

ファストフード A 店の注文カウンターにおける待ちスペース割当てについて

石毛 伸吾 (沼田 一道 助教授)

1. はじめに

忙しく時間に追われる現代の日本人にとって、ファストフード店はなくてはならない存在である。小さな街でも人の集まる（移動する）ところには、大抵、ファストフード店が進出している。しかし外食業界は消費不況の影響で売上げが低迷する一方、業界内の競争も激化しており、利益確保のために様々な商品戦略と業務改善が必要とされている。このとき、一般的な販売戦略はチェーン機構の本部で企画・立案されるが、個々の店舗の固有の条件に依存する改善は、店舗毎に行われる。ハンバーガーを扱うファストフード A 店においても、客の待ち時間を短縮するため、窓口の構成について試行錯誤が行われてきた。A 店の注文カウンターは、注文承り・会計を処理する窓口と、注文承り・会計を終えた客が商品の出来上がりを待つ待ちスペースから成る。問題は各窓口への待ちスペースの配分であるが、勘と経験による現行の窓口構成には改善の余地があると思われる。本研究では、A 店窓口への最適な待ちスペース配分をシミュレーションによって求める。客の待ち時間を低減することは、並ばず（べず）に立ち去っていった客を獲得出来るという意味で売上げに直接貢献するばかりでなく、「速い」の魅力をよりアピールできる可能性もある。待ちスペースの最適配分が効果を発揮するのは客の到着率が高い場合と考えられるが、実際の A 店について、経験的に最も高い到着率を示す土日の昼食時（ピーク時）を想定し、最適配分の効果を検証する。

2. A 店の現状

ファストフード A 店は駅ビルの 1 階にあり駅前ということもあってゆっくり食事を楽しむというより急いで食事を済ます客が多い。A 店のピーク時の売上げデータは 1 時間あたりの来客数約 200 人、売上げ約 10 万円、それらから導き出される客 1 人あたりの客単価は約 500 円である。来客数の割に店舗スペースが狭く、人件費節約のため売上げ高に応じた最低限の人数で働いている。人員配置はカウンター 3~5 人、キッチン 2~4 人、フロア 0~2 人、マネージャー 1 人、ポテト 0~1 人、ドリンク 0~1 人で構成される。最も暇な時間帯には 6 人、忙しい時間帯には 14 人で店を運営する。

本研究ではファストフード A 店のピーク時について取り上げる。すなわち、従業員が 14 人配置され、窓口も 5 台開いている状態を考える。5 つの窓口配置される店員にはそれぞれ付加的な役割分担があって、そのため処理速度が異なる。メイン窓口となる W_1 の店員は注文承りと会計のみを行い、客の代金の授受を終えた後、すぐに次の客に対して注文承りを行う。 W_2 は注文承り・会計の合間にたまに窓口エリアの資材補充を行う。 W_3 は注文承り・会計終了後、それぞれポテト・ドリンクエリアのフォローを 1 人の客を扱うごとに毎回行う。ここで W_1, W_2, W_3 の注文承り・会計以外の時間もサービス時間と考えるので処理速度が 5 つの窓口で異なっている。

全体の客の流れとサービス過程は以下の通りである。まず客は A 店に到着後、各窓口の待ち行列に並ぶ。窓口到着後、注文をし、この時点で厨房では順次注文品の調理に取りかかる。そして注文・会計終了後、商品が取り揃えられるまで客は注文カウンター上の待ちスペースで待つ。客は商品が取り揃えられたら受け取り、窓口から退去する。

