

2021年秋季研究発表会ルポ



藤田敏治 (九州工業大学), 平山克己 (北九州市立大学)

1. はじめに

2021年秋季研究発表会が9月16日、17日の両日にわたり、九州大学において開催された。正確には、新型コロナウイルスの感染者数減少が見込めない中、春につづき今回もオンラインでの開催となった。前回九州大学で開催されたのは1997年、当時は福岡市東区の箱崎文系キャンパスで開催されたが、現在、九州大学は福岡市西区へ移転しており、魅力的な小都市として2021年の某世界ランキングで3位に選ばれた糸島市との境界付近に位置している。OR学会としては新キャンパスでの初開催となるはずであったが、その点では残念である。

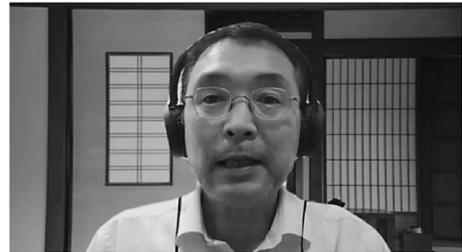
発表会当日は、2件の特別講演と学会賞表彰式、そして五つのZoom会場に分かれての約80件の研究発表が行われた。研究発表のセッションは以下のとおりで、2日間にわたり、合計276名の参加者が活発に議論を交わした。

セッション名一覧

連続最適化 (1)~(3), 離散最適化 (1) (2),
グラフ・ネットワーク (1) (2),
エネルギー・環境 (1) (2), 空間設計・施設配置,
都市・地域・国土 (1) (2), 輸送・交通 (1) (2),
マーケティング (1) (2), 物流・生産管理,
情報技術関連, 意思決定関連,
ゲーム理論 (1) (2), 確率統計関連 (1) (2),
確率統計モデル, 信頼性 (1) (2),
待ち行列, マルコフ過程・確率過程,
特別/部会セッション (1) (2), 金融関連

2. 特別講演1

初日の午後、宋宇OR学会九州支部長の司会で、九州大学基幹教育院ラーニングアナリティクスセンター長の本實新一氏による「ラーニングアナリティクスの可能性と課題」と題した特別講演が行われた。九州大学では、2016年2月に基幹教育院にラーニングアナ



特別講演1 本實新一氏

リティクスセンターを設置、本實氏のリーダーシップのもとで、数々の賞を受賞するなど活発にラーニングアナリティクスに関する活動がなされてきた。今回の講演では、九州大学における多くの先進的な取り組みについて紹介された。

冒頭、近い将来には世界における教育ビッグデータがPB（ペタバイト）級のものとなる可能性が指摘され、教育におけるDX（デジタルトランスフォーメーション）への期待、そしてデジタル技術の貢献する分野として、オンライン講義・学習、学習状況の管理の効率化、学習方法の多様化、コロナ（COVID-19）禍における教育が挙げられた。

ラーニングアナリティクスは、多様な学習関連データを蓄積・解析し、学習の最適化や環境の改善を行っていくもので、学習とデータサイエンス、教育技術（EdTech）を統合し、さまざまな教育の課題の解決を図っていくことを目的としている。その基本的システム構成は、学習支援システムを中心に、データを蓄積するデータベースとラーニングアナリティクスの結果の可視化（ダッシュボード）からなる。

九州大学においては、e-LearningシステムとしてMoodleを、eポートフォリオシステム（講義日誌の記録）としてはMahara、デジタル教科書配信システム（講義スライドの共有と配信）としてはBookQを導入し、そのログは年4億件（2020年度）に達しているとのこと。こういったデータの教育・学習支援への活用例として、各種プラグイン「Moodle上でのリ

アルタイムレスポンスボタン」「予習達成度」「学習活発度の可視化」の開発、データに基づく教育・改善例として「テキスト閲覧状態の分析」「学習日誌のデータベースからのテキストマイニング」など、また、研究開発の例として「教材の自動要約」「教材内重要箇所の推薦」「授業前理解度分析・資料推薦」などが紹介され、予習達成率の増加や成績向上へもつながっていることが示された。そのほかにも、プログラミング演習への支援においては学生の取り組み状況やエラーの頻度および時系列推移の可視化を実現、予習・復習の学習パターン解析によって成績上位者が下位者よりも高頻度で予習を実施していることを把握、成績予測では6週目までの活動分析で90%の成績予測性能が得られたことなどの取り組みも紹介された。さらには、ラーニングアナリティクスに基づく多世代の学びのサポートや視線や脳波などの生体情報の利用なども試みているとのこと。大学におけるオンライン形式の授業も日常化してきた昨今の状況下でタイムリーな話題であった。

