

2026 年度総合数理学部  
数理データサイエンス人工知能  
応用基礎レベルプログラム  
シラバス

発展プログラム

明 治 大 学

# 現象数理コース

発展プログラム		
科目名	情報処理	
担当者	渡辺 俊一	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>具体的なコンピュータの利用方法から日常的な利用における注意点を学び、安心してコンピュータを利用できる知識を身につける。また、数学におけるコンピュータ利用を念頭に置いた情報処理の講義を行う。</p> <p>コンピュータを単に使えるだけでなく、安全に効率的に使いこなすことが求められている。知的財産としてのアプリケーションに関する基礎知識を与え、正しく安全にコンピュータを活用できる技術と知識を身につける。また、数学教育における利用を見据えた演習を行う。最新の話題（量子コンピュータなど）についても随時触れる予定である。</p> <p>学年が進むにつれて必要となるであろう計算ツールとして Mathematica、数式エディタとして TeX の内容に触れるとともに演習を行う。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第 1 回：授業の目的・情報処理概要</p> <p>第 2 回：コンピュータの利用と倫理・安全性・セキュリティ・文書処理 1</p> <p>第 3 回：コンピュータアプリケーション・知的財産</p> <p>第 4 回：コンピュータの基礎・歴史と活用事例</p> <p>第 5 回：コンピュータの計算原理</p> <p>第 6 回：コンピュータとプログラミング</p> <p>第 7 回：コンピュータとアルゴリズム 1 (アルゴリズムとは)</p> <p>第 8 回：コンピュータとアルゴリズム 2 (アルゴリズムの表現と設計・中間課題)</p> <p>第 9 回：コンピュータとアルゴリズム 3 (アルゴリズムとデータ構造)</p> <p>第 10 回：コンピュータとアルゴリズム 4 (プログラミングとアルゴリズムの理論)</p> <p>第 11 回：Mathematica を用いた数式・情報処理</p> <p>第 12 回：TeX による文書処理 1</p> <p>第 13 回：TeX による文書処理 2・期末課題</p> <p>第 14 回：まとめ</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
<p>総合数理学部現象数理学科以外の学科等の学生が受講する場合には、TeX 環境（特に LaTeX）が整ったノートパソコンを持参できる事が望ましい。持参できなくても良いが、TeX 環境を試す環境を持ちあわせている事は必要である。</p> <p>状況によりオンラインでの講義になりえるので、PC 環境を用意しておいて欲しい。</p>		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>講義資料についてよく復習し、中にある課題を通じて理解を深めること。参考書等も随時参照することを推奨する。</p> <p>予備知識の確認の意味もかねて事前課題なども設ける予定である。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
<p>配布プリントおよび随時、授業内で提示する。</p>		
<b>6. 参考書</b>		
<p>『計算機科学入門』L. ゴールドシュレーガー他 著、 武市正人他 翻訳（近代科学社）</p> <p>『計算機科学入門』M. アービブ他 著、 甘利俊一他 翻訳（サイエンス社）</p> <p>『プログラムはなぜ動くのか 第 2 版』 矢沢久雄（日経ソフトウェア）</p> <p>『コンピュータはなぜ動くのか』 矢沢久雄（日経ソフトウェア）</p>		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
<p>通常課題 20% 中間課題 30%、期末課題 50%によって評価する。</p>		
<b>8. その他</b>		
<p>特になし。</p>		

発展プログラム		
科目名	多変量解析	
担当者	土谷 隆	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>授業の概要：多変量解析はデータサイエンスの基本である。多変量データから適切な情報を引き出し予測に繋げていくためには、沢山のグラフを描いてデータの特徴や傾向を掴んで様々なモデルによる解析を行い、結果の妥当性を吟味することが重要である。本講義では、モデルとして線形回帰、決定木、ランダムフォレスト、ロジスティック回帰、ニューラルネット、主成分分析、クラスタリングなどを、推論・解析手法として最尤法、情報量規準、クロスバリデーション、ブートストラップ、検定などを紹介する。授業を通じ、線形代数や微積分が如何に数理モデルの構築や解析に有効に活用されるかをデータサイエンスの文脈で示し、できるだけ学生が幾何学的直観を身に付けられるように工夫しつつ、線形代数や微積分についての学生の理解を深めることも心掛ける。データサイエンス用のデファクトスタンダードソフトウェアの一つである R を用いて実習も行う。</p> <p>到達目標：データサイエンスのための基本的モデルの意味を理解し、データ解析に際して適切なモデルを用いることができる技術を身に付ける。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第 1 回：確率計算の復習，多変量の期待値・共分散・相関係数  第 2 回：線形代数の復習と多変量正規分布  第 3 回：モンテカルロ法，R の使い方  第 4 回：回帰分析 I（実例，線形回帰，多項式回帰）  第 5 回：回帰分析 II（回帰モデルの幾何学的意味）  第 6 回：最尤法とモデル選択 I（最尤推定の漸近的性質）  第 7 回：最尤法とモデル選択 II（情報量規準 AIC）  第 8 回：中間試験，統計的検定  第 9 回：クロスバリデーションとブートストラップ  第 10 回：a 中間試験の解説，b ロジスティック回帰  第 11 回：決定木とランダムフォレスト  第 12 回：主成分分析とその幾何学的意味  第 13 回：ニューラルネットワークと機械学習  第 14 回：クラスタ分析 (k-means・階層的クラスタリング)</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
線形代数 I・II，微積分 I・II，確率・統計の単位を取得していることが望ましい。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
各回の授業中で示された例題や定理の証明などを実際に手を動かしてやってみること。		
<b>5. 教科書</b>		
特に定めない。		
<b>6. 参考書</b>		
『多変量解析入門——線形から非線形へ』小西貞則，岩波書店 『情報量規準』北川源四郎，小西貞則，朝倉書店 『線形代数とデータサイエンス』ギルバート・ストラング（松崎公紀訳），近代科学社		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
中間試験 15%，レポート 15%，期末試験 70%		
<b>8. その他</b>		
特になし。		

発展プログラム		
科目名	機械学習の数理	
担当者	廣瀬 善大	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>&lt;概要&gt;</p> <p>現代社会では人工知能への注目が高まっている。人工知能は広範な問題を様々な方法により解決しており、その代表的なものが機械学習の方法である。センサやネットワークの技術的發展によるデータの蓄積、および計算機の性能向上により、機械学習が大規模に実行可能となっている。本講義では、その機械学習で扱われている代表的な問題と手法について、数理的な観点から解説をおこなう。基本的なモデルからやや発展的なモデルまで紹介する。</p> <p>&lt;到達目標&gt;</p> <p>機械学習の代表的な問題を理解し、それらの問題に対する標準的な手法を理解する。さらに、代表的なモデルと特徴を理解する。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：a) 機械学習とは何か</p> <p>第2回：機械学習・統計的学習の基礎</p> <p>第3回：線形回帰(1)</p> <p>第4回：線形回帰(2)/分類(1)</p> <p>第5回：分類(2)</p> <p>第6回：リサンプリング法</p> <p>第7回：線形モデル選択と正則化</p> <p>第8回：線形から非線形へ</p> <p>第9回：木に基づく方法</p> <p>第10回：サポートベクターマシン</p> <p>第11回：教師なし学習(1)</p> <p>第12回：教師なし学習(2)</p> <p>第13回：近年の成果</p> <p>第14回：まとめ</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
<p>「確率・統計」の内容を理解していることを前提とする。</p> <p>「現象のモデリングとシミュレーション」で扱われた統計学・機械学習に関する内容を復習しておくことが望ましい。</p> <p>「多変量解析」と「最適化の数理」をあらかじめ履修しておくことが望ましい。</p> <p>また、Python または R を実行できる環境を用意しておくこと。</p>		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>毎回の授業内容を理解するために、前回までの講義資料の復習をすること。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
<p>特に定めない。</p>		
<b>6. 参考書</b>		
<p>『Rによる統計的学習入門』James, Witten, Hastie, Tibshirani (朝倉書店)</p> <p>『統計的学習の基礎』Hastie, Tibshirani, Friedman (共立出版)</p> <p>『パターン認識と機械学習 上』ビショップ (丸善出版)</p> <p>『パターン認識と機械学習 下』ビショップ (丸善出版)</p> <p>『わかりやすいパターン認識 第2版』石井, 上田, 前田, 村瀬 (オーム社)</p> <p>『続・わかりやすいパターン認識』石井, 上田 (オーム社)</p> <p>『続々・わかりやすいパターン認識 第2版』石井, 前田 (オーム社)</p>		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
<p>定期試験 40%+レポート 40%+平常点 20%により評価する。</p>		
<b>8. その他</b>		
<p>特になし。</p>		

発展プログラム		
科目名	現象とフーリエ変換	
担当者	三村 与士文	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
共振や振動現象は、我々の身のまわりでよく見かけるだけでなく、様々な製品にも利用されている基礎的な概念である。振動、特に音について数理的な説明を行っていく。単振動、強制振動、連成振動、振動の合成、スペクトル分解・フーリエ級数を身につけることを目的としている。ブランコのしくみなども解説する。フーリエ級数・フーリエ変換、離散フーリエ変換が使えるようになり、その応用を理解する。		
<b>2. 授業内容</b>		
第1回：準備		
第2回：フーリエ級数展開とは		
第3回：フーリエ級数展開演習		
第4回：フーリエ級数展開の応用		
第5回：フーリエ級数展開の収束性		
第6回：リーマン・ルベグの定理 正規直交系とベッセルの不等式		
第7回：パーセバルの等式とバーゼル問題		
第8回：離散フーリエ変換とスペクトル分解		
第9回：単振動・振り子の微分方程式		
第10回：うなり・共鳴・ブランコ		
第11回：共鳴の応用		
第12回：フーリエ変換とは（オンラインで実施予定）		
第13回：フーリエ変換の性質		
第14回：まとめ		
<b>3. 履修上の注意</b>		
この科目は「微分方程式」と関連が深い科目である。「微分方程式」を復習しておくこと。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
授業後に参考書などを使用し、授業の内容の理解を深めること。		
<b>5. 教科書</b>		
特になし。		
<b>6. 参考書</b>		
『パターン情報数学』小澤著（森北出版）		
『なっとくする音・光・電波』都筑著（講談社）		
『大学生のフーリエ解析』矢崎著（東京図書）		
『これなら分かる応用数学教室』金谷著（共立出版）		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
中間テスト 50%、期末テスト 50%		
<b>8. その他</b>		
特になし。		

