

新 EPOS (Earthquake Phenomena Observation System : 地震活動等総合監視システム) の紹介

尾崎 友亮*

Introduction to new EPOS (Earthquake Phenomena Observation System)

Tomoaki OZAKI

1. はじめに

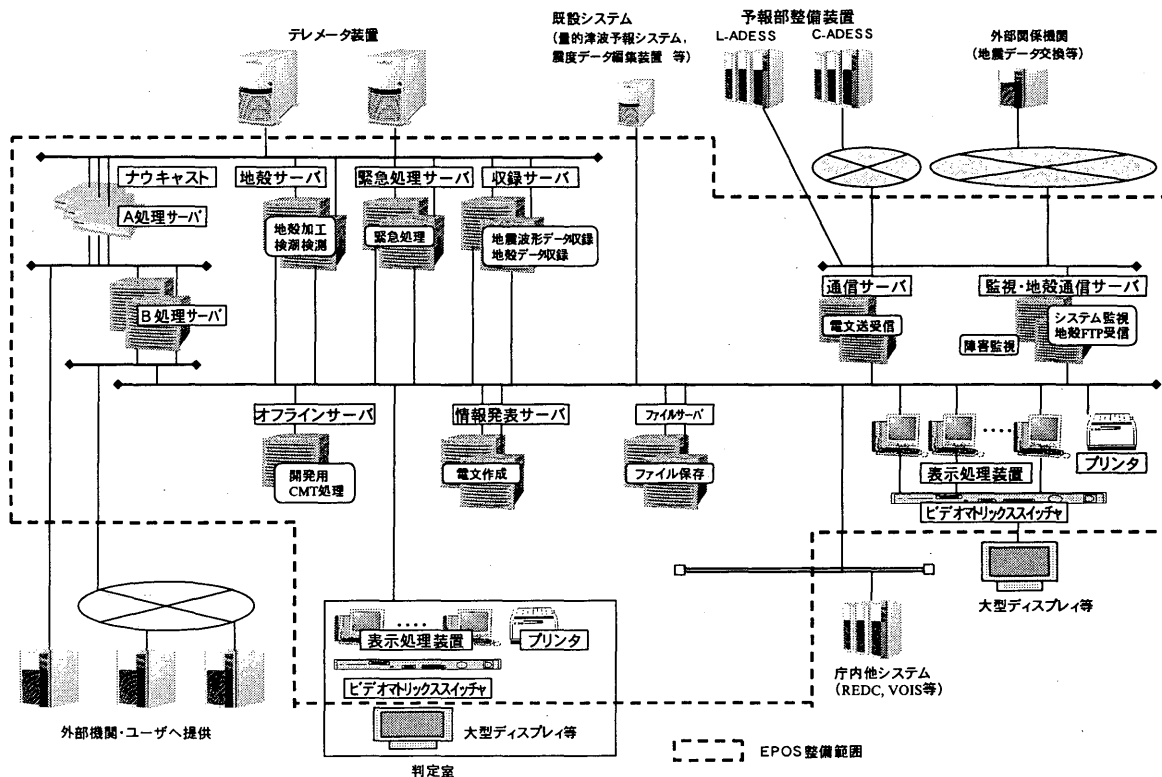
2003 年 10 月 1 日, 旧 EPOS は 8 年半の運用を無事終了し, 新 EPOS の運用が開始された. 初代 EPOS (1987 年 10 月~1995 年 2 月), 2 代目 EPOS (1995 年 3 月~2003 年 9 月) に継いで 3 代目 (EPOS3) となる. 製作は日本電気株式会社 (NEC) である.

EPOS3 の設計にあたっては, 2001 年度に本庁に設置された地震火山業務システム検討会において, 今後 10 年程度先の地震津波業務システムを見据えたうえで EPOS3 で実現すべき事項が提示されたことを受け, その内容が配慮された. 具体的には, 業務操作や監視業務を各サーバとネットワークで結合された端末により

実施すること, 各業務システムの機能障害, 高負荷, 更新等が, 他の業務システムに影響しないよう, 処理系・機能の分散化を進めること, 等が考慮された.

システム整備にあたっては, 2002 年度より部内に新 EPOS 整備体制を設け, 受注者である NEC への指示・指導やシステム更新作業全般の実施調整を行った. 2003 年 4 月よりマシン室への機器搬入を開始し, 同 8 月から約 2 ヶ月間の慣熟運用を経て, 10 月 1 日より運用を開始した.

なお, テレメータも併せて更新を行っており, こちらは (株) 明星電気の製作による.



第 1 図: EPOS システム概念図

* 気象庁地震火山部地震予知情報課 (現: 内閣府)

2. システムの概要

EPOS3 の基本的な機能としては、旧 EPOS の地震サブシステム、火山サブシステムを除く機能（前者は地域地震情報センターデータ処理システム (REDC : Regional Earthquake information Data Center system)、後者は火山監視・情報センターシステム (VOIS : Volcano Observation and Information System) にそれぞれ引き継がれている) を引き継ぐほか、新たにナウキャスト処理機能が組み込まれている。

EPOS3 のシステム概念図を第 1 図に示す。

ハードウェアとしては、20 台のサーバ、27 台の PC 端末、ネットワーク機器 (LAN, ルータ, レイヤ 3 スイッチ (L3SW), スイッチングハブ等)、5 台のプリンタ等より構成される (テレメータ部を除く)。

旧 EPOS は、主にサーバ系マシン (ホスト)、クライアント系マシン (ワークステーション) により構成され、各ワークステーションがクライアントとして機能するとともに、ワークステーション自らも業務処理を行い、言わばホストとワークステーションで業務処理を分担していたのに対し、EPOS3 ではサーバ～表示処理装置 (PC 端末) 構成を基本とし、各業務処理はサーバのみで行い、PC 端末は X 端末機能に特化することとした。これにより、基本的にどの PC 端末からでも各サーバの業務メニューを起動することが可能となっている。また、ワークステーションから PC へ移行したことによりコストの削減にもなっている。

サーバについては、各サーバ毎に機能を特化させることで処理分散を行い、各サーバの障害等が他の処理に影響を与えないようにするとともに、機能毎の拡張性を確保している。また、耐障害性のため、正副の二重化構成を基本としている (一部サーバでクラスタ制御を導入した二重化構成を実現)。

ネットワークは正副 2 台の基幹レイヤ 3 スイッチ (L3SW) を中心とした 100BASE-T の LAN 接続を基本としている。LAN は二重化により耐障害性を図っている。庁内の他システム (REDC, VOIS, C-ADESS (C/A)^{*)} など) や外部機関とは、スイッチングハブ、L3SW, ルータを介して接続することによりセキュリ

^{*)} C-ADESS (Central Automated Data Editing and Switching System): 全国中枢気象資料自動編集装置。国内外の気象等の観測データ及び各種予報・警報や予報支援資料、実況図や予測図等を国内の気象官署、外国気象機関等に配信している、気象庁本庁の全国中枢気象資料自動編集集中継装置のこと。

ティを確保している。また、ファイヤーウォールを通じてインターネットと接続している。

テレメータ装置は、REDC のデータ収集装置で培った技術を活用し、チャンネル設定、フォーマット変換等が容易なワークステーション群による構成を基本とした。

3. ハードウェア構成

以下にハードウェアの概要を記す。各ハードウェア機器の具体的なスペックは表 1 のとおり。

(1) サーバ

機種は NEC 製の NX7000 シリーズ (ナウキャスト A 処理サーバのみ Express5800)、OS は HP-UX (ナウキャスト A 処理サーバのみ Linux)、グラフィック環境として X-Window を用い、ウィンドウマネージャとして FVWM を用いている。

外部記憶装置については、DVD-ROM 装置を付加しているほか、システムのバックアップ/リストアを主目的として、各サーバに DAT 装置 (DDS4 対応) を外付けしている。CD-ROM, MO 装置等はサーバには付加していない (ナウキャスト A 処理サーバを除く)。

コンソールは、正系サーバ群、副系サーバ群それぞれに 1 台ずつを整備し、サーバスイッチユニットにより操作対象サーバを選択する。

なお、サーバは、コンソール、DAT 装置等とともに、8 台の 19 インチラックに収納し、本庁 2F マシン室に設置されている。収納にあたっては、正副系の分散収納、電源の分散・二重化等を行い、耐障害性に配慮している。ラックは架台により耐震固定を行っている。

(2) 表示処理装置

Linux のタワー型 PC (Mate MA25V/B) であり、うち 9 台は、VMware により WindowsXP への切り替えが可能である。

ディスプレイは 18.1 インチ TFT 液晶ディスプレイにより、広い画面と省スペースを両立させている。ポインティングデバイスとしては、マウス、及び一部端末 (緊急作業用端末など) にはペンタブレットを装備している。

外部記憶装置として、各 PC には CD-R (16 倍速) / RW (10 倍速) 装置を内蔵している。また、MO は 4 台の PC に限定して装備している。

