2012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

(2012年4月1日)

注 意 事 項

分属スケジュール

次の日程で2012年度少人数クラスの分属を行います．

1月27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24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．

2012年度少人数クラスコースデザイン目次

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, 永尾, 南）として行うので，グループに分属を希望する場合は４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, “物理学選書 21, 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, “数理物理シリーズ 1, 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,” Advanced Series in Mathematical Physics vol.2, World Scientific 1987.

8. 連絡先等：

研　究　室：理 1-306
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：リー群と調和解析

3. レベル：レベル2

4. 目的・内容・到達目標：

平行移動や回転のような連続的な運動は, リー群の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, フーリエ変換やフーリエ級数展開のような函数の分解や特殊函数の様々な公式は表現論の観点から明快に説明することができる. 量子力学において相空間の対称性がヒルベルト空間上のユニタリ表現に対応することも同じ発想で理解できる. この少人数クラスでは以上のような問題意識を持ちながら, リー群の表現論の解析学への応用を学ぶ. 多くの美しい積分公式の裏に群作用があることを鑑賞するのが目標である.

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. ルベーグ積分や函数解析に馴染みがあることが望ましいが, そうでなくても必要な知識は補充しながら進めていく.

7. 参考書：

∗[1] N. Ja. Vilenkin, Special functions and the theory of group representations, Translations of Mathematical Monographs **22**, American Mathematical Society, 1968.

∗[2] G. B. Folland, Harmonic analysis in phase space, Annals of Mathematics Studies **122**, Princeton University Press, 1989.

[3] S. T. Ali, J.-P. Antoine, J.-P. Gazeau, Coherent states, wavelets and their generalizations, Graduate Texts in Contemporary Physics, Springer, 2000.

[4] J. Faraut, S. Kaneyuki, A. Korányi, Q.-K. Lu, R. Guy, Analysis and geometry on complex homogeneous domains, Progress in Mathematics **185**, Birkhäuser, 2000.

8. 連絡先等：

研　究　室：理1-304

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：月曜日 12:00〜13:00, 研究室にて. それ以外の時間でも　e-mail で連絡があれば個別に対応する. 受講希望者は必ず一度面談すること.

1. 教員名：糸　健太郎 (いと　けんたろう)

2. テーマ：曲面上の双曲幾何

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 [3] 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．

この少人数クラスでは双曲幾何に関する話題を学ぶ．2 次元の双曲幾何は定曲率 -1 の曲面において展開される幾何学のことであり，定曲率 1 の球面幾何や，定曲率 0 の平面幾何（ユークリッド幾何）よりもはるかに豊かな内容を含んでいる．実際，閉曲面の場合，球面とトーラス以外の全ての曲面には双曲構造が入る．

新規の学生は，まず テキスト [1] の 1 章－4 章を読んで 2 次元双曲幾何の基本事項を学ぶ．ここで種数 2 以上の閉曲面に双曲構造を入れる方法や，その普遍被覆変換群としてのフックス群の性質を学ぶ．次に，この準備のもとにテキスト [2] を読む．これは双曲構造をもつ曲面における測地流 (geodesic flow) と接円流 (horocyclic flow) を扱った本である．測地流を考えることは，曲面上を「まっすぐ」に進んでいく曲線が曲面にぐるぐる巻き付く様子を解析することに対応する．このテキストでは双曲幾何の魅力をたっぷり味わうことが出来るはずである．この話題はモジュラー群や連分数などとも深い関連がある．また一般に，双曲幾何は複素解析や低次元トポロジーとも密接に関連しており，非常に興味深い分野である．

最後に関連する日本語の参考書を挙げる．[1] と同等の内容は [4] でも読むことが出来る．双曲構造を持つ曲面（リーマン面）の変形理論や複素関数論との関係については [5] を見るとよい．双曲幾何は 3 次元の場合が最も発展しているが，その話題については [6] は見るとよい．

5. 実施方法：

週に 2〜3 時間ほど輪講形式で行う．[1] で基礎固めした後に [2] を読む予定なので，主に 2 年間継続する人を念頭に置いている．ただし 1 年間のみの受講でも双曲幾何の基礎は十分身につくと思われる．具体的には [1]（4 章まで）は 1 年目の秋ぐらいまでに読み終わりたいと考えている．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もある．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．

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．特に複素解析，位相空間論，群論などは重要である．意欲的な学生を歓迎する．

7. 参考書：

∗[1] S. Katok, *Fucksian groups*, The University of Chicago Press, 1992.
∗[2] F. Dal'Bo,*Geodesic and Horocyclic Trajectories*, Spronger, 2011.
[3] A. Beardon, *The geometry of discrete groups*, Springer, GTM 91, 1983.
[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 12:00〜13:15 (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：代数多様体の幾何学

3. レベル：３

4. 目的・内容・到達目標：

この少人数クラスでは，代数多様体の幾何学について学習，研究することを目的とする．
まず，代数多様体（特に２次元，３次元）の分類について学び，その後，興味を持った多様体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行い，長期休暇中は自主学習とする．
主として，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（とくに代数学）を習得していることが望ましい．さらに，できるだけ代数幾何学の基礎知識も習得している方がよい．

7. 参考書：

∗[1] Kollár, Mori, Birational Geometry of Algebraic Varieties, Cambridge University Press, 1998.
[2] 川又 雄二郎，代数多様体論，共立出版，1997.

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：木曜日　11:30～12:30

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：

ここ 3 年間は [1,2,3] を選んだが, この分野の教科書はたくさん出ているので, 列挙しきれない. 来年は [4] にしようと思ってはいるが, 正式に決めた訳ではない.

[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：理1- 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：未定（2011 年度後期は金曜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

4. 目的・内容・到達目標：

多元環の表現論は、環上の加群圏やその導来圏の圏構造を論じるもので、１９７０年頃に出現した極めて新しい分野です。有限次元多元環と可換Cohen-Macaulay環という対極的な対象が、関手圏を基本としたAuslander-Reiten理論によって統一的に扱われます。最近では特に、クイバーから定義される三角圏（クラスター圏）の構造解析が、数理物理学への応用からも注目されています。

各人がAuslander-Reiten理論、傾理論などの加群圏を考察する上での基本的手法を身に付ける事、さらにそれを応用して、少なくとも一つの具体的な問題を設定して解決する事を目指します。多くの興味深い問題が若い人の挑戦を待っています。

5. 実施方法：

週１・２回程度の輪講形式で行います。

前半は（必要に応じて文献[2]を参照してもらいつつ）文献[1]を読んでもらいます。後半は、各自が興味に応じてテーマを設定して、[3,4]や[5,6]などのより進んだ文献を読んでもらいます。

6. 知っていることが望ましい知識：

環と加群の概念を、ある程度理解している事を前提とします。加えて若干のホモロジー代数と圏の知識を持っている事が望ましいですが、必要に応じて補足します。

7. 参考書：

[1] 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.

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

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

[5] A. Buan, R. Marsh, M. Reineke, I. Reiten, G. Todorov: Tilting theory and cluster combinatorics. Adv. Math. 204 (2006), no. 2, 572–618.

