地域計画における土木計画問題の システム論的分析の方法

吉 川 和 広*, 春 名 政*

1. は じ め に

近年のわが国における大都市圏地域での人口や産業の過度の集積や地方における過疎の問題は土木工学・技術の分野における計画問題を非常に複雑なものとした。又、一方では石油ショックという経済の不況を契機として地方中心都市へのJターンやUターンというような従来の傾向も現われてきた。このような状況のもとで地域を望ましい方向へと誘導していくための土木事業を計画し実施していくにあたって、複雑化・高度化した土木計画問題を合理的に解決するための効果的な方法としてはシステム論的な分析の方法があげられる。筆者等はこれまでに種々の土木計画問題を対象に多くのシステム論的な実証研究を行ってきたが、ここではこれらの研究成果にもとづいて土木計画のプロセスという視点からその方法論をとりまとめて述べるとともに広域的な治水計画問題に関する事例研究をとりあげて、システム論的方法を具体的に示すこととする。

2. 土木計画のプロセスと計画問題

土木計画における種々の計画問題を合理的に分析していくためには、まず計画化の過程をいくつかの機能論的なプロセスとして認識し、プロセスシステムとしての大枠（フレーム）を規定することが必要である。そして各プロセスを全体プロセスを対象に、システム論的な分析手法を駆使することによってその機能目的を効果的に達成する方法を確立しなければならない。さらに、これら分割された各プロセス間の論理的・精度的な整合性を追求するために、トータルシステムという総合的な観点から十分な検討を行なうことが必要であると考えた。

以上のような考え方に基づいて、筆者等は土木計画の方法を以下に示すような4つのプロセスに大別・整理して分析を行なっている。すなわち、

- (1) 計画問題の明確化と同定 (Identification) のための分析のプロセス
- (2) 計画問題の構造論的把握 (システム工学の分野ではこれを Structuring (構造化) と呼

* 京都大学工学部

んでいる)のための分析モデルの設計と分析情報の作成のプロセス

(3) 計画問題の分析のためのシステムモデル(計画モデル)の作成(Formulation)と計画情報の作成のプロセス

(4) 計画情報に基づく計画(案)の選択のプロセス

筆者等は、多くの事例研究をととして土木計画問題の分析をこのようなプロセスにそって段階的に進めていくことが望ましいことを主張し明らかにしてきた。しかし、これらの事例研究をととして、現実の土木計画の策定においてはこのような計画プロセスでの作業が必ずしも一様ではないことも明らかにしている。つまり、各プロセスがどの程度の重要性を持っているかということは、対象とする計画の性格や計画問題の分析の目的によってはかなりの程度異なってくる。過去の研究調査の成果や実際の経験の積み重ね、さらには他の分野における研究成果

図-1

や技術問題を援用 (Transfer) することによって、一部分のプロセスを省略することも可能な場合が多い。また、計画問題の分析目的が最初から部分的な情報のみに限定されている場合もある。

各プロセスで使用するシステムモデルや分析の手法も、それぞれの計画問題の内容に対して最も適切なものが用いられるので、統一的で有効な特別のモデルや手法というものも存在していない。一般的にいえば、このような土木計画問題のシステム分析も、分析、評価、総合という一連の過程を、分析目的が十分達成されたと判断されるまでくりかえすことが必要であるが、このサイクルは模式的に図-1 に示すような形態となろう。

上記のサイクルでは、計画問題における不明確さが少なくなって、十分合理的な判断が行なえる程に不明確さが解消されるまで各プロセスでの一連の過程をくりかえすとともに、トータルプロセスでも上述の (1)～(4) のプロセス間でのフィードバックの手続きを同様にくりかえすことが必要であろう。いま (1), (2), (3), (4) の内容を理解しやすい形でとりまとめたものを図-2 に示すが、各事項の内容や方法はここでは詳述することを省略して、以下の論議の中で具体的に示すこととする。

図-2

以上のようなプロセスに従って土木計画の計画化の作業を進める場合、プロセス全般をとおり強い関わりを持つ社会的状況が存在しているが、後の事例研究でのアプローチの方法との関係もあるのでここでふれておくこととする。