発展プログラム		
科目名	数理統計学	
担当者	松山 直樹	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>実社会での各種の意思決定に用いられ、数理データサイエンスの基礎となる、頻度論的な統計的推測の基本的な考え方と論理を背景となる理論的枠組みにそって解説する。大学初年次レベルの確率・統計と微積分の知識を前提とする。受講者の学習進度により項目や順序を変更することがある。理論的背景を理解することで、単なる公式の当てはめではなく、理論的な限界を踏まえた正しい統計的推測の活用ができるようになることを目標とする。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：a) 導入（データサイエンスと数理統計学）  第2回：統計的推測の基本形式  第3回：現象と確率モデル  第4回：統計的決定問題の定式化  第5回：統計的決定関数  第6回：ネイマン・ピアソン基準  第7回：区間推定  第8回：十分統計量  第9回：一様最小分散不偏推定量  第10回：ベイズ推定量  第11回：尤度関数と最尤推定量  第12回：最尤推定量の存在性  第13回：尤度比検定  第14回：講義のまとめ</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
1年次の「確率・統計」の履修を前提とする。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>次回の授業範囲について事前に教科書等で調べ、授業で紹介した問題を自力で解けるようにしておくこと。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
『統計数学』柳川堯（近代科学社）		
<b>6. 参考書</b>		
『講義：確率統計』穴太克則（学術図書）		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
平常点（授業への参加度）4割，期末試験6割。		
<b>8. その他</b>		
特に定めない。		

発展プログラム		
科目名	計量ファイナンス	
担当者	乾 孝治	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>本講義では、生命保険会社、シンクタンク、資産運用会社等における担当教員の実務経験と理論的な研究成果に基づき、金融機関等の実務において特に求められる金融資産の価格付け理論とその実装の考え方について、実データを利用した演習を取り入れながら学んでいく。</p> <p>講義の前半で市場均衡に基づく価格付けモデルの代表である CAPM を解説し、その具体的な実務的応用としてインデックスファンドの構築やパフォーマンス評価について学ぶ。後半では派生証券の価格付け理論の基礎として、2 項モデルを詳細に解説し、ヘッジポートフォリオやリスク中立確率などの価格付けの基礎的概念を理解する。さらに、2 項モデルの延長線上にブラックショールズモデルを位置づけ、その導出や両モデルの関連性についても理解し、最終的に、二項モデルとブラックショールズモデルに基づいて、実際に取引されているインデックスオプションの価格付けに関する演習を行い、理論の重要性とその限界について考える。</p> <p>本講義では実際の市場データを用いた演習を行う。そのために、金融機関で広く利用されている QUICK Astra Manager（データ端末）で入手した実データを活用する。演習では主に EXCEL を用いるが、進捗状況を見ながら、同時平行的に R や python による実装についても取り入れる。</p> <p>到達目標は、取りあげたモデルの意味や利用目的を理解し、リスク、リスクプレミアム、ヘッジ、リスク中立確率といった専門的概念について本質的な部分を理解すること。さらに、本講義で扱う実際的な問題について、EXCEL 等で実装し課題を解決する能力を身につけること。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第 1 回：イントロダクション</p> <p>第 2 回：リターン・リスク，分散投資</p> <p>第 3 回：CAPM の導出</p> <p>第 4 回：CAPM の実証分析</p> <p>第 5 回：CAPM の応用—インデックスファンドの構築</p> <p>第 6 回：派生証券の概要</p> <p>第 7 回：2 項モデルによるオプション評価（1）：1 期間モデル</p> <p>第 8 回：2 項モデルによるオプション評価（2）：多期間モデル</p> <p>第 9 回：Black-Scholes の公式</p> <p>第 10 回：オプション評価の演習（1）—日経平均オプションの評価</p> <p>第 11 回：オプション評価の演習（2）—BS モデルとインプライドボラティリティ</p> <p>第 12 回：デリバティブに関わる諸問題</p> <p>第 13 回：派生証券と仕組債—巨大損失事件の事例研究</p> <p>第 14 回：総括（a モジュール）</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
<p>「金融経済分析」を履修していることが望ましい。EXCEL による演習課題を予定しているので、EXCEL の基本的操作ができることが望ましい。</p>		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>実際に市場で取引されている株式やオプションの価格データ等を活用した授業を行うので、この機会に、金融・経済、産業に関連するニュースに関心を持って積極的に情報収集に努め、授業に興味を持って臨めるように心掛けること。また、授業で紹介した理論や問題について深く理解するために、専門の文献にあたって自ら調べるなど、積極的な関与を期待する。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
<p>特に指定しない。授業に必要な資料を配付する。</p>		
<b>6. 参考書</b>		
<p>『ファイナンス理論入門』木島正明ほか（朝倉書店）</p> <p>『金融工学入門』ルーエンバーガー（日本経済新聞社）</p>		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
<p>授業への貢献度が 10%程度、授業中に実施する演習（レポート含む）を 90%程度で評価する。</p>		
<b>8. その他</b>		
<p>EXCEL はビジネスで広く利用されているツールであり、「習うより慣れる」という心構えで取り組んで欲しい。</p>		

発展プログラム		
科目名	最適化の数理 (MS)	
担当者	土谷 隆	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>概要:</p> <p>最適化は数理学や工学の基本的方法論である。最適化手法が発展することでより強力な数理モデルを実用化することができる。最適化には連続変数を扱う連続最適化と組合せ最適化を最適化する離散最適化がある。本講義では、連続最適化法の数理とアルゴリズムとして、最急降下法、ニュートン法、最適性条件、双対理論等について、離散的最適化法の数理とアルゴリズムとして、ネットワーク最適化や分枝限定法などについて学ぶ。近年発展著しい機械学習のための最適化についても紹介する。また、最適化分野を学ぶ上で欠かすことができない基本的事項が、多面体上で線形関数を最適化する線形計画問題、多面体上で凸2次関数を最小化する凸二次計画問題、線形計画問題を対称行列上空間上に拡張した半正定値計画問題である。これらの最適化問題は豊富な数理的構造を持ち、経済学、信号処理、制御理論、金融工学、パターン認識、機械学習など多くの分野で活用されている。線形計画問題を中心に、これらの構造的最適化問題のモデリング、数理とアルゴリズムについても学ぶ。</p> <p>到達目標:</p> <p>数理最適化分野のモデリング・数理・アルゴリズムを理解し、様々な最適化問題や解法アルゴリズム文脈に応じて適切に利用できるようになることを目標とする。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：最適化の数理・アルゴリズムと計算複雑度、最適化モデル</p> <p>第2回：線形計画法 I (例とモデル)</p> <p>第3回：線形計画法 II (双対問題と双対理論)</p> <p>第4回：線形計画 III (単体法と内点法)、</p> <p>第5回：凸2次計画法 (例とモデル、双対理論、解法)</p> <p>第6回：半正定値計画法 (例とモデル、双対理論、解法)</p> <p>第7回：非線形計画 I (導入と例、制約なし最適化、ニュートン法、準ニュートン法、最急降下法)</p> <p>第8回：非線形計画 II (制約付き最適化の最適性条件と双対理論)</p> <p>第9回：非線形計画 III (制約付き最適化と解法)</p> <p>第10回：機械学習と最適化</p> <p>第11回：離散最適化 I (導入と例)、レポートの解説</p> <p>第12回：離散最適化 II (ネットワーク最適化)</p> <p>第13回：離散最適化 III (分枝限定法)</p> <p>第14回：離散最適化 IV (近似解法)</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
線形代数と微積分をよく復習しておくこと。		
<b>4. 準備学習 (予習・復習等) の内容</b>		
各回の授業中で示された例題や定理の証明などを実際に手を動かしてやってみること。		
<b>5. 教科書</b>		
特になし。		
<b>6. 参考書</b>		
<p>『数理計画入門(第3版)』福島雅夫、山下信雄 (朝倉書店)</p> <p>『最適化と変分法』寒野善博、土谷隆 (丸善出版)</p> <p>『線形代数とデータサイエンス』ギルバート・ストラング (松崎公紀訳) (近代科学社)</p>		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
定期試験 50%+レポート 30%+平常点 20%により評価する。		
<b>8. その他</b>		
特になし。		

# 先端メディアサイエンスコース

・発展プログラム		
科目名	音声情報処理	
担当者	森勢 将雅	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>本講義では、音信号に関する基礎的な情報処理技術を活用した、より高度な応用技術の習得を目指す。扱う内容には、人間の発話を近似する数理モデルをはじめとする音声信号処理、雑音除去や立体音響などの音響信号処理、深層学習に基づく音声処理を含む。また、講義では、関連トピックとして言語学や聴覚生理学も部分的に扱う。</p> <p>音声情報処理の分野の基本的知識や用語、解析法、問題の数理的定式化、解法アルゴリズム、さまざまな技術の原理を習得することを目標とする。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：音声情報処理の概観  第2回：音信号のデジタル表現  第3回：音信号のスペクトル分析、スペクトログラム  第4回：音声分析合成、ソース・フィルタモデル  第5回：音声パラメータの推定法1（ソース情報）  第6回：音声パラメータの推定法2（フィルタ情報）  第7回：音声認識  第8回：テキスト音声合成  第9回：音声加工・声質変換  第10回：收音技術・雑音除去  第11回：聴覚・立体音響  第12回：音声情報処理のための深層学習基礎  第13回：DNN 音声合成  第14回：ニューラル・ボコーダー</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
信号解析に関する基礎知識を習得していることが望ましい。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
各項目について説明した理論や現象について、提案された背景と数式がどのように結び付くかを意識して再導出すること。		
<b>5. 教科書</b>		
特に定めない。		
<b>6. 参考書</b>		
『ひたすら楽して音響信号解析』 森勢将雅，コロナ社。 『音声分析合成』 森勢将雅，コロナ社。 『新 音響・音声工学』 古井貞照，近代科学社。		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
授業中に行われる複数回の理解度テスト 40%，およびレポート 60%で評価する。		
<b>8. その他</b>		

