

新しい情報処理技術とその 工事管理システムへの応用

榊東洋情報システム 伊藤勝久

1. はじめに

土木分野におけるコンピュータ利用は、最近ますます広がりを見せてきており、工事マネジメントの側面においても、コンピュータシステムが実用に供している姿を見る機会が次第に増加してきた。これは、コンピュータのハード・ソフトの発展やパソコンの普及など、情報処理技術の急速な進歩による点もさることながら、次第に大型化・複雑化する建設工事の現状に鑑みてもまた当然の流れであると言える。さらに、より高度な品質・能率の追求への要請に伴ない、より実用的な工事管理システムの構築はますます重要な課題となってきた。

一方、最近の目ざましいコンピュータハード・ソフトの技術革新の結果、新しい情報処理の技術は、着実に各方面に応用され、とりわけビジネス部門、製造部門においてOA・FAなどと呼ばれる形で、システム化に大きく貢献し始めている。

そこで本稿では、これらの新しい情報処理技術の動向を紹介すると共に、その工事マネジメントシステムへの応用の可能性について検討してみる。

2. コンピュータ・グラフィックス

コンピュータ処理技術の発展の中で最も成果をもたらしているものの一つにコンピュータ・グラフィックス技術(CG)がある。数年前までは、図化といえは処理結果をバッチ処理でプロッターに出力するのが一般的であり、グラフィック・ディスプレイへ出力する場合でも単色のストレージ型ディスプレイが中心であった。それが、ここ数年にわたるラスターキャン型ディスプレイや、比較的手軽にカラー画面の作画ができるパソコンの急速な普及により、カラー画像を出力する対話方式のシステムが増加してきた。また、ソフト技術面でも二次元のCADシ

ステムだけでなく、三次元のモデリングや表示、さらにはリアルな表現を行う三次元カラーシェイディングなど、表現技術はきわめて多彩になってきたといえよう。三次元モデリングにおいては、ワイヤフレーム、サーフェスモデル、ソリッドモデルなどの手法が確立し、CAEにおける重要な処理技術のひとつになっている。また、三次元モデルに陰影表示をほどこし、立体感、さらには光沢、材質感、透明感などまで表現して、よりリアルな表示を行うためのカラーシェイディング手法が開発されつつある(図-1)。¹⁾ この他、山や木など自然界の物体を表現するフラクタル技法なども開発されている。

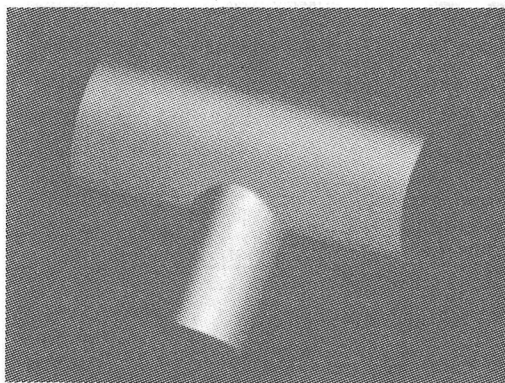


図-1 シェイディング表示

本来、図化情報は文章や言葉に比べて相当大量の情報量を持っていると言われており、視覚や直観に訴えるビジュアルな表現は、処理結果をより有効に活かす手段として、今後ますます使用頻度を増すであろう。

工事マネジメントにおいても、種々の管理図表をビジネス・グラフィックスのプログラムにより各種グラフ表示を行ったり、出来形を二次元、三次元の図で表示するなど、グラフィック処理の適用範囲はきわめて広い。また、鳥瞰図やカラーシェイディングを用いたリアルな表現は、景観の事前評価など、

