

2018年春季研究発表会ルポ



安藤 和敏 (静岡大学), 井上 文彰 (大阪大学),
山下 真 (東京工業大学)

1. はじめに

2018年3月15日(木), 16日(金)に東海大学高輪キャンパスで2018年春季研究発表会が開催された。2月からの寒さが残っていた3月上旬とは異なり, 1日目は桜の開花が間近になったことを意識させる朗らかな陽気の中での開催となった。会場となった高輪キャンパスはアクセスのよい都心型キャンパスであり, 2日間で約410名という参加者があった。受付で受け取ったアブストラクト集を早速めくってみると, 次から次に面白い研究が目飛び込んできて, 発表聴講への期待感が高まるというものである。今回の研究発表会では, 2件の特別講演および141件の研究発表があり, 研究発表では計44のセッションが設けられた。

セッション名一覧

グラフ・ネットワーク (1)~(2), 連続最適化 (1)~(4), 離散最適化 (1)~(4), スケジューリング (1)~(2), 機械学習, ゲーム理論 (1)~(2), 信頼性 (1)~(2), 情報技術関連, デリバティブ・価格付け, 金融関連 (1)~(2), マルコフ過程・確率過程, 待ち行列, 輸送・交通 (1)~(3), 空間設計・施設配置, 公共関連 (1)~(2), エネルギー・環境 (1)~(2), 都市・地域・国土 (1)~(3), 生産関連, 経営関連・確率統計モデル, 予測, マーケティング (1)~(4), DEA, スポーツ, データ分析

セッションの名前から, 基礎理論から実学まで多岐にわたってオペレーションズ・リサーチの研究が行われていることが見て取れる。また, 今回は「ORよろず相談所」などの企画も新しく登場している。

2. 特別講演1

1日目の午後, 東京理科大学理数教育研究センター長の秋山仁氏による「発想の転換で不可能を可能に—

私の発想法と演出法—」と題した特別講演が行われた。大会実行委員長の松井泰子氏による紹介の後, テレビでよく拝見する長髪にバンダナという出で立ちで秋山氏が登場した。秋山氏をご存知のようにグラフ理論, 離散幾何学を専門とする研究者である。また, NHK高校講座「数学基礎」の講師を長年務め, 講演活動や執筆活動を精力的に行っている。

秋山氏のこうした活動の目的は数学の面白さを小学生にも理解できるような形で伝えることである。本講演においても秋山氏は一貫して, いくつか数学の結果の紹介を模型を使った実演によるわかりやすい方法を用いて行った。その実演を行う様が誰かに似ていると思っていたのであるが, それはフーテンの寅さんであった。寅さんの口上のような巧みな話術で観客も巻き込んで笑いを取っていた。後で調べたところ, 秋山氏は映画「男はつらいよ」の大ファンだということである。

秋山氏は優れた数学解説者というだけでなく, 70歳を超えた現在でも現役の数学者である。本講演の中で紹介された「四面体タイル定理」[1]は, 正四面体のいかなる展開図もタイル張り可能である, つまり, 正四面体のいかなる展開図を使っても平面を隙間なくダブリもなく敷き詰めることができることを主張する。この定理は秋山氏によって2007年に数学専



図1 特別講演 秋山仁氏

門誌に掲載された結果であるが、その後も精力的に原著論文を発表し続けている。(本講演で紹介された秋山氏の業績のいくつかについては[2]に詳しい解説がある。)

講演の最後に、秋山氏が館長を務める東京理科大学の数学体験館の紹介があった。この数学体験館には、本講演でも用いられた「数学の面白さ、有用性を表現し、五感で体感できる」模型や装置が多数展示されており、入館者はそれらに触って動かしたりすることができる。抽象的になりがちな数学の理論を、この施設では正に「体感」できるのである。

大学で数学的な科目を教えている筆者らにとっても、数学の面白さをわかりやすい形で伝えるということは大きな関心事である。秋山氏の数学の面白さをどうにかして伝えたいという思いは、筆者らにとっても大いに共感することができた。

