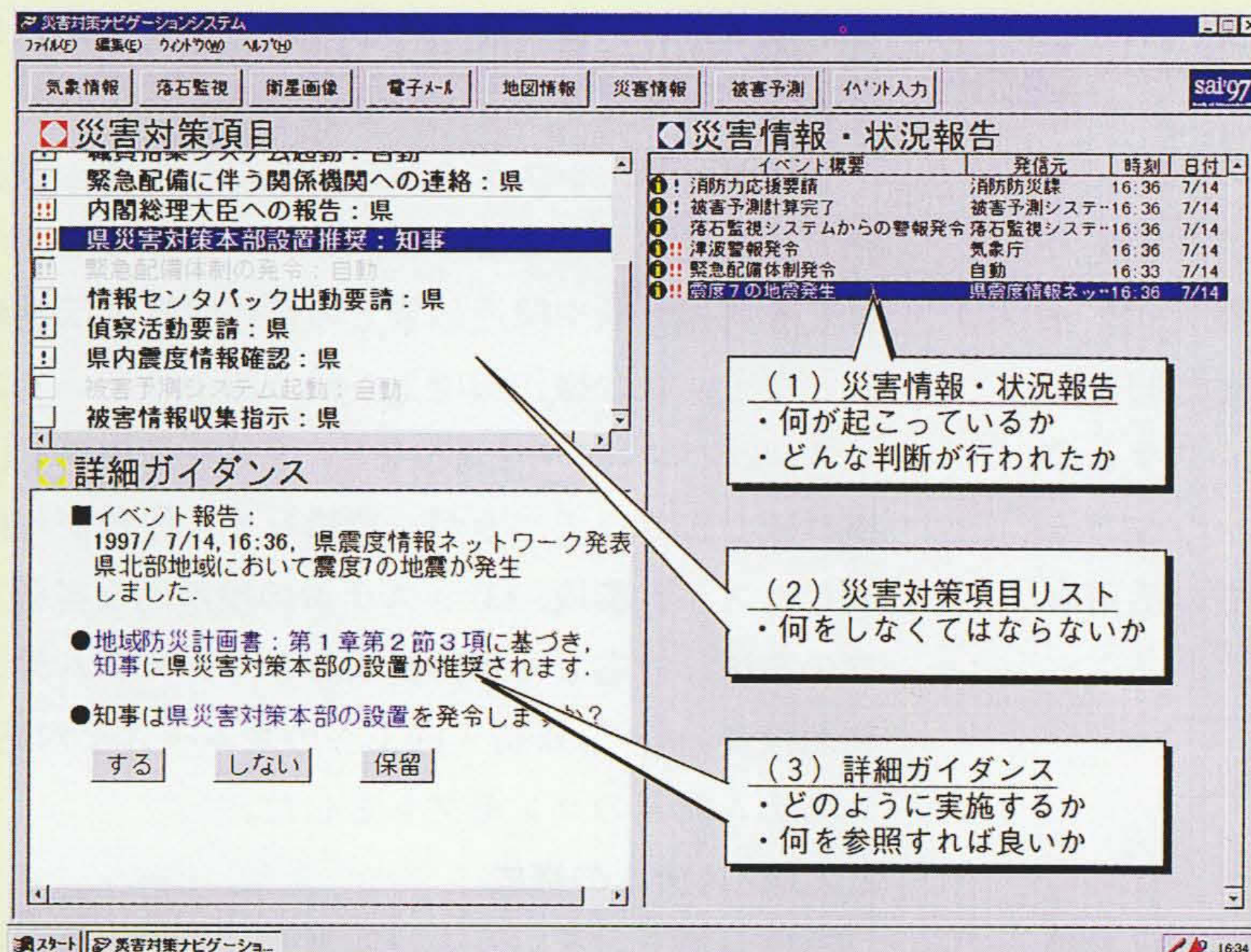


地震などの災害対策に貢献する災害対応システム

Countermeasure Systems for Disasters

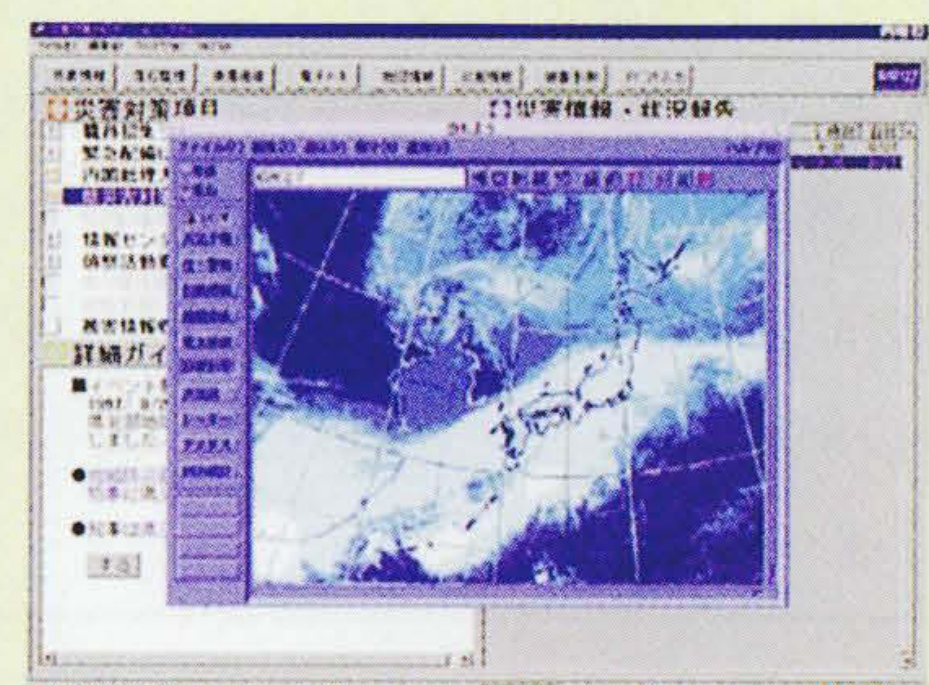
小澤秀雄 Hideo Ozawa 栗原昌宏 Masahiro Kurihara
野中久典 Hisanori Nonaka 梅北泰輔 Taisuke Umekita



