

地震活動解析ソフトのマルチプラットフォーム化

鶴岡 弘^{*†}

Development of Seismicity Analysis Software on Unix, Windows and Mac OS X

Hiroshi TSURUOKA^{*†}

Abstract

A tool for seismicity analysis is revised from original software that is only working under Unix Workstation to new one that is available under Unix, Windows and Mac OS X. The new software is written by standard gcc and g77 that are widely distributed and are in operation under many kinds of operating systems. We add functions of 1) macro command, 2) customizable menu and 3) web interface into the new system. The new system is more convenient and powerful for users with the help of graphical user interface, and is welcomed to usage for researchers in the field of seismicity.

Key words : software, seismicity, operating system, multi-platform

はじめに

地震活動を解析するために、GUIを活用した解析ソフトウェアが数多く開発されている（宮武他，1984；石川他，1985；岡田，1988；関口，1993；瀨瀬・吉井，1994；鶴岡，1995；横山，1997）。我々もワークステーションにおける地震活動解析ソフトを1995年に開発し、活用してきた。ただし、開発した当時におけるハードウェア・ソフトウェア環境と現在の環境が著しく変化していることもあり、ソフトウェアを使用する上でさまざまな問題が生じるようになってきた。開発を行った当時のUnix環境はSunのマシンでX-window環境ではあったが、OpenWindowsというSun独自の規格であった。さらに、プログラムは主にFortran言語でコーディングしたが、その際にFortran77に規定されたものだけでなくSun Fortranコンパイラの拡張仕様である構造体サポートを取り入れて開発を行った。これが、互換性をばむ一因となった。当時は、構造体を利用することによりプログラムが簡単になるのでプログラムの開発は容易になったが、現在では互換性や汎用性をなくす原因となった。なお、構造体サポートは現在Fortran90あるいは95では規格化されているもののGNUのg77のようにフリーで利用できるものはない。問題はソフト開発か

ら10年が過ぎ、新しいハードウェアやソフトウェア開発環境に適応できなくなりつつあることである。現在では、無償で利用できる高機能なフリーソフトウェアが充実してきており、今後も利用できると考えられる。また、Windows, Mac, Unixにおいて、GNUの開発環境およびX11環境が簡単に導入できるようになってきた。Macにおいては、OS XでOSに付属しているし、WindowsにおいてもCygwinやService For Unixを導入することで簡単に導入できる。また、そのための商用ソフトウェアも安価で購入できる。上記にあげた様々な問題を解決するためにソフトウェアの大幅な修正を行うことにしたが、この機会にUnix・Windows・Macのマルチプラットフォームで動作可能となるようにソースの修正と機能拡張を行ったので報告する。同様な問題を抱えている際の参考（資料）になるかもしれない。

ソフトウェア開発および利用に関する問題点

まず、我々が開発した地震活動解析ソフトウェアの利用および開発に関わる問題点を以下に列挙する。もちろんすべてのソフトウェアに関する問題ではなく、このソフトウェアに関する固有の問題もある。まずはソフト利用に関する問題を挙げる。

- Xサーバのバッキングストア機能

非常に複雑な描画を行うXアプリケーションでは、一般に再描画を行うためには非常に大きなコストがかかるため、Xの仕組みには、Xサーバ側に描画する部分の情

2005年10月24日受付, 2005年11月14日受理.

[†] tsuru@eri.u-tokyo.ac.jp

* 東京大学地震研究所地震予知情報センター.

* Earthquake Information Center, Earthquake Research Institute, the University of Tokyo.

