

1-19 レジリエンスな多品目多段階生産在庫システムにおけるリスク評価指標 AVaR と許可値による最適化

René 研究室
1815029 川口晏璃

1. はじめに

近年では、市場ニーズの多様化・個性化により多くの種類の製品やそのバリエーションが増え、顧客が製品仕様をカスタマイズできるようになっている。これにより、納入リードタイムは短くなり製品ごとの受注量の変動が大きく、需要の不確実性が增大している。

本研究では、一般的な製造業に対して、多品目多段階生産在庫システムを考え、需要量のリスクをアベレージ・バリュー・アット・リスク (Average Value-at-Risk: AVaR) で捉え、ゲーム理論の許可値を用いてリスクを配分し、最適な生産在庫システムを提案する。

2. 多品目多段階における生産在庫システム

生産方式は押し出し型生産と引っ張り型生産がある。本研究では、引っ張り型生産のモデルを考える [1]。引っ張り型生産指示方式は、下流の製造工程から上流の製造工程に製品や製造開始のタイミングなどを指示する方式である。代表的なものとして、トヨタのカンバン方式がある。多品目多段階には段取り替えが必要である。段取り替えとは、機械などを入れ替えるなどの作業のことである。

3. レジリエンスな生産計画

生産管理において、レジリエンスを備えつつ、品切れを生じさせず、在庫はできるだけ持たない生産計画が求められる。先行研究より、在庫切れリスクを考慮するものとして安全在庫、未達率がある。安全在庫はリードタイムの変更に対して弱く、未達率は各期にリスクを等分しているため、レジリエンスと言えない。そこで AVaR を用いる [2]。AVaR は、正規分布のすそが厚くなり超過損失が起きやす場合に有効である。

引っ張り型生産指示方式の多目的最適化問題を、多目的遺伝的アルゴリズムによって解く。最適化問題を解くにあたり、遺伝的アルゴリズムを応用した非優越ソート GA (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm: NSGA-II) を用いる。

4. 提案手法

引っ張り型生産のモデルについて、10 期間の 3 品目 5 段階の生産計画を考える。期初めに与えられる 3 品目の需要量に偏差と有意水準を与えることで不確実性が含まれているものとする。その不確実性から生じる各品目の品切れのリスクを AVaR を用い導出する。多

段階工程をゲーム理論の許可構造と捉える。

ゲーム理論では、許可値は提携が実行可能である組み合わせを考えており、これは多段階における製造ラインと置き換えることができる。各工程の提携から許可値を導出し、許可値に応じて各工程に AVaR を振り分ける。その結果、品切れが起きないような生産在庫システムを提案する。

5. 実験結果並びに考察

ここで 3 品目 5 段階の生産計画について、需要量 D を 20、偏差 ω を 4、有意水準 α を 0.05 としばらつきがあるものとする。多段階の許可構造の形を $\{1, 2, 3, 2, 3\}$ とする。3 品目の需要量は同じとする。まず期初めの需要量の品切れが起こるリスク AVaR を求める。各工程に許可構造の形より AVaR を振り分けた結果を表 1 に示す。

表 1: AVaR を 5 工程の許可値による配分

工程	AVaR(67.8)
1	6.16
2	12.33
3	18.49
4	12.33
5	18.49

6. おわりに

本研究では、一般的な製造業に対して、多品目取り扱う多段階工程の引っ張り型生産を対象に、品切れが起こるリスクを AVaR で導出し、多段階工程に許可値を用いて振り分ける手法を提案した。数値実験では、需要量の品切れのリスク AVaR を導出し、各工程に許可値によって振り分けた。

今後の課題として、結果から各工程の期末目標在庫を AVaR に設定することで、品切れの起きない、在庫をできるだけ持たない生産在庫システムを実現できたかを確認する。

参考文献

- [1] 渡辺展男, “モデリングシステムを用いた生産計画問題の解法 (2): 引っ張り型生産指示方式の多目標モデル”, 専修経営年報, Vol. 31, pp. 45-77, 2007.
- [2] 上野信行, 田口雄基, 奥原浩之, “AVaR に基づいた週間生産計画法の提案—ゲーム理論的アプローチ—”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌, Vol. 58, pp. 101-121, 2015.