

スーパーマーケットにおけるチェック アウトカウンターに関する若干の考察

——適正台数を中心として——

星野義夫

目次

1. はじめに
2. スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターの性格
3. スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターの適正台数について
4. むすび

1. はじめに

スーパーマーケットの利益計画における意思決定要因には、多くのものを考えることができるが、とりわけ、チェックアウトカウンターは租税構造と同様、内部要因として非常に大きなウェイトを有しているように思われる。利益計画の樹立は各種要因間における相互依存関係が考慮され多要素に起因する意思決定として行なうことが必要である。従って、スーパーマーケットにおける利益計画も最終的には、かかる視点から考察されなければならない。しかし、かかる視点から考察する以前にわれわれはまず各要因そのものについての明確な理解をすべきである。

何故ならば、各要因そのものについての明確な理解なくして、多要素に起因する意思決定は適切に行なうことはできないと考えるからである。

そこで本稿においては、スーパーマーケットの利益計画樹立において重要と思われるチェックアウトカウンターについて、それがどのような性格のものであり、またどのようにして適正台数を決定したらよいかを明らかにしたいと考える。

2. スーパーマーケットにおける

チェックアウトカウンターの性格

スーパーマーケットにおける特徴の一つはチェックアウトカウンターである。日中はチェックアウトカウンターの一部が稼働され、夕方の繁忙時間には、それがふるに稼働されている光景を良く見る。「チェックアウトカウンター Checkout counters は引合せ勘定台 Checkout stand ともいい、スーパーなどの出口に位置し、そこでは、店員がレジを用い、客の買物商品代を集計する。客はこの勘定を払って店を出る。レジは週間売上 60,000 ドルのスーパーで 12 台必要とされる⁽¹⁾。」と、一般的に、定義されている。しかしチェックアウトカウンターの概念は、近年、多少変わってきていると考えられる。ジェネラル・エレクトリック社と J.Cペニー社の開発した TRADER システム⁽²⁾の出現を契機として、その後、数多くの電卓レジスターが相ついで発表された⁽³⁾ことにより、チェックアウトカウンターに使用されているレジスターに構造上の発展がみられてきているからである。しかし、レジスターに構造上の発展がいかにもみられようとも、そこには「平均の接客サービス所要時間」すなわち、「待ち時間」の問題が存在する。

従って、チェックアウトカウンターの適正台数はこの待ち行列論の問題を考慮して決定される必要があるが、これについての具体的展開は次節で明らかにすることにして、まず、スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターの性格を明らかにすることから始めたいと思う。

4 頁、5 頁の表⁽⁴⁾は東京都の現状におけるスーパーマーケットのレジスターの保有台数の状態を示したものである。レジスターの保有台数は 376 店舗の合計 1,974 台、であり従って一店舗当たりの平均保有台数は 5.3 台である。この数値から看取しうる第一の性格として、チェックアウトカウンターは設備投資の面から見て無視できない割合を占めているということである。そして、レジスターの保有台数はさらに人件費の問題となる。第二の性格として、チェッカーの顧客に対する請求不足による損失である。1957年、全米食品チェーン協会はチェッカーの正確

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

度テストを、実験店について実施したが、チェッカーの間違いのうち、殆んどが顧客に対する請求不足であることが判明している。チェッカーは判読しにくい値付けや、また値付けされていない品目について、しばしば推測してしまう。そして、これは登録品目、239品目に対する16%の違算率であった。1960年、アメリカのスーパーマーケット協会は経営陣が最近傘下の一店において、チェックアウトの正確度テストを行った。4人のチェッカーがそれぞれ各自のレジスターで合計金額が10ドル24セントによる同一の買物を登録した。彼等の登録した合計金額は、それぞれ、10ドル1セント、9ドル93セント、10ドル18セント、それに10ドル24セントであった。この4人全部の買物に対する損失を総合すると買上合計金額に対する1.5%にあたる⁽⁶⁾。これを現在の日本のスーパーにおけるチェッカーと比較した場合、まず調査時点から現在までのレジスターの構造上の発展、数値に対する国民性の正確度、そしてレジスターの多少の取り扱いの相異等を考慮したとしても、我々は無視できないことである。この問題は従業員の訓練及びレジスターの改善等に、損失率の低下を求めるのは当然の事として、さらにチェックアウトカウンターの適正台数を決定することによって無意味な損失を避けられることは明白である。これもやはり待ち行列論の問題に関連してくる。第三の性格として、顧客の行動について考えてみたい。これについては流通問題研究協会の事例研究（経営の分析と顧客の行動調査）昭和40年10月を参考として考察したい。それによると、客は月末から月初めにかけて増加し、月半ばでは、減少するという1ヶ月サイクルの来店パターンを示す。他方、1週間単位はみられない。しかし、休日は平日より増加する。そして、特に日曜日は火曜日よりも多く買われており、この傾向は衣料品売場で顕著である。従って月末の日曜日は総売上高に対する衣料品売場のウエイトは非常に大きい。このような現象は他の商品についても見られる。また一日単位で見た場合、午後4時30分頃より6時頃まで急に増加し、開店の10時30分から5時40分の間に来店したのと同じ客数が夕方から閉店にかけての2時間50分の間に来店する⁽⁶⁾。このような現象は一般的にも日本人の生活行動パターンの中で、理解できよう。そこで、問題になるのは月初めより

