

システム分析について

井原 健雄

I はじめに

現代社会において、われわれが直面している多くの問題は、それぞれが数多くの要因の複雑なからみあいから構成されているばかりでなく、問題相互間にもしばしば密接な関連がある。システム分析 (Systems analysis) は、このような問題に直面して、問題を適切な関連状況のなかでとらえ、問題解決のために最善の意思決定が行なえるよう、資せんとするものである。

ところが、このシステム分析に関しては、いまだにその基礎的理解さえも十分に行なわれておらず、恣意的な意義と性格がそれに付与される傾向がある。それはひとつには、システム分析が、他の既存の専門的学門のように明確な原理として確立され難いことによるが、他方、システム分析固有の性格として、それが一般的、抽象的な分析方法論としてみられるよりも、むしろ現実的、具体的な問題への経験的適用のなかにその生存価値がもとめられることによる。

そこで、本稿では、ニュービル・スタフォードのシステム分析に関する所説を紹介することにより、その基本的考え方を明らかにし、あわせて将来の経験的適用に対する基礎をかためることとする。⁽¹⁾

II システム分析の意義と特徴

システム分析とは、企画および管理——ある目的を達成するために、どのように人員や資金、素材を組み合わせるべきかを指定する——の基本的な問題を

(1) R. d. Neufville & J. H. Stafford, "Systems Analysis for Engineers and Managers," New York, 1971.

処理する一組の調整された手続をいう。この資源配分問題は、事実、工学、産業または管理の分野をとわず、すべての大規模計画にとって共通の一要素をなしている。たとえば、建設業者は、事務所をつくるのに、どのように土地と、労働と鋼材を組み合わせたらよいか、知りたいであろうし、実業家は、より優れた機械を創造して、その機械をより安く作る方と、それをより積極的に販売する方とに、彼の努力をどう配分するべきか知りたいと望むであろうし、また運輸業者は、彼の所有する施設について、その段取りとルート決定の仕方を知ろうと望むであろう。

まず最初に強調されるべきことは、工学システム固有の計画が工学上の科学だけから導出されるものではないということである。鉄筋コンクリートによる建物の詳細な形状に参画している構造設計者は、力学の知識によって梁桁や支柱の効果を測定しうるが、事務所全体という複合体の設計については、土地の利用や、素材の種類、さらには労働構成等についての決定が要請されることになり、これらの決定は、単なる工学上の問題だけでは与えられないのである。システム分析の主要な一構成要素である、これらの必要な「選択」の定義は、従来、経済学の分野で実質的な文献が数多くみられる、相対的な価値の問題である。工学的実践が、より一層明示的にシステム分析の問題を取り上げようとするのに応じて、叙上の問題を処理する厳密な枠組 (framework) を調査させることがとくに望まれる。

システム分析は、また伝統的なマイクロ経済理論の概念を資源配分の問題に適用することであるともいえる。その最も簡単なものとして、それはある目的を達成するべく、あるいは利用可能な資源を用いるため、数ある可能な方法を数学的に研究するものであるといえる。一般的にそれは、幾つかの技術的な分析方式——たとえば、供給財の結合を表現する生産関数や、選好される手段を決定する限界分析の概念や最適性の技術、最善の状態を定義する効用理論や決定理論、さらに帰結の妥当性を吟味する感応度分析等々——を随伴する。だが、しかし、技巧を凝らした方式を単に使用しているだけで、それがシステム分析を構成しているのだとはいえない。優れたシステム分析とは——それがいかな

る水準のものであれ——主要な問題の所在とそれに関する手段とを注意深く認定し、個々のプロジェクトごとの費用と便益を、ある有意な仕方に関連づけているものでなければならない。

国または地域レベルでの政策決定への適用にあたっては、システム分析は、数学モデルと比較的単純な計算技術に依存することが多くなる。この領域での最も重要な問題は、複雑なコンピュータ・モデル——その前提は、部分的、または、全面的に背後に押しやられている——によって認定されるよりも、分析者の洞察力と勘によって一層効果的に認定される場合が多い。

