

1-6 サプライチェーンにおけるブルウィップ効果への 需要予測の影響と ASEP による表現

奥原研究室
1515051 横井 稜

1. はじめに

内生生産システムを用いたサプライチェーンにおけるブルウィップ効果の需要予測の影響について明らかにする。そのために、実際の商品の取引を模したシミュレーターを作成する。そのシミュレーターを活用し、ブルウィップ効果の発生要因を分析する。

さらに、ブルウィップ効果をモノの渋滞として捉えるために、渋滞のモデルである非対称単純排他過程 (Asymmetric Simple Exclusion Process: ASEP) によるブルウィップ効果の表現を行う。

2. サプライチェーンにおけるブルウィップ効果

ブルウィップ効果 B は、需要量の分散 $\text{Var}[D_t]$ に対する発注量 (発注者の需要量) の分散 $\text{Var}[q_t]$ の比で表され、式 (1) のようになる [1]。

$$B = \frac{\text{Var}[q_t]}{\text{Var}[D_t]}. \quad (1)$$

内生生産システムとは、メーカーから注文が確定する前に内示と呼ばれる需要量の予測値をサプライヤーに伝えるものであり、小売業においてはそのような事前情報を用いていない。先行研究における小売業 (式 (2)) と内生生産システム (式 (3)) におけるブルウィップ効果について示す。

$$B \geq 1 + \left(\frac{2L}{w} + \frac{2L^2}{w^2} \right) (1 - \rho^w), \quad (2)$$

$$B = \frac{M + z^2 \text{Var}[(\hat{\sigma}_{t+1} - \hat{\sigma}_t)]}{M}. \quad (3)$$

3. 渋滞学とブルウィップ効果の関係

渋滞学では、車や人、アリや体内の分子モーターなど世の中の様々な自己駆動粒子の「流れ」を、統一的に扱う [2]。セルオートマトンに移動確率 p を考慮した ASEP を用いて、ブルウィップ効果の特徴量をモデル化をする。ASEP における移動確率 p は、安全在庫係数 z 、需要量の予測誤差の標準偏差の推定量 σ_t 、需要量の予測値 u_t から以下のように得られる。

$$p = 1 - \left(1 - \frac{z\sigma_t}{2u_t} \right)^2, \quad (0 < z\sigma_t < 4u_t). \quad (4)$$

4. 数値実験ならびに考察

図 1, 2 は、複数の発注方式で内生生産システムによる 1000 日間のシミュレーションを 10 回ずつして、得

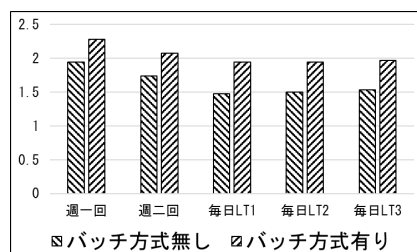


図 1: 発注方式ごとのブルウィップ効果

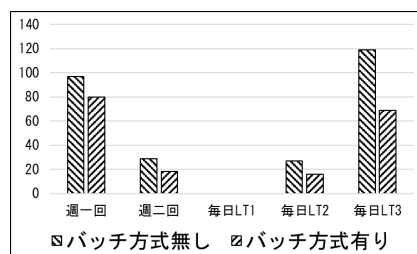


図 2: 発注方式ごとの在庫切れ回数

られたブルウィップ効果及び在庫切れ回数の平均値である。週に追加注文可能な日を増やすことでブルウィップ効果が低減された。

リードタイムによる変化は見られなかったが、リードタイムを増やすほど在庫切れが発生していた。サプライヤー側では生産量不足にならないことが考えられる。数量をバッチ方式にすることで増加した。理由としては、一回ごとの注文における部品の個数が増加し、緊急注文回数が減ったことが原因である。

5. おわりに

開発したシミュレーターによりブルウィップ効果の要因ごとの影響の度合いを明らかにした。また、モノの渋滞として捉えるために ASEP の移動確率 p を導出した。

今後の課題として、ASEP によるブルウィップ効果の表現と開発したシミュレーターとの有効性の比較・検証を行う必要がある。

参考文献

- [1] 上野信行, “自動車産業の 2 段階サプライチェーンにおけるブルウィップ効果の定量化に関する基礎的解析”, 広島経済大学経済研究論集, Vol. 41, No. 2-3, pp. 5-17, 2018.
- [2] 柳澤大地, 西成活裕, “渋滞学のセルオートマトンモデル”, 応用数理, Vol. 22, No. 1, pp. 2-14, 2012.