

東京科学大学 情報理工学院

数理・計算科学系

Institute of Science Tokyo School of Computing
Mathematical and Computing Science

100年後の「情報」の基礎に挑む飽くなき探究心

数理・計算科学系では、「数理科学」と「計算機科学」を両輪としたトップレベルの研究を行っており、未来の情報化社会を発展させる基礎研究に飽くなき探究心で挑戦を続けています。



現代社会は情報化社会であり、多種多様な情報が社会のすみずみに深い影響を及ぼしています。このような情報化社会は、様々な情報システムによって支えられています。みなさんが日常的に利用するインターネットや、PC、スマートフォンなどの奥には学術的にも社会的にも興味深い数理科学や計算機科学の世界が広がっています。

東京科学大学 情報理工学院 数理・計算科学系

Institute of Science Tokyo School of Computing Mathematical and Computing Science



数理・計算科学系主任 山下 真 教授

数理・計算科学系では、現代社会を支える情報や情報システムを、科学的、数学的なアプローチで扱える人材を育成しています。その目的のため、本系の専門教育では以下の三つのアプローチ・設計手法を柱として講義を行っています。

- コンピュータを使った新しい数学を駆使するアプローチ
- 現実の諸問題を数理モデルに基づいて解決するオペレーションズ・リサーチ、統計、機械学習によるアプローチ
- コンピュータ・サイエンス、つまり情報処理を「計算」とし

数理・計算科学系の特徴

数理・計算科学系では、理学的、数学的な能力を駆使して情報分野で活躍する人材の育成を目指しています。とくに、高校時代まで数学が好きで、その数学的センスを広く社会で活かしたいと考えている人にとっては、勉強しがいのある系です。

- コンピュータを使った新しい数学に興味がある人
- 情報化社会で生ずる現実の諸問題を解決するための数理・統計的な手法に興味がある人

とらえ数学や論理学を用いるアプローチ、そして実際にそれを実行するコンピュータ・システムの設計方法

数学を現実世界の諸問題に応用してみたい人、コンピュータ、なかでもソフトウェアに興味をもっている人、あるいは両方に興味がある人、そんな人たちに親身になって学びの場を提供するのが数理・計算科学系です。我々と一緒に学んでいきましょう。質問等があったら気軽に連絡してください。

- コンピュータ・サイエンスに興味があり、基盤的ソフトウェアやその背後の理論を学びたい人
- など、数理・計算科学系では、このような人たちの期待に沿えるように工夫したカリキュラムによる教育を行い、広い視野と深い専門性を持った人材を送り出しています。

学士課程の学修内容

2年次では、次のような基礎的な内容の学修を行います。

- 集合、位相、代数系、確率、統計などの基礎的な数学
- コンピュータの基本構成、アルゴリズムとデータ構造、プログラミング実習などの、コンピュータとソフトウェアに関する基礎
- コンピュータを利用した問題解決方法

3年次では、基礎的な学修を続けるとともに、さらに次のような内容の学修を行います。

- さまざまな現象を数学的に表現・解析する微分方程式論、関数解析、組合せ数学等のより高度な数学の理論的基礎
- コンピュータ・サイエンスのより専門的な分野（プログラミング言語処理系、オペレーティングシステムやネットワークワーキング、計算機アーキテクチャ等）および高度な理論

(計算の理論、数理論理学等)の基礎

- 数理統計、機械学習、オペレーションズ・リサーチなど、経済、経営、工学を含むさまざまな分野の問題を数理的に、またコンピュータを用いて解決するための理論および手法に関連した科目
- 3年次の後学期に履修する研究プロジェクトでは、各自、複数の研究室を選び、やや専門的なテーマについてゼミ形式で勉強したり、実習やソフトウェアの開発実験等を行います。学士特定課題研究、学士特定課題プロジェクトの予備段階にあたる重要な科目です。

4年次では、いずれかの研究室に所属し、教員から直接、研究を行うための基礎訓練を受けます。その後、各自テーマを選び、大学生活の集大成である学士特定課題研究、学士特定課題プロジェクトに取り組みます。

数理・計算科学系科目体系図

1年目	2-1	2-2	2-3	2-4	3-1	3-2	3-3	3-4	4-14-2	4-34-4		
線形代数第一、第二 微分積分学第一、第二 同演習第一、第二	集合と位相第一 集合と位相第二(演習)	応用微分積分	集合と位相第二 集合と位相第二(演習)	代数系 複素解析	ルベーク積分論	離散構造 応用微分方程式論	関数解析 ベクトル解析と関数解析	研究プロジェクト	研究プロジェクト	学士特定課題研究	学士特定課題プロジェクト	数学
情報リテラシー第一、第二	応用線形代数	確率論基礎	数理統計学		数理最適化	マルコフ解析	情報理論	研究プロジェクト	組合せアルゴリズム データ解析	学士特定課題研究	学士特定課題プロジェクト	応用数理
コンピュータサイエンス第一	計算機科学概論	アルゴリズムとデータ構造	オートマトンと数理言語論	プログラミング第一	プログラミング第二	プログラミング言語処理系	計算の理論	研究プロジェクト	オペレーティングシステム			計算機科学

大学院について

数理・計算科学系の学士課程卒業生の約90%が大学院修士課程に進学します。数理・計算科学系の大学院生は「数理・計算科学コース」を履修します。次のような能力の修得を目的としたカリキュラムが用意されています。

