

2021年春季研究発表会ルポ



伊藤 真理 (東京理科大学), 太田 修平 (神奈川大学),
藤井 海斗 (国立情報学研究所)

1. はじめに

2021年3月2日(火)・3日(水)に、Zoomを用いたオンラインで2021年春季研究発表会が開催された。2020年は新型コロナウイルス流行のため春季・秋季研究発表会がどちらも中止となったため、1年半ぶりの研究発表会の開催となった。初めてのオンライン開催であったが、117件の研究発表と300名弱の参加者があり、普段と遜色ない規模となった。セッション名の一覧は以下のとおりである。なお今回、2件の特別講演は当学会のYouTubeチャンネル(チャンネル名: Operations Research Society of Japan)で公開されている。Web限定公開の動画もあるため、ご興味ある方はぜひ動画をご覧いただきたい。

セッション名一覧

企業事例交流会 (1)–(3), 連続最適化 (1)–(5), 最適化, 離散最適化 (1)–(4), 公共関連, スケジューリング (1)–(3), エネルギー・環境, 空間設計・施設配置, 都市・地域・国土 (1)・(2), 輸送・交通 (1)–(3), ゲーム理論 (1)・(2), 機械学習, 意思決定関連 (1)・(2), マーケティング, 経営関連, 政策・行政, 防災・減災対策, 金融関連, マルコフ過程・確率過程, 信頼性, 確率統計関連 (1)・(2), 物流・サプライチェーン (1)・(2), デリバティブ・価格付け, 信用リスク・リスク管理

2. 特別講演 1

1日目の午後、政策研究大学院大学の土谷隆氏による「新型コロナウイルス感染症とオペレーションズ・リサーチ」と題した特別講演が行われた。松井知己氏(東京工業大学)から略歴が紹介された後に、ご講演が始まった。新型コロナウイルス感染症の広がりに関する一考察(GRIPSディスカッション・ペーパー20(4)と本学会機関誌66(2)に掲載)にもとづくご講演である。

はじめに、土谷氏は、経歴、研究分野、研究トピックに関するご説明をされた後に、オペレーションズ・リサーチの定義について「モデリングとデザイン」という言葉を使用して語られた。メタな学問分野であるからこそ、横の繋がりによる現実問題に取り組む重要性を述べられた。新型コロナウイルス感染症という社会にとって重大な問題に対して、オペレーションズ・リサーチを適用する必要性を語られた。本研究着手のきっかけは危機管理研究会への参加と行政の新型コロナウイルス感染症対策に対する疑問であったと述べた。土谷氏は、公開されているデータと数理モデルを用いて新型コロナウイルス感染症の様態について検討した。

まず新型コロナウイルス感染症の国内感染者数や死亡者数などの概要紹介と欧米・韓国との感染者数と死亡者数との比較のご説明の後に、土谷氏が使用した公開データの詳細説明があった。分析に用いたモデルは、SIRモデルを単純化したものであると述べられ、文字の定義と式の説明があった。具体的には、SIRモデルが感染者の感染期間を指数分布を用いて仮定しているのに対し、本モデルは感染期間を一律 D 日としていることと、微分方程式を用いず、差分方程式を用いていることを述べられた。土谷氏は、モデルは真実の模写とイメージの共有が役割であると述べ、意思決定者にもわかりやすいモデルを構築することの重要性を述べた。

次に、行政で発表される陽性者数を予測する観測モデルについて説明があった。観測モデルにおける実効再生産数の定義についても説明があった。パラメータの推定結果として、感染期間 D 日や発症までにかかる期間 W_1 などを紹介した後に、感染力を表すパラメータ c は、東京都の新規陽性者数と発症日別陽性者数の実績にもとづき推定した旨、説明があった。また大阪府の感染力 S の推定についても説明された。さらに、最新の東京都における感染者数の予測について述べられた。

そのうえで、新型コロナウイルス感染症対策について言及された。具体的には、緊急事態宣言下での東京都の新型コロナウイルス感染症新規陽性者数予測を述



土谷 隆
(政策研究大学院大学)