験震時報第 68 巻第 1～2 号

1. サーバ、表示処理装置

サーバ名	機種名	内蔵 Disk※	メモリ	CPU	周辺機器	OS, 主なソフトウェア
緊急処理サーバ	NX7000/rp5470	218GB	3GB	650MHz×2 (PA-8700)	DVD-ROM (内蔵), DAT(DDS4)	HP-UX, MC/ServiceGuard
収録サーバ	NX7000/rp5470	72GB	3GB	650MHz×3 (PA-8700)	DVD-ROM (内蔵), ディスクアレイ (828GB, RAID5), DAT(DDS4)	HP-UX, MC/ServiceGuard
地震サーバ	NX7000/rp5470	146GB	2GB	650MHz×2 (PA-8700)	DVD-ROM (内蔵), DAT(DDS4)	HP-UX, MC/ServiceGuard, C, C++, Fortran90
オフラインサーバ	NX7000/rp2470	146GB	1GB	650MHz×1 (PA-8700)	DVD-ROM (外付), DAT(DDS4)	HP-UX, MC/ServiceGuard, C, C++, Fortran90
情報発表サーバ	NX7000/rp2470	146GB	2GB	650MHz×1 (PA-8700)	DVD-ROM (外付), DAT(DDS4)	HP-UX, MC/ServiceGuard
ファイルサーバ	NX7000/rp5430	72GB	3GB	650MHz×1 (PA-8700)	DVD-ROM (内蔵), ディスクアレイ (12GB, RAID5), DAT(DDS4)	HP-UX, MC/ServiceGuard, Oracle
通信サーバ	NX7000/rp5430	146GB	2GB	650MHz×1 (PA-8700)	DVD-ROM (内蔵), DAT(DDS4)	HP-UX, MC/ServiceGuard
監視・地震通信サーバ	NX7000/rp5430	72GB	2GB	650MHz×1 (PA-8700)	DVD-ROM (内蔵), ディスクアレイ (14GB, RAID5), DAT(DDS4)	HP-UX, MC/ServiceGuard, SystemScope
サーバ A 処理サーバ	Express5800/120Re-2	36GB	1GB	2.80GHz×2 (Xeon)	CD-ROM (内蔵), DAT(DDS4), FD	RedHat Linux
サーバ B 処理サーバ	NX7000/rp5470	146GB	2GB	750MHz×2 (PA-8700)	DVD-ROM (内蔵), DAT(DDS4)	HP-UX, MC/ServiceGuard, C, C++, Fortran90
表示処理装置	Mate MA25V/B	60GB	512MB	2.53GHz (Pentium 4)	CD-R/RW (内蔵), 18.1 型液晶ディスプレイ, ペンタブレット (一部), MO (外付, 一部)	RedHat Linux7.3 WindowsXP, VMWare(一部)

※: 内蔵ディスクはミラーリングを行っており、実際に使用できる容量はこの半分

2. ネットワーク装置

装置名	機種名
基幹 L3SW	IP8000/235
L3SW	Catalyst3550-24-EMI
スイッチングハブ (L2SW)	Catalyst2950-24
ルータ	IP45/604

3. 周辺機器等

装置名	機種名
ネットワークプリンタ	PagePro 9100 Print System (MINOLTA-QMS) (白黒ページプリンタ) magicolor6110 Print System (MINOLTA-QMS) (カラーページプリンタ) ドットインパクトプリンタ (EPSON)
ビデオマトリックススイッチャ	RGB マトリックススイッチャ (32 入力 16 出力) RGB マトリックススイッチャ (16 入力 16 出力) RGB 分配器 等
タッチパネル	Mate MA24V/B(XPPPro) タッチモニター 等

4. テレメータ装置

マシン名	機種名	内蔵 Disk	メモリ	CPU	周辺機器	OS, 主なソフトウェア
検知網データ受信装置	AS7000 2000/2900 PGX64 SYC7276E (東芝以下同じ)	73GB	2GB	UltraSPARC-III Cu 900MHz×2	DVD-ROM, FDD, DAT(外付)	Solaris 8
海底地震計データ受信装置	AS7000 B2000/2900 PGX64 SYC7276E	73GB	2GB	UltraSPARC-III Cu 900MHz×2	DVD-ROM, FDD, DAT(外付)	Solaris 8
EPOS 配信装置 A	AS7000 2000/21050 PGX64 SYC7280E	73GB	1GB	UltraSPARC-III Cu 1.05GHz×2	DVD-ROM, FDD, DAT(外付)	Solaris 8
EPOS 配信装置 B	AS7000 2000/21050 PGX64 SYC7280E	73GB	1GB	UltraSPARC-III Cu 1.05GHz×2	DVD-ROM, FDD, DAT(外付)	Solaris 8
ナウキャスト配信装置	AS7000 2000/21050 PGX64 SYC7280E	73GB	1GB	UltraSPARC-III Cu 1.05GHz×2	DVD-ROM, FDD, DAT(外付)	Solaris 8
テレメータ監視・制御装置 (マシン室)	D510MT 470034-837	40G	256MB	Pentium4 2.4GHz	MO 内蔵 CD-R(48 倍速), FDD	Windows2000
テレメータ監視・制御装置 (現象室)	EQUUM5080 PE50824PNH7B1	40G	256MB	Pentium4 2.4GHz	内蔵 CR-R (4.8 倍速), FDD 15 インチ液晶	Windows2000

表 1: ハードウェア仕様

(3) ネットワーク機器

基幹 L3SW は NEC 製 IP8000/235 で、100BASE-T 用に 50 ポートを有する。正副の基幹 L3SW 間はギガビット Ether の光ケーブル接続である。

表示処理装置、量的津波予報システム、震度データ編集装置との接続にはスイッチングハブ、他システム接続用に L3SW、外部機関接続用にルータを整備している。

なお、L-ADESS (L/A)^{*)}との接続については、L/A が TCP/IP ではなく X.25 プロトコルであるため、TCP/IP ~X.25 変換のプロトコルコンバータ ((株) 情報事務資材製作。コンバータ本体は COMPAQ の PC) を介している。

これらネットワーク機器は、3 台の 19 インチラックに収納され本庁 2F マシン室に設置されている (C/A 接続用ルータのみ 3F 通信課マシン室設置)。これもサーバーラックと同様、正副系の分散収納、電源の分散・二重化、架台による耐震固定を行っている。

(4) 周辺機器等

プリンタ

ポストスクリプト対応のネットワークプリンタ (白黒 3 台、カラー 2 台、いずれもレーザービームプリンタ (LBP))、電文出力用にラインプリンタ (ドットインパクトプリンタ) を整備している。

大型ディスプレイ等

4 台の大型ディスプレイ及びビデオマトリックススイッチャを整備し、各表示処理装置の画面から RGB 信号を分岐・集約することで、各表示処理装置の画面を簡便な操作により大型ディスプレイに選択表示可能となっている。選択表示の操作は専用のタッチパネル PC により行う。

波形データ表示・出力装置

テレメータ装置から波形データを分岐し、リアルタイム表示させる装置である。表示チャンネルはテレメー

タ受信チャンネルから任意に選択可能である。従来の 24ch ペンレコーダの代替も可能であり、全国規模の地震活動の概況把握のために用いられる (明星電気製)。また、ドラム記録器等へ波形データのアナログ出力を行う機能もある。

(5) テレメータ部

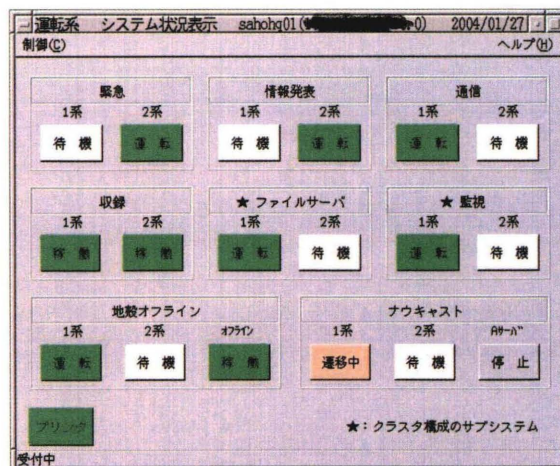
テレメータ部は、複数のワークステーションにより地震波形データ、地殻データ等の受信及び EPOS 各サーバへの配信を行う「地震地殻観測データ等統合・配信装置」と、地殻データの基板受信及び地震地殻観測データ等統合・配信装置への配信等を行う「地殻データ等収集装置」から成る。前者は REDC におけるデータ収集装置、後者はフォーマットの役割に相当する装置である。

4. 各業務処理等の概要

EPOS3 では、各業務処理 (緊急業務処理、地殻処理など) は複数のサーバの連携により実現されている。以下、各処理がどのサーバで動作しているかを含め、各業務処理の概要を記す。

(1) システム監視処理

システム監視処理は、監視・地殻通信サーバ上で動作する。監視用の PC 端末が 2 台用意されているが、システム監視画面は他の PC 端末からも起動/表示することができる。



第2図: システム状態表示画面

^{*)} L-ADESS (Local Automated Data Editing and Switching System): 気象資料伝送網を利用した気象資料交換処理システム。札幌、仙台、東京、大阪、福岡及び沖縄に設置された各地方の中核となるシステムとそれを拠点として各地域内の地方気象台等に設置された端末システムから構成される気象監視・予報等のための情報通信ネットワーク。

システム監視は、基本的に「システム状況表示画面」(第 2 図)で行う。同画面からは、システムの状態(運転、待機、障害、アイドル、停止、等)のほか、各サーバのネットワークインターフェース(LANポート)やディスクの状態を監視することも可能である。

地震の検知、電報の入電等、運用上重要な処理や、システム障害に関するメッセージは、監視メニュー画面(第 3 図)上に表示されるとともに、その重要度に応じて、ブザー音、サイレン音、チャイム音とともに音声報知がなされる。

