

ナウキャスト地震情報の活用を想定した 早期地震計警報システムの開発 (その3) ーリアルタイム地震警報システムの概要ー

佐藤 新二¹・東田 進也²・室野 剛隆³・芦谷 公稔⁴

大竹 和生⁵・野坂 大輔⁶

¹正会員 工修 財団法人 鉄道総合技術研究所 防災技術研究部 (〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38)

²理博 財団法人 鉄道総合技術研究所 防災技術研究部 (〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38)

³正会員 工博 財団法人 鉄道総合技術研究所 防災技術研究部 (〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38)

⁴正会員 理修 財団法人 鉄道総合技術研究所 防災技術研究部 (〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38)

⁵理修 気象庁 地震火山部 (〒100-8122 東京都千代田区大手町 1-3-4)

⁶気象庁 地震火山部 (〒100-8122 東京都千代田区大手町 1-3-4)

現在気象庁と共同でナウキャスト地震情報や面的震度情報等および最新の情報技術を利用した地震防災システムを開発中である。このシステムが実現すれば現在新幹線で実用化している同様のシステムとほぼ同等の機能を有したシステムが幅広い分野により安価で経済的に導入できると考えている。また、地震観測システムについても、最近の高度かつ汎用的なリアルタイム情報処理技術を生かした新たなシステムの開発を目指している。ここでは主に鉄道を対象としたリアルタイム地震警報システムの概要について説明する。

Key Words: Earthquake, Disaster Prevention, Real-time Operating System

1. はじめに

現在鉄道総研では、3年計画で「将来型早期地震警報システム(以下将来型システムという)」の開発を気象庁と共同で行っている(図1)¹⁾。鉄道におい

ては新幹線を中心にユレダスが導入され、一定の成果を収めている。しかしユレダスを保有するためには鉄道事業者自ら地震を検知するための観測点を設置しなければならず、また地震観測等に係わる高度な技術も必要となる。そこで、現在全国的に展開さ

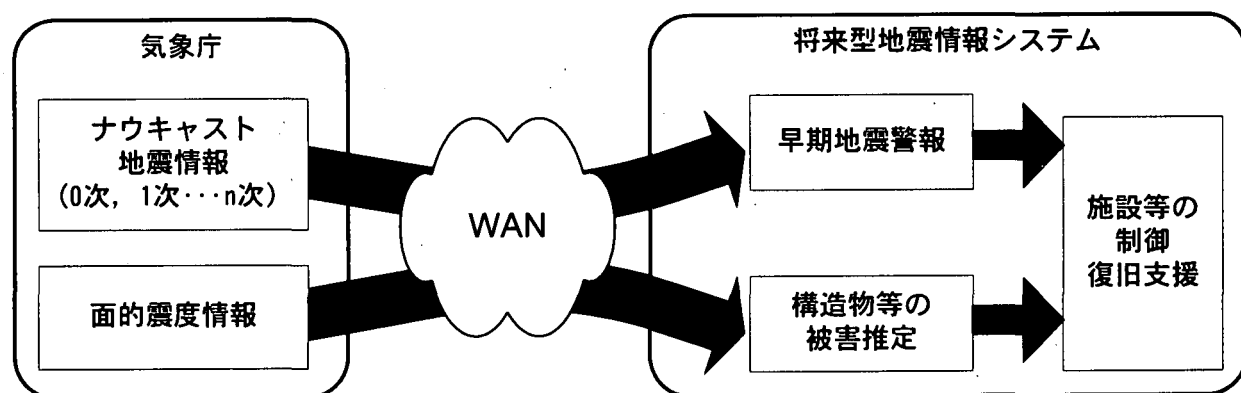


図1 将来型地震警報システムのイメージ

れている公的機関の地震観測網のデータを有効活用できないかというニーズが高まっていた。こうした状況を背景に同様のシステムをより広く導入することを目指し、広域的な観測網による気象庁のナウキャスト地震情報等を利用したシステムを開発することとなった。

