

X-Window 上で動作する地震データ利用プログラム

関口渉次*

Utility Programs of Seismic Data on X-Window System

By

Shoji SEKIGUCHI*

**National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention*

Abstract

Utility programs (swx, pux, and mapeq) of seismic data accumulated by the Analyzing system for Precursors of Earthquakes (APE), working on X-Window System have been developed in order to make it easy to use the seismic data on work stations. The most important feature of these programs is that most of all operations are interactively done through a 'mouse', which drastically makes the operations easy. Responses of the operations are very quick. (1) swx displays seismic waves of each station. We can pick up arrival times. (2) pux displays paste-up seismograms. Specified seismograms can be deleted not to hide other seismograms. The displayed seismograms can be enlarged or reduced. (3) mapeq rotates and displays hypocenters. Earthquakes can be selected by given criteria. The selected earthquake information, e. g. focal mechanism, O-C times, etc., can be overlaid on the screen. The paste-up seismograms, hypocenter distribution map and foca mechanisms, selected or displayed on the screen, can be printed out on a Post Script printer. The seismic data originally stored in the Relational Data Base of the APE are copied and transferred to the work station. These data have been stored in commonly used files. Each user should transfer the digital seismograms stored in the optical disks by means of *ftp* to his directory by himself.

Key words : utility program, interactive operation, seismic data, work station, X-Window System

キーワード : ユーティリティプログラム, インタラクティブな操作, 地震データ, ワークステーション, X-Window System

*防災科学技術研究所 地圏地球科学技術研究部

1. はじめに

関東東海地域に展開されている地震観測網のデータは、テレメータによって筑波に転送され汎用機を中心にしたいわゆる「地震前兆解析(略称 APE)」(松村ら, 1988, など)によって解析を行ってきた。汎用機を用いているため、バッチ処理が主流になり、グラフィック機能を通じた interactive な処理は一般に不得意で、それを実現するソフトウェアも計算機特有の特殊なものになりがちであった。テレメータから送られてくる生データを利用するには interactive 処理した方がはるかに容易になるものがたくさん存在する。

ところが、近年ワークステーション(WS)の急速な発達により、いままで、汎用機でしか出来なかったデータ処理が安価な WS でも可能になってきた。また、WS は汎用機と比較して、グラフィック機能に優れており、interactive なデータ処理に適しているという特徴がある。さらに、WS は一般的に UNIX と呼ばれる共通の OS で動作しており、グラフィックス機能も X-Window と呼ばれる共通したソフトウェアで実現されている。したがって、そのうえで作成したソフトウェアには汎用性がある。

そこで、より効果的な研究環境を整えるために、interactive にデータ処理ができる WS 上で動作する地震データ利用用のプログラムを開発したので、その概要をこの論文で紹介する。プログラムは、テレメータから送られてくる生データを処理するものではなく、APE で加工され最終的に保存されている地震情報や波形情報を表示あるいは解析するものである。いかなれば、岡田(1988)が作成した ECROSS 等の簡易ワークステーション版といえる様なものであるが、機能の豊富さよりも、マウスによる操作の簡便性を重視したところに特徴がある。また、C 言語と X ライブラリしか使用していないので汎用性がある。

2. 地震データ利用のプログラムの概要

防災科学研究所でこれまで収録してきた、データベースの形で保存されている地震情報や光ディスクに保存されている地震波形を、WS で表示あるいは解析するものである。もともと、これらのデータは汎用機の磁気ディスクや光ディスクに保存されているので、それらを WS に移したものを使用する。

以下の3つのプログラムを作成した。

swx : 走時読み取りプログラム

光ディスクに納められたデジタル波形を各観測点毎に表示する。波形を詳しく見たり、走時の読み取りをする。

pux : ペーストアップ波形表示プログラム

光ディスクに納められたデジタル波形のペーストアップを表示する。フェイズを見るのに適している。走時の読み取りもできる。波形のプリンタ出力に対応している。

mapeq：地震情報表示プログラム

震源を3次元的に表示する。また、データベースに納められた発震機構解やO-Cなどの地震情報を同時に表示できる。震源マップや発震機構解をプリンタに出力できる。

これらのプログラムはC言語とグラフィック機能はX-Window SystemのXライブラリ(Xlib)を用いて、書かれている。いずれも標準的なWSでは装備しているの、ほとんどのWSでソースプログラムからコンパイルすれば動作する。また、操作のほとんどはマウスを通じて行うようになっており、簡便になっている。

入力用データは、データベースの地震情報と光ディスクの波形データの2種類を使用する。データの処理の単位は地震波形毎に付けられているID番号を基本とする。データベースの地震情報は地震毎(ID番号)に1つのファイルにまとめWSに移行したものをを用いる。これは、汎用機のデータベースのHYPCDPとEQDATAとMECACDPをまとめたものである。また、mapeqにはAPE0.HYPCDPをすべてひとつのファイルにまとめたものを使用している。これらの地震情報はあらかじめWSのある磁気ディスク上に移しておき共通に使うようにしてある。一方、光ディスクの波形は、ID番号ごとに保存されているので、各自が必要な波形をそのままWSにコピーして用いることになる。