しかしながら、より細かな工学的計画立案のレベルでは、システム分析は、高度のデータ処理法 (Data processing method) とデジタル・コンピュータとの結合に基礎をおいている。複雑な状況を把握するのに必要となる膨大な数の変数とデータを、迅速にかつ巧妙に処理するこれらの方法は、計画立案のプロセスにたえず変更をせまっている。現在進行中のこの分野での開拓は、計画立案者を煩雑な計算作業から解放し、その結果より一層魅力的な計画問題自体に接近せしめ、計画立案者の能力を十分に発揮させるべく勇気づけている。たとえば、コンピュータの利用は、さきの鋼材の効果を測定するといった単純な反復労働の大半を除去しうるし、また、いかにして全般的な構造が実行されるかを計画立案者に考えさせることの方に、より多くの時間をさかせるように仕向け、そのための適切な手段を考えさせるようになる。したがって、いまでは、高速道路についての個々のリンクの計画から、交通網全体の操作の計画へと、分析を進めることが、一層可能となりつつある。

コンピュータの利用は、内燃機関の導入が人々の行動様式を全面的に改訂したのと同様のように、われわれの思考様式を変えつつある。たとえば、自動車は、それを個別的にみれば、その各々が志向している方向へ進むものであるとしか考えないが、それを全体としてみれば、われわれの都市をつくりかえているものだとも考えられる。その意味で、コンピュータの出現は、新しい表現の手段を提供し、したがってまた新しい思考様式をも創造する。もとより、このコンピュータは、実行すべく命令されたものだけしか実行しな

いが、それにもかかわらず、われわれの、直接的な知識を十分に見極め、それを整序することによって新しい理解の仕方を導出するのに寄与しうる。コンピュータについての十分な意味づけが、いまだ十分になされているとはいえないが、計画立案のプロセスが絶えず再構成されていることは、明らかな事実である。工学上のシステム分析は、この変化の本質を具体的に体现している。

工学上のシステム分析は、企画や計画においてコンピュータの能力を最大限に利用し、したがって、巨大な工学施設の計画にとって適切な全構成要素のスペクトラムを考慮するために、整序だったプロセスを用意することを意図している。デジタル・コンピュータが惹起する数量的特性は、最適計画をもとめる性質と処理の仕方に新しいルールを課することになる。すなわち、計画立案者は、従来とは異なり、計画の作成に何が含まれるか、また、そのときに何が生じているかについて、十分周知していなければならなくなる。そこで、システム分析の利用について、その機能的特徴を具体的に指摘すれば、つぎのとおりである。

1. 計画立案者の目的が何であり、いかにしてその目的が測定されるかについて明確に答えることにより、その目的の認識を深めさせる。
2. システム分析の将来需要は、通常事前には判明されず、社会的要素と経済的要素との相互作用によって決定される場合が多いが、そのシステム分析の将来需要を予測するメカニズムを探求させる。
3. 多数の可能解をもとめ、それらを通して有効な方法を決定すべき手続を確立させる。
4. 好ましい手段をとりあげるべき最適化の技術を組み立てさせる。
5. 可能な手段のなかから最善なものを選択するべき意思決定の戦略を提案させる。

III システム分析のプロセスと実行手順

計画立案のプロセスは、計画理論の本質的な構成要素である。どのような計

画立案が展開されるかが、そこでの中心的課題となり、その展開の仕方が、なされる内容に強い影響を与えることになる。分析プロセスの性質自体は、可能なかぎり厳密なものであり、自己修正的なものであらねばならない。

システム分析のプロセスは、いわゆる、科学的方法と完全に一致している。自然科学の分野でいう、科学的方法とは、ある自然現象について最も妥当な説明を、まず仮説の形成によってもとめ、実験によって、その仮説による説明を立証し、さらに、実験結果の内容を吟味することによって、より優れた仮説の改良をもとめる試みをさしている。計画立案に関するシステム分析は、過去の分析結果にもとづく学習や、現在開発段階にあるシステムのある部分を実行することから得られる効果の学習によって、最適解をもとめることにその本拠をおく。その意味で、計画立案のプロセスは、学習のプロセスである。最適解をもとめるにあたっては、科学的真理をもとめるのと同じように、頭初の仮説は、分析の進行や実行の生起に応じて得られる新しい学習成果に照らして、つねに改良が企てられる必要がある。

システム分析での行動仮説を、モデルとよぶ。そのモデルは、当該システムに影響する外的世界の複雑な要因間の相互作用を記述しうるものであり、しかもまた、その要因間の因果的依存関係を認定し、その結果、分析者が、大規模プロジェクトの実質的変化の効果を正しく認知しうるものでなければならない。モデルは、潜在的な解の態様を計画立案者が跡づけるための手段であると考えられるから、計画立案のプロセスにとって、モデルは中心的な位置を占めることになる。

優れた行動モデルを系統的に発展させることは、それゆえ、大規模分析における固有の領域となる。このモデルの有効性は、通常の科学的方法によって判定されなければならない。これを4段階のプロセスとして図示すれば、つぎのようになる。(図1参照)

