２０２５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	配当学年	配当学期	科目名	単位	配当学年	配当学期	科目名	単位	配当学年	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。

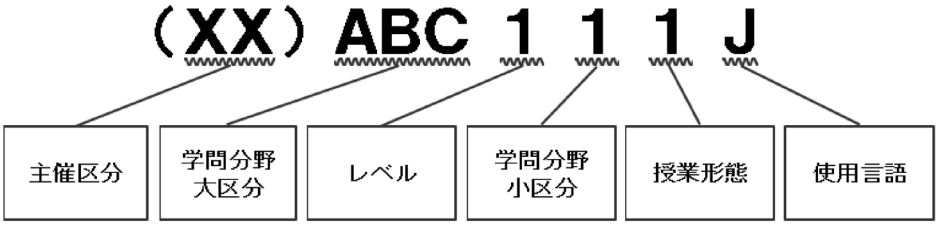
科目ナンバリング導入の目的

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

2025 年度理工学部　シラバス

目次

基礎線形代数 1 演習 2
基礎線形代数 2 演習 4
基礎微分積分 1 演習 6
数学の方法 1 7
数学の方法 2 8
ベクトル空間論 10
ベクトル空間論演習 12
代数概論 14
代数概論演習 15
幾何入門 1 16
幾何入門 2 18
幾何入門 2 演習 19
解析学 1 20
解析学 2 22
解析学 3 24
解析学 4 26
解析学 5 28
解析学 1 演習 30
解析学 2 演習 32
解析学 3 演習 34
関数論 1 36
関数論 2 38
関数論 1 演習 40
関数論 2 演習 42
代数学 1 44
代数学 2 46
代数学 3 48
代数学 4 49
代数学 1 演習 50
代数学 2 演習 52
代数学 4 演習 53
幾何学 1 54
幾何学 2 56
幾何学 3 58
幾何学 4 60
幾何学 1 演習 62
幾何学 2 演習 64
幾何学 4 演習 66
常微分方程式 1 68
常微分方程式 2 69
偏微分方程式 70
フーリエ解析 71
関数解析 73
数理解析 74
解析学展望 1 76
解析学展望 2 78
確率論と統計学 1 79
確率論と統計学 2 80
確率論と統計学 3 82
数理教育 1 83
数理教育 2 84
プログラミング演習 86
アルゴリズム演習 87
情報社会と情報倫理 89
計算理論 91
数値計算 94
機械学習 97
知識情報処理 100
ゼミナール A 103
ゼミナール B 112
卒業研究 1 133
卒業研究 2 148

2025 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	松岡直之			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

教科書の本文中に配置されている問題（問 1.1，問 1.2 など）は必ず自分で考えて理解すること。分からない場合は，学習支援室などを活用して次週までに理解すること。宿題やレポート課題によって演習時間の不足を補う。

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

『線型代数入門』，齋藤　正彦（東京大学出版会）

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 20%，期末試験は 50%として評価する。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。

2025 年度理工学部 シラバス

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、連立1次方程式の解法・部分空間の基底(および正規直交基底)の求め方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

『線形代数学講義(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

2025 年度理工学部　シラバス

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	中島秀太			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

基礎微分積分1（アドバンスト・コース）とあわせて評価するので，基礎微分積分1（アドバンスト・コース）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

「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）

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業内の演習の答案を添削し，次回の授業の際に返却する。

8. 成績評価の方法

期末試験 40%，中間試験 30%，演習 20%，授業態度 ・ 小テスト 10%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。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。

9. その他

2025 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	数学の方法 1[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

数学をきちんと語るために必要な言葉と概念を学ぶ。日本語(母国語)を正しく使い,「ちゃんとした」定義にもとづいて,何を仮定すると何が結論付けられるのか,という論理の連鎖が学問である。加えて現代数学は「集合」と「写像」の概念を基礎として数学的な世界を構築されている。本講義を通して,学問の方法,数学の方法,あるいは高校数学以来の定義,定理,証明が何のためにあるのか,などを理解できるようになることが本講義の到達目標である。

2. 授業内容

第 1 回 導入---数学とは何か
第 2 回 well-defined な定義
第 3 回 命題と命題論理
第 4 回 述語論理
第 5 回 背理法
第 6 回 演繹と帰納
第 7 回 集合
第 8 回 写像
第 9 回 連立 1 次方程式と行列
第 10 回 線形変換(1 次変換)
第 11 回 実数とは何か(√2 の存在)
第 12 回 実数とは何か(e や π の存在)
第 13 回 虚数とは何か
第 14 回 総括

3. 履修上の注意

欠席を想定しないで講義を進める。なお、定期試験は、全授業日数の 2/3 以上出席していることが受験資格となっている。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

しっかりと予習,復習を行うこと。

5. 教科書

『大学数学の教則』,矢崎成俊(ちくま学芸文庫)

6. 参考書

『新しい微積分〈上〉〈下〉 改訂第2版』,長岡亮介,渡辺浩,矢崎成俊,宮部賢志(講談社)
それ以外の参考書は,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

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取得の条件とする。

9. その他

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

2025 年度理工学部 シラバス

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感じる場合もあろうかと思います。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）
『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

2025 年度理工学部 シラバス

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

2025 年度理工学部 シラバス

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）

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

2025 年度理工学部 シラバス

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。また，抽象的な定義・性質を学ぶだけでは，何が面白いのがよくわからないであろうし，深い理解を得ることはできない。よって，初等整数論や方程式の可解性などの具体的な話題を交えて講義する。

高校生時代から使っている初等整数論や体上の多項式環の基本性質を，証明も含めて正しく理解することが目的である。

2. 授業内容

［第1回］ 初等整数論1（ユークリッド互除法）
［第2回］ 初等整数論2（素因数分解の一意性）
［第3回］ 初等整数論3（合同式・中国剰余定理）
［第4回］ 初等整数論4（既約剰余類）
［第5回］ 初等整数論5（フェルマーの小定理）
［第6回］ 環について（単元・可約元・既約元）
［第7回］ 体上の多項式環1（ユークリッド除法）
［第8回］ 体上の多項式環2（Eisenstein の判定法）
［第9回］ 対称群
［第 10 回］ 対称式の基本定理，判別式，
［第 11 回］ 交代式の基本定理，終結式
［第 12 回］ 3次方程式の解の公式
［第 13 回］ 代数学の基本定理
［第 14 回］ ジョルダン標準形の存在定理

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

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。

9. その他

2025 年度理工学部 シラバス

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。また，抽象的な定義・性質を学ぶだけでは，何が面白いのがよくわからないであろうし，深い理解を得ることはできない。よって，初等整数論や方程式の可解性などの具体的な話題を交えて講義する。

高校生時代から使っている初等整数論や体上の多項式環の基本性質を，証明も含めて正しく理解することが目的である。

2. 授業内容

［第1回］ 初等整数論1（ユークリッド互除法）
［第2回］ 初等整数論2（素因数分解の一意性）
［第3回］ 初等整数論3（合同式・中国剰余定理）
［第4回］ 初等整数論4（既約剰余類）
［第5回］ 初等整数論5（フェルマーの小定理）
［第6回］ 環について（単元・可約元・既約元）
［第7回］ 体上の多項式環1（ユークリッド除法）
［第8回］ 体上の多項式環2（Eisenstein の判定法）
［第9回］ 対称群
［第 10 回］ 対称式の基本定理，判別式，
［第 11 回］ 交代式の基本定理，終結式
［第 12 回］ 3次方程式の解の公式
［第 13 回］ 代数学の基本定理
［第 14 回］ ジョルダン標準形の存在定理

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

2025 年度理工学部 シラバス

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)
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)
一樂重雄・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。

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

2025 年度理工学部 シラバス

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，写像などの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，距離空間の位相を中心に解説し，最後に位相空間という概念を導入する。

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，論理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
［第5回］ ユークリッド空間の閉集合
［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］ 距離空間の近傍
［第 11 回］ 位相空間の定義
［第 12 回］ 位相空間の間の連続写像
［第 13 回］ まとめ
［第 14 回］ 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

講義中に提示した演習問題を解くことを通して，講義で解説されたさまざまな概念を習得すること。

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

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，授業への貢献度や授業中の提出物の評価に応じて加点する。合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

2025 年度理工学部 シラバス

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
［第5回］ ユークリッド空間の閉集合
［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］ 距離空間の近傍
［第 11 回］ 位相空間の定義
［第 12 回］ 位相空間の間の連続写像
［第 13 回］ まとめ
［第 14 回］ 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

講義中に提示した演習問題を解くことを通して，講義で解説されたさまざまな概念を修得すること。

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

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，授業への貢献度や授業中の提出物の評価に応じて加点する。合計が満点の 60%以上を単位修得の条件とする。

9. その他

2025 年度理工学部 シラバス

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、関数項級数やベキ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］ イントロダクション
［第2回］ 正項級数（1）
［第3回］ 正項級数（2）
［第4回］ 正項級数（3）
［第5回］ 絶対収束と収束条件（1）
［第6回］ 絶対収束と収束条件（2）
［第7回］ 絶対収束と収束条件（3）
［第8回］ 関数列および関数項級数（1）
［第9回］ 関数列および関数項級数（2）
［第 10 回］ 関数列および関数項級数（3）
［第 11 回］ 整級数（1）
［第 12 回］ 整級数（2）
［第 13 回］ 整級数（3）
［第 14 回］ まとめと演習

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。

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. 先ずは、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）
『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

毎回、演習の時間に確認のための小テストを実施する。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%，演習・課題・小テスト 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

2025 年度理工学部 シラバス

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]

