

会議のハイライトと各国の研究動向

今 村 和 男*
矢 矧 晴 一 郎**

第6回国際OR会議において、ORの共通課題としてとりあげたものにハイライトがあり、各国におけるOR活動について述べたものとしてナショナル・

ル・コントリビューションがある。これらについて感じたままに述べることにする。

I. ハイライト (Highlight)

ハイライトとして発表された論文としては、次の3編があった。

- (1) **The Critical Path to Growth**
by Sir Charles Goodeve
- (2) **The Environment: A New Challenge for Operations Research**
by Charles J. Hitch
- (3) **The Evolution of Management Techniques in the Soviet Union**
by D. Gvishiani

(3)については、ソ連の発表者であり、Chairman of the Committee of Science and Technologyの肩書きを持つ人で、発表内容はほとんどソ連の宣伝に終わったので、ここでは(1)と(2)について述べる。(2)はあらかじめ配布されたプログラムでは、The Relevance of Military Applications to Civilian Programsという表題になっていたが、内容はどちらの表題でもさしつかえないものである。

さて論文(1)と(2)はいずれも公害の問題にふれて、ともにローマ・クラブの研究報告『成長の限界』を批判し、それぞれ異なった観点から、ORマンと人文・社会科学者の協力による問題解決を訴えており、これらの点から今後のORのあり方について示唆に富む発表である。

まず(1)のGoodeveの論文内容は、概略次のごと

* 防衛大学校。

** 日本タイムシェア(株)。

くである。

1957年Oxfordで開催された第1回のIFORS大会で「ORの機能の一つは、自然、社会両科学の間に橋頭堡を築くことである」と述べられた。その後の15年を顧みて、社会科学の知識の応用という点では、ORの活動は失望を禁じえない。今日、論争的となっている最も顕著な問題は、成長問題である。この問題は、物理および生物学に根ざす技術ばかりでなく、社会および政治学にも関係がある。成長とは、すべての人の願望の充足の増大である、といえよう。このような主義の下で、成長はその測定は困難であるが、不可能ではない。世論調査、民族の地域移動のデータは、このために有用である。このまま進むと『成長の限界』によれば、人類社会は浪費のすえ、破局に類することになっている。そして、これを防ぐ唯一の方法は、成長の抑制である、という。この大きな問題で、ORの人々はどうな貢献ができるだろうか。いろいろ回答の方法はあるが、ここではORが有用たりうるいくつかの点を取りあげよう。第一は人間のあらゆる願望のパッケージの中で、それぞれの願望のバランスをはかり、整理することである。たとえば、将来時点の願望充足と今日のそれとは相容れないことがある。しかも人一人一人で将来の願望充足におくウェイトは大きく異なる。しかしこの二つの目的が、いかに関連を持っているかをORが彼らに示しうれば、そこに適切なバランスを保つことは、そう大きな問題ではない。第二は人口増加である。これは現代社会の最も予測のむずかしい問題の一つである。人口増加

に関連するさまざまな要素のうち、多くのものはかなりの精度で測られるが、他の諸要素、たとえば教育、貧富の程度、宗教などについては、ぼんやりとその影響が理解されているだけで、議論の余地が大きい。この問題は、きわめて重大なので、あらゆる科学的アプローチが用いられねばならない。

第三は、エコロジストが明らかにした多くの問題に対し、その解決の緊急度とか優先度の指数を設定することである。たとえば石油の燃焼から生ずる大気中のCO₂の増大からこれに伴う平均気温の上昇がある。これに対し人々は大きな心配はしていない。緊急度の指数として第一に、分母には重大な影響をもたらすような変化が起きるまでの予想時間、分子にはこの変化を抑制するアクションをとるに必要な時間をとり、その比によって表わされる指数。第二は、アクションに要する費用と効果の与える便益との比率となるだろう。この二つの比率がともに1より小さい限り、われわれはこの変化について心配する必要はほとんどない。この心配度指数(worry index)の定義は、さらに洗練する必要があるが、その値の評価はまさにORの分野の問題である。まずモデルを作成し、効果を定量的に評価できるようにする必要がある。そして多様化し、互いに矛盾する諸目的を持つ問題を解かねばならない。