3. 特別講演2

2日目の午後には、東京都立大学の室田一雄氏による「離散凸解析の偶然と必然」と題した特別講演が行われた。同氏は2014年に第15回業績賞を受賞しており、数理工学のさまざまな分野で顕著な業績を挙げてきたことが高く評価されている。また、2014年から2年間は副会長を務めるなど、日本オペレーションズ・リサーチ学会の発展にも寄与している。

さらに、2021年度には近藤賞を受賞され、オペレーションズ・リサーチ分野の人材育成に大きく貢献している。

今回の特別講演はPart I「道のり」、Part II「最近の研究」という2部構成で講演が行われた。Part Iでは偶然と幸運というテーマを基に同氏の研究の歴史について語られた。また、Part IIでは必然



特別講演2 室田一雄氏

と当然というテーマで、同氏の研究業績を振り返り数多くの研究成果は必然であり、当然の結果だったと述べられた。

また、ORは問題解決の学問であり、この学問領域は大きくProblem SolvingとTheory Buildingの2領域に分けられるとし、前者は現実問題に挑むアプローチであり、後者は枠組み、手法や考え方を提示するアプローチであると語られた。

離散凸解析は、整数格子点の集合のうえで定義された関数を、凸解析と組合せ論の両方の視点から考察する理論であり、離散最適化、オペレーションズ・リサーチ、システム解析、ゲーム理論、数理経済学、離散幾何などへの応用がある旨、わかりやすく解説された。離散凸解析の基礎となるマトロイド理論はWhitneyによって1935年に導入された。離散凸解析はM(マトロイド)凸関数、L(劣モジュラ)凸関数の概念、共役性および双対性が理論の骨格であり、種々の問題に対してアルゴリズムが開発されている。

室田氏と凸解析との出会いは伊里正夫先生の電気回路に関する論文だったそうである。意外にも、室田氏の最初の研究は凸解析ではなく、多項式行列の集合分割問題に関する研究だったらしい。伊里先生の論文では電気回路はグラフ理論とエネルギー理論で表現できるという内容だったようだ。さらに、電気回路における凸性の意義と役割に関する考察を物理と数理の両面から行った論文だそうである。さらに、電圧がL凸関数、電流がM凸関数であることから離散凸解析の着想を得たようだ。

その後、1994年にAndreas W. M. Dress氏に出会い、室田氏が考えていた多項式行列の次数は付値マトロイドであることを示唆され、離散凸解析の体系化に至ったようだ。このような経緯から理論構築の研究も決して無駄ではなかったと回想された。

Part IIでは、さまざまな凸関数を分類、体系化し各関数をルジャンドル変換やMin Max定理などを用いてその性質を明らかにした。特に、整凸関数の共役関数や分離凸関数を解析する手法について語られた。さらに、TDI(完全双対整数性)やBox-TDI多面体など最新の研究についてもわかりやすく解説された。

4. 学会賞表彰式

1日目の午後には、学会賞の表彰式が執り行われた。第11回研究賞は来嶋秀治氏(九州大学)、第11回研究賞奨励賞は伊藤勝氏(日本大学)、横井優氏(国立

情報学研究所), そして第11回論文賞は藤原洋志氏(信州大学), 荒木直浩氏(株式会社マイクロテック), 山本博章氏(信州大学)が受賞された. 第41回事例研究賞は該当なし, 第39回学生論文賞については応募総数20編の中から, 小原光暁氏(東京大学), 加納伸一氏(筑波大学), 杉浦知樹氏(名古屋大学), 田中雅人氏(東京工業大学), 羽佐田紘之氏(東京大学), 枇々木裕太氏(慶應義塾大学), 渡邊燃氏(東京工業大学)の7名の方が受賞された.