微分積分の理論的側面について，より詳細に学ぶ。これまでに学習した微分積分学におけるさまざまな定理について，その内容の見直しをおこなう。

[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]数列の収束・発散
[第2回]無限級数
[第3回]ベキ級数，Maclaurin 展開
[第4回]関数列の収束と微積分
[第5回]区分求積法，原始関数の存在、2変数関数の積分
[第6回]広義積分
[第7回]多変数関数の極限と連続性
[第8回]偏微分
[第9回]接平面と(全)微分
[第 10 回]写像の微分
[第 11 回]合成関数の微分
[第 12 回]極値の判定
[第 13 回]逆関数，陰関数定理
[第 14 回]条件付き極値問題

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。

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. 先ずは、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

『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)

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)
『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)
『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

毎回、演習の時間に確認のための小テストを実施する。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%，演習・課題・小テスト 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

2025 年度理工学部 シラバス

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］ 2重積分と面積
［第2回］ 積分の平均値の定理
［第3回］ 積分の順序交換
［第4回］ 復習:線積分の定義と基本性質
［第5回］ 復習:グリーンの定理
［第6回］ 重積分における変数変換
［第7回］ 重積分における広義積分
［第8回］ スカラー値関数の面積分
［第9回］ ベクトル場の面積分
［第 10 回］ ガウスの発散定理
［第 11 回］ ストークスの定理
［第 12 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 13 回］ ベクトル解析の応用2:調和関数の球面平均の性質
［第 14 回］ まとめ

3. 履修上の注意

1. 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。
2. 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。
3. 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. 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。
5. 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

「微分積分学（数学シリーズ）」難波誠，裳華房

6. 参考書

ベクトル解析、ガウスの発散定理、ストークスの定理に関する参考書:
「理工系の微分積分学」新保経彦，吹田信之，学術図書出版

ベクトル解析、ベクトル解析の偏微分方程式への応用、調和関数の性質に関する参考書:
「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。

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

2025 年度理工学部 シラバス

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、公理論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］ ルベーグ積分の生まれた背景：厳密な積分の定義の必要性
［第2回］ リーマン積分の定義とその性質：さらなる積分論の展開の必要性
［第3回］ 長さ，面積，体積とは何か：ルベーグの測度問題とルベーグ積分
［第4回］ ルベーグ積分論概観：可測集合、可測関数、積分の定義と性質
［第5回］ 集合論に基づいた理論展開の準備：集合と写像，集合の濃度
［第6回］ 公理論的な測度論：可測集合、測度空間、測度の性質
［第7回］ 測度空間上の関数：可測関数とその性質
［第8回］ 可測関数の積分：定義と簡単な性質
［第9回］ 積分と収束定理：ファトゥーの補題と単調収束定理
［第 10 回］ 積分と収束定理：ルベーグの収束定理とその応用
［第 11 回］ 測度空間の実際の構成：外測度とカラテオドリの可測性
［第 12 回］ ユークリッド空間上の正準測度としてのルベーグ測度
［第 13 回］ フビニの定理の紹介：重積分と累次積分
［第 14 回］ フビニの定理の応用

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

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予定なので、それらをよく読んで、問題などは自力で解いてみること。

5. 教科書

指定しない。

6. 参考書

『ルベーグ積分入門』 洲之内治男（内田老鶴圃）
『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』 吉田伸生（遊星社）
『ルベーグ積分』 岩田耕一郎（森北出版）
『ルベーグ積分 要点と演習』 相川弘明・小林政晴（共立出版）
『ルベーグ積分リアル入門 −理論構造を追跡する−』 高橋秀慈（裳華房）
『ルベーグ積分の基礎』 日野正訓（共立出版）

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。

2025 年度理工学部 シラバス

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。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グ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］ ルベーグ積分論の構造:測度論/積分論概観
［第2回］ 外測度による測度の構成:外測度の性質とカラテオドリの可測性
［第3回］ カラテオドリの可測集合と外測度の性質:測度空間の構成
［第4回］ 有限加法的測度空間とその性質
［第5回］ ホップの拡張定理:有限加法的測度空間の測度空間への拡張
［第6回］ 測度空間の直積:フビニの定理へ向けて
［第7回］ 直積測度の構成とその性質:フビニの定理の証明
［第8回］ 直積測度空間上の積分:累次積分と重積分
［第9回］ フビニの定理の様々な形とその応用
［第 10 回］ ユークリッド空間上のルベーグ測度とフビニの定理:理論と応用
［第 11 回］ 位相的外測度と測度の正則性
［第 12 回］ 微分と積分:ラドン＝ニコディムの定理
［第 13 回］ 関数列の様々な収束:関数解析へ向けて
［第 14 回］ ルベーグ空間:関数空間論入門

3. 履修上の注意

解析学4を履修していること。

4. 準備学習(予習・復習等)の内容

解析学4の復習をしておくこと。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予定ので、それらをよく読んで、問題などは自力で解いてみること。

5. 教科書

指定しない。

6. 参考書

『ルベーグ積分入門』 洲之内治男(内田老鶴圃)
『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』 吉田伸生(遊星社)
『ルベーグ積分』 岩田耕一郎(森北出版)
『ルベーグ積分 要点と演習』 相川弘明・小林政晴(共立出版)
『ルベーグ積分リアル入門 −理論構造を追跡する−』 高橋秀慈(裳華房)
『ルベーグ積分の基礎』 日野正訓(共立出版)

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。

2025 年度理工学部　シラバス

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］ イントロダクション
［第2回］ 正項級数（1）
［第3回］ 正項級数（2）
［第4回］ 正項級数（3）
［第5回］ 絶対収束と収束条件（1）
［第6回］ 絶対収束と収束条件（2）
［第7回］ 絶対収束と収束条件（3）
［第8回］ 関数列および関数項級数（1）
［第9回］ 関数列および関数項級数（2）
［第 10 回］ 関数列および関数項級数（3）
［第 11 回］ 整級数（1）
［第 12 回］ 整級数（2）
［第 13 回］ 整級数（3）
［第 14 回］ まとめと演習

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。

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. 先ずは、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）
『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

毎回、演習の時間に確認のための小テストを実施する。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%，演習・課題・小テスト 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

2025 年度理工学部 シラバス

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

解析学2と並行して，微分積分の理論的側面について，より詳細に学ぶ。これまでに学習した微分積分学におけるさまざまな定理について，演習をおこなう。

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]数列の収束・発散
[第2回]無限級数
[第3回]ベキ級数，Maclaurin 展開
[第4回]関数列の収束と微積分
[第5回]区分求積法，原始関数の存在、2変数関数の積分
[第6回]広義積分
[第7回]多変数関数の極限と連続性
[第8回]偏微分
[第9回]接平面と(全)微分
[第 10 回]写像の微分
[第 11 回]合成関数の微分
[第 12 回]極値の判定
[第 13 回]逆関数，陰関数定理
[第 14 回]条件付き極値問題

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。

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. 先ずは、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

『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)

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)
『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)
『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

毎回、演習の時間に確認のための小テストを実施する。答案はチェックした後、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%，演習・課題・小テスト 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

2025 年度理工学部 シラバス

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］ 2重積分と面積
［第2回］ 積分の平均値の定理
［第3回］ 積分の順序交換
［第4回］ 復習:線積分の定義と基本性質
［第5回］ 復習:グリーンの定理
［第6回］ 重積分における変数変換
［第7回］ 重積分における広義積分
［第8回］ スカラー値関数の面積分
［第9回］ ベクトル場の面積分
［第 10 回］ ガウスの発散定理
［第 11 回］ ストークスの定理
［第 12 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 13 回］ ベクトル解析の応用2:調和関数の球面平均の性質
［第 14 回］ まとめ

3. 履修上の注意

1. 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。
2. 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。
3. 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. 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。
5. 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

「微分積分学（数学シリーズ）」難波誠，裳華房

6. 参考書

ベクトル解析、ガウスの発散定理、ストークスの定理に関する参考書:
「理工系の微分積分学」新保経彦，吹田信之，学術図書出版

ベクトル解析、ベクトル解析の偏微分方程式への応用、調和関数の性質に関する参考書:
「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。

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

2025 年度理工学部 シラバス

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］ 前半内容の総合演習
［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 a］ 期末試験
［第 14 回 b］ 正答解説

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%，中間試験および毎回のレポート 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

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。

2025 年度理工学部 シラバス

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	廣瀬宗光			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。正則関数が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。
○ 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。

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予定なので、各自活用すること。

5. 教科書

『複素関数入門』 神保道夫（岩波書店）
※「関数論1」の教科書と同じです。

6. 参考書

『複素関数要論』 青木利夫・樋口禎一（培風館）
『複素解析学の基礎・基本』 樋口禎一・渡邊公夫（牧野書店）
『複素関数論の基礎』 山本直樹（裳華房）
『基礎解析学コース 複素解析』 矢野健太郎・石原繁（裳華房）
『すぐわかる複素解析』 石村園子（東京図書）
『演習と応用 関数論』 寺田文行・田中純一（サイエンス社）
『物理と複素数』 堤正義（共立出版）

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。
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。

2025 年度理工学部　シラバス

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］ 前半内容の総合演習
［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 a］ 期末試験
［第 14 回 b］ 正答解説

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%，中間試験および毎回のレポート 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

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。

2025 年度理工学部 シラバス

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	廣瀬宗光			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。正則関数が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」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。
○ 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。

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予定なので、各自活用すること。

5. 教科書

『複素関数入門』 神保道夫（岩波書店）
※「関数論1」の教科書と同じです。

6. 参考書

『複素関数要論』 青木利夫・樋口禎一（培風館）
『複素解析学の基礎・基本』 樋口禎一・渡邊公夫（牧野書店）
『複素関数論の基礎』 山本直樹（裳華房）
『基礎解析学コース 複素解析』 矢野健太郎・石原繁（裳華房）
『すぐわかる複素解析』 石村園子（東京図書）
『演習と応用 関数論』 寺田文行・田中純一（サイエンス社）
『物理と複素数』 堤正義（共立出版）

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。
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

