授業科目名： 可換環論特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 寺井　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
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
可換環論の基礎について学び、可換環論の基礎的知識を身につける

授業の概要
可換環論の基礎として環、イデアル、加群の基本的性質について述べた後、ネーター環、アルチン環の基礎的性質ついて演習を通して学習する。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：環とイデアル
第３回：整域と素イデアル
第４回：多項式環
第５回：ユークリッド環
第６回：単項イデアル整域
第７回：一意分解環
第８回：加群
第９回：加群の系列
第１０回：準同型定理
第１１回：局所化
第１２回：全商環と商体
第１３回：ネーター環
第１４回：アルチン環
第１５回：準素イデアル分解
定期試験は実施しない

テキスト
「可換環論」後藤四郎・渡辺敬一　日本評論社

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を紹介する。

学生に対する評価
レポート（100%）

授業科目名:カテゴリーと表現	教員の免許状取得のための選択科目	単位数：２単位	担当教員名：鈴木武史 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

近年の数学において，圏（カテゴリー）と関手の理論は，集合と写像の理論に匹敵する根本的概念としての地位を確立しており，ホモロジー代数を介して表現論にも多大な影響を与えている.この講義では、対称群やHecke代数等の具体的な代数系を題材に、表現論において圏と関手の理論の 果たす役割や思想について学び、代数学、表現論分野に関する理解を深める。

授業の概要

具体的な代数系として、対称群、Hecke代数などを取り上げ、これらの代数系とその表現に親しんだ後、これらの表現論において問題となっているトピックを紹介し、圏論的立場からのアプローチについても触れる。この分野への知識を深めるための課題をレポートして課す。

授業計画

第１回：表現と加群
第２回：表現の圏
第３回：部分表現と既約表現
第４回：準同型とSchurの補題
第５回：Maschkeの定理
第６回：群の表現の指標
第７回：指標の関係式
第８回：正則表現の分解
第９回：Young図と盤
第１０回：対称群の既約表現の構成
第１１回：Jucys-Murphy元とウエイト
第１２回：対称群の既約表現の分類
第１３回：アフィンHecke代数とその表現
第１４回：分規則
第１５回：modular表現と圏化
定期試験は行わない

テキスト

なし

参考書・参考資料等

The Symmetric Groups （B.E.Sagan）

学生に対する評価　レポート（80%）、プレゼンテーション・小試験（20%）

授業科目名： 代数幾何学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名：伊藤敦 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
代数曲線についてリーマン・ロッホの定理などの基礎的事項を理解する.

授業の概要
直線や円の定義式は多項式で表される．その一般化である代数多様体を調べる分野が代数幾何学である．この講義では，最も基本的な代数多様体である代数曲線の基礎的事項を学ぶ.

授業計画
第１回：リーマン球面
第２回：リーマン面と正則写像
第３回：リーマン面上の微分形式
第４回：いろいろなリーマン面
第５回：層
第６回：層係数コホモロジー
第７回：コンパクトリーマン面の種数
第８回：リーマン・ロッホの定理
第９回：セールの双対定理
第１０回：いろいろなコンパクトリーマン面の種数
第１１回：コンパクトリーマン面の射影埋め込み
第１２回：種数0，1のコンパクトリーマン面の構造
第１３回：小さな数の因子と付随する有理型写像
第１４回：標準因子に付随する有理型写像
第１５回：第１～１４回のまとめ
定期試験は実施しない.

テキスト
小木曽 啓示 『代数曲線論』，朝倉書店

参考書・参考資料等
講義中に必要に応じて提示する.

学生に対する評価
レポートによる.

授業科目名： 数論特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 石　川　佳　弘 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
現代数論の研究に必要な基礎理論を学び、数論研究の礎となる知識・技術を習得する。

授業の概要
現代数論の研究に必要な知識・技術は、多岐に亘る。適切に選ばれた基礎理論を講義する。

授業計画
第１回：圏 と 関手
第２回：普遍性
第３回：アーベル圏
第４回：ホモトピー圏
第５回：乗法系 と 局所化
第６回：特別三角の性質
第７回：導来圏
第８回：導来関手
第９回：切り落とし関手
第１０回： t− 構造の核としてのアーベル圏
第１１回： t− 構造 と t− 完全関手
第１２回：ヴェルディエ双対性
第１３回：滑層分割 と 構成可能層
第１４回：偏屈 t− 構造 と 偏屈コホモロジー
第１５回：ゴレスキー・マクファソンの中間拡張
第１６回：交叉コホモロジー

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜指示、または資料配布を行う。

学生に対する評価
講義中のクイズなど、授業に対する取り組み(３０％)、レポート(７０％)

授業科目名： 多様体特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 近藤 慶
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
テーマは多様体とその上のモース関数の相互関係を臨界点を通して理解し、「多様体とは何か？」を深く考察すること。到達目標は具体例におけるモース関数の臨界点を求めることができ、かつレーブの球面定理等の証明を通して、モース命題と基本定理を適用できる状況を判断できるようになること。

授業の概要
我々は一変数の関数のグラフを描く際にその関数の極値点および変曲点の有無を調べた。モース理論とは、大雑把に言えば、このアプローチを多様体上のモース関数と呼ばれるなめらかな関数に対して実行し、その多様体の位相を調べる理論である。本講義ではモース理論の基礎について解説する。

第１回：1次元ユークリッド空間上の関数の臨界点
第２回：2次元ユークリッド空間上の関数の臨界点
第３回：多様体上のモース関数の定義と例
第４回：モース命題（その１）命題の意味を具体例を通して解説
第５回：モース命題（その２）命題の証明のための準備
第６回：モース命題（その３）命題の証明
第７回：モース関数の存在定理（その１）定理の証明のための準備
第８回：モース関数の存在定理（その２）定理の証明
第９回：モース理論の基本定理（その１）定理の証明のための準備（リーマン計量）
第１０回：モース理論の基本定理（その２）定理の証明のための準備（勾配ベクトル場）
第１１回：モース理論の基本定理（その３）定理の証明
第１２回：モース理論の基本定理（その４）基本定理の一般化について紹介
第１３回：レーブの球面定理（その１）定理の紹介とその歴史的背景
第１４回：レーブの球面定理（その２）定理の証明のための準備
第１５回：レーブの球面定理（その３）定理の証明

テキスト
指定しない。

参考書・参考資料等
下記5冊は本講義の準備において大いに参考にした書籍：
J.M. Lee, “Introduction to smooth manifolds”(2nd ed.), Springer
Y. Matsumoto, “An introduction to Morse theory”, Amer. Math. Soc.,
John Milnor, “Morse theory”, Princeton Univ. Press,
L.W. Tu, “An introduction to manifolds”(2nd ed.), Springer
松本幸夫『多様体の基礎』（東京大学出版会）

下記4冊は本講義を受講後、モース理論に興味を持ちかつモース理論の発展やアイデアの拡張を知りたい学生に推薦する参考書：
John Milnor, ″Lectures on the h-cobordism theorem″ (Princeton Univ. Press),
J.D. Moore, ″Introduction to Global Analysis: Minimal Surfaces in Riemannian Manifolds″ (Amer. Math. Soc.) ,
T. Sakai, ″Riemannian geometry″ (Amer. Math. Soc.),
深谷賢治 著『ゲージ理論とトポロジー』（丸善出版）

学生に対する評価
レポート（100%）

授業科目名： ホモトピー論特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 鳥居　猛
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
ホモトピー論の基礎を習得することを目標とする。

授業の概要
ホモトピー論の基礎的事項について講義する。

授業計画
第１回：ベクトル束と主束
第２回：分類空間
第３回：スペクトル系列
第４回：Gysin完全列
第５回：Stiefel-Whitney類
第６回：Thom類
第７回：Leray-Hirschの定理
第８回：BU(n)のコホモロジー
第９回：分解原理
第１０回：Chern類
第１１回：Pontryagin類
第１２回：Steenrod作用素
第１３回：ボルディズム理論
第１４回：Hopf代数
第１５回：ボルディズム理論の応用
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紹介する。

学生に対する評価
レポート（100%）

授業科目名： 微分位相幾何学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名：秦泉寺　雅夫 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
微分位相幾何学の代表的な話題に触れてその使い方に習熟する。

授業の概要
横断正則性の概念を導入し、その応用として有向交点数とポアンカレ - ホップの定理を紹介する。

授業計画
第１回：導入
第２回：逆関数定理
第３回：はめこみと沈めこみ
第４回：逆像定理
第５回：横断性 I
第６回：横断性 II
第７回：境界のある多様体
第８回：境界のある多様体についての横断性定理
第９回：測度零とSardの定理
第１０回：横断性の包括性
第１１回；ホモトピーと安定性
第１２回：1次元多様隊の分類とその応用
第１３回：mod２交点理論
第１４回：多様体の向き
第１５回：有向交点数
第１６回：Lefschetzの不動点理論とPoincare-Hopfの定理

テキスト
Guillemin-Pollack 微分位相幾何学　現代数学社

参考書・参考資料等
なし

学生に対する評価　レポートによる。

授業科目名： 位相幾何学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 門田　直之
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
ホモロジー群・基本群について復習し、4次元多様体論の基本的な知識を習得する。

授業の概要
4次元多様体の符号数を定義し、単連結な4次元位相多様体の分類について紹介する。

授業計画
第１回：単体複体
第２回：単体写像
第３回：重心細分
第４回：単体近似
第５回：ホモロジー群の定義
第６回：ホモロジー群の例
第７回：基本群の定義
第８回：基本群の例
第９回：ホモロジー群・基本群のホモトピー不変性
第１０回：Mayer-Vietoris完全系列とSeifert-van Kampenの定理
第１１回：4次元における交差理論
第１２回：符号数の定義
第１３回：符号数の性質と計算例
第１４回：Rokhlinの定理、Freedmanの定理、Donaldsonの定理
第１５回：4次元微分ポアンカレ予想について
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
4次元のトポロジー，　松本幸夫 著，日本評論社

学生に対する評価
レポート（100%）

授業科目名： 偏微分方程式特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 谷口　雅治
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

反応拡散モデルとそれを記述する偏微分方程式について学習し，その定常解および進行波について理解を深めることを学習目的とする。優解および劣解による定常解および進行波の存在証明について理解することが到達目標の一つである。

授業の概要

化学や生態学に現れる反応拡散モデルとそれを記述する放物型偏微分方程式の数学的手法について解説する。

授業計画

第１回：反応拡散系とその数理モデル
第２回：反応拡散方程式の時間局所解
第３回：弱最大値原理
第４回：強最大値原理
第５回：Schauder評価
第６回：解の時間大域的存在
第７回：優解および劣解
第８回：Sattingerの定理
第９回：定常解の存在
第１０回：定常解の安定性
第１１回：進行波と相平面解析
第１２回：相平面解析による進行波の存在証明
第１３回：優解および劣解による進行波の存在証明
第１４回：進行波の一意性
第１５回： 進行波の安定性
定期試験は実施しない。

テキスト

Masaharu Taniguchi

“Traveling Front Solutions in Reaction-Diffusion Equations”

MSJ Memoirs Volume 39, 2021, Mathematical Society of Japan

ISBN: 978-4-86497-097-6

参考書・参考資料等

学生に対する評価

レポート(80%)と出席(20%)による。

授業科目名： 実解析学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名：大下　承民 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
非線形数理解析の基礎を理解する。

授業の概要
非線形関数解析の理論および微分方程式への応用を学ぶ。

授業計画
第１回：フレシェ微分
第２回：熱方程式
第３回：フーリエ級数
第４回：スペクトル法
第５回：差分法
第６回：力学系
第７回：平衡点
第８回：安定性
第９回：チューリング不安定性
第１０回：不安定化条件
第１１回：周期解
第１２回：周期解の安定性
第１３回：サドルノード分岐
第１４回：ホップ分岐
第１５回：ピッチフォーク分岐

テキスト
指定なし

参考書・参考資料等
パターン形成と分岐理論（桑村雅隆　著），Nonlinear Functional Analysis (K. Deimling 著)

学生に対する評価
レポート

授業科目名： 関数解析学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 田口大
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
確率論，確率解析学の基礎を十分理解すること.

授業の概要
確率論，確率解析学の基礎について学ぶ.

授業計画
第１回：確率論からの準備
第２回：離散時間マルチンゲールとDoobの不等式
第３回：連続時間マルチンゲールとDoobの不等式
第４回：Doob-Meyer分解
第５回：2次変分
第６回：ブラウン運動
第７回：確率積分
第８回：伊藤の公式
第９回：ブラウン運動の特徴づけ
第１０回：Girsanovの定理
第１１回：Burkholder-Davis-Gundyの不等式
第１２回：確率微分方程式
第１３回：オイラー・丸山近似
第１４回：Monte Carlo methodとオイラー・丸山近似
第１５回：Multilevel Monte Carlo methodとオイラー・丸山近似

テキスト
なし

参考書・参考資料等
確率解析（数理経済学叢書），楠岡 成雄

学生に対する評価
講義内の課題・レポートをもとに評価（100%）

授業科目名： 応用解析学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 上原　崇人
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

力学系理論とは，ある規則に従って状態が変化する系の漸近挙動を解析する分野である．この講義では，Riemann面上で正則写像によって状態変化が記述される一次元複素力学系理論について，基本的な概念および性質について解説する．

授業の概要

複素力学系理論の基礎的な概念および性質ついて理解する．

授業計画

第１回：複素力学系とは

第２回：Riemann面と一意化定理

第３回：Riemann面の自己同型群

第４回：Riemann面の分類と距離構造

第５回：正規族

第６回：Montelの定理

第７回：同程度連続性

第８回：Fatou集合とJulia集合

第９回：Riemann球面上の力学系

第１０回： Julia集合の性質

第１１回：双曲型Riemann面上の力学系

第１２回：Denjoy-Wolffの定理

第１３回：吸引的不動点と反発的不動点における線形化定理

第１４回：吸引的周期点まわりの幾何

第１５回：放物的周期点まわりの幾何

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する．

学生に対する評価

プレゼンテーション（70%），レポート（30%）

授業科目名： 可換環論特別演習１	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 寺井　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
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
可換環論の基礎について学び、可換環論の基礎的知識を身につける

授業の概要
「可換環論特論」で学ぶ可換環論の基礎知識をさらに演習を通して詳細に学習する。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：環とイデアル
第３回：整域と素イデアル
第４回：多項式環
第５回：ユークリッド環
第６回：単項イデアル整域
第７回：一意分解環
第８回：加群
第９回：加群の系列
第１０回：加群の完全列
第１１回：準同型定理
第１２回：局所化
第１３回：全商環
第１４回：商体
第１５回：環の概形
第１６回：環の概形のザリスキ位相
第１７回：ネーター環
第１８回：アルチン環
第１９回：組成列
第２０回：準素イデアル分解
第２１回：随伴素イデアル
第２２回：環のクルル次元
第２３回：加群のクルル次元
第２４回：素イデアルの上昇定理
第２５回：素イデアルの下降定理
第２６回：ザリスキの補題
第２７回：ネーターの正規化
第２８回：離散付値環
第２９回：整閉整域
第３０回：デデキント整域
定期試験は実施しない

テキスト
「可換環論」後藤四郎・渡辺敬一　日本評論社

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を紹介する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 可換環論特別演習２	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 寺井　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
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
可換環論のホモロジー代数的手法の基礎について学び、ホモロジー代数的手法による可換環論の基礎的知識を身につける

授業の概要
「可換環論特別演習１」の続きとして可換環論のホモロジー代数及びその可換環論への応用を演習を通して詳細に学習する。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：準同型写像加群
第３回：テンソル積
第４回：加群の射影次元
第５回：環の大域次元
第６回：入射加群の構造定理
第７回：マコーレーの逆系
第８回：マトリスの双対定理
第９回：正則局所環
第１０回：正則局所環の局所化
第１１回：平坦加群
第１２回：平坦射の性質
第１３回：コッツル複体
第１４回：コッツル・コホモロジー
第１５回：コッツル・コホモロジーの消滅
第１６回：チェック複体
第１７回：チェック・コホモロジー
第１８回：チェック・コホモロジーの消滅
第１９回：局所コホモロジー
第２０回：局所コホモロジーの長完全列
第２１回：局所コホモロジーの消滅
第２２回：ヒルベルト・バーチの定理
第２３回：バス数
第２４回：ゴーレンシュタイン局所環
第２５回：正準加群
第２６回：正準加群の性質
第２７回：局所双対定理
第２８回：正準加群の同伴公式
第２９回：高さ２のゴーレンシュタイン・イデアル
第３０回：高さ３のゴーレンシュタイン・イデアル
定期試験は実施しない

テキスト
「可換環論」後藤四郎・渡辺敬一　日本評論社

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を紹介する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 可換環論特別演習３	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 寺井　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
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
可換環論の組合せ論的手法の基礎について学び、組合せ論的手法による可換環論の基礎的知識を身につける

授業の概要
「可換環論特別演習２」の続きとして組合せ論及びその可換環論への応用を演習を通して詳細に学習する。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：凸多面体
第３回：凸多面体の面構造
第４回：単体的複体
第５回：半順序集合
第６回： 単体的複体のf-列
第７回： 単体的複体のh-列
第８回： 次数付可換代数
第９回： Hilbert函数
第１０回： Hilbert級数
第１１回：Noether正規化定理
第１２回：Cohen-Macaulay環
第１３回：単体的球面
第１４回：Dehn-Sommerville方程式
第１５回：巡回多面体
第１６回：単体的凸多面体の上限定理
第１７回：スタック多面体
第１８回：単体的凸多面体の下限定理
第１９回：Stanley-Reisner環
第２０回：被約homology 群
第２１回：Mayer-Vietoris長完全列
第２２回：Cohen-Macaulay単体的複体
第２３回：Reisnerの定理
第２４回：単体的球面の上限定理
第２５回：Gorenstein単体的複体
第２６回：Ehrhart多項式
第２７回：Ehrhartの相互法則
第２８回：Hochsterの定理
第２９回：Ehrhart環
第３０回： δ-列の組合せ論
定期試験は実施しない

テキスト
『可換代数と組合せ論』日比孝之著　丸善出版

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を紹介する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 可換環論特別演習４	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 寺井　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
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
可換環論の発展的題材について学び、可換環論の発展的知識を身につける

授業の概要
「可換環論特別演習３」の続きとして可換環論の発展的題材（正則列、正則環、平坦性、導分、潤滑性等）を演習を通して詳細に学習する。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：Hilbertの零点定理
第３回：環の完備化
第４回：Artin-Reesの補題
第５回：整拡大
第６回：正則列
第７回：準正則列
第８回：Cohen-Macaulay環
第９回：Cohen-Macaulay環の純性定理
第１０回：Gorenstein環
第１１回：直既約加群
第１２回：正則環
第１３回：極小自由分解
第１４回：Hilbertのシジジー定理
第１５回：Auslander-Buchsbaumの定理
第１６回：極小自由分解によるCohen-Macaulay性の判定
第１７回：一意分解環
第１８回：因子類群
第１９回：完全交差環
第２０回：平坦性の局所的判定
第２１回：ファイバーと平坦性
第２２回：一般自由性
第２３回：導分
第２４回：分離性
第２５回：高階導分
第２６回：潤滑性
第２７回：完備局所環の構造定理
第２８回：潤滑性と導分の関係
第２９回：素イデアル鎖
第３０回：形式的ファイバー
定期試験は実施しない

テキスト
『可換環論』松村英之著　共立出版

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を紹介する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 表現論特別演習１	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 鈴木武史
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
代数学、特に表現論分野の原著論文について，厳密に理解し解説ができる。独自の研究を行う上で必要となる当該分野の知識の定着を目指すとともに、教科への理解を深める。

授業の概要
原著論文および専門書を精読し、理解した内容について自身の言葉で解説し、添削指導を受けることで教科への理解を深める。さらに、教員の指導のもと、概念や問題の拡張について考える。

授業計画
受講者の関心および理解レベル等に応じて変わる。以下は一例
第１回：表現論の一般論
第２回：加群と表現
第３回：テンソル積
第４回：誘導表現
第５回：対称群
第６回：既約表現の実現
第７回：Jucys-Murphy元
第８回：可換性の証明
第９回：Gelfand-Zetlin基底
第１０回：Gelfand-Zetlin部分代数
第１１回：ウエイト理論
第１２回：Murnagham-Nakayama公式
第１３回：退化アフィンHecke代数
第１４回：生成系と基本関係式による定義
第１５回：Dunkl作用素
第１６回：PBW型基底定理
第１７回：PBW型基底定理の証明
第１８回：退化アフィンHecke代数の中心
第１９回：パラボリック部分代数
第２０回：Mackeyの定理
第２１回：退化アフィンHecke代数の自己同型
第２２回：双対性
第２３回：Intertwining作用素
第２４回：Intertwining作用素の可逆性
第２５回：圏と関手
第２６回：加群の圏
第２７回：Grothendieck群
第２８回：誘導関手と制限関手
第２９回：誘導表現の既約性
第３０回：まとめ
定期試験は行わない。

テキスト
受講者と相談の上決定。

参考書・参考資料等
Linear and projective representations of symmetric groups, A.Kleshchev著

学生に対する評価：プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 表現論特別演習２	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 鈴木武史
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
代数学、特に表現論分野の原著論文について，厳密に理解し解説ができる。また，独自の研究を行う上で必要となる当該分野の専門知識の定着および特徴的な議論への習熟を目指す。また、これらを通じて教科への理解を深める。

授業の概要
原著論文および専門書を精読し、理解した内容について自身の言葉で解説し、添削指導を受けることで、教科への理解を深める。さらに、教員の指導のもと、概念や問題の拡張について考える。

授業計画
受講者の関心および理解レベル等に応じて変わる。以下は一例
第１回：形式的指標
第２回：中心指標
第３回：中心指標による分解
第４回：一般ウエイト空間
第５回：Kato加群
第６回：Katoの定理
第７回：射影加群
第８回：射影被覆加群
第９回：関手の同型
第１０回：加群のsocle
第１１回：加群のhead
第１２回：無重複性
第１３回：昇降作用素の定義
第１４回：昇降作用素と既約表現
第１５回：既約指標の独立性
第１６回：既約表現の記述
第１７回：結晶作用素
第１８回：既約な誘導表現
第１９回：低ランクにおける計算例
第２０回：高階結晶作用素
第２１回：可積分表現
第２２回：Cartan行列
第２３回：ルート系
第２４回：Chevalley生成元
第２５回：巡回Hecke代数
第２６回：巡回Hecke代数の基底定理
第２７回：基底定理の証明
第２８回：巡回版Mackeyの定理
第２９回：巡回Hecke代数の表示
第３０回：まとめ
定期試験は行わない。

テキスト
受講者と相談の上決定。

参考書・参考資料等
Linear and projective representations of symmetric groups, A.Kleshchev著

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 表現論特別演習３	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 鈴木武史
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
代数学、特に表現論分野の原著論文について，厳密に理解し解説ができる。問題を自ら見出し、独自の研究結果を得ることができる。また、これらを通じて教科への理解を確固たるものとする。

授業の概要
原著論文および専門書を精読し、理解した内容について自身の言葉で解説し、添削指導を受けることで、教科への理解を深める。さらに、そこに現われた概念や問題を拡張し独自の研究に結びつける。主に自身で見出した問題および考察・研究結果についてまとめ、プレゼンテーションを行う。

授業計画
受講者の関心および理解レベル等に応じて変わる。以下は一例
第１回：コンテント
第２回：ブロック分解
第３回：divided power
第４回：巡回版昇降演算子
第５回：昇降演算子と既約表現
第６回：自己準同型代数
第７回：巡回Hecke代数の有限次元表現の圏
第８回：Grothendieck群
第９回：Hopf代数
第１０回：Grothendieck群とHopf代数構造
第１１回：Serre関係式
第１２回：反変形式
第１３回：Chevalley関係式
第１４回：Chevalley関係式の証明
第１５回：ここまでのまとめ
第１６回：量子群
第１７回：量子群の最高ウエイト表現
第１８回：量子群の可積分表現
第１９回：量子群と圏化
第２０回：結晶（crystal）
第２１回：K群の結晶構造
第２２回：結晶基底
第２３回：柏原の結晶
第２４回：結晶とテンソル積
第２５回：結晶グラフ
第２６回：柏原の定理
第２７回：柏原の定理の証明
第２８回：具体例の計算（有限次元表現）
第２９回：具体例の計算（テンソル積）
第３０回：考察・研究結果について
定期試験は実施しない。

テキスト
受講者と相談の上決定。

参考書・参考資料等
Linear and projective representations of symmetric groups, A.Kleshchev著

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 表現論特別演習４	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 鈴木武史
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
代数学特に表現論分野の原著論文について，厳密に理解し解説ができる。問題を自ら見出し、独自の研究を行い、その結果を学術論文の形式で記述、発表することができる。また、これらを通じて教科への理解を確固たるものとする。

授業の概要
原著論文および専門書を精読し、理解した内容について自身の言葉で解説し、添削指導を受けることで、教科への理解を深める。さらに、そこに現われた概念や問題を拡張し独自の研究を行う。得られた結果を論文形式のレポートとしてまとめ、プレゼンテーションを行う。

授業計画
少人数を対象とした個別指導であり受講者の関心および理解レベル等に応じて変わる。以下は一例
第１回：分割
第２回：正則分割
第３回：モジュラー表現
第４回：分割の結晶
第５回：extremalウエイト
第６回：Misra-Miwaの定理
第７回：Misra-Miwaの定理の証明
第８回：p-coreとp-quotient
第９回：対称群の既約モジュラー表現の分類定理
第１０回：モジュラー表現の形式的指標
第１１回：モジュラー分規則
第１２回：形式的指標の計算
第１３回：calibrated 表現
第１４回：caribrated 表現の分類定理
第１５回：ここまでのまとめ
第１６回：超代数
第１７回：超加群
第１８回：超代数に関するSchurの補題
第１９回：Wedderburnの定理
第２０回：Sergeev超代数
第２１回：アフィンSergeev代数
第２２回：基底定理
第２３回：アフィンSergeev代数の中心
第２４回：自己準同型代数と超双対性
第２５回：Intertwining作用素
第２６回：巡回Sergeev代数
第２７回：昇降演算子
第２８回：Sergeev代数と結晶構造
第２９回：結晶構造の同型
第３０回：考察・研究結果について
定期試験は行わない

テキスト
受講者と相談の上決定。

参考書・参考資料等
Linear and projective representations of symmetric groups, A.Kleshchev著

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 代数幾何学特別演習1	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 伊藤敦
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
代数曲線に関し，定義やコホモロジーなどの基礎的事項を理解し，それを他の人にわかりやすく説明できるようになる．

授業の概要
代数曲線についてのテキストを読み内容を発表することで，代数曲線に関する理解を深める．

授業計画
第１回：リーマン球面の定義
第２回：リーマン球面の位相
第３回：リーマン球面上の正則関数,
第４回：リーマン球面上の有理型関数
第５回：リーマン面の定義
第６回：リーマン面上の正則写像
第７回：リーマン面上の微分形式（接ベクトル）
第８回：リーマン面上の微分形式（余接ベクトル）
第９回：リーマン面上の微分形式（1形式）
第１０回：リーマン面上の微分形式（2形式）
第１１回：リーマン面上の微分形式（外微分）
第１２回：リーマン面上の微分形式（引き戻し）
第１３回：リーマン面上の微分形式（積分）
第１４回：リーマン面の例（複素多様体）
第１５回：リーマン面の例（複素トーラス）
第１６回：リーマン面の例（アフィン代数曲線）
第１７回：リーマン面の例（超楕円曲線）
第１８回：リーマン面の例（射影平面代数曲線）
第１９回：層の定義
第２０回：因子に付随する層
第２１回：演算を持つ層
第２２回：層の制限と局所自由層
第２３回：局所自由層
第２４回：層の完全系列
第２５回：チェックコホモロジー H_q(U,F)
第２６回：チェックコホモロジー H_q(X,F)
第２７回：1次コホモロジー群の簡単な性質
第２８回：層係数コホモロジー群の長完全系列
第２９回：いろいろな層の1次コホモロジー群
第３０回：第１～２９回までのまとめ
定期試験は実施しない.

テキスト
小木曽 啓示 『代数曲線論』，朝倉書店

参考書・参考資料等
演習中に必要に応じて提示する．

学生に対する評価
プレゼンテーション（80%），演習中の態度（質問などの積極性など）（20%）

授業科目名： 代数幾何学特別演習2	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 伊藤敦
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
代数曲線についてリーマン・ロッホの定理などの基礎的事項を理解し，それを他の人にわかりやすく説明できるようになる．

授業の概要
代数曲線についてのテキストを読み内容を発表することで，代数曲線に関する理解を深める．

授業計画
第１回：コンパクトリーマン面の種数
第２回：種数の有限性
第３回：リーマン・ロッホの定理の準備
第４回：リーマン・ロッホの定理の証明
第５回：定数ではない大域的有理型関数の存在（証明）
第６回：定数ではない大域的有理型関数の存在（具体例）
第７回：大域的有理型1形式の存在と標準因子（証明）
第８回：大域的有理型1形式の存在と標準因子（具体例）
第９回：双対性
第１０回：留数写像
第１１回：セールの双対定理
第１２回：セールの双対定理の証明
第１３回：リーマンーロッホの定理の別形
第１４回：消滅定理
第１５回：コンパクトリーマン面の位相的オイラー数と種数
第１６回：コンパクトリーマン面の種数
第１７回：いろいろなコンパクトリーマン面の種数（超楕円曲線）
第１８回：いろいろなコンパクトリーマン面の種数（平面曲線）
第１９回：ドラムの定理
第２０回：ホッジ分解定理
第２１回：因子に付随する有理型写像
第２２回：コンパクトリーマン面の射影埋め込み定理（証明）
第２３回：コンパクトリーマン面の射影埋め込み定理（具体例）
第２４回：豊富，非常に豊富な因子
第２５回：種数0のコンパクトリーマン面の構造
第２６回：種数1のコンパクトリーマン面の構造
第２７回：小さな数の因子と付随する有理型写像（次数1）
第２８回：小さな数の因子と付随する有理型写像（次数2）
第２９回：標準因子に付随する有理型写像
第３０回：第１～２９回までのまとめ
定期試験は実施しない．

テキスト
小木曽 啓示 『代数曲線論』，朝倉書店

参考書・参考資料等
演習中に必要に応じて提示する．

学生に対する評価
プレゼンテーション（80%），演習中の態度（質問などの積極性など）（20%）

授業科目名： 代数幾何学特別演習3	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 伊藤敦
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
平面曲線の特異点解消を理解し，それを他の人にわかりやすく説明できるようになる．

授業の概要
テキストを読み内容を発表することで，平面曲線の特異点解消に関する理解を深める．

授業計画
第１回：平面曲線と特異点
第２回：平面曲線の特異点
第３回：形式的べき級数環（1変数）
第４回：形式的べき級数環（多変数）
第５回：平面曲線の接錘
第６回：一般の体上の平面曲線
第７回：射影直線
第８回：ブローアップ
第９回：全変換と狭義変換
第１０回：ブローアップの繰り返し
第１１回：平面曲線の摂動
第１２回：ワイエルシュトラスの準備定理
第１３回：形式的べき級数環のUFD性
第１４回：最大接触度
第１５回：平面曲線の特異点解消定理
第１６回：アフィン代数多様体
第１７回：座標環
第１８回：接平面と特異点
第１９回：加群
第２０回：完全系列
第２１回：5項補題
第２２回：ヘビ補題
第２３回：ネーター環とネーター加群
第２４回：環の完備化
第２５回：加群の完備化
第２６回：アルティン-リースの補題
第２７回：環の次元
第２８回：正則局所環
第２９回：アフィン代数多様体の非特異点の特徴付け
第３０回：第１～２９回までのまとめ
定期試験は行わない．

テキスト
永井保成　『代数幾何学入門』，森北出版

参考書・参考資料等
演習中に必要に応じて提示する．

学生に対する評価
プレゼンテーション（80%），演習中の態度（質問などの積極性など）（20%）

授業科目名： 代数幾何学特別演習4	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 伊藤敦
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
有限群の不変式と商特異点について理解し，それを他の人にわかりやすく説明できるようになる．

授業の概要
テキストを読み内容を発表することで，有限群の不変式と商特異点についての理解を深める．

授業計画
第１回：有限群の表現
第２回：マシュケの定理と既約分解
第３回：不変量と不変式
第４回：有限群の表現から決まる不変式環
第５回：不変式環の有限生成性
第６回：次数加群
第７回：体上有限生成な次数環
第８回：ヒルベルト−ポアンカレ級数
第９回：テンソル積
第１０回：テンソル積の普遍性
第１１回：Hom加群
第１２回：平坦加群，射影加群
第１３回：有限巡回群の既約表現
第１４回：シュアーの補題
第１５回：Hom表現
第１６回：表現の指標
第１７回：正則表現と群環
第１８回：対称式の環
第１９回：Molienの公式
第２０回：SL(2,C)とSU(2)
第２１回：SU(2)とSO(3,R)
第２２回：SU(2)の有限部分群
第２３回：SO(3,R)の有限部分群
第２４回：Klein-Du Val特異点
第２５回：A型の場合
第２６回：D型の場合
第２７回：E_8型の場合
第２８回：Klein-Du Val特異点の方程式
第２９回：Klein-Du Val特異点の特異点解消
第３０回：第１〜２９回のまとめ
定期試験は実施しない．

テキスト
永井保成　『代数幾何学入門』，森北出版

参考書・参考資料等
演習中に必要に応じて提示する．

学生に対する評価
プレゼンテーション（80%），演習中の態度（質問などの積極性など）（20%）

授業科目名： 数論特別演習１	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 石　川　佳　弘 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
現代数論の研究に必要な基礎理論を学び、数論研究の礎となる知識・技術を習得する。

授業の概要
適切に選ばれた現代数論の基礎理論を、演習形態を通じて修得する。

授業計画
第１回：三角分割
第２回：ホモロジー
第３回：Poincare双対
第４回：交叉積
第５回：直線束
第６回：ベクトル束
第７回：微分形式
第８回：層係数コホモロジー
第９回：deRhamの定理
第１０回：Riemann多様体
第１１回：Hodge＊－ 作用素
第１２回：小平－ deRham分解
第１３回：Hodgeの定理
第１４回：概複素多様体
第１５回：Newlander-Nierenbergの定理
第１６回：複素多様体
第１７回：Doubeaultの定理
第１８回：Hermite多様体
第１９回：複素Hodge＊－ 作用素
第２０回： Hodgeの定理
第２１回：Serre双対
第２２回：Kaeler多様体
第２３回：Lefschetz作用素
第２４回：Hodge分解
第２５回：Hodge多様体
第２６回：小平の埋め込み定理
第２７回：周の定理
第２８回：小平の終結定理
第２９回：Lefschetzパッケージ
第３０回：純Hodge構造

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜指示、または資料配布を行う。

学生に対する評価
演習中の学生発表、教官からのクイズなど、授業に対する取り組み（９０％）、レポートなど（１０％）

授業科目名： 数論特別演習２	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 石　川　佳　弘 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
現代数論の研究に必要な基礎理論を学び、数論研究の礎となる知識・技術を習得する。

授業の概要
適切に選ばれた現代数論の基礎理論を、演習形態を通じて修得する。

授業計画
第１回：Riemann面
第２回：コンパクトRiemann面
第３回：複素代数曲線
第４回：楕円曲線
第５回：Weierstrauss標準形
第６回：楕円関数
第７回：P-関数
第８回：周期積分
第９回：モジュライ
第１０回：線形系
第１１回：因子
第１２回：Riemann-Roch公式
第１３回：射影実現
第１４回：周多様体
第１５回：Abel多様体
第１６回：直線束
第１７回：ベクトル束
第１８回：主因子
第１９回：因子類群
第２０回：小平の埋め込み定理
第２１回：Appell-Humbertの定理
第２２回：複素トーラスの代数性
第２３回：Riemannの周期関係式
第２４回：Siegel上半空間
第２５回：パラモジュラー 群
第２６回：Siegelテータ関数
第２７回：テータ因子
第２８回：Abel-Jacobi写像
第２９回：対称積
第３０回：Torelliの定理

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜指示、または資料配布を行う。

学生に対する評価
演習中の学生発表、教官からのクイズなど、授業に対する取り組み（９０％）、レポートなど（１０％）

授業科目名： 数論特別演習３	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 石　川　佳　弘 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
現代数論の研究に必要な基礎理論を学び、数論研究の礎となる知識・技術を習得する。

授業の概要
適切に選ばれた現代数論の基礎理論を、演習形態を通じて修得する。

授業計画
第１回：余接束
第２回：deRhamコホモロジー
第３回：被覆
第４回：Cech コホモロジー
第５回：deRhamの定理
第６回：Weilの証明
第７回：複素余接束
第８回：Dolbeaultコホモロジー
第９回：層
第１０回：層係数コホモロジー
第１１回：正則deRhamの定理
第１２回：Kaehler多様体
第１３回Hodge分解
第１４回：Leffschetz分解
第１５回：Hodge-Riemann関係
第１６回：小平の終結定理
第１７回：偏極Hodge構造
第１８回：Albanese トーラス
第１９回：Albanese トーラスの普遍性
第２０回：Picard トーラス
第２１回：Picard トーラスの代数性
第２２回：Serre双対
第２３回：Griffiths トーラス
第２４回：高次Abel-Jacobi写像
第２５回：変形族
第２６回：Griffiths 周期写像
第２７回：Griffiths 横断性
第２８回：cubic 3-folds
第２９回：Fano曲面
第３０回：編局因子

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜指示、または資料配布を行う。

学生に対する評価
演習中の学生発表、教官からのクイズなど、授業に対する取り組み（９０％）、レポートなど（１０％）

授業科目名： 数論特別演習４	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 石　川　佳　弘 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
現代数論の研究に必要な基礎理論を学び、数論研究の礎となる知識・技術を習得する。

授業の概要
適切に選ばれた現代数論の基礎理論を、演習形態を通じて修得する。

授業計画
第１回：Riemann面のモジュライ
第２回：Torelliの定理
第３回：Kaeler多様体
第４回：Hodge分解
第５回：Lefschetz分解
第６回：Hodge-Riemann 関係
第７回：Hodge構造
第８回：小平の終結定理
第９回：偏極Hodge構造
第10回：Griffiths トーラス
第11回：変形族
第12回：半普遍族
第13回：倉西の定理
第14回：Griffiths周期写像
第15回：Griffiths横断性
第16回：Griffiths周期領域
第１７回： Hodge束
第18回：Griffiths横断性再論
第１９回： 水平接空間
第２０回：Torelli型問題
第21回：ねじり層
第22回：Jacobi環
第23回：Koszulホモロジー
第24回：無限小パラメター空間
第25回：極位数による Hodge filter の記述
第26回：Macaulayの定理
第２７回：無限小Torelli
第28回：Donagi Symmetriser
第29回：Donagi の証明
第30回：排除されている場合

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜指示、または資料配布を行う。

学生に対する評価
演習中の学生発表、教官からのクイズなど、授業に対する取り組み（９０％）、レポートなど（１０％）

授業科目名： 多様体特別演習１	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 近藤 慶
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
テーマは測地線の最短性の探求である。到達目標はガウス命題、強凸開近傍存在定理、ホップ・リノウの定理を適用できるようになること。

授業の概要
テキストのガウス命題、強凸開近傍存在定理、ホップ・リノウの定理の証明の行間を埋める。またそれらを具体的な問題に適用する演習に取り組む。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：ヤコビ場の定義と諸性質
第３回：ヤコビ場の存在命題
第４回：ヤコビ場の基本構成
第５回：指数写像の微分を用いたヤコビ場の表現
第６回：ガウス命題（その1）放射方向の主張
第７回：ガウス命題（その2）一般の主張
第８回：定曲率空間上のヤコビ場（その1）ユークリッド空間の場合
第９回：定曲率空間上のヤコビ場（その2）球面の場合
第１０回：定曲率空間上のヤコビ場（その3）双曲空間の場合
第１１回：ヤコビ場の長さに関するテーラー展開
第１２回：共役点の定義
第１３回：ヤコビ場の1次独立性と重複度の関係
第１４回：非正曲率リーマン多様体の共役跡
第１５回：負曲率リーマン多様体上のヤコビ場
第１６回：最短測地線の定義
第１７回：局所的に測地線は最短である。
第１８回：測地線の最短性と距離関数
第１９回：双曲平面上の測地線の長さ
第２０回：全正則開近傍の存在定理（その1）主張とその意義
第２１回：全正則開近傍の存在定理（その2）証明
第２２回：最短な区分的滑らかな曲線は測地線である。（全正則開近傍の存在定理の応用として）
第２３回：指数写像による全正則開近傍の像は距離関数に関する距離開球である。（全正則開近傍の存在定理の応用として）
第２４回：ホワイトヘッドの強凸開近傍存在定理（その1）測地球、強凸集合
第２５回：ホワイトヘッドの強凸開近傍存在定理（その2）主張とその意義
第２６回：ホワイトヘッドの強凸開近傍存在定理（その3）存在定理証明のための準備命題
第２７回：ホワイトヘッドの強凸開近傍存在定理（その4）存在定理の証明
第２８回：測地的完備性と最短測地線の存在
第２９回：ホップ・リノウの定理（その1）主張とその意義
第３０回：ホップ・リノウの定理（その2）証明

テキスト
M.P.do Carmo, “Riemannian geometry”, Birkhäuser, 1992.

参考書・参考資料等
酒井 隆 著、『リーマン幾何学』、裳華房（1992）
P. Petersen, “Riemannian geometry”(3rd Ed.), Springer, 2006.

学生に対する評価
演習（100%）

授業科目名： 多様体特別演習2	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 近藤 慶
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

テーマは大域リーマン幾何学における曲率と位相の関係の研究で重要な役割を果たす変分公式、ラウチの比較定理、ビショップの比較定理、およびビショップ・グロモフの比較定理の探求および完備リーマン多様体上の測地線と最小跡を通して測地線の大域的振る舞いを探求することである。到達目標は変分公式、ラウチの比較定理、ビショップの比較定理、およびビショップ・グロモフの比較定理を適用できるようになることおよび具体的な曲面の最小跡の構造を決定できるようになること。

授業の概要

変分公式、ラウチの比較定理、ビショップの比較定理、およびビショップ・グロモフの比較定理の証明の行間を埋める。またそれらを具体的な問題に適用する演習および具体的な曲面の最小跡の構造を決定する演習に取り組む。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：区分的に滑らかな曲線の長さに対する第1変分公式（その1）変文の存在命題
第３回：区分的に滑らかな曲線の長さに対する第1変分公式（その2）第1変分公式の証明
第４回：区分的に滑らかな曲線の長さに対する第1変分公式（その3）長さの停留曲線であることと測地線であることの同値性（第1変分公式の応用例として）
第５回：滑らかな曲線の長さに対する第2変分公式
第６回：ボンネ・マイヤースの直径定理（第2変分公式のの応用として）
第７回：指数形式（その1）平均値の定理
第８回：指数形式（その2）定義
第９回：指数命題
第１０回：共役点と測地線の最短性の関係（指数命題の応用として）
第１１回：ラウチの比較定理（その1）：スチュルムの比較定理
第１２回：ラウチの比較定理（その2）：放射（断面）曲率
第１３回：ラウチの比較定理（その3）：証明
第１４回：断面曲率が正の数で抑えられたリーマン多様体の距離（ラウチの比較定理の応用）
第１５回：放射曲率に関して大小関係があるリーマン多様体の曲線の長さ（ラウチの比較定理の応用）
第１６回：ビショップの比較定理
第１７回：ラプラシアンの評価（ビショップの比較定理）
第１８回：ビショップ・グロモフの比較定理
第１９回：チェンの最大直径定理（ビショップ・グロモフの比較定理の応用として）
第２０回：グロモフの有限性定理（ビショップ・グロモフの比較定理の応用として）
第２１回：最小点の定義
第２２回：最小跡の特徴付け
第２３回：最小跡と共役跡に関するワインシュタインの注意
第２４回：距離関数の微分可能性と最小跡
第２５回：距離関数のヘッシアン
第２６回：球面、実射影空間およびトーラスの最小跡
第２７回：フォンマンゴルト回転面の最小跡
第２８回：回転楕円面の最小跡
第２９回：単射半径の定義
第３０回：測地ループの長さと単射半径の関係

テキスト

M.P.do Carmo, “Riemannian geometry”, Birkhäuser, 1992.
酒井 隆 著、『リーマン幾何学』、裳華房（1992）
M. Tanaka, “On the cut loci of a von Mangoldt’s surface of revolution”, J. Math. Soc. Japan 44 (1992), no.4, 631–641.
R. Sinclair, M. Tanaka, “The cut locus of a two-sphere of revolution and Toponogov’s comparison theorem”, Tohoku Math. J. (2) 59 (2007), no.3, 379–399.

参考書・参考資料等

P. Petersen, “Riemannian geometry” (3rd Ed.), Springer, 2006.

学生に対する評価

演習（100%）

授業科目名： 多様体特別演習3	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 近藤 慶 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

テーマは各辺が最短である測地三角形に関するトポノゴフの比較定理の証明を理解することおよびその比較定理が有限位相型定理、魂の定理、直径球面定理の証明の中でどのように適用されるのかを見、定理としての重要性を理解する。到達目標はトポノゴフの比較定理を適用できるようになること。

授業の概要

トポノゴフの比較定理の証明の行間を埋める。またその比較定理を適用する定理の証明に取り組み、該当論文の行間を埋める演習を行う。また、第2回において放射曲率の幾何を導入するので、放射曲率がL^1ノルムに関して十分近い異種球面の微分同相定理に関する論文の行間を埋める演習も行う。

授業計画

第1回：ガイダンス
第2回：トポノゴフの比較定理（その1）放射曲率の幾何
第3回：トポノゴフの比較定理（その2）回転面上の測地線の振る舞い
第4回：トポノゴフの比較定理（その3）回転面上の測地三角形の諸性質
第5回：トポノゴフの比較定理（その4）細長い測地三角形に対するトポノゴフの比較定理
第6回：トポノゴフの比較定理（その5）比較する（一般の）測地三角形の構成
第7回：トポノゴフの比較定理（その6）本質的命題
第8回：トポノゴフの比較定理（その7）アレクサンドルフの凸性
第9回：トポノゴフの比較定理（その8）トポノゴフの比較定理の証明
第１０回：有限位相型定理（その1）コーン・フォセンの定理、フーバーの有限連結性定理、グロモフの有限位相型定理
第１１回：有限位相型定理（その2）グロモフの有限位相型定理の一般化
第１２回：有限位相型定理（その3）近藤・太田の端点の評価
第１３回：チーガー・グロモールの魂の定理（その1）ブーゼマン関数の諸性質
第１４回：チーガー・グロモールの魂の定理（その2）全凸集合の基本構成
第１５回：チーガー・グロモールの魂の定理（その3）全凸集合の境界からの距離関数の上凸性
第１６回：チーガー・グロモールの魂の定理（その4）全測地的平坦長方形領域の構成
第１７回：チーガー・グロモールの魂の定理（その5）魂の定理の証明
第１８回：グローヴ・塩濱の直径球面定理（その1）背景とその主張の意義
第１９回：グローヴ・塩濱の直径球面定理（その2）距離関数の臨界点～モース理論の拡張～
第２０回：グローヴ・塩濱の直径球面定理（その3）距離関数の臨界点の例
第２１回：グローヴ・塩濱の直径球面定理（その4）グロモフのイソトピー命題
第２２回：グローヴ・塩濱の直径球面定理（その5）距離関数版のレーブの球面定理
第２３回：グローヴ・塩濱の直径球面定理（その6）直径球面定理の証明
第２４回：近藤・田中の微分異種球面定理（その1）背景とその主張の意義
第２５回：近藤・田中の微分異種球面定理（その2）放射曲率の作用素ノルムによる評価
第２６回：近藤・田中の微分異種球面定理（その3）積分型のグロンウォールの不等式
第２７回：近藤・田中の微分異種球面定理（その4）異種球面間のある局所双リプシッツ同相写像のリプシッツ定数と四方・カルヒャ定数との関係式
第２８回：近藤・田中の微分異種球面定理（その5）滑らかに近似された第２７回の双リプシッツ同相写像への四方・カルヒャの定理の応用
第２９回：近藤・田中の微分異種球面定理（その6）第２８回の滑らかに近似された双リプシッツ同相写像と局所微分同相写像の凸結合とその微分の単射性
第３０回：近藤・田中の微分異種球面定理（その7）微分異種球面定理の証明

テキスト

酒井 隆 著、『リーマン幾何学』、裳華房（1992）
J. Cheeger, D. Gromoll, “On the structure of complete manifolds of nonnegative curvature”, Ann. of Math. (2) 96 (1972), 413–443.
K. Grove, K. Shiohama, “A generalized sphere theorem”, Ann. of Math. (2) 106 (1977), no. 2, 201–211.
K. Kondo, M. Tanaka, “Total curvatures of model surfaces control topology of complete open manifolds with radial curvature bounded below. II”, Trans. Amer. Math. Soc. 362 (2010), no.12, 6293–6324.
K. Kondo, M. Tanaka, “Toponogov comparison theorem for open triangles”, Tohoku Math. J. (2) 63 (2011), no.3, 363–396.
K. Kondo, M. Tanaka, “Differentiable sphere theorems whose comparison spaces are standard spheres or exotic ones”, Kodai Math. J. 43 (2020), no.2, 349–365.

参考書・参考資料等

M.P.do Carmo, “Riemannian geometry”, Birkhäuser, 1992.
P.Petersen, “Riemannian geometry” (3rd Ed.), Springer, 2006.
K. Kondo, S. Ohta, “Topology of complete manifolds with radial curvature bounded from below”, Geom. Funct. Anal. 17 (2007), no. 4, 1237–1247.

学生に対する評価

演習（100%）

授業科目名： 多様体特別演習4	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 近藤 慶 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
テーマは近藤・田中（テキスト1）と近藤（テキスト2）によってリーマン多様体上で拡張された薄滑解析（nonsmooth analysis）の定義を理解し、またそれを応用した近似定理の証明の理解、更に近似定理の応用である近藤・田中による微分異種球面定理（テキスト1）と近藤のリプシッツ関数版のレーブの球面定理（テキスト2）としての重要性を理解する。到達目標はトポノゴフの比較定理を適用できるようになること。なお、微分異種球面定理は「多様体特別演習3」で取り組んだ微分異種球面定理とは異なるものである。

授業の概要
はめ込みおよび沈め込み近似定理の証明の行間を埋める演習を行う。またその近似定理を適用する微分異種球面定理とリプシッツ関数版のレーブの球面定理の証明に取り組み、証明の行間を埋める演習を行う。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：凸関数に対するロッカフェラーの劣微分
第３回：リプシッツ関数に対するクラークの一般化された微分～ロッカフェラーの劣微分の一般化～
第４回：リーマン多様体の間のリプシッツ写像の一般化された微分の定義～クラークの一般化された微分の拡張～
第５回：リプシッツ写像の一般化された微分の諸性質
第６回：リプシッツ関数の一般化された微分と一般化された勾配の関係
第７回：距離関数のグローヴ・塩濱の意味での臨界点とクラークの意味での特異点との関係
第８回：リプシッツ写像の一般化された微分の随伴
第９回：非特異点の近傍におけるプシッツ写像の一般化された微分の単調性
第１０回：リーマン多様体の間のリプシッツ写像の局所的な滑らか近似（その1）定義
第１１回：リーマン多様体の間のリプシッツ写像の局所的な滑らか近似（その2）諸性質
第１２回：リーマン多様体の間のリプシッツ写像の大域的な滑らか近似（その1）定義
第１３回：リーマン多様体の間のリプシッツ写像の大域的な滑らか近似（その2）諸性質
第１４回：はめ込みによるリプシッツ写像の近似定理（その1）主張とその意義
第１５回：はめ込みによるリプシッツ写像の近似定理（その2）証明のための準備
第１５回：はめ込みによるリプシッツ写像の近似定理（その3）証明
第１６回：沈め込みによるリプシッツ写像の近似定理（その1）主張とその意義
第１７回：沈め込みによるリプシッツ写像の近似定理（その2）証明のための準備
第１８回：沈め込みによるリプシッツ写像の近似定理（その3）証明
第１９回：微分異種球面定理（その1）主張とその意義
第２０回：微分異種球面定理（その2）証明のための準備
第２１回：微分異種球面定理（その3）証明
第２２回：復習：滑らかな関数版のレーブの球面定理（その1）証明のためのモースの定理
第２３回：復習：滑らかな関数版のレーブの球面定理（その2）証明の概略
第２４回：復習：距離関数版のレーブの球面定理（その1）証明のためのグロモフのイソトピー命題
第２５回：復習：距離関数版のレーブの球面定理（その2）証明の概略
第２６回：リプシッツ関数版のレーブの球面定理（その1）主張とその意義
第２７回：リプシッツ関数版のレーブの球面定理（その2）鍵となる命題
第２８回：リプシッツ関数版のレーブの球面定理（その3）近藤の命題
第２９回：リプシッツ関数版のレーブの球面定理（その4）M.ブラウンの定理
第３０回：リプシッツ関数版のレーブの球面定理（その5）証明

テキスト
K. Kondo, M. Tanaka, “Total curvatures of model surfaces control topology of complete open manifolds with radial curvature bounded below. II”, Trans. Amer. Math. Soc. 362 (2010), no.12, 6293–6324.
K. Kondo, “Approximations of Lipschitz maps via Ehresmann fibrations and Reeb’s sphere theorem for Lipschitz functions”, to appear in J. Math. Soc. Japan,
DOI: 10.2969/jmsj/83448344

参考書・参考資料等
酒井 隆 著、『リーマン幾何学』、裳華房（1992）
M.P.do Carmo, “Riemannian geometry”, Birkhäuser, 1992.
P.Petersen, “Riemannian geometry”(3rd Ed.), Springer, 2006.
K. Kondo, M. Tanaka, “Differentiable sphere theorems whose comparison spaces are standard spheres or exotic ones”, Kodai Math. J. 43 (2020), no.2, 349–365.