第四はORが支援しうるはずである最も重大な問題領域である。先に定義した成長への道には克服すべき多数の障害がある。これを克服する人間の能力は、人々の持てる認識、知識にかかっている。テクノロジー、輸送、通信、商業、医療などの進歩は、個人間、グループ間の相互依存関係を著しく増大した。一人の人の決定は、他の人々に許される選択をますます制約することになりつつある。人間は、感情の動物で、他人の制約を好まない。制約された憤りは闘争の基本的原因をなし、急速にエスカレートして、ついには闘争による消費がその便益をはるかに上回るに至る。闘争はあたかも流行病のように恐るべき勢いで拡大する。そこで人間にとって今日最も重要なことは、われわれは現在、相互依存、制約、緊張そして互いの無視という環境の中にいるという認識である。この闘争は成長がぶつかる最も早いまた最も大きな障害である。そこで、成長へのクリティカル・パスは、闘争を克服または回避するパスである。このパスを見いだす構成するためにはまずネットワークを明らかにしなければならない。これこそわれわれが解明を試みるべき問題である。もしこ

れが解明されれば、成長に反対しているエコロジストが予言するような激変は避けることができるだろう。このクリティカル・パスを見いだすことは社会科学者の仕事であると人はいう。不幸なことに応用社会科学の分野はあまりにも困難と危険に満ちており、社会科学者のほとんどは、討論や活動の場からは引き下がろうとする。私が社会科学を研究して、確信するに至ったことは、われわれの最高の希望は、社会学者とORの人々とは、この問題について共同研究することにある、ということである。

次に(2)のHitchの論文内容は、概略次のとおりである。

米国では、第二次大戦の初めから今日まで、ORの努力の多くは、国防問題に集中されてきた。1960年代には、国防計画の合理化のためと、計画策定に体系的に定量分析をとり入れるため、PPBSを国防省に導入するという、適度の、少なくとも一時的な成功をおさめた。これらの努力が高い配当をもたらしたことに、異存はない。しかし失敗の例もあった。問題によっては、試みはなされたが、解決できずに残されているものがある。たとえば限定戦争やゲリラ戦などに、ORはほとんど貢献しなかった。われわれは、限定戦争をいかにモデル化し、いかに判定基準を定義し、必要なデータを集めるかについて、わかっていない。また研究開発の資源のより良き使用についても、ほとんどなすところはなかった。またORの処理できる問題で、その解答が分析者の見解からは満足すべき場合でも、政治的な考慮からその採用が妨げられることがあることをわれわれは学んできた。ORの人々やその理解者は、多年ORの民間経済や政府の問題への適用を企ててきた。1965年、時のジョンソン大統領は連邦政府の全省庁に対して、ペンタゴンのPPBSを彼らの計画や予算化に導入すべきことを命令した。ORの民間への適用が国防におけると同じ程度に成功をおさめたことは事実であるが、これにはいくつかのコメントがある。第一に、当初の国防問題でのORの成功はたいへん容易であった。最も改善されたオペレーションは次の二つの特徴を持っていた。(a)かつて使用されたことのない新しい技術を用いたオペレーションである、(b)政治的障害が少なく、指揮官の決心で実行できるオペレーションである。これに反して民間産業の場合には、利潤追求の刺激の下に同種のオペレーションがテストされ、試みられ、適用され

て、たいへん効率的になっているため、よほどの技術進歩のない限り大きな改善は望めない、または慣習に対する政治的障害が大きい、典型的にはこのどちらかである。第二に、民間での OR の初期の適用は概して規模が小さく、一般には個々の OR の人々の作業であった。問題のスケールや複雑さにくらべて努力は少なく、かつ継続的ではなかった。第三に、1965 年のジョンソン大統領の命令は、意図は良かったが、あまりにも早まった、ということである。結果がたいへんな不幸であったことは今や明らかである。マンパワーは不足し、かりにマンパワーは十分でも漏漏なく多方面にふりまかれ、その上国防部門で扱いきれなかったような難問題にとりくまされた。そのあげくは幻滅で、いささか皮肉に感ぜられる。

われわれが今日、当面している大問題は、われわれの関心、技術を集中すべき広範な新しい問題で、空気や水の汚染、人口に関連する問題、経済成長と技術など地球の将来に関する巨大な国際的課題である。OR の人々、システム・アナリスト、費用便益経済学者にとって、これより規模の大きな、より重要な知的チャレンジは、想像するに難い。しかしこの問題は、国防分野で扱いきれなかったものよりも、扱うことのできた問題に、より似ているように思われる。次の点を考察してみよう。(1)この問題は高い技術的内容を含んでいる。この種の問題は先に述べたように期待がもてる。(2)この問題は比較的問題構成が容易と思われる。ゲリラ戦よりも海戦や核戦に似ている。(3)判定基準はむずかしいが、教育問題や都市の犯罪問題などにくらべれば、より容易である。(4)多くのデータがあり、さらに入手可能となりつつあるが、金がかかることが妨げとなっている。

