

2019 年度 カリキュラムサンプル

拠点大学における数理データサイエンス関連科目のシラバス

数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム
カリキュラム分科会

A 北海道大学

A.1 情報学（1）

2019 年度以降の学内向けのカリキュラム案として、数理・データサイエンス教育研究センターの責任で作成されたものです。協力校向けのカリキュラムの最新版は、数理・データサイエンス教育研究センターに直接お問い合わせ下さい。

授業の目標・概要

初等中等教育において習得した情報活用能力をもとに、より高度な情報活用能力を実践的に習得するとともに、情報活用に必須の情報社会・情報科学に関する基礎知識を習得する。現行の情報リテラシーに比べ、これからの時代に求められる人材が身につけるべき素養として、数理データサイエンスに繋がる内容を講義内容に加える。AI や深層学習の基礎となる Python プログラミングの習得の内容を授業枠 3 回分程度追加する。教育内容の均質化¹⁾、新しい内容については数理データサイエンスセンターが委託開発中のオンライン教材を用いて行う。対応してデータのデジタル表現や HTML 等についての基礎的内容の授業時間数を縮減して時間数を確保する²⁾ 一方、情報倫理や情報セキュリティに関する理解については十分な時間を確保する。事業経費によるデータサイエンス教育プラットフォーム（別添資料①）により実現される。

- オンライン教材のプログラミング演習を 3 コマ程度導入
- ビデオ自習教材の導入
- 関連する授業支援システムを整備

¹⁾ 複数教員で教えるため、同じ内容を同じ質で教えることを担保する意味。

²⁾ 既存の内容を短時間で教えると説明した内容が該当する。

到達目標

情報活用に必須の情報社会・情報科学に関する基礎知識を習得し、実践的に活用できる。情報システムおよび情報メディアを高度に活用し、共同で、問題の提起、解決、報告・評価を行うことで、より高度な情報活用能力を習得するとともに、能動的学習を協調的に行うことができる。

授業計画・内容

【授業計画】

1. 情報活用に必須である情報社会・情報科学の基礎知識について講義と実習を行う。
 - 情報社会：情報倫理・情報セキュリティ等、情報社会に関わる基礎知識ビデオ教材等を用い、下記の内容について、問題と解決を具体的に考察するパスワード・個人情報の管理、情報セキュリティポリシー、プライバシー（GPS や履歴情報）、検索エンジン、著作権、肖像権、剽窃とねつ造、クリティカル・シンキング、ブレインストーミング、ネット依存、匿名性、SNS での情報の受発信、ネット詐欺、ウェブ・アクセシビリティ、公開鍵暗号のしくみ、等
 - 情報科学：デジタル表現（色・画像・音）、データベース、R、プログラミング、HTML 文書、等
2. 情報活用能力の発展として、情報学の様々なテーマについて、課題を設定し、情報システムおよび情報メディアを高度に活用した実習を行う。実習は、コンピュータ室で、コンピュータを使用して、20名余の少人数で行う。
 - 討論：グループで行い、かつ、相互評価を伴う。
 - 情報検索（妥当性等の判断含む）、HTML 文書：これらの課題は相互評価を伴う。
 - 問題解決の一環として、文書作成、表計算処理、等の課題を行う。

【内容】

1. ガイダンス
2. プログラミング 深層学習（現状の AI の主流です）の中心にある Python 言語のプログラミング基礎のオンライン教材とテスト（文、変数、入出力、ファイル、ループ、ライブラリの利用）
3. 映像教材動画を活用した反転学習（数回分）※放送大学との連携
4. 情報倫理（メール、引用、ネット多数派、剽窃と捏造、肖像権、SNS）
5. 情報セキュリティ（個人情報流出、依存、履歴情報、匿名性、アクセシビリティ、ランサムウェア、フィッシング、セキュリティポリシー、電子署名と暗号鍵）
6. 基礎的操作（ファイル、フォルダ、ネットワーク）
7. 表計算、拡張子、画面キャプチャと画像トリミング
8. デジタルデータ表現（色、画像、音）
9. ウェブ文書（HTML、CSS、Javascript）
10. レポート作法、パワーポイント報告書作成、相互評価
11. R を使ったデータ処理と描画

前提知識

高校卒業レベル（文系・理系を問わず）

標準的な教科書

実習テキスト：情報学 I テキスト 2019 / 情報学 I テキスト編集グループ：学術図書出版社、2019

A.2 情報学（2）

2019 年度以降の学内向けのカリキュラム案として、数理・データサイエンス教育研究センターの責任で作成されたものです。協力校向けのカリキュラムの最新版は、数理・データサイエンス教育研究センターに直接お問い合わせ下さい。

授業の目標・概要

情報学（1）の内容を発展的に扱い、情報社会への参画と情報科学の理解のためにさらに必要な知識を学ぶ。データサイエンスが、多分野にまたがる基礎的素養としての色彩も濃くなりつつあり、他学部からも基礎教育が期待されている。こうした状況に鑑み、学生の視点に立った基礎的教養、および自らの将来像を描く上での刺激となるような内容を含めてゆくべきである。

到達目標

情報社会における法・倫理・安全性等を理解できる。情報科学の基礎となるハードウェア・ソフトウェアおよびネットワークのしくみを原理的に理解できる。

授業計画・内容

【授業計画】以下の学習内容に関して、適宜、電子スライドやビデオを利用した講義形式に加えて、コンピュータを使ったデータ処理やグループ学習等の実習あるいはeラーニングで実施する。