1. 理論ないしモデルの定式化
2. 利用可能な観測値との比較による最初の検証
3. 新しい状況での結果を予測するための理論の適用

4. 観測値の不正確さから期待される誤差の限界範囲内で、正しい予測ができるまで試みるモデルの改良

優れた分析モデルを得るためには、システムの分析局面と改良による実行局面との間で、連続的なフィードバック機能を保証することが必要となる。その意味で、いわゆる、マスター・プランの作成は、新しく認識された要件に適應するというよりも、むしろ予め決められた命題に、かたくななほど固執するかぎり、明らかにそれは非科学的なものとなる。つまり、当該システムに作用する諸力を、可及的新しい表現形式で表わそうとする認識がなければ、重大なフィードバックのループを否定する過ちを犯すことになる。それゆえ、不注意な分析者は、自らの仕事を悪化させ、さらに分析におけるモデルの利用も実りのない一連の数学演算に終らせてしまうことになる。

最後に、システム分析に関する組織化の原理として、科学的方法の適用が要請されることを例示するために、交通システムの計画立案にみられるグラビティ・モデルをとりあげよう。このモデルは最初、レイリーによって1929年に提案されたものであり、その内容は、「ある特定 2 地域 A, B 間の交通量 V_{AB} は、当該地域の人口 P_A, P_B に正比例し、両地域間の距離 L_{AB} の平方に反比例する」というものである。この仮説でも、それを第一次的な記述因子と考え

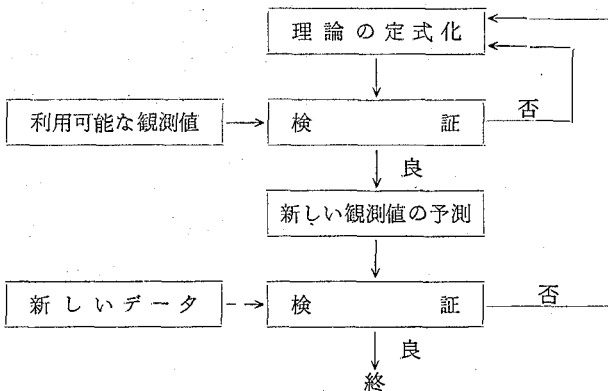


図1 科学的方法の図式化

れば、さほど悪いものとはいえないであろう。とはいえ、それが、たとえば、A、B両地域間交通の運賃、速度、頻度、さらにサービス様式が変化した場合の効果や、また、当該人口の異なった職業別構成、民勢統計、所得構成の特徴の効果認定するうえで有効な手段を与えるものとは、判断しがたい。不幸にも、實際上よくなされているように、これらの諸要因が惹起する効果を明確に認定することなしに、グラビティ・モデルを採用しても、優れた分析はそこから生じない。つまりこのモデルは、交通にかかわる変数間の因果的相互作用を記述するものではなく、それゆえに改良される必要がある。

基本的な分析手続は、以下に示す5つの基礎的手順によって分解表示できる。かかる分解表示は、プロセスに関する明確な見通しを与えるという意味で、有効な手段であるが、もとより、単純化された要約の仕方は、一層複雑な分析におけるすべての構成要素を十分に記述しうるものではない。事実、異なった定式化に応じて、異なった形式の手順が考えられよう。ここでの意図はさしあたり明確な見通しを与え、概念上の枠組を提供することにあり、当該構成要素に対する意味づけと分析自体との関連づけを試みることは、今後に残された課題である。

システム分析に関する5つの基礎的構成要素は、つぎのとおりである。

1. 目的の定義
2. 有効性の尺度の定式化
3. 手段の形成
4. 手段の評価
5. 選沢

これらの各構成要素がもつ、一般的な問題点とその特徴を明確にするべく、以下順をおって考察しよう。なお、これに対応するひとつの仮説例が、後のIVで明らかにされる。

目的の定義

システム分析は、論理的分析であるがゆえに、正確にして、明示的な目的の

叙述を必要とする。目的を叙述することなしに計画を立案する試みは、砂上に楼閣を築くことであり、矛盾のないプランは、つねにある価値の体系を内蔵する。その価値は、分析者が自分自身ないしは他のだれかに対して明確にされているか、あるいは、されていないかもしれない、ある目的の表象である。人の行為がその人の性格を反映するのとちょうど同じように、ある人のプランは、その人の目的を暗示する。したがって、すべての分析は、ある目的の集合に基礎を置いており、その目的を明確に定義することが望ましい。

