

MITSUBISHI

三菱電機技報

Vol.71 No.8

特集 “防災システム”

'97 **8**



特集“防災システム”

目次

特集論文

次世代型防災システムに求めるもの	1
林 春男	
防災システムの現状と展望	2
羽子岡 蕃・日方俊幸	
防災通信システム	6
石橋一郎	
徳島県防災行政無線システム	13
坂田三郎・米田長義・佐竹正章・岩森正行	
和歌山市防災行政無線システム	19
南條正則・井澤賢二・佐々木英文	
防災情報システム	25
坪井尚登・須合健一・小林弘幸	
自治省消防庁納め防災情報システム	31
笠井明久・中島弘善・畑森壽文・岩瀬正尚・清水タケル	
防災用AVシステム	37
森田健司・岩辻一郎	
高性能ヘリコプターテレビシステム	43
金子訓士・久野信幸・森田俊二・塩谷浩平	
横浜市消防局納め高所監視カメラシステム	49
須合健一・藤井良郎・石田直樹・助川 修	
レーダ雨量システム	55
平島弘一・前田融磁・久野信幸	
衛星リモートセンシングによる災害監視と防災利用	61
岩橋 努・河端享介・樋口 博・原 芳久・佐藤千晶	

普通論文

501Gガスタービン複合サイクル発電プラント実証設備用 250MVA空気冷却タービン発電機	66
前田 進・西田幸弘・鈴木一市・津曲一幸・古藤 悟	
新幹線切替開閉装置用42kV真空遮断器	72
寄田光政・大城尊士・香川和彦・森 一	
高集束位相整合型レーザ共振器	76
竹中裕司・安井公治・西前順一	
負イオンによる食品保存技術	80
谷村泰宏・中津川直樹・広辻淳二・平山大秀・杉本 猛	

特許と新案

「自動車の補器の動作制御装置」「電解めっき装置」	85
「自動検針装置」	86

スポットライト

21型“ダイヤモンドトロン”カラーディスプレイモニタ RD21GX	84
ネットワーク管理装置	87
三菱地域防災無線システム	88
三菱防災情報システム“自治体向け防災パソコン”	(表3)

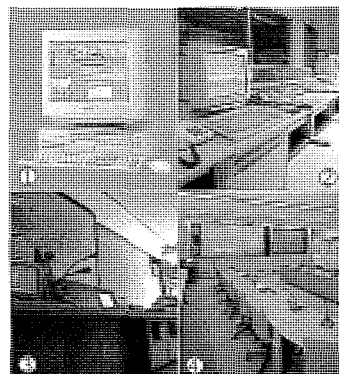
表紙

防災システム

地方自治体の防災活動を情報面から支援し、防災活動の的確化・効率化を図ることを目的とした防災システムは、各種サブシステムの有機的結合によって構成される。これらのサブシステムを大別すると防災通信システムと防災情報システムに分類される。

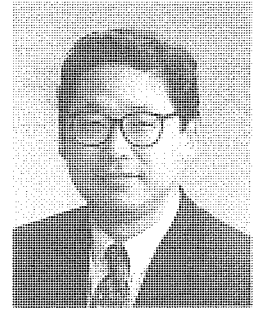
三菱電機では、早くから防災システムの社会的重要性を認識し、製品・システムの研究開発を推進するとともに数多くの防災システムを納入してきた。

表紙は、地方自治体に必要な防災情報管理機能をパッケージ化した“防災パソコン”(写真①)、“徳島県納め防災行政通信システム統制室設備”(写真②)、“和歌山市納め防災行政無線システム操作卓設備”(写真③)、“鹿児島県納め防災AVシステムの災害対策本部室設備”(写真④)を示す。



三菱電機技報に掲載の技術論文では、国際単位“SI”(SI第2段階(換算値方式)を基本)を使用しています。ただし、保安上、安全上等の理由で、従来単位を使用している場合があります。

次世代型防災システムに求めるもの



京都大学
防災研究所

教授 林 春男

阪神・淡路大震災を契機として災害発生後の対応における情報の重要性が広く認識され、GIS(地理情報システム)を主体に置いた災害情報システム構築が各所でなされている。開発の現状を見ると、災害対応の初動期に多くの問題が指摘された今回の過ちを二度と繰り返さないための被害表示システムとして“つくり込み過ぎてはいないか”と感じられる。しかし、全く同じ災害は二度と起きない。仮に全く同じ外力に襲われたとしても、社会の防災力が変われば、災害の形も変化するからである。したがって、次の災害であらわ(顕)になる新しい課題に対してどれだけ柔軟に対応できるかに災害情報システムの真価が置かれるべきである。

災害対応を柔軟かつ効果的にするためには、多くの意思決定を必要とする。それには、知事や市町村長など首長の意思決定又は現場の第一線の指揮者の意思決定もある。さらに、個々の地元住民が下す意思決定もある。災害情報システムは上手な意思決定を支援するものである。その際、少なくとも次の四つの側面についての情報を提供するものでなくてはならない。

(1) “何が起きているのか”を知る

何が起きているのかが分からなければ対処のしようがないので、環境や情勢がどういう状況になっているのかを早く、正確に、できるだけ少ない情報を基に直感的に把握で

きる機能が求められる。

(2) “何ができるか、何をすべきか”を知る

災害対応も数多くの法律や計画の規制を受ける。効果的に意思決定するためには、自分に何ができるのか、又は自分は何をすべきかという制約条件を明確化できる機能が求められる。

(3) “次はどうなるのか”を予想する

今後の事態の推移を予想することは大変に難しい。しかし、予想をするからこそ、私たちは決断できる。そのためには、同じような状況に置かれた場合の前例や先人の教訓が有効であり、エキスパートシステムとしての機能が求められる。

(4) “自分たちの決定を皆に説明する”

自らが決めたことは皆に説明し、納得されて始めて効力を持つ。そのために情報共有を可能にするネットワーク標準が必要になる。

こうした四つの機能を持つ次世代型の防災情報システムは、片々たる情報を集め、分析し、そこにある意味を見出し、それを皆に周知することができるシステムである。いわば、インフォメーションをインテリジェンスに変える“知恵のシステム”でなければならない。

防災システムの現状と展望

羽子岡 蕃*
日方俊幸**

1. ま え が き

我が国の国土は、地理的・気象的に、地震・風水害・火山災害等の自然災害にさらされやすい条件下にある。また、近年の都市への人口集中、都市構造・社会産業構造の複雑化は、いったん災害に見舞われた場合の被害拡大の危険性を内蔵している。先般の阪神・淡路大震災は正にこのことを再認識させるものであった。

災害から人命と財産を守り、被害を最小限に抑えようとする防災活動は、国、地方自治体、公共機関の重要課題であり、従来二つの側面から進められてきた。一つは、河川改修、防潮堤建設、都市区画整備、耐震基準設定など、物理的建造物の建設・強化等によって直接的に自然災害に対抗しようとするハード的対策である。他の一つは、地域の防災計画整備や防災システムの導入など、災害対策強化を目指した組織や情報システムの充実によって住民の安全確保と被害の最小化を図ろうとするソフト的対策である。

阪神・淡路大震災は上記ハード及びソフトの両面における従来の防災施策に改善すべき課題を提示したが、今回特集する国や地方自治体の防災システムは、このソフト的対策の一つとして注目されているものであり、防災活動を情報面から総合的に支援するシステムである。

本稿では、防災システムについて、その現状と課題、及び今後の方向性と技術動向を中心に述べる。

2. 防災システムの現状と課題

2.1 防災システムの現状

地方自治体の防災活動を情報面から支援し、防災活動の

表1. 防災情報システムの導入状況

	整備済み 又は整備中	整備計画 あり	整備計画 なし又は不明	サンプル数
都道府県	6 (13%)	23 (49%)	18 (38%)	47
区市町村	28 (18%)	26 (16%)	106 (66%)	160

(出典：自治省消防庁⁽¹⁾)

注1 防災情報システムとは「気象情報及び地域防災計画に基づく、災害予防対策・災害緊急対策・災害応急復旧対策等に関する情報について、コンピュータを活用し、端末相互間で結ばれたシステム」としている。

注2 都道府県は平成6年度、区市町村は平成7年度の調査結果である。

的確化・効率化を図ることを目的とした防災システムは、各種サブシステムの有機的結合によって構成される。これらのサブシステムを大別すると、防災通信システムと防災情報システムに分類される。各々の詳細については以降の各論文に記述するが、その概略を以下に示す。

(1) 防災通信システム

災害時における情報収集・指示・伝達・広報及び平常時における一般行政通信に活用するものであり、従来から整備されてきた防災行政無線システムを主体としている。平成8年度の消防白書によれば、全都道府県で地上系システムが稼働するとともに、29都道県で衛星通信が活用され、また区市町村レベルでは、同報系無線57.5%、移動系無線81.5%、地域防災無線3.7%の導入率となっている。

最近の傾向としては、衛星通信の利用拡大、有線通信との相互補完、通信のマルチメディア化等が挙げられる。

(2) 防災情報システム

前記の防災通信システムを通信インフラとして防災にかかわる情報を一元的に管理・運用するものであり、情報処理系・映像系・付帯設備系等で構成される。防災情報システムは防災にかかわる多種多様な業務を支援するため、その構成要素は多岐にわたるが、災害対策本部支援用AV(音声・映像)システム、被害・措置情報管理システム、気象情報集配信システム等を中心に導入が加速しつつある。その導入状況を表1に示す。

上記のように防災システムは多数の各種サブシステムを統合化して構成されるが、その全体的なシステムイメージを図1に示す。

2.2 防災システムの課題と今後の方向性

阪神・淡路大震災においては、従来の防災システムについて多くの問題提起がされた。国や地方自治体では、その教訓を踏まえて、以下の新しい施策を展開しつつある。

(1) 防災体制の基本的枠組みの見直し

災害対策基本法の改正、防災基本計画の改定等を検討・実施する。

(2) 防災システムの整備促進

自治省消防庁防災情報システム、国土庁地震防災情報システム(DIS)等を始めとする国レベルのシステムから、震度情報ネットワークシステム、消防本部画像伝送システム等の地方自治体レベルのシステムまで多数の防災システムの整備が促進されている。

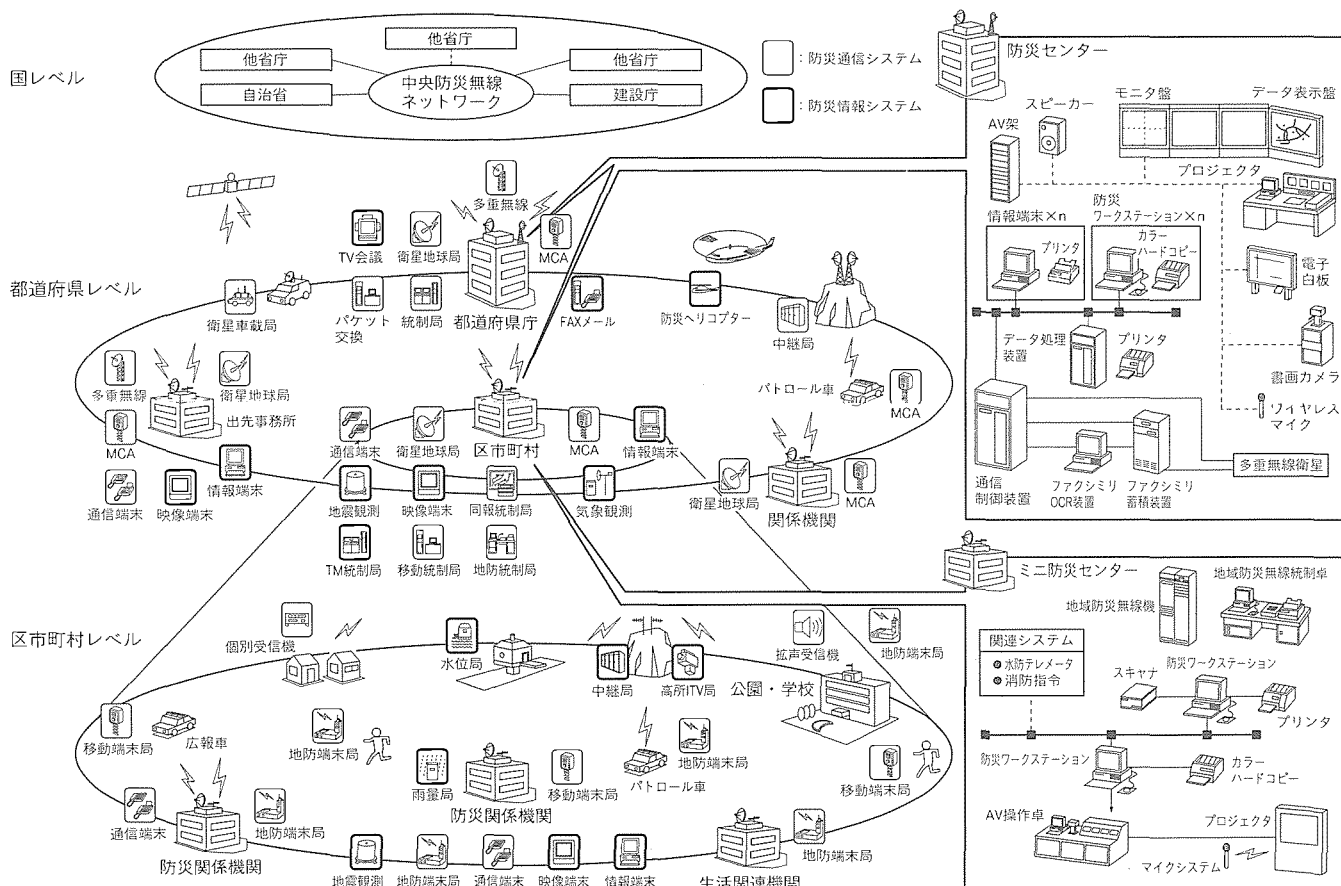


図1. 防災システムの現状

(3) 防災システムの調査・研究

自治省，建設省，郵政省，通産省等の多くの省庁・機関で新しい防災システムの調査・研究が展開されている。

この節では，これらの動向も踏まえ，防災システムの課題と今後の方向性についてその概要を述べる。

2.2.1 防災システムの課題

防災システムは災害対策に有効な各種サブシステムが相互に関連しながら発展を遂げてきたが，先般の阪神・淡路大震災の教訓から，以下の点について更なる強化を要すると思われる。

(1) 発災直後の迅速な初動対応を可能にする情報収集

災害対策活動では，発災直後の初動対応が極めて重要である。そのため，大まかでも行動・判断の基になる情報を短時間で収集又は推定する機能強化が必要である。

(2) 行政界を越えた広域的な情報交換

現状の防災システムは行政界の内部に閉じているケースが多いが，道路交通網や市街地，人口の分布は行政界にかかわらず連結したものである。また，災害は行政界とは無関係に発生し，被害が集中した地域では周辺からの応援が不可欠となる。このため，周辺との情報交換機能，災害に関する情報の共有化等の強化を図ることが必要となる。

(3) 現場活動への有効な支援

発災当初の救命を主体とする活動から復旧・復興時の活

動まで，被害現場・救命現場の活動を的確に支援するために，現場と災害対策本部(以下“本部”という。)や関係機関との情報交換機能強化が望まれる。

(4) 住民への的確な情報伝達

防災活動は住民の生命と財産を災害から守ることを第一としており，住民へのタイムリーな情報提供が重要である。提供する情報も被害・措置・避難など災害情報だけでなく，安否情報・生活関連情報といった住民のニーズに適合した情報が望まれる。また逆に，住民やボランティアの人々からの情報を収集して対策に活用する仕組みも重要になる。

(5) 本部での意思決定に対する有効な支援

本部に情報を集中するだけでなく，集めた情報を意思決定に有効に活用できるシステムが重要である。地図情報や三次元グラフィック等を用いた情報のビジュアル化に加えて，災害対策ノウハウや経験を集約した知識ベースや事例データベース等の活用が望まれる。

(6) 関連機関・関連システムとの効果的連携

本部はあらゆる対策の情報中枢となるが，現実的にはすべての情報を処理判断することは困難であり，平常業務に関連した機関やシステムの対応に負うところが大きい。そのため，すべての情報を集約するだけでなく，関連機関，関連システムと分散処理する等の情報共有が不可欠となる。

(7) 災害時における確実な稼働

防災システムは、災害時にこそ最大限の機能・性能を発揮することが不可欠である。そのため、システム自身の信頼性はもちろんのこと、電源・空調等のシステム環境障害対策、参集職員が少ないケースでも運用できる等の運用障害対策を含めた総合的な対応が必要である。また、災害という非常事態を前提とした操作性の向上、平常時からの訓練等による操作習熟も重要である。

2.2.2 防災システムの今後の方向性

阪神・淡路大震災で提起された課題や、国、地方自治体の動向等を踏まえ、今後の防災システムに望まれる事項を表2に示す。このうち、幾つかの主要な技術動向について次章に述べる。

3. 防災システムの技術動向

3.1 防災通信システム

郵政省では防災無線システムの高度化に関する研究会を開催し報告書を取りまとめたが、防災無線システムの高度化の基本目標として以下の4点を挙げている。

- 広域システム化
- デジタル化による画像等の利用の充実
- 電話のように扱いやすい双方向通信の実現を目指す
端末機器の操作性向上
- バックアップ機能の充実など信頼性の向上

これらを踏まえて動向を展望すると、都道府県レベルでは、地上系の多重回線の大容量化と、それに伴うATM化及び移動系のデジタル化等が今後の動向と考えられる。また衛星系では、データ伝送サービスの充実が予想される。一方、市町村レベルでは、地域非常通信ネットワークの

研究開発が郵政省主導で開始され、全二重通信、近隣自治体との相互接続、画像通信、高速データ通信等を可能にする新しいシステムの実用化が期待される。

さらに、インターネット、携帯電話、PHS、衛星電話等の利用拡大も予想される。特にインターネットは地域内の住民から全世界まで結ぶネットワークであり、防災分野での活用検討と実用化実験が進展しつつある。

3.2 防災情報システム

(1) 被害センシング技術の研究開発

被害状況把握の最大の問題点は、被害を検知・計測するセンサの実用化が進んでいないことである。この解決策として注目されているのが、空撮映像を活用したバースアイセンシングである。現在ヘリコプターテレビ映像と地図をリンクすることによって半自動で被害を判読する“高機能ヘリテレシステム”が実用化されているが、これをもう一歩進めて画像処理技術を適用することにより、被害を自動判読する技術が研究されている。この技術は、近年多く導入されている高所カメラシステムにも適用可能である。

またリモートセンシング分野でも、光学センサ及びレーダセンサの画像を併用して、災害前後の画像の比較抽出処理等を施すことによって被害をセンシングする研究が推進されている。特にリモートセンシングは、広域被害の把握に適しており、震災対策への早期利用が期待される。

(2) 防災機関相互のシームレス接続

災害発生時に迅速かつ円滑な情報収集や連絡・指示が遂行されるには、防災機関相互のネットワーク化が不可欠である。自治省消防庁防災情報システムの稼働に伴い、消防庁システムと都道府県防災情報システムとの相互接続が今

表2. 防災システムの今後の方向性

阪神・淡路大震災で提起された課題	今後の防災システムに望まれる事項
迅速な初動対応を可能とする情報収集	○バースアイセンシング技術（ヘリコプターテレビ、高所カメラ等）活用 ○リモートセンシング技術の活用 ○気象・水象・地象観測網の充実 ○画像情報伝達機能の強化
行政界を越えた広域的な情報交換	○防災無線の広域化（周辺自治体との防災無線の相互接続等） ○防災機関相互の防災情報網のシームレス接続及び防災情報の共有化 ○通信端末機器の操作性向上
現場活動への有効な支援	○現場との通信機能の充実（携帯端末の活用、通信端末機器の操作性向上等）
住民への的確な情報伝達	○避難所との通信機能の充実（携帯端末の活用、通信端末機器の操作性向上） ○安否情報等の情報提供システムの充実
本部での意思決定に対する有効な支援	○予測機能の強化（地震被害予測、降雨予測、土砂災害予測等） ○災害事例データベースの構築と活用 ○地図情報システムの高度化 ○AV（音声・映像）システムの機能強化と活用推進 ○デジタル映像処理技術及びデジタル通信技術の活用
関連機関・関連システムとの効果的連携	○救急医療システム、道路交通管制システム等との連携強化 ○防災情報の共有化
災害時における確実な稼働	○バックアップ機能の強化 ○電源等の関連設備を含めた総合的な信頼性の強化 ○訓練業務・啓蒙業務等による平常時からの活用促進 ○会議・行政連絡等の業務への利用による平常時からの活用促進 ○応急対策だけでなく予防・復旧・復興にも活用できるシステム化

後本格化するとともに、市町村防災情報システムにも波及する考えられる。また、消防機関相互を結ぶ次世代防災情報通信ネットワーク(Fire Net)構想も提案されており、今後、防災情報システムの相互接続が重要な課題になる。

相互接続においては、データベースの整合性、バックアップルートやセキュリティの確保、システムインタフェースの標準化、システムの継承性等が重要となる。

(3) 携帯端末(PDA)の充実・強化

災害対策活動においては、災害現地との通信や現地での情報収集・提供の機能強化が望まれている。今後、PDA(Personal Digital Assistant)自体の小型化・軽量化・高機能化に合わせ、災害対策活動用の実用的なPDAとして、無線機、デジタルカメラ、GPS(Global Positioning System)受信機などとの容易な接続又は一体化や、防滴仕様等の優れた耐環境性に対応した製品開発が必要である。

(4) 予測機能の高度化

災害初期の初動体制の確立を始め、災害対策のあらゆる局面で被害の予知・予測には期待するものが大きい。

地震被害予測は最近実用化レベルに達しつつあり、地盤特性データベースを始めとする各種データベース整備の進展に伴い、精度向上が期待される。

一方、風水害については気象庁GPV(Grid Point Value)データに基づく降雨予測データが利用されているが、今後はドップラー雨量レーダ等の活用による予測精度向上が望まれる。また、災害誘因となる降雨予測データと災害素因となる地質データ及び地形データを組み合わせ、物理的又は統計的な手法を用いて危険地域の土砂災害を予測する研究開発も進んでいる。この災害素因のデータベースとして、国土空間データやリモートセンシングデータの利用が期待される。

(5) 意思決定支援機能

従来の防災情報システムの機能は、情報の収集・加工・編集・提供等が主体であったが、今後は、災害状況に対して具体的にどのような措置を実施すべきかという意思決定を支援する機能が必要になってくる。すなわち、過去の災害における被害・措置の事例及び活動マニュアル等をデータベース化しておき、現実の災害状況に対応して、対応すべき対策活動の項目・内容と、類似した過去の対策事例を提供することにより、措置活動を支援する等の機能が望まれる。災害対策担当職員の異動に備えてノウハウや経験を伝承する意味でも重要である。

(6) 地図情報システムの高度化

災害対策において、地図情報は、被害・措置情報管理など各種検討・対策立案上不可欠なものとなっている。そのため、防災情報システムでは、早くから災害対策に適合した高速でかつ操作性に優れた防災用地図情報システムが開発され実用化されてきた。一方、国土空間データは、災害

対策のみならず国家的情報基盤として重要なデータと認識され、その整備と流通は国主導で推進されつつある。これによって、重複投資のない効率的な地図データの整備が可能となると同時に、国や地方自治体で地図データの相互利用が容易になる。そのため、国土空間データとの整合性を図りつつ、従来の防災用地図システムの長所を生かした継続的なシステム開発が重要となる。

(7) 防災用AVシステムの高度化・高機能化

従来の防災用AVシステムでは、収集された映像及び防災情報端末の画面を職員の操作によってシングル又はシーマレスマルチ大画面表示装置に切り替え表示するものが主流であった。今後、災害状況、審議状況に応じて設定パターン等で表示する操作の省力化・自動化や、実施している対策内容をリアルタイムで大画面表示することにより、表示装置を媒体とした情報の共有化を実現するAVシステムのインテリジェント化が進展する傾向が強い。また、より高輝度で視認性に優れた次世代表示デバイスDMD(Digital Micromirror Device)を用いたマルチプロジェクタ等の大画面表示装置自体の開発も推進されている。

(8) 映像のデジタル化

映像のデジタル技術の進歩により、映像をデジタル情報として蓄積や伝送することが可能となり、防災情報処理システムとの融合化・統合化が進展しつつある。例えば、収集された各種の災害映像を基にVOD(Video On Demand)を構築することで、災害時における映像検索の利便性が大きく向上する。また、インターネットにおけるIPマルチキャスト等による映像配信技術の応用も、情報伝達・広報の有力な手段として挙げられる。

4. む す び

国や地方自治体の防災システムについて、その現状と今後の方向性及び技術動向を中心に展望した。毎年のように発生する風水害に加えて全国的に地震災害の危険性が叫ばれている現在、防災通信システム及び防災情報システムへの期待は少なくないものがある。

三菱電機では、防災通信システム、防災情報システムのれい(黎)明期から積極的な研究開発を展開するとともに、実績を積み重ねてきた。今後は、阪神・淡路大震災の経験・教訓や多様化・高度化するニーズを更に真剣に受け止めて、より一層役立つ防災システムの開発に努め、地域社会に貢献していきたい。

参 考 文 献

- (1) 自治省消防庁防災課：防災情報システムのあり方に関する調査研究報告書 (1995)(1996)
- (2) 郵政省電気通信局：防災無線システムの高度化に関する研究会報告書 (1996)

防災通信システム

石橋一郎*

要旨

自然災害を受けやすい我が国土環境においては、国民の生命と財産を災害から保護するための防災通信システムは必ず(須)であり、国、自治体、メーカーが一体となって、三十有余年の長きにわたって、より耐災害性の高いシステム構築のため努力してきた。

ここでは、国土庁、建設省、自治省消防庁、都道府県、市町村等において導入されている地上無線網及び衛星通信系利用による防災通信の現状と将来動向について触れた。

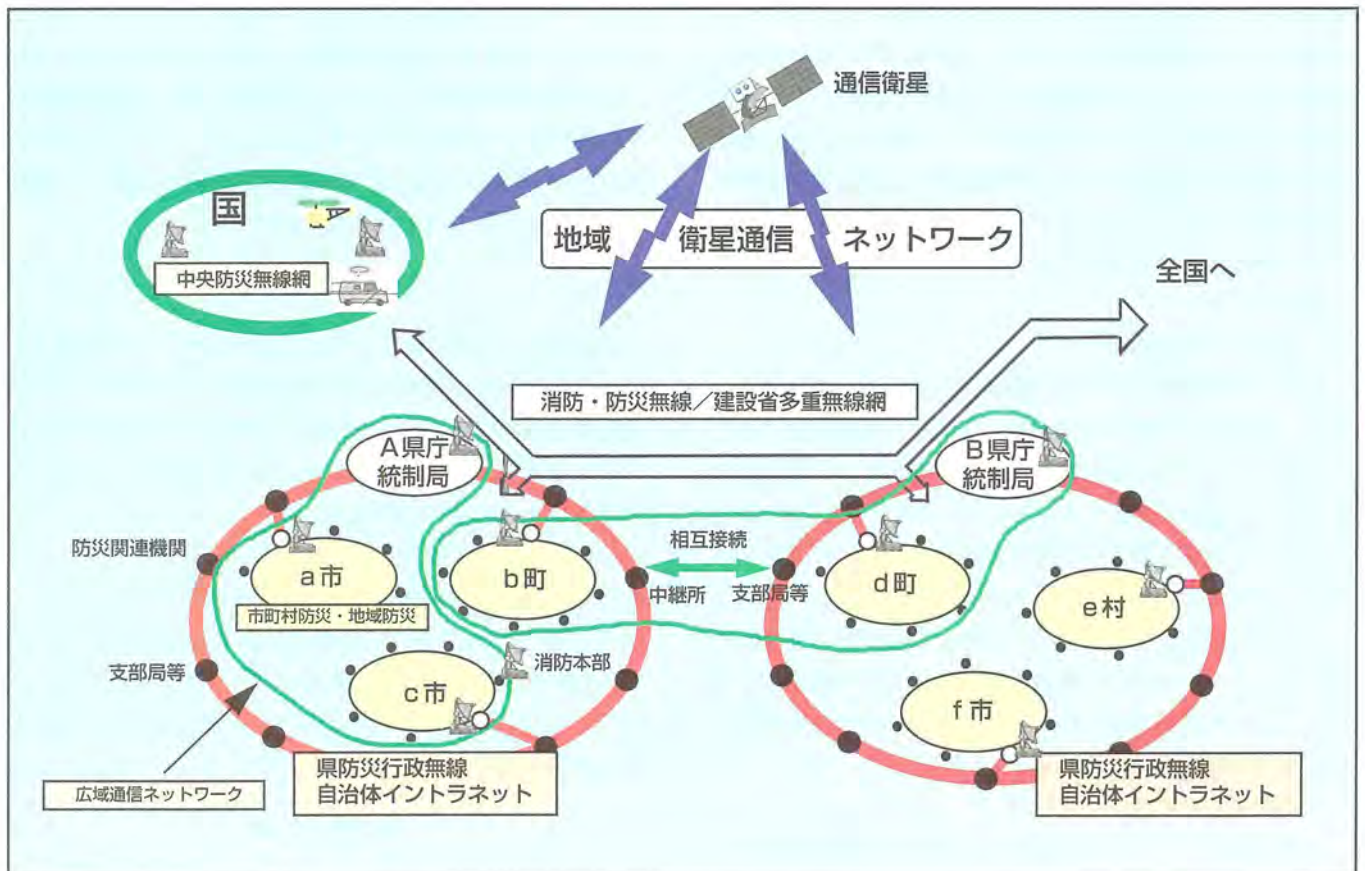
現状の防災通信インフラは、6.5/7.5/12/40GHz帯の公共業務用多重無線、15/40GHz帯の画像伝送用、60/400MHz帯の単一固定無線、60/150/400/800MHz帯の移動無線等の地上系、及び通信衛星の14/12GHz帯を

利用した衛星通信系で構成され、音声、ファクシミリ、データ、画像等によって、災害時の情報収集、一斉指令、相互連絡等を行っている。

今後は、阪神・淡路大震災の教訓を生かして、耐災害性の向上と社会の多様化ニーズへの対応が望まれている。

このため、マルチメディア通信に対応した基幹回線の大容量化、ネットワークの広域化、移動無線のデジタル化などに対応する技術開発が必要である。

また同時に、地上無線網、衛星通信網、有線ネットワークが融合し、なお一層信頼性が高く、ニーズと整合し、利用しやすい防災通信システムと、自治体イントラネットを包含した総合情報通信ネットワーク作りが求められている。



将来の高度防災総合情報通信ネットワークのイメージ

大災害に備え、隣接自治体等を広域にわたって相互に接続し、マルチメディア通信を考慮した広帯域化・デジタル化された地上系無線網と、広域・広帯域・高度通信機能を持つ衛星通信網と、有線通信ネットワークが融合し、自治体イントラネットを包含した形の国・自治体一体型の高度防災総合情報通信ネットワークの将来イメージを示したものである。

1. ま え が き

地震、津波、台風等の自然災害を受けやすい我が国土環境においては、国民の生命と財産を災害から守るための防災通信システムは必須であり、国、地方自治体を挙げてシステム構築を行ってきた。過去に、新潟地震、北海道十勝沖地震等の被災を契機として、1960年代半ばに防災無線の導入が始まった。その後、雲仙・普賢岳大火砕流、北海道南西沖地震等の大災害に際して、防災通信は効果を発揮してきたが、'95年1月17日未明に阪神・淡路地区を襲った大震災の被災経験から防災通信の重要さが再認識され、社会の多様なニーズと整合し、更に災害に強い防災通信システムへと展開していくことが求められている。

本稿では、国、自治体等の各種防災通信の現状と動向を中心に述べる。

2. 防災通信システムの現状⁽¹⁾

国、地方自治体等における主な防災通信システムは次のとおりである。

- 国土庁中央防災無線網
- 建設省多重無線通信回線／移動無線
- 消防防災無線／消防・救急無線
- 都道府県・市町村防災行政無線システム
／地域防災無線システム／防災相互通信用無線

2.1 国土庁中央防災無線網

国の防災対策を円滑に実施するために、国土庁を中心として、指定行政機関、指定公共機関、災害対策車等の相互間を無線によって接続し、さらに現地災害対策本部に接続できる中央防災無線網を構築している。無線網の構成は、図1に示すように、主として、①マイクロ波帯多重系、画像伝送系、災害対策車、ヘリコプター、巡視員と中央局等間の連絡用の移動通信系、②国土庁局(災害対策本部)、立川局(災害対策本部予備施設)、衛星車載局、指定公共機関地球局等の間を相互に接続する衛星通信系がある。

2.2 建設省防災通信システム

災害対策機能の充実、行政事務等の効率化を目的としたマイクロ波帯多重無線による全国規模の建設省多重無線通信回線である。ネットワークは階層構造を採り、重要回線は2ルート化によって災害対応の信頼性を確保している。

この通信回線は、全国850有余の出先機関を網羅し、電話、データ、デジタル画像伝送、ヘリコプターTV画像の伝送などに使用される。また、本

省と各地方建設局間及び衛星車載局間を民間通信衛星で結ぶ衛星通信を導入している。

その他、河川・道路等のパトロール、災害時の情報収集、連絡指示等のための400MHz帯を使用したMCA方式の移動無線K-COSMOS(Kensetsu-Communication System for Mobile Station)を導入し、移動局相互間及び多重無線回線網経由で関連機関との間をダイヤル接続ができる。

2.3 消防庁防災通信システム

2.3.1 消防防災無線

自治省消防庁と都道府県とを結ぶ通信網であり、地上系マイクロ波帯多重無線と衛星系通信網とで構成される。

(1) マイクロ波帯多重無線網

基幹回線は建設省の多重無線回線と設備共用で、これらに端局装置等を付加し、専用の回線として使用している。

(2) 衛星系通信網

当初'83年から、自治省消防庁と都道府県を結ぶ通信衛星のKaバンド(30/20GHz帯)を利用した衛星通信網整備を開始したが、CS-3号ミッション終了に伴い、民間通信衛星による衛星通信ネットワークへ移行した。

2.3.2 消防・救急無線

早くて正確な情報の収集によって効果的な消防・救急活動を行うため、消防本部等と消防車・救急車との間に移動無線システムが導入されている。周波数割当は、消防・救急用として150MHz帯の全国波及び県内共通波、人口30万人以上の市町村には400MHz帯の署活動用、15GHz帯又は40GHz帯のTV伝送用、400MHz又は40GHz帯の移動多重等である。消防本部と消防車相互の通信は単信ブレストークで、救急車との間では複信も使われる。この無線を利用し、データ伝送による車両等動態管理(Automatic Vehicle Monitoring System:AVM)、消防車への無線ファクシミリ、消防本部と救急車搭載のコンピュータ間でのデータ伝送、加入電話と接続して救急隊と病院の医師間

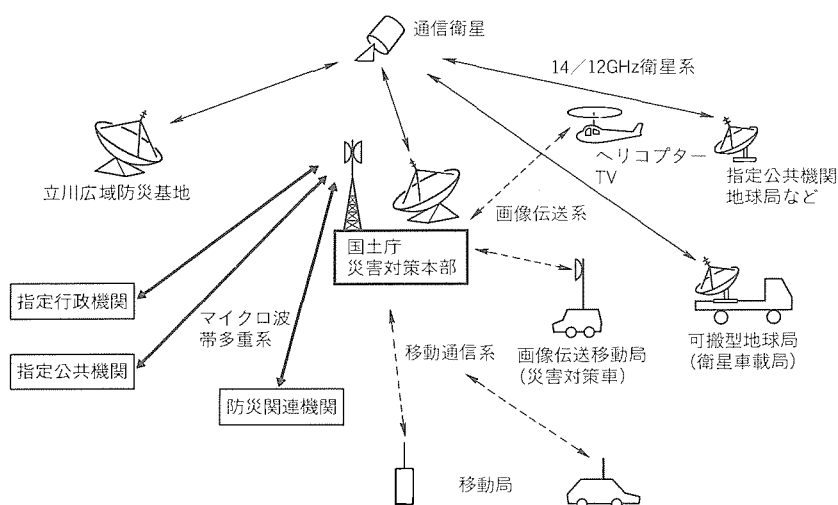


図1. 中央防災無線網の概念

の必要な処置についての直接会話などにも使われている。

また、消防・救急車両と消防本部等をダイヤル接続できる400MHz帯複信方式の携帯電話等も採用されている。

2.4 地方自治体における防災通信システム⁽²⁾

2.4.1 都道府県防災行政無線システム

地域内の防災業務を遂行するために設置された無線通信網であり、都道府県庁、支部、出先機関、防災関係機関、市町村などの端末機関の間を、固定多重無線、単一固定無線、テレメータ系無線、移動系無線等によって接続する。

(1) 固定多重無線回線

固定多重無線回線は、幹線等の重要通信路に使用され、7.5GHz帯、12GHz帯、40GHz帯等のマイクロ波帯多重無線で構成される。詳細は3.1節に述べる。

(2) 単一固定系無線

主として端末系に用いられ、従来は60MHz帯であるが近々400MHz帯となる方向であり、周波数の有効利用のため、MCA方式の複信又は半複信通信方式である。

(3) テレメータ系無線

水位・雨量観測所とダム管理事務所や集中管理機関等との間で水防ダム等に関する情報伝送のために用いられる70MHz帯又は400MHz帯の単一通信路である。

(4) 移動系無線

60MHz帯(近々400MHz帯へ移行の方向)、150MHz帯の全県移動系及び地区移動系、400MHz帯の移動多重、15GHz帯又は40GHz帯の画像伝送系等で構成される。

2.4.2 市町村防災行政無線システム

市町村においても住民の安全と財産の保護のために防災通信システムが構築されており、主として、住民への広報用の60MHz帯同報無線、70MHz帯又は400MHz帯のテレメータ系、400MHz帯又は150MHz帯の移動系等で構成される。加えて、政令指定市ではマイクロ波帯多重無線や15GHz帯又は40GHz帯の画像伝送系も使用されている。

2.4.3 地域防災無線システム

防災対策の第一線である市町村では、行政と地域住民の情報連絡通信網を確保するため、住民生活と密接に関係する病院、学校、電気、ガス、交通機関等との相互連絡を可能とし、以下に示す特長を持つ800MHz帯MCA方式の地域防災無線網が'88年から導入されている。

(1) 災害時の通信ふくそう(輻輳)に対しても、MCA方式により、空いている通信チャンネルを自動的に選択して通信が行える。また、緊急時の通信を確保するため、一般の通話は時間制限を設けている。

(2) 一斉通報、統制通信、緊急連絡、一般通信のほか、災害時の複数市町村との間の相互通信等の緊急用途に合わせた通信機能を持ち、音声通信、ファクシミリ、静止画、データ伝送等が可能である。

2.4.4 防災相互通信用無線

行政機関、公共機関、地方公共団体、地域防災関係団体等が、災害対策に関する相互通信を行うための無線であり、150MHz帯又は400MHz帯の共通の周波数が割り当てられ、市町村、消防機関のほか、電力、ガス、石油コンビナート等との間で使用されている。

3. 防災通信システムを支えるインフラストラクチャ

3.1 公共業務用多重無線⁽²⁾

公共業務用多重無線には、伝送容量52Mbps以下の対向通信方式と3Mbps以下の多方向通信方式があり、防災通信システムの中で重要な幹線系等通信路と位置付けられる。

主な仕様を表1に示す。なお、従来の400MHz帯又は2GHz帯の多方向多重無線は7.5GHz帯に移行しつつある。

3.2 地域衛星通信ネットワーク⁽¹⁾

3.2.1 ネットワークの成り立ち

国、都道府県、市町村等における防災通信システムは、従来、地上系無線主体で構成されてきたが、より高い耐災害性、広域性、利用の高度化、情報の多様化などの社会のニーズに対応するため、衛星通信の導入が有効である。'83年に打ち上げられた国内初の実用通信衛星“さくら2号(CS-2)”を利用した、国と地方自治体との間の災害情報収集伝達のための衛星通信利用が自治省消防庁で始まった。その後、'89年に民間通信衛星が打ち上げられ、これを利用した全国の地方自治体相互間を結ぶ“地域衛星通信ネットワーク”が'91年12月から運用開始されている。

3.2.2 地域衛星通信ネットワークの概要

このネットワークは、都道府県、政令指定市、市町村、防災関係機関等を通信衛星“スーパーバードB号”のKuバンド(14/12GHz帯)のトランスポンダ(中継器)で結ぶ全国規模の防災行政対応の衛星通信網である。地域衛星通信ネットワークは、一般第二種電気通信事業者である(財)自治体衛星通信機構が山口市にセンター局、北海道美唄市にサブセンター局を配置し、通信チャンネルの割当制御、ネットワークの管理・運用などを行っている。

都道府県では、従来の地上系防災行政無線システムに衛星系を付加する形で、都道府県庁、支部、市町村、消防機関、防災関係機関等に地球局を設置するほか、衛星車載局、可搬局等を設置する。図2に地域衛星通信ネットワークの概念、表2に通信サービスメニューとその仕様、表3に主な諸元を示す。

衛星通信回線の割当方式には、必要に応じてチャンネルを割り当てるDAMA(Demand Assignment Multiple Access: 要求時割当多元接続)方式と、あらかじめ予約して利用するPA(Pre Assignment)方式がある。通信の輻輳時にも専用に使用できる一斉指令用チャンネルを持ち、東京局から都道府県庁局及び政令指定市局への一斉指令、都道府県庁局から管轄下の地球局に対する都道府県内の一斉指

表 1. 公共業務用中小容量時分割多重伝送方式固定局の主な仕様

周波数帯	方式	伝送容量 (Mbps)	変調方式	チャンネル数 (電話換算ch)	最大空線電力 (W)	電波型式	占有周波数帯幅 (MHz)	スペースダイバシティ (SD)	1パルスの再生区間距離	回線信頼度			
6.5 GHz帯 対向	小容量	6	4PSK	96	2.0	G7W	5.0	—	おおむね 50km以下	回線瞬断率 1×10^{-7} /km以下			
		13 19	4PSK	192 288			9.0 13.5						
	中容量	32	16QAM	480			D7W				11.5	原則SD	14.0 18.5
		39		576							14.0		
		52		768							18.5		
7.5 GHz帯 対向	小容量	1.5	4PSK	24	2.0	G7W	1.5	—	おおむね 50km以下	回線瞬断率 1×10^{-6} /km以下			
		3	48	2.5									
		6	96	5.0									
	中容量	13 19	4PSK	192 288			D7W				9.0 13.5	原則SD	11.5 14.0 18.5
		32 39 52	16QAM	480 576 768									
12 GHz帯 対向	小容量	3	4PSK	48	0.3	G7W	2.5	—	おおむね 10km以下	最強雨期3か月に おける回線不稼 働率は 4×10^{-7} /km以下			
		6	96	5.0									
	中容量	13 19	4PSK	192 288			D7W				9.0 13.5	原則SD	11.5 14.0 18.5
		32	480	11.5									
		39 52	576 768	14.0 18.5									
40 GHz帯 対向	32Mbps以下	2FSK /2PSK /4PSK	480	0.2	F7W G7W	$2.7 \times f_{CL}$ $1.6 \times f_{CL}$ $2.6 \times f_{CL}$	—	おおむね 2km以下	BERが 1×10^{-4} を超える時間率で 5×10^{-5} /年以下				
	アナログ画像信号	FM	1以下		F8W F3F 音声	30							
7.5 GHz帯 多方向	1.544 Mbps×2 以下	4PSK	48	1.0	D7W	2.5	—	おおむね 50km以下	回線瞬断率 1×10^{-6} /km以下				

f_{CL} : クロック周波数

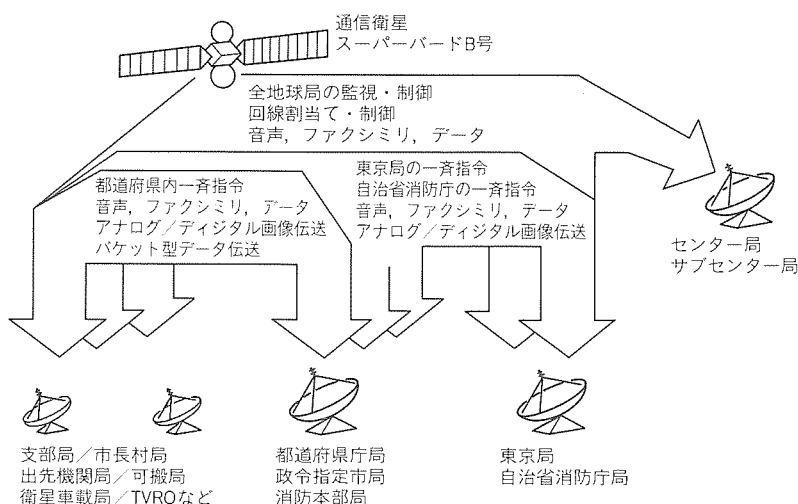


図 2. 地域衛星通信ネットワークの概念

令、自治省消防庁から都道府県庁及び消防本部局への一斉指令機能も持っている。個別通信用チャンネルは、電話、ファクシミリ及びデータ通信として、同一都道府県内の地球局間通信のほか、他都道府県の地球局との通信も可能である。アナログ動画像伝送は、災害現場の画像伝送や平常時に

おけるイベント中継、地方から全国への情報発信として有効であり、デジタル画像伝送は、災害現場画像伝送やテレビ会議などに用いられる。

3.2.3 自治体における衛星通信の導入

地域衛星通信ネットワークを利用した防災行政無線システムであり、'97年1月末現在の加入状況は、次のとおりである⁽³⁾。

- (1) 東京局
- (2) 都道府県庁局及び管轄下地球局

三十有余の都道府県に約 3,000の地球局がある。

1 都道府県庁局当たり個別通信チャンネルが14~48チャンネル程度ある。また、災害時等に現場に運んで運用が可能な衛星車載局

(14都道府県)及び超小型可搬型地球局を導入している。このほか、公共施設等には画像受信専用局(Television Receive Only: TVRO)をも導入している。

代表的な地球局として、都道府県庁地球局装置の系統図を図 3 に示す。

表 2. 通信サービスメニューとその仕様

通信サービス	通信方式	変調方式	情報速度	符号化方式
個別通信 (音声, FAX, Data)	DAMA-FDM	QPSK (バースト)	32kbps	32kbps-ADPCM (FAX, Dataは, 9.6kbps以下)
一斉指令 (上り) (下り)	PA-TDMA PA-TDM	QPSK (バースト) (連続)	32kbps 32kbps	— 32kbps-ADPCM
アナログ方式画像	PA-FDMA	FM (連続)	(4.5MHz)	映像NTSC, 音声PCM
デジタル方式画像	PA-FDMA	QPSK (連続)	64/384kbps	TTC準拠
パケット型データ 適用例 (上り) (下り)	RA-TDMA PA TDM	QPSK (バースト) (連続)	64kbps 64kbps	— —
チャンネル制御 (上り) (下り)	RA-TDMA PA-TDM	QPSK (バースト) (連続)	32kbps 32kbps	— —
地球局制御 (上り) (下り)	RA-TDMA PA-TDM	QPSK (バースト) (連続)	32kbps 32kbps	— —

表 3. 地域衛星通信ネットワークの主な緒元

項目	諸元
周波数帯	●14GHz帯 (地球局→衛星) ●12GHz帯 (衛星→地球局)
回線品質	●デジタル回線: BER=1×10 ⁻⁵ 以下 ●アナログ回線: S/N=45dB以上 (フルトラポン使用) : S/N=42dB以上 (ハーフトラポン使用)
目標稼働率	●デジタル回線: 99.95%/年以上 (端末局間は99.9%以上) ●アナログ回線: 99.90%/年以上
デジタル回線	●変調方式: QPSK (4相位相変調) ●情報速度: 32/64/384kbps ●伝送速度: 70/128/768kbps ●占有周波数帯幅: 42/76.8/460.8kHz以内
アナログ方式 動画伝送回線	●変調方式: FM (周波数変調) ●最高変調周波数: 4.5MHz ●占有周波数帯幅: 30/17.1MHz以内 (フル/ハーフ)

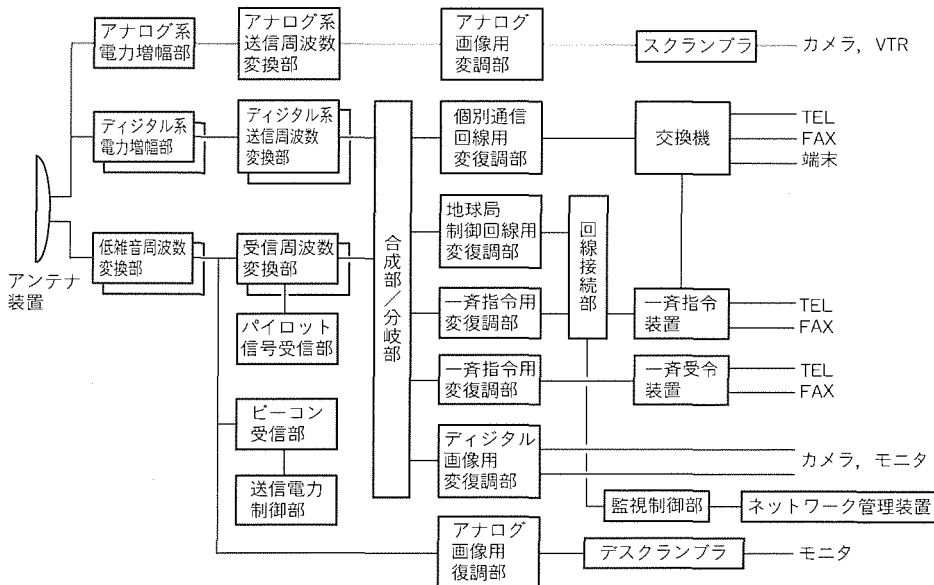


図 3. 都道府県庁地球局装置系統図

(3) 消防本部長

約25の市消防本部に設置され、自治省消防庁からの一斉指令の受令、アナログ方式画像送受信機能を持つほか、必要により、パケット型データ、デジタル方式画像伝送への対応も可能である。

4. 今後の動向

4.1 電波行政の動き

(1) 郵政省は、防災無線システムの高度化に関する研究会を開催し、報告書⁽⁴⁾をとりまとめた。その中で、マルチメディア通信を考慮した最大10Mbpsの伝送容量を持つ広帯域デジタル基幹回線の実現、既設防災通信システムの相互接続とマルチメディア広域防災無線システムの構築、防災無線のデジタル化などについて、2001年をめどに開発・実用化すべきであると提言している。

(2) また、郵政省は「非常通信確保のためのマニュアル⁽⁵⁾」の中で、無線設備の停電・耐震対策のための指針を示した。これによれば、防災無線設備における停電・耐震対策として、受電の2ルート化、防災通信設備専用で冷却水供給の不要な自動起動式発動発電機の採用と十分な運転時間を維持するための燃料確保、直流電源装置の蓄電池のバックアップ時間の確保、十分な日常点検・管理体制の確立、耐震対策の必要性などを挙げている。

(3) 従来、400MHz帯又は2GHz帯であった多方向多重無線は、遅くとも2002年

までには、7.5GHz帯の多方向多重無線又は7.5GHz帯、12GHz帯等の対向通信方式の多重無線に移行するよう行政指導されている。これに先立ち、7.5GHz帯公共業務用多方向多重無線システムの技術的条件が検討され、'94年に電気通信技術審議会に答申された。

4.2 ユーザー動向

(1) 地上系防災無線システムに衛星系通信網が加わり、耐災害性が一層強化された。今後は、地上系通信網の大容量化、マルチメディア化、防災通信ネットワークへ参入する防災関係機関等の増加、周波数の有効利用が可能な高効率画像圧縮技術によるデジタル画像伝送、データ専用回線、高速データ専用回線の導入などの要望が出ている。

(2) 防災通信システムの移動系、単一固定系無線においてもデジタル化の要望が強く、公共・公益などの業務のユーザーにおいては、TDM方式の公共業務用デジタル移動通信システム又は狭帯域のSCPCデジタル通信方式等が検討され始めている。

