

企業におけるORの役割

——合理的計画風土を旨として——

小笠原 富雄・稲林 昌二

はじめに

企業におけるORの浸透は現在どのような状態にあるのか。一製造業の立場から全体を見渡すことは困難であるが、OR関係者の努力、期待は必ずしも満たされていないようである。われわれの貧しい経験の中からも、OR活用において考慮されなくてはならないいくつかの問題点が浮かび上がってくる。一方、ORが企業にもたらすことのできるものに対する期待もまた大きい。

本稿では、当社におけるOR活用の事例の中から電力運用を1つの事例として取り上げ、ORの手法としての限界とOR概念の拡張による大きな可能性について述べてみたい。

1. 電力最適使用計画

セメント製造工場の電力使用量は月に 1000~4000 万

おがさわら とみお、いなばやし しょうじ
秩父セメント(株)システム部

kWH にのぼっている。そこで、各工場は量を確保するために自家発電設備を持つと同時に電力会社との間に大口受電契約を結び、両者を組み合わせることによって電力コストの低減に努めている。

昭和46年当時、当社工場の受電契約は「産業用第二特約」というルールによっていた。この契約のもとでは、「夜間」、「昼間」、「尖頭時」、「休日」という4つの時間帯に分けられ、それぞれに電力使用料金単価が異なっていた。さらに、「昼間」と「尖頭時」には契約電力値に対する使用電力の割合(負荷率)の水準によって電力使用料金単価の逡減制度が設けられていた(図1, 図2, 図3)。各工場の電力運用担当者は、自家発電力と購入電力(買電)の使用割合を時間帯ごとに調整することによって製造工程に必要な電力を安定供給しながら、かつトータルの電力コストを押え込むことに多大の努力を払っていたが、カンと経験にもとづいた多次元的な判断を要する仕事であり、結果の成否がはっきり出るだけに、合理的な判断の方法が求められるようになった。時間帯ごとに、自家発と買電の使用割合をどのように決めていったらよ

一口コメント

電力を大口に消費する企業は、数多くあると思われるが、当事例も、秩父セメントの電力の最適使用計画を中心に述べられたものである。

ピーク時や夜間、休日などによる料金の違い、自家発電や工場の稼働状態の変動などをうまく調整し、DPやシミュレーションを基準とした一種の対話型の契約計画シミュレータが作られ、これをうまく稼働させた有効な手法が示されている。

著者らはこのような体験を通し、さらにより大きなシステムへのOR手法の適用を考えるときのいくつかの視点を述べている。この意味でこれはORの1つの実践経験を通しての、実践的規範を主張したものと

える。

現実の「問題は待ってくれない」、「問題はキチット与えられない」、「真の解決案はワクの外にある」などよく言われるOR手法と現実とのギャップであるが、これらがORの否定的見解につながってはならない。これらこそがORの反省と飛躍のよい教訓である、といった感が著者らの主張からひしひしと感ぜられる。これも著者らが、たんなる観念的な批評にとどまらず、現実の実践の場を経験しているからであろう。

この意味でORの実践へのさまざまな支障に悩んでいる方々、これからORの実践に取り組もうとしておられる方々には、またとない良い参考になる小論であると思われるので、ぜひ御一読を。