3. 地震データ利用プログラム各論

3.1 swx：走時読み取りプログラム

地震波形を観測点毎に3成分し(図1(a))、必要に応じて振幅、時間軸の拡大縮小を行い、波形を詳しく見ることができる(図1(b))。波形を見ながら走時の読み取りを行うことが出来る(図1(c))。参考のためにデータベースに保存されている読み取り値も同時に表示することが出来る(図1(a))。それぞれの操作は画面上部のメニューパネルをマウスでクリックすることによって実行される。

APEの走時読み取りプログラムMONHに似たものである。が、応答は非常に速い。

3.2 pux：ペーストアップ波形表示プログラム

文字通り波形のペーストアップ表示を行うプログラムである(図2(a))。もちろん、表示部の移動、拡大縮小(図2(b))や、振幅の拡大縮小(図2(c))ができる。このようなプログラムの場合しばしば波形同士が重なって見えにくくなることもあり、それを調整するのに、バッチ処理では与えたパラメータとプリンタ出力結果を何度も見比べないといけないので、かなり時間がかかっていた。このプログラムの場合、マウスで簡単に見たくない観測点の波形を表示しないように指定できる。また、色をかえて波形が重なったところでも個々の波形を見ることが出来る(図2(d))。

このようにして、波形を綺麗にすることによって、フェイズの確認や発見に効果があるだ



図1-(a) swxの表示画面

各観測点ごとに波形が表示される。最上部に操作メニューパネル、中ほどに波形3成分、最下部に波形の全体像（上下動成分）が表示されている。波形全体像の青枠で囲まれた部分が中ほどの3成分波形として取り出されている。データベースに蓄えられている読み取り値も合わせて表示してある。

Fig. 1-(a) Examples of swx screens.

Seismic waves of one observation station. Menu panles to operate the seismic waves at the top, 3 components waves at the middle part, and a full wave of vertical component at the bottom of the window are shown. The part within the blue frame on the bottom trace is shown as the 3 components seismic waves at the middle of the window. Pick-up time data in the Relational Data Base also are shown on the traces.

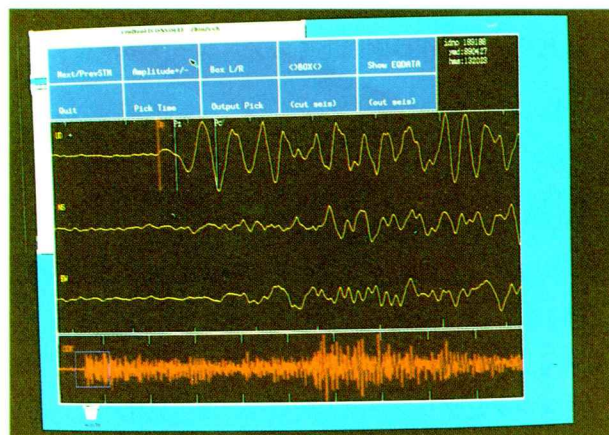


図1-(b) 波形を拡大したもの。波形全体像が表示されているところの青枠の大きさが対応して変化している。

Fig. 1-(b) The enlarged seismic waves. The size of the blue frame on the bottom trace changes synchronously.



図1-(c) 十字カーソルによって走時の読み取りを行うことができる。
 Fig. 1-(c) We can pick up travel times by the large cross cursor.

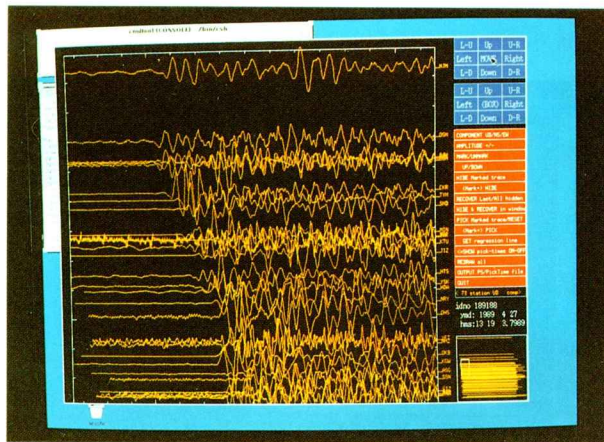


図2-(a) puxの表示画面
 あるID番号をもった地震のpaste-up波形。右側に操作メニュー欄，右下に全体像が示されている。全体像の中の白枠で囲まれた領域が左部分に拡大されている。操作メニューの青色で表されている部分はこの枠の移動，拡大縮小を行うところである。

Fig. 2-(a) Examples of pux screens.
 Paste-up seismograms of the selected event ID number. Menu rows at the left side, and a whole view of the seismograms at the left bottom of the window are shown. The region within the white frame box in the left bottom window is shown as the paste-up seismograms. Clicking blue menu panels at the upper left side, the white frame box can be shifted, enlarged, etc.

