

## 事例

携帯型システムを使用した緊急保安業務支援システムの開発<sup>†</sup>秋田 義一<sup>††</sup> 小坪 宏 則<sup>††</sup> 佐藤 裕 人<sup>††</sup>

## 1. はじめに

昨今の情報処理技術の発展はめざましく、日本においては VICS (Vehicle Information and Communication System) 等社会的規模の交通情報システムがコンピュータによる地図処理 (GIS: Geographical Information System) をベースとして構築されつつある。

東京ガスにおいても、種々のガス設備情報、顧客情報等ホストコンピュータ上のデータベースをガス営業活動や設備管理業務、火災や事故等に対処する緊急保安業務といった現場の最前線の業務で有効活用するため、車載型あるいは携帯型の GIS をベースとしたシステムの構築が強く求められていた。

当社ではすでに事務所で利用可能な地図情報システム TUMSY (Total Utility Mapping SYstem) の開発を完了し、東京ガスの全供給エリアに当たる 28,000 枚のガス設備図面を入力、3,000 km<sup>2</sup> の地図情報と約 800 万件の顧客情報、建物情報を有する統合地図情報データベースシステムとして実運用している。TUMSY は現在、第一線の現場事務所に 200 台を越えるオンライングラフィック端末、EWS、PC を設置し、年間約 1 万件にのぼるガス導管工事情報の入力と年間約 60 万件のガス設備情報等の更新・照会業務で利用している。

この技術と経験を生かし、車両と事務所が密接に連携をとり合っただけでなく、車両や出先の現場と事務所を結ぶ高度な情報処理を実現した緊急保安業務支援システムを開発した。

本システムは、車両と車両基地を情報通信ネットワークで結び、携帯型のペンベースコンピュータに CD-ROM、デジタルスチルカメラ、GPS (Global Positioning System) といった各種機器を接続して、すでに構築されている統合地図情報データベースを事務所内での利用のみならず、車両内や出先の現場においても利用可能とする情報の共有化を実現したものである。これにより、車両内で事務所と同レベルの情報処理ができ、同じ地図情報等をベースとして車両内の作業員と車両基地の担当者とのコミュニケーションが行える。そのため、緊急時の出勤から到着までの時間が短縮され、作業が円滑に進み、保安レベルの向上につながる。

本稿では、緊急保安業務支援システムの概要を紹介し、主な技術開発について述べる。

## 2. 開発の背景

東京ガスにおける設備管理業務の中で、特に事故・火災等非常時の応急修理対応を行うのが緊急保安業務である。これは、ガス事業者にとって共通の業務であり、上下水道・電力・通信・警察・消防等でも同様の業務が存在する。

緊急保安業務は、図-1 に示すような保安用緊急車両と基地間の連携によって行われる。従来、この連携は、図-2 のように、無線による音声連絡や FAX を用いて行われてきた。

しかしながら、

①緊急処理対応に時間がかかる。

<sup>†</sup> Development of a Mapping System with Pen-based Computing for Utilization in Emergency Safety Maintenance by Yoshiikazu AKITA, Hironori KOTSUBO and Hiroto SATOU (Tokyo Gas Co., Ltd. Information Systems Department Computer Mapping Center).

<sup>††</sup> 東京ガス (株) 情報システム部マッピングセンター



(a)



(b)

図-1 保安用緊急車両と基地

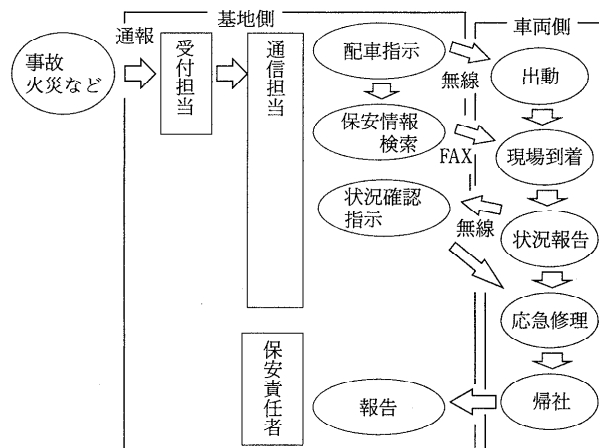


図-2 従来の業務形態

- ② FAX, 音声による情報伝達では短時間に十分なコミュニケーションがとれない。
- ③かなりの保安投資費用を要する。
- ④顧客に対するサービスレベルがなかなかあげられない。

