

《特別講演》

ORの新動向†

—システムズ・アナリシスの展開—

宮川 公 男\*



1. はじめに

本日の演題として「ORの新動向」という題を掲げましたが、はなはだ大きな題で、はたしてこれを十分こなせるかどうかわかりませんが、一応私なりの考えを申し上げて、御批判を頂きたいと思えます。

皆さんご承知のように、ORに関係して、最近システムズ・アナリシスというようなことばが非常によく世の中で話題にのぼるわけですが、私自身もこの3年間経済企画庁でいわゆるPPBSの研究に従事していました間、このシステムズ・アナリシスについていろいろと勉強して参りました。そして特にはじめのうちはシステムズ・アナリシスというものはどういうものかということがよくわからず、また、ORとほんとうに違うのだろうかという疑問を強く持っていました。

ところが今回、国際OR学会連合の会議に出席しましたが、その席上、やはりそのことがかなり問題になり、一体システムズ・アナリシスというのはORと違うのだろうか、それから、たとえばイダストリアル・エンジニアリングとか、あるいはエンジニアリング・エコノミーとか、そういうものとどういふ違いがあるかという質問がかなり多くの人によってなされていました。それに対して必ずしも明確な答えが得られはしませんでした。ともかく日本だけでなく、世界各国で同じような疑問が持たれているということが印象深く残ったわけです。

しかし、よく考えてみますと、ORを中心にして、いわゆるマネジメント・サイエンスというものの発達史の歴史を振り返って見ると、少なくとも一つのはっきりとした傾向があることだけは確かであると思えます。そこで本日は、経営科学の発展の中からシステムズ・アナリシスということばが出てきた背景をまず第1に探ってみたいと思えます。それに続いて、そういうような発展の動向が、われわれオペレーションズ・リサーチャーとか、あるいはORワーカーと呼ばれる人たちに対して、一体どういう意義を持っているか、いいかえれば、そういうORワーカー、オペレーションズ・リサーチャーに現段階で要求されるものは何かということについて考えてみた

† 1971年6月18日 春季研究発表会講演。

\* 一橋大学商学部。

だと思います。最後に第3番目に、いわゆる PPBS というものとの関連について少し触れたいと思います。

## 2. システムズ・アナリシスについて

最初に、単刀直入に、システムズ・アナリシスということばであらわされるものが何を意味しているかということについて、代表的な見解をいくつか並べてみますと、たとえばシステムズ・アナリシスの一つの定義として、「複雑な問題を解決するために意思決定者の目的を的確に定義し、代替案を体系的に比較、検討し、もし必要とあれば新しく代替案を開発することによって、意思決定者が最善の代替案を選択するための助けとなるよう設計された体系的分析方法」というのがあります。

これでは漠然としていてなんのことかよくわかりませんが、もう一つ別の定義をあげてみます。これはランド・コーポレーションのクェード (E. S. Quade) という人の定義ですが、「不確実性のもとでの複雑な選択の問題に対して、いろいろな代替案の費用およびリスクを体系的に検討することによりアプローチする方法」という定義があります。

しかし、このような定義だけではだれも満足できないわけでして、実質的には何もいったことにならないのではないかというような不満が残るのは当然でありましょう。

そこでもう一つ、多少ORとの関係について触れたものとして、政治学者であるウィルダフスキー (A. Wildavsky) という人は、「OR とシステムズ・アナリシスの間にははっきりした区別はない。しかし、大まかな区別は多分できるであろう。その目的について知られていることが少なければ少ないほど、目的が対立的であればあるほど、また考慮すべき要素の数が多ければ多いほど、それから環境が不確実であればあるほど、その分析の仕事を、OR よりもシステムズ・アナリシスと呼ぶほうがよりふさわしい。システムズ・アナリシスでは、OR よりもより多くの判断と直感が入り、数量的方法に依存することはより少ない」。このように述べております。

しかし、これでもわれわれはやはり満足することができない。そこでシステムズ・アナリシスとは何かということに正面から取り組むことは一応さげまして、経営科学の発展の歴史を振り返って考えてみたいと思います。