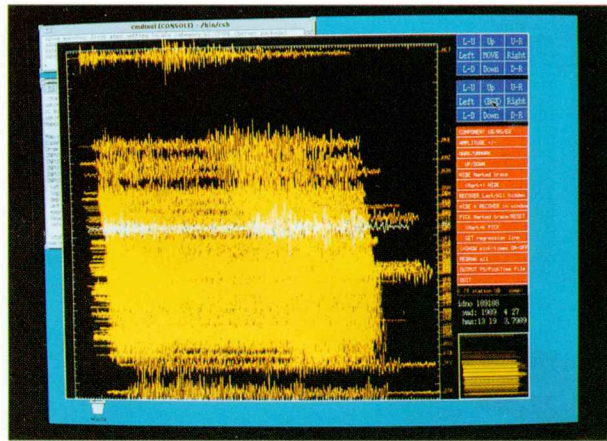


図2-(b) 表示枠を拡大して波形全体が表示された例。

Fig. 2-(b) All the seismograms are shown by enlarging the white frame box.

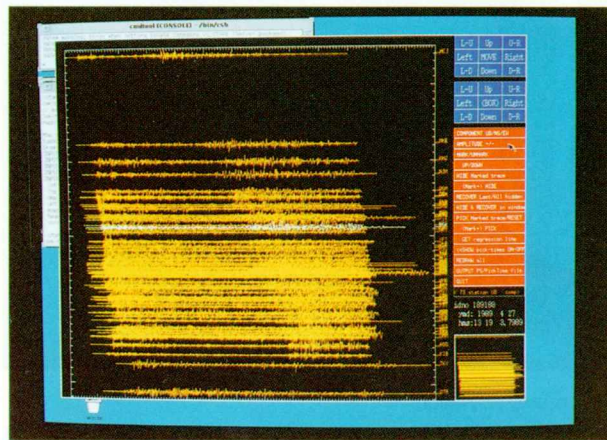


図2-(c) 振幅を縮小した例，

Fig. 2-(c) Amplitudes of all traces are uniformly reduced.

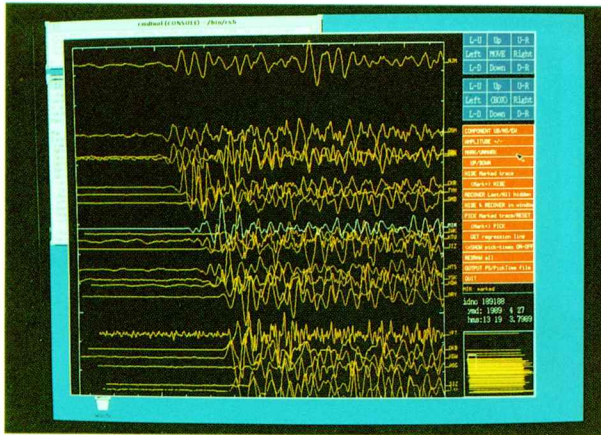


図2-(d) いくつかの観測点の波形を見えなくし、みたい波形だけを残したものの、波形が重なった場合は1波形だけ色を変えて区別することができる。

Fig. 2-(d) Edited paste-up seismograms. Some traces are hidden. Overlapped traces can be discriminated by highlighting it with white color.

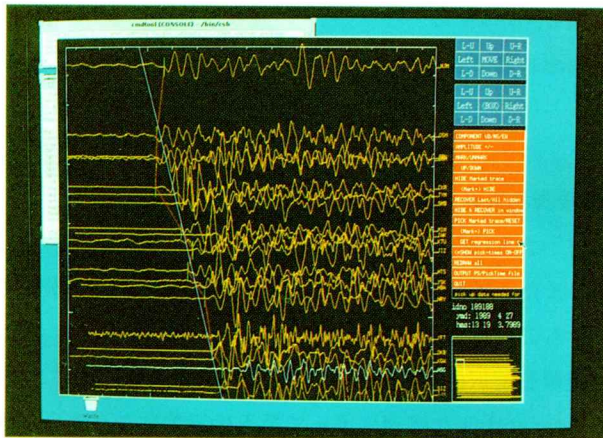


図2-(e) 走時の読み取りができる。これらの読み取り値をもとに最適直線を自動的に計算してくれる。

Fig. 2-(e) Travel times can be picked up by mouse. A regression line can be drawn, automatically.

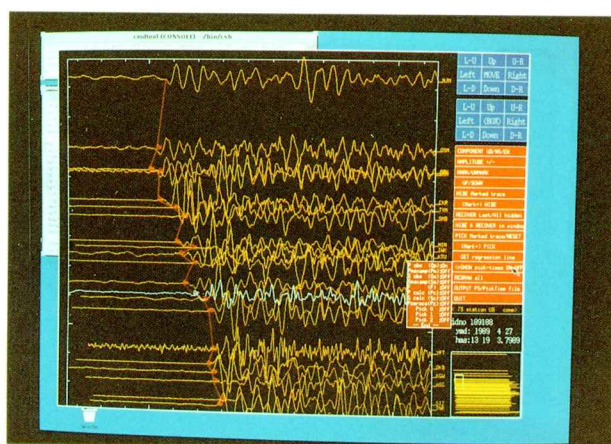


図2-(f) データベースの読み取り値の表示もできる。

Fig. 2 (f) Travel times stored in the relational data base also can be shown on the traces.

