

授業科目名： 情報数学特論	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： 方 青
			担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 微分方程式の数値解法とその数値解析についての基礎知識を習得することを目的とする。 1) 微分方程式で記述される数理モデルに対する数値アルゴリズムを理解し、説明することができる。 2) 数値アルゴリズムで計算機とプログラミング言語を用いて問題を解くことができる。			
授業の概要 初期値問題、境界値問題、Euler 法、Runge-Kutta 法、有限差分法、数値プログラミング			
授業計画 第1回：ガイダンスー数値計算の必要性 第2回：IEEE 754 浮動小数点演算規格と各種誤差 第3回：Euler 法 第4回：数値プログラミングの基本と実習 第5回：数値プログラミングの応用と実習 第6回：数値プログラミングによる Euler 法の実習 第7回：Euler 法の誤差解析 第8回：Runge-Kutta 法 第9回：捕食者被食者システムとローレンツシステム 第10回：偏微分方程式の基本 第11回：2点境界値問題の基本理論 第12回：2点境界値問題の差分法 第13回：2点境界値問題の一樣差分法の収束性 第14回：2点境界値問題の非一樣差分法の収束性 第15回：放物型方程式の有限差分法 定期試験 テキスト 特に指定しない			

参考書・参考資料等

参考書：山本哲朗著、「2点境界値問題の数理」、コロナ社、2006

参考書：S.P. ネルセット、E. ハイラー、G. ヴァンナー著、常微分方程式の数値解法 I 基礎編（単行本）、シュプリンガー・ジャパン、2007

参考書：三井斌友著、常微分方程式の数値解法、岩波書店、2003

学生に対する評価

定期試験（60％）及びレポート（40％）

授業科目名： 画像処理特論	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： Donoso Santiago
			担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
画像処理を中心に人工知能の基礎を紹介する。さらに、プログラミングが研究にどのように役立つかを学生に認識させる。			
プログラミングの知識がない学生は、基本的なプログラミング能力を身につける。 プログラミングに熟練した学生は、発展的なアルゴリズムを活用できる。 具体的には、Pandasを使用した表形式データ処理アルゴリズム、Opencvを使用した画像処理アルゴリズム、Pytorchを使用した画像分類アルゴリズム等を身につけて活用できる。			
授業の概要			
豊富なビデオを通じて理論的概念を独習できます。 教授が提供するコードチュートリアル（jupyter ノートブック形式、詳細な説明が添付された Web ブラウザで実行可能な実行コード）を含む、独習または授業での実践的なコーディング。 サポートされた自習を通じて、研究の関心のある分野の知識を広げる可能性。 プログラミングクラスを対面およびストリーミングで実施します。			
授業計画			
1) ガイダンスと紹介			
2) 基礎プログラミング1: プログラムの構造、アルゴリズム*			
3) 基本プログラミング 2: 命令とループ*。			
4) データ構造、リスト、辞書*			
5) プログラミングプロジェクト1。 基本的なデータ処理			
6) UAV 飛行計画および関連ソフトウェア。			
7) 実践的な考慮事項。 フィールドミッションから画像収集まで考察。			
8) 基本的な画像処理、ピクセルカウント、形態学的演算子。			
9) データの後処理、オルソモザイク。			
10) データ注釈（画像上のオブジェクトのラベル付け）。 蔵王山の低木種。			
11) アノテーションの実践、アノテーションに関する統計。			
12) プログラミング プロジェクト 2. コンピューター ビジョン。			

13) DL の基本、データへのモデルのフィッティング、ネットワークの種類。

14) トレーニングとテスト、データの問題。

15) 最終プロジェクト、深層学習。

テキスト

参考書としては、インターネット上で利用できる資料を用いる。一例として以下を挙げる：

https://colab.research.google.com/drive/1wYIc_jC74RnB3HcpqCWWoXLUjV1D8N1YU?usp=sharing

