2014年度
少人数クラスコースデザイン

Course Description of Graduate Seminars

名古屋大学大学院多元数理科学研究科

(2014年2月6日)

注 意 事 項

分属スケジュール

次の日程で2014年度少人数クラスの分属を行います．

1月24日(金)	17:00	第1回希望調査締切
2月上旬		第1回希望調査結果発表
2月21日(金)	17:00	第2回希望調査締切
3月上旬		分属(仮)決定

3月上旬に第2回希望調査の結果に基づいて，少人数クラスへの分属を(仮)決定し，その結果を発表します．必要であれば，4月はじめのガイダンスの際に調整を行います．

オフィスアワー

各教員が設定しているオフィスアワーの時間帯に研究室（Aは理学部A館を、多は多元数理科学棟を表します.）を訪問する，あるいはe-mailなどでアポイントメントをとることにより，担当教員と面談し少人数クラスの内容などについて質問・相談することができます．また，e-mailなどで教員に質問・相談することもできます．(全体の説明会は開催しません．)

※第2回希望調査を提出する前に，希望する教員に必ずコンタクトを取ってください．

参考書

コースデザインに挙げられている参考書のうち $*$ のついているものは重要です。

注意

(1) 修士1年次，2年次で，少人数クラスアドバイザーとして異なる教員を選択することもできますし，同じ教員を選択することもできます．

(2) 第1回，第2回希望調査とも第3希望まで記入すること．

(3) 第2回希望調査を提出する前に，希望する教員にコンタクトを取ること．

(4) 1クラスの人数が5名を超える場合など，分属の際に調整を行う可能性があります．

(5) 希望調査を提出しない場合や，(2), (3)の指示に従っていない場合は，分属の際に希望を優先されないことがあります．

(6) 「未定」と書かれている欄があっても,興味があれば積極的に教員にコンタクトを取って,少人数クラスについて質問するとよいでしょう．

2014年度少人数クラスコースデザイン目次

※1 2014年度は開講せず.

1. 教員名：粟田　英資 (あわた　ひでとし)

2. テーマ：場の量子論

3. レベル：レベル2から3

4. 目的・内容・到達目標：

数理物理の基礎である場の量子論を学ぶ.

物理の予備知識のない学生を対象とする場合は入門的な [1] から始めることもできる.

解析力学、場の古典論、量子力学、統計力学などを少しやったことのある学生を対象とする場合は [2] [3] [4] なども読みやすいだろう.

より本格的には、[5] で共形場理論を, [6] などで弦理論の勉強をするのもよいだろう.

又, 物理は苦手だが, 幾何が好きだという人ならば, [7] などで数え上げ幾何の基礎を学ぶのもよいだろう. 代数が好きだという人ならば, [8] などでビラソロ代数, カッツムーディー代数などの無限次元リー代数の表現論の基礎を学ぶのもよいだろう.

5. 実施方法：

学生の募集は「数理物理学グループ」（粟田, 菅野, 南）として行うので，グループに分属を希望する場合は3人のうちいずれかの教員名を書くこと. なお，セミナーの題材については参加する学生と教員の間でよく相談して決める予定であり，実際の少人数クラスおよび研究指導はテキストやテーマにより複数のサブグループに分かれて行う場合もある.

6. 知っていることが望ましい知識：

共通教育の線型代数や微分積分など。

7. 参考書：

∗[1] 武田暁, "場の理論," 裳華房 1991.
∗[2] 鈴木久男, "超弦理論を学ぶための 場の量子論" サイエンス社 2010.
∗[3] L. Ryder, "Quantum Field Theory,"(2nd ed.) Cambridge Univ. Press 1996.
∗[4] スワンソン, "経路積分法—量子力学から場の理論へ—," 吉岡書店 1996.
[5] 山田泰彦, "共形場理論入門," 培風館 2006.
[6] K. Becker, M. Becker and M. Schwarz, "String Theory and M-theory: A Modern Introduction," Cambridge Univ. Press 2007
[7] S. Katz, "Enumerative Geometry and String Theory," AMS 2006
[8] V. Kac and A. Raina, "Bombay Lectures on Highest weight representations of infinite dimensional Lie algebras," World Scientific 1987.

《最近使用した参考書の例》

[9] 深谷賢治, "解析力学と微分形式," 岩波書店 1996.
[10] 清水明, "新版 量子論の基礎, その本質のやさしい理解のために," サイエンス社 2003.
[11] 新井朝雄, 江沢洋, "量子力学の数学的構造I," 朝倉書店 1999.
[12] 九後汰一郎, "ゲージ場の量子論 I," 培風館 1989.
[13] 伊藤克司, "共形場理論, 現代数理物理の基礎として," サイエンス社 2011.
[14] 鈴木淳史, "現代物理数学への招待, ランダムウォークからひろがる多彩な物理と数理" サイエンス社 2006.
[15] 白石潤一, "量子可積分系入門," サイエンス社 2003.
[16] キャラハン著, 樋口三朗訳, "時空の幾何学, 特殊および一般相対論の数学的基礎," シュプリンガージャパン 2003.
[17] S. Weinberg, "Gravitation and Cosmology," John Wiley & Sons 1972
[18] 茂木勇, 伊藤光弘, "微分幾何学とゲージ理論," 共立出版 1986.

8. 連絡先等：

研　究　室：多-306

電 話 番 号：内線番号 5601　(052-789-5601)

電 子 メ ー ル：awata@math.nagoya-u.ac.jp

オフィスアワー：水曜日 2:45–3:45

1. **教員名：**伊師　英之 (いし　ひでゆき)
2. **テーマ：**リー群の表現論
3. **レベル：**レベル 2
4. **目的・内容・到達目標：**
   リー群とは多様体の構造を持つ群のことであるが, 当面は行列のなす群と考えてよい. 平行移動や回転のような連続的な運動は, リー群の空間（多様体）への作用として定式化され, 空間や函数の対称性は, 群作用に関する不変性としてとらえることができる. とくに函数空間への作用は群の線型表現であり, たとえばフーリエ変換や球面調和函数の理論は表現論の視点から明快に理解できる. この少人数クラスでは, そういった問題意識を持ちながらリー群の表現論および関連する幾何や解析を学習する. 直接手を動かして具体例に親しみ, 表現論がどのように「使える」かを理解することが一年目の学生の目標である. 二年目の学生は, より専門的な話題について最先端の学術論文が読める素養を身につけることを目標とする.
5. **実施方法：**
   一年目の学生は週 1 回 3 時間程度のセミナー形式で [1] または [2] を, 学生の興味などに応じて章を選択しながら, 輪読する. 二年目の学生は, 輪読ではなく個別に指導する時間を毎週もつ. たとえば [3] や [4] から興味のある話題を選び, 関連する文献を調べて理解したことを発表してもらう.
6. **知っていることが望ましい知識：**
   線型代数, 微積分, 群論などの基礎知識がしっかりしていること. 知識よりも, 数学に対する粘り強さが備わっていることが重要です.
7. **参考書：**

   $*$[1] 小林俊行, 大島利雄, リー群と表現論, 岩波書店, 2005.
   $*$[2] G. B. Folland, Harmonic analysis in phase space, Annals of Mathematics Studies **122**, Princeton University Press, 1989.
   [3] J. Faraut, S. Kaneyuki, A. Korányi, Q.-K. Lu, R. Guy, Analysis and geometry on complex homogeneous domains, Progress in Mathematics **185**, Birkhäuser, 2000.
   [4] R. S. Doran, C. C. Moore, R. J. Zimmer (editors), Group representations, Ergodic theory, and Mathematics Physics, Contemporary mathematics **449**, American Mathematical Society, 2008.

8. **連絡先等：**

   研　究　室：多-304
   電 話 番 号：内線番号 4877　(052-789-4877)
   電子メール：`hideyuki@math.nagoya-u.ac.jp`
   オフィスアワー：金曜日 12:00〜13:00. 1 月 25 日までは Cafe David (理 1 号館 2 階) にて, それ以後は上記研究室で. この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ e-mail でアポイントメントをとってから来てください

1. 教員名：糸　健太郎 (いと　けんたろう)

2. テーマ：双曲幾何，タイヒミュラー空間，クライン群

3. レベル：区別しない

4. 目的・内容・到達目標：

現在M1の学生が継続する場合は，テキスト [1] を引き続き読む．従って以下では新規でこのクラスを受講する学生に向けて説明する．

実際に読むテキストは，集まった学生と相談して決める予定だが，例えば次のような計画を立てている．まずテキスト [2] を用いて双曲幾何の基礎を手っ取り早く身につける．その後，本腰を入れて専門書を読み進める予定である．その専門書の1つの候補としては [1] のPart IIを考えている．この本はPart I, Part IIを独立して読むことができて，Part IIは [2] を読んでいれば十分に読みこなせると思う．このPart IIの内容はタイヒミュラー空間論である．ここで，タイヒミュラー空間とは曲面の双曲構造の変形空間のことである．このテキストではタイヒミュラー空間への，サーストンによる幾何学的なアプローチを学ぶことができる．

もう1つの専門書の候補として [3] を挙げる．この本の目的は，n次元双曲多様体 ($n \geq 2$) に対応するクライン群の極限集合を考え，その極限集合へのクライン群の作用のエルゴード性などを調べることである．このテキストを読むうちに，双曲幾何とクライン群に関する専門知識の多くを吸収することができる．レベルの高いテキストであるがチャレンジする学生が現れるのを期待したい．

これ以外にも，双曲幾何・クライン群ではコンピュータ・グラフィックスを用いた研究も盛んであるので，そのようなことに興味ある学生も大いに歓迎する．

最後に関連する日本語の参考書を挙げる．曲面上の双曲幾何についての入門書としては [4] がよい．これは [2] とほぼ同じ内容・レヴェルである．タイヒミュラー空間については [5] が優れた教科書である．また3次元の双曲幾何やクライン群については [6] が素晴らしい．

5. 実施方法：

週に3時間ほど輪講形式で行う．主に2年間継続する人を念頭に置いているが，1年間のみの受講でもこの分野の面白さを感じてもらえると思う．また，集まったメンバーに応じて新たにテキストを選び直す可能性がある．この少人数クラスを選ぶ場合は必ず事前に私と会って話をすること．人数が少なければ，個別に好きなテキストを選ぶことも可能である．

6. 知っていることが望ましい知識：

学部で習う数学の基礎知識．特に位相空間論，群論，複素解析などは重要である．絵を描きながら考えることが好きな学生に向いている．意欲的な学生を歓迎する．

7. 参考書：

∗[1] B. Farb and D. Margalit, *A Primer of Mapping Class Groups*, Princeton University Press, 2012.
∗[2] S. Katok, *Fuchsian Groups*, The University of Chikago Press.
∗[3] P. J. Nicholls, *The Ergodic Theory of Discrete Groups*, Cambridge University Press.
[4] 谷口雅彦・奥村善英著「双曲幾何への招待」培風館
[5] 今吉洋一・谷口雅彦著「タイヒミュラー空間論」日本評論社
[6] 谷口雅彦・松崎克彦著「双曲多様体とクライン群」日本評論社

8. 連絡先等：

研　究　室：A-425
電 話 番 号：内線番号 5594　(052-789-5594)
電子メール：`itoken@math.nagoya-u.ac.jp`
ウェブページ：`http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~itoken/index.html`

オフィスアワー：月曜日 12:00–13:30 (Cafe David) この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ e-mail で連絡をとってから研究室に来てください．

1. 教員名：伊藤　由佳理 (いとう　ゆかり)

2. テーマ：代数幾何学入門
— 特異点を巡って —

3. レベル：2から3へ

4. 目的・内容・到達目標：

この少人数クラスでは，代数多様体の特異点について学習，研究することを目的とする．まず前期は、文献を用いて，代数多様体の基礎的事項やグレブナー基底について学び，後期には，論文などを読みながら，多様体の特異点についての研究を進めることを目標としたい．この少人数クラスの受講を希望する場合は，まず参考書にあげた文献に目を通してから，個人的に相談に来てほしい．特に，後期課程への進学を希望する学生は，修士論文作成についての相談もしたいので，できるだけ早く連絡すること．

5. 実施方法：

基本的には，毎週２～３時間程度のセミナーを開催し，前期は参考書を輪講形式で読み進め，演習を含めながら学習する．夏期休暇中にセミナーは開講しないが，自主学習あるいは自主研究を各自で進めてもらい，その成果の発表会を10月初めに行う．また，後期は各自でテーマに関する学習および研究に関する発表を中心とする．

6. 知っていることが望ましい知識：

学部までの数学の基礎科目（とくに群論と可換環論）を習得していることが望ましい．多様体論やガロア理論の単位を習得していない場合は、前期に受講すること, また, 有限群の表現やトーリック幾何学など，研究上必要な知識を習得し，前期に開講される吉田健一先生の集中講義は必ず受講すること.

7. 参考書：

*[1] 丸山　正樹, グレブナー基底とその応用, 共立出版, 2002.
[2] 川又　雄二郎，代数多様体論，共立出版，1997.
[3] 松澤　淳一, 特異点とルート系, 朝倉書店, 2002.
[4] J.P. セール，有限群の線型表現，岩波書店.
[5] D.A. Cox, J.B.Little & H.K.Schenck, Toric Varieties (Graduate Studies in Mathematics), 2011.

8. 連絡先等：

研　究　室：A-247
電 話 番 号：内線番号 5572　(052-789-5572)
電子メール：y-ito@math.nagoya-u.ac.jp
ウェブページ：http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~y-ito/

オフィスアワー：水曜日　13:30～14:30 ですが, 出張等で留守の場合もあるので，できるだけ事前にメールでアポイントメントをとってください．

1. 教員名： 稲浜　譲 (いなはま　ゆずる)

2. テーマ： 確率解析の入門

3. レベル： レベル 2 からレベル 3

4. 目的・内容・到達目標：

ブラウン運動と呼ばれる $\mathbf{R}^n$ を動く, 連続ではあるが極端にジグザグした道に沿った微積分, 微分方程式をを学ぶ. 解析的に言うと, ブラウン運動というのは, 時間区間からユークリッド空間 $\mathbf{R}^n$ への連続関数全体がなすバナッハ空間上のウィーナー測度という確率測度である. この理論は先日ガウス賞を受賞した伊藤清氏に創設され, 現代の確率論の修士課程における標準的な入門コースになっている. どの教科書を選ぶかにもよるが, 主に以下のトピックを扱う (順不同). (a) martingale などについて (b) Brownian motion(=Wiener measure) の導入 (c) Markov 性について (d) Stochastic integral (+Itô's formula) (e) Stochastic differential equation (f) 解析学への応用

5. 実施方法：

週に一回, 2 時間程度おこなう予定. ごく普通のセミナー形式. 大学が休暇中にはセミナーも休み. 基本的にはこの分野の教科書をどれかひとつ決めて, 参加者が順番に黒板発表, 解説するという形で頭から読み込んでいくつもりである.