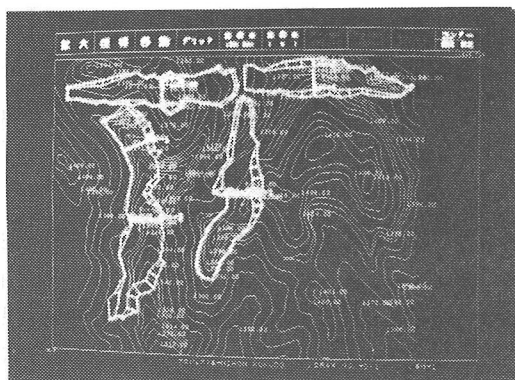
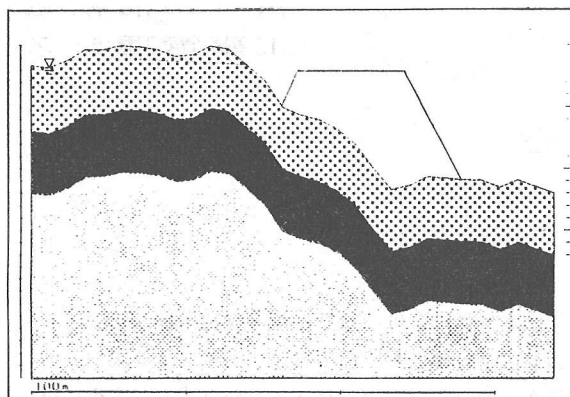
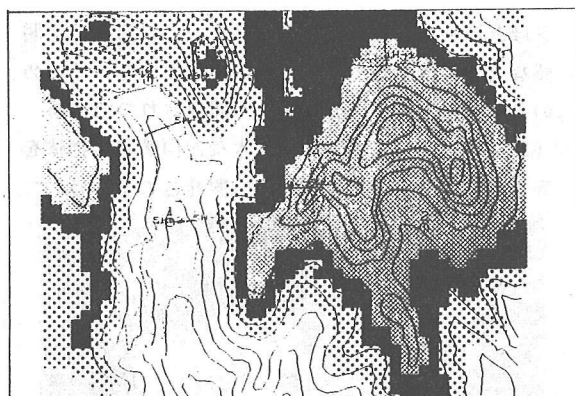


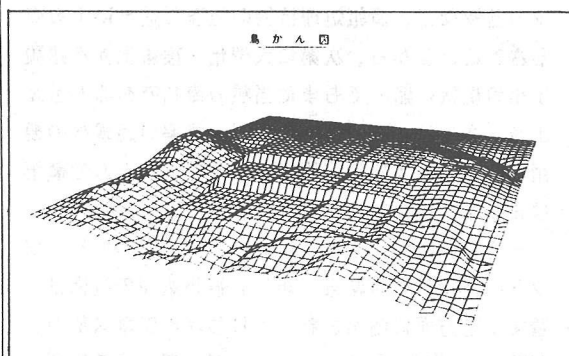
図-2 土工計画システム入力画面例



(a) 断面図



(b) 平面図



(c) 鳥瞰図

図-3 土工計画システム出力例

より高度な利用が期待できる。

ここでは、コンピュータ・グラフィックスを駆使したシステムの例として、対話型土工計画システムの例を紹介する。²⁾ このシステムは、原地形や計画地形を二次元CAD機能を用いて対話方式で入力し、さらに土質データ（ボーリング情報）を入力して、地盤のソリッド的認識をさせうえて、土量計算のほか、断面図、平面図、鳥瞰図、運土矢線図などを表示するシステムである。図-2は、本システムの入力画面例、図-3(a)、(b)、(c)は出力例である。また、このデータを三次元カラーシェイディングのシステムに連動させて、地形をよりリアルに表現する事も試みている。図-4は、その表示例である。

