

班紹介 pdf

spmAdv7th

2025 年 6 月 27 日

1 はじめに

本 pdf では、数物セミナー合同合宿 Advanced 7th におけるリレーセミナー班 (以下、リレーセミナーを RS と呼称します) の候補となる分野を紹介します。通常の合宿よりも発展的な内容を取り扱う都合上、基礎的な事項は理解しているという前提の下で RS を行いますので、合宿に参加される予定の方は本 pdf をお読みいただき、分野の認識や RS に期待する内容の擦り合わせを行ってください。

2 参加申し込みについて

本合宿では、advanced 班 (Ad6th でいうところの班長付き班に対応します) と基礎班という形で難易度別に分かれて募集を行います。advanced 班では大学 4 年や修士課程以降に学ぶ数学や物理に関する RS を行い、人数の関係で advanced 班が成立しない場合、学び残した分野や一度もやったことのない分野などの基礎的な内容の RS を開講します。以下、応募する際の注意点になります。

1. advanced 班の応募欄には以下で紹介する班以外に、「その他」という項目があります。やりたい班がなかったり、班長に応募するほどではないがこういう分野がしたいという希望がある場合、「その他」の欄に自由にご記入ください。また「その他」でどうしてもやりたい班がある場合は、運営にご相談していただき、自発的に友人や SNS などでも声掛けをしていただくと班が成立しやすくなります。

2. 基礎班は複数選択可能です。大雑把に分野ごとで分けていますので、やりたい分野、本などを具体的にご記入していただければと思います。

3 申し込み後の流れ

応募フォーム締め切り後、RS 班の人数調整のためにメールをお送りする場合があります。また締切の 2 週間後に本合宿の discord サーバーの招待リンクを添付したメールを送信いたしますので、お早めに discord サーバーへご参加ください。ご協力お願いいたします。

末筆になりますが、皆様のご参加を心よりお待ちしております。

4 班紹介 (数学 advanced 班)

楕円曲線と連分数

- 教科書 : Rachel Shipsey, “*Elliptic Divisibility Sequences*”

(URL: <https://1lib.sk/book/2857426/56a766/elliptic-divisibility-sequences-phd-thesis.html>)

Alfred J. van der Poorten, “*Elliptic Curves and Continued Fractions*”

(URL: <https://cs.uwaterloo.ca/journals/JIS/VOL8/Poorten/vdp40.pdf>)

Umberto Zannier, “*Hyperelliptic Continued Fractions and Generalized Jacobians*”

(URL: <https://arxiv.org/abs/1602.00934>)

小川, 裕之 『種数 2 の超楕円曲線のヤコビ多様体の有理等分点』, 数理解析研究所講究録第 844 巻

(URL: <http://hdl.handle.net/2433/83598>)

- 前提知識 : 楕円曲線, 連分数及び多項式の連分数の基本的な知識.
- 班長からのコメント : 上記の教科書などから各々文献を選び, オムニバス形式でセミナーをする. 内容のキーワードは班名の通り「楕円曲線」, 「(多項式の) 連分数」であり, これに関連するものであれば他の文献でもよい.
- 注意 : 楕円曲線と連分数班, 力学系と連分数班は班長が同一のため, 班長付き班として成立するのはいずれか一つとなります. 希望者が十分に集まった場合には後日同意を取った上で班長なし班として成立させる場合があります.

力学系と連分数

- 教科書 : 例えば Rong FU, Ji ZHOU, “*Small Cycles Property of Some Cremer Rational Maps and Polynomials*” (URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11401-024-0006-8>)

- 前提知識 : 連分数と複素力学系の基本的な知識

● 班長からのコメント : オムニバス形式. 無理的中立周期点の中でも Cremer 点と呼ばれるものと連分数展開の関係を調べる. あるいは また文献の中で引用されている定理の証明を追ってもよい. あるいは文献に関係するものについて発表してもよい. 発案者は力学系と連分数に関係しているものができればよいと考えている.

