

# 地震予知観測情報ネットワーク・システムの 設計思想とシステム構成

鷹野 澄 安永 尚志 津村 建四朗 宇佐美 龍夫  
(東大地震研) (国文研) (気象庁) (信州大)

## 1. はじめに

東京大学地震研究所附属地震予知観測情報センター（以下全国センターと記す）では、第4次地震予知計画にもとづいて全国各大学で急速に集積されつつある観測データを収集・利用することを目的とした地震予知観測情報ネットワークシステム（以下単にネットワークシステムと記す）を、関係各大学の協力のもとに昭和54年度から59年度にかけて構築してきた。昭和60年3月の北海道大学理学部附属地震予知観測地域センターとの接続により、第4次地震予知計画の中で予定していた全国7か所の地域センター等が接続され、微小地震に関する観測データの即時収集体制が整備されたのを機に、本ネットワークシステムのシステム構成と機能を紹介し、システムに対する要求並びに

それに対する設計思想を改めて整理し、情報システムとして見た時の考察・評価を試みる。

## 2. 背景と目的 (3)(6)

わが国の地震予知計画は、国土地理院、気象庁、防災科学技術センター、地質調査所などの省庁を越えた多くの機関の協力のもとに進められている。各国立大学の多くの研究機関もこの計画にそって、微小地震活動、地殻変動、地磁気変化その他の各種現象に対する観測網を構築し、密度の高い観測データを集積している。しかし、これらの基礎データは、各大学で収集・保管されているにとどまっているため、各大学の研究者が各大学の観測網を越えたデータを得るのが困難であった。このような背景から、各大学の

- 地域センターまたは地方集中局
- 北海道大学理学部
- ▲ 弘前大学理学部
- ◆ 東北大学理学部
- 東京大学地震研究所
- 名古屋大学理学部
- ◆ 京都大学理学部
- ▲ 京都大学防災研究所
- 高知大学理学部



図一 国立大学の微小地震テレメータ観測点（昭和59年4月現在）

各種観測データを一か所に収録し、整理して、全国各大学の研究者が利用できる体制を確立することを目的とした本ネットワークシステムの開発が、第4次地震予知計画のもとに、昭和54年度から始まった。

図-1は、昭和59年4月現在の各大学の微小地震観測点のうちテレメータ化されている146点の分布を示したものである。第4次地震予知計画では、まずこれらの微小地震活動の観測データを対象としたネットワークシステムの実現を目標にした。

図-2は、本ネットワークシステムの概念図である。各微小地震観測点で観測された波形データ（1次データとも呼ぶ）は、直接あるいはいくつかのサブセンターを経由して、テレメータにより図-1に示した地域センターまたは地域集中局（以下単に地域センターと総称する）に収録される。各地域センターでは、ミニコンピュータ等を利用した自動検出・解析処理システム（以下自動処理システムま

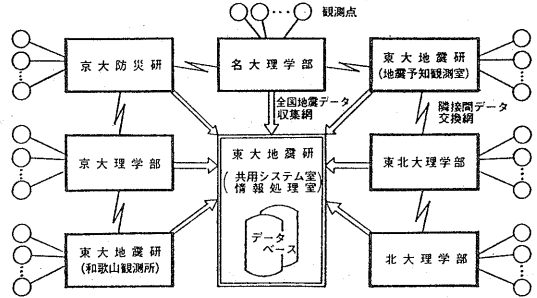


図-2 地震予知観測情報ネットワーク・システム概念図

たはAPSと呼ぶ)を独自に開発し、記録波形の自動検出と震源要素の決定などを行っている。本ネットワークシステムは、このようにして各地域センターで得られたP波、S波の発現時刻、振幅、初動方向、継続時間等の読み取りデータ（観測データと呼ぶ）と、それに基づき計算された地震の震源位置、震源時、マグニチュード等のデータ（震源データと呼ぶ）を全国センターに収集するものである。