といった問題点があり、これらを解決する手段がかねてから望まれていた。

そこで、我々はモバイルコンピューティング、GIS、GPSによるロケーションシステム等の技術を適用し、保安用緊急車両における緊急保安業務を総合的に支援するシステムを開発した。

本システムは、

- ①受付から現場到着までの時間を削減することにより、トータルの緊急処理時間の削減を図る。
- ②受付業務の拡大、担当者間の最新情報の共有化、車両・基地間の情報伝達の迅速化・高度

化を図る。

- ③顧客に対する保安上のサービスレベルの向上を図る。

ことで保安の質の向上、業務の効率化をめざした。

### 3. システムの全体構成

本システムの構成を図-3に示す。車両にはA4サイズのペンベースコンピュータ(ペンPC)に種々の周辺機器を接続している。このシステムは、ペンを用いてペンPCを操作することにより、車載のCD-ROMに登録されたガス設備情報を地図とともに検索することができる。また、自動車電話を用いた移動体通信によりホストコンピュータ上の最新の統合地図データベースの情報を受信することもできる。

緊急車両には従来からFAXが搭載されていた

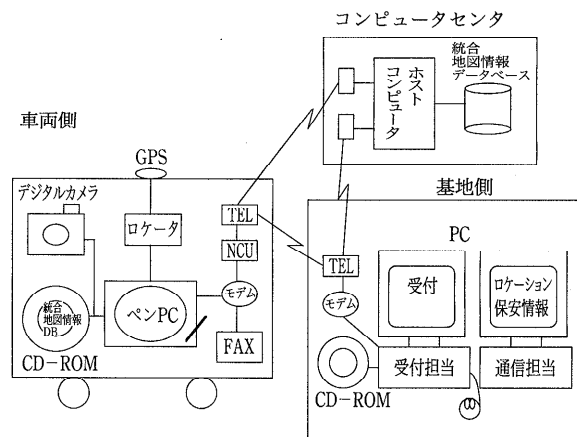


図-3 システム構成

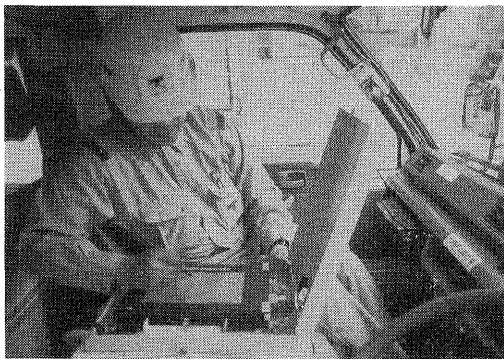


図-4 車載システムの外観

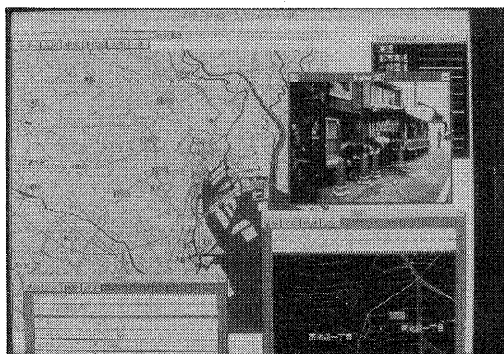


図-5 基地システム画面例

ため、新たにプリンタを設けず、FAX をプリンタの代わりとしても利用できるタイプの FAX モデムを採用した。また、CD-ROM 装置は耐振・耐熱性の車載型のものを搭載している。さらに、車両の位置・状態を把握するため、GPS・光ファイバージャイロ・車速センサから成るロケータ

装置や現場の写真撮影のためのデジタルスチルカメラを接続している。これらの装置を利用して得た位置情報や画像データは、ペン PC の液晶画面に地図とともに表示でき、移動体通信により車両から基地へのデータ伝送も行えるようになっている。

一方、基地側にはデスクトップ PC を導入し、CD-ROM、モデムおよび LAN を接続している。基地側システムは主として車両の位置・状態を管理するロケーションシステム、事故や火災等の通報を受け付ける受付システムおよび保安情報管理システムから成る。

