

# ORを学ぶ人たちへ

千住 鎮雄

## はじめに

ORは問題解決を重んずるきわめて実践的で実用本位な学問（または技術）である。たとえORがものごとの因果関係を調べることがあったとしても、物理学や化学などと違ってそれ自体がORの目的ではなく、現実問題の解決に役立つかどうかによってその価値が決まる。

筆者は、昭和28年に療養していた時、モースとキンボールが書いた“ORの手法”[1]（第二次世界大戦の時の主として米英海軍の作戦研究そのもの！）を読んでその魅力にとりつかれて以来、こんにちまでずっとORのファンであったし、今後もファンであり続けるだろうと思う。

ただ気になることは、解決しようとしている現実課題と、そのために使っている理論等の手段との間に食い違いやアンバランスの目立つ論文や、そこで扱われている経済計算の仕方が間違っているものにとときお目にかかることがあり、真に惜しいと感じるのである。今後も理論が精緻になるにしたがってこのような傾向が増えるのではないかと懸念されるのである。

問題解決本位のORワーカーになるためにいくらかでも参考にしていただければ幸いと思ひ、日頃感じている事柄を2、3申し述べてみたい。

## 解決課題のモデル作りについて

どんな課題でも現実にある課題というものは、よく見るとその実体は非常に複雑で、それをそのまま解くことは非常に困難または不可能である。したがって多かれ少なかれ簡略化が必要である。

いま、図1の右端に示すような現実課題の実体があったとき、そのままでは複雑怪奇でとても分析できないから、問題の本質を変えないようにして枝葉を切り落とし、扱いやすいモデルA（図1参照）を作る。それでも

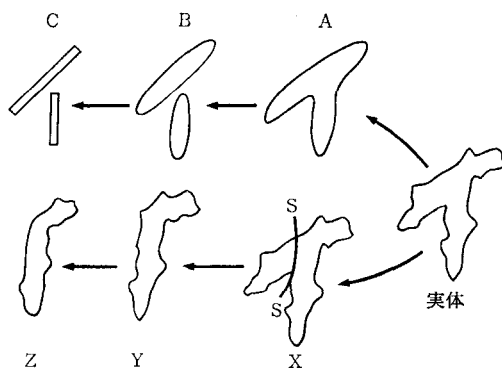


図1 モデル作りのモデル

なお手に負えないときは、課題の性格が多少変わるかも知れないが、簡単な2つのモデルにわけてBのようにする。

たとえば経済的ロットサイズと発注点との関係のように切り離してしまうのである。それでもまだむずかしいならばCまで退却したモデルを作ることもある。そうしてとにかく近似解をもとめ、それで現実に役立つならばそれでよいが、普通はその後の研究でモデルB、モデルAと次第に実体に近づいていくのである。

ORの研究は役に立たなければ価値はないが、どの研究もはじめから“すぐ使える”ことを狙うのは無理である。しかし、いずれは解決したいと思ってとらえた“現実問題”から目を離さず、たとえモデルCまで退却しても、その母体である実体に近づくことを忘れてはならない。

実体を簡略化するさいに、図1-XのSS曲線に沿って左側を切り落とし、Zのように簡略化することが時々ある。見ようによっては細かい部分まで残されていて実体のかなりの部分を捉えているので、モデルCの解よりもモデルZの解の方が優れているように思われるかも知れない。事実そのような場合もあるだろうが、往々にしてモデルZの解は確かに細部まで分析しているけれど実体の特徴が消え、本質的にはまったく異なる問題の解をも

とめたにすぎない場合がある。本か何かで新しい理論を学び、それを使ってみたくなった時に似たような課題を無理に探してくるとこうなる場合がある。手法中心に問題を選ぶ(というよりは作る)ことは避けなければならない。残念ながらこのような研究は少なくないのである。

## 金銭的データのとり方について

ORで扱う問題の中には利益やコストなどお金に関連するものが多いのに、ORに関する本の中にはお金に関するデータのとり方を述べたものがほとんどない。そのためであろうか、利益最大やコスト・ミニマムを目的とした研究の中には不適当なデータを使っている(結論はもちろん正しくない)ものがよく見られる。たとえば、経済的ロットサイズの求め方を説明するさいに「1回の段取に6,000円かかるとすれば…」という表現が出てくるが、「わが社ではいくらかかるだろうか計算してみよう」と思ったさいに困るのである。そこで経理にききに行くと、財務会計では使うが計画計算では不適当という値を教えてくれる。こうして間違いが生まれてくるのである。一般に利益やコストなど、お金の勘定の仕方はいろいろあるが目的によって3種類に大別することができる。

