

地震データベース利用システム S E I S の  
設計思想と利用者インターフェース

コウケツカス<sup>キ</sup>  
綾織一起・宮武隆・宇津徳治（東大・地震研）  
津村建四郎（気象庁）

1. 地震予知観測情報システムと地震データベース

地震予知観測情報システムは、国の第4次地震予知研究計画の一環として1979年度より全国5国立大学の7機関（東大地震研、東大和歌山観測所、名大理学部、京大理学部、京大防災研、東北大理学部、北大理学部）の協力で進められている情報システムである。その目的は、各機関所属の地域センターにより収集される地震予知研究のためのデータ、あるいは関係機関以外で収集される公開の地震予知研究用データを、東大地震研に置かれた全国センターにデータベースとして蓄積し、地震予知の研究に供することである<sup>1)</sup>。

地震予知研究においては地震活動度、地殻変動、地電流、地下水位など多種多様のデータが対象とされているが、第4次計画では地震活動度に絞られた。関東大地震級の巨大地震から人間には感じられない微小地震まで、あらゆる地震の発生場所と発生時刻、規模のデータ（震源データ），さらには震源データを決定するために用いられたデータ（観測データ）を収集し、地震データベースを構築している。比較的大きな地震については日本国内では気象庁、世界規模では国際地震センター（I S C）や米国海洋大気局（N O A A）により数十年以上に渡ってデータ収集が行われており、それらのデータの提供を受けている。一方、地震の短期予知には欠かせない微小地震の観測は未だ研究段階といってよい。第4次計画においてようやく、国立大学各地域センターによる高感度地震計を用いた観測体制がとられるようになり、そのデータが集められている。

震源データは基本的に、地震の発生した時刻（年月日、時刻）、場所（緯度、経度、深さ）及び規模（マグニチュード）で構成されている。地域センターや気象庁などはそれぞれ独自に観測点網を持ち、地震計により各地の地動を常時観測している。各機関はこの記録の中から地震波を検出し、P波・S波の到着時刻、振幅、初動方向、継続時間等を読み取って、それらに基づき震源データの諸元を決定する。地震の発生場所、時刻は一般に、地球内部の速度構造から期待される理論的なP、S波到着時刻と観測された到着時刻を比較して、非線型最小二乗法で決められる。規模は、マグニチュードと最大振幅、あるいは継続時間との間の経験則が用いられることが多い。

震源決定の作業は、一定期間の後、ペンレコーダの記録から手作業による地震波検出が行われ、そのデータを用いて計算機でバッチ処理されるのが通例である。特別な被害地震を除いて気象庁、I S C等はすべてこの処理方式であり、文献情報等と同様、全国センターでは定期的に集積データを入手し、データベースへロードしている。一方、国立大学では、微小地震を用いた地震予知研究における即時性を重視して、各地域センターごとに地震波の自動検出、震源の自動決定を行うリアルタイム・システム（自動処理システム）を開発し、さらにそれにより決定されたデータを収集するネットワーク・システムを新たに構築した<sup>1)</sup>（図-1）。これにより、震源・観測データは地震発生後数分で全国センターに到着し、データベースに取り込まれて検索可能となるようになっている。