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

レジスターの

| | | 回答店舗数 | レジスタ | | | | | |
|-----------|----------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | | 台 | 台 | 台 | 台 | 台 | 台 |
| 食料品中心スーパー | 大規模スーパー | 73 (100.0) | — | 1 (1.4) | 3 (4.1) | 6 (8.2) | 7 (9.6) | 8 (11.0) |
| | 中規模スーパー | 88 (100.0) | — | 7 (8.0) | 33 (37.5) | 19 (21.6) | 15 (17.0) | 8 (9.1) |
| | 小規模スーパー | 120 (100.0) | 21 (17.5) | 62 (51.7) | 25 (20.0) | 9 (7.5) | 3 (2.5) | — |
| | 計 | 281 (100.0) | 21 (7.5) | 70 (24.6) | 61 (21.7) | 34 (12.1) | 25 (8.9) | 16 (5.7) |
| 衣料品中心スーパー | | 50 (100.0) | 1 (2.0) | 10 (20.0) | 6 (12.0) | 8 (16.0) | 2 (4.0) | 6 (12.0) |
| 雑貨品中心スーパー | | 22 (100.0) | 5 (22.7) | 5 (22.7) | 3 (13.6) | 2 (9.1) | 3 (13.6) | 1 (4.5) |
| 各業商品スーパー | | 23 (100.0) | — | 2 (8.7) | 1 (4.3) | 1 (4.3) | — | 3 (13.0) |
| 売場面積規模別 | 大規模スーパー | 120 (100.0) | — | 2 (1.6) | 3 (2.5) | 8 (6.7) | 8 (6.7) | 17 (14.2) |
| | 中規模スーパー | 110 (100.0) | — | 9 (8.2) | 38 (34.5) | 27 (24.5) | 19 (17.3) | 9 (8.2) |
| | 小規模スーパー | 146 (100.0) | 27 (18.5) | 76 (52.1) | 30 (20.5) | 10 (6.8) | 3 (2.1) | — |
| 地域別 | 山手線内側 | 39 (100.0) | 3 (7.7) | 5 (15.4) | 7 (17.9) | 2 (5.1) | 4 (10.3) | 2 (5.1) |
| | 山手線外側 | 250 (100.0) | 18 (7.2) | 68 (27.2) | 45 (18.0) | 30 (12.0) | 19 (7.6) | 15 (6.0) |
| | 都内(23区)計 | 289 (100.0) | 21 (7.3) | 74 (25.3) | 52 (18.0) | 32 (11.1) | 23 (8.0) | 17 (5.9) |
| | 都下 | 87 (100.0) | 6 (6.9) | 13 (14.9) | 19 (21.8) | 13 (14.9) | 7 (8.0) | 9 (10.3) |
| 合計 | | 376 (100.0) | 27 (7.2) | 87 (23.2) | 71 (18.9) | 45 (12.0) | 30 (8.0) | 26 (6.9) |

