

WIN フォーマット微小地震データの検索と ダウンロードのためのシステムの試作

大見 士 朗^{*†}

Event Data Search and Download System for WIN Format Seismic Waveform and Pick Data Files

Shiro OHMI^{*†}

Abstract

An event data search and download system for WIN format seismic data is developed on the world wide web (www) basis. Database of the WIN format seismic data is generated separately in advance, which includes several search keys such as event locations and their uncertainty with the names of the associated waveform and pickdata files. A program package including cgi's and command line base programs is developed to retrieve the data interactively on the www page. This system is implemented on the data server of the Joint Seismic Observations at the Niigaka-Kobe Tectonic Zone to provide obtained seismic data to the members of the research group.

Key words : WIN format, event search, data download, www

はじめに

日本国内の微小地震観測の事実上の標準フォーマットとなった WIN フォーマットが提案されてから 10 年以上が経過した (たとえば, 卜部ほか, 1990, 卜部・東田, 1992, 卜部, 1994, 等). 京大防災研という) で最初に WIN フォーマットを採用したのは, 平成 7 年兵庫県南部地震の緊急合同余震観測 (Hirata *et al.*, 1996) の際であるが, その後, 定常微小地震観測網のデータ処理システムとしても WIN フォーマットを採用し, 順次システムの整備をおこなってきた (大見ほか, 1999).

また, 京大防災研がデータの取得を担当した, 地震予知研究計画等に基づく数度の全国合同地震観測においても, WIN フォーマットによる地震観測データの取得がなされた. これらの合同観測には, 1995 年~1996 年の兵庫県南部地震合同余震観測 (たとえば, 大学合同地震観測班, 1996), 1996 年~1997 年の飛騨合同観測 (たとえば, 大学合同観測

班, 1997), 2002 年~2004 年の西南日本合同観測 (西南日本大学合同地震観測グループ, 2002), さらに, 2004 年~2008 年の歪集中帯自然地震合同観測 (歪集中帯大学合同地震観測グループ, 2005) などが含まれている.

定常観測や, これらの合同観測によって取得されたデータは, MO (Magneto Optical Disc) や CD (Compact Disc), さらに DVD (Digital Versatile Disc) などの主にオフラインのメディアに格納されて, 利用者の便に供されてきた. しかしながら, 観測開始以来の時間の経過や, 昨今の微小地震観測網の充実や合同観測の大規模化などにより, 蓄積されたデータ量は増加の一途をたどり, 加えて, これらのメディアの管理の問題やメディアそのものの劣化によるデータ消失等, データ散逸の危険性も次第に高まっている. このようなことから, オフラインのメディアを通じてのデータ提供のサービスは限界に近づいていると考えられてきた.

そのような中で, 昨今のディスクアレイの大容量化と低価格化は著しく, すべての観測データをディスクアレイ上にオンラインで保持することも検討に値する状況となってきた. ちなみに, 京大防災研で, WIN フォーマット導入以来の微小地震定常観測網で取得されたイベントデータの蓄積量を試算してみると, 2005 年末の段階で CD が約 1,200

2006 年 8 月 17 日受付, 2006 年 10 月 19 日受理.

[†] ohmi@rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp

* 京大防災研所属地震予知研究センター.

* Research Center for Earthquake Prediction, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University.

枚、DVD が約 160 枚であり、総容量は約 1.5 TB に過ぎないことがわかった。そのため、今回、これらの定常観測や合同観測のデータをディスクアレイ上にオンラインで保持し、その上でこれらの中から必要なデータをウェブベースで検索しダウンロードするシステムを試作したので報告する。

システムの概要

本システムに使用したハードウェアは、CPU としては一般の IBM PC/AT 互換機仕様の PC にフリーの PC-UNIX である、FreeBSD を搭載したものを使用し、これに容量が 1 TB~4 TB 程度の外付けの RAID5 のディスクアレイを接続したものである。

