

計画・管理技法活用に関する調査研究

平田 義則（鹿島建設）

山本 幸司（名古屋工業大学）

1. はじめに

本論文は土木学会建設マネジメント委員会、計画・管理技法小委員会の活動における成果を委員を代表して取り纏めたものである。

さて、マネジメントの科学化、科学的管理実践のための基本的事項は、各種技法の正しい理解と的確な適用にある。更に、コンピュータを中心としたマネジメントシステムの中に、それらの技法を適正に組込むことが不可欠になってきている。当小委員会の研究目的は上記のニーズに対応できるように、更にニーズを惹起するように先手先手の研究を進めることにある。

今年度は昨年度からはじめた共同研究も佳境に入り、纏めの段階へと進んだ。ネットワーク手法活用研究グループでは、工程計画に関して、一般的に使われている用語を整理し、用語集として纏めることとした。又、工程データ作成法を研究するために、高架橋工事を例にとり、どのように工事や作業を分解したら良いか、又簡単にデータを作成するためにはどのようなデータベース構造が使い易いかにつき研究を進め、その骨格を提示できるまでになった。

計画・管理技法調査グループでは、工程計画を中心とした市販のプロジェクト・マネジメント用ソフトについて、資料の収集、整理、評価を行なった。又、一部パソコン用ソフトについてはテストランを実施し、その機能、性能につき詳細に分析した。また、小委員会メンバー各社が自社開発している施工計画・管理用システムにはどんな技法が使われているかを調査し、結果を適用対象工事毎に、使われている技法、プログラム言語、使用コンピュータ等について整理した。本論文ではこれらの活動結果を「ネットワーク手法の活用」、「ネットワーク手法を用いた市販ソフト」、「計画・管理技法を活用した自社開発システム」の3章に分けて紹介する。

2. ネットワーク手法の活用

（1）活用化施策の整理

昨年度までの検討結果から、ネットワーク手法活用へのアプローチとして、手法適用にむけての周辺環境の整備とシステムの拡充の両者を重要と考え、それぞれ検討することにした。

① 周辺環境の整備

- ・ ネットワーク手法に関する用語の整理
- ・ ネットワーク手法の利用形態の整理
- ・ コンピュータで作成するネットワーク表示の整理

② システムの拡充

- ・ 利用上の問題点解消策の検討
- ・ 原価管理等適用分野拡大策の検討

これらから、まず用語の整理と問題点解消策の検討の2つについてアプローチすることにした。

（a）用語の整理

近年、国内外を問わず、ネットワーク手法の活用が進むにつれ、工事関係者間の意志疎通のために、ネットワーク手法に関する用語の整理が不可欠となってきている。さらに工程計画・管理全般に関する用語の整理も必要と考えられる。

これらから、利用分野を考慮し、表-1に示すサブタイトル毎に分類し整理することにした。

用語の整理項目としては、表-2のように意味、対応する英語記号をとりあげることにした。

（b）問題点解消策の検討

昭和58年度の調査であげられた小型コンピュータ自体の問題点に関連して現在までに改善された機能をあげると、

① 小型コンピュータに関する機能の向上

- ・ 演算速度（8MHzのCPU）
- ・ グラフィック機能
- ・ ユーザーメモリー

② ソフトウェアに関する機能の向上

- ・ データベース機能

- ・ MS-DOS等汎用OS
- ・ データフォーマット変換機能
- ③ 周辺機器に関する機能の向上
 - ・ プロッター
 - ・ ハードディスク

表-1 用語の種類

分類	サブタイトル	分類	サブタイトル
ネットワーク	①ネットワークの種類とタイプ	工程	①工程表の種類とタイプ
	②ネットワーク手法		②工程計画の種類
	③ネットワークの要素		③日数算定の要素
	④作業の種類		④その他
用	⑤作業日数	工程	①WBS
	⑥計算手法		②その他
	⑦作業の日程		
	⑧フロー		
手法	⑨カレンダー		

