

超売れ筋商品のシミュレーションを用いた欠品対策

2014SS078 杉 隆成

2014SS052 永井 聖人

指導教員：三浦英俊

1 はじめに

本研究はあるホームセンターと共同で行っている。このホームセンターは、中部地方を地盤とし、全国に店舗を展開するホームセンターチェーンである。

このホームセンターでは長年、欠品が問題となっている。本研究室では数年に渡って以下のような研究をしてきた。

- ホームセンターにおける売れ筋商品の在庫管理問題
- 効率的な在庫管理を目的としたホームセンターの発注と棚割り

これらの研究を経て考案された昨年度の欠品対策は、実際の店舗にて施策され、一定の効果を上げることができた。

本研究では、更に欠品を減少させ、新たな目標を達成するために発注ロジックを改善する。欠品とは、その日の閉店後に在庫数が0の状態のことであり、欠品している日を欠品日として考えている。欠品した商品は次の納品まで欠品したままであるため、その期間に顧客の需要を逃し売上の妨げになっている可能性がある。特に売れ筋商品の欠品は売上への影響が大きいため、優先的に解決すべき問題であると考えられる。本研究は一つの店舗を対象として、超売れ筋商品の欠品日数0、また店舗別の最適な発注ロジックの提案を目標とし取り組んだものである。本研究では、売れ筋商品を週あたりの平均販売数1.33以上の商品、超売れ筋商品を、年間売上数量300以上の商品としている。現在、このホームセンターでは発注ロジックに従い自動発注を行っている。このロジックにより商品ごとの発注数、発注のタイミングが決まる。欠品を減らすためには在庫を増やせばいいが、その分コストがかかるため、最適な発注数、タイミングを考える必要がある。

目標である、「超売れ筋商品の欠品日数0」、「店舗別の最適な発注ロジックの提案」を達成するために現状のロジックを改善し新しいロジックを提案する。エクセルを使ってシミュレーションを行い、現状ロジックの分析や新しいロジックを考えていく。

2 目的

このホームセンターの3店舗の、2016年2月29日～2017年3月5日の「売れ筋商品」の販売データを利用してシミュレーションを行う。この3店舗は大型店、中型店、小型店、である。ここでいう売れ筋商品とは、週あたりの平均販売数が1.33以上の、商品のものである。

シミュレーションを用いて、「超売れ筋商品の日曜欠品日数0」、「店舗別の最適な発注ロジックの提案」を達成する

ために現状ロジックを改善し新しいロジックを提案する。

3 発注ロジックについて

発注日は週に二日間あり、日曜日と水曜日である。納入日は日曜発注の場合、三日後の水曜日に納入され、水曜発注の場合、三日後の土曜日に納入される。毎週日曜日に、商品ごとに、過去5週分のデータから週の平均販売数を導出し、それを6段階に分けられた「ランク」に当てはめ、「最大在庫数」と「発注点」を決定する。最大在庫週数は何週分の在庫を持つか表す数値である。3Wなどと表記していて、Wは週という意味である。水曜日には算出は行わず、直前の日曜日に算出したものを利用する。在庫数が算出した発注点以下の数値になると発注が起きる。

最大在庫数と発注点の定義は以下の通りである。

$$\text{最大在庫数} = \text{平均販売数} \times \text{最大在庫週数}$$

$$\text{発注点} = \text{最大在庫数} \times \text{発注係数}$$

最大在庫数は発注される数量、発注点はそれ以下になると発注が起きるというタイミングを表す数値である。

表1 ランク表

ランク	平均販売数	最大在庫数	発注点
1	15以上	平均販売数×3W	最大在庫数×0.65
2	8.34～14.99	平均販売数×3.3W	最大在庫数×0.65
3	6.34～8.33	平均販売数×3.5W	最大在庫数×0.65
4	4.34～6.33	平均販売数×4W	最大在庫数×0.65
5	2.34～4.33	平均販売数×4.5W	最大在庫数×0.65
6	1.33～2.33	平均販売数×5W	最大在庫数×0.65

