

東京都水道局におけるマッピング システムの導入と今後の課題

船井 洋文

1. はじめに

東京の近代水道は、明治31年（1898年）淀橋浄水場から日本橋地区への通水開始に始まる。その後、給水区域の拡大、需要の増加等ともない施設が拡充された。現在では、1170㎢の給水区域の1100万人に給水している。その施設は、小河内ダム等4貯水池、11浄水場、23の主要給水所があり、給水能力は663万㎥/日に達する。管路施設は、浄水場や給水所といった基幹施設を相互に連絡する送水管も含めて、その延長は約21000kmにのぼる世界でも有数の規模の水道施設になっている。

大都市における水道は、他に代替手段をもたない唯一の生活用水の供給手段であるばかりでなく、その利用状況は高度化、多様化し、安定給水の確保の重要性が非常に高いものになっている。

安定給水を確保するうえで、水道施設の適切な維持管理が重要である。しかし、水道施設は、水源から蛇口まで広域に分散されていて、維持管理のしにくい施設である。特に、送配水施設の主要部分を占める管路施設は、網状に広がっているだけでなく、そのほとんどが地下に埋設されているため、維持管理が困難である。

東京都の水道局では、管路施設を管理するために管路管理図を使用していたが、より質の高い施設管理の実現のために、コンピュータマッピングシステムの導入を行った。都のマッピングシステムは、昭和61年に計画決定を行ない、平成2年度には23区のデータ入力を完了し稼働を開始した。現在多摩地区入力を行なっている。

本稿では、このマッピングシステムの導入経過と水道界におけるマッピングシステムの今後の課題について述べる。

2. 管路施設の維持管理のための 図面の管理と問題点

管路施設の維持管理は、経年管の更新、漏水事故の修理、地下漏水の発見、地域毎の漏水状況の把握、濁水対策等多岐にわたっている。このような維持管理作業を適切に行なうには、埋設管路に関するさまざまな情報が必要である。配管の情報を示す図面には、地図をベースに配管の状況を示した配管図と埋設状況を工事毎に詳細に記述した配管工事完成図から構成されている。

この配管図と配管工事完成図は、図面の性質が大きく異なる。配管図は地図上に配管やその付属設備が、線分や記号によってシンボリックに記述されていて、その線分や記号に口径、材質、敷設年月日等の情報が属性として記述されている。この図面は管路の敷設替や道路工事等が行なわれればその部分の修正が必要になってくる。すなわち、この図面は、図面の一部が恒常的に修正されながら半永久的に使用されることになる。そのため、この図面は、図面の一部修正が可能な透明なポリエステルフィルムに精絵製図したマイラーと呼ばれる原図で管理されている。

一方、配管工事完成図は、通常図面の一部修正の必要がなく、管路事故の時等に当該図面を検索しやすいう方式で保管して置けばよいのでマイクロフィルムにて管理されている。この図面は、当該管路が老朽化し取り替えが行なわれれば、その時点で図面も廃棄される。すなわち、図面のライフサイクルは、当該施設のライフサイクルと一致することになる。

都の水道局では、こうした図面を管理するために昭和43年に図面情報係を設置し効果をあげてきた。しかし、この図面の管理にもマイラーで管理している配管図を中心に次のような問題点があった。

(1) 補修正の非効率と図面情報の遅延

配管図の補修正は、すべて手作業で行なわれていて、非常に多くの労力が必要になるうえ、補正が完了するまでに時間遅れを生じ、新しい情報が記載された図面が配布

表 1 マイラーによる図面の一覧

図 名 (縮尺)	用 途
給水分岐管管理図 (1/500)	漏水防止作業, 給水管工事
配 管 図 (1/1000)	配水設備の維持管理, 配水管工事の設計
配 管 図 (1/5000)	同 上
区別 配 管 図 (1/10000)	配管工事の計画, 配水調整の計画実施
各支所別配水本管幹線図 (1/17500)	配水調整の計画実施
等高線入配水幹線図 (1/30000)	同 上
水道配水系統図 (1/50000)	配水本管網および配水系統の把握
配水本管テレメータ設置一覧図 (1/50000)	テレメータ装置の設置位置の把握
配水幹線一覧図 (1/50000)	本管工事の計画, 施設整備計画
配水本管管理図 (1/5000)	配水設備の維持管理
支所別等高線入配水本管幹線図 (1/15000)	配水調整の計画実施
口径管種別布設年度図 (1/5000)	整備工事の計画
マイクロフィルム索引図 (1/5000)	マイクロフィルムの索引
国道上道路専用図 (1/500)	国道占用届
ステンレン鋼管布設路線図 (1/10000)	漏水防止工事の計画

