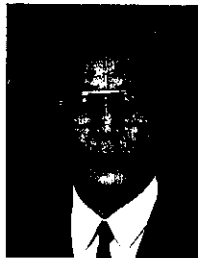


Development of Integrated Geographic Information Management System "MAPtune"



岩見 由紀夫
Yukio Iwami

川鉄システム開発㈱
企画管理部技術商品企
画グループ 課長



松尾 好純
Yoshizumi Matsuo

川鉄システム開発㈱
企画管理部技術商品企
画グループ 主任



小池 武
Takeshi Koike

エンジニアリング事業
部 鋼構造研究所建設
エンジニアリング研究
室 主任研究員(課長)・
工博



今井 俊雄
Toshio Imai

エンジニアリング事業
部 鋼構造研究所建設
エンジニアリング研究
室 主任研究員(掛長)

要旨

コンピュータ・マッピングの基本機能を搭載した、統合型地図情報管理システム「マップチューン」を開発した。本システムは、各種施設情報を地図上で統合的に取り扱うことで、施設管理や都市計画などの業務分野における迅速かつ正確な情報支援を実現するものである。

システム構築に際しては、図形・地図・画像データおよび文字・数値等の属性データに関する入力・編集・検索・出力という従来のマッピングシステムが対象とした業務分野を越えて、数値解析、知識処理、事務処理、制御など、あらゆる業務システムとの連携がとれるように、外部アプリケーションシステムに対して入出力機能を標準化し、柔軟なインターフェースを実現した。本システムの適用事例として、川崎製鉄千葉製鉄所内施設管理への適用およびパイプライン漏洩事故復旧支援システム構築について紹介した。

Synopsis:

A computer mapping system called "MAPtune" has been developed. The system supports various geographic informations on daily and accidental facility control as well as urban planning through the computer graphic interface. Integrated capability of the system is accomplished by linkage of the basic mapping with sub-systems including numerical analyses, expert systems, business information management and process control through the specially designed interface which can assure high flexibility and compatibility between both systems. Two application systems, i.e. the facility management system in Chiba Works and the expert system for accidental leakage recovery control of water pipelines, are introduced.

1 緒 言

高度情報技術の進展とともに、種々の業務におけるシステム化が、いっそう推進されている中で、地図を利用した各種計画業務や施設管理業務分野では、システム化が遅れていた。しかしながら、これらの分野を支える情報化技術が急速に発達し、地図や図面を数値情報として取り扱い、業務の効率化・高度化が図れるようになってきた^{1,2)}。このような中で、従来のシステムとマルチメディアとの結合など、今後新しい展開を見せる技術分野として注目されているのが、コンピュータ・マッピングに代表されるいわゆる地理情報システム (geographic information system) であり、現在のところ、水道、ガス管などのライフライン施設の維持管理業務支援分野で官民一体となって実用化が進められている。

川崎製鉄㈱においては、製鉄所内にガス、水道、電気、通信等の

パイプラインやケーブル類など数多くの施設を保有している。また、エンジニアリング事業部は、水道、ガス、石油等のパイプライン施工工事の分野においてコントラクターとしての業務を行うとともに、近年ではこれらの施設の維持管理業務をサポートする機会が増加してきた。そこで、これらのニーズに対応するため、1989年末より統合型地図情報管理システム「MAPtune(マップチューン)」の研究・開発を川鉄システム開発㈱と川崎製鉄㈱と共同で実施し、第一次システムを1990年9月に完成し、現在は第二次システムとして同システムの機能拡大・強化を行うに至っている。

本報では、このシステムの機能・特徴について概説するとともに、同システムを用いて構築した川崎製鉄千葉製鉄所における施設管理システムの実施例およびパイプライン漏洩事故復旧支援システムを適用事例として紹介した。

* 平成3年11月13日原稿受付

2 MAPtune の概要

2.1 機能概要

マッピングシステムとは、地図や図面などの位置・形状情報を持った管理対象施設とその属性情報（台帳等の文字・数値情報）および図面、書類、写真等の画像情報をリレーショナル・データベース上で有機的に関連づけ、水道、ガス、電気、通信などのネットワーク系施設の維持管理、建物、土地等の固定資産管理、土地利用計画などの業務に利用しようとするシステムの総称である。MAPtune は、これらのマッピングシステム構築を支援するためのマッピング基本システムである。

Fig. 1 に MAPtune の概念図を示すが、本システムは、その対象とする処理の流れをもとに分類すると

- (1) データ入力・編集：図形・地図・画像データおよび文字、数値等の属性データ
- (2) データ出力：画面、図面等への図形、地図および画像情報の出力、また画面、帳票等への属性情報の出力
- (3) 検索：図形、地図および属性情報
- (4) コマンドコントロール