- 注意 : 楕円曲線と連分数班, 力学系と連分数班は班長が同一のため, 班長付き班として成立するのはいずれか一つとなります. 希望者が十分に集まった場合には後日同意を取った上で班長なし班として成立させる場合があります.

数論

- 教科書：Kiran S. Kedlaya, “*Notes on prismatic cohomology*”
(URL: <https://kskedlaya.org/prismatic/prismatic.html>)
- 前提知識：可換環論, 代数幾何など
- 班長からのコメント：プリズマティックコホモロジーがどのようなものか, どのように使われているかを理解するのが目標です。発表時間は長くないため, 重要だと思われる定理, 証明, 例などを掻い摘んで発表するのを想定しています。できれば最後まで読めれば良いと思っています。

簞多様体

- 教科書：Alexander Kirillov Jr. “*Quiver Representations and Quiver Varieties*”
- 前提知識：微分幾何と表現論の基礎
- 班長からのコメント：Part3を読み簞多様体について勉強します。9, 10 章を中心に読み, 時間が許せばそれ以降のトピックも触れようと思います。簞についての基礎(教科書 1, 2 章)は個人で勉強していただきます。
- 注意：簞多様体班, 例外型リー群班は班長が同一のため, 班長付き班として成立するのはいずれか一つとなります。希望者が十分に集まった場合には後日同意を取った上で班長なし班として成立させる場合があります。

例外型リー群

- 教科書：未定(何某かの論文を募集)
- 前提知識：リー環の表現論の基礎(ルートの概念や半単純性など)
- 班長からのコメント：リー群・リー環の基本的なクラスに単純リー群・単純リー代数というものがあります。これらは A~G 型で分類されており, D 型までは元々考察されてきた行列の形で表されますが, E, F, G 型は異なり「例外型」と呼ばれます。この班では例外型リー群・リー代数の性質を勉強します。各論になるため, どの型を扱うかどうかは班員の興味によって決めます。
- 注意：簞多様体班, 例外型リー群班は班長が同一のため, 班長付き班として成立するのはいずれか一つとなります。希望者が十分に集まった場合には後日同意を取った上で班長なし班として成立させる場合があります。

Quiver representation

- 教科書：Darksen and Weyman, “*An Introduction to Quiver representations*” の Chap5 ~ Chap8
- 前提知識：Chap1 ~ Chap4 は事前ゼミでも扱わず, 各自で読んでくることとします。Homological algebra や表現論の基本的なことを知っていると良いです。この本自体は学部 3 年の代数の知識だけで読めるように懇切丁寧に書かれているらしいです。
- 班長からのコメント：他に quiver representation の良い本があればそれでも可です。その場合も大体上に書いたことの該当範囲をやるとします。
- 注意：Quiver representation 班, BGG category 班, Equivariant cohomology 班, Schubert calculus 班は班長が同一のため, 班長付き班として成立するのはいずれか一つとなります。希望者が十分に集まった場合には後日同意を取った上で班長なし班として成立させる場合があります。

BGG category

- **教科書** : Humphreys, “*Representations of Semisimple Lie Algebras in the BGG Category \mathcal{O}* ”
Chap1 ~ Chap5 or Chap6 ~ Chap8
- **前提知識** : Semisimple Lie algebra の表現論 (この本は同じ著者による Semisimple Lie algebra の表現論の有名なテキストである “*Introduction to Semisimple Lie Algebras and Representation Theory*” の続編なので, この本の内容は前提とします).
- **班長からのコメント** : 参考までに, 班長は Kac-Moody Lie algebra (affine Lie algebra) や quantum group の表現論を勉強中です. Humphreys は良い教科書をかくことで有名な方ですが正直個人的には肌に合わないので, 頑張って読みたいです!
- **注意** : Quiver representation 班, BGG category 班, Equivariant cohomology 班, Schubert calculus 班は班長が同一のため, 班長付き班として成立するのはいずれか一つとなります. 希望者が十分に集まった場合には後日同意を取った上で班長なし班として成立させる場合があります.