ろう。また、表示結果を Post Script ファイルに落とすことができる (図 4(a))。

走時の読み取り (図 2(e)) や、データベースの読み取り値の表示 (図 2(f)) もできる。

これらの操作は、画面右側に並んでいるメニュー欄をマウスでクリックすることにより、実行される。

3.3 mapeq : 地震情報表示プログラム

震源を3次元的に表示する (図 3(a))。回転をさせていろいろな方向から震源分布を見ることが出来る (図 3(b))。また、震源をいろいろな条件 (震源決定誤差, 読み取り観測点数, 等) を加えて自分の欲しいものだけに絞り込むことが出来る (図 3(c))。さらに、画面上でマウスで多角形をつくって震源を選択する事もできる (図 3(d), (e), (f))。この機能が画面をみながらマウスを使った interactive な処理によって最も効果的になった典型例といえる。

このようにして選択した地震について、震源パラメータを XY 軸にした表示ができる (図 3(g))。また、震源マップ上に発震機構解の P 軸, T 軸を表示できる (図 3(h))。

さらに、これらの地震から一つの地震を選んでそのデータベースの地震情報 (押し引き分布, O-C 時間, 周波数振幅, 等) を表示させることが出来る (図 3(i))。

得られた震源分布図, 発震機構解, XY 座標表示は Post Script ファイルに落としプリンタに出力できる (図 4-(b), (c))。

これらの操作は、画面最上部にあるメニューバーをマウスでクリックすることによって実行される。すると、そこに小さな窓がひらいて細かな操作をマウスで実行してゆく。

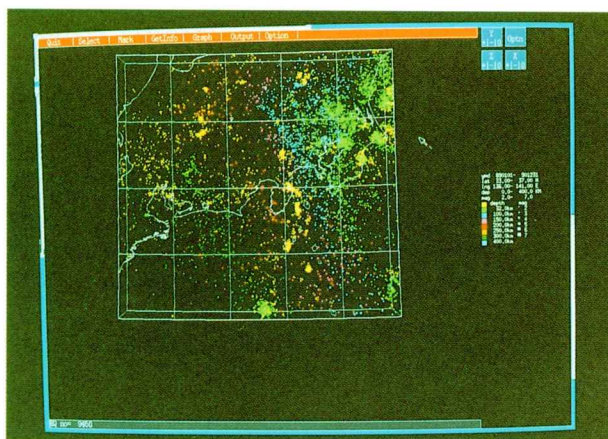


図3-(a) mapeqの表示画面

震源分布図。最上部に操作メニューバーが表示されている。右側の青いパネルは震源分布図の回転をコントロールする。

Fig. 3-(a) Examples of mapeq screens.

Hypocenter distribution map. Operation menu bar is shown at the top of the window. Clicking blue panels at the left top side, the map can be rotated.

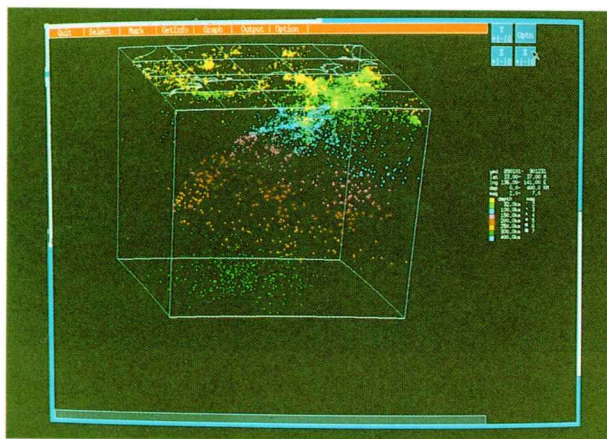


図3-(b) 震源分布図を回転させたもの。

Fig. 3-(b) Rotated hypocenter distribution.

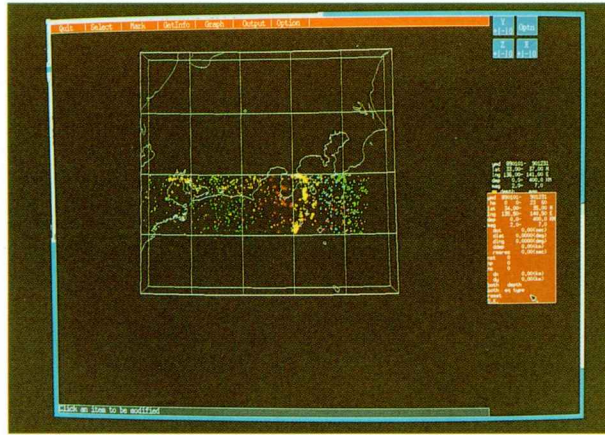


図3-(c) 適切な条件を与えて地震を絞り込んだ図。右側に開いた窓に与えるべき各件の項目が表示されている。そこから項目を選んで、実際の値を入力する。

Fig. 3 (c) The earthquakes can be selected by the given conditions. The item of the conditions are listed in the left window. Clicking the item, we input appropriate values.