(a) システムの操作画面例



(b) 地図情報システム



(c) 気象などの観測情報



(d) 被害映像収集システム

災害対策ナビゲーションシステムの画面例

(1) 災害情報・状況報告, (2) 災害対策項目リスト, (3) 詳細ガイダンスは、意思決定の流れを反映し、災害対策担当者をナビゲートする。また、画面上部の気象情報、落石監視などの関連情報リンク機能も合わせ、統合操作環境下で使いやすいインタフェースを実現している[(a)の画面参照]。

1948年福井地震以降、阪神・淡路大震災までの約50年間、日本列島は、地震災害的には歴史上まれにみる地震静穏期であった。この間、高度成長期と重なって、都市部には人口が集中し、周辺の丘陵開発、軟弱地や港湾の埋め立てなどが行われ、人心の油断とともに、脆(ぜい)弱性や甚大被害の可能性を増大させてきた。

福井地震以前の60年間には、阪神・淡路大震災規模の被害をもたらした内陸直下型地震が8回も発生しており、今回の地震は、約100年周期でやってくる地震活動期の始まりであるといわれている。

阪神・淡路大震災を契機に、日立製作所は、「災害に強

い社会づくり」に貢献することを目的に全社的な災害予防関連プロジェクトを組織し、災害予防関連システムの開発にあたってきた。その成果の一部として、行政内のコミュニケーション(情報収集・伝達)の観点から、(1)震災直後の初動期に職員の意思決定を支援する「災害対策ナビゲーションシステム」、(2)地震動の直接的衝撃や、その後数年にわたって大雨と共に発生する土砂災害の予兆を監視する「落石監視システム」、また、行政と市民のコミュニケーションという観点から、(3)災害時に市民の安否確認や人命救助にも活用できる「多目的非接触ICカードシステム」などがある。

1. はじめに

約50年間の地震災害静穏期間を経た後、1995年1月に震度7という、気象庁初適用の激震が阪神・淡路地区を襲った。この地震は、東海大地震を含めた日本列島の地震活動期の始まりであると言われている。

日立製作所は、「災害に強い社会づくり」に貢献することを目的に全社的な災害予防関連プロジェクトを組織し、災害対応システムの開発を行ってきた。

ここでは、(1)先の地震での反省点である災害対策室の迅速な意思決定を積極的に支援する「災害対策ナビゲーションシステム」、(2)落石・土砂崩れの監視を目的とした新方式の「落石監視システム」、(3)個人情報システムのインフラストラクチャーとして普及期に入りつつある「多目的非接触ICカードシステム」の災害時での活用事例について述べる。

2. 災害対策ナビゲーションシステム

2.1 開発のコンセプト

「災害は忘れたころにやってくる」と言われるが、熟練した災害対策室の職員にとっても、全国レベルで10年に一度の災害対応を迅速・適切に実行することは容易ではない。

災害対策システムの中核は、災害対策室の意思決定支援システムである。災害対策室では、情報の収集・伝達を行う周辺システムを駆使して、限られた人員で急激に増大する業務を防災マニュアルに従って次々と判断し、意思決定していかなければならない。先の震災でも、特に初動期でのこれらの対応の遅れが反省点とされた。

意思決定支援システムの基本機能には、(1)今、何が起きているか、他部署を含めてどのような判断が行われたかの災害情報の収集機能、(2)実施すべき災害対策事項を網羅し、優先順序づけして判断できる機能、(3)どのように実施するかの手順・手続きと、その結果を伝達する機能が必要である。実行面では、この意思決定のサイクルをできるだけ迅速に回せるように、システムとしてこれを適切に支援できることが肝要である。

