

解説

地域環境マネジメントのためのシステム分析手法と総合的運用†



松崎 功保††

まえがき

地域計画の総合的なアセスメントに対する社会的な関心の高まりにともなって、国および地方自治体の計画部局、環境部局および情報処理部門が中心となって1970年代の初期以降コンピュータ利用技術に立脚した諸方法論の研究・開発・導入・運用の努力がなされてきた。その過程で、データ収集、蓄積、表示、モデリングとシミュレーションなどの分野で情報処理技術の果たした役割りは多大であった。70年代の後半に入ってから、社会経済情勢の急激なる変化に伴って、地域環境をも一要素として包含するより総合的な地域計画が、時代を先導してゆくためにも必要となり、新しいシステム概念が求められた。現代は計画行政の時代であるといわれる。それはとりもなおさず、情報処理機能にたいする期待とチャレンジの時代でもある。

日本における地域環境計画のためのシステム開発は70年代初期の濃度規制に対応したモニタリング・システムの開発、それを改善し補完してゆくための総量規制と拡散シミュレーションおよび割り戻し計算技術、そして、地域開発に伴う環境へのインパクトを事前に評価するための環境影響評価制度とそのための総合的なシステム開発へと変遷を経てきている。10年をまたずして劇的な変化を経験したわけである。第三次全国総合開発計画（三全総）においては、地域主義に立脚した定住圏構想をインプリメントしてゆく手法のひとつとして環境アセスメントの概念を重要視している¹⁾。三全総を情報的に支援するために国土庁においては、国土情報の整備が進められつつある。一方、地方自治体や民間の研究機関においてはそれに呼応するかのよう計画情報を提供するための計画策定支援システムが実用期に入りつつある。地域の計画とマネジメントのために、情報参加などの新しい考え方とも

に、情報処理技術の果たす役割りは明らかに増大する傾向にある。

歴史的な展望のなかでは、1969年に米国のジャクソン上院議員らの努力によって国家環境政策法（通称NEPA: National Environmental Policy Act）が立法化されたことが世界的にも大きな契機となっている。日本に環境庁が設置される1~2年前のことである。公聴会制度や市民の参加の制度は米国の伝統であるが、1930年代には情報の公開の制度が確立し、近年の環境政策と結合してEIS (Environmental Impact Statement)の手続きとして結実し大きな影響を各国の環境マネジメント・システムに対して与えつつある。日本においても、これらの参加における手続き論的な概念は、地域計画立案のプロセスとシステムの中で利用され定着しつつあり、情報システムへの参加の概念は、システムの設計思想などに本質的かつ長期的な影響を与えずにはおかないであろう。

1. 地域環境計画の課題

地域的な広がりや時間的な広がりななかで地域の計画課題を整理してみるには現在は大変よい時機であると考えられる。ばあいによっては1980年代の課題が発見できる可能性もある(図-1)。

また地方公共団体のなかでの情報提供機能について

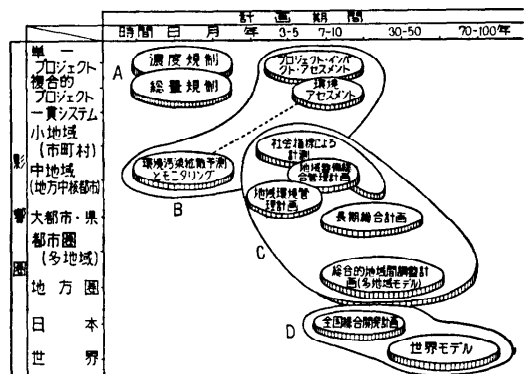


図-1 計画問題複体の時空間的コミットメントの範囲

† Integrative Utilization of Systems Analysis Methodologies for Regional Environmental Management by Takayasu MATSUZAKI (Tokyo Scientific Center, IBM Japan Ltd.).

