

電気事業における業務改善とOR

1. まえがき

電力会社の中でORらしきものが登場したのは昭和30年頃と記憶している。各社とも現在は100以上の実施例をもっているものと思われるが、電力会社のおかれている環境・条件は類似している点が多く、類似した問題を各社で扱っているケースも見うけられる。これらを整理して歴史的に概観してみたかったのであるが、その時間もないので、筆者の所属している中部電力（株）の例と、経験をもとに書いてみることにした。

2. 問題の流れ

中部電力（株）でORを意識して問題を扱ったものは、32年の水力の建設工事華やかなりし頃、建設所の要員が他社に比べてかなり多くなっているのに着目し、標準要員算定式をつくったのにはじまると思う。それ以来21年の歴史をもつわけであるが、時代とともに扱ってきた問題にも変遷がありおもしろい。少し長くなるが、主な問題を公表できる範囲内で年代を追って並べてみよう。

- (1) 建設所の要員算定に関する一考察 33年
- (2) 要員算定とモンテカルロ法について
— 停電修理要員の問題 — 33年
- (3) 中電ビルのエレベータについて 35年
- (4) 名古屋周辺の停電修理受付電話回線について 35年

- (5) 中電ビルの局線電話回線数について 35年
- (6) 中電ビルのタイムレコーダ設置について 35年
- (7) 台風のシミュレーション・モデルとゲームについて 35年
- (8) 台風モデルについての一考察 36年
- (9) 取引用計器誤差管理の例題について 36年
- (10) 供給予備力と連けい線容量の研究 37年
- (11) 点検周期決定問題についての一考察 37年
- (12) 台風ゲームおよびゲーミング的台風防災訓練について 37年
- (13) 従量電灯需要家のランク別構成率推定の問題 37年
- (14) 短期収支予想の簡易計算について 37年
- (15) 水力開発計画大勢判断の研究 37年
- (16) 強風に対する電柱の経済的取替問題について 38年
- (17) 武豊火力燃料炭の輸送問題について 38年
- (18) 電力系統計画における負荷点のエントロピー 38年
- (19) 火力開発計画大勢判断のための機械計算について 38年

- | | | | |
|--|-----|---|-----|
| (20) 電力工事と工程管理の新手法について | 39年 | (39) 電力ロード・カーブの想定 | 48年 |
| (21) 東海3県の工業配置 | 39年 | (40) 柱上変圧器の負荷に関する研究 | 48年 |
| (22) 電力都市計画の大勢判断手法について | 40年 | (41) 原子力発電所建屋の最適配置問題 | 48年 |
| (23) 動的PERTによる220MW火力プラ
ント定期点検工事の分析結果について | 40年 | (42) 計算所ディタッチャーの更新について | 49年 |
| (24) 火力プラント起動停止のPERT分析
について | 40年 | (43) 配電投資の費用効果分析 | 49年 |
| (25) 火力補修年間スケジュールの決定 | 40年 | (44) 設備総合自動化シミュレーション | 50年 |
| (26) 保線所の配置計画について | 40年 | (45) 春日井営業所窓口の端末機台数につい
て | 50年 |
| (27) DPによる電子計算機導入計画 | 40年 | (46) マルコフ過程による要員想定 | 51年 |
| (28) 送電系統計画の最適化問題 | 40年 | (47) U-1110 増強シミュレーション | 51年 |
| (29) 事業所配置計画の研究 | 41年 | (48) 経営シミュレーション簡略モデル | 51年 |
| (30) 水力発電所最適パトロール回数の決定 | 42年 | (49) 経営シミュレーション・モデル | 52年 |
| (31) 人事シミュレーションの研究 | 43年 | (50) 検針の誤マーク検出のための負荷率チ
ェックの研究 | 52年 |
| (32) 資材配給センター構想に関する検討 | 44年 | これらの問題はそれぞれの年代の話題を反映し
ているので、つぎの四つの時代に問題を分類して
それぞれの時代の特徴について考えてみよう。 | |
| (33) 経営シミュレーション | 44年 | [PR時代 32年~37年] | |
| (34) 同一水系のいくつもの水力発電所の運
用方式の検討 | 44年 | 社内の手頃な話題にとびつき、ORの手法を正
面に打ち出して、要員削減が話題になれば要員の
問題を、中電ビルの建設計画が出ればエレベータ、
電話回線などの問題にとびついてORのPRに苦
心していた時代である。34年の伊勢湾台風は多く
の問題を提供してくれた。 | |
| (35) 配電用変電所新增設作業員に関する検
討 | 44年 | [高度成長時代 38年~45年] | |
| (36) コンクリート・ダムのリフトスケジ
ュール | 45年 | 経済の高度成長期でもあり、電力の需要は急増
し、公害問題も表面化していなかったので、施設
計画の最適化問題、建設工事のスケジュールリング | |
| (37) ロックフィル・ダムの盛り立てシミュ
レーション | 45年 | | |
| (38) U-1108の運行シミュレーション | 46年 | | |

