

経営科学を生かして使うには？(4)

—実践のための簡略化の着眼点—

千住 鎮雄

経営科学を「生かして使う」ことを考えるとき、どうしても避けて通れないものの一つは「どのように簡略化したらよいか」という問題である。あまりにも厳密さに固執したモデルや、「正解」にこだわった手法は、とかく実践から遠ざかることになりかねない。そうかといってあまりにも簡略化の度が過ぎて実態からかけ離れてしまったのでは何にもならない。簡略化の程度はけっこういい加減であってはいけないが、“いい加減”であることが必要である。

従来の経営科学/ORの文献では、「どのように簡略化するか」という問題を正面からとりあげることはあまりなかったようであるが、筆者の感じでは「実践を目ざした分析の成否は簡略化の巧拙による」といってもいい過ぎではないとすら思われるのである。

以下、「役に立つ簡略化」を目ざすための着眼点をいくつか挙げてみよう。

1. 目的を掘り下げて問題を簡単にする

何事かをするにあたって、その真の目的を掘り下げて確認しておくことが必要なのは、何もOR問題に限るわけではない。IEでもQCでも、バリュー・アナリシスでもワーク・デザインでも、その他多くの理論や手法について、ほとんど常にこの点が強調されている。それでもなお、不明確または見当違いの目的を、ムダな時間やコストをかりて追いまわしていることがある。

目的を掘り下げていく場合に、「この分析の目的は何か」と正面から当たっていくよりも、「これをしないと何が困るのか」というように、逆の方向から順に整理していくほうが効果的な場合が多いようである。つぎのような例を考えてみよう。

よく、製品原価に関する有益な情報システムのあり方や、そのすぐれた実例を知りたいという質問をうけることがある。その際、「その情報システムがないと、どんな時に、誰が、どの程度困るのか」と尋ねてみると、その

人の把握している問題意識の程度がわかってなかなか有益である。

その答として「コストがわからなければ値段が決められないから困る」という返事であれば、一応、価格設定を目的にしているらしいことがわかる。しかし、その企業ではコストがわからないと本当に値段が決まらないのか、という疑問が出てくる。

もしも、「指し値」の示された個別の注文について受注の可否を判断したいのなら、いわゆる製品別原価を求めるときに必要な複雑な割掛け計算は不要で、そのかわり、その注文をとるかとらないかの二つの場合について優劣を比較するのに役立つ情報が必要になるはずである。

たしかに世の中には、製品別に原価を計算し、それにいくばくかの金額を上乗せして販売価格を決めるという場合もあるだろう。その時には、適当な割掛けを含む製品別原価計算が必要である。しかし一方、製品の市場価格というものが、特定企業の製品原価とは独立に決まっている場合もまた非常に多い。そのときにはおそらく、適正価格を決めるのが目的ではなく、その製品分野へ進出することの可否を判断したり、あるいは、数ある製品の中から生産・販売の重点を置くべき製品を決める、などのような損得計算のシステムが必要になるはずである。こういう目的の場合には、第1回で述べたように複雑な割掛けを含む計算はいらないことになる。

場合によると、その企業のコスト情報システムの真の狙いは、第一線監督者が問題点を早く確実に発見することであるかもしれない。それならば、コストに換算された情報を1カ月おくらせて見るよりも、それこそ管理図などを使って物量そのものを見るほうがよほど早く、わかりやすく、原因探求にも便利であろう。こういうオペレーション管理の目的にはコスト計算が不要な場合すらまれではない。

現実には必ずしもこのように簡単ではないが、目的の明確化によって問題も簡単にするものの効果は大きいもの

である。

2. 考察の範囲を狭めて問題を簡単にする

取扱う問題の考察範囲をうまく区切るということはなかなかむずかしい。広すぎると解析が煩雑になるし、狭すぎると実態とは違うモデルになってしまう。

一般に、優劣を比較しようとしている代替案のどれを選ぶかによって、いろいろな面に相違が生じるが、モデルに組み入れるときの考察の範囲は、時間的にも空間的にも、それらの相違点がすべて含まれるように充分に広くなければならないが、といつてむやみに広いのはダメで、その中でもできるだけ狭いほうがよい。

