

# 設計方法のシステム化

Approach to Systematic Design Method

池 辺 陽\*

Kiyoshi IKEBE

デザインシステムのシステム化は、現在各方面で進められており、システム工学における重要な目標となってきている。本稿はこの観点から特に生活環境の開発のためのデザインシステムへのアプローチを概説したものであり、現在このシステムによって具体的な設計プログラムのいくつかが進行中のものである。いまだ完成された理論形態となっていないが、現在この方向が社会的にも重要性を増加しているため、解説を試みることにしたものである。

## 1. 設計方法のシステム化の動向

最近あらゆる分野で、従来多分に経験に頼っていた設計方法のシステム化が進められ始めた。従来はそれぞれの問題における科学的、あるいは技術的研究したものをつくるプロセスの基礎を形づくる設計方法との間にはギャップがあり、最終的な設計は、個人の経験や天才的才能に頼らざるを得ないとされていた。この問題がシステム化によって、その方法論を確立しようという動きであ

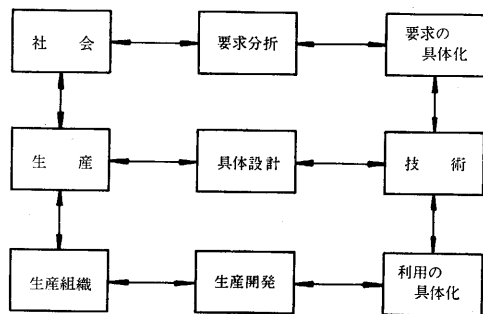


図 1

る。この原因についていくつかのものがあるが、それについて考えてみることにする。もっとも大きな原因としては、その目的とする対象物が、過去に比べてはるかにある場合には巨大であり、複雑なシステムを含む超高層建築や都市構築物などの場合がこれである。別の場合には、直接つくる対象物は比較的単純なシステムであり、ある場合でもそれをつくるプロセスが、マスマダクションの発達から複雑化し、大きな資本投資を必要とするといったことから、設計の精度をいままでもよりはるかに上げなければ種々の危険がともなうといったこと、この危険性の中には、直接必要とする対象物の性能が十分に得られないといった場合から、もしそれが得られたとしても、使用時間内になんらかの形でそれが失われた際に災害などの大きな原因となるといった両面を含んでいる。

建築の場合などは従来一品生産的な設計であり、しかもその対象物が比較的小さかったのが、最近において建

築の工業生産化と超高層建築などの巨大化が飛躍的に求められたために、特にこの問題の重要性は大きい。だが他の分野でも、従来対象物だけを考慮して設計されていたものが、さらにその環境条件を考慮しなければ、信頼性の高い設計が得られなくなってきた。自動車と道路との関係などがこの好例であろう。

以上のようなことから、設計方法のシステム化の必要性が強く生じてきたわけであるが、これに対してさらにその発展を早めたのは、コンピュータなど、プロセスのシステムの発達と、それを極度に利用した宇宙研究などの科学の分野における大型プロジェクトの発展であった。科学の分野では、その直接の対象は、一般の生産物に比べると比較的単純な性格をもっているが、それを進めてゆくに当たっては、膨大な組織、頭脳装置が必要であり、また直接にその効果は研究結果より評価された。

このようにしてプロセスのエンジニアリングは、飛躍的に発展を遂げ、この方法が従来のデータ処理が不明確であった設計の分野に、種々の形で利用されるようになってきたのである。だがここで注意を要する点が二つある。

第1は科学の分野と違い、一般的な生産物は、それが人間社会に登場することによって、社会全体が変化を受け、また新たなものを要求するプロセスへ移行するという、連続的な止まることを知らないプロセスを形成している点である。したがって、その価値評価は、ある断面でとらえただけでは不十分であり、常に短期の評価と、長期の評価とが同時に行なわれなければならない点である。