- 数理科学に関する知識と技能
- 研究対象の数学的構造を的確に捉え、論理的に表現する能力
- 現実の複雑な問題を明快な数理的枠組みとして把握し、さらにそれをアルゴリズムとして表現・実現できる能力
- 計算機アーキテクチャとソフトウェアシステムなど計算機科学に関する知識と技能
- 数理科学と計算機科学を融合したアプローチを提起できる能力

座学の講義に加えて、教員や他の大学院生とのディスカッション形式のゼミ、研究室間の交流による積極的な情報交換、企業や研究所でのインターンシップ、学会発表や学術論文の執筆・投稿などにより、研究の現場に直結した実践的な指導が行われます。こうしたきめ細やかな研究指導を通して数理科学および計算機科学に関する高度技術者、研究者に必要な能力を身につけることができます。

大学、企業、公的機関を問わず博士号の取得は研究職に従事するために望まれる条件です。本学博士後期課程では、ティーチング・アシスタントによる雇用や各種奨学金、奨励金の制度が整っています。多くの先輩はこの制度を上手に利用しながら博士号を取得し、第一線の研究者として学術界や産業界で活躍しています。

大学院入試について

大学院入試に関する正確な情報は必ず対応する募集要項を参照してください。原則、出願時に英語外部テストスコアシートの提出が必要です。以下、日程の概要です。

修士課程

- 募集要項：4月下旬
- 出願時期：6月中旬
- A日程 口述試験：7月中下旬
- B日程 筆答試験および口頭試問：8月中旬
- 合格発表：9月上旬

博士後期課程

- 募集要項：11月上旬（4月入学の場合）、5月上旬（9月入学の場合）
- 出願時期：1月中旬（4月入学の場合）、7月上旬（9月入学の場合）
- 学力検査日：2月上旬～下旬（4月入学の場合）、8月中旬～下旬（9月入学の場合）
- 合格発表：3月上旬（4月入学の場合）、9月上旬（9月入学の場合）

大学院入試に関するお問い合わせは is-nyushi@c.titech.ac.jp 宛てをお願いします。

卒業・修了後の進路

数理・計算科学系（旧情報科学科）の卒業生に対するニーズは高く、情報関連の企業や研究機関を中心に、多方面の求人が寄せられています。就職を希望する学生は自分の適性に合った職場を選択することができます。

なお、高等学校での情報科目必修化に伴い情報科目を担当する教員の必要性が高まっていますが、数理・計算科学系では「情報」と並んで「数学」の教員免許を取得することも可能です。

次のページから担当教員紹介です

数理・計算科学系のすべての教員を紹介します。質問等があったら各教員に気軽に連絡してください。専門が近い教員を近くにいらべています。



力学系 計算トポロジー

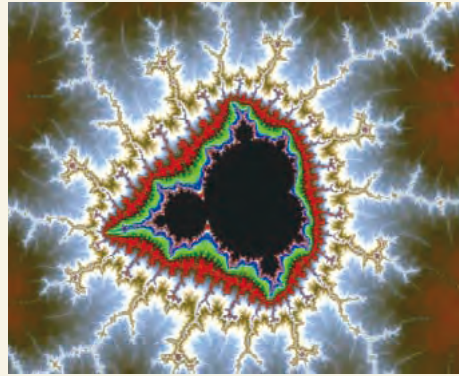
荒井 迅 教授

荒井 迅 教授 Email: zin@c.titech.ac.jp
Website: http://www.is.c.titech.ac.jp/~zin/
後藤田 剛 助教 Email: gotoda@c.titech.ac.jp

力学系が専門ですが、数学をアルゴリズム化して他分野へ応用する研究もしています。力学系は時間と共に変化するシステムを数学的に扱う分野ですが、私は特にカオスと呼ばれる複雑な現象がどのように発生するのかに興味があります。マンデルブロ集合の綺麗な絵を見たことがあるかも知れませんが、実はこの集合は、様々なシステムで周期的な挙動がカオスへ変化するときに見られる普遍的な構造を記述しています。カオスに関する数学は、まだ一次元力学系に対してしか完成していないので、それを高次元化するのが最近の研究テーマのひとつです。ホモロジー群などの代数トポロジーの不変量を計算機で求める「計算トポロジー」の理論や、精度保証付き数値計算、グラフ理論などを組み合わせた計算機援用証明アルゴリズムを構成することで、理論の拡張を進めています。また、そこで開発したアルゴリズムを応用して、量子化学や霊長類学、気象学や空間認識の生理学など、色々な分野との共同研究もしています。特に、計算トポロジーを応用してデータの「かたち」を調べる位相的データ解析と呼ばれる手法の発展が近年著しく、その応用を探っていきたいと思っています。



後藤田 剛 助教



微分幾何学

梅原 雅頭 教授

梅原 雅頭 教授 Email: umehara@c.titech.ac.jp
Website: http://www.is.titech.ac.jp/~umehara/
一木 俊助 助教 Email: ichiki@c.titech.ac.jp

専門は微分幾何学ですが、特に、3次元ユークリッド空間あるいは3次元多様体の中のガウス曲率一定曲面あるいは平均曲率一定曲面などについて研究しています。曲面あるいは平面曲線は、目に見える対象ですので一見扱いやすく見えますが、実はとても奥が深く、研究テーマに窮することはありません。例えば極小曲面（平均曲率が零の曲面）は古くから針金に張る石鹸膜の作る曲面として知られ、関数論などと深く結びついています。なかでも最近、特に興味をもっているのは、曲面に生ずる特異点です。曲面を波面と思ってその時間発展を考えると、初期曲面は滑らかであっても、時間とともに特異点が生ずることがあります。そこに着目すると、面白い問題が数多く生じてくるのです。研究においては、グラフィックスや数式処理にコンピュータも使います。



