

授業科目及び担当者

■数学専攻（主要科目）

授業科目（博士前期）	授業を行う年次	単位（演習）
代 数 学 研 究 1	1	2
代 数 学 研 究 2	1	2
代 数 学 研 究 3	2	4
代 数 学 研 究 4	2	4
幾 何 学 研 究 1	1	2
幾 何 学 研 究 2	1	2
幾 何 学 研 究 3	2	4
幾 何 学 研 究 4	2	4
数 理 解 析 研 究 1	1	2
数 理 解 析 研 究 2	1	2
数 理 解 析 研 究 3	2	4
数 理 解 析 研 究 4	2	4

担当者			博士前期担当	博士後期担当
専任准教授	博士(理学)	嶋 井 祐 二	2024年度未開講	
専任教授	理学博士	藏 野 和 彦	○	○
専任講師	博士(数理学)	小 林 稔 周	1年生のみ	
専任教授	博士(理学)	今 野 宏	○	○
専任准教授	博士(理学)	坂 元 孝 志	○	
専任講師	博士(理学)	中 島 秀 太	1年生のみ	
専任教授	博士(理学)	長 友 康 行	1年生のみ	
専任教授	博士(理学)	中 村 幸 男	○	○
専任教授	博士(理学)	名 和 範 人	○	○
専任准教授	博士(数理学)	野 原 雄 一	○	
専任准教授	博士(理学)	廣 瀬 宗 光	○	
専任教授	博士(理学)	松 岡 直 之	○	
専任准教授	博士(理学)	宮 部 賢 志	○	
専任教授	博士(数理科学)	矢 崎 成 俊	○	○
専任講師	博士(数理科学)	吉 田 尚 彦	1年生のみ	

■数学専攻（特修科目）

授業科目	授業を行う年次	単位		備考	担当者
		講義	演習		
(博士後期課程)					
現代数学概論	1~3	2		2024年度未開講	専任教授 博士(理学) 中村 幸男 他
(博士前期課程)					
先端数理科学課題研究1 先端数理科学課題研究2 M T S 数理科学課題研究 プレゼンテーション課題研究	1	2	2	2024年度未開講	専任准教授 博士(理学) 鴨井 祐二
					専任教授 理学博士 藏野 和彦
					専任講師 博士(数理学) 小林 稔周
					専任教授 博士(理学) 今野 宏
					専任准教授 博士(理学) 坂元 孝志
					専任講師 博士(理学) 中島 秀太
					専任教授 博士(理学) 長友 康行
					専任教授 博士(理学) 中村 幸男
					専任教授 博士(理学) 名和 範人
					専任准教授 博士(数理学) 野原 雄一
					専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光
					専任教授 博士(理学) 松岡 直之
					専任准教授 博士(理学) 宮部 賢志
	専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊				
	専任講師 博士(数理科学) 吉田 尚彦				
代数学特論 A	1	2			専任教授 博士(理学) 中村 幸男 他
代数学特論 B	1	2			専任教授 博士(理学) 松岡 直之
代数学特論 C	1	2			専任教授 博士(理学) 中村 幸男
代数学特論 D	1	2			専任教授 理学博士 藏野 和彦
代数学特論 E	1	2			専任准教授 博士(理学) 鴨井 祐二
幾何学特論 A	1	2			専任講師 博士(数理科学) 吉田 尚彦
幾何学特論 B	1	2			専任教授 博士(理学) 長友 康行
幾何学特論 C	1	2			専任准教授 博士(数理学) 野原 雄一
幾何学特論 D	1	2			専任講師 博士(数理科学) 吉田 尚彦
幾何学特論 E	2	2			専任教授 博士(理学) 今野 宏
数理解析特論 A	1	2			専任教授 博士(理学) 名和 範人
数理解析特論 B	1	2		2024年度未開講	
現象数理特論 A	1	2			専任教授 博士(理学) 末松 信彦
現象数理特論 B	1	2			専任教授 博士(理学) 名和 範人
現象数理特論 C	1	2			専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光 他
現象数理特論 D	1	2			専任准教授 博士(理学) 坂元 孝志
関数解析特論 A	1	2		2024年度未開講	
関数解析特論 B	1	2		2024年度未開講	
偏微分方程式特論 A	1	2			専任教授 博士(理学) 名和 範人
偏微分方程式特論 B	1	2			専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊
代数学特別講義 A	1	2			専任教授 理学博士 藏野 和彦
代数学特別講義 B	1	2			兼任講師 学術博士 西田 康二
幾何学特別講義 A	1	2			専任教授 博士(理学) 今野 宏
幾何学特別講義 B	1	2			専任教授 博士(理学) 長友 康行
数理科学特別講義	1	2		2024年度未開講	専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊

授業科目	授業を行う年次	単位		備考	担当者
		講義	演習		
(数学物理学連携科目)					
科学史特論	1	2			兼任講師 博士(理学) 小島 智恵子
数理解析特論	1	2		2024年度未開講	専任教授 理学博士 立川 真樹 他
数理解析特論 C	1	2		2024年度未開講	専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光
数理解析特論 D	1	2			専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光
数理解析特論 E	1	2		2024年度未開講	
(共通総合科目)					
科学論文英語特論	1	2			兼任講師 博士(工学) 野瀬 裕之
科学論文英語特論	1	2			専任准教授 Ph.D. マクタガート, イアン
理工学研究科総合講義 A	1	2			専任准教授 博士(理学) 宮部 賢志
理工学研究科総合講義 B	1	2			専任教授 博士(工学) 嶋田 総太郎 他
理工学研究科総合講義 C	1	2		2024年度未開講	
理工学研究科総合講義 D	1	2		2024年度未開講	
学際領域特論 A	1	2			専任教授 博士(工学) 小澤 隆太 他
学際領域特論 B	1	2			専任教授 工学博士 久保田 寿夫 他
学際領域特論 C	1	2		2024年度未開講	専任教授 博士(工学) 関根 かをり 他
学際領域特論 D	1	2			特任教授 工学博士 久保田 孝
(共通基礎科目)					
理工学研究科基礎特論 A	1	2			
理工学研究科基礎特論 B	1	2			
理工学研究科基礎特論 C	1	2			
理工学研究科基礎特論 D	1	2			
理工学研究科基礎特論 E	1	2			

数学専攻 科目振替措置表

2020年度以前入学者用科目名	2021年度以降入学者用科目名
物理学特別講義C	数理物理学特論
	理工学研究科総合講義C
	理工学研究科総合講義D
	学際領域特論D
2019年度以前入学者用科目名	2020年度以降入学者用科目名
	現代数学概論

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究1(1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 理学博士	藏野 和彦	

授業の概要・到達目標

洋書の輪読によって英語に慣れ、さらにセミナー発表によって可換環論を深く理解するとともに、プレゼンテーション能力や論理的思考能力の向上を目指す。

英語のテキストを輪読する。学生は順番に、下調べなどの準備の上、黒板の前で該当箇所の説明・応用などの紹介を行う。

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(Rings and ring homomorphism)
- 第3回：テキストの輪読(Ideals, Quotient rings)
- 第4回：テキストの輪読(Zero-divisors, Nilpotent ideals, Units)
- 第5回：テキストの輪読(Prime ideals and maximal ideals)
- 第6回：テキストの輪読(Nilradical and Jacobson radical)
- 第7回：テキストの輪読(Operations on ideals)
- 第8回：テキストの輪読(Extension and contractoin)
- 第9回：テキストの輪読(Modules and module homomorphisms)
- 第10回：テキストの輪読(Submodules and quotient modules)
- 第11回：テキストの輪読(Operations on submodules)
- 第12回：テキストの輪読(Direct sum and product)
- 第13回：テキストの輪読(Finitely generated modules)
- 第14回：テキストの輪読(Exact sequences)

履修上の注意

必ず予習しておくこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

必ず予習しておくこと。

教科書

Atiyah-MacDonald, Introduction to Commutative Algebra, (Addison-Wesley Series in Mathematics) 1969
可換環論のかんどころ 後藤四郎著

参考書

特になし

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。

成績評価の方法

発表70%, レポート30%で、60%以上を単位修得の条件とする。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究2(1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 理学博士	藏野 和彦	

授業の概要・到達目標

洋書の輪読によって英語に慣れ、さらにセミナー発表によって可換環論を深く理解するとともに、プレゼンテーション能力や論理的思考能力の向上を目指す。修論の中間発表の準備を行う。

英語のテキストを輪読する。学生は順番に、下調べなどの準備の上、黒板の前で該当箇所の説明・応用などの紹介を行う。修論の中間発表の準備を行う。

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(Tensor product of modules)
- 第3回：テキストの輪読(Restriction and extension of scalars)
- 第4回：テキストの輪読(Exactness properties of tensor product)
- 第5回：テキストの輪読(Algebras)
- 第6回：テキストの輪読(Tensor product of algebras)
- 第7回：テキストの輪読(Local properties)
- 第8回：テキストの輪読(Extended and contracted ideals in ring of fractions)
- 第9回：テキストの輪読(Primary decomposition)
- 第10回：修士論文中間発表の準備(テーマの選択)
- 第11回：修士論文中間発表の準備(そのテーマでの研究発表の準備)
- 第12回：修士論文中間発表の準備(コンピューター環境の整理)
- 第13回：修士論文中間発表の準備(資料作成)
- 第14回：修士論文中間発表の準備(プレゼンテーションの練習)

履修上の注意

必ず予習しておくこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

必ず予習しておくこと。

教科書

Atiyah-MacDonald, Introduction to Commutative Algebra, (Addison-Wesley Series in Mathematics) 1969
可換環論のかんどころ 後藤四郎著

参考書

特になし

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。

成績評価の方法

発表70%, レポート30%で、60%以上を単位修得の条件とする。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究3 (2年)		
開講期	春学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 理学博士	藏野 和彦	

授業の概要・到達目標

洋書の輪読によって英語に慣れ、さらにセミナー発表によって可換環論を深く理解するとともに、プレゼンテーション能力や論理的思考能力の向上を目指す。

英語のテキストを輪読する。学生は順番に、下調べなどの準備の上、黒板の前で該当箇所の説明・応用などの紹介を行う。

授業内容

- 第1回：イントロダクション
- 第2回：テキストの輪読と研究(Integral dependence)
- 第3回：テキストの輪読と研究(The going-up theorem)
- 第4回：テキストの輪読と研究(Integrally closed integral domains. The going-down theorem)
- 第5回：テキストの輪読と研究(Valuation rings)
- 第6回：テキストの輪読と研究(Chain conditions)
- 第7回：テキストの輪読と研究(Primary decomposition in Noetherian rings)
- 第8回：テキストの輪読と研究(Artin rings)
- 第9回：テキストの輪読と研究(Discrete valuation rings)
- 第10回：テキストの輪読と研究(Dedekind domains)
- 第11回：テキストの輪読と研究(Fractional ideals)
- 第12回：テキストの輪読と研究(Topologies and completions)
- 第13回：テキストの輪読と研究(Filtrations)
- 第14回：テキストの輪読と研究(Graded rings and modules)

履修上の注意

必ず予習しておくこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

必ず予習しておくこと。

教科書

Atiyah-MacDonald, Introduction to Commutative Algebra, (Addison-Wesley Series in Mathematics) 1969
可換環論のかんどころ 後藤四郎著

参考書

特になし

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。

成績評価の方法

発表70%, レポート30%で、60%以上を単位修得の条件とする。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究4 (2年)		
開講期	秋学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 理学博士	藏野 和彦	

授業の概要・到達目標

洋書の輪読によって英語に慣れ、さらにセミナー発表によって可換環論を深く理解するとともに、プレゼンテーション能力や論理的思考能力の向上を目指す。研究テーマを見つけて、修士論文を作成する。

英語のテキストを輪読する。学生は順番に、下調べなどの準備の上、黒板の前で該当箇所の説明・応用などの紹介を行う。修論の中間発表の準備を行う。研究テーマを見つけて、修士論文を作成する。

授業内容

- 第1回：イントロダクション
- 第2回：テキストの輪読と研究(The associated graded ring)
- 第3回：テキストの輪読と研究(Hilbert functions)
- 第4回：テキストの輪読と研究(Regular local rings)
- 第5回：テキストの輪読と研究(Transcendental dimension)
- 第6回：修士論文作成(テーマの選択)
- 第7回：修士論文作成(テーマの決定)
- 第8回：修士論文作成(修論作成の準備)
- 第9回：修士論文作成(コンピューター環境の整理)
- 第10回：修士論文作成
- 第11回：修士論文作成(最終チェック)
- 第12回：学会発表の準備
- 第13回：修士論文発表会の準備(コンピューター環境の整理)
- 第14回：修士論文発表会の準備(プレゼンテーション練習)

履修上の注意

必ず予習しておくこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

必ず予習しておくこと。

教科書

Atiyah-MacDonald, Introduction to Commutative Algebra, (Addison-Wesley Series in Mathematics) 1969
可換環論のかんどころ 後藤四郎著

参考書

特になし

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。

成績評価の方法

発表70%, レポート30%で、60%以上を単位修得の条件とする。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究1(1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理学) 小林 稔周		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

テキストや学術論文を用いた輪講を行う。学部で学んだことを基により専門的な知識を習得する。

「到達目標」

圏論およびホモロジー代数の手法を学び、代数学への理解を深める。

授業内容

事前に相談して決めたテキストについて輪読を行う。

以下はその一例である。

- [第1回] 圏の定義と例
- [第2回] エピ射とモノ射
- [第3回] 積と余積
- [第4回] 等化子と余等化子
- [第5回] 群と圏
- [第6回] 函手
- [第7回] 自然変換
- [第8回] 極限と余極限
- [第9回] 極限と余極限2
- [第10回] 米田の補題
- [第11回] 米田の補題2
- [第12回] 随伴
- [第13回] 随伴2
- [第14回] まとめ

履修上の注意

準備学習(予習・復習等)の内容

テキストの内容を事前に熟読し、理解してから発表に臨むこと。また発表自体の準備を入念に行うこと。

教科書

以下は一例である。

- 圏論 原著第2版 S. アウディ著
- 圏論の技法 中岡宏行著
- 圏論の基礎 S. マックレーン著

参考書

課題に対するフィードバックの方法

輪読時の発表によって、テキストへの理解度、発表準備の質を直接評価する。

また研究が進んだ場合はその内容を報告してもらい評価する。

成績評価の方法

発表および研究の内容により評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究2(1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理学) 小林 稔周		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

テキストや学術論文を用いた輪講を行う。学部で学んだことを基により専門的な知識を習得する。

「到達目標」

圏論およびホモロジー代数の手法を学び、代数学への理解を深める。

授業内容

事前に相談して決めたテキストについて輪読を行う。

以下はその一例である。

- [第1回] 前加法圏
- [第2回] 双積
- [第3回] 核と余核
- [第4回] アーベル圏
- [第5回] 加法関手
- [第6回] 三角圏
- [第7回] 自然変換
- [第8回] 複体
- [第9回] 複体のホモトピー
- [第10回] 圏の局所化
- [第11回] 圏の局所化2
- [第12回] 導来圏
- [第13回] 導来関手
- [第14回] まとめ

履修上の注意

準備学習(予習・復習等)の内容

テキストの内容を事前に熟読し、理解してから発表に臨むこと。また発表自体の準備を入念に行うこと。

教科書

以下は一例である。

- 圏論の技法 中岡宏行著
- 圏論の基礎 S. マックレーン著
- 層とホモロジー代数 志甫淳著

参考書

課題に対するフィードバックの方法

輪読時の発表によって、テキストへの理解度、発表準備の質を直接評価する。

また研究が進んだ場合はその内容を報告してもらい評価する。

成績評価の方法

発表および研究の内容により評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻		備考	
科目名	幾何学研究1(1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	今野 宏	

授業の概要・到達目標

この授業では、幾何に関連した話題について研究を行う。毎回、学生は調べたことや考えたことを発表する。テキストのテーマについては、例えば多様体やリー群など、学生の興味に応じて決める。

学生は、幾何学の基礎を修得し、さらに幾何学の中でどの分野に進むかを選択す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。

授業内容

以下はひとつの例である。

- [第1回] 多様体の定義
- [第2回] ユークリッド空間の中の多様体
- [第3回] 接ベクトル
- [第4回] 接空間
- [第5回] 写像の微分
- [第6回] 部分多様体
- [第7回] リー群の定義
- [第8回] リー群の例
- [第9回] ベクトル場
- [第10回] ベクトル場の括弧積
- [第11回] 1パラメータ変換群
- [第12回] リー群とリー環
- [第13回] リー環の例
- [第14回] まとめと展望

履修上の注意

準備学習(予習・復習等)の内容

適宜課題を与える。

教科書

多様体論やリー群に関連するテキストを、学生との相談により決定する。

参考書

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。

成績評価の方法

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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻		備考	
科目名	幾何学研究2(1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	今野 宏	

授業の概要・到達目標

この授業では、幾何に関連した話題について研究を行う。毎回、学生は調べたことや考えたことを発表する。テキストのテーマは、幾何学研究1よりも進んだ話題で、微分幾何あるいはシンプレクティック幾何の基礎の中から選ぶ。

学生は、幾何学の中のひとつの分野の基礎を修得し、さらにその中で具体的な研究テーマを選択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。

授業内容

以下はひとつの例である。

- [第1回] 多様体の定義の復習
- [第2回] 接空間、写像の微分の復習
- [第3回] 余接空間と1次微分形式
- [第4回] テンソル積と外積代数
- [第5回] テンソル場とk次微分形式
- [第6回] 外微分作用素
- [第7回] ストークスの定理
- [第8回] ストークスの定理の証明
- [第9回] シンプレクティック多様体
- [第10回] リー群の作用
- [第11回] モーメント写像
- [第12回] シンプレクティック商
- [第13回] さまざまな例
- [第14回] まとめと展望

履修上の注意

準備学習(予習・復習等)の内容

適宜課題を与える。

教科書

微分幾何学、シンプレクティック幾何学に関連するテキストを、学生との相談により決定する。

参考書

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。

成績評価の方法

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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻	備考		
科目名	幾何学研究3 (2年)		
開講期	春学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 博士(理学)	今野 宏	

授業の概要・到達目標

この授業では、幾何に関連した話題について研究を行う。毎回、学生は調べたことや考えたことを発表する。テーマは、幾何学研究1, 2よりも進んだ話題で、微分幾何あるいはシンプレクティック幾何の中から選ぶ。

研究課題を定式化すること、さらに課題を解決するために必要な手段を修得することを目標とする。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。

授業内容

以下はひとつの例である。

- [第1回] 多様体の復習
- [第2回] 多様体の向き
- [第3回] モース関数
- [第4回] 安定多様体と非安定多様体
- [第5回] モース関数と鎖複体
- [第6回] 鎖複体のホモロジー
- [第7回] ストークスの定理
- [第8回] ド・ラームコホモロジー
- [第9回] モース関数とド・ラームコホモロジー1
- [第10回] モース関数とド・ラームコホモロジー2
- [第11回] トーリック多様体のコホモロジー
- [第12回] シンプレクティック商のコホモロジー1
- [第13回] シンプレクティック商のコホモロジー2
- [第14回] まとめと展望

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

適宜課題を与える。

教科書

学生と相談して決める。

参考書

研究の進捗状況に応じて指導する。

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。

成績評価の方法

理解度、発表の完成度、研究課題に取り組む態度などを総合的に評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻	備考		
科目名	幾何学研究4 (2年)		
開講期	秋学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 博士(理学)	今野 宏	

授業の概要・到達目標

この授業では、幾何に関連した話題について研究を行う。幾何学研究4では、幾何学研究1, 2, 3を通して興味を見出した具体的な課題の解決をめざす。

微分幾何学、シンプレクティック幾何学における具体的な研究課題を解決して、研究成果をまとめることが目標である。

授業内容

- [第1回] 研究経過に関する報告1
- [第2回] 研究経過に関する報告2
- [第3回] 研究経過に関する報告3
- [第4回] 研究経過に関する報告4
- [第5回] 研究経過に関する報告5
- [第6回] 研究経過に関する報告6
- [第7回] 研究経過に関する報告7
- [第8回] 研究経過に関する報告8
- [第9回] 研究経過に関する報告9
- [第10回] 研究経過に関する報告10
- [第11回] 研究成果のまとめ1
- [第12回] 研究成果のまとめ2
- [第13回] 研究成果のまとめ3
- [第14回] 研究成果のまとめ4

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

適宜課題を与える。

教科書

学生と相談して決める。

参考書

研究の進捗状況に応じて指導する。

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。

成績評価の方法

研究に取り組む態度およびその完成度により評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻		備考	
科目名	数理解析研究1(1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 坂元 孝志		

授業の概要・到達目標

力学系理論, 微分方程式, 偏微分方程式, 数値計算, および応用数学関連分野
各自研究テーマに応じて書籍, 論文を講読し, 必要な基礎事項の習得および問題解決能力の向上を目指す。

授業内容

履修者が各自適切なテーマに沿って研究を行なう。
例えば, 力学系の分岐理論をテーマに選んだ場合には, 概ね以下のように研究を進める
第1回: 微分方程式の基礎事項の確認
第2回: 微分方程式の軌道と平衡点
第3回: 線形方程式と非線形方程式
第4回: 線形化方程式と平衡点の安定性
第5回: 力学系の位相同値と分岐定理
第6回: 1パラメータ分岐(サドルノード分岐)
第7回: 1パラメータ分岐(サドルノード分岐の標準形)
第8回: ジェネリックなサドルノード分岐
第9回: ホップ分岐の基本
第10回: ホップ分岐の標準形
第11回: 具体例
第12回: n次元の力学系
第13回: 中心多様体定期
第14回: n次元におけるホップ分岐とその計算

履修上の注意

ゼミ形式で行う

準備学習(予習・復習等)の内容

各自自ら選んだテキストを精読し, 発表の準備を行うこと。

教科書

研究課題に応じて指定する

参考書

研究課題に応じて指定する

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。

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。

その他

指導テーマ

力学系理論, 微分方程式, 偏微分方程式, 数値計算, および応用数学関連分野

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻		備考	
科目名	数理解析研究2(1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 坂元 孝志		

