

特集にあたって

河西 憲一 (群馬大学)

例年、日本オペレーションズ・リサーチ学会待ち行列研究部会のメンバーが中心になって開催してきた「待ち行列シンポジウム」が 2020 年度も開催されました。今回は 2021 年 1 月 25 日 (月) から 27 日 (水) の 3 日間にわたって大阪大学会館アセンブリー・ホールにて通常の対面形式のみならず、オンライン形式も併用した開催方式を目指して準備を進めてきました。しかし、2021 年 1 月初頭に生じた社会的事態の急変を考慮し、開催約 2 週間前にオンライン形式のみに変更することが決定されました。結果的に開催を目前に控えての変更になり、混乱は避けられないと懸念しましたが、発表者並びに参加者の皆様はもとより、待ち行列シンポジウム実行委員の方々のご協力とご理解により無事終えることができました。深く感謝いたします。

待ち行列シンポジウムの開催回数は、今回の 2020 年度で 37 回を数えます。第 1 回は 1980 年度に開催されました。関連研究集会や名称を変えたシンポジウムも含めるならば、今日に至るまでに 40 回の開催実績を重ねてきたこととなります。我が国における待ち行列研究が、これほどまで長きにわたり続けられていることは、多くの方々のたゆまぬ努力の結果であることは言うまでもありません。さらには、単に長く続けているだけではなく、発表内容が一定の水準に保たれていることに驚きを感じるとともに、敬服の念に堪えません。これまでの待ち行列シンポジウムの開催実績や、待ち行列研究に関係するより詳しい情報は、待ち行列研究部会のホームページ¹ にまとめられていますので、是非ご参照ください。

本特集の目的は、待ち行列シンポジウムの研究成果を多くの方々に知っていただき、待ち行列研究とその周辺分野の裾野を広げることにあります。今回のシンポジウムでは一般セッション 5 件、学生セッション 13 件、ショートペーパーセッション 3 件の研究成果が発表されました。発表者および参加者の皆様から自薦と他薦を募り、待ち行列研究部会幹事の木村達明先生 (大阪大学)、さらに本特集をご提案いただいた編集委員の佐久間大先生 (防衛大学校) と協議し、発表された研究

成果から次の 6 件を解説記事としてお届けすることにしました。

1. 無限サーバ待ち行列モデルにおける Age of Information の解析：井上 文彰 (大阪大学)
2. Lévy 過程の在庫制御問題について：野場 啓 (統計数理研究所)
3. 道路渋滞を考慮した Car/Ride-Share システムの待ち行列解析：中村 彩音・フンドック トウアン・安東 弘泰 (筑波大学)
4. ブロードキャスト型合意形成における合意結果の確率特性：塩田 茂雄・加藤 大 (千葉大学)
5. 整理券付き待ち行列：車塚 彩菜・矢島 萌子・三好 直人 (東京工業大学)
6. パラメータ不確実性を考慮した連続時間マルコフ連鎖モデルによるシステム性能評価：岡村 寛之 (広島大学)、鄭 俊俊 (立命館大学)、土肥 正 (広島大学)

これらの内訳は、一般セッションからの選出が 3 件、学生セッションからの選出が 3 件になっています。近年の本シンポジウムでは、学生セッションが多数を占める傾向にありますが、そのほとんどは今後の発展が期待できる内容です。中でも今回取り上げる記事は、学生さんの主体的な探究心の発露を元にする研究成果として十分一読に値するばかりか、一般セッションからの記事と比べても決して遜色のない内容です。

また、本シンポジウムは「待ち行列」と銘打っていることもあり、ややもすると話題が待ち行列に限定されると思われるかもしれませんが、しかし、本シンポジウムでは待ち行列に限らず関連する確率モデルの話題を広く扱ってきました。今回も同様であり、待ち行列の話題を含めて、興味深い研究成果が数多く発表されました。取り上げる記事も直接的に待ち行列を扱った内容ばかりではないことがご理解いただけると思われる。以下、それぞれの記事を簡単に述べます。

まず 1 番目の記事では、AoI (Age of Information) に関する解説が述べられています。解説にもあるように、AoI は情報が生成された時点からの経過時間を表し、文字どおり「情報の年齢」とでもいうべき指標で

¹ <https://orsj.org/queue/>

す。本記事では、AoIの確率分布を無限サーバ待ち行列モデルの定式化に基づいて論じています。無限サーバ待ち行列モデルがAoIを解析するうえでどのように生かされるのか、その一端を知ることができる記事になっています。また、記事そのものが非常にわかりやすく、待ち行列やAoIの専門外の方にも難なく読みこなすことができるでしょう。近年、AoIは多くの研究者から関心を集めている研究テーマであります。本学会の皆様にも興味深い内容であること請け合いです。