発展プログラム		
科目名	映像・画像処理	
担当者	鹿喰 善明	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b> 映像・画像処理は、画像の認識や伝送など、画像にかかわる様々な種類のシステムを構築する上で不可欠である。 授業では、画像の入力装置の特性、ノイズ除去や撮影環境補正のための加工技術、特徴を解析するためのフィルタリング技術、伝送・蓄積のための情報圧縮技術などについて説明し、基本的な画像処理の手法や AI を含めた応用例を学ぶ。 <b>【授業の到達目標】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 画像信号の取得法、画像信号に含まれる情報についての知識を取得できること。</li> <li>・ 画像処理の基本技術を理解でき、実装できること。</li> <li>・ 映像・画像処理システムの構成と動作を説明できること。</li> </ul>		
<b>2. 授業内容</b> 第 1 回 a: イントロダクション (映像・画像処理の位置づけと分類) b: MATLAB の基本操作 第 2 回: 画像入力 第 3 回: 色彩と表色系 第 4 回: 量子化と標本化、画像の統計的性質 第 5 回: (小テスト)、濃淡変換 第 6 回: 空間フィルタリング 第 7 回: 周波数フィルタリング 第 8 回: 幾何学変換と再標本化 第 9 回: 二値化処理 【オンデマンド】 第 10 回: 領域処理と特徴量 第 11 回: パターン検出と動画処理 第 12 回: AI 画像処理 第 13 回: 画像符号化 第 14 回: まとめ		
<b>3. 履修上の注意</b> 授業中に MATLAB を用いた画像処理実習を行うため、MATLAB(image processing toolbox, computer vision system toolbox, signal processing toolbox は必須) をインストールした PC を持参すること。 信号解析基礎、信号処理演習を履修していることが望ましい。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b> 必ず事前に配付資料を読んでおくこと。授業後は内容を振り返り、実習内容を確認すること。		
<b>5. 教科書</b> 『デジタル画像処理』(CG-ARTS 協会)		
<b>6. 参考書</b> 『コンピュータ画像処理』田村秀行 (オーム社)		
<b>7. 成績評価の方法</b> 小テスト 25%、課題 30%、期末試験 35%、実習 10%。		
<b>8. その他</b> 特に定めない。		

発展プログラム		
科目名	コンピュータグラフィックス基礎	
担当者	三武 裕玄	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>本講義では、2次元および3次元のコンピュータグラフィックス（CG）の基本的原理を習得し、その技術を適切に利用できるようになることを目指す。2次元デジタル画像とその表現技術、2次元幾何変換・画像処理、3次元幾何変換、モデリング、レンダリング、マッピング、アニメーションなどの代表的なCG技術の原理とアルゴリズムを解説する。ソースコードも教材として取り入れ、これらをプログラミングにおいて実現する力も養うことを目指す。</p> <p>コンピュータグラフィックスの基本技術を体系的に習得し、またそれを実際にプログラムする力を習得することを目標とする。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回 コンピュータグラフィックスについての概略          &lt;Part1. 3次元形状の表現と座標変換&gt;          第2回 3Dモデルの表現          第3回 階層モデリングとカメラ          第4回 座標変換の数理          &lt;Part2. 2次元画像への描画&gt;          第5回 画像とフィルタ          第6回 陰影と表面材質          第7回 ラスタライズと陰面消去          第8回 レイトレーシングと大域照明          &lt;Part3. 動きの計算とCG応用システム&gt;          第9回 計算で生成するCG          第10回 アニメーションとシミュレーション          第11回 キャラクタアニメーション          第12回 CGの応用と展開          第13・14回 作品発表会</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
各回において講義と演習を組み合わせる授業を行う。プログラミングを行うため、ノートPCを持参すること。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
授業で説明した内容を復習し、演習課題のプログラム作成に取り組むこと。		
<b>5. 教科書</b>		
特に定めない。		
<b>6. 参考書</b>		
『コンピュータグラフィックス』（CG-ARTS 協会）		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
3回の小作品制作課題（75%）、および最終作品制作課題（25%）の合計で評価する。		
<b>8. その他</b>		
特に定めない。		

発展プログラム		
科目名	認知科学	
担当者	小松 孝徳	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>認知科学とは、人間がある入力を受け、それを踏まえて何かの情報を表出するまでの、内的処理のメカニズムを解明しようという学問である。そこで本講義では、知覚、記憶、学習、思考といった人間の認知能力を紹介し、情報処理システムとしての人間の特性を解説する。さらには、そのような人間の特性を把握するために実施されるユーザスタディの進め方に関する実践的な方法論についても解説する。</p> <p>【授業の到達目標】</p> <p>「人間はどのように物事を判断し、どのように行動しているのだろうか」。この問題に取り組む際、人間をある種の情報処理システムとして捕える視点は、先端メディアサイエンスを学ぶ上で非常に重要となる。そこで本講義においては、人間を情報処理システムとして捕えるために不可欠な「認知科学」の基礎的事項を理解することを目的とする。そして、人間の特性を把握するためのユーザスタディを実施できるような基礎的知見の修得も同時に目指す。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：認知科学と心理学  第2回：知覚  第3回：注意  第4回：記憶  第5回：意思決定  第6回：推論  第7回：因果関係と相関関係  第8回：思考のクセ+中間テスト  第9回：実験の役割  第10回：信頼区間・有意確率  第11回：インタフェースと認知科学  第12回：ヒューマン・エージェント・インタラクション  第13回：心の理論  第14回：心理テストについて考える+最終テスト</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
特に定めない。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
講義開始前、講義スライドを Oh-Meiji にて公開する。		
<b>5. 教科書</b>		
なし。		
<b>6. 参考書</b>		
『ヒューマンコンピュータインタラクション入門』、椎尾一郎（サイエンス社） 『認知インタフェース』、加藤隆（オーム社） 『統計学がわかる』、向後千春・富永敦子（技術評論社） 『js-STAR でかんたん統計データ分析』、中野博幸・田中敏（技術評論社） 『教養としての認知科学』、鈴木宏昭（東京大学出版） など。その他の文献は講義中に随時紹介します。		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
最終テスト 75%+実験参加 25%の割合で成績を決定する。		
<b>8. その他</b>		
オフィスアワーは特に指定しません。質問などがあれば教員に直接お問い合わせください。		

発展プログラム		
科目名	情報分析と可視化	
担当者	中村 聡史	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>膨大な情報を分析して多面的に解釈したり、その結果を集約して種々の方法で視覚化することにより、世の中の変化や人の振る舞いを理解する方法を学びます。さまざまなトピックに関する演習ののちに、最後は成果発表会を行います。</p> <p>情報を分析して可視化することにおける基本技術を習得し、情報の分析、管理、可視化の実装能力を身につける。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：イントロダクションと Web の歴史  第2回：情報検索の仕組み  第3回：PageRank と HITS  第4回：Python を用いたグラフと PageRank  第5回：Python を用いた行列計算と PageRank  第6回：コンテンツ分析技術  第7回：コンテンツ分析演習（形態素解析、文書ベクトルなど）  第8回：コンテンツ分析演習（TF-IDF など）  第9回：コンテンツ収集と抽出・除去  第10回：コンテンツ分析演習  第11回：情報可視化技術  第12回：情報可視化演習  第13回：情報対話技術  第14回：情報対話演習</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
<p>プログラミング演習 I/II の内容を理解していることを前提とする。</p> <p>Processing および Python を用いて講義を行います。</p> <p>具体的な進め方、課題提出方法等は各テーマ担当教員の指示に従うこと。</p> <p>なお、講義において、複数のプログラミング言語を使うことを予定しています。</p> <p>講義および演習で随時解説は行いますが、復習がとても重要となる科目であり、プログラミングにおける試行錯誤を自分自身で出来ないと講義の内容についていくのは少々厳しいかもしれません。</p>		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>授業で説明した内容を復習すること。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
<p>特に定めない。</p>		
<b>6. 参考書</b>		
<p>『情報を見える形にする技術』Riccardo Mazza 著，加藤諒 編集，中本浩 翻訳  『失敗から学ぶユーザインタフェース 世界はBADUI（バッド・ユーアイ）であふれている』中村 聡史（技術評論社）  『Python 実践データ分析 100 本ノック』（秀和システム）  『Python 実践データ加工/可視化 100 本ノック』（秀和システム）  『ビジュアルでわかる日本』にゃんこそば，宮路秀作，SBクリエイティブ</p>		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
<p>講義において随時レポートを提出し、そのレポートで評価を行う。</p> <p>レポート 100% で評価を行う。</p>		
<b>8. その他</b>		
<p>特に定めない。</p>		