<https://docs.python.jp/3/tutorial/>

参考書・参考資料等

上記を参照

学生に対する評価

作成されたプログラミングプロジェクトを使用して主題が評価されます。

プログラミングプロジェクト1 : 30点

プログラミングプロジェクト2 : 30点

最終プロジェクト : 40点

授業科目名： 情報数理特論	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： 荒井 隆 担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 ・ 確率モデルの概念を理解し、データに対して適切なモデルを当てはめることができること。 ・ 確率モデルによる予測をプログラミングによって具体的に実装できること。			
授業の概要 確率分布関数を用いた数理モデルの考え方を説明する。応用として統計モデルを用いたデータ分析手法を具体的な問題に適用する。			
授業計画 第1回：ガイダンス 第2回：ベイズ統計、ナイーブベイズ分類器 第3回：線形回帰と正則化 第4回：指数型分布族と最大エントロピーの原理 第5回：一般化線形モデル（リンク関数） 第6回：一般化線形モデル（ポアソン回帰とオフセット項） 第7回：隠れ変数モデル 第8回：時系列解析（自己回帰モデル） 第9回：時系列解析（状態空間モデル） 第10回：行列解析（逆行列の補助定理） 第11回：多変量正規分布の性質 第12回：統計モデルのパラメータ推定（カルマンフィルタ） 第13回：統計モデルのパラメータ推定（EMアルゴリズム） 第14回：階層ベイズとモンテカルロ推定 第15回：マルコフ連鎖モンテカルロ法			
テキスト なし			
参考書・参考資料等 Kevin P. Murphy著「Machine Learning: A Probabilistic Perspective」, The MIT Press, 2012			
学生に対する評価 確率モデルを用いたデータ分析に関する理解度を、レポート（100%）で評価する。			

授業科目名： 情報科学特論	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： 中西 正樹
			担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 量子計算を含む様々な計算モデルに関する内容を学び、以下の点について修得することを目標とする。 ・ 決定性計算モデル，非決定性計算モデル，確率計算モデル，量子計算モデルといった様々な計算モデルについて，その動作や特徴を説明できる。 ・ 各種計算モデルが認識する言語のクラスについて説明できる。 ・ 各種計算モデルによるアルゴリズムの例を説明できる。			
授業の概要 コンピュータの数学的モデルであるチューリング機械の基礎を解説した上で，問題の困難さ等の数学的な定義を紹介する。さらには確率計算についての基礎的な事項を説明し，それを発展させた量子計算モデルについて解説する。それぞれの計算モデルの特徴を整理したうえで，能力の違いを数学的に特徴づける。			
授業計画 第1回：オリエンテーション，様々な計算モデル 第2回：形式言語 第3回：有限オートマトン 第4回：チューリング機械・論理回路 第5回：計算量クラス 第6回：NP困難，NP完全 第7回：NP完全な問題の例 第8回：確率計算モデル 第9回：確率アルゴリズム 第10回：量子計算の基礎 第11回：量子計算モデル 第12回：量子オートマトン 第13回：量子アルゴリズム 第14回：総合演習（古典計算モデル） 第15回：総合演習（量子計算モデル）			

テキスト
必要に応じて授業中に資料を配布する。
参考書・参考資料等
必要に応じて授業中に資料を配布する。
学生に対する評価
以下の点について，理解度をレポート（100％）により評価する。 ・様々な計算モデルについて，その動作や特徴を説明できる。 ・各種言語のクラスについて説明できる。 ・各種計算モデルによるアルゴリズムの例を説明できる。