5. 研究発表

2日間にわたり多くの発表がなされたが, ここでは, 筆者らが聴講した発表の中からいくつか紹介したい.

初日の「エネルギー・環境 (1)」における最初の発表は, 小杉隆信氏(立命館大学)による「経験曲線効果を考慮した新技術導入条件の解析と電源構成モデルでの検証」であった. 新技術の単位コストが, 累積生産量の増加に伴い減少する状況下で, コスト一定の従来技術と新技術の比較が行われており, 発電技術を例として, 電源構成モデルが取り上げられた. 既存の最適電源構成モデルは現実に即している一方で, 大変複雑なため, ここで提案された簡易モデルに基づく解析の有用性を検証することが目的とのこと. 実際, 既存の電源構成モデルを用いた結果とも整合し, この種の解析がより容易に行える可能性が示された. なお, 複数の異なる新技術が競合する場合についても今後扱いたいとのことであった.

つづいて, 野口宇宙氏(筑波大学)らによる「自律運転車群に対する手動運転車が与える影響の考察」の発表があった. 最近では自動運転技術の発展も目覚ましく, 近い将来完全自動運転の実現も視野に入ってきているが, この発表は, 複数の自律運転車が走行する環境に手動運転車が混じった場合の影響という観点から, ミニチュアモデルを利用したシミュレーションが実施された. 一定のルール(前の車との距離に応じて自動運転)に則って走行する自律運転車だけの状況と, 手動運転を想定しての道路状況を鑑みた判断が加えられた車が混在した状況とで, エネルギー効率と平均走行速度を指標とした考察がなされた.

綿引由美氏(筑波大学)らの「競走系による太陽光パネル設置数変動の数理モデル」では, まず, 地域社会における無秩序な太陽光発電パネルの大量設置に対し, 地域のエネルギー供給と調和する最適化が必要との問題意識が提起された. 地域社会の土地利用モデル

として, 太陽光パネルの利用面積の変化をLotka-Volterraの方程式により表現することが提案され, そこでは被食者を農地, 捕食者を小規模太陽光発電とした定式化による分析がなされた. シミュレーションに際しては, 太陽光発電設備設置規制の有無に応じたパラメータの設定がなされ, その結果から, 設置規制の効果などが示された.

「確率統計関連 (2)」では, まず, 譚康融氏(久留米大学)による「システムにおける異常値などの検知について」の発表があった. ここでのシステムの異常とは, コンピュータシステムにおける不正侵入やサイトへの攻撃, 経済システムの分野における経済指標の乖離や構造変化などとのこと. これらの異常値の検出に対するハイブリッドな検出方法の提案であった. 実際, シミュレーションによりSVM, One-class SVM, Bayesian推論については, それぞれメリットやデメリットがあり, ハイブリッドな手法の必要性が述べられた. DoS攻撃, DDos攻撃を想定したシミュレーションにおいて有効性が確認され, ほかに株価や新型コロナウイルス感染症関連の数値実験も試みたところ良好な結果が得られているとのことであった.

舛井裕輝氏(順天堂大学)らの「Analysis of soccer player's activity profiles using deep learning technique」は, サッカー選手の活動データをもとにした動作の分類に関するものであった. 大学でサッカー部の指導も行っているという発表者によれば, 近年, ウェアラブルデバイスを用いてサッカー選手の総移動距離やスプリント回数などを計測・評価することが一般的となっているが, これに質的データ(シュート, パス, 蹴り足など)をも加えての分析は相当に困難なため, 計測データから動作を推定することが重要であるとのこと. 発表では, 計測データをFFTで変換後, クラスタリングなどにより, 実際に動作が分類可能であることが示唆された.

「連続最適化 (3)」の最初の発表は川崎英文氏(九州大学)による「 n 次元中間値の定理とゲーム理論へのその応用」であった. 冒頭, 中間値の定理に関連する既存の結果が紹介されたのち, ポアンカレ・ミランダの定理が実態は零点定理であるため, その自然な拡張としての n 次元中間値の定理を陽な形で与えた結果が示された. その後, 各プレイヤーが二つの純戦略をもつ n 人戦略形ゲームへの適用により, 特定の範囲の利得を与える混合戦略の存在が示された. 零点定理, 中間値の定理ともに非常に明快な図による解説がな