(3) 耐災害性の高い衛星通信網を更に強化するために、耐震構造の代行統制地球局や統制機能を持つ複数の地球局を設置する自治体も出てきている。

(4) 防災通信関連のインフラ整備のみではなく、マルチメディア対応の防災情報処理システム、庁舎内の通信ネットワーク等をも包含する効率的で高速・大容量の情報通信網の構築、自治体のイントラネットなどの高度情報通信網としての位置付けが色濃くなってきている。

4.3 技術動向

(1) 多重無線固定局の大容量化

先に述べたように、マルチメディア通信を考慮した防災通信の高度化の一環として、大容量の広帯域デジタル基幹回線の早期実現が提言されている。現在の公共業務用デジタル多重無線においては、最大伝送容量が52Mbpsであることから、ネットワーク内の各端末がマルチメディア通信を行うためには回線の全体容量が不足することが懸念されるため、周波数の有効利用の観点から帯域を極力広げずに、現在の16QAM変調方式よりも多値のデジタル変調方式の採用が検討され始めている。

(2) 防災通信関連移動系のデジタル化⁽⁶⁾

従来の移動無線はアナログ方式であるが、携帯・自動車電話等のデジタル化に続いて、公共業務用移動通信のデジタル化が検討され、電気通信技術審議会での「公共業務用デジタル移動通信システムの技術的条件」が'93年4月に答申された。この答申によれば、国、電気、ガス、上下水道、消防、鉄道等の公共・公

益事業における狭帯域アナログ方式の移動通信システムについては、周波数の有効利用と通信の高度化を図るため、デジタル化技術を適用することが望ましいとされている。公共業務用デジタル移動通信システムは400MHz帯を用い、 $\pi/4$ シフトQPSK、M16QAM又は16QAMのいずれかのデジタル変調方式による1周波数当たり4又は6チャンネルの時分割多重方式(TDM)であり、電波の質にかかわる規定のほかはユーザーが独自にシステムを構築することができる。(注)電波産業会では民間規格(RCR STD-39)を'94年に制定し、その後、エアインタフェースの共通化(CAI)規格を追加して改定した。公共業務用デジタル移動通信システムの概念を図4に示す。一部の消防無線で公共業務用デジタル移動通信システムが導入され始めているが、周波数の有効利用と高度化利用のニーズに対応するため、将来的には防災通信の移動系もデジタル化されるものと思われる。

(3) マルチメディア広域防災無線システム⁽⁴⁾

阪神・淡路大震災においては、各地方自治体の防災行政無線システム等によって災害情報収集と災害対策が行われた。しかしながら、現行システムは隣接する自治体間の情報交換、相互応援、総合的対策等を実行する上で難しさがあったことを反省し、既設通信網の相互接続と並行して、近隣の都道府県・市町村にまたがった画像等マルチメディア通信を採り入れた新しい広域防災無線システムの構築が提言され、その研究開発が始まった。これらの研究成果を踏まえて、近々、広域災害対応の通信ネットワークが実現し、全国展開することが大いに期待される。

5. 三菱電機における防災通信システムへの対応

以上、我が国の防災通信システムの現状と将来動向について述べたが、当社の無線及び衛星通信を利用した防災通信システムへのかかわりは三十有余年の歴史を持っており、その間に、省庁向け防災無線関連システム、都道府県・市町村防災行政無線システム等を納入してきた。

今後も、従来からの保有技術に最新技術の研究・開発を

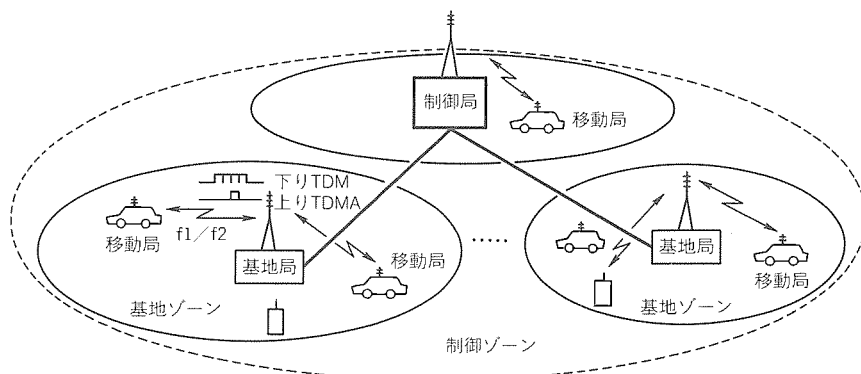


図4. 公共業務用デジタル移動通信システムの概念

加え、ニーズに合致した災害に強い防災通信システム作りを継続していく。

以下に、当社の最近の納入実績の一例と、技術開発の姿勢を簡単に示す。

5.1 防災通信インフラにかかわる最近の納入実績

(1) 国土庁及び立川局用衛星通信地球局装置('95年度)

この地球局装置は、アンテナ口径5mの自動追尾式、125W-TWTA(進行波管型送信電力増幅器)の現用・予備構成であり、ブリアサインアクセス方式による電話・ファクシミリ回線及びデジタル準動画面回線を備えている。

(2) 多重無線装置の主な機種名と最近の納入台数

(a) 機種名

- 7.5GHz帯小容量4PSK多重無線装置
- 6.5/7.5GHz帯中容量4PSK多重無線装置
- 6.5GHz帯中容量16QAM多重無線装置
- 12GHz帯中容量4PSK/16QAM多重無線装置
- 7.5GHz帯多方向4PSK多重無線装置

(b) 納入台数

約650台(上記機種のみ)

(3) 地域衛星通信ネットワーク関連の衛星通信地球局装置の納入実績

地域衛星通信ネットワークの導入が開始された'91年度から'96年度までの間に、5県の衛星通信系を導入した防災行政無線システムと2市消防本部の地球局装置を始め、その他多数の地球局装置を納入している。

5.2 当社の技術開発のスタンス

前述した電波行政、ユーザーニーズ、技術動向等を踏まえて、当社の防災通信関連の技術開発等に関する今後の方向性について触れる。

(1) 新システムの開発

幹線系多重無線の大容量化、広域でかつ広帯域な防災通信ネットワーク、単一固定及び移動系無線等のデジタル化などの開発と製品化を推進する。

(2) 地域衛星通信ネットワーク対応の衛星通信システム及び機器等の開発

当社の衛星通信システムは、れい(黎)明期であった'60年代にその端を発して以来約40年間の技術と実績を持っている。これらの経験を生かして、地域衛星通信ネットワークの制御用地球局を始め、このネットワーク加入の地方自治体の地球局等にも深いかわりを持ってきた。

また、高性能大型アンテナ地球局、衛星車載局、VSAT地球局、超小型可搬地球局装置等の製品化を始め、

送信電力増幅器の15Wクラスまでの固体製品化、低雑音周波数変換器/増幅器(LNC/LNA)、高能率デジタル画像コーデック等のデバイス開発を先駆けてきた。今後も、新技術を開発し、新たなニーズにこたえとともに、信頼性の高いシステム及び装置の提供を続けていく方針である。

(3) 有線・無線通信ネットワークの融合

これからの防災通信ネットワークは、防災機能の充実、通信の高度・広域化利用、信頼性向上等と併せて、自治体の高度情報通信ネットワークとして構築する傾向がみられる。その意味からも、地上系及び衛星通信系の防災通信網のみではなく、有線通信系を統合した自治体のイントラネットとして展開できるものでなければならない。

当社は、マルチメディア対応のATM-LAN、交換・ルータ系等の有線系システムと無線系システムを統合したインフラ系システムの構築技術、それに接続されるアプリケーションとしての情報処理系、コンテンツ等ソフトウェアの充実を包含した形での総合システムエンジニアリング力を結集し、社会に貢献していくことを使命と受け止めている。

6. む す び

阪神・淡路大震災では、地上系防災通信システムのほか、特に衛星通信の有効性が実証されるとともに、一般市民の間にも防災通信への重要性の認識が高まった。

今後は、耐災害性の強化と利用の高度化を考慮しつつ、新技術と新ニーズに裏付けられた高度防災情報通信総合ネットワークとして構築されていくものと思われる。

参 考 文 献

- (1) 自治省消防庁防災課 監修：消防・防災情報通信ハンドブック、第一法規 (1991)
- (2) 財電気通信振興会：電気通信事務規程集5、電波放送編2(審査基準関係) (1996-4)
- (3) 財自治体衛星通信機構：Lascom Network News, No.1 (1997-2)
- (4) 郵政省電気通信局電波部防災通信対策室：防災無線システムの高度化に関する研究会報告書 (1996-6)
- (5) 郵政省電気通信局電波部防災通信対策室：非常通信確保のためのマニュアル (1996-5)
- (6) 郵政省電気通信技術審議会諮問第62号に対する答申「公共業務用デジタル移動通信システムの技術的条件」(1993)

坂田三郎* 岩森正行+
米田長義**
佐竹正章***

徳島県防災行政無線システム

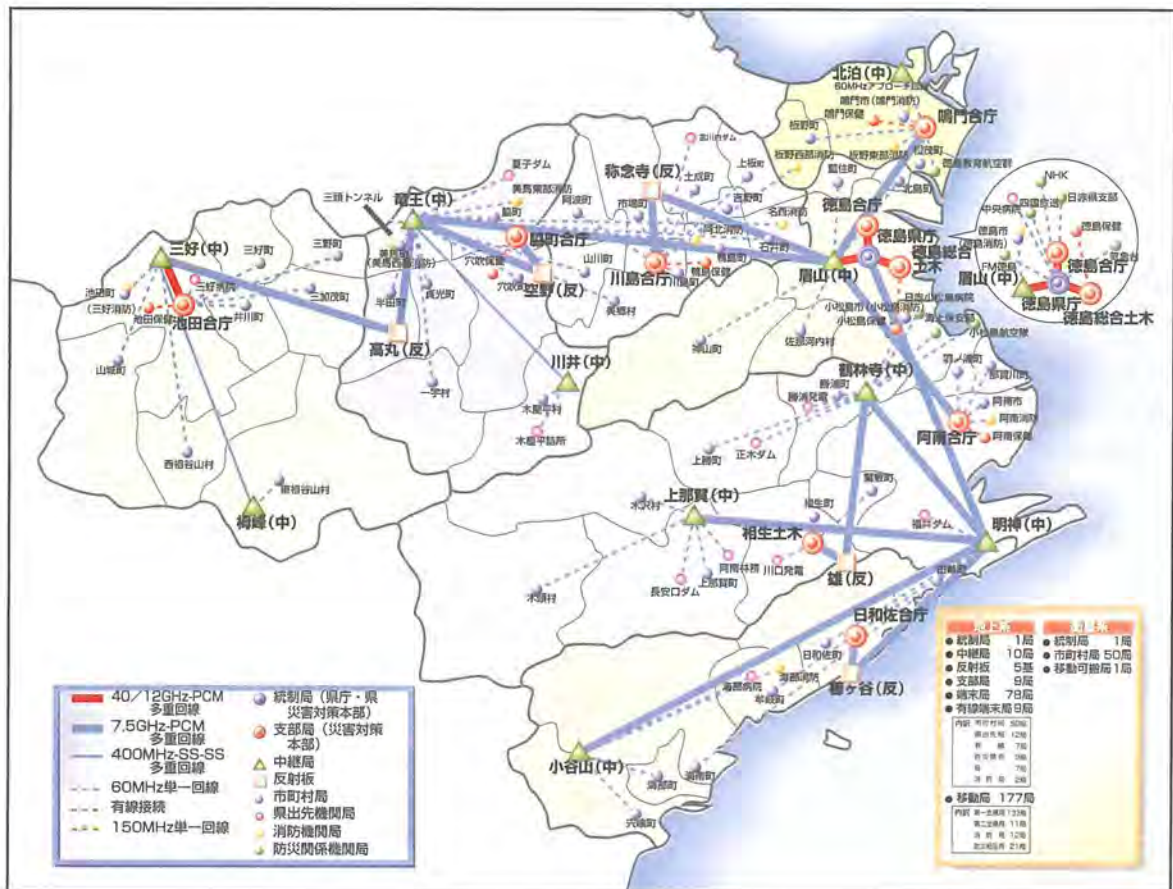
要旨

防災行政無線は、平常時には一般行政事務や地域からの情報発信に活用し、地震・風水害・台風などの災害時には情報の伝達と防災体制の確立を迅速に図ることによって災害を未然に防ぎ、また発生した被害を最小限に食い止めるシステムである。

1992年度から整備事業を進めてきた徳島県防災行政無線が、総合情報通信ネットワークを目的に、最新の機能を取り入れて完成した。無線局は、災害時に災害対策本部が設置される県庁に統制局が、地域単位に災害対策支部が設置される合同庁舎に支部局が、ダムなどの県出先機関、市町村、消防機関及び防災関係機関に端末局があり、これらを相互に結んで構成している。このほかに移動系がある。

今回のシステムの特長としては、県庁と市町村に衛星地球局を導入して地上系と2ルート化を図ったこと、主要な多重回線をPCM回線としてデジタル完全同期網で構成することによって高速度での信号伝送を可能としたこと、気象の注意報・警報等について気象台からデータで受信しファクシミリ信号に変換した後自動的に一斉指令するようにしたこと、県庁にファクシミリ蓄積装置を設置して順次同報、掲示板、一斉指令文書蓄積などの高度で多様な情報交換が行えるようにしたことなどが挙げられる。

また、このシステムは、水防警報、各種オンラインデータ通信、震度情報などの通信システムが共用する総合情報通信網として運用されている。



システムの回線構成

システムは衛星系と地上系で構成されており、地上系は多重系・単一系・移動系で構成されている。多重系は県庁、支部局、中継局を結び、単一系は支部局又は中継局と端末局を結んでいる。移動系は県庁、支部局と移動局の間を中継局を経由して結んでいる。

1. ま え が き

災害予知と災害時の情報連絡手段として、防災行政無線は最も有効な通信システムである。

1989年における郵政省の防災行政無線局の審査基準の改正を機に、防災行政無線網の全面的な見直しを行って、設備更新を計画していた徳島県では、'92年度から整備事業を進め、'97年3月に完成し、運用に入った。

このシステムは、平常時には一般行政事務の連絡に使用され、電話による通話、ファクシミリによる文書や図面の電送、財務会計や土木積算等のオンラインデータ通信などができる総合情報通信システムであり、地震や風水害、台風などの災害時には、全局に対する一斉指令(音声、ファクシミリ)、不急の通信を制限して緊急の通信を優先させる回線統制、重要区間の電話を直結するホットライン等の機能で、迅速・的確な情報の収集と伝達を行うことができる。

新しい防災行政無線システムでは、主要な多重回線をデジタル同期網で構成し、回線の信頼性を向上させている。また、県庁と市町村には衛星地球局を併設し、地上系との2ルート化を図っている。さらに、全国に向けた情報発信を効果的に行うため、県庁には映像の受発信機能を整備している。

2. システムの概要

2.1 システムの目的

このシステムは、県庁及び市町村に設置した衛星通信系と県下にくまなく張り巡らした地上系無線網により、平常時は一般行政事務や地域からの情報発信に活用し、災害時には情報の伝達と防災体制の確立を迅速に図ることによって災害を未然に防ぎ、また発生した被害を最小限に食い止める防災通信システムである。

2.2 システムの構成

このシステムは、図1に示すサブシステムが有機的に結合し、構成されている。また、無線局の構成

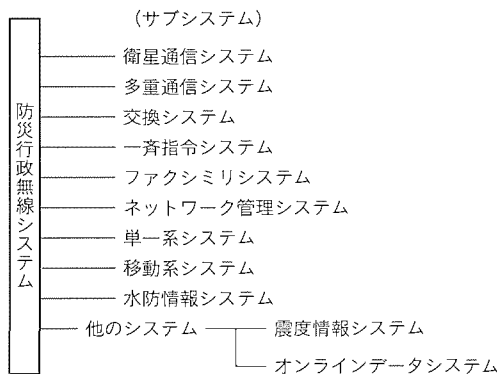


図1. サブシステムの構成

は、図2に示すように、災害時に災害対策本部が設置される県庁に統制局、地上系の電波伝搬に必要な中継局、地域単位に災害対策支部が設置される合同庁舎に支部局があり、また、ダムなどの県出先機関、市町村、消防機関、気象官署などの防災関係機関に端末局があり、これらを相互に結んで構成している。

移動系は、県庁、支部局又は県出先機関との通信をする全県移動系、広域災害時に県中心部の通信ふくそう(輻輳)をカバーする眉山移動系、県内共通波と全国共通波を使った消防系、防災に関係する行政機関や公共機関との間で通信を行う防災相互系とで構成している。

使用周波数は、衛星系では14/12GHz帯を、地上系では県庁、中継局と支部局の区間は40GHz帯1対波、12GHz帯1対波、7.5GHz帯3対波、400MHz帯2対波、60MHz帯1対波を使用し、端末局は60MHz帯8対波、全県移動系は150MHz帯1対波、眉山移動系は150MHz帯1波、消防系は150MHz帯4波、防災相互系は150MHz帯1波使用で構成している。システム全体の系統を図3に示す。

3. システムの機能

各サブシステムの機能を以下に示す。なお、水防情報システムは今回の設備更新の対象外のため記載を割愛する。

3.1 衛星通信システム

衛星系は、自治体衛星通信機構が運営する地域衛星通信ネットワークに参画することによって実現している。県庁及び市町村に地球局を設置し、県内はもとより、全国の地球局との間で電話、ファクシミリ通信ができる。このほか、県庁は、市町村への一斉指令、アナログ方式画像伝送、デジタル方式画像伝送、東京局からの一斉指令受令ができ、市町村はアナログ方式画像受信ができる。災害時の機動性を発揮するために、可搬型地球局を県庁に配置し、全国の地球局と電話、ファクシミリ通信ができる。

無線局の区分	局数	災害時の体制
統制局	1局	県庁 災害対策本部
中継局	10局	
支部局	9局	災害対策支部
端末局	50局	市町村 市町村の災害対策本部
	12局	県出先機関 (このほか有線接続保健所7局)
	7局	消防機関 (このほか有線接続消防2局)
	9局	防災関係機関
移動局	133局	全県移動系 県庁、支部、県出先機関に配置
	11局	眉山移動系 県庁に配置
	12局	消防系 県庁に配置
	21局	防災相互系 防災関係機関に配置

図2. 無線局の構成

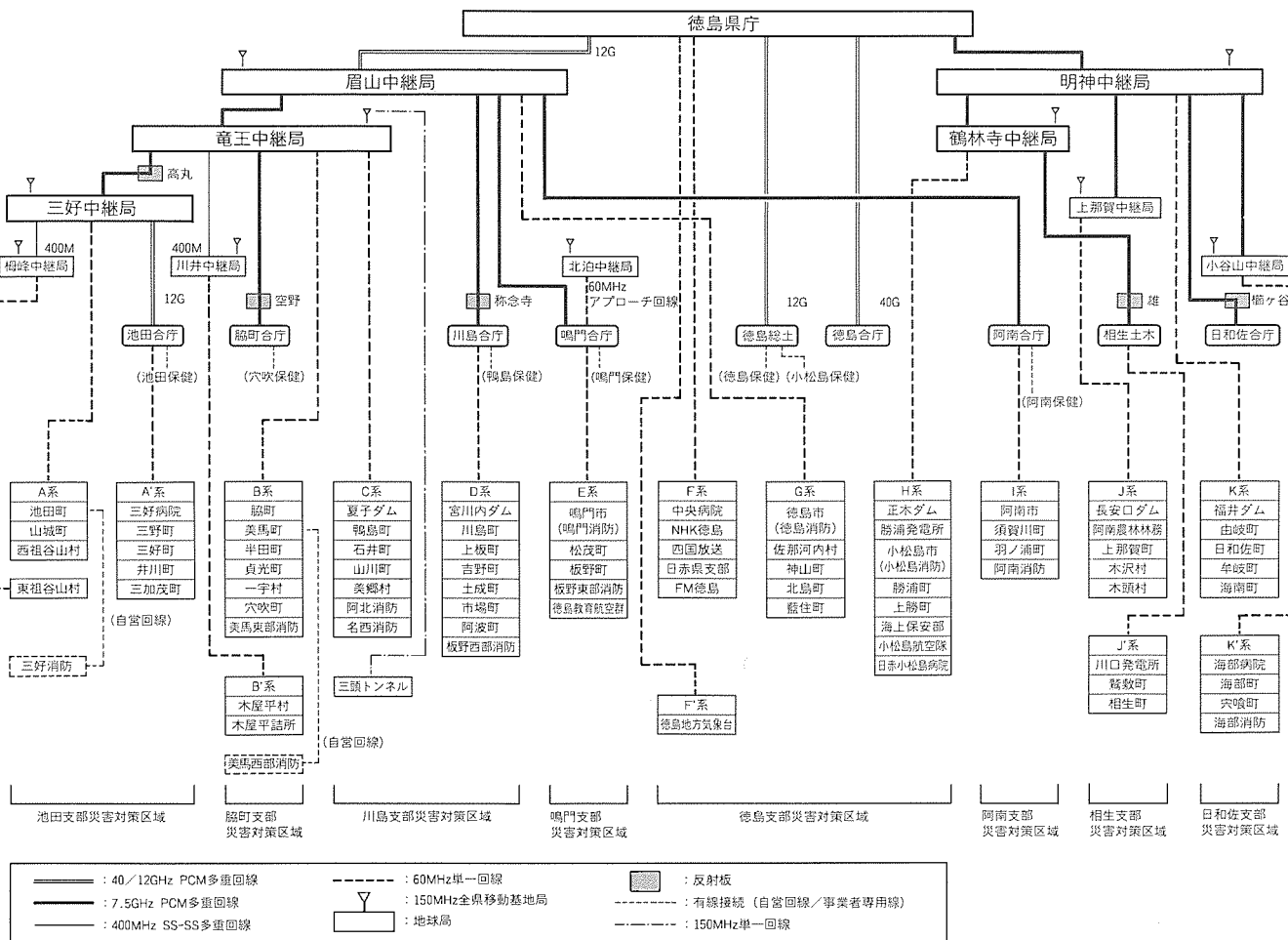


図3. 徳島県防災行政無線システムの回線系統

このほか、衛星系は、震度情報システムや公害テレメータの端末機器を設置した局において、情報を伝送する。

3.2 多重通信システム

県庁及び中継局を結ぶ幹線系は12GHz帯又は7.5GHz帯PCM方式とし、支部局を結ぶ回線は40GHz帯、12GHz帯又は7.5GHz帯PCM方式である。山岳地帯で見通しが得られず、かつ反射板による回線構成が困難な中継局支線系は、400MHz帯SS-SS方式を使用している。PCM多重回線はデジタル完全同期網で構成し、高精度のクロック信号は県庁で発生し、他の多重局を従属同期させている。この結果、県庁及び支部局に設置しているデジタル式交換機及びデータ伝送機器は、デジタル信号で直接接続しており、高速度での信号伝送を行っている。

多重回線は、このほか、水防情報、水産テレメータ、ダムテレメータ、財務会計や土木積算等のオンラインデータ通信などの各種通信システムが共用する総合情報ネットワークシステムとして運用されている。

3.3 交換システム

県庁、支部局にデジタル式中継交換機を設置し、中継回線相互の交換接続を行っている。中継交換機は、県庁ではTTC-2Mbpsにより、支部局ではループダイヤル(LD)

方式によって構内交換機(PBX)に接続するとともに無線専用電話機を持ち、PBX障害時にも必要な通信を確保している。電話による通話は、非常災害時には通信の輻輳と競合が発生する。したがって、不要不急の通信に対処するために、県庁に統制台を設け、通信統制が行える。

通信統制には、PBXからの防災網発信を規制する一次統制と、これに加えて、一部の無線専用電話機からの発信を規制する二次統制がある。なお、防災網からの着信は規制しない。通信統制時は、対象回線をトラフィックを制限する統制回線群と、制限しない非統制回線群に分割して運用することにより、真に必要な通信の確保を行っている。さらに、緊急事態が発生した場合などのため、ダイヤルをしないで直接接続できるホットラインを設置している。県庁-支部局間は、交換機を経由せず、多重システムの複合端局装置から直通電話機を常時接続し、市町村局は、衛星回線を使用して、必要な局の子電話機を設定することによって切り換えて使用している。

3.4 一斉指令システム

一斉指令は、気象の注意報・警報、災害対策本部指示事項などを該当部署に同時に通報するもので、統制局にはこの操作を行うための一斉指令台と簡易指令台がある。また、

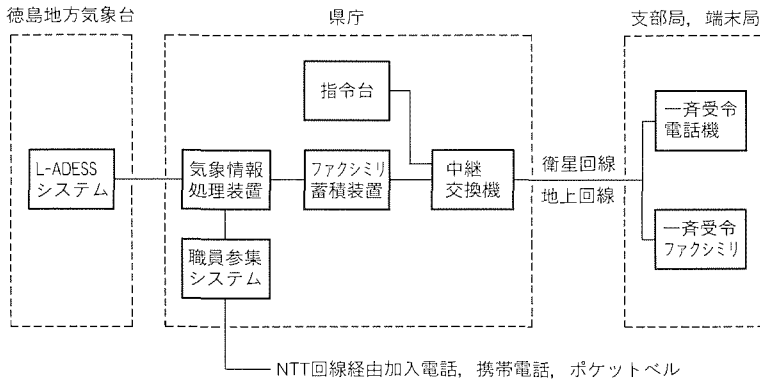


図4. 一斉指令の系統

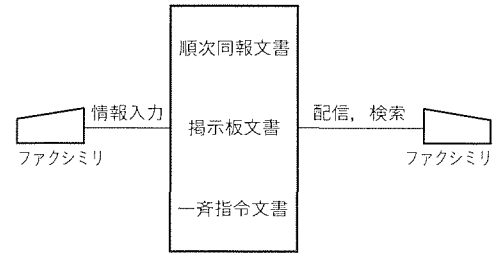


図5. ファクシミリ蓄積の系統

県庁内における部単位での順次同報と全庁内の順次同報ができ、県庁外へは市町村、保健所、病院、土木事務所等へ送ることができる。

(2) 掲示板機能

統制室のファクシミリからファクシミリ蓄積装置へ登録した県庁内における部単位での掲示板文書を、任意のファクシミリから検索して取り出すことができる。

(3) 一斉指令で送信された文書

この文書はファクシミリ蓄積装置に保存されており、任意のファクシミリから検索して取り出すことができる。また、特定のファクシミリからは、指令文書をいったんファクシミリ蓄積装置に蓄積し、オペレータを介さずに一斉指令が行える。図5にファクシミリ蓄積の系統を示す。

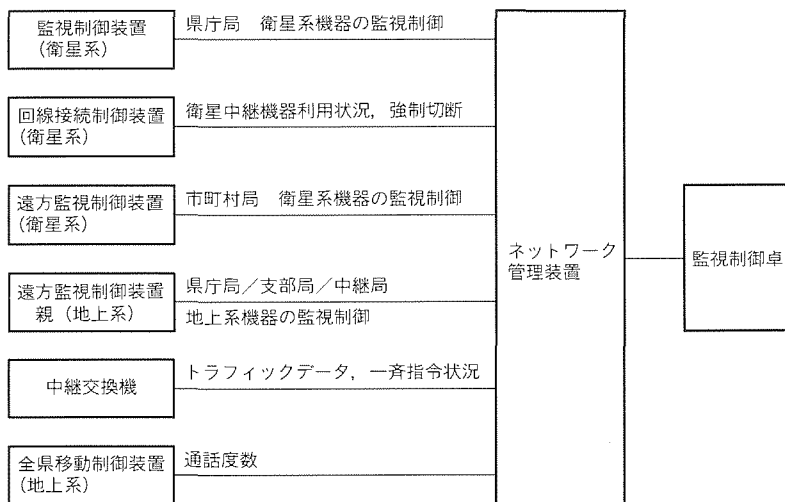


図6. ネットワーク管理の系統

一斉指令を通報する回線は、県庁-市町村の衛星回線及び県庁-支部局の地上回線は専用の回線を、支部局-端末局の地上回線は一般電話回線を切り換えて使用している。

指令の内容は音声とファクシミリがあるが、いずれも応答確認、受令確認を指令台に表示するとともに、ネットワーク管理装置のプリンタに印字出力している。ファクシミリ一斉の場合には、発呼した文書はファクシミリ蓄積装置に蓄積され、指令後も確認のために内容を検索することができる。

気象の注意報・警報等については、その内容を気象台からデータで配信するL-ADESSシステムから情報を入力し、ファクシミリ信号に変換した後、自動的に一斉指令している。また、これに連動した職員参集システムにより、関係職員を自動的に呼び出している。図4に一斉指令の系統を示す。

3.5 ファクシミリシステム

県庁、支部局、端末局に設置したファクシミリでより高度で多様な情報交換が行えるよう、県庁にファクシミリ蓄積装置を設置して、次に示す機能を実現している。

(1) 順次同報機能

3.6 ネットワーク管理システム

システムの稼働状態を把握するため、衛星系機器、地上系機器、局舎設備の動作及び障害の監視、映像送信用衛星中継器の予約状況、ネットワークの回線稼働率の監視を行っている。また、地上系無線装置の現用/予備の切り換え、発電機の起動/停止が行え、アナログ及びデジタル画像伝送の制御が行える。

通信管理としては、トラフィック情報等の運用履歴管理及びその統計処理が行える。監視制御その他の操作は、監視制御卓でマウス操作によって行う。さらに、収集データの保存・検索が行え、障害記録や一斉指令結果などの各種帳票をプリンタで作表印字している。図6にネットワーク管理の系統を示す。

3.7 単一系システム

単一系は、60MHz帯の複信方式で構成し、県下に16系統ある。ダイヤル自動接続で親電話機、子電話機、ファクシミリ、庁内交換機と接続している。電話機等は、市町村局においては衛星系と共用している。なお、無線回線は1回線を個別ダイヤル回線及び一斉指令回線で共用しているため、個別通信中に一斉指令を受令する場合は個別通信を強制切断している。

3.8 移動系システム

移動系には、全県移動系、眉山移動系、県内共通消防系、全国共通消防系、防災相互通信系の5系統がある。

(1) 全県移動系

県庁及び支部局等に配置した移動局による通信系であり、10か所の中継局に配置した基地局により、県下のどこからでも通話が可能である。県庁、支部局の専用制御器のほか、庁内内線電話機からも接続できる。

(2) 眉山移動系

眉山に基地局を配置し、全県移動系の通信輻輳時における主要地域のカバーを行う。

(3) 県内共通消防系

5か所の中継局に配置した基地局により、県内共通による消防系の通信を行う。

(4) 全国共通消防系

5か所の中継局に配置した基地局により、全国共通による消防系の通信を行う。

(5) 防災相互通信系

県庁に配置した移動局により、防災対策に関係した行政

機関、公共機関、協議会等の団体相互間で通信を行う。

4. 通信設備

(1) 県庁統制局

統制室では、気象の注意報・警報の一斉指令情報伝達を行う指令台、通信統制を行う統制台、システムの稼働状態を監視制御するネットワーク管理装置の卓、移動系の制御台などシステムを総合的に把握できる機能を持っている。図7に統制室の様態を示す。

また災害対策本部には、簡易指令台、防災用電話機、直通電話機、ファクシミリ、気象情報処理端末装置などを設置し、災害時の指令センターの機能を持っている。県庁屋上には地上系、衛星系の空中線を設置している。図8に衛星系の空中線を示す。電源はフローティング方式とし、整流器と蓄電池によって地上系無線装置と交換機には48Vを、衛星系機器と気象情報処理装置などには交流無停電装置に



図7. 統制室



図9. 中継局の外観

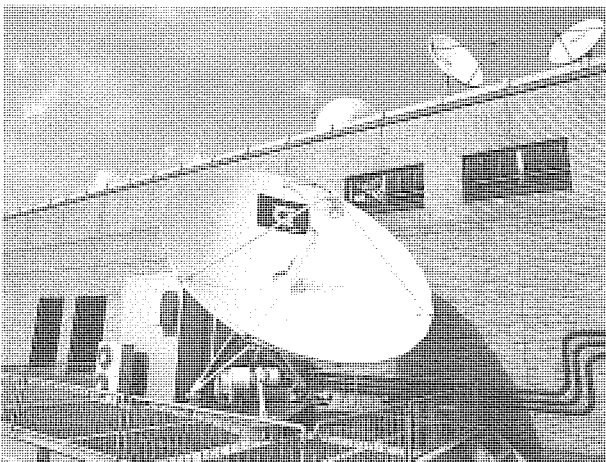


図8. 衛星系の空中線



図10. 中継局の無線装置



図11. 端末局の無線装置

よってAC100Vを供給している。

(2) 中継局

県内10か所に中継局を設置し、県内すべての支部局、端末局と県庁統制局がネットワークされている。図9に中継局の外観を示す。幹線系には多重無線装置を使用し、県出先機関、市町村などへは単一无線装置を、移動系へは基地局無線装置を設置している。図10に無線装置を示す。

(3) 支部局

県下9か所の合同庁舎、土木事務所などに設置し、また、一般事務連絡にも役立つように、庁内交換機の内線電話機からダイヤルで無線回線に接続できるようにしている。

(4) 端末局

各端末局は単一回線で接続されているほか、市町村においては衛星回線によって2ルート化されている。また、高速ファクシミリを設置しているため、短時間で文書や図面の伝送ができる。電源は、直流電源装置のほかに予備発電機を設け、市町村では停電時自動起動方式としている。図



図12. 親電話機

11に端末局の無線装置を、図12に親電話機を示す。

(5) 移動局

移動局は、県下のどこからでも通話可能な全県移動局と、通信輻輳対策の眉山移動局、その他消防系と防災相互通信系の移動局がある。

災害時には現地からの正確な生情報を伝え、車載形・可搬形・携帯形の3種類を用途に応じて選択使用している。なお、衛星可搬局により、全国の地球局とも通信ができる。

5. むすび

以上、徳島県防災行政無線システムの概要について紹介した。'97年3月運用開始以来システムは順調に稼働しており、今後は災害の未然防止又は被害を最小限に食い止める上で最大限に活用されていくものと期待される。さらに、徳島県下の総合情報通信ネットワークとして活用されていくものと思われる。

システムの計画・実施について終始御指導、御協力いただいた関係各位に対し深く感謝の意を表す。

和歌山市防災行政無線システム

南條正則*
井澤賢二*
佐々木英文*

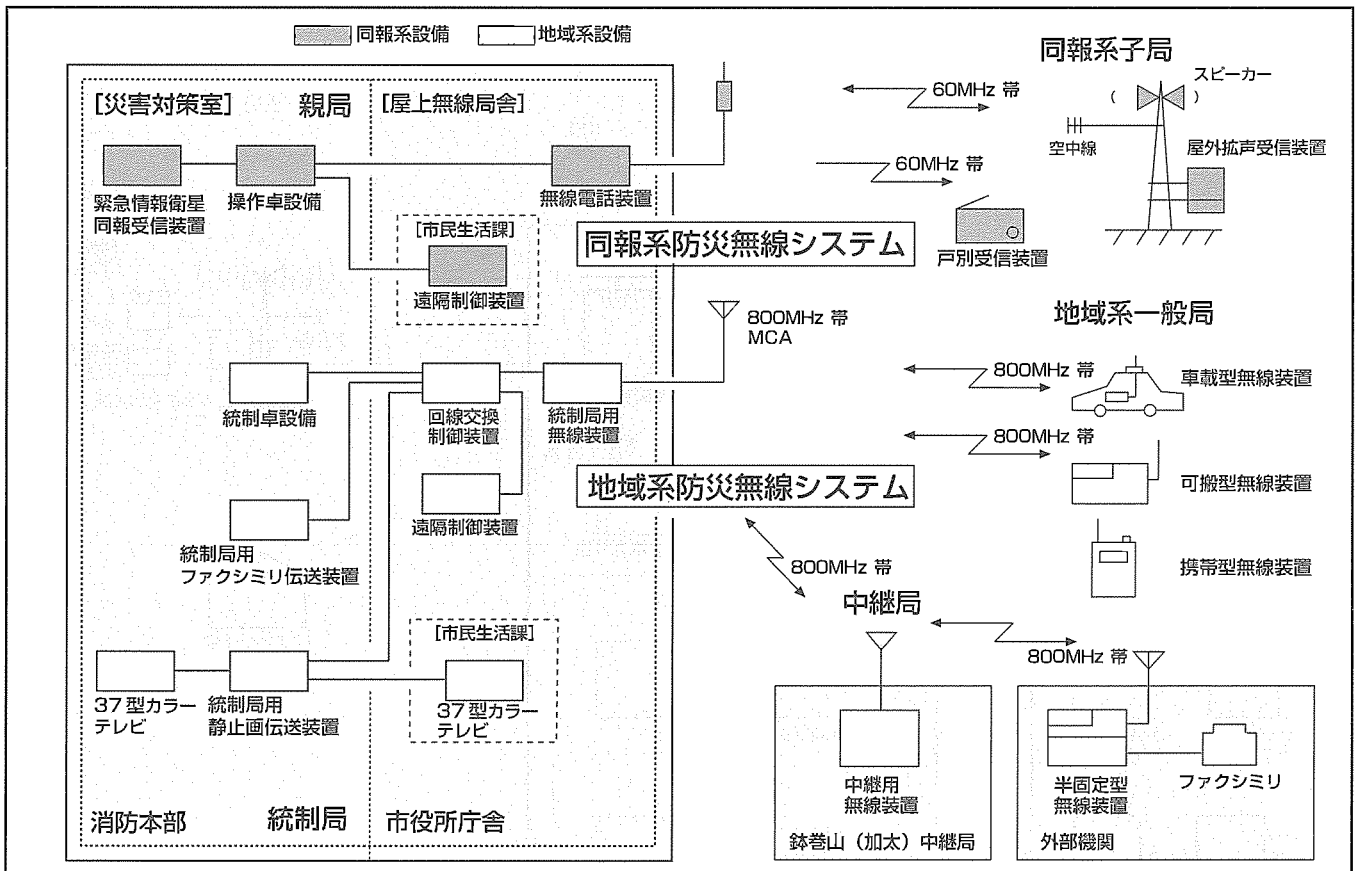
要旨

1995年度から整備事業を進めてきた和歌山市防災行政無線システムが、同報系防災無線と地域系防災無線を導入して完成した。

このシステムは、市役所及び市内各所に設置した同報系防災無線と地域系防災無線とで構成した通信網により、平常時には一般行政事務や地域からの情報発信に活用し、災害時には情報の伝達と災害体制の確立を迅速に図ることによって災害を未然に防ぎ、また発生した被害を最小限に食

い止めることを目的とした防災無線システムである。

システムの特長としては、同報系防災無線は、気象衛星“ひまわり”からの地震・津波警報に関する情報を迅速に住民に伝達する緊急情報衛星同報受信装置とのネットワーク化、地域系防災無線は、ファクシミリ電送、静止画伝送のデータ通信、複数の無線装置と統制台及び遠隔制御器を任意に交換接続して通信回線のトラヒックを緩和する回線交換機能の導入を図ったことが挙げられる。



和歌山市防災無線システムの構成

システムは同報系と地域系で構成されており、同報系は市役所／消防本部と子局間を結び、地域系は市役所／消防本部、外部機関、中継局、一般局とを結んでいる。

*通信システム統括事業部

1. ま え が き

和歌山市は紀伊半島西北端にあり、北は和泉山脈、西は紀淡海峡に面し、紀の川の河口に位置している。このような地勢において過去の1934年の室戸台風、'46年の南海道大地震による強震と大津波、火災の大惨害、'55年の伊勢湾台風による大被害、また、'95年の阪神・淡路大震災を教訓に、和歌山市は地域防災計画を策定し、防災体制の整備を図ってきた。その中でも、情報の収集・伝達体制の強化に有効な防災行政無線システムの導入を図った。

'95年から同報系防災無線と地域系防災無線の整備事業を進め、'97年3月に完成し、運用に入った。

本稿では、和歌山市防災行政無線システムについて紹介する。

2. システムの概要

2.1 システムの目的

このシステムは、市役所及び市内各所に設置した同報系防災無線と地域系防災無線とで構成した通信網により、平常時には一般行政事務や地域からの情報発信に活用し、災害時には情報の伝達と災害体制の確立を迅速に図ることにより、災害を未然に防ぎ、また発生した被害を最小限に食い止めることを目的とした防災無線システムである。

2.2 システムの構成

同報系は市役所／消防本部に親局装置、市内各所に屋外拡声受信装置と戸別受信装置を設置しており、市役所／消防本部から一般行政事務連絡、緊急情報連絡を行う構成である(図1)。

地域系は市役所／消防本部に統制局、鉢巻山(加太)に広範囲のサービスエリア確保に必要な中継局、市出先機関及び外部機関(防災関係機関、生活関連機関)に一般局(半固定型、車載型、携帯型)を設置しており、これらを相互に結んだ通信網を構成している(図2)。

使用周波数は、同報系では60MHz帯の1波を使用し、地域系では統制局と一般局は平常時800MHz帯30波(災害時:60波)を、中継局は800MHz帯4対波を使用している。

3. システムの特長

3.1 同報系防災無線システム

同報系は60MHz帯の単信方式で構成し、市役所／消防本部に親局装置、市内各所に屋外拡声受信装置(71か所整備)、戸別受信装置(213か所整備)がある。主な特長は次のとおりである。

(1) 子局呼出しにデジタル選択方式を採用しているので、多種多様な選択呼出しを可能にしている。選択呼出し局数は、グループ呼出しで100グループ、個別呼出しで999局ま

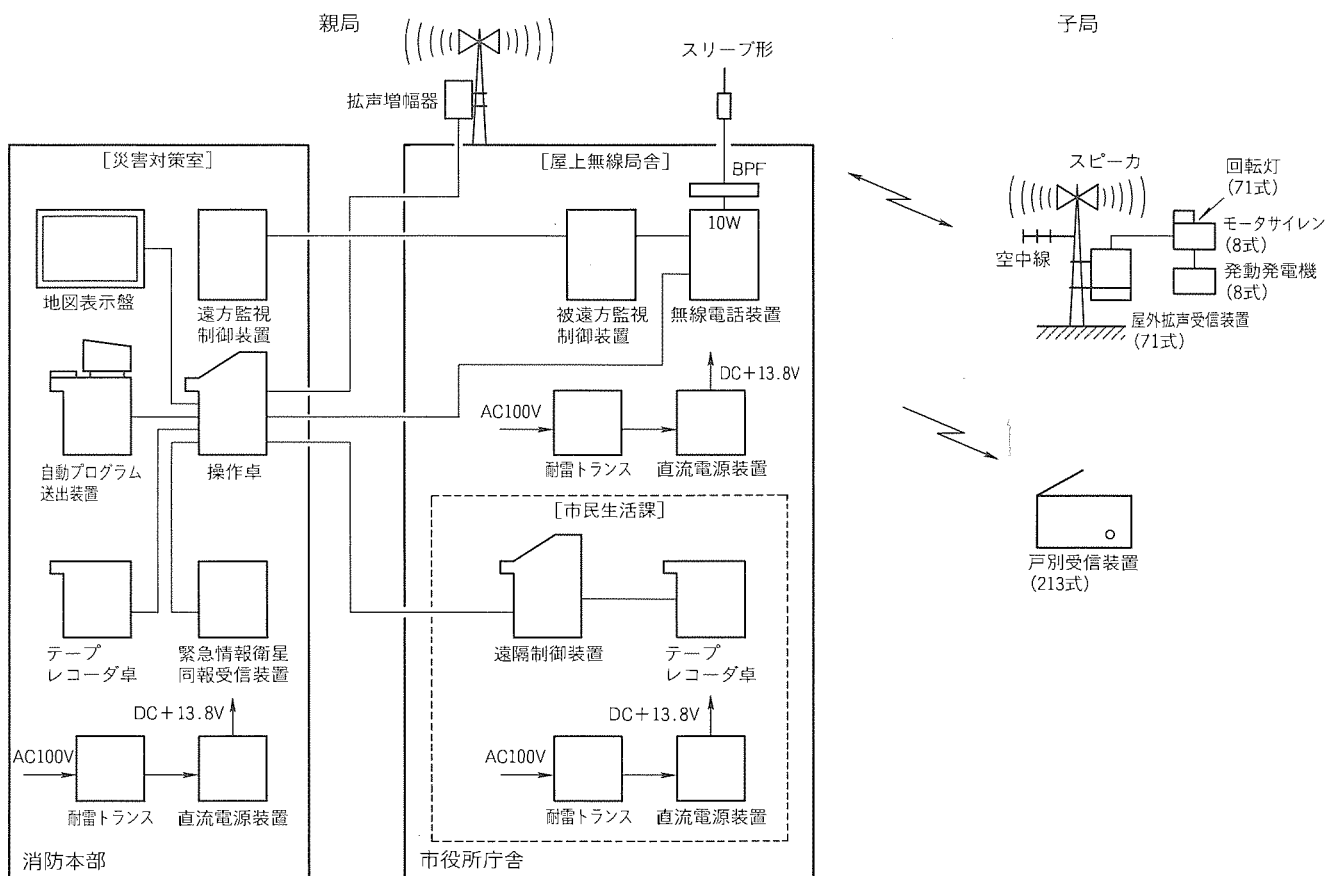


図1. 同報系防災無線システムの構成

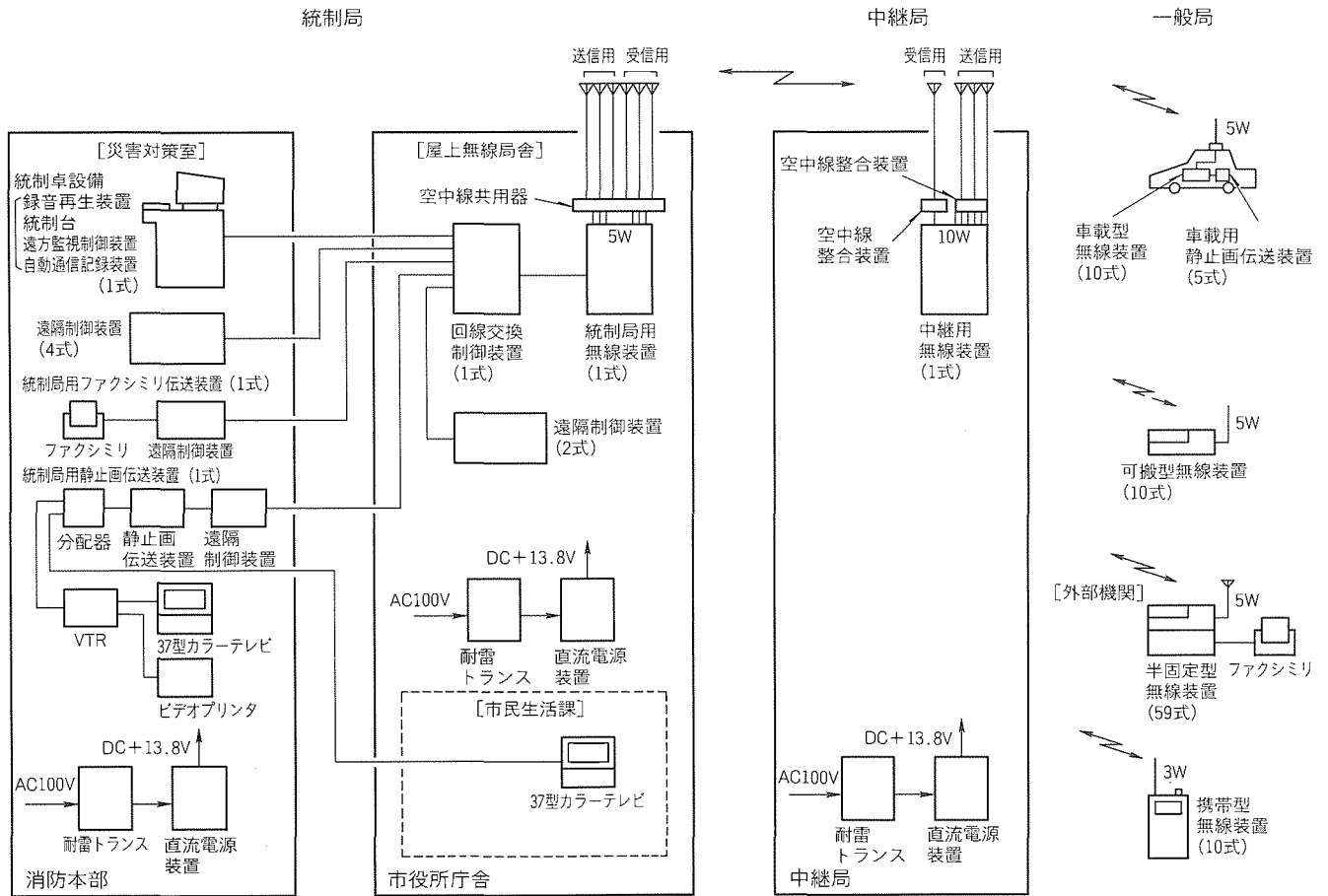


図 2. 地域系防災無線システムの構成

で可能である。

- (2) 操作卓は操作部にタッチパネルを使用し、対話形式による操作ガイダンスを実現して操作を簡易にした。
- (3) 平常時には一般行政事務の連絡に使用され、地震、津波、風水害、台風などの災害時には気象衛星“ひまわり”からの津波・地震情報の収集を行うとともに、全子局に対する緊急一括放送、屋外拡声受信装置に併設したモータサイレン、回転灯による緊急避難の伝達などの機能で、迅速・的確な情報の収集と伝達を行うことができる。
- (4) 自動プログラム送出装置により、放送又はミュージックチャイムがあらかじめ定めた放送日時で市内全域に一括放送できる。放送プログラムの登録設定又は放送内容の録音は、自動プログラム送出装置との対話形式による操作ガイダンスによって操作を簡易にしている。
- (5) 市役所に設置したデスク型遠隔制御装置は、平常時の一般行政事務の連絡に運用している。操作は、操作卓と同様にタッチパネル方式を採用している。
- (6) 屋外拡声受信装置の状態監視(アンサーバック機能)を操作卓からの問合せで確認することができるので、システムの信頼性を一段と向上させている。
- (7) 消防本部に設置した遠方監視制御装置は、市役所無線室の無線電話装置の動作及び障害の監視を行っている。

- (8) 通信管理として、通信記録装置によって日報・月報の通信記録データの保存を図っている。

3.2 地域系防災無線システム

地域系は800MHz帯のMCA(Multi Channel Access)方式で構成し、市役所/消防本部に統制局、鉢巻山(加太)に中継局(1局)、市出先機関及び外部機関(防災関係機関、生活関連機関)に一般局(半固定型、車載型、可搬型、携帯型)がある。

地域系の主な特長は次のとおりである。

- (1) 800MHz帯のMCA方式で構成し、災害時に60チャンネルの通話用チャンネル(平常時には30チャンネル)から空きチャンネルを自動的に選定して通信を行うことができる。
- (2) 統制局はすべての一般局に対して一斉通報又は統制通信を行うことができる。
- (3) 非常災害時には、一般の通信よりも優先的に統制局へ連絡する緊急連絡通信を受信することができる。
- (4) 隣接市町村との相互応援などを目的とした通信ができる他系通信機能も備えている。
- (5) 統制局は統制台、遠隔制御装置と統制局無線装置間の回線を任意に選択する回線交換制御装置(通話回線：最大5回線、緊急連絡用：1回線)を導入して、統制局無線装置の通話回線ふくそう(輻輳)の緩和を実現している。

(6) 市出先機関の一般局(半固定型)には、ファクシミリ装置を整備し、統制局との間でファクシミリ通信を行うことができる。

(7) 市役所公用車に装備した一般局(車載型)は、静止画伝送装置を接続することにより、災害現場の静止画映像をリアルタイムに統制局へ伝送することができる。

映像は市役所/消防本部のどちらからでも37インチTVでモニタすることができる。

4. 通信設備

4.1 同報系防災無線システム

(1) 親局

消防本部には、市内各所の子局から拡声放送を行うための操作卓、放送をテープに録音するテープレコーダ卓、あらかじめ定めた放送時刻に放送を可能にする自動プログラム送出装置、屋外拡声受信装置の設置位置を示す地図表示盤、気象衛星ひまわりからの津波・地震情報を収集する津波・地震警報装置、日報・月報の通信記録データの保存を行う通信記録装置、市役所屋上無線局舎の無線電話装置の状態監視を行う遠方監視制御装置を設置している。図3に災害対策室の様態を示す。電源は整流器と蓄電池によって



