

平成 26 年度 卒業論文

2015 年 2 月 3 日

最適在庫管理と営業時間の短縮による
店舗利益の最大化
—ある外食チェーンを例にして—

法政大学 理工学部 経営システム工学科

経営数理工学研究室

11X4115 西牟田 憲宗

11X4138 森作 功太郎

指導教員 五島 洋行 教授

学科名	経営システム工	学籍番号	11x4115 11X4138
申請者氏名	西牟田 憲宗 森作 功太郎		
指導教員 氏名	五島 洋行		

論文要旨

論文題目	最適在庫管理と営業時間の短縮による店舗利益の最大化 —ある外食チェーンを例にして—
------	--

本研究では、ある外食チェーンの店舗を例にして、2014年6月から11月までの売上データを用いて、店舗利益を最大化するため、二つの方法を用いて分析を行う。この二つ分析方法はどちらも新聞売り子問題の考えを用いている。一つめは、一時間ごとの売上とコストを比較し、営業時間を短縮する方法である。コストが売上よりも上回っている場合を閉店とし、上回っている分のコストを抑えて売上を上げる方法で、月ごとの結果でみると、営業時間の短縮前後の売上と損益分岐点との差額から、どの月でも利益の増加が推測できる。二つめは、新聞売り子問題を用いて需要数に対する最適な発注量を求め、そこから期待利益を求める方法である。この分析方法においても全ての月で利益の増加が推測できた。この二つの分析方法は、ほぼ干渉しないため、同時に行うことができれば大幅な利益の増加が見込める結果となった。今後の展望として、営業時間の短縮においては、比較する時間単位を30分や15分に短くすることによって、より利益の増加が期待できる。新聞売り子問題を用いた期待利益も同様に、より細かいデータを手に入れることができれば、店舗の利益は限りなく最大に近づいていくであろう。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究背景	1
1.2	研究目的	1
第2章	先行研究	3
2.1	新聞売り子問題に対する最適営業時間-効率性の最大化-	3
2.2	先行研究と本研究の関連	3
第3章	関連知識	4
3.1	新聞売り子問題	4
第4章	前提条件	7
4.1	営業時間と人件費や経費	7
4.2	機会損失の定義	8
4.3	研究対象とする商品	9
4.4	店舗の特徴	9
第5章	分析方法	10
5.1	営業時間の短縮	10
5.2	損益分岐点を用いた分析	10
5.3	期待利益の算出	11
第6章	分析結果	12
6.1	損益の比較	12
6.2	機会損失による損失額の算出	13
6.3	最適な営業時間	14
6.4	期待される増益額	15
6.5	考察	16
第7章	おわりに	17
	参考文献	18
	謝辞	19

第1章 はじめに

1.1 研究背景

現在、日本の GDP は他国と比べても低く、年収 300 万と言われる不景気において、年金問題や増税によって国民の不安は増し、所得は減る一方である。しかし、現代の人間が生活していく上で、多かれ少なかれ外食店は必要不可欠な存在である。そんな消費者の需要に応えるため、主に外食チェーンでは、価格競争が激しくなっている。商品の単価を抑えるために、アルバイトの人件費を削減し、月収が一定である社員を多用する。その結果、時給を計算するとアルバイトより低いことも珍しくない。そのため、就職難と言われる現在でも、外食チェーンを避ける就活生は多く、慢性的な人員不足が問題となっている。さらに、近年では焼肉チェーンでの食中毒問題や某ファストフード店での異物混流問題などにより、需要の低下と衛生問題や品質向上に経費を割かれることによって、外食業界全体の売上が減少傾向にある。

また、アルバイトの経験から、消費者の需要と人員が噛み合っていないと感じることがあり、現在のままでは無駄が多く、店舗を運営していく上で効率が悪いのではないかと考えた。特に、営業時間においては、当たり前のことだが地域ごとに人口や客層が異なるので、需要も違えば、売上にも差が出てくる、しかし外食チェーンの場合、大体が全国全店舗で同じ営業時間である。

1.2 研究目的

現状の不景気による需要の減少は、外食業界にだけいえることではない。バブル崩壊から続く連鎖を外食業界が、またはその中の一店舗が改善することは難しい。しかし、このままでは外食業界の売上は低下の一途を辿り、価格競争にも限界が訪れると推測される。現在の外食業界は、業務内容、賃金、待遇面などの評判が悪く、人員の不足も問題とされている。これらの問題を改善するためには、売上自体を増やさなければならないが、前述のように、不景気の根本的な改善は、現状では見込めないため、需要の増加も期待することはできない。よって、売上は変わらずとも、外食チェーンまたはその中の一店舗が利益を増やすために、できることはないかと考えた。しかし、ただ効率化や無駄を省く方法を取り、社員やアルバイトが割に合わないと思われる業務内容だと意味がない。そこで、本研究では、一時間ごとの売上とコストを比較し、営業時間の短縮を行う。これは、営業時間短縮による機会損失も厭わない方法であり、実際に外食チェーンのある一店舗の 2014 年 6 月から 2014 年 11 月までの 6 ヶ月分の売上データを参考に、本研究を行う。本研究により、

営業時間を短縮した場合、需要の変化はなくとも、アルバイトまたは社員の勤務時間が短くなり、利益も増加すると考えられる。また、利益の増加に伴い、品質向上や衛生管理などに割くコストを増やすことが期待される。さらに、チェーン展開を行う外食店においては、一店舗ごとの利益増加は少なくとも、一年を通してまたは、全店舗合計では店舗数相応の利益増加が推測される。