また、ネットワーク監視のために、各サーバ、ネットワーク機器等の接続構成・状態を表示してネットワーク監視を行う Network Node Manager (NNM)、及びシステム監視の補助的手段として、個々のサーバのメモリ、CPU 等の負荷状態を監視する System Scope というミドルウェアを搭載している。

監視・地殻通信サーバにおける主なシステム監視方法は以下のとおり。

- ①各サーバから 15 秒毎に送信されるヘルスチェックメッセージを監視・地殻通信サーバで確認
- ②NNM によるネットワーク監視
 - 監視・地殻通信サーバから各機器への 1 分毎の ping
 - ネットワーク機器異常時のネットワーク機器からの SNMP 情報 (SNMP トラップ)
- ③System Scope によるメモリ、CPU、ディスク等の負荷監視

(2) 構成制御

構成制御画面(第 4 図)より、各サーバのMS変換、系組み込み、切り離し等を行う。

Date	Proc	Err	Code	Message
04/01/19 19:31:06	0166	EV	10021	東京通信 HOST #1 (M) cshohq01 Iah_sndivide (C/A (C回線) VMFA47 RJTD 191031) 電文の送信を正常
04/01/19 19:31:07	0166	EV	10021	東京通信 HOST #1 (M) cshohq01 Iah_sndivide (C/A (C回線) VMFA48 RJTD 191031) 電文の送信を正常
04/01/19 19:31:07	0166	EV	10021	東京通信 HOST #1 (M) cshohq01 Iah_sndivide (C/A (C回線) VMFA49 RJTD 191031) 電文の送信を正常
04/01/19 19:33:20	0603	ER	12008	東京監地 HOST #1 (M) sahohq01 Wth_wmachine1 負荷レベル1 rchohq11サーバのメモリ使用率が[96]以上
04/01/19 19:35:19	0603	ER	20001	東京監地 HOST #1 (M) sahohq01 Wth_wmachine1 負荷レベル2 echohq02サーバのメモリ使用率が[70]以上

第 3 図：監視メニュー画面

サブシステム

- ◆ 緊急
- ▼ 情報発表
- ▼ 通信
- ▼ 収録
- ▼ ファイルサーバ
- ▼ 監視
- ▼ 地殻オフライン
- ▼ ナウキャストB

コマンド種別

- ▼ 重障害クリア
- ◆ 主副変換 強制
- ▼ 系組み込み
- ▼ 系切り離し

スタートモード

- ▼ 通常(コピー) ▲ 通常(コピーなし)
- ▼ クリア ▼ テスト

機器

eshohq01

実行結果

第 4 図：構成コマンド入力画面

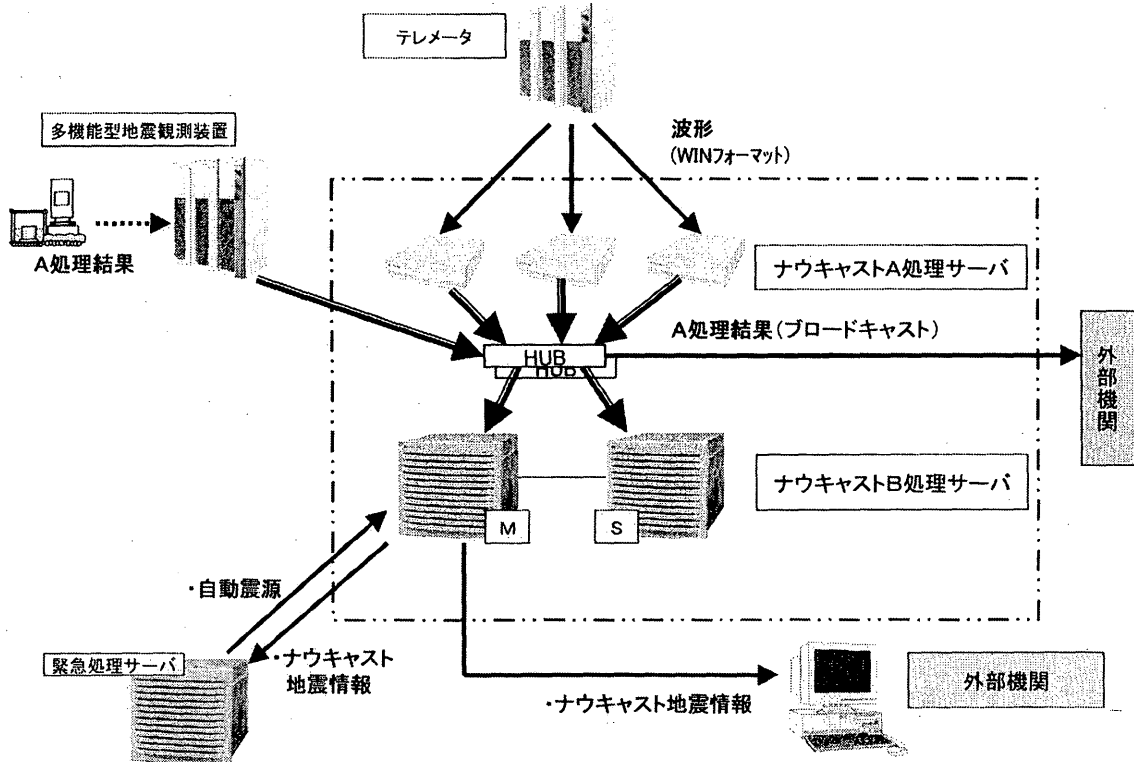
EPOS 3 になって、ハードウェア規模、OS 機能が增加したことに伴い、OS 立ち上げ、停止には時間を要するようになったが、MS 変換は高速化が図られ、10 秒以内程度 (旧 EPOS では 1 分以上) で実施可能となっている。

また、オンライン組み込み/切り離しにあたり、従来のコマンドラインからの入力手順を省略し、操作の簡便化を図った。

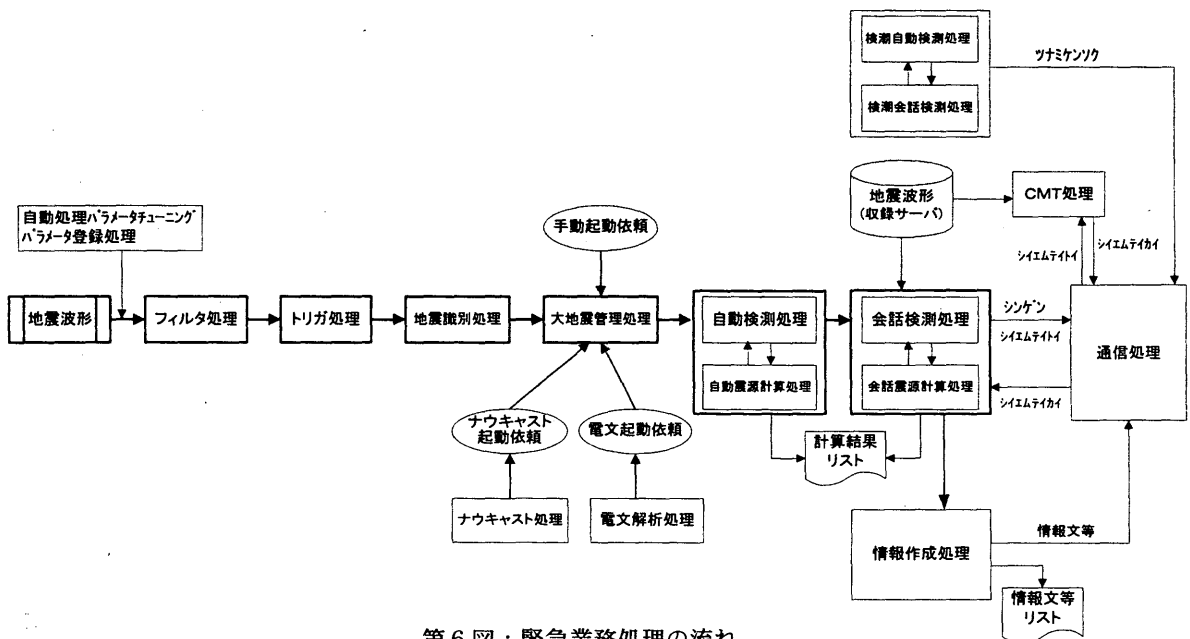
(3) 緊急処理

緊急処理は主として 2 台の緊急処理サーバ (正系/副系) で行い、通常オペレータ作業用として 6 台の表示処理端末 ((震央表示用+会話作業用+情報作成・発信用) × 2) が用意されている。