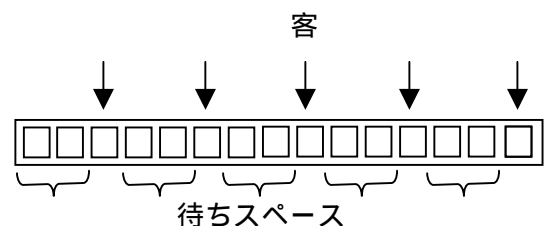


図 1. A 店の注文カウンター

3. A店の問題点

ファストフード A 店では窓口の店員が行う注文承り・会計の時間をオーダータイム・キャッシュタイム (ORTM + CATM), 他の店員が行う調理・取り揃えの時間をデリバリータイム (DVTM) と呼ぶ。グラフのように 1 人目の ORTM + CATM が終わってから 2 人目の ORTM + CATM が始まる。これは窓口の店員は客を 1 人ずつしか扱えないためである。また DVTM は並列処理が可能である。5 つの窓口を 2 つのグループに分けるとサービス時間の速い窓口 (窓口 ,) と遅い窓口 (窓口 ,) に分けられる。しかしどの窓口にも同等に 2 個ずつの待ちスペースがある。これはすなわち 2 人の客を待ちスペースで待機させ、さらに 3 人目の客の ORTM + CATM を始めることが出来る。問題点として前者の

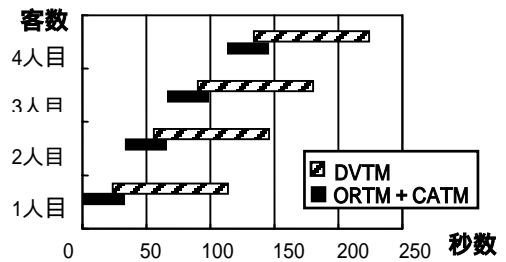


図 2. 窓口 , , の場合

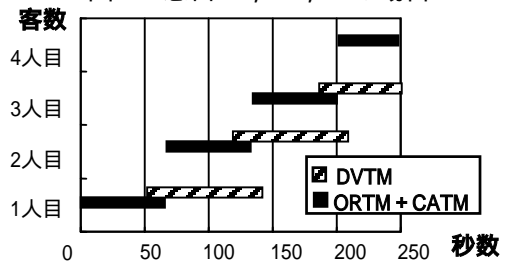


図 3. 窓口 , の場合

グループの場合 (図 2), 3 人目の ORTM + CATM が終わり, 4 人目のサービスを始めたのだが 1 人目がまだ待ちスペースにいるために待ちスペース 2 個という制限上始められない。後者のグループの場合 (図 3), 3 人目のサービスを始めてすぐに 1 人目が待ちスペースから退去してしまう。そのため待ちスペースはほとんど 1 個しか利用されないことになる。以上よりサービス時間の速い窓口では店員が手余りの状態になってしまい, 遅い窓口ではスペースが十分に利用されないという問題が生じている。

これを踏まえて待ちスペースをサービス時間の速い窓口によく割当て, 遅い窓口になく割当てれば全体の客の待ち時間も短縮できるという仮説のもとに本研究を行う。

4. A店における注文・会計 / 受取過程のモデル

客の到着は, 到着率 λ のポワソン分布 (到着時間間隔が平均 $1/\lambda$ の指数分布) に従うものと仮定する。また第 k 窓口のサービス時間は平均 μ_k の指数分布に従うものとする。 $\mu_1 \sim \mu_5$ は窓口の付加的な役割が違うので異なる値を持つ。客は店舗到着後, 5 つの窓口の前の待ち行列 $Q_1 \sim Q_5$ の中からその時点で待っている客の数が最も少ない待ち行列を選択する。なお店舗のスペースの関係で各待ち行列に 5 人ずつ, つまり全体で 25 人の客が待ち行列に並んだ時, 次に到着した 26 人目の客は待ち行列に入らずに帰ってゆくものとする。サービスはそれぞれの待ち行列で先着順に行われる。これは店舗に到着順にサービスが行われるとは限らないということである。次にファストフード A 店でのサービスは工程 1 と工程 2 に分けられる。工程 1 は窓口に着した客の注文を承り, 会計を行う。その間, 各窓口とも 1 人の客しか扱えない。工程 2 は注文品を取り揃え, 手渡すまでで待ちスペースに待機している客の人数分並列処理が可能である。そのため, 先に待ちスペースで待っていた大量注文の客よりもその後待ちスペースに到着した客が先に商品を受け取り退去する場合もある。なお 5 つの窓口から次々と注文が厨房に入るが厨房には十分な処理能力がある。工程 1 を窓口

