

# 第35回2018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 (大阪大学)

### 1. はじめに

2019年1月23日～25日の3日間、早稲田大学小野記念講堂（東京都新宿区）にて、2018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1980年における第1回の開催から数えて今回で35回目となる非常に長い歴史をもつ研究集会である。タイトルにもあるとおり、待ち行列理論を中心とし、確率モデルに関する理論的な話題から最新の情報通信システムや社会システムへの応用まで、多様な発表が毎回行われている。

今年度のシンポジウムの参加者は50名であり、一般セッションでは5件、学生セッションでは9件、そしてショートペーパー・セッションでは8件の発表が行われた。また、シンポジウム2日目には町原文明先生（東京電機大学）による特別講演が行われた。なお、ショートペーパー・セッションについては、昨年度から新たに設けられた枠組みであり、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ている。プログラムの一覧については2018年度待ち行列シンポジウムのホームページ (<https://sites.google.com/site/qsymp2018/>) にて公開されているため、興味があればぜひご覧いただきたい。

### 2. 一般セッション

一般セッションでは二つのセッションに5件の発表があったが、それぞれ異なるテーマを扱っており、いずれも非常に興味深いものであった。シンポジウム初日のセッションでは、豊泉洋氏（早稲田大学）から生物の巣の大きさのダイナミクスをマルコフモデル化し、生物の真社会性（eusociality）を解析する興味深い研究発表が行われた。また、岡村寛之氏（広島大学）からはペトリネットにおけるパーフェクトサンプリングへエンベロープ法を適用し、その計算時間を大幅に削減するアルゴリズムの提案が行われた。最終日のセッ

ションでは、井上文彰氏（大阪大学）から、待ち時間制約および滞在時間制約のある待ち行列モデル間の関係についての発表があり、これまで特定の条件下でしか明らかでなかったこれらのモデルの性能指標間に対し、初めて一般的な枠組みでの簡明な関係づけが提示された。また池川隆司氏（早稲田大学、東京大学）からは、メッセージ送信においてパケット分割が行われる場合における、ペイロード長と平均応答時間の関係についての待ち行列モデルによる解析結果が報告された。

### 3. 学生セッションおよびショートペーパー・セッション

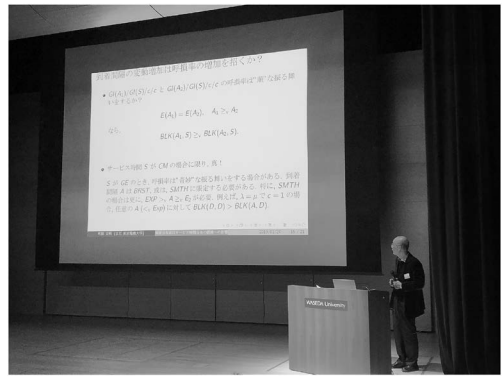
学生セッションおよびショートペーパー・セッションはそれぞれ三つずつ開催され、9件と8件の発表が行われた。一般セッションにも引けを取らない質の高い発表ばかりで、非常に密度の濃い時間となった。初日の学生セッションでは、乗り合いタクシーや遊園地のアトラクションなどで想定される、サービス客のグルーピングがある待ち行列モデルにおける安定条件の導出や、高密度セルラ網に向けたジニブルクラスター点過程を用いた通信品質解析に関する発表があった。シンポジウム2日目の学生セッションでは、多工程かんぱんシステムや宅配ボックスシステムといった実社会におけるシステムを対象とした待ち行列モデルを用いた解析結果が発表された。一方、理論的な発表もいくつかあり、M/G/1型マルコフ連鎖に対しレベル増分切断近似を行った場合における定常分布の誤差解析や、一般的なマルコフ連鎖を対象とし、推移率行列の北西角が与えられたもとでの条件付き定常分布の計算方法に関する新たな視点での特徴づけ、そして、非線形反応拡散方程式による連続モデルと離散トラス上のランダムウォークによるマルコフ過程モデルとの関係に関する研究などが発表された。また、無線ネットワークに関する研究として、再試行型待ち行列モデルを用いたコグニティブ無線の性能解析や、高密度セルラ網