すなわち、近年の土木事業の広域化や大規模化の傾向と関連して、土木計画の問題の内容や

性格も複雑で多様な特徴を有するようになったが、ここでは公共的な土木施設の建設・整備計画を具体例としてとりあげてその特徴的な点を強調したいと考える。さて、公共施設としての土木施設の計画主体は、施設を利用したりその恩恵をうける個人や企業さらには多くの階層の地域社会や各種の集団等々の複合主体である。そして、このような複合的な計画主体は空間的にも異なる地域に分布して存在すると同時に、土木施設のもたらす影響効果も多種・多様である。つまり、施設をとおしての社会的、経済的な活動機能の向上がはかれるというプラスの効果と、自然的・社会的環境条件の悪化のようなマイナスの影響効果が生じてくるという多様な側面を持っているのである。

一般的に、これらの複合的な計画主体は、施設計画に対して広域的な側面からはプラスの効果を容認・追求し、局所的な側面からはマイナスの影響・効果を拒否し低減させようとするのが常である。さらに、複合主体を構成する人々や集団も、ある場面では広域的な立場から計画を評価し、ある場合には局所的な立場から計画を評価するというように本質的な矛盾を含む流動的で不安定な立場に立っている。

広域的な公共施設の計画を具体例として述べたこのような特徴を持つ土木計画問題では、計画に関わる多種多様な要素が互いに複雑な影響関係を有しあっている。そして、その関連関係を表わす特性値や構造メカニズムも多様に異なり分布しているのが一般的である。さらに、土木事業の主体や計画主体が反応行動として計画に対して示すところの評価・意識構造、さらには評価の尺度・方法なども多様に異なりばらついている。このように、本来的に不確実な特徴を有する計画問題を対象として、不確実で混沌とした状況の中からいかに合理的な計画問題を明確に同定しフォーミュレートしていくかということは、計画問題のシステム論的な分析にとって重要な課題となっているのである。

3. 広域的な治水計画問題へのシステム論的分析法の応用

筆者等の研究グループではこれまでに地域計画における土木計画のシステム論的な分析の方法に関する各種の実証的研究を行ってきた。そして、大都市圏地域を対象とする地域の構造論的な分析による土木計画問題分析のための基礎的情報を多角的に求めてきた。筆者等はこれらの基礎的な情報にもとづいて、道路（交通）計画、ターミナル計画、水システム計画、その他多くの種類の土木計画問題を対象にシステム論的な事例研究を進めてきた。ここではとくに高知県仁淀川水系地域の治水施設の建設・整備計画問題に対するシステム論的な分析を例にとって、2. で示したようなシステム論的な分析のプロセスの全体像を示したいと考えるものである。

さて、流域全体を対象とするような広域的な治水計画問題において、洪水防御施設の計画を

考えるとき、現行の方法にいくつかの問題点が存在することが指適されるが、ここでは、このような技術的な議論は行なわないこととして筆者等の行なった分析方法を中心として述べていくこととする。なお、本研究では分析における論理的な整合性や分析の目的合理性を追求していくために、分析過程を前述したような計画モデルの定式化と分析という段階と、計画モデルの構造論的な検討とそれにもとづくモデルの定式化にとって有効でかつ精度のよい基礎的な情報を求めるための現象構造や評価構造の分析段階という2段階を設けて効果的な計画情報を求めようということをねらっている。

(1) 計画モデルの合理的な定式化のための分析のプロセス

高知県の主要河川である仁淀川流域はわが国でも有数の多雨な地域であり、下流部は5つの支川を有している。高知市や周辺市町村の都市化した地域がこの地域にあり、本川の堤防の破堤や内水の湛水・浸水による被害は当地方にとって深刻な問題となっており、治水施設の建設・整備の効果的な促進が要望されている。さて、当地域の治水計画事業に対する計画問題の分析にあたっては、まず流域における地形条件や社会的・経済的な諸条件を考慮しつつ、図-3

図-3

に示すような流域のモデル化を行なった。

ついで、降雨の河道への流出、治水施設の整備状況、洪水被害の発生という3者の間の関連関係を、図-3の流域モデルと水理学、水文学、河川工学を適用してのシミュレーションモデルの作成に反映させるとともにシミュレーション実験を実施した。このシミュレーション実験は、治水施設や降雨パターンなどの影響関係をできるだけ明確に計測しうるように実験計画法を用いた段階的な分析プロセスとして設計している。また、これらの分析をとおして、評価要素の