演習は「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。

2025 年度理工学部 シラバス

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おしておくこと。

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。）

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。

2025 年度理工学部 シラバス

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考える。

「到達目標」

環論の初歩的な知識を身に着け，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］ 整数環
［第8回］ 局所環と局所化
［第9回］ a: 多項式と代入原理 b: 中間試験
［第 10 回］ 体上 1 変数多項式環
［第 11 回］ 体の拡大
［第 12 回］ Eisenstein の判定法
［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）

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

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

2025 年度理工学部 シラバス

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			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] ニ次体の整数環
[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おしておくこと。

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

2025 年度理工学部 シラバス

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おしておくこと。

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

2025 年度理工学部　シラバス

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おしておくこと。

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。）

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。

2025 年度理工学部 シラバス

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］ 整数環
［第8回］ 局所環と局所化
［第9回］ a: 多項式と代入原理 b: 中間試験
［第 10 回］ 体上 1 変数多項式環
［第 11 回］ 体の拡大
［第 12 回］ Eisenstein の判定法
［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）

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

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

2025 年度理工学部　シラバス

科目ナンバー	STMAT412J	配当学年	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おしておくこと。

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

2025 年度理工学部 シラバス

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

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。

2025 年度理工学部 シラバス

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（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。

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。

2025 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT421J	配当学年	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。答案はチェックした後、クラスウェブを通じて返却する。

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

2025 年度理工学部 シラバス

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

M.R. Sepanski「Compact Lie Groups」, Springer
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。

9. その他

2025 年度理工学部　シラバス

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。

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。

2025 年度理工学部 シラバス

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

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。

2025 年度理工学部　シラバス

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

M. R. Sepanski「Compact Lie Groups」, Springer
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

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

2025 年度理工学部 シラバス

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	中島秀太			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事項を，具体的な現象を記述する数学的モデルとしての微分方程式の役割に重点をおいて講義・演習する。

2. 授業内容

［第1回］ 導入
［第 2 回］ 三角関数と 2 階線形微分方程式
［第 3 回］ 微分方程式と物理現象
［第 4 回］ 変数分離法
［第 5 回］ 1階線形微分方程式と定数変化法
［第 6 回］ 2階線形微分方程式と微分演算子法
［第 7 回］ 連立線形微分方程式と行列の指数関数
［第 8 回］ 中間試験と解説
［第 9 回］ ラプラス変換と微分方程式
［第 10 回］ ロジスティック方程式
［第11 回］ ロトカ・ヴォルテラ方程式
［第12 回］ 確率微分方程式 (1)
［第13 回］ 確率微分方程式 (2)
［第14 回］ カオス

3. 履修上の注意

毎回，講義と演習をセットにして進める。

4. 準備学習（予習・復習等）の内容

毎回レポート問題を配布する。

5. 教科書

使用しない。

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

授業内の演習の答案を添削し，次回の授業の際に返却する。

8. 成績評価の方法

中間試験 40%，期末試験 40%，授業態度 ・ 小テスト 20%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

2025 年度理工学部 シラバス

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ボリー（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。

9. その他

2025 年度理工学部 シラバス

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

「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/

2025 年度理工学部 シラバス

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。
フーリエ級数理論の理解が到達目標である。

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

欠席は想定しないで講義を進める。
「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。
なお、定期試験は、全授業日数の 2/3 以上出席していることが受験資格となっている.

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

『弱点克服 大学生のフーリエ解析』，矢崎成俊（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。

9. その他

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

2025 年度理工学部 シラバス

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	未定			単位数	2 単位

1.授業の概要・到達目標
秋学期公開予定

2. 授業内容
準備中

3. 履修上の注意

4. 準備学習（予習・復習等）の内容
準備中

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

8. 成績評価の方法
準備中

9. その他

2025 年度理工学部 シラバス

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て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）
『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

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。

2025 年度理工学部 シラバス

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

中島、矢崎、坂元、廣瀬、宮部による現代解析学の話題を厳選したオムニバス形式の講義である。一口に解析学と言っても、その守備範囲は広範で、解析の対象も数学的視点もさまざまである。一人の教員が2、3回ずつ連続して話題を提供することにより、現代解析学の先端研究に繋がる多様な側面を講述する。
いろいろな解析手法を習得し、自分も解析してみたいと思える話題を見つけられたら目標に到達したといえる。

2. 授業内容

[第 1 回] 確率微分方程式入門 1:単純ランダウォークとブラウン運動(中島)
[第 2 回] 確率微分方程式入門 2:単純ランダムウォークを用いた確率積分(中島)
[第 3 回] 確率微分方程式入門 3:確率積分と確率微分方程式(中島)
[第 4 回] 燃焼の数学 1:次元解析、気体分子運動論(矢崎)
[第 5 回] 燃焼の数学 2:マクスウェルの速度分布、反応速度論(矢崎)
[第 6 回] 燃焼の数学 3:アレニウス則、セミョーノフの熱発火理論(矢崎)
[第 7 回] 離散力学系入門(坂元)
[第 8 回] 記号力学系とカオス(坂元)
[第 9 回] 反応拡散方程式の解の爆発 1:熱方程式と反応拡散方程式(廣瀬)
[第 10 回] 反応拡散方程式の解の爆発 2:爆発の臨界指数(廣瀬)
[第 11 回] 反応拡散方程式の解の爆発 3:藤田指数の導出方法(廣瀬)
[第 12 回] 学習理論 1:学習理論入門(宮部)
[第 13 回] 学習理論 2:深層学習(宮部)
[第 14 回] 学習理論 3:トランスフォーマー(宮部)

3. 履修上の注意

学部3年次の解析系科目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

数回でひとつのテーマが完結する科目なので、疑問点が出た場合は早めに解決するように心がけること。

5. 教科書

適宜指示する。

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

課題を出題した場合のフィードバックの方法は担当教員によって異なるが、採点または添削済みの答案を返却する場合は、基本的に Oh-o! Meiji システムを通じて行うことにする。

8. 成績評価の方法

最終的な成績評価は、各教員から出題される5つのレポートの解答状況により判定する。

S ＝ 5つのレポート課題について合格
A ＝ 4つのレポート課題について合格
B ＝ 3つのレポート課題について合格
C ＝ 2つのレポート課題について合格

とする。

9. その他
担当者によっては、授業ごとに課題を出題する場合もある。
答案を提出する際には，担当教員名、授業実施日を明記すること。
提出期限日：出題時に設定する
提出場所：出題時に設定する

2025 年度理工学部 シラバス

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

2025 年度理工学部 シラバス

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	中島秀太			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] 確率概念
[第 2 回] 確率変数
[第 3 回] 離散的確率変数の期待値と分散
[第 4 回] 課題演習
[第 5 回] 連続的確率変数の期待値と分散
[第 6 回] 条件付き確率
[第 7 回] 中間テストと解説
[第 8 回] 二項分布・正規分布・ポアソン分布
[第 9 回] 大数の法則
[第 10 回] 積率母関数
[第 11 回] 課題演習
[第 12 回] 確率変数の収束
[第 13 回] 中心極限定理
[第 14 回] 課題演習

3. 履修上の注意

微分積分学については習熟しておくこと。

4. 準備学習（予習・復習等）の内容

講義の復習をきちんとすること。

5. 教科書

『確率統計入門:モデル化からその解析へ』渡辺 浩（著），宮部賢志（著），森北出版

6. 参考書

『確率と確率過程:具体例で学ぶ確率論の考え方』柳瀬 眞一郎（著），森北出版

7. 課題に対するフィードバックの方法

授業内の演習の答案を添削し，次回の授業の際に返却する。

8. 成績評価の方法

中間試験 40%、期末試験 40%，授業態度 ・ レポート 20%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

2025 年度理工学部 シラバス

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
［第7回］ 仮説検定と信頼区間
［第8回］ 前半内容の総合演習
［第9回］ 正規分布から導かれる分布
［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
［第 14 回 a］ 期末試験
［第 14 回 b］ 解答解説

3. 履修上の注意

この授業では統計学の理論的な側面について学習する．実装などは紹介に留める．

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

『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

8. 成績評価の方法

期末試験 70%，中間試験および毎回のレポート 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

2025 年度理工学部 シラバス

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	種村秀紀			単位数	2 単位

1.授業の概要・到達目標

本講義では確率モデルについて学ぶ。確率モデルの確率過程による表現を与え、
いろいろな設定の下での分布を計算する。また極限分布の計算も学ぶ。

2. 授業内容

第 1 回 準備:確率変数と確率分布
第 2 回 積率母関数、メリン変換、スティルチェス変換
第 3 回 条件付き期待値、条件付き分布
第 4 回 1次元離散確率分布とその性質
第 5 回 1次元連続確率分布とその性質
第 6 回 対称安定分布
第 7 回 最大値安定分布、1 次元混合確率分布
第 8 回 多次元分布(離散分布、連続確率分布、混合確率分布)
第 9 回 ランダムウォーク(1)
第 10 回 ランダムウォーク(2)
第 11 回 クーポンコレクター問題、中華料理店過程
第 12 回 ポリアの壺
第 13 回 エーレンフェストの壺
第 14 回 a: 期末試験 b: 試験の正答解説

3. 履修上の注意

「確率論と統計学1」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

配布するレジュメを用いて復習をきちんとすること。
課題の内容については、配布する回答例を参考にして確認すること。

5. 教科書

レジュメを配布する。

6. 参考書

「統計学Ⅰ」種村秀紀、澁谷幹夫、(数学書房)

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題レポートの回答例を公開する。第 14 回のbモジュールで、試験の正答解説と講評を行う。

8. 成績評価の方法

期末試験 70%、平常点(演習、課題、出席)30%で評価する。60%以上を合格とする。

9. その他

2025 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	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

本講義では，大学で学ぶ（学んだ）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。

2. 授業内容

［第1回］ 導入・前提知識の復習
［第2回］ 自然数とは何か
［第3回］ 整数とは何か
［第4回］ 素数とは何か
［第5回］ 有理数とは何か
［第6回］ 実数とは何か
［第7回］ 変数とは何か
［第8回］ 多項式とは何か
［第9回］ 複素数とは何か
［第 10 回］ 数とは何か
［第 11 回］ 数値半群
［第 12 回］ 数値半群のフロベニウス数
［第 13 回］ 数値半群の対称性
［第 14 回］ 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。

