

自転車用品販売会社の販売・倉庫管理の最適化

2019SS010 福地かんな 2019SS077 谷本大真

指導教員：三浦英俊

1 はじめに

近年、物流の会社はシステムを利用して在庫管理や発注を行うのが主流となっているが、中小企業ではシステムを需要の変動に合わせて更新できていないのが現状である。本研究は自動車部品販売会社との共同研究である。発注システムの提案、誤ピック削減による業務効率化、倉庫関の商品移動についての3つについて検討した。対象となる自転車用品販売会社は約21000種類の商品を取り扱っていて、月に約28000件の受注を受けている。

2 使用データ

2.1 発注データ

2019年3月15日から2022年3月15日までのデータを使用し、そのデータには発注番号、発注日、仕入先CD（CDとはコード番号である）、仕入先名、入荷場所、商品CD（商品CDは8桁のコード番号である）、管理品番、数量、単位、仕入れ日、仕入れ数量、リードタイムが明記されている。

2.2 国内の販売実績

出荷予定日が2019年4月1日から2021年3月31日までのデータを使用する。そのデータには得意先CD、得意先名、受注日、希望納期、出荷予定日、商品CD、商品名、単位/入数、数量が明記されている。

2.3 商品違いの誤ピック集計

2022年1月から2022年7月までのデータを使用し、そのデータには正しい商品の商品CD、正しい商品のロケーション、誤った商品の商品CD、誤った商品のロケーション、誤ピックの回数が明記されている。

2.4 備蓄倉庫保管商品一覧

海外商品の商品コード、保管場所、最低在庫量、最大在庫量が明記されている。

3 発注システムの概要

対象とする企業は、在庫数量を年間売上数量÷12で算出しているため季節によって欠品または過剰在庫になり、販売機会損失が起きている。これを改善するためには季節性を考慮して在庫数量を変動させる必要がある。

4 発注データから分かる現状

発注データから、注文してから商品が届くまでのリードタイムがどれぐらいの日数かかるのかを図1に示す。予約発注は除く。2019年3月15日から2022年3月15日の期間での予約発注を除いた発注回数は67855回である。

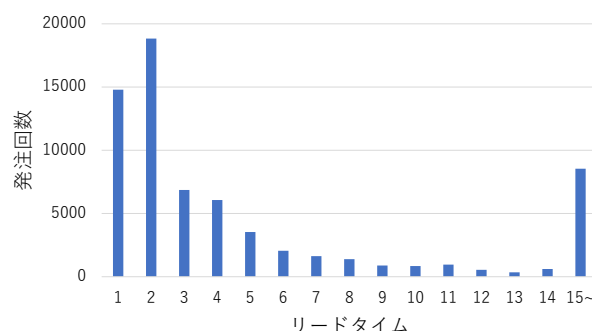


図1 リードタイムの分布

図1より、リードタイムが7日以内の発注が全体の約80%を占めていることがわかる。

5 発注点法

発注点法は、在庫量を基準にした発注方法である。発注点法の基準となる在庫量の推移を図5に青線で示す。在庫量が一定量を下回ったら発注を行う。発注を行うタイミングをあらかじめ決めるため、比較的手間を省ける[1]。

発注点法に必要なのは、発注点と発注量を決めることである。発注点となる在庫量は、リードタイムの日数分の在庫があればよいと考えることができる。しかし、販売機会損失を防ぐためには、ゆとりを持った在庫量が必要である。本研究では1か月の発注回数は1回を目安として発注量を定める。

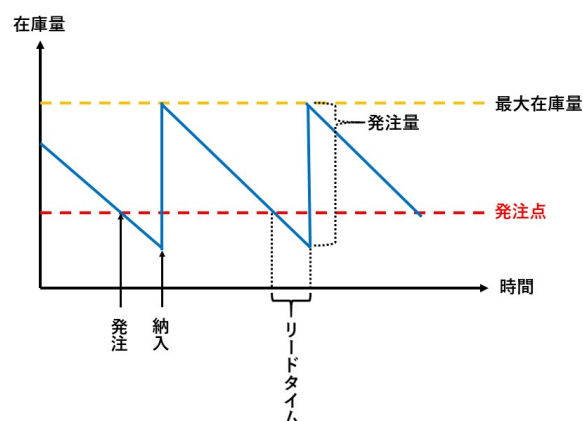


図2 発注点法

6 発注システムに用いる式

6.1 文字の定義

D ：リードタイム

α ：安全率

A_i : i 月の発注量 ($i = 1, 2, \dots, 12$)
 B_i : i 月の平均販売量 ($i = 1, 2, \dots, 12$)
 C_i : 発注点 ($i = 1, 2, \dots, 12$)

