

2026年度

シラバス

理工学部授業計画

(数学科 専門科目編)



明治大学

数学科 科目振替措置表

2015年度カリキュラム科目				2020年度カリキュラム科目				2025年度カリキュラム科目			
科目名	単位	配当年次	配当学期	科目名	単位	配当年次	配当学期	科目名	単位	配当年次	配当学期
基礎線形代数1演習	2	1	春	基礎線形代数1演習	2	1	春	基礎線形代数1演習	2	1	春
基礎線形代数2演習	2	1	秋	基礎線形代数2演習	2	1	秋	基礎線形代数2演習	2	1	秋
基礎微分積分1演習	2	1	春	基礎微分積分1演習	2	1	春	基礎微分積分1演習	2	1	春
数学の方法	2	1	春	数学の方法1	2	1	春	数学の方法1	2	1	春
(振替科目なし)				数学の方法2	2	3	春	数学の方法2	2	3	春
ベクトル空間論	2	2	春	ベクトル空間論	2	2	春	ベクトル空間論	2	2	春
ベクトル空間論演習	2	2	春	ベクトル空間論演習	2	2	春	ベクトル空間論演習	2	2	春
代数概論	2	2	秋	代数概論	2	2	秋	代数概論	2	2	秋
代数概論演習	2	2	秋	代数概論演習	2	2	秋	代数概論演習	2	2	秋
幾何入門1	2	2	春	幾何入門1	2	2	春	幾何入門1	2	2	春
幾何入門2	2	2	秋	幾何入門2	2	2	秋	幾何入門2	2	2	秋
幾何入門2演習	2	2	秋	幾何入門2演習	2	2	秋	幾何入門2演習	2	2	秋
解析学1	2	1	秋	解析学1	2	1	秋	解析学1	2	1	秋
解析学2	2	2	春	解析学2	2	2	春	解析学2	2	2	春
解析学3	2	2	秋	解析学3	2	2	秋	解析学3	2	2	秋
測度と積分1	2	3	春	解析学4	2	3	春	解析学4	2	3	春
測度と積分2	2	3	秋	解析学5	2	3	秋	解析学5	2	3	秋
解析学1演習	2	1	秋	解析学1演習	2	1	秋	解析学1演習	2	1	秋
解析学2演習	2	2	春	解析学2演習	2	2	春	解析学2演習	2	2	春
解析学3演習	2	2	秋	解析学3演習	2	2	秋	解析学3演習	2	2	秋
関数論1	2	2	春	関数論1	2	2	春	関数論1	2	2	春
関数論2	2	2	秋	関数論2	2	2	秋	関数論2	2	2	秋
関数論1演習	2	2	春	関数論1演習	2	2	春	関数論1演習	2	2	春
関数論2演習	2	2	秋	関数論2演習	2	2	秋	関数論2演習	2	2	秋
代数学1	2	3	春	代数学1	2	3	春	代数学1	2	3	春
代数学2	2	3	秋	代数学2	2	3	秋	代数学2	2	3	秋
代数学3	2	4	春	代数学3	2	4	春	代数学3	2	4	春
代数学4	2	4	秋	代数学4	2	4	秋	代数学4	2	4	秋
代数学1演習	2	3	春	代数学1演習	2	3	春	代数学1演習	2	3	春
代数学2演習	2	3	秋	代数学2演習	2	3	秋	代数学2演習	2	3	秋
代数学4演習	2	4	秋	代数学4演習	2	4	秋	代数学4演習	2	4	秋
幾何学1	2	3	春	幾何学1	2	3	春	幾何学1	2	3	春
幾何学2	2	3	秋	幾何学2	2	3	秋	幾何学2	2	3	秋
幾何学3	2	4	春	幾何学3	2	4	春	幾何学3	2	4	春
幾何学4	2	4	秋	幾何学4	2	4	秋	幾何学4	2	4	秋
幾何学1演習	2	3	春	幾何学1演習	2	3	春	幾何学1演習	2	3	春
幾何学2演習	2	3	秋	幾何学2演習	2	3	秋	幾何学2演習	2	3	秋
幾何学4演習	2	4	秋	幾何学4演習	2	4	秋	幾何学4演習	2	4	秋
常微分方程式1	2	3	春	常微分方程式1	2	3	春	常微分方程式論	2	3	春
常微分方程式2	2	3	春	常微分方程式2	2	3	春	解析学4演習	2	3	春
偏微分方程式	2	4	秋	偏微分方程式	2	4	秋	偏微分方程式論	2	4	秋
フーリエ解析	2	3	秋	フーリエ解析	2	3	秋	フーリエ解析	2	3	秋
関数解析	2	3	秋	関数解析	2	3	秋	関数解析	2	3	秋
データ通信概論	2	3	春	数理解析	2	3	秋	数理解析	2	3	秋
解析学展望1	2	4	春	解析学展望1	2	4	春	解析学展望1	2	4	春
解析学展望2	2	4	秋	解析学展望2	2	4	秋	解析学展望2	2	4	秋
確率論1	2	4	春	確率論と統計学1	2	3	春	確率論と統計学1	2	3	春
統計学	2	4	春	確率論と統計学2	2	3	秋	確率論と統計学2	2	3	秋
確率論2	2	4	秋	確率論と統計学3	2	4	秋	確率論と統計学3	2	4	秋
数理教育1	2	3	春	数理教育1	2	3	春	数学の展開1	2	3	春
数理教育2	2	3	秋	数理教育2	2	3	秋	数学の展開2	2	3	秋
数理コンピュータ科学1演習	2	3	春	プログラミング演習	2	2	春	プログラミング演習	2	2	春
情報システム論演習	2	3	秋	アルゴリズム演習	2	2	秋	アルゴリズム演習	2	2	秋
情報社会と情報倫理	2	2	秋	情報社会と情報倫理	2	2	秋	情報社会と情報倫理	2	2	秋
数理コンピュータ科学1	2	3	春	計算理論	2	3	春	計算理論	2	3	春
数理コンピュータ科学2	2	3	秋	数値計算	2	3	秋	数値計算	2	3	秋
マルチメディアの数理	2	4	春	機械学習	2	4	春	機械学習	2	4	春
数値計算の基礎2	2	4	秋	知識情報処理	2	4	秋	知識情報処理	2	4	秋
数値計算の基礎1	2	2	秋	(振替科目なし)				(振替科目なし)			
情報システム論	2	3	秋	(振替科目なし)				(振替科目なし)			
通信ネットワーク演習	2	2	秋	(振替科目なし)				(振替科目なし)			
ゼミナールA	2	1	春	ゼミナールA	2	1	春	ゼミナールA	2	1	春
ゼミナールB	2	3	秋	ゼミナールB	2	3	秋	ゼミナールB	2	3	秋
卒業研究1	4	4	春	卒業研究1	4	4	春	卒業研究1	4	4	春
卒業研究2	4	4	秋	卒業研究2	4	4	秋	卒業研究2	4	4	秋

科目ナンバリングについて

2020年度のシラバスから、本学の科目ナンバリング制度による科目ナンバーを、各授業科目シラバスに付番しています。この科目ナンバリング導入の目的、概要及び構造については以下のとおりです。

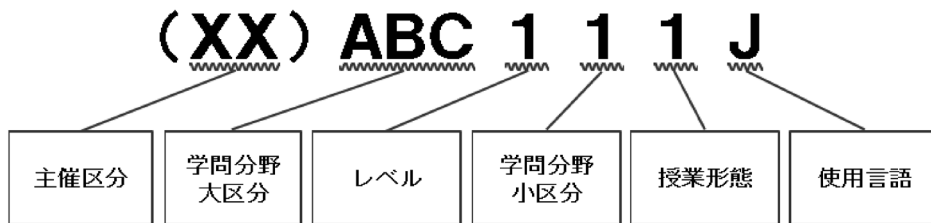
科目ナンバリング導入の目的

明治大学が開講する全ての授業科目を「学問分野」・「レベル」等で分類し、各々に科目ナンバーを付番することで、授業科目個々の学問的位置づけを示すことにより学生の計画的な学修への一助とすること、海外の大学との連携を容易とするためのツールとすること等を目的としています。

明治大学科目ナンバリングの概要及び構造

本大学が開講する全ての授業科目に、以下の科目ナンバリングコード定義に基づき、科目ナンバーを付番します。

<科目ナンバーの構造>



<各ナンバリングコードの定義>

- ① 主催区分コード
当該科目を開講する主催機関（学部・研究科・共通など）をアルファベット2文字で示しています。
- ② 学問分野 大区分コード
学問分野を本学が大きく区分した中で、当該科目が分類される学問分野をアルファベット3文字で示しています。
- ③ レベルコード
当該科目のレベルを数字1文字で示しています。
- ④ 学問分野小区分
本学が大区分として分類した学問分野の中で、さらに分類される分野を小区分として数字1文字で示しています。
- ⑤ 授業形態コード
当該授業の実施形態を数字1文字で示しています。
- ⑥ 使用言語コード
当該授業の教授における使用言語を英字1文字で示しています。

<各コードの詳細>

各ナンバリングコードの詳細及び他学部等の開講科目の科目ナンバーについては、本学ホームページ又はOh-o! Meiji システムにて確認ください。

シラバス

数学科 専門科目編

2026 年度理工学部 シラバス

目次

基礎線形代数1演習	2	幾何学1	59
基礎線形代数2演習	4	幾何学2	61
基礎微分積分1演習	6	幾何学3	63
数学の方法1	8	幾何学4	65
数学の方法2	10	幾何学1演習	67
ベクトル空間論	12	幾何学2演習	69
ベクトル空間論演習	14	幾何学4演習	71
代数概論	16	常微分方程式1	73
代数概論演習	18	常微分方程式2	75
幾何入門1	20	偏微分方程式	77
幾何入門2	22	フーリエ解析	79
幾何入門2演習	24	関数解析	81
解析学1	25	解析学展望1	83
解析学2	27	解析学展望2	85
解析学3	29	数理教育1	86
解析学4	31	数理教育2	88
解析学1演習	33	情報社会と情報倫理	90
解析学2演習	35	ゼミナールA	92
解析学3演習	37	ゼミナールB	100
関数論1	39	卒業研究1	128
関数論2	41	卒業研究2	145
関数論1演習	43	解析学5	161
関数論2演習	45	数理解析	163
代数学1	47	確率論と統計学1	165
代数学2	49	確率論と統計学2	167
代数学3	51	確率論と統計学3	169
代数学4	53	プログラミング演習	171
代数学1演習	54	アルゴリズム演習	173
代数学2演習	56	計算理論	175
代数学4演習	58	機械学習	177

2026 年度理工学部 シラバス

基礎線形代数1演習

科目ナンバー	STMAT112J	配当学年	1 年	開講学期	春
科目名	基礎線形代数 1 演習[数学]				
担当者名	中村幸男	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

行列・行列式の基本事項に関して講義・演習を行う。

行列・行列式などの概念を正しく理解し、逆行列・行列式などの計算に習熟することが目標である。

2. 授業内容

[第1回] 導入

[第2回] 空間内の直線と平面

[第3回] 行列の定義と演算, 正則行列

[第4回] 逆行列の求め方, 行列の分割

[第5回] 行列の転置と共役

[第6回] 行列式の定義

[第7回] 行列式の基本的な性質

[第8回] 行列式の展開

[第9回] a: 中間試験 b: 試験の解説

[第10回] 行列式の幾何学的意味

[第11回] 行列の基本変形

[第12回] 行列の階数

[第13回] 連立1次方程式の解法

[第14回] 行列と線形写像

3. 履修上の注意

必ず基礎線形代数1アドバンスを履修すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

授業の前に教科書のその日にやるであろう内容を一読しておくこと。

授業の後に与えられた課題は必ず取り組むこと。

5. 教科書

『線形代数学講義(改訂版)』, 対馬龍司(共立出版)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

添削して返却をするか, 次の時間に解説を行う。

8. 成績評価の方法

基礎線形代数1アドバンスと同一の評価を与える。

2回の試験(中間・期末)を行う。中間試験は 40%, 期末試験は 40%, 演習点 20%として評価する。

合計で 60%以上を合格とする

9. その他

教科書の正誤表は次のサイトにある。

<https://www.isc.meiji.ac.jp/~math/senkei/senkei.html>

2026 年度理工学部 シラバス

基礎線形代数2演習

科目ナンバー	STMAT112J	配当学年	1 年	開講学期	秋
科目名	基礎線形代数 2 演習[数学]				
担当者名	野原雄一			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

「基礎線形代数2」(アドバンスト・コース)の演習科目である。「基礎線形代数2」で学んだ内容に関する問題を解き、線形代数の理解を深める。

行列の階数、ベクトル空間・部分空間の基底、ベクトルの内積など線形代数の基本的な概念を正しく理解し、部分空間の基底(および正規直交基底)の求め方、行列の対角化などに習熟することが目標である。

2. 授業内容

- [第1回] 空間内の直線と平面
- [第2回] 部分空間
- [第3回] 1次独立と1次従属, 部分空間の基底と次元
- [第4回] 行列の基本変形と基本行列
- [第5回] 行列の階数とベクトルの1次独立性
- [第6回] 連立1次方程式の解空間
- [第7回] 基底の存在
- [第8回] ベクトルの内積
- [第9回] 直交系, シュミットの直交化法
- [第10回] 線形写像
- [第11回] 基底の取り替えと表現行列
- [第12回] 固有値と固有ベクトル
- [第13回] 行列の対角化
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

「基礎線形代数2」(アドバンスト・コース)と合わせて成績の評価をするため、「基礎線形代数2」(アドバンスト・コース)を必ず履修すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

毎回講義と演習の内容を復習し、出てきた概念の整理をしておくこと。また、疑問があれば積極的に質問すること。

5. 教科書

『線形代数講義(改訂版)』、対馬龍司(共立出版)

6. 参考書

『線形代数学(新装版)』、川久保 勝夫(日本評論社)

『線型代数(改訂版)』、長谷川 浩司(日本評論社)

7. 課題に対するフィードバックの方法

提出されたレポートを採点し、後日返却する。また、略解とコメントを載せた資料を配布する。

8. 成績評価の方法

「基礎線形代数2」(アドバンスト・コース)と一緒に評価する。期末試験 80%、演習・レポート・小テスト 20%で評価し、合計が満点の 60%以上を合格とする。

9. その他

講義・演習中の質問は歓迎する。

教科書の正誤表は次のサイトにある。

<https://www.isc.meiji.ac.jp/~math/senkei/senkei.html>

2026 年度理工学部 シラバス

基礎微分積分1演習

科目ナンバー	STMAT132J	配当学年	1 年	開講学期	春
科目名	基礎微分積分 1 演習[数学]				
担当者名	矢崎成俊			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

微分積分学の基礎, 特に実数の連続性, 極限, テイラー展開に関する講義と演習を行う。

2. 授業内容

- [第1回] 導入
- [第2回] 極限
- [第3回] 微分法(1)
- [第4回] 微分法(2)
- [第5回] 双曲線関数と逆三角関数
- [第6回] 平均値の定理
- [第7回] テイラーの定理
- [第8回] 中間試験と解説
- [第9回] イプシロン・エヌ論法
- [第10回] 極限に関する性質の証明
- [第11回] 実数の連続性
- [第12回] イプシロン・デルタ論法
- [第13回] 関数の極限に関する性質の証明
- [第14回] 関数の連続性

3. 履修上の注意

本演習は, 基礎微分積分1とセットの演習であり, 成績は講義と合わせて評価するので, 基礎微分積分1の履修を必須とする。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

講義の内容および演習問題を復習して理解を深めること。

5. 教科書

吹田信之, 新保経彦, 『理工系の微分積分学』, 学術図書出版

6. 参考書

長岡亮介, 渡辺浩, 矢崎成俊, 宮部賢志, 『新しい微積分(上)』, 講談社

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題に対する総評を, 講義中, あるいは Oh-o! Meiji を通じて提示する。

8. 成績評価の方法

「受講態度・演習態度・小テストなど」で 30%分の評価, 「定期試験」で 70%分の評価とする。
合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。基礎微分積分1と基礎微分積分1演習を一緒に評価する。
なお, 定期試験の受験資格は便覧に記載の条件に準ずる。

9. その他

担当教員(矢崎)のホームページ:

2026 年度理工学部 シラバス

<http://www.isc.meiji.ac.jp/~syazaki/>

2026 年度理工学部 シラバス

数学の方法1

科目ナンバー	STMAT192J	配当学年	1 年	開講学期	春
科目名	数学の方法 1[数学]				
担当者名	松岡直之			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

[授業の概要]

本講義では、数学を学ぶ上で必須となる集合・写像・同値関係について学ぶ。数学的文章の書き方や証明の型を模倣・再現することを通じて、数学の学習方法を習得する。また、グループディスカッションを通じて、数学の学びについて考える機会を設ける。

[到達目標]

本講義での到達目標は以下である。

- ・数学を学ぶ上で必要となる集合・写像・関係についての知識を身につける。
- ・他者と数学を語り合うための作法を身につける。
- ・定義に立ち返る習慣を身につける。
- ・数学的文章の型を模倣・再現できるようになる。

2. 授業内容

- [第1回] 数学で用いられる用語
- [第2回] 集合の基本的な記号, 部分集合
- [第3回] 集合の演算
- [第4回] 直積集合, 集合族
- [第5回] 写像
- [第6回] 単射, 全射, 全単射
- [第7回] 合成写像
- [第8回] 逆写像と恒等写像
- [第9回] グループワークを通した前半の振り返り
- [第10回] 関係と同値関係
- [第11回] 同値類と商集合
- [第12回] 同値関係の補足と演習
- [第13回] 順序関係と総まとめ
- [第14回] グループワークを通した本科目の総括

3. 履修上の注意

本科目は大学数学の入門科目であり、他の数学科目を学ぶ上での土台となる。

授業では2回のグループディスカッション(第9回、第14回)を実施する。グループディスカッションでは、テーマに沿って少人数で議論し、数学の学びについて考えを深める活動を行う。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

予習は必要ない。毎回、復習のきっかけとして課題を提示するため、しっかりと取り組むこと。授業ノートを見直し、定義や定理を自分の言葉で書き写す練習を繰り返すことで、数学的文章の書き方を身につけることを目標としてほしい。

5. 教科書

教科書は指定しない。

6. 参考書

- ・『群論への途』遠藤直樹・高木悟(共立出版, 2026年)
- ・『大学数学の基礎』酒井文雄(共立出版, 2011年)
- ・『集合・写像・論理—数学の基本を学ぶ—』中島匠一(共立出版, 2012年)
- ・『論理・集合・数学語』石川剛郎(共立出版, 2015年)

2026 年度理工学部 シラバス

7. 課題に対するフィードバックの方法

演習問題に関しては、必要に応じて解説資料を配布する。また、多くの学生がつまづいたポイントについても、資料あるいは口頭による注意を述べる。

8. 成績評価の方法

授業中に提示する課題や演習への取り組みに応じて 40 点、期末試験で 60 点を満点として評価する。授業への取り組み状況に応じて減点を行う場合がある。合計が 60 点以上を合格とする。

9. その他

質問は Oh-o! Meiji のクラスウェブまたは授業時に随時受け付ける。また、オフィスアワーを有効に活用してほしい。

2026 年度理工学部 シラバス

数学の方法2

科目ナンバー	STMAT391J	配当学年	3年	開講学期	春
科目名	数学の方法 2[数学]				
担当者名	廣瀬宗光			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

1年次に集合や写像、 ε δ 論法など、高校数学では重視されていない、あるいは扱っていない項目を勉強する際に「これがどんな役に立つのか」「このようなことが必要なのか」といった疑問を持ちながら勉強していた方も多いと思います。ただし、2年生になり、代数学・幾何学・解析学の入門的な授業を受けていると、こういった内容が繰り返し現れ、その重要性を理解できるようになると思います。その一方で、基本的な知識が身に付いていないことに不安を感じる場合もあろうかと思えます。そのような方のために、「数学の方法2」が用意されていると思ってください。この授業では「無限」をテーマに、大学1年次に習ったことを復習しながら、新たな知識の習得も目指します。

「到達目標」

無限級数や関数項級数の収束性について復習し、解析学の基礎知識をしっかりと身に付けること、及び、濃度などの概念を理解することを通じて、集合や写像に関する知識が定着することを目標とします。

2. 授業内容

- [第1回] 円周率と無限級数
- [第2回] 円周率とテイラー展開
- [第3回] マチンの公式
- [第4回] 近似値とテイラー展開
- [第5回] 関数列の極限
- [第6回] 関数列の一様収束性とその応用
- [第7回] 関数項級数
- [第8回] 全射・単射・全単射
- [第9回] 可算集合
- [第10回] 非可算集合
- [第11回] 集合の濃度
- [第12回] 濃度の加法・乗法
- [第13回] べき集合
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

1年次の「数学の方法1」や「基礎微分積分1」などで学んだことが礎になるので、当時の講義資料やノートを読み返しておくことが必要である。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

抽象的な話題が多いので、講義内容の復習をしっかりと行い、一つ一つの内容をきちんと理解していくことが大切である。また、随時演習問題を配布するので、授業内容の理解を深めるために活用すること。

5. 教科書

指定しない。

6. 参考書

- 『新しい微積分(上),(下)』長岡亮介、渡辺浩、矢崎成俊、宮部賢志(講談社)
- 『力のつく微分積分』桂田祐史、佐藤篤之(共立出版)
- 『理工系のための微分積分 I, II』鈴木武、山田義雄、柴田良弘、田中和永(内田老鶴圃)
- 『詳細微積分演習 I, II』福田安蔵、鈴木七緒、安岡善則、黒崎千代子(共立出版)
- 『大学数学の教則』矢崎成俊(東京図書)

2026 年度理工学部 シラバス

『集合と位相』 内田伏一(裳華房)

『すぐわかる代数』 石村園子(東京図書)

『演習・集合位相空間』 青木利夫・高橋渉・平野載倫(培風館)

『集合と位相そのまま使える答えの書き方』 一楽重雄(講談社)

『集合・位相入門』 松坂和夫(岩波書店)

『現代集合論の探検』 寺澤順(日本評論社)

『解析入門 I』 杉浦光夫(東京大学出版会)

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題を課す場合、その答えは Oh-o! Meiji システムを通じて返却する。

8. 成績評価の方法

定期試験 100%により評価する。得点が満点の 60%以上であることを単位修得の条件とする。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

ベクトル空間論

科目ナンバー	STMAT211J	配当学年	2年	開講学期	春
科目名	ベクトル空間論[数学]				
担当者名	小林稔周			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

4部構成で講義を行う。

第1部 対角化の応用

対角化・三角化を用いて、ハミルトン・ケイリーの定理など重要な性質を見ていく。また正規行列による対角化可能の特徴づけを考察する。

第2部 2次形式

2次式で定まる関数を、対称行列の理論を用いて解析し、2次曲線・2次曲面の分類を行う。

第3部 ジョルダン標準形

対角化よりも一般化された標準形であるジョルダン標準形を扱う。その理論と計算方法を学ぶ。

第4部 抽象ベクトル空間の理論

ベクトル空間を公理として定義する。数列の集合や関数の集合のベクトル空間としての扱いを学ぶ。

2. 授業内容

[第1回] 対角化と三角化

[第2回] ハミルトン・ケイリーの定理

[第3回] 正規行列

[第4回] 2次形式の標準形

[第5回] 正値行列

[第6回] 2次曲線と2次曲面

[第7回] 単因子

[第8回] ジョルダン標準形

[第9回] ジョルダン標準形の計算

[第10回] 抽象ベクトル空間

[第11回] 基底と次元、基底の変換

[第12回] 線形写像と表現行列

[第13回] 内積・双対空間・商空間

[第14回] まとめ

3. 履修上の注意

基礎線形代数1、2の内容を理解していることを前提とする。

ベクトル空間論演習も同時に履修すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

毎回の講義の前には前回までの授業内容を確認しておくこと。

5. 教科書

『線形代数学講義(改訂版)』, 対馬龍司(共立出版)

「第4部 抽象ベクトル空間」については講義資料を公開。

6. 参考書

『線形代数学入門』, 斎藤正彦(東京大学出版会)

『線形代数の世界／抽象数学の入り口』, 斎藤毅(東京大学出版会)

7. 課題に対するフィードバックの方法

演習の時間に解説する。

不足分は解答例を作成し、Oh-o! Meiji 上に公開する。

8. 成績評価の方法

中間テストと期末テストを実施する。

演習を 25%、中間テストを 25%、期末テストを 50% で評価し、合計が満点の 60% 以上を単位修得の条件とする。

(ベクトル空間論とベクトル空間論演習は同一の評価を与えることにする。)

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

ベクトル空間論演習

科目ナンバー	STMAT212J	配当学年	2年	開講学期	春
科目名	ベクトル空間論演習[数学]				
担当者名	小林稔周	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

4部構成で講義を行う。

第1部 対角化の応用

対角化・三角化を用いて、ハミルトン・ケイリーの定理など重要な性質を見ていく。また正規行列による対角化可能の特徴づけを考察する。

第2部 2次形式

2次式で定まる関数を、対称行列の理論を用いて解析し、2次曲線・2次曲面の分類を行う。

第3部 ジョルダン標準形

対角化よりも一般化された標準形であるジョルダン標準形を扱う。その理論と計算方法を学ぶ。

第4部 抽象ベクトル空間の理論

ベクトル空間を公理として定義する。数列の集合や関数の集合のベクトル空間としての扱いを学ぶ。

2. 授業内容

[第1回]対角化と三角化

[第2回]ハミルトン・ケイリーの定理

[第3回]正規行列

[第4回]2次形式の標準形

[第5回]正値行列

[第6回]2次曲線と2次曲面

[第7回]単因子

[第8回]ジョルダン標準形

[第9回]ジョルダン標準形の計算

[第10回]抽象ベクトル空間

[第11回]基底と次元、基底の変換

[第12回]線形写像と表現行列

[第13回]内積・双対空間・商空間

[第14回]まとめ

3. 履修上の注意

基礎線形代数1, 2の内容を理解していることを前提とする。

ベクトル空間論も同時に履修すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

毎回の講義の前には前回までの授業内容を確認しておくこと。

5. 教科書

『線形代数学講義(改訂版)』, 対馬龍司(共立出版)

「第4部 抽象ベクトル空間」については講義資料を公開。

6. 参考書

『線形代数学入門』, 斎藤正彦(東京大学出版会)

『線形代数の世界／抽象数学の入り口』, 斎藤毅(東京大学出版会)

2026 年度理工学部 シラバス

7. 課題に対するフィードバックの方法

演習の時間に解説する。

不足分は解答例を作成し、Oh-o! Meiji 上に公開する。

8. 成績評価の方法

中間テストと期末テストを実施する。

演習を 25%、中間テストを 25%、期末テストを 50% で評価し、合計が満点の 60% 以上を単位修得の条件とする。

(ベクトル空間論とベクトル空間論演習は同一の評価を与えることにする。)

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

代数概論

科目ナンバー	STMAT211J	配当学年	2年	開講学期	秋
科目名	代数概論[数学]				
担当者名	中村幸男	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

群・環・体の概念は数学のどの分野にも登場するので、代数学の講義でその深い理論を学ぶ前に、早い学年でそれらを大まかに学ぶことも必要である。この講義の目的はそこにある。

講義は前半には初等整数論、後半は群論の基礎を扱う。

この後に続く代数学の深く巨大な理論への足掛かりにしてほしい。

2. 授業内容

- 1回 ユークリッド互除法
- 2回 素因数分解
- 3回 合同式
- 4回 群
- 5回 剰余類環
- 6回 既約剰余類群
- 7回 まとめ
- 8回 さまざまな群
- 9回 対称群
- 10回 剰余類
- 11回 剰余類群
- 12回 準同型定理
- 13回 群の生成系
- 14回 まとめ

3. 履修上の注意

代数概論演習と一緒に履修すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

基礎線形代数1, 2とベクトル空間論の内容は理解しておくこと。

5. 教科書

プリントを配布する。

6. 参考書

整数論 1 雪江明彦著 日本評論社

群論 雪江明彦著 日本評論社

7. 課題に対するフィードバックの方法

代数概論演習の時間では、課題の解説を行う

8. 成績評価の方法

代数概論演習と一緒に評価する。中間テスト40%、定期試験40%、演習20%として評価する。総合得点の60%以上を合格とする。

2026 年度理工学部 シラバス

代数概論演習

科目ナンバー	STMAT212J	配当学年	2年	開講学期	秋
科目名	代数概論演習[数学]				
担当者名	中村幸男	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

群・環・体の概念は数学のどの分野にも登場するので、代数学の講義でその深い理論を学ぶ前に、早い学年でそれらを大まかに学ぶことも必要である。この講義の目的はそこにある。

講義は前半には初等整数論、後半は群論の基礎を扱う。

この後に続く代数学の深く巨大な理論への足掛かりにしてほしい。

2. 授業内容

- 1回 ユークリッド互除法
- 2回 素因数分解
- 3回 合同式
- 4回 群
- 5回 剰余類環
- 6回 既約剰余類群
- 7回 まとめ
- 8回 さまざまな群
- 9回 対称群
- 10回 剰余類
- 11回 剰余類群
- 12回 準同型定理
- 13回 群の生成系
- 14回 まとめ

