

講義名	統計・機械学習モデリング	
担当教員	汪 金芳・山崎 真見	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	後・水 6 限	
科目区分	専門科目	
学習到達目標	機械学習の基本である、回帰、分類、モデル選択、ニューラルネットワーク、サポートベクトルマシンを初めとする理論を理解する。	
講義概要	データに潜む有用な情報を数理モデル化するため、データから算出する特徴量をデータが採取されたドメインの知識を最大限に活用して人為的に設定したモデルをベースとしたパラメトリックなフィッティングから、特徴量自身を未知のものとして、データから自発的に特徴量を形成させる深層学習まで、幅広いタイプの機械学習アルゴリズムを学ぶ。大規模なデータからのモデルパラメータ決定計算の収束の高速化などの理論的な学習や、プログラムを組んで実際の問題へ活用する方法まで、さまざまなトピックスを最新の成果を踏まえて講義する。	
成績評価方法	中間レポート（4 割程度）、期末レポート（6 割程度）	
前提科目		
学习上・履修申請上の留意点及び準備学習		
教科書・参考図書等		
備考		
授業計画	1	教師あり学習
	2	線形回帰
	3	線形的分類
	4	基底展開と正則化
	5	カーネル平滑化法
	6	モデル選択
	7	モデル平均化：ブートストラップ法・ベイズ法
	8	モデル平均化：EM アルゴリズム
	9	加法的モデル，木，および関連手法
	10	ブースティングと加法的木
	11	ニューラルネットワーク
	12	サポートベクトルマシンと適応型判別
	13	プロトタイプ法と最近傍探索
	14	教師なし学習
	15	ランダムフォレスト

講義名	データマニピュレーション	
担当教員	清見 礼	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	後・月 5 限	
科目区分	専門科目	
学習到達目標	様々なフォーマットのデータファイルを相互に変換したり、必要なデータを取り出すなどの加工ができるようになる。	
講義概要	データマニピュレーションとは、あるフォーマットのデータを受け取り、その他のフォーマットに変換することを指す。たとえば、あるデータベースから特定のレコードを取り出し、別のデータベースを作成することなどもこれに含まれる。様々なデータを扱う上で避けては通れない問題であり、これをいかに少ない手間で、効率的かつ確実に行うかということについて講義する。様々な例を通して、データ加工の現場で現れそうな問題について講義する。	
成績評価方法	提出物で評価する	
前提科目		
学习上・履修申請上の留意点 及び準備学習		
教科書・参考図書等		
備考		
授業計画	1	イントロダクション
	2	文字コード
	3	ここまでの復習
	4	数字をそろえる
	5	csv ファイル
	6	awk
	7	csvkit
	8	ここまでの復習
	9	シェルスクリプト
	10	json ファイル
	11	json ファイル発展
	12	ここまでの復習
	13	xml ファイル
	14	xml ファイル発展
	15	まとめ

講義名	最適化と計算機科学																														
担当教員	藤田 慎也																														
単位数	2 単位																														
期間・曜日・時限	前・月 5 限																														
科目区分	専門科目																														
学習到達目標	最適化理論の基礎を習得する。																														
講義概要	データ分析業務における計画立案において、最適化問題を解くことがしばしば重要なテーマ設定になり得る。例えば、シフトスケジュール、施設配置計画、生産計画等の効率化を念頭に置いた割り当てに関する問題は典型的な最適化問題であり、このような最適化問題を解析するために、最適化の方法論としてのアルゴリズムを学ぶことは極めて重要である。本講義では、このような最適化理論の基礎と応用について概説する。																														
成績評価方法	レポート、小テスト等により総合的に評価する。																														
前提科目																															
学習上・履修申請上の留意点 及び準備学習																															
教科書・参考図書等																															
備考	※第 1 回～2 回の内容については、事前学習の範囲内ということで、遠隔授業開始時には第 3 回からの内容について学習する。但し、遠隔授業は初の試みなので、進捗状況により若干の内容変更・調整が予想される。 Zoom による遠隔講義																														
授業計画	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>ガイダンス</td></tr> <tr><td>2</td><td>最適化における数学的基礎 (1)</td></tr> <tr><td>3</td><td>最適化における数学的基礎 (2)</td></tr> <tr><td>4</td><td>計算量とアルゴリズム (1)</td></tr> <tr><td>5</td><td>計算量とアルゴリズム (2)</td></tr> <tr><td>6</td><td>グラフアルゴリズム (1)</td></tr> <tr><td>7</td><td>グラフアルゴリズム (2)</td></tr> <tr><td>8</td><td>ネットワーク上の最適化問題 (1)</td></tr> <tr><td>9</td><td>ネットワーク上の最適化問題 (2)</td></tr> <tr><td>10</td><td>問題の難しさ、難問対策</td></tr> <tr><td>11</td><td>ナップザック問題</td></tr> <tr><td>12</td><td>いろいろな最適化理論の話題 (1)</td></tr> <tr><td>13</td><td>いろいろな最適化理論の話題 (2)</td></tr> <tr><td>14</td><td>いろいろな最適化理論の話題 (3)</td></tr> <tr><td>15</td><td>これまでのまとめ</td></tr> </table>	1	ガイダンス	2	最適化における数学的基礎 (1)	3	最適化における数学的基礎 (2)	4	計算量とアルゴリズム (1)	5	計算量とアルゴリズム (2)	6	グラフアルゴリズム (1)	7	グラフアルゴリズム (2)	8	ネットワーク上の最適化問題 (1)	9	ネットワーク上の最適化問題 (2)	10	問題の難しさ、難問対策	11	ナップザック問題	12	いろいろな最適化理論の話題 (1)	13	いろいろな最適化理論の話題 (2)	14	いろいろな最適化理論の話題 (3)	15	これまでのまとめ
1	ガイダンス																														
2	最適化における数学的基礎 (1)																														
3	最適化における数学的基礎 (2)																														
4	計算量とアルゴリズム (1)																														
5	計算量とアルゴリズム (2)																														
6	グラフアルゴリズム (1)																														
7	グラフアルゴリズム (2)																														
8	ネットワーク上の最適化問題 (1)																														
9	ネットワーク上の最適化問題 (2)																														
10	問題の難しさ、難問対策																														
11	ナップザック問題																														
12	いろいろな最適化理論の話題 (1)																														
13	いろいろな最適化理論の話題 (2)																														
14	いろいろな最適化理論の話題 (3)																														
15	これまでのまとめ																														