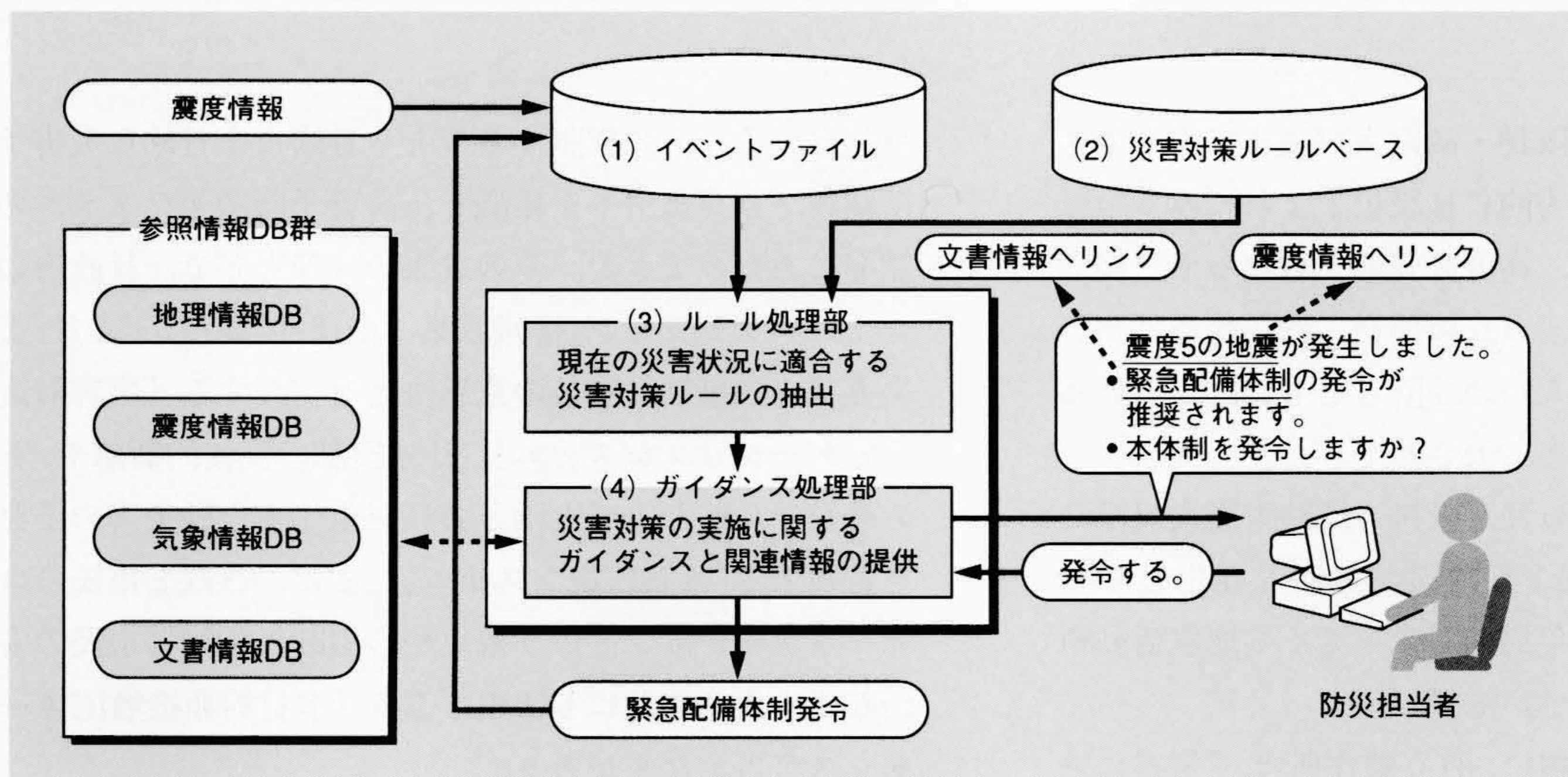
したがって、システム開発にあたっては、上記の機能を十分に発揮できるように、(1)パニックに陥りがちな職員でも情報判断や関連部署との情報収集・伝達が行えることなど、統合操作環境下で使い勝手の良いインタフェース、(2)パソコンやLANなど、平常時の業務で活用して慣れ親しんでいて、万が一故障しても代替が可能な一般的なシステム環境、(3)システムの段階的な拡張、ノウハウの蓄積に対応した維持更新など、システム導入期での初期投資の軽減、維持・向上へのスムーズな対応などを、システム開発のコンセプトとした。

2.2 システムの構成

災害対策ナビゲーションシステムの基本構成を図1に示す。

(1) イベントファイル

イベントファイルは、震度情報システムや気象情報システムからオンラインで時々刻々送られてくる震度情報、各種注意警報、関係機関からの実況報告や措置情報などの災害イベントを記録する。災害イベントは、パソコンやPDA(Personal Digital Assistant)からマニュアルで入力することもできる。このファイルは、災害対策に関係する複数の部署で共有することが可能である。



(2) 災害対策ルールベース

災害対策ルールベースは、災害対策マニュアルに記載された災害対策をルールの形で電子化したものである。各ルールには、(a) 災害対策を実施するための災害イベントの組合せ条件、(b) 災害対策の具体的な実施手順、(c) 対策の実施にあたって参照すべき関連情報へのリンクなどを記述する。一般にルールベースは、災害対策を行う部署ごとに作成し、メンテナンスする。

(3) ルール処理部

イベントファイルを常時監視し、ここに新規災害イベントが書き込まれた場合に、災害対策ルールベースの中から現在の状況下で対応するルールを検索、抽出する。

(4) ガイダンス処理部

抽出したルールに記述された災害対策の実施手順と関連情報を画面に表示し、担当者の判断や指示の入力を受け付ける。担当者の判断の結果、例えば「緊急配備体制発令」といった新たな災害イベントが生成された場合には、これを再びイベントファイルに追記する。

また、複数の災害対策ナビゲーションシステムを、共有化したイベントファイルを中心としてネットワーク上で連携動作させることが可能である。この機能により、一つの災害イベントに対して部署ごとに実施すべきガイダンスを提供することができる。上位部署が発令したマクロな指示や命令を、下位の担当部署でより具体的な実施手順に詳細化するなどの複数部署の連携により、災害対策組織全体の効率化が実現できる。