3. 特別講演2

2日目の午後、総合警備保障株式会社(ALSOK)代表取締役社長の青山幸恭氏による特別講演「多様化するリスクに対応する安全・安心サービス」が行われた。

青山氏の講演では、「リスク」を共通のキーワードとして、現代の世の中におけるさまざまな事象が幅広い観点から解説された。初めに、リスクの要因として、大きなものに政治・経済・社会の動きが存在し、それらに影響されてさまざまな種類のリスクが顕在化するということが説明された。また、短期的なリスクと長期的なリスク、あるいは想定外のリスクと想定内のリスクなど、それぞれのリスクが有する性質を考える必要性が述べられた。さらに、リスクへの対策を考えるうえで、その手段には事前のものと事後のものが考えられること、ならびに、その行動の主体は、個人や自

治体から、企業、あるいは国家に至るまで多様であることが説明され、これを踏まえて、それらをサポートすることが警備業の役割であると解説された。

続いて、現代社会を取り巻くさまざまなリスクに関して、より具体的に、横断的な解説がなされた。アルゴリズム取引の隆盛による市場経済のリスク、諸外国の情勢による政治的リスク、ならびに紛争と治安に関するリスクが、グローバル化との関連で解説された。また、予知困難なリスクとしての自然災害や、すでに予知されているリスクである人口変動の話題、さらにはインフラの老朽化から環境問題まで、現代社会を理解するうえで有用な、多くの視点からのトピックが取り扱われた。

次に、警備業の概要が説明され、特に、警備業務は施設警備(1号)、交通誘導・雑踏警備(2号)、貴重品輸送(3号)、ならびに要人警護(4号)に分類されることが紹介された。また、現在の警備業の抱えている課題として、人手不足の問題があることが説明された。

最後に、今後の展望として、最新技術の警備への活用が述べられた。最適配置や警備計画など、ORのさまざまな活用法が期待される場面について解説があり、さらに、人工知能やIoT(Internet of Things)に代表される、最先端の情報技術を警備業に活用する展望など、警備業の未来を見据えた興味深い話題が紹介された。

4. 研究発表1日目

各セッションではさまざまな研究発表があり、そのどれもが興味深い研究であったが、すべてを網羅しようとするのがアブストラクト集と同じ厚さの本が必要になってしまうので、ここでは筆者らが聴講した中から独断と偏見で選んだ発表について、簡単にではあるが紹介していきたい。これを読んで興味が出てきたら、ぜひ講演者にコンタクトを取るなど研究論議を深めていただければ幸いである。

「輸送・交通(1)」における高橋直希氏(筑波大学)らの発表「ワンウェイ型ラストマイルモビリティシェアリングのオペレーション最適化及び新規戦略の検討」では、MaaS(Mobility as a Service)などモビリティシェアリングへの社会的関心が近年強くなりつつあることを背景として、1人乗り電気モビリティのサービスに関する新しい数理モデルの定式化が行われていた。また、将来的に想定される自動運転による



図2 特別講演 青山幸恭氏

自動配回送がサービスレベルの向上にどの程度の変化をもたらすのかを検証するためのシミュレーション結果が示された。

「離散最適化 (2)」における高澤兼二郎氏 (法政大学) らの「有向グラフにおける b -有向木」は、有向木の概念を一般化した b -有向木についての研究である。 b -有向木は、有向グラフの部分木で各点 v の入次数が b (v) 以下のものである。有向木が分割マトロイドとグラフ的マトロイドの共通独立集合として特徴づけられるのに対して、 b -有向木は一様マトロイドと疎性マトロイドの共通独立集合として特徴づけられる。最大重み b -有向木問題に対する多段階貪欲アルゴリズムの妥当性、詰め込み定理の成立、関連する多面体の整数分解性、といった有向木に対して成り立つよい性質が b -有向木に対しても成り立つことが示された。