不明なデータの中で一番大きな、また論議を呼んでいるのは、生活水準と食料供給が出生率におよぼす影響である。

以下、公害問題が国防問題と似ている点をまず強調し、ついで重要な差異を述べる。国防でも環境問題でも、正しい判定基準の選択は基本的に重要なことである。OR の人々の貢献した仕事は、かなり低いレベルのサブオプティマイジングであると、私は常に主張している。もちろんこの際アナリストは、少なくとも一つ上のレベルの問題を良く学んで、これと矛盾しない考察が必要である。米連邦政府のすべての問題を総合的に最適化するような問題全部の

同時解決は、今の時点ではその成功は疑わしい。最近 Forrester 一派が公害、人口と成長の問題をいっしょにしてとり上げる試みを行なった。この結論によると、世界はまったく救い難くしかもすぐに破局がきて、何の希望もないように思われる。しかしこれらの結論は、人を納得させることができないし、有用な政治の道具ともなりえないであろう。そのなかのパラメータについても、方程式中の諸関係についても疑問がある。カリフォルニア大学の Robert Boyd が、最近 Forrester のモデルを使って感度分析の興味深い実験を行なった。そしてインプット・データには、とくに技術的楽天主 (technological optimists) と呼ばれる人々の見解を反映することを試みた。結果は Forrester の結論とはまったく反対で、ユートピアが出現しうることになったのである。といって私は Forrester よりも Boyd を信ずるということではない。経済学者 Malthus と 19 世紀の政治経済学者は、限りある資源全般について考察しようとしたが、実際は、彼らの注意のほとんどは土地と枯渇する鉱石に向けられた。しかしたぶん、空気と水とは、より早くまたよりシビアに成長への制約条件となるだろう。The Council on Environmental Quality の推定によると、米国全土の水の汚染を 90~95% 除去するには 600 億 \$ 必要となるが、95~99% を除去しようとする、実に倍の 1,200 億 \$ を要する。公害問題での一つの危険は、国防問題では現われなかったことで、即時、完全な勝利を欲するばかりに熱心になりすぎるおそれがあることである。国防と公害の問題の間にはきわめて重大な違いもある。非国防分野での決定では、政治が中心にあり、かつこれが決定的影響を与える。Ernst and Ernst は、米国の都市の空気汚染のコントロール対策についてすぐれた費用効果分析を行なった。このなかでたとえば、Kansas city をとると、すべての汚染源に対し平等に汚染粒子の放出を半分に減少せしめようと思えば、2,640 万 \$ が必要となる。もし同じ効果をより少ない費用で達成しようと思うと、750 万 \$ でこと足りるが、この場合は企業により異なる基準が適用される。これは明らかに公平ではないが、安上がりであることに間違いない。この報告内容は結局は採用されなかったとしても、驚くにはあたらない。政治的に実行可能であること、という判定基準は、国防分野におけるよりは、公害問題では、よりきびしく適用される。公害問題を扱う際のやっかいな政治問題は、行政権の及ぶ範

困が、公害地域と同じ広がりを持たないことから生ずる。放射能の遺伝効果、海洋汚染、大気圏へのCO₂のまきちらしから生ずる気象の災害的な変化など、最も恐るべきエコロジカルな問題は、すべての国家の問題で、全世界的なものである。これを一元的に指揮管理機関 (command system) によって解決することはできそうにない。そのような command system が存在しないからである。公害や人口調節に対して、これに従わない中立主義の政府があると、建設的に解決を求めている政府のせっかくの努力を妨害することになる。

非国防分野では、国防とは異なり適切な command system がない結果次のことが強調されよう。すなわち適切なプラスの刺激誘因をつくり出すことと、一方マイナスになる刺激を避けることに多くの期待が

おかれるべきである。公害問題でも最も大きな期待は積極防止に対して、適切な刺激を準備することであると自分は確信している。公害は、それを起こした個人や工場に費用や便益を与えずに他人に与えるので、公害に責任を負うべきものに費用を負担させるような税金のかけ方を学ばねばならない。

