

## OR遍歴点描

森口繁一



1938年に東大の航空学科を出て、流体力学、振動学、弾性力学などの研究・教育に携わっていた私は、戦後航空学科が廃止されて、その後に応用数学科ができたとき、統計学を受け持つことになり、その勉強を始めた。そのために、日比谷にあったアメリカの図書館に通って、米英の雑誌などに目を通してうちに、ORなるものの存在を知った。

その後、1950-52年のアメリカ留学中にも、Hotelling先生の経済学の講義の中で、モリブデン鉱山の最適採掘計画などのOR的な話を聞いたり、来訪したYates教授からイギリスのORの話聞くなどの刺激を受けた。

## 変電所の定格

ORらしい仕事の手始めは、電気の山田直平先生に誘われて参加した「変電所定格委員会」での研究であった。ちょうど中央線の複々線工事が始まっていたのに関連して、新宿の変電所の給電能力をいくらしたらよいかというのが直接の動機であったと思う。

まず最初にやったのは、1時間の所要電力量に対する回帰分析であった。ある1時間にその区間を通る旅客列車、貨物列車、旅客電車、貨物電車の数から、必要な電力量を割り出そうというのである。データは豊富に提供された。計算は浦昭二君がやってくれた。それを使って、複々線工事が完成したあかつきに、どれだけの電力量が必要になるかをはじき出し、関係の委員会に報告したところ、結果がどうもおかしいということになったという。そこで、その道のベテランたちが3人、3日3晩の徹夜作業で計算したが、その結果もほとんど違いがなかった。それを見て、お偉いさんたちは、快速電車が各駅停車の電車よりも電力を食わ

ないということを悟ったそうである。走行中よりも始動のときの方が多くのエネルギーを必要とするのである。

さて、1時間の所要電力量がこうして仮に2000kWhと定まったとしても、瞬間の電力が2000kWhでよいということにはならない。個々の電車が必要とする電力は、始動から走行、そして制動、停止と、その状況によって変化する。その総和がそのときそのときの所要電力である。ダイヤが綿密に定められ、かつ実際にそのとおりに各電車が動いてくれば、確かな計算もできようが、もっと簡単にエイヤツと見積もることはできないだろうか。この課題に、待ち行列の理論を適用して、みごとな結果を出したのが前田活郎さんであった。2000kWhに500kWhを上乗せしておけば大丈夫というようなことであった。

驚いたことには、この理論を事務方の首脳者が、この辺の沢山の変電所に電力を供給している大本の変電所のデータに適用して、よい一致が見られたという。健全な理論は、当初に意図した範囲を越えても応用できるものだと、大いに感激した次第である。

## 早稲田セミナー

次第に体系を整えてきたORを本格的に勉強したのは、1955年に早稲田大学がミシガン大学の協力を得て開催したセミナーの通訳をしたときであった。Macholを含む4人の講師たちは、なかなかの「さむらい」で、特に

O. R. is a method of making mistakes quickly through simulation.

というArnoffの言葉が印象に残っている。

## 作戦研究から運営研究へ

第二次世界大戦中に生まれたORのOは、もともと

軍事上の作戦 (operation) を意味していた。その内容は、イギリスの Science at War や、アメリカの Morse と Kimball の本で具体的に知ることができた。

ところで、戦争という特異な状況のもとで大きい貢献をした OR が、平時にも役に立つものであるかどうか論争的になった時期もあったが、結局は「役に立つ」という意見の勝ちとなった。それは戦後の実業界の動きが戦前のようなゆっくりしたものではなくて、長年の経験の蓄積を待ってはくれないからである。だからこそ、「あやまちを模擬的に速く経験する方法」である OR の出番があるというわけであろう。

### MIT の講習会

このような平時の運営研究への先駆的な動きの 1 つにマサチューセッツ工科大学での講習会 (1953年) がある。その教材のマイクロフィルムを、当時同大学へ在外研究に行っていた鷺津久一郎さんに頼んで送ってもらったのが大いに役に立った。その内容の一部を日科技連の OR コースの「現象の数式化」という科目の中で紹介したのも懐かしい思い出の 1 つである。

### 教えることのできる OR

1 つの科目として、教課過程を整えて体系的に教育できるという意味で“teachable”になったとして、そういう姿勢で教科書を作ったのは、ケース工科大学のチャーチマン・アコフ・アーノフが最初であろう (1957年)。