ここで検索の対象とするデータは、WIN フォーマットで取得されたイベント波形データファイルと、それに付随する検測データファイルである。必要とするデータを検索するためには、対象データの「データベース」とそれを検索するための「検索エンジン」が必要であるが、ここでは、特別なデータベース用ソフトウェアは使用せず、大見 (1999) で報告した、検索システム (以下、SATSORT システムという) をベースにしたものを利用した。SATSORT システムは、WIN フォーマットデータのデータベースの作成、その検索、さらにはそれを用いたデータコピーなどをコマンドラインベースで行うための、C 言語で記述されたプログラム群から構成されている。

さらに、本システム用に、SATSORT システムをベース

とした検索システムをウェブ上で対話的に利用するための CGI を perl で作成した。CGI では、検索のためのパラメータを対話的に設定した後、これを SATSORT システムに渡し、その実行結果を受け取る。さらに、その検索結果を用いて必要なデータを抽出し、ユーザに渡すためのアーカイブファイルを作成するなどの機能を実装した。

検索用データベースの作成と検索プログラム

検索用のデータベースは、SATSORT システムのそれに準じており、WIN フォーマット検測ファイル 1 個 (すなわち、イベント 1 個) につき、1 レコードのインデックスを作成したものを使用する。各レコードに含まれる情報は、検測ファイル名、対応する波形ファイル名、検測者、震源要素とその誤差、P や S の検測数、などである (表 1)。これらの項目に、データベース内で一意になるようにした地震番号を付したものを当該イベントのレコードとし、これらをまとめて検索用のデータベースとする。なお、ここで作

表 1. 検索用データベースに含まれる項目

• Serial number of the earthquake
• Origin time, hypocenter location, and magnitude of the earthquake
• Estimation error of origin time and hypocenter location
• Number of P and S phase picks
• RMS residual of P and S travel time
• Seismic analyst who read the phase arrival
• WIN format waveform file name
• WIN format pick file name

```

% head picklist.0501
050102.201943  jmapde  050102.201943.001  M1.5      2005:09:07:20:22:36
050102.205518  jmapde  050102.205518.000  M1.5      2005:09:07:20:22:38
050102.210611  hiroo   050102.210611.000  ATOTSUGAWA  2005:11:14:20:57:14
050102.210724  hiroo   050102.210724.000  ATOTSUGAWA  2005:11:14:20:57:14

(a)

% head serid.0501
012465  050102.201943  050102.201943.001  jmapde  M1.5
012466  050102.205518  050102.205518.000  jmapde  M1.5
012467  050102.210611  050102.210611.000  hiroo   ATOTSUGAWA
012468  050102.210724  050102.210724.000  hiroo   ATOTSUGAWA

(b)

% head hypodb.0501
012465  2005 01 02 20 19 37.03  0.00 37.37900  0.000 138.96201  0.000  7.60  0.0  1.5 \
009 009 006  0.262  0.081 050102.201943 050102.201943.001 jmapde M1.5 C PART OF NIIGATA PREF
012466  2005 01 02 20 55 12.95  0.00 37.32283  0.000 139.00200  0.000  8.83  0.0  1.5 \
009 009 006  0.262  0.081 050102.205518 050102.205518.000 jmapde M1.5 C PART OF NIIGATA PREF
012467  2005 01 02 21 06  7.74  0.00 36.48801  0.078 137.46219  0.085  9.44  0.1  1.9 \
037 037 028  0.141  0.255 050102.210611 050102.210611.000 hiroo ATOTSUGAWA C PART OF TOYAMA PREF
012468  2005 01 02 21 07 18.29  0.00 36.48835  0.109 137.45972  0.135 10.41  0.2  0.5 \
013 013 012  0.062  0.134 050102.210724 050102.210724.000 hiroo ATOTSUGAWA C PART OF TOYAMA PREF

(c)

```

図 1. 検索用データベースファイルの作成例

(a) は WIN フォーマット検測ファイルの一覧表、(b) はそれに地震番号を付したものの、(c) は (b) を使用して表 1 に掲げる項目を出力したデータベースファイル。