OR学会最優秀発表賞特別講演賞
新型コロナウイルス感染症とオペレーションズ・リサーチ



写真1 土谷隆氏による特別講演1

べられた後に、厳しい行動制限と緊急事態宣言を実施した場合の緊急事態宣言解除時期について、言及された。土谷氏は、新型コロナウイルス感染症新規陽性者数の予測をホームページに公開している。このホームページへの予測結果の公開が、テレビなどのメディア出演のきっかけになったとの説明があった。数々のメディア出演歴紹介の後に、これらの社会への発信の機会について感謝の意を述べられた。講演時はコロナウイルス感染者数が下げ止まり傾向にあったことから、下げ止まりに関する解析を示された。今後社会または政府が新型コロナウイルス感染症対策をどのように実施すべきか、言及された。

最後に、オペレーションズ・リサーチの応用分野は極めて広く、今後の幅広い分野でのオペレーションズ・リサーチの適用の必要性を述べられた。危機管理研究会と本学会会員への謝辞をもって、ご講演を終えられた。

3. 特別講演2

2日目の午後、電気通信大学の岡本吉央氏による「理論の理論への応用は理論か応用か？」と題した特別講演が行われた。岡本氏は2020年度(第10回)OR学会研究賞の受賞者であり、最適化理論やアルゴリズム理論を中心に研究されている。ご発表は聴衆の好奇心を掻き立てるタイトルから始まり、そして今回の発表内容の導入に触れた後に、これまでのご自身の二つの研究成果にもとづき、理論の理論への応用の具体例が語られた。豊富に図を用いた発表であるため、本内容にご興味のある方は、当学会のYouTubeチャンネルで公開されている発表動画も是非ご覧いただきたい。

発表の導入では、今回の発表内容を考えるに至った経緯が語られた。岡本氏が今回のタイトル「理論の理論への応用は理論か応用か？」を決めた理由は、氏が受賞された2020年度OR学会研究賞の選考理由で使わ

理論の理論への応用は
理論か応用か

岡本 吉央
(電気通信大学)

2021年3月3日



写真2 岡本吉央氏による特別講演2

れた言葉、「理論の理論への応用」からきているという。岡本氏はこの受賞理由を読んだときに、いわゆる理論研究と応用研究の関係性を考えるようになったという。岡本氏は、ほかに事例研究を対象としてあげて、これら三つの関係性をネットワークでたとえられた。理論研究と事例研究はネットワークの頂点にあたり、応用研究はそれら頂点をつなぐ辺である。したがって、理論をほかの理論へ応用する研究や、理論を事例に応用する研究などが考えられる。このように、まず本テーマに対する著者の基本的な考え方が示されたうえで、次にこれまでに著者が携わった理論の理論への応用をした二つの研究が紹介された。

一つ目の紹介は、最適化理論とアルゴリズム理論を、ゲーム理論へと応用した研究である。岡本氏らは、ネットワーク型交渉ゲームにおいて、ナッシュ交渉解となる取引結果が存在するように最小個数の辺をネットワークに追加する問題は、多項式時間で解けることを証明した。この証明ではゲーム理論における未解決の問題に対して、アルゴリズムとしてGallai-Edmonds分解と、最適化手法として線形計画法の双対定理が応用された。

二つ目の紹介は、計算量理論を、最適化理論とアルゴリズム理論へと応用した研究である。岡本氏らは、古典的な最適化の問題の一つでありNP困難なナップサック問題が、指数時間計算量で解けるならば、そのアルゴリズムを用いて集合被覆問題もまた指数時間計算量で解けることを示した。同問題の多項式時間計算量の帰着は知られているが、岡本氏らの研究成果はそれよりも証明が難しかった指数時間計算量での帰着であると紹介された。

最後に岡本氏は、今回のタイトルに対する個人的な解答として、問いが間違っているという考えを示した。導入で語られたように、理論や事例に対して応用は相対的な考えだからである。また、ある分野では事例研究だと考えられていても、ほかの分野から見れば理論

研究といえる場合もあるため、そもそも理論研究と事例研究とを区別することも議論の余地があると語られた。質疑の時間では、理論研究、事例研究、応用研究のネットワーク関係について、ループ構造もあるのではないかとコメントもあった。