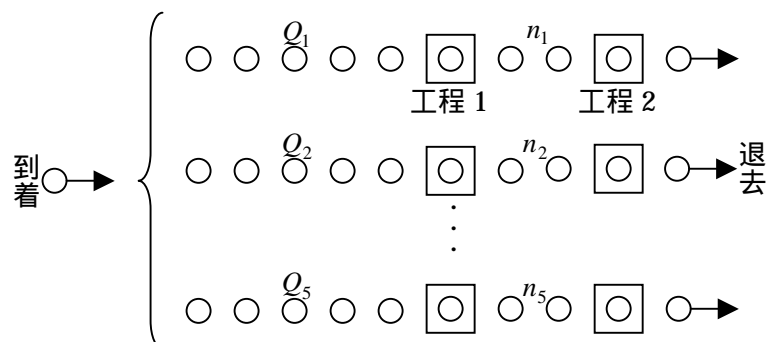


図 4. A 店における待ち行列モデル

の店員が行い、工程 2 を他の店員が行う。そしてその 5 つの窓口の工程 1 と工程 2 の間にそれぞれ待ちスペースとして $n_1 \sim n_5$ 個のスペースがあり 1 個のスペースに客が 1 人格納される。注文カウンター全体のスペースの制限より、 $\sum_{k=1}^5 n_k \leq 10$ である。この最大 10 個の待ちスペースが本研究の焦点となる。

5. 実験

本研究では、客、待ち行列、窓口という要素が集まってシステムを構成している。そのシステムのモデルを操作して挙動や性能を分析・検討する手段として Visual SLAM を用いる。

- ・シミュレーション時間 = 3600 秒 (ピーク時 12:00~13:00 の 1 時間)
- ・客の到着は平均間隔 14.4 秒の指数分布
- ・各窓口の工程 1 のサービス時間 μ_k は以下のとおりである

窓口 ... μ_1 = 平均 60 秒, ... μ_2 = 20, ... μ_3 = 20, ... μ_4 = 40, ... μ_5 = 80 の指数分布

- ・各窓口の工程 2 のサービス時間はすべて平均 90 秒の指数分布 (並列処理可能)

各窓口のサービス時間 μ_k のパラメータはファストフード A 店の POS システムから得られたデータ (2004 年 10 月の土日 12:00~13:00, 計 8 日間) を集計し、導いた値である。

現在ファストフード A 店の窓口構成である待ちスペース 2 個ずつの現行配分と新しく提案する代替案を比較評価する。その代替案を考えるにあたって、処理速度の速い窓口の工程 2 の前に待ちスペースを多く設ければ良いと考えるのは自明である。提案する 7 つの代替案の待ちスペース配分を表 1 に示す。ここで代替案の制約条件として 5 つの窓口の待ちスペースの合計を店舗の構造上 10 個にしなければならない。ひとつの代替案についてランを 10 回繰り返してその結果を互いに独立なデータとして分析を進める。さらに初期状態としてそれぞれの窓口の待ち行列には最大収容人数である 5 人がそれぞれ待機している。最適配分の指標として平均待ち時間、処理人数、機会損失客の値に着目する。

表 1. 現行配分と代替案

現行モデル	2	2	2	2	2
代替案	1	3	3	2	1
代替案	1	3	3	3	0
代替案	1	4	3	2	0
代替案	0	4	3	3	0
代替案	0	4	4	2	0
代替案	0	5	3	2	0
代替案	0	5	4	1	0

表 2. シミュレーション結果

	平均待ち時間(秒)	処理人数(人)	機会損失客(人)
現行モデル	430.0	236.1	16.0
代替案	485.9	243.6	15.6
代替案	357.8	249.9	13.9
代替案	355.4	253.3	7.9
代替案	295.9	257.5	5.7
代替案	291.6	258.7	3.7
代替案	331.7	256.6	6.5
代替案	356.2	253.5	10.1