6.2 計算式

発注システムに必要な値は、発注量と発注点である。

$$A_i = \alpha B_i \quad (1)$$

$$C_i = \frac{A_i}{30} D \quad (2)$$

発注量 A_i は平均販売量 B_i に安全率 α をかけ、平均販売量 B_i を一律 α 倍することでゆとりをもたせる。発注点 C_i はリードタイムの日数分の在庫を確保できればよいので、式 (1) で平均販売量 B_i にゆとりを持たせた、 i 月の発注量 A_i から 1 日分の発注量を求め、リードタイム D をかける。 i 月の平均販売量 B_i ($i = 1, 2, \dots, 12$) は 2019 年 4 月 1 日から 2022 年 3 月 31 日の期間の販売記録を用いて月別の平均販売量を算出した。

7 発注シミュレーション

最適な安全率 α を決定するためにシミュレーションを行う。この時、安全率 α が小さすぎると在庫切れを起こし、安全率 α が大きすぎると過剰在庫となる。

発注データからわかる現状より、リードタイムが 7 日以内の割合が高い。また、倉庫には余裕があり、ゆとりをもった在庫量にしたいという要望から、リードタイムは 7 日としてシミュレーションを行う。これらの値を用いてシミュレーションを行い、安全率 α を決定する。

こちらで販売量が 5000 個以上、1000 個以上 2000 個未満、500 個未満のそれぞれの群から 10 商品を取り出した 30 商品をリストアップし、シミュレーションを行った。今回は安全率 α を 1.0~4.0 でシミュレーションを行い、機会損失率を抽出した。その結果を以下の図 3 に示す。

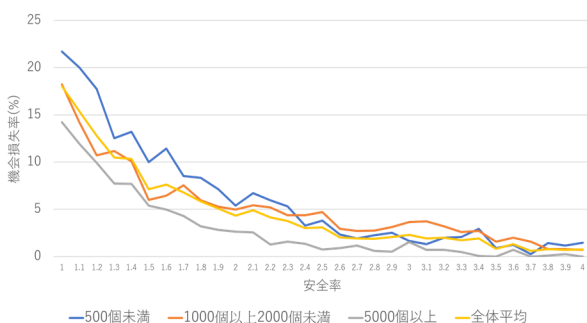


図 3 3 つに区別した商品群それぞれのシミュレーション結果

今回は全体平均の場合で考える。安全率 α が 2.0~3.0 であれば、機会損失率が 5% 以下になることが分かった。これより安全率 α は 2.0~3.0 が妥当であると考えた。

次にシミュレーション上での在庫データと実際の過去の在庫データを比較した。ここで、実際の過去の在庫データ

からの変化率を在庫変化率と定義する。在庫変化率の算出方法は以下に示す。

7.1 記号の定義

M : 在庫変化率

S : シミュレーションでの最低在庫量

R : 実際のデータの最低在庫量

7.2 計算式

$$M = (S/R) \times 100 \quad [\%] \quad (3)$$

在庫変化率を販売量が 大 (5000 個以上)・中 (1000 個以上 2000 個未満)・小 (500 個未満) のそれぞれで平均をとった結果を以下の図 4 に示す。