4. 研究発表

1日目および2日目ともに多数の興味深い発表がなされたが、紙面の都合上、すべてを掲載することはできない。ここでは、筆者らが興味をもった発表を簡単に紹介したい。

第1日目の「連続最適化(1)」では、佐藤寛之氏(京都大学)による「リーマン多様体上の共役勾配法の新しいクラスについて」の発表があった。共役勾配法をリーマン多様体上へと拡張するうえでの問題点は、各ステップにおける探索方向の計算が素朴にはリーマン多様体上に拡張できないことである。この問題を解決するために、これまで平行移動やその一般化であるベクトル輸送が用いられてきた。今回の発表では、探索方向の計算にベクトル輸送とは限らない一般的な写像を用いた枠組みが提案され、一般化されたウルフ条件や Zoutendijk の定理の条件への影響について議論された。酒井裕行氏(明治大学)らによる「適応的学習率最適化アルゴリズムの Riemann 多様体への拡張と自然言語処理への応用」では、制約となるリーマン多様体が積多様体の構造をもつ場合の既存アルゴリズム RAMSGrad を改善した手法が提案され、単語の Poincaré 埋め込みに関する実験によってその実験的性能が確かめられた。小林悠氏(明治大学)らによる「深層学習における適応的共役勾配法」では、機械学習における確率的な共役勾配法が丁寧に導入された後、擬似的な不偏性を満たすパラメータの選択法が提案された。

「エネルギー・環境」では、安東弘泰氏(筑波大学)らによる「高度自動運転化に向けたエネルギー消費効率に関する検討」の発表があった。本発表では、27分の1スケールの実車両において、自律運転と手動運転のエネルギー消費の比較結果に関する報告があった。松本拓史氏(電力中央研究所)らによる「3次元テンソル積スプライン関数を用いた太陽光発電出力の予測手法」の発表があった。松本氏らは、3次元テンソル積スプライン関数を用いた太陽光発電出力予測モデルを提案した。提案手法が既往手法よりも予測精度が高く、十分な頑健性を備えていることを報告した。

「ゲーム理論(2)」では、渡邊燃氏(東京工業大学)による「腎臓と肝臓の臓器マッチング」の発表があり、

腎臓と肝臓を同時に扱える臓器マッチングメカニズムが提案された。さらに、このメカニズムがパレート効率性、個人合理性、耐戦略性を満たすことが示された。質疑応答では、これらの性質を満たすほかのメカニズムの可能性について議論された。篠潤之介氏(早稲田大学)による「区間ゲームにおけるシャープレイ写像とその公理化について」では、提携値に不確実性が伴う協力ゲームである区間ゲームに対して、新しい解概念であるシャープレイ写像が考案された。既存の解概念では各プレイヤーの配分値が区間として与えられていたが、シャープレイ写像では全体提携値の実現値ごとに配分値が定められる。また、シャープレイ写像がある自然な公理を満たす唯一の解概念であることも示された。橋立洋祐氏(早稲田大学)による「グループの意思決定分析: 選好構造とグループシンク」では、グループの合意形成において不合理な意思決定が容認されるという現象(グループシンクと呼ばれる)が、意思決定の数理モデルを用いて分析された。

「スケジューリング(2)」では、小原樹杏氏(東京理科大学)らによる「入院患者の病床スケジューリング—海老名総合病院の事例—」の発表があった。小原氏らは、海老名総合病院における病床スケジューリングモデルを提案した。現場への提案モデルの適用についての質疑と議論があった。加藤尚瑛氏(成蹊大学)らによる「ナーススケジューリングにおける多様な解と類似な解」の発表があった。加藤氏らは、多くの制約が複雑に絡み合っているナーススケジューリング問題を対象とした。本研究は、解として得られた勤務表を現場の意思決定者が最適性を保ちながら修正することが困難であることを動機としている。本発表では、ナーススケジューリングにおいて、多様性と類似性を考慮した最適解列挙の観点から、意思決定者が取得可能な情報について報告があった。難波禎人氏(東京理科大学)らによる「保育士の選好の公平性を考慮したシフトスケジューリング」の発表があった。難波氏らは、保育士のシフト選好の公平性を考慮したシフトスケジューリングモデルを提案し、提案手法の有効性を報告した。定式化に関する議論があった。