Equivariant cohomology

- **教科書** : Anderson and Fulton, “*Equivariant Cohomology in Algebraic Geometry*” Chap1 ~ Chap6
- **前提知識** : Vector bundle, algebraic “variety” の基本的な知識は必要だと思います. 班長はこの分野は初挑戦なので, どのくらいの知識があれば読めるのか正直あんまりよく分かりません.
- **班長からのコメント** : Chap1 ~ Chap6 は修行パートで, 楽しいのはむしろその後な気はしているので, この機会に equivariant cohomology の基礎を習得したいです. 一緒に頑張りましょう!
- **注意** : Quiver representation 班, BGG category 班, Equivariant cohomology 班, Schubert calculus 班は班長が同一のため, 班長付き班として成立するのはいずれか一つとなります. 希望者が十分に集まった場合には後日同意を取った上で班長なし班として成立させる場合があります.

Schubert calculus

- **教科書** : やりたいことは Schubert calculus on Flag varieties of the general linear groups. テキストとしては
[1] Fulton, “*Young Tableaux*”, Chapter 10
[2] 池田『数え上げ幾何学講義』, 第3部
があります.
- **前提知識** : Schubert calculus on Grassmannian は前提とします. projective variety に馴染みがあればたぶん問題なく読めます. 厳密には intersection theory が必要なんですけど, 正直そこは使う事実だけ整理して証明は飛ばしても良いかなと思っています. もしその辺をやったことがある方がいたら是非教えてください.
- **班長からのコメント** : 内容としては前回の Schubert calculus 班の続きですが, 特に示し合わせているわけでは無いので新規参戦大歓迎です!
- **注意** : Quiver representation 班, BGG category 班, Equivariant cohomology 班, Schubert calculus 班は班長が同一のため, 班長付き班として成立するのはいずれか一つとなります. 希望者が十分に集まった場合には後日同意を取った上で班長なし班として成立させる場合があります.

代数解析・表現論

- 教科書：堀田, 谷崎, 竹内 “*D-modules, Perverse sheaves, and Representation Theory*” の Chapter 9~13
- 前提知識：有限群や半単純リー代数の表現論, ホモロジー代数, 多様体論の基礎, 代数群の基礎, 代数幾何
- 班長からのコメント：この班では表現論の難問 Kazhdan-Lusztig 予想が “*D-module*” という概念によって解決される様を見ていきます。

D-module とは複素 (代数) 多様体 X 上の偏微分作用素全体からなる環の層 D_X 上の左加群の層です. *graded ring* を取ることにより, D_X が *coherent ring sheaf* となることが示せるので, D_X 上の局所有限生成加群は *coherent D_X -module* となることがわかります。

このように *D-module* の理論は大部分が代数幾何学の文脈に沿って展開されますが, 実はこのような対象が

(1) 偏微分方程式

(2) 可積分接続, 偏屈層

といった解析的, 幾何的な概念と密接に関わってきます. そして (1) と (2) が *D-module* を通じて対応し合う「*Riemann-Hilbert* 対応」を応用することで Kazhdan-Lusztig 予想が解かれました。

D-module の理論には導来圏という抽象的な道具立てが必要なので, 可能であれば表現論の基礎の確認と共に事前ゼミを開き前提知識を補う予定です. また *D-module* や *perverse sheaf* の理論をどこまで深掘りするかは参加者の関心に合わせて考えます。

複素幾何

- 教科書：Ma, Marinescu, “*Holomorphic Morse Inequalities and Bergman Kernels*”
- 前提知識：学部程度の多様体論, 複素解析 (最初の章でやるっぽいので多分複素幾何, 微分幾何の予備知識はそんなになくても良さそう)
- 班長からのコメント：本書は複素多様体上の熱核の理論の本格的な教科書です. 多様体上の熱核は指数定理の証明に用いられることから分かる通り, 多くの幾何的な量を内包する重要な対象です. 特にモースの不等式の層コホモロジー版とも言える正則モースの不等式および, ベルグマン関数の漸近展開を中心に様々な複素幾何的な不変量を取り扱います。