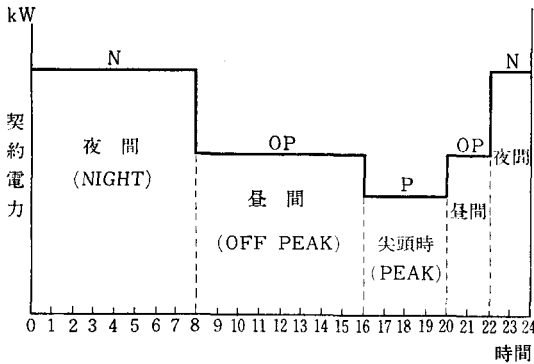


図1 受電契約時間帯区分の例

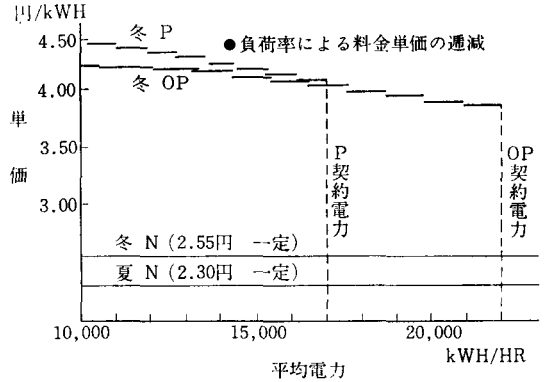


図2 受電電力量料金単価例(昭和48年当時)

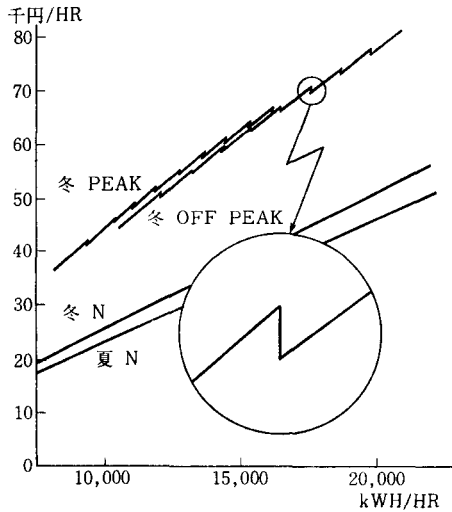


図3 電力量料金曲線(単位時間当り)

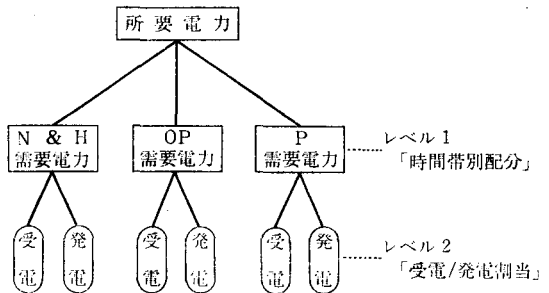


図4 多段階決定問題としての電力配分モデル

用量(累計値)

- ② 月末へ向かっての製造予定(更新)
- ③ 時間帯別にみた電力運用可能範囲(上下限)

の諸数値であり、出力としてのガイダンスは、

- ① 時間帯別の買電と自家発の最適運用水準
- ② 代替案の参考となる感度分析グラフ(図6)

の2種と外に、利用者の考えた代替案を評価するための問合せ(インタフェアリ)機能を持たせた。1カ月を通してのガイダンス時点における使用実績の推移と負荷率の動きを図7に例示する。

いか、何かよい方法はないだろうか。

最終的に、問題を定式化してみると図4に見るような多段階の決定問題であることから、動的計画法(ダイナミック・プログラミング)によって表現することができた。シミュレーション、ドライランによるテストを繰り返した後、当時OR担当部門であった中央研究所と各工場電気課との間で図5のような運用方法によって実利用が始まった。

最初に実用化された業務はその名も「電力運用軌道修正ガイダンス」と呼ばれる定期的ガイダンス・システムで、月に6回ほど、ほぼ5日ごとに使用されるようになった。利用の際に与える入力データは、