また、店舗運営において在庫管理を行う場合、需要量に対して在庫量が多いとき、在庫過剰となり廃棄率が上がる。在庫を廃棄するという事は、商品の原価の分だけ損するだけでなく、処分する費用もかかる。また、需要量に対して在庫量が少ないとき、品切れが起こる。品切れが起こると、買い手から得られたはずの利益を得られない。店舗の利益を増やすためには、在庫廃棄と品切れの問題を考慮し、最適な在庫量を保有する必要がある。そこで、適切な発注量を求め、在庫管理を行うことで店舗の利益を増やすことができると考えられる。本研究の一つとして、新聞売り子問題を用いて、需要や上限在庫からそれぞれの商品の最適な発注量を求め、それぞれの商品が一個売れる際の利益より算出される期待利益から利益増加の推測を行う。

第2章 先行研究

本研究の先行研究として、三道 弘明らの新聞売り子問題に対する最適営業時間-効率性の最大化-[1]について紹介する。

2.1 新聞売り子問題に対する最適営業時間-効率性の最大化-

三道らの研究では、新聞売り子問題をもとに作られた小売業を対象とする最適営業時間に関するモデルの観点に従い、営業効率性を定義し、これを最大にする最適営業時間について解析を行う。

いくつかの仮定をもとに消費者が営業時間中に店舗に到着する確率と需要分布を求め、この二つによって営業の効率性を定義する。命題つまり状況に沿って最適な営業時間を求めている。

2.2 先行研究と本研究の関連

先行研究と本研究の関連としては、店舗としての利益を最大化するために、新聞売り子問題の考えから営業時間に着目するという点で、方向性が近い。しかし、内容としては、到着率や需要分布などから新たな指標である効率性の式を定義し、営業時間を最適化しているため、単に売上とコストを比較し、営業時間の短縮を行う本研究とは異なる。また、三道らの研究は営業時間の最適化であるが、店舗の営業時間を最適な営業時間へと導くための要素として加えていない。その点、本研究では、実際の店舗の営業時間をもとに削減していくため、外食チェーンだけでなく様々な種類の店舗で使え、応用性があると思われる。新聞売り子問題では、売れ残った在庫を次の機会以降で売ることはできないが、本研究では、外食チェーンを例としているため、次の機会以降も商品として売ることができるものとしている。

また、本研究の狙いとして、外食チェーンにおいて、一店舗ごとの売上とコストをもとにそれぞれの店舗が本研究の考えを使い、行うことによって利益を最大化していくことなので、専門知識がない者でも簡単に応用できる内容である必要がある。本研究では、大きな利益増大を目的としたものではなく、一店舗としての利益増加は少なくとも外食チェーンの全店舗の合計では、大幅な利益増大を目的としたものである。したがって、店舗数が多ければ多いほど、より内容が簡単で誰でもすぐに実践できる研究内容にすべきと考える。

第3章 関連知識

3.1 新聞売り子問題

オペレーションズ・リサーチの在庫管理の分野において、新聞売り子問題というものがある。これは、需要分布が与えられているとき、売れ残りや品切れに対する損失を最小にするために、商品をどれだけ発注すればよいかを求める問題である。例としては、新聞や賞味期限が製造から一日しか持たない、つまり、販売する機会が一日しかないものが多い。

今回、新聞売り子問題を紹介するにあたり、豆腐を販売している店を例に考える。過去100日間の需要の動向は、図1のような結果となった。この中には、品切れで売れなかった需要も含める。豆腐は、一個売れると180円の利益が出るが、一個売れ残ると廃棄処分のため、原価120円の損失が出る。発注は豆腐10個を1単位として発注をするので、図1の過去100日間の需要の動向も豆腐10個を1単位として統計をとっている。この場合、何個発注をしたら利益が最大になるかを新聞売り子問題で考える。

まず、過去100日間の需要の動向を正規化し、需要分布を図2に示す。図2において、変数 y は、1単位が豆腐10個に相当する量であり、 $p(y)$ を豆腐の需要分布の確率変数とする。すなわち、 $p(10)=15/100$ であるから、豆腐が10単位なので、100個売れた日は、データをとった日数の15%にあたるので、100日のうち15日が100個売れた日である。図2では、 $y=5\sim 18$ の場合しか関係していないが、 $y=0\sim 4$ と $y=19\sim$ のときは $p(0)$ とし、 $\{p(y)\}_{y=0}^{\infty}$ を豆腐の需要分布とする。

