

# 集合住宅計画における数理手法の適用

宇治川正人・安藤武彦・生部圭助

## 1. まえがき

集合住宅は、工事量が多く、需要も安定的であるため、建築生産の中では最も重要な分野の1つである。

また、単品受注生産といわれる建築工事の中では、平面や仕様に類似性や繰返しが多いことから、業務の標準化や電算化を通じて、計画設計技術の手法開発の対象としてとりあげられてきた。特に最近では、CAD(コンピュータ支援設計)技術の一環としてこれらの技術の開発がとりあげら

れ、また、個々の要素技術がシステムとして急速に整備されつつある。

一方、住宅市場は、昭和55年以来「マンション不況」とよばれる状態にある。その原因は販売価格と購入能力とのギャップにあり、販売価格を抑制するためにコストダウンが強く求められている。設計の段階においても、設計工数の少ない効率的な設計をめざす必要がある。それには、電算システムを用いた省力化と、手もどりを少なくするための合理的な設計条件の設定法がある。また、このような市場環境においても好調な売行きを示す物件もあり、購入者の要求や購入能力を的確に把握し、設計に反映させることが建築主の信頼を得るうえで大変重要になっている。

うじがわ まさと、あんどう たけひこ、  
しょうぶ けいすけ 竹中工務店

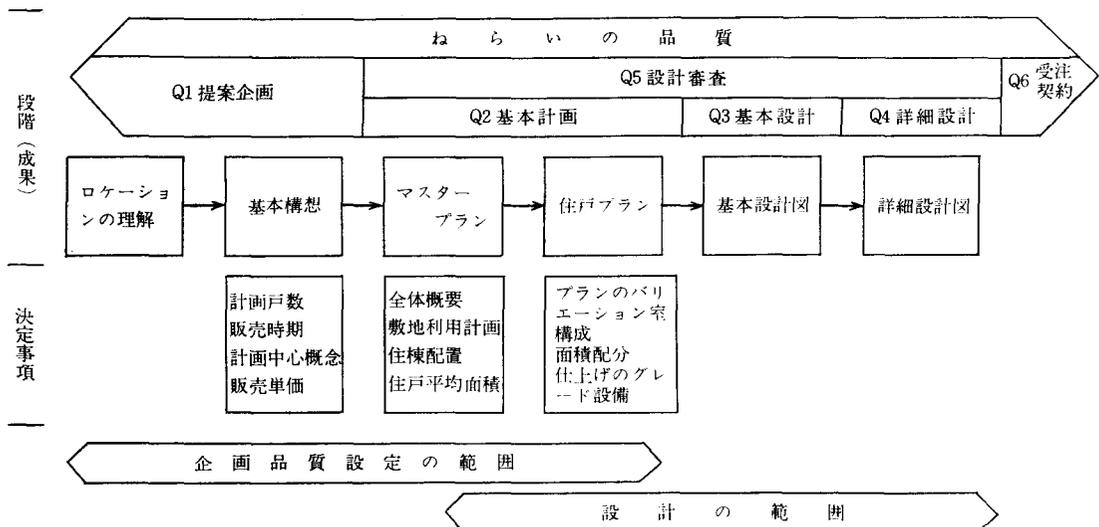
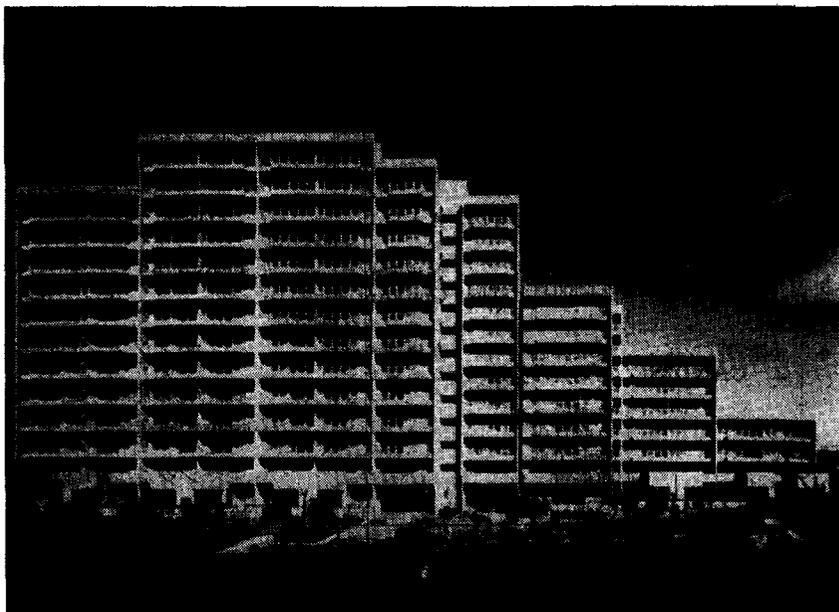