多くの内容が取り扱われていますが, トピックを絞れば 3~4 章分程度の分量で十分深い複素幾何学的な理論を学べると思います。

参加者の希望次第で変更可能ですが, いまのところ 1,4,5 章の輪読をしようと考えています。

ヘッセ幾何班

- 教科書：志磨『ヘッセ幾何学』(絶版本なので変えるかも)
- 前提知識：リーマン幾何・ファイバー束の接続. 情報幾何・複素幾何についても簡単な知識があるとなおよい. 等質空間のパートではリー代数の表現も使う (班長は情報幾何が専門ですが複素幾何や表現論には明るくありません. 一緒に頑張りましょう)。
- 班長からのコメント：計量と平坦な接続を備えた多様体で, 局所的に計量がある関数の Hessian となっているような多様体を Hesse 多様体という. 情報幾何学においては双対平坦空間ともよばれるこの多様体は, 複素幾何において重要な Kähler 多様体の実類似である。

今回のリレーセミナーでは, 複素幾何とのアナロジーを中心としてコンパクト Hesse 多様体や等質 Hesse 多様体の性質を扱う。

なお, 指定した教科書は絶版のため, 参加者と話し合っ教科書とする文献は調整する。

力学系

- **教科書**： 双曲力学系関連の本を読む。候補としては Pesin の “*Lectures on partial hyperbolicity*” か Bowen の “*Equilibrium States and the Ergodic Theory of Anosov Diffeomorphism*”

- **前提知識**： どちらの本も微積分と線形代数, 位相ぐらいの知識は要ります。その上で, Pesin の本は基本的な多様体論, 及び測度論と関数解析に出てくる言葉の定義ぐらいを知っていると読みやすそうです。

Bowen の本はある程度ちゃんと測度論を知っといた上でエルゴード理論における基本事項を知っておくと読みやすいと思います (多様体上での議論は出てくるのですが, 知っておくべきことは多様体の定義ぐらいだと思います)

- **班長からのコメント**： どちらの本も anosov diffeo を少し一般化した力学系を対象としています。Pesin の本は名前の通り partial hyperbolic な力学系における安定・不安定葉層の存在や摂動に対しての安定性などを扱います。一方 Bowen の本は, axiom A であるような力学系についてのエルゴード理論的な結果 (例えば, 非遊走集合上の点の軌道から定まる測度が equilibrium state に収束する事など) を扱います。前者は多様体上の接ベクトルや安定/不安定多様体などを素手で扱う傾向が強いのに対して, 後者は Markov 分割により axiom A な力学系と記号力学系とを対応付けた上で thermodynamic formalism を持ち込んで議論します。

偏微分方程式 (1)

- **教科書**： 望月清 『波動方程式の散乱理論』 3,4 章

- **前提知識**： Fourier 変換, 関数解析 (スペクトル理論らへん)

- **班長からのコメント**： 波動方程式について, 上に挙げた本の 3,4 章あたりを勉強していければと思います (いい本があったら他の本でもいいです)。提案者もこの分野を知らないで, 興味がある方がいらっしゃったら, 気軽にお越しいただければと思います。

圏論

- **教科書**： Kerodon の Chapter 1 の “*The Language of ∞ -Categories*”

- **前提知識**： Category theory in context や 壱大整域に書かれていることは習得していることが望ましい。加えて代数トポロジーの初歩 (班長は無限圏を学んだことがないので, どこまで必要かわからないです)。

- **班長からのコメント**： 無限圏は導来代数幾何や condensed math, ホモトピー型理論, 代数的 K 理論などに有用なフレームを与える現代に必要不可欠なものとなってきた。Kerodon は, Higher topos theory といった有名な著書や, 数々の実績のある Jacob Lurie による無限圏の online text である。今回のセミナーでは無限圏の基礎の習得を目的としている。

