基盤数理科学

①教授：倉田　和浩　　偏微分方程式論、変分問題、非線形解析

２階の楕円型及び放物型偏微分方程式の基本解の性質などの研究、 非線形現象や変分問題に付随する非線形楕円型偏微分方程式の解の構造の研究、 楕円型作用素の固有値、固有関数の性質などの研究を行っている。特に最近は、超伝導現象、相分離現象などの物理現象、数理生態学におけるパターン形成の問題などにおける個々の非線形現象の特有のおもしろさや 固有値および非線形変分問題における最適化問題に見られる対称性の崩れ現象に興味を持って研究している。また、逆問題、非線形変分問題の解の視覚化などにも興味を持っている。

②教授：黒田　茂　　アフィン代数幾何学、多項式環論

多項式環は素朴な対象だが、それゆえ奥が深く、多項式環にまつわる超難解な未解決問題は多数存在する。 例えばジャコビアン予想は、高校生にも理解可能なほど単純な予想で、これまでに多くの数学者が手がけてきたが、未だ解決の目処は付いていない。こうした問題をにらみながら、多項式環の部分環などを取り扱うための効果的な方法の開発に取り組んでいる。最近は、付値や微分作用素の概念を基礎に発展させた方法を応用し、部分環の有限生成性の問題（特にヒルベルトの第 14 問題）や、多項式環の自己同型に関する問題などを研究している。

③教授：相馬　輝彦　　双曲幾何学、3 次元多様体論、カオス力学系

3 次元多様体の構造を位相的手法および幾何的手法の両方を使って研究している。特に、現在の主要研究テーマは双曲開 3 次元多様体のエンドの位相および幾何構造である。また、力学系関係では、Hénon 写像族に対する SRB 存在・非存在性および非退化な 3 次ホモクリニック接触の存在性を研究している。

④教授：服部　久美子　　フラクタル上の確率過程論、ランダム・フラクタル

フラクタル上の非マルコフ過程およびそれに関連するランダム・フラクタルを研究している。学部で学ぶ確率統計は、確率変数（値が確率的に決まるもの）を扱うが、確率過程とは確率的に決まる粒子の運動（関数の空間に確率をいれたもの）であり、その極限定理などを扱う。確率過程論は測度論や関数解析を基礎とした解析の一分野である。

非マルコフ過程は、未来の振舞いが過去の履歴に依存する確率過程であり、未来の振舞いが現在の状態だけから確率的に予測できるマルコフ過程（単純ランダム・ウォークはその一例）と比べて一般に取り扱いが難しいが、フラクタルのような自己相似性をもつ空間では数学的に厳密な結果が得られることがある。 これまで、非マルコフ過程としては、自己回避過程、自己反発過程、ループ・イレーズド・ウォークなどを扱ってきた。ランダム・フラクタルは極限の確率過程の軌跡として現れる。また、ランダム・フラクタルの上の確率過程も扱う。

⑤教授：吉冨　和志　　偏微分方程式論

放物型方程式の研究を行っています。

⑥准教授：澤野　嘉宏　　調和解析学と再生核理論

関数や写像の性質を研究しています。ここでいう関数とは特別な関数ではなく、ある一定の性質を満たしている写像をまとめて扱うのが目的です。そのための道具として関数空間を用います。研究対象として想定しているのは次の２つに大別されます。１つ目はベゾフ空間，モレー空間などに代表されるパラメータを複数備えている関数空間で、パラメータの多さにより、物事を非常に精密に記述できます。これらの関数空間を用いて、微分方程式、ポテンシャル理論を研究することができます。２つ目は再生核関数空間で、これを応用することで、逆写像の具体的な表示などを得ることや新しい不等式を創生することが出来ます。どちらの研究対象に興味をもたれた場合も、私の研究室を志願される方はルベーグ積分の基礎を身につけて頂きたいです。また、抽象的な理論よりも具体的な例に親しんでおくことが研究者としての近道になります。ここでいう例としては無限級数、積分計算などを想定しています。博士課程に進学される方の場合は、ゼミでは教科書、メモを見ないで発表することを要求していきたいと思います。そのために、予習が必須です。４年生のゼミではメモを見ながらのセミナーをしてきたと思いますが、そのような場合でも、メモを見ないでセミナーが出来るようになるまでこちらで指導します。