これを、宮沢・松田・大前・菅波の諸君と一緒に翻訳して紀伊国屋書店から出版した。原本は厚い 1 冊であったが、訳本は上下 2 冊に分けた。

この本は幸いにして版を重ね、わが国での OR の推進に大いに寄与したものと信じている。

### システム工学

グッドとメイコールの「システム工学」も、原本の発行は同じ 1957 年である。これを出居・西野・大前・藤川の諸君と一緒に翻訳した (日科技連, 1960年)。こちらのほうは、工学的な色彩がより強く現われていて、引例にも特色があり、後の電算機を中心とするシステムの解析と設計にもつながったと思っている。

### 線形計画法

1950年から52年までのアメリカ留学中に、まずは松田武彦君から「線形計画法」という新しい手法があることを聞いたのが皮切りであった。そして、帰り道に立ち寄ったカリフォルニア大学バークレイ校でドーフマンの本を買ったり、オレゴン大学での学会で線形計画法を主題とする講演会を聞いたりして、大いに興味をそそられた。

しかし、当時の線形計画法の教科書は、いきなり行列記号が出てくるのが常で、素人にはとっつきにくい。それで、私はチャーンズ・クーパー・ヘンダーソンの本 (1953年) にならって「タブロー」を使うこととし、行列算を用いない説明を工夫をし、これと実例で実習付きの講習会を計画した (日科技連, 1956年)。幸いに好評を博し、その内容を収録した「線形計画法入門」は、日科技連出版社の OR ライブラリーの 4 として、いまも版を重ねている。

### 割当問題

10人の従業員に10件の仕事を割り当てる方法は  $10! = 3628800$  とおりあるが、そのうちの最適なものを探めようというような問題は、線形計画問題の一種であるが、易しそうで案外厄介な面があった。先に述べたチャーチマンたちの本にも、10台のトラクターに10台のトレーラーを割り当てるという魅力的な問題として、これを扱ってあるが、その解法たるや、10枚を超える表を作って逐次に改良してゆく、なんとも未熟なものであった。

ちょうどその頃、修士論文で、これに関係のありそうな主題を抽象的に扱っていた伊理正夫君に、たしか本郷通りを歩きながらこの問題を話した。それから1週間もたたないうちに、同君はみごとな解法を示してくれた。問題の表を 1 つ、中間の表を 1 つ、そして最適解を示す表を 1 つ、それだけでその問題が解けたのである。

私にとって、宇宙空間に飛び出したとき、二度と再び地球には戻ってこないロケットのような感じのあった抽象的な理論立てが、ちゃんと地に付いた問題に威力を発揮することを知って、深い感銘を覚えた次第である。

## ダンツィク博士の講習会

1959年日科技連が、単体法の創始者である Dantzig 博士を呼んで、東京と大阪で線形計画法の講習会を開いた。私は通訳として大阪で1週間朝から晩までべったり付き合っ、いろいろ得るところがあった。ある日、昼食のとき、あとで暇なときに見てくださいと、伊理君の数編の論文を手渡したところ、先生は「これはおもしろい」といって、食べるのをそっこのけにして読み始めた。これが機縁となって、伊理君とアメリカの研究者たちとの交流が始まり、同君の国際的な活躍の出発点になったと、私は勝手に信じている。

## 国鉄 OR

日本国有鉄道(いまの JR)は、早くから OR に熱心で、横山勝義さんたちが中心になって盛んに推進していた。その関係で、私も日本科学技術研修所を通じてこれに協力した。問題も資金も人も国鉄が出してくれるので、われわれが勉強させてもらったという方が実態に近かった。「われわれ」という中に入っていた伊理君からもずいぶん教わることが多かった。

ある年のテーマは、通勤電車の混雑の問題であった。基本的には、ト部舜一君の提案した乗客到着モデルでシミュレーションをしたのであるが、おもしろく思いつくのは、その当初に、評価基準としてダイヤから何分遅れるかだけを採った場合、どの駅でも扉を開けずに突っ走れば最適になるという話になり、それでは困るというので、何人乗り残るかというのを評価基準に加えたことであった。

