

コンビニエンスストア向け食製品の受注量予測

—長期製品の日次予測 新商品の月次予測—

M2018SS012 杉隆成

指導教員：三浦英俊

1 はじめに

本研究はコンビニエンスストア向けに食製品を製造するA社から実際の受注データを頂いて研究行っている。A社は複数の工場で食製品を製造しており、本研究の対象である工場で扱う食製品は、パック、弁当、直巻、手巻、チルド、御飯、寿司の7個のカテゴリーに分類化されている。またコンビニエンスストアへの食製品の配送を1便、2便、3便(朝、昼、夜)に分けて行なっている。予測をする際に使用するデータは弁当カテゴリーの1便を対象とし、全て新商品である。1便を対象とする理由としては、2便、3便に関してはおおよその受注量が事前に通知されるが、1便は事前通知が無く、予測が困難なためである。A社との研究は一昨年からは始まり3年目であり、1年目は文献[1]で行われた、重回帰分析を用いた受注量予測であり、2年目は、文献[2]で行われている、グルーピングを用いた日次予測といい翌日の受注量予測を行った。3年目である今年、「長期製品の日次予測」と「月次予測」を行っている。文献[1]では28日間(4週間)分での予測精度を検証していたが、実際の食製品は28日間以上製造を行う食製品も存在しており、そのような食製品の予測が出来なかった。そういった問題を解決するために29日以降の食製品の予測を行うのが「長期製品の日次予測」というものである。29日以降の予測は実際に現場では行われているので、今回の長期製品の日次予測の精度を高めることにより、現場とのギャップを無くすことが出来ると考えている。また、「月次予測」というのは、28日後の予測である。月次予測は長期的な予測となり、非常に予測は難しいが、日次予測よりも人員配置や材料の調達に活かすことが出来ると考えている。

2 研究の目的

A社では、食製品を製造するにあたり、事前に受注量を予測している。しかし、正確に予測するのは難しい状況であり、ある特定の知識や経験を持っている人しか予測を行えない。その問題を解決するために、精度が高く、誰にでも扱えるような予測の方法を考えることが、この研究の目的である。また、最終的にはこの研究を人員配置や材料の調達に活かしていきたいと考えている。

3 長期製品について

本研究では、長期製品とは56日間(8週間)以上、製造が続いている食製品とした。ほとんどの食製品が約1ヶ月程度で製造が終了することが多いが、中には1ヶ月以上製造が続く商品もあるため、今回はそれらの食製品の受注

量予測を行っている。また、今回は火曜日から製造が開始する食製品のみを取り扱っている。食製品の受注傾向として、1週間の動きで見ると、土曜日に受注が増え、週の中で最大となる。長期の動きで見ると、4週目以降同じような動きを繰り返す、受注量は徐々に減少することがわかっている。図1は例として「チキンカツ弁当」の受注傾向を載せている。長期製品の日次予測の方法としては、去年の研究と同様の方法を使用して行った。日次予測の方法については次の章で説明する。

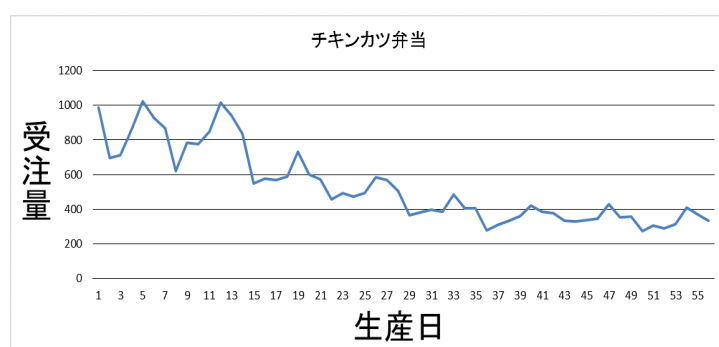


図1 チキンカツ弁当 受注推移

4 日次予測の方法

長期製品の日次予測では去年の研究で使用した日次予測の方法で行う。予測の方法としては、予測を行う日の受注実測数に予測係数を掛けることにより、翌日の予測値を求めていくというものである。

4.1 記号の定義

日次予測に用いる記号を以下のように定める。

I : 食製品の集合.

K : グループの集合.

$q_i^{(n)}$: 商品 i の、第 n 日の店舗あたり受注実測数. ($n=1,2,\dots,28$)

$\hat{q}_{i,j}^{(n)}$: 商品 i の、第 j に行う第 n 日の店舗あたり受注予測数. ($n=1,2,\dots,28$)

$c_k^{(n)}$: グループ K に所属する食製品の第 n 日の受注予測係数.

