ワンストップサービス及びワンフロアサービスにおける待ち行列解析

2001MM050 水野 雄貴

指導教員　澤木 勝茂

1　はじめに

本論文では銀行における待ち行列を元に考える. 近年, 金融商品の自由化に伴い銀行内において従来の様な預金の入出等に留まらず, 保険商品やメガバンク等では証券, 信託に至るサービスまでを同一店舗で提供できるようになった. そしてこのような多様なサービスが提供できるようになり, 今までのような一つの窓口で限られたサービスに加え, 新たに加わる保険等のサービスもしなくてはならず, より効率の良い新たな窓口の形を考えなくてはならなくなりつつある. 本論文ではこれらの窓口形態に対応するワンストップサービスとワンフロアサービスという二つの窓口の形態を元に新たな効率の良い窓口形態を待ち行列理論を用いて検討する.

2　モデルの説明

本論文では一つの窓口で全てのサービスが出来るワンストップサービスの窓口と, 一つの窓口では一つのサービスしか出来ず, 多くのサービスを受けるにはフロア内の適したサービス窓口に行かなければならないワンフロアサービスの待ち行列を用いる, そして顧客はランダムに到着するものとする. またサービスは指数分布に従うものとする.

2.1　記号の説明

・λ_{yi} ワンフロアサービスの窓口 i への平均到着率
・λ 平均到着率
・μ 単位時間当たりの平均サービス率
・μ_{yi} ワンフロアサービス窓口の窓口 i でのサービス率
・μ_x ワンストップサービス窓口でのサービス率
・$L_{q(y1)}$ 保険窓口の平均待ち人数
・$L_{q(y2)}$ 銀行窓口の平均待ち人数
・$L_{q(y3)}$ 総合的な窓口の平均待ち人数
・$\lambda_{y1} = (1-\alpha)\lambda$
・$\lambda_{y2} = \alpha\lambda$

・トラフィック密度 $\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$
・$(M/M/1)$ システムに平均 j 人並んでいる平均系内数

$$L = \sum_{j=1}^{\infty} j(1-\rho)\rho^j = \frac{\rho}{(1-\rho)^2} \tag{1}$$

・L_q 平均待ち行列長

$$L_q = \sum_{n=1}^{\infty} nP_n - \sum_{n=1}^{\infty} P_n = \frac{\rho^2}{1-\rho} \tag{2}$$

・$(M/M/s)$ L 平均系内数, ただし $a = \frac{\lambda}{\mu}, \rho = \frac{a}{s}$
$L = L_q + a$
・L_q 平均待ち行列長

$$L_q = \frac{\lambda\mu a^s}{(s-1)!(s\mu-\lambda)^2}P_0 \tag{3}$$

・$(M/E_k/1)L$ 平均系内数

$$L = \frac{\rho[K(2-\rho)+\rho]}{2(1-\rho)K} \tag{4}$$

・L_q 平均待ち行列長

$$L_q = \frac{(K+1)\rho^2}{2K(1-\rho)} \tag{5}$$

・ k 個の窓口での平均待ち行列長

$$L_{q(y3)} = \frac{\sum_{i=1}^{k}\lambda_i L_{q(yi)}}{\sum_{i=1}^{k}\lambda_i} \tag{6}$$

3　ワンフロアサービスとワンストップストップサービスの比較

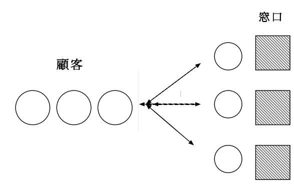

図 1　ワンストップサービスの待ち行列の流れ

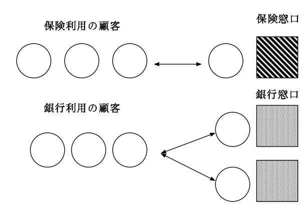

図 2　ワンフロアサービスの待ち行列の流れ

ワンストップサービスとワンフロアサービスの待ち行列の流れの様子は上図となる. また到着率に応じたそれぞれの窓口の特徴から様々な状況毎にどの窓口が優れているかを分析し, そこで得られた情報を元に状況に応じた窓口の形態は図 3 となる.

4　ピーク時における $M/E_k/1$ による実行結果

この章では保険窓口の効率をより良くするために図 3 の様に直列に窓口を 3 つ設け, 前の 2 つの窓口で書類の記入等を済ませ本命の窓口では書類提出と手続きのみにする事で窓口の回転効率を上げる事を目的として設計した窓口形態である. これを元に最も窓口の性能が分かるようにピーク時における到着率を想定した数値を使い数値結果を以下に記す.