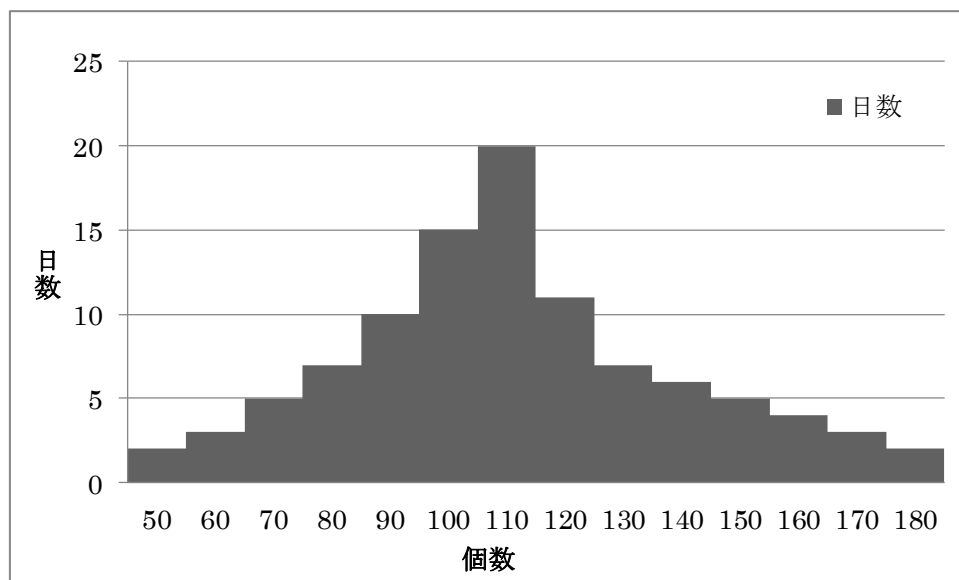


図1.過去100日間の豆腐の需要動向

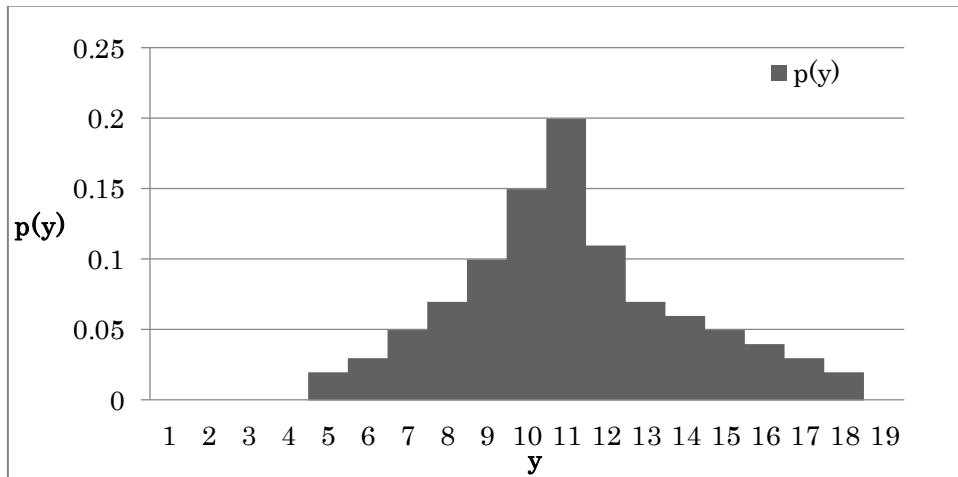


図2.過去 100 日間の豆腐の需要分布

豆腐の需要分布より豆腐が一個売れたときのもうけ高を a 円, 一個売れ残ったときの損失額を b 円とすれば, もうけ高を最大にするための経済発注量 x_{opt} は

$$\sum_{y=0}^{x-1} p(y) \leq \frac{a}{a+b} \leq \sum_{y=0}^x p(y) \quad (1)$$

を満たす x となる. よって $a = 180$, $b = 120$ であるから, 式(1)より

$$\sum_{y=0}^{x-1} p(y) \leq \frac{60}{100} \leq \sum_{y=0}^x p(y) \quad (2)$$

となる. これに(1)の式を適応させるために, $F(x)$ を分布関数とし, 図2から

$$F(x) = \sum_{y=0}^x p(y) \quad (3)$$

を求める. これを図3に示す.

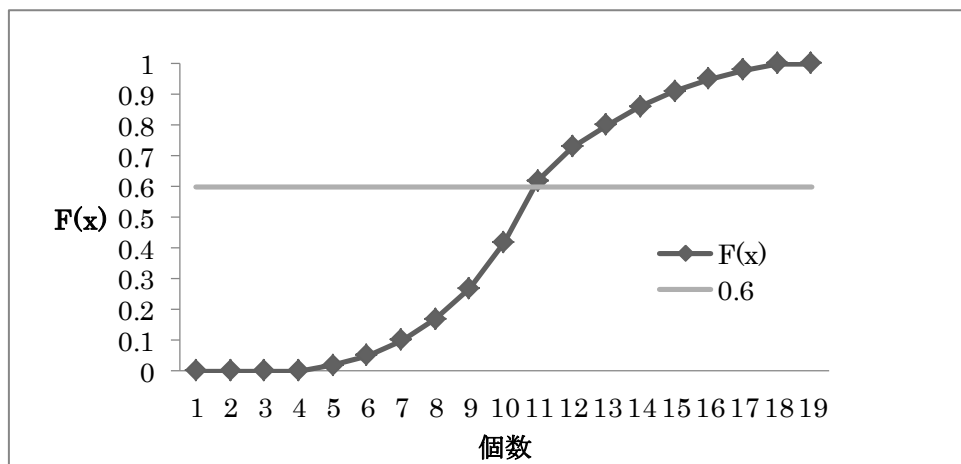


図3.豆腐の需要の分布関数

図 3 より

$$F(10) = \sum_{y=0}^{11-1} p(y) = \frac{42}{100} < \frac{a}{a+b} = \frac{60}{100} < \frac{62}{100} = \sum_{y=0}^{11} p(y) = F(11)$$

となるため、 $x = 11$ のとき式(1)を満たしているので、経済発注量は 110 個である。

また、この例において $a = 240$ 、 $b = 60$ として式(1)を用いて経済発注量を求めると、図 3 より

$$F(12) = \sum_{y=0}^{13-1} p(y) = \frac{73}{100} < \frac{a}{a+b} = \frac{80}{100} \leq \frac{80}{100} = \sum_{y=0}^{13} p(y) = F(13)$$