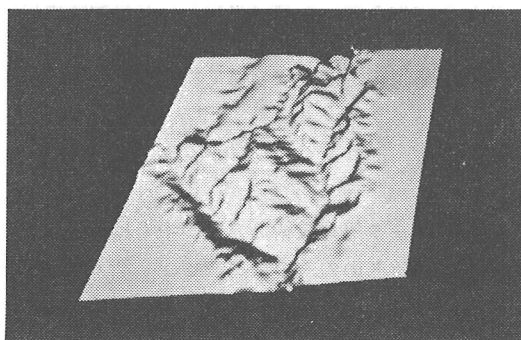


図-4 地形のリアル表示

3. AI（人工知能）

最近、AI（人工知能）または知識工学という言葉がにわかに社会的な注目を集めてきている。AIとひと口に言っても、その内容はエキスパートシス

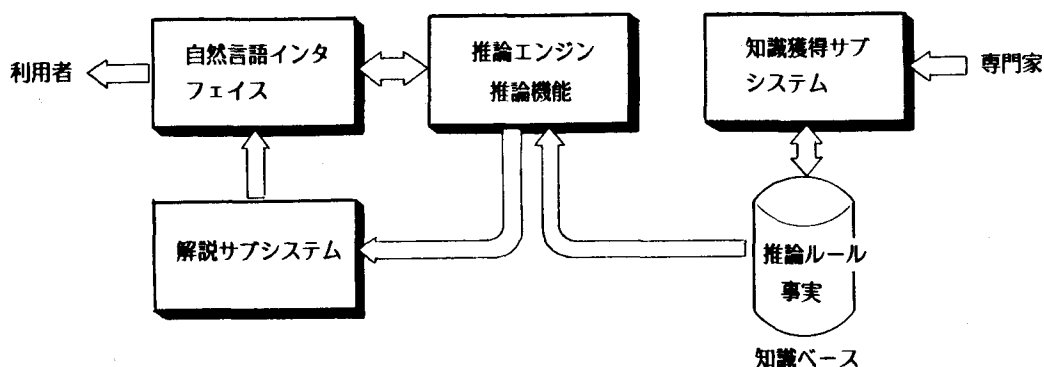


図-5 エキスパートシステムの構成

テムから自動翻訳、音声認識、画像認識などに至るまで広い範囲にわたっているが、中でもとりわけ大きな反響を呼んでいるのがエキスパートシステムである。

エキスパートシステムとは、専門家の持つノウハウ的な知識いわば経験的（Heuristic）な知識をコンピュータに憶え込ませ、この知識ベースを利用してさまざまな推論や問題解決を行おうというものである。医療分野で、初めて医者知識を組み込んだシステムとして試みられ、感染症の診断システム「MYCIN」をはじめいくつもの診断システムが実用化された。その後、各分野で応用に取り組みられてきており、資源探査への応用で大規模な銅鉱床を発見した地質コンサルタントシステムなど、その成功例は急速に増えつつある。開発の事例を表-1に示すが、これらは、ほんの一例である。

エキスパートシステムの一般的なシステム構成は図-5の通りである。推論のためのルールや事実など、専門家の知識を集積した知識ベースと、これらの知識をもとに推論を行う推論エンジンがその中心であり、この他、知識ベースを登録する知識獲得サブシステムやユーザとのやり取りを行う自然言語インタフェイス、ユーザに推論結果や推論根拠などを説明する解説サブシステムなどが支援サブシステムとして構築される。

エキスパートシステムでは、知識という無形のものを表現するためにいくつかの技法を用いている。主なものに「IF…THEN…」の形で代表されるプロダクション・ルール、対象間の抽象的関係をネ

表-1 エキスパートシステム開発事例

システム名	機 能	機 関
MYCIN	血液伝染病診断支援	Pacific Medical Center Stanford大学
CADUCEUS	内科疾患診断支援	Pittsburgh 大学
XCON	コンピュータシステムの調成法助言	DEC. C.M.U
SPARE	コンピュータ保守	DEC
DART	コンピュータ保守	IBM
XSEL	コンピュータセールズ支援	DEC
PROSPECTER	鉱物資源検査	SRI
LOGIN	石油試掘データ解析	Schlumberger
ELAS	油井データ解析	Amoco
DRILLING ADVISOR	油井掘削コンサルテーション	Teknowledge
PROBWELL	油井保守支援	AMOCO
SACON	MARC使用法助言	Stanford大学
MOLGEN	分子遺伝学の実験計画支援	intelligenetics
ACE	電話機保守支援	Bell labs
PTRANS	製造管理	DEC
TATR	軍事作戦支援	Rand Corp
DENDRAL	分子構造推定	Stanford大学

