2016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

(2015年12月22日)

注 意 事 項

分属スケジュール

次の日程で2016年度少人数クラスの分属を行います．

1月22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19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．

2016年度少人数クラスコースデザイン目次

※1 2016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] [4] [5] なども読みやすいだろう.
より本格的には、[6] で共形場理論を, [7] 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, [8] 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, [9] 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,白水）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] 磯暁, “現代物理学の基礎としての 場の量子論” 共立出版 2015.
∗[4] L. Ryder, “Quantum Field Theory,”(2nd ed.) Cambridge Univ. Press 1996.
∗[5] 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.
[6] 山田泰彦, “共形場理論入門,” 培風館 2006.
[7] K. Becker, M. Becker and M. Schwarz, “String Theory and M-theory: A Modern Introduction,” Cambridge Univ. Press 2007
[8] S. Katz, “Enumerative Geometry and String Theory,” AMS 2006
[9] 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》
[10] 深谷賢治, “解析力学と微分形式,” 岩波書店 1996.
[11] 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.
[12] 新井朝雄, 江沢洋, “量子力学の数学的構造I,” 朝倉書店 1999.
[13] 九後汰一郎, “ゲージ場の量子論 I,” 培風館 1989.
[14] 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.
[15] 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.
[16] 白石潤一, “量子可積分系入門,” サイエンス社 2003.
[17] 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.
[18] S. Weinberg, “Gravitation and Cosmology,” John Wiley & Sons 1972
[19] 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：木曜日 5:00–6:00

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：火曜日 12:00〜13:30. 1 月 27 日までは Cafe David 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：** 双曲幾何からローレンツ幾何へ

3. **レベル：** 区別しない

4. **目的・内容・到達目標：**

以下では新規にこの少人数クラスを受講する人を念頭に置いて書く．双曲幾何とは定曲率 -1 のリーマン多様体に関する幾何学であるが，その研究には多くの分野が関係している．関連する分野には低次元トポロジー（曲面の写像類群，3次元多様体，結び目）や複素解析，リー群や等質空間，力学系とエルゴード理論などがある．関連する参考文献は教員紹介冊子も参考にしてもらいたい．その中で最近はローレンツ幾何との関係が脚光を浴びるようになってきた．そこでこの少人数クラスにおけるテーマの1つとして，「双曲幾何と定曲率ローレンツ幾何との関係を学ぶこと」を挙げる．具体には例えば [1] の2章を読んで双曲幾何の基礎を身につけた後，解説的な論文を順次読み進める方法が考えられる．もし本格的にローレンツ幾何を学ぶ心構えがあるならば，まず腰を据えて [2] の必要箇所を読んでから論文に当たる方がよい．

別のテーマとしては [3] をテキストにすることが考えられる．この本は双曲多様体の測地流の話題を局所対称リーマン多様体の枠組みで展開していて大変興味深い．その際，リー群，等質空間，リーマン対称空間等の知識が必要であるので，例えば最初に [4] をざっと読んで，最低限の備えをする．

それ以外には新 M2 のメンバーが4月から [5] を読む予定なので，興味がある学生はこれに加わってもよい．ただし低次元トポロジーの必要な知識は [6] などで自分で補う必要がある．

5. **実施方法：**

この少人数クラスは，基本的には毎週 2 〜 3 時間程度行う．

6. **知っていることが望ましい知識：**

微積分，線形代数，位相空間論，群論は必須である．その他に多様体論やリーマン幾何学などに親しんでいると尚よい．

7. **参考書：**

[1] W. P. Thurston, “Three-dimensional Geometry and Topology”, Princeton University Press, 1997.（邦訳：サーストン「3次元幾何学とトポロジー」培風館）

[2] O’Neill, “Semi-Riemannian Geometry with Applications to Relativity,” Academic Press, 1983.

[3] M. Bekka and M. Mayer, “Ergodic Theory and Topological Dynamics of Group Actions on Homogeneous Spaces,” Cambridge University Press, 2000.

[4] 熊原啓作「行列・群・等質空間」日本評論社

[5] J. M. Montesinos, “Classical Tessellations and Three-Manifolds”, Springer, 1987.（邦訳：モンテシーノス「モザイクと3次元多様体」シュプリンガー）

[6] D. Rolfsen, *Knots and Links*, American Mathematical Society, 1976.

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/`

オフィスアワー：火曜日 12:00〜13:00（カフェ・ダヴィッド）．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：伊藤　由佳理 (いとう　ゆかり)

2. テーマ：代数幾何学
　— 特異点の研究 —

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既知の結果にについて学び，後期には，論文などを読みながら，特異点についての研究を進めることを目標としたい．具体的な学習内容については，学年や希望進路に応じて個別に対応したいので，この少人数クラスの受講を希望する場合は，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．また川又雄二郎先生の集中講義に出席すること．有限群の表現やトーリック幾何学などについては必要に応じて学習すればよいが，少人数クラス以外の勉強も自主的にすることを勧める

7. 参考書：
∗[1] 川又　雄二郎，代数多様体論，共立出版，1997.
∗[2] 松澤　淳一, 特異点とルート系, 朝倉書店, 2002.
[3] J.P. セール，有限群の線型表現，岩波書店.
∗[4] W.Fulton, Introduction to Toric Varieties, Princeton University Press.
[5] D.A. Cox, J.B.Little & H.K.Schenck, Toric Varieties (Graduate Studies in Mathematics), 2011.
[6] A.Craw & M.Reid, How to calculate A-Hilb C^3, Semin. Confr. vol.6 Soc. Math. France, 2002, 129–154.
[7] S.Cautis, A.Craw & T.Logvinenko, Derived Reid's recipe for abelian subgroups of SL3(C), arXiv:1205.311.
[8] T.Bridgeland, A.King and M.Reid, The McKay correspondence as an equivalence of derived categories, J. Amer. Math. Soc. 14(2001), 535–545.