図1 集合住宅の計画過程

写真 1 集合住宅計画例



集合住宅の一般的な計画のプロセスを図1に示す。集合住宅の計画は、敷地の存在が前提となつて始まり、立地条件や周辺環境条件等は、計画サイドでは修正・変更できない与件変数である。それらを理解することが第1のステップである。次に、計画戸数や販売時期、販売価格等の基本的な目標を定め、基本構想を作成する。ここまでが提案企画の段階である。

基本計画の段階では、敷地の利用計画や住棟の構成を定めたマスタープランや、住戸の面積やプランのバリエーション等からなる住戸プランを作成する。

提案企画と基本計画の段階は企画品質を設定するプロセスであり、本格的な設計行為は、企画品

表 1 集合住宅の計画関連技術

企画・事業化の技術	設計の自動化・省力化の技術
<ul style="list-style-type: none"> <li>市場調査 販売動向集計分析</li> <li>情報検索 物件検索</li> <li>事業収支計算 収支目論見</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動設計 初期条件整理 ボリューム算定 日照日影 図面作成</li> <li>積算 粗概算</li> </ul>

質と条件として開始される。ただし、すべての計画が最初の段階から開始されるわけではない。

集合住宅の計画には、さまざまな技術が開発され、適用されている。新聞や業界紙の情報からそれらの技術を整理し、表1に示す。大別すれば、企画・事業化の技術と、設計の自動化・省力化の技術とに分けることができる。企画・事業化の技術としては、市場調査や事業収支の計算などがあり、設計の自動化・省力化の技術としては、設計の条件設定や自動製図、積算などの技術がある。

## 2. 集合住宅の企画計画技術

当社では、住宅本部を主管部署として、住宅に関する技術開発を進めている。昭和54年頃までは設計の自動化技術の開発が中心であったが、近年は、「マンション不況」という市場環境のもとで、企画のための技術の開発にも力を入れている。

表2に集合住宅計画に関する主要な保有技術を示す。本報告では、企画のための技術に焦点をあてて、その数理的な側面の紹介をする。

集合住宅需給動向分析システム、自動層別プログラム、マスタープラン評価システムは、企画・事業化の技術であり、市場調査や設計条件の検討

表 2 集合住宅計画に関する当社の保有技術

名称	機能	主な手法
1 集合住宅需給動向分析システム HIST	市場動向のマクロ的分析 計画地周辺需給動向分析	基礎統計解析
2 自動層別プログラム	販売成績の要因分析	AID
3 マスタープラン評価システム	企画品質の評価	効用関数 Conjoint 分析
4 企画設計システム CANDIS	環境評価 初期条件整理 ボリューム算定 風環境予測 日照日影 標準工期 粗概算 収支目論見	基礎統計解析 シミュレーション
5 集合住宅自動設計システム PLANET	平・立・断面図作成	

を支援する電算プログラムである。

企画設計システムと集合住宅自動設計システムは、設計の自動化・省力化の技術である。限られた敷地や法令等の制約条件の中で、販売する戸数

や床面積をいかに多く確保するか、入居者の満足を得、クレームの発生しにくい質の高い住宅を、迅速に、かつ省力化して設計するかというニーズに応えるための技術である。

### 2.1 集合住宅需給動向分析システム HIST

HIST (Housing Information System of Takenaka の略称) は、計画対象地の集合住宅用地としての特性を把握するためのシステムである。マンションの物件特性や、販売データを蓄積し、指定範囲(地域、期間)の統計資料を作表、作図する機能をもっている。

マンションの販売動向は、専門の調査会社が、首都圏で販売されるほとんどすべての物件について、その物件概要や、販売状況を調べ、データを公表している。HISTは、そのデータをストックし、データ処理を行なう。会話形式でディスプレイ装置を見ながら各種グラフを画面に作成し必要に応じてハードコピーとしてとり出すことができ、ビジュアルな資料が得られる。