2.3 システムのインタフェース

このシステムの表示画面例を47ページの図(a)に示す。このシステムの基本画面は、以下の画面で構成している。

- (1) イベントファイルに入力された災害イベントをリスト表示する災害情報・状況報告ウィンドウ
- (2) ルール処理部が抽出した現在の状況下で実施すべき災害対策項目をリスト表示する災害対策項目ウィンドウ
- (3) 担当者が災害対策項目ウィンドウ上で選択した項目の具体的な実施手順と関連情報へのリンクとを表示する詳細ガイダンスウィンドウ

これらのウィンドウはそれぞれ、(1) 何が起きているか、(2) 何をすべきか、(3) 具体的にどのような手順で実施するかという意思決定の流れを反映したものとなっている。また、詳細ガイダンスウィンドウでは、担当者は文中のキーワード〔青色(47ページの図(a)参照)で表示された単語〕をクリックすることにより、このキーワードにリンク付けられたファイルやデータベースを開いたり、

関連するシステムや処理を起動することができる。

さらに、災害対策項目の優先度表示、一定時間経過した未対策項目に対する警告通知機能などにより、担当者は災害時の意思決定業務を漏れなく、迅速に進めることが可能である。

従来は、災害時に担当者が電話やファクシミリなどの通信網を通じて「何が起きているか」を把握し、膨大な災害対策マニュアルを調べて「何をすべきか」、「具体的にどのような手順で実施するか」を知り、さらに、その実施のために参照すべきデータや提出すべき書類を探し出すといった作業をすべて行わなければならなかった。このシステムによると、担当者はこれら災害対策に必要な情報を上記のインタフェースから一元的に入手することができ、一連の災害対策を円滑に実施することができる。

2.4 システムの運用と今後の展開

災害時には、担当者も被災している可能性があり、その中で膨大な災害対策を確実に行っていかなくてはならず、一種のパニック状態に陥りやすい。このシステムは、このような状況の下でシステム側から実行すべきガイダンスをタイムリーに提供し、担当者の意思決定を積極的に支援する。また、関連情報へのリンク機能を介して、関連ファイル、データベース、既存の気象システムや地理情報システムなどを統合的に参照できる、災害時意思決定のためのコントロールタワーとも言うべき統合操作環境を実現している。「災害対策ナビゲーションシステム」と名付けたゆえんがここにある。

このシステムの実運用にあたっては多くの災害対策ルールを用意する必要があるので、災害対策ルールの作成を容易にするための専用エディタも合わせて開発した。また、平常時にもこのシステムを用いて全組織的な防災訓練を行うことが可能であり、このような訓練を通じて災害対策マニュアルそのものの充実・洗練を図ることができる。

今、多くの自治体、関係官庁、ライフライン企業の災害対策部門では、災害対策のシステム化に取り組んでいる。災害対策ナビゲーションシステムでは、情報収集・伝達システムなど周辺システム整備の中核システムとして、あるいは先行システムとして、初期投資の負担を軽減したスタンドアロン形の導入から総合防災情報システムまで段階的な拡張に対応できる仕組みとしている。今回開発した災害対策ナビゲーションシステムで、「災害に強い社会づくり」に貢献できることを確信している。

3. 超音波落石監視システム

3.1 概 要

わが国は山岳列島であり、山間部を通過する道路延長も必然的に長くなる。山間部の急峻(しゅん)な崖(がけ)地や急こう配の傾斜地では、落石、岩盤崩落などの災害が発生する可能性が高く、特に地震・大雨時には、いっそうの注意が必要となる。

最近では、北海道での豊浜トンネル崩落事故が記憶に新しく、防災・危険回避への取組みに対する関心が高まっている。

落石・岩盤崩落事故のような土砂災害では、予兆現象の一つに岩盤の微小な変動があげられる。また、落石・岩盤崩落などの可能性のある地点は急峻な地形であることが多いため、遠隔地からの監視によって予兆をとらえることが可能となれば、事故の発生を未然に防止するための有力な情報となる。

3.2 位相差差分方式による超音波センサ

従来の超音波センサを用いた監視方式は、送信機からの超音波信号を受信機で受信し、その到達時間を計測することで送・受信機間の距離を求めるものであり、その到達時間の変化を計測することによって岩石などの変動を計測した。しかしこの方法は、音波伝搬経路での気温や風向・風速など、音速を変化させる気象条件の変動による影響を受けるために誤差が大きく、精度の面で課題があった。

そこで、近接する音波伝搬経路では気象条件が同一であることに着目し、位相差差分方式を開発した(図2参照)。

送信機からの超音波信号を二つの受信機で受信し、その位相差 $\phi 1$ 、 $\phi 2$ を用い、二つの受信機間での位相差の差分 $\phi = \phi 1 - \phi 2$ から微小変動量を求める。位相差差分の微小変化は岩石の微小回転角度として等価的に検出できる。この位相差を常時計測することにより、岩石の回転角度の変動量を連続的に監視する。

この方式により、1度ずつ傾斜(回転)させた連続計測事例を図3に示す。音波伝搬経路での気象条件の影響を無視できるため、超音波を使っても岩石の変動を精度高く検出できる方式である。