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

8. 連絡先等：

研　究　室：理1-202

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：水曜日３限

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：理1-305
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：火曜日 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：大沢　健夫 (おおさわ　たけお)

2. テーマ：複素解析

3. レベル：レベル3

4. 目的・内容・到達目標：
複素解析学における基本的な理論のいくつかになじみながら, 20世紀後半に発達した理論に触れ, その中から新しい問題を探して取り組んで行く. 基本的な理論としては, コーシー等による複素積分の理論や楕円関数に端を発する等角写像論や代数関数論があるが, これらを概観しながら, 種々の境界値問題を解くための変分学的方法を修得することを目標とする. さらに, 20世紀後半には多変数関数論において多くの顕著な結果が得られたが, その中でも層コホモロジーやL2理論は他分野にも大きな影響を及ぼした. ここから新しい問題を探って行く.

5. 実施方法：
セミナーで文献を講読しながら理解を深め, 新しい問題を発見して取り組んで行く.

6. 知っていることが望ましい知識：
リーマンの写像定理

7. 参考書：
[1] アールフォルス著「複素解析」
[2] ヘルマンダー著「多変数複素解析入門」
[3] 大沢健夫著「多変数複素解析」, 「複素解析幾何とディーバー方程式」

8. 連絡先等：
研　究　室：理1-301
電 話 番 号：内線番号 2833　(052-789-2833)
電子メール：ohsawa@math.nagoya-u.ac.jp
オフィスアワー：金曜日16:00〜17:00

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．そのために, 下記のテキストだけでは不十分で, 知らないことは各自どんどん勉強して吸収していく必要がある．
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, 下記テキストを用いて輪講形式でセミナーを行う．参考書 [1] の場合, I Foundations の Section 1,2 は春休みの自習とし，４月に２回を目安にセミナーでその概要を発表してもらう．本格的なセミナーは, Section 3 (p,79-) から始める．[2] [3] の場合は, Chapter 1から始める．どれにするかは相談して決める．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．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要．
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] D. McDuff and D. Salamon, Introduction to Symplectic Topology, Oxford Univ. Press.
   ∗[2] M. Audin, Torus Actions on Symplectic Manifolds, 2nd revised edition, Birkhäuser.
   ∗[3] H. Hofer and E. Zehnder, Symplectic Invariants and Hamiltonian Dynamics, Birkhäuser.
   ∗[4] S. Donaldson, Riemann Surfaces, Oxford Graduate Texts in Math. **22**, Oxford Univ. Press.
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 14:00〜15:00. 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 2 からレベル 3 へ

4. 目的・内容・到達目標：
みられ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, 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．

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：水曜日 12:00〜14:00

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] W. Fulton, Young Tableaux, Cambridge Univ. Press.
[5] 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.
[6] 白石 潤一，量子可積分系入門，サイエンス社.
[7] F. Bergeron, Algebaraic Combinatorics and Coinvariant Spaces, AK Peters.
[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：Geisser, Thomas (がいさ　とーます)

2. テーマ：Algebraic K-theory (代数的K-理論)

3. レベル：レベル3

4. 目的・内容・到達目標：

In arithmetic geometry one tries to understand the solution set of polynomial equations in several variables, called varieties. One way to study varieties is to associate to them invariants, and one important invariant is algebraic K-theory.

The lower K-groups can be defined explicitly. For example, $K_0(X)$ classifies vector bundles (the analog of projective modules), and $K_1(X)$ is related to invertible functions on X.

Higher K-groups are defined by associating a topological space to a variety, and to take the homotopy groups of this space.

There are many important results and conjectures on K-groups. For example, they are related to special values of ζ-functions, a generalization of the class number formula.

In the seminar we will define algebraic K-theory, and give a survey of its basic properties.

5. 実施方法：

This seminar meets once a week for 2 hours, and most of the time studens will give presentations. The students can choose if they give the presentation in English (for practice) or in Japanese. I am planing to mostly follow the textbook of Weibel.

6. 知っていることが望ましい知識：

A good knowledge of linear algebra, ring theory, and field theory, some knowledge of algebraic geometry and algebraic topology (spectrum of a ring, homotopy groups, homology groups)

7. 参考書：

[1] Charles Weibel, Algebraic K-theory,
http://www.math.rutgers.edu/ weibel/Kbook.html

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：水曜日 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．ご遠慮なく日本語でも英語でも連絡してください.

1. 教員名：加藤　淳 (かとう　じゅん)

2. テーマ：非線型分散及び波動方程式の解析

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, 数理物理に現れる偏微分方程式の中で特に, 非線型波動現象を記述するモデルである, 非線型分散型方程式及び波動方程式を扱います. 非線型分散型方程式の代表的なものとしては, 非線型シュレディンガー方程式や KdV 方程式があります.

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ります. このクラスでは, 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.

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：

参加者の希望に応じて, 下記の参考書 [1]〜[3] の何れかを週 1 回の輪講形式で読み進めます.

6. 知っていることが望ましい知識：

関数解析, 超関数の理論, ソボレフ空間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] C.D.Sogge, Lectures on Nonlinear Wave Equations, 2nd Ed., International Press, 2008.

[2] N.Hayashi, E.I. Kaikina, P.I.Naumkin, I.A.Shishmarev, Asymptotics for Dissipative Nonlinear Equations, Lecture Notes in Math. **1884**, Springer, 2005.

[3] 堤誉志雄, 偏微分方程式論, 培風館, 2004.

8. 連絡先等：

研　究　室：理 1-503

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：火曜日 12:00〜13:30, 理 1-2 階オープンスペース (Cafe David)

出張等で不在のこともありますので, 確実にコンタクトをとりたい場合は事前に e-mail で連絡して下さい.

1. 教員名：Garrigue, Jacques (がりぐ　じゃっく)

2. テーマ：論理学とプログラミング

3. レベル：レベル2から3へ

4. 目的・内容・到達目標：

論理学は元々数学の基礎理論として作られて来たが，計算機科学における役割も大きい．プログラムの正しさを議論する上では，プログラムの性質を表現した論理は不可欠であり，そのために新しい論理が考案される事もある．例えば，ホア論理は手続き型プログラムの正しさを証明するために作られた．また，60年代に発見されたカリー・ハワード同型は論理とプログラミング言語の関係の深さを表している．対応する論理と型システムを選ぶと，命題と型，そして証明とプログラムが同型関係にある事が示された．論理型プログラミング言語がそれと少し異なる観点を取り，プログラムの実行を証明の探索として見なす．それを可能にするレゾリューションという原理は計算機による定理の自動証明も可能にする．

この少人数クラスでは論理学とその応用を調べる．文献[1]では，まず論理学の基礎を学び，定理の正しさが自動的に証明できる方法を見る．それが論理型プログラミングの基礎にもなる．文献[2]では論理の背景を深めて行き、カリー・ハワード対応や最近の論理学の動向を見る。文献[3]では実際の定理証明支援系Coqの使い方と理論的な背景を見て行く。量が多いので、参加者と相談して興味のある所を読む。

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．論理学の知識があると楽になる．

7. 参考書：

∗[1] Jean Gallier, *Logic for computer science.* Wiley, 1986.
Online edition: `http://www.cis.upenn.edu/~jean/gbooks/logic.html`

∗[2] Jean-Yves Girard, *The blind spot.* European Mathematical Society, 2011.
Older online version: `http://iml.univ-mrs.fr/~girard/coursang/coursang.html`

∗[3] Yves Bertot, Pierre Castéran, *Interactive Theorem Proving and Program Development.* Springer, 2004.