図3. 災害対策室

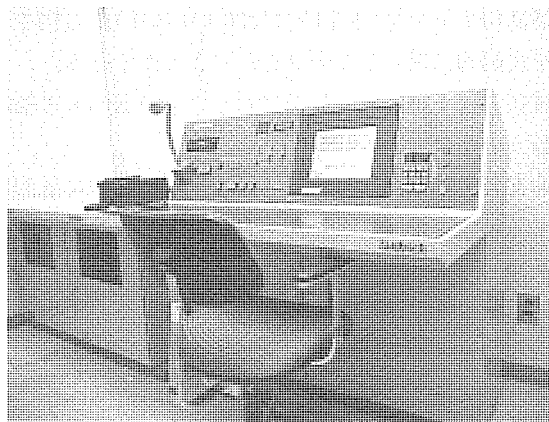


図4. 同報系遠隔制御装置

常に13.8Vを各装置に供給している。

市役所には市民生活課から一般業務連絡の放送が行えるように、遠隔制御装置、テープレコーダ卓を設置している(図4)。屋上無線局舎には無線電話装置と被遠方監視制御装置、屋上の鉄塔には空中線を設置している(図5)。電源は整流器と蓄電池によって常に13.8Vを各装置に供給している。

(2) 子局

市内71か所には屋外拡声受信装置、市内213か所には戸別受信装置(図6)を設置している。8か所の屋外拡声受信装置にはモータサイレンを設置し、緊急時には電子サイレンと並行してモータサイレンを鳴動させている(図7)。電源は商用のほか予備発電機を設け、停電時には自動起動を行っている。

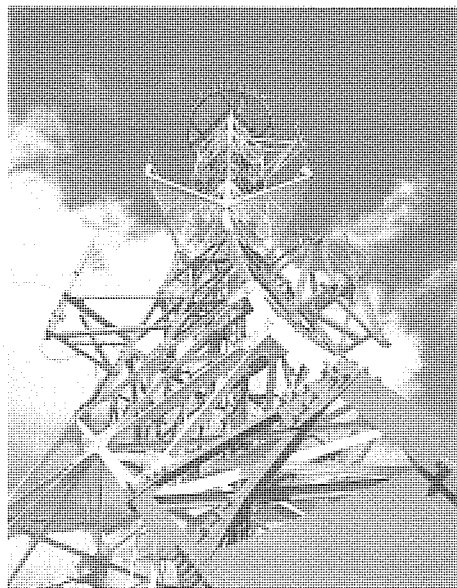


図5. 同報系/地域系空中線

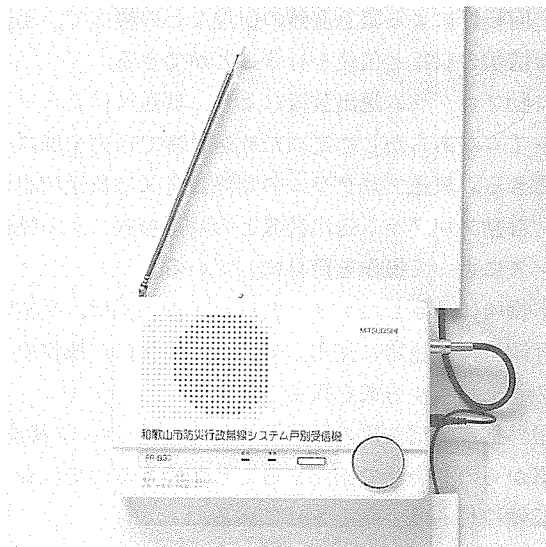


図6. 同報系戸別受信装置



図7. 同報系屋外拡声受信装置

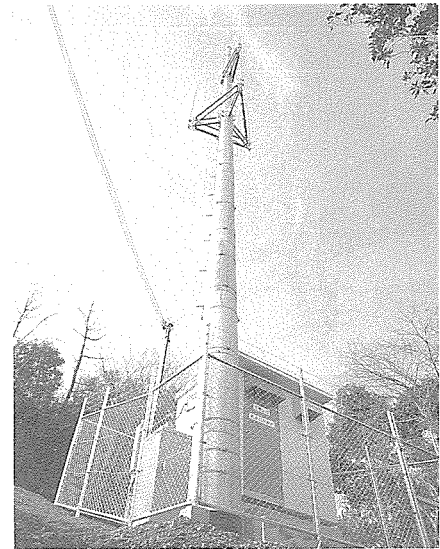


図10. 中継局舎



図8. 統制局用無線装置

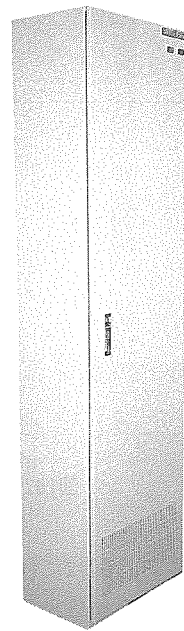


図9. 回線交換制御装置

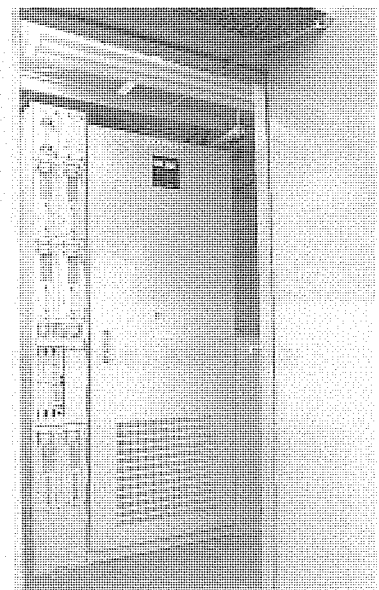


図11. 中継局用無線装置

4.2 地域系防災無線システム

(1) 統制局

消防本部には、通信統制が行える統制台、通信内容の録音及び一斉指令再生が行える録音再生装置、中継用無線装置の状態監視を行う遠方監視制御装置、一般局との間で通信を行う遠隔制御装置(6式)、ファクシミリ通信を行うファクシミリ装置(59式)、一般局(車載型)からの静止画映像を受信可能にする静止画伝送装置と37インチのTVを設置している。

市役所市民生活課には37インチTVを設置し、消防本部に伝送される災害現場の静止画映像を消防本部と同時にモニタすることができる。

屋上無線局舎には、一般局との通信に必要な統制局用無

線装置と回線交換制御装置を設置している。図8に統制局用無線装置、図9に回線交換制御装置を示す。統制局無線装置は通話用5台、緊急連絡用1台の無線装置を収容させている。屋上の鉄塔には地域系の空中線を設置している。電源は整流器と蓄電池によって常にDC13.8Vを各装置に供給している。

(2) 中継局

鉢巻山(加太)に中継局を設置し、市出先機関及び外部機関(防災関係機関、生活関連機関)と消防本部の統制局がネットワークされている。図10に中継局舎の外観、図11に中継局用無線装置を示す。

(3) 一般局

市内59か所の市出先機関及び外部機関(防災関係機関、生活関連機関)に半固定型(無線装置)を設置している。半



図12. 一般局（半固定型無線装置とファクシミリ装置）



図15. 一般局（可搬型無線装置）



図13. 一般局（車載型無線装置）



図16. 一般局（携帯型無線装置）

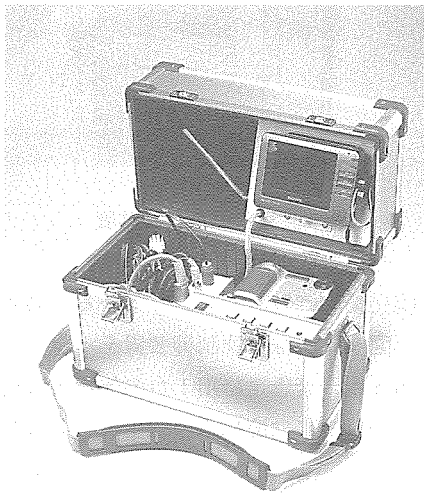


図14. 車載用静止画伝送装置

固定型（無線装置）は一般の業務連絡以外にファクシミリ装置を整備し、統制局との間でファクシミリ通信を行うこと

ができる。図12に外観を示す。

市役所公用車10台に車載型（無線装置）を設置している（図13）。すべての車載型（無線装置）は、静止画伝送装置（図14）の接続を可能にしている。また、持出しに便利な可搬型（無線装置）及び携帯型（無線装置）も各々10台設置している（図15、図16）。

5. むすび

以上、和歌山市防災行政無線システムの概要について紹介した。'97年3月運用開始以来システムは順調に稼働しており、今後は住民への広報活動及び災害の未然防止又は被害を最小限に食い止める上で最大限に活用されていくものと期待される。

このシステムの計画、実施について終始御指導、御協力いただいた関係各位に対し深く感謝の意を表す。

防災情報システム

坪井尚登*
須合健一*
小林弘幸*

要旨

災害対策は、直接的な災害防御を目的とするハード的な対策と、情報面の充実によって被害の軽減を目的とするソフト的な対策に大別される。阪神・淡路大震災以後、震災対策が抜本的に見直されたことを背景に、災害対策活動における情報インフラの社会的重要性が高まっている。

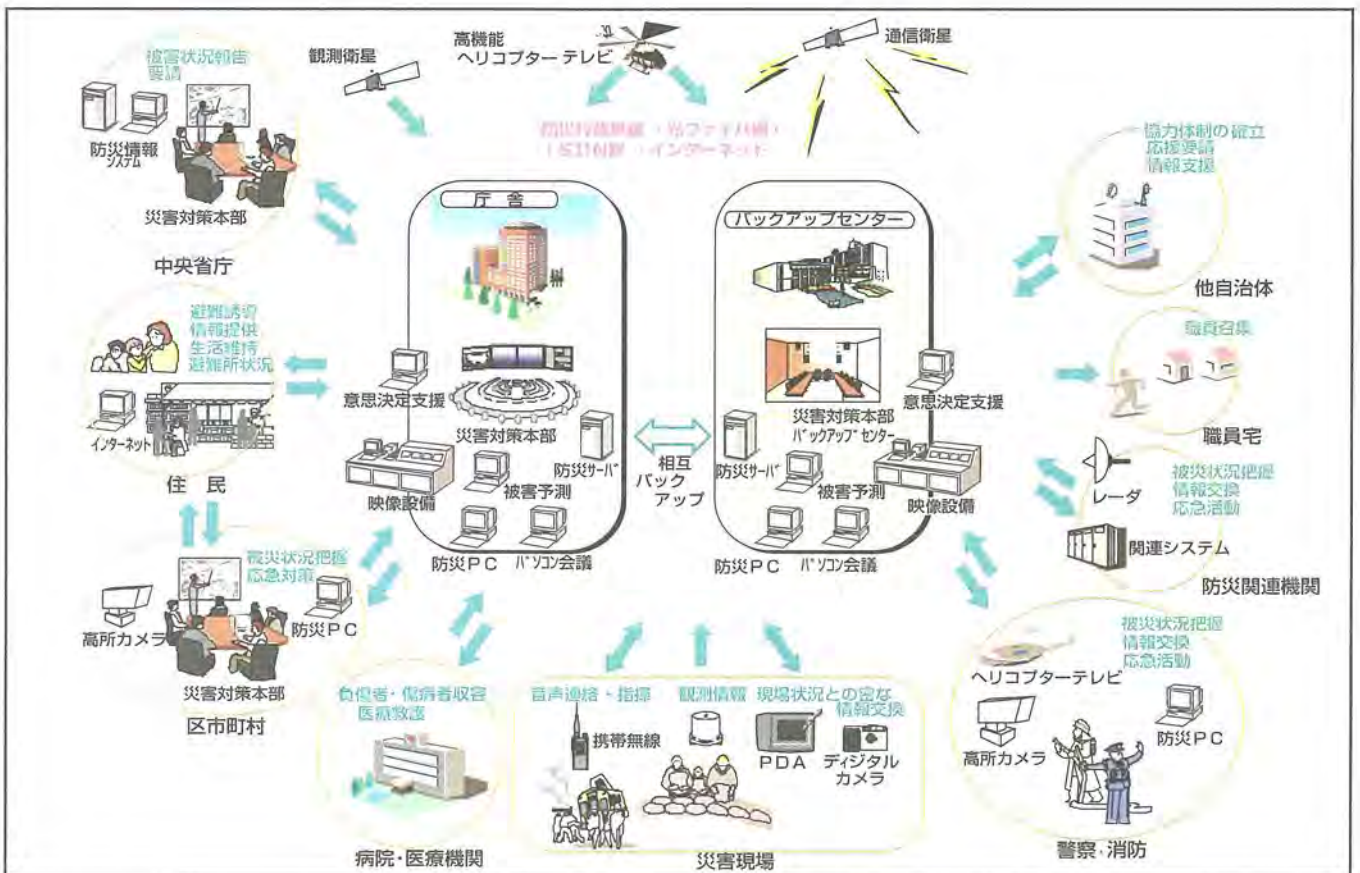
“防災情報システム”は、災害にかかわる情報を一元的に管理するとともに、災害対策活動における情報の収集・処理・検索・提供などの業務を総合的に支援する情報インフラに位置付けられる。

本稿では、地方自治体を対象とした防災情報システムに関し、三菱電機のシステムメニューを概説するとともに、下記に示す当社システムのキーシステム、キーパーツを紹介する。

紹介する。

- 防災地図情報処理
- 地震被害推定
- PDA
(Personal Digital Assistant：携帯情報端末)
- 暗号装置
- 高精細シームレスマルチプロジェクト
- 高機能AV操作卓
- 高機能ヘリコプターテレビシステム

また、今後のシステム強化の方向性について、システム相互接続、意思決定支援、予測機能、バースアイセンシングの高度化等のトピックを取り上げて概説する。



防災情報システムの全体イメージ

防災情報システムは、防災行政無線網等を通信インフラとして情報処理技術、映像技術等で構成される複合システムであり、地方自治体を中心に中央省庁、防災関係機関、住民等をネットワーク化することにより、災害対策活動を総合的に支援するものである。

1. ま え が き

国及び地方自治体は、災害から住民の生命及び財産を保護する責務を負っている。災害対策は、直接的な災害防御を目的とするハード的な対策と、情報面、組織・制度面の充実によって災害の未然防止や被害の軽減を目的とするソフト的な対策に大別される。

防災情報システムは、上記ソフト的な対策を代表するものである。当社は、防災情報システムの社会的な重要性に早くから着目し、災害対策業務の調査・研究を積み重ねるとともに、数多くの防災関連システムの実績をベースにシステム開発に注力してきた。

本稿では、主に都道府県及び市町村という地方自治体を対象とした防災情報システムに関し、当社のシステムメニュー概要と特長を紹介するとともに、今後のシステム強化の方向性について記述する。

2. 防災情報システムの構築要件

従来、我が国の災害対策は、全国的に見れば風水害対策に注力されていた傾向がある。事実、治水・治山や海岸などの国土保全事業の推進等により、風水害による被害は総じて漸減傾向で推移してきた。しかしながら、阪神・淡路大震災以後、震災対策が全国レベルで抜本的に見直され、各種施策が推進されるに至り、防災情報システムを取り巻く状況が変化してきている。

防災情報システムは、災害にかかわる情報を一元的に管理するとともに、災害対策活動における情報の収集・処理・検索・提供などの業務を総合的に支援するシステムである。すなわち、地方自治体防災業務の情報面をシステム化するものであり、地方自治体の防災上の特性とニーズを十分勘案して最適なシステムを構築することが重要である。

当社の防災情報システム構築の基本スタンス(システム

構築要件とシステム運用面の対応)を図1に示す。

3. システムの機能と構成

災害対策活動の支援を目的とする防災情報システムは、防災行政無線を通信インフラとしており、情報処理系・映像系・観測系及び付帯設備等のサブシステムに便宜的に分類される。各サブシステムの概要を以下に示す。

(1) 情報処理系

防災情報システムの中核をなすコンピュータシステムであり、災害にかかわる情報を一元的に収集・処理・管理・蓄積するものである。防災情報データベースを中核にLANやWAN(広域情報通信網)を介してクライアント/サーバ構成をとるケースが多い。

(2) 映像系

映像・画像を災害対策に有効に活用するシステムであり、大別すると、災害対策本部室を支援する防災用AVシステム(大型表示システム)、災害監視等を目的とするヘリコプターテレビシステムや高所カメラシステム、出先事務所及び現地との映像情報交換を目的とする映像集配信システムで構成される。

(3) 観測系

気象庁発表の注警報や地震・津波情報、及び水位、雨量、計測震度、風速等の災害にかかわる観測情報を収集するシステムである。気象庁や民間気象会社の観測情報集配信システムからデータを収集するケースもあり、一部情報処理系の機能になりつつある。

(4) 付帯設備

防災情報システムの安定稼働を支える非常用発電設備、CVCF(定電圧定周波)装置、免震装置等で構成される。

上記分類に従って整理した当社防災情報システムの機能構成を表1に示す。都道府県及び市町村の災害対策業務を比較すると、共通事項が多いものの、次の相違がある。

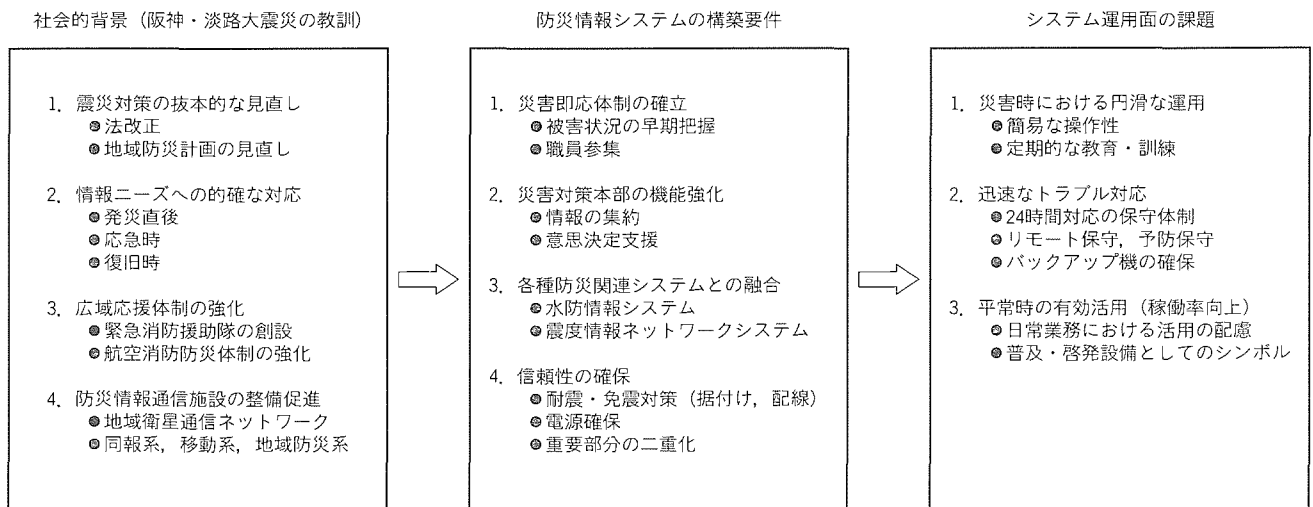


図1. 防災情報システムの構築要件

表1 防災情報システムの機能構成

区 分	システム名	区 分		内 容
		府県	市町村	
情報処理系	気象・地震情報システム	○	○	気象庁発表の気象情報や地震・津波情報を収集することに加えて、水防情報システム、震度情報ネットワークシステム等の独自観測システムからもデータを収集し、データベース管理した上で、防災情報端末で検索する。
	災害情報システム	○	○	防災情報端末から被害・措置情報を入力することにより、災害情報をデータベース管理する。
	地図情報システム	○	○	地図情報をラスタ方式、ベクタ方式及びメッシュ方式を利用して統合的に管理するとともに、災害にかかわる動的な情報や静的な情報を地図と関連付けて管理・表示する。
	地震被害推定システム	○	○	気象庁発表の震源情報や独自観測網の地震データを利用して、即時被害予測を行う。
	マニュアル管理システム	○	○	地域防災計画や活動マニュアルをマルチメディアでデータベース化し、高速検索を実現する。
	物資管理システム	○	○	県及び市町村において備蓄している物資、資器材の入出庫情報を管理する。
	職員通報・招集システム	○	○	気象・地震情報システムと連動することにより、気象予警報や地震・津波情報をポケットベルによるメッセージ伝送、電話による音声通報で自動的に行う。
	避難所運営支援システム	—	○	避難所に端末を設置し、収容した被災者情報、避難所で必要とする物資情報を収集し、データベース管理する。
	安否情報システム	—	○	被災者の安否に関する情報を一元的に管理し、問合せや照会に対応する。
	情報提供システム	○	○	県庁で収集・管理する情報をWWWサーバやFAXサーバを利用して庁内や住民等に情報提供する。また、電子メールシステムを実現する。
映 像 系	運用支援システム	○	○	二重系自動切換え、データ自動バックアップ、防災情報端末へのソフトウェア自動配布、ネットワーク障害管理などシステムの円滑な運用を支援する。
	大型表示システム	○	○	収集・管理する映像・画像情報を災害対策本部に設置した大型表示装置（プロジェクト）に表示する。
	高性能ヘリコプターテレビシステム	○	—	ヘリコプターにGPSを搭載し、位置データを映像とともに県庁に伝送することにより、ヘリコプターテレビ映像と地図とのリンケージをとり、ヘリコプターのトラッキング管理、被害判読を行う。
	高所カメラシステム	○	○	高感度可視カメラや赤外線カメラを庁舎屋上等に設置し、市街地の状況を映像によって常時監視する。
	映像集配信システム	○	○	テレビ会議端末を利用することにより、2地点間のテレビ会議だけでなく、3地点以上の多地点会議や災害現地映像を始めとする各種映像を同報配信可能にする。
	静止画伝送システム	○	○	デジタルスチールカメラとPDA（携帯情報端末）を利用して、災害現場から被災映像と被災状況コメントを併せて県庁に伝送する。県庁では収集した静止画の管理を行う。
観 測 系	パソコンテレビ会議システム	○	○	パソコン上でテレビ会議を実現する。また、ホワイトボードの共有やアプリケーションの共有も実現する。
	独自観測システム	○	○	雨量計、水位計、気象観測装置、計測震度計等の各種センサを設置し、庁舎に観測データを収集し一元管理を行う。
	他系観測システム	○	○	気象庁や民間気象会社における気象庁観測網データを集配信するシステムからデータを収集する。

●都道府県では、管轄市町村や外部(国, 防災関連機関等)との調整及び取りまとめ業務が主体である。

●住民への直接的な対応等は、市町村が中心である。

このため、都道府県と市町村では要求されるシステム機能に若干の相違が出る。都道府県及び市町村におけるシステム構成のモデル例を図2に示す。

4. システムの特長

当社の防災情報システムは、

- 各サブシステムのメニュー化
- 各サブシステムにおけるハードウェア、ソフトウェアのユニット化
- 各サブシステム間インタフェースの標準化

を図っており、小規模システムから大規模システムまでフ

レキシブルに対応できるシステムコンセプトを採用している。

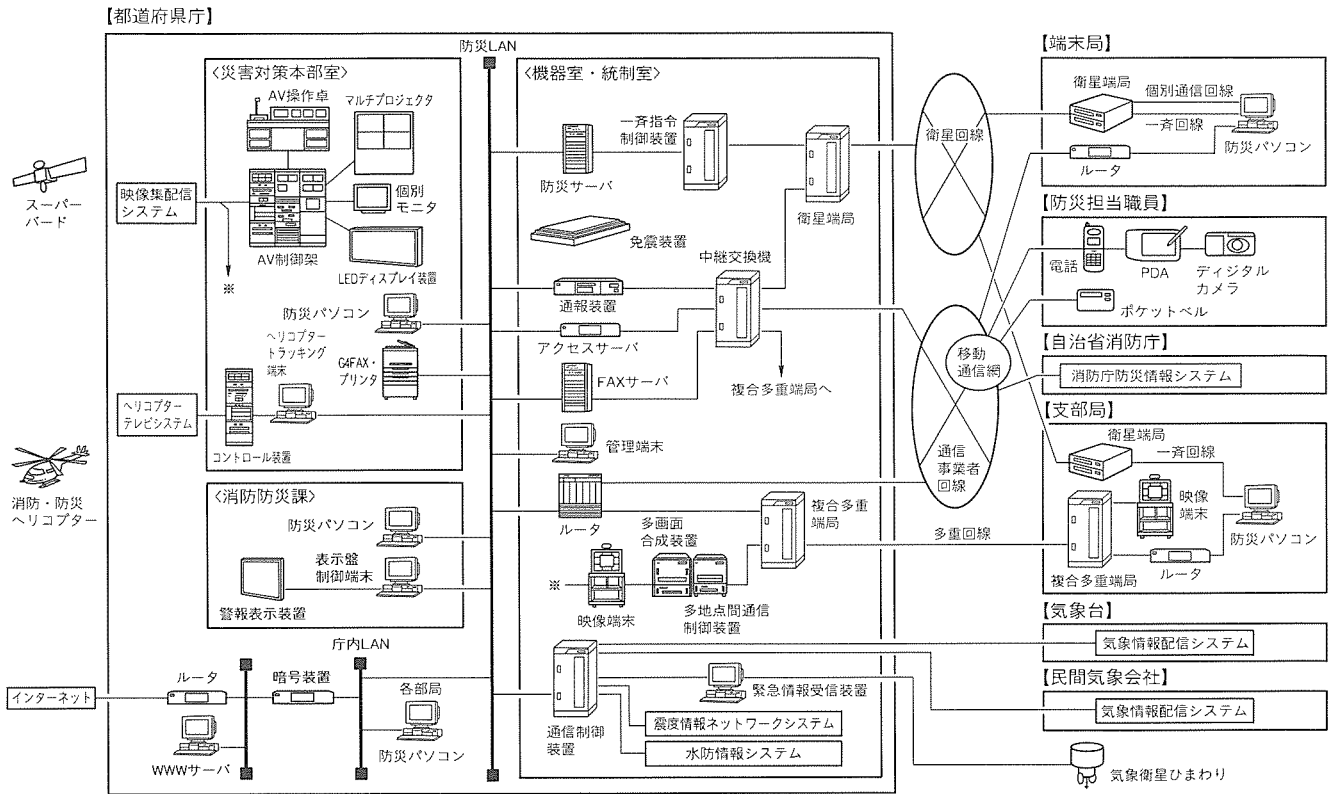
以下に、当社の防災情報システムの特長であるキーシステム、キーパーツを紹介する。

4.1 情報処理系

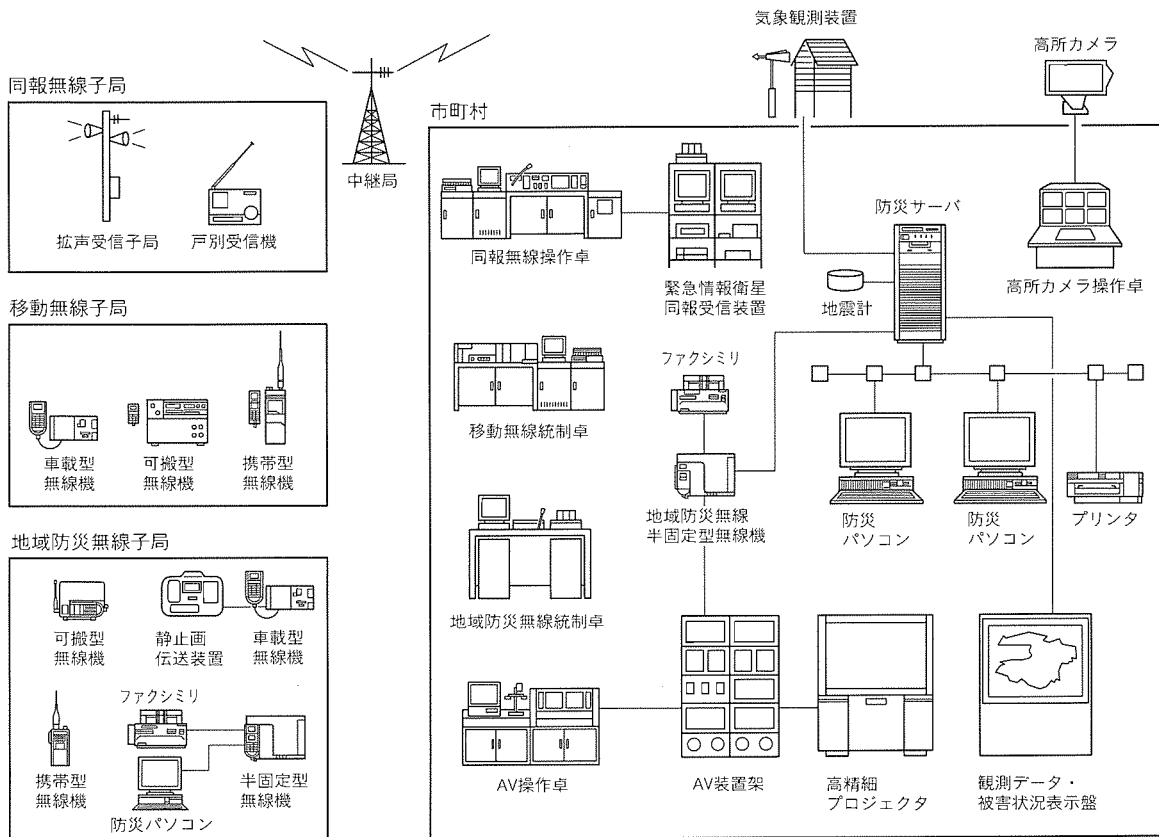
(1) 防災地図情報処理

パソコンをプラットフォームとして、ベクタデータとラスタデータを統合的に管理し高速地図検索を実現した地図情報処理のプラットフォームを開発した。ラスタデータとしては、空中写真や衛星画像なども取り込めるように配慮し、地図との照合が可能のようにしている(図3)。

また、アプリケーションでは、被災図作成処理、被害情報管理、防災施設管理、備蓄物資管理、避難所管理などの防災業務に関するソフトウェアをパッケージ化しており、



(a) 都道府県



(b) 市町村

図2. システム構成例

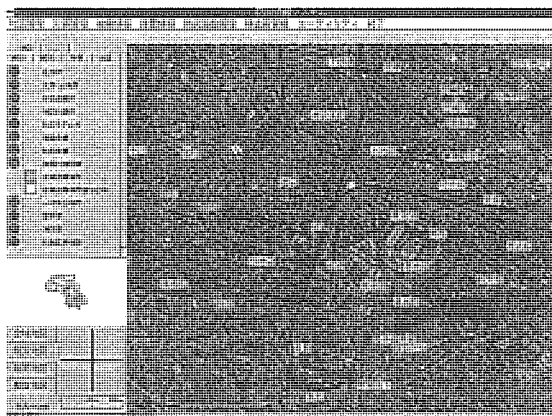


図 3. 空中写真表示画面例

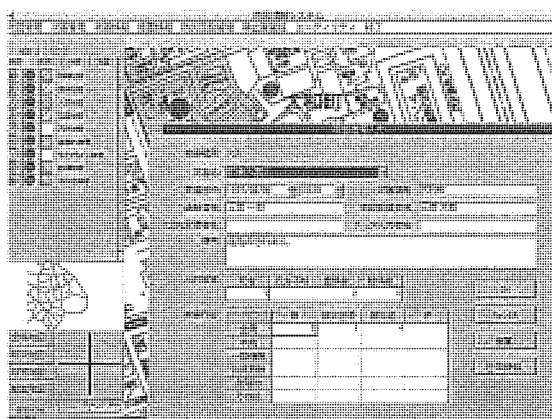


図 4. 防災地図情報表示画面例

都道府県及び市町村の災害対策業務を広範囲にサポートしている(図4)。

(2) 地震被害推定

地震被害推定は、震源情報を基に距離減衰式を利用して基盤表面加速度を算出し、これに表層地盤の増幅特性を乗じることにより、地表面の最大加速度分布等を計算するのが基本的な考えである。当社では、気象庁発表の点震源情報を基に計算することに加え、震度情報ネットワークシステム等による観測データを基にして、あらかじめ準備した地震源データベースによって同定した起震断層から計算する方法を採っている。これにより、精度の高い被害推定を可能としている。

(3) PDA

当社では、汎用オペレーティングシステムで動作し、ペン入力可能な小型・軽量のPDAとして“AMITY”を製品化している(図5)。災害現場において携帯型の防災情報端末として活用できるとともに、デジタルスチールカメラと組み合わせることにより、災害現場の映像を静止画伝送することが可能である。

(4) 暗号装置

住民への情報提供手段として、インターネットとの接続

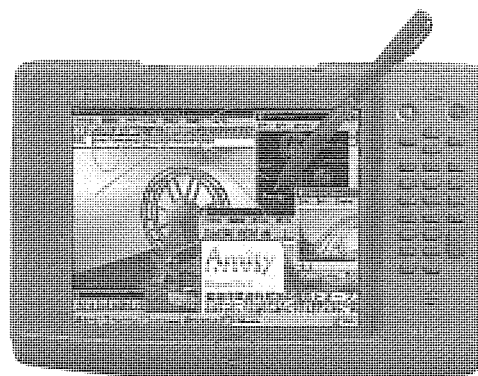


図 5. AMITYの外観

が今後増加していくことが予想される。当社では“線形解読法”や“差分解読法”により、米国標準商用暗号DESをしのぐ安全性を確保した独自暗号化アルゴリズム“MISTY”を装備した暗号化プラットフォーム製品を開発している。

これらの製品は、共通かぎ(鍵)方式と公開鍵方式を状況に応じて選択することも可能であり、防災情報システムに導入することにより、インターネット経由でのシステムへの不正アクセスや盗聴行為を防ぎ、システムのセキュリティを高めることが可能である。

4.2 映像系

(1) 高精細シームレスマルチプロジェクト

災害対策本部室は、災害対策活動における中枢に位置付けられる。収集した情報をタイムリーに大型表示し、本部員が情報を共有することにより、的確な意思決定を支援することが望まれる。

当社では、高解像度、高輝度、目地レス等の特長を持つ高精細シームレスマルチプロジェクト(CRT方式)の製品メニューを継続的に開発しており、要求ニーズに柔軟に対応可能である。

(2) 高機能AV操作卓

プロジェクトへの表示選択、LED文字表示盤の表示選択、高所カメラ制御、収集した映像の静止画管理、各種AV機器制御等のマンマシンインタフェースを、パソコンやワークステーション上で開発した。これにより、操作の集約化・簡易化、機能拡張への柔軟な対応等を実現している。

(3) 高機能ヘリコプターテレビシステム

地震災害では、被害が同時多発的にかつ広域にわたって発生するため、発災初期における被害状況の把握が困難である。このような情報空白期において被害状況を迅速に把握するためにヘリコプターテレビシステムを導入する事例が多くなっているが、従来のヘリコプターテレビシステムは撮影映像位置の把握が困難であることに加えて、高度な映像管理ができないという問題点を抱えている。

当社ではこれらの問題点を解決するため、ヘリコプター

にGPS(Global Positioning System)を搭載して映像とともにGPSデータを県庁に伝送するシステムを開発した。これにより、ヘリコプター航跡の詳細地図上へのリアルタイム表示、ヘリコプター航跡と撮影映像とのリンケージ(静止画による)等の機能を実現している。

4.3 通信ネットワークの利用

防災情報システムにおいては、防災行政無線網をネットワークインフラとして活用することが基本であり、通信事業者回線は必要に応じて補完的に利用する。

都道府県の場合、防災行政無線は衛星系と地上系に大別され、これらを相互補完的に利用する。具体的には、気象情報等の大容量データの配信には衛星回線を利用して一斉配信し、降雨時等におけるバックアップルートとして地上系回線を利用できるようにする。また、多重回線が整備されている支部局等では地上系をメインルートとし、地震災害時に備えて衛星回線をバックアップルートとして利用する。

一方、市町村の防災行政無線は、同報無線・移動無線・地域防災無線で構成されており、防災情報システムにおいては、マルチメディア通信が可能な地域防災無線を利用するのが基本となる。

5. 今後のシステム強化の方向性

この章では、当社が考える防災情報システム強化の方向性について簡潔に述べる。

5.1 情報処理系

(1) システム相互接続

今後進展していく国、都道府県、市町村及び関係機関のシステム相互接続に対応するため、データベース、バックアップ、セキュリティ等を重視したシステムの開発

(2) 防災PDA

GPSとの接続等の機能強化、耐環境性・操作性向上に対応した製品開発

(3) 意思決定支援

活動マニュアル、過去の事例、職員の経験とノウハウを集約した意思決定支援システムの開発

(4) 地図情報システムの高度化

国土空間情報等の活用を視野に入れた防災地図情報処理の高度化

(5) 予測機能

雨量レーダデータ、リモートセンシングデータ等新しい要素を加味した予測機能の向上

(6) システムのオープン化

インターネットの活用、平常業務支援機能の充実等の情報処理系システム利用範囲拡大に対応するシステムの開発

5.2 映像系

(1) 防災用AVシステムのインテリジェント化

単なる情報提供にとどまらず、審議状況に応じた情報提供、大画面表示装置をプラットフォームとした対策検討を可能にする防災用AVシステムのインテリジェント化

(2) バーズアイセンシングの高度化

ヘリコプターテレビ、高所カメラ、リモートセンシングデータを活用した被害センシング技術の開発

(3) 新大画面表示装置

DMD(Digital Micromirror Device)など新しい技術を適用した大画面表示装置の開発

(4) デジタル映像の活用技術

映像のデジタル化を有効に活用する蓄積・集配信システムの開発

6. む す び

以上、都道府県及び市町村を対象とする防災情報システムに関して、三菱電機のシステムメニュー概要と特長を紹介するとともに、今後のシステム強化の方向性について述べた。

防災情報システムは、災害対策活動における情報インフラとして位置付けられ、社会的な重要性はますます高まることが予想される。今後、システム開発を継続することにより、防災情報システムのより一層の充実と高度化を図っていく考えである。

参 考 文 献

- (1) 北村英久, 日方俊幸: 三菱防災情報システム, 三菱電機技報, 63, No. 9, 738~743 (1989)
- (2) 吉原秀樹, 中島弘善, 内藤茂之, 前永敏郎: 上水道防災情報システム, 三菱電機技報, 69, No.12, 1067~1071 (1995)

自治省消防庁納め防災情報システム

笠井明久* 岩瀬正尚*
中島弘善* 清水タケル**
畑森壽文*

要旨

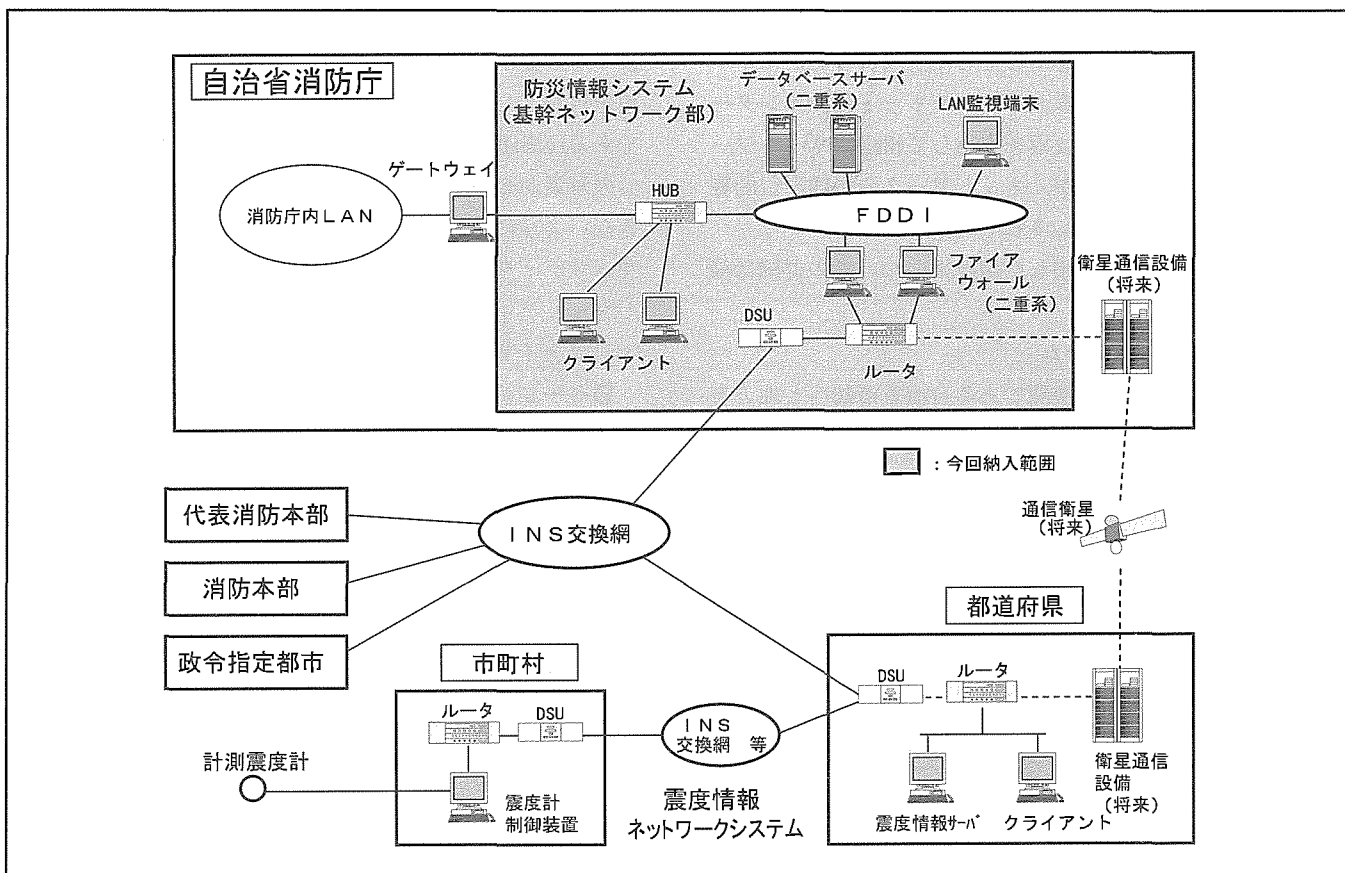
空前の大災害となった阪神・淡路大震災を引き金に、防災関連システムの重要性が再認識され、防災設備の整備が急ピッチで進んでいる。阪神・淡路大震災のように広範囲で大規模な災害に対して有効な防災対策を実施するためには、全国規模の防災情報ネットワークシステムの整備、災害時の自治体間相互支援、災害時の通信インフラ確保などの課題を解決する必要がある。

このたび、これらの課題を解決するため、三菱電機では、日本全域を網羅する防災情報ネットワークシステムを製作し、自治省消防庁へ納入した。

このシステムは、消防庁に設置されるデータベースサー

バを中心とする基幹ネットワーク設備及び全国に配備される多数のクライアント設備がISDN回線で接続される広域ネットワークを形成しており、日本における防災情報システムの最上位的存在となるものである。

このシステムの特長は、①インターネット技術に応用したイントラネットシステムであること、②24時間稼働を可能にした信頼性の高い大規模ネットワークシステムであること、③全国に配備されるクライアントで平常時及び災害時に有効に利用できるシステムであること、④部外者によるデータ盗用や改ざん(竊)を防止するセキュリティ機能が充実していること等である。



自治省消防庁防災情報システム

1995年度に、自治省消防庁向けにイントラネット型防災情報システムを製作して納入した。このシステムは、日本全域を網羅する広域ネットワークシステムであり、インターネットの構築技術に応用し、データベース、セキュリティ、電子メール等の技術を駆使している。なお、震度情報ネットワークシステムは、各都道府県が設置したものであり、防災情報システムとの連携を考慮したものである。

1. ま え が き

1995年の阪神・淡路大震災は戦後の日本において初めての大都市直下型かつ大規模な地震であったため、空前の災害を生じ、人々の脳裏に深く刻み込まれることになった。

阪神・淡路大震災では、地震発生直後の初動態勢の遅れから災害が拡大することとなり、大都市直下型地震では、地震情報や被害情報の収集、迅速な救援活動を展開するための災害対策本部の早期設置、各関係機関との緊密な連携が重要であると改めて確認された。

自治省消防庁では、このような広範囲な大規模災害への対応策として、情報収集や情報提供、救援活動支援、地方自治体間の相互支援を全国規模で実現する自治省消防庁防災情報システム(以下“防災情報システム”という。)を’95年度に構築した。

以下にこの防災情報システムのネットワーク構成、システム機能等について述べる。

2. システムの概要

2.1 システムの特長

防災情報システムの特長を以下に挙げる。

2.1.1 イン트라ネットシステム

防災情報システムは、扉ページのシステム構成図で示したとおり、自治省消防庁を中心とした全国にまたがるイントラネットシステムである。イントラネットは、インターネットで使用されている技術を応用して組織内ネットワークを構築するものであるが、ネットワークの規模や目的等によって、その構築方法も多彩である。

防災情報システムで採用した諸技術についての詳細は後述する。

2.1.2 全国規模のシステム

このシステムは、国の機関である自治省消防庁と地方自治体である都道府県、政令都市、消防本部等を結ぶ大規模な防災情報ネットワークシステムである。クライアントは、すべての都道府県や代表消防本部に設置される予定である。

また、都道府県が別途整備した震度情報ネットワークシステムとも連携しており、さらに、全国の市町村に構築される関連システムとも相互に接続され、より大きなネットワークを形成することが可能である。

2.1.3 データベースシステムの共有化

防災情報システムの大きな目的の一つに“全国レベルでのデータベースの共有化”がある。自治省消防庁に構築されるデータベースは、全国に設置される多数のクライアントが同時に共有利用できるように設計・構築している。

2.1.4 高い信頼性

防災情報システムは、24時間連続稼働するため、随所に信頼性向上のための対策が施されている。以下にそれらの

代表的なものを紹介する。

(1) 基幹ネットワークシステムのバックボーンに、双方向二重リングであるFDDI(Fiber Distributed Data Interface)を採用した。FDDIは、二重化された光ファイバを用いており、任意の1本が不通となってもネットワークには影響を与えずに運転を継続できるため、高い信頼性が確保される。

(2) データベースサーバやファイアウォールを二重化構成にして、前述のFDDIと合わせて総合的な連続稼働に対する信頼性を確保している。また、データベース格納用ハードディスクにはRAID(Redundant Array of Inexpentent Disc)を採用しており、ディスクトラブルによるデータ損失を防止している。

(3) ネットワークを連続稼働するためには、ネットワーク機器の状態を常に監視し、障害発生を予防することが必要である。防災情報システムでは、常時ネットワーク機器の状態を監視しており、機器に異常な状態が見付かれればシステム管理者に電子メールで通知されるようになっており、障害発生の予防措置、障害が発生した場合の早期回復に大きな役割を果たしている。

2.1.5 セキュリティ

公衆網を利用したイントラネットの場合、内部のネットワークに部外者が侵入できないようにセキュリティ機能を設ける必要がある。防災情報システムは、組織内部での使用を目的としたネットワークシステムではあるが交換回線であるINS回線を利用しているため、外部からの不法侵入への対策が必要である。また、正規の利用者が不正運用できないように考慮しておく必要もある。これらに対するセキュリティを確保するため、防災情報システムでは以下のセキュリティ機能を組み込んでいる。

(1) ファイアウォールの設置

扉ページの構成図に示したとおり、消防庁のFDDIの基幹ネットワークは、INS回線経由で全国と接続される。そこで、ルータとFDDIネットワークの間にファイアウォールを設置して、INS回線から内部に不法侵入できないようにした。

(2) 資格者認証

防災情報システムのデータベースは全国のクライアントで共有利用する重要なデータが格納されており、このデータのセキュリティを確保するためにデータベースアクセス資格の認証機能が組み込まれている。

また、認証結果は稼働ログデータとしてデータベースに保管されるため、“いつだれがアクセスしたか”という追跡調査が可能である。

(3) 伝送データの盗用防止

自治省消防庁と各都道府県との間で授受されるデータが部外者に盗用されないような機構を組み込んであり、セキ

セキュリティを確保している。

2.2 システム構成

システムの概略構成を扉ページに示す。消防庁には防災情報システムの中核となる基幹ネットワークを構築してい

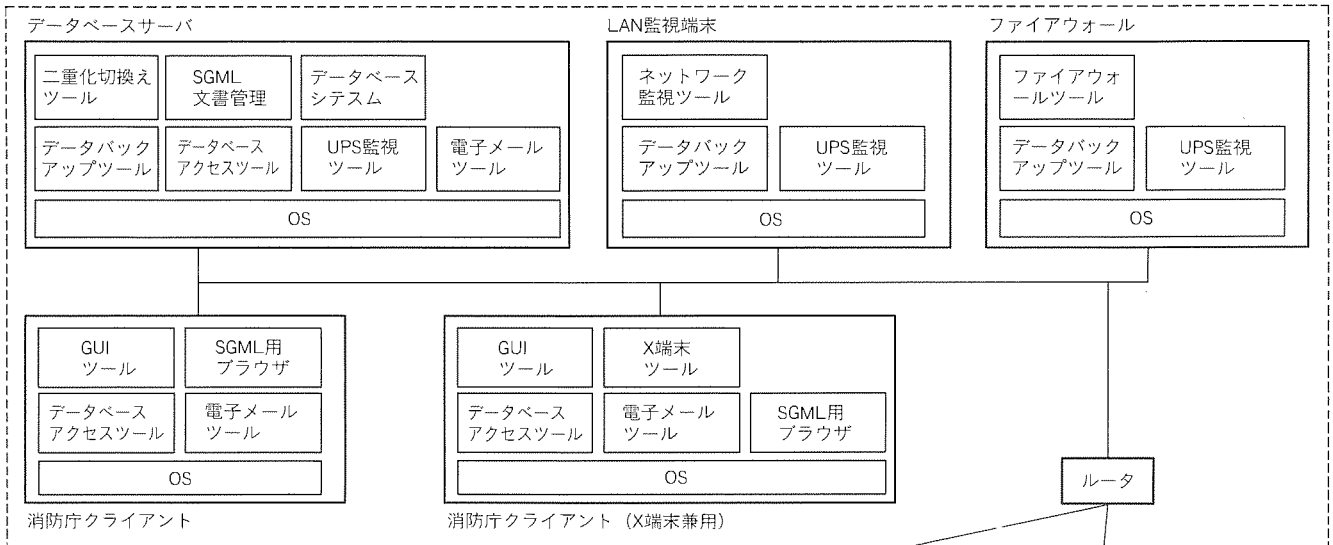
る。基幹ネットワークは、データベースサーバ、ファイアウォール、LAN監視端末、クライアント、HUB、ルータ等のネットワーク機器で構成される。