3. 履修上の注意

代数概論と一緒に履修すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

基礎線形代数1, 2とベクトル空間論の内容は理解しておくこと。

5. 教科書

プリントを配布する。

6. 参考書

整数論 1 雪江明彦著 日本評論社

7. 課題に対するフィードバックの方法

代数概論演習の時間では、課題の解説を行う

8. 成績評価の方法

代数概論と一緒に評価する。中間テスト40%、定期試験40%、演習20%として評価する。総合得点の60%以上を合格とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

幾何入門1

科目ナンバー	STMAT221J	配当学年	2 年	開講学期	春
科目名	幾何入門 1[数学]				
担当者名	長友康行	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

概要: 多変数関数の積分(重積分)について学ぶ。

到達目標: 体積や曲面の面積の計算に応用する。

さらに, 曲線・曲面上の積分である線積分・面積分について学び, 応用上重要なベクトル解析の諸定理を学ぶ。

主に計算に習熟することが目標である。

2. 授業内容

[第1回] 多変数関数の積分

[第2回] リーマン和, 累次積分

[第3回] 重積分の重複積分への帰着

[第4回] フビニの定理

[第5回] 一般領域上の多重積分

[第6回] 重積分の変数変換とヤコビアン

[第7回] ベクトル場

[第8回] 平面内の曲線

[第9回] 線積分

[第10回] グリーンの定理

[第11回] ポテンシャルとベクトル場に関する微分演算(勾配ベクトル場)

[第12回] ベクトル場に関する演算(ベクトル場の発散)

[第13回] ガウスの発散定理

[第14回] ストークスの定理

3. 履修上の注意

授業時間の30%を演習を兼ねた小テストにあてる。これは, 主に理解を深めるとともに, 理解度を確かめるためである。なお, 基礎微分積分1と解析学1の履修を前提とする。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

事前に, 1年次に学んだ微分積分学と線形代数学の理解度を確かめ, 理解を深めておくこと。復習として, 講義内容をノートを見ることなく再現できるまで理解すること。

5. 教科書

特に指定しない。

6. 参考書

吹田信之・新保経彦「理工系の微分積分学」(学術図書出版)

越昭三(監修)/高橋泰嗣・加藤幹雄「微分積分概論[改訂版]」(サイエンス社)

桂田祐史・佐藤篤之「力のつく微分積分 II—多変数の微積分」(共立出版)

一楽重雄・池田裕司「微分積分学」(朝倉書店)(第6, 7章)

大学数学教育研究会編「大学課程 微分積分学概説」(共立出版)(第3章)

小林昭七「続 微分積分読本—多変数—」(裳華房)

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業内において実施される小テストの解答例を, 小テスト実施後すぐに紹介し, 復習に役立つようにする。

2026 年度理工学部 シラバス

8. 成績評価の方法

期末試験 90%, 小テスト 5%, 授業態度 5% で評価する。
合計が満点の 60% 以上を単位取得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

幾何入門2

科目ナンバー	STMAT221J	配当学年	2 年	開講学期	秋
科目名	幾何入門 2[数学]				
担当者名	今野宏	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

位相空間の入門講義である。位相空間とは、開集合の定められている空間のことである。この講義では、論理、集合、写像といった数学を記述するための方法からはじめて、ユークリッド空間、距離空間の位相を解説する。最後に位相空間という概念を導入して、その意味を解説する。

開集合、連続写像などの抽象的な概念を理解すること、数学を正確に記述する方法を習得すること、また、理論的思考法を習得することが目標である。

2. 授業内容

- [第1回] 論理と集合
- [第2回] 写像
- [第3回] ユークリッド距離
- [第4回] ユークリッド空間の開集合と閉集合
- [第5回] ユークリッド空間の開集合系
- [第6回] 距離空間の定義
- [第7回] 距離空間の開集合と閉集合
- [第8回] 距離空間における点列の収束
- [第9回] 距離空間の間の連続写像
- [第10回] 距離空間における連続写像と開集合
- [第11回] 位相空間の定義・部分位相空間
- [第12回] 位相空間の間の連続写像
- [第13回] まとめ・直積位相空間
- [第14回] 同相写像・展望

3. 履修上の注意

幾何入門2と幾何入門2演習は同じ成績をつけるので、幾何入門2と幾何入門2演習を併せて履修すること。片方だけの履修は認めない。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

授業を受けるためには、基本的な概念の定義は正確に記憶しておくことが必須である。基本的な性質は証明まで正確に理解することが重要である。これらの点をふまえて復習することが求められる。

5. 教科書

『手を動かしてまなぶ 集合と位相』藤岡敦(裳華房)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

小テストの講評や、採点した答案の返却は Oh-o!Meiji システムを通じて行う。

8. 成績評価の方法

幾何入門2と幾何入門2演習は同じ成績をつける。期末試験 70%、小テスト 30%を基準にして総合的に評価する。また、演習における発表や授業中の提出物に応じて加点をする。合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

2026 年度理工学部 シラバス

幾何入門2演習

科目ナンバー	STMAT222J	配当学年	2 年	開講学期	秋
科目名	幾何入門 2 演習[数学]				
担当者名	今野宏	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

この講義は幾何入門2に関連した演習を行う。

演習を通して、距離空間や位相空間に関する基本的な概念を理解すること、数学を正確に記述する方法を習得すること、また、厳密な理論を展開するための思考法を習得することが目標である。

2. 授業内容

- [第1回] 論理と集合
- [第2回] 写像
- [第3回] ユークリッド距離
- [第4回] ユークリッド空間の開集合と閉集合
- [第5回] ユークリッド空間の開集合系
- [第6回] 距離空間の定義
- [第7回] 距離空間の開集合と閉集合
- [第8回] 距離空間における点列の収束
- [第9回] 距離空間の間の連続写像
- [第10回] 距離空間における連続写像と開集合
- [第11回] 位相空間の定義・部分位相空間
- [第12回] 位相空間の間の連続写像
- [第13回] まとめ・直積位相空間
- [第14回] 同相写像・展望

3. 履修上の注意

幾何入門2と幾何入門2演習は同じ成績をつけるので、幾何入門2と幾何入門2演習を併せて履修すること。片方だけの履修は認めない。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

授業を受けるためには、基本的な概念の定義は正確に記憶しておくことが必須である。基本的な性質は証明まで正確に理解することが重要である。これらの点をふまえて復習することが求められる。

5. 教科書

『手を動かしてまなぶ 集合と位相』藤岡敦(裳華房)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

小テストの講評や、採点した答案の返却は Oh-o!Meiji システムを通じて行う。

8. 成績評価の方法

幾何入門2と幾何入門2演習は同じ成績をつける。期末試験 70%、小テスト 30%を基準にして総合的に評価する。また、演習における発表や授業中の提出物に応じて加点をする。合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

解析学1

科目ナンバー	STMAT131J	配当学年	1 年	開講学期	秋
科目名	解析学 1[数学]				
担当者名	吉田尚彦	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

[授業の概要]

解析学1では、無限級数、関数項級数やべき級数についての基礎事項を解説する。級数の収束や発散の厳密な定義を与え、収束する級数の性質や級数の収束条件などを学ぶ。

[到達目標]

本講義を通じて、級数の収束発散に関する様々な性質を理解することを目標とする。

2. 授業内容

[第1回] 実数、数列の収束発散

[第2回] 単調数列、Cauchy 列

[第3回] 級数の収束発散

[第4回] 正項級数 (1)

[第5回] 正項級数 (2)

[第6回] 交代級数、絶対収束

[第7回] 絶対収束と条件収束

[第8回] 関数列の各点収束、一様収束 (1)

[第9回] 関数列の各点収束、一様収束 (2)

[第10回] 関数列の微積分

[第11回] 関数項級数

[第12回] べき級数 (1)

[第13回] べき級数 (2)

[第14回] べき級数の微積分

3. 履修上の注意

解析学1と解析学1演習は連動しているので両方合わせて受講すること。講義のみや演習のみの履修は認められない。解析学1と解析学1演習は合同で試験を行い、同一の成績をつける。基礎微分積分1の内容を仮定する。

毎回、「解析学1演習」終了後にクラスウェブを通じて課題を課す。課題は期日までに提出すること。期限内に Oh-o!Meiji 上でデータのアップロード操作をした場合でも、ネットワークエラーやウィルススキャン等に時間を要して締め切りを過ぎた場合は期限後の受領はしないので、時間に余裕をもって提出を完了すること。課題の提出回数が全授業日数の 2/3 未満の場合は、定期試験を受験する資格を失う。正当な理由があり、期限内に提出できなかった場合は相談に応じる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

復習として、授業内容について、

1. まずは、概要(大まかな流れ)を把握すること。
2. その次に、証明などの細部の理解に努め、不明点がある場合は担当教員に質問すること。
3. 配付する演習問題や参考書などの演習問題を解くこと。

5. 教科書

『理工系の微分積分学』吹田信之、新保経彦(学術図書出版)

6. 参考書

『新しい微積分・上』長岡亮介、渡辺浩、矢崎成俊、宮部賢志(講談社)

『新しい微積分・下』長岡亮介、渡辺浩、矢崎成俊、宮部賢志(講談社)

『力のつく微分積分-1変数の微積分』桂田祐史、佐藤篤之(共立出版)

『微分積分学』齋藤正彦(東京図書)

2026 年度理工学部 シラバス

『解析入門』小平邦彦(岩波書店)

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業内容の確認や定着のため、毎回、課題を課す。答案はチェックし、クラスウェブを通じて返却する。

8. 成績評価の方法

期末試験 70%, 課題 30%により評価する。得点が満点の 60%以上を単位取得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

解析学2

科目ナンバー	STMAT231J	配当学年	2年	開講学期	春
科目名	解析学 2[数学]				
担当者名	吉田尚彦	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

[授業の概要]

解析学2では、多変数関数の微分法について解説する。多変数関数の極限、連続性や偏微分の厳密な定義を与え、偏微分可能な関数の性質や偏微分の応用などを学ぶ。

[到達目標]

多変数関数を含む微分とその応用について理解を深めることを目標とする。

2. 授業内容

[第1回]点集合・点列 (1)

[第2回]点集合・点列 (2)

[第3回]多変数関数の極限と連続性(1)

[第4回]多変数関数の極限と連続性(2)

[第5回]多変数関数の極限と連続性(3)

[第6回]偏微分(1)

[第7回]偏微分(2)

[第8回]偏微分(3)

[第9回]偏微分(4)

[第10回]陰関数(1)

[第11回]陰関数(2)

[第12回]偏微分の応用(1)

[第13回]偏微分の応用(2)

[第14回]偏微分の応用(3)

3. 履修上の注意

解析学2の講義と解析学2演習は連動しているので両方合わせて受講すること。講義のみや演習のみの履修は認められない。解析学2と解析学2演習は合同で試験を行い、同一の成績をつける。数学の方法1, 基礎線形代数1および2, 基礎微分積分1および2, 解析学1の内容を仮定する。

毎回、「解析学2演習」終了後にクラスウェブを通じて課題を課す。課題は期日までに提出すること。期限内に Oh-o!Meiji 上でデータのアップロード操作をした場合でも、ネットワークエラーやウイルススキャン等に時間を要して締め切りを過ぎた場合は期限後の受領はしないので、時間に余裕をもって提出を完了すること。課題の提出回数が全授業日数の 2/3 未満の場合は、定期試験を受験する資格を失う。正当な理由があり、期限内に提出できなかった場合は相談に応じる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

履修する前提として、数学の方法1, 基礎線形代数1および2, 基礎微分積分1および2, 解析学1の内容を復習しておくこと。

授業内容については、

1. まずは、概要(大まかな流れ)を把握すること。
2. その次に、証明などの細部の理解に努め、不明点がある場合は担当教員に質問すること。
3. 配付する演習問題や参考書などの演習問題を解くこと。

5. 教科書

『理工系の微分積分学』吹田信之、新保経彦(学術図書出版)

6. 参考書

2026 年度理工学部 シラバス

『新しい微積分・上』長岡亮介、渡辺浩、矢崎成俊、宮部賢志(講談社)

『新しい微積分・下』長岡亮介、渡辺浩、矢崎成俊、宮部賢志(講談社)

『力のつく微積分 I-1変数の微積分』桂田祐史、佐藤篤之(共立出版)

『力のつく微積分 II-多変数の微積分』桂田祐史、佐藤篤之(共立出版)

『解析入門』小平邦彦(岩波書店)

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業内容の確認や定着のため、毎回、課題を課す。答案はチェックし、クラスウェブを通じて返却する。

8. 成績評価の方法

期末試験 70%、課題 30%により評価する。得点が満点の 60%以上を単位取得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

解析学3

科目ナンバー	STMAT231J	配当学年	2年	開講学期	秋
科目名	解析学 3[数学]				
担当者名	坂元孝志			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

概要: 多変数の微分積分について学んだのちに、ベクトル解析において重要な線積分と面積分を学ぶ。特に、偏微分方程式の解析において重要なグリーンの定理、ガウスの発散定理、ストークスの定理について解説する。

到達目標: 多変数関数の微分積分及びベクトル解析とそれらの応用について、理解を深める。

2. 授業内容

[第1回]: 重積分

[第2回]: 重積分の計算

[第3回]: 広義積分

[第4回]: 重積分の計算 (変数変換)

[第5回]: 重積分の応用

[第6回]: ベクトルの外積

[第7回]: スカラー場とベクトル場

[第8回]: 線積分

[第9回]: 面積分

[第10回]: 積分定理(1)

[第11回]: 積分定理(2)

[第12回]: 積分定理(3)

[第13回]: ベクトル解析の応用1: ラプラス方程式の解の一意性

[第14回]: ベクトル解析の応用2: 調和関数の球面平均の性質

3. 履修上の注意

- 2年次春学期までの数学の必修科目の内容すべてを利用する。必要に応じて復習すること。
- 解析学3と解析学3演習の両方を同時に履修すること。片方だけの履修は認められない。
- シラバスの内容は予定であり、履修者の理解の状況や講義の進度に応じて変更する場合がある。変更する場合には講義時に知らせる。
- 講義では本シラバスの内容に準じて基本的な事柄について解説をおこなう。演習においては、講義の内容に基づいて演習をおこなう。
- 講義の進度や内容に応じて、演習と講義の時間を入れ換える(演習の時間に講義を行う、あるいは講義の時間に演習を行う)場合もある。その場合は、講義時に知らせる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

講義は常に前回までの内容が前提となるので、教科書の該当箇所を毎回復習し、講義に臨むこと。

5. 教科書

「理工系の微積分積分学」吹田信之、神保経彦、学術図書出版

6. 参考書

「微積分学(数学シリーズ)」難波誠、裳華房

「微積分学としてのベクトル解析」宮島静雄、共立出版

7. 課題に対するフィードバックの方法

講義中に解答例を示す。

2026 年度理工学部 シラバス

8. 成績評価の方法

定期テスト100%で評価する。合計が満点の60%以上を単位取得の条件とする。
解析学3と解析学3演習を一緒に評価する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

解析学4

科目ナンバー	STMAT331J	配当学年	3年	開講学期	春
科目名	解析学 4[数学]				
担当者名	廣瀬宗光			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

解析学4と解析学5は二つで一つのテーマ「測度論とルベーグ積分論」を扱う科目である。ルベーグ積分論は現代解析学を支える柱の一本である。その入門的な講義を積分論成立の歴史を振り返ることから始める。リーマン積分の復習も行い、ルベーグによる新しい積分論の展開を概観する。その後、公理的な測度論と積分論を数学理論として厳密に展開し、その応用へと話しを進めて、いくつかの収束定理を学ぶ。適宜、演習問題などを通してその有用性も学ぶ。

将来、確率論や偏微分方程式を学ぶ際には必須と言って良いこの理論の概念や方法論の基本的な考え方に習熟することを目的とする。

2. 授業内容

- [第1回] 一般的な面積の概念
- [第2回] ルベーグ外測度・ルベーグ内測度
- [第3回] ルベーグ測度
- [第4回] カラテオドリの意味での可測性
- [第5回] σ -加法族
- [第6回] 可測集合族
- [第7回] 測度空間
- [第8回] 可測関数
- [第9回] 可測関数の積分
- [第10回] 可測関数の列
- [第11回] ルベーグ積分の定義
- [第12回] ルベーグ積分の性質
- [第13回] ルベーグの収束定理
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

2年次終了までの必修科目を履修していることを前提とする。微分積分学や線形代数学だけでなく、集合、写像、位相についても基礎的なことを学んでいることが望ましい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

抽象的な話題が多く、複雑な議論を要する箇所もあるため、授業中に説明したことを改めて再現し、理解を深めるが必要になる。よって、自宅学習においては復習に重点を置いて欲しいと考えている。また、定義や重要な定理を繰り返し使って議論を進めていくので、これらの内容をきちんと覚える、忘れてしまったらすぐに確認する、ということを習慣付けること。

5. 教科書

指定しない。

6. 参考書

- 『ルベーグ積分 30 講』 志賀浩二(朝倉書店)
- 『ルベーグ積分入門』 伊藤清三(裳華房)
- 『ルベーグ積分入門』 洲之内治男(内田老鶴圃)
- 『ルベーグ積分入門』 吉田伸生(日本評論社)

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題を課す場合、その答えは Oh-o! Meiji システムを通じて返却する。

2026 年度理工学部 シラバス

8. 成績評価の方法

定期試験 100%により評価する。得点が満点の 60%以上であることを単位修得の条件とする。

9. その他

講義は「授業内容」の項目の順序で進める予定であるが、変更することもあり得る。

2026 年度理工学部 シラバス

解析学1演習

科目ナンバー	STMAT132J	配当学年	1 年	開講学期	秋
科目名	解析学 1 演習[数学]				
担当者名	吉田尚彦	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

[授業の概要]

解析学1と平行して、無限級数、関数項級数やベキ級数の収束や発散、収束する級数の性質や級数の収束条件などについての演習を行う。

[到達目標]

本講義を通じて、級数の収束発散に関する様々な性質を理解することを目標とする。

2. 授業内容

[第1回] 実数、数列の収束発散

[第2回] 単調数列、Cauchy 列

[第3回] 級数の収束発散

[第4回] 正項級数 (1)

[第5回] 正項級数 (2)

[第6回] 交代級数、絶対収束

[第7回] 絶対収束と条件収束

[第8回] 関数列の各点収束、一様収束 (1)

[第9回] 関数列の各点収束、一様収束 (2)

[第10回] 関数列の微積分

[第11回] 関数項級数

[第12回] ベキ級数 (1)

[第13回] ベキ級数 (2)

[第14回] ベキ級数の微積分

3. 履修上の注意

解析学1と解析学1演習は連動しているので両方合わせて受講すること。講義のみや演習のみの履修は認められない。解析学1と解析学1演習は合同で試験を行い、同一の成績をつける。基礎微分積分1の内容を仮定する。

毎回、クラスウェブを通じて課題を課す。課題は期日までに提出すること。期限内に Oh-o!Meiji 上でデータのアップロード操作をした場合でも、ネットワークエラーやウィルススキャン等に時間を要して締め切りを過ぎた場合は期限後の受領はしないので、時間に余裕をもって提出を完了すること。課題の提出回数が全授業日数の 2/3 未満の場合は、定期試験を受験する資格を失う。正当な理由があり、期限内に提出できなかった場合は相談に応じる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

復習として、授業内容について、

1. まずは、概要(大まかな流れ)を把握すること。
2. その次に、証明などの細部の理解に努め、不明点がある場合は担当教員に質問すること。
3. 配付する演習問題や参考書などの演習問題を解くこと。

5. 教科書

『理工系の微分積分学』吹田信之、新保経彦(学術図書出版)

6. 参考書

『新しい微積分・上』長岡亮介、渡辺浩、矢崎成俊、宮部賢志(講談社)

『新しい微積分・下』長岡亮介、渡辺浩、矢崎成俊、宮部賢志(講談社)

『力のつく微分積分-1変数の微積分』桂田祐史、佐藤篤之(共立出版)

『微分積分学』齋藤正彦(東京図書)

2026 年度理工学部 シラバス

『解析入門』小平邦彦(岩波書店)

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業内容の確認や定着のため、毎回、課題を課す。答案はチェックし、クラスウェブを通じて返却する。

8. 成績評価の方法

期末試験 70%, 課題 30%により評価する。得点が満点の 60%以上を単位取得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

解析学2演習

科目ナンバー	STMAT232J	配当学年	2 年	開講学期	春
科目名	解析学 2 演習[数学]				
担当者名	吉田尚彦	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

[授業の概要]

解析学2では、多変数関数の微分法について解説する。多変数関数の極限、連続性や偏微分の厳密な定義を与え、偏微分可能な関数の性質や偏微分の応用などを学ぶ。

[到達目標]

多変数関数を含む微分とその応用について理解を深めることを目標とする。

2. 授業内容

[第1回]点集合・点列 (1)

[第2回]点集合・点列 (2)

[第3回]多変数関数の極限と連続性(1)

[第4回]多変数関数の極限と連続性(2)

[第5回]多変数関数の極限と連続性(3)

[第6回]偏微分(1)

[第7回]偏微分(2)

[第8回]偏微分(3)

[第9回]偏微分(4)

[第10回]陰関数(1)

[第11回]陰関数(2)

[第12回]偏微分の応用(1)

[第13回]偏微分の応用(2)

[第14回]偏微分の応用(3)

3. 履修上の注意

解析学2の講義と解析学2演習は連動しているので両方合わせて受講すること。講義のみや演習のみの履修は認められない。解析学2と解析学2演習は合同で試験を行い、同一の成績をつける。数学の方法1, 基礎線形代数1および2, 基礎微分積分1および2, 解析学1の内容を仮定する。真摯に学習することを望む。毎回、課題を課す。課題の提出回数が全授業日数の 2/3 未満の場合は、定期試験を受験する資格を失う。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

履修する前提として、数学の方法1, 基礎線形代数1および2, 基礎微分積分1および2, 解析学1の内容を復習しておくこと。

授業内容については、

1. まずは、概要(大まかな流れ)を把握すること。
2. その次に、証明などの細部の理解に努め、不明点がある場合は担当教員に質問すること。
3. 配付する演習問題や参考書などの演習問題を解くこと。

5. 教科書

『理工系の微分積分学』吹田信之、新保経彦(学術図書出版)

6. 参考書

『新しい微積分・上』長岡亮介、渡辺浩、矢崎成俊、宮部賢志(講談社)

『新しい微積分・下』長岡亮介、渡辺浩、矢崎成俊、宮部賢志(講談社)

『力のつく微分積分-1変数の微積分』桂田祐史、佐藤篤之(共立出版)

2026 年度理工学部 シラバス

『力のつく微分積分 II-多変数の微積分』桂田祐史、佐藤篤之(共立出版)

『解析入門』小平邦彦(岩波書店)

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業内容の確認や定着のため、毎回、課題を課す。答えはチェックし、クラスウェブを通じて返却する。

8. 成績評価の方法

期末試験 70%、課題 30%により評価する。得点が満点の 60%以上を単位取得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

解析学3演習

科目ナンバー	STMAT232J	配当学年	2 年	開講学期	秋
科目名	解析学 3 演習[数学]				
担当者名	坂元孝志	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

概要: 多変数の微分積分について学んだのちに, ベクトル解析において重要な線積分と面積分を学ぶ。特に, 偏微分方程式の解析において重要なグリーンの定理, ガウスの発散定理, ストークスの定理について解説する。

到達目標: 多変数関数の微分積分及びベクトル解析とそれらの応用について, 理解を深める

2. 授業内容

[第1回]: 重積分

[第2回]: 重積分の計算

[第3回]: 広義積分

[第4回]: 重積分の計算 (変数変換)

[第5回]: 重積分の応用

[第6回]: ベクトルの外積

[第7回]: スカラー場とベクトル場

[第8回]: 線積分

[第9回]: 面積分

[第10回]: 積分定理(1)

[第11回]: 積分定理(2)

[第12回]: 積分定理(3)

[第13回]: ベクトル解析の応用1: ラプラス方程式の解の一意性

[第14回]: ベクトル解析の応用2: 調和関数の球面平均の性質

3. 履修上の注意

- 2年次春学期までの数学の必修科目の内容すべてを利用する。必要に応じて復習すること。
- 解析学3と解析学3演習の両方を同時に履修すること。片方だけの履修は認められない。
- シラバスの内容は予定であり, 履修者の理解の状況や講義の進度に応じて変更する場合がある。変更する場合には講義時に知らせる。
- 講義では本シラバスの内容に準じて基本的な事柄について解説をおこなう。演習においては, 講義の内容に基づいて演習をおこなう。
- 講義の進度や内容に応じて, 演習と講義の時間を入れ換える(演習の時間に講義を行う, あるいは講義の時間に演習を行う)場合もある。その場合は, 講義時に知らせる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

講義は常に前回までの内容が前提となるので, 教科書の該当箇所を毎回復習し, 講義に臨むこと。

5. 教科書

「理工系の微分積分学」新保経彦, 吹田信之, 学術図書出版

6. 参考書

「微分積分学(数学シリーズ)」難波誠, 裳華房

「微分積分学としてのベクトル解析」宮島静雄, 共立出版

7. 課題に対するフィードバックの方法

講義中に解答例を示す。

2026 年度理工学部 シラバス

8. 成績評価の方法

定期テスト100%で評価する。合計が満点の60%以上を単位取得の条件とする。
解析学3と解析学3演習を一緒に評価する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

関数論1

科目ナンバー	STMAT231J	配当学年	2 年	開講学期	春
科目名	関数論 1[数学]				
担当者名	宮部賢志			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

「関数論 1」の授業では、複素数のべき級数の取扱に習熟し、解析関数・正則関数の性質を学ぶ。本講義を通して、複素関数の計算に習熟し、微分や積分が計算できるようになることを目標とする。

2. 授業内容

- [第1回] 複素数・複素平面・極形式
- [第2回] 極限・級数の収束判定
- [第3回] べき級数とその収束半径
- [第4回] 指数関数・三角関数
- [第5回] 複素微分
- [第6回] 対数関数・累乗関数
- [第7回] 連続性定理
- [第8回] 解析関数・一致の定理
- [第9回 a] 中間試験
- [第9回 b] 試験問題解説
- [第10回] コーシー・リーマンの関係式
- [第11回] コーシー・リーマンの関係式 2
- [第12回] 線積分
- [第13回] 線積分の経路依存性
- [第14回] 代数学の基本定理

3. 履修上の注意

関数論1と関数論1演習の両方を同時に履修すること。片方だけの履修は認められない。基礎微分積分1・同演習，基礎微分積分2，解析学1・同演習の履修を前提とする。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

実関数の微分・積分の復習をしておくこと。予習として、教科書の該当箇所を読み、不明点を明らかにしておくこと。復習として、教科書の演習問題を解くこと。

5. 教科書

『複素関数入門』神保道夫著，岩波書店

6. 参考書

『複素解析(プリンストン解析学講義)』エリアス・M. スタイン，ラミ・シャカルチ，日本評論社
『複素数 30 講』志賀浩二著，朝倉書店

7. 課題に対するフィードバックの方法

コメントしたものを Oh-o!Meiji 経由で返却および次の授業でのコメントを行う。

8. 成績評価の方法

期末試験 70%，中間試験およびレポート 30%により評価する。得点が満点の 60%以上であることを単位修得の条件とする。

2026 年度理工学部 シラバス

9. その他

関数論1と関数論1演習はそれぞれで試験を行うが、成績は両方の試験を総合して評価する。

2026 年度理工学部 シラバス

関数論2

科目ナンバー	STMAT231J	配当学年	2年	開講学期	秋
科目名	関数論 2[数学]				
担当者名	名和範人			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

「関数論1」の続編として、複素平面上の正則関数の諸性質を講義する。正則関数を持つ豊かな性質を理解し、具体的な応用に習熟することを目的とする。対応する内容の演習を「関数論2演習」で行う。

2. 授業内容

- [第1回] 複素平面の位相, 複素変数の関数と2実変数の関数
- [第2回] 正則関数, コーシー=リーマンの関係式, 解析関数
- [第3回] 複素平面内の曲線, 曲線の長さ, 多重連結領域
- [第4回] 複素積分とコーシーの積分定理
- [第5回] コーシーの積分定理の証明の完成
- [第6回] コーシーの積分表示とその応用
- [第7回] 正則関数のベキ級数展開
- [第8回] 最大絶対値の原理と代数学の基本定理
- [第9回] 円環上の正則関数のローラン展開
- [第10回] 留数定理
- [第11回] 留数定理の実関数の定積分への応用
- [第12回] リーマン球面と正則関数
- [第13回] リーマン球面上の有理型関数と特異点
- [第14回] 無限遠点の留数