2. ナウキャスト地震情報等について

気象庁は全国約 180 箇所に地震計を設置し、リアルタイムで地震活動の監視を行っている。また、気象庁は地震発生直後の緊急即時情報（以下ナウキャスト地震情報という）を配信することを計画している。気象庁が想定しているナウキャスト地震情報は、その時点までに得られている観測データを処理し、常により精度の高い情報に更新されていく。まず 1 観測点で P 波を検知した時点で発信する情報を 0 次情報とし、以後検知した観測点が増えるにつれて 1 次、2 次…情報を配信する。また気象庁は全国の自治体など約 3500 箇所に設置されている震度計の震度情報などをもとに、1km メッシュでの推定震度などの情報を配信することも計画している。これを面的震度情報という。

3. 将来型早期地震警報システムについて

現在、将来型システムのプロトタイプを鉄道総研内に構築しつつある。以下そのシステムの概要を説明する。

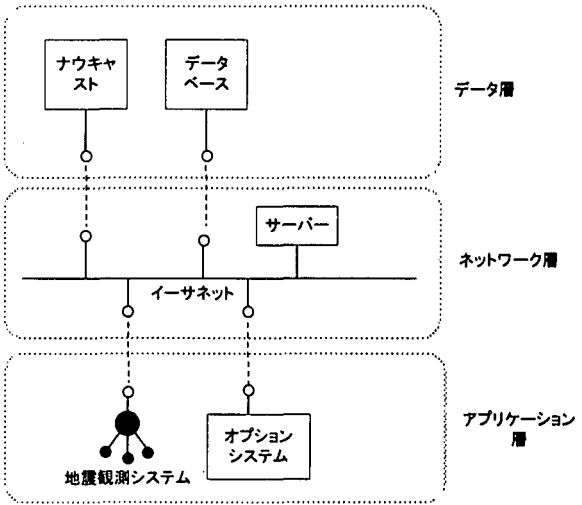


図 2 システムの概念図

(1) システムの基本構成

将来型システムは図 2 に示すように 3 つの層で構成される。中央に位置するネットワーク層をはさん

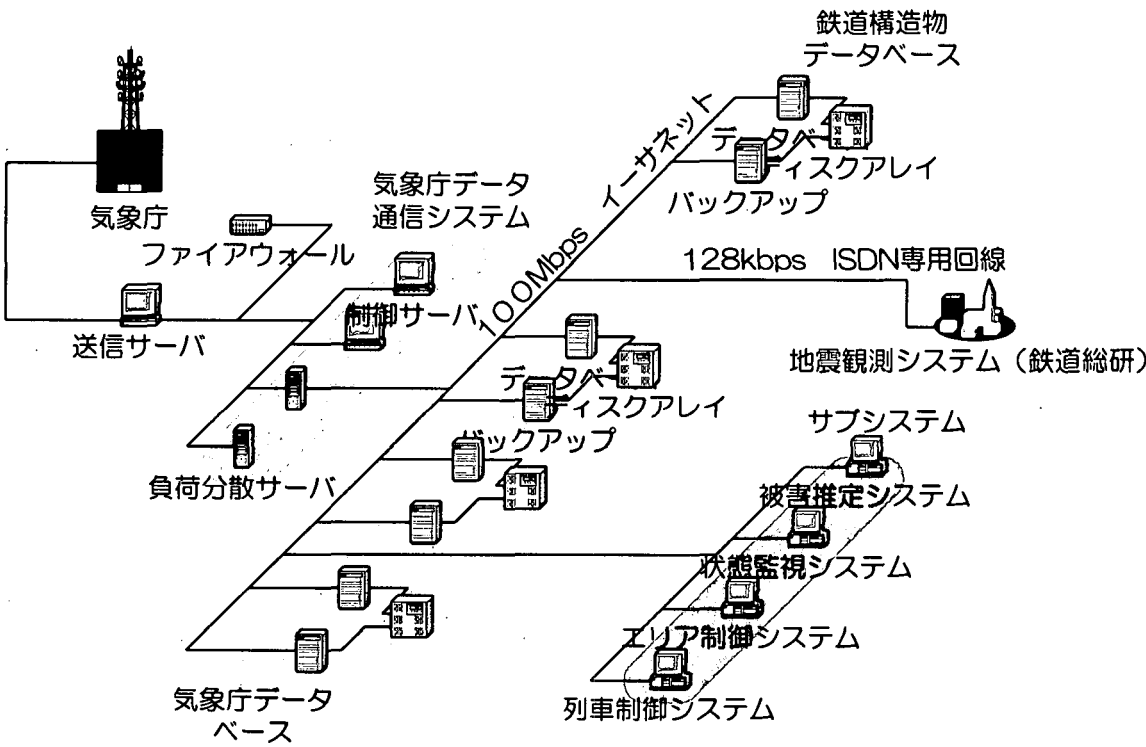


図 3 ネットワーク構成（鉄道総研内）

でデータを提供するデータ層、またこれらのデータを使用してさまざまなサービスを提供するアプリケーション層でシステムとしての機能を発揮する。データ層およびアプリケーション層の構成を変えることにより、システム導入に柔軟に対応することができるのが本システムの大きな特徴である。以下本システムの基幹部分について説明する（図3）。

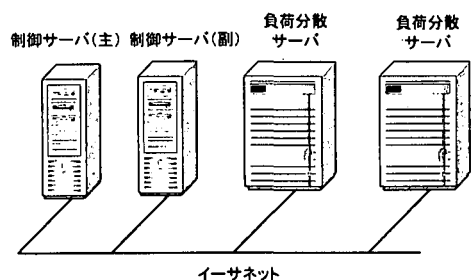


図4 スケーラビリティクラスタ方式

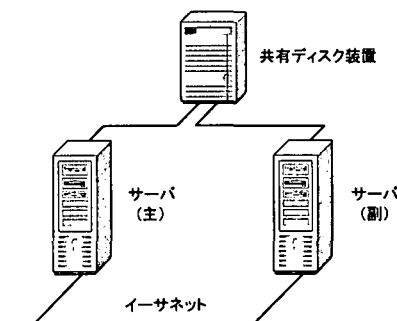


図5 共有ディスク型クラスタ方式

(2) データベースシステム

まずデータ層でデータの提供を行うデータベースシステムは図4および図5のように2種類のデータベースシステムを採用している。

a) 気象庁データ受信システム