## 3. 研究対象の範囲をより広く

経営科学というと、よく知られているように、いわゆるインダストリアル・エンジニアリング (IE) というものが古くからあります。第2次大戦中、あるいは第2次大戦後にいわゆるORということがいわれるようになったとき、インダストリアル・エンジニアたちは、ORはインダストリアル・エンジニアリングと何も違ったものではないということを強調しました。それと同じようなことが、現在、ORとシステムズ・アナリシスといわれるもの間で起こっていると考えられることもできるかと思います。すなわち、多くのOR関係者たちは、システムズ・アナリシスというのは何もORと違ったものではないということを主張するわけであります。確かに、インダ

ストリアル・エンジニアリングと OR とどう違うかという議論があまり意味がないのと同じように、OR とシステムズ・アナリシスの違いを議論するのもあまり意味がないとも考えられますが、ただ一つだけいえることは、インダストリアル・エンジニアリングから OR、それからシステムズ・アナリシスというような発展の動向を通じて、いわゆる最適化というものが、狭い範囲での最適化から広い範囲での最適化へと移ってきているということです。いいかえると、たとえばインダストリアル・エンジニアの対象としての典型的な問題は、たとえば工場における個々の労働者の作業あるいは仕事に着目して、それをいろいろな基本的動作に分解し、個々の基本的動作について、動作研究あるいは時間研究を行なう、標準化を行なうというようなことの研究がありました。いいかえると IE は、一つ一つのジョブ、仕事、そういうものについての科学的な研究というものから始まったと思います。

それに対して、いわゆる OR は、そういう個々の作業についての動作研究、時間研究などではなくて、少なくともそういういろいろな作業なり仕事の集まり、あるいは作業者と管理者、機械設備などを含めた集合体としての一つの工場の操業、オペレーション、そういうようなものの最適化を研究の対象としてきたわけであります。

このような意味で、インダストリアル・エンジニアリングと OR とでは、研究の対象としては、明らかに OR のほうが上のレベルというか、大きな範囲の問題を取り上げてきたということはあるかと思えます。

それに対してシステムズ・アナリシスが主張しようとする独自性はどこにあるのかということに考えてみたいと思います。端的に言って、OR は、一つの与えられたシステムのオペレーションのやり方の中から最適なオペレーションを選ぶことであるといえます。したがってそこでは、研究対象となるシステムは一つに与えられているわけで、その与えられたシステムのオペレーションのやり方の中での最適化ということを問題にする。それに対してシステムズ・アナリシスは、そういう与えられたシステムのオペレーションの選択の問題ではなくて、システムを選択を問題にするというわけであります。

#### 4. 研究対象の非反復性に直面

このような性格の相違は、OR とシステムズ・アナリシスの発生の歴史的な背景を探ってみればもっとはっきりします。両者ともその背後には、どちらにも戦争があります。OR の場合には第2次大戦があり、システムズ・アナリシスの場合には朝鮮戦争以後、いわゆる核時代の戦争が背景にあるわけであります。この二つの戦争の性格の相違を考えて見ると、OR とシステムズ・アナリシスの相違が非常にはっきりするというわけです。

第2次大戦の場合には、その発端である真珠湾の攻撃に見られるように、攻撃される側の国防体制がほとんど整っていないか、最初の一撃で勝敗がきまることはなかったわけです。たとえ大きな一撃を加えられても、その後武器を製造し、あるいは人員を訓練し、戦略を立てて反撃することが可能であったのであります。そのような戦争においては、一つ一つの局所的な戦闘に

おける作戦を科学的に分析して、勝ち取っていくことが結局は最終的な勝利に通ずる。そういう意味で、局所的な戦闘における作戦の選択ということ、その効果が繰り返し積み重ねられることによって、全体として戦争の勝利につながる。第2次大戦以前の戦争は、そういう性格を持っていたということが出来ます。