公害抑制に期待の持てる刺激誘因を計画する、incentive program の作成には、われわれがまだ学んだことのない、およびすでに学んだあらゆる技術が必要となろう。科学者の貢献はもちろん欠くことができないが、法の権威者、経済学者、政治学者、心理学者などの協力も不可欠である。後者の人々は、分析の中にも実際の管理の中にも、個人、企業、政府の官僚主義、政治手段 (political instrumentalities) の反応を反映させることができるからである。

II. ナショナル・コントリビューション (National Contribution)

ナショナル・コントリビューションについては、総数 28 篇を下記の区分で紹介する。(1) かなり細かく内容紹介、(2) 概略紹介、(3) タイトルと発表者名。(1)として、Koopman の論文と日本からの 2 人の発表者の論文をとりあげる。

Koopman 論文のタイトル、内容は、下記である。

Recent U. S. Advances in O. R. Theory

Bernard Osgood Koopman

近年 OR に関する論文が大量に雑誌に発表されるにつれて、OR 理論の発展が必要になったと思われる。OR はオペレーションの科学的研究で、オペレーションの理解とその効果の改善という二つの目的を持っている。医学の世界では生命現象と病気についての理解がまずあって、次にそれが病気の治療や予防に応用される。OR 理論を発展させることは、この理解の過程にはかならない。OR 理論と OR の実施とは、医師が理論的理解の進歩に照らし、患者に接するのと同じ関係である。OR 理論が発展すれば、オペレーションの構造の理解を深めうると考えられる。この立場に立って、米国での大量の論文を五つの分類にもとづき、その背景の科学、現在と発展中の理論、問題点を明らかにする。五つのカテゴ

リーは、仮りのラフなもので、その間にオーバーラップもあるが、下記である。

- (1) 決定理論 (Decision theory)
- (2) 探索 (Search)
- (3) システムの時間推移 (Evolution of systems)
- (4) ネットワーク (Networks)
- (5) 極値性 (Extremal properties)

まず第一の決定理論であるが、これの背景は、論理学と確率論である。近年さらに逐次決定理論が発達し、逐次検定法、ダイナミック・プログラミング、微分ゲーム (Differential games) などこれに属する。ウォーゲームやデルファイ法もこの範疇にはいる。不確定性の下での決定理論の発展は未だ十分ではない。

第二の探索であるが、これは戦後応用分野を拡大し、たとえば鉱石、顧客、伝染ウイルスの発見などに役割を演じている。それらの場合、探索の結果が偽物であることがあり、この場合の探索理論は、前記決定理論の一分野でもある。レーダーで探索すると、相手は電波を受信して、偽情報を送ったり回避するような行動に出るので、探索が状況を攪乱する。この場合は、妨害を与えない場合とは異なる理論が必要となる。一方図書館で書物が容易に見いだせるように排列する問題で「協力的探求 (cooperative search)」の研究が行なわれている。

第三はシステムの推移を扱う問題で、待ち行列、

ランチェスター理論、確率過程などがこれに属する。待ち行列は従来解析的方法がシミュレーションのいずれかで解かれているが、問題を正確に関数関係で定義してから、解の性質を調べ、実際の解を求めることは、最も経済的なプログラムにより電子計算機で求める方法が、空港の混雑緩和の問題に適用されている。

戦闘の推移の研究にも、ふつう電子計算機によるシミュレーションが用いられるが、このなかには多くの暗黙の仮定、たとえば意思決定者の果たす役割についての仮定などが隠されている。これらのなかには、はっきりさせると納得できないものが多くあるので、これらを排除して論理を明確にしていく方法への動きがみられる。ランチェスター理論は、オペレーションが非常に大型かつ複雑な場合にも適用されているが、このようなオペレーションの確率的かつ詳細な研究は不可能であるとはいえ、ランチェスター方程式で、平均的推移のみを追う方法は、たいへんな誤りを犯す可能性がある。

第四はネットワークである。この理論ははじめ、グラフのトポロジーの応用から出発し、実際上の必要から確率論や統計理論をとり入れてきた。パート、CPMの研究は理論、応用とも活発である。さらに抽象化した例は、結果をみながら次々に再割当てを行なう問題にみられる。ミサイルを目標に対する効果をみて、次々と新しい目標に再割当てする方式の研究は、警官を犯罪の発生地域に再割当てする問題に応用されている。OR理論の中で巡回セールスマンの問題が占める位置は、トポロジーの4色問題、数論のフェルマの最後定理に匹敵するもので、他の分野に活発な刺激を与えている。

第五に極値性がある。非線型計画法の研究は未だ不十分である。LPの基礎は凸性であるが、エコノメトリックスの多くの問題などでは、近似的にもこれが存在しないことが多い。目的変数が複数の場合、次の三つの方法がある。