ットワークで表わす意味ネットワーク理論、対象の持つ各種の属性をそれを内包するフレームで表わすフレーム理論などがあるが、現在実用化されているエキスパートシステムはプロダクション・ルールによるものが多い。

知識ベースが、専門分野毎に当然異なっているのに対して、推論エンジン部は対象分野に左右されることなく汎用的である。したがってこの推論エンジンがあればさまざまなエキスパートシステムを構築する事ができる。このような推論エンジンは「エキスパートシステム支援ツール」としていくつか商品化され販売されている。その代表的なものを表-2に示す。また、これらに用いられている知識ベースの構成の例を図-6に示す。³⁾

専門家の知識をもとに推論するエキスパートシステムは、経験や勘が相変わらず重要な判断基準となる土木工学の分野ではとりわけ応用範囲が広いと期待される。工事管理の面においても、工法や建設機械の選定、工程計画の策定、工程のフォローアップ、建設機械の故障診断、施工管理関連法規のコンサルテーションなど、その利用場面は容易に数え上げる事が出来る。

この分野への応用例として、エキスパートシステム支援ツールの一つである「BRAINS」を用いた「土留め工法選定エキスパートシステム」の対話例を図-7に示す。

表-2 AI ツール一覧表

名 称	内 容	開 発 者
UNIT	フレーム型	スタンフォード大学
EMYCIN	MYCIN の知識ベースを空にしたもの	スタンフォード大学
EXPERT	FORTRAN で書かれたプロダクションシステム	ラトガース大学
KAS	PROSPECTOR の知識ベースを空にしたもの	SRI
OPS 5	プロダクション・システム	カーネギーメロン大学 DEC社
KEE	オブジェクト指向言語によるフレーム記述両方向推論プロダクション・システム	インテリコ社
BRAINS	プロダクション・システム	東洋情報システム
PSA	メタ推論とオブジェクト指向問題解決	大阪大学
ESHELL	ブラックボード・モデルに基づく両方向推論プロダクション・システムとフレーム型知識ベース	富士通
LOOPS	オブジェクト指向・手続き指向データ指向、ルール指向の複合プログラミング・パラダイム	ゼロックス社

4. マンマシン・インタフェイス

システムをより使い易くするために、最近では日本語によるメニューやメッセージを豊富に用いた日本語対話処理システムが一般的になってきた。この「使い易さ」、「わかり易さ」という点は、周知の通り、システムのエンドユーザへの普及を図るためには、非常に重要なシステム要件である。

一方、最近のハードウェア技術の進展は目覚ましく、コンピュータ周辺の入出力機器はさまざまな種類のもが開発され、普及してきた。先に述べたグラフィック・ディスプレイでは、端末側により高度なインテリジェンスをもたせて、三次元／二次元変換やシェイディング（陰影処理）、拡大・縮小なども端末側でハード的に処理できるいわゆる三次元ディスプレイが徐々に普及を始めた。また、画面上でのポインティングを行うマウス、タブレットなどの画面入力装置や、手書き入力装置、OCR（光学式文字読取り装置）、マークシートリーダなどの光学式入力装置、さらには図面データをそのまま入力す