授業科目名： 先端情報科学演習	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： 安田宗樹、原一夫
			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（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
データサイエンスおよびAIの基礎理論を、実際の問題解決を通して習得する。この授業を受講した学生は、データサイエンスおよびAIの基礎概念を理解したうえで、プログラム構築、データ解析から問題解決に至る実践的なスキルを身に着ける。			
授業の概要			
データサイエンスについては、データ処理を通して多変量回帰分析や決定係数の算出等を実践的に学び、実データを適切に処理するための最新技術を身に着ける。AIの基礎理論については、深層ネットワークの構造、最尤推定、勾配降下法、トランスフォーマーモデル等を理解する。さらに、AI（画像認識・自然言語処理等）のプログラム構築を体験し、データ解析から問題解決に至るスキルを獲得する。			
授業計画			
第1回：データサイエンスとは何か（担当：安田宗樹）			
第2回：多変量データの解析（担当：安田宗樹）			
第3回：データのモデルへのフィッティング・決定係数の算出（担当：安田宗樹）			
第4回：データの可視化（担当：安田宗樹）			
第5回：データのクラスタリング（担当：安田宗樹）			
第6回：AIの基礎（担当：安田宗樹）			
第7回：深層ネットワークの構成（担当：安田宗樹）			
第8回：最尤推定・勾配降下法・誤差逆伝搬（担当：安田宗樹）			
第9回：AIの画像処理への応用（担当：安田宗樹）			
第10回：画像認識AIソフトの構築（担当：安田宗樹）			
第11回：識別モデルと生成モデル（担当：原一夫）			
第12回：AIの自然言語処理への応用（担当：原一夫）			
第13回：ナイーブベイズによる評判分析（担当：原一夫）			
第14回：トランスフォーマー（BERT）（担当：原一夫）			
第15回：BERTによる評判分析（担当：原一夫）			

テキスト

授業中に配布する、または、ウェブクラスに掲載する。

参考書・参考資料等

担当教員が授業中に指示する。

学生に対する評価

データサイエンスの基礎概念の理解に関するレポート（33％）、AIの基礎と応用に関するレポート（33％）、自然言語処理課題の実践に関するレポート（33％）により評価する。

授業科目名： 高度数値シミュレーション特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2単位	担当教員名： 齋藤歩、齋藤誠紀、榊原由貴 担当形態： オムニバス
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
【授業のテーマ】 当該講義では、高度情報システムの基盤を支える計算アルゴリズムや大規模シミュレーション等を扱う。数値計算アルゴリズム、数値最適化、物理シミュレーションを含む大規模シミュレーションの基礎理論から実装方法そして実践的応用にわたる幅広い範囲が当該講義のスコープとなる。			
【到達目標】 (a) 本講義で取り扱う数値シミュレーションを支える基盤技術を説明できる。【知識・理解】 (b) 本講義で取り扱う数値シミュレーションを実装できる。【技能】			
授業の概要			
電磁界解析、構造解析や分子動力学に基づく大規模物理シミュレーションを支える基礎技術、数値最適化やコンピュータグラフィックスに代表される情報科学的基礎技術など、多くの重要な数値シミュレーション技術に触れ、それらの基礎を習得する。			
授業計画			
第1回：授業ガイダンス（授業日程、成績評価、本講義の位置づけ等を説明する）（担当：齋藤歩）			
第2回：数値シミュレーションの概説（担当：齋藤歩）			
第3回：陰関数曲面法とは（担当：齋藤歩）			
第4回：LS Implicit Surface, RBF Implicit Surface（担当：齋藤歩）			
第5回：MPU Implicit Surface（担当：齋藤歩）			
第6回：陰関数曲面法の工学的問題への応用（担当：齋藤歩）			
第7回：分子動力学法の基礎（担当：齋藤誠紀）			
第8回：解析力学の復習（担当：齋藤誠紀）			
第9回：拡張系の分子動力学法（担当：齋藤誠紀）			
第10回：シンプレクティック差分法（担当：齋藤誠紀）			
第11回：対称性と位相欠陥（担当：榊原）			
第12回：Kink解とVortex解（担当：榊原）			
第13回：宇宙の膨張（担当：榊原）			