1. 情報社会における法と倫理
2. 情報社会とセキュリティ
3. いろいろな情報のデジタル表現
4. コンピュータの構成としくみ
5. アルゴリズムとプログラミングの基礎知識
6. コンピュータネットワークのしくみ
7. コンピュータの将来と限界

【内容】

1. 「情報科学のフロンティア」(仮)
 - 学内外で活躍中の研究者³⁾によるデータサイエンス最新研究紹介
 - 企業のプロジェクト紹介や活躍する研究者⁴⁾によるデータサイエンスの社会利用紹介
 - E-learningを活用した効果的な講義・演習実践（別添資料①のデータサイエンス教育プラットフォームを利用して実施）
- ³⁾ 各専攻・学部・データサイエンスセンター選出の講師
⁴⁾ 企業・役所・研究所等から招聘講師
2. 情報リテラシー応用
 - オフィスツールを利用した論文・レポート作成法応用発展編
 - エクセルやRを利用した簡易的データ解析と視覚化
 - HTML、CSS、Javascriptの発展編
 - 必要に応じてより基礎的内容や発展内容も盛り込む
 3. 情報倫理・セキュリティ

前提知識

高校卒業レベル（文系・理系を問わず）

標準的な教科書

特に定めない。

A.3 線形代数学 I

授業の目標・概要

行列とベクトルの演算を扱う線形代数学 I は自然科学および工学の重要な礎となる科目であり、さらに社会科学や医療分野などを含めた幅広いデータサイエンスの基礎としても大事である。行列および行列式の性質や役割について講義する。行列と行列式の演算および行列の基本変形（掃き出し法）を扱い、連立 1 次方程式や解法や逆行列の計算法を講義する。基本変形と基本行列との関連も解説する。

到達目標

- 行列と行列式の演算および行列の基本変形（掃き出し法）に習熟する。
- 連立 1 次方程式の解法や逆行列の計算法を理解する。
- 基本行列の役割と基本変形との関係を理解する。
- 行列の余因子展開やクラメールの公式を理解する。

授業計画・内容

1. 行列：定義と演算（和・スカラー倍・積）、行列の転置
2. 連立 1 次方程式の理論：消去法、掃き出し法、解空間、基本変形と基本行列
3. 行列の階数：基本変形と計算
4. 逆行列、掃き出し法
5. 行列式：定義と基本的な性質
6. 余因子行列と余因子展開、クラメールの公式
7. 時間に余裕があれば n 次元ユークリッド空間の線形変換にも触れる（平面における回転や折り返しの例と行列の関係、2 次行列において行列式と面積との関係など）

前提知識

高校理系数学を前提とする。特に、平面ベクトル、空間ベクトル、直線および平面の方程式。

標準的な教科書

- 三宅著「入門線形代数」(培風館)
- 泉屋・石川他著「行列と連立一次方程式」

A.4 線形代数学 II

授業の目標・概要

線形写像と固有値・固有ベクトルという概念を中心に扱う線形代数学 II は自然科学および工学の重要な礎となる科目であり、さらに社会科学や医療分野などを含めた幅広いデータサイエンスの基礎としても大事である。線形代数学 I の科目内容に続いて、ベクトル空間と線形写像について基礎理論を講義する。行列と連立 1 次方程式の理論を、ベクトル空間の概念を基礎とした線形写像を用いて記述する。正方行列の固有値、固有ベクトルについて講義する。特に対称行列を対角化する理論および計算法を述べる。線形写像の行列表現について述べ、特に線形変換が表現行列の固有値、固有ベクトルを通じて理解されることを述べる。

到達目標

- ベクトル空間や線形写像の概念や基本的事項を理解する。
- 行列とベクトルによる具体的な取扱いに習熟する。
- 連立 1 次方程式の解空間を上記の立場から理解する。
- 行列（3 次、4 次程度）の固有値、固有ベクトルについて具体的に計算できる。

授業計画・内容

1. ベクトル空間：定義と例、部分空間
2. 線形独立と線形従属、ベクトル空間の次元と基底
3. 線形写像：基底と表現行列、基底の変換
4. 線形写像の核と像と階数、次元定理
5. 行列および線形変換の固有値と固有ベクトル
6. 内積空間：定義と例、ノルム、シュワルツの不等式、3 角不等式
7. 空間の部分空間と直交補空間、グラム・シュミットの直交化
8. 対称行列の対角化と 2 次形式

前提知識

線形代数学 I の内容を前提とする。

標準的な教科書

- 三宅著「入門線形代数」
- 泉屋・石川他著「線形写像と固有値」

A.5 微分積分学 I

授業の目標・概要

1 変数関数および多変数関数の微分法を扱う微分積分学 I は自然科学および工学の重要な礎となる科目であり、さらに社会科学や医療分野などを含めた幅広いデータサイエンスの基礎としても大事である。数列の挙動

や関数の微分法についての講義を行う。講義の前半では、数列や1変数関数の微分法について高校で扱ったことを体系的に整理し、新しい概念や定理の補充を行う。講義の後半では、多変数関数（主に2変数関数）の微分法やその応用について講義する。

到達目標

1. 講義の全体を通して、数列の極限や1変数関数や多変数関数の連続性や微分可能性についての理解を深める。
2. 科学の諸分野で起こる問題を数学的に定式化し、解決する能力を養うことを目標とする。
3. 具体的には数列の極限を理解し、1変数および多変数の微分法に習熟し、近似値、極限值、極大・極小などを微分法を用いて計算し、関数の性質を具体的に調べる力を養う。