学生に対する評価
演習（100%）

授業科目名： ホモトピー論特別演習 1	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 鳥居　猛
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
修士論文が執筆できるレベルのホモトピー論の基礎を、演習を通して習得することを目標とする。

授業の概要
ホモトピー論の基礎的事項について、その演習を行う。

授業計画
第１回：チェイン複体の演習
第２回：特異チェインの演習
第３回：ホモロジーの演習
第４回：コホモロジーの演習
第５回：圏の演習
第６回：関手の演習
第７回：自然変換の演習
第８回：圏論の言葉の演習
第９回：極限の演習
第１０回：余極限の演習
第１１回：星状領域の演習の演習
第１２回：ホモトピーの演習
第１３回：ホモトピー不変性の演習
第１４回：クロス積の演習
第１５回：カップ積の演習
第１６回：キャップ積の演習
第１７回：相対ホモロジーの演習
第１８回：相対コホモロジーの演習
第１９回：ホモロジー長完全列の演習
第２０回：コホモロジー長完全列の演習
第２１回：五項補題の演習
第２２回：切除性質の演習
第２３回：球面のホモロジー群の演習
第２４回：切除性質の応用の演習
第２５回：Browerの不動点定理の演習
第２６回：写像度の演習
第２７回：Eilenberg-Steenrodの公理系の演習
第２８回：局所原理の演習
第２９回：重心細分の演習
第３０回：局所原理の証明の演習
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を紹介する。

学生に対する評価
プレゼンテーション(100%)

授業科目名： ホモトピー論特別演習 2	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 鳥居　猛
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
修士論文が執筆できるレベルのホモトピー論の基礎を、演習を通して習得することを目標とする。

授業の概要
ホモトピー論の基礎的事項について、その演習を行う。

授業計画
第１回：CW複体の演習
第２回：CW複体のホモロジーの演習
第３回：実射影空間のホモロジーの演習
第４回：複素射影空間のホモロジーの演習
第５回：複素射影空間のコホモロジーの演習
第６回：実射影空間のコホモロジーの演習
第７回：テンソル積の演習
第８回：ねじれ積の演習
第９回：ホモロジー代数の演習
第１０回：Homの演習
第１１回：Extの演習
第１２回：Stiefel-Whiteney類の演習
第１３回：Chern類の演習
第１４回：Euler類の演習
第１５回：ホモロジー近似の演習
第１６回：複素Grassmann多様体の演習
第１７回：実Grassmann多様体の演習
第１８回：複素Grassmann多様体のコホモロジーの演習
第１９回：実Grassmann多様体のコホモロジーの演習
第２０回：レンズ空間の演習
第２１回：レンズ空間のコホモロジーの演習
第２２回：Leray-Hirschの定理の演習
第２３回：分解原理の演習
第２４回：Thom類の演習
第２５回：Thom同型の演習
第２６回：ホモロジー群の係数の演習
第２７回：局所係数の演習
第２８回：Eilenberg-Zilberの定理の演習
第２９回：Kunnethの定理の演習
第３０回：普遍係数定理の演習
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を紹介する。

学生に対する評価
プレゼンテーション(100%)

授業科目名： ホモトピー論特別演習 3	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 鳥居　猛
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
修士論文が執筆できるレベルのホモトピー論の基礎を、演習を通して習得することを目標とする。

授業の概要
ホモトピー論の基礎的事項について、その演習を行う。

授業計画
第１回：ホモロジーの余積の演習
第２回：曲面のコホモロジーの演習
第３回：交差形式の演習
第４回：向き付けの演習
第５回：向き付け定理の演習
第６回：Cechコホモロジーの演習
第７回：Poincare双対性の演習
第８回：Poincare双対性の応用の演習
第９回：Hurewicz準同型の演習
第１０回：Hurewiczの定理の演習
第１１回：コホモロジーの表現可能定理の演習
第１２回：ホモトピー圏の基礎の演習
第１３回：随伴の演習
第１４回：カルテシアン閉の演習
第１５回：コンパクト生成空間の演習
第１６回：基点付き空間の演習
第１７回：ファイバー束の演習
第１８回：ファイブレイションの演習
第１９回：基本亜群の演習
第２０回：コファイブレイションの演習
第２１回：余完全性の演習
第２２回：弱同値の演習
第２３回：Whiteheadの定理の演習
第２４回：ホモトピー長完全列の演習
第２５回：Serreファイブレイションの演習
第２６回：ホモトピー圏の演習
第２７回：相対持ち上げの演習
第２８回：連結性の演習
第２９回：近似定理の演習
第３０回：Postonikov塔の演習
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を紹介する。

学生に対する評価
プレゼンテーション(100%)

授業科目名： ホモトピー論特別演習 4	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 鳥居　猛
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
修士論文が執筆できるレベルのホモトピー論の基礎を、演習を通して習得することを目標とする。

授業の概要
ホモトピー論の基礎的事項について、その演習を行う。

授業計画
第１回：Eilenberg-Mac Lane空間の演習
第２回：ベクトル束の演習
第３回：障害理論の演習
第４回：主束の演習
第５回：同伴束の演習
第６回：G-CW複体の演習
第７回：分類空間の演習
第８回：単体集合の演習
第９回：Cech圏の演習
第１０回：分類写像の演習
第１１回：スペクトル系列の演習
第１２回：フィルター付き複体の演習
第１３回：Serreスペクトル系列の演習
第１４回：完全対の演習
第１５回：Gysin列の演習
第１６回：edge準同型の演習
第１７回：トランスグレッションの演習
第１８回：Serre完全列の演習
第１９回：２重複体の演習
第２０回：Dressスペクトル系列の演習
第２１回：コホモロジースペクトル系列の演習
第２２回：Serre類の演習
第２３回：Mod C Hurewiczの定理の演習
第２４回：Mod C Whiteheadの定理の演習
第２５回：Freudentalの定理の演習
第２６回：Jamesの定理の演習
第２７回：Bousfieldの定理の演習
第２８回：Steenrod作用素の演習
第２９回：同境群の演習
第３０回：Hopf代数の演習
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を紹介する。

学生に対する評価
プレゼンテーション(100%)

授業科目名： 微分位相幾何学特別 演習１	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名：秦泉寺　雅夫 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
微分位相幾何学の代表的な話題に触れてその使い方に習熟する。

授業の概要
de Rham コホモロジーの概念と使い方に習熟する

授業計画
第１回：de Rham複体の定義
第２回：R^n上の de Rham複体
第３回：コンパクト台の場合
第４回：微分形式の関手
第５回：Mayer - Vietoris系列
第６回：コンパクト台の場合のMayer - Vietoris系列
第７回：多様体の向き
第８回：多様体上の微分形式の積分
第９回：Stokesの定理　（上半空間の場合）
第１０回：Stokesの定理　（境界のある多様体の場合）
第１１回：de Rhamコホモロジーに対するPoincareの補題
第１２回：コンパクト台のde Rhamコホモロジーに対するPoincareの補題
第１３回：固有写像の写像度
第１４回：有向交点数
第１５回：良い被覆の存在
第１６回：de Rhamコホモロジーの有限次元性
第１７回；向き付け可能な多様体に対するPoincare双対性
第１８回：Kunnethの公式とLeray-Hirshの定理
第１９回：有向閉部分多様体のPoincare双対
第２０回：ベクトル束の定義
第２１回：ベクトル束と構造群の簡約化
第２２回：ベクトル束の演算
第２３回：ベクトル束のコンパクト・コホモロジー
第２４回：コンパクト垂直コホモロジーとファイバーに沿った積分
第２５回：ポアンカレ双対性とThom類
第２６回：大域角形式，Euler類 および Thom類
第２７回：相対 de Rham 理論
第２８回：向き付け不能な場合
第２９回：捩れた de Rham 複体
第３０回：密度の積分，Poincare 双対性 および Thom同型

テキスト
Bott-Tu　微分形式と代数トポロジー　丸善出版

参考書・参考資料等
なし

学生に対する評価　レポートによる。

授業科目名： 微分位相幾何学特別 演習２	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名：秦泉寺　雅夫 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
微分位相幾何学の代表的な話題に触れてその使い方に習熟する。

授業の概要
de Rham理論の代数的な取扱いに習熟する。

授業計画
第１回：一般化されたMayer - Vietorisの原理
第２回：Mayer - Vietoris系列の再定式化
第３回：無限個の開集合への一般化
第４回：無限個の開集合への一般化の応用
第５回：Mayer - Vietorisの原理のさらなる例と応用
第６回：良い被覆の組み合わせ論からのde Rhamコホモロジーの計算
第７回：二重複体
第８回：Cech – de Rhamの定理
第９回：Kunnethの公式の三目並べ的証明
第１０回：前層
第１１回：Cechコホモロジーと層のコホモロジー
第１２回：複素多様体上の微分形式
第１３回：複素多様体上の正則ベクトル束
第１４回：ドルボーの補題
第１５回：正則ベクトル束のドルボーコホモロジー
第１６回：ドルボーの定理
第１７回：球面束
第１８回：向き付け可能性
第１９回：有向球面束
第２０回：有向球面束のEuler類
第２１回：大域角形式
第２２回：Euler類と切断の孤立特異点
第２３回：Euler標数
第２４回：Poincare - Hopf の定理
第２５回：Thom 同型と Poincare 双対性再訪
第２６回：Thom 同型
第２７回：Euler類と切断の零軌道
第２８回：三目並べ的補題
第２９回：Poincare双対性の見直し
第３０回：局所定数前層のモノドロミー

テキスト
Bott-Tu　微分形式と代数トポロジー　丸善出版

参考書・参考資料等
なし

学生に対する評価　レポートによる。

授業科目名： 微分位相幾何学特別 演習３	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名：秦泉寺　雅夫 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
微分位相幾何学の代表的な話題に触れてその使い方に習熟する。

授業の概要
スペクトル系列とそのホモトピー論への応用に習熟する。

授業計画
第１回：完全対
第２回：フィルター付き複体のスペクトル系列
第３回：二重複体のスペクトル系列
第４回：ファイバー束のスペクトル系列
第５回：積構造
第６回：Gysin系列
第７回：Lerayの構成法
第８回：道のファイバー空間
第９回：特異ホモロジー
第１０回：錐の構成
第１１回：特異鎖に対するMayer－Vietoris系列
第１２回：特異コホモロジー
第１３回：ホモロジー・スペクトル系列
第１４回：道のファイバー空間
第１５回：球面の閉道空間のコホモロジー
第１６回：ホモトピー群
第１７回：相対ホモトピー系列
第１８回：球面のいくつかのホモトピー群
第１９回：胞体の接着
第２０回：ホモトピーとホモロジーの間の関係
第２１回：ホモトピー論への応用
第２２回：Eilenberg-MacLane 空間
第２３回：テレスコープ構成
第２４回：K(Z,3) のコホモロジー
第２５回：転入
第２６回：ホモトピー論の基本的なコツ
第２７回：Postnikov 近似
第２８回：Whitehead の塔
第２９回：いくつかの球面のホモトピー群の計算
第３０回：有理ホモトピー論

テキスト
Bott-Tu　微分形式と代数トポロジー　丸善出版

参考書・参考資料等
なし

学生に対する評価　レポートによる。

授業科目名： 微分位相幾何学特別 演習４	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名：秦泉寺　雅夫 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
微分位相幾何学の代表的な話題に触れてその使い方に習熟する。

授業の概要
特性類、特にChern類の理論と位相幾何学に対するその応用に習熟する。

授業計画
第１回：複素直線束の1次Chern類
第２回：ベクトル束の射影化
第３回：Chern類の主要性質
第４回：分裂原理
第５回：ベクトル束の曲率を用いた定義
第６回：積公式の証明
第７回：分裂原理の応用
第８回：最高次Chern類とEuler類の関係
第９回：ベクトル束の短完全列とChern類
第１０回：いくつかのChern類の計算
第１１回：旗多様体
第１２回：共役束
第１３回：実化と複素化
第１４回：実ベクトル束のPontryagin類
第１５回；ユークリッド空間への多様体の埋め込みへの応用
第１６回：Grassmann多様体
第１７回：次数付き多元環のPoincare多項式についての注意
第１８回：Grassmann多様体のコホモロジー環
第１９回：旗多様体のコホモロジー環
第２０回：ベクトル束の分類
第２１回：無限Grassmann多様体
第２２回：一般化されたGauss - Bonnetの定理
第２３回：射影空間の複素超曲面のEuler標数の計算
第２４回：リーマン - ロッホ - ヒルツェブルフの定理
第２５回：複素超曲面のホッジ数の計算
第２６回：シューベルトカルキュラス
第２７回：複素３次曲面の２７本の直線
第２８回：複素4次元射影空間内の複素５次超曲面の２８７５本の直線
第２９回：複素超曲面内の直線の数え上げ
第３０回：ミラー対称性

テキスト
Bott-Tu　微分形式と代数トポロジー　丸善出版

参考書・参考資料等
秦泉寺雅夫　sgcライブラリ151　物理系のための複素幾何入門　　サイエンス社

学生に対する評価　レポートによる。

授業科目名： 位相幾何学特別演習 1	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 門田　直之
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
演習を通し、低次元位相幾何学に関する基本的な知識を習得する。

授業の概要
2,3,4次元多様体の基本定理を紹介する。

授業計画
第１回：単体複体
第２回：単体複体にならない例
第３回：単体複体のホモロジー群（０,１,２次元）
第４回：単体複体のホモロジー群（3次元以上）
第５回：基本群の定義（ループとホモトピー）
第６回：基本群の定義（積の定義）
第７回：基本群の例（1次元円周の基本群）
第８回：基本群の例（その他の多様体の基本群）
第９回：ホモロジー群のホモトピー普遍性
第１０回：ホモロジー群のホモトピー普遍性の具体例
第１１回：基本群のホモトピー普遍性
第１２回：基本群のホモトピー普遍性の具体例
第１３回：曲面のホモロジー群（向き付け可能曲面の場合）
第１４回：曲面のホモロジー群（向き付け不可能曲面の場合）
第１５回：曲面の基本群（向き付け可能曲面の場合）
第１６回：曲面の基本群（向き付け不可能曲面の場合）
第１７回：マイヤー・ビートリスの完全系列とファンカンペンの定理
第１８回：マイヤー・ビートリスの完全系列とファンカンペンの定理の例
第１９回：曲面の分類(極大ツリーの定義)
第２０回：曲面の分類(極大ツリーの近傍)
第２１回：曲面の分類(捻っていないバンドのスライド)
第２２回：曲面の分類(捻ったバンドがある場合のスライド)
第２３回：曲面の同相写像（向き付け可能曲面の場合）
第２４回：曲面の同相写像（向き付け不可能曲面の場合）
第２５回：曲面の同相写像とアイソトピー（向き付け可能曲面の場合）
第２６回：曲面の同相写像とアイソトピー（向き付け不可能曲面の場合）
第２７回：曲面上の曲線（向き付け可能曲面の場合）
第２８回：曲面上の曲線（向き付け不可能曲面の場合）
第２９回：曲面上の曲線とアイソトピー（向き付け可能曲面の場合）
第３０回：曲面上の曲線とアイソトピー（向き付け不可能曲面の場合）
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
A primer on mapping class groups(Benson Farb, Dan Margalit著)

学生に対する評価
プレゼンテーション（100%）

授業科目名： 位相幾何学特別演習 2	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 門田　直之
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
演習を通し、低次元位相幾何学に関する基本的な知識を習得する。

授業の概要
2, 3, 4次元多様体の基本定理を紹介する。

授業計画
第１回：写像類群（Mapping class group）の応用例（3次元多様体の場合）
第２回：写像類群（Mapping class group）の応用例（4次元多様体の場合）
第３回：写像類群（Mapping class group）の定義（向き付け可能曲面の場合）
第４回：写像類群（Mapping class group）の定義（向き付け不可能曲面の場合）
第５回：円板の写像類群（境界を固定しない同相写像の場合）
第６回：円板の写像類群（境界を固定する同相写像の場合）
第７回：球面の写像類群（2次元球面の場合）
第８回：球面の写像類群（3次元以上の球面の場合）
第９回：Dehn twistの定義（Twist同相写像の定義）
第１０回：Dehn twistの定義（Twist同相写像のアイソトピー類）
第１１回：Dehn twistの性質（向き付け可能曲面の場合）
第１２回：Dehn twistの性質（向き付け不可能曲面の場合）
第１３回：アニュラスの写像類群(被覆写像の定義)
第１４回：アニュラスの写像類群(被覆写像の例)
第１５回：アニュラスの写像類群の計算（向きを保つ同相写像の場合）
第１６回：アニュラスの写像類群の計算（向きを保たない同相写像も含めた場合）
第１７回：トーラスの写像類群(トーラスの単純閉曲線)
第１８回：トーラスの写像類群(代数的交点数)
第１９回：トーラスの写像類群の計算（向きを保つ同相写像の場合）
第２０回：トーラスの写像類群の計算（向きを保たない同相写像も含めた場合）
第２１回：境界つき球面に対するDehn-Lickorishの定理（境界を固定しない同相写像の場合）
第２２回：境界つき球面に対するDehn-Lickorishの定理（境界を固定する同相写像の場合）
第２３回：一般の曲面に対するDehn-Lickorishの定理（補題の証明）
第２４回：一般の曲面に対するDehn-Lickorishの定理（定理の証明）
第２５回：Lickorish-Humphriesの生成元（Lickorishの生成元）
第２６回：Lickorish-Humphriesの生成元（Humphriesの生成元）
第２７回：写像類群の有限表示（Hatcher-Thurstonの表示）
第２８回：写像類群の有限表示（松本表示）
第２９回：まとめ（第１回～１４回まで）
第３０回：まとめ（第１５回～２８回まで）
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
A primer on mapping class groups(Benson Farb, Dan Margalit著)

学生に対する評価
プレゼンテーション（100%）

授業科目名： 位相幾何学特別演習３	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 門田　直之
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
演習を通し、低次元位相幾何学に関する基本的な知識を習得する。

授業の概要
2, 3, 4次元多様体の基本定理を紹介する。

授業計画
第１回：Sigelモジュラー群（SL(2,Z)の場合）
第１回：Sigelモジュラー群（一般の場合）
第２回：トレリ群の定義
第２回：トレリ群の生成元
第３回：Humphriesの生成系の最小性（曲面のホモロジー群の性質について）
第３回：Humphriesの生成系の最小性（証明の準備）
第４回：Humphriesの生成系の最小性（ホモロジー群から整数へのある写像の定義）
第４回：Humphriesの生成系の最小性（証明）
第５回：基本的な3次元多様体(3次元球面)
第５回：基本的な3次元多様体(多様体の直積の定義)
第６回：基本的な3次元多様体(円周と球面の直積)
第６回：基本的な3次元多様体(ファイバー束の定義と例)
第７回：ハンドル体（1次元と2次元ハンドル）
第７回：ハンドル体（3次元ハンドル）
第８回：ハンドル体の特徴づけ（平面曲面上の写像の拡張）
第８回：ハンドル体の特徴づけ（完備メリディアン円盤系）
第９回：ヒーガード分解の定義
第９回：ヒーガード分解の存在
第１０回：ヒーガード分解と写像類群(Mapping class group)（種数１の場合）
第１０回：ヒーガード分解と写像類群(Mapping class group)（種数２以上の場合）
第１１回：ヒーガード図式の定義
第１１回：ヒーガード図式の例
第１２回：ヒーガード図式と基本群の計算（基本群の復習）
第１２回：ヒーガード図式と基本群の計算（具体例）
第１３回：レンズ空間の定義の準備（トーラス上の単純閉曲線の復習）
第１３回：レンズ空間の定義
第１４回：レンズ空間の分類の準備
第１４回：レンズ空間の分類の証明
第１５回：まとめ（第１回～１４回）
第１５回：まとめ（第１５回～２８回）
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
3次元多様体入門，　森元勘治 著，　培風館

学生に対する評価
プレゼンテーション（100%）

授業科目名： 位相幾何学特別演習４	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 門田　直之
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
演習を通し、低次元位相幾何学に関する基本的な知識を習得する。

授業の概要
2, 3, 4次元多様体の基本定理を紹介する。

授業計画
第１回：2次元多様体の幾何（２次元多様体の幾何構造の定義）
第２回：2次元多様体の幾何（具体例）
第３回：サーストンの幾何化予想（3次元多様体の幾何構造の定義）
第４回：サーストンの幾何化予想（ペレルマンの定理）
第５回：円周上の曲面束（ファイバーの種数が１の場合）
第６回：円周上の曲面束（ファイバーの種数が２以上の場合）
第７回：円周上の曲面束と写像類群(Mapping class group)　（貼り合わせ写像のアイソトピー）
第８回：円周上の曲面束と写像類群(Mapping class group)　（貼り合わせ写像類の共役）
第９回：円周上のトーラス束の幾何構造（定理の準備）
第１０回：円周上のトーラス束の幾何構造（定理の紹介）
第１１回：円周上の曲面束の幾何構造（定理の準備）
第１２回：円周上の曲面束の幾何構造（定理の紹介）
第１３回：4次元ユークリッド空間内の平面の交差形式（4次元空間内の平面の交点数）
第１４回：4次元ユークリッド空間内の平面の交差形式（定義）
第１５回：4次元多様体の交差形式（定義）
第１６回：4次元多様体の交差形式（具体例）
第１７回：符号数の定義と性質（位相不変性）
第１８回：符号数の定義と性質（連結和による加法性）
第１９回：符号数の計算例（２つの2次元球面の直積）
第２０回：符号数の計算例（複素射影平面）
第２１回：ロホリンの定理
第２２回：フリードマンの定理
第２３回：ドナルドソンの定理の準備
第２４回：ドナルドソンの定理の紹介
第２５回：曲面上の曲面束、Lefschetz fibration（定義）
第２６回：曲面上の曲面束、Lefschetz fibration（Lefschetz特異点）
第２７回：曲面上の曲面束、Lefschetz fibrationと写像類群（Lefschetz特異点周りのモノドロミー）
第２８回：曲面上の曲面束、Lefschetz fibrationと写像類群（モノドロミー表現と具体例）
第２９回：まとめ（第1回～１４回）
第３０回：まとめ（第１５回～２８回）
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
A primer on mapping class groups(Benson Farb, Dan Margalit著), 4次元のトポロジー(松本幸夫著)

学生に対する評価
プレゼンテーション（100%）

授業科目名： 偏微分方程式特別演習１	教員の免許状取得のための選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 谷口　雅治
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
偏微分方程式論における基本文献を読み，その基礎を身につけることを到達目標とする。

授業の概要
偏微分方程式における基礎文献を読み，その内容を演習形式で発表する練習を行う。

授業計画
第１回：縮小写像の原理
第２回：縮小写像の原理の証明と応用
第３回：Brouwerの不動点定理
第４回：Brouwerの不動点定理の証明と応用
第５回：Schauderの不動点定理
第６回：Schauderの不動点定理の証明と応用
第７回： 不動点定理を無限次元空間で考えるときに注意
第８回：角谷静夫の反例
第９回：不動点定理による楕円型方程式の解の存在
第１０回：不動点定理による楕円型方程式の解の存在の証明
第１１回：古典変分法（直接的方法）
第１２回：下に弱半連続な汎関数
第１３回：極値の存在
第１４回：Euler--Lagrange方程式
第１５回：Palais--Smale条件
第１６回：Palais--Smale条件のもとでの最小値の存在
第１７回：峠の補題
第１８回：非線型楕円型方程式の境界値問題
第１９回：非線型楕円型方程式の境界値問題におけるPalais--Smale条件
第２０回：Pokhozhaevの等式
第２１回：Pokhozhaevの等式の応用
第２２回：弦の非線型振動
第２３回：弦の非線型振動における周期解
第２４回：陰関数定理
第２５回：陰関数定理の証明
第２６回：解の分岐
第２７回：Ljapunov--Schmidtの方
第２８回：Ljapunov--Schmidtの方法の応用例
第２９回：楕円型境界値問題における分岐解の存在
第３０回：楕円型境界値問題における解の分岐の方向

定期試験は行わない。

テキスト
増田久弥著『非線型数学』（朝倉書店）

参考書・参考資料等
なし

学生に対する評価
発表(80%)と出席(20%)による。

授業科目名： 偏微分方程式特別演習２	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 谷口　雅治
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
反応拡散モデルとそれを記述するさまざまな偏微分方程式について学習し，その１次元進行波について理解を深めることを到達目標とする。

授業の概要
化学や生態学に現れるさまざまな反応拡散モデルとそれを記述する放物型偏微分方程式の数学的手法について解説し，この方程式がもつ１次元進行波について学習する。

授業計画
第１回：反応拡散系とその数理モデル
第２回：反応拡散方程式の時間局所解
第３回：縮小写像の原理
第４回：縮小写像の原理による時間局所解の存在証明
第５回：Gronwallの不等式
第６回：Gronwallの不等式の証明
第７回：時間局所解の一意性
第８回：弱最大値原理
第９回：弱最大値原理の証明
第１０回：強最大値原理
第１１回：強最大値原理の証明
第１２回：解の比較定理
第１３回：Allen--Cahn方程式におけるHuxleyの進行波解
第１４回：一般の双安定反応拡散方程式における進行波の例
第１５回：Fisher--KPP方程式における進行波の例
第１６回：相平面解析による進行波の存在証明（Allen--Cahn方程式の場合）
第１７回：相平面解析による進行波の存在証明（一般の双安定反応方程式の場合）
第１８回：相平面解析による進行波の存在証明（Fisher--KPP方程式の場合）
第１９回：相平面解析による進行波の存在証明（燃焼方程式の場合）
第２０回：Allen--Cahn方程式と燃焼方程式における進行波の一意性
第２１回：　Fisher-KPP方程式における進行波の速度
第２２回：　Fisher-KPP方程式における最小速度の進行波解
第２３回：　優解と劣解
第２４回：優解と劣解の例
第２５回：　双安定反応拡散方程式における進行波の一意性
第２６回：　進行波の一意性の証明
第２７回：　双安定反応拡散方程式における進行波の安定性
第２８回：　進行波の安定性の証明
第２９回：　双安定反応拡散方程式における進行波の大域漸近安定性
第３０回：　進行波の大域漸近安定性の証明
定期試験は実施しない。

テキスト
Masaharu Taniguchi
“Traveling Front Solutions in Reaction-Diffusion Equations”
MSJ Memoirs Volume 39, 2021, Mathematical Society of Japan
ISBN: 978-4-86497-097-6

参考書・参考資料等
なし

学生に対する評価
発表(80%)と出席(20%)による。

授業科目名： 偏微分方程式特別演習 3	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 谷口　雅治
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
２次元平面において反応拡散方程式のもつ進行波について学習する。その代表例であるＶ字型進行波(V-form front)について理解を深めることを到達目標とする。

授業の概要
Ｖ字型進行波の存在と安定性を学習する。

授業計画
第１回：2次元平面における反応拡散方程式
第２回：化学反応で観測されるV字型進行波
第３回：2次元平面における反応拡散方程式の時間局所解
第４回：2次元平面における反応拡散方程式の時間大域解
第５回：弱最大値原理
第６回：弱最大値原理の証明
第７回：強最大値原理
第８回：強最大値原理の証明
第９回：比較定理
第１０回：比較定理の応用
第１１回：2次元平面における優解と劣解
第１２回：弱優解・弱劣解
第１３回：優解と劣解の間に真の解が存在する条件
第１４回：Sattingerの定理
第１５回：Sattingerの定理の証明
第１６回：平面波（Planar Traveling Fronts）
第１７回：平面波の組み合わせによる弱劣解の構成
第１８回：多重スケール法
第１９回：Ｖ字型進行波の存在を示すための優解の構成
第２０回：上記の優解が優解の条件を満たす証明
第２１回：優解と弱劣解の大小比較
第２２回：Ｖ字型進行波の存在
第２３回：Ｖ字型進行波をもちいた優解と劣解の構成
第２４回：Ｖ字型進行波の一意性
第２５回：Ｖ字型進行波の安定性
第２６回：Ｖ字型進行波の漸近形状
第２７回：V字型進行波の特徴づけ
第２８回：Ｖ字型進行波に対する別の劣解の構成
第２９回：上記の劣解とＶ字型進行波の大小比較
第３０回：Ｖ字型進行波の大域的漸近安定性
定期試験は実施しない。

テキスト
Masaharu Taniguchi
“Traveling Front Solutions in Reaction-Diffusion Equations”
MSJ Memoirs Volume 39, 2021, Mathematical Society of Japan
ISBN: 978-4-86497-097-6

参考書・参考資料等　なし

学生に対する評価
発表(80%)と出席(20%)による。

授業科目名： 偏微分方程式特別演習４	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 谷口　雅治
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
多次元において反応拡散方程式のもつ進行波について学習する。その代表例である角錐型進行波(Pyramidal Traveling Fronts)について理解を深めることを到達目標とする。

授業の概要
角錐型進行波の存在と安定性を解説する。

授業計画
第１回：一般次元の反応拡散方程式
第２回：化学反応で観測される角錐型進行波
第３回：一般次元の反応拡散方程式に関する時間局所解の存在
第４回：縮小写像による時間局所解の存在証明
第５回：Gronwallの不等式
第６回：時間局所解の一意性
第７回：Schauder評価
第８回：アプリオリ評価
第９回：一般次元の反応拡散方程式に関する時間大域解の存在証明
第１０回：弱最大値原理
第１１回：強最大値原理
第１２回：比較定理
第１３回：一般次元における優解と劣解
第１４回：一般次元における弱優解と弱劣解
第１５回：優解と劣解の間に真の解が存在する条件
第１６回：Sattingerの定理
第１７回：Sattingerの定理の証明
第１８回：角錐（Pyramids）の定式づけ
第１９回：平面波（Planar Traveling Fronts）
第２０回：平面波の組み合わせによる弱劣解の構成
第２１回：多重スケール法
第２２回：角錐型進行波の存在を示すための優解の構成
第２３回：上記の優解が優解の条件を満たす証明
第２４回：優解と弱劣解の大小比較
第２５回：角錐型進行波の存在
第２６回：角錐型進行波をもちいた優解と劣解の構成
第２７回：角錐型進行波の一意性
第２８回：角錐型進行波の安定性
第２９回：角錐型進行波の漸近形状
第３０回：角錐型進行波の大域漸近安定性

定期試験は実施しない。

テキスト
Masaharu Taniguchi
“Traveling Front Solutions in Reaction-Diffusion Equations”
MSJ Memoirs Volume 39, 2021, Mathematical Society of Japan
ISBN: 978-4-86497-097-6

参考書・参考資料等
なし

学生に対する評価
発表(80%)と出席(20%)による。

授業科目名： 実解析学特別演習１	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：大下　承民 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
力学系の安定性と分岐理論

授業の概要
力学系の安定性と分岐理論を演習という形態を通して修得する。

授業計画
第１回：非線形系
第２回：相図
第３回：応用：ロトカ・ボルテラモデル
第４回：応用：SIR モデル
第５回：力学系（定義）
第６回：力学系（性質）
第７回：勾配系
第８回：勾配系の性質
第９回：ハミルトン系
第 10 回：ハミルトン系の性質
第 11 回：α-極限集合と ω-極限集合の性質
第 12 回：平衡点（定義）
第 13 回：平衡点（性質）
第 14 回：非線形系の線形化
第 15 回：平衡点の安定性
第 16 回：平衡点の漸近安定性
第 17 回：周期解（定義）
第 18 回：周期解（性質）
第 19 回：周期解の安定性（定義）
第 20 回：周期解の安定性（軌道安定性）
第 21 回：チューリング不安定性（理論）
第 22 回：チューリング不安定性（応用）
第 23 回：不安定化条件（理論）
第 24 回：不安定化条件（計算）
第 25 回：サドルノード分岐（理論）
第 26 回：サドルノード分岐（応用）
第 27 回：ホップ分岐（理論）
第 28 回：ホップ分岐（応用）
第 29 回：ピッチフォーク分岐（理論）
第 30 回：ピッチフォーク分岐（応用）

テキスト
指定なし

参考書・参考資料等
Nonlinear functional analysis, Klaus Deimling
パターン形成と分岐理論，桑村雅隆

学生に対する評価
レポート，口頭発表

授業科目名： 実解析学特別演習２	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：大下　承民 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
ブラウアーの写像度と MNC

授業の概要
ブラウアーの写像度と MNC を演習という形態を通して修得する。

授業計画
第１回：バナッハの不動点定理（理論）
第２回：バナッハの不動点定理（応用）
第３回：陰関数定理
第４回：陰関数定理の応用
第５回：逆写像定理
第６回：逆写像定理の応用
第７回：バナッハ空間でのニュートン法
第８回：バナッハ空間でのニュートン法の応用
第９回：ブラウアーの写像度の一意性（連続写像から滑らかな写像へ）
第 10 回：ブラウアーの写像度の一意性（特異値から正則値へ）
第 11 回：ブラウアーの写像度の一意性（滑らかな写像から線形写像へ）
第 12 回：ブラウアーの写像度の存在（正則な場合）
第 13 回：ブラウアーの写像度の存在（正則値から特異値へ）
第 14 回：ブラウアーの写像度の存在（C^2 級から連続写像へ）
第 15 回：ブラウアーの写像度の性質
第 16 回：ブラウアーの不動点定理
第 17 回：ブラウアーの不動点定理の応用
第 18 回：ボルスクの定理
第 19 回：ボルスクの定理の応用
第 20 回：ペロン・フロベニウスの定理
第 21 回：積公式
第 22 回：ジョルダンの定理
第 23 回：コンパクト性
第 24 回：非コンパクト性の測度（クラトフスキー）
第 25 回：非コンパクト性の測度（球）
第 26 回：MNC の性質（セミノルム）
第 27 回：MNC の性質（単調性）
第 28 回：MNC の性質（和集合）
第 29 回：MNC の性質（凸包）
第 30 回：MNC の性質（閉包）

テキスト
指定なし

参考書・参考資料等
Nonlinear functional analysis, Klaus Deimling

学生に対する評価
レポート，口頭発表

授業科目名： 実解析学特別演習３	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 大下　承民
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
無限次元空間上の写像度の理論を理解する。

授業の概要
無限次元空間上のコンパクト写像（凝縮写像）の写像度と不動点理論を演習という形態を通して修得する。

授業計画
第１回：アスコリ・アルツェラの定理
第２回：基底をもつバナッハ空間のコンパクト部分集合
第３回：連続写像の連続拡張
第４回：微分可能性
第５回：コンパクト写像の定義
第６回：コンパクト写像の性質
第７回：ルレイ・シャウダーの写像度
第８回：ルレイ・シャウダーの写像度の性質
第９回：シャウダーの不動点定理
第10回：シャウダーの不動点定理の応用
第11回：コンパクト線形作用素
第12回：コンパクト線形作用素の写像度
第13回：集合収縮写像
第14回：γ-リプシッツ写像
第15回：γ-凝縮写像の定義
第16回：γ-凝縮写像の性質
第17回：γ-凝縮写像の写像度の定義
第18回：γ-凝縮写像の写像度の性質
第19回：γ-凝縮写像の不動点定理
第20回：γ-凝縮写像の不動点定理の応用
第21回：γ-凝縮写像の例
第22回：線形γ-凝縮写像
第23回：スペクトル理論の事実
第24回：線形γ-凝縮写像の表現
第25回：距離関数を使う不動点理論
第26回：距離関数を使う不動点理論の応用
第27回：コンパクト性に関与する不動点定理
第28回：コンパクト性に関与する不動点定理の応用
第29回：弱内向写像の定義
第30回：弱内向写像の不動点

テキスト
指定なし

参考書・参考資料等
Nonlinear functional analysis, Klaus Deimling

学生に対する評価
レポート，口頭発表

授業科目名： 実解析学特別演習４	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：大下　承民 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
非線形問題の数値解法

授業の概要
非線形問題に対する分岐理論・変分法・数値解法を演習という形態を通して修得する。

授業計画

第１回：リャプノフ・シュミット法
第２回：リャプノフ・シュミット法の応用
第３回：局所分岐
第４回：分岐の必要条件
第５回：奇重複度の場合
第６回：単純固有値の場合
第７回：分岐の例
第８回：無限遠での分岐
第９回：分岐理論の応用
第 10 回：直接法（変分法）
第 11 回：オイラー・ラグランジュ方程式
第 12 回：汎関数の臨界点
第 13 回：Min-max 法
第 14 回：峠の定理
第 15 回：ジーナスの応用
第 16 回：微分方程式の境界値問題への応用
第 17 回：グリーン関数
第 18 回：ペアノの定理
第 19 回：ピカール・リンデレーフの定理
第 20 回：ガウス・ジョルダンの消去法
第 21 回：ガウスの消去法
第 22 回：LU 分解
第 23 回：３重対角系
第 24 回：オイラー法
第 25 回：テイラー級数法
第 26 回：ホイン法
第 27 回：ルンゲ・クッタ法
第 28 回：前進差分法
第 29 回：クランク・ニコルソン法
第 30 回：反応拡散方程式の数値シミュレーション

テキスト
指定なし

参考書・参考資料等
Numerical Methods using Matlab, J. Mathews and K. Fink

学生に対する評価
レポート，口頭発表

授業科目名： 関数解析学特別演習1	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 田口大
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
演習を通して，確率論，確率解析学の基礎を十分理解すること.

授業の概要
確率論，確率解析学の基礎について学ぶ.

授業計画
第１回：確率論の準備
第２回：確率空間の定義
第３回：期待値
第４回：条件付き期待値
第５回：離散時間確率過程
第６回：離散時間マルチンゲール
第７回：Doobの不等式（離散時間の場合）
第８回：Doobの不等式（離散時間の場合）の証明
第９回：Doob分解
第１０回：Doob分解の証明
第１１回：一様可積分性の定義
第１２回：一様可積分性の性質
第１３回：Lévyの定理
第１４回：Lévyの定理の証明
第１５回：連続時間マルチンゲールの定義
第１６回：連続時間マルチンゲールの性質
第１７回：連続時間確率過程の定義
第１８回：連続時間確率過程の性質
第１９回：Doobの不等式（連続時間の場合）
第２０回：Doobの不等式（連続時間の場合）の証明
第２１回：Doob-Meyer分解
第２２回：Doob-Meyer分解の証明
第２３回：2次変分の定義
第２４回：2次変分の性質
第２５回：局所マルチンゲールの定義
第２６回：局所マルチンゲールの性質
第２７回：ブラウン運動の定義
第２８回：ブラウン運動の性質
第２９回：停止時刻の定義
第３０回：停止時刻の性質

テキスト

参考書・参考資料等
確率解析（数理経済学叢書），楠岡 成雄

学生に対する評価
講義内の演習・課題をもとに評価（100%）.

授業科目名： 関数解析学特別演習2	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 田口大
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
演習を通して，確率論，確率解析学の基礎を十分理解すること.

授業の概要
確率論，確率解析学の基礎について学ぶ.

授業計画
第１回：確率積分の定義（Wiener積分）
第２回：確率積分の定義（伊藤積分）
第３回：確率積分の構成の準備
第４回：確率積分の構成
第５回：確率積分の性質
第６回：確率積分とマルチンゲール
第７回：ヤング積分の定義
第８回：ヤング積分と確率積分
第９回：連続時間セミマルチンゲールの定義
第１０回：連続時間セミマルチンゲールの性質
第１１回：伊藤の公式の導入
第１２回：伊藤の公式の証明
第１３回：伊藤の公式と確率積分
第１４回：伊藤の公式の応用
第１５回：ブラウン運動の特徴づけ（その１）
第１６回：ブラウン運動の特徴づけ（その２）
第１７回：マルチンゲール表現定理
第１８回：マルチンゲール表現定理の証明
第１９回：Girsanovの定理の証明
第２０回：Girsanovの定理の応用
第２１回：Gronwallの不等式の証明
第２２回：Gronwallの不等式の応用
第２３回：Burkholder-Davis-Gundyの不等式の証明
第２４回：Burkholder-Davis-Gundyの不等式の応用
第２５回：伊藤の表現定理
第２６回：伊藤の表現定理の証明
第２７回：局所時間の定義
第２８回：局所時間の性質
第２９回：田中の公式の証明
第３０回：田中の公式の応用

テキスト

参考書・参考資料等
確率解析（数理経済学叢書），楠岡 成雄

学生に対する評価
講義内の演習・課題をもとに評価（100%）.

授業科目名： 関数解析学特別演習3	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 田口大
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
演習を通して，確率論，確率解析学の基礎を十分理解すること.

授業の概要
確率論，確率解析学の基礎について学ぶ.

授業計画
第１回：確率微分方程式の解の定義
第２回：確率微分方程式の解の性質
第３回：確率微分方程式の解の構成の準備
第４回：確率微分方程式の解の構成
第５回：確率微分方程式の解の一意性（強い解）
第６回：確率微分方程式の解の一意性（弱い解）
第７回：線形確率微分方程式
第８回：Black-Scholes model（幾何ブラウン運動）
第９回： Variation of constants formula
第１０回：確率微分方程式の応用
第11回：オイラー・丸山近似の定義
第１２回：オイラー・丸山近似の性質
第１３回：オイラー・丸山近似の収束
第１４回：オイラー・丸山近似とGirsanovの定理
第１５回：密度関数のガウス型の評価
第１６回：密度関数の滑らかさ
第１７回：Parametrix method
第１８回：後退Kolmogorov方程式
第１９回：前進Kolmogorov方程式
第２０回：Parametrix methodを用いた数値解法について
第２１回：ポアソン過程の定義
第２２回：密度関数の確率的表現について
第２３回：マルチンゲール問題について
第２４回：マルチンゲール問題の一意性
第２５回：Yamada-Watanabeの定理
第２６回：拡散係数がヘルダー連続な場合の確率微分方程式の解の構成
第２７回：拡散係数がヘルダー連続な場合の確率微分方程式の解の一意性
第２８回：拡散係数がヘルダー連続な場合の数値解析
第２９回：確率微分方程式の比較定理の証明
第３０回：確率微分方程式の比較定理の別証明

テキスト
なし

参考書・参考資料等
確率解析（数理経済学叢書），楠岡 成雄

学生に対する評価
講義内の演習・課題をもとに評価（100%）.

授業科目名： 関数解析学特別演習4	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 田口大
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
演習を通して，確率論，確率解析学の基礎を十分理解すること.

授業の概要
確率論，確率解析学の基礎について学ぶ.

授業計画
第１回：ベッセル過程の定義
第２回：ベッセル過程と確率微分方程式
第３回：ベッセル過程の数値解析
第４回：Cox-Ingersoll-Ross モデル
第５回：Cox-Ingersoll-Ross モデルとベッセル過程
第６回：Cox-Ingersoll-Ross モデルの数値解析
第７回：ランダム行列
第８回：行列値確率過程
第９回：行列値確率過程の固有値
第１０回：Dysonのブラウン運動，非衝突確率過程
第１１回：Dysonのブラウン運動と確率微分方程式
第１２回：Dysonのブラウン運動の数値解析
第１３回：モンテカルロ法
第１４回：モンテカルロ法とオイラー・丸山近似
第１５回：マルチレベルモンテカルロ法
第１６回：マルチレベルモンテカルロ法とオイラー・丸山近似
第１７回：数理ファイナンスの基礎
第１８回：確率微分方程式の数理ファイナンスへの応用
第１９回：動的ポートフォリオ戦略
第２０回：ブラック・ショールズモデル
第２１回：アメリカンデリバティブ
第２２回：確率制御問題の定式化
第２３回：ベルマン原理
第２４回：ベルマン方程式の粘性解
第２５回：後退確率微分方程式の解の定義
第２６回：後退確率微分方程式とマルチンゲール表現定理
第２７回：後退確率微分方程式の解の存在について
第２８回：後退確率微分方程式の解の一意性について
第２９回：後退確率微分方程式と偏微分方程式との関係
第３０回：後退確率微分方程式の数値解析

テキスト
なし

参考書・参考資料等
確率解析（数理経済学叢書），楠岡 成雄

学生に対する評価
講義内の演習・課題をもとに評価（100%）.

授業科目名： 応用解析学特別演習１	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 上原　崇人
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
現在社会には様々な金融商品が存在する．本講義では,確率論およびコンピュータシミュレーションを用いて，金融商品の価格設定やそのリスクの評価方法を理解することを目標とする.

授業の概要
確率論に関する概要を紹介したのちに, 生命保険の保険料の計算方法, 損害保険のクレーム額に対する破産確率, 金融市場のヨーロピアンオプションの価格設定について講義し，コンピュータシミュレーションを通じて具体例を提示する.

授業計画
第１回：確率論に関する導入
第２回：確率変数と分布関数
第３回：期待値と分散
第４回：独立性
第５回：条件付き確率
第６回：生命保険に関する導入
第７回：生命表と生命関数
第８回：保険料の計算
第９回：クレーム額に関する導入
第１０回：モーメント母関数と複合分布
第１１回：破産確率
第１２回：金融市場に関する導入
第１３回：条件付き期待値とマルチンゲール
第１４回：裁定戦略
第１５回：ヨーロピアンオプションの価格
第１６回：アメリカンオプションの価格
第１７回：損失の最小化
第１８回：ブラック・ショールズのモデル
第１９回：連続確率過程
第２０回：停止時刻
第２１回：ブラウン運動
第２２回：カメロン・マルチンの公式
第２３回：伊藤解析
第２４回：確率微分方程式
第２５回：ギルサノフの定理
第２６回：ブラック・ショールズ理論
第２７回：エキゾチックデリバティブの例
第２８回：アメリカンデリバティブ
第２９回：許容される戦略
第３０回：クラークの表現定理
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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 応用解析学特別演習２	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 上原　崇人
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
多重劣調和関数および複素モンジュ・アンペール作用素に関する基本性質について理解する．

授業の概要
多重劣調和関数は，多変数複素関数論におけるレビ問題や，複素力学系理論における不変測度の構成に用いられている．本講義では，多重劣調和関数および複素モンジュ・アンペール作用素の基本性質について解説する．

授業計画
第１回：実微分と複素微分
第２回：ヤコビアン
第３回：複素微分形式
第４回：調和関数
第５回：半連続性
第６回：劣調和関数
第７回：軟化子
第８回：劣調和関数の除去可能特異点
第９回：正則関数への応用
第１０回：擬凸性
第１１回：多重劣調和関数
第１２回：正交代形式
第１３回：カレント
第１４回：複素モンジュ-アンペル作用素
第１５回：複素モンジュ-アンペル作用素の連続性
第１６回：比較定理
第１７回：複素モンジュ-アンペル作用素の不連続性
第１８回：ルロン数と交差理論
第１９回：エルミートベクトル束と接続
第２０回：消滅定理
第２１回：L^2評価と存在定理
第２２回：有効直線束
第２３回：正則モース不等式
第２４回：ベクトル束の正値性
第２５回：ベクトル束の射のL^2評価
第２６回：L^2拡張定理
第２７回：閉正カレントの近似
第２８回：レフシェッツの定理
第２９回：ケーラー錐の性質
第３０回：擬有効錐の構造
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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 応用解析学特別演習３	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 上原　崇人
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
力学系理論とは，ある規則に従って状態が変化する系の漸近挙動を解析する分野である．本講義では，可微分同相写像によって状態変化が記述される力学系について，基本的な概念および性質について理解することを目標とする．

授業の概要
具体的な力学系の例について紹介したのちに，双曲的不動点の局所理論，安定・不安定多様体理論および双曲的集合に関する理論について講義する．

授業計画
第１回：導入
第２回：トーラス上の力学系
第３回：推移的な力学系
第４回：線型変換の双曲的不動点
第５回：可微分同相写像の双曲的不動点
第６回：Hartman-Grobman の定理
第７回：局所不変多様体
第８回：Hadamard-Perron の定理
第９回：安定・不安定多様体
第１０回：双曲的集合
第１１回：横断的ホモクリニック点
第１２回：追跡補題
第１３回：ホモクリニック軌道近くの軌道構造
第１４回：Bernoulli 系
第１５回：Smale の定理
第１６回：横断的ホモクリニック点の存在
第１７回：トーラス自己同型型写像
第１８回：不変集合
第１９回：双曲集合の構造安定性
第２０回：ベクトル場の流れ
第２１回：極限集合とリアプノフ関数
第２２回：勾配系
第２３回：多様体上の勾配系とモース理論
第２４回：シンプレクティックベクトル空間
第２５回：シンプレクティック多様体
第２６回：可微分同相写像の近似
第２７回：幾何からハミルトン力学系へ
第２８回：エネルギー曲面の大域周期解
第２９回：コンタクト型の超曲面
第３０回：エネルギー曲面の横断切断
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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 応用解析学特別演習４	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 上原　崇人
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
力学系理論の基礎的な概念および性質ついて理解する．

授業の概要
力学系理論とは，ある規則に従って状態が変化する系の漸近挙動を解析する分野である．本講義では，可微分写像によって状態変化が記述される力学系について，基本的な概念および性質について講義する．

授業計画
第１回：力学系に関する導入
第２回：特性指数とリアプノフ指数
第３回：乗法エルゴード定理
第４回：ペシン集合
第５回：リヤプノフ計量
第６回：リヤプノフ座標系
第７回：リアプノフ指数の評価
第８回：許容的多様体
第９回：追跡性補題
第１０回：位相的エントロピーと測度論的エントロピー
第１１回：追跡性とエントロピー
第１２回：不安定多様体
第１３回：不安定多様体に沿う可測分割
第１４回：物理的測度
第１５回：ルエルの不等式とペシンの定理
第１６回：リアプノフ-ペロンの理論
第１７回：行列に対するリアプノフ指数
第１８回：リアプノフの絶対安定性定理
第１９回：リアプノフの条件付安定性定理
第２０回：非零リアプノフ指数の力学系
第２１回：非一様完備双曲性
第２２回：非一様部分的双曲性
第２３回：不変分布のヘルダー連続性
第２４回：コサイクルと線形拡張
第２５回：コサイクルに対するリアプノフ指数
第２６回：乗法エルゴード定理の証明
第２７回：可測コサイクルの標準形
第２８回：リアプノフ座標
第２９回：局所安定多様体
第３０回：安定多様体の性質
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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、レポート（30%）

授業科目名： 応用位相幾何学概論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 大林一平
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
位相的データ解析の理論と応用についての基礎的内容を身に付ける.

授業の概要
1. パーシステントホモロジー(PH)について数学的基礎から，機械学習との組み合わせといった実践的応用までを学ぶ
2. 位相的データ解析のその他の手法について概観する

授業計画
第１回：位相的データ解析の概要
第２回：単体複体について
第３回：ホモロジーの定義
第４回：包含関係が誘導する線型写像とパーシステントホモロジー
第５回：HomCloudによるデータ解析：準備
第６回：HomCloudによるデータ解析：実習
第７回：パーシステントホモロジーの材料科学への応用
第８回：PHの数学
第９回：PHのアルゴリズム
第１０回：Vietoris-Rips複体を使った応用例
第１１回：PHと機械学習：理論的側面
第１２回：PHと機械学習：実際の利用法
第１３回：PHによる画像解析
第１４回：Mapper入門
定期試験

テキスト
特に指定しない

参考書・参考資料等
Nina Otter, et al. ″A roadmap for the computation of persistent homology.″ EPJ Data Sci. (2017) 6: 17.
その他授業中に適宜指示する

学生に対する評価
授業中に出題する演習課題(50%)および定期試験(50%)によって評価する

授業科目名： 応用代数学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 早坂　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
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

・イデアルおよび加群のグレブナー基底の定義と基本性質を理解する。

・グレブナー基底の構成法を理解し、その応用例を知る。

授業の概要

イデアルおよび加群のグレブナー基底の理論とその応用について解説する。前半では、イデアルのグレブナー基底の基礎事項と応用例について概説する。後半では、加群のグレブナー基底の理論の詳細について解説し、その可換代数への応用例を紹介する。

授業計画

第１回：多項式環のイデアル
第２回：イデアルのグレブナー基底
第３回：可換環上の加群
第４回：完全列
第５回：自由分解
第６回：多項式環上の加群
第７回：自由加群の単項式と項順序
第８回：自由加群の割り算アルゴリズム
第９回：部分加群のグレブナー基底
第１０回：グレブナー基底の構成法
第１１回：計算例１（加群のグレブナー基底）
第１２回：シュライヤーの定理
第１３回：ヒルベルトのシジジー定理
第１４回：計算例２（イデアルのシジジー）
定期試験は実施しない。

テキスト

なし

参考書・参考資料等

・丸山正樹「グレブナー基底とその応用」（共立出版）

・Cox, Little, O'Shea「Ideals, Varieties, and Algorithms」UTM (Springer)

・Adams, Loustaunau「An Introduction to Groebner Bases」GSM (Springer)

学生に対する評価

レポートおよび授業中の議論の内容に基づいて評価する。

授業科目名： 現象数理解析学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 佐々木 徹 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

数理解析学の理論と数理モデル構築について講述を行なう。特に微分方程式などの数学理論を解説し、構築したモデルの数理解析の方法などについて述べ、数理モデル解析学分野の進んだ研究に対応できる能力の基礎を養うことを目標とする。

授業の概要

数理モデルの構築とモデルの数理解析の基礎についての講述を行う。ここで扱う数理モデルは微分方程式を用いて記述されるものである。そこで，微分方程式論の基礎をなす数学理論についての述べ、引き続き，安定性などモデル解析で多用する微分方程式の理論について解説を行なう。これらを踏まえ、応用として，具体的な生態系モデル、感染症モデルについて，数理モデル化と数理解析の応用に関する例を解説し、より高度な研究への指針を与える。

授業計画

第１回：数理モデルの例
第２回：数理解析学の基礎（1）微分方程式と積分方程式
第３回：数理解析学の基礎（2）逐次近似法
第４回：数理解析学の基礎（3）解の構成法
第５回：数理解析学の基礎（4）グロンウォールの不等式
第６回：数理解析学の基礎（5）解の一意性
第７回：数理解析学の理論（1）解の定性的性質
第８回：数理解析学の理論（2）平衡点と安定性
第９回：数理解析学の理論（3）リアプノフ関数
第１０回：数理解析学の理論（4）安定性定理
第１１回：数理解析学の理論（5）漸近安定性
第１２回：数理解析学の応用（1）生態学（捕食者・被食者系）
第１３回：数理解析学の応用（2）生態学（競争系）
第１４回：数理解析学の応用（3）感染症

テキスト

未定。

参考書・参考資料等

吉沢太郎、微分方程式入門、朝倉書店

学生に対する評価

主にレポートで評価する。

授業科目名： 関数近似と周波数解析	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 小布施　祈織
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
関数近似の基本を理解し，実践的周波数解析に必要な数学的知識を身につける。

授業の概要
数理解析で広く用いられている関数近似の基礎を講義し，さまざまな現象やデータの解析および理解に対する応用力を養う。また，特定の周波数解析手法についてより具体的に紹介し，応用との関連についても述べる。

授業計画
第１回：ラグランジュ補間
第２回：ニュートン補間
第３回：直交多項式，直交多項式の性質
第４回：様々な直交多項式，直交多項式と微分方程式
第５回：直交多項式と母関数，直交多項式補間
第６回：スプライン補間，Cスプライン，自然スプライン
第７回：Bスプライン
第８回：フーリエ級数
第９回：フーリエ変換
第１０回：フーリエ級数・フーリエ変換の応用
第１１回：連続ウェーブレット変換
第１２回：離散ウェーブレット変換
第１３回：ラプラス変換
第１４回：ラプラス変換の応用

テキスト
特に指定しない

参考書・参考資料等
・『数値解析』森正武(著)，共立出版
・『フーリエ解析と偏微分方程式（技術者のための高等数学)』
Erwin Kreyszig（原著),近藤次郎・阿部寛治・堀素夫(翻訳)，培風館
・『数学ハンドブック応用編』飯高 茂・楠岡 成雄・室田 一雄(編)，朝倉書店

学生に対する評価
数回のレポートで評価する。

授業科目名： 偏微分方程式の数値解析	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 石原　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
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
偏微分方程式の数値計算法として、差分法とスペクトル法を取り上げ、それらの手法の基礎を理解し、流体の数値シミュレーションが実施できるようにする。

授業の概要
偏微分方程式の数値計算法として、差分法とスペクトル法を取り上げ、それらの手法の基礎について講義する

授業計画
第１回：偏微分方程式について
第２回：流体の運動方程式について
第３回：偏微分方程式の分類
第４回：差分法の基礎
第５回：楕円型方程式の数値解法1（講義）
第６回：楕円型方程式の数値解法2（演習）
第７回：放物型方程式の数値解法1（講義）
第８回：放物型方程式の数値解法2（演習）
第９回：波動方程式の数値解法1（講義）
第１０回：波動方程式の数値解法2（演習）
第１１回：スペクトル法の基礎
第１２回：解像度について
第１３回：FFTの活用
第１４回：流体方程式の数値解法1（講義）
第１５回：流体方程式の数値解法2（演習）
定期試験は実施しない

テキスト
乱流の計算科学:乱流解明のツールとしての大規模数値シミュレーション,金田行雄編,共立出版(2012)
理工学のための数値計算法[第3版],水島二郎,柳瀬眞一郎,石原卓共著,数理工学社(2019)

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
レポート（100%）

授業科目名： 非線形現象の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	単位数： ２単位	担当教員名： 関本　敦 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

１．Pythonで熱伝導方程式やバーガース方程式の時間発展を実施し，理論と検証できる。
２．非線形方程式の線形化理論について理解し，結果を解釈できる。
３．非線形現象のデータに対してデータ駆動型解析

授業の概要

気象や環境，工学で現れる流体現象は豊かな非線形を有しているため，その予測や理解は数値シミュレーションが不可欠である。非線形現象を数値シミュレーションするための理論と手法を解説し，非線形現象の解析手法と工学的応用について述べる。また，乱流の遷移現象と力学系（カオス理論）の最近の発展についても解説する。

授業計画

第１回： 授業概要ガイダンス，身の回りの非線形現象
第２回： 解ける方程式，Pythonで熱伝導方程式とバーガース方程式の数値シミュレーショ
第３回： 解けない方程式，Pythonでナビエ・ストークス方程式の数値シミュレーション
第４回： 線形安定性解析
第５回： スペクトル解析，主成分分析
第６回： 動的モード解析（Dynamic mode decomposition）
第７回： 順解析と逆解析
第８回： 因果関係を探る，感度解析，相関，シャノンエントロピー
第９回： 大自由度力学系としての乱流
第１０回： レイノルズ数，慣性と粘性
第１１回： 渦粘性モデル，乱流現象のモデリングの基礎
第１２回： 非線形方程式の不変解
第１３回： 乱流中の秩序，間欠バースト現象
第１４回： 乱流遷移と不変解の役割，最近の研究からトピックス
第１５回： スパコンと流体解析とデータ駆動科学についての最近の研究トピックス

テキスト　指定しない

参考書・参考資料等 梶島岳夫著「乱流の数値シミュレーション」，木田茂雄・柳瀬慎一郎著「乱流力学」，日野幹雄「流体力学」，巽友正著「連続体の力学」，S.H. Strogatz「非線形ダイナミクスとカオス」丸善出版，P.J. Schmid & D. S. Henningson 著「Stability and Transition in Shear Flow」Springer社，J. N. Kutz ら著「Dynamic mode decomposition: Data-driven Modeling of Complex Systems」SIAM社

学生に対する評価

授業中に課す演習課題(70%)と最終レポート(30%)

授業科目名： 統計モデル理論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 坂本　亘
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

1. 統計モデルのパラメータの推定量や諸種の統計量の分布について理解する。
2. 統計モデルの推測・選択についての理論・方法論を修得する。
3. データが採集される状況に応じて、諸種の統計モデルを適切に選び適用することができる。

授業の概要

前半は尤度理論を基盤として、主に複数パラメータをもつ統計モデルの推測（推定・検定）や選択に必要となる理論について講義する。
後半は線形回帰モデルから派生し、広く応用されている諸種の統計モデルを取り上げる。

授業計画

第１回：確率ベクトルとその同時分布
第２回：最尤推定量
第３回：フィッシャー情報量、有効推定量
第４回：推定量の漸近分布
第５回：諸種の統計量とその漸近分布、信頼区間・信頼領域
第６回：仮説検定、適合度検定
第７回：モデル選択、情報量規準
第８回：線形重回帰モデル
第９回：指数型分布族、一般化線形モデル
第１０回：ランダム効果、混合効果モデル
第１１回：系列相関、経時データ解析
第１２回：罰則付き回帰
第１３回：平滑化法、ノンパラメトリック回帰
第１４回：マルコフ連鎖、マルコフ確率場
第１５回：授業のまとめ
定期試験は実施しない。

テキスト

なし

参考書・参考資料等

Davison, A. C. (2003). Statistical Models. Cambridge University Press.
その他、授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

レポート（100%）

授業科目名： 機械学習特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 高岸（谷岡）茉莉子
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

機械学習で用いられる様々な手法の数理的特徴を学び，分析目的に応じて適切に適用・評価出来るようになる．また社会における課題・問題を，データ分析を通じて解決するためのアプローチを身につける．

授業の概要

機械学習で用いられる様々な統計手法について学ぶ．まず各手法の数理的な特徴を学んだ後，推薦システムや自然言語処理など，実践でもよく用いられる問題への応用も紹介する．さらに演習を通じて，学んだ統計手法を実際にデータに適用することも経験する．

授業計画

第１回：序：統計的学習について
第２回：序：学習における決定理論について
第３回：正則化回帰：導入，Lassoについて
第４回：正則化回帰：様々な正則化手法の紹介
第５回：正則化回帰：演習
第６回：非線形性を表現する回帰：基底展開法
第７回：非線形性を表現する回帰：ガウス過程回帰
第８回：非線形性を表現する回帰：演習
第９回：多変量解析：導入，行列分解について
第１０回：多変量解析：様々な行列分解型手法の紹介
第１１回：多変量解析：演習
第１２回：ニューラルネットワーク：導入，様々な派生手法の紹介
第１３回：ニューラルネットワーク：演習
第１４回：総括，その他の機械学習

テキスト

適宜資料を配布する．

参考書・参考資料等

- James, G., Written, D., Hastie, T. and Tibshirani, R. (2021) An introduction to Statistical Learning with Applications in R (Second Edition), Springer.
- Kevin P.M.(2022) Probabilistic Machine Learning: An Introduction. MIT Press.

