

供給不足リスク制約の下での生産・調達計画手法

(株)日立製作所 *小林康弘 KOBAYASHI Yasuhiro
 (株)日立製作所 仲田智将 NAKATA Norimasa
 (株)日立製作所 真鍋裕司 MANABE Yuuji
 (株)日立製作所 清野隆正 KIYONO Takamasa

1. はじめに

本報は、需要予測誤差のために供給不足リスクが想定される場合の生産・調達計画手法について報告する。

2. 生産・調達計画問題

変動する需要を満たすように資材・部品・製品を供給するビジネスには、自社で生産するとともに、別の生産者から調達して供給する形態(図1)がある。電力に代表されるような貯蔵できない間接材は在庫での調節が難しい。そのため、需要を予測し、自社の生産計画を立てる一方で、他社からの調達(予約調達)は事前(計画時)に予約する必要がある。

需要予測誤差のため、実際の供給量は計画と相違することになり、自社の生産計画の変更により対応できない場合、他社からの調達量を変えざるを得ない。このような変更には、通常それなりの追加コストがともない、調達を増やす場合と減らす場合で、追加コストも異なってくる。例えば、調達を緊急に増やす場合の追加コストが相対的に大きい場合、供給不足リスクを抑制すべく、需要誤差を見込んで調達量を増やして計画すべきである。しかし、一般に、他社からの調達単価は、自社の生産単価を上回る。このため、供給コストに関し、調達量に関するトレードオフが想定される。

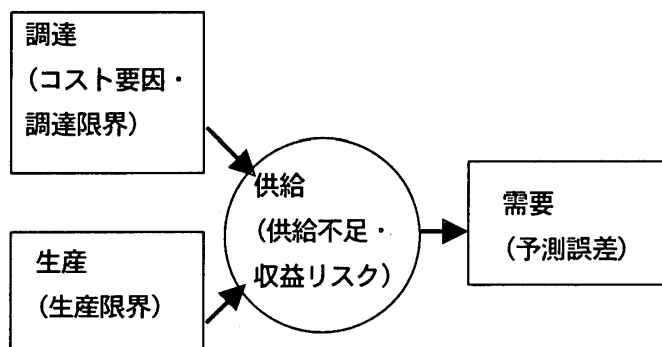


図1 生産と調達による需要-供給のバランス

需要が確定したときの調達量と供給コストの関係を図2に示す。

さらに、緊急に追加調達できる量に限界があるとすると、需要予測誤差が大きい場合に、供給不足を生ずるリスクがある。リスク管理の観点から、このような事態が生ずる確率を一定以下にする供給不足制約を導入する必要がある。

3. 最適化問題としての定式化

3.1 変数

計画時点での自社の生産量を S 、調達量を X 、実行時点での需要を Q とする。調達量 X が独立変数となる。計画時点での需要は、予測誤差の確率分布を n ノードの離散分布で近似的に表現して、期待値 \underline{Q} と係数 $R_m (m=1, \dots, n)$ を用いて、需要 $R_m Q$ を取る確率 P_m で与えることができる。

図3は、予測誤差のために翌日の需要が変動したときの供給の状況を示している。需要が大きく振れたばあいには、供給不足が生じうる。

需要期待値 \underline{Q} から決まる調達量を X とする。

3.2 目的関数

供給コストの最小化を図る。 S および Q が与えられれば、コスト f は X の関数となる。 K_s 、 K_x 、 K_p は、そ

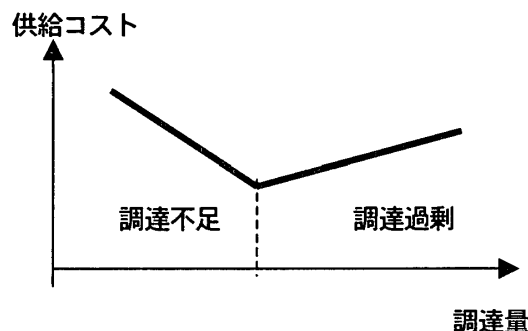


図2 調達量と供給コストの関係

れぞれ、自社生産、調達、緊急調達の単価とする。

(1) 需要が大きい場合： $Q > S + X$

追加コストを支払って調達する。

$$f = K_s S + K_x X + K_p (Q - S - X)$$

(2) 需要が小さい場合： $Q < S + X$

自社の生産を抑制する。

$$f = K_s (Q - X) + K_x X$$

したがって、目的関数は、 Q を $R_m Q$ で置き換えた n 通りのコスト曲線（折れ線）を確率 P_m を重みとして加え合わせた関数となる。

3.3 制約条件

供給不足発生確率に関する上限制約は、予測誤差の確率分布を元に調達量の下限制約に還元される。供給不足発生確率は小さな値となるので、連続分布をベースに、最大想定需要を決めて、調達量の下限値を設定する。