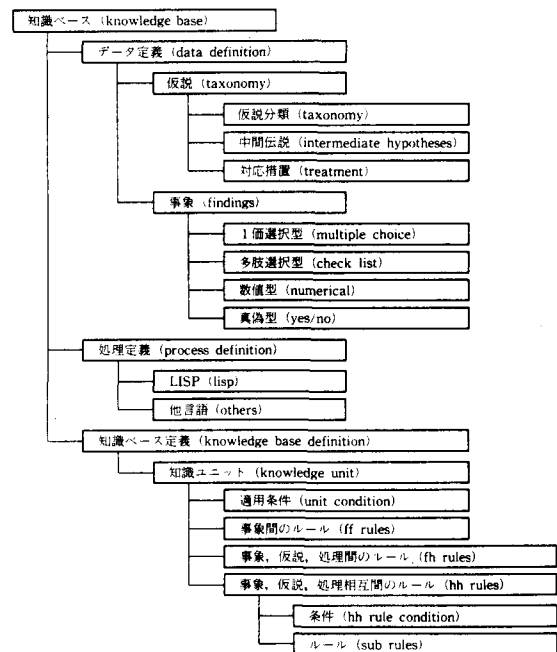


図-6 知識ベースの構成例

実行する処理を選択して下さい。

- 1 推論実行
- 2 知識ベース管理
- 3 終了

メニュー番号を入力して下さい。--> 1

推論実行処理 開始

実行モード？(I/F/B)--> F

- 1 地下階は
1 地下なし
2 地下1階
3 地下2階
4 地下3階
5 地下4階

該当する番号を1つ入力して下さい。--> 3

- 2 市街地
YESかNOで答えて下さい。--> Y

- 3 地下空間を最大限に広げたい。
YESかNOで答えて下さい。--> Y

- 4 横に危険構造物がある。
YESかNOで答えて下さい。--> Y

- 5 水
1 水なし
2 水がやや多い
3 水が多い

該当する番号を1つ入力して下さい。--> 1

- 6 土質
1 しまった砂
2 中位砂
3 緩い砂
4 硬い砂
5 中位粘土
6 軟らかい粘土

該当する番号を1つ入力して下さい。--> 6

*** 推論結果は次のとおりです。

0.90 SMW(SMW)

0.80 親杭横矢板(親)

0.75 イコス(イコス) ➡

*** 従って、次の措置をとるべきです。

1.0 高性能壁を使用せよ。(高性能)

1.0 無音、無振動工法を利用せよ。(無音)

コンサルテーション処理開始

コンサルテーション処理メニュー

- 1 処理結果の説明
- 2 ルールの説明
- 3 データの検索
- 4 ルールのエディット
- 5 処理実行
- 6 推論結果の再出力
- 7 矛盾したルールの提示
- 8 未定データの提示
- 9 入力データベースの再表示
- 10 知識ベースの再設定、再実行
- 11 データ値の保存
- 12 推論結果の保存
- 13 ?
- 14 終了

メニュー番号を入力して下さい--> 1

SMWである可能性が強い(0.90)理由は主に以下のルールの適用によります

1 HS3-1-2

もし、地下2階であり、かつ、水なしであるとき、更に、軟らかい粘土であるならば、SMWであると思われる。

その他、1個のルールが適用されています。

より詳しい説明が必要ですか？(Y/N)--> Y

2 FH3-3

横に危険構造物があるならば、SMWである可能性がある。

上位仮説からの影響はありませんでした。

図-7 山留め工法選定エキスパートシステムの対話例

る光学式スキャナー、そして音声入力、音声出力など、人とコンピュータの接点となる部分にさまざまな技術が提供され始めている。

これら、視覚・聴覚を取込んだ情報処理の有効性はきわめて高いが、これらのハードウェアをより有効に活用したマンマシン・システムを構築するためには、より高度なソフトウェアが要求されるのはいうまでもない。例えば、スキャナーについては、入力されたドットデータをベクトルデータに変換するラスタ/ベクタ変換技術や画像認識技術が重要であ

るが、現状の技術はまだ初歩的な段階であるといわざるを得ない。この他、音声認識や音声合成などのマンマシン・インタフェースも実用化され始めているが、これらを本格的に活用するためには先に述べたAIの取込みが必須となる。

工事管理システムで扱う、計画や管理の作業では、煩雑、複雑な計算やデータ加工、表示などをコンピュータにまかせ、人はより創造的な思考過程に力を注ぐのが理想であり、これを促進するためにも、より効果的なマンマシン・インタフェースが重要であ

