

多目的離散最適化法を用いた商品製造管理問題

* 関西大学	大下 吾朗 OHSHTA Goro
02004784 関西大学	伊佐田 百合子 ISADA Yuriko
02602304 日本電気(株)	森部 浩至 MORIBE Hiroshi
01402374 関西大学	仲川 勇二 NAKAGAWA Yuji

1. はじめに

食品の製造販売では、顧客満足度を高めるために、閉店間際まで一定の商品の品揃えを確保する必要がある。そのため、どうしても商品の廃棄が発生する。商品の廃棄は、利益を減少させるだけでなく、環境問題に対する企業の取り組みが重要視される中で、企業イメージをも悪化させる。したがって最適な商品の製造管理は非常に重要である。

本研究では、多目的離散最適化法を、商品の製造管理問題に適用する方法について検討する。さらに、商品製造管理に優れ、かつ意思決定者が扱いやすい、対話型意思決定支援システムの開発を目指す。

2. 多目的離散最適化法

競合する複数個の目的関数を、与えられた制約式のもとで、最大（最小）化する問題は、多目的最適化問題と呼ばれ、以下のように定式化される。

[P1]

$$\max f(x) = \{f_1(x), \dots, f_m(x)\}$$

$$\text{s.t. } g(x) \geq b$$

$$x \in X$$

ここで、 $x = (x_1, \dots, x_n)$ であり、 X は、 n 次元整数変数ベクトル、 $f(x) = \{f_1(x), \dots, f_m(x)\}$

は、 m 次元ベクトル目的関数、 $g(x)$ は制約である。

一般に、多目的最適化問題のすべての目的関数を同時に最大（最小）化する解は存在せず、競合する目的関数の間には常にトレードオフの関係が存在する。ここでの解または解集合は、パレート最適解と呼ばれている。実際の問題を解く場合には、有限個の点集合であるパレート最適解集合の中から、意思決定者の価値観にあった適切なサイズの解集合（選好最適解）を求めなければならない。

従来、様々な多目的最適化問題が定式化され、その解法が提案されてきたが、そのほとんどは、変数がすべて連続値をとるものであった。しかし、実世界では変数が離散値をとることが多く、実用規模の多目的離散最適化問題を解くための有効なアルゴリズムは開発されていない。

多目的離散最適化法は、変数分離可能な単一目的の多目的離散最適化問題を解くために、代理目的を適用したものである。

2.1. 代理目的問題

多目的離散最適化問題を解く代わりに、複数個の目的関数に代理乗数を用いて単一の目的関数に変換した問題（代理目的問題）

を、仲川^[1]によって提案されたモジュラ法を用いて解くことによって、効率よく原問題のパレート最適解を求めることができる。

代理目的問題のパレート最適解は、原問題のパレート最適解であることが、論理的に保証されている^[2]。

2.2. 単一標的問題

代理目的問題の目的関数の最適値に、許容値を持たせて、標的値までに存在する解をすべて列挙するような問題を、単一標的問題と呼ぶ。単一標的解問題を解いて得られた解は、標的解と呼ばれる。

意思決定者は、代理乗数で定義される代理目的を用いて、許容値 ε の深さで実行可能領域を切断することによって、意志決定者の価値観にあった、任意のサイズの実行可能解集合を求めることができる。ここで得られた解に、原問題の目的関数間の優越操作を行えば、パレート最適解が得られる。

これは、論理的に保証された原問題のパレート最適解である^[3]。

3. 商品製造管理問題

一般に、全国展開をしている飲食チェーン店の多くの店舗では、閉店間際まで顧客満足度を満たすために、ある程度の廃棄を見越して製造にあたっている。しかし、廃棄商品は、直接利益の圧迫に結びつくので、顧客満足度を高めるための商品の品揃えを維持しながら、廃棄量を一定以下にする必要がある。

また、近年、ISO14001取得に対する各企業の取り組みが盛んであるが、ISO14001取得後においても、未だに決定的な改善策は

見つかっていない。環境管理を経営理念として掲げる企業にとって、廃棄コントロールは大きな課題である。販売状況に応じて最適な商品製造が可能となれば、無駄な廃棄を押さえ、利益率を高めることができる。さらにISO14001の取り組みにおいても、大きな成果を上げることが期待できる。

商品の種類 i の利益率を $P_i(x_i)$ 、販売個数評点を $N_i(x_i)$ 、売上金額評点を $V_i(x_i)$ 、粗利益高評点を $C_i(x_i)$ とし、製造個数を $M_i(x_i)$ とすると、商品製造管理問題は、多目的離散最適化問題として以下のように定式化される。ここで、 x_i は商品の種類 i における製造案番号とする。 $f(x)$ は目的関数、 $g(x)$ は制約関数、 b は制約条件である。

[P2]

$$\max f(x) = \left\{ \sum_{i=1}^m P_i(x_i), \sum_{i=1}^m N_i(x_i), \sum_{i=1}^m V_i(x_i), \sum_{i=1}^m C_i(x_i) \right\}$$

$$\text{s.t. } g(x) = \sum_{i=1}^m M_i(x_i) \leq b$$
$$x_i \in \{1, 2, \dots, n\}, i = 1, 2, \dots, m$$

参考文献

- [1] 仲川勇二：“離散最適化のための新解法”，電子情報通信学会論文誌，vol.J73-A, No.3, (1990), pp.550-556
- [2] 仲川勇二，疋田光伯：“多目的離散最適化問題のための対話型意思決定アルゴリズム”，日本経営工学会論文誌，vol.51, No.3, (2000), pp.196-202.
- [3] 仲川勇二，疋田光伯：“多目的離散最適化問題のための対話型意思決定アルゴリズム”，日本経営工学会論文誌，vol.51, No.3, (2000), pp.196-202.