



はじめに  
小売業の需要予測  
内示生産システム  
の需要予測  
おわりに

# サプライチェーンにおけるブルウェイップ効果 に対する需要予測の影響の定量評価

横井 稜

2018年11月7日  
富山県立大学 情報基盤工学講座

November 7, 2018



# はじめに

## 発表の流れ

- I はじめに
- II 小売業の需要予測
- III 内示生産システムの需要予測
- IV 需要予測の影響の定量評価
- V おわりに

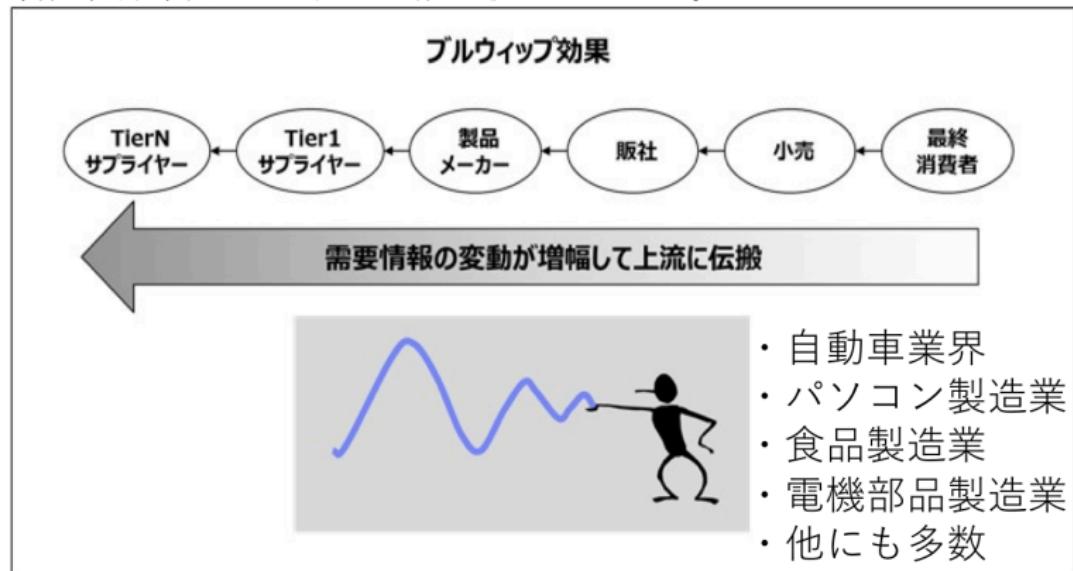
## まえがき

- 1 サプライチェーンには、ブルウェイップ効果と呼ばれるものがあり悪影響を及ぼす。
- 2 ブルウェイップ効果の小売業における研究は進められてきたが内示生産システムを前提とはしていなかった。
- 3 そこで、内示生産システムにおけるブルウェイップ効果の評価を提案し試算を行う。



# サプライチェーンとブルウップ効果

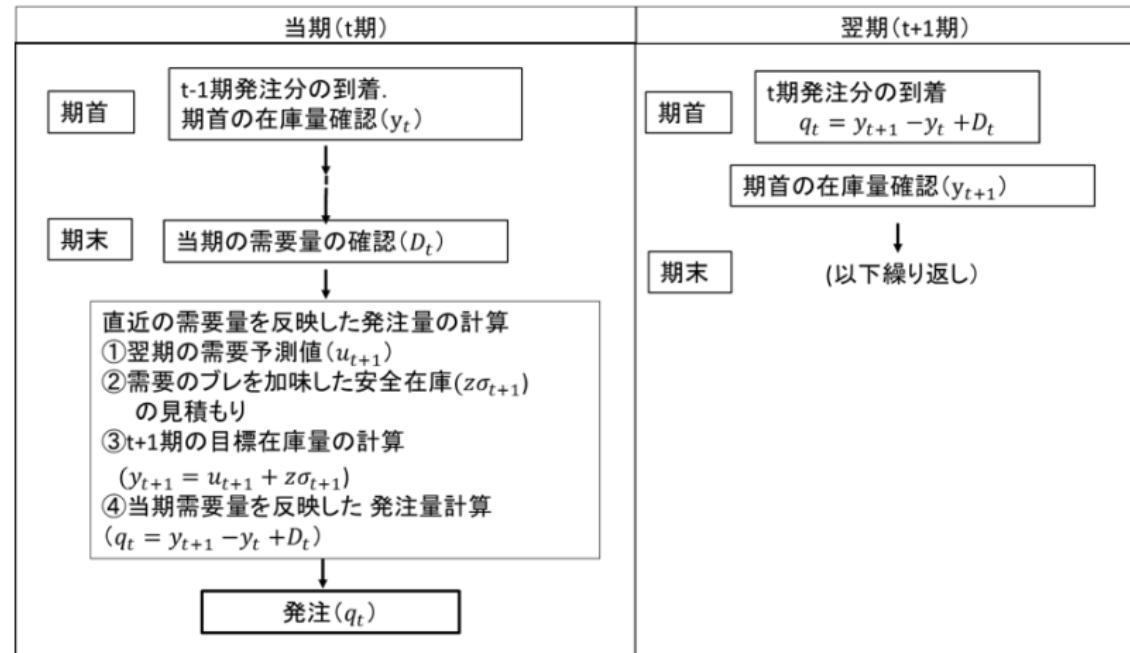
サプライチェーンとは、企業の経営・管理で使用する用語で、原材料・部品の調達から、製造、在庫管理、販売、配送までの製品の全体的な流れのことである。





