

対話形構造解析支援システム“HICAD/FEM”

Hitachi Computer Aided Design Systems for Finite Element Method

製造業でのCAD/CAMの取組みは、従来の省力化指向が更に拡大されるとともに、製品の最適化や設計の信頼性向上など、競争力のある新製品を生み出すための、より高度な次元へと展開しつつある。対話形構造解析支援システム“HICAD/FEM”は、このようなニーズに対応することを目標とする日立製作所のCAEシステムである。

本システムは、多種の有限要素法による解析プログラムに対して、要素分割や解析データ作成などの前処理や結果の検討などの後処理を付加して、使い勝手のよい機能を提供している。また、本システムはCAD一貫システムのなかで、境界要素法や差分法による解析を含む、より強力なCAEシステムとして展開する際の要素技術となる。

中島 憲宏* *Norihiro Nakajima*
太田 吉美* *Yoshimi Ôta*
原野 紳一郎** *Shin'ichirô Harano*
明神 昭紀** *Teruki Myôjin*

1 緒 言

製造業では、その本体業務である設計や製造部門の省力化を意図した、コンピュータ及びその利用技術の導入と活用が活発であり、現在ではこのような姿勢はほぼ定着した感がある。ここで、コンピュータ利用がどのような形で進められているかについて若干整理してみる。まず過去では、次の二つが重要な利用目的であった。

- (1) 工数低減及び省力化を含む原価低減
- (2) 製品の納期短縮

上記(1)と(2)の目的を果たすために取られた手段は、製図作業のような図形処理の部分をコンピュータで代替することであった。それには、既に進んでいた製造部門のNC(Numerical Control: 数値制御)化に応じて、その基となるNC情報を図形処理した情報から自動生成することも含まれていた。このようなコンピュタリゼーションの取組みのうち、製品設計部門でのものをCAD(Computer Aided Design)、そして生産設計部門でのものをCAM(Computer Aided Manufacturing)と呼ぶのが通例である。(1)、(2)を指向したCAD/CAMの取組みは、少なくとも昭和57年から58年ごろまでは世の中の全盛であった。最近では、CAD/CAMへの期待が更に増大し、その利用目的に関する力点を次のような項目に置いている。

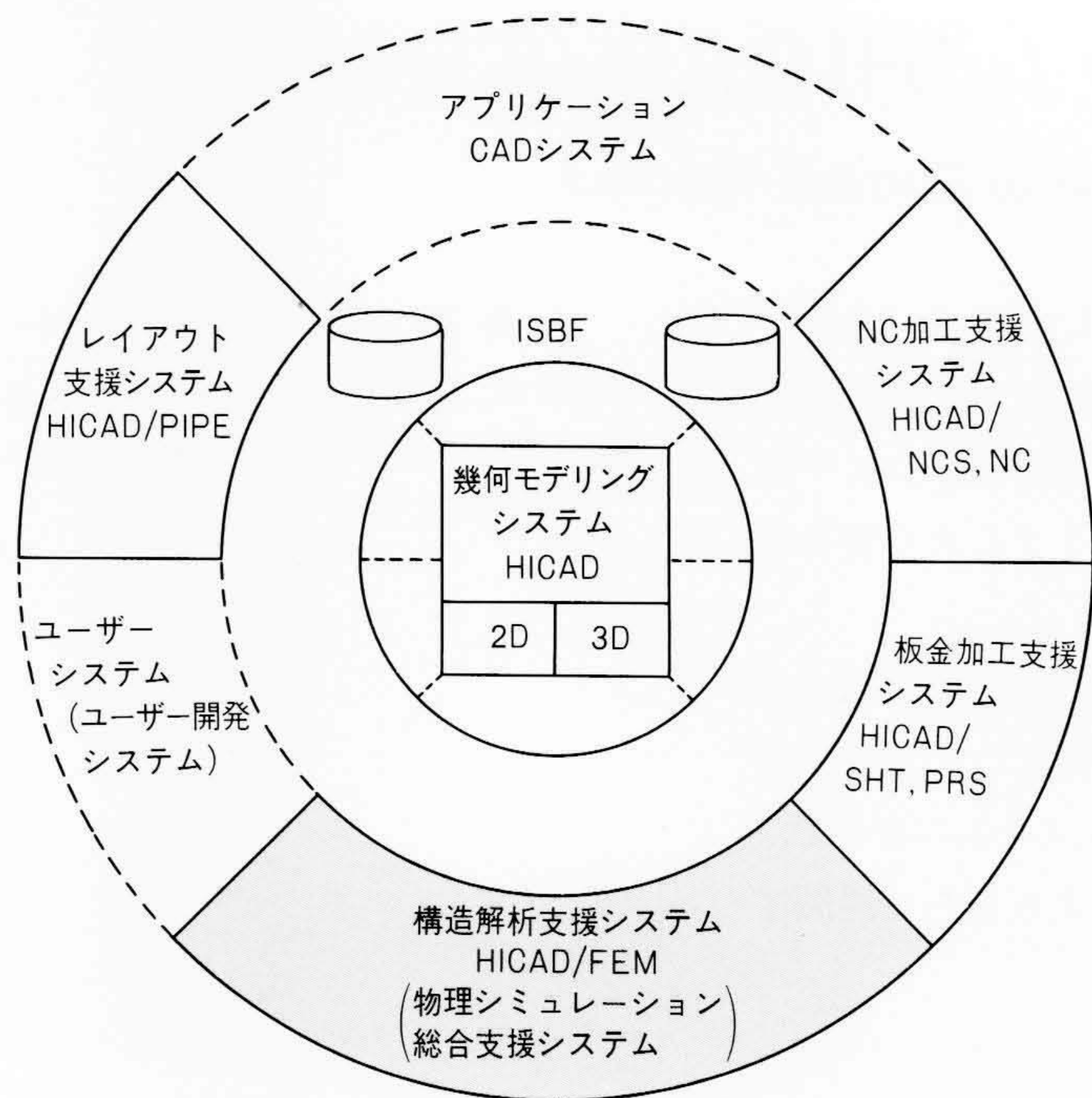
- (3) 製品の重量低減・小形化など最適設計に基づく原価低減
- (4) 新製品の開発期間の短縮
- (5) 製品の信頼性はもとより、設計・製造作業の信頼性向上(設計ミス、設計情報の授受に関する手違いなどの排除)

このため、CAD/CAMの一連の機能の中では、設計対象である製品に関して強度上の検討、あるいは加工上の手順の検討などを含めて取り扱う必要性が起こってきた。このような検討を行うための主な方法は、まだ現実の形になっていない

製品に関して、それが実使用状態という環境に置かれた場合の挙動を模擬することである。いわゆるシミュレーションをすることである。これには、構造・流体・電磁場などに関して、解析を中心とした場のシミュレーションをすることが一つの柱であり、日立製作所はこの体系を物理シミュレーションと呼んでいる。その取組みは現在、メーカー及びユーザーとも活発である。もう一つの重要なシミュレーションの柱として挙げられるのが、加工や組立作業などの手順を模擬することである。現実ではまだ実用の域に入っていないが、NC機やロボットなどのための加工作業などで重要視されている。

CAE(Computer Aided Engineering)という用語は、前記(3)~(5)のための新たなCAD/CAMが持つべき機能を、CAD/CAM本来の用語から切り出して述べたものである。CAEという用語の使われ方は、現在大きく分けて二とおりある。その一つは、CAD/CAMの機能を以前の意味に固定化し、すなわちCADを製図情報、CAMを加工情報を作成する機能の範囲に制約してとらえ、CAEをCAD/CAMと独立したより重要な機能として位置づけるものである¹⁾。もう一つは、CAD/CAMの本来の意味は、CAEを含むものとしてとらえるべきだという立場に立つ²⁾。ちなみに、日立製作所はCAEという用語を、後者の意味で用いており、前記(1)~(5)を果たし得るCAD/CAMシステムとして、HICAD^{*1)}(Hitachi Computer Aided Design)ソフトウェア体系を構築しつつある³⁾。現在までに、段階的にはあるがこれらの産物をそのエンジンであるGRADAS^{*2)}(Graphic system for Design and Manufactur-

※1) 日立製作所のCADシステム(ソフトウェアプロダクト)の総称である。



注：略語説明 FEM(有限要素法), HICAD(Hitachi Computer Aided Design)
NC(数値制御), ISBF(Inter-System Bridge File)

図1 幾何モデルを統合モデルとして扱うCAD一貫システム：
HICAD 幾何モデリングシステムHICAD/3D, 2Dを中核として、ISBF
を介して設計業務に必要なアプリケーションCADシステムと有機的な結
合を実現している。実線は製品レベルのもの、破線は研究レベル又は
ユーザーが構築するレベルのものであることを示す。

ing Assistance)端末とともに世に送り出している。HICADの
体系は図1に示すように、幾何モデリングシステムを中核と
したシステム構成をとっており³⁾、概略設計から詳細設計、製
図、加工に至る設計作業を支援するCAD/CAM一貫処理を指
向している⁴⁾。本稿では、物理シミュレーションを目的とする、
いわゆるCAEシステム“HICAD/FEM”^{*3)}(HICAD/Finite
Element Method: 有限要素法)の内容や特長、利用例などに
ついて述べるとともに、今後のCAEへの取組みについて展望
する。

2 HICAD/FEMの現状

初めに、HICAD/FEMの開発思想を以下に述べる。

- (1) 緒言で述べたCAD/CAMの利用目的のうち、特に(3)~(5)
の目的を果たすこと。
- (2) 物理シミュレーションのうち、最も一般的なFEMを用い
た解析プログラムをシミュレータとすること。
- (3) 自由曲面を含めた任意の3次元形状構造物の解析まで支
援できること。
- (4) 機械系設計手順のなかで有効に活用できること。
- (5) FEMを用いた解析計算に関して、初心者から上級者まで
が容易に活用できるシステムであること。
- (6) FEMを用いた解析プログラムに共通なプリ・ポスト処理
を持つはん(汎)用システムの構成をとること。

ここで、はん用性の条件を具体的に述べると、それは、

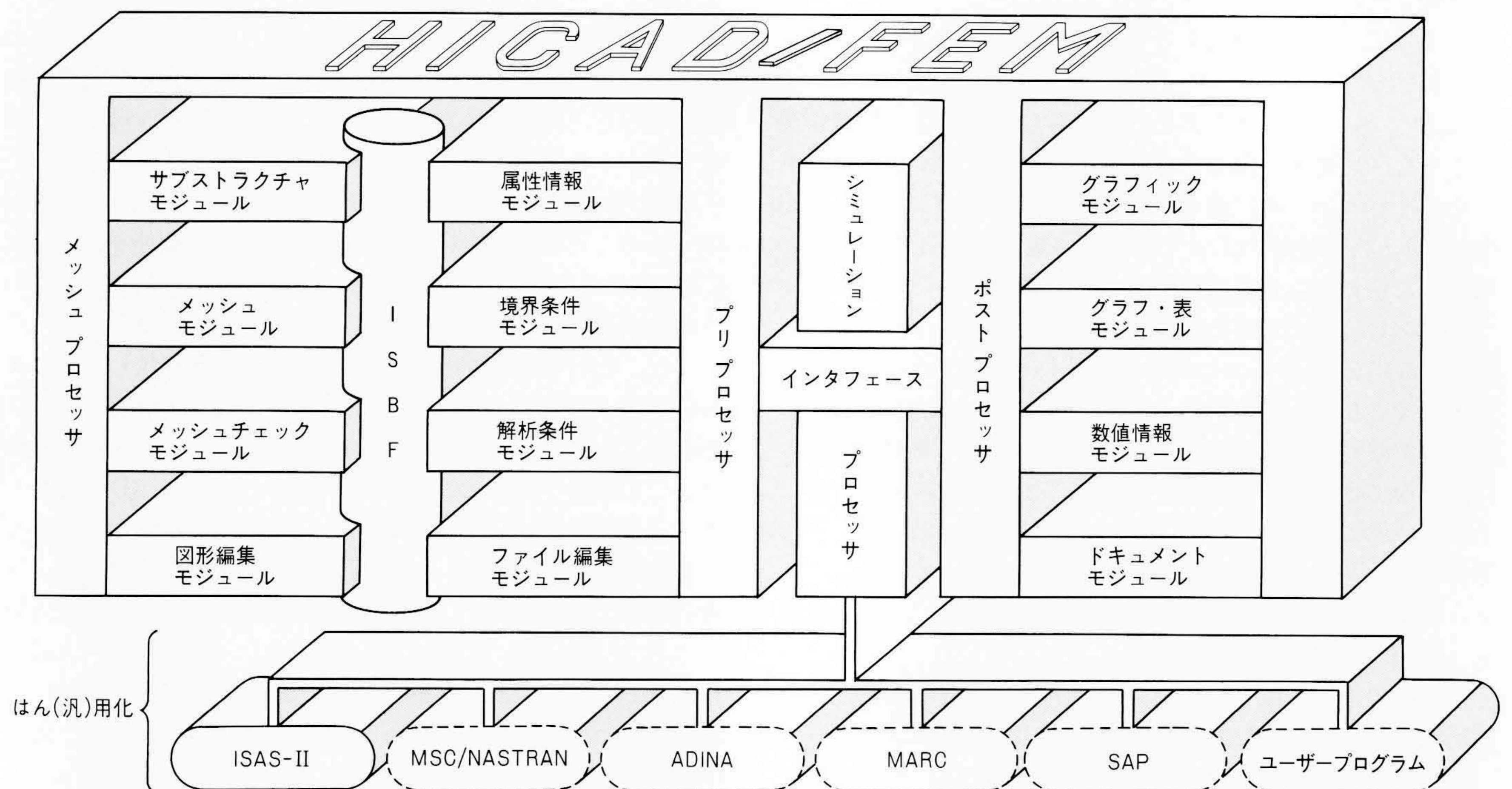


図2 HICAD/FEMのシステム及びモジュール構成 各々のプロセッサは、四つのモジュールから構成され、メッシュからプリ・ポストへは
ISBFを介して、プリ・ポスト間は静的に結合されている。シミュレーションは、ユーザーニーズにより自由に結合できることを目指している。現在の
製品レベルではISAS IIだけが利用できる。

