

## 特集にあたって

笠原 正治 (京都大学)

近年の情報通信ネットワークの高速大容量化は著しく、それとともにインターネット電話やビデオストリーミングのような実時間制約の厳しいサービスや、クライアント同士で通信を行うピア・ツー・ピア通信のような新しい形態の通信が急速に普及してきている。インターネットは情報を獲得するための必要不可欠なインフラストラクチャとしての地位を確立しており、インターネットを支える情報通信ネットワークの適切な設計・制御・構成法は益々重要となってきている。

情報通信ネットワークは不特定多数のユーザがランダムに通信資源を要求するシステムであるため、システムの設計や性能評価には従来待ち行列理論やマルコフ連鎖に代表される応用確率論が用いられてきた。特に電話交換網においては、回線数を設計する上でアーラン呼損式の果たす役割が非常に大きいことは広く知られているところである。

しかしながらインターネットを支える情報通信ネットワークにおいては、IPパケットのトラヒック特性はバースト的かつ強い相関を有し、マルコフ的なトラヒックモデルではそのような相関構造を完全に表現できない。そのため、マルコフ的な性能解析では遅延やパケット棄却率のような性能評価量を高精度で予測することが難しく、新しい性能評価法が強く望まれるようになってきている。これに加えて最近では、エンドユーザが体感する通信品質を定量的に特徴付ける通信品質評価法の必要性が高まってきた。

このような背景の下に、近年ではネットワークトモグラフィに代表されるリンク状態推定法やネットワーク算法 (Network Calculus) と呼ばれる確定的トラヒックフロー理論のような、従来のOR的手法とは異なる数理的アプローチが登場し、注目を集めるようになってきた。本特集では、このようなインターネット性能解析における新しいアプローチについて、第一線で活躍されている研究者の方々に解説をお願いした。

まず塩田茂雄氏には、最近のインターネット性能評価の話題を概論的に紹介していただいた。具体的には

TCPの解析モデル、確定的トラヒックフローの理論であるNetwork Calculusと確率的性能評価への応用、ネットワーク測定、ネットワークトポロジーのモデリング、といった従来のOR的手法とは異なる確率的・統計的アプローチについて解説していただいた。

最近ではネットワークの状況を正確に把握するために、ネットワークに試験トラヒックを発生させて観測を行うアクティブ計測や、ネットワークの特定箇所に測定装置を導入して実トラヒックを観測するパッシブ計測といわれるネットワーク計測が注目を集めている。これらの計測手法から得られる統計的情報は局所的・断片的であるため、エンド・ツー・エンドの通信品質評価や異常なトラヒックフローの同定には統計解析的なアプローチが欠かせない。鶴正人氏には、局所的な観測・計測情報からエンド・ツー・エンドの通信品質やネットワーク内部の状態を推定するネットワークトモグラフィについて解説をしていただいた。また、川原亮一氏らには、ルータを通過する複数のパケット流から異常なパケットフローを同定するパケットサンプリング手法についての解説を行っていただいた。

従来の待ち行列理論を発展・応用させてインターネットの性能解析を行う試みも活発に行われている。会田雅樹氏らには、近年のインターネットではデータ転送系リソースの輻輳だけでなく制御系リソースの輻輳も問題となってきている点を踏まえ、ユーザの再試行動作が通信システム全体の安定運用に与える影響を評価するための準静的な安定性分析法とその有効性について議論していただいた。また豊泉洋氏には、公開鍵暗号方式に基づくグループ間通信のセキュリティ問題に対し、待ち行列理論を用いたセキュリティ評価法を紹介していただいた。

本特集の話題はインターネット性能評価に関する最近の話題をすべて網羅しているわけではないが、従来のOR手法とは異なる数理的アプローチについて読者に少しでも興味を持っていただき、この方面のさらなる展開に資することができれば望外の喜びである。