(1) 各目的関数の値の最低限を指定し、各関数をもその値以上にするという制限を付して、特定の一関数の値を最大にする。

(2) 目的関数の一次結合の値が最大となるようにトレードオフを行なう。これは、ラグランジュ乗数法の新しい理論の発展につながるもので、ORに理論的、実際的なインパクトを与えている。

(3) 価値判断の部分を決定者の判断にゆだねる。最後にゲームの理論に言及すると、過去20年以

上、軍事、経済のORで用いられたこの理論は、とくにノン・ゼロ・サム・ゲームに関心が集められ、研究が続行されている。

一般のネットワークにおける貨物列車の計画法

国鉄技研 鈴木 誠道

鉄道における貨車の輸送の有様を見ると、発駅から着駅まで中継なしに輸送されるものと、途中のヤードで何回かの中継を受けながら輸送されるものがある。前者は直行系の輸送、後者は一般集結輸送と呼ばれる。貨物輸送の近代化は東京・大阪間の直行コンテナ列車の増発等の直行系の輸送の拡大を軸に行なわれているが、全国に散在する貨物駅相互間の輸送を円滑に行なうためには、一般集結輸送の重要性を軽視することはできない。実際、国鉄全輸送量の5割程度はこの一般集結輸送に頼っている。

この論文では、この一般集結輸送を合理的に計画する方法を考える。一般集結輸送では、貨車はまずローカル列車で発駅近くのヤードまで輸送される。その後、ヤード間の列車によって他のヤードまで輸送され、一般にはそのヤードで中継されてまた先のヤードまで輸送される。数回の中継ののち、着駅近くのヤードに至る。そこから再びローカル列車によって目的の駅まで輸送される。ローカル列車の設定はヤード間の列車の設定とほぼ無関係に決められるので、一般集結輸送における計画の焦点は、ヤードのネットワークにおいて、どのヤードからどのヤードに貨物列車を設定したらよいかということである。列車計画の選択の指標となるのは、貨車の総輸送時間または総輸送費用であるが、これをつきつめると、貨車のヤードにおける滞留時間またはヤードにおける中継費用となる。

貨車のヤードにおける滞留時間は、貨車が実際に作業を受ける時間と1列車分の貨車が溜るまで待っている財源待ち時間の和である。すべてのヤード間に列車を設定すれば、作業時間は省かれるが、財源待ち時間が長くなる。また隣接ヤード間だけに列車を設定すれば（最低これらの列車は必要である）、貨車は途中のすべてのヤードで作業を受けるので、作業時間は長くなるが、すぐ1列車分の貨車が溜るので、財源待ち時間は短くなる。上にあげた二つの列車計画は両極端であり、実際には、貨物の流れの多い区間に適切に列車を設定することによって、貨車のヤードにおける総滞留時間を最小にすることが

できる。

この最適列車網の構成の問題は混合整数計画法の問題に定式化できる。しかし、多くの整数計画の問題のように、これを解くのは非常に困難である。そこで、この論文では、二つのヤード間を直通で輸送しうる貨物の総量である区間輸送量なる量を導入し、これを目安にして適当なヤード間に列車を設定していく近似解法を提案している。この近似解法には、計画の粗案を得たのち、その列車網を用いて貨車を流し、その流れ方によって列車網を修正していく手順が含まれている。

この方法によって、ヤード間列車を設定すべき区間およびこれらの列車にどこ行きの貨車を連結すべきかが得られる。これは貨物列車設定の基本計画であり、これをもとに列車ダイヤ等より具体的な輸送計画に進んでいく。ここに述べた方法によって、最適解が得られるという保証はないが、50~100個のヤードを含み、それらが複雑なネットワークを成している全国ヤード・ネットワークに対してもかなりよい列車計画を与えることができる。

日本の大学のインダストリアル・ダイナミックス・モデル

明治大学 島田 俊郎

本研究は、一私立大学についてのIDモデルを扱う。モデルを10の部門に分ける。すなわち、法、商、政、文、経営、工、農の7学部、短期大学、大学会計部門、年金の10部門である。法、商、政、文の4学部は1部、2部に分けられ、7学部と短期大学は、教育研究部門と学部会計部門に再分割される。本報告で説明されるのは、法学1部の教育-研究部門と大学会計部門である。

