

東京ガスにおけるコンピュータ・マッピング・システム

東明 佐久良 (東京ガス株式会社導管技術グループ)

1. はじめに

東京ガス株式会社は、現在、東京、神奈川、千葉、埼玉を含む約3000平方キロメートルにおよぶ供給エリアを有している。このエリアは500分の1の導管管理図面2万8,000枚を管理しているが、1977年よりガス管網および地理情報のコンピュータ化に着手し、1982年に完成、実用化に到っている。

コンピュータを利用して、地理情報を図面として管理し、地図上で様々な演算・分析を行うシステムは、一般にコンピュータ・マッピング・システム(Computer Mapping System)と呼ばれる。ガス、電気、上・下水道などのユーティリティを管理する主体は毎日、膨大な地理情報を管理しなければならぬが、低成長時代を迎え、資源の有効利用の必要性、ならびに錯綜する都市ユーティリティの安全を確保する必要性が増し、この意味でコンピュータを利用して施設の的確な把握、維持管理、および最適運用・最適形成を行うことは、最重要課題として、かねてから強く認識されていた。

アメリカにおいては、すでに1970年初頭よりコンピュータ・マッピングシステムの開発が行われており、現在、都市ユーティリティ管理を始めとし、様々な分野で導入されている。しかし、当時そのままアメリカの技術を導入するには問題が多すぎ、その結果として独自で開発することとなったのである。具体的には、1977年より、コンピュータ・マッピングのためのCAD技術とデータ・ベース技術の開発をスタートさせ、現場との協議を重ね実用に耐えうるシステムを構築するまでに6年を費やした。

現在、当社サービスエリア内の500分の1図面以上の情報(地形、家屋、パイプその他環境情報など合計2万8,000枚)をコンピュータに登録管理するとともに、配管網の最適設計などの応用技術を開発し、ガスの配管網の最適形成などに幅広く利用している。

さらに、他のユーティリティ企業にこの技術を提供するとともに、イギリス、アメリカのユーティリティ企業にも情報を提供し、相互に技術の向上に努めている。

ここでは、東京ガスが開発したコンピュータ・マッピング・システムの開発の経緯とその特徴、さらに応用分野および今後の方向性について紹介したい。

2. 開発経過

前述のとおりコンピュータ・マッピング・システムの開発は1977年よりスタートした。以下、その実用化に到るまでの開発の経緯と内容を、三つのフェイズに分けて説明したい。

2-1 「CAEを利用したガスの導管網解析システムの開発」

第1フェイズでは、CAE(Computer Aided Engineering)によるガスの導管網解析システムの開発を行った。このシステムは、ガスのパイプライン・ネット

ワーク解析を行い、解析結果もグラフィック・ディスプレイあるいはプロッターに表示するもので、1977年から1978年にかけて開発を行った。これは、1979年1月より熱量変更計画（ガスを製造ガスから天然ガスに変更する計画）のため、現在東京ガスの供給エリアのおよそ80%が天然ガスが使用されている。）のための大規模な低圧導管網解析に利用されている。

2-2 「図面情報・設備情報管理のためのパイロット・システムの開発」

第2フェイズでは、第1フェイズで得られた技術結果をさらに発展させ、図面と情報管理を行う前提として、パイロット・システムの開発を行った。

その当時、日本に存在した唯一のCADシステムであるCALMA（アメリカのCADメーカー）のマッピング・システムを導入し、約2年間かけて図面を入力するための基本的ソフトウェアの開発、データベースの設計を行った。

1980年にパイロット・システムを完成し、東京都中央区の図面約150枚をパイロット・エリアとして登録し、技術的な評価を行った。

その結果、CALMA社のマッピング・システムはパイロット・システム作成のための基本的機能についてはほぼ問題がなかったが、

① 拡張性

② 検索スピード（図面1枚の読み出しスピードが約3分）

③ コスト（約1.5億円）

の問題が存在し、今後これをベースに拡張していくことは、きわめて困難であるとの結論に達した。

これらの理由もあり、1980年にIBM社のIGGSを試験的にトライしたがIGGSには、

④ CADの基本的機能であるデジタイザーとディスプレイの座標などの対応をとるトラッキング・シンボルなどの準備ができていない

⑤ OS上の問題からオペレーターのスピードに追従できない

⑥ ワークスペースを介在してデータのやりとりをするため、検索などの処理に時間がかわる

などの問題点があり、約6ヶ月のテストを行った後、これも断念せざるをえなかった。

1980年後半より1981年にかけて、外国のCAD/CAM MAPPINGメーカー、日本のコンピュータ・メーカーを勢力的に調査したが、マッピングを行うべくうが満足できる水準に達しているものは1社も存在しなかった。