※2) 日立製作所の図形処理端末システムの総称である。

※3) 対話形構造解析支援システムの名称で、有限要素法を用いた

解析プログラムの入出力データを対話形で支援するシステム
である。

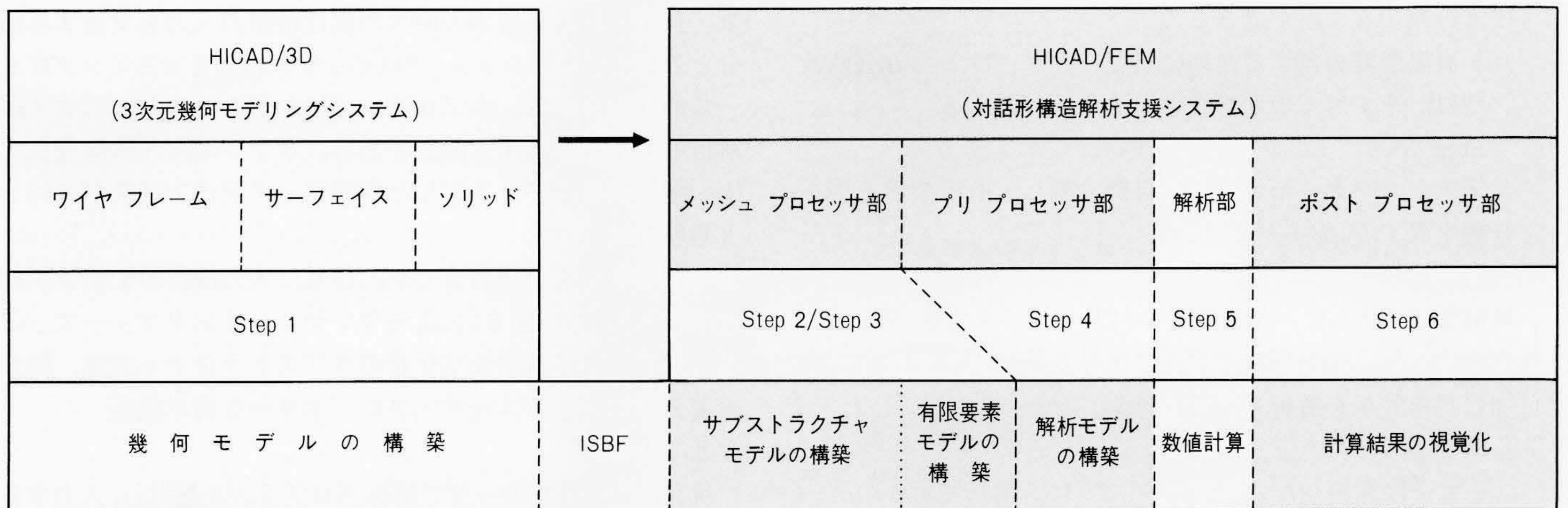


図3 HICADによる構造解析の手順 HICADでの一般的な作業の流れである。

(1) 世に数多くある市販FEM解析プログラムやユーザー作成のプログラムに関して共通な入出力機構，すなわちプリ・ポストプロセッサを持つこと。

(2) 前記(1)の解析プログラムの入出力データ形式は，標準化されていないので，各解析プログラムの個別の入出力データ形式を標準化する機能を持つこと。

である。上記の考え方に沿って開発されたHICAD/FEMのシステム構成を図2に示す。

本システムの特長は，

- (1) サブストラクチャ方式と呼ぶデータ処理方式
 - (2) CG(Computer Graphics)を用いたグラフィックス処理
 - (3) 異種の解析プログラムを全く同じアクセス方法で利用できるユーザーフレンドリーなインタフェースの提供
- などである。

2.1 HICADによる構造解析の手順

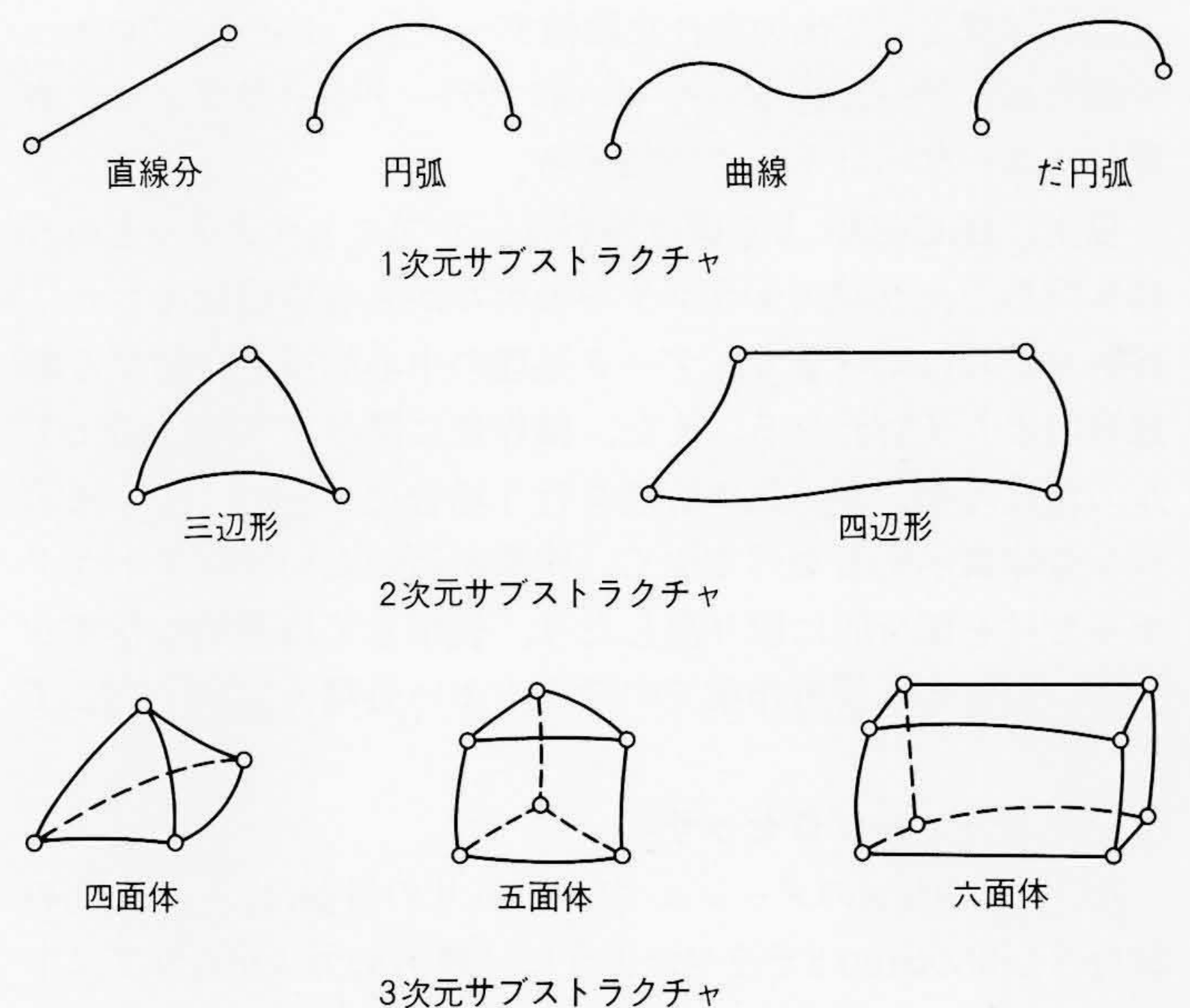
HICADによる幾何モデリングから構造解析までの手順を図3に示す。一般的に，FEMを用いた解析を行うためにはなんらかの方法で形状データを作成しなければならない。HICADでは，HICAD/3D^{※4)}(HICAD/Three-Dimension)を用いて形状データを作成する。これを含めた作業手順を図3を用いて説明する。

(1) Step 1

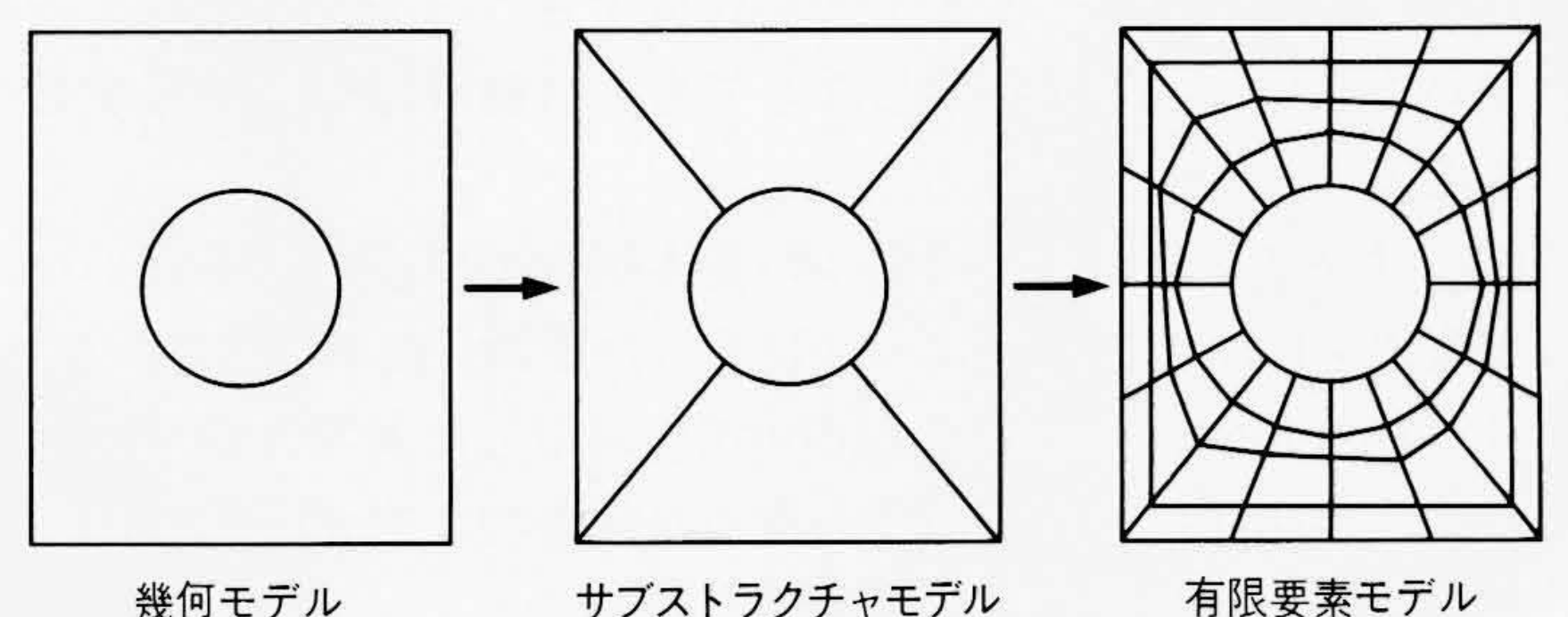
HICAD/3Dで幾何モデルを生成する。モデルは，ワイヤ フレーム，サーフェイス，ソリッドのうちどれを用いてもよい。

(2) Step 2

(a) HICAD/FEMのメッシュ プロセッサ部で，前記Step 1で作成した幾何モデルを，図4(a)に示すようなサブストラクチャと呼ぶ基本図形の単位で粗分割する。この粗分割した幾何モデルあるいはサブストラクチャを基本図形として生成した幾何モデルを，サブストラクチャモデルと呼ぶ。同図(b)に，例として幾何モデルからサブストラクチャモデル，そしてサブストラクチャモデルを有限要素分割したモデルである有限要素モデルまでの生成過程を示す。



(a) サブストラクチャの種類



(b) 2次元サブストラクチャを用いた要素分割データの生成過程

注：各次元数は，位相的次元数のことである。

図4 サブストラクチャの定義 (a)は，サブストラクチャの基本図形である。(b)は，有孔平板の要素分割の過程を示している。

(b) サブストラクチャモデルを作成することにより，コンピュータはサブストラクチャという基本図形を有限要素分割すべき領域として自動的にとらえる。すなわち，従来のように利用者は要素分割する領域として，逐一基本図形(サブストラクチャ)をコンピュータに指示することなく全自動

※4) 3次元幾何モデリングシステムの名称である。

要素分割することができる⁵⁾。

(c) 有限要素分割するために必要パラメータとなる分割数(分割比)をすべてのサブストラクチャに与える。

(3) Step 3

サブストラクチャモデルを全自動分割し、有限要素モデルを自動生成する。

(4) Step 4

有限要素モデルに、境界条件や材料データをプリプロセッサ部で与える。有限要素モデルに境界条件や属性情報などを付加したモデルを解析モデルと呼ぶ。

(5) Step 5

ユーザーが利用したい解析コード^{*5)}に、解析モデルのデータをその解析コードの入力データ形式に自動変換して、解析プログラムを実行する。

(6) Step 6

解析結果として出力された数値データを、ポストプロセッサ部でユーザーに理解しやすい形でデータをグラフィック表現し、ユーザーはそれを評価する。

以上、HICADによる構造解析は、サブストラクチャという基本図形を、サブストラクチャモデルから有限要素モデル、解析モデルに至るまで、データ処理の中心的役割を演ずる構造単位として行われる。また、操作性に関しても、解析モデルの作成時や解析結果の評価を行う場合に、数千節点のモデルを全体表示するだけでなく、作業を行いたいサブストラクチャだけを部分的に取り出したり、表示して局所的な作業ができる点など、解析作業での効率のよい処理方式を提供している。