分譲マンション 分譲戸数と売上戸数及び売上率

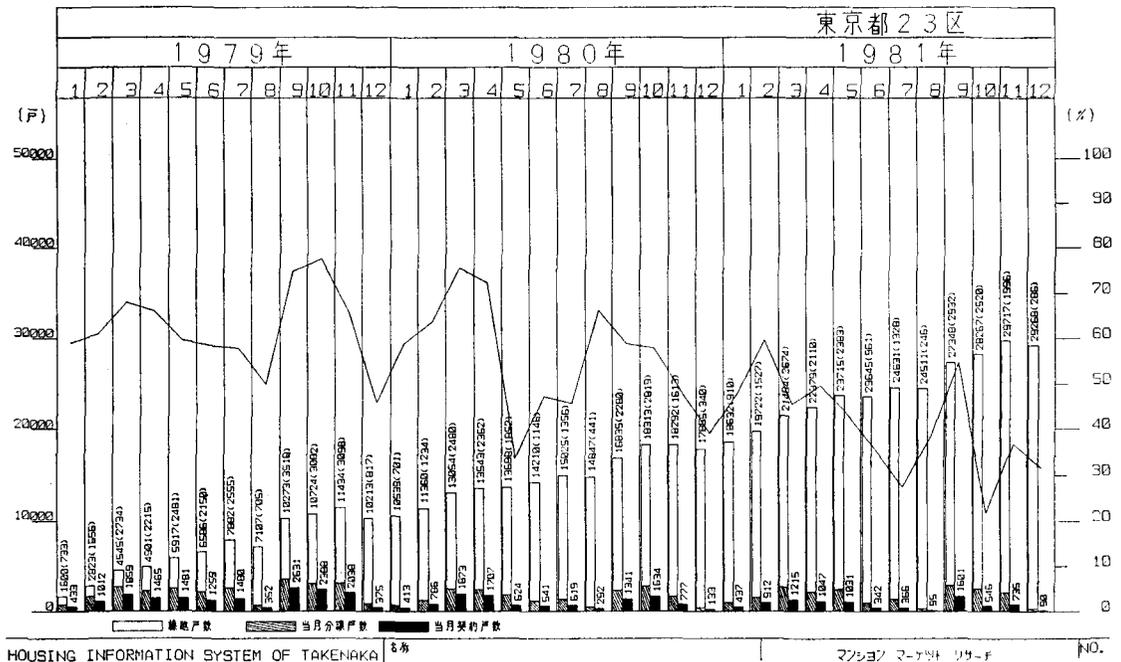


図 2 計画地周辺の販売動向

図2は、地域のマクロ的な需給動向を時系列で示したものである。図3、図4は、計画地周辺のミクロな動向を表わしており、計画地周辺地域の相場や、売れ筋を把握するためのグラフである。図5は、地域の特性を大雑把に把握するために、地域範囲別と時系列で代表的な物件特性(販売成績、販売価格、単価、面積)の分布状態を山型の記号(中央が平均値、幅が標準偏差)で表現している。

この集合住宅需給動向分析システムに用いている数理的手法は、平均値や、標準偏差などの基礎的な統計解析である。電算化により、資料作成の省力化、迅速化をはかると同時に、手作業では不可能な膨大な量のデータ処理、多角的な分析、分析の試行錯誤が可能となった。このシステムは、マーケットリサーチの対象となるプロジェクトの

タイプ別分譲戸数と契約戸数及び1ヶ月後平均契約率

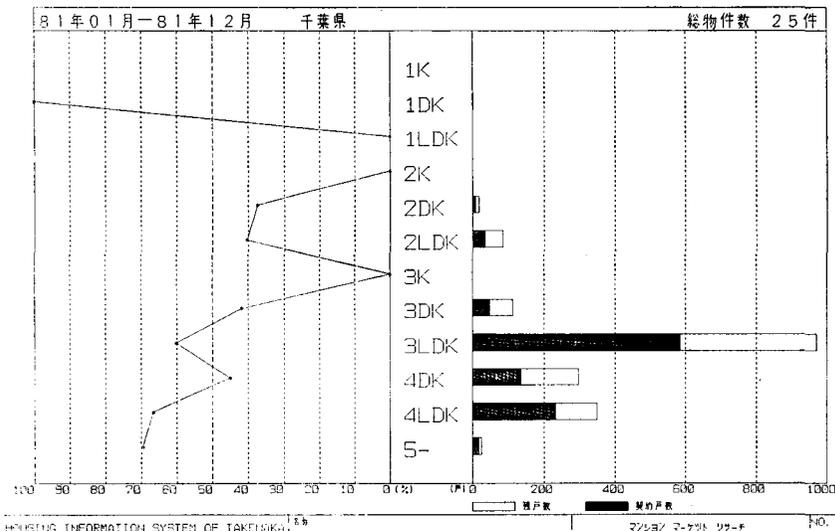


図3 プランタイプ別の販売動向

ほとんどに適用されており、「ロケーションの理解」に大きく貢献している。

## 2.2 自動層別プログラム

首都圏のように販売データが大量にあり、マーケットリサーチの頻度が高い地域では、HISTのようなデータベースを保有した汎用の分析システムが適しているが、地方都市では、事前にデータを準備・蓄積しておくことは不経済である。入手