# 小売業の発注業務

はじめに  
小売業の需要予測  
内示生産システムの需要予測  
おわりに





# 小売業のブルウィップ効果

はじめに

小売業の需要予測

内示生産システム  
の需要予測

おわりに

ブルウィップ効果  $B$  は、需要の分散に対する発注量（発注者の需要量）の分散の比で表す。

$t$  期、 $t+1$  期における目標在庫量  $y_t = u_t + z\sigma_t$  から、発注量  $q_t$  を求めると、

$$q_t = u_{t+1} + z\sigma_{t+1} - (u_t + z\sigma_t) + D_t \text{ となる。}$$

ここで、 $z$  は安全在庫係数で欠品率の許容範囲を規定する係数である。

先行研究では、 $D_t$  の挙動については、平均を表すパラメータ  $d$ 、前期の需要量との相関を表すパラメータ  $\rho$ 、ならびに  $t$  期における需要予測値の誤差（プレ）を表す  $\varepsilon_t$  を用いて、自己回帰型の式により規定されると考える。

また、 $u_t$  は  $t$  期の需要予測値であり、過去の需要の履歴をもとに算出する。 $L$  は、リードタイムであり、 $p$  期の移動平均法を用いた場合は、 $t$  期の需要予測値は、下図のようになる。

ブルウィップ効果	自己回帰型の式
$q_t = y_{t+1} - y_t + D_t \quad t:\text{期 } D_t:t\text{期における需要量}$ $B = \frac{Var[q_t]}{Var[D_t]} \quad y_t:t\text{期における目標在庫量}$ $q_t:t\text{期における発注量}$	$D_t = d + \rho D_{t-1} + \varepsilon_t \quad Var[\varepsilon_t] = \sigma_t^2, \forall t$ $E[\varepsilon_t] = 0, \forall t \quad E[\varepsilon_t \varepsilon_{t+j}] = 0, \forall t, \forall j > 0$ $\sigma_t:t\text{期における需要予測誤差の標準偏差の推定量}$

小売業のブルウィップ効果
$u_t = \frac{\sum_{j=1}^p D_{t-j}}{p}$ $B = \frac{Var[q_t]}{Var[D_t]} \geq 1 + \left( \frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2} \right) (1 - \rho^p)$



# 小売業のブルウェイップ効果導出の前提条件

## 前提条件

- 1 需要  $D_t$  の動特性を明示的に記述できるとし、それは自己回帰型であるとの仮定している。
- 2  $\rho = 0$  のときは、 $D_t = d + \varepsilon_t$  となり、需要  $D_t$  の平均は、期ごとに変化せず、一定値をとると限定している。
- 3  $t$  期の需要予測値  $u_t$  は過去の需要の履歴をもとに算出するとし、その方法は移動平均法を用いている。過去のデータを使う需要予測手法により効果が大きく依存していることがわかる。また、 $p = 1$  の時は、 $u_t = D_{t-1}$  となり、1期前の需要量実績をそのまま使っている。