簡単にいえば、考察の範囲は「充分に広く、しかも、できるだけ狭く」とることが望ましい。簡単な問題であればこの考え方で適切な範囲を決めることができるし、事実、そのような問題が多い。しかし問題が少し複雑になってくると、次項で述べる方法を併用しないと決められない場合も出てくるので、そこでまとめて考えることにしたい。

3. 収支の相違分をにらんで問題を簡単にする

割り掛け計算の値に目を奪われず、収支の違いをにらむことによって問題が簡単になる場合が多い。

第2回の在庫問題の例を再び考えてみよう。小型タイヤと大型タイヤのどちらを先につくるかによって職場の在庫量は違ってくるが、その企業が月々に支払う材料代の額も時期も変わらず、入ってくる売上げ代金の額も時期も変わらない場合があることを紹介した。そのような場合には、(在庫)金利は不変であるからこの問題は、むしろ経済性以外の角度から検討してよい、というように簡単化されてしまう。

過剰在庫を減らすための生産計画の立て方について考えてみよう。ある製品を毎月1,100台ずつつくってきたが、900台程度しか売れなかったので過剰在庫が生じた。ここ当分需要がふえる見込みはない。したがって生産を落とすことによってその過剰在庫(1,200台としよう)をなくすことになった。そこで、

生産計画A：翌月から月産600台にする

生産計画B：翌月から月産700台にする

の二つのうち、どちらがよいかを調べたい。適正在庫量に到達するまでの期間は、Aの場合に4カ月、Bの場合には6カ月である。なおこの製品はいくつかの工程を経てつくられている。

さてこのような問題を扱うときに、もしも各工程にお

ける1台あたりの製造原価(割り掛けが含まれたもの)を調べて、減産による「コスト・アップ」の額を求めたり、減少していく在庫量とそれをつくったときの過去のコストなどから在庫金金の違いを調べたり、予想される売上げ収益にまでも気を取られたりしたら、問題は非常に複雑になり、かつ、正解からは遠ざかることだろう。

まず、考察すべき時間的範囲を考えてみよう。A、Bのいずれを選ぶにしても7カ月目以降の生産量は同じ900台になるから、分析は第6カ月目でとどめてよい。また、過剰在庫になっている製品のために過去において使ってしまった費用は、いずれの生産計画を選ぶにしても不変である(経済性分析の用語でいう「埋没費用」である)から、これも計算の対象から除いてよい。したがって、考察すべき時間的範囲は現在から6カ月間だけ考えればよいことになる。

一方、空間的範囲としては、この製品をつくっている自社のいくつかの職場を含めることになる。

売上げ収益は計算から除いてかまわない。なぜなら、どちらの案を選んだとしてもここ当分900台売るとは同じで、売上げ収益の総額にも、その入金時期にも違いがないからである。

コスト面で総額の違いを調べるためには、工程ごとのアワー・レートも、1台あたりの製造原価もいらぬ。必要なのは、100台ならびに200台余計につくるときに、現実に増加する費用だけでよい。このような不況の場合には、どちらの案をとっても人件費の合計は変わらないと考えていいだろうから、これも除いてよいのが普通である。材料費、外注加工費、その他の変動加工費の6カ月間の合計も、A、Bのいずれを選んでも変わるはずがない(6カ月間の生産台数の合計はどちらも4,200台だから)。どちらの案を選ぶかによって相違が生じるのは、ただその支払いの時期だけであり、その結果金利に違いが生じることになる。ただ、支払う金額が同じならその時期が遅いほど有利であることに気がつきさえすれば、BよりはAのほうが金利分だけ有利なことがわかり、その違いも簡単に求められる。