学生に対する評価

レポート100%

授業科目名： 多変量解析学概論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 飯塚誠也
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

データ分析に用いられるデータは複雑なものが多く，多変量解析の基礎を理解しておく必要がある。本講義では，実際のデータを解析するときに必要となる主な多変量解析手法の習得を目指す。そこで，講義においては，回帰分析，判別分析，主成分分析，数量化法などの解析法を解説する。

授業の概要

複雑な現象を解析するための主要な道具である多変量解析法の理論とその応用について講述する。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：統計学の基礎
第３回：多変量解析の基礎
第４回：回帰分析
第５回：重回帰分析（１）回帰係数の推定
第６回：重回帰分析（２）重相関係数と分散分析
第７回：主成分分析（１）定式化
第８回：主成分分析（２）寄与率，主成分負荷量
第９回：クラスター分析
第１０回：判別分析（１）線形判別
第１１回：判別分析（２）ハマラノビスの距離
第１２回：数量化理論(数量化III類)
第１３回：数量化理論(数量化IV類)
第１４回：ソフトウェアによる実習
最終試験

テキスト

なし。

参考書・参考資料等

多変量解析法入門,永田靖・棟近雅彦共著，サイエンス社

学生に対する評価

小テスト・課題(70%)，レポート(10%)，最終試験(20%)

授業科目名： 統計学・情報科学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 石岡文生
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

- 統計ソフト R の使用法（ファイル操作，パッケージを含む）を習得する。
- 統計ソフトウェアが出力する情報の意味を正しく理解する。
- 自分が関心をもっている分野のデータに対して，適切な統計手法を適用し，対応するソフトウェアの操作方法を正しく選択できるようにする。

授業の概要

基本的な統計的推定・検定の方法をはじめ，回帰分析，分散分析をはじめとするデータ解析の方法について，統計ソフト R を用いた実データ解析法について講義を行う。

授業計画

第１回：統計ソフト R の使い方
第２回：視覚化を利用したデータ解析
第３回：パラメトリック検定
第４回：ノンパラメトリック検定
第５回：分割表の検定
第６回：分散分析
第７回：非釣り合い型分散分析
第８回：相関分析と線形単回帰
第９回：線形重回帰
第１０回：ロジスティック回帰
第１１回：割合を応答変数とするロジスティック回帰
第１２回：散布図平滑化と一般化加法モデル
第１３回：再起分割法
第１４回：密度推定
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する。
Everitt, B. S. and Hothorn, T. (2010). A Handbook of Statistical Analyses using R, Second Edition. Chapman and Hall/CRC.　ISBN: 9781420079333

学生に対する評価

授業中に課す課題（50%），最終レポート（50%）

授業科目名： 応用数理力学系	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 大林一平
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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，数理モデルを利用した時系列解析について学ぶ

授業の概要
力学系の時系列解析に対する応用に関する講義を行う

授業計画
第１回：状態空間モデル
第２回：データ同化概論
第３回：カルマンフィルタ
第４回：カルマンフィルタの拡張
第５回： Koopman作用素
第６回： Koopmanモード分解
第７回： Krylov部分空間法によるKoopmanモード分解

テキスト
特になし

参考書・参考資料等
- 馬場 真哉 時系列分析と状態空間モデルの基礎: RとStanで学ぶ理論と実装（プレアデス出版）
- Alexandre Mauroy, Igor Mezić , Yoshihiko Susuki. The Koopman Operator in Systems and Control: Concepts, Methodologies, and Applications. (Springer)

学生に対する評価
期末レポートおよび小テスト課題で評価する

授業科目名： 応用計算代数	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 早坂　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
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

・可換代数学とその応用分野における具体的計算例に触れる。

・可換代数学の研究で数式処理システムを利用できるようになる。

授業の概要

可換代数学およびその応用分野におけるトピックを取り上げ、基礎事項の概説と具体的計算を行う。主にグレブナー基底の応用例を紹介する。また、可換代数学の研究でよく用いられる代表的な数式処理システムとその初歩的な利用法の紹介も行う。

授業計画

第１回：ガイダンス

第２回：基礎理論

第３回：連立方程式

第４回：3色問題

第５回：整数計画問題

第６回：計算例

第７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

・Adams, Loustaunau「An Introduction to Groebner Bases」GSM (Springer)

・H. Schenck「Computational Algebraic Geometry」LMSST 58 (Cambridge)

学生に対する評価

レポートおよび授業中の議論の内容に基づいて評価する。

授業科目名： 差分方程式と数理モデル	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 1単位	担当教員名： 佐々木 徹
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
基本的な差分方程式の理論と差分方程式で記述される数理モデルについて講述を行なう。平衡点の安定性などの基礎的な理論を理解し、生態学や感染症の数理モデルへの応用例を理解する事を目標とする。

授業の概要
線形差分方程式の性質や、平衡点の安定性についての基礎的な数学理論を説明し、応用として、Leslie 年齢構造化モデル、離散ロジスティックモデル、感染症モデルの解析法の基礎について述べる。

授業計画
第１回：線形差分方程式
第２回：1 階線形系
第３回：Leslie 年齢構造化モデル
第４回：1 階方程式の局所安定性
第５回：1 階方程式の大域安定性
第６回：離散ロジスティックモデル
第７回：感染症モデル

テキスト
未定。

参考書・参考資料等
L. J. S. Allen、生物数学入門、共立出版

学生に対する評価
主にレポートで評価する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： データと構造	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 小布施　祈織
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
データから構造を読み取るための基本的な手法の知識および技術を身につける。

授業の概要
現象やデータの理解および利用において非常に重要な課題である，データの中に潜む構造の抽出をあつかう。いくつかの基本的な手法を紹介し，演習を通して理解および実践力を養う。

授業計画
第１回：連続ウェーブレット変換
第２回：連続ウェーブレット変換を用いた構造の抽出
第３回：遅延座標と埋め込み定理，遅延座標を用いた構造の抽出
第４回：主成分分析
第５回：主成分分析を用いた構造の抽出
第６回：クラスター分析
第７回：クラスター分析を用いた構造の抽出

テキスト
特に指定しない

参考書・参考資料など
・『応用のためのウェーブレット』
日本応用数理学会(監修)，山田道夫・萬代武史・芦野隆一(著)，共立出版
・『多変量解析入門』小西貞則, 岩波書店

学生に対する評価
数回の演習課題で評価する

授業科目名： 並列計算入門	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 石原　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
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

１．並列数値計算の概要を理解する。
２．スレッド並列について理解する。
３．MPIについて理解する。
４．並列プログラムを作成し、スーパーコンピュータ上で動かす。

授業の概要

超高速計算および並列プログラミングの講義を行う。実機としてスーパーコンピュータを使用した並列数値計算の演習を行う。

授業計画

第１回：スーパーコンピュータの概要と使い方
第２回：自動並列とOpenMP
第３回：スレッド並列の基礎
第４回：スレッド並列の応用
第５回：MPIの基礎
第６回：MPIの応用
第７回：Hybrid並列の基礎
第８回：Hybrid並列の応用
定期試験は実施しない。

テキスト

・スパコンプログラミング入門 並列処理とMPIの学習 片桐孝洋著 東京大学出版会
・計算科学のための並列計算―大規模計算への第一歩― 金田 行雄・笹井 理生監修・石井 克哉編 共立出版

参考書・参考資料等

授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

レポート（100％）

授業科目名： 逆解析とデータ同化	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 関本　敦
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

１．順解析と逆解析を理解し，数値計算ができる

２．身近な現象や工学における問題の最適化問題を構築することができる．

３．最適化問題に応じて，最適化アルゴリズムを適切に選ぶことができる．

授業の概要

工学でみられる現象を正確に予測し制御するためには，数値シミュレーションの結果や計測データを用いて，有用な情報を取り出し，設計を改善する必要がある．数理最適化の手法を学ぶことで，実機を作成して実験をするという従来手法の試行錯誤を大幅に削減できるだけでなく，思いもよらない新たな設計指針を得られることもある．この講義では，数理最適化アルゴリズムの理論と実装方法を学ぶ．

授業計画

第１回： 授業概要ガイダンス，順問題と逆問題
第２回： 熱伝導方程式と随伴方程式の構築
第３回： 因果関係を探る感度解析
第４回： データ同化と機械学習アルゴリズム
第５回： 最適化の基礎，ベイズ最適化
第６回： 正則化
第７回： 線形制御理論，強化学習
第８回： データ駆動科学の最近のトピックス

テキスト　指定しない

参考書・参考資料等 梶島岳夫著「乱流の数値シミュレーション」，木田茂雄・柳瀬慎一郎著「乱流力学」，日野幹雄「流体力学」，巽友正著「連続体の力学」，大林茂ら著「データ同化流体力学」，S. L. Brunton & J. N. Kutz「Data-driven Dynamical Systems, and Control」

学生に対する評価

授業中に課す演習課題(70%)と最終レポート(30%)

授業科目名： シミュレーション 統計学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 坂本　亘 担当形態： 単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

1. 乱数の生成についての理論と方法を修得する。
2. モンテカルロ法による近似計算とその理論を修得する。
3. シミュレーションに基づく統計手法（並べ替え検定、ブートストラップ法）を修得する。

授業の概要

現代の統計学の発展は計算機の利用なしに語ることができない。その中でも大きな役割を果たしているのが、計算機上で乱数を生成して確率分布や統計量の分布を数値的に再現する統計的シミュレーションの方法である。この授業では、統計手法の性能を評価するためのシミュレーション実験の方法や、シミュレーションに基づく統計手法について解説する。

授業計画

第１回：乱数の生成：１変数の場合
第２回：乱数の生成：確率ベクトルの場合
第３回：モンテカルロ積分、重点サンプリング法
第４回：並べ替え検定
第５回：ブートストラップ法
第６回：マルコフ連鎖モンテカルロ法：Gibbs サンプリング
第７回：マルコフ連鎖モンテカルロ法：Metropolis-Hastings アルゴリズムなど
第８回：授業のまとめ
定期試験は実施しない。

テキスト

なし

参考書・参考資料等

- 小西貞則・越智義道・大森裕浩（2008）. 計算統計学の方法. 朝倉書店.
- Rubinstein, R. Y. and Kroese, D. P. (2016). Simulation and the Monte Carlo Method, 3rd edition. Wiley.

その他、授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

レポート（100%）

授業科目名： 統計データ解析学 概論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 高岸（谷岡）茉莉子 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

推測統計学，主に回帰分析について理論から実践まで幅広く学び，実社会の現象・問題を，データを通て，統計学的に評価するためのアプローチを身につける．

授業の概要

本講義では推測統計学の基本を学んだ上で，実践でも古くから多用される回帰分析とその派生手法に焦点をあてて学ぶ．手法の理論的な内容はコンピュータ上での実装を通じて学び，実際にデータに適用することで，実践上での問題にも触れる．

授業計画

第１回：推測統計学の基本
第２回：線形回帰分析1：単回帰分析における推定，検定
第３回：線形回帰分析2：重回帰分析
第４回：ロジスティック回帰分析
第５回：線形混合効果モデル
第６回：経時データ解析
第７回：総括，その他派生手法の紹介

テキスト

なし

参考書・参考資料等

竹澤 邦夫(2012)，シミュレーションで理解する回帰分析，共立出版．

学生に対する評価

レポート（100%）

授業科目名： 計算機利用データ分析	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 飯塚誠也
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
統計ソフトウェアを用い，データの前処理ができる。
統計ソフトウェアを用い，データの可視化ができる。
統計ソフトウェアを用いて，データの解析ができる。

授業の概要
データを処理する際，すぐに分析できる状態でデータが得られることは少なく，データの前処理を適切に行う必要がある。その際に必要となる前処理方法とデータの可視化手法について学ぶ。

授業計画
第１回：ガイダンス・統計ソフトウェアRの基礎
第２回：データの前処理（基礎的なデータ操作：多変量解析などのデータ分析への準備）
第３回：データの前処理（応用的なデータ操作）
第４回：データの前処理（数値以外のデータ処理）
第５回：データの可視化　（基礎）
第６回：データの可視化　（応用）
第７回：再現可能なデータ分析
最終試験なし

テキスト
なし。

参考書・参考資料等
Hardley Wickham, Garrett Grolemund著　黒川利明(訳)大橋真也(技術監修), R for Data Science(Rではじめるデータサイエンス),O’REILLY, オーム社

学生に対する評価
小テスト（50%),課題・レポート(50%)

授業科目名： 地理空間解析学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 石岡文生
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

- 地理空間データの定義や活用場面について理解する。
- 空間集積性の概念を理解するとともに，空間的自己相関や空間スキャン検定の理論的背景を習得する。
- ソフトウェアを用いてデータや解析結果が視覚化できるようになる。

授業の概要

地理空間データに対する空間集積性の話題を中心に，空間統計学に関連した各種の解析手法を講義する。加えて，統計解析環境Rを用いた実データ解析についても解説する。

授業計画

第１回：空間データの概念と視覚化
第２回：ベイズ法に基づく地域差の比較
第３回：空間重み行列と空間的自己相関
第４回：空間スキャン検定
第５回：空間スキャン検定の応用
第６回：エシェロン解析法とエシェロンスキャン法
第７回：時間-空間集積性の検出
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

栗原考次・石岡文生．エシェロン解析 -階層化して視る時空間データ．共立出版．2021.
ISBN: 9784320112704

学生に対する評価

授業中に課す課題（50%）・最終レポート（50%）

授業科目名： 数理データ活用学 演習A	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 大林一平 担当形態： 単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
データ活用のための数理的基礎と基礎的アルゴリズムについて身に付ける．数理的な内容を発表，プレゼンテーションする能力を身に付ける．

授業の概要
データ活用のための統計や数理モデルにとどまらない数理的理論，特にトポロジーを用いたデータ解析手法についてその理論とアルゴリズムについてセミナー形式で演習を行う．

授業計画
第１回：全体の問題設定
第２回：文献調査(全体サーベイ)
第３回：文献調査(数理的理論)
第４回：文献調査(アルゴリズム)
第５回：文献調査(ソフトウェア)
第６回：文献調査(上で拾い残した分に関するサーベイ)
第７回：中間プレゼンテーション
第８回：既存ソフトウェアの調査
第９回：プログラミング準備
第１０回：プログラング(入出力等)
第１１回：プログラング(アルゴリズム)
第１２回：プログラング(テスト)
第１３回：プログラミング(考察，まとめなど)
第１４回：最終プレゼンテーション

テキスト　第1回での相談の上決定する

参考書・参考資料等

- Tomasz Kaczynski, Konstantin Mischaikow, Marian Mrozek. Computational Homology (Springer)
- N. Otter et al.. A roadmap for the computation of persistent homology. EPJ Data Science volume 6, Article number: 17 (2017)
- H. Edelsbrunner, and J. Harer. Computational Topology: An Introduction. (AMS)
- Alexandre Mauroy, Igor Mezić , Yoshihiko Susuki. The Koopman Operator in Systems and Control: Concepts, Methodologies, and Applications. (Springer

学生に対する評価
セミナーでの発表，プレゼンテーション，などから総合的に判断する

授業科目名： 数理データ活用学 演習B	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 大林一平 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

データ活用のための数理的基礎を利用した応用例について学び，実際のデータ解析を実践する．応用結果についてまとめ，発表する能力を養う．

授業の概要

数理データ活用学演習Aの内容をふまえ，実際的な数理データ活用の応用例に関し文献講読を行い，ベンチマーク用データセットやもっと実際的なデータセットを用いたデータ解析を行う．

授業計画

第１回：手法やデータセットについての問題設定
第２回：文献調査(全体的なサーベイ)
第３回：文献調査(データの背景)
第４回：文献調査(同種データに関する解析の先行研究)
第５回：文献調査(使われている手法について)
第６回：文献調査(ソフトウェアについて)
第７回：中間まとめ
第８回：データの入手等に関する調査
第９回：ソフトウェア調査
第１０回：データ解析(データの整形，クリーニングなど)
第１１回：データ解析(前処理等)
第１２回：データ解析(手法の適用)
第１３回：データ解析(結果の確認)
第１４回：結果のまとめと考察

テキスト

第1回での相談の上決定する

参考書・参考資料等

- N. Otter et al.. A roadmap for the computation of persistent homology. EPJ Data Science volume 6, Article number: 17 (2017)
- H. Edelsbrunner, and J. Harer. Computational Topology: An Introduction. (AMS)
- Alexandre Mauroy, Igor Mezić , Yoshihiko Susuki. The Koopman Operator in Systems and Control: Concepts, Methodologies, and Applications. (Springer)

学生に対する評価

セミナーでの発表，プレゼンテーション，などから総合的に判断する

授業科目名： 応用数理学演習A	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 早坂　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
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

・可換代数学に関する基礎テキストを講読し，内容を整理・発表できる。
・可換代数学の基礎事項に習熟し、応用できる。
・学会発表や論文作成など研究活動に必要なスキルを身につける。

授業の概要

可換代数学の基礎が書かれたテキストの講読を，セミナー形式で行う。

授業計画

第１回：テキストの講読（イデアル）
第２回：テキストの講読（加群）
第３回：テキストの講読（局所化）
第４回：テキストの講読（準素分解）
第５回：内容の整理・演習（準素分解）
第６回：テキストの講読（整拡大）
第７回：内容の整理・演習（整拡大）
第８回：テキストの講読（ネーター環）
第９回：内容の整理・演習（ネーター環）
第10回：テキストの講読（アルチン環）
第11回：内容の整理・演習（アルチン環）
第12回：テキストの講読（デデキント整域）
第13回：内容の整理・演習（デデキント整域）
第14回：まとめ
定期試験は実施しない。

テキスト

・M.F.Atiyah and I.G.MacDonald 著「Introduction to Commutative Algebra」(Addition-Wesley Series in Mathematics)

参考書・参考資料等

・松村英之 著「復刊 可換環論」（共立出版）

学生に対する評価

発表・議論の内容に基づいて評価する。

授業科目名： 応用数理学演習B	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 早坂　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
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

・可換代数学に関するテキスト・論文を講読し，内容を整理・発表できる。
・可換代数学とその応用分野の論文を調査・講読できる。
・学会発表や論文作成など研究活動に必要なスキルを身につける。

授業の概要

可換代数学とその応用分野に関係するテキストまたは論文の調査・講読を，セミナー形式で行う。

授業計画

第１回：テキストの講読（環の完備化）
第２回：内容の整理・演習（環の完備化）
第３回：テキストの講読（次元論）
第４回：内容の整理・演習（次元論）
第５回：基礎事項の整理・演習
第６回：関連する論文の調査
第７回：論文の講読（概要）
第８回：論文の講読（点検）
第９回：論文の講読（整理）
第10回：論文の講読（討議）
第11回：論文の講読（考察）
第12回：内容の整理
第13回：課題の整理
第14回：課題解決に向けて
定期試験は実施しない。

テキスト

・M.F.Atiyah and I.G.MacDonald 著「Introduction to Commutative Algebra」(Addition-Wesley Series in Mathematics)

参考書・参考資料等

適宜、紹介する。

学生に対する評価

発表・議論の内容およびレポート課題に基づいて評価する。

授業科目名： 数理モデル解析学 演習A	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 佐々木徹，小布施祈織 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
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

数理解析学の理論、現象の数理モデル化と解析について、研究に活用できる能力を演習と通して養成する。特に微分方程式等の数学理論の理解、構築した微分方程式モデルの数理解析の実際等について演習を行い、数理モデル解析学分野の進んだ研究に対応できる能力を養成する。

授業の概要

現象の数理モデル化とモデルの数理解析の概略についての演習を行う。ここで扱う数理モデルは微分方程式を用いて記述されるものである。そこで，微分方程式論の基礎をなす数学手法についての演習し、引き続き，安定性などモデル解析で多用する微分方程式の理論についての演習を行う。これらを踏まえて、応用として，生態系モデル、感染症モデルの数学解析について、数理モデルと数理解析の応用に関する演習を行い、より高度な研究への指針を与える。

授業計画

第１回：数理モデル化と数理解析の概略の演習（担当：佐々木徹）
第２回：微分方程式、積分方程式の演習（担当：小布施祈織）
第３回：微分方程式の解の正値性に関する演習（担当：小布施祈織）
第４回：微分方程式の解の有界性に関する演習（担当：小布施祈織）
第５回：微分方程式の平衡点に関する演習（担当：小布施祈織）
第６回：局所安定性に関する演習（担当：小布施祈織）
第７回：安定性の判定に関する演習（担当：小布施祈織）
第８回：大域安定性に関する演習（担当：佐々木徹）
第９回：生態学モデル　１種モデルおよび競争モデルに関する演習（担当：佐々木徹）
第１０回：生態学モデル　捕食モデルに関する演習（担当：佐々木徹）
第１１回：感染症モデル　基礎再生産数に関する演習（担当：佐々木徹）
第１２回：感染症モデル　安定性に関する演習に関する演習（担当：佐々木徹）
第１３回：感染症モデル　防御策の検討に関する演習に関する演習（担当：佐々木徹）
第１４回：演習全体のまとめ（担当：佐々木徹）

テキスト

未定。

参考書・参考資料等

今、竹内、常微分方程式とロトカ・ヴォルテラ方程式、共立出版

学生に対する評価

演習と課題によって評価する

授業科目名： 数理モデル解析学 演習B	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 佐々木 徹 小布施　祈織 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
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
諸自然現象に対する数理モデリングおよびその数値解析に関する数学的基礎知識・数値実験技術を身に着ける。

授業の概要
非線形性を有する自然現象に対する数理モデリングおよび数値解析の数学的基礎および数値実験技術を学ぶ。続いて，具体例として流体運動を取り上げ，系の有する基本性質の理解および流体運動の理解,予測および制御を試みる。

授業計画
第１回：自然現象と数理モデリングの概略に関する演習（担当：小布施祈織）
第２回：非線形微分方程式を用いた自然現象の数理モデリングに関する演習（担当：佐々木徹）
第３回：非線形微分方程式の数値解法に関する演習（担当：佐々木徹）
第４回：非線形微分方程式の数値解法の安定性に関する演習（担当：佐々木徹）
第５回：非線形微分方程式の平衡解の線形安定性に関する演習（担当：佐々木徹）
第６回：非線形微分方程式の解軌道のリャプノフ指数に関する演習（担当：佐々木徹）
第７回：非線形微分方程式の解軌道のリャプノフベクトルに関する演習（担当：佐々木徹）
第８回：様々な流体運動に対する数理モデルに関する演習（担当：小布施祈織）
第９回：非回転系における2次元乱流の漸近解に関する演習（担当：小布施祈織）
第１０回：回転球面上2次元乱流の漸近解に関する演習（担当：小布施祈織）
第１１回：回転球面上2次元乱流における構造形成に関する演習（担当：小布施祈織）
第１２回：回転球面上2次元乱流のリャプノフ解析に関する演習（担当：小布施祈織）
第１３回：回転球面およびその接平面近似(β平面モデル)に関する演習（担当：小布施祈織）
第１４回：演習全体のまとめと考察（担当：小布施祈織）

テキスト
未定

参考書・参考資料等
Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics: Fundamentals and Large-Scale Circulation
Geoffrey K. Vallis (Cambridge University Press)

学生に対する評価
演習と課題によって評価する

授業科目名： 現象数値解析学演習A	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 石原卓，関本敦 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
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

非線形流体現象の数値シミュレーションの方法について、研究に活用できるレベルの能力を実践的な演習を通して養成する。特にナヴィエ・ストークス方程式の高精度・高解像度な数値計算法を習得し、スーパーコンピュータや先端的な計算機を駆使した数値シミュレーションによって、未解決の流体現象を解明するための能力を養成する。

授業の概要

ナヴィエ・ストークス方程式の高精度・高解像度な数値シミュレーションの方法を習得し、乱流を中心とした非線形流体現象の数値解析についての演習を行う。スーパーコンピュータを用いた並列数値計算や先端的な計算機を用いたデータ駆動型計算についての演習や，複雑な流動現象についてのモデリング手法についての演習も行う．以上により、数値シミュレーションを駆使した実践的な研究により、多様で複雑な非線形流体現象を解明するための指針を与える。

授業計画

第１回：数値流体力学の概略と演習（担当：石原卓）
第２回：高精度・高解像度差分法についての演習（担当：石原卓）
第３回：フーリエ・スペクトル法の基礎についての演習（担当：石原卓）
第４回：フーリエ・スペクトル法の応用についての演習（担当：石原卓）
第５回：非圧縮一様等方性乱流の直接数値計算についての演習（担当：石原卓）
第６回：圧縮性乱流の直接数値計算についての演習（担当：石原卓）
第７回：並列数値計算についての演習（担当：石原卓）
第８回：一様せん断乱流の理論についての演習（担当：関本敦）
第９回：一様せん断乱流の直接数値計算についての演習（担当：関本敦）
第１０回：安定成層下での一様せん断乱流の理論と数値計算に関する演習（担当：関本敦）
第１１回：壁乱流の直接数値計算についての演習（担当：関本敦）
第１２回：乱流モデルの基礎についての演習（担当：関本敦）
第１３回：乱流モデルの応用についての演習（担当：関本敦）
第１４回：身の回りの複雑流動と解析方法についてのプレゼンテーションとまとめ（担当：関本敦）

テキスト

乱流の計算科学:乱流解明のツールとしての大規模数値シミュレーション,金田行雄編,共立出版(2012)： 乱流力学，木田重雄・柳瀬眞一郎著，朝倉書店(1999)

参考書・参考資料等

参考書、論文等は、演習中に指示する。

学生に対する評価

演習と課題によって評価する

授業科目名： 現象数値解析学演習B	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 石原卓，関本敦
			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
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

非線形流体現象のデータ駆動型計算およびデータ科学の手法を活用した数値解析について、研究に活用できるレベルの能力を実践的な演習を通して養成する。特に、流体現象に関係するデータ駆動型計算やナヴィエ・ストークス方程式の数値シミュレーションによって得られたデータの活用の方法を習得し、スーパーコンピュータや先端的な計算機を駆使したデータ駆動計算とデータ科学によって、未解決の流体現象を解明するための能力を養成する。

授業の概要

非線形流体現象のデータ駆動型計算およびデータ科学の手法を活用した数値解析の方法を習得し、乱流を中心とした非線形流体現象のデータ駆動型計算やデータ駆動型数値解析についての演習を行う。また、先端的な計算機の活用についての演習も行う。以上により、データ駆動型計算やデータ科学の手法を駆使した実践的な研究により、多様で複雑な非線形流体現象に関係する問題を解決するための指針を与える。

授業計画

第１回：データ駆動型計算と流体力学の概略と演習（担当：関本敦）
第２回：機械学習の基礎についての演習（担当：関本敦）
第３回：数理最適化の理論についての演習（担当：関本敦）
第４回：数理最適化の応用についての演習（担当：関本敦）
第５回：熱対流シミュレーションデータのモード分解についての演習（担当：関本敦）
第６回：逆解析とデータ同化についての演習（担当：関本敦）
第７回：大自由度な系に対する力学系アプローチについての演習（担当：関本敦）
第８回：乱流シミュレーションデータの可視化についての演習（担当：石原卓）
第９回：乱流シミュレーションデータのデータ科学についての演習（担当：石原卓）
第１０回：乱流シミュレーションデータの位相的データ解析の基礎的な演習（担当：石原卓）
第１１回：乱流シミュレーションデータの位相的データ解析の応用に関する演習（担当：石原卓）
第１２回：気象データのデータ科学的解析の演習（担当：石原卓）
第１３回：気象データの位相的データ解析に関する演習（担当：石原卓）
第１４回：データ解析結果のまとめとプレゼンテーションについての演習（担当：石原卓）

テキスト

乱流の計算科学:乱流解明のツールとしての大規模数値シミュレーション,金田行雄編,共立出版(2012)，大林茂ら著「データ同化流体力学」，S. L. Brunton & J. N. Kutz「Data-driven Dynamical Systems, and Control」

参考書・参考資料等

参考書、論文等は、演習中に指示する。

学生に対する評価

演習と課題によって評価する

授業科目名： 統計データ解析学 演習A	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 坂本　亘 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

1. 乱数の生成方法やモンテカルロ法による近似計算方法を数値的・視覚的に理解する。
2. シミュレーションに基づく統計手法を数値的・視覚的に理解する。
3. 統計的シミュレーションを実際のデータ解析や数値実験に活用できる。

授業の概要

「シミュレーション統計学」で取り上げた内容を中心に、統計ソフトウェア R を用いて、統計的シミュレーションを実行するデータ解析演習を行う。

授業計画

第１回：R によるプログラミング：ベクトル計算
第２回：R によるプログラミング：繰り返しと制御
第３回：乱数の生成：１変数の場合
第４回：乱数の生成：確率ベクトルの場合
第５回：モンテカルロ積分
第６回：重点サンプリング法
第７回：数値実験の設計
第８回：数値実験の実施
第９回：並べ替え検定
第１０回：ブートストラップ法
第１１回：マルコフ連鎖モンテカルロ法：Gibbs サンプリング
第１２回：マルコフ連鎖モンテカルロ法：Metropolis-Hastings アルゴリズムなど
第１３回：実データの解析
第１４回：最終発表に向けた準備
第１５回：最終発表
定期試験は実施しない。

テキスト

なし

参考書・参考資料等

Robert, C. and Casella, G. (2010). Introducing Monte Carlo Methods with R. Springer.
その他、授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（50%）、レポート（50%）

授業科目名： 統計データ解析学 演習B	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 坂本　亘 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

1. ソフトウェア R の高度な利用方法を修得する。
2. 諸種の統計モデルの推測・選択の方法をソフトウェアにより理解する。
3. データが採集される状況に応じて、諸種の統計モデルを適切に選び適用することができる。

授業の概要

「統計モデル理論」で取り上げた内容を中心に、統計ソフトウェア R を用いて、諸種の統計モデルを適用するデータ解析演習を行う。

授業計画

第１回：線形重回帰モデルによる推測
第２回：線形重回帰モデルの選択
第３回：２値応答データの解析
第４回：ロジスティック回帰モデル
第５回：ポアソン回帰モデル
第６回：一般化線形モデル
第７回：線形混合効果モデル：固定効果とランダム効果の推定
第８回：線形混合効果モデル：分散パラメータの推定
第９回：経時データの解析
第１０回：平滑化法
第１１回：ノンパラメトリック回帰
第１２回：マルコフ連鎖、マルコフ確率場
第１３回：実データの解析
第１４回：最終発表に向けた準備
第１５回：最終発表
定期試験は実施しない。

テキスト

なし

参考書・参考資料等

Faraway, J. J. (2016). Extending the Linear Model with R, Second Edition. CRC Press.
その他、授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（50%）、レポート（50%）

授業科目名： 計算機統計学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 飯塚誠也，石岡文生 担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
計算機統計学の理論を身に付け，統計解析ソフトウェア，多変量解析や統計学的手法を用いた分析・研究が出来る能力を身につける。

授業の概要
さまざまな種類のデータに対して利用できるデータ分析の理論と応用に関連した文献の購読についてのセミナーを行う。また計算機統計学に関する学会発表，論文作成などを行うためのトレーニングを行う。

授業計画
第１回：研究に関連する論文の検索方法
第２回：統計データの前処理（文献購読）
第３回：統計データの前処理（ソフトウェアによる実践）
第４回：統計ソフトウェアとデータ分析（文献購読）
第５回：統計ソフトウェアとデータ分析（応用）
第６回：統計ソフトウェアとデータ分析（実践）
第７回：統計データの視覚化（文献購読）
第８回：統計データの視覚化（ソフトウェアによる実践）
第９回：計算機統計学関連の文献購読(基礎)
第１０回：計算機統計学関連の文献購読(ソフトウェアによる実践)
第１１回：過去の研究の問題点と今後の研究課題の検討
第１２回：効果的なプレゼンテーション（基礎）
第１３回：効果的なプレゼンテーション（資料作成）
第１４回：効果的なプレゼンテーション（実践）
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
森裕一，黒田正博，足立浩平著，統計学one point　最小二乗法・交互最小二乗法，共立出版

学生に対する評価
レポート（70%），プレゼンテーション（30%）

授業科目名： 時空間統計学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 飯塚誠也，石岡文生
			担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

- 統計解析環境RやGISソフトを使用して，空間データの基本的な分析と解析結果の可視化ができるようになる。
- 空間データ分析の結果を正しく理解し，客観的な考察ができるようになる。
- 空間データ分析に係る効果的なスライドが作成できる。

授業の概要

実際の様々な空間データやそれを拡張した時空間データを用いながら，適切な解析手法論の理解ならびにソフトウェアを利用した具体的な解析法について演習を通して学ぶ。また，空間データの効果的な可視化方法等といったプレゼンテーション技術も習得する。

授業計画

第１回：空間データのためのソフトウェア
第２回：空間データの分類と可視化
第３回：空間的自己相関分析（理論）
第４回：空間的自己相関分析（ソフトウェアによる演習）
第５回：空間自己回帰モデル（理論）
第６回：空間自己回帰モデル（ソフトウェアによる演習）
第７回：地理的加重回帰モデル（理論）
第８回：地理的加重回帰モデル（ソフトウェアによる演習）
第９回：空間集積性（理論）
第１０回：空間集積性（ソフトウェアによる演習）
第１２回：空間補間法（ソフトウェアによる演習）
第１３回：効果的なプレゼンテーション（資料作成）
第１４回：効果的なプレゼンテーション（実践）
定期試験は実施しない。

テキスト

適宜資料を配付する。

参考書・参考資料等

Chris Brunsdon, Lex Comber(著), 湯谷啓明,工藤和奏, 市川太祐(翻訳). Rによる地理空間データ解析入門. 共立出版. ISBN: 9784320124394

学生に対する評価

レポート（70%），プレゼンテーション（30%）

授業科目名： 素粒子・宇宙基礎論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 石野宏和
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
素粒子と宇宙についての基本的な概念を定量的に理解する。

授業の概要
現在わかっている宇宙の歴史を、素粒子物理学と相対性理論に基づき議論する。

授業計画
第１回：　ガイダンス
第２回：　宇宙・素粒子物理学の全般の概要
第３回：　宇宙の構造と素粒子の役割
第４回：　アインシュタイン方程式とフリードマン方程式
第５回：　宇宙熱史と素粒子、宇宙の年齢
第６回：　宇宙最初の元素合成
第７回：　宇宙最古の光：宇宙マイクロ波背景放射
第８回：　宇宙背景ニュートリノ
第９回：　素粒子の概要と基本的性質
第１０回：　宇宙背景放射の温度ゆらぎ
第１１回：　宇宙背景放射の偏光
第１２回：　宇宙最初の大膨張：インフレーション
第１３回：　暗黒物質
第１４回：　太陽と超新星爆発、ニュートリノ
第１５回：　宇宙論とデータ解析
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布

学生に対する評価
プレゼンテーション(30%)・課題問題レポート(70%)

授業科目名： 量子光学基礎論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 吉村浩司、植竹智、吉見彰洋
			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
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

光と電子の相互作用を量子論の立場から記述することを学び、その物理的描像を理解する。また自然放出や散乱等、原子物理学の重要な現象を通じて量子場の理論の重要性を理解する。

授業の概要

現代物理学の基礎をなす量子と場について、光子と電子の相互作用を主軸として学ぶ。

授業計画

第１回：粒子と場・離散力学系と連続力学系（吉村）
第２回：古典的なスカラー場（吉見）
第３回：古典的なMaxwellの場（植竹）
第４回：量子力学におけるベクトルポテンシャル（吉村）
第５回：古典的な輻射場（吉見）
第６回：生成消滅演算子・個数演算子（植竹）
第７回：量子化された輻射場（基礎）（吉村）
第８回：量子化された輻射場（発展）（吉見）
第９回：原子による光子の輻射と吸収（基礎）（植竹）
第１０回：原子による光子の輻射と吸収（発展）（吉村）
第１１回：Rayleigh 散乱, Thomson 散乱, Raman 散乱（基礎）（吉見）
第１２回：Rayleigh 散乱, Thomson 散乱, Raman 散乱（発展）（植竹）
第１３回：共鳴散乱と輻射減衰（吉村）
第１４回：分散関係と因果律（基礎）（吉見）
第１５回：分散関係と因果律（発展）（植竹）
定期試験 なし。

テキスト

JJ. Sakurai, Advanced Quantum Mechanics Sec.1 – 2.

参考書・参考資料等

なし。

学生に対する評価

プレゼンテーション、質疑応答の内容に関する総合評価。

授業科目名： 宇宙物理学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 石野宏和 スティーヴァーサマンサ 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
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
宇宙物理学に関する高度な知識を習得する

授業の概要
宇宙物理学の最先端のトピックスを講義する。

授業計画
第１回：　ガイダンス（担当：石野宏和）
第２回：　宇宙論概要（担当：石野宏和）
第３回：　宇宙を記述する方程式（担当：石野宏和）
第４回：　宇宙の歴史（担当：石野宏和）
第５回：　宇宙論の検証（宇宙背景放射の存在）（担当：石野宏和）
第６回：　宇宙論の検証（宇宙背景放射の温度ゆらぎ）（担当：石野宏和）
第７回：　宇宙論の検証（宇宙背景放射の偏光）（担当：石野宏和）
第８回：　宇宙論の検証（実験の概要）（担当：石野宏和）
第９回：　宇宙論検証実験（地上観測）（担当：Stever Samantha Lynn）
第１０回：宇宙論検証実験（気球観測）（担当：Stever Samantha Lynn）
第１１回：宇宙論検証実験（衛星観測）（担当：Stever Samantha Lynn）
第１２回：宇宙論検証実験（検出器の概要）（担当：Stever Samantha Lynn）
第１３回：宇宙論検証実験（前景放射の物理）（担当：Stever Samantha Lynn）
第１４回：宇宙論検証実験（データ解析手法）（担当：Stever Samantha Lynn）
第１５回：宇宙論検証実験（宇宙論の実験的検証）（担当：Stever Samantha Lynn）
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布する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（20%）、演習課題レポート（80%）

授業科目名： 物質科学基礎論I	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名：市岡優典、安立裕人 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
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
第二量子化による定式化、グリーン関数、輸送現象などの量子多体物理学の概念や理論手法を理解し、大学院レベルの物理学の専門として必要な量子統計物理学の基本を身につける。

授業の概要
統計力学と量子力学の学習内容をさらに発展させ、超伝導などを題材にして、相関のある
量子多体物理学を扱うための一般的な概念と手法を実例に則しながら解説する。

授業計画
第１回：超伝導の理解と量子多体物理学について（担当：市岡優典）
第２回：多粒子系の波動関数（担当：市岡優典）
第３回：量子多体物理学での第二量子化（担当：市岡優典）
第４回：量子統計力学による従来型超伝導の理論（担当：市岡優典）
第５回：超伝導状態の熱力学的性質（担当：市岡優典）
第６回：グリーン関数の定義（担当：市岡優典）
第７回：超伝導状態での温度グリーン関数（担当：市岡優典）
第８回：電子格子相互作用による引力、ジョセフソン効果（担当：市岡優典）
第９回：マイスナー効果とゼロ抵抗（担当：安立裕人）
第１０回：超伝導体への電子トンネリング（担当：安立裕人）
第１１回：久保公式とスピン帯磁率（担当：安立裕人）
第１２回：超伝導体における核磁気共鳴（担当：安立裕人）
第１３回：超伝導体中の熱伝導率（担当：安立裕人）
第１４回：スピントランスファートルク（担当：安立裕人）
第１５回：スピンポンピング（担当：安立裕人）
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布する。

学生に対する評価
レポート

授業科目名： 物質科学基礎論II	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 笠原 成, 小林夏野, 木原 工 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
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

物質の電子構造について、遍歴電子的視点と局在電子的視点からアプローチし、結晶中電子のバンド構造、局在電子と磁性、および電子相関の効果に関するレビューを行う。これらの理解により、物質科学に関する基礎的な見識を身に着け、各専門分野での研究へと繋げることを目標とする。

授業の概要

まず、フェルミ気体にはじまる遍歴電子的観点から電子構造について学び、次に、局在電子がもたらす磁性などの物性を学ぶ。講義後半では、電子相関が本質的役割を果たすモット絶縁体、電子相関と超伝導、トポロジーなど、物質科学の進展について解説する。学部レベルでの固体物理学を修学済みであることを前提とした講義を行う。

授業計画

第１回：自由電子気体の性質（担当：笠原）
第２回：ブロッホ電子（担当：笠原）
第３回：ほとんど自由な電子（担当：笠原）
第４回：強束縛近似（担当：笠原）
第５回：原子の電子配列と磁性（担当：木原）
第６回：常磁性、反磁性（担当：木原）
第７回：結晶場（担当：木原）
第８回：磁気相互作用と磁気秩序（担当：木原）
第９回：フラストレーション効果（担当：木原）
第１０回：電子相関とハートリー・フォック近似（担当：小林）
第１１回：ハバード模型（担当：小林）
第１２回：モット・ハバード型と電荷移動型絶縁体（担当：小林）
第１３回：物質科学における進展：電子相関と超伝導（担当：笠原）
第１４回：物質科学における進展：トポロジカル絶縁体（担当：小林）
第１５回：物質科学における進展：トポロジカル超伝導（担当：小林）
定期試験は実施しない。

テキスト

なし

参考書・参考資料等

適宜指示する

学生に対する評価

出席状況、レポート提出、演習の総合評価

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	単位数： ２単位	担当教員名： 小汐由介　准教授
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
高エネルギー物理学の基礎、特に量子電気力学を習得することを目標とする。

授業の概要
相対論的量子力学からスタートし、最終的にコンプトン散乱の散乱断面積を自ら導出する。特にクラインゴルドン方程式における流れの概念の導入、ディラック方程式から現れるスピンと反粒子、ファインマンダイアグラムなど高エネルギー物理における反応を計算に必要な概念・道具に習熟する。

授業計画
第１回：ガイダンス、口頭による電磁気学・量子力学・相対性理論の習熟度の確認
第２回：量子電気力学の概観、ファインマンダイアグラムの紹介
第３回：非相対論的量子力学の復習
第４回：非相対論的摂動論
第５回：クラインゴルドン方程式
第６回：スピン０粒子の電磁相互作用（不変振幅の導出）
第７回：スピン０粒子の電磁相互作用（散乱断面積と崩壊率）
第８回：重心系と実験室系
第９回：スピン1/2粒子の電磁相互作用（ディラック方程式）
第１０回：スピン1/2粒子の電磁相互作用（４成分波動関数）
第１１回：スピン1/2粒子の電磁相互作用（スピノルと完全性関係）
第１２回：スピン1/2粒子の電磁相互作用（スピンを考慮した不変振幅の導出）
第１３回：スピン1/2粒子の電磁相互作用（散乱断面積と崩壊率）
第１４回：光子の偏極、伝搬関数の定式化
第１５回：コンプトン散乱の散乱断面積導出
定期試験は実施しない

テキスト
なし

参考書・参考資料等
クォークとレプトン（ハルツェン、マーチン）。授業中に適宜資料を配布する。

学生に対する評価
レポート提出（80%）、質疑応答（20%）

授業科目名： 放射光物性学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名：横谷尚睦 教授 池田直 教授　野上由夫 教授 村岡祐治 准教授
			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
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

本授業の主題は放射光や関連する量子ビーム（中性子線、電子線）を利用した物性研究である。固体物性の発現に結晶構造と電子状態がどのように関わっているか、また放射光（含むX線・中性子線・電子線）が結晶構造と電子状態の研究に如何に用いられているかについて説明できるようになることを目標とする。

授業の概要

固体物質の示す多彩な物性は、その物質の結晶構造および電子構造と密接に関連している。近年第三世代放射光施設等の利用により物質の結晶構造および電子構造がより精密に研究できるようになるなど、放射光は物性発現のメカニズム解明に極めて有用なツールとして活用されている。本授業では、放射光や関連する量子ビーム（中性子線、電子線）を利用した物性研究について解説する。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：光電子分光の概観（担当：横谷尚睦）
第３回：光電子分光の原理（担当：横谷尚睦）
第４回：放射光光電子分光による物性研究（担当：横谷尚睦）
第５回：キャリアードーピングと物性（担当：村岡祐治）
第６回：光キャリアードーピングの原理（担当：村岡祐治）
第７回：光キャリアードーピングによる物性変化の測定法（担当：村岡祐治）
第８回：光キャリアードーピングによる物性制御（担当：村岡祐治）
第９回：機能性酸化物について（担当：池田直）
第１０回：x線散乱の原理（担当：池田直）
第１１回：x線散乱の測定法（担当：池田直）
第１２回：x線散乱を用いた機能性酸化物の研究（担当：池田直）
第１３回：中性子回折の原理（担当：野上由夫）
第１４回：中性子回折の測定法（担当：野上由夫）
第１５回：中性子回折を用いた固体物性の研究（担当：野上由夫）
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する。

学生に対する評価

各授業時間における（20%）、レポート（80%）

授業科目名： 超伝導物理学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 鄭国慶教授、俣野和明助教、 川崎慎司准教授 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
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
巨視的量子現象である超伝導における重要なトピックスの理解を通して、物質科学の考え方や基本原理を修得する。

授業の概要
第1部：高温超伝導(担当：鄭[1~7回])
　超伝導の対称性による分類、銅酸化物とモット転移，磁気相関と異常物性，d波超伝導状態，
　異方的超伝導の一般的な性質，電子間相互作用による超伝導、ベリー曲率とトポロジー、トポロジカル超伝導
第2,3部（8～15回）：超伝導に対する実験研究法と最近のトピックス(担当：川崎[8~12回]、俣野[13~15回])
　超伝導に対する実験法，強相関電子系における超伝導の多様性，
　最新のトピックス

授業計画
第１回：超伝導の対称性による分類(担当：鄭)
第２回: 銅酸化物とモット転移(担当：鄭)
第３回：磁気相関と異常物性(担当：鄭)
第４回：ｄ波超伝導状態(担当：鄭)
第５回：異方的超伝導の一般的な性質と電子間相互作用による超伝導(担当：鄭)
第６回：ベリー曲率とトポロジー(担当：鄭)
第７回：トポロジカル超伝導(担当：鄭)
第８回：核磁気共鳴（NMR）法(担当：川崎)
第９回：極限環境（極低温、高圧、強磁場）下での実験法(担当：川崎)
第１０回：強相関電子系超伝導体における極限環境下実験(担当：川崎)
第１１回：銅酸化物高温超伝導体における強磁場下NMR実験(担当：川崎)
第１２回：重い電子系超伝導体における極低温高圧下NMR実験(担当：川崎)
第１３回：トポロジカル絶縁体とトポロジカル超伝導体(担当：俣野)
第１４回：トポロジカル超伝導体の合成と研究手法(担当：俣野)
第１５回：トポロジカル超伝導体における測定(担当：俣野)

定期試験は実施しない

テキスト：「超伝導を詩う」（鄭国慶著, 岡大出版）。その他、授業中に適宜資料を配付する。

参考書・参考資料等

学生に対する評価
出席状況、レポート提出、演習の総合評価

授業科目名： 極限物性物理学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名：小林達生教授，荒木新吾准教授，秋葉和人助教 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
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
テーマ：極低温・強磁場・高圧の極限環境下の物性
到達目標：極限環境下の物性研究を通して、物性物理学の理解を深める。

授業の概要
極低温・強磁場・高圧の極限環境で誘起される物質の相転移と、その物理について講義する。
また、極低温・強磁場・高圧の生成および実験手法について解説する。

授業計画
第１回：極限物性とは（小林）
第２回：強磁場発生（秋葉）
第３回：局在モーメント（秋葉）
第４回：量子スピン系の強磁場物性（秋葉）
第５回：強磁場で誘起される相転移とその物理（固体酸素）（小林）
第６回：極低温生成（小林）
第７回：極低温で誘起される相転移とその物理（小林）
第８回：高圧発生（小林）
第９回：超高圧で誘起される相転移とその物理（分子乖離と金属化）（小林）
第１０回：超高圧で誘起される相転移とその物理（水素化合物の高温超伝導）（小林）
第１１回：f電子の磁性（荒木）
第１２回：f電子と伝導電子の相互作用（荒木）
第１３回：重い電子系（荒木）
第１４回：f電子系の圧力誘起超伝導（荒木）
第１５回：d電子系の圧力誘起相転移（荒木）
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する。

学生に対する評価
出席状況、レポート提出、演習の総合評価

授業科目名： 量子物質物性学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 味野道信教授, 神戸高志准教授,近藤隆祐准教授 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
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

テーマは物質の量子的な性質に関する基礎的な項目。到達目標は、物性物理学で行われる実験方法について学び、強相関電子系に関する研究論文を読み進める事ができるようになること。

授業の概要

物質の量子的な性質について、半導体とその接合、有機半導体、電荷密度波，スピン密度波，低次元電子系、スピン波の励起と緩和，スピン流の生成や検出、スピン系の時空間構造などの項目について、実験的な内容を含めて解説する。

授業計画

第１回：固体のバンド理論（担当：近藤）
第２回：一次元電子系のパイエルス不安定性と密度波相転移（担当：近藤）
第３回：電荷密度波の平均場理論と低次元揺らぎによる平均場理論の破綻（担当：近藤）
第４回：密度波相に対する磁場効果（担当：近藤）
第５回：密度波相の励起とダイナミクス（担当：近藤）
第６回：半導体の基礎物性（担当：神戸）
第７回：真性半導体内の電子と伝導現象（担当：神戸）
第８回：不純物半導体内の電子と伝導現象（担当：神戸）
第９回：不純物半導体の接合とその応用（担当：神戸）
第１０回：有機半導体の伝導機構と炭素物質の量子現象（担当：神戸）
第１１回：強磁性共鳴と緩和現象（担当：味野）
第１２回：スピン波共鳴と非線形励起（担当：味野）
第１３回：磁気共鳴とスピン流（担当：味野）
第１４回：非平衡状態でのスピン波時空間構造（担当：味野）
第１５回：スピン波に関するまとめ（担当：味野）
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する。電子スピン共鳴（培風館　伊達 宗行）

学生に対する評価

レポート、演習課題の総合評価

授業科目名： 凝縮系理論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： ジェシュケハラルドオラフ教授、大槻純也准教授、西山由弘助教 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
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

テーマは物質の電子構造と電子相関の役割。到達目標は、電子構造計算と量子多体論について理解し、物質科学に関する研究論文を批評できるようになること。

授業の概要

物質の電子構造計算と量子多体論の基礎。はじめの1/3では、電子構造計算の方法論について概観し、具体的に物質の電子物性が電子構造によってどのように理解できるかを解説する。残りの2/3では、電子相関が本質的な役割を果たす物性（モット絶縁体、磁性、非従来型超伝導など）について解説する。

授業計画

第１回：結晶中の電子状態（担当：ジェシュケ）
第２回：強束縛近似、結晶場（担当：ジェシュケ）
第３回：ワニア関数、フェルミ面、状態密度（担当：ジェシュケ）
第４回：電子相関とハートリー・フォック近似（担当：ジェシュケ）
第５回：密度汎関数理論（担当：ジェシュケ）
第６回：ハバード模型（担当：西山）
第７回：グリーン関数の積分表示と松原振動数（担当：西山）
第８回：グリーン関数の摂動展開とウイックの定理（担当：西山）
第９回：ダイソン方程式とフェルミ流体論（担当：西山）
第１０回：強結合展開（担当：西山）
第１１回：スピンゆらぎとフェルミ面のネスティング（担当：大槻）
第１２回：超伝導ゆらぎとクーパー不安定性（担当：大槻）
第１３回：乱雑位相近似（担当：大槻）
第１４回：スピンゆらぎによる非従来型超伝導（担当：大槻）
第１５回：揺らぎ交換近似（担当：大槻）
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する。

学生に対する評価

出席状況、レポート提出、演習の総合評価

授業科目名： 物理科学特別講義I	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 1単位	担当教員名：小林　達生 教授 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
本授業の主題は、極低温、強磁場、超高圧などの極限環境である。物性研究における低温、磁場、圧力の生成方法を学び、それらを用いた最先端の物質研究を理解することが到達目標である。

授業の概要
本講義では、極低温、強磁場、超高圧などの極限環境の生成方法と、それを用いた物性研究を解説する。

授業計画
第１回：極低温の生成方法
第２回：極低温での物性研究
第３回：強磁場の生成方法
第４回：強磁場での物性研究
第５回：超高圧の生成方法
第６回：超高圧での物性研究
第７回：極限環境下および複合極限下における最近の話題
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
その他、授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
出席状況、レポート提出の総合評価

授業科目名： 物理科学特別講義II	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 1単位	担当教員名：池田直 教授 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
本授業の主題は強相関電子系である。到達目標は、強相関電子系が示す多様な物性と機能について理解することである。

授業の概要
本授業では、強相関電子系が示す多様な物性と機能について体系的に論じ、特に高温超伝導、熱電変換、非線形伝導について解説する。

授業計画
第１回：強相関電子系とは何か
第２回：高温超伝導から始まった物理
第３回：ハバードモデルとモット転移
第４回：強相関電子系で探る非平衡平常状態
第５回：モット絶縁体の熱力学と熱電効果
第６回：強相関電子系による熱電変換
第７回：相の競合と本質的不均一
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
その他、授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
出席状況、レポート提出の総合評価

授業科目名： 物理科学特別講義III	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 1単位	担当教員名：吉村浩司 教授 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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、原子物理と量子光学の基礎と学んで、理解を深めるとともに、基礎物理へ応用を視野にいれた実験手法を習得することを到達目標にする。

授業の概要

近年の原子物理，量子光学における発展は目覚ましく、その多彩な実験手法を用いて様々な研究分野で数多くの成果が報告されている。最近、これらの成果に基づいた基礎物理の探求が注目されており 従来の枠にとらわれない独創的な手法により，さまざまな研究が行われ、素粒子・原子核物理の分野で革新的な進歩をもたらす可能性がひらけてきたので紹介する

授業計画

第１回：原子の構造、外場との相互作用
第２回：原子と光（電磁場）との相互作用
第３回：量子光学の基礎
第４回：コヒーレンスと超放射
第５回：原子を用いた基礎物理の紹介1(原子の電気双極子能率探索による時間反転不変性破れ)
第６回：原子を用いた基礎物理の紹介2(原子を用いたニュートリノ質量分光)
第７回：原子を用いた基礎物理の紹介3(原子時計技術を用いた物理定数の時間変化の検出)

テキスト

なし。

参考書・参考資料等

B.H. Bransden (著), C.J. Joachain (著):Physics of Atoms and Molecules, 2nd ed., Pearson, ISBN 978-0582356924

D. BUdker(著), D.F.Kimball(著), D. P.DeMille(著) Atomic Physics 2nd Ed. OXFORD UNIVERSITY PRESS, ISBN 978-0-19-953241-4

学生に対する評価

出席および授業中の質問（50%）、レポート（50%）

授業科目名： 物理科学特別講義IV	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 石野宏和　教授
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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・素粒子・天文分野における最先端科学について講演し、最先端科学の知識を習得する。
ハドロンコライダーの物理について学ぶ。

授業の概要
最先端の宇宙・素粒子・天文やハドロンコライダー物理について学ぶ。

授業計画
第１回：　ハドロンコライダーの物理
第２回：　高エネルギー散乱の測定量
第３回：　ハドロン散乱の主なプロセス
第４回：　パートン密度
第５回：　ハードなパートン散乱の終状態
第６回：　ソフトな散乱
第７回：　QCDに起因する不定性と測定精度・系統誤差
第８回：　ジェットの同定

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を配布する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（20%）、演習課題レポート（80%）

授業科目名： 物理科学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：野上由夫 教授　池田直 教授 担当形態：複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

本演習授業の主題は、物理科学の各分野の重要話題について詳しく学習したあとに、学生自ら発表し、高いレベルの物理科学の知識を習得する。この内容は大学院の特別研究と密接に関連しており，研究の効率的な実施と修士論文執筆に供することが到達目標である。