図-4 治水計画問題のシステム分析のプロセス

抽出や評価方法の検討を各段階において実施した。これはこのような過程を経たのちに合理的な評価方法を選択し、その方法の構造的特徴を十分勘案して評価のためのモデルを作成することを目ざしたものである。

表-1 シミュレーション実験における要因と水準（当初）

要 因	水準	内 容
A：降 雨	1	昭和38年降雨（明確なピークを持ち流域の上流に多く降る降雨）
	2	昭和50年降雨（明確なピークを持ち流域の下流に多く降る降雨）
	3	昭和51年降雨（明確なピークを持たず流域一様に降る降雨）
B：ダ ム 操 作	1	ダム未建設，操作なし
	2	ダム操作（一定率一定量放流 $q_1/q_2=0.6$ ）
	3	ダム操作（一定率一定量放流 $q_1/q_2=0.436$ ）
C：河 道 改 修	1	現況（河道の改修は行なわず）
	2	中間値（現況と改修の中間）
	3	河道改修を実施
D：日 下 川 流 域	1	神母樋門（基数6）と旧放水路
	2	神母樋門（基数6）と旧放水路：新放水路
	3	神母樋門（基数6）り旧放水路新放水路（拡大 1.5）
E：宇 治 川 流 域	1	宇治樋門（基数6）30 m ³ /s ポンプ
	2	宇治樋門（基数6）30 m ³ /s ポンプと放水路
	3	宇治樋門（基数6）50 m ³ /s ポンプと放水路
F：南の谷川流域	1	南の谷樋門（基数2）
	2	南の谷樋門（基数2）と 25 m ³ /s ポンプ
	3	南の谷樋門（基数2）と 40 m ³ /s ポンプ
G：奥 田 川 流 域	1	奥田川樋門（基数2）
	2	奥田川樋門（基数2）と 30 m ³ /s ポンプ
	3	奥田川樋門（基数2）と 50 m ³ /s ポンプ
H：波 介 川 流 域	1	放水路（3水門）本川へ放流
	2	放水路（3水門）海へ放流
	3	放水路（4水門）海へ放流

このようなアプローチの概要を図-4 のようにとりまとめたが、ここで定式化した計画モデルで用いた評価の方法をもう少しくわしく述べるとつぎのようである。すなわち図-4 にも示したように、ある代表的な降雨パターンに対する流出シミュレーションにおいては表-1 に示すような実験要因とそれらの水準をとりあげた。これらの要因水準の組み合わせすべてに対してシミュレーション実験を実施することは、分析のための労力を膨大なものとする事となるので、ここでは実験計画法の適用を行なった。直交配列表に従う実験計画はここでは示さないが、この実験の結果を分散分析によって解析し要因効果を調べるとともに、より詳細に挙動を調べるべき要因の同定を行なうというくりかえしの過程を用いたが表-2 に次ステップでとりあげた要因とその水準を例として示した。そしてシミュレーション実験の結果の分析から、当流域に

表-2 第2ステップのシミュレーション実験における要因と水準

要 因	水準	水 準 内 容
A：ダ ム	1	ダム未建設・操作なし
	2	ダム操作（一定率一定量放流 $q_1/q_2=0.6$ ）
	3	ダム操作（一定率一定量放流 $\mu = 0.436$ ）
B：河 道 改 修	1	河道改修なし
	2	中間値（現況と改修の中間）
	3	河道改修を実施
C：日下川放水路	1	なし
	2	計画されている規模
	3	計画されている規模の1.5倍
D：神 田 樋 門	1	6基
	2	7基
	3	8基
E：宇治川放水路	1	なし
	2	計画されている規模の0.5倍
	3	計画されている規模
F：宇 治 川 樋 門	1	6基
	2	7基
	3	8基
G：宇治川ポンプ	1	30 t/s
	2	40 t/s
	3	50 t/s
H：南の谷川樋門	1	2基
	2	3基
	3	4基
I：南の谷川ポンプ	1	10 t/s
	2	20 t/s
	3	30 t/s
J：奥 田 川 樋 門	1	10 t/s
	2	20 t/s
	3	30 t/s
K：奥田川ポンプ	1	10 t/s
	2	20 t/s
	3	30 t/s
L：波 介 川 水 門	1	3門（本川放流）
	2	4門（本川放流）
	3	5門（本川放流）

おける洪水被害内容において本川の破堤によるはん乱の可能性と被害状況を考えあわせたものよりも、5支川の流域での内水湛水の被害の可能性や被害の程度を考えあわせたものの方が治水計画上で重要な課題となることが判明した。この点を考慮して各内水湛水地域における資産