また、防災情報システムを利用する立場となる都道府県

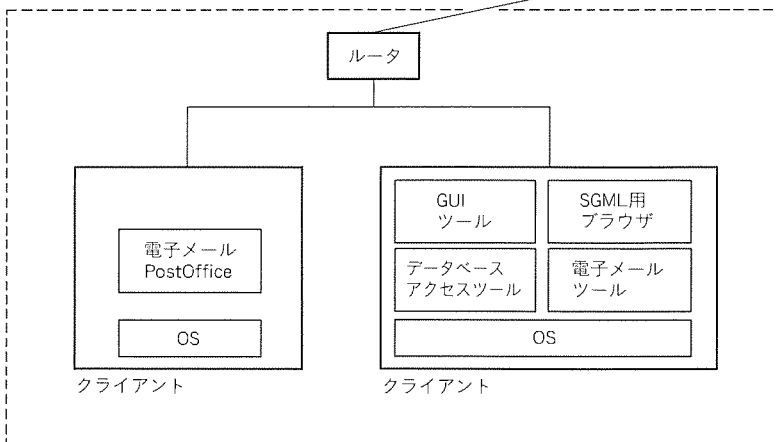
表1. 主要な装置の仕様

装置名称	データベースサーバ (型名：SPARCserver1000E)	LAN監視端末 (型名：Ultral)	ファイアウォール (型名：SPARCstation20)	クライアント (型名：apricot LS550)
C P U	32ビットRISC×6	32ビットRISC×1	32ビットRISC×2	Pentium (133MHz) ×1
信頼性	二重化切換えシステム RAIDディスク	—	2台並列運転	—
主メモリ	320Mバイト	64Mバイト	128Mバイト	32Mバイト
ハードディスク	2.1Gバイト×2 12Gバイト (RAID)	2.1Gバイト	2.1Gバイト	1Gバイト
LAN接続	10BASE-T FDDI	10BASE-T	10BASE-T FDDI	10BASE-T
表示解像度	—	1,152×900ドット	—	800×600ドット
表示色	—	1,670万色	—	1,670万色
CRT画面サイズ	—	17インチ	—	17インチ
バックアップ装置	DAT装置	DAT装置	DAT装置	DAT装置

自治省消防庁



各都道府県



各消防本部

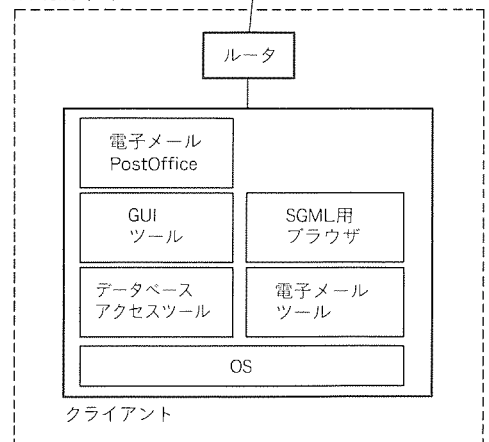


図1. ソフトウェアの構成

や消防本部等にクライアント及びINS回線経由で消防庁のデータベースサーバと接続するためのルータ等が設置され、消防庁と都道府県等の利用者間とはINSネットで接続される。また、衛星回線による接続も検討されている。

表1に防災情報システムを構成する主要な装置のハードウェア仕様を示す。データベースサーバ、ファイアウォール、LAN監視端末にはエンジニアリングワークステーション(EWS)を、クライアントにはパソコンを採用している。また、OSはEWS用にUNIX、パソコン用にWindows NT^(注1)を採用した。

図1に防災情報システムで使用するソフトウェアの構成を示す。基幹ネットワークを構成するEWSには、データベース、二重化システム、ネットワーク監視システム等のシステム機能を実現するソフトウェア群が実装されている。

一方、クライアントでは、電子メールやデータベースアクセスツール等の各システム機能を利用するためのツールが実装されている。

2.3 システムの機能

防災情報システムは、広域災害対応業務や防災情報シス

(注1) “Windows NT”は、米国Microsoft Corp.の商標である。

テムのメンテナンスを支援する多彩な機能を実現するための業務アプリケーションを実装している。表2にそれらの概要を示す。

3. システム構築

3.1 ネットワーク構築

防災情報システムで採用した主なネットワーク構築技術は以下のとおりである。

3.1.1 ネットワークを構築する通信回線

(1) 消防庁内の基幹ネットワーク回線

データベースサーバを中心に消防庁に構築されている基幹ネットワークのバックボーンには、双方向二重リングの光ファイバケーブルを使用し、100Mbpsの高速でかつ信頼性の高いネットワークであるFDDIを採用している。

(2) 消防庁-都道府県間の通信回線

消防庁と各都道府県の間は、有線回線であるINSネットで接続される。消防庁側はINS1500を2回線、都道府県側はINS64を1回線使用する。

3.1.2 IPアドレス設計

防災情報システムは、ネットワークの通信制御プロトコ

表2. 業務アプリケーションの概要

業務アプリケーション	概要
災害情報データベース機能	災害が発生したとき、被害情報データを都道府県に設置されたクライアントに入力すると消防庁のデータベースに登録され、一元管理される。登録されたデータは、すべてのクライアントで表示が可能である。
地域防災計画データベース機能	ワープロで電子化された地域防災計画書(各自治体が作成)を消防庁のデータベースに登録し、一元管理する。登録されたデータは、すべてのクライアントで表示が可能である。
広域応援対応データベース機能	各自治体の備蓄物資の在庫管理及び応援人材情報をクライアントに入力すると、消防庁のデータベースに登録され、一括管理される。災害が発生すると、データベースに登録されている情報を基に、自治体間の物資応援や人材応援を計画し指示する。
緊急消防援助隊システム機能	阪神・淡路大震災の経験に基づき発足した部隊数情報をクライアントに入力すると、消防庁のデータベースに登録され、一括管理される。また、援助隊に対する出動要請、出動・帰還等の情報も管理する。
ヘリコプター情報システム機能	緊急時に援助可能なヘリコプターの情報をクライアントに入力すると、消防庁のデータベースに登録され、一括管理される。また、ヘリコプターに対する出動要請、出動・帰還、ヘリコプター着陸場等の情報も管理する。
地震情報システム機能	各都道府県が構築する震度情報ネットワークシステムから電子メールの形で通報されてくる地震情報データを消防庁のデータベースに登録し、一括管理するとともに、受信した震度情報データを自動的に全国のクライアントに配信して地震情報の画面表示を行う。この機能により、日本全国のどこに地震が発生してもすべてのクライアントで地震情報を表示可能となる。
通報連絡機能	この防災情報システムでは、すべてのクライアントで電子メールが使用可能であり、一般事務連絡、緊急連絡、応援要請等を電子メールで行う。
マスタデータメンテナンス機能	データベース上で管理されているマスタデータのメンテナンス、及びデータベースに登録されている災害情報の外部記憶メディアへのバックアップを行う。
システム管理機能	システムの維持管理のために以下の機能を保有している。 <ul style="list-style-type: none"> ● ネットワーク機器の状態監視機能 ● システムログ類の格納と自動削除機能 ● 全クライアントへのアプリケーションプログラムのダウンロード機能 ● システムの稼働状況を記録する稼働ログ機能 ● DATテープにデータを自動バックアップする機能

ルにTCP/IPを使用するので、IPアドレスの設計が必要である。IPアドレスには、インターネットで使用可能な“グローバルアドレス”及び閉じたネットワーク内部でのみ使用可能な“ローカルアドレス”があるが、防災情報システムは、インターネット等の外部ネットワークに接続されない閉じたネットワークであるため、IPアドレス体系にはクラスAのローカルアドレスを採用した。

また、アドレス体系は、将来のシステム拡張を考慮して決定している。

3.1.3 DNS(Domain Naming System)

表3. データベースの容量

項目	仕様
データベースシステム	Oracle7.2
同時接続数	200ユーザー
データ容量 (参考値)	
被害情報データ	約70万件
SGML文書データ	約5Gバイト
広域応援情報データ	約4,000件
緊急消防援助隊情報データ	約500万件
ヘリコプター情報データ	約10万件
地震情報データ	約100万件
システム情報データ	約2万件
稼働ログデータ	約100万件

防災情報システムは、接続されるクライアントの台数が多く、また県や市町村などが全国に散在しているため、DNSを導入してIPアドレス管理を容易化した。

DNSは、覚えにくいIPアドレスをドメインという概念で管理するサービスであり、DNSを導入することによってIPアドレスを持つすべての機器を固有に付けられた名前で管理することが可能になる。

3.1.4 SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)

地震データの伝送、職員への事務連絡の実現手段として、電子メールを採用している。プロトコルには、広域ネットワークに適しておりインターネットでも使用されているSMTPを採用した。

3.2 データベース構築

データベースシステムには、大規模なネットワークシステムで実績の多いOracle^(注2)を採用した。防災情報システムでは、データベースサーバ上に構築したデータベースシステムを全国のクライアントからSQLネット(データベースアクセス用プロトコル)でアクセスする集中型データベースシステムの形式で構築した。

(注2) “Oracle”は、米国Oracle Corp.の商標である。その他、会社名及び製品名は各会社の商標である。

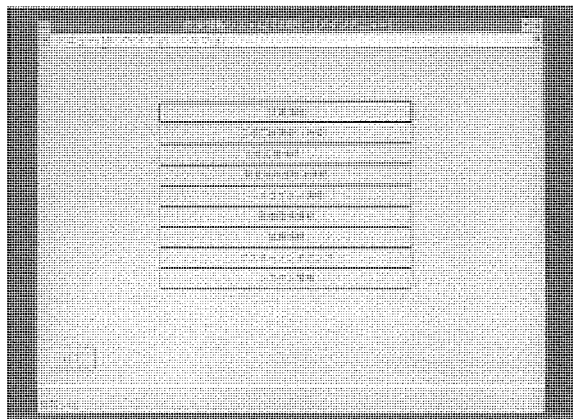


図2. メインメニュー画面

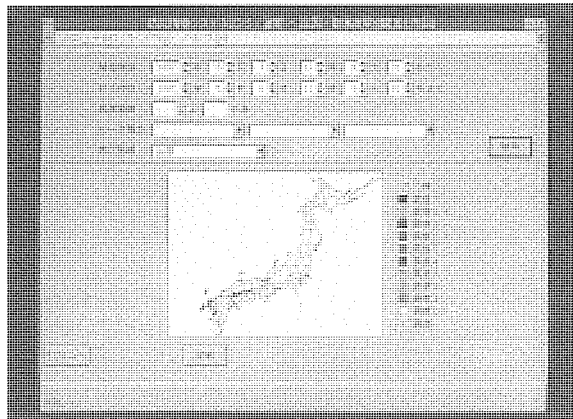


図4. 全国・都道府県別震度分布図画面

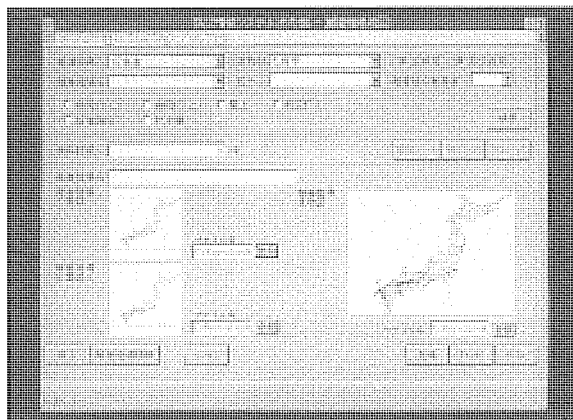


図3. 離着陸場地図画面

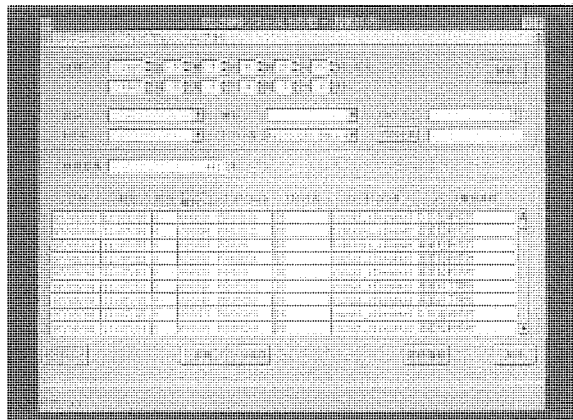


図5. 稼働ログ画面

このデータベースでは、災害情報や自治体の防災関連情報を全国のクライアントで利用し、広範囲な大規模災害においても迅速な“情報収集”“自治体や各関係機関の連携及び相互支援”を実現するため、次のような情報を管理している。

- 被害情報データ
- 地域防災計画マニュアルのドキュメントデータ
- 災害時用応援物資の在庫管理情報データ
- 災害時用応援人材の情報データ
- 緊急援助隊の部隊数情報データ
- 災害時に援助活動可能なヘリコプター情報データ
- 震度、震源地等の地震情報データ

またこのデータベースは、上記に示すデータを全国レベルで利用するため、表3に示すような容量を持っている。

4. 業務アプリケーションの画面例

防災情報システムにおいて職員が運用する業務アプリケ

ーションは、2.3節で述べたとおりである。以下にそれら業務アプリケーションの画面例を紹介する(図2～図4)。

5. むすび

阪神・淡路大震災により、国を始め各自治体で防災に対する関心が急速に高まり、各々の地域防災計画の見直しが進められてきた。この中で、災害発生直後の状況把握と迅速な広域救援活動がますます重要視されてきている。今回、このような全国規模の防災情報システムが構築できたことで、万一災害が発生したとき、このシステムがその救援活動と復旧活動に重要な役割を果たすと確信している。

なお、このシステムは初期構築段階を終えたところであり、防災対策に関して更に大きな効果を発揮できるよう、今後とも努力していく所存である。

最後に、このシステム構築に当たってご指導いただいた自治省消防庁の関係の方々に厚くお礼申し上げます。

防災用AVシステム

森田健司*
岩辻一郎**

要旨

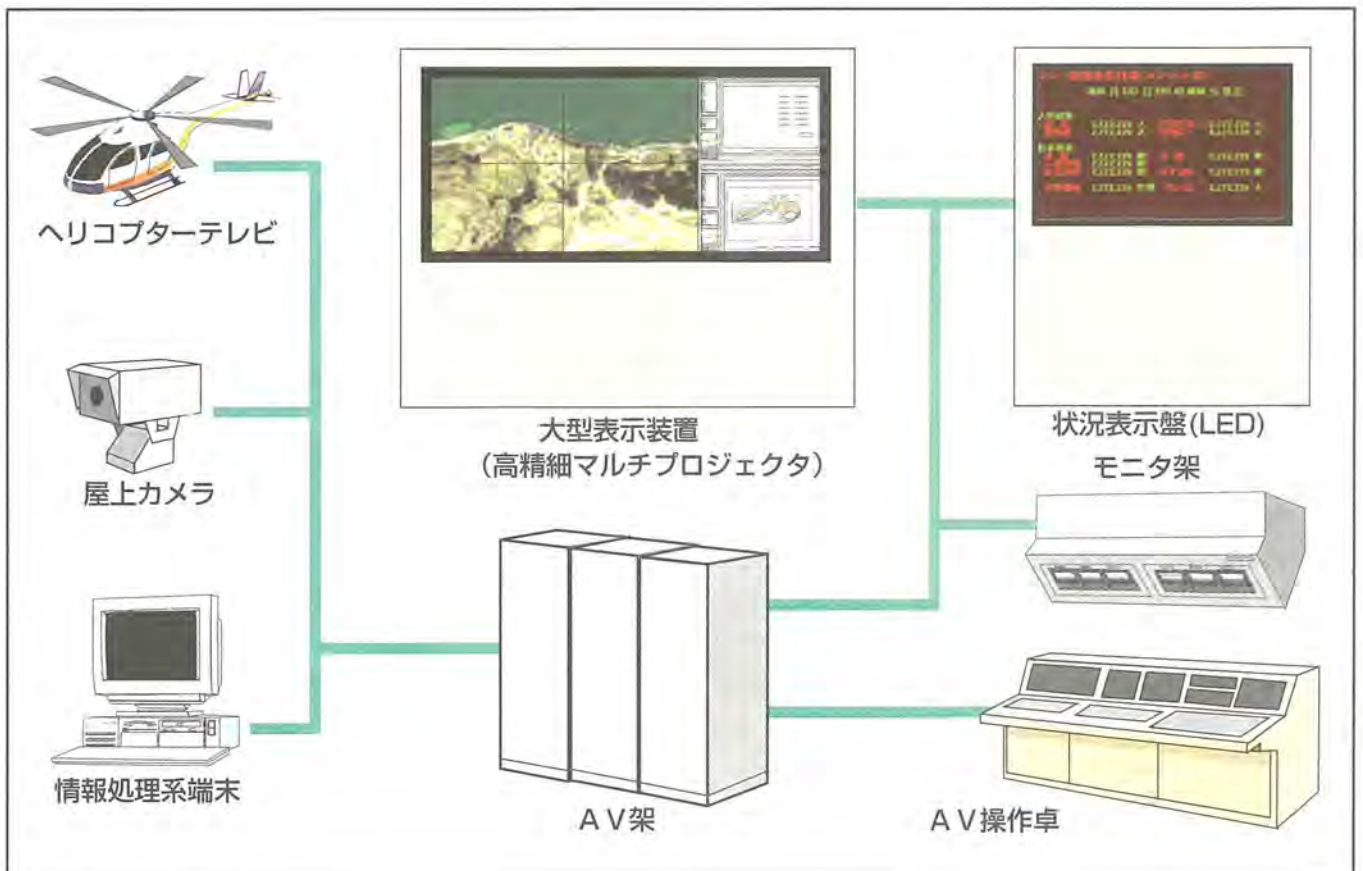
各自治体では、近年頻発する災害による被害を最小限にとどめるために、各種の防災用システムの整備や計画が進められている。災害状況の把握に映像や音声等を用いることは、より迅速かつ正確な災害対策活動の立案を行う有効な手段であり、防災用AVシステムの整備を実施する自治体も増えている。

鹿児島県では、1997年2月に災害対策本部室設備として、防災用AVシステムを導入した。鹿児島県の防災用AVシステムは、災害対策活動に関連する他のシステムの端末画面等の表示も必要なことから、通常のビデオ信号から高解像度な画像信号まで表示を可能とする高精細プロジェクタを採用した。また、この高精細プロジェクタには、スペースの有効活用を図りながら、提供する情報量を自由に替えられる50インチ6面マルチ構成とした。

オンラインで接続可能な他のシステムの情報については、状況表示盤を用いて文字情報としての提供も行う。

システムの操作はAVワークステーションによって行う。AVワークステーションはGUIを備え、優れた操作性を実現しているだけでなく、静止画の生成と管理、屋上カメラの遠隔監視及び制御の機能を統合している。特に屋上カメラの遠隔監視及び制御については、地図システムを用いてのカメラ操作機能を持ち、目的地の撮影を容易にした。

より迅速な災害対策活動の実現を目指して、デジタルカメラで撮影した災害現地の状況を、携帯電話を用いて災害対策本部へ静止画の送信を行う。また、TV会議システムを用いての出先機関等との連絡調整や準動画伝送等の機能拡張も可能な構成としている。



システム概念図

効率の良い災害対策活動を実施するために、情報収集活動の一環として、災害対策活動に関連する各種システムと防災用AVシステムとを接続する。収集した情報は、大型表示装置や状況表示盤を用いて、情報の特性に応じた形態で災害対策本部員に提供する。

1. ま え が き

1995年1月17日の阪神・淡路大震災において、災害状況の把握に映像・音声を始めとする直観的な情報が威力を発揮した。このように、災害状況を伝える手段として、映像や音声への関心が高まっている。三菱電機では従来から防災用の“映像・音声システム”(以下“防災用AVシステム”という。)を手掛けてきており、数々の実績を持っている。

本稿では、防災用AVシステムの概要を、先進事例である鹿児島県防災AVシステムを例に紹介する。

2. 防災用AVシステムの概要

災害対策活動の中心となる災害対策本部では、風水害等の各種の災害の発生に際して、災害現地から刻一刻と集まる情報を収集・統合する。災害対策本部では、統合化された情報を基に、災害対策活動の立案及び実施を迅速かつ的確に行うことが求められる。

情報の収集には、防災行政無線網等の通信系システムを利用する。収集した情報のうち、オンライン処理や定型処理が可能な情報については、情報処理系システムで蓄積や集計を行う。防災用AVシステムは、収集や集計された情報をそれぞれの情報の特性に適した映像や画像・音声の形態で災害対策本部員(以下“本部員”という。)に提供する。防災用AVシステムと関連するシステムとの関係を図1に示す。

災害対策本部室では、災害発生時に多人数の本部員による頻繁な往来が発生することが多く、十分な動線の確保が求められる。また、大型表示装置や状況表示盤の視認性を考慮した設置スペースに対する配慮を始め、電源や空調の容量、ケーブルルート、搬入経路の確保、照明や床荷重に対する配慮が求められる。

3. 先進事例の紹介

— 鹿児島県防災AVシステム —

3.1 概 要

鹿児島県では、'96年10月に新県庁舎がオープンすることに合わせて、災害対策本部室設備(以下“鹿児島県防災AVシステム”という。)の運用を開始した(本運用は'97年2月開始)。この鹿児島県防災AVシステムの各種設備は、効率の良い対策活動の実現を目指して、各機能ごとに次の3室に分散して設置されている。

(1) 災害対策本部室

災害発生時に開かれる災害対策本部の応急対策の審議・実施を行うことを目的に、大型表示装置(高精細50インチ6面マルチプロジェクタ)を始めとして、状況表示盤、会議マイクシステム等を設置したシステムの中心施設である。

(2) 消防防災課事務室

消防防災課職員が平常時の業務を行う部屋である。ここに各種モニタ盤を設置して、平常時から災害発生の監視を行えるようにしている。

(3) AV操作室

関連するシステム等から情報収集と、災害対策本部や消防防災課の各種モニタ盤への表示等の各種の操作を行う。

災害対策本部室及びAV操作室の全景を図2、図3にそれぞれ示す。

3.2 システムの特長

鹿児島県防災AVシステムの主な特長を次に示す。

(1) 高精細50インチ6面マルチプロジェクタの採用

防災用AVシステムの映像・画像情報の入力ソースは、災害現地のビデオ映像を始めとして、災害対策活動に関連する他の情報システム端末の画像など多岐にわたる。これら入力ソースを状況に応じた豊富な表示パターンで本部員に対する情報提供を可能にしている。

(2) 状況表示盤の採用

オンライン接続が可能な災害対策活動に関連する他のシステムからデータを受信して、文字の形態で、気象注警報を始め各種の情報を提供する。

(3) AVワークステーション(AV-WS)の採用

システムの操作部にAV-WSを採用した。システム機器の制御を、GUIを備えたワークステーションを用いて行う。システムの制御機能以外にも、映像の静止画への生成機能とその管理機能や、屋上カメラの遠隔監視及び制御機能を持っている。

3.3 システムの構成と機能

3.3.1 システム構成

システムを構成する装置は、入力装置部、出力装置部、操作制御装置部の三つに大別することができる。システム

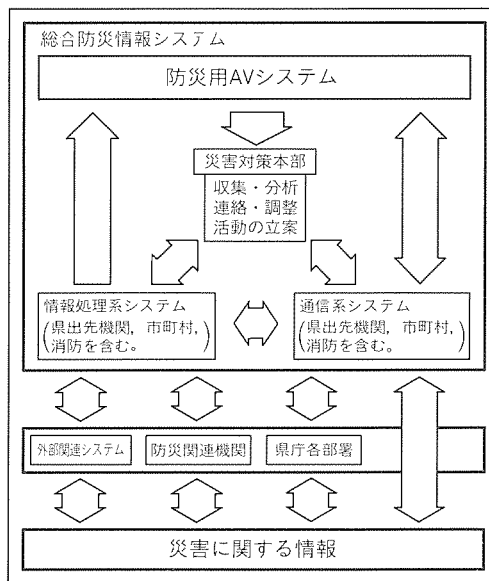


図1. 防災用AVシステムの概要と事例



図 2. 災害対策本部室

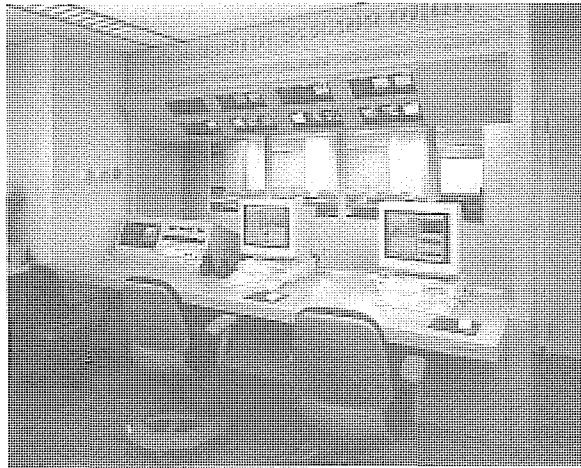


図 3. AV操作室

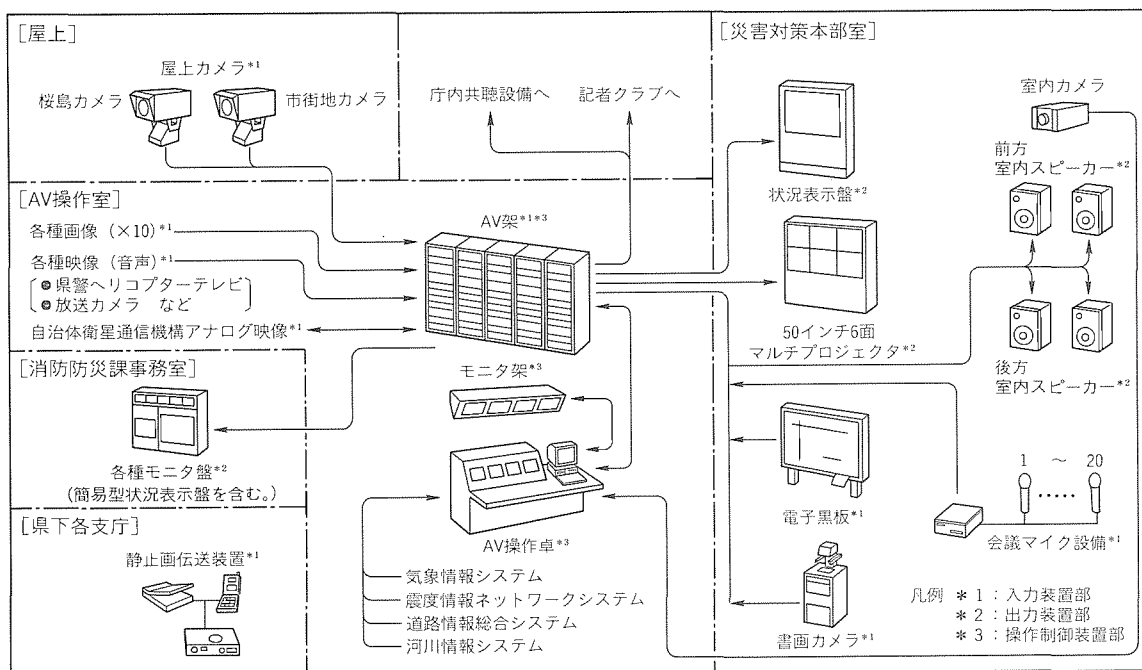


図 4. システム構成

構成を図 4 に示す。

(1) 入力装置部

入力装置部は、屋上カメラ、室内カメラ、チューナ (AV架に実装)、静止画伝送装置、VTR装置 (AV操作卓に実装)、電子黒板、書画カメラ、会議マイク設備、各種映像・音声入力、及び各種画像入力からなる。

(2) 出力装置部

出力装置部は、高精細50インチ6面マルチプロジェクタ、状況表示盤、各種モニタ盤、及び室内スピーカーからなる。

(3) 操作制御装置部

操作制御装置部は、AV操作卓、モニター架、及びAV架からなる。

3.3.2 入力装置部

(1) 屋上カメラ

33倍ズームレンズ付き (エクステンダ使用の場合、約66倍) の高感度カメラを屋上 (18階) の桜島側と市街地側に設置し、災害の初動期及び継続状況映像を撮影する。AV-WSからパン、チルト、ズーム等の遠隔制御が可能である。

(2) 室内カメラ

6倍ズームレンズ、回転台付きカメラを災害対策本部室後方上部に設置し、室内の会議状況や高精細50インチ6面マルチプロジェクタ、表示状況等を撮影する。AV操作卓からパン、チルト、ズーム等の遠隔制御が可能である。

(3) チューナ

庁内共聴設備からの映像・音声を受信する。受信チャンネルは全15チャンネルの中から任意に選択ができる。

(4) 静止画伝送装置

小型静止画カメラと携帯電話を組み合わせて、災害現地

で撮影した静止画を公衆回線や衛星公衆回線を使用して送る移動局(県下12支庁に配備)と、移動局から送られた静止画を受信し再生する固定局(AV架に実装)がある。

(5) VTR装置

重要な映像・音声の録画と、録画映像・音声の再生を行う。設置した3台のうち2台はVHS方式で、1台は8mm方式を採用している。

(6) 電子黒板

災害対策本部室での会議に使用し、黒板に書かれた文字・図形を画像情報に変換して送出する。

(7) 書画カメラ

災害対策本部室での会議に使用し、写真や図面等の印刷物を映像情報に変換して送出する。

(8) 会議マイク設備

災害対策本部室の会議音声を会議参加者に拡声するもので、議長優先発言機能がある。拡声音声はカセットデッキによって録音・再生が可能である。

(9) 各種映像・音声入力

上記入力装置のほかに県警ヘリコプターテレビの映像など4種類の映像・音声入力を受信する。

(10) 各種画像入力

各種情報端末から次のRGB信号等による画像入力を受信する。

- 電子黒板×1
- 気象情報端末×1
- 県河川情報端末×1
- 県道路情報端末×1
- 震度情報ネットワーク端末×2
- 将来増設×3

3.3.3 出力装置部

(1) 高精細50インチ6面マルチプロジェクタ

リア投射型で、高精細な映像・画像(コンピュータ画像)の表示を行う。

表示パターンは、1種類の映像又は画像を50インチ4面に表示する拡大表示と、50インチ1面にそれぞれ表示する個別表示が可能である。災害対策本部室の前面中央に設置し、本部員に最適な映像・画像の提供が可能である。通常の操作はAV操作卓で行うが、このプロジェクタの表示切換えと、その映像に付随する音声の音量調整は、専用のワイヤレスリモコンで災害対策本部室からも操作可能である。

(2) 状況表示盤

3色のLED表示装置により、気象情報端末と震度情報ネットワーク端末及びAV-WSからの各種情報を、文字情報として表示を行う。気象と地震・津波に関する予警報は、他の表示に優先して行う。表示する情報とその内容を表1に示す。

(3) 各種モニタ盤

消防防災課事務室に設置し、消防防災課職員の災害活動組織への円滑な移行と災害対策会議の進行をサポートするために、14インチ映像モニタTV装置5台、37インチ画像モニタ装置1台、BSチューナ内蔵VTR装置1台、スピーカー1式、及び簡易型状況表示盤1台を集約したモニタ盤である。各種モニタ盤の外形を図5に示す。

映像モニタ及び画像モニタのチャンネル切換え、VTRの操作、スピーカの音量調節は専用のワイヤレスリモコンを使用し、消防防災課課長席からの操作を可能にした。

(4) 外部への出力

鹿児島県防災AVシステムから次に示す関連する部門へ映像・音声を出力し、災害対策活動の状況や災害の情報を連絡することが可能である。

- 記者クラブ×1系統(5分配出力)
- 庁内共聴設備放送室×1系統
- 自治体衛星通信機構の通信設備×1系統

3.3.4 操作制御装置部

(1) AV操作卓・モニタ架

システムの操作部を集約し、入力情報を確認しながら、出力装置への信号配信や入力装置の遠隔制御を行う。操作の中心になる2台のAV-WSのほかに次の操作が可能である。

- 室内カメラの遠隔制御
- システム電源のON/OFF
- カセットデッキの録音・再生・早送り・巻き戻し等

(2) AV架

システムの入出力信号を収集・分配し、操作部からの制御指示によって出力装置等へ配信する。また、一部の下記機能の操作を行う。

- 静止画伝送装置の受信・再生
- 映像・音声、画像バックアップ系統の接続
- 屋上カメラ(桜島側)のローカル制御

3.4 主要機器の機能

3.4.1 AV-WS

少ない操作員で迅速にかつ確実にシステムを運用するために、操作部を集約したAV-WSを納入した。AV-WSは通常のAVシステムで行われる画像・映像・音声の入出力制

表1 状況表示盤に表示する情報

情報名	内容
気象情報	気象注警報発令, 積算雨量情報
地震・津波情報	震度速報, 津波予報, 地点震度
災害情報	被害総括情報, 被害総括(ライフライン), 被害情報(人的被害・住家被害), 県内震度
マニュアル入力	雨量/水位情報, 措置総括情報, 措置情報, 物資管理状況一覧
自由文書表示	自由文書

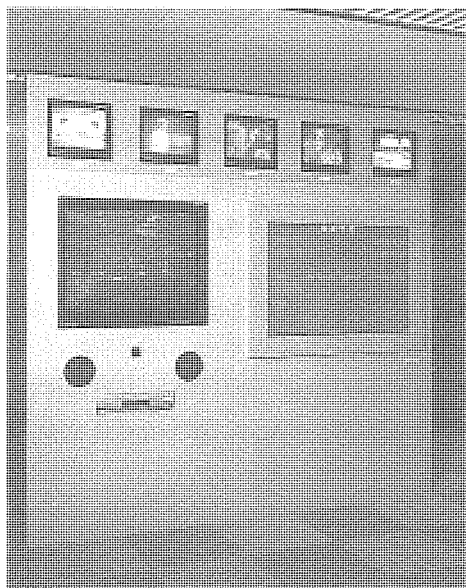


図5. 各種モニタ盤

御に加えて、以下の特長がある。

(1) 静止画ライブラリ

AV-WSに入力されている映像を取り込み、JPEG静止画ファイルとして圧縮保存・管理する機能を実現している。再生時はJPEG伸長の上、映像信号に変換して各出力機器に出力する。操作画面上では、入力映像のビデオウィンドウ(動画)と出力映像の映像ウィンドウ(静止画)を同時表示し、確認及び保存する際の操作性を向上している。

静止画に表2の属性を付加する機能があり、検索を容易にしている。

(2) 状況表示盤及び簡易型状況表示盤の表示制御

(a) 自動更新機能

外部システムである気象情報端末と震度情報ネットワーク端末の情報をLANを利用してAV-WSに取り込み、状況表示盤及び簡易型状況表示盤に表示しているデータを自動的に最新データに更新する。

(b) 警報優先表示機能

気象及び地震・津波に関する予警報が発令された場合に、所定の画面を優先して表示する。

(c) 表示種類の切替制御

AV-WS上のウィンドウで表示する情報の種類の切替えを行う。また、表示される内容は、確認ウィンドウで事前に確認できる。

(d) 表示内容の編集

自由文書やマニュアル入力の情報を、ウィンドウ上で編集することができる。

(3) 屋上カメラ制御機能

AV-WSで屋上カメラ2台を制御する。制御機能として、手動操作機能のほかに、地図システムを用いてカメラをいち早く目標地点に向ける地図連動機能と半無人運転を可能

表2 静止画に付加させる属性情報

情報名	内容
表題	文字
発生日時	年, 月, 日, 時, 分
災害種別	風水害, 水害など
被害種別	人的, 住家など
発信元	都道府県名, 市町村名
キーワード	文字

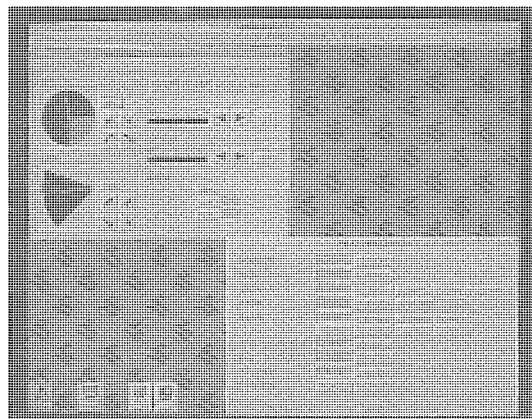


図6. 屋上カメラ制御の画面例

にする巡回カメラ制御機能を持ち、更なる操作性の向上を実現している。屋上カメラ制御の画面例を図6に示す。

(a) 手動操作機能

手動操作画面により、回転台のパンとチルト、カメラのズームとフォーカス、カメラケースのウィンドウウォッシャーやワイパーによる曇り除去、及びカメラの画質調整の制御をする。手動操作によって決定した操作最終情報を保存し、次のシステム運用の際に同じ状況を撮影することができる。

(b) 巡回カメラ制御機能

あらかじめ設定した幾つかの地点を自動巡回する機能である。あらかじめ自動巡回したい地点を複数定めることによって実現する。巡回地点の設定のほかに次の項目設定が可能である。

- 巡回実行：実行, 停止, 一時停止
- 巡回速度の変更：高速/低速
- 巡回の繰返し実行：する/しない

(c) 地図連動機能

カラー地図上の位置を指定することにより、その方向へカメラを向ける機能と、あらかじめ住所・電話・目標物・町名・氏名を登録した地図データを利用して目標とする地点を検索し、その地点にカメラを向ける機能がある。カメラ連動時はカメラの撮像位置を、検索連動時には検索結果登録位置をウィンドウの中心に表示する。

地図データには1/15,000のカラー地図35枚分をデータ化している。また、内部処理によって3段階(1倍、

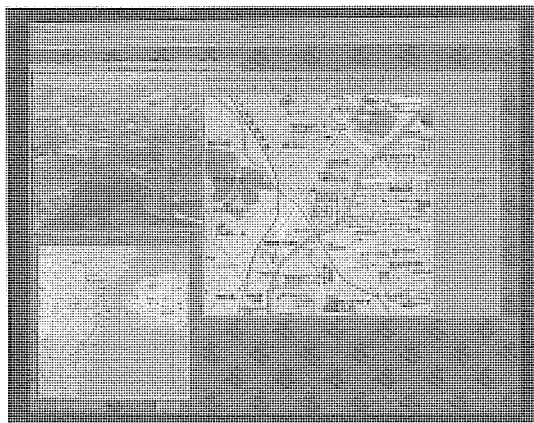


図7. 地図ウィンドウの画面例

2倍、4倍)の拡大を可能にし、より見やすくしている。
地図ウィンドウの画面例を図7に示す。

(4) 画像・映像・音声切換え

システムに入力される画像、映像及び音声を各出力機器へ出力する。音声については、室内スピーカの音量調節機能を備えている。また、AV-WS操作画面上で入力映像の確認ができる。

(5) 高精細50インチ6面マルチプロジェクタ表示操作

高精細50インチ6面マルチプロジェクタの操作を行う機能で、表示ソース、表示モード等を選択し、プロジェクタへの出力を行う。

(6) VTR操作

3台のVTRをそれぞれに独立したウィンドウで操作する。操作状況はビデオウィンドウで確認する。

(7) 庁内共聴チューナ操作

ウィンドウで庁内共聴チューナのチャンネルの選択を行う。

(8) リモコン登録内容編集

災害対策本部室に設置するワイヤレスリモコンの登録内容の編集を行う。

(9) システム警報表示

システム運用時に発生したエラーや警報を、一覧形式で確認する。各装置とAV-WSを制御用LANで結び、各装置と制御情報を交換する。

(10) 訓練表示

訓練時に、表示画面の所定の位置に“訓練”の文字を表示する機能である。

3.4.2 高精細50インチ6面マルチプロジェクタ

災害現地のビデオ映像や災害の状況を集計した各種端末の画面の表示を行うプロジェクタは“防災用AVシステムの顔”とも言える装置である。

防災用AVシステムの大型表示装置には、高精細な端末の画像もそのまま表示する性能を持った高精細タイプのプロジェクタが求められる。

表示する内容の視認性を向上させるためには、より大画

面のプロジェクタが必要になるが、その一方で、同時に複数の情報提供も求められる。そこで、鹿児島県防災AVシステムでは、大型表示装置として当社が開発した高精細50インチ6面マルチプロジェクタを採用している。

3.4.3 状況表示盤・簡易状況表示盤(LED表示装置)

災害対策本部室の状況表示盤と消防防災課事務室の各種モニタ盤内の簡易状況表示盤には、文字による重要な情報の表示を行う。文字の表示にはLED(3色)の表示素子を用いている。

地震情報、気象注警報、県内で発生した被害状況、及び各市町村の活動状況を状況表示盤や簡易状況表示盤上に表示し、迅速な災害対策活動の支援を行うことを目的としている。災害対策本部室の状況表示盤に表示する内容を簡易型状況表示盤にも表示する。

3.4.4 静止画伝送装置

デジタルカメラを用いて撮影された災害現地の静止画をデジタル携帯電話を利用して災害対策本部室へ送信することにより、被害状況の連絡を行う。また、デジタル携帯電話が通じない地域に対しては、サテライトポータブルホン(衛星通信)を利用して県内すべての範囲をカバーする。デジタルカメラ、デジタル携帯電話の使用により、アナログ回線に比べて、軽量で画像劣化がなく、送信時間も短縮できた。なお、静止画伝送装置で取り扱う静止画もAV-WSの静止画ライブラリへの保存が可能である。

4. むすび

災害対策活動を支援する防災用AVシステムの位置付けや、先進事例である鹿児島県防災AVシステムについて述べた。最近の運用実績からも防災用AVシステムの有効性と重要性が評価されており、今後更に導入の気運が高まるものと想定される。

一方、技術面では、映像の圧縮、蓄積、高精細マルチ表示など日々進歩しており、今後はプラズマディスプレイや液晶方式・DMD方式プロジェクタのシステムへの適用や、情報処理系システムとの融合を更に進めてインターネットやイントラネットによる映像情報の提供を行うなど、より使いやすく有効なシステムの開発に取り組んでいく所存である。

また、鹿児島県防災AVシステムの構築に際しては、鹿児島県消防防災課を始めとして、多くの方々からの御指導、御意見を頂くことができ、深く感謝する次第である。

参考文献

- (1) 今井直治, 金子訓士, 岸田和之, 森田俊二, 今飯田哲: 東京都防災情報システム, 三菱電機技報, 61, No.5, 581~588 (1992)

高機能ヘリコプターテレビシステム

金子訓士* 塩谷浩平+
 久野信幸**
 森田俊二***

要旨

災害時における被災状況の把握は、対策活動を行う上で重要な条件である。特に災害発生初期の活動はその後の被害拡大の防止に大きな影響を与えるが、混乱した状況下での情報収集は大きな困難を伴う。

ヘリコプターテレビシステムは地上の混乱の影響を受けずに広域状況を把握する手段として注目されているが、災害対策への活用の際に、以下の課題がある。

- 撮影された映像の位置が分からない
- 映像の記録はVTRのみであり、任意の映像を検索できない
- 映像から把握した被害情報を管理する手段がない

三菱電機は、これらの課題を解決し、発災初期の被災状

況をリアルタイムに把握するシステムとして、ヘリコプターテレビ映像の高度活用システムである“高機能ヘリコプターテレビシステム”を開発した。高機能ヘリコプターテレビシステムは地図情報の活用によって映像の管理や被害状況の管理を実現しており、本稿ではシステムの特長、機能、構成について紹介する。

また、このシステムはヘリコプターテレビ映像と地図情報のリアルタイム連動を実現したシステムであり、災害対策以外にも応用範囲は広い。災害用途を始めとして、映像情報をより有効に活用するために、更に高機能化・高性能化への検討を進めていく。



高機能ヘリコプターテレビシステムの機能イメージ

高機能ヘリコプターテレビシステムでは、被災地上空を撮影中のヘリコプターから送られてくる映像と位置情報を、リアルタイムに地図画面上に表示する。映像と位置情報は関連付けて管理され、操作員は任意の地点での撮影映像を容易に検索して利用することができ、映像から認識した被害状況を地図上で一元管理することができる。

1. ま え が き

阪神・淡路大震災において、ヘリコプターに搭載されたカメラで撮影された上空からの映像が強烈なリアリティを持って地上の被災状況を伝えたことは記憶に新しい。ヘリコプターテレビシステム(以下“ヘリテレシステム”という。)の災害対策への活用は、発災直後から広域状況を把握できる情報収集手段として注目されている。

三菱電機はかねてからヘリテレ映像の災害対策への活用に着目しており、上空からの撮影映像を基に被害情報の管理を実現する“高機能ヘリテレシステム”を開発した。

2. システム概要

2.1 システムの目的

被害の拡大を防止するためには発災初期における効果的な対応が重要であり、初動体制をいかに確立するかが災害対策上の大きなテーマである。初動体制確立には被災状況を把握することが不可欠であるが、災害が大規模になればなるほど地上経由の情報収集は困難となる。

ヘリコプターは地上の混乱の影響を受けにくく、機動性に富んでいることから、ヘリテレシステムによって得られる上空からの撮影映像は発災初期における貴重な情報として期待されている。

しかし、通常のヘリテレシステムは上空から撮影した映像のみの伝送を目的としており、地上で利用できる情報は必然的に映像情報のみである。高機能ヘリテレシステムでは、映像に撮影位置や撮影範囲などの情報を付加することにより、映像に映し出された対象が地図上のどこであるかを管理することができる。したがって、ヘリテレ映像によって得られた情報を即座に対策活動へ反映することが可能となる。

2.2 システム構成

高機能ヘリテレシステムは、大きく分けて機上系と地上系で構成される。高機能ヘリテレシステムの全体構成イメージを図1に示す。

(1) 機上系

ヘリコプターに搭載されるサブシステムであり、カメラ装置(可視カメラ/赤外線カメラ)、GPS(Global Positioning System)受信機、データ伝送装置、映像送信装置などで構成される。全体システムの中には映像や位置などを得るためのセンサ部としての機能があり、これらの情報をヘリテレ回線を介して地上へ送出する。

(2) 地上系

ヘリテレ受信局経由で入手した機上系からの情報の処理・蓄積管理を行う機能を持ったマンマシン部である。データ管理部、地図処理部で構成され、ヘリテレ映像の管理、ヘリコプター航跡の管理、被害情報の入力・管理などを行う。

(3) 情報の伝送方法

機上系から地上系への映像や位置などの情報は、すべて映像信号として伝送している。したがって、伝送路は通常のヘリテレ回線を利用することができ、高機能ヘリテレシステム用に特別な伝送路を設ける必要はない。また、既にヘリテレシステムを構築している場合にも受信局などの設備はそのまま利用することができ、容易に高機能ヘリテレシステムへ移行することができる。

3. 機能と構成

3.1 機上系システム

3.1.1 機能と構成

機上系システムは、通常のヘリテレシステムの機上設備に位置測定及び地上へのデータ伝送の機能を付加したものである。また、災害がどのような状況において発生しても運用可能とするため、高感度カメラと赤外線カメラを同一のカメラ防振装置に搭載し、夜間や霧・煙などによる視界不良時にも地上の撮影が可能な構成としている。

また、位置データやカメラデータなどの地上への伝送は映像信号に重畳する方式を採用し、映像伝送回線(ヘリテ

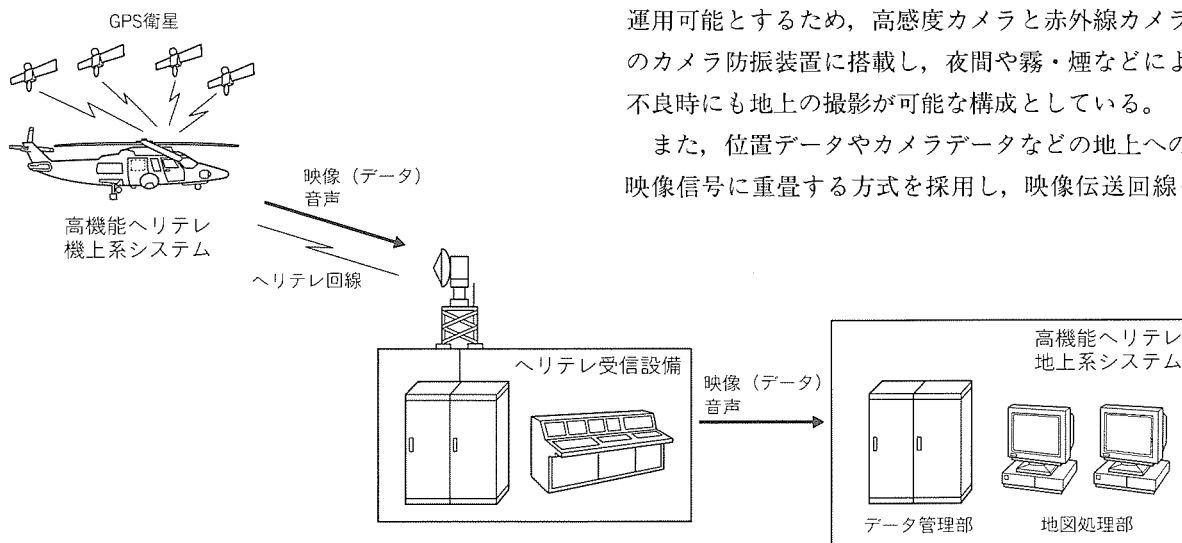


図1. 高機能ヘリテレシステムの全体構成イメージ

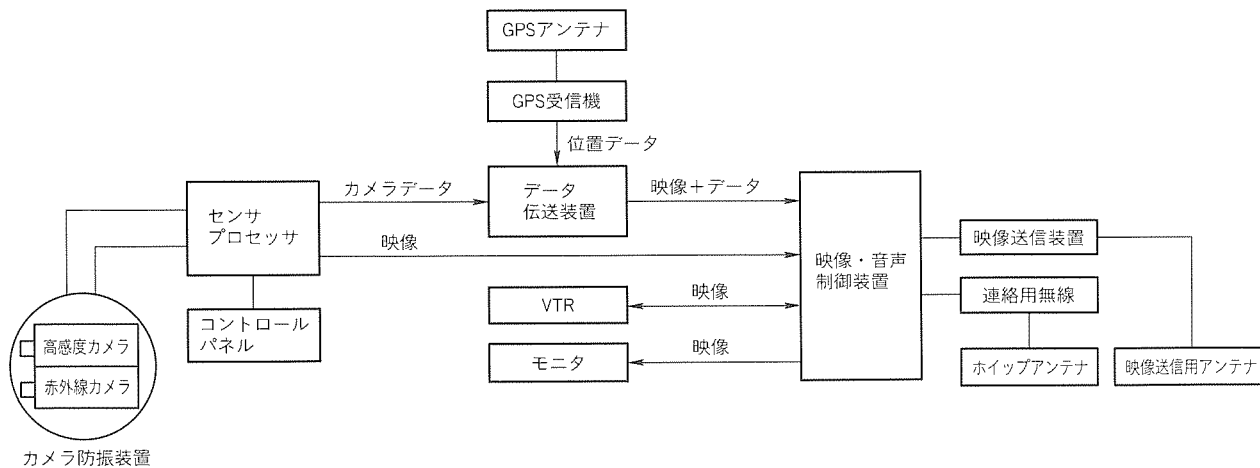


図2. 機上系システムの構成

表1. 機上系構成機器の概要及び概算質量

構成区分	構成機器	質量 (kg)
カメラ防振装置	ジンバル カラーカメラ 赤外線カメラ センサプロセッサ コントロールパネル	82.0
データ伝送機器	GPSアンテナ GPS受信機 データ伝送装置	11.5
映像音声伝送機器	映像音声制御装置 映像送信装置 映像送信用アンテナ 連絡用無線装置 VTR モニタ	40.5
ぎ装部品 ケーブル等	機器取付けラック ジンバルフレーム 機器間ケーブル	21.0
構成機器質量合計		155.0

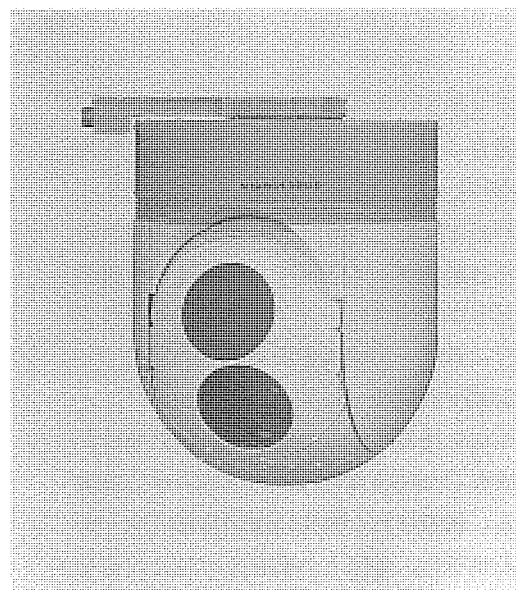


図3. MG20の外観

レ回線)による映像とデータの同時伝送を実現している。

機上系システムの構成を図2に、機上系構成機器の概要を表1に示す。

3.1.2 機上系システムの特長

(1) 高機能ヘリテレシステムでは、通常のヘリテレシステムよりも構成機器が多くなる。ヘリコプターへの機器搭載はスペースや質量に対する制約が厳しいため、各構成機器は小型軽量化が要求される。今回開発した機上系システムは、2人分の座席スペースに主要機器を搭載可能とし、かつ航空法上の乗員体重2人分となる154kgにほぼ等しい構成機器質量(表1)を達成した。