されるまでに、1年から1年半かかっていた。

(2) 永年の使用によるマイラーの劣化と精度の低下
マイラーは、経年劣化による変色や、補修正の繰り返しによって劣化してきている。また、手作業による補正は、誤りを生じやすく、永年にわたる補正の繰り返しによる誤差が累積され図面の精度が低下している。

(3) 図面の種類の増加

マイラーに記入できる情報には、記載量に物理的な限界があるため、目的別に図面の種類を増やし記載内容を変えた図面を作ることになる。その結果、配管図の種類も表1に示すように多種類となり、図面ごとの情報に差を生じたりして管理が難しくなる。

(4) 細かな情報の利用が困難

管路の情報には、道路の試験掘や各家庭の引き込み工事の情報、あるいは濁水等による苦情情報等多くの点情報がある。これらの情報は、図面に物理的に記載できず十分な活用ができない。これらの点情報を活用すれば、埋設年度が旧く埋設情報のほとんどない路線や苦情の多い路線を重点管理でき、施設管理の質的向上が望める。

3. マッピングシステムの導入

近年、管路施設に対する関心が高まり、耐震性の強化や劣化診断のような従来よりも高度な施設管理あるいは管路施設の統計処理の効率化等が求められるようになってきた。また、従来の管路図面の管理が、前述のようにさまざまな問題が顕在化してきた。そこで都の水道局で

は、現状の問題の解決や新しい技術動向にもとづくニーズに対応するため、マッピングシステムを導入することにした。図1にマッピングシステム導入の概念図を示す。

3.1 導入の基本的な考え方

マッピングシステム導入にあたって次のような基本的な考え方でシステム構築を進めた。

(1) 目的と範囲の明確化

マッピングシステムは、応用範囲の広いシステムである。たとえば、管網解析を行ないながら、各浄水場の生産量や各地域への合理的な輸送ルートの決定等を行なうことを水道界では水運用と呼んでいるが、この水運用システムへの応用もできる。また、水道では各家庭1軒ごとに給水契約を行なっているため、各家庭の水量等各家庭ごとの情報もあり、これをマッピングシステムに応用すれば、顧客管理のための経営の基本的な戦略システムにも応用できる。

しかし、今回導入した都の水道局のマッピングシステムは、できるかぎり目的と範囲を絞り込むことにした。その範囲は、従来のマイラーフィルムで管理されていた配管図に関する部分のみに限定し、応用業務は将来に残すことにした。

その理由は、システムの範囲を広げるとシステム構築は幾何級数的に難しくなることによる。マッピングシステムを計画した当時、従来の図面管理係を中心に計画したので、そのスタッフの中に専門のSEもほとんどいない状態で、難しいシステムのプランニングは困難であっ

た。そのためできるかぎり目的と範囲を絞り込み成功率の高いシステム計画を行なった。

(2) 費用と効果の明確化

マッピングシステムは、経費の高いシステムである。そのため投資効果の面からは、導入の難しいシステムであるといえる。

東京水道のマッピングシステムの計画は、システムの機能の範囲を配管図の管理に絞り込んだことから、システム導入による人員削減等は全く期待できない。

そこで、従来のマイラー原図が、更新期にきていることから地図を含めたマイラーの更新費用と同程度でシステム計画を行なうこととした。このように計画すればマッピングシステムを導入することによって、図面管理の効率化や施設管理の高度化等はすべて投資効果として積算できる。

