

ンカー等から成るチームワークを組み、ORマンがこれらを調整統括して解決すべきである。

### (5) 地上げとその対抗手段

筆者は最近某社の地上げに直接遭遇し、その行為をわざわざ観察する機会に恵まれたが、地上げとは当事者間で法的物理的手段を駆使した戦争であり、これまたOR

の対象である。詳細は別途にゆずる。

### (6) 相続 (Succession)

相続税の異常に高いわが国で近年とみに関心の高い問題である。アプローチとしては文字どおり successive M.P. とか D.P. の範疇に入り、総合的長期的視点に立脚した格好のORテーマである。

## 設備投資問題と単純なモデルの効用

中村 善太郎

設備投資の実際の問題をOR的切り口で料理すればこうなるという事例を示す課題を編集者から与えられた。実際の問題は複雑だという言葉をよく耳にする。しかし問題は受けとめるものであり、複雑にも単純にも受けとめられるものである。ORの1つの特徴は、実際の問題を単純なモデルで扱い、そのモデルをおもちゃのように気軽にいじってみて、判断や意思決定を助ける有用な情報を手に入れることができる点にある。このような主旨で、著者が関係した工場物流投資の問題をごく単純なモデルで分析し、物流改善の方向性や目標を見出す助けとした事例を題材にとりあげてみよう。

### 1. 大型投資と小型投資の二律背反

事務用機器の組立てを行なっているX社のA工場で、物流経費削減のための対策を検討した。物流人員、物流スペース、倉庫賃借料、トラック廻送運賃などを大幅に削減することをねらった図1の第1案が物流機器メーカーの見積りをもとに立案された。この案では、14億円を投資して、60人の人員削減と倉庫等の1.3億円など、合計4億円の年当りの節減効果が見積られている。一方、当工場の物流担当部門では現場の改善活動が推進されており、多くの無

なかむら ぜんたろう 慶応義塾大学理工学部

〒223 横浜市港北区日吉3-14-1

駄が見えてきていた。現場中心の改善案を煮つめたところ、図2に示すような第2案が登場してきた。この案では、小規模の設備を約1億円で導入し、約20名の人員削減と約1,000m<sup>2</sup>のスペース減少が得られる見込みのものである。

第1案と第2案の経済性を比較するために、表1に示す投資額と年当り効果額を用いて、両案について投資回収の年度別の動きをグラフに描いたのが図3である。ここで、第k年度末での投資回収額  $S_k$  は、投資額をC、毎年当りの効果額をRとし、次式で求めたものである。

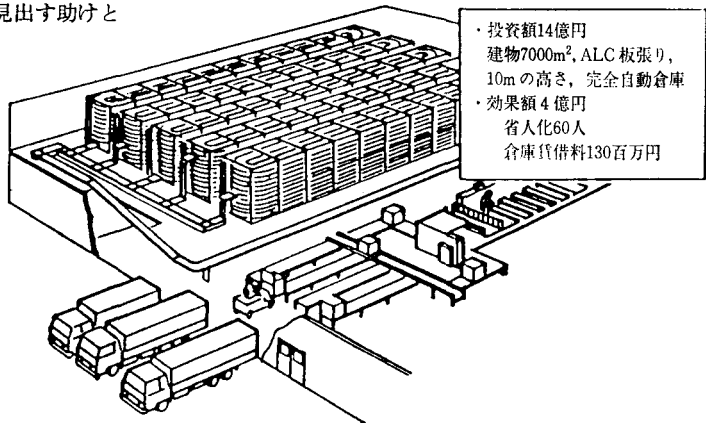


図1 第1案の投資案（大規模自動化投資案）

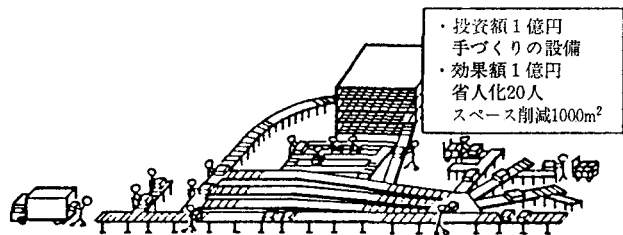


図2 第2案の投資案（小規模投資案）

ただし、計算利率  $i = 10\%$  としている。

$$S_k = R \times (1+i)^{k-1} + R \times (1+i)^{k-2} + \dots + R \times (1+i) + R - C \times (1+i)^k \quad (1)$$