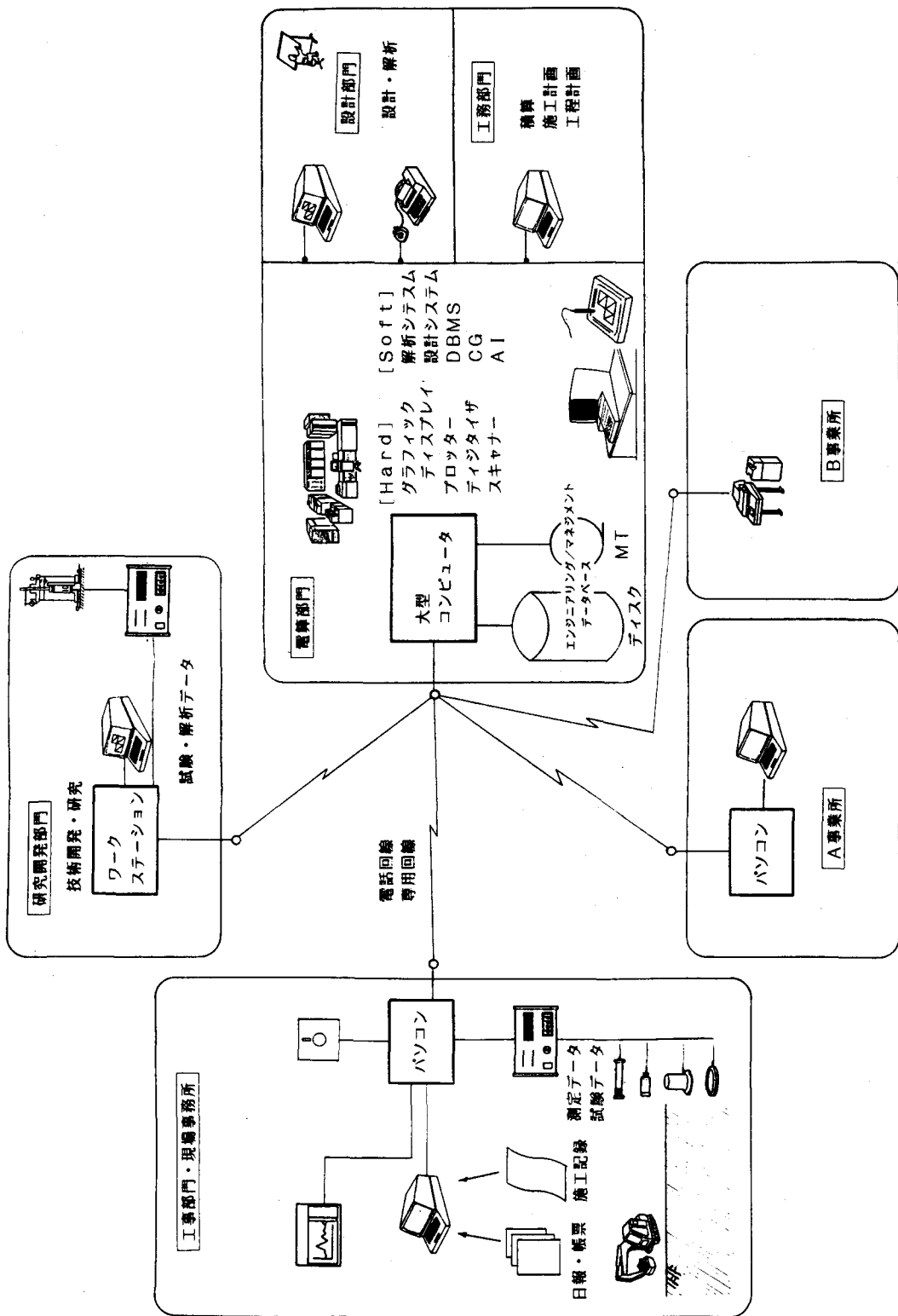


図-8 建設マネジメント・ネットワークのイメージ

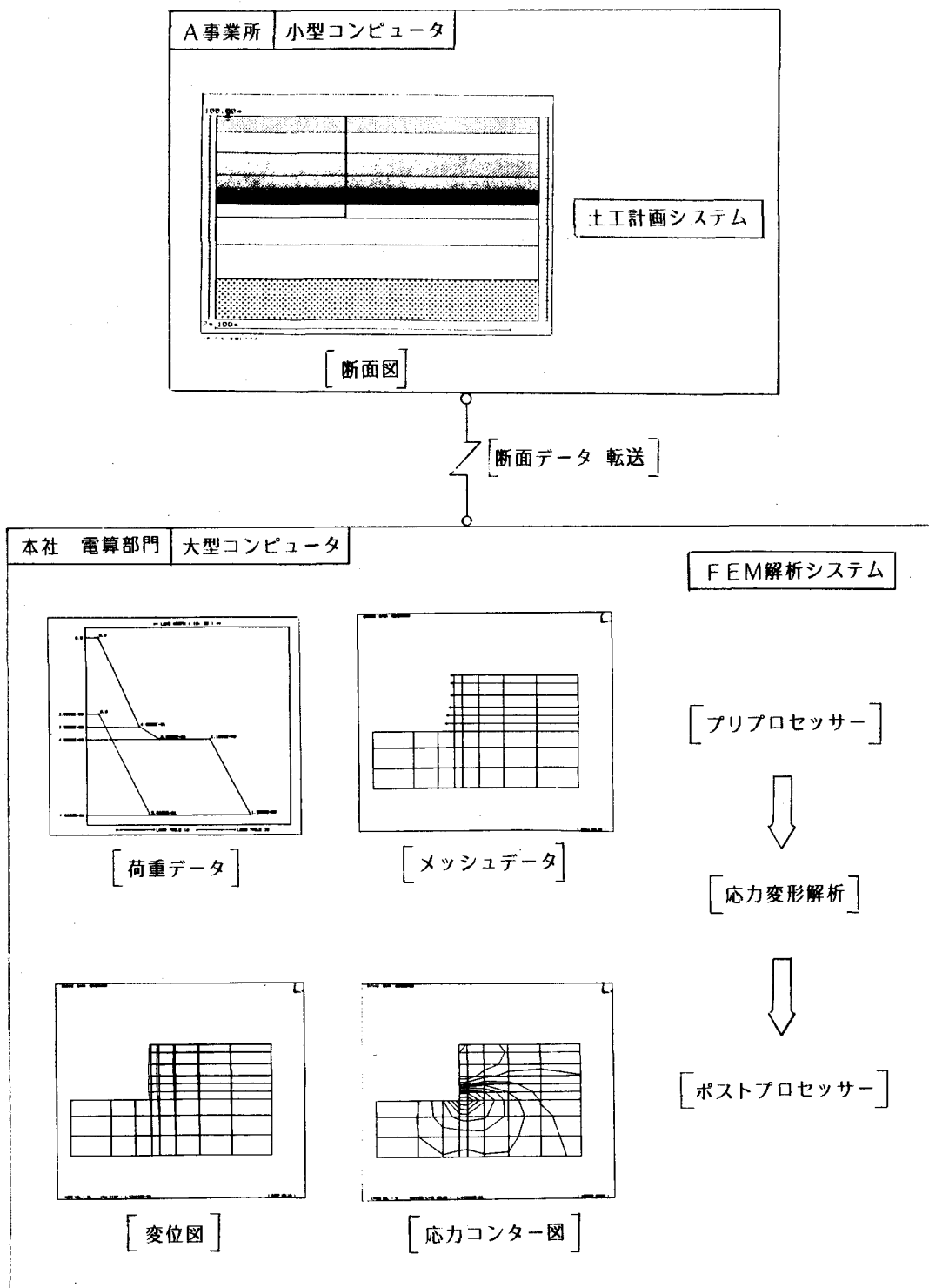


図-9 土工計画におけるCAEシステム例

る。また、システムを現場へ普及させるには、これらをうまく取入れて、実務担当者にとって使い易くすることが重要なポイントとなろう。

5. 小型コンピュータと通信技術

ここ数年来、パソコンに代表される小型コンピュータが現場や各部門に急速に普及し、一挙にコンピュータ利用人口を増加させてきた。これらの小型コンピュータは手軽に使い、身近なこまごまとした業務から、ちょっとした大きな業務に至るまで、その応用対象範囲はきわめて広いがその利用形態はスタンドアロンでの利用が大半であるといえる。ところが、これらを互いに結合させたり、あるいは大型コンピュータと結合してネットワーク化することにより、さらに応用範囲が大きく広がる。すなわち、共通のデータベースを利用しての各種の処理や、共通のソフトウェアの利用、部門間のデータ転送などが可能となり、省力化、標準化などの効果がさらに高まることになる。⁴⁾ このような方式は、例えば、LANという形をとって次第に実務の現場に浸透してきている。