(注) 予備のものも含む。

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

保有台数

| タ ー 台 数 | | | | | | | | 保 有 台 数 (台) | 累 計 一平 店 均 有 舗 当 り 台 数 (台) |
|--------------|-------------|------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------|--|
| 7 台 | 8 台 | 9 台 | 10 台 | 11 ~ 15 台 | 16 ~ 20 台 | 21 ~ 25 台 | 26 台 以 上 | | |
| 11 (15.1) | 8 (11.0) | 3 (4.1) | 3 (4.1) | 13 (17.8) | 6 (8.2) | 3 (4.1) | 1 (1.4) | 653 | 8.9 |
| 2 (2.3) | — | 2 (2.3) | 2 (2.3) | — | — | — | — | 331 | 3.8 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 271 | 2.3 |
| 13 (4.6) | 8 (2.8) | 5 (1.8) | 5 (1.8) | 13 (4.6) | 6 (2.1) | 3 (1.1) | 1 (0.4) | 1,255 | 4.4 |
| — | 1 (2.0) | 3 (6.0) | 1 (2.0) | 7 (14.0) | 3 (6.0) | 1 (2.0) | 1 (2.0) | 360 | 7.2 |
| 1 (4.5) | — | — | — | 2 (9.1) | — | — | — | 86 | 3.9 |
| — | 2 (8.7) | 1 (4.3) | 2 (8.7) | 7 (30.4) | 1 (4.3) | — | 3 (13.0) | 273 | 11.9 |
| 12 (10.0) | 11 (9.2) | 7 (5.8) | 6 (5.0) | 27 (22.5) | 10 (8.3) | 4 (3.3) | 5 (4.2) | 1,216 | 10.1 |
| 2 (1.8) | — | 2 (1.8) | 2 (1.8) | 2 (1.8) | — | — | — | 434 | 3.9 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 324 | 2.2 |
| 2 (5.1) | 1 (2.6) | 2 (5.1) | 1 (2.6) | 5 (12.8) | 2 (5.1) | — | 2 (5.1) | 285 | 7.3 |
| 7 (2.9) | 9 (3.6) | 6 (2.4) | 6 (2.4) | 15 (6.0) | 7 (2.8) | 3 (1.2) | 2 (0.8) | 1,209 | 4.8 |
| 9 (3.1) | 10 (3.5) | 8 (2.8) | 7 (2.4) | 20 (6.9) | 9 (3.1) | 3 (1.0) | 4 (1.4) | 1,494 | 5.2 |
| 5 (5.7) | 1 (1.2) | 1 (1.2) | 1 (1.2) | 9 (10.3) | 1 (1.2) | 1 (1.2) | 1 (1.2) | 480 | 5.5 |
| 14 (3.7) | 11 (2.9) | 9 (2.4) | 8 (2.1) | 29 (7.7) | 10 (2.7) | 4 (1.1) | 5 (1.3) | 1,974 | 5.3 |

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

月末、日中より夕方というように購買客のある一定時間帯に対する集中化の現象である。いいかえるならば、ある短時間における売上は総売上高に対する割合の密度が非常に高い。従って、ここに顧客のチェックアウトカウンターにおける待ち行列論が問題になる。つまりチェックアウトカウンターが少な過ぎると、客へのサービスが非常に悪くなり、いくらかの客を他店に逃がすことになり、顧客の集中化現象を考えると総売上高に与える影響は大きい。又逆に多過ぎると余分の従業員に対する人件費を必要とする。従って客が満足できなくなる最大限の待ち時間（アンケート等によって心理学的にある水準の待ち時間を知ることは可能である）を越える顧客数が全顧客の、たとえば、5%以下に押さえるようなチェックアウトカウンターの台数を決定することが損失を最小にする適正台数なのである。これはチェックアウトカウンターにおける待ち行列論の問題である。そして第四の性格として、急激な需要構造の変化におけるチェックアウトカウンターの迅速な対処の問題である。特に団地等の出現によって、急激な需要増が見られる場合、大規模スーパーではチェックアウトカウンターの許用量があるのに対し、中小スーパーではチェックアウトカウンターの増設が要求され、従ってその適正台数を考慮しなければならないことが多々あるからである。これも、やはり、待ち行列論の問題である。

以上、スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターの性格を四点取り上げたが、このような性格からしてチェックアウトカウンターの適正台数を決定することは重要な問題となる。そこで、次節において、その決定方法について考察したい。