⑦准教授：高津　飛鳥　距離構造と測度論を用いた幾何解析、最適輸送理論

物質の分布状態を確率測度と見なし、“物質をある場所から他の場所に最小費用で輸送する方法を探す”最適輸送理論を用いることで、確率測度のなす空間に距離関数が定義できる。
そしてリーマン多様体上で、分布状態の不均一さを表すエントロピー汎関数のこの距離関数に対する凸性はリッチ曲率の下限を定める。ここでリッチ曲率は体積の振舞を制御し、また距離関数の振舞を制御する断面曲率の和として表される。私は最適輸送理論から定まるリッチ曲率の下限の概念を用いて、多様体とは異なり滑らかでなく特異点を許容するような空間上の幾何構造を解析したい。例えば、集合の測度と周長の関係を表す等周問題を解明したい。

⑧准教授：深谷　友宏　幾何学的群論・粗幾何学

無限に広がりを持つ距離空間（非有界な距離空間）から局所的な情報を棄て去り，「遠くから眺めてみた時に見えてくる構造」を調べることが，　粗幾何学と呼ばれる分野である．この世界では例えば整数全体のなす集合と実数全体のなす集合はどちらも「遠くから眺めると直線に見える」　という意味で同一視される．このような観点に立脚した時，興味深い空間の例を豊富に提供してくれるのが無限離散群である．Gromov はリーマン多様体とは限らない距離空間に対して，「空間が負に曲がっている」という概念を定式化し，双曲群と呼ばれる「負曲率を持つ」群のクラスを導入した．このように幾何学的に特徴付けられた群の性質を研究するのが幾何学的群論である．無限離散群の中には様々な「個性」を持った群が沢山存在している．そうした群の「生態」を幾何学，トポロジーや解析学に由来する様々な 手法を用いて解明することが，幾何学的群論や粗幾何学の醍醐味と言えるであろう．

助教：川崎　健　　可換代数

特異点解消の十分条件と目されている優秀環とその類似概念の研究をしている。とくに優秀環の定義の「正則」という部分を「Cohen-Macaulay」に置き換えた概念に興味を持っている。

助教：平田　雅樹　　エルゴード理論、力学系理論

現在、数理物理における中心的テーマの一つである“カオス”現象をエルゴード論的手法を用いて解析する。特に、さまざまな“カオス”的系における再帰時間の分布について調べている。これに関連して、エネルギー固有値分布など、量子カオスに関係した問題も研究する。

広域数理科学

⑨教授：高桑　昇一郎　　大域的解析学、偏微分方程式論

幾何学や物理学に現れる非線形微分方程式を研究している。その重要な例として、調和写像、極小曲面、山辺の問題、Einstein 計量、Ricci flow、Yang-Mills 接続、Navier-Stokes 方程式などがある。最近は、非線形微分方程式の解の漸近挙動について研究している。また、コンピュータを用いたシミュレーションや微分方程式の解の可視化についても興味を持っている。

⑩教授：津村　博文　　解析数論

Bernoulli 数を中心として、そこから派生する数論的な対象（とくに数論的関数）に興味を持ち、研究を続けている。最近では、 Riemann ゼータ関数および Dirichlet Ｌ関数の多重級数の形で定義される多重ゼータ関数、多重Ｌ関数、多重ポリログ等に興味を持ち、多変数関数論的側面からの研究を進めている。