図3から次のことがわかる。第1案は投資の回収に約5年かかるが、第2案では2年間で確実に回収できそうである。両案の優劣は6年先で逆転する。この先の約6年以内の短期でみれば第2案が、長期でみると第1案が良さそうだ。確実に回収できる第2案を採用すべきとも思われるが、第2案では人手の仕事が残り、倉庫関係の合理化にも結びつかず、物流の機械化の長期的な方針にも反することになる。一方、第1案にも、設備の汎用性や現場での設備への対応力などいろいろな点で不安がある。このように、図3のグラフは意思決定者に対してディレンマの状況を語りかけることになってしまった。

## 2. 大型投資を遅らすことができないか

第2案により排除される無駄を調べてみると、人手で繰返し行なわれる部品の積み降ろし、数ぞろえ、荷姿変更、伝票処理、部品の一時停滞・保管といった担当現場のなかで対処できる無駄が中心になっている。部品箱の標準化、外注の納入条件の適正化、仕分けの自動化、発注・納入・払い出しでの伝票を含めた情報系の整備といった広範囲の改善策は含まれていない。

一方、第1案の見積り内容を見ると、前記の広範囲の改善策を具体的に折り込んだ案になっていないこともわかってきた。このように考えると、第1案の大型投資を遅らす着想が浮かんでくる。そのメリットとして、1)前記の物流条件を改善する時間がとれ、少ない投資額で済む案がつくれる、2)現場での設備の対応力不足の不安も少なくなる、3)将来の環境変化の不確実性への対処の点でも有利になる、ことなどが考えられる。

そこで、第1案の投資を  $k$  年遅らせ、その  $k$  年間は第2案の投資でいく第3案を検討してみよう。この第3案とはじめから大型投資する第1案を比較する。第3案と第1案では  $k+1$  年より先は同一の効果額になるので、 $k$  年間の中だけで比較できる。第1案を棄て第3案を採

表1 投資と効果

	第1案	第2案
投資額	14億円	1億円
年当り効果額	4億円	1億円

表2  $k$  年遅らせる案の検討  
単位：億円

$k$	$k$ 年遅らせることによる損失 ( $G_k = \Delta C_k$ )	許容投資額 ( $C - \Delta C_k$ )
1	2.7	11.3
2	4.6	9.4
3	6.6	7.4
4	8.9	5.1
5	11.4	2.6
6	14.1	-0.1

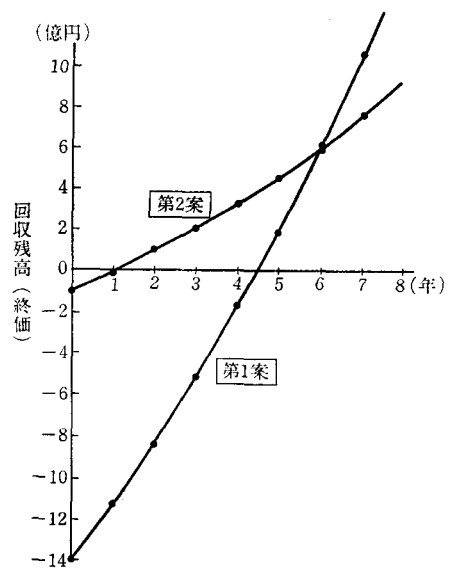


図3 投資の回収過程

ることによって  $k$  年間で生じる損失額を  $k$  年後の時点に換算した値  $G_k$  は次式で計算されることになる。

$$G_k = \text{第1案の} k \text{ 年間で得られる正味終価}(S_k^1) - \text{第2案の} k \text{ 年間で得られる正味終価}(S_k^2) + k \text{ 年後の投資額}(C) \quad (2)$$

ただし、 $S_k^1, S_k^2$  は(1)式で求められる。

$G_k$  の値を求めた結果は表2に示してある。

## 3. 大型投資を遅らせる損失を上回る効果が得られるだろうか

第3案で大型投資を遅らせる効果には、金額に乗るものとそうでないインタンジブルなものがある。将来の環境変化の不確実性に対応しやすくなる点、目先の現場の改善力の芽を摘まないで済む点、設備の稼働やメンテナンスへの現状の対応力不足の不安がなくなる点などはインタンジブルな効果である。金額に乗る効果も大いに期待できる。物流条件の改善に時間が使え、かつ第2案を実施することで改善のノウハウを新しい設備に折り込める。 $k$  年後の投資額を14億円より少なくできる見通しがたつ。