超音波落石監視システムの構成例を図4に示す。

システムは、超音波送信機、受信機、および送受信制御器で構成し、岩石側に受信機、道路側に送信機と送受信制御器をそれぞれ設置する。受信機の中の一対のセン

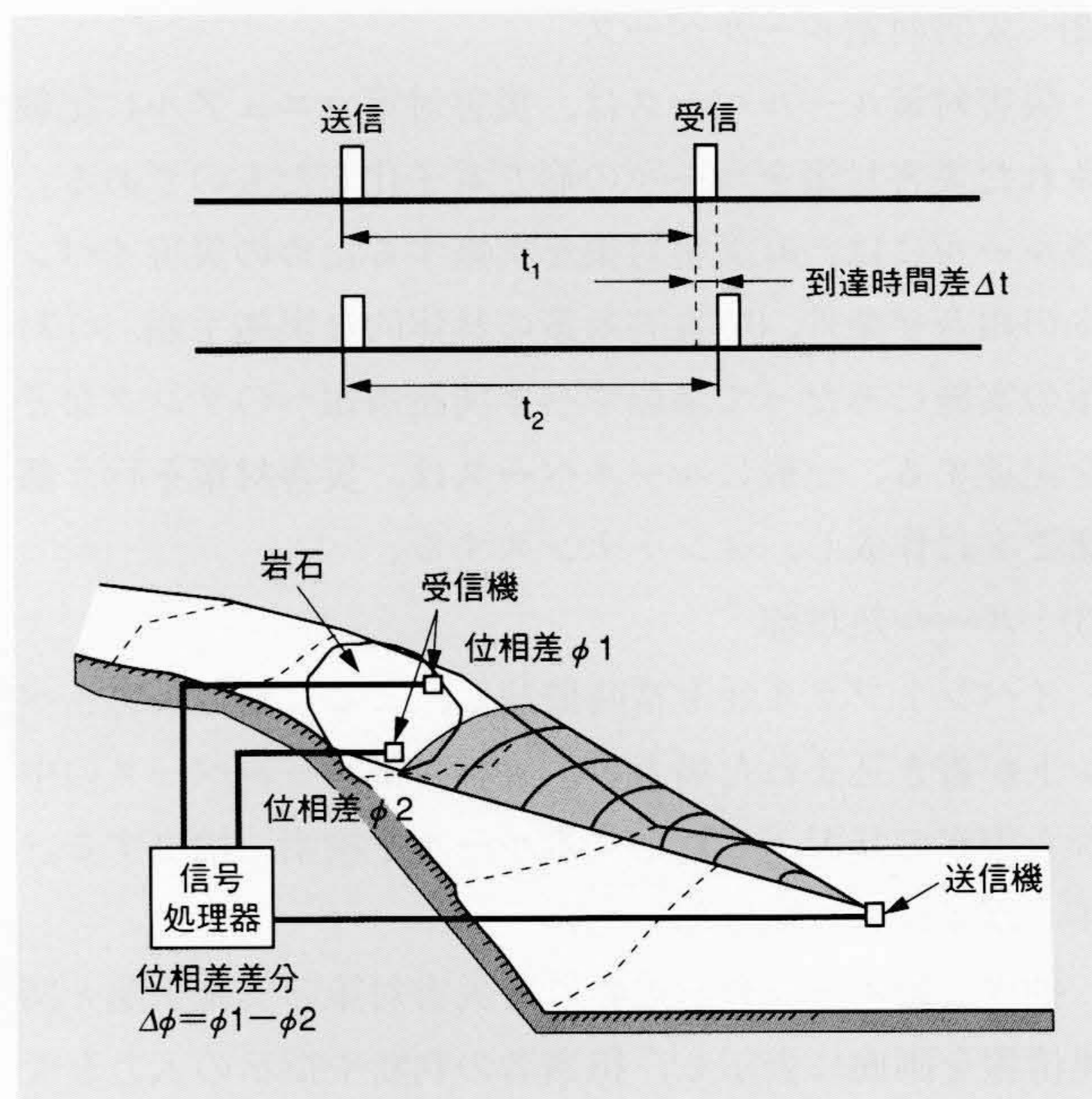


図2 位相差差分方式による計測

近接する受信機間では送・受信機間の気象条件が無視できるため、到達時間差 Δt の変化を岩石の微小回転角度として検出する。

サは送信機からの超音波信号を受信し、位相差を検出する。これを送受信制御器に送ることにより、岩石の微小な経時変化を記録する。送信機の音響ビーム内に複数の受信機を設置することにより、複数の岩石・岩盤の変化を同時に計測することも可能である。