講義名	都市環境データ解析特論	
担当教員	大西 暁生	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	後・水 5 限	
科目区分	専門科目	
学習到達目標	<ul style="list-style-type: none"> ・都市環境問題の実態について理解する。 ・人間活動と環境や資源の問題の関係について理解する。 ・環境や資源に関する施策や制度について理解する。 ・都市計画について理解する。 ・都市環境や資源に関する解析を事例を通じて知る。 	
講義概要	<p>都市環境問題に関する知識と専門性を深め、その問題解決に向けた様々な対策について学ぶ。具体的には、都市の成り立ちから、現代の都市が抱える環境問題について理解するとともに、将来の持続可能な都市を目指した環境管理、環境デザイン、まちづくりなどを都市計画制度と交えながら学ぶ。さらに、こうした都市環境問題を把握・評価し、対策を講じていくための統計や地理情報等といったデータの入手と解析の方法について理解する。</p>	
成績評価方法	課題 100%	
前提科目	特になし	
学習上・履修申請上の留意点及び準備学習	都市環境や資源に関する基礎的な理解が必要である。	
教科書・参考図書等	<ul style="list-style-type: none"> ・土木学会環境システム委員会編：環境システムーその理念と基礎手法一、 共立出版 ・花木 啓祐：環境学入門〈10〉都市環境論、岩波書店 ・川上 光彦：都市計画(第3版)、森北出版 ・小林 弘明、廣政 幸生、岩本 博幸：環境資源経済学入門、泉文堂 	
備考		
授業計画	1	都市環境・資源の問題とは
	2	これまでの都市環境・資源の問題
	3	都市と環境・資源
	4	環境・資源の管理と制御手法
	5	環境影響評価制度
	6	都市計画
	7	土地利用
	8	交通
	9	都市インフラストラクチャー
	10	都市環境デザイン
	11	都市環境・資源解析の事例（その1）
	12	都市環境・資源解析の事例（その2）
	13	都市環境・資源解析の事例（その3）
	14	都市システムと都市環境改善のための政策手段
	15	都市環境・資源利用の改善に向けて（まとめ）

講義名	非構造化データ特論	
担当教員	山崎 真見	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	後・火 6 限	
科目区分	専門科目	
学習到達目標	各種の非構造化データ処理方法の知識習得とその応用力を身につける。	
講義概要	リレーショナルデータベースに格納されているデータを構造化データと呼び、これは各列の意味づけが事前に与えられた表形式に変換可能なデータである。この範疇に収まらないデータを全て非構造化データと呼び、テキスト、音声、画像、センサ信号などが該当する。社会インフラとしての Web が整備されるとともにモバイル情報端末の普及により、膨大な非構造化データが利用可能となってきた。本講義では、非構造化データの管理技術と各種の非構造化データの特徴と情報抽出のための実践的な技法について、実際のデータ処理プログラムの作成演習とともに学ぶ。	
成績評価方法	レポート（課題プログラムの作成と提出を含む）	
前提科目		
学习上・履修申請上の留意点 及び準備学習		
教科書・参考図書等		
備考		
授業計画	1	ガイダンス：非構造化データの定義とデータの種類と特徴
	2	構造化データ：リレーショナルデータベースの仕組み
	3	非構造化データ向けデータベース
	4	信号処理：連続時間（フーリエ解析、ラプラス変換、伝達関数）
	5	信号処理：離散時間（離散フーリエ変換、z 変換、デジタルフィルタ）
	6	音声言語処理：音響的分析とモデル
	7	音声言語処理：音声認識モデル
	8	自然言語処理：形態素解析、構文解析、意味解析、文脈解析
	9	自然言語処理：検索・質問応答システム
	10	自然言語処理：翻訳システム
	11	画像処理：変換（空間フィルタリング、周波数フィルタリング）
	12	画像処理：パターン検出と特徴点の記述
	13	画像処理：パターン認識（教師あり学習、教師なし学習、部分空間法）
	14	画像処理：ニューラルネットワークとディープラーニング
	15	非構造化データの分析環境

講義名	データ可視化特論																														
担当教員	阿部 貴行・大西 暁生																														
単位数	2 単位																														
期間・曜日・時限	後・月 6 限																														
科目区分	専門科目																														
学習到達目標	データ分析における可視化技法を実践的に体得する。																														
講義概要	<p>データの可視化は、大量の多次元データから意味あるシグナルを検出する際や解析結果の説得力を高める際に有用であり、データサイエンスにおいて不可欠である。本講義では、データを可視化する際の文法、色彩や形状の選択や層別化の方法などを学び、空間データの作図と分析、また回帰樹やクラスター分析などの結果の可視化が必須の統計手法についても解説する。地理情報に基づく Arc-GIS、プログラミングに基づく R、GUI に基づく双方向の統計解析・可視化ソフトウェア等を用いた演習も行う。</p> <p>(オムニバス形式／全 15 回)</p> <p>(大西 暁生／7 回) 地理情報システムを用いて空間データを地図上に表示する方法と空間特性を活かした分析方法を講義・演習する。また、シミュレーションの方法を習得する。</p> <p>(阿部 貴行／7 回) データを可視化する際の文法を解説し、時系列データ解析、回帰樹、クラスター分析などの可視化の方法を講義・演習する。</p> <p>※残りの 1 回はまとめとする。</p>																														
成績評価方法	課題 100%																														
前提科目																															
学习上・履修申請上の留意点及び準備学習																															
教科書・参考図書等																															
備考																															
授業計画	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>統計学的な視点とデータの可視化</td></tr> <tr><td>2</td><td>R のグラフィックス機能</td></tr> <tr><td>3</td><td>データの可視化の文法</td></tr> <tr><td>4</td><td>R の ggplot2 パッケージの活用</td></tr> <tr><td>5</td><td>多変量データの可視化</td></tr> <tr><td>6</td><td>使用頻度の高い可視化手法</td></tr> <tr><td>7</td><td>可視化を伴う統計手法</td></tr> <tr><td>8</td><td>データの整備</td></tr> <tr><td>9</td><td>地理情報の整備</td></tr> <tr><td>10</td><td>地理情報の加工</td></tr> <tr><td>11</td><td>地理情報システムの地図化</td></tr> <tr><td>12</td><td>地理情報システムによる分析</td></tr> <tr><td>13</td><td>シミュレーションデータの整備</td></tr> <tr><td>14</td><td>シミュレーション</td></tr> <tr><td>15</td><td>まとめ</td></tr> </table>	1	統計学的な視点とデータの可視化	2	R のグラフィックス機能	3	データの可視化の文法	4	R の ggplot2 パッケージの活用	5	多変量データの可視化	6	使用頻度の高い可視化手法	7	可視化を伴う統計手法	8	データの整備	9	地理情報の整備	10	地理情報の加工	11	地理情報システムの地図化	12	地理情報システムによる分析	13	シミュレーションデータの整備	14	シミュレーション	15	まとめ
1	統計学的な視点とデータの可視化																														
2	R のグラフィックス機能																														
3	データの可視化の文法																														
4	R の ggplot2 パッケージの活用																														
5	多変量データの可視化																														
6	使用頻度の高い可視化手法																														
7	可視化を伴う統計手法																														
8	データの整備																														
9	地理情報の整備																														
10	地理情報の加工																														
11	地理情報システムの地図化																														
12	地理情報システムによる分析																														
13	シミュレーションデータの整備																														
14	シミュレーション																														
15	まとめ																														