圏論的論理学

- **教科書**： Steve Awodey の categorical logic の lecture notes (URL: <https://awodey.github.io/catlog/notes/>)

- **前提知識**： 圏論と論理学の基本的な知識 (不安であれば Awodey の pdf の appendix を見るとよい)

- **班長からのコメント**： 理論を圏, モデルを関手として捉えることで論理学の概念と圏論の概念の間を行き来することができるようになることが目標です。どのように進めるや場合によっては教科書を変えるかは参加者で相談しながら決めますが, とりあえずは最初から読み進めるつもりです。班長もまだ圏論的論理学のことをよくわかっていないので関心があればお気軽に参加してください！

集合論

- **教科書** : Akihiro Kanamori, “*The Higher Infinite*” (URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-88867-3>)
- **前提知識** : Preliminaries がわかる程度を想定します (たとえば, 基数の理論や L , 集合論に絡むモデル理論の話題, club, 記述集合論の一部など). ただし, 班長もよく知らないものがあるので, 適宜補いながら頑張りましょう……
- **班長からのコメント** : 巨大基数の理論に入門します. 教科書には Kanamori を挙げましたが, 場合によっては, 教科書を Jech などに変えて, 巨大基数絡みの話をつまみ食いするのもよいと思います.

超準組合せ論

- **教科書** : Di Nasso, Goldbring, Lupini, “*Nonstandard Methods in Ramsey Theory and Combinatorial Number Theory*” (URL : <https://doi.org/10.1007/978-3-030-17956-4>) またはこの本の内容に関係したことを学ぶ.
- **班長からのコメント** : 「超準組合せ論」なんて言葉は実は存在しないので, この怪しげな言葉で何を意味しようとしているのかについて説明します.

超準解析は, 超実数と呼ばれる概念を用いて「無限小」「無限大」の感覚的な扱いを可能にする枠組みです. 超実数は実数に「無限小」や「無限大」の実数たちが付け加わったもので, 移行原理と呼ばれる「特定の形をした命題が超実数の世界で成り立つことと実数の世界で成り立つことは同値である」という主張が成立します. この本ではこのような超準解析の概念を用いて Ramsey 理論や算術的組合せ論 (arithmetic combinatorics) の主張を示す, という興味深いアプローチが紹介されています (これが「超準組合せ論」という言葉で表したかった事柄です). Ramsey 理論と算術的組合せ論については長くなるのでここでは説明はしませんが, 代わりにこの本に出てくるこれらの分野のトピックをいくつか提示しておきます: Ramsey の定理, van der Waerden の定理, Szemerédi の定理, Erdős sumset conjecture, Erdős–Turán conjecture, 三角形除去補題. これらの事柄が気に入ったのならこの分野は好みに合うと思います.

割と self-contained な本だと思うので前提知識はそこまで必要ないはずですが, 数理論理学や組合せ論の議論に慣れていると読みやすいと思います. どこを読むか, あるいは何を読むかは参加者の知識や興味によって変えるつもりでいるので, みんなで楽しくやりましょう!!!

マルコフ過程

- **教科書** : Daniel W. Stroock, “*An Introduction to Markov Processes*”
- **前提知識** : ルベーク積分と確率論の基本的知識があると望ましい. 具体的には上記文献の 7 章に必要な予備知識がまとまっているので, 参照してほしい.
- **班長からのコメント** : 上記の教科書の 2 章以降のうちどれか (できれば 6 章) を班員の予備知識に合わせて読む. 必要に応じて事前ゼミを行う. ちなみに立候補者のモチベーションは Simulated Annealing や遺伝アルゴリズムなどメタヒューリスティクスの理論的背景を理解することにある.