土砂災害は山間部や急こう配の傾斜地で発生するため、電源や通信施設が整備されていない場合が多い。そこで、送信機と受信機間はケーブルレス、電源は送信機

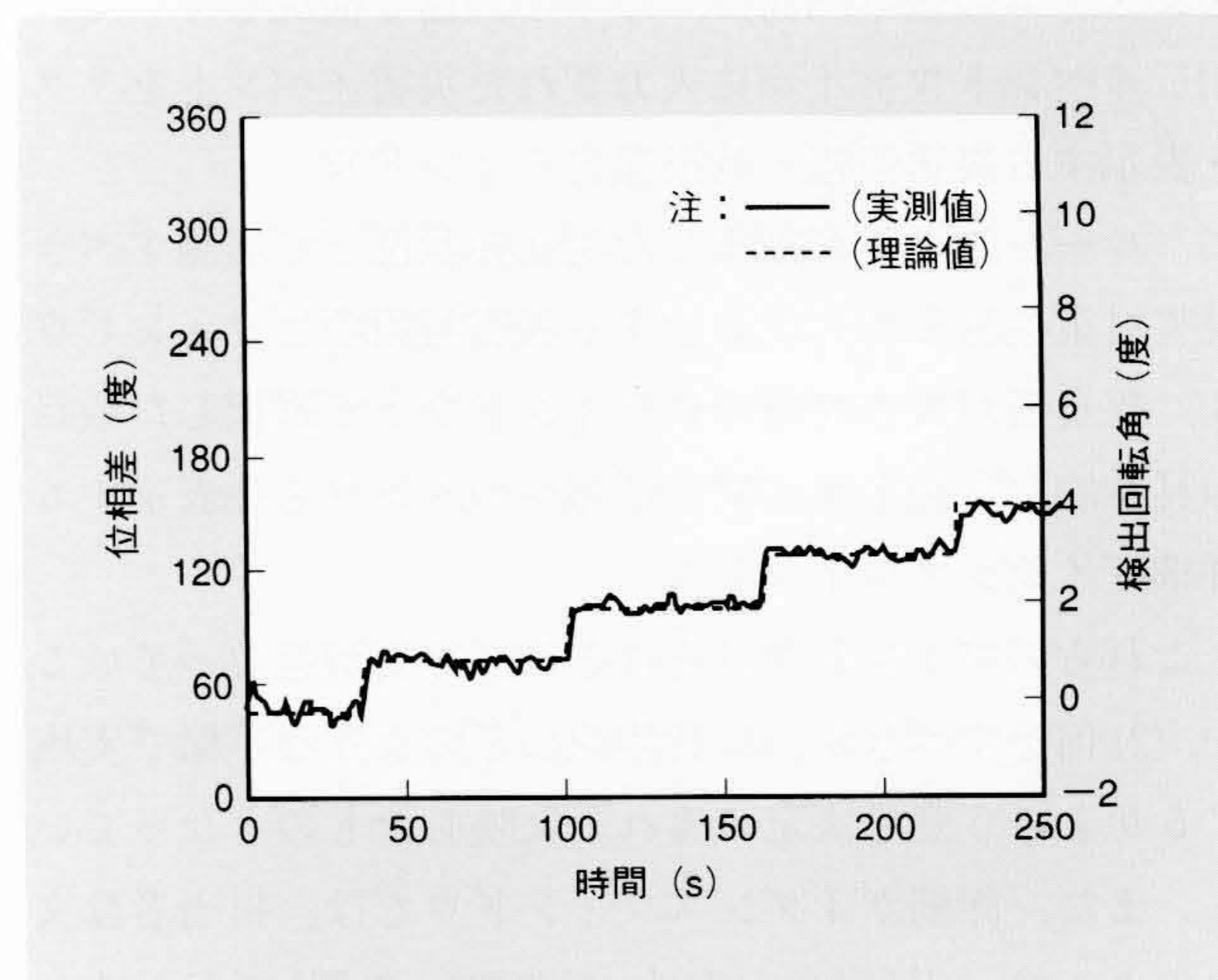


図3 計測位相差と検出回転角との関係

時間経過の中で受信機を微小角度傾けたときの測定位相差と回転角の関係を示す。実測値が理論値にほぼ追随している。

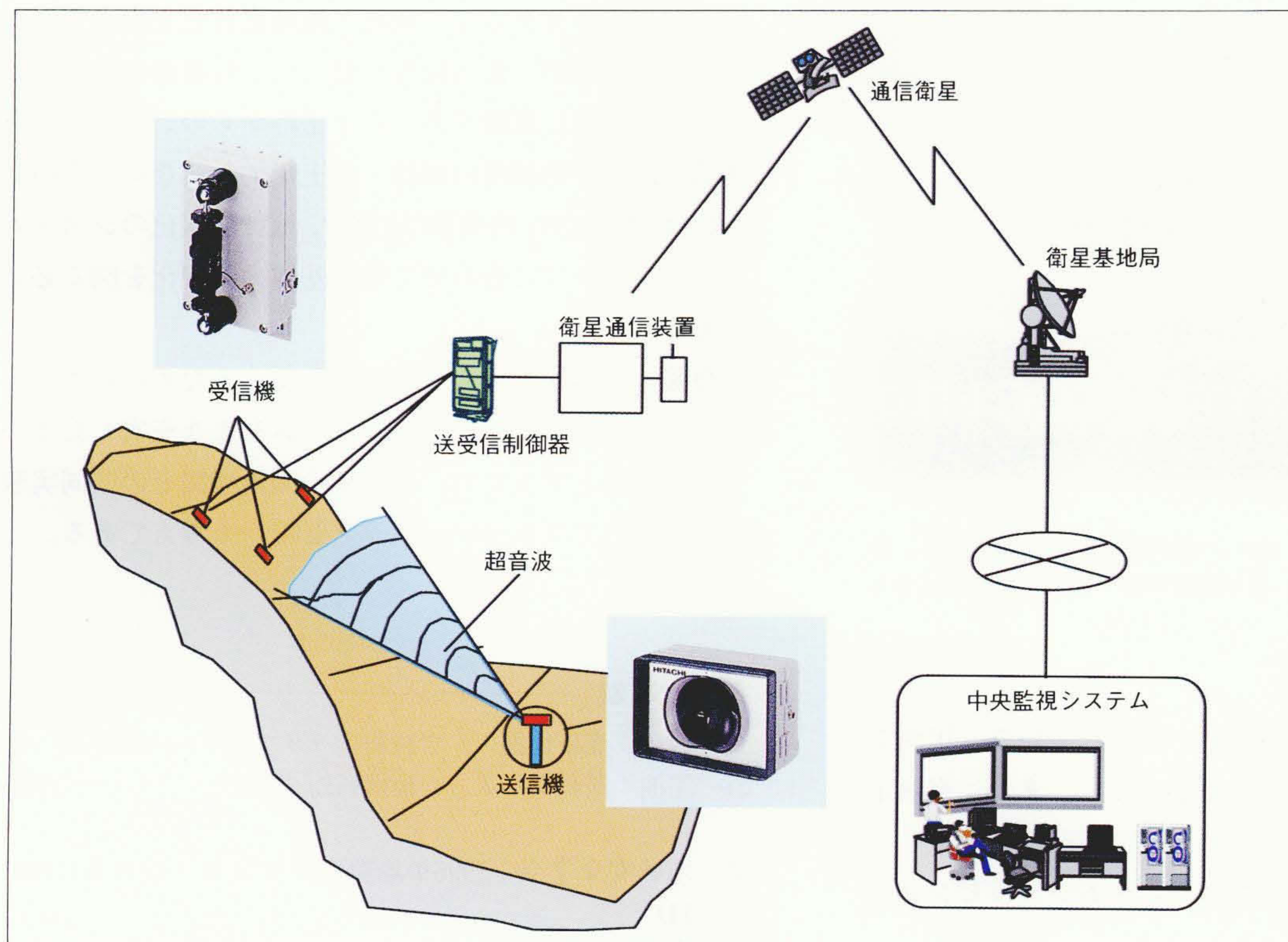


図4 超音波落石監視システムの構成例

送信機の音響ビーム内に複数の受信機を設置して位相差を検出する。道路側の送受信制御器から、衛星通信装置などを介して、中央監視システムで集中監視を行う。

と受信機それぞれ独立にソーラ電池で供給し、通信手段は、無線機、携帯電話、および地上電話回線の組合せによって構成し、その計測データを遠隔の中央監視システムに送信して集中監視ができる仕組みとした。

このシステムは現在、北海道開発局開発土木研究所に納入し、引き続き共同研究を推進中である。今後、測定距離の延伸化や精度向上など、さらに改良を加えていく考えである。

4. 多目的非接触式ICカードの活用

4.1 概要

個人情報システムのインフラストラクチャーを担うと言われている非接触ICカードは、欧米をはじめとしてアジア諸国でも導入が進みつつある。わが国では、全国80万台の公衆電話の非接触ICカード化など、さまざまな分野での活用が計画されている。