発展プログラム		
科目名	ネットワークと情報セキュリティ	
担当者	菊池 浩明	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>コンテンツの安全で確実な配信を実現するものは、コンピュータネットワーク技術である。本講義では、インフラストラクチャー（基盤）となるインターネットのアーキテクチャーを習得し、そこにおけるサイバーセキュリティの脅威とその対策技術について学ぶ。要素技術となる暗号技術の基礎を身に付け、インターネットの安全性の基盤となる公開鍵基盤 PKI の原理となる公開鍵暗号とデジタル署名技術を習得する。次に、それらを用いて、メールやウェブ、ブロックチェーン、コンテンツ配信技術などの応用技術とコンテンツの不正利用を防止する著作権管理や電子透かしなどの情報セキュリティ技術を習得する。また、サイバーセキュリティの対象となる個人情報とその保護技術である匿名加工情報などの法整備についても学ぶ。</p> <p>キーワード：暗号とセキュリティ、コンテンツセキュリティ、配信技術、電子透かし、プライバシー保護技術</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：サイバーセキュリティの脅威  第2回：ファイアウォール  第3回：マルウェア  第4回：共通鍵暗号  第5回：公開鍵暗号  第6回：認証プロトコル  第7回：生体認証  第8回：公開鍵基盤 PKI  第9回：メールセキュリティ  第10回：ウェブセキュリティ  第11回：電子透かし  第12回：ブロックチェーン  第13回：コンテンツ保護  第14回：プライバシー保護  定期試験</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
特に定めない。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
適宜講義内容を確認する課題を出題する。ウェブで公開する講義資料の予習も行うこと。		
<b>5. 教科書</b>		
『IT Text ネットワークセキュリティ』菊池、上原（オーム社）		
<b>6. 参考書</b>		
『電子透かしの基礎—マルチメディアのニュープロテクト技術』松井甲子雄（森北出版）		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
レポート 20%、定期試験 80%で評価する。		
<b>8. その他</b>		
体調不良による欠席は特に断らなくて良い。授業資料を自習して、追いつくことと心がけること。定期試験は持ち込み不可で実施する。		

# ネットワークデザインコース

・発展プログラム		
科目名	予測システム	
担当者	浦野 昌一	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>基礎的な予測システムとして統計的手法について解説することで、予測システムの基礎技術を学習する。さらに、ニューラルネットワーク、ファジィ、決定木による予測について解説することで、高度な予測システムについて学習する。</p> <p>本講義では、基礎的な予測システムとして統計的手法による時系列データの予測システムの原理、動作について習得する。また、高度な時系列データの予測システムとしてニューラルネットワーク、ファジィ、決定木の原理、動作についても習得する。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回 (a) : イン트로ダクション (b) : 単回帰モデル</p> <p>第2回 : 重回帰モデル</p> <p>第3回 : 自己回帰モデル データの前処理を用いた回帰モデル</p> <p>第4回 : 分散分析 (一元配置)</p> <p>第5回 : 分散分析 (二元配置)</p> <p>第6回 : 回帰分析の応用</p> <p>第7回 : 中間のまとめ</p> <p>第8回 : ニューラルネットワーク (基礎)</p> <p>第9回 : ニューラルネットワーク (学習)</p> <p>第10回 : ニューラルネットワーク (応用)</p> <p>第11回 : ファジィ (ファジィ推論)</p> <p>第12回 : ファジィ (簡略ファジィ推論)</p> <p>第13回 : 決定木</p> <p>第14回 : まとめ</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
特になし。		
<b>4. 準備学習 (予習・復習等) の内容</b>		
<p>次回の授業範囲について自分で参考資料を調べて理解しておくこと。授業で学んだ予測システムについて、自分で調べたデータで予測を行って理解を深めること。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
特になし。必要により資料を配布します。		
<b>6. 参考書</b>		
特になし。		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
中間試験およびレポート 40%、定期試験 50%、平常点 10%とし、その合計で評価する。60%以上を合格とする。		
<b>8. その他</b>		
特になし。		

発展プログラム		
科目名	最適化システム	
担当者	福山 良和	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>最適化の数理に引き続き、特に最適化の基本となる連続変数に対する線形計画法、離散変数に対する動的計画法・貪欲法およびメタヒューリスティクスについて、実問題をあげながら講義する。最適化の適用例においては、最適化の実用化の実務経験がある教員が、実用化システム化システムを開発したときの経験を踏まえ解説する。</p> <p>様々な実問題を最適化問題として定式化ができ、線形計画法・動的計画法・各種メタヒューリスティクスにより解くことができることを理解できるようになることを到達目標とする。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：最適化とは何か （最適化の意味、最適化問題の種類）</p> <p>第2回：線形計画法1（線形計画問題と図的解法）</p> <p>第3回：線形計画法2（シンプレックス法による解法）</p> <p>第4回：線形計画法3（ソルバーによる解法）</p> <p>第5回：線形計画法4（線形計画問題の適用例）</p> <p>第6回：離散型最適化問題1（離散型最適化問題と欲張り法）</p> <p>第7回：前半のまとめ</p> <p>第8回：離散型最適化問題2（動的計画法）</p> <p>第9回：離散型最適化問題3（離散型最適化問題の適用例）</p> <p>第10回：メタヒューリスティクスとは（遺伝アルゴリズム）</p> <p>第11回：タブサーチ</p> <p>第12回：Particle Swarm Optimization</p> <p>第13回：メタヒューリスティクスの適用例</p> <p>第14回：全体のまとめ</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
<p>最適化の数理で学習した最適化の定式化、根本となる解探索の考え方など、最適化技術の基本的事項を理解していることが好ましい。なお、最適化の数理を履修していることは条件ではなく、最適化の数理を履修していなくとも問題ない。</p>		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>各回の演習を復習しておくこと。また、次回の内容について、参考書などを利用して予習しておくこと。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
<p>特に定めない。</p>		
<b>6. 参考書</b>		
<p>『わかりやすい数理計画法』坂和正敏・矢野均・西崎一郎（森北出版）</p> <p>『数理計画法入門』馬場則夫・坂和正敏（共立出版）</p> <p>『工学のための最適化手法入門』天谷賢治、（数理工学社）</p> <p>『数理計画法入門』福島雅夫（朝倉書店）</p>		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
<p>中間テスト40%、期末試験40%、演習・レポート20%で評価し、合計60%以上の点を獲得した者を合格とする。</p>		
<b>8. その他</b>		
<p>オフィスアワーは特に指定しません。質問等があれば授業終了後にお問い合わせください。</p>		

発展プログラム		
科目名	知能数理概論	
担当者	前野 義晴	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
【授業の概要】 この授業の目的は、数理科学や理工学の多くの分野で問題解決に広く活用される知能数理の概要を理解することにある。知能数理は、主に3種類の手法からなる。まず、人間の脳や生物の神経網の情報処理の仕組みを模倣した人工ニューラルネットワークについて、多層パーセプトロンや先進的な深層学習の基礎について学習する。次に、自然現象や生物の振舞や環境適応にヒントを得た進化計算について、交差や変異など遺伝子の進化を模倣して組合せ問題の最適化を行う遺伝的アルゴリズムについて学習する。最後に、複雑なデータセットの中からルールや知識を発見するデータマイニングについて、アイテムをクラスに分類するクラスタリングについて学習する。知能数理の手法は、データサイエンスでも有効に活用される。データサイエンスは、データ解析を通して、問題の解決につながる価値ある意思決定を下すための科学である。データサイエンティストは、データサイエンスを駆使して産業界や社会の問題を解決する専門職である。		
【到達目標】 知能数理の理論背景、基礎、アルゴリズム、応用を学習することにより、知能数理の概要を理解すること。学習と進化を基にして、数理科学や理工学の問題解決に適用できる知能数理の全体像を説明できること。		
<b>2. 授業内容</b>		
知能数理の数学的な基礎（第01回～第02回）、人工ニューラルネットワーク（第03回～第06回）、進化計算（第08回～第10回）、データマイニング（第11回～第13回）の3種類の手法を学習する。		
第01回：イントロダクション 第02回：知能数理 第03回：人工ニューラルネットワークの手法 第04回：多層パーセプトロンの手法 第05回：深層学習の基礎 第06回：深層学習の応用 第07回：前半まとめの課題 第08回：組合せ問題と最適化の基礎 第09回：組合せ問題と最適化の応用 第10回：遺伝的アルゴリズムの手法 第11回：データマイニングの基礎 第12回：データマイニングの応用 第13回：クラスタリングの手法 第14回：まとめの課題		
<b>3. 履修上の注意</b>		
授業のなかで線形代数、微分・積分、確率・統計（主に、線形代数ⅠとⅡ、物理学ⅠとⅡで学習する知識）を取り扱う。これらを履修して理解していることを前提とする。これらに係わる基礎的な事項を使いこなせるよう理解しておくこと。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
授業では、前回までの内容を理解していることを前提に新しい学習事項の習得に務める。次回までに、学習事項を復習して知識とスキルを定着させること。事前課題は設定しない。		
<b>5. 教科書</b>		
使用しない。		
<b>6. 参考書</b>		
指定しない。		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
授業中にワークシートに記載して提出する課題の成果と第07回 前半まとめの課題・第14回 まとめの課題の評価の合計点で成績を決定する。単位取得の条件は、合計点が60%以上であること。期末テストは実施しない。なお、課題の解答の盗用・剽窃（ひょうせつ：自分で作成したかのようにだますこと）、他の学生の解答・ウェブ記事・ChatGPTや生成AIの出力を利用することは、不正な行為だと認識すること。		
<b>8. その他</b>		
オフィスアワーは指定しない。質問があれば、授業の終了後に受け付ける。 連絡先: maenoy@meiji.ac.jp		