- ① 前日までの各時間帯別買電使

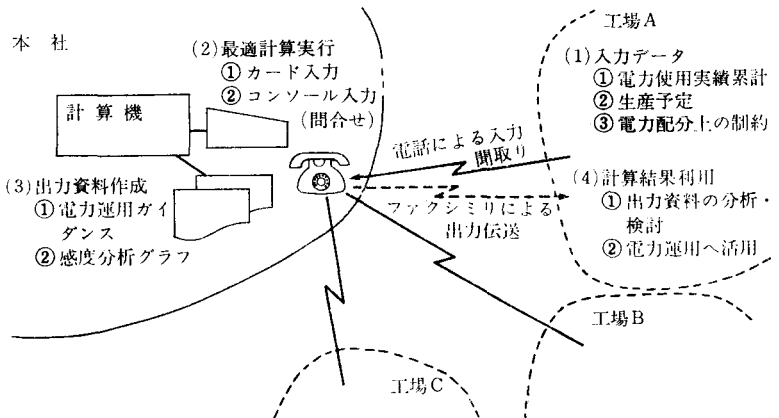


図5 電力最適使用システム運用図

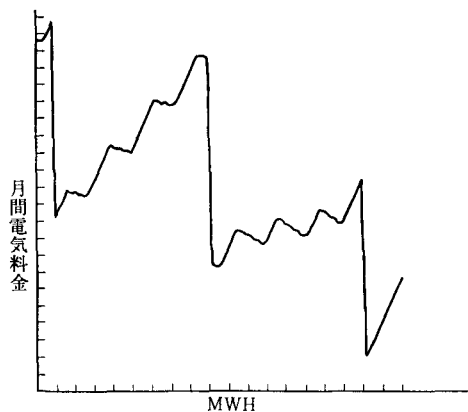


図6 最適計算過程 [OP(昼間)の使用割合を増やして、P(尖頭時)を減らしていったとき]

次に、「受電契約シミュレータ」が作られた。これは向こう1年の製造計画の見通しのうえに立って、受電契約の適正化、自家発電設備の容量および運転方針を検討するために利用するもので、図8のような流れを持った対話型式のシミュレータである。

一方、電力運用のガイダンスを、回転窯、粉砕ミル等の大型機械設備の運転計画のレベルまで展開することも課題として取り上げられた。このようにして、OR手法の実務への適用としての電力最適使用計画は石油ショック後の電力契約規則の全面改訂まで継続して実施された。契約規則改訂後は受電料金の時間帯別区分は残っているが、負荷率による料金単価の通減制度が廃止されたため、電力運用方針はほとんど一意的に決めることができるようになり、月間運用のガイダンスは中止した。ただし、受電契約シミュレータは以後も長期的な電力運用方針を策定するうえで有効に使われている。

2. OR活用に必要な前提

さて、このようなORの一体験を通して、われわれはORの有効な活用に関して必要ないくつかの前提を、実感とともに強く認識するようになった。

(1) 予測情報の必要性

OR手法の適用は当初、問題解決へのアプローチを手続きとして整理することから始まるのであるが、その際に所与としておいた情報の確かさの中に、実は目的達成のためのカギがあることを知る。そういうケースが比較的多い。すなわち、OR手法による方法論的解決が、新たな、よりシビアな情報ニーズを喚起するのである。