日立製作所は、国内先行メーカーとして、さまざまな取組みを開始している。日立製作所の非接触ICカードは、(1)振動、ほこり、水滴などへの耐環境性、(2)メンテナンスフリーの信頼性、(3)フリーデザイン性、(4)美麗印刷が可能な平坦(たん)性、(5)曲げ強度、マルチチップ、シール化などによる薄形形状の面で、従来の接触式カードよりも優れている。非接触ICカードの外観を図5に示す。

また、カード内のICチップを利用して、暗号処理技術によるセキュリティ確保や、指紋、虹(こう)彩、掌紋などの生体情報により、カード所持者が本人であることを証明する本人認証システムなども検討している。

4.2 災害時の市民カードの活用

上記のような特徴を持つカードを災害時に活用する目的は、安否の登録確認、身分証明、救援・救護活動支援、ボランティア活動支援サービスなどを緊急に行うためである。例えば、避難所に避難した市民がICカードをかざせば、家族構成や慢性疾患症、アレルギーといった個別の大量の情報を瞬時に入手でき、早急に必要な医薬品を準備したり、安否確認のシステムと連動して迅速な対応を図ることができる。

災害、特に地震はいつ襲ってくるかわからない。災害時に活用できる前提とは、平常時に高頻度で活用できるかということと、有用性によって常時携帯できるかということである。ICチップの容量(8kバイト)を使って用途別のカードを統合し、多目的化することもその方法である。

非接触ICカード化に移行する萌(ほう)芽は、現在、いたるところに見られる。先のテレホンカードをはじめとして、行政面では、行政窓口の簡便化に向けての各種証書の発行手続きや、健康保険証、高齢者証として、また