緊急処理の機器構成とデータの流れを第 5 図に、緊急業務処理の流れを第 6 図に示す。



第 5 図：緊急処理の機器構成とデータの流れ



第 6 図：緊急業務処理の流れ

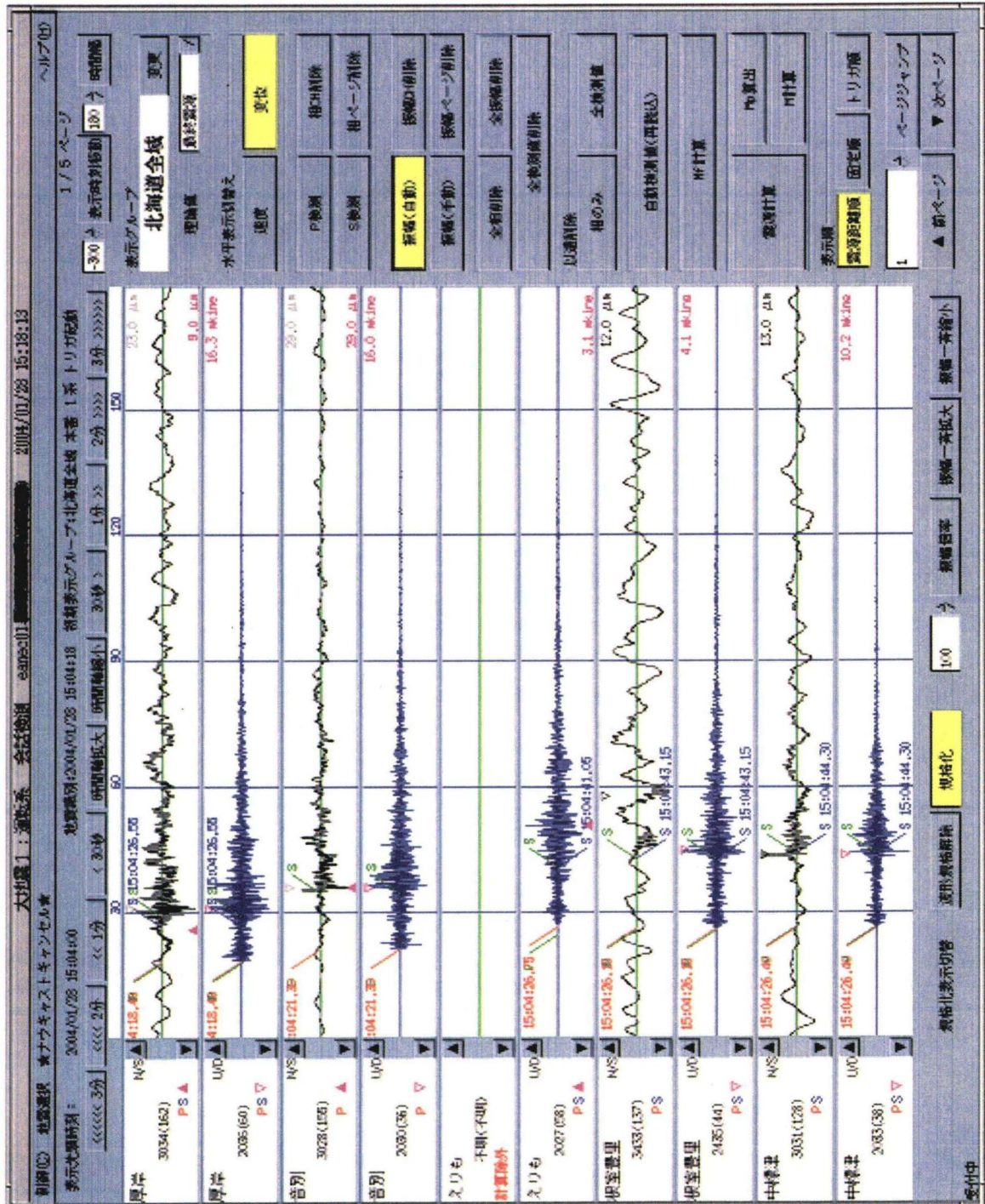
①自動処理, 会話処理

テレメータ装置より E360F71 フォーマット (表 2 参照) の 20Hz16bit 地震波形データを受信し, フィルタリング (ハイパス/ローパス/バンドパスフィルタ, 微積分等), 秒値計算, STA(Short Term Average)/LTA(Long Term Average)等によるチャンネル別トリガ判定, トリガグループによる地震識別, 自動検測/震源計算, 会話検測/震源計算, の一連の処理を行う。求

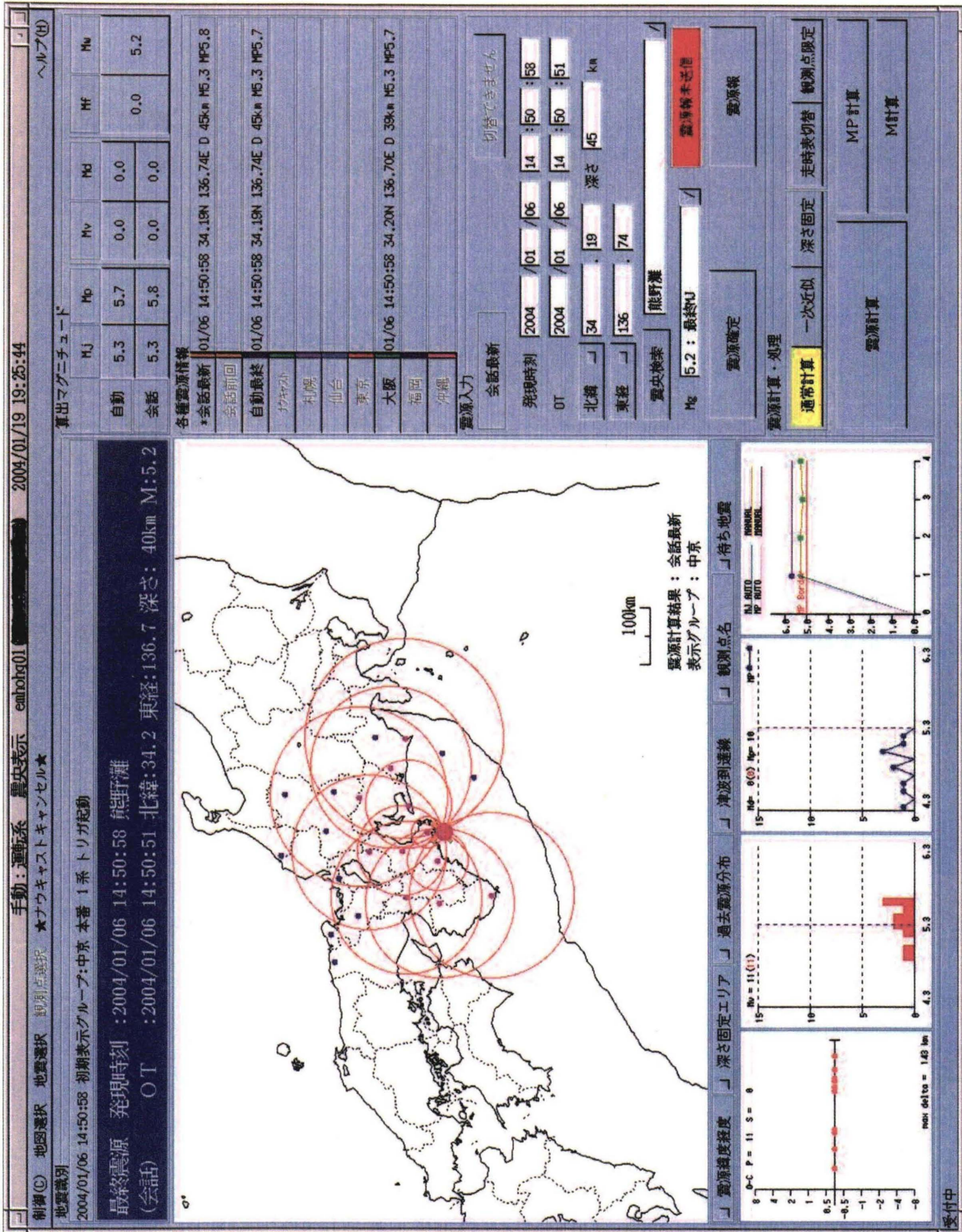
まった震源要素は, オペレータの操作により, 緊急処理サーバからシンゲン報として発信され, 通信サーバを経て, 各配信先に伝送される。

緊急処理の画面表示例として, 会話検測画面を第 7 図に, 震央表示画面を第 8 図に示す。

緊急処理サーバは, E360F71 フォーマットのフル実装 (20Hz16bit1500ch) の地震波形データについて, 上記各処理が可能となっている。



第 7 図: 会話検測画面



第8図: 震央表示画面

②電文発信

自動/会話処理により求めた震源要素は、オペレータの操作により、シンゲン報として送信される。シンゲン報は緊急処理サーバから通信サーバに転送され、通信サーバは、電文ヘッダに対応して予め設定されている配信先テーブルに基づき、部内報として管区気象台・沖縄気象台 (C/A~L/A 経由) 及び情報発表サーバに配信する。

その後、オペレータ操作により、情報発表サーバから、震源・震度に関する情報、各地の震度に関する情報等が発信されるが、これらの電文も、通信サーバの配信先テーブルに基づき C/A・L/A 経由で各気象台ほか部外機関等へも配信される。

③マグニチュード計算

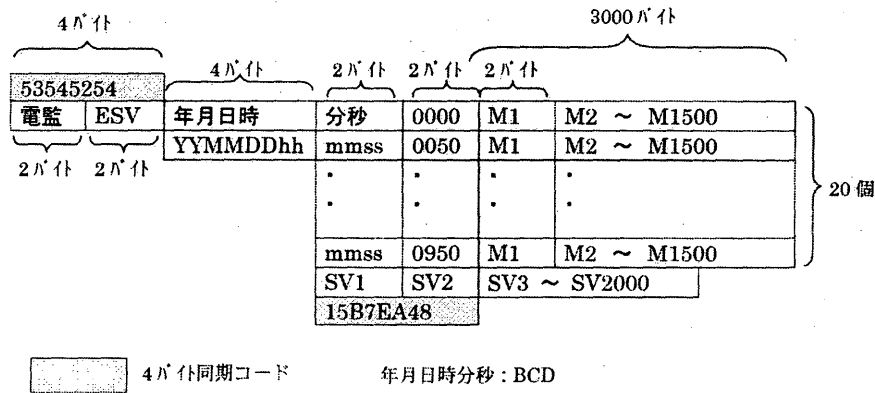
震源要素のうち、マグニチュードについては、Mjma (気象庁マグニチュード)、Mp (P 波マグニチュード)、Md (変位マグニチュード)、Mv (速度マグニチュード)、Mf (周期マグニチュード) が緊急処理サーバで算出されるほか、以下の手順により、Mw (モーメントマグニチュード) がオフラインサーバで算出される。