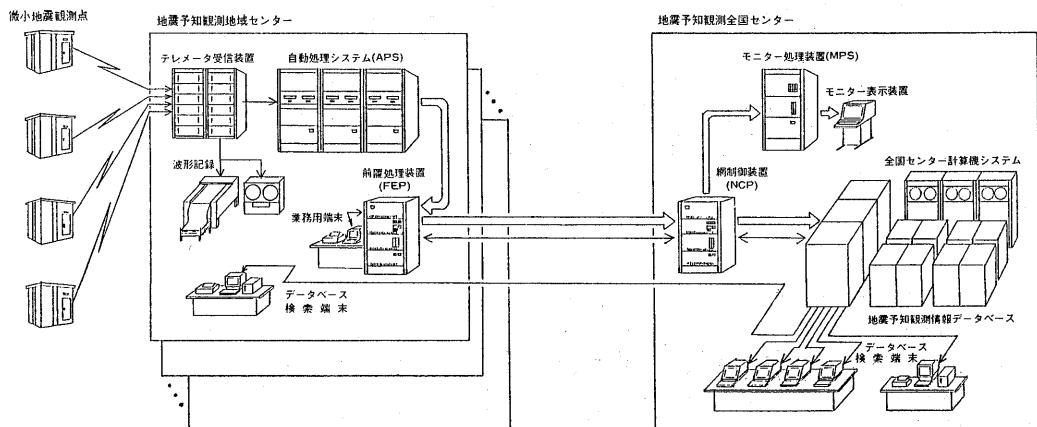


図-1. 地震予知観測情報システムのネットワーク・システム

## 2. データベースの種類

### (1)センター管理DB

現在、全国センター、あるいは地域センターが管理するDBは、管理作業用のものを除いて10種類ある。表-1にその一覧を示した。これらを大別すると、地震データ（震源・観測データ）からなる地震DB群と、それ以外の補助DB群に分けられる。これらは一般に、全ユーザーに公開されているが、地域センター管理のDB（実時間DB、再検測DB）は、今のところ公開対象のユーザに制限がある。また地域センター管理DBの修正、追加等は、地域センターごとに置かれたFEP（図-1参照）で、容易に行えるようネットワークシステムを作っている。

センター管理の地震DB群は、DBMSにIMSを用いている。リアルタイムDBや再検測DBはオンライン・データベースであるので、DCに実績がありリカバリ機能に秀れた点を買って、この選択となった。また気象庁、ISc、NOAAの各DBも、オンラインではないものの、大量のデータを抱え、更新も頻繁であるので、同じくIMS管理下とした。地震データはすべて、図-2に示すような震源データとそれに付随する数個の観測データという構成なので地震DB群のデータ構造も、震源データの下に観測データが並ぶ、共通の单一階層構造である。

補助DB群では、活断層DB、地図DBの編成に特別の留意をした。活断層データ、地図データとも、断続する順次データである。しかし、そのまま順次編成で実現したのではある地域の活断層分布図や地図を出力するという時に、速いアクセスは期待できない。そこで、阪大型センターのデータベースGEODAS<sup>2)</sup>で用いられているメッシュ化の手法を採用した。地球、あるいは日本を緯度、経度1度ごとのメッシュに分解し、各メッシュごとに含まれるデータを切り出した。なお、観測点DBはデータ数が約300件と非常に少ないので、単純な順編成データセットで実現してある（以上、詳細は鷹野他<sup>3)</sup>）。

### (2)ユーザ管理DB

センター・データ・ライブラリに対する、ユーザ・データ・ライブラリに相当するものである。ユーザが個人ファイルとして作成し、ユーザ自身が管理するDBであり、現在のところ地震データを対象にしている。

次節で述べる利用システムSEISにおいては、センター管理DB、ユーザ管理DBの区別を意識することなく、同様の取り扱いができる。また、ユーザ管理DBからセンター管理DBへ移行することも容易で、内容の充実度により順次移行させる計画である。センター管理DBの所で挙げた古地震DBは、ユーザ管理DBから移行された最初のものである。

ユーザ管理DBについては、管理面の機能よりもユーザの扱いやすさを重視しなければならない。扱いやすさと検索の速さという観点から、汎用のVSAMファイルとして実現した（以上、詳細は鷹野他<sup>3)</sup>）。

図-2a. 震源データ

年	月	日	地	震	源	全	国	震	源	決	定	機	開	発	震	時	地	震	域	經	度	緯	度
西	暦	年	震	源	番	有	國	源	番	決	定	機	開	時	分	秒	震	域	地	經	度	緯	度
			震	源	番	有	國	源	番	決	定	機	開	時	分	秒	震	域	地	經	度	緯	度
0	4	6	8	12	13	17	19	22	25	27	29	33	37	38	39	41	43	68	74	81	85	86	92
4	2	2	4	1	4	2	3	3	2	4	4	1	2	2	2	2	2	10000	10000	10000	10000	10000	10000
0	4	2	2	4	1	4	2	3	3	2	4	4	1	2	2	2	2	10000	10000	10000	10000	10000	10000
96	101	105	110	111	112	116	117	118	121	171	174	175	195	203	204	212	216	217	218	219	222	229	
5	4	5	1	1	4	1	1	3	50	3	1	20	8	1	8	4	1	1	1	3	8		