同様にして第1月の生産台数600台よりも500台のほうが、それより400台のほうが、…、0台のほうが金利分だけ得だということがごく簡単にわかるだろう。

したがってこの在庫調整の問題は、経済性を比較するなどという“OR的”な問題ではなく、工場従業員のモラルに及ぼす影響、外注工場に与える資金面から見た打撃の程度、過剰在庫の品質保証上の配慮、などの角度から検討すべき問題だったのである。

考察の範囲を適切に決めること、収支の総額をにらむことは、それぞれ別個に生じることもあるが、また同時

に進めていかなければならないこともある。また以下に述べるように、この考え方はモデルを簡単にしたり、計算を簡単にしたりする場合にも有効である。

4. 厳密さを犠牲にしてモデルを簡単にする

簡略化にあたってもっともよく使われるのはこのタイプであろう。影響力の小さいファクターを無視する、明日おこるかもしれない地震の生起確率を0とみなす、理論的には多制約だとしてもその中のとくに強い制約だけに注目して1制約の問題として扱う、などの簡略化はよくなされることであろう。

中でも、現実をそのままモデル化することが困難な場合に、厳密さが多少失われることを覚悟して、いくつかの簡単なモデルに分割して扱うのはよくやる手である。

たとえば、経済的ロット・サイズを決める問題と安全在庫のレベルを決める問題とは互いにかみ合っているのが事実ではあるが、一応それらを切り離して別々に分析し、もしも必要があるならあとで両者を見くらべながら多少の手直しをする、などがこの例である。

また、厳密さを犠牲にして考察の範囲を狭く区切ることは、ほとんどいつも行なわれている。たとえば、設備更新の時期を今年にするか一定期間遅らすかの違いを調べようとすると、その考察の期間を無限まで扱げないと正しい比較はできない。そこで普通は年価法を使い、厳密性を犠牲にして範囲を短かく区切る工夫をするのである。

しかし範囲を狭くすることによって、モデルが現実からどの程度離れることになるかについてはいつも注意している必要がある。A職場での作業を機械化し、それによって余裕の生じた人員をB職場で活用するという場合には、二つの職場に関係はあるが普通はそれらを切り離して検討してもかまわない。しかし、A職場の設備を新品に取替え、不要になった古い設備をB職場で活用するという場合には、両職場を一括して取り扱わないとおかしな結論になることがある。

また、時間の区切り方が狭すぎるためにひどい間違いをするということもある。たとえば、現在あいており、かつ、売るつもりのない土地を何らかの目的に使うことにしても、そのとき、そのために土地代を支払うことはないが、あとで土地が必要になったときにそのツケが回ってくる。たとえば、代わりの土地を買わなければならないように。

つまり、その土地を使うときに、それによって生じる何らかの犠牲を将来に引き延ばすだけであって、けっしてタダの土地が使えたわけではない。このような将来へのしわよせ (future obligation とよばれている) のコ

ストを事前に推定することは非常にむずかしいので、普通は、厳密性を犠牲にして、その土地の時価をその土地代と考えてその考察の範囲を限定するなどのことがなされる。それですむ場合も確かに多いけれど、いつもそうとは限らないので一度確かめてみるだけの注意がほしいものである。

5. 簡単な二つのモデルで現実をはさむ

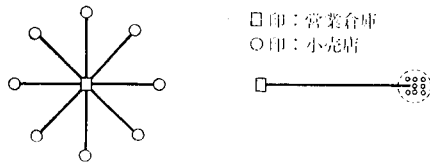
現実そのままではもちろんのこと、厳密さを多少犠牲にしたとしても、モデル化がむずかしいという場合がある。こういう場合には、簡単に解析できる二つのモデルをうまくつづけて現実をはさみ打ちにするのが便利である。

たとえば投資問題のように、長期にわたってキャッシュ・フロー(収入や支出)が生じる問題を考えてみよう。実際の資金の収支は年末や年初にまとめて行なわれるものではなくて年内随時に発生する。しかしそう考えると計算が煩雑になるので普通はそれらがすべて年末に集中されるものとみなしてモデルをつくる。こうすると、この投資案からの利益やコストは、現実よりも利息分だけ過少に評価されることにはなるが、いくつかの代替案の優劣を比較するのが目的である場合には通常はそれで充分である。