表 2 のシミュレーション結果より、代替案 がファストフード A 店のピーク時における待ちスペースの最適配分であると考えられる。窓口 , は待ちスペース 0, つまりそれらの窓口では、客が窓口に着いて注文承り・会計をし商品を受け取り完全に窓口から退去してから次の客の注文承りを開始する。会計から商品を受け渡すまでの間、店員はそれぞれポテト・ドリンクエリアのフォローを行う。窓口 , は待ちスペース 4, つまり注文承り・会計終了後、客をどんどん待ちスペースに待機させ、その限度が 4 人となる。また窓口 はその限度が 2 人となった。

6. 考察

現行配分と最適配分を比較すると平均待ち時間，処理人数，機会損失客ともに改善された．平均待ち時間は 138.3 秒短縮され，処理人数も 22.6 人増え，それとともに機会損失客は 12.3 人減らすことができた．客 1 人の平均単価を約 500 円と設定したので 11300 円売上げ増加を確保でき，ファストフード A 店の経営効率をあげたと言える．また，平均待ち時間の短縮は店舗自体のイメージアップにつながり，今後のリピーター獲得にもつながるであろう．店員の視点からも現行配分では 5 つの窓口で処理人数に差は見られず，メインの窓口は手余り状態，それ以外の窓口は手不足状態だったことを考えると，最適配分ではメインの窓口でたくさんの客を処理し，他の窓口での処理人数を抑えながら店舗全体の処理人数を増やすことが出来ている．

本研究はファストフード A 店の最も忙しい時間（客の到着間隔 λ が平均 14.4 秒の指数分布，1 時間あたりの来客数約 250 人）について行ってきたが，来客数に応じて窓口の配置を変えるべきかどうか， λ の値を変えて現行配分と最適配分を比較した． $\lambda=22.5$ は 1 時間あたりの来客数約 160 人， $\lambda=18.0$ は 1 時間あたりの来客数約 200 人である．どちらの場合も最適配分の方が現行配分よりも良い結果が出た．処理人数，機会損失客についてはさほど違いは見られないが，一方で平均待ち時間を大幅に改善することが出来た．これよりファストフード A 店ではピーク時において，来客数（売上げ）が減っても窓口配置を再構成する必要がなく，最適配分のまま運営すればよいことになる．

7. まとめ

本研究ではファストフード A 店の処理速度の異なる 5 つの窓口に均等に配分されている待ちスペース構成に問題を見出し，処理速度の速い窓口に待ちスペースを多く，遅い窓口になく配分すれば客の平均待ち時間が短くなるという仮説のもとに研究を行った．シミュレーションの結果，仮説は正しいということが検証され，ファストフード A 店のピーク時における最適配分を構成することが出来た．また 1 時間あたりの到着人数を変えても同様な結果が導き出され，ピーク時に考えうるどのような場合でも通用する待ちスペース配分を構成することが出来た．その中で，到着率の高い場合に最適配分がよく効果を発揮した．また今回作成したシミュレーションモデルは今後，外食店や小売店が新規展開する場面で来客数に見合った窓口の個数や配置を考えると役に立つであろう．

本研究で取り上げたモデルは実際に存在するシステムであり，ばらつきの大きいサービス時間を設定することに苦労した．また混雑具合によってサービス時間の分布を変動させたり，厨房で行われる作業もシステムに盛り込んでモデルを作成すればよりリアルなシミュレーションを行えると考えられる．

参考文献

- [1]大鹿 譲，一森 哲男：「オペレーションズ・リサーチ モデル化と最適化」，共立出版，2001
- [2]森戸 晋，相澤 りえ子，貝原 俊也共著：「Visual SLAM によるシステムシミュレーション<改訂版>」，共立出版，1993

表 3. 窓口ごとの処理人数（人）

	現行配分	最適配分
窓口	42.0	17.5
	55.5	90.3
	52.9	84.2
	51.8	50.3
	33.9	16.4

表 4. λ を変えた時の結果

	平均待ち時間	処理人数	機会損失客
$\lambda=22.5$			
現行配分	257.1	188.7	0.7
最適配分	224.0	187.0	0.7
$\lambda=18.0$			
現行配分	331.9	216.4	2.5
最適配分	233.8	217.0	2.9