に分かれている。これらはそれぞれ基本機能別のモジュール群で構成されており、用途別マッピングシステム（アプリケーション）の構築に必要なすべての機能を網羅している。

個々のユーザーによって要求機能が異なるアプリケーションの構築には、必要となるアプリケーション固有の機能ごとに、基本機能の中からモジュールを選択し、組み合わせることにより、固有の機能を容易に実現することができる。また、これ以外に、一括データ入力システム、各種解析システム、知識処理システム等、マッピングシステム以外のシステムと接続することも可能である。

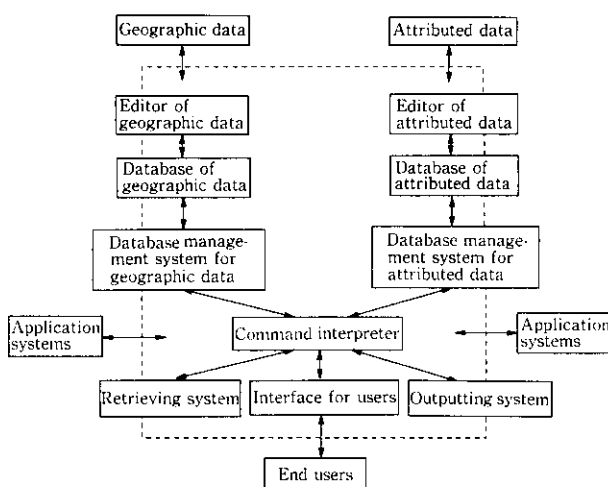


Fig. 1 General concept of MAPtune

2.2 システムの特徴

MAPtune の開発に際しては、従来のマッピングシステムの範ちゅうにとどまることなく、マッピングシステムが本来潜在的に有している可能性をできる限り柔軟に拡大させる意味から、以下に示す三つのコンセプトの下に設計・開発した。

- (1) 従来の単なる施設情報管理だけでなく、数値解析、知識処

理、事務処理、制御などあらゆる業務に対応できるように、外部のアプリケーションシステムに対して入出力機能を標準化し、柔軟なインターフェースを確立する。

- (2) 地図データ作成から編集、加工、出力までの全工程を扱う機能を網羅し、モジュール化することにより、種々異なるシステムのカスタマイズが容易にかつ迅速に行えるようにする。
- (3) できるだけ標準ソフトウェアを利用することにより、ソフトウェアの移植性ならびにハードウェアからの独立性を維持し、環境変化に柔軟に対応できるシステムを実現する。

上記コンセプトの具体化にあたり、図形ハンドラー等のデバイス依存度の高いモジュールは、移植性を重視してC言語で開発した。逆に、依存度の低いモジュールはアプリケーション開発におけるプログラミングの容易さを重視してFORTRAN 77で開発した。また、属性情報データベースは標準的なリレーショナル型データベース管理システムを採用し、インターフェースは標準言語であるSQL (structured query language) で記述するなどの配慮をしている。

2.3 システムの適用範囲

従来のマッピングシステムの適用分野としては、道路、上下水道、ガス、電力、通信回線等、いわゆるライフラインと呼ばれるネットワーク系施設の維持管理業務や、固定資産管理、都市計画などの土地利用管理業務における情報支援が主体であった。今後は、これらの業務分野以外へ同システムの利用分野が拡大していくことはもとより、これまで主体であった分野においては、さらに高度な利用が要求されてくるものと予想される。例えば、水道管路においては、マッピングシステムのデータを利用した水理解析⁹⁾や水質解析、点検・補修計画、工事時の構造解析・設計、地震危険度解析、漏水発生時の復旧対策支援などがある。また他のアプリケーションシステムとの結合利用のほかにも、プラント管理やビル内のユーティリティ管理など、三次元的なデータの取り扱いが求められる分野に対してもマッピングシステムの適用が想定される。ここで問題となるのは、異なる分野のシステムを構築する場合に、情報の表現方法と処理方法が大きく異なる点、ならびにマッピングシステムと他のアプリケーションシステムとを結合利用する場合のデータの互換性などであるが、MAPtune の開発に際しては、さまざまな情報の表現と処理に必要な基本機能を網羅することに努め、また、他のアプリケーションシステムとのインターフェースを十分考慮した設計を行うことで、これらの問題に対処している。

3 システムの構成

3.1 ハードウェア

3.1.1 ハードウェア構成

本システムのハードウェア構成を Fig. 2 に示す。図中の Site office A (B) におけるハードウェア構成が、マッピングシステムの運用段階で必要となる最小構成である。すでに構築されているデータベースに対する通常の検索およびデータベースの小幅修正はこの基本構成で実現できるため、広い地域にまたがった運用において出先部門としての利用が可能である。