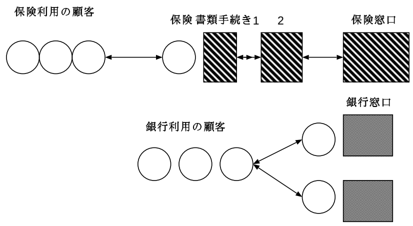

図 3　保険窓口に事前窓口を付けた場合の待ち行列の流れ

$\lambda=25$	α	λ_{y1}	λ_{y2}	$L_{q(y1)}$	$L_{q(y3)}$
1	$\frac{1}{10}$	2.5	22.5	0.025880	0.930688
2	$\frac{2}{10}$	5.0	20.0	0.132275	0.524432
3	$\frac{3}{10}$	7.5	17.5	0.412088	0.383326
4	$\frac{4}{10}$	10.0	15.0	1.190476	0.604136
$\lambda=30$	α	λ_{y1}	λ_{y2}	$L_{q(y1)}$	$L_{q(y3)}$
5	$\frac{1}{10}$	3.0	27.0	0.038961	2.444274
6	$\frac{2}{10}$	6.0	24.0	0.214286	1.164480
7	$\frac{3}{10}$	9.0	21.0	0.771429	0.764764
8	$\frac{4}{10}$	12.0	18.0	3.428571	1.618826
$\lambda=35$	α	λ_{y1}	λ_{y2}	$L_{q(y1)}$	$L_{q(y3)}$
9	$\frac{1}{10}$	3.5	31.5	0.055556	10.11073
10	$\frac{2}{10}$	7.0	28.0	0.333333	2.843643
11	$\frac{3}{10}$	10.5	24.5	1.500000	1.539602
12	$\frac{4}{10}$	14.0	21.0	3.428571	———

表 1　ワンフロアサービス

5　考察

この新たな窓口により保険窓口の到着率が増えた時のワンフロアサービスの効率が飛躍的に向上した事が分かる. そしてこれは λ の値が大きい程顕著に現れている. また, すべての λ のおいて $\frac{1}{10}$ よりも $\frac{2}{10}$ さらに $\frac{3}{10}$ の方が効率が良くなった事により, 多少保険窓口の到着率が増えた方が効率が悪くなるどころか, むしろ効率が格段に良くなる結果となった, この事はお互いの窓口での相乗効果が最も現れた結果であると考えられる. また保険窓口の到着が増えることによる効率の悪化の値も少ないという結果となった. そしてこの実験から得られたそれぞれの窓口の特性を次に述べる.

・ワンフロアサービス

(長所) 一店舗で多くの事業が出来るため店舗を減少させる事による設備費の減少や密度の濃い店舗展開が可能, そして窓口に特化した人員を採用すれば良く多くの知識を必要としないため人件費が抑えられる事と実験より顧客が多少多くなっても一定のサービスが保てる.

・ワンストップサービス

(短所) 一つの窓口で様々な作業を行う為に優秀な人材を配置しなければならず人件費が多くかかる, そして実験より少ない λ では効率良く展開出来るが λ が増加した

$\lambda=25$	$L_{q(x)}$	$\lambda=30$	$\lambda=35$
$\mu_x=10$	3.511236	——	——
$\mu_x=11$	1.811065	8.331790	——
$\mu_x=12$	1.100513	3.511236	33.1791
$\mu_x=13$	0.263966	0.730279	7.109675
$\mu_x=14$	0.512740	1.283660	3.511236

表 2　ワンストップサービス

場合の効率の悪化が激しい.

6　おわりに

一番最初の実験からは一見ワンストップサービスの方が性能が良いように思われたが, 到着率が上がるにつれて, また到着率が低くても保険窓口の到着率が全到着の 20% 〜30% であればワンフロアサービスの方が格段に性能が良い事が分かった. しかしワンストップサービスも μ_x の値を大きくするか窓口を増やすなどすれば性能は向上するが現実的に費用の問題から仮定しても今回の実験から推測するとほぼ同じ条件ではワンフロアサービスの方が優れたサービスだと考えられる. そして最後の実験から 1 番よりも 2 番と 3 番と 4 番が, 5 番よりも 6 番と 7 番と 8 番が, そして 9 番よりも 10 番と 11 番そして 12 番の場合の方が効率が良くなっている, さらにすべての場合で $\alpha=\frac{3}{10}$ の時に最も効率が良くなっている, このことから最初の設定では保険窓口の到着率が低い方がより良い値を示していたが $M/E_k/1$ を採用した事により保険窓口を直列にして事前に書類作成等をさせることにより一つの窓口での滞在時間を減らす効果が得られた為に保険到着が 20%〜30% の時に最も効率が良く, しかも均一なサービスが提供できるのだと考えられる. また保険窓口の到着率がある程度多い方が効率が良くなる結果となり, 現実的にも単位時間の保険利用者数が 0 に近い事は考えにくいのでより現実的な値の時にもっとも効率が良くなるという結果が生まれた. そしてラッシュ時の数値より, どちらの窓口を採用すれば良いかが事前の顧客の調査で大きく変わることが分かった. さらに全到着人数の約 $\frac{1}{3}$ の到着の時に最も効率が良い事から, 利用客を調査して, それぞれの各地域や客層による正確なデータを元に店舗に合ったサービス形態を選ぶことにより, より効率的な店舗展開が計れるであろう

参考文献

[1] 澤木勝茂, 小和田正, 加藤豊,『OR 入門』, 実教出版,1984

[2] 森村英典, 大前義次 共著,『応用待ち行列理論』, 日本科学技術連盟, 1975

[3] 牧元直樹,『待ち行列アルゴリズム』, 朝倉書店,2001