それに対して、現在の核時代の戦争においては、一度戦争が開かれると、かつてのような時間の余裕はまったくないわけです。したがって現在の国防の問題というのは、かつてのような局所的な、しかも一つ一つの戦闘をとってみれば、短期的に終わってしまうような、また比較的狭い範囲に限定されている状況のもとでの戦闘における作戦の選択というようなことが重要な問題になるのではないわけです。いいかえると、かつてのORの対象としたようなものではなくて、もっと広い拡がりを持ったもの、たとえばいくつもの大陸にわたるような広い拡がりを持った問題が重要となっています。さらにこのような問題は、非常に長期的な視野に立って考えねばならない。したがってそれだけに不確実な要因を多く含んだ状況に関わるものです。そういう状況に対して、どのような国防体制、国防システムを選択したらよいかという問題です。このような場合には、戦争が開始された場合の作戦の選択ではなくて、それ以前のシステムの選択が中心問題であり、それがシステムズ・アナリシスの課題であります。そういうことをシステムズ・アナリシスを信奉する人たちは主張するわけです。

以上のようなORとシステムズ・アナリシスの違いは、efficiencyとeffectivenessの違いに似たものということもできます。efficiencyの問題はどちらかというところ局所的なものであるのに対して、effectivenessの問題はもっと広い拡がりを持つ。それから短期的に対して、長期的という性格の違いもある。確定的な状況よりも不確実な要因のほうが、重要な状況が前提とされるということもあります。

これに加えてさらに、efficiencyのほうは目的が一元的である、あるいは評価尺度が一元的であります。それに対してeffectivenessのほうは、目的が多元的であり、時には不明確ですらあります。そこで多目的な目的の場合に問題になることは、いろいろな目的の間でのいわゆるトレード・オフ(trade-off)ということでもあります。これは一つの目的をよりよく達成しようとするとき、他の目的が犠牲にされなければならないという関係です。

しかしORを以上のように特徴づけることは、あまりにも割り切りすぎているともいえます。たとえばわれわれがよく知っているORの古典的な教科書として、チャーチマン、アコフ、アーノフの『OR入門』を見ても、システムズ・アナリシスとORとの以上のような違いを示唆するようなことは何も書かれておりません。たとえば、目的が多目的である場合のことも強調されております。

それにもかかわらず、どうしてシステムズ・アナリシスというものが強調されなければならないかということについては、まったく理由がないわけではありません。たとえば目的の間のトレード・オフの例をとってみると、例の『OR入門』の教科書の中では、この問題は比較的簡単に目的の重みづけということで片づけられております。この本は多くの方は読まれていると思

いますので、詳しく説明することはないと思いますが、最初のほうに目的の重みづけという一つの章が設けられており、そこで目的の重みづけをいかに行なうかということがかなり詳しく論議されております。ただ、その中で取り扱われている目的間のトレード・オフの関係はきわめて単純なもので、リニアなトレード・オフ関係を前提にしているわけです。

しかし、目的間のトレード・オフは、そのような簡単な重みづけでは処理できない。むしろそれは、そういう形で安易に数量的に処理するのではなく、これこそ実は意思決定者の判断によるべきものであるということを、システムズ・アナリシスでは強調いたします。

以上、目的のとり扱い方に関して申し上げましたが、次に先ほど戦争の性格の変化を背景として触れたことからわかるように、確かにORは類似の状況のもとでの繰り返しの問題を主として扱ってきたことは確かであると思います。作戦選択の問題というのは、繰り返しのものがあり、いわば戦術的なものであります。

それに対して、システムズ・アナリシスが強調するシステム選択の問題というのは、同じ状況のもとでは、同じ問題はまず1回限りしか起こらない。そういう1回限りのユニークな問題をシステムズ・アナリシスは非常に強調するわけであります。

このことから、ORとシステムズ・アナリシスのそれぞれが解こうとする問題が、極端に言えば、非常にはっきりとした対照的な性格を持っています。一方は精密科学的なアプローチが可能である。それに対して他方は非精密科学的なアプローチに多く依存せざるを得ない。そういうことが両者の違いとして指摘されるわけであります。