注(1) 深見義一編『スーパーマーケット』千倉書房 昭和35年 198頁

(2) TRADER システムは Transaction Data Recorder Systems の略称である。

(3) 森龍雄稿「アメリカの流通業に学ぶ端末機革命」事務管理 第9巻9号 137頁～158頁参照。

(4) 東京商工会議所「東京におけるスーパーマーケットの現状」昭和42年 13頁,62頁。

(5) Edward M. Harwell 著奥住正道訳『チェックアウト管理』商業界 昭和41年 3頁。

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

- (6) 流通問題研究協会「スーパーマーケットの事例研究経営の分析と顧客の行動調査」
昭和40年10月 113頁～115頁。

3. スーパーマーケットにおけるチェック

アウトカウンターの適正台数について

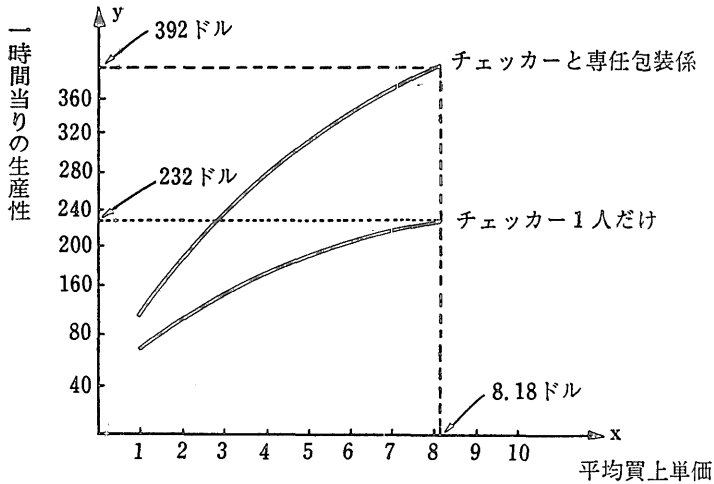
チェックアウトカウンターの適正台数を決定する時点には開業準備段階⁽¹⁾と開業後の二通りの場合が考えられる。前者はいかなる方法によって需要予測がなされたとしても、顧客のある一定時間における集中化現象に見合った適正台数、または、何らかの原因による需要構造の変化まで正確に予測することは無理であり、スーパーマーケットの経営上、ここでは、むしろ、後者の場合を考えることがより適切である。そして、その適正台数の決定方法には、チェッカーの生産性を中心とした場合と、顧客に対する接客時間を中心とした場合が考えられるが、まずチェッカーの生産性を中心とした場合から考察したい。チェッカーの生産性とは単位時間における顧客数で、その時間内における売上高を割った値に対するチェッカーの売上高（チェッカー一人の場合、あるいはチェッカーと包装係による売上高）である。これはチェックスタンドの適正数の決定ばかりでなく、チェッカーの仕事の評価にも有益である。

今、奥住正道訳チェックアウト管理の事例に取り上げられている数値を資料として、ここに linear programming を適用して定量的に考えてみたい。平均売上単価を x 軸、チェックアウト要員編成による生産性を y 軸にとると、この事例での生産性曲線は次頁のように示される⁽²⁾。

ここでの事例は土曜日の1時～2時（忙繁時の時間帯に注目する）の平均客数は158人、平均売上高が1,263ドルであるとし、5台のチェックスタンドが存在し、7人のチェッカーがいるものとする。このとき、チェッカー1人の場合、チェッカーと専門包装係の2人組によるチェックアウトスタンドの適正台数を決定する問題である。1時から2時までの平均客数は158人、平均売上高が1,293ドルであるから平均買上単価は8ドル18セント（生産性曲線の x 軸上の値）にな

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

チェックアウト要員編成による生産性曲線



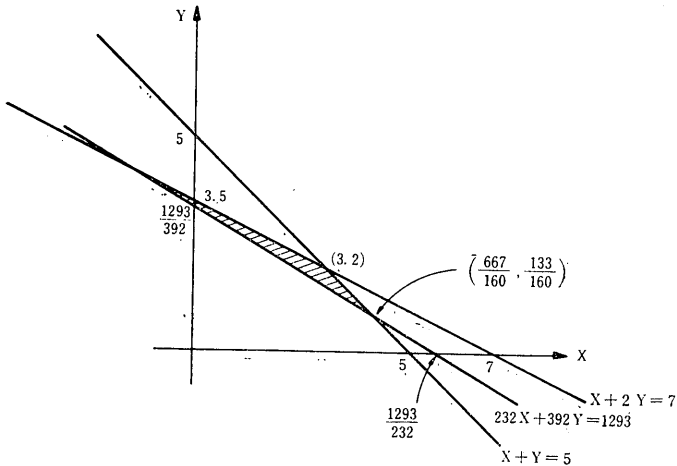
り、それに対するチェッカーの生産性（生産性曲線の y 軸上の値）を見ると、標準的なチェッカー1人で操作する場合の生産性は232ドル、専任包装係を配置する場合は392ドルであることがわかる。ところでチェッカー1人の時の生産性による適正スタンド数を x 、チェッカー1人と専任包装係の2人組の時の生産性における適正チェックアウトカウンター数を y とすると、題意より次の式が成立する。

$$\begin{cases} 232x + 392y \geq 1,293^{(3)} \\ x + y \leq 5 \\ x + 2y \leq 7 \\ x \geq 0, y \geq 0 \end{cases}$$

このとき、生産性を P とすると $P = 232x + 392y$ を最大にならしめる x, y を求めれば良いことになる⁽⁴⁾。これは linear programming の比較的簡単な問題である。これを図より解いてみる。

図より斜線の部分の多角形における頂点の整数解および、その近似整数解を求めると、生産性 P を最大ならしめる x, y は $x = 3, y = 2$ であることが判明