講義名	プログラミング特論
担当教員	阿部 貴行・立川 仁典
単位数	2 単位
期間・曜日・時限	前・水 6 限
科目区分	専門科目
学習到達目標	データサイエンス手法を用いてデータ解析をするために必要なプログラミングを理解する。具体的には、R 等を用いたプログラム演習によるデータ解析、および Fortran と MPI によるプログラム演習による科学技術シミュレーションを理解する。
講義概要	データサイエンス手法を用いてデータ解析をするために必要なプログラミングに関する講義を行う。様々な統計解析手法を具現化するためのツールとして、R 等を用いたプログラム演習も実施する。また近年のスーパーコンピュータは、複数台、高速ネットワークで接続することで、高い処理速度を実現している。そのようなシステム性能を最大限に引き出し活用するために、MPI のような並列プログラミング技術を習得する。プログラム高速化の概念や技術、並列プログラム開発技術なども習得する。
成績評価方法	ゼミの出席、発表によって、総合的に判断します。
前提科目	
学习上・履修申請上の留意点 及び準備学習	
教科書・参考図書等	
備考	(オムニバス形式／全 15 回) (阿部 貴行／7 回) 解析結果の信頼性や再現性の保証を目的とし、R 等のプログラミングによる統計解析やシミュレーションを講義・演習する。 (立川 仁典／7 回) 基本的なプログラム技術として Fortran を取り上げ、Fortran の基礎や演習を行う。またプログラム高速化の概念や、MPI 等を用いた並列プログラム基礎と演習を実施する。 Zoom による遠隔講義
授業計画	1 ガイダンス 2 データ分析とプログラミング概論 3 R によるデータの入出力及び基本処理演習 4 R によるデータ管理 5 R による関数の作成 6 R による行列演算 7 R による確率分布の活用 8 シミュレーション演習 9 Fortran 基礎 I 10 Fortran 基礎 II 11 Fortran 基礎 III 12 Fortran 演習 13 並列化の概念 14 MPI 基礎 15 MPI 演習

講義名	実験とシミュレーション特論																														
担当教員	立川 仁典																														
単位数	2 単位																														
期間・曜日・時限	後・火 6 限																														
科目区分	専門科目																														
学習到達目標	実験だけでは理解することのできない、様々なシミュレーション技術を修得する。量子論に基づいた分子軌道 (MO) 法を代表に、データサイエンス的な手法を修得し、自然科学分野への応用を目指す。それらプログラムの作成、理論に基づいた分子構造論や化学反応理論を理解します。最先端のシミュレーション科学に触れ、機能性分子などへのポテンシャルを体感してもらうことを最終的な目標とします。																														
講義概要	分子設計や機能解析にとって、シミュレーション科学は理論的な側面だけではなく時間・コストパフォーマンスの観点から非常に重要な手法であります。しかしながら分子シミュレーションを単なる Black Box として過信することは大変危険です。実際にシミュレーション実験を実行するには、その中身を十分に把握しておかなければなりません。そこで本講義では、量子論に基づいた分子軌道 (MO) 法を概説し、そのプログラムの作成、理論に基づいた分子構造論や化学反応理論を解説します。コンピュータを用いた機能性分子の設計や、バイオ、ナノテクノロジー、さらには計算機科学との関係についても言及します。																														
成績評価方法	レポート (毎時間の課題 QUIZ) 25%、筆記試験 50%、レビューゼミ 25%																														
前提科目																															
学習上・履修申請上の留意点及び準備学習	毎時間、課題 (Quiz) を課します。 数式の導出が多々あるので、立川研究室で実施する、学部 3 年後期の輪講 (ザボ: 新しい量子化学 (上・下)) レベルを既に習得していることを前提とする (下巻は 4 章、6 章のみで可)。 具体的には、基本的な数学 (線形代数、微分積分)、量子力学、統計力学、量子化学を十分に習得しておくこと。またプログラム言語 (FORTRAN など) や Unix の操作を十分に習得しておくこと。																														
教科書・参考図書等	Introduction to Computational Chemistry, Fank Jensen, Wiley																														
備考	見逃し配信受講は不可とする																														
授業計画	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>イントロダクション、数学的準備、量子力学の復習 (課題 (Quiz): 基礎数学、基礎量子力学、変分原理、4 点)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>独立電子近似 1. Hartree-Fock 法、Roothaan 方程式の復習 (課題 (Quiz): 汎関数変分、4 点)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>独立電子近似 2. Roothaan 方程式、基底関数の復習 (課題 (Quiz): 平均場近似から基底関数展開、4 点)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>構造最適化 (エネルギーの核座標による 1 階微分) (課題 (Quiz): 分子動力学法、4 点)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>独立電子近似を超えて 1 (電子相関、配置間相互作用 (CI) 法、多配置 SCF 法) (課題 (Quiz): 電子相関、4 点)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>独立電子近似を超えて 2 (多体摂動 (MBPT) 法、励起状態) (課題 (Quiz): 電子相関に関する文献を読む)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>経路積分分子動力学法 (課題 (Quiz): 具体的シミュレーションの実行、5 点)</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>筆記試験 (50 点)</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>論文発表</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>(量子物理化学研究室のレビューゼミにて、5 回目で指定した文献を、研究室全員の前で発表する。式の導出、物理的意味などを発表する。不完全な場合は再発表、25 点)</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>まとめ</td> </tr> </table>	1	イントロダクション、数学的準備、量子力学の復習 (課題 (Quiz): 基礎数学、基礎量子力学、変分原理、4 点)	2	独立電子近似 1. Hartree-Fock 法、Roothaan 方程式の復習 (課題 (Quiz): 汎関数変分、4 点)	3	独立電子近似 2. Roothaan 方程式、基底関数の復習 (課題 (Quiz): 平均場近似から基底関数展開、4 点)	4	構造最適化 (エネルギーの核座標による 1 階微分) (課題 (Quiz): 分子動力学法、4 点)	5	独立電子近似を超えて 1 (電子相関、配置間相互作用 (CI) 法、多配置 SCF 法) (課題 (Quiz): 電子相関、4 点)	6	独立電子近似を超えて 2 (多体摂動 (MBPT) 法、励起状態) (課題 (Quiz): 電子相関に関する文献を読む)	7	経路積分分子動力学法 (課題 (Quiz): 具体的シミュレーションの実行、5 点)	8	筆記試験 (50 点)	9		10	論文発表	11	(量子物理化学研究室のレビューゼミにて、5 回目で指定した文献を、研究室全員の前で発表する。式の導出、物理的意味などを発表する。不完全な場合は再発表、25 点)	12		13		14		15	まとめ
1	イントロダクション、数学的準備、量子力学の復習 (課題 (Quiz): 基礎数学、基礎量子力学、変分原理、4 点)																														
2	独立電子近似 1. Hartree-Fock 法、Roothaan 方程式の復習 (課題 (Quiz): 汎関数変分、4 点)																														
3	独立電子近似 2. Roothaan 方程式、基底関数の復習 (課題 (Quiz): 平均場近似から基底関数展開、4 点)																														
4	構造最適化 (エネルギーの核座標による 1 階微分) (課題 (Quiz): 分子動力学法、4 点)																														
5	独立電子近似を超えて 1 (電子相関、配置間相互作用 (CI) 法、多配置 SCF 法) (課題 (Quiz): 電子相関、4 点)																														
6	独立電子近似を超えて 2 (多体摂動 (MBPT) 法、励起状態) (課題 (Quiz): 電子相関に関する文献を読む)																														
7	経路積分分子動力学法 (課題 (Quiz): 具体的シミュレーションの実行、5 点)																														
8	筆記試験 (50 点)																														
9																															
10	論文発表																														
11	(量子物理化学研究室のレビューゼミにて、5 回目で指定した文献を、研究室全員の前で発表する。式の導出、物理的意味などを発表する。不完全な場合は再発表、25 点)																														
12																															
13																															
14																															
15	まとめ																														

