

～ネットワーク工学～

第13回:トラフィックエンジニアリング

～待ち行列理論と呼量、呼損率～

# トラヒック理論

トラヒック …… 通信量

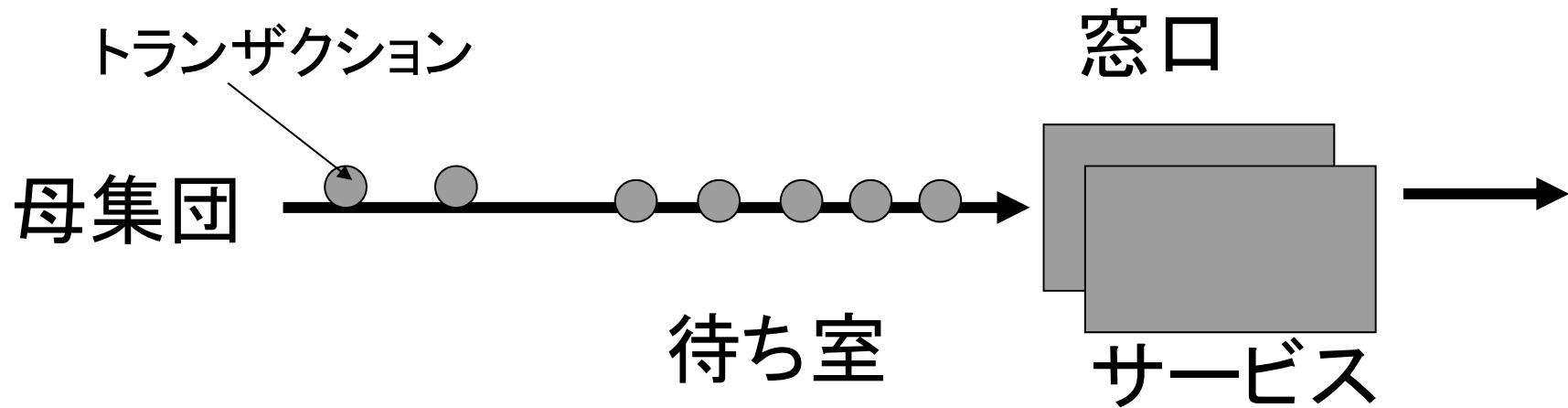
各処理要求を統計的な事象として捉え  
確率統計的な手法によりネットワークを  
総括的に検討する理論