(2) カメラ防振装置としては、図3に示す小型軽量のデュアルセンサ(品名:デュアルアイズ, 型名:MG20)を開発した。MG20は、高感度カラーカメラと高解像度赤外線カメラ(サーマルイメージャIR-M700相当品)を高倍率レンズとともに直径500mmの半球型ジンバルに内蔵している。機外に懸架するジンバルのサイズ及び質量はヘリコプター

の運行速度や航続距離に大きな影響を与えるが、MG20は飛行への制約を最低限に抑えることができる。

(3) データ伝送装置は地上への伝送データを映像信号へ重畳する機能を持つが、伝送路状態の影響を受けにくくするために、データ符号化はBCH方式とインタリーブ方式を併用して伝送の信頼性向上に努めた。また、位置データなどリアルタイム性の高いデータの伝送を優先するように配慮した。

3.2 地上系システム

3.2.1 機能と構成

地上系システムは、機上系から送られる映像とデータを管理するデータ管理部と、地図情報をベースに各種情報を提供する地図処理部で構成される。地上系システムの構成を図4に示す。

地上系システムでは、データ管理部と地図処理部を連携して動作させることにより、以下の機能を実現している。

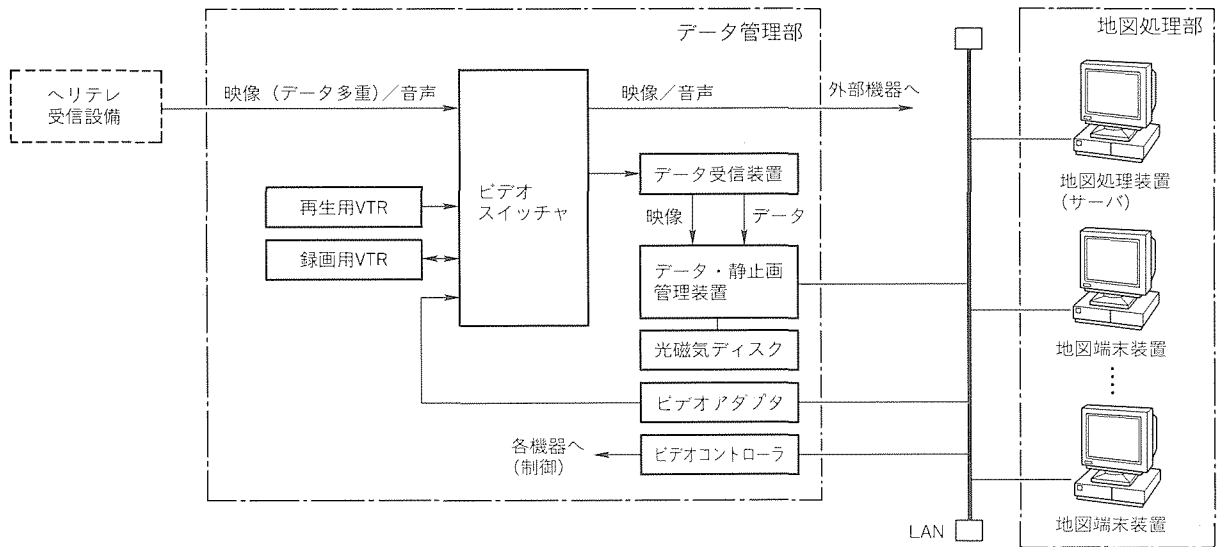


図4. 地上系システムの構成

(1) トラッキング機能

機上系からのリアルタイム情報又は再生用VTRから得られる情報により、ヘリコプター位置に対応した静止画データ、撮影範囲などのデータを自動生成して蓄積すると同時に、撮影映像とともに地図上にヘリコプター位置をリアルタイムに表示する機能である。

(2) 静止画検索機能

撮影地点を指定することにより、該地点において撮影した映像(静止画)を検索表示する機能である。検索された映像は地図情報と同一画面上に表示され、地図との関連を容易に知ることができる。また、蓄積された静止画像を外部機器へ出力することも可能である。

(3) 被害情報管理機能

映像から認識した被害を地図上で管理する機能である。地図上への被害情報の入力を簡単な操作で行うことができ、種別・内容・時刻などの情報も併せて登録することができる。入力した情報は、種別や時刻などによって検索することも可能である。また、ヘリコプター以外から入手した情報も同じ地図上で管理することができ、災害時における被害情報の速報管理機能として利用できる。

(4) 情報管理機能

システムの運用によって発生する映像情報や航跡情報の管理を行う機能であり、システム内蔵の磁気ディスク装置に蓄積された情報の検索利用や外部記憶媒体(光磁気ディスク装置)への保存/再読み込みなどを行う機能である。

3.2.2 地図処理部

地図処理部は、データ管理部との間で航跡データの通信を行うサーバ(地図処理装置)と複数の端末(地図端末装置)で構成される。地図処理装置及び地図端末装置は、地図検



図5. 地図処理部表示画面例

索システム(GX)をベースに開発したものであり、ビデオボードを組み込んだエンジニアリングワークステーション(EWS)を使用している。NTSC信号で取り込まれる映像やJPEG圧縮された画像データはビデオボードによって画面上に表示され、地図情報と映像を同一画面(CRT)上に表示可能としている(図5)。

このシステムでは、地図検索システムの基本機能であるラスタ又はベクトルデータで構成される地図情報をCRT上に表示する機能を利用して、ヘリコプターの位置と航跡、カメラの撮影枠を地図上に表示する。同時にヘリコプターからの映像を同時に表示することによって、被害発生位置の特定を行うことができる。

このシステムは高速で移動するヘリコプターをリアルタイムに地図上で追跡表示する機能を実現したことに大きな長があるが、ヘリコプターの位置を地図上に表示する場合、次の問題が発生する可能性があった。

(1) 航跡データの収集周期が長い場合、地図上に表示されているヘリコプターの位置の更新周期も長くなるので、カメラの映像の表示位置とのずれが大きくなる。

(2) データ管理部からの航跡データの受信がカメラの映像入力よりも遅れた場合、映像に対応するヘリコプターの位置を即時に地図上に表示できない。

地図処理装置は、これらの問題に対応するために、最新の航跡データを基に次の予測処理を組み込むことによって上記問題の解決を図った。

●航跡予測データの発生による航跡の補間

●映像に対する航跡データ遅延の予測

なお、地図上には実際の航跡を実線で表示し、予測航跡を点線で表示することとした。

地図処理装置は、これらの機能を実現するために、図6のようなプロセス構成を採った。システムの拡張性とソフトウェアの再利用性を高めるために、サーバと端末が同一のプロセス構成となるように工夫した。

ただし、データ管理部の負荷を抑えるために、データ管理部からの航跡データの受信はサーバのデータ送受信プロセスのみが行い、端末の送受信プロセスへ中継するようにした。また、先に述べたようにサーバ及び各端末に航跡予測プロセスを配置し、航跡予測データを発生させている。

これらのプロセス間通信はすべてTCP/IPを使用して実現しているが、同一ホスト内ではパフォーマンスを考慮してUNIXドメインソケットを採用している。

3.2.3 データ管理部

データ管理部は、機上系から送信されるカメラ映像とデータを受信し、その加工・蓄積を行うとともに、外部の各機器に出力・提供する機能を持っている。高機能ヘリテレシステムでは、映像や各種データを一元的に扱うマルチメディアデータ管理が要求され、データ管理部では、各種映像機器や情報機器を組み合わせるによって実現している。データ管理部を構成する主要な装置は以下のとおりである。

(1) データ・静止画管理装置(F/S)

ビデオボードを内蔵したEWSで、データ受信装置からの航跡データとサンプル化したカラー静止画とを内部の磁気ディスク装置に蓄積保管する。外部の端末との通信はイーサネットで行う。また、周辺機器の遠隔制御も行う。

(2) ビデオコントローラ

各種制御用通信ボードを内蔵するパソコンで、F/Sからの指令で、VTRやスイッチャ等を遠隔制御する。

(3) ビデオアダプタ

JPEG伸長ボードを内蔵したパソコンであり、F/Sからの指令で、JPEG圧縮保管されている静止画を伸長し、外部に映像出力する。

(4) データ受信装置

航跡データが重畳された映像信号からデータと映像とを分離する装置で、データはRS-232C、映像はNTSCで、F/Sに接続されている。なお、重畳信号はリアルタイム信号と再生VTR信号の2種があり、遠隔制御のスイッチャ経由でいずれか一方が選択される。

データ管理部の開発に当たっては以下の点に留意し、映像など大量データのリアルタイムハンドリングを実現するとともに、将来的な拡張性についても十分考慮を行った。

(a) 業界標準のJPEG方式を採用したことで、映像の加工や編集が容易となり、また他の装置とのデータ交換性に優れた構成となっている。

(b) 航跡データと静止画を統合して同一記憶装置内で管理することにより、優れた保守性を実現している。また、将来的な映像管理のオールデジタル化に留意し、動画圧縮方式であるMPEG又はモーションJPEG方式に容易に対応可能となるように配慮した。

4. 高機能ヘリテレシステムの活用

高機能ヘリテレシステムは、ヘリテレシステムの高度発展型システムであるので、災害対策以外へも広く応用することが可能である。

ヘリコプターの活用は各分野において進んでおり、様々な用途にヘリテレシステムが利用されているが、撮影位置の特定は音声連絡に頼っているのが現状である。特に、以下のような緊急性の高い場面で高機能ヘリテレシステムの活用が期待される。

(1) 遭難者救助

山岳地や海上における遭難者の捜索は対象範囲が広く、発見しても位置の特定が困難である。高機能ヘリテレシステムでは発見と同時に位置の特定が可能であり、遭難者の早期救助を図ることが可能となる。

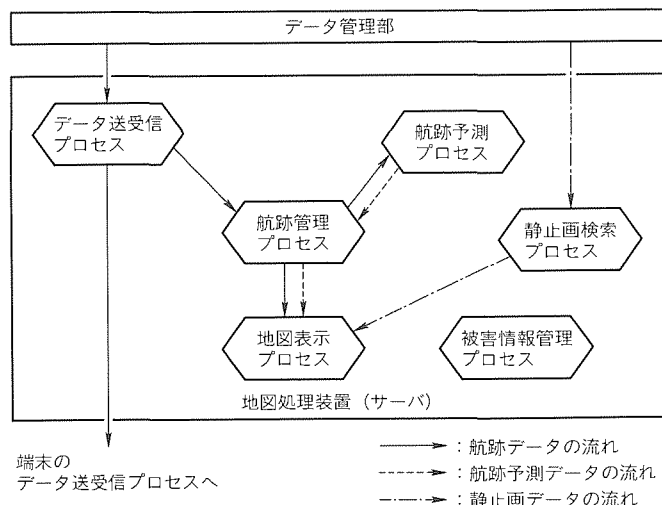


図6. 地図処理装置のプロセス構成

(2) 警察／消防用途

警察や消防の活動は緊急性が高く、ヘリテレシステムの利用も進んでいるが、高機能ヘリテレシステムの活用によってヘリコプターで得られた情報を迅速かつ的確に地上の活動へ反映することができる。

(3) 観測／研究

火山噴火など人が近づけない事象を長期的に観測する際に、上空からの観測によって対象物の映像と位置を同時にモニタできるシステムとして活用が期待される。

5. 今後の課題

高機能ヘリテレシステムは発災初期からの災害対策支援システムとして一連の活動を支援するための機能を持っているが、更に効率的なシステム構築を図るために、今後以下の課題について取り組んでいく。

(1) 情報源の多様化

現状のシステムで扱う情報源(映像ソース)はヘリテレ映像のみを対象としているが、屋上カメラなどヘリテレ以外の映像ソースを取り込んで処理することにより、更にシステムの活用範囲を拡大することができる。また、災害時には隣県等からヘリコプターの応援もあるので、これらの情報の活用も考慮すべきである。

(2) 映像管理の充実

現状のシステムは静止画の管理を主体としており、動画はVTRによる記録のみを行っている。動画像についてもデジタル管理を図ることにより、更に自由度の高い映像管理機能を構築することができる。ただし、動画像は大容量の記憶装置を必要とするので、用途に応じて使い分けことが望ましい。

(3) 被害認識の自動化

映像から自動的に被害を認識する機能であり、この機能が実現すれば、ヘリコプターがフライトするだけで各地の

被害状況を地図上に自動展開することが可能となる。技術的な課題としてヘリコプターの位置や姿勢の正確なセンシング技術、被害判定アルゴリズムの確立などが挙げられ、今後は、フィールドデータの蓄積による機能開発、実証などが必要である。

(4) 被害予測機能との連携

地震による被害分布の予測や火災の延焼予測などの被害予測機能と組み合わせることにより、更に効果的な初期情報収集の実現が期待できる。災害発生時に収集した観測情報などを基にして被害の分布や拡大などを予測し、高機能ヘリテレシステムによって情報収集を行うべき対象を選別することができる。

6. むすび

災害を完全に予知することは、少なくとも現時点では不可能である。災害による被害を最低限にとどめるためには、正確な状況把握によって裏付けられた迅速な対応が不可欠であり、高機能ヘリコプターテレビシステムによるリアルタイムの被害管理機能への期待は大きい。更に効果的かつ使いやすいシステムの構築を目指して取り組んでいく所存である。

参考文献

- (1) 今井直治, 金子訓士, 岸田和之, 森田俊二, 今飯田哲: 東京都防災情報システム, 三菱電機技報, **66**, No. 5, 581~588 (1992)
- (2) 田中健一, 今井直治, 日方俊幸, 金子訓士, 岸田和之, 森田俊二, 野々山泰匡, 山倉智之: 地震被害判読システム, 電子情報通信学会, SANE91-28, 29~36 (1991)
- (3) 日方俊幸: 防災情報システムにおける地図情報の活用, 計測と制御, **30**, No. 9, 795~798 (1991)

横浜市消防局納め 高所監視カメラシステム

須合健一* 助川 修***
藤井良郎**
石田直樹**

要旨

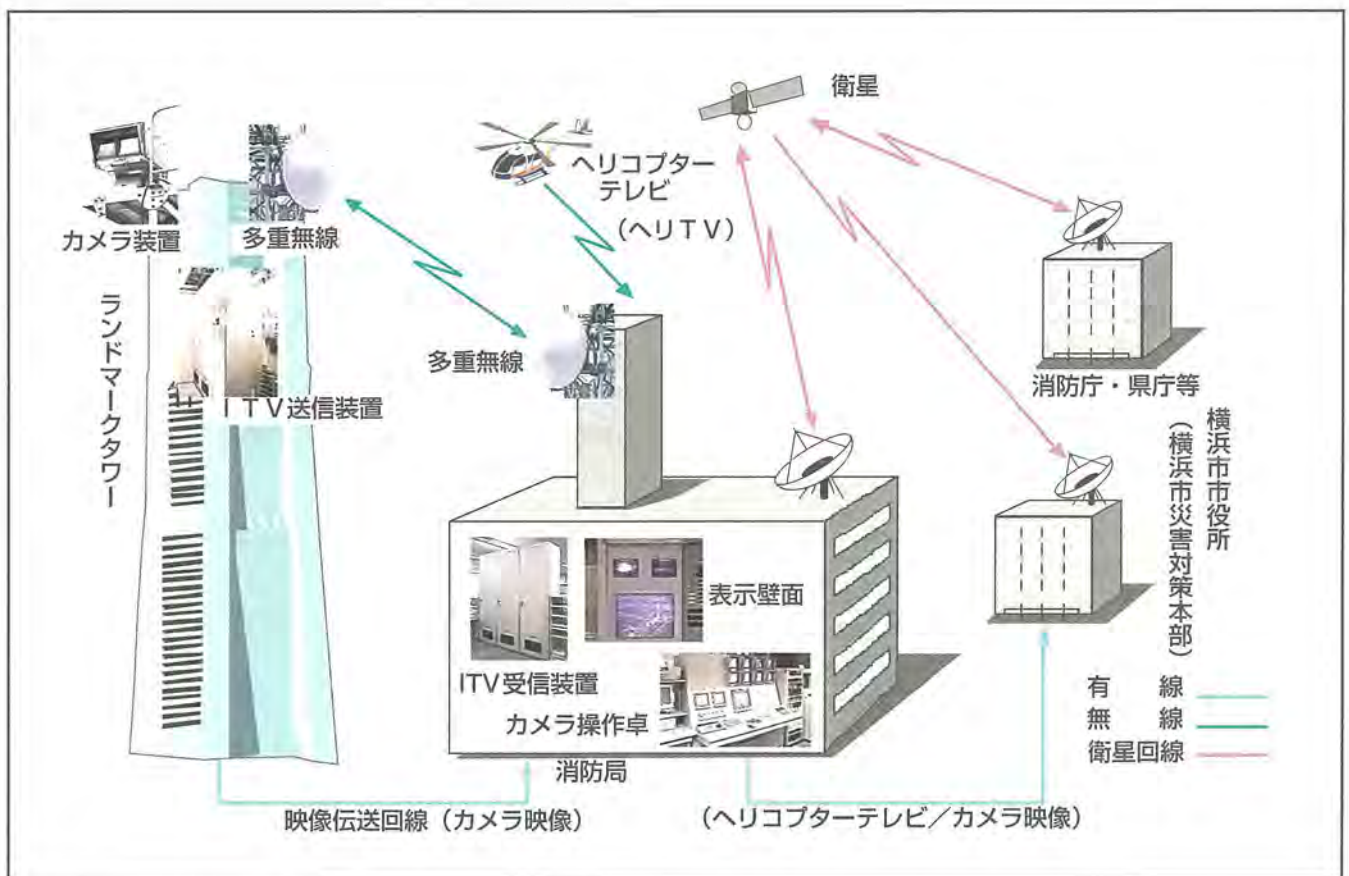
近年の急速な都市化・市街地化の波は、災害を複雑化・多様化させるとともに、都市自体を災害に対してぜい(脆)弱な環境に変えつつある。1995年1月17日午前5時46分に発生した阪神・淡路大震災では、正に都市直下型の地震の恐ろしさをまざまざと見せ付けられたといえる。6,000人を超える尊い人命を失うなど多大な被害をもたらした。

地震や台風の発生そのものを抑えることは困難であるが、様々なソフト的な施策を施すことで、その被害を最小限に食い止めることは可能であるといえる。

三菱電機では、従来からソフト的な施策の一端として数多くの防災システムを手掛けてきたが、このたび、いわゆ

る情報空白期における情報収集手段の一つとして有効な高所監視カメラシステムを横浜市消防局に納入した。

このシステムは、我が国有数の超高層建築物である横浜ランドマークタワーに設置されたカメラによって24時間の広域監視を可能とするシステムであり、当社がこれまでの様々な防災システムの構築実績で培ったシステム構築技術とシステム運用ノウハウ、及び赤外線カメラや多重無線システム等の最高レベルの製品をフルに用いることで、高所監視カメラシステムとして最高レベルの機能・構成・信頼性を実現している。



横浜市消防局高所監視カメラシステムの構成

地上285.3mの高所である横浜ランドマークタワー屋上の4方向にカメラを設置している。カメラは赤外線カメラと可視カメラを搭載し、昼夜を問わず24時間撮影可能である。撮影した映像は、多重無線回線と有線回線を利用して横浜市消防局に伝送される。消防局では、カメラ操作卓を利用してランドマークタワーのすべてのカメラを制御できるほか、映像を表示壁面に表示できる。さらに、必要により、衛星回線を通じて関連機関へ伝送できる。

1. ま え が き

空前の大被害をもたらした阪神・淡路大震災。これを契機に、災害初期のいわゆる情報空白期における情報収集の重要性が改めて見直されたといえる。情報空白期に必要な情報とは、細かな情報ではなく、どこでどの程度の被害が発生しているかといった応急対策活動の立案に必要な総括的な情報である。

このような総括的な情報を収集する有効な手段の一つとして、高所カメラによる映像監視が挙げられる。

当社はこのたび、横浜市消防局向け高所監視カメラシステム(以下“このシステム”という。)を受注し、納入した。このシステムは超高層建築物である横浜ランドマークタワーに設置した赤外線カメラ及び可視カメラで撮影した映像を横浜市消防局(以下“消防局”という。)他関連機関へ伝送するシステムで、数々の特長を持っている。

本稿では、このシステムの概要と技術的特長について述べる。

2. システムの概要

このシステムは、ランドマークタワーに設置した4式のカメラ、消防局に設置したカメラ操作卓と70インチプロジェクタ、ランドマークタワーと消防局間を結ぶ12GHz帯多重無線システム等で構成されている。全体構成を図1に示す。

このシステムの目的は次のとおりである。

- (1) 災害初期における情報空白期の情報収集
発災直後から広域的に災害情報を収集する。
- (2) 消防活動の的確な遂行を強力に支援
119番の通報に連動してカメラを制御することで、発災状況を的確に把握する。
- (3) 横浜市民の安全と安心に貢献

災害状況を早期に把握し、早急な対策検討を行い、被害を最小限に抑える。

(4) 関連機関との情報の共有化

カメラで撮影した被害状況等の映像は必要に応じて衛星通信システムを介して自治省消防庁や神奈川県庁等に送信し、大規模災害や広域災害にも柔軟に対応する。

3. システムの特長

(1) 昼夜を問わない広域監視

カメラ装置は、赤外線カメラと可視カメラの組合せで、ランドマークタワーの東西南北の4か所に設置されている。これにより、昼夜・悪天候を問わず監視できる(図2、図3)。

さらに、可視カメラのレンズには55倍(エクステンダ使用時110倍)の高倍率ズームレンズを採用しており、半径約10kmまでの遠距離を監視できる。

(2) 高信頼な回線構成

ランドマークタワーと消防局間の伝送回線には12GHz帯の多重無線とNTTのINS1500を採用している。これらの回線は相互バックアップできる高信頼な構成としている(図1)。

(3) 超高層建築物に設置した監視カメラ

超高層建築物であるランドマークタワーの地上285.3mにカメラを設置しているのも、広範囲な監視が可能である。なお、高所での強風対策として90m/sの瞬間最大風速に耐えられるようカメラ装置等に対策を施している

(4) 容易な操作性

カメラの操作は、119番通報連動による自動制御と、オペレータによる手動制御の二通りが可能である。前者の自動制御は、救急通報には連動しない等の運用に則した機能を実現している。また後者の手動制御についても、町名や目標物を選択するだけでカメラが動作するプリセット制御

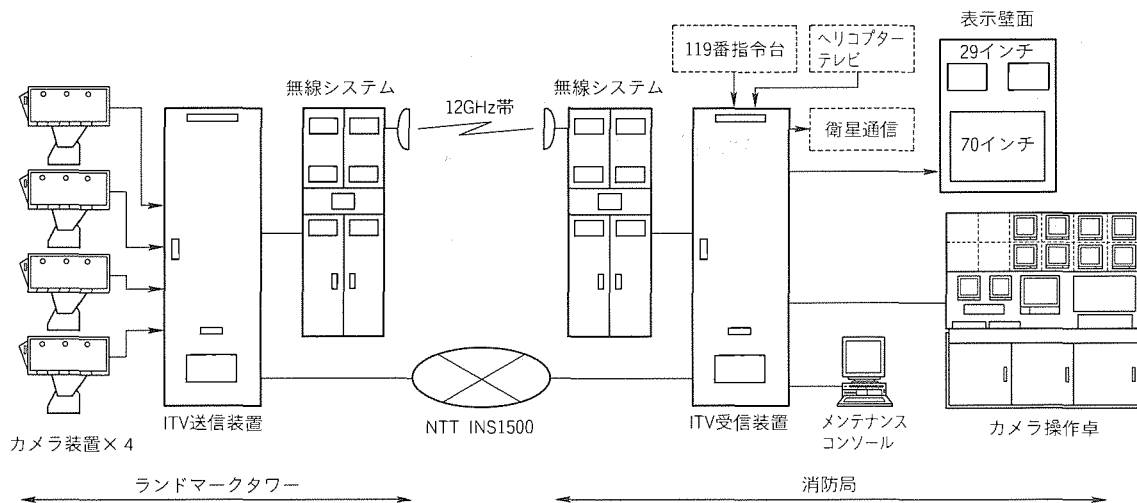


図1. 高所監視カメラシステムの全体構成

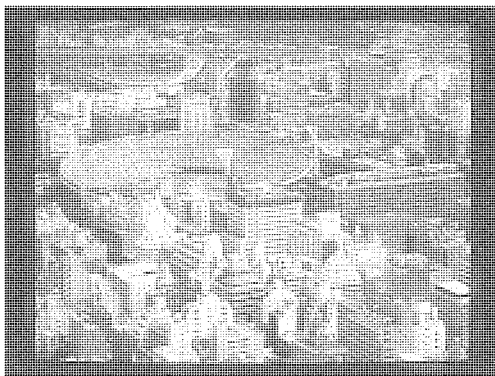


図 2. 可視カメラ映像の例

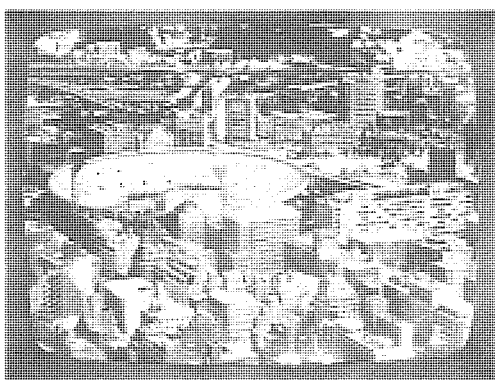


図 3. 赤外線カメラ映像の例

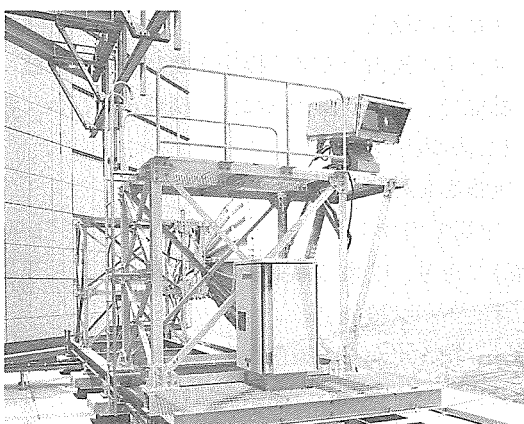


図 4. カメラ装置

をも可能としている。さらに、カメラが自動で旋回するオートパンも可能である。

(5) 電源保護

万一の停電に備えて、無停電電源装置等を備えている。

4. システムの構成と機能

4.1 カメラシステム

4.1.1 機器構成

(1) ランドマークタワー側機器

(a) カメラ装置(図 4)

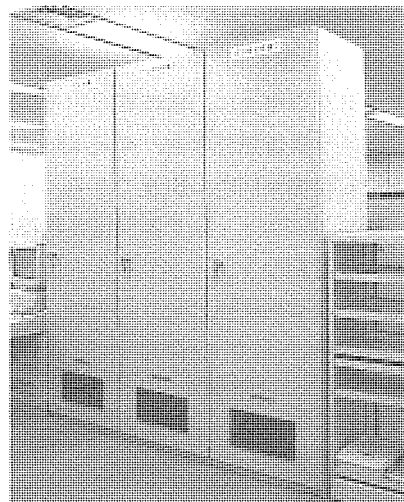


図 5. ITV受信装置

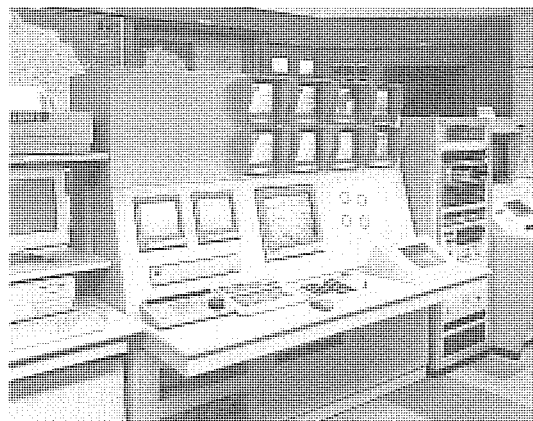


図 6. カメラ操作卓

24時間、全天候対応とするため、3板式可視カメラと高性能赤外線カメラを各々1台搭載したカメラ装置を、ほぼ東西南北の各面に1台ずつ計4台設置している。

可視カメラは55倍ズーム、エクステンダ付きを使用している。

(b) ITV送信装置

ランドマークタワーに設置し、カメラ装置に制御信号を出力している。カメラ映像はカメラ装置ごとに可視カメラ/赤外線カメラを切り換え、画像符号化装置を介して消防局のITV受信装置へ伝送している。

(2) 消防局側機器

(a) ITV受信装置(図 5)

ランドマークタワーのITV送信装置とカメラ映像信号やカメラ制御信号等の通信を行っている。カメラの映像は、画像符号化装置を介して受信している。また、カメラ用VTRを4台内蔵し、各々のカメラ装置の映像を記録する。

(b) メンテナンスコンソール

メンテナンスコンソールでは、各種データ(町丁名、

目標物名等)の登録・更新を行う。

(c) カメラ操作卓(図6)

操作用モニタを卓中央に、常時監視用モニタを卓上部に設置し、カメラ映像以外にも、衛星通信の映像やヘリコプターテレビ映像が同時に監視できる。操作卓にはタッチパネルやジョイスティック等のカメラ操作器があり、各々からカメラを動かすことができる。また、編集装置も備えており、任意の映像に対し、テロップなどの追加、VTRを用いた映像の編集等が行える。

(d) 表示壁面パネル(図7)

パネルには29インチモニタ2台と70インチプロジェクタを収納し、大画面での監視が行える。

4.1.2 システム機能

(1) 遠隔制御

(a) カメラ制御

可視カメラと赤外線カメラは、いかなる天候状態でも良好に撮影可能とするため、ゲインや蓄積時間等を遠隔で制御できる構成としている。

ズームレンズ駆動、旋回台駆動はDCサーボで行っているため、望遠時でも動きがスムーズである。なお旋回台の停止精度は水平±10分以下である。

(b) プリセット機能

あらかじめ登録した地点名(町丁名及び目標物)を選択することで、カメラ装置をその方向へ自動的に移動させる機能である。地点名の選択は、選択を行う対象(町丁名又は目標物)の名称の一部を平仮名や英数字で入力し、リストアップされた地点名の中から選択する。プリセット制御画面例を図8に示す。

このとき、操作卓モニタの映像は自動的にカメラ装置の映像に切り換わる。

(c) プリセット登録

選択された地点名に対応するカメラ装置を選択し、カ

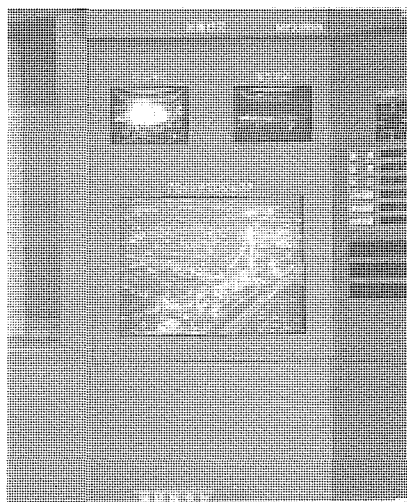


図7. 表示壁面パネル

メラ装置(回転台及びレンズ)の操作を行い、登録する位置(画角)決定後、その位置情報データを登録する。

(d) プライバシー保護機能

プライバシー保護のため、一定以上のズームを禁止する機能である。

(e) 災害対応モード

カメラ操作卓で通常モード/災害対応モードの切替えが可能である。大規模災害などが発生した時のみ災害対応モードに切り換えるが、この際はプライバシー保護機能は解除される。

(f) 文字表示機能

文字表示機能は、各カメラ映像等に地域名称を重畳する機能である。表示文字データはメンテナンスコンソールからダウンロードし、カメラ装置が向いている方向に合わせて地域名称の表示を行う。また、指令台との連動時には町丁名又は目標物名称を表示する。

(g) 回線切換え機能

伝送回線は12GHz帯多重無線とISDN回線があり、どちらかの伝送経路を選択し、一括切換えを行っている。

(h) VTR制御機能

カメラ用VTRは、カメラ操作卓から遠隔制御が可能である。操作卓モニタ用VTRは、操作用モニタの映像を記録するが、カメラ用VTRと同様にカメラ操作卓からリモコン制御が可能である。

(i) 異常表示機能

システムの異常をカメラ操作卓及び警報表示盤に表示する機能で、カメラ操作卓には一括表示を行い、警報表示盤に詳細表示を行っている。

(j) 映像編集機能

VTR編集用コントローラは大型のジョグ/シャトルを備えており、映像の編集を容易に行える。

(k) オートパン機能

カメラ操作卓からの操作により、カメラ装置をあらかじめ設定したオートパン開始点に移動し、設定した水平位置(終了点)まで水平走査動作を連続で繰り返して行う。

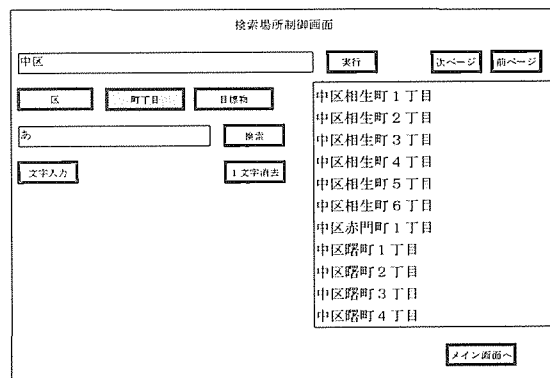


図8. プリセット制御画面例

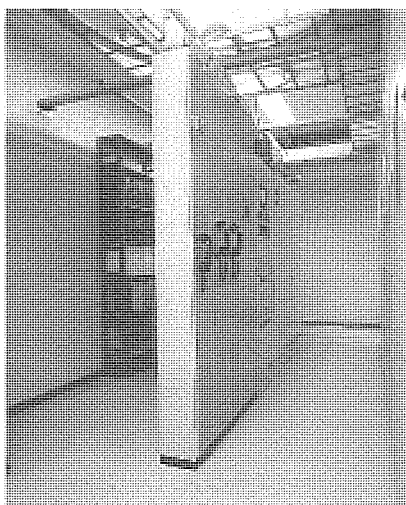


図9. 無線装置

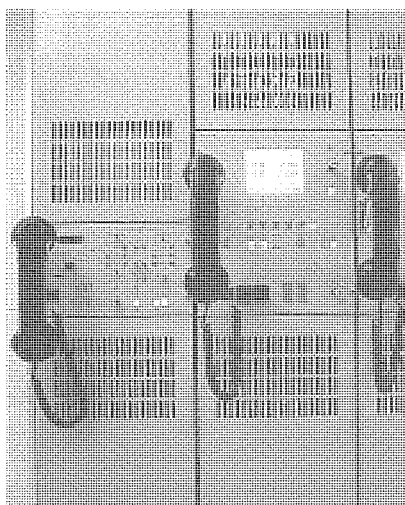


図10. 無線装置操作パネル部

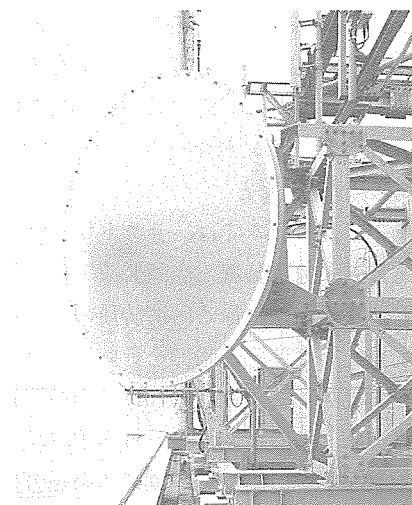


図11. ランドマークタワー空中線

(1) 強風対策機能

カメラ操作卓からのワンタッチ操作で、カメラ装置を風圧に対して最強の位置(正面)に移動させる機能である。

(m) 節電対策機能

停電時にカメラ装置等の一部の電源をOFFし、非常電源を有効に活用する機能である。

(2) 119番指令システムとの連動

指令システムから119番情報を受信することでカメラ装置を自動的に移動させる機能である。指令システムから情報を受信したとき、受信データに含まれる場所情報から地点名を自動的に検索し、カメラ装置1~4及びその撮影する位置を決定する。位置決定後、当該カメラ装置を目的の方向及びズーム位置に制御する。連動開始時にこの映像を操作用モニタ及び70インチプロジェクタに表示する。

4.2 多重無線システム

4.2.1 多重無線システムの構成

多重無線システムは、消防局とランドマークタワーの間の情報伝送を行うものであり、PCM多重無線装置、複合型多重端局装置、遠方監視制御装置、空中線等で構成している。

消防局に設置の多重無線設備について、無線装置等の屋内機器を図9に、操作パネル部を図10に示す。また、ランドマークタワーに設置の空中線を図11に示す。

多重無線システムでは、無線回線を伝送路として、ITV送受信装置の監視カメラ映像信号・カメラ制御信号と、ランドマークタワーに設置の機器を対象とする監視制御信号

表1. 多重無線システムの設備構成

(1) 消防局

設備の主要構成	数 量	備 考
PCM多重無線装置	1台	12GHz帯、伝送容量6.312Mbps×2 (192ch容量)
複合型多重端局装置	1台	線路 I/F部 6.3Mbps同期多重インタフェース ×2 実装 端末 I/F部 I431DTEインタフェース ×4 実装
遠方監視制御装置	1台	親局装置
被遠方監視制御装置	1台	子局装置
空中線 (パラボラ)	1基	直径2.0m, 最大瞬間風速60m/s対応型

(2) ランドマークタワー

設備の主要構成	数 量	備 考
PCM多重無線装置	1台	12GHz帯、伝送容量6.312Mbps×2 (192ch容量)
複合型多重端局装置	1台	線路 I/F部 6.3Mbps同期多重インタフェース ×2 実装 端末 I/F部 I431DTEインタフェース ×4 実装
被遠方監視制御装置	1台	子局装置
空中線 (パラボラ)	1基	直径2.0m, 最大瞬間風速90m/s対応型

を送信する。ITV送受信装置と多重端局装置間はI431DTEインタフェース(ビットレート1,544kbps)による接続、端局装置と無線装置間は6.3Mbps同期多重インタフェース(ビットレート6,312kbps)によるデジタル接続方式を採用している。

消防局及びランドマークタワーの多重無線システムの設備構成を表1に示す。

4.2.2 通信路構成

4方向のカメラ信号を多重無線システムで伝送する際、多重端局装置でPCM 2次群信号のシステム1、システム2にそれぞれ2方向ずつのカメラ信号を割り当て、システム単位での障害時においても2台のカメラ映像を確保することができる構成としている。

また、遠方監視制御信号は、音声4Wインタフェースを用い、PCM多重無線装置の打合せ回線で伝送している。

4.2.3 多重無線設備の集中監視

ランドマークタワーの機器室は通常無人であるので、無人方式の無線設備の技術審査基準に基づき、機器の障害を

その局に選任された無線従事者に速報する等の手段を講じるために遠方監視制御システムを導入している。この監視制御システムは、消防局の遠方監視制御装置(親局装置)と、消防局及びランドマークタワーの被遠方監視制御装置(子局装置)からなる。

このシステムでは、ランドマークタワーの無線装置・端局装置・電源装置・空調装置・局舎等の状態監視と無線装置の遠隔制御に加え、消防局の無線装置・端局装置の状態監視と無線装置の制御を行い、多重無線設備を消防局の遠方監視制御装置(親局装置)で集中監視する。

また、この親局装置から多重無線システム総合警報をカメラ操作卓に出力し、カメラ系総合警報とともに一括監視している。

4.2.4 空中線系の耐風速対策

ランドマークタワーの空中線は地上285.3mに設置されており、特に耐風速対策を強化する必要があるが、このシステムにおいては最大瞬間風速90m/sに対応する空中線及び架台を採用している。

4.2.5 主要機器の仕様

主要機器の仕様を以下に示す。

(1) 12GHz帯PCM多重無線装置

通信方式	PCM-4 PSK方式
周波数範囲	12.2~12.5GHzの範囲から指定
送受周波数間隔	120MHz
伝送容量	6.3Mbps×2、ほかに打合せ回線
通信路容量	192ch(64kbps換算)
打合せ回線容量	ASC(周波数変調方式)：1ch DSC(主信号挿入方式)：1ch
クロック周波数	6.8MHz以下
占有周波数帯幅	9.0MHz以下
送信出力	0.3W
変調方式	4相差動位相変調方式
復調方式	同期検波瞬時検出方式
受信方式	スーパーヘテロダイン方式
予備方式	セット予備方式(ホットスタンバイ) 送信マイクロ波切換え 受信ベースバンド切換え
電源電圧	AC100V

(2) 複合型多重端局装置

伝送方式	デジタル伝送方式
同期方式	6.3Mbps又は1.5Mbpsの同期信号による従属同期方式
電源電圧	AC100V
回線設定容量	384ch(64kbps換算)
1次群(1.5Mbps)多重化方式	

多重化数	64kbps換算で24通話路
多重化方式	従属同期によるオクテット多重化方式
フレーム同期方式	従属同期方式
マルチフレーム方式	1.5Mbps24Bフレーム方式 12マルチフレーム 1.5Mbps STフレーム方式 24マルチフレーム

2次群(6.3Mbps)多重化方式

多重化数	64kbps換算で96通話路
多重化方式	パルススタフによるビット単位多重化方式又は従属同期によるオクテット多重化方式

線路インタフェース

6.3Mbps同期多重インタフェース(TTC JT-G703)

端末インタフェース

I431DTEインタフェース(TTC JT-I431)

音声4Wインタフェース(TTC JT-G711, G712)

音声2WREP付きインタフェース

(TTC JT-G711, 713)

(3) 遠方監視制御装置

監視方式	1:Nポーリング方式
伝送方式	サイクリック伝送方式
伝送速度	1,200bps
符号形式	NRZ符号
同期方式	ユニークワードによるフレーム同期方式
誤り検定方式	フレーム単位CRC検定方式
伝送項目数	監視項目 67項目/1局当たり 制御項目 20項目/1局当たり
変調方式	MSK
伝送帯域	0.3~3.4kHz
液晶表示部構成	(W)320ドット×(H)240ドット
表示文字構成	全角(W)20文字×(H)15文字
電源電圧	AC100V

5. む す び

以上、横浜市に納入した高所監視カメラシステムについて紹介した。このシステムは災害監視用のカメラシステムとして、その伝送回線の信頼性を含め、現状で考えられる最高の機器等を使用して製作した。

このシステムの構築にご尽力いただいた消防局を始めとする横浜市の方々に感謝するとともに、このシステムが活躍するような災害が起きないことを切に願いたい。

レーダ雨量システム

要旨

近年、異常気象や、阪神・淡路大震災にも見られるように、自然の猛威と人間社会のもろさを改めて痛感させられる事態が多発している。とりわけ、毎年日本列島に襲来する台風、局地的な集中豪雨、さらには都市部における大雨による雨水の流入による被害に対する予報・警報システムの確立が必要不可欠であり、また急務となっている。この中であって、効率的な雨水のコントロールは、都市型洪水を防ぐ上で、非常に重要な役割を担うことになった。

我々は、雨水のコントロールを効率的かつ効果的に行うためのシステムとして、気象レーダを中核とした“レーダ雨量システム”を構築した。ここでは、上記システムについて、以下のとおり概説する。

(1) レーダ雨量システムの原理・機能

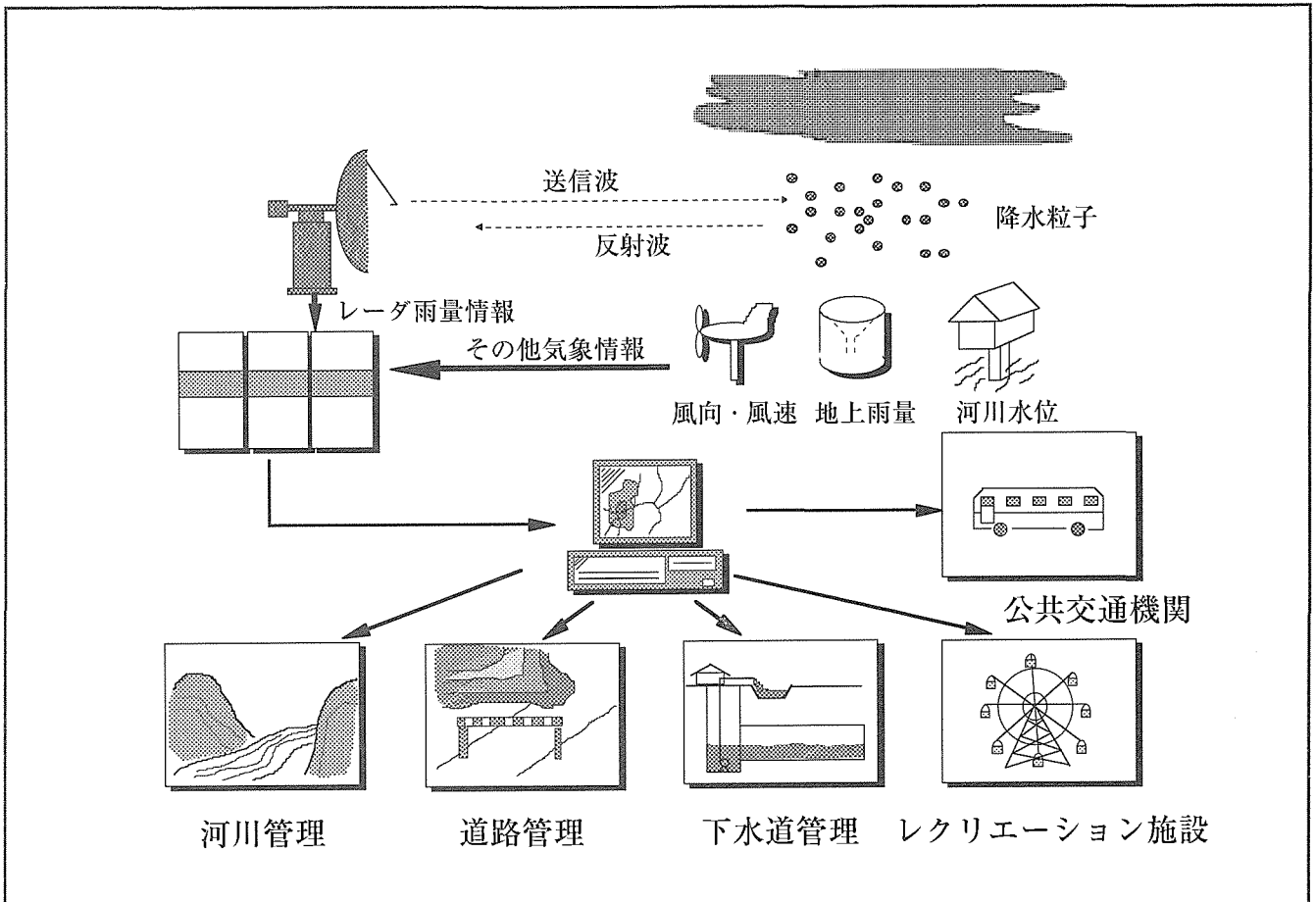
気象レーダを用いることによって、従来の雨量観測手段と比較して、空間的・時間的に極めて密度の濃い降雨情報を得ることができる。

(2) レーダ雨量システムの構成

レーダサイトシステム、センターシステム、ユーザーシステムで構成される。

(3) レーダ雨量システムの都市防災情報システムへの適用

レーダ雨量システムを用いて都市防災情報システムを構築することにより、気象レーダの特長である空間的・時間的に極めて密度の濃い都市防災情報システムの構築が可能となる。



レーダ雨量システムの運用イメージ

レーダ雨量計で観測された降雨データは、端末装置で雨の強さに応じて色分けされたビジュアルなイメージで表示される。このデータは、河川管理・道路管理・下水道管理のほか、レクリエーション施設や公共交通機関などでも利用できる。オプションとして、その他の気象情報とともに端末装置に表示することも可能であり、レーダ雨量計を中心とした都市防災情報システムを構築することができる。

1. ま え が き

レーダ雨量計は、従来の地上設置型の雨量計に比べ、短時間に空間的・時間的に極めて密度の濃い降雨量観測が可能である。このため、防災分野(特に水防)での活用が大いに期待されている。

ここで紹介する“レーダ雨量システム”は、狭域用の降雨観測レーダを中心として、台風・集中豪雨・大雨等の現況を観測するものである。さらに、将来的には移動予測又は都市部における雨水の流入出予測をも可能にし、河川を含めた下水道の広域管理システムの中核、さらには防災情報システムの中核をなし得るものである。

以下に、システムの原理・機能・構成及び実施例を示し、併せて情報活用の今後の展望について概説する。

2. 気象レーダの原理と仕様

気象レーダによる降雨観測は古くから実施されているが、近年の情報処理技術の進歩により、直感的に理解しやすい“降雨強度(1時間当たりの降水量)”で表現することが可能となった。降雨強度で表現したデータを提供できる気象レーダを、特に“レーダ雨量計”と呼んでいる。この章では、レーダで降雨量を測るための原理を概説する。

2.1 レーダの原理

レーダは、アンテナを回転させながら電波を発射し、物体(気象レーダの場合は雨粒)から返ってくる反射波から物体の位置や大きさ等を観測する。

物体の位置は、アンテナの向き(方角)と、発射した電波が物体から返ってくるまでの時間(距離)から観測できる。また、物体から返ってくる反射波の強さから、物体の性質が観測できる。図1に原理図を示す。

2.2 降雨強度変換

観測された反射波の強さ(受信電力強度)と降雨強度との間には、レーダ方程式と言われる一定の関係式が成り立っている。この関係式を解くことによって、降雨強度を求めることができる。図2に概念を示す。

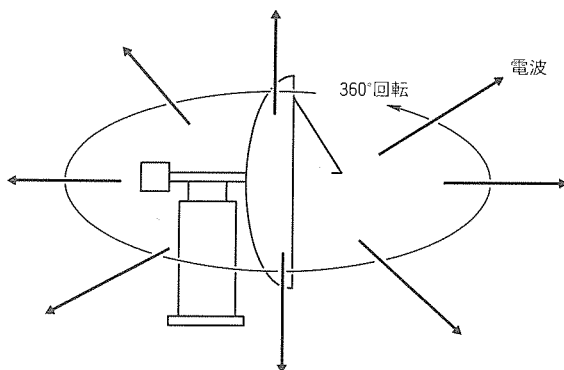


図1. レーダによる降雨量測定の実理

2.3 レーダの仕様

防災用途に用いられているレーダ雨量計の主な仕様を表1に示す。

このレーダは、特に狭い地域の防災用途に活用することを目的に設計されており、高密度・高分解能の観測ができることを特長としている。特に、従来の地上雨量計に比べて、観測の間隔及び観測の範囲に以下の特長がある。

(1) 観測の間隔

観測の時間間隔は2.5分、空間の間隔は最小250mを実現し、日本の特質である急傾斜の河川(上流で降った雨は短時間で下流(都市域)に流入する。)に対応したものとなっている。

従来の地上雨量計を用いたシステムの場合は、時間間隔は通常1時間、空間間隔は、システムによって異なるが、数km間隔であった。この場合、短時間に発生する現象、すなわち、数十分以内に流入するような雨水による河川決壊と浸水、地滑り・土石流の発生、及び空間的に小さな現象などの集中豪雨による現象には、時間的な制約で情報が間に合わなかったり、空間的な制約で見逃したりといったことがあった。