授業の概要・到達目標

先端数理科学課題研究2と並行して, 各自研究課題の基礎となる書籍, 論文などを講読する。

授業内容

履修者が各自適切なテーマに沿って研究を行なう。
例えば, 力学系の分岐理論をテーマに選んだ場合には, 概ね以下のように研究を進める
第1回: n次元の力学系と中心多様体定理
第2回: ホモクリニック軌道とヘテロクリニック軌道
第3回: ホモクリニック分岐とシルニコフの定理
第4回: n次元におけるホモクリニック軌道
第5回: メルニコフの方法
第6回: ホモクリニック中心多様体
第7回: ジェネリックなホモクリニック分岐
第8回: 離散力学系再訪
第9回: 2倍写像とカオス
第10回: ロジスティック写像とカオス
第11回: 記号力学系とシフト写像
第12回: 馬蹄写像
第13回: 馬蹄力学系と同値な記号力学系とシフト写像
第14回: シルニコフの定理とポアンカレマップ

履修上の注意

ゼミ形式で行う

準備学習(予習・復習等)の内容

各自自ら選んだテキストや論文を精読し, 発表の準備を行うこと

教科書

研究課題に応じて指定する

参考書

研究課題に応じて指定する

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。

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。

その他

指導テーマ

力学系理論, 微分方程式, 偏微分方程式, 数値計算, および応用数学関連分野

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究3(2年)		
開講期	春学期集中	単位	演4
担当者	専任准教授 博士(理学) 坂元 孝志		

授業の概要・到達目標

力学系理論, 微分方程式, 偏微分方程式, 数値計算, および応用数学関連分野
 春学期中に研究テーマを定め, 必要に応じて文献を調査し, 講読する。
 研究テーマ決定後, 独自の研究成果を得ることを目標に研究を行う。

授業内容

履修者が各自適切なテーマに沿って研究を行なう
 例えば, 力学系の分岐理論をテーマに選んだ場合には, 概ね以下のように研究を進める
 第1回: 2パラメータ分岐
 第2回: ボグダノフ-タケンス分岐の標準形
 第3回: ボグダノフ-タケンス分岐の力学系的構造
 第4回: サドルノードホップ分岐の標準形
 第5回: サドルノードホップ分岐の力学系的構造
 第6回: ホップ-ホップ分岐の標準形
 第7回: ホップ-ホップ分岐の力学系的構造
 第8回: 無限次元力学系と偏微分方程式
 第9回: 無限次元力学系への中心多様体定理の拡張1: 線形作用素のスペクトル
 第10回: 無限次元力学系への中心多様体定理の拡張2: 半群と線形作用素
 第11回: 無限次元力学系への中心多様体定理の拡張3: 固有関数と固有関数展開
 第12回: 無限次元力学系への中心多様体定理の拡張4: 無限次元における中心多様体定理
 第13回: 蔵本-シバシンスキー方程式
 第14回: 蔵本-シバシンスキー方程式の中心多様体定理の応用

履修上の注意

ゼミ形式で行う

準備学習(予習・復習等)の内容

各自自ら選んだテーマに沿って計画的に学習を進めること。

教科書

研究課題に応じて指定する

参考書

研究課題に応じて指定する

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。

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。

その他

指導テーマ

力学系理論, 微分方程式, 偏微分方程式, 数値計算, および応用数学関連分野

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究4(2年)		
開講期	秋学期集中	単位	演4
担当者	専任准教授 博士(理学) 坂元 孝志		

授業の概要・到達目標

力学系理論, 微分方程式, 偏微分方程式, 数値計算, および応用数学関連分野
 11月までに研究成果を纏め, 内容の精査を行う。

授業内容

履修者が各自適切なテーマに沿って研究を行なう
 例えば, 力学系の分岐理論をテーマに選んだ場合には, 概ね以下のように研究を進める
 第1回: 0(2)対称な標準形
 第2回: レゾナンスとその効果
 第3回: 1:2レゾナンスを持つ標準形1:標準形の導き方
 第4回: 1:2レゾナンスを持つ標準形2:平衡点とその安定性
 第5回: 1:2レゾナンスを持つ標準形3:平衡点に対応する偏微分方程式の解
 第6回: 1:2レゾナンスを持つ標準形4:ホップ分岐とスタンディングウェーブ
 第7回: 1:2レゾナンスを持つ標準形5:ヘテロクリニックループ
 第8回: 1:2レゾナンスを持つ標準形6:複雑な周期解
 第9回: 1:2レゾナンスを持つ標準形7:平均化法と周期解
 第10回: 1:2レゾナンスを持つ標準形8:平均化法の証明
 第11回: 1:2レゾナンスを持つ標準形9:平均化法とメルニコフ積分
 第12回: 1:2レゾナンスを持つ標準形10:変調周期進行波と周期解
 第13回: 研究成果のまとめ
 第14回: 研究成果の発表と総評

履修上の注意

ゼミ形式で行う

準備学習(予習・復習等)の内容

各自テーマに沿って計画的に研究を進めること。

教科書

研究課題に応じて指定する

参考書

研究課題に応じて指定する

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。

成績評価の方法

研究への取り組みとレポートに基づいて評価する。
 評価の配分割合は, 研究への取り組み方40%, レポート60%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。

その他

指導テーマ

力学系理論, 微分方程式, 偏微分方程式, 数値計算, および応用数学関連分野

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究1 (1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任講師 博士(理学)	中島 秀太	

授業の概要・到達目標

数理解析研究1を進める中で、必要となる内容について文献(教科書, 論文)を講読する。

授業内容

[第1回～14回]

履修者が各自適切なテーマに沿って研究調査を行なう。

履修上の注意

ゼミ形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

特になし。

教科書

参加者の意見に応じて決める。

参考書

参加者の意見に応じて決める。

課題に対するフィードバックの方法

添削し、直接伝える。

成績評価の方法

授業に取り組む態度を持って決める。

その他

特になし。

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究2 (1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任講師 博士(理学)	中島 秀太	

授業の概要・到達目標

数理解析研究2を進める中で、必要となる内容について文献(教科書, 論文)を講読する。

授業内容

[第1回～14回]

履修者が各自適切なテーマに沿って研究調査を行なう。

履修上の注意

ゼミ形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

特になし。

教科書

参加者の意見に応じて決める。

参考書

参加者の意見に応じて決める。

課題に対するフィードバックの方法

添削し、直接伝える。

成績評価の方法

授業に取り組む態度を持って決める。

その他

特になし。

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻	備考		
科目名	幾何学研究1(1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	長友 康行	

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。

たとえば、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。

より具体的にはベクトル束と部分多様体、またはベクトル束と調和写像との関連を研究する。

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。

幾何学を舞台として、代数的、解析的な手段を駆使して研究を行う。

到達目標：幾何学を展開する場である多様体上で問題を定式化するにあたり、必要な概念を定義し、理解することが目標である。

したがって、接ベクトル空間、ベクトル場、余接ベクトル空間、微分形式等がテーマとなる。

授業内容

学生の素養に応じて、授業内容は変化するであろう。

多様体上の幾何構造を学ぶ者もいるであろうし、それを修得済みの者は、幾何学の諸問題が非線形偏微分方程式を用いて表されることを学ぶであろう。

第1回：多様体の定義

第2回：多様体の接ベクトル空間

第3回：多様体の接ベクトルと局所座標表示

第4回：ベクトル場の定義

第5回：ベクトル場の局所座標を用いた局所表示

第6回：ベクトル場の動標構による局所表示

第7回：多様体間の写像とその微分の定義

第8回：多様体間の写像とその微分の局所表示

第9回：多様体間の写像とベクトル場との関係

第10回：余接ベクトル空間の定義

第11回：余接ベクトル空間の局所表示

第12回：微分形式の定義

第13回：微分形式の局所表示

第14回：微分形式と多様体上の積分

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。

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。

教科書

学生の意向に沿った教科書を選定する。

参考書

学生の修得状況を把握した上で、指示する。

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

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。

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。

また、得られた研究成果も評価の対象となる。

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 30%
2. 発表能力 30%
3. 授業への貢献度 20%
4. 研究成果 20%

以上の合計が満点の60%以上を単位取得の条件とする。

その他

指導テーマ

幾何学の基礎となる事柄を前提として、学生の学力に応じた指導をする。

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻	備考		
科目名	幾何学研究2 (1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	長友 康行	

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。

たとえば、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。

より具体的にはベクトル束と部分多様体、またはベクトル束と調和写像との関連を研究する。

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。

幾何学を舞台として、代数的、解析的な手段を駆使して研究を行う。

到達目標：多様体の基本構造を把握した上で、幾何学の問題を定式化するのに必要なベクトル束、主束を定義し、理解することが目標となる。

偏微分方程式を書き下すために必要な接続の概念を学ぶ。

授業内容

学生の素養に応じて、授業内容は変化するであろう。

多様体上の幾何構造を学ぶ者もいるであろうし、それを修得済みの者は、幾何学の諸問題が非線形偏微分方程式を用いて表されることを学ぶであろう。

第1回：ベクトル束の定義

第2回：ベクトル束の例

第3回：ベクトル束の局所表示

第4回：主束の定義

第5回：ベクトル束と主束の関係

第6回：ベクトル束上の共変微分作用素の定義

第7回：ベクトル束上の共変微分作用素の例

第8回：リーマン接続

第9回：主束上の接続形式の定義

第10回：主束上の接続の幾何学的な定義

第11回：主束上の接続形式と接続の関係

第12回：主束上の接続とベクトル束上の共変微分作用素との関係

第13回：主束上の接続の例

第14回：接続から定義される曲率の定義

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。

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。

教科書

学生の意向に沿った教科書を選定する。

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

参考書

特に指定しない。

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。

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。

また、得られた研究成果も評価の対象となる。

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 30%
2. 発表能力 30%
3. 授業への貢献度 20%
4. 研究成果 20%

以上の合計が満点の60%以上を単位取得の条件とする。

その他

指導テーマ

幾何学の基礎となる事柄を前提として、学生の学力に応じた指導をする。

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究1(1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	中村 幸男	

授業の概要・到達目標

可換環論の基礎理論を修得

授業内容

第1回：ネーター環
 第2回：アルティン環
 第3回：Hilbertの基底定理
 第4回：準素イデアル
 第5回：素因子
 第6回：準素分解
 第7回：次数環
 第8回：パラメータ系
 第9回：次元論
 第10回：整拡大
 第11回：整閉整域
 第12回：going upとgoing down
 第13回：付値環
 第14回：離散付値環

履修上の注意

群論・一意分解整域あたりまでの環論・ガロア理論を理解しておくこと。

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。

教科書

参考書

代数学1 群論入門 雪江明彦 著
 代数学2 環と体とガロア理論 雪江明彦 著
 代数学3 代数学のひろがり 雪江明彦 著
 可換環論 松村英之 著
 可換環論 後藤四朗・渡辺敬一 著
 Introduction to Commutative Algebra, Atiyah-MacDonald著

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。

成績評価の方法

研究内容70%，発表内容30%で評価する。

その他

指導テーマ

可換環における重要な概念の理解と主要な不変量の計算方法を習得する。

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究2(1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	中村 幸男	

授業の概要・到達目標

圏論の基礎理論を修得

授業内容

第1回：圏
 第2回：関手
 第3回：加法圏
 第4回：アーベル圏
 第5回：三角圏
 第6回：コホモロジー関手
 第7回：写像垂
 第8回：局所化
 第9回：導来圏
 第10回：導来関手
 第11回：ExtとTor
 第12回：局所コホモロジー
 第13回：双対複体
 第14回：局所双対定理

履修上の注意

代数学研究1の内容を理解していること

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。

教科書

参考書

代数学1 群論入門 雪江明彦 著
 代数学2 環と体とガロア理論 雪江明彦 著
 代数学3 代数学のひろがり 雪江明彦 著
 圏論の技法 中岡宏之 著

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。

成績評価の方法

研究内容70%，発表内容30%で評価する。

その他

指導テーマ

可換環における重要な概念の理解と主要な不変量の計算方法を習得する。

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究3 (2年)		
開講期	春学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 博士(理学)	中村 幸男	

授業の概要・到達目標

可換環論の発展理論を修得

授業内容

- 第1回：次数付き環
- 第2回：Hilbert関数
- 第3回：Koszul複体
- 第4回：重複度
- 第5回：Cohen-Macaulay環
- 第6回：有限局所コホモロジー加群
- 第7回：week列
- 第8回：d列
- 第9回：Buchsbaum環
- 第10回：I-不変量
- 第11回：全射判定法
- 第12回：随伴次数環
- 第13回：Rees環
- 第14回：Rees環のCohenMacaulay性

履修上の注意

代数学研究1, 2の内容を理解していること。

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。

教科書

可換環論 後藤四朗・渡辺敬一 著
Buchsbaum rings and applications Stuckrad-Vogel著

参考書

- 代数学1 群論入門 雪江明彦 著
- 代数学2 環と体とガロア理論 雪江明彦 著
- 代数学3 代数学のひろがり 雪江明彦 著

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。

成績評価の方法

研究に対する全般的な姿勢、研究討議における積極性や論理性、研究発表等を総合的に評価する。

その他

指導テーマ

可換環における重要な概念の理解と主要な不変量の計算方法を習得する。

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究4 (2年)		
開講期	秋学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 博士(理学)	中村 幸男	

授業の概要・到達目標

特異点論を中心とした可換環論の発展理論を修得

授業内容

- 第1回：正則局所環
- 第2回：特異点解消
- 第3回：有理特異点
- 第4回：2次元正則局所環
- 第5回：Quadratic Transform
- 第6回：Quadratic Sequence
- 第7回：Zariskiの定理(2次元正則局所環のケース)
- 第8回：Zariskiの定理(2次元有理特異点のケース)
- 第9回：単純整閉イデアル
- 第10回：Zariskiの分解定理
- 第11回：Hoskin-Deligneの公式
- 第12回：Rees付値
- 第13回：イデアルのAdjoint
- 第14回：2次元正則局所環上のAdjoint

履修上の注意

代数学研究1, 2, 3の内容を理解していること

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。

教科書

Integral Closure of Ideal, Rings, and Modules
I. Swanson and C. Huneke著

参考書

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。

成績評価の方法

研究に対する全般的な姿勢、研究討議における積極性や論理性、研究発表等を総合的に評価する。

その他

指導テーマ

可換環における重要な概念の理解と主要な不変量の計算方法を習得する。

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究1 (1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	名和 範人	

授業の概要・到達目標

偏微分方程式や数値解析に関連した基本的なテキストや文献を精読するなどして研究テーマを決め、数理科学に現れる非線形問題の解析手法を習得できるように指導する。

非線形シュレーディンガー方程式や乱流などの数理科学に関連したテーマを扱い、修士論文作成に向けて準備を進めて行く。

授業内容

基本的な文献やテキストで数学的な技術を磨き、比較的新しい文献や重要な文献を精査し、研究テーマを決めて数理科学に現れる非線形問題などに取り組む。

非線形シュレーディンガー方程式に関係したテーマを選んだ場合のモデルケースとしては、次のように進める。

関数解析や実解析の基礎知識を復習しつつ、方程式を扱う上で必要な手法の習得を目指す。

- 第1回：数理モデルとしての非線形シュレーディンガー方程式(1)様々な数理モデル
- 第2回：数理モデルとしての非線形シュレーディンガー方程式(2)数学的な位置づけ
- 第3回：関数解析や超関数論に基づいた解析手法(1) 超関数とその性質
- 第4回：関数解析や超関数論に基づいた解析手法(2) 超関数とフーリエ変換
- 第5回：関数解析や超関数論に基づいた解析手法(3) 様々な関数空間
- 第6回：関数解析や超関数論に基づいた解析手法(4) ポアソン方程式
- 第7回：実解析学と関数空間論(1) ハーディー=リトルウッド=ソボレフの不等式
- 第8回：実解析学と関数空間論(2) ソボレフの不等式と補間不等式
- 第9回：実解析学と関数空間論(3) ソボレフ空間とその性質
- 第10回：実解析学と関数空間論(4) ベゾフ空間やその他の関数空間
- 第11回：非線形シュレーディンガー方程式の初期値問題(1) デュアメル原理
- 第12回：非線形シュレーディンガー方程式の初期値問題(2) 解の存在と一意性
- 第13回：非線形シュレーディンガー方程式の初期値問題(3) 大域解の存在とその性質
- 第14回：非線形シュレーディンガー方程式の初期値問題(4) 爆発解の存在とその性質

履修上の注意

課題に対して真摯に取り組むこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

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

教科書

必要があれば指定するが、テーマに沿った文献に自ら当たることが重要である。

参考書

適宜、指定する。また、テーマに則って自ら文献を探すこと。

課題に対するフィードバックの方法

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

成績評価の方法

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

その他

上記の「授業内容」は一つの例であって、選んだテーマによって異なったものとなる。

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究2(1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	名和 範人	

授業の概要・到達目標

偏微分方程式や確率論に関連した基本的なテキストや文献を精読するなどして研究テーマを決め、数理科学に現れる非線形問題の解析手法を習得できるよう指導する。

非線形シュレーディンガー方程式や乱流などの数理科学に関連したテーマを扱い、修士論文作成に向けて準備を進めて行く。

授業内容

基本的な文献やテキストで数学的な技術を磨き、比較的新しい文献や重要な文献を精査し、研究テーマを決めて数理科学に現れる非線形問題などに取り組む。

非線形シュレーディンガー方程式に関係したテーマを選んだ場合のモデルケースとしては、次のように進める。

非線形問題へのアプローチの一つの例として、方程式の解の性質を解析する数学的方法論を学びつつ、その性質と実際の現象と関係を論じる。

- 第1回：非線形シュレーディンガー方程式の様々な解と数理モデル
- 第2回：定在波解とその安定性/不安定性(1) 変分法による数学的定式化
- 第3回：定在波解とその安定性/不安定性(2) 解析のアイデアと予備的考察
- 第4回：定在波解とその安定性/不安定性(3) 力学系的な定式化
- 第5回：定在波解とその安定性/不安定性(4) 爆発不安定(凝縮)と漸近自由不安定(ボースノバ)
- 第6回：時間大域解の類別と散乱問題(1) 大域解の存在：ソリトニックな解と漸近的自由解
- 第7回：時間大域解の類別と散乱問題(2) 変分法的な解の類別
- 第8回：時間大域解の類別と散乱問題(3) 解の漸近挙動解析の数学
- 第9回：時間大域解の類別と散乱問題(4) 散乱問題への様々な数学的アプローチ
- 第10回：爆発解の存在と漸近挙動(1) 爆発解および非有界な解の存在
- 第11回：爆発解の存在と漸近挙動(2) 爆発解の生成する特異点
- 第12回：爆発解の存在と漸近挙動(3) 特異点と爆発スピードの関係
- 第13回：爆発解の存在と漸近挙動(4) 数学的課題とその証明のアイデア
- 第14回：爆発解の存在と漸近挙動(5) 変分法や確率解析を用いた解析

履修上の注意

課題に対して真摯に取り組むこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

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

教科書

必要があれば指定するが、テーマに沿った文献に自ら当たることが重要である。

参考書

適宜、指定する。また、テーマに則って自ら文献を探すこと。

課題に対するフィードバックの方法

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

成績評価の方法

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

その他

上記の「授業内容」は一つの例であって、選んだテーマによって異なったものとなる。

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究3(2年)		
開講期	春学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 博士(理学)	名和 範人	

授業の概要・到達目標

修士論文のテーマを決めて当該分野で重要度が高い文献を読み、その結果の数学的内容と位置づけを理解できるように、個々の学生の研究目標に応じて指導する。

非線形シュレーディンガー方程式や乱流などの数理学にに関連したテーマを扱い、修士論文作成に向けて準備を進めて行く。

授業内容

基本的な文献やテキストで数学的な技術を磨き、比較的新しい文献や重要な文献を精査し、研究テーマを決めて数理学に現れる非線形問題などに取り組む。

乱流や流体の方程式に関係したテーマを選んだ場合のモデルケースとしては、次のように進める。

関数解析、実解、確率論の基礎知識を復習しつつ、乱流現象や流体方程式を扱う上で必要な手法の習得を目指す。

第1回：様々な流体現象と数理モデルとしての流体方程式

第2回：古典乱流の数理モデル；ナビエ＝ストークス方程式とオイラー方程式

第3回：量子乱流の数理モデル；非線形シュレーディンガー方程式と流体方程式

第4回：流体方程式の基本的な性質；対称性、保存則

第5回：乱流とは何か(1)確率論的な記述の重要性

第6回：乱流とは何か(2)重要な確率論の定理

第7回：乱流とは何か(3)確率論的なモデル

第8回：乱流とは何か(4)乱流サンプルを記述する方程式とは何か

第9回：方程式論としての乱流

(1)流体方程式の様々な数学的な定式化

第10回：方程式論としての乱流

(2)流体方程式の可解性と乱流現象

第11回：流体方程式の可解性

(1)近似解の構成法と解の存在

第12回：流体方程式の可解性

(2)一意性と乱流

第13回：流体方程式の可解性

(3)大域的な可解性と乱流現象

第14回：流体方程式の解の統計力学

履修上の注意

課題に対して真摯に取り組むこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

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

教科書

必要があれば指定するが、テーマに沿った文献に自ら当たることが重要である。

参考書

適宜、指定する。また、テーマに則って自ら文献を探すこと。

課題に対するフィードバックの方法

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

成績評価の方法

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。

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。

その他

上記の「授業内容」は一つの例であって、選んだテーマによって異なったものとなる。

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究4(2年)		
開講期	秋学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 博士(理学)	名和 範人	

授業の概要・到達目標

修士論文のテーマを決めて当該分野で重要度が高い文献を読み、その結果の数学的内容と位置づけを理解できるように、個々の学生の研究目標に応じて指導する。

非線形シュレーディンガー方程式や乱流などの数理解析に関連したテーマを扱い、修士論文作成に向けて準備を進めて行く。

授業内容

基本的な文献やテキストで数学的な技術を磨き、比較的新しい文献や重要な文献を精査し、研究テーマを決めて数理解析に現れる非線形問題などに取り組む。

乱流や流体の方程式に関係したテーマを選んだ場合のモデルケースとしては、次のように進める。

非線形問題へのアプローチの一つの例として、乱流を数学的に記述するためのモデルの構成や、そのモデル方程式の解の性質を解析する数学的方法論を学びつつ、その性質と実際の現象と関係を論じる。