2.2 メッシュ プロセッサ

HICAD/FEMのメッシュプロセッサの役割は、2.1節(2)のStep 2と(3)のStep 3で述べたように、幾何モデルからサブストラクチャモデルを生成し、そして有限要素モデルを生成することである。本プロセッサの特長は、

(1) サブストラクチャモデルを作成することで、分割したい領域あるいは図形を指示しなくても、自動要素分割が可能である。

(2) サブストラクチャモデルの基本図形の組合せ方や大小など変化を付けることで、ニーズに合った要素分割が可能である。

(3) Boundary-Representation法を応用した要素分割手法により、自由曲線や自由曲面を含めた任意の3次元形状が自由かつ正しく自動要素分割できる⁶⁾。

(4) 形状が複雑であっても、サブストラクチャ単位あるいは任意の複数サブストラクチャの集合体ごとに、要素分割のチェックなどの作業が行えるので操作性がよい。

などが挙げられる。ここで、メッシュプロセッサで生成した有限要素モデルを図5に示す。

2.3 プリプロセッサとシミュレーションプロセッサ

HICAD/FEMのプリプロセッサは、図6に示すように拘

束・荷重・材料・要素の四つの属性情報の入力を支援する部分と、シミュレーションプロセッサを起動させるインタフェース部分から成る。本プロセッサは、図3の手順から言えば解析モデルを構築する部分である。本プロセッサの特長は、
(1) 階層構造をベースにした内部データ記述方式及びコマンド処理方式

(2) 初心者から上級者までが、容易に入力操作ができる木構造図形入力方式(図6)によるマンマシンインタフェース

(3) モデル全体表示及び任意のサブストラクチャ表示、隠れ線消去表示によるユーザーフレンドリーな表示機能などである。

現在、プリプロセッサで解析プログラムを選択し、入力するコマンド画面には、ISASII^{*6),7)}(Integrated Structural Analysis System II), MSC/NASTRAN^{*7)}, MARC^{*8)}, SAP^{*9)}, などの市販解析プログラムを選択できるようになっている。

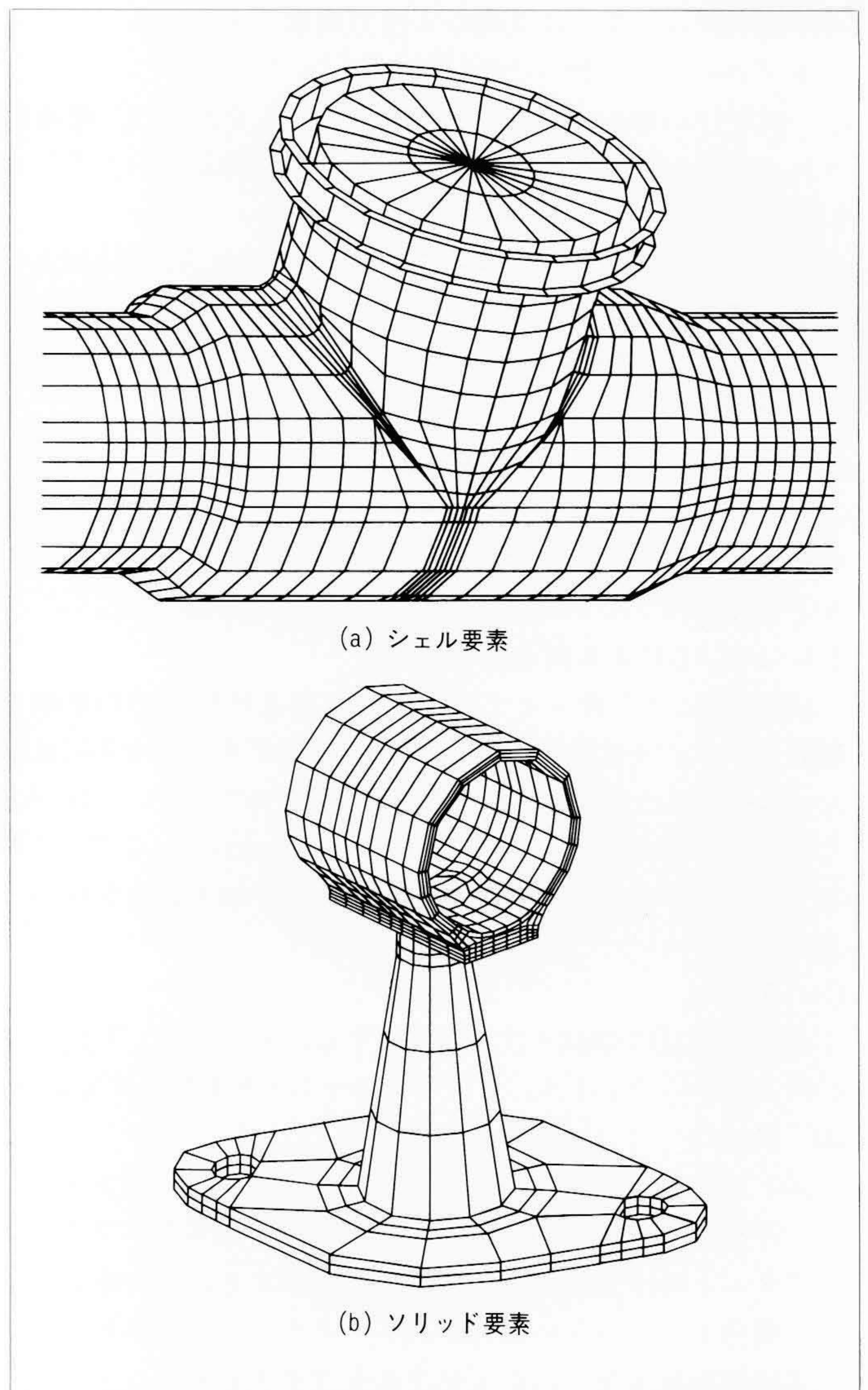


図5 要素分割例(隠れ線処理後) (a)は逆止め弁と呼ばれる配管形状の一部で、シェル要素で分割した図である。(b)は超音波式アトマイザで、3Dソリッド要素分割した図である。

※5) FEMを用いた解析プログラムの一つのモジュールのことである。(例えば、ISASIIの静解析用モジュール)。

※6) 日立製作所の製品であるはん用構造解析プログラムの略語である。

※7) 米国MSC社のはん用有限要素法解析プログラムの名称である。

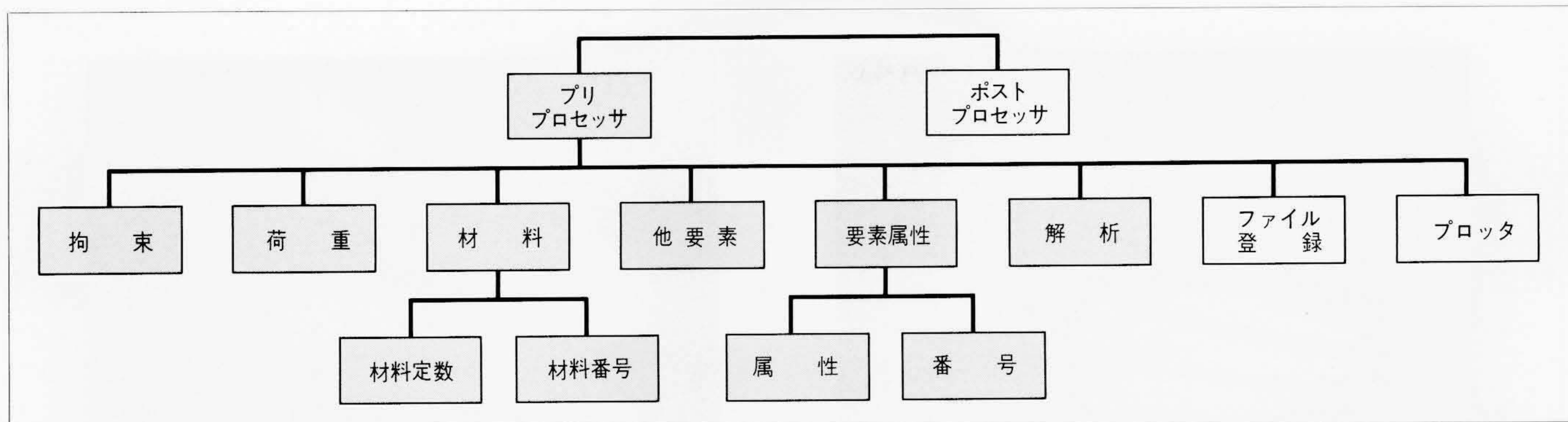


図6 プリプロセッサの構成 プリプロセッサのコマンド画面の一部で、階層構造の機能構成とコマンド入力形式を1対1に対応させたシステム構成である。

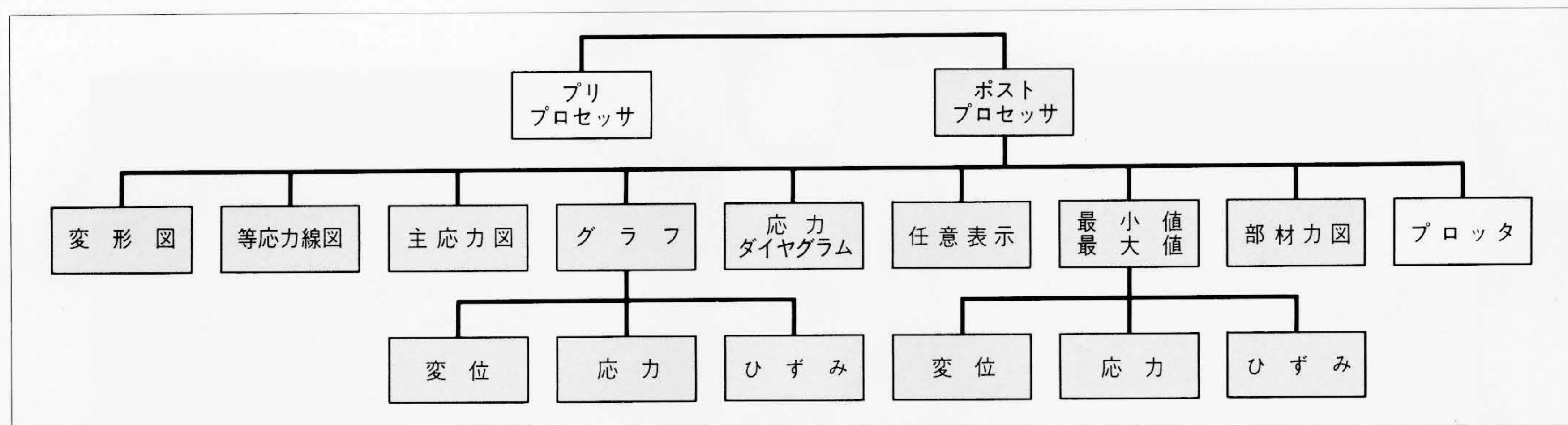


図7 ポストプロセッサの構成 ポストプロセッサのコマンド画面の一部で、階層構造の機能構成とコマンド入力形式を1対1に対応させたシステム構成である。

が、現状はISASIIだけをサポートしている。

2.4 ポストプロセッサ

HICAD/FEMのポストプロセッサは、グラフィックス処理部、数値データ処理部及びグラフ表示部の3タイプの解析結果編集機能を持っている。ポストプロセッサの重要な役割は、多くの数値データの羅列をユーザーに分かりやすく、正しく、効率よく提供することである。本プロセッサの特長は、

(1) プリプロセッサの特長(1)～(3)と同様な方式と機能

図7に、ポストプロセッサの機能木構造図(コマンド画面)を示す。

(2) グラフィック表示機能

図8(a)は遠心力解析の結果^{※10)}を、(b)は温度解析^{※11)}の結果を示すもので、全体図、任意断面図、複数断面図などを自由に表現できる。

(3) 任意の節点や要素の物理量^{※12)}を、表形式などで分かりやすく表示する機能

(4) 上記(3)と同様な物理量を、グラフやチャート図などで表示する機能である。OA(Office Automation)などでよく使わ

れる手法で、物理量の推移や履歴を評価、比較検討するのに適している。

などである。

3 HICAD/FEMの拡張

まず現在、研究開発しているレベルで、早急に製品に取り込む予定の拡張内容について述べる。

(1) サブストラクチャの不等分割と特殊分割

従来、2次元サブストラクチャ及び3次元サブストラクチャに関して、対辺の分割数は必ず等しくならなかったが、対辺の分割数が異なる場合も要素分割できるように拡張した。また、要素分割は基本的にサブストラクチャと同相な形状となるように行っていたが、同相でない要素分割形状も生成できるようにした。図9(a)及び(b)に、それぞれの一例を示す。