授業の概要

毎回2名の学生が発表し、2名が座長を行う。発表は20分前後であり、パワーポイントを用いて行なう。質疑応答を活発に行なった後、教員が講評を述べる。本演習授業では，超伝導、強相関物質、ニュートリノなどを具体的なテーマとして取り上げ，発表型アクティブラーニングによってその理解を深め，習得してゆく。

授業計画

第１回：多体量子場の理論とダイアグラム展開手法の発表
第２回：電子構造計算法についての発表
第３回：周期ポテンシャルの中の電子状態についての発表
第４回：超伝導渦糸状態についての発表
第５回：宇宙背景放射の温度ゆらぎと偏光の生成の発表
第６回：ニュートリノ振動についての発表
第７回：ニュートリノ天文学についての発表
第８回：動的平均場理論についての発表
第９回：電荷密度波についての発表
第１０回：電子相関と磁性についての発表
第１１回：非従来型超伝導についての発表
第１２回：宇宙背景放射の検出器システムに関する発表
第１３回：太陽ニュートリノと原子炉ニュートリノについての発表
第１４回：密度汎関数理論についての発表
第１５回：スピンホール効果についての発表
第１６回：　ベリー位相、ベリー曲率についての発表
第１７回：宇宙背景放射のデータ解析に関する発表
第１８回：近藤効果についての発表
第１９回：整数量子ホール効果についての発表
第２０回：宇宙背景放射と重力波についての発表
第２１回：　ホール伝導率、チャーン数についての発表
第２２回：スピン拡散についての発表
第２３回：スピンポンピングについての発表
第２４回：トポロジカル絶縁体についての発表
第２５回：異常ホール効果についての発表
第２６回：大気ニュートリノと加速器ニュートリノについての発表
第２７回：スピンゼーベック効果についての発表
第２８回：　バルクエッジ対応についての発表
第２９回：　トポロジカル半金属、ワイル半金属についての発表
第３０回：トポロジカル超伝導についての発表
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する。

学生に対する評価

各授業時間における発表（80%）、質疑応答等（20%）

授業科目名： 量子構造物性学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：野上由夫 教授　近藤隆祐 准教授 担当形態：複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

本演習授業の主題は、量子効果が顕著な物質について構造と量子物性との関連を輪講により少人数で詳しく学習したあとに、学生自ら発表し、高いレベルの量子物性の知識を習得する。この内容は大学院の実験研究のテーマと密接に関連しており、特別研究のための理論的基礎を理解させ、研究の効率的な実施と、修士論文執筆に供することが到達目標である。

授業の概要

固体物質の示す多彩な量子物性は、最近その数理的な解析が著しく進んでいるが、その物質の結晶構造および電子構造などの対称性と密接に関連している事がわかっている。本演習授業では、その足跡を少人数発表型アクティブラーニングにより詳細にたどり、一歩一歩習得してゆく。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：周期ポテンシャルの中の電子状態についての輪講
第３回：周期ポテンシャルの中の電子状態についての発表
第４回：ブロッホ電子についての輪講
第５回：ブロッホ電子についての発表
第６回：強結合近似についての輪講
第７回：強結合近似についての発表
第８回：電荷密度波についての輪講
第９回：電荷密度波についての発表
第１０回：電子構造計算法についての輪講
第１１回：電子構造計算法についての発表
第１２回：電磁場とモノポールについての輪講
第１３回：電磁場とモノポールについての発表
第１４回：ベリー位相、ベリー曲率についての輪講
第１５回：ベリー位相、ベリー曲率についての発表
第１６回：整数量子ホール効果についての輪講
第１７回：整数量子ホール効果についての発表
第１８回：異常ホール効果についての輪講
第１９回：異常ホール効果についての発表
第２０回：ホール伝導率、チャーン数についての輪講
第２１回：ホール伝導率、チャーン数についての発表
第２２回：バルクエッジ対応についての輪講
第２３回：バルクエッジ対応についての発表
第２４回：スピンホール効果についての輪講
第２５回：スピンホール効果についての発表
第２６回：トポロジカル絶縁体についての輪講
第２７回：トポロジカル絶縁体についての発表
第２８回：トポロジカル半金属、ワイル半金属についての輪講
第２９回：トポロジカル半金属、ワイル半金属についての発表
第３０回：トポロジカル物質と対称性の輪講
定期試験は実施しない。

テキスト

なし。

参考書・参考資料等

スピン流とトポロジカル絶縁体（斎藤英治、村上修一著）。その他、授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

各授業時間における発表（80%）、質疑応答等（20%）

授業科目名： 量子物質物理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 味野道信　教授
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
テーマは物質の量子効果やスピン系の時空間での相関。到達目標は，磁性体における実験により関連分野の研究を進める知識と能力を修得する。

授業の概要
物質の量子的な性質について、電子スピン共鳴や磁気光学的特徴から実験的に観測する手法を関連論文の輪講を通して理解し､応用することを考える。

授業計画　（担当　：　味野）
第1回：強磁性体と反共磁性体のスピン構造についての輪講
第2回：強磁性体と反共磁性体のスピン構造についての発表
第3回：強磁性体マグノンにつての輪講
第4回：強磁性体マグノンにつての発表
第5回：マグノンの熱平衡状態における緩和現象についての輪講
第6回：マグノンの熱平衡状態における緩和現象についての発表
第7回：マグノンの非線形緩和現象についての輪講
第8回：マグノンの非線形緩和現象についての発表
第9回：強磁性マグノンの非線形励起についての輪講
第10回：強磁性マグノンの非線形励起についての発表
第11回：反共磁性体マグノンの非線形励起についての輪講
第12回：反共磁性体マグノンの非線形励起についての発表
第13回：非平衡状態でのマグノン緩和（定常状態）についての輪講
第14回：非平衡状態でのマグノン緩和（定常状態）についての発表
第15回：非平衡状態でのマグノン緩和（周期振動と非周期振動状態についての輪講
第16回：非平衡状態でのマグノン緩和（周期振動と非周期振動状態についての発表
第17回：マグノン系におけるカオス状態観測　（低次元カオス）についての輪講
第18回：マグノン系におけるカオス状態観測　（低次元カオス）についての発表
第19回：マグノン系に受けるカオス状態（高次元カオス）についての輪講
第20回：マグノン系に受けるカオス状態（高次元カオス）についての発表
第21回：マグノンとマイクロ波フォトンの非線形結合系についての輪講
第22回：マグノンとマイクロ波フォトンの非線形結合系についての発表
第23回：磁区構造（フラクタル構造）についての輪講
第24回：磁区構造（フラクタル構造）についての発表
第25回：磁区構造の緩和現象（カオス的振動）についての輪講
第26回：磁区構造の緩和現象（カオス的振動）についての発表
第27回：マイクロ波デバイスへの応用についての輪講
第28回：マイクロ波デバイスへの応用についての発表
第29回：磁気光学デバイスへの応用 についての輪講
第30回：磁気光学デバイスへの応用 についての発表

定期試験は実施しない。

テキスト
　なし

参考書・参考資料等
　授業中に適宜関連論文を指定し、資料を配付する。

学生に対する評価
　プレゼンテーション、演習課題の総合評価

授業科目名： 機能電子物理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：池田直 教授　神戸高志 准教授 担当形態：複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
本演習授業の主題は、磁性、超伝導、誘電性などを示す機能性物質について学ぶために、結晶のもつ対称性や機能性物質の電子構造を詳しく学習したあとに、学生自ら発表し、高いレベルの機能電子物性の知識を習得する。この内容は大学院の実験研究のテーマと密接に関連しており、特別研究のための理論的基礎を理解させ、研究の効率的な実施と、修士論文執筆に供することが到達目標である。

授業の概要
固体物質の示す多彩な機能性は、最近その数理的な解析が著しく進んでいるが、その物質の結晶構造および電子構造などの対称性と密接に関連している。本演習授業では、少人数発表型アクティブラーニングにより詳細にたどり、一歩一歩習得してゆく。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：結晶のもつ対称性についての輪講
第３回：結晶のもつ対称性と並進対称の関係についての講義
第４回：結晶のもつ対称性とブラベー格子についての講義
第５回：結晶のもつ対称性についての発表
第６回：空間群についての輪講
第７回：空間群の定義の講義
第８回：空間群の対称要素と相転移に関する講義
第９回：空間群についての発表
第１０回：各自研究予定の物質の結晶構造についての発表
第１１回：結晶の対称性と物理的性質についての輪講
第１２回：結晶の対称性と波動関数についての講義
第１３回：結晶の対称性といくつかの量子現象についての講義
第１４回：結晶の対称性と物理的性質についての発表
第１５回：相転移と構造変化についての輪講
第１６回：相転移と構造変化の基礎に関する講義
第１７回：相転移と構造変化とランダウ理論の講義
第１８回：相転移と構造変化についての発表
第１９回：配位子場理論と磁気相互作用についての輪講
第２０回：配位子場理論と波動関数の関係に関する講義
第２１回：配位子場理論と磁気相互作用に関する講義
第２２回：配位子場理論と磁気相互作用についての発表
第２３回：強相関電子系の軌道模型についての輪講
第２４回：強相関電子系の軌道模型についての発表
第２５回：低次元磁性、フラストレーション磁性についての輪講
第２６回：低次元磁性、フラストレーション磁性についての発表
第２７回：電気磁気効果についての輪講
第２８回：電気磁気効果についての発表
第２９回：機能性物質の物性に関する測定手段について輪講
第３０回：機能性物質の物性に関する測定手段について発表
定期試験は実施しない。

テキスト
　なし。

参考書・参考資料等
結晶学と構造物性（野田幸男著）。相関電子と軌道自由度（石原純夫（著））
　その他、授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
　各授業時間における発表（80%）、質疑応答等（20%）

授業科目名： 極限物性物理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：小林達生教授、荒木新吾准教授、秋葉和人助教 担当形態：複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
本演習授業の主題は、極低温・強磁場・高圧の極限環境下の物性を輪講と論文講読により少人数で詳しく学習し、物性物理学を自ら習得する。この内容は大学院の実験研究と密接に関連しており、修士論文執筆に供することが到達目標である。

授業の概要
極低温・強磁場・高圧の極限環境で誘起される物質の相転移と、その物理についての論文を読み、それに関する教科書を輪講する。本演習授業では、少人数発表型アクティブラーニングにより、一歩一歩習得してゆく。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：磁気モーメント（輪講）
第３回：スピンの量子力学（輪講）
第４回：孤立した磁気モーメント（輪講）
第５回：フント則とL-S結合（輪講）
第６回：フント則とL-S結合（演習）
第７回：結晶場（輪講）
第８回：結晶場（演習）
第９回：交換相互作用（輪講）
第１０回：交換相互作用（演習）
第１１回：磁気秩序と磁気構造（輪講）
第１２回：磁気秩序と磁気構造（演習）
第１３回：秩序と対称性の破れ（輪講）
第１４回：秩序と対称性の破れ（演習）
第１５回：金属の磁性（輪講）
第１６回：金属の磁性（演習）
第１７回：競合する相互作用（輪講）
第１８回：競合する相互作用（演習）
第１９回：低次元磁性（輪講）
第２０回：低次元磁性（演習）
第２１回：磁場誘起相転移（輪講）
第２２回：磁場誘起相転移（論文講読）
第２３回：極低温物性（輪講）
第２４回：極低温物性（論文講読）
第２５回：圧力誘起相転移（輪講）
第２６回：圧力誘起相転移（論文講読）
第２７回：圧力誘起超伝導（輪講）
第２８回：圧力誘起超伝導（論文講読）
第２９回：超高圧下の高温超伝導（輪講）
第３０回：超高圧下の高温超伝導（論文講読）
定期試験は実施しない。

テキスト
なし。

参考書・参考資料等
固体の磁性（Stephen Blundell著）。その他、授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
各授業時間における発表（80%）、質疑応答等（20%）

授業科目名： 低温物性物理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名 :鄭国慶 教授, 川崎慎司 准教授, 俣野和明助教 担当形態：複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

本演習授業の主題は、低温を舞台とした様々な物理現象を、量子力学を用いて輪講により少人数で詳しく学習したあとに、学生自ら発表し、高いレベルの量子物性の知識を習得することである。この内容は大学院の実験研究のテーマと密接に関連しており、特別研究のための理論的・実験的基礎を理解させ、研究の効率的な実施と、修士論文執筆に供することが到達目標である。

授業の概要

低温では超伝導、超流動や磁気秩序など多様な物理現象が観測される。それらは室温では熱励起によって隠されていた基底状態であり、量子的な性質が色濃く現れる。本演習授業では、低温における様々な物理現象とその原理を自ら調べ、議論することにより理解を深めることを目的とする。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：低温での電子の振る舞いについての輪講
第３回：低温での電子の振る舞いについての発表
第４回：低温での電気抵抗・比熱についての輪講
第５回：低温での電気抵抗・比熱についての発表
第６回：低温技術についての輪講１：３Ｈｅ冷凍機
第７回：低温技術についての発表１：３Ｈｅ冷凍機
第８回：低温技術についての輪講２：３Ｈｅ－４Ｈｅ希釈冷凍機
第９回：低温技術についての発表２：３Ｈｅ－４Ｈｅ希釈冷凍機
第１０回：強相関電子系についての輪講
第１１回：強相関電子系についての発表
第１２回：磁気秩序についての輪講１：強磁性秩序
第１３回：磁気秩序についての発表１：強磁性秩序
第１４回：磁気秩序についての輪講２：反強磁性秩序
第１５回：磁気秩序についての発表２：反強磁性秩序
第１６回：重い電子系についての輪講
第１７回：重い電子系についての発表
第１８回：超流動についての輪講
第１９回：超流動についての発表
第２０回：超伝導についての輪講１：ＢＣＳ理論
第２１回：超伝導についての発表１：ＢＣＳ理論
第２２回：超伝導についての輪講２：非従来型超伝導１
第２３回：超伝導についての発表２：非従来型超伝導１
第２４回：超伝導についての輪講３：非従来型超伝導２
第２５回：超伝導についての発表３：非従来型超伝導２
第２６回：圧力技術に関する輪講
第２７回：圧力技術に関する発表
第２８回：トポロジカル物質についての輪講
第２９回：トポロジカル物質についての発表１：トポロジカル絶縁体
第３０回：トポロジカル物質についての発表２：トポロジカル超伝導
定期試験は実施しない。

テキスト

なし。

参考書・参考資料等

超伝導を詩う（鄭国慶, 岡大出版）。その他、授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

各授業時間における発表（80%）、質疑応答等（20%）

授業科目名： 量子物性物理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名：笠原 成 教授 木原 工 准教授 担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

本演習授業では、我々に最も近い量子力学の世界である固体の電子状態を主たる対象として、輪講による少人数での学習をし、学生自らによる発表を通じて、量子物性物理学の知識を習得していく。本演習授業は、大学院において研究を行うために必須となる物性物理学の基礎を理解し、研究の効率的実施に供することが目標である。

授業の概要

物性物理学あるいは凝縮系物理学とは、化学的に結合した多数の原子がつくる凝縮体（固体）を扱うものであり、物質の結晶構造とフォノン物性を学び、そこに繰り広げられる電子物性、即ち、電子構造を理解し、輸送現象や磁性などの諸物性に関する知識を身につける必要がある。これらを少人数発表形式の輪講により詳細に紐解いていく。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：固体における化学結合と結晶格子についての輪講
第３回：固体における化学結合と結晶格子についての発表
第４回：対称性と結晶構造についての輪講
第５回：対称性と結晶構造についての発表
第６回：周期構造からの回折と逆格子についての輪講
第７回：周期構造からの回折と逆格子についての発表
第８回：フォノン物性についての輪講
第９回：フォノン物性についての発表
第１０回：フォノンの熱的性質についての輪講
第１１回：フォノンの熱的性質についての発表
第１２回：フェルミ気体についての輪講
第１３回：フェルミ気体についての発表
第１４回：結晶中電子のバンド構造とブロッホ電子についての輪講
第１５回：結晶中電子のバンド構造とブロッホ電子についての発表
第１６回：ほとんど自由な電子についての輪講
第１７回：ほとんど自由な電子についての発表
第１８回：強束縛近似についての輪講
第１９回：強束縛近似についての発表
第２０回：結晶中電子の運動と有効質量についての輪講
第２１回：結晶中電子の運動と有効質量についての発表
第２２回：ボルツマン方程式と輸送現象についての輪講
第２３回：ボルツマン方程式と輸送現象についての発表
第２４回：熱電効果についての輪講
第２５回：熱電効果についての発表
第２６回：反磁性と常磁性についての輪講
第２７回：反磁性と常磁性についての発表
第２８回：交換相互作用についての輪講
第２９回：交換相互作用についての発表
第３０回：強磁性と反強磁性ついての輪講
定期試験は実施しない。

テキスト

なし。

参考書・参考資料等

固体物理学 (Harald Ibach, Hans Lüth 著)など。一つのテキストのみから学習するのではなく、様々な書籍、文献等を調べながら、物性物理学に関する見識を広げることが強く求められる。

学生に対する評価

各授業時間における発表（50%）、質疑応答等（50%）

授業科目名： 界面電子物理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数：4 単位	担当教員名：横谷尚睦 教授　村岡祐治 准教授　小林夏野 准教授 担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

本演習授業の主題は電子が、表面、界面、バルク、薄膜を舞台にしてどのように機能性を生み出すかについて理解することである。輪講により少人数で詳しく学習したあとに、学生自ら発表し、高いレベルの界面電子物理学に関する知識を習得する。この内容は大学院の実験研究のテーマと密接に関連しており、特別研究のための基礎を理解させ、研究の効率的な実施と、修士論文執筆に供することが到達目標である。

授業の概要

物質の示す物性は、結晶構造、電子状態、さらには局所構造と密接に関連している。本演習授業では、物性と結晶構造、電子状態、局所構造との関連に対する理解を、バルク、表面、界面、薄膜物質を題材として、少人数発表型アクティブラーニングにより、深める。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：固体の結晶構造についての輪講
第３回：固体の結晶構造についての発表
第２回：固体の電子物性についての輪講
第３回：固体の電子物性についての発表
第４回：固体の電子状態についての輪講
第５回：固体の電子状態についての発表
第６回：固体の局所構造についての輪講
第７回：固体の局所構造についての発表
第８回：表面の結晶構造についての輪講
第９回：表面の結晶構造についての発表
第１０回：表面の電子物性についての輪講
第１１回：表面の電子物性についての発表
第１２回：表面の電子状態についての輪講
第１３回：表面の電子状態についての発表
第１４回：表面の局所構造についての輪講
第１５回：表面の局所構造についての発表
第１６回：界面の結晶構造についての輪講
第１７回：界面の結晶構造についての発表
第１８回：界面の電子物性についての輪講
第１９回：界面の電子物性についての発表
第２０回：界面の電子状態についての輪講
第２１回：界面の電子状態についての発表
第２２回：界面の局所構造についての輪講
第２３回：界面の局所構造についての発表
第２４回：薄膜の結晶構造についての輪講
第２５回：薄膜の結晶構造についての発表
第２６回：薄膜の電子物性についての輪講
第２７回：薄膜の電子物性についての発表
第２８回：薄膜の電子状態についての輪講
第２９回：薄膜の電子状態についての発表
第３０回：薄膜の局所構造についての輪講と発表
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する。

学生に対する評価

各授業時間における（80%）、質疑応答等（20%）

授業科目名： 量子多体物理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：市岡優典 教授　ジェシュケ ハラルド オラフ 教授 大槻純也 准教授 安立裕人 准教授 担当形態：複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

本演習授業の主題は、量子多体系で発現する非従来型超伝導，磁性，計算物質科学，密度汎関数理論，スピン輸送現象などに関する話題を輪講により少人数で詳しく学習したあとに、学生自ら発表し、高いレベルの量子多体理論の知識を習得する。この内容は大学院の特別研究と密接に関連しており，研究の効率的な実施と修士論文執筆に供することが到達目標である。

授業の概要

計算機性能の向上とともに，量子多体系の理論解析手法は，近年著しい発展を示している。本演習授業では，超伝導の準古典理論，動的平均場理論，密度汎関数理論，そしてスピン輸送理論などを具体的なテーマとして取り上げ，少人数発表型アクティブラーニングによってその理解を深め，習得してゆく。

授業計画

第１回：多体量子場の理論とダイアグラム展開手法の輪講
第２回：多体量子場の理論とダイアグラム展開手法の発表
第３回：超伝導のBCS-Gor'kov理論についての輪講
第４回：超伝導のBCS-Gor'kov理論についての発表
第５回：非従来型超伝導についての輪講
第６回：非従来型超伝導についての発表
第７回：トポロジカル超伝導についての輪講
第８回：トポロジカル超伝導についての発表
第９回：超伝導渦糸状態についての輪講
第１０回：超伝導渦糸状態についての発表
第１１回：超伝導の準古典理論についての輪講
第１２回：超伝導の準古典理論についての発表
第１３回：密度汎関数理論についての輪講
第１４回：密度汎関数理論についての発表
第１５回：動的平均場理論についての輪講
第１６回：動的平均場理論についての発表
第１７回：電子相関と磁性についての輪講
第１８回：電子相関と磁性についての発表
第１９回：近藤効果についての輪講
第２０回：近藤効果についての発表
第２１回：スピン拡散についての輪講
第２２回：スピン拡散についての発表
第２３回：スピンホール効果についての輪講
第２４回：スピンホール効果についての発表
第２５回：スピントランスファートルクについての輪講
第２６回：スピントランスファートルクについての発表
第２７回：スピンポンピングについての輪講
第２８回：スピンポンピングについての発表
第２９回：スピンゼーベック効果についての輪講
第３０回：スピンゼーベック効果についての発表
定期試験は実施しない。

テキスト　　なし。

参考書・参考資料等

P. Coleman, Introduction to Many-Body Physics (Cambridge university press, 2015).
授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

各授業時間における発表（80%）、質疑応答等（20%）

授業科目名： 宇宙物理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：石野宏和　教授 スティーヴァーサマンサ　助教
			担当形態：複数
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
宇宙物理学の最前線の演習を行い、最先端研究技術を習得する。

授業の概要
宇宙物理学の最前線についての演習を実施する。

授業計画
第１回：　ガイダンス
第２回：　一般相対論的ボルツマン方程式の講義
第３回：　一般相対論的ボルツマン方程式の演習
第４回：　摂動が入ったボルツマン方程式の講義
第５回：　摂動が入ったボルツマン方程式の演習
第６回：　宇宙背景放射の温度揺らぎと偏光の生成の講義
第７回：　宇宙背景放射の温度ゆらぎと偏光の生成の演習
第８回：　宇宙背景放射の観測手法の概要に関する講義
第９回：　宇宙背景放射の観測手法の概要に関する演習
第１０回：　波動光学計測技術の講義
第１１回：　波動光学計測技術の演習
第１２回：　波動光学光学系技術の講義
第１３回：　波動光学光学系技術の演習
第１４回：　偏光変調技術の講義
第１５回：　偏光変調技術の演習
第１６回：　超伝導検出器の概要の講義
第１７回：　超伝導検出器の概要の演習
第１８回：　宇宙背景放射の検出器システムに関する講義
第１９回：　宇宙背景放射の検出器システムに関する演習
第２０回：　前景放射の概要の講義
第２１回：　前景放射の概要の演習
第２２回：　前景放射の除去の講義
第２３回：　前景放射の除去の演習
第２４回：　宇宙背景放射のデータ解析に関する講義
第２５回：　宇宙背景放射のデータ解析に関する演習
第２６回：　宇宙論パラメータに関する講義
第２７回：　宇宙論パラメータに関する演習
第２８回：　宇宙を支配する物理法則に関する講義
第２９回：　宇宙を支配する物理法則に関する演習
第３０回：　宇宙背景放射と重力波の講義
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布する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（80%）、レポート（20%）

授業科目名： 素粒子物理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 小汐由介　准教授
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
現代の素粒子物理学に習熟し、その手法を自ら使いこなせることを目標とする。

授業の概要
高エネルギー物理学で習得した量子電気力学をベースとし、強い相互作用、弱い相互作用、電弱相互作用などいわゆる素粒子の標準模型に習熟するとともに、各種反応断面積の計算を自ら行う。さらに最先端のニュートリノ物理学についても学習する。

授業計画
第１回：ガイダンス、口頭による量子電気力学の習熟度の確認
第２回：対称性と保存則、CPT変換
第３回：群論
第４回：対称性と群論について（演習）
第５回：強い相互作用の概観
第６回：ハドロン、バリオン、メソンの発見と分類
第７回：クォーク模型、グルーオン
第８回：クォーク・グルーオンが関わる断面積の計算（講義）
第９回：クォーク・グルーオンが関わる断面積の計算（演習）
第１０回：量子色力学（QCD）、漸近的自由性
第１１回：クォーク、グルーオン存在の実験的な証明
第１２回：強い相互作用のまとめと復習
第１３回：弱い相互作用の概観
第１４回：パリティの破れと V-A 型カレント
第１５回：弱い相互作用の奇妙な性質とウィークボソンの発見
第１６回：弱い相互作用が関わる断面積の計算（講義）
第１７回：弱い相互作用が関わる断面積の計算（演習）
第１８回：CP対称性の破れと小林益川理論
第１９回：素粒子物理学における群論
第２０回：弱い相互作用のまとめと復習
第２１回：ゲージ対称性、自発的対称性の破れ、ヒッグスメカニズム（講義）
第２２回：ゲージ対称性、自発的対称性の破れ、ヒッグスメカニズム（演習）
第２３回：電弱統一模型と素粒子の質量
第２４回：素粒子標準模型のまとめと復習
第２５回：素粒子標準模型を超えた現象（ニュートリノ振動）
第２６回：素粒子標準模型を超えた現象（大統一理論と陽子崩壊）
第２７回：素粒子と宇宙
第２８回：最新のニュートリノ物理学（大気ニュートリノと加速器ニュートリノ）
第２９回：最新のニュートリノ物理学（太陽ニュートリノと原子炉ニュートリノ）
第３０回：ニュートリノ天文学
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布する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（80%）、レポート（20%）

授業科目名： 量子宇宙基礎物理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名：吉村浩司教授，植竹智 准教授，吉見彰洋准教授 担当形態：複数
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
本演習授業の主題は，量子宇宙物理学の基礎となる光の量子論および原子と光の相互作用について深く理解し，量子論の高いレベルの知識を習得することである．この内容は大学院の実験研究のテーマと密接に関連しており，特別研究を進めるための理論的基礎を身につけ，研究の効率的な実施と修士論文執筆へと応用していくことが到達目標である．

授業の概要
場の量子論へとつながる光の量子論についての専門的知識を，少人数によるアクティブラーニングにより習得していく

授業計画
第１回：粒子と場・離散力学系と連続力学系についての輪講・調査研究
第２回：粒子と場・離散力学系と連続力学系についての発表
第３回：古典的なスカラー場についての輪講・調査研究
第４回：古典的なスカラー場についての発表
第５回：古典的なMaxwell場についての輪講・調査研究
第６回：古典的なMaxwell場についての発表
第７回：量子力学におけるベクトルポテンシャルについての輪講・調査研究
第８回：量子力学におけるベクトルポテンシャルについての発表
第９回：古典的な輻射場についての輪講・調査研究
第１０回：古典的な輻射場についての発表
第１１回：生成消滅演算子・個数演算子についての輪講・調査研究
第１２回：生成消滅演算子・個数演算子についての発表
第１３回：量子化された輻射場についての輪講・調査研究(基礎)
第１４回：量子化された輻射場についての発表(基礎)
第１５回：量子化された輻射場についての輪講・調査研究(発展)
第１６回：量子化された輻射場についての発表(発展)
第１７回：原子による光子の輻射と吸収についての輪講・調査研究(基礎)
第１８回：原子による光子の輻射と吸収についての発表(基礎)
第１９回：原子による光子の輻射と吸収についての輪講・調査研究(発展)
第２０回：原子による光子の輻射と吸収についての発表(発展)
第２１回：Rayleigh散乱，Thomson散乱，Raman散乱についての輪講・調査研究(基礎)
第２２回：Rayleygh散乱，Thomson散乱，Raman散乱についての発表(基礎)
第２３回：Rayleigh散乱，Thomson散乱，Raman散乱についての輪講・調査研究(発展)
第２４回：Rayleygh散乱，Thomson散乱，Raman散乱についての発表(発展)
第２５回：共鳴散乱と輻射減衰についての輪講・調査研究
第２６回：共鳴散乱と輻射減衰についての発表
第２７回：分散関係と因果律についての輪講・調査研究(基礎)
第２８回：分散関係と因果律についての発表(基礎)
第２９回：分散関係と因果律についての輪講・調査研究(発展)
第３０回：分散関係と因果律についての発表(発展)
定期試験　なし

テキスト
なし

参考書・参考資料等
J.J. Sakurai, Advanced Quantum Mechanics

学生に対する評価
各授業時間における発表（80%），質疑応答など（20%）

授業科目名： 放射光科学実習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数：２ 単位	担当教員名：横谷尚睦 教授 野上由夫 教授　池田直 教授 村岡祐治 准教授
			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
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

本実習授業の主題は、物質科学の先端的研究に不可欠となっている放射光であり、放射光の原理や研究例に関する講義と放射光を利用した実習により、放射光の原理および特性を理解するとともに、典型的な放射光実験の習得を目指す。

授業の概要

固体物質の示す多彩な物性は、その物質の結晶構造および電子構造と密接に関連している。近年第三世代放射光施設の利用により物質の結晶構造および電子構造がより精密に研究できるようになるなど、放射光は物性発現のメカニズム解明に極めて有用なツールとして活用されている。本実習では、放射光の原理と放射光を使った先端研究に対する講義と放射光施設を使った典型的な放射光実験の実習を行う。

授業計画

第１回：ガイダンス（担当：横谷）
第２回：放射光の発生に関する講義（担当：池田）
第３回：ビームラインに関する講義（担当：池田）
第４回：X線検出に関する講義（担当：池田）
第５回：X線イメージングに関する講義（担当：池田）
第６回：X線回折に関する講義（担当：野上）
第７回： XAFSに関する講義（担当：村岡）
第８回：光電子分光に関する講義（担当：横谷）
第９回：X線レーザーに関する講義（担当：野上）
第１０回：X線回折に関する実習（担当：野上）
第１１回：X線回折に関するデータ解析（担当：野上）
第１２回：XAFSに関する実習（担当：村岡）
第１３回：XAFSに関するデータ解析（担当：村岡）
第１４回：光電子分光に関する実習（担当：横谷）
第１５回：光電子分光に関するデータ解析（担当：横谷）
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する。

学生に対する評価

講義および実習に関するレポート（100%）

授業科目名： 先端基礎科学プログラミング実習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 石野宏和 教授
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
非常勤講師を招き、宇宙・素粒子・天文分野での最先端基礎科学で利用されるデータサイエンスのプログラミング実習を行い、その技術を習得する。

授業の概要
非常勤講師の専門分野で利用されるデータ処理技術の実践的なプロがミング実習を行う。

授業計画
第１回：　専門分野の紹介
第２回：　専門分野でのデータの種類
第３回：　データ処理技術
第４回：　データ処理プログラミング
第５回：　データ処理プログラミングの実データへの適用
第６回：　シミュレーションの概要
第７回：　シミュレーションデータ処理
第８回：　シミュレーションの実データ援用
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布する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（20%）、演習問題レポート（80%）

授業科目名： 固体物性化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 後藤和馬
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
固体の核磁気共鳴法に関する原理と応用方法を学ぶ。固体核磁気共鳴法の原理を理解し、それを記述している学術誌等を読み評価できるようになることを目的とする。

授業の概要
固体の核磁気共鳴法（NMR）について講義する。

授業計画
第１回 ガイダンス
第２回 巨視的磁化の挙動
第３回 振動磁場と回転磁場
第４回 フーリエ変換
第５回 NMR装置
第６回 スピン状態ベクトル
第７回 期待値と密度行列
第８回 多スピン系の演算子
第９回 スピン系の時間発展
第１０回 スピンの相互作用
第１１回 巨視的磁化のふるまい（密度演算子）
第１２回 演習発表（サブテキスト第１章 イントロダクション）
第１３回 演習発表（サブテキスト第２章 NMRの基礎理論）
第１４回 演習発表（サブテキスト第３章 スピン1/2核の振る舞い）
第１５回 演習発表（サブテキスト第４章 固体NMRの量子論）
定期試験は実施しない。

テキスト
磁気共鳴―NMR －核スピンの分光学－（新・物質科学ライブラリ16）″, 竹腰 清乃理, サイエンス社

参考書・参考資料等
SOLID-STATE NMR basic principles & practice", D.C.Apperley et al., Momentum

学生に対する評価
出席（50%）演習発表の評価（50%）

授業科目名： 赤外分光化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2 単位	担当教員名： 唐　健
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
赤外分光法の原理を理解する

授業の概要
振動回転スペクトルの原理と気相分子を観測する赤外分光法について概説する

授業計画
第１回：赤外スペクトル
第２回：ラマンスペクトル
第３回：二原子分子の非調和性
第４回：二原子分子の振動回転分光（赤外スペクトル）
第５回：二原子分子の振動回転分光（ラマンスペクトル）
第６回：多原子分子の基準振動
第７回：分子の対称性と点群
第８回：グループ振動
第９回：振動遷移の選択率
第１０回：直線分子の振動回転分光
第１１回：対称コマ分子の振動回転分光
第１２回：球対称コマ分子の振動回転分光
第１３回：非対称コマ分子の振動回転分光
第１４回：多原子分子の非調和性
第１５回：一つ以上の最小値を持つ振動ポテンシャル関数
定期試験

テキスト
Modern Spectroscopy by J. M. Hollas, John Wiley & Sons, Ltd (2004)

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を配付する

学生に対する評価
定期試験（80%）、毎回の授業の最後に提出する小レポート（20%）

授業科目名： 統計熱力学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 甲賀研一郎
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

熱力学の原理に関する理解を深め、熱力学の中で相平衡、溶液物性、化学平衡を理解する．次に，統計力学の基礎を理解し，簡単なモデル系の物性を調べることができるようになる．

授業の概要

熱力学第一，第二法則、第三法則，相平衡、溶液、化学平衡の理論，
統計力学の基礎を学ぶ．さらに発展として熱力学量のゆらぎ、非平衡熱力学の基礎を学ぶ．

授業計画

第１回：熱力学第一法則（仕事，熱）
第２回：熱力学第二法則（カルノーサイクル，絶対温度）
第３回：熱力学第二法則（エントロピー）
第４回：自由ネルギー
第５回：相平衡
第６回：相図
第７回：理想溶液
第８回：熱力学第三法則
第９回：熱力学量のゆらぎ（序論）
第１０回：熱力学量のゆらぎ（原理）
第１１回：熱力学量のゆらぎ（応用）
第１２回：Kirkwood-Buff理論（序論）
第１３回：Kirkwood-Buff理論（原理・応用）
第１４回：非平衡熱力学の基礎（序論）
第１５回：非平衡熱力学の基礎（原理）
定期試験

テキスト

なし

参考書・参考資料等

B. Widom著，甲賀研一郎訳「化学系の統計力学入門」（化学同人）

学生に対する評価

プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： 液体論特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 墨　　智 成 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
液体の統計力学(液体論)の基礎を理解し、分布関数(液体の構造)と熱力学量(自由エネルギーなど)を計算する方法を学ぶ

授業の概要
単純液体の大分配関数の汎関数微分から分布関数を導入する。密度汎関数理論に基づき、オイラー・ラグランジュ方程式を導く。等方均一系の対相関関数とある外場の下での密度分布関数との厳密な関係式を証明する。最終的にOrnstein-Zernike(OZ)方程式とhyper-netted chain (HNC)クロージャーによる積分方程式を導出する。

授業計画
第１回：密度汎関数理論の概要
第２回：単純液体の大分配関数と一体分布関数
第３回：単純液体の大分配関数と二体分布関数
第４回：単純液体の密度汎関数理論：オイラーラグランジュ方程式
第５回：単純液体の密度汎関数理論：一体密度方程式
第６回：単純液体のパーカスの関係式の導出
第７回：単純液体のパーカスの関係式の適用
第８回：Hyper-netted chain近似
第９回： Ornstein-Zernike積分方程式
第１０回：単純液体のグランドポテンシャルと溶媒和自由エネルギー
第１１回：Weighted-density approximationの導出
第１２回：Weighted-density approximationの適用
第１３回：Reference-modified density functional theoryの導出
第１４回：Reference-modified density functional theoryの応用
第１５回：応用例の紹介
定期試験は実施しない。

テキスト
Theory of simple liquids; 2nd ed., J.-P. Hansen and I. R. McDonald, Academic Press, London (1990).

参考書・参考資料等

学生に対する評価
レポートにより評価する。

授業科目名： 理論計算化学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 篠田　渉 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
材料設計や分子設計の基礎としての分子・原子系の計算機シミュレーションについて、原理と応用を基礎から学び、基礎力に加えて応用力、創造力・総合力・俯瞰力を涵養する。

授業の概要
分子集合系、溶液系の分子シミュレーションの基礎的な内容を学び、さらに自由エネルギー計算の様々な手法、サンプリング効率を上げるための拡張アンサンブル法など、先端的な計算手法について学ぶ。

授業計画
第１回：分子シミュレーションの概要
第２回：分子運動の古典力学　①解析力学の基礎
第３回：分子運動の古典力学　②剛体回転運動
第４回：分子間相互作用
第５回：運動方程式の数値解法
第６回：長距離相互作用の計算手法
第７回：各種アンサンブルの生成
第８回：拘束条件付きの運動方程式の数値解法
第９回：計算で求められる物理量　①静的物性
第１０回：計算で求められる物理量　②動的性質
第１１回：自由エネルギー計算　①静的な方法
第１２回：自由エネルギー計算　②動的な方法
第１３回：自由エネルギー計算　③反応座標
第１４回：拡張アンサンブル
第１５回：非平衡分子シミュレーション
定期試験は実施しない

テキスト　なし

参考書・参考資料等
コンピュータ・シミュレーションの基礎[第2版]　岡崎進・吉井範行著　化学同人
Understanding Molecular Simulation, 2nd ed. D. Frenkel, B. Smit, Academic Press
Computer Simulation of Liquids, 2nd ed. M. P. Allen, D. J. Tildesley, Oxford Univ. Press

学生に対する評価
レポート(100%)

授業科目名： 複雑系化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 松本　正和
			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 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
化学におけるデータサイエンス技能を学ぶ

授業の概要
Python言語を用いた最先端のデータサイエンス技術に関し、背景となる理論と応用を学ぶ。

授業計画
第１回：Python言語の概要、実行環境の準備
第２回：基本的なデータ型の利用
第３回：高度なデータ型の利用(numpy)
第４回：記号演算(sympy)
第５回：グラフのプロット(matplotlib)
第６回：画像データの処理(OpenCV)
第７回：グラフ理論(NetworkX)
第８回：解析データの入出力
第９回：信号処理(scipy)
第１０回：分子シミュレーションのデータ処理
第１１回：機械学習1: 概要
第１２回：機械学習2: 次元削減
第１３回：機械学習3: 回帰
第１４回：機械学習4: 教師あり学習
第１５回：機械学習5: 分類
定期試験

テキスト
Pythonデータサイエンスハンドブック(J. VanderPlas著、オライリー刊)

参考書・参考資料等
なし

学生に対する評価
各自の作成したプログラム(80%)、最終レポート(20%)

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	単位数： ２単位	担当教員名： 岡本秀毅
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

分子は励起状態において，基底状態とは全く異なる反応を示す。励起分子が示す物理的，化学的特性は科学的な観点のみならず，色素や機能物質に広く応用されて来た。本授業では，励起分子の物理的，化学的振る舞いを理解するための基礎となる，光物理および光化学反応過程の概要を講義する。分子軌道の対称性が支配する協奏的反応反応の機構（Woodward-Hoffmann則）の基礎を理解し，基本的なペリ環状を説明できる。光物理過程と光化学反応の基礎を取得し光が関与する有機分子のふるまいに関する知見を得る。

授業の概要

(1) 共役系化合物の協奏的反応の機構（Woodward-Hoffmann則）について，分子軌道の対称性の観点から解説する。(2)有機化合物の光物理過程に関して概説する。(3)光が関与する化学反応に関して概要を講義する。

授業計画

第１回：分子軌道と有機反応の概念
第２回：Woodward-Hoffmann則の基礎（１）ポリエンの反応
第３回：Woodward-Hoffmann則の基礎（２）環化付加反応
第４回：光の吸収と発光
第５回：アルケンの光化学反応（１）光異性化反応
第６回：アルケンの光化学反応（２）環化付加反応
第７回：カルボニル化合物の光化学反応（１）Norrish I型反応
第８回：カルボニル化合物の光化学反応（２）Norrish II型反応
第９回：芳香族化合物の光化学反応（１）原子価異性反応
第１０回：芳香族化合物の光化学反応（２）環化付加，置換反応
第１１回：発光色素
第１２回：光有機電子移動反応
第１３回：光機能物質に関するトピック
第１４回：最新のトピックス
第１５回：最終試験

テキスト

資料を配布する。

参考書・参考資料等

光化学フロンティアー未来材料を生む有機光化学の基礎・水野ほか[編]・化学同人
Modern Physical Organic Chemistry・E. V. Anslyn, D. A. Dougherty・University Science Books

学生に対する評価

最終試験/レポート(90%)，演習(10%)

授業科目名： 有機化学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 髙村浩由
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
有機合成における合成戦略および反応について、基礎的原理から応用例までを総合的に理解する。複雑な構造を持つ有機化合物を設計し、合成計画を立案できる知識を修得する。

授業の概要
有機合成における化学反応、化合物の反応性、反応の選択性、および合成計画の立案について学ぶ。

授業計画
第１回：1,3-ジカルボニル化合物および関連化合物
第２回：環状ケトンのアルキル化における立体化学
第３回：アルドール反応
第４回：エノールおよびエノラートの縮合反応
第５回：有機リチウム反応剤
第６回：有機銅反応剤
第７回：有機ホウ素反応剤
第８回：パラジウム触媒によるカップリング反応
第９回：炭素－炭素二重結合の形成
第１０回：炭素－炭素三重結合の形成
第１１回：ラジカルの分子内環化反応
第１２回：カチオン環化反応
第１３回：ペリ環状反応
第１４回：反応の選択性
第１５回：合成計画の立案
定期試験は実施しない。

テキスト
最新有機合成法　G.S.ツヴァイフェル、M.H.ナンツ著、檜山爲次郎訳　化学同人

参考書・参考資料等
有機合成化学　檜山爲次郎、大嶌幸一郎編著　東京化学同人

学生に対する評価
毎回の授業の最後に提出する小レポート（50%）、総合レポート（50%）

授業科目名： 合成化学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2 単位	担当教員名：門田　功 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
現代有機化学における様々な反応や合成などについて、具体的な例を学ぶ

授業の概要
標的化合物の合成に関し、逆合成の概念を初めとして立体配座の解析、様々な官能基変換、炭素－炭素結合形成反応など、基本的な反応と総合的な合成戦略を学ぶ。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：逆合成について
第３回：合成法の選択
第４回：配座解析
第５回：立体配座と立体選択性の関係
第６回：アルコール類の保護
第７回：カルボニル基の保護
第８回：炭素―炭素多重結合の保護
第９回：アルコールの酸化
第１０回：ベンジル位、アリル位の酸化
第１１回：カルボニル基の還元①：求核的反応剤
第１２回：カルボニル基の還元②：求電子反応剤
第１３回：炭素－炭素多重結合の反応
第１４回：エノラートの生成
第１５回：エノラートを用いる炭素－炭素結合の生成
定期試験は実施せず、必要に応じて適宜レポートを課す。

テキスト
必要に応じてプリント配布

参考書・参考資料等
G. S. Zweifel, M. H. Hants 著，檜山為次郎 訳「最新有機合成法」化学同人

学生に対する評価
出席状況とレポートから総合的に評価する。

授業科目名： 有機金属触媒化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 西原　康師
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

　この講義を受講することにより，将来，新規な材料化学物質を自らが設計，合成できる知識を確立する。

授業の概要

　触媒反応には大きく分けて２つの種類が存在する。１つは，気相と固相の間で行われる「不均一系触媒反応」であり，もう１つは，触媒を有機溶媒に溶けるようにし，液相中でおこなう「均一系触媒反応」である。「均一系触媒反応」のいくつかはファインケミカル（付加価値を有する化学物質）を合成する実用的な反応として化学工業において利用されている。本講義では、触媒反応の重要性を理解できるように、その内容について詳細に解説する。

授業計画

第1回　１章　有機金属化学と触媒反応①均一系触媒と不均一触媒
第2回　１章　有機金属化学と触媒反応②プロセスの変遷
第3回　２章　有機金属化学の反応機構①触媒サイクルの構築
第4回　２章　有機金属化学の反応機構②金属クラスター
第5回　３章　ヒドロホルミル化とその関連反応①反応プロセス
第6回　３章　ヒドロホルミル化とその関連反応②反応速度論
第7回　３章　ヒドロホルミル化とその関連反応③選択性を支配する要因
第8回　４章　酢酸とアセチル系化成品①エチレンの酸化
第9回　４章　酢酸とアセチル系化成品②メタノールのカルボニル化
第10回　４章　酢酸とアセチル系化成品③Monsanto 法
第11回　５章　ナイロン中間体①ヒドロシアノ化
第12回　５章　ナイロン中間体②反応機構
第13回　６章　オレフィンのオリゴマー化とポリマー化①SHOP 法
第14回　６章　オレフィンのオリゴマー化とポリマー化②ポリケトン合成
第15回　６章　オレフィンのオリゴマー化とポリマー化③オレフィン重合
定期試験

テキスト

ホワイマン著，碇屋，山田　訳「有機金属と触媒（化学同人，2003）」

参考書・参考資料等

適宜プリントを配布する。

学生に対する評価

成績評価は，毎回の小テスト（30点）（次回予定している範囲の中から２－５問出題する。つまり，この講義は予習を必要とする。尚，この小テストは出席点を含む），中間試験（30点），最終試験（40点）を総合的に評価しておこなう。

授業科目名： 有機材料化学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 森　裕樹
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

最先端のエレクトロニクスである有機半導体デバイスの分野を学ぶことで、有機合成化学、物理有機化学、理論計算化学、高分子化学など様々な分野の知識を融合し、機能性有機分子を生み出す知識と広い応用力の習得を目的とする。

授業の概要

有機電子デバイスは、シリコンデバイスに代わる次世代のエレクトロニクスとして注目されている。本講義では、有機電界効果トランジスタや有機 EL デバイス、色素増感太陽電池や有機薄膜太陽電池の基礎や原理を理解するとともに、これらを構成する有機半導体材料の設計や合成の知識を習得する。また、実際の応用例についても紹介する。

授業計画

第１回：有機半導体の基礎
第２回：有機 EL の原理と第一世代有機 EL
第３回：第二世代有機 EL と第三世代有機 EL
第４回：有機 EL ディスプレイと有機 EL 照明
第５回：有機電界効果トランジスタの基礎
第６回：有機電界効果トランジスタ用 p 型有機半導体の設計・合成
第７回：有機電界効果トランジスタ用 n 型有機半導体の設計・合成
第８回：有機薄膜太陽電池の基礎
第９回：有機薄膜太陽電池材料の設計と合成 (p 型半導体材料)
第１０回：有機薄膜太陽電池材料の設計と合成 (n 型半導体材料)
第１１回：有機薄膜太陽電池材料開発の現状
第１２回：色素増感太陽電池の基礎
第１３回：色素増感太陽電池材料開発の現状
第１４回：ペロブスカイト型太陽電池の基礎
第１５回：ペロブスカイト型太陽電池材料開発の現状
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する。

学生に対する評価

レポート（100%）で評価する。

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	単位数： ２単位	担当教員名： 田中　健太
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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、地球環境に配慮した新しい合成手法の開発及びそれを用いた効率的な有機合成反応の開発が求められている。本講義では、「光」を合成反応に利用する有機光化学反応、「電気」を合成反応に利用する有機電解合成反応について学ぶとともに、最新の研究動向について学習する。尚、本講義では有機光化学反応、有機電解合成反応について理解することを到達目標とする。

授業の概要
有機光化学反応、有機電解合成反応についてその基礎と応用について学ぶ。ついでフロー合成などの最新の研究について触れることにより幅広い知識を修得する。

授業計画
第１回：有機光化学の基礎
第２回：典型的な有機化合物の光化学反応
第３回：光誘起電子移動反応の基礎
第４回：光誘起電子移動反応の応用
第５回：有機光化学反応の展開
第６回：有機光化学反応の最新の動向
第７回：中間試験及び解説
第８回：有機電気化学の基礎
第９回：有機電極反応論
第１０回：有機電解合成論
第１１回：有機電解合成反応の最新動向
第１２回：フロー合成の基礎
第１３回：フロー合成を利用した光化学反応
第１４回：フロー合成を利用した電解合成反応
第１５回：光化学反応、有機電解合成反応の実験手法
定期試験を実施する

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
光化学フロンティア:未来材料を生む有機光化学の基礎，水野 一彦、宮坂 博、池田 浩，化学同人
有機電気化学−基礎から応用まで−，淵上寿雄、跡部真人、稲木信介，コロナ社
フロー・マイクロ合成：基礎から実際の合成・製造まで，吉田 潤一，化学同人

学生に対する評価
中間試験（30%）、定期試験（40%）、レポート（30%）

授業科目名： 表面物理化学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2 単位	担当教員名：山方　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
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
固体表面における化学反応やエネルギー変換のメカニズムを学ぶ

授業の概要
物質の表面や界面で起こる反応の基礎概念と物理化学的な現象について理解する。具体的には分子の吸着・拡散、ぬれ、接触、表面反応、界面電気化学などについて理解すると共にこれに関連した諸問題の理解を深める。

授業計画
第１回：表面の化学、吸着（表面・界面、吸着）
第２回：表面の構造（二次元格子、構造緩和、表面再構成）
第３回：表面の電子状態（バンド、表面電子構造、仕事関数）
第４回：電子論と吸着モデル（物理吸着、化学吸着）
第５回：金属表面の化学（金属表面の性質、反応性、振動分光）
第６回：半導体表面の化学（１）（半導体表面の性質）
第７回：半導体表面の化学（２）（半導体表面の化学反応）
第８回：表面ダイナミクス（１）（分子振動、拡散）
第９回：表面ダイナミクス（２）（反応・脱離、表面励起、薄膜成長）
第１０回：表面反応（分子の解離、吸着脱離平衡、吸着速度、表面化合物）
第１１回：固体触媒反応（固体触媒反応の概念とメカニズム、光触媒反応）
第１２回：酸化物表面の化学（酸化物表面の構造、金属微粒子の担持）
第１３回：表面の化学設計と機能（自己組織化、CNT、合金化、活性構造の設計と触媒作用）
第１４回：電気化学反応（酸化還元反応、電荷移動）
第１５回：表面光化学反応（光のエネルギー、光の吸収、光励起、電子移動）
定期試験は実施せず、必要に応じて適宜レポートを課す。

テキスト
必要に応じてプリント配布

参考書・参考資料等
岩澤康裕、中村潤児、福井賢一、吉信淳著「ベーシック表面化学」（化学同人）

学生に対する評価
出席状況とレポートから総合的に評価する。

授業科目名： 無機化学反応論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名：大久保貴広 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
無機ナノ材料の合成手法をコロイド・界面化学の立場から理解する。最終的に、無機ナノ材料を合成する際の基本的な概念を習得する。

授業の概要
コロイド・界面化学に関する基本的な知識を習得した後に、無機ナノ材料の基本的な合成戦略を系統的に学習する。

授業計画
第１回：ガイダンス：最先端無機材料
第２回：コロイドの分類と構造上の特徴
第３回：コロイド系の調製と精製
第４回：表面張力と界面張力
第５回：界面における吸着と配向
第６回：会合コロイドとミセル形成
第７回：単分子膜
第８回：固体表面への気体および蒸気の吸着
第９回：固体表面の組成と構造
第１０回：接触角と濡れの概念
第１１回：洗浄と溶液からの吸着
第１２回：電気二重層
第１３回：界面導電現象
第１４回：ナノ材料(1)：専門用語、歴史、合成方法、評価手法
第１５回：ナノ材料(2)：次元制御
定期試験は実施しない。

テキスト
シュライバー・アトキンス　無機化学（下）　(Weller, Overton, Rourke, Armstrong 著、田中、髙橋、安部、平尾、北川　訳、東京化学同人)

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（80%）およびレポート（20%）

授業科目名： 物性錯体化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 鈴木孝義
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
金属錯体の電子構造理論を学び、その構造及び物性を理解する。

授業の概要
金属錯体の構造と物性を理解するため、初めに角重なり模型や分子軌道法などの理論を学び、ついで構造と物性の測定方法とその解釈について解説する。

授業計画
第１回：錯体化学に用いられる対称性と群論の基礎
第２回：配位子場理論
第３回：各重なり模型
第４回：金属錯体の分子軌道計算
第５回：ｄ軌道の混成と金属フラグメント軌道
第６回：金属錯体のコンホメーション解析
第７回：X線構造解析法（粉末試料測定）
第８回：X線構造解析法（単結晶測定）
第９回：金属錯体の吸収スペクトル
第１０回：金属錯体のCDスペクトル
第１１回：金属錯体の赤外・ラマンスペクトル
第１２回：磁化率の測定
第１３回：金属錯体の磁気特性
第１４回：金属錯体の電気化学特性
第１５回：金属錯体の質量分析
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
大学院錯体化学（岩本・荻野・久司・山内 編、講談社サイエンティフィック）
Physical Inorganic Chemistry – A Coordination Chemistry Approach (S.F.A. Kettle, Oxford University Press)

学生に対する評価
毎回の授業中に行う理解度テスト（75%）、レポート（25%）

授業科目名： 分析化学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2 単位	担当教員名：金田　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
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

レーザーを利用する分析法に関する知識を身につけ、生体物質分析への応用方法について理解する。

授業の概要

レーザーの種類と特性、安全性、レーザーを利用する分析法の原理と測定法、並びに生体物質分析への応用について概説する。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：一般的なレーザーの種類と性質
第３回：レーザーの危険性と安全な使用
第４回：レーザーの光学的特性
第５回：レーザー分光法の概要
第６回：レーザー分光における光電素子の種類と特性
第７回：レーザー分光で用いられる光学部品の種類と特性
第８回：レーザー励起蛍光分析法
第９回：偏光解消蛍光分析法
第１０回：時間分解蛍光分析法
第１１回：生体物質の種類と性質
第１２回：レーザー分光法によるタンパク質分析
第１３回：レーザー分光法によるDNA分析
第１４回：レーザー分光法による糖分析
第１５回：レーザー分光法による単一分子計測
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する。

学生に対する評価

講義修了後にレポートを課す。授業における討論（40%）とレポート（60%）により評価する。

授業科目名： レーザー化学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 武安　伸幸
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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、光を利用した科学技術の進展は著しく、光を用いた先端技術について知る・理解することを目的とする。レーザーの原理・特徴と化学分野におけるその応用を学ぶ。

授業の概要
光の吸収・放出、増幅、分光技術、レーザー発振やレーザーを用いた計測法などを学習する。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：電磁波とは
第３回：光吸収・放出
第４回：線幅の広がり
第５回：線幅の広がりの抑制
第６回：分散素子（プリズム・回折格子）
第７回：フーリエ変換と干渉計
第８回：様々な波長域における光吸収計測
第９回：減衰全反射測定、原子吸光
第１０回：誘導結合プラズマ発光分光法、フラッシュフォトリシス
第１１回：レーザーの特徴、反転分布、共振器モード
第１２回：Ｑスイッチ、モードロック、高調波
第１３回：固体レーザー、ガスレーザー、色素レーザー
第１４回：ハイパーラマン分光法、誘導ラマン分光法
第１５回：多光子吸収、フェムト秒分光
定期試験は実施しない。

テキスト
“MODERN SPECTROSCOPY (4TH EDITION)” J. MICHAEL HOLLAS (WILEY)

参考書・参考資料等
授業で学習する章・節のコピーを配布する。

学生に対する評価
第１１回以降の授業では、担当教員と受講学生（グループ）とで分担を決め、担当内容のプレゼンを行い、その発表により評価する。

授業科目名： ナノ化学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 藤原正澄
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
ナノテクノロジーにおいて化学的手法が中心的な役割を担っていることを理解し，ナノテクノロジーやナノ科学に関する基本的な概念と利用例に関する知識を習得する。

授業の概要
ナノテクノロジーにおける化学の役割に関する基本的な知識を習得すると共に、実際の論文を読むことで理解を深化させる。

授業計画
第１回：ナノ構造の歴史（トップダウン法）
第２回：ナノ構造の種類
第３回：ナノ構造と他分野との関連
第４回：ナノ構造の作製について（トップダウン法）
第５回：ナノ構造の作製について（ボトムアップ法）
第６回：ナノ構造の作製について（その他の方法）
第７回：ナノ構造の性質（量子効果）
第８回：ナノ構造の性質（分散特性）
第９回：ナノ構造の性質（その他の性質）
第１０回：ナノ構造の特性評価について（サイズや組成の分析）
第１１回：ナノ構造の特性評価について（分光法）
第１２回：ナノ構造の特性評価について（顕微鏡法）
第１３回：ナノ構造の利用（物理分野）
第１４回：ナノ構造の利用（化学分野）
第１５回：ナノ構造の利用（生物分野）
定期試験は実施しない.