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察



する。つまりこのスーパーマーケットにおいては3台のチェックスタンドに1人ずつ単独で配置し、2台に2人1組で配置させるのが最も便利である。しかし、これは従業員の生産性を中心とした場合であり、接客時間を中心とした考えではない。購買心理として、重要なことは待たされることを嫌うことである。そこで次に接客時間を中心とした待ち行列論による適正台数の決定方法を考察してゆきたい。接客時間を中心として考えなければならない場合の一つとして近時団地等の出現により需要の急激な増加が予想される場合である。この場合、現状のチェックスタンド数では不足し、顧客の待ち時間が非常に長くなることも予想される。もし現状維持であれば、顧客が他の店へ流出することは明らかであり、またその損失は大であることも明白である。ここで賢明な経営者があり、これを機会に新しい顧客を吸収したいと考え、現在のサービス時間の何分の1以下にしたいと考えるならばどのような事がいえるであろうか。これは2章で多少ふれたことではあるが大規模スーパーであれば開店前のチェックスタンド数に余裕があり、新たに増設する必要がない場合が多い。しかし、たとえば東京におけるスーパーの保有台数別に店舗数をみてもわかるとおり、2台保有する店舗が23%、3台が19%と最も多く、両者を合わせると何と全体の42%を占めており⁽⁶⁾、急激な需要増に

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

対したとき必然的にチェックアウトカウンターの増設が迫られる場合が多いことが推測される。これは接客時間を中心として考えなければならない、本質的に待ち行列論 queuing theory⁽⁶⁾の複数窓 multiple channels⁽⁷⁾の問題である。ここで待ち行列論を歴史的にみた場合⁽⁸⁾、並列型待ち行列 parrallel queues⁽⁹⁾の窓口 S 個の問題については決定的結果は出ていない。従って、社会科学における応用の立場から、先着順 first-come, first-served と考える⁽¹⁰⁾。また客はランダムに来て、サービス分布、は指数分布行列の長さは別に制限を用いないと仮定する⁽¹¹⁾。今、一般的に顧客の到着は単位時間当り λ 人、窓口が休みなく稼動しているときのサービス完了人数は単位時間当り μ 人、つまり平均到着時間間隔が $\frac{1}{\lambda}$ 、平均サービス時間が $\frac{1}{\mu}$ 、窓口の数を S とし、利用率 $\rho = \frac{\lambda}{S\mu}$ ($\rho < 1$) とするならば顧客の平均待ち時間は⁽¹²⁾

$$W_q = \frac{S^{s-1} \rho^s P_0}{S! \mu (1-\rho)^2}$$

ただし $P_0^{-1} = \sum_{n=0}^{s-1} \frac{\rho_0^n}{n!} + \frac{\rho_0^s}{(S-1)!(S-\rho_0)}$, $\rho_0 = \frac{\mu}{\lambda}$

である⁽¹³⁾。ここで前にもどって考える。2台と3台のチェックアウトカウンターを保有しているスーパーが最も多いことから、ここであり、現在2台で顧客を処理しているスーパーを考える。そして平均時に平均サービス時間程度顧客を待たせているとする。ところで現在の顧客のほぼ5割は、何らかの原因による客願の増加が見込まれる。この経営者は現状の待ち時間では満足できず、現在の待ち時間の60%位に短縮したいと考えた場合、チェックアウトカウンターの適正台数は何台としたら良いであろうか⁽¹⁴⁾。ここで、 $S=2$, $\rho = \frac{\lambda}{2\mu}$, $\rho_0 = \frac{\lambda}{\mu}$ であり、平均的に平均サービス時間程度顧客を待たせていることから、

$$W_q = \frac{2\rho^2 P_0}{2\mu(1-\rho)^2} = \frac{1}{\mu} \dots\dots\dots(1)$$

$$P_0^{-1} = 1 + \rho_0 + \frac{\rho_0^2}{2-\rho_0} = \frac{1+\rho}{1-\rho} \dots\dots\dots(2)$$

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

(1), (2)より $\rho = \frac{\lambda}{2\mu} = 0.71$, また, $S=3$, $\rho = \frac{1.5\lambda}{3\mu} = 0.71$ である⁽¹⁵⁾。

一方 μW_q を表にしたものを次に示すと,

μW_q の値⁽¹⁶⁾

| ρ | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| S | | | | | | | | | | |
| 1 | 0.00 | 0.11 | 0.25 | 0.43 | 0.67 | 1.00 | 1.50 | 2.33 | 4.00 | 9.00 |
| 2 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.10 | 0.19 | 0.33 | 0.56 | 0.96 | 1.78 | 4.26 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.08 | 0.16 | 0.30 | 0.55 | 1.08 | 2.72 |