(2) 幾何情報に属性情報を付加する方式

図10は、サブストラクチャモデルに属性情報を与えている例である。3次元形状物の網伏せした部分に圧力荷重がかか

※8) 米国MARC社の開発によるはん用有限要素法を用いた解析プログラムの名称である。

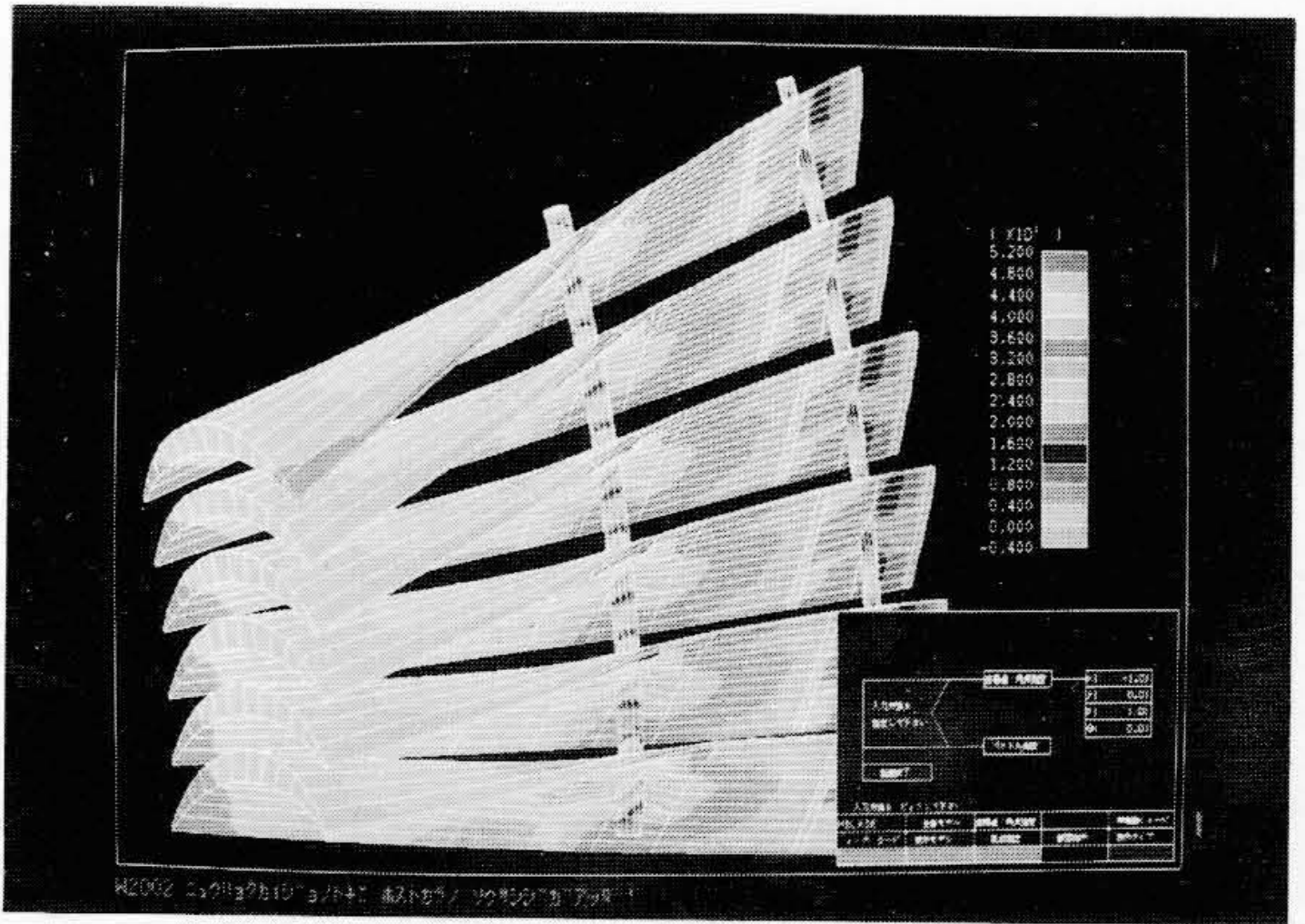
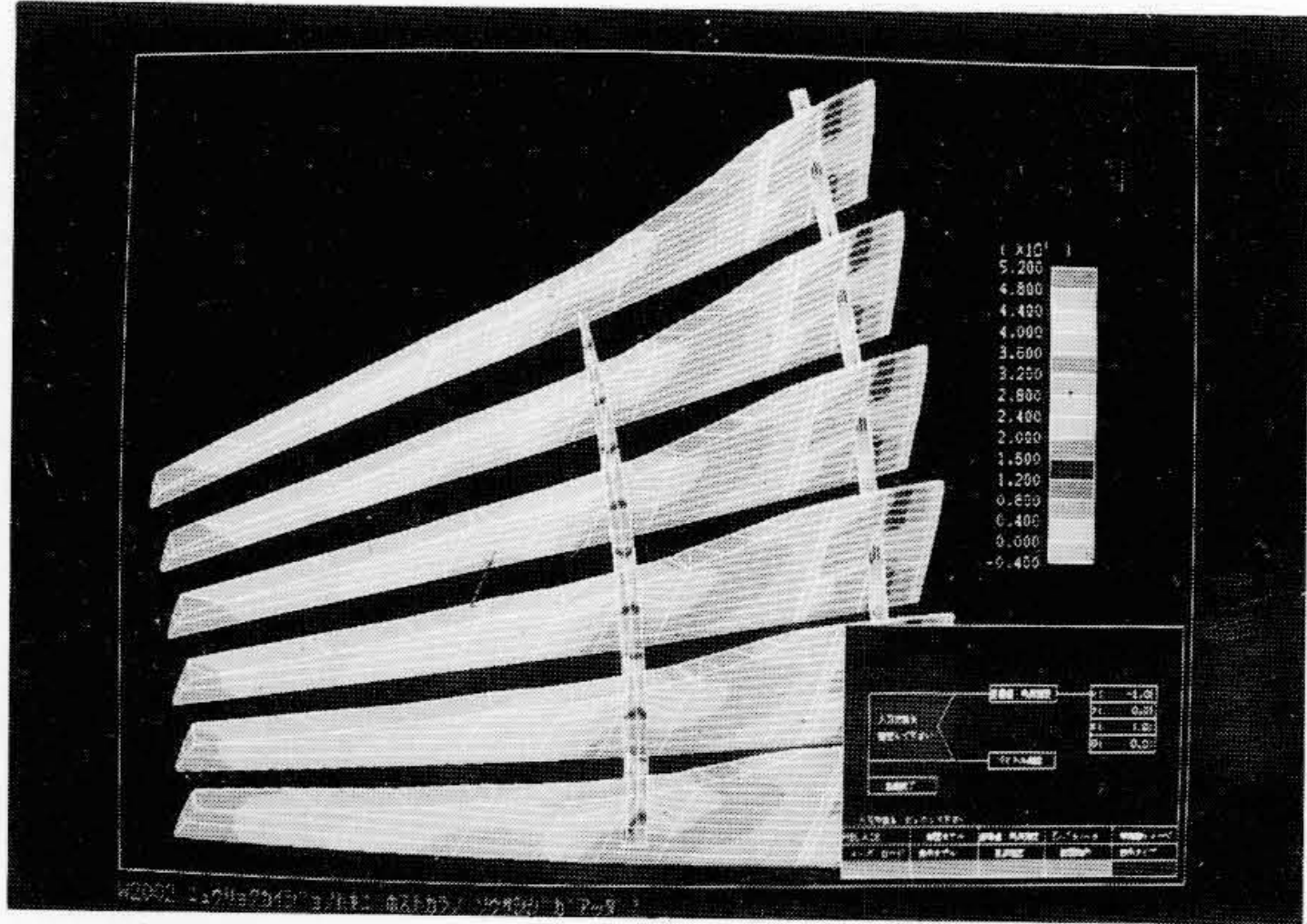
※9) 米国カリフォルニア大学が研究開発した有限要素法を用いた解析プログラムの名称である。

※10) MSC/NASTRANを用いた。節点数2,418, 要素数1,176,

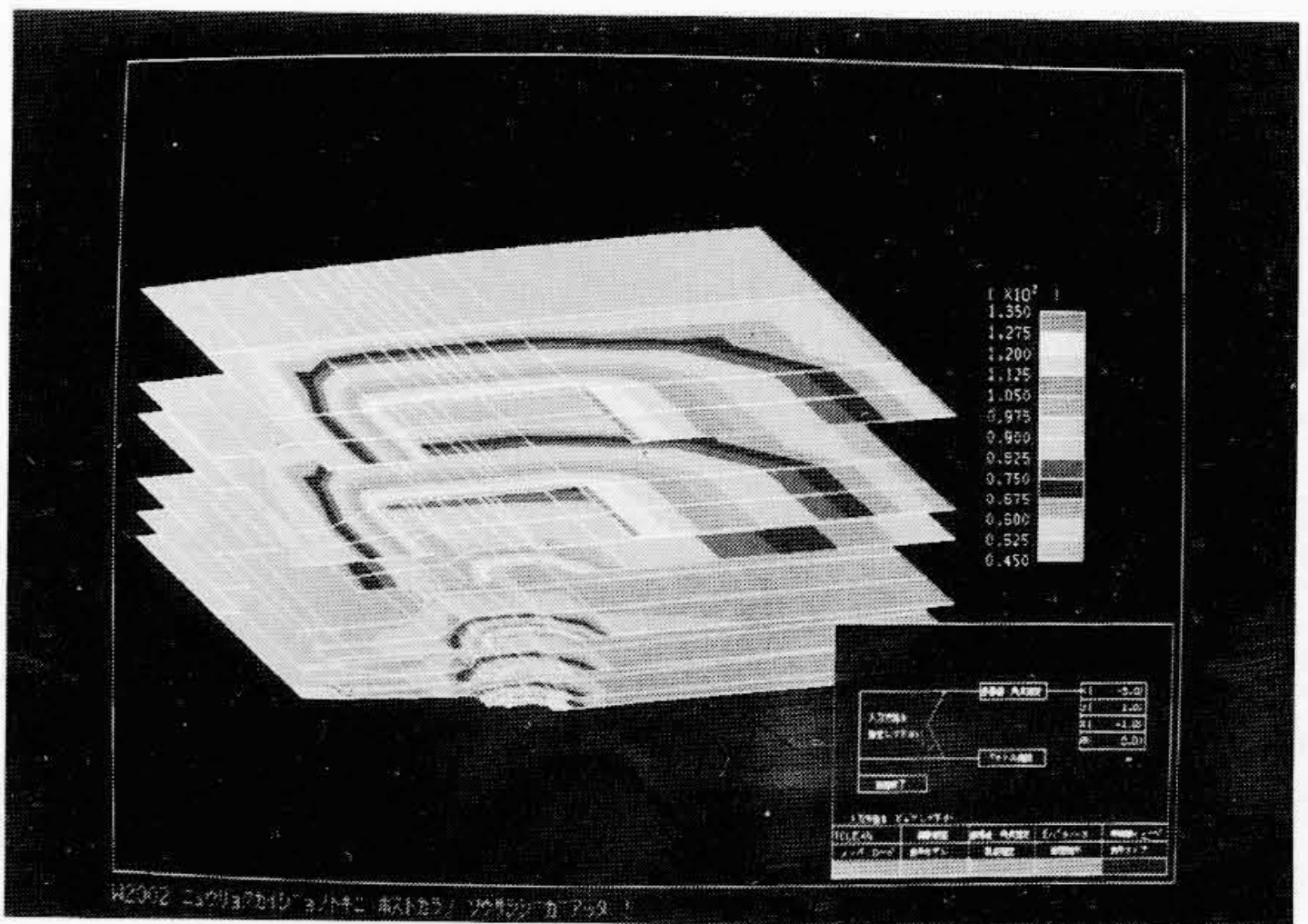
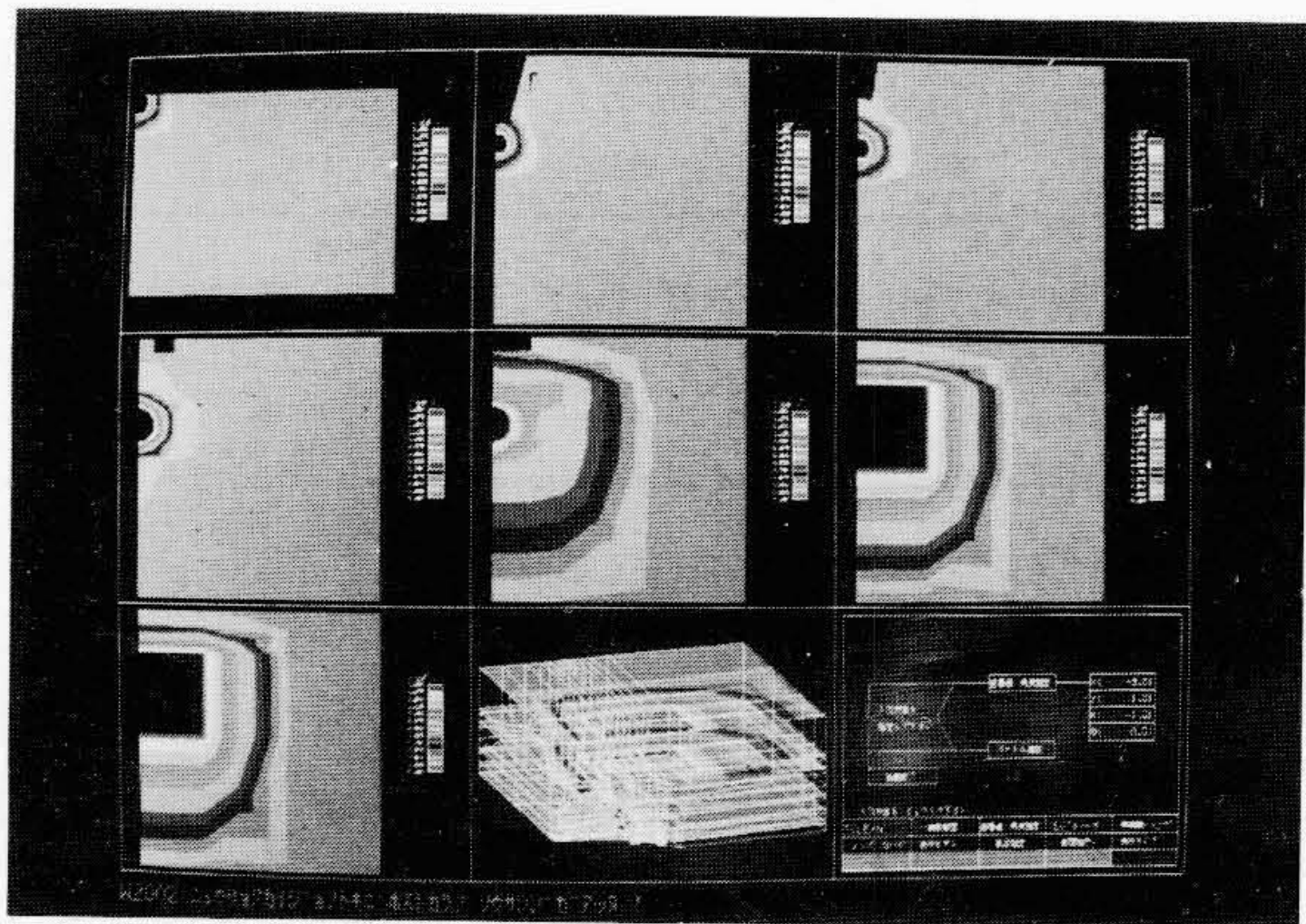
3次元ソリッド要素を用いた。