第1回：コルモゴロフの乱流理論

第2回：乱流に対するオンサーガーの予想

第3回：コルモゴロフの乱流理論の現代的な定式化

(1) ナヴィエ=ストークス方程式の散逸的弱解

第4回：コルモゴロフの乱流理論の現代的な定式化

(2) ランダムな外力と弱解の正則性

第5回：コルモゴロフの乱流理論の現代的な定式化

(3) 解の族の統計法則としての乱流

第6回：コルモゴロフの乱流理論の現代的な定式化

(4) 数学的な課題

第7回：オンサーガー予想と現代の方程式論

(1) オイラー方程式の解の正則性

第8回：オンサーガー予想と現代の方程式論

(2) 散逸的な弱解と乱流

第9回：オンサーガー予想と現代の方程式論

(3) 散逸的な弱解の存在

第10回：オンサーガー予想と現代の方程式論

(4) 散逸的な弱解とエネルギー散逸率

第11回：ナヴィエ=ストークス方程式とオイラー方程式

(1) 二つの方程式の解の関係性

第12回：ナヴィエ=ストークス方程式とオイラー方程式

(2) 現代のコルモゴロフ基本仮説

第13回：統計力学的な乱流の定式化は可能か

(1) オイラー方程式の散逸的弱解の族の統計則

第14回：統計力学的な乱流の定式化は可能か

(2) 擬似的なギブス測度と数学的な定式化

履修上の注意

課題に対して真摯に取り組むこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

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

教科書

必要があれば指定するが、テーマに沿った文献に自ら当たることが重要である。

参考書

適宜、指定する。また、テーマに則って自ら文献を探すこと。

課題に対するフィードバックの方法

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

成績評価の方法

テキストや論文の輪読を通して、発表への取り組み方、テキストや論文の内容の理解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40%、研究成果60%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。

その他

上記の「授業内容」は一つの例であって、選んだテーマによって異なったものとなる。

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻		備考	
科目名	幾何学研究1(1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(数理学) 野原 雄一		

授業の概要・到達目標

多様体や微分形式などの幾何学の基本的な概念をゼミ形式で学ぶ。なお、受講者の習熟度や研究テーマによっては内容が変わることがある。

幾何学の基本的な概念を理解し、それを自由に使いこなせるようになることを目標とする。

授業内容

幾何学の文献を輪講する。内容は学生により変わるため、以下はあくまで一例である。

- [第1回] 導入
- [第2回] 多様体
- [第3回] 多様体の例
- [第4回] 1の分割
- [第5回] 接ベクトル
- [第6回] ベクトル場
- [第7回] 多様体の間の写像
- [第8回] 写像の微分
- [第9回] 微分形式
- [第10回] 微分形式の演算
- [第11回] 微分形式の積分
- [第12回] Stokesの定理
- [第13回] Stokesの定理の証明
- [第14回] まとめと展望

履修上の注意

準備学習(予習・復習等)の内容

発表者はテキストをよく読み、発表のための準備を念入りにしておくこと。

教科書

学生との相談のうえ決める。例として以下を挙げておく。
『多様体の基礎』、松本幸夫(東京大学出版会)
『幾何学①多様体入門』、坪井俊(東京大学出版会)

参考書

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

成績評価の方法

文献の理解度、発表、議論への参加態度などを総合して評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻		備考	
科目名	幾何学研究2(1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(数理学) 野原 雄一		

授業の概要・到達目標

多様体上で幾何学を展開するために必要な事柄を学ぶ。内容は受講者との相談のうえ決めるが、例えばホモロジーとコホモロジー、ベクトル束とその曲率などが考えられる。

多様体上の幾何学の基礎を理解し、修士論文に向けて研究していく分野を決定することを目標とする。

授業内容

各学生が選んだテーマの文献を輪講する。以下は一例である。

- [第1回] ホモロジー群
- [第2回] コホモロジー群
- [第3回] de Rhamの定理
- [第4回] de Rhamの定理の証明
- [第5回] Riemann多様体
- [第6回] Hodgeの定理
- [第7回] ベクトル束
- [第8回] 接束
- [第9回] 接続
- [第10回] ベクトル束の曲率
- [第11回] 曲率と特性類(1)
- [第12回] 曲率と特性類(2)
- [第13回] 特性類とその応用
- [第14回] まとめ

履修上の注意

幾何学研究1で学んだ内容を理解していることを仮定する。

準備学習(予習・復習等)の内容

発表者はテキストをよく読み、発表のための準備を念入りにしておくこと。

教科書

学生との相談のうえ決める。例として以下を挙げておく。
『微分形式の幾何学』、森田茂之(岩波書店)
『幾何学③微分形式』、坪井俊(東京大学出版会)

参考書

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

成績評価の方法

文献の理解度、発表、議論への参加態度などを総合して評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻	備考		
科目名	幾何学研究3 (2年)		
開講期	春学期集中	単位	演4
担当者	専任准教授 博士(数理学) 野原 雄一		

授業の概要・到達目標

各学生が選んだ分野・研究テーマの基礎的な概念を学ぶ。内容は例えば、シンプレクティック幾何や微分幾何、ゲージ理論などが考えられる。

学生自身が選んだ分野の基本的な概念や手法を理解し、研究課題を設定できるようになることを目標とする。

授業内容

各学生が選んだ分野の文献を輪講する。以下は一例である。

- [第1回] Lie群
- [第2回] Lie群の作用
- [第3回] シンプレクティック多様体
- [第4回] Lagrange部分多様体
- [第5回] Hamiltonベクトル場
- [第6回] Hamilton作用
- [第7回] 運動量写像
- [第8回] シンプレクティック商
- [第9回] シンプレクティック商の例
- [第10回] 完全可積分系
- [第11回] トーリック多様体
- [第12回] 代数多様体としてのトーリック多様体
- [第13回] トーリック多様体のトポロジー
- [第14回] まとめ

履修上の注意

幾何学研究1、2で学んだ内容を理解していることを仮定する。

準備学習(予習・復習等)の内容

発表者はテキストをよく読みし、発表のための準備を念入りにしておくこと。

教科書

学生との相談のうえ決める。例として以下を挙げておく。
 『Torus Actions on Symplectic Manifolds』, Michele Audin (Birkhauser)
 『接続の微分幾何とゲージ理論』, 小林昭七(裳華房)
 『Riemannian Geometry and Geometric Analysis』, Jurgen Jost (Springer)

参考書

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

成績評価の方法

文献の理解度、発表、議論への参加態度などを総合して評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻	備考		
科目名	幾何学研究4 (2年)		
開講期	秋学期集中	単位	演4
担当者	専任准教授 博士(数理学) 野原 雄一		

授業の概要・到達目標

各学生が選んだテーマについて考察し、課題の解決を目指す。また、必要に応じて研究に関わる理論を文献で学ぶ。研究の結果やそれまでに学んだことを修士論文にまとめることが最終的な目標である。

授業内容

- [第1回] 文献の輪講、研究課題の考察、議論
- [第2回] 文献の輪講、研究課題の考察、議論
- [第3回] 文献の輪講、研究課題の考察、議論
- [第4回] 文献の輪講、研究課題の考察、議論
- [第5回] 文献の輪講、研究課題の考察、議論
- [第6回] 文献の輪講、研究課題の考察、議論
- [第7回] 研究課題の考察、議論
- [第8回] 研究課題の考察、議論
- [第9回] 研究課題の考察、議論
- [第10回] 研究課題の考察、議論
- [第11回] 研究成果のまとめ
- [第12回] 研究成果のまとめ
- [第13回] 研究成果のまとめ
- [第14回] 研究発表の準備

履修上の注意

幾何学研究1、2、3で学んだ内容を理解していることを仮定する。

準備学習(予習・復習等)の内容

発表のための準備を念入りにしておくこと。

教科書

学生との相談のうえ決める。

参考書

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

成績評価の方法

文献の理解度、発表、議論への参加態度などを総合して評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究1(1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光		

指導テーマ

非線形偏微分方程式

進行計画

博士前期課程1年次は、偏微分方程式に関連したテキストを輪読する。

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

先端数理科学課題研究1と並行して偏微分方程式に関連したテキストを輪読する。波動方程式・熱方程式・ラプラス方程式といった基本的な偏微分方程式について基礎知識の再確認と習熟を目指す。

「到達目標」

偏微分方程式に関連したテキストを輪読し、基礎事項の習得および問題解決能力の向上を目指す。

授業内容

- 第1回：波動方程式の導出
- 第2回：無限区間における波動方程式
- 第3回：半無限区間における波動方程式
- 第4回：有限区間における波動方程式
- 第5回：フーリエの方法と定常振動
- 第6回：エネルギー不等式と定常振動
- 第7回：熱方程式の導出
- 第8回：熱方程式と基本解
- 第9回：熱方程式の初期値問題
- 第10回：有限区間における熱方程式とフーリエの方法
- 第11回：熱方程式の最大値原理，解の比較，解の一意性
- 第12回：ラプラス方程式の境界値問題
- 第13回：調和関数と平均値の性質
- 第14回：ラプラス方程式の最大値原理，比較定理，固有値問題

履修上の注意

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。

教科書

『偏微分方程式入門』神保秀一(共立出版)

参考書

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。

成績評価の方法

テキストや論文の輪読を通して、発表への取り組み方、テキストや論文の内容の理解度、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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究2(1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光		

指導テーマ

非線形偏微分方程式

進行計画

博士前期課程1年次は、偏微分方程式に関連したテキストを輪読する。

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

先端数理科学課題研究2と並行して偏微分方程式に関連したテキストを輪読する。特に関数解析の基礎事項を習得し、楕円型方程式への応用を目指す。

「到達目標」

偏微分方程式に関連したテキストを輪読し、基礎事項の習得および問題解決能力の向上を目指す。

授業内容

- 第1回：ヒルベルト空間入門
- 第2回：有界線形作用素
- 第3回：有界線形汎関数
- 第4回：リースの表現定理
- 第5回：共役作用素，コンパクト作用素
- 第6回：ヒルベルト・シュミットの定理
- 第7回：ミニマックス法
- 第8回：弱収束
- 第9回：関数の弱微分
- 第10回：ソボレフ空間の性質，高階のソボレフ空間
- 第11回：2階楕円型方程式の弱解
- 第12回：グリーン作用素
- 第13回：固有関数の滑らかさ
- 第14回：楕円型作用素の固有値の特徴付け

履修上の注意

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。

教科書

『偏微分方程式入門』神保秀一(共立出版)

参考書

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。

成績評価の方法

テキストや論文の輪読を通して、発表への取り組み方、テキストや論文の内容の理解度、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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究3（2年）		
開講期	春学期集中	単位	演4
担当者	専任准教授 博士（理学） 廣瀬 宗光		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

変分的方法を用いて、楕円型方程式の境界値問題に対する解の存在や一意性を論じる。また、関数解析の基礎知識を確認しながら、峠の補題やブートストラップ論法などを扱う。

「到達目標」

楕円型方程式の解の存在や一意性を検証するために用いられている、様々な方法の習得を目標とする。

授業内容

- 第1回：超関数の意味での微分
- 第2回：ソボレフ空間，ポワンカレの不等式
- 第3回：古典解と弱解
- 第4回：フレッシュ微分
- 第5回：極値の存在
- 第6回：反射的バナッハ空間
- 第7回：最小化点が存在するための十分条件
- 第8回：楕円型方程式の境界値問題に対する弱解の存在について（第7回の内容に関連して）
- 第9回：パレー・スメイル条件
- 第10回：峠の補題
- 第11回：楕円型方程式の境界値問題に対する弱解の存在について（第10回の内容に関連して）
- 第12回：ブートストラップ論法
- 第13回：楕円型方程式の球対称解について
- 第14回：楕円型方程式の境界値問題に対する古典解の一意存在性について

履修上の注意

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。

教科書

参考書

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。

成績評価の方法

テキストや論文の輪読を通して、発表への取り組み方、テキストや論文の内容の理解度、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。

その他

指導テーマ

非線形偏微分方程式

進行計画

博士前期課程2年次の目標は修士学位請求論文の作成である。

- 春学期中に研究テーマの選定を行う。
- 11月までに、研究成果をまとめ、同時に内容の精査を行う。
- 翌年の1月中に、論文を完成させる。
- 翌年2月に面接試問を行う。

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究4 (2年)		
開講期	秋学期集中	単位	演4
担当者	専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

数理解析研究4では、例えば反応拡散方程式やシュレーディンガー方程式に関連するテーマを定めて研究活動を行う。

「到達目標」

数理解析研究4では、偏微分方程式に関連する分野から自ら問題を見つけ解決する能力を養う。

授業内容

- 第1回：反応拡散方程式の自己相似解について
- 第2回：自己相似解の満たす楕円型方程式について
- 第3回：自己相似解の漸近挙動について
- 第4回：自己相似解の解集合構造について
- 第5回：反応拡散方程式の優解と劣解について
- 第6回：解の比較定理について
- 第7回：反応拡散方程式の優解と劣解の構成について
- 第8回：反応拡散方程式の時間大域解の存在について
- 第9回：反応拡散方程式の時間大域解の漸近挙動について
- 第10回：反応拡散方程式の時間大域解の非存在について
- 第11回：シュレーディンガー方程式の定在波解について
- 第12回：定在波解の満たす楕円型方程式について
- 第13回：定在解の解集合構造について
- 第14回：急減衰する正值定在波の存在について

履修上の注意

研究の進捗状況を随時報告すること。

準備学習（予習・復習等）の内容

1年次および2年次春学期に勉強した内容を駆使して研究活動を行うことになる。必要に応じて復習すること。

教科書

参考書

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。

成績評価の方法

研究への取り組み方、および研究成果を判定し評価する。評点の配分割合は、研究への取り組み方20%、研究成果80%とする。以上の合計により、60%以上を合格とする。

その他

指導テーマ

非線形偏微分方程式

進行計画

博士前期課程2年次の目標は修士学位請求論文の作成である。

- 春学期中に研究テーマの選定を行う。
- 11月までに、研究成果をまとめ、同時に内容の精査を行う。
- 翌年の1月中に、論文を完成させる。
- 翌年2月に面接試験を行う。

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究1(1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	松岡 直之	

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。発表に足る成果が挙げられている場合は研究発表の機会を用意することもある。

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

学部で学んだことを基礎としながら、テキストや学術論文を用いた輪講を行う。

「到達目標」

可換環論研究上必須となるホモロジー代数的な研究手法を学ぶ。

授業内容

以下はあくまでも一例である。履修者の学習の進捗状況に合わせて変更する。

- [第1回] 射影加群と射影分解
- [第2回] Ext函手
- [第3回] Extの長完全列
- [第4回] Tor函手
- [第5回] 入射加群
- [第6回] 入射分解と入射次元
- [第7回] 正則局所環
- [第8回] 正則列と加群の深さ
- [第9回] Cohen-Macaulay環とCohen-Macaulay加群
- [第10回] 非混合定理
- [第11回] Gorenstein環
- [第12回] 係数拡大と環論的性質
- [第13回] Matlis双対
- [第14回] まとめ

履修上の注意

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。

教科書

以下は一例である。

可換環論の勘どころ 後藤四郎 著(共立出版)

可換環論 後藤四郎・渡辺敬一 著(日本評論社)

Introduction to Commutative Algebra, M. F. Atiyah-I. G. MacDonald著(Addison-Wesley Series in Mathematics)

Homological Methods in Commutative Algebra, Shiro Goto著(Graduate Lecture Series, Institute of Mathematics, Vietnam Academy of Science and Technology)

参考書

代数学1 群論入門 雪江明彦 著

代数学2 環と体とガロア理論 雪江明彦 著

代数学3 代数学のひろがり 雪江明彦 著

Cohen-Macaulay Rings, W. Bruns-J. Herzog著

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。

成績評価の方法

輪読の発表の様子と研究の進捗状況により評価する。

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究2 (1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	松岡 直之	

成績評価の方法

輪読の発表の様子と研究の進捗状況により評価する。

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。発表に足る成果が挙げられている場合は研究発表の機会を用意することもある。

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

テキストや学術論文を用いた輪講により、ホモロジー代数的な手法を学習する。

「到達目標」

可換環論における重要な概念や、不変量の計算方法を学ぶことが目標である。

授業内容

以下はあくまでも一例である。履修者の学習の進捗状況に合わせて変更する。

- [第1回] Koszul複体
- [第2回] 局所コホモロジー
- [第3回] 局所コホモロジーによる環と加群の不変量の特徴づけ
- [第4回] 正準加群
- [第5回] 正準加群を用いたGorenstein環の特徴づけ
- [第6回] 局所双対性
- [第7回] Serreの条件
- [第8回] Rees代数と随伴次数環
- [第9回] Hilbert-Burchの定理
- [第10回] 具体例の解析
- [第11回] Euler標数と重複度
- [第12回] 重複度の結合法則
- [第13回] 巴系イデアルに付随する重複度とCohen-Macaulay性
- [第14回] まとめ

履修上の注意

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。

教科書

以下は一例である。

可換環論の勘どころ 後藤四郎 著(共立出版)

可換環論 後藤四郎・渡辺敬一 著(日本評論社)

Introduction to Commutative Algebra, M. F. Atiyah-I. G. MacDonald著(Addison-Wesley Series in Mathematics)

Homological Methods in Commutative Algebra, Shiro Goto著(Graduate Lecture Series, Institute of Mathematics, Vietnam Academy of Science and Technology)

参考書

代数学1 群論入門 雪江明彦 著

代数学2 環と体とガロア理論 雪江明彦 著

代数学3 代数学のひろがり 雪江明彦 著

Cohen-Macaulay Rings, W. Bruns-J. Herzog著

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。

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究3(2年)		
開講期	春学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 博士(理学)	松岡 直之	

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

1年次に得た知識を基礎として、可換環論研究に従事する。

「到達目標」

自分自身の問いを発見し、その解決の道筋を自ら導き出すプロセスを経験することが目標である。

授業内容

- [第1回] 研究テーマの選定
- [第2回] 研究テーマに関する動向の確認
- [第3回] 研究テーマに関する考察(1)
- [第4回] 研究テーマに関する考察(2)
- [第5回] 研究テーマに関する考察(3)
- [第6回] 研究テーマに関する考察(4)
- [第7回] 研究テーマに関する考察(5)
- [第8回] 研究テーマに関する考察(6)
- [第9回] 得られた成果のまとめ
- [第10回] 成果の精査と発展(1)
- [第11回] 成果の精査と発展(2)
- [第12回] 未解決問題の確認
- [第13回] 今後の研究方針の確認
- [第14回] まとめ

履修上の注意

準備学習(予習・復習等)の内容

日常的な研究の推進およびそれを他者へ説明する用意が必須である。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。

教科書

参考書

- 可換環論 後藤四郎・渡辺敬一 著
- 代数学1 群論入門 雪江明彦 著
- 代数学2 環と体とガロア理論 雪江明彦 著
- 代数学3 代数学のひろがり 雪江明彦 著
- Introduction to Commutative Algebra, M. F. Atiyah-I. G. MacDonald著
- Homological Methods in Commutative Algebra, Shiro Goto著
- Cohen-Macaulay Rings, W. Bruns-J. Herzog著
- Local Cohomology, M. P. Brodmann-R. Y. Sharp著
- Integral closure of ideals, rings, and modules, I. Swanson-C. Huneke著

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。

成績評価の方法

研究への取り組みと進捗状況により評価する。

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。発表に足る成果が挙げられている場合は研究発表の機会を用意することもある。

科目ナンバー：(ST) MAT612J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学研究4(2年)		
開講期	秋学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 博士(理学)	松岡 直之	

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。発表に足る成果が挙げられている場合は研究発表の機会を用意することもある。

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

代数学研究3で実施した研究を継続して行い、さらなる発展を目指す。

「到達目標」

自ら選んだ研究テーマに関して、自ら得た成果を発表する経験を持つことが目標である。

授業内容

- [第1回] 研究テーマに関する考察(1)
- [第2回] 研究テーマに関する考察(2)
- [第3回] 研究テーマに関する考察(3)
- [第4回] 研究テーマに関する考察(4)
- [第5回] 研究テーマに関する考察(5)
- [第6回] 研究テーマに関する考察(6)
- [第7回] 得られた成果のまとめ
- [第8回] 成果の精査
- [第9回] 論文執筆の準備・指導
- [第10回] 論文執筆の進捗状況確認
- [第11回] 未解決問題の確認
- [第12回] 今後の研究方針の確認
- [第13回] 論文構想の確認
- [第14回] 論文の完成と最終確認

履修上の注意

準備学習(予習・復習等)の内容

日常的な研究の推進およびそれを他者へ説明する用意が必須である。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。

教科書

参考書

- 可換環論 後藤四郎・渡辺敬一 著
- 代数学1 群論入門 雪江明彦 著
- 代数学2 環と体とガロア理論 雪江明彦 著
- 代数学3 代数学のひろがり 雪江明彦 著
- Introduction to Commutative Algebra, M. F. Atiyah-I. G. MacDonald著
- Homological Methods in Commutative Algebra, Shiro Goto著
- Cohen-Macaulay Rings, W. Bruns-J. Herzog著
- Local Cohomology, M. P. Brodmann-R. Y. Sharp著
- Integral closure of ideals, rings, and modules, I. Swanson-C. Huneke著

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。

成績評価の方法

研究への取り組みと修士論文の出来栄により評価する。

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究1 (1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 宮部 賢志		

授業の概要・到達目標

計算可能性理論を学ぶ。特にTuring次数の構造について学ぶ。
計算不可能性の階層を理解することが目標である。

授業内容

- [第1回] Turing machines and Unsolvable Problems
- [第2回] Computable Enumerable Sets
- [第3回] Elementary Lachlan Games
- [第4回] Relative Computability
- [第5回] Oracle Graphs of Turing Functional
- [第6回] Turing Degrees and the Jump Operator
- [第7回] Limit Computable Sets and Domination
- [第8回] The Limit Lemma
- [第9回] Trees and the Low Basis Theorem
- [第10回] The Arithmetical Hierarchy
- [第11回] Post's Theorem
- [第12回] Sigma_n-Complete Sets
- [第13回] Degrees of Computably Enumerable Sets
- [第14回] Simple Sets and the Permitting Method