[4] John Harrison, *Handbook of practical logic and automated reasoning.* Cambridge University Press, 2009.

[5] 田辺誠, 中島玲二, 長谷川真人 「コンピュータサイエンス入門：論理とプログラム意味論」岩波書店, 1999年9月.

8. 連絡先等：

研　究　室：理1-415

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：水曜日 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研究室に来てください．

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変数複素力学系，多変数複素力学系，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を扱う．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（英語もしくは仏語）を選び，週1, 2回（計3時間程度），輪読形式でセミナーを行う．必要であれば休暇中もセミナーを継続する．

6. 知っていることが望ましい知識：

まずはアールフォルスの教科書[1]（なければ和訳でもよい）を手にとって，自力で計算を追い，細部まで理解できるかどうかを確かめてほしい．実際に扱うテキストはもっと進んだ内容だが，これでおおむね，この分野との相性が測れるだろう．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），測度論の知識はある程度必要になるので，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.

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

[4] N. Steinmetz. *Rational iteration*, de Gruyter.

[5] F. Berteloot and V. Mayer. *Rudiments de dynamique holomorphe*, Soc. Math. France. (Mayerの個人ページにpsファイルあり）.

[6] A. Douady and J.H. Hubbard, *Étude dynamique des polynômes complexes (“The Orsay Note”).* (Hubbardの個人ページに英語版と仏語版のpdfファイルあり.）

《高次元複素力学系のテキスト例》

∗[7] J.E. Fornæss. *Dynamics in several complex variables.* Amer. Math. Soc. （Fornæssの個人ページにpsファイルあり）.

[8] 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》

∗[9] O. Forster. *Lectures on Riemann surfaces.* Springer.

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

[11] L.V. Ahlfors. *Lectures on quasiconformal mapping.* Amer. Math. Soc.

∗[12] 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）

[13] T. Iwaniec and G. Martin, *The Beltrami Equation.* Amer. Math. Soc.

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：メールでお問い合わせください.

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》

1年生は，2年目も継続することを前提とし，結び目理論と低次元トポロジーの基礎的な教科書を読む．2年生は，これまで学んできたことを基に各自テーマを選び，関連する文献を読む．テーマは例えば，組ひも群，多項式値不変量，結び目のコホモロジー，絡み目の局所変形，3次元多様体論，4次元多様体論などが候補となるであろう．

《到達目標》

1年生は，結び目理論と低次元トポロジーの基礎知識を幅広く習得し，数学の論証の作法を身につける．2年生は，課題を自ら選び，独自の問題を見つけ出してそれを解決するという数学研究の進め方を身につける．

5. 実施方法：

毎週4,5時間程度，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行う．文献「を」読むだけでなく，文献「で」理解したことを丁寧に説明するための準備をして臨むこと．

英語文献を読むことを中心とする．理解不足の事項を補うために日本語文献を扱うこともある．

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．その他，読んでいる資料が前提とし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：

ここではこれまでの少人数クラス使用テキストを挙げておく．実際の使用テキストは後日相談の上決めるので，その参考にしてほしい．

∗[1] V.V.Prasolov and A.B.Sossinsky, Knots, Links, Braids and 3-Manifolds, AMS, 1997.

∗[2] J.M.Lee, Introduction to topological manifolds, Springer, 2000.

∗[3] L.H.Kauffman, Formal knot theory, Dover Publications, 2006.

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：金曜日 14:00〜15:00 (少人数クラス相談専用）研究室にて

金曜日 昼休み Cafe David（合同オフィスアワー）会場にて

ただし冬休みと1月20日は除きます．他の曜日や時間帯を希望する場合は事前に相談してください．

1. 教員名：菅野　浩明 (かんの　ひろあき)

2. テーマ：数理物理学 — 「力学」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：

「厳密に解ける模型」（可積分系）は数理物理学の代表的な研究テーマの一つであり，重要な意味を持っている．すなわち，物理的には厳密に解ける模型は近似的な方法でアプローチすることが難しい現象に関する知見を深めるために有用である一方で，数学的に見ると厳密に解ける模型には，一般にそれを可能にする興味ある数理構造（抽象的に対称性あるいは双対性と呼ばれることが多い）が潜んでいる．とくに興味深いのはこれらが量子論と結びつく場合である．この少人数クラスの目的は量子論（= 表現論）の観点から「力学」（= 幾何学）をとらえる方法を身につけ，それを基礎に様々な可積分系に触れることである．

《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．M1 の学生 （予備知識を持たない学生）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．[2, 3] は入門的な内容から始まって最近の研究の様子まで知ることができる．また，後期課程進学を目指す学生には理学研究科素粒子宇宙物理学専攻および素粒子宇宙起源研究機構 (KMI) に所属するスタッフと共同で開催している “NU string 8 seminar”（ http://www2.kmi.nagoya-u.ac.jp/string/seminars.html を参照）への参加を強く勧める．

《到達目標》

文献の要点をまとめて発表する ”力” と論理や計算を文書にまとめる ”力” を身につけることを目標とする．もちろん 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，永尾，南）として行うので，グループに分属を希望する場合は４人のうち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４人から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，輪講のテキストの例である．この他にも相談に応じる．

[1] 深谷賢治, 解析力学と微分形式, 岩波書店, 1996.
[2] 高崎金久, 可積分系の世界 — 戸田格子とその仲間 — , 共立出版, 2001.
[3] 白石潤一, 量子可積分系入門, サイエンス社, 2003.

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：学期中は木曜日 12:00〜13:00，Cafe David （理１号館２階)，冬休み中は 12 月 26, 27 日，1 月 5,6 日に対応する．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：理 1- 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：未定

3. レベル：未定

4. 目的・内容・到達目標：
未定

5. 実施方法：
未定

6. 知っていることが望ましい知識：
未定

7. 参考書：
未定

8. 連絡先等：
研　究　室：理 1-302
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：未定

1. 教員名：久保　仁 (くぼ　まさし)

2. テーマ：連続時間情報源と通信路符号化定理

3. レベル：レベル 2 から 3 へ

4. 目的・内容・到達目標：

通信路符号化理論とは, データ通信におけるレート (単位時間あたりに送れるデータ量) の評価, 誤り確率 (受信者が受け取ったデータが送信者が送ったデータと異なっている確率) のなどについて, 確率論を用いて理論的な評価行う. これにより通信路の状態にあった最適な符号化／復号法を選択することを目的とする.