このレーダ雨量システムの優位性は、集中豪雨のような空間的に小さな現象や、上流の降雨が数十分のうちに下流に達してしまうような流れの急な河川や、雨水が短時間の

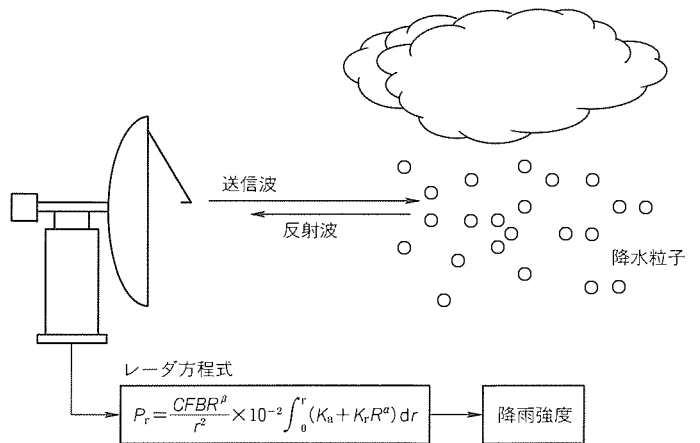


図2. 降雨強度測定の実念

表1. 防災用途に用いられているレーダ雨量計の主な仕様

項目	仕様値
観測メッシュサイズ	500m 半径20kmまでは250m
観測周期	2.5分
観測半径	50km 補助情報としては80km
観測高度	最高値2km
送信周波数帯域	Xバンド(周波数9,300/9,700MHz帯)
アンテナ直径	3m円形パラボラアンテナ
送信せん(尖)頭出力	70kW

うちに下水に流入してしまう都市の状況に、より適合していることにあると言える。

(2) 観測の範囲

観測の範囲は、半径50km程度(補助情報として半径80kmまでの情報を得ることができる。)である。従来用いられていた地上雨量計のネットワークでは、このように広範囲な情報を得ることは困難であった。このシステムを利用することにより、広範囲で(緻)密な情報を得ることができることから、前広に水防体制を敷くことが可能となる。

3. レーダ雨量システムの構成と機能

2章で述べたとおり、気象レーダは、広範囲の情報を時間的にも空間的にも高密度に観測することができる。

この気象レーダの技術及び防災システム構築のノウハウを用いてレーダ雨量システムは構築されており、高分解能・高精度のデータを簡易な手順でかつ理解しやすい表示形式で見ることができるようになっている。

レーダ雨量システムは、大きく三つのシステムで構成される。以下に各構成ごとの機能説明を行う。また、図3に全体構成を示す。

3.1 レーダサイトシステム

観測拠点となるレーダサイトに設置されるシステムである。気象レーダ装置、中央処理装置、システム監視装置、配信装置、及び運用のモニタのために設置される端末装置で構成される。

(1) 気象レーダ装置

気象レーダ装置は、電波の発射及び受信を行い、どの場所にどれだけの降雨があるかを観測する。気象レーダ装置は次の装置で構成される。

(a) レードーム

アンテナを風雨から守り、特に強風時のアンテナの動作を保証する。

(b) アンテナ

直径3mのパラボラアンテナで、レーダ電波を空中へ放射し、目標物からの反射波をとらえる。

(c) アンテナ制御装置

アンテナの走査を制御する装置である。

(d) 送受信装置

送信部では、送信管として同軸マグネトロンを採用しており、周波数9GHz帯、出力70kWの送信電波を生成する。また、受信部では、微弱な受信電波を高精度でとらえることができる。

(e) 信号処理装置

送受信装置受信部からの信号から地形反射波を除去した後、距離及び方位方向の一定区間ごとに平均化する。

(2) 中央処理装置

中央処理装置は、気象レーダ装置から電波の反射強度デ

ータを受け取り、降雨強度データに変換する。

(3) システム監視装置

システム監視装置は、特にレーダサイトが無人となる場合に威力を発揮し、気象レーダシステムの自動運用、障害の自動記録、センターシステムから気象レーダをリモートコントロールする場合の制御の中枢となる。

(4) 配信処理装置

配信処理装置は、レーダサイトで作成されたデータをセンターシステムへ配信する処理を行う。レーダサイトシステムとセンターシステム間の通信は、NTT等のISDN相当の通信回線を使用することが多いが、マイクロ波を使用した無線通信回線の使用も可能である。

3.2 センターシステム

データの管理と集配信の拠点となるシステムであり、防災センター等の処理サイトに設置される。中央処理装置、システム監視装置、配信処理装置で構成される。

(1) 中央処理装置

中央処理装置はレーダサイトシステムからデータを受け取り、地上雨量計によるキャリブレーション、他のレーダとの合成処理といった各種付加処理や、レーダによって得られたデータを表示データに加工する処理を行う。

(2) システム監視装置

システム監視装置は、レーダサイトの状況を離れた所から遠隔監視や制御を行うための装置で、レーダシステムの障害の状況表示や、センターシステムから気象レーダをリモートコントロールする場合の制御卓となる。

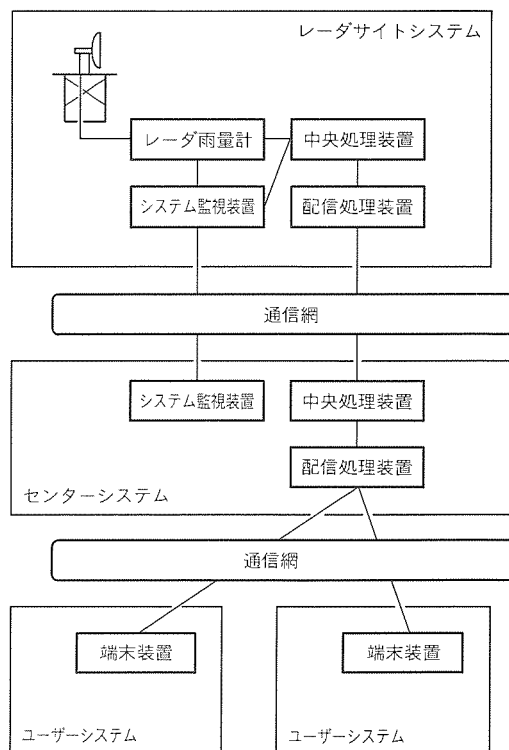


図3. レーダ雨量システムの全体構成

(3) 配信処理装置

配信処理装置は、センターシステム中央処理装置で付加工された降雨データ及び地上雨量計データを受信し、複数のユーザーシステムへ配信する処理を行う。配信処理装置を2台構成にすることも可能であり、リアルタイムなデータ配信をより確実に行うことができる。

センターシステムとユーザーシステム間の通信は、NTT等のISDN相当の通信回線を使用することが多いが、マイクロ波を使用した無線通信回線の使用も可能である。なお、運用のモニタ及び情報の利用のために、ユーザーシステムである端末装置が設置される。

3.3 ユーザーシステム

実際に降雨データの利用を行う各事務所等に設置される。端末装置、地上雨量計、水位計などの気象センサで構成される。

気象センサはオプションであり、システムの必要性に応じて設置される。

端末装置は、センターシステムから配信されるレーダ雨量データ及び付加データ(例えば、地上雨量計データ)を受信し、ラスタ及びベクトルデータで構成される地図の上に重ね合わせて表示する。また受信したデータを保存し、履歴再生表示、積算表示、帳票表示などを行うことができる。端末装置の機能を表2に示す。

降雨情報監視装置の主な機能は以下のとおりである。

(1) 降雨データ表示機能

降雨データを、ラスタ及びベクトルデータで構成される地図の上に重ね合わせて表示する。また、重ね合わせて表示した状態のまま、地図のスクロールや拡大・縮小表示を行うことができる。

降雨データは正方形のメッシュ単位で表示され、メッシュサイズはレーダの位置を中心として半径が0~20kmまでは1辺が250m、20~40km圏内は500m、40~80km圏内は1kmである。また降雨データの表示方法として、降雨強度による段階的な色分け表示、数値表示、色と数値の重ね合わせ表示ができる。

この機能は下記の現況表示、履歴再生、積算表示のすべての場合において有効である。さらに、複数のレーダによる降雨データの合成を行っている場合は、合成前及び合成後のデータ表示を行うことも可能である。

(2) 現況表示機能

現在の降雨データを地図上に重ね合わせて表示する。降雨データは2.5分ごとに送られてくるので、表示はそのタイミングに合わせて自動更新される。この機能によって現在の降雨状況を把握し、降雨時の的確な人員配置、ポンプの最適な運転・停止、警報の発令・解除の参考に行うことができる。

(3) 履歴再生機能

任意の期間を設定して、過去の降雨データを地図上に重ね合わせて表示する。表示は設定した時間ごとに自動更新され、ビデオ操作感覚で扱うことができる。

また、ある期間の降雨データに対して名前を付け、代表降雨として保存することができる。台風などの顕著な降雨パターンをあらかじめ保存しておき、現在の降雨パターンと過去の降雨パターンを照らし合わせることによって、過去における警報の発令・解除、ポンプの運転・停止のタイミング等を参考にすることが可能である。

(4) 積算表示機能

任意の期間を設定して、過去の降雨データをメッシュごとに積算したものを地図上に重ね合わせて表示する。履歴再生と同様に再生表示が可能である。この機能によって降り始めからの総雨量を一目で把握することができる。

(5) 地上雨量表示機能

地上雨量計データを地図上に重ね合わせて表示する。地上雨量計データは、地上雨量計の設置場所にシンボルマークと数値で表示されるので、容易に降雨データとの比較を行うことができる。

(6) 降雨監視機能

ある区域で一定量以上の降雨があった場合に警報を発生する。あらかじめ地図上で任意の区域に対してしきい値を設定しておくことによって、しきい値を超える降雨を観測した時点で警報を発生し、観測地点の地図を表示させることができる。この機能によって雨の降り始めや移動を素早く検知することが可能である。

表2. 端末装置の機能

	機 能	監視端末兼 配信サーバ	監視端末	監視モニタ
1	基本 (現況、履歴、積算表示)	○	○	○
2	地上雨量表示	○	○	○
3	広域監視・警報	○	○	—
4	移動予測	○	○	—
5	帳票	○	○	—
6	ネットワーク監視	○	—	—
7	データ配信	○	—	—
8	サブ画面表示	○	○	○
9	降雨数値表示	○	○	○
10	幹線ベクトル表示	○	○	—
11	ベース地図	3種	3種	3種
12	地図拡大・縮小	無段階拡張	無段階拡張	無段階拡張
13	降雨表示メッシュ (最小値) (m)	250	250	250
14	データ保存期間	1年	1年	1か月
15	地上雨量データの 上位送信数	2	2	2
その他オプション				
1	簡易流入量予測	○	○	—
2	地上雨量計補正	○	○	—

(7) 移動予測機能

現在までの降雨データを基に数時間先の雨の移動を予測し、地図上に重ね合わせて表示する。移動予測を行うことによって、今後の人員配置、ポンプの起動・停止準備、警報の発令・解除の目安にすることができる。

(8) 帳票表示機能

降雨データを基に、処理区ごとや機場ごとの日報・月報・年報を自動的に作成し、表示する。また、印刷や二次元・三次元のトレンドグラフ表示も可能である。

(9) 幹線表示機能

雨水排水管きょ(渠)・污水管渠等の幹線を、着色されたベクトルとして地図上に重ね合わせて表示する。

(10) 一般気象情報表示機能

注意報・警報などの気象情報を取り込んで表示することができる。

4. レーダ雨量システムの防災情報システムへの適用

4.1 地上雨量計データでの補正

レーダ雨量計は、地上約1kmから2kmの高さにある雨粒を測定しており、また、レーダ方程式上で各種の仮定を行っている。これらのことから、レーダ雨量計で観測された降雨値は、細かなレベルでは必ずしも実際の降雨値と一致しない場合がある。

一方、流入量の正確な推定のためには、降水量の正確な把握が必要である。このために、正確な降水量を測定することができる地上雨量計のデータを用いて、面で降水量を把握できるレーダ雨量計のデータをキャリブレーションすることにより、広範囲にわたって緻密で正確な降水量を把握することができるようになる。このために、地上雨量計の情報を各ユーザーシステム経由でセンターシステムに送ったり、地上雨量計のネットワークをセンターシステムにつなげて、オンラインリアルタイムにキャリブレーションを行うことが必要になる。

4.2 水位計データの取込み

防災情報システムでは、降水量の把握はもとより、河川水位の把握も重要なものとなる。

このため、河川水位計データの取込みを行い、現在の降雨の状況や流入量予測結果等とともに表示することにより、状況のより分かりやすい表示が可能となる。

4.3 その他の気象計測器データの取込み

風向・風速計などの気象計測器データをシステムに取り込み、統合的に管理することによって、総合気象情報として更にシステム活用の可能性を広げることができる。

例えば消防用途では、降雨量の把握と風向・風速の把握が火災延焼予測の点で重要なデータになるが、これを一つの端末装置で表示・提供することによって総合的な判断をより容易に行うことができるというメリットが生まれる。

4.4 複数レーダの合成

複数レーダの合成によって、レーダ雨量システムは以下の優位性を得ることができる。合成のイメージを図4に示す。

(1) 観測範囲の拡大

単一のレーダの観測範囲は半径50kmないし80kmであるが、複数レーダの情報を合成することによって、より広範囲の監視を行うことができるようになる。広域の情報の入手によって、より適切な防災計画を策定できる。

(2) シャドウエリアの相互補完

海岸線近くまで山が迫っているといった日本特有の地形条件によって、レーダでは観測できない方向(影となる方向)が発生する場合がある。これも、複数レーダの合成によって相互に補い合い、精度の高い緻密な情報を得ることができるようになる。

(3) スクリーン現象の解決

局地的な豪雨によってレーダの電波が遮られ、その結果、見掛け上の降雨域が小さくなるといった現象(スクリーン現象)が発生する場合があるが、複数レーダの合成によって相互に補い合い、精度の高い情報を得ることができるようになる。

5. 今後の展望

レーダ雨量システムは、単独のシステムで、防災情報に有用な降水量の時々刻々の変化を観測して表示することが

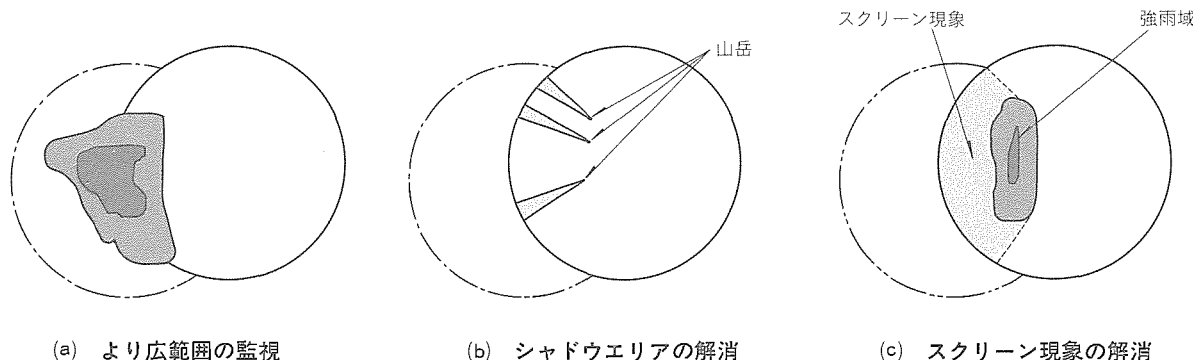


図4. 合成のイメージ

表 3. 防災情報システムの活用例

	活 用 先	目 的
1	災害対策本部	浸水・地滑り・がけ崩れ予防対策, 人員配置, 避難勧告用アラーム
2	河川管理業務	早期水防体制, 警報発令へのデータ供給, 警報の自動通報, 親水公園の管理, ダム放流
3	道路管理業務	がけ崩れの子測, 浸水子測, トンネル・通行規制
4	下水道管理業務	雨水排水施設の先行運転管理, 豪雨時の人員配置体制, 初期降雨汚濁対策, 現有排水設備の評価
5	港湾管理業務	高潮対策体制, ポンプ運転予測, 道路規制, ヘリポート等の航空管制
6	砂防管理業務	地滑り予測
7	都市計画業務	過去の浸水データの計画への反映
8	消防業務	警報発令時の体制, 火災延焼予測
9	県・市・区・町・村	避難準備, 住民サービス
10	教育委員会	警報発令時の児童下校判断
11	公共交通機関	電車・バス・ゴンドラ・ロープウエーの運行規制
12	船舶会社	船舶運航
13	レクリエーション施設	遊園地, 森林公園, 動物園等の運営・住民サービス
14	農協	収穫時期
15	漁協	養殖場の運営
16	警察	道路規制
17	気象台	狭い地域の短時間予報

可能であるが、以下のシステムと連携することにより、その用途は更に広がっていく。

- 流入量予測システム
- 防災情報システム
- 行政情報システム

例として防災情報システムの活用例を表 3 に示す。

また、防災用途に限らず市民サービスといった側面では、近年のインターネット普及に伴って、降雨データを WWW(World-Wide Web)サーバに蓄積し、情報を一般に広く提供するといった利用法も考えられる。

6. む す び

以上、レーダ雨量システムを概説した。レーダによる降雨状況把握には、他の手法では困難な、

- 広範囲のデータ取得ができる
- 短い時間間隔での連続した観測ができる
- 空間的に緻密な情報が入手できる

といった特長がある。この特性は水防対策上必ず(須)の条件であり、今後はレーダ雨量計を中心に据えた防災情報システムが水防分野では標準となるものと見込まれる。

衛星リモートセンシングによる 災害監視と防災利用

岩橋 努* 原 芳久*
河端享介* 佐藤千晶*
樋口 博*

要旨

衛星によるリモートセンシングは、広域かつ周期的に継続して観測が行えるので、オゾン層や海水の観測など、特に地球環境問題解明に大きな役割を果たしている。

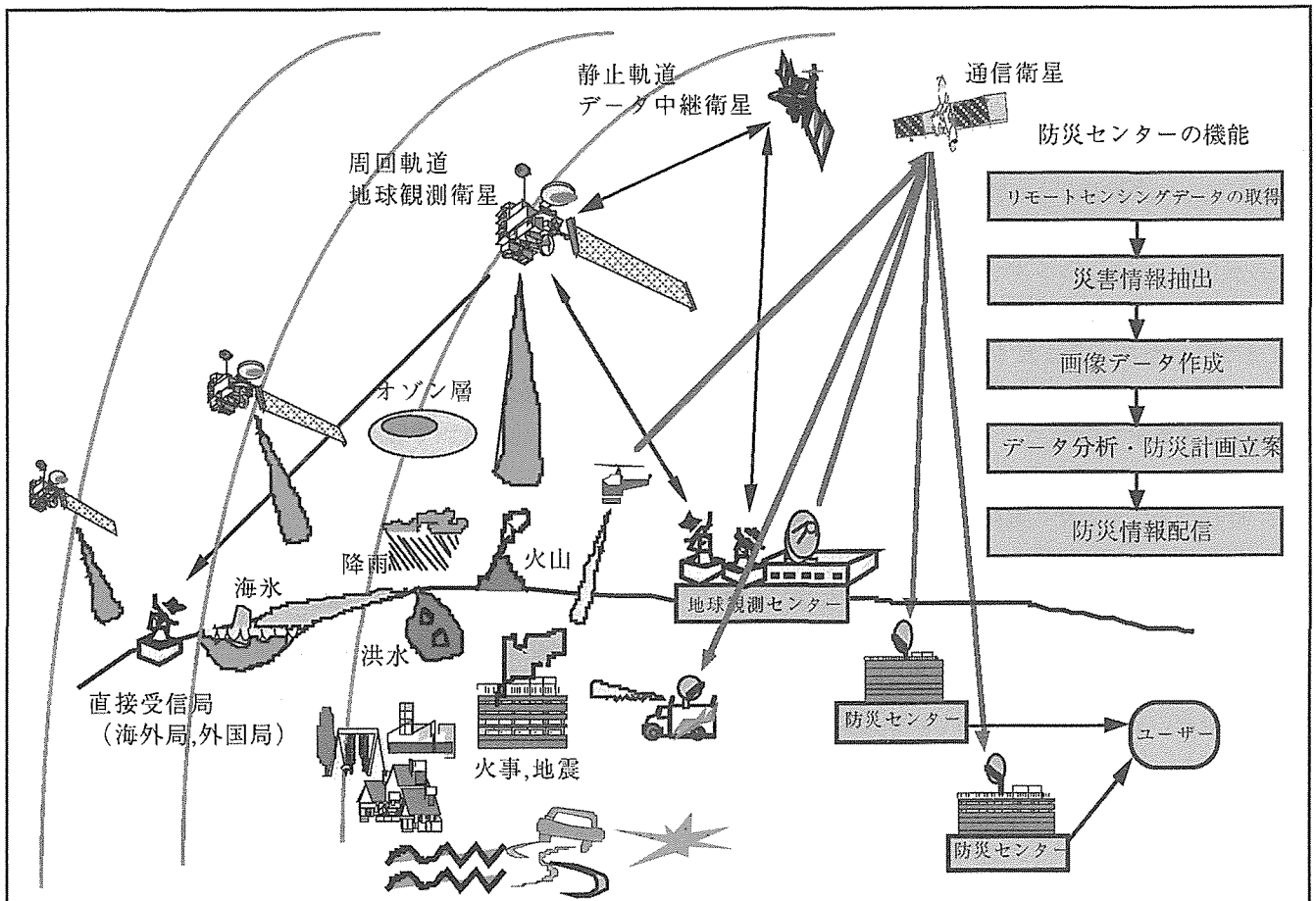
災害監視に関しても、1992年秋の普賢岳の噴火、'95年初めの阪神・淡路大震災での火災による焼失や液化化現象、'97年初めのナホトカ号の重油流出等がとらえられている。しかし、本格的な災害監視に利用し救援や二次災害防止に役立てるためには、災害発生をタイムリーに観測し、発生地域を高頻度かつ精密に観測する必要がある。

精密観測に関しては、地上分解能1~2mの観測データが1~2年以内には商用ベースで入手できるようになる計画で実現されつつある。災害発生をタイムリーかつ高頻度

で観測するためには、センサのポインティング機能や、観測衛星自体の数が要求される。また、防災に利用するためには、平常監視時に災害の危険箇所を特定又は推定できる解析技術の確立と、ハザードマップの作成が必要である。

三菱電機は、宇宙開発事業団(NASDA)等から受注した地球観測衛星や各種センサ、地上の受信・処理システム等を開発し、地球観測に貢献している。現在、三菱リモートセンシング研究会のメンバー各社と、衛星データ利用による災害・環境モニタリングシステムの検討を進めている。

今後は、NASDAや防災機関に協力して、本格的な災害監視・防災システムの構築・整備に貢献していきたい。



衛星リモートセンシングによる災害監視・防災システムの概念図と防災センターの機能フロー

観測センターは平時・警戒時は衛星データを定常処理し、県レベルで設置される防災センターに定期的に配信する。発災時と発災直後にはセンサのポインティング運用等によってほぼリアルタイムで衛星データを取得し、緊急処理・配信する。防災センターは、発災時には、被災地周辺を対象に地上や航空機観測も総動員し、正確で速やかな情報の収集・分析、画像データ作成、防災計画立案と市民への通報を行う。

1. ま え が き

地球観測衛星によるリモートセンシングでは、世界の植生分布や海面温度分布、南極上空のオゾンホール、アマゾン流域の熱帯雨林の減少等が観測されており、地球環境問題解明に大きな役割を果たしてきている。

観測データの画像解析によって大規模災害もとらえられており、'95年初めの阪神・淡路大震災での火災による焼失や液化化現象、'97年初めのナホトカ号重油流出事故での帯状の重油汚染分布等が公表されている。災害発生をタイムリーに観測して救援や復旧に役立てるためには、特定地域を高頻度でかつ精密に観測する必要があり、この要求に対応できるのは従来は偵察衛星しかなかった。しかし、この偵察衛星技術の民間転用、センサの高分解能化、観測システムの整備・高度化が進み、民間利用の衛星リモートセンシングによる本格的な災害監視、さらには防災への利用が可能になりつつある。

本稿では、衛星リモートセンシングによる地球観測での災害監視の現状について紹介するとともに、防災への利用検討と今後の方策について述べる。

2. 衛星リモートセンシングの現状^{(1)~(3)}

2.1 衛星リモートセンシングの仕組み

物質は、太陽光等の電磁波を受けるとその性質に応じて各波長ごとに固有の反射をし、また熱を帯びるとその性質と温度に応じて各波長ごとに特有の割合で電磁波を放射する。離れた位置からこの電磁波の波長とその強さ等を測定するのがリモートセンシングである。

リモートセンシングを行う地球観測衛星は、広義には静止軌道の気象衛星も含まれるが、通常は高度500~1,000kmの低軌道で周回しながら地球規模の環境変動や自然災害を観測する衛星を指す。

2.2 センサの種類・分解能と観測周期

センサには光学センサと電波センサがある。光学センサは光の波長帯における画像センサで、地表からの太陽光の反射波を受けてセンサ内の各々の波長帯の検知器で画像データを取得するものである。電波センサはマイクロ波帯におけるセンサで、大気中での減衰が極めて少なく、雲の影響を受けず、昼夜の別なく観測できるセンサとして注目されている。ただし、光学センサと比べて高分解能化が難しく、また、観測データから海面温度や降雨量などの物理量を抽出するための、より良いアルゴリズムの開発が必要である。

初期のリモートセンシングは、そのほとんどが土地利用、資源探査、農林業、漁業などの分野での実利用を目指し、地球上のローカルな地域を観測対象としていた。そのため比較的高い地上分解能(80~10m程度)を持つが、観測幅は比較的に狭い(60~180km程度)センサが中心となっている。

観測衛星は低軌道(500~1,000km)を飛ぶため、地球1周は約100分、1日に地球を約14周するが、観測幅の関係で回帰周期(地球上の同じ場所を観測するのに要する時間)は数日~数十日とかなり長い。

これに対し、気象や地球環境などの地球規模の現象を対象とする場合、地球全球の情報を比較的短期間で収集する必要があり、観測幅は広い必要があるが地上分解能はそれほど高くなくてよい。これらの衛星はグローバルな観測が中心となる。これらローカルな観測とグローバルな観測は、互いに補い合って行われる。

3. 衛星による災害監視の現状⁽⁴⁾

3.1 地表の監視

NASDAは、'96年8月にADEOS(Advanced Earth Observing Satellite)1号機(愛称“みどり”)を打ち上げた。ADEOSは、地球温暖化、オゾン層の破壊、熱帯雨林の減少、異常気象の発生など、日米仏の国際協力によるグローバルな地球環境監視を目的とした地球観測衛星である。このうち、当社が開発したAVNIR(Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer)だけはローカルな観測を目的とする光学センサで、地上分解能はこれまでの衛星よりも高く、パンクロ(白黒画像)で8m、マルチバンド(カラー画像)で16mを実現しており、観測幅も80kmと広い。

図1は、AVNIRによる広島市街中心部の観測画像を、JERS-1搭載のOPS(Optical Sensor:分解能はセンサライン方向で18.3m、衛星進行方向で24.2m、観測幅は75km)と仏国SPOT搭載のHRV(High Resolution Visible:分解能はパンクロで10m、マルチバンドで20m、観測幅は60km)による画像と比較したものである。

3.2 海表の監視

地表や大気観測では、衛星リモートセンシングの利用が



図1. 衛星搭載光学センサによる取得画像比較 (NASDA提供)

極めて有効になってきたとはいえ、従来からある地上観測、気象ゾンデや航空機によるリモートセンシング観測がまだまだ大きな役割を担っている。これに対し、海表観測では、船舶やブイによる観測だけでは広大な海洋を観測するのは不十分であり、また悪天候では船舶観測はできないことから、衛星リモートセンシングの利用が極めて重要となる。

図2は仏国SPOT搭載のHRVの'94年2月の観測データから当社が画像解析して流水分布を求めたもので、地上レーダよりも観測頻度は少ないものの広範囲を一度に観測できるので、オホーツク海域からの流水の漂着状況が一目で分かる。

図3はJERS-1搭載のSAR(Synthetic Aperture Radar)画像解析によって氷の厚み分布を求めたもので、厚い氷を避けて航行することで船の安全性の確保と燃料節約等に利用できる。JERS-1のSARは、当社が(財)資源探査用観測システム研究開発機構(JAROS)から受注して開発したもので、18mの高分解能を実現している。

NASDAは、'99年8月にADEOS-IIの打上げを予定している。ADEOS-IIには、海表や大気から自然に放射される微弱なマイクロ波をマルチバンドで受信するAMSR(Advanced Microwave Scanning Radiometer)も搭載される。AMSRは、当社がNASDAから受注して開発しているもので、2mの世界最大開口のアンテナを回転走査することにより、地上分解能は5~50kmであるが、1,600kmの広観測幅で海上の水蒸気量や降水量、海面水温、海

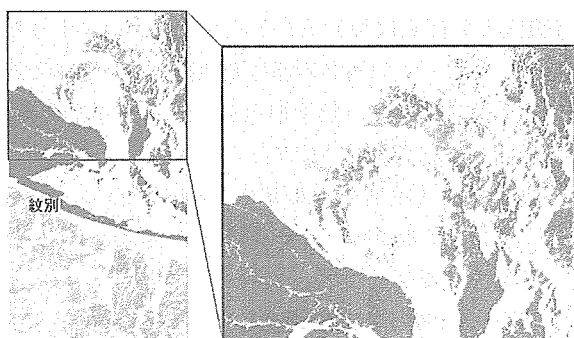


図2. SPOT搭載センサによる紋別沖の流水分布

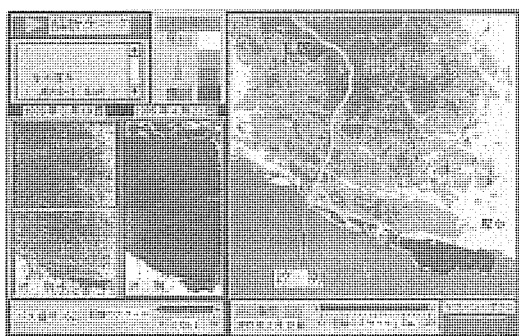


図3. JERS-1搭載センサによる紋別沖の氷の厚み分布

上風速、海水分布など水に関する様々な物理量が高精度で取得でき、海上気象観測や海象災害監視に大きな役割を果たすものとして期待されている。

4. 災害監視・防災への利用検討と方策

4.1 災害監視・防災の運用コンセプト⁽⁵⁾

災害を、現象に着目した災害と場所に着目した災害とに分類して図4に示す。現象に着目した災害はいつ、どこで発生するか分からないので、リアルタイムで発災箇所を特定することが要求される。これには広域監視と精密観測を両立させる必要があり、現状システムでの実現は容易ではない。しかし、平時から道路やライフラインなどの都市情報をGIS(地理情報システム)としてデータベース化しておくことで、災害発生時の状況判断に必要な情報提供を行うことは現状でも可能である。場所に着目した災害は、平時から危険地図(ハザードマップ)を基に定期的に特定地域の気象情報や地殻変動等を監視することで、災害発生の予測や発生時の被災の程度の予測を行うことが可能となる。

平時には、広域・周期・自動監視の行える衛星観測が有効である。警戒時には、平時に観測収集した情報分析結果から災害危険箇所を推定し、ここを重点的に警戒・監視し、事前の安全対策などを講ずることが重要である。

発災時と発災直後には、被災地周辺を対象に地上・航空機・衛星観測を総動員し、正確でリアルタイムな情報の収集と分析、災害対策本部への情報提供が実施されなくてはならない。これらの情報を基に二次災害の防止や救助・避難・誘導等の計画を作成し、復興のための基礎資料として役立てることができる。

4.2 防災利用への方策

ここでは、県レベルに設置される防災システムで防災業

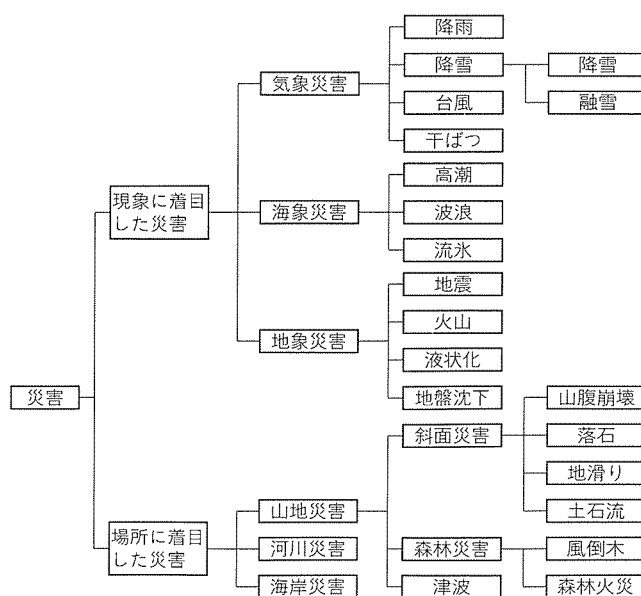


図4. 災害の分類

務を行う施設を“防災センター”と呼び、観測衛星からの衛星データを直接受信して衛星画像処理に共通的な補正処理(衛星の姿勢変動やセンサ特性等によるひずみを取る。)等を行う施設を“観測センター”と呼ぶこととする。

4.2.1 観測データの取得

観測センターは、平時と警戒時には衛星データを定常処理し、県レベルで設置される防災センターに定期的に配信する。発災時と発災直後にはセンサのポインティング運用等によってほぼリアルタイムで衛星データを取得し、緊急処理・配信する。防災センターは、発災時には被災地周辺を対象に地上・航空機観測も総動員し、正確で速やかな情報の収集を行う。

観測センターから防災センターへの配信には、一部で実現されているが、迅速な配信系⁽⁶⁾の整備が必ず(須)となる。また、観測センターでの収集データには、観測衛星経由のデータ収集システム(DCS)による端末(DCP)からの風速、波高等の陸海上データも含める。防災センターでの収集データには、航空機や地上で観測したデータも含む。発災時には、現場からの一般市民による電話連絡や、現場へ急行した防災センター職員等が携帯情報端末等から入力した観測データや映像も貴重なデータとなる。

4.2.2 災害情報抽出

衛星データ等から、変化抽出などによって最適なデータを抽出する。これまでは衛星データ取得頻度の問題もあり、災害情報など時間変化の大きな現象を対象とする研究は余りなされてこなかった。衛星データを防災に実利用するためには、迅速な処理・配布体制が不可欠である。これは、正に偵察衛星そのものの機能であるが、これを民間利用ベースでいかに経済的にシステムを構築するかが課題である。

災害監視には、数mの地上分解能と数時間ないし数日に一度の観測頻度が要求される。ここ1~2年以内には地上分解能1~2mの高分解能の地球観測データが商業ベースで利用できるようになる予定であり、地上分解能については解決されつつある。

観測頻度については、単純には観測衛星の個数を増やすことであるが、災害監視にはグローバルな地球環境を観測するために多目的なセンサを搭載した大型衛星よりも単目的の小型衛星を利用する方が柔軟で効果的であると思われる。

もっとも、地球環境観測衛星でもADEOSのAVNIRのようにセンサにポインティング機能を装備することで災害時に特定地域の観測頻度を向上させることができるので、小型衛星の開発とともに、リアルタイムでセンサ運用が柔軟にできる運用システムの構築も必要となる。

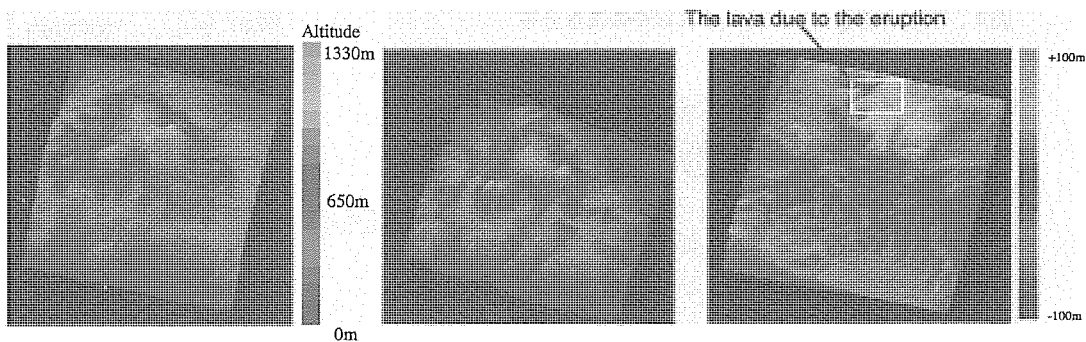
4.2.3 画像データ作成

衛星搭載の光学センサによる画像は地上設置の監視カメラによる画像に比べて地上分解能は落ちるが、広範囲の画像を比較的容易に得ることができる。クイックルックと呼ばれる光学センサの間引き画像は、リアルタイムに処理/映像化され、一部ではあるがユーザーにオンラインで配信されている⁽⁶⁾。地上分解能を上げ観測頻度を増すことは今でも技術的に可能であり、これにより、火災や津波、家屋の倒壊等、視覚によって認識できる災害監視については実用化の域にあると言ってよい。

これに対し、地殻変動や地盤の緩みや液状化現象等については、電波センサ、特にSARによって取得した物理量から解析画像を得る必要がある。SARで注目されている技術の一つに、インタフェロメトリ処理がある。これは、SAR画像が対象物までの距離情報を持っているので、少し離れた軌道で観測した同一対象地域の2枚の画像を相関処理することにより、干渉じま(縞)から地表の起伏やその変化を高精度に求めることができるというもので、cmオーダーの地表変化が検出できる。図5の(a)、(b)、(c)は噴火前後の雲仙普賢岳を比較したもので、(a)は噴火前の国土地理院発行のDEM(Digital Elevation Model)で、(b)は噴火後のJERS-1のSAR取得データをインタフェロメトリ処理したものである。(c)は両者の高度差比較をしたものである。噴火による溶岩などで、標準偏差36.4m、平均で11.2mも土地が隆起していることが分かる。

画像による災害箇所の認識率を高めるために、SARや光学センサによる異種センサ画像の重ね合わせや、GISとのマッピング処理等を行う。

4.2.4 データ分析・防災計画立案



(a) 噴火前のDEM (国土地理院発行) (b) 噴火後の JERS-1のSARによるデータ (c) 両者の高度差比較

図5. 雲仙普賢岳の測定例

表 1. 災害監視・防災システムの特長

衛星システム構成	複数の周回軌道の観測衛星群と、データ中継衛星及び災害情報の収集・配信用の通信衛星とからなる。	
モニタリング方式	平常時・警戒時	発災時
センサ仕様		
観測幅	中・広域（～100km程度）	狭域（～10km程度）
地上分解能	中程度（～5m程度）	高分解能（～1m程度）
ポインティング機能	通常モード	災害地域に対して首振り
データ収集	衛星データの収集が中心	衛星データに加え、航空機や地上での観測データなどあらゆる手段で災害情報を収集する
データ解析・画像データ作成	画像データ（地形図、都市情報）作成 状態変化検出（低レベル探知） 危険図マップを作成して警戒監視に利用	解析によって災害種類と規模を判定（高レベル探知） 災害地図を作成 避難マップを作成して二次災害の防止に利用
データ配信	観測センターから防災センターへ：適宜	観測センターから防災センター：頻繁にリアルタイムで 防災センターからユーザーへ：頻繁に

データを分析し、土砂災害や地震災害の状況や危険度を示すハザードマップを作成し、そのデータを基に避難計画や救助計画を立案する。ここでは、土砂災害や地震災害の状況や危険度等を判読するアルゴリズムの研究開発が必要である。

4.2.5 防災情報配信

地上回線(公衆・専用回線網, CATV網, インターネット), 放送網や衛星回線を用いて, 防災情報を行政機関や市民にデータ配信する。発災時にはテレビやインターネットなどを通して市民に通報し, 正確な情報を与えて速やかに避難させる等の適切な対処を行うことが重要である。

以上のことをまとめ, 当社が提案する災害監視・防災システムの特長を表1に示す。

5. むすび

自然災害の多い日本では, 早くから気象情報網が整備され, また, 各行政機関で防災システムの構築が進められている。しかし, 阪神・淡路大震災のような広域大規模災害や公海での船舶事故においては, これまでのような地上や航空機による地域観測だけでは, 広域を一度に観測できないことや悪天候時は観測が困難であることなどから十分に対応できない。このため, 災害発生状況を広範囲で把握し, 的確な救援活動や復旧計画立案を行うために, 地球観測衛星からのデータも利用したいという要求が防災関係機関で高まってきている。

本稿では, 衛星リモートセンシングによる地球観測での災害監視の現状について紹介するとともに, 防災への利用検討と今後の方策について述べた。

当社は, これまで培ってきたこの分野での技術をベースに, 今後も衛星によるリモートセンシング技術の向上発展と防災・環境保全に積極的に貢献していきたいと考える。

最後に, 地球観測衛星や観測センサ及び地上システムの開発に携わってこられた科学技術庁/宇宙開発事業団(NASDA), 財リモート・センシング技術センター(RES TEC), 通商産業省/財資源探査用観測システム研究開発機構(JAROS), 財資源・環境観測解析センター(ERS DAC)の方々を始め, 衛星データ利用による災害・環境モニタリングシステムの検討を進めている三菱リモートセンシング研究会のメンバーである(株)三菱総合研究所, (株)パスコ, 宇宙技術開発(株), 三菱スペース・ソフトウェア(株), 三菱商事(株)の各位に謝意を表す。

参考文献

- (1) 下田陽久: 衛星リモートセンシングの現状と計画, 電子情報通信学会誌, 79, No.10, 982~991 (1996)
- (2) 岩橋 努, 上杉利明, 門脇 隆: リモートセンシングシステム, 三菱電機技報, 68, No. 7, 604~609 (1994)
- (3) 岩橋 努, 田中宏和, 門脇 隆: 衛星によるリモートセンシング, 三菱電機技報, 69, No. 6, 561~566 (1995)
- (4) 岩橋 努, 井村信義: 衛星リモートセンシングによる地球環境観測, 三菱電機技報, 71, No. 5, 513~518 (1997)
- (5) 三菱リモートセンシング研究会: 地球観測リモートセンシングデータ利用による災害等・環境モニタリングへのデータサービスシステム(防災・環境モニタリングシステム)提案書 (1995)
- (6) 鬼沢 勉, 和泉英明, 岩橋 努, 木村 隆, 白鳥洋健: 衛星利用画像データ通信システム, 三菱電機技報, 71, No. 2, 188~193 (1997)

501Gガスタービン複合サイクル発電プラント実証設備用 250MVA空気冷却タービン発電機

前田 進* 津曲一幸*
西田幸弘* 古藤 悟**
鈴木一市*

要旨

三菱重工業(株)が建設した501Gガスタービン複合サイクル発電プラント実証設備用として三菱電機(株)が製作した空気冷却タービン発電機は、1997年7月から運転を開始した。定格容量250MVA、最大容量286MVAで、空気冷却タービン発電機としては世界最大級である。

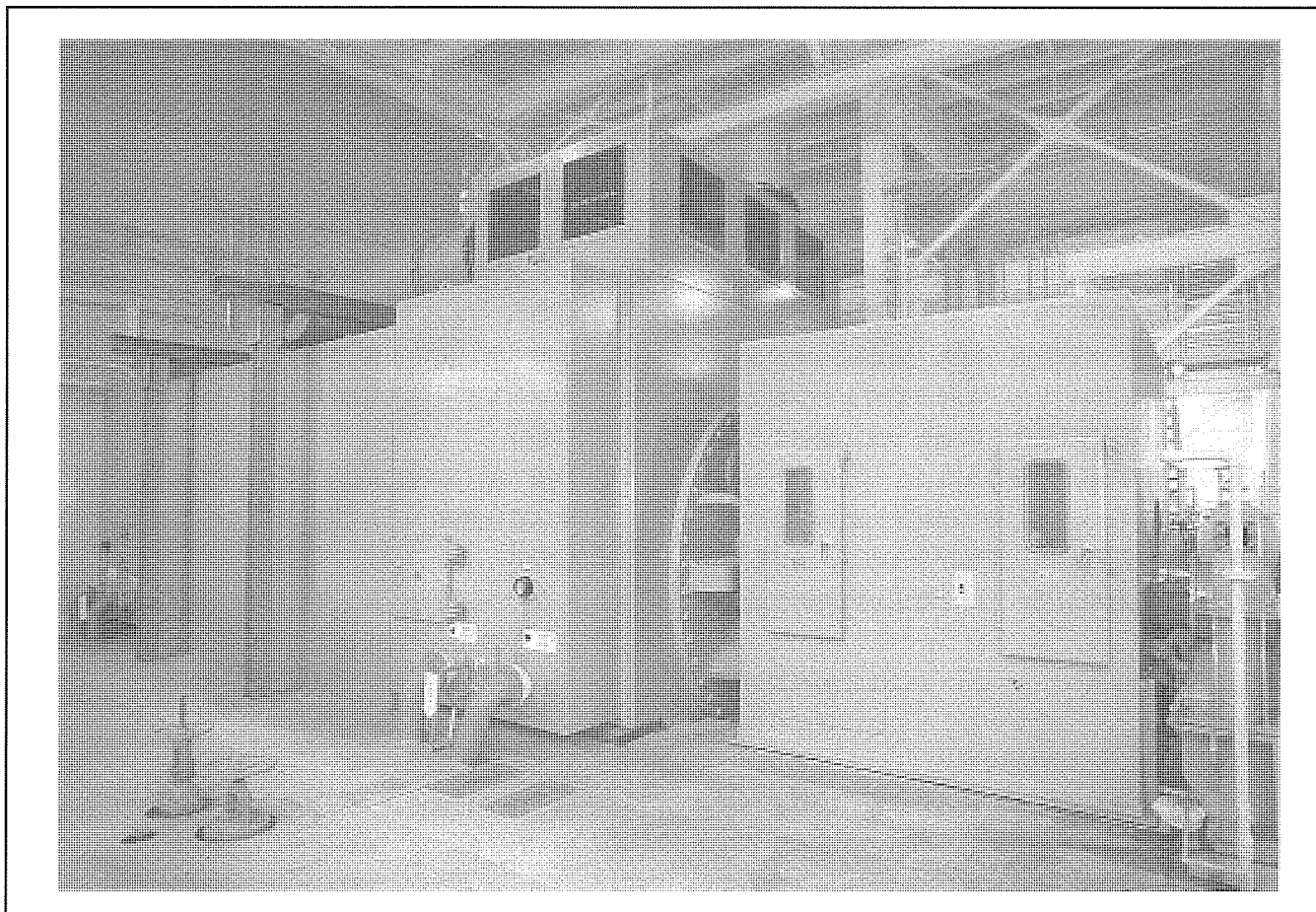
空気冷却方式のタービン発電機は、水素冷却方式のタービン発電機に必要な補機類が不要であるため、補機を含めた発電機の設置スペースが低減できるとともに、制御装置、計装が少ないため運転・保守が簡便となる。また、水素ガスを取り扱わないので、発電機建設・定期点検期間の短縮が可能という特長がある。

空気冷却タービン発電機の大容量化に対しては、いかに冷却効率を上げて温度の増加を抑制できるかが課題となる。空気は、水素に比べて密度が大きいため風損が大きいことに加え、熱容量が小さいため温度が上がりやすい性質があ

る。そのため、今回の250MVA空気冷却タービン発電機の設計に当たっては、最新の数値流体解析、三次元熱解析を適用するとともに、大容量空気冷却タービン発電機の通風回路を模擬した縮小モデルによって種々の基礎データを採取し、それを設計に反映させて通風方式の最適化を行った。

また、水素冷却方式に対して増大する風損対策として、ファン翼に新設計の動翼と静翼を適用することでファンの高効率化を図った。新設計の実物大ファンを製作し、風洞内の実証試験から50%を超えるファン効率を達成した。

以上述べた通風最適化、高効率ファンの採用、及び各種の損失低減対策により、定格出力時の発電機効率が同容量の水素冷却タービン発電機に近い98.6%の高効率を達成した。



現地実負荷運転中の250MVA空気冷却タービン発電機

固定子フレームは、小型化と剛性確保を図るため、全閉型の溶接構造とした。軸方向寸法を短縮し、良好な軸振動特性を得る目的から、軸受をブラケットで支持する方式を採用した。

1. ま え が き

ガスタービンとスチームタービンを組み合わせた複合サイクルプラントは、発電効率が優れており、近年、国内・海外共に需要が顕著に増加している。ガスタービンは、燃焼温度の高温化などによる大容量化が目覚ましく、200MWを超える大容量機の開発が進んでいる。発電機については、付帯設備が少なく運転操作の容易な空気冷却機がこれらのプラントに適用される場合がある。空気冷却機についても、ガスタービンの容量増加に対応した大容量化が必要となっている。

図1に空気冷却タービン発電機容量の変遷を示す。これまでの三菱電機(株)の最大容量は160MVA⁽¹⁾であるが、ガスタービンの容量増加に対応するため、200MVA以上の空気冷却タービン発電機製作のための要素技術開発を実施してきた。

このたび三菱重工業(株)高砂製作所内の501Gガスタービン複合サイクル発電プラント実証設備用として、250MVA空気冷却タービン発電機を製作し、納入した。定格容量250MVA、最大容量286MVAは、空気冷却タービン発電機では世界最大級であり、規約効率98.6%と同容量の水素冷却タービン発電機に近い効率を達成した。

本稿では、この250MVA空気冷却タービン発電機の構造、設計上の特長、試験結果の概要を述べる。

2. 仕 様

250MVA空気冷却タービン発電機の主要仕様を表1に示す。大気温度15℃での定格容量250MVA、大気温度5℃での最大容量286MVAである。一般に、空気冷却機は水素冷却機に比べて風損が大きいいため発電機効率が低下する。このため、空気冷却機では風損低減が主要な技術課題の一つとなっている。今回の設計では、ブロウ効率の向上や回転子表面の摩擦損失の低減などに配慮した。また、発電機を構成する材料として、絶縁にはF種絶縁を使用し、F種温度まで許容する設計とした。軸、リテーニングリングには、それぞれ、67kg/mm²級、130kg/mm²の高強

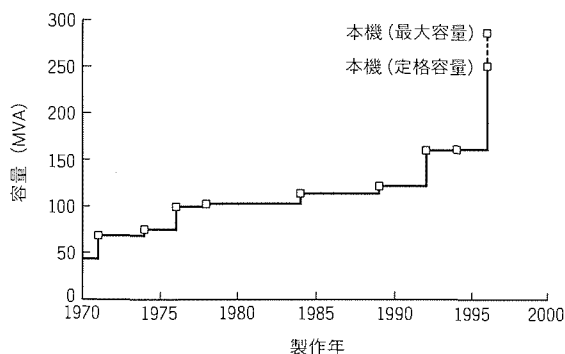


図1. 空気冷却タービン発電機容量の変遷

度材を使用した。

この発電機は、225MW 501Gガスタービンに直結して駆動される。ガスタービンの起動方法としては、発電機にサイリスタ起動装置から三相交流電流を供給し、発電機を同期電動機として駆動する“サイリスタ起動方式”を適用した。図2に組立断面図を示す。

3. 250MVA空気冷却タービン発電機の基本構造

3.1 固定子の構造

固定子フレームは、小型化と剛性確保を図るため、全閉型の溶接構造とした。軸方向寸法を短縮して良好な軸振動特性を得る目的から、軸受をブラケットで支持する方式を採用した。固定子鉄心にはけい素鋼板の積み厚さ数cmごとに通風ダクトを設けて、冷却空気の半径方向通路としている(図3)。

固定子コイルは、主絶縁の外周から冷却する間接冷却コイルとした。固定子コイルの絶縁にはダイヤモンド樹脂(エポキシ(F種)絶縁)を使用しており、導体にテーピング後、コイル単体で真空加圧含浸を行っている。この絶縁は、絶縁特性だけでなく、ヒートサイクル性、機械的特性にも優れている。長期運転下の絶縁の枯れに起因する固定子コイルのゆるみに対しては、図に示すように、コイルとウェッジ間にばね効果を持つリップルばねを挿入し、ウェッジの押し付け力低下を防いでいる。