†† 日本アイ・ビー・エム (株) 東京サイエンティフィック・センター

も階層的な観点より考察を加えたい(図-2)。

地域環境問題は因果構造が相互依存的で、その解明が重要な作業である。ここでは近畿地方の例を結果だけ挙げるにとどめよう。図の上位に位置するものが影響力の強い支配的な要因である。また、たて軸に近いほど因果のからみ具合の強い要因となっている。大きなプロジェクトの位置づけや、各府県間の相互関係などが一望できる(図-3. a, b)。

地域の総合的な計画手法にかんする研究は近年きわめて盛んであるが、これは日本国内ばかりでなく、IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis): 国際応用システム分析研究所などにおいても“Universal”かつ“Global”な問題として注目されている²⁾。

またそれに呼応した国内の研究活動もある^{3,4)}。

2. テシジョン・サポート・システムズ・アプローチ

現代の社会は、多様な変化と不確実性に充ちており、個々人の要求にもつづいた状況の判断や予測を将来に向って行うことには困難性が存在する。学際的かつ総合的な接近法の観点から数学、工学、経済学、社会学、行動科学などを活用する概念を確立する必要に迫られている。システム科学的方法論によって複雑な問題の構造分析、モデリング、意志決定分析、最適化、予測、評価などを行い、数理的手段とコンピュータ・システムとの対話的かつ柔軟な利用が求められている。

大規模な計画の影響評価を科学的客観性をもって行うことは容易なことではない。できるだけ多くの信頼できるデータや情報を収集、蓄積すること、コンピュータ・システムによって適切に整理・加工・表示すること、処理された情報に基づいて専門家あるいは一般市民を含めた人々が選択・判断・評価・決定を行えること、その際人間のもっている経験や高度の判断力も有効に活かすこと、また現存する社会の様態、特性との融合を十分に考慮することなどが体系的に行われれば、多くの人々に対して説得力のある計画を策定し得るであろうし計画への合意形成も比較的円滑に進め得るのである。

2.1 システム分析手法の総合化

地域環境にかかわる総合的な計画のためには、システム論的接近が不可欠であることは明白であり、個別的な方法論の有機的な総合化の必要性が叫ばれて久しい。しかし具体的な提案にとほしくまだ概念すら確立

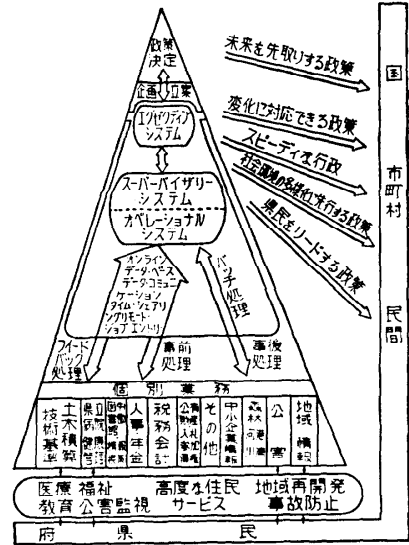


図-2 計画行政支援情報システムの階層的な概念

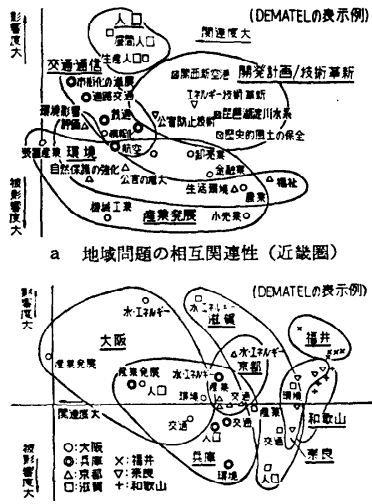


図-3 基本要因を通じて見た各府県の相互依存性(近畿圏)

していないのが現状である。ここで紹介するアプローチは、先進的なシステム分析の方法論をソフトウェア・システムとして体系化の対象としてゆく考え方である²⁾。

システムを運用可能(Operative)なものとして設計するためにはシステム分析手法を、コンピュータ利用技術を基盤として現行制度・組織のなかで適用する手続き論的発想によって順次採用してゆくことが解決手法として考えられる。この手続き論は、環境アセスメ