現状の発注ロジックでの、最大在庫週数と発注係数は表1の通りである。最大在庫週数はランクによって変わるが、発注係数はどのランクでも一定である。

最大在庫週数と発注係数を変更することによって、最適な発注ロジックを提案していく。

4 現状ロジックでのシミュレーション結果

まず、ホームセンターのA店の、2016年2月29日～2017年3月5日の「売れ筋商品」の販売データを利用して、現状ロジックでシミュレーションを行った。

結果をみると、のべ在庫総数が6184795で欠品日数全体が1486となっている。欠品日数全体は1486となってい

表2 シミュレーション結果（現状ロジック）

のべ在庫総数	6184795
日曜欠品日数	200
月曜欠品日数	286
火曜欠品日数	368
水曜欠品日数	126
木曜欠品日数	161
金曜欠品日数	213
土曜欠品日数	132
欠品日数全体	1486

るが、1486日毎回その日に欠品しているというわけではない。例えば、ある商品が月曜日に欠品したとする。その場合、日曜日にその商品の発注が起こっていないとすると、その商品は水曜日まで発注が起こらず、納入されるのは土曜日となる。よって、データでは月、火、水、木、金、の5日間が欠品日としてカウントされる。欠品する曜日も欠品日数減少には重要である。

曜日別の欠品日数をみると、水曜日と土曜日が欠品日数が少ない、これは納入日だからである。水曜日に欠品した商品は、次の納入日の土曜日まで欠品し続けるので金曜日は欠品日数が大きくなっている。同様の理由で火曜日の欠品日数も大きくなっている。特に、日曜日、月曜日、火曜日の三日間の欠品日数が目立つ。この三日間は水曜発注の商品がある曜日である。なぜ、この三日間が欠品が多いのか、原因が二つあると考えた。まず一つは、水曜日に日曜発注の商品が届き、在庫数が多い状態なので、発注が起こりにくくなっていると考えた。もう一つの原因は日曜発注は水曜日に納入されるので、水、木、金の三日間を乗り切るのに対し、水曜発注は土曜日に納入され、土、日、月、火の四日間を日曜発注と同じ在庫数で乗り切らなければならない。よって、欠品日数が大きくなっていると考えた。加えて、四日間の中に比較的売り上げが大きいと考えられる土曜日、日曜日も含まれているので、これも欠品日数が多くなっている原因だと考えられる。この二つの問題を解決するために、発注ロジックの「最大在庫週数」と「発注係数」を変更する。まず、一つ目の問題を解決するために、発注を起りやすくする必要がある。そのために発注係数を大きくすることによって発注が起りやすくなり、欠品日数が減少すると考えた。もう一つの問題を解決するためには、最大在庫数を大きくする必要がある。そのためには、最大在庫週数を大きくする。よって、最大在庫数が増え、欠品日数減少が望めると考えた。

- まとめると、
- (1)「発注係数」を大きくする。
 - (2)「最大在庫週数」を大きくする。

この二つを行うことにより、欠品日数の減少、超売れ筋商品の日曜欠品日数0を目指す。

5 超売れ筋商品シミュレーション

次に、年間売上数量300以上の超売れ筋商品だけに限定してシミュレーションを行った。発注係数は現状ロジックの0.65と0.7でシミュレーションを行った。日曜欠品日数、日曜在庫金額を求め、それに加えて、日曜発注頻度を求めた。日曜発注頻度は日曜日に発注が起きた回数であり、発注頻度が多いほど品出しの回数が増え、仕事量が増えることになる。理想は発注頻度をそれほど増やさずに、欠品日数を減少させる形である。

表3 最大在庫週数

現状ロジック	5W	4.5W	4W	3.5W	3.3W	3W
+0.5W	5.5W	5W	4.5W	4W	3.8W	3.5W
+1W	6W	5.5W	5W	4.5W	4.3W	4W
+2W	7W	6.5W	6W	5.5W	5.3W	5W
+3W	8W	7.5W	7W	6.5W	6.3W	6W
+4W	9W	8.5W	8W	7.5W	7.3W	7W
+5W	10W	9.5W	9W	8.5W	8.3W	8W
+6W	11W	10.5W	10W	9.5W	9.3W	9W
+7W	12W	11.5W	11W	10.5W	10.3W	10W
+8W	13W	12.5W	12W	11.5W	11.3W	11W
+13W	18W	17.5W	17W	16.5W	16.3W	16W
+15W	20W	19.5W	19W	18.5W	18.3W	18W
+25W	30W	29.5W	29W	28.5W	28.3W	28W
+35W	40W	39.5W	39W	38.5W	38.3W	38W