4.2 予測式

日次予測に用いる予測式は以下の通りである。

$$\hat{q}_i^{(1)} = c_k^{(1)} \quad (1)$$

$$\hat{q}_{i,n-1}^{(n)} = c_k^{(n)} q_i^{(n-1)} \quad (2)$$

(1) 式は、初発（生産 1 日目）の予測値を求める際に使用するものである。長期製品の日次予測では生産 29 日目から予測を行うので、(1) 式は、長期製品の日次予測では使用しない。

4.3 予測係数

予測式で使用した、予測係数は以下とする。

$$c_k^{(n)} = \begin{cases} \text{グループ } K \text{ に所属する食製品 } i \text{ の} \\ q_i^{(1)} \text{ の平均 } (n = 1) \\ \text{グループ } K \text{ に所属する食製品 } i \text{ の} \\ \frac{q_i^{(n)}}{q_i^{(n-1)}} \text{ (変化率) の平均 } (n = 2, 3, \dots, 28) \end{cases}$$

$n = 1$ の場合の予測係数は初発を求める際に使用するものであり、生産 29 日目から予測を行う、長期製品の日次予測では使用しない。グループとは、文献 [2] で行っている、グルーピングを使用し、生産傾向が近い商品を集めたグループのことである。変化率とは前日からの受注量の変化率のことであり、表 1 が弁当カテゴリーの平均の変化率（予測係数）である。表 1 の 3 行 3 列目は生産 1 日目から生産 2 日目の変化率であり、生産 2 日目の受注量が生産 1 日目の約 77% になるということである。

表 1 日次予測係数 カテゴリー平均

	火	水	木	金	土	日	月
第 1 週	1	2	3	4	5	6	7
予測係数	2.51	0.77	0.93	0.95	1.07	0.85	0.90
第 2 週	8	9	10	11	12	13	14
予測係数	0.77	1.03	0.92	1.01	1.13	0.89	0.87
第 3 週	15	16	17	18	19	20	21
予測係数	0.83	1.04	0.98	1.01	1.18	0.88	0.91
第 4 週	22	23	24	25	26	27	28
予測係数	0.87	1.06	0.98	1.04	1.21	0.91	0.89

5 長期製品の日次予測

去年までの研究で行っていた、日次予測では生産初日から生産 28 日目までの予測を行い、予測精度を検証していた。今回は長期製品の日次予測のため生産 29 日以降の予測を行う必要があり、生産 29 日目から生産 56 日目までの 28 日間（4 週間）で予測精度の検証を行った。

5.1 予測方法

予測方法は日次予測のときに使用した方法を使用する。しかし、予測係数は第 4 週目の予測をする際に使用した係数を第 5 週目以降も継続して使用する。第 4 週目の予測係数を使用する理由としては、第 4 週目以降は受注傾向がそれほど大きく変化しないからである。

5.2 第 4 週目の係数

日次予測の第 4 週目の予測係数が 29 日以降も継続で使用できるかを検証するため、長期製品の生産 29 日から生産 56 日の変化率を調べた。使用したデータは 2012 年から 2017 年の長期製品の受注量データ 50 商品を使用している。

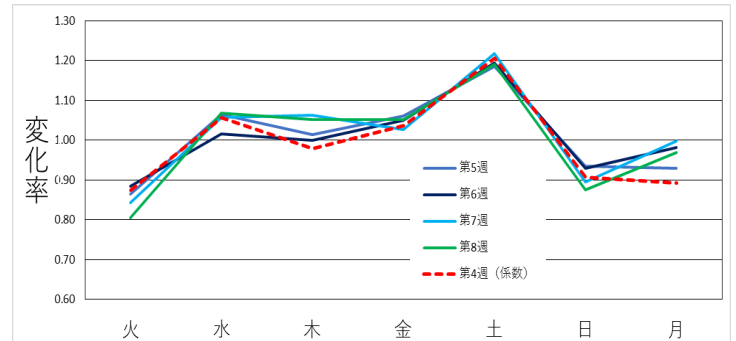


図 2 第 4 週目予測係数 第 5 週目以降変化率の比較

図 2 が第 4 週目の予測係数と第 5 週目から第 8 週目の変化率を表した図である。赤の点線が第 4 週目の予測係数である。大きく乖離がある場合でも 0.1 程度であるため、第 4 週目の予測係数を第 5 週目以降も継続して使用しても問題ないと思われる。したがって、表 2 の第 4 週目の予測係数を、表 3 のように第 5 週目以降継続して使用して予測を行う。

表 2 第 4 週目予測係数 カテゴリー平均

	火	水	木	金	土	日	月
第 4 週	29	30	31	32	33	34	35
予測係数	0.87	0.96	0.98	1.04	1.21	0.91	0.89

表 3 第 5 週目以降予測係数 カテゴリー平均

	火	水	木	金	土	日	月
第 5 週	29	30	31	32	33	34	35
予測係数	0.87	0.96	0.98	1.04	1.21	0.91	0.89
第 6 週	36	37	38	39	40	41	42
予測係数	0.87	0.96	0.98	1.04	1.21	0.91	0.89
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