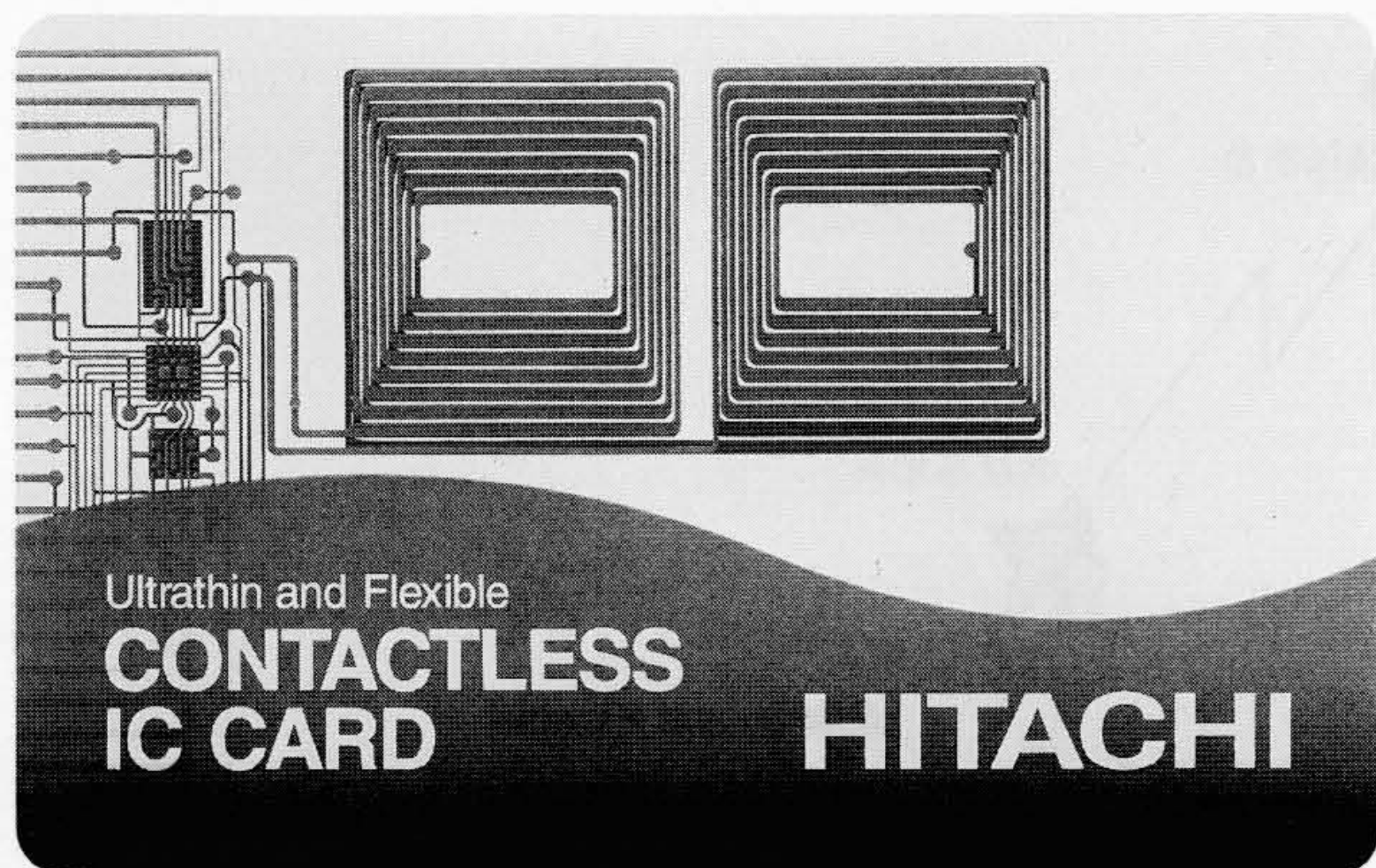


図5 非接触ICカード

アンテナコイルで受電し、ICチップの内容を読み書きする。薄型・非接触式のため、耐久性、曲げ強度の面で接触式カードよりも優れている。

図書館利用などで試行や実用化が行われている。民間でも、銀行やクレジット会社を中心として、また、交通定期券も同様に試行されている。

最近では、ホームバンキングやホームショッピングでの活用も検討されている。

カードの情報は、氏名、年齢、性別、生年月日や住所、電話番号などの基本情報と、有資格者だけがその資格に応じて参照できる秘匿性の高い情報の二つに区分できる。

災害時の活用を想定すると、少なくとも基本情報部分、健康医療情報の部分が統一されている必要がある。暗号処理技術や本人認証技術の実証研究と並行して、行政間あるいは民間も含めたあるべき姿の研究と仕様の統一が進展し、多目的市民カードとして一日も早く制度化され、災害時に活用できることが望まれる。

5. おわりに

ここでは、災害予防関連プロジェクトとして取り組み、開発した「災害対策ナビゲーションシステム」、「落石監視システム」、および「多目的非接触ICカードシステム」の3システムについて述べた。

阪神・淡路大震災の発生から3年が経過しており、地震学者によれば、日本列島の地震活動期はすでに始まっていると考えられている。各自治体でも、低迷する経済環境の中で、地震防災緊急事業5か年計画を策定し、地震や津波に対する被害想定や災害対策整備事業を進めつつある。

災害対応システムは広域化・地域密着化を指向するシステムであるが、使用頻度が低い点で投資効率や災害時での操作の面に課題があり、平常時からのシステムの有効活用、操作熟練度の維持・向上が欠かせない。そのため、将来の庁内業務OA化や、地域情報化のシステム構築のフェーズに合わせて情報基盤の共有化を図る必要がある。

今後も、豊かで安心した生活を支えるための災害対応システムとして、これらのシステムをより充実した使いやすい製品とするため、自治体や関連機関との共同実験などを通じてブラッシュアップしていく考えである。

参考文献

- 1) 伊藤：直下地震！，岩波科学ライブラリー(1995-8)
- 2) 尾池：活動期に入った地震列島，岩波ライブラリー(1996-11)
- 3) 地域安全学会：1996年地域安全学会論文報告集(1996-11)
- 4) 京都大学防災研究所編：地域防災計画の実務，鹿島出版会(1997-4)

執筆者紹介



小澤秀雄

1973年日立製作所入社，システム事業部 公共システム部所属
現在，災害対策関連システムの営業支援に従事
E-mail: ozawa@cm.head.hitachi.co.jp



野中久典

1986年日立製作所入社，日立研究所 情報制御第二研究部所属
現在，災害対策情報システム，意思決定支援システムの研究開発に従事
情報処理学会会員，人工知能学会会員，日本オペレーションズ・リサーチ学会会員
E-mail: nonaka@hrl.hitachi.co.jp



栗原昌宏

1970年日立製作所入社，情報通信事業部 新分野プロジェクト 所属
現在，環境・防災ニュービジネスの推進に従事
日本塑性加工学会員



梅北泰輔

1991年日立製作所入社，システム事業部 公共システム部所属
現在，災害対策関連システムの営業支援に従事
E-mail: Umekit27@cm.head.hitachi.co.jp