一般に大規模システムや情報の共有化を必要とするシステムの場合は、クライアント・サーバーモデルに代表されるようにセンターマシンにすべての情報を置く形態が必要になるが、小規模のシステムまたはデータ量は多いが変更の少ないシステムにおいては、共通

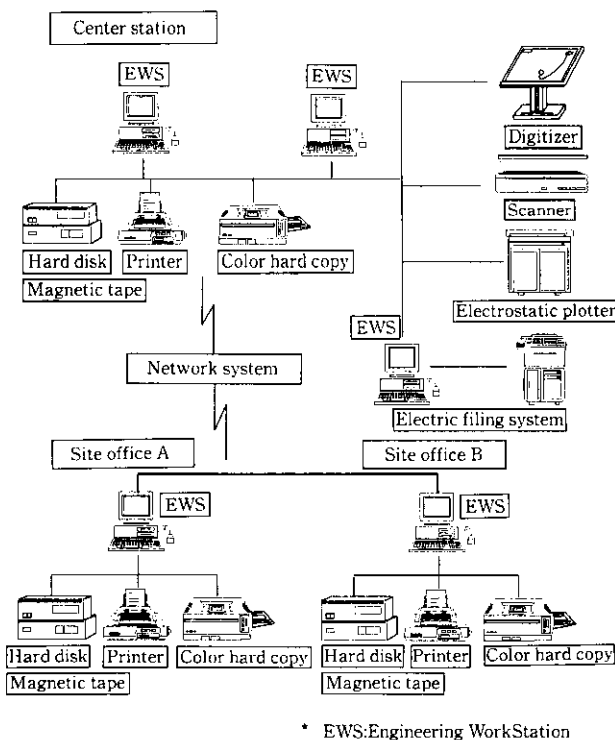


Fig. 2 Configuration of hardware

地図情報をすべてのサイトに持ち、変更情報のみをセンターマシンにおいて、オフライン・オンライン処理にてダウンロードさせる形態も取れる。一方、大量のデータ入力、データ保守・管理、出図、ネットワーク運用等は、図中の Center station で示す拡張構成で実現される。

マッピングシステムでは、広域の地図情報を扱う場合、その地図の連続性、整合性を重視するため、十分余力のある構成での運用が必要となる。ただし、以上のハードウェア構成は、システムが扱うデータ量、更新頻度、運用形態等に対応して柔軟に変更が可能である。たとえば初期データを当システム専用の形式または業界標準のフォーマットを指示し、一括して外部で作成させることにより、最小構成のハードウェアでの運用も可能である。

3.1.2 ハードウェアの拡張

システムの利用者が分散しており広域な運用形態が要求されている場合は、ローカルエリアネットワーク (LAN)、公衆回線網等を利用して基本的には無制限に機器の増設が可能である。また、利用頻度が低く共有可能な周辺機器に関しては、LAN で接続することにより、複数のエンジニアリング・ワークステーションからの共同利用が可能である。さらに、端末型ワークステーションの増設により、利用人数の増加に安価で対応が可能である。

写真や図面等の参照図をより見やすい形式で出力するため、または入力費用軽減を目的とした背景図等をイメージ・データとして入力する場合、イメージ・スキャナー装置、光磁気ディスク装置との接続が可能であると同時に、電子ファイル・システムとの連携も可能である。

イメージ・データの取り込みと電子ファイルとの連携は、システムの機能としては基本的に同一であるが、大量の管理図面・書類の保存・検索においては、コスト上の問題および処理速度等において、電子ファイルを LAN 上に増設する方が優位である。本来、電子ファイルは図面等の保管を目的としているが、マッピングシステムとの結合により検索機能が充実し、統合的な図面管理が実現でき

る。

3.2 ソフトウェア

3.2.1 ソフトウェア構成

本システムのソフトウェア構成を Fig. 3 に示す。オペレーティングシステムは UNIX を採用し、ウィンドウシステムとしては X-window を利用している。共に標準ソフトウェアとしての立場が確立しているため、コンピュータメーカー間の互換性に優れており、安定性もある。

一方、アプリケーションに近い部分 (Fig. 3 の網かけ部分) については、バージョンアップやシステム環境の変動に対して自由度を維持するため、オペレーティングシステム、X-window 機能の標準的な利用もしくは必要最小限の利用にとどめるよう努力している。特に、図形・文字の作図、修正、合成・分割、表示、削除等の機能は、マッピングシステムの基本図形処理機能として川鉄システム開発で開発を行った。MGT (mapping graphic tool) がそれにあたる。その他コマンドインタプリタ、図形情報データベースマネジメントシステム、リレーショナル型データベースシステムインタフェース等、拡張性が要求されるソフトウェアも、アプリケーション構築の容易性、外部との柔軟なインターフェース確立のためにすべて川鉄システム開発にて開発を行った。