微小地震観測点

地震予知観測地域センター

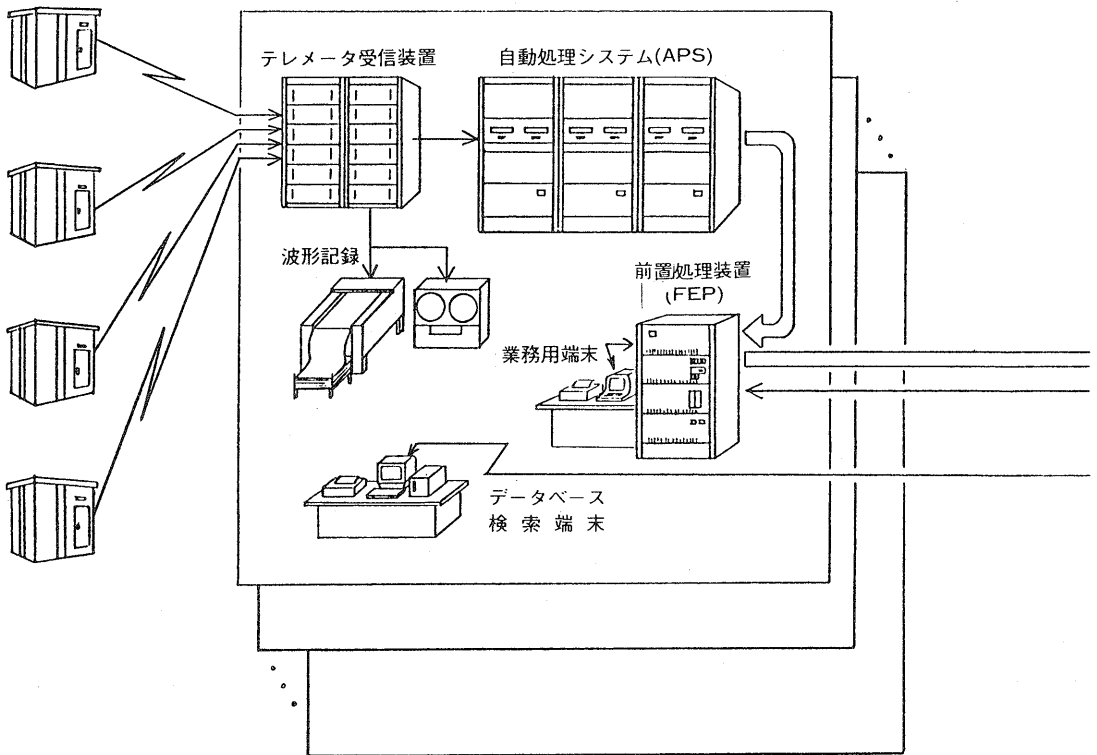


図-3 地震予知観測情報ネット

また同時に、本ネットワークシステムでは、全国センターの計算機システム上に構築された地震予知観測情報データベースシステムを各地域センターからも利用可能にしている。

### 3. システム構成 (6)

図-3に、現在稼働中のシステムの全体の構成を示す。図には、わかりやすさのため、地域センターにおける1次波形データの収録と自動処理のシステムも載せた。地震波が記録されてから、その観測データが全国センターのデータベースに格納されるまでの処理は次の通りである。

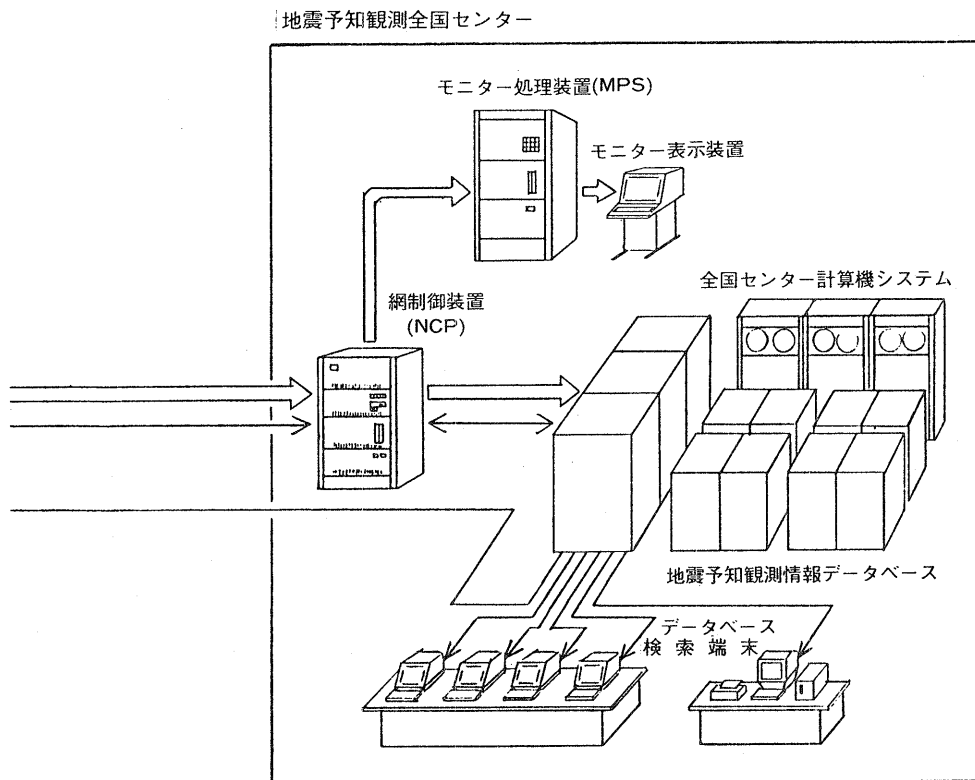
(1) 自動処理システム (APS) は、テレメータにより得られた波形データから地震波を検出し、P波、S波の発現時刻、振幅、初動方向、継続時間等を読み取り、それ