4. 準備学習（予習・復習等）の内容

毎回復習し，不確かなことがないようにすることが重要である。予習は必要ない。

5. 教科書

使用しない。

6. 参考書

特に使用しないが，必要に応じて提示する。

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，解説資料を提供する。

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 30%ずつで評価を与え，また，日々の授業への参加，質問や感想の提出状況などにより平常点 40% を与える。合計が全体の 60%以上の場合に合格とする。

9. その他

2025 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
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-ヴォルテラ方程式
[第8回] [III-ii] ロトカ-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。

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」, 巌佐庸　著, 共立出版
8.「数理生物学入門―生物社会のダイナミックスを探る―」, 巌佐庸　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

2025 年度理工学部 シラバス

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。

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。

2025 年度理工学部 シラバス

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］ データ加工とアルゴリズム 【メディア授業(リアルタイム配信型)】
［第 12 回］ 木構造，二分木 I
［第 13 回］ 木構造，二分木 II 【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．

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

2025 年度理工学部 シラバス

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れるか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れるか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。

---

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事件・事故には目を配っておくこと。
授業で使用したレジュメについて，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 15%，定期試験 85%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。

2025 年度理工学部 シラバス

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	水谷正大			単位数	2 単位

1.授業の概要・到達目標

この授業は問題を解くための計算の複雑さ(計算量)に着目して、未解決問題 P ≠ NP(P is Not NP)、クラス P はクラス NP の真の部分集合であると(大方の数学者が)予想している問題を理解することを目標の 1 つにして計算の複雑性に関する基本的事項を学びます。また、量子計算や AI 技術のアーキテクチャについてもごく簡単に触れます。

実際の計算において、そもそも計算可能であることを見極めた上で、問題解決のための手数がより少ない手続き(アルゴリズム)の探究およびそのために必要なメモリを評価するなどして可能な限りの効率化を図って計算を高速化・最適化することが望ましいのです。しかしながら、計算可能で必ず解を持つけれども、そのためにはあらゆる可能性を片端から試して解を与えているかを確かめねばならないような実用的問題が数多く存在しています。ここには根本的な深い問いがあります:

(1) 問題を効率的に解く未発見のアルゴリズムが存在するかもしれない。

(2) 効率的には解けことが出来ない問題群において、解に至るためのアルゴリズムの探究が個別の問題ごとに必要となるのか。

こうした問いに連なる未解決問題が P ≠ NP です。

計算理論は、そもそも与えられた問いに対する正しい解を組織的に求めるための一般的方法を探るための数理で、「オートマトン(自動機械)と形式言語」「計算可能性」そして「計算量(計算の複雑さ)」の 3 つの側面から研究され計算機科学・技術の発展を支えてきました。さらに、近年では物理学の基本原理の 1 つである量子力学に基づいた計算機が実現し(この用語に呼応して、現状広く使われているコンピュータの計算原理を「古典計算」と呼んでいます)、量子状態の重ねあわせを使った古典計算ではあり得ない超並列的な計算を上手く行うことで新たなブレークスルーが期待され、計算理論の柱として「量子計算」が加わりました。

コンピュータの計算速度はこの 60 年で 100 億倍以上になって(1 年で 1.5 倍程度の増加率)取り扱える問題サイズは増加し、多くの新たな科学・技術的知見(や天気予報の精度向上など)が得られてきました。近年、膨大なデータを訓練に用いる深層機械学習は「計算による知能」の実現(AI 技術)に向けた開発が進んでいます。機械学習システムでは訓練データで学習して、新規入力 x に対する出力 f(x) は望まれる正解ではなく許容できる妥当な予測値となります。この計算アーキテクチャは計算理論における従来の問題解法のためのアルゴリズムとは異なり、深層学習は数学としても未踏の領域を抱えています。

---

2. 授業内容

[第 1 回] 授業の概要 計算論の周辺

計算するということ(計算理論の幕開け、停止性と決定不可能性)、計算の手間(時間)と必要な記憶(領域)、形式言語と文法(有限オートマトンと正規言語、プッシュダウンオートマトンと文脈自由言語)、万能 Turing 機械 ≒ プログラム内蔵方式計算機(Neumann 型)、プロセッサ能力向上の歴史、アナログ計算、計算可能な簡単で難しい問題(経路問題、充足問題)、並列計算と量子コンピュータ

[第 2 回] 計算量(計算の複雑さ)の見積もり

アルゴリズムの工夫(問題サイズ、行列の積、並べ替え、探索)、時間計算量、増加関数の漸近オーダ(Landau 記法)、計算時間の評価 O(n^1), O(n log n), O(n^2), O(n^k), (2^n)、一方向関数と暗号の計算的安全性、AI 技術によって発見された計算の効率化、空間計算量

[第 3 回] 計算機械、問題と言語

Turing 機械の定義、アルゴリズムの考え方(Church-Turing の提唱)、原始帰納関数、かけ算を行う Turing 機械、Ackermann 関数、Turing 機械(TM)の変種と能力同等性(頑強性)、問題とインスタンス、

[第 4 回] 問題を解く機械と機械の性能

計算過程における非決定性、回文 ww^R の受理(「推測」と「確認」)、非決定性 TM の計算木、TM の効率性(非決定 TM を使う、多テープ TM を使う)、Hamilton 閉路を問題を表す言語、可解な問題、証拠の検証、問題クラスの補問題

[第 5 回] Turing 機械とその限界

コンピュータプログラム(エラー停止、暴走、誤り計算)、停止問題(判定問題)の決定不可能性、対角線論法、Post の対応問題、Collatz 予想

[第 6 回] 決定可能な問題クラス P と NP
Euler 閉路問題と Hamilton 閉路問題、クラス P（多項式時間計算量の問題クラス）、クラス P の閉包性、
問題の検証と効率的な検証アルゴリズム、クラス NP（非決定性多項式計算量の問題クラス、NP の問題例

[第 7 回] 問題の還元（帰着 reduction）
問題の還元、問題の多項式還元性、既知問題への還元、問題の難しさ、Post の対応問題の決定不可能性、問題の完全性、
クラス NP-困難、NP-完全という問題、NP-完全問題は存在するか, NP の補クラス co-NP, NP の補問題の非対称性、

[第 8 回] 充足可能問題(SAT)と充足割り当て
2SAT の充足可能性、SAT の 3SAT への還元性

[第 9 回] Cook-Levine の定理(1971) の証明：NP-完全問題の存在
充足可能性判定問題(SAT)は NP-完全問題、

[第 10 回] Karp 還元による NP 完全問題の仲間
物理現象の計算的再現の難しさ、計算する生命、アナログ計算機、領域計算量、クラス PSPACE

[第 11 回] 量子ビット
量子力学的物理像、EPR(Einstein-Podolsky-Rosen)の局所実在性の主張（1935）と Bell の不等式、量子もつれ(entanglement)の存在証明（局所実在性の破綻：2022 年ノーベル物理学賞）、EPR ペアの生成

[第 12 回] 量子計算
量子ビット(qbit)の操作、ユニタリ作用素による計算、量子回路、量子計算、量子超越性

[第 13 回] 深層学習 AI 技術
ニューラルネットワークの仕組み、ニューラルネットに含まれる重みパラメータの数、ニューラルネットで定義される巨大パラメータ付き関数を訓練データを用いて勾配法によってパラメータを最適化、Transformer（encoder+decoder）、ChatGPT（decoder だけを使う）,BERT(encoder だけを使う)、学習済みニューラルネットワークの出力はおおむね妥当であると期待できる値（確率分布）、問題を正しく解くアルゴロズム vs ニューラルネットワークアーキテクチャ、「機械知能」は知性なのか

[第 14 回] まとめと展望
計算理論には他の数学と同様に未解決問題が多くあり、量子計算技術の本格化するにつれ更に深い研究が期待できる。また、生成系 AI 技術のコアである Transformer アークテクチャーは今までの問題解決のためのアルゴリスムとは異なり、読み込んだテキストの単語達（メモリに相当）を連想記憶のように読み書きしている別種の数理が必要になるかもしれない（参考書「計算機と脳」p.114）。

---

3. 履修上の注意
格別な予備知識を前提とはしていません。
授業で紹介・検討した例題以外に、複数の具体的課題を検討・報告する提出レポートを予定しています。

---

4. 準備学習（予習・復習等）の内容
毎時間の授業で説明した内容を再確認し課題レポートの準備などのために毎回 3～4 時間程度の時間外学習を想定しています。

---

5. 教科書
授業内容を説明した講義資料は Oh-o! Meiji から配布します。

---

6. 参考書
『計算理論とオートマトン言語理論（第二版）』丸岡章（サイエンス社、2021 年）
『計算理論の基礎 (2)計算可能性の理論 (3)複雑さの理論』Michael Sipser（共立出版, 2008）
『Introduction to Classical and Quantum Computing』Dr Thomas G Wong(Rooted Grove, 2022)
『Computational Complexity: A Modern Approach』S.Arora and B.Barak, https://theory.cs.princeton.edu/complexity/
『量子コンピュータ科学の基礎』、N.D.マーミン（丸善, 2009）
『計算機と脳』、J.フォン・ノイマン（ちくま学芸文庫,2011）

---

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題の回答例や注意すべき共通事項については Oh-o! Meiji の「ディスカッション」に計算します（個別に注意すべき点があれば直接本人に）。授業中や授業後には直接質問を受け付け、次回授業に織り込んで回答します。授業時間以外ではメール mizutani atmark meiji.ac.jp での質問・問い合わせを受け付けます。