緊急作業においてシンゲン報を発信すると、オフラインサーバにて自動 CMT (Centroid Moment Tensor) 処理が起動し、モーメントマグニチュードを算出する。モーメントマグニチュードは早ければ地震発生から 5 分程度で緊急処理サーバに返信され、震央表示画面上に表示される (この処理の詳細については、本誌の「EPOS 3 におけるモーメントマグニチュード (Mw) の算出」(地震予知情報課発震機構係・EPOS オフライン担当) を参照のこと)。

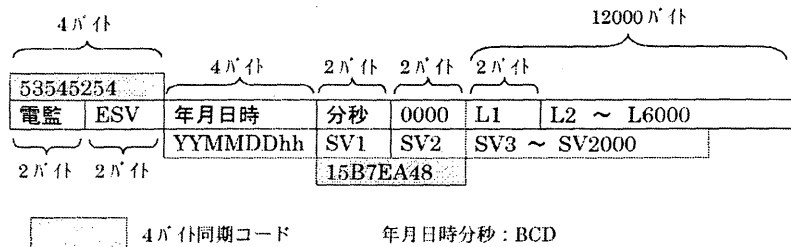
④津波検測

津波検測処理は地殻サーバ上で動作する。検潮データは、地殻サーバにおいてテレメータ装置から E360F55 フォーマット (表 2 参照) で受信し、このデータをもとに、第一波発現時刻、波高、第一波波高時刻、最大波高等を自動または会話処理により検測するとともに、ツナミケンソク報を発信する。最初の電文の発信後は、正 5 分毎 (5 分、10 分、...) に自動発信する。発信された電文は、通信サーバを経て、関連システムや宛先官署に配信される。

1. E360F71 フォーマット (20Hz, 1500ch) 【テレメータ → 緊急処理サーバ送信】



2. E360F55 フォーマット (1Hz, 6000ch) 【テレメータ → 地殻サーバ、収録サーバ送信】



3. TCP/IP WIN フォーマット【テレメータ → 収録サーバ送信】

項目	仕様
物理層	規定なし
コネクション	TCP/IP

2048 バイト以内						
識別子 ^{※1}	送信日時 YYYYMMDD Dhhmmss (BCD)	データブロック サイズ ^{※2}	秒ブロック サイズ ^{※3}	秒ブロック	秒ブロック サイズ	秒ブロック
7バイト	7バイト	2バイト	2バイト	可変長	2バイト	可変長

秒ブロック

秒ヘッダ	秒データ	
年月日時分秒 YYMMDDhhmmss (BCD)	チャンネルブロック	チャンネルブロック
6バイト	可変長	可変長

チャンネルブロック

チャンネルヘッダ			チャンネルデータ ^{※6}			
チャンネル番号	差分 ^{※4} サイズ	周波数 ^{※5}	先頭サンプル	最初の 差分		最後の 差分
2バイト	4ビット	12ビット	4バイト	*		*

- ※1 識別子: "TCPWIN1"固定
- ※2 データブロックサイズ: データブロックサイズの2バイトを含む以降のデータサイズ
- ※3 秒ブロックサイズ: 秒ブロックサイズの2バイトを含む次の秒ブロックサイズ
- ※4 差分サイズ:
各差分サイズ (*のサイズ)
0: 4ビット 1: 8ビット 2: 16ビット 3: 24ビット 4: 32ビット
- ※5 周波数: 1~4095Hz
- ※6 先頭データ (4バイト) とそれ以降の差分データ。最後の差分が1バイト境界に満たない場合は、0で埋める。

表2: テレメータデータ配信フォーマット

(4) 波形収録

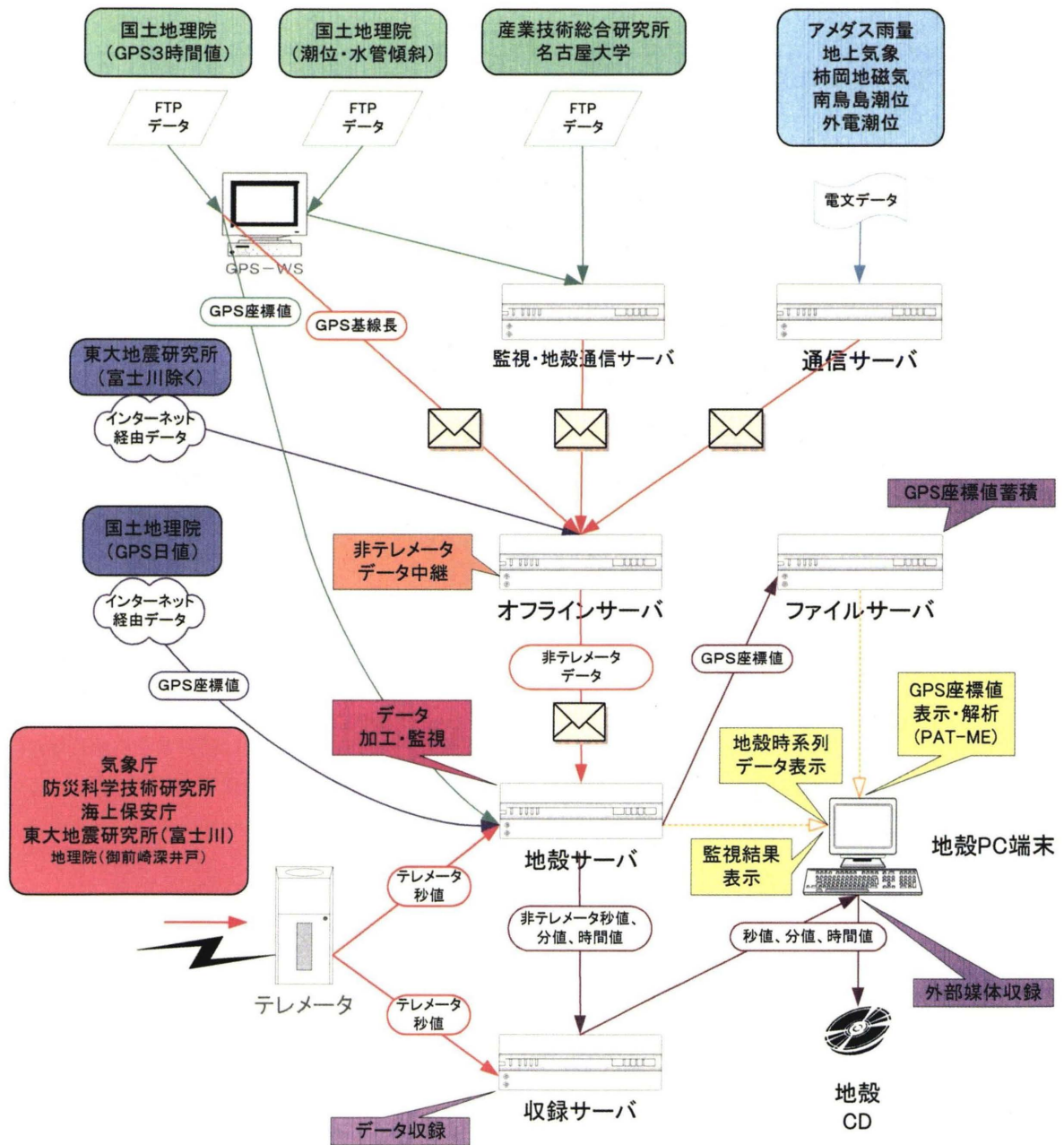
EPOS3では、REDCと同様、地震波形収録専用の収録サーバをおき、地震波形データの収録を行っている。収録サーバは、テレメータ装置より伝送されるTCP/IP WINフォーマット(表2参照)の地震波形データを受信し、ディスク保存する。地震波形データの収録機能に関しては、REDC収録サーバと同等である。収録データについても、REDCと同様、防災科学技術研究所の高感度地震観測網(Hi-net)データ、大学データも対象とし、緊急処理の会話検出でこれらの波形データを利用することが可能となっている。

また、気象庁震度計(津波地震早期検知網を除く)の強震波形データについても、震度データ編集装置上に保存されている強震波形データをFTPで取得するとともにWINフォーマット化し、収録サーバ上に保存している。