表-2 用語説明の一例

[ネットワーク手法における用語]
 <ネットワークの種類とタイプ>

用語	意味	英語・記号
ネットワーク	作業の順序関係を矢線と丸印で表現した図	Network
アロー型ネットワーク	ネットワークにおけるアローの部分作業として表現した工程ネットワーク	Arrow-Type-Network
アローダイアグラム	矢線が作業を表しているようなネットワークを特にアロー・ダイアグラムと呼ぶことがある	Arrow Diagram
矢線図	アロー型ネットワークと同じ	Arrow-Type-Network
サークル型ネットワーク	ネットワークにおけるノードの部分作業として表現した工程ネットワーク	Circle-Type-Network
ノード型ネットワーク	サークル型ネットワークと同じ	Node-Type-Network
プレシデンスネットワーク	作業をノードとして表現し、作業間の関係概念として、start-start, start-finish, finish-start, finish-finishの4種を有する工程ネットワーク	Precedence Network
全体ネットワーク	工事全体を表すネットワーク	
メインネットワーク	サブネット単位またはワークパッケージ単位で表示した全体工程表	Main Network
マスターネットワーク	企業者などから提示されるマイルストーン程度のわかる工程表	Master Network
スケルトンネットワーク	作業の順序関係だけを、工事担当者が、適当用紙に書いたネットワークの下書き	Skeleton Network
サブネットワーク	大規模工事で全体ネットワークを、複数に分けて使用する場合、分割されたのを呼ぶ	Sub Network
	属しい部分などを部分的に拡大した部分ネットワークなどをいう。	
	プロジェクトの中の部分的なプロジェクトあるいは工区、担当セクションなどで分けられ作成されるネットワーク	
	ブロック別、部門別のネットワーク	

このようにハード及びソフトとも実用に供しうる機能を有していると考えられる。

工程計画は一般的に多段階計画法により行われており、その段階としては、基本工程、概略工程、実施（詳細）工程、月・週間工程、日の作業工程がある。その計画内容は概略から詳細へと移行している。一方、土木工事においては種々の施工形態があるが、

大別するとサイクル型、分散型、シーケンス型の3種類に分類され、それぞれの型および計画の段階によってネットワーク手法の利用形態が異なってくる。

更に、コンピュータを利用するに当っては漢字名称を含めたインプットデータの簡素化が重要であり、データの主要部分をデータベースとして蓄積しておくことが、迅速かつ正確な入力を達成するための方法と考えられる。

以上を整理すると次のようになる。

- ① 小型コンピュータの利用
- ② 計画の段階および施工形態に対応した利用
- ③ データベースによるインプットの簡素化

このためRC構造物工事を対象として、データベースを利用したシステムの構築を検討することにした。

(2) 工程計画立案のためのWBS

(a) 工程計画用WBSの役割

ネットワーク手法においてデータベースを活用するには、WBS (Work Breakdown Structure) によってデータベースを構造化することが必要である。工程計画用WBSは、工程計画を立案する際に計画者が必要とする工事に関する情報をデータベースから迅速に参照・抽出する手段を提供するものである。

データベースは、マスター工事用と当該工事用の2種類を考える必要があり、それぞれについてWBSを用意しなければならない。

① マスター工事データベース：工事活動に関するすべての情報を有するデータベース

② 当該工事データベース：特定のプロジェクトにおいて立案した工程計画の内容に関するデータベース

当該工事データベースは、マスター工事データベースから特定のプロジェクトに必要な情報を抽出し、その情報に工事場所、施工数量および工事の順序関係等を付加したデータベースである。

(b) WBSの基本要素

WBSでは、工事を如何に分解するかが重要な点となる。この分解の方法は、WBSの使われ方によって大きく左右されるが、分解の基本要素を示すと以下になる。

① 工種内容(例、掘削工、型枠工、鉄筋工)

- ② 工法（例、A工法、B工法、C工法）
- ③ 作業対象（例、柱、梁、床版）
- ④ 工事場所（例、第1工区、第2工区）

(c) 工程計画用WBSの構造

① WBSにおける包含関係と選択関係

工程計画用WBSにおいては、一般のWBSが有する包含関係の他に、工法を選択等を可能にする選択関係が必要である。

包含関係は、上位の工事概念に含まれる下位の工事を規定する関係であり、選択関係は、上位の工事概念において選択し得る代替案の工事を規定する関係である。図-1は高架橋工事のWBSの例である。