授業計画・内容

授業内容は数列、収束、関数、極限、微分、偏微分、テイラーの定理である。下記の計画に沿って実施する。計算中心の微積分の講義を行う。 $\epsilon - \delta$ 論法等の高度な議論は（部分的に行うにしても）最小限に留める。線形代数学 I も合わせて履修することが望ましい。

1. 数列と関数
 - 実数の連続性、数列の収束、発散
 - 関数の連続性、連続関数の性質、逆3角関数
2. 1変数関数の微分法
 - 微分係数の定義と導関数、逆関数の微分法、媒介変数による微分法
 - 平均値の定理、高次の導関数とテイラーの定理、不定形の極限
3. 多変数関数の微分法
 - 点集合（距離、開（閉）集合、領域等）、関数の極限と連続性
 - 偏微分、全微分可能性、合成関数の微分法、テイラーの定理
 - 写像とヤコビアン、陰関数定理
 - 極値問題、ヘッセ行列、多変数関数のグラフ

前提知識

高校理系数学を前提とする。特に、微分法および積分法の基本的な定義と概念に関わる内容。

標準的な教科書

- 三宅著「入門微分積分」
- 上見他著「微分」改訂版

A.6 微分積分学 II

授業の目標・概要

1 変数関数および多変数関数の積分法を扱う微分積分学 II は自然科学および工学の重要な礎となる科目であり、さらに社会科学や医療分野などを含めた幅広いデータサイエンスの基礎としても大事である。講義の前半では、1 変数関数の積分法について高校で扱ったことを体系的に整理し、新しい概念や定理の補充を行う。講義の後半では、多変数関数の積分法やその応用について講義する。

到達目標

- 講義の全体を通して、1 変数関数の理論がどのように多変数関数の理論に拡張されるかについての理解を深める。
- 科学の諸分野で起こる問題を数学的に定式化し、解決する能力を養う。
- 1 変数および多変数の積分法に習熟し、定積分、原始関数、線積分、面積、体積、曲面積などを具体的に計算できる力を養う。

授業計画・内容

授業内容は、原始関数、積分、重積分、リーマン和、変数変換である。下記の計画に沿って実施する。計算中心の微積分の講義を行う。 $\epsilon - \delta$ 論法等の高度な議論は（部分的に行うにしても）最小限に留める。線形代数学 I も合わせて履修することが望ましい。

1. 1 変数関数の積分法
 - 定積分の定義と性質
 - 原始関数、微分積分学の基本定理
 - 広義積分の定義とその収束の条件
 - ガンマ関数、ベータ関数
2. 多変数関数の積分法
 - 重積分の定義とその性質（主として 2, 3 次元）
 - 重積分の計算法（累次積分、変数変換による積分など）
 - 広義積分の定義と計算例
 - 重積分の応用（体積、曲面積、線積分とグリーンの定理など）

前提知識

微分積分学 I の内容を前提とする。

標準的な教科書

- 三宅著「入門微分積分」
- 上見他著「積分」改訂版

A.7 入門線形代数学

授業の目標・概要

主に文科系学生を対象とする線形代数の入門講義である。社会科学を含めた幅広いデータサイエンス分野において、線形代数は重要な基礎科目である。行列についての基礎を初歩から講義する。主に2次の正方行列について、行列の演算、行列式と逆行列の扱い、行列と連立1次方程式の関係を講義する。2次行列と平面上の線形変換やその固有値も解説する。

到達目標

- 2次行列の基本性質や計算を身につける。
- 連立1次方程式や線形変換との関連を理解する。
- 平面における線形変換の例を計算できる。
- 線形代数学 I の履修のために十分な予備知識、考え方、計算力を身につける。

授業計画・内容

授業内容は連立1次方程式、逆行列、固有値、固有ベクトルである。下記の計画に沿って実施する。行列の定義や演算は一般次数の場合を扱う。シグマ記号、弧度法など学生の予備知識に配慮する。

1. 行列：定義と演算（和、スカラー倍、積）
2. 2次の行列式と逆行列
3. 行列と連立1次方程式
4. 行列と平面の線形変換、ベクトルの内積と直交変換、合同変換、相似変換
5. 線形変換の固有値と固有ベクトル、行列の対角化

前提知識

高校文系数学を前提とする。特に、平面ベクトル、空間ベクトル、直線および平面の方程式。

標準的な教科書

特に定めない。

A.8 入門微分積分学

授業の目標・概要

主に文科系学生を対象とする微分積分学の入門講義である。社会科学を含めた幅広いデータサイエンス分野において、微分積分学は重要な基礎科目である。具体的な関数について関数の極限と連続関数の概念を述べた後、1変数関数の微分法と積分法を述べる。様々な関数の微分と積分の計算法を学び、その応用として、具体的な1変数関数の極大・極小、図形の面積や回転体の体積を扱う。

到達目標

- 具体的な 1 変数関数の微積分に関する基本的な知識の習熟を目標とする。
- 微分積分学 I の履修のために必要な基礎知識と考え方を養い、計算力を身につける。

授業計画・内容

授業内容は極限、1 変数関数、微分、積分である。下記の計画に沿って実施する。

1. 関数と極限：関数（分数関数、無理関数、弧度法と 3 角関数、逆関数と合成関数）、数列の極限、関数の極限、連続関数
2. 微分法：微分係数と導関数、積、商の導関数、合成関数と逆関数の導関数、3 角関数、指数関数、対数関数の導関数、高次導関数、応用（接線と法線、関数の増減、速度と加速度）
3. 積分法：不定積分と定積分、置換積分、部分積分、応用（面積、回転体の体積）