第14回：位相欠陥の動的シミュレーション（担当：榊原）

第15回：本講義のまとめ（担当：齋藤歩，齋藤誠紀，榊原）

テキスト

特に指定しない。必要に応じて，講義中に資料を配布する。

参考書・参考資料等

講義中に各講師が勧めた書籍・資料を図書館やインターネット等で入手して，レポートを作成することが望ましい。

学生に対する評価

各教員が課すレポートの平均点を100点満点で評価する。単位認定は60点以上とする。

授業科目名： 数理情報システム特別 演習	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 8 単位	担当教員名： 方青、原一夫、脇克志、Santiago Diez Donoso、齋藤歩、田中敦、荒井隆、榊原由貴、高橋茶子、高山彰優、中西正樹、小島武夫、齊藤敦、佐藤学、高野勝美、廣瀬文彦、深見忠典、安田宗樹、山内泰樹、横山道央、安達義也、有馬ボシールアハンマド、内澤啓、大槻恭士、大音隆男、奥山澄雄、木ノ内誠、久保田繁、小池邦博、齋藤誠紀、杉本俊之、多田十兵衛、成田克、早田孝博、南谷靖史、柳田裕隆、原田知親、武田利浩、山田博信
			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（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
教科に関する科目（代数学、幾何学、解析学、「確率論、統計学」、コンピュータ）すべての基礎的内容を包括的に理解し、これらの知識を統合的かつ一貫して応用的な内容へと発展させることを目的とする。また、発展の段階において論文研究のための関連研究調査、調査分析能力と課題設定能力を同時に養っていくこととする。			
授業の概要			
基礎的文献から専門的な応用文献までの輪読演習を通じて、数理的思考能力、外国語能力、情報収集能力を鍛え、学生が独自の研究に取り組む基盤を構築する。			
授業計画			
数理情報システム分野で必要となる数理的基礎・応用，及び研究スタイルを身につけるために、指導教員の指示に従って1年次と2年次の2年間にわたって半期毎に輪講を主とする演習を行う。			
第1回：ガイダンス（輪講の日程を解説し、文献検索の手法の習得と演習を行う）			

第2回：文献選択、分担割り当て（各自のテーマに合わせて複数の文献の候補を選ぶ）

第3回：文献内容に関する予備知識や数理的基礎・応用の解説

第4回：輪講及び議論1（文献内容の構成の理解）

第5回：輪講及び議論2（文献内容の理解と質疑応答による疑問点の解決）

第6回：輪講及び議論3（文献内容の詳細な理解）

第7回：輪講及び議論4（文献内容の発表と質疑応答）

第8回：前半のまとめ（第7回までの内容をまとめ、問題点の整理）

第9回：輪講及び議論5（新たな文献の検索と選定）

第10回：輪講及び議論6（文献内容の構成の理解）

第11回：輪講及び議論7（文献内容の理解と質疑応答による疑問点の解決）

第12回：輪講及び議論8（文献内容の詳細な理解）

第13回：輪講及び議論9（文献内容の発表と質疑応答）

第14回：後半のまとめ（第13回までの内容をまとめ、問題点の整理）

第15回：学習内容の整理、今後の課題についての議論

テキスト

指導教員から紹介された専門分野についての基礎的文献および応用文献

参考書・参考資料等

Web of Science等のデータベースで検索したJournal Paper

学生に対する評価

文献収集の実践（40%）、文献内容の数理的な理解（40%）、主に外国語文献の論理構成の理解（20%）により総合的に評価する。

授業科目名： 統計科学特論	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： 坂口 隆之
			担当形態： 単独
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 推定および仮説検定の中心的な概念について学ぶ。次の3点を到達目標とする。 1. 推定、特に最尤推定の考え方と性質を理解することができる。 2. 仮説検定の一般的な考え方を理解することができる。 3. 推定、検定の代表的手法を適切に利用することができる。			
授業の概要 統計学の初等的な知識を前提に、数理統計の基礎について概論的に講義する。応用的な視点も取り入れ、統計手法の実データへの適用・解釈ができるように適宜、演習を取り入れる。			
授業計画 第1回：確率変数と確率分布 第2回：多次元確率分布 第3回：代表的な確率分布 第4回：点推定の基礎 第5回：有効推定量 第6回：最尤法 第7回：大数の法則、中心極限定理 第8回：最尤推定量の漸近的性質 第9回：仮説検定の基礎 第10回：検出力と標本サイズ 第11回：最強力検定 第12回：二標本問題 第13回：分散分析 第14回：多重比較 第15回：期末試験とその解説			
テキスト 事前にテキストとして指定するものはないが、授業進度、学生の理解に合わせて、適宜、指定する。			