このような対照的な性格を持った二つのタイプの問題が、現実にはわれわれの周囲に存在することは明らかであります。企業の問題をとっても、それから社会的な問題をとっても、一方では繰り返しの、短期的、オペレーショナルな問題があると同時に、一方では1回限りの、ユニークな、長期的な、そしてまた戦略的な問題というのがあるわけであります。そして、システムズ・アナリシスがORと自らを区別してその意義を強調しようとする背後には、いま申したような意味で、それが取り組もうとしている問題の重要性が、企業においても、社会においても、非常に大きくなってきているということがあります。企業における設備投資や新製品開発の問題、社会における公害問題や交通問題など、その例は数多くあげることができます。

## 5. システムズ・アナリシスは即効薬ではない

それではそういうタイプの問題、システムズ・アナリシスが問題とするような問題に取り組むのに一体どういう方法があるのか。そういう疑問がすぐに出るのは当然であります。しかし、それに対する答えとしては明確なものはありません。それはある意味では当然の話でありまして、かつてわれわれが経験したことのないような、まったく新しい問題と取り組むときに、どういう方法で取り組んだらいいかということが事前にわかっているということ自体、ないのがふつうです。それがわかっているということは、すでにわれわれが過去に経験を持っているということの意味するわけで、まったく未経験の問題に対して取り組むときに、どういうツール、どういう方

法を、どのように使ったらいいかということがわかっているということはないわけでありませう。

そういうことから、システムズ・アナリシスが、OR のように繰り返しの問題処理のための方法の体系というかたちをとることが不可能なわけで、そのことから、それがわれわれにとっ てわかりやすい一つの学問体系として提示されることがないわけです。

そこで私も、OR からシステムズ・アナリシスというようなことばが生まれてきた背景には、われわれが取り組んでいる、あるいは取り組まなければならない問題が、より戦略的なもの、システム選択的なものに移ってきているということ、いいかえると、だんだん上のレベルのものになってきたということを除いては、OR とシステムズ・アナリシスの区別を云々することはあまり効果的ではないと思います。ただ、狭い範囲での最適化から広い範囲での最適化の問題にしたいに取り組むようになってきた経営科学の発展の動向の中で、システムズ・アナリシスということばをあえて使わざるを得ないような背景があるということだけは指摘しておきたいと思いま す。

## 6. OR ワーカーは体質改善が必要

そこで第2番目に、以上のような背景から、現在のわれわれ OR ワーカーに、システムズ・ア ナリシスというものの動向がどういうことを要求しているか。ある意味では、OR ワーカーには 現在いわば体質改善が要求されているといえるかもしれない。そういうことについて次に考えて みたいと思います。

一般にわれわれが問題に取り組む場合に、二つのタイプの間が必要であると考えられます。 一つは問題の専門家、あと一つは方法の専門家であります。この二つのタイプ、あるいは別のこ とばでいえば、前者は実体問題に関する専門家であり、後者は分析者であるともいえます。

よくいわれるように、われわれがなんらかの問題に取り組むときに、まず必要なことは問題の 明確化であり、それに続いてそれをモデル化することです。その次にそのモデルを操作すること です。いいかえると、われわれが親しんでいるような問題解決の方法では、問題の明確化と、モデ ルの構築と、それからモデルの操作という三つの段階を考えることができるかと思えます。その 中の第一の問題の明確化というところは、やはり問題の専門家、あるいは実体問題についての専 門家の領域でありますし、それから最後のモデルの操作という側面が、アナリストというか、分 析者の専門とする領域であります。それに対して第2のモデル・ビルディングというものは、そ の中間的な性質を持っているわけでありまして、問題についての理解とモデルの操作方法につい ての理解とをともに必要とするような領域であろうかと思えます。しかし大きく分けると、以上 の二つの専門家が必要であるわけでありませう。

それに対して、いままでの OR の領域では、どちらかという実体問題の専門家に対する過小 評価というものがあったのではないかと思われませう。そのために、いわゆる意思決定者とアナリ ストとの間のコミュニケーションを行なう人間、そういうようなものが欠如していたということ がいえるかと思えます。