報をメモリに保存しておき、再描画の際にこれを利用するバッキングストアという機能がある。開発当時の X サーバでは標準で On であったが、描画性能が低下する、あるいはメモリリソースを余分に消費することなどから、最近の設定では Off になっている。サーバ起動の際に On で動作させることも可能だが、環境によっては On にしてもうまく機能しない場合がある。地震波形解析ソフトウェアの SAC 10.6f にも同じ問題がある。現在では、バッキングストア機能を X サーバの機能でなく個々のソフトウェアで実装することが求められるようになってきている。

• Sun Openwindows 環境

開発当時は、ワークステーション環境といえば、Sun のマシンがほとんどであった。そこでは、X 互換の Openwindows が動作していて、xview というライブラリを利用したプログラム開発を行ったが、現在では、Sun は Openwindow のサポート停止を表明している。xview を利用しない X11 を利用したバージョンも作成したが、利用しやすさの点で xview が優っていた。

• 日本測地系から世界測地系への移行

測地系が日本測地系から世界測地系への移行が最近行われ、地図データも対応が必要となった。

次に、ソフトウェア開発における問題を以下に述べる。

• 構造体サポートの Fortran コンパイラ

開発当初に利用した Sun Fortran コンパイラの構造体サポートはプログラム開発の上で便利であったが、現在では商用のコンパイラでサポートしているものの、無償で利用可能な GNU の g77 ではサポートしていない。

• データ作成のためのライブラリ netCDF の利用

データの互換性やデータ読込を考慮し、GMT 等でも利用されている netCDF というライブラリを利用して震源データベースを構築したが、開発した地震活動解析ソフトウェアではその必需性が薄れてきた。そもそも netCDF の機能をすべて利用しているわけではなく、データの互換性のためには、独自のライブラリで十分であることもわかった。あるいは、震源データは波形データに比べてデータ量が小さいので、ascii 形式であればどのプラットフォームでもデータ互換性は保たれる。

• Windows や Mac への対応

ワークステーション環境での利用を想定して、Unix 環境での開発を行ったが、ユーザの環境は圧倒的に Windows や Mac が多く、さらに、Windows や Mac で Unix 環境が構築できるようになった。

そのほか、ソフトウェアの固有の問題であるが、歴史地震等のデータを解析する上では致命的な 1885 年以前のデータが利用できないなどの問題もあった。

マルチプラットフォーム化およびソフトウェア修正方針

ソフトウェアを複数の OS で実行可能にするマルチプラットフォーム化を実現するためには、いろいろな方法がある。以下に簡単に列挙する。

• JAVA

JAVA はバイナリの間コードが各プラットフォームで互換性があり、GUI 機能も共通となるが、その GUI 機能はバージョン間で互換性がない。CPU やメモリのリソースが必要という問題もあるようだ。

• CodeWarrior などの開発環境

Mac OS X, Mac OS classic, Windows, Solaris, Linux だけでなく、PlayStation, PlayStation2, Palm OS などマルチプラットフォームのアプリケーション開発をサポートし、言語は C, C++, JAVA のマルチ言語をサポートしている。ただし、商用なのでソフトウェアを購入する必要があるのと、開発環境そのものになれる必要がある。

• MatLab 等の商用ソフトウェア

MatLab 等は各プラットフォームの製品があり、その上で動作する独自のスクリプト言語を実装していることが多い。これらのスクリプト言語でアプリケーションを作成すればよいが、やはり製品そのものを購入する必要があり、OS がバージョンアップした際に、ソフトウェアもバージョンアップが必要になるなど、継続して利用するためには、ある程度のコストが必要になる。

• Perl や Tcl/Tk などのスクリプト言語

メジャーな言語である Perl などは多くのプラットフォームに移植がなされており、サポートも充実していることが多い。スクリプトを記述するだけなので、汎用性に優れるが、インタープリタなため、数値計算には向かない部分もある。Tcl/Tk については、WIN システム用波形モニタリングツールの開発（鶴岡, 2003）でも利用した実績がある。

• GNU 開発ツール & X11 環境

10 年前は gcc, g77 をインストールするだけでも大変な作業であったが、現在では、OS 標準あるいは簡単に導入できる。GUI 環境の X11 も Mac, Windows 環境でも導入は容易になった。