講義名	多変量データ解析	
担当教員	小泉 和之	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	前・水 6 限	
科目区分	専門科目	
学習到達目標	多変量データの取り扱い方と様々な解析法について理論と応用の両面から理解することを目標とする。	
講義概要	<p>多変量解析とは、多くの変数を持つデータが持つ特徴をまとめ、各変数間の相互関係を明らかにする統計的手法の総称である。モデリングなどの分野で使われる回帰分析については単回帰分析とその評価方法から始め、重回帰分析においては情報量基準を用いた変数選択も導入し、分析の評価法について理解する。さらには判別分析、主成分分析、多次元尺度構成法等幅広い手法についても学修する。本講義では、多変量解析の主な手法の理論を学び、多変量データに対して適切な解析ができるようにする。</p> <p>さらに、多変量データの解析法について、基本的な多変量解析の手法よりもさらに発展的な内容を理解する。</p> <p>多変量正規分布、多変量正規分布から派生する分布としてウィッシュャート分布、ホテリングの T2、多変量分散分析、多変量多重比較法、固有値問題、非正規分布として球形分布、楕円分布などについて講義を行う。</p> <p>頻繁に出会う欠損値の問題やそれらを含んだ状況下での多変量統計解析法など、より実際の問題に近い解析手法について講義を行う。</p>	
成績評価方法	演習・レポートにより総合的に評価する。	
前提科目		
学習上・履修申請上の留意点及び準備学習	学部レベルの統計学の基礎の履修が望ましい。	
教科書・参考図書等	参考書：永田靖・棟近雅彦「多変量解析法入門」（サイエンス社）	
備考	zoom をメインで使用する。	
授業計画	1	多変量データ解析とは
	2	単回帰分析と最小二乗法
	3	重回帰分析(モデル選択と情報量基準まで)
	4	交互作用モデル
	5	線形判別分析
	6	様々な判別分析
	7	主成分分析
	8	主成分回帰分析
	9	数量化理論
	10	クラスター分析
	11	ファジィクラスターリング
	12	主成分クラスター分析
	13	まとめ
	14	
	15	

講義名	標本調査法	
担当教員	土屋 隆裕	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	前・火 6 限	
科目区分	専門科目	
学習到達目標	統計調査における基本的な知識・技術を学び、適切な調査の企画・設計ができるようになることを目指す。具体的には、1) 様々な調査モードの特性を理解し、適切な調査実施方法について知るとともに、2) 調査票の設計が調査結果に与える影響について理解した上で、3) 様々な標本抽出の方法とその特性を理解することを目指す。	
講義概要	経済・社会・教育・行政等様々な分野における統計調査、特に標本調査の企画・設計から調査データの取得やその品質管理、調査データの分析・活用に至るまで統計調査の一連のプロセス全般に関する高度な専門的知識・技術を学ぶ。本講義では、サンプリングや推測といった統計の理論的な側面とともに、調査の設計や管理、結果の実社会への還元といった実務的な側面についても、現実の統計調査をもとに実践的に学び、調査の総合マネジメント能力を身につけることを目指す。	
成績評価方法	課題への取組の状況により総合的に評価を行う。	
前提科目		
学習上・履修申請上の留意点 及び準備学習		
教科書・参考図書等		
備考	Zoom	
授業計画	1	母集団と標本・単純無作為抽出法
	2	不偏推定量と抽出ウェイト
	3	不偏推定量の分散
	4	Basu の象の教訓
	5	比推定
	6	層化抽出法
	7	集落抽出法
	8	二段抽出法
	9	調査項目の設計
	10	調査票の設計
	11	調査モードと調査実施の方法
	12	より進んだ調査の計画
	13	調査計画とデータの質
	14	
	15	

講義名	時系列データ解析特論																														
担当教員	上田 雅夫																														
単位数	2 単位																														
期間・曜日・時限	後・月 6 限																														
科目区分	専門科目																														
学習到達目標	時系列データの分析に必要な知識を修得する																														
講義概要	株価や為替レート、原油や貴金属、農産物の価格といった時系列データ解析に必要な基礎的知識と、実際の分析に利用する統計解析ソフトウェアの利用法について、統計理論とプログラミングの両面から解説する。統計理論では、時系列データの特徴である系列相関や定常性の検定手法について講義した後、多変量の時系列解析として、非定常データの共和分分析、ボラティリティモデリングなどについて講義する。プログラミングについては、統計解析ソフト R の基本的操作と、各種の統計的検定手法や共和分分析およびボラティリティモデリングの方法について、実際のデータを利用しながら学修する。																														
成績評価方法	レポートによる理解度の確認																														
前提科目	計量経済学モデリング A I を履修していることが望ましい																														
学習上・履修申請上の留意点 及び準備学習																															
教科書・参考図書等	西山慶彦・新谷元嗣・川口大司・奥井亮 (2016)「計量経済学」有斐閣																														
備考	企業のインハウスのシンクタンクにおいて実データ分析の経験を有する教員が、実データの分析をする上で必要な理論について説明する。 以下の計画で進める予定であるが、参加者の理解度並びに要望に変更することがある。																														
授業計画	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>マクロ時系列データ</td></tr> <tr><td>2</td><td>系列相関</td></tr> <tr><td>3</td><td>時系列分析の基礎</td></tr> <tr><td>4</td><td>分析ラグ・モデル</td></tr> <tr><td>5</td><td>分散変動の時系列モデル</td></tr> <tr><td>6</td><td>マクロ経済データのトレンド成分</td></tr> <tr><td>7</td><td>線形トレンドとトレンド・サイクル分解</td></tr> <tr><td>8</td><td>単位根検定</td></tr> <tr><td>9</td><td>確率トレンドとトレンド・サイクル分解</td></tr> <tr><td>10</td><td>構造変化の検定</td></tr> <tr><td>11</td><td>因果性の検定</td></tr> <tr><td>12</td><td>見せかけの回帰と共和分</td></tr> <tr><td>13</td><td>VAR モデルの定常性</td></tr> <tr><td>14</td><td>全体総括①</td></tr> <tr><td>15</td><td>全体総括②</td></tr> </table>	1	マクロ時系列データ	2	系列相関	3	時系列分析の基礎	4	分析ラグ・モデル	5	分散変動の時系列モデル	6	マクロ経済データのトレンド成分	7	線形トレンドとトレンド・サイクル分解	8	単位根検定	9	確率トレンドとトレンド・サイクル分解	10	構造変化の検定	11	因果性の検定	12	見せかけの回帰と共和分	13	VAR モデルの定常性	14	全体総括①	15	全体総括②
1	マクロ時系列データ																														
2	系列相関																														
3	時系列分析の基礎																														
4	分析ラグ・モデル																														
5	分散変動の時系列モデル																														
6	マクロ経済データのトレンド成分																														
7	線形トレンドとトレンド・サイクル分解																														
8	単位根検定																														
9	確率トレンドとトレンド・サイクル分解																														
10	構造変化の検定																														
11	因果性の検定																														
12	見せかけの回帰と共和分																														
13	VAR モデルの定常性																														
14	全体総括①																														
15	全体総括②																														