実は問題の専門家、実体問題の専門家こそ意思決定者とアナリストとの間のコミュニケーションの役割を果たさなければならないわけではありますが、そういう専門家に対する過小評価があったのではないかということは、アメリカでも指摘されております。アメリカのOR界では、その弊害が、最近では顕著に改善されてきているのであります。実体問題の専門家に近いものとしては、たとえ経営学を専攻した者、あるいは経済学者とか、いろいろあり得るわけですが、たとえば経営学専攻者をとってみると、経営学におけるマスターの学位を獲得した者の中でORに関係する者の割合が近年非常にふえてきているということが指摘されております。

少しその数値的な資料を申し上げてみますと、1956年にはMBA (Master of Business Administration) の中で、ORに関係する者の割合は8%でありました。それが63年には14%、1969年には18%にまで増大しています。これはアメリカのビジネス・スクールにおいて、いかにOR教育が普及してきているかということを反映しているわけです。一方、ドクターの学位を持つ者については、56年では2%、それが69年について見ると10%にまでふえてきているという背景があります。これは結局、ORというものが企業の中に、あるいは政府部門の中に浸透していくために、意思決定者とアナリストの間のコミュニケーション・マンというか、コミュニケーションを行なう、そういう役割を期待されている実体問題の専門家、それがしだいに増加してきていることを表わしているわけです。

このようなことを背景にして、はじめてORというものが現実の企業や政府で実践的な意義を大きく持ってくるということがいえると思います。このような面において、日本ではかなりおくれがあるのではないか。これはわれわれORに関係する者としては反省すべき大きな点ではないかと思います。

以上のことから、ORの関係者にとって望まれる特性としてこれからわれわれが考えなければならないのは、意思決定者のニーズ (needs) に対して非常に敏感であるということ、意思決定者のニーズに対するセンシティブィティ (sensitivity) というものを養うということがまず重要ではなからうかと思えます。

それから2番目に、マネジメントとか、あるいは意思決定者とコミュニケーションできる能力を養うということが、現在のORワーカーに要求されることではないかと思えます。そのためには、ORについてのテクニカルな面での教育はもちろん重要ですが、しかしそれだけにとどまらず、広く経営学とか、経済学、組織論、行動科学、政治学というようなものについての幅広い知識が要求されるのであります。

それから他方では、現実の問題に取り組むためのトレーニングのあり方として、現実の場で取り組む訓練、たとえばワーク・セミナーのようなものをもっと考えられてしかるべきではないかと思われるわけがあります。また、これはシステムズ・アナリストが強調していることであるわけですが、意思決定ということと分析との間の関係をもっとよりよく考える必要があるのではないか、意思決定は分析だけでできるものではなくて、意思決定の中には、最終的には意思決定者の判断によらざるを得ないような問題が非常に多く含まれております。

たとえば先ほど申しました目的の間のトレード・オフの問題、あるいは、特に政府部門などで問題になるような、政府事業のいろいろな受益者の間での公平の問題とか、あるいは時間的長期にわたるような問題における代替案の選択において用いられる割引率の選択の問題であるとか、そのような問題はすべて、多かれ少なかれ判断によらなければならない問題であって、分析のみによって結論を出すことのできないような、そういう要素があるということを十分に認識しなければならぬと思います。

一つの例として、また先ほど申しました efficiency と effectiveness の区別に戻ってみます。これについて例の『OR 入門』の中で、最初のほうにその定義がしてありますが、その定義も一つの見解であって、それによれば、efficiency は一次元的な尺度であり、多くの efficiency を総合したものが effectiveness とされています。この定義を考えてみても、efficiency を扱っている限りでは、分析に非常に大きく依存することができるわけですが、ひとたび effectiveness の問題を扱うようになると、やはり判断の要素というものが非常に大きくなっていくということがわかります。

## 7. 問題の公共化と PPBS

以上、われわれ OR ワーカーに対して、現在の経営科学の動向に照らし合わせて要求される事柄について多少考えてみたわけではありますが、最後に、システムズ・アナリシスというようなものがあらわれてきた背景に、あるいは逆にシステムズ・アナリシスを背景として、政府部門におけるいわゆる PPBS という一つの努力があるわけがあります。そこで PPBS について少し触れてみたいと思います。