ソフトウェアのマルチプラットフォーム化の選択肢は、上記で述べてきたようにいろいろあるが、以下の方針のもとに行うこととした

• ソースは共通（コンパイル作業が必要）

• 無償で利用できる開発環境およびソフトウェアの利用

• Fortran77（構造体サポートなし）および C 言語の利用

• X11 環境の利用

- 64 bit 環境への対応
 - 将来（10年程度）にわたり同じ環境が利用できること
- 上記を整理して、各プラットフォーム(Unix, Mac, Windows)における環境を表1にまとめた。上記の中で一番の変更点は Fortran77 規格だけでプログラミングすることであり、構造体を利用したコーディングから COMMON

文を利用したコーディングに変更したことである。表2に構造体および COMMON でのデータ宣言の例を示す。COMMON でのプログラミングはプログラムの見通しが悪くなるため推奨されていないが、COMMON で宣言した配列は大文字を含めて宣言するなどの工夫を行った。

表 1. 各プラットフォームにおける環境

プラットフォーム	環境	開発環境	GUI 環境
Unix	OS 標準	gcc, g77	X11
Windows	Cygwin, SFU(3.5)	gcc, g77	X11
Mac	OS X(10.3,10.4)	gcc, g77	X11

表 2. 構造体および COMMON による配列宣言

構造体;

```
structure /eqdata/
real lon(nDATAMAX),lat(nDATAMAX),dep(nDATAMAX)
.....
.....
end structure
record /eqdata/db
```

COMMON;

```
real DBlon(nDATAMAX),DBlat(nDATAMAX),DBdep(nDATAMAX)
.....
.....
common /DB/ DBlon,DBlat,DBdep,DBmag,
.....
.....
```

地震活動ソフトウェアの機能強化

大幅なソース修正を行う必要があったため、これまで実装できずにはいたるいは実装したいと思っていた以下の機能追加を行った。

- バッチ処理機能
- メニューカスタマイズ機能
- WEB インタフェース機能

バッチ処理機能の実現のために、コマンドを入力することによって、処理を実行するようにプログラムを構築した。現在は、コマンドは数字であるが、マンマシンインターフェースのためには、コマンド名に英数を用いたものにするにも検討している。表3にコマンドとそのコマンド入力に対応する処理内容の一部を示す。この機能によりコマンドをまとめたファイルを入力することによって解析をバッチ方式で処理できるようになる。解析作業が定型化

されている場合には非常に便利な機能である。

次に、新たな機能としてメニューを柔軟にカスタマイズ可能な機能強化を行った。これは、プログラムをコマンドベースで作成したことを最大限活用している。メニュー部分とプログラム本体を分離したことによってこれを連携させる必要があるが、ここでは、プロセス間通信（パイプ）を用いて連結することにした。具体的には、メニューを Tcl/Tk のスクリプト言語で作成して、ボタンをクリックすることによって表3のコマンドを出力するようなプログラムを作成した。プログラム本体 (tseisx) は標準入力からコマンドを受け付けるように作成しているので、

```
% wish menu.tcl sample.prm | tseisx sample.prm
```

のようにすれば tseisx (プログラム本体) は GUI のメニュー機能をもっていないにも関わらず、GUI でのメニューを簡単に利用可能になる。また、メニュー部分はスクリプト言語で作成しているため、柔軟にカスタマイズが可能であ

表 3. コマンドおよび処理内容例

パラメータ設定コマンド:

- 10: 時間の設定
- 20,30,40: 領域の設定
- 50: 深さの設定
- 60: マグニチュードの設定
- 70: 震源決定誤差の設定
- 500: 設定パラメータのクリア

解析・表示コマンド

- 1000: 震央分布図
- 1100: 断面図
- 1200: 震源球表示
- 2000: M-T 図
- 2010: N-T 図
- 2030: D-T 図
- 2040,2050,2060: 時空間分布図
- 8010: メインウィンドウの PostScript ファイル出力
- 8020: サブウィンドウの PostScript ファイル出力

