

# 2011年度（第30回）待ち行列シンポジウム

## 「確率モデルとその応用」ルポ



河西 憲一（群馬大学）

### 1. はじめに

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が中心となって運営してきた待ち行列シンポジウムが2012年1月18～20日の3日間にわたってホテルクラウンパレス浜松（静岡県浜松市）で開催された。本シンポジウムは待ち行列を基軸とした応用確率モデルについて理論のみならず応用に関心がある国内の研究者が一堂に会する国内最大の研究発表集会であり、今回で通算30回目の開催となる。3日間のシンポジウムで参加者は70名を超え、一般講演28件に加え特別講演1件の研究が発表された。待ち行列というオペレーションズ・リサーチの特定分野で30回にわたってはほぼ毎年シンポジウムが開催されてきたことは国内のみならず世界を見渡してもほとんど他に例がないと思われ、驚くべきことであるといっても過言ではない。

本シンポジウムは待ち行列という看板を掲げつつもその扱う範囲は決して狭くない。確かに待ち行列の待ち行列による待ち行列のための理論的研究が中心である。さらに伝統的に扱ってきた待ち行列システム（生産システムや情報通信システムなど）のモデル化と性能評価も言うに及ばないが、その他に待ち行列システムに関係なく確率過程の応用とモデル化にも関心が集まる。また、待ち行列システムをサービスサイエンスの視点から分析する試みも重要なテーマであり、今後の本シンポジウムで取り組むべき課題であろう。

### 2. ひろがる確率モデル：一般講演から

マルコフ過程に立脚した待ち行列システムのモデル化と性能評価が主立って講演されたなかで、本年度の待ち行列シンポジウムでは、極値理論、幾何確率、空間閾値グラフ、というこれまで主に対象としてきた話題とは幾分異なる内容を扱った研究成果が発表された。その中でも幾何確率を使ったNTT研究所の斎藤洋氏の講演は多くの聴衆の関心を集めたと思われる。対象物の有無（2値情報）を検出するセンサがランダムに



特別講演をされた川島先生

配布されている場合を考える。このとき対象物の形状についてどれほどの情報が得られるかを解析した結果、センサの検出範囲と対象物の形状がともに凸性をもつ場合は対象物の外周長と面積が推定できるという内容であった。

本シンポジウムは待ち行列システムを対象とした確率過程の解析に馴染んでいるため、時間軸からの視点で確率構造を分析することが多い。確率過程の考え方で待ち行列システムをとらえる場合、そのダイナミクス把握が性質解明の第一歩であるからである。斎藤氏の講演はその視点を空間へ移すことで確率モデルの世界がひろがることを具体的な成果として示しており、「確率モデルとその応用」と銘打っている本シンポジウムにも大きな刺激を与えたことであろう。

### 3. 通信トラヒック研究回顧：特別講演

今回のシンポジウムでは東京農工大学の川島幸之助先生に特別講演をしていただいた。川島先生がNTT研究所に在籍されていたころから現在に至るまでの40有余年にわたる通信トラヒック工学の研究を回顧された内容であった。時分割システム（Time Sharing System, TSS）のスケジューリング方式、移動通信方式、パケット交換、回線交換、統合デジタルサービス通信網（Integrated Services Digital Network, ISDN）な

どの研究に始まり、大学に移られてからはピアツーピアネットワークや無線 LAN など、情報通信技術の幅広い分野について通信トラヒックの観点から研究されてきたことがうかがえた。最後の質疑応答では、企業で研究のみならずマネジメントにも従事されたご自身のご経験を踏まえた所見を述べられた。人材育成の場としての本シンポジウムが担う役割と照らし合わせると非常に示唆に富む内容であった。

#### 4. 次世代への期待：研究奨励賞の講演

一般講演のうち学生に対して贈られる研究奨励賞の対象となる発表が 10 件にのぼった。研究奨励賞は今回で 4 回目の試みである。本シンポジウムはわが国における待ち行列分野の研究者にとってこれまでも挑戦意欲の奨励、並びに若手研究者の持続的な育成の場として大きな役割を果たしてきた。研究奨励賞はその役割を更に強固にするものとして定着しつつある。本年度の研究奨励賞は井上文彰君（大阪大学）、平井嗣人君（京都大学）、丸山真介君（東京工業大学）の 3 人に贈られることになった。受賞者が 3 人にのぼったということはそれだけ優秀な講演が集まった結果である。いずれも今後の活躍が大いに期待される。以下、順に紹介する。

井上君の講演はマルコフ型到着過程 (Markovian arrival process, MAP) を入力とする単一サーバ待ち行列で disaster が発生する場合を解析した内容である。コンピュータなどで突発的に故障が発生した結果、その機能が完全に失われる場合がある。Disaster とはそのような破局的な故障のモデルを意図しており、待ち行列モデルにおいては disaster が発生すると待ち行列の系内容がすべてなくなり、系が空の状態に遷移する。井上君は disaster と客の到着が共通のマルコフ

連鎖によって支配されており、かつ客のサービス時間分布が到着前後のマルコフ連鎖の状態に依存する場合に、系内仕事量の分布関数について考察し、その LST (Laplace-Stieltjes transform) を解析的に導出した。

平井君の講演はクラウドコンピューティングでのタスクの処理方法であるバックアップタスク・スケジューリングの性能解析である。クラウドコンピューティングではタスクを分割し、分割されたタスク (サブタスク) を複数のワーカーが担う方式を採用する。さらにバックアップタスク・スケジューリングにおいてはサブタスクのコピーを用意し、サブタスクと並行してワーカーが処理する。このようなスケジュール方式ではサブタスクのコピーをいくつ用意すべきかが関心事となる。平井君はバックアップタスク・スケジューリングを M/G/1 待ち行列モデルを基礎としてモデル化し、タスクの応答時間の観点から最適なサブタスク数が数値計算上安定的に評価できる近似式を極値理論を使い導出した。

丸山君の講演は空間閾値グラフに関する内容である。空間閾値グラフは  $\mathbb{R}^d$  上にランダムに配布されたノードと枝から構成されるグラフであり、幾何ランダムグラフの一種とされる。空間閾値グラフでは枝の張り方が 2 つのノードに付随する重みとノード間の距離の関数に応じて決まるという特徴を持つ。丸山君は空間閾値グラフの連結成分 (空間閾値グラフの部分グラフであり、連結グラフの極大) のサイズについてその確率分布の特徴をモーメントと確率母関数の観点から分析し、定常ポアソン点過程に従ってノードが生成される場合、ある強度を境にモーメントと確率母関数が有限となることを明らかにした。

#### 5. おわりに

1 月に開催されるため何かと天候が気になりとなる本シンポジウムではあるが、今年度は 3 日間を通じて大きなトラブルに遭遇することもなく、無事に終えることができた。また、今回のシンポジウムは以前にもまして実り多く、様々な意味で未来に期待の持てる講演がそろったといえよう。

最後にシンポジウム開催に先立って実行委員長である高橋豊先生 (京都大学) から本シンポジウム第 1 回の実行委員長を務められた長谷川利治先生 (京都大学名誉教授) が 2011 年 11 月 28 日に逝去されたことが伝えられた。長谷川先生は本シンポジウムの創設に多大な貢献をされ、その後も長く支えてこられた。本シンポジウム開催に先立ち長谷川先生に対して参加者全員が謹んで哀悼の意を表し黙とうを捧げた。



研究奨励賞受賞者。右から、丸山君、平井君、井上君