一木 俊助 助教



量子代数 表現論

土岡 俊介 准教授

Email: s.tsuchioka@c.titech.ac.jp
Website: http://www.is.c.titech.ac.jp/~s.tsuchioka/index_jp.html

表現論を専門にしています（大きな分類だと代数学を研究しています）。整数論が整数を研究するのだとすれば、表現論は対称性の研究といえます。ギリシャ時代、人々は水や火といった基本的な要素を正多面体と関係づけ、理解しようとして、16世紀にケプラーは、当時知られていた5つの惑星を正多面体と対応づけ、具体的な計算をしようとしたという点で、表現論は正多面体論の現代版とすることができます。面白いことにラマヌジャンの人をびっくりさせる公式のいくつかは、表現論・保型形式・等式証明などで理解でき、類似物を見つけることもできます。このうち、表現論をリー理論や量子代数、圏論化の観点から研究しています。あなたも代数学または計算機を活用してラマヌジャンを目指してみませんか？

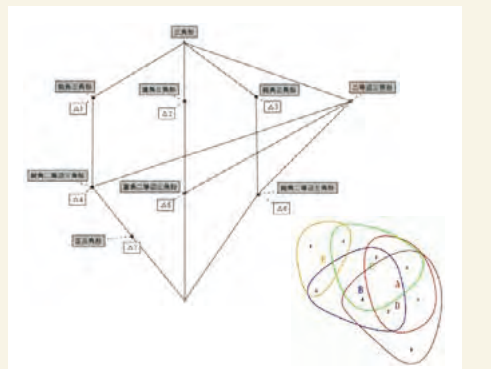


非加法的測度論 集合関数論 区分線形関数論 形式概念分析 情報視覚化

室伏 俊明 准教授

Email: murofusi@c.titech.ac.jp
Website: http://www.fz.dis.titech.ac.jp/~murofusi/index_j.html

研究テーマは、集合関数（非加法的測度、ファジィ測度、協力ゲーム（の特性関数）、重み付きhypergraphなどとも呼ばれます）、区分線形関数、形式概念分析、情報の視覚的表現などです。図は、形式概念分析による三角形の分類図と情報視覚化の例（Venn図の自動描画）です。数学では1足す1は2以外の何ものでもありませんが、現実には、人と人との協調や、主観的評価、人間による確からしさの判断など、1足す1が2にならない現象は数多くあります。集合関数という概念を用いると、これらの現象を形式的に記述したり、計算機で扱えるようになります。集合関数の応用には、カラー印刷画像の評価分析（大日本印刷）、テレビ番組総合評価システム（博報堂）、携帯電話のデザイン評価支援（三菱電機）などがあります。また、データベースやエキスパートシステムにおける不確実な知識の処理への応用研究もなされています。

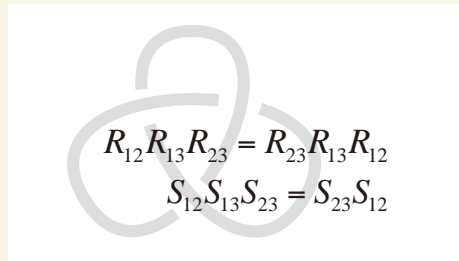


結び目理論 量子トポロジー

鈴木 咲衣 准教授

Email: sakie@c.titech.ac.jp
Website: https://sakietotera.com/

結び目理論と量子トポロジーを専門にしています。結び目は日常生活でもしばしば現れるとても身近な存在です。そんな結び目の研究が近年、数学の一分野として急速に発展しています。「結び目で数学?何をやるの?」と思うかもしれませんが、でも、数学は自由。数や多項式だけではなく、結び目でも数学ができます。1984年にジョーンズ多項式という結び目の多項式不変量が発見されました。ジョーンズ多項式をはじめとした「量子不変量」は数理論理学にもルーツを持ち、物理と数学の境界領域で多くの研究者の興味の対象になっています。今も広がり続けるその広大な新しい領域は、「量子トポロジー」と呼ばれています。私の研究室では、結び目や3次元多様体の量子不変量を、古典的なトポロジーと関連させて理解することを目的としています。

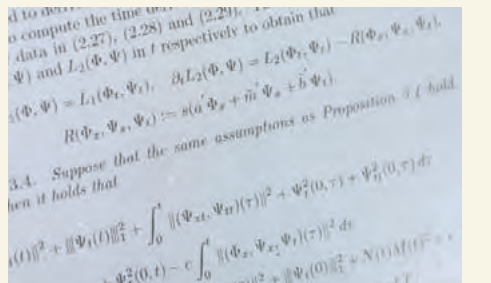


偏微分方程式論 非線形双曲型保存則 流体の方程式

西畑 伸也 教授

Email: shinya@c.titech.ac.jp
Website: http://www.is.c.titech.ac.jp/~shinya/index.html

流体（特に気体）の解析に現れる非線形偏微分方程式を、主な研究対象としています。流体の運動を記述する基礎方程式としてはナビエ・ストークス方程式、ボルツマン方程式が有名です。これらは豊かな内容を含み、物理学者や工学者のみならず、数学者に対しても無限の課題を提供し続けています。現在、これらの方程式に現れる非線形波、特に衝撃波、希薄波、拡散波、等の漸近安定性の研究を行っています。



