

駅の改札の混雑解消法の検討

芝浦工業大学 数理科学研究会
西村健志

平成 30 年 5 月 20 日

研究背景

昨年の芝浦祭で、待ち行列の理論を使って自宅の最寄駅の改札について研究した。その結果、一方の改札に利用者が集中した。今回は改札を増やすべきか、または何らかの方法で1つの改札への集中を改善すべきかを研究することにした。

$$Wq = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)} = \frac{\frac{4}{5}}{20 \cdot \frac{1}{5}} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ 分} = 12 \text{ 秒}$$

< 改札イについて >

紙面の都合上、途中式は書かないが結果は次のようになる。

$$Pq = 0.5, L = 1, Lq = 0.5, Wq = 3 \text{ 秒}$$

1 待ち行列について

1.1 ケンドール記号

待ち行列のモデルを作るには、到着の仕方、窓口の数、平均到着率 (λ) や平均サービス率 (μ) などいろいろな要素を考える必要がある。そこで、そのモデルがどんなモデルであるのかを簡単に表すためにケンドール記号という記号を用いて次のように表す。

到着/サービス/窓口数 (系の大きさ)

到着とサービスは次の記号で表す。

$$\left\{ \begin{array}{l} M : \text{ポアソン分布または指数分布に従う} \\ D : \text{一定分布に従う} \\ Ek : \text{アーラン分布に従う} \\ G : \text{一般分布に従う} \end{array} \right.$$

系の大きさ：待ち行列に並んでいる人数と、サービス中の人数の合計。

2 具体的なモデル

2.1 前回の研究で分かったこと

便宜上自宅の最寄駅について考えた。改札の配置は駅に入場する際に左から見て以下のようになっている。

改札ア：退場 (↓) かつ IC カードのみ OK

改札イ：入退場 (↑) OK で、IC カード、切符どちらも OK

改札ウ：入場 (↑) のみ OK で、IC カード、切符どちらも OK

< 改札アについて >

平均到着率 $\lambda = 16$ 人/分、平均サービス率 $\mu = 20$ 人/分

$$Pq = \rho = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} = 0.8, L = \frac{\rho}{1-\rho} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{1}{5}} = 4$$

$$Lq = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \frac{\frac{16}{25}}{\frac{1}{5}} = \frac{16}{5} = 3.2,$$

2.2 退場者全体の人数と改札口が2つという条件から推測できること

平均到着率 $\lambda = 26$ 人/分、平均サービス率 $\mu = 20$ 人/分

$$Pq = \frac{\frac{26^2}{20^2} \cdot \frac{7}{33}}{2! \left(1 - \frac{26}{40}\right)} = \frac{169}{330} = 0.5121 \dots$$

$$Lq = \frac{26 \cdot 20 \cdot \frac{26^2}{20^2} \cdot \frac{7}{33}}{1 \cdot (40 - 26)^2} = \frac{2197}{2310} = 0.9511 \dots$$

$$L = \frac{2197}{2310} + \frac{13}{10} = \frac{5200}{2310} = 2.2511 \dots$$

$$Wq = \frac{20 \cdot \frac{26^2}{20^2} \cdot \frac{7}{33}}{1 \cdot (40 - 26)^2} = \frac{1183}{32340} = 0.0366 \dots (\text{秒})$$

2.3 2.1, 2.2 から分かること

2.1(実測値) から改札アの方が改札イに比べて待たされる確率、系内にいる平均客数、待ち行列の平均の長さ、平均待ち時間のいずれも大きな値になっている。そこで、退場者全体の人数と改札口が2つという条件から推測できることがないか確かめてみた。その結果、2.2(推測値) では、平均待ち時間の約 0.04 秒はストレスにはならず、現状の改札口数で問題ないと考えた。

今後の課題

2.3 より現状の改札口数で問題ないと思われるので、改札ア、改札イの退場者数がほぼ均等になるための条件を今後考えていきたい。しかし、実際に改札の条件を変えることは困難なので、今後駅職員に今の改札の配置と条件にした理由をインタビューしてみたい。また、今回の結果を基に新しい改札の配置と条件を検討して提案してみたい。

参考文献

[1] 桐山光弘, 待ち行列がわかる本, 日刊工業新聞社, 1997.