5 班紹介 (数学 advanced 班 (班長無し))

可換環論

- 概要：CM 環や Gorenstein 環と言った後藤・渡辺『可換環論』の 6 章以降のことをやる。
- 前提知識：可換環論・ホモロジー代数の基本的な知識など

偏微分方程式 (2)

- 概要：小澤徹『数理物理学としての微分方程式序論 (sgc ライブラリ 129)』を読む。
- 前提知識：学部程度の函数解析など

6 班紹介 (数理物理 advanced 班)

数理物理 (1)

- 教科書：前田周一郎『束論と量子論理』
- 前提知識：特にないが、数学に慣れていること。もしかしたら量子論のことを多少知っていた方が楽しいかもしれない。
- 班長からのコメント：量子論を、Boole ではない束によって指定される論理だと捉える分野。基本的には束論を勉強することになると思います。

数理物理 (2)

- 教科書：深谷賢治『解析力学と微分形式』(URL：<https://www.iwanami.co.jp/book/b652388.html>)
- 前提知識：微分積分，線形代数，ベクトル解析，力学。解析力学，多様体と微分形式を知っているとなお良い。
- 班長からのコメント：座標変換に対して不変な微分形式を用いて，解析力学をしようという本です。事前ゼミを開催してできるところまで（目標 2 章まで）勉強して，合宿で 3 章をやるとするのが理想です。班長は解析系の数理物理の人間で，幾何の知識は殆ど無いので，初歩からやっていくと思います！よろしくお願いします！

非可換幾何学

- 教科書：前田・佐古『非可換微分幾何学の基礎』，『幾何学の量子化 (SGC)』（他に希望があれば調整可能）
- 前提知識：多様体論（作用素環については深く立ち入らないつもりです。少なくとも班長は知りません。）
- 班長からのコメント：僕自身は物理の人間なので数学的にきちんと勉強をしたい方はご注意ください。非可換幾何を通して幾何学及び量子論への理解を深められたらと思っています。最終的には場の理論への応用を見たいと思っているので，私は「幾何学の量子化」を推しています。

7 班紹介 (物理 advanced 班)

共形場理論

- **教科書** : 江口, 菅原『共形場理論』 (班長は WZW をやりたいが班員のレベルに合わせる)
- **前提知識** : 場の量子論の基礎
- **班長からのコメント** : 共形場理論は豊かな代数構造を持った場の理論であり, 弦理論や物性における臨界現象など様々な分野に応用されています. 中でも Wess-Zumino-Witten 模型は affine Lie 代数の対称性を持った共形場理論の模型の 1 つであり, 非線形シグマ模型の作用に WZ 頂を加えることで作られます. 他にも江口・菅原には RCFT や SCFT など様々なトピックが扱われているので, 班員の方の興味にやレベルに合わせてゼミを出来たらと思います.

一般化対称性の物理学への応用

- **教科書** : オムニバス形式なので特に指定はしない. 参考書としては以下のようなものが挙げられる.
 - [1] “*Generalized Global Symmetries*” (URL: <https://arxiv.org/pdf/1412.5148>)
この分野における初めての包括的な教科書
 - [2] “*Lectures on generalized symmetries*” (URL: <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2023.11.002>)
上の内容を, より現代的に (数学的に) 記述したもの
 - [3] “*Introduction to Generalized Global Symmetries in QFT and Particle Physics*”
(URL: <https://arxiv.org/pdf/2306.00912>)
もう少し入門的?なもの
 - [4] “*What’s Done Cannot Be Undone: TASI Lectures on Non-Invertible Symmetries*” (URL: <https://arxiv.org/pdf/2308.00747>)
Shao による TASI Lecture の講義ノート (YouTube に講義動画あり)
 - [5] “*ICTP Lectures on (Non-)Invertible Generalized Symmetries*” (URL: <https://arxiv.org/pdf/2305.18296>)
Sakura Schäfer-Nameki による ICPT Lecture の講義ノート (YouTube に動画あり)
 - [6] 『高次対称性入門』 (URL: https://ribf.riken.jp/hidaka/yh/slide/hidaka_higher_form.pdf)
この分野における (貴重な) 日本語の資料. hep-th の例も cond-mat の例も充実しており good (ただし, 単独で読むのは困難なので適宜他の資料を参照すると良さそうです).
- **前提知識** : 参考文献 [2] のイントロを見る限りだと
 - ・物理: (非可換) ゲージ理論, 背景場の方法, アノマリー, SSB, ヒッグス機構
 - ・数学: (QFT で登場する程度の) 微分幾何学, 代数トポロジー, 群の表現論が必要らしいです. 加えて, non-invertible の典型的な例が 1+1-d RCFT にあるので, CFT の基本的な知識があると良いと思います.
- **班長からのコメント** : (対面) オムニバス形式. 関連分野の論文のレビューや研究紹介などを, 一人あたり持ち時間 2~3 時間程度で行う.
 - ・ hep-th か cond-mat かは問わないし, 連続でも lattice でも OK. 一般化対称性に関連していれば内容は自由.
 - ・ 班員の希望次第では, 文献のリレーセミナーでも可.(事前ゼミ) ※ optional. 希望があれば実施. 前提知識の確認, あるいは文献のリレーセミナーを行う.
僕は初学者ですが, hep-th でも cond-mat でもホットなこの分野と一緒に勉強してくれる人を募集中です.