別の年に、計画中の地下鉄東西線ができあがった場合、総武線の混雑緩和にどれくらい役立つかという予想をした。詳しくは「生きている数学」(培風館、1979年) §3.4に出ているが、結論は、よほどの施策を伴わないかぎり、混雑緩和にはあまり役立たないということになった。ところが、実際にできしてみると、西船橋で東西線に乗り換える客が十分いて、混雑が緩和された。それは、東陽町と西船橋の間を止まらずに突っ走る快速電車の運行という妙手が打たれたからで、実際そういう条件でわれわれのシミュレーションをやりなおしてみると、確かにそういう結果が得られた。この妙手を思い付いた人が、われわれの報告からヒントを

得たかどうかは明らかではないが、マイナスの予想がプラスを生み出す機縁になるということは、OR の効能として十分考えられることではある。

## IA 法

都市工学科の助教授として OR に深く興味を持った奥平耕造君は、「技を盗むため」と称して、われわれの仲間に入ってきた。その実、おもしろい問題と研究資金を工面してきて、大いにわれわれの役に立ってくれたのであった。なかでも印象に残っているものに、交通輸送網の問題での「IA (incremental assignment) 法」の研究とメッシュデータの応用がある。それぞれ「生きている数学」の §3.3 と §3.5 に詳しい記述がある。

IA 法についていえば、たとえば交通網が与えられたとき、各種の物資の各様な輸送要求に対して最適な輸送計画を立てる方法として、各トラックに各経路の混雑状況を知らせて最適な経路を選ばせるとよからうといった発想に由来するものである。しかし、これがなかなか一筋縄ではゆかない。いろいろ工夫してかなりうまくゆくようにはなったが、おもしろいことに、最適解に向かって滑らかに進む「沈静期」と、激しく変動して最適解から離れてゆく「激動期」とが交互に繰り返される現象が見られたりする。

ミクロの最適化の総体が必然的にマクロの最適化をもたらすなどという幻想に容易に惑わされないようにするための教訓として、これを玩味することもできよう。たとえば、貿易の決済に必要な金額の100倍ものお金が、投機的な為替取引のために世界中を飛び回っていることが、資源の最適配分をもたらすとは、とうてい信じられないことである。

メッシュデータは、いまではテレビの気象情報などでも毎日お目にかかるので、そう珍しくもないが、当時は国土庁あたりで計画は持っていたても、その使い方は手探り状態にあったといつてよからう。これに対して、たとえば7600kmの高速道路網が完成したときに、人口分布にどのような影響が現われるだろうか、というような問題に挑戦してみようというのが課題であった。モデルの作り方、データによる検証、応用といった各段階でいろいろな問題に遭遇し、よい勉強になった。国土計画にも、それなりの貢献をしたものと思っている。

## オペレーションズ・リサーチ学会

学会の創立や、日科技連その他でのOR活動の展開については、ここでは省かせていただく。

私自身が深く関わったこととして、1975年のIFORSとTIMSの国際会議のことが忘れられない。当時は国際会議の経験も乏しく、お金も集めなければならず、われわれにとって一世一代の大仕事というのが実感であった。そのためもあって、1972年には社団法人化もできていたし、土光敏夫さん、小林宏治さんその他の経団連の方々の絶大なご援助をいただき、また献身的に働いてくれた出居茂君をはじめ各担当委員の活躍によって、大成功を収めることができた。なお、IFORS会長Jensen氏の強い希望で、会議場を東京→京都とつなぐことになり、京大の三根久さんたちに大変なご苦勞をかけてしまった。

なお、個人的な思い出であるが、その年の春、大勢の偉い方々に混じって、中国を訪問した際の副産物として、中国科学院のOR(運籌学)関係者の出席が得られたことは、まことに嬉しいことであった。

## OR事典

OR学会と日科技連との共同事業として、「OR事典」が刊行されたのは1975年で、学会の総力を挙げて取り組んだこの事業は、国際会議とともに、成長した日本のORの1つの記念塔といってもよからう。

北川敏男委員長のもとで、複数の執筆者、専門の立場からの校閲委員会、読者の立場からの支部の検討会など、途方もないような体制でことを進め、それでも気になるところは、わが家の茶の間から、ご迷惑を顧みず方々へ長電話までして、納得できるまで手を入れさせてもらった。