3. 履修上の注意

- 「関数論1・同演習」はもちろん、2年次春学期までの必修科目の履修を前提とする。
- この科目を履修するときは、「関数論2演習」も併せて履修すること。成績は2科目合わせた形で共通の評価をするので、一方だけ選択することは認められない。
- 毎回の講義の復習をしっかりとすること。
- 時間割上は「講義」と「演習」に別れているが、講義の内容によっては時間を入れ替えることもあるし、「講義」のみ「演習」のみとなることもある。
- 「演習」の時間では、重要な応用問題の解説や、講義ではできなかった命題の証明を行うこともある。
- 関数論2とは関係ない作業を行う、教室を勝手に出入りするなどの行為は厳に慎むこと。
- ほぼ毎回配布される演習問題は講義資料であって、単に演習問題を集めたものではない。講義で利用したり証明したりする重要な命題や定理も含まれているので大切に保管すること。講義の内容を確認するための問題や、定理の応用問題も多数あるので、そのような問題は次回の講義の前までに解いておこう。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

- 「関数論1・同演習」の内容を復習しておくこと。
- 2年次春学期までの必修科目の内容を復習しておくこと。
- ほぼ毎回配布される演習問題は講義資料であって、単に演習問題を集めたものではない。講義で利用したり証明したりする重要な命題や定理も含まれているので大切に保管すること。講義の内容を確認するための問題や、定理の応用問題も多数あるので、そのような問題は次回の講義の前までに解いておこう。

5. 教科書

指定しない

6. 参考書

金子 晃 著「関数論講義」サイエンス社

2026 年度理工学部 シラバス

志賀啓成 著「複素解析学 I」培風館
野口潤次郎 著「複素解析概論」裳華房
郡 敏昭 著「複素関数の解析学」遊星社
堤 正義 著「物理と複素数」共立出版
磯 祐介「複素関数論入門」サイエンス社
畑 政義「数理学のための複素関数論」サイエンス社
梶原譲治 著「関数論入門」森北出版
神保道夫 著「複素関数入門」岩波
藤本担孝 著「複素解析」岩波

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題は、その全てに解答を与えることはしませんが、重要なものは講義中に解説したり、やや詳しい解答を配布します。また、講義内容については、教科書は指定しませんが講義資料を配布します。

数学は単に計算問題の集合体ではありません。米国のドラマ「Numbers」の冒頭で宣言されている通り、数学は「公式や方程式以上のものです。それは論理であり合理性」です。配布する講義資料もよく読んで理論の組み立てや証明の精神やアイデアや技巧について学んでください。講義資料資料に書いてあることでわからない点があれば、オフィスアワーなどを積極的に活用して質問に来てください。

8. 成績評価の方法

期末試験 70%、レポートなど 30%で評価する。合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。なお、関数論2と関数論2演習には同じ成績を付けることにする。

9. その他

講義は(授業内容)の項目の順序で進める予定であるが、変更することもあり得る。講義と演習は一体として運用される。

2026 年度理工学部 シラバス

関数論1演習

科目ナンバー	STMAT232J	配当学年	2年	開講学期	春
科目名	関数論 1 演習[数学]				
担当者名	宮部賢志			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

「関数論1」の授業では、複素数のべき級数の取扱に習熟し、解析関数・正則関数の性質を学ぶ。本講義を通して、複素関数の計算に習熟し、微分や積分が計算できるようになることを目標とする。

2. 授業内容

- [第1回] 複素数・複素平面・極形式
- [第2回] 極限・級数の収束判定
- [第3回] べき級数とその収束半径
- [第4回] 指数関数・三角関数
- [第5回] 複素微分
- [第6回] 対数関数・累乗関数
- [第7回] 連続性定理
- [第8回] 解析関数・一致の定理
- [第9回 a] 中間試験
- [第9回 b] 試験問題解説
- [第10回] コーシー・リーマンの関係式
- [第11回] コーシー・リーマンの関係式 2
- [第12回] 線積分
- [第13回] 線積分の経路依存性
- [第14回] 代数学の基本定理

3. 履修上の注意

関数論1と関数論1演習の両方を同時に履修すること。片方だけの履修は認められない。基礎微分積分1・同演習，基礎微分積分2，解析学1・同演習の履修を前提とする。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

実関数の微分・積分の復習をしておくこと。予習として、教科書の該当箇所を読み，不明点を明らかにしておくこと。復習として，教科書の演習問題を解くこと。

5. 教科書

『複素関数入門』神保道夫著，岩波書店

6. 参考書

『複素解析(プリンストン解析学講義)』エリアス・M. スタイン，ラミ・シャカルチ，日本評論社
『複素数 30 講』志賀浩二著，朝倉書店

7. 課題に対するフィードバックの方法

コメントしたものを Oh-o!Meiji 経由で返却および次の授業でのコメントを行う

8. 成績評価の方法

期末試験 70%，中間試験およびレポート 30%により評価する。得点が満点の 60%以上であることを単位修得の条件とする。

2026 年度理工学部 シラバス

9. その他

関数論1と関数論1演習はそれぞれで試験を行うが、成績は両方の試験を総合して評価する。

2026 年度理工学部 シラバス

関数論2演習

科目ナンバー	STMAT232J	配当学年	2年	開講学期	秋
科目名	関数論 2 演習[数学]				
担当者名	名和範人	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

「関数論2」に対応する演習を行う。正則関数を持つ豊かな性質を理解し、具体的な応用に習熟することを目的とする。

2. 授業内容

- [第1回] 複素平面の位相, 複素変数の関数と2実変数の関数
- [第2回] 正則関数, コーシー=リーマンの関係式, 解析関数
- [第3回] 複素平面内の曲線, 曲線の長さ, 多重連結領域
- [第4回] 複素積分とコーシーの積分定理
- [第5回] コーシーの積分定理の証明の完成
- [第6回] コーシーの積分表示とその応用
- [第7回] 正則関数のべき級数展開
- [第8回] 最大絶対値の原理と代数学の基本定理
- [第9回] 円環上の正則関数のローラン展開
- [第10回] 留数定理
- [第11回] 留数定理の実関数の定積分への応用
- [第12回] リーマン球面と正則関数
- [第13回] リーマン球面上の有理型関数と特異点
- [第14回] 無限遠点の留数

3. 履修上の注意

- 「関数論1・同演習」はもちろん, 2年次春学期までの必修科目の履修を前提とする。
- この科目を履修するときは, 「関数論2」も併せて履修すること。成績は2科目合わせた形で共通の評価をするので, 一方だけ選択することは認められない。
- 毎回の講義の復習をしっかりとすること。
- 時間割上は「講義」と「演習」に別れているが, 講義の内容によっては時間を入れ替えることもあるし, 「講義」のみ「演習」のみとなることもある。
- 「演習」の時間では, 重要な応用問題の解説や, 講義ではできなかった命題の証明を行うこともある。
- 関数論2とは関係ない作業を行う, 教室を勝手に出入りするなどの行為は厳に慎むこと。
- ほぼ毎回配布される演習問題は講義資料であって, 単に演習問題を集めたものではない。講義で利用したり証明したりする重要な命題や定理も含まれているので大切に保管すること。講義の内容を確認するための問題や, 定理の応用問題も多数あるので, そのような問題は次回の講義の前までに解いておこう。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

- 「関数論1・同演習」の内容を復習しておくこと。
- 2年次春学期までの必修科目の内容を復習しておくこと。
- ほぼ毎回配布される演習問題は講義資料であって, 単に演習問題を集めたものではない。講義で利用したり証明したりする重要な命題や定理も含まれているので大切に保管すること。講義の内容を確認するための問題や, 定理の応用問題も多数あるので, そのような問題は次回の講義の前までに解いておこう。

5. 教科書

指定しない

6. 参考書

- 神保道夫 著「複素関数入門」岩波
- 藤本担孝 著「複素解析」岩波

2026 年度理工学部 シラバス

志賀啓成 著「複素解析学 I」培風館
野口潤次郎 著「複素解析概論」裳華房
郡 敏昭 著「複素関数の解析学」遊星社
堤 正義 著「物理と複素数」共立出版
磯 祐介「複素関数論入門」サイエンス社
畑 政義「数理学のための複素関数論」サイエンス社
梶原譲治 著「関数論入門」森北出版

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題は、その全てに解答を与えることはしませんが、重要なものは講義中に解説したり、やや詳しい解答を配布します。

8. 成績評価の方法

期末試験 70%、レポートなど 30%で評価する。合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。なお、関数論2と関数論2演習には同じ成績を付けることにする。

9. その他

講義は(授業内容)の項目の順序で進める予定であるが、変更することもあり得る。講義と演習は一体として運用される。

2026 年度理工学部 シラバス

代数学1

科目ナンバー	STMAT311J	配当学年	3 年	開講学期	春
科目名	代数学 1[数学]				
担当者名	藏野和彦			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

最も基本的な代数系である群論について、基礎的な概念と定理について講義する。
代数系の公理から理論を構成するという、現代代数学の手法を身につけることが目標である。

2. 授業内容

- [第1回] 何のために学ぶか(群論とはどういう学問か), 同値関係, 写像, 演算
- [第2回] 半群
- [第3回] 群の定義と基本的な例
- [第4回] 群演算の基本的な性質
- [第5回] 対称群
- [第6回] 部分群
- [第7回] 群の作用
- [第8回] 中間テストと解説
- [第9回] 準同型写像と正規部分群
- [第10回] 巡回群
- [第11回] 剰余類群と同型定理
- [第12回] 直積への分解
- [第13回] 有限生成アーベル群
- [第14回] 可解群

3. 履修上の注意

「代数学1演習」を必ず履修すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

配布されたテキスト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。また, 次の回の該当箇所に目をとっておくこと。

5. 教科書

作成配布する。

6. 参考書

- 永尾汎:『群論の基礎』, 朝倉書店
- 志賀浩二:『群論への30講』, 朝倉書店
- 芳沢光雄:『群論入門 対称性をはかる数学』, 講談社ブルーバックス

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題は添削して返却する。

8. 成績評価の方法

中間試験 50%、定期試験 50%で評価します。60 点以上を合格とします。(代数学 1 と代数学 1 演習は、共通の試験をやっ
て、一緒に成績を付けます。)

2026 年度理工学部 シラバス

9. その他

質問について

授業・演習中の質問は歓迎されます。

授業中の私語について

授業中の私語は厳禁します。無用の私語と判断された場合は、退室を求め、以後の出席をお断りします。

出席について

毎回出席を取り、指導の参考にします。

遅刻について

授業中の教室への出入りは、原則お断りします。

2026 年度理工学部 シラバス

代数学2

科目ナンバー	STMAT311J	配当学年	3年	開講学期	秋
科目名	代数学 2[数学]				
担当者名	松岡直之			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

本講義では「環論」の初歩を扱う。

大学で学ぶ代数学は「群論」「環論」「体論(ガロア理論)」という順序で進んでいく。「環論」は中学・高校で学んだ数の体系の理論的な側面を裏付ける分野であり、抽象的な「群論」より身近に感じられる対象であろう。この講義でしっかり「環論」を身につけ、後の「ガロア理論」への学習へと進んでいってもらいたい。教員を目指す人にとっては「ガロア理論」の理解は必須のものとする。

「到達目標」

環論の初歩的な知識を身に付け、その先に続く理論(例えば「体論(ガロア理論)」)の理解に必要な土台を構築することを目標とする。

2. 授業内容

- [第1回] 基礎知識の確認と環の定義
- [第2回] 環の準同型写像と同型写像
- [第3回] イデアルと剰余環
- [第4回] イデアルの対応定理と環の準同型写像
- [第5回] 整域と体
- [第6回] 素イデアルと極大イデアル
- [第7回] a: 整数環 b: 中間試験
- [第8回] 局所化
- [第9回] 局所環と全商環
- [第10回] 多項式環と代入原理
- [第11回] 体上1変数多項式環
- [第12回] 体の代数拡大
- [第13回] PIDとUFD
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

- 代数学1の内容の理解が必須である。
- また、代数学2演習を同時に受講すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

予習に多くの時間を割く必要はない。ノートや教科書を読み返し、演習問題を解き直すなど、復習をしっかりと行い、必要ならば質問をして、不明な点を残さないようにすることが重要である。

5. 教科書

『可換環論の勘どころ』後藤四郎(共立出版, 2013年)

6. 参考書

- 『代数学2 環と体とガロア理論(第2版)』雪江明彦(日本評論社, 2023年)
- 『可換環論への招待: 数値半群を通じた環構造探究』松岡直之(共立出版, 2026年)

7. 課題に対するフィードバックの方法

2026 年度理工学部 シラバス

演習問題は添削して返却する。また、毎回の授業の最初に、前回の振り返り演習問題と宿題の演習問題について解説を行う。必要に応じて解説資料を作成する。

8. 成績評価の方法

代数学2演習と同じ評価を下す。

試験を2回(中間試験・期末試験)実施する。中間試験 20%, 期末試験 50%とする。また、授業・演習・課題への取り組み姿勢によって残り30%の評価を加える。合計が60%以上を合格の条件とする。

9. その他

質問は Oh-o! Meiji のクラスウェブ, 授業時, あるいはオフィスアワーで随時受け付ける。

2026 年度理工学部 シラバス

代数学3

科目ナンバー	STMAT411J	配当学年	4 年	開講学期	春
科目名	代数学 3[数学/院合併]				
担当者名	中村幸男 他			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

この授業では3人の担当者による分担で、学部の講義では一般には扱われない、代数学における話題を取り上げたオムニバス形式の講義をおこなう。扱うテーマは以下の3つである。

1. 多項式環と代数幾何学
2. 二次体の整数環
3. 完備化とヘンゼルの補題

それぞれのテーマについて、予備知識なしでも理解できるように導入部分から解説をして、最終的にひとつの理論を完成させてゆく。代数学について広い範囲の知識を理解するのが目標である。

2. 授業内容

- [第1回] ヒルベルトの基底定理
- [第2回] イデアルの準素分解
- [第3回] 代数的集合・ザリスキー位相
- [第4回] 体の代数拡大と超越拡大について
- [第5回] ヒルベルトの零点定理
- [第6回] 環の整拡大
- [第7回] 整閉包
- [第8回] 二次体
- [第9回] 二次体の整数環
- [第10回] 付値と付値環
- [第11回] 体の完備化
- [第12回] 展開定理
- [第13回] ヘンゼルの補題
- [第14回] 応用

3. 履修上の注意

線形代数学、および、代数学1, 2で学んだ知識は身につけているものとする。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

授業中に配布するレジュメ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。また、次の回のレジュメに目をとっておくこと。

5. 教科書

使用しない。レジュメを配布する。

6. 参考書

使用しない。

7. 課題に対するフィードバックの方法

演習問題は、授業内で解答・解説を述べる。

8. 成績評価の方法

各担当者が課題を提示する。3つの成績のうち評価のよいもの2つの平均を成績評価点として採用する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

代数学4

科目ナンバー	STMAT411J	配当学年	4年	開講学期	秋
科目名	代数学 4[数学]				
担当者名	小林稔周			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

ガロア理論について講義する。

代数方程式のベキ根による可解性が、その方程式のガロア群の性質によって決まることを理解するのが目標である。

2. 授業内容

[第1回] 体上の多項式環, イデアル

[第2回] 体上の多項式環, ユークリッドの互除法

[第3回] 代数拡大, 剰余環との同型

[第4回] 代数拡大, クロネッカーの定理

[第5回] 素体, 標数, 有限体

[第6回] 分解体

[第7回] ガロア拡大

[第8回] ガロア拡大の特徴付け

[第9回] ガロアの基本定理

[第10回] 応用, 単純拡大の特徴付け

[第11回] 応用, 代数学の基本定理

[第12回] 1のベキ根, 巡回拡大

[第13回] 古典的な解の公式

[第14回] ベキ根による可解性, 5次以上の一般の方程式がベキ根で解けないこと

3. 履修上の注意

「代数学1・同演習」および「代数学2・同演習」が履修済みであることを前提とする。「代数学4演習」を必ず履修すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

配布されたテキスト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。また, 次の回の該当箇所に目をとっておくこと。

5. 教科書

テキストを配布する。

6. 参考書

J. ロットマン:『改訂新版 ガロア理論』, 丸善出版

桂利行:『代数学 III 体とガロア理論』, 東京大学出版会

7. 課題に対するフィードバックの方法

演習時間での発表を直接評価する。

8. 成績評価の方法

演習 100%で評価する。(代数学4と代数学4演習は同一の評価を与えることにする。)

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

代数学1演習

科目ナンバー	STMAT312J	配当学年	3 年	開講学期	春
科目名	代数学 1 演習[数学]				
担当者名	藏野和彦			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

最も基本的な代数学系である群論について、基礎的な概念と定理について問題演習する。
代数学系の公理から理論を構成するという、現代代数学の手法を身につけることが目標である。

2. 授業内容

- [第1回] 何のために学ぶか(群論とはどういう学問か), 同値関係, 写像, 演算
- [第2回] 半群
- [第3回] 群の定義と基本的な例
- [第4回] 群演算の基本的な性質
- [第5回] 対称群
- [第6回] 部分群
- [第7回] 群の作用
- [第8回] 中間テストと解説
- [第9回] 準同型写像と正規部分群
- [第10回] 巡回群
- [第11回] 剰余類群と同型定理
- [第12回] 直積への分解
- [第13回] 有限生成アーベル群
- [第14回] 可解群

3. 履修上の注意

「代数学1」を必ず履修すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

配布されたテキスト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。また, 次の回の該当箇所に目をとっておくこと。

5. 教科書

作成配布する。

6. 参考書

- 永尾汎:『群論の基礎』, 朝倉書店
- 志賀浩二:『群論への30講』, 朝倉書店
- 芳沢光雄:『群論入門 対称性をはかる数学』, 講談社ブルーバックス

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題は添削して返却する。

8. 成績評価の方法

中間試験 50%、定期試験 50%で評価します。60 点以上を合格とします。(代数学 1 と代数学 1 演習は、共通の試験をやっ
て、一緒に成績を付けます。)

2026 年度理工学部 シラバス

9. その他

質問について

授業・演習中の質問は歓迎されます。

授業中の私語について

授業中の私語は厳禁します。無用の私語と判断された場合は、退室を求め、以後の出席をお断りします。

出席について

毎回出席を取り、指導の参考にします。

遅刻について

授業中の教室への出入りは、原則お断りします。

2026 年度理工学部 シラバス

代数学2演習

科目ナンバー	STMAT312J	配当学年	3 年	開講学期	秋
科目名	代数学 2 演習[数学]				
担当者名	松岡直之			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

代数学2の演習として問題演習を行う。代数学2の講義と並行して進む。

「到達目標」

代数学2で学んだ内容を反芻し、自ら手を動かすことで、その理解を深めることが狙いである。そのため、到達目標は代数学2に準ずる。

2. 授業内容

[第1回] 基礎知識の確認と環の定義

[第2回] 環の準同型写像と同型写像

[第3回] イデアルと剰余類環

[第4回] イデアルの対応定理と環の準同型写像

[第5回] 整域と体

[第6回] 素イデアルと極大イデアル

[第7回] a: 整数環 b: 中間試験

[第8回] 局所化

[第9回] 局所環と全商環

[第10回] 多項式環と代入原理

[第11回] 体上1変数多項式環

[第12回] 体の代数拡大

[第13回] PIDとUFD

[第14回] まとめ

3. 履修上の注意

代数学1の内容の理解が必須である。

また、代数学2を同時に受講すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

予習に多くの時間を割く必要はない。ノートや教科書を読み返し、演習問題を解き直すなど、復習をしっかりと行い、必要ならば質問をして、不明な点を残さないようにすることが重要である。

5. 教科書

『可換環論の勘どころ』後藤四郎(共立出版, 2013年)

6. 参考書

『代数学2 環と体とガロア理論(第2版)』雪江明彦(日本評論社, 2023年)

『可換環論への招待: 数値半群を通じた環構造探究』松岡直之(共立出版, 2026年)

7. 課題に対するフィードバックの方法

演習問題は添削して返却する。また、毎回の授業の最初に、前回の振り返り演習問題と宿題の演習問題について解説を行う。必要に応じて解説資料を作成する。

8. 成績評価の方法

2026 年度理工学部 シラバス

代数学2と同じ評価を下す。

試験を2回(中間試験・期末試験)実施する。中間試験 20%, 期末試験 50%とする。また, 授業・演習・課題への取り組み姿勢によって残り 30%の評価を加える。合計が 60%以上を合格の条件とする。

9. その他

質問は Oh-o! Meiji のクラスウェブ, 授業時, あるいはオフィスアワーで随時受け付ける。

2026 年度理工学部 シラバス

代数学4演習

科目ナンバー	STMAT412J	担当学年	4 年	開講学期	秋
科目名	代数学 4 演習[数学]				
担当者名	小林稔周	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

ガロア理論について問題演習する。

代数方程式のベキ根による可解性が、その方程式のガロア群の性質によって決まることを理解するのが目標である。

2. 授業内容

[第1回] 体上の多項式環, イデアル

[第2回] 体上の多項式環, ユークリッドの互除法

[第3回] 代数拡大, 剰余環との同型

[第4回] 代数拡大, クロネッカーの定理

[第5回] 素体, 標数, 有限体

[第6回] 分解体

[第7回] ガロア拡大

[第8回] ガロア拡大の特徴付け

[第9回] ガロアの基本定理

[第10回] 応用, 単純拡大の特徴付け

[第11回] 応用, 代数学の基本定理

[第12回] 1のベキ根, 巡回拡大

[第13回] 古典的な解の公式

[第14回] ベキ根による可解性, 5次以上の一般の方程式がベキ根で解けないこと

3. 履修上の注意

「代数学1・同演習」および「代数学2・同演習」が履修済みであることを前提とする。「代数学4」を必ず履修すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

配布されたテキスト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。また, 次の回の該当箇所に目をとっておくこと。

5. 教科書

テキストを配布する。

6. 参考書

J. ロットマン:『改訂新版 ガロア理論』, 丸善出版

桂利行:『代数学 III 体とガロア理論』, 東京大学出版会

7. 課題に対するフィードバックの方法

演習時間での発表を直接評価する。

8. 成績評価の方法

演習 100%で評価する。(代数学4と代数学4演習は同一の評価を与えることにする。)

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

幾何学1

科目ナンバー	STMAT321J	配当学年	3 年	開講学期	春
科目名	幾何学 1[数学]				
担当者名	野原雄一			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

この授業では、曲線と曲面の幾何学について学ぶ。曲面や曲線の曲がり方は「曲率」とよばれる量で表される。この講義の最終目標であるガウス・ボンネの定理は、曲面の局所的な情報である曲率と曲面の大域的な性質を結びつけるものであり、現代幾何学への入り口となる。なお、「幾何学1演習」ではこの講義に関連した問題演習を行う。

曲線や曲面の曲率の定義とその意味を理解し、簡単な場合に曲率を計算できるようになることを目標とする。

2. 授業内容

- [第1回] 平面曲線
- [第2回] 平面曲線の曲率
- [第3回] 曲率の性質
- [第4回] 空間曲線
- [第5回] 曲面
- [第6回] 第一基本形式
- [第7回] 第二基本形式
- [第8回] 曲面の曲率
- [第9回] 曲率の意味
- [第10回] ガウスの驚きの定理
- [第11回] 測地線
- [第12回] ガウス・ボンネの定理
- [第13回] ガウス・ボンネの定理の証明
- [第14回] まとめと展望

3. 履修上の注意

幾何学1と幾何学1演習は同じ成績をつけるため、幾何学1と幾何学1演習を併せて履修すること。片方だけの履修は認めない。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

毎回講義と演習の内容を復習し、出てきた概念の整理をしておくこと。また、疑問があれば積極的に質問すること。講義・演習中の質問も歓迎する。

5. 教科書

特に定めない。

6. 参考書

- 『曲線と曲面』、梅原雅顕・山田光太郎(裳華房)
- 『曲線と曲面の微分幾何』、小林昭七(裳華房)
- 『じっくり学ぶ曲線と曲面』、中内伸光(共立出版)

7. 課題に対するフィードバックの方法

提出されたレポートを採点し、後日返却する。また、略解とコメントを載せた資料を配布する。

8. 成績評価の方法

2026 年度理工学部 シラバス

幾何学1演習と一緒に評価する。試験 80%、演習・レポート・小テスト 20%で評価し、合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

履修者の理解の状況等によっては講義内容を一部変更する場合がある。内容を変更する場合は授業の際に知らせる。

2026 年度理工学部 シラバス

幾何学2

科目ナンバー	STMAT321J	配当学年	3 年	開講学期	秋
科目名	幾何学 2[数学]				
担当者名	野原雄一			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

この授業は、図形(さらに、より一般の位相空間)の連続的な変形で不変な性質を調べる位相幾何学の入門的な講義である。講義の前半では位相空間の基本的な概念について説明する。講義の後半では、位相空間の性質を調べるための強力な道具であるホモロジー群の基礎を解説する。なお、「幾何学2演習」ではこの講義に関連する問題演習を行う。

曲面などの基本的な空間の位相幾何的な性質を理解すること、簡単な空間に対してそのホモロジー群を計算できるようになることを目標とする。

2. 授業内容

- [第1回] 導入
- [第2回] 距離空間と位相空間
- [第3回] 位相空間, 連続写像
- [第4回] 同値関係と商集合
- [第5回] 群作用と商空間
- [第6回] 曲面と位相多様体
- [第7回] ホモトピー
- [第8回] 加群
- [第9回] 単体的複体
- [第10回] 単体的複体のホモロジー群
- [第11回] ホモロジー群の性質(1)
- [第12回] ホモロジー群の性質(2)
- [第13回] Mayer-Vietoris 完全系列
- [第14回] まとめと展望

3. 履修上の注意

- (1) 幾何学2と幾何学2演習には同じ成績をつけるため、幾何学2と幾何学2演習を併せて履修すること。片方だけの履修は認めない。
- (2) 1、2年次で学んだ線形代数と集合・位相の基本的な知識を仮定する。必要に応じて復習すること。
- (3) 群論(代数学1の内容)の基礎を学んでいると、この授業をより理解しやすくなる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

毎回講義と演習の内容を復習し、出てきた概念の整理をしておくこと。また、疑問があれば積極的に質問すること。講義・演習中の質問も歓迎する。

5. 教科書

特に指定しない。

6. 参考書

- 『トポロジー』、田村一郎(岩波書店)
- 『位相幾何入門』、小宮克弘(裳華房)
- 『よくわかるトポロジー』、山本修身(森北出版)

7. 課題に対するフィードバックの方法

提出されたレポートを採点し、後日返却する。また、略解とコメントを載せた資料を配布する。

2026 年度理工学部 シラバス

8. 成績評価の方法

幾何学2演習と一緒に評価する。試験 80%，演習・レポート・小テスト 20%で評価し、合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

履修者の理解の状況等によっては講義内容を一部変更する場合がある。内容を変更する場合は授業の際に知らせる。

2026 年度理工学部 シラバス

幾何学3

科目ナンバー	STMAT421J	担当学年	4 年	開講学期	春
科目名	幾何学 3[数学/院合併]				
担当者名	吉田尚彦	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

[授業の概要]

位相空間の基本群はその空間に附随する代数的な量であり、この量によって空間の形のある種の複雑さが表現される。被覆空間とは、与えられた位相空間に附随して現れる別の空間で、基本群に密接に関係している。基本群、被覆空間をまとめて考えることで、元の与えられた空間の形を深く理解することができる。この講義では、はじめに位相空間についての基本事項を扱い、その後、位相空間の基本群、被覆空間について解説する。

[到達目標]

位相空間と被覆空間の基本事項について理解することを目標とする。

2. 授業内容

[第1回] 群作用

[第2回] 距離空間

[第3回] 位相空間

[第4回] 基本群

[第5回] 基本群の性質

[第6回] 基本群の性質(続き)

[第7回] 円周の基本群

[第8回] 円周の基本群(続き)

[第9回] 自由積

[第10回] 融合積

[第11回] ファンカンペンの定理

[第12回] 真性不連続な群作用

[第13回] 被覆空間

[第14回] 被覆空間と基本群

3. 履修上の注意

幾何入門 1・2, 幾何学 1・2 の履修を前提とする。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

配付資料に目を通すこと。授業後に配付資料にある演習問題に取り組み、講義内容の理解と定着に勤めること。

5. 教科書

特に指定しない。資料を配付する。

6. 参考書

『トポロジー入門』クゼ・コスニオフスキ(東京大学出版会)

『トポロジー入門』松本幸夫(岩波書店)

『幾何概論』村上信吾(裳華房)

『基本群と被覆空間』佐藤隆夫(裳華房)

7. 課題に対するフィードバックの方法

毎回、授業の最後に確認のための小テストを実施する。答えはチェックした後、クラスウェブを通じて返却する。

2026 年度理工学部 シラバス

8. 成績評価の方法

レポート 70%, 演習・課題 30% で評価する。合計が満点の 60% 以上を単位取得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

幾何学4

科目ナンバー	STMAT421J	配当学年	4 年	開講学期	秋
科目名	幾何学 4[数学/院合併]				
担当者名	長友康行	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