この基地システムにより、緊急保安業務における受付状況・配車状況・作業状況ならびに現場の保安情報が PC 画面に地図とともに表示され、それらの情報をもとに現場の車両へ適切な作業指示を出すことができる。

図-4 に車載システムの外観を、図-5 に基地システムの画面表示例を示す。

#### 4. 本システムによる業務形態

図-6 に緊急保安業務支援システムを使った業務フローを示す。

事故・火災等の通報が基地に入ると、受付担当が基地システムの受付機能を使って通報された受付情報を入力する。入力された受付情報は通信担当に送られる。通信担当は、受付情報・車両状況および通報現場の保安情報等をシステム上で確認しながら、適当な車両に現場へ向かうよう指示する。

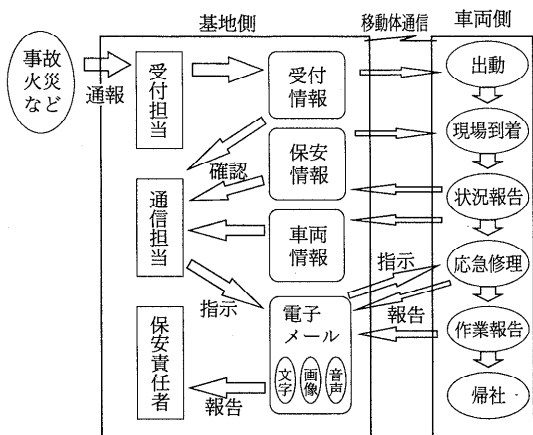


図-6 本システムを利用した業務フロー

指示した車両の車載システム上に受付情報や現場の地図情報、埋設されているガス管の位置・管種・口径・圧力等のガス設備情報が転送される。車両は、それらの情報を確認しながら、現場に急行する。

現場に到着すると、車載システムを使って現場のガス設備情報、保安情報等必要な情報を引き出しながら作業を進める。同時に、現場状況を基地に報告する。写真・音声・メモ等種々の手段を利用して車載システムから報告する。基地では、刻々と入ってくる情報を基地システム上で確認しながら、車載システムへ作業指示を送るのである。

こうして作業が完了すると、作業報告を車載システム上で入力する。この報告もすぐに基地システムに転送され、保安責任者が決裁することになる。

## 5 システムの機能概要

本システムで独自に開発した主な機能を以下に示す。

### 5.1 車載システム

#### (1) 統合地図情報データベース検索機能

図-7に車載システムの画面例を示す。緊急車両が現場に到着してから、あるいは現場に急行中に、作業員は車載システムを使用して現場作業に必要なガス設備情報を得ることができる。

具体的には、住所または図面番号を指定することにより、目的とするガス設備情報が車載のCD



図-7 車載システム画面例

-ROMから検索できる。また、住所等を指定せずに、ロケータ装置から現在位置情報を取得し、自動的に現在位置の情報を検索する機能を有している。さらに、基地に設置されているシステムで検索した設備情報を車載システムへ伝送することもできる。その上、車両が現場へ急行中に基地から車載システムを遠隔操作して、現場に到着するまでには必要な情報を表示する機能もある。

埋設されているガス設備情報はすべてCD-ROMに書き込まれているが、ホストコンピュータ上の最新の地図情報を検索することもできる。最新情報の検索は自動車電話を利用したデータ通信によって行われる。車載システムからホストコンピュータの統合地図情報データベースに、必要なデータを要求する命令を送信すると、目的とするデータがホストコンピュータ上で切り出され、車載システム上へ送信される。

ガス設備情報の検索を行うと、指定された地域の周辺250m四方の住所・道路図(見出し図)がペンPCの画面右上に表示される。見出し図の中の矩形枠(詳細図表示枠)で囲まれた部分が画面左に大きく詳細表示される(詳細図)。詳細図は地図上に埋設されているガス設備情報を重ねて、任意の縮尺で表示したり、任意の方向にスクロールすることができる。

ペンPCはA4判と小型なため、すべての埋設ガス設備情報を画面上に表示させると表示情報が重なり非常に見にくくなる。そのため、ガス設備の属性情報については検索の対象となるガス設備をペンで指示することにより検索を行う。また、任意の地点から一定距離にある特定のガス設備を検索することもできる。さらに、通信によりホス