「離散最適化 (3)」では、増田暁氏 (東京理科大学) らの発表「円詰め込み問題に対する混合整数DC計画法に基づいた手法」があった。円詰め込み問題とは、一つの外円と複数の小円が与えられたときに、小円を重ならないように外円の中に配置し、配置した小円の総面積を最大化することを目的とする問題である。円詰め込み問題の混合整数DC計画問題としての定式化が与えられ、混合整数DC計画問題に対する既存のアルゴリズムと発見的解法を組み合わせたアルゴリズムが導入された。数値実験結果によって、提案アルゴリズムは既存のアルゴリズムよりもよい解を出力することが示された。

「ゲーム理論 (1)」における黒須敦史氏 (防衛大学校) らの発表「捕捉者を伴う密輸取締ゲーム」では、密輸取締ゲームの拡張が提案された。密輸取締ゲームは、海上の広域を対象とした密輸者取締における、捜索者の資源配分と密輸者の逃走ルートとの関係をゲーム理論に基づいて考察するモデルである。黒須氏の発表では、捜索者が密輸者を上空から発見した後、海上で捕捉することが必要であるという観点から、従来のモデルに捕捉者を加える拡張が提案され、捜索側ならびに密輸者側の最適戦略が導出された。また、数値例を通じて、それらの最適戦略に対する分析がなされた。

同じく「ゲーム理論 (1)」における松林伸生氏 (慶應義塾大学) らの発表「Stability Analysis of Horizontal Mergers in a Market with Asymmetric Substitutability」では、クールノー寡占競争下における非対称な企業間の安定な合併について考察がなされた。企業が同質である場合には δ コア (ある企業が

提携から離脱した後も、ほかの企業は提携を存続するという想定下でのコア) が存在しないという結果が知られているのに対し、松林氏の発表では、企業の代替関係の非対称性が大きい直線的な市場においては、任意の参加企業数に対し δ コアが存在することが示された。

5. 研究発表2日目

「公共関連 (1)」の井上可葉氏 (成蹊大学) らによる発表「住宅選択のための最適化モデルと反復線形近似アプローチ」では、住宅価格の変動が生涯効用に及ぼす影響について数理最適化モデルを用いていた。このモデルでは、持ち家から借家への転居などがどのようなタイミングで行われるかが効用関数の最大化によって決定される。また、非線形の効用関数を最大化するアプローチとして、反復毎に近似精度を高くする区分線形関数による近似を用いる手法が提案された。今回の発表では収入に関してより現実的な状況を想定した数値結果が紹介された。

「連続最適化 (2)」の中山舜民氏 (東京理科大学) らによる発表「メモリーレススペクトラル・スケールリングMBFGS更新公式に基づいた非厳密近接勾配法の大域的収束性」では、機械学習によく現れるタイプの凸関数を目的関数としてもつ最小化問題に対して、非厳密近接勾配法にメモリーレスBFGS更新を導入した計算手法を提案しており、各反復の計算時間の短縮が実現されていた。大域的収束性など理論的な長所もあり、大規模な問題に対しての適用が今後期待される計算手法である。

「連続最適化 (4)」では、寒野善博氏 (東京大学) の発表「DCアルゴリズムを用いたトラス構造のロバスト最適設計法」があり、トラスのロバスト構造最適化に生じる相補性制約つき半正定値計画問題に対してDCアルゴリズムに基づく解法が提案された。ロバスト最適化では、重複部材をどう扱うかというところが数理的に難しく、整数変数を使うことで重複部材が現れないように最終的な解を求めていた。このような重複部材が構造を考えるうえでどの箇所にもどのように影響しているのかが図などを用いて理解しやすく説明が行われていた。

「離散最適化 (4)」における佐藤良亮氏 (東京大学) らの研究「双方向市場に対する多面体的クリンチングオークション」では、予算制約とポリマトロイド制約を伴う双方向市場における多面体的クリンチン

