

2018 年度数理計画研究部会 (RAMP) 報告書

数理計画研究部会 主査 土谷 隆 (政策研究大学院大学)

本年度の活動内容

10 月 10、11 日に広島国際会議場においてシンポジウムを開催した。テーマは「暗号理論と数理最適化」、「金融工学とコーポレートファイナンス」、「確率的情報処理と情報統計力学の最前線」、「離散最適化の理論とアルゴリズム」である。この他に、2 件の特別講演を設け、海外からの講演者を招いた。このように、国内外の様々な分野の第一線でご活躍の先生方にご講演いただいた。シンポジウムには全国の大学、企業等から 83 名の参加者があり、参加者や講演者の間で多くの議論や交流が行われ、活況のうちに終了した。各セッションの詳細は、以下のとおりである。なお、本年度の活動に際しては、OR 学会から、通常の部会活動費の他に追加補助金を申請し、上記シンポジウムの円滑な開催に有効に使わせていただいた。ここに記して謝意を表したい。

10 月 10 日

「暗号理論と数理最適化」

オーガナイザー: 河内 亮周氏 (大阪大学)

講演者: 藤堂 洋介氏 (NTT セキュアプラットフォーム研究所)「暗号の安全性評価 ー整数計画法をどこにどのように使うのか」

講演概要: 本講演では、暗号の中でも、共通鍵暗号と呼ばれる方式の安全性評価に焦点が当てられた。近年、その安全性評価に整数計画法をはじめとするソルバを活用することが 1 つのトレンドとなっている。本講演では、どのようにソルバを活用するのか、どのような課題が解かれていないのかが解説された。

講演者: Chen-Mou Cheng 氏 (大阪大学)「On the use of Frobenius map to accelerate polynomial multiplication with Cantor FFT」

講演概要: van der Hoeven らは最近の研究で、多項式の乗法において、被乗数多項式を多項式空間に埋め込むことで、クロネッカーセグメンテーションの 2 倍のオーバーヘッドを回避する方法を示した。本講演では、van der Hoeven らのアイデアが Cantor によって開発された高速フーリエ変換(FFT)のクラスに一般化されることが説明された。また、Cantor の高速フーリエ変換とフロベニウス写像との関係が解説された。

講演者: 高安 敦氏 (東京大学)「格子理論に基づく法付き方程式解法アルゴリズムの構成」

講演概要: 本講演では、法付き方程式の小さな解を格子理論に基づいて多項式時間で求める Coopersmith の手法の概要が説明され、著者の成果である CRT-RSA 暗号秘密鍵が小さい時の

攻撃について説明された。

「特別講演 1」

オーガナイザー: 岡本 吉央氏 (電気通信大学)

講演者: Jesus De Loera 氏 (University of California Davis)「Algebraic and Topological Principles Behind Linear Optimization Algorithms」

講演概要: 本講演では、線形最適化理論におけるトポロジーと代数について説明された。単体法におけるトポロジーと内点における代数幾何学の概要と講演者の研究成果が、豊富な図解と共に説明された。

「金融工学とコーポレートファイナンス」

オーガナイザー: 木島 正明氏 (広島大学)

講演者: 室町 幸雄氏 (首都大学東京)「複数の転換トリガーを考慮した CoCo 債の価格付けとリスク低減のための規制のあり方」

講演概要: CoCo 債とは、発行体である金融機関の財務内容が危機的状況に陥ったときに元本の一部または全部が削減されたり、あるいは強制的に株式に転換されることで損失を吸収する役割を果たす債権である。本講演では、CoCo 債の実務を反映した数理モデルが説明され、それに基づいた CoCo 債の価格付けとリスク低減のための規制のあり方について述べられた。

講演者: 山崎 和俊氏 (関西大学)「金融工学における最適停止問題」

講演概要: 最適停止問題では、利得またはコストが確率的に推移する状況下で、行動を起こす最適なタイミングの解析が行われ、最適停止問題は金融工学において重要な役割を担っている。本講演では、離散時間及び連続時間の最適停止問題における基礎理論が説明され、近年の研究動向についても述べられた。

講演者: 鈴木 輝好氏 (北海道大学)「The Mechanism of the Sequential Defaults by the two Firms Interconnected: A Model」

講演概要: 本講演では、はじめに 2 つの会社が社が発行負債と株式を相互保有している場合のデフォルト決定の問題について説明された。続いて証券を評価する問題が線形補完問題のシステムによって定式化できることを示され、解の存在や問題を解くためのアルゴリズムが説明された。最後に金融および企業固有のパラメーターから内因性のデフォルト境界およびデフォルト確率に対する影響を調査するための数値実験について説明された。