⑪教授：徳永　浩雄　　代数幾何学

代数多様体の Galois 分岐被覆に関して研究している。より正確には、（１）与えられた有限群を Galois 群としてもつ Galois 分岐被覆を如何にして構成するかという Galois の逆問題の幾何学版、（２）平面代数曲線の補空間のトポロジーの問題、（３）Galois 分岐被覆の特異点の問題、等に取り組んでいる。具体的な問題を扱うことが多いので博士前期課程では最初に計算機代数、代数曲線の一般論を学んでもらいたい。

⑫教授：横田　佳之　　結び目理論、３次元多様体論

２次元の曲面を一般化した３次元多様体に関する理論、および空間内に埋め込まれたひも、いわゆる結び目の分類に関する理論を研究しています。具体的には、ジョーンズ多項式に代表される結び目や３次元多様体の量子不変量と、結び目や３次元多様体の幾何構造のあいだの不思議な関係について研究しています。

⑬准教授：赤穂　まなぶ　　シンプレクティック幾何学、フレアー理論、ゲージ理論

シンプレクティック幾何学におけるラグランジュ交叉のフレアー理論とは、ラグランジュ部分多様体に境界値を持つような、境界付きリーマン面からシンプレクティック多様体への擬正則曲線のモジュライ空間を用いて、シンプレクティック多様体やラグランジュ部分多様体の大域的な問題を研究する理論である。現在の研究テーマは、特異点を持つラグランジュ部分多様体のフレアー理論の構築である。その手始めとしてまず、ラグランジュはめ込みのフレアー理論の研究を行っている。また、特異点の余集合としての、凹型のエンドを持つシンプレクティック多様体におけるフレアー理論の研究も進めている。

⑭准教授：上原　北斗　　代数幾何学

高次元代数多様体の分類理論や代数多様体の導来圏を研究している。特に、（１）Calabi-Yau 多様体や既約シンプレクティック多様体などのコホモロジーから多様体や多様体の導来圏が復元できるか、といった問題（Torelli type の問題）、（２）非可換環上の加群と代数多様体の導来圏がいつ同値になるか、といった問題（McKay 対応の一般化）、に興味を持って研究している。

⑮准教授：小林　正典　　代数幾何学、特異点、および他分野への応用

ミラー対称性を一つの指針として、K3 曲面・Calabi-Yau 多様体を中心とする複素多様体及び関連する特異点の幾何について、複素代数幾何だけでなく実代数幾何および凸多面体に関わる離散的手法を用いて研究している。
トロピカル幾何を応用した工程計画問題の可視化、代数と関連する計算論的学習、生物学に現れる代数構造といった、他分野への応用も行っている。

⑯准教授：酒井　高司　　微分幾何学、部分多様体論

自然界の様々な現象は数学的に変分問題として定式化される。特に体積汎関数に関する臨界点となる部分多様体は極小部分多様体と呼ばれ、古くから研究が行われてきた。この問題には複素解析的手法や調和写像理論など様々な方面からのアプローチがあるが、私はリー理論的手法をもとにリーマン対称空間内の部分多様体に関する幾何学的変分問題について研究を行っている。
特に、大域的な対称性や体積最小性など顕著な性質を持つ部分多様体に興味を持っている。また、ケーラー多様体内のラグランジュ部分多様体の幾何学的性質についても研究を行っている。

応用数理科学

⑰教授：内山　成憲　　暗号理論、計算数論

　　素因数分解問題や離散対数問題等の整数論的な問題やナップザック問題等の組合せ論的な問題の計算量的困難性についての研究およびそれらに基づく公開鍵暗号について主に研究している。特に最近では量子コンピュータを用いた攻撃に対して耐性があると期待されている多変数公開暗号の安全性解析に興味を持って研究している。暗号理論は、この 30 年程の間にその理論的基礎付けが与えられ、実用的な応用も多数発見されるなど非常に新しい分野であり、様々な研究分野と関連しながら発展し続けている。また、理論的研究と応用研究が非常に密接に関連しており、学生の皆さんには分野にとらわれず広い視野をもって学んで頂くことを希望する。

