて、プロトタイピングに適したフィジカル・コンピューティングのツールキット群の活用方法を、履修者同士が教え合う仕組みとなるピア・ラーニングを導入する。履修者はグループを構成し、授業で用意されたツールキットの中から一つを選定し、その使用方法を理解する。その後、ワークショップ形式で他のグループに対してその知識を共有する。このプロセスを繰り返すことにより、様々なツールキットの利用方法を習得するとともに、他者への技術伝達に関する実践的な経験を積むことができる。習得した技術を活かし、各グループは最終課題の制作に取り組む。これに伴い、複数人による開発に有用な共同開発ツールの活用についても学習する。開発の各フェーズでは、プレゼンテーションやデモンストレーションの機会を設けており、インタラクティブ技術の効果的な発表手法についても実践を通じて経験する。注意事項： 本講義は、プログラミング技術の習得自体を主目的とはしていない。一方でアプリケーション開発を最終課題として課しているため、情報系の基礎教育を受け、一定のプログラミング能力を有する者の履修が望ましい。また、チームの進捗状況によっては、授業時間外に開発作業が発生する場合がある。毎回の授業においては、各自が開発用ノートパソコンを持参することを必須とする。

授業の概要

実世界インタラクティブシステム特論は、インタラクティブメディア分野の科目である。本科目では、実世界のセンシングやアクチュエーションに焦点をあて、フィジカル・コンピュータを活用したアプリケーション設計開発を学ぶ。

授業計画

第1回：実世界インタラクティブシステムの概要説明とチームビルディング

第2回：実世界I/Oのためのフィジカル・コンピューティング

第3回：ロボット制御のためのフィジカル・コンピューティング

第４回：全身運動計測のためのフィジカル・コンピューティング
第５回：生体計測のためのフィジカル・コンピューティング
第６回：モバイル端末アプリのためのフィジカル・コンピューティング
第７回：アイデアプレゼンテーション
第８回：共同開発ツールの習得
第９回：ダーティプロトタイピング
第１０回：ファンクショナルプロトタイピング
第１１回：デモンストレーションによる中間発表
第１２回：インプリケーションの抽出とリデザイン
第１３回：プレゼンテーション資料の構成と洗練
第１４回：最終課題発表会
第１５回：実世界インタラクティブシステムの最新技術
定期試験は実施しない

テキスト
特に指定しない

参考書・参考資料等
Jonathan Lazar Jinjuan Feng Harry Hochheiser. 2017. Research Methods in Human-Computer Interaction, 2nd Edition. Morgan Kaufmann. Thomas Tullis and William Albert. 2008. Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics (Interactive Technologies), Morgan Kaufmann.

学生に対する評価
課題やレポートの質、授業への参加や取り組み状況で評価する。

授業科目名：ネットワークサービス特論	教員の免許状取得のための選択科目(人間・社会システム情報科学専攻)	単位数：2単位	担当教員名：金子　晋丈 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目 高等学校（情報）
施行規則に定める科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項

授業のテーマ及び到達目標

このコースでは、将来のネットワーク サービスをどのように設計するかに焦点を当てます。ネットワーク サービスは、物理インフラストラクチャからサービス モデルに至るまでのテクノロジーを組み合わせたシステムです。このコースでは、ネットワーク アーキテクチャの観点から可能性、困難さ、限界について学びます。

授業の概要

ネットワークサービス特論は、情報通信ネットワーク分野の科目である。本科目では、TCP/IPなどインターネットに関する基礎的な知識を有していることを前提に、ネットワークアーキテクチャの側面からインターネットやネットワークのコアコンセプトを議論しながら学ぶ。

授業計画

第１回：はじめに: なぜネットワークが必要か?

第２回：ネットワークはどのように進化するのか？

第３回：ネットワークシステムの要件とトレードオフ（基礎）

第４回：ネットワークシステムの要件とトレードオフ（応用）

第５回：展開の難しさ

第６回：IDの割り当て：なぜ2つのグローバルユニークIDが必要か？

第７回：サービス識別:すべてのサービスがHTTPSを用いると何が起こる？

第８回：インターネットに欠けている機能は何か?

第９回：将来のネットワークアプリケーションは何か？

第１０回：時の試練に耐える技術とは？

第１１回：デジタルトランスフォーメーションの例：現在のデジタルシネマシステム設計による標準化とセキュリティ

第１２回：未来のネットワークに関する学生プレゼンテーション（要素技術）

第１３回：未来のネットワークに関する学生プレゼンテーション（システム）

第１４回：未来のネットワークに関する学生プレゼンテーション（サービス）

第１５回：ネットワークサービス最新技術

定期試験は実施しない

テキスト 教科書は必要に応じて授業内で紹介する。
参考書・参考資料等 特に指定しない。
学生に対する評価 レポート、プレゼンテーション、授業内での議論