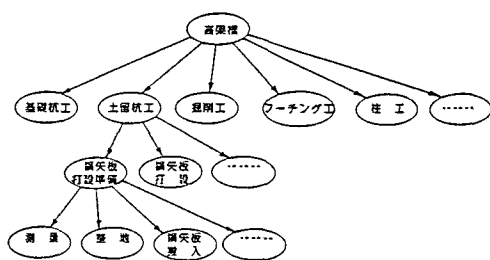


図-1 高架橋工事のWBSの一例

② WBSのラチス構造

一般のWBSは、工事費の分割や統合を行うためにトリー構造として作成しなければならない。しかし、工程計画用WBSは、計画担当者が必要な工事を効率良くデータベースから抽出するために、ラチス構造として作成の方が効果的活用をはたすことができる。

例えば、型枠支保工組立および解体が仮設工事およびコンクリート工事の両方の下位に位置する場合のWBSはトリー構造とはならずラチス構造を形成することになる。

(d) 工程計画用データベース

① データベースのアクセス手順

工程計画において必要となる工事に関する情報を抽出するためには、コード方式よりもメニュー方式による方法が適していると考えられる。

② データベースのデータ内容

ネットワークによる工程計画において必要になるデータベースの内容は、大別すると以下のようになる。

- ・ 工事に関するデータベース
- ・ 工事資源（作業員、材料、仮設資材、工所用機械）に関するデータベース

3. ネットワーク手法を用いた市販ソフト

(1) 市販ソフト調査の経緯

昨年度はPERT系技法を中心とした工程計画・管理用ソフトの現状調査を行い、市販ソフトの一覧表とシステム概要書の二つに纏めた。

今年度は、その中から幾つかを選定して、詳細調査を行なうことにした。昨年度の市販ソフト23種類の中から、大型ソフトについては特に現在広く普及していると思われる9種類に焦点をあてた。

パソコンソフトについては、現在、最もポピュラーな機種で使用でき、しかも比較的入手容易な6種類のソフトを選定した。

最後に、当面課題となっているパソコンソフトについて、自社開発と市販ソフトの利点および欠点を整理し、市販ソフトに望む内容をまとめた。これらの調査研究を通して、土木工事の工程管理に必要な真の機能とはなにか、標準的な機能として備わっているべき最低限の内容はなにか、といったわれわれの追及する理想的な工程計画・管理システムについての指針となるものを纏めていきたい。

(2) 大型コンピュータ用市販ソフトの結果

調査対象としたPMS(Project Management System)ソフトは、大型コンピュータ（スーパーミニコンも含む）で稼働し、かつ以下の条件を満たすものとした。

- ・ プロジェクトマネジメントの技法が確立
- ・ 広範に流通・利用
- ・ 国内の販売代理店等により情報入手可能

大型コンピュータ用PMSソフトは、パソコン用PMSソフトに比べ、機能が豊富かつ大規模プロジェクトにも容量面に対応可能である。また工程以外のコストや資源の取扱いが可能であったり、ドキュメンテーションが完備しているなど、顕著な差異が見うけられる。そこで、次の主要機能について各社ソフトの機能比較を行なった。

- ・ 日程のコントロール
- ・ 資源のコントロール
- ・ 費用、出来高のコントロール

・ドキュメンテーションの内容

調査項目は表-3のとおりである。

(a) 調查結果

調査した大型コンピュータ用市販PMSソフトは、CIPREC、G/C CUE、PMCS、OPTIMA1100、PAS、PREMIS、PROJECT/2、PROMIS、TRACE-Ⅲの9本である。このうち欧米開発ソフトは7本、国内開発ソフトは2本にすぎない。また9本のソフトのうち約半数が、コンピュータ・メーカーの開発したものであり、残りは海外のソフトウェア・ハウスやエンジニアリング・メーカーによって開発されている。これらの調査結果を要約してみると次のようになる。

① 表示形式

- | | |
|-----------------|----|
| ・アロー型表示可能ソフト | 9本 |
| ・プレシデンス型表示可能ソフト | 〃 |
| ・バーチャート型表示可能ソフト | 〃 |
| ・座標型表示可能ソフト | なし |