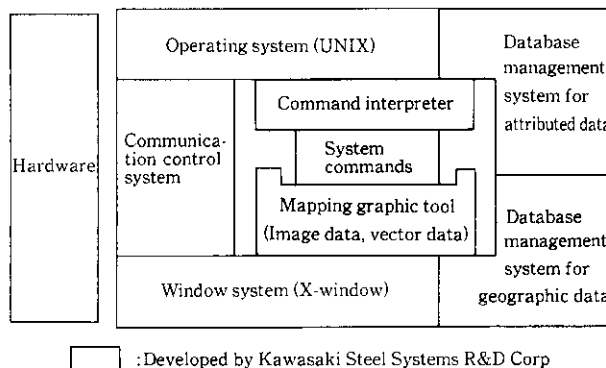


Fig. 3 Configuration of software

3.2.2 ソフトウェア機能

Fig. 3 は MAPtune のソフトウェア体系をその役割別の構成図として示しているが、アプリケーションのニーズに合ったシステムを構築する観点から内訳を示すと、Fig. 4 に示す細かいソフトウェア機能体系となっている。各機能を構成するモジュール群は、開発担当者に分かりやすく、かつ利用しやすいコマンド (命令語) の形式で整備している。しかも利用者がシステムを運用するときに簡単に操作できるよう、GUI (graphical user interface) を備えている。また新しい機能を作成する場合を考慮して、Fig. 4 に示すモジュールとは別に、より細かいモジュールも準備している。

実際に個別アプリケーションシステムを構築する場合は、まずコマンドインタプリタ、MGT、データベースマネージャー等、システム構築のための基本部分を基礎とし、コマンドレベルで各モジュールを選択し組み合わせる作業を行う。その後、アプリケーションに必要な固有の機能を、前述のさらに細かいモジュールの組合せとカスタマイズで実現することができる。この方法により、アプリケーション構築の開発負荷を最小限に抑えることができ、それ以外のユーザー特有な機能の開発に専念できる。