8. 成績評価の方法

平常点 30%、提出課題 40%、期末試験 30%の評価合計を満点とし，その 60%以上を単位修得の条件とします。

9. その他

授業時間以外での質問・問い合わせのメールアドレス mizutani atmark meiji.ac.jp

2025 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STMAT351J	配当学年	3 年	開講学期	秋
科目名	数値計算[数学]				
担当者名	水谷正大			単位数	2 単位

1.授業の概要・到達目標

授業は、科学計算の諸課題を如何に実行するかを数理科学の観点を背景に Python を使った数値計算の実際を学びます。実際のプログラミングは Google Colaboratory 環境で行います（Web ブラウザから直接 Python コードを記述・実行し、Google ドライブに Jupyter ノートブックとして保存できる。利用には事前に無料の Google アカウントの取得が必要です）。

1950 年代の Fermi-Past-Ulam(FPU)の非線形格子振動の数値実験以来、数学的取り扱いが難しい現象（支配方程式がわかっていても解を得ることができない）・データ（大量にありすぎで全体の様子が把握できない）に対する計算的発見は新しい科学の扉を開いてきました。FPU の実験は可積分系の戸田格子や KdV がソリトン解を持つことなど可解系の研究へと昇華されました。また、巨大数までの Collatz 予測の確認や 2024 年10月の 52 番目のメルセンヌ素数の発見など数学的探究としても数値計算は興味深い手段です。

一方、膨大なデータを訓練に用いる深層機械学習の出力は「計算による知能」の実現（AI 技術）を意図した生成 AI 技術として社会実装されるまでに進歩しています（今後とも開発が進みヒト知能に近づくかどうかについては多くの議論があります）。

対象となる問題をどう計算するのかについて、計算アルゴリズムや数値計算の基本的問題に触れながら、慎重に開発された計算ライブラリ NumPy/SciPy を積極的に使って高速で効率的な首尾一貫した計算技法を身につけることを目的に授業を進めます。あわせて、SymPy を使った記号処理計算を取り上げ、数値計算と併用することも紹介します。

計算の実行において、とくに反復計算を多用するコンピュータ計算では数値誤差の問題を避けることができません。そもそも技術・研究の対象をどのようにして計算対象とするのかは大切な観点です。そしてその計算をどこまで高速化できるのかもまた重要です。ハードウエアの向上、データセットの拡大、計算モデルとそのアルゴリズムの進化、高度な汎用ライブラリの提供によって、数値計算の世界はなお一層大きく拡がっています。

2. 授業内容

[第 1 回] 授業の概要 数値計算の現状とその課題
記号計算 vs 数値計算、計算速度と規模の拡大、数値計算の広がり（科学計算、AI 技術）、
プログラミング環境の紹介（Google Colaboratory で Python を使う）、Colaboratory ノートブックのファイル共有とプログラム課題提出の仕方（ファイルでなく、GoogleDrive に保存したファイルのリンクを提出）

[第 2 回] 数値計算ライブラリ NumPy と グラフィックライブラリ matplotlib
ライブラリ NumPy の読み込み、、NumPy 配列 ndarray、size/ndim/shape、NumPy 配列のスライス（要素の取り出し）、NumPy の行列計算と shape 値（和と差、転置、積、べき乗）、逆行列、複素数、ドット積（内積を含む）、便利な配列生成関数 linspace, arange、関数のプロット, 関数の Taylor 展開近似比較
Google Drive のマウント、Google Drive にプロット画像を保存、Google Drive に保存した写真の表示

[第 3 回] NumPy のベクトル化演算
NumPy 関数のベクトル化計算、ブロードキャスト規則、1 次元配列の直積による格子点配列 meshgrid、2 変数実関数 f(x,y) の濃淡プロットと 3D ワイヤフレーム図（3D グラフの回転）、等高線プロット、配列値の imshow 表示
擬似乱数（一様、正規、Poisson）とヒストグラム、疑似乱数の種、モンテカルロ法（円周率、数値積分）

[第 4 回] 写像反復による軌道転列のプロット
回転写像、for/while 文、リスト要素の追加 append、matplotlib の逐次プロットよりも一括プロットで高速化、Hénon の面積保存写像、パラメータを固定して初期点を変化させるごとに軌道転列をプロット、自由度 2 の古典力学との関連

[第 5 回] Julia 集合と Mandelbrot 集合
写像領域のエスケープ時間、meshgrid 点（行列要素）の条件処理の高速化 np.where、IFS によるシェルピンスキー三角のエスケープ時間による塗り分け、複素写像の Julia 集合、Mandelbrot 集合

[第 6 回] 常微分方程式の数値解アルゴリズム
ベクトル場の定める流れ、ベクトル場関数の plt.quiver、時間離散化による差分方程式（Euler 法、修正 Euler 法、Runge-Kutta 法）、Euler 法、修正 Euler 法、Runge-Kutta 法、調和振動子の運動エネルギー値によるアルゴリズム検証、ライブラリ SciPy の odeint を使う

[第 7 回] 行列計算の応用　データフィット
線形連立方程式の解を回帰多項式の係数とするデータフィットと過剰適応(overfitting)
ライブラリ scikit-learn の LinearRegression を使う

[第 8 回] 記号計算ライブラリ SymPy
記号計算、変数宣言、式の展開、微分、積分、方程式の解、関数の級数展開、LaTeX 出力
SymPy 関数の NumPy 関数化　sympy.lambdify

[第 9 回] 固有と固有ベクトル
NumPy の固有値と固有ベクトル、SymPy の固有値と固有ベクトル、固有値の分岐、Lorenz ベクトル場の Jacobi 行列

[第 10 回] Lorenz プロットによる Lorenz 系の解の非周期性検証
Lorenz 方程式、ベクトル場の発散を調べる、ベクトル場の不動点、Poincaré の切断面の方法と Poincaré 写像、軌道成分の return 写像、軌道成分の Lorenz プロット

[第 11 回] ロジスティック写像
ロジスティック 1 次元写像　f(x)=ax(1-x)、1 次元写像の蜘蛛の図、ロジスティック写像のパラメータ　a　に関する分岐ダイヤグラムとその階層構造、反復による数値精度の喪失、リアプノフ指数

[第 12 回] 離散 Fourier 変換
高速 Fourier 変換(FFT)、ロジスティック写像の軌道点列の FFT、周波数とスペクトログラム、信号処理の実際

[第 13 回] KdV 方程式とソリトン
基線携行し振動と FPU の実験、Toda 格子、KdV 方程式の数値ソリトン解の発見、可解な非線形偏微分方程式

[第 14 回] まとめと展望
数理科学の扉を新しく拓くための数値計算は今後ますます重要さを増していくだろう。

3. 履修上の注意

プログラミング経験は特に必要ではありません（Python によるコード記述は簡単で、しかも授業で取り上げるコードはごく短いものですす）。実際に、コードを実行してコードと動作結果との対応を注意深く観察し、エラー・つまずきを短期間に繰り返すことがプログラミング習得の早道となります。数値計算を効率的に実施するためのパッケージ　NumPy　を読み込み積極的に利用します。

プログラミング環境は Google Colaboratory を使います。インストールする手間なくどんな端末でも Python 環境や周辺ライブラリがすぐに利用できるため、自習にも適しています。プログラムコードやその説明はファイル共有として Colaboratory ノートブックのリンクを渡します。

プログラミング課題の提出についても（授業内で詳しく説明しますが）ファイル共有を使って、ファイル自体のアップロード提出でなく、Google Drive に保存した Colaboratory ノートブック（ipynb ファイル）の（適切にアクセス権限を付与した）「ファイル共有リンク」（URL）の提出です。

なお、Colaboratory と同等の Python 環境を自分のパソコンに構築する方法については授業内で説明（配付資料）します。

4. 準備学習（予習・復習等）の内容

毎時間の授業の流れを把握して要点を理解した上で、配布資料の理解、コードの動作確認、課題レポートの準備のために毎回 3～4 時間程度の時間外学習を想定して授業を進めます。

5. 教科書

Oh-o! Meiji を通じて授業資料やプログラミング資料を配布し、解説を含むプログラムソースコードは Google Colaboratory ノートブックのファイルへの共有リンクとして提供します。

6. 参考書

『The Genesis of Simulation in Dynamics』, T.P. Weissert(Springer, 1997)
『カオス (1)』,アリグッド・サウアー・ヨーク（丸善出版, 2012）
『Fractals Everywhere』Michael F. Barnsley (Dover Books on Mathematics, 2012)
『scikit-learn, Keras, TensorFlow による実線機械学習　第 3 版』、A. Géron（オライリー, 2024）

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題の回答例や注意すべき共通事項については Oh-o! Meiji の「ディスカッション」に掲載します（個別に注意すべき点があれば直接本人に）。授業中や授業後には直接質問を受け付け、次回授業に織り込んで回答します。授業時間以外ではメール mizutani atmark meiji. ac. jp での質問・問い合わせを受け付けます。

8. 成績評価の方法

平常点 40%、提出課題 60%の評価合計を満点とし、その 60%以上を単位修得の条件とします。

9. その他

授業時間以外での質問・問い合わせのメールアドレス mizutani atmark meiji. ac. jp

2025 年度理工学部 シラバス

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	水谷正大			単位数	2 単位

1.授業の概要・到達目標

この授業では、現在の AI 技術のメインストリームである深層ニューラルネットワーク学習（deep learning）に至る機械学習の基礎を実際のデータを使ってプログラミングとして実行しながら学びます。
プログラム処理はクラウドサービス Google Colaboratory を使い、Web ブラウザから直接 Python コードを記述実行しその結果を Jupyter ノートブックとして保存して行います（事前に無料の Google アカウントの取得が必要です）。

機械学習による問題解決（たとえば、与えた新規データの入力から予測や分類を出力する）は、（数学における公理のような）形式論理・推論ルールを組み合わせることによって解決を導くのではなく、膨大なデータセットを訓練用として機械的に「経験」することによって達成するのです。入力と出力との間の関数関係は大量のパラメータがあり、訓練データを使って望ましい出力となるようにパラメータ空間で最適化された学習済み関数を得ることが機械学習の目的です。