概要:これまで学んできた曲面論やベクトル解析を下に、多様体論の準備のために、ユークリッド空間における幾何学を講義する。

到達目標:多様体とは我々の住む空間の概念を一般化したいわゆる曲がった空間である。たとえば地球の表面をモデル化した2次元球面は多様体である。多様体上で幾何学を展開するには代数学、解析学など様々な手段を駆使して概念を用意する必要がある。そこで、これらの概念を理解するために、まずユークリッド空間上でこれらの概念を定式化し今まで学んできた数学とのつながりを意識して、それらを使えるようになることを目標とする。

講義では電磁気学を含む実例の説明を多くするなどして幾何学的なイメージが得られるように配慮するつもりである。適宜、問題演習を行う。

また、学部学生に対しては、ユークリッド空間上で微分形式を使えるようになることを目標とする。

2. 授業内容

第1回:双対空間

第2回:テンソル空間

第3回:交代テンソルの定義

第4回:外積代数

第5回:内積空間

第6回:線形空間の向き

第7回:Hodge のスター作用素

第8回:テンソル場

第9回:微分形式の外微分

第10回:微分形式の積分

第11回:微分形式に対する積分公式

第12回:ストークスの定理

第13回:電磁気学への応用

第14回:まとめと展望

3. 履修上の注意

- 1, 2 年次の必修科目をよく理解した上で, 2 年次の幾何入門 1, 2 の履修を前提として講義を行う。
- 3 年次の幾何学 1, 2 を履修していることが望ましい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

事前に, 1, 2, 3 年次に学んだ微分積分学, 線形代数学および幾何学の理解度を確かめ, 深めておくこと。復習として, 講義内容をノートを見ることなく再現できるまで理解すること。

5. 教科書

特に指定しない。

6. 参考書

松本幸夫「多様体の基礎」東京大学出版会

松島与三「多様体入門」裳華房

村上信吾「多様体」共立出版

F.W. Warner「Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups」, Springer

7. 課題に対するフィードバックの方法

付随する演習の時間に、学生の解いた演習問題を学生自身に板書してもらった後、その解答を吟味したうえで、解答例およびその応用を紹介する。

8. 成績評価の方法

レポート 90%、授業への貢献度 10% で評価する。

合計が満点の 60% 以上を単位取得の条件とする。

ただし、学部学生と大学院生ではその到達目標に応じてレポートの課題は異なる。

幾何学4と幾何学4演習を併せて履修すること。片方だけの履修は認めない。また、幾何学4と幾何学4演習には同じ成績をつけることにする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

幾何学1演習

科目ナンバー	STMAT322J	配当学年	3年	開講学期	春
科目名	幾何学1演習[数学]				
担当者名	野原雄一			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

幾何学1の演習科目である。幾何学1で学んだ内容に関連した問題演習を行う。
曲線や曲面の曲率の定義とその意味を理解し、基本的な計算ができるようになることを目標とする。

2. 授業内容

- [第1回] 平面曲線
- [第2回] 平面曲線の曲率
- [第3回] 曲率の性質
- [第4回] 空間曲線
- [第5回] 曲面
- [第6回] 第一基本形式
- [第7回] 第二基本形式
- [第8回] 曲面の曲率
- [第9回] 曲率の意味
- [第10回] ガウスの驚きの定理
- [第11回] 測地線
- [第12回] ガウス・ボンネの定理(1)
- [第13回] ガウス・ボンネの定理(2)
- [第14回] まとめと展望

3. 履修上の注意

幾何学1と幾何学1演習は同じ成績をつけるため、幾何学1と幾何学1演習を併せて履修すること。片方だけの履修は認めない。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

毎回講義と演習の内容を復習し、出てきた概念の整理をしておくこと。また、疑問があれば積極的に質問すること。講義・演習中の質問も歓迎する。

5. 教科書

特に指定しない。

6. 参考書

- 『曲線と曲面』、梅原雅顕・山田光太郎(裳華房)
- 『曲線と曲面の微分幾何』、小林昭七(裳華房)
- 『じっくり学ぶ曲線と曲面』、中内伸光(共立出版)

7. 課題に対するフィードバックの方法

提出されたレポートを採点し、後日返却する。また、略解とコメントを載せた資料を配布する。

8. 成績評価の方法

幾何学1と一緒に評価する。試験 80%、演習・レポート・小テスト 20%で評価し、合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

2026 年度理工学部 シラバス

9. その他

履修者の理解の状況等によっては講義内容を一部変更する場合がある。内容を変更する場合は授業の際に知らせる。

2026 年度理工学部 シラバス

幾何学2演習

科目ナンバー	STMAT322J	配当学年	3年	開講学期	秋
科目名	幾何学 2 演習[数学]				
担当者名	野原雄一	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

幾何学2の演習科目である。幾何学2で学んだ内容に関連する問題演習を行う。

簡単な空間に対してそのホモロジー群を計算できるようになること、そしてその幾何学的意味を理解できるようになることを目標とする。

2. 授業内容

[第1回] 導入

[第2回] 距離空間と位相空間

[第3回] 位相空間, 連続写像

[第4回] 同値関係と商集合

[第5回] 群作用と商空間

[第6回] 曲面と位相多様体

[第7回] ホモトピー

[第8回] 加群

[第9回] 単体的複体

[第10回] 単体的複体のホモロジー群

[第11回] ホモロジー群の性質(1)

[第12回] ホモロジー群の性質(2)

[第13回] Mayer-Vietoris 完全系列

[第14回] まとめと展望

3. 履修上の注意

(1) 幾何学2と幾何学2演習には同じ成績をつけるため、幾何学2と幾何学2演習を併せて履修すること。片方だけの履修は認めない。

(2) 1、2年次で学んだ線形代数と集合・位相の基本的な知識を仮定する。必要に応じて復習すること。

(3) 群論(代数学1の内容)の基礎を学んでいると、この授業をより理解しやすくなる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

毎回講義と演習の内容を復習し、出てきた概念の整理をしておくこと。また、疑問があれば積極的に質問すること。講義・演習中の質問も歓迎する。

5. 教科書

特に指定しない。

6. 参考書

『トポロジー』、田村一郎(岩波書店)

『位相幾何入門』、小宮克弘(裳華房)

『よくわかるトポロジー』、山本修身(森北出版)

7. 課題に対するフィードバックの方法

提出されたレポートを採点し、後日返却する。また、略解とコメントを載せた資料を配布する。

8. 成績評価の方法

2026 年度理工学部 シラバス

幾何学2と一緒に評価する。試験 80%, 演習・レポート・小テスト 20%で評価し、合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

履修者の理解の状況等によっては講義内容を一部変更する場合がある。内容を変更する場合は授業の際に知らせる。

2026年度理工学部 シラバス

幾何学4演習

科目ナンバー	STMAT422J	配当学年	4年	開講学期	秋
科目名	幾何学4演習[数学]				
担当者名	長友康行			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

概要:これまで学んできた曲面論やベクトル解析を下に、多様体論の準備のために、ユークリッド空間における幾何学を講義する。

到達目標:多様体とは我々の住む空間の概念を一般化したいわゆる曲がった空間である。たとえば地球の表面をモデル化した2次元球面は多様体である。多様体上で幾何学を展開するには代数学、解析学など様々な手段を駆使して概念を用意する必要がある。そこで、これらの概念を理解するために、まずユークリッド空間上でこれらの概念を定式化し今まで学んできた数学とのつながりを意識して、それらを使えるようになることを目標とする。

講義では電磁気学を含む実例の説明を多くするなどして幾何学的なイメージが得られるように配慮するつもりである。適宜、問題演習を行う。

2. 授業内容

- 第1回: 双対空間
- 第2回: テンソル空間
- 第3回: 交代テンソルの定義
- 第4回: 外積代数
- 第5回: 内積空間
- 第6回: 線形空間の向き
- 第7回: Hodge のスター作用素
- 第8回: テンソル場
- 第9回: 微分形式の外微分
- 第10回: 微分形式の積分
- 第11回: 微分形式に対する積分公式
- 第12回: ストークスの定理
- 第13回: 電磁気学への応用
- 第14回: まとめと展望

3. 履修上の注意

- 1, 2年次の必修科目をよく理解した上で, 2年次の幾何入門1, 2の履修を前提として講義を行う。
- 3年次の幾何学1, 2を履修していることが望ましい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

- 事前に, 1, 2, 3年次に学んだ微分積分学, 線形代数学および幾何学の理解度を確かめ, 深めておくこと。
- 復習として, 講義内容をノートを見ることなく再現できるまで理解すること。

5. 教科書

- 特に指定しない。

6. 参考書

- 松本幸夫「多様体の基礎」東京大学出版会
- 松島与三「多様体入門」裳華房
- 村上信吾「多様体」共立出版
- F. W. Warner「Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups」, Springer

2026 年度理工学部 シラバス

7. 課題に対するフィードバックの方法

学生の解いた演習問題を学生自身に板書してもらった後、その解答を吟味したうえで、解答例およびその応用を紹介する。

8. 成績評価の方法

レポート 90%，授業への貢献度 10% で評価する。合計が満点の 60% 以上を単位取得の条件とする。

幾何学4と幾何学4演習を併せて履修すること。片方だけの履修は認めない。また、幾何学4と幾何学4演習には同じ成績をつけることにする。演習において(複数回)問題を解き、発表をしなければレポート提出する資格を与えない。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

常微分方程式1

科目ナンバー	STMAT331J	配当学年	3年	開講学期	春
科目名	常微分方程式 1[数学]				
担当者名	市田優	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

「授業概要」

具体的な現象をスタート地点にそれを記述する数理モデルとして常微分方程式を導出し、その解析手法と現象へのフィードバックという観点から常微分方程式論の基本事項を講義する。現象、微分方程式、解の表示もしくは諸性質の解明、現象での意味づけや改良・修正への議論という順番で毎回講義を進めるとともに、関連する演習を交える。

「到達目標」

- ・微分方程式の現象における役割について理解する。
- ・具体的な現象から数学を取り出し、数理モデルとしての常微分方程式の解の様相について議論できる。

2. 授業内容

- [第1回] 1階常微分方程式(1)変数分離法:カテナリーの導出と身の回りの数理曲線
- [第2回] 1階常微分方程式(2)ベルヌーイ型:無限に大きな魚は存在するか?
- [第3回] 1階常微分方程式(3)定数変化法:ヒステリシスと害虫の大量発生
- [第4回] 1階常微分方程式(4)非正規形:引っ越し作業で出現するアステロイド
- [第5回] 2階常微分方程式(1)単振動・減衰振動
- [第6回] 2階常微分方程式(2)景気変動の動きを予測できるか?
- [第7回] 2階常微分方程式(3)強制振動と共振:声で火を消すことができるか?
- [第8回] 2階常微分方程式(4)グリーン関数による解法
- [第9回] ラプラス変換(1)定義と諸性質・例
- [第10回] ラプラス変換(2)逆変換と微分方程式の解法への応用
- [第11回] 連立1階微分方程式(1)行列の指数関数:円運動と螺旋運動
- [第12回] 連立1階微分方程式(2)行列の指数関数の正当化
- [第13回] 連立1階微分方程式(3)伝送ケーブル、共振再訪
- [第14回] 微分方程式の境界値問題:ハミルトン系と特殊関数、比較原理

3. 履修上の注意

- 1・2年次の「基礎微分積分1、2」「微分方程式」「基礎線形代数1、2」「ベクトル空間論」「解析学1、2、3」で学んだ内容を前提とする。
- 3年次春学期の「常微分方程式2」も同時に履修することが望ましい。
- 毎回前半で講義を行い、後半で演習を行う予定である。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

演習は付設されていないが、適宜演習問題などの資料を配布するので、それらをよく読んで問題などは自力で解いてみることに。

5. 教科書

指定しない。

6. 参考書

- 『微分方程式』長瀬道弘(裳華房)※ 常微分方程式2の教科書
 - 『パターン形成と分岐理論』桑村雅隆(共立出版)※ 常微分方程式2の教科書
 - 『常微分方程式論』柳田英二、柴伸一郎(朝倉書店)
 - 『手を動かしてまなぶフーリエ解析・ラプラス変換』山根英司(裳華房)
- その他講義中に適宜紹介する。

2026 年度理工学部 シラバス

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題を課す場合、その答えは Oh-o! Meiji システムを通して返却する。

8. 成績評価の方法

期末試験 100%で評価する。満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

授業は「授業内容」の項目に従って進める予定であるが、変更する場合もある。変更する場合は、授業時間中に口頭で知らせるか、Oh-o! Meiji システムを通じて知らせる。

2026 年度理工学部 シラバス

常微分方程式2

科目ナンバー	STMAT331J	配当学年	3 年	開講学期	春
科目名	常微分方程式 2[数学]				
担当者名	坂元孝志			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

- ・常微分方程式の基本的な理論を理解する
- ・線形の常微分方程式についてその厳密解を求めることができる
- ・線形常微分方程式の解の作る空間について理解する

2. 授業内容

- [第1回] 「定係数2階線形常微分方程式」
- [第2回] 「ロンスキアンと定数変化法」
- [第3回] 「連立微分方程式(その1)」
- [第4回] 「連立微分方程式(その2)」
- [第5回] 「基本解とロンスキアン」
- [第6回] 「微分方程式の初期値問題」
- [第7回] 「初期値に対する解の一意性とピカールの逐次近似法」
- [第8回] 「行列の指数」
- [第9回] 「常微分方程式の解の軌道」
- [第10回] 「常微分方程式の定性理論:力学系」
- [第11回] 「線形連立微分方程式の解軌道の分類」
- [第12回] 「非線形連立微分方程式と力学系」
- [第13回] 「平衡点とその周りの解析:ハートマン・グロブマンの定理」
- [第14回] 「ベキ級数解とベッセル関数」

3. 履修上の注意

シラバスの内容は予定であり、履修者の理解の状況や講義の進度に応じて変更する場合がある。変更する場合には講義時に知らせる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

- ・2年生秋学期までの数学の必修科目の内容を前提とする。
- ・予習・復習を欠かさないこと。

5. 教科書

- ・長瀬道弘, 「微分方程式」 裳華房
- ・桑村雅隆, 「パターン形成と分岐理論」, 共立出版

6. 参考書

- ・Dバージェス, Mポリー(著)/垣田高夫, 大町比佐栄(訳), 「微分方程式で数学モデルを作ろう」, 日本評論社
- ・柳田英二, 栄伸一郎, 「常微分方程式論」, 朝倉書店
- ・その他, 適宜指示する

7. 課題に対するフィードバックの方法

講義中に解答例を示す。

8. 成績評価の方法

期末テスト 100% で評価する。合計が満点の 60% 以上を単位取得の条件とする。

2026 年度理工学部 シラバス

偏微分方程式

科目ナンバー	STMAT431J	配当学年	4 年	開講学期	秋
科目名	偏微分方程式[数学/院合併]				
担当者名	矢崎成俊			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

本講義はさまざまな偏微分方程式の導入(導き方)を紹介し、いくつかについてはその解き方,あるいは定性的理論について言及する。

「到達目標」

偏微分方程式の豊かな世界を体感し, 解法や解の性質について理解することを目標とする。

2. 授業内容

- 第1回 偏微分方程式の定義
- 第2回 偏微分方程式の分類
- 第3回 偏微分方程式を作る
- 第4回 波動方程式の導出
- 第5回 熱・拡散方程式の導出
- 第6回 移流方程式と1階準線形 PDE
- 第7回 包絡線
- 第8回 変分原理とポアソン方程式
- 第9回 極小曲面の方程式
- 第10回 動く平面曲線の方程式
- 第11回 平均曲率流方程式
- 第12回 流体の方程式の導出に向けた準備
- 第13回 オイラー方程式とアルキメデスの原理
- 第14回 ナヴィエ-ストークス方程式と総括

3. 履修上の注意

「常微分方程式 1」「常微分方程式 2」「フーリエ解析」「数理解析」を履修していることが望ましい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

予習, 復習をしっかりとすること。

5. 教科書

講義中に適宜指摘する。

6. 参考書

講義中に適宜指摘する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

適宜解説する。

8. 成績評価の方法

レポート 100% で評価する。得点が満点の 60% 以上であることを単位修得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

「常微分方程式 1」「常微分方程式 2」「フーリエ解析」「数理解析」を履修していることが望ましい。

担当教員(矢崎)のホームページ:

<http://www.isc.meiji.ac.jp/~syazaki/>

2026 年度理工学部 シラバス

フーリエ解析

科目ナンバー	STMAT331J	配当学年	3 年	開講学期	秋
科目名	フーリエ解析[数学]				
担当者名	矢崎成俊			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

フーリエ解析は、現代数学のみならず、広く科学、工学において浸透している。その数学的基礎を学ぶ。フーリエ級数、フーリエ変換の理論の理解と応用できるようになることが到達目標である。

2. 授業内容

- 第 1 回 周期関数と三角級数
- 第 2 回 フーリエ級数
- 第 3 回 さまざまな周期関数のフーリエ級数
- 第 4 回 級数の一様収束
- 第 5 回 項別積分, 項別微分
- 第 6 回 熱方程式の導出
- 第 7 回 複素形式のフーリエ級数
- 第 8 回 最良近似問題とベッセルの不等式
- 第 9 回 収束定理
- 第 10 回 一様収束定理とパーセヴァルの等式
- 第 11 回 フーリエ変換
- 第 12 回 フーリエ変換の性質
- 第 13 回 熱方程式の初期値問題
- 第 14 回 総括

3. 履修上の注意

3 年前期までの解析系基礎科目の履修を前提として講義を進める。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

解析系基礎科目(微分積分, 微分方程式)を学習しておくこと。

5. 教科書

矢崎成俊, 『弱点克服 大学生のフーリエ解析』, 東京図書

6. 参考書

- 『フーリエの方法』, 入江昭二, 垣田高夫, (内田老鶴圃)
- 『新・フーリエ解析と関数解析学』, 新井仁之, (培風館)
- 『フーリエ解析とその応用』, 洲之内源一郎, (サイエンス社)

7. 課題に対するフィードバックの方法

主として講義中に解説する。

8. 成績評価の方法

定期試験 100%により評価する。得点が満点の 60%以上であることを単位修得の条件とする。
なお、定期試験の受験資格は便覧に記載の条件に準ずる。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

担当教員(矢崎)のホームページ:
<http://www.isc.meiji.ac.jp/~syazaki/>

2026年度理工学部 シラバス

関数解析

科目ナンバー	STMAT331J	配当学年	3年	開講学期	秋
科目名	関数解析[数学]				
担当者名	市田優	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

関数解析は、関数を点、関数の集まりを空間とみて、線形代数の方法を無限次元空間に拡張した理論であり、偏微分方程式論・確率論・数値解析・機械学習などを学ぶ上で欠かすことのできない分野である。本授業では、関数解析の基本的事項について解説するとともに、その応用について論じていく。

「到達目標」

1. 線形空間、ノルム空間、バナッハ空間、内積空間、ヒルベルト空間、線形作用素、線形汎函数の定義を理解するとともにその例と諸性質について論じることができる。
2. 本授業で学ぶ関数解析の知識を用いて微分方程式の問題へと応用することができる。

2. 授業内容

- [第1回] 線形空間
- [第2回] ノルム空間
- [第3回] バナッハ空間(1) 完備性・バナッハ空間の定義と例
- [第4回] バナッハ空間(2) 縮小写像の不動点定理とその応用
- [第5回] ルベグ空間: p 乗可積分な関数の集合とその完備性
- [第6回] 位相的性質: 閉集合と閉部分空間、稠密、可分、多項式近似定理
- [第7回] 内積空間・ヒルベルト空間
- [第8回] 直交性と射影定理
- [第9回] 線形作用素・有界線形作用素
- [第10回] 線形汎函数とリースの表現定理
- [第11回] 関数解析の微分方程式論への応用(1) ラックス・ミルグラムの定理
- [第12回] 関数解析の微分方程式論への応用(2) 弱導関数、ソボレフ空間
- [第13回] 関数解析の微分方程式論への応用(3) ポアンカレの不等式、弱解
- [第14回] まとめと演習

3. 履修上の注意

1. 1・2年次の「基礎微分積分1、2」「微分方程式」「基礎線形代数1、2」「ベクトル空間論」「幾何入門2」「解析学1、2、3」で学んだ内容を前提とする。
2. 3年次春学期の「常微分方程式1、2」「解析学4」を履修しておくことが望ましい。
3. 3年次秋学期の「フーリエ解析」「数理解析」「解析学5」も同時に履修することが望ましい。これらの科目と密接に関数解析は関連している。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

1. 単純な計算問題はほとんどなく抽象的な議論展開が続いていくため、毎回の復習、概念の理解、ストーリー展開を把握する復習をおこない、自らで行間を埋めて次回の授業に備えること。
2. 演習は付設されていないが、適宜演習問題などの資料を配布するので、それらをよく読んで問題などは自力で解いてみる。
3. 必要に応じて、参考書を参照すること。

5. 教科書

指定しない。

6. 参考書

- 『数学のとびら 関数解析 基本と考え方』竹内慎吾(裳華房)
- 『関数解析学の基礎・基本』樋口禎一、芹澤久光、神保敏弥(牧野書店)

2026 年度理工学部 シラバス

『関数解析』藤田宏、黒田成俊、伊藤清三(岩波書店)

『関数解析』増田久弥(裳華房)

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題を課す場合、その答えは Oh-o! Meiji システムを通して返却する。

8. 成績評価の方法

期末試験 100%で評価する。満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

1. 授業は「授業内容」の項目に従って進める予定であるが、変更する場合もある。変更する場合は、授業時間中に口頭で知らせるか、Oh-o! Meiji システムを通じて知らせる。
 2. 本科目では解析学4でのルベーグ積分論での学習内容を前提に講義を進める。
-

2026 年度理工学部 シラバス

解析学展望1

科目ナンバー	STMAT441J	配当学年	4 年	開講学期	春
科目名	解析学展望 1[数学/院合併]				
担当者名	廣瀬宗光	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

学部3年次の「数理解析」に続き、この科目では偏微分方程式を扱う。主として、フーリエ変換を使って熱伝導方程式の解を求める方法と、熱伝導方程式の基本解を用いて初期値問題の解を記述する方法を学ぶ。さらに反応拡散方程式の解の爆発についても触れることにする。

「到達目標」

学部3年次の「数理解析」では双曲型方程式の一例である波動方程式について学んだが、この科目では、放物型方程式に分類される方程式について基本的な知識の習得を目指す。具体的には、熱伝導方程式の解を求める方法を習得し、反応拡散方程式の解の爆発について理解することを目標とする。

2. 授業内容

- [第1回] 複素関数論の復習
- [第2回] フーリエ変換の復習
- [第3回] デルタ超関数
- [第4回] 1次元熱伝導方程式のフーリエ変換による解法
- [第5回] 1次元熱伝導方程式の基本解
- [第6回] パラメータを含む積分(1) 一収束性一
- [第7回] パラメータを含む積分(2) 一連続性と微分可能性一
- [第8回] 1次元熱伝導方程式のコーシー問題の解法(1) 一第6回の内容に関連して一
- [第9回] 1次元熱伝導方程式のコーシー問題の解法(2) 一第7回の内容に関連して一
- [第10回] 多次元熱伝導方程式のコーシー問題の解法
- [第11回] 反応拡散方程式の解の爆発(1) 一基礎事項の整理一
- [第12回] 反応拡散方程式の解の爆発(2) 一爆発の臨界指数一
- [第13回] 反応拡散方程式の解の爆発(3) 一藤田指数について一
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

学部3年次の数学科専門科目である「常微分方程式1・2」「フーリエ解析」「数理解析」を履修しておくことが望ましい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

複雑な計算を要する箇所もあるため、授業中に説明したことを改めて再現し、理解を深めることが必要になる。よって、ある程度の予習も必要だが、自宅学習においては復習に重点を置いて欲しいと考えている。

5. 教科書

指定しない。

6. 参考書

- 『偏微分方程式(新訂版)』加藤義夫(サイエンス社)
- 『偏微分方程式入門』神保秀一(共立出版)
- 『偏微分方程式論入門』井川満(裳華房)
- 『フーリエ解析+偏微分方程式』藤原毅夫・栄伸一郎(裳華房)
- 『非線形・非平衡現象の数理3 爆発と凝集』柳田英二編(東京大学出版会)

7. 課題に対するフィードバックの方法

2026 年度理工学部 シラバス

課題を課す場合、その答えは Oh-o! Meiji システムを通じて返却する。

8. 成績評価の方法

レポート 100%により評価する。得点が満点の 60%以上であることを単位修得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

解析学展望2

科目ナンバー	STMAT441J	配当学年	4 年	開講学期	秋
科目名	解析学展望 2[数学/院合併]				
担当者名	坂元孝志			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

前半では「反応拡散系」への入門的講義を行う。化学反応の時間変化を記述する常微分方程式について、平衡点、安定性、分岐を論じ、さらに濃度のむらに起因する拡散効果を考慮した偏微分方程式である反応拡散方程式について、平衡点の安定性を解析する方法を中心に講義を行う。後半では、力学系における分岐理論の詳細について講義を行う。

2. 授業内容

前半: 化学反応と反応拡散方程式

第1回: 化学反応と微分方程式

第2回: ブリュセレーター

第3回: 常微分方程式と解の安定性

第4回: 分岐理論の概要

第5回: チューリング理論 1: 常微分方程式モデル

第6回: チューリング理論 2: 偏微分方程式モデル

第7回: チューリング理論 3: パターン形成と分岐

後半: 分岐理論

第8回: 安定性交替分岐

第9回: fold 分岐

第10回: ピッチフォーク分岐

第11回: 時間周期解とホップ分岐

第12回: ホップ分岐の標準系

第13回: 中心多様体定理1: 常微分方程式

第14回: 中心多様体定理: 偏微分方程式への応用

3. 履修上の注意

シラバスの内容は予定であり、変更する場合がある。変更が生じた場合は講義中に知らせる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

特に予習は必要ないが、授業中に提示する演習課題などを利用して復習すること。

5. 教科書

『パターン形成と分岐理論』 桑村雅隆 共立出版

6. 参考書

「Elements of Applied Bifurcation Theory, 4th. Ed.」Yuri A. Kuznetsov, Springer(2023)

7. 課題に対するフィードバックの方法

講義中に解説する。

8. 成績評価の方法

レポート(100%)で評価する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

数理教育1

科目ナンバー	STMAT392J	配当学年	3年	開講学期	春
科目名	数理教育 1[数学]				
担当者名	松岡直之	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

[授業の概要]

本講義では、大学で学んできた代数学を基盤としながら高校までに学ぶ「数」を俯瞰する。主に高校までに学ぶ中に潜む「ごまかし」に着目し、それを解消することを目指す。また、数学を他者へ伝える際に知っておいたほうがよいと担当者が考える内容について触れていく。

[到達目標]

自然数・整数・有理数・実数・複素数といった基本的な数の体系について、集合論的な構成方法を理解し説明できるようになることを目指す。また、高校までに学んだ内容と大学で学ぶ代数学との関連を理解し、数学的な厳密さと直観的理解の両立を図る力を身につける。

2. 授業内容

- [第1回] 基礎知識の確認
- [第2回] 同値関係と分割
- [第3回] ペアノの公理と自然数の構成
- [第4回] 自然数の演算
- [第5回] 整数の構成
- [第6回] 有理数の構成
- [第7回] グループワーク 1
- [第8回] 有理数と実数の違い
- [第9回] 実係数多項式
- [第10回] 複素数の構成
- [第11回] 数値半群
- [第12回] 数値半群のフロベニウス数と対称性
- [第13回] グループワーク 2
- [第14回] 総まとめ

3. 履修上の注意

大学 1,2 年次の間に学ぶ基礎科目の知識は前提として講義を進めるが、必要に応じて復習を挟む。
授業内容は予定であり、講義の進捗状況や履修者の理解の程度に応じて変更する場合がある。
授業では 2 回のグループワーク(第 7 回、第 13 回)を実施する。グループワークでは、テーマに沿って少人数で議論し、考えを深める活動を行う。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

毎回の授業後、十分な時間をかけて復習すること。講義ノートや配布資料を読み返し、定義や定理の意味を自分の言葉で説明できるようにすることが目標となる。授業後の課題や演習問題に取り組み、解けない問題については次回授業までに質問できるよう整理しておくこと。予習は必要ない。

5. 教科書

参考資料(PDF ファイル)を Oh-o!Meiji のクラスウェブで提供する。

6. 参考書

第 10 回までの内容に関しては、特に指定しない。

第 11 回以降の内容に関しては、以下が参考になる。

- ・『可換環論への招待: 数値半群を通じた環構造探究』松岡直之(共立出版, 2026 年)
- ・『Numerical Semigroups』J. C. Rosales, P. A. García-Sánchez, Developments in Mathematics, Vol. 20 (Springer, 2009)

2026 年度理工学部 シラバス

7. 課題に対するフィードバックの方法

演習問題には提出期限を設定し、早期提出者には添削して返却する。提出物の確認をし、多くの学生がつまづいたポイントについても、資料あるいは口頭による注意を述べる。

8. 成績評価の方法

レポート課題を2種類提示しそれぞれ20点ずつを満点として評価を与え、また、日々の授業への参加、質問や感想の提出状況などを平常点60点満点で評価する。合計が全体の60%以上の場合に合格とする。