成するデータベースは、波形データや検測データへのポインタを示しているだけで、波形や検測データそのものをデータベース内に取り込んでいるわけではない。

データベースの作成手順は以下のようにになっている。まず、検測ファイルの一覧表を作り、含まれる波形ファイルの時刻順にソートする。次に、この表の各エントリに、データベース内で一意となる地震番号を付す。最後に、各検測ファイルの内容を調べ、地震番号とともに必要な項目を出力する。図1には、データベースファイル作成における各ステップの中間ファイルと最終的なデータベースファイルの例を示す。データベースの作成は検索システムとは独立しており、データの更新等に同期して随時行われる。

SATSORT システムでは、表2に示すような検索パラメタを記述したテキストファイルを作成し、検索プログラムに渡すことで、主たる出力である震源リストのほか、ダウンロードすべき波形ファイルや検測ファイルのリストが作成される。図2に SATSORT システムでの実行例を示す。今回開発したシステムでは、検索プログラムを走らせる部分は、CGI からこのプログラムを呼ぶような構成とした。また、ダウンロードのためのファイルリストを使用して

必要なファイルを取得する部分は SATSORT システムでは専用のコマンドラインベースのプログラムが用意されているが、今回のシステムではこの機能は CGI に実装した。

表 2. コマンドライン型検索プログラムに与えるパラメタファイルの例

Parameter	Comment
dbname=hypodb.ktj	Data file name for serach
date1=20041101000000	Beginning of the period
date2=20060101000000	End of the period
npckmin=5	Min. number of total pick data
npmin=1	Min. number of p-pick data
nsmin=1	Min. number of s-pick data
latmin=34.903300	Southern margin of the area
latmax=34.96300	Northern margin of the area
lonmin=135.344700	Western margin of the area
lonmax=135.419900	Eastern margin of the area
depmin=0.000000	Min. value of the depth
depmax=8.000000	Max. value of the depth
magmin=2.500000	Min. magnitude
magmax=9.000000	Max. magnitude
dxmax=1.000000	Max. location error in EW (km)
dymax=1.000000	Max. location error in NS (km)
dzmax=2.000000	Max. location error in depth (km)
rmspmax=0.500000	Max. RMS residual of P travel time
rmssmax=1.000000	Max. RMS residual of S travel time
useautopick=0	Use automatic location of not
hypofile=satsort.out	Output file name

```

% cat satsort2.prm
dbname=hypodb.ktj
date1=20050101000000
date2=20050201000000
npckmin=5
npmin=1
nsmin=1
rmspmax=1.000000
rmssmax=1.000000
hypofile=satsort2.out

% satsort2 satsort2.prm
951 records found out of 181994 records.

% head -5 satsort2.out
194421 2005 01 01 01 44 30.08 36.53544 137.54353 7.640 0.7 E PART OF TOYAMA PREF
194424 2005 01 01 02 00 10.08 36.35353 137.62347 4.490 0.6 N PART OF GIFU PREF
194441 2005 01 01 05 45 26.84 35.82479 137.01311 4.430 1.1 C PART OF GIFU PREF
194451 2005 01 01 07 58 29.54 36.45779 137.60217 3.070 0.9 E PART OF TOYAMA PREF
194455 2005 01 01 10 24 11.85 35.75063 136.87341 9.710 0.9 C PART OF GIFU PREF

% head -5 satsort.wav
194421 050101.014431 050101.014431.000 (hiroo) E PART OF TOYAMA PREF
194424 050101.020012 050101.020012.000 (hiroo) N PART OF GIFU PREF
194441 050101.054538 050101.054538.000 (hiroo) C PART OF GIFU PREF
194451 050101.075832 050101.075832.000 (hiroo) E PART OF TOYAMA PREF
194455 050101.102427 050101.102427.000 (hiroo) C PART OF GIFU PREF

```

図 2. コマンドライン型検索プログラムの実行例

(a) は検索に使用するパラメタファイル、(b) は (a) を用いてコマンドライン型検索プログラムを実行したところ、(c) は検索結果の震源リスト、(d) は同時に出力されるダウンロードすべきファイルのリスト。

