

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. 序論

消費者-小売業-卸売業のように原料の状態から製品が消費者に届くまでの繋がりをサプライチェーンという。サプライチェーンの下位に行くほど需要量のばらつきが増大する課題がある。その現象をブルウィップ効果という。本研究は、内示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発生要因について調査し、また、ブルウィップ効果をモノの渋滞として捉えられるか確認し、それぞれについて考察することを目的とする。実際の商品の取引を模したシミュレーターを作成することで要因を探る。また、従来のモデルとモノの渋滞としたモデルを比較する。

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 $\text{Var}[q_t]$ の比で表し、式 (1) のようになる [1]。

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

内示生産システムとは、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と内示生産システムにおけるブルウィップ効果について示す。

3. 渋滞学とブルウィップ効果の関係

渋滞学は車や人、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、数学や物理を中心とする理論を用いて統一的に扱う学問として世に広まってきた [2]。その中にセルオートマトンを用いたモノの流れを表すモデルがある。時間・空間・状態量が離散なモデルであり、コンピュータによる計算誤差がないためシミュレーションと非常に相性がよい。また、超離散化により、変数を離散にすることでコンピュータで扱うことができる [3]。このことからセルオートマトンに移動確率 p を加えた 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と 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 、需要量の予測値 \hat{d}_t とする式 (2) のようになる。

$$p = 1 - \left(1 - \frac{z\sigma}{2\hat{d}_t}\right)^2, \quad (0 < z\sigma < 4\hat{d}_t) \quad (2)$$

4. 数値実験ならびに考察

表 1 は、それぞれの発注方式で 10 回ずつシミュレーションして、得られたブルウィップ効果の平均値である。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あまり見られなかった。ブルウィップ効果は数量をバッチ単位にすることで増加した。

表 1: 発注方式ごとのブルウィップ効果の結果

発注方式	バッチ方式無し	バッチ方式有り
週一回	1.944	2.265
週二回	1.752	2.1
毎日 LT 1	1.49	1.955
毎日 LT 2	1.509	1.978
毎日 LT 3	1.563	1.952

5. 結論ならびに今後の課題

シミュレーションによりブルウィップ効果の要因ごとの影響度合いを示し、また、モノの渋滞として捉え ASEP を作成するところまでは達成したが、ASEP により、目標在庫量を求められたとしても、その値からブルウィップ効果を求めることはできなかった。今後の課題として、ブルウィップ効果の要因がどのように影響しているかを考慮した統一的なモデルを作成すること及びモノの渋滞としてブルウィップ効果を考えた場合のブルウィップ効果を目標在庫量による ASEP の値から導出し、実際のブルウィップ効果と比較しどれくらいの精度であるか確認することである。

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.
- [3] 広田良吾, 高橋大輔. 差分と超離散. 共立出版, 2003.