脳の細胞動作をごく単純化してモデル化したニューロン・ユニットを使うモデルが 1950 年代末から研究されましたが、計算方法の改良、インターネットによるデータ収集の大規模化、コンピュータ能力の劇的向上などが相乗して 2010 年頃から深層ニューラルネットワーク機械学習が AI 技術開発のメインストーリムになりました。

アルゴリズムによって計算の正当性（正しい結果であること）をあらかじめ評価できる計算出力とは違って、機械学習の出力の妥当性は計算論理からは結論できません。従来の自然科学におけるシステムを統べる法則・原理の探究・発見とは異なる機械学習の方法は統計学を凌駕する知見を与えていることを知ることは授業目的の 1 つです。

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] 授業の概要 機械学習とは何か
生物の「経験・学習」と・適応・進化、学習成果の測定、問題解決アプローチの差違（論理と推論による演繹的計算とデータ経験に基づく機械学習計算）、AI 技術の歴史、苦い教訓(Rich Sutton 2019)、3 つのブレークスルー（深層ニューラルネット学習、強化学習による Alpha Go、Transformer に基づく生成 AI）
プログラミング環境 Google Colaboratory、プログラム課題提出の仕方、機械学習における「hello world」データセット（iris、MINIT 画像，自然言語位 IMDb 映画レビュー）

[第 2 回] 機械学習の方法と課題
機械学習の方法、機械学習の基本型（教師あり学習、教師なし学習、自己学習、強化学習、学習評価（損失関数）、汎化（機械学習の目的）
機械学習アルゴリズムの 3 段階:(1)予断段階、(2)訓練（損失関数のパラメータ更新の方法（勾配降下法と学習率）、(3)モデル評価（学習の検証とテスト）、機械学習の課題（データ量、バイアス、データ品質、過学習対策）

[第 3 回] データフィッティング(fitting)
データフィットと連立方程式、最小 2 乗誤差の最適解、Weierstrass の近似定、過剰適応(overfitting)と損失関数の正則化

[第 4 回] 回帰分析（予測）
線形回帰、損失関数最適化のための勾配降下法、精度評価、多項式回帰、学習曲線、外れ値と正則化

[第 5 回] ロジスティック回帰（分類）
確率分布による推定（シグモイド関数）、尤度(likelihood)、交差エントロピー損失の最小化、決定境界、多クラス分類（ソフトマックス関数）

[第 6 回] 決定木とランダムフォレスト

[第 7 回] 次元の低減と主成分分析
高次元空間における意外な状況、データ構造と相関の存在によるデータ表現のコンパクト化、主成分分析（PCA:Princila Component Analysis）、Karhunen-Loéve 変換、因子寄与率、累積寄与率、データセットを圧縮してデータ再構築

［第 8 回］ 教師なし学習
教師なしデータをグループ化するクラスタリング(k-平均法)、半教師あり学習によるクラスタリング（ごく少数の教師ラベル付きデータを使う）、DBSCAN クラスタリング、混合 Gauss 分布モデルと異常検知

［第 9 回］ 推薦（リコメンデーション）
推薦と Web ビジネス、アイテム特徴行列とユーザー選好行列、アイテムの親和性、類似度、協調フィルタリング、親和行列の非負近似行列分解

脳細胞（ニューロン）のモデル化（ McCulloch-Pitts モデル）、ネットワーク層（数え方）とネットワークの幅、Rosenblatt の単純（1 層）パーセプトロン(1958)、Hebb の法則、Heaviside 活性化関数を持つ単純パーセプトロンの線形分離可能性（Minsky-Papert 1969）、XOR 分類問題を解決する 2 層パーセプトロン

［第 11 回］ 多層ニューラルネットワーク
多層パーセプトロン（全結合ニューラルネットワーク）、ニューラルネットワークのパラメータ数評価、ニューラルネットワークを入出力関数としたときの関数の近似能力、入力層-隠れ層-出力層の 2 層ニューラルネットワークの万能近似定理

［第 12 回］ ニューラルネットワークによる回帰
ニューラルネットワークの（2 層以上に）深層化、iris データを 2 層パーセプトロンで分類, Moon データを 3 層パーセプトロンで分類、MNIST 画像データの多層パーセプトロンで認識

［第 13 回］ 特徴エンジニアリングを経ないデータのネットワーク内の信号伝達と深層表現
MNIST 画像データを 2 層全結合ネットワークで認識、中間層のイメージを視覚化、データ抽象化による特徴化

［第 14 回］ 学習済み深層学習モデルの再利用
学習済み深層学習モデルの保存、転移学習（学習済みモデルの出力層を差し替えて自前の層を追加して別タスク用に構成）、VGG-16 をベースモデルとして転移する

---

3. 履修上の注意

プログラミング経験は特に必要ではありません（Python によるコード記述は簡単で、しかも授業で取り上げるコードはごく短いものですす）。実際に、コードを実行してコードと動作結果との対応を注意深く観察し、エラー・つまずきを短期間に繰り返すことがプログラミング習得の早道となります。

プログラミング環境は Google Colaboratory を使います。インストールする手間なくどんな端末でも Python 環境や周辺ライブラリがすぐに利用できるため、自習にも適しています。プログラムコードやその説明はファイル共有として Colaboratory ノートブックのリンクを渡します。

プログラミング課題の提出についても（授業内で詳しく説明しますが）ファイル共有を使って、ファイル自体のアップロード提出でなく、Google Drive に保存した Colaboratory ノートブック（ipynb ファイル）の（適切にアクセス権限を付与した）「ファイル共有リンク」（URL）の提出です。

なお、Colaboratory と同等の Python 環境を自分のパソコンに構築する方法については授業内で説明（配付資料）します。

従来の数学化可能な学習数理に基づく機械学習とは異なり、深層ニューラルネットワーク機械学習で何故上手くいくのかは今なお研究段階にあります（技術開発では上手くいくなら使ってみよう」という段階です）。そこに新しい数学が開拓される必要性があります。

---

4. 準備学習（予習・復習等）の内容

毎時間の授業の流れを把握して要点を理解した上で、配布資料の理解、コードの動作確認、課題レポートの準備のために毎回 3～4 時間程度の時間外学習を想定して授業を進めます。

---

5. 教科書

Oh-o! Meiji を通じて授業資料やプログラミング資料を配布し、解説を含むプログラムソースコードは Google Colaboratory ノートブックのファイルへの共有リンクとして提供します。

---

6. 参考書

『概説　人工知能』、丸岡章（ちくま学芸文庫,2024）
『ディープラーニングを支える技術』岡野原大輔（技術評論社, 2022）
『scikit-learn, Keras, TensorFlow による実線機械学習　第 3 版』、A. Géron（オライリー, 2024）

『Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction （Second Edition)』, T.Hastie, R.Tibshirani and J.Friedman (Springer, 2009) 邦訳『統計的学習の基礎』(共立出版 2014)

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題の回答例や注意すべき共通事項については Oh-o! Meiji の「ディスカッション」に掲載します（個別に注意すべき点があれば直接本人に）。授業中や授業後には直接質問を受け付け、次回授業に織り込んで回答します。授業時間以外ではメール mizutani atmark meiji.ac.jp での質問・問い合わせを受け付けます。

8. 成績評価の方法

平常点 40%、提出課題 60%の評価合計を満点とし、その 60%以上を単位修得の条件とします。

9. その他

授業時間以外での質問・問い合わせのメールアドレス mizutani atmark meiji.ac.jp

2025 年度理工学部 シラバス

科目ナンバー	STINF431J	配当学年	4 年	開講学期	秋
科目名	知識情報処理[数学]				
担当者名	水谷正大			単位数	2 単位

1.授業の概要・到達目標

深層ニューラルネットワークを使う機械学習、特に画像認識さらには自然言語処理に基づいた生成 AI 技術の基礎に触れ、AI 技術の諸問題を考えてみます。プログラム処理はクラウドサービス Google Colaboratory を使い、Web ブラウザから直接 Python コードを記述実行しその結果を Jupyter ノートブックとして保存して行います（事前に無料の Google アカウントの取得が必要です）。

機械学習技術は短い間に現在に連なるブレークスルーが続けて生じました。2010 年代末には深層学習によって画像認識能力はヒトを上回るようになり、2015 年には囲碁の世界チャンピオンに匹敵する能力を持つ Alpha Go が開発されました。さらに 2018 年ごろから生成 AI 技術が生まれて現在に至っています。2024 年度にはニューラルネットワークの先駆的研究（J.Hopfield と J.Hinton）にノーベル物理学賞（2 人）が、機械学習によるタンパク質折れ畳み構造の予測プログラム AlphaFold の開発研究（D.Hassabis と J.Jumper）にノーベル化学賞が贈られました。こうしてみると、機械学習は科学の発展に寄与する可能性も見えてきました。

これら深層学習技術がなぜ上手くいくのかについて数学的理解には未踏です。また、これからの AI 技術の発展によってヒトの知能に近づいていくのかについてもまだ分かっていません。AI 技術の活用（教育や仕事）には多くの議論があり、無制限に開発することの是非・AI 倫理についても重要な人類的課題になっています。こうした諸課題を理解することが授業の目的です。

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] 授業の概要
AI 技術の新展開（生成 AI）、画像認識から自然言語処理へ、生成 AI 技術の誕生、AI 技術が抱える課題、汎用人工知能(AGI: Artificial General Intelligence)、
プログラミング環境 Google Colaboratory、プログラム課題提出の仕方

[第 2 回] 損失関数の勾配計算の誤差逆伝搬法
合成関数微分の鎖規則、Ramehart, Hinton and Williams の誤差逆伝搬の発見、自動微分への応用