上の表3がシミュレーションを行った最大在庫週数である。

表4 発注係数0.65

	日曜欠品日数	日曜在庫金額	日曜発注頻度
現	60	150380036	3086
+0.5W	42	178380669	2823
+1W	35	207364559	2574
+2W	24	265091078	2234
+3W	20	328351235	1964
+4W	16	388321117	1735
+5W	12	449885883	1593
+6W	9	513901147	1456
+7W	9	582555771	1313
+8W	8	636283807	1231
+13W	5	975302750	955
+15W	5	1102378592	850
+25W	3	1819033741	626
+35W	2	2511302823	514

欠品日数は発注係数0.65, 0.7でそれほど変化がなく、ほぼ同じ減少の仕方をしている。どちらの発注係数も最大在庫週数を+0.5週、+1.0週した時の減少が大きく、どちらも+6週から欠品日数が一桁となる。+6週以降は減少がかなり小さい。

在庫金額はどちらの発注係数もほぼ同様の増加をしており、+1週ごとに一定の間隔で増加している。欠品日数が一桁となる、+6週では在庫金額は現状ロジックの3倍以上になっている。+6週、+7週、+8週では欠品日数は

表5 発注係数0.7

	日曜欠品日数	日曜在庫金額	日曜発注頻度
現	58	154871285	3397
+0.5W	40	184029842	3122
+1W	29	214607303	2893
+2W	21	273896145	2474
+3W	18	336148935	2208
+4W	14	400688581	1959
+5W	12	465605324	1807
+6W	9	531624204	1654
+7W	9	591831478	1524
+8W	8	664492806	1401
+13W	5	999463879	1045
+15W	4	1136677208	962
+25W	3	1851656865	719
+35W	2	2601728301	595