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 16:30〜17:30 (カフェダビット) 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：** 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, 1/8 12:00〜13:00, 1/12 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：**
   微積分の基礎、線形代数の基礎、複素関数論の基礎
7. **参考書：**
   Differential analysis on complex manifolds (third edition) R.O. Wells, Jr. GTM
   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）
   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：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.

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読んでみてから判断すること. セミナーの準備には相当の時間と労力をかける必要があると思って欲しい. もし基本的な数学の学習スタイルが確立していない, 例えば「**自分を誤摩化さず, 曇りなく隅々まで数学を理解した上で表現する**」ことが不十分と判断した場合は, それができるようになることが第一目標となる. その際は別の参考書でより基礎的な内容に変更してもらう. http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~furuta/advice.pdf を参考にするとよい.

他に [2], [3] などの候補もあり. **セミナー希望者は, 必ずあらかじめ連絡をとって下さい. 希望者が全体で5名を超えた場合には, 選抜する可能性が高い.**

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. 確かな理解と運用が必要. 必要なら適当な本を紹介する.

7. 参考書：

*[1] M. Audin and M. Damian, Morse theory and Floer homology, Springer.
[2] H. Hofer and E. Zehnder, Symplectic Invariants and Hamiltonian Dynamics, Birkhäuser.
[3] Y. Manin, Frobenius Manifolds, Quantum Cohomology and Moduli Spaces, A.M.S.

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：火曜日 12:00〜13:00. 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 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，[2] の Chapter 7，[3] の第 9 章などに基づいて，対称関数の理論の基礎を学習する．その後は，各自が選んだテーマに関する発表を中心とする．また，表現論，組合せ論などの予備知識がある場合は，前期から予備知識を生かして各自が選んだテーマを扱う．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：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：加藤　淳 (かとう　じゅん)

2. テーマ：フーリエ解析と非線形偏微分方程式

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, 波動現象を記述するモデルである, 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波動方程式, Klein-Gordon 方程式, Schrödinger 方程式の他, 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), 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.

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], [3], または [4] 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] 松村昭孝, 西原健二『非線形微分方程式の大域解 — 圧縮性粘性流の数学解析』日本評論社 (2004).

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

∗[3] H. Bahouri, J.-Y. Chemin, R. Danchin, “Fourier Analysis and Nonlinear Partial Differential Equations,” Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften **343**, Springer (2011).

∗[4] L. C. Evans, “Partial Differential Equations,” 2nd Ed., GSM **19**, Amer. Math. Soc. (2010).

[5] L. Grafakos, “Classical Fourier Analysis,” 2nd Ed., Graduate Text in Math. **249**, Springer, 2008.

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

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：木曜 12:00〜13:00, 研究室

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： Jacques Garrigue (じゃっく　がりぐ)

2. テーマ： 計算モデルと論理

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論理との関係を追求する．

- 状態と繰り返しをもった計算モデル
- 関数と帰納法をもった計算モデル
- 推論規則による操作的意味論
- 制約解消による計算モデル
- 並列計算モデル
- 項書換えによる統一的な扱い

などを見ていきたい．

具体的には，まず [1] を読んで，計算とは何か，そして，計算可能性が計算モデルによらないことを見ていく予定である．その後，[2] や [3] で計算と論理の関係を深めていくと面白い．その延長線にプログラムの正しさの証明もある．

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] Neil D. Jones, *Computability and complexity from a programming perspective*, MIT Press, 1995.

[2] Gérard Huet, *Deduction and computation*, in *Advanced Course: Fundamentals of Artificial Intelligence*, Springer LNCS 232, 1986.

[3] Jean Gallier, *Logic for computer science*, online edition, `http://www.cis.upenn.edu/~jean/gbooks/logic.html`.

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

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

8. 連絡先等：

研　究　室：多-405

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 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： 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．事前にリハーサルをしておくとよい．結局セミナーの予習復習でさらに倍以上の時間がかかることを忘れないこと．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に関する日本語テキストで比較的新しくて内容が豊富なものを挙げておく．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の好みや関心の強弱などを参考にしてほしい．過去使用テキストは教員紹介冊子参照．

∗[1] 大槻知忠, 結び目の不変量, 共立出版, 2015.
∗[2] 河内明夫, 結び目の理論, 共立出版, 2015.

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：12月22日，1月18日25日 13:00〜15:00
研究室にて (14時迄は通常オフィスアワー)
他の日や時間帯を希望する場合は，運がよければ予約なしでも対応できるかもしれませんが，事前に御相談いただけると双方に都合が良いかと思います．

1. **教員名：**菅野　浩明 (かんの　ひろあき)

2. **テーマ：**数理物理学　— 場の量子論 —-

3. **レベル：**区別しない

4. **目的・内容・到達目標：**

   場の量子論は，20 世紀の物理学の大きな成果である量子力学と（特殊）相対性理論を融合することにより生まれた理論で，現在，ミクロな世界の力学を記述する基礎的な数学的方法とみなされている．古典力学における微分積分学の役割になぞらえるならば，場の量子論は現代の “微分積分学” といえるかもしれない．場の量子論は非常に豊富な物理的アイデアを含んでおり，特に空間とは何かという基本的な問いに結びつくという点で，幾何学と密接に関係している．このため場の量子論の研究は数学と物理学の実りある交流の一例となっている．少人数クラスでは，場の量子論の初歩を扱うことで数学と物理学の相互作用の一端に触れることを目的とする．

   《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．英語のテキストに挑戦する学生を歓迎する．場の量子論の醍醐味を知るためには一定の計算力が必要になるので，その訓練を行うとともに計算に基づく論理も重視する．

   《到達目標》

   テキストの輪講と各自の興味あるテーマについての自主学習のサポートを提供することにより，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．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，白水）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 希望までグループに属する教員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)，解析力学や量子力学の知識があれば，さらによい．

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] E.D. Harris, A Pedestrian Approach to Quantum Field Theory, Dover, 2014.
   [2] T. Banks, Modern Quantum Field Theory, Cambridge University Press, 2008.
   [3] 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.