ウェブベースでの検索とダウンロードのためのシステム

ウェブ上で対話的に検索とダウンロードを行うための CGI を perl で記述した。図 3-1 に起動画面の例を示す。これは、歪集中帯自然地震合同観測（歪集中帯大学合同地震観測グループ，2005）のデータサーバに実装したプロトタイプでの例である。ユーザ認証を行うのは、複数ユーザが同時に利用することを考慮して、各ユーザの作業領域を分離するためである。

図 3-2 はトップページで、このシステムの利用方法を説明しているとともに、検索パラメタの入力を行うページである。パラメタを入力して検索を実行すると、図 3-3 のよ

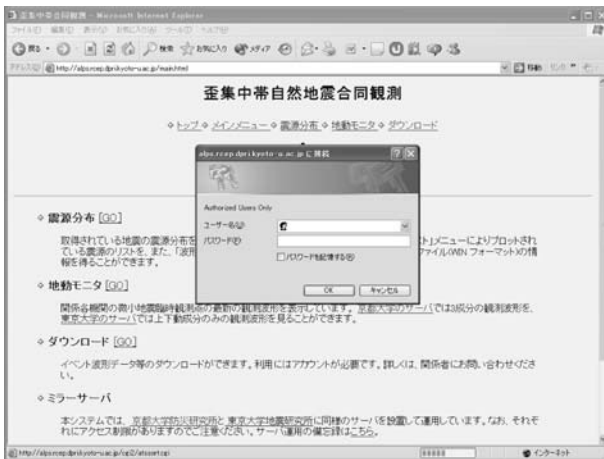


図 3-1. ウェブベースの検索画面のユーザ認証

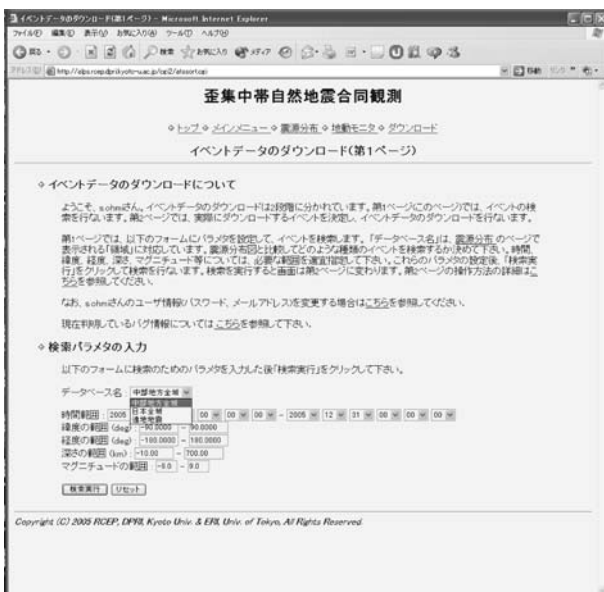


図 3-2. 検索パラメタの入力画面
複数種類のデータベースから必要なものを選択することができる。

うな画面になる。これは、ダウンロードするデータの総量を調節するためのページである。データベースの母集団が大きいため、検索パラメタの設定によっては大量のイベントがヒットする事態も想定され、そのような場合にはダウンロードのためのシステムへの負荷が大きくなり望ましくない。そのため、あらかじめ、一回にダウンロードできるデータ容量を決めてあり、検索の結果、ダウンロードするデータ容量がこの制限を超える際には警告を発し、制限内