今日のコンピュータ全盛の時代においては殆どの通信をデジタル通信が占めているため, 通信路符号化の理論についてもデジタル, すなわち時間間隔 Δt の離散時間通信路に対する理論のみを扱えばよいと誤解されがちである. しかし現代においても, 最終的に通信路に流されている信号は電流だったり電磁波だったりといったアナログ信号であり, 連続時間通信路なのである. 連続時間通信路においては, 連続時間特有の精密な議論が必要となり, 結果として離散・連続時間の場合の共通点, 相違点などが表れてきて大変興味深い.

この少人数クラスでは定常過程論を基礎として, 連続時間の情報源符号化および通信路符号化についての基礎理論を学ぶ.

5. 実施方法：

この少人数クラスでは [2] をテキストとして輪講形式で行う. セミナーは基本的には週 2 コマ程度の予定である.

6. 知っていることが望ましい知識：

測度論を用いた「大学」の確率論を既知とする. 工学的知識は特に必要ないが, データ圧縮について多少の知識 (イメージ) があると理解が早い.

7. 参考書：

∗[1] S. Ihara, Information Theory for Continuous Systems, World Scientific, 1993.
∗[2] 井原俊輔, 確率過程とエントロピー, 岩波書店, 1984.
[3] T. S. Han, Information-Spectrum Methods in Information Theory, Springer, 2002.
[4] 韓太舜, 情報理論における情報スペクトル的方法, 培風館, 1998.

8. 連絡先等：

研　究　室：理 1-403
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：金曜日 12:00〜13:00

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 – リッチフロー，複素幾何における解析的方法，平均曲率流など

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ある．この少人数クラスでは，幾何解析からテーマを選んで，時代を画する大きなを論文を，1編または数編精読する．幾何的直観と解析が有機的に絡む幾何解析の方法を身につけることが目的である．

《内容》（リッチフローをテーマに選んだ場合の例）ハミルトンは１９８０年台始め頃にポアンカレ予想を解くことを目的に, リッチフローとよばれるリーマン計量の発展方程式を導入して, 3次元閉多様体上のリッチ曲率>0のリーマン計量を体積を一定に保ちながらリッチフローで時間発展させると，リッチ曲率{¿0}という性質が保存され，時間無限大で指数関数的速さで正定曲率計量に収束することを示した. これ以降, ハミルトンは, サーストンの幾何化予想を, 「３次元閉リーマン多様体をリッチフローで時間発展させると, 最終的に８種類の幾何に “分解” していく」というプログラムをたてて，幾何化予想の解決一歩手前まで迫った. 最後まで残ったのは「リッチフローに有限時間で現れる特異点が体積崩壊する可能性を排除する」という難問であった．２００２年，ペレルマンは（統計物理に起源を持つ）驚くべきアイディアを導入して, リッチフローに有限時間で現れる特異点に対する非局所体積崩壊定理を証明し，リッチフローとリーマン多様体の崩壊理論を組み合わせることによって，ついに幾何化予想を解決した. この小人数クラスでは, 文献 [3,4] を精読することによってリッチフローの基礎理論を学び, 最適輸送問題との関わりなど, リッチフローのより深い理論に挑戦する.

《到達目標》（リッチフローをテーマに選んだ場合の例）文献 [3,4] を2年で読破することが目標である.

5. 実施方法：

参加者と担当教員の間で担当個所を分担して, 輪講・質疑応答の形式で進める. 基礎知識については, たとえば [11,12] などを使って補足するか, または担当者が必要に応じて講義を行う.

6. 知っていることが望ましい知識：

線形代数, 多重線形代数, 多変数微積分とベクトル解析, 多様体（曲面論）. 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だろう.

7. 参考書：

[1] G. Perelman, “The ectropy formula for the Ricci flow and its geometric applications”, math.DG/0211159.

[2] B. Kleiner and J. Lott, “Notes on Perelman’s papers”, math.DG/0605667.

[3] P. Topping, “Lectures on the Ricci Flow”, http://www.warvick.ac.uk/~masseq (2009)

[4] P. Topping, “Ricci flow : the foundation via optomal transportation”, http://www.warvick.ac.uk/~masseq (2006)

[5] 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.

[6] G. Tian and X. Zhu, “Cinvergence of Kähler Ricci flow”, Journ. American Math. Soc. Vol 20, Number 3, 2007, pages 675-699.

[7] R. Seyyedali, “Balanced metrics and Chow stability of projective bundles over Kähler manifolds”, Duke Math. J. 153 (2010) 573-605.

[8] 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).

[9] 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.

[10] B. Andrews and C. Baker, “Mean curvature flow of pinched submanifolds to spheres”, Journ. Differential Geom. 85 (2010) 357-395.

[11] J. M. Lee, “Riemannian Manifolds – an introduction to curvature”, Springer GTM 176 (1997).

[12] 小林昭七述, 榎一郎記, “正則ベクトルバンドルの微分幾何” (1982) 東大数学教室セミナリーノート 41.

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：月曜日 16:00–17:00

1. 教員名：金銅　誠之 (こんどう　しげゆき)

2. テーマ：モジュライ入門

3. レベル：2

4. 目的・内容・到達目標：
モジュライとはある数学的対象の分類空間をさす．例えば n 次元ベクトル空間 V 内の m 次元部分空間全体の分類空間として現れる Grassmann 多様体 $\mathrm{Gr}(k, V) = \mathrm{Gr}(k, n)$ がその一例である．Grassmann 多様体自身が複素多様体の構造を持っているように、モジュライ空間は単に集合ではなく数学的対象の構造を反映した幾何学的構造を持つ．例えば参考書の [1] では楕円曲線が取り上げられている．そのモジュライは上半平面の商空間として表されると同時に、テータコンスタントと呼ばれる保型形式を用いることで２次曲線としても記述できることが最初の章の内容である．このコースの目標はモジュライの概念を具体的な例を通して理解することである．

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．参考書の [1] あるいは [3] 等に基づいて，レベル付き楕円曲線のモジュライとテータ関数やその一般化について学んでもらう予定である．

6. 知っていることが望ましい知識：
線形代数学、群論、関数論、位相等を習熟していることが望ましい．

7. 参考書：

∗[1] D. Mumford, Tata Lectures on Theta I.
[2] J.P. Serre, A course in arithmetic, Springer 1973.
[3] 吉田正章、私説　超幾何関数 - 対称領域による点配置空間の一位化、共立講座.