の最適化問題，運営保守の最適化問題に類するテーマが大部分を占め，最適化さえ考えていけばやっつけていけるよき時代であった。

〔公害ショック時代 46年～48年〕

45年の万博を境として公害問題が大きな話題となり，すべてが最適化の目標を降す羽目となり，最適化を正面に打ち出したORらしい問題が影をひそめてしまった時代である。むしろ統計的な説明のための協力などに奔走し，ORの手法の無力さをなげいた時代でもある。

〔低速経済時代 49年～現在〕

48年には石油ショックが加わり電力会社にとっては創立以来の試練期を迎えることとなった。

この時期には料金改定関係のテーマ，経営シミュレーションなどで代表される，とにかく試算をやってみて行き方を考えるといった傾向が強く，ORの担当者はそれらの試算をシステムティックに実行する作業を多く行なってきた時代といえよう。一方，手法についても従来のものと違ったものの登場を期待しはじめたことも確かである。

また，情報処理関係のシミュレーションのテーマが多いが，情報処理システムの巨大化にともなってこの分野にもOR的な思考が必要になってきたこと，および職場の業務改善にもORが定着してきたことを物語っているものと思う。

3. 実施上の諸問題

問題をOR的に取り扱う場合，筆者は常に図1の手順を頭において考えることにしている。この流れに沿って進めることとしたい。

(1) 問題の設定

問題はどこにでもころがっているわけであるが，“これが問題だ，これを解けば能率はぐっと改善される”などと人様が与えてくれる例は少ない。また，そういうことを無責任に口にする人の話を真に受けていると，ほんとうの問題を見失う場合もある。自分で納得のいくまでデータや，情報を集め，問題らしきものを観察して発見するも

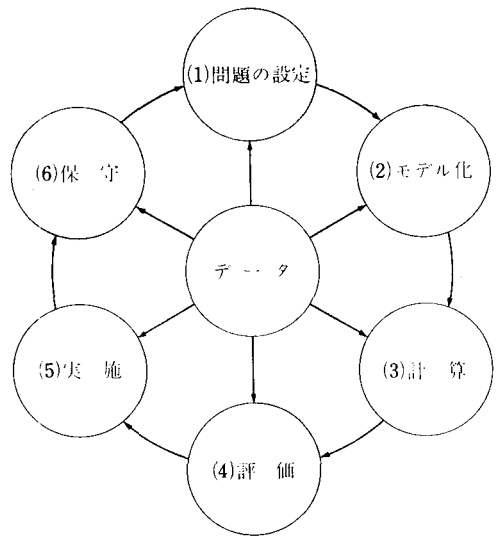


図 1

のである。時には業務上の指示，命令を受けて取り組むこともあるが，問題を定義し設定することはORをやる人に委せられるべきものである。

「(1)建設所の要員算定に関する一考察」については，この問題を取り上げた経緯については前に述べたとおりである。どうも中部電力の水力建設所は人を集めすぎているらしいという上層部の疑問に答えるべく，各社の建設部門を訪問し建設規模と要員数の時系列データを調査した。土木関係についてはダム式，水路式，ダム水路式にわけ，たとえばダム式の場合はダム体積と最盛期の土木要員の関係をグラフ用紙にプロットしてみたら，かなり密接な関係，つまりダム体積の関数として土木要員を表現できることがわかった。水路式の場合は水路の亘長と最大使用水量の関数として実験式をつくった。また，電気関係の要員は有効落差と最大使用水量の関数としてうまく表現できた。事務関係の要員は技術関係要員の関数で表現できた。この辺はまったく物理的な理屈通りに観察してうまくいったわけである。