講義名	計算機統計学特論																														
担当教員	上田 雅夫																														
単位数	2 単位																														
期間・曜日・時限	前・水 6 限																														
科目区分	専門科目																														
学習到達目標	実データのモデリングに必要な知識、特に、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いたモデルの推定方法について理解することを目的とする																														
講義概要	ベイズ推定について、統計モデルの基礎から、実際のモデリングについて説明する。																														
成績評価方法	レポートによる理解度の確認																														
前提科目																															
学習上・履修申請上の留意点 及び準備学習	事前に GitHub で教科書のモデルとデータをダウンロードしておくこと																														
教科書・参考図書等	松浦健太郎 (2016) 「Stan と R でベイズ統計モデリング (Wonderful R)」 共立出版																														
備考	企業のインハウスのシンクタンクにおいて実データ分析の経験を有する教員が、実データを用いた実証研究を指導する。 授業計画は以下で進める予定であるが、参加者の理解度並びに要望に変更することがある。本年度は以下の内容を 13 回に編集して実施する。 Zoom による遠隔講義																														
授業計画	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>統計モデルとは</td></tr> <tr><td>2</td><td>stan とマルコフ連鎖モンテカルロ法①</td></tr> <tr><td>3</td><td>stan とマルコフ連鎖モンテカルロ法②</td></tr> <tr><td>4</td><td>データの分布</td></tr> <tr><td>5</td><td>モデルの推定①</td></tr> <tr><td>6</td><td>モデルの推定②</td></tr> <tr><td>7</td><td>モデルの推定③</td></tr> <tr><td>8</td><td>固定効果と変量効果 (一般化線形混合効果モデル) ①</td></tr> <tr><td>9</td><td>固定効果と変量効果 (一般化線形混合効果モデル) ②</td></tr> <tr><td>10</td><td>切断分布と打ち切りデータ</td></tr> <tr><td>11</td><td>混合分布①</td></tr> <tr><td>12</td><td>混合分布②</td></tr> <tr><td>13</td><td>クラスター分析とセグメンテーション</td></tr> <tr><td>14</td><td>クラスター分析とセグメンテーション (潜在クラスモデル)</td></tr> <tr><td>15</td><td>クラスター分析とセグメンテーション (トピックモデル)</td></tr> </table>	1	統計モデルとは	2	stan とマルコフ連鎖モンテカルロ法①	3	stan とマルコフ連鎖モンテカルロ法②	4	データの分布	5	モデルの推定①	6	モデルの推定②	7	モデルの推定③	8	固定効果と変量効果 (一般化線形混合効果モデル) ①	9	固定効果と変量効果 (一般化線形混合効果モデル) ②	10	切断分布と打ち切りデータ	11	混合分布①	12	混合分布②	13	クラスター分析とセグメンテーション	14	クラスター分析とセグメンテーション (潜在クラスモデル)	15	クラスター分析とセグメンテーション (トピックモデル)
1	統計モデルとは																														
2	stan とマルコフ連鎖モンテカルロ法①																														
3	stan とマルコフ連鎖モンテカルロ法②																														
4	データの分布																														
5	モデルの推定①																														
6	モデルの推定②																														
7	モデルの推定③																														
8	固定効果と変量効果 (一般化線形混合効果モデル) ①																														
9	固定効果と変量効果 (一般化線形混合効果モデル) ②																														
10	切断分布と打ち切りデータ																														
11	混合分布①																														
12	混合分布②																														
13	クラスター分析とセグメンテーション																														
14	クラスター分析とセグメンテーション (潜在クラスモデル)																														
15	クラスター分析とセグメンテーション (トピックモデル)																														

講義名	数理医学	
担当教員	中村 和幸, □家 義登, □栗 正隆,	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	前・集中	
科目区分	専門科目	
学習到達目標	医学の現場における統計解析によるアプローチや数理モデルを用いたアプローチの役割と重要性を理解するとともに、いくつかの手法の基礎的な内容について実施できるようになる。	
講義概要	<p>医療分野において得られるデータには、個人間の差異と本質的な変動の両方が含まれている。このことから、個人間の差異を確率モデルで表現し、本質的な効果を定量的に抽出・推測することが可能な統計解析は、医療分野における有用性・親和性が非常に高く、両者の協働が広くなされてきた。さらに近年では、医療や医学研究の現場でストックされる情報量が、人手で処理するのが困難になりつつあるレベルにまで増加するなどしており、従来の統計的手法を超えた情報学的・数理科学的アプローチが必須となりつつある。本講義では、統計科学・数理科学と医学との協働の現場で行われている解析や最先端の研究を紹介する。</p> <p>本講義を通じて、医学の現場における統計解析・数理的アプローチの役割と重要性を理解するとともに、いくつかの手法の基礎的な内容について実施できるようになることを目標とする。</p>	
成績評価方法	講義内容に関するレポートにより評価する。	
前提科目		
学習上・履修申請上の留意点及び準備学習	各講義回の資料に記載された文献を調査し復習すること。資料に示された演習課題について、各自で復習すること。	
教科書・参考図書等	特になし。	
備考		
授業計画	1	イントロダクション (中村 1)
	2	因果効果の定義 (田栗 1)
	3	観察研究における交絡調整 (田栗 2)
	4	回帰不連続デザイン (田栗 3)
	5	直接効果・間接効果の推定① (田栗 4)
	6	直接効果・間接効果の推定② (田栗 5)
	7	時間依存性交絡の調整 (田栗 6)
	8	操作変数法 (田栗 7)
	9	臨床試験における共変量調整 (田栗 8)
	10	ベイズモデル (中村 2)
	11	ベイズモデルのパラメータ推定 (中村 3)
	12	医療画像分類と可視化 (中村 4)
	13	創薬におけるデータ解析 (大家)
	14	まとめ (中村 5)
	15	

講義名	デザイン思考																														
担当教員	佐藤 彰洋																														
単位数	1 単位																														
期間・曜日・時限	前・土3限																														
科目区分	専門科目																														
学習到達目標	<ul style="list-style-type: none"> ・デザイン思考とワークショップの基本的な仕組みを理解する ・デザイン思考の基本的な方法論を理解する ・デザイン思考の基本的な方法論を組み合わせたワークショップを設計できるようになる ・データ分析レポートを利用したデータデザインワークショップの事例を学ぶ 																														
講義概要	<p>デザイン思考に対する知識習得を目的として、参加型デザインの方法論、社会調査法、デザイン思考の方法論とそれらで利用可能な手法を取り扱う。参加型デザインの方法論として、チームビルディングの方法、ブレインストーミングの方法を取り扱う。また、社会調査法として公的統計調査の利用、プロフェッショナルインタビュー、参与調査、アンケート調査のためのテンプレート設計について論じる。サービスデザインの観点からUMLについて説明する。また、ユーザーエクスペリエンスの観点からペルソナの設計、カスタマージャーニーマップの描き方、サービスブループリントの描き方を実際の実例を通じて学修する。また、プロトタイピングの方法と得られた結果のレビュー方法について実際のグループワークを通じ体験的な学修を行う。最後に、データ分析の結果をデザイン思考に有効に活用するために、計算論的思考法とデザイン思考との関係について論じる。</p>																														
成績評価方法	データ分析レポートとワークショップ企画に関するレポート課題																														
前提科目	特になし																														
学習上・履修申請上の留意点及び準備学習	データ分析レポートとデザインワークショップの企画に関するレポート課題を4回目の授業終了後に課します。このレポート提出物の内容に基づき成績判定を行います。																														
教科書・参考図書等	Aki-Hiro Sato (Ed.), Applications of Data-Centric Science to Social Design, Springer, Singapore (2019)																														
備考	Zoom, Teams																														
授業計画	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>デザイン思考とは</td></tr> <tr><td>2</td><td>デザイン思考の方法論（1）</td></tr> <tr><td>3</td><td>デザイン思考の方法論（2）</td></tr> <tr><td>4</td><td>デザインワークショップの設計</td></tr> <tr><td>5</td><td>デザインワークショップ実施による事例学習（チームビルディングとインプット、ブレインストーミング）</td></tr> <tr><td>6</td><td>デザインワークショップ実施による事例学習（アイデーションとペルソナ設計）</td></tr> <tr><td>7</td><td>デザインワークショップ実施による事例学習（ジャーニーマップの作製とプロトタイプ作成）</td></tr> <tr><td>8</td><td>デザインワークショップ成果事例</td></tr> <tr><td>9</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td></tr> </table>	1	デザイン思考とは	2	デザイン思考の方法論（1）	3	デザイン思考の方法論（2）	4	デザインワークショップの設計	5	デザインワークショップ実施による事例学習（チームビルディングとインプット、ブレインストーミング）	6	デザインワークショップ実施による事例学習（アイデーションとペルソナ設計）	7	デザインワークショップ実施による事例学習（ジャーニーマップの作製とプロトタイプ作成）	8	デザインワークショップ成果事例	9		10		11		12		13		14		15	
1	デザイン思考とは																														
2	デザイン思考の方法論（1）																														
3	デザイン思考の方法論（2）																														
4	デザインワークショップの設計																														
5	デザインワークショップ実施による事例学習（チームビルディングとインプット、ブレインストーミング）																														
6	デザインワークショップ実施による事例学習（アイデーションとペルソナ設計）																														
7	デザインワークショップ実施による事例学習（ジャーニーマップの作製とプロトタイプ作成）																														
8	デザインワークショップ成果事例																														
9																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															