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 12:00〜13:30，Cafe David （多元数理科学棟 2 階オープンスペース)，冬休み中は 12 月 24, 25 日，1 月 6,7,8 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：メールで連絡をとってください．

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：**区別しない
4. **目的・内容・到達目標：**
   この少人数クラスでは表現論の基礎的なことを学習する．参考書として、いちおう表現論における標準的なテキストをあげておく．実際には受講希望者と相談して決めたい．
5. **実施方法：**
   この少人数クラスは、基本的には毎週行い、休暇中は開講しない．表現論につ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）．特に線型代数や代数学などの基礎学力は不可欠で、それが不確かな人は歓迎しない．
7. **参考書：**
   ∗[1] J. E. Humphreys, Introduction to Lie Algebras and Representation Theory, Springer.
   ∗[2] J. -P. Serre, 有限群の線型表現，岩波書店.
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：事前にメールで連絡してください．

1. **教員名：**久保　仁 (くぼ　まさし)
2. **テーマ：**組み合わせ問題の計算量と近似アルゴリズム
3. **レベル：**2
4. **目的・内容・到達目標：**

   《目的》

   コンピュータが高速化したとはいえ, ビッグデータの時代になり我々が取り扱うデータも膨大になった. 各種の組み合わせ最適化問題において最適解を求めることはだんだんと困難になり, 近似解を求めるアルゴリズムが重要になってきている.
   この少人数クラスでは, さまざまな組み合わせ最適化問題の困難さと, それらに対する近似アルゴリズムの性能について数学的な評価を行い, 計算機科学と数学との関わりについて学ぶ.

   《内容》

   最もよく知られているNP困難な組み合わせ最適化問題は巡回セールスマン問題であるが, 他にもナップサック問題, 集合カバー問題などさまざまな最適化問題がある. (計算量については他の最適化問題に帰着できるものもあるが, アルゴリズム的には別物のものも多い.) それら多くのNP困難問題に対し, 最適解導出のための計算量評価, 近似アルゴリズムの計算量と近似率の評価, 実装方法などについて学ぶ.

   《到達目標》

   計算量理論の基礎を学び, 組み合わせ最適化問題の計算量とその近似アルゴリズムおよびその評価について理解した上で, 実際に計算機で実装にしてみることを目標とする.

5. **実施方法：**

   テキストとして [1] を用いて, 大体は輪講形式で週2回ほど行なう. 必要に応じて引用文献にあたることもある. ときどき近似アルゴリズムの実装についての課題を出す.

6. **知っていることが望ましい知識：**

   とくになし.

7. **参考書：**

   [1] V. V. Visirani 著, 浅野孝夫訳, 近似アルゴリズム, シュプリンガー, 2002.

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：水曜日 13:30〜14:30 (それ以外の場合は事前に連絡を取ること)

1. 教員名：小林　亮一 (こばやし　りょういち)

2. テーマ：複素幾何・幾何解析

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，考えている問題の背景に幾何的な構造を発見し，その構造に解析学をのせて展開することによって問題を攻略する幾何学の一分野です．複素多様体を素材にして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》幾何解析に必要な微分幾何の基礎を固めるために文献 [1] [2] （の一部）を読むことから始めます．ある程度まで基礎ができたら，平行して各人が興味を持った論文や論説，たとえば文献 [2]（続き）, [3], [4] などに進みます．これらの論文や論説を読むことによって，各人の興味に応じて複素幾何・幾何解析の世界に入門したいと思います．First reading としていいと思われるものの例をあげます．たとえば幾何解析の伝統的手法に興味があれば文献 [2]（続き） がいいと思います．また，応用の広い幾何学的フローを複素幾何を題材に楽しむには文献 [3] がいいでしょう．複素解析における測度論的手法が好みであれば，画期的な論文 [4],[5] から入ることが可能です．

《到達目標》論文や講義録を読んで，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・微積分・位相と距離・複素関数・多様体と微分形式を知っていることが望ましい．しかし，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，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] 今野宏 [著], “微分幾何学”, 東大出版会.

[2] V. Guedj (Ed.), “Complex Monge-Ampère Equations and Geodesics in the Space of Kähler Metrics”, Springer Lecture Notes in Mathematics 2038 (2012). Part III : complex Monge-Ampère equations on compact Kähler manifolds, Part IV : geodesics in the space of Kähler metrics.

[3] S. Boucksom, P. Eyssidieux, V. Guedj (Eds.), “An Introduction to the Kähler-Ricci Flow”, (2012). (Online で入手可能)

[4] S. Kolodziej, “The complex Monge-Ampère equation”, Acta Math. 180 (1998), 69-117.

[5] R. Berman, S. Boucksom, V. Guedj and A. Zeriahi, “A variational approach to complex Monge-Ampère equations”, Publ. HIES 211 (2012) 1-67.