たとえば、前述の電力運用軌道修正ガイダンスにおいて、ダイナミック・プログラミングによる最適計算はその時点までの電力使用累計と月末へ向かっての所要電力

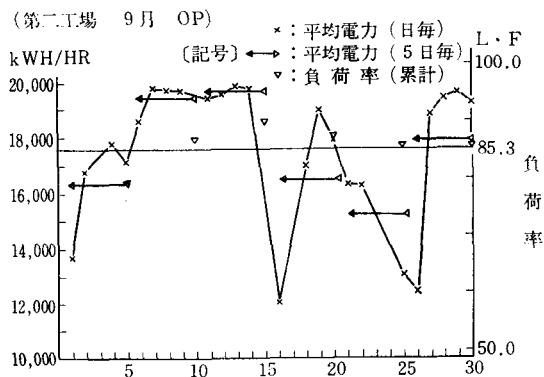


図7 月間電力運用例

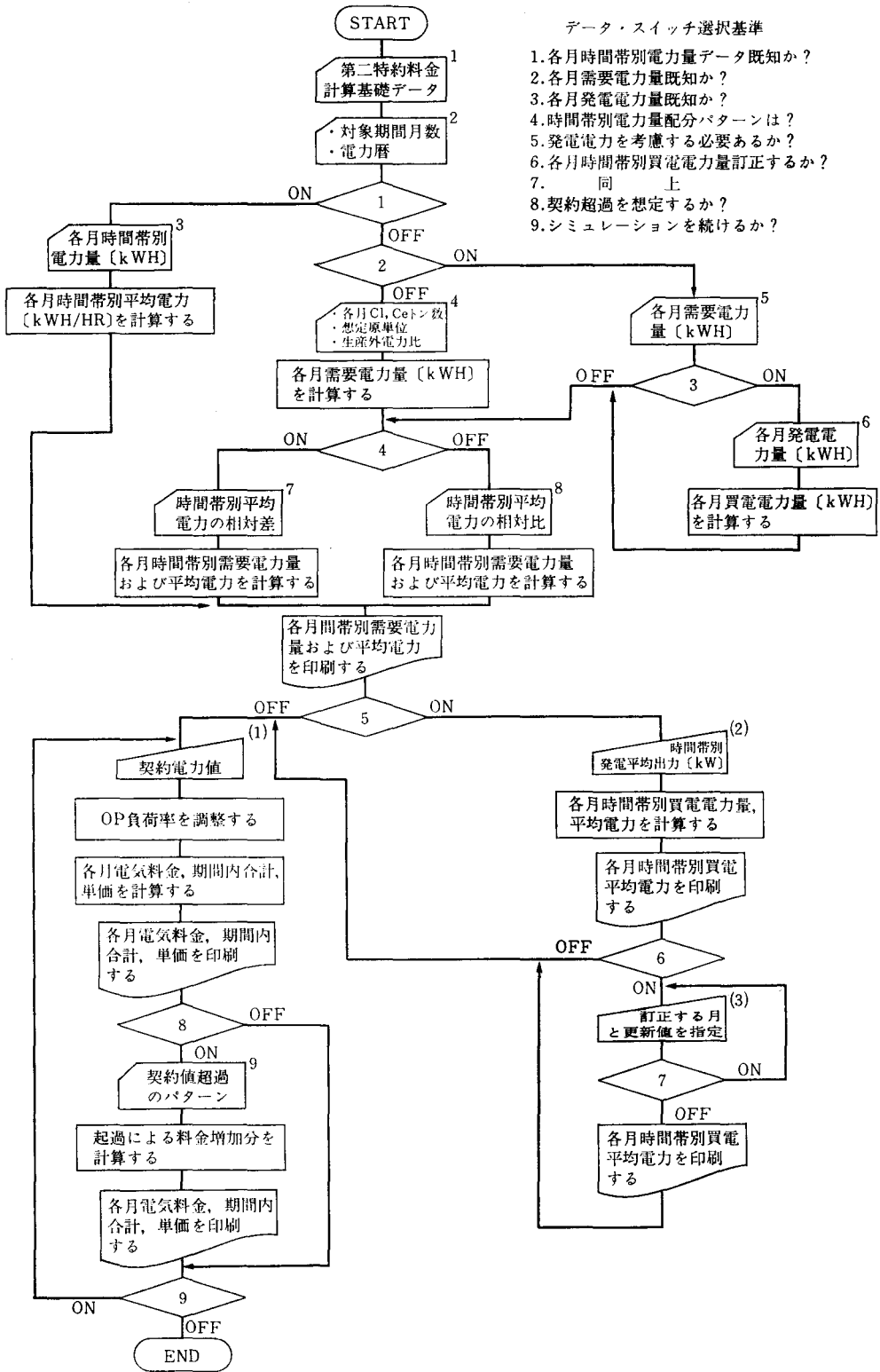
量見通しの与件に対して最良の方策を提示することができる。しかし、セメント需給の変動、工場内在庫の状態、主要装置の運転状態等の要因によって所要電力量の見通しはしばしば更新されなくてはならない。電力最適運用のガイダンスはおのおのの時点で考えられる最良の方策をはじきだすとはいうものの、月初から次第に月末に近づくにしたがって最適計算の自由度はせばまっていく。結果的に、1カ月を通しての電力運用の成否は所要電力量の見通しという情報の精度に依存するようになる。このような不完全情報下における逐次的更新をとまらぬ最適計算においては予測精度と最適計算精度との間のバランスを考慮したシステム設計をしなくてはならない。