μW_q の表より

$S=2$, $\rho=0.71$ のとき $\mu W_q=1.04$

$S=3$, $\rho=0.71$ のとき $\mu W_q=0.60$

となって、現在の待ち時間の約58%に短縮できる。従って適正台数は3台であり、1台増加することによって、顧客の増加にもかかわらず現在よりもサービスを向上させる経営政策を実施することが可能である。しかし待ち行列論は、一般的にサービスを受ける単位の到着の仕方、サービスを行うための設備、あるいはサービス機構、及びサービスを待っている単位がどのように選び出されてサービスを受けるかを定める待ち行列の規則の三つの要素を考えなければならない。大規模スーパーにおいて、チェックアウトカウンター数が多く、三要素の1つである待ち行列の規則における顧客の選らばれ方が近似的にも先着順 first-come, first-erved と見なされない場合、そして、一方月あるいは曜日によって顧客が集中し、チェックアウトカウンターの必要台数が、通常の一部稼動より、急激に増加して、現チェックアウトカウンター台数内での適正数を決定しなければならない場合には解決しにくい。つまり待ち行列論においては上記の三要素が前提条件となっている⁽¹⁷⁾。従って、もしこのように適用しにくい場合か、あるいは解析的、数値的に解法がうまくいかない場合には、乱数から求めたサービス時間や

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

到着間隔などを使って、システムの行動を再現し、待ち行列過程を吟味することである⁽¹⁸⁾。そして、現実のシステムにできるだけ近い待ち行列過程をそのまま再現することである。いいかえればシミュレーションを使うことである。

スーパーマーケットにおけるレジスターの適正台数についてのシミュレーションによる解法は問題の性質上からも良く理解されることである⁽¹⁹⁾。次にその具体的例の概略を紹介しておきたい⁽²⁰⁾。

前章で述べた如く、ある一定時期への顧客の集中、たとえば日本での場合、流通問題研究協会の事例研究と日本人の生活様式より推測されることであるが、曜日から考えると土曜日の午後と日曜日が顧客の数において多い傾向がある。ここで、紹介する例はアメリカにおける場合であり、その生活様式と店のサービス日等から木曜日の午後と日曜日に集中化現象が生ずる場合として述べられている。

スーパーマーケットモデルの変数と添字

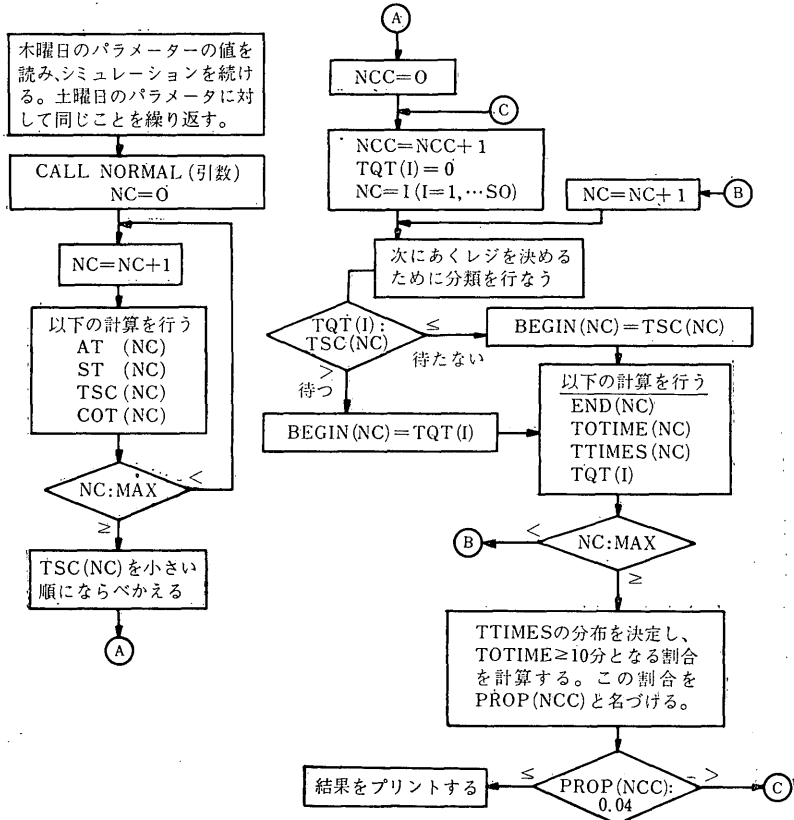
| 変数および添字 | 説 | 明 |
|------------|---------------------------------------|---|
| NC | 顧客番号 | |
| AT(NC) | NC 番目の顧客到着時刻 | |
| ST(NC) | NC 番目の顧客の買物時間 | |
| TSC(NC) | NC 番目の顧客の買物完了時刻 | |
| COT(NC) | NC 番目の顧客の清算時間 | |
| BEGIN(NC) | NC 番目の顧客清算開始時刻 | |
| END(NC) | NC 番目の顧客清算完了時刻 | |
| TOTIME(NC) | NC 番目の顧客がレジ及び待ち行列で費やした総時間 | |
| TTIMES(NC) | NC 番目の顧客が店内で費やした総時間 | |
| NCC | レジの数 | |
| TIME | 親時計の時刻、すなわちシミュレーション実施に組み込まれた時刻 | |
| MAX | シミュレーションを行なう顧客数(最大顧客番号) | |
| PROP(NCC) | NCC個のレジに対して10分より大きいTOTIME(NC)の値の占める割合 | |
| RN | 新しく選ばれた乱数 | |
| TQT(N) | N番目のレジが使えるようになるシステムの時刻 | |
| AMEAN | 正規(買物時間)分布の平均 | |
| BMEAN | 平均到着間隔 | |
| CMEAN | 清算時間分布の平均 | |