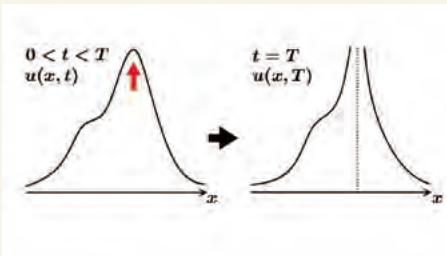


偏微分方程式論 非線形放物型方程式

高橋 仁 准教授

Email: takahashi@c.titech.ac.jp
Website: https://researchmap.jp/j_takahashi

拡散に関わる偏微分方程式を研究しています。中でも、非線形放物型と呼ばれるクラスの時間発展をとまなう非線形方程式や、その定常状態である非線形楕円型方程式に興味を持っています。例えば半線形熱方程式（反応拡散方程式の一種）や多孔質媒体型方程式（指数によって砂中の気体など遅い拡散やプラズマなど速い拡散を記述）を扱ってきました。これらは熱方程式の非線形版としてある意味で最も単純な見た目をしたもののたちですが、それゆえに実解析、関数解析、比較原理、数値解析、数値シミュレーションなど多彩な方向から深い研究がなされています。私はこれまで解の特異性の生成・消失・保持について数学解析を行ってきました。今後は幾何との関連やモデル的側面など、研究の幅を広げていきたいとも思っています。



機械学習 数理統計学 情報幾何学

金森 敬文 教授

金森 敬文 教授 Email: kanamori@c.titech.ac.jp
Website: http://www.kana-lab.c.titech.ac.jp/
川島 孝行 助教 Email: kawashima@c.titech.ac.jp
Website: https://sites.google.com/site/takayukikawashimasp/japanese

「情報」を定量的に扱うための理論的枠組に興味を持ち、機械学習や統計学に関する研究を進めています。現代社会では、科学や工学、人文科学やビジネスに至るまで、観測や調査によって得られるデータから推論や予測を行うことは非常に重要な課題です。また、インターネットから自動的に情報を収集し、データ解析を行うこともあります。このような場面で役に立つ方法として、さまざまな機械学習アルゴリズムや統計手法が提案されています。それらの方法がどのくらいの予測精度を達成するか、理論的な限界がどこにあるのか、などの問題について数理的に考察し、より優れた機械学習アルゴリズムを構築することを目指しています。最近では、性質の異なるさまざまなデータメイン間で情報をやり取りしながら学習を進める転移学習や、計算困難な状況での統計的推論などのテーマに興味をもって研究を進めています。



川島 孝行 助教



信号処理 統計物理学 深層学習

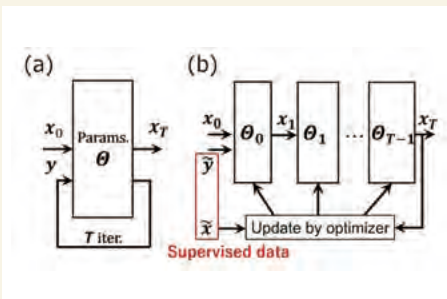
高邊 賢史 准教授

高邊 賢史 准教授 Email: takabe@c.titech.ac.jp
Website: https://isp.c.titech.ac.jp/
荒井 俊太 助教 Email: s.arai@c.titech.ac.jp

無線通信に代表される信号処理や最適化問題の数理面に着目することで、大規模システムの平均的な性質を明らかにするとともに、より正確で効率的な信号処理技法を開発することを目標としています。例えば無線通信の世界では第5世代(5G)の後継となる6Gの研究が進められていますが、6Gではより大量の信号を高速に処理する必要が生じています。我々の研究では多数の対象の振舞いを理論的に扱う統計物理学や情報理論をベースに大規模なシステムの数理的解析を提案しています。また、それらの技法や深層展開と呼ばれる深層学習的手法を援用することで、従来よりも高性能かつ高速な信号処理アルゴリズムの開発も行っています。



荒井 俊太 助教

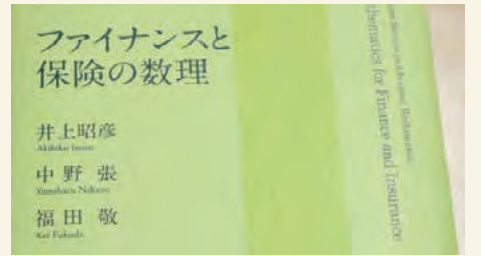


確率微分方程式 確率制御

中野 張 准教授

Email: nakano@c.titech.ac.jp
Website: https://www.pg.c.titech.ac.jp/

確率微分方程式とその応用について研究しています。確率微分方程式とは、微分方程式に予測不可能なランダムノイズを加えたもので、金融や生物、工学上の様々な問題に用いられています。その中で特に、確率微分方程式に関する制御理論と確率偏微分方程式の数値解析に興味を持っています。より具体的には、最適制御問題に付随するHamilton-Jacobi-Bellman方程式と呼ばれる非線形偏微分方程式の数値解析、確率制御システムの部分推定問題に現れるZakai方程式と呼ばれる確率偏微分方程式の数値解析です。さらに、これらの研究成果の金融リスク管理の問題や、生物の個体群動態の問題などへの応用研究も進めています。