となり、式(1)を満たしており $x = 13$ は経済発注量といえる。また、 $x = 14$ のときも

$$F(13) = \sum_{y=0}^{14-1} p(y) = \frac{80}{100} \leq \frac{a}{a+b} = \frac{80}{100} < \frac{86}{100} = \sum_{y=0}^{14} p(y) = F(14)$$

式(1)を満たしているので、経済発注量といえる。このとき、利益を最大にする経済発注量は $x = 13$ 、 14 であるが、豆腐がないために帰る買い手の人数が $x = 14$ の方がより少ないため、経済発注量を 140 個とする。豆腐がないために買い手が豆腐を買わずに帰っていくとき、豆腐を売る機会を逃してしまうので、これを損失と考え、機会損失または品切れ損失という。機会損失による費用を c とおくと、これを考慮した経済発注量は式(1)より式(4)となる[2].

$$\sum_{y=0}^{x-1} p(y) \leq \frac{a+c}{a+b+c} \leq \sum_{y=0}^x p(y) \quad (4)$$

第4章 前提条件

4.1 営業時間と人件費や経費

例とする外食チェーンの営業時間は、全店舗共通で、11時から23時までの12時間である。つまり、売上が発生する時間帯はこの12時間である。店舗運営に関わる経費全てを変動費と固定費に分類する。まず、人件費は、売上データの平均である時給1020円を基準に、表1のように平日と土日祝と場合によって分けて考える。また、表1からわかるように、営業時間は11時からだが、開店準備のため、9時から人件費が発生している。ただし、表1は、一時間毎に区切ってあるため実際は9時30分から人件費が発生している。これを半固定費とする。半固定費とは、売上に比例しない固定費ではあるが、営業時間を短縮した場合、その分削減できるコストと定義する。だが、社員の給料は、一定なので固定費とする。また、その他の変動費、固定費については、売上データより比較し、2014年6月から2014年11月までの6ヶ月間の平均を求め、表2のように分類する。

表1.一時間ごとの人件費(円)

営業時間	平日	土日祝
9:00～	1,020	1,020
10:00～	4,080	4,080
11:00～	4,080	4,080
12:00～	6,120	8,160
13:00～	6,120	8,160
14:00～	4,080	5,100
15:00～	2,040	5,100
16:00～	2,040	4,080
17:00～	2,040	6,120
18:00～	5,050	9,690
19:00～	5,050	10,200
20:00～	5,050	10,200
21:00～	4,590	5,100
22:00～	6,313	5,100

表2.一か月間のコストの平均と分類(円)

変動費		固定費	
電気代	91,500	家賃	894,000
動力費	138,333	保険料	12,000
ガス代	31,000	リース料	121,167
消耗品費	98,833	減価償却費	15,333
		租税公課	10,000
		営業間接費	82,833
半固定費		水道費	97,000
人件費	1,982,368	通信費	16,000
		設備保守点検費	17,000
		メンテナンス費	48,833
		衛生費	132,000
		雑費	18,000
		宣伝費	3,833
		販促ツール費	16,500
		店舗販促費	13,333
		装飾費	66,000
		社員の給料	300,000
		社会保険	34,000
		福利厚生	35,000

4.2 機会損失の定義

新聞売り子問題を用いるならば、機会損失の定義は、買い手の需要に対して売り手の在庫が不足し、本来得られる利益を失うことを示す。しかし、今回定義する機会損失とは、一時間ごとの利益と半固定費を含めた変動費を比較し、利益が半固定費を含めた変動費を下回った場合、営業を行うことが店舗にとって損になるので、その時間は閉店し、あえて機会を損失させることである。利益が半固定費を含めた変動費を下回っているということは、閉店を行うことによって、その差額分だけ損をしなくなることである。在庫に関しては、新聞売り子問題とは違い、次の機会以降に持ち込めるものと考えため、原価で発生するコストは影響しない。ただし、固定費は、売上に関わらず発生するものなので、今回定義する機会損失に影響しない。

4.3 研究対象とする商品

新聞売り子問題を用いて期待利益を算出する商品は、2014年6月から11月に販売された全46商品を用いる。ただし、飲料品類4品とデザート類2品は除く。また、用いる商品はメニューの変更や季節の問題に伴い期間限定で販売されるものも含める。このため、月ごとに商品数が変動するので、全46商品というのは、一ヶ月あたりの商品数ではなく、2014年6月から11月までに販売されたものの合計である。

それぞれの商品の原価は、2014年6月から11月の発注履歴と原材料の原価より求める。例えば、Aランチという商品に使われる原材料は、米150g、野菜60g、肉150gである。それぞれの原材料は発注する際、決められた発注単位が存在し、米は1kgからで300円、野菜は500gからで100円、肉は2kgからで2000円となる。ここからAランチの原価を計算すると、米は150gなので45円、野菜は60gなので12円、肉は150gなので150円より原価は207円となる。また、Aランチの販売価格を700円とすると、求めた原価より一個売れた際の利益は493円となる。このようにそれぞれの商品について求めた原価と利益を用いて期待利益を求める。

4.4 店舗の特徴

今回研究を行うにあたり、例としてデータを用いるある外食チェーンのある店舗は、通常の外食店とは異なる特徴がある。

まず、水道費は、表2で固定費として分類されているが、通常は売上によって変化する変動費に分類される。また、閉店を行う際、削減できるコストとして電気代やガス代などと同様に分類することができる。しかし、この店舗ではひと月97,000円の月額一定の契約を行っているため、今回の研究では、水道費を固定費と分類した。