トコンピュータ上の顧客情報等のデータベースを検索する機能も持っている。

## (2) 双方向コミュニケーション機能

作業員が現場で効率的に作業するためには、現場車両と基地との密接なコミュニケーションが要求される。車載システムには、この双方向のコミュニケーションを効果的に支援するための機能が用意されている。

現場作業員はペンPC上の簡単な操作によって、現場の作業状況等を基地に報告することができる。画面上で定型の報告事項メニューから必要な項目を選択したり、地図画面上にメモを入力して報告する。報告された情報は、基地システムで参照することができる。

メモ機能には、手書きメモ入力機能に加えて文字認識・図形認識機能や点・線・円等の図形を描く簡易図形描画機能を持っている。その上、音声入力機能もある。

また、デジタルスチルカメラを使用して撮影した現場の写真をICメモリカードを介してペンPCの画面上に表示し、移動体通信による画像伝送機能を用いて基地システムに送ることができる。

これらの機能により、現場の状況を基地で正確に把握することができ、的確な指示を出すことができる。

## 5.2 基地システム

### (1) 受付機能

事故や火災等の通報が入ると、基地側の受付担当が受付機能を使って、現場の住所や事故の状況等緊急保安業務上必要な初期情報を入力する。入力した受付情報は基地システム、車載システムを用いて担当者間で共有することができる。

### (2) ロケーション機能・保安情報管理機能

ロケーション機能は、基地の管轄エリア全体の地図を表示した画面上に全車両の位置をマーク表示する。車両の移動にともなって、このマークも自動的に移動する。また、マークは車載システム側から報告された車両状態や現場の作業状況等に対応して色分け表示される。受付場所も明示されている。

基地側の通信担当は基地システムの画面上で、全車両の位置・状態および受付場所・内容等を確

認でき、的確な配車指示が行える。また、同一画面上で、現場車両付近のガス設備情報、保安情報の検索、車両との情報交換を行うことができる。また、車載システム側から報告された作業情報等を管理する機能も有している。

### (3) 双方向コミュニケーション機能

車両と基地間で、データ通信による双方向のメッセージのやり取りを行う。具体的には、画面上でメッセージ交換の対象とする車両マークを指定すると、メッセージ交換用のウィンドウが開き、電子メールの交換が行えるようになる。電子メールの内容としては、文字・音声・画像である。この機能を使用して、効果的な配車指示・作業指示を行うことができる。

## 6 主な技術開発

本システムの開発において特に考慮した点について以下に述べる。

### 6.1 ユーザインタフェース設計

本システムは緊急保安業務で利用されるため、作業員はかなりの緊張状態の中でシステムを操作することが予想される。したがって、その操作性は本システム開発において重要な要素である。特に車両内においては、システムの操作が容易に行えるように、ペンで操作できるペンPCを採用した。また、ユーザインタフェースはGUI (Graphical User Interface) 技術を駆使し、文字や数字の入力を極力行わずメニューから選択する形式とした。操作説明書を見たり、教育を受けなくとも、メニューを見れば機能が分かり、メニューに従って操作すればよいようなユーザインタフェースの設計を行った。

### 6.2 地図データベースアクセス方式

東京ガスの地図およびガス設備情報は1/500の精度の28,000枚の図面からなっている。このように地図データベースが大容量であるため、車載システムではCD-ROMと通信を組み合わせた地図データベースアクセス方式を開発した。

CD-ROMには常時使用するデータをホストコンピュータの地図データベースから圧縮して登録した。東京ガスの全供給エリアの情報を2枚のCD-ROMで登録することができる。また、CD-

ROM内のデータ構造は、目的とするデータを高速に検索・データ転送できる構造にした。CD-ROMに登録したデータは約6カ月おきに更新する。最新情報の確認やCD-ROMに登録していない情報の検索は、通信を介してホストコンピュータ上のデータベースをアクセスする。