6. 知っていることが望ましい知識：

現代の確率論は「雑食型」の分野なので, なんだかんだでいろいろな知識を使います. 線形代数, 微分積分はもちろんだが, それ以外には測度論 (ルベーグ積分論) が必須. (i) $\mathbf{R}^n$ 上だけでなく, 抽象的な空間の上での積分論および付随する極限定理, (ii) L^p 空間の常識, (iii) ラドン・ニコディムの定理の知識, などはぜひ思い出しておいてください. また必須とまでは言わないが, ($\mathbf{R}^n$ 上の) 確率論のごく初歩的な部分（例えば, 独立同分布な確率変数列に対する大数の法則や中心極限定理など）と関数解析のごく初歩的な部分はある程度理解しておくのが望ましい.

7. 参考書：

この分野の教科書はたくさん出ている. 来年度はどれにするかまだ決めていないが, いづれにせよこの分野から選ぶ. 文献 [1,2] は和訳も出ているので, どんな分野か見当をつけたい人は見てほしい.

[1] Karatzas, I.; Shreve, S.; Brownian motion and stochastic calculus (second edition) GTM 113., Springer Verlag, New York, 1991.
[2] Oksendal, B., Stochastic differential equations. An introduction with applications. (Sixth edition) Universitext. Springer-Verlag, Berlin, 2003.
[3] Mörters, P.; Peres, Y.; Brownian Motion. Cambridge University Press, Cambridge, 2010.
[4] Bass, R. F.; Stochastic Processes. Cambridge University Press, Cambridge, 2011.

8. 連絡先等：

研　究　室：多-502
電 話 番 号：内線番号 5599　(052-789-5599)
電子メール：inahama@math.nagoya-u.ac.jp
ウェブページ：なし

オフィスアワー：2013 年度後期は火曜 12:00〜13:00

1. 教員名：伊山　修 (いやま　おさむ)

2. テーマ：多元環の表現論

3. レベル：レベル２から３へ

4. 目的・内容・到達目標：

多元環の表現論は, 環上の加群圏に付随する種々の圏構造を論じるもので, 1970年台に成立した比較的新しい分野です. 「あらゆる加群圏が２次元的構造を持つ」ことを説明するAuslander-Reiten理論は, 当時最大の発見といえるでしょう. Auslander全集[1]は瑞々しいアイデアの宝庫で, 少人数クラスも本当はこれで行いたいところです（時間の関係でそうはしませんが）.

今日盛んに研究されているテーマとして, 種々の圏同値の構成が挙げられます. 「一見全く異なる２つの圏の同値を示すこと」これは数学の醍醐味の一つです. 古典的な箙(quiver)の表現論(Gabriel)とCohen-Macaulay表現論(Auslander-Reiten)は, ここでも邂逅を果たします. 加群圏（アーベル圏）の同値を扱う森田理論と, 導来圏（三角圏）の同値を扱う傾理論, これらは現代数学の常識といえるでしょう.

5. 実施方法：

週１・２回程度の輪講形式で行います.

まず, 文献[4]を読んでもらいます. その後, 各自が興味に応じてテーマを設定して, 導来圏に関する[5], Cohen-Macaulay表現論に関する[6], 団理論（クラスター理論）に関する[7]などから, より進んだ文献を選んで読んでもらいます.

6. 知っていることが望ましい知識：

環と加群の概念を理解している事, さらにある程度のホモロジー代数と圏の知識を持っている事を前提とします. 不足している知識は, 適宜, 文献[2,3]などで補うと良いでしょう.

7. 参考書：

[1] I. Reiten, S. O. Smalo, O. Solberg: Selected works of Maurice Auslander. Part 1,2, American Mathematical Society, Providence, RI, 1999.

[2] 岩永 恭雄, 佐藤 真久: 環と加群のホモロジー代数的理論, 日本評論社, 2002.

[3] 河田 敬義: ホモロジー代数, 岩波書店, 1990.

[4] I. Assem, D. Simson, A. Skowronski: Elements of the representation theory of associative algebras. Vol. 1. Techniques of representation theory. London Mathematical Society Student Texts, 65. Cambridge University Press, Cambridge, 2006.

[5] D. Happel: Triangulated categories in the representation theory of finite-dimensional algebras. London Mathematical Society Lecture Note Series, 119. Cambridge University Press, Cambridge, 1988.

[6] Y. Yoshino: Cohen-Macaulay modules over Cohen-Macaulay rings. London Mathematical Society Lecture Note Series, 146. Cambridge University Press, Cambridge, 1990.

[7] B. Keller: Cluster algebras, quiver representations and triangulated categories, arXiv:0807.1960.

8. 連絡先等：

研　究　室：多-505

電 話 番 号：内線番号 2816　(052-789-2816)

電子メール：iyama@math.nagoya-u.ac.jp

ウェブページ：http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~iyama/

オフィスアワー：未定

1. **教員名：**宇沢　達 (うざわ　とおる)

2. **テーマ：**表現論, 確率論, 情報理論

3. **レベル：**レベル2から3へ

4. **目的・内容・到達目標：**
表現論, 確率論, 情報理論に関連した話題をテーマにセミナーを行う．表現論初歩については, 有限群の線形表現について書かれた名著セール　「有限群の線形表現」もしくは, より幾何的な面を強調しているFulton, Harrisの "Representation Theory: a first course" Springer 表現論と確率論, 統計の関連についてはPersi Diaconisの"Group Representations in Probability and Statistics" 情報理論とさまざまな分野の間の関連についてはMacKayによる好著"Information Theory, Inference, and Learning Algorithms" がある．

5. **実施方法：**
この少人数クラスは，基本的には毎週 2 〜 3 時間程度行い，休暇中は相談の上開講する．前期は参考書を輪講形式で演習も含めながら学習し，後期は上に述べたような表現論, 確率論, 情報理論の広がりを念頭において，各自が選んだテーマに関する発表を中心とする．

6. **知っていることが望ましい知識：**
レベル 1 の知識（学部 3 年生までに学習する程度のもの）があれば十分である．特に，微分積分, 線型代数や群論などの基礎をしっかりと理解していればよい．

7. **参考書：**
   [1] セール, 有限群の線型表現, 岩波書店
   [2] Fulton, Harris, Representation Theory: A First Course, Springer
   [3] Persi Diaconis, Group Representations in Probability and Statistics, Inst of Mathematical Statistic,
   [4] David J.C. MacKay, Inference theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, 2003
   [5] 松原　望,「入門ベイズ統計：意思決定の理論と発展」, 東京図書, 2008
   [6] 古谷　知之,「ベイズ統計データ分析: R & WinBUGS」, 朝倉書店, 2008

   パソコン上では, http://www.inference.phy.cam.ac.uk/mackay/itila/book.html から本全体をpdfファイルとしてダウンロードし, 読むことができる．

8. **連絡先等：**
研　究　室：多-305
電 話 番 号：内線番号 2461　(052-789-2461)
電子メール：uzawa@math.nagoya-u.ac.jp
オフィスアワー：水曜日 12:00〜13:00. 12/24 12:30–14:00, 12/25 12:00–13:00, 1/9 12:00–13:00, 1/10 13:00–14:00 この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ e-mail でアポイントメントをとってから来てください．

1. **教員名：**大沢　健夫 (おおさわ　たけお)
2. **テーマ：**複素幾何
3. **レベル：**受講者にあわせる.
4. **目的・内容・到達目標：**
   複素幾何は, 複素座標を持つ空間すなわち複素多様体またはより一般に複素解析空間について, その幾何学的構造を研究する数学である. 最近は多様体の境界の構造もよく話題になる. 一次元の複素多様体論は, １９世紀に楕円関数論の一般化にともなうリーマン面上の関数論として高度な発展を見たが, 多次元の場合は２０世紀の中頃, 岡潔, 小平邦彦, 広中平祐らによって基礎づけられ, 最近は数理物理の問題とも絡んでますます発展している. この分野への入門的な書物を受講者の知識と素養にあわせて選び, 基礎的な知識が確実に身に付くように指導したい.
5. **実施方法：**
   セミナー
6. **知っていることが望ましい知識：**
   「二点を通る直線が一本ある」「素数は無限個ある」などについて３０分語れる程度の数学的教養があることが望ましい.
7. **参考書：**
   複素多様体論（小平邦彦）
   複素幾何（小林昭七）
   複素多様体論講義（辻　元）
   リーマン面（ワイル, 田村二郎訳）
   曲面上の関数論（渡辺公夫）
   複素幾何と $\bar{\partial}$(ディーバー) 方程式（大沢健夫）など
8. **連絡先等：**
   研　　究　　室：多-301
   電　話　番　号：内線番号 2823　(052-789-2823)
   電 子 メ ー ル：ohsawa@math.nagoya-u.ac.jp
   オフィスアワー：

1. **教員名：**太田　啓史 (おおた　ひろし)
2. **テーマ：**シンプレクティック幾何学
3. **レベル：**レベル２から３へ
4. **目的・内容・到達目標：**
   古典ハミルトン力学から生まれたシンプレクティック幾何学を学ぶ．複素幾何におけるケーラー多様体は, シンプレクティック多様体のよい例を与えるが, シンプレクティック構造はより柔軟な側面をもつ特徴がある．シンプレクティック構造は, プリミティブな形でいろいろな空間（ある種のモジュライ空間など）に自然に現れ, 空間の構造を解明する際に重要な役割を果たすことがある．擬正則写像の理論, Floer 理論やある種の位相的場の理論など, その後の広がりは多彩である．
   M1M2 の学年を問わず基礎知識が覚束ない場合は，１年目はその基礎的な事柄を例とともに習熟することが目的になる．（既に, ある程度（シンプレクティック幾何に限らず）幾何学の予備知識がある人には, テーマについて個別に相談に応じる．）２年目には, 具体的にテーマを選んで突っ込んで取り組み，その中で, 各人問題をみつけてそれに取り組むことを目指す．
   広い数学的視野を養い取り組むことが求められる．
5. **実施方法：**
   （**以下は M1 想定．M2 の人はセミナーの内容・実施方法について個別に相談する．**）週１回, 下記参考書 [1] を用いて輪講形式でセミナーを行う．必ず, 事前にテキストを実際に手にとってちょっと読んでみてから判断すること．意欲のある人は, [2], [3], [4], [5] などをどうぞ．それなり (〜かなり）に学力を必要とされるかもしれませんが研究の最先端に導いてくれます．希望が複数でた場合は調整する．**セミナー希望者は, 必ずあらかじめ連絡をとって下さい．** いずれにせよ, 多様体の基礎的な事柄は知らなければ各自春休みまでに自習するなどして，４月の開始時点である程度習熟していることが必須．
6. **知っていることが望ましい知識：**
   学部３年生までに学習すること全般及び多様体論, 微分形式は必須．（コ）ホモロジー, 基本群など, トポロジーの基本的なことは開始時に知っていると楽であるが, 知らなければ自習していくことが不可欠．必要なら適当な本を紹介する．
7. **参考書：**

   ∗[1] M. Audin and A.de Silva, Symplectic Geometry and Integrable Hamiltonian Systems, Birkhäuser.
   [2] H. Hofer and E. Zehnder, Symplectic Invariants and Hamiltonian Dynamics, Birkhäuser.
   [3] M. Gross, Tropical geometry and mirror symmetry, AMS.
   [4] R. Cohen, K. Hess and A. Voronov, String topology and cyclic homology. Birkhäuser.
   [5] 深谷賢治, シンプレクティック幾何学, 岩波書店.

8. **連絡先等：**

   研　究　室：A-325
   電 話 番 号：内線番号 2543　(052-789-2543)
   電 子 メ ー ル：ohta@math.nagoya-u.ac.jp

   オフィスアワー：金曜日 11:30〜12:30. 出張で留守にしている場合もあるので, 事前に e-mail で連絡して下さい．また, この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ e-mail でアポイントメントをとってから来てください．希望者は必ずオフィスアワーにきてコンタクトをとること．オフィスアワーに来ない人は，受け入れることはできません．早めに相談してもらえれば，その分４月までの準備を早く開始することができます．

1. **教員名：**大平　徹 (おおひら　とおる)
2. **テーマ：**現象の数理モデル
3. **レベル：**レベル 1 からレベル 2 へ
4. **目的・内容・到達目標：**
   我々の周りに起きる様々な現象を数学を用いて表現していく数理モデル化は物理学に代表されるように長い歴史を持ちます. その対象は物理現象から, 生体生命や社会現象にまで広がってきております. この少人数クラスではこれらの現象数理モデルについて, 広く紹介していきたいと考えています. 具体的には, 渋滞, 金融時系列, 神経回路, 生体制御, 群衆などのトピックを考えています. 興味をもったトピックについて学生の方々が自分で文献などから, 分野の展開や最新動向などを押さえて, 概観を述べられるようになることを目標とします.
5. **実施方法：**
   基本的には週一回のゼミ形式のクラスですが, 必要に応じて各学生さんとの個別の議論の機会も設けます. 前期は主に私から様々な現象の数理モデルの紹介を行いますが, 後期は興味を持ってもらったトピックについての発表を各自行ってもらうことを考えています. M2 の学生さんとは修論に向けた別枠の時間を設けます. 既存の研究に少しでも独自の成果を加えられるように努めていただき, 研究会や学会での発表も行っていただきます.
6. **知っていることが望ましい知識：**
   線形代数, 微分方程式, 確率の基礎
7. **参考書：**
   トピックのいくつかは下記でカバーしていますが, これに限らない予定です.

   大平徹, ノイズと遅れの数理, 共立出版, 2006
8. **連絡先等：**
   研　究　室：A-341
   電 話 番 号：内線番号 2824　(052-789-2824)
   電子メール：ohira@math.nagoya-u.ac.jp
   オフィスアワー：火曜日 16:30〜18:00

1. 教員名：岡田　聡一 (おかだ　そういち)

2. テーマ：対称関数とその広がり

3. レベル：レベル 2 から 3 へ

4. 目的・内容・到達目標：

対称式（変数の置換に関して不変な多項式）やその無限変数版である対称関数は，数学の多くの場面に現れる基本的な対象である．特に，Schur 関数と呼ばれる対称式（関数）は，表現論や組合せ論をはじめ，多くの分野において重要な役割を果たしている．例えば，次のような形で現れている．

> 一般線型群の既約表現の指標，対称群の既約指標の値の母関数，半標準盤と呼ばれる組合せ論的対象の母関数，グラスマン多様体のコホモロジー環の基底，アフィン Lie 代数のある種の表現の基底，KP 階層と呼ばれるソリトン方程式（微分方程式系）の解，円周上の自由電子の波動関数，...