第2に、このような設計方法のシステム化が、従来パーソナリティに頼っていた設計から、決してそれを一般的に消し去るのではなく、設計方法をシステム化することによって、むしろそれに携わるパーソナリティの水準をさらに引き上げる方向でなければならないという点である。この点から設計方法のシステム化では、創造性が特に重視され、創造性を失う方向へのシステム化は厳に警戒されている。

以上のようなことから、設計方法のシステム化が現在

\* 東京大学生産技術研究所第5部

進められつつあるわけであるが、この問題が影響する範囲は非常に大きく、特に従来対象物の違いによってそれぞれの専門別に処理されていた設計の方法が、一般化しつつあり、近い将来には従来の建築、土木のような対象物による区別、あるいは電気、物理といった原理的な立場からの区別を超えて、設計の科学といった一般的方法が確立することが予想されている。

このようなアプローチは初めに述べたように、あらゆる分野で進められているが、特にそれを横断的な立場でまとめたものの始まりとして、1962年に英国で行なわれた設計方法の国際会議リポートであろう。これは内容的にみるとすでに過去のものが多いが、加わったメンバーは宇宙科学、建築、飛行機などの分野から、人間工学、画家、彫刻家などの芸術家というものを含んでおり、将来の一般化への可能性が期待されていることがうかがわれる。

日本でも建築学会などで数年前から設計方法のシステム化の委員会がもたれ、現在その第1リポートをつくりつつあるが、この問題とも関連して、筆者のところで行なっている設計方法を中心に、簡単な解説を試みることにする。

## 2. プロセスの確立

設計方法をシステム化するためには、第1にそのプロセスを客観化することがまず第1に必要である。図2に

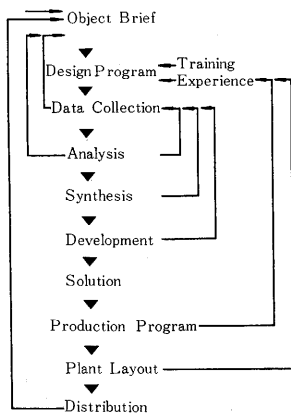


図 2

示すものは、研究室で現在基本的に使用しているプロセスであるがこれは大きく分けてプログラム段階と機能段階、生産段階、工業化段階の四つに分けている。ここに示すプロセスは現在世界の多くの提案と、基本的に共通のものであり、特に新しい段階は示していない。ただこのプロセスで重要な点は、フィードバックのポイントをプロセスの中で明確に位置づけることであり、フィードバックの明確になっていないプロセスは、実際にそれが行なわれた場合に多くの部分に経験的な処理が介入してくる可能性がある。個々の段階における内容については、それぞれの項目でふれることとするが、このプロセスを実際に適用する際に、タイムスケジュールの中でプロセス進行段階を常に明確にしておくということであろう。これは一般に設計がチームで行なわれることを前提条件として考えるとき、チームにお

けるコミュニケーションの中で、もっとも重要な基礎的なポイントといえよう。

## 3. 与条件の把握

設計がある与えられた条件のもとに始まることは、もっとも一般的であるが、一般に初期に与えられた与条件は、必ずしも最終的な意味での設計条件ではない。したがって与条件をできるだけ早期に明確にするためには、その方法を確立しておく必要がある。都市環境、建築などに対して現在行なっている方法を示そう。

第1に建築、都市などの成立条件を人間、エネルギー、空間、道具およびそれを取り巻く環境の五つに分け、そのネットワークを图示すると図3のようになる。このパタ

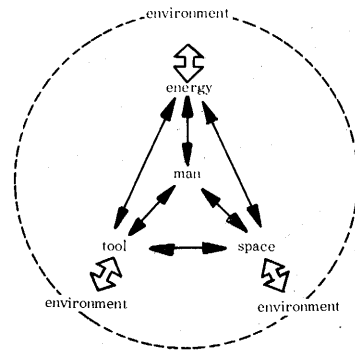


図 3 システムを構成する因子

ーンは、個々の住宅から大きな都市にまで、基本的には変わらず、ただネットワーク条件が異なってくるだけである。したがって与条件のチェックは、まずこれらのネットワークの中でどの部分が明確に与えられているかということをも位置づけ、さらにネットワークの中でお互いの矛盾した条件が提示されていないかをチェックする。これを行なうために、前記の五つの要素はさらにこまかな条件に区分され、お互いの相関を把握しなければならない。そのために使用しているのが図4に示すものである。