3.4 最適化

補助変数を適用して図4の折れ線の関数を扱うことにより、線形計画法により解くことができる。この折れ線関数自体は、絶対値関数①と直線②から合成することができる。

4. 計算結果と考察

予測誤差の大きさ、生産単価と調達単価のバランス、

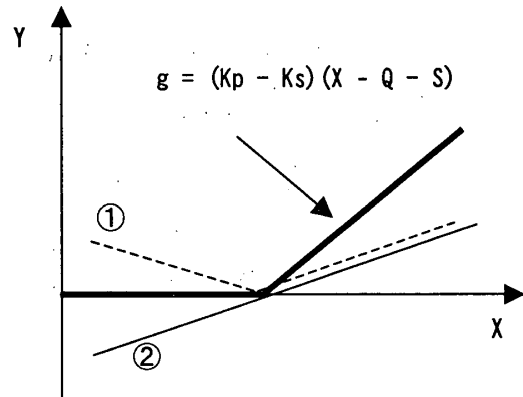


図4 折れ線関数

供給不足発生確率の上限制約値を変えて、ケーススタディを実施した。計画・実行各1時点、予測誤差の確率分布9ノードのケースでは、変数の数は、46となる。

計算結果から得られた知見は、以下の通り。ここで、予約調達量の X の最適値を X^* とする。

- (1) 予測誤差が大きいほど、 X^* と X の乖離は大きくなる。
- (2) 追加調達の単価が相対的に小さいと、 X^* は X となる。
- (3) 予測誤差が大きく、供給不足制約下限値が小さいと、調達量は大きくなる。制約下限値が非常に小さい場合、制約条件は決定的な影響を持つことになる。

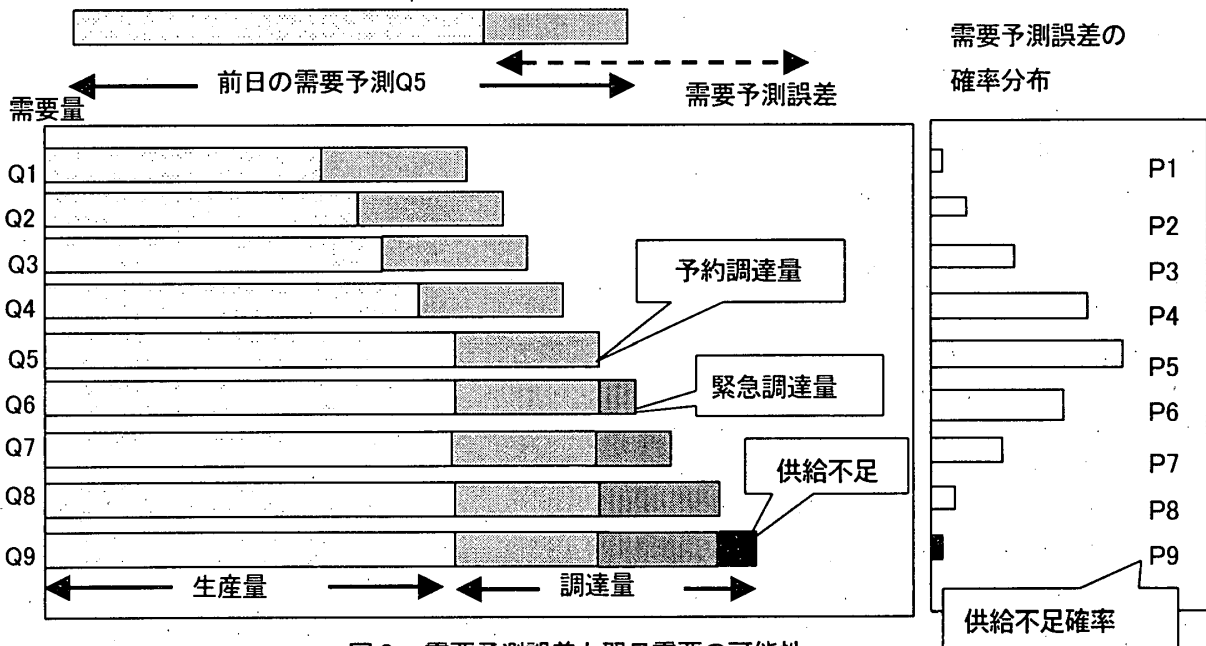


図3 需要予測誤差と翌日需要の可能性