$\Delta C_k$  を  $k$  年後に投資を遅らせることで得られる投資の減少額とすると、 $\Delta C_k > G_k$  となれば第3案が採算面でも有利になる。 $\Delta C_k = G_k$  のとき、第3案と第1案の有利さが同じになる。(2)式より、この条件は次の(3)式で表わされる。

$$C - \Delta C_k = S_k^2 - S_k^1 \quad (3)$$

ここでの  $C - \Delta C_k$  の金額は、第3案を採算上でも有利な案にするための  $k$  年後の許容投資額を意味している。この値は表2に示してある。結局、この許容投資額以下で  $k$  年後の投資ができ、第1案と同じ年当り4億円の効果が  $k + 1$  年以後に得られるか否かの判断に問題が整理されたことになる。

#### 4. 物流改善の目標を定量的に示すことができた

物流改善の責任をもっている管理者は、総合的に判断

して第3案でゆくべきという考えに至った。すなわち、 $C - \Delta C_k$  の許容投資額の年度の動きや減少すべき  $\Delta C_k$  の金額の大きさと、物流条件の改善の可能性や自社向き的大型設備仕様の開発の可能性といった諸般の事情を考慮して、当面は第2案を採用することに決めた。その上で「第2案の年当り1億円の効果に上乗せした年当り3億円以上の効果が上る案を、3年後に7億円以下の投資額で実現すること」を目標として提示した。

以上が、ごく単純なモデルを媒介にしてその背後の現実とやりとりすることによって問題の核心を取り出して意思決定の助けにした例である。

## 線形計画法を用いた債券運用計画

塚田 正泰

### 1. 銀行における債券投資

銀行は預金や短期金融市場からの借入などで調達した資金を企業向けの貸出や個人向けのローンとして運用している他、国債、社債などの債券や株式の投資を行なっている。三菱銀行の場合、貸出は21兆円、有価証券投資は4兆円となっており、有価証券投資は銀行業務の重要な柱となっている。さらにこの4兆円の有価証券投資のうちおよそ半分を債券の投資にあてている状況にある。

債券投資は長期的な金利の動きをみながら、債券の売却、買増し、入替を行い利息や売却益などの収益をあげることがめざしている。このような行動を行なって収益をあげるには、債券をいつ買っていつ売るのが重要となる。そのためには債券価格が将来どのようになるかを予測することが必要である。その予測にもとづいて、

- ① 持ち続けて利息をもらったほうがいいのか
  - ② 今売ってしまったほうがいいのか
  - ③ 買増しをしたほうがいいのか
- を判断する。売ってしまう場合でも
- ① 別の債券を買うのか、それとも
  - ② 債券を買わずに短期市場で運用したほうがいいのか
- を考えなくてはならない。

債券は償還までの期間、利率、利払日などがひとつひとつ異なっている。当行が保有している債券の場合、それが千銘柄以上におよぶ。また発行額が違うなどの種々の要因によって各銘柄が流通市場で実際に売買可能かどうか、どの程度の金額まで売買できるのかも違っている。これらのすべてについて考慮して債券の売買をすることは難しいと言わざるを得ない。

### 2. 債券運用モデル

そこで指標となるいくつかの銘柄の価格を予測し、その予測のもとにどの債券をいつ、いくら売買するのが有利かを線形計画法を用いて導出するモデルを開発し利用している。このモデルの概要は図1のとおり。

#### (1) 価格の推定

債権の価格は通常利回りで表わされ、価格と利回りの間には1対1の関係がある。債券価格の予測もこの利回りのほうが行ないやすいため、本モデルでは利回りをまず予測し、それを価格に引き直している。具体的には指標銘柄として短期、中期、長期の代表的な銘柄を選び、各々の利回りと短期金利を予測する。この予測をもとに評価期間の各時点における利回り曲線（利回りの期間構成）を推定し、この推定利回り曲線から各銘柄の利回りを推定する。

実際には各銘柄の信用力や流通性など残存期間以外の要因によっても利回りは違っている。そのため利回りの

つかだ まさやす (株)三菱銀行 企画本部企画部  
〒100 千代田区丸の内2-7-1