その結果，中部電力は他社の水準より上回った要員でやっていることが明らかとなり，主管部署を説得する有力な資料となった。

これは観察することによって問題を解決できた

一例にすぎないが、問題らしきものを充分観察することは非常に大切なことである。

「(2)要員算定とモンテカルロ法について」は当時名古屋市内は営業所が12カ所に散在していて、それぞれで停電修理の申込みを受け付け、工事も実施していた。その当時はこれらの営業所を統合して要員の集中合理化を推進していた時期であった。その場合、営業所の統合によってサービスが悪くなっては困るので、サービスの水準を低下させないように停電修理の電工を配置したいという問題があった。

この問題は待ち行列の問題であるが、サービス時間の分布が指数分布にならなかったので、シミュレーションでやったものである。当時はまだ中部電力にはコンピュータが導入されていなかったので、乱数表を引きながら図表をつくってやった。

このレポートについて有力な重役さんに報告したところ、“そういうことができるなら、こういうことをひとつやってみてほしい。それは、私は営業所を統合するより全廃して、停電修理の申込みは1カ所で受け付けるようにしたいと思っていた。その代わり無線付の停電修理パトロール・カーを編成して市内を巡回させ、申込みがあれば現場にもっとも近いパトロール・カーに無線で指示を流すようにする。この案がもっとも効率的であると思うので、そのシミュレーションとかでやってみてくれ”という指示があった。

その時、筆者は重役さんが本質的な勘違いをしているように思えたのでつぎのような問題を考えてみた。

半径1.0の円を想定し、

① 修理車が巡回していて、ランダムに発生する停電の現場までいく平均距離

② 修理車が中心で止まっていて、ランダムに発生する停電の現場までいく平均距離

を求める問題。

その計算結果は、

① 巡回する場合 0.89

② 中心で待機している場合 0.67

であったと思う。この比は市内全体では2乗で利くので、パトロール・カー方式をとると修理車は従来のやり方に対して $(0.89/0.67)^2=1.76$ 倍必要となる。

以上のことを重役さんに説明したところ、なかなか納得してもらえなかった。そこで筆者は“警察のパトロール・カーは犯罪の発生を防止する目的で巡回している。消防車は巡回はやらない。停電修理車は消防車と同じ立場である”と申し上げてみたところ、膝をたたいて“わかった!”という返事が返ってきた。

このように問題の本質的なところで勘違いをしているということはよくあることである。

「問題の設定」のプロセスではよく観察し、問題の本質をつかむことが大切である。

(2) モデル化

事象を捨象してモデルをつくるプロセスである。このあとのプロセスでこれを使って計算するわけである。

事象を捨象するという意味であるが、問題を構成しているカラクリの模型をつくる際、普通つぎの三つの仮定を設けている。

① 問題の本質に関するもの

② フォーミュレーションを容易にするためのもの

③ 数値計算を容易にするためのもの
だから捨象するというのである。

①の問題の本質に関する仮定の例として「(21)東海3県の工業配置」では、全域の増加生産目標額を産業連関表などによって品目別に求め、それらが、全域を12の地区にわたった各地区にどのように分布するであろうかを求めたものである。この場合、結果としては各品目とも付加価値を最大にするようになるだろうという仮定を置いてLPモデルにしている。これはあくまでも仮定であって実証したわけではないのである。

また、②フォーミュレーションを容易にするため、および③数値計算を容易にするための仮定はたとえば曲線を直線と仮定してLPモデルにもっていく等のことであり、よく知られているところである。

このモデル化のプロセスでは従来の手法という奴をひっぱり出して、“このモデルにはまらないか”といった論議もよく行なわれる。しかし、考え方は参考になるが、既成の手法だけでうまくやれたという例はむしろ少ないのである。

(3) 計算

現在は各電力会社とも大型コンピュータを導入しているので、計算力については不足はなくなった。

しかし、一方では計算時間は少々多くかかって手軽にプログラムがつかれるようなシミュレーション言語、また効率のよいアプリケーション・パッケージに対する需要は高まっているのが現状である。

また、大型コンピュータといえども計算時間を0にすることはできないので、計算量を減らす問題も占めて新しい問題として存在することも確かである。それは、前にも述べたように最適化全盛期とは異なり「問題そのものがよくわからないがとにかく仮定をおいて計算してみよう」というような問題が多くなっているので、計算量を減らす工夫は現在でも重要な課題といえよう。