テキスト
特になし。配付資料あり。

参考書・参考資料等
特になし。配付資料あり。

学生に対する評価
授業中の発表内容（70%）と討論（30%）

授業科目名： 界面物性化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 江口 律子
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

・半導体デバイスの基礎として電界効果トランジスタの動作原理を学び理解する。

・有機材料や酸化物薄膜の電界効果による物性制御の研究例などから、物質界面における伝導特性や電子状態を知るための実験手法について学び、観測される伝導特性や電子状態を理解する。

授業の概要

電界効果トランジスタの基礎を学び、有機材料や酸化物薄膜の電界効果による物性制御の研究例を紹介する。物質界面における特異な伝導特性や電子状態ついて理解する。

授業計画

第１回：半導体の基礎：真性半導体
第２回：半導体の基礎：不純物半導体
第３回：キャリアの輸送現象
第４回：p-n接合
第５回：金属/酸化物/半導体(MOS)ダイオードの原理
第６回：MOS電界効果トランジスタの原理
第７回：有機材料を用いた電界効果トランジスタ
第８回：有機電界効果トランジスタに関する最近の研究
第９回：固体の電子状態と物性
第１０回：遷移金属酸化物の物性
第１１回：酸化物界面の物性
第１２回：電子状態を知るための実験の解説
第１３回： 伝導特性を知るための実験の解説
第１４回：酸化物界面に関する最近の研究
第１５回：界面物性に関する研究のまとめ
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

「半導体デバイス」(S. M. Sze) 他、授業時間内に指示する

学生に対する評価

レポートと講義中の演習によって評価を行う

授業科目名： 量子物性化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 後藤　秀徳
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
結晶中の電子を記述する方法を学び、グラフェンへ適用する。そのバンド構造に由来する特殊性な電子物性を理解し、グラフェンに関連する物質群の性質を学ぶ。

授業の概要
グラフェンを題材として、固体の電子物性を記述する基礎的理論を理解する。

授業計画
第１回：自由電子モデルによるバンド構造
第２回：ほとんど自由な電子モデルによるバンド構造
第３回：強束縛近似モデルによるバンド構造
第４回：グラフェンのバンド構造
第５回：相対論的量子力学
第６回：ベリー位相
第７回：グラフェンの電気伝導特性
第８回：グラフェンの磁気特性
第９回：一般的な半導体の電界効果トランジスタ
第１０回：グラフェンの電界効果トランジスタ
第１１回：様々な二次元物質の構造と性質
第１２回：量子ホール効果
第１３回：波動関数のトポロジー
第１４回：トポロジカル絶縁体のバンド構造
第１５回：トポロジカル絶縁体の伝導特性
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
一般的な固体物理の教科書。必要な参考資料は授業中に適宜配付する。

学生に対する評価
毎回のレポート提出

授業科目名： 分子科学演習（反応有機化学）	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 岡本秀毅
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
研究を遂行するために必要な文献の活用，有機分子の構造解析，計算化学，有機反応の解析などに関して実践的な技術を演習形式で行う．受講者が実際の研究活動の中で活用できる知識と技術を修得することを目標とする．

授業の概要
研究に関連する項目について，文献講読，受講者によるプレゼンテーションとグループディスカッションを含めて実践的に指導する

授業計画
第１回：文献情報の検索（１）データベースの活用法
第２回：文献情報の検索（２）データベース使用法の実際
第３回：文献情報の検索（３）文献情報の収集
第４回：有機分子の構造解析（１）スペクトル解析の基礎
第５回：有機分子の構造解析（２）スペクトルによる構造解析
第６回：有機分子の構造解析（３）構造解析演習
第７回：有機分子の構造解析（４）課題に対するグループディスカッション
第８回：計算化学の活用（１）分子のモデリング
第９回：計算化学の活用（２）分子構造最適化
第１０回：計算化学の活用（３）構造パラメータの抽出と評価
第１１回：計算化学の活用（４）電子スペクトル，振動スペクトルの計算
第１２回：計算化学の活用（５）励起状態分子の解析
第１３回：計算化学の活用（６）反応経路の解析
第１４回：計算化学の活用（７）課題に対するグループディスカッション
第１５回：中間レポート作成
第１６回：有機光反応の解析（１）光化学の基礎
第１７回：有機光反応の解析（２）光化学反応の実際
第１８回：有機光反応の解析（３）電子スペクトル解析
第１９回：有機光反応の解析（４）光化学反応実験法
第２０回：有機光反応の解析（５）課題に対するグループディスカッション
第２１回：有機反応の解析（１）ペリ環状反応
第２２回：有機反応の解析（２）多環状芳香族化合物の合成戦略
第２３回：有機反応の解析（３）多環芳香族化合物の反応と物性
第２４回：有機反応の解析（４）機能化アルケンの合成と反応
第２５回：有機反応の解析（５）反応機構解析
第２６回：有機反応の解析（６）課題に対するグループディスカッション
第２７回：最新の研究に関する話題（１）プレゼンテーション
第２８回：最新の研究に関する話題（２）グループディスカッション
第２９回：最新の研究に関する話題（３）レポート作成に関する指導
第３０回：　最終レポート作成

テキスト
使用しない。

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（50%）、レポート（50%）

授業科目名： 分子科学演習（分析化学）	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4 単位	担当教員名：金田　隆 武安　伸幸
			担当形態：複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
分析化学の研究を進める上で必要な技術や知識を修得する。

授業の概要
分析化学の研究において必要となる文献読解力、英語力、専門的な知識、プレゼンテーション能力、標準的な機器の使用法等を修得させるための演習を行う。

授業計画
第１回：分析化学の研究方法
第２回：ラボビューによるコンピュータープログラミング
第３回：C言語によるコンピュータープログラミング
第４回：分光光度分析装置の使用法と応用
第５回：蛍光光度分析装置の使用法と応用
第６回：電気泳動装置の使用法と応用
第７回：クロマトグラフィー装置の使用法と応用
第８回：マイクロプレートリーダーの使用法と応用
第９回：ペーパー分析素子の作製法と応用
第１０回：抗原抗体反応とイムノアッセイの実習
第１１回：酵素反応と酵素アッセイの実習
第１２回：DNA分析の実習
第１３回：細胞培養法の実習
第１４回：　ナノマテリアル合成の実習
第１５回：分析化学における最近の動向の調査方法
第１６回：英語専門誌の検索と読解
第１７回：分光分析に関する文献の紹介
第１８回：ナノマテリアルの合成に関する文献の紹介
第１９回：電気泳動法に関する文献の紹介
第２０回：分光分析に関する文献の紹介
第２１回：イムノアッセイに関する文献の紹介
第２２回：酵素アッセイに関する文献の紹介
第２３回：機能性ナノマテリアルに関する文献の紹介
第２４回：ペーパー分析素子に関する文献の紹介
第２５回：可搬型分析装置に関する文献の紹介
第２６回：日本語によるプレゼンテーション資料の作成
第２７回：日本語によるプレゼンテーション方法
第２８回：英語によるプレゼンテーション資料の作成
第２９回：英語によるプレゼンテーション方法
第３０回：発表の実際

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する。

学生に対する評価
演習課題の修得度とプレゼンテーションの内容によって評価する。

授業科目名： 分子科学演習 （界面化学）	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 後藤 秀徳、江口 律子 担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
・量子力学の基礎から復習し、固体物性を学ぶうえで必要な基礎的事項を再確認する。
・超伝導やトポロジカル絶縁体など、研究対象とする物質の基礎と物性を理解する。
・学生による学術論文紹介により最近の研究トピックを知り、新たに報告された物性やそれらを明らかにするための実験手法など、内容について議論し理解を深める。

授業の概要
専門書を用いた輪講や学術論文紹介などを通じて、学位取得のために行う特別研究に必要な知識を学ぶ。

授業計画
第１回： 量子力学のおさらいーシュレディンガー方程式
第２回： 量子力学のおさらいー空間対称性・軌道運動量
第３回： 量子力学のおさらいー相対論的シュレディンガー方程式とスピン
第４回： 量子力学のおさらいー相対論的シュレディンガー方程式の固有関数
第５回： 量子力学のおさらいースピン軌道相互作用
第６回： 量子力学のおさらいー第２量子化
第７回： 量子力学のおさらいー時間反転対称性とクラマース対
第８回： 固体物理学の基礎ー超伝導の概論
第９回： 固体物理学の基礎ー超伝導の理論（BCS理論）
第１０回： 固体物理学の基礎ー非従来型超伝導の概論
第１１回： トポロジカル絶縁体の基礎―ベリー位相について
第１２回： トポロジカル絶縁体の基礎―チャーン数について
第１３回： トポロジカル絶縁体の基礎―時間反転演算子とトポロジカル不変量
第１４回： トポロジカル絶縁体の基礎―空間反転対称性を持つ系
第１５回： トポロジカル絶縁体の基礎―３次元トポロジカル絶縁体
第１６回： トポロジカル超伝導の基礎―カイラル超伝導
第１７回： トポロジカル超伝導の基礎―キタエフモデルとトポロジカル超伝導
第１８回： トポロジカル超伝導の基礎―トポロジカル絶縁体の近接効果による超伝導
第１９回： トポロジカルディラック半金属概論
第２０回： トポロジカルワイル半金属概論
第２１回： トポロジカル絶縁体の化学
第２２回： トポロジカル量子物質のフェルミノロジー
第２３回： トポロジカル量子物質の応用
第２４回： 論文紹介：トポロジカル絶縁体の最近の研究―化学的側面から
第２５回： 論文紹介：トポロジカル絶縁体の最近の研究―デバイス研究的側面から
第２６回： 論文紹介：トポロジカル絶縁体の最近の研究ー物理的側面から
第２７回： 論文紹介：トポロジカル超伝導の最近の研究―物質科学的側面から
第２８回： 論文紹介：トポロジカル超伝導の最近の研究―デバイス研究的側面から
第２９回： 論文紹介：ディラック半金属の最近の研究
第３０回： 論文紹介：ワイル半金属の最近の研究
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
固体物理学の基礎（アシュクロフト、マーミン）、トポロジカル絶縁体入門（安藤陽一）他

学生に対する評価
プレゼンテーション、レポート、演習によって評価を行う

授業科目名： 分子科学演習 （構造化学）	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 後藤和馬
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
構造化学分野における最新の文献（論文）を各自が紹介し、内容についてディスカッションを行う。英語論文の読解力を養い、最先端研究の現状を理解することを目標とする。

授業の概要
毎回1～2名の学生が、本人が選んだ論文を紹介する。受講者は論文の内容のディスカッションに参加する。

授業計画
第１回 ガイダンス
第２回 固体NMR関連テーマ（巨視的磁化の挙動）
第３回 固体NMR関連テーマ（振動磁場と回転磁場）
第４回 固体NMR関連テーマ（フーリエ変換）
第５回 固体NMR関連テーマ（NMR装置）
第６回 固体NMR関連テーマ（スピン状態ベクトル）
第７回 固体NMR関連テーマ（期待値と密度行列）
第８回 固体NMR関連テーマ（多スピン系の演算子）
第９回 固体NMR関連テーマ（スピン系の時間発展）
第１０回 固体NMR関連テーマ（スピンの相互作用）
第１１回 固体NMR関連テーマ（巨視的磁化のふるまい）（密度演算子）
第１２回 炭素材料関連テーマ（黒鉛）
第１３回 炭素材料関連テーマ（黒鉛層間化合物）
第１４回 炭素材料関連テーマ（難黒鉛化性炭素）
第１５回 炭素材料関連テーマ（易黒鉛化性炭素）
第１６回 炭素材料関連テーマ（グラフェン・酸化グラフェン）
第１７回 炭素材料関連テーマ（ナノカーボン（CNT））
第１８回 炭素材料関連テーマ（ポーラスカーボン（CNT））
第１９回 炭素材料関連テーマ（カーボンブラック）
第２０回 炭素材料関連テーマ（鋳型炭素）
第２１回 電池関連テーマ （リチウムイオン電池 黒鉛負極）
第２２回 電池関連テーマ （リチウムイオン電池 難黒鉛化性炭素負極）
第２３回 電池関連テーマ （リチウムイオン電池 金属，金属酸化物負極）
第２４回 電池関連テーマ （リチウムイオン電池 コバルト系正極）
第２５回 電池関連テーマ （リチウムイオン電池 NMC、NCA系正極）
第２６回 電池関連テーマ （ナトリウムイオン電池 難黒鉛化性炭素負極）
第２７回 電池関連テーマ （ナトリウムイオン電池 黒鉛負極）
第２８回 電池関連テーマ （ナトリウムイオン電池 金属，金属酸化物負極）
第２９回 電池関連テーマ （ナトリウム電池 層状金属酸化物正極）
第３０回 電池関連テーマ （ナトリウム電池 その他正極）
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
なし

学生に対する評価
出席（50%）演習発表の評価（50%）

授業科目名： 分子科学演習 （理論物理化学）	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 甲賀研一郎，墨智成
			担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
理論物理化学の原理に関する理解を深め、熱力学，統計力学，および分子シミュレーションの基礎を理解し，それらを用いて液体・溶液・界面・モデル生体系を調べることができるようになる.

授業の概要
熱力学および統計力学の基礎と応用について演習を通じて学んだ後，液体・溶液・界面・モデル生体系にたいする応用例を学術論文を通じて学び，最終的に課題演習に取り組む.

授業計画
第１回：理論物理化学ガイダンス
第２回：熱力学：第一法則
第３回：熱力学：第二法則
第４回：熱力学：第三法則
第５回：熱力学：相平衡
第６回：熱力学：相図
第７回：熱力学：理想溶液
第８回：熱力学：化学平衡
第９回：熱力学：ゆらぎ
第１０回：熱力学：臨海現象
第１１回：統計力学：序論
第１２回：統計力学：古典系
第１３回：統計力学：位相空間
第１４回：統計力学：ミクロカノニカル分布
第１５回：統計力学：カノニカル分布
第１６回：統計力学：グランドカノニカル分布,
第１７回：統計力学：自由エネルギー
第１８回：統計力学：自由エネルギー計算法の基礎,
第１９回：統計力学：テスト粒子法
第２０回：熱力学積分法,
第２１回：統計力学：自由エネルギー計算法のまとめ
第２２回：統計力学：理想気体
第２３回：統計力学：非理想気体
第２４回：統計力学：液体
第２５回：統計力学：溶液
第２６回：統計力学：界面
第２７回：統計力学：モデル生体系
第２８回：分子シミュレーションの基礎
第２９回：分子シミュレーションの原理
第３０回：分子シミュレーションの応用例
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. Widom著，甲賀研一郎訳「化学系の統計力学入門」（化学同人）

学生に対する評価
プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： 分子科学演習（表面物理化学）	教員の免許状取得のための選択科目	単位数： 4 単位	担当教員名：山方　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
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
表面物理化学の研究を進める上で必要な技術と最近の研究動向に関する知識を修得する。

授業の概要
表面物理化学の研究において必要となる専門知識、英語力、情報取集能力、プレゼンテーション能力を習得し、さらに最近の研究動向を知るための演習を行う。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：研究倫理に関する解説
第３回：電子ジャーナルの検索法
第４回：データベースの活用法
第５回：表面構造分析方法の復習
第６回：表面反応分析方法の復習
第７回：表面物理化学における英語表現
第８回：論文タイトルにおける英語表現
第９回：論文アブストラクトにおける英語表現と内容の理解
第１０回：本文における英語表現と合成スキーム理解
第１１回：実験項から必要な情報を得る
第１２回：著者の主張と論文の主要点を理解する
第１３回：過去の研究との比較
第１４回：論文の新規性を理解する
第１５回：プレゼンテーション資料の作成
第１６回：固体表面における分子吸着に関する論文の紹介
第１７回：理想表面の構造に関する論文の紹介
第１８回：表面における構造緩和に関する論文の紹介
第１９回：表面の電子状態に関する論文の紹介
第２０回：物理吸着と化学吸着に関する論文の紹介
第２１回：X線吸収分光法とX線発光分光法に関する論文の紹介
第２２回：表面振動分光法に関する論文の紹介
第２３回：分子の表面拡散と表面反応に関する論文の紹介
第２４回：吸着分子の脱離に関する論文の紹介
第２５回：表面における価電子励起過程とポテンシャルエネルギーに関する論文の紹介
第２６回：表面活性構造のキャラクタリゼーション法に関する論文の紹介
第２７回：設計表面の触媒反応に関する論文の紹介
第２８回：表面光反応と光脱離に関する論文の紹介
第２９回：表面における薄膜成長に関する論文の紹介
第３０回：固体触媒反応と光触媒に関する論文の紹介

テキスト　なし

参考書・参考資料等
適宜必要な資料を配布、あるいは検索するように指示する。

学生に対する評価
プレゼンテーションおよびディスカッションの内容などによって総合的に評価する。

授業科目名： 分子科学演習(理論計算化学)	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 篠田　渉
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
理論・計算科学に関する専門の教科書や論文、総説等を読み、これらをまとめて総括し、研究に対する取り組み方、進め方、まとめ方などについて修得するとともに、関連分野の研究動向について理解を深め、基礎力に加えて応用力、創造力・総合力・俯瞰力を涵養する。
関連分野の最新の研究動向を把握することができるようになる。研究のまとめ方を学び、説明・プレゼン能力を高めることができる。

授業の概要
受講者の研究テーマおよび将来問題となると予想される理論・計算科学および関連分野に関する諸問題の中からテーマを選定し、最近の文献紹介とそれに基づく討論演習を行う。

授業計画
第１回：分子動力学法
第２回：モンテカルロ法
第３回：量子化学計算
第４回：運動方程式数値解法
第５回：拘束動力学
第６回：統計熱力学
第７回：原子間・分子間相互作用
第８回：長距離力計算手法
第９回：統計アンサンブル生成法
第１０回：拡張アンサンブル法①マルチカノニカルアンサンブル
第１１回：拡張アンサンブル法②レプリカ交換法
第１２回：拡張アンサンブル法③
第１３回：自由エネルギー計算①熱力学的積分法
第１４回：自由エネルギー計算②摂動法
第１５回：自由エネルギー計算③粒子挿入法
第１６回：自由エネルギー計算④非平衡計算法
第１７回：自由エネルギー計算⑤メタダイナミクス
第１８回：自由エネルギー計算⑥Adaptive Biasing Force法
第１９回：自由エネルギー計算⑦拡張アンサンブル法との組み合わせ
第２０回：分子モデリング:原子力場
第２１回：分子モデリング:粗視化力場①Bottom-up法
第２２回：分子モデリング:粗視化力場②Top-down法
第２３回：ブラウン動力学法
第２４回：散逸粒子動力学法
第２５回：経路積分分子動力学法
第２６回：高分子シミュレーション
第２７回：タンパク質シミュレーション
第２８回：脂質膜・界面系のシミュレーション
第２９回：創薬系シミュレーション
第３０回：コロイド系シミュレーション
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
Computer Simulation of Liquids, 2nd ed. M. P. Allen, D. J. Tildesley, Oxford University Press
Statistical Mechanics: Theory and Molecular Simulation, M. E. Tuckerman, Oxford University Press, 2010

学生に対する評価
レポート(50%)、プレゼン(50%)

授業科目名： 分子科学演習（機能有機化学）	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名：西原康師 森　裕樹 田中健太
			担当形態：複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

有機金属触媒を用いる有機合成反応の開発に繋がるような知識を本演習によって身に着けることができるようになる。そのことにより、有機金属化学に基づく効率的物質変換法を学生自らが発案できるようになることが本講義の到達目標である。

授業の概要

有機遷移金属化学に関するテキストを輪読しながら、各章の内容について理解を深める。
各章毎に関して演習問題を解答することによりさらに内容の理解を深めていく。

授業計画

第1回 構造と結合 -構造-
第2回 構造と結合 -結合様式-
第3回 転位性配位子
第4回 金属－炭素および金属－水素結合で結合した共有結合性（X型）配位子
第5回 金属－炭素および金属－水素結合を介した共有結合性（L型）配位子
第6回 金属ヘテロ原子結合を介した共有結合（X型）配位子
第7回 金属ヘテロ原子結合を有する共有結合型（L型）配位子
第8回 配位子置換反応
第9回 配位子交換
第10回 非極性反応剤の酸化的付加反応
第11回 還元的脱離
第12回 移動挿入反応
第13回 脱離反応
第14回 配位子への求核攻撃
第15回 定期試験
第16回 配位子への親電子攻撃
第17回 金属への求電子攻撃
第18回 金属－配位子二重結合
第19回 金属－配位子-三重結合
第20回 触媒の原理
第21回 均一系水素化反応
第22回 均一系ヒドロメタレーション
第23回 水酸化官能基化と酸化的官能基化
第24回 触媒的カルボニル化
第25回 触媒的金炭素－水素官能基化反応
第26回 遷移金属触媒によるカップリング反応
第27回 アリル置換
第28回 オレフィンとアルキンのメタセシス
第29回 オレフィンの重合とオリゴマー化
第30回 定期試験

テキスト

ハートウィグ 有機遷移金属化学(上)（下）
John F. Hartwig（著), 小宮 三四郎（翻訳), 穐田 宗隆（翻訳), 岩澤 伸治（翻訳）
東京化学同人

参考書・参考資料等

有機金属化学: 基礎から触媒反応まで　山本 明夫（著）　東京化学同人

学生に対する評価

成績評価は，毎回の演習問題（50点）、定期試験（50点）を総合的に評価しておこなう。

授業科目名： 分子科学演習（無機化学）	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名：大久保貴広 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
無機物質および無機材料に関連する最新の動向を知る。

授業の概要
研究に関連する事項について、基本的な内容を概説しつつ文献講読を中心として指導する。これにより関連分野の最新の研究動向を理解するとともに、学術論文を批判的に読解、分析する能力と、プレゼンテーション技術の向上を図る。

授業計画
第１回：無機合成概論(1)：合成法の概観
第２回：無機合成概論(2)：固相合成
第３回：無機合成概論(3)：CVD
第４回：無機合成概論(4)：水熱合成
第５回：無機合成概論(5)：ゾル-ゲル法
第６回：無機合成各論(1)：活性炭
第７回：無機合成各論(2)：カーボンナノチューブ
第８回：無機合成各論(3)：金属有機構造体（MOF）
第９回：無機合成各論(4)：ゼオライト
第１０回：無機合成各論(5)：ナノ粒子
第１１回：無機物質の評価(1)：概論
第１２回：無機物質の評価(2)：回折
第１３回：無機物質の評価(3)：NMR
第１４回：無機物質の評価(4)：振動分光
第１５回：無機物質の評価(5)：紫外可視分光
第１６回：無機物質の評価(6)：光電子分光
第１７回：無機物質の評価(7)：熱分析
第１８回：無機物質の評価(8)：電子スピン共鳴
第１９回：無機物質の評価(9)：X線吸収分光
第２０回：無機物質の評価(10)：ナノ物質の評価
第２１回：ナノポーラス材料(1)：ナノポーラス材料の種類、細孔の定義、学術用語
第２２回：ナノポーラス材料(2)：ガス吸着法による細孔構造の求め方
第２３回：ナノポーラス材料(3)：ミクロ孔、メソ孔に特有なガス吸着特性
第２４回：ナノポーラス材料(4)：吸着等温線の古典的解析法
第２５回：ナノポーラス材料(5)：吸着等温線解析手法の最前線
第２６回：ナノポーラス材料(6)：X線を用いたポーラス材料構造解析
第２７回：ナノポーラス材料(7)：電子顕微鏡観察による細孔構造の直接観察
第２８回：ナノポーラス材料(8)：その他の細孔構造解析手法
第２９回：ナノポーラス材料(9)：ナノポーラス材料合成の最前線
第３０回：ナノポーラス材料(10)：ナノポーラス材料解析の最前線
定期試験なし

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業の中で適宜資料を配布する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（100%）

授業科目名： 分子科学演習 （ナノ化学）	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 藤原正澄
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
ナノ化学に関する最先端の状況を理解し，関連する材料や作製法、応用利用の知識を習得し，各学生の研究活動に活かす。

授業の概要
ナノ化学に関連する最新の論文を輪講形式で学生に発表してもらうと共に，議論を通じてナノ化学に対する理解を深める。

授業計画
第１回：ナノ科学の基礎的知識（量子力学概念）
第２回：ナノ科学の基礎的知識（量子化法）
第３回：ナノ科学の基礎的知識（量子力学定式化）
第４回：ナノ科学の基礎的知識（オペレータ概念）
第５回：ナノ科学の基礎的知識（定式の表示法）
第６回：ナノ科学の基礎的知識（電磁波との相互作用）
第７回：ナノ科学の基礎的知識（スピン）
第８回：ナノ科学の基礎的知識（対称性）
第９回：ナノ科学の基礎的知識（スピン軌道相互作用）
第１０回：固体物理学の基礎知識（固体概論）
第１１回：固体物理学の基礎知識（周期性）
第１２回：固体物理学の基礎知識（物理モデル）
第１３回：固体物理学の基礎知識（バンド理論）
第１４回：固体物理学の基礎知識（フェルミ面）
第１５回：固体物理学の基礎知識（比熱などの特性）
第１６回：固体物理学の基礎知識（輸送現象）
第１７回：固体物理学の基礎知識（電気伝導現象）
第１８回：固体物理学の基礎知識（熱伝導現象）
第１９回：固体物理学の基礎知識（材料力学）
第２０回：ナノ化学の基礎知識（作製法）
第２１回：ナノ化学の基礎知識（評価法）
第２２回：ナノ化学の基礎知識（分散特性）
第２３回：ナノ化学の基礎知識（ナノ球体の利用）
第２４回：ナノ化学の基礎知識（ナノロッドの利用）
第２５回：ナノバイオの基礎知識（生物的ナノ粒子）
第２６回：ナノバイオの基礎知識（ベシクルについて）
第２７回：ナノバイオの基礎知識（生命現象におけるナノ粒子の役割）
第２８回：ナノバイオの基礎知識（ナノ粒子の作製法）
第２９回：ナノバイオの基礎知識（ナノ粒子の評価法）
第３０回：ナノバイオの基礎知識（ナノ粒子の利用法）
定期試験は実施しない.

テキスト
特になし。配付資料あり。

参考書・参考資料等
特になし。配付資料あり。

学生に対する評価
授業中の発表内容（70%）と討論（30%）

授業科目名： 分子科学演習（有機化学）	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4 単位	担当教員名：門田　功 髙村　浩由 担当形態：複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
有機化学の研究を進める上で必要な技術と最近の研究動向に関する知識を修得する。

授業の概要
有機化学の研究において必要となる専門知識、英語力、情報取集能力、プレゼンテーション能力を習得し、さらに最近の研究動向を知るための演習を行う。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：研究倫理に関する解説
第３回：電子ジャーナルの検索法
第４回：データベースの活用法
第５回：既知化合物の合成法探索
第６回：既知化合物のスペクトルデータ確認法
第７回：有機化学における英語表現
第８回：論文タイトルにおける英語表現
第９回：論文アブストラクトにおける英語表現と内容の理解
第１０回：本文における英語表現と合成スキーム理解
第１１回：実験項から必要な情報を得る
第１２回：著者の主張と論文の主要点を理解する
第１３回：過去の研究との比較
第１４回：論文の新規性を理解する
第１５回：プレゼンテーション資料の作成
第１６回：英語による合成スキームの表現
第１７回：新規な合成反応に関する論文の紹介
第１８回：酸化反応に関する論文の紹介
第１９回：還元反応に関する論文の紹介
第２０回：炭素－炭素多重結合に関する論文の紹介
第２１回：遷移金属触媒を用いたカップリング反応に関する論文の紹介
第２２回：有機分子触媒を用いる結合形成反応に関する論文の紹介
第２３回：キラルプール法を用いる光学活性分子の合成に関する論文の紹介
第２４回：不斉補助基を用いる光学活性分子の合成に関する論文の紹介
第２５回：キラル触媒を用いる光学活性分子の合成に関する論文の紹介
第２６回：多段階合成に関する論文の紹介
第２７回：生理活性物質の全合成に関する論文の紹介
第２８回：全合成による構造決定に関する論文の紹介
第２９回：全合成による推定構造修正に関する論文の紹介
第３０回：構造改変体の合成による構造活性相関研究に関する論文の紹介

テキスト　なし

参考書・参考資料等
適宜必要な資料を配布、あるいは検索するように指示する。

学生に対する評価
プレゼンテーションおよびディスカッションの内容などによって総合的に評価する。

授業科目名： 分子科学演習（錯体化学）	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 鈴木孝義
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
遷移金属及びランタノイド錯体の構造、電子状態、物性、反応性をその測定法とともに学び、新たな機能性物質探索の礎となる金属錯体に関する理論を理解する。

授業の概要
金属錯体の電子状態理論、各種物性測定法の基礎と応用例、金属錯体が関与する生体反応や機能性材料開発を、演習形式で学び理解する。

授業計画
第１回：錯体化学の理論的背景：結晶場理論
第２回：錯体化学の理論的背景：スピン軌道関数
第３回：金属錯体の電子構造：配位子場 d–d 遷移スペクトル
第４回：金属錯体の電子構造：ランタノイド錯体の 4f–4f 遷移
第５回：金属錯体の電子構造：円二色性
第６回：金属錯体の電子構造：磁気円二色性
第７回：錯体化学の磁性：単核金属錯体の磁性
第８回：錯体化学の磁性：多核金属錯体の磁性
第９回：錯体化学の磁性：分子磁性体
第１０回：錯体化学の磁性：単分子磁石
第１１回：金属錯体の光化学：光励起と選択律
第１２回：金属錯体の光化学：電荷移動励起状態
第１３回：金属錯体の光化学：エネルギー移動
第１４回：金属錯体の光化学：電子移動反応
第１５回：金属錯体の電気化学：電子移動の熱力学
第１６回：金属錯体の電気化学：電極反応と表面
第１７回：金属錯体の電気化学：電気化学測定と解析法
第１８回：金属錯体の電気化学：混合原子価錯体
第１９回：金属錯体の電気化学：プロトン移動と電子移動
第２０回：有機金属触媒：炭素–炭素結合形成反応
第２１回：有機金属触媒：不斉酸化反応
第２２回：有機金属触媒：電極触媒と光触媒
第２３回：生物無機化学：鉄の選択的輸送と貯蔵
第２４回：生物無機化学：酸素の輸送と貯蔵
第２５回：生物無機化学：遷移金属を含むタンパク質
第２６回：生物無機化学：鉄タンパク質と電子移動
第２７回：生物無機化学：マンガンクラスターと人工光合成
第２８回：錯体化学の医学への応用：薬剤への応用
第２９回：錯体化学の医学への応用：MRI造影剤
第３０回：錯体化学の今後の展望
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
シュライバー・アトキンス無機化学（下）第６版（M. Weller 他著、田中 他訳、東京化学同人）
配位化合物の電子状態と光物理（山内・野崎 編著、三共出版）
金属錯体の電子移動と電気化学（西原・市村・田中 編著、三共出版）
金属錯体の機器分析（上・下）（大塩 編著、三共出版）

学生に対する評価
毎回の授業中に行う理解度テスト（75%）、レポート（25%）

授業科目名： 分子科学演習（分光化学）	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4 単位	担当教員名： 唐　健
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
担当形態：
分光化学の研究を進める上で必要な技術と最近の研究動向に関する知識を修得する。

授業の概要
分光化学の研究において必要となる専門知識、英語力、情報取集能力、プレゼンテーション能力を習得し、さらに最近の研究動向を知るための演習を行う。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：研究倫理に関する解説
第３回：電子ジャーナルの検索法
第４回：データベースの活用法
第５回：気相分子スペクトルの探索
第６回：レーザー分光法の実験手法
第７回：分光スペクトルから分子の帰属方法
第８回：分光スペクトルの解析方法
第９回：分光化学における英語表現
第１０回：論文タイトルにおける英語表現
第１１回：論文アブストラクトにおける英語表現と内容の理解
第１２回：本文における英語表現と分光法の理解
第１３回：実験項から必要な情報を得る
第１４回：著者の主張と論文の主要点を理解する
第１５回：過去の研究との比較
第１６回：論文の新規性を理解する
第１７回：プレゼンテーション資料の作成
第１８回：英語による分光法の表現
第１９回：赤外レーザー分光法に関する論文の紹介
第２０回：ラマン分光法に関する論文の紹介
第２１回：新規なレーザー分光法に関する論文の紹介
第２２回：星間分子に関する論文の紹介
第２３回：大気分子に関する論文の紹介
第２４回：短寿命分子種に関する論文の紹介
第２５回：量子カスケードレーザーに関する論文の紹介
第２６回：大気微量分子の分光的観測に関する論文の紹介
第２７回：呼吸の吐き中に分子の分光的観測に関する論文の紹介
第２８回：星間分子の分光的観測に関する論文の紹介
第２９回：血糖値のラマン分光的観測に関する論文の紹介
第３０回：キャビティリングダウン分光法に関する論文の紹介

テキスト　なし

参考書・参考資料等
適宜必要な資料を配布、あるいは検索するように指示する。

学生に対する評価
プレゼンテーションおよびディスカッションの内容などによって総合的に評価する。

授業科目名： 分子科学演習（理論化学)	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4 単位	担当教員名：松本　正和 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
理論化学・物理化学の研究の基礎と最近の研究動向に関する知識を修得する。

授業の概要
理論化学・物理化学の研究において必要となる基礎知識、専門知識、英語力、情報取集能力、プレゼンテーション能力を習得し、さらに最近の研究動向を知るための演習を行う。

授業計画
第1回:ガイダンス
第2回:研究倫理に関する解説
第3回:電子ジャーナルの検索法
第4回:計算機システムの利用方法 1 システムの構造
第5回:計算機システムの利用方法 2 シェル
第6回:研究事例紹介 1: 融解過程
第7回:研究事例紹介 2: 結晶化過程
第8回:研究事例紹介 3: 核生成過程
第9回:研究事例紹介 4: アイスルール
第 10 回:研究事例紹介 5: 負の熱膨張率
第 11 回:研究事例紹介 6: 液液相分離過程
第 12 回:研究事例紹介 7: 結晶構造選択則
第 13 回:研究事例紹介 8: 残余エントロピー
第 14 回:研究事例紹介 9: 並列分子動力学計算
第 15 回:研究事例紹介 10: 新規結晶構造の探索 1 共存法
第 16 回:研究事例紹介 11: 新規結晶構造の探索 2 自発核生成による方法
第 17 回:研究事例紹介 12: 包接水和物の結晶構造
第 18 回:研究事例紹介 13: 包接水和物の結晶成長
第 19 回:研究事例紹介 14: 水素秩序・無秩序転移
第 20 回:研究事例紹介 15: ネットワークの光学異性
第 21 回:研究事例紹介 16: ネットワーク構造と高次構造
第 22 回:研究事例紹介 17: プラスチック転移と臨界現象
第 23 回:研究事例紹介 18: 結晶構造のパターンマッチング
第 24 回:研究事例紹介 19: ネットワーク構造のパターンマッチング
第 25 回:論文紹介と最新の研究動向 1 水
第 26 回:論文紹介と最新の研究動向 2 氷
第 27 回:論文紹介と最新の研究動向 3 包接水和物
第 28 回:論文紹介と最新の研究動向 4 ネットワーク性物質
第 29 回:論文紹介と最新の研究動向 5 液液共存
第 30 回:論文紹介と最新の研究動向 6 総括

テキスト　なし

参考書・参考資料等
適宜必要な資料を配布、あるいは検索するように指示する。

学生に対する評価
プレゼンテーションおよびディスカッションの内容などによって総合的に評価する。

授業科目名： 天然物有機化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 清田洋正・泉　実
			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
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
受講学生が天然物（生理活性物質）の最新の情報に触れ、それらに対する理解を深めること。また、修士論文研究に活用できるようにすること。

授業の概要
自然界には有効な医薬・農薬あるいはその原型となり得るような生理活性有機化合物が多数存在する。これら生体内外の重要な化学物質の探索、NMRや質量分析などによる化学構造解析、有機合成による構造改変、生体情報伝達における役割などに関する研究について、最新の専門誌に掲載された内容なども引用しながら解説する。

授業計画
第１回：生化学反応の有機化学的解釈1（交換反応）（担当：清田）
第２回：生化学反応の有機化学的解釈2（酸化還元反応）（担当：清田）
第３回：有機立体化学の基礎（担当：清田）
第４回：有機立体化学の決定法1（基礎）（担当：清田）
第５回：有機立体化学の決定法2（実際）（担当：清田）
第６回：生体触媒反応1（基礎）（担当：清田）
第７回：生体触媒反応2（実際）（担当：清田）
第８回：有機フッ素化学（担当：清田）
第９回：イントロダクション（担当：泉）
第１０回：創薬化学の基礎（担当：泉）
第１１回：創薬化学に関する研究紹介（担当：泉）
第１２回：ケミカルバイオロジーの基礎（担当：泉）
第１３回：ケミカルバイオロジーに関する研究紹介（担当：泉）
第１４回：データサイエンスの基礎（担当：泉）
第１５回：データサイエンスに関する研究紹介（担当：泉）
定期試験：有機化学に関する小テストを実施

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を提示する。

学生に対する評価
レポートなど５０点、最終試験５０点

授業科目名： 生体物質化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名：仁戸田照彦 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

受講学生が文献情報を効率よく生かして，生理活性物質を生化学的，化学的両面から理解できるようになること。

授業の概要

生物の体内には，さまざまな物質が存在し，それらがお互いに作用しあうことで，生体活動がコントロールされており，それはさまざまな環境要因により変動する。またこれらの物質は環境に配慮した食料生産にとって不可欠となってきている。

これら生物由来の生理活性物質の化学的研究の成果を説明すると同時に，研究情報を得るための文献検索手法についても説明する。また，生命活動を支える生体物質の分子構造を明らかにするための機器による構造解析について，原理 ・測定法・データの解析法を中心に解説を行う。

授業計画

第１回　文献の検索のためのインターネット基礎知識
第２回　Pubmed, Web of Science による文献検索と生理活性物質の活性面からの解説
第３回　Scifinder による文献検索(著者検索，キーワード検索)と生理活性物質の化学的解説
第４回　Scifinder による文献検索(化合物検索，構造検索)と生理活性物質の構造解説
第５回　文献検索における各種データベースの特徴比較と生理活性化学研究の進歩
第６回　クロマトグラフィーの基礎
第７回　クロマトグラフィーの応用
第８回　各種クロマトグラフィーの比較と応用
第９回　天然化合物の構造解析（構造解析と電磁波）
第１０回　天然化合物の構造解析（NMR の原理）
第１１回　天然化合物の構造解析（^{1}H-NMR における化学シフト）
第１２回　天然化合物の構造解析（^{1}H -NMR における化学シフトと誘起磁場）
第１３回　天然化合物の構造解析（^{1}H -NMR におけるカップリング_基本的な分裂パターン）
第１４回　天然化合物の構造解析（^{1}H -NMR におけるカップリング_複雑な分裂パターン）
第１５回　天然化合物の構造解析（^{1}H -NMR による構造解析の実際）
定期試験

テキスト

指定するテキストはない。

参考書・参考資料等

特に指定はないが、教員が必要に応じて資料の情報を連絡する

学生に対する評価

小テスト・レポート４０点、中間および最終試験６０点

授業科目名： 有用酵素遺伝子開発学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 前田 恵・守屋 央朗 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		
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［前田担当分］真核生物は，環境の変化に応じて多様な構造からなる糖鎖を巧みに利用して複雑な細胞社会を組み立てている。細胞の分化・脱分化，免疫システムの成立，タンパク質の立体構造構築等に深く関わる糖鎖機能を化学構造面や分子生物学的側面から理解する。また糖鎖生物学・糖鎖工学」に関する基礎と応用についての概念を把握する。［守屋担当分］真核生物は,国家に例えられるほど複雑な細胞内構造と機能を持つ。この細胞の役割は数千から数万のタンパク質の機能により営まれる。基本的には細胞内のタンパク質はゲノムにコードされており，それぞれが細胞内外の状況の変化に応じて，必要な時に必要な量発現する。本講義では主に真核微生物の酵母を対象として、遺伝子／タンパク質の発現や機能を細胞全体を通して俯瞰的に眺めることで何が見えてくるかを学ぶ。

授業の概要［前田担当分］細胞の分化・脱分化，免疫システムの成立，タンパク質の立体構造構築等に深く関わる糖鎖機能について論じるとともに，糖鎖合成・分解に関わる酵素群の作用機作や機能特性について概説する。［守屋担当分］真核微生物の酵母を対象として、遺伝子／タンパク質の発現や機能を細胞全体を通して俯瞰的に眺めることで何が見えてくるかを，ゲノム，トランスクリプトーム，プロテオームの取得方，解析法を学習すると共に，これらのデータの扱い方をコンピュータ演習を通じて身につける。

授業計画
第１回：ガイダンス（担当：前田）／第２回：糖質分子の化学的基礎（担当：前田）／第３回：糖タンパク質及び糖脂質に結合する糖鎖の構造特性（担当：前田）／第４回：糖タンパク質糖鎖の生合成とプロセシング機構（担当：前田）／第５回：タンパク質フォールディングに関わる糖鎖機能と関連するシャペロン分子（担当：前田）／第６回：タンパク質品質管理系に関わる糖鎖関連タンパク質の構造と機能（担当：前田）／第７回：ヒト疾患に関わる糖鎖機能（担当：前田）／第８回：前半まとめ（担当：前田）／第９回：遺伝子と表現型（担当：守屋）／第１０回：ゲノムとその解析法（担当：守屋）／第１１回：トランスクリプトームとその解析法（担当：守屋）／第１２回：プロテオームとその解析法（担当：守屋）／第１３回：フェノームとその解析法（担当：守屋）／第１４回：遺伝子組換えとその応用（担当：守屋）／第１５回：ゲノム編集とその応用（担当：守屋）
定期試験は実施しない。

テキスト 講義用に作成したプリントを配布する。

参考書・参考資料等 講義用に作成したプリントを配布する。

学生に対する評価 レポートの評価80点，演習課題の提出状況20点の合計100点とする。
講義中の態度，各講義での課題，レポートなどで総合的に判断する。

授業科目名： 食品機能化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名：中村宜督、村田芳行、宗正晋太郎 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
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

食品の持つ機能性を化学的に理解するだけでなく、機能性に優れた食品を社会に供給するために必要な実用的な教養を身に着ける。

授業の概要

人類の持続的発展のためには，食品の持つ機能性を化学的に理解することが不可欠である。食品の機能性は，多様な成分の個々の有機化学的性質，生物化学的性質，動物・植物生理学的機能，を理解するだけでなく，成分同士或いは生体成分との相互作用を含め，総合的に理解することを目標とする。

授業計画

第１回：健康食品の定義（担当：中村宜督）
第２回：保健機能食品制度（担当：中村宜督）
第３回：疫学① 導入（担当：中村宜督）
第４回：疫学② 分類と定義（担当：中村宜督）
第５回：疫学③ 健康情報の読み方（担当：中村宜督）
第６回：植物ホルモンの機能（担当：宗正晋太郎）
第７回：食虫植物（担当：宗正晋太郎）
第８回：農作物の毒（担当：宗正晋太郎）
第９回：味覚（担当：宗正晋太郎）
第１０回：まとめ（担当：宗正晋太郎）
第１１回：食品成分（定量）（担当：村田芳行）
第１２回：食品成分（機能性評価）（担当：村田芳行）
第１３回：食品成分（統計）（担当：村田芳行）
第１４回：機能性表示食品（担当：村田芳行）
第１５回：まとめ（担当：村田芳行）
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する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（40%）、レポート（60%）

授業科目名：微生物機能開発学	教員の免許状取得のための選択科目	単位数：単位	担当教員名：金尾忠芳、根本理子 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		
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
微生物の研究とその応用をテーマとし、生物を対象とした研究の方法・考え方を身につけることを目標とする。

授業の概要
生物を対象とした研究の方法・考え方について、微生物研究を中心に実例をあげ、微生物の研究とその応用について学ぶ。

授業計画
第１回：微生物の分離・同定（担当：根本理子）
第２回：ゲノムとその解析法（担当：根本理子）
第３回：トランスクリプトームとその解析法（担当：根本理子）
第４回：プロテオームとその解析法（担当：根本理子）
第５回：メタボロームとその解析法（担当：根本理子）
第６回：遺伝子組換えとその応用（担当：根本理子）
第７回：ゲノム編集とその応用（担当：根本理子）
第８回：前半のまとめ（担当：根本理子）
第９回：イントロダクション・生命とは？（担当：金尾忠芳）
第１０回：微生物遺伝子資源の探索（担当：金尾忠芳）
第１１回：代謝の多様性とその解析（担当：金尾忠芳）
第１２回：アーキアにおける特殊な代謝（担当：金尾忠芳）
第１３回：微生物の特殊な炭酸固定代謝（担当：金尾忠芳）
第１４回：鉄硫黄酸化細菌の基礎研究と応用（担当：金尾忠芳）
第１５回：後半のまとめ（担当：金尾忠芳）
定期試験は、まとめの回において実施する場合がある。

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する

学生に対する評価
プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： バイオ特許入門	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2 単位	担当教員名： 田村　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
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

特許，実用新案，著作権など知的財産に関わる法体系と制度の根底に流れる理念，国ごとの特許制度が持つ地理的，歴史的経緯を理解する。理系人材としての自らの専門性をグローバルに展開する上で必要になる知財関連の国際協定や国連機関の活動を学ぶ。バイオ特許の具体的な事例を掘りさげながら，研究開発を経済成長に展開するための実践的ノウハウを学ぶ。本講義では，モノやサービスの値段が下がり続けるデフレ社会においても持続可能な成長への活路を切り開くスーパー理系人材の育成を到達目標とする。

授業の概要

知的財産権の概要，国内法としての特許制度，外国での特許出願，国連機関の役割，知財に関わる国際協定，通常実施権の運用，特許侵害に関わる裁判，ES細胞，抗HIV薬，血栓溶解酵素，青色ダイオード，アスパルテームに関わる裁判，個人発明家として生きる道について学ぶ。

授業計画

第１回：知的財産権の概要　----　特許，実用新案，商標，意匠，著作権，育成者権　ほか
第２回：何が特許になるのか。特許法が規定する発明の定義とバイオ産業に関わる発明事例
第３回：特許出願の手続きと経費1　出願までの書類作成の要件
第４回：特許出願の手続きと経費2　拒絶の理由
第５回：特許出願の手続きと経費3　新規性喪失の救済措置
第６回：国際的な特許出願の手続き　パリルート，PCTルート，直接出願
第７回：米国特許制度の独自性　　歴史的，地理的経緯からの理解
第８回：自由貿易とTRIPS協定　　包括的貿易協定と知的財産保護　抗HIV薬と強制実施権
第９回：通常実施権の運用と活用　　遺伝子組換え，PCR，GFP，セルソーターに関わる特許
第１０回：特許侵害と民法，刑法におけるペナルティ　血栓溶解酵素tPAを巡る裁判
第１１回：特許侵害にならないケース　ジェネリック医薬品，先使用権，研究のための実施
第１２回：ビジネスモデル特許の定義と具体的事例
第１３回：発明の対価　青色ダイオード訴訟，アスパルテーム訴訟
第１４回：来るべき知的社会　知的財産国家戦略フォーラムの100の提言
第１５回：個人発明家として生きる道
定期試験

テキスト：バイオ特許入門　隅蔵浩一著　羊土社

参考書・参考資料等：企業人・大学人のための知的財産権入門　廣瀬隆行　著　東京化学同人

学生に対する評価

小テスト30%　期末試験70%

授業科目名： 植物モデル遺伝育種学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 単位 2	担当教員名： 坂本 亘、松島 良 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		
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

農学の基盤となる植物遺伝育種学における基礎的知見を理解するとともに、持続可能社会の形成に資する植物科学の専門家としての基礎的素養を醸成する。

授業の概要

遺伝子の同定法ならびに機能解析法についての背景理論を学び、最新の研究例についての理解を深める。

授業計画

第１回：生命現象と遺伝学 (担当: 坂本 亘)
第２回：遺伝情報とゲノム・遺伝子・モデル植物 (担当: 坂本 亘)
第３回：突然変異と形質 (担当: 坂本 亘)
第４回：遺伝子単離法の概略 (担当: 坂本 亘)
第５回：タンパク質間相互作用 (担当: 坂本 亘)
第６回：突然変異と遺伝子単離の実際 (担当: 坂本 亘)
第７回：光合成の解析方法と突然変異 (担当: 坂本 亘)
第８回：光合成研究法と最新の研究紹介 (担当: 坂本 亘)
第９回：形質転換技術とゲノム編集技術の原理 (担当: 松島 良)
第１０回：形質転換技術の育種への利用例 (担当: 松島 良)
第１１回：次世代シークエンスの原理 (担当: 松島 良)
第１２回：次世代シークエンスを用いた研究例 (担当: 松島 良)
第１３回：全ゲノム連関解析の原理 (担当: 松島 良)
第１４回： 全ゲノム連関解析を用いた研究例 (担当: 松島 良)
第１５回：遺伝学における統計学を利用したデータ評価法 (担当: 松島 良)
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する

学生に対する評価

レポート（100%）

授業科目名： 環境応答システム学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2　単位	担当教員名：平山隆志, 森泉, 池田啓, 池田陽子 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
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

高等植物の環境応答に関する分子レベルから個体レベルまでの多様な研究による知見を統合し、環境応答機構をシステムとして理解することを目指す。その過程で関連した生物学的知識の習得はもとより、理論的思考能力、分析能力を養う。

授業の概要

主に高等植物を対象とした環境応答機構に関する基礎生物学的知見について、現在幅広く理解されているモデルや成果のみならず研究・解析手法やそれらの問題点を、実例をあげて解説し、環境応答という生命現象の全体像を把握することを目指す。最初の2回では主に植物環境応答機構や植物ホルモン応答機構の概要から最先端の研究に関して、次の4回では主に植物の環境応答に関する先端的な研究について生物物理学的視点から議論す
る。その次の4回では、環境に応じて花が咲く時期をコントロールする仕組みとエピジェネティックな機構に基づく環境応答システムについて議論を行う。最後の4回では、野外環境での野生植物の環境応答について、生態学的見地から議論する。

授業計画

第１回：ストレス応答機構 (担当：平山)
第２回：植物ホルモン応答機構　(担当：平山)
第３回：植物の環境応答と生体エネルギー論1（生体膜とイオン勾配）　(担当：森)
第４回：植物の環境応答と生体エネルギー論2（電気化学的ポテンシャル）(担当：森)
第５回：植物の環境応答とイオンダイナミクス1（生体膜輸送体）(担当：森)
第６回：植物の環境応答とイオンダイナミクス2（逆転電位とイオン選択性）(担当：森)
第７回：環境に応じた花成誘導機構1（フロリゲンによる花成制御）　(担当：池田陽子)
第８回：環境に応じた花成誘導機構2（光周性花成）(担当：池田陽子)
第９回：環境応答とエピジェネティクス1（エピゲノム制御機構）　(担当：池田陽子)
第１０回：環境応答とエピジェネティクス2（春化）　(担当：池田陽子)
第１１回：植物の多様性と環境適応1（植物の多様性）　(担当：池田啓)
第１２回：植物の多様性と環境適応2（植物の適応進化）(担当：池田啓)
第１３回：環境応答機構の進化1（植物の光応答）　(担当：池田啓)
第１４回：環境応答機構の進化2（光応答の分子機構）　(担当：池田啓)

テキスト：特に指定しない。必要な場合は授業中に資料を配付する。

参考書・参考資料等：特に指定しない。必要な場合は授業中に資料を配付する。

学生に対する評価：主に授業態度とレポートで評価する

授業科目名： 植物細胞分子生化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 杉本 学、河野洋治 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
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
植物の生育過程における細胞の生理機能や植物の有する多様性について、生化学やストレス科学の観点から深く理解することを目標とする。

授業の概要
植物は様々な環境ストレス下で耐性を示しながら適応し，それぞれの細胞が分裂・分化しながら成長している。これらの植物が有する多様性と環境ストレス耐性機能について，細胞内の主要な生理反応とそれに関与する酵素タンパク質の構造と機能について，生化学や分子生化学視点から講義する。

授業計画
第１回：ゲノムと遺伝子（担当：杉本）
第２回：転写開始複合体と転写調節（担当：杉本）
第３回：RNA の合成、プロセシング（担当：杉本）
第４回：遺伝コードの解読（担当：杉本）
第５回：タンパク質合成（担当：杉本）
第６回：タンパク質の分解（担当：杉本）
第７回：ゲノム科学（担当：杉本）
第 8 回：植物の植物細胞の構（担当：河野）
第 9 回：遺伝子構造と遺伝子発現（担当：河野）
第 10 回：シグナルとシグナル伝達 I：植物ホルモンの生合成経路（担当：河野）
第 11 回：シグナルとシグナル伝達 II：植物ホルモンの受容体（担当：河野）
第 12 回：生物間相互作用 I：有益な相互作用（担当：河野）
第 13 回：生物間相互作用 II：不利益をもたらす相互作用担当：河野）
第 14 回：非生物的ストレス（担当：河野）
定期試験（担当：杉本、河野）

テキスト
第 1-8 回の講義：ゲノム　T.A.Brown 著　（翻訳　石川冬木・中山潤一）メディカルサイエンスインターナショナル
第9-14回の講義：テイツ/ザイガー 植物生理学・発生学　リンカーン・テイツ［ほか］編　講談社

参考書・参考資料等：授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
中間・最終試験（５０％）、レポート（５０％）で評価する。

授業科目名： 植物ストレス学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名：馬　建鋒、山地直樹、三谷奈見季 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
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
環境ストレスに対する植物の応答反応や耐性機構について個体レベルから分子・遺伝子レベルまで理解する。また授業や討論を通じて研究の進め方や考え方も学習する。

授業の概要
環境ストレスに対する植物の応答反応や耐性機構、輸送体の環境応答機構について講義する。

授業計画
第１回：植物ストレス学とは（担当：馬　建鋒）
第２回：環境ストレスとミネラルストレス（担当：馬　建鋒）
第３回：多量必須元素欠乏ストレスに対する植物の応答反応と耐性機構　（担当：馬　建鋒）
第４回：微量必須元素欠乏ストレスに対する植物の応答反応と耐性機構　（担当：馬　建鋒）
第５回：有害元素過剰ストレスに対する植物の応答反応と耐性機構（カドミウム）（担当：馬　建鋒）
第６回：有害元素過剰ストレスに対する植物の応答反応と耐性機構（ヒ素、アルミニウム）（担当：山地直樹）
第７回：ミネラル分配における節の役割（リン）　（担当：山地直樹）
第８回：ミネラル分配における節の役割（ケイ素）　（担当：山地直樹）
第９回：微量元素の輸送機構　（銅、亜鉛）（担当：山地直樹）
第１０回：微量元素の輸送機構（マンガン、ホウ素）（担当：山地直樹）
第１１回：有用元素とは（担当：三谷奈見季）
第１２回：有用元素の輸送機構（ケイ素）（担当：三谷奈見季）
第１３回：ケイ酸輸送体の環境応答機構（転写レベルでの応答）（担当：三谷奈見季）
第１４回：マンガン輸送体の環境応答機構（タンパク質レベルでの応答）（担当：三谷奈見季）
第１５回：ストレス耐性植物の作出（担当：三谷奈見季）
定期試験を実施しない。

テキスト
Mineral Nutrition of Higher Plants

参考書・参考資料等
Biochemistry and Molecular Biology of Plants

学生に対する評価
レポート提出

授業科目名： 環境応答生理学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 且原真木、佐々木孝行
			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
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

環境の変化、特にストレス環境への生物の適応機構について，包括的に理解する。

授業の概要

環境の変化への生物の適応機構について，地球レベルから分子レベルまで包括的に紹介する。特に遺伝子レベルでの発現応答機構について解説する。

授業計画

第１回：環境ストレスに対する細胞、組織、器官の応答生理の基礎（担当：且原真木）
第２回：植物における膜と輸送体（概要）（担当：佐々木孝行）
第３回：地球環境問題としての水ストレス（担当：且原真木）
第４回：水輸送系（理論的側面と分子機構）（担当：且原真木）
第５回：水輸送系に関する研究成果とアクアポリンの多様な機能（担当：且原真木）
第６回：塩ストレス環境とイオン輸送系（理論的側面と分子機構）（担当：且原真木）
第７回：イオン輸送とストレス耐性の研究成果（担当：且原真木）
第８回：ストレス環境応答におけるシグナル伝達（理論的側面と分子機構）（担当：且原真木）
第９回：酸性土壌ストレスとアルミニウムイオン（担当：佐々木孝行）
第１０回：ストレス環境下での活性酸素障害とプログラム細胞死（担当：佐々木孝行）
第１１回：植物成長を制御する糖輸送体（担当：佐々木孝行）
第１２回：環境応答に関与する有機酸輸送体（酸性土壌ストレス）（担当：佐々木孝行）
第１３回：環境応答に関与する有機酸輸送体（その他環境ストレス）（担当：佐々木孝行）
第１４回：環境ストレス応答の植物生理学（総論）担当：佐々木孝行）