そして，このように Schur 関数が多くの側面をもつことから，その相互関係を通して多くの実りある結果が得られている．また，それぞれの側面から Schur 関数の一般化や変種が考えられ，現在でも活発に研究が進められている．

この少人数クラスでは，上にあげたような対称関数（特に Schur 関数やその一般化）の理論や，関連する Young 図形などの組合せ論，対称群や古典群などの表現論などについて学習・研究を進める．

5. 実施方法：

この少人数クラスは，基本的には毎週 3 時間程度輪講形式で行い，休暇中は開講しない．対称関数の予備知識がない場合は参考書の [1] の Chapter I などに基づいてその基礎を学習する．対称関数の予備知識がある場合や基礎を学習し終わった場合は，各自が選んだテーマに関する発表を中心とする．具体的な内容やテキストなどは参加者と相談の上決定する．

6. 知っていることが望ましい知識：

レベル 1 の知識（学部 3 年生までに学習する程度のもの）があれば十分である．特に，線型代数や群論などの基礎をしっかりと理解していればよい．

7. 参考書：

*[1] I. G. Macdonald, Symmetric Functions and Hall Polynomials, Oxford Univ. Press.

*[2] R. P. Stanley, Enumerative Combinatoris II, Cambridge Univ. Press.

*[3] 岡田 聡一，古典群の表現論と組合せ論（上・下），培風館.

[4] A. Lascoux, Symmetric Functions and Combinatorial Operators on Polynomials, Amer. Math. Soc..

[5] W. Fulton, Young Tableaux, Cambridge Univ. Press.

[6] 三輪 哲二，神保 道夫，伊達 悦朗，ソリトンの数理，岩波講座応用数学，岩波書店.

[7] 白石 潤一，量子可積分系入門，サイエンス社.

[8] L. Manivel, Symmetric Functions, Schubert Polynomials and Degeneracy Loci, Amer. Math. Soc..

8. 連絡先等：

研　究　室：A-427

電 話 番 号：内線番号 5596　(052-789-5596)

電子メール：`okada@math.nagoya-u.ac.jp`

オフィスアワー：木曜日 12:00〜13:00．この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ e-mail でアポイントメントをとってから来てください．

1. 教員名：Thomas Geisser (トーマス・ガイサ)

2. テーマ：Cyclic homology

3. レベル：レベル 3

4. 目的・内容・到達目標：

Algebraic K-theory and cyclic homology are important invariants in ring theory, number theory and algebraic geometry. For example, the class group and the group of units of a number ring are examples of algebraic K-groups. Similarly, for a commutative ring k-algebra A, Hochschild homology is related to the algebra of differential forms $\Omega^*_{A/k}$ (in fact they agree if A/k is smooth), which in turn is related to the discriminant for number fields. There is a trace map relating algebraic K-theory to cyclic homology, which can be viewed as linearization, similar to the embedding of invertible matrices into all matrices. In recent years, this trace map was used to calculate K-theory and to prove several important conjectures in algebraic K-theory.

The purpose of this class is to give the definition and basic properties of Hochschild homology and cyclic homology. Mostly, this is an introduction to homological algebra, which is necessary for most "algebraic" parts of mathematics (algebraic geometry, algebraic number theory, representation theory, algebraic topology etc.). So even for students who want to study other "algebraic" parts of mathematics, this class will be useful.

5. 実施方法：

週に一回, 2時間程度おこなう予定. 大学が休暇中にはセミナーも休み. 基本的に参加者が順番に発表, 解説するという形でいくつもりである. (発表は英語でも日本語でも結構). Lodayのテクストの 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10 を集中するつもりである.

6. 知っていることが望ましい知識：

線形代数学, 群・環・体論, を習熟していることが望ましい.

7. 参考書：

[1] Jean-Louis Loday, Cyclic homology
[2] Jonathan Rosenberg, Algebraic K-theory and its applications

8. 連絡先等：

研　究　室：A-451
電 話 番 号：内線番号 2409 (052-789-2409)
電子メール：geisser@math.nagoya-u.ac.jp
オフィスアワー：ご遠慮なく日本語でも英語でも連絡ください.

1. 教員名：加藤　淳 (かとう　じゅん)

2. テーマ：フーリエ解析と非線型偏微分方程式

3. レベル：レベル 2

4. 目的・内容・到達目標：

数理物理に現れる偏微分方程式の中で特に, 非線型の波動現象を記述するモデルである, 非線型の分散型方程式及び波動方程式を扱います. このクラスに属する方程式の代表的なものとしては, 基本的なモデルである非線型波動方程式, 非線型 Klein-Gordon 方程式, 非線型 Schrödinger 方程式の他, 非線型弾性波動方程式 (地震波の伝播), Einstein 方程式 (宇宙論), KdV 方程式 (浅い水面波), Benjamin-Ono 方程式 (水の波の二層流), KP 方程式 (浅い水面波), Zakharov 方程式 (プラズマ中の Langmuir 波), Maxwell-Schrödinger 方程式 (非相対論的量子電磁力学), Landau-Lifschitz 方程式 (強磁性体) 等があります.

分散型方程式及び波動方程式は, 熱方程式に代表される放物型方程式と比較すると, 基本解が可積分ではないことや, 比較定理が成り立たないことなど, 取り扱いが困難な面が多くある反面, フーリエ解析や実解析を駆使して解の様々な性質が捉えられるといったことが研究の醍醐味の一つになります.

この少人数クラスでは, 分散型方程式及び波動方程式を扱う際の基礎となる実解析・フーリエ解析を身につけること, 非線型偏微分方程式に対する関数解析的手法を習得すること, そしてそれらを具体的な非線型分散型及び波動方程式に対して応用できるようになることを目標とします. また, 聴衆を前にして数学的に筋道の通った話ができ, 質問に対して的確に受け答えできるようになることも目標となります.

基本的に 1 年生を対象とする継続を目指したコースとしますが, ある程度の予備知識がある場合は 2 年生でも受け入れ可能です.

5. 実施方法：

1 年目は下記の参考書 [1] または [2] を週 1 回の輪講形式で読み進め, 専門的な論文が読めるよう基礎的な力を養うことを目標とします.

6. 知っていることが望ましい知識：

ルベーグ積分, 関数解析の基本的な知識があることが望ましいが, 必要に応じて補えばよい.

7. 参考書：

*[1] 小川卓克「非線型発展方程式の実解析的手法」シュプリンガー現代数学シリーズ **18**, 丸善出版 (2013).

*[2] H. Bahouri, J.-Y. Chemin, R. Danchin, “Fourier Analysis and Nonlinear Partial Differential Equations,” Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften **343**, Springer (2011).

[3] Lawrence C.Evans, “Partial Differential Equations,” 2nd Ed., GSM **19**, Amer. Math. Soc. (2010).

[4] T. Tao, “Nonlinear Dispersive Equations, Local and Global Analysis,” CBMS **106**, Amer. Math. Soc. (2006).

[5] S. Alinhac, “Geometric Analysis of Hyperbolic Differential Equations: An Introduction,” London Math. Soc. Lecture Note Ser. **374**, Cambridge Univ. Press (2010).

8. 連絡先等：

研　究　室：多-503

電 話 番 号：内線番号 2410　(052-789-2410)

電 子 メ ー ル：`jkato@math.nagoya-u.ac.jp`

オフィスアワー：火曜 16:00〜17:00

それ以外の時間でも電子メールで連絡があれば個別に対応します.

1. 教員名：ジャック ガリグ (Jacques Garrigue)

2. テーマ：計算モデルと証明

3. レベル：レベル 2 からレベル 3 へ

4. 目的・内容・到達目標：

コンピューターサイエンスは言葉どおりに読むと，計算の研究である．計算を理論的に扱うためには，そのモデル化が重要である．この少人数クラスでは，コンピューターで行う計算の様々なモデル化とその証明方法を追求する．

- 有限状態と遷移を用いた計算モデル
- 並行計算モデル
- 項とその書き換えによる計算モデル

などを見ていきたい．

具体的には，まず [1] などを読んで，遷移に基づく計算の基礎を習う．その後，[2] で同じく遷移に基づく並行計算モデルを見る．最終的に [3] で計算の書き換えによる形式化を見て，合流性（一意性）や停止性の証明方法を習う．

5. 実施方法：

基本的には本や論文の輪講という形を取る．ほとんどの資料が英語になるので，発表する人がちゃんと下調べをして，少くとも言葉が皆に理解できるように説明していただく．後期になると，個人の希望に応じて，一人で論文を読んで，報告するという形でもよい．

この少人数クラスのカリキュラムは 1 年間で完結するが，次の年の少人数クラスは計算と論理への少し異ったアプローチにしようと考えているので，同じ分野で続けることができる．

6. 知っていることが望ましい知識：

特に何も求めていない．

7. 参考書：

[1] J. E. Hopcroft, J. D. Ullman, R. Motwani, *Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, Second Edition*, Addison-Wesley, 2001. 和訳「オートマトン 言語理論計算論 I」（サイエンス社）2003 年

∗[2] R. Milner, *Communicating and mobile systems: the π-calculus*, Cambridge University Press, 1999.

∗[3] F. Baader and T. Nipkow, *Term Rewriting and All That*, Cambridge University Press, 1999.

8. 連絡先等：

研　究　室：多-415

電 話 番 号：内線番号 4661　(052-789-4661)

電子メール：garrigue@math.nagoya-u.ac.jp

ウェブページ：http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~garrigue/

オフィスアワー：木曜日 12:45〜13:45．この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ e-mail でアポイントメントをとってから来てください．

1. **教員名：**川平　友規 (かわひら　ともき)

2. **テーマ：**複素力学系とその周辺

3. **レベル：**レベル2から3へ

4. **目的・内容・到達目標：**
   複素解析を基礎として，1変数もしくは多変数の複素力学系，もしくは関連分野であるリーマン面の理論，擬等角写像論，タイヒミュラー空間論，非アルキメデス体上の力学系などを学ぶ．**選択可能なトピックの詳細については，必ず担当教員と連絡をとり，説明をうけること．**到達目標は，手ごろな関連論文を自力で読み，その内容を上手にプレゼンできるようになることである．

5. **実施方法：**
   共通のテキストを選び，週1回3時間程度，輪読形式でセミナーを行う．

6. **知っていることが望ましい知識：**
   複素解析の知識としてはしばしばアールフォルスの教科書 [1] 程度が要求される．これを手にとって（なければ和訳でもよい），自力で計算を追い，細部まで理解できるか確かめておいてほしい．また，力学系理論は幾何と解析にまたがる分野であり，両者の知識をバランスよく使う．リーマン面（複素多様体），測度論の知識はいずれ必要になるので，セミナーと並行して自習することになるだろう．

7. **参考書：**
   （これらの本は担当教員の研究室でも閲覧できます.）

[1] L.V. Ahlfors. *Complex Analysis*, McGraw-Hill. （アールフォルス,『複素解析』，現代数学社.）

《1次元複素力学系のテキスト例》

*[2] J. Milnor. *Dynamics in one complex variable (3rd edition)*, Princeton Univ. Press. (←2012年度のテキスト)

[3] A.F. Beardon. *Iteraiton of rational functions*, Springer. (←2011年度のテキスト)

《高次元複素力学系のテキスト例》

*[4] S. Morosawa, Y. Nishimura, M. Taniguchi, and T. Ueda, *Holomorphic dynamics.* Cambridge Univ. Press.（の後半部分）

《リーマン面・擬等角写像・Teichmüller空間論のテキスト例》

*[5] O. Forster. *Lectures on Riemann surfaces.* Springer.

[6] J. Jost. *Compact Riemann surfaces.* Springer.

[7] Y. Imayoshi and M. Taniguchi, *Introduction to Teichmüller spaces*, Springer.
（今吉・谷口『タイヒミュラー空間論』，日本評論社）

《非アルキメデス体上の力学系のテキスト例》

*[8] J.H. Silverman. *The arithmetic of dynamical systems.* Springer. (←2013年度のテキスト)

[9] M. Baker and R. Rumely. *Potential theory and dynamics on the Berkovich projective line.* Springer. (←2013年度のテキスト)

8. **連絡先等：**

研　究　室：A-441
電 話 番 号：内線番号 5595　(052-789-5595)
電子メール：`kawahira@math.nagoya-u.ac.jp`
ウェブページ：`http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~kawahira/`

オフィスアワー：2014年1月26日までは月曜日のCafe David（12:00-13:30）へ．都合が合わない人には個別対応しますのでメールにてご確認ください．

1. **教員名：**川村　友美 (かわむら　ともみ)

2. **テーマ：**結び目理論と低次元トポロジー

3. **レベル：**レベル2から3へ

4. **目的・内容・到達目標：**

   《目的》

   結び目理論は主に低次元多様体のトポロジーの研究の一分野として発展してきた．研究対象としては馴染みやすい印象があるが，未解決問題も多く残っている．さらに近年は，整数論や表現論などとの関係も注目され，また化学や生物学などへの応用も期待されている．この少人数クラスでは，トポロジーの立場での結び目理論の基礎事項を習得し，研究の進め方を学ぶ．

   《内容》

   結び目理論を基礎から学びたい1年生は，2年目も継続することを前提として基礎的な教科書を読む．2年生および発展的内容を学びたい1年生は，各自テーマを選んで関連する論文やレクチャーノートなどの文献を読む．

   《到達目標》

   結び目理論と低次元トポロジーの基礎知識を習得し，数学の論証の作法を身につける．発展的内容に取り組む際はさらに，課題を自ら選び独自の問題を考え出してそれを解決するという数学研究の進め方を学ぶ．

5. **実施方法：**

   毎週2，3コマ程度，各自が学んだことや研究したことを交替で発表する形式で主に行う．休暇中は自主学習に専念することとする．文献「を」読むだけでなく，文献「で」理解したことを限られた時間で丁寧に説明するための準備をして臨むこと．あらかじめリハーサルをしておくとよい．互いのメンバーの発表を聴く事も学習であるから，扱うテーマや文献やレベルおよび学年が異なっていても，毎回最初から最後まで出席することを要求する．

6. **知っていることが望ましい知識：**

   レベル 1 の知識（学部3年生までに学んだ知識）は必須．さらにレベル 2 の多様体についての基礎知識があると望ましい．なければ少人数クラスと並行して各自で前期のうちに勉強しておくこと．読んでいる資料で前提とされている事項がわからない場合は，自力で補うこと．

7. **参考書：**

   ここでは結び目理論の基礎に関する過去の使用テキストを挙げておく．実際の使用テキストはこれらに拘らず後日相談の上決めるので，難易度や扱われるテーマなどを参考にしてほしい．

   ∗[1] V.V.Prasolov and A.B.Sossinsky, Knots, Links, Braids and 3-Manifolds, AMS, 1997.
   ∗[2] 河内明夫, レクチャー結び目理論, 共立出版, 2007.