注：管理項目はシステムの運用上持つ  
フィールドである。

図-2b. 観測データ（次のページに続く）

観測番号	地	震	地										S-P										最大振幅									
			地	震	源	類	型	決	定	機	開	発	震	時	分	秒	震	域	地	震	域	經	度	緯	度	標	引	切	れ	の	判	
観	測	番	類	型	決	定	機	開	発	震	時	分	秒	震	域	地	震	域	經	度	緯	度	標	引	切	れ	の	判				
0	4	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	21	25	28	31	32	33	34	38	43	46	47	48									
4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	4	3	3	1	1	1	4	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1			

フェーズ名	同期(100秒)	各大学データ						全国データ						F-タイム						管 理 項 目						管 理 項 目					
		F	震央距離	方位角(0度)	走査時間	決定時間	リバイス回数	震央距離	方位角(0度)	走査時間	決定時間	リバイス回数	時	分	秒	総記録数	フロード記録数	予備	全国番号	作成年月日	データ登録番号	エラー情報	確認済み	未登録	予備						
		49	50	54	58	64	68	73	76	79	80	86	90	95	98	101	103	105	107	108	120	124	126	134	142	143	144	145	146	147	159
		1	4	4	6	4	5	3	3	1	6	4	5	3	3	2	2	2	1	12	4	2	8	8	1	1	1	1	13		

D B 名		DBMS	内容																						
地 震 D B 群	実時間 D B	IMS	地域センターの自動処理システムより実時間で送られてくる震源・観測データ。地域センター管理で地域センターごとに保存される。計算機による地震波検出の誤差や読み落し、読み誤り、あるいは実時間性確保のため簡略化された震源決定プログラムにより、信頼性はそれほど高くない。																						
	再検測 D B	IMS	蓄積された波形記録を一定期間の後、地域センターが手作業で読み取り、バッチ処理で求めた震源・観測データ。バッチ転送の後、地域センターごとに保存され、地域センターにより管理される。データの信頼性は高いが、それぞれの地域センターが独立に震源決定しているので重複がある。																						
	全国震源 D B	IMS	再検測 D B の重複を排除するため、全国センターで全地域センターの再検測データを用いて再決定した震源データ。品質が保証され、完全性が確保されている。再検測 D B の索引の役割を果しており、全国震源 D B のレコードと再検測 D B の震源レコードは相互にポイントしあっている。																						
	気象庁 D B	IMS	気象庁による震源・観測データ。大学による微小地震観測網に比べて低感度の地震計を用いており、大きな地震のデータは再検測 D B 、全国震源 D B より信頼性は高い。歴史が長く、1926年より日本付近約5万地震のデータが保存されている。日本全体で均質で、予知プロバーでない研究者にはこちらの方が需要が高い。																						
	I S C D B	IMS	I S C (国際地震センター)による震源データ。世界全体をカバーしており、1904年から約30万地震のデータが保存されている。																						
	N O A A D B	IMS	N O A A (米国海洋大気局)による震源データ。世界全体をカバーしており、1638年から約20万地震のデータが保存されている。																						
	古地震 D B	VSAM	科学的に地震が研究される以前の地震について、古文書の中の揺れや被害の記述から宇佐美 <sup>4)</sup> が求めた震源データ。416年から約1千地震のデータが保存されている。																						
補 助 D B 群	活断層 D B	VSAM	活断層とは、地表から観察できる断層のうち最近数十万年の間に繰り返し動いた形跡が認められ、今後も同様な運動を行って地震を起こす可能性の高いものをいい、超長期予知には重要である。日本では活断層研究会 <sup>5)</sup> により全国的な調査が行われ、その分布図が公開されているので、これをデジタル化して D B 化した。																						
	地図 D B	VSAM	海岸線、及び県国境のデジタル化されたデータ。世界地図は I S C により作られたもの、日本地図は新たにデジタル化したものを使っている。																						
	観測点 D B	FILE	日本国内における、大学（地域センター等）及び気象庁所属の観測点についての位置、地震計機種、開設期間等のデータ。観測データを研究に用いる際には、不可欠の情報である。																						