「機械学習」では、住谷有規氏(東京工業大学)らによる「IPWを用いた医療における多種類介入のバイアス除去学習」の発表があった。患者情報と介入内容(手術を行ったかどうかなど)から治療結果を予測することを目標に、介入によるバイアスを除去しつつ学習を行う手法が提案された。複数の介入内容のあいだの因果関係を貪欲法を使って求めるという提案手法の優

位性が人工データによる実験で示された。質疑応答では、予測ではなく、最適な介入を見つけることを目的とした問題設定を考えられないかという提案がなされた。星野雄毅氏（東京工業大学）らによる「階層構造に対応した Attention 付ニューラルネットワークによる特許文書の FI 予測」では、特許文書を自動で分類するためのニューラルネットワークが提案された。エンコーダ・デコーダそれぞれの工夫の有効性が実際の特許データを用いた実験によって示された。片桐優帆氏（中央大学）らによる「生存時間解析を用いたヘアサロンにおける店販購入確率予測」では、ヘアサロンにおける各顧客の店販商品の購入間隔が、生存時間解析を用いて分析された。

2日目の「離散最適化(3)」では、室田一雄氏（東京都立大学）による「Min-Max Formulas for Separable Discrete Convex Minimization on Box-TDI Polyhedra」の発表があった。この発表では、Box-TDI 制約下での分離離散凸関数最小化問題に対して最大最小定理が示された。これまで離散凸解析で扱われてきた制約や目的関数と比べると、Box-TDI 制約はより一般的である一方で、分離離散凸関数はより狭いクラスである。大塚貴郁氏（東京工業大学）による「整数値をもつゲームの平等主義的解について」では、特性関数値が整数値をとるような協力ゲームに対する解概念が検討された。平等主義的解がよい性質をもたない一方で、ローレンツ安定集合はよい性質をもつことが離散凸解析の理論を用いて示された。水越雅紀氏（静岡大学）らによる「最小増加超距離木問題に対する k 制限部分木交換近傍に基づく局所探索アルゴリズム」では、データから系統樹を推定する問題に対する局所探索アルゴリズムが提案された。質疑応答では、近傍の大きさを決めるパラメータを変えると局所探索の反復回数がどのように変わるか、といったことが議論された。

「離散最適化(4)」では、田中雅人氏（東京工業大学）らによる「サークルグラフの頂点彩色」の発表があった。コンテナ船積荷問題に応用があるサークルグラフの頂点彩色問題に対して、整数計画問題としての定式化が提案された。この定式化が既存定式化より優れていることが実験的に示され、緩和問題とのギャップが質疑応答で議論された。小林健氏（富士通研究所）らによる「基数制約つき CVaR 最小化問題に対する 2 重切除平面法」では、投資する資産数に制約を課した平均 CVaR 最小化問題が検討された。2 段階最適化問題として定式化する手法が提案され、大規模な問題に対しては提案手法がより高速に解を見つけることが示さ

れた。質疑応答では、目的関数に加えられた L2 正則化項がアルゴリズムの導出において重要な役割を果たしていることが補足された。神谷俊介氏（NTT データ数理システム）らによる「整数線形計画問題に対する重みつき局所探索法」では、0-1 変数に限らない整数線形計画問題に対して、制約をペナルティ項として加えた目的関数に対して繰り返し局所探索を適用するアルゴリズムが提案された。

「マルコフ過程・確率過程」では、廣津信義氏（順天堂大学）らによる「Modeling a football match as a Markov process: Estimating teams' strengths relating to the degree of the division of the pitch」の発表があった。サッカーの試合において、ボールがチームで保持されているか、または相手チームへ移行したかという実測データから、攻撃力や防御力といったチームの強さを定量評価する内容であった。本発表では、分割されたピッチ領域を考慮したモデルにもとづき、たとえばサッカー J1 リーグの各チームの、中央ピッチからゴール前ピッチへのボール運びの強さが数値で評価された。徐逸凡氏（東京工業大学）らによる「Analysis of user mobility in cellular networks using number-based handover skipping technique」では、スキップする基地局の個数にもとづくハンドオーバーモデルの性能について発表があった。ハンドオーバーとは、移動中に携帯電話などの通信端末が接続する基地局を切り替えることである。提案モデルを用いて、スキップした基地局の数に対する単位時間あたりのハンドオーバーの頻度やデータの通信量が示された。河西憲一氏（群馬大学）による「途中退去する待ち行列モデルの分解公式による評価」では、顧客が待ち行列から途中退去するモデルに対して、その顧客の経過待ち時間の定常密度関数の解表現が提案された。