8. 連絡先等：

研　究　室：多-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：Algebraic Geometry and Moduli Theory

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 [3], [4] では楕円曲線が取り上げられている．楕円曲線は最も大切な代数多様体の一つであり, 1 次元コンパクト複素トーラスであり, 平面 3 次曲線あるいは射影直線の 4 点とも考えることができる．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．また [4] では射影平面の 6 点のモジュライが, [1] では射影直線の点のモジュライが主題として取り上げられている．モジュライの概念を具体的な例を通して理解することが目標である．より進んだ学生には楕円曲線論を基礎にした小平邦彦による楕円曲面論 [2] に取り組んでもらう．

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 [3] あるいは [4] 等に基づいて，まずレベル付き楕円曲線のモジュライとテータ関数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・環・体論, 関数論, 位相, 多様体等を習熟していることが望ましい．

7. 参考書：

[1] P. Deligne, G.D. Mostow, Monodromy of hypergeometric functions and non-lattice integral monodromy, Publ. Math. No. 63 (1986) 5–90, IHES.

[2] K. Kodaira, On compact analytic surfaces, II, Ann. Math., **77**(1963), 563–626.

[3] D. Mumford, Tata Lectures on Theta I.

[4] 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：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：** 代数幾何入門

3. **レベル：** レベル 2 からレベル 3 へ

4. **目的・内容・到達目標：**
代数幾何は多項式で表された図形の性質を調べるもので解析幾何 (座標幾何) の自然な延長で あり, 長い研究の歴史がある為, いろいろな方法が導入され, 全貌を知ることはたいへんであ る. この少人数クラスでは [1] を中心にどのように代数的, 幾何学的 (射影的), 解析的方法で これらの図形が研究されるかを学習する. レベル 3 を希望する人がいる場合は, 人数などで可能ならば対応します.

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. 主として [1] を想定しているが, 受講者が希望する場合には, その他の文献も含め, 途中の適当な所から始めることもありうる. そして, 輪講形式で演習も交えながら学習する.

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) があればほぼ十分である. 特に, 環 や 体などの基礎をしっかりと理解していればよい. この範囲を逸脱した場合は必要に応じて説 明 する.

7. **参考書：**

*[1] I. R. Shafarevich, Basic Algebraic Geomtery, vol. 1, 2 Springer verlag.
[2] D. Mumford, T. Oda, Algebraic geometry II,
http : //www.dam.brown.edu/people/mumford/alg_geom/papers/AGII.pdf.
[3] D. Mumford, The Red book of varieties and schemes, Lecture Notes in mathematics 1358 , Springer verlag (和訳 代数幾何学講義, D. マンフォード著 ; 前田博信訳, 丸善, 2006.12. (シュプリンガー数学クラシックス ; 第 19 巻).
[4] M. Reid, Undergraduate algebraic geometry, Cambridge Univ. Press. (和訳 初等代数幾何講義, M. リード著 ; 若林功訳, 岩波書店, 1991).

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：1月14日, 21日（木曜日）カフェ・ダビッド (16:00-17:30). 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：**白水　徹也 (しろみず　てつや)
2. **テーマ：**相対性理論とリーマン幾何
3. **レベル：**区別しない
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：**
   学生の募集は「数理物理学グループ」(粟田, 菅野, 白水) 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いてください (第一希望から第三希望までに 3 人の名前を書いてもよいです). 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, 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ります.
6. **知っていることが望ましい知識：**
   線形代数, 微分積分, 解析力学, 電磁気学など.
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`
   ウェブページ：`http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~shiromizu/`
   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] 垣田高夫「シュワルツ超関数入門」日本評論社 1999
∗[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 12:00〜13:00
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：

2015 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. 人数が多いときは 1 年生の方の組と 2 年生の方の組の 2 組に分かれて並列進行なのですが, 今年は 2 年生の方 1 名様のみなので分割営業はしていません. 例年, 進行上, 1 回目の計算練習が可能なあたりに到達するのは毎度 11 月頃のようです. 2 回目は, 2 年生になってからのことが多いです.

2016 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 16:30–17:30 (木, 金 16:00–17:00 あたりも結構いて, いれば概ねいつでも可だったりします.)

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：

可換環の表現論の目的は, 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です. 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（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います.

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びます. 到達目標は何をテキストに選ぶかによって変わってきますが, たとえば [7] を選んだ場合は, Cohen–Macaulay 環の表現論の主定理の一つである「有限 Cohen–Macaulay 表現型の Gorenstein 環は単純特異点であり極大 Cohen–Macaulay 加群がすべて分類できる」という Buchweitz–Greuel–Herzog–Knörrer–Schreyer の定理になります.

5. 実施方法：

学生が教科書を読んで発表するセミナー形式で行います. 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す. 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す.

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す. 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です.

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
オフィスアワー以外の時間帯でも面談可能です. 気軽にメールしてください.

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解の漸近挙動

3. レベル：レベル2から3へ

4. 目的・内容・到達目標：

非線形分散型方程式は偏微分方程式のクラスの一つです．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, 初等関数を用いて具体的に記述することは出来ません．そのため, 以下のように解の性質を示す研究が重要です.

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ことを示す.

2, 上で得られた解の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ことを示す．あるいは, 有限時間において延長不可能となり解が何らかの意味で爆発していることを示す.

3, あるクラスの初期値に対する解の時間無限大での漸近挙動を求める.

4, 定常波や孤立波などの特殊解の安定性・不安定性を示す.