表一1. センター管理 D B の一覧

### 3. 地震データベース利用システムSEISとその設計思想

これまで述べたように、地震データは主に数値情報で成り立っている。しかも、検索して単にそれらの数字を羅列しただけで十分という性質のものではない。地震データは

震源分布図（水平空間、垂直空間、時空間）

時系列図（地震発生頻度、マグニチュード）

活断層分布図

観測点分布図

といった図面にすることにより、初めて意味あるデータとなる。実際、地震の研究者はこれらの図面を描いて判断を下している。つまり重要なのは通常の検索機能よりも、検索しながら使える視覚化機能である。

多くのDBMSは事務処理用に作られており、その検索システムはこのような視覚化機能をまったくサポートしていないか、せいぜい表やビジネス・グラフを出す程度のように見受けられる。IMSもその例外でなく、このため我々は視覚化機能を備えた検索システム（通常の検索システムと区別するために「利用システム」と呼んでいる）<sup>6)</sup>を開発した。このシステムは、地震学 Seismology の頭文字をとってSEISと呼ばれている。

SEISはこうした視覚化機能を含めて、以下のような基本要求を満たすよう設計された。

- (a)検索結果、中間結果を確認するため、分布図等によるデータの視覚化を行う。
- (b)地震データの検索には非常に多くのパラメータ（緯度、経度、深さ、年月日、時刻、マグニチュード等）が必要なので、パラメータ入力にはメニュー方式を採用する。
- (c)センター管理DBとユーザ管理DBを、どちらと意識することなく検索できる。
- (d)多くの文献検索システムと同じように、検索結果に対してさらに検索をかけることができる。
- (e)カラーグラフィック、モノクログラフィック、キャラクタの各端末、及びオンライン・パソコンをその機能に応じてサポートする。

これらの基本要求は、SEISのプロトタイプであるCAPE（Computer Assisted system for Earthquake Prediction）<sup>7)</sup>の開発に際して明確化された。CAPEは、開発の容易さからVM/CMS上に作られた。CMSで動作する表形式のDBMSを用いて気象庁DBを構築し、基本要求の実現を試みた。そこで開発された視覚インターフェースは、いくつかの拡張とともにほとんどがSEISに踏襲されている。

一方、SEISはIMSの動作環境であるMVSをOSとして、TSOの下に開発された。記述言語にはIMS、VSAMの親言語であるPL/Iを用いた。

要求(b)～(e)に対する対処を行った。

- (b)CRTの全画面制御を用いて、必要な部分だけカーソルを移動させて修正するインターフェースとした。
- (c)IMSとVSAMの両方のインターフェースを用意した。
- (d)IMSは検索結果をメモリ等に一時的に保持する機能はもたないので、SEISの中に作り込んだ。検索された地震データのキー（年月日と地震番号）及び基本情報（緯度、経度等）はワークファイルに蓄えられ、それ以後DBだけでなく、このワークファイルも検索の対象にできるようにした。
- (e)ログオン時に端末を自動判別し、その端末に対応するプログラムを呼び出すようにした。

### 4. SEISの機能

SEISの各機能はコマンドから呼び出される。コマンドとそれにより呼び出される機能の一覧を、表-2に示した。

前節でのべたように、SEISでは検索結果からワークファイルを作り、これを中心に処理が進められる。表示機能(BROWSE、LIST)や視覚化機能(MAP、TIME、MAGNITUDE)はすべてワークファイル上の地震を対象にしている。従ってSEIS起動直後に入力できるコマンドは、地震データを必要としないEND、HELP、INFORM、STATUSと、検索のためのコマンドSELECTだけである。