れ、理解が深まった方も多かったと思われる。

つづいて、ロウレンソ武流野フィゲラ氏（統計数理研究所）らによる「双曲錐の露出性について」の発表があった。双曲錐は最も一般的な錐といえるが、これも他の錐と同様に半正定値行列錐のスライスとして表現可能か（3変数まで可能との結果はあり）との問題意識が提起された。研究の目的は、双曲錐と半正定値行列錐の比較であり、発表では、一つの方向性として半正定値行列錐のもつ恭順性に焦点が当てられ、双曲錐でもこの性質が成り立つことが示された。内容の濃さに対し、少々発表時間が短く感じられたが、丁寧に証明のエッセンスが説明されていた。

研究発表2日目は、まず、「離散最適化」において菊池明飛氏（九州大学）による「季節性の考慮の重みを最適化する施設配置モデル」の発表があった。この発表ではp-medianのような従来法では積雪などにより交通容量が低下した場合、施設の最適配置が異なるという問題提起を基にした研究であった。季節を考慮した施設の最適配置モデル（multi p-median）を提案し、シミュレーションを提示した。シミュレーションモデルでは三角格子状の仮想ネットワークを構築し、施設利用者数密度を指数関数、交通容量低下率を一様分布でランダムに割り当て、multi p-medianモデルの性能が示された。質疑応答では交通容量低下率の分布に関して議論された。

「都市・地域・国土」では川辺怜氏（筑波大学）による「平成の大合併で消滅した旧自治体隣接関係」の発表があった。この発表では平成の大合併により、3,000程度の市町村数が約半分に減少したデータを基に、旧自治体の隣接関係がどの程度失われたかという問題提起を基に隣接グラフを用いて分析していた。自治体をノード、共通の行政界を有する自治体間をリンクで結ぶ非退化三角形分割を用いて、合併により消滅したリンクを直接消滅リンク、当事者間合併ではないがより広い空間に統合されたために消滅したリンクを間接消滅リンクとして合併前後の隣接グラフを数値的に分析していた。特に興味深かったのは、長野県山口村が岐阜県中津川市に編入した越境合併など特殊な合併に関してもヒアリングを行っている点である。

「情報技術関連」では草地翔斗氏（大阪大学）による「少ない順位づけを用いるランキング手法の評価：決定性と乱択」の発表があった。この発表では候補者に対する投票者の選考順序すべてを集計することは困難であるという問題提起がなされ、過去の研究から

「投票者に上位 k 人の候補者を尋ねる」（決定性）という手法に対してランダムにピックアップされた候補者の集合を投票者に与えて順序づけさせる（乱択）の手法により良い近似があることを計算機実験により示した発表内容だった。計算機実験ではPython 3の公開ライブラリーSPIC（Single Peaked Impartial Culture）を用いてBorda得点、Kendallの順位相関係数などの指標により乱択による投票の有効性が示された。

「信頼性」では渡邊勇人氏（東京都市大学大学院）による「大量のフォールトデータに対する判別分析の適用可能性に関する一考察」の発表があった。この発表ではフォールトビッグデータの全体的な傾向を把握する方法として、判別分析法を適用していた。また、実際にBugzillaというバグトラッキングシステムに登録されているApache HTTP Severのフォールトデータを用いた数値例が示された。

「特別/部会セッション」では大山達雄氏（政策研究大学院大学）による「科研費データ分析に基づくわが国の大学・研究機関の実績評価」という研究者には大変興味深い発表があった。まず、わが国における競争型研究資金の推移についての説明があり、研究助成金の成長増加過程をロジスティック曲線（Logistic curve）を用いて示した。この結果1987年から2019年にかけてのわが国の国立、公立、私立の大学における学問分野別研究者数の構成比の大きな特徴は、国立大学の人文社会科学系は約10%、自然科学系が約80%、その他分野がほぼ10%であることを示した。それに対して私立大学では、人文社会科学系の割合が常に約30%以上と高く、自然科学系は約50%程度であることを示した。