もし、分析者が自己の知的興味にのみ関心をもっているのであれば、彼の目標が明示的であろうとなかろうと、さほど大きな相違はないであろう。しかし、そのような場合は、きわめて数少ない。むしろ、システム分析の依頼人や組織体は、程度の差こそあれ、ある目的をもっているのが一般的である。そこで、準備し、ある決断を下す前に、彼等は、自己の目的がなにを意味し、また、分析者がそれをどのように考慮しているかを知りたく思うであろう。他方、分析者ないし計画立案者は、自分の試みた研究が理性的に討論され、しかもまた、その成果が、健全な決断を下す基礎として役立っているかを見届けるべき、職業上の義務をもつ。その双方の理由のために、分析者は、なによりもまず、目的を内容とする仮定について、その意味をできるかぎり明確にしておく必要がある。

つまり、計画立案者の主要な仕事は、依頼人や他の分野の専門家たちによって定義された、極めて漠然とした目標の概念に挑戦し、システム分析にとっての基礎的な目的を認定することにある。システム分析が、はじめて大規模な形で実行されたアメリカ国防省での経験によれば——システム分析の目的を厳密に吟味することにより——分析自体が、より大きな経済性を承認する方向か、あるいは、効率性を増大させる方向に、問題が再定式化された多くの事例がある。たとえば、海軍が頭初望んでいた貨物船隊の計画立案の分析で、ただ単により大きな輸送能力を得るという目的から、新しい種類の船舶と港湾施設の結合によって、より大きな輸送利用の可能性を得るという目的に変更された。これは、システム分析のプロセスが、最初からある目的をもって始める必要があ

るが、しかし、また、そのプロセスのなかで最初の目的がより一層正確に定義される可能性が出てくることを、示唆している。

最近、話題となった超音速航空機（SST）を企画、制作する場合、どのような目的が、そのプランの根底にすえられたか、われわれ自身に問いかけてみる価値があろう。それは、国の威信を支え維持するためのものであるのか。金儲けのためか。軍事上の航空機を開発するためか。不況に悩む製造業部門に新規の仕事を与えるためか。あるいは、これらすべてのことを一度になさんがためのものか。こういった種類の質問に対して、イギリスやフランス、あるいはアメリカ合衆国で、明確な解答がなされなかったゆえに、SSTの建設のプログラムは、極めて遅れ、とかく停滞ぎみであった。たとえば、イギリスでは、完成予定日まであと二年ほどになっている段階で、すでに半分ほどでき上っていた原型モデルを撤廃し、それに代わる全く新しい計画立案に取り組むといった有様である。

この例が示すように、計画立案者は、しばしば、基本的に異なる種類の目的に直面せざるをえなくなるであろう。マーグリンによれば、目標についてつぎのような分類が可能である、と説いている。⁽²⁾

1. 純粋に経済的な効率性、投資による収益が誰に生じようと、また、誰の費用でなされようとも、これを最大化すること
2. 所得の再分配、公益事業に対する公共投資や特定地域の復興のような、他人の犠牲による特定利害関係者の福祉の増進
3. 国防、教育、または公園の建設といった、経済的な便益では正当化されえないが、しかし何らかの価値があるものとみなされる欲求の実現化

上記の各目的は、それ自身の長所があり、その各々の判定基準によって考察されるべきである。とくに、計画立案者は、経済的に正当化されえない目標については、まず疑ってかかる必要がある。なぜなら、希少な資源が日々、その目標のために消費されるのであるから、慣習的根拠によっては防衛しきれな

(2) S. Marglin, "Approaches to Dynamic Investment Planning," Amsterdam, 1963.

い特定プロジェクトの推進者は、当然にそれを公共の利益で覆い隠すであろう。公共の利益について、真に価値のある訴えと見せかけだけの訴えとを区別することは極めてむつかしく、計画立案者は細心の注意を払う必要がある。

さきあげたSSTの場合から容易に推量されるように、ある重大な目的の決定は、技術者の手から大きく離れたところでなされがちである。しかし、いま、専門家の責任という個人的評価を下す役割をもつ、叙上の質問を離れて考えたとしても、分析者ないし計画立案者は、なによりもまず目的を明確に定義してかかる必要がある、しかも、それを無視すれば、自己を見失うことになるということを、心に留めておくべきである。

有効性の尺度の定式化

分析プロセスの究極の目的は、選択されるべき手段が、何らかの意味である目標をみたく場合に、各手段のもつ相対的な有効性を正当に評価することである。この場合、どの程度目的がみたされているかを規定する方法が要請される。