学部の教育-研究部門

まず、教員の労働時間を扱う。これを1) 持時間、2) 教育のための準備時間、3) 学内雑時間、4) 学外労働時間、5) 研究時間に分けた。1), 2), 3), 4) の関係は、教職員の実態調査から仮定されているが、5) は、教員の平均労働時間から1), 2), 3), 4) を引いた残りとして扱われている。学生数に関しては、新入生数を一定とし、これより高学年生数を計算する。この学生数よりつぎのようにして教員数が計算される。在学生総数による必要教育時間数を考え、これを消化するための望ましい教員数を計算し、これと今期の教員数との差によって新規雇

れ教員数を計算し、退職教員数を引いて来期教員数を出す。ここにつぎの大学会計部門より金融圧力という因子が導入され、大学会計の状態により、新規雇入れに影響を持つように考えられている。教育を評価するために、教育の質、教員の質、学生の質等の変数が定義され、これらにより大学評価という変数が定義される。

大学会計部門

大学全体の現金残高が計算されるが、期末現金残高予測値が赤字になるところで、一定率の授業料値上げがされるように考えられている。ここで、金融圧力を、大学現金残高の1億円に対する比のtable functionとして仮定している。この部門で、教員給与ベースが、国立教員平均給与をもとにして動くとの仮定により計算されている。

シミュレーション：明細 1. 昭和36年から68年までの32年間をシミュレートする。2. 主要なinputは、国立教員平均給与と新入生数である。3. 計算間隔1年。

シミュレーション結果と過去のデータ（昭和36~年~46年）との比較については、1部、2部授業料、工学部授業料、教員給与ベース、職員給与ベース、教員総数、職員総数、大学総支出等、主として大学全体に関する総和量はかなりよく適合している。一方、受験者数、学部別専任教員数、学部別兼任教員数等の部門別の量の適合は不十分である。学生の質は、評価の困難な変数であるが、3年生に課している全学的統一試験の成績を使いテストを行なっている。現在適合は十分でない。シミュレーション結果が目立つことは、授業料が教員給与ベースを超えないということである。大学現金残高が赤字になるところで授業料を引き上げる（一般的には正しいであろう）と仮定しているので、授業料が給与ベースに比し高くなりすぎるのではないかと予想したが、そういうことにはならない。基礎runのほかに条件を変えた2runについて言及している。

次に、概略の紹介とタイトル、発表者名を国別にまとめてみる。

1. 多彩なナショナル・コントリビューションの報告

ナショナル・コントリビューションとして、28篇の論文が16のセッションで発表された。これらの報告と報告者は、それぞれ国際OR学会によって選ば

れた人々なので、その内容はかなり多彩であった。世界各国から集まった人々が、英語で、あるいはフランス語で、さらにはロシア語で報告する様子を見るのは、単に眼の色や膚の色が異なるという外観上のことではなく、その内容や考え方の差などで種々印象の深いことがあった。

私がナショナル・コントリビューションの報告から感じたことは以下のとおりである。

- ① ORの適用分野が軍事・企業問題から、医療、教育、公害地域開発などの社会問題へ拡大しつつある。
- ② 一つ一つのORプロジェクトの規模や対象とする問題が大型になっている。
- ③ 方法論的な観点からは、とくに革新的なものはない。
- ④ しかし各種の方法論が組み合わせられるようになり、OR適用の質的水準はかなり向上した。
- ⑤ 米国からの報告は、最近の傾向など総合的な報告や展望があり、興味深かった。
- ⑥ 欧州諸国の報告は、国によって鉱山や通信業などの国の特性を示す適用例が目立った。
- ⑦ ORはソ連も含めて、国際的な広がりや厚みを増してきた。
- ⑧ 日本のORも今後とも、よりいっそう独創的で質の高い研究を推進する必要がある。

以下では、ナショナル・コントリビューションにおける各国からの報告を要約してみる。

2. 米国・カナダ

アメリカからは、先に紹介したバーナード・O. クラブマンの報告をはじめ3編の報告があった。

他の2編は、T.E. ケイウッドとR.E. メイコールのもので、ケイウッドは「米国OR学会ガイドライン報告——1年を回顧して」という報告を行なった。これは1970年9月のオペレーションズ・リサーチ誌に掲載された“Guidelines for the Practice of Operations Research”に関するその後の反応と今後の方向を論じたものである。

第3の報告は、「米国におけるOR適用の新分野と傾向」である。最近の傾向としては、大規模な地域開発モデル（たとえば水質管理や発電所の場所決定）の開発が進み、企業関係も経営戦略や長期経営を含む大規模のトータル・モデルの開発が進んでいる。