なお、高温空気を冷却する空気冷却器は、薄型・縦置きとし、固定子側面の四隅に配置して、建屋の省スペース化に配慮した。

3.2 回転子の構造

水素冷却機で実績のある直径1,100mmの回転子を適用し、軸長短縮による振動特性の向上に配慮した。回転子コイルは、導体内部を軸方向に流れる冷却空気によって直接冷却する方式とした(図4)。ファンは翼形軸流であり、回転子軸両端に設置している。

表1. 発電機の主要仕様

定格出力	250MVA (大気温15℃)
定格力率	0.9
最大出力	286MVA (大気温5℃)
端子電圧	16kV
定格電流	9,021A
周波数	60Hz
回転数	3,600r/min
絶縁種別	F種
温度上昇	F種
規約効率	98.5%以上
励磁方式	サイリスタ
励磁電圧	300V

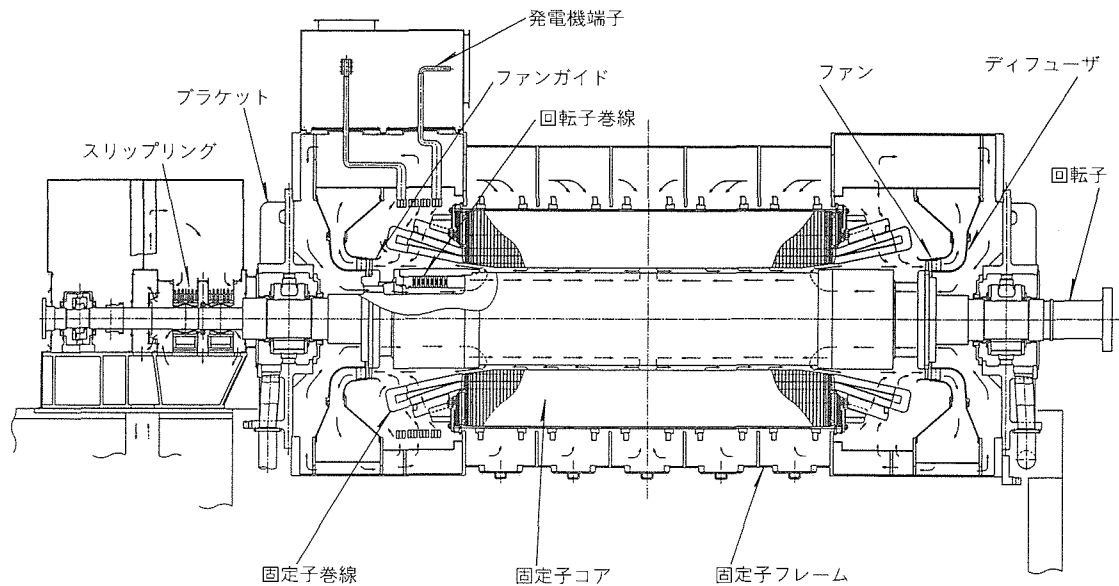


図 2. 発電機の組立断面図

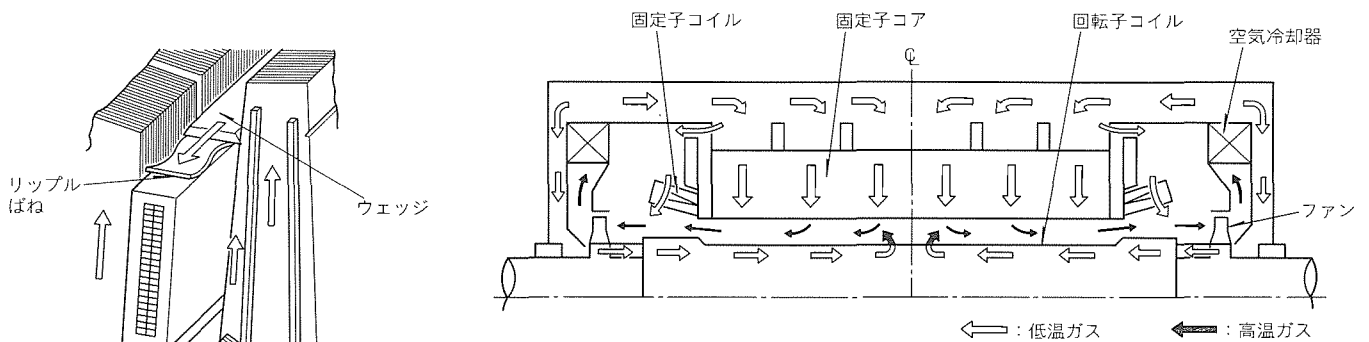


図 5. 通風系統図

図 3. 固定子コイル通風冷却とスロット内構成

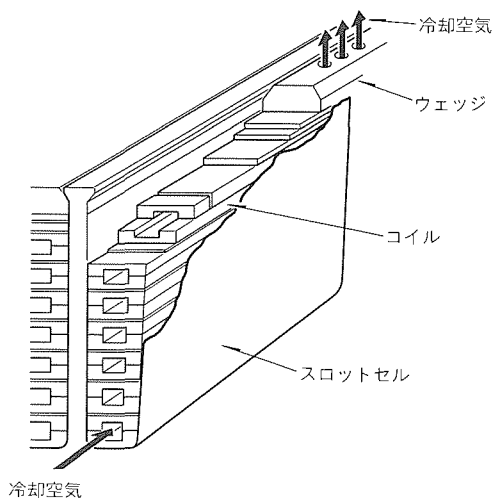


図 4. 回転子コイル通風冷却

3.3 冷却構成

大容量の空気冷却機では、ファン部での風損が大きくなり、ファンを通過した空気温度上昇が大きい。そのため、今回製作した250MVA空気冷却タービン機では、ファンの下流に空気冷却器を設け、空気冷却器を出た低温空気を固定子及び回転子に直接導いて冷却する方式を適用した。図5に通風系統を示す。固定子コアの冷却空気は、半径方向に設けられたダクトを通過して固定子コイルを冷却した後、回転子と固定子間の空げき(隙)に出る。回転子の冷却空気は、ファン取付けリングの内周に設けられた軸方向の通路を通してリテーニングリング下に導かれ、コイル内を流れた後、回転子中央部から空隙に出る。固定子からの高温空気とともにファンに導かれる。

4. 技術的課題と解決策

4.1 大容量化の課題

図6に空気冷却機の特性と大容量化に伴う課題を示す。コイル冷却媒体として、空気は、水素ガスに比べて表面熱伝達率が小さく、高圧の水素ガスに比べて熱容量が小さい。このため、空気冷却方式は、水素冷却方式に比べて冷却特

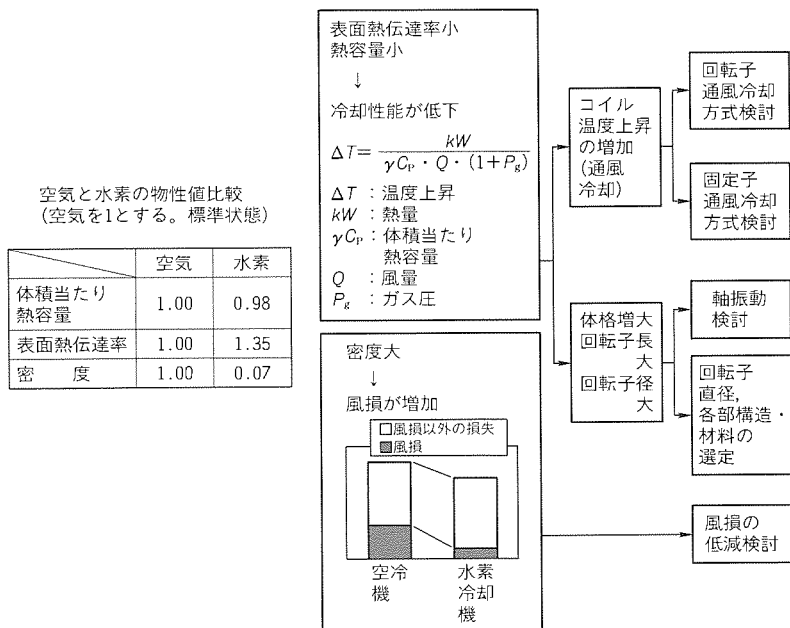


図6. 空気冷却発電機の特性と大容量化に伴う課題

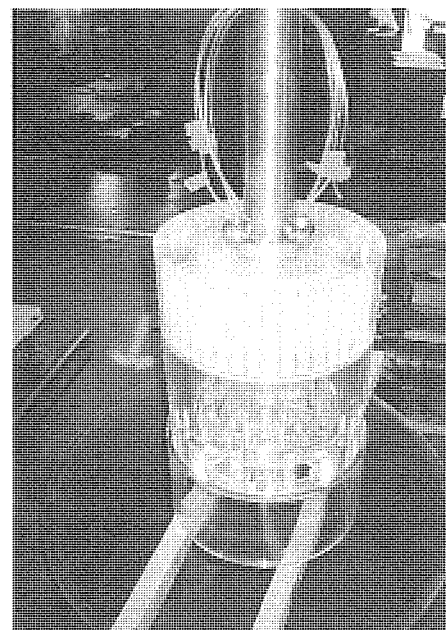


図7. 試験モデル

性が低下する。また、空気は水素ガスよりも密度が大きいため、冷却媒体をファンで循環させる際に損失(風損)が大きい。このため、空気冷却機の大容量化にはコイル温度上昇、体格増大及び風損増大といった課題が伴う。

これらの課題解決のため、今回の設計に際しては、最新の流体・熱解析、構造解析、電磁界解析技術を駆使して通風・構造の最適化及び高効率化を図った。以下にその概要について述べる。

4.2 通風冷却技術

250MVA空気冷却タービン発電機に適用した通風方式の特性を確認する目的で、実機の1/3縮小モデルを製作した。図7に試験モデルを示す。モデルは固定子と回転子を模擬したものであり、モデルのレイノルズ数を実機の約1/10として実機との等価性を持たせた。流体には水を用いてポンプによって実機相当の流量を与え、回転試験を実施して各部の圧力分布を計測した。モデル試験の結果から各部の圧力損失を求め、圧力損失係数を算出して通風計算に用いた。

また、回転子と固定子間の空隙における冷却空気の流れについて、数値流体解析(CFD)を併せて実施し、回転子ウェッジの出口圧力損失を評価した⁽²⁾。解析モデルを図8に示す。モデルでは、回転による回転子ウェッジ出口付近の旋回流と、上流からの軸方向流れの両者を考慮している。解析によってモデル試験結果から求まるウェッジ出口損失係数の妥当性を確認した。

4.3 高効率化技術

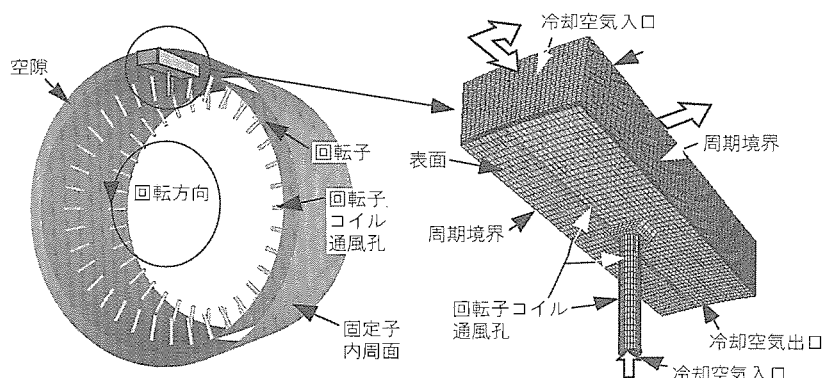


図8. 空隙部の数値流体解析モデル

水素冷却方式と比べて増大する風損対策として、ファンの高効率化を図った。大容量の空気冷却機では、ファン風圧が従来の空気冷却機の1.5倍以上必要であり、新たなファンの設計が必要となった。そのため、動翼1段、静翼1段のファンを開発し、静圧回復用としてディフューザを適用した。

ファン設計にはガスタービン翼設計プログラムを用い、動翼・静翼ともNACA翼相当の翼形状を採用した。また、ディフューザ設計には数値流体解析を行い、入口・出口の静圧からディフューザの静圧回復効果を求め、寸法制約の中から最適な形状を選定した。実機適用に際しては、実物大のファン及びディフューザを製作し、工場風洞試験装置に組み込んで検証試験を実施した。風洞装置によって風量を変化させてファン前後の差圧及び風量を計測し、ファンの圧力-風量特性曲線を求めた。図9に測定結果を示す。また、ファン効率は設計目標である50%を超える高効率を達成した。

漂遊負荷損についても低減検討を行った。固定子、回転子コイルエンドの漏れ磁束による漂遊損低減のため、発電機の端部磁界・損失解析を実施した。磁界解析結果の一例を図10に示す。固定子コイル端の近傍に位置し、鎖交磁束密度の高いファンガイド部にはステンレス材を適用し、また、固定子鉄心を両側から締め付ける端部支持材料にはけい素鋼板を使用して損失低減を図った。

5. 工場試験結果

'96年6月に工場組立てが完了し、組立試験を実施した。等価温度上昇試験、損失測定、各種定数測定などの商用試験に加えて、空気冷却方式の特性検証を目的とする技術試験を実施した。主な試験結果を以下に示す。

5.1 温度上昇

銅損温度上昇試験と鉄損温度上昇試験から等価温度上昇値を求めた結果を図11に示す。定格250MVAでの固定子コイル(埋込み温度計の温度)、回転子コイル平均温度の温度上昇値がそれぞれ仕様値を十分満足していることを確認した。

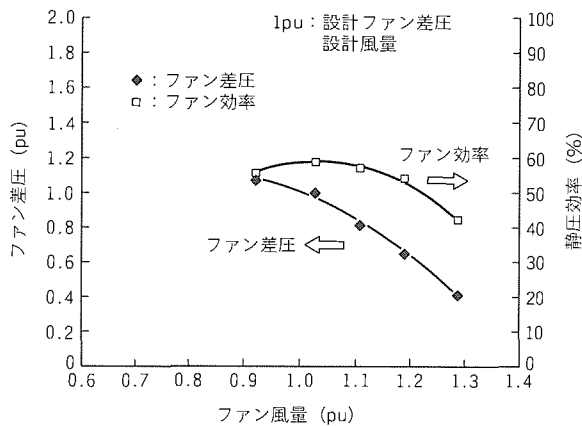
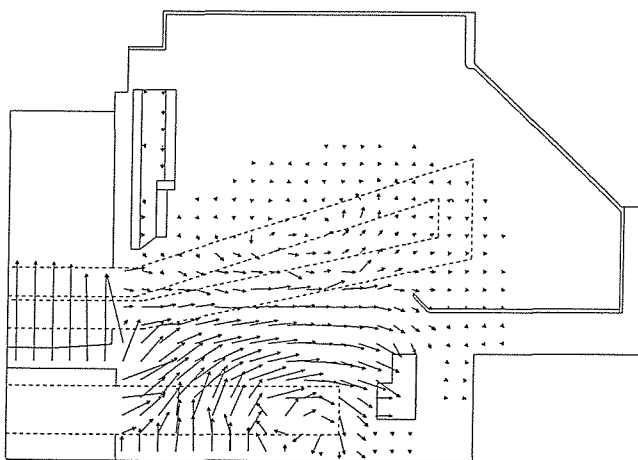


図9. ファン風洞試験結果



→: 磁界の方向及び磁束密度絶対値を示す。

図10. 発電機端部の磁界解析結果

5.2 損失及び効率

表2にタービン定格出力、定格力率における損失内訳を示す。規約効率は98.6%であり、仕様を満足するとともに同容量の水素冷却機に近い高効率を達成した。

5.3 各種リアクタンス及び時定数

定格kVAベースの各種リアクタンス及び時定数を表3に示す。

5.4 軸振動

発電機各軸の危険速度及び定格回転数での軸振動値は、いずれも全振幅で3/100mm以下であり、良好であった。

5.5 風圧分布、ファン風量

通風計算の妥当性確認のため、ファン前後、空気冷却器出口、固定子コア背後の静圧、及びファン風量を計測した。図12にファンの動作点の実測結果と設計点を比較して示した。図13には風圧の実測値と計算値を示す。固定子コア背後の風圧分布は計算値によく一致しており、通風設計ツールの妥当性、用いた圧力損失係数の妥当性を確認した。

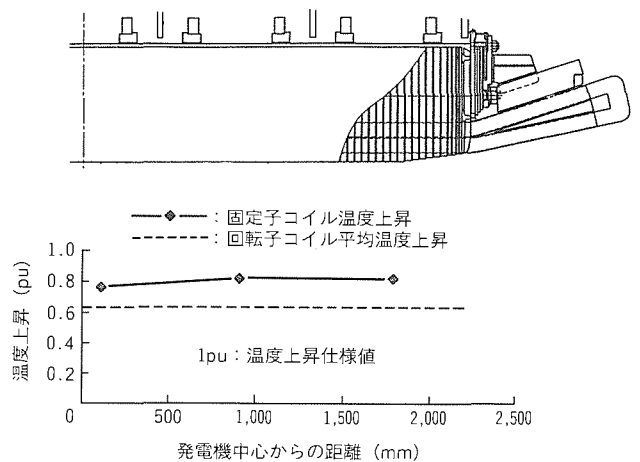


図11. 定格負荷時のコイル温度上昇推定値

表2. 損失内訳

	内訳 (kW)
機械損	1,720
鉄損	420
負荷損	650
界磁抵抗損	410

表3. 各種リアクタンス及び時定数

同期リアクタンス	x_d	183%
過渡リアクタンス	x_d'	22%
初期過渡リアクタンス	x_d''	17%
逆相リアクタンス	x_2	17%
零相リアクタンス	x_0	9%
短絡初期過渡時定数	T_d''	0.02s
短絡過渡時定数	T_d'	0.9s
電機子時定数	T_d	0.2s

(注) リアクタンスはすべて飽和値

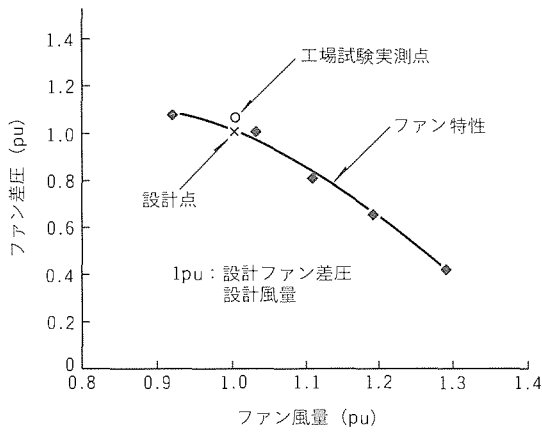


図12. ファン動作点実測と設計点との対比

6. むすび

以上、三菱電機㈱の空気冷却タービン発電機の製作実績を大きく上回る三菱重工業㈱501Gガスタービン複合サイクル発電プラント実証設備用250MVA空気冷却タービン発電機の仕様、技術的特長、工場試験結果の概要を紹介した。今回の設計・製作に関しては、空気冷却という点で通風設計に細心の注意を払い、解析及びモデル試験によって要素開発、検証を実施した内容を反映した。工場試験では、各種の試験を行い、計画値を十分満足していることを確認するとともに、今後の需要が見込まれる大容量の空気冷却タービン発電機の設計・製作のための多くのデータを得ることができた。

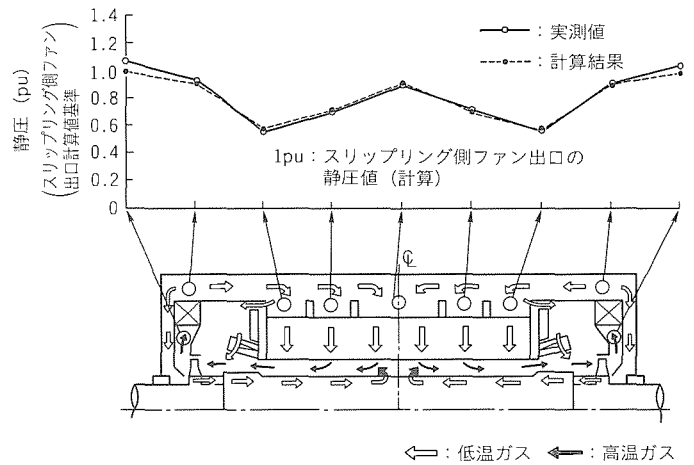


図13. 風圧計測結果と計算との対比 (3,600 r/min)

最後に、製作に当たって終始ご指導、ご鞭撻をいただいた三菱重工業㈱高砂製作所、同高砂研究所の方々を始め関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- (1) 中島左千夫, 井島耕一, 村井幸雄: 大容量空気冷却タービン発電機新シリーズ MB-3000, 三菱電機技報, 66, No.10, 1004~1008 (1992)
- (2) Umemoto, T., Oshima, T., Kaga, K., Kotoh, S.: Experimental Study of Fluid Motion in Air Gap using Scaled Water Model, International Conference on Power Engineering (1997)

新幹線切替開閉装置用 42kV真空遮断器

寄田光政* 森 一*
大城尊士*
香川和彦*

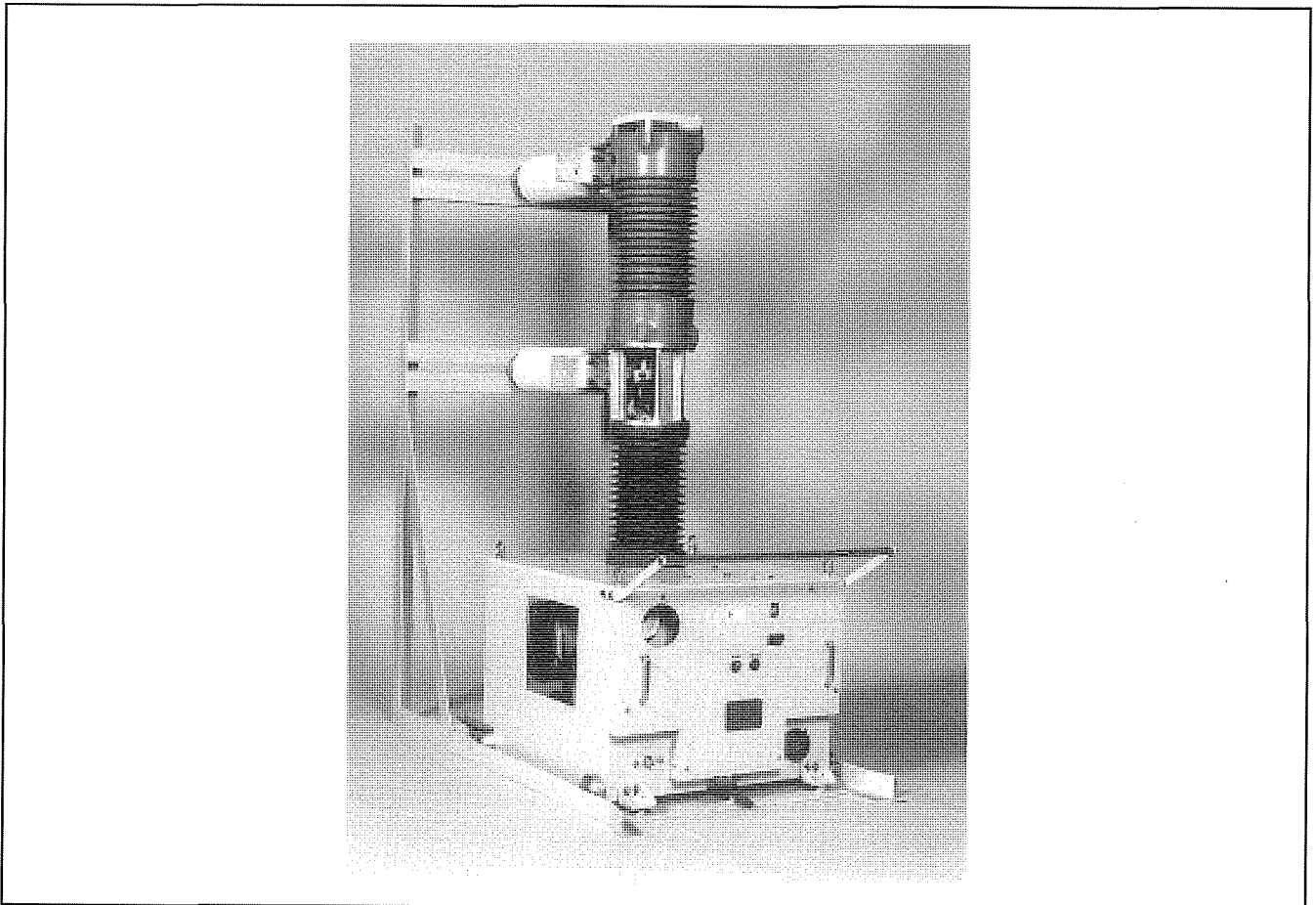
要旨

新幹線用電源設備の切替開閉装置では、電圧位相の異なる電源の突合せによって高い電圧が極間に発生する。従来、異電源突合せの位相差 90° ($30\text{kV} \times \sqrt{2} = 42\text{kV}$)の使用条件に対して36kVの製品を使用していたが、極間耐電圧性能の信頼性を更に向上するため、極間ストロークを28mmから40mmに拡大し、定格電圧を36kVから42kVに、極間の雷インパルス耐電圧を200kVから250kVに格上げした真空遮断器(30-VPS-3C)を開発し、製品化した。

製品化に当たり、真空バルブについては、電界解析によ

って電極接点とアークシールドの形状の最適化を図るとともに、過渡振動解析によって多頻度開閉に優れた長ストロークの2段つなぎベローズを開発して採用し、極間耐電圧性能の向上を実現した。また、操作機構部については、動作解析によるスライドカム形状変更と緩衝器の改良によって開閉動作時の衝撃を緩和し、さらに、駆動系の強度アップによって高信頼化を図った。

従来品(30-VPS-3B)との互換性に配慮し、固定枠を改造することなく、30-VPS-3Cへの置換えを可能とした。



30-VPS-3C形真空遮断器の外観

基本定格事項である極間耐電圧性能及び定格電圧の向上に対応するため、従来の基本設計に基づいてより一層の高信頼化を図り、種々の改良を施した新幹線切替開閉装置用42kV真空遮断器(30-VPS-3C)である。

1. まえがき

新幹線では、高速走行を可能にするため変電所異電源間に中セクションを構成し、その中セクションで変電所からの電源を切替開閉装置によって自動的に切り替えて、列車が次の電区間へ移行できる方式を採用している⁽¹⁾⁽²⁾。

この切替開閉装置は新幹線の重要設備であり、列車運行に支障を及ぼすことがあってはならない。そのため、極間ストロークの拡大による極間耐電圧性能の向上及び異電源突合せの実使用を考慮し、定格電圧を36kVから42kVとした新幹線切替開閉装置用42kV真空遮断器(以下“30-VPS-3C”という。)を開発し、製品化した。

2. 30-VPS-3Cの概要

2.1 定格事項

形式及び定格事項を表1に示す。

2.2 構造及び動作原理

30-VPS-3Cの内部構造を図1に示す。図に示すように、本体は大きく分類すると、真空バルブを絶縁モールドで一体成型化した遮断部、絶縁体で構成された操作ロッド及びがい(碍)管部、そしてフレーム内に格納された操作機構部があり、それらによって構成されている。図の(a)は開路状態を示したものである。

開路動作については、電磁コイル(投入用)の可動鉄心が

吸引されることで投入レバーの保持状態が解かれ、投入弁が開き、空気タンク中の圧縮空気が操作シリンダ内に流れ、ピストンとスライドカムが下方に動作し、操作ロッドと接圧ばねを上方に動作させ、真空バルブ可動電極を開路する。図の(b)は閉路状態を示している。

開路動作については、電磁コイル(引外し用)の可動鉄心が吸引されることで引外しレバーの保持状態が解かれ、引外しばねの力によって操作ロッドを下方に動作させ、真空バルブ可動電極を開路する。

3. 設計コンセプトと適用技術

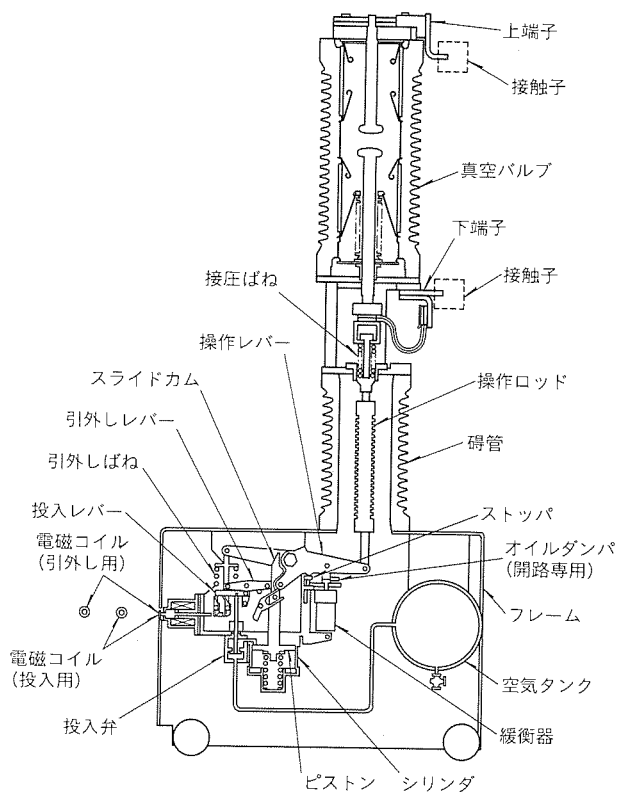
3.1 真空バルブ

(1) 真空バルブの構造

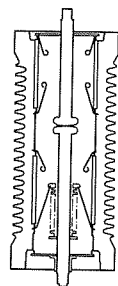
真空バルブの構造を図2に示す。この開発品のベローズ

表1. 定格事項

形 式	30-VPS-3C	
準 拠 規 格	JEC-2300-1985	
定 格 電 圧	42kV	
絶 縁 階 級	30号A	
絶 縁 耐 電 圧	商用周波	対地間：70kV (1分間)
	耐電圧	極間：100kV (10分間)
耐 雷 インパルス 耐 電 圧	雷インパルス	対地間：200kV
	耐電圧	極間：250kV (標準波形)
定 格 周 波 数	50, 60Hz	
定 格 電 流	1,200A	
定 格 短 時 間 電 流	12.5kA, 2s	
定 格 投 入 電 流	31.5kA	
定 格 遮 断 時 間	5サイクル	
無 負 荷 投 入 時 間	0.1s	
定 格 開 極 時 間	0.05s	
定 格 制 御 電 圧	DC100V	
定 格 操 作 圧 力	0.7MPa	
標 準 動 作 責 務	0-1秒-C, C-1秒-0	
空 気 タ ン ク 容 量	20ℓ	
操 作 方 式	空気投入,ばね引外し	



(a) 開路状態



(b) 閉路状態

図1. 30-VPS-3Cの内部構造

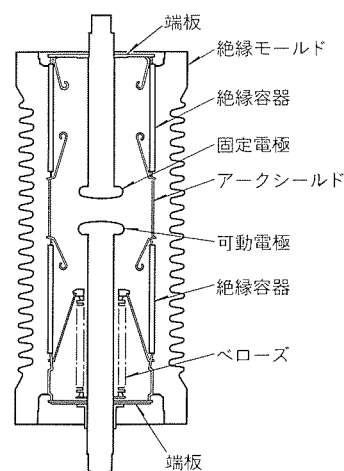


図2. 真空バルブの内部構造

は、40mmストロークでの開閉寿命信頼性を確保するため、成形ベローズを2段つなぎし、山数を増加させた。また、大気圧の下での座屈変形による寿命低下を防ぐため、ベローズ内径側が真空となる外圧使用の構造とした。

(2) ベローズの過渡振動解析

真空バルブの機械的寿命は、主にベローズの疲労寿命に依存する。特にこの開発品の長ストローク、多数回開閉の仕様においては、製品全体の性能を決める支配的要素となる。ベローズの内外径、板厚、山数等の寸法は、その材料特性、圧力、極間ストローク、速度、動作回数の諸条件によって決定される。ベローズの発生応力、疲労寿命の推定として、EJMA(Standards of the Expansion Joint Manufacturers Association, Inc.), JIS B 8277の計算式が一般的である。

しかしながら、それらは変位速度が比較的遅く、過渡振動が発生しない場合であり、1 m/s前後の高速で動作する開閉器用ベローズの寿命推定にそのまま適用することはできない。そこで今回の開発に当たっては、ベローズを山数分の質点とばねの連成系でモデル化し、連立運動方程式を数値解析することで高精度の寿命推定を可能とした。図3に、過渡振動解析に用いた開閉動作時の過渡振動波形の計算例を示す。図中縦軸は、振動減衰後の静止位置での値に対する比率で表している。

さらにベローズの過渡振幅は、開閉操作力の位相特性により、図4に示すように、大幅に変化する性質があることに着目した。すなわち、ベローズの固有周期に合わせて開閉操作特性(初終速及びダンパ稼働位置、時間等)を調整す

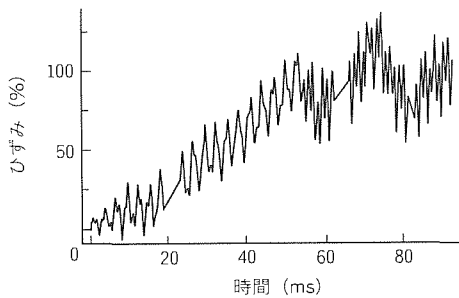


図3. ベローズ過渡振動波形

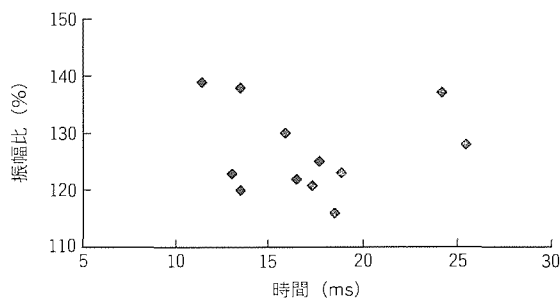


図4. ダンパ稼働時間と過渡振幅特性(測定値)

ることで、比較的容易にベローズの過渡振動を低減し、疲労寿命とその信頼性を向上させることが可能となった。

(3) 極間耐電圧性能の向上

定格電圧と雷インパルス耐電圧の格上げに対応し、極間ストロークを従来形式品の1.4倍の40mmに拡大するとともに、電極部及びアークシールド部の形状を一新することで電界緩和を図った。その結果、表2に示すように、開発品の電界強度は電圧が上昇しているにもかかわらず、最大の電極外周部においても従来品の90%に減少している。なお、設計段階の形状検討と評価は、軸対称モデル電界強度解析で行った。

3.2 操作機構部

操作機構の概略を図5に示す。

(1) 開路専用オイルダンパの追加

負荷エネルギーの増加に伴う引外し力の強化によって、開路時の余剰エネルギーも増加する。このため、従来品の緩衝器では余剰エネルギーの増加分を吸収できない。そこで緩衝器の減衰特性を変更し、さらに、図に示すように、開路専用オイルダンパを追加することによって機械的衝撃を緩和した。実機での引外し特性を図6に示す。

(2) スライドカムの形状変更

スライドカムの変曲点の形状を変更することにより、真空バルブの接点タッチ直前の閉路特性を滑らかにし、機械

表2. 真空バルブ内部電界強度の比較(計算値)

電圧条件		30-VPS-3C	従来品
		Imp250kV	Imp200kV
部	電極	接触部	55% (90%)
		外周部	90%
位	アークシールド	固定側先端	50%
		可動側先端	60%

注 ()内の値は電極接触部の従来品に対する比率を示す

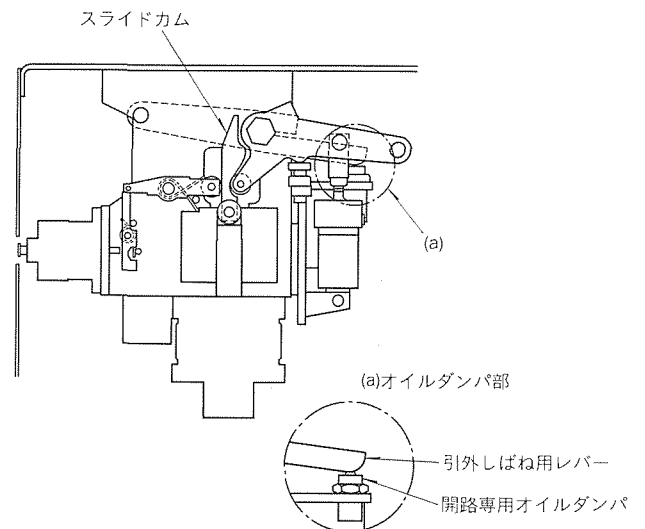


図5. 操作機構概略図

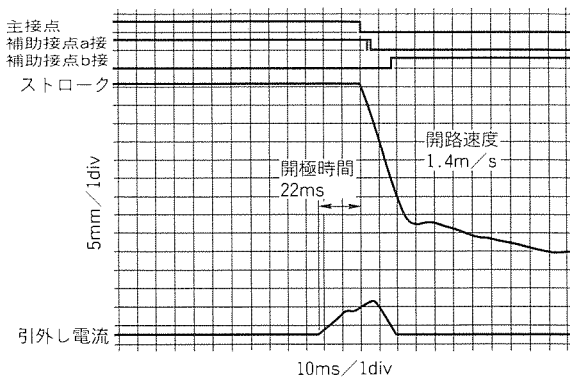


図 6. 引外し特性 (実測)

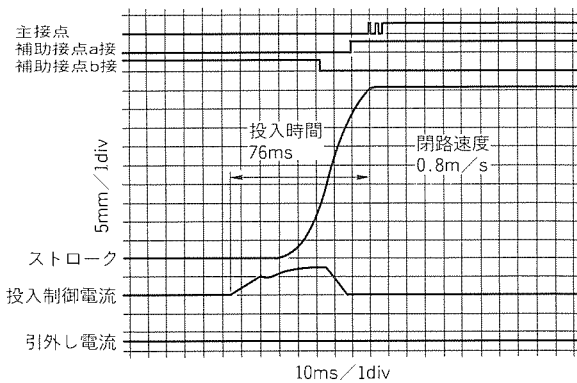


図 7. 投入特性 (実測)

の衝撃を緩和した。実機での投入特性を図 7 に示す。

4. 評価方法及び検証試験結果

4.1 基本性能評価試験

実用性能を評価するため開閉特性試験、短絡試験、進み小電流遮断試験、連続開閉試験、機械寿命等の試験を行い、すべての試験項目において判定基準を満足し、さらに開極ストロークの拡大による構造変更で機械的寿命が低下していないことを確認した。またJEC-2300による一連の形式試験も行っている。検証試験項目の一例を表 3 に示す。

4.2 10万回開閉動作前後の耐電圧性能

実使用条件を考慮し、耐電圧特性に影響の大きい条件として、負荷電流投入-無負荷開極の責務(投入側という。)と無負荷閉極-負荷電流遮断の責務(遮断側という。)を行い、10万回開閉動作試験前後及び途中の雷インパルス耐電圧を測定した。耐電圧性能は、図 8 に示すように、せん(閃)絡電圧値(打切りデータを含む。)のワイブル分布で評価した。その結果、表 4 に示すように、開発品の最小閃絡値は、従来品に対して投入側で20%、遮断側で12%向上していることが確認された。

表 3. 性能評価試験の一例

検証項目	検証内容 (検証条件)	結果
開閉特性	閉極平均速度 (m/s) : 0~30% : 0.8~1.0 (投入位置 0%)	閉・開極平均速度, 閉・開極時間いずれも規定範囲内
	開極平均速度 (m/s) : 0~45% : 1.2~1.5 (投入位置 0%)	
	閉極時間 (ms) : 58~74	
	開極時間 (ms) : 20~28	
投入容量	単相直接42kV-31.5kA	異常なし
進み小電流遮断	42kV-15A, 50A	再点弧なし
機械寿命	真空バルブ : 10万回	40万回動作後異常なし (一部5万回で交換部品あり)
	操作機構 : 20万回	

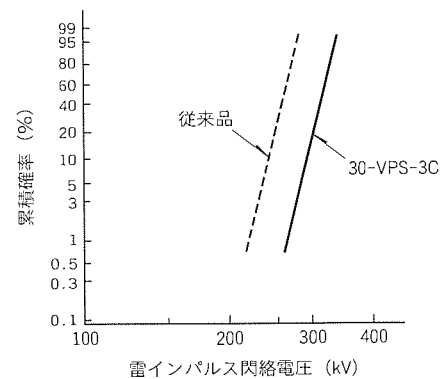


図 8. 10万回開閉動作後の耐電圧特性 (投入側)

表 4. 10万回開閉動作前後の耐電圧

	30-VPS-3C		従来品	
	投入側	遮断側	投入側	遮断側
測定回数	58	58	58	58
平均閃絡電圧	300kV <	300kV <	260kV <	260kV <
最小閃絡電圧	270kV	275kV	225kV	245kV

5. むすび

以上、今回開発して製品化した新幹線切替開閉装置用42kV真空遮断器の特長と開発の成果について紹介した。

新形式品である30-VPS-3Cは既に納入を開始しており、今後も主に既設品の更新始め安定した需要が見込まれる。

参考文献

- (1) 新幹線運転研究会：新版 新幹線, 153~178, 日本鉄道運転協会 (1984)
- (2) 潮 恒朗, 米沢克昌, 森岡昭二, 吉田頼弘：東海道新幹線変電所用シャ断器, 三菱電機技報, 38, No. 3, 186~191 (1964)

高集束位相整合型レーザー共振器

要旨

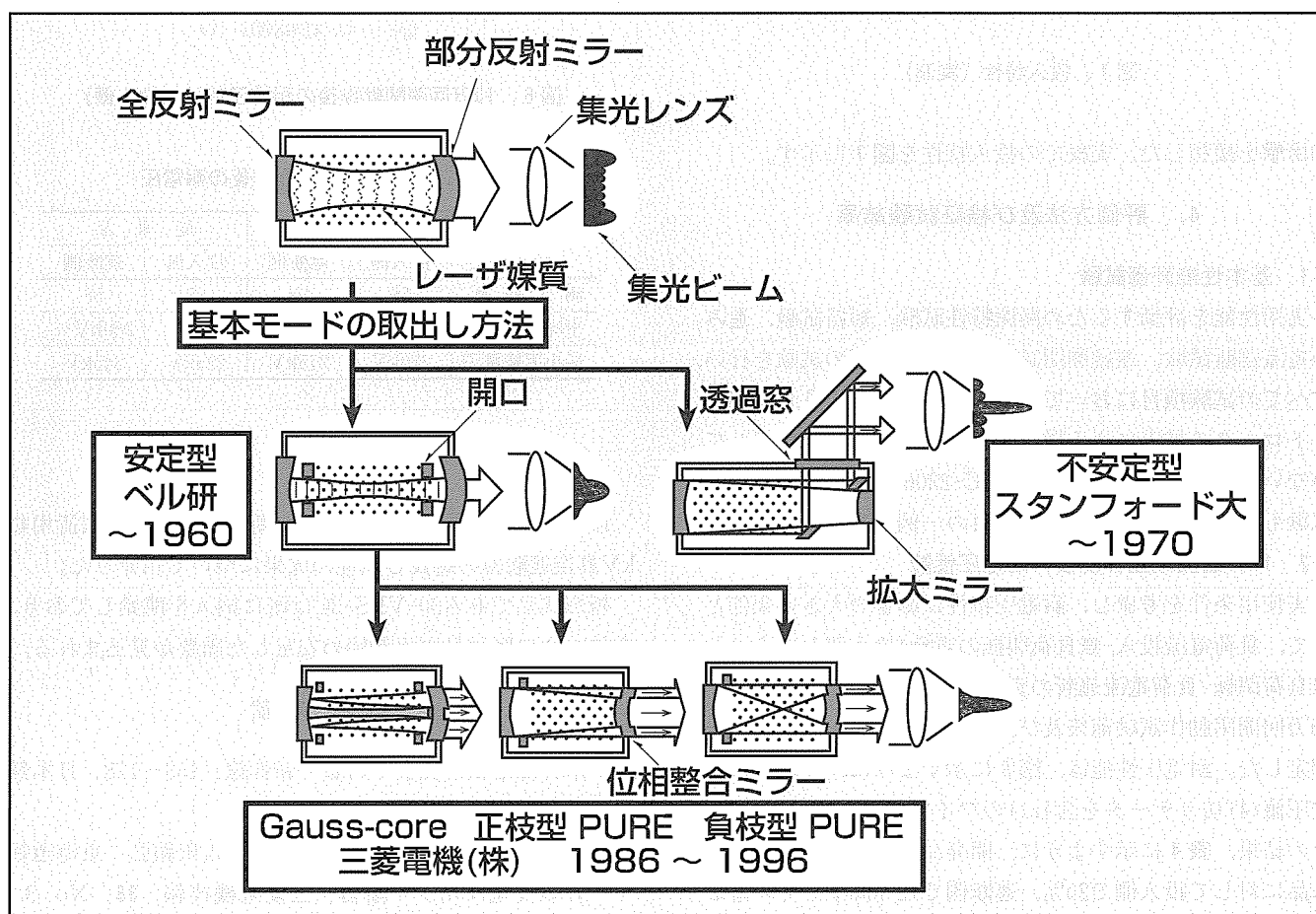
高出力で高品質ビームである連続発振の炭酸ガスレーザーの実現は、高速レーザー加工を実現可能にするための重要アイテムとして、レーザー加工市場から強く要求されている。

我々は、上記特長を持つ炭酸ガスレーザー発振を実現するための手段として、“位相整合ミラー”と呼ぶ新型ミラーを備えたレーザー共振器の研究を行っている。本稿では、高速レーザー加工実現のかぎ(鍵)となる“高集束位相整合型レーザー共振器”について述べる。

位相整合ミラーは中心部に円形の部分反射領域を持ち、その周りは透過領域で構成される。位相整合ミラーのこの

二つの反射領域を通過したレーザービームは、互いに膜構成の違いによって生じる位相差を持つ。この位相差は、ミラーの外側にステップ状の段差を持たせることにより、構造的に打ち消される。

この新型レーザー共振器を用いることで、大きなモード体積を持ち、基本モードで発振するレーザーが実現可能となる。我々は、この高集束位相整合型レーザー共振器を炭酸ガスレーザーに適用することにより、出力5kW以上で回折限界のビーム品質を備えたレーザー発振に初めて成功し、このレーザーを用いて高速レーザー加工が可能であることを実証した。



高出力・高品質ビームの取出し技術

従来型レーザー共振器では困難であった高出力で高品質なレーザービームを取り出すことが可能な高集束位相整合型レーザー共振器(PURE, ガウスコア共振器)を研究している。PUREは不安定型共振器の特長を、ガウスコア共振器は安定型共振器の特長をそれぞれ持っている。この新型レーザー共振器を産業用レーザーに適用することで、高速レーザー加工が実現可能となる。

1. ま え が き

この研究目的は、新型レーザ共振器として高集束位相整合型レーザ共振器を創出することにより、従来の不安定型共振器から出射されるビームの集光性を大幅に向上させること(Phase-unified Unstable Resonator(PURE))の研究、及び今まで実現困難であったレーザ出力が数kWで、かつTEM₀₀(Transverse Electro-Magnetic Wave)モードで発振するレーザを実現すること(Gauss-core 共振器の研究)にある。そして、この高集束位相整合型レーザ共振器を用いて、当社のレーザ加工市場での既存加工分野における機能深化と新分野創出を行う。

高集束位相整合型レーザ共振器を研究・開発する上で、まず、要旨のイメージ図に示すように位相整合ミラーを持つ正枝型(Positive Branch)の不安定型共振器の研究を1986年に開始し⁽¹⁾⁽²⁾、この新型不安定型共振器を“PURE”と名付けた。この正枝型PUREを高出力炭酸ガスレーザに適用することにより、出力5 kWの回折限界ビームの取出しに成功した⁽³⁾。次に、負枝型(Negative Branch)PUREの研究を'89年に開始し⁽⁴⁾、負枝型PUREを高出力炭酸ガスレーザに適用することにより、出力5 kWの回折限界ビームの取出しに成功した⁽⁴⁾。また、負枝型PUREは、正枝型PUREと比較して、ミラーのミスアライメント状態においても安定なレーザ動作を維持することを、高出力領域において確認した⁽⁴⁾。

さらに、位相整合ミラーを用いて安定型共振器構成を基本とした新型レーザ共振器の研究を'92年に開始し⁽⁵⁾⁽⁶⁾、この新型レーザ共振器を“ガウスコア共振器”と名付けた。このガウスコア共振器を高出力炭酸ガスレーザに適用することにより、出力6 kWの回折限界ビームの取出しに成功し、高出力で大きなモード体積を持つTEM₀₀モードの発振を初めて実現した⁽⁷⁾⁽⁸⁾。

本稿では、実験を通して実証・実現した高集束位相整合型レーザ共振器のレーザ特性と、レーザ加工市場に参入す

る上での新型レーザ共振器を用いた応用について述べる。

2. P U R E

図1に正枝型PUREと負枝型PUREのレーザ発振特性の測定結果例を示す⁽⁴⁾。実験には、ガス流方向、放電方向、そして光軸方向が互いに直交した“三軸直交型の炭酸ガスレーザ”を用いる。ガス励起には周波数160kHzの“無声放電励起”⁽⁹⁾を用いる。

図の結果から、正枝型及び負枝型PUREをそれぞれ搭載した炭酸ガスレーザは、放電電力40kW以上において、5 kW以上のレーザ出力で発振することが分かる。正枝型PUREと負枝型PUREの発振特性を比較すると、レーザ発振しきい値は負枝型のものが大きい値となる。この原因は共振器損失の違いによって説明できる。また、微分効率においても負枝型のものが小さい値を示す。これは放電空間に占めるモード体積が小さいために生じているものと考えられる。

図2に正枝型PUREと負枝型PUREのミスアライメント特性の測定結果例を示す⁽⁴⁾。実験はアライメント時のレーザ出力が5 kWのときに行い、位相整合ミラーをガス流方向に傾けたときのレーザ出力の変動を測定する。横軸のプラス側は、ガス下流側に光軸を傾けた場合に相当する。

図の結果から、測定したミスアライメント角度範囲内において、負枝型PUREではレーザ出力は安定であるが、正枝型PUREでは周期的に変動することが分かる。この正枝型PUREの周期的変動は、ミスアライメントによって生じる等価フレネル数の変動と対応付けて説明することができる。いま、5 kWのレーザ出力がアライメント時を起点に5%低下する角度範囲でミスアライメントに対する出力安定度を定義すると、同一共振器長で正枝型PUREから負枝型PUREに変更することで、出力安定度は19倍向上する。

3. ガウスコア共振器

図3にガウスコア共振器のレーザ発振特性の測定結果例

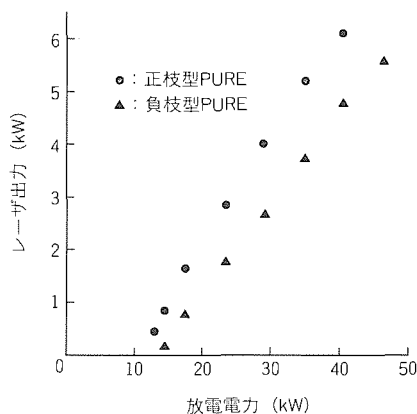


図1. PUREのレーザ発振特性

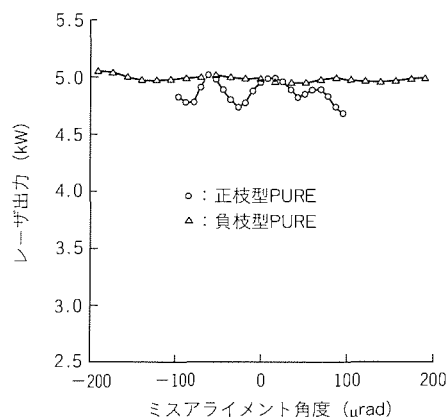


図2. PUREのミスアライメント特性

を示す⁽⁷⁾。ここでは、発振効率を最適にするために、放電空間中をビームがZ型で往復する共振器構成を用いる。

図の結果から、発振しきい値は10kW、微分効率は15%を示し、レーザ出力は放電電力に対してほぼ比例して増加することが分かる。そして、放電電力53kWに対し、レーザ出力6.2kWを得る。