可能なデータと、その都市の特殊な状況に応じて分析対象や、要因をフレキシブルにとりいれることのできる特殊解用の手法が有効である。

そのような場合に、本プログラムを適用して、販売成績の要因を検討する。このプログラムは、多変量解析の一種であるAID<sup>1)</sup>により、要因を探索的に見つけていくものである。

平均坪単価別分譲戸数と契約戸数及び1ヶ月後平均契約率

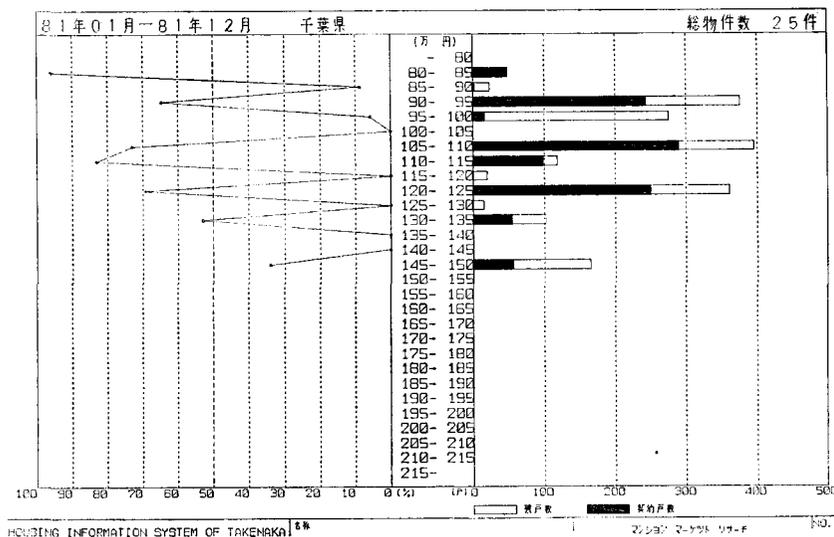
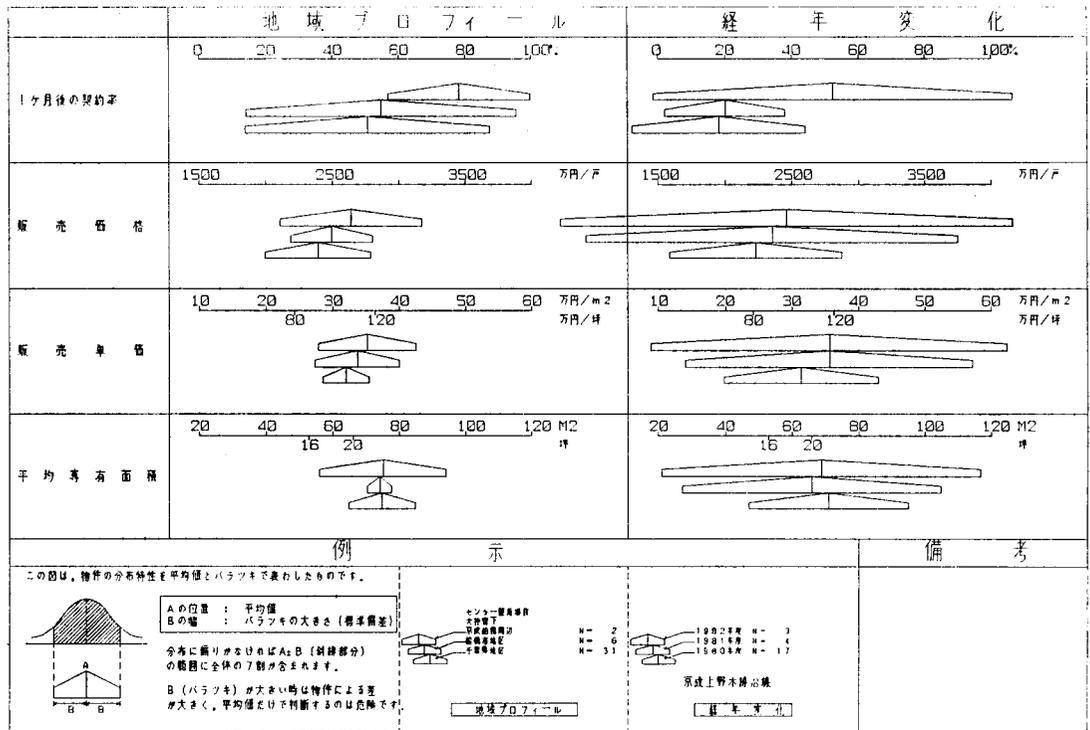