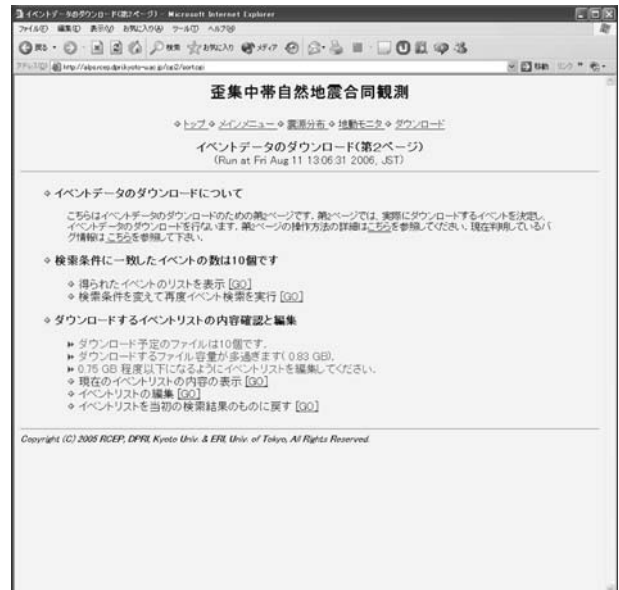


図 3-3. ダウンロードファイルの容量調整画面
システムへの負荷を軽減するため、ダウンロードするファイルの総量が一定値以内に収まるように調整を行う画面。

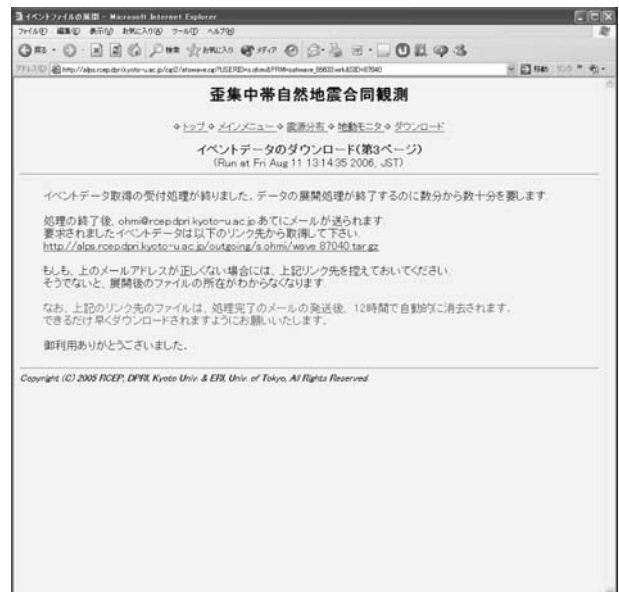


図 3-4. ファイルダウンロードのジョブ投入後の画面
コピーするファイルの tar-ball の URL 等を示す。

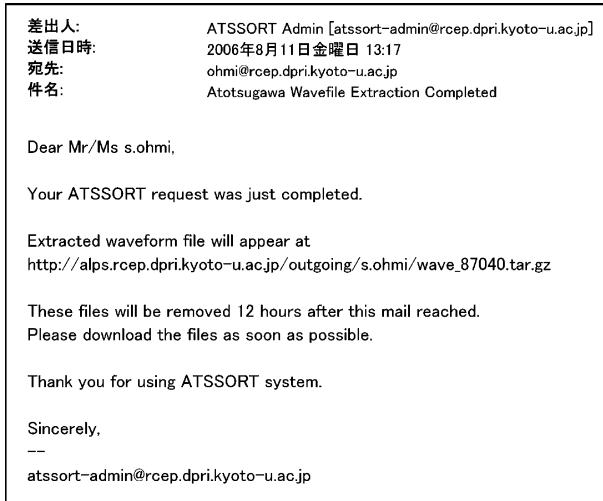


図 4. ファイルのダウンロードの準備が整ったことを通知するメールの例

に取まるようにパラメタの調整を行うことをユーザに促す。ダウンロード容量が制限内の時のみ、実際のデータコピー作業が許可される。

データのダウンロードのジョブが投入されると図 3-4 のような画面が表示され、ダウンロードしたファイルのリンク先が表示される。実際のダウンロード用ファイルの作成には一定時間を要するため、リンク先をあらかじめ表示しておき、ファイル作成作業が終了するとユーザにメールで通知する。作業領域の膨張を防ぐため、作成されたダウンロード用ファイルは一定時間が経過すると自動的に消去されるようになっており、ユーザに発信されるメールは、ファイルのリンク先とともに制限時間内にダウンロードを行うようにユーザに促す内容になっている (図 4)。