図4にガウスコア共振器から出射されたレーザビームのビーム品質の測定結果例を示す⁽⁷⁾。ビーム品質は M^2 値(クリップレベル16~84%)で定義する。

図の結果から、ビーム品質はレーザ出力の増加に対してわずかずつ増加傾向を示すものの、レーザ出力6.2kWに対し、 M^2 値はガス流方向で1.7、放電方向で1.8を示すことが分かる。一般に、高次モードが発振すると M^2 値は2以上を示すため、上記結果とビーム強度分布⁽⁷⁾から判断して、ガウスコア共振器を用いて取り出されたレーザ出力6.2kWのレーザビームはTEM₀₀モードで発振していると考えられる。

4. 応用例

図5に高集束位相整合型レーザ共振器を高出力の炭酸ガスレーザに用いた場合のレーザ加工結果例を示す⁽⁸⁾。

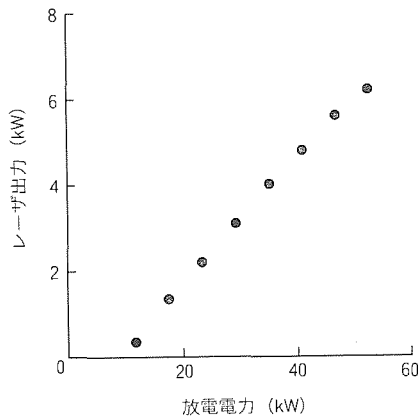


図3. ガウスコア共振器のレーザ発振特性

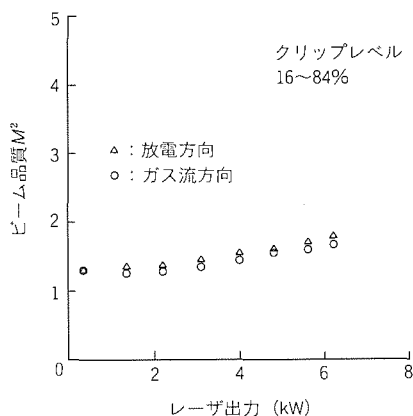
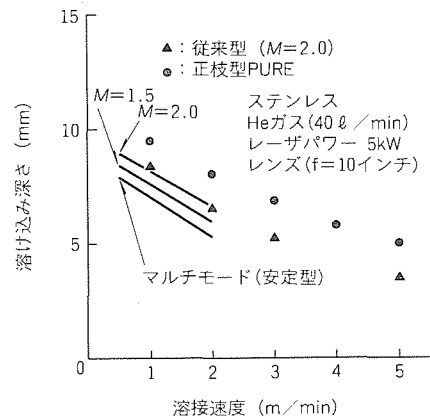


図4. ガウスコア共振器のビーム品質特性

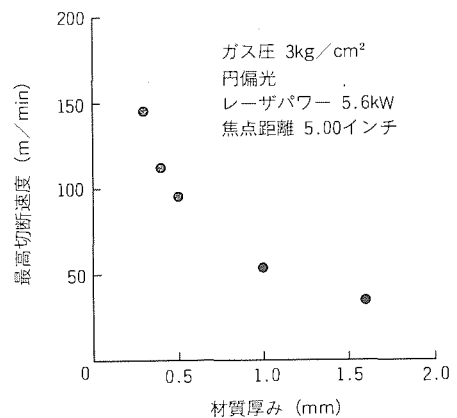
図の結果から、正枝型PUREを用いてステンレスを溶接すると、例えば5mmの溶け込み深さを出力5kWで得る場合、その溶接速度は、従来の不安定型共振器(拡大率は2.0)を用いて得られるものよりも1.5倍速い。また、ガウスコア共振器を用いて薄板の軟鋼を切断すると、出力5.6kWにおいて、例えば0.2mmのものは145m/min、1.0mmのものは58m/minの速度でそれぞれ切断できる。

5. 従来型と新型共振器の比較

表1に、基本モードで発振する従来型レーザ共振器と高集束位相整合型レーザ共振器を、高出力の炭酸ガスレーザに適用した場合の比較を示す。TEM₀₀モードで発振する不安定型共振器を用いると、高品質のレーザビームを取り出すことは容易である。しかし、モード体積は共振器の構成上小さくならざるを得ず、したがって、レーザ出力の上限は2kW以下となる。一方、基本モードで発振する不安定型共振器を用いれば、モード体積の大きな高出力ビームを取り出すことは容易である。しかし、レーザ加工の際、重要となる集光強度分布は中央のメインローブのほかに複数のサイドローブを持つものとなり、レーザ加工に悪影響を



(a) 正枝型PUREを用いた高速溶接



(b) ガウスコア共振器を用いた高速切断

図5. レーザ加工例

与える。

位相整合ミラーを持った高集束位相整合型レーザー共振器は、表2に示すように、従来型レーザー共振器の欠点を克服できる可能性を大いに秘めている。この新型レーザー共振器は、高出力で高品質ビームを持ち、大きなモード体積で発振することができる。この新型レーザー共振器を搭載した高出力の炭酸ガスレーザーでレーザー加工を行ったところ、最適なレーザー応用は高速のレーザー加工、特にガウスコア共振器では高速切断と高速溶接であり、PUREでは高速溶接と不安定型共振器の特長を生かした穴あけ加工に効果を発揮する短パルスレーザーへの適用であることが分かった。

6. む す び

位相整合ミラーと呼ぶ新型ミラーを提案し、この位相整合ミラーを備えた高集束位相整合型レーザー共振器を連続発振の高出力炭酸ガスレーザーに適用することにより、そのレーザー動作を確認した。その結果、5kW以上の高出力領域において、高ビーム品質を持つ回折限界のレーザービームの取出しに成功した。

高集束位相整合型レーザー共振器を搭載した高出力の産業用炭酸ガスレーザーは、高速レーザー加工の分野において非常に大きな武器になるものと確信する。

参 考 文 献

- (1) Yasui, K., Tanaka, M., Yagi, S.: Unstable Resonator with Phase-unifying Coupler for High-power Lasers, Appl. Phys. Lett., **52**, No.7, 530~531 (1988)
- (2) Yasui, K., Tanaka, M., Yagi, S.: An Unstable Resonator with a Phase-unifying Output Coupler to Extract a Large Uniphase Beam of a Filled-in Circular Pattern, J. Appl. Phys., **65**, No.1, 17~21 (1989)
- (3) Takenaka, Y., Kuzumoto, M., Yasui, K., Yagi, S., Tagashira, M.: High Power and High Focusing CW CO₂ Laser using an Unstable Resonator with a Phase-unifying Output Coupler, IEEE J. Quantum Electron., **27**, No.11, 2482~2487 (1991)

表1. 従来型と新型レーザー共振器の比較

	ビーム出力	ビーム品質	モード体積	基本モード形成時間
TEM ₀₀ モード発振の安定型共振器	△	◎	△	○
基本モード発振の不安定型共振器	◎	△	◎	◎
ガウスコア共振器	◎	◎	○	○
PURE	◎	○	◎	◎

利点 ← ○ ← → △ → 欠点
◎ ← ○ ← → △ → ×

表2. 新型レーザー共振器の最適応用例

	利 点	最適レーザー応用例
ガウスコア共振器	高出力ビーム 高品質ビーム	◎ 高速レーザー切断 ◎ 高速レーザー溶接
P U R E	大きなモード体積 短い基本モード形成時間	◎ 高速レーザー溶接 ◎ 短パルスレーザー (穴あけ加工)

- (4) Takenaka, Y., Kuzumoto, M., Yasui, K.: A 5kW CW CO₂ Laser using a Novel Negative Branch Unstable Resonator with a Phase-unifying Output Coupler, IEEE J. Quantum Electron., **28**, No. 9, 1855~1858 (1992)
- (5) Takenaka, Y., Nishimae, J., Kuzumoto, M., Yoshizawa, K.: Novel Stable Resonator for Large-volume TEM₀₀ Mode Operation, Appl. Phys. Lett., **63**, No.21, 2860~2862 (1993)
- (6) Takenaka, Y., Nishimae, J., Kuzumoto, M., Yoshizawa, K.: Gauss-core Resonator; A Novel Stable Resonator with a Large-diameter Diffraction-limited Output Beam, Appl. Opt., **34**, No. 3, 400~407 (1995)
- (7) Takenaka, Y., Motoki, Y., Nishimae, J.: High-power CO₂ Laser using Gauss-core Resonator for 6kW Large-volume TEM₀₀ Mode Operation, IEEE J. Quantum Electron., **32**, No. 8, 1299~1300 (1996)
- (8) Takenaka, Y., Motoki, Y., Nishimae, J., Tanaka, M.: High-power CO₂ Laser with a Gauss-core Resonator for High-speed Cutting of Thin Metal Sheets, Opt. Lett., **22**, No.1, 37~39 (1997)

負イオンによる食品保存技術

谷村泰宏* 平山大秀+
 中津川直樹** 杉本 猛+
 広辻淳二***

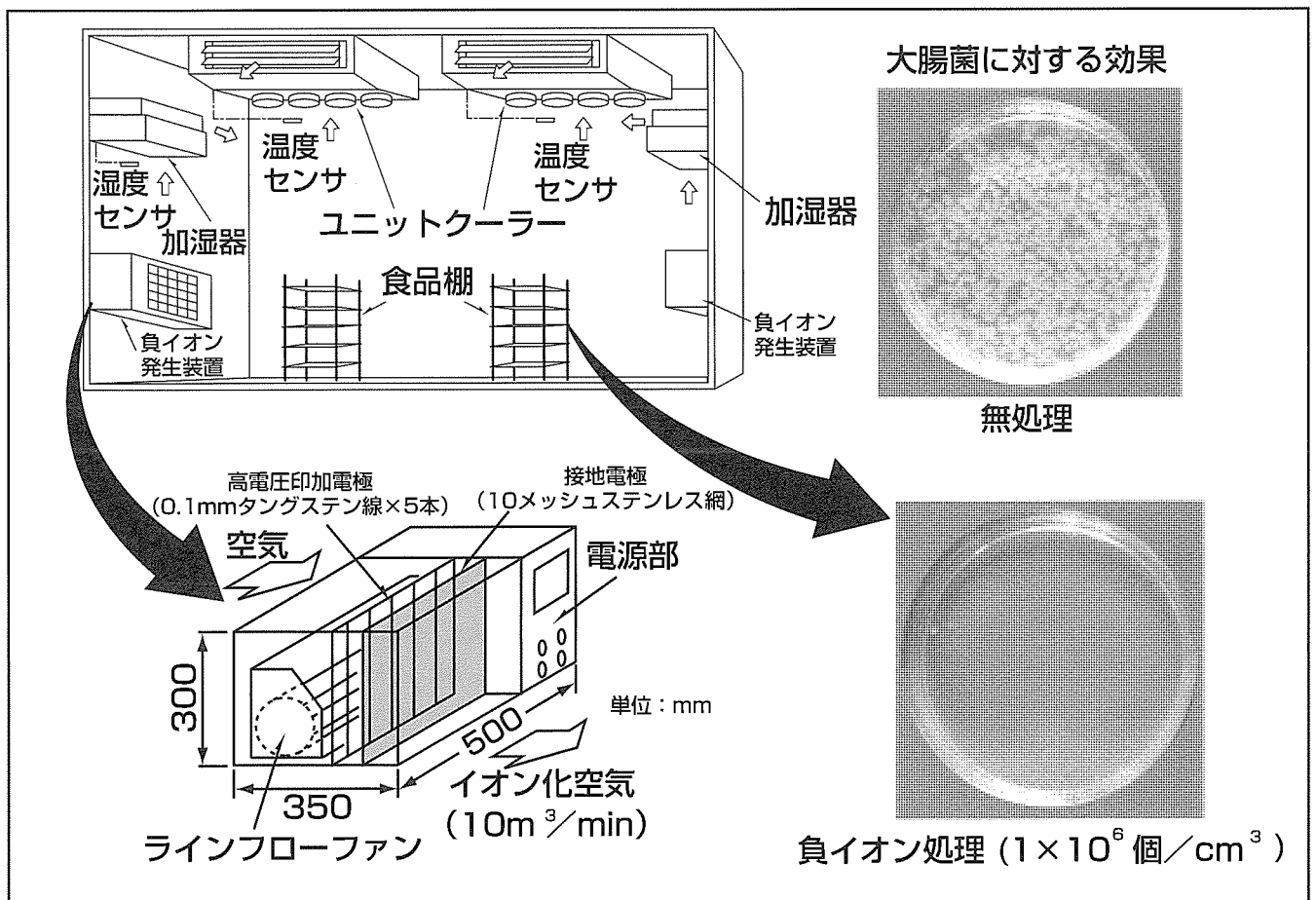
要旨

近年、食品の微生物汚染が問題となってきた。オゾンなどの従来の殺菌方法は強い殺菌力を持っているものの食品自体まで変質させる可能性があるため、食品自体には影響を与えずに食品表面微生物の増殖を抑制する新しい食品保存システムの開発が求められている。ここでは、この課題解決を行うために実施した負イオンを利用した食品保存技術について述べる。

約 1.0×10^6 個/cm³の負イオンで連続処理することにより、大腸菌やシュードモナス属細菌の増殖を防止できた。負イオン処理を停止すると抑制効果は消失して増殖を開始したので、負イオンはオゾンのような強い殺菌能力ではな

く、細菌増殖抑制能力があることが分かった。また、負イオンが温度低下と相乗的に作用することによって、細菌の増殖を抑えるだけでなく、殺菌できることが明らかになった。さらに、実規模レベルの冷蔵庫においても、食品(マグロ肉)を変質・変色させることなく、表面細菌の増殖を防止できることを確認した。

負イオンは食品自体には影響を与えずに、食品表面細菌の増殖抑制ができるので、冷蔵庫と組み合わせて、新しい食品保存システムの一つとして利用できる。今後は、放電によって生成される負イオン種の同定や、負イオンによる微生物増殖抑制メカニズムなどの検討を行う予定である。



負イオンを利用した食品保存システム

低温・高湿度冷蔵庫内において、負イオン発生装置に庫内の空気を循環させ、コロナ放電によってオゾン発生を抑えて(0.002ppm以下)、高濃度の負イオン(約 1.0×10^6 個/cm³)を発生させる。発生した負イオンにより、食品自体には影響を与えず、食品表面細菌の増殖は抑制される。

1. ま え が き

近年の輸入食品の増加に伴い、農産・水産・畜産の各分野において、食品の微生物汚染が問題となってきている。従来の食品殺菌方法は強い殺菌力を持っているものの食品自体まで変質させる可能性があるため、食品自体には影響を与えずに食品表面の微生物増殖を抑制する新しい食品保存システムの開発が求められている⁽¹⁾。

我々は、このような要求を満たすものとして負イオンに注目した。酸素が負イオン化した O_2^- (スーパーオキシドアニオン)は、生体(細胞)内において様々な生理障害を引き起こし、細胞を失活させることが知られている⁽²⁾。したがって、放電等によって O_2^- を生成することが可能であれば、この O_2^- を微生物に対して作用させることによって微生物のエネルギー代謝系を阻害し、増殖を抑制できる可能性があると考えられる。このような考えから、負イオン発生装置を試作し、負イオンを利用した微生物制御技術の開発を目的として実験的研究を行っている^{(3)~(5)}。

本稿では、今回開発試作した負イオン発生装置、負イオンによる細菌類の増殖抑制効果、及び業務用冷蔵庫における負イオンの食品保存効果について述べる。

2. 負イオン発生装置

図1に試作した負イオン発生装置の構成を示す。この負イオン発生装置は、ファンとイオン発生電極で構成し、イオン発生電極の線電極(線径:0.1mm, 線本数:5本)に直流パルス高電圧を印加した負極性直流コロナ放電型である。

線電極においてコロナ放電を生じさせると、線電極近傍では正・負の両イオンができる。今回開発した装置では負極性高電圧を線電極に印加しているため、正イオンは線電極に直ちに吸引されて消滅する。一方、負イオンは接地電極に向かって移動するが、正イオンに比べて行路が非常に長いので、接地電極に吸引される前に風によって一部が空間に取り出される。また、放電によって同時に発生するオ

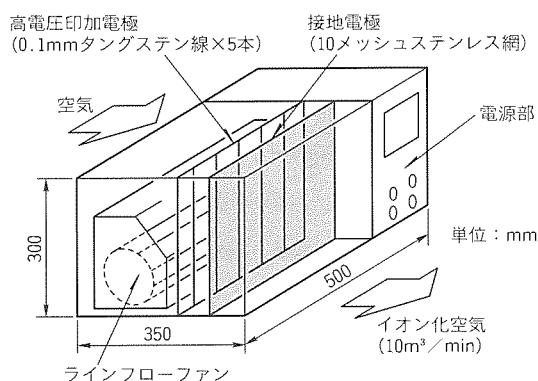


図1. 負イオン発生装置の構成

ゾンは、パルス放電にして放電電流を抑えることによって0.002ppm以下に抑えることができる。

図2は、負イオン発生装置の吹き出し口からの距離と負イオン濃度の関係を示したものである。負イオン発生装置から離れるほど、また吹き出し風速が遅くなるほど、負イオン化空気中の負イオン濃度は低下する。すなわち、温度1℃、湿度85%の条件において、負イオン化空気を約3m/sで吹き出すと、吹き出し口付近での負イオン濃度は約 2.6×10^6 個/cm³であるが、約2m離れた食品棚では約 4.0×10^5 個/cm³となった。なお、負イオン濃度の測定は、イオン濃度測定原理(イオンを電流に変換して測定)⁽⁶⁾に基づいて製作したイオン濃度測定装置(最小検出限界: 1.0×10^4 個/cm³, 応答速度: 1秒)を用いて行った。一方、オゾン濃度は、紫外線吸収方式⁽⁷⁾のオゾン濃度自動分析計(Thermo Electron社製Model 49, 最小検出限界: 0.002ppm, 応答速度: 20秒)を用いて測定した。

3. 負イオンによる細菌増殖抑制効果

3.1 細菌増殖に対する負イオンの影響

細菌に対する基礎実験は、気密性のチャンバ(容積約12ℓ, アクリル樹脂製)内に小型負イオン発生装置を取り付けて実施した⁽⁶⁾。また、処理対象の細菌として大腸菌: *Escherichia coli* K12, IFO No.3301(以下“*E. coli*”という。)と、実環境で生育する細菌への影響を調べるために、

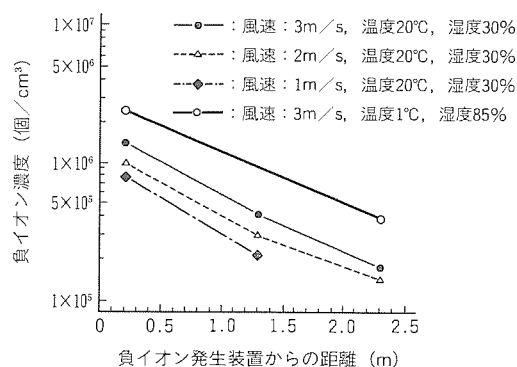


図2. 負イオン濃度に対する距離の影響

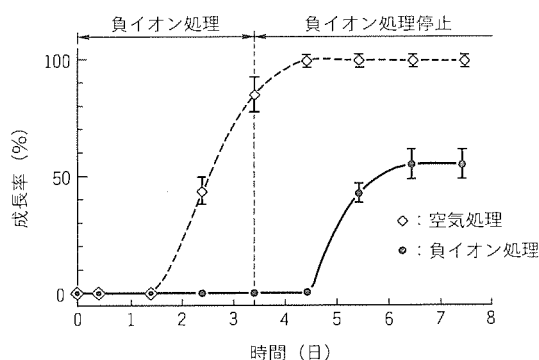


図3. 負イオンの細菌増殖に対する影響

空気中から分離したシュードモナス属細菌：*Pseudomonas sp.* (以下“*P. sp.*”という。)を用いた。

図3に、負イオン処理(処理期間：3日間、濃度：約 1.0×10^6 個/cm³)による*E. coli*の増殖経時変化を示す。処理を行っている3日間は*E. coli*の増殖は全く認められず、増殖抑制率(無処理の値に対する処理と無処理の値の差の割合)は100%であった。一方、空気処理の場合、2日後からコロニーが確認され、その数は3日後には一定値に達した。また、負イオン濃度調節用電極を用いて発生させた負イオンも含めてすべての負イオンを除去したところ、増殖抑制効果は認められなかった。

次に、負イオン処理後、空気循環に切り換えると、*E. coli*は増殖し始め、処理停止後3日目には増殖抑制率が約45%でほぼ一定値に収束した。繰返し実験においても、負イオン処理直後に100%であった増殖抑制率は約72%まで低下した。*P. sp.*の場合も同様の結果となり、負イオン処理(処理期間：2日間、濃度：約 1.0×10^6 個/cm³)直後に約99%であった増殖抑制率は、処理を停止すると最終的には約51%まで低下した。また、*E. coli*と同様、発生した負イオンをすべて除去すると増殖抑制効果は消失した。

なお、オゾン処理の場合、0.05ppmで*E. coli*の増殖抑制率は約14%、0.03ppmで*P. sp.*の増殖抑制率は約44%となった。負イオン処理におけるオゾン濃度は0.002ppm以下であることから、前述した増殖抑制効果はオゾンによるものではないと言える。

以上のように、負イオンは細菌の増殖を抑制することができる。しかし、処理を停止すると増殖を開始するので、殺菌能力ではなく増殖抑制能力しか持たないことが明らかになった。

3.2 細菌増殖に対する負イオン濃度の影響

図4に、負イオン濃度と*E. coli*及び*P. sp.*に対する増殖抑制率の関係を示す。*E. coli*の場合、約 1.0×10^5 個/cm³以下の負イオン処理では増殖抑制は認められなかったが、約 1.0×10^6 個/cm³では完全に抑制された。また、*P. sp.*の場合、増殖抑制率は負イオン濃度が増加するに従い、

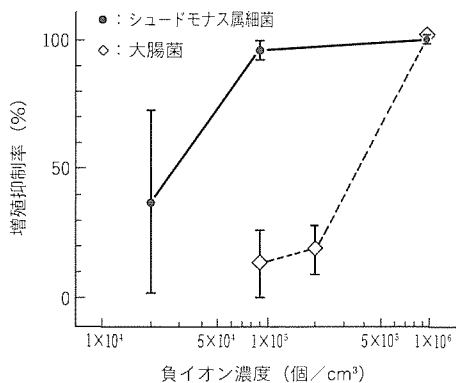


図4. 細菌増殖に対する負イオン濃度の影響

約 2.0×10^4 個/cm³では約34%、約 9.0×10^4 個/cm³では約96%と増大し、約 1.0×10^6 個/cm³ではほぼ完全(増殖抑制率で99.3%)に抑制された。

以上のように、増殖抑制率を90%以上にするには、*E. coli*は約 10^6 個/cm³以上、*P. sp.*は約 10^5 個/cm³以上の負イオン濃度が必要である。このことから、同じ負イオン濃度で処理しても処理対象の微生物によってその抑制効果が異なることが明らかになった。

3.3 負イオン処理時の温度の影響

表1は、負イオン処理(約 1.0×10^6 個/cm³)による*P. sp.*の増殖抑制効果を処理温度(10℃、20℃)をパラメータとして示したものである。10℃及び20℃の負イオン処理ではそれぞれ約99.3%、100%であり、ほぼ同程度の増殖抑制率であった。20℃での負イオン処理(3日間)後に37℃で培養すると、*P. sp.*は増殖し、増殖抑制率は約51%であった。一方、10℃で7日間負イオン処理した後の培地を37℃で培養しても、*P. sp.*の増殖は、20℃の場合とは異なり全く認められなかった。なお、10℃の場合、*P. sp.*の増殖速度は低下してコロニーの出現が遅くなるため、処理日数は7日間とした。

以上のように、10℃で負イオン処理を行った場合、*P. sp.*は完全に殺菌された。これにより、負イオン処理と他の増殖抑制手段を併用することにより、増殖抑制能力を増大でき、殺菌まで実施できることが示唆された。

4. 負イオンを用いた食品保存

図5に食品保存実験のシステム構成を示す。業務用冷蔵庫(三菱電機製、型式：AFL-Z5FHD、容積：約60m³)

表1. シュードモナス属細菌の増殖に対する温度の影響

温度 (°C)	増殖抑制率 (%)		
	空気処理	負イオン処理	負イオン処理停止後
10	2.4±2.2	100	100
20	0.8±0.8	99.3±0.6	50.8±7.1

注 相対湿度：90%
負イオン濃度：約 1.0×10^6 個/cm³

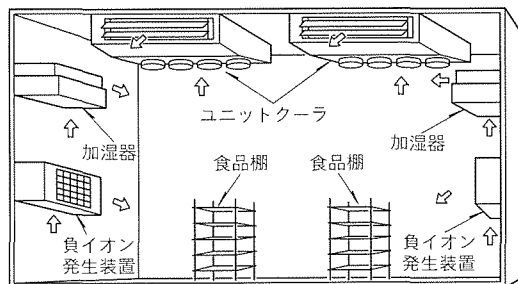


図5. 食品保存実験のシステム構成

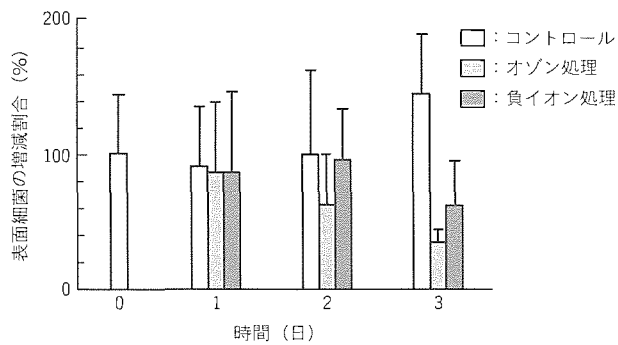


図6. マグロ肉表面菌の経時変化

((W)5.4m×(D)3.6m×(H)3.0m)内の床面に負イオン発生装置を設置し、処理対象食品(マグロ肉)を負イオン発生装置から約2m離れた食品棚に置き、3日間保存した。なお、冷蔵庫内は、温度 $2.0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $85\pm 5\%$ 、食品表面風速 0.2m/s に設定した。負イオン処理では線電極に負極性直流パルス高電圧(パルス周波数:100Hz、ゼロピーク電圧:約10kV)を印加して、オゾン発生量を 2.5mg/h 以下に抑えながら、負イオンを $4.3\times 10^{14}\text{個/s}$ で発生させた。このとき、食品付近での負イオン濃度は約 $4.0\times 10^5\text{個/cm}^3$ であり、オゾン濃度は 0.002ppm 以下であった。比較対象実験として、従来の高湿度冷蔵保存のみを行うコントロール、及びオゾン処理($0.2\pm 0.1\text{ppm}$)についても実験した。

図6は各処理におけるマグロ肉表面菌の増減率の時間変化であり、実験開始時の菌数を100%とし、処理後の菌数をその相対値で表している。なお、表面菌数は、標準寒天培地を用いて、スタンプスプレッド法によって測定した。1日後では、負イオン処理、オゾン処理、コントロール(1°C 、湿度 85% で冷蔵保存)にほとんど表面菌数の差は認められなかった。しかし、3日経過すると、負イオン処理の表面菌数は初期菌数の約60%となり、負イオンによって微生物の増殖が抑制された。これは、先の基礎実験の場合と同様、温度低下と負イオンが相乗的に作用し、細菌の増殖を抑制しているだけでなく、殺菌していることを示している。なお、コントロールでは、表面細菌は緩やかに増殖し、3日後には初期菌数に対して約40%増加していることが確認された。また、オゾン処理では、表面細菌は1日経過するにつれて約20%ずつ減少し、3日後には初期菌数の約40%に低減している。これらのことから、負イオン処理は 0.2ppm のオゾン処理よりも菌数低減の効果は小さいが、実規模レベルの冷蔵庫においても細菌の増殖を抑制できることが明らかになった。

また、各処理後のマグロ肉を官能評価した結果、負イオン処理では3日後においても初期と比較してにおい及び色とも変化は認められず、負イオンは食品酸化に影響しないことが分かった。一方、コントロールでは、負イオン処理

と比較すると、若干の褐変が見られ、においも負イオン処理よりも強く感じられた。このことから、負イオンは広義の電子供与体であるため、酸素による食品酸化を抑える傾向にあると言える。

オゾン処理では、負イオン処理及びコントロールと比較すると、明らかな褐変が認められ、特にマグロ肉の周辺部でその度合いは大きかった。また、負イオン処理及びコントロールで感じられなかった強い刺激臭が感じられた。

また、豚肉についても同様の実験を行ったところ、マグロ肉の場合とほぼ同様の実験結果が得られた。

これらのことから、負イオンはオゾンほどの殺菌効果は持たないが、食品自体には悪影響を与えず、実規模レベルの食品保存においても有効であることが明らかになった。

5. むすび

約 $1.0\times 10^6\text{個/cm}^3$ の負イオンで連続処理することにより、大腸菌やシュードモナス属細菌の増殖を防止できることが分かった。さらに、温度が低くなると、温度と負イオンが相乗的に作用することによって、細菌の増殖を抑えるだけでなく、殺菌できることが明らかになった。また、実規模レベルの冷蔵庫においても、食品(マグロ肉)を変質・変色させることなく、表面細菌の増殖を防止できることを確認した。

以上のように、負イオンは食品自体には影響を与えずに、食品表面での微生物増殖を抑制できるので、冷蔵庫と組み合わせることにより、新しい食品保存システムの一つとして利用できると言える。

今後は、放電によって生成される負イオン種の同定、微生物種の違いによる負イオンの増殖抑制効果や、負イオンによる微生物増殖抑制メカニズムなどの検討を行っていく予定である。

参考文献

- (1) 好井久雄:チルドと微生物, 冷凍, 64, No.736, 121~126 (1989)
- (2) 日本化学会:活性酸素種の化学, 133~190 (1990)
- (3) 太田幸治, 谷村泰宏, 中津川直樹, 池田 彰:コロナ放電による負イオンおよびオゾンの発生特性, 静電気学会誌, 20, No.1, 42~48 (1996)
- (4) 谷村泰宏:負イオンを利用した低温貯蔵技術, 冷凍, 71, No.822, 55~61 (1996)
- (5) 谷村泰宏, 中津川直樹, 太田幸治, 広辻淳二:負イオンによる微生物増殖防止, 防菌防霉, 25, No.11, 掲載予定
- (6) 日本空気清浄協会:空気清浄, No.7, 1~31 (1969)
- (7) 日本オゾン協会:オゾン濃度測定方法, 38~41 (1994)

スポットライト

21型“ダイヤモンドトロン”

カラーディスプレイモニター RD21GX

近年のワークステーションの普及やコンピュータの性能の向上、またマルチウィンドウアプリケーションの多様化により、表示容量の大きいものへの要求とともに、高解像、鮮明さ、画面の明るさ、白色の均一性等への要求がますます強くなっております。これらにすべて満足いただける21型カラーディスプレイモニターRD21GXを発売し、ユーザから大好評を得ております。

特長

ダイヤモンドトロンは独自の3ガン3ビーム電子銃を搭載し、フォーカス性能に決定的な差をつけました。しかも超細密アパーチャグリルピッチ0.28mmにより、画面の鮮明さと明るさ、鮮やかな色彩は、白をより白く映し出すダイヤモンドトロンならではのものです。

ダイヤモンドトロンは、全体長の短い電子銃の採用で、アパーチャグリルモニターの中でも特にコンパクトな奥行48.8cmを実現しました。さらに、コネクタ部を25mm引っ込め、壁際に置いてもデスクの上を広く使えます。

パソコン信号ケーブルを接続するだけで、周波数と画素数をモニターが自動判別して最適な画面を表示します。さらに、入力コネクタはBNCとD-SUBの2系統を装備し、DOS/V用ケーブル、Macintosh用変換アダプタを標準付属しています。

Windows95のプラグ&プレイ機能を実現するVESA基準DDC規格(DDC-1/2B)を満足し、これからのパソコン環境の新しい流れに対応しております。

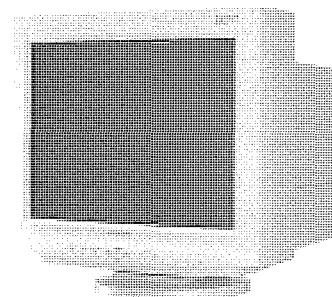
本体仕様

形名	RD21GX(TFW9106SKTKW)	
CRT	サイズ・偏向角	21型(51cm)・90°
	管面形式	アパーチャグリル、シリンドリカル(ダイヤモンドトロン)
	AGピッチ	0.28mm
	管面処理	低反射帯電防止コーティング(ARコート)
蛍光体	B22短残光	
適合規格	UL, c-UL, VCCI-2種, MPR-II, ISO9241-3 (TUV-ERGO) 国際エネルギースタープログラム、高調波ガイドライン適合品	
水平走査周波数(自動追従)	30~86kHz	
垂直走査周波数(自動追従)	50~130Hz	
電源入力	AC100~120V/AC220~240V±10%	
電源コード	2極接地端子付き(電取適用品)	
消費電力	150W(標準)	
使用周囲温度	5~35°C	
使用周囲湿度	10~90%(結露のないこと)	
外形寸法・質量	(W)500×(H)490×(D)488(mm)・約35kg	

世界的に省エネルギー化が求められる中、待機時の消費電力を30W以下に抑える国際エネルギースタープログラムに適合したパワーマネジメント機能を搭載しています。モニターを使わないときの電力消費を大幅に節約できます。

映り込みの少ないフラットな画面形状に加え、光の干渉効果によって外光反射を抑えるARコートを採用し、鮮明でコントラストが高く、表面へのちりやほこりの付着を防ぎます。使う人を含め、エルゴノミクス国際規格ISO9241-3適合及びJIS Z 8513に準拠しております。

(注) “Macintosh”は、米国Apple Computer, Inc. の商標です。
“Windows95”は、米国Microsoft Corp.の商標です。



21型カラーディスプレイモニターRD21GX

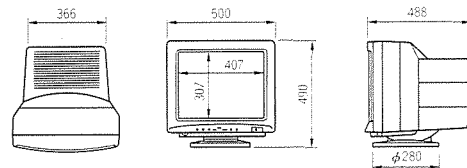
接続する主なパソコン

機種	表示画素数	適合性	信号ケーブル/変換アダプタ
DOS/V	640×480 (31.5kHz/60Hz)	○	信号ケーブル付属
	800×600 (35.5kHz/56Hz)	○	
	1,024×768 (56.5kHz/70Hz)	○	
	1,280×1,024 (64.0kHz/60Hz)	○	
APPLE	1,280×1,024 (78.9kHz/74Hz)	○	信号ケーブル+変換アダプタ付属 (解像度切換え対応)
	640×480 (35.0kHz/67Hz)	○	
	832×624 (49.7kHz/75Hz)	○	
	1,024×768 (60.2kHz/75Hz)	○	
PC-98 MATE	1,152×870 (68.7kHz/75Hz)	○	信号ケーブル付属
	1,280×1,024 (80.0kHz/75Hz)	○	
	640×400 (31.5kHz/70Hz)	○	
	800×600 (46.8kHz/75Hz)	○	
	1,024×768 (60.0kHz/60Hz)	○	
	1,280×1,024 (80.0kHz/75Hz)	○	

入力信号

ビデオ信号	RGBアナログ
同期信号	複合同期信号TTL セパレート同期信号TTL、複合映像同期信号
コネクタ	ミニD-SUB 15P、BNC×5、DIN 8ピン
インピーダンス	ビデオ信号75Ω、同期信号1kΩ

外形寸法





特許と新案

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 特許センター

0120-787-200

自動車の補器の動作制御装置 (特許 第1513620号, 特公昭62-47734号)

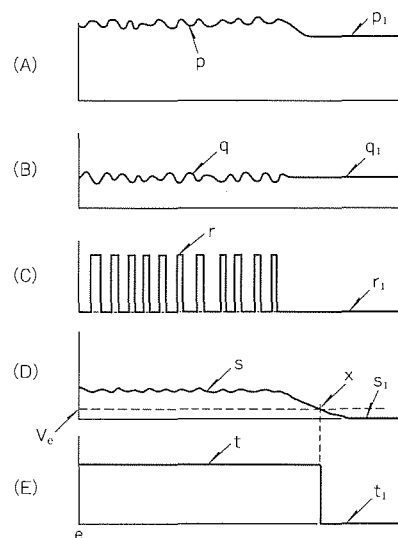
発明者 西本幸生, 藤本光宏

この発明は、自動車用空気清浄装置の制御装置の改良に関するものである。

従来の制御装置は自動運転されず、降車時にスイッチを切り忘れると無駄な電力が消費される欠点があった。

この発明は上記のような欠点を解消するためになされたもので、この発明の実施例による動作制御装置の信号波形を図に示す。エンジンが回転中の場合、図(A)に示すノイズ波(p)が電源ラインに重畳される。このノイズ波は、エンジンの点火ノイズ等であって、図(B)に示す信号(q)として出力され、パルス整形回路によって図(C)に示すパルス列に変換され、更に積分回路によって図(D)に示す信号(s)に出力されて、基準電圧(V_e)と比較される。ここで、エンジンが停止されると、電源ラインの信号波が、図(A)に示す(p)から(p_1)のようにノイズ分がないものとなり、図(D)では(s)から(s_1)に低下し、基準電圧(V_e)を下廻る。これにより、空気清浄器の通電が自動遮断される。

以上のように、この発明によれば、エンジン停止を検出して空気清浄機の無駄な運転を防止できる。



電解めっき装置 (実用新案登録 第2141226号, 実公平8-6037号)

考案者 小崎克也

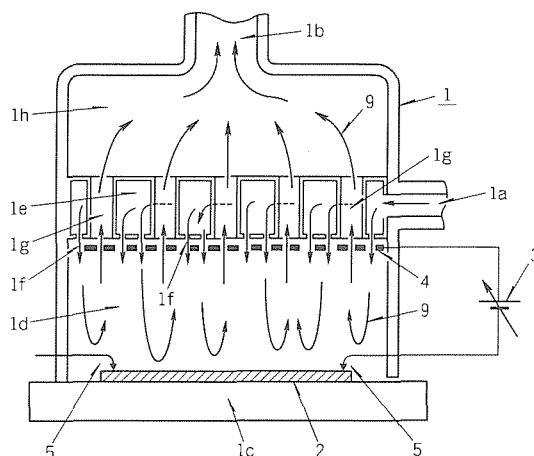
この考案は、基板の主面に金属層を形成する電解めっき装置に関するものである。

従来のこの種の装置では、めっき液を通じての電流リークのため、各アノードと各カソードがそれぞれ同電位となる。電源に定電流電源を用いる場合、各カップ部において、カソードコンタクト部と基板との間の接触抵抗のばらつきによって各基板に供給される電流にばらつきが生じ、めっき厚の精密制御の大きな障害となっていた。

この考案は上記のような問題点を解決するためになされたもので、図にこの考案の実施例を示す。カップ部(1)の基板(2)は、めっき被着面を上向きにして、カソードコンタクト部(5)によって押しえられ、同時に電源(3)の負極側と基板(2)のめっき被着面側との電気的コンタクトを得る。めっき液は、めっき液タンクから循環用ポンプによってめっき液流入口(1a)から第2のセル(1e)内に導入され、すのこ穴(1f)及びメッシュ状アノード(4)を通して第1のセル(1d)内に入り、基板(2)のめっき被着面に到達後、めっき液流出用パイプ(1g)を通して第3のセル(1h)に入り、めっき液流

出口(1b)を経てタンクに回収される。

この考案では、めっき液がアノード上方から供給され、アノード上方から排出されるので、電位を各カップ間で独立することができ、良好なめっきを行うことができる。



1c: 基板ステージ 9: めっき液のフロー



特許と新案 * * *

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 特許センター

☎ 0120-787-200

自動検針装置 (特許 第1865796号, 特公平5-75160号)

発明者 鈴木 修

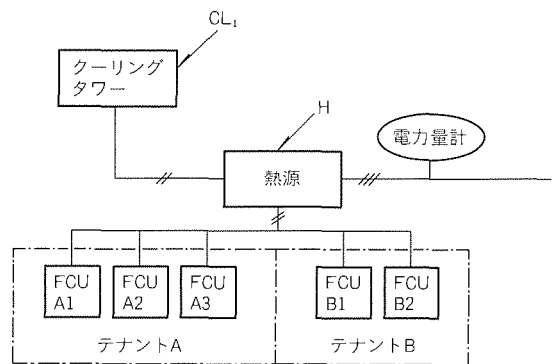
この発明は、ビル等の集合建造物の各使用者が消費するエネルギーの消費量を使用者単位で測定する自動検針装置に関するものである。

従来、テナントビルの各室で任意に操作できる空調設備の場合、各室で空調設備を使用することによって消費されるビルの消費電力を1か所で測定する集中管理方式が採られていた。

このため、極端に空調設備の稼働時間を下げた月であっても、全体電力消費量から割当料金が計算され、使用者によっては甚だ不正確な料金を課せられる場合があると同時に、この問題に対処するビル管理者は煩雑な業務を強いられることがあった。

この発明は従来のこの問題点を解消するためになされたもので、図にこの発明による自動検針装置を適用した空気調和システムの構成を示す。テナントA及びテナントBごとに空調設備をスイッチONするファンコイルユニットFCU(A1)～(A3), FCU(B1)～(B2)が設置されている。

この発明は、このファンコイルユニットのON/OFFから、各需要家によるエネルギー消費装置の稼働時間を算出し、全需要家における各需要家の稼働時間比率を求めた上で、各需要家ごとのエネルギー消費量を算出するように構成している。このため、各需要家のエネルギー消費量を正確に算出し得るとともに、人員の介在を要しない省力形の自動検針装置が提供できる。



<次号予定> 三菱電機技報 Vol.71 No.9 “宇宙開発と衛星通信”

特集論文

- 宇宙開発と衛星通信特集に寄せて
- 宇宙開発と衛星通信の現状と展望
- 宇宙実験・観測フリーフライヤ“SFU”の飛行運用報告
- データ中継技術衛星“DRTS”
- 次世代型無人宇宙実験システム“USERS”
- 小型・低コスト衛星の開発構想

- 人工衛星アンテナ駆動における適応型姿勢制御方式
- N-STAR搭載Ka帯アンテナ及びビーム形成回路
- 商業衛星用太陽電池パネルの量産化
- インテルサット仕様DCME
- デジタルSNGシステム
- 超小型衛星通信用端末装置
- ノートブック型衛星通信端末

<p>三菱電機技報編集委員</p> <p>委員長 山本 彬</p> <p>委員 永田 讓 蔵 河内 浩 明</p> <p>宇治 資 正 内 藤 明 彦</p> <p>岩 泉 和 巳 山 本 延 夫</p> <p>磯 田 悟 前 田 信 吾</p> <p>畑 谷 正 雄 才 田 敏 和</p> <p>鈴木 軍 士 郎 鳥 取 浩</p> <p>井 上 誠 也</p> <p>幹 事 門 田 光 司</p> <p>8月号特集担当 日 方 俊 幸</p>	<p>三菱電機技報71巻8号</p> <p>(無断転載を禁ず)</p> <p>1997年8月22日 印刷</p> <p>1997年8月25日 発行</p> <p>編集兼発行人 小 林 保 雄</p> <p>印 刷 所 千葉市川市塩浜三丁目12番地 (〒272-01)</p> <p>菱電印刷株式会社</p> <p>発 行 所 東京都港区新橋六丁目4番地9号</p> <p>北海ビル新橋 (〒105)</p> <p>三菱電機エンジニアリング株式会社内</p> <p>「三菱電機技報社」Tel. (03) 3437局2692</p> <p>発 売 元 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 (〒101)</p> <p>株式会社 オーム社</p> <p>Tel. (03) 3233局0641代, 振替口座東京6-20018</p> <p>定 価 1部735円(本体700円) 送料別</p>
---	--

スポットライト ネットワーク管理装置

現在、都道府県庁を始めとする各地方自治体において、様々な防災計画が策定され、その中でも情報伝達的手段として衛星系と地上系無線を利用した防災情報通信システムが構築されています。

ネットワーク管理装置は、都道府県庁統制局に設置され、防災情報通信システムにおける防災通信業務の効率的な運用を支援することを目的としており、遠隔地の通信機器の障害情報の収集や各局間における通信回線の利用状況の把握により、ネットワーク全体を一元的に管理・制御する上で必要な情報をGUI(Graphical User Interface)環境で提供するものです。また、一斉指令といった防災通信特有の処理に対する運用管理が行える機能があり、履歴管理機能・統計処理機能を備えることで防災業務全般に関する情報提供を行うものです。

特 長

●多様な装置間インタフェース機能

この装置は防災用交換機、一斉指令制御装置、回線接続制御装置、遠方監視制御装置等の各種情報提供機器と、シリアルインタフェース(RS-232C等)、LANインタフェース、接点インタフェース等、様々なインタフェース条件の下で接続され、データの収集、解析、蓄積処理を行っています。

●機器監視制御機能

統制局・支部局・端末局等における衛星系・地上系機器の障害や状態監視を統括的に行い、効率良く運用管理が行えるように画面表示、印字出力、ブザー鳴動等の機能を充実させています。また、マウス操作による各種機器の制御を迅速に行えるよう、系統的な画面構成が組まれています。

- 回線系統図上に各局の正常、異常を表示します。
- 監視対象とする各機器の状態項目を局別に表示します。
- 回線系統図上の局ボタンのクリックによって局ごとの監視制御ウィンドウが表示され、局を構成する機器の状態表示及び対象機器に対する制御実行が可能です。
- 統制局の衛星系画像伝送(アナログ画像/デジタル準動画)に関する一括制御を行います。

●一斉指令管理機能

一斉指令制御装置から入力した一斉指令情報(指令種別、使用回線、対象局等)を基に、画面上に運用状況のリアルタイム表示を行うとともに、履歴管理を行います。また、一斉指令ごとに通達結果を自動的に印字します。

●通信管理機能

防災用交換機からのトラフィックデータを代表とした通信管理用データを基に、ディスプレイ上に通信状況の表示を行っています。また、データの算出による統計処理及び履歴管理を行い、効率的な運用をサポートしています。

- トランスポンダ利用状況の表示と履歴管理
- 衛星系直通回線設定状況の表示と履歴管理
- 画像伝送運用状況の履歴管理
- 衛星回線(VSAT局)の回線稼働率の算出
- 通話状況(通話回数、通話時間等)の履歴管理、統計処理

●強制切断機能

この装置から、衛星系の個別通信用チャンネルに対し、チャンネルごとに強制切断制御を行うことが可能です。

●その他の運用サポート機能

- データ処理機能として、データのハードディスクへの長期保存、画面のハードコピー、保守設定機能、エラー処理機能等を持っています。
- ネットワーク作動状況画面データをRGB信号で映像収集配信装置へ出力する機能を持っています。
- リモートメンテナンス機能として、保守用端末での遠隔操作によってこの装置の作動状況を監視できます。



スポットライト 三菱地域防災無線システム

地域防災無線システムは、市町村の組織や出張所等の出先機関に加え、これまで設置が認められていなかった消防、警察等の防災関連機関、病院、銀行、学校、ライフライン業者などの生活関連機関に無線機を設置することができ、相互に通信を行うことが可能な800MHz帯のMCA (Multi-Channel Acces) 無線です。

中継局の設置により、広いカバーエリアを確保できるとともに、隣接市町村との通信等を行えるシステムです。特に最近、防災情報システム等の導入に合わせて、音声通信のみならず、ファクシミリ、データ、映像等のマルチメディア情報の送受信に地域防災無線の回線を利用する形態が増えています。

三菱電機では、これらの要求にこたえるため、“だれもが容易に使えるマルチメディア通信機能の実現”を目標に、静止画伝送、ファクシミリ送信、データ送信の各機能を開発して製品化するとともに、実際にお客様に納入、活用いただいております。

特 長

●静止画伝送



静止画伝送装置キャリングケース

静止画伝送装置キャリングケース(左図)を車載局無線機に接続することで、災害現場等から静止画を伝送できます。

静止画伝送装置キャリングケースは小型・軽量((W)400×(D)300×(H)300 (mm)、約10kg)で容易に持ち運べるとともに、すべての車載局無線機に接続して利用できますので、機動性の高い静止画伝送機能を実現することができます。

また、操作性の向上として、送信ボタン一つを押すだけで静止画データの作成、無線機の起動、回線の確立、静止画データの送信までを自動で行うワンタッチ伝送機能を実現しています。

●ファクシミリ送信

半固定型無線装置や遠隔制御装置にファクシミリを接続(右図)することで、相互にファクシミリ送信を行うことができます。ファクシミリは、従来のような防災専用ファクシミリを必要とせず、既存のファクシミリ装置(G3規格)を利用できます。ファクシミリの回線はNTT回線と地域防災無線の回線を自動で切り換えることが可能です。

また、地域防災無線の統制卓に接続したファクシミリからは、個別ファクシミリ送信に加えて、全一斉ファクシミリ送信、グループ一斉ファクシミリ送信が可能です。

●データ送信

地域防災無線の回線を利用したパソコン通信を実現しています。半固定型無線装置や遠隔制御装置にパソコンを接続することでデータの送受信を行うことができます。ファイル形式に制限はありませんので、出張所や出先機関等から役所への被害情報の送信、事務連絡メール等に利用できます。

有線回線のように災害時にも切断やふくそう(輻輳)が発生することがありませんので、信頼性の高いデータ通信回線として利用できます。



ファクシミリ装置と半固定型無線装置

三菱防災情報システム

スポットライト

“自治体向け防災パソコン”

三菱防災情報システムは、マルチメディア情報を活用して、迅速かつ的確な災害対策を支援するシステムです。

この“自治体向け防災パソコン”は、防災情報システムにおけるマルチメディア情報の一元管理を可能とするシステムツールであり、パソコン画面上に地図を表示するとともに、地図上で災害情報(被害状況、措置状況、物資・資機材情報など)を一元的に管理することで、迅速かつ的確な災害対策活動を支援する標準パッケージシステムです。

特長

●高度な防災専用地図処理ソフトウェア

防災用途の地図情報処理に最も必要となる“高速性”と、“地図の詳細さ”を高度なレベルで実現する、三菱電機独自の防災専用地図処理アルゴリズムを採用しています。

●防災業務に適応した豊富な処理メニュー

防災業務を様々な面からトータルにサポートする豊富な処理メニューを実装。災害予防業務、応急対策業務、災害復旧業務、及び日常業務を強力に支援します。

●住宅地図、防災地図から航空写真まで、各種地図を取扱い可能

ベースとなる地図は住宅地図や防災地図(地形図相当)などの白黒地図のほか、航空写真といったカラー地図まで、各種地図

を表示する縮尺に合わせて自動的に切換え表示できます。

●数多くの防災システム実績で培った容易な操作性

当社の数多くの防災システム構築実績から得たノウハウを生かし、災害時に最も要求される“容易な操作性”を実現。ほとんどの操作はマウスで行えるとともに、操作ガイダンスを音声でお知らせします。

●スタンドアロンシステムからネットワークシステムまで対応

スタンドアロンシステム(標準パッケージシステム)からネットワークシステムまで、業務に合わせた柔軟な構成が可能です。

●優れたコストパフォーマンス

Windows NTの採用、メニューの標準パッケージ化により、低価格化を実現。コストパフォーマンスに優れたシステムとなっています。

処理メニュー

標準機能	
●地図情報処理	●被災世帯情報処理
●被害情報処理	●災害統計処理
●措置情報処理	●音声ガイダンス処理
●物資・資機材、防災施設管理処理	●避難所人数管理処理
オプション機能	
●活動マニュアル処理	●名簿管理処理
●安否情報管理処理	●文章管理処理
●ボランティア管理処理	●静止画管理処理
●災害救助法適用処理	●シミュレーション
●報告処理	●避難所名簿管理処理
●観測情報処理	



航空写真の表示例



被害情報の入力画面例