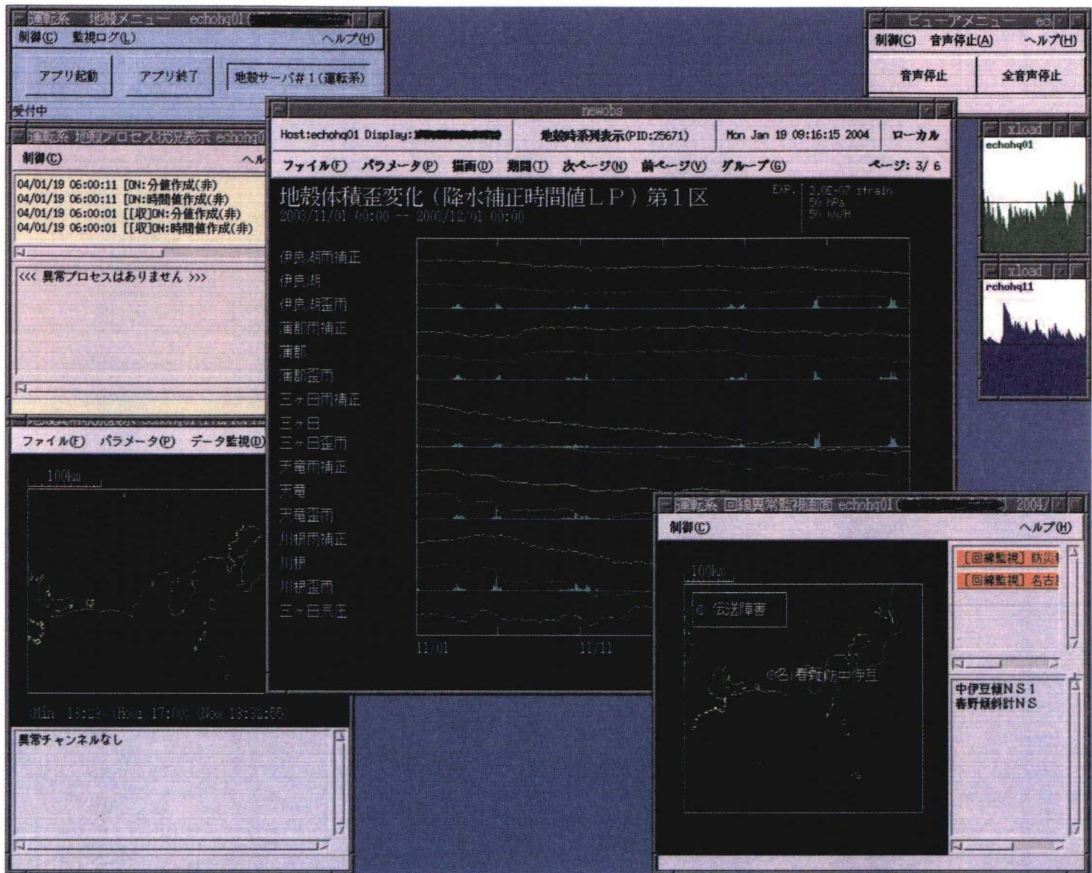
(5) 地殻処理

地殻処理は地殻サーバ(正系/副系)及び2台の収録サーバで行う。オペレータ作業用として、4台のPC端末(地殻各アプリケーション表示・操作用×2, Windows上で動作するアプリケーション用×2(こちらの2台はVMware/WindowsXP搭載))が整備されている。EPOS3では、地殻処理における地殻サーバと収録サーバの役割を明確化し、処理を分散させている。また、ハードウェア能力の向上により、従来より多くのデータ(物理チャンネル: 従来1024ch→4000ch)をより迅速に処理できるようになった。

EPOS3における地殻処理の機器構成とデータの流れを第9図に、地殻処理画面の例を第10図に示す。



第 9 図：地殻処理の機器構成とデータの流れ



第 10 図 : 地殻処理画面

①テレメータ系地殻データの受信

テレメータ装置から配信された地殻データ (E360F55 フォーマット (表 2 参照)) を、地殻サーバおよび収録サーバで、実時間に対し数十秒の遅延を持ちながら、毎秒受信する。対象データは、歪・検潮データ、防災科学技術研究所傾斜データ、海上保安庁潮位データ等である。

②非テレメータ系地殻データの受信・中継

非テレメータ系地殻データは、入力システムにより、電文系、FTP系、インターネット系に大別できる。10秒～1日の様々なサンプリングレートのデータがあり、実時間に対し主に数分～1日程度の遅延を持ちながら、随時受信される。

電文系データ：C/A から配信された電文データを通信サーバで受信し、フォーマット変換したうえで、メール (地殻メールデータと呼ぶ) にしてオフラインサーバ経由で地殻サーバに転送。アメダス雨量データ、地上気象データ、柿岡地磁気データ等。

FTP系データ：監視・地殻通信サーバから専用回線を介して外部機関のFTPサイト等のデータファイルを随時取得、フォーマット変換したうえで、地殻メールデータとしてオフラインサーバ経由で地殻サーバに転送。国土地理院潮位データ、産業技術総合研究所水位データ、名古屋大学地殻変動データ等。なお、国土地理院GPS3時間値データについては、GPSデータ伝送装置 (GPS-WS) が同様な処理を行っている。

インターネット系データ：インターネットを介して外部機関のFTPサイトのデータファイルを随時取得、地殻サーバに転送。東京大学地震研究所地殻変動データ、国土地理院GPS日値データ。

旧 EPOS では、非テレメータ系の地殻データは入力システムに関わらず一つのファイルに作成されていたため、一部の入力システムに伝送障害が発生した場合、他の入力システムのデータ作成もそれに引きずられて遅滞すること

がたびたびあった。この不具合を解消する目的で、EPOS3 では入力系統毎にデータファイルを作成し、伝送障害の影響を極力小さくするようにした。

③地殻データの加工・監視

受信した地殻データは、地殻サーバ上で加工される。

加工処理においては、平均処理や地球潮汐等擾乱成分の補正処理等を行い、秒値、分値、補正分値、時間値、補正時間値の地殻データファイルを順次作成する。

また、EPOS3 では、データ補正にあたり、旧 EPOS で取り除かれていた地球潮汐・気圧変動成分に加え、降水補正のロジックを新しく追加し、より擾乱成分の少ない補正データを作成・監視できるようになった。

監視処理については、地殻データに異常な変化がないかどうかの監視(異常監視処理)、伝送障害等による長時間の欠測等がないかどうかの監視(回線監視処理)、データ加工処理等の業務プロセスが遅滞なく行われているかどうかの監視(プロセス監視処理)を常時行い、異常等を検知した場合は監視・地殻通信サーバを通じて音声報知がなされる。また、監視状況は PC 端末に表示される。

④地殻データの収録・保存

地殻サーバで作成された秒値(非テレメータ系)・分値・時間値ファイルは、定期的に一定期間分が切り出され、収録サーバに転送される。

収録サーバで作成された秒値(テレメータ系)ファイルおよび地殻サーバから収録サーバに転送された秒値(非テレメータ系)・分値・時間値ファイルは、収録サーバで自動的に一定量(約 650MB) ずつ切り出される。この切り出しファイルは、現業当番者により PC 端末に転送され、CD-R に焼き付け、保存される。

なお、地殻サーバで作成されたGPS座標値データについては、ファイルサーバに転送、蓄積される。

⑤地殻データの表示・解析

地殻サーバおよび収録サーバの地殻データは、地殻サーバ上で動作する地殻時系列表示処理により PC 端末で表示・解析することができる。

ファイルサーバのGPS座標値データは、PC 端末(VMware/Windows 搭載)上で動作するGPSデータ表示解析ツール(PAT-ME)により PC 端末で表示・

解析することができる。

このほか、PC 端末(VMware/Windows 搭載)には、地殻変動源推定インバージョンツール(MICAP-G)、プレート間すべり推定ツール(HITEq)を搭載している。

(5) 通信処理

通信処理は通信サーバ(正系/副系)が行い、通信サーバ操作/設定用に PC 端末 1 台が整備されている。通信処理に関する業務メニューからは、EPOS～ADESS 間で電文送受信を行うかどうかの設定が可能。そのため、誤操作等を避ける観点から、この 1 台及び監視用 PC 端末 2 台からのみ同メニューが起動できるようになっている。

通信サーバは、EPOS 内各サーバ(通常は情報発表サーバ)、VOIS、量的津波予報システム、震度データ編集装置から送信される電文を受け付け、C/A または L/A に配信するとともに、ADESS から受信した電文を必要なサーバやシステム(EPOS 内各サーバ、VOIS、量的津波予報システム、震度データ編集装置)に配信する。EPOS 内各サーバ間の電文データの転送も行う。

どの電文をどの配信先またはサーバに送信するか、また、ADESS に電文を送信する際にどの論理回線を用いるか(電文の重要度に応じて論理回線を選択可能)は、ヘッダと送信先及び論理回線に対応付けたテーブルによって設定されている。

通信サーバ～ADESS 間の回線の概要は以下のとおり。

①通信サーバ～C/A

回線速度 64kbps、論理回線 4 つ(A～D 回線)、TCP/IP 接続手順により、ルータ、本庁～清瀬間 TDM 回線を介して接続されている。

②通信サーバ～L/A (C/A のバックアップ用回線)

回線速度 14.4kbps、論理回線 2 つ(A、B 回線)により、モデム、プロトコルコンバータ、構内回線を介して接続されている。プロトコルコンバータは、EPOS と L/A の接続手順を変換する(TCP/IP (EPOS)～X.25 (L/A)) ためのものである。

(6) ナウキャスト処理

EPOS3 で新たに組み込まれた処理である。ナウキャスト処理用に、ナウキャスト A 処理サーバ及びナウキャスト B 処理サーバが、また、操作用として、PC 端末 2 台が整備されている。

①概要

ナウキャスト処理は、極く短時間の間に震源やマグニチュード等を推定し、これを元に各地の震度を算出してナウキャスト地震情報として発表するものである。これにより、地震の主要動が来る前に何らかの防災対応を行なうことで、被害の軽減・人命の救助を目的としている。