グ・オークション・メカニズムが提案された。このメカニズムは、買い手の誘引両立性、個人合理性、パレート最適性、および、収支バランスを満たすことが示された。また、提案メカニズムにおける各買い手の取引量は、ポリマトロイド的ネットワークフロー問題を解くことによって効率的に計算できることも示された。

「信頼性 (1)」における水谷聡志氏 (愛知工科大学) らの発表「しきい値をもつ累積損傷モデルのオーバertime取替方策」では、累積的な損傷によって故障に至るユニットに対する取替方策が考察された。損傷の発生ならびに損傷量が既知の確率分布に従うという仮定の下、累積損傷量がある閾値 Z を超えてから規定回数 N を経過した時点でユニットを取り替えるという方式が提案された。期待費用を最小化する Z ならびに N が導出され、数値例に基づく分析が行われた。

「待ち行列」における小林正弘氏 (東海大学) らの発表「2次元反射型ランダムウォークにおける定常分布の積率母関数の収束領域: 解析的証明」では、2次元反射型ランダムウォークにおける定常分布の積率母関数の収束領域を、解析接続に基づいて導出する方法が示された。定常分布の積率母関数の収束領域は、その分布が有する裾の漸近特性と密接な関係があり、非常に大きな混雑を引き起こす待ち行列に対する性能評価の基礎づけとなる。小林氏の発表で示された解析接続に基づくアプローチは、ランダムウォークに背後過程が存在する場合に拡張可能であるという点で有用であり、今後の研究の発展が期待される。

6. 学会賞表彰式

1日目の午後、学会賞表彰式が行われた。初めに、第19回業績賞が矢部博氏 (東京理科大学) に授与された。次に、第43回普及賞が、木村俊一氏 (関西大学) と斎藤努氏 (株式会社ビープラウド) に授与された。続いて、第42回実施賞が、株式会社日立製作所と株式会社NTTデータ数理システムに授与された。最後に、2017年度新フェローの武田朗子氏 (統計数理研究所)、中川慶一郎氏 (株式会社NTTデータ)、廣瀬英雄氏 (広島工業大学)、矢島安敏氏 (オリックス株式会社)、猿渡康文氏 (筑波大学)、牧本直樹氏 (筑波大学) にフェロー記が贈呈された。



図3 懇親会での鏡割り

7. 懇親会

キャンパス内の食堂「コモドール」にて行われた懇親会には約120名の出席があった。大山会長の挨拶に続いて濱本和彦氏 (東海大学情報通信学部学部長) から歓迎の挨拶があった。乾杯の発声に先立って、樽酒 (獺祭) の鏡開きが行われ、堀田副会長の乾杯の音頭で懇親会が始まった。懇親会場はやや狭い印象ではあったが、そのためか人間同士の交流が自然と促されることになり、かえってよい結果をもたらしたと感じている。また、会場には東海大学農学部が開発した芋焼酎「阿蘇乃魂」が提供されていた。懇親会のルポを担当した筆者は芋焼酎特有の匂いが苦手で普段は敬遠しているのであるが、「阿蘇乃魂」は匂いはほとんどなく非常に飲みやすいものであったため調子に乗って何杯も飲んでしまった。そのため、懇親会の詳細は記憶にないのであるが、大変楽しい会であったということだけは覚えている。

8. おわりに

実行委員長の松井泰子先生はじめ実行委員の皆さま、学生さんを含めたスタッフの皆さまのおかげで得るものが多い研究発表会となり、次の研究に向けて多くの刺激を受けました。心より感謝申し上げます。また、筑波大学の高野祐一先生には今回の執筆の機会を与えていただきました。御礼申し上げます。

参考文献

- [1] J. Akiyama, "Tile-makers and semi-tile-makers," *American Math. Monthly*, 114, pp. 602–609, 2007.
- [2] 秋山仁, "美の背後に潜む数理," *数学通信*, 17, pp. 6–18, 2012.