(4) 評価

コンピュータを使っても、問題に対する回答が必ずしも妥当なものになるという保証はないのである。

図2において、 P_1 ではモデル化のところ述べて三つの仮定をおいている。また、インプット・データがモデルを構成した範囲内にあるかどうかなどについて P_2 で評価する必要がある。

たとえば「(21)東海3県の工業配置」の作業でびっくりしたことがあった。アウトプット結果を見ていたら、海のない山の中の地区に造船がかな

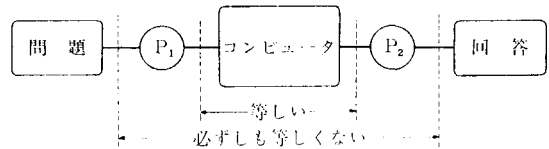


図 2

り入っていたのである。常識的にみておかしいので P_1 をもう一度復習してみた。その結果、原材料や製品の輸送はすべて可分割で列車やトラックで運ぶことが可能であるという条件で考えていたことがわかった。したがって、造船のように製品の陸上輸送不可能なものについては、その条件を入れる必要があったわけである。計算をやり直したことはいうまでもない。

また、「(9)点検周期決定問題についての一考察」ではOCB（油入遮断器）の事故または点検後の経過月数と故障発生率との関係を統計によって調べ、点検費と故障復旧費を見積り何カ月ごとに点検するのがもっとも経済的であるかを求めている。当時は年に1回は点検することとなっていたが、計算結果では2年に1回くらいが最適であるというものであった。

そこで問題になったのは12カ月ごとに点検するルールになっていたので、12カ月以上放置してあったデータはきわめて少なく、図3の点線の部分はフリーハンドで推定して計算したものであった。われわれは主管部に対しては12カ月周期を24カ月周期にすべきであるとはいわなかった。つまり6カ月くらいずつ延長して、統計をとりながら再計算をして確かめながら逐次延長するよう進言した記憶がある。

図2の P_2 のところでは以上のような評価を的確にやらねばならない。

(5) 実施

せっかくOR的に解析した結果であっても、それを利用する人に間違っ使われることがあり得るので、前提条件が変わっていないか、もし変わっていたならば計算を修正するなどの配慮が必要である。

たとえば、「(3)中電ビルのエレベータについ

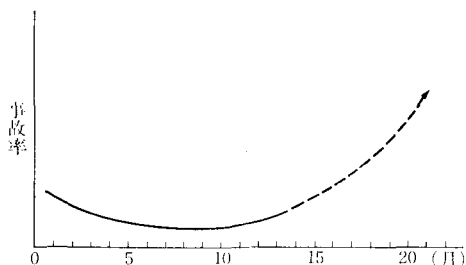


図 3

て」の結果を実施に移す時にはつぎのような苦労があった。中電ビルは38年に完成したのであるが、その計画にあたってビル建設委員会が設けられ、その委員会においてエレベータの台数をどうするかを検討したが、なかなか決まらなくて、その委員会から検討を依頼されたのがこの問題である。これは特殊な待ち行列の問題であるのでシミュレーションで処理したが、ビルに何人くらい入るのか、各階のレイアウトなど当時は何も決まっていなかったのである。そこで建物の床面積から逆算して、2,000人入る場合と3,000人入る場合の二つのケースについて試算してみた。エレベータは分速150mの群管理方式を想定した。

2,000人の場合	17人乗用	8台
3,000人の場合	20人乗用	10台

が適当であるという結果であった。

ところが新ビルに移転してみてもどろいたのは、17人乗用8台の案を採用したのに、2,600人も入ってしまったのである。当然のことながらエレベータのサービスはそれだけ悪くなるわけであるが、ダンゴ運転、極端な待ち時間の苦情が殺到した。そこでわれわれは各階の乗降の状況を観察してまわったのであるが、3時間ほどで様子がわかった。

- ① 基準階（必ず止めてエレベータの間隔を一定にする階で普通は乗降のもっとも多い1階を指定する）を1階としてセットしていたが、乗降のもっとも多いのは地下2階であった。地下2階には印刷センター、売店、床屋、喫茶店、食堂が配置され、喫茶室はいついっ