講義名	行政課題解決 PBL	
担当教員	田栗 正隆・西内 啓	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	前・土 4・5 限	
科目区分	PBL 科目	
学習到達目標	公共領域における課題に対し、データ分析を用いた課題の深堀から解決策の策定・提言までの問題解決の一連のプロセスについて、関係者と連携しながら進められる素地の醸成	
講義概要	本講義では、個票データ（擬似データ含む）分析を用いた問題解決の一覧のプロセスを、主にグループワークを通じて実践的な形で学習する。各グループには、ビジネス経験、データ分析経験が豊富な講師が付き、各回のアウトプットに対してフィードバックを提供する。また、グループワークを通じて問題解決における他者との協働を身に着けるだけでなく、クライアントへの模擬インタビューやプレゼンテーションを実施し、問題解決に必要な能力の素地を総合的に養う。	
成績評価方法	最終報告におけるプレゼンテーション 50%+レポート 30%+授業での貢献度 20%	
前提科目		
学习上・履修申請上の留意点及び準備学習		
教科書・参考図書等		
備考		
授業計画	1	講義①データ分析における心構え
	2	講義②ロジカルシンキング
	3	課題説明、グループ分け、自己紹介
	4	講義③Rによる分析の基礎、グループワーク
	5	クライアントインタビュー、中間発表について
	6	グループワーク
	7	中間発表会
	8	グループワーク
	9	最終発表について、グループワーク
	10	グループワーク
	11	最終発表会
	12	最終発表会、講義④文献検索の仕方、レポート課題について
	13	
	14	
	15	

講義名	ビジネス課題解決 PBL	
担当教員	小泉 和之・西内 啓	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	後・金 3・4・5 限	
科目区分	PBL 科目	
学習到達目標	企業の現実のデータ, 課題に対して「どうすれば収益性を向上させられるか」という具体的な施策を提案できるようになること	
講義概要	<p>本講義ではこれまでに学んだ知識を総動員してデータサイエンスを業務に役立てる一連の流れを身につけるべく、実際の企業の課題とデータを用いて OJT (On the Job Training) 形式で演習を進める。具体的には大きく分けて次の 3 つのタスクがこなせられるようになることを目指す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 既存データの入手から分析方針の策定、データ加工、モデリング、予測およびその評価を行うこと ・ 質的（インタビュー）調査の結果から新規に量的調査フォームを開発すること ・ 分析結果を具体的な企画書に落とし込みわかりやすくプレゼンテーションすること <p>以上を目的として、グループディスカッションを通して「考える力」を、実習を通して「手を動かす力」を、またその過程で必要な知識を「自分で調べられる力」を身につける。</p>	
成績評価方法	期末レポート 50% 最終報告会におけるプレゼンテーション 50%	
前提科目		
学習上・履修申請上の留意点 及び準備学習	受講者は一般化線型モデル、機械学習による予測手法、R によるプログラミングについて基礎的な理解を有することが求められる。 また演習においては SQL によるデータ加工を行なうため可能な限り下記に挙げる参考図書を用いて予習をしておくことが望ましい。	
教科書・参考図書等	『SQL 第 2 版 ゼロからはじめるデータベース操作』（翔泳社刊）	
備考	講義中には、PC を利用できるようにしておくこと	
授業計画	1	与えられたデータに対するリサーチデザイン
	2	SQL によるデータ加工の基本
	3	演習：SQL によるデータ加工
	4	R を用いたデータ分析とモデリング
	5	連携企業を交えた中間レビュー①
	6	機械学習手法による予測およびクロスバリデーション
	7	演習：R を用いた予測モデルの作成
	8	質的調査と量的調査
	9	演習：インタビュー調査の実施
	10	演習：量的調査フォームの開発
	11	演習：量的調査結果の分析
	12	施策立案とプレゼンテーション
	13	連携企業を交えた中間レビュー②
	14	演習：分析・予測および提案内容のブラッシュアップ
	15	連携企業を交えた最終報告会

講義名	統計学基礎	
担当教員	小泉 和之	
単位数	1 単位	
期間・曜日・時限	前	
科目区分	e-learning	
学習到達目標	統計学の基礎的な方法論について例を交えながら理解することを目標とする。	
講義概要	<p>本講義では、統計学の考え方を理解することから始める。その上で、データをまとめる記述統計学で最低限必要である代表値、散布度、外れ値などについて理解する。多次元データの取り扱いに際して、2次元データを導入し、相関と回帰についてりかいする。さらには確率を改めて定義し、広い視野で確率を見る力を身に着ける。母集団と標本(データ)の考え方と確率の世界をつなげるために確率分布とその性質について理解する。最終的には確率分布のパラメータに対する推定、仮説検定の考え方について理解する。</p>	
成績評価方法	課題 100%	
前提科目		
学习上・履修申請上の留意点及び準備学習		
教科書・参考図書等	参考書：藤川浩、小泉和之「生物系のためのやさしい基礎統計学」(講談社)	
備考	実際の PC での実践は並行して開講されているデータ分析基礎が大いに役立つ。	
授業計画	1	統計学の考え方と代表値・散布度
	2	多次元データの取り扱い
	3	確率・ベイズ確率
	4	確率分布と現象
	5	確率分布の期待値・分散
	6	パラメータ推定
	7	仮説検定の基礎
	8	まとめ
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	