応用確率論 確率モデル 点過程 待ち行列理論

三好 直人 教授

三好 直人 教授 Email: miyoshi@c.titech.ac.jp
Website: http://www.is.c.titech.ac.jp/~is0000_miyoshi/index-j.html
矢島 萌子 助教 Email: yajima@c.titech.ac.jp
Website: https://sites.google.com/view/moekoyajima-jp/top

確率モデルとその応用に関する研究を行っています。少し詳しく言うと、(i) 私たちのまわりに現れる不確実性・不規則性を含む対象を確率モデルとしてモデル化し、(ii) 得られたモデルを確率の問題として解析することによって対象の特性を調べ、といったアプローチで研究を進めています。もう少し具体的に言うと、特に情報通信や計算機科学の分野に現れる確率的な現象に興味を持っており、最近では無線通信ネットワークを対象として、無数の無線ノードの不規則な配置を空間点過程と呼ばれる確率過程を用いてモデル化し、そのモデルの解析を通してネットワークの性能を調べるというテーマに取り組んでいます。また、純粋に理論的な興味から、点過程そのものに関する研究や、待ち行列理論に関する研究もしています。



矢島 萌子 助教



数理最適化 数値最適化手法

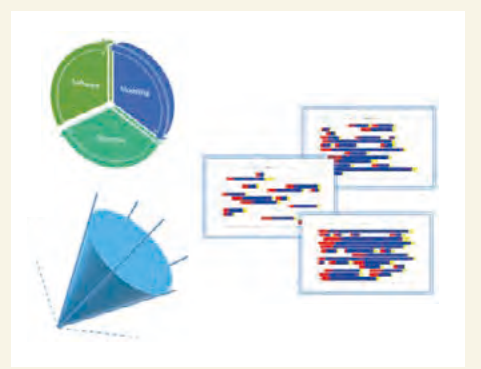
山下 真 教授

山下 真 教授 Email: Makoto.Yamashita@c.titech.ac.jp
Website: http://www.opt.c.titech.ac.jp/lab/index.html
Tianxiang Liu 助教 Email: liu@c.titech.ac.jp
Website: https://sites.google.com/view/tianxiangmath

データ解析などで得た情報を用いた意思決定を支えるには高度な数学的アプローチが必要とされ、数理最適化は社会に多くの需要を持っています。数理最適化とは、簡単にいうと「様々な条件を満たす候補の中から最適なものを見つける数学的手法」のことであり、山下研究室では数理最適化を対象として、数理モデルの構築や効率的なアルゴリズムの設計、ソフトウェアへの実装など様々な研究テーマを扱っています。多くの数理最適化問題を求解対象とする内点法や射影勾配法のアルゴリズムとしての効率向上や、半正定値計画問題などの錐最適化理論の新しい最適化問題への適用などを研究しています。これまでに培ってきた数学的理論なども活用して、最近では、「病院の手術室割り当て」など今後の需要が期待されるヘルスケアに関する最適化問題や、交通に関するネットワーク最適化などにも力を入れています。



Tianxiang Liu 助教



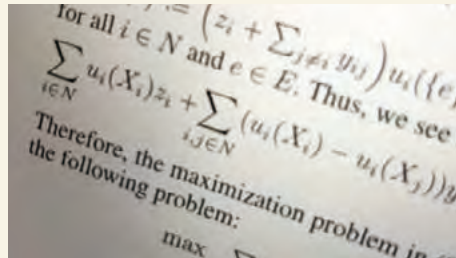


組合せ最適化 離散構造

澄田 範奈 准教授

Email: sumita@c.titech.ac.jp
Website: https://alg.c.titech.ac.jp/sumita/

最適化問題、特に組合せ最適化問題に対するアルゴリズムを理論的な観点から研究しています。組合せ最適化問題は「良い組み合わせ」を見つける問題で、資源の配分やスケジューリングといった問題が組合せ最適化問題としてモデル化できます。現実的な時間で問題を解くには効率的なアルゴリズムが必要であり、その設計には問題のもつ構造を調べるのが重要です。私の研究では、様々な組合せ最適化問題に対する構造の解析、アルゴリズムの設計、性能の理論的評価を中心に行っていますが、必要に応じて数値実験も行います。扱う問題として、最近ではアルゴリズム的ゲーム理論に現れる問題や不確実性の下での最適化問題にも興味をもっています。



離散アルゴリズムの設計と解析 離散構造の解析

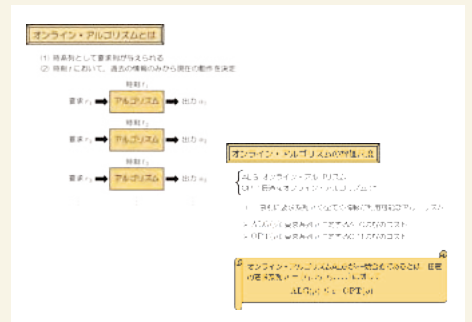
伊東 利哉 教授

伊東 利哉 教授 Email: titoh@c.titech.ac.jp
七島 幹人 助教 Email: nanashima@c.titech.ac.jp
Website: https://nanashima.github.io/

我々の身の回りには、与えられた条件を満たす対象を効率的に見出す必要に迫られる場合が数多く存在します。そのような諸問題（マッチング、符号の設計、ハッシュ関数の設計、パケット転送などのオンライン問題）に対するアルゴリズムを設計し、その効率や出力された解の良好性を明らかにすることに関心を持って研究を進めています。また、代数的手法や確率的手法を用いて、対象とする問題の数理的な構造や性質の解明にも強い関心を持って研究を行っています。研究のスタイルとしては、対象とする問題を定式化して、その性質等を理論的に解析することを通じて、アルゴリズムの効率の理論的な上界を導出する、アルゴリズムの効率の限界を理論的に解明する、離散構造の上界・下界の解析などもっぱら紙面上での論証が中心となります。