②機能概要

・日程、資源の山積み、資源の山崩し、出来高費用の計画・管理に関する処理は、大半が適用可能である。

・PMSソフトの大半がバッチ処理とオンライン対話処理の両方が可能である。

- ・データの入力については必要情報のみ入力すれば処理可能になっている。

・漢字混じりの日本語表示できるソフトは国内のメーカー等により開発されたソフトを含め5本ほどある。

・標準形式による提供レポートの他に、ユーザーニーズに対応したレポートが作成できるようになっていた。

・プロッタ出力可能なソフトが増えてきている。又、プロッタなど図形処理機器に出力する機能のみをもった市販ソフトが出てきている。

③ 主な制限事項

・アクティビティ数、資源数／アクティビティ総資源数に関する制限は、問題はない。

・カレンダーの設定期間は、10年～100年あるいは制限なしなどとなっており、問題ない。また、異なるカレンダーの指定は、大半のソフトで可能である。

④ ハードウェア環境

表-3

ソフトウェア機能比較表

一 般 機 能	表示機能	アロー型 プレゼンデンス型 バーチャート型 混合型	プ ロ ゲ ッ シ ュ ー ラ ン グ ム 機 能	計算機能	クリティカルパス計算 強制指定日計算 ハンモック処理 マイルストーン処理 資源配分・アルゴリズム				
	使用モード	バッチ処理 インタラクティブ処理		出力機能	画面 グラフィック装置 プリンタ プロッタ 外部ファイル 標準レポート パフォーマンス・レポート レポート・ライター インターフェイス				
	表示言語	英語 日本語		概 要	ソ フ ト ウ ェ ア 環 境 要 素	記述言語 オペレーション・システム データベース ソフト構成 ソフト レンタル 価格 買い取り ネットワーク・サービス 機種 メモリー容量 補助記憶容量 周辺機器類 その他			
	マルチプロジェクト処理	サブネットワーク処理					シミュレーション	進捗管理 (フォワードアップ)	目標管理 (ターゲット)
	資源管理	山積み 山崩し					原価管理	出来高 (ワンド・アム)	WBSの適用 複数WBS C/SCSC基準 ネットワーク図出力
	スケジューリング	アタリビティ数 作業数/アタリビティ 作業数/ネットワーク サブネットワーク数/アタリビティ 資源数/アタリビティ 資源数/ネットワーク カンパニ数 カレンダー期間 カレンダー単位の数 エクセルシート・タイプ 費用の種類 WBSの階層数 組織の階層数 組織の構造数					入力機能	モード メニュー方式 外部ファイル コマンド方式	
	進捗	指定日 残存期日 残り予定 (96)					その他	ドキュメンテーション (日本語でマニュアル) 保守・サポート体制 オプション機能 インストール数 世界 (日本) 開発年月日 (最終バージョン) 販売会社	

コンピュータ・メーカーにより開発されたソフトは、当該メーカーのコンピュータでのみ利用可能である。一方、ソフトウェア・ハウス等により開発されたソフトは、複数の機種でも利用可能なものが多い。

⑤ 開発ソフトウェア

開発言語は、FORTRAN、COBOL、PL/Iなど種々さまざまである。アセンブラを採用しているソフトもある。

⑥ 費用

買い取り価格は、150万円～数億円まで、レンタル・コストは、基本構成のもので5万円／月～200万円／月前後と幅広くなっている。

(b) 今後の動向

1969年代より順次導入されたPERT、PERT/MANPOWER、PERT/COST手法を用いたPMSソフトは、大型コンピュータ利用を前提にしたものであつた。導入当初のソフトは、アクティビティ数、資源数、リレーション数などに制約をうけたが、現在ではこれらの制約はほとんど取り除かれ、ディスプレイ、プロッタなど豊富な周辺装置により迅速な処理と、的確でビジュアルなマネジメント資料を提供することができるようになっている。一方、パソコン、ミニコンの機能向上、エンジニアリング・ワークステーションの発達、小型コンピュータ用のデータベース技術の整備、ハードウェアの低価格化などに伴い、大型コンピュータ用PMSソフトの機能を小型機種へ移行することが可能となってきた。

(3) パソコン用市販ソフトの調査結果

詳細調査の対象としたソフトは、次のとおりである。

PLANTRAC (英国コンピュータライン社)

PC-PERT (大塚商会)

実用PERT (日本通信建設)

PROJECT/I (カナダMIRESCO 社)

Lisa Project (米国APPLE 社)

QWIKNET (米国PSDI社)

(a) プログラム機能

パソコンソフトの場合、どのようなハードを使用して、どのような機能を備えているのか、また操作性の良し悪しはどうかについてプログラム概要とシステム環境の二つに大きく分類して整理した。