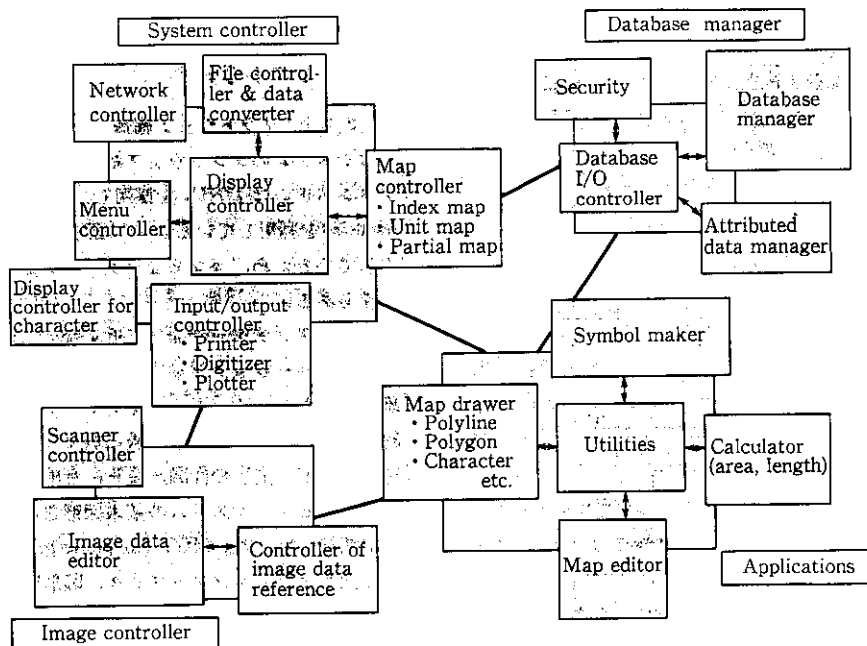


Fig. 4 An outline of software functions in MAPtune

4 適用事例

4.1 川崎製鉄千葉製鉄所施設管理システム

4.1.1 システム構築の目的

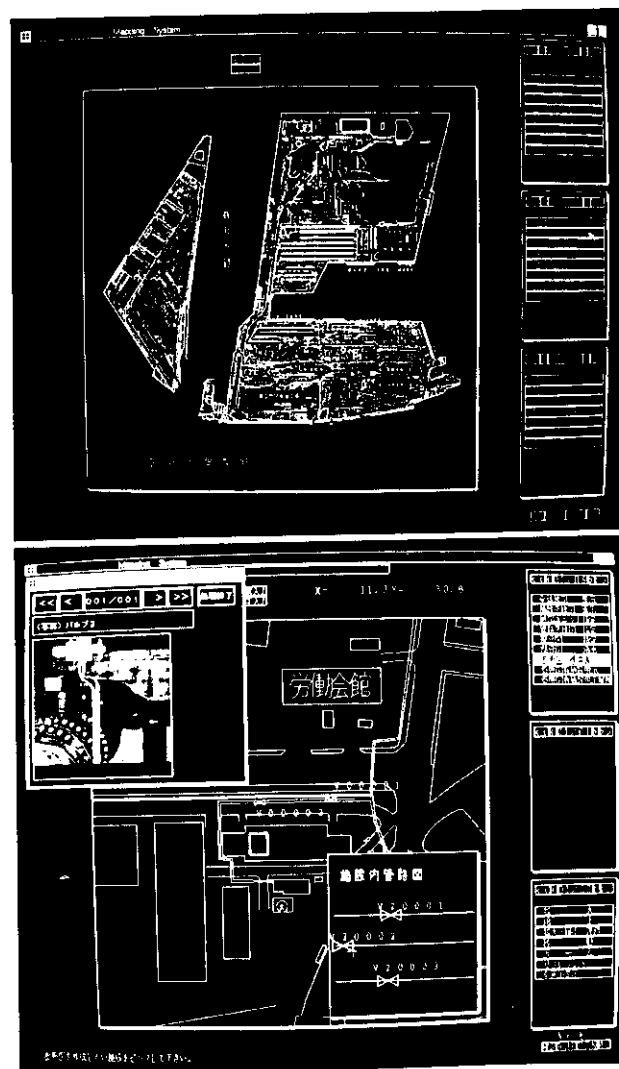
本システムは製鉄所内の水道、電気、ガスなど生産設備に必須の各種施設を管理するために開発したものである。システム化の大きな狙いとして、製鉄所内施設情報を一元管理し、共通の情報として検索・出力することにある。従来より各部門ではこれらの施設情報を、区画別の図面あるいは独自に作成された図面（千葉製鉄所 1/500~1/2500 縮尺の全景または部分地図）上に位置・形状を記入し、台帳類と合わせて管理していた。本システムでは、これらの図面情報、台帳情報を統一した方法、データ表現で背景地図上に集約し、建設、維持管理における各部門の施設情報収集を迅速に行える仕組みを構築した。同時に、従来各部門が重複して持っていた背景地図（Photo 1）を一部門で集中管理し、施設の新設・改築の情報がただちに反映できるようにした。

上記の観点より、本システム導入の前提として、製鉄所内の各部門が共通に利用できる背景地図を作成することから進めた。実際には、施設を管理する時に必要となる地図情報の内、主として建物、道路等を中心に徐々に整備していくことになる。このためシステム構築の第1期として、緑化施設、生産施設といった管理する上で位置形状情報が重要となる業務に適用し、この過程で背景地図の整備を推進することとした。具体的には、以下の四つの業務を対象としている（Fig. 5）。

- (1) 背景地図の作成・整備業務（企画部工務室）
- (2) 緑化協定（県緑化条例）管理・届出業務（環境安全部環境管理室）
- (3) 工場立地法管理・届出業務（総務部/企画部工務室）
- (4) 電波法管理業務（企画部工務室）

4.1.2 システムの概要

本システムでは、MAPtune のアプリケーション構築の一環として、前項であげた四つの各業務に対して、それぞれに最適な



Upper: Whole view of Chiba Works
Lower: Retrieving image data

Photo 1 Graphic screen of facility information management system at Chiba Works

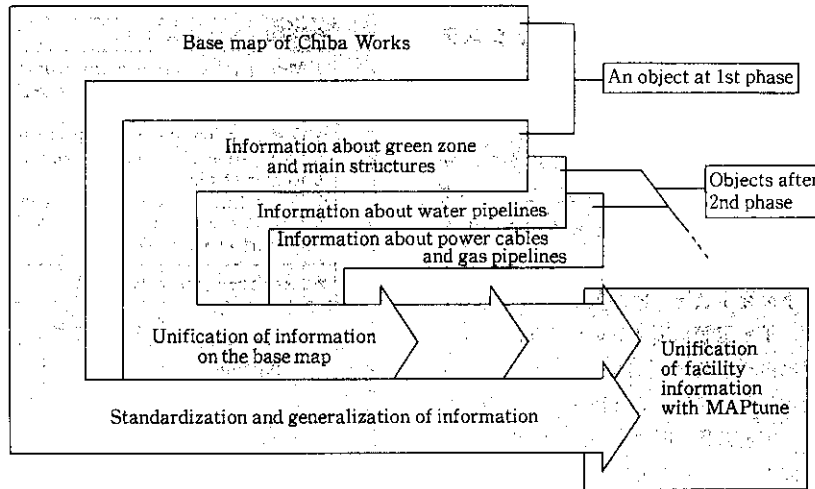


Fig. 5 General concept of the facility information management system at Chiba Works, Kawasaki Steel