第1は、1期間(多くの場合は1年間)の企業活動が終ったところでその期間をふり返り、税額を決めたり、配当を決めたり、この期間内の収支の概要を関係者または関心を持つ第三者に公表したりして期間ごとにけじめをつけるための計算で、財務会計の主な目的はこれである。つまり過去を対象とした計算である。

第2は、現在進行中の企業活動を利益とかコストという側面からとらえ、問題点があれば早く発見して迅速に処置を講じる。つまり管理に生かすための計算である。たとえば、工場部門の原価管理とか営業部門の収益管理と呼ばれるものはこれである。

第3は、将来の計画を立て、意思決定をするさいにそれを助けるための計算である。もちろん、財務会計や原価管理が計画立案や意思決定のために無力ではないが、これらは計画の立案・検討・意思決定を主眼として考え出された計算方法ではない。確かに“特殊原価調査”とか“意思決定会計”と呼ばれている学問分野が会計学の中にあるのは事実だが、こんにちのようにORの活躍分野が複雑多岐(特に不確定要因を含んで)になってくると応じきれなくなってきた。そこで大切なのは、会計学とORとを両親として生まれ、育ってきた学問である「経

済性工学」の基礎部分を学ぶことであろう。ORの研究や実践に当ってこの点が大きな死角だと思うので、筆者の関係した本ばかりで気がひけるが、参考図書としてあえて末尾にあげさせていただくことにする。文献[2]~[5]は経済性工学に関する本を薄い順に並べたものである。

## ORの不適当な使い方の例

### i) データのとり方(その1)

ORで扱う問題の中には設備の停止時間を金額で表わさなければならないことが多い。たとえば経済的ロットサイズをもとめるとき、設備の経済的保全間隔をもとめるとき、自動機の最適持台数をもとめるとき、等々である。同一企業で同一作業者が同一設備を使って同一製品を作っている場合でも、その設備が同じ1時間止まった時に被る経済的損失はその時の需要の多少によって大きく違うものである。それにもかかわらず、それを一定と見なしてその上に作り上げた理論がある。場合によっては、1時間当りの損失は各企業が状況に応じて適切な値をもとめてその理論を使いこなせばいいともいえるが、場合によると理論が根底から変わることがある。

例を考えてみよう。設備の生産能力と需要との関係を次の3つに分類して考えてみよう。

- 1): 仕事量が多いためにフル残業(あるいは3直生産)してもすべての需要に応じきれない状態(手不足状態と呼ぶ)
- 2): 不況なので需要が非常に少なく手待ちが生じている状態(手余り状態と呼ぶ)
- 3): ある程度の残業をすればすべての需要に応じることが出来る状態(ほどよい状態と呼ぶ)

設備が何らかの理由で1時間停止したときの損失額をもとめてみよう。ただし、製品の販売価格は $a$ 円/個、比例費(材料費その他の変動加工費)は $v$ 円/個、設備の生産能力は $n$ 個/時間、残業によって増加する費用は $m$ 円/時間である。

さて、手不足状態のときには1時間止まるとその月の生産量は減少する。なぜならすでにフル残業(または24時間のフル生産)をしているので停止時間をカバーするための増産はできないからである。したがって

$$\text{停止損失} = (a - v) \times n \text{円} \quad (1)$$

となる。これに対して手余り状態のときはどうせ手あき時間があるのだから1時間程度の停止なら、その日のうちか、または2、3日もあれば生産量を挽回することが

可能である。したがって

$$\text{停止損失} = 0 \text{円} \quad (2)$$

ほどよい状態のときは、設備が1時間止まればそれだけ残業をふやすことで生産量は挽回できる。したがって

$$\text{停止損失} = m \text{円} \quad (3)$$

となる。このように停止損失の値は大きく違い、時には量的相違にとどまらず、質的相違を生じ、分析の式もまるで違ってしまふことがある。

多くの場合、「停止損失は一定である。」と考えて論を進めている理論は暗黙のうちに“ほどよい状態”を頭においている場合が多い。したがって、その理論を使っていくと結論として出てきた答（たとえば生産ロットサイズ）を実施しようとするとき“ほどよい状態”をはみ出してしまって困ることがある。それは、じつはそれを考えた人が不適当なモデルを使ってしまったのである。