しかしこの程度の近似でよいかどうかは気になる場合には、もう一つのモデル、すなわち収支がすべて年初に集中すると考えたモデルと比較する。こうすれば現実はこちら二つのモデルの中間にあるので、簡単に見当をつけることができるようになる。

もう少し複雑な例を示そう。流通コストを解析するとき、現実の複雑な道路網をトラックが走りまわるときのコストを、概略でよいから推定しなければならないという困難な問題にぶつかることがある。たとえば大型の郵便配送車を使えば満載したときの郵便物の量が増えるので1カ月の延走行距離がいくらか減るだろう。こうした関係があるから配送車の経済的サイズを検討するときには道路網の形状が気になるのである。

その際、図1に示すような二つの極端な道路について調べてみると便利である。少し考えてみればわかるように、放射型道路のときには2トン車の代わりに4トン車を使ってもその大型であることのメリットが全然発揮されないのに対して、2点連結型の道路の場合にはそれが100%発揮される。現実の道路網がどんなに複雑であっても必ずこれら二つのモデルによってはさまれている。問題をこのようにとらえれば、延走行距離に及ぼす任意の道路網の影響の程度を一つのパラメータであらわす方法



A 放射型道路 B 2点連結型道路
 図1 二つの極端な道路形状

に気づくだらうし、そうすればかなり簡単に解析を進めることができるようになる。

しかしそこまでいかないにしても、これら二つのモデルについて計算をしてみると、そのとき直面している問題について輸送コストがせいぜいどの程度変わるかがわかるので、いっそう詳細なモデルや追加調査が必要かどうかを判断することができる。また、いま取ろうとしている魚の大きさを事前に見積もることも可能になる。

6. 無資格案を落として代替案を減らす

代替案の数が多いほど、最終的にうまい意思決定のできる可能性は増えるけれど、どう見てもとりえない案はなるべく早期に落としてしまうほうがいろいろな面で都合がよい。

たとえば、前回不確実性の考え方に関連して指摘したように、売値は不確実だが、それがいくらかであってもB案はA案に劣ることが定性的分析で確かめられる場合とか、値段から見ても品質から見ても重さから見てもB案はA案に劣る、などのことがわかっているならばBをやめよう、という考え方（ドミナンス原理とよばれることがある）であるから、とりたてていうまでもなく、誰でも行なっていることである。

しかし場合によると、ドミナンスの存在に気づかず、いつまでも資格のない案を落とさずに解析をつづけ、計算をいたずらに煩雑にしていることがときどきある。例を示してみよう。

合理化投資の候補として三つの代替設備A, B, Cの有利さを比較したい。それらの初期投資額と年間の経費節減額が表1ならびに図2に示されている。どの設備も10年間使う見込みである。

さて、各設備の相対的有利さに影響を及ぼすもののなかに資本の利率 i がある。計算をはぶいて結論だけを述

表1 三つの代替的投資案

	初期投資額	年間節減額	利益率
設備 A	2000万円	550万円	24.4%
設備 B	4000万円	720万円	12.4%
設備 C	7000万円	1250万円	12.2%

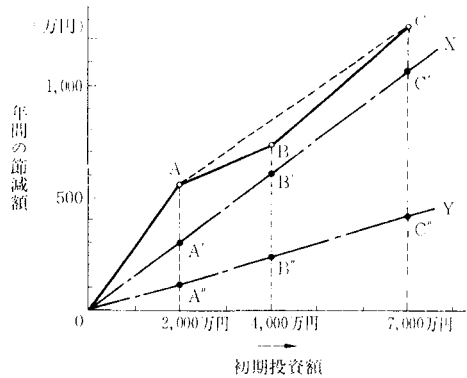


図2 無資格な代替案の整理

べれば、利率 i がある程度大きいとき ($i > 6.6\%$ のとき) には、毎年の正味利益が図の線分 AA' , BB' , CC' であらわされるので、Aがいちばん有利である（参考までに注釈を加えれば、鎖線 OX の傾斜がそのときの資本回収係数に等しい。したがって点 A' , B' , C' の高さが、各設備を使ったときの投資額と金利とを年間費用にならした額になっている）。