※11) ADINA-T'81を用いた。節点数484, 要素数308, 3次元ソリッド要素を用いた。

※12) 例えば、応力値, 変位量, ひずみエネルギーなどの解析計算結果。



(a) 蒸気ブレードの遠心力解析結果(等応力線表示)



(b) 電気掃除機メ形の温度解析結果(等温線表示)

図8 GRADASによる出力(G760) (a)の右図は全体図である。(a)の左図と(b)は、CT(Computer Tomography)イメージ処理である。物体の内部の情報を知る手段としてCT技術は有効である。

るという情報を与えているところである。従来ならば、網伏せした面上の全要素あるいは全節点に荷重情報を与えていたのに対して、本方式では幾何情報のレベルで情報を与えることができる。すなわち、従来は有限要素モデルに対して処理を行っていたのに対して、上位のモデル(サブストラクチャモデル又は幾何モデル)に対して処理を行うことである。上位のモデルで扱うということは、属性という情報を有限要素モデルのような個別あるいは特異なモデルに固定することなく、一般的な情報として扱うことができる。

(3) 解析プログラムのはん用入出力インタフェース

シミュレーションプロセッサでは、ISASIIに加えMSC/NASTRAN, ADINA^{※13)}, MARC, SAPなどの市販解析プログラムに加え、ユーザー作成プログラムまでサポートできる入出力インタフェースを構築している。現状では、MSC/NASTRANとADINAに関して、社内でテストの意味を含めて、インタフェース部分を検証中である。本インタフェースは、各解析プログラムに関して、個々のプログラムを作用させてデータの授受を行うものではなく、広くユーザーが自由にインタフェースを持ちたい解析プログラムに応じて、言語

形式で入出力データ形式を定義づけ、データの授受を可能にするものである。

(4) CG(Computer Graphics)技法と輝度補間を用いた等高線表示

図11は、振動解析^{※14)}した結果得られた最大応答力を輝度補間を用いて等高線表示した結果に、CG技法を取り入れて画像出力したものである。画面上の文字とイラスト(ガソリン滴と微粒化ガソリン)は、後から画面上で手書き入力で加えたものである^{※15)}。図12は、3次元図形処理端末を用いて出力した結果を示すものである。これらの出力結果が示すように、ユーザーにとって直感的で分かりやすく、数値の羅列データをイメージ処理してゆくCG技術は、マンマシンインタフェースの

※13) 米国Adina Engineering Inc.で開発された3次元非線形構造解析プログラムの名称である。
 ※14) ISASIIを用いた。節点数1,720, 要素数1,201, 3次元ソリッド要素を用いた。
 ※15) 手書き入力は、2～3分でできる。

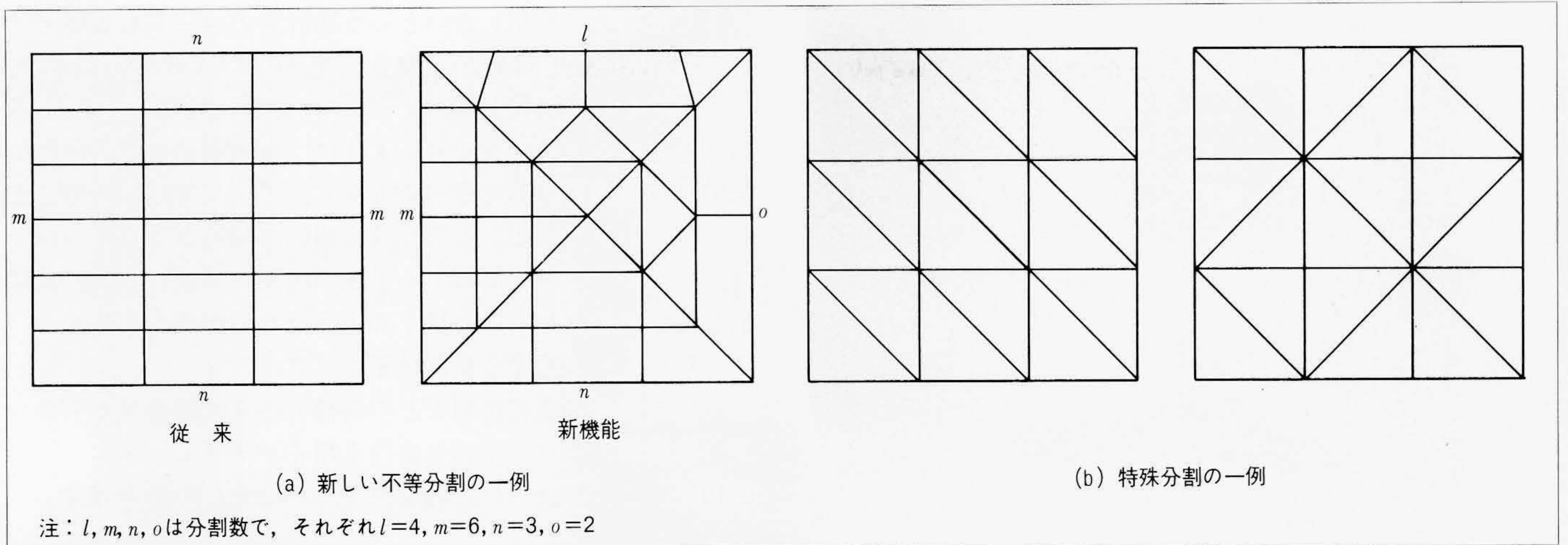
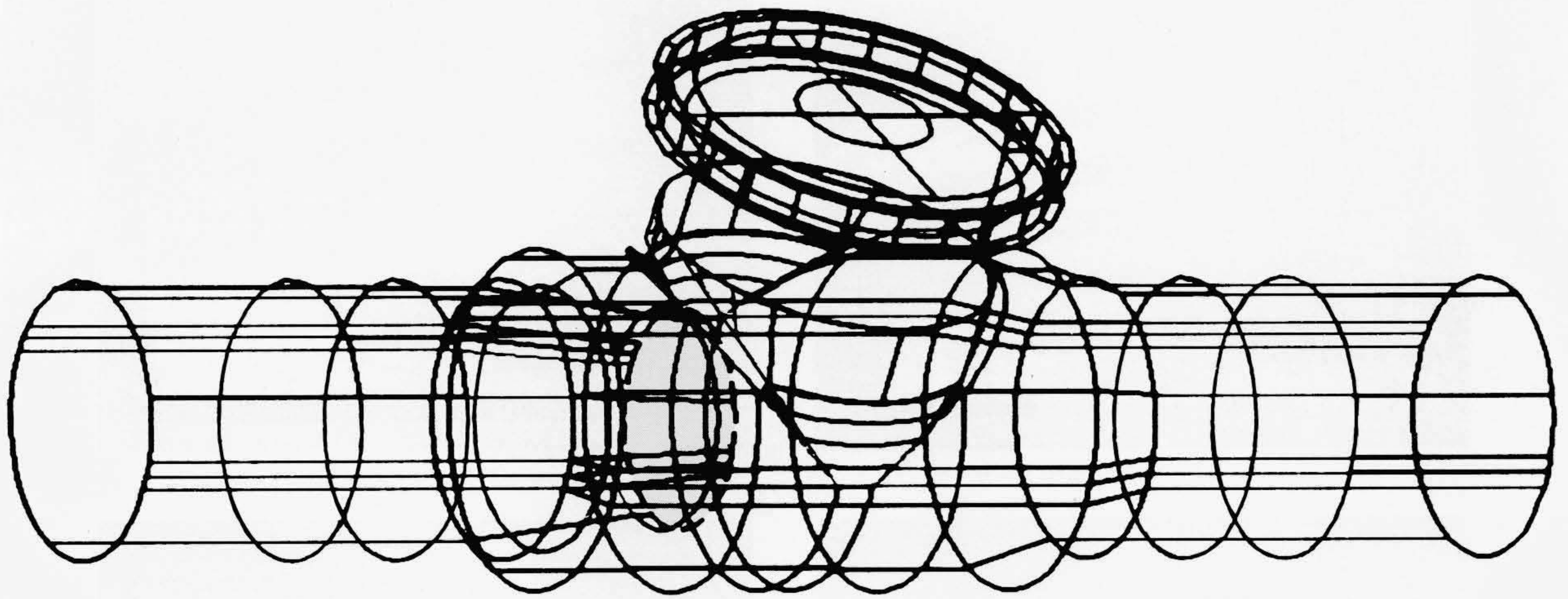


図9 不等分割と特殊分割 対辺の分割数が異なる場合の予想分割である。



属性情報を入力して下さい

データ検索中

KAIPPipe	エ.デ単位		マシ.数	プリセット
メンバー	固定方式	高	マシ.数	プリセット

属性情報テーブル						属性情報プリセットテーブル PAGE 1			
拘束	固定	移動	回転			ID	属性情報	ID	属性情報
荷重	集中	分.布	加振	熱		1	拘束(固定)	8	荷重(分布)
						2	拘束(移動)		
						3	拘束(回転)		
境界	A	B	C	D	E	4	ユーザA(1)		
ユーザA	1	2	3	4	5	5	ユーザA(2)		
ユーザB	1	2	3	4	5	6	境界(A)		
ユーザC	1	2	3	4	5	7	荷重(熱)		
ユーザD	1	2	3	4	5				
マシオフ	節	点							

(ジョリ シティ) #. *

図10 属性情報入力方式 網伏せして示した部分(弁)に、分布荷重がかかるという情報を入力している。

主流をなすものである。

以上が、個別的な拡張のポイントである。

次に、日立製作所のCAEシステムを、HICAD/FEMだけにとらわれることなく、ニーズに応じたCAEシステムとして拡張する考え方について述べる。FEMを用いた解析だけを支援するシステムでは、一般的に、FEMが不得意とする無限領域の流体場やき裂など特異点を持つ問題などをシミュレーショ

ンするニーズに十分こたえられない。FEMが不得意とするこれらの問題は、逆にBEM(Boundary Element Method: 境界要素法)やFDM(Finite Difference Method: 差分法)が有効な手法だと考えられている。このようなニーズに応じるためには、BEMやFDMに関しても、HICAD/FEMと同様な支援システムが必要となる。シミュレーション方式の拡大に対するニーズとともに、物理シミュレーションを共通なプリ・ポ