① プログラム概要

・一般機能

アロー型、プレジデンス型などのネットワーク技法、画面の操作、更新処理、資源計画、原価管理、グラフィックルーチン、工程の自動作図、シミュレーション、データのインターフェイス等である。

・スケジューリング機能

データの属性(入力データの桁数や制限)、計算の制限容量(アクティビティ数、リレーション数、リソース数、カレンダー期間)等である。

・入力機能

メニュー式かコマンド式か、ロジックの変更やアップデートの方法、ループ、ブレイクの確認チェックやエラーメッセージ機能等である。

・処理機能

スケジューリング計算、アクティビティの特殊処理(強制指定日、ハンモック、マイルストーン、トランジット)機能、更新処理の方法、資源の山積みや山崩しの機能、原価の処理方法等である。

・出力レポート

標準レポートの他に、各種レポート、グラフィックレポートの内容と種類、出力情報や他言語とのインターフェイス等である。

② システム環境

・機器構成

CPU、CRT、DISKの基本構成にプロッタやマウス、ディジタイザなどの周辺機器類についてのオプション機能、使用OSの種類、記述言語、表示言語(英語、日本語)、ユーティリティ、通信機能等である。

・サービス体制

提供ドキュメント類、保守サポート体制、バージョンアップやマニュアルの変更に対するバックアップ体制等である。

(b) プログラムの評価

各プログラムについてモデルデータを入力して、操作性はどうか、CRTにどう表示されるか、出力レポートは実用的であるか、などを調査した。各社のソフトのもつ特色は表-4のとおりである。

(4) 市販ソフト購入と自社開発

市販ソフト購入と自社開発の分岐点のあたりを、パソコン用ソフトを中心に整理してみた。

(a) 市販ソフト購入における利点

- ・すぐ利用できる
- ・一般的にコストが少なくてよい
- ・開発能力がなくても利用できる
- ・すぐれたノウハウを保有しているところが開発しているので、プログラムの信頼性が高い

(b) 市販ソフト購入における欠点

- ・入力方法や出力レポート様式が、画一的なので自社に適した管理に対応できない(ソフト側に管理様式をあわせなければならない)
- ・プログラムの修正ができない
- ・パソコンの機種が変わると使えない(特に国産ソフトに多い)
- ・著作権の問題があり、パソコン1台につきソフ

トを購入しなければならない

(c) 自社開発における利点

- ・自社の管理方法に合致した、システムを作成することができる（独自性が打ち出せる）
- ・通信機能を利用して、パソコン側からホストを有効に活用できる
- ・メンテナンスに即座に対応できる

(d) 自社開発における欠点

- ・開発能力や体制、開発コストを自社で考えなければならない
- ・プログラム開発に時間がかかる

以上、市販ソフトの購入と自社開発の場合の利点、欠点を比較して述べたが、結論としては市販ソフトを活用することも、十分意義があると思われる。但し、より有効なシステムとするためには、付加機能として以下の項目を望みたい。

- ① 簡易言語からの入力形式や外部ファイルからの入力を可能にする（土木工事・標準工程名称ファイルの作成と入力）
- ② ネットワーク出力情報と簡易言語とのインターフェイス機能が可能である
- ③ 通信機能を充実する
- ④ プレシデンス型による管理ができる
- ⑤ 土木工事に多い、繰り返し型に適したPERT手法が使用できる
- ⑥ 簡単なWBS構造による原価管理ができる

4. 計画・管理技法を活用した自社開発システム

(1) 自社開発システムの必要性

システムは自社開発がよいか、市販のものを導入するのがよいかについては、慎重な検討が必要である。前章ではPERTシステムについて言及したが、PERT以外の技法に基づくシステムについては、汎用性のある市販ソフトが極めて少ないのが現状である。又、適用すべき問題が複雑で、ロジックを新規に組立てる必要がある場合などに自社開発のメリットが出てくるものと考え。ここでは自社開発システムにおける計画・管理技法活用の現状および今後の可能性について述べる。