しかし、もしも i が小さい ($i < 6.6\%$) ならば各案の正味利益は AA'' , BB'' , CC'' となるので C がいちばん有利になる。 i がどう変わると、B が最善になることははっきりしていない。つまり B は無資格案である。

物価上昇を考慮に入れても同じである。物価が上昇するときには実質金利が低下すると考えられるから、上述の利率 i が変わると考えた分析ですむ。

また、これが専用機のたぐいであって製品寿命と運命をともしにするならば、これも同様に考えられる。寿命が短かければ、投下資本を回収すべき毎年の金額が一定率変わることになるから、鎖線 OX または OY の傾斜が立ってくる。したがってこの場合でも優劣を競うのは A と C であって、B はその際の決勝戦には登場しないのである。

このように、下に向かって凹になっている頂点の B 案は無資格として落としてしまわない。

この例では無資格案が一つしかないので大きな魅力を感じられないかもしれないが、非常に多くの代替案やそれらの組合わせ案が考えられるときの資源配分の問題などでは大きな偉力を発揮する場合が多い。

7. 収支をにらんで計算を簡単にする

収支をにらんで問題自身を簡単にするということについてはすでに述べたが、計算だけ簡単にできる場合はもっと多い。本質的には同じ考え方だが、2, 3 の例を追加しよう。

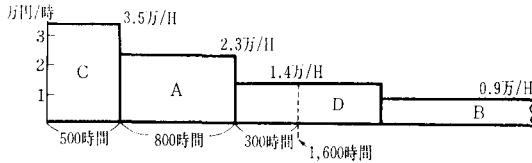


図3 製品の効率と優先順位

を見て判断するのも正しくない。同様に、売値に対する変動費や限界利益の率を求めても参考にならない(これらの指標で製品の優先順位をつけている企業はなかなか多いが…)。

いろいろな理論が使えるだろうが、ここでは「単位時間あたりの限界利益」という指標を使ってみよう。たとえば製品Aでは、

$$(760円 - 300円) \div 0.02 = 23,000円/時 \quad (1)$$

となる。他の製品についても同様に求め、その成績のよいものから順に並べたものが図3である。これから明らかかなように、CとAを全部、Dを300時間分つくるのが最善であることがわかる。

ここで分析をやめてよいのなら、この効率指標の長所が充分には発揮されない。

残業(外注依頼でも同じだが)すると、1時間あたり14,000円以上もかかるなら残業による増産には魅力がないが、それ以下なら残業による増産が有利である。そのときの利益の差額は一目瞭然なので、その職場の労働強度、他の職場との残業の不公平など、八方をにらんで残業の可否を決めるのに便利である。

また、この図を見ると限界利益や加工時間の推定値に20%程度の誤差があっても製品の優劣の順位が変わらないこともわかる。式(1)の構造が簡単だから、加工時間の短縮、材料費の節減、品質改善による売値のアップ、などによってどれほどの効果があるものかがごく簡単に求められ、事前の宝さがしに便利である。

A, B, C, Dのグループわけは、数百を越える品種を

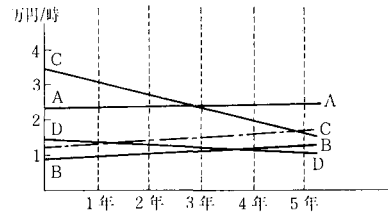


図4 優先順位の時間的变化

ごく大まかに層別したものであっても、大体、時間あたりの限界利益が14,000円程度だということがわかるから、各製品グループの中でいっそうきめ細かい判断をするのも容易である。