ナウキャスト処理には、1 観測点毎独立に、地震波形データから震央距離・方位等を求める A 処理と、これらの結果を元に、観測点配置や地震トリガ状況を面的に捉えて震源・マグニチュードを求める B 処理がある。これらの手法を適宜選択・組み合わせて震源を計

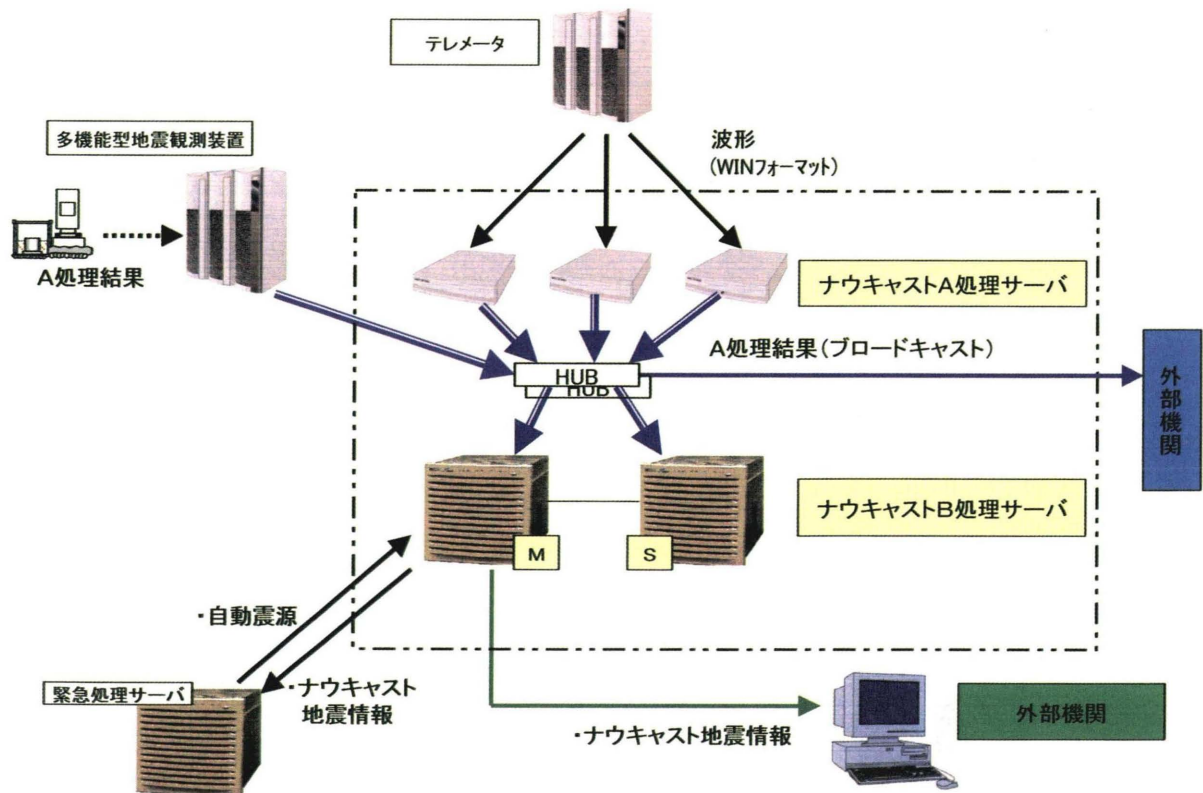
算し、これを元に震度推計を行なってナウキャスト情報を自動的に発信する。

なお、ナウキャスト情報の部外配信は、中継システムでの伝送遅延を避けるため、ADESS 経由ではなく直接、外部機関に届ける形態をとっている。このような性質の情報や処理形態はこれまでのシステムには無かったものであり、地震業務としても新しいものである。

②処理の流れと構成

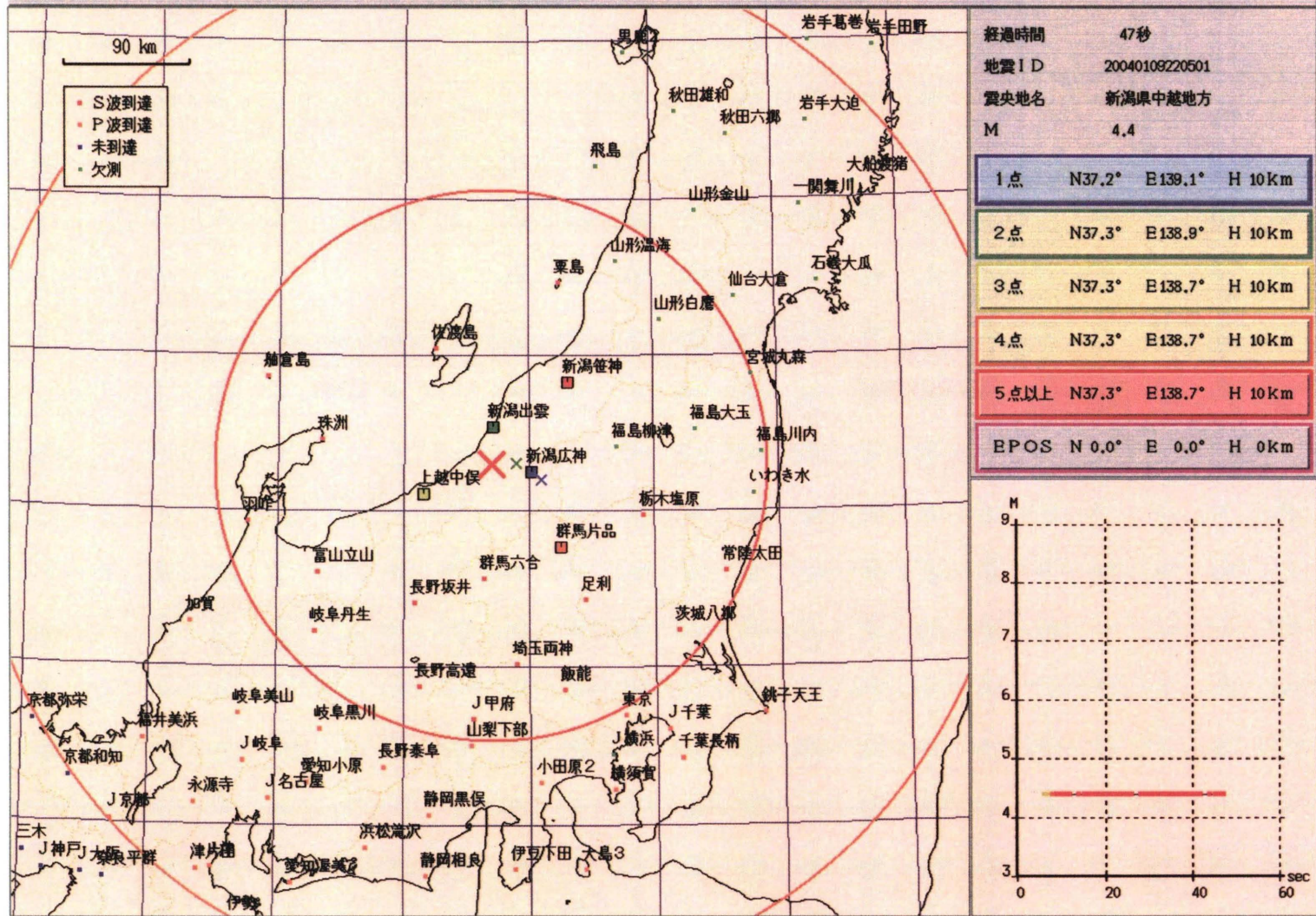
ナウキャスト処理の機器構成とデータの流れを第 11 図に、ナウキャスト処理画面の例を第 12 図に示す。

ナウキャスト A 処理サーバにおいては、テレメータ装置から送信される加速度 100Hz の TCP/IP WIN フォーマットデータ (表 2 参照) を受信し、ナウキャスト A 処理を行う。結果はナウキャスト B 処理サーバに送信される。ナウキャスト A 処理サーバは、障害時の影響の軽減のため、東京管内の観測点を 3 台で地理的に分散して受信している。



第 11 図：ナウキャスト処理の機器構成とデータの流れ

終了(Alt) リセット(R) 観測点名表示(S) 過去イベント呼出(E) 閉じる(C)



第12図：ナウキャスト処理画面

ナウキャスト B 処理サーバは、ナウキャスト A 処理サーバまたは多機能型地震観測装置^{*)}で処理した結果を受信してナウキャスト B 処理を行い、部外機関に直接配信する。ナウキャスト B 処理サーバは、障害に備えて、あるいは運用を継続しながら試験も行なえるよう、正副の二重化構成とした。また、部外機関に直接配信することから、ネットワーク機器障害にも迅速に対応できるようルータ等の予備機を常備している。

ナウキャスト処理には高い計算能力を要するため、機器一覧でもわかるように、他のサーバに比べて最も高いスペックのハードウェアで構成した。また、随時処理アルゴリズムの高度化・高速化のオンライン試験が行えるよう試験モードを準備するなど、システム運用開始後も提供情報の充実や精度向上・迅速化の要求に応えられるよう配慮している。