発展プログラム		
科目名	データベース	
担当者	秋岡 明香	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>データベースの基礎理論と代表的なデータ管理方式について学ぶ。リレーショナルデータベースを中心に、トランザクション管理やクエリ処理といった内部構造を理解するとともに、近年重要性が高まっているベクトルデータベースや RAG についても取り上げる。本授業では、SQL 等の記述方法を学ぶこと自体を目的とせず、データの性質や利用目的に応じて、適切なデータモデルや DBMS を選択し、その理由と限界を説明できる能力の養成を重視する。AI ツールの使用は前提とし、それらを補助として活用しながらも、自身の判断として説明できる理解を目指す。</p> <p>本授業を通して、受講者は以下の能力を身につけることを目指す。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>データの構造や利用形態に応じたデータモデルを説明できる。</li> <li>リレーショナルデータベースの特徴と限界を理解し、適用可否を判断できる。</li> <li>トランザクション管理やクエリ処理の仕組みを概念的に説明できる。</li> <li>リレーショナルデータベースを含む様々な DBMS の中から目的に応じた DBMS を選択し、その理由を説明できる。</li> <li>他者との質疑応答を通じて、自身の設計判断を修正・発展させることができる。</li> </ol>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第 1 回：データベースとは何か  第 2 回：データモデルと半構造データ  第 3 回：キー・識別・同一性  第 4 回：リレーショナルモデルとリレーショナル代数  第 5 回：SQL  第 6 回：データベース設計と正規化  第 7 回：RDB の限界  第 8 回：トランザクションと ACID 特性  第 9 回：同時実行制御と障害回復  第 10 回：クエリ処理と最適化  第 11 回：パフォーマンスと設計判断  第 12 回：RDB 以外の DMBS  第 13 回：ベクトルデータベースと RAG  第 14 回：総合演習</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
<p>本授業では、授業内での口頭諮問を通じて理解度を確認することがある。そのため、授業への積極的な参加と議論への関与が重要である。</p>		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>各回の講義内容を習得していることを前提として授業を進めるため、次回授業までに理解を深めておくこと。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
<p>特になし。</p>		
<b>6. 参考書</b>		
<p>特になし。</p>		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
<p>本授業では、データベースに関する知識の有無だけでなく、データの性質や利用目的に応じた設計判断の妥当性や、その説明の一貫性を重視して評価を行う。成績評価は以下の要素を総合的に考慮して行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>毎回の授業での課題（30%）</li> </ol> <p>授業内で提示する課題を通じて、毎回の内容についての理解を評価する。評価の観点は以下の通りとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>データモデルや DBMS の特徴を正しく捉えようとしているか。</li> <li>設計や選択に関する理由を、自身の言葉で説明できているか。</li> <li>与えられた条件の下で、適切な前提や制約を意識しているか。</li> </ul>		
<b>8. その他</b>		
<p>特になし。</p>		

発展プログラム		
科目名	メディアコンピューティング	
担当者	富永 浩文	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
【授業の概要】 音、画像、動画のような各種メディアは、コンピュータ上でデジタル量として表現される。このため、メディアの管理や編集にはデジタル信号処理が必要となり、これらの知識を身に付けることは重要である。本講義では、デジタル信号処理の基礎として、標本化定理、離散フーリエ変換、離散コサイン変換、ハフマン符号化等を学ぶ。加えて、それらを音、画像、動画に適用し、コンピュータ上で処理する方法について学習する。		
【到達目標】 ・デジタル信号処理の基礎技術について理解する。 ・コンピュータ上で音、画像、動画のようなメディアを処理する技術を習得する。		
<b>2. 授業内容</b>		
第1回：イントロダクション、アナログ信号からデジタル信号への変換（標本化定理） 第2回：離散フーリエ変換による周波数分析 第3回：窓関数と高速フーリエ変換 第4回：画像情報処理の基礎 第5回：二値化、エッジ抽出、雑音除去 第6回：カラー画像処理、離散フーリエ変換による画像処理 第7回：中間試験と解説 第8回：データ圧縮（ランレングス符号化、予測符号化） 第9回：データ圧縮（ハフマン符号化） 第10回：離散コサイン変換 第11回：量子化テーブル 第12回：画像の圧縮符号化（JPEG） 第13回：動画の圧縮符号化（MPEG2） 第14回：期末試験と解説		
<b>3. 履修上の注意</b>		
特になし。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
【事前学習】 [2. 授業内容]で示した内容について各自調査しておくこと。 【事後学習】 各回で解説した内容について確認し、復習を行い理解を深めること。		
<b>5. 教科書</b>		
特に指定しない。		
<b>6. 参考書</b>		
『サウンドプログラミング入門』 青木直史（技術評論社） 『画像情報処理』 渡部広一著（共立出版） 『画像圧縮技術』 越智宏・黒田英夫著（日本実業出版社） 『やさしい信号処理 原理から応用まで』 三谷政昭著（講談社）		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
期末試験 50%、中間試験・レポート 50%とし、その合計で評価する		
<b>8. その他</b>		
特になし。		

発展プログラム		
科目名	最適化の数理 (ND)	
担当者	中田 洋平	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>最適化問題やその解法の理解に必要な数学的事項について解説する。次に、制約条件の無い非線形計画問題の解法である最急降下法、ニュートン法などについて詳説する。その後、制約条件の有る場合の非線形計画問題とその解法について解説し、また、線形計画問題、離散最適化問題とそれらの解法についても概説する。</p> <p>本講義では、工学、科学問わず幅広く存在する最適化問題とその解法について学び、最適化の基本的概念を修得することを主な目的とする。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：最適化とは？</p> <p>第2回：最適化の基礎数理 1：ベクトル・行列に関する事項</p> <p>第3回：最適化の基礎数理 2：関数・微分に関する事項</p> <p>第4回：制約無し非線形計画問題の最適性</p> <p>第5回：制約無し非線形計画問題の解法 1：最急降下法とニュートン法の基礎</p> <p>第6回：制約無し非線形計画問題の解法 2：最急降下法とニュートン法の収束</p> <p>第7回：制約無し非線形計画問題の解法 3：最急降下法とニュートン法の改良とその周辺</p> <p>第8回：連続最適化問題の最適性</p> <p>第9回：制約有り非線形計画問題の解法</p> <p>第10回：凸計画問題とラグランジュ双対問題</p> <p>第11回：線形計画問題とその解法</p> <p>第12回：離散最適化問題とその解法 1：ナップサック問題とその厳密解法</p> <p>第13回：離散最適化問題とその解法 2：それ以外の解法</p> <p>第14回：全体のまとめ</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
<p>授業を受けるにあたり、線形代数（ベクトル、行列、固有値・固有ベクトル、対角化など）、微分・積分（関数の基礎事項（連続性、微分可能性）、偏微分の基礎、テイラーの定理など）をよく復習しておくこと。なお、授業の進み具合に応じて、内容、順番などの若干の変更可能性がある。</p>		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>授業中に配布する資料や参考書を読むなどして、次の授業までに不明点を可能な限り無くしておくこと。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
<p>特に指定しない。</p>		
<b>6. 参考書</b>		
<p>『電子情報通信レクチャーシリーズ C-4 数理計画法』 山下信雄・福島雅夫著（コロナ社、2008年）</p> <p>『工学基礎 最適化とその応用』 矢部博著（数理工学社、2006年）</p> <p>『これなら分かる最適化数学』 金谷健一著（共立出版、2005年）</p> <p>『最適化の数学』 茨木俊秀著（共立出版、2011年）</p> <p>その他の参考書も、必要に応じて紹介する。</p>		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
<p>試験 60%、授業中の演習・小テスト 40%で評価する。単位取得の条件は、合計点が 60%以上であること。</p>		
<b>8. その他</b>		
<p>オフィスアワーは特に指定しない。質問等があれば授業終了後に問い合わせること。</p>		

発展プログラム		
科目名	微分方程式と線形システム	
担当者	森岡 一幸	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>線形微分方程式で表現される線形システム理論の基礎について学習する。線形システムは、自動車やロボットといったシステムを意図したとおりに動作させるための「制御工学」にもつながる理論である。講義では、主に簡単な電気回路等を題材として、システムの微分方程式での表現と解法、ラプラス変換による解法、過渡現象について学ぶ。さらに、システムを状態方程式により表現し、その時間応答や安定性を解析でき、簡単な制御系を設計できるようになることを目的とする。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第 1 回：数学・物理・電気回路の復習  第 2 回：微分方程式の解法（1）  第 3 回：微分方程式の解法（2）  第 4 回：電気回路と微分方程式  第 5 回：ラプラス変換  第 6 回：ラプラス変換による微分方程式の解法  第 7 回：線形システムと微分方程式  第 8 回：中間試験と前半のまとめ  第 9 回：状態方程式  第 10 回：システムの時間応答, 安定性  第 11 回：座標変換とブロック線図  第 12 回：状態フィードバックと制御  第 13 回：伝達関数と状態方程式  第 14 回：最適フィードバック, 授業のまとめ</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
<p>線形代数 1, 2, 物理学 1, 電気回路 1 などの内容と関係する部分ではありますが、授業全体としては高校数学が得意だった人にとっては取り組みやすい内容と思われる。</p> <p>各回の予習、課題の取り組みを継続的に行う習慣をつけることで、中間試験や期末試験の直前に無意味に暗記して単位だけ取るような履修スタイルから脱却することを目指します。</p>		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>講義資料は予習動画として事前に提供する。授業では予習動画の補足および演習問題への取り組み、質疑応答と解説を中心とする。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
<p>特に定めない。</p>		
<b>6. 参考書</b>		
<p>『今日から使える微分方程式』, 飽本一裕著（講談社）  『ラプラス変換と z 変換』, 原島博/堀洋一著（数理工学社）  『わかりやすい現代制御理論』, 森泰親著（森北出版）</p>		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
<p>各回の授業中の演習課題および授業への取り組みを 40%, 中間試験 20%, 期末試験 40%の合計点で評価する。60%以上を合格とする。</p>		
<b>8. その他</b>		
<p>特になし。</p>		