七島 幹人 助教

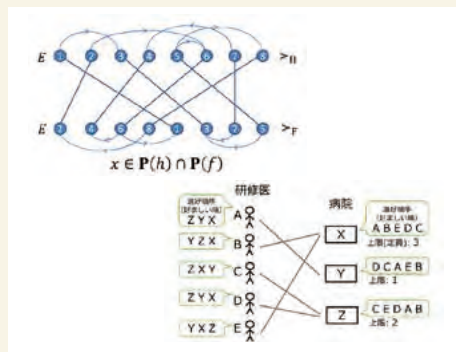


離散アルゴリズム 組合せ最適化 マッチング理論

横井 優 准教授

Email: yokoi@c.titech.ac.jp
Website: https://www.is.c.titech.ac.jp/~comb/yokoi_ja.html

離散構造やアルゴリズムの研究を行なっています。とくに、ゲーム理論やオペレーションズ・リサーチ分野における組合せ的な問題に興味をもっています。継続的に研究しているテーマのひとつは、マッチング理論です。これは選好をもった主体たちの間で、皆の納得するマッチングを計算する方法を数理的に考える理論です。経済学と計算機科学の境界領域で発達しており、多くの応用をもちます。また、数学的な対象としては、マトロイドや離散凸性といったものに関心をもっています。これらの離散構造はシンプルな公理で定義されているが、組合せ最適化やゲーム理論の様々な場面において、重要な役割を果たします。私はマトロイドや離散凸性に関する理論をマッチング理論の研究で活用するとともに、それらの構造自体をより深く知るための研究も行なっています。



暗号通貨・ブロックチェーン技術 暗号理論 サイバーセキュリティ

田中 圭介 教授

田中 圭介 教授 Email: keisuke@c.titech.ac.jp
Website: http://www.is.titech.ac.jp/~keisuke/index-j.html
石井 将大 助教 Email: mishii@gsic.titech.ac.jp
Website: http://mishii.net/index_ja.html
吉田 雄祐 助教 Email: yoshida.yusuke@c.titech.ac.jp
Mario Larangeira 特任准教授 Email: larangeira.m.ab@m.titech.ac.jp

暗号理論は情報セキュリティ全体を支える数学的な分野です。特にRSA暗号に代表される公開鍵暗号系の研究を行なっています。数論や代数、組合せ数学の基礎に、暗号方式を新たに設計・解析したり、既存の方式の解析と攻撃方法を考察したりします。暗号通貨・ブロックチェーン技術は暗号理論および分散システムを技術要素として、暗号通貨（仮想通貨）とブロックチェーン技術は生まれました。この基礎的な技術は暗号理論の分野の一部として認識されています。今後、暗号通貨・ブロックチェーン技術は信頼できる第三者を置かないシステムを基礎としており、社会的に広く用いられるインフラストラクチャーとなりえます。本研究室では、この基礎から応用まで幅広く研究を行なっています。サイバーセキュリティに関して企業や公共機関からの個人情報流出がよく社会問題となります。これは外部からの攻撃によるものですが、その攻撃手法、および、防御手法について考察するのがこの分野です。機械学習、情報可視化などを技術要素として用いることでこれらの手法を研究します。



石井 将大 助教 吉田 雄祐 助教 Mario Larangeira 特任准教授



数理最適化 グラフ解析 機械学習 深層学習 高性能計算

藤澤 克樹 教授

Email: fujisawa@c.titech.ac.jp
Website: https://sites.google.com/view/fujisawa-lab/

最新の数理・情報技術を活用することによってデジタルツイン（フィジカル空間及びサイバー空間）の構築を行い、都市や地域及び産業界の抱える諸課題の解決を推進していく、いわゆる Society 5.0（超スマート社会）実現の試みが推進されています。そのため本研究室では現実と仮想空間を一体化させて、デジタルツインを活用したサイバーフィジカルシステム（CPS）実現による諸課題解決のためのプロジェクトを民間企業などと共同で推進しています。数理最適化、深層学習、強化学習、グラフ解析、高性能計算、量子計算などのアルゴリズムの開発とクラウド上での高性能計算の活用によって、産学連携による実社会アプリケーションを実現します。



サイバーセキュリティ サイバーレジリエンス インシデント対応技術

松浦 知史 教授

Email: matsuura@gsic.titech.ac.jp

僕らはサイバー空間と関係せずに1日だけでも生活する事が出来るでしょうか。企業、自治体、大学、病院等々、サイバー空間を直接的にも間接的にも利用し、あらゆるサービスの提供や組織活動が行われています。サイバー攻撃によって企業の基幹システムが停止したり、電力網が停止したりと、組織や社会活動に対する脅威の事例は枚挙に暇がありません。組織が安定して活動を継続するためにどのような技術や対策等が必要か、サイバーセキュリティの観点から幅広い話題を本研究室では扱います。多くの組織がサイバー攻撃を日常的に受けており、本学も例外ではありません。東工大CERTは本学のセキュリティ専門組織であり、サイバー攻撃の監視から分析、緊急対応などを行っており大規模なデータを扱っています。本研究室は東工大CERTとの関わりが深く、セキュリティ運用現場と連携しながら大規模なデータ処理や分析、先進的なインシデント対応など実践的な研究テーマにも積極的に取り組んでいます。