非平衡統計力学

- 教科書：斎藤圭司『ゆらぐ系の熱力学』（URL: <https://www.saiensu.co.jp/search/?isbn=978-4-7819-9014-9&y=2024>）
- 前提知識：学部程度の熱統計力学
- 班長からのコメント：ブラウン運動, 線形応答理論, 確率熱力学など非平衡系の理論を理解したいです！応用例として生体分子モーターを扱うので生物物理に興味がある人もぜひ！行間が広めなのでみんなでじっくり読み解きましょう！

アノマリー

- 教科書：Adel Bilal の “*Lectures on Anomalies*” (URL: <https://arxiv.org/abs/0802.0634>) の 4,5,7 章
- 前提知識：群論 (特に $SU(N)$)・経路積分をちょっとでもやっておくと読みやすいと思います。
- 班長からのコメント：古典的な対称性が量子的には破れることがある。これがアノマリーの最初の発見である。特に今回のリレーセミナーでは、スピノル場を入れた 4 次元ゲージ理論におけるアノマリーについて扱う。また、標準模型におけるアノマリーキャンセルについても見ていく予定である。

地球流体力学

- 教科書：木村竜治『地球流体力学入門』, または Adrian E. Gill “*Atmosphere-Ocean Dynamics*” の一部
- 前提知識：ベクトル解析・流体力学の基礎 (必須ではない)
- 班長からのコメント：地球流体力学の, 特に海洋に関することをやりたいと思っています。前提知識はほとんどないので, 初学者・学部生大歓迎です！

8 班紹介 (数学基礎班)

代数系

- 概要：代数幾何, 表現論, 数論など
- 前提知識：ハーツホーン『代数幾何学』, 小林俊行・大島利雄『リー群と表現論』, 池田岳『テンソル代数と表現論』, ノイキルヒ『代数的整数論』など

幾何系

- 概要：代数トポロジー, 微分幾何, リーマン幾何など
- 前提知識：Hatcher “*Algebraic Topology*”, 今野宏『微分幾何学』, 酒井隆『リーマン幾何学』など

解析系

- 概要：偏微分方程式, 関数解析, 力学系など
- 前提知識：金子晃『偏微分方程式入門』, 黒田成俊『関数解析』, Hirsch・Smale・Devaney『力学系入門』など

その他数学

- 概要： 圏論, 基礎論, 応用数学, 組合せ論など
- 前提知識： 圏論, 基礎論, グラフ理論についての初歩的な知識など

9 班紹介（物理基礎班）

素粒子, 原子核, 宇宙

- 概要： 素粒子論, 原子核, 宇宙物理学など
- 前提知識： 場の量子論など

物性物理

- 概要： 凝縮系固体物理, 統計物理学, 量子情報理論など
- 前提知識： 量子力学, 統計力学など

学際

- 概要： 数理物理学, 化学物理学, 地球惑星物理学など
- 前提知識： 量子力学, 統計力学, 流体力学など