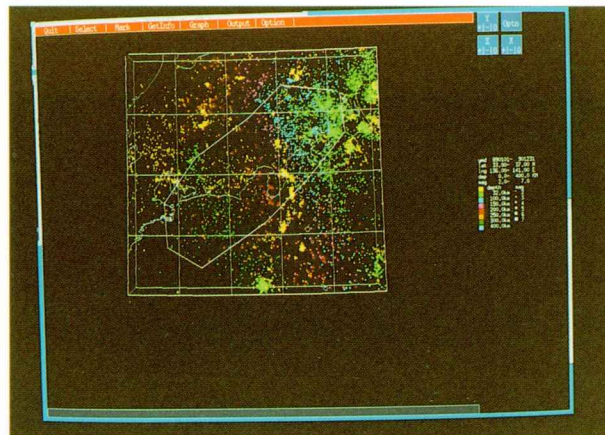


図3-(d) 地震情報を得たい地震をマウスを使って絞り込んでいる。

Fig. 3 (d) Marking some earthquakes of the selected ones by mouse, of which information we want to know.

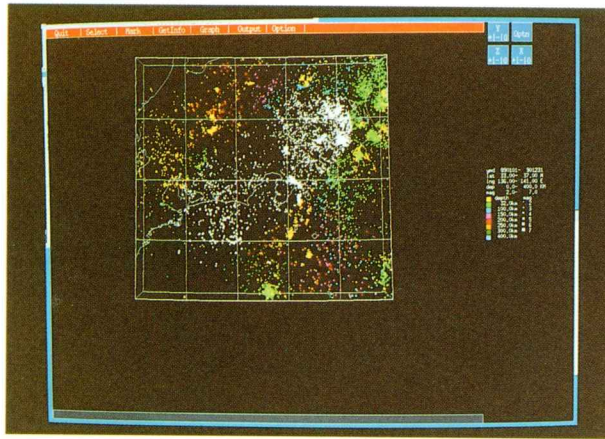


図3-(e) 選ばれた地震は白く色がかわる。

Fig. 3-(e) The marked earthquakes are white colored.

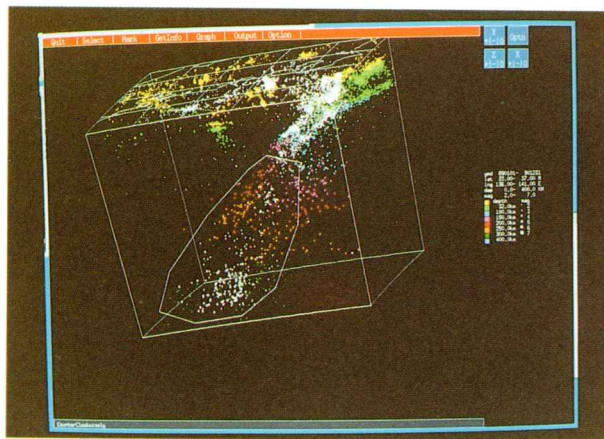


図3-(f) 回転させた後さらに、マウスを使って絞り込んでゆく。

Fig. 3-(f) Rotating the map, the marked region is further narrowed by the mouse.

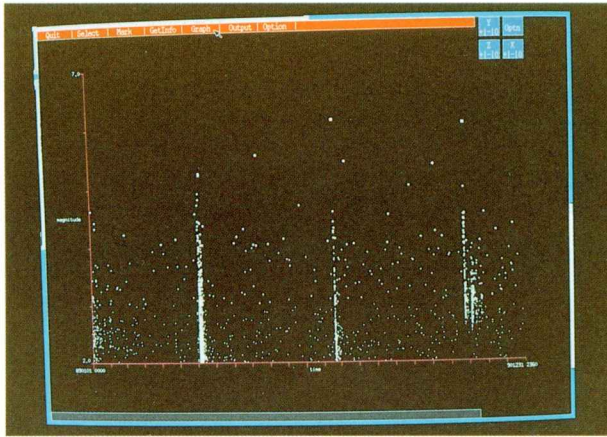


図3-(g) このようにして選んだ地震に対して、電源パラメータをXY表示した例.

Fig. 3-(g) Hypocenter parameters of the marked earthquakes are displayed on XY graph.

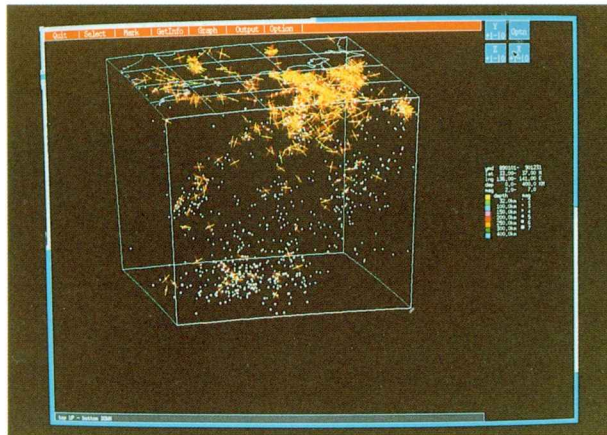


図3-(h) 発震機構のP軸，T軸を表示したもの.