の空間的分布状況や、社会的・経済的条件など多くの地域特性を総合的に検討して、計画モデルの中では、各内水湛水地域における被害程度の改善率という評価尺度を採用することとした。さらに、計画モデルで採用する変数も表-3のような計画手段を当地域での治水対策上効果ある計画変数であると判断して抽出した。

(2) 計画モデルの定式化と計画情報の作成

上述のような分析情報にもとづいて計画モデルを表-4のようにとりまとめた。このMIN-MAX 計画法を用いた計画モデルでは、流域全体での最低の改善率を示す内水湛水地域に着目して順次この水準を上げていくための治水施設の整備を優先的に行なうという方法が用いられるようにしている。つまり、改善率の上昇という点からみて地域間の格差が生じないように

表-3 分析情報にもとづいて抽出した計画モデルの変数

日下川内水地域	日下川新放水路	x_1
	日下川樋門	x_2
宇治川内水地域	宇治川放水路	x_3
	宇治川ポンプ	x_4
南の谷川内水地域	南の谷川ポンプ	x_5
奥田川内水地域	奥田川ポンプ	x_6
波介川内水地域	波介川水門	x_7

表-4 治水計画問題分析のための計画モデル

(1) モデルの定式化	(2) 各内水地域の被害額—施設規模の関係構造の推定	
	構 造 式	相関係数
① 内水地域 i の計画問題 ($i=1, 2, \dots, n$) $d_i \rightarrow \min$ subject to $f_1(x) + f_2(x_2) + \dots + f_j(x_i) + \dots + f_m(x_m) \leq \alpha_i$ $d_i = a_{i1}x_1 + \dots + a_{ij}x_i + \dots + a_{im}x_m \dots (*)$ $d_i \leq D_{imax}$ $e_j \leq x_j \leq \bar{e}_j (j=1, 2, \dots, m)$ ② 流域全体での計画問題 $z \rightarrow \max$ subject to $z_i = (D_{imax} - d_i) / D_{imax} \quad (i=1, 2, \dots, n)$ $z \leq z_i$ $\sum_{i=1}^n \alpha_i \leq M$	$D_k = 194,642 - 63,516 x_1 - 0,837 x_2$ $D_u = 468,522 - 82,923 x_3 - 4,510 x_5$ $D_m = 62,033 - 1,095 x_5$ $D_o = 73,580 - 1,564 x_6$ $D_k = 248,563 - 18,045 x_7 \quad (\text{Case 1})$ $D_h = 159,855 - 7,671 x_7 \quad (\text{Case 2})$	$R=0.9913$ $R=0.9642$ $R=0.9914$ $R=0.9986$ $R=0.9620$ $R=0.9652$
d_i : 内水地域 i の被害額 $f_j(x_j)$: 治水施設 j の建設費用関数 x_i : 治水施設 j の施設規模 D_{imax} : 内水地域 i の既往最大の被害額 $e_j, \bar{e}$: 治水施設 j の施設規模の下限値, 上限値 α_i : 内水地域 i への投入資源 (財源) M : 流域全体への投入資源 (パラメータ, 財源) n : 内水地域の数 m : 治水施設の数	ここに, D_k : 日下川の内水地域の被害額 (千円) D_u : 宇治川の内水地域の被害額 (千円) D_m : 南の谷川の内水地域の被害額 (千円) D_o : 奥田川の内水地域の被害額 (千円) D_h : 波介川の内水地域の被害額 (千円) Case 1 : 波介川の内水を本川へ放流した場合 Case 2 : 波介川を放水路で海と直結し内水を放流する場合	

(*) シミュレーション実験結果を用いて重回帰分析を行い、構造式を同定した(2)による)

計画内容を決定することによって地域間の治水防災上の競合関係の調整をはかることとしたのである。

一口に計画モデルといっても、規範的な形式の LP を始めとする数理計画モデルとして構造化・モデル化していくのが効果的な場合もあるし、計画化の過程をプロセスシステムとしてモデル化の方が効果的な場合も存在する。いずれの方法を採用する場合にも、従来の基礎的研究の成果やプロセス (1), (2) の分析からの分析情報にもとづいた計画モデルの構築を行なうとともに、後続く計画化の過程での判断にとって重要と考えられる情報が求められるように配慮しておかなければならない。