本システムの運用の実例

本システムは、京大防災研で試験的に運用を始めているほか、図 3 で示したように歪集中帯合同観測の自然地震観測 (歪集中帯大学合同地震観測グループ, 2005) のデータサーバ上でもプロトタイプが稼動している。歪集中帯合同観測では、多点の定常および臨時微小地震観測点のデータを取得しており、独自に地震のトリガ判定を行って取得するデータのほか、気象庁カタログや QED カタログに基づくイベントデータも収集している。本システムでは、これらを別々のデータベースとして管理し、かつ、新しいイベントの発生とともにデータベースの更新を行いながらユーザにデータを提供している。

おわりに

WIN フォーマットで保存されているデータを、ウェブ上で対話的に検索しながら、ダウンロードするシステムを試作した。京大防災研で試作システムが稼動しているほか、歪集中帯合同観測のデータサーバ上でもプロトタイプが稼動している。本システムでは、検索対象となるデータベースを複数用意できることから、たとえば、定常地震観測と臨時地震観測等、別々のプロジェクトで作成されたデータセットを、単一のシステム上に搭載して検索することができる。京大防災研では、WIN フォーマットで蓄積された定常地震観測や種々の合同観測のデータだけでなく、WIN フォーマット以前のデータについても、フォーマットを変換することにより本システムに搭載する作業を進めている。

謝辞: 本報告の投稿の機会を与えてくださった、飯高隆先生に感謝いたします。

文献

- Hirata, N., S. Ohmi, S. Sakai, K. Katsumata, S. Matsumoto, T. Takanami, A. Yamamoto, T. Iidaka, T. Urabe, M. Sekine, T. Ooida, F. Yamazaki, H. Katao, Y. Umeda, M. Nakamura, N. Seto, T. Matsushima, H. Shimizu and Japanese University Group of the Urgent Joint Observation for the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake., 1996, Urgent joint observation of aftershocks of the 1995 Hyogo-ken Nanbu earthquake., *J. Phys. Earth*, **44**, 317-328.
- 大学合同地震観測班 (GROUPS-95), 1996, 1995 年兵庫県南部合同地震観測, 地球惑星科学関連学会 1996 年合同大会予稿集, A 21-P07.
- 大学合同観測班 (GROUPS-96), 1997, 1996 年飛騨地域総合観測一広域テレメータ観測結果 (序報), 地球惑星科学関連学会 1997 年合同大会予稿集, I31-P04s.
- 歪集中帯大学合同地震観測グループ, 2005, 歪集中帯を中心とする大学合同地震観測一跡津川断層域を中心として一, 震研彙報, **80**, 133-147.
- 大見士朗, 1999, WIN フォーマット地震波形・検出データの検索システムの試作, *地震*, **52**, 91-94.
- 大見士朗・渡辺邦彦・平野憲雄・中川 渥・竹内文朗・片尾浩・竹内晴子・浅田照行・小泉 誠・伊藤 潔・和田博夫・澁谷拓郎・中尾節郎・松村一男・許斐 直・近藤和男・渡辺晃, 1999, 微小地震観測網 SATARN システムの現状と概要, 京都大学防災研究所年報, **42** (B-1), 45-60.
- 西南日本大学合同地震観測グループ, 2002, 西南日本における大学合同地震観測, 日本地震学会講演予稿集 2002 年度秋季大会, P004.
- ト部 卓・石桁征夫・溝上 恵, 1990, 新世代の微小地震テレメータ・システムの試み 一2. 波形データの分散処理一, 地震学会講演予稿集, No. 2, C67.
- ト部 卓・東田進也, 1992, win一微小地震観測網波形観測支援のためのワークステーション・プログラム (強化版), 地震学会講演予稿集, No. 2, P41.
- ト部 卓, 1994, 多チャンネル地震波形データのための共通フォーマットの提案, 地震学会講演予稿集, No. 2, P24.