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：金曜日 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：数え上げ幾何

3. レベル：レベル2から3

4. 目的・内容・到達目標：

与えられた条件を満たす図形が幾つあるかというのが数え上げ幾何学である．ここでいう図形は，主として直線や平面など比較的簡単なものが基本で，１９世紀には盛んに研究され，ヒルベルトの数学の２３の問題の１５番目として，その基礎付けを求められたものであり，代数幾何の発展，基礎付けの1つの動機でもあった．近年，物理の (超) 弦理論からの刺激によって別の面から再生しようとしている．本クラスでは，これらについて，習得することを目指す．

5. 実施方法：

この少人数クラスは，基本的には毎週 2 〜 3 時間程度行い，休暇中は開講しない．

年間を通じて，[1] = [2] を輪講形式で読んでいく．参加者の基礎知識によっては途中の章をスキップすることも考えているが，基本的にはゆっくりと進み，直感的な理解を目指す．

6. 知っていることが望ましい知識：

代数や多様体の知識があればそれに越したことはないが，線形代数，微積分，複素函数論までの知識でなんとかやっていける．それ以上のことについては [1] = [2] に一応の紹介が書いてある．またどこまで進めるか判らないが，お仕舞の方まで行ければ物理を知っていることが望ましい．

7. 参考書：

*[1] Sheldon Katz, Enumerative geometry and string theory, American Mathematical Society , 2006

*[2] S. カッツ (清水勇二訳), 数え上げ幾何と弦理論, 日本評論社, 2011

8. 連絡先等：

研　究　室：A-245

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：金曜日 16:00〜17:30. この時間帯で都合が悪い場合 (冬休み期間中は，冬休みの前に)，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：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] 磯崎 洋「超関数・フーリエ変換入門」（SGC ライブラリ 72）サイエンス社　2010
∗[2] 堤 誉志雄「偏微分方程式論」　培風館　2004
∗[3] 薮田 公三「特異積分」　岩波書店　2010
∗[4] G. B. Folland, Introduction to Partial Differential Equations, Princeton University Press 1995
∗[5] G. Eskin, Lectures on Linear Partial Differential Equations, American Mathematical Soc. 2011
∗[6] L. Grafakos, Classical Fourier Analysis, Springer 2008

8. 連絡先等：

研　究　室：理1-303
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：火曜日 10:30〜11:30
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

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

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：

2011 年度は、参考書 [1] を教科書にして、週 1 回 1.5–2 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、一部飛ばしています。1 年生の方からなる組（週 1.5 時間程度）と、2 年生の方からなる組その 1（週 2 時間程度）と、別の教科書で営業する 2 年生の方の組その 2（週 1.5 時間程度）の 3 組に分かれて並列進行となっています。2011 年度の 2 年生の方の場合、進行の都合上、計算練習は 2 年生になってからでした。

2012 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、計算機室にいって、計算練習をおりまぜる形式を予定しています。

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：火曜日 14:30–15:30 (平日夕方 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：楯　辰哉 (たて　たつや)

2. テーマ：固有値問題

3. レベル：レベル 1 から 2

4. 目的・内容・到達目標：

この少人数クラスでは, 学部の線形代数の講義で学んだ固有値問題についての復習, そして固有値問題の関数解析的な発展を学びます. 主に修士 1 年生を対象としたクラスです. また, 一年間でコースを終えるか継続するかは, 参加された学生に任せることにします. (継続する場合, 2 年次にはグラフ上の隣接作用素などのスペクトル論を学ぶ予定です.) 固有値問題を復習したい修士 2 年生や, 固有値問題と幾何学の接点 (スペクトル幾何学) を学びたい方々も歓迎します.

《内容》

線形代数では, (対角化や Jordan 標準形などの) 行列の標準形の問題を学びました. 行列を簡単な形にして, 行列の性質を調べやすくするために標準形は有効でした. そして, その標準形の問題においてとても重要な役割を果たすのが, 行列の固有値, という概念でした. 実は, ヒルベルト空間上の作用素に対しても, 固有値に相当する概念が存在し, 個々の作用素の性質を調べるために, たいへん重要な役割を果たすことが知られています. この少人数クラスでは, これらヒルベルト空間上の作用素の "固有値" に相当する概念 – スペクトル – を, 通常の行列の固有値という概念を復習しつつ, 学びます.

《到達目標》

以下が, この少人数クラスでの到達目標です.

- 通常の行列の固有値と対角化について復習し, 理解を深めることが出来る.
- ヒルベルト空間論 (関数解析) の基礎について復習し, 理解を深めることが出来る.
- コンパクト自己共役作用素の固有分解について理解する.
- 有界自己共役作用素のスペクトル分解について理解する.

5. 実施方法：

この少人数クラスは, 毎回, 輪講形式 (テキストを一つ決め, 出席している学生が交代でそのテキストの内容を解説する形式) で行います. テキストとしては, 以下の参考書の項目の [1] を用いる予定です. この本にはちょうど 30 の章があり, 1 年間でおよそ 30 回ほどクラスを開講する予定ですので, 1 回について 1 章 (最初のうちは内容が易しいので 2 章分ほど) を分量の目安とすると良いでしょう.

なお, スペクトル幾何学を学びたい方は, 以下の参考書の項目 [2] をテキストとすると良いと思いますが, 個別に相談にも応じます.

6. 知っていることが望ましい知識：

行列の固有値, 多変数の微積分の最大・最小問題, ルベーグ積分論 (特に L^2 空間の取り扱い), 関数解析学を復習されておくと良いでしょう.

7. 参考書：

∗[1] 志賀 浩二 著, 固有値問題 30 講, 朝倉書店.

[2] Isaac Chavel 著, Eigenvalues in Riemannian Geometry, Academic Press, 1984.

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：tate@math.nagoya-u.ac.jp

オフィスアワー：木曜日 17:00 - 18:00

1. 教員名：谷川 好男 (たにがわ よしお)

2. テーマ：ゼータ関数論入門

3. レベル：区別しない

4. 目的・内容・到達目標：

《目的》

リーマンゼータ関数，ディリクレの L-関数の解析的な性質を通して，解析的整数論に親しむことが目的です．特にゼータ関数による素数定理の証明を学びたいと思います．

《内容》

上記の目的のため，文献 [1] を輪読してくことを考えています．まず整数論において重要な数論的関数, たとえばオイラー関数 $\phi(n)$, メビウス関数 $\mu(n)$, フォンマンゴルド関数 $\Lambda(n)$ などの基本的な性質を学びます．その後, 数論的関数を係数にもつディリクレ級数を考え，その解析的な性質から, 数論的関数の挙動を調べます．特にゼータ関数による素数定理の証明を通じて, 解析的整数論における様々なテクニックを学んで行きたいと思います．後期は, ゼータ関数の他の話題 (明示公式や零点分布など) に入っていければよいと考えています．基本的に [1] を中心に読んでいきますが，もし必要ならば [2], [3] など他の文献も参照していきます．また余力があれば, [4] など指数和の基本的性質も学ぶことが出来ればよいと考えています．

《到達目標》

上に述べた内容を勉強することにより, 具体的な整数論の面白さを実感すること．また聴衆を前にして, 数学的に筋道の通った話しができるようになること．

5. 実施方法：

基本的に週 1 回 2 時間? 3 時間, 輪読形式のセミナーによって, 文献 [1] を読み進めていきたいとおもっています．休暇中は開講しません．ある程度読み進めたら興味のある章に飛ぶことも可能です．それらについては順次相談していきます．また他の文献も必要に応じて紹介します．出張等の理由で, 日程変更がありえます．

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内容をしっかり理解しておいてください．特に，解析学，1 変数複素関数論は必須です．

7. 参考書：

∗[1] H. L. Montgomery and R. C. Vaughan, Multiplicative Number Theory, Cambridge University Press, 2007 1990.

