特集　システム研究

社会システムに対する
システムズ・アプローチの必要性と実際

杉野　昇

与えられた本文の目的は，「三菱総合研究所から見たシステム研究の需要」といった点につき，説明を加えることであるが，ここでは，問題を多少限定して，「現代の社会的諸問題の解決に，当社ではシステムズ・アプローチがいかに使われているか」といった側面で考える．

はじめに，現代の社会的諸問題の特徴に説明を加え，その解決のためには，いかなるアプローチが必要であるかを実例により説明する．ついで，システムズ・アプローチ，またはシステム科学的手法を適用することにより解決しえたプロジェクトの実績につき説明し，最後に今後の研究方向，または開発が望まれる分野につき考察する．

1. 社会システムに対するシステムズ・アプローチの必要性

高度経済成長期を経たわが国の社会は，その高密度化，複雑化，多様化といった面で，従来にない困難さに直面している．すなわち環境，都市，交通，通信，資源，エネルギー，教育，福祉，防災といった社会的諸問題を考える場合，その工学的側面，経済的側面，政治的側面等が複雑に関係しあい“ある一面からだけの問題解決”は，不可能になってきている．

交通問題

たとえば，新交通システムの都市への導入問題を考えよう．従来は，動力，推進，支持装置技術といった技術的側面，または建設費，運営費といった経済的側面のみで検討されることが多かった．しかし現代ではこれに加えて，快適性，便利性といった利用者から見た側面，環境保全，コミュニティーの分断といった地域社会からの側面，または省エネルギーといった国家的見地からの評価も合わせて総合的に検討する必要性を生じてきている．このような問題の解決法としては，効用理論を利用した総合評価法が適する場合が多いであろう[1]．

都市開発問題

第2の例として，現代の都市開発問題を考えよう．この場合，開発の副次的な効果として何が発生し，さらに，2次・3次効果がどのように伝播し，何が問題となってきているかといった因果関係を，事前に十分検討しておく必要がある．このような問題の解決には，後述するＩＳＭ法等，システムの「構造同定」手法が有効な場合が多い[2]．

このように，社会的問題を，その各側面が複雑に相互に関係しあったシステムとしてとらえる場合，これを「社会システム」とよぶ．これに対して，たとえば工学的側面のみを強調して考える場合，「工学システム」とよぼう．さて，「システムズ・アプローチ」（または，「システム科学」，「ＯＲ」，「ソフト・テクノロジー」的アプローチ等）は，従来「工学システム」，「経営システム」等には有効に適用されてきているのは周知のとおりである．さらに，最近では，システムズ・アプローチは「社会システム」を取りあつかう“ほとんど

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

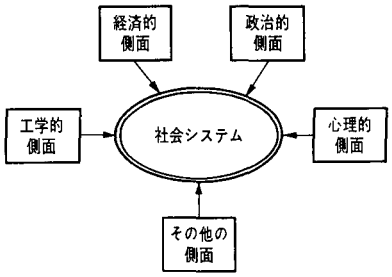

図 1　社会システム

唯一の”有効な方法論，または科学として脚光をあびている．これは，システムズ・アプローチが本質的に

○問題の本質を多数の要素の相互の関係の中に存在するととらえかつ

○問題を計量的にあつかう

特徴を有し[3]，これが「社会システム」の取りあつかいに適しているからであろう．

表 1　「社会システム」に対するシステムズ・アプローチの代表的手法例

	「社会システム」の特徴的問題点	問題点解決に有効な手法
モデル化の段階	システムの構造同定[2]	ＩＳＭ法，Dematel 法
	システムの構造的変化の組み込み[3]	システム・ダイナミックス法，デルファイ法
	発見的なモデル化	GMDH 法[4]
	システムの「メタ・ポリシィ」[5]の同定	学習オートマタ法[6]
	システムの「ソフト的」表示[7]	ソフト・モデル法[7]
評価の段階[8]	選好関係による評価	効用関数法
	多次元評価	多属性効用関数法[10]
	対話形式による評価	ＳＷＴ法[8]
	不確定状況，あいまい状況での評価	決定分析法，ファジィ関数法[10]
	新しいコスト・ベネフィット的評価	ＥＤＣ法[9]，社会的費用法[9]
運用[11]の段階[12]	対話形式による運用	人間―機械系のゲーミング・シミュレーション法
	競合的，協働的システム分析	ゲーム，ティーム理論法
	新しい“表現技法”	オーバレイ法

2.　社会システムに対するシステムズ・アプローチの特徴

さて，つぎに「社会システム」に対して，システムズ・アプローチを適用する場合の特徴を，従来システム（たとえば「工学システム」）との対比において説明する．ここでは，説明の都合上，システムズ・アプローチをシステムのモデル化，評価，運用の各段階にわけて考える．