に基づいて地震の震源位置や震源時、マグニチュード等を決定し、得られた震源および観測データ (まとめて地震データとも呼ぶ) をネットワーク前置処理装置 (FEP) に渡す。

(2) FEPは受け取った地震データを、通信回線を介して、全国センターに置かれたネットワーク制御処理装置 (NCP) に送信する。

(3) NCPはこのデータをNCPのプリンターや各FEPのプリンターに出力したり、モニター処理装置 (MPS) に渡すなどにより、24時間のモニタリング表示を行う。同時にこのデータを全国センターの計算機システムに送り、所定のデータベースに格納する。

以上に見られるように、本ネットワークシステムの特徴は、地域センターのAPSから全国センターのホスト計算機システムまでの間に、FEPとNCPと呼ばれるネット



ワーク・システムのシステム構成の概要

ワーク制御のための専用処理装置（IBMシリーズ/1ミニコンピュータ）が置かれている点にある。

FEPは、単にAPSから送られた震源と観測データ（これを2次データとも呼ぶ）をNCPを介してホスト計算機に送り出すだけでなく、当該地域センター所有のデータベースの内容の修正や、ホスト計算機がサービスしている各種の地震予知観測情報データベースの検索並びに検索結果のFEPやAPSへの取り出しなどの機能を有す（詳細は4.参照）。

NCPも、単にFEPから送られて来たデータをホスト計算機に転送するだけでなく、ホスト計算機の停止時にはデータが失われないように保存したり、地震発生から短時間で送られて来るデータ（これを実時間地震データと呼ん

でいる）の各FEPやNCPのプリンターへのモニタリング出力や、MPSへの転送などの機能を有す。

地域センターと全国センターとの間は、NTTの3.4 KHz（D-1）専用回線で結ばれ、9600bps または 4800bpsをFEP-NCPと、データベース検索端末-ホスト計算機の2回線に分割使用している。データベース検索端末（現在はIBM5550）は、ホスト計算機の専用端末機であり、主に会話処理によるホスト計算機上のデータベース検索に用いられる。

#### 4. ネットワーク・アプリケーションとその操作例

本ネットワークでは、地域センターで必要と思われる個

##### (初期画面)

```

$SHM001 : SESSION MANAGER PRIMARY OPTION MENU -----
ENTER /SELECT PARAMETERS :                               DEPRESS PF3 TO EXIT
                                                    16 : 46 : 55
                                                    04 / 27 / 81

SELECT OPTION ==> 1

1 - HOST DATABASE MAINTENANCE
2 - GENERAL USERS JOB
3 - EDX UTILITY
4 - JOB STATUS DISPLAY AND NETWORK CONTROL
5 - VARYON DISKETTE
6 - EDX TIMER RG-SETUP

-----
FOR PROMPT MESSAGE
    
```

↓ 1を選択.

##### (ホストデータベース管理画面)

```

$SHM100 : HOST DATABASE MAINTENANCE -----
ENTER /SELECT PARAMETERS :                               DEPRESS PF3 TO EXIT
                                                    16 : 46 : 55
                                                    04 / 27 / 81

SELECT OPTION ==> 1

1 - SEND REVISED DATA
2 - UPDATE HOST DATABASE ( PARTIAL )
3 - UPDATE HOST DATABASE ( WHOLE )
4 - MOVE DATA FROM REAL-TIME DB TO REVISED DB
5 - SEND WAVEFORM RECORD

-----
FOR PROMPT MESSAGE
    
```

↓ 1を選択.