テキスト

授業で参考論文をその都度指示する。

参考書・参考資料等

授業で参考論文をその都度指示する。

学生に対する評価

授業で出す課題論文についてのレポート発表(40%)と、授業中の試問と応答(60%)によって評価する。

授業科目名：植物-ウイルス／細菌相互作用	教員の免許状取得のための選択科目	単位数：２単位	担当教員名：鈴木信弘、近藤秀樹、谷　明生、植木尚子 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
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
農業生態系での植物（作物）と微生物（ウイルスと細菌）の相互作用を理解する。ウイルスおよび細菌の生活環の各ステップにおける分子，細胞，個体レベルで繰り広げられる植物との鬩ぎ合いを理解し、環境負荷の少ない病原微生物防除のあり方を学ぶ。また、ウイルスの有効利用法、共生細菌の植物・藻類との相利共生機構についても学習する。

授業の概要
植物の生育は周辺の微生物に大きく影響される。本コースでは、植物と微生物（特にウイルスおよび細菌）間の相互作用について講義する。前半では、ウイルスの分類体系，遺伝子構造，遺伝子発現戦略，ゲノム複製機構，ウイルス生活環を説明し，生活環の各ステップにおけるウイルスと宿主の鬩ぎ合いを概説する。さらにウイルス学から生物学への貢献，ウイルスの有効利用についても併せて紹介する。後半では細菌（微生物）学の基礎から応用を概説し、植物および藻類と微生物、特に共生微生物との相互作用を解説する。また、最新の解析法、研究例も併せて紹介する。

授業計画
第1回:ウイルス学(植物ウイルス学)の幕開け（鈴木）
第2回:ウイルス遺伝子構造、遺伝子発現戦略（鈴木）
第3回:ウイルスゲノム複製と遺伝子発現機構（鈴木）
第4回:ウイルスの利用:生物防除因子とクロスプロテクション（鈴木）
第5回:ウイルスの多様性と進化（近藤）
第6回:ウイルスの病徴と宿主抵抗性（近藤）
第7回:ウイルスの伝搬と媒介生物との相互作用（近藤）
第8回:ウイルスの診断と防除（近藤）
第9回:微生物の基礎、構造 、微生物の栄養、分類（谷）
第10回:植物と相互作用する重要な微生物群（谷）
第11回:微生物群集構造の解析法（谷）
第12回:植物微生物相互作用の最新研究（谷），藻類の分類(植木)
第13回:、藻類の進化(植木),バクテリアとの共生(植木)
第14回:藻類とバクテリア の相互作用(植木)
第15回:藻類とウイルス の相互作用(植木)・定期試験

テキスト:鈴木+近藤；Matthews’ Plant Virology（Roger Hull, Academic Press, 2014, ISBN 978-0-12-384871-0）、谷；「微生物学　地球と健康を守る」坂本順司著 裳華房

参考書・参考資料等
鈴木+近藤；分子レベルからみた植物耐病性（島本功他監修、秀潤社、2005）、植物ウイルス学（夏秋啓子他、朝倉書店、2009） 植物病理学（文永堂、 眞山滋志、土佐幸雄編、2020）、谷；授業時間中に論文を紹介、植木：授業時間中に論文を紹介

学生に対する評価
講義への貢献(50%)、中間レポート(15%)、最終提出レポート(35%)

授業科目名： 植物遺伝学および生物ストレス学	教員の免許状取得のための選択科目	単位数： 単位	担当教員名： ガリスイバン、新屋友規 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		
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
自然環境（生物的ストレス）で起こる植物と他の生物との生物間相互作用、生物的ストレス認識の分子機構、生物的ストレスより活性化する主要なシグナル伝達機構、植物の主要な防御機構、植物の生物的ストレス応答における植物ホルモンの役割をテーマとし、これらの理解を目標とする。

授業の概要
この講義では、自然環境（生物的ストレス）で起こる植物と他の生物との生物間相互作用に関して、英語で概説する。生物的ストレス認識の分子機構、生物的ストレスより活性化する主要なシグナル伝達機構、植物の主要な防御機構について議論する。植物の生物的ストレス応答における植物ホルモンの役割を植物−昆虫間相互作用に注目して説明する。植物遺伝学および生物ストレス学における最近の進展を英語で講義する。

授業計画（担当：第1回～13回 ガリスイバン、第14回～15回　新屋友規、定期試験は実施しない。）
第１回：イントロダクション:なぜ植物を研究する必要があるのか？(1：植物の多様性)
第２回：イントロダクション:なぜ植物を研究する必要があるのか？(2：植物と環境の関係)
第３回：植物はひとりではない:自然界で観察される生物間相互作用(1：生物的ストレス)
第４回：植物はひとりではない:自然界で観察される生物間相互作用(2：植物-病原菌相互作用)
第５回：植物はひとりではない:自然界で観察される生物間相互作用(3：植物-昆虫間相互作用)
第６回：植物はひとりではない:自然界で観察される生物間相互作用(4：植物-共生菌相互作用)
第７回：植物ホルモン: 植物の生長、発達、防御機構を制御する低分子。ホルモンクロストーク。(1：イントロダクション)
第８回：植物ホルモン: 植物の生長、発達、防御機構を制御する低分子。ホルモンクロストーク。(2：成長を制御する植物ホルモン)
第９回：植物ホルモン: 植物の生長、発達、防御機構を制御する低分子。ホルモンクロストーク。(3：アグロバクテリウムシステムと植物ホルモン制御)
第１０回：植物ホルモン: 植物の生長、発達、防御機構を制御する低分子。ホルモンクロストーク。(4：発達制御ホルモン)
第１１回：植物ホルモン: 植物の生長、発達、防御機構を制御する低分子。ホルモンクロストーク。(5：ストレス制御ホルモン)
第１２回：ジャスモン酸: 植物ホルモンの生合成とシグナル伝達(1：生合成)第１３回：ジャスモン酸: 植物ホルモンの生合成とシグナル伝達(2：シグナル伝達)
第１４回：植物、微生物：植物の防御機構(1：植物-微生物相互作用)
第１５回：植物、微生物：植物の防御機構(2：植物-昆虫間相互作用)

テキスト
教科書は使用しない。配布資料を配布する。

参考書・参考資料等
Plant-animal communication (2011) by Schaefer and Ruxton, Oxford University Press, New York
Insect-plant biology (2010) by Schoonhoven, van Loon and Dicke, Oxford University Press, New York
Plant-animal interactions: An evolutionary approach (2002) by Herrera and Pellmyr, Blackwell Publishing

学生に対する評価
ディスカッションへの関与

授業科目名： 植物多様性遺伝学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 単位 2	担当教員名：武田　真、最相大輔、久野　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
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

岡山大学には世界のオオムギ遺伝資源が多数保存されている。オオムギを中心とする多様性を活用した教育・研究を理解する。また、多様な遺伝資源の活用が気候変動に対処し食料生産の安定化と高品質化を達成する鍵であることを理解する。ゲノム科学で遺伝的変異を検出・誘発する技術を理解する。持続可能な農業の実現に向けて、主体的な思考力を養うことを目標とする。

授業の概要：作物の遺伝的多様性を遺伝子レベルで検出し、農業的に重要な形質の発現機構を分子レベルで理解し、品種改良に役立てる、一連の研究過程を解説する。

授業計画

第１回：形態学的多様性（担当　武田　真）
第２回：ゲノム解析手法の概要１（遺伝地図の作成）（担当　武田　真）
第３回：ゲノム解析手法の概要２（物理地図作成とゲノムシーケンス）（担当　武田　真）
第４回：ゲノム解析を利用した遺伝資源解析（担当　武田　真）
第５回：有用遺伝子の特定と機能解析（担当　武田　真）
第６回：作物の起源と多様化１（栽培進化研究のこれまで）（担当　最相大輔）
第７回：作物の起源と多様化２（分子遺伝学が拓く栽培進化研究）（担当　最相大輔）
第８回：ゲノム多様性と作物進化（担当　最相大輔）
第９回：ゲノム多様性と地域適応（担当　最相大輔）
第１０回：環境ストレスと地域適応（担当　最相大輔）
第１１回：突然変異体の作成と解析（担当　久野　裕）
第１２回：マーカー選抜育種による遺伝資源利用（担当　久野　裕）
第１３回：遺伝子組換え技術と遺伝子機能解析（担当　久野　裕）
第１４回：RNAサイレンシングとエピゲノム（担当　久野　裕）
第１５回：ゲノム編集技術と育種利用（担当　久野　裕）
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する。

学生に対する評価

レポート(80%)、プレゼンテーション(20%)

授業科目名： 統合ゲノム育種学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 長岐清孝、山本敏央 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
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

植物における細胞遺伝学の基礎、解析方法および応用手法の理解。品種改良の歴史、育種操作の基礎、新しい育種技術の理解。

授業の概要

植物科学における遺伝現象を染色体、分子、個体のレベルから解説する。前半では、染色体の構造と機能、細胞分裂、核、クロマチン構造について、遺伝子の発現調節とも関連させ講義する。また、最新の染色体、クロマチン解析技術についても言及する。後半では、ゲノム情報を活用した品種改良技術の基礎、およびそれら技術を用いた食料の増産や環境適応に関する実践例についても紹介する。

授業計画

第１回：分子細胞遺伝学とは何か？（長岐）
第２回：細胞遺伝学の基礎知識（長岐）
第３回：細胞遺伝学の実験手法（長岐）
第４回：DNAと細胞遺伝学（長岐）
第５回：細胞遺伝学におけるDNA解析法（長岐）
第６回：染色体の構造（長岐）
第７回：染色体の構造に関連するタンパク質（長岐）
第８回：細胞遺伝学の付随的な解析法（長岐）
第９回：遺伝的多様性と農業（山本）
第１０回：野生と栽培（山本）
第１１回：遺伝学からゲノミクスへ（山本）
第１２回：QTL（山本）
第１３回：作物育種の実際（山本）
第１４回：DNAマーカー選抜（山本）
第１５回：突然変異の利用（山本）

テキスト

なし

参考書・参考資料等

授業中に適宜資料を配布する

学生に対する評価

講義への貢献（50%）、最終レポート（50%）

授業科目名： 核酸動態科学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 阿保達彦
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
遺伝現象の根幹をなす核酸のふるまいについて理解する

授業の概要
学術論文を主な題材として，分子遺伝学的解析の実際に触れる。適宜履修生による発表時間をとり，プレゼンテーション等を行う。

授業計画
第１回：概略説明・核酸とは
第２回：遺伝子発現における核酸のふるまい
第３回：分子遺伝学において接合伝達機構の果たした役割
第４回：負の発現制御機構の概念
第５回：cis-transの概念
第６回：事例紹介・微生物，植物，動物における遺伝子発現制御の共通点
第７回：事例紹介・微生物，植物，動物における遺伝子発現制御の相違点
第８回：スクリーニング（1）ポジティブスクリーニング
第９回：スクリーニング（2）ネガティブスクリーニング
第１０回：遺伝子発現解析法（1）in vivo
第１１回：遺伝子発現解析法（2）in vitro
第１２回：塩基配列解析法
第１３回：最近開発された手法
第１４回：事例紹介・古典的な学術論文
第１５回：事例紹介・最新の学術論文
定期試験：行わない。履修姿勢により評価する。

テキスト
使用しない

参考書・参考資料等
その都度適切な学術論文を紹介する

学生に対する評価
定期試験は行わず，各回の課題，履修姿勢により評価する。

授業科目名： 生態遺伝学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 三村真紀子
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
集団遺伝学の基礎を習得し、自然集団で見られる多様性の成り立ちの要因とその作用の仕方を理解する。取り扱う生物が持つ個々の多様性とその要因を理解し、自然集団の多様性を評価する統計パラメーターを説明できる。

授業の概要
集団の生態と進化について論文読解や解析を中心に学ぶ。自然集団の集団遺伝学として、突然変異・移住・遺伝子流動が、集団の遺伝的多様性と集団構造に及ぼす影響について解説する。

授業計画
第１回：生態遺伝学とは
第２回：集団の遺伝的構造と履歴：概念
第３回：集団の遺伝的構造と履歴：事例
第４回：集団の遺伝的構造と履歴：演習
第５回：遺伝子流動：概念
第６回：遺伝子流動：事例
第７回：遺伝子流動：演習
第８回：自然選択：概念
第９回：自然選択：事例
第１０回：自然選択：演習
第１１回：種分化：概念
第１２回：種分化：事例
第１３回：種分化　：演習
第１４回：生態学の最前線
第１５回：生態ゲノム学の最前線
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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション(20%)，レポート(80%)

授業科目名： 植物電気生理学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名：中堀　清 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
植物の電気生理学に関し、理論と方法の基礎について理解する。

授業の概要
植物電気生理学の歴史、実験手法（微小電極法）とその成果について概説する。

授業計画
第1回 講義の概要説明
第2回 電気生理学の科学史１　Galvani以降
第3回 植物（電気）生理学の科学史２　Pffefer, Bunning,
第4回 電気化学的基礎　(pHメーター)
第5回 生体膜, 計測法の基礎
第6回 膜電位、イオン濃度測定法
第7回 生物の光センサー①植物
第8回 生物の光センサー②菌類
第9回 生物の光センサー③動物と④原核生物
第10回 Aquaporin
第11回 植物の環境応答1（興奮）
第12回 植物の環境応答2（化学物質）
第13回-15回　課題レポート発表
期末試験は実施しない

テキスト
　指定しない

参考書・参考資料等
Plant Electrophysiology -Theory and Methods　A. G. Volgov(Editor) Springer (2006)
植物電気生理研究法 学会出版センター（1983）
分子生理学の先駆者　ヴィルヘルム・ペッファー　現代に生きるその研究と洞察　E.ビュンニング　学会出版センター（1988）
授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
講義への出席とレポート、発表（プレゼンテーション）により総合的に評価する

授業科目名： 生体高分子構造学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名：沈　建仁 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

生物を構成する高分子化合物、特にタンパク質について、それらの構成要素、構造、機能について概説し、それらの特徴と研究方法を紹介することを通して、生体超分子についての専門的知識を身につける。

授業の概要

生体高分子，特に蛋白質の構造とそれを解析する主要な手法であるＸ線結晶構造解析法について講述し，立体構造の観点から分子の機能を理解するアプローチ，すなわち構造生物学について，光合成光化学系II膜タンパク質複合体や他の重要なタンパク質（複合体）を例に論述する。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：生体高分子の種類、構成
第３回：タンパク質の構成ユニットであるアミノ酸の分類、性質、基本構造
第４回：各アミノ酸の特徴的性質・構造
第５回：タンパク質の一次構造、二次構造
第６回：タンパク質の三次構造、高次構造
第７回：タンパク質の構造研究法・X線結晶構造解析法―タンパク質の結晶化、結晶の性質の判定
第８回：　タンパク質の構造研究法・X線結晶構造解析法
第９回：　タンパク質の構造研究法・その他の方法
第１０回：　タンパク質の機能研究法
第１１回：光合成光化学系IIの立体構造
第１２回：光化学系IIの反応機構
第１３回：他の重要な膜タンパク質の構造
第１４回：膜タンパク質構造解析の歴史
第１５回：まとめ
定期試験

テキスト

なし

参考書・参考資料等

竹中　章郎、生体高分子結晶のX線構造解析：―実践手法と基礎理論―

学生に対する評価

プレゼンテーション20％、レポート40％、定期試験40％

授業科目名： タンパク質結晶学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名：菅　倫寛 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

膜タンパク質の構造生物学を理解するために必要な幅広い生化学的な知識、構造生物学の知識および結晶学の知識を習得する。

授業の概要

生化学、構造生物学、結晶学の知識を専門書（洋書）の輪読により習得する。各自でテーマとなるトピックを設定し、詳しい調査と口頭発表を行う。発表内容に基づいて議論し各自が理解を深める。

授業計画

第１回：導入、グループ分け
第２回：輸送体（概要）
第３回：輸送体（二次輸送体1）
第４回：輸送体（二次輸送体2）
第５回：輸送体（ミトコンドリアADP/ATPキャリアー）
第６回：輸送体（脳神経物質伝達輸送体）
第７回：輸送体（NSSファミリーとLeuTスーパーファミリー1）
第８回：輸送体（NSSファミリーとLeuTスーパーファミリー2）
第９回：ABC輸送体1
第１０回：ABC輸送体2
第１１回：多剤排出輸送体
第１２回：アクアポリンとアクアグリセロポリン
第１３回：カリウムイオンチャネルと塩化物イオンチャネル
第１４回：学生による発表１
第１５回：学生による発表２

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

Membrane Structural Biology; Mary Luckey, Cambridge University Press

学生に対する評価

授業でのディスカッション（30%）、グループワーク（30%）、課題発表(40%)

授業科目名： タンパク質科学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2 単位	担当教員名： 秋田　総理
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
タンパク質の構造と機能に関する基礎知識を身につける。

授業の概要
タンパク質の構造と機能に関する最新の論文を紹介し、討論する。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質の基礎）
第３回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質の実験方法）
第４回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質の精製方法）
第５回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質の分析方法）
第６回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質の解析方法）
第７回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質の測定機器）
第８回：論文紹介・研究紹介・討論（中間討論）
第９回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質の構造）
第１０回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質の構造解析）
第１１回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質の大量生産）
第１２回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質の利用）
第１３回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質と光合成）
第１４回：論文紹介・研究紹介・討論（タンパク質科学の応用）
第１５回：論文紹介・研究紹介・討論（最終討論）
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配付する。

学生に対する評価
発表・討論・レポート

授業科目名： 植物発生機構学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名：高橋卓 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

植物と動物の発生の分子機構について，最新の知見に基づき，その違いと共通性の理解を深める。独力で英語の研究論文を書く技術を身につける。

授業の概要

最先端の植物科学に関する英語論文を読み解きながら，論文の構成，書き方から投稿のプロセスについても解説する。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：インターネットを用いた論文検索
第３回：植物発生に関する論文の和訳に関する演習
第４回：論文の構成について
第５回：植物発生に関する論文の書き方（１）要旨と図表
第６回：植物発生に関する論文の書き方（２）序論
第７回：植物発生に関する論文の書き方（３）方法
第８回：植物発生に関する論文の書き方（４）結果
第９回：植物発生に関する論文の書き方（５）考察
第１０回：植物発生に関する論文の書き方（６）参考論文
第１１回：植物発生に関する論文の英作文に関する演習
第１２回：植物の器官形成に関する論文の紹介と討論
第１３回：植物の遺伝子発現制御に関する論文の紹介と討論
第１４回：論文の投稿，査読過程について
第１５回：総合討論

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する。

学生に対する評価

出席(50%)，プレゼンテーション(40%)，レポート(10%)

授業科目名： 植物細胞発生学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名：本瀬　宏康 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
植物細胞を題材として、細胞の生理機能・成長・分化の機構を理解し、生物学の基礎的な考え方・知識、実験を基盤とした現代的な生物学を身につける。

授業の概要
これまで学習した内容を基盤として、植物の成長や分化、環境適応、細胞の生理機能を理解し、生物学の基礎的な考え方や知識を身につける。

授業計画
第１回：ガイダンス・イントロダクション
第２回： 植物の特徴と進化
第３回：植物のゲノム
第４回：植物細胞の特徴と種類
第５回：細胞内小器官の特徴と種類
第６回：植物細胞の研究手法
第７回： 細胞伸長
第８回： 細胞分裂
第９回：細胞分化
第１０回：細胞死
第１１回：植物の分裂組織
第１２回：植物の器官形成
第１３回：受精と種子形成
第１４回：植物の環境応答
第１５回：まとめと演習
定期試験

テキスト
特定の教科書は使用せず、講義の際に資料を配布する。

参考書・参考資料等
植物の生化学・分子生物学　Buchananら　学会出版センター
植物生理学・発生学　L. Taiz, E. Zeigerら　講談社
講義の際に随時指示する。

学生に対する評価
演習（20%）、レポート（20%）、試験（60%）

授業科目名： 動物進化生物学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 濱田麻友子
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

進化生物学の理論と手法を習得し、自ら説明、実践できる。動物進化に関する最新の研究内容を理解し、考察と発表ができる。

授業の概要

地球上の生物はさまざまな環境に適応し多様化を遂げてきた。本授業では、動物進化を系統分類、環境適応、ゲノム進化の観点から理解するため、関連する論文を読解し、進化生物学に必要な解析を学ぶ

授業計画

第１回：動物系統進化学１：非左右相称動物
第２回：動物系統進化学２：新口動物
第３回：動物系統進化学３：旧口動物
第４回：動物進化発生学１：非左右相称動物
第５回：動物進化発生学２：新口動物
第６回：動物進化発生学３：旧口動物
第７回：ゲノム進化１：分子進化
第８回：ゲノム進化２：遺伝子の進化
第９回：ゲノム進化３：ゲノムの進化
第１０回：共生進化１：刺胞動物の共生
第１１回：共生進化２：その他の動物における共生
第１２回：共生進化３：共生細菌
第１３回：海洋生物学１：海洋生物学におけるDNA情報の利用
第１４回：海洋生物学２：マリンゲノミクス
第１５回：海洋生物学３：環境DNA
定期試験は実施しない

テキスト

随時、資料を配付し、授業時に別途指示する。

参考書・参考資料等

・カラー図解 進化の教科書 第1～３巻 進化の歴史、進化の理論、系統樹や生態から見た進化
　カール・ジンマー，ダグラス.J・エムレン／著　（講談社ブルーバックス）
・カラー図解 アメリカ版 大学生物学の教科書 第4巻 進化生物学
　デイヴィッド・サダヴァら／著　（講談社ブルーバックス）

学生に対する評価

プレゼンテーション（50%）、レポート（50%）

授業科目名： 神経遺伝学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 吉井大志 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
キイロショウジョウバエの最新の神経遺伝学を応用した時間生物学の歴史を理解すること。

授業の概要
キイロショウジョウバエでは最先端の遺伝学を用いて，動物の神経機構を理解する試みが進んでいる。本講義では神経遺伝学の代表的な研究を紹介，解説する。また学生はセミナー形式で最新の論文を紹介し，ディスカッションを行う。授業の中にはプレゼンテーションに関する講義も行う。

授業計画
第１回：ショウジョウバエの遺伝学
第２回：ショウジョウバエの神経学
第３回：神経遺伝学
第４回：動物行動と神経遺伝学
第５回：ショウジョウバエ概日時計研究の始まり
第６回：ショウジョウバエ概日時計の分子機構・遺伝子スクリーニング
第７回：ショウジョウバエ概日時計の分子機構・フィードバックループ
第８回：概日時計の光同調
第９回：概日時計の光入力経路
第１０回：哺乳類の概日時計の光入力経路
第１１回：温度と概日時計
第１２回：地磁気と概日時計
第１３回：社会と概日時計
第１４回：プレゼンテーション・しくみ
第１５回：プレゼンテーション・実践
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する。

学生に対する評価
活発なディスカッション（40%）、レポート（30%）、プレゼンテーション（30%）

授業科目名： 海洋生物学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 坂本竜哉
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

　生物の体内にそなわるさまざまな適応メカニズムの最新の知見を，分子・細胞レベルから個体レベルで把握し，それが重要な原理の構築に有効な洞察力を与えること理解する。

授業の概要

　生物は，様々なメカニズムにより，あるいはそれらの相互作用によって，新しい環境に適応し，個体を維持してきた。本講義では，主に脊椎動物における体液調節，消化・吸収，排泄などに注目し，遺伝子レベルから個体レベルまで多面的に解説する。

授業計画

第１回：Course Overview
第２回：Introduction to Physiology
第３回：水・電解質代謝／浸透圧調節についての講義
第４回：水・電解質代謝／浸透圧調節（水生動物）についての研究発表
第５回：水・電解質代謝／浸透圧調節（陸生動物）についての研究発表
第６回：水・電解質代謝／浸透圧調節（飲水行動）についての講義
第７回：水・電解質代謝／浸透圧調節（飲水行動）についての研究発表
第８回：排泄（腎臓）についての講義
第９回：腎臓についての研究発表
第１０回：排泄（窒素代謝の進化）についての講義
第１１回：窒素代謝の進化についての研究発表
第１２回：消化・吸収についての講義
第１３回：消化・吸収についての研究発表
第１４回：脳腸ペプチドについての講義
第１５回：脳腸ペプチドについての研究発表

テキスト

　なし

参考書・参考資料等

　適宜資料を配付する。

学生に対する評価

　プレゼンテーション（50%）、レポート（50%）

授業科目名： 細胞応答学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 竹内　栄
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

脊椎動物を中心として，組織・器官を構成する細胞の機能調節に与る情報伝達系について，具体的な生命現象を例として，その仕組みに関する基礎的知識を身に付けるとともに，生物多様性のしくみを理解することを目標とする。

授業の概要

多機能な生理機能ペプチドホルモンであるα-MSHの制御系を例として，体色発現系の分子機構に関する研究史を概説すると共に，脊椎動物の様々な生物種の知見を紹介することで，生物の環境適応，多様性獲得の分子的理解をはかる。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：メラノコルチンとは何か（インテルメジンの発見とα-MSH）
第３回：メラノコルチン系の構成要素（受容体とアゴニスト，インバースアゴニストなど）について
第４回：マウスの体色変異体から明らかにされた体色制御のメラノコルチン系
第５回：マウスの体色変異体から明らかにされた摂食制御のメラノコルチン系
第６回：鳥類におけるメラノコルチン系に関する研究史
第７回：ニワトリにおける様々なメラノコルチン系
第８回：ニワトリにおける羽色制御のメラノコルチン系
第９回：ニワトリの羽色や羽形態の性的二型性をつくるしくみ
第１０回：ウシ・ウマ・ヒツジなどの家畜哺乳類の体色バリエーションとメラノコルチン系
第１１回：リスなどの野生哺乳類の体色バリエーションとメラノコルチン系
第１２回：野鳥の体色バリエーションとメラノコルチン系
第１３回：爬虫類の体色バリエーションとメラノコルチン系
第１４回：化石生物の体色
第１５回：まとめ

テキスト　なし

参考書・参考資料等

「ホルモンから見た生命現象と進化 第7巻 生体防御・社会性 －守－」，裳華房，および，
授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（50%），質疑応答（50%）

授業科目名： 生体制御学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 相澤　清香
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
動物のホルモンによる生理機能の制御機構を理解する。

授業の概要
内分泌学に関して基礎的な知見を解説するとともに，最近の論文について学ぶ。

授業計画
第１回：オリエンテーション
第２回：内分泌学の基礎
第３回：視床下部
第４回：脳下垂体
第５回：フィードバック機構
第６回：末梢組織
第７回：消化管
第８回：脂肪組織
第９回：副腎
第１０回：松果体
第１１回：生体のリズム
第１２回： ホルモンのリズム
第１３回： サーカディアンリズム
第１４回： ウルトラディアンリズム
第１５回： まとめ
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
Molecular Endocrinology, 3rd edition, Franklyn F. Bolander, Elsevier Academic Press, 2004.ISBN: 0-12-111232-2

学生に対する評価
発表(30%),議論への参加(30%),レポート(40%)

授業科目名： 神経行動学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 坂本浩隆
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
広い意味での神経制御学分野で，実習生自らが課題を設定して研究発表に取り組む。関連する文献を講読し，研究分野における最新知見を学ぶことも目標とする

授業の概要
動物における神経制御機構を中心とした口頭発表。関連する総説や原著論文を講読し，最新の研究成果を理解するとともに，技術も習得する。

授業計画
第1回: アンドロゲン依存性気分障害と雄性性機能制御の分子・神経メカニズム相関の解明
第2回: 中枢神経系を標的とした心因性勃起障害発症メカニズムの解明
第3回: 性差形成と性ホルモンによる動作メカニズムの分子・行動神経内分泌の形態科学基盤
第4回: 雄の性機能を司る脳－脊髄神経ネットワークとその動作メカニズムの解明
第5回: オキシトシン・オキシトシン受容体系が担う新たな生理機能の探求
第6回: エストロゲンによる社会行動制御の神経機構
第7回: 性機能を司る脳－脊髄神経ネットワークにおける非シナプス的神経制御メカニズムの解明
第8回: 性ステロイドホルモンによる社会行動神経ネットワーク機能の制御メカニズム
第9回: 社会性の形成・維持を司る神経内分泌機構の解明
第10回: 先端的イメージング技法を用いた新たな神経伝達様式の解明
第11回: In vivoパッチクランプ法と三次元電子顕微鏡を用いた脊髄痒覚シナプス機構解明
第12回: 難治性掻痒症の神経機構解明に向けての新規アプローチ
第13回: 雄の性機能を司るガストリン放出ペプチド系が脳において性行動を制御する機構の解明
第14回: 痒み中枢細胞制御による目の痒み誘発および治療モデル動物の開発
第15回: オスの性経験を「記憶」する視床下部神経ネットワークの解明
定期試験

テキスト
なし

参考書・参考資料等
適宜資料を配付する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（80%）、レポート（20%）

授業科目名： 海洋動物系統学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 秋山　貞
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
海洋動物の多様性について、系統分類学を軸にして理解する。

授業の概要
海洋動物の多様性およびその成立過程について、主要な動物群の系統上の特質、地理分布、生息環境などの複合的な側面から考察する。

授業計画
第１回：ガイダンス、動物の出現
第２回：海綿動物
第３回：刺胞動物
第４回：扁形動物
第５回：紐形動物、星口動物、環形動物
第６回：節足動物（鋏角類、多足類）
第７回：節足動物（甲殻類）
第８回：軟体動物（多板類、腹足類）
第９回：軟体動物（斧足類、頭足類他）
第１０回：棘皮動物
第１１回：脊索動物
第１２回：その他の動物
第１３回：生態、行動と系統
第１４回：生物地理学上の問題
第１５回：まとめ

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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： 比較内分泌学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 御輿　真穂
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

生体恒常性を維持する内分泌系について、さまざまな脊椎動物における生理活性物質とその調節機能に関する基礎的知識を身につけるとともに、それらを比較することで進化にともなう生理活性物質の機能の変遷を理解することを目標とする。

授業の概要

脊椎動物に共通する器官・組織の機能を概説し、それぞれで産生される代表的な生理活性物質（ホルモン）の機能に関する知見を紹介することで、内分泌系の機能進化の視点から脊椎動物の進化の理解をはかる。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：脊椎動物の内分泌系の進化
第３回：視床下部で産生されるホルモンとその調節系
第４回：下垂体前葉ホルモン
第５回：下垂体後葉ホルモン
第６回：甲状腺で産生されるホルモンとその調節系
第７回：副甲状腺で産生されるホルモンとその調節系
第８回：心臓で産生されるホルモンとその調節系
第９回：副腎で産生されるホルモンとその調節系
第１０回：膵臓で産生されるホルモンとその調節系
第１１回：消化管で産生されるホルモンとその調節系
第１２回：腎臓で産生されるホルモンとその調節系
第１３回：生殖腺ー卵巣で産生されるホルモンとその調節系
第１４回：生殖腺ー精巣で産生されるホルモンとその調節系
第１５回：まとめ

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する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（70%），質疑応答（30%）

授業科目名： 器官構築学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 佐藤　伸
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

　科学論文の読解を通じて最先端科学を理解できる読解力と知識を身に着ける。生物科学（特に再生関連）の知識をもとに論理を構築する力を養成する。

授業の概要

　当該年度に発表された論文の読解を議論を通じて行う

授業計画

第１回：概要説明
第２回：実施例　論文の解読（佐藤が代表して行う）
第３回：実施例　質疑応答の実例（上の続き）
第４回：実施例　批評の実際（上の続き）
第５回：グループAによる発表
第６回：グループAの発表に対する質疑応答と批評
第７回：グループBによる発表
第８回：グループBの発表に対する質疑応答と批評
第９回：中間議論I
第１０回：中間議論II
第１１回：グループCによる発表
第１２回：グループCの発表に対する質疑応答と批評
第１３回：グループDによる発表
第１４回：グループDの発表に対する質疑応答と批評
第１５回：最終議論
試験

テキスト

　なし（ただし、当該年度の論文を読むため、必要な英語系のテキストは各自手配）

参考書・参考資料等

　なし

学生に対する評価

　最終テストと、授業内の実施項目による評価

授業科目名： 行動遺伝学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 中越英樹
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

生物の行動を制御する機構が遺伝子レベルで明らかになりつつある．行動–神経回路–遺伝子の関連性を総合的に理解することで生命現象への理解を深め，複雑な行動がどこまで遺伝子で支配されうるのかを理解する．

授業の概要

ショウジョウバエの求愛行動，交尾後応答，睡眠制御などの話題を中心に，行動を制御する遺伝子基盤について解説する．

授業計画

第１回：嗅覚情報の処理回路
第２回：匂いによる条件付け学習
第３回：求愛行動
第４回：求愛行動の制御機構
第５回：同性愛行動を示す *fruitless* 変異体
第６回：*fruitless* 発現細胞の雌雄差
第７回：雄特異的 *fruitless* 発現細胞による求愛行動の制御
第８回：求愛行動を制御する他の因子（*doublesex, retained, dissatisfaction, takeout*）
第９回：性フェロモンによる行動制御
第１０回：味覚受容と性行動
第１１回：メスの交尾後応答
第１２回：メス交尾受容性の制御
第１３回：睡眠行動の制御
第１４回：睡眠を制御する神経回路
第１５回：総括
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する．

学生に対する評価

レポート（80%），質疑応答（20%）

授業科目名： 神経システム科学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 松井鉄平
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
神経システムについて理解し、実験データの解析技術に習熟する

授業の概要
神経システムについての最新知見について教科書や論文を通して学習する。実験データの解析を行うプログラミングや数学、統計学の技術についての演習を行う。

授業計画
第１回：ガイダンス（担当：松井鉄平）
第２回：神経システムの概要（担当：松井鉄平）
第３回：神経データ解析の概要（担当：松井鉄平）
第４回：抹消神経視覚システム（担当：松井鉄平）
第５回：中枢神経視覚システム（担当：松井鉄平）
第６回：視覚神経活動データの解析（担当：松井鉄平）
第７回：機能的MRIの概要（担当：松井鉄平）
第８回：機能的MRIデータの解析（担当：松井鉄平）
第９回：抹消神経体性感覚システム（担当：松井鉄平）
第１０回：中枢神経体性感覚システム（担当：松井鉄平）
第１１回：抹消神経聴覚システム（担当：松井鉄平）
第１２回：中枢神経聴覚システム（担当：松井鉄平）
第１３回：体性感覚神経活動データの解析（担当：松井鉄平）
第１４回：聴覚神経活動データの解析（担当：松井鉄平）
第１５回：意思決定行動データの解析（担当：松井鉄平）
定期試験は実施しない。神経システム科学演習を下敷きにより発展的な内容を扱う

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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（60%）、レポート（40%）

授業科目名： 臨海実習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 坂本竜哉、坂本浩隆、濱田麻友子、秋山貞
			担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

瀬戸内海に生息する海洋動物などの種多様性、形態、分類、発生、行動、生態も含む広い意味での生理を深く学習することにより、知識を応用展開する。

授業の概要

多様な海洋動物、メダカ、ラット等の生物材料、及び実験所の施設、備品、消耗品（Web Site を参考）を実際に扱い観察・実験もすることで、多様な動物の生理を体系的に理解する。

授業計画

以下のようなスケジュールで、夏期に集中で実施

1. Course Overview
2. 水生生物の体液調節システムの起源～共通原理への広塩性扁形動物に着目したアプローチ
3. “パイオニア”動物でひもとく海から淡水、陸上への進出をもたらしたシンギュラリティ
4. 広塩性の扁形動物を原点に探る淡水進出における体液調節能獲得の動物界を跨ぐ新概念
5. ステロイドホルモン系の起源は“細胞外液”を獲得した新設の後口動物の群に辿れるか？
6. “ステロイドホルモン系”の原始左右相称動物での黎明は、共生藻がもたらしたか？
7. 神経葉ホルモンの脳-行動制御機能の解析:広塩性両生魚と雄性胎生魚からの新しい展開
8. 水生から陸生にともなう飲水機構の進化:魚類を用いてその原点を探る
9. アユモドキの"純淡水回遊"から魚類の回遊を普遍的に制御する環境/内分泌要因を探る
10. 広塩性魚類の消化管機能分化における新しいホルモン制御機構
11. ニホンウナギ等を指標とした海と川の連結性の評価と環境学習への展開
12. 魚類の「かゆみ」研究から脊椎動物のバイオセンシングを俯瞰する
13. 複眼水中ロボットの実海域充電実証と両眼転導による広範囲／高精度空間認識
14. 雄の性機能を司るガストリン放出ペプチド系が脳において性行動を制御する機構
15. 性経験によって促進する雄性行動制御の構造分子基盤

テキスト

なし

参考書・参考資料等

適宜資料を配付する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： 臨海先端実習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 坂本浩隆・濱田麻友子 担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

進化生物学の理論と手法を習得し，自ら説明、実践できる。動物進化に関する最新の研究内容を理解し，考察と発表ができる。

授業の概要

地球上の生物はさまざまな環境に適応し多様化を遂げてきた。本授業では，動物進化を系統分類，環境適応，ゲノム進化の観点から理解するため、関連する論文を読解し，進化生物学に必要な解析を学ぶ

授業計画

第１回：動物系統進化学実習１：非左右相称動物
第２回：動物系統進化学実習２：新口動物
第３回：動物系統進化学実習３：旧口動物
第４回：動物進化発生学実習１：非左右相称動物
第５回：動物進化発生学実習２：新口動物
第６回：動物進化発生学実習３：旧口動物
第７回：ゲノム進化実習１：分子進化
第８回：ゲノム進化実習２：遺伝子の進化
第９回：ゲノム進化実習３：ゲノムの進化
第１０回：共生進化実習１：刺胞動物の共生
第１１回：共生進化実習２：その他の動物における共生
第１２回：共生進化実習３：共生細菌
第１３回：海洋生物学実習１：海洋生物学におけるDNA情報の利用
第１４回：海洋生物学実習２：マリンゲノミクス
第１５回：海洋生物学実習３：環境DNA
定期試験は実施しない

テキスト

随時、資料を配付し、授業時に別途指示する。

参考書・参考資料等

・カラー図解 進化の教科書 第1～３巻 進化の歴史、進化の理論、系統樹や生態から見た進化
　カール・ジンマー，ダグラス.J・エムレン／著　（講談社ブルーバックス）
・カラー図解 アメリカ版 大学生物学の教科書 第4巻 進化生物学
　デイヴィッド・サダヴァら／著　（講談社ブルーバックス）

学生に対する評価

プレゼンテーション（50%）、レポート（50%）

授業科目名： 遺伝子発現制御学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 阿保達彦
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
バクテリアにおける分子遺伝学を，特に遺伝子発現制御の観点から論じる。バクテリアのみにとどまらず，バクテリア型の遺伝子発現様式を持つシステム全般の理解を目指す。

授業の概要
学術論文を主な題材として，分子遺伝学的解析の実際に触れる。

授業計画
第１回：分子遺伝学の基本概念と用語
第２回：バクテリア分子遺伝学の歴史
第３回：セントラルドグマ
第４回：複製
第５回：転写
第６回：翻訳
第７回：遺伝子発現制御の基本概念
第８回：翻訳研究の歴史
第９回：リボソームレスキュー
第１０回：バクテリアにおけるスクリーニング法・概論
第１１回：バクテリアにおけるスクリーニング法・大腸菌arfAを例に
第１２回：翻訳機構の解析・in vivo
第１３回：翻訳機構の解析・in vitro
第１４回：遺伝子機能の解析・大腸菌ArfAを例に
第１５回：変異導入解析・大腸菌ArfAを例に
第１６回：分子間相互作用の解析・大腸菌ArfAを例に
第１７回：バクテリアにおけるスクリーニング法・大腸菌arfBを例に
第１８回：タンパク質ファミリーとコンセンサス配列，モチーフ
第１９回：遺伝子機能の解析・大腸菌ArfBを例に
第２０回：遺伝子発現制御機構・概論
第２１回：遺伝子発現制御機構・特殊なケース
第２２回：事例紹介・リボソームレスキュー因子の構造生物学的知見
第２３回：オルガネラ
第２４回：オルガネラにおける遺伝子発現
第２５回：オルガネラにおけるリボソームレスキュー・AtArfB
第２６回：オルガネラにおけるリボソームレスキュー・MpARFB
第２７回：オルガネラにおけるリボソームレスキュー・CrArfB
第２８回：事例紹介・バクテリア型翻訳系におけるリボソームレスキューの最新の事例
第２９回：事例紹介・バクテリア分子遺伝学における最新の事例
第３０回：事例紹介・分子遺伝学における最新の事例
定期試験：行わない。履修姿勢により評価する。

テキスト
使用しない

参考書・参考資料等
その都度適切な学術論文等の資料を紹介する

学生に対する評価
定期試験は行わず，各回の課題，履修姿勢により評価する。

授業科目名： 行動代謝遺伝学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 中越英樹
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
分子遺伝学的解析は，生命現象の理解に大きく貢献してきた．最新の学術論文を参照しながら，研究の進展状況を正確に理解する．

授業の概要
本演習では，主にショウジョウバエの行動や代謝の制御に関わる分子遺伝学的解析の原著論文や総説を選び，履修学生によるプレゼンテーションと質疑応答をもとに解説を行う．

授業計画
第１回：嗅覚・味覚情報処理を担う脳内神経回路
第２回：条件付け学習を担う脳内神経回路
第３回：条件付け学習の分子基盤
第４回：求愛行動を制御する嗅覚・味覚情報：性フェロモン
第５回：求愛行動を制御する脳内神経回路
第６回：求愛行動を制御する分子基盤
第７回：同性愛行動を抑制する脳内神経回路
第８回：同性愛行動の抑制に関わる分子基盤
第９回：求愛行動と攻撃行動を制御する脳内神経回路
第１０回：求愛行動と攻撃行動を制御する分子基盤
第１１回：メスの交尾後応答を担う神経回路と分子基盤
第１２回：メス交尾受容性を制御する神経回路と分子基盤
第１３回：睡眠行動を制御する脳内神経回路
第１４回：概日リズムを制御する脳内神経回路
第１５回：睡眠・覚醒を制御する分子基盤
第１６回：オスの妊性を制御する精液成分：附属腺タンパク質（Accessory gland proteins）
第１７回：オスの精液成分を変化させる分子基盤
第１８回：栄養環境に応答したオスの妊性制御機構：附属腺における栄養環境応答
第１９回：栄養環境感知器官（脂肪体）におけるシグナル伝達経路
第２０回：脂肪体による全身代謝制御：脂質代謝とアディポカイン
第２１回：代謝内分泌器官（筋肉）におけるシグナル伝達経路
第２２回：筋肉細胞による全身代謝制御：エネルギー代謝とマイオカイン
第２３回：体液調節を担うマルピーギ管におけるシグナル伝達経路
第２４回：マルピーギ管による全身代謝制御：浸透圧ストレスと免疫応答
第２５回：消化管におけるシグナル伝達経路
第２６回：消化管による全身代謝制御：酸化ストレスと免疫応答
第２７回：過剰栄養（肥満）によるストレス応答機構
第２８回：小胞体ストレスによる応答機構
第２９回：抗菌ペプチド（AMP）によるストレス応答機構
第３０回：各種ストレスによるタンパク質恒常性（proteostasis）の制御機構
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する

学生に対する評価
プレゼンテーション（60%），質疑応答（40%）

授業科目名： 進化生態学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 三村真紀子・中堀清
			担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
環境変化にともなう生物の生態学的応答および進化学的応答について取り扱う。自然集団で見られる多様性の成り立ちの要因とその作用を理解し、変動する環境に対する生物の生態学的応答について、さまざまな概念を説明でき、専門的な解析を理解し説明できる。

授業の概要
集団の生態と進化について論文読解を中心に学ぶ。各研究の進捗状況と問題点を整理し、これまでの論文を参照しながら、議論する。

授業計画
第１回：ガイダンス、プレゼンテーションの基礎
第２回：集団遺伝学, 遺伝子流動
第３回：集団遺伝学, 移住
第４回：集団遺伝学, 自然選択
第５回：集団遺伝学, 変異
第６回：集団遺伝学, 遺伝的多様性
第７回：生態, 種多様性
第８回：生態, 植物繁殖
第９回：生態, 植物形態
第１０回：生態, 植物生態
第１１回：生態, 環境ストレス耐性
第１２回：生物間相互作用, 送粉者
第１３回：生物間相互作用, 寄生
第１４回：生物間相互作用, 共生
第１５回：生物間相互作用, 菌根菌ネットワーク
第１６回：種の境界, 適応放散
第１７回：種の境界, 交雑
第１８回：種の境界, 浸透交雑
第１９回：種の境界, 種分化
第２０回：生態系, 生態系機能
第２１回：環境ドライバー, 気候変動
第２２回：環境ドライバー, 外来種
第２３回：環境ドライバー, 土地利用
第２４回：環境ドライバー, 乱獲
第２５回：保全, 遺伝的救済
第２６回：保全, 進化的救済第２７回：生態学的生殖隔離
第２７回：種の境界, 生態学的生殖隔離
第２８回：祖先形質の復元
第２９回：ニッチモデリング
第３０回：生態ゲノミクス

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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション(50%)，授業内参加(50%)

授業科目名： X線及びクライオ電子顕微鏡構造生物学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：沈　建仁、菅　倫寛、秋田　総理 担当形態：複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
タンパク質の構造と機能について、光合成膜タンパク質複合体や植物ミネラルトランスポーターなどを例に回折しながら、主な構造解析法であるX線結晶構造解析やクライオ電子顕微鏡構造解析を紹介することを通して、構造生物学の専門的知識を身につける。

授業の概要
タンパク質の構造とそれを解析する主要な手法であるＸ線結晶構造解析法とクライオ電子顕微鏡構造解析法について講述し，立体構造の観点から分子の機能を理解するアプローチ，すなわち構造生物学について，光合成光膜タンパク質複合体や植物由来ミネラルトランスポーターを例に論述と実践的演習を行う。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：X線結晶構造解析の原理
第３回：タンパク質の結晶化
第４回：X線結晶構造回析におけるデータ収集
第５回：位相問題
第６回：X線結晶構造解析における電子密度の計算
第７回：構造モデリング・精密化
第８回：クライオ電子顕微鏡構造解析の原理
第９回：クライオ電子顕微鏡構造解析のための試料調製
第１０回：クライオ電子顕微鏡におけるデータ収集、密度計算
第１１回：クライオ電子顕微鏡における構造解析、構造の精密化
第１２回：光合成光化学系IIの構造
第１３回：光合成光化学系IIの機能
第１４回：植物と藻類由来光化学系IIの構造的違い
第１５回：植物とシアノバクテリア由来光化学系IIの違い
第１６回：光合成光化学系Iの構造
第１７回：光合成光化学系Iの機能
第１８回：植物と藻類由来光化学系Iの構造的違い
第１９回：植物とシアノバクテリア由来光化学系Iの違い
第２０回：光化学系II－光捕集アンテナLHCII超分子複合体の構造
第２１回：光捕集アンテナLHCIIから光化学系IIコアへのエネルギー伝達機構
第２２回：様々な生物由来光化学系II－LHCII超分子複合体の構造的違い
第２３回：光化学系I－光捕集アンテナLHCI超分子複合体の構造
第２４回：光捕集アンテナLHCIから光化学系Iコアへのエネルギー伝達機構
第２５回：様々な生物由来光化学系I－LHCI超分子複合体の構造的違い
第２６回：植物ミネラル輸送体タンパク質の培養
第２７回：植物ミネラル輸送体タンパク質の精製
第２８回：植物ミネラル輸送体タンパク質の結晶化
第２９回：植物ミネラル輸送体タンパク質の機能解析
第３０回：まとめ

テキスト
なし

参考書・参考資料等
田中 勲（翻訳），三木 邦夫（翻訳）、構造生物学

学生に対する評価
プレゼンテーション70%、レポート30%、

授業科目名： 神経システム科学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 松井鉄平
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
神経システムについて理解し、実験データの解析技術に習熟する

授業の概要
神経システムについての最新知見について教科書や論文を通して学習する。実験データの解析を行うプログラミングや数学、統計学の技術についての演習を行う。

授業計画
第１回：ガイダンス（担当：松井鉄平）
第２回：データ解析についてのガイダンス（担当：松井鉄平）
第３回：哺乳類の神経システムの概要（担当：松井鉄平）
第４回：哺乳類以外の神経システムの概要（担当：松井鉄平）
第５回：神経データ解析の概要（担当：松井鉄平）
第６回：神経データ解析の例の解説（担当：松井鉄平）
第７回：抹消神経視覚システム（担当：松井鉄平）
第８回：網膜での抹消神経視覚システム（担当：松井鉄平）
第９回：中枢神経視覚システム（担当：松井鉄平）
第１０回：大脳皮質の中枢神経視覚システム（担当：松井鉄平）
第１１回：視覚神経活動データの解析（担当：松井鉄平）
第１１回：大脳皮質の視覚神経活動データの解析（担当：松井鉄平）
第１３回：機能的MRIの概要（担当：松井鉄平）
第１４回：機能的MRIを用いた研究の概要（担当：松井鉄平）
第１５回：機能的MRIデータの解析（担当：松井鉄平）
第１６回：機能的MRIデータの解析の例の解説（担当：松井鉄平）
第１７回：抹消神経体性感覚システムの概要（担当：松井鉄平）
第１８回：哺乳類の皮膚における抹消神経体性感覚システム（担当：松井鉄平）
第１９回：一次大脳皮質での中枢神経体性感覚システム（担当：松井鉄平）
第２０回：高次大脳皮質での中枢神経体性感覚システム（担当：松井鉄平）
第２１回：抹消神経聴覚システム（担当：松井鉄平）
第２２回：鳥類での抹消神経聴覚システム（担当：松井鉄平）
第２３回：一次大脳皮質での中枢神経聴覚システム（担当：松井鉄平）
第２４回：高次大脳皮質での中枢神経聴覚システム（担当：松井鉄平）
第２５回：抹消体性感覚神経活動データの解析（担当：松井鉄平）
第２６回：中枢体性感覚神経活動データの解析（担当：松井鉄平）
第２７回：抹消聴覚神経活動データの解析（担当：松井鉄平）
第２８回：中枢聴覚神経活動データの解析（担当：松井鉄平）
第２９回：動物の意思決定行動データの解析（担当：松井鉄平）
第３０回：人間の意思決定行動データの解析（担当：松井鉄平）
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（60%）、レポート（40%）

授業科目名： 昆虫時計学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 吉井大志 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
時間生物学研究室のセミナーに参加し、当該分野についての認識を得る。また、生物学の英語学術論文の読み方を学び、理解した内容をわかりやすくプレゼンテーションする技術を身につける。

授業の概要
昆虫の体内時計に関する研究論文を受講生自身がセミナー形式で紹介する。当該研究分野の最新の知見を英語論文により学ぶとともに、その内容や課題研究の経過・成果を発表し、議論する。生物学におけるプレゼンテーション技術の向上を目指す。

授業計画
第１回：昆虫時計の基礎
第２回：昆虫時計の性質
第３回：昆虫時計の分子メカニズム
第４回：昆虫時計の時計遺伝子
第５回：昆虫時計の時計タンパク質
第６回：昆虫時計の神経細胞
第７回：昆虫時計の下流細胞
第８回：昆虫時計の神経ネットワーク
第９回：昆虫時計の神経伝達物質
第１０回：昆虫時計と行動リズム
第１１回：昆虫時計と代謝
第１２回：昆虫時計と寿命
第１３回：昆虫時計と休眠
第１４回：昆虫時計と生態
第１５回：昆虫時計と地球環境
第１６回：モデル生物の概日時計の基本
第１７回：モデル生物の概日時計の性質
第１８回：モデル生物の時計遺伝子
第１９回：モデル生物の時計タンパク質
第２０回：モデル生物の概日時計の光受容系路
第２１回：モデル生物の概日時計と光同調
第２２回：モデル生物の概日時計と時計細胞
第２３回：モデル生物の概日時計と温度受容機構
第２４回：モデル生物の概日時計と温度同調
第２５回：モデル生物の概日時計と社会同調
第２６回：モデル生物の概日時計と摂食リズム
第２７回：概日時計と季節適応
第２８回：昆虫の温度耐性と概日リズム
第２９回：概日時計と自然淘汰
第３０回：概日時計の進化
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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（70%）、活発なディスカッション（30%）

授業科目名： 統合B0生物学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 坂本竜哉、坂本浩隆、濱田麻友子、秋山貞
			担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
広い意味での生理学分野で、実習生自らが課題を設定して研究発表に取り組む。関連する文献を講読し，研究分野における最新知見を学ぶことも目標とする

授業の概要
動物における機能制御機構を中心とした口頭発表。関連する総説や原著論文を講読し，最新の研究成果を理解するとともに，技術も習得する。

授業計画
第１回：統合 Blue Ocean 生物学 Overview
第２回：ウナギの河川侵入および淡水適応における中枢性ナトリウム利尿ペプチドの役割
第３回：雄の性機能を司るガストリン放出ペプチド系が脳において性行動を制御する機構の解明
第４回：性経験によって促進する雄性行動制御の構造分子基盤
第５回：流域水・物質輸送に伴う藻場変遷過程の解明：生態系サービスの定量化と活用に向けて
第６回：ヒドラ属の生存戦略の差を生み出した種分化メカニズムの解明
第７回：サンゴ共生渦鞭毛藻の代謝産物利用の技術開発に基づいた共生機構の解明
第８回：ヒドラ属の比較ゲノミクスによる栄養獲得戦略の進化と種分化の解明
第９回：グリーンヒドラ共生系における動物－藻類－細菌間相互作用とゲノム進化
第１０回：グリーンヒドラ―クロレラ共生システムにおける分子相互作用・ゲノム間相互作用の解析
第１１回：カタユウレイボヤ突然変異体のトランスクリプトーム解析による変態機構の解明
第１２回：痒み中枢細胞制御による目の痒み誘発および治療モデル動物の開発
第１３回：性機能を司る脳－脊髄神経ネットワークにおける非シナプス的神経制御メカニズムの解明
第１４回：先端バイオイメージング支援プラットフォーム
第１５回：難治性掻痒症の神経機構解明に向けての新規アプローチ
第１６回：社会性の形成・維持を司る神経内分泌機構の解明
第１７回：性ステロイドホルモンによる社会行動神経ネットワーク機能の制御メカニズム
第１８回：原点「ミネラルコルチコイドの普遍的機能」から俯瞰するステロイドホルモンの機能分化
第１９回：性差形成と性ホルモンによる動作メカニズムの分子・行動神経内分泌の形態科学基盤
第２０回：エストロゲンによる社会行動制御の神経機構
第２１回：オキシトシン・オキシトシン受容体系が担う新たな生理機能の探求
第２２回：代謝型グルタミン酸受容体７型を介した行動調節の分子機構の解明
第２３回：中枢神経系を標的とした心因性勃起障害発症メカニズムの解明
第２４回：アンドロゲン依存性気分障害と雄性性機能制御の分子・神経メカニズム相関の解明
第２５回：ホルモンシグナルの神経系に対するゲノミック/非ゲノミック作用の相関と機能形態解析
第２６回：代謝型グルタミン酸受容体7型遺伝子欠損マウスにおける性行動異常のメカニズムの解明
第２７回：“パイオニア”動物でひもとく海から淡水、陸上への進出をもたらしたシンギュラリティ
第２８回：脊椎動物を通した新型アドレノメデュリンの生理機能の解明:逆系統学による挑戦
第２９回：広塩性両生魚トビハゼの腸上皮分化におけるプロラクチンの役割の分子細胞生物学的解析
第３０回：広塩性両生魚トビハゼをもちいた水・電解質代謝におけるプロラクチン系の統合的解析

テキスト
なし

参考書・参考資料等
適宜資料を配付する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（80%）、レポート（20%）

授業科目名： 分子内分泌学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 相澤清香・竹内　栄
			担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
脊椎動物のホルモン系による生体機能制御の分子機構について，特定の生命現象やホルモン系に焦点を絞り，その研究の歴史や最新の知見について理解することを目標とする。

授業の概要
多機能な生理機能ペプチドホルモンであるα-MSHの機能やその作用の分子メカニズム，多機能な神経ペプチドであるニューロメジンU（NMU）の機能やその作用の分子メカニズムについて，最新の知見（論文）を調べ，纏め，発表し，質疑応答を行う。これらを通して，生命現象を支える細胞間情報伝達の実態を理解するとともに，プレゼンテーション・コミュニケーション能力を涵養する。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：メラノコルチン系とは
第３回：マウスの体色変異体の解析から得られた新知見
第４回：鳥類におけるα-MSH系（メラノコルチン系）に関する研究史（構成遺伝子群の解析）
第５回：鳥類におけるメラノコルチン系に関する研究史（鳥類におけるα-MSHのはたらき）
第６回：下垂体隆起部とは
第７回：下垂体隆起部に関する研究史（発生）
第８回：ラットの下垂体隆起部に関する研究史（生理的役割）
第９回：ラットの下垂体隆起部に関する研究史（ニューロメジンUについて）
第１０回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・哺乳類・体色調節）
第１１回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・哺乳類・摂食調節）
第１２回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・哺乳類・その他）
第１３回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・鳥類・体色調節）
第１４回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・鳥類・摂食調節）
第１５回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・鳥類・その他）
第１６回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・爬虫類・体色調節）
第１７回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・爬虫類・摂食調節）
第１８回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・爬虫類・その他）
第１９回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・魚類・体色調節）
第２０回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・魚類・摂食調節）
第２１回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（メラノコルチン系・魚類・その他）
第２２回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（ニューロメジンU・マウス）
第２３回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（ニューロメジンU・ラット）
第２４回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（ニューロメジンU・メダカ）
第２５回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（下垂体隆起部・哺乳類・生理機能）
第２６回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（下垂体隆起部・哺乳類・発生）
第２７回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（下垂体隆起部・鳥類・生理機能）
第２８回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（下垂体隆起部・鳥類・発生）
第２９回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（羽形成のしくみ）
第３０回：受講学生による論文紹介等と質疑応答（羽着色のしくみ）