したがって、最終的に当社独自で開発もせざるをえないとの結論に達したのである。

2-3 「コンピュータ・マッピング・システムの開発とその実用化」

こうした経過から、まずハードウェアの機器選定を行った。この種のシステム開発に際して最も重要なことは、ハードウェアの機能を充分吟味して選定を行うことである。当初、DEC社のミニコンピュータ、VAX-750、グラフィック・ディスプレイは日本無線のNW235を採用した。

DEC社のVAX-750を採用した理由は

① DEC社のVAX-11シリーズは、小型コンピュータでは市場占有率が最も高

く、OSの信頼性が高い。

② OSの効率性が極めて高く、CAD/CAMに向いている。
等があげられる。

現在では、VAX-750の最上位機種であるVAX-780を使用しており、これにより、さらに多数のワークステーションの使用が可能になつていく。

日本無線のNWX 235を採用した理由としては、

① NWX自体が1メガバイトのセグメントメモリー、漢字のROMを有しているため、検索スピードが速い。

② 16色のカラーが使える。
等であった。

このNWX 235も当時は発表された直後であり、若干の不安もあったが、現在ではこの選択に間違いはなかつた、と自信を深めている。そして、さらにこの上は機種として最近発売されたNWX 237は、次のような点で機能の向上が見られる。

① セグメント・メモリーが4メガバイトまで増設可能であり、今までの5倍以上のエリアを同時に表示することが可能となる。

② 4096色のカラーが使用できる。

③ リライトスピードが今までのおよそ4倍になり、高速表示が可能となり、現在、テスト中であるが、今後この機種を導入することによって一度に大量の情報を高速に表示することが可能であろう。

次に、ソフトウェアの開発であるが、マッピングのためのデータベース技術とCAD技術をおおよそ2年間が開発した。

データベースは大量の情報を、情報の種類ごとに効率よく蓄積する方法として階層構造のデータベースを採用し、パイプ情報、ハード情報、環境情報等、個々の情報ごとに扱えるようにした。

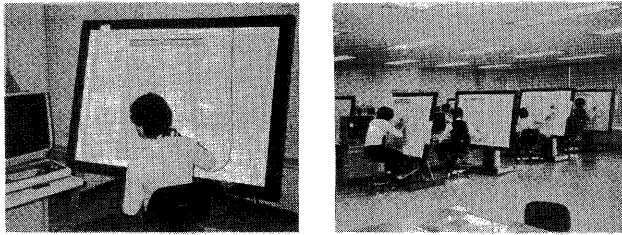
CADの技術としては、図面上の情報の登録、修正、削除、検索、作図の基本的技術を開発した。このようにハードウェアの選定、ソフトウェアの開発は1981年にスタートし途中いくつかの技術的課題を克服し、約2年間が開発を終えた。