しかし、マイラー更新費と同程度でマッピングシステムを導入することは非常に難しい。東京水道の場合、地図の利用方法が似ている東京ガス所有のデジタル地図を利用できたので、地図にかかる経費を抑えることで計画が可能になった。

(3) 利用者に違和感を与えないシステム

都のマッピングシステムは、補修正を中央で集中的に行ない、定期的に中央のコンピュータから出図して利用部署に配布することとした。マッピングシステムは、利用部署の端末から出力してその場で利用するのが理想である。しかし、コンピュータになじみの薄い出先職員に極力抵抗感を少なくするためにこのような方式とした。この考え方は、結果的には端末の機能を小さくでき、システム全体の費用を安くすることがで

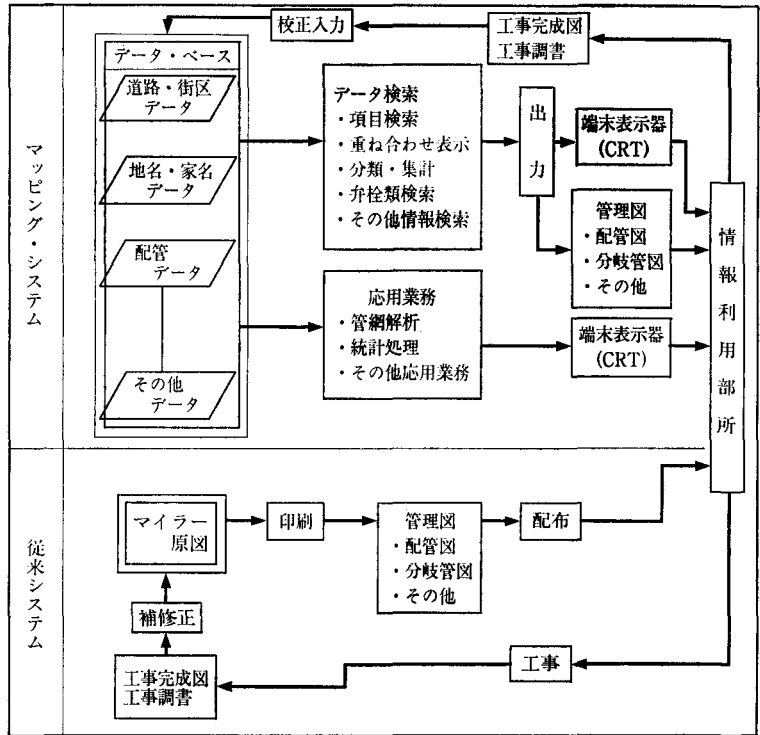


図 1 マッピングシステム導入時の概念図

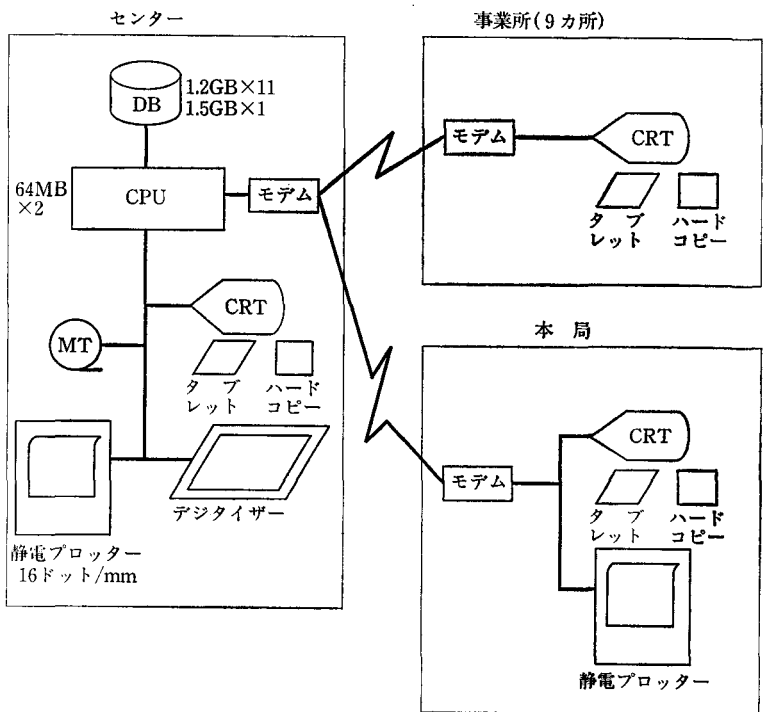


図 2 都水道局のハードウェア構成図

表 2 応用業務アプリケーション一覧

分類	ソフトウェア	機能概要
統計集計処理	施設統計・集計プログラム	① 口径、管種、年度、工法別路線集計（平面投影延長） ② 弁栓類個数集計 ③ 行政別、支所別等集計（ポリゴン） ④ 路線（名）別集計
	道路環境別集計	① 道路管理者別集計 ② 道路舗装別集計 ③ 歩車用別集計
断濁水管理	小管断水区間（戸数）出力	① 工事、事故地点を入力することにより断水バルブ、断水延長、断水戸数（使用者、水道番号）の出力。
	小管濁水範囲出力	② 端末からオペレーターが濁水路線または範囲を入力することにより、濁水範囲濁水戸数を出力。（上記出力結果で断濁水届の作成）
	本管断水処理関係 慢性濁水区域管理	③ 断水処理関係図等の出力 ④ 自然濁水発生地点を入力することにより、濁水が発生しやすい地域の発見。（管路更新計画支援）