今年度は3について, 非線形Schödinger方程式の場合を例に [1] の第7章を用いて学びます．さらに余力があればより難しい方程式である修正KdV方程式の場合について [2] の論文を用いて学びましょう．ソボレフ空間や関数解析に関する知識について不安な学生は1の内容を [3] を用いて学習するのも良いでしょう．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，週1回3時間程度行い2名が1時間半くらいずつ発表することとします．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：

関数解析やソボレフ空間についての知識についての基本的な知識が必要になります．例えば [1] の Chapter 1を参考にしてください．偏微分方程式の基礎知識については [4] や [5] や [6] が参考になります.

7. 参考書：

∗[1] T. Cazenave, Semilinear Schrödinger equations, Amer. Math. Soc.

[2] N. Hayashi and P. Naumkin, *On the modified Korteweg-de Vries equation*, Math. Phys. Anal. Geom. **4** (2001), no. 3, 197–227.

[3] R. Iório and V. M. Iorio, Fourier Analysis and Partial Differential Equations (Cambridge Studies in Advanced Mathematics), Cambridge Univ. Press.

[4] 小川 卓克 著, 非線型発展方程式の実解析的方法, 丸善出版.

[5] 堤誉志雄, 偏微分方程式, 培風館.

[6] 津川光太郎, 集中講義ノート「フーリエ解析と非線形分散型方程式の初期値問題」(津川のウェブページ上で手に入ります).

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：金曜日 12:20〜13:30(二階エレベータ前で行われるカフェ・ダビッドにて)．これ以外の時間帯を希望の場合 (特に名古屋大学以外からの学生など) 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. 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：月曜日 14:00〜15:00 at my office (A-457). 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：**幾何学を利用した数理モデル

3. **レベル：**レベル2

4. **目的・内容・到達目標：**

   自然現象などを解析するためには, その現象をあらわす数理モデルを構築することが求められている. 例えば, 数値予報と呼ばれる天気予測, 物質科学での物質の物性の予測などでは, 数理モデルとして, それらの現象を表す微分方程式を設定し, その数値解析を行なう. また, 自然現象だけでなく, コンピュータ・コンピュータネットワークにおいても, モデル化を通じて様々な数学が利用されている.

   この少人数クラスでは, 簡単な数値計算などを通じて, 幾何学を利用した現象のモデル化を考察する.

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年の幾何学および微分方程式の知識を仮定する. 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] T.Sunada, Topological Crystallography, Springer, 2013.
*[2] E.Hairer, C.Lubich, G.Wanner, Geometric Numerical Integration: Structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations, Springer, 2004
*[3] M.Deza, M.D.Sikirić, Geometry of Chemical Graphs, Cambridge, 2008.
*[4] A.N.Langville, C.D.Mayer, Google's PageRank and Beyond, The science of search engine rankings, Princeton University Press, 2006.
[5] R.Séroul, Programming for Mathematicians, Springer, 2000.
[6] D.Marsh, Applied Geometry of Computer Graphics and CAD, second edition, Springer, 2004.

8. **連絡先等：**

研　究　室：多-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, 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.
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`
   ウェブページ：`http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~nagao/`
   オフィスアワー：１２月２４日（木）12:00-13:00
   　　　　　　　　１月８日（金）12:00-13:00

1. **教員名：**中島　誠 (なかしま　まこと)

2. **テーマ：**パーコレーション, 高分子模型

3. **レベル：**レベル2から3へ

4. **目的・内容・到達目標：**

   非常に多数の原子や分子など微視的な要素が物理法則に従って相互作用することで巨視的な物理現象が観測される. このように巨視的な物理現象を微視的な観点から解析する試みとして統計力学という分野があるが確率論は統計力学の研究において重要な役割を果たしている.

   少人数クラスでは教科書の輪読, 演習問題を通じて統計力学の模型の研究で用いられる確率論の手法を習得することを目標とする.

   教科書としては参考文献[2], [3] などを考えているが, 学生の希望があれば他の本を採用することもある.

   [2] は高分子化合物の形状に関する研究の教科書のように扱われている本である. 均質な溶媒中の形状に関する内容から始まり, 後半から不純物を含んだ溶媒中の形状の研究に関する話題を扱う.

   [3] では始めにグラフの解析の手法を学んだのち, 浸透過程 (パーコレーション) の話題を中心に感染模型やイジング模型などに関する話題を扱っている.

5. **実施方法：**

   少人数クラスは基本的に毎週2〜3時間の輪講形式で行う. 休暇中は開講しない.

   2年次以降は学生の興味のある確率模型に関する論文を読み進める.

   発表者は教科書の内容を理解した上で自身の言葉で他人に伝える努力を怠ってはいけない.

6. **知っていることが望ましい知識：**

   確率論を学ぶにはレベル1の知識, その中でも微分積分学や測度論を十分に使いこなせるレベルのものが必要である.

   また大数の法則, 中心極限定理などの確率論の基礎的な知識 (参考文献 [1] の Chapter1 から Chapter3 程度) は必要である.

7. **参考書：**

[1] R. Durrett: *Probability: Theory and Examples*. Fourth edition. Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics. Cambridge University Press, Cambridge, 2010

[2] G. Giacomin: *Random Polymer Models*. Imperial College Press, London, 2007.

[3] G. Grimmett: *Probability on Graphs. Random Processes on Graphs and Lattices*. Institute of Mathematical Statistics Textbooks, 1. Cambridge University Press, Cambridge, 2010

8. **連絡先等：**

研　究　室：A-453

電 話 番 号：内線番号 2421　(052-789-2421)

電子メール：`nakamako@math.nagoya-u.ac.jp`

オフィスアワー：水曜日 12:00〜13:00.

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得る．これらはすべて arXiv(preprint 版) 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 [2] で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.

∗[2] H. E. Humphreys, Reflection groups and Coveter groups, Cambridge studies in advanced mathematics, Cambridge Univ. Press, 1990.