##### (再検測データ送信メニュー画面) へ

##### (再検測データ送信メニュー画面)

```

$SHM110 : SEND REVISED DATA -----
ENTER /SELECT PARAMETERS :                               DEPRESS PF3 TO EXIT
                                                    16 : 46 : 55
                                                    04 / 27 / 81

OPTION PARAMETERS :

SUBCENTER CODE =====> 1
HOST USER CODE =====>

DATE (YYYY/MM/DD) : < FROM - > - TO - > - CRATION - >
                   : < HYPO - > < - OBSR - >
ERROR CONDITION   : < HYPO - > < - OBSR - >
OUTPUT CONDITION  : < HYPO - > < - OBSR - >

-----
FOR PROMPT MESSAGE
    
```

↓ 送信データの情報をセット.

##### (入力値の確認)

↓ YES と返す.

##### (再検測地震データ転送可能状態)

↓ APSの端末で再検測地震データ転送開始のための操作を行う。

##### (APSより再検測地震データ転送開始)

↓ (転送終了、ホストからの処理結果、エラーの表示)

↓ FEPに戻りPF3を押す.

##### (ホストデータベース管理画面)

↓ PF3を押す.

##### (初期画面)

図-4 再検測地震データ転送時のFEP, APS操作例

々の機能ごとに、詳細なネットワーク・アプリケーションを設けている。表-1にそれらの一覧を示す。

実際は、これら全てが常に使われているのではなく、地域センターで必要とするものは限られているが、ともかくこのように多くのネットワーク・アプリケーションを定義している点も本ネットワークシステムの特徴と言えよう。

表-1のネットワーク・アプリケーションの操作は、ほとんどがFEPの業務用端末から行われる。また、その一部は、さらにAPSの端末やコンソールからの操作を必要とするものもある。このため地域センターの担当者にとっては、地域センターのメインシステムであるAPSの操作だけでなく、APSとは全く異なる機種の子コンであるFEPの操作も習得しなければならないことになり負担が多い。地域センターの担当者は、微小地震の研究を本業とする研究者であることを考えるとこれは無視できない問題

である。そこで表-1のFEPからの操作をできるだけ簡単にするために、すべてのFEP操作は画面に表示されたメニューの中から選択する方式を採用している。これによりFEPシステムのネイティブなOSの端末操作を一切知らなくても簡単に表-1のアプリケーションが利用できるようなっている。ここでは、よく使われるネットワーク・アプリケーションの例として、実時間地震データとは別に、後日改めて精密に検測しなおしたデータ（これを再検測地震データと呼んでいる）をAPSから宿主計算機のデータベースに転送する場合（図-4）と、宿主計算機のデータベースを検索し結果をAPSまで取り出す場合（図-5）を示した。