[2] T. Apostol, Introduction to Analytic Number Theory, Springer, 1976.

[3] A. A. Karatsuba and S. M. N, Voronin, The Riemann Zeta Function, Walter de Gruyter, 1992.

[4] N. M. Korobov, Exponential Sums and their Applications, Kluwer Academic Pub. 1989.

8. 連絡先等：

研　究　室：理 1-457

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：月曜日 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可解性と漸近挙動

3. レベル：レベル2から3へ

4. 目的・内容・到達目標：

学習内容は非線形分散型方程式の基礎理論です．より具体的には, 半線形Schrödinger方程式やKorteweg-de Vrie方程式を題材に初期値問題の可解性と漸近挙動について学びます．Sobolev空間, 線形化方程式の平滑化効果, 補間定理, 保存則といった道具を使いこなせるように (簡単な問題に対しては自ら計算出来るように) なることが表の目標です．裏の目標は, 本を一人で読みこなせるように成ること, 理解した内容を上手に発表出来るように成ることです．適切な文献を調べる, 行間を埋める, 自分が理解出来た部分と出来ていない部分を切り分けるといった作業はなかなか難しいものです．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．テキストの [1] には2000年代の論文も含め沢山の論文が引用されています．二年目はこれらの中から興味ある論文を読み進め, 自分で解ける問題を見つけ計算することにチャレンジします．

5. 実施方法：

この少人数クラスは，基本的には週1回3時間程度行う．週1回2名が1時間半くらいずつ発表する．一年間を通して [1] を読める所まで読み進めたい．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う．

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, 緩増加超関数のフーリエ変換を理解していると望ましい．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くるであろう．文献を調べたりセミナーの仲間同士教えあいながら知識を身に付けていく事が重要である．

7. 参考書：

このセミナーに興味ある人は [1] をざっと眺めてみて下さい．和書で近い内容の本に [2] があります．英文に慣れてない人は [2] を眺めてみると良いでしょう．

∗[1] F. Linares and G. Ponce, Introduction to nonlinear dispersive equations, Springer.
[2] 堤誉志雄, 偏微分方程式, 培風館.

8. 連絡先等：

研　究　室：理1-404
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：2012年3月9日まで長期海外出張で留守にしております．質問・相談等が有る場合にはEmailにてお願いします．

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

　　　　　— 微分方程式の数値解析・固有値の数値計算 —

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 2 ? 3 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, 学部 3 年の微分方程式の講義内容を理解していることが必要である. また, プログラミングに関する基本的な経験・能力があることを仮定したい.

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. （日本語訳：Google PageRank の数理, 共立出版, 2009）

[3] 森正武, 有限要素法とその応用, 岩波書店, 1983.

[4] 浦川肇, ラプラシアンの幾何と有限要素法, 朝倉書店, 2009.

[5] 三井斌友, 小藤俊幸, 斉藤善弘, 微分方程式による計算科学入門, 共立出版, 2002.

[6] 登坂宣好, 大西和榮, 偏微分方程式の数値シミュレーション, 東京大学出版会, 2003.

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：木曜日 15:00〜16:00. 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, 確率論的手法の研究には著しい進展がみられている.

この少人数クラスでは, 確率論的な手法を学び運用力を高めることにより, 数理物理学の理解を深めることを目標としたい. 題材となる文献としては, 例えば,

早川尚男, 非平衡統計力学, サイエンス社

などが考えられる. 後半は, 参加者の興味に応じて, より発展的な文献を読めるようになることが望ましい. 口頭発表やレポート作成により, 他人に理解できるように説明する練習も行う.

5. 実施方法：

学生の募集は「数理物理学グループ」（粟田, 菅野, 永尾, 南）として行うので，グループに分属を希望する場合は４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で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：

数理学科の学部２年生程度までの講義内容を理解していることが望ましい.

7. 参考書：

適宜紹介する.

8. 連絡先等：

研　究　室：理 1-508

電 話 番 号：内線番号 5392　(052-789-5392)

電子メール：nagao@math.nagoya-u.ac.jp

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

オフィスアワー：木曜日 12:00〜13:00（２０１１年度後期, 冬休み中は除く）. 出張などのため不在の場合もあり得るので事前に確認することが望ましい. 冬休み中を希望する場合は事前に相談すること.

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：

前期は, Fomin-Zelevinsky の以下の基本的な論文を中心に団代数の現在までの基礎理論の概観をえる.

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.

後期は学生の興味に応じて団代数のさまざまな応用について, 論文やテキスト [1] を中心に学ぶ.

重要: ８月から１２月の間海外出張 (MSRI, Berkeley) の予定であるので, 後期の前半（１０月から１２月）は学生のみによる勉強会形式となります. 特に, M2 の学生はこのことを十分考慮の上で選択をしてください.

6. 知っていることが望ましい知識：

素朴な代数学の知識があれば, あとは必要に応じて学べば良い.

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：理 1-406

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：双曲空間の幾何

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.

この少人数クラスでは, 双曲空間に関わる幾何学のテーマについて学習していくことにします. 具体的には,

- 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) [1, 2]
- 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) [3, 5, 6]
- 双曲多様体の剛性 (Weilの局所剛性, Mostowの強剛性) [3, 7]
- 双曲群 (双曲空間と似た幾何学的性質を持つ離散群) [8, 9]

といったテーマを考えていますが, 他にもあり得ます. どのテーマにするかは, 受講者と相談して決めていきます. 受講者によってテーマが異なっても構いません.

5. 実施方法：

週に1回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.

前期は双曲空間の基礎の学習に費やすことになると思います. (前年度から継続の受講者は別です.) 前年度からの受講者や私による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 ([3, 4] など) 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] H. Mori, Minimal surfaces of revolution in H^3 and their stability properties, Indiana Univ. Math. J. **30** (1981), 787–794.

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

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

[4] J. Ratcliffe, Foundations of hyperbolic manifolds, Graduate Texts in Mathematics **149**, Springer, 2006.

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

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

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

[8] E. Ghys and P. de la Harpe, Infinite groups as geometric objects (after Gromov), Ergodic theory, symbolic dynamics and hyperbolic spaces, 299–314, Oxford Univ. Press, 1991.