目的の実現度を測るべき、何らかの尺度を定義せねばならない。その尺度の指標は、つねに、可能なかぎり客観的であらねばならず、それゆえ、少なくとも、ある物差しに関して数量的でなければならない。これを、数学上の観点からみれば、加法と減法が意味をもつような、等しい重要度の線形区間をもった、通常の基数的物差しでそれが表現できると考えることに他ならない。ところが、現実の社会的属性は、定性的なものが多く、基数的物差しで測れる範囲を超えている。しかるに、その大半の属性は、その強度に応じて、少なくとも部分的には、潜在的に序列可能であることも、また事実である。かかる序数的物差しに対して、これまで特別な数学上の演算が定義されてきたし、これからもまた、用いられることになる。定量、定性、そのいずれの場合を問わず、われわれは、適当な有効性の尺度を選択するために、細心の注意を払う必要がある。

有効性に関する尺度の選択は、最終的な計画案を決定するにあたって、殊の

ほか重要である。その選択が重要なのは、システム分析における可能な解の長所を異なった視点からみれば、異なって現われるという理由による。あるひとつの観点に立脚してもっとも有利だと思えることでも、別の観点に立てば、そうなるとは必ずしも限らない。したがって、計画案のなかで、いずれの手段が選好されるかは、もっぱらどのような有効性の尺度を選択するかに依存している。かかる指標の選択は、ある特定手段を不適当だと判断して、それを排除することすらありうる。

有効性の尺度の選択が、どのような影響を最終的な計画に及ぼすかをみるために、つぎの簡単な例を考察してみよう。いま、低廉な大量輸送のシステムを計画することが要請されていると仮定しよう。そのとき、なにをもって低廉であると評価すべきであろうか。人・マイルあたりの費用で評価すべきか。乗車回数あたりの費用ですべきか。あるいはまた、1車・1マイルあたりの費用で評価すべきであろうか。これらの指標は、すべて輸送システムの有効性を測定しうるし、事実また採用されてきた。このうち、人・マイルあたりの費用という尺度は、間接費が多くトリップに配分されうるような、長距離、高密度の輸送に有利となるであろう。また、乗車回数あたりの費用を指標とすれば、稠密な空間利用によるネットワークの形成へと導くであろう。さらに、1車・1マイルあたりの費用を最小化することは、小型乗用車の利用を促進させることになる。このように、有効性の尺度の選択は、計画についての最終決定をほぼ表わすことになるために、当該計画の分析者は、細心の注意を払うことが肝要である。

有効性の尺度の選択が、有意な解を排除しうる可能性があることを示すために、つぎのような例を考えてみよう。いま、特定2地域間の通信連絡が、通信回路の過重負担のために、困難をきわめているとしよう。そこで、もし、有効性の尺度として通信回線のレートづけを用いれば、その結論として、通信回線数を増やせという解が導出されよう。その場合、これとは異なった、おそらくもっと優れた解、たとえば、ピーク時の交通量を緩和する交通規制や、ある適切な交通手段の配分（たとえば、人々に、乗用車の利用をやめて、バスにせよ

と勧告する)といった解決手段は、当然排除されている。これらの排除された解が、適切なものとして判定されるためには、パフォーマンスの指標を、再定義しなければならない。

さらに複雑な問題がある。それは、有効性の尺度と、その尺度が表現する価値との間によくみられる非線形の関係である。事実、パフォーマンスや完成度について、各単位ごとの効用が同一でないことがありうる。たとえば、飢えた人間に与えられた最初の一皿の食物の価値は、後に与えられた5番目や6番目の皿の食物よりも明らかに大きい。それゆえ、実際上の分析では、有効性の尺度について、その限界と範囲を設定することが有益となる。

手段の形成

システム分析全体の目的が、望ましい解を発見し、それを規定することであるから、分析者は、努めて可能解の幅広い領域をもとめねばならない。その場合、可能解をどのように認定するか、いかなる順序で、また、何回ほど可能解が出てくるか、その安定度はいかほどか、といった質問は有意である。

いま、閉じた数学モデルによる定式化が有効な、非常に制約された問題を除いて考えれば、すべての可能性を追求することは、可能でもなければ、また合理的でもない。われわれの頭脳は、あまりにも巧妙にできすぎていて、その結果、すでに考察されたものをはるかに上廻る新しい内容を喚起することは、かなりむづかしいが、たとえ、それを考えることが可能であるとしても、すべての手段を網羅的に調査、吟味することが価値をもたないことは、常識によっても明らかであろう。すなわち、あるものは、個別的な取り扱いを正当化するに十分なだけ異なっていないし、またあるものは、明らかに他のものよりも優っている、といった具合である。