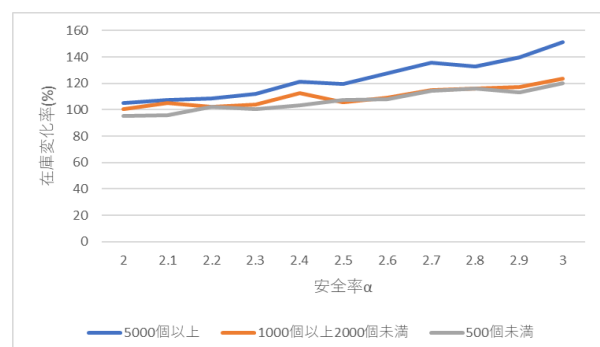


図 4 3 つに区別した商品群それぞれの在庫変化率

前述ではシミュレーション上では全体的に在庫変化率が 100% を超えるという結果が出た。これより実際のデータの最低在庫量は現状維持もしくは少し増やすことができることが分かった。またシミュレーションでの在庫データと実際の在庫データを比較した。明確にシミュレーションでの在庫データの方が在庫量を抑えることができた商品があった。今回はその中から 3 つの商品を紹介する。前提として安全率 α は 2.0 でシミュレーションを行っている。1 つ目は商品 CD 60210001 商品名 Lock Nut for TUBE チューブ用ロックナット CP, 2 つ目は商品 CD 25900001 商品名 KW-88 鈴付きキーホルダー クリア 6 色アソート, 3 つ目は商品 CD 25900204 商品名 KW-259F/CH 2 段式前カゴカバーチドリ柄である。この 3 つの商品それぞれの在庫データを比較したものを以下の図 5, 図 6, 図 7 に示す。

これら 3 つの商品はグラフから実際の在庫データよりシミュレーションの在庫データの方が在庫量を明確に抑えることができていることが分かる。

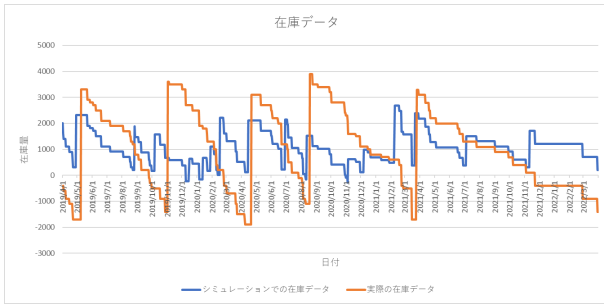


図5 商品 CD 60210001 商品名 Lock Nut for TUBE チューブ用ロックナット CP の在庫データ

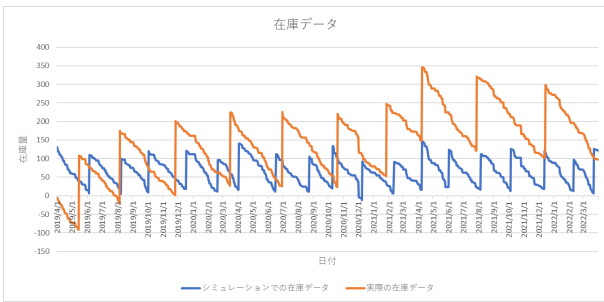


図6 商品 CD 25900001 商品名 KW-88 鈴付きキーホルダー クリア 6色アソートの在庫データ

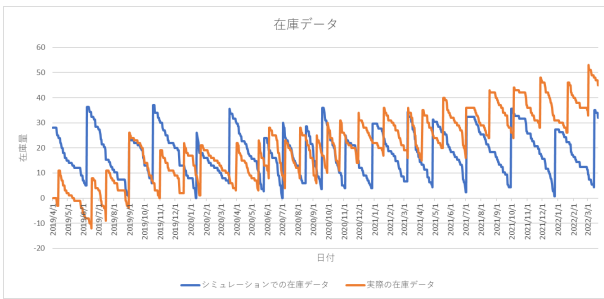


図7 商品 CD 25900204 商品名 KW-259F/CH 2 段式前カゴカバーチドリ柄の在庫データ

8 誤ピックの削減について

8.1 概要

ピッキングとは、受注した商品を保管場所から取り出して集め、出荷先別に荷揃えすることである。この受注した商品とは違う誤った商品を保管場所から集めてしまうことを誤ピックという。対象の企業ではピッキング作業を紙の注文書を見ながら手作業で行っているため誤ピックが発生しやすい。誤ピックは月に200件近く発生している。誤ピックの削減のために、過去データから誤ピックの起きたロケーションや商品を分析した。