履修上の注意

授業は輪講形式で行う。

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。

教科書

Turing Computability, Theory and Applications, Robert I. Soare, Springer

参考書

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

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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究2 (1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 宮部 賢志		

授業の概要・到達目標

実数上の関数の計算可能性について学ぶ。本理論では実数を無限文字列として表現することで、実関数の計算可能性は文字列上の関数の計算可能性から自然に導入される。零点の計算や微分・積分などの計算可能性や計算不可能性を理解する。

解析学の計算可能性について理解し、厳密計算の概念を理解することが目標である。

授業内容

- [第1回] 計算可能解析学の概要
- [第2回] タイプ2機械
- [第3回] 計算可能関数の連続性
- [第4回] 集合の計算可能性
- [第5回] 表現とは
- [第6回] 実数の様々な表現
- [第7回] 計算可能な実数
- [第8回] 計算可能な実関数
- [第9回] 実数上の集合の計算可能性
- [第10回] 連続関数の計算可能性
- [第11回] 零点の計算可能性
- [第12回] 微分の計算可能性
- [第13回] 積分の計算可能性
- [第14回] 解析関数の計算可能性

履修上の注意

「数理解析研究1」をあらかじめ履修しておくこと。
授業は輪講形式で行う。

準備学習 (予習・復習等) の内容

計算の理論について習熟しておくこと。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。

教科書

「Computable Analysis: An Introduction」, Weihrauch, Springer

参考書

「Computability in Analysis and Physics」, Pour-El, Richards, Springer

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

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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究3(2年)		
開講期	春学期集中	単位	演4
担当者	専任准教授 博士(理学) 宮部 賢志		

授業の概要・到達目標

計算可能性の理論と確率論を基礎として、文字列の複雑さを数学的に定式化したコルモゴロフ複雑性について学ぶ。

有限文字列の複雑性と計算可能性の関係について理解することが目標である。

授業内容

- [第1回] コルモゴロフ複雑性の理論の概要
- [第2回] 確率論の基礎
- [第3回] 計算可能性理論の基礎
- [第4回] 情報理論の基礎
- [第5回] 複雑性C:不変定理
- [第6回] 複雑性C:圧縮不可能性
- [第7回] 複雑性C:発散速度と計算不可能性
- [第8回] 複雑性C:ランダムな有限文字列
- [第9回] 複雑性C:有限列の統計的性質
- [第10回] 複雑性K:不変定理
- [第11回] 複雑性K:KC定理
- [第12回] 複雑性K:符号定理と計数定理
- [第13回] 複雑性K:結合文字列の複雑性
- [第14回] 複雑性K:複雑性の計算可能性

履修上の注意

「数理解析研究1」をあらかじめ履修しておくこと。
授業は輪講形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

計算の理論について習熟しておくこと。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。

教科書

「An Introduction to Kolmogorov Complexity and Its Applications」, Li, Vitanyi, Springer

参考書

「Computability and Randomness」, Nies, Oxford University Press

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

成績評価の方法

平常における発表・討論への参加姿勢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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻	備考		
科目名	数理解析研究4(2年)		
開講期	秋学期集中	単位	演4
担当者	専任准教授 博士(理学) 宮部 賢志		

授業の概要・到達目標

本講義では2進無限文字列のランダム性の理論を学ぶ。ランダム性は計算可能性の理論とコルモゴロフ複雑性を基礎として定義される。その上で、いくつかの同値な特徴付けや、ランダム性の基本的な性質、計算可能性との関連を見る。

2進無限文字列のランダム性と計算可能性の関係について理解することが目標である。

授業内容

- [第1回] ランダムネスの理論の概要
- [第2回] 計算可能性理論の基礎
- [第3回] カントール空間上の測度と計算可能性
- [第4回] コルモゴロフ複雑性による有限文字列のランダム性
- [第5回] マーティンレフのランダム性
- [第6回] 万能検定
- [第7回] レビン・シュノールの定理
- [第8回] ランダム列の統計的性質
- [第9回] チャイティンの停止確率
- [第10回] ソロベイ還元性
- [第11回] 独立性定理
- [第12回] マルチンゲール
- [第13回] マルチンゲールによるランダム性の特徴付け
- [第14回] シュノールのランダム性, 計算可能ランダム性

履修上の注意

「数理解析研究1」「数理解析研究3」をあらかじめ履修しておくこと。

授業は輪講形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

計算の理論およびコルモゴロフ複雑性の理論について習熟しておくこと。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。

教科書

「Computability and Randomness」, Nies, Oxford University Press

参考書

「Algorithmic Randomness and Complexity」, Downey, Hirschfeldt, Springer

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

成績評価の方法

平常における発表・討論への参加姿勢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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻		備考	
科目名	数理解析研究1 (1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊		

授業の概要・到達目標

受講者とテーマを吟味し、必要に応じてテキストや論文を輪読
修士論文準備レベルに到達することが目標

授業内容

- [第1回] 非線型現象の研究1
- [第2回] 非線型現象の研究2
- [第3回] 非線型現象の研究3
- [第4回] 非線型現象の研究4
- [第5回] 非線型現象の研究5
- [第6回] 非線型現象の研究6
- [第7回] 非線型現象の研究7
- [第8回] 非線型解析の研究1
- [第9回] 非線型解析の研究2
- [第10回] 非線型解析の研究3
- [第11回] 非線型解析の研究4
- [第12回] 非線型解析の研究5
- [第13回] 非線型解析の研究6
- [第14回] 非線型解析の研究7

履修上の注意

原則として、欠席、遅刻を認めない。

準備学習（予習・復習等）の内容

真摯な学習

教科書

適宜提示

参考書

適宜提示

課題に対するフィードバックの方法

適宜解説

成績評価の方法

研究姿勢を総合的に評価

その他

内容は変更の可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻		備考	
科目名	数理解析研究2 (1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊		

授業の概要・到達目標

受講者とテーマを吟味し、必要に応じてテキストや論文を輪読。
修士論文準備レベルの研究達成が目標。

授業内容

- [第1回] 非線型現象の研究1
- [第2回] 非線型現象の研究2
- [第3回] 非線型現象の研究3
- [第4回] 非線型現象の研究4
- [第5回] 非線型現象の研究5
- [第6回] 非線型現象の研究6
- [第7回] 非線型現象の研究7
- [第8回] 非線型解析の研究1
- [第9回] 非線型解析の研究2
- [第10回] 非線型解析の研究3
- [第11回] 非線型解析の研究4
- [第12回] 非線型解析の研究5
- [第13回] 非線型解析の研究6
- [第14回] 非線型解析の研究7

履修上の注意

原則として、欠席、遅刻を認めない。

準備学習（予習・復習等）の内容

真摯な学習

教科書

適宜提示

参考書

適宜提示

課題に対するフィードバックの方法

適宜解説

成績評価の方法

研究姿勢を総合的に評価

その他

内容は変更の可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻		備考	
科目名	数理解析研究3(2年)		
開講期	春学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊		

授業の概要・到達目標

受講者とテーマを吟味し、必要に応じてテキストや論文を輪読。
修士論文の完成レベルが到達目標である。

授業内容

- [第1回] 非線型現象の研究1
- [第2回] 非線型現象の研究2
- [第3回] 非線型現象の研究3
- [第4回] 非線型現象の研究4
- [第5回] 非線型現象の研究5
- [第6回] 非線型現象の研究6
- [第7回] 非線型現象の研究7
- [第8回] 非線型解析の研究1
- [第9回] 非線型解析の研究2
- [第10回] 非線型解析の研究3
- [第11回] 非線型解析の研究4
- [第12回] 非線型解析の研究5
- [第13回] 非線型解析の研究6
- [第14回] 非線型解析の研究7

履修上の注意

原則として、欠席、遅刻を認めない。

準備学習(予習・復習等)の内容

真摯な学習

教科書

適宜提示

参考書

適宜提示

課題に対するフィードバックの方法

適宜解説

成績評価の方法

研究姿勢を総合的に評価する。

その他

講義内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT642J			
数学専攻		備考	
科目名	数理解析研究4(2年)		
開講期	秋学期集中	単位	演4
担当者	専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊		

授業の概要・到達目標

受講者とテーマを吟味し、必要に応じてテキストや論文を輪読する。
修士論文の完成レベルが到達目標である。

授業内容

- 第1回：非線型現象の研究1
- 第2回：非線型現象の研究2
- 第3回：非線型現象の研究3
- 第4回：非線型現象の研究4
- 第5回：非線型現象の研究5
- 第6回：非線型現象の研究6
- 第7回：非線型現象の研究7
- 第8回：非線型解析の研究1
- 第9回：非線型解析の研究2
- 第10回：非線型解析の研究3
- 第11回：非線型解析の研究4
- 第12回：非線型解析の研究5
- 第13回：非線型解析の研究6
- 第14回：非線型解析の研究7

履修上の注意

原則として、欠席、遅刻を認めない。

準備学習(予習・復習等)の内容

真摯な学習

教科書

適宜提示

参考書

適宜提示

課題に対するフィードバックの方法

適宜解説

成績評価の方法

研究姿勢を総合的に評価する。

その他

講義内容は変更する可能性がある。

指導テーマ

受講者と相談しながら決める。

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻	備考		
科目名	幾何学研究1(1年)		
開講期	春学期集中	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理科学) 吉田 尚彦		

授業の概要・到達目標

幾何学研究1では、Lie群とLie環に関連したテキストを輪講する。基礎事項の習得を目指し、Hamilton群作用を研究するための準備とする。

幾何学の基本的かつ重要な研究対象であるLie群とLie環の基本事項を習得することを目標とする。

授業内容

- 第1回：位相群
- 第2回：位相群の部分空間と商空間
- 第3回：位相群の同型と準同型
- 第4回：位相群の連結成分
- 第5回：位相群の等質空間、局所コンパクト群
- 第6回：Lie群とLie環
- 第7回：Lie群上の不変微分形式
- 第8回：1パラメータ部分群と指数写像
- 第9回：Lie群の例
- 第10回：複素Lie群と複素Lie環
- 第11回：Lie群のLie部分群
- 第12回：線型Lie群
- 第13回：Lie群の商空間および商群
- 第14回：Lie群の同型と準同型、Lie群の表現

履修上の注意

輪講形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

発表者はもちろんのこと、それ以外の履修者も事前に教科書を読み、内容を把握すること。

定理の証明などで講義で説明しきれなかった箇所があった場合は、各自で細部を詰める努力をすること。

教科書

テキストの例をあげる。
「多様体入門」松島与三著、裳華房

参考書

課題に対するフィードバックの方法

ゼミ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。

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、文献の内容の理解度などを総合的に評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT622J			
数学専攻	備考		
科目名	幾何学研究2(1年)		
開講期	秋学期集中	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理科学) 吉田 尚彦		

授業の概要・到達目標

幾何学研究2では、ベクトル束、ファイバー束と特性類に関連したテキストを輪講する。Hamilton群作用を研究するための準備とする。

幾何学の基本的かつ重要な研究対象であるファイバー束、ベクトル束と特性類の基本事項を習得することを目標とする。

授業内容

- 第1回：ベクトル束
- 第2回：測地線
- 第3回：共変微分
- 第4回：接ベクトルの平行移動と曲率
- 第5回：ベクトル束の接続
- 第6回：ベクトル束の曲率
- 第7回：接続形式と曲率形式
- 第8回：Pontrijagin類
- 第9回：Chern類
- 第10回：Euler類
- 第11回：ファイバー束と主束
- 第12回： S^1 束とEuler類
- 第13回：接続、曲率
- 第14回：Chern-Weil理論

履修上の注意

輪講形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

発表者はもちろんのこと、それ以外の履修者も事前に教科書を読み、内容を把握すること。

定理の証明などで講義で説明しきれなかった箇所があった場合は、各自で細部を詰める努力をすること。

教科書

テキストの例をあげる：
「微分形式の幾何学」、森田茂之、岩波書店

参考書

課題に対するフィードバックの方法

ゼミ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。

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、文献の内容の理解度などを総合的に評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 理学博士	藏野 和彦	

授業の概要・到達目標

代数学研究1の内容を補うために、別の種類の教科書を輪読する。可換環論・代数幾何学の深い理解を目指す。
教科書を輪読する。可換環論・代数幾何学の深い理解を目指す。学生は、研究内容を黒板の前で発表する。

授業内容

- 第1回：イントロダクション
- 第2回：テキストの輪読と研究の準備(局所化とスペクトル)
- 第3回：テキストの輪読と研究の準備(Hilbert零点定理と次元論初歩)
- 第4回：テキストの輪読と研究の準備(素因子と準素分解)
- 第5回：テキストの輪読と研究の準備(平坦性)
- 第6回：テキストの輪読と研究の準備(完備化とArtin-Reesの定理)
- 第7回：テキストの輪読と研究の準備(整拡大)
- 第8回：テキストの輪読と研究の準備(一般付値)
- 第9回：テキストの輪読と研究の準備(DVR, Dedekind環)
- 第10回：テキストの輪読と研究の準備(Krull環)
- 第11回：テキストの輪読と研究の準備(次数環, Hilbert関数, Samuel関数)
- 第12回：テキストの輪読と研究の準備(巴系と重複度)
- 第13回：テキストの輪読と研究の準備(拡大環の次元)
- 第14回：テキストの輪読と研究の準備(正則列とKoszul複体)

履修上の注意

必ず予習しておくこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

必ず予習しておくこと。

教科書

松村英之, 可換環論, 共立出版

参考書

特になし

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。

成績評価の方法

発表70%, レポート30%で、60%以上を単位修得の条件とする。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 理学博士	藏野 和彦	

授業の概要・到達目標

代数学研究2の内容を補うために、別の種類の教科書を輪読する。可換環論・代数幾何学の深い理解を目指す。
教科書を輪読する。可換環論・代数幾何学の深い理解を目指す。学生は、研究内容を黒板の前で発表する。

授業内容

- 第1回：イントロダクション
- 第2回：テキストの輪読と研究の準備(Cohen-Macaulay環)
- 第3回：テキストの輪読と研究の準備(Gorenstein環)
- 第4回：テキストの輪読と研究の準備(正則環)
- 第5回：テキストの輪読と研究の準備(UFD)
- 第6回：テキストの輪読と研究の準備(完交環)
- 第7回：テキストの輪読と研究の準備(局所判定法)
- 第8回：テキストの輪読と研究の準備(ファイバーと平坦性)
- 第9回：テキストの輪読と研究の準備(一般自由性, 軌跡の開集合性)
- 第10回：修士論文中間発表の準備(導分と微分)
- 第11回：修士論文中間発表の準備(分離性)
- 第12回：修士論文中間発表の準備(高階導分)
- 第13回：修士論文中間発表の準備(I-順滑性)
- 第14回：修士論文中間発表の準備(完備局所環の構造定理)

履修上の注意

必ず予習しておくこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

必ず予習しておくこと。

教科書

松村英之, 可換環論, 共立出版

参考書

特になし

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。

成績評価の方法

発表70%, レポート30%で、60%以上を単位修得の条件とする。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 理学博士	藏野 和彦	

授業の概要・到達目標

ルービック・キューブは、群論を理解するためには非常に良い例である。この講義では、プリントの輪読によってルービック・キューブの群構造を学び、様々なゲームで有限群論が登場することを学ぶ。

プリントを輪読しながら、ルービック・キューブの群構造を学ぶ。

授業内容

- 第1回：イントロダクション
- 第2回：プリントの輪読(群論の復習)
- 第3回：プリントの輪読(群の直積, 交換子群)
- 第4回：プリントの輪読(分裂する短完全列)
- 第5回：プリントの輪読(反直積)
- 第6回：プリントの輪読(ルービック・キューブ群の定義)
- 第7回：プリントの輪読(演算の定義)
- 第8回：プリントの輪読(2面体, 3面体の部分群)
- 第9回：プリントの輪読(反直積としてのルービック・キューブ群)
- 第10回：プリントの輪読(ルービック・キューブ群の構造)
- 第11回：プリントの輪読(ルービック・キューブ群の構造解析)
- 第12回：プリントの輪読(実際の手法)
- 第13回：プリントの輪読(ルービック・キューブ群の位数)
- 第14回：プリントの輪読(出てくる模様と出てこない模様の区別)

履修上の注意

必ず予習してくること。

準備学習(予習・復習等)の内容

必ず予習してくること。

教科書

プリントを使用する

参考書

特になし

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。

成績評価の方法

発表70%, レポート30%で、60%以上を単位修得の条件とする。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 理学博士	藏野 和彦	

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスタを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後は、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：クラスタの構成
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備をすすめること。

準備学習(予習・復習等)の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	先端数理科学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理学) 小林 稔周		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

代数学研究1と並行して、テキストや学術論文を用いた輪講を行う。学部で学んだことを基により専門的な知識を習得する。

「到達目標」

圏論およびホモロジー代数の手法を学び、代数学への理解を深める。

授業内容

事前に相談して決めたテキストについて輪読を行う。

以下はその一例である。

- [第1回] 圏の定義と例
- [第2回] エピ射とモノ射
- [第3回] 積と余積
- [第4回] 等化子と余等化子
- [第5回] 群と圏
- [第6回] 函手
- [第7回] 自然変換
- [第8回] 極限と余極限
- [第9回] 極限と余極限2
- [第10回] 米田の補題
- [第11回] 米田の補題2
- [第12回] 随伴
- [第13回] 随伴2
- [第14回] まとめ

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

テキストの内容を事前に熟読し、理解してから発表に臨むこと。また発表自体の準備を入念に行うこと。

教科書

以下は一例である。
 圏論 原著第2版 S. アウディ著
 圏論の技法 中岡宏行著
 圏論の基礎 S. マックレーン著

参考書

課題に対するフィードバックの方法

輪読時の発表によって、テキストへの理解度、発表準備の質を直接評価する。
 また研究が進んだ場合はその内容を報告してもらい評価する。

成績評価の方法

発表および研究の内容により評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理学) 小林 稔周		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

代数学研究2と並行して、テキストや学術論文を用いた輪講を行う。学部で学んだことを基により専門的な知識を習得する。

「到達目標」

圏論およびホモロジー代数の手法を学び、代数学への理解を深める。

授業内容

事前に相談して決めたテキストについて輪読を行う。

以下はその一例である。

- [第1回] 前加法圏
- [第2回] 双積
- [第3回] 核と余核
- [第4回] アーベル圏
- [第5回] 加法関手
- [第6回] 三角圏
- [第7回] 自然変換
- [第8回] 複体
- [第9回] 複体のホモトピー
- [第10回] 圏の局所化
- [第11回] 圏の局所化2
- [第12回] 導来圏
- [第13回] 導来関手
- [第14回] まとめ

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

テキストの内容を事前に熟読し、理解してから発表に臨むこと。また発表自体の準備を入念に行うこと。

教科書

以下は一例である。
 圏論の技法 中岡宏行著
 圏論の基礎 S. マックレーン著
 層とホモロジー代数 志甫淳著

参考書

課題に対するフィードバックの方法

輪読時の発表によって、テキストへの理解度、発表準備の質を直接評価する。
 また研究が進んだ場合はその内容を報告してもらい評価する。

成績評価の方法

発表および研究の内容により評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理学) 小林 稔周		

授業の概要・到達目標

環論および関連する分野について広く学ぶ。代数学への理解を深めることが目標である。

授業内容

テキストを事前に相談して決める。以下はその一例である。

- [第1～3回] 環論の基本
- [第4～7回] 環上の加群のなす圏
- [第8～13回] 様々な代数とその表現
- [第14回] まとめ

履修上の注意

輪講形式で行う。

準備学習（予習・復習等）の内容

参加者の理解度に応じて適宜設定する。

教科書

参加者の意見に応じて決める。

参考書

テーマ決定後に適宜指定する。

課題に対するフィードバックの方法

発表を通じて、テキストへの理解度を評価する

成績評価の方法

輪講への取り組み方に対して評価する

その他

特になし。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理学) 小林 稔周		

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスタを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後は、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：クラスタの構成
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備をすすめること。

準備学習（予習・復習等）の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)		今野 宏

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、発表するという形式で行う。テキストのテーマについては、位相幾何、微分幾何、シンプレクティック幾何に関連する話題から、学生の興味に応じて決める。

幾何学についての知識を広げることが大きな目標となる。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。

授業内容

テキストを決め、輪講形式で行う。以下はひとつの例である。

- [第1回] 単体複体
- [第2回] 単体複体のホモロジー群
- [第3回] ホモロジー代数からの準備
- [第4回] 特異ホモロジー群
- [第5回] 関手性
- [第6回] ホモトピー不変性
- [第7回] 切除定理
- [第8回] 写像度と回転数
- [第9回] 不動点定理
- [第10回] ベクトル場の指数
- [第11回] 胞体分割
- [第12回] 胞体複体のホモロジー群
- [第13回] コホモロジー群
- [第14回] 射影空間のコホモロジー群

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

適宜課題を与える。

教科書

位相幾何、微分幾何、シンプレクティック幾何に関連した基礎的なテキストを、学生との話し合いにより決める。

参考書

学習の進捗状況に応じて指導する。

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。

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により総合的に評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)		今野 宏

授業の概要・到達目標

この授業では、先端数理科学課題研究1に引き続き、学生はあらかじめ教科書を読み、発表するという形式で行う。テキストのテーマについては、先端数理科学課題研究1より発展的な話題を選ぶ。

幾何学についての知識を広げることが大きな目標となる。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。

授業内容

テキストを決め、輪講形式で行う。以下はひとつの例である。

- [第1回] ド・ラームコホモロジー
- [第2回] 単体複体のコホモロジー
- [第3回] ド・ラームの定理
- [第4回] ポアンカレの補題
- [第5回] チェックコホモロジー
- [第6回] ド・ラームの定理の証明
- [第7回] ド・ラームコホモロジーの性質
- [第8回] マイヤー・ビートリス完全列
- [第9回] ド・ラームコホモロジーの計算
- [第10回] ベクトル束
- [第11回] トム類とオイラー類
- [第12回] ポアンカレ双対性
- [第13回] 複素ベクトル束のチャーン類
- [第14回] 実ベクトル束のポントリャーギン類

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

適宜課題を与える。

教科書

位相幾何、微分幾何、シンプレクティック幾何に関連した、より発展的な内容のテキストを、学生との話し合いにより決める。

参考書

研究の進捗状況に応じて指導する。

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。

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により総合的に評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	今野 宏	