3. コンピュータ・マッピング・システムの構造と基本機能

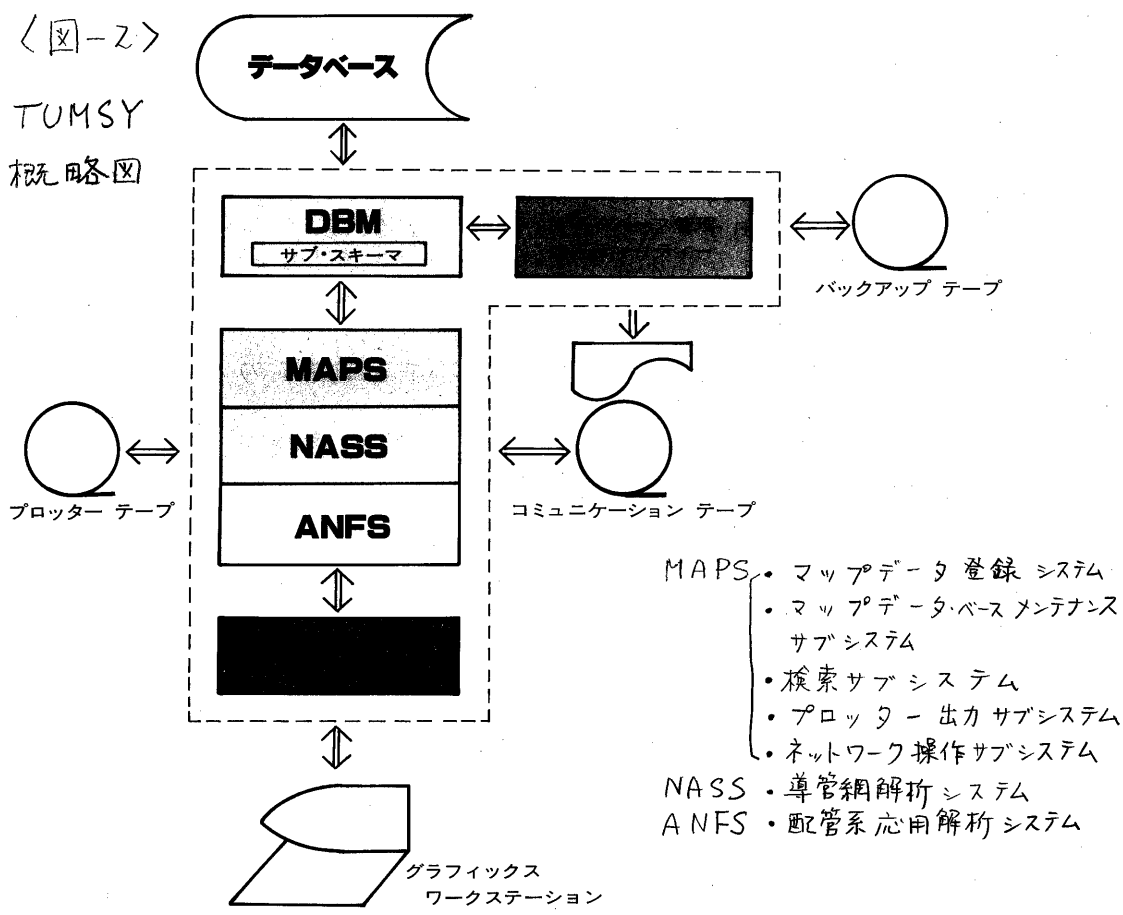
3-1 ハードウェアの構成

コンピュータ・マッピング・システムは、図-1および図-2に示すように、図形情報(地形・パイプ・家屋等)の入力、更新を表示するグラフィック・ディスプレイ、図形の座標点を入力する為のディジタイザー、登録された情報から作図するプロッター、および全体をコントロールするミニコンピュータから構成されている。このミニコンピュータには通常、8台~10台のグラフィック・ディスプレイとディジタイザーが接続されるのが一般的である。

〈図-1〉 東京ガス・マッピングシステム TUMSY ハードウェア構成



〈図-2〉
TUMSY
概略図



3-2 ソフトウェアの機能

① 地図の構成

現在 当社では500分の1地図でデータ・ベースを構成している。地図は次図のように大メッシュとその中に包含される小メッシュにより管理され、データ・ベースはこの小メッシュ単位で独立ファイルを持っている。

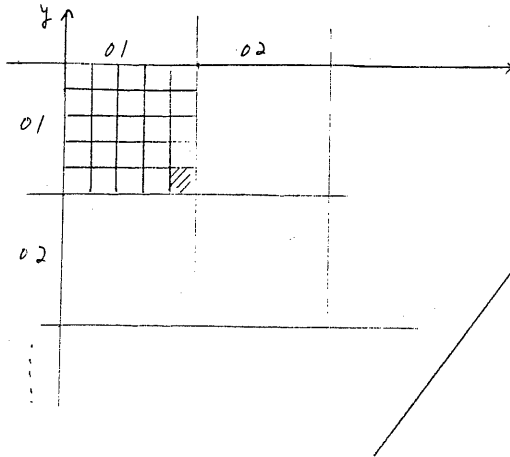
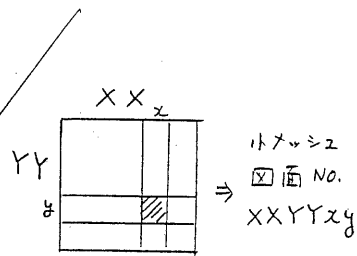