各種支援システム	管路更新計画支援	① 布設年度、管種、更生工別の表示、濁水発生地点、慢性濁水区域の表示。 ② 配水管データと①を組合せ、取替優先順位の出力。 ③ 地質、事故頻度、水理情報を含めた管路診断。
	事故対応支援	① 現地図面の緊急出力。 ② 断濁水範囲の緊急作成。 ③ 緊急連絡箇所一覧表示（自動ダイヤル）
各種支援システム	送配水計画支援	① 延長、管径、管種、敷設年度等の要素データの出力。 ② 水運用システムとの結合
	漏水防止管理	① 漏水管理区域単位の図面出力。 ② 区画図ごとの計画作業の履歴 ③ 漏水管理表
水理・水量管理	管網解析	① 延長、管径、管種、敷設年度等の要素データの出力。 ② 管網解析

きた。

3.2 システムの概要

システムの概要は次のとおりである。

(1) データベース

データベースは地形データベースと属性データベースで構成されていて、お互いのデータベースは図面番号や座標等でリンクしている。

当初、1/500の地図を基準にしてすべての縮尺に対応する地図データベースを構築する予定であったが、縮図すると配管や地形が重なりあったり、座標軸が膨大になりすぎて実用的でなく、1/2500までの縮図が実用の限界であった。そのため1/5000の地図を別にデータベースにもつことにした。

また、データベースは、中央のホストコンピュータに集中する方法と端末に分散する方法とが考えられた。分散設置は、レスポンスがよくなり使いやすくなるが、データベースの維持管理に自信がもてず、都のシステムは

集中方式とした。

(2) ハードウェア

マッピングシステムの特徴的なことは、それほど複雑なコンピュータ処理を要求されないが、取り扱うデータ量が多く利用部署が広範囲にわたっていることである。それゆえ、ハードウェアは安価で大容量のデータベースの取扱いができ、ネットワークアーキテクチャーがしっかりしたものが必要である。（図2参照）

(3) ソフトウェア

ソフトウェアは図3に示すようにOSのもとに基本ソフトウェアとアプリケーションプログラムより構成されている。今後、開発を予定しているアプリケーションの一覧表を表2に示す。