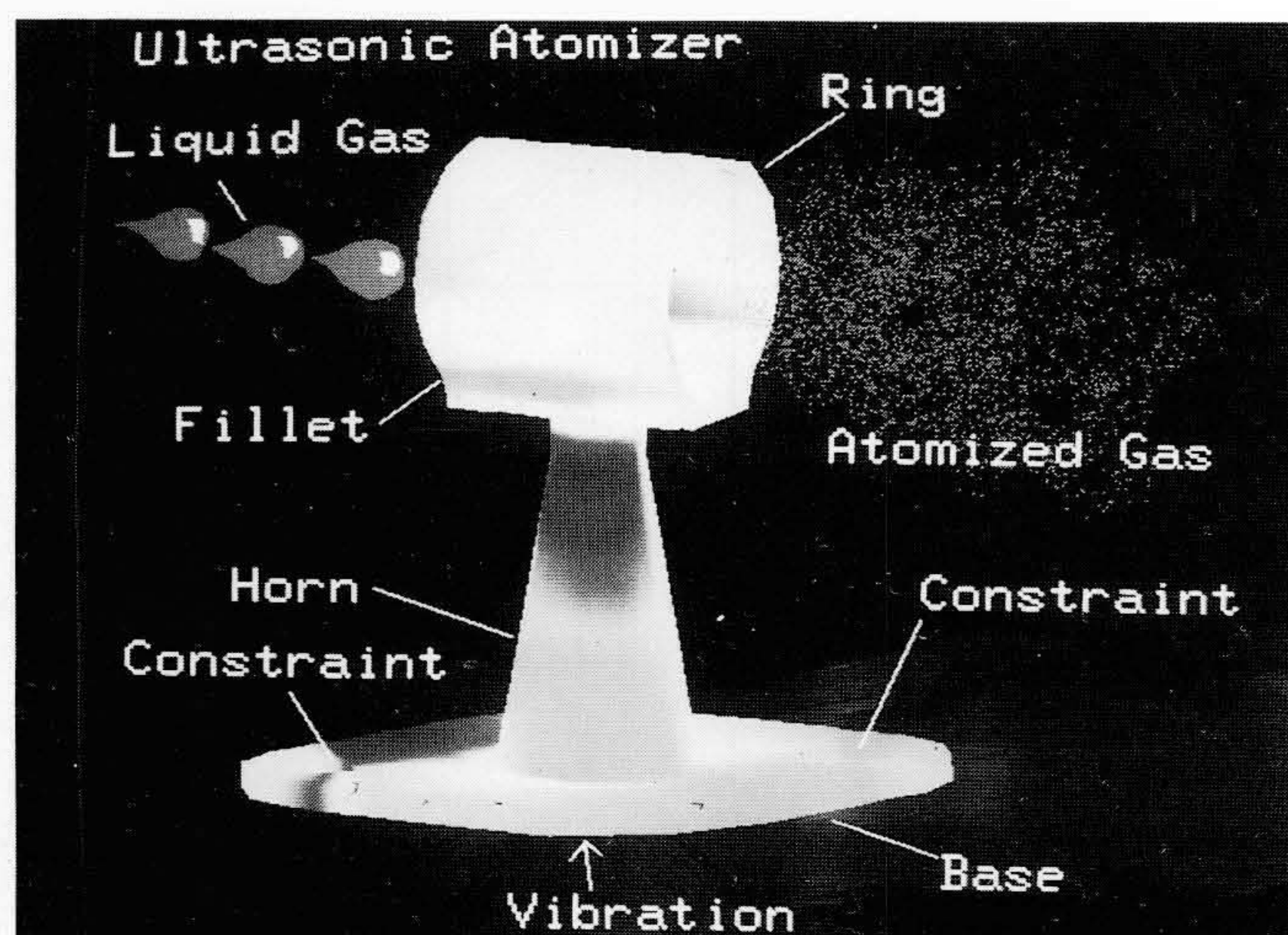
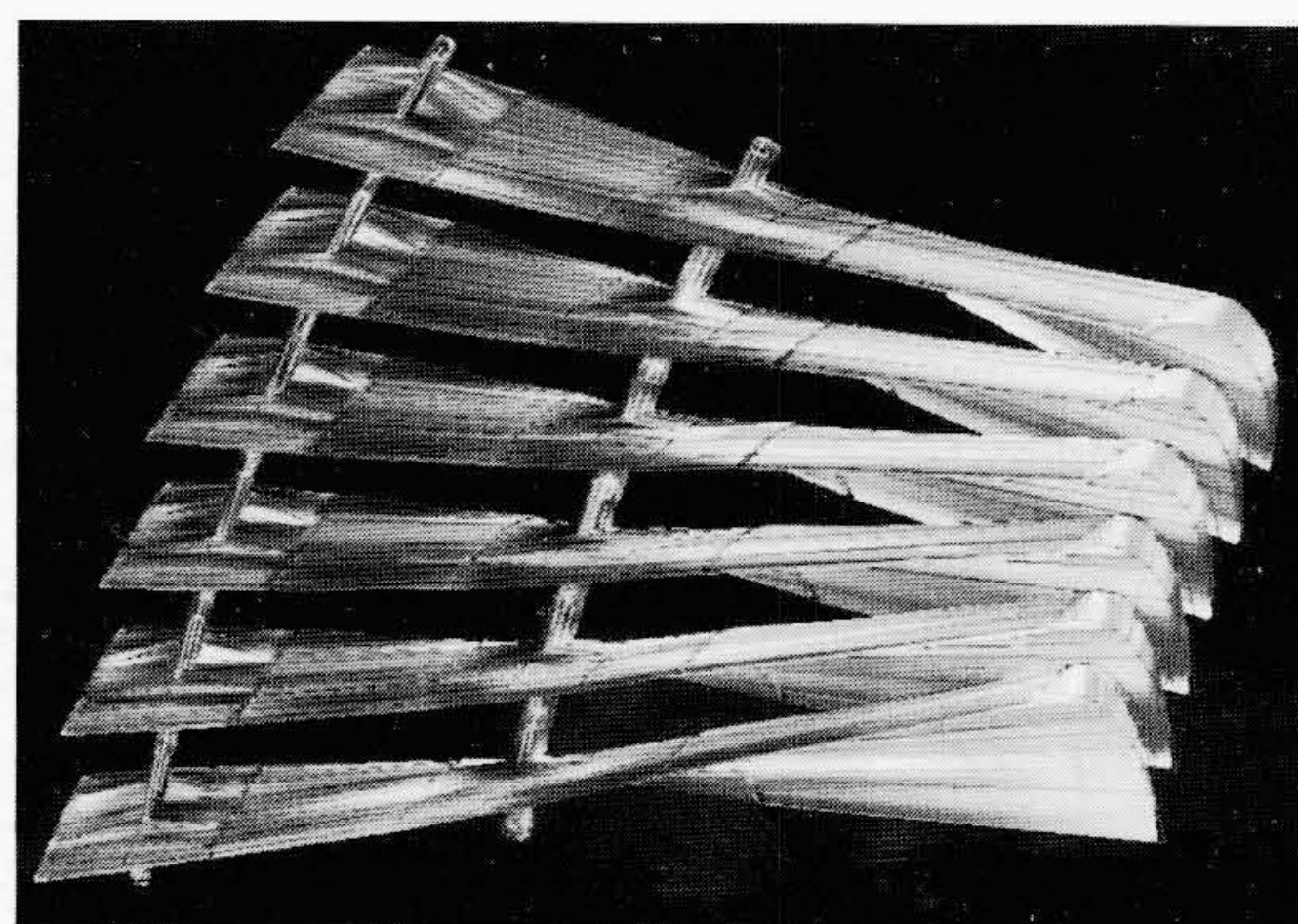


図11 CG(Computer Graphics)と画像出力表示 画像出力された解析結果に手書き入力でドキュメント情報を加えた例である。

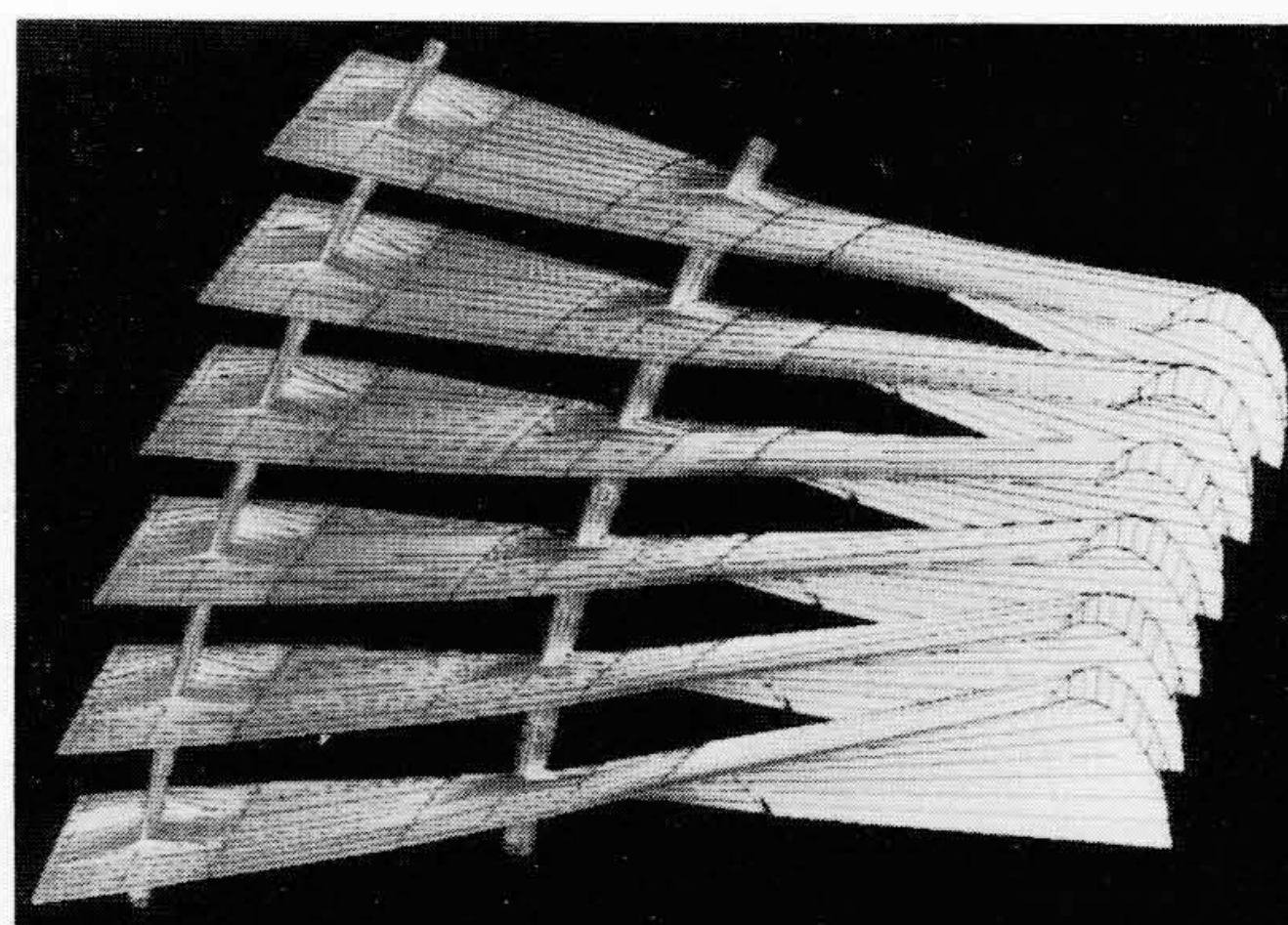
ストで統一的に利用したいという設計者のニーズも重要と考える。FEMやBEM及びFDMを、従来のプリポスト形のもので支援するのは無理がある。そこで、例えば幾何情報に属性情報を与える方式で見られるように、有限要素モデルなどに個別に属性情報を与えるのではなく、データやモデルの概念を上位に引き上げることで、はん用的な物理シミュレーションのためのモデルを構築する手法の研究が重要となる。具体的な要素技術としては、以下のようなものが考えられる。

- (1) 幾何モデルの完全自動分割とリメッシュ
- (2) 属性情報と幾何情報などの異種データの組合せモデル
- (3) 数値解析プログラムとのはん用インタフェース

