

第34回2017年度待ち行列シンポジウムルポ

「確率モデルとその応用」



木村 達明 (日本電信電話株式会社)

1. はじめに

2018年1月17日～19日の3日間、大阪大学会館アセンブリーホール（大阪府豊中市）にて、2017年度待ち行列シンポジウム「確率モデルとその応用」が開催された。本シンポジウムは、待ち行列理論を中心とし、情報システムや通信ネットワークの性能解析など、確率モデルに関する理論・応用を広く扱う研究集会であり、今回で34回目の開催という非常に長い歴史をもつ。今年度も多くの確率モデルに関わる研究者が集まり、3日間にわたって活発な議論が行われた。

シンポジウム全体を通しての参加者は49名で、待ち行列研究部会を中心に27件の発表があった。発表の内訳は、一般セッションが6件、学生セッションが15件、ショートペーパー・セッションが6件となっている。このうち、ショートペーパー・セッションについては、未完成な発表内容であっても、有望で新しい知見をいち早く共有し参加者との議論により研究を深めることを目的とし、今年度から新たに設けられた。プログラムの一覧についてはシンポジウムのHP (<https://sites.google.com/site/qsymp2017/>) にて公開されているため、興味がおありの方はご覧いただきたい。

2. 一般セッション

一般セッションはシンポジウム1日目に2セッションが開催され、待ち行列モデルの理論的な解析からシステム評価への応用までさまざまな研究が発表された。コンピュータセキュリティ分野における耐侵入システム (Intrusion Tolerant System; ITS) の待ち行列モデルを用いた数理的な性能評価や、遊園地などの施設における優先パス (priority pass) を用いた混雑制御の影響を、ゲーム理論の観点から評価したのなど、情報ネットワーク以外の適用先についての興味深い応用研究が発表された。ネットワークに関連するもので

は、QoS保証型ネットワークの性能評価に向けた、トラヒックに上界・下界が与えられたもとの最大統計量の評価に関する発表や、エッジの切断を考慮した優先的選択をもつ確率ネットワークに関する研究発表などがあった。また、待ち行列モデルの理論的な発表としては、客の途中退去のある (impatient customer) 割り込み優先権付き M/M/m 待ち行列モデルにおける待ち時間およびサービス時間分布の解析があった。

3. 学生セッションおよびショートペーパー・セッション

シンポジウムの2、3日目に開催された学生セッションでは、一般セッションの倍以上の研究発表があり、またいずれも非常に質の高いものであった。2日目のセッションでは、Software Defined Network (SDN) におけるTCPパケット通信を対象とし、フロー到着とクロストラヒックを考慮した待ち行列モデルの解析や、データセンタにおけるジョブの処理をモデル化し、サーバ稼働数制御により省電力化へ活かす提案、基地局間協調のある移動体ネットワークにおけるハンドオーバー率の解析など、近年注目されている情報システム・ネットワークに向けた新たな確率モデルを用いた研究発表が印象的であった。同様に、現在ホットトピックとなっているビットコインを題材とし、トランザクション承認時間を待ち行列モデル化する取り組みや、生化学反応システムのマルコフモデルによる分析、企業の売上や損失を確率過程でモデル化した企業価値のリスク評価法、さらにはフライトレコーダを使った航空機の着陸を表す待ち行列モデルの構築に関する発表など、情報システムに閉じずに、広くさまざまな「事象」の確率的な解析に関する研究発表が見られ、確率モデルというツールがさまざまな分野に应用可能であることを改めて実感できた。また、3日目の学生セッションでは、BGPネットワークにおける障害状況の可視化法や障害影響推定法、Device-to-Device



シンポジウムの様子

(D2D) ネットワークのモデル化と通信成功確率の解析, 基地局配置に行列式点過程を用いた無線ネットワークモデルの無線干渉場における強度無限大の極限解析など, 理論・応用の両面から興味深い発表が行われた。

最初にも述べたとおり, 本年度のシンポジウムから, ショートペーパー・セッションが追加された。1日目のセッションでは, エスカレータは止まるべきか歩くべきか, 雀荘の客の待ち行列モデル化, マルコフモデルによるプロテニスプレーヤーの分類など, ささまざまな日常の現象に対する新たな切り口による確率モデルについての発表を聞くことができた。2日目のセッションでも, 連続時間非斉時マルコフ連鎖の一般化法に関する取り組みの紹介や, SNSのモデル化などに用いられる複雑ネットワーク上の情報拡散過程に対する強相関近似を用いた解析手法の紹介などがあり, 活発に議論が行われた。今回のショートペーパー・セッションの開催のような新しい取り組みにより, 今後も確率モデルを題材とした多くの興味深い研究が, このシンポジウムで発表・議論されることが期待される。

4. 学生研究奨励賞

本シンポジウムでは, 例年, 優秀な発表を行った若干名の学生に対して研究奨励賞を授与している。今年度も多くのレベルの高い学生発表の中から厳しい審査のうえ, 以下2名が選出された。

- ・木村雅俊氏 (大阪大学) 「レベル依存する $G/G/1$ 型マルコフ連鎖における条件付き定常分布の誤差評価付き数値計算法」

- ・矢島萌子氏 (東京工業大学) 「マルコフ型集団到着過程と裾の軽いサービス分布を持つ無限サーバ待ち行列の安定性の十分条件」

木村氏の発表では, レベル依存型 $G/G/1$ マルコフ連鎖と呼ばれる, 多くの待ち行列モデルが帰着可能なあるクラスのマルコフ連鎖に対し, レベルが N 以下であるという条件付き定常分布を高精度に計算する手法が提案された。数値計算により得られる解と実際の解との誤差を理論的に評価可能な点が提案手法の強みであり, 非常に一般的なクラスにおいてこのような結果が得られたことは興味深い。矢島氏の発表では, 裾が軽いサービス分布をもつ $BMAP/G/\infty$ 待ち行列モデルの安定性に関するもので, 到着する集団の大きさの対数期待値が有界であること (LSBM 条件) が安定性の十分条件であることが示された。集団型無限到着サーバ待ち行列モデルの安定性に関する議論は既存研究にはあまり見られないため, 非常に重要な結果であると言える。なお上記2名への表彰式については, 第273回待ち行列研究部会 (2018年2月17日 (土)) の中で行われた。

5. おわりに

待ち行列研究部会では今回新しい取り組みとして, 本誌 (日本オペレーションズ・リサーチ学会機関誌) 8月号において2017年度待ち行列シンポジウムの特集を企画している。本ルポでは取りきりなかった数々の興味深い研究内容が, 全OR学会員向けにわかりやすく紹介される特集となる予定なので, 発刊をぜひ楽しみにしていただきたい。また, 本シンポジウムの報文集も販売されているので, 興味がおありの方は待ち行列研究部会の主査・幹事にアクセスしていただければと思う。

最後に, 本シンポジウム開催が盛況のうちに終えることができたのは, 2017年度待ち行列研究部会主査である実行委員長の塩田茂雄先生 (千葉大学), 幹事の佐久間大先生 (防衛大学校), ならびに実行委員の方々のご尽力によるものであった。さらに, 会場利用等に関しては, 滝根哲哉先生, 井上文彰先生 (大阪大学) に多大なご協力をいただいた。参加者を代表し, 改めて感謝の意を表したい。