

# 待ち行列モデル

文献：森 雅夫、松井知巳、オペレーションズ・リサーチ、  
朝倉書店、2004

# 11.1なぜ「待ち」が発生するか

(1) ラッシュアワー的 ⇒ 流体近似モデル

(2) 確率的なゆらぎ ⇒ 確率モデル

(a) 到着もサービスも一定の場合

(b) サービスが一定で到着がゆらぐ場合

(c) 到着もサービスもゆらぐ場合

## 11.2 基本的な待ち行列システムとケンドールの記号

- a. 要因
- b. 渋滞を測る尺度
- c. ケンドールの記号

# 11.3 ランダム到着の特性

## (1) ランダム到着

独立増分、定常性、メモリーレス性

ポアソン到着

## (2) 指数分布のメモリーレス性

瞬間到着率、メモリーレス性

## (3) PASTA性

# 11.4 M/M/1型待ち行列モデル

## (1) 系内人数の過程

平衡方程式、トラフィック密度

## (2) 待ち時間分布

平衡条件、系内人数分布、平均系内人数、平均待ち時間、待つ確率、待ち時間分布、平均待ち時間、平均系内滞在時間

# 11.5 その他のM/M型の待ち行列モデル

(1) M/M/c待ち行列モデル

平衡方程式、退去過程

(2) M/M/c/0待ち行列モデル

損失系、損失率

## 11.6 平均値に関する保存則

(1) 待ち時間と待ち人数の関係式 (リトルの公式)

平衡方程式、退去過程

(2) 残り仕事量と待ち時間の関係

## 11.10 待ち行列ネットワーク

(1)  $M/M/1 \rightarrow M/1$ 型 (2段直列型モデル)

積形式解

(2) ジャクソン型オープンネットワーク・モデル