2.1　システムのモデル化

「社会システム」では，システム変数間の関係式がわからないのみならず，どの変数がどの変数と関係しあっているかといった，システム構造自身が不明の場合が多い．近年，電算機の高度利用にともなって，この種の構造同定問題が脚光をあびてきている．モデル化段階でのその他の特徴，およびそれに対応した手法を表 1 に列記する．なお，表 1 は，多少専門的な内容を含むので，詳細は参考文献によられたい．

2.2　システムの評価

「社会システム」の評価の段階での問題点の 1 つは，システム変数が距離空間（たとえばユークリッド空間）で取りあつかわれず，その“選好関係”のみが本質となっている場合が多いことである．（従来の数理計画法，ポントリャーギンの最大原理等は通常，距離空間上で定式化されている）．たとえば，新交通システムの導入評価においては“快適性”とか“好ましさ”といったシステム変数が問題となるが，これらは距離空間上では，取りあつかいにくい．

第 2 の問題点としては，「社会システム」では，多様な見地，または価値観からの評価を要求されることが多く，いわゆる「多目的システム」の取りあつかいが本質的になる場合が多い．これらに対処する手法としては，多属性効用関数法等がある．その他の問題点，手法は表 1 に列記してある．

2.3　システムの運用

「社会システム」をある限られた条件下で，モデル化し，評価しても，そこでの決定を実際に適用する場合，種々の問題が生ずることがある．たとえば，環境問題における住民反対運動等も，そ

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

の一例であろう．このような運用段階での問題点および，それを解決するに有効と考えられる手法は，同じく表1に列記されている．

3. システムズ・アプローチの適用例

表2に「社会システム」的なプロジェクトの実施例と，その場合適用した手法について記す．以下，表2に関連して注意すべき点を記す．

（1）「社会システム」のプロジェクトは，実際には，モデル化の段階から運用の段階までが，すべて総合的に含まれる場合が多い．しかし，ここでは説明の便宜上，“主として”使用した手法により例示的に分類した．

（2） 実際には，「社会システム」的複合プロジェクトも，「工学システム」的色彩が強かったり，経済分析的色彩が強い場合が多い．

したがって，「社会システム」的プロジェクトでも，たとえば，モデル化の段階では，古典的なシミュレーション・ソフトウェア（たとえば，CSMP とか SIMSCRIPT とか）の適用例も多い．同様に，評価の段階でも，従来の数理計画法等を適用する例も多い．しかし，ここでは「社会システム」に特徴的な手法との関係でプロジェクトを選択した．

（3） 現実のプロジェクトに，システムズ・アプローチを適用する場合には，“問題が先にあり”手法が先にあるのではない．すなわち，現実にわれわれが直面している問題を“もっとも適した方法”で解決するのが先決である．現実のプロジェクトでは，データ入手の問題，クライアントの要求とのすり合せ等“泥くさい”問題が多い．

（4） システム科学の研究者は，いわば個別専門分野を横につなぐ役割りをはたす現代の各種の問題（プロジェクト）は，個別専門分野の相互の関係が重要である場合が多く，システム的プロジェクトの増加が近年いちじるしい．

（5） なお，プロジェクトを分野別に見ると，環境問題のプロジェクトの増加が，近年めだつ．環境問題へのシステムズ・アプローチの基本フレームを図2に示す[12]．また，「社会システム」的プロジェクトの民間企業のクライアントは，現段階では少ない．

表 2「社会システム」的プロジェクトと，主として適用した手法

	「社会システム」的プロジェクトの実例	適用手法
モデル化の段階	21世紀の日本の諸問題の検討	Dematel法
	総合的エネルギー政策の研究	ＩＳＭ法，Dematel法
	道路建設の社会的波及効果分析	システム・ダイナミックス法
	総合的技術予測調査	デルファイ法
	食料・資源問題とアジア政局安定に関する研究	ソフト・モデル法
評価の段階	新交通システム導入計画に関する研究	効用関数法
	空港建設に関する総合評価	多層性効用関数法
	環境アセスメントにおける総合評価問題	ＳＷＴ法
	宇宙開発計画の研究開発	決定分析法
	地域開発における社会的費用の分析	社会的費用法
運用段の階	対話型日米基本政策検討に関する予備調査	ゲーミング・シミュレーション法
	住民参加型環境評価の予備研究	オーバレイ法

