

異常天候早期警戒情報を利用した在庫管理の意思決定について

- 確率予測を利用した意思決定に関する研究 (第2報) -

平松章男 (日本気象予報士会北陸支部)

1 はじめに

季節予報のように確率によって定量的に表現される気象情報を、社会・経済活動へ有効利用することが課題となっている。気象庁は2008年3月から、7日平均気温が「かなり高い」または「かなり低い」となる確率が30%を超えると予測した場合に、異常天候早期警戒情報の発表を開始した。この情報は従来の季節予報と比べて、より多くの確率予測資料が提供されている。本研究では、異常天候早期警戒情報で提供される確率予測資料を利用して、商店における在庫管理や発注量の意思決定を定量的に行う方法について検討する¹。

2 異常天候早期警戒情報の確率予測資料

気象庁ホームページ [1] の異常天候早期警戒情報では確率予測資料として、

- (1) 7日平均気温が「かなり高い」「高い」「平年並」「低い」「かなり低い」の5段階各階級に入る確率
- (2) 7日平均気温の各階級に入る予想確率時系列図
- (3) 累積確率・確率密度分布図および任意の値を閾値とした確率情報

が、地域および気象官署ごとに提供されている。

従来の季節予報では、平均気温が各階級に入る確率は「低い」「平年並」「高い」の3階級であったが、異常天候早期警戒情報ではこれら3階級に「かなり高い」「かなり低い」階級に入る確率も加わり、5階級となった。また、7日平均気温の予想確率時系列図では、7日平均気温の各階級に入る確率が予報対象期間において時系列的にどう経過するかが表現されている。さらに累積確率・確率密度分布では、任意の値を閾値とした確率情報や、出現する可能性の最も大きい気温も、グラフから読み取ることができる。

以下では、このような確率情報を定量的な意思決定に利用する方法について考察する。

¹日本気象学会 2008 年度秋季大会 (仙台) および平成 20 年度日本気象学会中部支部研究会 (金沢) にて一部発表

3 商品の在庫管理における意思決定

3.1 理論的な最適発注量

ここでは予想気温の確率密度関数に基づいて商品の最適発注量を理論的に導出する方法について考察する。

いま、商品売上が気温 T のみに左右される関数 $y(T)$ であると仮定し、予想される気温 T の確率分布 $p(T)$ が平均 μ 、標準偏差 σ の正規分布

$$p(T) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(T-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

であるとする。

気温 T での理論的な売上の期待値 $E[y(T)]$ は、気温 T における売上 $y(T)$ に、その確率 $p(T)$ を掛け合わせたものの総和であることから、

$$E[y(T)] = \int_T y(T)p(T) dT$$

と表すことができる。

一方、在庫問題における経済的発注量 (EOQ: Economic Order Quantity) q^* は、当該期間内の需要量 D 、発注毎の調達コスト K 、単量当り在庫維持コスト c とすれば、EOQ は当該期間中のコストを最小にする発注量であることから、

$$q^* = \sqrt{\frac{2KD}{c}}$$

と表される。ここで、需要量 D が気温 T での売上の期待値 $E[y(T)]$ によって決まるもの、すなわち気温 T における需要量 $D'(T)$ が

$$D'(T) = kE[y(T)]$$

(k は気温以外の要素による係数) であるとすれば、予想される気温 T での最適発注量 $q^*(T)$ は、

$$q^*(T) = \sqrt{\frac{2KD'(T)}{c}}$$

となる。

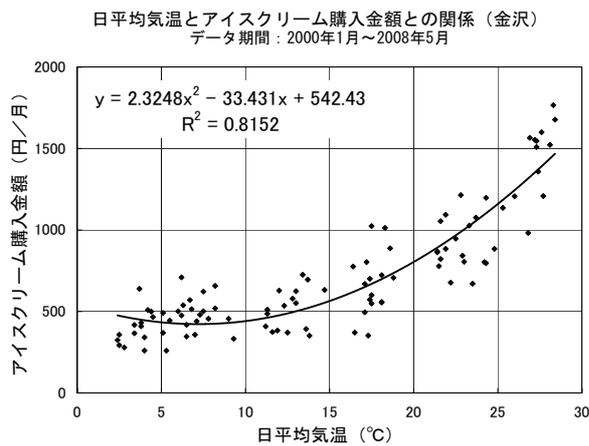


図 1: 日平均気温とアイスクリーム購入金額との関係 (金沢)