## ii) データのとり方 (その2)

データのとり方で間違いやすいのはもう1つ、「固定費の割掛け」に関するものがある。よく見うけるOR問題として「内外製区分 (make or buy) の問題」、それも月次生産計画レベルで生じる問題の一例として考えてみよう。

外製（または外注）のときの費用は簡単にわかるが、間違いやすいのは内製（社内生産）の費用のもめ方である。一般に会社では「勘や好みで決めないできちんと原価計算をして決めよ」といわれることが多い。「きちんとした原価計算」とはどういうものか、これは企業により、時と場合によって違うけれど、多くの場合、固定費と比例費を加え、それを生産数量で割って1単位当りの製造原価（全部原価と呼ばれるもの）をもとめることを指しているようである。財務会計ではほとんど常にそうするのでそれに慣れているのだろうが、意思決定のための計算はそうしてはいけない。

すでに設備が購入（リースでも同じ）してあるならばそれを十分に使っても使わなくても減価償却費は同じにかかる。また、すでに作業員を雇ってあるならばこれも一定時間以内なら増加しない。（ここでは残業生産は考えないことにしよう。）すなわち、内製することによって増加する費用は原材料費と光熱費、工具費その他の変動的費用だけである。これを外製の費用とを比べることになる。後者は普通、全部原価の上にくらかの利益を上乗せしたものであるから内製の費用より高いのが普通である。

これに対してかなり多くの会社では、「うちの会社の

方が下請より人件費が高い、設備もいいものを持っているから減価償却費が大きい、研究開発部門や営業活動にも金がかかるから固定費の割掛けが多い。したがって内製するとどうしても外注に比べて高くつく」というように判断されているのである。

思うに、財務会計はいろいろの法律でその実施が義務づけられていることや、正しいコストに2つはないと思いを込めて、考え方のかなり違う計画計算があることを知らないために財務会計用データや、せいぜい原価管理用データだけが広く浸透し、それらが計画のさいにも広く使われるようになったものと思われるのである。

## iii) モデルのとらえ方

さて上述のようにして内外製区分を分析してみると、内製にしようか外製にしようか、と迷っているような品物（品質上問題なし、技術的に可能、納期に心配なし、等）については、内製が有利と判断されるものが大部分になる。つまり、内製が多過ぎて期限内に間に合うような生産はともできない、という結果になることが多い。その結果、「理論はやっぱり使えない。もっともらしくは思われるけれど実際使ってみると実行不可能な答が出る」と判断されることが多い。しかし、使い方がまづいのである。

たしかに内製の方が有利と判断されるものが多すぎたかも知れない。そこで生じた次の問題は、「外製に出すのは損だけれど、その損の合計を最小にするためには、どれとどれを外製にしたらよいか」という問題が生まれるのである。これは「限りある時間（社内の生産時間）をどのような製品（複数）に割当てるのがよいか」という資源配分の問題なのである。そしてこれに対する理論はすでにできているのだから、問題を正しくとらえればその解決は容易なのである。

## iv) 目的関数のとらえ方

最近、LCC (life cycle cost) という概念が目立つようになってきた。「品物を買う時に、価格が安いからといって飛びつかないで長い目で経済的なものを買うのがよい」ということである。もっとはっきりいうと、「はじめに払う価格 (IC, initial cost) だけに気を奪われないでその後の運転費用 (RC, running cost) も考えた上で IC+RC の最小のものを選ぼう」という考え方である。IC+RC というのは単なる足し算ではなく、利息も考慮したものである。

理論そのものは昔からあったが、最近になって米国の国防総省が音頭をとって広めて以来、急速に拡がってき

た概念である。真にもっともであったり、もっともらしく聞えもするが本当だろうか。

入札も契約もLCCで行なわれたということでF-16戦闘機が最も有名である。「長い目で見て有利なもの」という考え方は非常に合理的であるが、コストを目的関数として選んでいるために企業にとっては間違いのものになるおそれがある。