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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（50%），質疑応答（50%）

授業科目名： 植物発生機構学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：高橋卓 本瀬宏康 担当形態：　複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

陸上植物の発生，分化の分子機構について，最新知見に基づいてその詳細を理解する。

授業の概要　　受講生が関連論文を選んで紹介し，討論を通じて内容に対する理解を深める。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：オーキシン関連論文の紹介と討論
第３回：サイトカイニン関連論文の紹介と討論
第４回：ジベレリン関連論文の紹介と討論
第５回：エチレン関連論文の紹介と討論
第６回：アブシシン酸関連論文の紹介と討論
第７回：ジャスモン酸関連論文の紹介と討論
第８回：サリチル酸関連論文の紹介と討論
第９回：ポリアミン関連論文の紹介と討論
第１０回：遺伝子翻訳関連論文の紹介と討論
第１１回：ペプチドホルモン関連論文の紹介と討論
第１２回：花成ホルモン関連論文の紹介と討論
第１３回：表皮細胞分化に関する論文の紹介と討論
第１４回：維管束形成の分子機構に関する論文の紹介と討論
第１５回：微小管関連論文の紹介と討論
第１６回：ゼニゴケを用いた研究の最新の動向に関するレビュー
第１７回：維管束形成におけるオーキシンの作用機構に関する論文の紹介と討論
第１８回：維管束形成におけるサイトカイニンの作用機構に関する論文の紹介と討論
第１９回：オーキシンとサイトカイニンの相互作用に関する論文の紹介と討論
第２０回：接触刺激応答におけるエチレン作用に関する論文の紹介と討論
第２１回：エチレンとアブシシン酸の相互作用に関する論文の紹介と討論
第２２回：ポリアミン代謝に関する論文の紹介と討論
第２３回：シロイヌナズナの微小管関連変異体に関する論文の紹介と討論
第２４回：コケ植物の微小管関連変異体に関する論文の紹介と討論
第２５回：uORFを介した遺伝子翻訳関連論文の紹介と討論
第２６回：受容体キナーゼ関連論文の紹介と討論
第２７回：植物ホルモンの分子進化に関する論文の紹介と討論
第２８回：脂質による表皮分化制御の分子機構に関する論文の紹介と討論
第２９回：維管束形成におけるホルモン相互作用に関する論文の紹介と討論
第３０回：微小管関連タンパクの機能に関する論文の紹介と討論

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する。

学生に対する評価　　プレゼンテーション（50%），質疑応答（50%）

授業科目名： 動物再生機構学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4単位	担当教員名： 佐藤　伸 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

　科学研究の発表方法について、アカデミックライティングとプレゼンテーションを習得する。生物科学（特に再生関連）の知識を使って「ライティング」と「プレゼンテーション」の力を養成する。

授業の概要

実際の文書作成（グラント/申請書）または発表（パワーポイント）を行い、相互議論を行う。

授業計画

第１回：概要説明	第１６回：後半の概要説明
第２回：実施例　佐藤が代表して行う	第１７回：グラント作成の目標設定（実践）
第３回：実施例　質疑応答の実例	第１８回：事前調査
第４回：実施例　批評の実際	第１９回：事前調査（ダウンロード）
第５回：仮グラントの申請書のテーマ割り振り	第２０回：応募資格要件の調査
第６回：申請書作成	第２１回：（再考がいる場合予備日）
第７回：中間チェック	第２２回：作成の実践
第８回：申請書の仕上げ作業	第２３回：作成の実践
第９回：申請書の完成	第２４回：中間チェック
第１０回：相互議論	第２５回：中間チェック
第１１回：パワーポイント発表の課題割り振り	第２６回：作成の実践
第１２回：パワーポイントファイル作成	第２７回：作成の実践
第１３回：中間チェック	第２８回：相互チェック
第１４回：プレゼンテーションの完成	第２９回：プレゼンテーションの完成
第１５回：発表＆相互議論	第３０回：発表＆相互議論
前半　定期試験　（総合議論）	後半　定期試験　（総合議論）

テキスト

　なし（ただし、当該年度の論文を読むため、必要な英語系のテキストは各自手配）

参考書・参考資料等

　なし

学生に対する評価

　授業内の実施項目による評価

授業科目名： 惑星内部物質学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 寺﨑　英紀
			担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

学生が、講義を通じて惑星や衛星を構成する物質の物理化学特性を理解し、論文紹介の発表を通じて惑星内部の現象について自身の考えも含めた考察力・発想力を養う。

授業の概要

惑星内部物質や内部構造、現象に関する重要かつ新しいトピックスについて、講義を行い、翌週に関連する論文の紹介を発表会形式で実施する。講義は関係する物理化学特性を含めて講義を行い、惑星内部にどのように適用されるかを説明する。

授業計画

第１回　太陽系の形成・進化１（太陽系星雲）
第２回　太陽系の形成・進化２（惑星形成）
第３回　太陽系の形成・進化３（論文発表会）
第４回　太陽系の形成・進化４（補足説明）
第５回　惑星内部分化１（物理過程）
第６回　惑星内部分化２（化学反応）
第７回　惑星内部分化３（論文発表会）
第８回　惑星内部分化４（補足説明）
第９回　惑星内部温度・進化１（融解現象）
第１０回　惑星内部温度・進化２（熱進化）
第１１回　惑星内部温度・進化３（論文発表会）
第１２回　惑星内部温度・進化４（補足説明）
第１３回　惑星内部構造１（探査観測データと内部構造モデル）
第１４回　惑星内部構造２（鉱物モデル、熱弾性）
第１５回　惑星内部構造３（論文発表会）
定期試験

テキスト：随時文献を紹介する

参考書・参考資料等

Introduction to the Physics of the Earth's Interior (J-P. Poirier, Cambridge Univ. press, 1991)
Deep Earth: Physics and Chemistry of the lower mantle and core (H. Terasaki, R.A. Fischer (Eds.) Wiley, 2016)

学生に対する評価

授業中の発言・論文紹介の発表を基に評価する

授業科目名： 地殻物質反応論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 中村大輔
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
変成岩岩石学の専門的知識を獲得することから、地球科学を研究する上での視野を広げてもらうこと。

授業の概要
地球の長い歴史を通して、地殻物質は変成作用を通して反応し、変化している。この授業では変成岩岩石学の基礎から地球科学における意義について扱う。

授業計画
第１回：変成岩岩石学の基礎
第２回：変成岩の原岩と温度圧力条件の決定
第３回：変成岩の組織
第４回：変成岩の名称
第５回：変成岩の相図：２成分系の相図
第６回：３成分系での相図
第７回：４成分以上の系での相図
第８回：変成相について１：緑色片岩相・角閃岩相・青色片岩相
第９回：変成相について２：グラニュライト相・エクロジャイト相
第１０回：地質温度圧力計・活動度
第１１回：地質温度圧力計の例とその適用
第１２回：変成相の温度圧力条件と変成作用の限界
第１３回：超高圧・超高温変成作用
第１４回：変成組織の解読・温度圧力履歴とテクトニクス
第１５回：これまでのまとめ
定期試験は実施しない

テキスト
なし

参考書・参考資料等
授業中に毎回配布する。

学生に対する評価
授業に取り組む姿勢とレポート（100%）

授業科目名： マントル岩石学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 野坂俊夫
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

上部マントルの構造、分化、変質、変形、およびテクトニクスなど、様々な地質学的事象に関する岩石学的研究の手法と成果について基礎的知識を習得する。

授業の概要

岩石圏を構成する上部マントルに関わる様々な地質作用について、岩石学的な知識と研究手法を最近の研究成果を紹介して解説する。履修生は講義の聴講に加えて授業テーマに関連する最新の研究論文を読み、その内容をまとめてプレゼンテーションを行う。

授業計画

第１回：マントルの基本構造
第２回： マントルダイナミクス
第３回：化学的分化（１）初期分化
第４回：化学的分化（２）部分溶融による不均質化
第５回：化学的分化（３）玄武岩質マグマと地球化学的トレーサー
第６回：リソスフェリックマントル（１）岩相と化学組成
第７回：リソスフェリックマントル（２）枯渇度とテクトニックセッティング
第８回：リソスフェリックマントル（３）サブソリダス化学平衡
第９回：固液反応による化学的改変（１）マグマとの反応
第１０回：固液反応による化学的改変（２）高温交代作用
第１１回：固液反応による化学的改変（３）蛇紋岩化作用
第１２回：昇温変成作用（１）化学平衡条件の解析
第１３回：昇温変成作用（２）変成履歴の解析
第１４回：変形作用による物理的改変（１）変形メカニズム
第１５回：変形作用による物理的改変（２）塑性変形と結晶定向配列
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する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（50%）、レポート（50%）

授業科目名： 情報地質学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 山川純次
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

地球情報の空間構造と特性を扱う科学と技術，地球情報データの取得や分析および可視化を行う科学と技術を演習を通して習得することを目標とする。また現地調査に関する技術の習得も目指す。近年，地球科学は地理情報システム(GIS)によって可視化された地質データやデジタル空間データ等への依存を急速に強めているため，地球科学の他の分野においても有益な知見が得られることが期待される。

授業の概要

地球情報の空間構造分析とモデル化，地理空間情報データベースの発達，情報システムデザイン，人とコンピュータとの関係，有線・無線のネットワーク技術の結合などの検討を行う。また地球情報の分析のためにコンピュータによる可視化技術を利用する。

授業計画

第０１回：講義の目標と進め方
第０２回：地球情報の空間構造について
第０３回：デジタル標高モデルのデータ構造変換のための資料の輪講・視聴
第０４回：地球情報の空間構造分析の実践1
第０５回：GISを用いた地形解析のための資料の輪講・視聴
第０６回：地球情報の空間構造分析の実践2
第０７回：空間データの補間手法のための資料の輪講・視聴
第０８回：地球情報の空間構造分析の実践3
第０９回：時空間データの解析のための資料の輪講・視聴
第１０回：地球情報の空間構造分析の実践4
第１１回：岡山市内での巡検：フィールド調査データの収集
第１２回：岡山市内での巡検：フィールド調査データの解析と可視化
第１３回：岡山市内での巡検：GISを用いた地形解析結果の実地検証
第１４回：岡山市内での巡検：デジタル標高モデル解析結果の実地検証
第１５回：岡山市内での巡検：地球情報の空間構造の可視化と実地検証

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する。

学生に対する評価

各授業回でのプレゼンテーションなど（50%）、各学期末のレポート（50%）

授業科目名： 応用地震学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2 単位	担当教員名： 竹中博士
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
地震動に関わる解析や理論の基礎を理解する。

授業の概要
地震が発生した際の地面の揺れである地震動に関する理論や計算法などの基礎を学び、地震波動の励起と伝播について理解を深める。

授業計画
第１回：イントロダクション
第２回：３成分地震波形記録の特徴
第３回：３次元地震波動伝播の支配方程式
第４回：２次元地震波動方程式の導出
第５回：周波数領域の弾性波動方程式
第６回：波動方程式の平面波解
第７回：平面波
第８回：均質及び水平成層媒質における SH波，P波，SV波
第９回：水平成層地盤の平面波応答計算
第１０回： 海水層の取り扱い
第１１回：断層震源の導入
第１２回：水平成層構造における地震波動場
第１３回：表面波（１）ラブ波
第１４回：表面波（２）レーリー波
第１５回：不規則成層・不均質媒質における地震波動伝播
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
Aki, K. and P. G. Richards, 2002, Quantitative seismology (2nd edition), University Science Book, Sausalito.

学生に対する評価
レポート

授業科目名： 地球惑星内部物性論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 浦川　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
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

地球と惑星を構成する物質の物性について学修し，物性から見た惑星内部のダイナミクスと進化について理解する。

授業の概要

地球惑星物質の物性を通して，地球深部構造の起源とダイナミクスについて解説する。

授業計画

第１回：イントロダクション
第２回：状態方程式（１）有限歪
第３回：状態方程式（２）Birch-Murnaghanの状態方程式
第４回：状態方程式（３）鉱物の圧縮曲線
第５回：相転移の結晶化学（１）イオン半径
第６回：相転移の結晶化学（２）鉱物の構造
第７回：マントル鉱物の相平衡
第８回：鉄合金の相平衡
第９回：相転移の熱力学（１）相平衡
第10回：相転移の熱力学（２）クラペイロンークラウジウスの関係
第11回：鉱物の弾性的性質（１）弾性波速度と地球内部の層構造
第12回：鉱物の弾性的性質（２）弾性的異方性
第13回：輸送特性（１）拡散
第14回：輸送特性（２）粘性
第15回：輸送特性（３）熱伝導

テキスト

なし

参考書・参考資料等

Introduction to the physics of the Earth's Interior, JP Poirier, Cambridge Univ 2000

学生に対する評価

レポートで評価する。

授業科目名： 地震災害論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 隈元　崇
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

国が公表する地震動予測地図や地震・活断層の長期評価の結果を目にしたとき，その活用方法と同時に，データや理論の精度と限界に起因する不確かさを認識して，防災に活かすための知識の習得。

授業の概要

地震の危険度評価および災害の軽減を行うために必要な活断層をはじめとする第四紀の地殻変動について，実際の災害の様子をTV映像などで視聴し，災害軽減のために考えるべき事項を紹介する。また，日帰りで神戸への巡検を週末に行う．そのため，学生保険への加入が履修条件となる．演習作業については，一部にPCを用いる。

授業計画

第１回：講義の目標と進め方：地震危険度評価とは（国外事例）
第２回：地震危険度評価とは（国内事例）
第３回：大地震の被害とその軽減化のための内閣府資料の輪講・視聴
第４回：内閣府の資料を基にした地震災害への対策の議論
第５回：大地震の被害とその軽減化のための地震本部資料の輪講・視聴
第６回：地震本部の資料を基にした地震災害への対策の議論
第７回：大地震の被害とその軽減化のための防災科学技術研究所資料の輪講・視聴
第８回：防災科学技術研究所の資料を基にした地震災害への対策の議論
第９回：大地震の被害とその軽減化のための報道番組の資料の輪講・視聴
第１０回：報道番組の資料を基にした地震災害への対策の議論
第１１回：神戸への巡検（三ノ宮駅の東および北周辺）
第１２回：神戸への巡検（三ノ宮駅の西および南周辺）
第１３回：神戸への巡検（元町駅周辺）
第１４回：神戸への巡検（神戸市役所周辺）
第１５回：神戸への巡検（メリケンパーク周辺）
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する。

学生に対する評価

各回でのプレゼンテーション（50%）、巡検レポート（50%）

授業科目名： 海洋環境学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2 単位	担当教員名： 井上麻夕里
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
地球環境システムにおける海洋の役割やその過程を認識し海洋環境に関する知識を深める。

授業の概要
本講義では地球の約 7 割を占める海洋の環境変化に主眼を置き、現在の地球環境における海洋の役割について理解するとともに海洋と気候変動との関係について考察する。

授業計画
第１回：イントロダクション
第２回：海洋の概要：海盆について
第３回：海洋の概要：海洋の組成について
第４回：海洋の構造と循環：風成循環について
第５回：海洋の構造と循環：熱塩循環について
第６回：海洋大循環と海洋渦
第７回：海底堆積物：概要説明
第８回：海底堆積物：発表と質疑応答
第９回：海水と海洋構造：概要説明
第１０回：海水と海洋構造：発表と質疑応答
第１１回：海洋の化学：概要説明
第１２回：海洋の化学：発表と質疑応答
第１３回：大気海洋の相互作用：概要説明
第１４回：大気海洋の相互作用：質疑応答
第１５回：海洋における現代の問題
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
Climate and the oceans, G. K. Vallis, 2012, Princeton University Press

Oceanography, T. Garrison and R. Ellis, 2019, Cengage Learning

学生に対する評価
レポート（英文和訳）とプレゼンテーション

授業科目名： 宇宙地球化学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 山下　勝行
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

前半の８回では同位体宇宙・地球化学の基礎を学ぶ。後半の７回では最新の論文を紹介することで宇宙・地球化学の最新のトピックについて学習する。

授業の概要

同位体や微量元素を使った宇宙・地球化学の基礎を学んだ後に、初期太陽系物質への応用（消滅核種を利用した隕石の年代測定など）について解説する。また、授業の後半では最新の論文を読んで発表してもらう。

授業計画

第１回：イントロダクション（宇宙と地球の化学）
第２回：元素と同位体
第３回：元素の起源
第４回：太陽系の起源と進化
第５回：同位体地球化学
第６回：同位体宇宙化学
第７回：同位体年代学１（長寿命各種を使った年代測定）
第８回：同位体年代学２（短寿命各種を使った年代測定）
第９回：プレゼンテーション（分析化学）
第１０回：プレゼンテーション（宇宙化学）
第１１回：プレゼンテーション（環境化学）
第１２回：プレゼンテーション（宇宙化学）
第１３回：プレゼンテーション（海洋化学）
第１４回：プレゼンテーション（古海洋学）
第１５回：プレゼンテーション（生物地球化学）
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する。

学生に対する評価

参加状況（20%）、プレゼンテーション（80%）

授業科目名： 気候変動論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 野沢　徹
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

地球温暖化を念頭に，過去～現在に観測された長期気候変動・変化をもたらす要因やそのメカニズムについて正しい知識を身につけるとともに，理解を深める。

授業の概要

気候変動に関する最新の観測事実を概観するとともに，気候を形成するサブシステム間の相互作用やフィードバック，気候変動をもたらし得る要因，気候モデルとそのシミュレーション結果などについて説明する。

授業計画

第１回：地球の気候の決まり方（１）：熱・放射平衡
第２回：地球の気候の決まり方（２）：動的な平衡状態
第３回：観測事実（１）：大気や海洋の温度を中心に
第４回：観測事実（２）：降水など上記以外の物理量に対して
第５回：気候変動要因（１）：気候の揺らぎ
第６回：気候変動要因（２）：太陽活動と火山噴火
第７回：気候変動要因（３）：温室効果ガス
第８回：気候変動要因（４）：成層圏および対流圏のオゾン
第９回：気候変動要因（５）：エアロゾル，土地利用変化
第１０回：放射強制力
第１１回：気候モデルとは
第１２回：過去再現実験
第１３回：シグナル検出と原因特定
第１４回：将来予測
第１５回：温暖化影響
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する。

学生に対する評価

受講状況やレポートの成績から総合的に評価する。

授業科目名： 地球惑星進化論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： はしもとじょーじ 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
地球型惑星の起源と進化についての最新の描像を理解する．

授業の概要
太陽系の形成からはじめて，惑星の形成とその進化について解説する．

授業計画
第１回：地球の特徴
第２回：宇宙
第３回：星の形成
第４回：惑星系の形成
第５回：地球型惑星の形成
第６回：熱史
第７回：分化
第８回：惑星内部構造
第９回：惑星大気
第１０回：惑星気象
第１１回：惑星気候
第１２回：惑星表層環境
第１３回：金星
第１４回：火星
第１５回：系外惑星
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布する．

学生に対する評価
レポート100%

授業科目名： 衛星リモートセンシング特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 道端　拓朗
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

大気の衛星リモートセンシング技術について学び、測定原理・手法・不確実性を理解する。観測の原理と不確実性を適切に考慮した上で、地球の水循環・エネルギー収支を理論的に考察する力を身につける。また、プログラミングによる実習課題を通して衛星観測データの扱い方や解析手法についても身につける。

授業の概要

宇宙から地球を観測する衛星リモートセンシング技術について、その原理および最新の研究内容について学ぶ。

授業計画

第１回：地球の大気と衛星リモートセンシング概論
第２回：人工衛星の原理, 極軌道衛星と静止軌道衛星
第３回：太陽放射と地球放射, 大気微粒子による光散乱
第４回：降水過程, エアロゾル・雲の放射効果
第５回：能動型・受動型リモートセンシング
第６回：全球水循環・エネルギー収支
第７回：エアロゾル・雲・降水の相互作用と気候影響
第８回：気候変動を測る指標（放射強制力・気候感度・水循環感度）
第９回：衛星シグナルシミュレータと数値気候モデル
第１０回：衛星プロダクト, 衛星データの可視化
第１１回：観測実例（火山噴火事例・航跡雲）
第１２回：解析手法（多種の衛星センサーの複合利用）
第１３回：気候変動予測の不確実性と衛星観測の意義
第１４回：次世代の衛星ミッション
第１５回：課題発表会
定期試験は実施しない。

テキスト

大気と雨の衛星観測, 中澤哲夫/中島孝/中村健治著, 朝倉書店（ISBN:978-4-254-16773-3）

参考書・参考資料等

授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

レポート（20%）・プレゼンテーション（30%）・実習課題（50%）

授業科目名： 岩石学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 中村大輔、野坂俊夫
			担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
岩石圏構成物質の性質等について、論文等の輪読と研究発表を通して理解を深める。

授業の概要
岩石学についての論文等の輪読および研究発表を行い、研究論文を作成する上での知識や技術を深める。

授業計画
第１回：前半の授業についてのガイダンス
第２回：変成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：導入部・研究の意義
第３回：変成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：地質概要
第４回：変成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：岩石記載
第５回：変成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：鉱物の化学組成分析
第６回：変成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：変成温度圧力推定
第７回：変成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：テクトニクスに対する意義
第８回：変成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：結論とまとめ
第９回：火成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：導入部・研究の意義
第１０回：火成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：地質概要
第１１回：火成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：岩石記載
第１２回：火成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：全岩化学組成分析
第１３回：火成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：微量元素等分析
第１４回：火成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：マグマ成因論の考察
第１５回：火成岩岩石学についての国際誌や洋書の輪読：結論とまとめ
定期試験：なし
第１６回：後半の授業についてのガイダンス
第１７回：中国、山東半島・超高圧変成岩に関する研究発表および議論
第１８回：ボヘミア山塊・超高温変成岩に関する研究発表および議論
第１９回：ボヘミア山塊・高圧もしくは超高圧変成岩に関する研究発表および議論
第２０回：四国・三波川高圧変成岩に関する研究発表および議論
第２１回：日本の接触変成岩に関する研究発表および議論
第２２回：岡山の変成岩類に関する研究発表および議論
第２３回：地質温度圧力計に関する研究発表および議論
第２４回：上部海洋地殻玄武岩に関する研究発表および議論
第２５回：下部海洋地殻斑れい岩に関する研究発表および議論
第２６回：海洋性マントルかんらん岩に関する研究発表および議論
第２７回：大陸性マントルかんらん岩に関する研究発表および議論
第２８回：オフィオライトの形成場と変成・変形作用に関する研究発表および議論
第２９回：日本のオフイライトの成因に関する研究発表および議論
第３０回：世界各地のオフイライトの成因に関する研究発表および議論
定期試験：なし

テキスト
なし

参考書・参考資料等
研究テーマに応じた論文

学生に対する評価
授業に取り組む姿勢と発表内容

授業科目名： 地震学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4 単位	担当教員名： 竹中博士
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
地震に関する知識を深める。

授業の概要
地震発生の物理や地球の内部構造，地震波動，津波，地震防災など地震の物理学的研究に関する知識を深める。

授業計画
第１回：イントロダクション
第２回：地震波動に関する理論の概要
第３回：地震波動に関する理論の説明（１）地震動について
第４回：地震波動に関する理論の説明（２）地殻変動について
第５回：地震波動に関する理論に関する研究発表
第６回：地球の地震学的構造モデルの概要
第７回：地球の地震学的構造モデルの説明
第８回：地球の地震学的構造モデルに関する研究発表
第９回：地球の速度構造の推定手法の概要
第１０回：地球の速度構造の推定手法の説明
第１１回：地球の速度構造の推定手法に関する研究発表
第１２回：地球の減衰構造の推定手法の概要
第１３回：地球の減衰構造の推定手法の説明
第１４回：地球の減衰構造の推定手法に関する研究発表
第１５回：震源過程とその推定手法の概要
第１６回：震源過程とその推定手法の説明
第１７回：震源過程とその推定手法の関する研究発表
第１８回：地震活動と応力場の概要
第１９回：地震活動と応力場の説明
第２０回：地震活動と応力場に関する研究発表
第２１回：地震波動シミュレーションの概要
第２２回：地震波動シミュレーションの説明
第２３回：地震波動シミュレーションに関する研究発表
第２４回：強震動予測と地震防災の概要
第２５回：強震動予測と地震防災の説明
第２６回：強震動予測と地震防災に関する研究発表
第２７回：津波の理論と観測の概要
第２８回：津波の理論と観測の説明
第２９回：津波の理論と観測に関する研究発表
第３０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
研究テーマに応じた学術論文

学生に対する評価
研究発表のプレゼンテーション

授業科目名： 地球情報学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 隈元　崇・山川純次 担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

自然科学が対象とする学問分野の中で，属性として空間座標を備える地球情報データの取得と解析，さらに，応用的な成果の事例を理解して自身の研究に活かす目標のために，国内外の関連する論文の選択と輪講，アクティブラーニングおよびプレゼンテーションにて内容の理解を目指す。

授業の概要

地球科学で取り扱われるデータの多くは，その属性に空間情報を含んでおり，統計学やシミュレーション技法の解析作業において位相幾何学に基づく計算を応用できる点に特色がある。その具体的な計算は，地理情報システム(GIS)技術の発達により実装は容易となったが，同時に，モデルの制約条件の理解や計算結果の解釈は複雑化している。本演習では，この課題の研究での取り扱いを，主に地震危険度評価と環境汚染物質の分布を事例の選択対象として，国内外の関連する論文の選択と輪講，および，内容紹介を通じて，履修生が主体的に学習することを目的とする。

授業計画

第０１回：講義の目標と進め方：地震危険度評価を地球情報データ解析の事例とするための基礎知識の確認（日本の事例）
第０２回：地震危険度評価を地球情報データ解析の事例とするための基礎知識の確認（国外の事例）
第０３回：変動地形データ解析に関する論文の輪講I
第０４回：変動地形データ解析に関する論文の輪講II
第０５回：活断層データ解析に関する論文の輪講I
第０６回：活断層データ解析に関する論文の輪講II
第０７回：地震活動データ解析に関する論文の輪講I
第０８回：地震活動データ解析に関する論文の輪講II
第０９回：地震動予測データ解析に関する論文の輪講I
第１０回：地震動予測データ解析に関する論文の輪講II
第１１回：確率論的評価に関する論文の輪講I
第１２回：確率論的評価に関する論文の輪講II
第１３回：地震危険度評価に関する論文の輪講I
第１４回：地震危険度評価に関する論文の輪講II
第１５回：地震危険度評価を防災に活かすための取り組みに関する議論
第１６回：地球情報の特性に関する基礎知識の確認
第１７回：地球情報の位相空間での構造に関する論文の輪講I
第１８回：地球情報の位相空間での構造に関する論文の輪講II
第１９回：地球情報の位相空間での構造に関する論文の輪講III
第２０回：地球情報の位相空間での構造に関する議論
第２１回：地球情報の可視化に関する論文の輪講I
第２２回：地球情報の可視化に関する論文の輪講II
第２３回：地球情報の可視化に関する論文の輪講III
第２４回：地球情報の可視化に関する論文の輪講IV
第２５回：地球情報の可視化に関する議論
第２６回：地球情報のコンピュータによる分析と可視化に関する基礎知識の確認
第２７回：携帯端末用の地理情報アプリケーションに関する資料の輪講I
第２８回：携帯端末用の地理情報アプリケーションに関する資料の輪講II
第２９回：携帯端末用の地理情報アプリケーションに関する資料の輪講II
第３０回：携帯端末用の地理情報アプリケーションに関する議論

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する。

学生に対する評価

各授業回でのプレゼンテーションなど（50%）、各学期末のレポート（50%）

授業科目名： 地球惑星内部物理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4 単位	担当教員名： 浦川　啓、寺崎　英紀
			担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
高温高圧下における内部構成物質の物性、相平衡関係や化学的性質について学び、地球および地球型惑星における内部構造の形成・進化の知識を深める。

授業の概要
地球惑星の内部構成物質の状態図、結晶構造や物理的・化学的性質について学び、その物理化学的知識を基に地球や地球型惑星の内部進化や構造について理解する。

授業計画
第１回：イントロダクション
第２回：平衡状態図と熱力学関係式
第３回：多成分系の相平衡
第４回：相平衡状態図：演習
第５回：　溶液の熱力学モデル
第６回：溶液の熱力学モデル：演習
第７回：融解曲線とmelting law
第８回：melting law：演習
第９回：マントル鉱物の相関係
第１０回：コア物質の相関係
第１１回：地球・惑星内部の相関係：演習
第１２回：結晶構造
第１３回：弾性定数
第１４回：結晶構造・弾性定数：演習
第１５回：　熱圧力・格子振動
第１６回：　状態方程式１(Murnaghan, Birch-Murnaghan EOS)
第１７回：　状態方程式２(Mie-Gruneisen, Vinet EOS)
第１８回：状態方程式：演習
第１９回：弾性に基づく地球型惑星の内部構造
第２０回：弾性に基づく地球型惑星の内部構造：演習
第２１回：輸送特性：拡散、粘性
第２２回：輸送特性：電気伝導、熱伝導
第２３回：輸送特性：演習
第２４回：地球・惑星内部の熱・物質輸送
第２５回：地球・惑星内部の熱・物質輸送：演習
第２６回：化学特性：元素分配
第２７回：化学特性：凝縮温度、化学組成
第２８回：地球型惑星の化学組成、元素循環
第２９回：地球型惑星の化学組成、元素循環：演習
第３０回：地球型惑星内部に関する諸問題、最新トピックスの紹介
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
研究テーマに応じた学術論文や図書

学生に対する評価
演習や授業内での議論内容を基に評価する

授業科目名： 地球化学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4 単位	担当教員名： 井上麻夕里、山下勝行
			担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
地球環境システムにおける無機・生物地球化学的な元素の移動及び循環に関する知識を深める。

授業の概要
隕石及び河川・海洋など地球を構成する物質に含まれる元素の移動及び循環に関する無機・生物地球化学的研究に関する知識を深める。

授業計画
第１回：イントロダクション
第２回：地球化学的分析手法の概要説明
第３回：地球化学実験室およびクリーンルームの仕様と概略説明
第４回：試薬および廃液に関して
第５回：質量分析装置（TIMS）の仕組みと利用方法
第６回：誘導結合プラズマ（ICP）分析装置の仕組みと利用方法
第７回：地球外物質を用いた宇宙化学研究の概要説明
第８回：地球外物質を用いた宇宙化学研究に関する研究発表
第９回：同位体宇宙研究に応用可能な新しい分析手法の概要説明
第１０回：同位体宇宙研究に応用可能な新しい分析手法の開発に関する研究発表
第１１回：地球化学研究に応用可能な新しい分析手法の概要説明
第１２回：地球化学研究に応用可能な新しい分析手法の開発に関する研究発表
第１３回：河川水の地球化学的研究の概要説明
第１４回：河川水の地球化学的研究の研究発表
第１５回：地球化学的手法を用いた地球史の解析の概要説明
第１６回：地球化学的手法を用いた地球史の解析に関する研究発表
第１７回：大気降下物の地球化学的研究に関する研究発表
第１８回：大気降下物の地球化学的研究に関する研究発表
第１９回：大気海洋相互作用に関する概要説明
第２０回：大気海洋相互作用に関する研究発表
第２１回：海洋酸性化の概要説明
第２２回：海洋酸性化の研究発表
第２３回：現生サンゴ試料を用いた古気候・古環境復元の概要説明
第２４回：現生サンゴ試料を用いた古気候・古環境復元に関する研究発表
第２５回：海底堆積物試料を用いた古気候・古環境復元の概要説明
第２６回：海底堆積物試料を用いた古気候・古環境復元に関する研究発表

第２７回：炭酸塩生物（ウニ）の生物鉱化作用に関する概要説明
第２８回：炭酸塩生物（ウニ）の生物鉱化作用に関する研究発表
第２９回：炭酸塩生物（造礁サンゴ）の生物鉱化作用に関する概要説明
第３０回：炭酸塩生物（造礁サンゴ）の生物鉱化作用に関する研究発表
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
研究テーマに応じた学術論文

学生に対する評価
研究発表のプレゼンテーション

授業科目名： 大気科学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 野沢　徹、道端 拓朗
			担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

大気圏を中心とした気候システムのエネルギー・水・物質循環過程に関する知識や研究手法，研究の展開の仕方を習得するとともに，研究内容のポイントの捉え方，発表方法（纏め方），論文の読解力，質問に対する応答の仕方等を身につける。

授業の概要

英文教科書を講読し，授業計画に示すような大気科学分野の基本的な知識を習得する。各授業回で取り扱うテーマに関連する学術論文も講読し，その内容をまとめた発表も行い，内容の批判的な検討を通して研究手法や研究の展開の仕方を学ぶ。

授業計画

第１回：観測事実（１）大気組成・鉛直構造
第２回：観測事実（２）気圧・風・降水の分布
第３回：地球システム（１）構成要素と熱・水・物質循環
第４回：地球システム（２）古気候
第５回：大気熱力学（１）状態方程式と静水圧平衡
第６回：大気熱力学（２）温位と断熱過程
第７回：大気熱力学（３）水蒸気と静的安定度
第８回：放射伝達（１）黒体放射
第９回：放射伝達（２）散乱・吸収・射出
第１０回：放射伝達（３）放射伝達方程式
第１１回：放射伝達（４）地球大気の放射収支
第１２回：大気化学（１）微量成分気体の発生・消失源と輸送
第１３回：大気化学（２）エアロゾルと大気汚染
第１４回：大気化学（３）対流圏の物質循環
第１５回：大気化学（４）成層圏化学
第１６回：雲微物理（１）水蒸気の凝結と雲凝結核
第１７回：雲微物理（２）暖かい雨・エントレインメント
第１８回：雲微物理（３）固相を含む雲微物理過程
第１９回：雲微物理（４）雲・降水過程
第２０回：大気力学（１）循環の運動学
第２１回：大気力学（２）基礎方程式系
第２２回：大気力学（３）大気大循環と数値予報
第２３回：天候システム（１）温帯低気圧と熱帯低気圧
第２４回：天候システム（２）地形の効果と深い対流
第２５回：大気境界層（１）乱流
第２６回：大気境界層（２）地表面のエネルギー収支
第２７回：大気境界層（３）鉛直構造・発達過程・地表面状態の影響
第２８回：気候力学（１）現在の気候状態・気候変動
第２９回：気候力学（２）気候感度・フィードバック
第３０回：気候力学（３）地球温暖化
定期試験は実施しない。

テキスト

Atmospheric Science: An Introductory Survey, J.M. Wallace and P.V. Hobbs, Academic Press

参考書・参考資料等

授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

学習態度，理解度，出席状況，質疑応答の習熟度，レポートの内容などにより総合的に評価する。

授業科目名： 惑星科学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 4 単位	担当教員名： はしもとじょーじ
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
惑星科学に関する知識を深める。

授業の概要
惑星系の形成から始めて，地球型惑星の形成とその表層環境の形成と進化について議論する。

授業計画
第１回：宇宙の元素存在度：概要説明
第２回：宇宙の元素存在度：研究発表
第３回：恒星の形成：概要説明
第４回：恒星の形成：研究発表
第５回：惑星系の形成：概要説明
第６回：惑星系の形成：研究発表
第７回：岩石惑星の形成と進化：概要説明
第８回：岩石惑星の形成と進化：研究発表
第９回：ガス惑星の形成と進化：概要説明
第１０回：ガス惑星の形成と進化：研究発表
第１１回：氷惑星の形成と進化：概要説明
第１２回：氷惑星の形成と進化：研究発表
第１３回：太陽系外縁天体：概要説明
第１４回：太陽系外縁天体：研究発表
第１５回：小惑星と彗星：概要説明
第１６回：小惑星と彗星：研究発表
第１７回：固体惑星の分化：概要説明
第１８回：固体惑星の分化：研究発表
第１９回：固体惑星内部構造：概要説明
第２０回：固体惑星内部構造：研究発表
第２１回：大気・海洋の形成：概要説明
第２２回：大気・海洋の形成：研究発表
第２３回：大気・海洋の進化：概要説明
第２４回：大気・海洋の進化：研究発表
第２５回：生存可能惑星：概要説明
第２６回：生存可能惑星：研究発表
第２７回：周回機による惑星探査：概要説明
第２８回：周回機による惑星探査：研究発表
第２９回：着陸機による惑星探査：概要説明
第３０回：着陸機による惑星探査：研究発表
定期試験は実施しない

テキスト
なし

参考書・参考資料等
研究テーマに応じた学術論文

学生に対する評価
研究発表のプレゼンテーション

授業科目名： 樹木機能生理学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名：三木　直子 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

樹木の環境条件に対する生理生態的な応答特性を理解し、森林生態系の持続的な利用について考える能力を身につける。

授業の概要

森林生態系内を構成する樹木の生理生態的な特性は、樹木個体の生育する環境条件と深く関わりを持っている。時空間的に非常にヘテロな環境条件を有する生態系内における生存戦略について理解するために、細胞レベルから個体レベルといった様々なレベルから、各生育環境条件に対する樹木側の環境応答について解説する。主に樹木の水利用について、具体的な研究を示しながら理解を深め、樹木および森林生態系とそれが成立する環境との相互作用について議論する。

授業計画

第１回：講義の説明
第２回：樹木の分布と環境条件
第３回：植物にとっての水
第４回：樹体内における水の移動
第５回：樹幹における水の移動
第６回：木部の通水機能の損失
第７回：木部の通水機能の回復
第８回：木部構造と通水機能
第９回：葉からの失水
第１０回：葉の構造と光合成
第１１回：水ストレスに対する応答
第１２回：光ストレスに対する応答
第１３回：水資源の利用と成長
第１４回：森林生態系における共存機構
第１５回：樹木の生理生態的な機能と生態系の持続的な利用

テキスト

木本植物の生理生態（小池 孝良ら編、共立出版、2020年11月）等。

参考書・参考資料等

資料については適宜配布する。参考書については必要に応じて適宜紹介する。

学生に対する評価

出席、講義におけるレポート課題等をもとに総合的に評価する。

授業科目名： 土壌環境学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 1単位	担当教員名：嶋　一徹 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　農業）		
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		

授業の到達目標及びテーマ：土壌構成要素に関する基礎的知見を得ると同時に人間活動が土壌生態系に及ぼす影響を理解する。

授業の概要：土壌生態系における物質動態メカニズムを環境要因、植物、および土壌微生物との相互関係から解説する。特に当該講義では森林ならびに荒廃地を主な対象として、生態系に対する人為的な撹乱が物質動態に及ぼす影響について、植物－土壌系の構造、生物組成ならびに、それらを取り巻く気候・環境因子との関係から詳細に解説したうえで、これら人為的な撹乱により劣化した生態系の修復あるいは再生を図るための具体的な方策について、大規模な伐採、山火事、焼畑や過放牧などを例に、土壌生態学的立場から最新の事例を紹介しながら論じる。

授業計画

第１回：土とは何か?
第２回：造岩鉱物から土壌へ
第３回：土壌の物理的性質（１）粘土鉱物および固相の構造
第４回：土壌の物理的性質（２）空隙および土壌水分とその保持、移動
第５回：土壌の理化学的性質（１）養分の保持機能と土壌の性質
第６回：土壌の理化学的性質（２）養分元素の蓄積および溶脱と土壌生態系
第７回：土壌断面の構造と土壌生成作用
第８回：農林業分野に必要な土壌学の基本事項に関するまとめ
第９回：森林の撹乱が土壌生態系に及ぼす影響（１）焼畑および森林火災の及ぼす影響
第10回：森林の撹乱が土壌生態系に及ぼす影響（２）撹乱により荒廃化した土壌の修復
第11回：「緑のダム」機能と土壌における水分動態（１）水源涵養機能と斜面における土壌水の移動
第12回：「緑のダム」機能と土壌における水分動態（２）植生と土壌水分の動態
第13回：農林業活動と土壌生態系（１）堆肥および有機物投入が耕作土壌に及ぼす影響
第14回：農林業活動と土壌生態系（２）有機性循環資源のリサイクルと土壌生態系
第15回：施肥および土壌改良に関する最新技術と課題
定期試験

テキスト
　森林土壌学（河田弘著、博友社）

参考書・参考資料等
　毎回、必要な講義資料を配布する。

学生に対する評価
　講義中の質疑応答および課題発表など状況、およびレポートの内容によって総合的に評価する。

授業科目名： 森林生態学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名：廣部　宗 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
物質の循環機構から生態系を統一的に理解し、自然状態における森林生態系の基本的な構造、および森林生態系の持つ様々な機能を把握する。その上で、人間活動に伴う地球環境問題も含めて森林生態系の持続的な維持・管理について理解を深める。

授業の概要
森林の様々な機能を利用しつつ、総体として保全し、森林を持続的に維持することが人類を含む生物の生存には不可欠である。そのため、森林を生態系として捉え、生態系の根元的な作用である物質の循環機構について解説し、自然状態における森林生態系の基本的な構造、および森林生態系の持つ様々な機能を把握する。その上で、人間活動に伴う地球環境問題も含めて森林生態系の持続的な維持・管理について理解を深める。

授業計画
第１回：生態系と物質循環
第２回：森林生態系の地上部構造
第３回：森林生態系の地下部構造
第４回：物質循環の機構（１）系外との移出入
第５回：物質循環の機構（２）系内での再循環
第６回：物質循環の機構（３）養分元素の樹体内転流
第７回：炭素の循環
第８回：窒素の循環
第９回：ミネラルの循環
第１０回：ストイキオメトリー
第１１回：森林生態系の生産機能
第１２回：森林生態系の公益機能
第１３回：人間活動と物質循環
第１４回：森林生態系の持続的管理
試験

テキスト
配付資料による

参考書・参考資料等
石井弘明　編集代表（2019）：森林生態学．朝倉書店．ISBN: 978-4-254-47054-3

学生に対する評価
レポート試験成績等による。

授業科目名： 同位体生態学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 1単位	担当教員名：兵藤不二夫 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

主に炭素窒素水素酸素という生物を構成する元素の同位体を用いて、生物の餌資源、食う食われる関係や、生物の移動分散を解き明かす研究が過去20年で大きく進展している。本授業では、同位体の基礎、その測定や応用方法について、教科書を元に解説する。この同位体生態学二関する授業を通じて、生物と環境との関わりについて理解を深めることを到達目標とする。

授業の概要

同位体生態学について、同位体の基礎から測定方法、生態学への応用について教育する。

授業計画

第１回：同位体生態学の紹介
第２回：同位体の測定方法
第３回：同位体のトレーサーとしての利用
第４回：同位体モデルアプローチ(1)：海洋における酸素同位体
第５回：同位体モデルアプローチ(2)：動物の窒素同位体
第６回：同位体混合(1)：食物網
第７回：同位体混合(2)：仮定と誤差
第８回：同位体添加(1)：^{15}Nトレーサー
第９回：同位体添加(2)：^{13}Cトレーサー
第１０回：同位体分別(1)：基礎
第１１回：同位体分別(2)：閉鎖系と開放系
第１２回：同位体生態学の今後の展望
第１３回：同位体生態学の最新の研究論文の紹介（1）：物質循環
第１４回：同位体生態学の最新の研究論文の紹介（2）：食物網
第１５回：まとめ

テキスト

Stable Isotope Ecology, Brian Fry, Springer 2006

参考書・参考資料等

Stable Isotope Ecologyの他、同位体生態学に関係する最新の学術論文

学生に対する評価

授業への参加姿勢、発表内容、質疑応答などから総合的に評価する。

授業科目名： 植物環境応答学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名：宮崎祐子 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

・植物の分布と分布を制限する環境要因について理解し、説明することができる。
・植物の環境適応について理解し、説明することができる。
・植物の形態形成と生理機能について理解し、説明することができる。

授業の概要

固着性である植物はその生活史のほとんどの過程が外部の環境にさらされた状態にある。また植物は生命活動のエネルギーを、温度・光・水が関与する光合成によって直接的に獲得する形態をとることで地上で繁栄してきた。そのような進化を遂げた結果として植物は局所的かつ自律分散的な応答を多様に発達させた。本講義では、植物生態学的問いである、植物の分布を決定する環境要因について、植物個体の環境応答のパターンとその分子機構から理解することを目指す。また、近年の気候変動が植物個体および分布にどのような影響を及ぼし得るかについて、科学論文を読解しながら理解を深める。

授業計画

第１回：ガイダンス、および植物の分布と環境
第２回：植物の構造と機能
第３回：適応進化と種分化
第４回：温度環境に対する応答（１）成長への影響
第５回：温度環境に対する応答（１）繁殖への影響
第６回：水環境に対する応答（１）成長への影響
第７回：水環境に対する応答（２）繁殖への影響
第８回：光環境に対する応答（1）成長への影響
第９回：光環境に対する応答（2）繁殖への影響
第１０回：栄養環境に対する応答（1）成長への影響
第１１回：栄養環境に対する応答（２）繁殖への影響
第１２回：日長に対する応答　成長と繁殖への影響
第１３回：気候変動に対する応答（１）成長への影響
第１４回：気候変動に対する応答（２）繁殖への影響
第１５回：まとめ

テキスト

配布資料による

参考書・参考資料等

・植物生態学 ―Plant Ecology―／寺島 一郎ほか／朝倉書店／ISBN:978-4254171198：植物生態学／大原 雅／海游舎／ISBN:978-4905930228：Ecology (6th edition)／Krebs CJ／Pearson／ISBN:978-0321604682：エコゲノミクス―遺伝子からみた適応―（シリーズ 現代の生態学 7）／ 森長 真一，工藤 洋／共立出版／ISBN:978-4320057401

学生に対する評価

レポートや授業中に課す課題等の提出物による。

授業科目名： 水系生物多様性保全学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 福田　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
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

貝類の分類学的基礎知識ならびに研究方法を理解することを通じて、水棲生物の多様性保全に関する研究を進める能力を高めるとともに、社会に対し科学的・倫理学的な観点から説明することができる能力を身につける。

授業の概要

水棲生物の中で最も多様な分類群である軟体動物（貝類）の多様性の概略を解説する。最も原始的な尾腔類から派生的な腹足類にいたるまで、形態、棲息環境、分布、生活史などの多様さを紹介し、特に、軟体動物は環境指標生物としてすぐれていることを強調する。

授業計画

第１回　緒言　軟体動物（貝類）とは何か
第２回　軟体動物門および各綱の系統関係
第３回　尾腔綱
第４回　溝腹綱
第５回　多板綱
第６回　単板綱
第７回　掘足綱
第８回　二枚貝綱（1）原鰓亜綱および自鰓亜綱：翼形下綱
第９回　二枚貝綱（2）自鰓亜綱：異殻下綱
第10回　頭足綱（1）化石分類群
第11回　頭足綱（2）現生分類群
第12回　腹足綱（1）笠型腹足類・古腹足類・アマオブネ形類
第13回　腹足綱（2）新生腹足類
第14回　腹足綱（3）異鰓類（原始的分類群）
第15回　腹足綱（4）異鰓類（派生的分類群）

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する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： 応用昆虫学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 宮竹貴久
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
昆虫学の基礎から応用までを概説し、害虫の対応・昆虫の利用について習得させる。

授業の概要
昆虫学の基礎から応用までを概説し、害虫の対応・昆虫の利用について概説する。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：昆虫学の基礎
第３回：昆虫と害虫
第４回：害虫防除の基礎
第５回：総合的害虫管理
第６回：物理的防除・耕種的防除
第７回：化学的防除
第８回：環境に優しい害虫防除
第９回： 生物的防除
第１０回： 侵入害虫の植物防疫
第１１回：オス除去法
第１２回：不妊虫放飼法
第１３回：昆虫利用産業
第１４回：やんばるの昆虫と動物
第１５回：これからの昆虫学
定期試験

テキスト
昆虫生態学（藤崎憲治ほか著、朝倉出版）、世界自然遺産やんばる（湊・宮竹著、朝日新書）

参考書・参考資料等
授業中に適宜資料を配布する。

学生に対する評価
レポート(30%)、最終試験（50%）、講義中での質問（20%）

授業科目名： 動物繁殖生態学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 岡田　賢祐 担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
性選択に関する知識の習得とし、繁殖動態の進化の原理を知ることを目的とする。

授業の概要
動物の繁殖行動については、多くの人間が興味を持ち、盛んに研究が行われている。そこで、本講義では、性選択における古典的な研究例から近年の実証研究および理論研究を説明する。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：性選択
第３回：雄内競争
第４回：配偶者選択
第５回：性選択に関連する論文の解説と講読
第６回：雄内競争に関連する論文の解説と講読
第７回：配偶者選択に関連する論文の解説と講読
第８回：交尾後の性選択
第９回：精子競争
第１０回：隠れた雌の選好性
第１１回：交尾後の性選択に関連する論文の解説と講読
第１２回：精子競争に関連する論文の解説と講読
第１３回：隠れた雌の選好性に関連する論文の解説と講読
第１４回：性選択に関連する論文の作成
第１５回：まとめ
定期試験は行わない

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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： 農環境計測学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名：門田 充司 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

様々な機器を用いて生物や環境を計測する手法を理解することがテーマであり，多様な生物と環境に関する計測・制御の手法の習得を到達目的とする。

授業の概要

生物の複雑性と多様性を理解し，生物ならびにそれらを取り巻く環境を計測することは持続的かつ環境保全的な食料・生物生産を行う上で不可欠な技術である。本講義では，計測器やセンサの原理や構造，特徴を詳細に解説し，それぞれの計測対象に応じた計測手法を幅広く講述する。さらには，それらの計測技術が食料・生物生産においてどのように利用されているかを植物工場や精密農業，自動化機械や農業ロボット等を例に紹介する。テキスト，資料は外書（英文）を用いる。

授業計画

第１回：土壌センシング（1）英文購読と解説
第２回：土壌センシング（2）課題の解説
第３回：株間除草（1）英文購読と解説
第４回：株間除草（2）課題の解説
第５回：レーザスキャナによる外界認識（1）英文購読と解説
第６回：レーザスキャナによる外界認識（2）課題の解説
第７回：リモートセンシング（1）英文購読と解説
第８回：リモートセンシング（2）課題の解説
第９回：キュウリの収穫と摘葉（1）英文購読と解説
第１０回：キュウリの収穫と摘葉（2）課題の解説
第１１回：植物工場（1）英文購読と解説
第１２回：植物工場（2）課題の解説
第１３回：植物工場（3）岡山県内の植物工場の解説
第１４回：トマト収穫（1）英文購読と解説
第１５回：トマト収穫（2）課題の解説
定期試験は実施しない。

テキスト

各授業において適宜資料を配布する

参考書・参考資料等

Agricultural Robots -Mechanisms and practice (Kyoto University Press)

学生に対する評価

各課題における討論および発表などへの参加状況（20%），およびレポートの内容（80%）によって総合的に評価する。

授業科目名： 農環境制御学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 難波和彦
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

生物ならびにそれらを取り巻く環境に関する、計測・制御の手法について自ら多様なアプローチの検討ができること。

授業の概要

複雑かつ多様な生物ならびにそれらを取り巻く環境を制御することは、持続的かつ環境保全的な食料および生物生産を行う上で不可欠な技術である。本講義では、古典制御理論や現代制御理論、ファジー、ニューロなどの手法を用いた、生物生産システムにおける制御技術を講述する。

授業計画

第１回：植物の成育と環境
第２回：気象的要素とその計測
第３回：気象的要素の変動と作物の成長
第４回：気象の栽培へ応用
第５回：施設栽培の環境管理
第６回：地上部の物理環境の管理
第７回：地下部の物理環境の管理
第８回：植物の成長計測
第９回：環境因子と植物成長の多変量解析
第10回：植物の病気とその計測
第11回：植物成長のモデリング
第12回：環境制御による植物成長モデルの最適化
第13回：環境制御における過渡応答
第14回：ファジー理論による環境制御
第15回：ニューラルネットワークによる環境制御

テキスト

特に指定しない。

参考書・参考資料等

参考とすべき資料等を各回で提示する。

学生に対する評価

課題演習（50%）とレポート課題（50%）の成績を評価する。

授業科目名: 地域資源計画学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数: 1単位	担当教員名: 駄田井久 担当形態:単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

持続可能な社会の実現のためには，資源の効率的な配分が行われる事が不可欠である。

本講義では，日本と世界の農村を対象に，人間の経済活動と資源利用と資源配分との関連を標準的な経済理論の概念を用いて分析する。また，資源利用の経済的な価値の計測方法も習得する。

授業の概要

食料・農業を取り巻く様々な課題を経済学の視点から議論する

授業計画

第1回: ガイダンス 人間の経済活動と資源配分
第2回: 市場のメカニズム1 消費者の行動理論
第3回: 市場のメカニズム2 生産者の行動理論
第4回: 市場の効率性の検証
第5回: 市場の失敗1 外部経済のケース
第6回: 市場の失敗2 政府の役割
第7回: 農業生産の資源配分1 日本農村の水管理問題
第8回: 農業生産の資源配分2 コモンズの悲劇
第9回: 環境評価の手法1 顕示選好法
第10回: 環境評価の手法2 表明選好法
第11回: 環境評価の手法3 代替方法
第12回: 規模の経済の効果と課題
第13回: 学習の経済の効果と課題
第14回: 農業政策と資源配分1 日本の農業問題
第15回: 農業政策と資源配分2 世界の農業問題
定期試験は実施しない

テキスト

なし

参考書・参考資料等

各回とも食料・農業に関する課題を扱った論文や記事に関して議論を行う

課題等は講義の中で指示する

学生に対する評価

プレゼンテーション(40%)，議論への参加程度(40%)，レポート(20%)

授業科目名： 食料情報処理解析学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 1単位	担当教員名：大仲克俊 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

現在の農業政策、食料消費構造、農業構造問題について理解することができる。経済・社会のグローバル化が進展する中で、農業政策・食料消費・農業問題は複雑に絡み合っている。より良い農業政策・食料消費の在り方について考察できることを目指す。

授業の概要

本講義では、農業政策、食料政策に関する文献の通読を通じて、国内及び国外の食料・農業・農村政策に関する知識・分析手法について学ぶことを目的とする。そのため、講義では、1～2冊程度の書籍及び論文を輪読していく。なお、書籍は学生の希望を踏まえて選択する。

授業計画

第１回：オリエンテーション：書籍・論文テーマの決定
第２回：食料・農業・農村政策の文献の講読（１）（研究の背景・目的）
第３回：食料・農業・農村政策の文献の講読（２）（分析手法）
第４回：食料・農業・農村政策の文献の講読（３）（結果の整理と論理構成の作成方法）
第５回：食料・農業・農村政策の文献の講読（４）（結論の整理方法）
第６回：既存研究のまとめ（１）（購読書籍・論文の論点整理）
第７回：既存研究のまとめ（２）（食料・農業・農村政策の方向性）
第８回：オリエンテーション2：書籍・論文テーマの決定
第９回：食料・農業・農村政策の文献の講読（５）（最近の農政の動きについて）
第１０回：食料・農業・農村政策の文献の講読（６）（海外の農業政策）
第１１回：食料・農業・農村政策の文献の講読（７）（海外の農政の論点）
第１２回：食料・農業・農村政策の文献の講読（８）（農政の比較研究）
第１３回：食料・農業・農村政策の文献の講読（９）（貿易交渉）
第１４回：既存研究のまとめ（海外農政と貿易交渉の論点及び方向性）
第１５回：まとめ

テキスト

なし

参考書・参考資料等

授業中に適宜資料を配布する：食料・農業・農村政策に関する書籍・文献

学生に対する評価

研究に関する議論、演習への参加姿勢、発表内容、質疑応答などから総合的に評価する。

授業科目名： 持続的農村システム学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 金　科哲 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

1. 農村システムの持続性について理解し、説明できる。
2. アジアの農村システムを欧米のそれと比較しつつ、共通点と相違点について説明できる。
3. アジアの農村システムにおける住民組織の特質とその可能性について理科し、説明できる。

授業の概要

農村開発の新たなアジェンダとして定着している，持続的農村システムの世界的汎用性について検討する。機械化・化学化など近代科学に支えられてきた工場的農業の限界や，比較優位論に基づく都市・農村間の地域格差などの諸問題を明らかにし，農村の生態と経済およびコミュニティとの関係の再構築による，農村空間の持続的発展の道を模索する。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：農村ビジョンと内発的発展論
第３回：農村の内発的発展の位相
第４回：農村地域経済循環の論理と課題
第５回：内発発展論の限界と新展開
第６回：内発的地域づくりにおける住民の内発性醸成の方法とその効果
第７回：地域運営組織の内発性と持続可能性
第８回：農山村における再生可能エネルギー導入と内発的発展
第９回：内発的発展における地域サポート人材の可能性
第１０回：内発的発展と農村政策
第１１回：Conservational Exploitation as a Sustainable Development Strategy
第１２回：Building and Recovering Rural Economic Landscapes
第１３回：The paradox of cultivating community resiliency
第１４回：Embedding food in place and rural development
第１５回：Assembling the sacred space in the countryside
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する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： 地域ガバナンス論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名：本田　恭子 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