(2) 全体(または上位)目標との斉合性

ORの手法の実施によって得られた方策を実行する際に上位システムの目的との間で調整の必要が生ずることがある。OR手法の適用は、問題がひとたび定式化されると、それ自体結果的には、部分最適を提出することになる。したがって、結果の実行に当っては常に関連する上位システムの目標との間に矛盾を生じないようにしなくてはならない。

たとえば、電力最適使用は工場管理の中の1サブシステムであり、その目的レベルも電力コストの低減というターゲットを通じて原価管理の一環に位置づけられている。ここで、他の目的レベルとして労務費の節減を考えた場合、電力コストの面からメリットの大きいミルの深夜集中型運転は一定の範囲で押えなくてはならないといった場面も出てくる。もちろん、原価管理というより上位のシステム・レベルにおいて、この間の調整はされるわけで、そこからの要請として、電力運用の最適計算に対する制約条件がセットされることになる。

このように、他のサブシステムおよび上位システムからの要請によって、OR手法の適用効果の発現は制約を



- データ・スイッチ選択基準
1. 各月時間帯別電力量データ既知か？
 2. 各月需要電力量既知か？
 3. 各月発電電力量既知か？
 4. 時間帯別電力量配分パターンは？
 5. 発電電力を考慮する必要あるか？
 6. 各月時間帯別買電電力量訂正するか？
 7. 同上
 8. 契約超過を想定するか？
 9. シミュレーションを続けるか？

図 8 受電契約シミュレーション流れ図(産業用第二特約)

受ける場合があるということも、効果的なOR対象を選び出すために注意する必要がある。つまり、ORにおいて方策の取り得る自由度または他のサブシステムに働きかけることによって確保しうる制約の幅を期待されるOR効果の限界として把握しなくてはならない。

(3) 入力/出力イメージ——または運用への配慮——

ORを手法レベルで追求している場合は問題を一般化して考えているので、それが実際に使われる場に対する配慮を怠りがちである。しかし、使用するデータが実務の中でどのように測定され、収集、把握されているか、または利用のしやすさはどうかについて充分配慮されなくては、当事者である利用部門の限度を超えてしまう。また、出力の提示は利用者の行動にむすびつけられるように、理解のしやすい形態を志向しなくてはならない。

われわれの電力最適運用計画は図5(前出)のような運用形態によっていた。ここでは入力データの大部分は日々の日報および運転計画書によっており、システムを利用するために特別のデータを用意しなくてもよいようにした。また、それらのデータは5日ごとに電話で伝えられ、結果はファックスによって即時に送り返されるルールが確立された。また出力のガイダンスはグラフ化(図6)することによって応用の範囲に柔軟性を持たせるようにした。ダイナミック・プログラミングの特徴として、最適解への到達過程が提示できるからである。

それでも、このシステムが基本的に対話型処理を志向して作られながら、計算機設置場所である中央研究所と利用部門である工場が離れており、金物上の制約から、利用部門担当者による直接操作が行なわれず、インタフェース機能の効果が十分に発揮できなかった。このことはOR的適用業務成立のための1つの教訓となった。

以上、眺めてきたように、われわれの電力最適運用計画はORの1つの事例にすぎないにもかかわらず、数々の問題を提起してくれた。しかしながら、

- ① 問題の構造が、買電、発電の経済的利用という論理的に明解なテーマであったこと。
- ② 実務へのかかわり方が、ガイダンスの提示という比較的ゆるやかな情報形態をとったこと。