図-3
地図構成



図面原点はユーザ側で任意の位置に設定でき、図面原点は上記のように決め管理する。

② データベース・マネジメント機能

コンピュータ・マッピング・システムでは、大量の地理的情報を抱え、しかも迅速にその情報を取り出すことが要求される。当システムでは、街区、家、家名、ガスの配管網、その他設備、環境情報を抱えている。因みに500分の1の基本図(250m x 350m)1枚あたりの情報量はおおよそ平均で90Kバイトほどである。前述のように、東京ガスのサービスエリアは、この地図にして2万8,000枚に及ぶが、データベースのハンドリング及びアプリケーションとしての情報表示、検索等が迅速に行える行えるようにするため、当システムでは、図-4に示すように、階層構造のデータベース・マネジメント・システムを開発した。

この階層構造は、一般にオーバーレイと呼ばれる。地図上では、異なる多くの情報が盛り込まれるが、コンピュータ内部では情報が階層上に分類されて蓄積される。本システムでは36のメイン・レイヤーを階層別に自由に定義でき、さらに各レイヤー毎に32,768のサブ・レイヤーを設定することが可能である。そのため、必要な情報を選択し、スピーディーに検索、表示することに成巧していき、因みに、500分の1の基本図の情報はおおよそ10秒で取り出すことができる。

(図-4 参照)

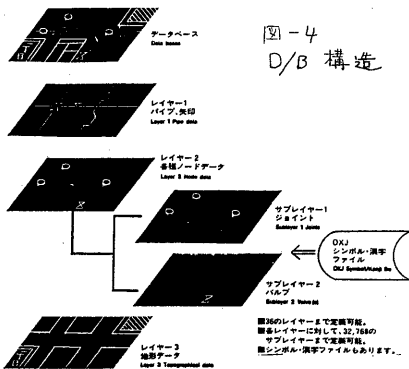


図-4
O/B 構造

③ 基本的ソフトウェア

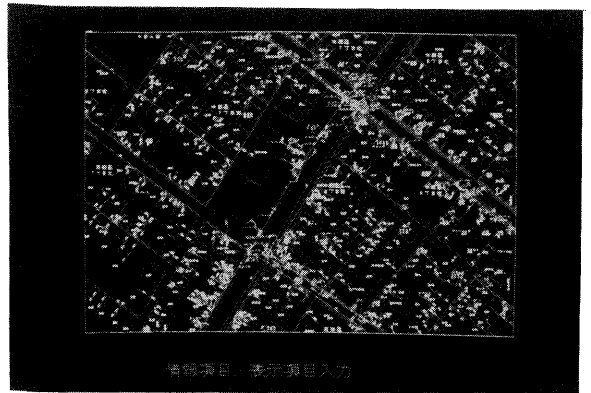
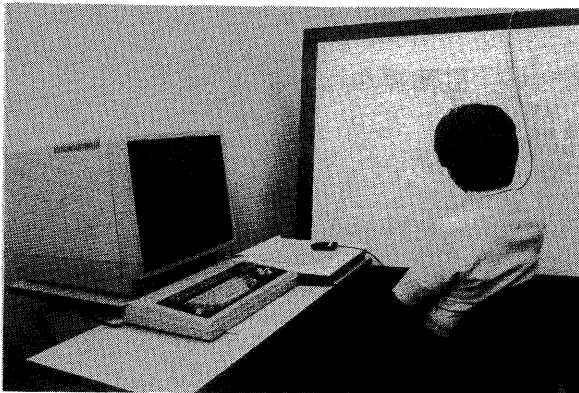
コンピュータ・マッピング・システムの基本的な機能は大きく別けて以下のものが挙げられる。

ア) メニュー・ハンドリング

あらかじめ操作メニューをデジタルサイザー上に定義し、キーボードに依らない簡単な操作を実現した。メニュー・テーブルには、操作項目、情報項目等が日本語で表示してあり、当該部分にフリーカーソルをあて、グラフィック・ディスプレイと対話しながら、登録、修正、検索を可能にした。(図5参照)