また、店舗は開店してから約5年が経過しているが、店舗として初めて売上が固定費や変動費、原価などのコストを上回り黒字となったのは、2014年10月からである。よって用いるデータの前半部分である2014年6月、7月、8月、9月は売上よりも固定費や変動費、原価などのコストのほうが上回り赤字である。

第5章 分析方法

5.1 営業時間の短縮

本研究では、営業時間を短縮し、利益の最大化を目的としている。そのため、途中閉店を含め、本来営業している時間に閉店を行うことで営業時間を短縮する。閉店を行う基準としては、2014年6月から11月までの売上データをもとに、一時間ごとの粗利益と半固定費を含めた変動費を比較する。粗利益が半固定費を含めた変動費と同じ、または下回っている場合、営業を停止する。比較対象が売上ではなく、粗利益であるのは、新聞売り子問題とは異なり、商品が翌日以降でも販売できるので、純粋にその時間帯の営業によって得られる粗利益とコストを比べることができるからである。つまり、粗利益と半固定費を含めた変動費を比べて、営業を行うことが店舗として損をする場合、その時間帯を閉店扱いとする。また、本研究において粗利益とは、売上データより、売上から原価と補助材料費、商品運搬のための運賃を差し引いたものである。さらに、売上に対する原価と補助材料費、運賃の合計の比率を原価率とする。

5.2 損益分岐点を用いた分析

本研究の最終的な判断としては、BEP(Break Even Point)と言われる損益分岐点[3]の考えを用いて、実際の売上データをひと月ごとに比較し、結果を算出する。損益分岐点の式(5)に代入される値は表2の2014年6月から2014年11月までの一か月ごとの平均ではなく、売上データをもとに月ごとの値をそれぞれ使う。

$$1 - \frac{\text{半固定費と固定費}}{\text{原価} + \text{補助材料費} + \text{運賃} + \text{変動費}} \text{売上} \quad (5)$$

まず、閉店によって減った売上と粗利益、人件費、変動費を平日と土日祝に場合分けし、一日ごとに算出する。一時間ごとの変動費のデータはないため、6か月分のデータの平均を一時間ごとにしたものを使い、実際の変動費に反映させる。人件費は、表1より平日と土日祝の場合でそれぞれの時間帯でかかる値を使う。そして、求めたそれぞれの値を実際の月ごとの売上データに反映させて式(5)より結果を算出する。通常、損益分岐点を用いる場合、原価は売上によって変動するため変動費とされるが、本研究では4.1で分類される変動費を用いて営業時間の短縮を行うため、変動費とは区別する。原価と補助材料費と運賃の合計は、売上データの原価率より求めたものをそれぞれ用いる。

時間帯別の損益を考えるとき、よく用いられる手法としては、月別ではなく一時間ごとの損益分岐点を求めることが多い。しかし、4.3の店舗の特徴より、本研究で用いるデータは、2014年6月から2014年9月までの4か月の間、店舗としては赤字の状態である。そのため6か月間の売上データを用いて平日と土日祝の一時間ごとの平均売上から損益分岐点を求め、営業時間を短縮すると、平日では11時から23時までの12時間の中から7時間、土日祝では、同様の営業時間から5時間短縮する結果となり、売上自体も現在より大幅な減少が推測できる。よって、本研究では、営業時間の短縮は5.1の手法を用い、損益の分析においては、月別の売上と損益分岐点を用いる。

5.3 期待利益の算出

参考文献[4]より新聞売り子問題を用いた各商品の期待利益の式を式(6)に示す。

$$r(i, x) = ci - K\delta(i, x) + (p + h)\mu - (c + h)x - (p + s + h) \sum_{\theta=0}^{\infty} \max\{\theta - x, 0\}f(\theta) \quad (6)$$

ただし、 $i = x$ のとき、 $\delta(i, x) = 0$ である。また、 $i < x$ のとき、 $\delta(i, x) = 1$ とする。式(6)より、 $f(\theta)$ を確率密度関数とし、 θ は需要量を表す確率変数であり、2014年6月から11月までの日ごとの注文数より求める。 θ は、 $0 \leq \theta \leq \infty$ に存在する整数である。 μ を2014年6月から11月までの各商品の需要平均とする。次に仕入価格を c 、販売価格を p とおき、販売価格 p から仕入れ価格 c 引いたものが品切れ損失 s とする。発注費を K 、在庫維持費 h とし、売上データより K は5333円、 h は1.5円とする。手持ち在庫を i とし、この i とは、閉店後の在庫量である。各商品の特徴と需要量から平日と土日祝の上限在庫を推測し、上限在庫から手持ち在庫 i を差し引いたものを発注量 x とする。手持ち在庫量 i の日に発注量 x としたとき、得られる利益を期待利益 $r(i, x)$ とし求める。

第6章 分析結果

6.1 損益の比較

6ヶ月分の売上データの原価率の平均が33.7%であるため、利益率を66.3%とする。原価にかかるコストの内容としては、原材料費と補助材料費に加え、商品運搬に伴い発生する運賃を含む。この利益率を元に一時間ごとの売上を求める。売上は6ヶ月分の売上データの日ごとの平均から割り出す。さらに、明らかに需要が異なる平日と土日祝の場合に分け、半固定費を含めた変動費と比較したものを図4と図5に示す。半固定費を含めた変動費と粗利益を比較するため、売上が発生する時間帯に限定して考える。9時30分から11時の間に発生する人件費は、開店準備に必要であるため、社員の給料と同様に固定費とみなす。しかし、粗利益と半固定費を含めた変動費と比較し、機会を損失させ営業時間を遅らせる場合、遅らせた分の時間だけ、営業時間と同様に遅らせることができるものとする。