「信頼性」ではまず、水谷聡志氏（愛知工業大学）らによる「冗長システムに対する拡張年齢取替方策」について発表があった。 $n (\geq 1)$ 個のユニットからなる冗長システムに対して、従来研究の Replacement First および Replacement Last をそれぞれ拡張した予防保全方策が提案された。提案方策は、冗長システムの一つであるランダム K -out-of- n システムに適用されており、さまざまなシステムへの適用可能性が紹介された。次に、Zhang Jiahao 氏（広島大学）らによる「A Note on Sensitivity Analysis of Epistemic Uncertainty in Fault Trees」では、各コンポーネントの信頼性を表すパラメータが、システム全体の信頼性に及ぼす影響の評価方法について発表があった。具体的には、コン

ポーネントのアベイラビリティとフォールトツリーから与えられるシステムの構造の情報を入力として、各コンポーネントがシステムのアベイラビリティに与える影響の感度分析を可能とした。これによってたとえばシステムの設計段階において、システムのアベイラビリティを向上させるためには、どのコンポーネントのアベイラビリティを重点的に改良すべきかを評価することが可能となる。

「輸送・交通 (3)」では、チュヤシン氏 (工学院大学) らによる「BIKE-BUS: 自転車とバスの組合せシステムの提案」の発表があった。日本におけるバスの利便性向上を目的として、氏は車内に自転車を搭載できるバスの構造設計手法を提案した。榎本俊祐氏 (筑波大学) らによる「流動人口データを用いたコミュニティバスのルート設計」の発表では、土浦市新治地区を対象として、流動人口データにもとづく利便性の高いコミュニティバスのルート設計手法が提案された。スマートフォン所有者の GPS 位置情報という、非常に密度の細かいデータを丁寧に前処理したうえで、対象地区で人が滞在する点を推定し、 p -median 問題を解くことで、停留所の配置を含めたいくつかのバスのルートが示された。羽佐田紘之氏 (東京大学) らによる「車両プローブデータを活用した道路移動嗜好の逆推定」の発表では、実距離や所要時間だけでは計れない車両の移動嗜好を、多くの車両の走行実績データから逆推定する手法が提案された。氏らはこの問題を、最短経路問題の逆問題である **Inverse Shortest Paths Problem** と考えて、数理最適化問題によって表現した。結果としてたとえば、抜け道的に利用されている道路の発見が可能となった。また提案手法は、観光地における旅行者の移動データの分析に応用できることも示唆された。



写真 3 近藤賞を受賞された室田一雄氏

5. 学会表彰式

1日目の午後、学会賞表彰式が行われた。はじめに、第8回近藤賞が室田一雄氏 (東京都立大学) に授与された。続いて、第22回業績賞が木村俊一氏 (北海道大学名誉教授) に授与された。次に、第46回普及賞が高橋豊氏 (京都情報大学院大学・京都大学名誉教授) と山下英明氏 (東京都立大学) に授与された。第45回実施賞は該当者なしと発表された。引き続き、2021年度新フェローの飯塚秀明氏 (明治大学)、笠原正治氏 (奈良先端科学技術大学院大学)、神山直之氏 (九州大学)、品野勇治氏 (Zuse Institute Berlin)、田中環氏 (新潟大学)、米沢隆氏 (日本アイ・ピー・エム (株)) にフェロー記が贈呈された。最後に、前会長である齊藤裕氏に名誉会員記が授与された。

6. おわりに

初めてのオンライン開催であったが、東京工業大学の水野真治先生をはじめとした実行委員のみなさま、スタッフのみなさまのご尽力のおかげで、大きなトラブルもなく盛況のうちに終わった。実行委員とスタッフのみなさまに心から感謝申し上げます。また、今回の執筆の機会を与えていただいた東京工業大学の澄田範奈先生にお礼申し上げます。