このシステムは気象庁が配信するナウキャスト地震情報や面的震度情報の受信システムである。これらの情報には、地震検知時の地震情報データのように比較的情報量の小さいものから、日本全国1kmメッシュの面的震度情報のような膨大な情報までを不定時に受け取ることになるため、情報量に応じて適宜システムを効率的に稼働させることが重要になる。そこで、システムの受信サーバには信頼性と応答性の高いスケーラビリティクラスタ方式を採用した。これにより、少ない情報を受信する場合は1台の受信サーバで受信させ、膨大な情報を受けの場合は複数（2台以上）の受信サーバに分散させて受信するように制御する。この制御を受け持つ制御サーバは、

正・副の2重系とし、万一主系制御サーバが故障した場合は、直ちに副系制御サーバがIPアドレスなどシステム情報を引き継ぎ制御を行なう。

b) 気象庁データベース

気象庁データ受信サーバで受信したデータ（地震情報、面的震度など）は、直ちに本データベースに送信される。ここでは、大量のデータを素早くハードディスクに格納する性能に優れた共有ディスク型クラスタを採用した。ここでも制御サーバは主・副の2重系としている。

c) 鉄道構造物データベース

鉄道沿線の被害推定を行なうのに必要な鉄道の各種情報を提供するためのDBサーバである。ここでも大量の情報を素早く提供できるよう、レスポンスより信頼性を重視した共有ディスク型クラスタを採用した。また、制御サーバは主・副の2重系としている。

(3) 機能別サブシステム

ここでは、アプリケーション層に属するサブシステムを機能別に説明をする。なおサブシステムは地震防災に関するシステムと、自身をコントロールするシステムに分けられる。

a) エリア制御システム・列車制御システム

地震発生直後のナウキャスト地震情報を受信し、直ちに列車を効率よくエリアごとに制御する機能を有する。

b) 被害推定システム

地震が発生した場合、面的震度情報を受信し、鉄道構造物のデータベースとの参照処理により個々の構造物の被害推定を行なう²⁾。

c) 状態監視システム

システム全体の監視を行う。システムに異常が見られる場合は遠隔にてシステムの復旧を行う機能も有する。

4. 地震観測システムについて

本研究は気象庁のナウキャスト地震情報や面的震度情報を活用した早期地震警報システムの開発が主体であるが、既に自前の検知点を有している場合は、新システムと独自の検知点とを結合し、相互補完的に運用することが考えられる。そこで独自の地震観測システムについても、リアルタイム情報技術を応用したシステムの開発を行っている。以下ではそのベースとなるリアルタイム処理とリアルタイムOSについて説明する。