Fig. 3-(h) P and T axes of focal mechanisms of the marked earthquakes.

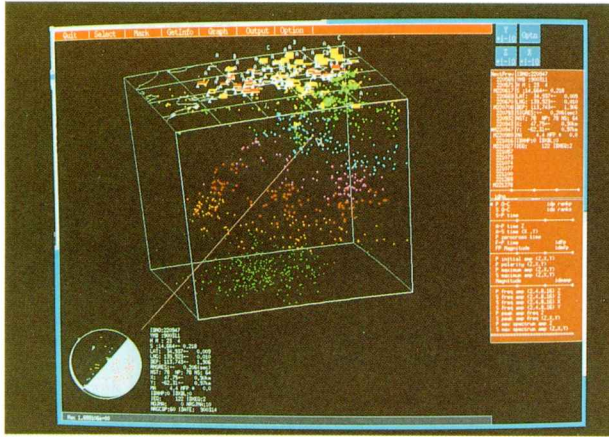


図3-(i) 地震情報を表示した例。一つの地震についてだけ、地震情報は表示される。右側の上の窓の中には、地震のID番号リストと地震情報が示されている。画面下部には押し引き分布図と発震機構解が表示される。右下の窓には、表示できる地震情報の項目が示されている。ここで、選ばれた項目が電源分布図上の観測点の位置に棒グラフで表示されている。表示したい地震は、右上の窓の中のIDリストの中からか、直接震源分布図の中から、マウスでクリックして選ぶ。直線で結ばれている地図上の地震の情報が表示されている。

Fig. 3-(i) Earthquake information data are shown. In the right top window, earthquake ID number and the hypocenter data are shown. A focal mechanism is shown at the bottom of the window. In the right bottom window, earthquake information items which can be shown, are listed. Information of a selected item are shown at the observation stations on the hypocenter distribution map as bar graphs. We select the earthquake through the ID number or the location on the map by clicking with the mouse.