8. **連絡先等：**

   研　究　室：A-357
   電 話 番 号：内線番号 4534　(052-789-4534)
   電子メール：tomomi@math.nagoya-u.ac.jp

   オフィスアワー：1月9日20日 16:00〜17:00 (少人数クラス相談専用）研究室にて．
   1月16日23日 12:00〜13:00 合同オフィスアワー Cafe David にて．
   他の日や時間帯を希望する場合は事前に相談してください．
   2013年度少人数クラス (木曜午後) の見学随時歓迎（予約不要）．

1. **教員名：**菅野　浩明 (かんの　ひろあき)
2. **テーマ：**数理物理学　— 対称性と量子可積分系 —-
3. **レベル：**区別しない
4. **目的・内容・到達目標：**
   現代物理学の基礎理論（ゲージ場の理論，一般相対性理論）において対称性は，最も基本的な概念となっている．この対称性に着目してエネルギー（ハミルトニアンの固有値）や分配関数などの物理量を厳密に求めることができる場合があり，可積分系あるいは可解模型と総称される数理物理学の重要な研究テーマとなっている．それは，可積分系は単純化された模型となっている場合が多いものの，多様な物理的アイデアや予想を厳密解によって確かめることができるからである．
   《内容》
   以下の参考書リストを例とする文献の輪講を中心とする．物理学に関する予備知識がない場合は線形代数を予備知識とする [1] から始めることができる．可積分な非線形偏微分方程式の理論としてソリトン理論が知られている． [2] は，その開拓者たちによる入門書である．また可積分な場の量子論の典型的な例として共形場理論があり，その手法や結果は最近の研究でも多用される．[3] はその勉強・研究を目指す人向けである
   《到達目標》
   様々な可積分系を扱うことにより，厳密解を求める手法（表現論や組み合わせ論といった代数的方法）と共に対称性の考え方（“幾何学”）を身につけることを目標とする．加えて M2 の学生は研究科の「修士論文ガイドライン」に沿って修士論文を完成させることが最大の目標である．
5. **実施方法：**
   学生の募集は「数理物理学グループ」（粟田，菅野，南）として行うので，グループに分属を希望する場合はいずれかの教員名を書くこと.（第 1 希望から第 3 希望までに 3 人の名前を書いてもよい.）なお，セミナーの題材については参加する学生と教員の間でよく相談して決める予定であり，実際の少人数クラスおよび研究指導はテキストやテーマにより複数のサブグループに分かれて行う場合もある．
6. **知っていることが望ましい知識：**
   （名古屋大学の）数理学科 2 年生までに学ぶ微分積分と線形代数など（予備テストの出題内容程度）
7. **参考書：**
   以下は，テキストの例として比較的最近出版されたものである．この他にも相談に応じる．

   [1] 高崎金久, 線形代数と数え上げ, 日本評論社, 2012.
   [2] 三輪哲二・神保道夫・伊達悦朗, ソリトンの数理, 岩波書店, 2007.
   [3] 伊藤克司, 共形場理論　– 現代数理物理の基礎として – , サイエンス社, 2011.

8. **連絡先等：**

   研　究　室：A-447
   電 話 番 号：内線番号 2417　(052-789-2417)
   電子メール：kanno@math.nagoya-u.ac.jp

   オフィスアワー：学期中は金曜日 12:00〜13:00，Cafe David （多元数理棟 2 階オープンスペース），冬休み中は 12 月 26 日，1 月 7,8 日に対応可能である．冬休み中の場合は予めメールで時間などを相談すること．

1. 教員名：木村　芳文 (きむら　よしふみ)

2. テーマ：微分方程式の数値解析　 — ソリトン方程式と流体方程式 —

3. レベル：区別しない

4. 目的・内容・到達目標：

電磁場の変化や流体の運動はマックスウエル方程式やナヴィエ・ストークス方程式といった偏微分方程式で記述されます．自然現象を記述するこのような偏微分方程式は一般には非線形であり非可積分ですが，KdV方程式や非線形シュレディンガー方程式などのソリトン方程式と呼ばれる一部の非線形偏微分方程式は解析的に解を構成する事が可能です．

この少人数クラスの目標は，第一にソリトン方程式の可積分性や解の構成法について理解し，同時にそれを数値解析を通して実感してもらうことです．参考文献にソリトン方程式についてのいくつかの教科書を挙げておきました．参加する皆さんの希望に応じて教科書を輪講し，ソリトン方程式の基礎理論を学び, また数値解析について初歩から解説して行く予定です．常微分方程式の数値積分から始まって，熱方程式，波動方程式などの数値解析を通して，１年間で少なくとも$1+1$次元のソリトン方程式の数値積分ができるところまで行きたいと思います．

ソリトン方程式の可積分性や数値解析について理解や経験を得た皆さんには，さらに引き続いて流体方程式の数値解析について研究して頂く予定にしています．流体方程式は乱流を含む非常に多様な流体現象を記述することができます．流体方程式の数値解析を通して様々な流体現象に潜む非線形性や統計性の問題を考察することを第２の目標にします．

年度の後半は参加される皆さんと相談の上，一人あるいは数人のグループに課題を設定し，それについて研究を進めて頂くことを考えています． 例えば以下のような内容を想定しています．

(1) KdV方程式の可積分性と数値解析
(2) 非線形シュレディンガー方程式の可積分性と数値解析
(3) 多次元ソリトン方程式
(4) バーガース方程式と確率バーガース方程式
(5) ２次元ナビエ・ストークス方程式の数値解析と乱流
(6) 物の周りの流れ

数学を幅広く勉強したい人の他，コンピューターを使って数学を考えたい人や後期課程に進んで研究を続ける意欲のある人なども歓迎します．

5. 実施方法：

基本的には毎週最初の時間に教科書の輪講を行ない，その後で数値解析について解説する予定です．課題を出しますので，課題にそって各自コンピューターを使っての演習を行なって頂きます．

6. 知っていることが望ましい知識：

プログラミングの知識（C, C++, Fortranなど）があれば大変結構ですが, それがなくとも興味と根気さえあればなんとかなります．

7. 参考書：

[1] 戸田盛和, 非線形波動とソリトン, 日本評論社.
[2] 和達三樹, 非線形波動, 岩波書店.
[3] 今井 功, 流体力学（前編）裳華房.
[4] 巽 友正, 流体力学, 培風館.
[5] 木田重雄, 柳瀬真一郎, 乱流力学, 朝倉書店.

その他, 数値解析についての参考書については適宜紹介していきます．

8. 連絡先等：

研　究　室：多-401
電 話 番 号：内線番号 2819　(052-789-2819)
電子メール：`kimura@math.nagoya-u.ac.jp`
オフィスアワー：火曜日 12:00〜13:00. この時間帯以外でもe-mailでアポイントメントをとってくだされば時間を調整します．

1. **教員名：**行者　明彦 (ぎょうじゃ　あきひこ)
2. **テーマ：**表現論
3. **レベル：**レベル 2、レベル 3 の別を区別しない.
4. **目的・内容・到達目標：**
   未定. 受講希望者と相談して決めたい.
5. **実施方法：**
   何らかのテキストを読んで発表する.
6. **知っていることが望ましい知識：**
   線形代数、群論、代数などの基礎的なことは知っていてほしい.
7. **参考書：**
   未定.
8. **連絡先等：**
   研　　究　　室：多-302
   電　話　番　号：内線番号 2548　(052-789-2548)
   電 子 メ ー ル：`gyoja@math.nagoya-u.ac.jp`
   オフィスアワー：

1. 教員名：久保　仁 (くぼ　まさし)

2. テーマ：エントロピーと Kolmogorov の複雑性

3. レベル：レベル 2

4. 目的・内容・到達目標：

確率分布の複雑さを測るにはエントロピーを用いるのが標準的である．エントロピーは分布の偏り具合を示す指標であるが，定常エルゴード過程よばれる確率過程の場合，その実現列 (実際に出現した値の列) の複雑性を表しているとも言える．そのためデータ圧縮などにも応用される．しかしエントロピーは必ずしも確率的に生じていない系列，より正確に言えば定常エルゴード過程の典型系列になっていない系列については，その系列の複雑性を与えてはいない．Kolmogorov の複雑性 (Kolmogorov complexity) はそのような系列の複雑性を測る指標として 1960 年代に生み出された．簡単に言うと Kolmogorov の複雑性はその系列を生成するのに必要な最小のプログラムの長さとして定義される．これは系列の生成にかかる時間でその複雑性の評価を与える計算量 (computational complexity) とは別の概念である．ただし 3 者は互いに無関係というわけではなく，密接に関連している．

この少人数クラスでは [1] をテキストにエントロピーと Kolmogorov の複雑性の基礎について学び，その性質や両者の関係性を理解することを目的とする．なお計算量について軽く触れるに留める．

5. 実施方法：

週に 1・2 回，合計 2 コマ程度で，輪講形式のセミナーとして進めるが，最初のうちは講義形式で行う場合もある．

6. 知っていることが望ましい知識：

数学系学科の標準的な知識があり，測度論ベースの確率論の基礎ができている必要がある．アルゴリズムや Turing 機械などについての理解があればなおよいが特に必須ではない．

7. 参考書：

∗[1] Ming Li and Paul Vitányi, An Introduction to Kolmogorov Complexity and Its Applications, Springer-Verlag, 1993.

8. 連絡先等：

研　究　室：多-403
電 話 番 号：内線番号 2825　(052-789-2825)
電子メール：`kubo@math.nagoya-u.ac.jp`
ウェブページ：`http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~kubo/`
オフィスアワー：木曜日 13:30〜14:30，それ以外はメールにて要予約．

1. 教員名：小林　亮一 (こばやし　りょういち)

2. テーマ：幾何解析の楽しみ

3. レベル：レベル ２／３

4. 目的・内容・到達目標：

《目的》幾何解析は，幾何的な構造に関わる問題を解析的アプローチで研究する幾何学の一分野です．この少人数クラスでは，幾何解析からテーマを選んで，時代を画した重要な論文を1編または数編，精読します．幾何的直観と解析が有機的に絡む幾何解析を楽しむことが本少人数クラスの目的です．

《内容》文献 [1], [2], [3, Chapt 1] で論文が読めるだけの基礎知識と計算技法を身につけてから，幾何解析からテーマを選んで重要論文を精読します．テーマの例は教員紹介冊子にも書いてあるので，ご覧ください．
たとえば Ricci flow をテーマに選んだ場合，[1],[3,Chapt.1] がしっかりした基礎を与えてくれます．[6] をメインに [4],[5],[7],[8] を読むと，Hamilton, Perelman の幾何解析を楽しみながら問題意識を育てられるだろうと思います．
代数幾何と微分幾何の中間に位置する複素幾何も，幾何解析の重要なテーマです．[2] で基礎知識と計算技法を確実にしてから，2002年ごろまでの成果の集大成的な論文 [9] をメインに [10],[11],[12] などを合わせ読むと，複素幾何の雰囲気を楽しみながら，問題意識を育てられると思います．いきなり2012年の Donaldson-Tian-Yau 予想を部分解決した Donaldson-Chow-Song や Tian の論文を読みたいかも知れませんが，やはり [9] を精読することは，将来の研究活動への基礎づけという面から非常に重要だと思います．

《到達目標》論文を読み，自分なりの問題意識を持てるようになることが，到達目標です．

5. 実施方法：

参加者の間で担当個所を分担して，輪講・質疑応答の形式で進めます．

6. 知っていることが望ましい知識：

線形代数，ベクトル解析を含む微積分，位相と距離，複素関数論，多様体（曲面論）は必須です．もっと大事なのは，分野を越えた好奇心と何でも理解してやろうという意欲です．このような意欲があれば，開始時での知識の不足は大きな問題にはならないと思います．

7. 参考書：

[1] J. M. Lee, "Riemannian Manifolds – an introduction to curvature", Springer GTM 176 (1997).
[2] 小林昭七, "複素幾何1および2", 岩波現代数学の基礎29および30 (1996).
[3] B. Chow, P. Lu, L. Ni, "Hamilton's Ricci Flow", Graduate Studies in Math. 77, AMS
[4] G. Perelman, "The ectropy formula for the Ricci flow and its geometric applications", math.DG/0211159.
[5] B. Kleiner and J. Lott, "Notes on Perelman's papers", math.DG/0605667.
[6] P. Topping, "Lectures on the Ricci Flow", http://www.warvick.ac.uk/~masseq (2009)
[7] P. Topping, "Ricci flow : the foundation via optomal transportation", http://www.warvick.ac.uk/~masseq (2006)
[8] 小林亮一, "リッチフローと幾何化予想", 数理物理シリーズ5, 培風館.
[9] G. Tian and X. Zhu, "Cinvergence of Kähler Ricci flow", Journ. American Math. Soc. Vol 20, Number 3, 2007, pages 675-699.
[10] R. Seyyedali, "Balanced metrics and Chow stability of projective bundles over Kähler manifolds", Duke Math. J. 153 (2010) 573-605.
[11] A. Futaki, "Stability, integral invariants and canonical Kähler metrics", Proc. 9-th Internat. Conf. on Differential Geomtry and its Applications, 2004 Prague, (eds. J. Bures et al), 45-58, Matfyzpress, Prague, (2005).
[12] 中島啓, "非線形問題と複素幾何学", 岩波講座現代数学の展開20.

8. 連絡先等：

研　究　室：理1-501

電 話 番 号：内線番号 2432　(052-789-2432)

電子メール：ryoichi@math.nagoya-u.ac.jp

オフィスアワー：基本的にはいつでも相談に応じます．しかし，出張やセミナーなどで在室していないことも多いので，メールで時間の約束をしてからいらしてくだされば，確実です．

1. 教員名：金銅　誠之 (こんどう　しげゆき)

2. テーマ：複素代数幾何入門

3. レベル：レベル2から3へ

4. 目的・内容・到達目標：

コンパクト複素多様体や代数多様体は代数幾何学だけでなく幾何学や数理物理など数学の様々な場面に現れる対象である．この少人数クラスの目的は代数幾何学の基本的な道具を学び，それらを具体例を通して習得することである．具体的には因子と直線束や線形系の概念，層のコホモロジー群や微分形式を学び，これらが代数曲面の分類にどのように使われるかを通して代数幾何学の研究へと進んで行く．代数曲面の分類は 20 世紀前半にイタリア学派のエンリケスなどを中心になされ，その後 20 世紀半ばに小平邦彦により複素解析曲面の分類へと発展した．今や古典的であるが，現在の代数幾何の研究を概観する上でも大切である．

5. 実施方法：

この少人数クラスは，基本的には毎週 2 〜 3 時間程度行い，休暇中は開講しない．前期は参考書の [1] の Chapter I あるいは [4] の前半に基づいて，複素多様体の概念や層のコホモロジー群を基礎から輪講形式で学習し，後期は代数曲面の分類や個々の曲面の性質を学ぶ．参考書としては [2], [3] が挙げられる．予備知識が少ない場合には代数曲面の代わりに代数曲線（コンパクトリーマン面）を取り上げることも可能である．

6. 知っていることが望ましい知識：

学部で学んだこと，特に線形代数学，群・環論，関数論，位相，可微分多様体を習熟していることが望ましい．

7. 参考書：

[1] P. Griffiths, J. Harris, *Principles of Algebraic Geometry*, John Wiley & Sons 1978.
[2] A. Beauville, *Complex Algebraic Surfaces*, Cambridge Univ. Press, 1983.
[3] K. Kodaira, *Collected Works,* vol. III, 岩波書店.
[4] 堀川穎二，複素代数幾何学入門，岩波書店.