前提知識

高校文系数学を前提とする。特に、3 次関数・4 次関数の微分法、指数関数・対数関数・三角関数の性質。

標準的な教科書

特に定めない。

A.9 統計学

授業の目標・概要

統計学は、データをどのように分析し、それに基づいてどのような判断を下したらよいかを論ずる学問であり、文系理系を問わず、あらゆる実証研究に関わる人の方法的基礎をなす。実社会でも、意思決定におけるデータ情報の重要性が認識されてきている。本講義において統計的な考え方を理解し、統計手法の適切な使用方法の基礎を身につけることを目標とする。

到達目標

データから情報を引き出して、判断や意思決定を行う手続きができるようになるため、以下を到達目標とする。

- 記述統計の基礎：統計データをそのまま眺めても全体の傾向は見えないが、記述・整理（平均値、グラフ化などの統計処理）を行うことにより、データの特徴や傾向を把握することができる。
- 確率変数と確率分布：統計的推測においては、統計データの発生メカニズムについて、確率モデルを通じて定式化を行う。この定式化のために必要不可欠な確率変数について、様々な具体例を用いながら、確率計算・モーメント特性の把握などを行うことができる。
- 推測統計の基礎：統計的推測とは、サンプルデータに基づいて母集団分布に関する推測を行うことである。統計的推測には、母集団分布の特性値を推定するための方法（点推定・区間推定）と母集団分布に関する仮説を検証するための方法（仮説検定）がある。特に、母集団分布として正規分布を仮定した場

合の統計的手続き、及び、母比率に関する推測法を実践できる。

授業計画・内容

1. ガイダンス
2. 一変量データの整理と記述
3. 二変量データの整理と記述
4. 確率変数と確率分布の基礎
5. 確率分布の特性値
6. 代表的な確率分布
7. 多次元確率分布
8. 母集団と標本
9. 標本分布
10. 点推定
11. 区間推定
12. 仮説検定の考え方
13. 正規分布と二項分布の仮説検定
14. 二つの正規分布の仮説検定

前提知識

仮定しない。

標準的な教科書

- 統計学基礎：日本統計学会公式認定統計検定2級対応 / 日本統計学会 編：東京図書
- 確率と統計：基礎と応用 / 木村俊一、古澄英男、鈴木晶夫：朝倉書店

B 東京大学

B.1 統計データ解析 I

授業の目標・概要

ビッグデータの時代と言われている。近年、データの計測およびストレージ技術の発達とともに、大規模データから適切に情報抽出し、それを意思決定に活用することが必須のリテラシーとなっている。いっぽうデータの形式と対応する解析法の変化は著しく、新しい方法を正しく利用するために、普遍的な統計科学の原理を理解することが重要である。基礎となる統計数理とともに、具体的な統計解析手法とその運用を、統計ソフトウェアによるデータ解析実習を通じて習得する。統計データ解析 I では、受講者が統計ソフトウェアを用いた実験によって確率的現象に慣れ、統計推測法の意味を理解し、データ解析の方法を実習する。統計ソフトウェア R の使い方を学んだあと、シミュレーションによってランダムネスと極限定理を体験する。後で必要になる確率分布を学び、基本的な記述統計量と標本分布に関する基礎事項を学習する。推測統計における基礎的な推定・検定法、および分散分析、回帰分析の方法を、データ処理を通じて実習する。

到達目標

- 基礎となる統計数理を理解する。
- 具体的な統計解析手法とその運用を、統計ソフトウェアによるデータ解析実習を通じて理解する。

授業計画・内容

1. 統計ソフトウェア R 入門：R の基本的な使い方を学ぶ。
2. データのプロット：R のグラフィックス機能を使い、データを見やすく表示する。
3. シミュレーションと極限定理：極限定理は統計学の基本である。ここではシミュレーションによって現象を観察する。
4. 確率分布：確率分布の基礎と幾つかの例を学習する。
5. 基礎的な記述統計量とデータの集約：データの様子を簡素にまとめる方法について考える。
6. 推定：統計モデルに対して有効な推定法を学ぶ。
7. 検定：データに基づき統計的仮説を検定する方法を扱う。
8. 分散分析：一元配置、二元配置について学ぶ。
9. 回帰分析：ある変量を他の変量で説明する回帰モデルを扱い、その推定、検定の方法を身につける。

前提知識

基礎的な数学（微分積分学、線型代数学）を習得した学生は本講義の内容をより深く理解することができる。

標準的な教科書

特に定めない。UTokyo OpenCourseWare の講義資料、配布資料を参照のこと。

B.2 Python プログラミング入門

授業の目標・概要

データサイエンスや計算科学等に必要なプログラミングの基礎を、Python 言語を通して修得する。データ構造、制御構造、オブジェクト指向等、プログラミング言語の基礎概念について学ぶとともに、計算量等のアルゴリズムの基本原則について理解する。

到達目標

計算の手続きを自分である程度自由に Python のプログラムとして表現できるようになる。

授業計画・内容

本科目は7回の演習（初回はガイダンス）から成り、それぞれの回までに e-learning 教材をあらかじめ自分で学び、その回の予習課題を提出しておくことが求められる。各回の演習では、前回の本課題とその回の予習課題の解説の後、質問等を受け付けながら、その回の本課題について実習を行い、その結果をその日のうちに提出する。最終回では本課題に代えてミニプロジェクトを開始し、その成果をレポートとして2週間後までに提出する。