その他のコマンド

- 9900: ヘルプ
- 9999: 終了

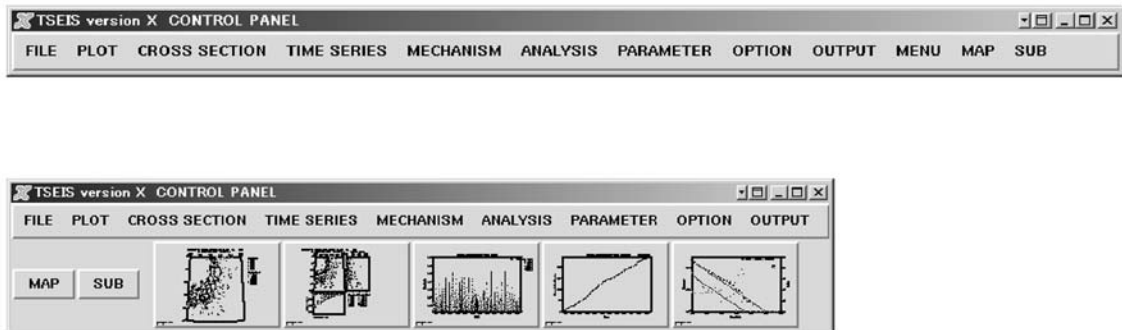


図 1. メニューカスタマイズ例

る。ユーザが必要な機能だけのメニューを作成することも簡単であると考えられる。図 1 にメニューのカスタマイズ例を示す。

最後の機能は、鶴岡 (1998) で開発した“WWW を用いた地震情報検索・解析システム”の統合の話になる。このシステムはオリジナルの地震活動解析ソフトウェアにコマンドラインオプションを追加する形で実装したが、この機能を標準でサポートするようにしたものである。具体的には、-w オプションを指定するだけで Web アプリケーションとして利用可能になるようにした。このことによりソー

スが一本化されメンテナンス性が格段に向上した。

利用の実例

今回のプログラム修正・強化により、Unix だけでなく、同じソフトウェアを Windows や Mac においても動作可能となった。表 1 での開発環境および X11 環境が用意できるシステムであれば、動作可能と思われるが、我々があらかじめ動作を確認したプラットフォーム・ディストリビューションは以下である。