ントにおいて一般的かつ不可欠な手法であるとの見解が確立しつつある。

a. 総合的な地域計画アセスメント支援のためのシステム・スパイラル

分析手法を新たな問題の提起から運用の場における総合的評価にいたるまでの 12 のステップに分けて位置づけてみる。それは、① 新たな問題の提起、② 問題の定義と構造分析、③ フィルタリングとオーバーレイ、④ スタティックな傾向分析、⑤ 社会経済現象のダイナミックな時空間的予測、⑥ 物理・化学的汚染現象などの拡散・動態予測、⑦ 予測結果の直接的な検証、⑧ 現象に対応する個別の評価、⑨ 最適化と配分、⑩ 手法導入の場の設定と諸関連主体の参加、⑪ トレードオフ分析などによるコンフリクト解決のための文書化とコミュニケーション、⑫ 運用の場における多目的論的な効用の評価である。

これらの手法は、歴史的にはそれぞれの学問領域でかなり独立に開発されてきたものであり、それぞれ局所的には問題の解決や計画の策定に寄与してきた。しかし社会システムの問題複合体は既存の領域・制度・組織のもとで適用していたのでは解決し難い。換言すれば、各個の手法の総合的適用あるいは運用という観点が必要ならぬのであろう。

地域の計画問題が提起されると、まず複雑な相互依存関係のある構成要因の織りなす構造を明確にすることが必要である。地域環境計画のビジョンがシナリオで表現されることはよくあるがその構造分析などに適する手法である。そして問題にかんする認識が関係諸主体に共通の基盤をもって理解されることから計画作業が開始される。問題によっては資源的制約、地理的物理的制約、法規的制約によって実現不可能な領域が存在する。チェック・リスト法とか行政区マップ、メッシュ・マップ (Square Grid Map) によってあらかじめスクリーニングのプロセスを設けておくとその後の詳細な分析の作業量を減少させることができる。より少ない作業量で不可能領域を避けつつ、効率よく実現可能性の高い計画立案を支援することにができる。

計画問題の可能領域がひとつ確認されると、その領域内において蓄積された計画情報にもとづいて、統計解析あるいは傾向分析が行える。将来予測も高度にダイナミックなものでなく過去のトレンドの将来への延長に近いものである。3年ないし5年の中期的な計画に適した手法である。将来のビジョンにかんする(超)長期的な展望のなかで中期計画を位置づけたり、

とくに中・短期的地域効用のトレード・オフを分析してゆくためには、広域的かつ(超)長期的社会・経済予測が不可欠である。このように計画のフレーム・ワークが確定するとはじめて開発プロジェクトのためのインパクト・アセスメント手法適用の場が形成される。環境汚染にかんする物理・化学的拡散現象のシミュレーションなどは、以上の諸段階が前提条件となろう。以上のプロセスで予測作業が一段落したところで、方法論の検証作業が登場してくる。たとえば、拡散現象などについては、各地域に配置されたモニタリング・ステーションよりの汚染データとモデル計算された値との比較検討あるいは風洞実験データや水槽実験データなどによる検証もこの段階に含まれる。

数理的方法による計画支援がかなりの程度行われたわけであるが、総合的な計画策定の立場からその評価を行うことが望ましい。その際には個別のかつサブ地域的评价の積み上げによってある程度広域的かつ総合的な評価も可能になるし個別プロジェクト間のトレード・オフ分析も可能となる。とくに計画要素と計画主体ごとに時間的トレード・オフと空間的トレード・オフを組み合わせ適用することによって、総論的な意味ではかなりの程度合意を形成することができると期待される。