この指標を使うと長期的な製品計画にも都合がよい。

かりに、製品Aの売値は今後毎年4%ほどしか値上げできない見込みであるのに、材料費等は毎年約10%のアップが予想されるとき、経過年数を n であらわすと、望ましさの指標である(1)式は次式のように変形される。

$$\begin{aligned} & \{760(1+0.04n) - 300(1+0.1n)\} \\ & \div 0.02 = 23,000 + 20n \quad (2) \end{aligned}$$

他の製品についてもそれぞれの見直しを入れて分析し、横軸に n をとってあらわした結果、図4のようになったとしよう。右上りの鎖線は人件費や減価償却費などの固定費の上昇を示す。

これを見ると、製品Cはいままでこそドル箱であるがその魅力は急速に低下し、3年足らずでAとの順位が変わること、Dはいまやっと利益をあげているが、1年もすると固定費を示す鎖線と交わる。すなわち、10台の成形機がその頃すべて健全なら依然としてDの生産は有利であるが、もしも寿命のつきる成形機があるなら、新品に更新してまでDの生産を継続するのは損である。それまでによほどの改善ができない限り、その企業は製品Dの分野から撤退することを考えるほうがよい。

ここでは効率だけしか述べられなかったが、一般に、

JORSJ(vol.21, no.2)掲載予定論文リスト

- 青沼 龍雄: A Two-Level Algorithm for Two-Stage Linear Programs
- 藤重 悟: Algorithms for Solving the Independent Flow Problems
- 三根 久・中川覃夫: Some Considerations of Interval Reliability for Repairable Redundant Systems
- 豊田 吉頭: 陰的列挙法の改良に関する一考察
- 井山 俊郎: The Behavior of Some Design Factors

in a Parallel Production Line

- 田口 東: Maximum-Flow Problem in Discrete Continuous Compound System and its Numerical Approach
- Yaakob Roll, Arie Sachish: Combined Overhaul and Replacement Policies for Deteriorating Equipment
- 宮崎茂次・西山徳幸・橋本文雄: An Adjacent Pairwise Approach to the Mean Flow Time Scheduling Problem
- 腰塚 武志: 地域内距離

適切な判断指標を選ぶと、短期的にも長期的にも弾力的な分析が可能になり、みどり多い改善の個所も示してくれるものである。

10. 適切な理論・手法を使って簡単に解く

これは「適材を適所に使え」ということであって、いまさらここで何をどの程度書いたらよいのかわからない!?

たしかに、限界分析や効率指標などはその便利さからいって実践的にはもっともって使われていいのではないかと思う。物価上昇の影響を“実質金利”で肩代わりさせるのもうまいやり方だろう。Certainty Equivalenceの原理によって、確率変数を定数とみなして計算をすすめることも便利である。

しかし考えてみると適材適所ということは当然のことだが、実行するのは非常にむずかしい。なぜならそうするためには、多くの理論や手法をよく知っているうえに問題の本質を見抜く洞察力と適当な妥協性があるはじめて可能となるように思われるからである。

しかし、どんな問題にぶつかっても簡単に解けるように、充分の実力を身につけることを目指して努力を怠ら

ないことが、われわれORワーカーの目標であろう。遙かかなたに見える水平線のように、その終点に到着することはけっしてないだろうが、いくらかでもそれに近づくことを希いながら研鑽を積むしかないようである。

おわりに

以上で4回にわたった連載を終わりたい。できあがった理論を「解説」というよりは、筆者の主観を舌たらずに述べたにすぎなかったようである。また、なかには偏見や独断もあったかと思う。しかしそれもORを愛するがためであり、そのいっそうの活用と発展を希うがゆえのこととしてお許しいただきたい。

企業経営の実践の場において、理論を使いこなすための技術を体系化することは非常にむずかしいが、ぜひともしなければならぬし、衆知を集めればある程度役立つ形にまとめられるのではないかと思われる。

今回の連載をめぐって、その改善案、有益な体験談、誤解の指摘、などがあつたら是非とも教えていただきたい。建設的な多くのご意見をいただいて内容を次第に修正、充実していきたいものと切に希っている次第である。

(せんじゅ・しずお 慶応義塾大学工学部)