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。テキストのテーマについては、幾何に関連する話題から、学生の興味に応じて決める。

受講者は、幾何を専門とする者でもよいし、他分野を専門とする者でもよい。幾何学とさまざまな他分野との関わり学ぶことが目標である。

授業内容

以下はひとつの例である。

- [第1回] ベクトル場
- [第2回] 線積分
- [第3回] ガウス・グリーンの定理
- [第4回] 曲面
- [第5回] 面積分
- [第6回] ガウスの発散定理
- [第7回] ストークスの定理
- [第8回] 静電場
- [第9回] 電位とポテンシャル
- [第10回] 定常電流の作る磁場
- [第11回] ベクトルポテンシャル
- [第12回] マックスウェルの方程式1
- [第13回] マックスウェルの方程式2
- [第14回] まとめ

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

適宜課題を与える。

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。

- 『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)
- 『双曲幾何』深谷賢治(岩波書店)
- 『動く曲面を追いかけて』儀我美一・陳蘊剛(日本評論社)

参考書

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。

成績評価の方法

発表の完成度、討論への参加態度などにより総合的に評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	今野 宏	

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスタを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後は、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明祭における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：クラスタの構成
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備をすすめること。

準備学習（予習・復習等）の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	先端数理科学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 坂元 孝志		

授業の概要・到達目標

数理解析研究1を進める中で、必要となる内容について文献(教科書, 論文)を講読する。

授業内容

授業計画

履修者が各自適切なテーマに沿って研究調査を行なう。
 例えば、ルベーク積分をテーマに選んだ場合には、新井仁之著「ルベーク積分講義」(日本評論社)をテキストに用い、概ね以下のように調査研究を進める
 第1回：ジョルダンによる面積の定義
 第2回：ジョルダンの意味で面積が測定できない図形
 第3回：ルベークの意味で面積:有界と無限
 第4回：ルベークによる面積の定義
 第5回：ルベーク測度と完全加法性
 第6回：ルベーク可測な図形
 第7回：閉集合と開集合のルベーク測度
 第8回：面積を測定できる図形の位相数学的特徴
 第9回：ルベーク可測集合族の代数と等測包
 第10回：ルベーク測度の平行移動と回転不変性
 第11回：ルベーク可測関数の定義
 第12回：単関数
 第13回：単関数のルベーク積分
 第14回：非負値可測関数に対するルベーク積分

履修上の注意

ゼミ形式で行う

準備学習(予習・復習等)の内容

選んだテキストを精読し、毎回の発表に向けて準備すること

教科書

研究課題に応じて適宜指示する

参考書

研究課題に応じて適宜指示する

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。

成績評価の方法

発表内容、発表への取り組み方、内容の理解度を合わせて評価する。
 評価の配分割合は、発表への取り組み方30%、発表内容30%、内容の理解度40%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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 坂元 孝志		

授業の概要・到達目標

数理解析研究2を進める中で、必要となる内容について文献(教科書, 論文)を講読する。

授業内容

履修者が各自適切なテーマに沿って研究調査を行なう。
 例えば、フーリエ級数をテーマに選んだ場合には、新井仁之著「フーリエ解析と関数解析」(培風館)をテキストに用い、概ね以下のように研究調査を進める
 第1回：ルベーク積分の内容から(1)：ルベークの収束定理
 第2回：ルベーク積分の内容から(2)： L^p 空間
 第3回：ルベーク積分の内容から(3)： L^p 空間とバナッハ空間
 第4回：ルベーク積分の内容から(4)：フビニの定理
 第5回：ルベーク積分の内容から(5)：フビニの定理の応用と実例
 第6回：フーリエ級数の例
 第7回：複素フーリエ級数と余弦フーリエ級数
 第8回：フーリエ級数展開できる関数
 第9回：絶対収束するフーリエ級数
 第10回：フーリエ級数の項別微分
 第11回：フーリエ級数の L^p ノルム収束
 第12回：熱方程式のフーリエ級数による解法
 第13回：電気回路の方程式とフーリエ級数
 第14回：線形作用素と微分方程式

履修上の注意

ゼミ形式で行う

準備学習(予習・復習等)の内容

各自選んだテキストを精読し、毎回の発表の準備を行うこと

教科書

適宜指示する。

参考書

適宜指示する。

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。

成績評価の方法

発表内容、発表への取り組み方、内容の理解度を合わせて評価する。
 評価の配分割合は、発表への取り組み方30%、発表内容30%、内容の理解度40%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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	M T S数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 坂元 孝志		

授業の概要・到達目標

力学系に関連する内容について、書籍、論文などを講読する。

授業内容

例えば下記の教科書の候補のうち、①「Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields」, J. Guckenheimer and P. Holmes”を使用する場合、各回の内容は以下のようにする予定である。

- 第1回：Differential Equations and Dynamical systems (Linear system, Flows)
- 第2回：Differential Equations and Dynamical systems (Nonlinear systems)
- 第3回：Differential Equations and Dynamical systems (Two dimensional flows)
- 第4回：An introduction to Chaos (Van der Pol's equation)
- 第5回：An introduction to Chaos (Lorenz Equations)
- 第6回：Local bifurcations (Bifurcation problems)
- 第7回：Local bifurcations (Center manifolds)
- 第8回：Local bifurcations (Normal Forms)
- 第9回：Local bifurcations (Codimension One Bifurcation of equilibria)
- 第10回：Local bifurcations (Codimension One Bifurcation of Maps and Periodic Orbits)
- 第11回：Averaging and Perturbation from a Geometric Viewpoint (Poincare' maps)
- 第12回：Averaging and Perturbation from a Geometric Viewpoint (Examples)
- 第13回：Averaging and Perturbation from a Geometric Viewpoint (Hamiltonian systems)
- 第14回：Averaging and Perturbation from a Geometric Viewpoint (Melnikov's Method)

履修上の注意

ゼミ形式で行う

準備学習（予習・復習等）の内容

各自選んだテキストを精読し、毎回の発表の準備を行うこと。

教科書

履修者と相談して決めるが、力学系関連のテキストとしての候補をいくつか挙げる

1. 「Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields」 J. Guckenheimer, P. Holmes, Springer
2. 「Elements of Applied Bifurcation Theory」 Y. A. Kuznetsov, Springer
3. 「力学系入門（原著第2版）—微分方程式からカオスまで—」 M.W. Hirsch, S. Smale, R. L. Devaney著, 桐木紳, 三波篤郎, 谷川清隆, 辻井正人 訳, 共立出版（あるいは「Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos, Third Edition」 M.W. Hirsch, S. Smale, R. L. Devaney, Academic Press.）
4. 「Geometrical Methods in the Theory of Ordinary Differential Equations」 V. I. Arnold, Springer
5. 「Applications of Center Manifold Theory」 J. Carr, Springer

参考書

適宜指示する。

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。

成績評価の方法

発表内容、発表への取り組み方、内容の理解度を合わせて評価する。

評価の配分割合は、発表への取り組み方30%、発表内容30%、内容の理解度40%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。

その他

ゼミ形式で行う。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 坂元 孝志		

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後には、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：クラスターの構成
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備を進めること。

準備学習(予習・復習等)の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(理学) 中島 秀太		

授業の概要・到達目標

先端数理科学課題研究1を進める中で、必要となる内容について文献(教科書、論文)を講読する。

授業内容

[第1回～14回]

履修者が各自適切なテーマに沿って研究調査を行なう。

履修上の注意

ゼミ形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

特になし。

教科書

適宜紹介する。

参考書

適宜紹介する。

課題に対するフィードバックの方法

添削し、直接伝える。

成績評価の方法

授業に取り組む態度を持って決める。

その他

特になし。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(理学)	中島 秀太	

授業の概要・到達目標

先端数理科学課題研究2を進める中で、必要となる内容について文献(教科書, 論文)を講読する。

授業内容

[第1回～14回]

履修者が各自適切なテーマに沿って研究調査を行なう。

履修上の注意

ゼミ形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

特になし。

教科書

適宜紹介する。

参考書

適宜紹介する。

課題に対するフィードバックの方法

添削し、直接伝える。

成績評価の方法

授業に取り組む態度を持って決める。

その他

特になし。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(理学)	中島 秀太	

授業の概要・到達目標

受講者は、解析学とさまざまな他分野との関わり学ぶことが授業の内容及び目標である。

授業内容

以下は一つの例である。

[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] 確率過程(マルコフ過程、マルチンゲール)

[第14回] まとめ

履修上の注意

ゼミ形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

適宜課題を与える。

教科書

参加メンバーの希望を聞いて決める。

参考書

適宜指定する。

課題に対するフィードバックの方法

その都度伝える。

成績評価の方法

参加態度(100%)により評価する。

その他

特になし。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(理学)	中島 秀太	

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後には、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：オリエンテーション（クラスターの構成）
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果 および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書（レポート）の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備をすすめること。

準備学習（予習・復習等）の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	先端数理科学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	長友 康行	

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。

たとえば、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。

より具体的には特性類や局所化定理を研究する。

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。

幾何学を舞台として、代数的、解析的な手段を駆使して研究を行う。

到達目標：多様体のベクトル束に関する特性類を定義し、理解することが目標となる。

その上で局所化定理を紹介する。

Chern-Weil理論がテーマとなる。

授業内容

- 学生の素養に応じて、授業内容は変化するであろう。
- まずはChern-Weil理論を学ぶことから始めるが、ここまでに至らない場合には多様体の基本事項を学ぶことになる。
- 第1回：主束上の接続形式の定義(の復習)
 - 第2回：リー代数上の不変多項式の理論の紹介
 - 第3回：主束上の曲率形式の定義(の復習)
 - 第4回：主束上の曲率形式と不変多項式
 - 第5回：曲率形式と不変多項式を用いた特性論の一般論の初歩
 - 第6回：不変多項式とChern-Weil理論の紹介
 - 第7回：多様体のホモロジー群
 - 第8回：多様体のコホモロジー群
 - 第9回：de Rham理論の紹介
 - 第10回：Chern-Weil理論における接続の取り換えとde Rham理論
 - 第11回：微分形式とそのサイクル上の積分
 - 第12回：複素ベクトル束の定義とChern類の定義
 - 第13回：Chern類の例
 - 第14回：Pontrjagin類の定義とその例

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。

また、多様体に関する基本的事項の修得を前提としている。

とはいえ、微分積分学、線形代数、位相に関する知識を持っていればあとは意欲次第である。

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。

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。

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。

教科書

学生の意向に沿った教科書を選定する。
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
ポット・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

参考書

S. Kobayashi and K. Nomizu: "Foundations of Differential Geometry", Interscience, New York (1963)
今野宏「微分幾何学」東京大学出版会

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。

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 50%
2. 発表能力 30%
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。

その他

指導テーマ

特性類、局所化定理など幾何学の基礎となる事柄を前提として、学生の学力に応じた指導をする。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	長友 康行	

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。

たとえば、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。

幾何学を舞台として、代数的、解析的な手段を駆使して研究を行う。

到達目標：多様体の特性類のChern-Weil理論の理解を前提として、特性類の局所化定理を理解し、使用することができるようになるのが目標である。多様体へのリー群の作用と特性類との関係がテーマである。

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。

学生の素養に応じて、授業内容は変化するであろう。まずは局所化定理の応用を学ぶことから始めるが、ここまでに至らない場合には局所化定理そのものを学ぶことになろう。

第1回：多様体への群作用の定義

第2回：群作用から決まるリー代数からベクトル場への準同型写像の理解

第3回：群作用のベクトル束への持ち上げの理解

第4回：ベクトル束への群作用と共変微分作用素の関係

第5回：不変接続とその曲率との関係

第6回：不変接続から定義されるHiggs場の定義

第7回：Higgs場と曲率が満たす方程式の紹介

第8回：群作用の固定点集合におけるHiggs場の接ベクトル空間への作用の理解

第9回：外微分作用素と内部積を用いた微分作用素の定義とその性質

第10回：微分作用素を用いた孤立特異点のみを持つ作用に対する局所化定理の証明(Berline-Vergne版)

第11回：局所化定理のBottによる証明

第12回：Berline-Vergneによる一般の局所化定理の証明

第13回：局所化定理のBottの留数定理への応用

第14回：局所化定理のPoincare-Hopfの定理、Gauss-Bonnetの定理とChernによる一般化への応用

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。

また、多様体に関する基本的事項の修得を前提としている。

とはいえ、微分積分学、線形代数、位相に関する知識を持っていればあとは意欲次第である。

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。

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。

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。

教科書

学生の意向に沿った教科書を選定する。
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

参考書

特に指定しない。

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。

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 50%
2. 発表能力 30%
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。

その他

指導テーマ

局所化定理のような幾何学の基礎となる事柄を前提として、学生の学力に応じた指導をする。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	長友 康行	

授業の概要・到達目標

概要：数学においていたるところに現れ、対称性を記述するリー群、リー代数に関する基本的な事項を学ぶ。
特にリー代数の構造や表現に重きを置く。
具体例を多用する予定である。
到達目標：リー代数に関する基本的な事項を理解し、使用することができるようになることが目標となる。
そのため、代数的準備から始めて、リー代数の表現の幾何学的意味を理解することがテーマである。

授業内容

リー代数を定義し、代数的な準備の後に、半単純リー代数を勉強していく。
第1回：リー代数の定義
第2回：リー代数の例
第3回：リー代数の部分代数
第4回：リー代数のイデアル
第5回：リー代数の準同型写像
第6回：可換リー代数
第7回：冪零リー代数
第8回：エンゲルの定理
第9回：リーの定理
第10回：リー代数の複素化
第11回：リー代数の複素化の応用、構造定理
第12回：半単純リー代数の定義
第13回：半単純リー代数の例
第14回：半単純リー代数の極大可換代数

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。

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。

教科書

J. E. Humphreys, 「Introduction to Lie Algebras and Representation Theory」, Springer

参考書

特に指定しない。

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。

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 50%
 2. 発表能力 30%
 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。

その他

指導テーマ

数学において対称性を記述する重要な概念であるリー代数の初歩を指導する。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授	博士(理学)	長友 康行

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスタを構成することから始める。

その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。

それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。

実際に発表した後には、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

第1回：クラスタの構成

第2回：研究テーマの選定

第3回～7回：調査・研究活動

第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備

第10回：研究発表会

第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証

第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備をすすめること。

準備学習(予習・復習等)の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更される可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	先端数理科学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	中村 幸男	

授業の概要・到達目標

離散数学の基礎を修得し可換環論との関連を理解する

授業内容

- 第1回：パスと閉路
- 第2回：次数
- 第3回：一筆書き問題
- 第4回：2部グラフ
- 第5回：マッチング
- 第6回：木と森
- 第7回：根付き木
- 第8回：集合システム
- 第9回：隣接行列
- 第10回：接続行列
- 第11回：隣接行列と接続行列
- 第12回：グラフの縮約
- 第13回：グラフの連結性
- 第14回：耳分解

履修上の注意

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。

教科書

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

参考書

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。

成績評価の方法

研究内容70%、発表内容30%で評価する。

その他

指導テーマ

離散数学の基礎を学び可換環論との関連を修得する

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	中村 幸男	

授業の概要・到達目標

離散数学の基礎を修得し可換環論との関連を理解する

授業内容

- 第1回：単体的複体
- 第2回：グラフに付随する単体的複体
- 第3回：Stanley-Reisner環
- 第4回：辺イデアル
- 第5回：多面体
- 第6回：局所コホモロジー
- 第7回：Hocsterの公式
- 第8回：Reisnerの定理
- 第9回：Gorenstein環
- 第10回：アレクサンダー双対性
- 第11回：標準加群
- 第12回：マトロイド
- 第13回：離散マトロイド
- 第14回：ポリマトロイド

履修上の注意

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。

教科書

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

参考書

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。

成績評価の方法

研究内容70%、発表内容30%で評価する。

その他

指導テーマ

離散数学の基礎を学び可換環論との関連を修得する

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	中村 幸男	

授業の概要・到達目標

圏論は極端に抽象化された数学であり、文字と矢印を道具として理論が進んでいく不思議な学問である。一見何の役に立つのか疑問に思えるが、いろいろな数学的現象を忠実に抽象化しており、代数・幾何・解析といった数学の分野を超えて理論の根幹をなしている。また、その抽象性ゆえ応用範囲も広く、数学のみならず物理学・計算機科学・生物学の場でも応用があると言われている。

本講義では、加群の基本的な性質から始めて、導来圏の定義と簡単な性質を導くところまでを目標とする。

授業内容

- 第1回：カテゴリーと関手
- 第2回：自然変換
- 第3回：単射と全射
- 第4回：直和と直積
- 第5回：加法圏
- 第6回：アーベル圏
- 第7回：複体のなす圏
- 第8回：ホモトピー圏
- 第9回：コホモロジーと擬同型
- 第10回：圏の局所化
- 第11回：三角圏
- 第12回：三角構造
- 第13回：導来圏
- 第14回：導来関手

履修上の注意

ゼミ形式で行う。

準備学習（予習・復習等）の内容

群論、環論、加群の理論についての基本的知識は身に付けておくこと

教科書

参考書

梶浦宏成著 数物系のための圏論 サイエンス社
中岡宏行著 圏論の技法 日本評論社

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。

成績評価の方法

研究内容70%、発表内容30%で評価する。

その他

指導テーマ

圏論を通じて、数学の各分野での融合を体験する。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	中村 幸男	

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスタを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後は、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：クラスタの構成
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備を進めること。

準備学習（予習・復習等）の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	名和 範人	

授業の概要・到達目標

将来的に非線形分散型波動方程式の解の性質や解空間の構造を研究する際の準備として、実解析的、関数解析な技術の習得を目指す。また、方程式をモデルとする現象や方程式の導出の理解にも努める。

数理科学に関する原典資料にあたり、その読解を行い、広い視野としっかりとした技術的な基盤を身につけることを目的とする。

授業内容

非線形分散型波動方程式は様々あるが、それらは数理学の各分野で、その現象を記述するモデル方程式として提唱されてきたものである。それ故に、その解の振る舞いは多種多様である。数値計算によるシミュレーションに頼ることなく、その解の構造や性質を数学的に解き明かすことは数学として重要な課題であるだけでなく、モデルの正当性を検証する意味においても意義深い。

このような研究の遂行には、超関数論、実解析、関数解析のような数学的な技術が必須である。さらには、確率解析や微分幾何、表現論などの知識もあったほうが良い。ここでは、このうち超関数や実解析的な技術の習得に重きをおいて、参考書に記載したようなテキストを選んで輪講形式で進める。例えば、非線形シュレーディンガー方程式を将来の研究テーマにしようとする場合は以下のように進める：

- 第1回：数理モデルとしての非線形シュレーディンガー方程式
- 第2回：フーリエ変換と超関数論(1)超関数の定義と例
- 第3回：フーリエ変換と超関数論(2)超関数の性質とその応用
- 第4回：ポアソン方程式とハーディー＝リトルウッドの不等式(1)定式化と証明のアイデア
- 第5回：ポアソン方程式とハーディー＝リトルウッドの不等式(2)証明の完成
- 第6回：ソボレフの不等式とガリアルド＝ニーレンバーグ補間不等式(1)証明に向けてのアイデア
- 第7回：ソボレフの不等式とガリアルド＝ニーレンバーグ補間不等式(2)証明の完成
- 第8回：リース＝ソリンの補間不等式
- 第9回：線形シュレーディンガー方程式の基本解とその評価(1)基本解の構成と評価のアイデア
- 第10回：線形シュレーディンガー方程式の基本解とその評価(2)評価の完成とその発展
- 第11回：デュアメル原理と時空間評価(1)微分方程式と積分方程式、時空間評価の準備
- 第12回：デュアメル原理と時空間評価(2)時空間評価の完成
- 第13回：非線形シュレーディンガー方程式の初期値問題と解の性質(1)解の存在と一意性
- 第14回：非線形シュレーディンガー方程式の初期値問題と解の性質(2)様々な解

履修上の注意

課題に対して真摯に取り組むこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

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

教科書

特に指定しない。必要があれば指定するが、テーマに沿った文献に自ら当たることが重要である。

参考書

儀我美一・儀我美保 著「非線形偏微分方程式～解の漸近挙動と自己相似解～」共立出版

堤誉志雄 著「偏微分方程式論～基礎から発展へ～」培風館

T. Cazenave 著「Semilinear Schrodinger equations」AMS

課題に対するフィードバックの方法

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

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。

その他

上記の「授業内容」は一つの例であって、選んだテーマによって異なったものとなる。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	名和 範人	

授業の概要・到達目標

非線形分散型波動方程式、非分散性の非線形波動方程式、乱流を記述すると考えられる流体の方程式などの解の性質や解空間の構造を研究する。比較的新しい論文や、当該分野で重要度が高い文献を読み、その結果の数学的内容と位置づけを理解し十分に解説できるようになることを目標とする。その理解のために必要なテキストを選んで、それを輪講することもありうる。

偏微分方程式論や確率論に関連したテキストを輪読しながら修士論文の完成に必要な知識や技術の習得を目標として指導する。

授業内容

非線形偏微分方程式の比較的新しい文献や、重要度の高い文献を精読し発表する。これらの文献を理解するのに必要なテキストを選んで輪講形式で進めることもありうる。例えば、確率論の知識を深めるために参考文献に記載した Lawler の著作を輪講した場合は次のように進める：

- 第1回：イントロダクション
- 第2回：ランダムウォーク (1) 実際の現象とその数理モデル
- 第3回：ランダムウォーク (2) 数学的定式化
- 第4回：離散化された熱方程式 (1) ランダムウォークからの導入
- 第5回：離散化された熱方程式 (2) ランダムウォークと熱方程式の関係性
- 第6回：離散化された熱方程式 (3) ブラウン運動へ向けて
- 第7回：ブラウン運動 (1) 実際の現象とその数理モデル
- 第8回：ブラウン運動 (2) 確率過程としての定式化
- 第9回：ブラウン運動と熱方程式 (1) 熱方程式の基本解と確率過程
- 第10回：ブラウン運動と熱方程式 (2) マルコフ過程としてのブラウン運動
- 第11回：条件付き確率とマルチンゲール
- 第12回：マルチンゲール収束定理 (1) 定式化と証明の準備
- 第13回：マルチンゲール収束定理 (2) 証明の完成
- 第14回：フラクタル次元とブラウン運動