### 5. 本ネットワークシステムの設計思想

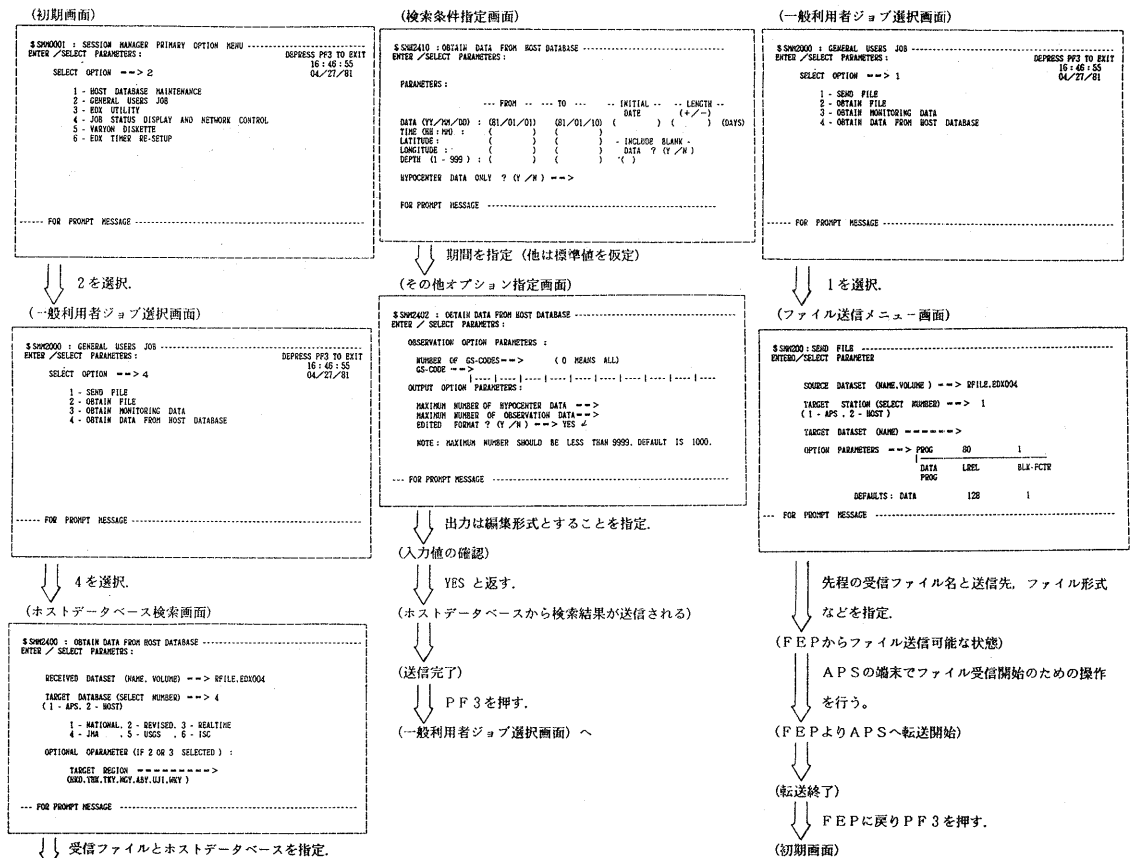


図-5 ホストデータベースを検索し結果をAPSに取り出す時のFEP、APSの操作。

表-1 ネットワークアプリケーション一覧

項番	名称	処理手順概略	機能概要
1.	実時間地震データ転送 (常時稼働)	1. APS=>FEP=>NCP=>HOST (実時間地震データ) (データベース) 各FEP ← NCP → MPS プリンタ プリンタ グラフィック	・地震発生時に自動的に転送。 ・データは各FEP, NCPのプリンタ及びMPSのグラフィックにモニタリング出力。
2.	再検測地震データ転送	1. FEP→NCP→HOST (転送開始指令) (受信準備) 2. APS=>FEP=>NCP=>HOST (再検測地震データ) (データベース)	・再検測地震データ作成時に転送。 ・FEPから開始指令を出し、続けてAPSから転送する。
3.	実時間地震データ全修正	1. APS→FEP→NCP→HOST (消去指令) (データベース) 2. APS=>FEP=>NCP=>HOST (修正データ) (データベース)	・APS (又はFEP) から修正部の消去指令を出し、続けてAPSから修正データを転送。
4.	再検測地震データ全修正	1. FEP→NCP→HOST (消去指令) (データベース)	・FEPから修正部の消去指令を出すのみ。(修正データは2.の再検測転送を流用)
5.	実時間地震データ一部修正	1. FEP→NCP→HOST (検索指令) (データベース) 2. FEP<=NCP<=HOST (ファイル) (データベース) 3. FEP (画面上で修正) 4. FEP=>NCP=>HOST (修正部分のデータ) (データベース)	・修正部分を含むデータをFEPのファイルに取り出し、マニュアルで画面上のデータを修正後、修正部分のみをホストのデータベースに送り更新する。
6.	再検測地震データ一部修正	同上	同上
7.	データベース移管	1. FEP→NCP→HOST (移管指令) (データベース)	・実時間地震データベースの指定された期間を再検測地震データベースに移すことを指令
8.	最終確認	1. FEP→NCP→HOST (最終確認指令) (データベース)	・再検測地震データの内容の確認が済んだことを指示し、全国震源処理の起動を促す。
9.	データベース検索	1. FEP→NCP→HOST (検索指令) (データベース) 2. FEP<=NCP<=HOST (ファイル) (データベース)	・指定されたデータベースの指定された期間のデータをFEPファイルに取り出す。
10.	ファイル送信	1. FEP=>NCP=>HOST (ファイル) (ファイル) 又は APS<=FEP (ファイル) (ファイル)	・FEP上のファイルをホスト又はAPSに送信。
11.	ファイル受信	1. FEP<=NCP<=HOST (ファイル) (ファイル) 又は APS=>FEP (ファイル) (ファイル)	・ホスト又はAPS上のファイルをFEPに受信。
12.	モニタリング出力制御	1. FEP→NCP (変更指令)	・FEPへのモニタリング出力情報の内容の変更や、出力開始/停止の指令。
13.	ネットワーク状態表示	1. APS←FEP←NCP→HOST	・各装置の稼働状態を調査しFEPやNCPの画面に表示。
14.	メッセージ送信	1. APS←FEP←NCP 他FEP←↑	・短文のメッセージをAPSや各FEP, NCPのディスプレイに表示。