計画の対象となる諸資源の(最適な)配分を行うという観点に立つと、以上述べた手続き的かつ積み上げ的な計画プロセスと、トップ・ダウンで規範的に分析する手法との対比が必要となり興味ある研究課題でもある。規範的手法においては、計画の時空間的目標値があらかじめ与えられることを前提としている。問題はそれを現時点より出発して実現可能な軌跡を諸制約の下で求めることである。問題が解かれると計画の軌跡と諸資源の配分が求まる。いままでのプロセスで定量化可能な計画要素にかんしては、必要にして十分な分析が行われたと考えてよかろう。残るプロセスはそれを計画策定の場にもちこみ、利害の錯綜する諸主体間で定量化できなかった部分も含めて運用による総合的な評価を実施することである。これで問題提起から運用まで 12 のステップを一巡したわけであるが、ここで再び新たな計画課題が惹起されるのが常である。ひとつの問題を解決することがつぎの問題をひき起こすことになるのが地域環境問題においてはよくあることだからである。そこであらためて問題の定義とその構造分析からはじまって先ほどのプロセスを繰返すことになる。第2回目にスパイラルを経過するときには、

各プロセスにおいてより詳細な分析とか、前回に見落していた要因を包含しての考察が主として実施される。計画目的によっては、二、三のプロセス軸を前後したり、たとえば、プレリナリーなスクリーニングより出発したフィルタリングとオーバーレイのみを徹底的に進めることによってかなりの計画課題が整理されフィージビリティ・スタディが可能となることもある。とくにスパイラルを数巡し長期・中期計画のフレーム・ワークが確定し、フィジカル・プランニングの段階に入っているばあいには、地域的なものも含めて空間的な資源の制約・利用可能性、地域的な法規制のクリアランスなどを経てかなりの洞察が得られるはずである。

以上の考察から 12 のプロセス軸を時計方向に進む軌跡と分析作業を求心的に詳細化する方向とが併存していることが理解できる。分析的方法論の総合化は少なくとも相異なる性質をもつ 12 のプロセスと互いに直交する軌跡を管理運営してゆくシステムの存在をまわってはじめて実現されるものであろう (図-4、表-1. a, b)。

b. 総合的な環境アセスメントへの適用⁹⁾

スパイラルの概念を環境アセスメントの手続きのプロセスに対応させるのは本質的な困難性は概念的な意味では少ないといつてよい。作業的な側面からみれば問題構造の認識が現状調査という形態をとって、しかも包括的であることが特徴といえよう。大半の作業時間が現状調査データの収集に費されるといっても過言ではない。つぎに重要な軸は主として環境基準と開発プロジェクトのインパクトとの比較検討のプロセスである。地域的に広がりを持った諸々の基準をプロジェクトで達成できるか否かが重大なる関心事となる。関

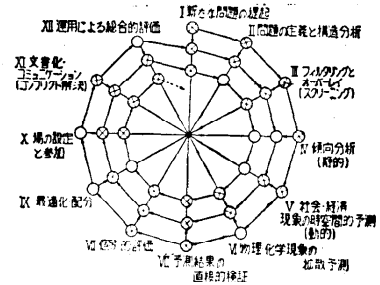


図-4 システム分析手法の総合化——計画アセスメント支援のためのシステム・スパイラル

連地域計画との斉合性のチェックの段階で、シナリオ的に長期・中期・短期予測は行われていると考えるのが妥当であるが、第2巡目あたりで、数量的に、あるいは社会・経済予測モデルなどによってより詳細な検討を行うことが肝要である。シナリオ分析にはグラフ・マトリックスの手法が有効である。環境アセスメントにおいては、客観的評価による合意形成がその困難性の由に最重要視されているがそれも手堅い科学的アプローチの積み上げを着実にすすめた上でのひとつのプロセスであると考えるのが理にかなってよい。多目的論的なトレード・オフ分析はその際有効な手法となることは疑いのないところである。運用上あるいは事後的な評価のための環境監視システムはつぎの段階での問題提起に大きな役割りを果たすであろう (図-5)。