履修上の注意

課題に対して真摯に取り組むこと。

準備学習（予習・復習等）の内容

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

教科書

特に指定しない。必要があれば指定するが、テーマに沿った文献に自ら当たることが重要である。

参考書

G. F. Lawler 著「Random Walk and the Heat Equation」
E. M. Stein and G. Weiss 著「Introduction to Fourier Analysis on Euclid Spaces」Princeton Univ. Press
など適宜、指定する。また、テーマに則って自ら文献を探すこと。

課題に対するフィードバックの方法

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

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。

その他

上記の「授業内容」は一つの例であって、選んだテーマによって異なったものとなる。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	名和 範人	

授業の概要・到達目標

量子力学または相対性理論を題材に取り、そこで微分方程式などの現代的理論がどのように息づいているかを概観する。

修士論文を書こうとしている専門分野とは異なるテーマを学び、広い視野を身につけるとともに、数学の様々な分野に共通する考え方に習熟することを目的とする。

授業内容

例えば量子力学を題材として選んだ場合、参考書欄に記載したテキストなどを用いて輪講を行う。ヒルベルト空間の自己共役作用素の性質などを量子力学を通して学んでいく。

- 第1回：量子力学入門(1)物理現象の理解
- 第2回：量子力学入門(2)数理科学としての量子力学
- 第3回：量子力学とヒルベルト空間(1)状態の空間であるヒルベルト空間とその性質
- 第4回：量子力学とヒルベルト空間(2)ヒルベルト空間上の作用素
- 第5回：量子力学とヒルベルト空間(3)固有値問題としての量子力学
- 第6回：観測可能量と自己共役作用素(1)観測可能量とは何か
- 第7回：観測可能量と自己共役作用素(2)自己共役作用素の性質
- 第8回：観測可能量と自己共役作用素(3)自己共役作用素のスペクトルと物理状態
- 第9回：簡単な系のシュレーディンガー方程式を解く(1)定常問題
- 第10回：簡単な系のシュレーディンガー方程式を解く(2)時間発展する系
- 第11回：シュレーディンガー方程式と自己共役作用素(1)基礎方程式の数学的な意味づけ
- 第12回：シュレーディンガー方程式と自己共役作用素(2)ストーンンの定理
- 第13回：シュレーディンガー方程式と自己共役作用素(3)方程式の解の性質と物理的な意味
- 第14回：数学と量子力学

履修上の注意

課題に対して真摯に取り組むこと。

準備学習(予習・復習等)の内容

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

教科書

未定。

参考書

- 新井朝雄 著「ヒルベルト空間と量子力学」共立出版
- 中村 周 著「量子力学のスペクトル理論」共立出版
- 新井朝雄 著「量子力学の数学的構造 I」朝倉書店
- 黒田成俊 著「量子物理の数理」岩波書店
- S. J. Gustafson and I. M. Sigal 著「Mathematical Concepts in Quantum Mechanics」Springer

課題に対するフィードバックの方法

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

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。

その他

上記の「授業内容」は一つの例であって、選んだテーマによって異なったものとなる。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学) 名和 範人		

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後には、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：クラスターの構成
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備をすすめること。

準備学習(予習・復習等)の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(数理学) 野原 雄一		

授業の概要・到達目標

幾何学研究1の内容を補うため、もしくは視野を広げるため、適当なテーマやテキストを選び、輪講を行う。テキストは学生との相談のうえ決定する。
選んだテーマに関する基本的な概念を習得し、各自の研究分野との関係を理解することを目標とする。

授業内容

幾何学の文献を輪講する。内容は学生により変わるため、以下はあくまで一例である。

- [第1回] 導入
- [第2回] 直交群
- [第3回] 直交群のリー環
- [第4回] ユニタリ群
- [第5回] ユニタリ群のリー環
- [第6回] ワイル群
- [第7回] ルート系
- [第8回] ディンキン図形
- [第9回] ルート系の分類
- [第10回] コンパクトリー群
- [第11回] $SO(3)$ の幾何学
- [第12回] $SU(2)$ の表現
- [第13回] 旗多様体
- [第14回] まとめと展望

履修上の注意

準備学習(予習・復習等)の内容

発表者はテキストをよく読み、発表のための準備を念入りにしておくこと。

教科書

学生との相談のうえ決める。例として以下を挙げておく。
『リー群入門』、松木敏彦(日本評論社)
『Riemann Surfaces』、Simon Donaldson (Oxford Univ Pr)

参考書

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。

成績評価の方法

文献の理解度、発表、議論への参加態度などを総合して評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(数理学) 野原 雄一		

授業の概要・到達目標

幾何学研究2の内容を補うため、もしくは視野を広げるため、適当なテーマやテキストを選び、輪講を行う。テキストは学生との相談のうえ決定する。

選んだテーマに関する基本的な概念を習得し、各自の研究分野との関係を理解することを目標とする。

授業内容

幾何学の文献を輪講する。内容は学生により変わるため、以下はあくまで一例である。

- [第1回] 導入
- [第2回] 曲面上の関数
- [第3回] Morseの補題
- [第4回] 曲面上のMorse関数
- [第5回] 曲面のハンドル分解
- [第6回] 多様体
- [第7回] Morse関数
- [第8回] 勾配ベクトル場
- [第9回] ハンドル体
- [第10回] ハンドル体の変形
- [第11回] ホモロジー群
- [第12回] Morseの不等式
- [第13回] ホモロジー群の計算
- [第14回] まとめと展望

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

発表者はテキストをよく読み、発表のための準備を念入りにしておくこと。

教科書

学生との相談のうえ決める。例として以下を挙げておく。
『Morse理論の基礎』、松本幸夫(岩波書店)
『Spinning Tops』、M. Audin (Cambridge University Press)

参考書

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。

成績評価の方法

文献の理解度、発表、議論への参加態度などを総合して評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(数理学) 野原 雄一		

授業の概要・到達目標

履修者の希望に応じてテキストを決め、輪講を行う。テーマとしては、例えばリーマン面の幾何学が考えられる。リーマン面は微分幾何、位相幾何、代数幾何、関数論など様々な分野が交わり、非常に豊かな数学が展開される空間である。

選んだテーマの基本的な概念を理解し、各自の研究分野との関係を知ることを目標とする。

授業内容

学生が選んだテーマに関する文献を輪読する。以下はリーマン面をテーマに選んだ場合の進め方の一例である。

- [第1回] 導入
- [第2回] 正則関数
- [第3回] 曲面のトポロジー
- [第4回] リーマン面
- [第5回] 代数曲線
- [第6回] リーマン面の構成
- [第7回] 正則写像
- [第8回] 被覆空間
- [第9回] 微分形式
- [第10回] コホモロジー群
- [第11回] リーマン面上の関数論
- [第12回] 楕円関数
- [第13回] 応用
- [第14回] まとめと展望

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

発表者はテキストをよく読み、発表のための準備を念入りにしておくこと。

教科書

受講者と相談のうえ決める。例として以下の本を挙げておく。
『Riemann Surfaces』、Simon Donaldson (Oxford Univ. Pr.)
『Mostly Surfaces』、Richard Evan Schwartz (Amer. Mathematical Society)
『数物系のためのシンプレクティック幾何学入門』、植田一石(サイエンス社)

参考書

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。

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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(数理学) 野原 雄一		

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後は、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- [第1回] クラスの構成
- [第2回] 研究テーマの選定
- [第3回] 調査・研究活動
- [第4回] 調査・研究活動
- [第5回] 調査・研究活動
- [第6回] 調査・研究活動
- [第7回] 調査・研究活動
- [第8回] 宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- [第9回] 宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- [第10回] 研究発表会
- [第11回] 発表会の成果および反省点の検証
- [第12回] 発表会の成果および反省点の検証
- [第13回] 発表会報告書(レポート)の作成
- [第14回] 発表会報告書(レポート)の作成

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備をすすめること。

準備学習(予習・復習等)の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

状況によっては内容等を変更する場合がある。その場合はメール、Oh-ol Meiji等で周知する。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

数理解析研究1と並行して偏微分方程式に関連したテキストを輪読する。波動方程式・熱方程式・ラプラス方程式といった基本的な偏微分方程式について基礎知識の再確認と習熟を目指す。

「到達目標」

偏微分方程式に関連したテキストを輪読し、基礎事項の習得および問題解決能力の向上を目指す。

授業内容

- 第1回：波動方程式の導出
- 第2回：無限区間における波動方程式
- 第3回：半無限区間における波動方程式
- 第4回：有限区間における波動方程式
- 第5回：フーリエの方法と定常振動
- 第6回：エネルギー不等式と定常振動
- 第7回：熱方程式の導出
- 第8回：熱方程式と基本解
- 第9回：熱方程式の初期値問題
- 第10回：有限区間における熱方程式とフーリエの方法
- 第11回：熱方程式の最大値原理、解の比較、解の一意性
- 第12回：ラプラス方程式の境界値問題
- 第13回：調和関数と平均値の性質
- 第14回：ラプラス方程式の最大値原理、比較定理、固有値問題

履修上の注意

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。

教科書

『偏微分方程式入門』神保秀一(共立出版)

参考書

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。

成績評価の方法

テキストや論文の輪読を通して、発表への取り組み方、テキストや論文の内容の理解度、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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

数理解析研究2と並行して偏微分方程式に関連したテキストを輪読する。特に関数解析の基礎事項を習得し、楕円型方程式への応用を目指す。

「到達目標」

偏微分方程式に関連したテキストを輪読し、基礎事項の習得および問題解決能力の向上を目指す。

授業内容

- 第1回：ヒルベルト空間入門
- 第2回：有界線形作用素
- 第3回：有界線形汎関数
- 第4回：リースの表現定理
- 第5回：共役作用素, コンパクト作用素
- 第6回：ヒルベルト・シュミットの定理
- 第7回：ミニマックス法
- 第8回：弱収束
- 第9回：関数の弱微分
- 第10回：ソボレフ空間の性質, 高階のソボレフ空間
- 第11回：2階楕円型方程式の弱解
- 第12回：グリーン作用素
- 第13回：固有関数の滑らかさ
- 第14回：楕円型作用素の固有値の特徴付け

履修上の注意

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。

教科書

『偏微分方程式入門』神保秀一(共立出版)

参考書

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。

成績評価の方法

テキストや論文の輪読を通して、発表への取り組み方、テキストや論文の内容の理解度、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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

ノルム空間、バナッハ空間を順次定義していく。理解を深めるために、できるだけ多くの具体例についても学ぶ。また偏微分方程式を学ぶ際に必要となるソボレフ空間についても扱うこととする。

「到達目標」

関数解析を学ぶ上で基礎となる知識の習得を目指す。バナッハ空間を理解することが中核的な目標となるが、具体例を扱う際に、学部時代に学んだ解析学の基本的な定理を自由自在に使えるようになることも重要な目標のひとつである。

授業内容

- 第1回：線形空間
- 第2回：距離空間
- 第3回：実数空間と完備性
- 第4回：ノルム空間の定義
- 第5回：ノルム空間の例
- 第6回：内積
- 第7回：バナッハ空間の定義
- 第8回：バナッハ空間の例(\mathbb{R}^n と l^p 空間)
- 第9回：バナッハ空間の例(連続関数の空間)
- 第10回：バナッハ空間の例(L^p 空間)
- 第11回：超関数の意味での導関数
- 第12回：ソボレフ空間
- 第13回：ポアンカレの不等式
- 第14回：ノルム空間の完備化

履修上の注意

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。

教科書

『関数解析学の基礎・基本』樋口禎一・芹沢久光・神保敏弥(牧野書店)

参考書

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。

成績評価の方法

テキストや論文の輪読を通して、発表への取り組み方、テキストや論文の内容の理解度、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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光		

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスタを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後には、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：クラスタの構成
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備をすすめること。

準備学習(予習・復習等)の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学) 松岡 直之		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

テキストや学術論文を用いた輪講により、可換環の具体例を構築する方法を学ぶ。

「到達目標」

次数付き環や加群の様々な性質の判定法を修得することが目標である。

授業内容

以下はあくまでも一例である。履修者の学習の進捗状況に合わせて変更する。

- [第1回] 次数付き環と次数付き加群
- [第2回] 次数付き正準加群
- [第3回] a-不変量
- [第4回] Poincare級数
- [第5回] 1次元の具体例としての数値半群環
- [第6回] 数値半群の不変量の環論的な意味
- [第7回] 数値半群の対称性と数値半群環のGorenstein性
- [第8回] 1次元から高次元へ
- [第9回] 単体的複体とStanley-Reisner環
- [第10回] Stanley-Reisner環の具体例解析
- [第11回] Stanley-Reisner環の不変量
- [第12回] 単体的複体のreduced homology
- [第13回] Stanley-Reisner環のCohen-Macaulay性
- [第14回] まとめ

履修上の注意

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。

教科書

以下は一例である。
 グレブナー道場, JST CREST日比チーム編集
 Combinatorial Commutative Algebra, E. Miller-B. Strumfels著
 Monomial Ideals, J. Herzog-T. Hibi著
 Cohen-Macaulay Rings, W. Bruns-J. Herzog著

参考書

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。

成績評価の方法

輪講の発表の様子と研究の進捗状況により評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学) 松岡 直之		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

先端数理科学課題研究1に引き続き、次数環の理論を輪講により学ぶ。イデアルに付随する次数環の構造解析は可換環論の主要な研究テーマのひとつであり、その理論構築は重要である。

「到達目標」

イデアルから定まる次数環に関する知識を習得し、Rees代数の環構造研究に必要な準備を整えることを目標とする。

授業内容

- [第1回] 凸多面体
- [第2回] 凸多面体の正規性
- [第3回] 凸多面体が定める半群環
- [第4回] 半群環の環論的性質
- [第5回] イデアルに付随する様々な次数環
- [第6回] 随伴次数環のCohen-Macaulay性
- [第7回] 随伴次数環のGorenstein性
- [第8回] Rees代数のCohen-Macaulay性
- [第9回] Rees代数のGorenstein性
- [第10回] イデアルのHilbert係数
- [第11回] Sally加群
- [第12回] Sally加群による随伴次数環の構造解析
- [第13回] イデアルに付随する次数環に関する今後の課題
- [第14回] まとめ

履修上の注意

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。

教科書

以下は一例である。
可換環論 後藤四郎・渡辺敬一 著
Cohen-Macaulay Rings, W. Bruns-J. Herzog著

参考書

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。

成績評価の方法

輪講の発表の様子と研究の進捗状況により評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学) 松岡 直之		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」

可換環論分野における計算ソフトウェアの活用と、その基礎となる数学の再確認を行う。教科書を用いた輪講と、コンピュータを用いた実習により授業を進める。

「到達目標」

コンピュータによる具体例解析の実行と、その理論的な背景を理解することが目標である。さらに、それを研究への還元することができればなおよい。

授業内容

以下は一例である。内容は受講者と相談の上決定する。

- [第1回] 多項式環と多項式環上の加群
- [第2回] 環の定義イデアルと自由分解
- [第3回] 定義イデアルと自由分解の計算
- [第4回] Hilbert-Burchの定理
- [第5回] 対称的な自由分解
- [第6回] 数値半群の定義イデアル～3変数の場合
- [第7回] 数値半群の定義イデアル～4変数の場合の知られている結果
- [第8回] 数値半群の定義イデアル～4変数の場合の未解決問題
- [第9回] イデアルのRees代数
- [第10回] Rees代数の定義イデアル
- [第11回] Rees代数の自由分解
- [第12回] 具体例の計算機による解析(1)
- [第13回] 具体例の計算機による解析(2)
- [第14回] まとめ

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。

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。

教科書

テーマにより選定する。

参考書

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。

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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(理学)	松岡 直之	

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後には、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：クラスターの構成
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備をすすめること。

準備学習(予習・復習等)の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学)	宮部 賢志	

授業の概要・到達目標

本講義ではソロモノフの万能推論の理論を紹介する。前提となるのは計算可能性理論とランダムネスの理論である。

計算可能性、ランダム性、予測可能性などの概念の関係を理解することが目標である。

授業内容

- [第1回] ソロモノフの万能推論の理論の概要
- [第2回] オッカムの剃刀とエビクロスの多説明原理
- [第3回] コルモゴロフ複雑性
- [第4回] 測度と半測度およびその計算可能性
- [第5回] 計算可能な測度に対するランダム性
- [第6回] 万能推論の定義とその基本的性質
- [第7回] 測度空間上の距離
- [第8回] 計算可能な列に対する収束速度
- [第9回] 統計的な収束性
- [第10回] ランダム列に対する収束性
- [第11回] 万能推論とベイズ推定
- [第12回] 誤差限界
- [第13回] 損失限界
- [第14回] ノーフリーランチ定理との関係

履修上の注意

「数理解析研究1」や「数理解析研究3」と共に履修することが望ましい。

授業は輪講形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

コルモゴロフ複雑性の理論について習熟しておくこと。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。

教科書

「Universal Artificial Intelligence」, Hutter, Springer.

参考書

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

成績評価の方法

平常における発表・討論への参加姿勢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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 宮部 賢志		

授業の概要・到達目標

測度論的確率論とは異なる確率論の枠組みとして、ゲーム論的確率論を紹介する。統計や乱数との関連性を考察する。
ゲームにおける規約からランダム性を証明し、確率を計算できるようになることが目標である。

授業内容

- [第1回] ゲーム論的確率論の概要
- [第2回] 古典的確率論の再考察
- [第3回] 測度論的確率論とその解釈
- [第4回] フォンミーゼスによるコレクティブ
- [第5回] 公正なコイン投げにおける大数の法則
- [第6回] Forecasterの導入
- [第7回] 有界な予測ゲームにおける大数の法則
- [第8回] 非有界予測ゲームにおける大数の法則 (Skepticの戦略)
- [第9回] 非有界予測ゲームにおける大数の法則 (Realityの戦略)
- [第10回] ベルヌーイの定理
- [第11回] ドモワブルの定理
- [第12回] 片側中心極限定理
- [第13回] ヴィーユの定理
- [第14回] 上確率と下確率

履修上の注意

「確率論と統計学1」「確率論と統計学3」をあらかじめ履修していることが望ましい。
また「数理解析研究2」や「数理解析研究4」と共に履修することが望ましい。
授業は輪講形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

確率論およびランダムネスの理論について復習しておくこと。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。

教科書

「ゲームとしての確率とファイナンス」, Shafer, Vovk著 (日本語訳), 岩波書店

参考書

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

成績評価の方法

平常における発表・討論への参加姿勢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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 宮部 賢志		

授業の概要・到達目標

確率論におけるマルチンゲールの理論を学ぶ。公理的確率論の枠組みで基本的な極限定理を学んだ後に学ぶ確率論における重要な手法である。
マルチンゲールを使って様々な具体的問題の確率を求めることができるようになることが目標である。

授業内容

- [第1回] 測度空間
- [第2回] ボレル・カンテリの第1補題
- [第3回] 確率変数の定義とその性質
- [第4回] 独立性とボレル・カンテリの第2補題
- [第5回] 積分の基本的性質
- [第6回] 平均の基本的性質
- [第7回] 条件付き期待値
- [第8回] マルチンゲール
- [第9回] 停止時間とドゥーブの任意抽出定理
- [第10回] マルチンゲールの収束性
- [第11回] L^2 有界なマルチンゲール
- [第12回] 三級数定理
- [第13回] 大数の強法則
- [第14回] ドゥーブ分解

履修上の注意

「確率論1」「確率論2」を履修していることが望ましい。
授業は輪講形式で行う。

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。

教科書

「マルチンゲールによる確率論」, ウィリアムズ著 (日本語訳), 培風館

参考書

「確率論」, 舟木直久, 朝倉書店

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

成績評価の方法

平常における発表・討論への参加姿勢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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任准教授 博士(理学) 宮部 賢志		

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後には、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：クラスターの構成
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備を進めること。

準備学習(予習・復習等)の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊		

授業の概要・到達目標

移動境界問題に関するテキストを輪読する。
基礎事項の習得、次年度の修士論文作成準備に耐えるレベルが到達目標である。

授業内容

- 第1回：Preliminaries1
- 第2回：Preliminaries2
- 第3回：Differential calculus on hypersurfaces1
- 第4回：Differential calculus on hypersurfaces2
- 第5回：Signed distance function1
- 第6回：Signed distance function2
- 第7回：Curvilinear coordinates1
- 第8回：Curvilinear coordinates2
- 第9回：Moving hypersurfaces1
- 第10回：Moving hypersurfaces2
- 第11回：Variational formulas1
- 第12回：Variational formulas2
- 第13回：Gradient structure and moving boundary problems1
- 第14回：Gradient structure and moving boundary problems2

履修上の注意

原則として、欠席、遅刻を認めない。

準備学習(予習・復習等)の内容

真摯な学習。

教科書

適宜提示

参考書

『界面現象と曲線の微積分』, 矢崎成俊, (共立出版)
Masato Kimura, "Geometry of hypersurfaces and moving hypersurfaces in R^m for the study of moving boundary problems", Jindrich Necas Center for Mathematical Modeling Lecture notes, Volume 4, Part 2, Topics in mathematical modeling, Volume edited by M. Benes and E. Feireisl (2008).