資源に限りがあるために、計画立案者や分析者は、考察すべき手段の選択に慎重であらねばならない。その場合、主要なパラメーターの変化に対する感応度——すなわち、変化率——を決定することが、原理的手段を認定するうえで重要となる。そうすることによって、分析者は、つぎの基本原則にしたがって、

一層魅力的な計画立案の選択・吟味へと進むことが可能となる。

1. もっとも生産的だと判明された手段に、主要な分析努力を払うようにすべきである。
2. 費やされたすべての分析努力が、それによって期待される総便益を上廻らないようにすべきである。

手段を考察する段階で、これらの原則がまた思い出されよう。その分析努力の具体的内容として、つぎの2種類が考えられる。(1) 解を含むクラスの認定、と(2) クラス内での解の吟味、がそれである。この場合、たとえ同じ手段であっても、それが分析者の見方によっては同一クラスに属する別のものとなったり、そうでなかったりするであろう。そこで、何がクラスを構成するかといった意味論的問題をひとまず別にすれば、システム分析の具体的手続としては、むしろつぎに示す2つの異なった接近の仕方に焦点をしばることが有益であろう。

その第1は、適切な解のすべてを認定する、慎重な試みである。たとえば、住宅不足を緩和する問題を考えれば、建設される建物の種類を考えるばかりでなく、住民人口を、住宅過剰の地域へ配置換えするように奨励する方途をも考えてみる事が望まれる。これは、基本的には、想像力や創造性を喚起するべき激励にすぎず、方途の決定にあたっては、余計なことかもしれない。とはいえ、手段の形成にとって想像力の果す役割が殊の外大きいことは、多くの分析において、それが共通に欠けているだけに、ここではっきりとそれを述べておこう。

手段の形成に関する第2の接近の仕方は、ある特定解のより魅力的な変形を網羅する試みである。たとえば、住宅問題の例を拡張すれば、建設される新しい建物について、その多くの変形を考察し、各変形ごとの相対的有利性を詳細に吟味することが望まれよう。これは、コンピュータによってもっとも容易にできる種類の仕事である。すなわち、コンピュータは、すべての可能な組み合わせが吟味できるように、一度に一つずつ離散変数を変えていく簡単な反復作業をたやすく実行する。その具体的手続は、つぎの2つに要約される。第

1は、手段の定義がコンピュータに記憶され、評価の際に利用される。第2は、手段の選択が吟味され、その場合、線形計画やダイナミック・プログラミングでなされるように、支配的な可能性だけがその対象となる。

手段の形成と開拓は、単一のサイクルである必要はない。事実、この開拓のプロセスは、一般的な計画案から、より詳細なものへと進められる一連のサイクルから成り立っている。ここでとくに強調したいことは、ある種の手近な問題について、適切だと考えられる、ある有効な開拓のための戦略を発展させるべきだという点である。

最後に、数少ない手段よりも、数多い手段を考慮する方が望ましいことを、述べておこう。コンピュータの発展は、これを行なおうとする計画立案者の能力を著しく増大させてきたし、それによって、分析者が一層内容豊富な研究を、有効に、秩序だったやり方で取り組めるようにさせてきた。事実問題として、選択の幅広い対象領域を慎重に形成することは、システム分析にとって、本質的な構成要素をなしている。

手段の評価

各手段の、効果についての評価と、特定解の選択とを注意深く区別することは、有益である。この区別が重要である理由は、評価と選択とを同じものとして取り扱う一般的傾向が、深刻な問題を露呈させているからである。とくにこの区別は、個々の目的の相対的重要性が十分に斟酌される場合、換言すれば、その相対的重要性が、同一単位で測定されえない場合に、重大な意味をもつ。

まず、手段の評価とは、システムの各手段を、その効果、すなわち、費用、便益、社会に及ぼす衝撃、種々の機能的有効性、と関連づけることである。これは、すでに指摘したように、大規模な分析にとって、決定的重要性をもつ。そこでは、種々の数学モデルを使って推定が行なわれる。最適なモデルの定式化が、手段の選択にとって重要な鍵となる。