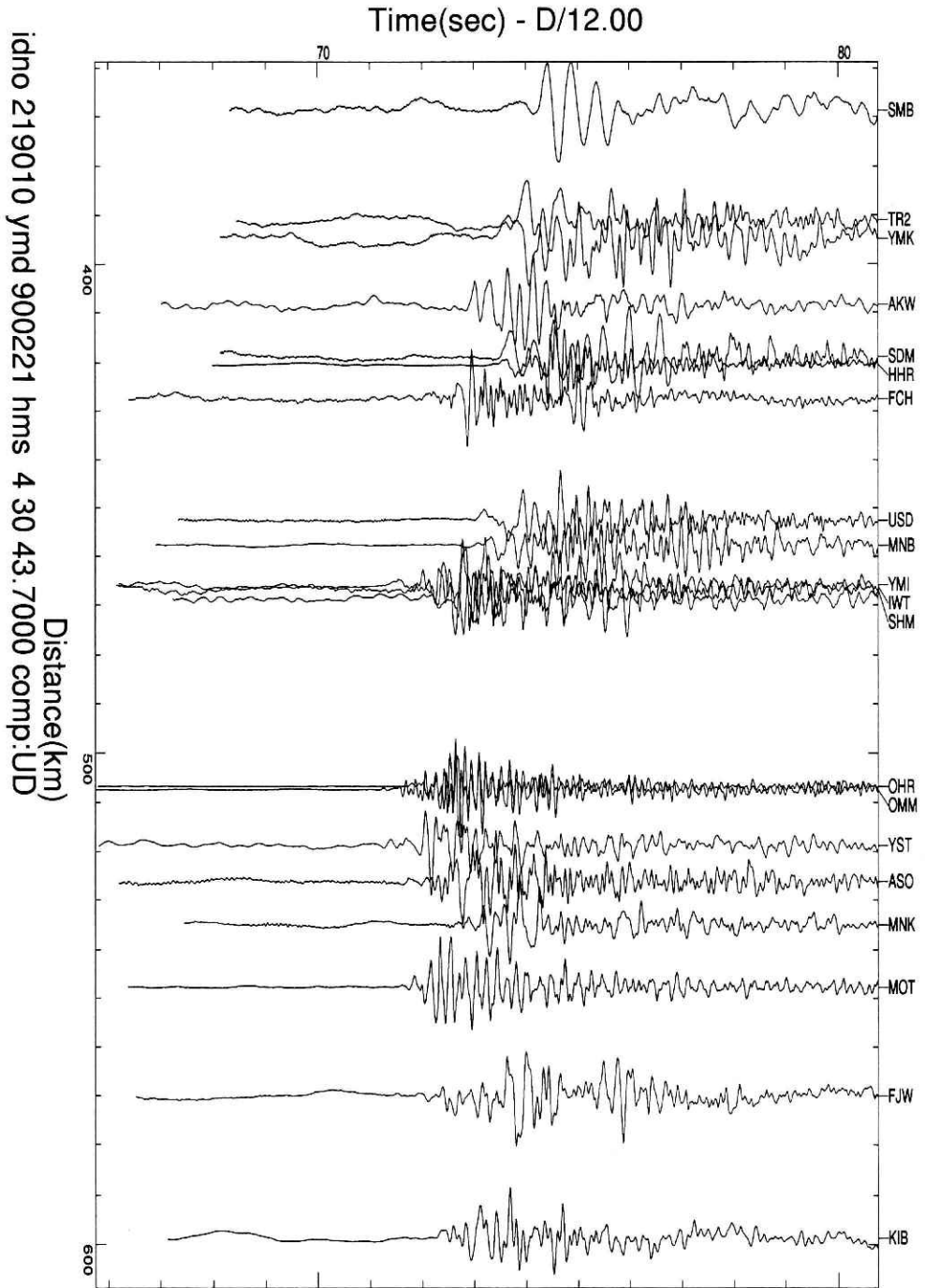


図4-(a) プリンタ出力の例：paste-up地震波形

Fig. 4-(a) Example of printer outputs: Paste-up seismograms.

EQ NO = 982 / 982

ymd 900101- 901231
 lat 33.00- 37.00 N
 lng 136.00-141.00 E
 dep. 0.0- 400.0 NM
 mag 3.0- 7.0

depth mag
 32.0km ○ 3
 100.0km □ 4
 150.0km △ 5
 200.0km × 6
 250.0km ● 7
 300.0km ○ 7
 400.0km ○ 7

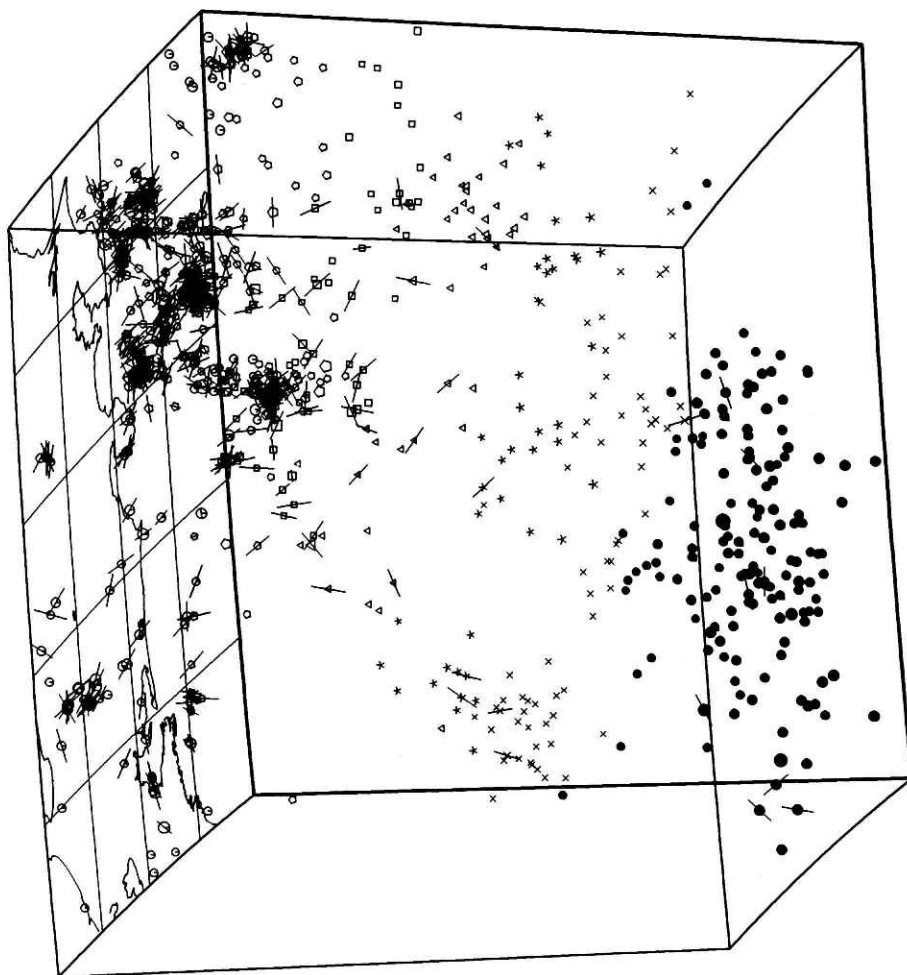


図4-(b) プリンタ出力の例：震源分布図

Fig. 4-(b) Example of printer output : Hypocenter distribution map.