与条件の分析は、実際には設計プロセスの中に含まれフィードバック・ループを利用して第1段階へかえる。このようにして最終的には与条件は全体の6番目の段階である総合段階へ提案された回答の基本形と同時に完成され、お互いの照合によって次の展開段階へ進められるのである。

したがって、このようにしてシステム化された与条件のチェックの方法は、逆にいうと条件がどんな部分から与えられても、次の条件を自動的に生み出してゆくという作用を可能にする。もちろん現在の段階でこれを都市などに利用する場合には、基本的データがまだバランスをもって形成されていないために、現在の段階では実験段階を出していない。しかし個々の資料のバランスは逆に

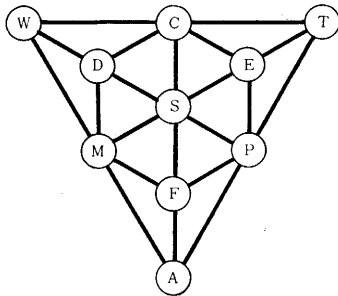


このようなネットワークの中で見いだされ、今後の調査研究がそのポイントに集中されるならば、プロセスのシステム化の具体的解決は、予想以上に早まるであろう。

4. アイディアのネットワーク

設計方法のシステム化の場合にしばしば誤まって考えられるのは、その初期に行なわれる与条件のチェックや資料の収集、分析などが、具体的にどんなものをつくるかということを考えずに行なわれる場合が多いことである。建築分野において、いわゆる計画的研究を実際の設計計画に結びつけることが困難であることがしばしば指摘されているが、それはこの点を現わしている。したがって設計プロセスにおける資料収集や分析は、単に対象物を科学的に把握する場合に行なわれるものと根本的に異なっている。そしてこの場合にもっとも重要視されるのは、いわゆるアイディアの問題である。

アイディアは一般的には個人に属するものであるが、



- W=Work 加工, 組立, 作業方式
- C=Cost 量産性と費用
- T=Tradition 従来の様式, 生活様式等
- P=Purpose 使用目的
- A=Aesthetics 美学的条件
- M=Material 材料 (広義の)
- D=Distribution 輸送方式, 輸送量等流通方式
- E=Environment 周囲の支配条件
- F=Function 機能
- S=Standard 広義の標準 (規格・法規等を含む)

図 5 設計システムの相關網

その個人から生まれるアイディアをプロセスの中でどのように客観化し、また具体化するか、ということに分析の基準はおかれなければならない。アイディアは一般にいろいろな種々のポイントから起こるが、そのポイントを大きく分けると図5に示す 10 のポイントを見ることが出来る。

これは一般的に設計を規定する要素をネットワーク化したものである。10 のポイントはさらにそれぞれこまかに分ければ図6に示すものとなるが、アイディアはこのすべての部分から発生させることが可能である。同時にそのようにして生まれたアイディアは、このネットワークの中を進行させることによって具体化し、あるいは客観化する。このようにしてこのアイディアのネットワークは、具体的には設計プロセスのすべての段階におけるネットワークを示しており、この点がここに考えられた設計方法のシステム化のもっとも特徴的な部分をなすと考えてよい。

このようなアイディアのネットワークは、それに参加する1人1人の経験の違い、才能の違いなどをある程度乗り越えることが可能であり、異なったポイントにあるアイディアを、お互いに経験的に比較するというまずさを防ぐことが可能となる。またこのアイディアのネットワークは、すでにできている生産物を、それがどんなアイディアから形成されてきたかを分析するにも役立つ。アイディアをすぐにこのネットワークに乗せることができる場合もあるが、一般的にはかえって複雑であるので、研究室ではさらに他の方法をこれに加えることによってそれを解決しようとしている。それはアイディアをなんらかの具体的な形と、抽象的な欲求の二つに分け、これらのランダムリストを作成することによって、アイディアの集合を形づくらせるとともに、二つの表現の違いを明確化し、お互いのネットワークを形成させることによって、その位置づけを客観化しようとしている(図7)。