他方、選択は、手段の評価とは異なっている。それは、各手段について——その評価から得られる——効果の吟味、各手段ごとの相対的価値の比較、いず

れの組がより好ましいかについての決定、を意味する。手段の評価が、むしろ技術的なプロセスであるのに対して、選択は、本来的に価値判断の問題領域である。

評価と選択が一致するのは、システムについて、すべての有効性が、同じ物差しで正しく測定され、ともに加えられる場合にかぎられる。そのとき、評価は、また選択をも意味しており、いかなる判断も介入する余地はない。いわゆる「便益・費用分析」は、これにあたる。そこでは、まず各手段の便益に、帰属された単位価値が乗せられ、つぎにそれが合計されて、手段にもとづく便益の総貨幣価値の推定値がもとめられる。そして、この推定値を、各手段を実行するときに要する総費用で除することによって、便益・費用比率がもとめられる。このような手続は、本来的に異なる目的間に存するトレード・オフの関係が、同じ尺度で価値づけられるとの想定により、無視されることになる。つまり、便益・費用分析が、現実の問題に適用される段階では、およそいかなる判断も必要とされない。なぜなら、許容範囲にある、最大の便益・費用比率をもった計画案を選択すればよいからである。したがって、決定のプロセスは、自動的かつ機械的なものとなるであろう。

重要な決定を、思考の伴なわない数学的公式に委ねてはならない。評価と選択との間に明確な一線を画することによって、手段の衝撃と効果を投影する、純粹に技術的なプロセスと、ある選択によって決定される微妙な判断とを区別することが可能となる。

選 択

最後に、選択は、すべての結果をバランスさせる、一種の芸 (art) である。それは、評価のプロセスを通して、客観的に演繹された有効性の尺度に、価値判断を適用することである。その結果、あるものは、明示的な市場価格もっているであろうし、あるものに対しては、価格が帰属されるかもしれないし、またあるものに対しては、どのような貨幣価値を課したとしても、全く恣意的となるであろう。選択のプロセスでは、費用および便益について——それが、

高度に非線形であり、また、ある特定の状況にあっては、現行の費用とかなり大きく喰い違ふことがあるため——もっぱら、相対的な効用の定義に、議論が集中するであろう。

選択のプロセスでは、また、プロジェクトの便益と費用を、その個々の純便益と同様に、利害関係者の間で分配することを考慮する必要がある。いわゆる「公平」の概念は、いかなる進歩といえども、それが特定グループの犠牲によってなされるべきではなく、彼らの被る損失経費（土地没収など）や、無形の被害をも償うべきである、と示唆している。システム分析によって提案される主張の生命は、便益と費用の公平な分配にもっぱら依存している。たとえば、都市高速道路の計画立案が、地域住民によってしばしば反対される理由は、技術的な欠点があるためではなく、利用者に付与される便益が当該地域の住民の犠牲によってなされるからというためである。かかる費用と便益の分配に関する考察は、どのようなタイプの効果が、どのグループに対して生ずるかを示す「衝撃影響行列」(Impact incidence matrix)の利用によって、助長される。

選択は、技術的な問題であるとはかぎらない。分析者の役割は、可及的多くの技術的不確実性を取り除くことによって、決定のプロセスに資するように努めることである。すでに指摘したように、システム分析は、意思決定者のために、問題と手段を明らかにし、彼の選択に役立つ適切な情報を提供する試みなのである。

IV ひとつの仮説例

ここでは、これまでになされたシステム分析の個別的な見方を、ひとつのまとまった流れとしてとらえるために、つぎのような仮説例の考察を試みることにする。

仮 説 例

「ある都市の大量交通輸送のあり方を改善すべし」との強い要望がある。いま、この問題に対するシステム分析の具体的手順を示せば、つぎのとおり

である。

1. 数ある可能な「目的」としては、
 - 人々に、低廉な価格で輸送サービスを提供すること
 - 当該地域の住民に、新規の雇用機会を与えること
 - 工事費用を最小化すること等、が考えられる。
2. 叙上の各目的に対応する「有効性の尺度」としては、
 - 当該運輸機関による乗車回数あたりの価格
 - 所要時間が10分以内で、地域住民にとって就業可能となる職場数
 - 納税者1人あたりが負担すべき工事費用等、が指摘されよう。
3. 形成されるべき、可能な「手段」としては、

バスか地下鉄かといった輸送機関の指定が含まれるほか、異なった路線の決定や、輸送機関の形態別構成、さらには運營業務の変更等が含まれることになる。
4. 手段の「評価」については、