# 待ち行列理論とは

ある装置に複数の処理要求を出す  
→ 一度に処理できない。待ち行列発生

- 待ち合わせの確率
- どれくらい時間がかかるか？  
を求める理論

# 待ち行列理論の窓口モデル



トランザクション: 関連する複数の処理を  
一つの処理単位としてまとめたもの

# 評価尺度(1)

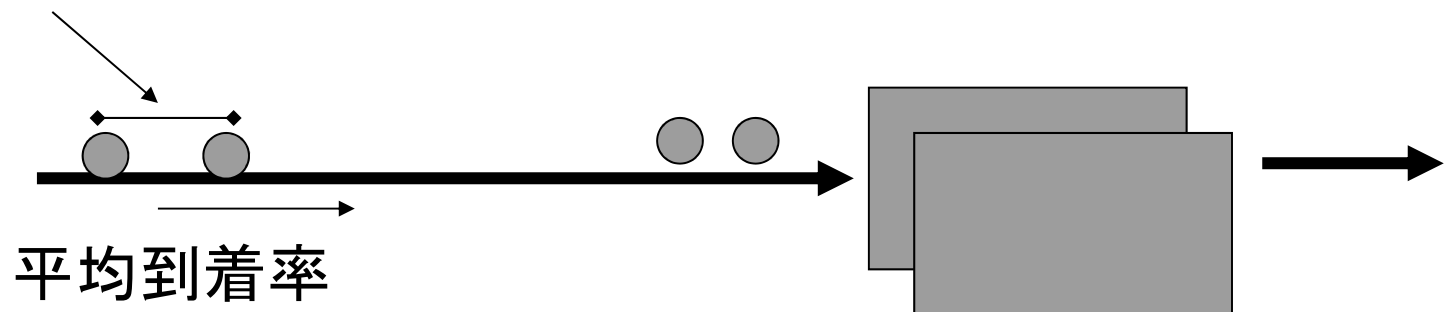
平均到着時間間隔

- … 到着するトランザクション間の時間間隔

平均到着率

- … 単位時間当たりに到着するトランザクション数  
平均到着時間間隔の逆数

平均到着時間間隔

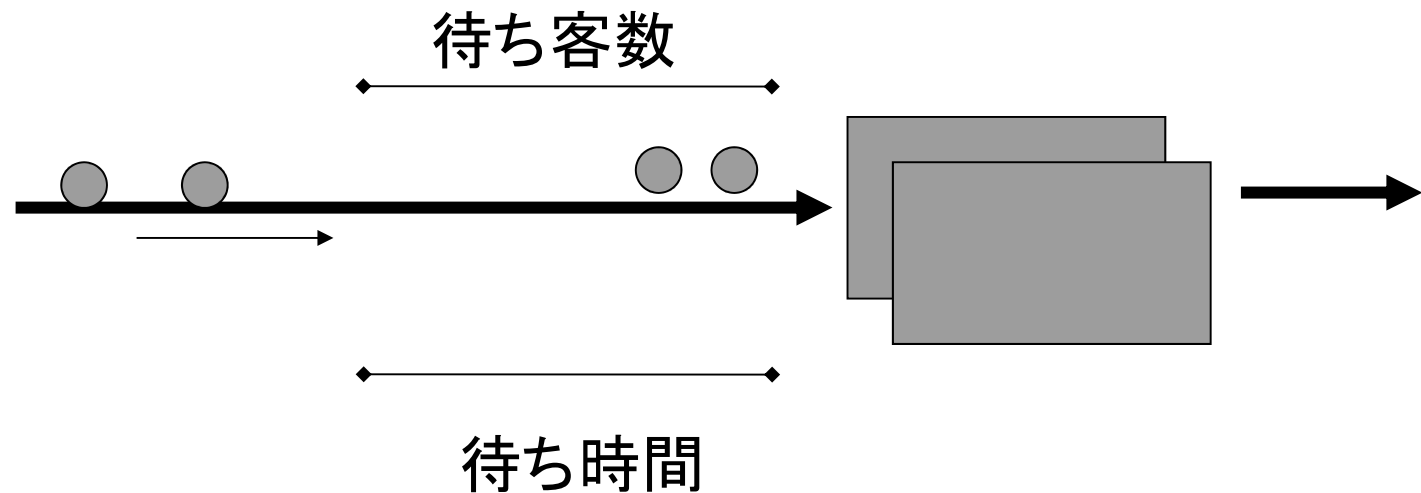


# 評価尺度(2) ～リトル式～

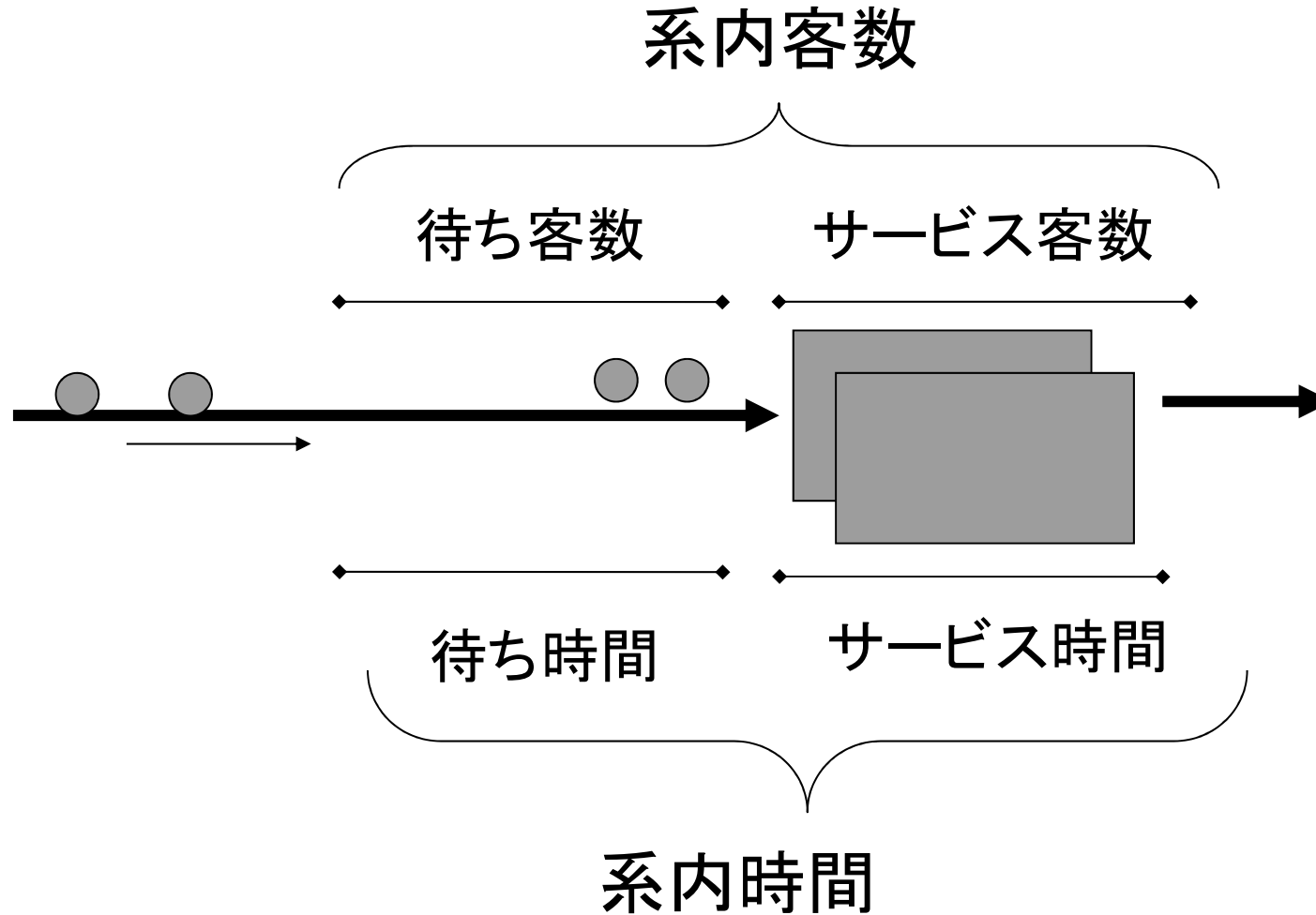
待ち時間

・・・ 待ち室でまつ待ち時間

$$\text{平均待ち客数} = \text{平均到着率} \times \text{平均待ち時間}$$



# 評価尺度(3)



$$\text{系内客数} = \text{到着率} \times \text{系内時間}$$

# 演習問題1

ある大学の図書館には1時間に30名が来館し、パソコン端末を使う。台数が少ないので、

- ・待ち合わせの学生数は平均3.5名
- ・パソコンの占有時間は5分である。

- (1) 学生の到着率、平均待ち時間を求めよ
- (2) 学生が待って端末を利用し、検索し帰るまでの時間を求めよ。
- (3) 端末利用を目的に、図書館に常時いる学生数を求めよ



# 用語：基本単位

呼 …… 個々の通信の状態

保留 …… 新たに通信をすることができない状態

トラヒック量 …… 通信全体が  
通信設備を保留する延べ時間

# 呼量

呼量 …… 単位時間当たりの通信設備の  
延べ保留時間（アーラン）

1アーラン

= 1個の設備が運べる最大の呼量

トラヒック量

$$\text{呼量} = \frac{\text{呼数} \times \text{平均保留時間}}{\text{観測時間}}$$

## 演習問題2

ある回線群について50分間トラヒックを調査したところ表に示す結果が得られた。呼量を求めよ

保留時間	100秒	160秒	250秒	300秒
呼数	8	5	8	6

# 呼損率

生起した呼量に対して、  
接続されなかった呼との比率  
(保留状態で繋がらない割合)

$$\text{呼損率} = \frac{\text{接続されなかった呼量}}{\text{生起した呼量}}$$