⑱教授：福永　力○　　コンピュータアーキテクチャ、並列処理

　並列処理理論を応用した計算の高速化の実践的研究を行っています。特に CSP という理論をもとにした並列処理技法の研究に力を入れています。並列計算技法の研究にとどまらず、VLSI 設計製作、コンパイラ設計などを通して、高性能計算のためのすべての可能性を追い求めています。

⑲准教授：石谷　謙介　　確率論、数理ファイナンス

　確率論・数理ファイナンスの研究を行っている。数理ファイナンスとは金融分野に関わる問題に数理的な枠組みを与え、その解法を提供することを目的とした応用数学の一分野である。数理ファイナンスでは金融市場の不確実な確率的要素をモデル化する必要があるため、測度論に基づく確率論が不可欠な道具となる。近年発展してきた数理ファイナンスの理論はブラック、ショールズ、マートンによる革新的な理論に端を発しており、そこでは確率微分方程式や伊藤の公式をはじめとする確率解析的手法が重要な役割を果たしている。そのため、私の研究室を志望される方は測度論、関数解析、確率論の基礎を身に着けて頂きたい。現在は「無限次元部分積分公式を用いたデリバティブ価格の感応度計算方法」「ファイナンスに纏わる最適化問題」「計量的リスク管理・計測手法」を主な研究テーマとしている。

⑳准教授：内田　幸寛　　計算数論、数論幾何学、暗号理論

　　代数曲線やアーベル多様体の数論アルゴリズムを中心に研究している。特に、代数曲線やアーベル多様体の有理点を決定する問題に興味があり、具体的な研究対象としては、有理点の複雑さを測る高さ関数や、等分点の性質を調べるために用いられる等分多項式などがある。また、数論アルゴリズムの暗号理論への応用についても研究している。例えば、代数曲線暗号に用いられるペアリングの計算アルゴリズムなどについて研究している。

㉑准教授：鈴木　登志雄　　計算理論、数理論理学

論理関数においてコスト期待値を最小化する入力の構造に興味がある。最近の具体的な研究テーマの例としてはゲーム木の探索コスト、文脈自由言語、アルゴリズム的ランダム性と資源限定マルチンゲールなどがある。ブール関数、あるいは論理関数とは、平たくいえば値として真（1）と偽（0）しかとらない関数である。こうした関数の面白さは、それらがアルゴリズムと深く結びついている点にある。ブール関数に関する計算コストおよび計算コストの期待値を考察することにより、ブール関数は自然数や実数と結びつく。こうして現れる自然数や実数の最大値、最小値、均衡値を実現する入力の集合を考え、そうした集合の構造について研究している。方法としてはロジック（数理論理学、数学基礎論）が重要である。数学、情報科学、ロジックの三つとも好きという学生を歓迎する。

㉒准教授：村上　弘　　数値計算、並列計算、数式処理

数値計算 ： 理工学分野の問題を効率良くもしくは高精度に解く為の近似手法や計算手法、計算機構の特性を意識した計算技法の開発や具体的なソフトウェアの作成や改良など。

並列計算 ： 問題を複数の処理要素(PE)を並べ、同時並行的に分割して処理することで大規模問題を高速に解く方法論や技法、ソフトウェアの作成など。過去数年の研究内容は、主に線形固有値問題解法の高速化や、数値計算への関数近似の応用であった。研究で主に用いているプログラム言語は数値計算と並列計算では Fortran90 と C、およびそれらの並列拡張（OpenMP, MPI）である。使用している OS と計算機環境は Linux である。近年の研究の主力計算システムは、マルチコア CPU による普及品タイプの廉価な PC に OS として Linux を載せたものである。（今後余力があれば、GPU カードを用いた並列計算などにも手を染めていきたい。）

数式処理 ： 数学的な問題の計算機を用いた記号処理的手段による解決の為の基礎となる理論の考察や実際の応用の実験。