8. 連絡先等：

研　究　室：A-431
電 話 番 号：内線番号 2815　(052-789-2815)
電 子 メ ー ル：`kondo@math.nagoya-u.ac.jp`
ウェブページ：`http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~kondo/`

オフィスアワー：木曜日 16:30〜17:30．この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ e-mail でアポイントメントをとってから来てください．

1. **教員名：**齊藤　博 (さいとう　ひろし)
2. **テーマ：**コンパクトリーマン面入門
3. **レベル：**レベル２から３へ
4. **目的・内容・到達目標：**
   コンパクトリーマン面は３次，４次式の平方根の積分の逆関数である楕円関数をより一般の代数関数の積分を考えることから始まり, 解析, 幾何，代数が渾然一体となって交叉しここから分化している. 例えば, 解析では, 上記の問題から，多変数のテータ関数が生まれ，また変分法などとも関係があり, 幾何では, 多様体の概念はコンパクトリーマン面の定義することから生まれ, 被覆空間, 位相幾何とも関係し, 代数との関わりで言えば, コンパクトリーマン面は代数曲線に他ならず, １変数代数関数体を考えることと同じである.
   このクラスでは，初歩から丁寧に解説している [1] によって, コンパクトリーマン面の概念を学ぶ. 基本的な定義, 性質のあとで, 普遍被覆との関係で, フックス群や被覆のガロア理論や, 自己同型群などに出会う. 関心の中心は位相的側面にあり, アーベルの定理, ヤコビの逆問題などは扱わない. [1] の後半では　代数曲線が代数体上定義されるための条件を与える Belyi の定理と, Dessin d’enfants (子供のお絵描き, 絶対ガロア群に関係) を扱っているが，１年間ではそこまで行くのは時間的に難しいのではないかと思う.
   また, [2] は２０１３年度の少人数クラスをさらに続けたい学生がいるときのためである.
5. **実施方法：**
   この少人数クラスは，[1] の輪講形式のセミナーを, 基本的には毎週 2 〜 3 時間程度行い，休暇中は開講しない．多くの実例があるのでそれを楽しんでほしい.
6. **知っていることが望ましい知識：**
   複素関数論，位相, など２年生で学ぶ事項を知っていることは必要. それ以上のことは説明されていることが多い.
7. **参考書：**
   *[1] Ernesto Girondo, Gabino González-Diez, Introduction to compact Riemann surfaces and dessins d’enfants Cambridge University Press (London Mathematical Society student texts 79).
   [2] Mauro C. Beltrametti et. al, Lectures on curves, surfaces and projective varieties : a classical view of algebraic geometry, translated from the Italian by Francis Sullivan, Zürich : European Mathematical Society , c2009
8. **連絡先等：**
   研　究　室：A-345
   電 話 番 号：内線番号 2545　(052-789-2545)
   電子メール：saito@math.nagoya-u.ac.jp
   オフィスアワー：木曜日 16:00〜17:00. この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ e-mail でアポイントメントをとってから来てください.

1. 教員名：白水　徹也 (しろみず　てつや)

2. テーマ：相対性理論

3. レベル：レベル 2 から 3 へ

4. 目的・内容・到達目標：

幾何学の典型的な応用例の一つに相対性理論があります．特に, 一般相対性理論は時空自身を扱うもので, そのもっとも興味深い考察対象がブラックホールや宇宙そのものです．ここでは一般相対性理論を中心に学び, その応用について考察することで理解を深めます．物理に興味のある学生には素粒子、宇宙物理、宇宙論への洞察も行いたいと思います．

概ね次のような内容を考えています．

・特殊相対性理論,
・リーマン幾何学,
・Einstein 方程式,
・ブラックホール解,
・宇宙論的な解,
・時空の大域的性質 (ブラックホールの諸定理, 特異点定理など)

幾何学の時空への様々な応用を学び, 具体的に Einstein 方程式を解くことに慣れることを目標とします．

5. 実施方法：

参加者の全員の都合に合わせて基本的には輪講形式により毎週 2〜3 時間程度行います．興味などに合わせてテキストは選びます．

6. 知っていることが望ましい知識：

共通教育の線形代数や微分積分など．

7. 参考書：

[1] R. M. Wald, General Relativity, Chicago Univ. Press.
[2] S. W. Hawking and G. F. R. Ellis, The large scale structure of space-time, Cambridge Univ. Press.
[3] 小玉英雄，相対性理論, 培風館.
[4] 佐々木節, 一般相対論, 産業図書
[5] 白水徹也, SGC シリーズ　アインシュタイン方程式, サイエンス社

8. 連絡先等：

研　究　室：A-445
電 話 番 号：内線番号 5577　(052-789-5577)
電子メール：shiromizu@math.nagoya-u.ac.jp

オフィスアワー：火曜日 12:00〜13:00 に．この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ e-mail でアポイントメントをとるようにしてください．

1. 教員名：杉本　充 (すぎもと　みつる)

2. テーマ：偏微分方程式論とフーリエ解析

3. レベル：レベル2または3

4. 目的・内容・到達目標：

偏微分方程式論とフーリエ解析とは密接に関連しており，お互いに影響をおよぼしながら今もなお発展を続けている．この少人数クラスにおいても，そのどちらか一方（あるいは両方）に関する話題をひとつ選択し，常にもう一方を意識しながら学習を進めていく．具体的には，学生ごとにその力量に応じて以下のコースのいずれかを選択する：

- 基礎コース：「超関数」や「フーリエ変換」の基本的知識を簡単に学んだ後
  （１）偏微分方程式論の基礎理論　　（２）フーリエ解析の基礎理論
  のいずれかに関するテキストを講読する．この学習を通じて，最低限ひとつの得意技を身に着けることを目標とする．
- 発展コース：偏微分方程式論とフーリエ解析の両方に関連するより専門性の高いテキストを講読し，さらには最近の研究論文にも触れる．この学習を通じて，最終的には学術論文を作成することを目標とする．

5. 実施方法：

この少人数クラスは，学生ごとに基礎コースか発展コースかを選択し，それぞれのグループにわかれて毎週１～２時間程度ずつ行う（休暇中は開講しない）．ただし修士1年次より継続して受講する学生は，原則として基礎コースを選択できないものとする．

- 基礎コース：下に掲げた参考書などの中から，受講者の興味と力量に応じてテキストを選択し，週に1回のセミナー形式で読み進める．学習が進展すれば，途中から発展コースに移行することもありうる．
- 発展コース：受講学生との面談によりテキスト・論文を選定し，問題を探しながら基礎コースと同じ形式で読み進める．問題が見つかった段階で，その解決に取り組む．

6. 知っていることが望ましい知識：

レベル1までの知識において,「微分積分学」「線形代数学」「複素関数論」に習熟していることは必須である．また「ルベーグ積分」と「関数解析」も重要であるので，よく復習しておくこと．

7. 参考書：

∗[1] 宮島静雄「ソボレフ空間の基礎と応用」共立出版 2006
∗[2] G. B. Folland, Introduction to Partial Differential Equations, Princeton University Press 1995
∗[3] L. Grafakos, Classical Fourier Analysis, Springer 2008
∗[4] L. C. Evans, Partial Differential Equations, 2nd Ed., American Mathematical Society 2010

8. 連絡先等：

研　究　室：多-303
電 話 番 号：内線番号 2544　(052-789-2544)
電子メール：`sugimoto@math.nagoya-u.ac.jp`

オフィスアワー：金曜日 11:00～12:00,
ただし休暇中や出張中はこの限りではないので,（特に遠方から来る場合には）事前に e-mail でアポイントメントをとっておくとよい．

1. 教員名：鈴木　浩志 (すずき　ひろし)

2. テーマ：具体例をたまに計算機に頼る代数的整数論

3. レベル：レベル 2

4. 目的・内容・到達目標：

代数的整数というのは, $\sqrt{2}$ や $\dfrac{-1+\sqrt{-3}}{2}$ など, 最高次の係数が 1 の有理整数係数の多項式

$$X^n + a_1X^{n-1} + \cdots + a_{n-1}X + a_n \qquad (a_1, \ldots, a_n \in \mathbb{Z},\, n \geqq 1)$$

の根になっている複素数のことです．この少人数クラスでは, 代数的整数論の基本的な概念等を身につけるということを目的とします．主な到達目標は, 有限次代数体（有理数体の有限次拡大）などのアーベル拡大（ガロア群がアーベル群なガロア拡大）がどのくらいあるか？などを教えてくれる類体論の内容を把握して, 使えるようになることです.

また, 修論を書くときなど具体例を人力で計算しようとすると, 大概えらいことになってしまうのですが, 幸い, 2009 年度, 大学院向けの講義で, 整数論用のソフトウェア KANT/KASH と PARI/GP の使い方を書いたプリントを作成したので, それ以降, これを材料に, 計算機による練習も取りまぜて, 具体例の計算には積極的に計算機を使うことを推奨しています.

5. 実施方法：

2013 年度は, 参考書 [1] を教科書にして, 週 1 回 3 時間の輪読形式のセミナーをしています．1 年で全体を輪読するにはちょっと長いので, 普通, 一部飛ばしています．1 年生の方 5 人からなる組と, 2 年生の方 4 人からなる組の 2 組に分かれて並列進行となっています．2013 年度の 2 年生の方の場合, 進行の都合上, 1 回目の計算練習は 1 年生のお正月あけでしたが, 2013 年度の 1 年生の方の場合, 11 月に 1 回目の計算練習が可能なあたりに到達したので実施しました.

2013 年度も, 参考書 [1] を教科書 (意見を統一して頂ければ他の本でも構いません) にして, 週 1 回 1.5–3 時間の輪読形式のセミナーに, ある程度進行したら, 2 回ほど計算機室にいって, 計算練習をおりまぜる予定です.

6. 知っていることが望ましい知識：

目的を見てもわかる通り, ガロア理論に見覚えがあったほうが安全です．整数環のイデアルの分解とか分岐とか言い出すので, 環論にも少し見覚えが必要です．途中, 完備化が出てくるので, 位相にも若干の慣れがあったほうがお得です．ある程度進むと, 計算機での計算練習とかを行う予定なので, パソコン等のキーボードに触りなれているとすこしお得です.

7. 参考書：

∗[1] 加藤・黒川・斎藤, 数論 I, 岩波書店, 2005.
[2] 黒川・栗原・斎藤, 数論 II, 岩波書店, 2005.
[3] J. ノイキルヒ, 代数的整数論, シュプリンガー・フェアラーク東京, 2003.

8. 連絡先等：

研　究　室：A–459
電 話 番 号：内線番号 4830　(052-789-4830)
電子メール：hiroshis@math.nagoya-u.ac.jp

オフィスアワー：月曜日 14:45–15:45 (月火水金の夕方 15:00–17:00 あたりは, 結構いて, いれば概ねいつでも可だったりするので, わざわざオフィスアワーに合わせてくる人はほとんどいませんが.)

1. **教員名：**高橋　亮 (たかはし　りょう)
2. **テーマ：**可換環の表現論
3. **レベル：** 2 〜 3
4. **目的・内容・到達目標：**
   可換環の表現論は, 与えられたNoether可換環の加群圏（有限生成加群全体のなす圏）およびそれに付随する導来圏などの各種三角圏の構造を理解することを研究の目的とする．有限次元多元環の表現論の高次元版として1970〜80年代に誕生したCohen–Macaulay環の表現論, すなわちCohen–Macaulay環上の極大Cohen–Macaulay加群全体のなす圏の研究が可換環の表現論において中心的な役割を果たしてきた．この少人数クラスでは, まず[1, 5]などで可換環論の予備知識を確認した後, [2, 3, 4, 7]などを用いて可換環の表現論の基礎を学ぶ.
5. **実施方法：**
   参加者が教科書を読んで発表するセミナー形式で行う．セミナー発表の準備段階で最も大切なことは, 理由を聞かれた場合に説明できないような箇所を残したまま読み進めないようにすることである．何時間もかけてほんの数行しか読み進められなくても一行一行理解できるまでじっくり読み込むという姿勢が重要である.
6. **知っていることが望ましい知識：**
   学部で習う代数（線形代数・群論・環論・体論）や位相空間論は必須である．また, [6]の第IV章第4節に出ている程度のホモロジー代数の知識は予め習得しておくことが望ましい.
7. **参考書：**

∗[1] W. Bruns; J. Herzog, Cohen–Macaulay rings, Revised edition, Cambridge University Press, 1998.
[2] L. W. Christensen, Gorenstein dimensions, Springer–Verlag, 2000.
[3] E. G. Evans; P. Griffith, Syzygies, Cambridge University Press, 1985.
∗[4] G. J. Leuschke; R. Wiegand, Cohen-Macaulay representations, American Mathematical Society, 2012.
[5] H. Matsumura, Commutative ring theory, Second edition, Cambridge University Press, 1989.
[6] 森田康夫, 代数概論, 裳華房, 1987.
∗[7] Y. Yoshino, Cohen–Macaulay modules over Cohen–Macaulay rings, Cambridge University Press, 1990.

8. **連絡先等：**

研　究　室：A-433
電 話 番 号：内線番号 2834　(052-789-2834)
電子メール：`takahashi@math.nagoya-u.ac.jp`
ウェブページ：`http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~takahashi/`
オフィスアワー：木曜日 16:30〜17:30

1. 教員名：谷川　好男 (たにがわ　よしお)

2. テーマ：数論的関数とゼータ関数

3. レベル：区別しない

4. 目的・内容・到達目標：

《目的》

約数関数，オイラー関数, メビウス関数など整数論において頻出する関数を総称的に数論的関数という．整数の因数分解が絡んでいるため挙動はなかなか複雑である．その研究には, それらを係数とするディリクレ級数が重要な役割を果たす．この少人数クラスでは, 数論的関数の平均などの取り扱い, 対応するディリクレ級数の解析的な性質などの初歩的なことを学ぶ.

《内容》

この少人数クラスでは, まずリーマンゼータ関数の初歩的な性質，及び解析接続や関数等式などの解析的な性質を学びたい．その後その応用として，素数定理やあるいは約数関数の分布などを学習したい．これらの話題を, 文献 [1], [2], [3] などから適宜選択して勉強していくつもりでいる．また他の文献も必要に応じて紹介する.