Factor \ Category	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	S	W	D	M	A	F	P	T	F	C
0 在 来	標準の存在	現状の生産方式	現状の流通方式	在来の使用材料	在来の外観	在来の機能	在来の目的	在来の習慣	在来の環境	在来のコスト
1 構 成	必要な標準	生産方式の構成	流通方式の構成	材料構成	外観の構成	機能の構成	目的の構成	習慣の構成	環境の構成	コストの構成
2 単 位	標準単位の可能性	生産の単位化	流通単位	材料, 部品の単位化	形の単位化	機能の単位化	目的の単位化	習慣の単位化	環境の単位	コストの単位化
3 量	量と標準の関係	生産量	流通量	材料, 部品の量	形の量的把握	機能の量的把握	目的の量的把握	習慣の強度	環境の強度	コストの量的把握
4 精 度	標準の必要精度	必要精度可能精度	精度の必要度	材料精度	形の精度の関係	機能の必要精度	目的の必要精度	習慣の適応性	環境の適応性	コストの必要精度
5 信 頼 度	標準の信頼度	作業の信頼度	流通の信頼度	材料の信頼度	形の信頼度	機能の信頼度	目的の信頼度	習慣の信頼度	環境の信頼度	コストの安定度
6 変 化	標準変化の条件	生産方式の変化	流通方式の変化	材料の変化	形のフレキシビリティ	機能のフレキシビリティ	目的のフレキシビリティ	習慣変化の予測	環境変化の予測	コストの変化予測
7 時 間	標準の効果	修理方式	交換方式	耐用年限	形の保持性	機能の時間的性格	使用年限	順 応 性	理性の順応性	維持コスト償却
8 相 関	標準間の相関	他の生産方式との関係	一般流通方式との関係	材料生産との関係	他の形との関係	他の機能との関係	他の目的との関係	他の習慣との関係	他の環境との関係	他のコストとの関係
9 影 響	標準設定の影響	生産方式の危険性	流通方式の危険性	材料の危険性	形の危険性	機能の危険性	目的の危険性	習慣の危険性	環境への危険性	コストのチェック条件

図 6 設計システムの構成要素

Illustrated Idea	1	3	5	7					
	2	4	6						
CHECK POINT	NUMBER	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
A	生産技術の難易度								
B	実現の可能性 (機能的な意味での難易度)								
C	コストの可能性 (安く出来るか)								
D	必要度 (目的は重要であるのか)								
E	新規度 (面白さの程度がどうか)								
F	緊急度 (現在いそいで開発すべき問題か)								
G	市場度 (売れるかどうか)								
TOTAL 得点									

図 7

5. チームの編成とタイムスケジュール

設計の際に一般的になんらかのチームが組織されることはいままでの間でもないが、この場合におけるチームではいわゆるライン的要素をできるだけさける必要がある。要するにそれに携わる何人かが、お互いの経験年数や能力などによって位置づけられるのではなく、できるだけ同等の条件で編成されてゆくといった組織の方法が必要となる。そしてその場合に重要視されるべきは、いわゆる専門的区分というものもなるべくさけるべきであるということである。この場合に有名な例では、シトロエンス 2CV が開発されたときのことがしばしばあげられるが、この場合には自動車を設計した経験のないもののみでチームを編成し、既成データを一切与えないことにより計画を始め、データはそのチームの必要とするデー

タを別のエキスパートチームから供給した。

初めに述べたように、設計方法のシステム化の中でもっとも重要なポイントの一つは創造性の問題にあり、経験や専門的立場は一般に既存のシステムにしばられる要素が非常に多いので、ややもするとチームの創造性を失う原因となるからである。ただしチームには、その目的とする範囲によって数種類のチームが一つのものを開発するために編成される必要がある。一般的にはこれを3種類に分けて考えることができる。