誤ピックには商品違い、ピッキング忘れ、数量過剰、数量不足の4つのパターンがある。2021年に発生した誤出荷96件のうち商品違いによる誤出荷が最も多い33件で

あった。本研究では商品違いによる誤ピックに着目して分析を行う。

8.2 商品コードの分析

正しい商品と誤った商品の商品コードの比較を行う。商品コードは8桁である。

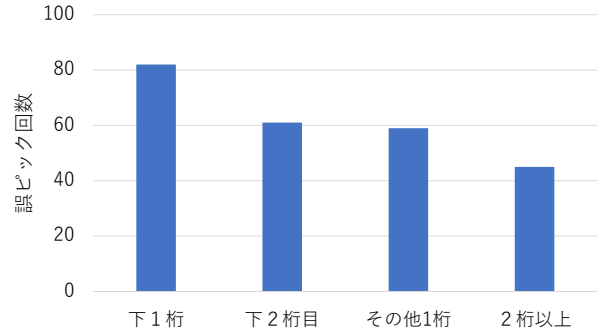


図8 商品コードの違い

図8より、商品コードが1桁だけ誤っていることが多い傾向がわかる。下1桁でのミスは商品名は正しいが、色やサイズが異なる商品との誤ピックが多いということである。また、2桁以上商品コードが異なっている場合に最も多かったのは、2つの数字が入れ替わっているというミスであった。例を挙げると、3700001を3700010と間違えるミスである。

8.3 まとめ

誤ピックが多い商品を12種類列挙したところ、2022年1月から7月にメイン倉庫の3階で起きた誤ピック247回のうち、注意の必要な商品の誤ピックは67回であった。これは3階の誤ピック全体の約3割であった。誤ピック削減のための改善策としては、誤ピックの多い商品にはピッキングの際に目につく場所に注意を促す表示をするという対策を行い、それによって誤ピックを削減できるのか効果の検証を行う。

9 倉庫間の商品移動について

9.1 概要

対象とする企業は4つの物流倉庫を運用している。事務所、ピッキング作業場、梱包作業場のあるメイン倉庫、メイン倉庫の真横に位置する備蓄倉庫と、離れた場所に位置する2つの備蓄倉庫がある。備蓄倉庫は一度に大量発注を行う海外商品を一時的に保管するために使用しており、定期的にメイン倉庫とメイン倉庫の真横に位置する備蓄倉庫に商品を移動している。この倉庫間の商品移動を表したものが図9である。また、現在取り扱っている海外商品は約450種類である。

備蓄倉庫に商品を取りに行くための目安となる在庫量を最低在庫量、メイン倉庫に保管しておく商品の最大の在庫量を最大在庫量と定義する。対象とする企業では、最低在

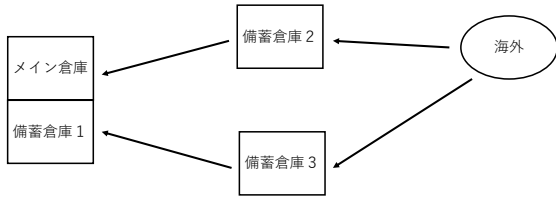


図9 倉庫間の商品移動

庫量と最大在庫量の見直しが定期的に行われていないため最適最低在庫量と最大在庫量となっておらず、過大な在庫や機会損失が生じている。そのため本研究では対象とする企業の要望を考慮して現在の需要に合わせた最低在庫量と最大在庫量を算出するための枠組みを提案する。

対象企業の要望は (1)1 週間に 0~1 回は備蓄倉庫に商品を取りに行くことと仮定し、2 週間以内には商品を補充できる。(2) メイン倉庫に保管する商品の量は最大 1.5 か月分にする。(3) メイン倉庫に保管する商品の量はできるだけ少なくする。の 3 点である。