コマンド	機能
END	S E I S を終了する。
HELP	コマンドの機能、使い方などを表示する。
INFORM	ユーザの利用可能なDB、ユーザ所属のSAVE、KEEPファイル(SAVE、KEEPの項参照)、及び現セッションにおけるワークファイルの一覧とその情報(データ範囲、検索条件等)を表示する。
SELECT	地震DBから地震を検索し、そのキー(年月日と地震番号)及び基本情報(緯度、経度等)をワークファイルに蓄える。ワークファイル自身やKEEPファイル(KEEPの項参照)も検索対象になり2段階、3段階の検索も可能である。検索項目は年月日、時刻、緯度、経度、深さ、マグニチュード等があり、検索パラメータはメニュー画面で入力する。
BROWSE	SELECTで検索された地震の、震源データを全画面で表示する。表示画面の中でサブコマンドSHOWにより、指定した地震の観測データも表示できる。
LIST	BROWSEとほぼ同様だが、震源データと観測データが同時に表示される。
MAP	SELECTで選択された地震の、震央分布図を出力する。さらにこの震央分布図から、以下の副機能を利用できる。 1) FIND 震央分布図上で領域を指定して、その中の地震の震源データをBROWSE形式で表示する。 2) SELECT 震央分布図上の領域を指定して、その中の地震の情報を別のワークファイルに蓄える。 3) ACTIVE-FAULT 震央分布図に重ね合せて、活断層分布図を描く。 4) CROSS-SECTION 震央分布図上の領域を指定して、その中の地震の深さ分布図(断面図)を描く。水平方向の投影軸も同じく震央分布図上で指定する。 5) SPACE-TIME 震央分布図上の領域を指定して地震を選択する。それらと同じく震央分布図上で指定される投影軸に投影し、その水平位置と地震発生年月日、時刻を用いて時空間分布図を描く。
TIME	SELECTで検索された地震の、発生年月日、時刻別の頻度分布図を描く。あるいは地震を発生時順にマグニチュードの大きさでグラフ化し、時系列図を描く。
MAGNI-TUDE	SELECTで検索された地震の、マグニチュード頻度分布図を描く。
SAVE	SELECTで検索された地震の震源データを、必要ならば観測データつきで順編成データセットに保存する。
KEEP	SELECTによる検索結果のワークファイルを、恒久ファイルとして保存する。
DELETE	SAVE、KEEPで作成されたファイルを消去する。
PRINT	SELECTで検索された地震の震源データを、必要ならば観測データつきで印刷する
SORT	SELECTで検索された地震を、発生時、緯度、経度、マグニチュード、深さのうち3項目以内で降順、昇順に並べ換える。結果は新しいワークファイルにとられる。
STATION	日本国内の大学及び気象庁の観測点を、地図上にプロットする。あるいはそれらの情報を画面に表示する。

表-2. コマンドとその機能

## 5. SEISの利用者インターフェース

最後に、SEISの現在の利用者インターフェースを、代表的な操作例を示しながら説明する。ここでは実際に行われるべき操作の流れに沿って説明するが、図例は必ずしも一連の手続きによるものではなく、それぞれの機能が典型的に現われているものになっている。

### (1) 地震データの検索 (SELECT)

まずやらなければならないのは、SELECTで地震データを検索し、ワークファイルを作ることである。対象は地震DB、及び前の検索結果の入ったワークファイル、KEEPファイルが可能。例えば気象庁データを検索するためにSELECT JMAと入力すると、図-3のようなパネルが表示される。検索パラメータにはデフォルト値がセットされているので、必要な箇所を修正してENTERキーを押すと検索が実行され、ワークファイルがつくられる。同一セッション中に10ワークファイルが用意されており、10まで使い切った後は再び1番目に戻る。

### (2) 検索結果の数値表示 (BROWSE, LIST)

検索された震源データの数値をみるには、BROWSE WORK01と入力する。オペランドはワークファイル名(WORK01~WORK10)かKEEPファイル名を指定するが、最も最近に作られたワークファイルならば省略できる(これはワークファイルをオペランドにするコマンドに共通である)。震源データは図-4のような表で出力され、この表はファンクションキーまたはサブコマンドでスクロールやジャンプできる。またサブコマンドSHOWで、表の先頭カラムのアルファベットを指定することにより、該当する震源データの観測データを、おなじく表にして見ることができる。その他、LISTコマンドを用いれば震源・観測データを同時に見ることができる。

### (3) 検索結果の震央分布図表示 (MAP)

検索結果の震央分布図を見るには、MAPコマンドを用いる。パネルが表示され地図の範囲等をきいてくるので、必要な所を修正して答えると、図-5のような震央分布図が現われる。ここでファンクションキーにより副機能選択のパネルとなり、以下の副機能が利用できる。

### (4) 震央分布図上での検索 (MAP/FIND, SELECT)

3で表示された震央分布図上で、図-6のように円あるいは四角形で領域を指定することにより地震を検索し、その結果をBROWSE形式で表示させたり、新しいワークファイルに蓄えたりすることができる。