[第 3 回] 画像の畳み込み計算
フィルタリングによる画像の特徴抽出、カーネルを使う畳み込み計算、平均化、エッジ検出

[第 4 回] 畳み込み層とプーリング層
視覚野における選択的応答する局所受容野の発見と階層型仮説（Hubel—Wiesel 1958）、福島のネオコグニトロン(Neocognitron 1980)、画像のチャンネルデータ（特徴マップ）、特徴マップの畳み込み、パディング、プーリング

[第 5 回] 畳み込みニューラルネットワーク(CNN: Convolutional Neural Network)
LeCan の LeNet による手書き数字の認識

[第 6 回] リカレントニューラルネットワーク(RNN: Recurrent Neural Network)
時系列データの予測（回帰とは異なる）、線形モデルによる予測、深層 RNN、言語処理への応用

[第 7 回] 自己符号化器
砂時計型ネットワーク、データの次元削減（潜在表現）、主成分分析のニューラルネットワーク的拡張、積層自己符号化器、ノイズ除去自己符号化器

[第 8 回] 単語埋め込み word2vec
単語意味の分散仮説、skip-gram モデル、CBoW モデル、Queen=King − Man + Woman

[第 9 回] 深層学習が抱える人工知能の難問
記号接地問題、フレーム問題、中国人の部屋、身体性、知識獲得、D.カーネマンの意識モード 1（fast）とモード 2(slow)

[第 10 回] Transformer(1) : Attention
Transformer の構成要素、入力トークンの上乗せによる自己注意機構, QKV（Query-Key-Value）とマルチヘッド(multi-Head)注意機構、位置情報の注入、エンコーダの働き、

[第 11 回] Transformer(2):デコーダ
Transformer のデコーダーの働き

[第 12 回] Transformer に基づく大規模言語モデル
事前学習(pre-training)、転移学習(transfer learning)、調整学習(fine tuning)、自己学習の方法、Transformer デコーダの事前学習(GPT)、Transformer　エンコーダの事前学習（BERT）、Vision Transformer(ViT)

[第 13 回] 生成 AI
ChatGPT と人フィードバックを使う強化学習(RLHF: Reinforcement Learning from Human Feedback）、ハルシネーション現象の発生、学習データの枯渇問題、

[第 14 回] まとめと展望
AI 技術の期待と不安（知識の技術化）、AI 技術開発の資源とコスト、AI 技術の次なる課題（経験を超えた創造性と現実世界との記号接地）、論証可能性（問題解決の正当性と倫理）、人による悪用と自由意識、技術の人類のコモンズ化

---

3. 履修上の注意

プログラミング経験は特に必要ではありません（Python によるコード記述は簡単で、しかも授業で取り上げるコードはごく短いものですす）。実際に、コードを実行してコードと動作結果との対応を注意深く観察し、エラー・つまずきを短期間に繰り返すことがプログラミング習得の早道となります。

プログラミング環境は Google Colaboratory を使います。インストールする手間なくどんな端末でも Python 環境や周辺ライブラリがすぐに利用できるため、自習にも適しています。プログラムコードやその説明はファイル共有として Colaboratory ノートブックのリンクを渡します。
プログラミング課題の提出についても（授業内で詳しく説明しますが）ファイル共有を使って、ファイル自体のアップロード提出でなく、Google Drive に保存した Colaboratory ノートブック（ipynb ファイル）の（適切にアクセス権限を付与した）「ファイル共有リンク」（URL）の提出です。
Colaboratory と同等の Python 環境を自分のパソコンに構築する方法については授業内で説明（配付資料）します。

知識とは何かについて哲学・認知科学で多くの議論がなされてきましたが、今では実用技術だけでなく数学への挑戦にもなっています。知識情報の可能性を探ることは人間とは何かという根源的な問いかけでもあります。

---

4. 準備学習（予習・復習等）の内容

毎時間の授業の流れを把握して要点を理解した上で、配布資料の理解、コードの動作確認、課題レポートの準備のために毎回 3～4 時間程度の時間外学習を想定して授業を進めます。

---

5. 教科書

Oh-o! Meiji を通じて授業資料やプログラミング資料を配布し、解説を含むプログラムソースコードは Google Colaboratory ノートブックのファイルへの共有リンクとして提供します。

---

6. 参考書

『概説　人工知能』、丸岡章（ちくま学芸文庫,2024）
『scikit-learn, Keras, TensorFlow による実線機械学習　第 3 版』、A. Géron（オライリー, 2024）
『Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction　(Second Edition)』, T.Hastie, R.Tibshirani and J.Friedman (Springer, 2009) 邦訳『統計的学習の基礎』(共立出版 2014)
『ディープラーニングを支える技術』岡野原大輔（技術評論社, 2022）
『大規模言語モデルは新たな知能か――ChatGPT が変えた世界』岡野原大輔（岩波書店, 2023）
『人工知能　チューリング/ブルックス/ヒントン―心の謎から心の科学へ』開一夫 [監修]（岩波書店, 2020）

7. 課題に対するフィードバックの方法

課題の回答例や注意すべき共通事項については Oh-o! Meiji の「ディスカッション」に掲載します（個別に注意すべき点があれば直接本人に）。授業中や授業後には直接質問を受け付け、次回授業に織り込んで回答します。授業時間以外ではメール mizutani atmark meiji.ac.jp での質問・問い合わせを受け付けます。

8. 成績評価の方法

平常点 40%、提出課題 60%の評価合計を満点とし、その 60%以上を単位修得の条件とします。

9. その他

授業時間以外での質問・問い合わせのメールアドレス mizutani atmark meiji.ac.jp

ゼミナール A

2025 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	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。今年度は整数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］ 割り算の定理
［第3回］ ユークリッドの互除法
［第4回］ 素因数分解
［第5回］ 整数の合同
［第6回］ フェルマーの小定理
［第7回］ 中国の剰余定理
［第8回］ オイラーの定理
［第9回］ RSA 暗号
［第 10 回］ 原始根定理
［第 11 回］ 完全数
［第 12 回］ 友愛数
［第 13 回］ ピタゴラス数
［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

『整数と平面格子の数学』前原濶・桑田孝泰（共立出版）
（初回講義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

2025 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	中村幸男			単位数	2 単位

1.授業の概要・到達目標

本ゼミナールでは離散数学について扱う。
離散数学とは，いわゆる純粋数学と呼ばれている代数学・幾何学・解析学からやや離れたところにある応用数学という分野に分類されている。しかしながら，理論面では純粋数学とも密接に関連しており，一方で，実社会の場で身近に生じる問題の解決にも適応され得るものである。
大学の数学科で伝統的に学ぶ数学とはちょっ離れるが，このような数学の理論もあり，実生活の中で応用され、現在も発展中であるところを感じ取ってほしい。
前半の第1回～第7回ではグラフ理論を中心に，後半の第8回～第 14 回ではラテン方陣に関する話題を中心に進めていく。

2. 授業内容

［第1回］ グラフとは，グラフの用語
［第2回］ グラフの演算
［第3回］ 連結度
［第4回］ 2部グラフ
［第5回］ マッチング
［第6回］ 最短距離問題
［第7回］ 郵便配達問題
［第8回］ ラテン方陣
［第9回］ 魔方陣との関係
［第 10 回］ 直交ラテン方陣
［第 11 回］ Hall の結婚定理
［第 12 回］ ラテン方陣の直交系
［第 13 回］ オイラーの 36 士官問題
［第 14 回］ 直交ラテン方陣によるスケジューリング

3. 履修上の注意

4. 準備学習（予習・復習等）の内容

毎回の講義の前には，
(1)前回までの授業内容を確認しておくこと。
(2)今回の授業範囲の内容をあらかじめ読んでおくこと。

5. 教科書

6. 参考書

情報科学のためのグラフ理論 朝倉書店 加納幹雄 著
離散数学 浅野孝夫 著 サイエンス社
組み合わせ最適化（第2版） コルテ/フィーゲン著 Springer

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、理解度を確認する。

8. 成績評価の方法

出席点と平常点（レポート，発表，参加態度）で成績をつける。

9. その他

2025 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	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）

後半のテキストは参加者で相談して決めるが、暫定的に次を挙げておく。

『整数と平面格子の数学』、桑田孝泰、前原濶（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。

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。

2025 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	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。試験ではないので周りと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

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、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

2025 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	矢崎成俊			単位数	2 単位

1.授業の概要・到達目標

以下は講義内容の例であり，毎回完結する講義であるので，必要に応じて適宜変更する。

小学算数の文章題から数式を立てることを立式というが，一般に，自然現象や数理現象といった目に見えない壮大な文章題から，知りたい量を未知関数とした方程式を立てる作業をモデリングという。モデリングをすることによって，具体的な現象を数学世界における抽象的な現象に引きずり込むことができる。引きずり込んだらあとは数学の問題となる。本ゼミナールでは身の回りにあるさまざまな現象を観察し，ときには実験して再現し，そこから数式を“抽出して”，それを解析するといった数理的手法を学ぶ。加えて，数学の言葉について学ぶ。