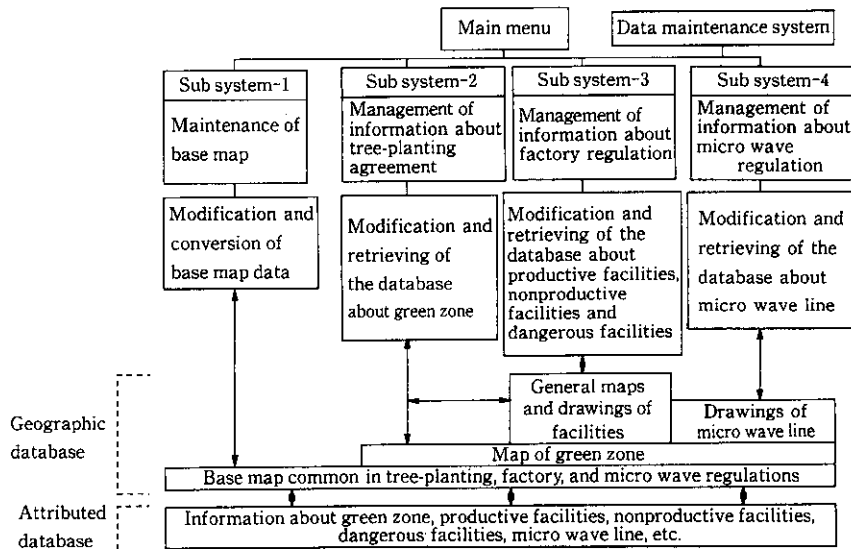


Fig. 6 Configuration of facility information management system at the 1st phase in Chiba Works

MAPtune のカスタマイズを行った (Fig. 6 参照)。

(1) 背景地図作成・整備業務

千葉製鉄所で共有する背景地図をどのように扱い、どのように整備していくかが、今後のシステム化にとって非常に重要である。

当サブシステムでは、MAPtune のデータ表現方法に基づき、以下の五つの要素について、整備を行えるようにした。

(a) 凡例・レイヤー「分けて見たいものは何か」

背景地図の用途を対外提示用、内部資料用、全体確認用および詳細確認用に分類し、表示を切り替えることができるように、地図上の図形すべてに凡例コードとレイヤー情報を登録する。

(b) 線色・線種・線幅「見やすい表示は」

凡例、レイヤーの分類とともに、施設図との識別、背景地図としての見やすさを維持するために、図形の装飾を行う。

(c) 図形種別「システム上の単位やデータ互換は」

操作性、システム間の互換性を考慮した図形の設定を行う。

(d) 座標系・方位

従来から利用している座標も参考として入力する。

(e) 形状・精度

航空写真による 1/2500 縮尺図を採用したが、高精度の図面もデータとして混在できることを前提とする。

(2) 緑化協定管理・届出業務

緑化協定に基づく緑化施設の管理業務を迅速に行うことを目的として、緑化施設図と台帳情報を背景地図上に集約させた。この過程で、緑化施設における既存の管理単位を大幅に変更、データの再整備を行い、情報の一元化を促進した。

(3) 立地法管理・届出業務

立地法における緑化施設を、緑化協定における緑化施設の管理に連動させ、環境施設、生産施設、特別配置施設等、製鉄所内の立地法に伴う情報を背景地図上に集約した。

(4) 電波法管理業務

製鉄所内を横断しているマイクロ回線に影響を及ぼす可能性がある建造物の把握を目的とし、マイクロ回線と各施設の位置関係、回線ルートの変更情報を管理するシステムとした。

4.2 パイプライン漏洩事故復旧支援エキスパートシステム

4.2.1 システム構築の目的

現在の水道業界は、情報化、高齢化の真っ只中にあり、かつ、濁水、水質対策、災害対策など多くの問題を抱えている。このうち事故災害について注目すると、平成2年度の全国漏水調査協会の調査では、次のような地下埋設物事故の発生状況となっている。

- (1) 平成元年度地下埋設物事故発生状況 総件数 192 件 (内、水道管に関する事故 124 件, 下水道管に関する事故 6 件, これら二つを合わせた事故全体に占める割合 67.7%)
- (2) 平成2年度地下埋設物事故発生状況 総件数 209 件 (内、水道管に関する事故 130 件, 下水道管に関する事故 11 件, これら二つを合わせた事故全体に占める割合 67.5%)