<図-5> メニュー・ハンドリング

1/500 基本図の管面表示



イ) 地図情報の登録、修正、削除システム

このサブ・システムは、図面データおよびその属性データの登録、修正、削除を効率的に行うためのものである。特にデータのメンテナンスを容易にするため、任意の多角形 (polygon) を指定し内部の情報に修正、削除し情報の更新を行う機能を持つ。当社では前述のように、500分の1基本図、2万8000枚を管理しているが、パイプの新規敷設、入れ替え等による図面の更新頻度はまわめて高い。従って、このポリゴンによる抽出機能を使い、データのメンテナンス業務を大巾に省カ化することができるのである。(図6参照)

ウ) 作図およびグラフィック機能

データ・ベースより必要な情報を組み合わせ作図することができる。現在、出力図の縮尺は500分の1より5万分の1まで可能である。当システムでは、静電プロッターを使用している。(図7参照)

また、カラーグラフィック・ディスプレイ上に必要な情報を迅速に表示・拡大できる。(図8参照)

4. アプリケーション

コンピュータ・マッピング・システムのアプリケーション分野は、ユーティリティに限らず今後、多くの分野で導入されるであろう。事実、アメリカにおいては、ガス・電気等のユーティリティ企業以外にも広がりを見せている。

当システムも施設の維持管理、状態診断、最適設計に至るまで多くのアプリケーションを備え、さらに新しいアプリケーションを開発中である。以下、その一部を紹介したい。

(表-1)

アメリカにおける主な
マッピング・アプリケーション

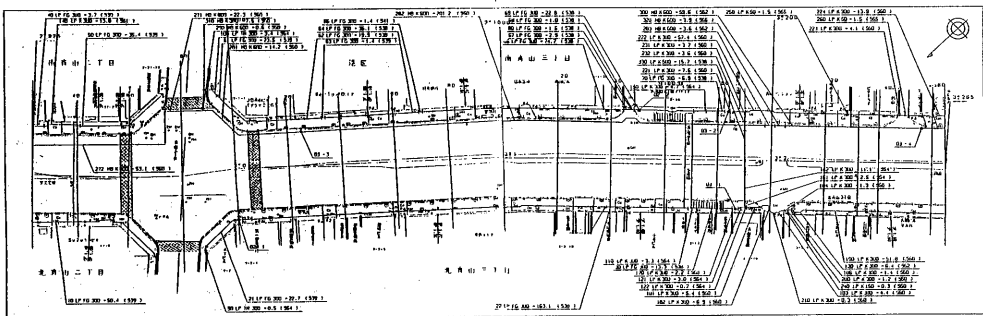
- ・用地選択
- ・施設管理
- ・森林・作物管理
- ・土壌管理
- ・土地利用計画
- ・資源計画
- ・課税地区
- ・防災計画
- ・資源探索地区
- ・航行地区

4-1. 導管敷設図面の作成

導管の新設工事、移設に伴う設計図竣工図の作成と同時に積算、見積り計算を行うものである。

4-2. 国道システム

現在、当社では年間に数百件、国道に埋設されるガス工事を行っている。そして、その工事図面を建設省国道事務所へ提出しなければならない。その提出工事図面を当システムのデータ・ベースより取り出し、自動作図するものである。



〈図-9〉 国道システムプロッター出力図

4-3 パイプ・ネットワーク解析

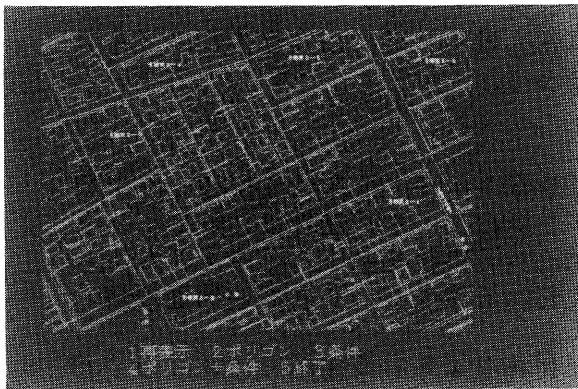
前述の基本機能である地図情報の登録、修正、削除システムと組み合わせることで、配管網のデータ・ベースから解析対象地域をポリゴンで抽出