9. その他

質問は Oh-o! Meiji のクラスウェブまたは授業時に随時受け付ける。また、オフィスアワーを積極的に活用すること。数学を他者へ伝える力を養うことも本科目の目的の一つなので、積極的な議論を歓迎する。

2026 年度理工学部 シラバス

数理教育2

科目ナンバー	STMAT392J	配当学年	3 年	開講学期	秋
科目名	数理教育 2[数学]				
担当者名	坂元孝志	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

本講義では、「数学がどのように社会の中の問題を解決し、そして役立っているか」について知る機会を提供すべく、数学と自然科学及び社会とのつながりの中で、(歴史的に)重要な問題が発見される契機となった話題や現在も活発に研究されている問題について、その入門的な内容を担当者の知識の及ぶ範囲で紹介する。

「数学と自然科学の関わり」あるいは「数学と社会の関わり」について知る機会を設けることをこの講義の目標とする。

2. 授業内容

数学と、他の自然科学分野や社会とのつながりの中で、(歴史的に)重要な問題が発見される契機となった話題や、現在も活発に研究されている問題について、その入門的な内容を紹介する。

以下の内容は予定であり、履修者の希望、及び履修者の基礎知識の習熟度に応じて、あるいは他の講義との連携を図る目的で変更する場合がある。講義内容を変更する場合は、その都度、講義中に知らせる。

I. (身近な現象と数学) 折りたたみと引き延ばしの数理—パン屋写像—

[第1回] [I-i] 数理モデルの導入

[第2回] [I-ii] 数理モデルの解析

[第3回] [I-iii] パン屋写像とカオス

II. (社会科学と数学) 人口論—マルサスモデルとヴェアフルストモデル—

[第4回] [II-i] マルサスモデルとヴェアフルストモデル

[第5回] [II-ii] ヴェアフルストモデルの考察

[第6回] [II-iii] あらい離散化とカオス—パン屋写像との関連—

III. (生物学と数学) 食うものと食われるものの数学—地中海の漁業と世界大戦—

[第7回] [III-i] ロトカー-ヴォルテラ方程式

[第8回] [III-ii] ロトカー-ヴォルテラ方程式の解の構造

[第9回] [III-iii] まとめと関連する話題: 害虫駆除のパラドックス

IV. (化学と数学) 化学反応の数理

[第10回] [IV-i] 化学反応の数理モデル

[第11回] [IV-ii] ベルゾフ-ジャボンスキー反応

V. (物理学と数学) 惑星の運動

[第12回] [V-i] 2体ケプラー問題

[第13回] [V-ii] 特異点の膨らましと2体衝突多様体

VI

[第14回] まとめ

3. 履修上の注意

(1) 1変数関数の微分積分の計算、行列(2次正方行列)の固有値、固有ベクトルの計算、など、高校数学～大学1年次の基礎科目の内容を前提とする。また、常微分方程式1、常微分方程式2のを履修済みであることが望ましい。

(2) シラバスの内容は予定であり、講義の進捗状況や履修者の理解の程度に応じて、あるいは他の講義との連携を図る目的で変更する場合がある。変更する場合は講義時に知らせる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

必要に応じて数学の基本的な事柄を復習する必要がある。復習すべき事柄は、適宜講義中に指示する。

5. 教科書

指定しない。

2026 年度理工学部 シラバス

6. 参考書

1. 「数学がわかるということ—食うものと食われるものの数学—」, 山口昌哉 著, ちくま学芸文庫
2. 「パターン形成と分岐理論—自発的パターン発生の力学系入門—」, 桑村雅隆 著, 共立出版
3. 「生物モデルのカオス」, 森田善久 著, 朝倉書店
4. 「非線形現象と微分方程式」, 小川知之 著, サイエンス社
5. 「力学系入門 原著第3版—微分方程式からカオスまで—」M. W. Hirsch 他, 著, 桐木紳 他 訳, 共立出版
6. 「カオス力学系入門 第2版」R. L. Devaney 著, 後藤憲一, 國府寛司 他 訳。共立出版
7. 「生命の数理」, 巖佐庸 著, 共立出版
8. 「数理生物学入門—生物社会のダイナミクスを探る—」, 巖佐庸 著, 共立出版
9. その他, 講義中に適宜指示する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

講義中に解説する。

8. 成績評価の方法

レポート課題(100%)により評価する。全体の 60%以上を単位取得の条件とする。

レポート課題は講義中に指示する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

情報社会と情報倫理

科目ナンバー	STINF212J	配当学年	2 年	開講学期	秋
科目名	情報社会と情報倫理[数学]				
担当者名	小泉浩	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

情報システムは、加速度的に変化を遂げ、私たち個人、企業、社会に大きな利便性と生産性の向上をもたらしている。その一方で、利用者の理解度、モラルの欠如で大きなリスクを負うことになる。

この講義では、情報社会を支える情報システムが、安全に効率的に稼動するには、どのような情報倫理(情報を扱う上でのモラルやマナー)が必要かを学習する。そしてプライバシー管理や著作権など、倫理上の課題と知的財産権・個人情報保護など関連する制度・法律について理解する。

また企業が IT ガバナンスをどのように担保するのかを、システム監査の仕組みを通して確認する。

到達目標)

- ・経営目標の実現に向けた、安全性・信頼性・費用対効果の高いシステムを開発し、利用するためのポイントを理解する。
- ・組織体にとって情報システムのあるべき姿を提案する上で、情報システムを多面的に評価する着眼点を身につける。
- ・ネットワーク経由での情報発信やデジタル情報の管理など倫理上の課題と、関連する制度・法律について概要を理解する。

2. 授業内容

[第1回] 授業の概要説明

授業の概観, 進め方を知る。

[第2回] 情報システムの基礎知識①

経営活動の中で意思決定がどのようになされているかを知り, そこに情報システムがどのように関わっているかを理解する。

[第3回] 情報システムの基礎知識②

情報化社会におけるリスク, そのリスクから身を守る情報セキュリティ技術にはどのようなものがあるかを体系的に理解する。

[第4回] 情報倫理①

情報倫理の概念を知る。また情報倫理に関する認識を確認する。

[第5回] 情報倫理②

情報倫理に関連する法律(個人情報保護法, 不正アクセス禁止法, 他)を理解する。同時に法制度の限界を知る。

[第6回] 情報倫理③

ケーススタディを通じて, 情報倫理の重要性を理解する。

[第7回] 情報社会を取り巻く環境①

変貌を続ける情報化社会を認識し, 最新の技術動向の概要を理解する。

[第8回] 情報社会を取り巻く環境②

企業における DX の取り組みなど, 事例を通して最新の動向を理解する。

[第9回] 企業における情報セキュリティの重要性

増加する情報漏洩事故やコンピュータ犯罪の現状を理解する。また, 企業が不都合を起こさないためにすべきことを理解する。

[第10回] システム監査は企業を守るか①

システム監査の理論・基本概念を知る。

[第11回] システム監査は企業を守るか②

システム監査の実施手順を理解する。

[第12回] システム監査のケーススタディ①

アプリケーションの監査を通して, システム監査の進め方を理解する。

[第13回] システム監査のケーススタディ②

開発プロジェクトの監査を通じて, システム監査の進め方の理解を深める。

[第14回] 全体のまとめと振り返り

3. 履修上の注意

- ・授業の中でレポート(またはアンケート)を記述することがある。
- ・授業の進行状況で、授業内容(スケジュール)が一部変更になることがある。
- ・情報倫理、情報セキュリティで特別講義(外部スピーカー)を予定しているが、日程は都度調整になる。

2026 年度理工学部 シラバス

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

新聞やニュースなどで報道される情報システムの最新動向や情報セキュリティの事件・事故には目を配っておくこと。
授業で使ったレジメについて、不明な点があれば、授業の後に質問すること。

5. 教科書

教科書は使用しない。授業の中で都度資料を展開する。(事前に配布)

6. 参考書

『情報社会と情報倫理』山本喜一監修 久保木孝明著 (近代科学社) 2011 年 ISBN:978-4764904163 C3050

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業の中で、解説をおこなう。

8. 成績評価の方法

レポート 20%, 定期試験 80%とし、合計が 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

質問及び相談は、授業終了後に受け付ける。
電子メールでの質問も受け付ける。

2026 年度理工学部 シラバス

ゼミナールA

科目ナンバー	STMAT192J	配当学年	1 年	開講学期	春
科目名	ゼミナール A[数学]				
担当者名	野原雄一			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

この授業では、論理や集合、写像などの大学で数学を学ぶための基礎となる知識を学ぶ。学生が事前にテキストを読み、その内容を順に発表するゼミ形式で行う。

数学の基本的な言葉を学び、数学の文章を正確に読み書きできるようになることが目標である。また、プレゼンテーションや議論の練習も目的のひとつである。

2. 授業内容

内容は受講者の理解度やゼミの進め方によって変わるため、以下はおおよその目安である。受講者の希望によっては、後半の内容を変更することもありうる。

- [第1回] 集合
- [第2回] 写像
- [第3回] 全射・単射
- [第4回] 同値関係
- [第5回] 命題論理
- [第6回] 述語論理
- [第7回] 証明法
- [第8回] 整数
- [第9回] ユークリッドの互除法
- [第10回] 素因数分解
- [第11回] 整数の合同
- [第12回] フェルマーの小定理
- [第13回] 中国剰余定理
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

発表者以外も積極的に議論に参加することが求められるため、原則として欠席や遅刻は認めない。やむを得ず遅刻・欠席する場合には事前に連絡すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表者は事前にテキストをよく読み、発表のための準備をしておくことが必要である。発表者でない場合も、議論に参加できるようテキストを読み、疑問点を明確にしておくこと。

5. 教科書

『大学数学の基礎』、酒井文雄(共立出版)

6. 参考書

講義中に適宜紹介する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミの際にその都度伝える

8. 成績評価の方法

毎回出席をとり、平常点(発表の出来、議論への参加態度など)で成績をつける。

2026 年度理工学部 シラバス

9. その他

履修者の理解度などの状況によっては授業の進め方などを変更する場合がある。その場合は Oh-o!Meiji 等で知らせる。

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT192J	担当学年	1 年	開講学期	春
科目名	ゼミナール A[数学]				
担当者名	今野宏			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

この授業では、学生はあらかじめ教科書を読み、順番に発表するという形式で行う。今年度は曲面のトポロジーに関する話題を取り上げる。

発表することを通して、数学書の読み方や数学の学習法を学ぶことが目的である。さらに、他者と論理的にコミュニケーションをする力を磨くことも大切な目的である。

2. 授業内容

- [第1回] はじめに
- [第2回] 図形の伸縮変形と切り貼り
- [第3回] 同相変形と同相写像
- [第4回] グラフと平面グラフ
- [第5回] クラインの壺と射影平面
- [第6回] 閉曲面の展開図
- [第7回] 向き付可能性
- [第8回] 閉曲面のオイラー標数
- [第9回] 極点・鞍点公式
- [第10回] 連結和
- [第11回] 連結和の展開図
- [第12回] 向き付け可能な閉曲面の分類
- [第13回] 向き付け不可能な閉曲面の分類
- [第14回] まとめと展望

3. 履修上の注意

原則として欠席、遅刻は認めない。欠席するときは、事前に連絡すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

授業中に適宜課題を与える。

5. 教科書

『絵ときトポロジー』前原潤・桑田孝泰（共立出版）
（初回授業の際に配布する予定）

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業中に提出された課題については、次回の授業において議論する。

8. 成績評価の方法

授業への参加態度、理解度などを総合的に評価する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT192J	担当学年	1 年	開講学期	春
科目名	ゼミナール A[数学]				
担当者名	市田優			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

論理や集合、写像といった大学で数学を学んでいく根幹的概念に触れる。輪講形式で学生が事前に指定したテキストを読み、その内容を順に発表するゼミナール形式を行う。自らの力で数学の本を読み、自身で例をつくり、時に図書館などで補足的に文献にあたることで大学での数学の学び方を訓練する。

「到達目標」

大学の数学のテキストに触れ、論理展開を理解すること、自身でその数学的世界を体験し、根底から自らの力で再構築できることを目標とする。また、発表・議論を通してコミュニケーション能力やプレゼンテーション能力を養うことを目標とする。

2. 授業内容

[第 1 回] イントロダクション(講義・ゼミ運営の方針について)

[第 2 回] 集合の定義

[第 3 回] 集合の演算

[第 4 回] 全体集合

[第 5 回] 写像

[第 6 回] 全射・単射と合成写像

[第 7 回] 集合系と集合族

[第 8 回] 二項関係

[第 9 回] 商集合

[第 10 回] ユークリッド距離

[第 11 回] ユークリッド空間の開集合(1)

[第 12 回] ユークリッド空間の開集合(2)

[第 13 回] ユークリッド空間の閉集合(1)

[第 14 回] ユークリッド空間の閉集合(2)

3. 履修上の注意

発表者以外も積極的に議論に参加することが求められるため、原則として欠席や遅刻は認めない。やむを得ず遅刻・欠席する場合には事前に連絡すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表者は事前にテキストをよく読み、発表のための準備をしておく必要がある。発表者でない場合も、議論に参加できるようにテキストを読み、疑問点を明確にしておくこと。

5. 教科書

『手を動かしてまなぶ集合と位相』藤岡敦(裳華房)

6. 参考書

講義中に適宜紹介する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミの際にその都度伝える。

8. 成績評価の方法

平常点 100% (ゼミでの発表、議論への取り組み方など) で成績をつける。
満点の 60% 以上を単位修得の条件とする。

2026 年度理工学部 シラバス

9. その他

1. 毎回出席をとる。ゼミの参加方法、評価については初回講義で連絡する。
 2. 授業は「授業内容」の項目に従って進める予定であるが、変更する場合もある。変更する場合は、授業時間中に口頭で知らせるか、Oh-o! Meiji システムを通して知らせる。
-

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT192J	配当学年	1 年	開講学期	春
科目名	ゼミナール A[数学]				
担当者名	藏野和彦			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

「かんどころ ガロア理論 木村俊一著」を輪読して、高校の数学をはるかに超えた理論を学び、数学の奥深さを体験することが目標である。

2. 授業内容

- 第 1 回 代数体・既約多項式
- 第 2 回 ユークリッドの互除法と分母の有理化
- 第 3 回 体 K 上の線形代数と次元公式
- 第 4 回 作図可能な数
- 第 5 回 倍積問題
- 第 6 回 多項式の既約判定法と角の三等分
- 第 7 回 円積問題
- 第 8 回 体の準同型
- 第 9 回 K の単拡大からの K -準同型
- 第 10 回 体の自己同型とその個数
- 第 11 回 体の自己同型とガロアの基本定理
- 第 12 回 ガロア拡大とガロア群の例
- 第 13 回 正 17 角形の作図
- 第 14 回 ガロアの定理

3. 履修上の注意

発表者は、発表内容をノートにまとめておくこと。そのノートは発表後にチェックして成績評価に用いる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表者は必ず予習しなければならない。発表者でなくても、ある程度勉強しておかないとわからなくなるだろう。

5. 教科書

かんどころ ガロア理論 木村俊一著

6. 参考書

なし

7. 課題に対するフィードバックの方法

輪読中に、さまざまなアドバイスをを行う。

8. 成績評価の方法

発表内容とそのノートをチェックして評価する。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT192J	担当学年	1年	開講学期	春
科目名	ゼミナール A[数学]				
担当者名	廣瀬宗光	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

微分方程式を題材として、高校で習ったことを復習しながら、大学で数学を学ぶための必要な基礎知識や心構えを身に付けることを目指す。微分方程式は、様々な現象を「微分」という概念を用いて表した数式のことであり、この方程式を解くことにより将来起こることを予測することができる。授業を受けると同時に、他のメンバーとの議論を通して、数学が社会や他の研究分野と深い関りがあることを認識し、大学で数学を学ぶ意義を考えてもらえれば幸いである。

「到達目標」

大学で学ぶ数学と高校で学ぶ数学とのギャップを埋め、大学で学ぶ数学について興味を高めることを目標とする。同時に、基本的な微分方程式の解法を身に付けることを目標とする。

2. 授業内容

- [第1回] イントロダクション
- [第2回] 指数関数の定義
- [第3回] 指数関数の応用
- [第4回] 逆関数
- [第5回] 対数関数の定義と応用
- [第6回] 微分方程式を学ぶ前に
- [第7回] 微分方程式の解集合と一般解
- [第8回] バクテリアの増殖と微分方程式
- [第9回] 変数分離型方程式の解法
- [第10回] 微分方程式の解の爆発
- [第11回] ロジスティック方程式の一般解
- [第12回] ロジスティック方程式の解の漸近挙動
- [第13回] 単振動の微分方程式
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

授業を進める中で、繰り返し発問する。個人に回答を求める場合と、履修者全員で討議し回答を集約していく場合がある。また、疑問点があれば積極的に質問して欲しい。その都度全員で考え、解決していくことを目指せばよい。なお、授業の終盤では、その日のまとめを兼ねて問題演習を行う場合もある。試験ではないので周り相談しても構わない。以上のように授業を進めることで、各自が疑問点を残すことなくその日の授業が終了することを目指す。もちろん、授業終了後に疑問点が生じた場合は、次回の授業時に質問すればよい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

高校で学んだ微分積分や「基礎微分積分1」の授業内容の応用という観点から授業を進める。この授業に参加して、習得できていない事項に気付いたら、必ず自宅学習で補うこと。質問も受け付ける。また、授業中に説明した例題の解法は、その日のうちに復習すること。疑問点が生じた場合は、次の回に質問を受け付けるので、積み残すことなく解消していくこと。

5. 教科書

指定しない

6. 参考書

『微分方程式・その数学と応用(上)』M. ブラウン著、一楽重雄・河原正治・河原雅子・一楽祥子訳(丸善出版)

7. 課題に対するフィードバックの方法

2026 年度理工学部 シラバス

課題を課す場合、その答案は Oh-o! Meiji システムを通じて返却する。

8. 成績評価の方法

平常点(発表・議論への参加態度、及び、発問や演習に対する取り組み方)100%で成績をつける。満点の60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

ゼミナールB

科目ナンバー	STMAT392J	配当学年	3 年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	藏野和彦			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

黒板の前に立って、テキストに書いてあることをわかりやすく解説してもらおう。数学を深く理解することの他に、自分の考えをわかり易く人に説明するための訓練でもある。

論理的に物事を考え、正確に伝えることができるようにすることが、目的の一つである。

2. 授業内容

輪読形式で行う。一人につき数回発表してもらおう。

テキスト 環と体とガロア理論 雪江明彦著

(別のテキストを使用することになれば、以下の内容は変わります。)

- [第1回] インTRODククション
- [第2回] テキストの輪読(環・多項式環・整域)と問題演習
- [第3回] テキストの輪読(イデアル・剰余環)と問題演習
- [第4回] テキストの輪読(素イデアル・極大イデアル)と問題演習
- [第5回] テキストの輪読(局所化)と問題演習
- [第6回] テキストの輪読(UFD・PID・ユークリッド環)と問題演習
- [第7回] テキストの輪読(正規環)と問題演習
- [第8回] テキストの輪読(ネーター環)と問題演習
- [第9回] テキストの輪読(アルティン環)と問題演習
- [第10回] テキストの輪読(加群)と問題演習
- [第11回] テキストの輪読(組成列)と問題演習
- [第12回] テキストの輪読(ネーター環上の加群)と問題演習
- [第13回] テキストの輪読(テンソル積)と問題演習
- [第14回] テキストの輪読(完全列)と問題演習

3. 履修上の注意

必ず予習してくること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

必ず予習してくること。

5. 教科書

環と体とガロア理論 雪江明彦著

6. 参考書

特になし

7. 課題に対するフィードバックの方法

出した課題に関しては、次の時間にそれを議論する。

8. 成績評価の方法

学術文献の読解力・発表資料、ゼミナールでの発表討議によって評価する。

2026 年度理工学部 シラバス

9. その他

6月にゼミの説明会を行い、学生の希望に基づいて各ゼミに振り分ける。黒板の前に立って、テキストに書いてあることをわかりやすく解説してもらい、数学を深く理解することの他に、自分の考えをわかり易く人に説明するための訓練でもある。

ここでは、今までに学んだ数学の内容をより深く具体的に理解し、また4年生以降の学習への重要なステップとすることが求められる。

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	担当学年	3年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	今野宏	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

6月にゼミの説明会を行い、学生の希望に基づいてゼミを振り分ける。この授業では、学生はあらかじめ教科書を読み、順番に発表するという形式で行う。教科書は、幾何に関連したテーマの中から、学生の興味に応じて決める。

幾何に関連したテーマについて深く理解することが大きな目標である。さらに、他者と論理的にコミュニケーションをする力を磨くことも大切な目標である。

2. 授業内容

以下はひとつの例である。

- [第1回] はじめに
- [第2回] ユークリッド空間上のなめらかな関数
- [第3回] 方向微分
- [第4回] 多様体の定義
- [第5回] 多様体の例
- [第6回] 多様体上のなめらかな関数
- [第7回] 多様体間のなめらかな写像
- [第8回] 逆写像定理
- [第9回] 商位相
- [第10回] 商空間のハウスドルフ性
- [第11回] 実射影空間
- [第12回] 2次元多様体としての曲面1
- [第13回] 2次元多様体としての曲面2
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表者に限らず、受講者全員が教科書を予習し、疑問点を整理しておくことが必須である。これに加えて、発表者は「どのように説明するか」を整理しておくことが求められる。

5. 教科書

学生との話し合いにより決めるが、参考のため、以下の本をあげる。

- 『トウ多様体』R.Tu(裳華房)
- 『多様体の基礎』松本幸夫(東京大学出版会)
- 『微分幾何入門 上』落合卓四郎(東京大学出版会)
- 『電磁場とベクトル解析』深谷賢治(岩波書店)
- 『解析力学と微分形式』深谷賢治(岩波書店)
- 以前は、以下の本でゼミをすすめたこともある。
- 『双曲幾何』深谷賢治(岩波書店)
- 『曲面の幾何』砂田利一(岩波書店)
- 『トポロジー:ループと折れ線の幾何学』瀬山士郎(朝倉書店)
- 『トポロジー:柔らかな幾何学』瀬山士郎(日本評論社)
- 『トポロジー入門』松本幸夫(岩波書店)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業中に提出された課題については、次回の授業において議論する。

2026 年度理工学部 シラバス

8. 成績評価の方法

テキストの理解度、発表の完成度、議論への参加態度などを総合的に評価する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	担当学年	3 年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	坂元孝志			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

自らが選択したテーマについて図書、文献を購読し、その内容を他者に解説、説明できる。
必要に応じて計算機によるシミュレーションを行い、活用することができる。

2. 授業内容

1. 各自教科書を講読し、その内容を他の履修者に対して発表、解説する。
2. 他者の発表、解説について積極的に質問し、あるいは討論に参加する。
3. 主なテーマは;力学系(離散, 連続), 常微分方程式, 偏微分方程式, 非線形解析, 分岐理論, カオス理論, 数値計算の方法, 数理モデルなどである。各自の興味に応じて内容を選択し、使用する文献(図書)を決定する。

[内容の例]

例えば, 下記の「力学系入門 原著第3版—微分方程式からカオスまで—」(共立出版)をテキストとして連続力学系(微分方程式)を主に扱う場合について, 各回の内容は以下のようにする予定である。

[第1回] 1階微分方程式(簡単な例, ロジスティック方程式)

[第2回] 1階微分方程式(分岐現象)

[第3回] 1階微分方程式(周期点とポアンカレ写像)

[第4回] 2次元微分方程式

[第5回] 2次元の系

[第6回] 線形微分方程式系の解法と重ね合わせの原理

[第7回] 2次元線形微分方程式の相図(固有値による分類)

[第8回] 2次元線形微分方程式の相図(座標変換)

[第9回] 2次元線形微分方程式の分類

[第10回] 非線形系(力学系)

[第11回] 非線形系(変分方程式)

[第12回] 非線形系の平衡点(具体例, 沈点と源点)

[第13回] 非線形系の平衡点(鞍点, 安定性)

[第14回] 非線形系の平衡点(分岐)

3. 履修上の注意

1. 発表の際には発表用ノートを作成し, その内容に基づいて発表, 解説する。
2. このセミナーは卒業研究に続くものであることを意識し, 自ら積極的に取り組むこと。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

必修科目の内容について, 必要に応じて復習すること。また, 各自が選んだテキストの内容に応じて必要な選択科目・選択必修科目を履修すること。毎回自身が選んだテキストを精読し, (必要に応じて引用されている書籍等も精読して)発表に向けた準備をすること。

5. 教科書

教科書の候補として例えば下記の図書を挙げておく。ゼミナールBの初回までに, 担当教員と相談して各自選択する。

「パターン形成と分岐理論」桑村雅隆 共立出版

「力学系入門 原著第3版—微分方程式からカオスまで—」M. W. Hirsch(著) S. Smale(著) R.L. Devaney(著) 桐木紳(訳) 三波篤郎(訳) 谷川清隆(訳) 辻井正人(訳) 共立出版

「Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields」J. Guckenheimer and P. Holmes, Springer

「Elements of Applied Bifurcation Theory (4th Edition)」Y. A. Kuznetsov, Springer

「偏微分方程式入門」神保秀一 共立出版

「侵入・伝播と拡散方程式」二宮広和 共立出版

「ギンツブルク-ランダウ方程式と安定性解析」神保秀一・森田義久 岩波書店

「Shock Waves and Reaction-Diffusion Equations」J. Smoller, Springer

2026 年度理工学部 シラバス

「Singularities and Groups in Bifurcation Theory」M. Golubitsky, I. Stewart, D. G. Schaeffer, Springer
「Ergodic Theory: with a view towards Number Theory」, M. Einsiedler and Thomas Ward, Springer
「天体力学講義」C.L. シーゲル(著) J.K. モーザー(著)伊東秀一(訳) 関口昌由(訳) 丸善出版
「n 体問題と変分法 -周期解をめぐって-」柴山允瑠 日本評論社

6. 参考書

適宜指示する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

毎回の講義時にディスカッションを行う。

8. 成績評価の方法

発表, 解説への取り組み, および討論への参加の姿勢を総合的に判断する。

9. その他

シラバスの内容は予定であり, 変更する場合がある。変更する場合は講義時に知らせる。
講読する書籍, 文献などは指導教員と相談して決定する。変更する場合も同様である。
学外実習により, 学会・研究集会・勉強会等に参加することがある。

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	担当学年	3 年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	小林稔周			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

環論と加群論の基礎を学ぶ。各自が事前にテキスト内容を理解し、黒板を使って発表する。テキストは配属された学生の希望や学力に応じて決める。

テキストの例:

M. F. Atiyah, L. G. MacDonald, 新妻弘(訳), 『可換代数入門』, 共立出版
桂利行, 『代数学 II 環上の加群』, 東京大学出版会

自ら文献を読んで理解し、その内容を他の人に説明する力を身に着けることを目標とする。

2. 授業内容

テキストを解読し、発表する輪講形式で進める。

以下はあくまでも一例であり、使用するテキストや受講者の学習状況に応じて変更する。

- [第1回] 環の定義
- [第2回] 環の具体例
- [第3回] 環の準同型写像
- [第4回] イデアル
- [第5回] 部分環と剰余環
- [第6回] 準同型定理
- [第7回] 素イデアルと極大イデアル
- [第8回] 環上の加群
- [第9回] 部分加群と剰余加群
- [第10回] 直和と直積
- [第11回] 自由加群
- [第12回] 完全列
- [第13回] 加群のテンソル積
- [第14回] テンソル積の完全性

3. 履修上の注意

1. 事前にテキスト内容を理解し、発表用ノートを作成する。テキストをそのまま読むだけにならないよう注意すること。発表者でない者も、予習をしてあらかじめ疑問点を整理しておくこと。
2. 特に前提となる知識は仮定しないが、講読を進める上で必要と思われる内容を自主的に学習すること。
3. 予習したことを発表し、討論することに重点をおく。原則として欠席は認めない。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

テキスト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。また、次の回の該当箇所に目をとっておくこと。

5. 教科書

6. 参考書

適宜指示する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

テキスト内容の理解度、準備の質を発表を通じて直接評価する。

8. 成績評価の方法

テキストの輪読を通して、発表への取り組み方、テキストの内容の理解度を判定し評価する。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	配当学年	3年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	長友康行			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

概要: 最近の物理学と幾何学との交流を念頭におき, その方面の研究において興味深いと思われるテーマの幾何学およびその周辺の数学を研究する。

到達目標: 具体的には, トポロジー, ゲージ理論, 指数定理などがその候補として挙げらる。もちろん, そのほかにも希望者の意向に沿った研究テーマの設定も可能である。したがって, 以下に挙げるテキストの候補以外の本, 論文を読みたいという希望にも応じる。なお, 4年次のセミナーにおいても, 引き続き同じテーマを研究する予定である。