また、小型コンピュータ、大型コンピュータのそれぞれの特長を考慮して役割分担させることにより、例えば小回りの聞か事大切な日々の日報処理はパソコンで行い、ネットワークを通じて大型コンピュータへ転送して、大型コンピュータのデータベースで登録・検索を行うなど、より効率の高いシステム運用を工夫する事ができる。

このほか、それぞれのパソコンには大型コンピュータの端末装置としての機能をもたせるエミュレータソフトが市販されている場合が多いので、これを利用することにより、大型コンピュータに接続されたパソコンを、ある時はパソコンとして、またあるときは端末装置として使いわけることができる。また、大型コンピュータ用のグラフィックディスプレイの機能を持たせるエミュレータソフト（たとえば、PLOT-10エミュレータなど）もあるので、高価なグラフィックディスプレイを購入せずに、大型コンピュータ用のグラフィック・プログラムを実行することも可能である。

現場事務所では、その性格上、大きなコンピュ

ータを設置することはまずまれで、一般にはパソコン設置しか望めないのも、以上のような分散処理は必然のものとなってくるであろう。

ネットワークを駆使した建設マネジメントシステムのイメージを図-8に示す。また、図-9に、具体例として、土工計画におけるCAEシステム例を示す。これは、事業所で小型コンピュータを用いて土工計画を行なったあと、その結果を本社の電算部門に通信回線を利用してファイル転送し、大型コンピュータでFEM解析を行なっている例である。

