

シラバス参照[2026年度/数学演習2 J/小沢 誠]

授業情報			
開講年度	2026年度	開講箇所	教育学部
科目名	数学演習2 J		
担当教員	小沢 誠		
学期曜日時限	通年 01:金 3-4		
科目区分	数学科	配当年次	4年以上
使用教室	01:1 4-8 0 8(院生指導室)	キャンパス	早稲田
科目キー	150600001T	科目クラスコード	10
授業で使用する言語	日本語		
授業方法区分	【対面】		
コース・コード	MATX403S		
大分野名称	数学		
中分野名称	数学		
小分野名称	数学		
レベル	総仕上げ	授業形態	演習/ゼミ
単位数	8		

シラバス情報	
副題	結び目理論の深化と卒業論文への展開
授業概要	本演習は、3年次までに学んだ結び目理論の基礎（図式、ライデマイスター移動、彩色数などの初等的変量）を土台とし、テキスト『結び目の数学』の中盤以降（第4章～第6章）を輪講形式で読み進めます。具体的には、結び目が張る「曲面（ザイフェルト曲面）」の幾何学的考察、トラス結び目やサテライト結び目といった「結び目の種別」、そして現代の結び目理論において極めて重要な「多項式不変量（アレクサンダー多項式、ジョーンズ多項式）」を扱います。本演習は「卒業研究J」と強く連動しており、学生は輪講での発表担当を通じて理解を深めると同時に、自身の卒業論文のテーマ（具体的な結び目の族の性質の探究や、不変量の計算など）を見つけ、研究を進めることを求められます。
授業の到達目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 専門書の読解と発表: 数学の専門書を正確に読み解き、証明の論理や計算のプロセスを他者に分かりやすく板書・解説するプレゼンテーション能力を身につける。 2. 幾何学的直観の養成: ザイフェルト曲面の構成や種数の概念を通じて、結び目を3次元的な対象として捉える力を養う。 3. 計算力の習得: スケイン関係式を用いた多項式不変量の計算に習熟し、具体的な結び目に対して間違いなく計算を実行できる。 4. 卒業論文の完成: 学んだ理論を特定の結び目やその族に応用し、オリジナリティのある、あるいは既存の結果を自分なりに再構成した卒業論文を執筆する。
事前・事後学習の内容	<p>事前学習: 発表担当者は、テキストの該当箇所を完全に理解し、証明の細部まで追った上で、聴衆（他の学生）にわかるようにレジュメや板書計画を作成すること。担当以外の学生も必ず該当範囲を予習し、疑問点を整理して授業に臨むこと。</p> <p>事後学習: 授業中に扱った定理や計算手法を復習し、章末問題やテキストに載っていない具体例で計算練習を行うこと。また、それらの知識を自身の卒業研究のテーマにどのように応用できるかを常に考察すること。</p>
授業計画	<p>本演習は、受講生6名による輪講（発表）形式で進行します。進度は受講生の理解度や議論の深まりに応じて調整しますが、概ね以下の3つの主要トピックを順次扱います。並行して、各自の卒業研究テーマに関する進捗報告も行います。</p> <p>【トピック1：曲面と結び目（テキスト第4章）】 結び目を「曲面の境界」として捉える視点を学びます。 <ul style="list-style-type: none"> ザイフェルトのアルゴリズムを用いたザイフェルト曲面の構成 曲面の種数（Genus）の定義と性質 種数の加法性（結び目の連結和と種数の関係） 【卒論への視点】 具体的な結び目の種数を決定する問題や、最小種数曲面の視覚化について考察します。 </p> <p>【トピック2：結び目の型と構造（テキスト第5章）】 結び目をその構成法や幾何構造によって分類します。 <ul style="list-style-type: none"> トラス結び目の定義と分類、その性質 サテライト結び目とコンパニオン結び目の関係 双曲結び目（Hyperbolic Knots）の概念的理解（サーストンの幾何化予想への導入） 【卒論への視点】 トラス結び目の特定の族（例えば (p, q) 型）における不変量の振る舞いや、サテライト構成による新しい結び目の生成をテーマとして検討します。 </p> <p>【トピック3：結び目の多項式（テキスト第6章）】 結び目を多項式に対応させる強力な不変量を学びます。 <ul style="list-style-type: none"> アレクサンダー多項式の定義とスケイン関係式 コンウェイ多項式とその計算 ジョーンズ多項式の発見とカウフマン括弧式による計算 多項式の性質（交代結び目との関係、鏡像との関係など） </p>

- **【卒論への視点】** 特定の結び目族に対する多項式の一般項の導出や、多項式を用いた結び目のカイラリティ（鏡像との非同値性）の判定など、計算に基づいた研究テーマを深めます。

【卒業研究との連携】

- 授業の後半では、通常の輪講に加え、各自が選定した卒論テーマに関する進捗報告（先行研究の紹介、計算結果の報告など）の時間を設けます。
- 6名の学生は、テキストの内容からヒントを得て、独自の計算や考察を行い、最終的に論文としてまとめます。

教科書 『結び目の数学 ―結び目理論への初等的入門 原書改訂版―』 C. アダムス著 金信泰造訳 丸善出版 ISBN: 978-4-621-30595-9

成績評価方法

割合

評価基準

レポート: 40% 「卒業研究J」と連動した、論文作成に向けた調査・計算・執筆の進捗状況と最終的な成果。

平常点評価: 60% 輪講における発表の準備状況、わかりやすさ、正確さ。および、他の学生の発表に対する質問や議論への貢献度。