たとえば個人営業のトラック運転手がトラックの買替を検討する時にこの考え方を使ったとしよう。従来8トン車を使っていたが、試みに2トン車と8トン車を比べてみたらICもRCも2トン車の方が安くなった。これは当然であろう。しかしもし2トン車にしたら収入は激減してしまうのである。

戦闘機メーカーに対して軍がもめている戦闘機は、軍が戦略上決めた諸スペック、たとえば最高スピード、航続距離、離着陸に必要な滑走路の長さ、等が軍から示される。メーカーはそれらのスペックを満たし、かつ経済的(IC+RCの小さい)なものを作るから合理的なものができる。個人トラックの運転手のみならず一般のメーカーでは、自分または自社の使う多くの設備や道具は必ずしもその満たすべきスペックが外部または社内への他部署から与えられるとは限らない。専用機がいいか汎用機がいいか、生産能力はどの位の規模のものがいいか等、自分の責任で決めるべきものが多いはずである。そのさいLCCを使うのは間違いで、LCP (life cycle profit) でなければいけない。それもライフ・サイクル (生涯コスト) では不十分である。専用機と汎用機の比較を思い出せば明らかであろう。「長い目で見て経済的なものを選ぼう」という程度に解釈して、あとは周知の分析法を使えば足りるのである。

昔にも品質コスト (quality cost) をめぐって同様のことがあった。その他、工場にいると販売価格の実態や販売にかかる変動費がわかりにくいいため、設備計画のときも生産計画のときもコスト・ミニマムを目的にしがちである。目的にしたものが適切であるかどうか確かめてみる必要がある。

#### v) 割算の解釈

中期ならびに長期経営計画では付加価値生産性、売上高限界利益率、投下資産利益率、等々の割算指標が多く使われているが、中には目的に合わない使い方をしている例がある。

次の3つの割算が特に混乱しているようである。

a) “百分率”をもとめるときに使う割算

b) 一定金額を何人かに“わける”ときに使う割算

c) 資源配分のときに使う“効率”をもとめるときに使う割算

一例として売上高限界利益率について考えてみよう。多種類の製品について経済性の立場から将来計画を立てるとき、この指標の値の高いものを伸ばすのが経済的に有利になると考える誤りをよく見かける。もしも効率のよい生産・販売活動をしたと思ったら、製品別にもとめた限界利益をそれぞれに必要な資源 (最近では主に手不足状態であるから、生産所要時間等) で割らないと必要な指標は得られない。そこで売上高限界利益率を効率指標と考えず、百分率と考えると、価格競争または円高に強い製品はどれか、を知るのに便利である。

付加価値生産性は、たとえば政府が国民経済の立場から産業構造を検討するとき等には役に立っただろうが (特に昔の貧しかった頃)、個別企業にとっては“効率指標”としてよりも、“分ける”指標として1人当たり幾らの付加価値を稼ぐかという観点から賃金交渉等に使う方が有意義であろう。

その他、短期で小規模のOR問題を扱うさいにも割算指標の意味を正しく理解していることが大切である。

## おわりに

冒頭に述べたように、筆者はORのファンであり、今後一層企業内の利益やコストに直結した問題に活用されることを期待している者の1人である。ただそのさい、ORで使われるべき計算と財務会計のそれとは非常に違うのにこんにちまた混乱が見られる。“数学”には強いけれど“数字”(特に利益やコスト)に弱いということのないように、ORを学ぼうとしている方がたに強く望んでいる次第である。

## 参考文献

- [1] Morse, P.M. and Kimball, G.E.: “Methods of Operations Research”, The Technology Press of MIT and John Wiley & Sons, INC., New York, 1950.
- [2] 千住鎮雄, 「やさしい経済性工学のはなし」, 日本能率協会, 1986.
- [3] 千住外3名, 「経済性分析」, 日本規格協会, 1979.
- [4] 千住鎮雄, 伏見多美雄, 「経済性工学の基礎」, 日本能率協会, 1982.
- [5] 千住鎮雄, 伏見多美雄, 「経済性工学の応用」, 日本能率協会, 1983.