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

チェックアウトカウンターの過少台数による顧客の不満と過剰台数による人件費の損失を考慮した台数（適正台数）を求めるのであるが、今、かりに全顧客の5%以上が10分以上待つ場合は不満が生ずるとする。これはアンケート等によって心理学的に決られるはずである。そしてこの10分が精算時間の分布の95%区間を含むならば、平均精算時間はそれよりかなり小さく、多分5分近くなる。

確かにこれは忙しい日の平均待ち時間として穏当なものである。ここで適正なるチェックアウトカウンターの台数をシミュレーションによって決定するのであるが、この実験に関する重要な仮定をしているが、それについては参考文献⁽²¹⁾

スーパーマーケットのレジスター数の決定フローチャート



スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察を参照されたい。次に数学的システムの定式化におけるシステムの構成要素、変数、パラメータ関係の記号を12頁の如く定義している⁽²²⁾。

また、(1)到着時間間隔の分布。(2)買物時間の分布。(3)精算時間の分布。これらの観測結果を適合度の検定によって分布のパラメータに関して必要な信頼度が満足されいることが検証されたものとする。これらの分布の結果については参考文献を参照されたい⁽²³⁾。そして、定義された記号を使って電子計算モデルの構成をフローチャートにて前頁のように示される⁽²⁴⁾。

このモデルのシミュレーションの結果⁽²⁵⁾のうちで最っとも注意すべきことは、この一番忙しい2日間には8台のレジスターが必要であり、また7台でも、初めに統計的に導びかれることが可能である仮定(顧客の不満水準)、つまり全顧客の

レジスターで10分以上待つ客のパーセンテージ

| レ | ジ | 数 | 木 | 曜 | 日 | 土 | 曜 | 日 |
|---|---|---|-------|---|---|-------|---|---|
| 1 | | 台 | 99.4% | | | 99.7% | | |
| 2 | | | 99.2 | | | 99.6 | | |
| 3 | | | 96.8 | | | 98.1 | | |
| 4 | | | 93.2 | | | 92.9 | | |
| 5 | | | 91.9 | | | 91.7 | | |
| 6 | | | 58.8 | | | 58.8 | | |
| 7 | | | 7.9 | | | 6.0 | | |
| 8 | | | 4.7 | | | 3.5 | | |

レジスターで10分以上待つ客のパーセンテージが5%以内という条件にはほぼ近いことが判明する。特にパートタイマー等で忙繁時における従業員のスケジュールを立てている場合等は一考を要する。又経営上、関心を持たざるをえない事は5台と6台、6台と7台とでは非常に大きな違いがあることである。つまり、1台のレジを追加することによって、これほどの違いを生ずることであり、この境界線は直観によっては、なかなか発見し難いことである。そして、この境界線はスーパーマーケットの集中化現象における総売上高に占める割合をも考え合わせると、スーパーの利益計画における意思決定に何らかの影響を与えることは間違い

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

ないであろう。

- 注 (1) そのスーパーマーケットの商圈人口、世帯数一世帯当りの消費支出及び商圈内での顧客数、競合スーパーマーケット及び商店の相関関係分析による市場占拠率等を総合的に計算し求める。
- (2) Edward M. Harwell “Checkout Management,” 1963, 奥住正道訳『チェックアウト管理』商業界 昭和41年 41頁。
- (3) はぼ1,300ドル以下ではその時間内に顧客を処理することは出来ない。
- (4) ここでは直観的にいろいろの場合を考え解をみつけ出しているがこのようにLPを適用するならば適確な解が得られる。
- (5) 東京商工会議所, 前掲書 13頁。
- (6) 窓口にくる客にとっては到着したとき目の前に待ち合わせている行列の長さや, そのためのサービスを受けるまで待たされる時間に関心がある。また, サービス提供側としては客が来ないで窓口で遊んでいる時間の長さ, 逆に窓口が働きつづける経過時間, 窓口が空いている確率等に関心がある。また経営者にとっては行列の長さがあまり長くならないため窓口の数をどの位にするとか等の問題が行列論の目標である。
- (7) 「窓口1個と複数の場合とでは, 解析の難易に非常に大きな差がある。窓口1個の場合に工夫されたいろいろの解析の方法は, ほとんど複数窓口の場合は何ら役にもたないといってもよい程効果が薄くなる。しかし実際面の問題はむしろ複数窓口の方が多いわけで, この方面の研究の進展が強く要望され, 近年複数窓口の研究の発表が多くなってきたが依然として, 大きな障害があるようである。」 本間鶴千代著『待ち行列の理論』理工学社 昭和41年 134頁
なお複数窓口といったときは, 先着順を意味している。
- (8) cf. U. Naragan Bhat, “Sixty years of queueing theory,” Management Science 15, No. 6, February, 1969, pp. 280~294。
- (9) 2つの窓口の場合については次の文献がある。
Haight, F. A., “Two queues in parallel, Biometrika”, vol. 45, 1958, pp. 401~410。
- (10) 先着順となるように客が特別の窓口だけに配分され易いよう配置は変更する。これにはいくつかの方法があろう。
- (11) 実際に適用する場合には確かめなければならない。
- (12) 本間鶴千代著『待ち行列の理論』理工学社 昭和41年 26頁。
- (13) 前掲書 24頁。