し、その地域の圧力・流量状態を解析し、グラフィックディスプレイに表示するものである。これにより既設の導管網の診断、圧力状態の観察、新規需要開発地区へのパイプライン計画の検討、長期導管計画のシュミレーションなどが迅速に行え、配管投資費用の削減に効果を発揮している。

4-4. 検索・集計機能

必要な情報を迅速に検索し、任意に指定したポリゴン内の情報を集計する機能である。例えば、住居表示により地図を検索すると、500分の1基本図を組み合わせ、その中で指定した住居表示に合致する最小の長方形をグラフィックディスプレイに表示する。そしてさらに、配管網などに特定の条件を与え（埋設年度、圧力口径、材質 etc）検索し、その結果を色別けで表示できる。また、任意に設定した多角形（300角形まで）内のデータ、ベースに対し、与えた複数条件に合致したものをクロス集計し、グラフィックディスプレイに表示、あるいは漢字プリンターを用い出力する機能を持つ。

<図-10> 検索および集計



種別	本数	圧力 (kg)
LP	15	1553.4
M1	0	0.0
M3	0	0.0
M7	0	0.0
HP	0	0.0
その他	0	0.0
TOTAL	15	1553.4

・ポリゴンの設定

・情報集計表の出力

5. コンピュータ・マッピング・システムのもたらす効果と今後の計画

5-1 導入の効果

コンピュータ・マッピング・システムの主な効果については、以下のとおりである。

(1) 図面の登録、修正作業の生産性の向上

コンピュータ・マッピングの採用により、図面の修正時間、図面の作成時間が大幅に短縮される。欧米の報告書によれば、平均2~3倍の生産性が向上していることが実績として示される。また、当社における登録、修正時間測定からも、ほぼ同様の結果が得られている。

さらに、生産性の向上だけでなく、縮尺が異なり、かつ必要情報のみを記載した図面を迅速に作成することが可能になるとともに、記載方式、記号サイズなどの標準化が図れる。

(2) 図面作成以外の導管に関連した業務の効率化

地図情報を有する導管設備データベースを作成し、それを有効に利用することによって導管に関連した業務の効率化、投資の制限が種々期待できる。

①導管設備に関する詳細な情報と地図情報を結合することにより、従来不可能であったキメ細かい維持管理に必要なデータ作成が可能となる。また、ネットワーク情報により、大規模な導管網解析、電気防食管理など、従来ほとんど不可能であった対策が可能となる。

②基礎図面から管理図面に至るまで、情報が一元化することにより、設備の設計、建設、維持管理に至る情報が共通の図面フィルム上で管理される為、管理の重要性、ミスなどが排除される。また、パイプの設計に際し、建設から維持管理に至る幅広い角度から、投資の最小化を図ることが出来る。

③地理情報を含んでいるため、場所、区域などにかかわる情報を適切なタイミングで取り出すことが出来る。

④地理情報を含んでいるため、その座標をベースにして、他企業、行政体と、相互に情報（住宅地図、道路図面、電気、下水などの図面）交換が容易になる。したがって、道路工事の際の情報交換が、密にかつ容易になるとともに、計画・工事上のリスクの回避ができる。

5-2 今後の計画

当社では、昭和59年から63年までの5年間をかけて、当社の供給エリア内の500分の1スケール図面約2万8000枚をコンピュータに登録する計画である。

現在のところ、横浜、湘南地区 約5000枚の登録を完了しており、本社にVAX780を、神奈川の事業所にVAX750を設置し、それぞれ図面登録、図面修正業務を行っている。

最終的なハードウェア構成としては、処理量の多い事業所にはミニコンピュータを、処理量の少ない事業所には端末を置き、分散型と集中型の両方を取り込んだネットワーク構成にする計画である。

6. おわりに

東京を中心とする大都市では、都市機能を運営するためのユーティリティが年々増大し、それらが地下で複雑に輻輳しているため、これらの維持管理が年々困難になるとともに、その為の情報も膨大となっている。コンピュータ・マッピング・システムは、これら複雑に入り組んだ都市ユーティリティ情報を分類、整理し、管理していく為のもので、都市の機能を円滑に運営していくためには、必要不可欠であると考えられる。今後、本システムが東京ガスだけでなく、多くのユーティリティ企業体で取り込まれることによって、21世紀における豊かな都市づくりを目指した効率的な都市の情報管理が促進されることを願ってやまない。