この発生状況を見ると、地下埋設物の老朽化、複雑化とともに事故発生増加の傾向が見えてきており、人命に及ぼす危険の観点からも早急な漏水事故対策が必要となってきている。これらの事故の主な起因は、事前調査不十分が 40~50% を占めており、調査および二次災害を防ぐ適切な事故対策を行う必要があるが、要員の高齢化とともに、対策上不可欠な経験者が不足してきていることも指摘されている。このため、さらに一歩進んで的確な調査を支援するためのシステムと、事故に対処するシステムが必要である。前者の的確な調査を支援するためのシステムの構築は、本来のマッピングシステム機能により実現可能であり、本システムは後者の事故復旧を支援することを目的として作成した。

4.2.2 機能概要

事故復旧を支援する目的を実現するために、Fig. 7 に示すようなマッピングシステムとエキスパートシステムの相互利用形態を採用した。本システムの利用者である事故復旧作業本部の指揮者は、マッピングシステムにより復旧作業に必要な事故位置等のデータを、エキスパートシステムにより事故の復旧手順を入手することにより、各作業班に適切な指示を与えることができる。ここで復旧手順を提示するエキスパートシステムは、川鉄システム開発と川崎製鉄とで共同開発したエキスパートシステム構築用支援ツール⁹⁾を用いて開発している。一方、エキスパートシステムの推論に利用する事故発生場所や事故影響施設などの情報は、マッピングシステムとの間で RDB やインターフェース用ファイルを通じて授受を行う。

★Occurrence of leakage
(1) Mobilization for recovery works
(2) Confirmation of the leakage scale with meters
(3) Stopping of water supply
(4) Organization of working party for recovery
(5) Excavation of pipe and draining of water in pipe section
(6) Repair of pipe
(7) Water filling in the leakage section
(8) Pipe flashing and analysis of water quality
(9) Restart of water supply
★Completion of recovery works

Fig. 8 Recovery procedure at an accidental leakage of water pipeline

4.2.3 処理内容

送水管路を例とした場合、その漏水事故時の復旧作業手順の概略は、Fig. 8 に示すようになる。実際の作業はさらに細かく分類され、各作業班に対して逐次作業指示がなされる。この作業は、漏水事故発生位置や漏水規模、復旧作業の進捗状況などのさまざまな変化に対応するために、復旧作業の指揮者は管路図面等を参照しながら、次に行うべき作業を各作業班に的確に指示していかなければならない。本システムは、このような指揮者の業務を支援し、漏水事故に迅速かつ的確に処理するための強力な補助手段を提供する。

本システムにおける作業手順は、水道管路工事業者、管路維持経験者、漏水事故復旧指揮者等の豊富な経験を基に、技術者の知識やノウハウを知識ベースとして作成している。事故が発生した時、システムは事故復旧に必要な作業内容をこの知識ベースで前向き推論し、作業指示という形で利用者に提供する。利用者はシステムからの指示にしたがって各作業班に作業命令を出すとともに、マッピングシステムからの地図情報を必要に応じて作業者に伝達する (Photo 2)。

具体的な情報利用の例としては、管路模式図を用いた「漏水事故影響範囲解析表示」がある。ここでは、漏水が発生した場所から、操作が必要な弁の番号、数、弁の型式等の属性や送水停止受水点の情報、画面上または図面、帳票として得られる。この情報を基に、エキスパートシステムは的確な作業指示を出力する。作業項目が複数個存在しかつ同時並行的に進めることが可能な場合、システムは作業選択メニューを表示し、利用者の意志で自由に次の作業指

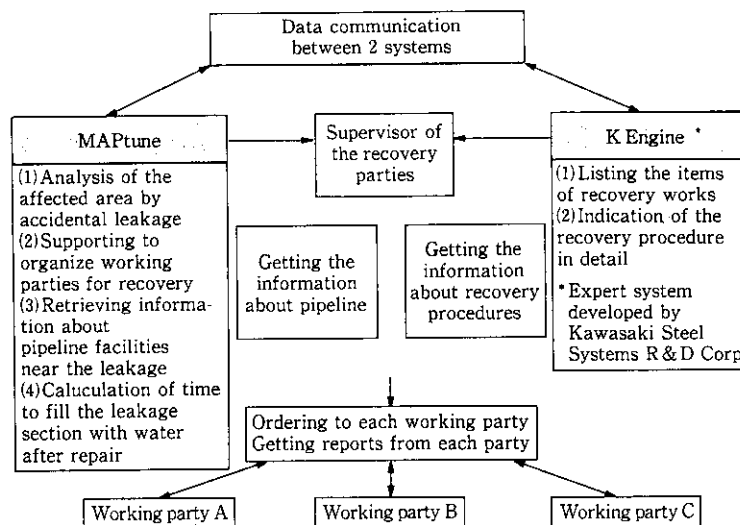


Fig. 7 General concept of the expert system for pipeline leakage recovery procedure