現在地震の観測の殆どはリアルタイム処理である。一般的にリアルタイム処理とは、コンピュータに処理要求の信号とデータを入力すると、直ちに処理し出力や応答を行なう処理形式のことである。多くの場合は通信回線を介して、中央のシステムと離れた場所にある端末などでデータの入出力を行なっている。従来地震観測などにはパーソナルコンピュータが用いられることが多かったが、観測環境がシビアになると動作が不安定になるなどの要因にもなっていた。昨今のハードウェア技術の進歩により、従来のシステム構成に依存しなくても、より高性能・小型化で構成することが可能となった。

そこで将来型のリアルタイム地震観測システムの基本的構成として、システムの基本部分をリアルタイム OS（以下 RTOS）にすることにした。

まず RTOS に求められる性能を整理してみる。

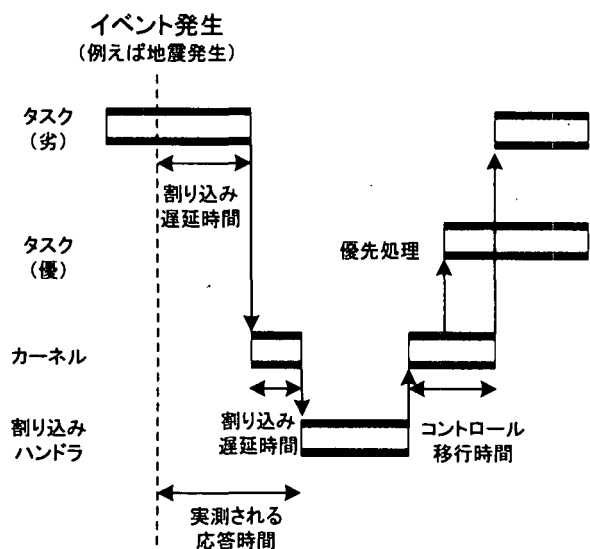


図 6 RTOS 上での処理例

a) 同時性

複数の処理要求が同時に発生した場合、時分割で並行処理させたり、優先順位をつけて優先順位の高い順に順次処理させる必要がある（図 6）。つまり処理要求に RTOS が優劣を決定させて処理を行う。

b) 同期性

周辺ハードウェアとの間に時間的な制約条件があった場合、周辺ハードウェアからの処理要求と同期して決められた時間内に処理を完了させる必要がある。つまり厳密に処理時間を定義し、それを確実に実行し、次のタスクへ処理を移行させる。

c) 競合の問題

状況によっては複数のシステムからの情報が相矛盾する場合もある。この情報競合の問題も上記の時

間的制約と同様、システムダウンにつながる可能性が極めて高い。この競合に関しても優先順位を設けることにより矛盾なく処理を行なえるようにする。

RTOS としては以上の項目を満たさなければならない。現在、RTOS を用いた地震観測システムについて設計を行っている段階であり開発成果は別途報告したいと考えている。

5. おわりに

将来型システムは、各サブシステムを含めて可能な限り汎用的な技術で構成することを考えている。汎用的であることは同時にネットワーク上で不必要な情報も取り入れてしまう可能性もあり、セキュリティ上堅固することも重要である。またコンピュータライフサイクルの短さもシステムの保守上重要な問題である。今後これらの問題点を認識しつつ、実システムに向けたプロトタイプシステムおよびサブシステムを順次稼働させて実証試験に入りたいと考えている。

参考文献

- 1) ナウキャスト地震情報の活用を想定した早期地震警報システムの開発（その 1）
芦谷 公稔他，第 26 回地震工学研究発表会，2001
- 2) ナウキャスト地震情報の活用を想定した早期地震警報システムの開発（その 2）
室野 剛隆他，第 26 回地震工学研究発表会，2001