## 演習問題3

ある回線の生起呼量は200アーランであったが、  
実際には、180アーランしか流れなかった。  
呼損率を求めよ

# アーランB式

呼損率を求める公式

$$B = \frac{\frac{a^n}{n!}}{1 + \sum_1^n \frac{a^n}{n!}}$$

$n$  : 回線数  
 $a$  : 呼量

または

$$B = \frac{\frac{a^n}{n!}}{\sum_0^n \frac{a^n}{n!}}$$

# アーランB式（呼損率表）

単位：アーラン

n \ B	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1
1	0.01	0.02	0.03	0.05	0.11
2	0.15	0.22	0.28	0.38	0.60
3	0.46	0.60	0.72	0.90	1.27
4	0.87	1.09	1.26	1.53	2.05
5	1.36	1.66	1.88	2.22	2.88
6	1.91	2.28	2.54	2.96	3.76
7	2.50	2.94	3.25	3.74	4.67
8	3.13	3.63	3.99	4.54	5.60
9	3.78	4.35	4.75	5.37	6.55
10	4.46	5.08	5.53	6.22	7.51

率  
数

呼損率を抑えるために必要な回線数を求める公式

## 演習問題4

(1) 呼量が1アーランの時,  
呼損率を0.02としておくためには, 何回線必要か?

(2) 呼量が4アーランの時,  
呼損率を0.03としておくためには, 何回線必要か?



# 今週の課題

## 課題1

ある大学の図書館には1時間に40名が来館し、パソコン端末を使う。台数が少ないので、

- ・待ち合わせの学生数は平均5名
- ・パソコンの占有時間は5分である。

- (1) 学生の到着率、平均待ち時間を求めよ
- (2) 学生が待って端末を利用し、検索し帰るまでの時間を求めよ。
- (3) 端末利用を目的に、図書館に常時いる学生数を求めよ

# 今週の課題

課題2 呼量が5アーランの時,  
呼損率を0.1としておくためには, 何回線必要か?  
(呼損率表を用いよ)

## 課題3

来週までの1週間の新聞において情報・通信関係の記事を1つ  
ピックアップし, 概要とそれに関する感想を書け.

ただし、下記を満たすこと

- ・タイトル(日付、出典)
- ・概要(3文以上)
- ・感想