以上これまで本ネットワークシステムのシステム構成と機能を紹介してきた。そこでここでは、このような大がかりなシステム構成を採用した背景となる設計思想を改めて整理する。

本ネットワークシステムに対し要求された機能は、大きく次の2つに分けられる。

F.1 APSからの実時間および再検測の地震データのオンライン収集機能。

F.2 地域センターから遠隔操作により、ホストデータベースの管理と利用を行なえる機能。

このそれぞれについて、当初より次のような具体的な要求があった。

(オンライン収集機能に対する要求)

R.1 実時間地震データは、休日、夜間でも停止することなく自動収集可能なこと。

R.2 実時間地震データは、全国センターや地域センターにおいて常時モニタリング出力可能なこと。

R.3 実時間地震データだけでなく、再検測地震データも随時オンラインで収集可能なこと。

R.4 将来微小地震以外の各種観測データも本ネットワークで収集する場合を想定し、各種観測データが扱え、かつ、それに応じて種々の拡張が容易であること。

R.5 色々な機種 of 計算機から成る自動処理システムとスムーズに接続可能なこと。

R.6 転送途中でデータの抜けが生じないよう万全なデータの保護が成されていること。

R.7 障害切り分け、事故対策等の運用・保守が容易なこと。

(ホストデータベースの管理、利用機能に対する要求)

R.8 地域センターが転送した実時間および再検測地震データに対する修正、消去、追加等が、地域センタ

ーにいながらにして、容易に行なえること。

R.9 ホストデータベースの検索結果等を、自動処理システムにオンラインで取り出せること。

R.10 ホストでサービスしている全てのデータベースの利用が、地域センターおよびそのまわりの地震予知研究者でも、ホストで利用するのと同じように行なえること。

そして以上のような多くの困難な要求に対処するために、次のような方針のもとにシステム設計が成された。

D.1 ホスト計算機が停止中でも、滞り無く収集可能となるように、ホスト計算機とは独立に常時稼働可能なミニコンピュータ(NCP)を全国センターに置く。NCPには、ホスト停止中の代行ができるように、ある程度のデータ蓄積能力を持つ。蓄積されたデータは、ホストが立ち上がった時にまとめて転送する。

D.2 実時間地震データのモニタリング出力は、ホストやAPSとは独立なネットワーク機能として実現する。すなわち、APSとは独立に常時稼働可能なミニコンピュータ(FEP)を地域センターに置き、モニタリング出力(や後に述べる色々な仕事)を行う構成とする。全国センターのNCPは、受信した実時間地震データを各地域センターからの要求に従ってFEPのプリンターにモニタリング出力する。またNCP自身のプリンターにも出力する。

D.3 実時間地震データ転送を停止することなく再検測地震データ転送が行なえるように、複数のアプリケーションが同時に実行可能なネットワークアーキテクチャを採用する。

D.4 将来の新たな観測データの収集等の機能追加に対しては、ネットワークアプリケーションの追加で対処する。この際(当初は専用線以外に適当な回線が考えられなかった)新たな専用回線を張ること

なく、各観測データがまとめて1回線で送ることができるように、地域センターに置かれたFEPは、新たな観測機器あるいは処理装置との接続や、新たな観測データの収集ソフトの追加等の種々の拡張が可能な構成とする。