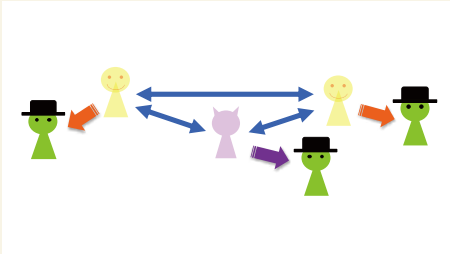


暗号理論 符号理論

安永 憲司 准教授

Email: yasunaga@c.titech.ac.jp
Website: https://tcc.c.titech.ac.jp/yasunaga/

誤り訂正符号や暗号技術を主な題材として、情報技術の可能性と限界を探る研究をしています。暗号理論ではゲーム理論の観点を入れることで、今までできないと考えられていたものができるようになる可能性を探っています。また、暗号技術の「セキュリティ」という目に見えないものを情報理論を使って定量化する方法を研究しています。誤り訂正符号は、発生したノイズを除去して情報を正しく伝えるための技術です。最近では、挿入・削除という誤りを訂正する問題に取り組んでいます。受けとる文字列が長くなったり短くなったりするので直観的にも訂正が難しく、その理論的な限界についても未解決問題がたくさんあります。



プログラミング言語 ソフトウェア開発環境

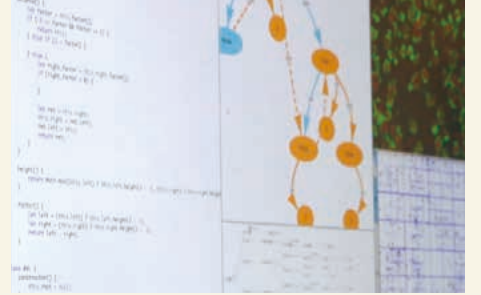
増原 英彦 教授

増原 英彦 教授 Email: masuhara@c.titech.ac.jp
Website: http://prg.is.titech.ac.jp/ja/
田邊 裕大 助教 Email: yudaitnb@c.titech.ac.jp

プログラミングは計算機科学の重要な基礎になっています。研究室では「プログラミングをもっと楽しく」をモットーに、プログラミング言語とソフトウェア開発環境に関する研究を行っています。理論から処理系構築まで、幅広い研究テーマを扱っていますが、主に(1)プログラムの書きやすさ、(2)プログラムの実行速度、(3)プログラムの信頼性に注目しています。最近の研究からキーワードを拾い出すと、GPUによる並列プログラミング、先進的モジュールシステム、メタ実行履歴コンパイラ、バージョン管理、シェルスクリプティング言語、ライブプログラミング環境、コード補完システム、依存型とエフェクト、プログラム合成などがあります。



田邊 裕大 助教

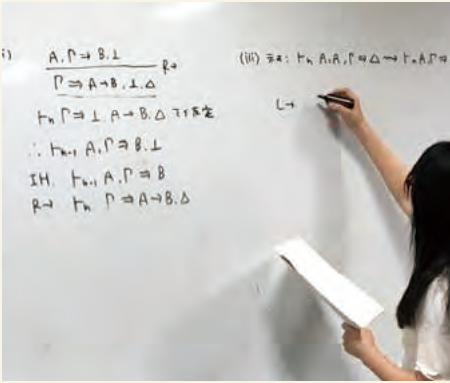


数理論理学 非古典論理

鹿島 亮 准教授

Email: kashima@c.titech.ac.jp
Website: http://www.is.c.titech.ac.jp/~is0000_kashima/index-j.html

数学と計算機科学の共通部分に位置する数理論理学、特に非古典論理の完全性定理の拡張などが主な研究テーマです。非古典論理は数多くあるのですが、その中でも特に真理値の動的変化に対応する様相論理や、関数型プログラミング言語と密接に関連する直観主義論理などを扱っています。これらの論理は数学的研究対象として豊かで面白いだけでなく、プログラムの正当性検証や定理自動証明といった現実の応用の基礎にもなっています。完全性定理とは、論理式の正しさは形式的証明の結果と一致する、という自然な事実を厳密に示した基本定理です。理論計算機科学の研究テーマの多くは「プログラムの意味と実行の関係」や「形式言語の正規性とオートマトンの関係」などのように、記号列の意味と記号列に対する機械的操作との関係を調べる形をしており、完全性定理もそんな研究のひとつです（記号列=論理式、意味=正しさ、機械的操作=形式的証明）。



プログラミング言語 プログラミング教育

叢 悠悠 テニュアトラック助教

Email: cong@c.titech.ac.jp
Website: https://prg.is.titech.ac.jp/ja/

プログラムの正しさと書きやすさを向上させるための研究を行っています。正しさに関しては、プログラミングと論理の間の対応関係を利用して、プログラムのさまざまな性質を保証するという手法をとっています。また、この手法を自然言語の推論や音楽の自動生成などに応用することも目指しています。書きやすさについては、プログラミングの初学者を主なターゲットとし、可読性・保守性の高いプログラムを書くための支援を開発しています。特に、プログラムを設計するプロセスに対して、どのようなサポートを提供できるかということに興味を持っています。これらの研究はつながりを持たないように思われるかもしれませんが、いずれもプログラミングの本質を追求するものとして捉えることができます。

```
data Val[_]_ var where
  Var : var τ → Val[ var ] τ
  Num : N → Val[ var ] Nat
  Abs : (var τ₁ → Exp[ var ] τ₂) →
        Val[ var ] (τ₁ ⇒ τ₂)

data Exp[_]_ var where
  Val : Val[ var ] τ → Exp[ var ] τ
  App : Exp[ var ] (τ₁ ⇒ τ₂) →
        Exp[ var ] τ₁ →
        Exp[ var ] τ₂
```