スーパーマーケットにおけるチェックアウトカウンターに関する若干の考察

(14) 前掲書 54頁。

$$(15) \quad P_0 = 1 / \left(\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\rho_0^n}{\mu^n} + \frac{\rho_0^2}{(2-1)!(2-\rho_0)} \right) = \frac{2+\rho_0}{2-\rho_0}$$

$$P_0^{-1} = 1 + \rho_0 + \frac{\rho_0^2}{2-\rho_0} = \frac{2-\rho_0 + \rho_0(2-\rho_0) + \rho_0^2}{2-\rho_0} = \frac{2+\rho_0}{2-\rho_0}$$

$$\therefore P_0 = \frac{2+\rho_0}{2-\rho_0} = \frac{2+(\lambda/\mu)}{2-(\lambda/\mu)} = \frac{2\mu+\lambda}{2\mu-\lambda} = \frac{2\mu(1+\rho)}{2\mu(1-\rho)} = \frac{1+\rho}{1-\rho}$$

$$\therefore P_0 = \frac{1+\rho}{1-\rho}$$

$$\text{よって } W_q = \frac{2\rho^2 P_0}{2\mu(1-\rho)^2} = \frac{2\rho^2}{2\mu(1-\rho)^2} \times \frac{1-\rho}{1+\rho} = \frac{1}{\mu}$$

$$\therefore \frac{\rho^2}{1-\rho} \cdot \frac{1}{1+\rho} = 1$$

$$\therefore \frac{\rho^3}{1-\rho^2} = 1 \quad \therefore (\rho + \frac{\sqrt{2}}{2})(\rho - \frac{\sqrt{2}}{2}) = 0$$

$$0 < \rho < 1 \quad \therefore \rho = \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0.71$$

よって $\rho=2$, $\rho=0.71$ のとき $W_q=0.71$

従って $\rho=3$, $\rho=0.71$ のとき $W_q=0.95$

(16) 本間鶴千代著前掲書 53頁。

(17) 待ち行列論の現時点においてという意味である。

(18) D. R. Cox and Walter L. Smith, "Queues," 1961, 磯野修訳 『待ち行列』 日本評論社 昭和41年 133頁。

(19) 次の文献でマネイジリアルエコノミックスの立場より、待ち行列の問題としてシミュレーションを適用したスーパーマーケットにおけるレジスターの適正台数の決定問題を取り上げている。

D. C. Hague, "Managerial Economics" Analysis for bussiness decision lonmmans, Green and Co. Ltd. London and Harlow, 1969, pp. 261~238.

(20) J. H. Mize., and J.G. Cox, "Essentials of Simulation," 1969, 小笠原暁, 青沼龍雄, 秋葉博梅林光寿, 沢村正信, 共訳『シミュレーションの基礎』培風館 昭和44年 173頁~186頁。

(21) 前訳書 175頁~176頁。

(22) 前訳書 177頁。

㉓ 前訳書 178頁～179頁。

㉔ 前訳書 18頁2。

㉕ 前訳書 185頁。

4. む す び

既に第2章において、明らかにした如く、スーパーマーケットにおいてチェックアウトカウンターの適正台数を考えることは、その経営上きわめて重要な問題である。利益計画の樹立は多次元的意志決定として行う必要があるが、そのためには各種要因は各々定量的に把握されることが重要な要件である。第3章で明らかにしたように、チェックアウトカウンターの適正台数の決定方法は生産性を中心とした場合には、リニヤープログラミングによって、また接客時間を中心とした場合には、待ち行列論及びシミュレーションによって、それぞれ定量的に把握することが可能である。従って、このような定量的把握の可能と、スーパーマーケットの特徴である集中化現象とを考え合わせるならば、チェックアウトカウンターの適正台数の問題は利益計画における多次元的意志決定要因として、考えられねばならぬことが理解される。