D.5 APSが色々な機種から成り、その接続方式もそれぞれ異なる場合を想定し、そのような機種および接続方式の違いを吸収するために、すなわち、APSに対しては各種接続方式を取るが、NCPとの接続は全て共通とするために、地域センターにFEPを置く。ただし、実際に各地域センター毎に異なったAPS接続プログラムを開発するのは大変な作業であり、またそのようなシステムの管理・保守も大変困難である。このため同じ一つの微小地震活動の観測データなら、一つの接続方式に統一し、相互接続のための専用プロトコルを定めて互いに接続プログラムを開発する。

D.6 データ抜けが生じないように、FEPやNCPでは、受信したデータをディスクに格納した後、受信確認応答を行う方式を採用する。

D.7 FEPを置いた場合の最大の問題は、障害切り分けが困難になる点である。地域センター担当者にこのための専門的知識を期待し、障害切り分けのための調査等を義務づけるのは相当の負担である。このため全国センターのNCPから各FEPに、障害切り分けのための診断プログラムをダウンロードする機能とか、NCPからFEPの再IPLなどの遠隔操作を行える機能が検討されていたが、種々の制約のためまだ実現されていない。

D.8 ホストのデータベースの修正、消去は、FEPから（一部地域センターではAPSからでも）行なえるようにする。一方大量のデータの更新・追加等はFEPから（一部地域センターではAPSから）起動し、APSから修正データを転送するという、二段操作で実現する。

D.9 ホストのデータベースの検索結果をAPSにオンラインで取り込む場合、直接APS-ホスト間で転送する機能の実現は、本ネットワーク構成では困難であったため、いったんFEPまで取り出して、後でFEPからAPSへファイル転送するという、二段操作で実現することにした。このため、ホストデータベースを検索して結果をFEPに取り出す機能の他に、ホスト $\longleftrightarrow$ FEP、および、FEP $\longleftrightarrow$ APS間の双方向のファイル転送機能を実現する。

D.10 地域センターおよびそのまわりの地震予知研究者にデータベース検索等のホスト計算機の各種利用手段を提供する方法として本ネットワークの場合は、FEPに何台かの端末を接続する方法がまず第1に考えられる。しかし、本ネットワークをサポートするホスト側のインターフェースは、一般的なTSS等ではなく、オンラインデータベースのための専用インターフェース（IMS/DCのIRSSと呼ばれるもの）であるため、このような形態を実現することが困難であった。かといって（当時はまだDDXやN-1ネットワークも運用しておらず）このために新たに別の専用回線を張るほどの強い需要もないことから、結局、ホストの専用端末機を1台地域センターに置き、ホスト計算機との接続は、1本の専用回線を分割して利用することにした。

すなわち、R.1、R.2等によりNCPが導入され、R.2、R.4、R.5、R.8等によりFEPが導入されたと言える。また、R.3、R.4、R.5等のために専用のネットワークアーキテクチャが設計され開発され、R.10のためにホストの専用端末機が地域センターに置かれた（そして専用回線の有効利用のために時分割型のもデムが導入された）。

## 6. 考察・評価

ここでは次のような点について考察する。



- ・ APS, FEP, NCP, ホスト計算機, 地域センサー専用端末機の機能分散システムとして見た場合の長短。
- ・ ノン・ストップで常時稼働の収集システムとして見た場合の長短。
- ・ 多種データの収集システムとして見た場合の長短。

(1) APS, FEP, NCP, ホスト計算機, 地域センサー専用端末機の機能分散システムとして見た場合の長短。

各機器の役割分担は表一2のようになる。これから、  
 長所： FEPの導入の結果APSの負担は、主に自動処理とそのデータ転送だけとなり、軽くなる。  
 短所： FEPに多少機能が集まり過ぎ、その結果地域センサーでは、多くの場合、APSとFEPの両方の異なるシステムの操作を習得することが必要である（このためFEP操作を簡単化した）。

(2) ノン・ストップで常時稼働の収集システムとして見た場合の長短。

表一2 各ネットワーク機器の役割分担

機能等	APS	FEP	NCP	ホスト	端末機
地震波形の自動処理	○	—	—	—	—
データの蓄積	—	○*	○*	○	—
実時間データのモニタリング	—	○	○	—	—
ホストデータベースの修正操作	—	○	—	—	—
ホストデータベースの更新操作	○	○	—	—	—
ホストデータベースの検索操作	—	○+	—	—	○
ファイル転送操作	○	○	—	—	—
ホスト計算機の利用	—	—	—	—	○