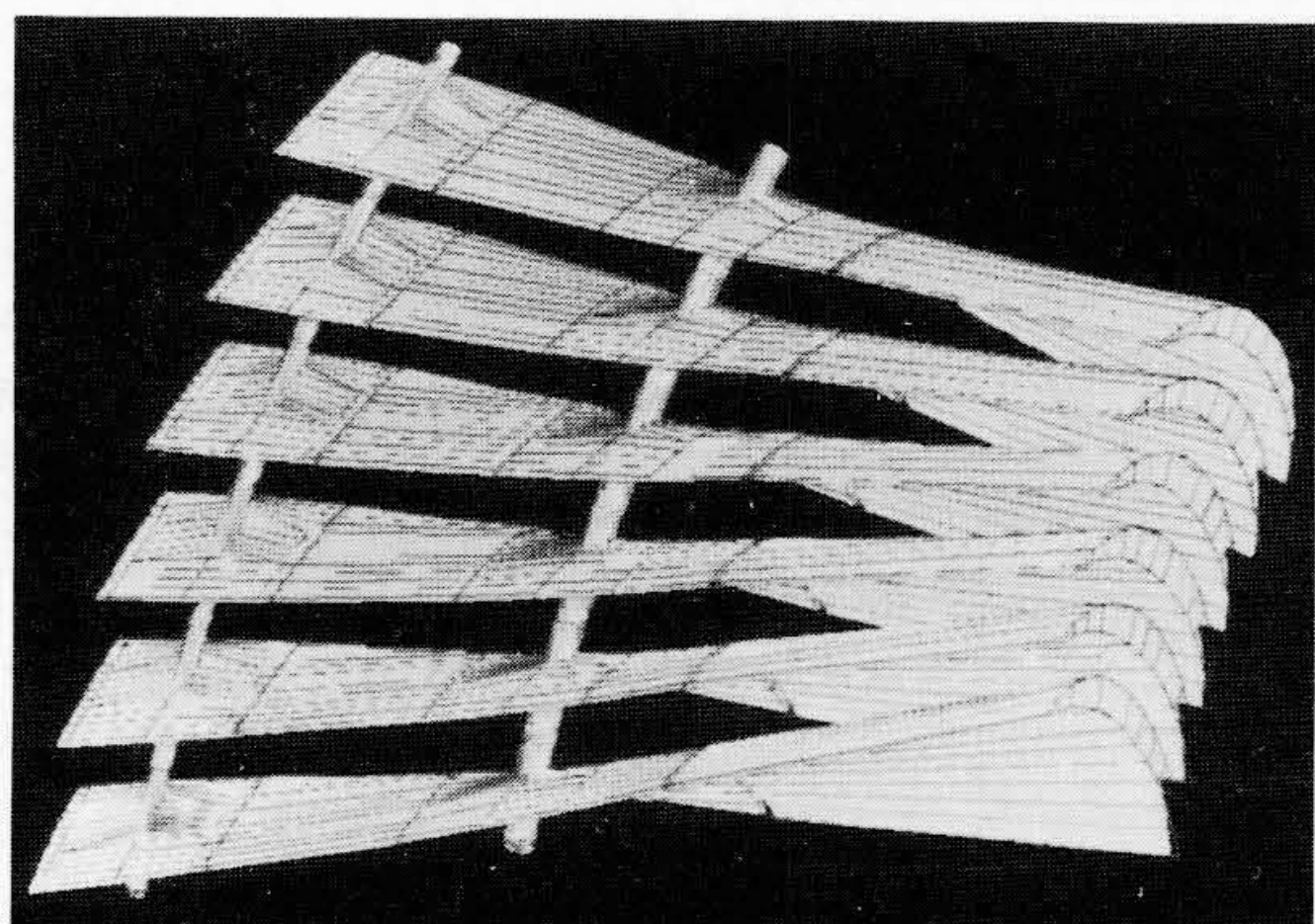
図13に、ここで述べたCAEシステムの概略構成図を示す。



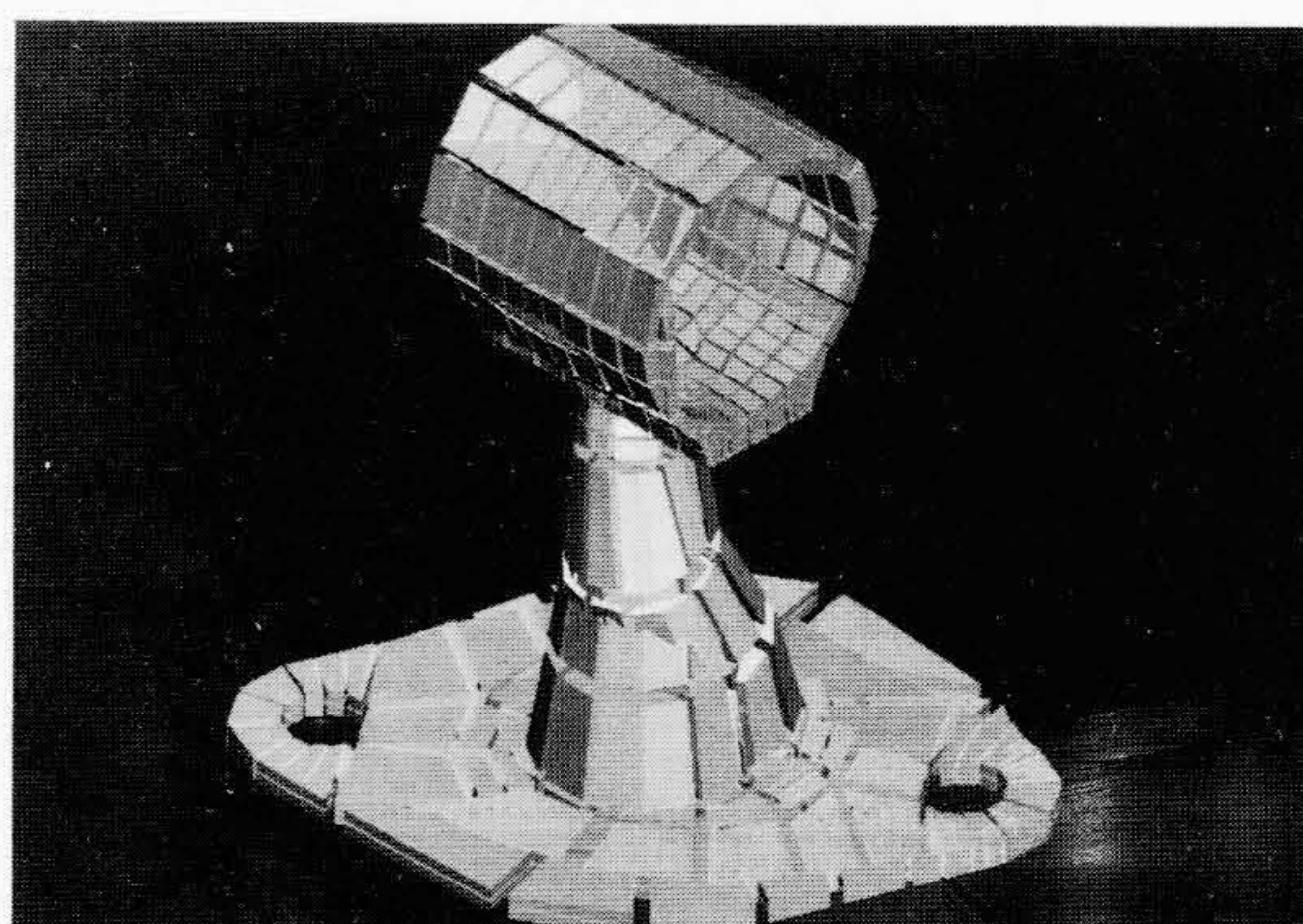
(a) 等応力線図表示(1)



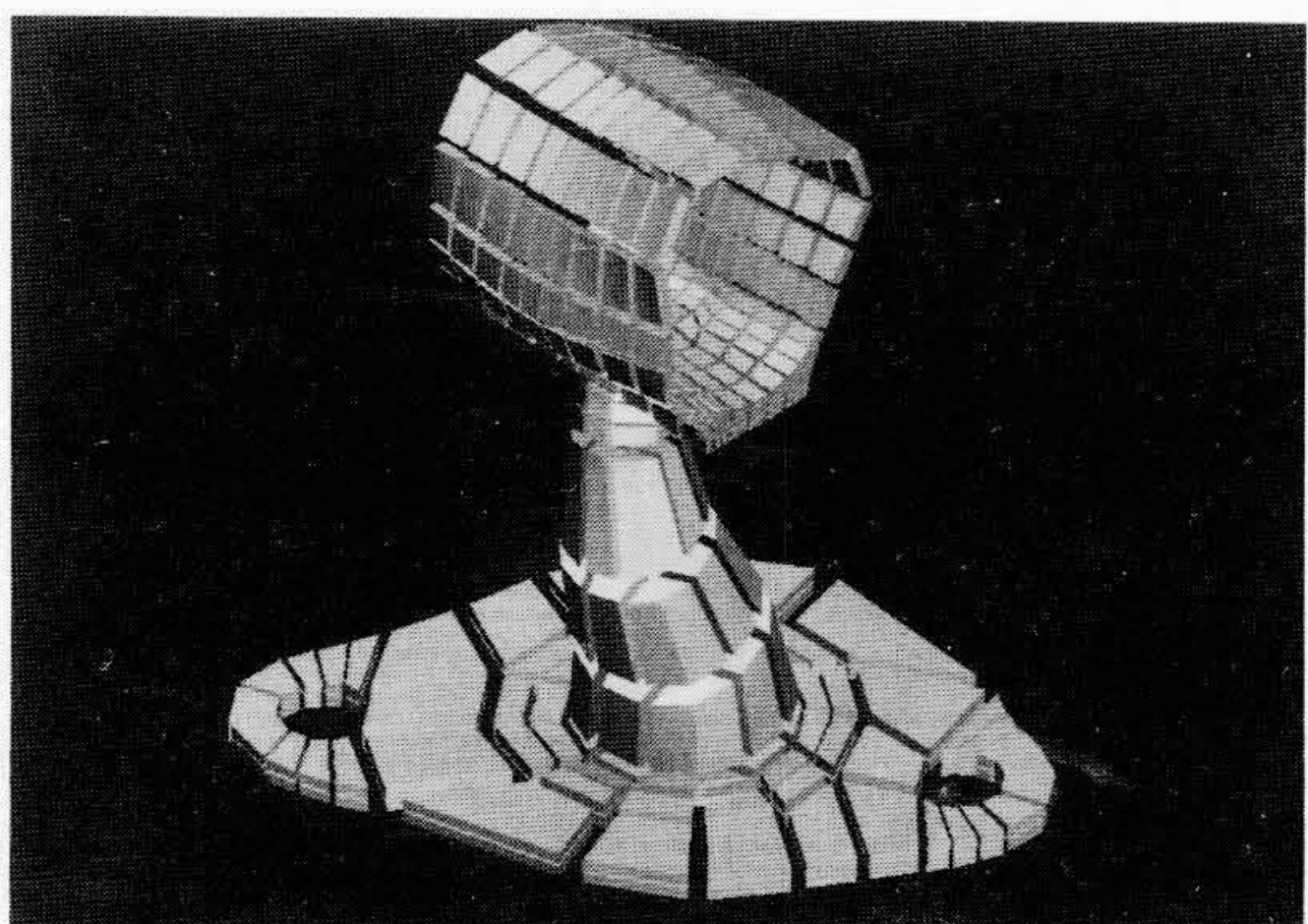
(b) 等応力線図表示(2)



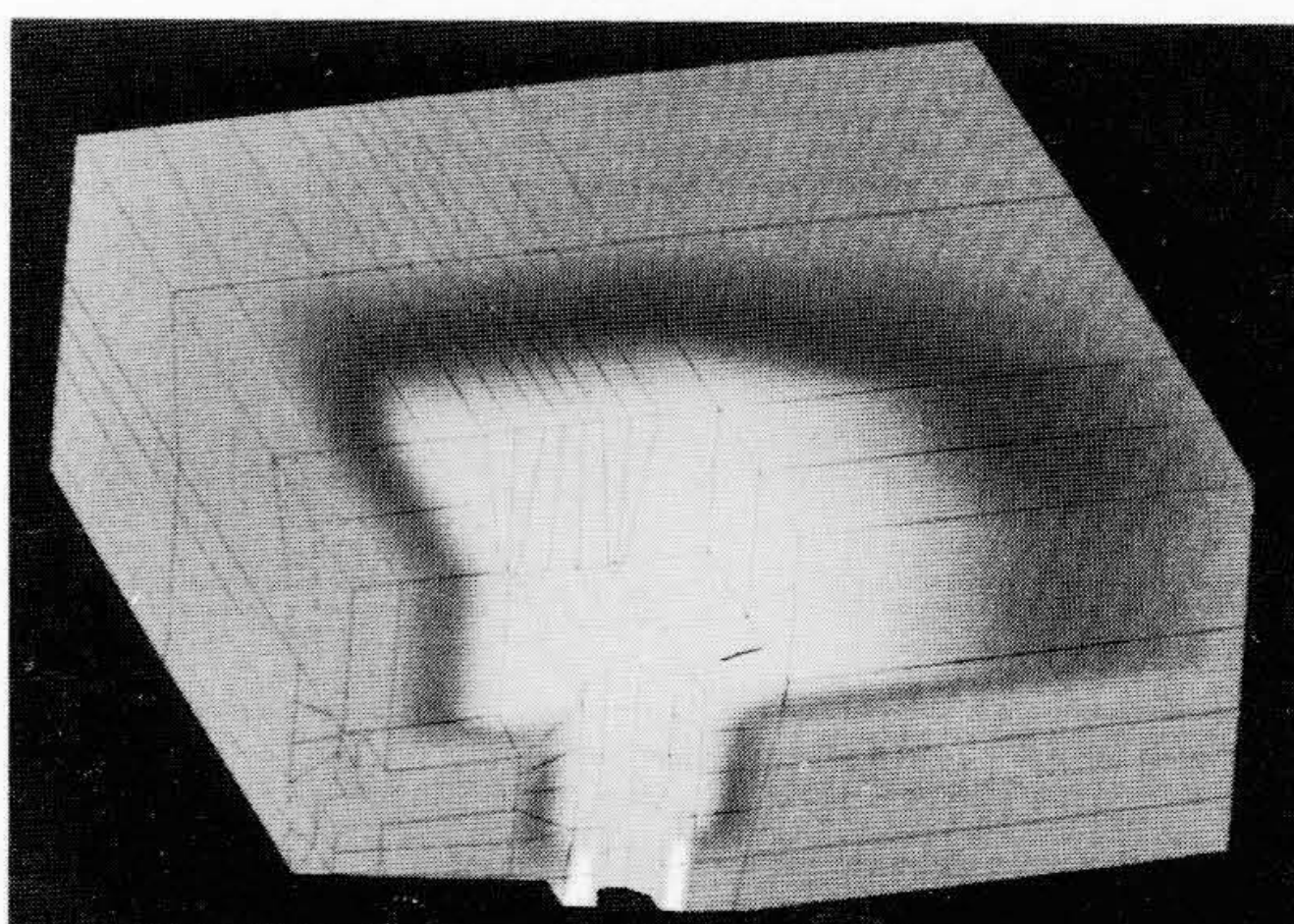
(c) 等応力線図表示(3)