これまでのプロセスにおいて多角的に検討を加えて合理的に計画モデルを同定してきたとはいえ、まだまだ多くの積残してきた課題や問題点が存在している。さらに確定的には決定したい計画手段の導入や確定値として考えるには不安定さの大きすぎるようなパラメータなども多く存在する。このような場合を考慮して筆者等にとっても経験が多く、パラメトリックアナリシスをはじめとして操作性の大きい LP 問題として表-4 のような計画モデルを同定したものである。もちろん、容易に理解されるように、これまでの分析からの情報を効果的に利用して、現象や評価の構造論的な把握とそれにもとづく現象のモデル記述や評価モデルの定式化を行なった結果がこの計画モデルとなっていることは言うまでもないことである。

さらに、パラメトリック分析を行ない治水（施設）計画の情報を求めた一例を図-5, 6, 7, 8 に

図-5 各支川流域における被害額の変化 (波介川の内水を本川へ排出した場合)

図-6 被害の改善率の変化 (図-5 と同じ場合)

図-7 各支川流域における被害額の変化 (波介川の内水を海へ直接排出する場合)

図-8 被害の改善率の変化 (図-7 と同じ場合)

とりまとめて示している。ここでは、前述の不安定さの大きな計画手段として、波介川という支川での内水を排除するために想定された直接放水路を海へ接続する方法がとりあげられて検討されていることが理解されよう。また、ここでは施設建設へ投資する財源の額をパラメータとした分析を行なっていることも容易に理解されよう。

表-5 各流域における被害の改善の可能性

流 域 名		既存最大の被害額	最大の改善状態	
			改善率(%)	被 害 額
日 下 川 流 域		188.16	59.55	76.12
宇 治 川 流 域		451.09	64.51	160.11
南の谷川流域		65.41	55.47	29.17
奥 田 川 流 域		74.88	64.41	26.65
波介川 流 域	本川へ放流	197.18	19.71	158.31
	海へ放流		38.38	121.50

被害額の単位：千万円

表-6 各施設の被害低減効果と財の投入順序

内 水 地 名	施 設	低 減 される 被害(千万円) B	建 設 費 用 (千万円) C	B/C	投入 順序
日下川内水地	日下川放水路	98.27	2560.00	0.0384	2
	日下川樋門	9.21	60.00	0.1535	1
	河 道 改 修	0.0	3755.00	0.0	4
	ダ ム	0.52	5709.81	0.0001	3
宇治川内水地	宇治川ポンプ	90.27	200.00	0.4513	1
	宇治川放水路	82.92	252.00	0.3290	2
南の谷川内水地	南の谷川ポンプ	40.44	200.00	0.2022	1
	南の谷川樋門	0.15	11.00	0.0136	2
	ダ ム	0.372	5709.81	0.0001	3
奥田川内水地	奥田川ポンプ	24.20	200.00	0.1212	1
	河 道 改 修	0.0	3755.00	0.0	2
波介川内水地	波介川放水路	16.41	202.66	0.081	1

つぎにやはり流域への投資額をパラメータとして各支川流域への費用配分状況を計画情報としてとりまとめたが、これを図-9、図-10に示している。このような計画情報は流域全体の被害の改善という視点から計画化をはかった場合の投資効果を知る上での有効な情報や判断資料となるのである。さらに、このような判断材料となる情報としては、表-5に示すような情報もあげられるものとする。そしてこのような被害状況の改善に対する施設の効果などは表-6のような形にとりまとめて示せば、計画者の意志決定をサポートしうる有効な情報を与えること

となるものとする。この例は分析情報の効果的利用の一例として示したものであるが、今後行政の当事者との対話や論議をとおして、情報化という側面に焦点をあてることが重要な課題となると考える。

4. お わ り に

以上に述べてきたように地域計画における土木計画の問題には、まだまだ解決すべき課題が山積している。その一例が本論では直接的には取上げなかった計画（案）の選択のプロセスにおける諸問題である。計画プロセスの最終的な課題を果たす過程であるこのプロセスのシステム化も重要な課題ではあるが、評価や選択という「人々の価値観」にもとづく意志決定の問題が果して科学的な取扱いの対象となりうるかという疑問も社会科学の分野の研究者から提示されているのである。