から、上記のような制約はあったものの、利用部門である工場の活用を得ることができた。その意味で収穫の多いOR体験であった。

3. 企業におけるORの役割

次に、議論のワクをもう少し広げて、企業におけるORの役立ち方について、われわれの経験をもとに考えてみよう。

(1) ORニーズとOR手法のギャップ

近年、ORまたはマネージメント・サイエンス全般について、実務面における効果を疑問視する意見がしばしば発表されるようになった。

事実、現在のOR手法は企業の局所的な面にしか立ち入れず、まだ、企業内、特に経営の場への定着はなされていらないようである。

しかし、一方で、企業経営の場におけるさまざまな問題はますます複雑、多岐にわたるようになって、広義のOR術的な思考方法が切実に求められていることも事実である。

このギャップは何によって起こるのであろうか。

企業のORニーズとOR手法の間のギャップは、通常次のような現われ方をする。

① 問題は待ってくれない。

ORニーズが突発的、随時的に発生するように見え、しかも時間的余裕を与えられないために、かんじんな時にOR手法が間に合わず、役に立たないように見える。

これは、OR担当者の情報の貧困さ、あるいは実務的センスの欠如に起因するのかも知れない。また、人材の育成、組織的分掌によって救える面も少なくないであろう。しかし、従来のOR手法による問題へのアプローチが本質的に持っている弱点であることは間違いない。

② 問題はキチッと与えられない。

ORニーズは、前提条件の中に、不確定要因や恣意的条件を含んでおり、OR手法がそのまま適用できるケースは少ない。

OR手法による定式化は、目的関数の定義と並んで、制約条件の規定を要請し、その中で最適化に力を発揮するものである。一方、本来の企業のORニーズは目的志向型であり、制約条件自体が陰関数的に扱われていることが多く厳密にリストアップされないケースが多い。また、制約は多くの場合経済的、あるいは慣例的制約であって、絶対的なもの、物理的なものは少ない。キチッと与えにくい実際の問題の構造を段階的にとらえるために図9で示すような、シミュレーションと数理計画の組合せも試みられる。

③ 真の解決案はワクの外にある。

ORニーズの真の問題点は、与件として外生化されている部分に存在することが多い。

OR手法による定式化手続きの機械的適用のプロセスの中に、真の問題を見落とすワナが仕掛けられている。たとえば、あるORニーズが何故生じてきたのか、その背景を考えると、そのORニーズ自体を

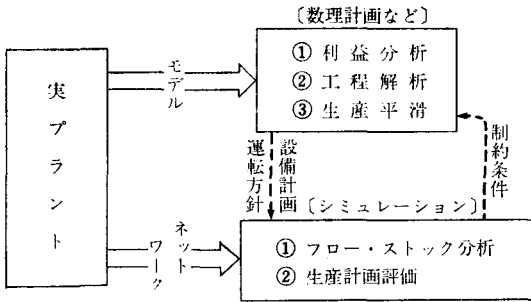


図9 プランニング&シミュレーション

なくせるような抜本的な対策が見つかることがある。

このような傾向は、現実の企業活動が直面する状況の荒波の中で、OR手法の無力さを印象づけることになりかねない。しかし、われわれが、OR手法の効果の限界を知るとともに、広義のORニーズとの間のギャップを埋める可能性もまたORの精神の中にあることを、以下で探索的に議論していきたい。

(2) 企業におけるORニーズの原点

OR(オペレーションズ・リサーチ)をその語源のままに広義に解釈すれば、方策すなわち「やりくり」の科学である。したがって、合理的思考をベースにしたさまざまなアプローチを含む統合的な概念として、目的達成を支援する。ところで、企業における方策の検討は、企業のあるべき姿「目標」——それは最終的到達水準である「目的」を時間軸上に展開したものと考えてよい——と、現実、または現実の延長線上に描ける見通しとの間のギャップを検出することから始まると言ってよい。