10月11日

「確率的情報処理と情報統計力学の最前線」

オーガナイザー: 安田 宗樹氏 (山形大学)

講演者: 小淵 智之氏 (東京工業大学)「統計力学的アプローチによるリサンプリング手法の軽量化」

講演概要: リサンプリングは広く使われている統計的手法で、モデルや用途を問わず使える汎用性に強みがある。伝統的には、交差検証法、ブートストラップ法などで利用されてきたが、近年の機械学習の発展に伴い、バギング・ブースティングなどの新しい利用例が見出されている。有用性の一方で、リサンプリング手法は計算量的な負荷が高いことが知られている。本講演では、リサンプリング手法における計算量的な負荷を軽減・回避する講演者らの研究について説明された。

講演者: 唐木田 亮氏 (産業技術総合研究所)「深層ニューラルネットワークにおける Fisher 情報行列の普遍性」

講演概要: 本講演では様々な深層ニューラルネットワークモデルが共通して持つ Fisher 情報行列の普遍的な統計性の解析について説明された。特に、パラメータが確率変数としてランダムに与えられたランダム深層モデルに平均場理論を適用することによって、Fisher 情報行列の固有値について、固有値、分散、最大値の普遍性が明らかになったと報告された。

講演者: 徳田 悟氏 (産業技術総合研究所)「モデル選択の統計理論: 逆問題と機械学習の交差点」

講演概要: モデル選択とは、対象の減少を記述するモデルの候補が複数存在するときに、観測データに基づいて、最適なものを定めることをいう。モデル選択の尺度となる、モデルの適切さを評価する基準は様々なものが提案されており、本講演では、統計的推測において用いられているいくつかの基準が、理論的な背景と共に概説された。さらに、ハイパーパラメータの存在がモデル選択に与える影響が例示され、ハイパーパラメータ最適化がモデル選択のために必要であることが述べられた。

講演者: 高橋 茶子氏 (東北大学)「統計的機械学習への発展的な平均場近似の応用」

講演概要: 平均場近似は、統計力学の分野で発展してきた近似手法であり、近年では深層学習において手軽に利用できる粗い近似として知られている。本講演では、平均場近似の中でも発展的な近似法である適応 Thouless-Anderson-Palmer 近似に焦点が当てられ、この近似法に関する講演者らの最近の研究成果が紹介された。

「特別講演 2」

オーガナイザー: 岡本 吉央氏 (電気通信大学)

講演者: László Végh 氏 (London School of Economics and Political Science)「Strongly polynomial algorithms for market equilibrium computation」

講演概要: 本講演では、講演者の最近の研究成果である、市場均衡問題に対する強多項式アルゴリズムについて説明された。扱われている市場均衡問題は、非線形凸計画問題に帰着される。講演では、鍵となる結果として、線形計画問題に対する変数固定法の非線形凸計画問題への拡張が説明された。

「離散最適化の理論とアルゴリズム」

オーガナイザー: 塩浦 昭義氏 (東京工業大学)

講演者: 岡本 吉央氏 (電気通信大学)

「幾何的最短路に関わる諸問題」

講演概要: 本講演では、多角形領域における最短路問題の理論について、知られている事項と重要概念が説明された。特に、最短路問題、始点固定最短路クエリ問題、最短路クエリ問題、直径計算問題、半径計算問題が取り上げられた。講演では、幾何的最短路の専門が現在携えている経験則や研究方針が明示され、さらに未解決問題もいくつか紹介された。

講演者: 高澤 兼二郎氏 (法政大学)「制約付きマッチングとその応用」

講演概要: 制約付きマッチングは、離散最適化やグラフ理論において、近年著しく進展している研究トピックである。本講演では、様々な種類の制約付きマッチング問題について、古典的な結果から最近の研究動向まで説明された。特に、多項式時間可解である様々な制約付きマッチングについて、最大最小定理を中心に紹介された。さらに、それらを用いた近似アルゴリズム設計についても概説された。

講演者: 柳浦 睦憲氏 (名古屋大学)「組合せ最適化問題に対する実践的解法の開発を目指して」

講演概要: 現実の意思決定に現れる多くの問題が、組合せ最適化問題として定式化できる。これらの問題を実践的に解決する上で、メタ戦略は欠かせない手法として定着している。その基本となる局所探索法においては、解に少しの変形を加えることで改善が得られるかどうかを確認する作業を多数回繰り返す必要があり、この基本動作の高速化が探索全体の効率化につながる、本講演では、この点に焦点を絞り、効率化のためのいくつかのアイデアが紹介され、また、高度な近傍捜査の設計例についても解説された。