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

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：月曜日 12:00〜13:00 ← 定期的なオフィスアワーです. 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：橋本　光靖 (はしもと　みつやす)

2. テーマ：不変式論

3. レベル：レベル2から3へ

4. 目的・内容・到達目標：

S が可換環, G が群で S に環準同型で作用しているとする．このとき $S^G = \{s \in S \mid \forall g \in G\ gs = s\}$ を G の作用による S の不変式環という．これは S の部分環になる．S^G がどんな環になるのかを調べるのが不変式論である．そのためには S への G の作用を詳しくみてやる必要があり, このことも不変式論の一部だと考えられる．通常は有限群を除いて, G として単なる (無限) 群を考えるのはあまり意味がなく, 適当な基礎体 k の上の線形代数群 G (つまり, アフィン代数多様体であって, 群構造を持つもの) の k 代数 S への有理的な作用, つまり S が G の作用によって G の有理表現にもなっているようなものを考えるのが普通である．これは G が S を座標環とするアフィンスキーム $X = \operatorname{Spec} S$ に k 作用しているといっても同じである．このとき, $\operatorname{Spec} S^G$ は X の G による商空間に近いものになっていると考えられる．よって代数幾何学において商の構成をするとき, 不変式論が必要になる．そして不変式論の研究において, このような代数幾何的な視点をもって調べることは必要不可欠である．

本小人数クラスの目的は, 不変式論への入門を果すことである．不変式論の学習においては, 初歩の段階から, 可換環論, 代数幾何学, 代数群, 代数群の表現論の知識が (少しずつで十分なのだが) 必要になるので, これらの知識を調達しながら, 最終的に有限生成性, Cohen–Macaulay 性, 一意分解性などについての標準的な知識を身に付ける．

5. 実施方法：

参考書の [3] を 1 年かけて輪講形式で通読することがおすすめであるが, 少人数クラスなので, 希望をききながら対応したい．環論的側面に集中して勉強したい, という人も相談に来てほしい．夏休み以降は各自でテーマを選んで学習し, 発表をセミナーで行う学習もする．いずれについても, 自発的な学習が必要である．

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, 群論, 環論などの基礎をしっかりと理解していればよい．必要な予備知識は調達しながら進む, という感覚が不変式論では不可欠である．

7. 参考書：

[1] M. F. Atiyah and I. G. MacDonald, *Introduction to Commutative Algebra,* Addison-Wesley (1969).

[2] A. Borel, *Linear Algebraic Groups*, 2nd ed., Springer (1997).

∗[3] I. Dolgachev, *Lectures on Invariant Theory*, Cambridge University Press (2003).

[4] R. Hartshorne, *Algebraic Geometry*, Springer (1977).

[5] J. C. Jantzen, *Representations of algebraic groups,* Second edition, AMS (2003).

[6] H. Matsumura, *Commutative Ring Theory,* First paperback edition, Cambridge (1989).

[7] S. Mukai, *An Introduction to Invariants and Moduli*, Cambridge University Press (2003).

[8] 岡田聡一，古典群の表現論と組合せ論（上・下），培風館 (2006).

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：`hasimoto@math.nagoya-u.ac.jp`

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

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：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：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 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：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，数学そのものを扱うのではなく，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が求められる．そのため，数学そのものを取り扱うことだけでなく，数学を操作的概念に結び付けて取り扱うことが求められる．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，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．年度の後半は林が海外出張で不在のことが多いため，不在時はスカイプを駆使して，遠距離でセミナーを行うことが多くなる．そのため，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．また，上記の事情から本年度は受講者の数を2名までに制限する．

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] 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) 出版予定

[4] M. Ohya and D. Petz, *Quantum Entropy and its Use*, Springer-Verlag, TMP-series (1993).

[5] 林正人, 量子情報における群論的アプローチ出版準備中（ゼミなどで使用する場合は，コピーを配布します.）

8. 連絡先等：

研　究　室：A-355

電 話 番 号：内線番号 2549　(052-789-2549)

電 子 メ ー ル：`masahito@math.nagoya-u.ac.jp`

オフィスアワー：未定

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最低限の到達目標とする. さらに, 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, 参考書リストに挙げた文献いずれかの輪講形式のセミナーを行う. ただし, [1],[2] に限り M1 を想定している. [3]–[5] は M1,M2 いずれでもよい. 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も可能である. 後期では, 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：

レベル1の知識, 特に微分積分, 集合と位相, 常微分方程式の基礎は必須であり, さらに Lebesgue 積分, Fourier 解析, 関数解析の初歩も理解していると望ましい.

7. 参考書：

[1] L. C. Evans, Partial Differential Equations, Amer. Math. Soc., 1998.
[2] D. Gilbarg and N. S. Trudinger, Elliptic Partial Differential Equations of Second Order, Springer, 1977.
[3] 柴田 良弘, 流体力学の数学的理論, 岩波数学叢書, 刊行予定.
[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, Vol. I, II, Springer, 1994 (Second Edition 刊行予定).

8. 連絡先等：

研　究　室：理1-507
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：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：藤原　一宏 (ふじわら　かずひろ)

2. テーマ：非可換類体論

3. レベル：レベル2から3へ

4. 目的・内容・到達目標：

非可換類体論は代数的整数論における高木-Artin の古典類体論の一般化を目指すものである. 現在は多くの先駆者の研究を経て

1. ガロア表現（代数的, 幾何学的対象であり, 代数多様体から生じることが多い）
2. 保型表現（解析的対象である保型形式を表現論的に捉えたもの. 保型形式はそれが持つ離散対称性故に数学, 理論物理学などの多くの分野に現れる.）

という全く異なる対象の間の関係として理解されている (Langlands 対応). 数論においては L-関数が基本的な研究対象であるが, 上記の対応は L-関数を保つことが予想されており, 極めて非自明な関係式を与える (非可換相互律, 物理的には L-関数は分配関数の類似であり, 相互律は分配関数間の関係式と看做すことができる).

近年におけるこの分野の発展は目覚ましく, A. Wiles による Fermat の最終定理の解決 (1994), L. CLozel-M. Harris-R. Taylor による楕円曲線の佐藤-Tate 予想の部分的解決 (2006) は双方とも非可換類体論の進歩によりもたらされている.

この少人数クラスでは，上にあげたような非可換類体論のもつ側面のいくつかとその相互の関係を学習する．特に, 楕円曲線や保型形式などの基本的な対象について例を見ながら一般論を学ぶ.

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 [3] を読むことを目標に楕円曲線, 保型形式について学ぶ. しかしながら, [4], [1] なども関連する基本的なテキストであるので, 参加希望者の取り付きやすいものから開始するつもりである.

後期は各自が選んだテーマに関する発表を中心とする.

尚, 月に何回か勉強会「数論ひろば」が行われている. 数論の現状, 他分野との関係を知り, 視野を広げるには良い機会であると思う.

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）に加え, ガロア理論の基礎的な知識があることが望ましい．線型代数や群論, 関数論などの基礎的な部分の理解は必須である.

7. 参考書：

*[1] H. Hida，Elementary theory of L-functions and Eisenstein series, LMS.

[2] A. W. Knapp, Elliptic curves, Princeton Univ. Press.

*[3] N. Koblitz, Introduction to elliptic curves and modular forms, Springer.

*[4] J. P. Serre，Abelian ℓ-adic representations and elliptic curves, Research notes in Mathematics (和訳あり）.

8. 連絡先等：

研　究　室：A-459

電 話 番 号：内線番号 2818　(052-789-2818)

電 子 メ ー ル：fujiwara@math.nagoya-u.ac.jp

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ること.