9.2 文字の定義

C_i^{min} : 商品 i の最低在庫量

C_i^{max} : 商品 i の最大在庫量

A_i : 商品 i の月平均販売数

A_i^{max} : 商品 i の月最大販売量

β_1 : 月平均販売数と月最大販売量の重みづけのための係数

β_2 : 月平均販売数と月最大販売量の重みづけのための係数

D_1 : 備蓄倉庫に取りに行くまでの最大日数

D_2 : 何日分の販売量をメイン倉庫に置くか

9.3 計算式

商品 i の最低在庫量を算出するための式を以下のように定める。

$$C_i^{min} = \begin{cases} 3 & (C_i^{min} < 3 \text{ のとき}) \\ \frac{A_i + \beta_1 A_i^{max}}{1 + \beta_1} \frac{D_1}{30} & (\text{それ以外}) \end{cases} \quad (4)$$

商品 i の販売量が少ない商品は最低在庫量 C_i^{min} が少なくなりすぎてしまうため、最低在庫量 C_i^{min} の下限を 3 とする。最低在庫量 C_i^{min} は販売量の変化に対応させる必要があるため、月平均販売数 A_i と月最大販売量 A_i^{max} の重みづけのための係数 β_1 を 1 とする。また、週に 0~1 回備蓄倉庫に商品を取りに行くことと仮定し、メイン倉庫で商品の欠品が起きることを許容しているため、リードタイム D_1 は 7 日間とする。

商品 i の最大在庫量を算出するための式を以下のように定める。

$$C_i^{max} = \begin{cases} C_i^{min} + 3 & (C_i^{max} < C_i^{min} + 3 \text{ のとき}) \\ \frac{A_i + \beta_2 A_i^{max}}{1 + \beta_2} \frac{D_2}{30} & (\text{それ以外}) \end{cases} \quad (5)$$

商品 i の販売量が少ない商品は求める最大在庫量 C_i^{max} が少なくなりすぎてしまうため、最大在庫量 C_i^{max} に下限を設ける。最大在庫量 C_i^{max} は 1.5 か月分の販売量とするので月最大販売量 A_i^{max} は加味する必要がない。そのため月平均販売数 A_i と月最大販売量 A_i^{max} の重みづけのための係数 β_2 を 0 にし、何日分の在庫量を保管するのかわめる係数である D_2 を 1.5 か月分の 45 とする。

9.4 結果

指定した値をそれぞれの係数に代入して最低在庫量と最大在庫量の各合計を計算した結果、従来の各合計と今回提案する最低在庫量と最大在庫量の各合計を比較した結果は表 1 となる。

表 1 現状と提案する商品量の比較

商品量 (単位: 個)	最低在庫量の合計	最大在庫量の合計
従来法	17365	54507
提案法	3219	11303

メイン倉庫に置く商品の合計数が最低在庫量と最大在庫量ともに従来法と比べて 1/5 程度に減少していることから、メイン倉庫に保管する海外商品の在庫量を抑えることができるといえる。

10 おわりに

発注システムについては、発注シミュレーションを行った結果、安全率 α は 2.0~3.0 であるときに機会損失率が 5% 以下になることが分かった。発注シミュレーションでは在庫量を抑えることができたため、今後は提案した発注システムを導入して、機会損失が減少しているのかを調べるために効果検証を行いたい。また、今回は全ての商品についてシミュレーションを行ってはいないのでこのシミュレーション結果を鵜呑みにするのは注意をする必要がある。

誤ピックの削減については、似た商品コードの商品、つまり色やサイズ違いでの誤ピックが多い傾向があることがわかった。誤ピック削減のために、誤ピックの多い商品にはピッキングの際に目につく場所に注意を促す表示をするという対策を行う。現在の方法でピッキング作業を行うのでは大幅に誤ピックの削減をするのは難しいといえるため、今後は IT 機器の導入を検討したい。

倉庫間の商品移動については、メイン倉庫に置く海外商品の合計数が最低在庫量と最大在庫量ともに従来法と比べて 1/5 程度に減少していることから、メイン倉庫に保管する海外商品の在庫量を抑えることができるといえる。今後は販売データを用いてシミュレーションを行いたい。

参考文献

- [1] 松井秦子・根本俊男・宇野毅明:「入門オペレーションズ・リサーチ」。東海大学出版部, 2008.