### (5) 活断層を重ねて見る (MAP/ACTIVE-FAULT)

震央分布図に活断層を重ねさせて、図-7を作ることもできる。

```
REQUEST : SELECT JMA ! <      > 47032 RECORDS
SPECIFY RETRIEVAL CONDITIONS
1. DATE   E YYYY/MM/DD ( + 1980 / 01 / 01 ) -- ( + 1980 / 12 / 31 )
2. TIME   HH:MM:SS.SS ( 00:00:00 .00 ) -- ( 23:59:59 .99 )
3. LONGITUDE SDD.DDDD ( 130.0000 ) ( E ) -- ( 140.0000 ) ( W )
4. LATITUDE SDD.DDDD ( 34.0000 ) ( N ) -- ( 36.0000 ) ( S )
5. DEPTH   KK.KK ( 0.00 ) -- ( 100.00 )
6. MAGNITUDE SH.MM ( -9.99 ) -- ( +4.99 )
7. INCLUSION OF UNDERGROUND DATA ( Y/N )
    DEPTH ( N )
    LAT ( N )
    MAGNITUDE ( N )          PASSWORD ( )
-->
```

図-3

```
REQUEST : BROWSE WORK01 < JMA ! > 729 RECORDS
DATE NO. TIME WORK01 LOCN DEP M LOCATION
A 19800112 1259 36.7 138.133E 35.666N 010. 2.2 CENTRAL CHUBU
B 19800112 1259 36.7 138.133E 35.666N 010. 2.2 CENTRAL CHUBU
C 19800112 1259 36.7 138.133E 35.666N 040. 2.2 SOUTHERN KANTO
D 19800120 1631 31.5 138.064E 34.816N 020. 2.8 S COAST OF CHUBU
E 19800122 1131 11.5 138.416E 35.433N 030. 2.4 CENTRAL CHUBU
F 19800122 2306 11.1 138.416E 35.433N 030. 2.4 CENTRAL CHUBU
G 19800120 2306 11.1 138.416E 35.433N 050. 2.4 TOKYO BAY REGION
H 19800214 004 25.2 138.950E 34.766N 010. 2.4 IZU PEN REGION
I 19800214 1552 02.7 138.950E 34.766N 010. 2.4 IZU PEN REGION
J 19800215 0231 50.0 138.950E 34.766N 010. 2.4 IZU PEN REGION
K 19800215 0231 50.0 138.950E 34.766N 010. 2.4 CENTRAL CHUBU
L 19800216 1253 21.7 140.000E 35.866N 040. 2.6 SOUTHERN KANTO
M 19800221 0211 06.0 138.464E 35.500N 020. 2.8 CENTRAL CHUBU
N 19800221 0211 06.0 138.464E 35.500N 040. 2.8 CENTRAL CHUBU
O 19800301 0532 24.0 138.064E 35.423N 050. 2.4 SOUTHERN KANTO
P 19800304 1532 12.9 139.253E 35.763N 060. 3.1 SOUTHERN KANTO
Q 19800305 0222 05.8 139.616E 35.200N 090. 3.0 SAGAMI BAY
R 19800306 0222 05.8 139.464E 35.164N 050. 3.0 SAGAMI BAY
S 19800306 1141 52.1 139.464E 35.516N 020. 3.0 CENTRAL CHUBU
T 19800309 2222 08.8 139.964E 35.666N 060. 3.3 SOUTHERN KANTO
-->
```