図4 単価別の販売動向

1) AID (Automatic



HOUSING INFORMATION SYSTEM OF TAKENAKA 5巻

マンションマーケティング

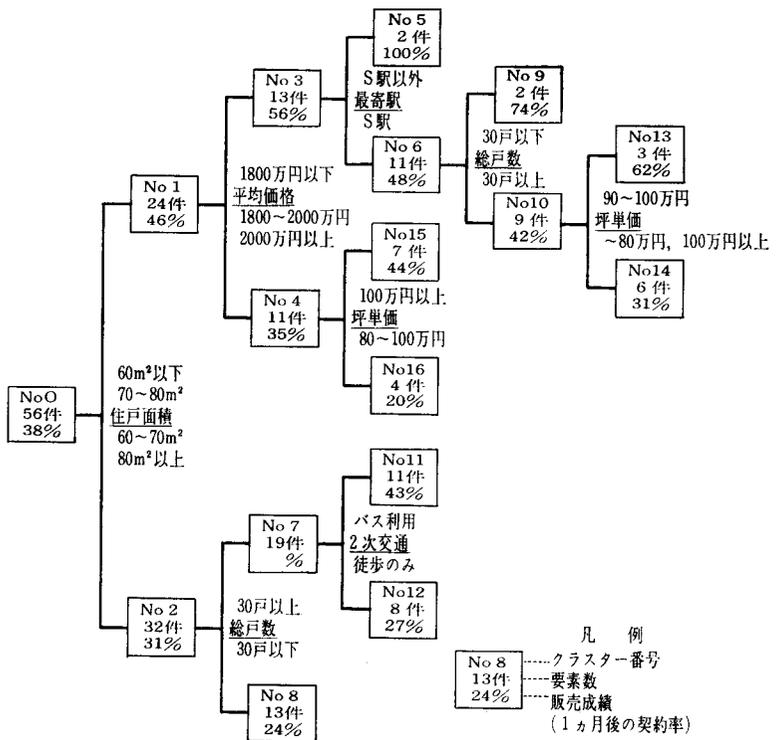
FIG. 5

図5 指定地域のプロフィール

Interaction Detector Method)

は、分枝型のクラスター分析の一種である。データの形式がアイテム・カテゴリ型の説明変数群Xと、連続量で分類される項目・従属変数Yとで構成されるのが特徴である。分割の基本原理は、単純なYの平方和分解であり、相関比(級間平方和/全平方和)が最大になるような2分割の組合せを求めてYを分割する。

S市における適用例を図6のデンドログラム(樹型図)に示す。図6では、分析対象の全56物件が16回の分割により、9つのグループに分けられた。その際、グループ分けの基準となった項目をたどっていくと重要な



要因が浮かびあがってくる。S市では、「市中心部の一等地を除くと、中級クラスの物件の販売成績は悪く、成功した物件は単価や、平均価格の低いものに限られており、平均価格1800万円以下ということが良い成績をあげる必須条件となっている」という結論を得、それを計画の与条件とした。

### 2.3 マスタープラン評価システム

これまで紹介してきた技術は、統計解析手法を用いて判断材料を提供するものである。マスタープラン評価システムは、意思決定をモデル化したという点で、よりOR的なレベルにある手法といえよう。この評価システムは、集合住宅の購入者の価値感を効用関数として作成し、マスタープランの評価、変更・改善の必要性を定量的に検討するものである。