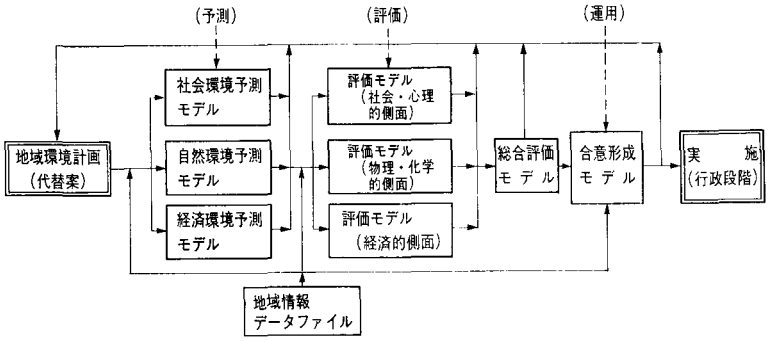

図 2 環境問題へのシステムズ・アプローチ

4. 今後の研究課題

システム科学と現実の問題との間には，今後も解決すべき問題が多い．とくに，現実にプロジェクトが与えられた場合，か

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

ぎられたリソース（予算，期間，研究員等）でいかなる方法(スケジュール，組織，データの収集，手法の選択等）により，プロジェクトを遂行すべきかといった問題は，プロジェクトのつみ重ねの中から，定着させてゆくべきノウハウと考えられる．ここでは，紙面の都合から，今後注目すべき2，3の手法と，その適用分野について記すにとどめる．

（1） モデル化の段階では，バテル研究所で開発された，ＩＳＭのような構造同定手法の適用例が増加するものと考えられる．ＩＳＭ等はそれぞれ欠点をもつので，各種の改造が必要となろう．問題の因果関係を知りたい場合，問題群を把握したい場合，意思決定を行なうグループの意見の統一化をはかりたい場合等に有効であろう．

たとえば，グローバルな資源・エネルギー問題（世界レベル），老人の生きがい調査（国家レベル），地域開発における合意問題（地域レベル），技術開発テーマの選定（企業レベル）等，多岐の応用分野が考えられる．

（2） 今後のシステム評価問題においては，多様な価値観をもつ，多数の意思決定者を含む問題が多くなると考えられ，（たとえばKeeney流の）多属性効用関数法，Haimes 流の対話技法（ＳＷＴ）[8] 等，応用分野が多くなると考えられる．

（3） 政策決定に，従来の意味では専門家でない人々が，“なんらかの形で参加するシステム”が，今後多くなると考えられる．この意味で，評価結果等の“表現技法”，“対話技法”の研究が重要となろう．

参考文献

1) 宮武信春，杉野 昇：交通システムの評価，計測と制御，**16**—1，123/128（1977）

2) D. W. Malone, “An introduction to the application of interpretive structural modeling,”Proc. IEEE (Special Issue on Social Systems Engineering), vol. 63, pp. 397—404, Mar. 1975.

3) 茅 陽一：社会的諸問題へのシステム的接近，計測と制御，**16**—1，20/28（1977）

4) A. G. Ivakhnenko, “The group method of data handling, a rival of the method of stochastic approximation,” Soviet Automatic Control, vol. 13, no. 3, pp. 43—55, 1968.

5) 猪口 孝：計量政治学の問題と展望，日本統計学会誌，**6**—1，39/60（1976）

6) K. S. Narenda and M. A. L. Thathachar, “Learning automata—A survey,” IEEE Trans. Syst., Man, Cybernetics, vol. SMC—4, pp. 323—334, July 1974.

7) シミュレーション技術研究会編：シミュレーション技術（1），コロナ社（1975）

8) 中山弘隆，椹木義一：多目的意思決定とその応用，システムと制御，**20**—10，511/520（1976）

9) 森杉寿芳，岡本憲之：環境悪化の社会的費用に関する測定方法，オペレーションズ・リサーチ，**22**—1，26/30（1977）

10) 市川惇信，寺野寿郎：評価の理論と意思決定，計測と制御，**16**—1，41/49（1977）

11) V. Bauer and M. Wegener, “Simulation, evaluation, and conflict analysis in urban planning,” Proc. IEEE(Special Issue on Social Systems Engineering), vol. 63, pp. 405—413, Mar. 1975.

12) 牧野昇編著：環境アセスメントとその手法，三菱総合研究所（1976）

すぎの・のぼる　1937年生　三菱総合研究所システム開発部副部長
1960年　東京大学電気工学科卒業
同　年　三菱原子力工業入社
1966年　カリフォルニア大学 M.S.
1967年　ph.D（システム理論，ゲーム理論）
1970年　三菱総合研究所に移籍，現在にいたる．

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．