１．農と食や環境保全、開発にかかわる地域の問題を切り口として、現代の地域コミュニティの現状と課題を理解する。

２．上記の問題の解決に向けた、地域の多様な主体が参加するしくみ（ガバナンス）の構築に向けた課題を理解する。

３．農村社会学や環境社会学、これら関連分野における主要な理論的枠組みを理解する。

授業の概要

参加者が農村社会学や環境社会学、これらの関連分野の文献の精読の成果を発表し、地域コミュニティと様々な地域課題、地域ガバナンスのあり方について討論する。

授業計画

第１回：文献の選定、文献の読み方
第２回：論文の精読（１）地域コミュニティの特徴
第３回：論文の精読（２）日本の住民組織の特徴と歴史的背景
第４回：論文の精読（３）高度経済成長と地域コミュニティの変容
第５回：論文の精読（４）環境問題と地域コミュニティ
第６回：論文の精読（５）地域資源とコミュニティ
第７回：論文の精読（６）食と農のコミュニティ
第８回：論文の精読（７）農業政策におけるコミュニティ
第９回：論文の精読（８）ガバメントとガバナンス
第１０回：論文の精読（９）「新しい公共」
第１１回：論文の精読（10）効率性と公平性
第１２回：論文の精読（11）活動の継続性と自由な参加
第１３回：論文の精読（12）主体の多様性がもたらすもの
第１４回：論文の精読（13）順応的なガバナンス
第１５回：まとめ
本講義は輪読・討論形式で行います。取り上げる文献に応じて、各回のテーマの順番は前後します。

テキスト

なし

参考書・参考資料等

国内外の地域社会および地域課題に関連する書籍や学術論文（講義中に適宜指示）

学生に対する評価

内容の理解、発表の完成度、議論への貢献などの参加状況に基づいて総合的に評価する。

授業科目名： 国際開発と環境問題	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： １単位	担当教員名： 生方　史数
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

環境問題は社会問題としての側面を有するため、人文・社会科学的な見方を含めた多面的な理解が必要である。よって本講義では、当該分野に関連する複数の学際的な視点（特に人文・社会科学的な視点）を理解し、考察を深めることを目的とする。

授業の概要

１）国際開発、環境問題と政治・経済・社会、科学技術と社会などに関する文献を、参加者が討論の上で選定し、輪読を行いながら理解を深めていく。

２）環境問題や国際開発に関して、文理の協働の必要性が叫ばれて久しい。１）で得られた知見をもとに、学際研究の実践・課題などについて議論する。

授業計画（講義の進行状況等によって詳細は異なる）

第１回：ガイダンス
第２回：リーディング・マテリアルに関する討論１（候補の列挙）
第３回：リーディング・マテリアルに関する討論２（選定）
第４回：授業の概要（上記）の1）に関する発表と討論１（文献の序論）
第５回：授業の概要（上記）の1）に関する発表と討論２（文献の本論）
第６回：授業の概要（上記）の1）に関する発表と討論３（文献の結論）
第７回：授業の概要（上記）の1）に関する発表と討論４（派生的な議論）
第８回：授業の概要（上記）の1）に関する発表と討論５（批判的な検討）
第９回：授業の概要（上記）の1）に関する総合討論
第１０回：授業の概要（上記）の2）に関する発表と討論１（文献の序論）
第１１回：授業の概要（上記）の2）に関する発表と討論２（文献の本論）
第１２回：授業の概要（上記）の2）に関する発表と討論３（文献の結論）
第１３回：授業の概要（上記）の2）に関する発表と討論４（派生的な議論）
第１４回：授業の概要（上記）の2）に関する発表と討論５（批判的な検討）
第１５回：授業の概要（上記）の2）に関する総合討論

テキスト

リーディング・マテリアルは、講義中に学生と相談の上決める。

参考書・参考資料等

必要に応じて講義中に紹介する。

学生に対する評価

内容の理解(33%)、プレゼンの完成度(33%)、および討論への貢献度(33%)に基づき評価する。

授業科目名： 植物生態学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 三木直子、宮﨑祐子 担当形態：クラス分け・単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

実験の進め方、得られた実験結果のまとめ方、結果に対する考察・討論の仕方等、研究に必要な実践的な知識および思考力の獲得を目指す。そのため、研究に関連の深い文献を購読し既存研究のまとめを行うとともに、研究データのとりまとめ、論文作成および研究発表などにより、独立した研究者としての能力養成を図る。

授業の概要

植物生態学に関連する学問分野の研究目的や方法、論文作成に必要な論理的な思考方法や発表技術などについて論文講読を中心に教育する。

授業計画

第１回：論文の検索
第２回：植物生態学論文の講読（１）（研究目的と実験設定）
第３回：植物生態学論文の講読（２）（分析・測定の方法）
第４回：植物生態学論文の講読（３）（結果の取りまとめと解析方法）
第５回：植物生態学論文の講読（４）（結果を踏まえた考察）
第６回：研究課題に関連する既存研究のまとめ（１）（一般性がある事象）
第７回：研究課題に関連する既存研究のまとめ（２）（一般性がない事象とその原因）
第８回：研究データの整理
第９回：研究データの解析（１）（データの種類と解析方法）
第１０回：研究データの解析（２）（統計モデル）
第１１回：植物生態学学術誌を対象とした論文作成（１）（方法・結果）
第１２回：植物生態学学術誌を対象とした論文作成（２）（はじめに・考察）
第１３回：植物生態学関連学会での研究発表（１）（口頭発表）
第１４回：植物生態学関連学会での研究発表（２）（ポスター発表）
第１５回：まとめ

テキスト

国際誌に掲載された植物生態学に関係する学術論文を材料とするので、教科書は使用しない。

参考書・参考資料等

国際誌に掲載された植物生態学に関係する学術論文

学生に対する評価

日頃の研究に関する議論の際の対応、演習への参加姿勢、発表内容、質疑応答などから総合的に評価する。

授業科目名： 土壌環境管理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名：嶋　一徹 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

人間活動が土壌生態系に及ぼす影響を理解する。

授業の概要

　当該演習においては、森林ならびに荒廃地を主な対象として、生態系に対する人為的な撹乱が物質動態に及ぼす影響について、国内外における最新のトピックスを紹介しながら、植物－土壌系と取り巻く気候・環境因子との関係を学ぶ。

授業計画

第１回：講義の概要と目的の説明

第２回：土壌環境管理学に関する最新の論文紹介と討論（１）法面緑化

第３回：土壌環境管理学に関する最新の論文紹介と討論（２）荒廃林地の早期植生回復

第４回：土壌環境管理学に関する最新の論文紹介と討論（３）山火事跡地の修復

第５回：履修学生による課題発表と討論（１）荒廃地・法面の植生回復に関する課題の発表と討論

第６回：履修学生による課題発表と討論（２）山火事跡の植生修復に関する課題の発表と討論

第７回：わが国における土壌環境の修復に関する課題と展望

第８回：土壌環境管理学に関する最新の論文紹介と討論（４）熱帯におけるバイオ燃料植物栽培の影響

第９回：土壌環境管理学に関する最新の論文紹介と討論（５）熱帯におけるゴム植林の影響

第10回：土壌環境管理学に関する最新の論文紹介と討論（６）焼畑耕作の影響

第11回：履修学生による課題発表と討論（３） バイオ燃料等のモノカルチャーが土壌に及ぼす影響に関する課題の発表と討論

第12回：履修学生による課題発表と討論（４）粗放な焼畑農業が壌に及ぼす影響に関する課題の発表と討論

第13回：熱帯地域における人為撹乱の影響と土壌修復に関する課題

第14回：本演習の総括的レポートの作成

第15回：まとめ

テキスト

　なし。

参考書・参考資料等

　その都度、必要な講義資料を配布する。

学生に対する評価

　演習における討論および発表などへの参加状況およびレポート課題の発表内容によって総合的に評価する。

授業科目名： 森林生態学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 廣部　宗、兵藤不二夫 担当形態：クラス分け・単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

実験の進め方、得られた実験結果のまとめ方、結果に対する考察・討論の仕方等、研究に必要な実践的な知識および思考力の獲得を目指す。そのため、研究に関連の深い文献を購読し既存研究のまとめを行うとともに、研究データのとりまとめ、論文作成および研究発表などにより、独立した研究者としての能力養成を図る。

授業の概要

森林生態学に関連する学問分野の研究目的や方法、論文作成に必要な論理的な思考方法や発表技術などについて論文講読を中心に教育する。

授業計画

第１回：論文の検索
第２回：森林生態学論文の講読（１）（研究目的と実験設定）
第３回：森林生態学論文の講読（２）（分析・測定の方法）
第４回：森林生態学論文の講読（３）（結果の取りまとめと解析方法）
第５回：森林生態学論文の講読（４）（結果を踏まえた考察）
第６回：研究課題に関連する既存研究のまとめ（１）（一般性がある事象）
第７回：研究課題に関連する既存研究のまとめ（２）（一般性がない事象とその原因）
第８回：研究データの整理
第９回：研究データの解析（１）（データの種類と解析方法）
第１０回：研究データの解析（２）（統計モデル）
第１１回：森林生態学学術誌を対象とした論文作成（１）（方法・結果）
第１２回：森林生態学学術誌を対象とした論文作成（２）（はじめに・考察）
第１３回：森林生態学関連学会での研究発表（１）（口頭発表）
第１４回：森林生態学関連学会での研究発表（２）（ポスター発表）
第１５回：まとめ

テキスト

国際誌に掲載された森林生態学に関係する学術論文を材料とするので、教科書は使用しない。

参考書・参考資料等

国際誌に掲載された森林生態学に関係する学術論文

学生に対する評価

日頃の研究に関する議論の際の対応、演習への参加姿勢、発表内容、質疑応答などから総合的に評価する。

授業科目名： 水系保全学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 福田　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
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

水棲生物（主として貝類）の多様性の危機的状況を様々な観点から検討し，それらを保全するための理論と実情を認識する。

授業の概要

水棲生物（主として軟体動物）の多様性が、近年の護岸・干拓・埋立・水質や土壌の汚染・外来種の移入など人為的要因によって急速に危機的状況へ陥りつつあることを解説するとともにそれら生物多様性を保全するための理論と実際について述べる。特に、なぜそれらの生物を保全する必要があるのかや、実際の保全措置（環境影響評価、レッドデータブック、ミチゲーションなど）の問題点や意義などを、さまざまな観点から考察する。

授業計画

第１回：研究に関連する論文の検索手法
第２回：研究と関連深い論文の講読（その１）分類学
第３回：研究と関連深い論文の講読（その２）形態学・比較解剖学
第４回：研究と関連深い論文の講読（その３）系統学
第５回：研究と関連深い論文の講読（その４）生物多様性保全学
第６回：既存の研究の問題点と今後の課題の検討
第７回：貝類学関連の論文紹介
第８回：蓄積した研究データの整理（その１）標本作成法や同定
第９回：蓄積した研究データの整理（その２）目録作成
第１０回：貝類学関連ジャーナルへの投稿論文作成の概要
第１１回：貝類学関連ジャーナルへの投稿論文作成（その１）記載文作成
第１２回：貝類学関連ジャーナルへの投稿論文作成（その２）分布や生態等との関連
第１３回：貝類学に関するプレゼンテーションの基礎
第１４回：貝類学に関するプレゼンテーションの活用
第１５回：まとめ

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する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： 昆虫生態学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 宮竹　貴久 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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
昆虫生態学の基礎と応用について概説し、生態学を核とした応用昆虫学の骨子を習得する。

授業の概要
昆虫生態学の基礎と応用について、個々の課題を概説し、演習することで知識を体得する。

授業計画
第１回：昆虫生態学のガイダンス
第２回：昆虫の生活史戦略について
第３回：昆虫の個体群個体群生態学について
第４回：昆虫の群集生態学について
第５回：昆虫の行動生態について
第６回：昆虫の対捕食者戦略について
第７回：昆虫の自然選択について
第８回：昆虫の性選択について
第９回：昆虫の性的対立について
第１０回：昆虫の社会について
第１１回：侵略的外来昆虫について
第１２回：特殊害虫の根絶について
第１３回：害虫の生態と管理について
第１４回：応用昆虫学について
第１５回：昆虫利用産業について

テキスト
昆虫生態学、藤崎、宮竹ほか著、朝倉書店、ISBN：978-4-254-42039-5　C3061

参考書・参考資料等
世界自然遺産やんばる 希少生物の宝庫・沖縄島北部（朝日新書）新書 -　2021/7/13、湊、宮竹共著、ISBN-10　：　4022950757

学生に対する評価
プレゼンテーション（20%）、実習（20%）、レポート（60%）

授業科目名： 行動生態学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 岡田　賢祐
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
行動生態学に関係する学会における発表や論文執筆などで適切に対応できる能力を身に着けるために行う。

授業の概要
動物の行動及び生態について理解を深めるために、関連する論文を講読し、解説をする。また、既存の研究例を紹介し、それに関係するデータ解析などの概要を説明する。行動生態学的な研究を進めるために、必要であるプレゼンテーションの作成や研究論文の執筆についての指導も行う。

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：関連論文の解説（性選択）
第３回：関連論文の解説（雄内競争）
第４回：関連論文の解説（配偶者選択）
第５回：関連論文の解説（精子競争）
第６回：関連論文の解説（隠れた雌の選好性）
第７回：研究例の紹介（性選択）
第８回：研究例の紹介（雄内競争）
第９回：研究例の紹介（配偶者選択）
第１０回：研究例の紹介（精子競争）
第１１回：研究例の紹介（隠れた雌の選好性）
第１２回：プレゼンテーションと論文執筆（性選択）
第１３回：プレゼンテーションと論文執筆（雄内競争）
第１４回：プレゼンテーションと論文執筆（配偶者選択）
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
授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
プレゼンテーション（50%）、レポート（50%）

授業科目名： 生物生産システム工学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 門田 充司、難波和彦 担当形態：クラス分け・単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

実験の進め方，得られた実験結果のまとめ方，結果に対する考察・討論の仕方等，生物生産システム工学や理科関連分野の研究に必要な実践的な知識および思考力の獲得を目指す。そのため，研究に関連の深い文献の購読や紹介を行い，更に学会発表，論文作成などを通して，実践するためのトレーニングを推進し，独立した研究者としての研究の能力の養成を図る。

授業の概要

生物生産システム工学に関する学問分野の研究目的や方法，必要性，システム統合等に関する基礎知識，ならびに論文作成に必須となる思考や技法，論理的な考え方について，論文，専門書の講読等を通じて教育する。また，セミナーにおける研究成果の定期的な発表を通じて，研究課題に対する問題意識や理解を深めさせるとともに，効果的なプレゼンテーションの方法を指導する。

授業計画

第１回：研究に関連する論文の検索手法
第２回：研究と関連深い論文の講読（その1：生物生産機械）
第３回：研究と関連深い論文の講読（その2：計測・制御）
第４回：研究と関連深い論文の講読（その3：精密農業・植物工場）
第５回：研究と関連深い論文の講読（その4：ロボット・スマート農業）
第６回：既存の研究の問題点と今後の課題の検討
第７回：生物生産システム工学関連の論文紹介
第８回：蓄積した研究データの整理（その1：統計処理の基礎）
第９回：蓄積した研究データの整理（その2：統計処理の実践）
第１０回：生物生産システム工学関連ジャーナルへの投稿論文作成の概要
第１１回：生物生産システム工学関連ジャーナルへの投稿論文作成（その1：文章表現）
第１２回：生物生産システム工学関連ジャーナルへの投稿論文作成（その2：図表の作成）
第１３回：生物生産システム工学に関するプレゼンテーションの基礎
第１４回：生物生産システム工学に関するプレゼンテーションの活用
第１５回：まとめ

テキスト

特に指定しない。

参考書・参考資料等

参考とすべき資料等を各回で提示する。

学生に対する評価

出席状態，演習における討論および発表などへの参加状況，およびレポートの内容によって総合的に評価する。

授業科目名: 資源管理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数: 2単位	担当教員名: 駄田井 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		
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

研究の進め方，得られた調査データのまとめ方，結果に対する考察・討論の仕方等，資源管理に関わる研究に必要な実践的な知識および思考力の獲得を目指す。そのため，研究に関連の深い文研の講読や紹介を行い，更に学会発表，論文作成などを通して，研究能力の養成を図る。

授業の概要

各自の研究課題に関連した論文の購読をおこなうと同時に，研究課題の進展に対応した研究発表のトレーニングを実施する。理科関連分野における研究の進め方やその取りまとめに必要となる考え方，知識等を習得させる。

授業計画

第1回:ガイダンス 科学研究の概念
第2回:先行研究論文のサーベイ方法
第3回:先行研究論文のまとめ方
第4回:研究論文作成のためのデータ収集方法1 既存の統計データの活用
第5回:研究論文作成のためのデータ収集方法2 フィールドサーベイ
第6回:インタビューシートの作成方法
第7回:アンケート調査票の作成方法
第8回:質的データの整理
第9回:量的データの解析1 記述統計
第10回:量的データの解析2 回帰分析
第11回:量的データの解析3 多変量解析
第12回:GISを用いたデータ解析
第13回:研究発表プレゼンテーションの基礎
第14回:研究発表プレゼンテーションの活用
第15回:論文作成の概要
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布する

学生に対する評価

レポート(50%)，プレゼンテーション(50%)

授業科目名： 食料環境政策学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 生方史数、大仲克俊 担当形態：クラス分け・単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

調査の進め方、得られた調査結果の整理・分析の手法、結果に対する考察・討論の仕方等、食料環境政策学の研究に必要な実践的知見とプロセスを学ぶ。また、人文社会科学分野の研究蓄積を踏まえて調査を行うために、様々な文献を購読し既存研究の成果の理解を深める。さらに、研究データのとりまとめ、論文作成および研究発表などにより、独立した研究者としての能力養成を図る。

授業の概要

食料環境政策学に関連する学問分野の研究目的や方法を学び、論文作成に必要な知識・手法を学ぶために、文献講読、プレゼンテーション、討論を中心に教育する。

授業計画

第１回：論文の検索
第２回：食料環境政策学の文献の講読（１）（研究の背景・目的）
第３回：食料環境政策学の文献の講読（２）（分析手法）
第４回：食料環境政策学の文献の講読（３）（結果の整理と論理構成の作成方法）
第５回：食料環境政策学の文献の講読（４）（結論の整理方法）
第６回：研究課題に関連する既存研究のまとめ（１）（食料・環境政策の古典的な論点）
第７回：研究課題に関連する既存研究のまとめ（２）（最近の食料・環境政策の論点）
第８回：調査データの整理
第９回：調査データの解析（１）（データの種類と分析方法）
第１０回：調査データの分析（２）（定性的調査データの分析）
第１１回：食料環境政策学領域の論文作成（１）（方法・結果）
第１２回：食料環境政策学領域の論文作成（２）（はじめに・考察）
第１３回：食料環境政策学領域の研究発表（１）（口頭発表資料の作成方法）
第１４回：食料環境政策学領域の研究発表（２）（口頭発表資料の作成と発表）
第１５回：まとめ

テキスト

なし

参考書・参考資料等

授業中に適宜資料を配布する：食料・環境政策に関する書籍・文献

学生に対する評価

研究に関する議論、演習への参加姿勢、発表内容、質疑応答などから総合的に評価する。

授業科目名： 国際農村開発学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 金　科哲、本田恭子 担当形態：クラス分け・単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

1. 農村システムの持続性について理解し、説明できる。
2. アジアの農村システムを欧米のそれと比較しつつ、共通点と相違点について説明できる。
3. アジアの農村システムにおける住民組織の特質とその可能性について理科し、説明できる。

授業の概要

関連文献の批評やフィールドワークなどを通じて，「持続的農村システム学」および「地域ガバナンス論」で学んだ内容を深く極めさせる。受講生の自主性と自発性を最大限尊重しつつ，各々の個別テーマと全体の流れとが整合する演習を行う。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：文献サーベイ：文献を読む方法，引用の方法
第３回：既往の論文の講読（１）（研究目的の設定）
第４回：既往の論文の講読（２）（研究対象地域の選定）
第５回：既往の論文の講読（３）（統計分析方法）
第６回：既往の論文の講読（４）（結果を踏まえた考察）
第７回：リサーチデザインの実際
第８回：研究課題に関連する既存研究のまとめ（１）（一般性がある事象）
第９回：研究課題に関連する既存研究のまとめ（２）（一般性がない事象とその原因）
第１０回：研究データの整理
第１１回：研究データの解析（１）（データの種類と解析方法）
第１２回：研究データの解析（２）（統計モデル）
第１３回：学術誌を対象とした論文作成（１）（方法・結果）
第１４回：学術誌を対象とした論文作成（２）（はじめに・考察）
第１５回：まとめ

テキスト

専門誌に掲載された学術論文を材料とするので、教科書は使用しない。

参考書・参考資料等

授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

演習への参加姿勢、発表内容、質疑応答などから総合的に評価する。

授業科目名: 植物・微生物相互作用学	教員の免許状取得のための の 選択科目	単位数: 2単位	担当教員名:一瀬勇規, 豊田和弘, 能年義輝, 松井英譲 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
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
植物病原体側の感染戦略と植物側の防御戦略についての分子機構を理解する。

授業の概要
各種植物-微生物相互作用の具体的分子機構例を取り上げ、それらの普遍性と特異性を学ぶ。

授業計画
第1回:「病原学」から「植物感染生理学」へ(豊田和弘)
第2回:「植物・病原体相互作用学」:モデル植物を用いた基礎科学研究(豊田和弘)
第3回:植物病原細菌の病原力因子(松井英譲)
第4回:植物病原細菌の病原力におけるエフェクターの機能(松井英譲)
第5回:エフェクター標的因子の抵抗性への役割(松井英譲)
第6回:エフェクター標的因子の同定手法と技術的課題(松井英譲)
第7回:植物病原細菌の構造とMAMP(一瀬勇規)
第8回:植物病原細菌の運動能と病原性(一瀬勇規)
第9回: 植物病原細菌のMAMPとその認識回避機構(一瀬勇規)
第10回:植物病原細菌の走性と病原性(一瀬勇規)
第11回:抵抗性タンパク質の作用機序と作物耐病性付与への応用(能年義輝)
第12回:植物ホルモンのシグナル伝達　サリチル酸(能年義輝)
第13回:植物ホルモンのシグナル伝達　ジャスモン酸・エチレン(能年義輝)
第14回:持続的な植物保護への貢献　抵抗性誘導剤・微生物農薬(能年義輝)
第15回:モデル植物から実用作物へ:基礎科学からの橋渡し研究(豊田和弘)
第16回:「植物・病原体相互作用学」のイノベーション:未来に備える植物疫学とは?(豊田和弘)
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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション(20%)、レポート(80%)

授業科目名： 植物遺伝育種学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 西田英隆、門田　有希 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
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

植物における遺伝育種や倍数性の進化に関する講義ならびに解析手法の実習を通して、DNAマーカーやゲノム情報を用いた遺伝解析の基礎を習得し、遺伝子の同定、進化学的な解析や、作物の分子遺伝学的改良などへの応用力を養成する。

授業の概要

植物における遺伝解析の理論とその解析方法について講義する。DNA配列などのデータベースの利用方法と作物の遺伝育種学的な解析方法を習得する。また、植物における倍数性の進化とその解析方法についても解説する。

授業計画

第１回：作物の遺伝と育種（担当：西田英隆）
第２回：作物育種の歴史（担当：西田英隆）
第３回：遺伝学的地図の構築と遺伝子マッピング（理論編）（担当：西田英隆）
第４回：遺伝学的地図の構築と遺伝子マッピング（実習編）（担当：西田英隆）
第５回：量的形質の遺伝とQTL解析（理論編）（担当：西田英隆）
第６回：量的形質の遺伝とQTL解析（実習編）（担当：西田英隆）
第７回：遺伝子組換えとゲノム編集（担当：西田英隆）
第８回：最近の遺伝育種学的な研究トピックスについての紹介（担当：西田英隆・門田有希）
第９回：次世代シーケンサーを利用した遺伝解析手法の紹介（MutMapなど）（担当：門田有希）
第１０回：次世代シーケンサーを利用した遺伝解析手法の紹介（QTL-seqなど）（担当：門田有希）
第１１回：次世代シーケンサーを利用した遺伝解析手法の紹介と品種育成事例（担当：門田有希）
第１２回： GWASの紹介と実習（PC必要）（担当：門田有希）
第１３回：高次倍数性作物種における遺伝解析（担当：門田有希）
第１４回：イネデータベースの紹介と実習（PC必要）（担当：門田有希）
第１５回： その他作物種のデータベースの紹介と実習（PC必要）（担当：門田有希）
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配付する。

学生に対する評価

レポート（100%）

授業科目名： 農産物利用・情報処理学	教員の免許状取得のための選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 牛島幸一郎，赤木剛士 担当形態： 複数

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
園芸作物を中心とした分子生物学・情報処理について把握・理解する.

授業の概要
次世代シークエンサーやマス・スペクトロメトリーの開発・発展により，大量の配列データを取得し利用することができるようになった．実際の農産物についても多くの種・品種において解析が実施され育種や栽培に利用されおり，その原理や操作の習得に大変重要である．本講義では，最初のDNAやタンパク質配列の解析から現在に至るまでの歴史と原理の変遷について園芸作物の研究を例にして解説する.

授業計画
第１回：ガイダンス
第２回：分子生物学の黎明期における解析・・・園芸作物を例として
第３回：第１世代・・・配列解析の基礎
第４回：第２世代・・・ショートリード
第５回：第３世代・・・ロングリード
第６回：RNA-seq
第７回：de novo assembly/Iso-seq
第８回：さまざまなseq解析
第９回：PCと解析環境・言語など
第１０回：最新の研究の紹介
第１１回：実習に関するガイダンス
第１２回：実習1（メディア講義）　実習環境の整備
第１３回：実習2（メディア講義）　ファイル操作の基礎
第１４回：実習3（メディア講義）　RNA-seq解析
第１５回：実習4（メディア講義）　DNA-seq解析
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する。

学生に対する評価
小テスト（20%），レポート（40%），定期試験（20%）

授業科目名： 作物生産学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 平井儀彦
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
有用植物と環境条件の多様性，生産過程に介在する技術の重要性を認識する．地球温暖化と農業の関係について視野を広げ，低炭素循環型植物生産技術を開発するための素養を修得する．

授業の概要
有用植物およびその環境条件の多様性を論じ，主として食用作物・工芸作物を対象として持続的生産技術の開発と体系化について解説する．地球温暖化と農業の関わりについて解説するとともに、温暖化に対応した低炭素循環型植物生産技術開発の将来についても論じる．

授業計画
第１回：　作物生産におよぼす非生物的ストレス
第２回：　温暖化とイネの収量と品質
第３回：　温暖化とイネ・ダイズの品質
第４回：　イネの冷害
第５回：　乾燥ストレス
第６回：　耐塩性：浸透ストレス
第７回：　耐塩性：ナトリウム輸送
第８回：　耐塩性：細胞・組織におけるナトリウムの制御
第９回：　栽培学・作物学の課題と目標
第１０回：　フィールドサイエンスとしての作物学
第１１回：　作物の多収性の生理学的基礎 －イネ
第１２回：　作物の多収性の生理学的基礎－ダイズ
第１３回：　地球環境変動と作物の生産性
第１４回：　水稲直播栽培技術の現状と課題
第１５回：　水稲の有機栽培技術の現状と課題
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する

学生に対する評価
レポート（100%）

授業科目名： 果樹栽培発育生理学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 平野　健・福田文夫
			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
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
果樹の栽培や結実、肥大、成熟に関する理解を深める

授業の概要
果実の発育生理と栽培技術についての研究課題を中心にテーマ化し、その問題点や機構を紹介するとともに、研究過程を解説する

授業計画
第１回：オリエンテーション（担当：平野　健）
第２回：日本と世界におけるブドウとモモの栽培の現状（担当：平野　健）
第３回：ブドウの結実過程と植物ホルモンの利用（担当：平野　健）
第４回：バラ科果樹の結実（担当：平野　健）
第５回：果実成熟に伴う有機酸とアミノ酸の代謝（担当：平野　健）
第６回：モモの香気成分蓄積と栽培管理（担当：平野　健）
第７回：ブドウの香気成分蓄積と栽培管理（担当：平野　健）
第８回：果実への物質輸送機構（担当：福田文夫）
第９回：果実発育を制御する生理機構（担当：福田文夫）
第１０回：剪定とモモの品質との関係（担当：福田文夫）
第１１回：モモやブドウの結実へ影響する要因と対策技術（担当：福田文夫）
第１２回：ブドウの着色向上技術（担当：福田文夫）
第１３回：水分制御と果実品質の関係（担当：福田文夫）
第１４回：モモを中心とする果実の生理障害（担当：福田文夫）
第１５回：果実品質を推定する非破壊評価法（担当：福田文夫）
定期試験は実施しない。

テキスト
なし

参考書・参考資料等
各回に資料を配布する（科目のMoodleにも掲載）。参考書：果樹園芸学（米森敬三編著、朝倉書店）

学生に対する評価
授業内容ごとの小レポート（6回、60%）と半期ごとの大レポート（2回、40%）

授業科目名： 野菜花卉生産システム学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名：後藤丹十郎，安場健一郎，北村嘉邦 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		
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

野菜・花卉園芸における安定的な高品質な作物の供給において生産システムの開発は重要であるため，これについて理解を深める。

授業の概要

野菜・花卉園芸において，安定的な高品質な作物の供給に必要な生産システムの開発に関する授業を行う。

授業計画

第１回：ガイダンス，新規培地を利用した育苗システムの開発について（担当：後藤丹十郎）
第２回：環境に優しい花卉の生産システムの開発について（担当：後藤丹十郎）
第３回：花卉の生理障害の制御システムの開発について（担当：後藤丹十郎）
第４回：花卉の高温期の高品質育苗システムの開発について（担当：後藤丹十郎）
第５回：花卉の高温期の高品質切り花生産システムについて（担当：後藤丹十郎）
第６回：露地野菜の生産のシステム化について（担当：安場健一郎）
第７回：施設野菜の生産のシステム化について（担当：安場健一郎）
第８回：トマトなど果菜類のシステム的な生産体系について（担当：安場健一郎）
第９回：IoTを利用した野菜の生産システムについて（担当：安場健一郎）
第１０回： AIを利用した野菜の生産システムについて(担当：安場健一郎）
第１１回：花卉の花色発現障害を防止するための管理システム開発に向けた基礎研究例（北村嘉邦）
第１２回：花卉の花色発現障害を防止するための管理システム開発に向けた応用研究例（北村嘉邦）
第１３回：花卉の新品目作出を念頭においた共同研究例と地域性に応じた生産システム（北村嘉邦）
第１４回：花卉の新品目作出を念頭においた周年生産システム開発に向けた研究例（北村嘉邦）
第１５回：花卉の新品目作出を念頭においた生理生態特性の解明と生産システムへの応用（北村嘉邦）
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する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名: 遺伝子細胞工学演習	教員の免許状取得のための の 選択科目	単位数: 4単位	担当教員名: 一瀬勇規、松井英譲
			担当形態: クラス分け・単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
遺伝子細胞工学研究の研究計画、研究結果の考察、論文化ができるようになる。

授業の概要
遺伝子細胞工学に関わる論文の購読や紹介を行う。また、学会発表、論文作成などを行うために必要なトレーニングを行う。以上の指導により、遺伝子細胞工学に関連分野における研究の進め方やそのとりまとめに必要となる考え方、知識等を修得させる。

授業計画
第1回:研究に関連する論文の検索手法
第2回:研究と関連深い論文の講読(その1)病原体関係
第3回:研究と関連深い論文の講読(その2)植物抵抗性関係
第4回:研究と関連深い論文の講読(その3)植物罹病性関係
第5回:既存の研究の問題点と今後の課題の検討
第6回:研究計画の立案とその準備(その1)病原体解析
第7回:研究計画の立案とその準備(その2)植物解析
第8回:研究データのまとめ方(その1)病原体解析
第9回:研究データのまとめ方(その2)植物解析
第10回:遺伝子細胞工学関連ジャーナルへの投稿論文作成の概要
第11回:遺伝子細胞工学関連ジャーナルへの投稿論文作成(その1)材料と方法
第12回:遺伝子細胞工学関連ジャーナルへの投稿論文作成(その2)結果と考察
第13回:遺伝子細胞工学に関するプレゼンテーションの基礎
第14回:遺伝子細胞工学に関するプレゼンテーションの実際
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
授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価
プレゼンテーション(20%)、レポート(80%)

授業科目名： ゲノム遺伝解析学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：門田　有希 担当形態：単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

作物の遺伝育種や多様性、品種識別等に関する研究内容や知識を習得する。また、NGSなど大量のDNA配列データを解析する手法や分子生物学的な実験についても知識を深める。また自身の研究内容をわかりやすく、かつ的確に発表するスキルも習得する。

授業の概要

作物の遺伝育種に関する知識を取得し、自身の研究に活用する。国内外で行われているNGSを活用した植物遺伝学に関する研究論文を理解し、遺伝解析手法やDNA情報を活用した育種についての知識や理解を深める。

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：論文紹介（GWAS）
第３回：論文紹介（QTL mapping）
第４回：論文紹介（RNA-seq）
第５回：論文紹介（トランスクリプトーム解析）
第６回：論文紹介（DNAマーカー選抜育種）
第７回：論文紹介（トランスポゾン）
第８回：研究進捗報告（サツマイモのQTL mappingなど）
第９回：研究進捗報告（サツマイモのGWASなど）
第１０回：研究進捗報告（RNA-seqによる遺伝子発現解析）
第１１回：研究進捗報告（DNAマーカー選抜育種）
第１２回：研究進捗報告（トランスポゾンを利用したマーカー開発）
第１３回：研究進捗報告（レトロトランスポゾンを利用した品種識別法）
第１４回：研究進捗報告（サツマイモの連鎖地図作成など）
第１５回：研究進捗報告（品種識別技術の開発など）

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配付する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（30%）、演習での活動や意欲（60%）、レポート（10%）

授業科目名: 植物病理学演習	教員の免許状取得のための の 選択科目	単位数: 4単位	担当教員名: 豊田和弘、能年義輝 担当形態: クラス分け・単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
植物病理学分野で実施する研究の計画、結果・考察、ならびに論文作成

授業の概要
世界の食糧生産と作物病害の現状を理解し、その問題解決と植物病理学が果たす社会的責任について学修する

授業計画
第1回:研究計画とその準備(その1)　世界の食糧生産の現状と作物の病害による損失
第2回:研究計画とその準備(その2)　主要穀物における病害
第3回:研究計画とその準備(その3)　作物保護における化学農薬の役割
第4回:研究計画とその準備(その4)　作物保護の代替技術には
第5回:研究計画に関連する論文の検索と理解(その1)　病原体の種類と生活環
第6回:研究計画に関連する論文の検索と理解(その2)　病原体に対する植物の抵抗性
第7回:研究計画に関連する論文の検索と理解(その3)　病原体の感染戦略には
第8回:研究計画に関連する論文の検索と理解(その4)　感染生理学研究の最前線
第9回:研究データのまとめ方(その1)　統計処理
第10回:研究データのまとめ方(その2)　図表の作成
第11回:研究データのまとめ方(その3)　図版の作成
第12回:研究データのまとめ方(その4)　発表資料の作成
第13回:実験結果の発表と議論
第14回:問題の発掘と今後について
第15回:総括
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する。

学生に対する評価
プレゼンテーション(20%)、レポート(80%)

授業科目名：植物遺伝育種学演習	教員の免許状取得のための選択科目	単位数：４単位	担当教員名：西田　英隆 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

植物遺伝育種学分野における最新の研究トピックや各自の研究テーマに関する知識を深め、それについて他者への説明を通して理解させたり深く議論するための能力を醸成し、専門家としての素養を身に付けさせることを目標としている。

授業の概要

研究テーマに関係する植物遺伝育種学分野の英語論文を通読し、日本語要旨にとりまとめ、プレゼンテーションを行うとともに、教員・他の学生と論文の内容等についてディスカッションを行う。

授業計画

各回のテーマに関する英語論文の内容について、学生によるプレゼンテーション、教員・学生全員が参加するディスカッション、総括を行う。

第１回：コムギ出穂期遺伝子のマッピング、発現解析
第２回：コムギ出穂期遺伝子のオミックス解析
第３回：コムギ出穂期遺伝子が表現型に及ぼす効果
第４回：コムギの遺伝的多様性、栽培種の起源と伝播
第５回：オオムギ出穂期遺伝子のマッピング、発現解析
第６回：オオムギ出穂期遺伝子のオミックス解析
第７回：オオムギ出穂期遺伝子が表現型に及ぼす効果
第８回：オオムギの遺伝的多様性、栽培種の起源と伝播
第１回：メロン、キュウリ遺伝子（耐病性、性表現等）のマッピング、発現解析
第２回：メロン、キュウリ遺伝子（耐病性、性表現等）のオミックス解析
第３回：メロン、キュウリ遺伝子（耐病性、性表現等）が表現型に及ぼす効果
第４回：メロン、キュウリの遺伝的多様性、栽培種の起源と伝播
第１３回：その他の作物における遺伝子のマッピング、発現解析
第１４回：その他の作物におけるオミックス解析
第１５回：その他の作物における遺伝的多様性、栽培種の起源と伝播
定期試験は実施しない

テキスト

無し

参考書・参考資料等

学生が作成した資料を用いる。資料の元になった英語論文を参考資料とする。

学生に対する評価

プレゼンテーション（60%）、ディスカッション（40%）

授業科目名： 農産物利用学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名：　赤木剛士 担当形態：　単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

修士論文研究のための基礎的知識である植物生理学・遺伝学および情報学に関する最新の知識を得る

授業の概要

本演習は農産物利用学分野の修士学生を対象とする。幅広い分野の理解を目指して基礎的知見である植物生理学・遺伝学さらにバイオインフォマティクスを中心とした情報学についての論文紹介を行う。さらに農産物利用学研究室全体の進捗および個々の学生研究の進捗についてプレゼンテーション発表を行い、今後の研究方針の検討を行う.

授業計画

第１回：ガイダンス
第２回：論文紹介１（青果物、特に果実作物におけるの保存基礎理論）
第３回：論文紹介２（ポストハーベストに関わる技術群の実装化）
第４回：論文紹介３（ポストハーベストに関わる古典的な研究）
第５回：個々の研究概要の紹介
第６回：論文紹介４（生理学に基づく果実生育・成熟に関する研究）
第７回：論文紹介５（ゲノム・遺伝学に基づく果実生育・成熟機構の研究）
第８回：論文紹介６（果実を科学するバイオインフォマティクス）
第９回：実験進捗の報告１：方法論・方針の再検討
第１０回：論文紹介７（花の多様性と性決定）
第１１回：論文紹介８（園芸作物における生殖科学の展開）
第１２回：論文紹介９（深層学習の実装化：学際的研究の展開）
第１３回：実験進捗報告２：結果の解釈について
第１４回：実験進捗報告３：学会等外部報告会を念頭に置いた検討会
レポート提出

テキスト

なし

参考書・参考資料等

授業中に適宜資料を用意する。

学生に対する評価

講義中の課題発表など状況、およびレポートの内容によって総合的に評価する。

授業科目名： 農産物生理学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 牛島幸一郎
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
修士論文研究のための植物科学・ゲノム学に関する最新の知識を得る

授業の概要
本演習は農産物生理学分野の修士学生を対象とするが，分野にかかわらず植物科学・ゲノム学に関する論文紹介をおこなう．さらに学生の研究の進捗に関するプレゼンテーションを行い，進捗状況のチェックと研究の検討を行う．

授業計画
論文紹介と研究計画の立案・進捗を報告する．括弧はプレゼンテーションの担当を示す
第１回：ガイダンス（教員）
第２回：実験進捗報告１ 本年度の研究計画の概要論文紹介（教員）
第３回：論文紹介１ 果実の成熟に関する論文紹介（学生）
第４回：論文紹介１のプレゼンテーションに関する総括・議論（教員・学生）
第５回：論文紹介２ 植物生理学に関する論文紹介（学生）
第６回：論文紹介２のプレゼンテーションに関する総括・議論（教員・学生）
第７回：実験進捗報告２ 学生による本年度の研究計画の作成（学生）
第８回：実験進捗報告２のプレゼンテーションに関する総括・議論（教員・学生）
第９回：論文紹介３ 植物のゲノム・遺伝学に関する論文紹介（学生）
第１０回：論文紹介３のプレゼンテーションに関する総括・議論（教員・学生）
第１１回：論文紹介４ DNA解析技術開発に関する論文紹介（学生）
第１２回：論文紹介４のプレゼンテーションに関する総括・議論（教員・学生）
第１３回：実験進捗報告３ 学生による本年度の研究計画のプレゼンテーション（学生）
第１４回：実験進捗報告３のプレゼンテーションに関する総括・議論（教員・学生）
定期試験

テキスト
なし

参考書・参考資料等
なし

学生に対する評価
講義中の質疑応答および課題発表など状況、およびレポート・プレゼンテーションの内容によって総合的に評価する。

授業科目名： 果樹園芸学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 平野　健、福田文夫
			担当形態：クラス分け・単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

　果樹における生理学および栽培技術上のテーマについて、そのバックグラウンドや機構を解明する、または課題を解決するための方法を学ぶために、それらに関する先行研究をとりあげて、理解する。詳細な理解と要約の過程をとおしての課題の理解を到達目標とし、自身の研究に活用する。

授業の概要

果実発育・栽培技術・生理障害をテーマにした先行研究を自身で選択し、その内容を理解して、まとめる授業を実施する。その後に議論することで、栽培技術と種々の問題との関連や、課題の解決法を学ぶ。

授業計画

第１回：果樹類の果実発育に関する課題の提示
第２回：先行研究の選択・内容把握
第３回：先行研究の内容把握・プレゼンテーション準備
第４回：果実発育トピックに関するプレゼンテーション
第５回：果樹類の栽培技術の改良に関する課題の提示
第６回：先行研究の選択・内容把握
第７回：先行研究の内容把握・プレゼンテーション準備
第８回：栽培技術に関するプレゼンテーション
第９回：果樹の生理障害に関する課題の提示
第１０回：先行研究の選択・内容把握
第１１回：先行研究の内容把握・プレゼンテーション準備
第１２回：生理障害トピックに関するプレゼンテーション
第１３回：果実発育と栽培技術との関係についてのディスカッション
第１４回：生理障害と栽培技術・生理との関係についてのディスカッション
第１５回：各自の研究課題との関連についてのディスカッション
定期試験は実施しない。

テキスト

なし

参考書・参考資料等

各回に資料を配布する（科目のMoodleにも掲載）。参考書：果樹園芸学（米森敬三編著、朝倉書店）

学生に対する評価

3回のプレゼンテーション（75%）とディスカッションでの取り組み（25%）から評価

授業科目名： 野菜園芸学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 安場健一郎
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

研究科における教育・研究の目的と特色を理解するとともに、人類の安全、安心な生存を実現する持続可能社会の形成に取り組む「食と環境」の専門家としての基礎的素養を醸成する。また、グローバルな問題に対処していくために、国際的な感覚や倫理についての思考力を身につける。

授業の概要

研究科の目的、コンプライアンス、専攻・講座の目的、国際教育、および高等教養講義について学ぶ。

授業計画

第１回：　施設における果菜類栽培の特徴の解説
第２回：　施設における葉菜栽培の特徴の解説
第３回：　低温期露地野菜の栽培の特徴の解説
第４回：　施設における環境制御に関する研究の解説
第５回：　施設における果菜類栽培の環境制御技術の解説
第６回：　施設における葉菜栽培の環境制御技術の解説
第７回：　野菜栽培におけるデータ収集の概略
第８回：　野菜栽培におけるデータ収集・解析の詳細
第９回：　野菜栽培におけるICT利用技術の概略
第１０回：　野菜栽培におけるICT・AI利用技術の詳細
第１１回：　研究データ取りまとめの実践
第１２回：　研究データ公表に関する専門家向けのプレゼンテーション
第１３回：　研究データ公表に関する一般向けのプレゼンテーション
第１４回：　実験計画法と統計分析の実践（回帰分析）
第１５回：　実験計画法と統計分析の実践（分散分析）
定期テストは実施しない

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する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（30%）、レポート（70%）

授業科目名：作物開花制御学演習	教員の免許状取得のための選択科目	単位数：４単位	担当教員名：後藤丹十郎、北村嘉邦 担当形態：クラス分け・単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

実験の進め方、得られた実験結果のまとめ方，結果に対する考察の仕方等，園芸学や理科・農業関連分野の研究に必要な実践的知識および思考力の獲得を目指す。実践トレーニングを推進し，独立した研究者としての研究の能力の養成を図る

授業の概要

各自の研究課題に関連した論文の購読や紹介を行なう。また、学会発表、論文作成等を行なうために必要なトレーニングを行なう。以上より，理科・農業関連分野における研究の進め方やその取りまとめに必要となる考え方、知識等を習得させる。

授業計画

第１回：ガイダンス，研究に関連する論文の探索方法
第２回：研究と関連深い論文の購読（その 1）開花反応について
第３回：研究と関連深い論文の購読（その２）生育反応について
第４回：研究と関連深い論文の購読（その３）生態反応について
第５回：作物開花制御学関連の論文紹介（その 1）開花反応について
第６回：作物開花制御学関連の論文紹介（その２）生育反応について
第７回：作物開花制御学関連の論文紹介（その３）生態反応について
第８回：研究データの整理（その 1）図表作成について
第９回：研究データの整理（その２）統計処理について
第１０回：研究課題についての検討
第１１回：学会発表要旨の作成（その 1）本文作成について
第１２回：学会発表要旨の作成（その２）図表作成・統計処理について
第１３回：プレゼンテーションの技術
第１４回：プレゼンテーションの実際
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

授業中に適宜資料を配付する。

学生に対する評価

プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： 作物学演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ４単位	担当教員名： 平井儀彦
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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
作物の栽培，生理生態に関する理解を深め，作物学研究の計画，実施，とりまとめを行う能力を身につける．

授業の概要
作物の生理生態に関する最新の研究報告をテキストとして，今後の品種改良や栽培法の方向性について議論する．

授業計画
第１回：　序論　作物学学術論文の構成と実験計画
第２回：　関連学術論文の講読　－ 生育
第３回：　関連学術論文の講読　－ 形態
第４回：　関連学術論文の講読　－ 生理
第５回：　関連学術論文の講読　－ 栽培
第６回：　関連学術論文の講読　－ 環境
第７回：　関連学術論文の講読　－ ストレス
第８回：　実験計画の検討　－ 栽培
第９回：　実験計画の検討　－ 生理
第１０回：　実験計画の検討　－ 遺伝
第１１回：　実験計画の検討　－ 統計
第１２回：　データの解読　－ 成長
第１３回：　データの解読　－ 生理
第１４回：　データの解読　－ 遺伝
第１５回：　考察の構成
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する

学生に対する評価
レポート（100%）

授業科目名： 動物生理機能学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名： 畑生俊光
			担当形態： 単独

科　目	教科及び教科の指導法に関する科目
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

環境を重視し，再生可能な家畜の生産のための動物機能の改良を目指し，特に生体防御機能の面からの解析によって生産性向上の理論を学ぶ。家畜を中心とした動物の生態機構の本質を理解させる。

授業の概要

環境を重視し，再生可能な家畜の生産のための動物機能の改良を目指し，特に生体防御機能と循環系機能の面からの解析によって生産性向上の理論を学ぶ。

授業計画

第１回：オリエンテーション
第２回：生体防御機構１：物理的障壁-1：上皮組織の構造・種類
第３回：生体防御機構１：物理的障壁-2：上皮組織の機能
第４回：生体防御機構１：物理的障壁-3：そのほかの物理障壁
第５回：生体防御機構２：液性免疫-1：抗体
第６回：生体防御機構２：液性免疫-2：補体等
第７回：生体防御機構３：自然免疫-1：概要
第８回：生体防御機構３：自然免疫-2：担当細胞群
第９回：生体防御機構４：獲得免疫-１：概要
第１０回：生体防御機構４：獲得免疫-2：担当細胞群
第１１回：抗原提示の仕組み-1：抗原提示細胞
第１２回：抗原提示の仕組み-2：抗原提示機構
第１３回：病原体のエスケープ機構-1：ウイルス
第１４回：病原体のエスケープ機構-2：細菌類
第１５回：病原体のエスケープ機構-3：寄生虫・真菌
定期試験

テキスト

なし

参考書・参考資料等

参考資料等は授業中に適宜配布する

学生に対する評価

プレゼンテーション（20%）、レポート（80%）

授業科目名： 動物栄養学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2 単位	担当教員名： 西野直樹・鶴田剛司 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
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

栄養と健康に関する情報は溢れるほどあるが、バランスのとれた食事と適度な運動が大切が常に結論として示される。どのような時（食行動、生活習慣、遺伝子型、加齢等）にバランスが崩れるのか、バランスが崩れた時にどのように対処するか、遺伝子科学、分子生物学の知見を動員してそれらを理解ならびに表現できるようにする。

授業の概要

人と動物ではライフサイクルが違うこと、それにより栄養学のミッションも異なることを理解する。人および伴侶動物では健康寿命の延伸が課題であり、畜産食品 （乳、肉、卵）を産みだす産業動物（家畜）では動物の健康とともに、畜産食品の衛生、付加価値等を保持、改善することが課題となる。食と栄養、免疫、衛生、環境等に関する様々な課題を取りあげるとともに、それらの分子基盤と制御技術について説明する。

授業計画

第１回：食べ物と栄養、健康１－人、伴侶動物－（担当：西野直樹）
第２回：食べ物と栄養、健康２－家畜、野生動物－（担当：西野直樹）
第３回：食べ物と栄養、健康３－食品および飼料の保存・加工－（担当：西野直樹）
第４回：食べ物と栄養、健康４－公衆衛生、環境衛生－（担当：西野直樹）
第５回：食べ物と栄養、健康５－微生物叢解析－（担当：西野直樹）
第６回：食べ物と栄養、健康６－血液生化学検査－（担当：西野直樹）
第７回：食べ物と栄養、健康７－食欲調節－（担当：西野直樹）
第８回：食べ物と栄養、健康８－飢餓と侵襲－（担当：西野直樹）
第９回：分子栄養学１―細胞と生体分子―（担当：鶴田剛司）
第１０回：分子栄養学２―DNAの複製と細胞分裂―（担当：鶴田剛司）
第１１回：分子栄養学３―遺伝子発現制御と細胞機能―（担当：鶴田剛司）
第１２回：分子栄養学４―栄養素による情報伝達―（担当：鶴田剛司）
第１３回：分子栄養学５―食品成分と遺伝子―（担当：鶴田剛司）
第１４回：分子栄養学６―老化と遺伝子―（担当：鶴田剛司）
第１５回：分子栄養学７―疾患と遺伝子―（担当：鶴田剛司）
定期試験

テキスト

分子栄養学（加藤久典・藤原葉子編　羊土社）ほか

参考書・参考資料等

授業中に適宜資料を配布する。

学生に対する評価

授業への参加姿勢30%、定期試験70%

授業科目名： 動物遺伝・育種学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 揖斐隆之、辻岳人
			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
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
動物の遺伝および育種について総合的に理解する。

授業の概要
ほ乳類の生命現象における遺伝子の関与とその分析方法および家畜を中心とした動物の集団遺伝学を通して持続可能な生産環境について解説する。

授業計画
第１回：動物遺伝学の概要（担当：辻）
第２回：遺伝子機能の解析方法（担当：辻）
第３回：動物遺伝学と実験動物（担当：辻）
第４回：遺伝子情報の取得（担当：辻）
第５回：遺伝子情報の利用（担当：辻）
第６回：家畜の経済形質と遺伝的要因（担当：辻）
第７回：家畜の遺伝性疾患（担当：辻）
第８回：遺伝頻度と遺伝子型頻度、ハーディ・ワインベルグ均衡（担当：揖斐）
第９回：無作為交配（担当：揖斐）
第１０回：練習問題（遺伝頻度と遺伝子型頻度、ハーディ・ワインベルグ均衡、無作為交配）（担当：揖斐）
第１１回：移住、突然変異（担当：揖斐）
第１２回：選抜（担当：揖斐）
第１３回：移住・突然変異・選抜の均衡（担当：揖斐）
第１４回：練習問題（移住・突然変異・選抜）（担当：揖斐）
第１５回：まとめと総括（担当：辻・揖斐）
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する。

学生に対する評価
授業中の態度（40%）、プレゼンテーション（60%）

授業科目名： 動物生殖生理学	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名：　木村康二 担当形態：単独
科　目	教科及び教科の指導法に関する科目		
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

動物の生殖内分泌系による生理機能発現のメカニズムとともに、動物の生殖生理機能を制御する物質を把握し、ホルモンの「効率的な動物生産」への応用を理解する。

授業の概要

生殖を支配する「視床下部・下垂体・性腺軸」を中心とした内分泌学と環境に対応した内分泌制御による生殖制御技術について解説する。

授業計画

第１回：講義の進め方の説明および動物生殖に関連する論文の検索方法
第２回：内分泌学発展の歴史と現代内分泌学のあらまし
第３回：ホルモンの分泌形体による分類
第４回：ホルモンの生理作用の発現機構：ホルモンとレセプター
第５回：ホルモンの生理作用の発現機構：細胞内シグナル伝達
第６回：ホルモンの分泌調節機構
第７回：ホルモン作用機序についてのプレゼンテーション
第８回：下垂体前葉系の機能：FSH
第９回：下垂体前葉系の機能：LH
第１０回：性腺の機能と調節：卵巣
第１１回：性腺の機能と調節：精巣
第１２回：動物生産における生殖系ホルモンの応用：発情の同期化
第１３回：動物生産における生殖系ホルモンの応用：過剰排卵
第１４回：性腺とホルモンについてのプレゼンテーション
第１５回：総括：視床下部・下垂体・性腺軸機能と内分泌

テキスト

なし

参考書・参考資料等

1)「細胞の分子生物学第5版」Bruce Alberts 他、ニュートンプレス、2010年、ISBN-10: 4315518670

2) Pathways to Pregnancy and Parturition, P.L. Senger in Current Conceptions, Inc. ISBN 0-9657648-2-6 2nd Revised Edition Website: www.currentconceptions.com

学生に対する評価

課題に関するレポートならびにプレゼンテーション（60%）、授業態度（40%）により総合的に評価する。

授業科目名： 動物応用微生物学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： ２単位	担当教員名：森田英利、荒川健佑 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		
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

【前半】乳酸菌は様々な場で活用されており、現代においては人々の生活と切り離せない重要な有用細菌の1つとなっている。しかしながら、乳酸菌に関する一般の理解は曖昧である。本講義では、微生物学に基づいて乳酸菌を捉えることによって、科学的に正しい乳酸菌への理解を深めることを目的とする。

【後半】腸内細菌叢に対する理解を深めることを目的とし、食品摂取による腸内細菌叢の変化や、腸内細菌叢が宿主に与える影響について学ぶ。次世代シークエンサーを用いた細菌のゲノム解析や細菌叢解析について概説し、それらの具体的な研究成果について学ぶ。

授業の概要

【前半】乳酸菌学に関する講義を行う。乳酸菌は、発酵食品製造に用いられるだけでなく、腐敗細菌や生体内常在菌としての側面も持つ。本講義では、乳酸菌の定義・分類から構造、生理、遺伝子、機能、食品利用等に至るまで、乳酸菌学に関して包括的に講義する。

【後半】腸内細菌（叢）および微生物ゲノムに関する講義を行う。ヒトの腸内細菌叢の構成について説明し、ヒトの健康・疾病と腸内細菌叢の関わりを紹介する。また、微生物ゲノム解析や細菌叢解析、および食事成分がヒトの腸内細菌叢や健康に与える影響について、最新の研究成果とともに紹介する。

授業計画

第１回：乳酸菌の定義と分類（荒川担当）
第２回：乳酸菌の構造と菌体成分（荒川担当）
第３回：乳酸菌の栄養・生理（一次代謝）（荒川担当）
第４回：乳酸菌のストレス応答（荒川担当）
第５回：乳酸菌の一次・二次代謝産物の機能（荒川担当）
第６回：乳酸菌と発酵乳製品（荒川担当）
第７回：乳酸菌と保健機能食品（荒川担当）
第８回：腸内細菌叢の研究の歴史と解析方法（森田担当）
第９回：腸内細菌叢とその構成（森田担当）
第１０回：腸内細菌叢の宿主との共生（森田担当）
第１１回：腸内細菌叢と疾病（生体影響）（森田担当）
第１２回：腸内細菌叢のメタゲノム解析と遺伝子機能（森田担当）
第１３回：微生物のゲノム解析（森田担当）
第１４回：乳酸菌とビフィズス菌の全ゲノム解析（森田担当）
第１５回：研究に対する取り組み方（森田担当）
定期試験は実施しない。

テキスト　授業中に適宜配布する。

参考書・参考資料等

- 乳酸菌とビフィズス菌のサイエンス（日本乳酸菌学会編；日本乳酸菌学会編）
- ヨーグルトの事典（齋藤忠夫［ほか］編；朝倉書店）
- 現代チーズ学（齋藤忠夫，堂迫俊一，井越敬司編；食品資材研究会）
- Lactic acid bacteria：microbiological and functional aspects（Gabriel Vinderola *et al.*編；CRC Press）

学生に対する評価

講義での発言・積極性（50%）、レポート（50%）