このギャップ検出を可能とするための2つの前提を、

- ① 企業目的と段階的達成目標のシナリオの明確化
- ② 外生要因の予測と、達成可能レベルの推定

に求めることができる。本来の企業のORニーズはまさにこの段階から始まっている。そして、次に、ギャップを何によって埋めるかという、方策検討の主な領域が現われる。一般に、ギャップは方策領域の種類によって分割され、互いに補完的ないくつかの問題として提示されることになる。たとえば、利益目標と予想利益の間のギャップは図10のような多くのサブテーマに展開されるはずである。

このような形態で提起されるORニーズは、

- ① 企業目標という総合的なターゲットの認識
- ② 目標ギャップの克服のために設定されたサブテーマ間の関連性の把握

に立脚している。したがって、この点への注意を怠った、手法中心のOR作業ははなはだ空虚なものとなり、

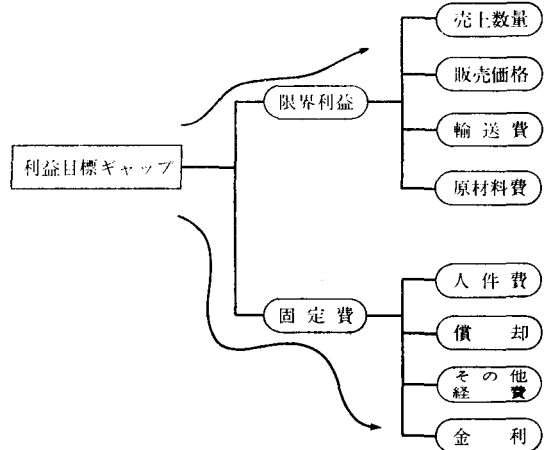


図10 目標ギャップの展開例

本質に迫ることはむずかしい。

4. 目標にチャレンジする精神

——ORマインド——

結局、企業においてORの役立ち方というものは、これまで述べたようなORニーズの背景を充分認識したうえで、ギャップの克服を旨としてとことん考えぬく態度に根ざしたものではないだろうか。ギャップが大きければ大きいほど、より本質的な、革新的な方策が求められる。このギャップの大きさを、あたかもダムにたくわえられた水のポテンシャル・エネルギーのように、効果的な方策——運動エネルギーに変換するシステムを実現するものがORであってほしい。

このORの精神、いわばORマインドの具体的なイメージは図11のような3つの要素の組合せとして描くことができる。

① 企業ニーズへの洞察(分析力)

問題の本質を考えること、その究極は戦略思考、何が解決のカギか、解決案は何によって評価されるか、

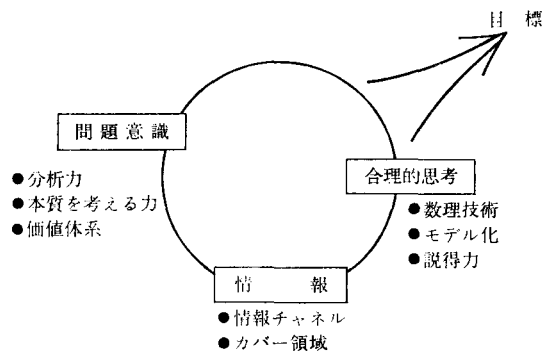


図11 ORマインドの3要素

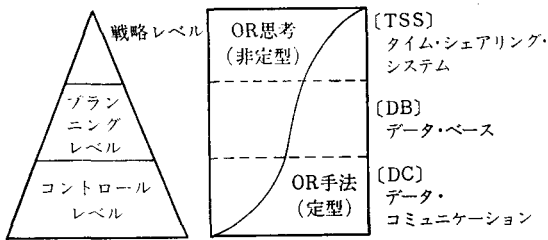


図 12 企業情報階層イメージ

etc.