6. おわりに

本稿では、最近の情報処理技術に関する話題を主な4項目について取り上げ、工事管理システムへの応用について述べてきた。ここで上げた以外にも、データベース管理、計測インタフェース、新しいプログラム言語、そしてINSなど、日進月歩ならぬ秒進分歩の情報処理技術について話題は多い。また、これらの技術シーズに対しては、一般製造業を始めとするそれぞれの産業分野で非常に敏感に感じ取られ、積極的に実務への応用が図られておりその成功例は次第に増加している。また、本文でも紹介しているとおり、土木分野への応用も逐次すすめられている。今後、これらの技術動向をよくみきわめ、また現場ニーズの正確な把握にも努めたいと、さらに実用化への道を目指し、模索を進めていきたい。

[参考文献]

- 1) 村上 明、小野寺聡子、内村鉄秀：「リアルな三次元実体イメージを生成するREAL-3Dとシェーディング手法」、PIXEL、1985.5
- 2) 伊藤勝久：「対話型土工計画システム EARTH/PLANについて」、土木とコンピュータ、1984.No.2
- 3) 山本 稔：「知識ベースシステムの開発を支援・汎用推論システム"BRAINS"」日経メカニカル、1984.10.8
- 4) 伊藤勝久：「小型コンピュータの土木技術への応用と展望……設計・計画・解析」、土木学会関西支部研修会テキスト、1984.5