「ゲーム理論（1）」の最初の発表は毛利裕昭氏（早稲田大学）らによる「紛争アクターが内部に潜在故障グラフ構造をもつ場合の影響について」であった。問題意識として、個々のプレイヤーが考える目的や理想のみを評価するのではなく、組織の構造的問題も考慮すべきとことが挙げられた。具体的には、紛争当事者間の交渉に関するモデルをもとに、アクター内に複数の内部プレイヤー（組織）があり、それら内部組織間の関係をグラフで表現したモデルが提案された。内部プレイヤー間の提携切れや種々の協調不可能性の概念も取り入れられていた。

つづいて早川論明氏（筑波大学）らによる「品質を考慮したCournotゲームによる携帯電話市場への新規参入分析」の発表があった。寡占市場において新規

参入が市場に与える影響を数値化することを目的に、Cournot競争モデルを拡張し、特に携帯電話市場への新規参入に関する分析がなされた。先行研究を拡張し、通信品質の差異までを考慮したモデルが構築され、これに応じて市場の価格もプレイヤーごとに異なる設定がなされ、より実際の状況を表現しうるモデルが提案された。そして、日本市場を例に、新規参入による既存MNO（移動体通信事業者）への影響と社会への影響の両面での分析がなされ、新規参入の品質コストが高い（品質が低い）ほど既存MNOへの影響は小さいが、一方で新規参入の品質コストが低い（品質が良い）ほうが、社会的利益の面ではよいことなどの結果が示された。

3番目の発表は、竹田理信氏（慶應義塾大学）らの「大手小売企業のオムニチャネル戦略に対抗するためのD2C企業の出店戦略に関するゲーム理論的分析」で、これは大手小売企業による実店舗とオンラインを組み合わせたオムニチャネル戦略に対し、オンラインのみで販売するD2C（Direct To Consumer）企業の実（体験型）店舗出店の有効性に関する分析であった。解析の結果、多くの場合、D2C企業にとってはオンライン店舗の充実以上に体験型店舗の出店が有効であることが示された。

「マルコフ過程・確率過程」では、水野信也氏（静岡理工科大学）による「連続時間型マルコフ連鎖を利用した施設密集度最適化手法の提案」の発表があった。背景としては、COVID-19に対する感染予防としての密回避があり、この研究は、施設内全体を対象に最適化を考えたもので、密集を回避する方策を考える手掛かりになるとのことであった。具体的には、連続時間型マルコフ連鎖により施設内の人の分布状況をあらわし、定常分布の分散を密集度と定義し、滞在率を説明変数とした密集度最小化が行われた。加えて、Wi-Fi利用の混雑回避を目的に、同モデルをWi-Fi利用者のログデータに対して適用した結果も紹介された。

鈴木柊一郎氏（早稲田大学）らによる発表「新型コロナウイルスの影響を鑑みた大学が取るべき方針」では、大学の授業形式としてオンラインか対面のどちらをとるほうがよいかについて離散時間マルコフ過程を用いた解析がなされた。モデル化に際しては、感染の収束日数および累計感染者数の二つを評価指標とし、対面授業割合、PCR検査受診率、ワクチン接種率を変数としての最小化が考えられた。この種の問題に対応するモデルとして、SIRモデルやそれを拡張したSEIRモデルがあるが、ここでは、さらに拡張したモデルを考え、症状なしの感染者や、濃厚接触者などにも個別に対応させ感染の状況を詳細に表現していた。今回の解析では、ワクチン接種が最も効果的であること、対面授業の実施は収束日数を減少させる効果はあるが、一方で累計感染者数を増加させるとの結果が得られていた。

6. おわりに

大会2日目、福岡では台風が接近し市内の小中高等学校では前日から休校が決まるほどの警戒態勢でした。実際、JR筑肥線は朝8時以降運転見合わせ、新幹線も午後運休となり、「中止」もしくは「大混乱の2日目」とならなかったことは幸いで、オンライン開催の長所を感じた次第です。

大会の実施にあたっては、九州大学の古川哲也実行委員長をはじめ、実行委員の皆様、学生スタッフ、学会事務局、関係者各位のご尽力があったこと、また、参加された多くの皆様にご協力いただき、大きなトラブルもなく盛況のうちに大会を終えることができたことに心より感謝申し上げます。

今後、アフターコロナで社会が変わろうとする中、ORが果たすべき役割もさらに大きくなっていくはず。学会員皆様のますますのご活躍を祈念し、ルポを締め括りたいと思います。