1. 式と関数
 - 数値演算
 - 変数と関数の基礎
 - 論理・比較演算と条件分岐の基礎
 - デバッグング
2. データ構造
 - 文字列
 - リストとタプル
 - 辞書
 - セット
3. 制御構造
 - 条件分岐
 - 繰り返し
 - 内包表記
 - 関数
 - 再帰
 - 関数型プログラミング
4. モジュール
 - モジュールの使い方
 - NumPy ライブラリ
 - matplotlib ライブラリ
 - Python 実行ファイルとモジュール
5. 入出力
 - ファイル入出力の基本
 - csv ファイルの入出力
 - json ファイルの入出力
 - Xml ファイルの入出力
6. オブジェクトとクラス
 - オブジェクト指向
 - クラスの継承
 - イテレータとジェネレータ
7. ライブラリとミニプロジェクト
 - pandas ライブラリ
 - scikit-learn ライブラリ
 - ミニプロジェクト

前提知識

仮定しない。

標準的な教科書

特に定めない。必要に応じて、たとえば以下のような文献を参照する。Python チュートリアル <https://docs.python.org/ja/3/tutorial/>

C 滋賀大学

C.1 線形代数への招待

授業の目標・概要

多変量解析法や機械学習法を理論的に理解するために必須となる線形代数の基本的事項を概念的に理解する。データサイエンスで用いられる多くの手法の数理的なモデルを表すためには、行列を用いた表現がしばしば用いられる。本講義では行列を用いた表現を概念的に理解するために線形代数の基礎について学ぶ。

到達目標

- 行列の基本的操作と計算ができる。
- ベクトル空間や線形変換などの基礎的概念を理解する。
- 逆行列、行列式、固有値・固有ベクトルの計算ができる。
- 多変量解析法や機械学習法で頻出する対称行列の性質を理解する。

授業計画・内容

1. イントロダクション
2. 行列の加減と積
3. 行列による方程式の解法
4. 逆行列、直交行列、対称行列、対角行列、三角行列
5. 正定値行列、非負定値行列、置換行列、スケーリング行列
6. ベクトル空間と線形変換
7. シュミットの直交化法
8. 行列のランク
9. 行列式
10. 射影と射影行列
11. 固有値と固有ベクトル
12. 対称行列の固有値と固有ベクトル
13. 分割行列の加減、積、逆行列、行列式
14. 2次形式とその最大化・最小化
15. 最終テスト

前提知識

高校文系数学レベル（数 B（ベクトル））

標準的な教科書

「統計学のための数学入門30講」、永田 靖、朝倉書店

C.2 解析学への招待

授業の目標・概要

様々な情報学、統計学のみならず、経済学、工学、その他さまざまな分野を学ぶ上で、微分、積分を身につけていることは必須である。本講義では、微分、積分の基本的な性質やその応用を身につけることを目的とし、1変数関数の微分、積分について、様々な応用場面を例に紹介しながら、演習を交えて、基本的スキルを身につけていく。

到達目標

- 様々な数学の基礎を身につける。
- 微分概念を理解し、極値問題等へ応用できる。
- 積分概念を理解し、面積等の計算方法を理解する。

授業計画・内容

1. イントロダクション
2. 数列の極限、級数
3. 関数の極限
4. 微分の定義
5. 合成関数の微分、積の微分、逆関数の微分
6. 高階微分
7. 微分的应用 (ロピタルの定理、ニュートン法、テイラー展開)
8. まとめ1、及び到達度確認テスト
9. 原始関数
10. 定積分と不定積分
11. 置換積分・部分積分
12. 様々な関数の積分
13. 広義積分
14. 積分の応用
15. まとめ2

前提知識

高校文系数学レベル (数学 I・A、数 II・B)

標準的な教科書

特に定めない。

C.3 確率への招待

授業の目標・概要

同様に確からしい事象に基づく確率の計算を行うには、様々な順列・組み合わせの計算が必要となる。本講義では、起こりうる事象の数を数え上げることによる確率計算の方法や様々な場面で考えられる確率（分布）について学ぶ。具体的には、順列・組み合わせの計算、事象と確率、条件付確率、さらには推測統計を学ぶ上で重要となる確率変数と（主に離散）確率分布の考え方を講義する。

到達目標

- 基本的な順列・組み合わせの計算ができるようになる。
- 確率の基本的な考え方、独立事象、条件付確率等の概念を理解し、基本的な確率の計算ができるようになる。
- 確率変数、確率分布の考え方を理解する様々な数学の基礎を身につける。

授業計画・内容

1. イントロダクション:確率とは何か～身近な例を中心に
2. 場合の数、集合、事象
3. 順列と組み合わせ：基本的な考え方
4. 順列と組み合わせの計算①
5. 順列と組み合わせの計算②
6. 中間まとめ
7. 確率：基本的な考え方
8. いくつかの確率の計算
9. 独立事象、条件付確率
10. ベイズの定理
11. 様々な確率の計算
12. 中間まとめ
13. 確率変数と確率分布：基本的な考え方、平均（期待値）、分散
14. 確率変数と確率分布：二項分布、正規分布
15. まとめ

前提知識

高校文系数学レベル（数学 I）

標準的な教科書

特に定めない。

C.4 データサイエンスへの招待

授業の目標・概要

データサイエンスの基本的な考え方、主な分析手法、さまざまな分野の具体的な課題に関するデータ分析例、データ分析から得られる価値創造につながる結論、結果のプレゼンテーション、など一連のデータサイエンスの流れについて説明する。