- Windows XP+Cygwin

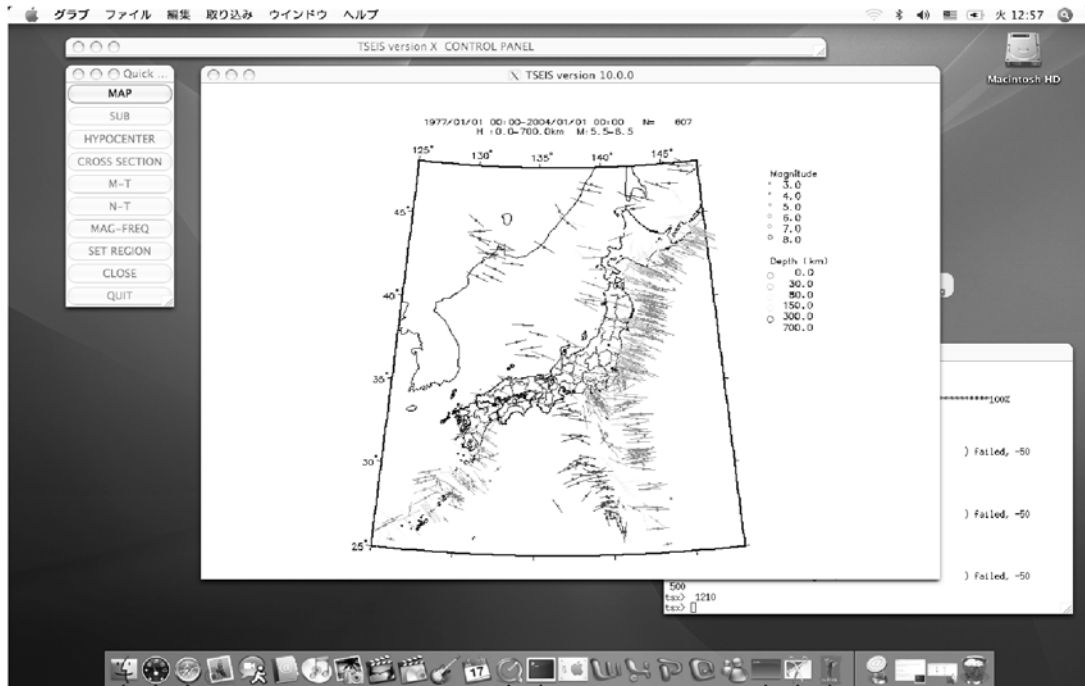


図 2. プログラム起動例 (Mac OS X)

- Windows XP+Service For Unix 3.5+X サーバ (Cygwin)
- Mac OS X 10.4 (Tiger)
- RedHat Linux 7.3, 9.0
- TurboLinux 8 Server, 10 Server
- SuSE 9.1, 9.2, 9.3
- Solaris 8 x 86, Solaris 8 SPARC, Solaris 10 x 86
- FreeBSD 4.11, 5.3
- IRIX 6.5

図 2 に、Mac OS X Tiger (10.4) のプログラム起動時のスナップショットを示す。プログラム利用にあたって、asciiデータのフォーマットは以前の場合と同様に利用可能であり、今回新たに WIN システムで利用している震源フォーマットも直接読み込み可能とした。また、データの互換性を考慮して基本的に ascii のデータが基本である。バイナリに変換するプログラムも作成したが、この場合には今のところ機種による違いがあり、エンディアンフリーではない。

おわりに

鶴岡 (1995) には課題として以下の 4 つが指摘されている。

1. データベース作成・更新機能
2. マクロ機能
3. 地震活動解析ルーチンの拡充
4. 地震波形データベースとの連携

今回の機能追加により 2 については課題が克服されたが、その他はまだ未実装である。今後も課題である。3 の地震活動解析ルーチンの拡充については、個人での開発には限界があるので、開発を行うあるいは行える環境の整備を検討したい。地震活動ライブラリを開発する共同の研究会などを立ち上げてほしい。地震活動解析ソフトウェアだけに限らずソフトウェアを将来にわたってかつ汎用に利用できるためには、プログラムの設計・開発段階において様々な検討事項があることがわかった。10 年の長期間にわたり問題なく利用できるためには、開発環境・ハードの進化に柔軟に対応できるよう日頃からの情報収集が必要である。最後に、このような地震活動を解析するためのツールが増えることを期待したい。

謝辞：森田裕一助教授と飯高隆助教授の査読は本稿の改善に役立ちました。ここに記して感謝します。

文 献

- 石川有三・松村一男・横山博文・松本英照, 1985, SEIS-PC の開発一概要, 情報地質, 10, 19-34.
- 瀬藤一起・吉井敏尅, 1994, クライアント/サーバ型地震活動データベースシステム: SeisView, 地球惑星科学関連合同学会 1994 年合同大会予稿集, I11-P84, 342.
- 宮武 隆・瀬藤一起・吉田昌信・安永尚志・鷹野 澄・津村建四朗・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, 53, 63-79.
- 岡田義光, 1988, 地震データ利用のためのプログラムシステム, 国立防災技術センター研究報告, 41, 137-151.
- 関口渉次, 1993, X-Window 上で動作する地震データ利用プログ

- ラム, 防災科学技術研究所報告, **53**, 63-79.
- 鶴岡 弘, 1995, ワークステーションにおける地震活動解析ソフトの開発, 震研技報, **2**, 34-42.
- 鶴岡 弘, 1998, WWW を用いた地震情報検索・解析システムの開発, 情報学基礎, **49-9**, 65-70.
- 鶴岡 弘, 2003, WIN システム用波形モニターツールの活用, 震研技報, **9**, 14-19.
- 横山博文, 1997, X ウィンドウシステムを用いた地震活動解析プログラム, 験震時報, **60**, 37-51.