PPBS の背景には、もちろん政府部門の規模の増大というか、社会における政府部門の占める重要性が近年非常に大きくなっているということがあるわけがあります。

たとえばアメリカの場合をとってみると、1940 年の国民総支出の中の政府支出の割合は 18% でありましたが、これが 50 年に 21%、60 年には 32%、70 年には 33% に達しております。これが 80 年には 38%、90 年には 40% を超えるというふうな予測もされております。

日本の場合で見ると、こういうような顕著な政府部門の増大ということはありません。たとえば昭和 30 年をとって見ると、同じ比率が 17.9%、35 年には 16.5%、40 年にはこれまでのピークに達して 18.9%、45 年には 16.3% というふうに、16.7% から 20% の近くを上下しているのが現状であります。しかし、先の新経済社会発展計画によれば、国民総生産の伸びが、45 年から 50 年にかけて年率 14.7% であるのに対して、政府総支出の伸びはそれを 1% 上回る 15.7% と予測されております。そういうことから、わずかではありますけれども、日本の場合でも政府部門の重要性というのは増大するというような見通しはあります。特に社会資本の充実というようなことがより強く叫ばれるほど、その傾向は大となるでしょう。

そうしますと、そういう増大する政府部門に対して、一体政府は何をやっているのかということに対する国民の sensitivity が当然増大するわけでありまして、そのことから、政府は国民の



行政需要に応えるためにいかなることをなすべきかという、政府プログラムの分析に対する需要が当然増大するわけでありませう。

## 8. OR に対する意識の革新を呼びかける

このようなことから、政府部門において、その事業についての科学的な分析に対する需要は明らかに大きく増大しております。それに対して、われわれORワーカーはどういう貢献をすることができるか。そういうことを考えた場合に、やはり狭い efficiency というものの意識から、より広い effectiveness の意識へと自分たちの意識を高めていくことが非常に重要なことではないかと思われませう。と申しますのは、政府部門の扱う問題には、企業の場合と同じく重要な問題として資源の配分の問題があるわけでありませうけれども、ただ政府部門の場合、それがいろいろな公共財に対する資源配分の問題であり、その公共財というのは本来非常に外部効果の大きいものであります。このような場合には、政府機関内での内的努力の efficiency もさることながら、この内部的な努力が外的にどのようなインパクトを与えるかということがきわめて重要な分析対象となってきます。もちろん、企業の場合でも、公害とか社会的責任の議論のように、そういう傾向は大きくなってきているわけでありませうけれども、政府の場合には特にその事業の外的なインパクトが重要なのであります。

こういう外的なインパクトが大きいような公共財、そういうものの生産のための分析においては、分析対象をどのようにとらえるか、いいかえると相互に関連し合った多くの要因の複雑なシステムとしての対象をどう把握するかがきわめて難しくなってきます。そこでわれわれにとって必要なことは、一段と視野を拡大するということであります。

また、今日の政府部門の PPBS の問題は、繰り返しの、日常的な行政の改善の問題ではなくて、国にとっての戦略的な問題についての意思決定の重要性、その増大ということが背景にあります。そこで、そのための分析の手段として、よりシステムズ・アナリシス的なアプローチが要求されているわけでありませう。これが PPBS とシステムズ・アナリシスとが関連的に問題にされる理由であります。

以上、私は、企業の場合においても、政府の場合においても、それぞれの組織内部でのルーチン的、繰り返しのオペレーションの問題に比べて、外的環境との交渉をも含めたより大きいシステムにおけるノン・ルーチン的な戦略選択の問題が非常に大きな比重を占めるようになってきている、ということを経験として、システムズ・アナリシスという考え方が現われてきたことを見て参りました。これに対して初めに申し上げましたような性格を、いままでのORが持っていたとするならば、OR自身もそういうようなものから脱皮して、システムズ・アナリシスというような、ある意味では人を混乱させるようなことばを使わなくてもすむような形に脱皮する必要があるし、そのためにORワーカーは、大げさにいえば、意識の革新というようなものを行なわなければならないのではないかと考えるわけでありませう。