到達目標

- 主なデータ分析手法を理解し、様々な問題に対して最適な分析手法を利用できるようになる。
- パソコンを使って基本的なデータ分析が出来るようになる。
- 様々な数学の基礎を身につける。

授業計画・内容

1. イントロダクション
2. データ収集、集計 (mooc 第1週)
3. データの可視化 (mooc 第2週)
4. 確率とデータサイエンス
5. ベイズ統計
6. ベイズ統計と品質管理
7. 直感からサイエンスへ
8. データに基づく決断
9. 事例紹介 (社会調査)
10. 事例紹介 (環境・気象)
11. Excel 演習 (データの集計)
12. Excel 演習 (アドイン)
13. Excel 演習 (マクロ入門)
14. Excel 演習 (マクロを使ったデータの集計)
15. Excel 演習 (マクロを使った自動処理)

前提知識

高校文系数学レベル (数学 I)

標準的な教科書

- mooc「大学生のためのデータサイエンス入門 (I)」(映像資料)
- 「大学生のためのデータサイエンス入門 (I) オフィシャルスタディノート」滋賀大学データサイエンス学部 編、日本統計協会
- データサイエンス入門 (データサイエンス大系) /竹村彰通、姫野哲人、高田聖治編：学術図書出版社

D 京都大学

D.1 統計入門

授業の目標・概要

統計に関する知識は、実験、試験、調査などの結果を用いた実証研究を行う上でなくてはならないものである。生活に関わるさまざまな効果やリスクがデータとともに語られ、生活者としても統計に対するリテラシーが求められるようになった。企業活動では、情報技術の発展によって、日々膨大なデータが生成されており、その活用が求められるようになった。本講は、研究や、生活、社会・経済活動に不可欠な統計を、集計・分析し、理解する力を養うことを目的とする。ただし、統計や統計学については、膨大な研究の蓄積があり、その利用はきわめて多分野に亘る。しかも、各分野で独自の発展をとげている部分もあり、本講のみでそのすべてを扱うことは出来ない。したがって、本講では、統計ならびに統計学に関する基本的な考え方を中心に講義することで、より発展的な統計・統計学の学習への礎となることを目指す。具体的には、二元分割表（ 2×2 クロス集計表）の独立性の検定と関連性の強さの推定を主な題材として、統計データの収集、チェック、集計、分析、結果の解釈という一連の過程について解説し、統計データの発生、仮説検定と推定の考え方に関する理解を深める。なお本講は、統計分析手順の機械的な利用や解釈だけを講義するのではなく、その基礎となる考え方を学ぶことを目指している。しかし、統計学的命題について、厳密な数学的証明は避け、あくまで統計・統計学のエンドユーザーとして必要とされる直感的な理解を目指す。なお、「統計入門」は「統・統計入門」も継続して履修することが期待されている。

到達目標

- 調査や実験・試験によるデータ収集の作法を理解する。
- データの種類や性質に応じたデータ確認と要約ができる。
- 二元分割表の独立性の検定と関連の強さの推定を行い、結果を解釈できる。
- 仮説検定や推定の原理を理解する。
- 統計や統計学的知識を正しく使うための留意点と倫理を知る。
- 統計・統計学の応用について幅広く知り、今後の学習につなげる。

授業計画・内容

1. 概要と導入
2. 量的データの確認と要約
3. 質的データの確認と要約
4. JMP 等によるデータの確認と要約
5. 二元分割表とカイ二乗検定
6. 二元分割表とフィッシャーの正確検定
7. さまざまな確率分布と統計的検定の考え方
8. 中間のまとめと補足、小テストとフィードバック
9. 二元分割表のリスク比とオッズ比
10. 二元分割表におけるリスク差

11. 中心極限定理、区間推定の考え方
12. t 分布、検定・推定と標本規模
13. 統計と統計学の利用
14. 続・統計入門への繋がり

なお、講義の進度を反映して内容順序の変更や省略・追加を行うことがある。

前提知識

主に文系の学生が高校で履修したレベルの数学の知識を必要とする。

標準的な教科書

特に定めない。

D.2 続・統計入門

授業の目標・概要

統計に関する知識は、実験、試験、調査などの結果を用いた実証研究を行う上でなくてはならないものである。生活に関わるさまざまな効果やリスクがデータとともに語られ、生活者としても統計に対するリテラシーが求められるようになった。企業活動では、情報技術の発展によって、日々膨大なデータが生成されており、その活用が求められるようになった。本講は、研究や、生活、社会・経済活動に不可欠な統計を、集計・分析し、理解する力を養うことを目的とする。ただし、統計や統計学については、膨大な研究の蓄積があり、その利用はきわめて多分野に亘る。しかも、各分野で独自の発展をとげている部分もあり、本講のみでそのすべてを扱うことは出来ない。本講では科目「統計入門」で扱えなかった、やや発展的な話題を中心に講義することで、より発展的な統計・統計学の学習への礎となることを目指す。具体的には、平均の差の検定、分散分析、相関と回帰分析の基礎について解説するとともに、一般化線形モデルによるこれらの統一的な理解を行う。さらに、因果推論の基本的な考え方と、具体的な方法についても解説を行う。なお本講は、統計分析手順の機械的な利用や解釈だけを講義するのではなく、その基礎となる考え方を学ぶことを目指している。しかし、統計学的命題について、厳密な数学的証明は避け、あくまで統計・統計学のエンドユーザーとして必要とされる直感的な理解を目指す。