第1は原形、プロトタイプをつくり出すためのチームであり、第2はその原形の意図するものを中心にして実験的なシリーズを形成するためのチーム、第3はそれらの中から最終的に生産すべきものを決定するためのチームである。現在行ないつつある一つの開発プロジェクトにおけるチーム編成と、タイムスケジュールとの関係を示すと図8のようになる。

図8に示すように、タイムスケジュールはプロトタイプ・チームがその仕事を完了してから、次のチームが発注するのではなく、平行して追究が進められなければならない。そしてこのチームの間には、またフィードバック・ラインを形成する必要がある。

このような意味でタイムスケジュールは重要な役割を果たす。したがってタイムスケジュールは、比較的長期にわたって設けられる必要があり、単に狭い意味での最初に与えられた条件の上に設定されるべきでないことはいままでの間でもない。このような長期のタイムスケジュールの決定は、初期の条件の解決に対して全体としてはかえって早まるのが予想される。それは条件の次元的変化の問題をあらかじめ予測することを可能にするからである。

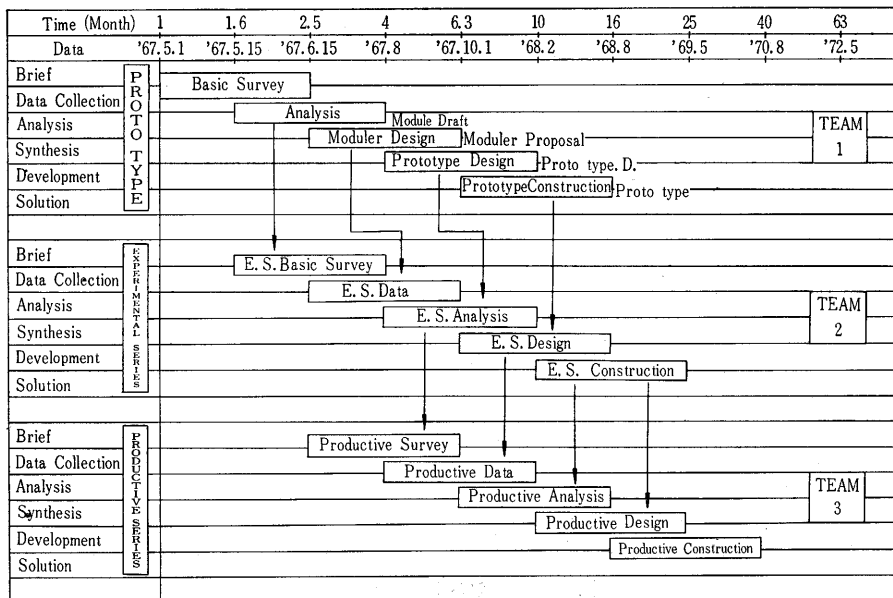


図 8

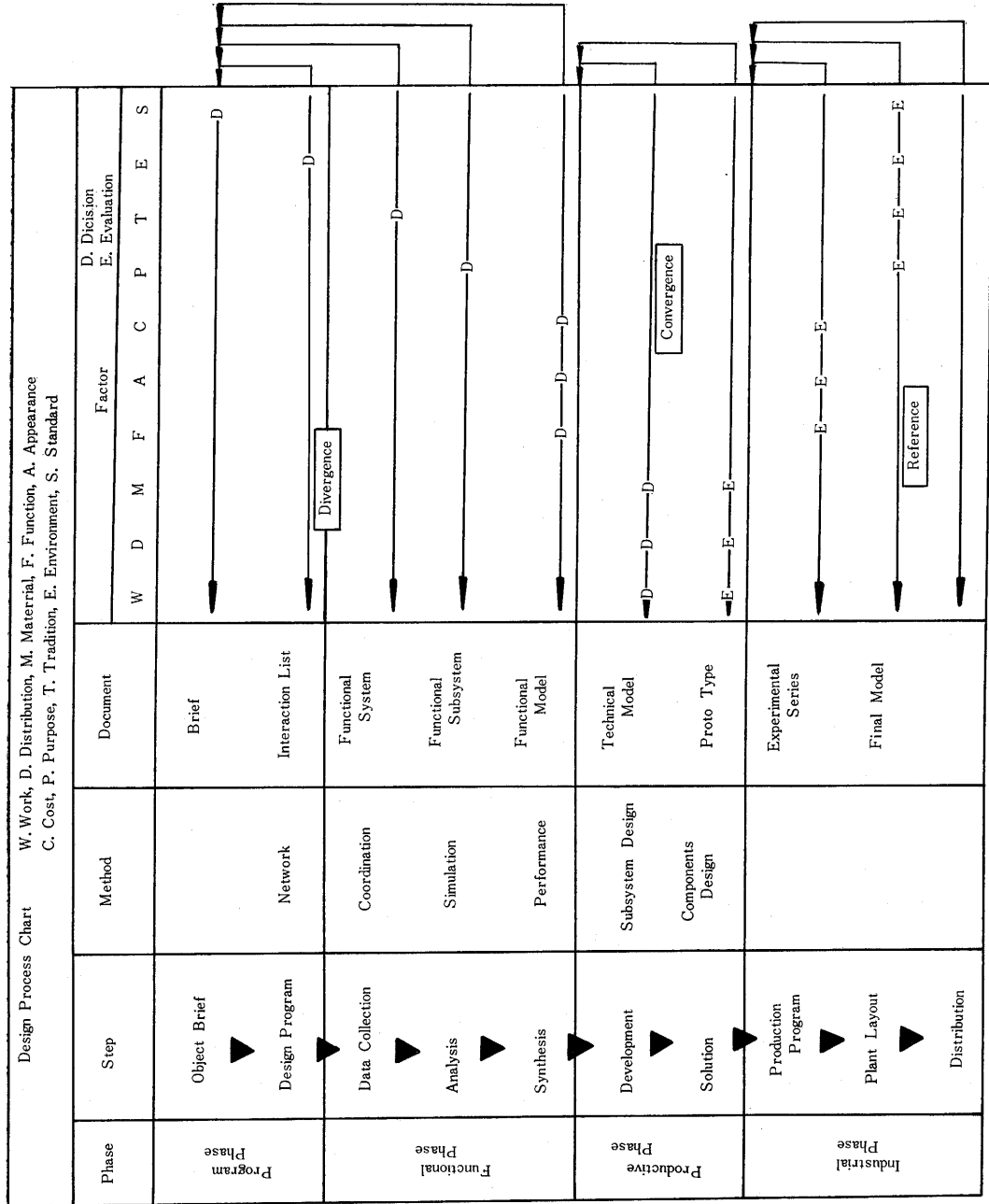


図 9

6. それぞれの段階における進行過程