3.2 適用例

気象庁ホームページから利用できる確率予測資料に基づいて、商品の発注量決定について考察する。例として、石川県金沢市近郊のある商店を想定し、アイスクリーム発注量の決定を試みる。いま、この商店のアイスクリーム売上は気温のみに左右されるとし、「金沢」における月毎の日平均気温 T () の統計データ [1] と 1 世帯当たりアイスクリーム購入金額 $y(T)$ (円/月・世帯) の統計データ [2] とを用いて、その関係を推測すると図 1 に示すように、

$$y(T) = 2.32T^2 - 33.4T + 542$$

と表すことができる (決定係数 $R^2 = 0.82$)。

これに、2008 年 8 月 8 日発表の金沢における 8 月 13 日~8 月 19 日の確率予測資料 (図 2) から、予想気温の確率分布 $p(T)$ (予想平均気温 $\mu = 27.5$ ()、標準偏差 $\sigma = 1.07$ () にほぼ相当) を適用すれば、この予想気温におけるアイスクリーム購入金額の期待値 $E[y(T)]$ は、

$$E[y(T)] = \int_T y(T)p(T) dT \approx \sum_T y(T)p(T)\Delta T$$

よって、 $E[y(T)] = 1,381$ (円/月・世帯) となる。

仮に、この商店の商圈対象世帯が 200 (世帯)、商品単価は 120 (円/個) ならば、この期間中 (1 週間) に予想される需要量は $D'(T) = 575$ (個/週) となる。この商店の 1 回当たり調達コスト $K = 500$ (円/回)、当該期間中の単位量当たり在庫維持コスト $c = 10$ (円/回/個) とすれば、週 1 回の商品発注における最適発注量は $q^* = 240$ (個/回) となる。

4 おわりに

ここでは、異常天候早期警戒情報で提供される確率予測資料を用いて、ある商店でのアイスクリーム在庫

平均気温の確率密度分布図<金沢>
対象期間: 2008年8月13日~8月19日

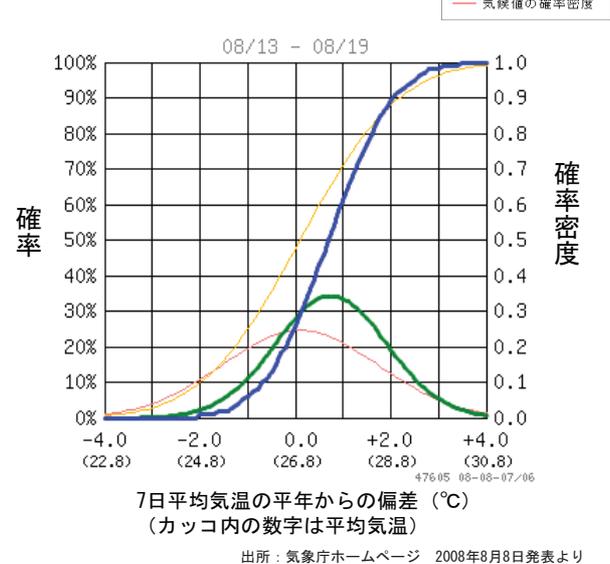


図 2: 7 日平均気温平年偏差の確率密度分布 (金沢)

管理 (最適発注量) の意思決定について考察した。上記の例ではアイスクリームの売上が気温のみに左右されるとしたが、実際の商店へ適用する場合は当然、気温以外の要素も考慮する必要がある。

なお今回は気温と売上の関係がただ一つのみであったが、例えば気温と売上の関係が異なる数種類の商品を組み合わせ、気温予想によってどの商品を多め (あるいは少なめ) に注文するか、という意思決定にも利用することができる [3]。さらに、異常天候早期警戒情報の確率資料は毎週火曜日と金曜日に発表されることから、計画的かつ定期的な商品発注と在庫管理にも利用可能である [4]。

このように、今後も異常天候早期警戒情報の確率予測資料を利用した意思決定について、より効果的な活用方法の開発が期待される。

References

- [1] 気象庁ホームページ
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- [2] 総務省統計局「家計調査」
<http://www.stat.go.jp/index.htm>
- [3] 平松章男, Huynh V.N., 中森義輝, 2009: 異常天候早期警戒情報を利用した提供商品の意思決定について. 日本気象学会 2009 年春季大会講演予稿集, P102, つくば, 平成 21 年 5 月 28 日~31 日, p.239.
- [4] 平松章男, Huynh V.N., 中森義輝, 2009: 異常天候早期警戒情報を利用した商品発注の意思決定について. 日本気象学会 2009 年秋季大会講演予稿集, A310, 福岡, 平成 21 年 11 月 25 日~27 日, p.84.