2.2 コンピュータ・システムの役割りの変遷

時代の要請による地域環境問題の移り変りにともない必要とされる情報処理の機能も大きく変遷してきている。しかしながら、地域の環境問題の本質より発したシステム概念はその一般性の由に変遷する諸機能を

表-1-a 分析手法の分類と機能の概要

分類番号	目的による分類	副目的	機能	方法論の例
I, II	地域問題の認識	問題の提起、定義と構造分析、現状認識	問題の骨格を明白にし、定式化のまゝに研究者、開発者間に技術的なコンセンサスを得る。	ISM, MDS DEMATEL チェック・リスト法
III	問題の選別	フィルタリング、オーバーレイ	諸々の要因のうちから意味のあるものを選択し、以後の分析を選択的に行う。	チェック・リスト法、オーバーレイ法多変量解析
IV	時間的予測	静的な分析、傾向分析	時間軸にそった予測を行う。過去の傾向を延長したり、動的な構造を仮定して将来を予測する。	計量経済モデルシステム・ダイナミック・モデル
V	地域的予測	社会・経済現象の動的な時間的予測	都市の成長、汚染現象の拡散など主として空間的な広がりを記述する。	ローリー・タイプモデルメッシュ分析
VI	拡散予測	物理・化学現象の (汚染) 拡散予測	地形・気象・海流などを考慮。	大気・水質などの拡散モデル
VII, VIII	検証と評価	直接的検証と個別的评价	実データ、実験データなどとの比較	数理的検証手法
IX	制約下での資源配分	最適化、配分	土地・境などの制約の下に産業・人口の配分などを計画する。	線形、非線形計画法、最適制御理論
X, XI, XII	コンフリクトアセスメント	場の設定、コミュニケーション、総合的評価	インパクトのアセスメントに人間の主体的な嗜好を導入して、コンフリクトの解決に導く。	多属性効用関数