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：月曜日 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： 群の幾何と解析

3. レベル： レベル 2 からレベル 3 へ

4. 目的・内容・到達目標：

この少人数クラスの目的は, 群 (group) という**代数的**対象を**幾何的ないし解析的**対象として考察することにより, 群の構造や性質を調べる手法を学ぶことです.

群を調べるときに重要な視点として, 群の図形や空間への作用を調べることによってその代数的構造について知見を得るということがあります. 例えば, $\mathrm{SL}(2,\mathbb{Z})$ は階数 2 の自由群を部分群として含みますが, この一見非自明な事実はこの群の平面への作用を観察することによって比較的容易に証明できます. では群が作用する図形や空間はどのようにして見つければよいでしょうか？ 群に生成元集合を固定すると, 任意の元とそれに生成元一つを右から掛けることによって得られる元を辺でつなぐことにより, 群にグラフの構造が定まります. このグラフはケーレーグラフとよばれ, 適当に距離を定めることにより距離空間になります. しかも, ケーレーグラフには元の群が自然に (左から) 作用します. ケーレーグラフやそこへの群の作用を考察することによって群の構造を調べる研究手法は, Gromov による双曲群の理論を始めとする幾何群論において中心的です. 一方, 一般にグラフに対してラプラス作用素等が定義できますので, ケーレーグラフ上で解析を展開することが可能であり, 解析群論とよぶべき研究領域が形成されつつあります. 群の解析的性質は群の空間への作用の仕方に制約を与えることがあり, いわゆる離散群の剛性理論の研究につながります.

この少人数クラスでは,

J. Meier, Groups, Graphs and Trees – An Introduction to the Geometry of Infinite Groups –, London Math. Soc. Student Texts **73**, Cambridge University Press, 1998

にしたがって幾何群論への入門的内容を学んだ後に, 幾何群論, 解析群論に関わるより専門的な話題に進んでいくことを目指します.

5. 実施方法：

おもに輪講形式のセミナーによって進めます. 必要に応じて, テキストで仮定されている予備知識や, 逆にさらに進んだ内容について講義も行います.

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. とくに, 群論の基礎や距離空間, 位相空間に関する事項.

7. 参考書：

[1] 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.
[2] 大鹿健一, 離散群, 岩波書店, 1998.
[3] J. W. Cannon, Geometric Group Theory, in "Handbook of Geometric Topology", Elsevier, 2002, 261–305.
[4] P. W. Nowak and G. Yu, Large Scale Geometry, EMS Textbooks in Matematics, European Mathematical Society, 2012.

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 13:30〜14:30 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：量子群とその表現論

3. レベル：レベル2

4. 目的・内容・到達目標：

量子展開環と呼ばれるある具体的な非可換環の表現論, およびそのヤングバクスター方程式への応用について学びます. さらに, 可能であれば, 結晶基底の理論について学びます. ヤングバクスター方程式は統計物理に現れる行列 (値関数) に関する代数方程式であり, 低次元位相幾何学, 特殊関数論, 作用素環, 共形場理論など, 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. 量子展開環は, その背後にある代数的構造で, １９８５年頃に発見された比較的新しい数学的対象です. 量子展開環の表現論は, 単純リー群 (やカッツムーディーリー環) の表現論と多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.

2. 到達目標：量子展開環の表現やヤングバクスター方程式の解の具体例を学ぶことで, 代数的なものの考え方の基本を身につけることを最小限の目標にしたいと思います. また, もし余裕があるようであれば, 参加者の興味に応じて参考書 [2], [3], [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：

当面は量子群の発見者の一人である神保氏による教科書 [1] を輪読します. 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. 1回の発表は45分から1時間程度とし, あらかじめ定めた範囲をまとめてもらいます. 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. 詳しくは [1] の11ページを参照してください.

7. 参考書：

*[1] 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
[2] Christian Kassel：Quantum groups, Springer-Verlag
[3] J. Hong and S.-J. Kang: Introduction to Quantum Groups and Crystal Bases, Amer. Math. Soc., 2002.
[4] 谷崎俊之：リー代数と量子群 , 共立出版

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：量子情報理論またはマルコフ過程の情報理論・統計学

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．一方，マルコフ過程の情報理論・統計学に関しては，近年の論文を読みつつ，これらをベースに，具体例について解析を行う．

5. 実施方法：

基本的に，M1 の学生には週に 1 回または 2 回程度の頻度で，参考書などを輪講形式で学ぶことで基礎を学ぶ．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．ただし，どのようなテーマについて輪講形式で学ぶかについては，メンバーの興味を考慮して相談の上，決める．そのため，個々のメンバーの希望通りになるとは限らないので注意してもらいたい．また，今年度よりはじめて私の少人数クラスを希望する学生は，少人数クラスの希望を提出する前に必ず事前に，(電話によるものも含め）面談を行うことを条件とします．面談無しに少人数クラスの希望を提出した場合，こちらで受け入れないことがあるので，注意して欲しい．

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) (英語版, Introduction to Quantum Information Science, Graduate Texts in Physics, Springer, (2014))

[5] 林正人,「量子情報への表現論的アプローチ」，共立出版 (2014).

[6] 林正人,「量子論のための表現論」，共立出版 (2014).