以下それぞれの段階における進行過程を簡単に示すがこれらの段階と前述のアイデアのネットワークとの関係を示すと図9のようになる。

図9に示すように、アイデアの10のポイントは、それぞれ自由に把握される必要があるが、それを決定づける段階は個々に異なっており、図に示すポイントがそれである。

(1) プログラム段階

プログラム段階に対しては、与えられた条件に従来の経験そのもの、特に行なわれたトレーニングなどから形成され、チームの編成とタイムスケジュールを第1にたてる必要があるが、この際にもっとも重要な方法としては、ネットワークの方法であり、具体的には条件の相関を追究することである。そしてそれは第1の与えられた条件の項にフィードバックされ、ネットワークを完成に近づけることによってプログラム段階が完了する。

## (2) アイディアと資料の段階

この段階ではつくり出されたネットワークによって資料を集め、同時にもっとも自由な立場からアイディアを発想させる段階であるが、ここでもっとも重要な方法としては、いわゆるコーディネーションをあげることができる。ネットワークに資料を集めることによって、お互いをコーディネートさせることがおこな方法である。特にこの段階で注意を要するのは、対象物の機能的なシステムを明確に、動的にとらえることであり、これによってネットワークに分解された対象物は、いくつかの可能性のあるシステムに組み直される。