2. 授業内容

テキストをよく理解し, 学んだ事柄を発表する輪講を行う。

以下に一例を挙げる。

- [第1回] 研究のテーマ解説(多様体上の幾何学)
- [第2回] 研究進捗状況の発表と評価(微分可能多様体)
- [第3回] 研究進捗状況の発表と評価(接ベクトル)
- [第4回] 研究進捗状況の発表と評価(関数の微分)
- [第5回] 研究進捗状況の発表と評価(部分多様体)
- [第6回] 研究進捗状況の発表と評価(微分同相写像)
- [第7回] 研究進捗状況の発表と評価(逆関数定理)
- [第8回] 研究進捗状況の発表と評価(陰関数定理)
- [第9回] 研究進捗状況の発表と評価(ベクトル場)
- [第10回] 研究進捗状況の発表と評価(接分布)
- [第11回] 研究進捗状況の発表と評価(フロベニウスの定理)
- [第12回] 研究進捗状況の発表と評価(テンソル)
- [第13回] 研究進捗状況の発表と評価(外積代数)
- [第14回] 研究成果の報告と講評

3. 履修上の注意

ゼミ形式で行う。

テキストの内容を難しいと感じた時に, 自分にとってわからない部分を明確にする作業を大事にし, 予習することが重要である。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

事前にテキストを熟読し, 理解しておく, または, わからない部分を明確にすること。さらに発表者は発表するための準備も必要とされる。また, セミナーの後に, 自分の理解の程度や理論の流れを確認することが復習となる。

5. 教科書

- J. W. Milnor 「Topology from the Differentiable Viewpoint」, Princeton, 1997
- F. W. Warner 「Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups」, Springer, 1983
- 松本幸夫「多様体の基礎」, 東京大学出版会
- 落合卓四郎「微分幾何入門」, 東京大学出版会
- J. Roe 「Elliptic operators, topology, and asymptotic methods (SECOND EDITION)」, LONGMAN, 1998
- ミルナー「モース理論」志賀浩二訳, 吉岡書店
- ボット・トゥー「微分形式と代数トポロジー」三村護訳, シュプリンガーフェアラーク東京

6. 参考書

特に指定しない。

2026 年度理工学部 シラバス

7. 課題に対するフィードバックの方法

講演者が予め用意した内容やセミナー内で新たに発見された問題に対して、そのセミナー内で検討、議論する。

8. 成績評価の方法

テキストの輪読を通して、発表への取り組み方、テキストの内容の理解度を判定し評価する。

評点の配分割合は以下のとおりとする。

1. 研究内容の理解度 60%
2. 発表能力 20%
3. 授業への貢献度 20%

以上の合計が満点の 60%以上を単位取得の条件とする。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	担当学年	3年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	中村幸男	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

ガロア理論の理解に向けての準備をおこなう。
群論・環論の内容を確認しながら進行する。
プレゼンテーションの手法についても練習していく。

2. 授業内容

- [第1回] 群
- [第2回] 部分群
- [第3回] 準同型定理
- [第4回] 群の作用
- [第5回] 共役, 軌道, 安定化群
- [第6回] 可解群
- [第7回] シローの定理
- [第8回] 環
- [第9回] 部分環とイデアル
- [第10回] 剰余類と準同型定理
- [第11回] 極大イデアルと素イデアル
- [第12回] 局所化
- [第13回] 多項式環
- [第14回] Eisenstein の判定法

3. 履修上の注意

ベクトル空間論, 代数学1は履修したものと進めていく。
代数学2は履修登録しておくこと。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

ゼミで指摘された事項を踏まえ, ゼミノート完成版を作成すること。

5. 教科書

6. 参考書

- 永田雅宜著「可換体論」裳華房
- 宮西正宜著「代数学 I, II」裳華房
- 雪江明彦著「代数学1 群論入門」日本評論社
- 雪江明彦著「代数学2 環と体とガロア理論」日本評論社
- 服部昭著「現代代数学」朝倉書店
- 桂利行著「体とガロア理論」東京大学出版会
- 永田雅宜「抽象代数学への入門」朝倉書店
- ロットマン「ガロア理論」丸善出版

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題を黒板で解いてもらい, 質疑応答を通して理解度を確認する

8. 成績評価の方法

理解度 70% プレゼンテーション 30%で評価する。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	担当学年	3年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	名和範人			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

数理科学や社会科学などに現われる非線型微分方程式や確率モデルを解析し理解するための数学的な素養を身につける事を目標にする。

2. 授業内容

テキストを解説し発表する輪講形式で進める。テキストの候補としては、以下の(参考書)欄に記載したものを考えている。例えば、確率論に関連したテーマを選んだ場合、各回の内容は以下のようにする予定である。

- [第1回] 初等確率論と確率空間
- [第2回] 測度空間と確率空間、そして確率変数
- [第3回] 確率変数の分布測度: 定義とその例
- [第4回] 独立性
- [第5回] 確率変数の期待値と分散
- [第6回] ラドン = ニコディムの定理と条件付き確率
- [第7回] 確率変数の収束
- [第8回] 大数の法則
- [第9回] 中心極限定理
- [第10回] 大偏差原理
- [第11回] ランダムウォーク
- [第12回] ランダムウォークの再帰性
- [第13回] 離散時間マルチンゲール
- [第14回] ブラウン運動

3. 履修上の注意

発表や議論を基本姿勢として進めるので、原則として欠席、遅刻は認めない。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表に当たっては、自ら文献を探すなどして念入りに準備をし、発表技術の向上にも努めること。

5. 教科書

ゼミ開始前の打ち合わせの際に指示する。

6. 参考書

- 志賀徳造 著「ルベーグ積分から確率論」共立出版
- 熊谷 隆 著「確率論」共立出版
- 高桑昇一郎 著「微分方程式と変分法」共立出版
- 増田久弥 著「関数解析」裳華房

7. 課題に対するフィードバックの方法

議論や質問に対しては常に門戸は開かれている。次のゼミの時間またはアポイントをとってもらえれば時間を調整する。

8. 成績評価の方法

テキストの輪読を通して、発表への取り組み方、テキストの内容の理解度を判定し評価する。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	配当学年	3年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	野原雄一			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

幾何学もしくはそれに関連するテキストを選び、輪講を行う。テーマやテキストは学生の希望や習熟度に基づいて決定する。

各自で選んだ分野・テーマの基礎を学び、4年次の卒業研究で必要となる知識を修得することを目標とする。また、プレゼンテーションや議論の訓練もこの授業の目的である。

2. 授業内容

内容は選んだテーマなどにより異なる。以下は深谷賢治著『双曲幾何』をテキストとする場合の進め方の例である。

- [第1回] 導入
- [第2回] ガウス平面
- [第3回] 1次変換
- [第4回] 1次分数変換
- [第5回] リーマン球面
- [第6回] 群作用
- [第7回] 1次分数変換群
- [第8回] 円円対応
- [第9回] 1次分数変換の分類
- [第10回] ポアンカレ計量
- [第11回] 距離空間
- [第12回] 等長変換
- [第13回] 双曲平面のモデル
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

前提となる知識は仮定しないが、講読を進める上で必要となる内容は自分で復習、学習すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表者は、事前にテキストの内容を理解しておくことはもちろんのこと、聴衆が理解しやすいように発表内容をまとめておくことが求められる。発表者でない場合も、議論ができるよう内容を予習、復習しておくこと。

5. 教科書

受講者との相談のうえ決める。例として以下の本を挙げておく。

- 『双曲幾何』、深谷賢治(岩波書店)
- 『解析力学と微分形式』、深谷賢治(岩波書店)
- 『リー群入門』、松木敏彦(日本評論社)
- 『キーポイント行列と変換群』、梁成吉(岩波書店)
- 『多様体の基礎』、松本幸夫(東京大学出版会)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミの際にその都度伝える

8. 成績評価の方法

テキストの内容の理解度、発表、討論への参加態度などにより総合的に評価する。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	配当学年	3年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	廣瀬宗光			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

放射性物質の崩壊、惑星の運動、単振り子の運動など、数理物理に現れる初等的な微分方程式の解法を学ぶ。

「到達目標」

微分方程式に関する基礎知識の習得を目指し、4年次の卒業研究に備えることを目標とする。

2. 授業内容

[第1回] 放射性物質の崩壊

[第2回] 1階線形方程式

[第3回] 変数分離形方程式

[第4回] 完全微分方程式

[第5回] 積分因子

[第6回] 定数係数の2階線型方程式

[第7回] ニュートンの運動方程式

[第8回] エネルギー保存則

[第9回] 惑星の運動

[第10回] 2次曲線について

[第11回] 自然座標

[第12回] 単振り子の運動

[第13回] 質点系の連結運動

[第14回] まとめ

3. 履修上の注意

3年次春学期の「常微分方程式1」「常微分方程式2」を履修していることが望ましい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表担当者は念入りに準備をし、発表技術の向上に努めること。

5. 教科書

『数理物理の微分方程式』望月清, イゴー・トルシン(培風館)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミ中に課題を与えた場合は、次回のゼミにおいてその解答を説明してもらい、理解が不十分な箇所について適宜指導する。また、ゼミ中に出た疑問点について、当該時間内に解消できなかった場合は、次回のゼミにおいて改めて討議するか、こちらで用意した解決案を説明する。

8. 成績評価の方法

テキストの輪読を通して、発表への取り組み方、テキストの内容の理解度、発表能力を判定し評価する。評点の配分割合は、発表への取り組み方 20%、内容の理解度 60%、発表能力 20%とする。以上の合計により、60%以上を合格とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	担当学年	3 年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	松岡直之			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

代数学の基礎を学ぶ。各自がテキストを読み解き、理解した内容について黒板を使って発表する、輪講形式で進める。テーマやテキストは配属された学生の実力に応じて決めるが、テキストの候補は次を考えている。

1. 『可換環論の勘どころ』 後藤四郎 (共立出版)
2. 『Introduction to Commutative Algebra』 M. F. Atiyah-I. G. MacDonald (Addison Wesley Publishing Company)
3. 『代数学2 環と体とガロア理論』 雪江明彦 (日本評論社)
4. 『可換環論への招待: 数値半群を通じた環構造探究』 松岡直之 (共立出版)

「到達目標」

独力で数学のテキストを読み解く力を身に着けることを目標とする。

2. 授業内容

以下はあくまでも一例であり、受講者の学習の進捗状況により変動する。

- [第1回] 環の定義と基本性質
- [第2回] 環の具体例解析
- [第3回] 部分環
- [第4回] 環の準同型写像
- [第5回] イdealと剰余類環
- [第6回] 準同型定理と対応定理
- [第7回] 体と整域
- [第8回] 極大イdealと素イdeal
- [第9回] 局所化
- [第10回] 全商環と商体
- [第11回] 多項式環の構成
- [第12回] 代入原理
- [第13回] 代数と部分代数
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表者に限らず、テキストの内容を自力で読み解き、自分なりの言葉でまとめ直した上でセミナーに臨むことが必要である。不明な点はセミナー中に質問・議論を行い、その場で解決するよう心掛けること。

5. 教科書

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミナール中に内容を確認する。

8. 成績評価の方法

学術文献の読解力・発表資料、ゼミナールでの発表討議を総合して評価する。

9. その他

学外実習により、学会・研究集会・勉強会等に参加し、議論に参加することを求めることがある。

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	担当学年	3 年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	宮部賢志	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

データ解析のための数理統計の基礎を学ぶ。主に線形回帰、ロジスティック回帰、分散分析、ベイズ統計など応用統計に表れる様々なトピックを扱う。

2. 授業内容

- [第 1 回] 確率モデル
 - [第 2 回] 確率変数と確率分布
 - [第 3 回] 2 変数の同時確率分布
 - [第 4 回] 期待値と積率母関数
 - [第 5 回] 統計モデルとデータの縮約
 - [第 6 回] 大数の法則と中心極限定理
 - [第 7 回] 正規分布から導かれる分布
 - [第 8 回] パラメータの推定
 - [第 9 回] 仮説検定と信頼区間
 - [第 10 回] カイ 2 乗適合度検定
 - [第 11 回] 回帰分析
 - [第 12 回] 重回帰モデル
 - [第 13 回] ロジスティック回帰とポアソン回帰
 - [第 14 回] ベイズ統計と MCMC 法
- ゼミの各回で特に意識してほしいことを指定する
- [第 1 回] 定義と直感
 - [第 2 回] 例
 - [第 3 回] 記号や概念を振り返る
 - [第 4 回] 行間を埋める
 - [第 5 回] 図を描く
 - [第 6 回] 論理の構造化
 - [第 7 回] 条件がどこで使われているか
 - [第 8 回] 反例
 - [第 9 回] 戦略と戦術
 - [第 10 回] 何を書くか, 何を書かないか
 - [第 11 回] 何が分からないか
 - [第 12 回] 生成 AI の使い方(1)
 - [第 13 回] 生成 AI の使い方(2)
 - [第 14 回] 理解を深める

3. 履修上の注意

輪講形式で行う。各自の担当部分について責任を持って準備をすること。他の人の担当部分についても読んで理解しておくこと。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

各自の教科書の担当部分を読んで理解すること。分からない部分があれば、他の文献で調べたり、先輩に質問したり、事前に教員に聞いたりして、理解する努力をすること。板書ノートを作り、分かりやすく説明できるようにしておくこと。担当部分でない部分は、不明点を明らかにしておくこと。

5. 教科書

『データ解析のための数理統計入門』久保川達也, 共立出版

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

次の授業でのコメントを行う

8. 成績評価の方法

平常における発表・討論への参加度 100%で評価する。
合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	配当学年	3年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	矢崎成俊			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

非線型の微分方程式の学習。

非線型の微分方程式を様々な手法・角度から、様々な意味で“解く”ことを目標にする。

2. 授業内容

テキストを読み発表する輪講形式で進める。テキストは受講生と相談して決める。以下は、過去に使ったテキストである。

山口昌哉「非線型現象の数学」朝倉書店

山口昌哉「カオス入門」朝倉書店

郡宏・森田善久「生物リズムと力学系」共立出版

丹羽敏雄「微分方程式と力学系の理論入門—非線形現象の解析にむけて」遊星社

岡本久「日常現象からの解析学」近代科学社

蔵本由紀編「リズム現象の世界(非線形・非平衡現象の数理1)」東京大学出版会

松下貢編「生物にみられるパターンとその起源(非線形・非平衡現象の数理2)」東京大学出版会

三村昌泰編「パターン形成とダイナミクス(非線形・非平衡現象の数理4)」東京大学出版会

Pierre Pelce (eds)「Dynamics of curved fronts」Academic Press

儀我美一「動く曲面を追いかけて」日本評論社

三村昌泰編「現象数理学入門」東京大学出版会

二宮広和「侵入・伝播と拡散方程式」共立出版

高木知弘他「フェーズフィールド法」養賢堂

Hoover「粒子法による力学」森北出版

高桑昇一「微分方程式と変分法」

以上のように、各自が必ずしも同じテキストを輪読しなくてもよい。

[第1回]-[第14回] テキストをつかったゼミ発表・討論

3. 履修上の注意

発表や議論を基本姿勢として進めるので、原則として欠席、遅刻は認めない。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

真摯な学習

5. 教科書

必要に応じて講義中に提示する。

6. 参考書

必要に応じて講義中に提示する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

必要に応じて講義中に解説する。

8. 成績評価の方法

課題への取り組み、発表、議論への参加態度などで成績を評価。

9. その他

内容は変更する可能性がある。

2026 年度理工学部 シラバス

担当教員(矢崎)のホームページ:
<http://www.isc.meiji.ac.jp/~syazaki/>

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	配当学年	3年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	吉田尚彦	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

6月にゼミの説明会を行い、学生の希望に基づいてゼミを振り分ける。テーマやテキストについては配属された学生の実力に応じて決める。学生は配属された各ゼミにおいてテキストの輪講を通じて、少人数で指導を受ける。ここでは、今までに学んだ数学の内容をより深く理解し、また4年生以降の学習への重要なステップとすることが求められる。

2. 授業内容

テキストの輪講を行い、微分幾何学や位相幾何学に関する基礎知識の習得を目指し、4年次の卒業研究に備えることを目的とする。例えば、深谷賢治著「解析力学と微分形式」を輪講する場合には各回の内容は以下のようにする予定である

- [第1回] ベクトル場と積分曲線
- [第2回] 1次元空間上の運動
- [第3回] 2次元空間上の運動
- [第4回] 変分原理
- [第5回] ベクトル場の座標変換
- [第6回] 微分形式
- [第7回] 微分形式の積分とストークスの定理
- [第8回] 1径数変換群と無限小変換
- [第9回] 正準形式
- [第10回] ハミルトン系の対称性とネーターの定理
- [第11回] 完全可積分系
- [第12回] 曲面上の測地線
- [第13回] コマの運動
- [第14回] アーノルド-リウビルの定理

3. 履修上の注意

基礎線形代数1・2, 基礎微分積分1・2, 微分方程式, 解析学 1 の内容を既知とする。毎回の出席を前提とする。出席回数が全授業日数の 2/3 未満の場合は、単位の認定はしない。但し、正当な理由がある場合は、別途相談に応じる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

自分の順番であるか否かにかかわらず、テキストを予習してゼミに望むこと。

5. 教科書

以下にテキストの一例を挙げる。

- 『曲面の幾何』砂田利一(岩波書店)
- 『解析力学と微分方程式』磯崎洋(共立出版)
- 『解析力学と微分形式』深谷賢治(岩波書店)
- 『電磁場とベクトル解析』深谷賢治(岩波書店)
- 『リッカチのひみつ』井ノ口順一(日本評論社)
- 『トポロジー入門』クゼ・コスニオフスキー(東京大学出版会)

6. 参考書

- 『曲線と曲面の微分幾何』小林昭七(裳華房)

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミでは、テキストを予習し内容をまとめ、発表してもらい、予習時に分からなかった箇所や理解が不十分な箇所については、理解の助けになるようなアドバイスや説明を行う。

2026 年度理工学部 シラバス

8. 成績評価の方法

学術文献の読解力, ゼミに取り組む姿勢, ゼミでの発表討議を総合して評価する。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT392J	配当学年	3年	開講学期	秋集中
科目名	ゼミナール B[数学]				
担当者名	市田優			単位数	2単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

解析学の基礎を学ぶ。各自の興味のあるテキストを選び、勉強した内容や調査した内容について黒板に板書しつつ発表するゼミ形式で進める。テーマやテキストについては、ゼミ配属決定後に担当教員(市田)と相談して決める。

「到達目標」

専門的なテキストに触れ、論理展開を理解すること、自身でその数学的世界を追体験し、根底から自らの力で再構築できることを目標とする。また、発表・議論を通してコミュニケーション能力やプレゼンテーション能力を養うことを目標とする。そして4年次の卒業研究への準備を行う。

2. 授業内容

力学系理論: 常微分方程式の解の定性理論を勉強し、興味のある数理モデルに応用する。

常微分方程式: 常微分方程式の基礎理論から、その深淵さを学ぶ。

偏微分方程式: 解の振る舞いを明らかにする理論や手法を学び応用する。

フーリエ解析: フーリエ級数とフーリエ変換の理論を学び、様々な応用に触れる。

グラフマン解析・最適輸送: 近年の話題であるデータ解析にゆかりのある世界の理論を学ぶ。

幾何学と解析学の交わり: 曲線、曲面の世界を学び、時間発展方程式としての理論を学ぶ。

数値解析: 微分方程式の解のシミュレーションをベースに、その数学的取り扱いを学ぶ。

例えば、『パターン形成と分岐理論』桑村雅隆(共立出版)をテキストとする場合について、各回の内容は以下のような予定である。

[第1回] 生物個体群のダイナミクス

[第2回] 単振り子

[第3回] 化学反応における振動

[第4回] 流れとベクトル場

[第5回] 平衡点の安定性

[第6回] 中心多様体

[第7回] 座標変換

[第8回] 周期解の安定性

[第9回] 保存系と勾配系

[第10回] 平衡点の大域安定性とリアプノフの方法

[第11回] 相平面解析(1) 基本的概念

[第12回] 相平面解析(2) 数理モデルと相平面解析(その1)

[第13回] 相平面解析(3) 数理モデルと相平面解析(その2)

[第14回] 相平面解析(4) 特異点膨らまし

3. 履修上の注意

ゼミ形式で行う。発表者以外も積極的に議論に参加することが求められるため、原則として欠席や遅刻は認めない。やむを得ず遅刻・欠席する場合には事前に連絡すること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

1. 履修者は事前にテキストを読み、ノートに写しながら論理の展開を追う必要がある。加えて、わからない点を明確にしてゼミに参加することを求める。必要に応じて、図書館等で文献にあたり補足情報や理解の助けとなる例を探すことも重要である。

2. 発表者はノートをもとに発表用のノートを作成し、板書する部分と口頭で説明する部分を分けた発表のための準備しておく必要がある。

3. ゼミの後は発表や議論の内容を踏まえた完全性の高いノートをまとめておくことを求める。

5. 教科書

教科書の候補を列挙する。初回までに担当教員(市田)と相談して決める。

2026 年度理工学部 シラバス

『パターン形成と分岐理論』桑村雅隆(共立出版)
『解くための微分方程式と力学系理論』千葉逸人(現代数学社)
『力学系入門 原著第3版』M.W. Hirsh 他(著) / 桐木伸 他(訳)(共立出版)
『非線形ダイナミクスとカオス』S.H. Strogatz(著) / 田中久陽 他(訳)(丸善出版)
『常微分方程式とロトカ・ボルテラ方程式』今隆介・竹内康博(共立出版)
『生命と社会の数理モデルのための微分方程式入門』稲葉寿 他(培風館)
『偏微分方程式入門』神保秀一(共立出版)
『反応拡散方程式』柳田英二(東京大学出版会)
『侵入・伝播と拡散方程式』二宮広和(共立出版)
『クープマン解析』薄良彦(森北出版)
『数理モデルとシミュレーション』小川知之・宮路智行(サイエンス社)
『Differential Equations and Dynamical Systems』L. Perko(Springer)
『Differential Dynamical Systems』J.D. Meiss(SIAM)
『Partial Differential Equations』L.C. Evans(American Mathematical Society)

6. 参考書

講義中に適宜紹介する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミの際にその都度伝える。

8. 成績評価の方法

平常点 100% (ゼミでの発表、議論への取り組み方など)で成績をつける。
満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

毎回出席をとる。ゼミの参加方法、評価については初回講義で連絡する。
学外実習として、研究集会やセミナー、学会等への参加を求めることがある。
履修者は事前に担当教員(市田)のホームページを閲覧することを推奨する。
<https://sites.google.com/view/yuichida/home>

2026 年度理工学部 シラバス

卒業研究1

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4 年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	藏野和彦			単位数	4 単位

1. 授業の概要・到達目標

黒板の前に立って、テキストに書いてあることをわかりやすく解説してもらおう。数学を深く理解することの他に、自分の考えをわかり易く人に説明するための訓練でもある。

論理的に物事を考え、正確に伝えることができるようにすることが、目的の一つである。

2. 授業内容

- [第1回] イントロダクション
- [第2回] テキストの輪読(体の拡大)と問題演習
- [第3回] テキストの輪読(代数閉包)と問題演習
- [第4回] テキストの輪読(分離拡大)と問題演習
- [第5回] テキストの輪読(正規拡大)と問題演習
- [第6回] テキストの輪読(有限体)と問題演習
- [第7回] テキストの輪読(単拡大)と問題演習
- [第8回] テキストの輪読(ガロアの基本定理, 応用)と問題演習
- [第9回] テキストの輪読(対称式・交代式)と問題演習
- [第10回] テキストの輪読(終結式・判別式)と問題演習
- [第11回] テキストの輪読(3次式のガロア群)と問題演習
- [第12回] テキストの輪読(4次式のガロア群)と問題演習
- [第13回] テキストの輪読(円分体)と問題演習
- [第14回] テキストの輪読(作図問題)と問題演習

3. 履修上の注意

必ず予習してくること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

必ず予習してくること。

5. 教科書

環と体とガロア理論 雪江明彦著

6. 参考書

特になし

7. 課題に対するフィードバックの方法

出した課題に関しては、次の時間にそれを議論する。

8. 成績評価の方法

日常の研究態度, 研究ディスカッション, 中間発表, 卒業研究報告を総合して評価する。

9. その他

黒板の前に立って、テキストに書いてあることをわかり易く解説してもらおう。数学を深く理解することの他に、自分の考えを正確に人に説明するための訓練でもある。

2026 年度理工学部 シラバス

次の教科書を輪読する。

環と体とガロア理論 雪江明彦著

学外実習により、学会・研究集会・勉強会等に出席し、議論に参加することを求めることがある。

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	今野宏	単位数	4単位		

1. 授業の概要・到達目標

この授業では、学生はあらかじめ教科書を読み、順番に発表するという形式で行う。教科書は、幾何に関連したテーマの中から、学生の興味に応じて決める。

幾何に関連したテーマについて深く理解するとともに、卒業論文の課題を探ることが目標である。さらに、他者と論理的にコミュニケーションをする力を磨くことも大切な目標である。

2. 授業内容

以下はひとつの例である。

- [第1回] はじめに
- [第2回] 接空間
- [第3回] 接空間の基底
- [第4回] 写像の微分
- [第5回] はめ込みと埋め込み
- [第6回] 写像の正則値と臨界値
- [第7回] 部分多様体
- [第8回] 正則値の逆像
- [第9回] 埋め込みとはめ込み
- [第10回] ベクトル場とフロー
- [第11回] ベクトル場の括弧積
- [第12回] 曲面の曲率 再考1
- [第13回] 曲面の曲率 再考2
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表者に限らず、受講者全員が教科書を予習し、疑問点を整理しておくことが必須である。これに加えて、発表者は「どのように説明するか」を整理しておくことが求められる。

5. 教科書

学生との話し合いにより決めるが、参考のため、以下の本をあげる。

- 『トウ多様体』R.Tu(裳華房)
- 『多様体の基礎』松本幸夫(東京大学出版会)
- 『微分幾何入門 上』落合卓四郎(東京大学出版会)
- 『電磁場とベクトル解析』深谷賢治(岩波書店)
- 『解析力学と微分形式』深谷賢治(岩波書店)
- 以前は、以下の本でゼミをすすめたこともある。
- 『双曲幾何』深谷賢治(岩波書店)
- 『曲面の幾何』砂田利一(岩波書店)
- 『トポロジー:ループと折れ線の幾何学』瀬山士郎(朝倉書店)
- 『トポロジー:柔らかな幾何学』瀬山士郎(日本評論社)
- 『トポロジー入門』松本幸夫(岩波書店)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業中に提出された課題については、次回の授業において議論する。

2026 年度理工学部 シラバス

8. 成績評価の方法

輪講における発表や議論などを総合して評価する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4 年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	坂元孝志			単位数	4 単位

1. 授業の概要・到達目標

各自研究テーマに沿って研究を行い、その内容および進捗状況を発表する。

2. 授業内容

各回とも、各自テーマにそって研究内容、進捗状況を報告する。

- [第1回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第2回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第3回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第4回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第5回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第6回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第7回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第8回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第9回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第10回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第11回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第12回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第13回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第14回] 研究内容の解説と進捗状況の報告

3. 履修上の注意

- (1) 各自選んだテキストの内容に応じて必要な選択科目・選択必修科目を履修すること。
- (2) 各自選んだテーマに沿って、自ら学習の計画を立て、その計画に沿って進めること

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

各自選んだテーマに沿って、自ら学習の計画を立て、その計画に沿って進めること

5. 教科書

履修者ごとに異なる場合があるため、特に指定しない。

6. 参考書

適宜指示する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

毎回の講義時にディスカッションを行う。

8. 成績評価の方法

研究への取り組み方と研究の進捗状況を判定し評価する。

評価の配分割合は、研究への取り組み方 20%、研究内容の理解度 30%、研究の進捗状況 50%とする。

以上の合計により、60%以上を単位認定の条件とする。

9. その他

学外実習により、学会・研究集会・勉強会等に参加することがある。

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	担当学年	4 年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	小林稔周	単位数	4 単位		

1. 授業の概要・到達目標

ゼミナールBで扱った内容を基に、発展的な内容に取り組む。毎回、各自が事前にテキスト内容を理解し、黒板を使って発表する。

テキストの内容を細部まで理解し、自分で再構築できるようにする。その結果を正確に説明できるようになることを目指す。

2. 授業内容

テキストを解読し、発表する輪講形式で進める。

以下はあくまでも一例であり、使用するテキストや受講者の学習状況に応じて変更する。

[第1回] 環と加群の復習

[第2回] 射影的加群

[第3回] 入射的加群

[第4回] 平坦加群

[第5回] 有限生成加群

[第6回] 単純加群

[第7回] ネーター的加群

[第8回] アルティンの加群

[第9回] 加群の組成列

[第10回] ネーター環

[第11回] 多項式環とべき級数環

[第12回] ヒルベルトの基底定理

[第13回] ヒルベルトの基底定理の続き

[第14回] 環の次元

3. 履修上の注意

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

教科書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。また、次の回の該当箇所に目をとおしておくこと。

5. 教科書

参加者と相談して決める。

6. 参考書

適宜指示する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

発表内容を基に適宜課題を出す。その次の発表時に解答を確認する。

8. 成績評価の方法

発表内容とディスカッション、卒業研究報告を総合して評価する。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	長友康行	単位数	4単位		