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`

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

オフィスアワー：12 月 18 日,1 月 22 日の 15:00-17:00, これらの日程以外で，連絡を取りたい場合は メールで連絡ください．こちらから折り返し都合の良い時間帯に電話します．

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) スペクトル解析による線型放物型方程式の解の長時間挙動の解析
(4) 流体力学の基礎方程式である Navier-Stokes 方程式の定常/非定常問題の数学解析

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)(3) を学んで (4) へ進むが, 1年間でまとめる場合は (1)(2)(3) のいずれかに集中してもよいし, あるいは (4) を通して (1) または (2),(3) 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およびその周辺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が, 必ずしもこれらにこだわらずに, 学生と相談の上で決めたい. 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] 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] 儀我-儀我, 非線形偏微分方程式, 共立, 1999.
[4] 柴田-久保, 非線形偏微分方程式, 朝倉, 2012.
[5] H. Sohr, The Navier-Stokes Equations, An Elementary Functional Analytic Approach, Birkhäuser, 2001.
[6] G. P. Galdi, An Introduction to the Mathematical Theory of the Navier-Stokes Equations, Second Edition, Springer, 2011.
[7] P. G. Lemarie-Rieusset, Recent Developments in the Navier-Stokes Problem, Chapman and Hall/CRC, 2002.
[8] H. Triebel, Local Function Spaces, Heat and Navier-Stokes Equations, Euro. Math. Soc., 2013.

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：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：藤江　双葉 (ふじえ　ふたば)

2. テーマ：グラフの Hamiltonicity

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, グラフのもつ性質の中でも Hamiltonicity に関連する部分を取り上げます. グラフ内の各点をちょうど 1 回ずつ通る閉路をそのグラフのハミルトンサイクルといい, そのようなサイクルをもつグラフをハミルトングラフといいます. 一般にグラフがハミルトンであるかどうかを判定するのは非常に難しいことが知られており, 関連する研究が幅広く行われています. まず [2] でグラフの基本的な定理を確認したあと, 例えばグラフのさまざまな変形とその Hamiltonicity, グラフ内のパスとサイクルの関係などを通して, 「グラフがハミルトンである·ない」に関しての理解を深めることを目指します. 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. (作文の課題がたくさんあるでしょう.)

5. 実施方法：

基本的には毎週3時間程度行い, 休暇中は開講しません. 教科書 [2] の主要な部分を輪講形式で読み進めた後, 各自が選んだ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) で十分です. 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, 下にある参考書等で勉強していくことは可能です. それから, 作文が大嫌いな人には辛いかもしれません. ぜひ証明を略さずきっちり書かれている本を何冊か読んで雰囲気を掴むことをおすすめします. 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.

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 (研究室)

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. この時間帯であっても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：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および discussion 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）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．線型代数や群論などの基礎的な部分の理解は必須である．関数論についても適宜解説を加えるが, 楕円曲線の研究に必須であることに注意しておく.

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-321

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 16:00～17:00 (カフェ ダヴィッド）．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：**量子トポロジーと数論的位相幾何学の界隈
3. **レベル：**レベル 2 からレベル 3 へ
4. **目的・内容・到達目標：**

   「量子群論」と「結び目理論」と「整数論」の三本のどれかで考えています．どれか一本を集中的にやるなり, 二本に絞るなり, 或いは三本全部に挑戦するかどうかは受講する学生のみなさんの様子をみて決めたいと思います.

   最初の２つは「量子トポロジー」という分野で扱われます．この分野を勉強するのでしたら [1] を活用しつつ [2] をテキストにしようと思っています．後の２つは「数論的位相幾何学」という分野で扱われます．[3] で素数と結び目の神秘的な繋がりを垣間みつつ, 下記で挙げている文献などを読んでいきたく思います.

   「量子群論」については, 現今様々なテキストがありますが, 量子化を意識して書かれている [4] を使おうと思います．最終的には [5] に挑戦できればと思います.

   「結び目理論」については, テキスト [6] を用いて Vassiliev 不変量を学ぶ予定です.

   「整数論」は実に様々な方向があり何をするかは決めておりません．標準的なテキストを用いて代数的整数論や数論幾何の基礎を学ぶなり, 或いはより専門的な課題, 例えば [7] を読んでガロアの逆問題, について勉強するなり各学生と相談して決めたいと思います.
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います．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ます．足りない知識はセミナーで補うつもりですが, 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ります.
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です．「量子群論」志望でしたら, リー環論の初歩と量子群の具体例を多少は知っておいて欲しいです．「結び目理論」志望でしたら, 多様体の基礎くらいは押さえておいてください．「整数論」志望でしたら, ガロア理論と代数的整数論の初歩くらいは勉強しておいてください．受講希望者は, 必ずメールで連絡をください．自主性が高く積極的な学生を私は探しています．私に連絡する前に以下の文献 [8] を決め, なぜその本を読みたいのか, きちんと自分の意見を伝えられるようにしておいてください.
7. **参考書：**

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

∗[2] T.Ohtsuki, *Quantum invariants. A study of knots, 3-manifolds, and their sets*, Series on Knots and Everything, 29. World Scientific Publishing Co., Inc., River Edge, NJ, 2002.

[3] 森下昌紀, 結び目と素数, シュプリンガー現代数学シリーズ.

∗[4] P.Etingof, O.Schiffmann, *Lectures on quantum groups*, International Press.

[5] A.Cattaneo, B.Keller, C.Torossian, A.Bruguières, *Déformation, quantification, théorie de Lie*, Panoramas et Synthèses, 20.

∗[6] S.Chmutov, S.Duzhin, J.Mostovoy, *Introduction to Vassiliev knot invariants*, Cambridge University Press, Cambridge, 2012.

[7] J.P.Serre, *Topics in Galois theory*, Research Notes in Mathematics, 1.