4. マッピングシステムの今後の課題

水道界でみると、マッピングシステムは検討している自治体の数の割に導入例が少ないのが実態である。これ

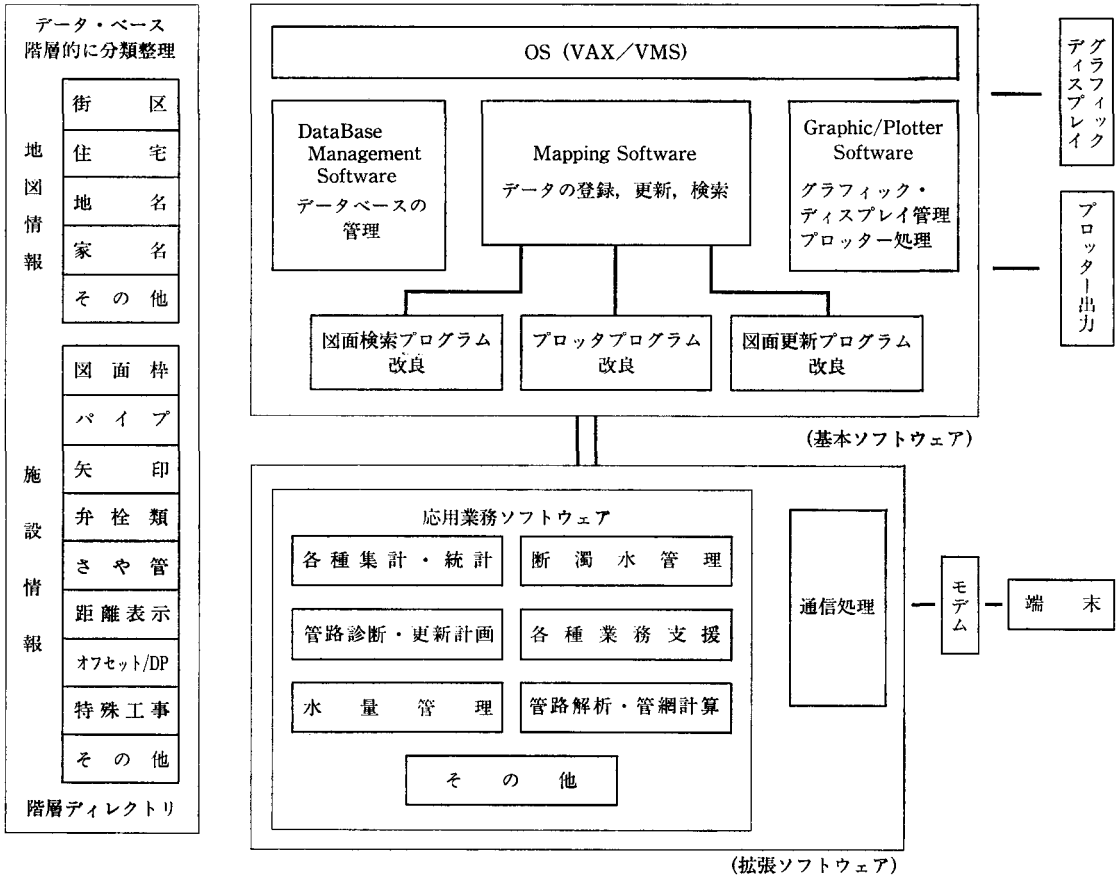


図 3 ソフトウェア構成図

はマッピングシステムの建設費が高く、十分な投資効果が期待しにくいこと等によると考えられる。今後マッピングシステムが普及するための課題について気をついたことを述べる。

(1) データ入力の手軽化

マッピングシステムは非常にデータ量が多く、その入力の自動化が難しいため、データ入力に膨大な経費を要している。

入力の自動化のために、オートデジタイザの研究も進んでいる。しかし、現状では図面の読み込みの事前処理や事後処理に人手が必要で、必ずしもハンドデジタイザより効率的であるとはいえない。この入力の簡素化や自動化が今後の課題である。

(2) 地図の共有化

マッピングシステムを考えると誰でも考えるのが地図の共有化の問題である。しかし、このことは考えるほど容易なことではない。地図というのは一見同じように

見えるが、2次元で表現するための歪の吸収の方法の差や使用目的に応じたデフォルメ等によって、同一地域を表わした地図でも地図によって微妙に異なる。また、縮尺や表示内容の差によって作成費や維持費に大きな差がでてくる。このためニーズの異なるシステム間で地図を共用することは容易でない。