1. 授業の概要・到達目標

概要: 最近の物理学と幾何学との交流を念頭におき, その方面の研究において興味深いと思われるテーマの幾何学およびその周辺の数学を3年次に引き続いて研究する。

到達目標: 具体的には, トポロジー, ゲージ理論, 指数定理などがその候補として挙げられる。もちろん, そのほかにも希望者の意向に沿った研究テーマの設定も可能である。したがって, 以下に挙げるテキストの候補以外の本, 論文を読みたいという希望にも応じる。そのため, 授業内容は希望学生に応じて決定される。

2. 授業内容

テキストをよく理解し, 学んだ事柄を発表する輪講を行う。

以下に一例を挙げる。

- [第1回] 研究のテーマ解説
- [第2回] 研究進捗状況の発表と評価(テンソル場)
- [第3回] 研究進捗状況の発表と評価(微分形式)
- [第4回] 研究進捗状況の発表と評価(リー微分)
- [第5回] 研究進捗状況の発表と評価(リー群の定義)
- [第6回] 研究進捗状況の発表と評価(リー代数)
- [第7回] 研究進捗状況の発表と評価(リー群間の準同型写像)
- [第8回] 研究進捗状況の発表と評価(リー部分群)
- [第9回] 研究進捗状況の発表と評価(リー群の被覆群)
- [第10回] 研究進捗状況の発表と評価(単連結リー群)
- [第11回] 研究進捗状況の発表と評価(指数写像)
- [第12回] 研究進捗状況の発表と評価(連続な準同型)
- [第13回] 研究進捗状況の発表と評価(閉部分群)
- [第14回] 研究成果の報告と講評

3. 履修上の注意

ゼミ形式で行う。テキストの内容を難しいと感じた時に, 自分にとってわからない部分を明確にする作業を大事にし, 予習することが重要である。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

事前にテキストを熟読し, 理解しておく, または, わからない部分を明確にすること。さらに発表者は発表するための準備も必要とされる。また, セミナーの後に, 自分の理解の程度や理論の流れを確認することが復習となる。

5. 教科書

- J. W. Milnor 「Topology from the Differentiable Viewpoint」, Princeton, 1997
- F. W. Warner 「Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups」, Springer, 1983
- 松本幸夫「多様体の基礎」, 東京大学出版会
- 落合卓四郎「微分幾何入門」, 東京大学出版会
- J. Roe 「Elliptic operators, topology, and asymptotic methods (SECOND EDITION)」, LONGMAN, 1998
- ミルナー「モース理論」志賀浩二訳, 吉岡書店
- ボット・トゥー「微分形式と代数トポロジー」三村護訳, シュプリンガーフェアラーク東京

6. 参考書

特に指定しない。

7. 課題に対するフィードバックの方法

2026 年度理工学部 シラバス

講演者が予め用意した内容やセミナー内で新たに発見された問題に対して、そのセミナー内で検討、議論する。

8. 成績評価の方法

テキストの輪読を通して、発表への取り組み方、テキストの内容の理解度を判定し評価する。

評点の配分割合は以下のとおりとする。

1. 研究内容の理解度 60%
2. 発表能力 20%
3. 授業態度 20%

以上の合計が満点の 60%以上を単位取得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	担当学年	4 年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	中村幸男	単位数	4 単位		

1. 授業の概要・到達目標

ガロア理論について学習していく。

卒業研究で学んだ内容から適当なテーマを1つ選び、それについて深く研究した内容を卒研発表会にてプレゼンテーションを行う。

2. 授業内容

- [第1回] 体の拡大
- [第2回] 拡大次数
- [第3回] 最小多項式
- [第4回] 代数閉体
- [第5回] 分離多項式
- [第6回] 分離拡大
- [第7回] 正規拡大
- [第8回] 正規閉包
- [第9回] 単拡大
- [第10回] ガロア拡大
- [第11回] ガロアの基本定理
- [第12回] 円分体
- [第13回] 作図問題
- [第14回] 方程式の可解性

3. 履修上の注意

- 代数学1, 代数学2を履修していること。
- ゼミナールBの内容を理解していること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

ゼミで指摘された事項を踏まえ、ゼミノート完成版を作成すること。

5. 教科書

6. 参考書

- 代数学Ⅱ(発展編) 宮西正宜 著
- 代数学Ⅲ 体とガロア理論 桂利行 著
- 代数学2 環と体とガロア理論 雪江明彦 著

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題を黒板で解いてもらい、質疑応答を通して理解度を確認する。

8. 成績評価の方法

研究内容 50%, 卒研発表会の内容 50%で評価する。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	担当学年	4年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	野原雄一			単位数	4単位

1. 授業の概要・到達目標

ゼミナールBに引き続き、輪講により幾何学の基礎の習得を目指す。

各自が選んだ文献の内容を十分に理解し、卒業研究の課題を見つけることを目標とする。

2. 授業内容

内容は学生により異なる。以下は双曲幾何をテーマにした場合の例である。

[第1回] ポアンカレ円板

[第2回] 等長変換

[第3回] 測地線, 三角形

[第4回] 共形変換

[第5回] 双曲面モデル

[第6回] 双曲面モデルでの測地線

[第7回] モデルの等価性

[第8回] 多角形の面積

[第9回] ガウス-ボンネの定理

[第10回] オイラーの定理

[第11回] タイル張り

[第12回] 鏡映群と基本領域

[第13回] 閉曲面と離散群

[第14回] まとめと展望

3. 履修上の注意

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表者は、事前にテキストの内容を理解しておくことはもちろんのこと、聴衆が理解しやすいように発表内容をまとめておくことが求められる。発表者でない場合も、議論ができるよう内容を予習、復習しておくこと。

5. 教科書

受講者との相談のうえ決める。例として以下の本を挙げておく。

『双曲幾何』、深谷賢治(岩波書店)

『解析力学と微分形式』、深谷賢治(岩波書店)

『リー群入門』、松本敏彦(日本評論社)

『多様体の基礎』、松本幸夫(東京大学出版会)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミの際にその都度伝える

8. 成績評価の方法

テキストの内容の理解度、発表、討論への参加態度などにより総合的に評価する。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	廣瀬宗光			単位数	4単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

常微分方程式の解の存在や一意性など、微分方程式の基礎理論を学ぶ。

「到達目標」

ゼミナールBに続き、微分方程式の基礎知識の習得を目指す。

2. 授業内容

- [第1回] 1階微分方程式の解の存在と一意性
- [第2回] 1階微分方程式の解の一意性が成立しない例
- [第3回] Gronwall の不等式とその応用
- [第4回] 1階の連立微分方程式の解の存在と一意性
- [第5回] 線形方程式の基本行列
- [第6回] 非斉次方程式に対する定数変化法
- [第7回] 高階単独線形方程式と連立微分方程式の関係
- [第8回] 定数係数の連立線形方程式
- [第9回] 基本行列の指数関数表現
- [第10回] 行列のスペクトル分解
- [第11回] 2階の連立微分方程式の基本解
- [第12回] 2階の連立微分方程式の解法
- [第13回] 定数係数の連立線形方程式に関する問題演習
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

3年次の「常微分方程式1」「常微分方程式2」を履修していることが望ましい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表担当者は念入りに準備をし、発表技術の向上に努めること。

5. 教科書

『数理解物理の微分方程式』望月清, イゴー・トルシン(培風館)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミ中に課題を与えた場合は、次回のゼミにおいてその解答を説明してもらい、理解が不十分な箇所について適宜指導する。また、ゼミ中に出た疑問点について、当該時間内に解消できなかった場合は、次回のゼミにおいて改めて討議するか、こちらで用意した解決案を説明する。

8. 成績評価の方法

テキストの輪読を通して、発表への取り組み方、テキストの内容の理解度、発表能力を判定し評価する。評点の配分割合は、発表への取り組み方 20%、内容の理解度 60%、発表能力 20%とする。以上の合計により、60%以上を合格とする。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	担当学年	4年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	松岡直之			単位数	4単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

ゼミナールBの内容を基に、発展的な内容に取り組む。ゼミナールBの教科書を読み進めるか、あるいは数値半群環に関する具体的な課題の検討を、輪講で行う。

「到達目標」

数学のテキストを読み解き、それを自分の言葉に翻訳して再構築する力を身に着けることが目標である。

2. 授業内容

以下はあくまでも一例であり、受講者の学習の進捗状況により変動する。

- [第1回] 一変数多項式環の性質
- [第2回] 体の拡大
- [第3回] 一意分解整域
- [第4回] イデアルの演算
- [第5回] イデアルの根基
- [第6回] Prime Avoidance Theorem
- [第7回] イデアルの拡大と制限
- [第8回] ネーター環とヒルベルトの基底定理
- [第9回] イデアルの準素分解
- [第10回] アルティン環
- [第11回] アルティン環の構造定理
- [第12回] ネーター環の次元
- [第13回] 局所環の巴系
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表者に限らず、テキストの内容を自力で読み解き、自分なりの言葉でまとめ直した上でセミナーに臨むことが必要である。不明な点はセミナー中に質問・議論を行い、その場で解決するよう心掛けること。

5. 教科書

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミナール中に内容を確認する。

8. 成績評価の方法

学術文献の読解力・発表資料、ゼミナールでの発表討議を総合して評価する。

9. その他

学外実習により、学会・研究集会・勉強会等に参加し、議論に参加することを求めることがある。

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4 年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	宮部賢志	単位数	4 単位		

1. 授業の概要・到達目標

本授業では、学習の理論的理解を目指します。統計的学習の枠組みを紹介したうえで、PAC 学習、No Free Lunch 定理、VC 次元などの基本概念を学びます。後半では線形予測やブースティング、正則化、確率的勾配降下などの具体的手法についても扱います。

2. 授業内容

- [第1回] 学習とは
- [第2回] 統計的学習の枠組み
- [第3回] PAC 学習
- [第4回] 一様収束による学習
- [第5回] No Free Lunch 定理
- [第6回] VC 次元
- [第7回] 非一様学習
- [第8回] 学習時間
- [第9回] 線形予測
- [第10回] ブースティング
- [第11回] モデル選択
- [第12回] 凸性
- [第13回] 正則化
- [第14回] 確率的勾配降下

3. 履修上の注意

輪講形式で行う。各自の担当部分について責任を持って準備をすること。他の人の担当部分についても読んで理解しておくこと。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

各自の教科書の担当部分を読んで理解すること。

5. 教科書

“Understanding machine learning”, Shai Shalev-Shwartz, Shai Ben-David, Cambridge University Press

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

次の授業でのコメントを行う

8. 成績評価の方法

平常における発表・討論への参加度 100%で評価する。
合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4 年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	矢崎成俊			単位数	4 単位

1. 授業の概要・到達目標

卒業研究に資する学習

卒業研究に値する学力を真摯に身につけること

2. 授業内容

テキストを読み発表する輪講と受講生の興味に合わせた研究を並行しておこなう。

[第1回―第14回] テキストをつかったゼミ発表・討論

3. 履修上の注意

原則として欠席, 遅刻は認めない。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

真摯な学習

5. 教科書

適宜提示する。

6. 参考書

適宜提示する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

講義中に解説。

8. 成績評価の方法

研究内容, 発表態度, 報告水準, および学習意欲の総合的判断による評価

9. その他

内容は変更する可能性がある。

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	担当学年	4 年	開講学期	春集中
科目名	卒業研究 1[数学]				
担当者名	吉田尚彦	単位数	4 単位		

1. 授業の概要・到達目標

ゼミナールBに引き続き、微分幾何学や位相幾何学に関する話題から適当なものを選択して輪講を行う。
卒業研究に必要な専門知識を取得する事を目標とする。

2. 授業内容

例えば、森田茂之著「微分形式の幾何学」を輪講する場合、各回の内容は以下のようにする予定である。

- [第1回] 多様体とは何か
- [第2回] 多様体の定義と例
- [第3回] 接ベクトル
- [第4回] 接空間
- [第5回] ベクトル場
- [第6回] ベクトル場の積分曲線
- [第7回] 境界のある多様体
- [第8回] 微分形式の定義
- [第9回] 微分形式の外微分, 引き戻し
- [第10回] 微分形式の内部積, Lie 微分
- [第11回] フロベニウスの定理
- [第12回] Lie 群
- [第13回] Lie 環
- [第14回] Lie 群の Maurer–Cartan 形式

3. 履修上の注意

幾何入門1・2, 幾何学1・2の内容を既知とする。毎回の出席を前提とする。出席回数が全授業日数の 2/3 未満の場合は、単位の認定はしない。但し、正当な理由がある場合は、別途相談に応じる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

自分の順番であるか否かにかかわらず、テキストを予習してゼミに望むこと。

5. 教科書

以下にテキストの一例を挙げる。

- 『微分形式の幾何学』森田茂之(岩波書店)
- 『トポロジー入門』クゼ・コスニオフスキー(東京大学出版会)
- 『曲面の幾何』砂田利一(岩波書店)
- 『Foundations of differentiable manifolds and Lie groups』F. W. Warner(Springer)
- 『Young Tableaux』W. Fulton(London Mathematical Society)
- 『Torus actions on symplectic manifolds』M. Audin (Birkhauser)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミの準備を進める中で分からなかった箇所や理解が不十分な箇所については、適宜、アドバイスや説明を行う。

8. 成績評価の方法

学術文献の読解力, ゼミに取り組む姿勢, ゼミでの発表討議を総合して評価する。

2026 年度理工学部 シラバス

卒業研究2

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4 年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	藏野和彦			単位数	4 単位

1. 授業の概要・到達目標

黒板の前に立って、テキストに書いてあることをわかり易く解説してもらう。数学を深く理解することの他に、自分の考えを正確に人に説明するための訓練でもある。

また、卒業論文を書いてもらう。卒業論文は、数学の最先端の結果である必要は無いが、単に定理の紹介ではいけない。ある簡単なテーマに対して、調査を行い、自分の考えをまとめることが要求される。

また、卒業論文を書くことを、目標とする。TeX や Power Point の使い方も学習する。

2. 授業内容

[第1回] インTRODクシヨソ

[第2回] 卒業論文のテーマの選択1

[第3回] 卒業論文のテーマの選択2

[第4回] 卒業論文のテーマの選択3

[第5回] 卒業論文の内容の精査1

[第6回] 卒業論文の内容の精査2

[第7回] 卒業論文の内容の精査3

[第8回] 卒業論文の内容の精査4

[第9回] 卒業論文の作成1

[第10回] 卒業論文の作成2

[第11回] 卒業論文の作成3

[第12回] 卒業論文の発表の準備1

[第13回] 卒業論文の発表の準備2

[第14回] 卒業研究の発表

3. 履修上の注意

必ず予習してくること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

必ず予習してくること。

5. 教科書

特になし

6. 参考書

特になし

7. 課題に対するフィードバックの方法

出した課題に関しては、次の時間にそれを議論する。

8. 成績評価の方法

日常の研究態度、研究ディスカッション、中間発表、卒業研究報告を総合して評価する。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

学外実習により、学会・研究集会・勉強会等に出席し、議論に参加することを求めることがある。

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	担当学年	4 年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	今野宏	単位数	4 単位		

1. 授業の概要・到達目標

この授業では、卒業研究1に引き続き、学生が順番に発表するという形式で行う。

卒業研究1において見出した課題に対する理解を深め、卒業論文としてまとめることが目標である。さらに、他者と論理的にコミュニケーションをする力を磨くことも大切な目標である。

2. 授業内容

以下はひとつの例である。(卒業研究 1 の続き)

- [第1回] 余接ベクトル
- [第2回] 1次微分形式
- [第3回] 外積代数
- [第4回] 高次微分形式
- [第5回] 外微分作用素
- [第6回] 微分作用素の引き戻し
- [第7回] 多様体の向き
- [第8回] 1の分割
- [第9回] 微分形式の積分
- [第10回] 境界をもつ多様体
- [第11回] ストークスの定理
- [第12回] ベクトル解析再考1
- [第13回] ベクトル解析再考2
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表者に限らず、受講者全員が教科書を予習し、疑問点を整理しておくことが必須である。これに加えて、発表者は「どのように説明するか」を整理しておくことが求められる。

5. 教科書

学生との話し合いにより決めるが、参考のため、以下の本をあげる。

- 『トウ多様体』R.Tu(裳華房)
- 『多様体の基礎』松本幸夫(東京大学出版会)
- 『微分幾何入門 上』落合卓四郎(東京大学出版会)
- 『電磁場とベクトル解析』深谷賢治(岩波書店)
- 『解析力学と微分形式』深谷賢治(岩波書店)
- 以前は、以下の本でゼミをすすめたこともある。
- 『双曲幾何』深谷賢治(岩波書店)
- 『曲面の幾何』砂田利一(岩波書店)
- 『トポロジー: ループと折れ線の幾何学』瀬山士郎(朝倉書店)
- 『トポロジー: 柔らかな幾何学』瀬山士郎(日本評論社)
- 『トポロジー入門』松本幸夫(岩波書店)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業中に提出された課題については、次回の授業において議論する。

2026 年度理工学部 シラバス

8. 成績評価の方法

輪講における発表や議論などを総合して評価する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	担当学年	4 年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	坂元孝志			単位数	4 単位

1. 授業の概要・到達目標

各自研究テーマにそって研究を行う。

2. 授業内容

各回とも、各自テーマにそって研究内容、進捗状況を報告する。

- [第1回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第2回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第3回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第4回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第5回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第6回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第7回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第8回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第9回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第10回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第11回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第12回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第13回] 研究内容の解説と進捗状況の報告
- [第14回] 研究内容の解説と進捗状況の報告

3. 履修上の注意

計画性をもって積極的に取り組むこと。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

- (1) 各自選んだテキストの内容に応じて必要な選択科目・選択必修科目を履修すること。
- (2) 各自選んだテーマに沿って、自ら学習の計画を立て、その計画に沿って進めること

5. 教科書

履修者ごとに異なる場合があるため、特に指定しない。

6. 参考書

適宜指示する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

毎回の講義時にディスカッションを行う。

8. 成績評価の方法

研究への取り組み方と研究の進捗状況、秋学期終了時点での完成度を判定し評価する。

評価の配分割合は、研究への取り組み方 20%、研究内容の理解度 30%、秋学期終了時点までの研究経過とその内容をまとめたレポート 50%とする。以上の合計により、60%以上を単位認定の条件とする。

9. その他

学外実習により、学会・研究集会・勉強会等に参加することがある。

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	小林稔周	単位数	4単位		

1. 授業の概要・到達目標

ゼミナールB、卒業研究1で扱った内容を基に、発展的な内容に取り組む。毎回、各自が事前にテキスト内容を理解し、黒板を使って発表する。テキストの内容を細部まで理解し、自分で再構築できるようにする。その結果を正確に説明できるようになることを目指す。

2. 授業内容

以下はあくまでも一例であり、使用するテキストや受講者の学習状況に応じて変更する。

- [第1回] 復習
- [第2回] 積閉集合
- [第3回] 環の局所化
- [第4回] 環の局所化の性質
- [第5回] 加群の局所化
- [第6回] 準素イデアル
- [第7回] 加群の素因子
- [第8回] 加群の準素分解
- [第9回] 加群の準素分解の性質
- [第10回] アルティン環
- [第11回] 根基イデアル
- [第12回] 秋月・ホプキンス・レヴィツキの定理
- [第13回] 秋月・ホプキンス・レヴィツキの定理の続き
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

教科書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。また、次の回の該当箇所に目をとっておくこと。

5. 教科書

参加者と相談して決める。

6. 参考書

適宜指示する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

発表内容を基に適宜課題を出す。その次の発表時に解答を確認する。

8. 成績評価の方法

日常の発表内容とディスカッション、卒業研究報告を総合して評価する。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	長友康行	単位数	4単位		

1. 授業の概要・到達目標

概要: 最近の物理学と幾何学との交流を念頭におき, その方面の研究において興味深いと思われるテーマの幾何学およびその周辺の数学を3年次に引き続いて研究する。

到達目標: 具体的には, トポロジー, ゲージ理論, 指数定理などがその候補として挙げられる。もちろん, そのほかにも希望者の意向に沿った研究テーマの設定も可能である。したがって, 以下に挙げるテキストの候補以外の本, 論文を読みたいという希望にも応じる。そのため, 授業内容は希望学生に応じて決定される。

2. 授業内容

テキストをよく理解し, 学んだ事柄を発表する輪講を行う。

一例を挙げる。

- [第1回] 研究のテーマ解説
- [第2回] 研究進捗状況の発表と評価(随伴表現)
- [第3回] 研究進捗状況の発表と評価(等質多様体)
- [第4回] 研究進捗状況の発表と評価(多様体の向き)
- [第5回] 研究進捗状況の発表と評価(多様体上の積分)
- [第6回] 研究進捗状況の発表と評価(de Rham コホモロジー)
- [第7回] 研究進捗状況の発表と評価(層と前層)
- [第8回] 研究進捗状況の発表と評価(鎖複体)
- [第9回] 研究進捗状況の発表と評価(層係数コホモロジー)
- [第10回] 研究進捗状況の発表と評価(様々なコホモロジー)
- [第11回] 研究進捗状況の発表と評価(de Rham の定理)
- [第12回] 研究進捗状況の発表と評価(多様体上のラプラス作用素)
- [第13回] 研究進捗状況の発表と評価(Hodge の定理)
- [第14回] 研究進捗状況の発表と評価(楕円型作用素)

3. 履修上の注意

ゼミ形式で行う。

テキストの内容を難しいと感じた時に, 自分にとってわからない部分を明確にする作業を大事にし, 予習することが重要である。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

事前にテキストを熟読し, 理解しておく, または, わからない部分を明確にすること。さらに発表者は発表するための準備も必要とされる。また, セミナーの後に, 自分の理解の程度や理論の流れを確認することが復習となる。

5. 教科書

- J. W. Milnor 「Topology from the Differentiable Viewpoint」, Princeton, 1997
- F. W. Warner 「Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups」, Springer, 1983
- 松本幸夫「多様体の基礎」, 東京大学出版会
- 落合卓四郎「微分幾何入門」, 東京大学出版会
- J. Roe 「Elliptic operators, topology, and asymptotic methods (SECOND EDITION)」, LONGMAN, 1998
- ミルナー「モース理論」志賀浩二訳, 吉岡書店
- ボット・トゥー「微分形式と代数トポロジー」三村護訳, シュプリンガーフェアラーク東京

6. 参考書

特に指定しない。

2026 年度理工学部 シラバス

7. 課題に対するフィードバックの方法

講演者が予め用意した内容やセミナー内で新たに発見された問題に対して、そのセミナー内で検討、議論する。

8. 成績評価の方法

テキストの輪読を通して、発表への取り組み方、テキストの内容の理解度を判定し評価する。

評点の配分割合は以下のとおりとする。

1. 研究内容の理解度 60%
2. 発表能力 20%
3. 授業への貢献度 20%

以上の合計が満点の 60%以上を単位取得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	担当学年	4 年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	中村幸男	単位数	4 単位		

1. 授業の概要・到達目標

加群の理論について学習していく。

2. 授業内容

- [第1回] 加群とベクトル空間
- [第2回] 自由加群
- [第3回] 部分加群
- [第4回] 準同型写像
- [第5回] 有限性
- [第6回] 整閉整域
- [第7回] 完全列
- [第8回] 分裂完全列
- [第9回] $\text{Hom}(A, B)$
- [第10回] テンソル積
- [第11回] 射影加群
- [第12回] 入射加群
- [第13回] Noether 加群
- [第14回] 単項イデアル整域上の加群

3. 履修上の注意

代数学1, 代数学2を履修していること。
ゼミナールB, 卒業研究1の内容を理解していること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

ゼミで指摘された事項を踏まえ、ゼミノート完成版を作成すること。

5. 教科書

6. 参考書

代数学Ⅱ(発展編) 宮西正宜 著
代数学Ⅲ 体とガロア理論 桂利行 著
代数学2 環と体とガロア理論 雪江明彦 著
現代代数学 服部昭 著

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題を黒板で解いてもらい、質疑応答を通して理解度を確認する。

8. 成績評価の方法

研究内容 50%, 卒研発表会の内容 50%で評価する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4 年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	野原雄一			単位数	4 単位

1. 授業の概要・到達目標

各自の研究テーマにそって研究を行うとともに、適宜必要な文献の輪講を行う。
研究成果やこれまでに学んできたことをレポートにまとめることが最終的な目標となる。

2. 授業内容

- [第1回] 研究課題の解説
- [第2回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第3回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第4回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第5回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第6回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第7回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第8回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第9回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第10回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第11回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第12回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第13回] 研究の進捗状況の報告、討論
- [第14回] 研究成果の報告

3. 履修上の注意

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表者は、事前にテキストの内容を理解しておくことはもちろんのこと、聴衆が理解しやすいように発表内容をまとめておくことが求められる。発表者でない場合も、議論ができるよう内容を予習、復習しておくこと。

5. 教科書

受講者との相談のうえ決める。

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミの際にその都度伝える

8. 成績評価の方法

最終レポート、発表、テキストの内容の理解度、討論への参加態度などにより総合的に評価する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4 年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	廣瀬宗光			単位数	4 単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

社会学、生物学、医学、工学など様々な分野に現れる常微分方程式・偏微分方程式について、解を求める方法や解の性質を調べる方法を学ぶ。また、各自が興味を持った内容を卒業論文としてまとめる。

「到達目標」

数学と他分野の関わりを理解し、様々な現象を数学を用いて論じられるようになることを目指す。

2. 授業内容

- [第1回] 人口増加モデル
- [第2回] 技術革新の普及
- [第3回] 輸送現象(交通渋滞)
- [第4回] 戦争の数学的理論
- [第5回] 捕食者・被食者問題
- [第6回] 集団生物学における競争排除原理
- [第7回] 腫瘍の成長動態
- [第8回] 糖尿病の診断
- [第9回] 疫学の閾値定理
- [第10回] 共振と橋の崩落
- [第11回] 点電荷により生じる場の強さ
- [第12回] 長方形膜の定常波
- [第13回] 地球の年齢の推定
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

3年次の「常微分方程式1」「常微分方程式2」を履修しておくことが望ましい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

発表担当者は念入りに準備をし、発表技術の向上に努めること。

5. 教科書

『微分方程式・その数学と応用(上)(下)』M. ブラウン著、一楽重雄・河原正治・河原雅子・一楽祥子訳(丸善出版)
『工学系のための偏微分方程式』秋山成興(技報堂出版)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミ中に課題を与えた場合は、次回のゼミにおいてその解答を説明してもらい、理解が不十分な箇所について適宜指導する。また、ゼミ中に出た疑問点について、当該時間内に解消できなかった場合は、次回のゼミにおいて改めて討議するか、こちらで用意した解決案を説明する。

8. 成績評価の方法

テキストの輪読を通して、発表への取り組み方、テキストの内容の理解度、発表能力を判定し評価する。評点の配分割合は、発表への取り組み方 20%、内容の理解度 60%、発表能力 20%とする。以上の合計により、60%以上を合格とする。

9. その他

2026年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	担当学年	4年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	松岡直之			単位数	4単位

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

ゼミナールBおよび卒業研究1の内容を総括し、課題の選定から解決までを行う。自ら学ぶ姿勢を修得することを目指す。内容は、これまでの進捗状況に応じて判断する。

「到達目標」

数学のテキストの中から自らの問いを見出し、それを解決する力を身に着けることが目標である。

2. 授業内容

以下はあくまでも一例であり、受講者の学習の進捗状況により変動する。

[第1回] 環上の加群

[第2回] 完全列

[第3回] 加群の直和と直積

[第4回] テンソル積

[第5回] 自由加群と対称代数

[第6回] 係数拡大

[第7回] 平坦加群

[第8回] 加群の局所化

[第9回] ネーター加群とアルティン加群

[第10回] 組成列と加群の長さ

[第11回] 加群の素因子

[第12回] ブルバキの列

[第13回] 加群の次元

[第14回] まとめ

3. 履修上の注意

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

全員が、自らの課題に関して発表をする準備を整えた上で出席することが求められる。不明な点はセミナー中に質問・議論を行い、その場で解決するよう心掛けること。

5. 教科書

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

ゼミナール中に内容を確認する。

8. 成績評価の方法

学術文献の読解力・発表資料、ゼミナールでの発表討議を総合して評価する。

9. その他

学外実習により、学会・研究集会・勉強会等に参加し、議論に参加することを求めることがある。

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4 年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	宮部賢志			単位数	4 単位