図-4

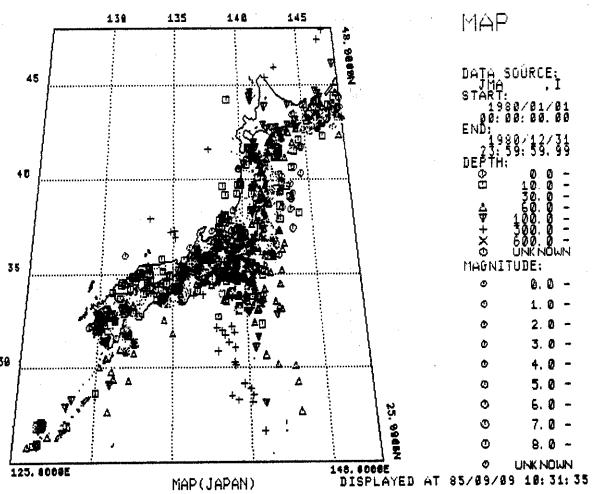


図-5

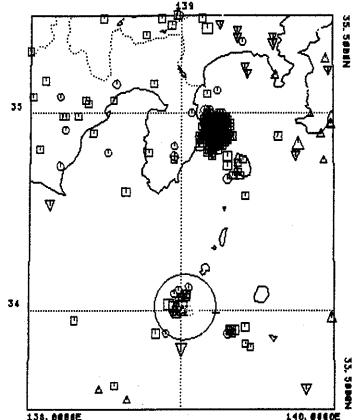


図-6

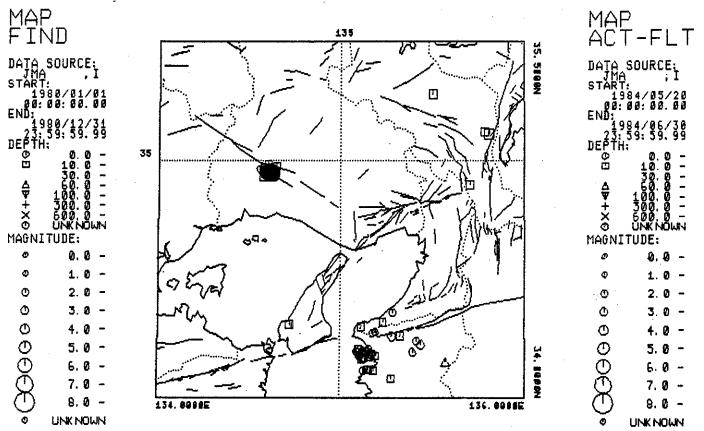


図-7

#### (6)断面図を切り出す (MAP/CROSS-SECTION)

深さ方向の震源分布図は、ある範囲の地震を鉛直面に投影して作る。そこでまず震央分布図上で投影面を指定し(図-8内1、2)、次に範囲を指定すると(同3)、図-9が表示される。

#### (7)時空間分布を調べる (MAP/SPACE-TIME)

時空間分布図でも、空間軸の値は投影面上の位置が用いられるので、6と同じように指定する(図-10)。領域内の地震は投影面上の位置と発生時で、図-11のような時空間分布図になる。

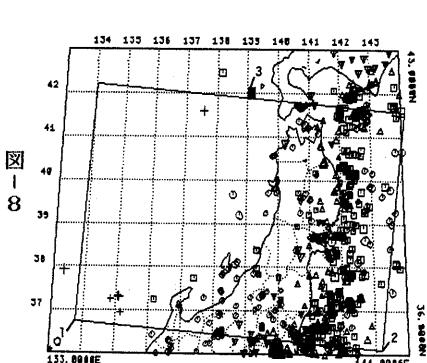


図-8

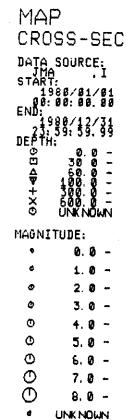


図-9

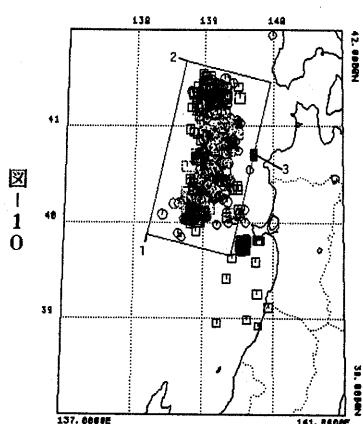
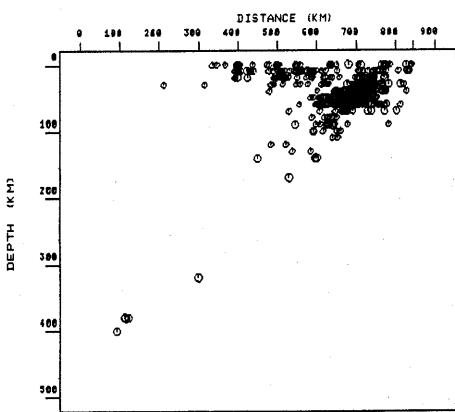