\*一時的に保存するのみ、 +データの取り出しのみ。

参考のために、表一3にノン・ストップ収集システムのいくつかの例をあげて比較する。ここで、”ノン・ストップ”とは、停止期間が数分以内で連続稼働するものを考える。これから、

長所： ホストやNCPの完全な停止や回線障害が起こっても収集が途切れない。

短所： FEPの停止やFEP—APS間の回線障害が起こった場合は、逆に収集が途切れてしまう（ただし、APS側でその間保持できれば影響ない）。

(3) 多種データの収集システムとして見た場合の長短。

これはまだ実際に行われていないので、厳密ではないが

表一3 ノン・ストップ収集システムの例

ケース	ノン・ストップ収集システムの例	障害箇所						
		ホスト	回線	NCP	回線	FEP	回線	APS
A	ホスト ↔ NCP ↔ FEP ↔ APS (NCP)バックアップ (現状)	○ NCPが代行	○ 同左	○ 別NCP, FEPが代行	○ FEPが代行	×	×	×
B	ホスト ↔ NCP ↔ APS (NCP)バックアップ	○ NCPが代行	○ 同左	○ 別NCP, が代行	×		×	
C	ホスト ↔ APS (ホスト)バックアップ	○ 別ホストが代行	×				×	

表一4に示したようなFEPやAPSが追加されるケースを想定し、その場合の長所、短所について考察した。

表一4 多種データ収集システムとしての拡張性

ケース	長所	短所
新規地域にFEPを増設	既存ネットワークの拡張で対処可	FEPシステムおよび専用回線の費用大
既設地域にxデータ用の別APSxを設置	APSxをFEPに接続すれば既設回線がそのまま利用可	FEPとAPSxの接続プログラムの開発・テストが困難。ホスト側にも受け入れ用ソフトが必要
新規地域にAPSxだけを設置	近くのFEPのあるセンターまで接続すればよい	同上、ただし、FEPとAPSxとの接続は更に困難となる

以上より、本ネットワークシステムは、必要とする機能の多くをネットワークの中でサポートしたり、ホストやNCPの停止や回線障害が起ころうとしても影響が少ないように、全体としては、かなり頑張ったシステムであると評価できよう。一方今後の多種データの収集に対しては、まだその対応の容易さは必ずしも明白でなく、特にFEPシステムにおける接続プログラムが思いどおりに開発できるかがキーポイントとなろう。

## 7. おわりに

本稿では、大学間ネットワークのような汎用的なネットワークとはだいぶ趣の異なる専用のネットワークである地震予知観測情報ネットワーク・システムについて紹介しそのシステム構成と設計思想の特徴などについて述べた。本ネットワークに対する要求の多さと困難さゆえにもとより完璧には成りえないが、各大学の自動処理システム(APS)と接続されたことにより、微小地震観測のテレメータ網からホストの全国センターのデータベースに収集されるまでの一貫した情報システムが一応の完成を見た。ここに至るまでの各大学の関係者の努力は大変であったことを考える時、今後年々データが蓄積され、活用されることにより本ネットワークシステムの真価が発揮されることが期

待される。

## 謝辞

本ネットワークシステムの開発に携わった各地域センターの関係各位、ならびに、本センターの顧問、宮武の両氏をはじめとする共用システム室・情報処理室の関係各位、宇津センター長、および、CSK、IBMのSE各位に深く感謝する。

## 文献

- (1)安永尚志, 宇佐美龍夫, 1981a, 地震予知観測情報ネットワークシステム, 情報処理学会全国大会1E-6
- (2)安永尚志, 宇佐美龍夫, 1981b, 地震予知研究のための観測情報ネットワークシステムの構成, 情報処理学会分散処理システム, 11-6.
- (3)安永尚志, 1982, 地震予知研究の促進とコンピュータ・システムの活用, IBM REVIEW, 86.
- (4)安永尚志, 檜山澄子, 宮武隆, 津村建四朗, 宇佐美龍夫, 1982, 地震予知観測情報システム計画とその基本構成, 情報処理学会全国大会7G-1.
- (5)安永尚志, 宇佐美龍夫, 松井信雄, 芝本義孝, 藤野暢也, 1982, 地震予知観測情報システムのネットワーク機能と実現, 情報処理学会全国大会7G-3.
- (6)東京大学地震研究所編, 1984, "地震予知観測情報センター"パンフレット.