この方法によって、ホストコンピュータの負荷を軽減することができる。また、CD-ROMにない情報や最新情報のうち必要なデータ項目のみをホストコンピュータから送信し、それ以外のデータはCD-ROMから検索して、両者を重ねあわせて表示することで、通信を介することによる処理速度の低下を防ぐことができる。さらに、大地震等の大規模災害時に、万一ホストコンピュータやデータ通信設備が被害を受けたとしても、CD-ROMからのデータにより車載システムを稼働させることができる。

### 6.3 通信処理

本システムの通信処理は車載システム側とホストコンピュータ側の通信サーバ間で連携して行うようにした。また、車載システムと基地システム間でホストコンピュータを介さずに直接データ通信が行えるようになっている。ホストコンピュータの通信サーバを経由したデータ通信経路を選択するか否かは、取り扱うデータの内容や所在、データ量等によって決まるようになっている。また、移動体通信では長時間安定したデータ通信リンクの維持が困難なことを考慮して、1回のデータ通信が可能な限り短時間となるように設計している。

本システムはこのような通信処理によって、車載システム側からの操作でホストコンピュータ上のデータベースから地図や埋設ガス管等の導管図面の情報や顧客情報を得ることができる。また、基地システムから各種情報を車載システム側に送信したり、位置情報や画像情報を車載側から基地側へ送れるようになっている。

### 6.4 セキュリティ

車載システムは作業現場で利用するため、またガス設備情報という機密性の高い重要な情報を取り扱うため、データの漏洩やシステムの不正使用への対策を講じている。

#### ①データの暗号化

CD-ROMの内容はすべて暗号化しており、CD-ROMが紛失した場合に対応している。

#### ②パスワードによるアクセス制限

システムの起動にあたりパスワード入力を義務づけた。これにより、正規の操作者以外の不正使用やシステム機器の盗難等の不測の事態に備えている。

### 6.5 システムの保守

緊急保安業務は24時間体制で行われるため、高いシステム信頼性を保証しなければならない。そのため、基地側、車載側の各PCのシステム的な状態はホストコンピュータ上で監視されており、システムトラブル等への対応は24時間体制で行われている。また、ソフトウェアの保守はシステムセンタから遠隔操作で行うことができる。

### 7. 本システムの導入効果

本システムの導入により、次のような効果が考えられる。

#### (1) 現場到着までのレスポンスタイムの向上と作業の円滑化

基地システムにより的確な作業指示が行え、必要な情報の送信も車両が現場に到着するまでに自動的に行われることから、受付から作業開始までの所要時間が短縮できる。また、担当者間の情報の共有化、車両・基地間の情報伝達の迅速化・高度化が図れることから、円滑に作業を進めることができる。

#### (2) 基地側業務の習得期間の短縮

基地側業務は24時間体制3交代で行われる。また、担当者の定期的ローテーションも必要であるため、要員教育・スキルの共通化が大きな課題となっていた。本システムでは、配車指示のノウハウをシステムに盛り込むことが可能であるため、担当者の業務習得期間を短縮でき、安定したサービスレベルを確保できる。

#### (3) 車載図面図書スペースの削減

従来、緊急車両には管轄全エリアの製本されたガス設備図面を搭載していたが、システム導入によって不要となるため、車両搭載スペースと重量を大幅に削減できる。

#### (4) 緊急車運用体制の変更が可能

現在、緊急車両は基地からの出動形態をとっており、作業完了後は基地に戻ることにしている。本システムの導入により、出動現場や適当な分駐所からの出動も可能になるため、車両の運用体制を変更することができる。それによって、11カ所ある基地を集約することもできる。

#### (5) 地震時の司令系統の確保

地震発生時等は、停電等で基地側業務が停止する可能性がある。この場合、車載システムに基地側システムの役割を代行させることができる。これにより、車両のみで司令系統を構成することができ、地震時等の非常時における復旧活動の支援にきわめて有効な手段となる。

### 8 今後の課題

本システムの開発、運用における主な課題を以下に示す。

#### 8.1 機器の車載技術の向上

車載側システムは、汎用のペン PC、周辺装置で構成している。このことは、システムの汎用性が高くなり、導入・運用コストを低くおさえられる反面、耐震性・耐熱性や電源の確保等車載特有の環境に弱い。現在は車載機器用の収納ケースに汎用の機器群を収納して、上記課題を克服している。