《到達目標》

上記の研究を通して整数論の基本的な概念や手法を習得し，整数論の面白さを実感すること.
またそれらを筋道の通った仕方で他人に説明し，質問に対しても的確に受け答えできるようになること.

5. 実施方法：

基本的には毎週 1 回，1 時間半から 2 時間程度, 輪読形式でテキストを読んでいくが，必要に応じて講義なども行う．休暇中は開講しない．テキストは現時点では上に述べたように [1], [2], [3] などを考えているが，最終的には後日相談して決めたい.

6. 知っていることが望ましい知識：

学部 3 年までの知識，特に複素関数論.

7. 参考書：

[1] T. Apostol, Introduction to analytic number theory, Springer, 1976.
[2] J. Koninck and F. Luca, Analytic Number Theory, AMS 2012.
[3] A.A.Karatsuba and S¿M¿Voronin, The Riemann Zeta Function, Walter de Gruiter 1992.
[4] E. C. Titchmarsh, The Theory of the Riemann Zeta-function, Clarendon Press, (second edition by Heath-Brown) 1986.

8. 連絡先等：

研　究　室：多-457
電 話 番 号：内線番号 2428　(052-789-2428)
電子メール：tanigawa@math.nagoya-u.ac.jp
オフィスアワー：木曜日 12:00–13:00

1. **教員名：**津川　光太郎 (つがわ　こうたろう)
2. **テーマ：**非線形分散型方程式の特殊解の安定性
3. **レベル：**レベル2から3へ
4. **目的・内容・到達目標：**
偏微分方程式のクラスの一つである非線形分散型方程式について考えます．一般に, 非線形偏微分方程式の解の振る舞いは非常に複雑で, 初等関数を用いて陽に記述することは出来ません．そのため解の特徴的な性質を示すことが重要であり, 以下のような研究が知られています．
1, 初期値 (時刻0での状態) が与えられたとき少なくとも短時間は唯一つの解が存在するか?
2, 上で得られた解は存在時間を延長することが可能であり時間無限大まで解が存在するか? あるいは, 有限時間において延長が不可能となり解が何らかの意味で爆発しているか?
3, あるクラスの初期値に対しては, その解は時間無限大で線形の解に漸近的に近づくか?
4, 定常波や孤立波などの特殊解は安定かどうか?
今年度は特に4について学習したいと思います．定常波が安定とは, 初期値として定常波に近い関数を与えたときに解もやはり定常波の近くに留まることを意味します．定常波は, ある制約条件下におけるエネルギー最小の解として特徴付けられます (このことを変分構造と呼びます)．変分構造と関数解析を利用して, 特殊解の安定性・不安定性を示すことが目的です．
一年生の場合には二年目も継続して受講することが可能です．特に, 博士後期過程への進学を考えている人はある程度の基礎知識を身につけたら積極的に関連する論文を読み進めることを薦めます．
5. **実施方法：**
この少人数クラスは，基本的には週1回3時間程度行います．週1回2名が1時間半くらいずつ発表することとし, [1] の Part 3(Chapter 6 から) を読み進めます．進み具合によっては関連する論文も読むかもしれません．休暇中については受講者の希望があれば参加者の都合を考慮して不定期に行います．
6. **知っていることが望ましい知識：**
レベル1の知識（学部3年生までに学習する程度のもの）の他に, バナッハ空間や線形作用素など学部4年前期で学習する関数解析の知識も必要となります．偏微分方程式の基礎知識については [3] が参考になります．セミナーを進めるうちに, これ以外にも必要となる知識は沢山出てきます．文献を調べたりセミナーの仲間同士教え合いながら知識を身に付けていく事が大切です．
7. **参考書：**
このセミナーに興味ある人は [4] の5章をざっと眺めてみて下さい．

∗[1] J. Angulo, Nonlinear Dispersive Equations, Amer. Math. Soc.
[2] T. Cazenave, Semilinear Schrödinger equations, Amer. Math. Soc.
[3] 小川 卓克 著, 非線型発展方程式の実解析的方法, 丸善出版.
∗[4] 堤誉志雄, 偏微分方程式, 培風館.

8. **連絡先等：**

研　究　室：多-404
電 話 番 号：内線番号 2412　(052-789-2412)
電子メール：tsugawa@math.nagoya-u.ac.jp
ウェブページ：http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~tsugawa/

オフィスアワー：月曜日 12:00〜13:00(二階エレベータ前で行われるカフェ・ダビッドにて)．これ以外時間帯を希望の場合には e-mail にて相談しましょう．

1. **教員名：**寺澤　祐高 (てらさわ　ゆたか)

2. **テーマ：**フーリエ解析とその偏微分方程式論への応用

3. **レベル：**レベル2

4. **目的・内容・到達目標：**

   この少人数クラスでは, 実解析的手法によるフーリエ解析（以下,「フーリエ解析」と呼ぶ.「調和解析」とも呼ばれる.）および偏微分方程式の基礎理論を習得することを目標とする. どちらを先に学習するかということは, 相談に応じる. フーリエ解析の学習をするにあたって, フーリエ級数の収束問題等の問題意識を持つことによって, 学習の動機づけとすることもできるが, 偏微分方程式論を勉強することによって学習の動機づけを得ることもできる. 特に, 最近のフーリエ解析の発展は, 偏微分方程式の解の存在および滑らかさの研究に動機づけられた発展が多いので, 偏微分方程式の基礎理論に習熟しておくことは, 最近のフーリエ解析の発展を理解する際にも重要となる. また, 同じことの裏返しであるが, 偏微分方程式論における最近の発展には, フーリエ解析的手法が関連することが多い. 本クラスを, 1年次から2年間履修する場合は, 1年次で基礎となる手法をまず学習し, 2年次では, より高度なテキストもしくは研究論文を講読し, 最終的には, フーリエ解析もしくは偏微分方程式論（特に, 流体力学の基礎方程式）の分野で論文を執筆することを目標とする. なお, 1年次のみの履修も可能とするが, 一年間で何かまとまった知識及び手法を習得することを目指す.

5. **実施方法：**

   この少人数クラスは, 基本的に毎週 2 〜 3 時間程度行うことを予定している. 場合によっては, 二つのグループに分かれて, おのおの2時間程度セミナーを行うこともありうる. 講読するテキストもしくは論文は, 相談に応じて決めることを予定しているが, まず, フーリエ解析を勉強するか偏微分方程式の基礎理論を勉強するかによって, テキストの選択は異なってくる. まず, フーリエ解析を学習したい人は, [1], [2] または, [3] の最初の方を学習することが選択肢として考えられる.　また, 偏微分方程式の基礎理論をフーリエ解析も含めて学習したい人は, [5] が選択肢としてある. 関数解析の方面から, 最近のフーリエ解析及び偏微分方程式論の発展を勉強してみたい人には, [6] が勧められる. これらより幾分やさしいが, 関数解析の学習も含めて, ソボレフ空間論やその偏微分方程式への応用を勉強したい人には [4] が勧められる.

6. **知っていることが望ましい知識：**

   微分積分, 常微分方程式, 複素解析, ルベーグ積分及び関数解析について, 基礎的なことをしっかりと理解していることが望まれる. 予備知識が足りない場合は, 随時補充することが望ましい.

7. **参考書：**

∗[1] S. Krantz, A Panorama of Harmonic Analysis, The Mathematical Association of America.
[2] T. Hytönen, Weighted Norm Inequalities, 52pp., Lecture Note available on Web.
[3] H. Tanabe, Functional Analytic Methods for Partial Differential Eqautions, CRC Press.
∗[4] H. Brezis, Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations, Springer.
∗[5] M. Giaquinta, L. Martinazzi, An introduction to the regularity theory for elliptic system, harmonic maps and minimal graphs, Edizioni Della Normale.
[6] A. McIntosh, Operator Theory - Spectra and Functional Calculi, 77pp., Lecture Note available on Web.

8. **連絡先等：**

研　究　室：A-457
電 話 番 号：内線番号 4533　(052-789-4533)
電子メール：yutaka.terasawa@gmail.com, yutaka@math.nagoya-u.ac.jp
オフィスアワー：火曜日 16:00〜17:00 (4 月以降). この時間帯で都合が悪い場合は, あらかじめメールでアポイントメントをとって来てください.

1. **教員名：** 内藤　久資 (ないとう　ひさし)

2. **テーマ：** コンピュータによる数学問題へのアプローチ

3. **レベル：** レベル2

4. **目的・内容・到達目標：**
微分方程式の数値解析をはじめとすると種々の数学的な問題のコンピュータシミュレーションは, 今日では多くの実用的な場面で利用されている. たとえば, 大気の動きをモデル化した微分方程式を数値的に解くことによる数値予報と呼ばれる天気予測, 量子力学にあらわれるシュレディンガー方程式を数値的にあつかう第一原理計算と呼ばれる手法による物質科学など, 実社会で利用されている数学問題へのコンピュータを利用したシミュレーションの例は数多くあげられる. また, デジタル通信で用いられているフーリエ変換, Google などの検索エンジンでのランキング手法として用いられているグラフの固有値問題など, 数学問題をコンピュータネットワーク等で直接的に扱うことも少なくない. このように, 数学が実社会で幅広く利用されている利用されている内容の一端を理解することは, 数学を理解するための一つのアプローチの方法である.
この少人数クラスでは, 簡単な数値シミュレーションを, その数学的なバックグラウンドとともに理解すること, または, コンピュータで利用されている数学を, その簡単な場合を実装することを通じて理解することを目標とする.

5. **実施方法：**
この少人数クラスは, 基本的には毎週1.5時間程度行い, 休暇中は開講しない.
以下の参考書の中から受講者の興味・希望に応じて１〜２つを題材にして, 輪講形式および計算機演習で学習する.
主に想定している参考書としては以下にあげたものがあるが, これらはあくまで一例であり, その他の内容であっても相談に応じる.

6. **知っていることが望ましい知識：**
線形代数・微積分の基本的な知識のほかに, [1, 3] では, 学部３年の微分方程式, [2, 4, 5, 6] では, 学部３年の幾何学の知識を仮定する. また, プログラミングに関する基本的な経験・能力があることを強く要求する.

7. **参考書：**

∗[1] E.Hairer, C.Lubich, G.Wanner, Geometric Numerical Integration: Structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations, Springer, 2004
∗[2] A.N.Langville, C.D.Mayer, Google's PageRank and Beyond, The science of search engine rankings, Princeton University Press, 2006.
∗[3] R.Séroul, Programming for Mathematicians, Springer, 2000.
[4] M.Deza, M.D.Sikirić, Geometry of Chemical Graphs, Cambridge, 2008.
[5] T.Sunada, Topological Crystallography, Springer, 2013.
[6] D.Marsh, Applied Geometry of Computer Graphics and CAD, second edition, Springer, 2004.

8. **連絡先等：**

研　究　室：理1-408
電 話 番 号：内線番号 2415　(052-789-2415)
電子メール：naito@math.nagoya-u.ac.jp
ウェブページ：http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~naito/

オフィスアワー：水曜日 14:00〜15:00. この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ電子メールでアポイントメントをとってから来てください.

1. **教員名：**永尾　太郎 (ながお　たろう)
2. **テーマ：**確率論的手法による数理物理学
3. **レベル：**区別しない.
4. **目的・内容・到達目標：**
   量子力学や統計力学などの現代物理学においては, 確率論的な手法が必要不可欠であることがよく知られている. とりわけ近年は, 漸近極限を評価する技術の進歩, 数式処理や数値シミュレーションなど計算機の利用の普及, さらに物理学の枠を越えた生物学や社会学の領域への応用の拡大により, このような確率論的手法の研究には著しい進展がみられている. これらの研究の最先端の進展に触れ, 参加者がオリジナルな成果を産み出せるようになることを目標としたい. 題材となる論文としては, 例えば,

   A. Ambainis, A.W. Harrow and M.B. Hastings,
   ”Random Tensor Theory: Extending Random Matrix Theory to Random Product States”,
   preprint(http://xxx.yukawa.kyoto-u.ac.jp/abs/0910.0472)

   M. Mineev-Weinstein, M. Putinar and R. Teodorescu,
   ”Random Matrices in 2D, Laplacian Growth and Operator Theory”,
   preprint(http://xxx.yukawa.kyoto-u.ac.jp/abs/0805.0049)

   などが考えられる.
5. **実施方法：**
   セミナーの題材については, 参加する学生と教員の間でよく相談して決める予定である.
6. **知っていることが望ましい知識：**
   題材によって必要な知識は異なる. 必要になった知識は柔軟に吸収する姿勢が大切である.
7. **参考書：**
   適宜紹介する.
8. **連絡先等：**
   研　究　室：多-508
   電 話 番 号：内線番号 5392　(052-789-5392)
   電子メール：nagao@math.nagoya-u.ac.jp
   オフィスアワー：

1. **教員名：**中西　知樹 (なかにし　ともき)
2. **テーマ：**団代数の基礎と応用
3. **レベル：**区別しない
4. **目的・内容・到達目標：**
   近年進展著しい団代数(cluster algebra)の基礎と応用を学ぶ.
5. **実施方法：**
   Fomin-Zelevinskyの以下の基本的な論文およびテキスト [1] を中心に団代数の現在までの基礎理論の概観をえる. これらはすべてarXivで入手可能である.

   S. Fomin and A. Zelevinsky, Cluster algebras I: Foundations, J. Amer. Math. Soc. 15 (2002) 497–529.

   S. Fomin and A. Zelevinsky, Y-systems and generalized associahedra, Ann. Math. 158 (2003), 977–1018.

   S. Fomin and A. Zelevinsky, Cluster algebras II: Finite type classification, Invent. Math. 154 (2003) 61–121.

   A. Berenstein, S. Fomin and A. Zelevinsky, Cluster algebras III: Upper bounds, Duke Math. J. 126 (2005) 1–52.

   S. Fomin and A. Zelevinsky, Cluster algebras IV: Coefficients, Compos. Math. 143 (2007) 112–164.

   さらに, 学生の興味に応じて団代数のさまざまな応用や発展について, 論文を中心に学ぶ.
6. **知っていることが望ましい知識：**
   団代数の背景にあるのはルート系やCoxeter群・Weyl群である. M 1の学生でこれらを未習の場合は, 前期はまずこれらの学習をしていただくことになる.
7. **参考書：**
   ∗[1] M. Gekhtman, M. Shapiro, A. Vainshtein, Cluster algebras and Poisson geometry, Amer. Math. Soc, 2010.
8. **連絡先等：**
   研　究　室：多-406
   電 話 番 号：内線番号 5575　(052-789-5575)
   電子メール：nakanisi@math.nagoya-u.ac.jp
   オフィスアワー：水曜日 12:00-13:00 またはメールでアポイントを取ってください.