次に2番目の記事は、在庫制御問題の解説です。在庫制御問題はオペレーションズ・リサーチで扱われる代表的な問題であることは申し上げるまでもないでしょう。本記事では在庫の補充などの制御をしない場合の在庫量をLévy過程と呼ばれる確率過程でモデル化する場合を論じており、最適な在庫の補充方法を従前とは異なる考え方を使った証明に基づいて導出しています。一般的な枠組みを前提としているので適用範囲が拡大するという恩恵を受けます。その具体的な適用例も示唆されており、一般化することの大切さを改めて知ることができる内容です。

3番目の記事では、次世代の移動概念であるMaaS (Mobility as a Service)に関連した話題を取り上げています。具体的なMaaSのサービスとしては、車の貸出を目的としたカーシェアリングが我が国でも最近は広く知られているところです。海外ではいわゆる「相乗り」を目的としたライドシェアも普及しているようです。本記事ではこれら二つのサービスを融合したCRS (Car/Ride-Share)と呼ばれるサービスのシステム性能評価を、待ち行列理論を応用して論じています。システムの性能評価を目的とする場合、利用者視点に立った評価指標(本記事でいえば、利用者の待ち時間に拠点間の移動時間を加味した平均所要時間)に焦点を当てることが多いのですが、本記事では経済的な採算性という供給者側の視点も含めて論じている点が特徴的です。

4番目の記事は会議などの意思決定における合意形成過程を想定した確率モデルの話題です。本記事は、非常に多数の意思決定主体者を想定した場合に、合意結果の確率分布がどのように収束していくのか、理論的な解析結果を紹介しています。本記事では意思決定を主な考察対象としていますが、工学上の問題、たとえばプロセッサが自律分散制御に基づいて負荷を均等化するロードバランシングなどにも、合意形成に類似する決定過程が見受けられたことが紹介されており、抽象化された確率モデルによる解析がさまざまな分野

につながることの好例といえます。数学的な証明も示されているので、読み応えのある記事です。本学会の多くの皆様から関心を得るものと期待します。

5番目の記事は整理券を使った窓口受付システムに関する待ち行列の話題です。たとえば銀行の受付窓口では、現在受付中の番号を表示する装置を設置して、受付案内をすることが多いでしょう。このような窓口受付システムでは、見かけ上の順番待ちの人数と、実際の順番待ちの人数との差が一つの関心事です。同システムは普段の日常生活でも目の当たりにするので、その特性を解明することは、社会的要請を考慮すれば一層意義深いですが、いざ数理的に厳密に解析するととなると困難が伴うとされています。具体的にどのような困難が伴い、そしてどのように克服するのか、本記事ではその解説とともに一つの解決策が示されています。

6番目の記事では、確率モデルを特徴づけるパラメータの不確実性に関する論考が述べられています。たとえばM/M/1待ち行列を考えると、到着率と平均サービス時間が本記事で想定するパラメータです。測定データを振り所にパラメータを決めると、測定データの数(大きさ)はもとより、パラメータの値にも依存して、本来の確率モデルが理論的に算出する性能評価指標と乖離することが予想されます。本記事ではその程度を定量化するための方法論を、数値例を交えて紹介しています。本記事は、適用対象が待ち行列モデルに限定されることなく確率モデル全般に及ぶので、多くの方々に参考となることを期待します。

以上、本特集で取り上げた研究成果はいずれも待ち行列シンポジウムの参加者のみならず、本学会の皆様から広く関心をもたれる内容であることを確信します。本特集の記事をご覧になり、その結果共同研究などに結びつき、新たな展開への一助となれば幸いです。なお、取り上げた記事以外にも本企画の趣旨に沿うであろう興味深い発表があったことを付け加えておきます。

本特集の解説記事をご執筆いただいた皆様には、何かと落ち着かない社会情勢が続く中、快くご執筆を承諾していただきました。この場を借りて改めて厚くお礼を申し上げます。さらに、本特集を承認して下さった機関誌編集委員会の皆様にも謝意を表します。待ち行列シンポジウムの研究成果を学会の皆様と共有する貴重な機会を与えていただいたことは、今後も本シンポジウムを継続していくことへの大きな励みになります。本特集が待ち行列とその周辺分野を広く含めた研究者間の交流を促進し、相乗効果を生み出す契機となることを祈念いたします。