費用モデル (Costing model) や輸送分布モデル (Trip distribution model) の使用によって、それが可能となる。その一例を表示したのが、つぎの表1である。
5. 最後に残った「選択」については、なんらかの方法で、最も望ましいと判断される解 (すなわち、提言の内容) を決定しなければならない。これ

| 手 段 | 有 効 性 の 尺 度 | | | |
|-----------------|----------------------|---------------|-----------------------|-------|
| | 乗車回数あたりの費用 (ドル表示) | 所要時間10分以内の職場数 | 納税者あたりの負担費用 (ドル表示) | そ の 他 |
| バス (第1種) | 0.21 | 30,000 | 50 | — |
| バス (第2種) | 0.18 | 20,000 | 70 | — |
| 地 下 鉄 (Aルート) | 0.14 | 14,000 | 80 | — |
| 地 下 鉄 (Bルート) | 0.10 | 15,000 | 130 | — |
| そ の 他 | — | — | — | — |

表1 手段別評価

は、究極的にみて、当該社会の異なった人々が、各目的に対して抱く相対的重要性や便益・費用の判定結果に照らして、決定されることになろう。これを、表1で説明しよう。これを注意してみれば、「乗車回数あたりの費用」(第2列)と「所要時間10分以内の職場数」(第3列)の間にトレード・オフの関係があるのに気付くはずである。それが、一方では、線形のトレード・オフであるとも考えられるが、また他方では、政治的理由で実現可能な最高運賃がきめられていることから、非線形であるとも考えられる。たとえば、第1種のバスは、有効であるにもかかわらず、当該運賃が20セントよりも高くなるので、実施不能と判定されるかもしれない。また、Bルート of 地下鉄のように、その純効果が長期にわたるような解については、納税者に対する直接的負担が著しく大きくなるという理由で、評価の考慮外におかれることもある。

最後に、フィードバックのメカニズムについて、言及しておこう。ここでの仮説例でみた具体的手順は、連続したプロセスの一局面だけを表わしていると理解すべきであろう。なぜなら、大規模なプロジェクトを遂行するには、通常、長時間を要し、また不確実な要素に直面するからである。それゆえ、当該プロジェクトが設置され、不確実性が解明されるのに応じて、初期のプランを練り直し、精緻化させることが肝要となる。

システム分析におけるフィードバックの役割を図式化すれば、つぎのようになる。図2の左側の部分は、すでに述べたシステム分析の5つの実行手順を表

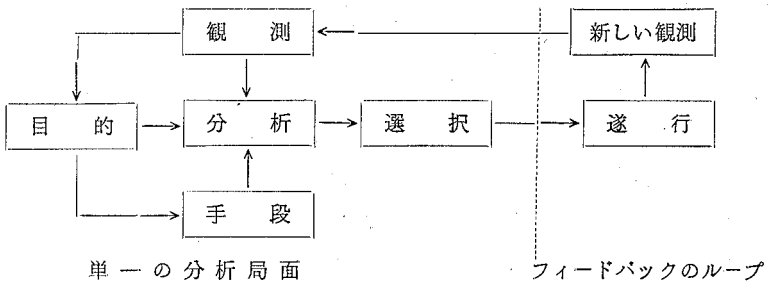


図2 動態的システム分析

わしている。その右側の部分は、システム分析の動態的構成要素を表わしている。この図によって、われわれは、計画立案のプロセスが、ある意味で整序された情報の流れとして把握され得ることを、理解できよう。この認識は、共同チームの編成によって、大規模なシステム分析を試みる際に、すぐれた重要な意味をもつことになるろう。

V むすびに代えて

以上において、われわれは、システム分析の意味する内容とその特徴を明らかにしてきた。はじめにも述べたとおり、システム分析は、複雑な現代社会の問題を、なによりもまず適切な関連状況のなかでとらえ、その諸要素とそれらの間の関連を明らかにし、問題解決のために最善の意思決定を行なう試みであると考えられる。

これまでの検討によって明らかにされた、システム分析の特徴を、以下の3点に要約して、本稿のむすびに代えることにする。

1. システム分析は、そのすべてが新しいものではなく、すぐれた先人の努力のうえに構築されたものである。
2. システム分析の名称について、システムという言葉は、あらゆる決定が必要なだけ広い関連状況のなかで考えられるべきことの必要性を強張り、分析という言葉は、複雑な問題をよりよく理解するために、その構成部分に分解することの必要性を強張したものである。⁽³⁾
3. システム分析の対象となる問題は変っても、その基本的考え方自体が大きく変ることは考えられず、それについての正確な理解が、政策決定の手法として有効である。

(3) 宮川公男編、「システム分析概論」——政策決定の手法と応用——，1973。