② 合理的思考の精神(解決)

客観的評価体系としての定式化, アルゴリズムの論理性, 説得性とコンセンサスを求めて, etc.

③ 広範囲な情報へのアクセス(情報)

戦略思考が情報を求める, 計画のための情報システム, 情報チャネルとしての人間, etc.

このようなORマインドを育てていくことを通して, ORは企業の中で, 今までより大きな効果を発揮することができるはずである.

従来のOR手法の部分的適用は図12のような企業情報階層の比較的下位レベルにおいて, 一応の成果は上げたものの, 上位レベルの意思決定にはほとんど用いられていなかった. しかし, OR手法の経験で培われた合理的思考の精神が, 企業の抱えている問題の本質としての本来のORニーズを知ったときに, そして, より幅広い情報の支援を受けたときに必ずや企業にとって効果的な方策を提示できると信じている. その意味で, OR手法は企業内に真のOR風土をもたらす呼び水の役を果たすことになるだろう.

おわりに

企業とORの歴史は古いにもかかわらず, おのおのの

局面で真価を発揮しているかと言えば, 総合的にみて未だしの感があるように思われる. その原因を受入側の企業の保守性, 非合理的な組織, 風土に求めることもできるが, 今までのORが解法にのみ熱心であって, 真の問題へのアプローチの迫力に欠けていたことも否めない事実であろう.

本稿では, 一製造業の中でOR技術の担当部門としてこれまでやってきたわれわれ自身の反省もこめて, 今後の企業内ORワーカーに残された課題に向ってのオリエンテーションを考えてみた. ただ, はじめに書いたように, われわれの経験の貧しさ, 考えの浅さから, テーマを十分にこなすまでには至らなかった. 末文に当たり, 本稿はORと企業という大きな場における今後のあり方に焦点を置き, 大局的に見た留意点を考えてみたわけで, 狭義のORの活用と有効性の実例をいまさら列記することは本テーマの前向きな趣旨でもないので, あえて割愛した. なお, 本稿のきっかけとなったのは, 当社システム部長, 中川が54年9月にOR学会で行なった「企業とOR」と題する特別講演である. 予稿集を参照いただければ幸いである.

参 考 文 献

- [1] オペレーションズ・リサーチ, Vol. 22, No. 7, 1977年.
- [2] 中川「制御理論のプロセス制御への応用」計測と制御, Vol. 16, No. 3, 1977年.
- [3] 中川「企業とOR」OR学会大会予稿1979年9月
- [4] 秩父セメント・システム部報告集.

昭和54年度論文審査委員

昨年度投稿論文の審査をお願いしたのは次の方々です. 本学会論文誌のレベルを維持するために多大のご貢献をいただいたことを厚く御礼申し上げます. (編集委員会)

阿部 俊一	加藤 豊	沢木 勝茂	高橋 豊	穂鷹 良介	森村 英典
伊理 正夫	片岡 信二	島 公脩	竹内 啓	真鍋 龍太郎	柳井 浩
石井 博昭	金子 守	嶋田 正三	刀根 薫	前島 信	山下 浩
出居 茂	河合 一	島田 俊郎	中川 覃夫	牧野 都治	山田 敬吾
岩本 誠一	J. B. Kadane	鈴木 武次	鍋島 一郎	松田 武彦	山本 正明
江藤 肇	木瀬 洋	鈴木 光男	西田 俊夫	三根 久	渡辺 忠
小田中 敏男	小島 政和	田中 謙輔	橋田 温	嶺野 幸子	鷺尾 泰俊
大野 勝久	古林 隆	田畑 吉雄	鳩山 由紀夫	宮原 秀夫	
大山 達雄	今野 浩	高橋 磐郎	伏見 正則	武藤 滋夫	
岡本 吉晴	坂口 実	高橋 幸雄	藤沢 武久	森 清 堯	