今後はさらに車載化技術を向上させ、長期間車載環境に耐えうるシステムにしなければならない。

#### 8.2 ホストコンピュータ接続機能の活用

本システムはホストコンピュータとの双方向通信機能を持っている。この機能を用いて、ホストコンピュータ上の既存のあらゆる基幹情報システムとも接続可能である。今後は本通信機能を有効に利用し、必要に応じてより多くの情報が共有できるようにしなければならない。

#### 8.3 高性能通信媒体への対応

現在の車載システムでは、移動体通信の媒体としてアナログ方式の自動車電話を使用している。この方式では、デジタルカメラの静止画像等大容量のデータを伝送するにはかなりの時間がかかり、実用向きではない。

今後は、高速・大容量のデータ通信が可能なデジタル方式の新媒体を利用した移動体通信方式を評価し、現状の自動車電話からの移行を検討しなければならない。

#### 8.4 車両位置取得精度の向上

一般に GPS の最大誤差は 100 m であり、ビルやトンネル等の影響で位置情報を取得できない場合がある。

本システムでは、その対策として光ファイバジャイロと車速センサを用いた手法（自立航法）と GPS とを併用したロケータ装置を用いている。

今後はさらに、ディファレンシャル GPS 技術や種々の誤差補正技術を試み、車両位置取得精度を高める努力が必要である。

#### 8.5 交通情報サービスの取り込み

VICS においては、リアルタイムの交通情報を FM 多重無線を使用したデータ通信により一般に提供する計画である。

今後はこのようなシステムと連結し、車両が現場へ向かう際に、より時間的に短い経路が選択できる等、高度な車両業務支援機能の開発が必要になる。

### 9 おわりに

本システムは汎用のペン PC、周辺装置で構成している。また、車載側システムの通信媒体としては自動車電話を使用している。そのため、システムの汎用性が高く、導入・運用コストを低くおさえることができる。さらに通信により、ホストコンピュータを介して、既存のあらゆる基幹情報システムとも接続が可能となるため、現場ニーズに応じてシステムの機能追加や他業務への適用を容易に行うことができる。

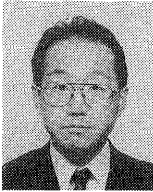
本システムで実現している手法はモバイルコンピューティング技術を実用レベルに高めたものであり、今後のフィールド業務や移動体・事務所間で連携して行う業務処理の支援システムとして応用範囲が広いものといえる。

本システムは、基礎技術を確立し、フィールドテストの段階にあるが、実績の面ではまだこれからである。今後は、本格的運用に向けて努力していきたい。

## 参 考 文 献

- 1) 東明, 高田, 佐藤他: 東京ガスにおける保安業務支援システムの開発, 第24回石川賞受賞記念講演予稿集, pp. 33-45 (1993).
- 2) 秋田義一, 小坪宏則: ペンベースコンピュータを用いたマッピングシステムの実用化と今後の展望, AM/FM INTERNATIONAL 日本, 第5回コンファレンス講演論文集, pp. 66-75 (1994).
- 3) 小坪宏則: 移動体における地理情報システムの実用, 第5回機能図形情報システムシンポジウム講演論文集, pp. 7-12 (1994).

(平成7年6月8日受付)



秋田 義一 (正会員)

1982年茨城大学理学部地球科学科卒業。同年、日本電気ソフトウェア(株)入社。主としてCAD等の図形処理システムの開発に従事。1992年東京ガス(株)入社。情報システム部マッピングセンターにおいて携帯・車両内で利用可能な地理情報システムの開発を担当し、現在に至る。



小坪 宏則

1987年東京大学工学系大学院情報工学専門課程修了。同年東京ガス(株)入社。1991年より情報システム部所属。地理情報・設備管理システムの車載化・携帯化のための基本技術開発に従事し、現在、その業務適用推進を担当。



佐藤 裕人 (正会員)

1958年生。1980年早稲田大学理工学部機械工学科制御工学コース卒業。1982年東京工業大学修士課程制御工学専攻修了。1982年東京ガス(株)入社。情報システム部配属、RDBによるオンラインシステム開発を担当。1985年から10年間、マッピングシステム(TUMSY)の開発を担当。1995年より技術企画部で「情報通信によるリエンジニアリングの推進」を担当。特に、CALS、コラボレーションを推進中。