(2) 自社開発システムの現状

自社開発システムの調査はPERTに代表されるネットワークモデルを利用したシステム、およびそ

れ以外のシステムに分けて行った。調査は、当委員会メンバーの組織を対象にし、回答は10社、総数61システムが集った。

(a) 技法と使用プロセス

技法と使用プロセスについて整理したものが、表－5である。ここにあげた技法は、今回の調査で回答のあったものを中心に比較的なじみの深いものに限定している。

(b) 工種と技法

工種と技法について整理した結果によると、幾つかの工種に偏っていることがわかる。すなわち、盛土構造物7件、トンネル4件、ダム15件で、この3つの工種で全体の56%を占めてる。さらに汎用の工程計画が10件あるのでこれを含めると全体の80%弱となる。

(c) シミュレーションに対する考察

シミュレーションは、適用範囲が広く、すべての計画・管理プロセス、あらゆる工種に用いられているといっても過言ではない。その理由としては、現場施工サイドのニーズにあったシステムを構築できることがあげられる。

(d) 現状のまとめ

調査の結果から自社開発システムの現状について、次の様にまとめられる。

- ①適用工種が限られている
- ②個々のシステムの利用件数は多くない
- ③用いられる技法も限られている。
- ④各社とも同じようなシステムを開発している
- ⑤ニーズ対応ではシミュレーションが多い

これらの現状について考察した結果、工事施工計画・管理プロセスのシステム化にあたっては、

- ①工種ごとの特性を十分分析し、把握する
- ②技法に対する理解を深める
- ③あまり汎用性にこだわらない

などに留意して進める必要があると考えられる。

(3) 今後の技法適用の可能性

技法はもともと数理計画学やシステム工学などにおいて発展してきたものであり、土木施工へ適用するためには、土木施工を図式的にモデル化し、その目的に応じて技法を使い分ける必要がある。

現在は適用の工種がまだまだ限られているが、今後工種ごとにその特性を検討しよりの確なモデルを

確立することによって技法適用の可能性はさらに広がるものと思われる。

可能性としては、施工条件の違いや、気象条件など不確定要素によりばらつきのある歩掛りデータに多変量解析や回帰分析などの統計手法を適用することが考えられる。また、トンネル工事や地下鉄掘削

工事における排土計画は、資源配分問題としてとらえられ、線形計画法、目標計画法、動的計画法、確率計画法等が適用可能であり、土木工事における機械系選定やコンクリートダム工事における型枠の転用など、機械の性能の違いや作業の所要時間の違いなどにより待ちが発生するものに対しては、待ち行

表-4 各社プログラム機能比較表

プログラム			PLANTRAC	PC-PERT	実用PERT	PROJECT/I	LisaProject	QWIKNET
項 目								
プログラム機能	ネットワーク	ADM	○	○	○	○	○	×
	技 法	PDM	○	×	×	○	○	○
	操 作	メニュー方式	○	○	○	×	○	×
		コマンド方式	×	×	×	○	×	○
	モード	マルチ・ウィンドウ	×	×	×	×	○	○
		マルチ・プロジェクト分析	○	×	○	×	×	○
	更 新 処 理		○	○	○	○	○	○
	目 標 管 理		○	×	×	×	○	○
	資 源 管 理	山積み	○	○	○	○	○	○
		山崩し	○	○	×	×	×	○
	費 用 管 理		○	○	○	○	○	○
	工 程 図 出 力		○	○	○	○	○	○
	ファイル 転 送		○	×	×	×	○	○
	スケ制	アクティビティ数	無制限	800 250(128K)	998	無制限	100マス	250
	リレーション数/アクティビティ		無制限	10	無制限	無制限	—	255
要 求 仕 様	リソース数/ネットワーク		無制限	26	20	無制限	—	100
	リソース数/アクティビティ		無制限	3	20	無制限	—	12
	カレンダー期間		99年	2000年	999日	無制限	10年	43年
	機能	処理 強制指定日計算	○	×	○	○	○	○
		ネットワーク計算	○	×	○	×	×	○
	ハ 機 種	CP/M搭載		PC9800	PC9800	CP/M搭載	APPLE	IBM PC/XT AT
		MS-DOS搭載		シ-イ	シ-イ	MS-DOS搭載	Lisa	3270 PC
	メモリー容量		256KB	256KB	384KB	64K+DOS容量	1MB	384KB
	補助記憶容量		8"-2D, 5"-2DD8"-2D, 5"-2DD8"-2D, 5"-2DD			2ドライブ	2ドライブ	2ドライブ
	周辺機器		HPカラー	—	—	—	マウス	マウス
要 求 仕 様	DOS		CP/M, MS-DOS	×	MS-DOS (PC-98XA)	MS-DOS, CP/M	—	MS-DOS
	記述言語		BASICコンパイラ	BASIC	アセンブラ, BASIC	BASIC	Pascal	C
	表示言語	日本語	×	○	○	△	×	×
		英語	○	×	○	○	○	○
	マニュアル		英語	日本語	日本語	英語	日本語	英語
	開 発 社		英国 コンピュータ社	株式会社 コンプス	日本通信建設 株式会社	カナ MIRESCO社	米国 APPLE社	米国 PDSI社
販 売 会 社	販 売 社		(株)マイクロ ソフトウェアソリューション	株式会社 大塚商会	同 上	(株)総合科学 研究所	アップル コンピュータ ジャパン	コンピュータランド
	販 売 格		¥400,000	Time ¥98,000 Man&Cost ¥180,000	日本語版 ¥200,000 英語版 ¥250,000	¥240,000	¥173,000	¥250,000