課題に対するフィードバックの方法

適宜解説

成績評価の方法

学習意欲と態度を評価し、判定する。

その他

講義内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊		

授業の概要・到達目標

偏微分方程式や数値解析に関連したテキストを輪読する。
基礎事項の習得と次年度の修士論文作成準備ができるレベルに達すること。

授業内容

第1～3回：一般論
第4～7回：放物型偏微分方程式の数値計算
第8～11回：楕円型偏微分方程式の数値計算
第12～14回：双曲型偏微分方程式の数値計算

履修上の注意

原則として、欠席、遅刻を認めない。

準備学習（予習・復習等）の内容

真摯に研究に望むこと。

教科書

適宜提示

参考書

『界面現象と曲線の微積分』, 矢崎成俊, (共立出版)
『偏微分方程式の数値解析』, 田端正久, (岩波書店)

課題に対するフィードバックの方法

適宜解説

成績評価の方法

学習意欲と態度を評価し判定する。

その他

講義内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊		

授業の概要・到達目標

数値解析の学習
数値解析の基礎知識の習得

授業内容

第1～3回：数値計算の基礎
第4～7回：ニュートン法
第8～11回：常微分方程式の数値解法
第12～14回：偏微分方程式の数値解法

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

真摯な学習

教科書

参考書

『界面現象と曲線の微積分』, 矢崎成俊, (共立出版)
『数値計算の常識』伊理正夫, 藤野和建著, (共立出版)

課題に対するフィードバックの方法

適宜解説

成績評価の方法

学習意欲と態度を評価し判定する

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊		

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後は、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：クラスターの構成
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成，発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備をすすめること。

準備学習(予習・復習等)の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

適宜解説

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	先端数理科学課題研究1		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理科学) 吉田 尚彦		

授業の概要・到達目標

微分形式とde Rham理論に関連したテキストを輪講する。多様体の幾何構造を研究するための準備とする。多様体のde Rham理論を習得することを目標とする。

授業内容

- 第1回： \mathbb{R}^n 上の微分形式
- 第2回：多様体上の微分形式
- 第3回：外積
- 第4回：外微分
- 第5回：写像による引き戻し
- 第6回：内部積とLie微分
- 第7回：Frobeniusの定理
- 第8回：de Rhamコホモロジー
- 第9回：微分形式の積分
- 第10回：Stokesの定理
- 第11回：Poincareの補題
- 第12回：Cechコホモロジー
- 第13回：Cech-de Rhamの定理
- 第14回：積構造

履修上の注意

輪講形式で行う。

準備学習(予習・復習等)の内容

発表者はもちろんのこと、それ以外の履修者も事前に教科書を読み、内容を把握すること。

教科書

テキストの例をあげる：

「微分形式の幾何学」, 森田茂之, 岩波書店

「Differential forms in Algebraic Topology」, R. Bott, L. Tu, Springer

参考書

課題に対するフィードバックの方法

ゼミ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。

成績評価の方法

テキストの輪講を通して、発表への取り組み、文献の内容の理解度などを総合的に評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	先端数理科学課題研究2		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理科学) 吉田 尚彦		

授業の概要・到達目標

Hodge理論に関連したテキストを輪講する。多様体の幾何構造を研究するための準備とする。
多様体のHodge理論を習得することを目標とする。

授業内容

- 第1回：Riemann計量
- 第2回：Riemann計量と微分形式
- 第3回：Hodgeの*作用素
- 第4回：Laplacianと調和形式
- 第5回：Hodgeの定理
- 第6回：Sobolev空間
- 第7回：微分作用素
- 第8回：擬微分作用素
- 第9回：主表象
- 第10回：楕円型微分作用素
- 第11回：楕円型微分作用素のパラメトリックス
- 第12回：楕円型複体
- 第13回：Poincareの双対定理
- 第14回：多様体とEuler標数

履修上の注意

輪講形式で行う。

準備学習（予習・復習等）の内容

発表者はもちろんのこと、それ以外の履修者も事前に教科書を読み、内容を把握すること。

教科書

テキストの例をあげる：
「微分形式の幾何学」、森田茂之、岩波書店
「Differential Analysis on Complex Manifolds」、R. O. Wells, Springer

参考書

課題に対するフィードバックの方法

ゼミ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。

成績評価の方法

テキストの輪講を通して、発表への取り組み、文献の内容の理解度などを総合的に評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻	備考		
科目名	MTS数理科学課題研究		
開講期	春学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理科学) 吉田 尚彦		

授業の概要・到達目標

幾何学的量子化に関する書籍を輪講する。
幾何学と物理学との関わり、特に、解析力学、量子力学とシンプレクティック幾何学との関係について理解することを目標とする。

授業内容

- 第1回：ニュートンの運動方程式
- 第2回：ラグランジュ形式
- 第3回：ハミルトン形式
- 第4回：シンプレクティック多様体
- 第5回：ハミルトンベクトル場
- 第6回：ポアソン括弧
- 第7回：解析力学
- 第8回：量子力学の数学的定式化
- 第9回：正準量子化
- 第10回：前量子化束
- 第11回：実編極
- 第12回：Kahler編極
- 第13回：Spin-c量子化
- 第14回：まとめ

履修上の注意

輪講形式で行う。

準備学習（予習・復習等）の内容

発表者はもちろんのこと、それ以外の履修者も事前に教科書を読み、内容を把握すること。

教科書

「Quantum Theory for Mathematicians」、B. Hall, Springer
「Geometric Quantization」、Woodhouse, Cambridge University Press

参考書

課題に対するフィードバックの方法

ゼミ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。

成績評価の方法

テキストの輪講を通して、発表への取り組み方、テキストの内容の理解度などを総合的に評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT692J			
数学専攻		備考	
科目名	プレゼンテーション課題研究		
開講期	秋学期	単位	演2
担当者	専任講師 博士(数理科学) 吉田 尚彦		

授業の概要・到達目標

学生達の希望を聞きながら、複数の教員と複数の学生からなるいくつかのクラスを構成することから始める。その後、学生達は教員による大まかな指導の下に自分達でテーマを決め、自分達で調査・研究活動を行い、自分達で発表会を企画・宣伝して自らプレゼンターとなる。それによって、マネジメント能力・プレゼンテーション能力の向上をはかる。実際に発表した後には、成果・反省点などをまとめてレポートを作成する。

11月の生明際における発表会などで発表できるレベルが到達目標で、一般の研究集会や学会において発表できた場合は到達目標を十分に達成したレベルとなる。

授業内容

- 第1回：オリエンテーション(クラスターの構成)
- 第2回：研究テーマの選定
- 第3回～7回：調査・研究活動
- 第8回～9回：宣伝用ポスターの作成、発表会の準備
- 第10回：研究発表会
- 第11回～12回：発表会の成果および反省点の検証
- 第13回～14回：発表会報告書(レポート)の作成と総括

履修上の注意

学生間で役割分担を明確にし、発表会の準備をすすめること。

準備学習(予習・復習等)の内容

課題について真摯に研究すること。

教科書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

参考書

テーマを決めた後、自分たちで文献を探す。

課題に対するフィードバックの方法

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。

成績評価の方法

プレゼンテーションとレポートの内容によって評価する。

その他

授業内容は変更する可能性がある。

科目ナンバー：(ST) MAT611J			
数学専攻		備考	
科目名	代数学特論A		
開講期	春学期	単位	講2
担当者	専任教授 博士(理学) 中村 幸男		

授業の概要・到達目標

この授業では4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4つである。

1. 多項式環と代数幾何学
2. 数値半群環の極大イデアルの生成系
3. 代数体のイデアルの素イデアル分解
4. 単項イデアル整域の表現論

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。到達目標として、そのテーマに関する未解決問題にまで踏み込み、(特殊な場合に限定したものでよいから)その解決を図る。

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・ザリスキ位相
- [第4回] ヒルベルトの零点定理
- [第5回] 可換環上の加群
- [第6回] 可換環の整拡大
- [第7回] 数値半群環の極大イデアルの生成系
- [第8回] 体の代数拡大
- [第9回] 代数体およびその整数環
- [第10回] 整数環のイデアル、素イデアル
- [第11回] 素イデアル分解
- [第12回] 単項イデアル整域上の有限生成加群
- [第13回] ジョルダン標準形
- [第14回] 補足と応用

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。

準備学習(予習・復習等)の内容

授業中に配布するレジユ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、次の回のレジユメに目をとっておくこと。

教科書

使用しない。レジユメを配布する。

参考書

使用しない。

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。

成績評価の方法

各担当者が1問ずつ出題して試験を行う。100点満点で評価をし、60点以上の者を合格とする。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT611J			
数学専攻		備考	
科目名	代数学特論B		
開講期	秋学期	単位	講2
担当者	専任教授 博士(理学) 松岡 直之		

授業の概要・到達目標

代数幾何学の入門的講義を行う。
環・加群の層について学んだ後、スキームとその間の射を定義し、スキームの様々な性質を調べる。

授業内容

- [第1回] 前層・層の定義
- [第2回] 層の射、層化
- [第3回] 層の核・余核・完全列
- [第4回] 可換環のSpec
- [第5回] アフィンスキーム
- [第6回] 一般のスキーム、射影スキーム
- [第7回] スキームの性質
- [第8回] Noetherスキーム
- [第9回] ファイバー積
- [第10回] 分離射
- [第11回] 固有射
- [第12回] 接続層
- [第13回] 導来関手
- [第14回] 層のコホモロジー

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

復習は欠かさず行うこと。

教科書

指定しない。

参考書

- ロビン・ハーツホーン, 代数幾何学, 丸善出版
- 広中平祐, 代数幾何学, 京都大学学術出版会
- デヴィッド・マンフォード, 代数幾何学講義, 丸善出版
- 宮西正宜, 代数幾何学, 裳華房
- 桂利行, 代数幾何学入門, 共立出版

課題に対するフィードバックの方法

課題提示の次の授業中に内容を確認する。

成績評価の方法

レポート(100点)を課し、60点以上を合格とする。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT611J			
数学専攻		備考	
科目名	代数学特論C		
開講期	春学期	単位	講2
担当者	専任教授 博士(理学) 中村 幸男		

授業の概要・到達目標

可換環論におけるホモロジー代数的手法を学ぶ。ホモロジー代数は1950年代にJ.-P. Serreによって導入されて以来、可換環論の主要な方法の一つであり、可換環のみならず、整数論・代数幾何学でも必須の手法である。

本講義では、ホモロジー代数の基礎から始めて、スペクトル系列の理論及びその応用について述べていく。その後、三角圏の初歩を学んでいく。

授業内容

- [第1回] 圏と関手
- [第2回] ホモロジー群
- [第3回] 射影加群と入射加群
- [第4回] 射影分解と入射分解
- [第5回] 導来関手
- [第6回] 導来関手の特徴づけ
- [第7回] スペクトル系列
- [第8回] 完全対
- [第9回] フィルター付き複体
- [第10回] 2重複体
- [第11回] 写像錐
- [第12回] ホモトピー圏
- [第13回] 完全三角形
- [第14回] 三角圏

履修上の注意

前回の講義の復習をしてから、講義に臨むこと。
簡単なことでも、分からないことは、その場（講義前、講義中）で解決することを試みること。

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) 次回の授業範囲の内容をあらかじめ読んでおくこと。

教科書

プリントを配布する。

参考書

- 雪江明彦著, 「代数学3」, 日本評論社
- 後藤四郎・渡辺敬一著, 「可換環論」日本評論社
- 松村英之著「可換環論」共立講座・現代の数学4, 共立出版社
- 安藤哲哉著「コホモロジー」日本評論社
- 河田敬義著「ホモロジー代数」岩波基礎数学選書, 岩波書店
- 圏論の技法 中岡宏之 著 日本評論社

課題に対するフィードバックの方法

授業内で課題の解答・解説を行う」

成績評価の方法

課題のレポートで評価する。

その他

連絡先・オフィスアワーは、講義のときに知らせる。

科目ナンバー：(ST) MAT611J			
数学専攻		備考	
科目名	代数学特論D		
開講期	秋学期	単位	講2
担当者	専任教授 理学博士	藏野 和彦	

授業の概要・到達目標

有限群が作用する多項式環は、群論、環論の両方の理解を助ける非常にシンプルで分かりやすい題材である。さらに、商特異点という先端的な数学につながっている。

この講義では、商特異点の環論への入門を目指す。群の多項式環への作用、不変式環について講義する。また、コーエン・マコーレー環、ゴーレンシュタイン環、標準加群なども取り扱う。

授業内容

- 第1回：導入
- 第2回：不変部分環の有限生成性
- 第3回：次数環とポアンカレ級数
- 第4回：Molienの定理
- 第5回：様々な例(対称式の基本定理)
- 第6回：Shephard-Todd-Serreの定理の導入
- 第7回：Shephard-Todd-Serreの定理の証明
- 第8回：Shephard-Todd-Serreの定理の応用
- 第9回：局所コホモロジー
- 第10回：コーエン・マコーレー環
- 第11回：標準加群とゴーレンシュタイン環
- 第12回：渡辺の定理
- 第13回：クルル環・因子類群の一般論
- 第14回：不変式環の因子類群

履修上の注意

群論・環論・体論・ホモロジー代数の基本的な知識は仮定する。

準備学習(予習・復習等)の内容

しっかり復習すること。

教科書

なし

参考書

- 「Polynomial invariants of finite groups」D. J. Benson (Cambridge)
- 「Cohen-Macaulay rings」W. Bruns-J. Herzog (Cambridge)

課題に対するフィードバックの方法

レポートは添削して返却する。

成績評価の方法

レポートを数回課し、その内容で評価する。
総合得点の60%以上を合格とする。

その他

連絡先・オフィス・アワーは、講義のときに知らせる。

科目ナンバー：(ST) MAT611J			
数学専攻		備考	
科目名	代数学特論E		
開講期	春学期	単位	講2
担当者	専任准教授 博士(理学)	鴨井 祐二	

授業の概要・到達目標

多面体に付随する可換環の話題を中心に、トーリック環についての講義をする。トーリック環に於いては、様々な代数的、幾何学的性質がそれに付随する多面体峰に忠実に遺伝し多面体の幾何学と可換環論との顕著な接点と成っている。

この講義では、Gelfand等のsecondary polytopeやtoroidといった題材を取り上げて、トーリック環のChow群に現れるトーリック環について見ていく。

授業内容

- 第1回：基礎概念の復習：本講義で使われる基本的な概念と記法を確認する。
- 第2回：多項式環とそのイデアル：多項式環と其の剰余環のホモロジー代数的な性質について理解する。
- 第3回：イデアルのグレブナー基底：グレブナー基底と其の応用について学ぶ。
- 第4回：グレブナー基底を使った様々な計算：数式処理システムCoCoAを用いて、グレブナー基底による具体的な計算を行う。
- 第5回：次数環の諸々：多項式環の剰余環に対する、次数付けの優位性を理解する。
- 第6回：正規半群とトーリック環：半群に付随する代数の様々な情報が、元の半群から得られる事を知る
- 第7回：Stanley-Reisner環：単項式イデアルで定義される環のホモロジカルな性質を記述する
- 第8回：トーリック環の定義と構造：トーリック環の因子群を記述する
- 第9回：トーリック環のChow群：トーリック環のChow群を記述する
- 第10回：分配束に付随するトーリック環：Hibi環の基本定理
- 第11回：分配束のカテゴリと素イデアル：分配束のカテゴリと素イデアルの対応を与える
- 第12回：分配束に付随するトーリック環のChow群：Hibi環のChow群を与える
- 第13回：正則三角形分割とChow群：トーリック環のChow環のThomasの記述を与える
- 第14回：ソフトウェアの活用：CoCoAの活用例

履修上の注意

講義は、極力セルフコンテインドに行うが、可換環論の基礎を知っている事が望ましい。また、計算機に慣れていれば、ベターである。

準備学習(予習・復習等)の内容

可換環論の基本的な事柄(アティヤーマクドナルドの教科書に書いてある内容と同等レベル)は、必須であるので、各自事前に復習しておく事。また、各回の講義において、多項式環のイデアルに対する、計算問題を出すので、各自Macaulay2やCoCoAといったコンピューターソフトウェアを用いて、具体例の計算をして復習する事。

教科書

教科書は使用しない。

参考書

『Commutative Algebra with a View Toward Algebraic Geometry』, David Eisenbud, Graduate Texts in Mathematics 150 (Springer) 1995

成績評価の方法

講義に取り組む姿勢、課題レポート等を基準に総合的に判断する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT621J			
数学専攻		備考	
科目名	幾何学特論A		
開講期	春学期	単位	講2
担当者	専任講師 博士(数理学) 吉田 尚彦		

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。

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

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。

準備学習(予習・復習等)の内容

配付する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。

教科書

特に指定しない。資料を配付する。

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

課題に対するフィードバックの方法

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

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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT621J			
数学専攻	備考		
科目名	幾何学特論B		
開講期	秋学期	単位	講2
担当者	専任教授 博士(理学)	長友 康行	

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答案を採点・添削し、返却する。

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。

その他

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、大学院生に対しては、球面、射影空間、グラスマン多様体上で幾何学を展開できるようになることを目標とする。

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

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。

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。

教科書

特に指定しない。

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

科目ナンバー：(ST) MAT621J			
数学専攻	備考		
科目名	幾何学特論C		
開講期	春学期	単位	講2
担当者	専任准教授 博士(数理学) 野原 雄一		

授業の概要・到達目標

微分形式は多様体上で微積分を行うための基本的な道具である。さらに、微分形式を用いて定義されるde Rhamコホモロジーは多様体の位相不変量を与える。この講義では、多様体上の微分形式的幾何学について解説する。

微分形式の基本的な取り扱い方を身に付け、その幾何学的な意味を理解することを目標とする。

授業内容

- [第1回] ベクトル空間と双対空間
- [第2回] ユークリッド空間上の微分形式
- [第3回] 微分形式の演算
- [第4回] Stokesの定理
- [第5回] 多様体
- [第6回] 接空間
- [第7回] 多様体上の微分形式
- [第8回] 多様体上の微分形式の演算
- [第9回] 微分形式の引き戻し
- [第10回] Frobeniusの定理
- [第11回] Poincareの補題
- [第12回] de Rhamコホモロジー
- [第13回] de Rhamコホモロジーの性質
- [第14回] 多様体上のStokesの定理

履修上の注意

多変数の微積分と線形代数の基本的な事柄を理解していることを前提として講義を行う。

準備学習（予習・復習等）の内容

必ず講義の内容を復習し、授業中に与えた演習問題を解いておくこと。

教科書

特に指定しない。

参考書

- 『微分形式の幾何学』、森田茂之(岩波書店)
- 『Differential forms in Algebraic Topology』、R. Bott, L. Tu (Springer)
- 『幾何学Ⅲ 微分形式』、坪井俊(東京大学出版)

課題に対するフィードバックの方法

授業の際に必要なことを適宜伝える。

成績評価の方法

レポートによる。満点の60%以上を単位修得の条件とする。

その他

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

科目ナンバー：(ST) MAT621J			
数学専攻	備考		
科目名	幾何学特論D		
開講期	秋学期	単位	講2
担当者	専任講師 博士(数理科学) 吉田 尚彦		

授業の概要・到達目標

Riemann幾何学の入門講義である。多様体にRiemann計量を定めることにより、多様体上に距離や曲率などの概念が定義され、ユークリッド空間内の曲面と同様な幾何が開示できることを、さまざまな例とともに解説する。授業内容は受講学生に応じて変わる場合がある。

Riemann計量、接続、曲率などの多様体の微分幾何学の基本的概念を修得することを到達目標とする。

授業内容

- [第1回] 曲面の曲がり具合-グラフの場合
- [第2回] 曲面の曲がり具合-一般の曲面の場合
- [第3回] Gauss曲率
- [第4回] 多様体
- [第5回] 接空間
- [第6回] ベクトル場、写像の微分
- [第7回] Riemann計量
- [第8回] 測地線-曲面の場合
- [第9回] 曲線に沿って平行なベクトル場、共変微分-曲面の場合
- [第10回] 共変微分、測地線-Riemann多様体の場合
- [第11回] 完備Riemann多様体
- [第12回] 完備Riemann多様体(続き)
- [第13回] 曲率、Euclid空間の超曲面
- [第14回] 定曲率空間

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

授業中に適宜課題を与える。

教科書

特に指定しない。

参考書

- 『曲面の幾何』砂田利一(岩波書店)
- 『微分幾何学』今野宏(東京大学出版会)
- 『幾何学の変分問題』西川青季(岩波書店)

課題に対するフィードバックの方法

講義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、理解の助けになるようなアドバイスや説明を行う。

成績評価の方法

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

その他

科目ナンバー：(ST) MAT621J			
数学専攻		備考	
科目名	幾何学特論E		
開講期	春学期	単位	講2
担当者	専任教授 博士(理学)	今野 宏	

授業の概要・到達目標

シンプレクティック幾何についての入門講義である。多様体に関する復習からはじめて、シンプレクティック多様体の基礎事項を解説する。さらに、シンプレクティック幾何における商空間についての解説をする。講義の具体的な内容は、学生の興味に応じて変わる場合がある。

トーリック多様体などの具体例を通して、シンプレクティック幾何の基本的な考え方を修得することを到達目標とする。

授業内容

- [第1回] 多様体
- [第2回] 接空間とベクトル場
- [第3回] 微分形式
- [第4回] リー微分
- [第5回] シンプレクティックベクトル空間
- [第6回] シンプレクティック多様体
- [第7回] ダルブーの定理
- [第8回] リー群とその作用
- [第9回] モーメント写像
- [第10回] シンプレクティック商
- [第11回] シンプレクティックトーリック多様体
- [第12回] 複素多様体としてのトーリック多様体
- [第13回] トーリック多様体の例
- [第14回] まとめと展望

履修上の注意

準備学習(予習・復習等)の内容

授業中に適宜課題を与える。

教科書

参考書

- 『微分幾何学』今野宏(東京大学出版会)
- 『Lectures on Symplectic Geometry』da Silva (Springer)

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。

成績評価の方法

授業中の態度やレポートによる。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT641J			
数学専攻		備考	
科目名	数理解析特論A		
開講期	春学期	単位	講2
担当者	専任教授 博士(理学)	名和 範人	

授業の概要・到達目標

情報理論は、現代の科学技術を支える学問のひとつである。特にエントロピー概念は、数学を専攻する学生にとっても重要なものである。この講義では、まず、Shannonにより導入されたエントロピー概念を中心に据えて、確率変数として情報を記述するための基礎事項を学ぶ。その後、前半の目標として、Zip方式によるデータの圧縮には限界があることを数学的に証明する。後半では、エントロピー概念の統計力学や数学の他の分野への応用について概観する。

力学系に関わる数学分野や数理モデルの構築においては、統計力学や熱力学の概念が用いられることが多い。通常の物理で行われる統計力学の講義では、(熱力学など)物理的な知見に基づいた議論を中心に多くの概念が導入され、その点がしばしば統計力学を学ぶ初学者へのハードルとなることもあるが、この講義では比較的優しい数学的な道具だけで統計力学の「モデル」を構成し、エントロピー概念を中心に据えることで、統一的に平衡系統計力学の各種集合理論(ensemble theory)を俯瞰する。