発展プログラム		
科目名	意思決定の数理	
担当者	中田 洋平	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>本講義では、意思決定に関する数理的手法・モデルについて学習する。その過程で意思決定を数理的に取り扱う力を養う。まず、意思決定とは何かを概説し、集合や確率といった意思決定分野に必要な数学的な事項を復習する。その後、リスク、不確実性、多目的性について講義し、意思決定を実施する際にそれを支援する幾つかの手法を学ぶ。また、後半には、マルコフ決定過程、ゲーム理論など意思決定に関する状況のモデル化にも有用となる事項を概説する。</p> <p>本講義では、工学のみならず一般生活やビジネスなどの社会のあらゆる場面で重要な意思決定について学び、意思決定に関する数理的手法・モデルの基礎を修得することを主な目的とする。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：意思決定とは？  第2回：数学的準備  第3回：リスクと不確実性 1：個人のリスクへの態度  第4回：リスクと不確実性 2：主観確率と期待分散原理  第5回：多目的性と多目的最適化  第6回：主観的意思決定と階層分析法（AHP）  第7回：間主観的意思決定と集団階層構造分析（集団 AHP）  第8回：前半のまとめ  第9回：決定理論の基礎  第10回：マルコフ連鎖の基礎  第11回：マルコフ決定過程の基礎 1：マルコフ決定過程の構成要素  第12回：マルコフ決定過程の基礎 2：マルコフ決定過程の解法  第13回：ゲーム理論の基礎：  第14回：全体のまとめ</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
<p>授業を受けるにあたり、線形代数（固有値、固有ベクトルなど）、集合や確率・統計の基礎、最適化の基本的な概念などについて、よく復習しておくこと。なお、授業の進み具合に応じて、内容、順番などの若干の変更可能性がある。</p>		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>授業中に配布する資料や参考書を読むなどして、次の授業までに不明点を可能な限り無くしておくこと。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
<p>特に指定しない。</p>		
<b>6. 参考書</b>		
<p>『意思決定の基礎』  松原 望 著、(朝倉書店, 2001 年)  『新版 意思決定論 基礎とアプローチ』  宮川 公男著、(中央経済社, 2005 年)  『不確実性への挑戦 意思決定分析の理論』  飯田 耕司 著、(三恵社, 2005 年)  『意思決定のための数理モデル入門』  今野 浩、後藤 順也 著、(朝倉書店, 2011 年)  など。その他の参考書も、必要に応じて紹介する。</p>		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
<p>試験 60%、授業中の演習・小テストなど 40%で評価する。単位取得の条件は、合計点が 60%以上であること。</p>		
<b>8. その他</b>		
<p>オフィスアワーは特に指定しない。質問等があれば授業終了後に問い合わせること。</p>		

発展プログラム		
科目名	不確定性の数理	
担当者	中田 洋平	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>本講義では、まず、不確定性を取り扱う強力な道具の1つである確率について、基礎的な内容について解説する。次に、確率推論や確率ネットワークについて概説する。その後、最尤推定法や最大事後確率推定法、ベイズ法について学ぶ。また、ベイズ法の発展やベイズ法を実現する計算技法についても学習する。本講義では、確率に基づいて不確定性を考慮したモデルについて学び、不確定性を数理的に取り扱う土台を築く。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：不確定性と確率  第2回：確率の基本的事項  第3回：確率ネットワークによる確率推論の基礎  第4回：基本的な確率分布と確率・統計的モデル  第5回：統計的推定法の基礎  第6回：統計的推定法の発展 1：情報量基準とモデル選択  第7回：統計的推定法の発展 2：正則化法と最大事後確率推定法  第8回：前半のまとめ  第9回：ベイズ法の基礎  第10回：ベイズ法の発展  第11回：ベイズ法の確定的実装  第12回：ベイズ法の確率的実装 1：乱数と標準的なモンテカルロ法  第13回：ベイズ法の確率的実装 2：マルコフ連鎖モンテカルロ法  第14回：後半のまとめ</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
<p>授業を受けるにあたり、線形代数（ベクトル、行列の演算など）、微分・積分（多次元での微積分）、確率・統計の基礎、最適化の基本的概念についてよく復習しておくこと。  なお、授業の進み具合に応じて、内容、順番などの若干の変更可能性がある。</p>		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>授業中に配布する資料や参考書を読むなどして、次の授業までに不明点を可能な限り無くしておくこと。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
<p>特に指定しない。</p>		
<b>6. 参考書</b>		
<p>『統計学入門』、蓑谷千鳳彦 著（東京図書 1994年）  『入門 ベイズ統計学』、中妻照雄 著（朝倉書店 2007年）  『入門 ベイズ統計』、松原望 著（東京図書 2008年）  『階層ベイズモデルとその周辺』、石黒真木夫、乾敏郎、田辺国土、松本隆 著（岩波書店 2004年）  『計算統計Ⅰ 確率計算の新しい手法』、汪金芳、田栗正章、手塚集、樺島祥介、上田修功 著（岩波書店 2003年）  『わかりやすいパターン認識(第2版)』、石井健一郎、上田修功、前田英作、村瀬洋 著（オーム社 2019年）</p>		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
<p>試験 60%、授業中の演習・小テスト 40%で評価する。単位取得の条件は、合計点が 60%以上であること。</p>		
<b>8. その他</b>		
<p>オフィスアワーは特に指定しない。質問等があれば授業終了後に問い合わせること。</p>		

発展プログラム		
科目名	e-コマース	
担当者	櫻井 義尚	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>近年、ネットを用いたビジネス、商取引が一般化しているが、その成功には、収益をあげるためのビジネスモデルとそれを実現する IT 技術、データサイエンスが欠かせない。本講義では、インターネットビジネス (e-ビジネス) 全般について、背景や現状から使われているモデルや技術などの概要を学びます。</p> <p>インターネットビジネス, e-コマースの現状とそれを支える技術について理解し, 実際の IT ビジネスに適応する基礎力を養うことを目標とする。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第 1 回 : e-ビジネスとは  第 2 回 : ビジネスモデルと戦略 [メディア授業 (リアルタイム配信型)]  第 3 回 : ビジネスモデル  第 4 回 : 電子商取引 (BtoC, BtoB)  第 5 回 : 電子商取引 (CtoC), フリー戦略  第 6 回 : レコメンデーション (協調フィルタリング)  第 7 回 : レコメンデーション (コンテンツベース)  第 8 回 : Web マーケティング (広告)  第 9 回 : アドテクノロジー [メディア授業 (リアルタイム配信型)]  第 10 回 : 検索エンジン  第 11 回 : 機械学習の活用 [メディア授業 (リアルタイム配信型)]  第 12 回 : SNS 分析 (自然言語処理) [メディア授業 (リアルタイム配信型)]  第 13 回 : 大規模言語モデルの活用  第 14 回 a : 試験  b : 試験の正答解説</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
特に定めない。		
<b>4. 準備学習 (予習・復習等) の内容</b>		
授業中に配付する資料の該当箇所を振り返り, 不明な部分があれば授業で質問すること。		
<b>5. 教科書</b>		
特に定めない。		
<b>6. 参考書</b>		
特に定めない。		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
期末試験 50%, 発表・課題 50% で評価する。単位取得の条件は, 合計点が 60% 以上であること。		
<b>8. その他</b>		
特に定めない。		

発展プログラム		
科目名	ロボット・システムデザイン	
担当者	森岡 一幸	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>近年我々の日常生活の中にも、掃除ロボットなどが広がりがつつある。さらには、自動車やドローンの自動運転などのロボット技術に基づくシステムの実用化も望まれている。本講義では、そのようなロボットシステムを実現するにあたり必要となる各種要素技術について取り扱う。特にセンシングや知能、ソフトウェアといった情報系の分野に近い内容の理論や実装について、講義及びプログラミング演習を通じて理解することを目指す。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：視覚：デジタル画像の取り扱い  第2回：視覚：画像処理（平滑化・エッジ検出など）  第3回：視覚：画像認識  第4回：視覚：ステレオカメラ  第5回：ロボットの知能：ロボットの行動  第6回：ロボットの知能：強化学習とは  第7回：ロボットの知能：迷路の強化学習  第8回：ロボットの知能：ロボットの行動学習  第9回：自己位置推定：移動ロボットと測域センサ  第10回：自己位置推定：環境地図  第11回：自己位置推定：パーティクルフィルタ  第12回：自己位置推定：SLAM  第13回：授業のまとめと課題の解説  第14回：発展課題</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
<p>授業中にプログラミングなどの実習課題をたくさん出します。遅刻すると、授業中にできる課題は当然少なくなりますし、欠席するとその回は0点になります。  講義資料は予習動画として提供する。授業中はプログラミング課題への取り組みおよび質疑応答を中心とする。</p>		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
<p>Processing 等を用いたロボットに関するプログラミングを実施するので、プログラミング演習 I・II、センサネットワーク基礎の内容をよく理解しておくこと。</p>		
<b>5. 教科書</b>		
特に定めない。		
<b>6. 参考書</b>		
特に定めない。		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
<p>期末試験を 40%、レポート等の授業中課題を 60%とし、その合計点で評価する。</p>		
<b>8. その他</b>		
特になし。		