カナダの報告者は、「保健計画のための汎用費用効果モデル」についての説明をした。まず最初に病

気死亡・健康指数を作成した。そして健康効用関数の値を最大にするようなモデルを作成した。効用関数の測定については、(1)タイム・トレイド・オフ・テクニック（とくにこの調査のために開発）と、(2)ノイマン-モルゲンシュテルンのスタンダード・ギャンブル・アプローチの二つを検討し、おのおのの保健計画の有効度を計算する方程式を開発した。また費用効果順位づけアルゴリズムや標準ゼロ・ワン整数計画法を応用した。

以上のモデルを、(1)肺結核スクリーニング、(2)白血病の予防、(3)腎臓透析・移植の三つの保健サービス問題に適用してテストした。

3. 西欧大陸諸国

西ドイツからは、「褐炭鉱山における石炭車の必要数の決定——リニア・プログラミングとシミュレーションの結合」を報告した。褐炭はコンベヤーと鉄道で、開口部の炭脈から発電所や工場に運んでいる。ところが発電所や工場の規模は今後ますます大きくなるばかりであるので、石炭を運ぶ車輛（10万マルクの価格）が1976年にどのくらい必要かを推定する必要が生じた。そこでリニア・プログラミングを使って石炭の流通最適化を計算した。他方では最終期間に至る毎年について、石炭車の活動状況のシミュレーションを行なった。このようにしてLPとシミュレーションを適切に結合して、鉱山における長期計画の立案を行なったわけである。

もう一つの西ドイツからの報告は、「旅客機乗客のためのコンピューター・コントロールド運搬システムのシミュレーション」であった。フランクフルト空港の新しいターミナルの、手荷物運搬システムは、1年に3千万人分の荷物を運ぶように作ってある。また240のチェックイン・カウンター、30キロのコンベヤー、6000個収容可能な荷物置き場、数百の集配スイッチがあり、これを3台のプロセス制御コンピューターがコントロールする。このシステムを検討するために特別のシミュレーション・モデルを開発した。

フランスからは、メディア計画についての報告があった。ORの手法を用いてELECTRE IIと呼ぶシステムを開発し、PARIS-MATCHで実用に供しているとのことである。

さらに「医療救急サービスへのORの応用」についても報告があった。

イタリアからは、「パッチによるデジタル・シミュレーションから会話モードへ」と題する報告が

あった。シミュレーションが成功するかどうかは、シミュレーション言語の質と、モデルとアナリスト間の会話の内容にかかっている。そこで報告者は、会話形成シミュレーションの内容を明らかにし、改善の方策についてサーベイを行なった。その結果、モデルの論理上の複雑性を克服するソフトウェアの重要性、デバック段階における低レベルの会話方式の有用性などが重要なことが判明した。

スイスの報告は、「テレコミュニケーション・サービスのOR」という題であった。この報告はスイス電々社におけるORの適用例である。「地方テレコミュニケーション重役会の最適組織」、「倉庫および最適購買計画」、「電話交換のメンテナンスおよび取替」、「電信柱の調達と配分」などの五つのモデルについて報告があった。これらのORモデルの応用により、かなりの経費節約ができた。

ベルギーからは、「原子炉の再適リローディングのためのアルゴリズム」と題する報告があった。このアルゴリズムを用いて、原子炉に関するシミュレーションを行なえる。

オランダからは、「経済情報システムの諸側面」という題で報告があった。MISは、①情報の記録・検索と②意思決定ルールの組みこみの二つの部分に分かれる。しかし古典的なORは、従来において比較的個別の問題や小規模の問題を取り扱ってきたので、2番目の部分つまり意思決定ルールの組みこみに関しては成功しなかった。

このような欠点を克服するために、オランダのフィリップ社では特別の調査チームを設立し、物流をコントロールする総合的情報システムを設計し、開発した。この情報システムはIPSOと呼んでおり、Initiating Production by Sales Ordersの略であり、原材料購入から生産・販売に至る各段階をカバーし、6000の商品を取扱っている。システム開発にあたっては、古典的OR手法の欠点である個別的・小規模の問題解決アプローチをさけて、複雑な確率的コントロール・システムを適切に統合して比較的単純な近似解を求めるように努めた。

4. 英国・アイルランド

イギリスからは、「石炭の混合のためのコンピュータ・モデル」という報告があった。鉱山会社において、中期および長期計画を立案する際には、将来において販売する石炭の質、価格を決定するための検討に時間がかかり労力を要していた。このような検討に必要な計算をするにあたっては、処理装