1. 教員名：納谷　信 (なやたに　しん)

2. テーマ：双曲空間に関わる幾何学

3. レベル：区別しない

4. 目的・内容・到達目標：

双曲空間とは, その上で非ユークリッド幾何学が展開される空間であり, 負の定曲率をもつ単連結なリーマン多様体です。そして, 双曲空間を普遍被覆空間にもつリーマン多様体は双曲的多様体とよばれます。

ここ 3 年ほど, 双曲空間に関連する幾何学ということで少人数クラスを実施してきましたが, 2014 年度も同様の方針です。まず, 双曲幾何の基礎を入門的テキスト ([1], [2] 等) を講読することにより学習し, その後, 受講者の興味に応じてテーマを決めてさらに学習・研究を進めていきます。双曲幾何の基礎を学んだ後に, どういったテーマに進んで行くかは相談して決めますが, 目安として以下にいくつかあげておきます。

- 3 次元双曲空間内の曲面論 (極小曲面, 平均曲率一定の曲面) [3]
- 双曲多様体の構成 (クライン群が対応, 例として双曲的コクセター群, 数論的格子) [2, 4, 5]
- 双曲多様体の剛性 (Weil の局所剛性, Mostow の強剛性) [2, 6]
- 双曲群 (双曲空間と似た幾何学的性質を持つ離散群) [7, 8, 9]

5. 実施方法：

週に 3 時間程度, おもに輪講形式のセミナーによって進めますが, 適宜, 講義も行います。

前期は双曲幾何の基礎の学習に費やすことになると思います。講義によって概要を知ってもらうとともに, テキストの講読を通じて詳細を身につけてもらいます。

6. 知っていることが望ましい知識：

学部の 3 年生くらいまでに学習する内容。多様体を知っているとなおよいです。

7. 参考書：

[1] J. W. Cannon, W. J.Floyd, R. Kenyon, W. R. Parry, Hyperbolic geometry, Flavors of Geometry, MSRI Publ. **31**, 1997.

[2] R. Benedetti and C. Petronio, Lectures on hyperbolic geometry, Universitext, Springer, 1992.

[3] J. Dorfmeiseter, J. Inoguchi and S. Kobayashi, Constant mean curvature surfaces in hyperbolic 3-space via loop groups, arXive:1108.1641v1.

[4] W. Thurston, The geometry and topology of 3-manifold, Lecture note at Princeton Univ., 1978/79.

[5] E. Vinberg (ed.), Geometry II: spaces of constant curvature, In: Encyclopedia of Mathematical Sciences **29**, Springer, 1993.

[6] G. Besson, Calabi-Weil infinitesimal rigidity, Sémin. Congr. **18**, 177–200, Soc. Math. France, Paris, 2009.

[7] M. Batty (after P. Papasoglu), Notes on hyperbolic and automatic groups, http://durham.academia.edu/MichaelBatty/Papers/97683

[8] 大鹿健一, 離散群, 岩波書店, 1998.

[9] J. W. Cannon, Geometric Group Theory, in "Handbook of Geometric Topology", Elsevier, 2002, 261–305.

8. 連絡先等：

研　究　室：A-429

電 話 番 号：内線番号 2814　(052-789-2814)

電子メール：`nayatani@math.nagoya-u.ac.jp`

オフィスアワー：水曜日 12:00〜13:00 ← 定期的なオフィスアワーで, 多元数理棟 2 階のオープンスペース (カフェダビッド) で実施しています。この時間帯以外に面会を希望される方は, まずはメールを下さい。

1. 教員名：林　孝宏 (はやし　たかひろ)

2. テーマ：量子群とテンソル圏

3. レベル：レベル2

4. 目的・内容・到達目標：

量子群 (ホップ代数) とテンソル圏という２つの代数系について, 量子展開環等の具体例を通じて学びます. ホップ代数とは, 有限群の群環のもつ構造を抽象化したものであり, 結合代数の構造に加え, 余積と呼ばれる演算を持っています. また, テンソル圏はホップ代数の表現の全体が持つ代数構造で, 表現のテンソル積に相当する演算を持っています. これらの代数系は, 一見少々抽象的ですが, 群やリー環の表現論, 作用素環, 共形場理論, 可解格子模型, 低次元位相幾何学など, 数学, 数理物理学の様々な分野と, 密接な関連を持っています.

きております.

くの類似点を持っていますが, 新しい内容もいくつか持っています. 結晶基底の理論もその内の一つで, それにより, ヤング図形など, 古典的な組み合わせ論的対象についての組織的な理解を得ることが出来たりします.

この少人数クラスでは, 量子群とテンソル圏を学ぶことで, 代数的なものの考え方の基本を身につけることが, 最小限の目標となります. また, より高度な目標として, たとえば共形場理論の圏論的側面に関する論文を読めるようになることが, 挙げられます. Kang, [4] などにより, 量子群の表現論についてのより組織だった理解を目指します.

5. 実施方法：

当面は教科書 [1] を輪読することを予定しております. ただし, 参加者の希望によっては, 結晶基底等, 他の題材を扱った教科書（例えば, [3]）に変更することもあり得ます. また, 必要があれば基礎概念（たとえばベクトル空間のテンソル積）について, 補足説明を与えたり, 演習を行うなどしたいと思います. 各回の発表では, あらかじめ定めた範囲をまとめて解説してもらいます. その際, 細かい部分までの理解は必ずしも要求しませんが, どこが理解できていないかを自覚しようと努めることは期待したいです. なお, 夏休み, 冬休み, 春休みは開講しません.

6. 知っていることが望ましい知識：

学部３年生程度の予備知識以外特に要求しません. .

7. 参考書：

∗[1] Christian Kassel：Quantum groups, Springer-Verlag

[2] 神保道夫：量子群とヤング・バクスター方程式, シュプリンガー・フェアラーク東京

[3] J. Hong and S.-J. Kang, Introduction to Quantum Groups and Crystal Bases, Amer. Math. Soc.

[4] 谷崎俊之：リー代数と量子群 , 共立出版Mathematical Society

8. 連絡先等：

研　究　室：A-443

電 話 番 号：内線番号 2416　(052-789-2416)

電子メール：hayashi@math.nagoya-u.ac.jp

オフィスアワー：月曜日 17:00〜18:00. この時間帯で都合が悪い場合は, あらかじめ e-mail でアポイントメントをとってから来てください.

1. 教員名：林　正人 (はやし　まさひと)

2. テーマ：量子情報理論

3. レベル：レベル2から3へ

4. 目的・内容・到達目標：

量子情報理論は量子的な素子に基づく情報処理に対する理論である．このような分野では，情報処理を扱うため，定式化された数学的概念だけではなく，その背後にある操作的概念を取り扱うことになる．この分野では既存の数学の世界に満足できず，数学を道具として新しい情報処理の世界を探求することとなる．量子情報理論及びその周辺分野について基礎からスタートし，何らかの形で研究成果を挙げることができるレベルに到達することを目指す．

5. 実施方法：

量子情報理論には様々な方向性がある．年度の前半では，集まった学生と相談の上，学生の望む方向性を踏まえて，週に1回または2回程度の頻度で主に下記の参考書の中から適切なものを選び，輪講形式で量子情報理論の基礎を学ぶ．年度の後半は，相談の上，各自の興味あるテーマを決め，そのテーマに沿って論文紹介などを行う．こちらはしっかりとした準備が求められるので予習時間を考慮して，月に2回程度の頻度で集中的に行うこととする．特に，年度の後半では，きちんとした予習ノートを事前に作成することが求められる．

6. 知っていることが望ましい知識：

この分野を学ぶための基礎知識としては，線型代数，微積分及び確率・統計の基礎が必要となる．これに加えて，表現論や関数解析の初歩的な知識があることが望ましいが，必ずしも必要としない．この分野の研究には，量子力学の知識が必要となるが，これについては，本コースの中で取り扱うので特に予備知識としては必要としない．本分野は数学のほかに物理学や情報理論との接点も多いので，これらの分野についても，必要に応じて自ら学ぶ姿勢が必要である．数学としての必要な予備知識は少ないが，それ以外に，扱っている数学的概念の背景にある操作的概念を常に意識することが求められる．

7. 参考書：

∗[1] Michael A. Nielsen, and Isaac L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press (2000)
∗[2] M. Hayashi, *Quantum Information: An Introduction*, Springer-Verlag, 2006
[3] M. Ohya and D. Petz, *Quantum Entropy and its Use*, Springer-Verlag, TMP-series (1993).
[4] 石坂智，小川朋宏，河内亮周，木村元，林正人, 量子情報科学入門, 共立出版 (2012)
[5] 林正人,「量子情報への表現論的アプローチ」，共立出版 (2014).

8. 連絡先等：

研　究　室：A-355
電 話 番 号：内線番号 355　(052-789-355)
電子メール：masahito@math.nagoya-u.ac.jp
ウェブページ：http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~masahito/
オフィスアワー：木曜日 13:00-14:00

1. 教員名：菱田　俊明 (ひしだ　としあき)

2. テーマ：偏微分方程式

3. レベル：レベル２から３へ

4. 目的・内容・到達目標：

(1) 偏微分方程式論の体系において最も基本的な２階楕円型方程式の初等的理論
(2) 半群理論に代表される関数解析的アプローチによる偏微分方程式の研究方法
(3) 流体力学の基礎方程式である Navier-Stokes 方程式の数学解析

これらは密接に関連していて, 古典的な話から研究の最前線へと繋がって行く. ２年間継続して取り組むなら (1)(2) を学んで (3) へ進むが, １年間でまとめる場合は (1)(2) のいずれかに集中してもよいし, あるいは (3) を通して (1) または (2) の一部を覗くやり方も考えられる.

この少人数クラスでは, 上記のいずれかの内容を修得することを目的とする. 配属時点での志望や学力が異なる場合は, ２つのコースに分けることもありうる. いずれにせよ, 基礎理論の確かな理解を到達目標とし, 進度に応じて自ら問題を設定して研究を行う.

5. 実施方法：

週一回, 輪講形式のセミナーを行う. 例えば, 参考書リストに挙げた文献が候補である. 超関数や Sobolev 空間等の知識が十分な場合は多少先から読み始めることが可能な文献もある. 特に後期課程に進んで研究者を志す場合には, 関連の論文も輪講の題材としたい.

6. 知っていることが望ましい知識：

微分積分, 線型代数, 集合と位相, 常微分方程式, Lebesgue 積分, Fourier 解析, 関数解析の初歩.

7. 参考書：

[1] D. Gilbarg and N. S. Trudinger, Elliptic Partial Differential Equations of Second Order, Springer, 1977.
[2] 儀我-儀我, 非線形偏微分方程式, 共立, 1999.
[3] 柴田-久保, 非線形偏微分方程式, 朝倉, 2012.
[4] H. Sohr, The Navier-Stokes Equations, An Elementary Functional Analytic Approach, Birkhäuser, 2001.
[5] G. P. Galdi, An Introduction to the Mathematical Theory of the Navier-Stokes Equations, Second Edition, Springer, 2011.

8. 連絡先等：

研　究　室：多-507
電 話 番 号：内線番号 4838　(052-789-4838)
電子メール：hishida@math.nagoya-u.ac.jp

オフィスアワー：火曜日 16:30〜17:30. この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ e-mail でアポイントメントをとってから来てください.

1. 教員名：藤江　双葉 (ふじえ　ふたば)

2. テーマ：Algebraic Graph Theory

3. レベル：区別しない

4. 目的・内容・到達目標：

この少人数クラスでは, グラフ理論で扱われる問題の中でも代数学が関わっている部分を取り上げます. （例えば, girth 5 の r-regular Moore graph が存在するとき $r \in \{2, 3, 7, 57\}$ であることが知られていますが, これには線形代数を使った美しい証明があります. ）主に [3] を輪読し, 群や行列などのアイディアがいかにグラフに応用されているか（またその逆も）を理解することを目指します. （グラフ理論の基礎知識レベルによっては [2] から入るかもしれません. ）もうひとつの目標は, 文献を自力で読みその内容をまとめて発表できるようになること, また理解した内容や自分のアイディアを文書にまとめられるようになることです.

5. 実施方法：

基本的には毎週3時間程度行い, 休暇中は相談の上開講します. 教科書 [3] の Ch. 1–7 を輪講形式で読み進めた後, [3] の各章末にある文献, または Ch. 8 以降で興味のある章などを各自選び, そのテーマに関する発表を中心とします. ほとんどの文献は英語になります. オーディエンスが内容を理解できるように, 発表する人は準備をしっかりしてください. 発表自体は日本語でも英語でも構いません.

6. 知っていることが望ましい知識：

レベル1の知識（学部3年生までに学習する程度のもの）, 特に線型代数や群論の基礎を理解しておいてください. グラフ理論の基礎知識については, あれば望ましいですが, [1, 2] などで勉強していくことも可能だと思います. 知らないことは自発的に徹底的に調べて自分のものにしていく意識のある人を歓迎します.

7. 参考書：

[1] J.A. Bondy and U.S.R. Murty, Graph Theory, Springer.
∗[2] G. Chartrand, L. Lesniak, and P. Zhang, Graphs and Digraphs, CRC Press.
∗[3] C. Godsil and G. Royle, Algebraic Graph Theory, Springer.

8. 連絡先等：

研　究　室：多-407
電 話 番 号：内線番号 5603　(052-789-5603)
電子メール：futaba@math.nagoya-u.ac.jp

オフィスアワー：月曜日 12:00〜13:00
この時間帯で都合が悪い場合, また冬休み中は, あらかじめメールで連絡をとってから研究室に来てください. 出張等で不在のこともあるので, どのみち事前にメールをもらえると助かります.

1. 教員名：古庄　英和 (ふるしょう　ひでかず)

2. テーマ：数論的位相幾何学 (Arithmetic Topology)

3. レベル：レベル 2 からレベル 3 へ

4. 目的・内容・到達目標：

数論的位相幾何学とは, 簡単にいうと, 素数やガロア群といった整数論的対象と結び目や三次元多様体といったトポロジー的対象の「謎」の関連を深く追及する学問 (是非 [1] を参照) である. この講座では, 特に量子群, （結び目や三次元多様体等の）量子群から構成される不変量, KZ 方程式のモノドロミー等に関する数論的側面を理解していくことを目的としている. どこから読み始めるかは決めていないが, まずは [2] でホップ代数や量子群の基礎をじっくりと積んだ後に, [3] で反復積分論を勉強しながら KZ 方程式のモノドロミーや量子不変量の構成法について [4] などで学ぶ予定. その際に現れる周期等の数論幾何的対象物の様々な性質について, 適当な論文を一緒に探しながら学習・研究をしていきたい. このクラスの学習と並行して, 整数論と代数幾何の基礎を自学してもらいますので結構ハードです. 下記に挙げた文献以外で読みたい文献がある場合は（是非そういう文献を自分で見つけてからから来てください！）そちらを使うことも（学生のレベルと私の好み次第では）あり得る. 最終的には, 教員紹介冊子の最後の方に掲げた論文のいくつかが読めるくらいの力をつけたいと考えている.