発展プログラム		
科目名	バイオインフォマティクス	
担当者	杉本 昌弘	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
【授業の概要】 本授業の主目的は、与えられたデータを機械的に解析することではなく、自ら主張したい問い・仮説を明確にしたうえで、その主張をより強く裏付けるために、公開されているデータを収集・統合・外挿し、説得力のある解析デザインと結果評価を構築する思考プロセスを体験することである。近年、Web 上には膨大な公開データや知識ベースが存在し、個人レベルでも複数のデータを横断的に利用しながら考察を行うことが可能になっている。このような環境のもとでは、従来の統計解析や機械学習のように、単一のデータセットに対して最適なモデルや有意差を求めるアプローチだけでなく、目的に応じてデータを選び、組み合わせ、解釈を設計する新しいタイプのデータ解析が重要になっている。本授業では、こうしたデータ駆動型の思考を学ぶ題材として、生命科学分野で比較的公開データが豊富な生化学・オミックスデータを扱うが、専門的な生物学や医学の知識は前提としない。生化学はあくまで一例であり、授業で扱う考え方や設計思想は、分野を問わず応用可能である。授業では、公開データの探索、解析方針の検討、結果の評価や一般化の可能性・限界について、チームで議論しながら進める。また、生成 AI を積極的に活用し、情報収集、仮説の整理、比較データの探索、考察の補助などを行うことで、現代的な研究・分析プロセスを実践的に体験する。最終的には、データを用いてどのように主張を構築し、他者に説得力をもって伝えるかをプレゼンテーションとしてまとめることを目指す。		
<b>2. 授業内容</b>		
[b]第1回：オミックスと生体情報（データの性質と使いどころ）[b] 近年の薬剤開発や検査技術の事例を通して、生体内の多数の情報を一度に観測する技術（オミックス）を題材に、「どのような性質のデータが公開されているのか」「それらがどのような目的で利用されているのか」を理解する。分子の種類や測定技術そのものを詳細に学ぶのではなく、後の解析や外挿を見据え、データの粒度や制約、解釈上の注意点を把握することを目的とする。		
[b]第2回：オミックスデータのノーマライズ（比較可能性の設計）[b] 異なる条件やデータセットを比較するために不可欠な「比較可能性」の考え方を学ぶ。単一変数の正規化から、多数の変数を同時に扱う場合の考え方を学ばせ、どのような前処理が結果の解釈や外挿に影響するかを理解する。表計算ソフトを用いて実際に正規化を行い、外挿を意識したデータ比較の基準や注意点を学ぶ。		
[b]第3回：クラスタリング（構造化と外挿のための視点）[b] 多数の観測変数から類似したパターンを抽出し、データ全体を構造化する方法を学ぶ。医学分野での応用例を題材としながら、クラスタリング結果をどのように解釈し、新しい分類や仮説の出発点として利用できるかを考える。後の外挿や群の再定義につながる視点を身につけることを目的とする。		
[b]第4回：実習（解析結果の変化と企画立案）[b] 正規化やクラスタリングの設定を変えることで結果がどのように変化するかを体験し、解析結果が一意に定まらないことを理解する。そのうえで、公開データの中から興味のあるテーマを選び、どのような解析や外挿を行うことで説得力のある主張ができるかについて企画を立案する。2~3名でチームを組み、議論を行う。		
[b]第5回：プレゼン1回目（解析と主張の対応関係）[b] 前回立案した企画についてチームごとに発表し、主張したい内容に対して解析の選択やデータの使い方が適切かどうかを議論する。結果そのものではなく、解析の設計と主張の関係性に着目してフィードバックを行う。		
[b]第6回：統計解析Ⅰ（一般的な統計と比較の考え方）[b] 少数の変数を対象とした一般的な統計解析の考え方を学ぶ。2群比較や多群比較、相関といった基本的な枠組みを通じて、どのような差や傾向を示すと主張の根拠として有効かを理解する。数式の詳細には立ち入らず、結果の読み取り方や解釈、誤解しやすい点に重点を置く。		
[b]第7回：統計解析Ⅱ（高次元データにおける統計的思考）[b] オミックスのように多数の変数を同時に扱う高次元データに特有の課題を学ぶ。独立した検定を多数行うことで生じる問題や、その回避の考え方を学ばせ、高次元データにおいて統計結果をどのように主張や外挿に結びつけるべきかを理解する。		
[b]第8回：主成分分析・回帰分析（全体像と重要因子の抽出）[b] データ全体の構造を俯瞰し、重要な変数やパターンを抽出するための考え方を学ぶ。主成分分析や回帰的な手法を題材として、外挿や一般化を行う際に、どの情報を軸として主張を構築するかを考える視点を身につける。		
[b]第9回：エンリッチメント解析・パスウェイ解析（文脈づけ）[b] 既存の知識や分類体系を用いて解析結果に文脈を与える方法を学ぶ。個々の変数を単独で解釈するのではなく、既知の知見と結びつけることで、外挿や一般化の妥当性を評価する考え方を理解する。		
[b]第10回：実習（外挿を意識した解析の実装）[b] これまで学んだ解析の考え方を活用し、公開データを実際に解析し、外挿につながる結果を整理する。どの結果が主張の核になり得るか、また追加のデータが必要かを意識しながら、プレゼンテーションとしてまとめる。		
[b]第11回：プレゼン2回目（外挿計画の検討）[b] 前回作成したスライドを用いて発表を行い、主張をどのように外挿していくか、その計画が妥当かどうかを議論する。解析結果の解釈だけでなく、次にどのようなデータを用いることで説得力を高められるかに着目してフィードバックを行う。		
[b]第12回：実習（データの外挿と企画設計）[b] これまで得られた解析結果をもとに、「外挿」という考え方を学ぶ。既存のデータや解析結果を、別の条件、集団、データセット、あるいは関連分野へ拡張して解釈するための具体例を紹介し、外挿が成立する条件や注意点、限界について理解する。そのうえで、各チームが外挿の企画を立案する。		
[b]第13回：実習（外挿の実装と結果の整理）[b] 前回立案した外挿の企画に基づき、公開されているデータや知識ベースを活用して外挿を実装する。生成 AI など積極的に活用し、比較対象となるデータの探索、情報整理、評価の視点を補助を行い、外挿の結果をプレゼンテーションとして整理する。		
[b]第14回：プレゼン3回目（外挿を含めた最終発表）[b] 外挿を含めた最終的なプレゼンテーションを行う。立てた仮説に対して、どのような外挿を設計し、どの程度まで主張を一般化できるか、またその限界はどこにあるかについて、論理的に説明できているかを中心に議論する。解析結果そのものだけでなく、データ選択や外挿の妥当性、今後の展開可能性についての考察も含めて評価する。		

### 3. 履修上の注意

#### 【履修上の注意】

毎回、表形式のデータを扱えるPC (Excel またはこれに準じたソフトウェアが使用可能なもの) を持参すること。解析には主に Web 上で利用可能なフリーツールを用いるため、インターネット接続環境が必要である。プログラミングの事前知識は前提としない。

解析結果や考察を共有・発表するため、PowerPoint、Canva、またはこれらに準じたプレゼンテーション作成ソフトウェアを使用する。扱う題材には生命科学分野のデータを含むが、生物学や統計学に関する専門的な知識は授業内で必要に応じて説明する

### 4. 準備学習（予習・復習等）の内容

#### 【準備学習（予習・復習等）の内容】

本授業では、事前の専門知識は必要としない。授業内では、統計的な考え方や表計算ソフトを用いたデータ加工の方法について必要に応じて紹介するが、すべてをその場で完全に理解することは求めない。理解が不十分な点については、授業後に復習したり、不明点を整理したうえで自ら調べることが望ましい。

自習や調査を行ってもなお理解が難しい場合には、次回の授業や実習の時間を利用して積極的に質問すること。授業の後半では実習の比重が高まり、チームでの解析やプレゼンテーション作成が中心となるため

### 5. 教科書

#### 【教科書】

本授業では特定の教科書は使用しない。代わりに、実際に研究や分析の現場で利用されている公開データベースや Web サービスを教材として用い、データの探索、解釈、外挿の設計を体験する。

授業中に使用する主な公開データおよびツールとして、以下を取り上げ、基本的な使い方や活用の視点を紹介する。

・ PubMed

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

公開されている学術論文を検索し、背景知識の整理や結果の解釈、外挿の妥当性を検討するために利用する。

・ Metab

### 6. 参考書

なし

### 7. 成績評価の方法

授業への貢献度 40%、発表を 60%の合計点で評価する。

60%以上を合格とする。

### 8. その他

本授業では、レポート等の提出課題や筆記試験は実施しない。その代わりに、授業内で行う実習の内容をもとに、チームでプレゼンテーションを行うことを重視する。授業を通して複数回の発表機会を設け、最終的には外挿を含めた解析成果と考察をプレゼンテーションとしてまとめ、発表することを求める。

発展プログラム		
科目名	並列分散処理	
担当者	吉田 明正	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>本講義では、ハイパフォーマンスコンピューティングを実現するための並列分散処理技術を学ぶ。近年のスーパーコンピュータやクラスタシステムは、複数のマルチコアプロセッサを相互結合網により接続した構成をしており、計算処理を分散して並列処理することにより高速化を図っている。並列プログラミング環境としては、OpenMP と MPI を取り上げ、ドメイン固有アーキテクチャ、クラウドコンピューティングによる大規模並列処理についても学ぶ。</p> <p>近年、スーパーコンピュータからクラウドコンピューティングに至るまでマルチコアプロセッサを用いた並列処理が広く普及している。本講義では、並列処理システム構成の理解、並列処理システムにおけるプログラム実行制御の理解、並列プログラミング技術の習得を到達目標とする。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回：コンピュータの基本原理  第2回：演算順序（高速化手法）、データ依存、並列性  第3回：並列処理モデル、共有・分散メモリ型並列コンピュータ、ドメイン固有アーキテクチャ  第4回：並列処理性能評価指標  第5回：メモリシステムとリストラクチャリング  第6回：相互結合網のトポロジー、低消費電力化設計、エッジ AI デバイス  第7回：a: 中間試験, b: 解説  第8回：スレッドの同期・排他制御、POSIX スレッド  第9回：OpenMP による並列プログラミング  第10回：MPI による並列プログラミング  第11回：並列化コンパイラ、GPU 上での CUDA プログラミング  第12回：クラウドのサービスモデル (SaaS, PaaS, IaaS)  第13回：仮想化技術  第14回：a: 期末試験, b: 解説</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
特になし。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
授業前に配布資料を読んでおき、授業後に復習をして理解を深める。		
<b>5. 教科書</b>		
特になし。		
<b>6. 参考書</b>		
『スーパーコンピュータ（岩波講座計算科学）』 小柳義夫、中村宏、佐藤三久、松岡聡著（岩波書店） 『C/C++プログラマーのための OpenMP 並列プログラミング第2版』 菅原清文著（カットシステム） 『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） 『並列処理技術』 笠原博徳著（コロナ社） 『クラウド技術とクラウドインフラ』 黒川利明著（共立出版）		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
定期試験 50%、中間試験・レポート 50%とし、その合計で評価する。		
<b>8. その他</b>		
特になし。		