1. 教員名：古庄　英和 (ふるしょう　ひでかず)

2. テーマ：量子不変量の代数的（特に整数論的）側面

3. レベル：レベル 2 からレベル 3 へ

4. 目的・内容・到達目標：

この講座では, 量子群, 量子群から構成される（結び目や三次元多様体等の）不変量, KZ 方程式のモノドロミー論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, まずはテキスト [1] または [2] (または [3]) で, ホップ代数や量子群の基礎をじっくりと積んだ後に, KZ 方程式のモノドロミー論と量子不変量の構成法について学ぶ予定．その際に現れる周期 ([6] を是非参照！) 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適当なテキストで自学してもらうこととする．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２?３時間程度行う予定．休暇中は行わない．この少人数クラスの受講者には, この他にも数論・代数幾何関係のセミナーに参加をすることを強く勧める．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 [4] 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, 受講する前までに整数論の標準的なテキスト [5] 等を多少は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．私の研究室に来てもらうので, それまでにテキスト [1, 2] を軽くでもいいので目を通しておき私に感想・意見を伝えられるようにしてほしい．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] 「Quantum Groups」, C.Kassel 著, Graduate Texts in Mathematics, 155. Springer-Verlag, 1995.

[2] 「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.

[3] 「Quantum groups and knot invariants」, C.Kassel, M.Rosso, V.Turaev 著, Panoramas et Synthèses, 5. Société Mathématique de France, 1997.

[4] 「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.

[5] 「数論１・２・３」, 岩波講座　現代数学の基礎.

[6] 「Periods」, M. Kontsevich, D. Zagier 著, Mathematics unlimited, pp.771-808, Springer (2001). (`http://inc.web.ihes.fr/prepub/PREPRINTS/M01/Resu/resu-M01-22.html` からもダウンロード可能.)

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：平成 23 年度後期は　月　13:30-14:30

1. 教員名：Hesselholt, Lars (へっせるほると　らーす)

2. テーマ：K 理論

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, グロタンディーク群 $K_0(A)$ とアティヤ＝ヒルシェブルフ群 $K^0(X)$ の勉強を通して, K 理論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 [2] を使います. はじめに, コンパクト位相空間 X 上の複素数ベクトル・バンドルとその同型類から定義されたアーベル群 $K^0(X)$ を勉強します. 次に, この群の構造を理解するための代数的な方法を勉強し, ボットの周期性定理やトム同型定理を証明します. 後期に, アティヤ＝シンガーの指数定理 [3] や代数的 K 理論 [2,4] 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] M. F. Atiyah, *K-theory. Lecture notes by D. W. Anderson*, W. A. Benjamin, Inc., New York-Amsterdam, 1967.
[2] J. Milnor, *Introduction to algebraic K-theory*, Annals of Mathematics Studies, No. 72, Princeton University Press, Princeton, N. J., University of Tokyo Press, Tokyo, 1971.
[3] M. F. Atiyah, G. B. Segal, *The index of elliptic operators. II.*, Ann. of Math. **87** (1968), 531–545.
[4] F. Waldhausen, *Algebraic K-theory of spaces.* Algebraic and geometric topology (New Brunswick, N. J., 1983), pp. 318–419, Lecture Notes in Math. Vol. 1126, Springer-Verlag, New York 1985.

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：水曜日 12:30〜13:30 Cafe David

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 2 〜 3 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, より発展的な内容に関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：

∗[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：A-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・統計力学

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, 可解模型, ネットワーク系の諸理論を中心に輪講をする. テキストの輪講を基礎に, 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：
毎週数コマ行い, 休暇中は開講しない. 学生の募集は「数理物理学グループ」（粟田，菅野，永尾，南）として行うので, グループに分属を希望する場合は４人のうち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４人のうち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相談して決める予定で, 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応じて, 複数のサブグループに分かれて行う場合がある.

6. 知っていることが望ましい知識：
数理学科２年程度までの, 微分積分, 線形代数, 関数論等の基礎的な内容.

7. 参考書：
量子力学, 統計力学についての古典的な教材としては

[1] メシア, 量子力学 I II III, 東京図書, 1971.
[2] ランダウ・リフシッツ, 統計物理学（上）（下）, 岩波書店, 1980.

をあげることができる. 実際のセミナーの教材は, 参加者の希望に応じて相談して決める.

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：水曜日 11:50〜12:50

1. 教員名：森吉　仁志 (もりよし　ひとし)

2. テーマ：特性類あるいはK理論とその応用

3. レベル：レベル2から3へ

4. 目的・内容・到達目標：

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

特性類は、二次特性類や群のコホモロジーとの関連性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となっています．また Atiyah-Singer 指数定理は、特性類理論の非常に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学において、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：特性類に関しては、スティーフェル・ホイットニー類・チャーン類・ポントリャーギン類とその応用に関する基本的知識の習得；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に関する基本的知識の習得；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学の初等的知識、微分幾何学の初等的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）．ただし、以下に挙げた [4] をテキストとして選ぶ場合には、位相幾何学の初等的知識は無くても構いません．しかし関数解析の初等的知識（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] 小林昭七、接続の微分幾何とゲージ理論、裳華房
∗[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：理1号館504号室
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：量子解析入門

3. レベル：レベル２

4. 目的・内容・到達目標：
標題の「量子解析」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. もう少し絞って, 量子確率論の基礎を輪講形式で学びます. 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, 歴史的な経緯も含めてヒルベルト空間上の作用素についての基礎を修得し, その後に予定している個別的な取り組みに備えます. そこでの具体的なテーマとしては,

- 作用素環上の正線型汎関数としての量子状態の記述と状態に付随する表現
- 量子状態間の遷移確率とエントロピー
- 量子状態の幾何学

を挙げておきます. 参加者の進み具合, 興味の持ちようにより臨機応変に対処していこうと思います.

5. 実施方法：
前期・後期を通じて, "An Introduction to Quantum Stochastic Calculus" [2] をテキストに, 週１回２時間程度の頻度で輪講していきます. テキストは３章に分かれていて, １章は主として関数解析的な内容の復習です. 自己共役作用素のスペクトル分解についての３つの側面が中心となります. ２章で, 量子代数のフォック表現の数学的な基礎を確かなものにし, ３章の量子確率過程の話題に備えます. 各章, ９０ページ程度なので, ２ヶ月＋３ヶ月＋３ヶ月, といった進み具合が目安となります.

6. 知っていることが望ましい知識：
レベル１の中でも, 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.

[1] O. Bratteli and D.W. Robinson, Operator Algebras and Quantum Statistical Mechanics 1, Springer-Verlag, 1987.
∗[2] K.R. Parthasarathy, An Introduction to Quantum Stochastic Calculus, Birkhäuser, 1992.
[3] M. Reed and B. Simon, Functional Analysis, Vol. 1, Academic Press, 1981.
[4] W. Rudin, Functional Analysis, MacGraw-Hill, 1991.
[5] 日合・柳, ヒルベルト空間と線型作用素, 牧野書店, 1995.

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１０：３０－１２：００ (２０１１年度後期)