## 内示生産システムでは

- 1 需要  $D_t$  の動特性が明示的に記述できない。かつ、自己回帰型であるとは言えない。
- 2 需要量は期ごとに変化する。
- 3 内示を需要予測値として採用できる可能性がある。



# 内示生産システム

はじめに  
小売業の需要予測  
内示生産システムの需要予測  
おわりに

	M0				M1				M2				M3			
	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
月次内示	▽ 金				日別/週別/月別(～M4) ※直近は日量、期間によって過量、月量となる				日別/週別(～M2) ※直近は日量、期間によって過量となる							
週次内示	▽ 金				■											
納入指示(日)	▽ 金 ▽ 金				3日前先1日確定 3日前先1日確定											

内示は、生産対象週・日に近づくにつれ、月次内示から週次内示に置き換えられる。最終的には、確定注文情報に基づいて、サプライヤーは、欠品することなく納品しなければならない。

## 発注業務

当期 ( $t$  期) の発注においては、翌期 ( $t+1$  期) の目標在庫量 ( $y_{t+1}$ ) が確保されるように、当期の目標在庫量との差を調整し、当期に使った量 (需要量) を補充して、発注量 ( $q_t$ ) を決めることである。発注量は、 $q_t = y_{t+1} - y_t + D_t$  となる。

また、翌期の目標在庫量  $y_{t+1}$  は、翌期の需要予測値  $u_{t+1}$  と需要予測値からのプレに対応する安全在庫  $z_{t+1}$  の和として見積もる。すなわち、 $y_{t+1} = u_{t+1} + z\sigma_{t+1}$  である。



# 週次内示と月次内示のブルウィップ効果

目標在庫量に変化がない場合は、ブルウィップ効果  $B = 1$  となり、ブルウィップ効果は発生しない。実際は、内示が期別に変動したり、安全在庫量目標が変化したりすることから、目標在庫量は、期別に変化すると考える方が妥当であるので、 $y_{t+1} \neq y_t, \forall t$  とする。週次内示  $\widehat{D}_t$  と確定注文  $D_t$  のプレを  $\varepsilon_t$  とすると、 $D_t = \widehat{D}_t + \varepsilon_t$  となる。また、 $Var[\varepsilon_t] = (\widehat{\sigma}_t)^2 \equiv M$  とすると、ブルウィップ効果  $B$  は以下のようになる。

## 週次内示のブルウィップ効果

$$q_t = D_t + (\widehat{D}_{t+1} - \widehat{D}_t) + (z\widehat{\sigma}_{t+1} - z\widehat{\sigma}_t)$$

$$B = \frac{M + z^2 Var[(\widehat{\sigma}_{t+1} - \widehat{\sigma}_t)])}{M}$$

生産計画が翌々週の1週間分をたてるとする場合は、月次内示を使うことになる。月次内示は、1期後には、変化して週次内示に代わる。このことから、月次内示と週次内示の間のプレを  $\delta_t$  とすると、 $\overline{D}_t = \widehat{D}_t + \delta_t$  となる。また、 $Var[\delta_t] = (\overline{\sigma}_t)^2 \equiv N$  である。よって、ブルウィップ効果  $B$  は以下のようになる。

## 月次内示のブルウィップ効果

$$q_t = D_t + D_{t+1} + (\overline{D}_{t+2} - \widehat{D}_{t+1} - \widehat{D}_t) + (z\overline{\sigma}_{t+2} - z\widehat{\sigma}_{t+1} - z\widehat{\sigma}_t)$$

$$B = \frac{2M + N + z^2 Var[(\overline{\sigma}_{t+2} - \widehat{\sigma}_{t+1} - \widehat{\sigma}_t)])}{M}$$



# 結果と今後の課題

月次内示のブルウィップ効果の式を, $M=7700, N=24000$ , 他の項は 0 として計算すると, 結果は, 5.12 となった。

## ブルウィップ効果を抑える方法

- ① 月次内示を用いないようにし, 週次内示を中心とする予測方法をベースとした発注形態に移行する.
- ② 月次内示と確定注文との需要量の分散を小さくする.
- ③ 安全在庫係数  $z$  をむやみに大きくしない.

## 今後の課題

- ① どのようなことに役立つかまたはどのようなことと組み合わせるか考え, 研究の進め方を考える.
- ② データの取り方を考える.
- ③ シミュレーションを進める.