参考書・参考資料等

講義の際に資料を配布する。

学生に対する評価

以下の観点で、演習や課題（20％）を取り入れつつ主に試験（80％）の結果により総合的に評価する。

- ① 推定、検定の考え方を理解できる。
- ② 最尤推定量の性質を理解できる。
- ③ 学んだ概念を適切にデータへ応用できる。

授業科目名： 数学要論 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： 奥間 智弘、塩見大輔
			担当形態： オムニバス
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標 凸多面体の整数点の数え上げ、および初等整数論の基本事項を理解することを目標とする。			
授業の概要 母関数、エルハルト多項式、素因数分解、合同式、平方剰余の相互法則などの概念および関連する具 体的な計算の方法について解説する。			
授業計画 第1回：数え上げと母関数（担当：奥間 智弘） 第2回：凸多面体の定義（担当：奥間 智弘） 第3回：凸多面体と錐（担当：奥間 智弘） 第4回：エルハルト多項式（担当：奥間 智弘） 第5回：エルハルトの定理（担当：奥間 智弘） 第6回：エルハルト多項式の相互法則（担当：奥間 智弘） 第7回：デデキント和（担当：奥間 智弘） 第8回：Mordell-Pommersheim の公式（担当：奥間 智弘） 第9回：素因数分解（担当：塩見大輔） 第10回：合同式（担当：塩見大輔） 第11回：オイラーの定理（担当：塩見大輔） 第12回：原始根定理（担当：塩見大輔） 第13回：原始根の応用（担当：塩見大輔） 第14回：平方剰余の相互法則（担当：塩見大輔） 第15回：平方剰余の相互法則の証明（担当：塩見大輔）			
テキスト 特になし			
参考書・参考資料等 M.ベック、S.ロビンズ著、「離散体積計算による組合せ数学入門」、丸善出版 雪江明彦著、「整数論1、2」、日本評論社			
学生に対する評価 複数のレポートの合計点により評価する。			

授業科目名： 解析学特論	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数： 2 単位	担当教員名： 佐野隆志、福田素久、鈴木航介
			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（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
関数解析の基本的な諸概念に触れること ヒルベルト空間やバナッハ空間、行列解析の基本的な事柄について学ぶ			
授業の概要			
関数解析の入門的内容について解説する			
授業計画			
第1回：イントロ			
第2回：ベクトル空間			
第3回：行列と線形写像，固有値（ミニマックス表示など）			
第4回：スペクトル分解，特異値分解，一般化逆行列			
第5回：内積			
第6回：ヒルベルト空間			
第7回：リースの定理，直交分解			
第8回：有界線形作用素			
第9回： ヒルベルト空間の応用			
第10回：ハーンバナッハの定理			
第11回：ベールのカテゴリー定理			
第12回：バナッハの逆写像定理			
第13回：双対空間			
第14回：行列不等式			
第15回：テストと解説			
テキスト			
なし			
参考書・参考資料等			
日合文雄・柳研二郎 ヒルベルト空間と線型作用素 オーム社			
学生に対する評価 以下の観点から総合的に判断する。			
・ 定期試験（60％）及びレポート（40％）とする			
・ ヒルベルト空間やバナッハ空間の基本的な諸概念（定義・定理）を扱うことができる			
・ 行列解析の入門的な事柄を扱うことができる			