6 長期製品予測結果

2014 年から 2017 年の 141 商品の受注量データより予測係数を求め、2018 年以降の 20 商品の予測を行い、一日あたりの平均の誤差率と誤差絶対値を調べた。

$$\begin{aligned} \text{誤差} &= \text{予測値} - \text{受注実測数} \\ \text{誤差率} &= \text{誤差絶対値} / \text{受注実測数} \end{aligned}$$

6.1 予測結果まとめ

表 4 長期製品予測結果 カテゴリー平均

一日あたりの平均の誤差率 (%)	一日あたりの平均の誤差絶対値 (個)
10.6	32.8

表 3 は弁当カテゴリー全体での予測の結果である。一日あたりの平均の誤差率は 10.6 %，誤差絶対値は 32.8 個という結果であり，それなりに高い予測精度で予測を行うことが出来た。しかし，精度の低い商品もあるため，更なる改善も必要である。

7 月次予測

月次予測は 2 パターンあり，生産開始前に行う予測と生産開始後に行う予測である。生産開始前の予測は，生産初日～28 日目までの 28 日間の予測を行うことであり，まだ生産が始まっていないので受注実データは使用できない。しかし，新商品を出す場合は販売店舗数はわかっているため，販売店舗数は使用することが出来る。生産開始後の予測は受注実データを使用し，28 日後の予測を行う。例えば，生産初日に予測を行う場合は 28 日後の生産 29 日目の予測値が求まる。今回，説明するのは生産開始前に行う月次予測についてである。

月次予測について(生産開始前)

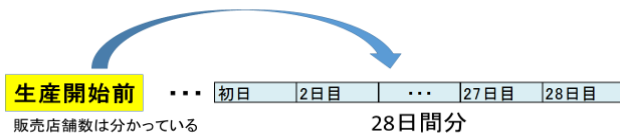


図 3 生産 3 日目 月次予測係数算出例

図 3 は今回扱っている，生産開始前の月次予測の予測期間を表している。

7.1 予測方法

月次予測は，まず初発の予測係数を求め，それに日次予測の際に使用した変化率というのを掛け合わせることで，生産 2 日目～生産 28 日目予測係数を求め予測行っていくという形である。初発の予測係数を求める際に初発キーワードグルーピングという方法を用いる。

7.2 初発の予測係数

月次予測の初発は初発キーワードグルーピングという方法を用いて，予測係数を求め予測を行う。初発キーワードグルーピングというのは，食製品からキーワードを選出し，

キーワードのグループごとに初発の 1 店舗当たりの受注量の平均を求めることである。それを初発の予測係数とする。係数を求めるのに使用したデータは 2014～2017 年度のものである。

表 5 キーワード別 初発の予測係数 (1 店舗当たりの受注量の平均) 一部

キーワード	食製品数	予測係数
ハンバーグ	13	2.53
チキンカツ	14	2.57
鶏唐揚げ	16	2.57
チキン南蛮	12	2.53
幕の内	9	2.34
海苔弁当	7	2.71
グリルチキン	7	2.45

表 5 がキーワード別の初発の予測係数である。例えば，キーワード「鶏唐揚げ」は鶏唐揚げ弁当などの 16 商品から係数を算出しており，それらの商品の 2014 年から 2017 年の初発の受注量の平均が 2.57 個というのを表している。新商品に「鶏唐揚げ」というキーワードが含まれていれば，その商品は初発に 2.57 個受注があると予測を行う。

7.3 生産 2 日目から生産 28 日目までの予測係数

生産 2 日目から生産 28 日目までの予測は，初発の予測を行う際に，初発キーワードグルーピングを用いて求めた初発の予測係数に日次予測の際に使用した，変化率を掛け合わせることで予測係数を求めた。

キーワードごと 日次予測係数					
キーワード	1	2	3	4	5
ハンバーグ	2.53	0.76	0.93	0.95	1.07

キーワードごと 月次予測係数					
キーワード	1	2	3	4	5
ハンバーグ	2.53	1.93	1.79	1.69	1.81

図 4 生産 3 日目 月次予測係数算出例

図 4 が生産 3 日目の月次係数算出の例である。青枠の部分を掛け合わせたものが生産 3 日目の予測係数となる。青枠の部分は，左から，初発の予測係数，初日から生産 2 日目の変化率，生産 2 日目から生産 3 日目変化率を表している。生産 3 日目は 1 店舗あたり平均 1.79 個受注があるということを表している。