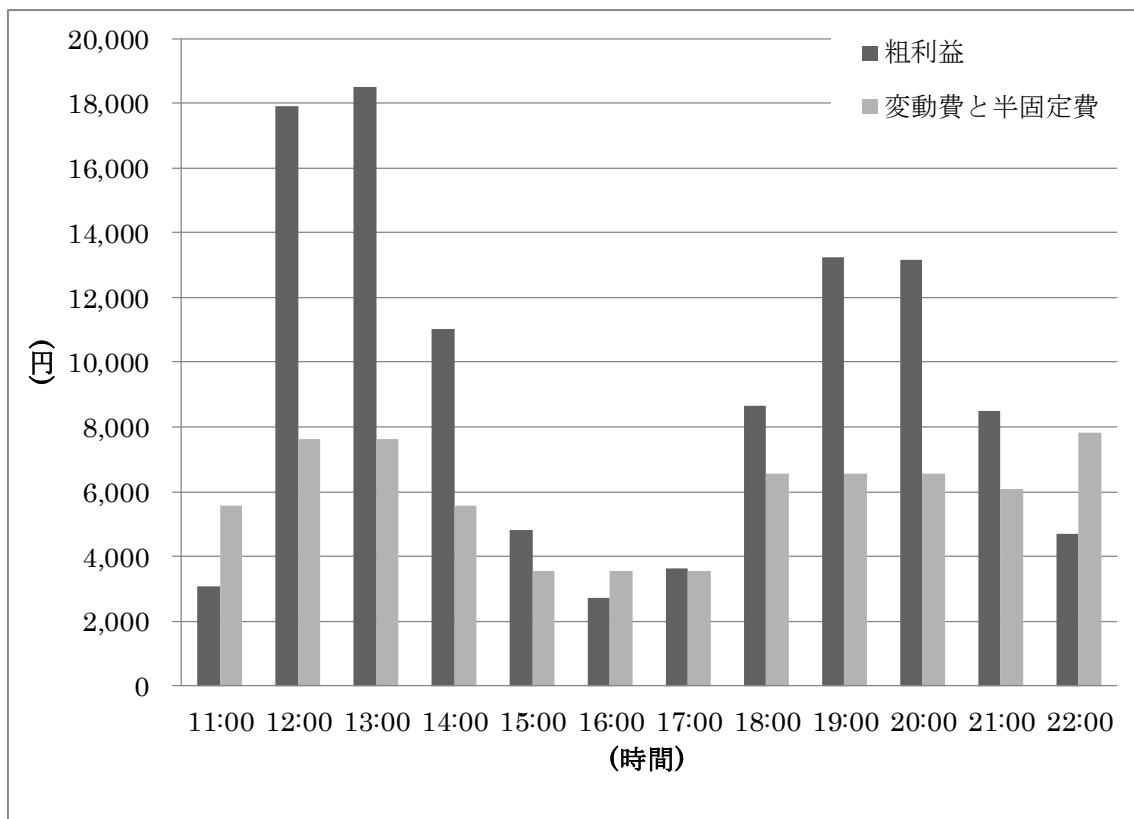


図4.平日の一時間あたりの粗利益と半固定費を含めた変動費との比較

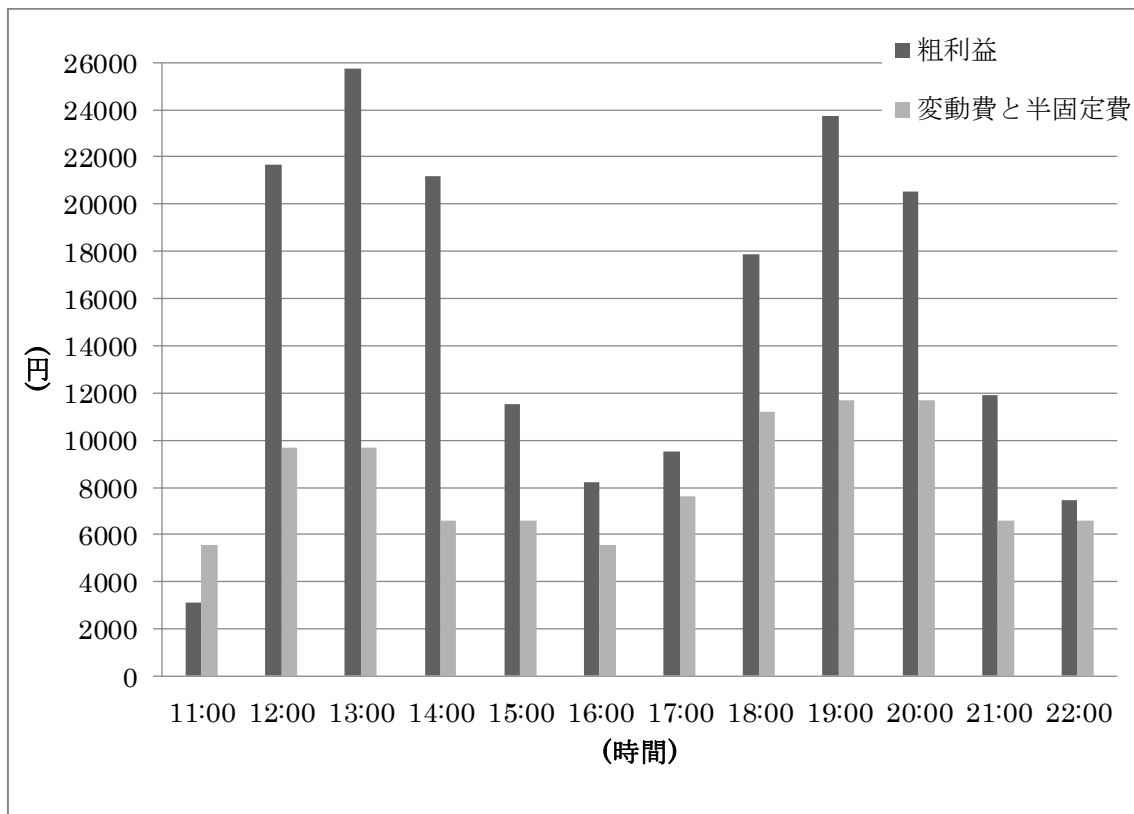


図 5.土日祝の一時間あたりの粗利益と半固定費を含む変動費との比較

6.2 機会損失による損失額の算出

半固定費を含む変動費と粗利益を比較することによって、時間帯別の損益から閉店を行うほうが良いのかを判断できる。さらに、実際にかかる費用を図 4 より、平日の場合は 11 時、16 時、22 時からのそれぞれ一時間は、粗利益が半固定費を含めた変動費を下回っているため、閉店を行うほうが良いと判断できる。閉店を行った際、つまり、機会損失によって失われた粗利益はそれぞれ、11 時台が 3,058 円、16 時台が 2,736 円、22 時台が 4,678 円の合計 10,472 円である。しかし、半固定費を含めた変動費は、それぞれ 11 時台が 5,579 円、16 時台が 3,539 円、22 時台が 7,812 円の合計 16,930 円となる。平日においては、6,458 円の損失をしなくて済む、つまり得をしたと考えられる。同様に図 5 より、土日祝の場合では、11 時台の一時間が、粗利益が半固定費を含む変動費を下回っているため、閉店を行うほうが良いと判断できる。機会損失によって失われた粗利益は、11 時台が 3,058 円。また半固定費を含めた変動費は、11 時台が 5,579 円である。よって、土日祝においては、2,471 円の得をしたと考えられる。

6.3 最適な営業時間

最適な営業時間を求めるために、5.2で紹介したBEPと言われる損益分岐点を求めるための式(5)を用いて、実際の売上データと営業時間を短縮した場合の、損益分岐点と売上を求め比較し、本研究の正当性を示す。2014年6月から2014年11月までの売上データと営業時間を短縮した場合の売上、半固定費、固定費、原価、補助材料費、運賃から求めた損益分岐点と売上を表3、表4に示す。営業時間を短縮した場合は、2014年6月から2014年11月それぞれの平日と土日祝の数にあわせて6.2で求めた機会損失額と削減した変動費と半固定費である人件費を考慮し、損益分岐点と売上を求める。さらに、それぞれの月ごとに求めた損益分岐点と、それぞれの月の売上との差額を表3、表4に示す。これは、店舗として黒字まで売上がどれだけ足りないのか、または、どれだけ利益がでているのかを算出するためである。

また、二つの場合で求めた売上と損益分岐点の差額の差を増益額とし、表5に示す。

表3.実際の売上データから算出した売上と損益分岐点とその差額

月	売上	BEP	差額
6月	5,484,978	7,025,544	-1,540,566