講義名	応用線形代数	
担当教員	田栗 正隆	
単位数	1 単位	
期間・曜日・時限	前	
科目区分	e-learning	
学習到達目標	データサイエンスに必要な行列、行列を用いた連立方程式の解法、行列式、ベクトル空間、固有値と固有ベクトル等の基礎的事項を理解する。	
講義概要	線形代数は統計学やデータサイエンス分野で要求される数学的な知識の重要な部分をなしている。本講義では、線形代数の応用にあたり主要な内容を計算例を前面に出して解説し、例題を盛り込む形で分かりやすく教授する。抽象的な概念や定理等の証明は必要最小限にとどめ、重要な内容はレポート課題等で確認できるようにする。	
成績評価方法	毎回のレポート課題 100%	
前提科目	特になし	
学习上・履修申請上の留意点及び準備学習		
教科書・参考図書等	Alan Jeffrey, 「Matrix Operations for Engineers and Scientists: An Essential Guide in Linear Algebra」、Springer、2010 年	
備考		
授業計画	1	行列
	2	連立一次方程式
	3	行列式
	4	ベクトル空間
	5	ベクトル空間と階数
	6	射影・固有値問題
	7	固有値問題・最小二乗法
	8	最終テスト
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	

講義名	データ分析基礎	
担当教員	坂巻 顕太郎	
単位数	1 単位	
期間・曜日・時限	前	
科目区分	e-learning	
学習到達目標	データの特徴や分析目的と分析手法の関係を理解し、各種手法を R でプログラミングできることを目標とする。	
講義概要	データサイエンスにおいて、データの特徴を理解したうえで、データを分析し、その分析結果を解釈することが重要である。本講義では、データの理解を促したうえで、比較、因果関係の推測、予測などの目的と関連した分析手法を説明する。特に、検定、回帰モデル、機械学習を扱い、それぞれの手法を R により実行する。講義内容の理解度は課題により確認する。	
成績評価方法	課題 100%	
前提科目		
学习上・履修申請上の留意点及び準備学習		
教科書・参考図書等	参考書：今井 耕介，粕谷 祐子，原田 勝孝，久保 浩樹．社会科学のためのデータ分析入門(上)(下)．岩波書店．	
備考		
授業計画	1	データ分析の実際
	2	R の基礎
	3	様々なグラフ
	4	比較と検定
	5	因果と予測
	6	回帰モデル
	7	機械学習
	8	最終テスト
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	

講義名	ITセキュリティ・情報倫理	
担当教員	足立昌聰	
単位数	1単位	
期間・曜日・時限	前	
科目区分	e-learning	
学習到達目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ パーソナルデータの保護と利活用について理解する ・ データの取得と利活用の関係性を理解する ・ データの機密性を保護するセキュリティ技術を理解する ・ 匿名化などのデータ加工・統計技術を理解する 	
講義概要	<p>データサイエンスは、加工し、解析する対象であるデータを取得できなければ始まりません。一方、それらのデータは第三者の個人情報や知的財産であったりして、その取得や利用に法律上の制限が課されている場合があります。また、法律に違反していなくても、本人に利活用の内容や意義をきちんと説明できないと「炎上」するケースも増えてきています。本講では、データの保護と利活用のバランスを取りながら、データサイエンスを進めていく視点と、その道具であるセキュリティ技術について学びます。</p>	
成績評価方法	期末レポート 100%	
前提科目	特になし	
学習上・履修申請上の留意点 及び準備学習		
教科書・参考図書等	教科書：(執筆中) 参考書：山田恒夫・辰巳丈夫「情報セキュリティと情報倫理」、放送大学教育振興会、2018年	
備考		
授業計画	1	個人データの取得と個人情報保護
	2	個人データの利活用と個人情報保護
	3	パーソナライズとプロファイリング
	4	産業データ・知的財産の取得と契約
	5	アクセス権限と権限管理
	6	暗号化とハッシュ関数
	7	匿名化、仮名化と統計処理
	8	ケーススタディ
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	

講義名	ノンパラメトリック法	
担当教員	村上 秀俊	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	2020 年度休講	
科目区分	専門科目	
学習到達目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 統計的検定法の手順を説明できるようにする。 2. 局所最強力検定, 漸近相対効率, 漸近正規性について説明できるようにする。 3. 鞍点近似とその基本的性質について説明できるようにする。 4. カーネル密度推定を理解し, バンド幅を導出できるようにする。 	
講義概要	<p>ノンパラメトリック法や近似法の理論および考え方を学ぶ。ノンパラメトリック検定では局所最強力検定, 漸近相対効率, 漸近正規性について学び, 近似法では鞍点近似を中心に学ぶ。また, カーネル密度推定の理論について学ぶ。</p>	
成績評価方法	レポート課題を総合的に評価する。	
前提科目		
学習上・履修申請上の留意点 及び準備学習	学部での数理統計学の基礎知識は前提として講義を行う。	
教科書・参考図書等	参考書：村上秀俊「統計解析スタンダード ノンパラメトリック法」朝倉書店	
備考		
授業計画	1	ノンパラメトリック検定（1）順序統計量およびノンパラメトリック検定の基本的な考え方を理解する。
	2	ノンパラメトリック検定（2）基本的な検定統計量および局所最強力検定について理解する。
	3	ノンパラメトリック検定（3）漸近相対効率について理解する。
	4	ノンパラメトリック検定（4）漸近正規性について理解する。
	5	鞍点近似（1）鞍点近似の基本的な考え方を理解する。
	6	鞍点近似（2）経験鞍点近似および近似誤差について理解する。
	7	鞍点近似（3）ノンパラメトリック検定への適応について理解する。
	8	これまでの内容の理解度を確認する。
	9	カーネル密度推定について（1）カーネル密度推定の基本的な考え方を理解する。
	10	カーネル密度推定について（2）カーネル関数の選択、バンド幅の決定法について理解する。
	11	カーネル密度推定について（3）カーネル関数の選択、バンド幅の決定法について理解する。
	12	カーネル密度推定について（4）高次カーネル密度推定について理解する。
	13	カーネル密度推定について（5）多変量データに対するカーネル密度推定の基本的な考え方を理解する。
	14	カーネル密度推定について（6）多変量データに対するカーネル関数の選択、バンド幅の決定法について理解する。
	15	本科目内容の到達度の確認と解説