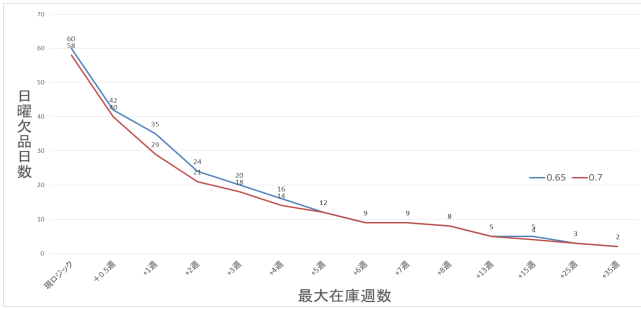


図1 日曜欠品日数

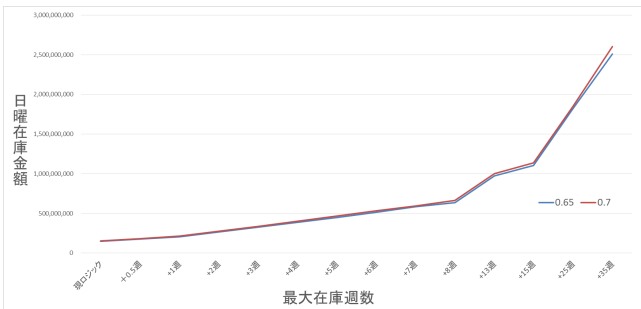


図2 日曜在庫金額

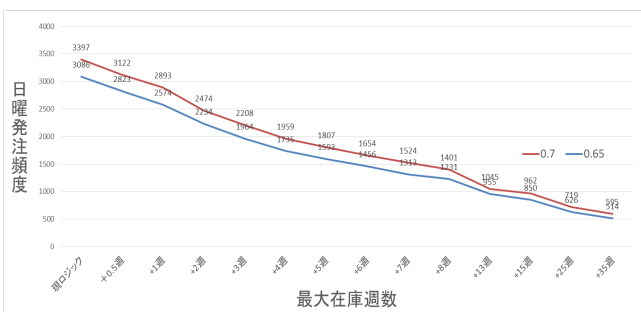


図3 日曜発注頻度

ほぼ同じであるが、在庫金額が約1億円増加している。最大在庫週数が大きくなるにつれて、二つの発注係数の在庫金額の差が大きくなっている。

欠品日数や在庫金額と違い、発注頻度では二つの発注係数でそれなりに違いがみえた。現状ロジックの最大在庫

週数でも約300差がある。欠品日数は2日しか変わらないが、発注頻度が300も増えているのは効率があまり良くないと思われる。最大在庫週数が大きくなるにつれて、二つの発注係数の発注頻度の差が小さくなっている。どの最大在庫週数でも二つの発注係数の欠品日数はそれほど変わらないので、発注係数を大きくしても発注頻度が大きくなるだけだと思われる。

最大在庫週数 +35W しても日曜欠品日数が0にならなかった商品が2つあり、「柔軟剤A」、「飲料A」である。柔軟剤Aは、五日間連続で売上数量が大きい期間があり、欠品日数が0にならなかったと考えられる。これはセールの影響だと考えられ、セールの場合は自動発注以外にも発注を行っているので実際は欠品はしておらず、シミュレーション上だけでの欠品だと考えられる。飲料Aについては、データに少しおかしいところがみられ、それが原因で欠品日数が0にならなかった。箱をばらして売った可能性があるため、こちらもシミュレーション上だけでの欠品だと考えられる。

このように、+35週まで最大在庫週数を大きくすると、日曜欠品日数は0に近いと考えられる。

6 店舗別シミュレーション

今回は、発注係数は0.65, 0.7を使用し、店舗別の分析を行うために、「A店(大型店)」、「K店(中型店)」、「T店(小型店)」の三店舗の売れ筋商品全体でのシミュレーションを行った。

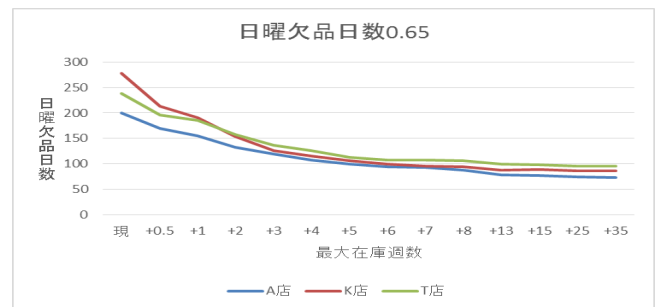


図4 日曜欠品日数

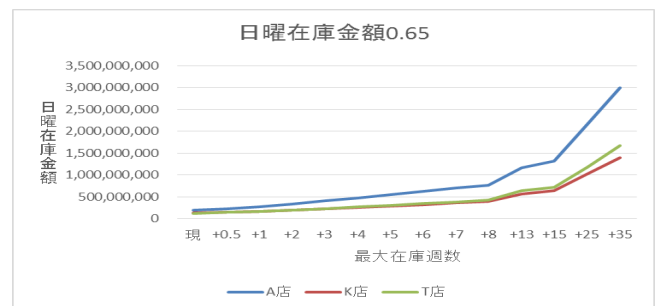


図5 日曜在庫金額

3店舗で欠品日数の減少の仕方にそれほど変化がなく、どの店舗でも最大在庫週数 +0.5W, +1W までの減少の

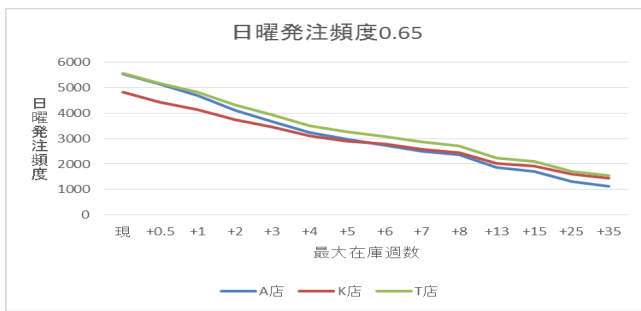


図6 日曜発注頻度

表6 A店シミュレーション

	日曜欠品日数	日曜在庫金額	日曜発注頻度
現	200	196477127	5548
~	~	~	~
+6W	94	625195350	2741
~	~	~	~
+35W	73	2999389831	1130