置、市場動向、原料の変化などの代替案を種々検討しなければならない。

そこでこのような不便を解消するために、SIMP REPと呼ぶコンピュータ・モデルを開発した。このモデルは、石炭省（官庁の名）のオペレーションズ・リサーチ・エグゼクティブ・アンド・コンピュータ・サービス（グループの部）がマネジャーたちの協力を得て開発した計画立案用のシステムである。

イギリスからはさらに、「炭坑における計画のためのオペレーショナル・ゲーミング」に関する報告があった。炭坑を掘り進んでいく場合に、思わぬ障害（出水や堅い岩層など）が出てくると、採炭が止まって生産量が急減してしまう。このような障害をさけようとする、地質の内容を良く知るための試し掘りなどをしなければならなくなる。あるいは生産量が障害のために減少したときに、生産量の調節や地表表面の鉱脈からの採炭などで急場をしのがなければならなくなる。いずれにしても良い採炭計画を検討するには、従来の方法では容易ではない。

そこで石炭省のORグループは、採炭計画立案のための教育研修用として、オペレーショナル・ゲーミング（ビジネス・ゲーム）を応用した。ゲームのプレイヤーは、不確実な情報にもとづいて採炭計画を決定するが、種々のケースを検討できるようになっている。

さらに「航空会社における計画のためのORモデル」についても報告があった。この報告は、英国航空会社が社内タイムシェアリング・システム（コンピュータはDEC10）用に開発した計画モデルに関するものである。そのモデルの一つであるエアクラフト・サイクル・シミュレーションは、生産計画用のモデルであり、その内容を報告した。

アイルランドからは、「救急サービスの改善」についての報告があった。これは人口稀薄の北アイルランド地域における救急サービス活動を改良しようとした研究である。北アイルランドには炭坑事故が多く、救急サービスが広い地域を適切にカバーする必要がある。しかも救急サービスだけを改善すれば良いのではなく、日常の医療サービスを妨げてしまってはならないという事情もある。そこでこの地域における事故とサービスのパターンの詳細を検討し、救急サービスのための汎用モデルを開発した。この研究の結果、救急サービスの数や地域的分布改善の勧告が行なわれた。

5. 北欧諸国

デンマークからの報告は、「予算制約下での投資プロジェクトの順位づけ」であった。いくつかの投資プロジェクトがあり、各プロジェクトが相互依存関係にあるときに、投資プロジェクトを重要性に従って順位づけする研究である。投資計画の検討は2段階で行なうようになっている。ケース・スタディとしては、道路への投資計画の例が紹介された。

スウェーデンの報告は、「中型電気モータ設計の最適化」であった。315から2800キロワットの出力がある一連のモータを製作するにあたり、その設計段階でコンピュータを使って最適化計算を行なった。このような研究の長所は、相互依存関係にある多数の要因を同時に分析できる点にある。

ノルウェーからの報告は、「数理計画法による倉庫立地と配分問題」についての報告があった。

6. その他の諸国

イスラエルからは、「二つの評価基準による年次計画」について報告された。これはイスラエルの農業工学研究所で研究開発プロジェクトの選択の際に行なわれている方式で、二つの評価基準とは、(1)社会への効果、(2)研究者個人の満足、である。研究所の運用可能資金が限られているので、この資金を最

も効果的に各研究プロジェクトに配分するための検討と評価を行なうモデルを開発した。今回の報告では、1970年および1971年における実際の適用例を発表した。

ブラジルからは、「単線の鉄道における最適配車計画」についての報告があった。鉄道のどの地点に待避線を設けてすれ違いをさせたらよいかなどの問題を、数理計画法モデルを使って解いている。現実的な問題を解こうとすると問題は複雑になるが、ノードの数を減少させるために、ブランチ・アンド・バウンド・メソッドを応用して計算時間を大幅に減少できるという。

インドからは、「確率的アクティビティ・ネットワークのプロジェクト期間について」と題する報告があった。確率的な枝分かれやフィードバックのあるネットワークの場合、アクティビティが確率的な場合、プロジェクト期間が確率的に動く場合などを論じた。

さらに「カルカッタ市周辺の小規模産業育成計画」についての報告もあった。原材料調達、販売、運転資金の不足が、これら小企業の弱点である。そこでこの弱点を減少させ、産業を育成するための計画についての報告があった。