授業科目名： 応用数理特論	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： 佐久間 雅、西村 拓士
			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（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
離散最適化分野の重要理論であるグラフ理論およびマトロイド理論に登場する種々の概念や、関連する基礎的な定理群の内容を身につけて、活用できるようになる。			
授業の概要			
離散最適化分野の重要理論であるグラフおよびマトロイド理論に登場する種々の概念や、重要な定理などの基礎を学ぶ。能動的学習を促すため、各回につき、学生に学んだ内容の口頭発表を行わせるなど、学生主体型授業を展開する。			
授業計画			
第1回 グラフ理論入門			
第2回 グラフ理論における定義と例			
第3回 道と閉路・連結性			
第4回 オイラーグラフとハミルトングラフ			
第5回 最短路問題、中国の郵便配達問題、巡回セールスマン問題			
第6回 木の性質			
第7回 平面グラフとオイラーの公式			
第8回 双対グラフ			
第9回 点彩色概論			
第10回 Brooksの定理、4色定理、彩色多項式			
第11回 有向グラフとマルコフ連鎖			
第12回 マッチングとホールの結婚定理			
第13回 メンガーの定理とネットワークフロー			
第14回 マトロイド理論入門その1（マトロイドとグラフ）			
第15回 マトロイド理論入門その2（マトロイドと横断）			
定期試験（口頭試問）			
テキスト			
グラフ理論入門 原著第4版 R. J. ウィルソン著 西関隆夫・西関裕子 共訳 近代科学社			

参考書・参考資料等

伊理正夫, 藤重悟, 大山達雄 著 講座・数理計画法 7 グラフ・ネットワーク・マトロイド 産業図書, 1986

J. G. Oxley, Matroid Theory, Oxford University Press, 1992.

学生に対する評価

・基準

受講生の口頭発表およびその後の質疑応答の内容により、講義内容に対する理解度（種々の概念や定理の意味的把握、証明についての理解度）を判定し、評価基準とする。

なお、必要に応じて、レポート課題を課す。

・方法

口頭発表内容の点数に加え、必要な場合にはレポート課題を課して、その点数の合計を成績の評価とする。

授業科目名： 最適化特論	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： 佐久間 雅、西村 拓士
			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（中学校及び高等学校 数学）		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科に関する専門的事項		
授業のテーマ及び到達目標			
離散最適化分野の主要な基礎理論をなす、線形計画法、多面体の数学と凸計画法、数の幾何、整数計画法等における中心的概念や基礎定理群の内容を身につけて、活用できるようになる。			
授業の概要			
組合せ最適化の専門書を教科書に、主要な理論の基礎を学ぶ。能動的学習を促すため、各回につき、学生に学んだ内容の口頭発表を行わせるなど、学生主体型授業を展開する。			
授業計画			
第1回 凸集合と多面体			
第2回 ファルカスの補題と多面体の実行可能性			
第3回 ワイル・ミンコフスキーの表現定理			
第4回 錐とポリトープによる多面体の分解			
第5回 面，次元，端点			
第6回 線形最適化の双対性			
第7回 計算複雑性について			
第8回 楕円体法と凸実行可能性			
第9回 楕円体法の応用			
第10回 平面における数の幾何学			
第11回 格子と線形ディオファントス方程式			
第12回 エルミート標準形・スミス標準形			
第13回 ゴルダン・ディクソンの補題			
第14回 ヒルベルト基底			
第15回 LLLアルゴリズムと最短ベクトル問題			
定期試験（口頭発表）			
テキスト			
離散最適化にみる代数・幾何の考え方 共立出版			

参考書・参考資料等

組合せ最適化 理論とアルゴリズム B. コル手・J. フィーゲン著 浅野孝夫 浅野泰二 小野孝男 平田富夫 訳

学生に対する評価

・基準

受講生の口頭発表およびその後の質疑応答の内容により、講義内容に対する理解度（種々の概念や定理の意味的把握、証明についての理解度）を判定し、評価基準とする。

なお、必要に応じて、レポート課題を課す。

・方法

口頭発表内容の点数に加え、必要な場合にはレポート課題を課して、その点数の合計を成績の評価とする。