到達目標：現代数学のひとつの概念としてエントロピーを理解し、現代科学技術の基礎概念として、その意味を説明できるようになる。

授業内容

講義の予定:

- 第1回 Shannonの情報理論の考え方(1)
 - 第2回 Shannonの情報理論の考え方(2)
 - 第3回 確率論の基礎事項(1)
 - 第4回 確率論の基礎事項(2)
 - 第5回 大数の法則と漸近等分割性 (Shannon-McMillanの定理)(1)
 - 第6回 大数の法則と漸近等分割性 (Shannon-McMillanの定理)(2)
 - 第7回 データ圧縮(1)
 - 第8回 データ圧縮(2)
 - 第9回 Shannon-McMillanの定理から平衡系統計力学へ：トイモデル
 - 第10回 正準集合の理論とMaxwell-Boltzmann分布と理想気体の状態方程式
 - 第11回 等温等圧下の統計力学と気体の状態方程式 (T-p集合の理論と理想気体の方程式)
 - 第12回 エントロピー力としてのゴム弾性(統計力学のひとつの応用)
 - 第13回 数理モデルと統計力学:乱流モデル(1)
 - 第14回 数理モデルと統計力学:乱流モデル(2)
- 以上の項目の順序で講義を進める。
ただし、これは予定であり変更することもあり得る。

履修上の注意

学部における基本的な数学の素養は仮定する。

準備学習(予習・復習等)の内容

講義の復習をしっかりとすること。

教科書

特に指定しない。

参考書

韓太舜, 小林欣吾 共著「情報と符号化の数理」岩波
村田昇 著「情報理論の基礎」サイエンス社
Michel Zinsmeister 著“Thermodynamic Formalism and
Holomorphic Dynamical Systems” AMS
荒木不二洋 著「統計物理の数理」岩波
植松友彦 著「情報理論の考え方」講談社
その他, 適宜, 講義時に指定する

課題に対するフィードバックの方法

議論や質問に対しては常に門戸は開かれている。次の講義の時間の冒頭で討論することも可能である。または、アポイントをとってもらえれば時間を調整する。

成績評価の方法

レポート100%により評価する。

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。

科目ナンバー：(ST) MSM641J			
数学専攻		備考	
科目名	現象数理特論A		
開講期	春学期集中	単位	講2
担当者	専任教授 博士(理学)	末松	信彦

授業の概要・到達目標

本講義の目的は、数理科学を用いて様々な現象の仕組みを解明する力を身につけることである。そのために、力学系の体系を意識した4つの具体的な事例を通して、実験・データ解析、数理モデリング、シミュレーションの方法を学習する。この学習を経て、現象数理の可能性を知り、自らの問題に応用できるようになることを期待する。

授業内容

- 第1回 現象数理の概要
- 第2回 自己駆動粒子の実験
- 第3回 自己駆動粒子の数理
- 第4回 自己駆動粒子のシミュレーション
- 第5回 非線形化学反応の実験
- 第6回 非線形化学反応の数理
- 第7回 非線形化学反応のシミュレーション
- 第8回 同期現象の実験
- 第9回 同期現象の数理
- 第10回 同期現象のシミュレーション
- 第11回 パターン形成現象の実験
- 第12回 パターン形成現象の数理
- 第13回 パターン形成現象のシミュレーション
- 第14回 まとめ

履修上の注意

シミュレーションの実行にはコンピュータが必要となる。各自、ノートPCを持参することが望ましい。

準備学習（予習・復習等）の内容

講義で行った現象の原理の説明と実験や数値計算の結果が合うことを確認すること（復習）。また、次の回の実験がある場合はその内容をあらかじめ確認しておくこと（予習）。

教科書

参考書

課題に対するフィードバックの方法

提出された課題については適宜コメントを付けて返すか、次の回で説明を追加することでフィードバックする。

成績評価の方法

平常点70%、課題30%で評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MSM641J			
数学専攻	備考		
科目名	現象数理特論B		
開講期	秋学期	単位	講2
担当者	専任教授 博士(理学)	名和 範人	

授業の概要・到達目標

乱流を数学的に理解するための一つの物の見方を解説する。この講義におけるアプローチは通常の見方とは異なり、最初は流体を記述する方程式の存在を仮定しない。しかしながら、乱流と言えども時間に依存したベクトル場の族であることには変わりなく、その族の上のある確率測度を乱流と考える立場は通常理論と同じである。もしそのような確率が存在すれば、Kolmogorovの統計法則が成り立つとして推論を進めると、エネルギー散逸率に関する問題点や乱流のサンプルが満足すべき条件が浮かび上がってくる。Euler方程式の散逸的弱解のあるクラスが乱流の候補と考えられるが、その可否について議論をする。

数理解論、または数理モデルの構成法という視点から見て、乱流を理解する一つの数学的な見方・理解の仕方を提示する。講義を進める中で、偏微分方程式を扱う上で必要な、確率解析、実解析、関数解析などの方法論を学ぶこともできる。

1. はじめに(一様・定常・等方乱流)
2. 乱流の数学的な記述
 - 2-1. 確率測度としての乱流
 - 2-2. Kolmogorovの統計法則と確率過程
 - 2-3. Onsager予想の位置づけ
 - 2-4. Kolmogorovの統計法則とOnsager予想
3. エネルギー散逸率
 - 3-1. Kolmogorovの基本仮定と問題点
 - 3-2. Karman-Howarth-Moninの式
4. 乱流の新しい数学モデルへ向けて I
 - 4-1. 公理としてのK-H-Mの式
 - 4-2. Duchon-Robertの4/3法則
 - 4-3. Eyinkの4/5法則
 - 4-4. 従来の理論との関係
5. 乱流の新しい数学モデルへ向けて II
 - 5-1. 乱流のサンプル:Euler方程式の散逸的弱解
 - 5-2. 現代のOnsager予想:Constantin-E-Titiの結果の周辺
 - 5-3. 現代のOnsager予想:De Lellis-Szekelyhidi, Isettらの結果の周辺
 - 5-4. Navier-Stokes方程式とEuler方程式:Kolmogorovの基本仮定再び
6. 乱流の新しい数学モデルへ向けて III
 - 6-1. 統計力学的な理解は可能か?
 - 6-2. 統計力学と情報理論
 - 6-3. ひとつの"Gibbs測度"の候補

授業内容

- 第1回：はじめに
- 第2回：確率測度としての乱流
- 第3回：KolmogorovとOnsager
- 第4回：ベクトル場のエネルギー散逸率
- 第5回：Karman-Howarth-Moninの式
- 第6回：公理としてのK-H-Mの式
- 第7回：Duchon-Robertの4/3法則とEyinkの4/5法則
- 第8回：KolmogorovとOnsager:再び
- 第9回：乱流のサンプルとEuler方程式の散逸的弱解
- 第10回：現代のOnsager予想
- 第11回：Navier-Stokes方程式とEuler方程式
- 第12回：乱流の統計力学的理解へ向けて
- 第13回：情報理論と統計力学
- 第14回：“Gibbs測度”の構成へ向けて

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

講義の復習をしっかりとすること。また、提出された課題には積極的に取り組んでほしい。

教科書

指定しない。

参考書

適宜指示する。

課題に対するフィードバックの方法

議論や質問に対しては常に門戸は開かれている。次の講義の時間の冒頭で討論することも可能である。または、アポイントをとってもらえれば時間を調整する。

成績評価の方法

レポート100パーセントにより評価する。

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。

科目ナンバー：(ST) MSM641J			
数学専攻	備考		
科目名	現象数理特論C		
開講期	春学期	単位	講2
担当者	専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光 他		

授業の概要・到達目標

矢崎, 名和, 坂元, 宮部, 廣瀬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。

授業内容

- [第1回] 動く曲線の表現1: 曲率流方程式(矢崎)
- [第2回] 動く曲線の表現2: レベルセットの方法(矢崎)
- [第3回] 動く曲線の表現3: 特異極限法(矢崎)
- [第4回] 流体の数理1: 流体の可視化と流線, 流脈線, 流跡線(名和)
- [第5回] 流体の数理2: 保測力学系と非圧縮性 Euler方程式(名和)
- [第6回] 流体の数理3: ノイズを伴った流跡線と非圧縮性 Navier-Stokes方程式(名和)
- [第7回] 力学系入門1: 数理モデルからの導入(坂元)
- [第8回] 力学系入門2: 記号力学系とカオス(坂元)
- [第9回] 学習理論1: 学習理論入門(宮部)
- [第10回] 学習理論2: 深層学習(宮部)
- [第11回] 学習理論3: トランスフォーマー(宮部)
- [第12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13回] 反応拡散方程式の解の爆発2: 爆発の臨界指数(廣瀬)
- [第14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)

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。

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。

教科書

適宜指示する。

参考書

適宜指示する。

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-ol Meiji システムを通じて行うことにする。

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。

その他

本科目は学部科目「解析学展望1」との合併科目である。

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

科目ナンバー：(ST) MSM641J			
数学専攻		備考	
科目名	現象数理特論D		
開講期	秋学期	単位	講2
担当者	専任准教授 博士(理学) 坂元 孝志		

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。

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：プリユセレーター
 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2：偏微分方程式への応用

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。

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。

教科書

「パターン形成と分岐理論」桑村雅隆(共立出版)

参考書

授業中に紹介する。

課題に対するフィードバックの方法

講義中に解説する。

成績評価の方法

レポート(100%)で評価する。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT641J			
数学専攻		備考	
科目名	偏微分方程式特論A		
開講期	春学期	単位	講2
担当者	専任教授 博士(理学) 名和 範人		

授業の概要・到達目標

2階楕円型偏微分方程式の境界値問題の解の存在・非存在や一意性を、変分法、関数解析や実解析の基礎知識を用いて学び、現代的理論を学ぶための必須事項を身につけることを目標とする。

変分的方法を用いて、2階楕円型偏微分方程式の境界値問題の解の存在・非存在や一意性を論じる。関数解析や実解析の基礎知識を確認しながら、峠の補題やブートストラップ論法などについて解説し、より現代的なバブル型の定理についても触れる予定である。

授業内容

第1回：楕円型偏微分方程式：定義と数値モデル
 第2回：弱解とソボレフ空間
 第3回：弱解と変分法
 第4回：ヒルベルト空間における変分問題：ラックス＝ミルグラムの定理とその拡張
 第5回：2階線形楕円型偏微分方程式の境界値問題とその弱解(弱解の境界値)
 第6回：ソボレフ空間とその双対空間
 第7回：2階線形楕円型偏微分方程式の境界値問題とその弱解(ディリクレ問題)
 第8回：2階線形楕円型偏微分方程式の境界値問題とその弱解(ノイマン問題)
 第9回：2階線形楕円型偏微分方程式の境界値問題とその弱解(ロバン問題)
 第10回：弱解の正則性とソボレフの埋め込み定理
 第11回：2階半線形楕円型偏微分方程式の弱解の存在と変分法
 第12回：2階半線形楕円型偏微分方程式の最小作用解の存在
 第13回：2階半線形楕円型偏微分方程式の最小作用解の一意性と正則性
 第14回：その他の話題(多重解の存在など)

履修上の注意

関数解析やルベーグ積分の知識を持っている方が望ましい。

準備学習（予習・復習等）の内容

講義の復習をしっかりとすること。

教科書

指定しない。

参考書

鈴木 貴・上岡友紀 著「偏微分方程式講義～非線形楕円型方程式入門～」培風館
 ハイム・ブレジス 著「関数解析～その理論と応用に向けて」産業図書
 増田久弥 著「非線形数学」朝倉書店
 その他、適宜、講義時に指定する。

課題に対するフィードバックの方法

議論や質問に対しては常に門戸は開かれている。次の講義の時間の冒頭で討論することも可能である。または、アポイントをとってもらえれば時間を調整する。

成績評価の方法

レポート100%により評価する。

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。

科目ナンバー：(ST) MAT641J			
数学専攻		備考	
科目名	偏微分方程式特論B		
開講期	秋学期	単位	講2
担当者	専任教授 博士(数理科学) 矢崎 成俊		

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。

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

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」を履修していることが望ましい。

準備学習(予習・復習等)の内容

予習, 復習をしっかりとすること。

教科書

講義中に適宜指摘する。

参考書

講義中に適宜指摘する。

課題に対するフィードバックの方法

適宜解説

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。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT611J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学特別講義A		
開講期	秋学期	単位	講2
担当者	専任教授 理学博士	藏野 和彦	

授業の概要・到達目標

学部時代に学んだ群論、環論、体論、ガロア理論等を用いて、(高校までの知識では扱えないような)整数論の初歩を学ぶ。

授業内容

- [第1回] 整閉包、デデキント環、離散付値環
- [第2回] 代数体の整数環
- [第3回] 素イデアル分解
- [第4回] 分解と分岐
- [第5回] イデアル類群
- [第6回] イデアル類群の有限性(ミンコフスキーの定理)
- [第7回] ディリクレの単数定理
- [第8回] 円分体
- [第9回] アーベル拡大と円分体1
- [第10回] アーベル拡大と円分体2
- [第11回] 正則素数について
- [第12回] ベルヌイ数との関係
- [第13回] フェルマーの最終定理(正則素数の場合)1st case
- [第14回] フェルマーの最終定理(正則素数の場合)2nd case

履修上の注意

群論・環論・体論・ホモロジー代数の基本的な知識は仮定する。

準備学習(予習・復習等)の内容

しっかり復習すること。

教科書

なし

参考書

石田信「代数的整数論」(数学全書5)
加藤和也, 黒川信重, 斎藤毅「数論 I Fermatの夢と類体論」 岩波講座 現代数学の基礎

課題に対するフィードバックの方法

レポートは添削して返却する。

成績評価の方法

レポートを数回課し、その内容で評価する。
総合得点の60%以上を合格とする

その他

科目ナンバー：(ST) MAT611J			
数学専攻	備考		
科目名	代数学特別講義B		
開講期	秋学期集中	単位	講2
担当者	兼任講師 学術博士	西田 康二	

授業の概要・到達目標

局所環 (A, \mathfrak{m}) の \mathfrak{m} -準素イデアル I が与えられると、ヒルベルト係数と呼ばれる不変量 $e_0(I), e_1(I), e_2(I), \dots$ が定まる。特に $e_0(I)$ は I に関する A の重複度に一致する古典的な不変量であり、その重要性は広く認識されているが、1以上の i に対して $e_i(I)$ が単体として特徴付けている環の性質やヒルベルト係数の計算法については理解が不十分である。この講義では、スタンダードな次数付環 R 上の有限生成な次数付加群 M に対してヒルベルト係数 $e_i(M)$ の理論を再構築し、ヒルベルト係数が持つdepth sensitivityについて述べる。さらに、 M の R -加群としての次数付自由分解や M の次数付部分加群のフィルトレーションを用いて $e_i(M)$ を計算する方法も導入する。時間があれば、斉次イデアルのシンボリック冪の計算への応用についても述べる予定である。

授業内容

- [第1回] 序論
イデアルのヒルベルト係数の理論を概説した後、この講義の目標について説明する。
- [第2回] 上表元と上表列
基本的な道具である上表現と上表列を定義し、その存在と性質について説明する。
- [第3回] 次数付環上の次数付加群のポアンカレ級数とヒルベルト多項式
次数付加群のポアンカレ級数とヒルベルト多項式について復習する。
- [第4回] ヒルベルト係数の定義
ヒルベルト多項式のテーラー展開を用いてヒルベルト係数を定義する。
- [第5回] 二項係数を用いたヒルベルト関数の表示
ヒルベルト係数と二項係数による次数付加群のヒルベルト関数の表示について説明する。
- [第6回] 相対的ヒルベルト係数
次数付環上で複数の次数付加群が与えられた際、それらのヒルベルト係数を比較する道具として相対的ヒルベルト係数を導入する。
- [第7回] ヒルベルト係数と相対的ヒルベルト係数の関係
次数付加群に対して定まるヒルベルト係数と相対的ヒルベルト係数の関係を明示する。
- [第8回] 次数付けのシフトとヒルベルト係数
次数付加群の次数付けのシフトによるヒルベルト係数への影響について説明する。
- [第9回] 上表現とヒルベルト係数
上表元を用いて次数付加群の剰余加群をとると、ヒルベルト係数がどのように変化するかについて説明する。
- [第10回] ヒルベルト係数のdepth sensitivity
重複度に関する良く知られた定理の一般化として捉えられるヒルベルト係数のdepth sensitivityについて説明する。
- [第11回] 次数付自由分解を用いたヒルベルト係数の計算
次数付環上の次数付自由分解を用いてヒルベルト係数を計算する方法について説明する。
- [第12回] 次数付部分加群のフィルトレーションを用いたヒルベルト係数の計算
次数付部分加群から成るフィルトレーションを用いてヒルベルト係数を計算する方法について説明する。
- [第13回] 諸例の計算
いくつかの具体例に対してヒルベルト係数の計算を実行し、depth sensitivityの成立を確かめる。
- [第14回] 斉次イデアルのシンボリック冪の計算への応用
ヒルベルト係数の理論は斉次イデアルのシンボリック冪の計算に応用できることを、具体例を通して説明する。

履修上の注意

復習をしっかりとって、翌日の授業に備えること。

準備学習（予習・復習等）の内容

可換環論の基礎的な事柄を勉強しておくこと。

教科書

なし

参考書

W. Bruns and J. Herzog, "Cohen-Macaulay Rings", 2nd edition, Cambridge University Press (2008)

永田雅宜, 『可換環論』, 紀伊國屋書店 (1974)

松村英之, 『復刊 可換環論』, 共立出版 (2000)

成績評価の方法

平常点70%, レポート30%

その他

科目ナンバー: (ST) MAT621J			
数学専攻		備考	
科目名	幾何学特別講義A		
開講期	春学期	単位	講2
担当者	専任教授 博士(理学)	今野 宏	

授業の概要・到達目標

直交行列の全体は群であると同時に多様体でもある。このような群構造をもつ多様体をリー群という。この講義では、多様体論の復習から始めて、その応用としてリー群の初歩について解説する。講義の内容は、学生の興味に応じて変わる場合がある。

リー群という具体的な例を扱うことを通して、多様体の基本的な性質や例を理解することを到達目標とする。

授業内容

- [第1回] 多様体の定義
- [第2回] 接ベクトルと接空間
- [第3回] 写像の微分
- [第4回] 部分多様体
- [第5回] リー群の定義
- [第6回] リー群の例
- [第7回] ベクトル場
- [第8回] 1パラメータ変換群
- [第9回] ベクトル場の括弧積
- [第10回] リー群とリー環
- [第11回] リー環の例
- [第12回] リー群の作用
- [第13回] 商空間
- [第14回] まとめと展望

履修上の注意

準備学習（予習・復習等）の内容

授業中に適宜課題を与える。

教科書

参考書

『トウー多様体』Loring Tu (裳華房)

『微分幾何学』今野宏(東京大学出版会)

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。

成績評価の方法

授業中の態度やレポートによる。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT621J			
数学専攻		備考	
科目名	幾何学特別講義B		
開講期	秋学期	単位	講2
担当者	専任教授 博士(理学) 長友 康行		

授業の概要・到達目標

概要: コンパクトリー群の構造とその表現論を学ぶ。
 まずは、最も次元の小さい非可換なコンパクトリー群である2次の特殊ユニタリー群を範にとり、その構造を理解し、表現を具体的に構成する。
 その後、その構成法を利用して、表現論で問題となる概念を抽出し、定義していく。
 到達目標: コンパクトリー群の構造とその表現論を理解し、幾何学へ応用できるようになることが到達目標である。
 そのために具体的な計算から始め、抽象論を構築することがテーマとなる。

授業内容

- 第1回: 特殊ユニタリー群の定義とその表現の定義
- 第2回: 特殊ユニタリー群のリー代数と指数写像
- 第3回: 正規化された不変測度
- 第4回: Schurの補題
- 第5回: 特殊ユニタリー群の標準表現と関連する表現
- 第6回: ユニタリー表現の定義と不変測度
- 第7回: 直和表現と可約性
- 第8回: 表現の指標
- 第9回: 表現に現れる関数の直交性
- 第10回: 1次元ユニタリー群の定義とその表現論
- 第11回: 特殊ユニタリー群の既約表現の決定
- 第12回: Clebsch-Gordanの定理
- 第13回: リー群の一般論とその例
- 第14回: リー群とリー代数の関係

履修上の注意

学部1, 2年次の必修科目をよく理解した上で、学部2年次の幾何入門1, 2の履修を前提として講義を行う。
 学部3年次の幾何学1, 2, 学部4年次の幾何学3, 4を履修していることが望ましい。

準備学習(予習・復習等)の内容

事前に、学部時代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。

教科書

特に指定しない。

参考書

M.R. Sepanski "Compact Lie Groups", Springer

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答案を採点・添削し、返却する。

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。
 講義への積極的な取り組みを主に評価する。
 期末試験は実施しない。
 合計が満点の60%以上を単位取得の条件とする。

その他

科目ナンバー：(ST) MAT641J			
数学専攻		備考	
科目名	数理解析特論D		
開講期	秋学期	単位	講2
担当者	専任准教授 博士(理学) 廣瀬 宗光		

授業の概要・到達目標

「授業の概要」
 主として楕円型方程式の境界値問題を考察することを目的に、不動点定理、及び、分岐理論について学ぶことにする。
 「到達目標」
 様々な方法を用いて、与えられた微分方程式の解の存在を示すことができるようになることを目標とする。

授業内容

- [第1回] 縮小写像の原理
- [第2回] ブラウアーの不動点定理(1)
- [第3回] ブラウアーの不動点定理(2)
- [第4回] シャウダーの不動点定理(1)
- [第5回] シャウダーの不動点定理(2)
- [第6回] 常微分方程式の解の存在定理
- [第7回] 楕円型方程式の境界値問題(1)
- [第8回] 関数関数の定理
- [第9回] 解の分岐(1)
- [第10回] 解の分岐(2)
- [第11回] 分岐解の存在(1)
- [第12回] 分岐解の存在(2)
- [第13回] 常微分方程式の周期解
- [第14回] 楕円型方程式の境界値問題(2)

履修上の注意

学部3年次の「関数解析」と学部4年次の「偏微分方程式」を履修していることが望ましい。

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。

教科書

指定しない。

参考書

『非線型数学』増田久弥(朝倉書店)

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。

成績評価の方法

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

その他