列理論の適用が考えられる。さらに、現場における近隣や施主との折衝についてはゲーム理論の適用が考えられる。

このような議論をもとに今後適用できると考えられる技法も、表－５に記入して見た。これによるとここにあげたほとんどの技法が適用可能であることになる。

表－５ 技法と使用プロセス

技法	使用プロセス	企画・設計	施工計画	施工管理
統計手法	回帰分析	○	1	1
	時系列分析	○	○	○
	多変量解析	○	○	2
	信頼性理論	○	○	○
線形計画法 (LP)		2	3	
目標計画法 (GP)		○	○	
確率的計画法 (SP)		○	○	
動的計画法 (DP)		○	○	2
ネットワーク手法		5	11	9
座標式工程計画法			◎	◎
待ち行列		2	1	1
シミュレーション		5	20	6
ゲーム理論		○	○	

数字：本調査での件数
◎：本調査以外で適用事例があるもの
○：適用可能なもの

5. むすび

工事の大規模化、高度化によって、施工時において考慮しなければならない条件が増加し、しかもそれらが複雑多様に関連してきているので、これまでのように施工技術者の勘と経験だけでは適切な判断をすることが困難となっている。しかも、土木工事では、一旦工事がはじまると、途中で施工法などを変えることは、非常にロスが多く実際上不可能に近い。このような理由により、施工計画時において、施工法、使用機械の配置、人員の投入などを科学的に検討し適正な計画を立案することが重要となる。また、施工管理時においては、立案した施工計画どおりに工事を進める事が必要となってくる。施工計画・管理プロセスにおいていろんな技法を活用し、さらにそれをシステム化するのはこのようなニーズに対応するためであるといえる。

一方、個々のシステムの開発に際しては、開発によるメリットと開発コストの比較検討が重要である。

システムのメリットについては、経済性に加えて、機能性、操作性、適応性についても十分に吟味する必要がある。また、システムの有効活用と普及を図るためには利用者教育が重要であることも忘れてはならない。

今後はこれまでの研究成果を踏まえて、より幅広く技法の研究・開発を行うと共に、それを施工計画・管理のプロセスの中でどうシステム化していくかという点について研究を進めていきたいと考える。

最後に当小委員会メンバーを以下に紹介する。

荒井 清 (京都大学)	池田 滋 (佐藤工業)
池田将明 (京都大学)	今井 亘 (大成建設)
大崎康生 (フジタ工業)	太田 順 (大林組)
岡田和夫 (竹中土木)	大森秀高 (竹中土木)
大屋 悟 (間組)	折田利昭 (鴻池組)
嘉納成男 (早稲田大学)	桐谷祥治 (佐藤工業)
楠見正之 (大成建設)	小森一字 (鹿島建設)
佐藤恒夫 (運輸省)	高階純司 (竹中土木)
滝口康正 (五洋建設)	中尾通夫 (大林組)
中森昌徳 (奥村組)	平田義則 (鹿島建設)
淵上隆秀 (五洋建設)	船津修一 (佐藤工業)
見波 潔 (建設省)	山本幸司 (名古屋工大)
湯沢 昭 (東北大学)	横田保秀 (大成建設)