地図はデジタイジングにも、維持管理にもかなりの経費を必要とすることから、できるかぎり共有化が望まれる。今後縮尺の大小やニーズの差を越えた地図の共有化を可能にする技術開発が望まれる。

(3) 基本的な技術の開発

マッピングシステムは、実用化されてからの歴史が浅く、基本的な部分でも技術的に十分に確立されていない部分もある。たとえば、ディスプレイやプロッターに出力するためのソフトウェア等も、CAD/CAMの技術を流用しているため、マッピング特有のソフトウェアとしての完成度が十分でないものもある。また、マッピング

システムは地図のような曖昧さをもったデータを扱うため、従来のCAD/CAM等のコンピュータ技術と全く異なる技術が要求される。しかし、現在のところこうした曖昧さを扱う技術が完ぺきに確立されたとはいえない。ソフトウェアを中心とした完成度の高いマッピングシステム専用の技術開発が望まれる。

5. おわりに

水道における送配施設は、水道の資産のなかで大変大きなウェイトを占めるもので、この施設を適切に管理することは、水道企業の経営戦略にとって非常に重要なことである。しかし、従来、送配水施設は、その大部分が地下に埋設されてしまうこともあって、その適切な管理は技術的にも経済的にも困難が多く、必ずしも十分であったとはいえない。マッピングシステムは実用化されてからの歴史が短く、今後解決しなければならない問題もあるが、送配水施設のように広域的な広がりをもった施設管理の質的向上と応用範囲の拡大に大きな可能性を秘めたシステムである。マッピングシステムが将来水道施設の管理に果たす役割の大きさに期待したい。

参考文献

- [1] 緒方 明：東京都におけるマッピングシステムの現状と今後の展望。水道協会誌，12，90
- [2] 大澤則夫：水道施設とコンピュータマッピングについて，電気学会研究会技術報告会（電気学会一般産業技術委員会，資料番号G I D-89-7），89
- [3] 船井洋文：マッピングシステムの現状と展望，水道管理に関する国際シンポジウム講演集（水道管路技術センター，神戸市），88

児玉 正憲編

経済の情報と数理

6 Sによる経営情報解析

時永祥三著／定価2987円

米国AT&Tのベル研で開発され、UNIX下で稼動する会話型データ解析システムSの利用を中心に解説。Sの基本的機能、各種グラフィックスから多変量解析手順、時系列データ解析法、統計的検定法まで言及する。

7 数理ファイナンス論

田畑吉雄著／定価3502円

モダン・ファイナンスの本質である時間と不確実性の概念が各種証券に与える経済学的影響を数理的側面に的を絞って考察し、ファイナンスで用いられる数学的手法の解説もあわせて行なう。

8 枯渇性資源の経済分析

時政勲著／6月下旬刊

枯渇性天然資源の保存・開発問題は、環境保全対経済発展の問題と同様、我々の経済生活と重要な関りがある。本書では、枯渇性資源の効率的利用に関する経済分析の要諦を提示する。

——好評発売中——

1 線形数学

菊田健作著／定価2678円

大学文科系学生を対象に、線形代数の基礎とその応用としての線形計画法をわかりやすく解説。

2 基本確率

玉置光司著／定価2472円

厳密な記述よりは直感に訴える記述を心掛け、多くの応用例を解くことにより、確率論的考え方に習熟する。

3 基本数理統計学

児玉正憲著／定価3296円

数理統計学の基本的な考え方と手法を紹介する。厳密な証明は付録にゆずり、例によって理論を確認す。

4 経済・経営分析のためのプログラミング

原田康平著／定価2369円

初学者を対象にBASICによるパソコン利用法の一端を紹介。統計解析、シミュレーション、数値計算に挑戦。

5 経済のゲーム分析

村田省三著／定価2575円

基本的なゲーム分析の見通しのよさをもって経済分析に応用可能な個別理論をとらえてゆく。

発行=牧野書店 114 東京都北区西ヶ原3-60-18
樓葉ビル3F・電話03(3949)0835

発売=星雲社 112 東京都文京区小石川5-19-25
電話03(3947)1021・FAX03(3947)1617