においてハンドオーバの過剰発生を防ぐための時間制限型ハンドオーバ法の提案があった。このように、理論研究から社会・産業に向けたさまざまな応用までが並行して議論されるのが本シンポジウムの特徴であり、また、その応用先の広さは確率モデルの汎用性の高さを象徴していると言える。

ショートペーパー・セッションは昨年度から追加されたものであるが、今年度もさまざまな発表があり、活発な議論が繰り広げられた。優先客と非優先客がある図書館の貸出図書や、タクシー乗り場とタクシーの乗車時間との双方を考慮した待ち行列のモデル化、飲食店における客席案内戦略のマルコフ決定過程による最適化などの身近な事象を題材としたものから、複数反射型Levy過程を用いた、待ち行列長に依存する退去のある確率微分方程式の解析など、多くの興味深い発表があった。このように、ショートペーパー・セッションはシンポジウムの活性化を目的として設けられた取り組みであり、新鮮な研究内容がいち早く展開・議論される、非常によい機会であるように感じた。

#### 4. 特別講演と学生奨励賞

シンポジウムの2日目には、町原文明氏（東京電機大学）による「待ち行列における到着間隔あるいはサービス時間の変動増加はシステム混雑を増加させるか？」（当日のスライドタイトルは、「到着分布或いはサービス時間分布の混雑への影響」）と題した特別講演が行われた。本講演では、これまで同氏が取り組んでこられた、到着間隔やサービス時間のバースト性（およびその逆としてスムーズ性）がシステムへ与える影響がどのようになるのかという研究に関してであった。バースト性については単純に分布間の二次モーメントの大小ではなく、任意の凸増加関数の期待値に対して順序関係が成立する場合、stochastically more variable (SMV) であると言い、指数分布よりもSMVの意味で大きいクラスを「バースト性がある」と定義された。このもとの、GI/G/1のような非常に一般的な枠組みにおいて、到着間隔のバースト性が大きくなれば待ち率が増加することが証明できる。ほかにも、無限サーバ系や即時系などさまざまな系に対する結果が紹介され、たとえばM/G/c/cでは到着のバースト性が増すと呼損率が小さくなるが、一方で分布に依存して逆の結果になる場合があるなど、興味深い多くの結果が同氏のユーモア溢れる語り口で紹介され、大変貴重な時間となった。



町原文明氏による特別講演の様子



研究奨励賞受賞者発表の様子

また、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）「マルコフ連鎖における条件付き定常分布の線形不等式系による特徴づけ」
- ・徳山喜一氏（東京工業大学）「移動体通信におけるtime-basedなハンドオーバ制限のモデルとその解析」

木村氏の発表は、一般にマルコフ連鎖の推移率行列の北西角が与えられたもとの条件付き定常分布の計算方法に関するものであり、この条件付き定常分布が満たす線形不等式系を用いて特徴づけが可能であることを示した。この新しい着眼点により、既存研究において論じられていた性質もすべて説明可能となる点も重要な成果と言える。徳山氏の発表は、移動体通信を対象とし、過剰なハンドオーバによる通信性能の劣化を防ぐための方法として、セル内に滞在する時間によりハンドオーバを制限する方式の提案であった。確率幾何を用いたアプローチにより提案手法を解析し、適

切な近似を加えることで、最適なパラメータが理論的に得られた点も興味深い。なお上記2名への表彰式については、第280回待ち行列研究会（2019年2月16日（土））の中で行われた。

## 5. おわりに

今年で35回目を迎える待ち行列シンポジウムだが、理論的なものから身近なシステムのモデル化に至るまでさまざまな研究発表が見られ、大変有意義な会議であった。本ルポ記事を読まれてご興味をもたれた方は、ぜひとも次回のシンポジウムへのご参加・ご発表を検

討していただきたいと思う。また、本シンポジウムの報文集も販売されているので、ご要望の方は待ち行列研究会の主査・幹事へアクセスしていただきたい。

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、2018年度待ち行列研究会主査である実行委員長の笠原正治先生（奈良先端科学技術大学院大学）、幹事のフン・ドック・トゥアン先生（筑波大学）、ならびに実行委員の方々のご尽力によるものであった。さらに会場利用などに関しては、豊泉洋先生（早稲田大学）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。