## (3) 分析段階

分析段階では、アイディアと資料が機能的なシステムに組み込まれたものについてその可能性、あるいは発展性について検討する段階であるが、この段階では、おもな方法ではシュミレーションがあげられ、そのためには機能的な動的なシステム化、さらにサブシステムに分解されることによってシュミレーションを行なう必要がある。前に述べたように分析段階でもっとも重要なポイントはアイディアを評価するのではなく、その可能性と発展性について具体化を行なうことを目的としており、一般的用語としての分析とは意味が異なっていることである。

## (4) 総合段階

総合段階では、これまでに発展させてきたシステムについて、その比較検討を行なういくつかのものを選定する立場であり、ここである意味で評価の問題が重要となる。評価の基準になるものは、いわゆるパフォーマンスであり、初期の条件として与えられたものは、ここで最終的にフィックスされることによって、パフォーマンス条件に変化する。そしてここで決定されるものは、いわゆる機能的モデルというべきものであろう。

## (5) 展開段階

総合段階で決定された機能的モデルは展開段階以後では生産的な立場からの分析が行なわれる。もちろんここで注意しておきたい点は、これ以前の段階でも生産的な立場からのアイディアの発想およびその発展があることはいうまでもないが、この前までの段階は、それをチェックするポイントが機能的な面におかれていたのに対して、この段階以後は、生産的な面にそのおもなポイントを切り替えるということにある。この段階でもっとも主な方法は、でき上がった機能的なモデルを使用する技術、あるいは材料に対応して、どのようなサブシステムに分解するかという、いわゆるサブシステムデザインであり、最終的にそれはテクニカルモデルとして集約される。

## (6) 設計結論

この段階では最終的にはプロトタイプとしてその結論が出されなければならない。その方法としては、前の段

階で区別されたサブシステムをさらに具体的なコンポーネントにまとめてゆくということが、もっとも主要な方法であり、最終的に打ち出されたプロトタイプは次の段階、生産プログラムに移される。

## (7) 生産プログラム段階

生産プログラム段階では、プロトタイプを基礎として可能な実験的なシリーズをつくり出すことにある。この段階で重要な点は、プロトタイプの導き出しているいくつかの条件に、ある変形を与えることによって、どのようなシリーズを得られるかという問題であろう。そしてそれぞれの変形に対して、プロトタイプに行なわれたと同様な評価が必要であることはいうまでもない。

## (8) 生産段階

前段階で追究された実験のシリーズに対して、それから最終的な生産対象を決定し、それをもとにして工場計画、その他に入る段階を意味する。したがって設計の立場からはここで決定されるものは、いわゆる最終モデルと呼んでいいものであろう。

## (9) 流通段階

流通段階では、すでに設計段階の具体的な作業は完了しているわけであるが、設計チームはこの段階で社会的な意味での多くの条件を分析することによって生み出されたものの価値評価を行なうこととし、次の新しい対象物のプログラムを組む段階である。以上9段階が設計方法のプロセスの基本となる。

## 7. 結 び

以上この文では単に概括的に全体の姿を述べたが、抽象的な説明が多く具体性に欠けている。初めに述べたように現在これらの設計方法のシステム化は世界的に進行しつつあるが、まだ複雑なものに対しては十分な解決をみていない。また単純な対象物は従来単純であると思われるものが、さらにその周囲の環境条件がシステムに組み込まれることによって、新たな設計プロセスを組み直す必要が出てきている。

以上のような観点から、現在の段階では完全な形でその具体例を示すことは不可能であろう。しかし機会があればそのいくつかの具体的なアプローチについてふれることとしたい。

(1967年8月1日受理)

### 表紙写真説明

この写真は、基本ユニットの形態をシズニット(SCISSUNIT)と呼ぶ“はさみ型”にして、1戸建住宅から高層フラットまで適用を可能にした住居計画の配置図の一部である。