も満員の盛況であった。さっそく基準階を地下2階に変更しインターバル・タイムを延長した。

- ② 利用者のエゴイズム。ほとんどの人が、自分が乗ってしまうと、むこうから乗りたくて走ってくる人が見えているのに閉ボタンを押してしまうのである。……ビルの生活に馴れていないからでもあろうということで閉ボタンを全部ロックした。
- ③ いたずらが多い。エレベータを降りる時に階ボタンを全部押して降りる人がいたり、ドア妨害をするとどうなるか試している人もいた。また、ビルの中を珍しがって散歩する人も多かった。

これらについては庶務課からPRを徹底してもらうこととした。

これらの手を打つことによって、半月くらいで苦情も減り落ち着いた。

(6) 保守

回答を出し実施に移した問題でも、その後に環境の変化、条件の変化があれば、最適解でなくなる可能性がある。それをフォローし回答を修正するのが保守のプロセスである。

たとえば「(23)動的PERTによる220MW火力プラント定期点検工事の分析結果について」についてみれば、当時は点検期間を55日としていたのを43日に短縮し、そのメリットは全社で年間5～6億円になるというものであったので、各火力発電所ともユニット別に最短期のネットワークを作成し、日程の短縮に取り組んだものである。また、全電力会社がこの問題にとびついたので当然のことであった。しかし、公害問題が起こってからどうなっているかは知らない。おそらく点検のつど公害防止設備工事が割り込まれ工程管理がむずかしくなっているのではあろう。

むすび

この原稿を書きながら電力会社のORにとって

つぎの3点が重要な課題であると思われた。

(1) 過去に解決した問題の保守

前にも述べたように電力を取り巻く環境はこの6～7年の間に大きく変化しているの、当時とは問題の意義すら変わっている可能性がある。過去の問題やその回答が職場でどのように利用されているか、また保守の必要性がないかなど反省してみる必要がある。

(2) 手法の革命

高度成長時代の問題ではユニークな最適解を求めたりする手法という奴がかなり重宝がられたのであるが、最近のように条件は多種多様であり、変化も激しく、また人間のコンセンサスを得ることが非常に大切な時代になってみると、従来のORの手法というものがまったく頼りないものに見える。そこでたとえば多目的な問題を扱う方法とか逆LPといった新しい手法の出現が望まれる。また一方、在来の手法も現場で使うのにはむずかしすぎる。職場の問題に広く応用させるためには森村先生が紹介された中国流のORも結構であると思う。この型の問題はこういう計算をしな

さいでもよいのではないか。数学の演習問題を現場に持ち込むよりは、理屈抜きで御詠歌のようにやり方を覚えてもらったほうが実効があがるのかも知れない。

(3) ORの原点に帰れ

ORは第二次世界大戦中に組織化され多くの先覚者たちが発想の転換をなさしめたことは周知の通りである。しかし、それらの業績が手法となって日本に輸入され、その手法を頼りにORの仕事をするのをみていると頼りない感じがする。日本の戦国の武将がとった戦術には非常にOR的なものがあるが、彼らがORの手法を知っていたとは思われない。

われわれはもう一度ORの原点に帰って、問題を直視し手法にはとらわれず、実践的な解決策を探す態度を養うべきであると思う。

もとおり・みつお 1925年生
中部電力㈱ 情報処理システム部

ニューヨーク大停電に関する社会システム分析

1年余前の1977年7月13日、14日の2日間にわたり、有名なニューヨーク大停電が起りましたが、社会システムの見地からみた場合、どのような教訓が得られ、今後どうあるべきかを分析したものです。これは本年2月25日に日本のリソースマネジメント研究部会でひろうしましたが、現在各方面で大きな反響をよびつつあります。結論として考えられた重要な事項は数多くありますが、そのひとつをあげてみましょう。「社会、とくに都市社会の物理的メカニズムはほとんど電力によって支配されており、極論すれば電力そのものといっても過言ではなく、これが社会秩序（とくに隠された社会の病根）ときわめて密接な関係をもつに至ったことが実証され

た。電力と社会システムとのかかわり合いについては、1960年代と今日では質的な変換を示していることが明らかになったともいえる。したがって社会システムとしてみた場合の電力政策のあり方について、国家的見地からこれを考えて育ててやる着意が必要である。（米国においては、DCPA—Defense Civil Preparedness Agency—が disaster の見地からスタディしている）。研究資料（約40枚）はなぐり書きものですが、ご希望の方にはコピーして送りますからお申越ください。

（日本のリソースマネジメント研究部会主査 小島光造 小野勝章事務所内）