

多 種 流 輸 送 モ デ ル

長 谷 彰

貨物が駅に持ち込まれるとき、行き先はすでに定まっている。しかし、それらの輸送物を全体的に眺めてみると、かなりの無駄をしていることが多い。たとえば、水島で精製された石油を東京に運び、鹿島で精製した石油を関西方面に運ぶということはざらにある。農産物、重工業品にしても同様のことが行なわれているであろう。

ある品物の運送費は輸送距離に比例して増大するとすれば、運送費に上述のような無駄が生じ、それが品物の価格に反映されて、ひいては消費者に負担されていることになるだろう。

ここで全体的視野に立って貨物の全輸送費を最小にするような輸送計画を考えてみることは意味あることと思われる。その結果として、貨物の輸送容量をさらに充実する必要のある路線とか、必要以上に大きな容量を持っている路線などが理論的に発見される可能性もある。

1. 問 題

鉄道網を1つのネットワークとし、各地点ごとに各品目の総発着量のみに注目する。すなわち、地点*i*における品目*l*の総発着量を O_{il} 、総着量を I_{il} としたとき

$$b_{il} = O_{il} - I_{il}$$

を考える。 $b_{il} > 0$ のとき b_{il} を地点*i*からの品目*l*の発着量とし、着量は0とする。 $b_{il} < 0$ のとき $-b_{il}$ を地点*i*における品目*l*の着量とし、発着量は0とする。

これらの量を用いて、各品目の行き先はとくに規定しないで、各地点における各品目の需要供給を満足するような輸送費最小の輸送計画を立てる問題をあつかう。

ここで注意すべきことは、ある地点では石油を主食とし、またある地点ではりんごを燃料に使うといったことが起こらないように、同一のネットワーク上を多品目が同時に流れることである。このような問題を多種流輸送問題という。

ここでつぎのような記号を用いてLPによる定式化を行なってみよう。

ノ ー ド の 個 数 : N
 ブ ラ ン チ の 個 数 : M
 品 目 の 個 数 : L
 ブ ラ ン チ k の 容 量 : c_k
 ノード*i*における品目*l*の発着量: b_{il}

ブランチ*k*における輸送コスト : u_k (各品目共通)

ブランチ*k*における品目*l*の流量: x_{kl}

目的関数: $\sum_{k=1}^M u_k \left(\sum_{l=1}^L x_{kl} \right) \rightarrow \text{最小}$

制約条件: $\sum_{l=1}^L x_{kl} \leq c_k \quad (k=1, \dots, M)$

$$\sum_{k \in K'} x_{kl} - \sum_{k \in K''} x_{kl} = b_{il} \quad \left(\begin{matrix} i=1, \dots, N \\ l=1, \dots, L \end{matrix} \right)$$

K' : ノード*i*に入るブランチの集合

K'' : ノード*i*から出るブランチの集合

2. 解 法

多種流輸送問題の近似解を求める手法の1つにIA法(Incremental Assignment法)がある。

<手順>

- ① 発地点となる i_A および品目 l をランダムに選ぶ。
- ② 品目 l を必要としているノードのうち i_A から最小費用で輸送できるノード i_B を求める。
- ③ $b_{i_A l}$ の何%か(これを increment といい、あらかじめ定めておく)をノード i_B へ最小費用のルートをとおして割りあてる。このときそのルート上の各ブランチの容量および i_B における品目 l の必要量を越えないように注意する。
- ④ ①～③をすべてのノードの発着量が満足されるまで繰り返す。
- ⑤ 上記の①～④において解が求まった後、そこですべての流量を何%か(これを修正量という)を減じてその減量分に対して①～④を行なう。

3. おわりに

IA法における increment は1～10%, 修正量は30～50%程度が適当であることが、経験的に知られている。

IA法は一種のシミュレーションの方法であるが、反復を繰り返すことによって最適解に収束することが知られている「改訂IA法」(仮称)が「各種輸送網の将来計画の基本原則とその手法」運輸調査局、昭和45年3月、などに示されている。

(ながや・あきら 日本科学技術研修所)

FORUM