発展プログラム		
科目名	生体システムデザイン	
担当者	佐々木 貴規	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
<p>Python を用いた簡単なプログラミングを交えながら遺伝情報の仕組みを解説するとともに、生体分子の作るネットワーク・パスウェイを俯瞰し、反応の流れを説明する。また、一般に公開されている生物学に関するデータを収集・前処理し、機械学習による分析までを実行する。</p> <p>生体分子の網羅的情報であるオミックス情報から構築された具体的な転写制御ネットワーク、シグナル伝達系、代謝パスウェイのメカニズムを理解するとともに、その中で繰り返しられる分子間相互作用について学ぶことを目標とする。加えて、多様な生物や生体分子の性質について、機械学習からどのような情報を得ることが出来るのか、自身で理解することを目標とする。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
<p>第1回： イントロダクション</p> <p>第2回： セントラルドグマ&lt;1&gt; 生命科学の基本</p> <p>第3回： セントラルドグマ&lt;2&gt; ランダムな DNA 配列の作成</p> <p>第4回： セントラルドグマ&lt;3&gt; データのファイル出力</p> <p>第5回： セントラルドグマ&lt;4&gt; DNA から RNA への変換</p> <p>第6回： セントラルドグマ&lt;5&gt; RNA からアミノ酸への変換</p> <p>第7回： セントラルドグマ&lt;6&gt; セントラルドグマのまとめ</p> <p>第8回： 代謝パスウェイ</p> <p>第9回： 機械学習のためのデータ収集・前処理&lt;1&gt; 機械学習の概要</p> <p>第10回： 機械学習のためのデータ前処理&lt;2&gt; データの標準化</p> <p>第11回： 機械学習のためのデータ前処理&lt;3&gt; グラフ描画</p> <p>第12回： 機械学習の実行&lt;1&gt; 主成分分析</p> <p>第13回： 機械学習の実行&lt;2&gt; 生体データを利用した学習</p> <p>第14回： 機械学習結果の評価</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
講義には必ず出席すること。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b>		
講義後、使用したプログラムやツールを再度確認し、応用利用できるようにしておくこと。		
<b>5. 教科書</b>		
特になし。		
<b>6. 参考書</b>		
『あなたにも役立つ バイオインフォマティクス』菅原秀明[著] (共立出版)		
<b>7. 成績評価の方法</b>		
授業への参加度 (30%) , 各講義のレポート内容(70%)の合計 100%とし、60%以上の獲得を単位取得の条件とする。		
<b>8. その他</b>		
特になし。		

発展プログラム		
科目名	情報ネットワーク	
担当者	成瀬 央	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b>		
(1) 授業の概要		
<p>現、情報ネットワークは私たちの生活に欠くことのできないインフラストラクチャーとなっている。本講義では、情報ネットワークの基本となるインターネットを中心とするネットワークの仕組み、メールや Web ブラウザなどで用いられている TCP/IP を利用した通信の仕組み、さらにそれらを動作させているプロトコルとネットワーク構成について理解することを目的としている。</p>		
(2) 到達目標		
<p>ネットワークの動作を理解する。イーサネットや WiFi で用いられているプロトコルの動作を、時系列にして説明できるようにする。インターネットで送受信されているパケットを理解し、各プロトコルのヘッダに含まれている情報を読み取ることができるようにする。IP を用いたネットワークの設計や TCP の動作解析ができること、最近の IP を使ったサービスについて理解することを目指す。</p>		
<b>2. 授業内容</b>		
第 1 回：イントロダクション		
<p>社会やカリキュラムの観点から授業の位置づけを説明する。また、授業の概要を説明する。 今日のネットワークの構成、そのベースとなるパケット通信について学ぶ。</p>		
第 2 回：情報通信ネットワークの発展と、プロトコルの階層モデルと動作概要		
<p>情報通信ネットワークの発展の経緯を学ぶ。 プロトコルの階層モデル（OSI 参照モデルと TCP/IP モデル）と、これらのモデルによる通信の動作概要を学ぶ。</p>		
第 3 回：物理層とデータリンク層		
<p>情報通信ネットワークの構成と構成要素を学ぶ。 物理層の役割を学ぶとともに、通信媒体やデータリンクとの関係を理解する。</p>		
第 4 回：データリンク層のプロトコル（1）		
<p>無線 LAN など無線通信の種類や規格について学ぶ。 データリンク層における MAC アドレスやネットワークインターフェースカードを理解する。 イーサネットフレームの構成を理解する。</p>		
第 5 回：データリンク層のプロトコル（2）		
<p>データリンク層で用いられるネットワーク機器について学ぶ。 データリンクで用いられる様々な通信方式とプロトコルについて、それぞれの動作概要と特徴を理解する。 PPP プロトコルについても理解する。</p>		
第 6 回：データリンク層のプロトコル（3）と IP（1）		
<p>公衆アクセスネットワークについて学ぶ。アナログ電話回線、光ファイバ（FTTH）、CATV の概要と特徴を理解する。 インターネット層の概要や IP の役割を学ぶ。IP アドレスの構成やクラスについても理解する。</p>		
第 7 回：IP（2）		
<p>IP アドレスのネットワークアドレスとサブネットマスク、CIDR を理解する。 IP アドレスの管理について学ぶ。</p>		
第 8 回：IP（3）		
<p>NAT について学ぶ。また、パケットのルーティング（経路制御）の方法や動作を理解する。</p>		
第 9 回：IP（4）		
<p>ルータによるパケットの転送について理解する。また、インターネットで利用されているルーティングプロトコルである RIP、OSPF、BGP などについて、その仕組みと動作概要を理解する。 IP パケットの構成について学ぶ。</p>		
第 10 回：IP（5）		
<p>IP パケットの分割と再構築について学ぶ。ARP、ICMP など IP 通信で必要となる技術と機能を理解する。</p>		
第 11 回：IP（6）とトランスポート層プロトコル（1）		
<p>IPv6 のアドレス表記や構成、ヘッダーを理解するとともに VPN とトンネリングについて学ぶ。 また、トランスポート層の役割を理解するとともに、ポート番号、TCP、UDP プロトコルの概要を学ぶ。</p>		
第 12 回：トランスポート層プロトコル（2）		
<p>TCP、UDP プロトコルの目的や特徴、それぞれのヘッダーについて学ぶ。TCP の、シーケンス番号に基づく信頼性確保、コネクション管理、ウィンドウ制御、再送制御、輻輳制御の動作についても学ぶ。</p>		
第 13 回：アプリケーション層プロトコル（1）		
<p>アプリケーション層の位置づけ、また、DNS、DHCP について学ぶ。 代表的なプロトコルである、Web ブラウザとその通信の仕組みを理解する。</p>		
第 14 回：アプリケーション層プロトコル（2）とネットワークセキュリティ		
<p>電子メールのプロトコルと通信の仕組みについて理解する。また、SNMP によるネットワーク管理を理解する。 ネットワークに対するサイバー攻撃や脅威についても学ぶ。</p>		
<b>3. 履修上の注意</b>		
特になし。		

#### 4. 準備学習（予習・復習等）の内容

教科書を事前に読み、予習しておくこと。各回の講義内容を十分復習しておくこと。

#### 5. 教科書

『マスタリングTCP/IP 入門編』井上直也、村山公保、竹下隆史、荒井透、苅田幸雄（オーム社）

#### 6. 参考書

『ネットワークがよくわかる教科書』福永勇二著（SB Creative）

『基本からわかる情報通信ネットワーク講義ノート』大塚裕幸他（オーム社）

#### 7. 成績評価の方法

レポート（10%）、期末試験（90%）

#### 8. その他

適宜、授業内容の理解を深めるために、関連項目（ネットワークの状態）を実際に確認する時間を用意するので、パソコンを持ってきてください。

発展プログラム		
科目名	ネットワークセキュリティ	
担当者	嶋田 丈裕	2 単位
<b>1. 授業の概要・到達目標</b> インターネットは重要インフラの一部をなしており、その利用にあたっては、セキュリティ対策は重要である。適切な対策がなされていないことに起因する事業停止や個人情報漏洩、事業停止など大規模な損害を伴う事件などが後を絶たない。 ネットワークセキュリティに関する基本事項を、セキュリティ強度を高める観点、サイバー攻撃から守る側の視点で講義する。また、量子コンピューティングに耐えうる暗号技術など最近の技術についても講義する。 <b>【授業の到達目標】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ネットワークセキュリティの基礎知識を習得</li> <li>・暗号理論などの基礎知識を習得</li> <li>・インターネットアプリケーションのセキュリティ対策技術を習得</li> <li>・量子コンピューティングに耐えうる暗号技術などの最新の技術動向の把握</li> </ul>		
<b>2. 授業内容</b> 第1回：イントロダクション 第2回：情報システムとサイバーセキュリティ 第3回：オペレーティングシステムの概要 第4回：ネットワークプロトコルの概要 第5回：ファイアウォール 第6回：マルウェア 第7回：共通鍵暗号 第8回：公開鍵暗号 第9回：認証技術 第10回：PKI と SSL/TLS 第11回：電子メールのセキュリティ 第12回：Web セキュリティ 第13回：コンテンツ保護と Fintech、プライバシー保護技術 第14回：a：最終試験，b：試験問題解説		
<b>3. 履修上の注意</b> 特になし。		
<b>4. 準備学習（予習・復習等）の内容</b> 講義の1週間前迄に、講義スライドを Oh-Meiji にて公開するので読んで予習しておくこと。 第3回以降は講義の途中で、前回の講義内容に関する小テストを行うので、講義スライド中の演習問題を解くなどして復習しておくこと。		
<b>5. 教科書</b> 特になし。		
<b>6. 参考書</b> 『ネットワークセキュリティ』 菊池浩明，上原哲太郎（オーム社） 『マスタリング TCP/IP（入門編）第5版』 竹下隆史，村山公保，荒井透，苅田幸雄（オーム社） 『マスタリング TCP/IP（情報セキュリティ編）』 齋藤孝道（オーム社）		
<b>7. 成績評価の方法</b> 最終試験 50%，小テスト 50%で評価します。		
<b>8. その他</b>		