1. 授業の概要・到達目標

ニューラルネットワークの理論的な理解を目指す。モデルを数学的に定義し、その性質を厳密に示す。関数解析や位相の知識が必要となる。

2. 授業内容

- [第1回] 深層学習入門
- [第2回] ニューラルネットワーク
- [第3回] 万能近似
- [第4回] スプライン
- [第5回] ReLU
- [第6回] Affine
- [第7回] 深層ニューラルネットワーク
- [第8回] 高次元近似
- [第9回] 補間
- [第10回] ニューラルネットワークの学習
- [第11回] 幅の広いニューラルネットワーク
- [第12回] 損失景観解析
- [第13回] ニューラルネットワーク空間の形
- [第14回] 汎化

3. 履修上の注意

輪講形式で行う。各自の担当部分について責任を持って準備をすること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

他の人の担当部分についても読んで理解しておくこと。

5. 教科書

"Mathematical Theory of Deep Learning", Philipp Petersen, Jakob Zech, arXiv:2407.18384

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

次の授業でのコメントを行う

8. 成績評価の方法

平常における発表・討論への参加度 100%で評価する。

合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4 年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	矢崎成俊			単位数	4 単位

1. 授業の概要・到達目標

卒業研究に資する学習

卒業研究に値する学力を真摯に身につけること

2. 授業内容

テキストを読み発表する輪講と受講生の興味に合わせた研究を並行しておこなう。

[第1回～第14回] テキストをつかったゼミ発表・討論

3. 履修上の注意

原則として、欠席、遅刻は認めない。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

真摯な学習

5. 教科書

必要に応じて適宜提示する。

6. 参考書

必要に応じて適宜提示する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

必要に応じて適宜解説する。

8. 成績評価の方法

研究内容、発表態度、報告水準、および学習意欲の総合的判断による評価。

9. その他

内容は変更する可能性がある。

2026 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT492J	配当学年	4 年	開講学期	秋集中
科目名	卒業研究 2[数学]				
担当者名	吉田尚彦	単位数	4 単位		

1. 授業の概要・到達目標

卒業研究1で選択した微分幾何学や位相幾何学に関する話題について学習および研究し、卒業レポートをまとめる。卒業研究を通して先端研究の一端に触れ、これまで学習して来た事柄の有機的な繋がりを理解する事を目標とする。

2. 授業内容

ゼミナールB, 卒業研究 1 の内容を踏まえて、研究目標を設定し卒業研究を行う。

- [第1回] 研究目標の設定
- [第2回] 研究計画の確認
- [第3回] 研究計画の確認
- [第4回] 研究の進捗状況の報告と討論
- [第5回] 研究の進捗状況の報告と討論
- [第6回] 研究の進捗状況の報告と討論
- [第7回] 研究の進捗状況の報告と討論
- [第8回] 研究の進捗状況の報告と討論
- [第9回] 研究の進捗状況の報告と討論
- [第10回] 研究の進捗状況の報告と討論
- [第11回] 研究の進捗状況の報告と討論
- [第12回] 研究の進捗状況の報告と討論
- [第13回] 研究のまとめ
- [第14回] 研究のまとめ

3. 履修上の注意

幾何入門1・2, 幾何学1・2の内容を既知とする。毎回の出席を前提とする。出席回数が全授業日数の 2/3 未満の場合は、単位の認定はしない。但し、正当な理由がある場合は、別途相談に応じる。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

自分の順番であるか否かにかかわらず、テキストを予習してゼミに望むこと。

5. 教科書

以下にテキストの一例を挙げる。

『曲線と曲面の微分幾何』小林昭七(裳華房)

『Foundations of differentiable manifolds and Lie groups』F. W. Warner (Springer)

『Young Tableaux』W. Fulton (London Mathematical Society)

『Torus actions on symplectic manifolds』M. Audin (Birkhauser)

6. 参考書

7. 課題に対するフィードバックの方法

卒業研究を進める中で生じる課題について、研究が進展するよう、適宜、アドバイスや説明を行う。

8. 成績評価の方法

学術文献の読解力, ゼミに取り組む姿勢, ゼミでの発表討議, 卒業レポートを総合して評価する。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

解析学5

科目ナンバー	STMAT331J	配当学年	3 年	開講学期	秋
科目名	解析学 5[数学]				
担当者名	廣瀬宗光	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

解析学4に続き、測度論と積分論の現代的な理論の基礎的な部分を講義する。中心的なテーマは、外測度を利用して実際に測度空間を構成する方法論を展開すること(ホップの拡張定理)であり、その一つの応用としてフビニの定理を証明する。この定理は、どのような関数に対して重積分と累次積分が一致するかを教えてくれる。また、解析学4では証明できなかった定理(ユークリッド空間上の狭い意味でのルベーク測度の構成やその性質)などの証明を行い、将来、確率論や偏微分方程式を学ぶ際に必須となる関数解析に関連した入門的な概念や方法論/技術も取り上げる予定である。

偏微分方程式論や確率論などの、さらに進んだ数学分野を学ぶための十分な「基礎体力」を身につけ、理論の概念や方法論の基本的な考え方に習熟することを目的とする。

2. 授業内容

- [第1回] ルベーク積分の性質(解析学4の補足)
- [第2回] ルベークの収束定理(解析学4の補足)
- [第3回] リーマン積分とルベーク積分
- [第4回] 可積分関数のつくる空間(1)
- [第5回] 可積分関数のつくる空間(2)
- [第6回] 可積分関数のつくる空間(3)
- [第7回] 2乗可積な関数のつくる空間
- [第8回] 完備性、直交分解
- [第9回] ラドン・ニコディムの定理(1)
- [第10回] ラドン・ニコディムの定理(2)
- [第11回] ホップの拡張定理
- [第12回] フビニの定理(1)
- [第13回] フビニの定理(2)
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

解析学4を履修していることを前提に授業を進める。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

抽象的な話題が多く、複雑な議論を要する箇所もあるため、授業中に説明したことを改めて再現し、理解を深めることが必要になる。よって、自宅学習においては復習に重点を置いて欲しいと考えている。また、解析学4で扱った定義や定理を繰り返し使って議論を進めていく。もちろん、新たな定義や定理も学んでいくことになるので、忘れてしまったらすぐに確認する、ということを習慣付けること。

5. 教科書

指定しない。

6. 参考書

- 『ルベーク積分 30 講』 志賀浩二(朝倉書店)
- 『ルベーク積分入門』 伊藤清三(裳華房)
- 『ルベーク積分入門』 洲之内治男(内田老鶴圃)
- 『ルベーク積分入門』 吉田伸生(日本評論社)

7. 課題に対するフィードバックの方法

2026 年度理工学部 シラバス

課題を課す場合、その答案は Oh-o! Meiji システムを通じて返却する。

8. 成績評価の方法

定期試験 100%により評価する。得点が満点の 60%以上であることを単位修得の条件とする。

9. その他

講義は「授業内容」の項目の順序で進める予定であるが、変更することもあり得る。

2026年度理工学部 シラバス

数理解析

科目ナンバー	STMAT331J	配当学年	3年	開講学期	秋
科目名	数理解析[数学]				
担当者名	廣瀬宗光	単位数	2単位		

1. 授業の概要・到達目標

「授業の概要」

身の回りに起こる自然現象や社会現象を解明するには、観察や実験によりデータを集め、データをもとにしてその現象の起こる法則を見出す必要があります。その法則を数式で表したものとして、微分方程式があります。微分方程式は、ものづくり、交通・通信サービスといった社会インフラの有効活用、さらには、感染症の伝播予測など幅広く応用されており、普段の生活で目にすることは無くとも我々の生活の礎になっています。

さて、数学科では3年次の春学期に常微分方程式を学ぶ授業が設けられていますが、この授業では偏微分方程式の入門的な内容を扱うことにします。具体的には、1階の偏微分方程式の解法を説明した後、2階の偏微分方程式の一例である1次元波動方程式を取り上げ、解の求め方や解の性質について解説していきます。

「到達目標」

基本的な偏微分方程式の初期値問題や初期値境界値問題の解法を身に付け、解の性質について理解することを到達目標とする。

2. 授業内容

- [第1回] 常微分方程式と偏微分方程式、用語の整理
- [第2回] 1階定数係数線形偏微分方程式とその特性線
- [第3回] 1階定数係数線形偏微分方程式の解法
- [第4回] 1階準線形偏微分方程式についての考察
- [第5回] 1階準線形偏微分方程式の解法
- [第6回] 2階線形偏微分方程式の分類
- [第7回] 1次元波動方程式の導出
- [第8回] 1次元波動方程式の一般解
- [第9回] 1次元波動方程式の初期値問題(無限長の弦について)
- [第10回] 1次元波動方程式の初期値境界値問題(半直線状の弦について)
- [第11回] 1次元波動方程式の初期値境界値問題(有限な長さの弦について)
- [第12回] 1階の偏微分方程式の応用例
- [第13回] 2階の偏微分方程式の応用例
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

- 1, 2年次の「基礎微分積分1, 2」「微分方程式」「解析学1, 2, 3」「関数論1, 2」で学んだことを前提とする。
- 3年次春学期「常微分方程式1, 2」「解析学4」を履修しておくことが望ましい。
- 3年次秋学期「フーリエ解析」も同時に履修することが望ましい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

複雑な計算を要する箇所もあるため、授業中に説明したことを改めて再現し、理解を深めることが必要になる。よって、ある程度の予習も必要だが、自宅学習においては復習に重点を置いて欲しいと考えている。その補助的手段として、適宜、演習問題を配布するので、各自活用すること。

5. 教科書

指定しない。

6. 参考書

- 『偏微分方程式(新訂版)』加藤義夫(サイエンス社)
- 『偏微分方程式入門』神保秀一(共立出版)

2026 年度理工学部 シラバス

『偏微分方程式論入門』井川満(裳華房)

『偏微分方程式論』南雲道夫(朝倉書店)

『工学系のための偏微分方程式』秋山成興(技報堂出版)

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題を課す場合、その答えは Oh-o! Meiji システムを通じて返却する。

8. 成績評価の方法

定期試験 100%により評価する。得点が満点の 60%以上であることを単位修得の条件とする。

9. その他

必須ではないが、「フーリエ解析」と「数理解析」を同時に履修することが望ましい。この 2 科目を合わせて、偏微分方程式の基礎事項を学ぶことができるように授業内容を構成している。また、4 年次秋学期「偏微分方程式」は、「フーリエ解析」および「数理解析」の履修を前提として授業内容を構成する予定である。

2026 年度理工学部 シラバス

確率論と統計学1

科目ナンバー	STSTA311J	配当学年	3年	開講学期	春
科目名	確率論と統計学 1[数学]				
担当者名	廣瀬宗光	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

本講義では確率の基礎概念を学ぶ。確率空間、確率変数、期待値・分散などの概念に習熟し、大数の法則や中心極限定理を理解する。本講義を通して、確率分布を使って様々な確率を求めることができるようになることを目標とする。

2. 授業内容

- [第 1 回] イントロダクション
- [第 2 回] 確率と確率空間(1)
- [第 3 回] 確率と確率空間(2)
- [第 4 回] 確率変数と確率分布
- [第 5 回] 期待値・分散
- [第 6 回] 1次元の確率分布(1)
- [第 7 回] 1次元の確率分布(2)
- [第 8 回] 多次元の確率分布(1)
- [第 9 回] 多次元の確率分布(2)
- [第 10 回] 大数の法則(1)
- [第 11 回] 大数の法則(2)
- [第 12 回] 中心極限定理(1)
- [第 13 回] 中心極限定理(2)
- [第 14 回] まとめ

3. 履修上の注意

この科目の履修には、1変数のみならず、多変数関数の微分・積分の計算に習熟していることが前提となる。「確率・統計」を履修していることが望ましい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

複雑な計算を要する箇所もあるため、授業中に説明したことを改めて再現し、理解を深めることが必要になる。よって、ある程度の予習も必要だが、自宅学習においては復習に重点を置いて欲しいと考えている。

5. 教科書

指定しない。

6. 参考書

- 『確率と統計』藤澤洋徳(朝倉書店)
- 『理工系基礎 確率・統計』服部哲弥(数研出版)
- 『概説 確率統計』前園宜彦(サイエンス社)
- 『確率統計入門』渡辺浩・宮部賢志(森北出版)
- 『統計数学』柳川堯(近代科学社)

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題を課す場合、その答えは Oh-o! Meiji システムを通じて返却する。

8. 成績評価の方法

定期試験 100%により評価する。得点が満点の 60%以上であることを単位修得の条件とする。

2026 年度理工学部 シラバス

9. その他

講義は「授業内容」の項目の順序で進める予定であるが、変更することもあり得る。

2026 年度理工学部 シラバス

確率論と統計学2

科目ナンバー	STSTA311J	配当学年	3 年	開講学期	秋
科目名	確率論と統計学 2[数学]				
担当者名	宮部賢志	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

「確率論と統計学 2」の授業では、データ解析のための数理統計の基礎を学ぶ。統計学およびデータサイエンスの基本事項を学ぶ。記述統計と 2 変数の確率分布について復習した後、統計モデル、データ縮約、大数の法則、中心極限定理、パラメータの推定、仮説検定、信頼区間などを学ぶ。

本講義を通して、データ分析から情報を読み取ることができるようになることを目標とする。

この科目は、2022 年度以降入学者を対象とした「理工学部数理・データサイエンス・AI 教育プログラム(応用基礎レベル)」の「応用・発展科目群」の科目として履修可能である。

2. 授業内容

- [第1回] 統計・データサイエンス・機械学習・人工知能の歴史概観
- [第2回] 記述統計
- [第3回] 2 変数の同時確率分布
- [第4回] 統計モデルとデータの縮約
- [第5回] 大数の法則と中心極限定理
- [第6回] パラメータの推定(1)
- [第7回] パラメータの推定(2)
- [第8回 a] 中間試験
- [第8回 b] 試験問題解説
- [第9回] 仮説検定と信頼区間
- [第10回] 期待値と積率母関数
- [第11回] 正規分布から導かれる分布(1)
- [第12回] 正規分布から導かれる分布(2)
- [第13回] カイ 2 乗適合度検定
- [第14回] 回帰分析

3. 履修上の注意

この授業では統計学の主に理論的な側面について学習し、同時に Python を用いたシミュレーションやデータ解析の演習を適宜行う。数式で導かれた結果を計算機上で再現・検証することで、理論と応用のつながりを実感することを目指す。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

何をやっているのかが理解できるまで復習すること。

5. 教科書

『データ解析のための数理統計入門』久保川達也, 共立出版

6. 参考書

『Python による計量経済学入門(実践 Python ライブラリー)』中妻 照雄, 朝倉書店

『公式と例題で学ぶ統計学入門』久保川達也, 共立出版

『現代数理統計学の基礎』久保川達也, 共立出版

7. 課題に対するフィードバックの方法

コメントしたものを Oh-o!Meiji 経由で返却および次の授業でのコメントを行う

2026 年度理工学部 シラバス

8. 成績評価の方法

期末試験 70%, 中間試験およびレポート 30%により評価する. 得点が満点の 60%以上であることを単位修得の条件とする.

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

確率論と統計学3

科目ナンバー	STSTA411J	配当学年	4 年	開講学期	秋
科目名	確率論と統計学 3[数学]				
担当者名	廣瀬宗光			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

本講義では、測度論に基づく確率論を学ぶ。解析学4・5で学んだ内容を生かして、確率論への理解を深めることを目標とする。

2. 授業内容

- [第 1 回] イントロダクション
- [第 2 回] 確率空間
- [第 3 回] 確率の測れる集合
- [第 4 回] 確率測度
- [第 5 回] 確率変数
- [第 6 回] 平均値
- [第 7 回] 直積確率空間とフビニの定理
- [第 8 回] 確率測度の絶対連続性
- [第 9 回] 確率分布
- [第 10 回] 独立確率変数列
- [第 11 回] 独立確率変数の和
- [第 12 回] 確率分布の収束
- [第 13 回] 中心極限定理
- [第 14 回] まとめ

3. 履修上の注意

「確率・統計」「確率論と統計学1」「解析学4」「解析学5」を履修していることが望ましい。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

煩雑な議論を要する場合もあるため、授業中に説明したことを改めて再現し、理解を深めることが必要になる。よって、ある程度の予習も必要だが、自宅学習においては復習に重点を置いて欲しいと考えている。

5. 教科書

指定しない。

6. 参考書

- 『測度から確率へ』佐藤坦(共立出版)
- 『確率論』舟木直久(朝倉書店)
- 『統計数学』柳川堯(近代科学社)
- 『例と演習で学ぶ確率論』中島誠(講談社)

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題を課す場合、その答えは Oh-o! Meiji システムを通じて返却する。

8. 成績評価の方法

レポート100%により評価する。得点が満点の60%以上であることを単位修得の条件とする。

2026 年度理工学部 シラバス

9. その他

講義は「授業内容」の項目に従って行う予定であるが、進捗の状況によっては、順序の変更や内容の変更をすることもあり得る。

2026 年度理工学部 シラバス

プログラミング演習

科目ナンバー	STINF212J	配当学年	2 年	開講学期	春
科目名	プログラミング演習[数学]				
担当者名	田鎖聡史	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

情報技術社会において、プログラミング技術の重要性はますます高まっている。本講義では Python 言語により、プログラミングの基礎を学ぶ。はじめに、基本的な文法を習得し、その後、条件判断の方法や繰り返しの方法を習得する。ここでは、プログラム作成技法に関する理解を深めると共に、あるアルゴリズムが与えられたとき、それがプログラミングにより計算機上で実現できるようになることを目標とする。

2. 授業内容

- [第1回] プログラミング言語 Python について
- [第2回] Anaconda の入手とインストール
- [第3回] 数値による四則演算、変数の定義
- [第4回] 文字列を使う
- [第5回] リストを使う
- [第6回] for 文
- [第7回] while 文
- [第8回] if 文
- [第9回] 制御構造の応用
- [第10回] 関数の定義
- [第11回] 標準ライブラリについて
- [第12回] plot()でグラフを描く
- [第13回] Python とデータサイエンス
- [第14回] a: 期末試験、 b: 正答解説

3. 履修上の注意

授業時間の 50% 講義を行い、50% 演習を行う。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

コンピュータによる基本的なファイル操作については習熟しておくこと。予習として、教科書の該当箇所を読み、不明点を明らかにしておくこと。復習として、教科書の例題を実際にプログラムすること。

5. 教科書

「みんなの Python 第4版」, 柴田淳 著, SB クリエイティブ株式会社

6. 参考書

「世界標準 MIT 教科書 Python 言語によるプログラミングイントロダクション 第2版 - データサイエンスとアプリケーション」,
John V. Guttag 著, 久保幹雄 監訳, 株式会社 近代科学社

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業中、または Oh-o!Meiji を介してフィードバックを行う。

8. 成績評価の方法

プログラム作成に関するレポートの提出と期末試験を行う。レポート 50%, 試験 50% で評価する。合計が満点の 60% 以上を単位修得の条件とする。

2026 年度理工学部 シラバス

9. その他

教科書に沿って進める。前回までに書いたプログラムを利用することが頻繁にある。書いたプログラムはすぐに読み出せるように保存しておくこと。欠席した場合は、必ず教科書の該当箇所の例題に取り組んでおくこと。

2026 年度理工学部 シラバス

アルゴリズム演習

科目ナンバー	STINF212J	配当学年	2 年	開講学期	秋
科目名	アルゴリズム演習[数学]				
担当者名	山岸昌夫	単位数	2 単位		

1. 授業の概要・到達目標

アルゴリズムとは、問題を解くための手順を形式的に表現したものである。アルゴリズムをコンピュータプログラムとして実装することにより、コンピュータの計算資源を活用して、問題を効果的に解くことが可能となる。一般に、一つの問題に対して様々なアルゴリズムを構成することができる。そのため、複数のアルゴリズムの中で、コンピュータ上に実装した際に「必要な記憶領域が小さいもの」や「問題を解くために必要な時間が短いもの」が望まれる傾向にある。

本演習では、アルゴリズムの基本を理解するとともに、コンピュータ上への実装方法を学習することを目的としている。主に、探索問題とソート問題を対象として、既存のアルゴリズムの考え方を学ぶ。さらに、複数のアルゴリズムをコンピュータプログラムとして実装する。

本演習の到達目標は以下の通りである。

- (a)探索問題を解くためのアルゴリズムの動作を理解し、コンピュータプログラムとして実装することができる
- (b)ソート問題を解くためのアルゴリズムの動作を理解し、コンピュータプログラムとして実装することができる
- (c)データ加工の基本とそこに使われるアルゴリズムを理解し、コンピュータプログラムとして実装することができる
- (d)木構造を理解し、コンピュータプログラムとして実装することができる

この科目は、2022 年度以降入学者を対象とした「理工学部数理・データサイエンス・AI 教育プログラム(応用基礎レベル)」の「応用・発展科目群」の科目として履修可能である。

2. 授業内容

- [第1回] イントロダクション
- [第2回] 探索問題, 線形探索, 二分探索
- [第3回] ソート問題, 挿入ソート 【メディア授業(リアルタイム配信型)】
- [第4回] 関数, サブルーチン, 再帰呼出し
- [第5回] マージソート I 【メディア授業(リアルタイム配信型)】
- [第6回] マージソート II
- [第7回] クイックソート I 【メディア授業(リアルタイム配信型)】
- [第8回] クイックソート II
- [第9回] ソートの応用 I 【メディア授業(リアルタイム配信型)】
- [第10回] ソートの応用 II
- [第11回] データの加工と前処理 【メディア授業(リアルタイム配信型)】
- [第12回] 木構造, 二分木
- [第13回] ヒープソート 【メディア授業(リアルタイム配信型)】
- [第14回] まとめ

3. 履修上の注意

毎回の演習開始時に問題やアルゴリズムなどについて紹介し、レポート課題の説明を行う。その後、各自レポート課題に取り組む形式とする。レポート課題では、プログラムのソースコードの提出が必須となる。

なお、「プログラミング演習」を履修していることが望ましい。使用する言語は Python とする。

本講義は、メディア授業6回を含む対面授業である。メディア授業の形式は「リアルタイム配信型」とする。メディア授業は、Zoom ミーティング上で行う。メディア授業中は Zoom ミーティングを開いたままにし、随時学生からの質問を受け付ける。また、授業時間以外も、随時メールでの問い合わせを受け付ける。(メールアドレスは、第1回の授業の際に伝えることにする。)さらに Zoom ミーティングでは、ブレイクアウトルームを複数準備し、学生が自由に使用できるように開放する。ブレイクアウトルーム毎に学生同士で意見交換を行うように促す。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

演習の時間中にレポート課題が解決できなかった場合は、演習以外の時間も使って解決を試みて欲しい。

2026 年度理工学部 シラバス

5. 教科書

特に指定しない。講義の際に資料を配布する。

6. 参考書

T. コルメン, R. リベスト, C. シュタイン, C. ライザーソン, 『アルゴリズムイントロダクション 第3版 第1巻: 基礎・ソート・データ構造・数学 (世界標準 MIT 教科書)』(近代科学社, 2012)など, 必要に応じて紹介する。

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題の一部について, 回答例を授業中に提示し解説する。

8. 成績評価の方法

レポート課題を成績評価の 100%とし, その 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

計算理論

科目ナンバー	STINF311J	配当学年	3 年	開講学期	春
科目名	計算理論[数学]				
担当者名	宮部賢志			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

万能に見えるコンピュータにも、原理的に解くことのできない問題が存在します。「計算可能」という概念に厳密な数学的定義が与えられたのは 1930 年代のことですが、この理論は現代数学や情報科学に大きな影響を与えています。計算不可能性の概念は、ゲーデルの不完全性定理などの論理的な限界を理解するためだけでなく、現代の機械学習や人工知能における原理的な不可能性や予測限界を理解する基盤ともなります。

本講義の前半では、計算モデルとしてレジスタマシンと帰納的関数を導入して「計算可能性」を定義し、後半では停止問題などの計算不可能な実例を構成します。

2. 授業内容

[第 1 回] 計算可能性と判定可能性の直感的概念

[第 2 回] レジスタマシンの定義と計算

[第 3 回] レジスタマシンの能力

[第 4 回] 原始帰納的関数の定義

[第 5 回] 原始帰納的関数の性質

[第 6 回] 帰納的関数

[第 7 回 a] 中間試験

[第 7 回 b] 試験解説

[第 8 回] 算術化とゲーデル数

[第 9 回] 万能関数と正規形定理

[第 10 回] S-m-n 定理と再帰定理

[第 11 回] 停止問題と決定不可能性

[第 12 回] 帰納的可算集合

[第 13 回] ライスの定理

[第 14 回] 不完全性定理

3. 履修上の注意

Python などのプログラミング言語に触れた経験があると理解の助けとなるが、必須ではない。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

何をやっているのかが理解できるまで復習すること。

5. 教科書

6. 参考書

“Computability Theory: An Introduction to Recursion Theory”, Herbert B. Enderton, Academic Press

7. 課題に対するフィードバックの方法

コメントしたものを Oh-o!Meiji 経由で返却および次の授業でのコメントを行う

8. 成績評価の方法

期末試験 70%, 中間試験およびレポート 30%により評価する。得点が満点の 60%以上であることを単位修得の条件とする。

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス

機械学習

科目ナンバー	STINF431J	配当学年	4 年	開講学期	春
科目名	機械学習[数学]				
担当者名	宮部賢志			単位数	2 単位

1. 授業の概要・到達目標

本授業では、代表的な機械学習アルゴリズムの原理と実装方法を学ぶ。特に教師あり学習を中心に、線形回帰、ロジスティック回帰、サポートベクトルマシン、決定木などの基本手法を取り上げる。各手法について、損失関数、最適化、正則化などの考え方を理解し、アルゴリズムの仕組みを数理的観点から説明できることを目標とする。また、データ前処理、交差検証、性能指標など、機械学習モデルを実際に評価・比較するための基本的な方法も学ぶ。授業では Python (scikit-learn) による簡単な実装例も扱い、理論と実装の対応を理解する。これにより、基本的な機械学習手法を理解し、適切に適用・評価できる基礎的能力を身につけることを目標とする。

この科目は、2022 年度以降入学者を対象とした「理工学部数理・データサイエンス・AI 教育プログラム(応用基礎レベル)」の「応用・発展科目群」の科目として履修可能である。

2. 授業内容

[第 1 回] 機械学習の概要: 教師あり学習と分類・回帰の基本的枠組み。(対応: Ch1)

[第 2 回] 線形回帰: 回帰モデルと最小二乗法。(対応: Ch9)

[第 3 回] 勾配降下法: 損失関数の最小化と勾配降下法。(対応: Ch9, Ch2)

[第 4 回] データ前処理: 特徴量スケーリングと前処理の基本。(対応: Ch4)

[第 5 回] パーセプトロン: 線形分類と学習アルゴリズム。(対応: Ch2)

[第 6 回] Adaline: 二乗誤差と勾配降下による学習。(対応: Ch2)

[第 7 回] ロジスティック回帰: シグモイド関数と確率的分類。(対応: Ch2)

[第 8 回] サポートベクトルマシン: マージン最大化による分類。(対応: Ch2)

[第 9 回] カーネル法: カーネルトリックと非線形分類。(対応: Ch2)

[第 10 回] 決定木: 情報利得による分類モデル。(対応: Ch3)

[第 11 回] ランダムフォレスト: アンサンブル学習の基本。(対応: Ch3)

[第 12 回] 正則化: 過学習と L1・L2 正則化。(対応: Ch9)

[第 13 回] 交差検証: モデル評価と汎化性能。(対応: Ch6)

[第 14 回] 性能指標: precision・recall と ROC 曲線。(対応: Ch6)

3. 履修上の注意

本授業ではプログラミング環境として Google Colaboratory を用いる。そのため、受講者は Google アカウント(Gmail アカウント)を持っていることが望ましい。授業では Python を用いた簡単な実装例を扱い、ブラウザ上でプログラムを実行する。また、授業で利用するサンプルコードは教科書の著者が公開している GitHub リポジトリからダウンロードできる。必要に応じて以下のページからコードを参照すること。

<https://github.com/rasbt/machine-learning-book>

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

授業で扱う内容について、教科書の該当箇所を事前に読んで基本的な概念を確認しておくことが望ましい。また、授業後には Google Colaboratory 上で授業で扱ったコードを実際に行って理解を深めること。

5. 教科書

Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili 著

『Python 機械学習プログラミング[PyTorch&scikit-learn 編]』

インプレス, 2022 年。

6. 参考書

Kevin P. Murphy 著(持橋大地・鈴木大慈 監訳)

『確率的機械学習 入門編 I — 基礎と線形モデル』

2026 年度理工学部 シラバス

朝倉書店, 2025 年.

塚本邦尊 ほか

『東京大学のデータサイエンティスト育成講座

Python で手を動かして学ぶデータ分析』

マイナビ出版, 2019 年.

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題の講評や解説は授業内を通じて行う。必要に応じて、提出された課題に対してコメントを付して返却することがある。

8. 成績評価の方法

授業で扱う内容に関する課題および期末試験によって総合的に評価する。

課題では、機械学習アルゴリズムの基本概念や Python による実装の理解を確認する。

期末試験では、授業で扱った理論や手法の理解度を評価する。

評価の目安は以下の通りとする。

課題: 50%

期末試験: 50%

9. その他

2026 年度理工学部 シラバス