7月	5,986,454	6,899,596	-913,142
8月	6,205,704	7,073,073	-867,369
9月	6,004,065	6,539,779	-535,714
10月	6,129,874	6,104,844	25,030
11月	6,661,559	6,353,289	308,270

表4.営業時間を削減した場合の売上と損益分岐点とその差額

月	売上	BEP	差額
6月	5,111,343	6,402,983	-1,291,640
7月	5,585,889	6,258,825	-672,936
8月	5,827,409	6,481,057	-653,648
9月	5,630,430	5,955,325	-324,895
10月	5,756,239	5,547,812	208,427
11月	6,310,194	5,832,527	477,667

表 5. 営業時間の短縮による増益額

月	増収額
6月	248,925
7月	240,206
8月	213,720
9月	210,819
10月	183,397
11月	169,398

本研究の考えを用いて、営業時間を短縮した場合、需要が低下したのではなく、機会損失によって売上自体が下がっている。よって本研究では、需要を変化させているわけではない。機会損失によって売上が減ったと同時に短縮した時間帯の分だけ、変動費と半固定費である人件費を削減しているため、営業時間短縮の前後では売上よりも大幅に損益分岐点が下がっている。

表 5 より、それぞれの売上と BEP の差が営業時間を短縮する前とした後ではそれぞれ、2014 年 6 月は 248,925 円、7 月は 240,206 円、8 月は 213,720 円、9 月は 210,819 円、10 月は 183,397 円、11 月は 169,398 円も差が縮まっている。2014 年 10 月と 11 月においては黒字なので、その分だけ利益が増えたといえる。4.3 より 2014 年 6 月から 2014 年 9 月までは、店舗としては赤字なので、営業時間の短縮後も売上が損益分岐点を下回ってしまったが、営業時間の短縮前後としては、その分店舗としての利益を上げ、損益分岐点との差を縮めたといえる。よって、本研究では、ある外食チェーンのある店舗の最適な営業時間を平日は 12 時から 16 時で一時間の途中閉店を経て、17 時から 22 時までとし、土日祝は 12 時から 23 時とした。

6.4 期待される増益額

期待利益 $r(i, x)$ は日ごとなので、2014 年 6 月から 11 月までの売上データより算出した粗利益と比較するため、月ごとの合計を用いる。粗利益と期待利益の差額を増利益額とし、月別の粗利益と期待利益と増利益額を表 6 に示す。