この評価システムの効用関数は、Conjoint分析<sup>2)</sup>を適用して作成した

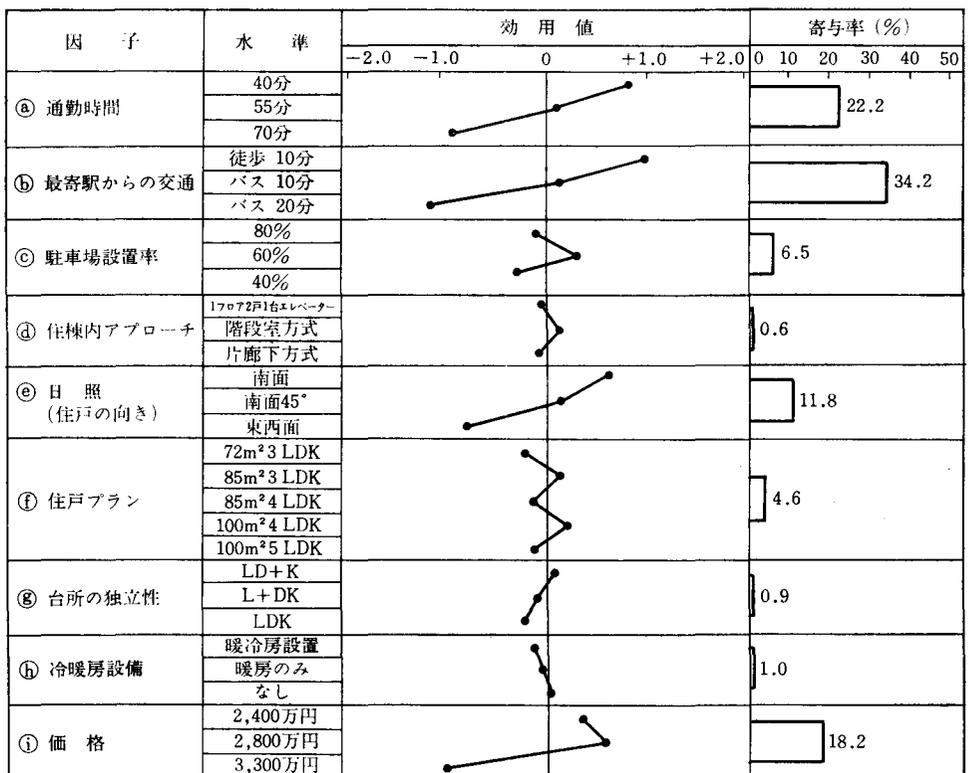
集合住宅の商品特性を構成する因子は無数と思えるほどあるが、既往調査報告書を参考に、

- a. 通勤時間(玄関から都心まで)
- b. 最寄駅からの交通(徒歩, バス利用時間)
- c. 駐車場(駐車場設置率)
- d. 住棟内アプローチ(エレベータ停止方式)
- e. 日照(住棟の向き)
- f. 住戸プラン(広さと間取り)
- g. 台所の独立性
- h. 冷暖房設備
- i. 価格

の9因子を選び、ラテン方格をもちいて因子を割付け、27枚の「物件サンプル」を作成した。次に想定購入者である(公団賃貸住宅世帯主, 社宅世

2) Conjoint 分析は、マーケティングの分野で使われている多変量解析手法であり、2つ以上の独立変数が、順序尺度の従属変数におよぼす効果を測定するものである。ユーザーから選んだパネル(回答者)に、各種の特性を組合せた商品見本(カタログ)を見せ、購入したい順に順位をつけてもらい、解析的に、どの要因がどのようにユーザーの選好に寄与しているかということを求める。

図7 マスタープラン評価システムの効用関数



帯主, マンション既購入者世帯主, 公団住宅主婦) などのグループごとに順位づけを行なった。

水準間の効用値の差が大きな因子ほど, 選好に対して影響力が大きい。この影響力を数値で表現したのが「寄与率」(効用値の分散比)である。

効用関数を図7に示す。この効用関数は, 価格を含む9因子について, それぞれ約3水準の効用値を示したものである。効用値の和が大きいほど選好順位が高い(より好まれる)プランである。寄与率の上位2因子は, 立地条件(a. 通勤時間, b. 最寄駅からの交通)であり, 計画者側には, 操作不可能な因子である。ついで大きいのは, i. 価格であり, 上位3因子の寄与率の合計は, 約75%に達する。残りの6因子はすべて計画変数であり, その中では, e. 日照の寄与率が高い。住棟の向きが大きな意味もっていることがわかる。f. 住戸プランの効用値は, 同じ面積ならば, 部屋を小さく区切らないプランのほうが好まれることを示している。また, g. 台所の独立性, h. 冷暖房設備は, 選好にほとんど影響を与えない。実際のマスタープランの評価では, cからiの7因子を対象とし, とりうる最小値, 最大値を0点, 100点に換算し評価点とした。

M計画の評価例を図8に示す。当初の案(原案)の評価点は, 60.7点で, 改善する余地が多くあることがわかった。そこで, 住棟の向き, 駐車場設置率, 台所の独立性等について改善をした変更案を作成した。変更案の評価点の値は95.8点で, とりうる最善の案に近い。