7.4 月次予測係数

表 6 がハンバーグの月次予測係数である。それぞれの係数は 1 店舗当たりの受注量を表しており，例えば，生産 3

日目は1店舗あたり1.79個受注があると予測する。実際はこの予測係数に販売店舗数を掛けて予測を行う。

表6 月次予測係数 キーワード：ハンバーグ

	火	水	木	金	土	日	月
第1週	1	2	3	4	5	6	7
予測係数	2.53	1.93	1.79	1.69	1.81	1.52	1.36
第2週	8	9	10	11	12	13	14
予測係数	1.02	1.04	0.94	0.95	1.07	0.94	0.81
第3週	15	16	17	18	19	20	21
予測係数	0.67	0.70	0.68	0.68	0.80	0.69	0.63
第4週	22	23	24	25	26	27	28
予測係数	0.55	0.59	0.57	0.59	0.72	0.65	0.58

8 月次予測結果

2014年から2017年の159商品の受注量データより予測係数を求め、2018年以降の33商品の予測を行い、一日あたりの平均の誤差率を調べた。

8.1 予測結果まとめ

表7 月次予測結果 カテゴリー平均

一日あたりの平均の誤差率(%)
35.3

表7は弁当カテゴリー全体での予測の結果である。一日あたりの平均の誤差率は35.3%であり、あまり高い予測精度で予測を行うことが出来なかった。また、月次予測の目標は誤差率30%以内のため、更なる改善が必要である。また、予測精度が30%以下の商品は33商品中21商品であり、約3分の2の商品は目標を達成している。

9 精度が低い原因

月次予測の精度が低い原因として、初発の受注量の低下が考えられる。特に今回予測を行った2018年は過去に比べ、かなり初発の受注量が減少している。

表8 弁当カテゴリー 年度別 初発の1店舗あたりの受注量の平均

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
該当数	18	25	27	49	41	42	33
初発平均	3.49	3.02	2.47	2.59	2.58	2.43	2.29

表8が弁当カテゴリーの年度別の1店舗あたりの初発の受注量の平均である。2018年度の初発平均がかなり低いことがわかる。原因は色々あると考えられるが、一つの原因としてチルドカテゴリーが出来たことにより弁当カテゴリーの売上が減少したと考えられる。

図9が弁当カテゴリーの年度別の1店舗あたりの初発の受注量の平均をグラフにしたものである。2013年より前

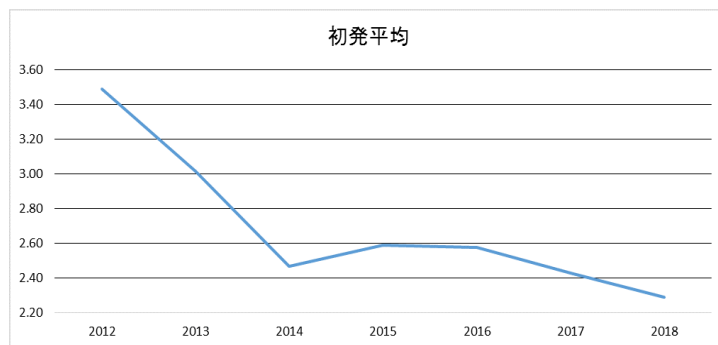


図5 弁当カテゴリー 年度別 初発の1店舗あたりの受注量の平均

と後で大きく傾向が異なっていて、2014年以降は初発平均が小さく、その中でも2018年度は極めて小さいことがわかる。このように、初発の受注量が減少したことにより、月次予測の精度が高くならなかったと考えられる。月次予測は初発の予測値に変化率を掛けて求めるため、初発の予測は重要である。

10 今後の課題

今回は、「長期製品の日次予測」と「月次予測」を行った。長期製品の日次予測では、弁当カテゴリー全体での一日あたりの平均の誤差率は10.8%、誤差絶対値は32.8個とそれなりに高い精度で予測ができた。しかし、精度の低い商品もあり、改善の必要があると考えている。また、月次予測では、弁当カテゴリー全体での一日あたりの平均の誤差率は35.3%と目標である誤差率30%以下を達成できていない。目標を達成するためには、初発の予測を更に改善する必要があり、初発の1店舗あたりの受注量が減少していることを考慮した予測方法を考えていきたいと考えている。また、今回の「長期製品の日次予測」や「月次予測」を弁当カテゴリーだけではなく、他のカテゴリーでも使用できるか検証していきたい。

参考文献

- [1] 市橋舞美・加藤優貴：『コンビニエンスストア向け食製品の受注量予測』。2017年度南山大学大学理工学部卒業論文,2018.
- [2] 山田啓介・山口素：『食品工場のコンビニエンスストア向け新商品の受注量予測』。2018年度南山大学大学理工学部卒業論文,2019.