

特集にあたって

小沢 利久 (駒澤大学)

1909年、コペンハーゲン電話会社の電話技師であったアーランが待ち行列理論における最初の論文を発表した。それから既に一世紀以上が経過したが、待ち行列理論に関連した研究は今も盛んに進められている。理由として様々なことが考えられるが、ここでは強いて二つのことを取り上げたい。

一つは、「待ちが生じる」「混雑が起きる」といった現象がかなり普遍的なものであり、システムを考察するうえで待ち行列モデルが有効に機能していることである。生産や通信などの分野で新たな方式が提案されれば、それに合わせて待ち行列理論も発展してきた。最近では救急医療などサービス分野への応用も見られる。本誌2004年7月号の特集「待ち行列モデルで考える一広がる領域—」では、この視点から特集を組ませていただいた。また、今年度本誌4月号の特集「はじめよう待ち行列」にもそれがうかがえる。

もう一つの理由は、待ち行列モデルの解析が本質的に難しいことである。 $M/G/c$ がある意味、解けないモデルであることはよく知られている。待ち行列ネットワークでは、ジャクソン・ネットワークなど、滞在客数の定常分布が積形式解を持つ場合を除いて、理論的研究はあまり進んでいない。難しいが故にそれを攻めるための新しい理論が生まれ、発展してきたのであり、難しいが故にやるべきことが残されているのである。今回の特集はこの視点から組ませていただいた。

最初の3件は待ち行列ネットワークの解析に関連するものである。筆者(小沢)による最初の記事では、待ち行列ネットワークの安定性について解説した。安定性とは、滞在客数が時間経過とともに発散するか否かについての性質であるが、これは、確率モデルとして定常分布が存在する条件にも直結しており、待ち行列モデルの最も基本的な性質の一つである。

続いて小林正弘氏には、一部の待ち行列ネットワークを含むより一般的な確率モデルである多次元反射型ランダムウォークについて、その定常分布の漸近解析を解説していただいた。積形式解を持たない場合に待ち行列ネットワークの定常分布そのものを求めること

は非常に困難な未解決問題である。多次元反射型ランダムウォークについても同様であり、まずは漸近的な性質を明らかにしようという研究が進められている。

高田寛之氏には、従来とはまったく異なる待ち行列ネットワーク解析へのアプローチとして、確率ネットワーク算法と中でも扱いが難しい最小統計量について解説していただいた。通信ネットワークなどのネットワークでは、遅延といったサービス基準が設定され、その基準を満たすようにネットワークを設計・運用する。そこで、ネットワークの性能に関し、分布や平均などの評価量を厳密に求めようとするのではなく、はじめから不等式による評価を前提として提案・研究された解析手法がネットワーク算法である。

もう2件の記事は、マルコフ連鎖の数値計算法と点過程に関するものである。増山博之氏には、構造化マルコフ連鎖の切断誤差評価について解説していただいた。待ち行列モデルを解析する過程で現れるマルコフ連鎖の推移確率行列は、ある種の綺麗な構造を持つ場合が多い。今年度本誌4月号で取り上げられた準出生死滅過程もその一つであるが、準出生死滅過程は、定常分布の計算アルゴリズムを推移確率行列の有限個の要素のみを用いて構成できるという特徴を持つ。しかし、一般には可算無限の要素を考慮する必要があり、それを計算上有限に収めるための工夫が重要となる。

三好直人氏による最後の記事では、点過程の多次元版である空間点過程とそのセルラネットワークへの応用について解説していただいた。今年度本誌4月号の同著者による解説にあるように、点過程は待ち行列モデルを非常に一般的な枠組みで解析するための理論として利用されてきた。その点過程が2次元に拡張され、基地局の配置モデルとして利用され、セルラネットワークの評価につながっていく様子をこの記事から知ることができる。

これらの5件の記事で現在の待ち行列理論の状況を網羅することはとてもできないが、読者の方々にはその一端でも感じ取っていただければ幸いである。