講義名	欠測データ解析
担当教員	瀬尾 隆
単位数	2 単位
期間・曜日・時限	前・水 1 限
科目区分	専門科目
学習到達目標	<ol style="list-style-type: none"> 1 統計的検定法の手順を説明できるようにする。 2 多変量正規分布とその基本的性質について説明できるようにする。 3 平均ベクトルや共分散行列の最尤推定量を導出できるようにする。 4 尤度比検定を理解し説明できるようにする。 5 データが欠測値を含む場合の平均ベクトルの検定法について理解し、説明できるようにする。
講義概要	統計的推測理論の基礎概念を確認し、統計解析理論や統計的手法の考え方を学ぶ。特に、多変量解析の平均ベクトルに関する検定を中心に、尤度比検定、欠測値データにおける統計解析理論について学ぶことができる。
成績評価方法	到達度評価試験・小テストの結果ならびにレポート課題を総合的に評価する。
前提科目	
学习上・履修申請上の留意点 及び準備学習	学部での数理統計学、および、多変量解析の基礎知識は前提にして講義を行う。
教科書・参考図書等	教科書：資料を配布する 参考書：講義の初めに紹介する。
備考	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> 1 基礎と復習 1 統計的仮設検定，多変量正規分布などについて復習する。 2 基礎と復習 2 多変量正規分布とウィシャート分布標本平均ベクトル，標本分散共分散行列の性質を理解する。 3 欠測データ 1 欠測のメカニズムと単調欠測データとは何かを理解する 4 欠測データ 2 2-step 単調欠測データのもとで平均ベクトルと分散共分散行列の最尤推定量の導出を理解する。 5 平均ベクトルの検定 1 尤度比検定とホテルリングの T^2 検定統計量とその分布を理解する。 6 欠測データ 3 2-step 単調欠測値データのもとでの平均ベクトルの検定を理解する。 7 欠測値データ 4 2-step 単調欠測値データのもとでのホテルリングの T^2 検定統計量の分布を理解する。 8 欠測データ 5 k-step 単調欠測値データのもとで平均ベクトルと分散共分散行列の最尤推定量の導出を理解する。 9 欠測値データ 6 k-step 単調欠測値データのもとでのホテルリングの T^2 検定統計量の分布を理解する 10 これまでの内容の到達度の確認と解説 11 平均ベクトルの検定 2 修正尤度比検定について理解する。 12 欠測値データ 7 単調欠測値データのもとでの修正尤度比検定統計量について理解する。 13 欠測値データ 8 単調欠測値データのもとでの修正検定統計量について理解する。 14 欠測値データ 8 2 標本および多標本問題の場合への拡張について理解する。 15 本科目内容の到達度の確認と解説

講義名	最適化理論	
担当教員	矢部 博	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	後・火 4 限	
科目区分	専門科目	
学習到達目標	1. 凸集合・凸関数について説明できるようになる。 2. 双対定理、最適性条件について説明できるようになる。 3. 線形計画問題を解くための主双対内点法について理解できるようになる。	
講義概要	最適化理論のうち、凸関数、線形最適化問題に対する数値解法、双対定理、最適性条件について学習します。	
成績評価方法	出席状況・レポート・試験結果を総合的に評価します。	
前提科目		
学習上・履修申請上の留意点 及び準備学習	数値計画法やオペレーションズ・リサーチに関する基礎知識があることが望ましい。	
教科書・参考図書等	教科書：矢部博 「最適化とその応用」，数理工学社。	
備考		
授業計画	1	最適化問題 (1)最適化問題の例について学習する。
	2	最適化問題 (2)最適化問題の例について学習する。
	3	凸集合と凸関数 (1)凸集合・凸関数について学習する。
	4	凸集合と凸関数 (2)凸関数であるための必要条件・十分条件について学習する。
	5	凸集合と凸関数 (3)凸関数であるための必要条件・十分条件について学習する。
	6	線形計画問題 (1)単体法について理解できるようになる。
	7	線形計画問題 (2)双対定理について理解できるようになる。
	8	線形計画問題 (3)最適性条件、二者択一定理について理解できるようになる。
	9	線形計画問題 (4)内点法について理解できるようになる。
	10	線形計画問題 (5)中心化 KKT 条件と主双対内点法について理解できるようになる。
	11	線形計画問題 (6)実行可能点列主双対内点法について理解できるようになる。
	12	線形計画問題 (7)実行可能点列主双対内点法について理解できるようになる。
	13	線形計画問題 (8)実行可能点列主双対内点法について理解できるようになる。
	14	制約付き最適化問題 (1)等式制約条件付き最適化問題の最適性条件について理解できるようになる。
	15	制約付き最適化問題 (2)不等式制約条件付き最適化問題の最適性条件について理解できるようになる。

講義名	数理ファイナンス	
担当教員	乾 孝治	
単位数	2 単位	
期間・曜日・時限	後・木 1 限	
科目区分	専門科目	
学習到達目標		
講義概要	<p>金融市場のグローバル化の進展は、資金のダイナミックな移転を加速し価格変動リスクの増大を招いている一方で、国境を越えたデータの蓄積を進展させ、いわゆるフィンテックと呼ばれる新しい金融サービスの展開を加速している。</p> <p>金融商品の取引仲介やアンダーライティングを主要業務とする金融機関のみならず、一般事業会社もまた日々の財務取引や従業員の年金・保険を経由して金融リスクに対峙しており、データサイエンスの知見も取り入れながら、金融リスク管理能力の維持・向上が本業ビジネス成功の必要条件となっている。</p> <p>本講義では、代表的金融商品の価格付けとリスク管理の方法について、理論的な背景を確認した上で、データサイエンスを活用した具体的な方法について学習することを主な目的とする。代表的金融商品の価格付け、ポートフォリオ構築、リスク評価等についての理論と具体的な方法について理解し、比較的簡単な問題について EXCEL や R などで問題解決ができるようになることを到達目標とする。なお、本講義は数理ファイナンスの範疇を確率解析による価格付け理論に限定せず、データサイエンスの方法を取り入れたファイナンス現象への数理的なアプローチと理解し、基本的な金融証券の価格付けとリスク管理の方法について扱っていることに注意して欲しい。</p>	
成績評価方法	授業への参加度 50%，演習・レポート 50%で評価する。	
前提科目		
学習上・履修申請上の留意点及び準備学習	授業中に配布する資料について確認し、不明な部分があれば授業中に質問すること。	
教科書・参考図書等	本講義では、適宜、講義用資料を配布し講義を進める。	
備考		
授業計画	1	確定利付証券の評価
	2	金利の期間構造 (1)：期間構造の概要
	3	金利の期間構造 (2)：期間構造のモデリング
	4	金利の期間構造 (3)：無裁定モデル
	5	リスク証券の収益率
	6	ポートフォリオの構築 (1)：MV 法
	7	ポートフォリオの構築 (2)：インデックス運用
	8	株価のモデリング (1)：CAPM
	9	株価のモデリング (2)：ファクターモデル
	10	株価のモデリング (3)：DCF モデル
	11	リスク評価 (1)：VaR-パラメトリック法
	12	リスク評価 (2)：VaR-ヒストリカル法
	13	非線形リスクのモデル：GARCH, RSLN
	14	総括
	15	

講義名	Deep Learning 入門	
担当教員	三澤 大太郎	
単位数	1 単位	
期間・曜日・時限	後・集中	
科目区分	専門科目	
学習到達目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ Pytorch を使って Deep Learning を実装できる ・ 機械学習の結果を評価する 	
講義概要	<p>昨今の目覚ましい AI の発展には、Deep Learning の活用が大きく影響しています。自動運転の実現、画像診断の向上、高度なレコメンデーションエンジン、自動翻訳など、様々な技術に応用されています。本講義では、Deep Learning の数学的な理論より、実装方法に重きを置きつつ、Python の基本的な操作から Pytorch を使った Deep Learning の実装 (CNN、Transformer 含む) までを学びます。</p>	
成績評価方法	出席及び課題	
前提科目		
学习上・履修申請上の留意点及び準備学習		
教科書・参考図書等	参考書：ゼロから作る Deep Learning (斎藤康毅)	
備考		
授業計画	1	Deep Learning の概要
	2	Google Colaboratory の使い方
	3	Pytorch を使った Deep Learning の実装 (2 値分類)
	4	予測結果の評価方法
	5	Hyper Parameter Tuning
	6	Pytorch を使った Deep Learning の実装 (回帰)
	7	Convolutional Neural Network を使った多クラス分類
	8	Transformer を使った多クラス分類
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	