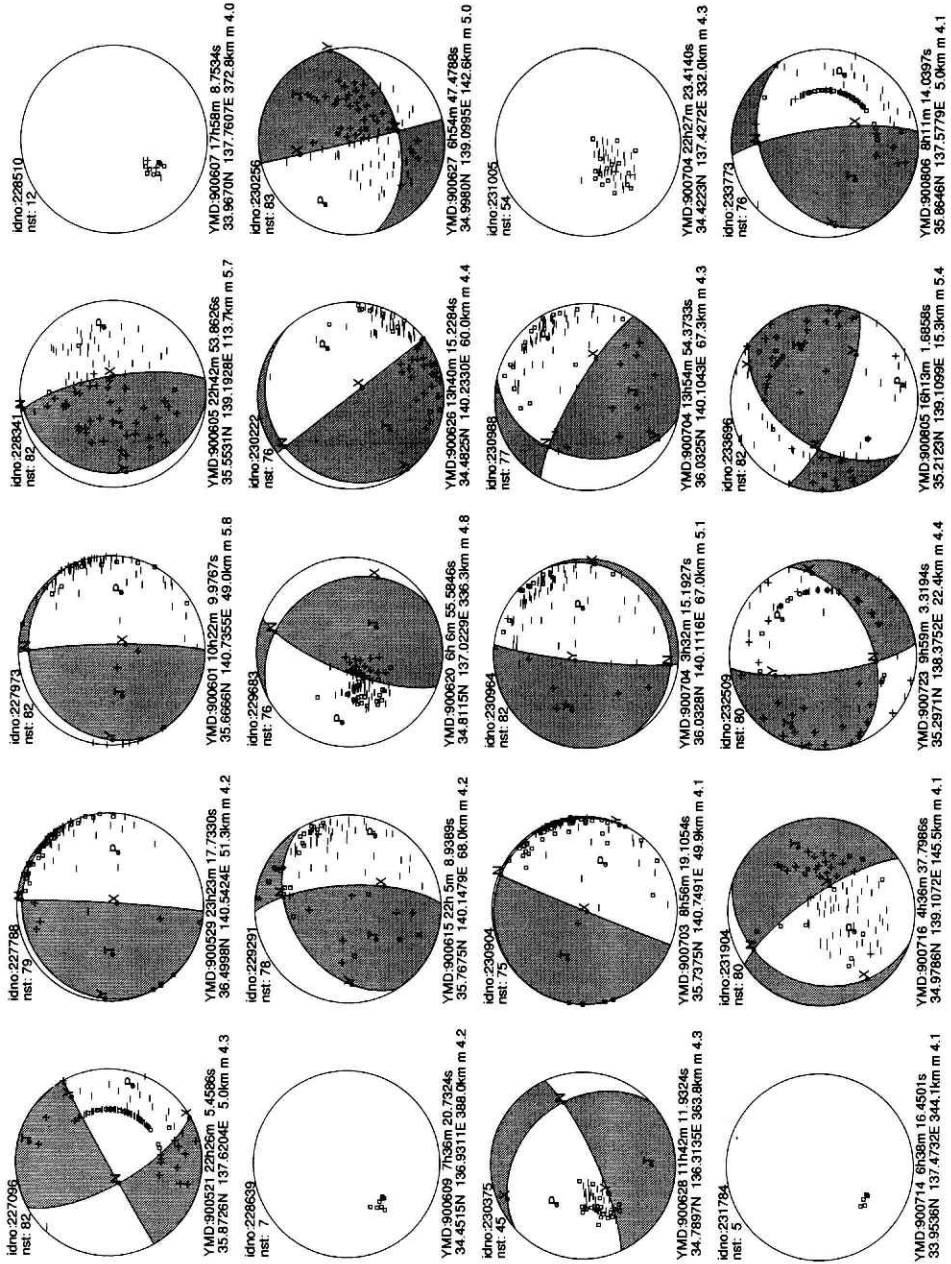


図4-(c) プリント出力の例：発震機構解
Fig. 4-(c) Example of printer output: Focal mechanisms.

4. おわりに

今回作成したプログラムは、地震情報の表示まではできているが、まだデータ解析の方の機能は走時読み取りぐらいであり充実していない。汎用機の方で利用できる岡田 (1988) のプログラムシステムと比較するとあきらかに機能が限られている。しかし、地震の研究には、震源の研究には、震源分布や波形等データを表示させて良くみる、ということが基礎になっており、また、しばしばそれだけで研究が十分出来ることがある。

むしろ、注目すべきことは、このプログラムで実現された操作方法の簡便さである。というのは、現在、防災科学技術研究所にはかなり大量の地震データが保存されているが、その利用状況は必ずしも十分とはいえない。この原因のひとつには、データを利用する時の汎用計算機のハード及びソフトウェア環境の不便さがあると思われる。それが、改善されれば一段とデータの利用が促進され新たな研究成果が生まれていくと期待できる。今回作成したプログラムは、このような環境の改善に役立つものと確信する。

もちろん、今後、フィルターなどの解析機能の拡充を図ってより使いやすく効率的な研究環境を整えてゆきたい。また、利用者の意見を取り入れていくことも当然必要だろう。

参考文献

- 1) 松村・岡田・井元・島田・堀・大久保・大竹・浜田 (1988): 地震前兆解析システムの機能と構成, 国立防災科学技術センター研究報告, 41, 35-44.
- 2) 岡田 (1988): 地震データ利用のためのプログラムシステム, 国立防災科学技術センター研究報告, 41, 137-151.