表7 K店シミュレーション

	日曜欠品日数	日曜在庫金額	日曜発注頻度
現	278	125198404	4830
~	~	~	~
+6W	99	320547108	2780
~	~	~	~
+35W	86	1399349861	1444

表8 T店シミュレーション

	日曜欠品日数	日曜在庫金額	日曜発注頻度
現	238	122629352	5560
~	~	~	~
+6W	109	342527131	3074
~	~	~	~
+35W	95	1677444020	1547

表9 A店欠品理由割合

欠品理由	SKU数	割合(%)
平均販売数が低い、在庫数が少ないため欠品	16	45.7
6週分の在庫数が納入される前の時点で欠品	4	11.4
データがおかしい、箱をばらした可能性?	2	5.7
数日間連続で売上数大、セールの可能性?	1	2.9
爆買いの影響(1日で10個以上買われた)	12	34.3

表10 K店欠品理由割合

欠品理由	SKU数	割合(%)
平均販売数が低い、在庫数が少ないため欠品	28	75.7
6週分の在庫数が納入される前の時点で欠品	1	2.7
データがおかしい、箱をばらした可能性?	0	0
数日間連続で売上数大、セールの可能性?	1	2.7
爆買いの影響(1日で10個以上買われた)	7	18.9

仕方が大きい。それ以降 +6 週まではほぼ一定の間隔で減少していき、+6 週以降は減少がかなり小さい。在庫金額は A 店の金額が大きい。増加の仕方にそれほど変化が無いように見られた。発注頻度も 3 店舗で減少の仕方にそれほど変化がないが、熱田店だけ +2W から +4W までの間

表11 T店欠品理由割合

欠品理由	SKU数	割合(%)
平均販売数が低い、在庫数が少ないため欠品	35	89.7
6週分の在庫数が納入される前の時点で欠品	0	0
データがおかしい、箱をばらした可能性?	1	2.6
数日間連続で売上数大、セールの可能性?	2	5.1
爆買いの影響(1日で10個以上買われた)	1	2.6

の減少がやや大きいように感じた。結果として、店舗別で欠品日数の減少などに大きな違いはなく、店舗別に発注ロジック変えることによる影響はそれほどないと感じた。更に発注係数 0.65, 最大在庫週数 +6 週でシミュレーションを行っても、日曜欠品日数が 0 にならなかったもの商品全ての分析を行った。分析から得た、主な欠品の理由は、1: 平均販売数が低く、在庫数が少ないため欠品、2: 6 週分以上の在庫数が納入される前の時点で欠品(シミュレーション上の問題)、3: データがおかしい、箱をばらした可能性がある(シミュレーション上の問題)、4: 5 日間連続で売上数大きく、セールの可能性がある(シミュレーション上の問題)、5: 爆買いの影響(10 個以上 1 日で買われた)、割合でいうと、どの店舗でも 1 の理由が多くの割合を占めている。しかし、店舗が大きくなるほど、5: (爆買いの影響) の理由の割合が大きくなっている。店舗が大きいほど爆買いの影響が大きいということがわかった。

7 今後の課題

今後の課題として、現在、「最大在庫週数」を大きくする形でシミュレーションを行っているが、実際の店舗では、バックヤードの面積の問題もあり、「最大在庫週数」を大きくするのは難しいと考えられる。しかし、「最大在庫週数」を大きくしなければ、超売れ筋商品の欠品日数を 0 にすることは不可能に近い。よって、超売れ筋商品の欠品日数を 0 にすることは非常に難しいということを研究の成果として示していきたい。

参考文献

- [1] 渥美早紀:ホームセンターにおける売れ筋商品の在庫管理問題. 南山大学理工学部システム数理学科卒業論文, 2017
- [2] 芥 正裕:効率的な在庫管理を目的としたホームセンターの発注と棚割. 南山大学数理情報研究科卒業論文, 2013