数理的手法や数学のことばの学習ができたら目標に到達する。

2. 授業内容

［第1回］「面積公式と相加相乗平均の不等式」
石けん膜の実験と関連するディドの問題，等周不等式。その多角形版，ガロア理論などに言及。
［第2回］「もやもやする正しい証明」
背理法と直観主義について考える。
［第3回］「アイ回転」
実験を通して，虚数単位iの役割を見直し，複素数が受容された歴史に触れる。
［第4回］「円柱を切る。円錐曲線を視る。」
円柱の切り口は楕円であり，円錐の切り口からはさまざまな2次曲線が導出される。
それらを実験的に観察し，数学的に導出する。
［第5回］「ある晴れた日の青空教室」
光の反射，コーヒーカップ caustic，虹の生成について，実験を通して学ぶ。
［第6回］「整数でない次元はありえるか」
次元とは何か。フラクタルやいたる所微分不可能だが連続な関数などを紹介する。
［第7回］「解かないで解を導く方法」
簡単な燃焼現象について実験し，パッキンガムのパイ定理と次元解析について簡単に説明する。
［第8回］「1円玉を浮かべるだけ，されど」
箱にものを詰める問題，パッキング，最密充填，結晶の充填率などを学習する。
［第9回］「でこぼこ道を走る四角いタイヤ」
微分方程式を解くと，そのような道路の設計が可能となる。サイクロイド曲線の描き方についても体験する。
［第 10 回］「ブランコとロウソクとメトロノーム」
共振と励振と同期現象について，その違い，先端研究を知る。
［第 11 回］「塩山の作る曲線」
塩山の形状と尾根の空間曲線について実験・考察する。
［第 12 回］「でたらめな数列と秩序ある数列の判別」
数列の埋め込み手法を用いて，てたらめな数列と規則性のある数列の簡単な判別方法を学ぶ。
［第 13 回］「浮力コントロール」
流体方程式とアルキメデスの原理を導出し，実験と対比する。
［第 14 回］「空き缶立てと図形ごま」
三角形の重心の定義は実は定理だった！？物体の重心の定義について見直す。

3. 履修上の注意

講義，議論，発表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。また，特に必要な知識は仮定していないが，感性と頭脳を磨いておくように。

4. 準備学習（予習・復習等）の内容

真摯な学習

5. 教科書

『実験数学読本』, 矢崎成俊（日本評論社）
『実験数学読本2』, 矢崎成俊（日本評論社）
『実験数学読本3』, 矢崎成俊（日本評論社）
『次元解析入門』, 矢崎成俊（共立出版）
『大学数学の教則』, 矢崎成俊（ちくま学芸文庫）

6. 参考書

必要に応じて講義中に適宜提示する.

7. 課題に対するフィードバックの方法

必要に応じて講義中に解説する.

8. 成績評価の方法

レポート, 発表, 議論への参加態度などで成績を評価。

9. その他

内容, 順序は変更する可能性がある。以下のトピックスは予備である:
「単純閉曲線はなぜ平面を内と外に分けるか」「フジモトキューブとオイラーの多面体定理」「曲線の一筆書きで正方形を塗りつぶせるか」「中間値の定理とパンケーキの定理」「長さ１の線分を一回転させることのできる最小の図形は何か」「モーレーの三角形を折る」「偶然の試行を決定する法則はあるか」「県庁所在地と県境の関係」

2025 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	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う。

テキスト かんどころ「ガロア理論」 木村俊一著

（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］ イントロダクション
［第2回］ テキストの輪読（体）と問題演習
［第3回］ テキストの輪読（既約多項式）と問題演習
［第4回］ テキストの輪読（互除法）と問題演習
［第5回］ テキストの輪読（分母の有理化）と問題演習
［第6回］ テキストの輪読（次数公式）と問題演習
［第7回］ テキストの輪読（作図可能な数）と問題演習
［第8回］ テキストの輪読（倍積問題）と問題演習
［第9回］ テキストの輪読（角の三等分）と問題演習
［第 10 回］ テキストの輪読（円積問題）と問題演習
［第 11 回］ テキストの輪読（準同型）と問題演習
［第 12 回］ テキストの輪読（自己同型）と問題演習
［第 13 回］ テキストの輪読（ガロア群）と問題演習
［第 14 回］ テキストの輪読（ガロアの基本定理）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

かんどころ「ガロア理論」 木村俊一著

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。

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。

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。

2025 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	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おしておくこと。

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

2025 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	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］ 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 パラメータ変換群
［第9回］ 正準変換
［第 10 回］ ハミルトン系の対称性とネーターの定理
［第 11 回］ 完全積分可能系
［第 12 回］ 曲面上の測池線
［第 13 回］ コマの運動
［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。

『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）
『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）
『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：柔らかい幾何学』瀬山士郎（日本評論社）
『微分幾何入門　上』落合卓四郎（東京大学出版会）
『多様体の基礎』松本幸夫（東京大学出版会）
『トゥー多様体』Loring Tu（裳華房）

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

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

2025 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	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，ロジスッティック方程式）
［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. Smaller, Springer

「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。

2025 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	中島秀太			単位数	2 単位

1.授業の概要・到達目標
確率論によって記述される具体的な問題とその解決について学ぶ。適当な教科書を用いて，発表・議論することにより理解を深める。

2. 授業内容
［第1～3回］　確率の基本
［第4～9回］　確率分布とそれぞれの性質
［第 10～13 回］ ランダムウォークと確率過程
［第 14 回］ まとめ

3. 履修上の注意
参加者の希望に基づいて教科書などを定める。また，自ら学んだ結果を発表し議論することに重点をおくので，無断での欠席・遅刻は認められない。

4. 準備学習（予習・復習等）の内容
発表者は自ら学んだ内容をきちんと整理して，ゼミに出席すること。

5. 教科書
参加メンバーの希望を聞いて決める。

6. 参考書
適宜指定する。

7. 課題に対するフィードバックの方法
添削し、直接伝える。

8. 成績評価の方法
参加態度（100％）により評価する。

9. その他

2025 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。

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

2025 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	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は履修したものとして進めていく。
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

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 70%　発表内容 30%で評価する。

9. その他

2025 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

2025 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

2025 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	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

「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] イデアルと剰余類環
[第6回] 準同型定理と対応定理
[第7回] 体と整域
[第8回] 極大イデアルと素イデアル
[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・勉強会等に出席し，議論に参加することを求めることがある。

2025 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	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] 2 変数の同時確率分布
[第 2 回] 期待値と積率母関数
[第 3 回] 統計モデルとデータの縮約
[第 4 回] 大数の法則と中心極限定理
[第 5 回] 正規分布から導かれる分布
[第 6 回] パラメータの推定
[第 7 回] 仮説検定と信頼区間
[第 8 回] カイ 2 乗適合度検定
[第 9 回] 回帰分析
[第 10 回] 重回帰モデル
[第 11 回] ロジスティック回帰とポアソン回帰
[第 12 回] ベイズ統計と MCMC 法
[第 13 回] 分散分析と多重比較
[第 14 回] 分布によらない推測法

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

2025 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，2014 年度まで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。

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

2025 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。

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。
砂田利一著「曲面の幾何」岩波書店
磯崎洋著「解析力学と微分方程式」共立出版
深谷賢治著「解析力学と微分形式」岩波書店
深谷賢治著「電磁場とベクトル解析」岩波書店
井ノ口順一著「リッカチのひみつ」日本評論社
クゼ・コスニオフスキー著「トポロジー入門」東京大学出版会

6. 参考書

「曲線と曲面の微分幾何」，小林昭七著，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、発表してもらう。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。

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

2025 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	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（冪根による可解性，準備）と問題演習
［第3回］ テキストの輪読（冪根による可解性）と問題演習
［第4回］ テキストの輪読（指標）と問題演習
［第5回］ テキストの輪読（ガロア拡大）と問題演習
［第6回］ テキストの輪読（ガロアの基本定理，準備）と問題演習
［第7回］ テキストの輪読（ガロアの基本定理）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（判別式）と問題演習
［第 10 回］ テキストの輪読（2次式のガロア群）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（作図問題）と問題演習
［第 14 回］ テキストの輪読（作図問題の応用）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

かんどころ「ガロア理論」 木村俊一著

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。

次の教科書を輪読する。

かんどころ「ガロア理論」 木村俊一著

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。

2025 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	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］　アルティン的加群
［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

2025 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すことが目標である。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］ 多変数関数の微分
［第2回］ 曲面の曲がり方
［第3回］ 曲率
［第4回］ 曲面のパラメータ表示
［第5回］ 局所座標
［第6回］ 曲面の向き
［第7回］ 接平面
［第8回］ 曲面の計量
［第9回］ 写像の微分
［第 10 回］ 地図の問題
［第 11 回］ ガウスの驚きの定理
［第 12 回］ ガウス写像と曲率
［第 13 回］ 平行移動と測池線
［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。

『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）
『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）
『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：柔らかい幾何学』瀬山士郎（日本評論社）
『微分幾何入門 上』落合卓四郎（東京大学出版会）
『多様体の基礎』松本幸夫（東京大学出版会）
『トゥー多様体』Loring Tu（裳華房）

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

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

2025 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。

2025 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

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

2025 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	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

2025 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	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』、松木敏彦（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

2025 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

2025 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	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・勉強会等に出席し，議論に参加することを求めることがある。

2025 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

2025 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。

2025 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	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。

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

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。

9. その他

2025 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	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］ イントロダクション
［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

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。

2025 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
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

2025 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	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］ 距離空間
［第2回］ 開集合と連続写像
［第3回］ 位相空間
［第4回］ 多様体の定義
［第5回］ 接空間
［第6回］ 写像の微分
［第7回］ リーマン多様体
［第8回］ レビ・チビタ接続
［第9回］ 曲率
［第 10 回］ ガウス・ボンネの定理1
［第 11 回］ ガウス・ボンネの定理2
［第 12 回］ 研究成果のまとめ1
［第 13 回］ 研究成果のまとめ2
［第 14 回］ 研究成果のまとめ3

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。

『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)
『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)
『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:柔らかい幾何学』瀬山士郎(日本評論社)
『微分幾何入門 上』落合卓四郎(東京大学出版会)
『多様体の基礎』松本幸夫(東京大学出版会)
『トゥー多様体』Loring Tu(裳華房)

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

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

2025 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	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。

2025 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。

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

2025 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	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］ 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

2025 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

2025 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

2025 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	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・勉強会等に出席し，議論に参加することを求めることがある。

2025 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

2025 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。

2025 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。

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。
小林昭七，“曲線と曲面の微分幾何”，裳華房
F. W. Warner，“Foundations of differentiable manifolds and Lie groups”，Springer
W. Fulton，“Young Tableaux”，London Mathematical Society
M. Audin，“Torus actions on symplectic manifolds”，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