図-10

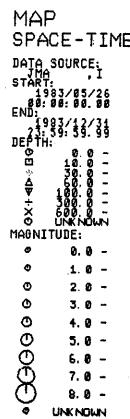
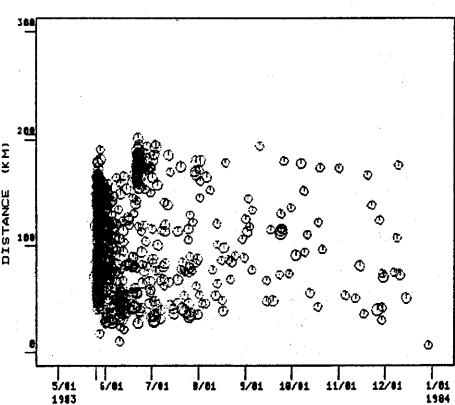


図-11



#### (8)発生頻度分布を調べる (TIME)

TIMEコマンドを用いると、発生年月日、時刻別の頻度分布図を描くことができる(図-12)。時間ステップは年、月、日、時、分と選ぶことができ、片／両対数スケールも可能である。

#### (9)マグニチュード頻度分布を調べる (MAGNITUDE)

マグニチュード頻度分布は、MAGNITUDEコマンドを用いる。マグニチュードのクラス分けは任意に指定でき、累積でとることもできる。片対数スケールも可能。

#### (10)観測点の位置を調べる (STATION)

STATIONコマンドで所属機関、地域を指定すると、地震と同じように観測点の分布図(図-13)が表示される。

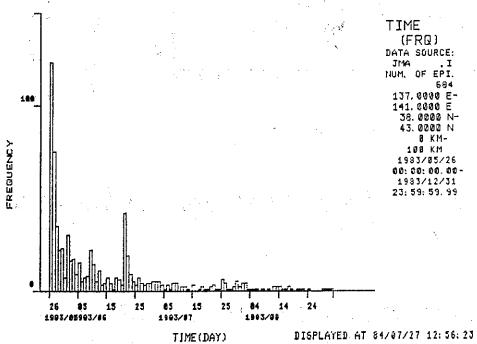


図-12

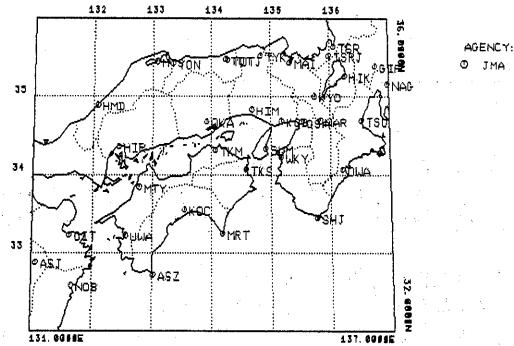


図-13

#### 謝辞

仕様決定にあたり議論いただいた宇佐美龍夫元センター長(現信州大)、安永尚志氏(現国文研)、及び共用システム室、情報処理室の各位、並びにSEISの不備な点を指摘いただいた地震研究所の利用者各位、地域センター各位に感謝致します。またSEISの開発に際しては、日本IBMの関係各位に多大な御協力をいただきました。ここに深く感謝致します。

#### 参考文献

- 1) 安永尚志、1982、地震予知研究の促進とコンピューター・システムの活用、IBM REVIEW、Vol. 8 6、14 1-158。
- 2) 鷹野澄・安永尚志・津村建四郎・宇佐美龍夫、1985、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、情報システム研究会6-2。
- 3) 弘原海清・升本真二・福間敏夫、1980、GEODAS: 地球学データベース・システム、情報処理、Vol. 21、No. 12、1250-1258。
- 4) 東京大学地震研究所、1981、1982、1983、1984、新収日本地震資料、Vol. 1 ~ 4。
- 5) 活断層研究会、1980、日本の活断層一分布図と資料、東京大学出版会。
- 6) 宮武隆・織田一起・吉田昌信・鷹野澄・津村建四郎・宇津徳治・宇佐美龍夫、1984、地震データベース利用システムの開発、地震研究所彙報、Vol. 59、407-421。
- 7) 東京大学地震研究所宇佐美グループ・日本IBM、1982、パートナーシッププログラム・地震予知研究基礎システム協同研究報告書。