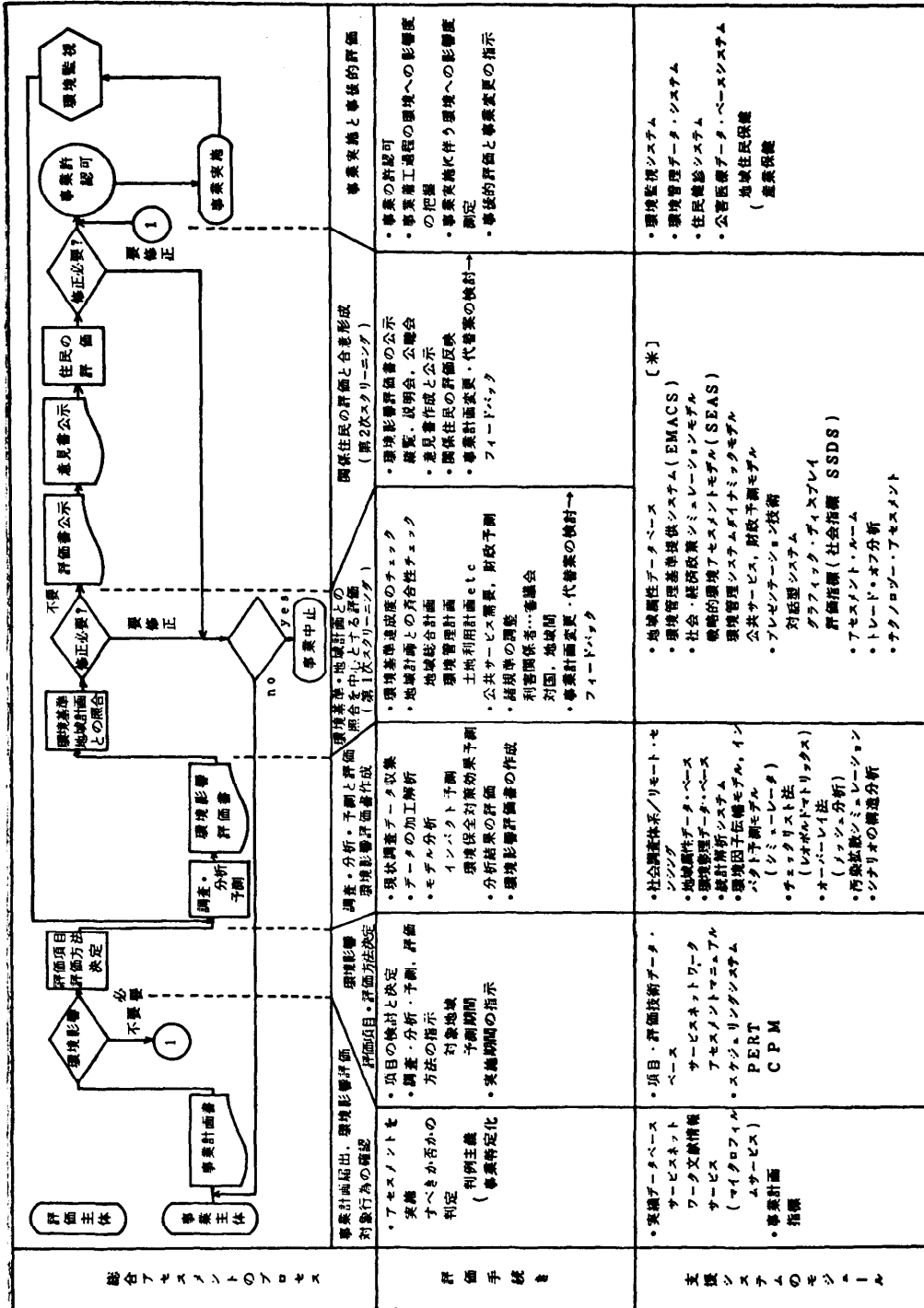


図-5 総合計画アセスメントのプロセスと支援システムの機能モジュール (環境アセスメントの例)

いであろう。

c. 環境アセスメントとコンピュータ

環境アセスメントにおける事前評価の考え方は、予測と評価しかも情報を公開して住民・市民のコンセンサスを得るといった手続きをその中に包含している。長期総合計画というマクロな段階で大規模モデルを作成し計画情報を住民に公開して計画を策定することは兵庫ダイナミクスを皮切りにその後多くの自治体で経験している⁹⁾。

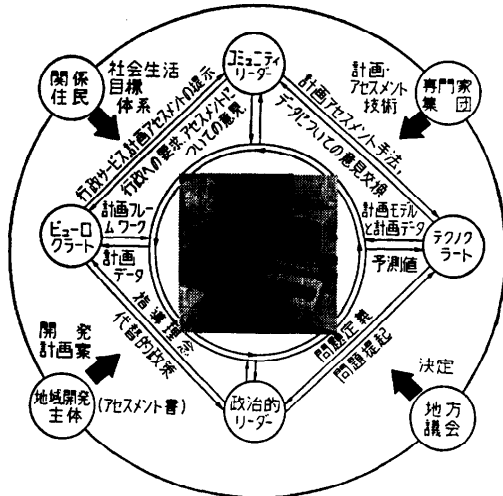
環境アセスメントにおいては実施レベルあるいはより設計段階に近いところでの作業を含んでいる。新たに工場を立地するなどのばあいには、数多くの環境汚染質について現況調査のあと、計画されている開発行為の地域の環境に及ぼす影響を予測して記述する必要があり、記述をおこなうことが処分の対象となる。EIS(環境影響評価書)は住民の閲覧に供せられる。米国においては、訴訟によって最終的に開発行為の妥当性が判定されることがまゝあり、道路建設など多くの事業が裁定をまわっている。裁判所や公聴会などの場に大気汚染拡散モデルや騒音伝播モデルなどの結果がもちこまれ最終的な判断のための情報提供を行うことも稀ではない。したがって、データあるいはモデルの信頼性は重要課題でそれを立証するための検証や評価の手続きも重大なる関心を呼んでいる。