しかし、筆者等はこのような難問に対して「計画情報」という観点からのアプローチを試み、マルチパラメトリックアナリシス（MLPによるアナリシス）による代替案の提示とデルファール法による対話型の選択過程のシステム化さらには MIN-MAX 計画法や各種基準による代替案の作成・選択等多くの試行を行なってきた。しかし、残念なことに、未だこれといった科学的な方法が開発されていないのが現状であろう。今後、試行錯誤的にでも多側面から精力的にアプローチしていくつもりである。筆者等のこれに対する一つの試みが、ISM 手法をはじめとする構造化モデル（Structuring Model）を用いた認識・評価構造に関する分析であり、バイパス道路計画その他の土木計画の問題に適用して実証的な分析を加えている段階である。

最後に本稿をとりまとめるにあたり種々助力していただいた京都大学工学部土木工学科土木計画学研究室の皆様へ感謝の意を表するとともに、講演時に種々有益なコメントをいただいた皆様に対しても感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 吉川和広, 春名 攻, 川崎正彦; 治水計画のための分析モデルの定式化に関する一考察, 第34回年次学術講演会概要集, 昭和54年10月, 土木学会
- 2) 吉川和広, 春名 攻; システム分析における不確実性, 第14回土木計画学シンポジウムプロシーディング, 1980年6月, 土木学会
- 3) 京阪神都市圏パーソントリップ調査委員会, 京阪神都市圏パーソントリップ調査報告書, 1972年, 建設省近畿地方建設局
- 4) 奥野忠一, 久米 均, 芳野敏郎, 古沢 正; 多変量解析法, 1971, 日科技連
- 5) 春名 攻, 吉川和広; MIN-MAX 計画モデルによる2,3の地域計画問題の実証的分析, 第2回土木計画学研究発表会講演習, 1980年1月, 土木学会
- 6) 吉川和広, 春名 攻; 治水施設の建設・整備計画に関するモデル分析, 第34回年次学術講演会概要, 土木学会, 1979年
- 7) Berry, B.J.L.; Essays on Commodity Flows and Spatial Structure of the Indian Economy, Univ. of Chicago, Dept. of Geography, Res. Pap. III, 1966

Study on a Method of Systems Analysis of Regional Planning Related to Civil Engineering

Kazuhiro YOSHIKAWA

(Professor of Kyoto University, Department of Civil Engineering)

Mamoru HARUNA

(Associate Professor of Kyoto University,
Department of Civil Engineering)

The authors have been studying on various regional planning problems which relate to civil engineering by means of systems analysis. Based on those studies in this paper the process of systems analysis of regional planning problem is defined as a process-system which has four different processes such as;

- (1) the process to make clear and identify the contents of planning problem,
- (2) the process to formulate necessary models for analysis of the structure of planning problem and to make effective information abridged through analysis aiming to identify the structure of planning problem,
- (3) the process to formulate system model for evaluation and integration to analyze planning problem and to abridge as planning information,
- (4) the process to evaluate alternative plans and to select the most desirable plan,

Also a cyclic procedure is defined for practical application to attain object of analyzing the planning problem effectively.

Based on these discussions several types of analysis and contemporary themes of regional planning problem related to civil engineering are referred from the view point of systems analysis and several examples associating with them are shown as follows: The first example is the study on a methodology to establish the basic information about the social, economical and special structure of metropolitan district through systems analysis method. In this study person-trip flow, car traffic flow and commodity flow in the metropolitan district are analyzed by means of statistical method such as principal component technique at one cross section of time. And personal movement during a year among different regions and within metropolitan region are also analyzed by the various statistical method using behavior science approach.

The second example is the study on the systems analysis of facility planning problem for flood control, and in this study two different approaches are implemented to each process (or phase) of systems analysis of planning problem.

The first of them is for the process (2) stated above: The system simulation model of water flow of flood considering relations among the volume of water over-flowed, the types and scales of various facilities and the amount of damages by over-flowed water, then various kinds of experiment are designed and implemented

using the simulation model. And a lot of output-data are analyzed by statistical methods to abridge them into effective information to the formulation of the system model for evaluation and integration to analyze the planning problem.

The second of them is for the process (3) stated above: Based on the abridged information given by the former process, the planning model is formulated as the system model for evaluation and integration to analyze this planning problem. In this stage planning model is formulated as the min-max planning model using the linear programming, and various output-data of parametric analysis using planning model formulated before are abridged as effective planning information for the facility planning.