到達目標

- 統計的検定と推定の考え方を理解し、これを実施できる。
- 平均の差の検定・分散分析の考え方を理解し、これを実施できる。
- 相関と回帰について理解し、これを実施できる。
- 因果推論の基本的な考え方と手法を理解する。
- 統計・統計学の手法と応用について幅広く知り、今後の学習につなげる。

授業計画・内容

1. 概要と導入
2. 検定と推定

3. 分散分析
4. 相関
5. 中間テストとフィードバック
6. 回帰分析
7. 因果推論の基礎
8. 発展的事項とまとめ

上記予定は目安であり、実際の講義の進度に応じて変更・前後することがある。

前提知識

「統計入門」レベルの内容を理解していることが望ましい。

標準的な教科書

特に定めない。

D.3 データ分析基礎

授業の目標・概要

本授業の目的は、データ分析の基本的な事項を学び、実際に大規模データ解析を行うための基礎的な技術を身につけることにある。なお、大規模データ解析や最新のデータ分析手法を行うにあたっては、既存のソフトウェアを用いて簡潔にできるとは限らない。そこで、本授業では、実際にはどのように計算機を用いて計算されているのかについても軽く述べる。ただし、厳密な数学的証明は必要最小限に抑え、直感的な理解を深める事を目標とする。はじめに、データを扱う上で必要不可欠な確率変数・平均・分散などの統計の基礎的な概念について解説する。また、仮説検定の考え方を述べ、いくつかの例を用いて解説する。その後、複数の変数の関係性を調べる多変量解析を行う際に必要となる数値線形代数について講義する。特に、連立一次方程式の解法であるガウスの消去法、回帰分析において必要となる QR 分解、主成分分析などで重要となる固有値分解・特異値分解について解説する。次に、多変量解析の基礎である回帰分析と主成分分析について講義する。また、回帰分析、主成分分析について理解を深めるため Excel と統計ソフト R を使って実習を行う。時間が許せば、大規模データ解析を行うための数値線形代数についても講義を行う。

到達目標

- 確率変数・平均・分散など統計の基礎的な内容、および、仮説検定について理解する。
- 多変量解析の基礎である回帰分析、主成分分析についての概念を理解し、データ分析に応用できるようになる。
- 数値線形代数の基礎的な知識を習得し、回帰分析、主成分分析を計算機で行う方法について理解する。
- Excel と統計ソフト R を使いこなす知識を身につけ、実際に簡単なデータ解析を行えるようになる。

授業計画・内容

1. ガイダンス、統計の基礎（1回）

授業の概要について説明する。その後、確率変数・平均・分散など統計の基礎的な内容について講義

する。

2. 仮説検定（1回）

仮説検定について、その基本的な考え方について講義する。

3. 数値線形代数の基礎（4回）

二分法やニュートン法など基本的な数値計算の内容を題材に、計算科学の考え方を講義する。その後、連立一次方程式の解法であるガウスの消去法、回帰分析において必要となるQR分解、主成分分析などで重要となる固有値分解について解説する。

4. 統計処理（7～8回）

多変量解析の基礎である回帰分析、主成分分析について講義する。Excelと統計ソフトRを用いて実習も行う。

5. 大規模データ解析のための数値線形代数（0～1回）

計算機を用いて、絶対値の大きいほうからいくつかの固有値とその固有ベクトル、または、特異値とその特異ベクトルを計算する方法について講義する。なお、授業の進行状況によっては、省略する可能性がある。

前提知識

仮定しない。

標準的な教科書

特に定めない。

E 大阪大学

E.1 データ科学（社会統計）

授業の目標・概要

近年の急激な情報通信および計測技術の進展により、多種多様な大規模・大量データ（ビッグデータ）が集積されるようになり、これを活用した新たな科学的発見や価値創造、そして革新的な新サービスの創出が期待されている。本講義では、その中でも社会調査データに焦点を当て、データ構造とその生成過程のモデル化、および基本的な解析手法について数理的基礎とともに講述する。

到達目標

- 社会調査データに恒常的に含まれる誤差（確率的現象）についてイメージできるようになる。
- このイメージをもとに、誤差が含まれたデータから興味ある対象を検出する手法として仮説検定を説明できるようになる。
- そして、社会調査データに対して、目的に応じた適切な統計的データ解析が行えるようになる。

授業計画・内容

1. データ科学におけるデータの扱いの基礎
量的データと質的データ、尺度水準、母集団と標本サンプリング
2. 確率・統計の基礎 1
確率分布
3. 確率・統計の基礎 2
最尤推定とベイズ推定
4. データからの特徴検出と仮説検定 1
統計的パターン認識、信号検出理論
5. データからの特徴検出と仮説検定 2
ROC 解析
6. データからの特徴検出と仮説検定 3
検出課題としての仮説検定
7. データ解析と可視化の基礎 1
相関と回帰
8. データ解析と可視化の基礎 2
クラスタリング
9. データ解析と可視化の基礎 3
クロス集計表の分析と検定
10. データ解析：予測 1
重回帰分析
11. データ解析：予測 2
一般化線形モデル
12. データ解析：分類 1
主成分分析、因子分析
13. データ解析：分類 2
クラスター分析、多次元尺度構成法（MDS）
14. データ解析：学習 1
ベイズ学習による回帰・分類
15. データ解析：学習 2
変分ベイズ法、モデル選択