この評価システムは, 価格という項目を含んでいるため, ある項目の改善効果と, それにともなう価格の上昇の逆効果のトレードオフ関係を分析できる点に特徴がある。

## 2.4 設計支援システム(CAD)

設計を進めていく段階の固有技術としては, 企画設計システム CANDIS と, 集合住宅自動設計システム PLANET の2つの電算プログラムがある。

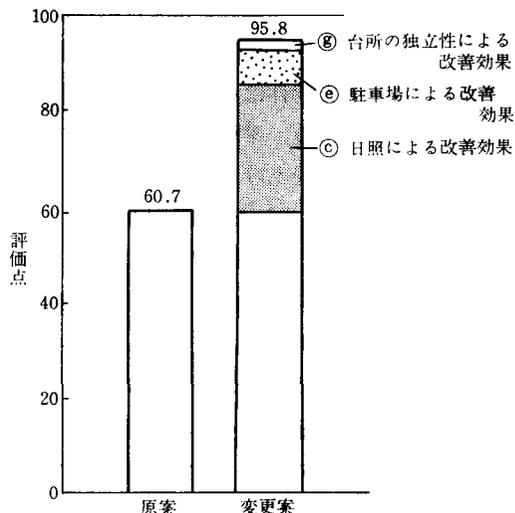


図8 マスタープラン評価システムによる評価例

両プログラムの機能や能力については, すでに紹介されているので([3]~[6]), 紙面の都合上くわしくは触れないが, 「会話形式」により設計者とコンピュータが協同して計画を進めていく点に大きな特色がある。建築物の評価は, 経済性, 機能性, 芸術性, 社会性の非常に多くの評価側面がある。数理的に多目的関数の最適化をはかり, 意思決定をモデル化・ルーチン化するよりも, 人間サイドに評価を受けもたせた仕組みのほうが現在では実用的であるため, 単純な自動製図を除いて, ほとんどのCADシステムは「会話形式」を採用している。

CANDISやPLANETの適用により, 該当設計作業のコストは, およそ42%, 36%に低減される。また, それ以上に時間短縮の効果(1/10以下)が大きく, 現在では, 設計活動の重要なツールとして定着しており, 実業務における適用件数も多い。

## 3. まとめ

本報告は, 集合住宅計画の当社の計画技術の概要を, 企画段階の技術を中心に紹介したものである。企画段階のポイントは, 事業性の優れた計画にするために, 設計のスペック(与条件)を決定す