ソフトウェア検証 プログラミング言語 形式言語理論

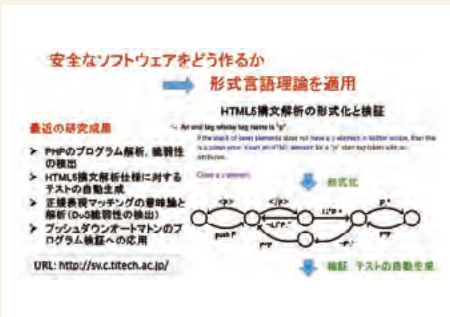
南出 靖彦 教授

南出 靖彦 教授 Email: minamide@c.titech.ac.jp
Website: http://sv.c.titech.ac.jp/minamide/
佐藤 哲也 助教 Email: tsato@c.titech.ac.jp
Website: https://sites.google.com/view/tetsuyasato/home

現在の社会はソフトウェアへの依存度をますます高めており、その信頼性の向上が課題となっています。例えば、ウェブに関連したソフトウェアにおいては、プログラムの小さな誤りが、クロスサイトスクリプティングやSQLインジェクションなどの脆弱性の原因となり、情報漏洩などの深刻な問題を起こしています。本研究室では、ソフトウェアの信頼性を高めるための理論や技術を研究しています。特に、オートマトンや形式言語の理論に基づく検証技術の研究に注力しています。オートマトンは非常に単純な計算モデルですが、近年、様々な拡張が考えられ、ソフトウェア検証等の分野で応用が進んでいます。また、プログラミング言語の理論・実装や証明支援系の応用に関する研究も行っています。



佐藤 哲也 助教



ヴィジュアルアナリティクス インタラクション データサイエンス

脇田 建 准教授

Email: wakita@c.titech.ac.jp
Website: https://wakita.github.io/smartnova/

ビッグデータとAIの技術によって、まもなく夢のような未来がやってきます。一方、人間のありかたや尊厳について見直す時期にも来ています。「AIの時代に、人間はなにをすればいいの?」ビジュアルアナリティクスと情報可視化の中核は「人が中心に物事を考える」ことです。人間が理解、判断をし、意思決定のプロセスで主体的な地位を占めるために、事象をわかりやすく整理し、視覚的に提示することがひとつの大きな目的です。複雑な事象を静止画で示しただけでは、物事を一面的にしか捉えることはできません。「インタラクション」の技術は視覚的に提示されたデータを操作し、さまざまな視点からデータを眺める機会を与えます。ビッグデータをインタラクティブに分析する技術を研究し、今後も人間が意思決定の中心にいる世界の実現をめざしましょう。





高性能ソフトウェア GPUコンピューティング メモリ階層

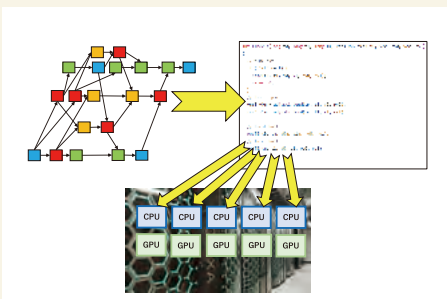
遠藤 敏夫 教授

遠藤 敏夫 教授 Email: endo@c.titech.ac.jp
Website: <http://www.el.gsic.titech.ac.jp/~endo/>
野村 哲弘 マネジメント准教授 Email: nomura@gsic.titech.ac.jp

スーパーコンピュータなどの上の高性能ソフトウェアが主な研究対象です。特に近年ではディープラーニングなどの機械学習分野において、高性能計算の重要性はますます高まっており、計算を高速に、計算規模を大きく、使いやすくするためのソフトウェア技術の進展が求められています。それに対して、ミドルウェア・プログラミング言語・アルゴリズムの協調により問題解決することに興味を持っています。東工大TSUBAMEスパコンなどを研究に用い、また最新のGPU・CPU・メモリ・クラウド技術に触れることもできます。研究成果の一部はTSUBAMEの運用や次世代システムの設計に活用されます。



野村 哲弘
マネジメント准教授



図：複雑な構造を持つ計算をソフトウェアで表現し、多数プロセッサを持つ計算機に載せる（写真はTSUBAME3スパコン）



高性能・高信頼・低消費電力計算システム マイクロサービスの効率化

坂本 龍一 准教授

Email: r-sakamoto@gsic.titech.ac.jp

計算機システムの効率化に関する研究を行っており、特に多数の計算機から構成されるHPCシステムやクラウドシステムの省電力化・高性能化に関する研究に力を入れております。みなさまがご利用のWebアプリケーションの裏側には大規模かつ、複雑なシステムが隠れており、これらのシステムを定式化し様々な最適化手法を用いてシステムを効率的に利用するための方法を模索しています。システムソフトウェアやアプリケーションといった上位のレイヤだけでなく、デバイスや計算機アーキテクチャ等の低いレイヤも研究の対象としております。