前提知識

初等統計学の知識を前提とする。人文系の学生で受講を希望する方は先端教養科目の「文理融合に向けた数理・データ科学」の履修、あるいは線形代数における行列演算の基礎を理解していることが望ましい。

標準的な教科書

特に定めない。

E.2 データ科学（データ科学のための数理）

授業の目標・概要

膨大な多変量データから有益な情報を抽出するための統計および最適化理論の基礎を学習する。

到達目標

学生は、実データを解析するために必要な統計・最適化理論の基礎を習得することが出来る。

授業計画・内容

1. 行列 1（階数、固有値、計量、写像関数と空間）
2. 行列 2（一般化逆行列）
3. 行列 3（一般化逆行列と方程式）
4. 行列 4（擬似逆行列）
5. 行列 5（擬似逆行列の計算）
6. 行列 6（擬似逆行列と方程式）
7. 最適化計算 1（偏微分と局所最適）
8. 最適化計算 2（最急降下法）
9. 最適化計算 3（1次最適性）
10. 最適化計算 4（2次最適性）
11. 最適化計算 5（ニュートン法）
12. 最適化計算 6（準ニュートン法）
13. 最適化計算 7（ラグランジュ未定乗数法）
14. 最適化計算 8（2次計画問題）
15. 最適化計算 9（動的計画法）

前提知識

線形代数、微分・積分の講義を受講していることが望ましい。

標準的な教科書

特に定めない。

F 九州大学

F.1 データサイエンス概論第一

授業の目標・概要

データ分析に関する基本事項を学ぶ。具体的には、データの数値的表現の基本、データに関する統計解析の基本、データ間の類似度、データのクラスタリング、データの分類、多変量解析、回帰、検定などの考え方を学ぶ。

到達目標

- (知識・理解) データおよびデータ分析に関する基本的概念の理解
- (専門的スキル) 本授業で得た知識を利用して、与えられた課題を解決するスキルの習得
- (専門的スキル) 本授業で習得したデータ分析に関する知識を、自分の専門分野の課題に応用できるスキルの習得

授業計画・内容

1. データとは、データのベクトル表現と集合、平均と分散
2. データ間の距離と類似度、クラスタリング
3. 線形代数に基づくデータ解析の基礎、主成分分析と因子分析、回帰分析
4. 相関・頻度・ヒストグラム、確率と確率分布、信頼区間と統計的検定
5. 時系列データの解析
6. 異常検出
7. 画像処理
8. パターン認識と深層学習

前提知識

仮定しない。

標準的な教科書

特に定めない。

F.2 データサイエンス概論第二・データサイエンス演習第一

授業の目標・概要

データ分析がどのように利用されるかの具体例を、プログラム実装を意識ながら解説するとともに、画像解析など「目で見てわかりやすい」メディア処理を通して学ぶ。

到達目標

- (知識・理解) データおよびデータ分析に関する基本的概念の理解
- (専門的スキル) 本授業で得た知識を利用して、与えられた課題を解決するスキルの習得
- (専門的スキル) 本授業で習得したデータ分析に関する知識を、自分の専門分野の課題に応用できるスキルの習得

授業計画・内容

1. データサイエンスとプログラミング
2. Python の文法
3. Python によるプログラミング 1

- ループ、分岐、データの種類
 - 外部データの読み込み、ランダムな値の呼び出し方
4. Python によるプログラミング2
 - 関数による数値計算
 - ベクトル表現と演算の関数化
 - データの可視化
 5. データの距離・類似度
 6. データ集合の確率分布表現と応用
 7. データの相関分析
 8. 回帰分析と応用問題
 9. 画像解析概要
 10. 画像解析のデータサイエンスへの活用

前提知識

仮定しない。

標準的な教科書

特に定めない。

F.3 情報科学

授業の目標・概要

複雑化する社会情報基盤を支える情報通信技術の基本原則について科学的に理解し、次世代情報化社会を生きるため必要な基本的素養を身につける。また、近年社会的重要性が指摘されているデータ解析技能を身につけるため、2週間の講義で構成される「データサイエンス」の単元を導入し、受講生の専門分野に関連するデータ解析技法を講義する。

到達目標

- (知識・理解) 情報に関する基本的概念の理解
- (知識・理解) 計算に関する基本的概念の理解
- (知識・理解) 知識に関する基本的概念の理解
- (知識・理解) データおよびデータ解析に関する基本的概念の理解
- (専門的技術) 本授業で得た知識を利用して、与えられた課題を解決する技能の習得
- (専門的技術) 本授業で習得した情報科学に関する知識を、自分の専門分野を超えた他分野に応用できる技能の習得

授業計画・内容

1. 情報科学イントロダクション
2. 情報とは何か (イントロダクション)

3. 情報源符号化
4. 情報量とエントロピー
5. 通信路符号化
6. 暗号、計算とは何か（イントロダクション）
7. 計算とアルゴリズム、計算時間評価
8. バブルソート、ヒープソート
9. マージソート、二分探索法
10. 知能とは何か（イントロダクション）、デジタル画像の仕組み
11. デジタル画像処理、文字認識の仕組み、文字認識の演習
12. 最終課題
13. データサイエンス I
14. データサイエンス II
15. 期末テスト

データサイエンス I、II では、

- アンケート
- 検定、相関
- ベクトル、距離、類似度
- PCA、因子分析
- 回帰、時系列
- 画像
- 可視化

のトピックから、受講生の専門分野に関連の深い4トピックを選択して講義する。

前提知識

仮定しない。

標準的な教科書

特に定めない。