事例編・付録も、関係者のすぐれた企画力と、なみなみならぬ努力によって、たぐいまれな仕上りを見せた。

## ORDP

私が会長になったときに提案したことの1つに、「ORのためのデータとプログラム」(略称ORDP)がある。ORの教育のために役立つと思われるデータと、それを処理する電算機プログラムを手頃な本にまとめ、また磁気テープの形で提供しようというものであっ

た。

幸い十分な数の協力者が得られ、報告書(OR学会報文集 T-76-1)ができ、伏見正則君が磁気テープを仕上げ、ある程度の効果が得られたと思っている。

## 東大でのOR

大学でのOR教育のためには、大学の中の実際問題を教材にするのがよいというのが、Morseさんの意見であるが、私もそれに同感である。特に教材のためというのではなかったが、私自身が参画した東大内部のORには

- 茅誠司総長の要請で始まった、朝香・石川・近藤・森口を中心とする事務改善活動
- 共同利用の計算機センターの設置と運営
- 「東大紛争」中のOR(特に近藤次郎さんを班長とするOR班の貢献)
- 工学部の運営方式の改革
- 図書館での電算機利用のOR

など、数々の思い出があるが、紙数の関係もあるので、ここでは項目を並べるに留めよう。

## 第三世界とマイコン

中島正樹さんに誘われて、クウェイトでの会合に参加したのは1981年のことであった。Global Infrastructure Fund(GIF)という名に象徴される雄大な地球規模の基盤整備事業の構想とマイクロコンピュータとの関わりを考える会議であった。この会議に刺激されて、先進国と第三世界との協力の問題をいろいろ考えた私は、これをOR学会の研究課題の1つとしてとりあげてはどうかと思い、同志を募って研究委員会を作った。

その成果の一部は「オペレーションズ・リサーチ」の1985年1月号の10編あまりの特集記事として報告された。その中の「マイコンを人類の福祉のために」と題する私の記事は、1984年8月にワシントンで開かれたIFORS大会での発表の全訳である(これは、もともと部会の招待講演であったが、大きな反響があり、乞われて総会でも概要を報告したのであった)。途方もない夢のようにも見えたその構想が、今日の東アジアの発展の姿に反映していると思って喜んでいる。

幸い柳井浩・山元順雄両君を中心として、この研究の続きと見られる活動が今も続いているのは、まこと

に意義深く、嬉しいことである。

平和と繁栄のOR

「作戦研究」として始まったORが、これからは冷

戦が終わったあとの世界の平和と繁栄のための理念の形成、方策の吟味的手段として大きい貢献をすることを心から願いながら、駆け足の回顧談の筆をおく次第である。

私のORライフ 欄がスタートします

このシリーズは、企業あるいは学術機関で長年ORの実践・研究を続けて来られた方々にORの経験談をお書きいただく、という趣旨でスタートしました。成功例はもちろんのこと、苦労話や失敗談など、読者に励みとなり、教訓となるようなお話しが聞けるものと大いに楽しみにしています。

報文集価格表 (会員価格)

R-72-1	コーポレート・プランニング訪米視察団報告書	1,200円
T-73-1	ネットワーク構造を有するオペレーションズ・リサーチ 問題の電算機処理に関する基礎研究	1,200円
T-73-2	新手法による高速道路交通量の推計	1,200円
T-76-1	オペレーションズ・リサーチのためのデータとプログラムに関する研究	4,000円
T-77-2	環境アセスメントにおけるシステム分析手法に関する研究 —第一編 環境影響評価支援システムの検討 —第二編 空間に対する影響の評価に関する調査研究	2,000円
T-77-3	環境アセスメントにおけるシステム分析手法に関する研究 —第三編 米国における環境アセスメントマニュアル事例調査	2,400円
R-82-1	「欧州におけるOR実施状況」視察団報告書	1,200円
R-84-1	「米国におけるORの実施」視察団報告書	1,200円
英文別刷	A New Strategy for North-south Cooperation —Micro-electronics as a Catalyst	1,000円
R-88-1	「南米諸国とのOR交流視察団」報告書	1,200円
T-94-1	New Direction in Simulation for Manufacturing and Communications	6,000円
R-94-2	「ポルトガル・スペインとのOR交流視察団」報告書	1,000円
T-95-1	巨大プロジェクトに関するOR	3,500円