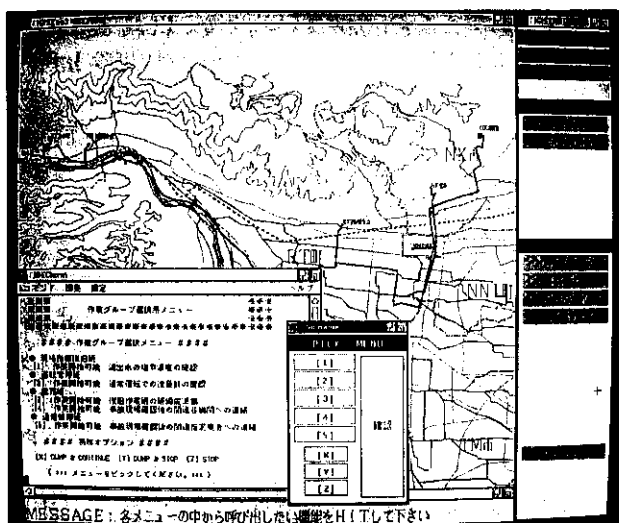


Photo 2 Graphic screen of expert system for pipeline leakage recovery procedure

示を出せるようにしている。

5 結 言

マッピング用基本ソフトである統合型地図情報システム MAP-tune を開発した。この概要は以下のとおりである。

- (1) 本システムは、従来の施設情報管理だけでなく、あらゆる業務に対応できること、およびマッピングシステムの全工程を支援できることを目的に設計した。さらに、開発にあたっては時代の変化に柔軟に対応するために、移植性、拡張性を考慮したハードウェア構成やソフトウェア構成を採った。

- (2) 施設管理の適用事例として、製鉄所全体のシステム化の基盤となる背景整備システム、緑化協定システム、立地法システム、電波法システムである「千葉製鉄所施設管理システム」を開発した。

- (3) 高度な応用事例として、エキスパートシステムとの連携を図った、事故復旧作業指揮者を支援する「パイプライン漏洩事故復旧支援システム」の開発を行った。

コンピュータマッピングシステムに代表される地理情報システム (GIS) は、われわれが日常生活の数多くの場面で無意識のうちに利用している位置 (図形) 情報と、その位置または図形の持つ数値、文字等の属性情報を同時に一元的に取り扱えるという点で極めて汎用性が高いシステムであり、その最終的な形態は種々異なるとしても、今後さらにわれわれの身近なシステムとして一般化するものと考えられる。それは、これまで同システムが主として利用されてきた地下埋設物の施設管理や土地・固定資産管理など、図面や地図が主体で属性情報がそれに付随するといった分野から、各種の設計・解析業務、工事管理、事務処理、制御、プレゼンテーション等、図形情報が主体ではないが図形情報を伴う方が利用しやすいといった分野へ拡張される方向へ向かう。また逆に、これまで利用されてきた施設管理分野等においては、解析・シミュレーション等のアプリケーションシステムを基本マッピングシステムと結合させて、業務のレベルアップが図られるものと考えられる。

これらの実現のためには、①汎用性・柔軟性の高いマッピング基本システム、②マッピング基本システムとアプリケーションシステム間の柔軟なインターフェース、③豊富なアプリケーションシステムの三つの要素が必要となる。本報告では、特に①、②について述べたが、今後はさらにマッピングシステム上で利用できるアプリケーションシステムの拡充に努め、同システム本来の有効性を実現させていきたいと考える。

参 考 文 献

- 1) 「国土情報シリーズ1 国土情報-国内・海外の動向」, (1986), 5-47, [大蔵省印刷局]
- 2) 「国土情報シリーズ6 地理情報システム」, (1986), 19-26, [大蔵省印刷局]
- 3) 小池 武, 今井俊雄, 寺本 正, 鈴木 実, 三宅章太: 「水道施設管理のための水理解析システムの開発」, 川崎製鉄技報, 23 (1991) 1, 49-55
- 4) 「地下埋設物事故の発生状況」, 管路情報, No. 35 (1991), 29-32, [ライプライン情報社]
- 5) 菊地みどり: 「エキスパートシステム構築支援ツール K Engine」, 川崎製鉄技報, 23 (1991) 3, 261-263