これらのデータをインプットする

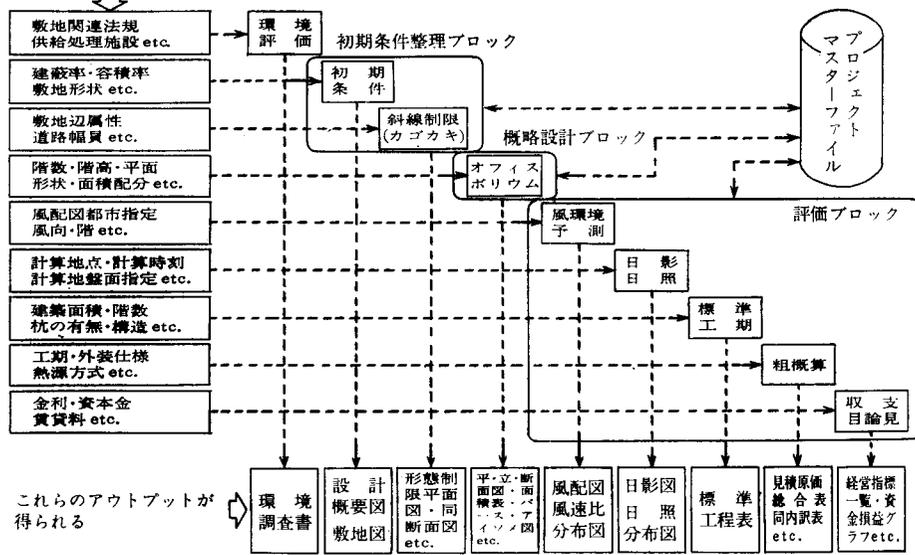


図 9 企画設計システム CANDIS の機能

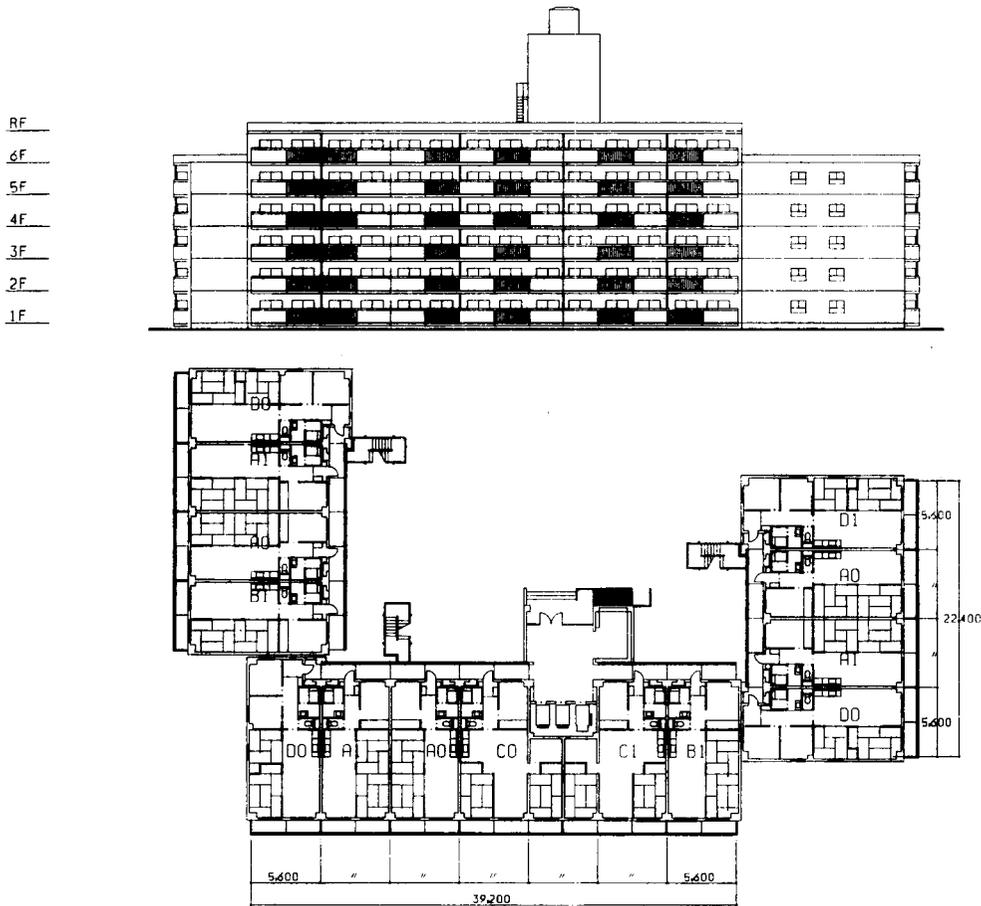


図 10 集合住宅自動設計システム PLANET の作図例

# 特集に当って

横山 和夫

最近、建設業ではTQCを導入し、推進している企業が急増している。企業により導入の目的は異なると思うが、経営環境の悪化に対応して企業体質を強化し、競争力を高めることが大きなねらいの1つと考えられる。

TQCは、事実にもとづいて管理する、因果関係をたどりの真の原因を押える、一貫した論理・ストーリーにしたがって考え行動する、システム指向し体系的にアプローチする、などを特徴とした経営管理の手段であり、その実践により企業活動の各部面で、より科学的・合理的な考え方が高められてきており、その中でORの役割はより重要になっている。すなわちTQCの実践はORの活用の中

を拓げ、ORの活用はTQCの内容の充実につながるとも言える。

このような時点で、建設業におけるORの活用の状況をふり返り、その活用の場を考える1つの参考として特集を組むことになった。

特集では、はじめに全般的な状況について解説をしていただき、その次に建設の主なステップである設計と施工の段階における事例をベースとした解説をしていただくという構成になっている。

この他にも、受注、調達の段階や、さらには住宅、海外建設プロジェクトの運営管理などさまざまな分野でのアプローチは行なわれていると思うが、今回は掲載できなかった。別な機会に紹介していただきたいと考えている。

よこやま かずお 鹿島建設㈱

ることである。その意思決定には、住宅市場の動向や、ユーザーニーズに関する情報の分析が大きく寄与している。

事業性は、販売成績を代表的な目的関数として考えることができるために、集合住宅計画の計画技術の中ではOR的な取組みがしやすい問題といえよう。その他の分野では、評価のアルゴリズムをモデル化することが容易でなく、解決すべき課題は多い。なお今後、可能性のある分野としては、販売戸数や販売面積、単価の最適化の問題などが考えられる。

しかし、集合住宅計画の分野に、数理的な考え方が導入され始めたのはごく最近であり、今後の発展の余地は大きい。

## 参 考 文 献

[1] 駒沢 勉, 他: 行動計量学のための統計解析用

プログラムパッケージの開発. 文部省統計数理研究所, 昭和51年

[2] 安藤武彦, 生部圭助, 宇治川正人: マンション企画品質評価システムの開発. 品質管理, 第33巻, 11月臨時増刊号, pp. 317~320

[3] 鳥巢元太: 企画段階の設計作業を支援するCADシステム. 季刊カラム, No. 77, pp. 67~72

[4] 島田正樹, 他: 企画設計システムの開発と利用. 日本建築学会第1回電子計算機利用シンポジウム論文集, 1979年3月, pp. 379~384

[5] 新井 進, 遠藤泰夫: 基本設計段階におけるCAD. 日本建築学会第4回電子計算機利用シンポジウム論文集, 1982年3月, pp. 289~294

[6] 建築のCAD—実用化へ曙光. 日経アーキテクチュア, 1982年6月21日号, pp. 53~103