[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：平成 27 年度後期は　月　12:00-13:00

1. 教員名：松尾　信一郎 (まつお　しんいちろう)

2. テーマ：幾何解析と無限次元の幾何

3. レベル：区別しない

4. 目的・内容・到達目標：

目的：四次元多様体のDonaldson理論を幾何解析と無限次元の幾何の観点から学ぶこと．

内容：Donaldson理論とはゲージ理論の一つで，狭義には四次元有向閉多様体のDonaldson不変量の研究であり，Donaldson不変量は反自己双対方程式の解のモジュライ空間の上の交叉理論により定義されます．無限次元の幾何を背景として，非線形偏微分方程式の解析を駆使します．Kronheimer-MrowkaによるDonaldson不変量の構造定理は現在のゲージ理論の到達点の一つですが，その意義はまだ汲み尽くされておらず，新しいゲージ理論の出発点になるはずです．

到達目標：Donaldson不変量の構造定理を理解すること．

5. 実施方法：

この少人数クラスは学期中のみ毎週一回90分間の輪講形式で行います．ノートなどを見ないで発表してください．詰まったらその週は終了します．まずは論文[1]を読み，ゲージ理論の背後の無限次元の幾何というものを理解します．次に教科書[2]と論文[3]を読み，Donaldson理論のための幾何解析の必須手法を学びます．そして，教科書[4]を読み，Donaldson理論を学びます．最後に論文[5]を読み，Donaldson不変量の構造定理を学びます．

6. 知っていることが望ましい知識：

無限次元の幾何でも真に無限次元的な現象に興味があるので，反定立として普通の有限次元の幾何を知らないと意味がないです．さらに，非線形偏微分方程式の解析に単なる道具を超えて興味があるので，普通の線型偏微分方程式の解析を知らないと辛いです．例えば，教科書[6]の第6章の調和積分論を証明のからくりまで含めて精密に理解しており，教科書[7]の第1部を読んで演習問題も解いていれば，大丈夫です．ゲージ理論は総合格闘技なので，代数と幾何と解析の基本を知っていて，その上でどれかに強いことが重要です．ただ，一番大切なことは強い心と不等式への永遠の愛と無限次元への不滅の憧憬です．数学が好きな人を歓迎します．

7. 参考書：

[1] M. Atiyah and R. Bott, *The Yang-Mills equations over Riemann surfaces*, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1983 vol. 308 pp. 523–615.

[2] D. Freed and K. Uhlenbeck, *Instantons and four-manifolds, Second edition*, Springer-Verlag, 1991, MSRI Publications.

[3] M. Atiyah and I. Singer, *The index of elliptic operators: IV*, Annals of mathematics, 1971 vol. 93 pp. 119–138.

[4] S. K. Donaldson and P Kronheimer, *The geometry of four-manifolds*, Oxford University Press, 1990, Oxford Mathematical Monographs.

[5] P. Kronheimer and T. Mrowka, *Embedded surfaces and the structure of Donaldson's polynomial invariants*, Journal of Differential Geometry, 1995, vol. 41 pp. 573–734.

[6] F. Warner, *Foundations of differentiable manifolds and Lie groups*, Springer-Verlag, 1983, GTM 94.

[7] D. Gilbarg and N. Trudinger, *Elliptic partial differential equations of second order*, Springer-Verlag, 2001, Classics in Mathematics.

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：`matsuo@math.sci.osaka-u.ac.jp`

オフィスアワー：未定．電子メールで連絡してください．

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
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：**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：水曜日 12:00–13:00.　事前にメールで連絡すること．

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（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) 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) 類などの特性類とその応用に関する基本知識の習得；2) 位相幾何から関数解析まで含めた広い分野への適用を意識したK理論の基本知識の習得；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：

予備知識として，レベル I の内容（学部3 年生までに学習する内容）は不可欠です．もちろん線型代数や微積分学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望みます（しかし前提条件ではありません）．ただし [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 640, Springer-Verlag.
∗[6] P. Shanahan, The Atiyah-Singer Index Theorem, LNM 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 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：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, ヒルベルト空間に基づくものを扱います. 今回は, 場の量子論への数学的アプローチと題して, その関数解析的な側面をセミナー形式で学びます. 量子力学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. むしろ数学的素養がより重要で, ヒルベルト空間における作用素の復習から出発し, 必要となる作用素環についての基本を適宜補い, 量子対称性の発露とでもいうべき局在代数の表現の解析方法に至るまでをゴールとします.

5. 実施方法：

前期・後期を通じて, [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く予定です.

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：

テキストで扱っているテーマの解説が [8], [2] にもあります. 背景となる作用素環については [3] を見るとよいでしょう. 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] H. Halvorson, Algebraic Quantum Field Theory. http://arxiv.org/pdf/math-ph/0602036v1.pdf

[2] R. Haag, Local Quantum Physics, Springer-Verlag, 1996.

[3] O. Bratteli and D.W. Robinson, Operator Algebras and Quantum Statistical Mechanics 1, Springer-Verlag, 1987.

[4] D. Evans and Y. Kawahigashi, Quantum Symmetries on Operator Algebras, Clarendon Press, 1998.

[5] M. Reed and B. Simon, Functional Analysis, Vol. 1, Academic Press, 1981.

[6] W. Rudin, Functional Analysis, MacGraw-Hill, 1991.

[7] 日合・柳, ヒルベルト空間と線型作用素, 牧野書店, 1995.

[8] 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：木曜１２：３０－１３：３０ (２０１５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必須である．ルベーグ積分の講義（名古屋大学からの進学者は「解析学要論 II」）の単位を少なくとも B(良) 以上の成績で取得済みであることを，適格性を自己診断する上の基準として頂きたい．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 2015 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．以上のように，このクラスの受講には確かな学力と綿密な事前学習が求められる．
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：水曜 13:45–14:45