なお、EPOS 整備と前後して多機能型地震観測装置を整備しており、現時点では A 処理を観測点で行なっている。

(7) 判定会処理

Word で作成された判定会関連電文(トウカイカンソク、トウカイヨチ)の本文(漢字かな部)を、専用のマクロ機能(Visual Basic プログラム)によりヘッダ部、コード部を付加する等によって電文化し、通信サーバに伝送して電文を発信する。この電文発信は、現業室の地殻用 PC 端末 2 台、判定室の判定会用 PC 端末 2 台(VMware/WindowsXP 搭載)からのみ可能である。

(8) パラメータ管理ツール

緊急業務処理、地殻処理、ナウキャスト処理等で用いている、チャンネル情報パラメータ、観測点パラメータ等のパラメータの設定・管理のため、PC 端末上のブラウザで操作するパラメータ管理ツールが用意されている(第 13 図)。登録されたパラメータは、対応するサーバのメモリ上に展開されるとともに CSV 形式で保存される。また、ファイルサーバ上にディスク保存される。ディスク保存されたパラメータファイルは、ファイルサーバ上のデータベース管理ソフトウェア Oracle で管理される。CSV ファイルを PC 端末で変更を行っ

た後、アップロードすることも可能である。

(9) メールサーバ機能

オフラインサーバ上に、EPOS のメールサーバ機能(ドメイン名: epos-hq.eqvol.kishou.go.jp)を有する。メールアドレスは基本的に業務目的のものに限っている。メールサーバ機能の二重化は行っていない。

(10) 開発環境

①サーバ、端末

開発用に、オフラインサーバ及び解析室に PC 端末 3 台(VMware/WindowsXP 搭載)を整備している。

②震源表示処理プログラム

開発に供するため、震源表示プログラム(hypdsp)をオフラインサーバに搭載している。震源ファイルは REDC から定期的に伝送している。

③コンパイラ

以下のサーバに C, C++, Fortran90 のコンパイラを搭載している。

- ・オフラインサーバ
- ・地殻サーバ(オフラインサーバのバックアップ用)
- ・ナウキャスト A 処理サーバ(ナウキャスト A 処理開発用)

④アカウント

開発目的に応じて、オフラインサーバ上に各種開発用アカウントを登録している。必要に応じ、他のサーバや PC 端末にもアカウントを付与しているが、緊急処理サーバ等、業務上重要なサーバに関しては、運用への影響を避けるため、付与するアカウントは必要最小限にしている。

(11) 時刻同期 (NTP)

EPOS 3 の各サーバは、REDC の時刻サーバを第一優先(プライマリ)、テレメータ監視・制御装置を第二優先(セカンダリ)の時刻サーバとして、時刻同期を行っている(セカンダリについては、厳密には、テレメータ監視・制御装置→各配信装置→緊急処理/地殻/収録サーバ→各サーバ、の順に時刻同期を行っている)。PC 端末は監視・地殻通信サーバに時刻同期させている。

(12) テレメータ

テレメータ部は、地震波形データ、地殻データ等を

^{*)} 多機能型地震観測装置:従来のテレメータ装置にナウキャスト処理等の機能を付加した装置。

受信し、フォーマット化して、EPOS の各処理サーバに対し、必要なデータを送信する。

テレメータ部を構成する各機器の機能は以下のとおり。

地震地殻観測データ等統合・配信装置

①検知網データ受信装置 (# 1, 2) (二重化)

津波地震早期検知網データの受信, EPOS 配信装置等への配信

②海底地震計データ受信装置

海底地震計データの受信, EPOS 配信装置等への配信

③EPOS 配信装置 A (# 1, 2) (二重化)

緊急処理サーバ, 地殻サーバ, 収録サーバへの E360F フォーマットデータの配信

④EPOS 配信装置 B (# 1, 2) (二重化)

収録サーバへの WIN データの配信

⑤ナウキャスト配信装置 (# 1, 2) (二重化)

ナウキャスト A 処理サーバへの WIN データの配信

⑥テレメータ監視・制御装置 (マシン室, 現業室各 1)

配信装置の設定・監視, システムセッパ機能, 時刻サーバ

現業室側の装置は, マシン室のテレメータ監視・制御装置を遠隔操作するもの。

⑦プリンタ

モノクロレーザープリンタ

なお, 地震地殻観測データ等統合・配信装置は, データ収集装置とも接続し, 防災科学技術研究所の Hi-net データや大学データ等の受信及び EPOS への配信を行っている。

地殻データ等収集装置

①フォーマット # 1, 2 (分散型)

歪計, 検潮データを MPTR2 基板等で受信, E360F 基板から EPOS 配信装置へ TCP/IP でデータを配信

②海上保安庁送受信 PC

海上保安庁検潮データの受信, 気象庁検潮データの海上保安庁への送信

③時計装置

GPS 時計装置 2 台, 長波 JJY 時計装置, 時計比較器, 及び分配器で構成

(本時計装置により, EPOS で時刻同期を行っている時刻サーバ (テレメータ監視・制御装置) を校正している。)

5. おわりに

本稿執筆時点 (2004 年 1 月末), EPOS は運用開始から約 4 ヶ月を経過し, 現在のところ大きな障害もなく運用している。

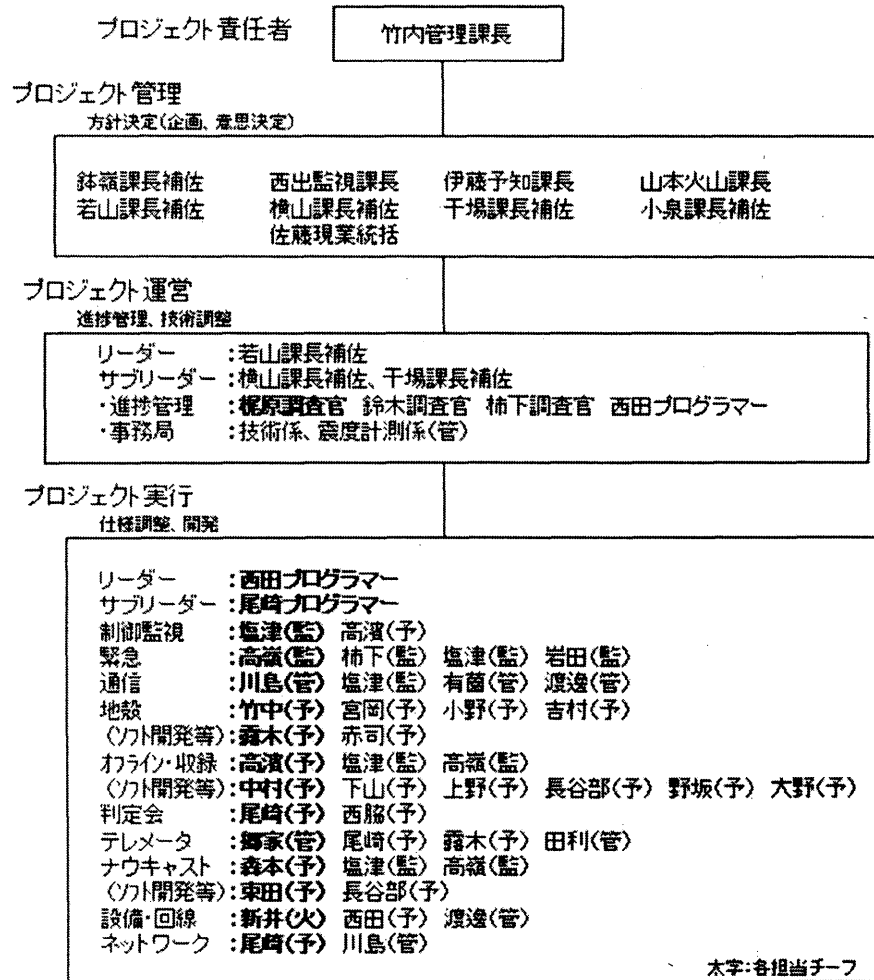
2003 年 11 月からは多機能型地震観測装置の運用が順次開始され, 12 月には津波地震早期検知網 73 地点 (東京, 大阪管区内) の多機能型地震観測装置への移行 (テレメータ部の IP 化) が完了し, EPOS に取り込まれている。

EPOS3 では, サーバ~PC 端末構成を基本とするシステムを構築したが, 通信技術の高度化・低価格化や気象庁の IP インフラの充実に伴い, WAN 経由でのこのようなシステムを構築する可能性を探ることが, 今後の地震火山部システムにおける重要な課題となると考えられる。

謝辞

本稿執筆にあたっては, 2003 年度 EPOS 整備班各担当チーフ (第 15 図) に査読頂き多大なる助言を頂きました。ここに記して感謝します。また, EPOS3 の基本設計にあたっては, 松森仙台管区総務部業務課長 (前本庁地震火山部火山課火山監視・情報センター火山調査官) による助言にその多くを負っており, ここに特に記して感謝の意を表します。

EPOS整備体制 (H15年度)



※情報発表処理は、緊急及び通信が担当する。(主担当:高嶺(監))
 ※気象庁作成成分のソフトウェアの開発・組込については、西田(予)が総括する。
 ※試験等については、各担当チーフを中心に対応する。(主担当:西田(予))

第15図: EPOS 整備体制図 (H15年度)

EPOS整備体制 (H14年度)



※1 両担当により対応(主担当:高嶺(監))
 ※2 若山(管)、尾崎(予)を主担当とし、各担当者が適宜加わる

注) (管):管理課
 (監):地震津波監視課
 (予):地震予知情報課
 (火)火山課

第14図: EPOS 整備体制図 (H14年度)