期待利益を求めた結果、すべての月で粗利益と期待利益の差は正の値をとり、店舗としての利益が増加したといえる。2014 年 6 月から 11 月までの 6 か月間のうち 10 月と 11 月の増利益額が他の月に比べて大きいのは、4.4 の店舗の特徴より黒字であったためと考えられる。売上データより人件費などのコストは毎月ほぼ変化しないので、黒字ということは赤字のときよりも商品全体の需要量が多いということである。よって、各商品の期待利益が上がるため、10 月と 11 月の増利益額が大きくなったと考えられる。

表 6.月別の粗利益と期待利益とその差額

月	粗利益	期待利益	増利益額
6月	3,708,000	3,972,672	264,672
7月	3,864,000	4,058,512	194,512
8月	4,112,000	4,270,380	158,380
9月	3,815,000	3,944,016	129,016
10月	4,179,000	4,655,497	476,497
11月	4,426,000	4,834,227	408,227

6.5 考察

4.3より2014年6月から2014年9月の店舗としては赤字であり、本研究を用いても赤字を黒字にすることはできなかつたが、表5より月平均211,078円の利益増加が期待できる。それぞれの売上に対する利益増加額の割合は、月平均3.7%と大幅な増益は期待できないが、この外食チェーンの店舗数は全国で105店舗あり、一店舗の利益の増加は少なくとも、単純に計算すると月の利益増加平均より22,163,190円の利益増加が全店舗合計で期待できる。しかし、地域や客層によって店舗ごとに需要はことなるので、一概に全店舗のひと月の利益増加額が22,163,190円とはいえないので、あくまでも目安と考える。

また、月の人件費が一定である社員を多用することによって店舗運営のための人件費を抑えるのではなく、営業時間を短縮した分の人件費を減らした。これは、本研究が利益を生み出すためにより社員に負担を強いるものではないということである。さらに、売上自体は下がってしまったが、これは機会損失によるものなので、実際にある店舗の需要が変動したわけではない。2014年6月から2014年11月の6か月のすべての月において売上増加の結果が出たので、本研究の目的である社員やアルバイトを考慮しつつ、変動しない需要から利益を増加させることが十分達成できたといえる。

新聞売り子問題を用いた期待利益の算出においても、どの月でも増益が期待でき、目的を十分に達成できたといえる。また、営業時間の短縮と新聞売り子問題を用いた期待利益は、互いにほぼ干渉しない。これを二つの利益を合計すると、店舗としてそれぞれ6月は424,233円、7月は350,406円、8月は301,913円、9月は268,907円、10月は599,638円、11月は523,842円の増利益となり、さらに大幅な増利益となる。営業時間の短縮による増益額は、原価を差し引いていない売上なので、売上データよりそれぞれの月の原価率から利益を求め、表6の増利益額と合計する。

第7章 おわりに

本研究では、ある外食チェーンのある店舗の売上データを用いて一時間ごとの売上とコストを比較し、営業時間を短縮することによって、最適な営業時間を算出する。しかし、より利益を上げるならば、閉店時間直前の一時間や売上の低い時間帯の1分単位での客の来店時間や滞在時間、客単価のデータが必要。これを用いることにより、より最適な営業時間を求めることができる。来店時間と滞在時間から客が店を出る時間と客単価を求める。そこからコストを比較し、あえて機会損失を行い、営業時間を短縮し、1分単位で最適な営業時間を求めることができる。その場合、1分単位で求めた営業時間をそのまま採用するのではなく、15分または30分単位で最適な営業時間とし、機会損失も厭わないとする本研究の考えより店舗としての利益を優先させたものを採用する。今回は、1分単位での客の来店時間と滞在時間、客単価、変動費のデータが存在せず、入手することができなかつたため、現状で存在するデータを用いて研究を行った。それでも、本研究の結果としては、十分な利益増加が期待され、さらに、1分単位のデータを用いてより利益を上げる場合、現在よりも大幅な利益増加が推測される。

また、新聞売り子問題を用いて算出された期待利益は、今回は商品の都合上、廃棄はあまりに少なく、データも存在していなかつたため、ないものとし処分費については考慮しなかつた。しかし、処分費などのコストのより細かいデータを用いることによって、正確な期待利益を求められると考えられる。この際、店舗としては損をするコストを詳しく設定するので、本研究で導き出した増利益額は、現在よりも少なくなるかも知れない。さらに、本研究では、日ごとの商品の注文数を需要量と考え、期待利益を求めため、需要過多の場合のデータをとることはできなかつた。なので、現在よりも需要量が多く、期待利益が大きくなるかもしれない。本研究で参考にするデータには限りがあり、精度の限界があるが、店舗それぞれでこの二つの方法をとれば、どちらにせよある程度の利益増加は期待できると推測する。

参考文献

- [1] 三道 弘明, Amir Hossein:”新聞売り子問題に対する最適営業時間-効率性の最大化-“, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 秋季研究発表会, pp.150—151 (2013), <http://ci.nii.ac.jp/naid/110009757907>(2015年1月10日 確認)
- [2] 加藤 豊, 小沢 正典:ORの基礎—AHPから最適化まで—, pp.78—82, 実教出版株式会社(1998)
- [3] 服部 克己:損益分岐点の見方・使い方, 日本法令 (1981)
- [4] 森 雅夫, 宮沢 政清, 生田 誠三, 森戸 晋, 山田 善靖:”オペレーションズリサーチII—意思決定モデル—”, pp80—81, 株式会社朝倉書店(1996)