待ち行列のオープンプロブレム
「応用が牽引した待ち行列理論」

筑波大学大学院システム情報工学研究科
高木英明

OR学会待ち行列部会パネルディスカッション

平成20年6月21日（土）
東京工業大学

待ち行列の主な応用

- 電話トラヒック
- コンピュータOS
- コンピュータ通信網
- 生産システム
  - 生産工程、FMS
  - 機械修理
- 日常システム
  - ヒト：店のレジ、空港のカウンタ、病院、コールセンター
  - クルマ：高速道路の料金所
  - 動物の行動

通信ネットワークへの応用と理論

- 電話トラヒック
  - ErlangのM/M/s/s 損失モデル（1917）
  - ErlangのM/M/s　待ちモデル（1917）
  - オーバーフローモデル（～1960）
- パケット通信ネットワーク
  - （開いた）待ち行列ネットワーク
  - 積形式解　BCMP (1974)
- トークンリングLAN
  - 巡回サービスモデル（1970年代中頃～）
  - サーバのバケーションモデル
- Asynchronous Traffic Mode（ATM）
  - 行列幾何解析（1980年代中頃～）

コンピュータへの応用と理論

- システム設計(Capacity Planning)
  - M/G/1
  - 優先順位待ち行列
- 大型計算機の多重プログラミングOS
  - プロセッサーシェアリングモデル
  - 有限母集団待ち行列
  - （閉じた）待ち行列ネットワーク

応用の盛衰

- 現実システムへの適合性
  - 独立な多数のユーザ　→Poisson 到着
  - 希少な資源（通信回線・CPU等）を競合　→待ち行列
  - 単純な制御　→解析可能
- 現実システムの進歩
  - 潤沢な資源（光ファイバー、ユビキタス）→適応不要
  - 複雑な制御（TCP/IP、ウェブのブラウザ等）→適応困難
- 却って阻害要因となった進歩
  - シミュレーション・ソフトによる性能評価
  - 理論の超高度化・超複雑化

将来の方向？
応用が牽引する待ち行列理論

- 理論的探究
  - 待ち行列理論の数学的基礎の深化
  - 理論モデルの組合せによる複雑化
- 応用が必要で可能な分野の開拓
  - （周波数帯域幅が限られた）無線通信
  - （要求が時間依存する）サービス・システム
  - ユーザ（顧客）にとっての新しいQoS基準
- 待ち行列理論の効用
  - モデルによるシステム行動の理解
  - 新しい理論分野の発見
  - 解析理論から設計理論へ