また地域計画全体との斉合性の観点からは、環境アセスメントのためにはトレードオフ分析をもとにした情報提供機能が問われたことが多く手法発達の実地を形成したとしても不思議ではない。したがって環境アセスメントは総合的な計画のアセスメントへの橋渡しとして重大なる契機を提供したと考えられるのである。

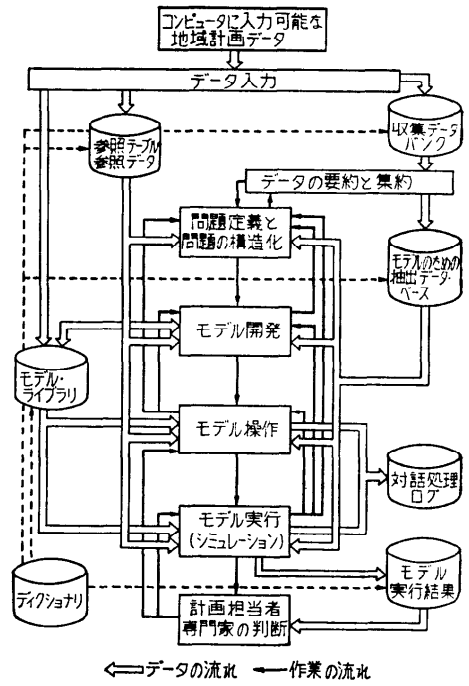
以上の傾向を底流として与えているのがデザイン・サポートの思想である。これは前述のようなスパイラル・コンセプトより形成されコンピュータに対しても新しい機能を求めることになる¹⁰⁾(図-6. a, b)。

むすび

環境問題からはじまって地域の総合計画まで、大学、地方自治体、中央官庁との共同研究、委員会活動などを通じて得た体験を通じて地域環境マネジメントへのアプローチをまとめてみた。ご協力いただいた多くの方々には紙面を借りてお礼申し上げるとともに今後のシステムの発展のためにも指導いただきたくお願い申し上げます。



a 総合計画アセスメントにかかわる諸主体間の情報の流れと対話的システムの位置づけ



b 地域計画支援コンピュータ・システムの概念¹¹⁾ 図-6

参考文献

1) 国土庁編:「第三次全国総合開発計画」(1977).
 2) Hans Knop (ed.): A Computer Assisted Approach to Regional Development, IIASA, (1976).

- 3) 榎木義一 (監修) 西川禎一, 松崎功保 (編著): 近畿 IRDP (総合地域開発計画), IBM パートナ-シップ・プログラム, プロジェクト総合報告, N: GE 18-1888-0, (1978).
- 4) Nishikawa, Y. and Matsuzaki, T. (ed.): The Proceedings of the first KINKI IRDP Workshop, IBM Partnership Program Tokyo Scientific Center Report GE 18-1865-1 (1978).
- 5) 環境庁 (委託): 「環境影響総合解析システムの設計に関する調査研究報告, (1976.7).
- 6) 兵庫県・姫路市・東京サイエンティフィック・センター (環境制御チーム): 大気汚染研究報告書, IBM 東京サイエンティフィック・センター・レポート N: GE 18-1806-1 (1974).
- 7) 環境庁: 総量規制マニュアル, (1975).
- 8) 環境庁: OECD レポート: 日本の経験——環境政策は成功したか, (1978).
- 9) 松崎功保, 大河内正明, 宇土正浩: 兵庫ダイナミックス——長期総合計画策定支援モデル, IBM 東京サイエンティフィック・センター・レポート N: GE 18-1808-1 (1974).
- 10) 兵庫県企画部, 東京サイエンティフィック・センター: 地域整備総合管理システム, 東京サイエンティフィック・センター・レポート N: GE 18-1840-1 (1976).
- 11) IBM "What in the KINKI IRDP" IBM Japan. (昭和 54 年 1 月 16 日受付)