5. 実施方法：

この少人数クラスは基本的にはセミナー形式で毎週適当な時間行う. 基礎知識が足りない学生には代わりに他のテキストを使うこともあり得る.

6. 知っていることが望ましい知識：

レベル 1 の知識に加え, 代数学の初歩知識は必要. 事前に [5] くらいには多少は目を通し, 最低でも量子群とはどういうものかのイメージくらいは持って来てほしい. 整数論を何も知らない学生だと最終的に指導できなくなってしまう恐れがあるので, 受講する前までに [6] がすらすら読めるようなレベルに達していることが理想的である. [7] 等もそれなりに勉強してくれていると助かる. 受講希望者は, 必ずメールで連絡をすること. 私の研究室に文献 [8] を持参して来てもらいます. 事前に下記文献のいくつかを多少は目を通しておき私に感想・意見を伝えられるようにしておいてほしい. 足りない知識はセミナーで補うつもりでいるが, あまりにも準備が足りない場合は受講を許可しない場合がある.

7. 参考書：

[1] 「結び目と素数」, 森下昌紀著, シュプリンガー現代数学シリーズ.
[2] 「Quantum Groups」, C.Kassel 著, Graduate Texts in Mathematics, 155. Springer-Verlag, 1995.
[3] 「配置空間の幾何学」, 河野俊丈著, シュプリンガー現代数学シリーズ.
[4] 「Quantum invariants. A study of knots, 3-manifolds, and their sets」, T.Ohtsuki 著, Series on Knots and Everything, 29. World Scientific Publishing Co., Inc., River Edge, NJ, 2002.
[5] 「量子群とヤン・バクスター方程式」, 神保道夫著, シュプリンガー現代数学シリーズ.
[6] 「数論講義」, J .P. セール著, 岩波書店.
[7] 「数論１・２・３」, 岩波講座　現代数学の基礎.
[8] 　上記以外の文献で自分が学びたいと思っているもの.

8. 連絡先等：

研　　究　　室：A-455

電　話　番　号：内線番号 2418　(052-789-2418)

電 子 メ ー ル：furusho@math.nagoya-u.ac.jp

オフィスアワー：まずは上記アドレスに連絡をしてください.

1. 教員名： Lars Hesselholt (ヘッセルホルト　ラース)

2. テーマ： 位相幾何的巡回ホモロジー

3. レベル： 2〜3のあたりを意図しています.

4. 目的・内容・到達目標：

この講座では, 代数的 K 理論と位相的巡回ホモロジーを紹介することを目的とします. 前期に, 以下の参考書リストの本[1]とノート[2]を使います. はじめに, 巡回的集合とそれらの実現を勉強します. 次に, 巡回ホモロジーの性質と計算について勉強します. 後期に, 巡回ホモロジーの位相的な一般化とその代数的 K 理論との関係を勉強する予定です.

5. 実施方法：

それぞれ学習したことについて毎週クラス発表をしてもらいます.

6. 知っていることが望ましい知識：

基本的な線形代数と位相幾何学を知っていることが望ましいです.

7. 参考書：

[1] J.-L. Loday, *Cyclic homology. Second Edition*, Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, 301. Springer-Verlag, Berlin, 1998.

[2] L. Hesselholt, *Topological cyclic homology*, Notes from course given at MIT, 1996, available at www.math.nagoya-u.ac.jp/∼larsh/teaching/F1996_715/.

8. 連絡先等：

研　究　室：A-449

電 話 番 号：内線番号 2547　(052-789-2547)

電子メール：`larsh@math.nagoya-u.ac.jp`

ウェブページ：`www.math.nagoya-u.ac.jp/~larsh`

オフィスアワー：メール連絡によります.

1. 教員名：松本　耕二 (まつもと　こうじ)

2. テーマ：ゼータ関数とL関数

3. レベル：区別しない

4. 目的・内容・到達目標：

ゼータ関数, あるいはL関数と呼ばれる関数は数多く知られていて, 多くの場合その前に発見者の名前がついたり（リーマンのゼータ関数, ディリクレのL関数）, 密接に関係する概念の名前がついたり（保型L関数, 楕円曲線のL関数）する．そして整数論をはじめとする数学の多くの分野で大変重要な役割を果たす．また近年では多重ゼータ関数と呼ばれる多重化された関数の重要性も増してきている．この少人数クラスでは, 主として解析的整数論に関連するゼータ関数, L関数ないしは多重ゼータ関数について, 基本的な性質を学習し, それらが整数論にいかに応用されているかを理解することを目標とする.

5. 実施方法：

この少人数クラスは，基本的には毎週 3 〜 4 時間程度行い，休暇中は開講しない．実施方法はテキストの輪講を中心としたものになる予定であるが, 具体的なテキスト等は学生の興味に応じて選択する．リーマンのゼータ関数やディリクレのL関数, および関連する数論的関数の取り扱いなどが最も基本的な標準的テーマであるが, より発展的な内容としては代数体のゼータ関数, 保型形式に付随するL関数, 多重ゼータ関数などいろいろな方向性が考えられる．こうした題材の選択も学生との相談の上で決定したい.

6. 知っていることが望ましい知識：

微積分と複素関数論は十分に理解していることが必要である．基本的な代数学の知識もあったほうが望ましいが, 代数体の方向を希望するのでなければガロア理論の知識は不要.

7. 参考書：

比較的読みやすく、自学自習が可能なテキストを少々挙げておく。

∗[1] T.M.Apostol, Introduction to Analytic Number Theory, Springer.
∗[2] 荒川, 伊吹山, 金子, ベルヌーイ数とゼータ関数, 牧野書店

8. 連絡先等：

研　究　室：多-357
電 話 番 号：内線番号 2414　(052-789-2414)
電子メール：`kohjimat@math.nagoya-u.ac.jp`
ウェブページ：`http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~kohjimat/`
オフィスアワー：木曜日 12:00–13:00

1. 教員名：南　和彦 (みなみ　かずひこ)

2. テーマ：数理物理学

3. レベル：レベル2から3へ

4. 目的・内容・到達目標：

数学と物理学はしばしば互いに影響を与えながら発展して来た．この両者の接点に位置する種々のテーマについて, それぞれの問題意識をもって勉強する．量子力学, 量子アルゴリズム, 統計力学, 可解格子模型, コンタクトプロセス, 複雑ネットワーク系を中心に輪講をする．テキストを基礎に, 各自が興味を持ったテーマを選択し自主学習をすすめ, それらの内容をまとめるところまでを目標にする．

5. 実施方法：

「数理物理学グループ」（粟田, 菅野, 南）として学生を募集し, その中で複数のサブグループに分かれてセミナーを行う．分属を希望する場合は事前に相談すること．セミナーの題材については参加する学生と教員の間で相談して決める．

6. 知っていることが望ましい知識：

微分積分, 線形代数, 関数論の基礎的な内容

7. 参考書：

例えば

∗[1] メシア, 量子力学 I II III, 東京図書, 1971.
∗[2] 久保亮五, 統計力学, 共立出版, 2003.

8. 連絡先等：

研　　究　　室：A-347
電　話　番　号：内線番号 5578　(052-789-5578)
電 子 メ ー ル：minami@math.nagoya-u.ac.jp

オフィスアワー：金曜日 12:00-13:00.,
事前にメールで連絡することが望ましい.

1. 教員名：森吉　仁志 (もりよし　ひとし)

2. テーマ：特性類とその応用

3. レベル：レベル2から3へ

4. 目的・内容・到達目標：

位相幾何（トポロジー）あるいは微分幾何において必須の知識ともいえる特性類 (Characteristic class) や、非可換幾何において主要な研究手段を提供するK理論について、その基本知識を習得することを目的とします.

特性類は、群のコホモロジーとの関連性や二次特性類などを含めて種々の一般化が行われており、現在でも活発な研究対象です．また アティヤー-シンガー (Atiyah-Singer) 指数定理は、特性類理論の深遠な応用のひとつです．さらにK理論は、 Atiyah-Singer 指数定理の延長上にある非可換幾何において、重要な役割を果たします.

少人数クラスの具体的到達目標として：1) 特性類に関しては、スティーフェル-ホイットニー (Stiefel-Whitney) 類・チャーン (Chern) 類・ポントリャーギン (Pontrjagin) 類とその応用（葉層構造の二次特性類など）に関する基本知識の習得；2) K理論に関しては、位相幾何から関数解析まで含めた広い分野への応用を可能にする基本知識の習得；を考えています.

5. 実施方法：

少人数クラスは，基本的に毎週 1.5 〜 3 時間程度行います．前期後期ともに、参加者の興味と到達度を考慮して以下に挙げた参考書のいずれかをテキストとして選び、これに基づいて輪講形式で学習します.

6. 知っていることが望ましい知識：

レベル1の知識（学部3年生までに学習する程度のもの）は仮定します．線型代数や微積分の内容をしっかりと理解していることは大前提です．加えて、多様体の基礎知識とホモロジー論を含む位相幾何の初等知識，微分幾何の初等知識をもっていることを期待します（しかし前提条件ではありません）．以下に挙げた [4] をテキストとして選ぶ場合には、位相幾何の初等知識は無くても構いません．しかし関数解析の初等知識（ヒルベルト空間、線形作用素など）を持っていることを期待します（しかし前提条件ではありません）.

7. 参考書：

∗[1] J. Milnor, Characteristic classes, Princeton University Press（邦訳あり）.
∗[2] 森田茂之、微分形式の幾何学，岩波書店
∗[3] Bott-Tu, Differential Forms in Algebraic Topology, GTM 82, Springer-Verlag,
∗[4] Wegge-Olsen, K-theory and C^*-algebras, Oxford University Press
∗[5] J. Dupont, Curvature and characteristic classes, LNM　Vol. 640, Springer-Verlag.
∗[6] P. Shanahan, The Atiyah-Singer Index Theorem, LNM　Vol. 638, Springer-Verlag.
∗[7] J. Roe, Elliptic operators, topology and asymptotic methods. Longman

8. 連絡先等：

研　究　室：多-504

電 話 番 号：内線番号 4746　(052-789-4746)

電子メール：moriyosi@math.nagoya-u.ac.jp

オフィスアワー：木曜日 12:00〜13:00

この時間帯で都合が悪い場合は，あらかじめ e-mail でアポイントメントをとってから来てください.

1. 教員名： 山上　滋 (やまがみ　しげる)

2. テーマ： 量子解析学

3. レベル： レベル２

4. 目的・内容・到達目標：

標題の「量子解析学」は広い意味で解釈していただくとして, ここでは, 作用素を背景としたものを扱います. 今回は, 量子場理論への数学的アプローチについて, その作用素環的な側面をセミナー形式で学びます. 量子力学と場の理論についての物理的な予備知識はあるに越したことはありませんが, なくても構いません. むしろ関数解析の基本がより重要で, それを前提としたところから出発し, 必要となるヒルベルト空間上の作用素についての基礎の確認を適宜行い, 作用素環および量子代数系からの必要となる知識を補充し, 最後は量子対称性の数学的定式化である sector theory をゴールとします.

5. 実施方法：

前期・後期を通じて, “ von Neumann algebras and local quantum theory” [1] をテキストに, 週１回２時間程度の割合で輪講していきます.

発表に際しては, 入念な準備の下, ノートを作成し, しかしノートの類は手にせず, 黒板を使って行うこととします.

また, 読み解いた内容の TeX 形式による記録を, 複数回提出していただきます.

6. 知っていることが望ましい知識：

位相空間・複素解析・フーリエ解析・関数解析・ルベーグ積分の基礎, 群・環・加群の基本が必要です. 他に常微分方程式・確率論について, 何らかの経験があると良いでしょう. いずれにしても, 不足している所は自ら補っていくという姿勢が肝要です.

7. 参考書：

関数解析学の教科書は数多く出版されていますが, とくに, [Reed-Simon], [Rudin] と「日合・柳」を挙げておきます. いずれも, 十分以上の予備知識を提供してくれます. また, テキストで扱う内容に関連したものとして [荒木] があります.

[1] I.F. Wilde, von Neumann algebras and local quantum theory, http://homepage.ntlworld.com/ivan.wilde/notes/lqt/index.html
[2] M. Reed and B. Simon, Functional Analysis, Vol. 1, Academic Press, 1981.
[3] W. Rudin, Functional Analysis, MacGraw-Hill, 1991.
[4] 日合・柳, ヒルベルト空間と線型作用素, 牧野書店, 1995.
∗[5] 荒木不二洋, 量子場の数理, 岩波書店, 2001.

8. 連絡先等：

研　究　室：A-349
電 話 番 号：内線番号 2813　(052-789-2813)
電子メール：yamagami@math.nagoya-u.ac.jp
ウェブページ：http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~yamagami/

オフィスアワー：水曜１２：３０－１３：３０ (２０１３年度後期)

1. **教員名：** 吉田　伸生 (よしだ　のぶお)
2. **テーマ：** 測度論的確率論の基礎
3. **レベル：** レベル 1 からレベル 2
4. **目的・内容・到達目標：**
参考文献 [1] 第 3 章（Random Walks）以降の輪読，問題演習を通じ，測度論的確率論の手法に慣れることを目標とする．
5. **実施方法：**
原則，週 1 回の輪読による．数学書の十分な理解には，ただ字面を追うだけでなく，自分なりの理解に基づいてテキストを書き換えるくらいの能動的関わりが必要である．従って，発表に際してはテキストに何が書いてあるかだけでなく，発表者がそれをどう消化したかを問う．また，発表内容について「更に一般化するには，どうするのが自然か？」また逆に「面白い具体例はどのようなものか？」等の議論を，発表者，参加者を交えて行ってゆく．
6. **知っていることが望ましい知識：**
レベル 1 の知識の中でも特にルベーグ積分（例えば参考書 [2] の第 6 章まで）を使いこなせることが重要である．更に，輪読は [1] の途中から始めるので，測度論的確率論の基礎，大数の法則，中心極限定理などの基本定理（[1] の 2 章まで）は既知とする（名古屋大学からの進学者は 2013 年度の「確率論 II」を履修しておくこと）．また，初等的な確率論（例えば参考書 [3]）に親しんでいることが助けになる．
7. **参考書：**

[1] * Durrett, R.: ”Probability–Theory and Examples” 4th ed. Cambridge University Press. (2009)
[2] * 吉田伸生: 「ルベーグ積分入門–使うための理論と演習」 遊星社　(2006)
[3] 吉田伸生: 「確率の基礎から統計へ」 遊星社 (2012)

8. **連絡先等：**

研　　究　　室：A-439
電　話　番　号：内線番号 2420　(052-789-2420)
電 子 メ ー ル：noby@math.nagoya-u.ac.jp
ウェブページ：http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~noby/index_j.html
オフィスアワー：火曜 14:45–15:45