(d) シュリンク表示によるモード図とモデル図

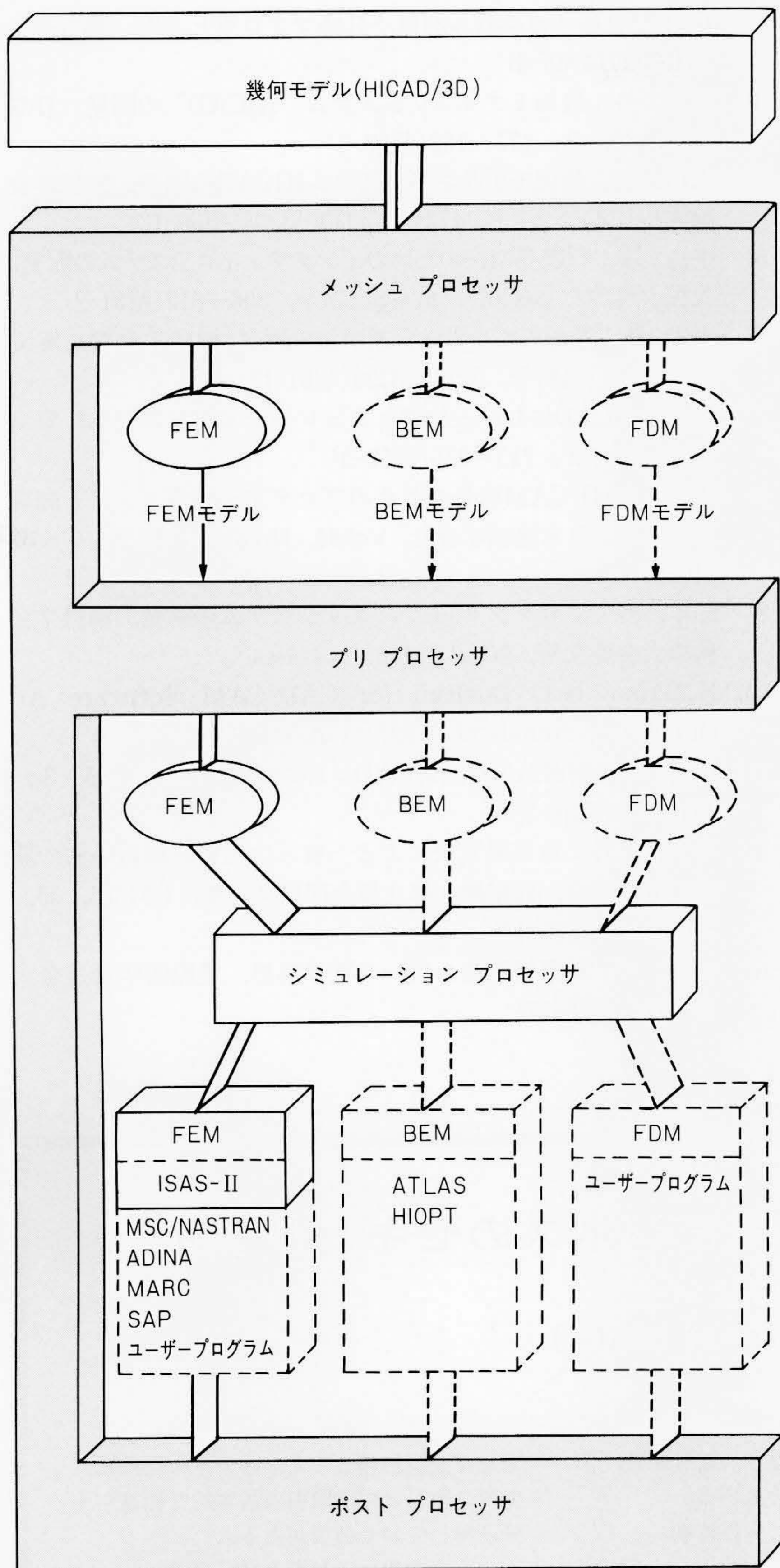


(e) 隠れ線処理を用いた変位表現



(f) 温度分布表示

図12 3次元図形処理端末による出力 (a), (b)及び(c)は同じ物理量データで、色の補間方法でイメージ実験をしたうちの三つのケースで、(d)と(e)は大量なデータの隠れ線処理によるモード図表示を、(f)は温度分布のイメージを表現したものである[(a), (b)と(c)では、各々同じ物理量データが分布しているにもかかわらず、表示されている色の分布状態が異なる]。



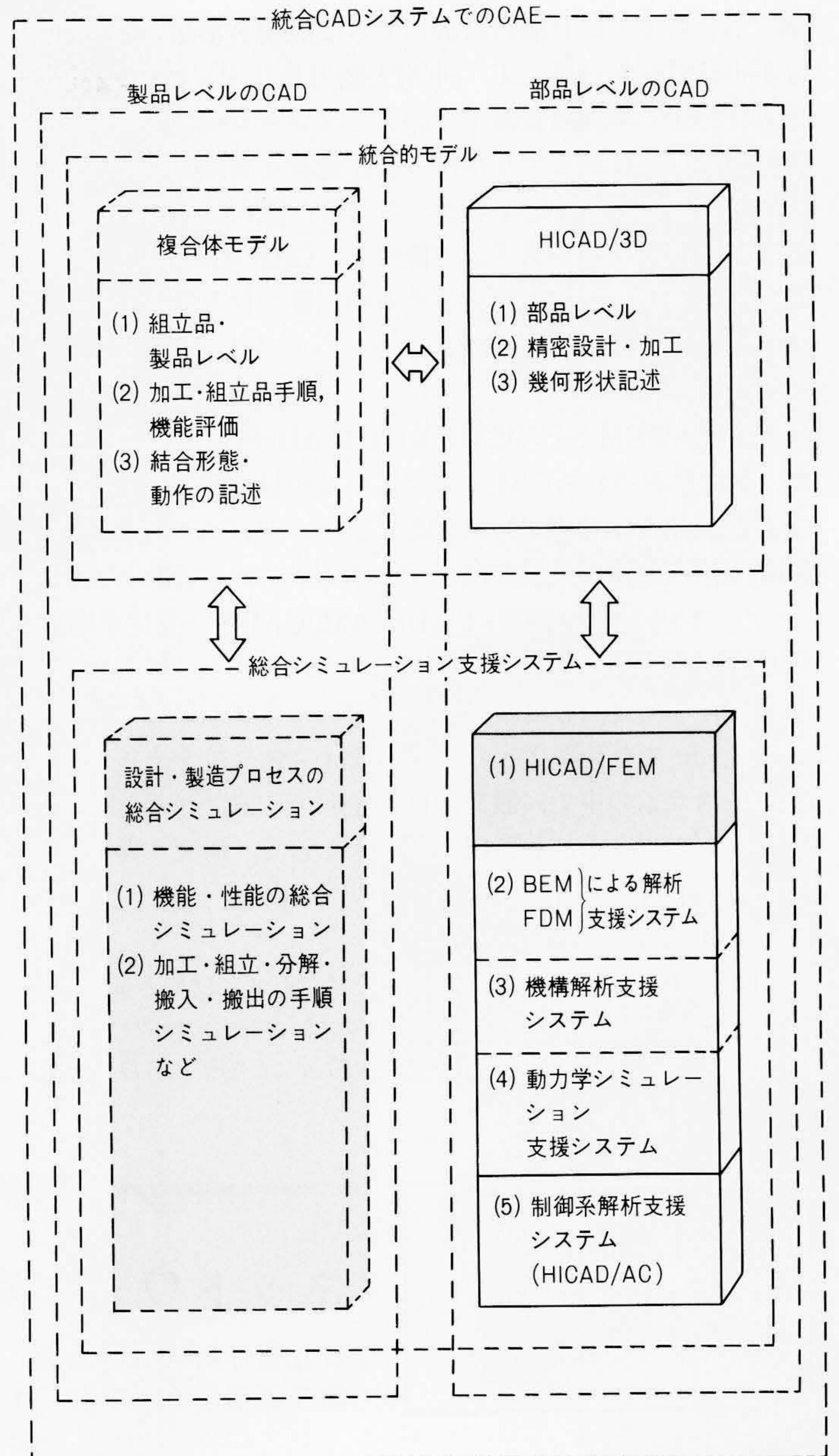
注：略語説明 ATLAS(日立製作所エネルギー研究所が開発したポテンシャル場解析プログラム。文献12)参照)

HIOPT(日立製作所日立研究所が開発したBEMによる最適化設計プログラム。文献13)参照)

図13 HICAD/FEMの拡張とCAEシステム展開 本図はHICAD/FEMが将来的に拡張され、総合的なCAEシステムとして形成されたときのシステム構想とHICAD/FEMの位置づけを示すものである。実線は製品レベルを示し、破線は将来構想を示す。

4 総合シミュレーション支援システムの展開

以上、HICAD/FEMについて、近未来的な拡張を含めて述べてきた。本章では、今後の本システムの展開として単に設計業務の省力化だけにとどめず、CAD/CAMによる設計全般の自動化を指向した取組みの考え方について触れる。現在までのCAD/CAM/CAEの応用は、その扱う対象の範囲が部品レベルあるいは幾つかの部品の集まりのレベルにとどまってお



注：略語説明

BEM(境界要素法)

FDM(差分法)

HICAD/AC(Hitachi Computer Aided Design System for Automatic Control 文献11)参照)

図14 総合物理シミュレーション支援システムの構想 構造シミュレーションとは、製品全体の機能・性能・安全設計などを総合的にシミュレーションすることである。

り、目標とするところは形状の設計や加工情報の作成などであった。CAD/CAMによる設計全般の自動化の目標とするところは、形状設計だけでなく加工・組立て手順の方案作成、性能・機能に関する評価なども含む設計活動全般をコンピュータ支援することである。この目標の達成には、現在までの幾何モデルを製品全体モデルとしてとらえてきた方法では難しく、幾何モデルの情報に加えて機能属性、結合属性、動作属性などを持つ、より広範な統合的モデルが必要となってくる^{8)~10)}。このようなレベルのシステムの中で、CAEシステムが機能するためには、単に物理シミュレーションを図13や3

章で示したように有機的に活用できる環境を構築しただけでは不十分である。例えば、FEMと動力学シミュレーションを組み合わせ、実使用条件下でのシミュレーションを実現させる手段や、統合的モデルが持つ属性情報を有効に活用する方式などの確立が重要となるからである。図14に、この統合的モデルを持つCADシステムの概略と、CAEシステムとなる総合シミュレーション支援システムの位置づけを示す。

5 結 言

HICAD/FEMとその拡張、及びHICAD/FEMを包含した形で、更に拡張されるCAEシステム、及び統合シミュレーション支援システムの取組みに関する考え方について述べた。HICAD/FEMは、昭和59年8月に製品化され、年々バージョンアップが行われており、CAD/CAM/CAEの一貫化手順は、HICAD/2D, 3D, NCSなどとともに実現されている。今後も、研究・開発の各段階ごとに各種シミュレーションとのインタフェースを具現化してゆき、設計活動全般を支援できるCADシステムの中で、設計の信頼性向上や設計最適化などに寄与することのできるCAEシステムとして、研究・開発を進めてゆく予定である。

参考文献

- 1) 圓佛：CAE—新しい設計思想とそのツール、図形と画像、秋号(Sept.-Nov.), 1982(PIXEL, Vol.3, No.3, 1982)
- 2) 田中，外：射出成形製品と金型の設計にCAE, CAD/CAM/CAE, 日経メカニカル別冊，日経マグローヒル社，第5章，144～157(1985-6)
- 3) 徳増，外：幾何モデリングシステム“HICAD”の開発，日立評論，65，3，177～182(昭58-3)
- 4) 太田，外：幾何モデリングシステムHICADの開発，機械学会論文集(C編)，51巻，472号，3330～3338(昭60-12)
- 5) 中島，外：有限要素法のためのインタフェースシステムの開発，機械学会論文集(C編)，52巻，474号，806～812(昭61-2)
- 6) 太田，外：幾何モデル要素分割手法の研究，機械学会論文集(C編)，52巻，484号，3221～3228(昭61-12)
- 7) 調，外：CADにおける物理シミュレーションシステム，日立評論，65，3，213～216(昭58-3)
- 8) 木村：CAD/CAM統合のためのプロダクトモデリングと知識情報処理，日本機械学会誌，Vol.89，No.815，10月号，47～53(1986)
- 9) 鈴木，外：プロダクトモデリングシステムの開発，精機学会秋季大会論文集，No.1，143～144(1986)
- 10) N.Okino: O/O Dualism for CAD/CAM Software Architecture, Annals of CIRP, Vol. 34, No.1 (1985)
- 11) 田沼，外：制御系の対話形CADシステム，日立評論，65，3，205～208(昭58-3)
- 12) 宇多村，外：境界要素法による一般三次元電界解析手法の開発，電機学会，回転機・静止器合同研究資料，RM-85，35，SA-85-44(昭60-11)
- 13) 村川，外：境界要素法を用いた電界解析，電機四学会連合大会，41～46(昭57)

論文抄録

ネットワーク利用ビジネスのセキュリティ

日立製作所 水野昌美

電子通信学会誌 69—1，14～23 (昭61-1)

情報ネットワークを利用してビジネスを行なう場合、現在の社会で考えられる不正をベースにしたのでは対応できない。

高度情報化社会の時代になったとき、どのような理由によって不正や犯罪が起こるのか、将来の社会環境を考える必要がある。

情報ネットワーク利用時のセキュリティの問題は、電子工学、通信工学など工学の問題としてとらえては問題は解決しない。

社会心理学、法律学など他の部門の力が必要となってくる。

(1) 社会環境

金銭に対して自己制御できる時代から、自己制御困難時代、すなわち金銭感覚麻痺時代に変わりつつある。

また、日本人は村や会社の組織の中で生活することによって相互監視を行ない、秩序を保っているが、これが崩れてきている。

更に、コンピュータ知識が上達するに従

い、腕だめしをしたくなり、暗号解読、データの不正入手や破壊を試みる。

(2) システムの広がりと責任体制

端末やコンピュータシステムも、ネットワークに接続されることにより、関係者も限りなく広がってゆく。

特定の関係者でシステムが構成されている間は、ある責任者のもとにコントロールできるが、不特定多数の関係者にはアンコントロールとなる。

前者をクローズドシステム、後者をオープンシステムといい、セキュリティの問題は、後者を中心に考える必要がある(責任体制の困難さ)。

(3) ネットワークと電子取引

従来の慣習とは異なった新しい社会環境の中で、新しい取引形態が始まろうとしている。

今までに考えつかなかった不正、犯罪や

新たな問題が起こってくる。そのために、従来の取引と電子取引の基本的な相違を十分理解しておく必要がある。

(4) 不正や犯罪に対する対応技術

不正や犯罪に対し、技術だけでは対応できない。以下に役立つ対応技術の例を示す。

(a) 通信相手の確認技術

(b) デジタル署名・特徴・判別技術

(5) 結 言

ネットワーク利用ビジネスのセキュリティは、電子・通信技術の発展とともに、電子取引業務は業者間取引から大衆取引へと広がっており、次の点が今後の重要課題となる。

(a) 社会倫理の育成

(b) 電子取引ルールと取引内容証明

(c) 接続機器の公的機関への登録

(d) 法律(含む罰則)と規則の整備