

## 短期地震研究のための統合的なマルチデータベースの設計

豊島良美\* 石川千里\*\* 高田雅美\*\* 城和貴\*\*

\*奈良女子大学理学部情報科学科 \*\*奈良女子大学大学院人間文化研究科

### 概要

本稿では、既存の地電流を用いたオンラインシステムに、データベース機能を追加するための設計について述べる。地震による被害を減少させるためには、高精度な短期地震予測が不可欠である。予測を高精度に行うためには、様々な観測データを使用しなければならない。この際、いかに膨大なデータを効率的に扱えるかが問題となるが、多くのデータを効率的に扱うためにはデータベースを作成して利用すれば良い。

## Design of an integrated multi-database system for short-term earthquake prediction

Yoshimi Toyoshima\* Chisato Ishikawa\*\* Masami Takata\*\* Kazuki Joe\*\*

\*Nara Women's University, Faculty of Science, Department of Information and Computer Sciences

\*\*Nara Women's University, Graduate School of Humanities and Sciences

### Abstract

In this paper, we present the design of database functions for our online system that analyses telluric current data. Highly precise short-term earthquake predictions are necessary to avoid the damage in earthquakes. To make the highly precise predictions, we should use various observation data. In this case, it becomes a problem how we can treat enormous data effectively. To solve the problem, we construct databases and use the databases.

### 1. はじめに

日本は地震国である。内閣府の防災白書によると、ここ 10 年の間に世界で発生したマグニチュード 6 以上の地震のうち、約 2 割が日本で起こっている[12]。また、近い将来、大規模な地震が起こるであろうとも言われている。こうした地震による被害を最小限に食い止めるためには、正確な地震予測、それも短期的な予測が必要である。

現在、我々は短期地震予測について研究している。精度の高い予測を行うための方法として、様々な観測データを利用するデータマイニングが挙げられる。データマイニングを効率よく行うためには、観測値データを統合的に扱うデータベースシステムを構築すべきである。観測値の 1 つに地電流がある。本稿では、このデータベースシステムに含まれる地電流に関するデー

タベースについて述べ、その検索システムを開発する。

2 章では、地電流データを用いた地震予測について説明する。3 章において、短期地震予測のためのシステムの概要について述べる。4 章では、地電流データベースの構築とその検索システムについて提案する。

### 2. 地電流データを用いた短期地震予測

地震の数週間から数時間前には岩石圧縮・破壊による矩形波の電流が地面で発生する。VAN 法は、地面に埋めた複数の測線を用いて、地面を流れる電流を観測し、矩形波を検出することで地震予測を図る地震短期予測法である。[1]

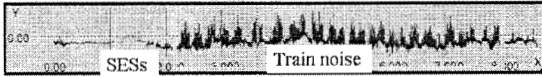


図 1：日本で観測された 1 日分の地電流

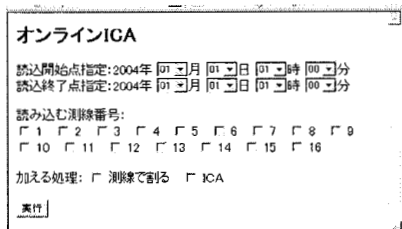


図 2：既存のシステムのインターフェース

図 1 は、実際に日本で観測された 1 日分の地電流をグラフにしたものである。日本で観測される地電流には、矩形波よりも強力なノイズが含まれており、目視での解析が困難である。この問題を解決するため、地電流データに工学的的手法を適用し地震予測を図る研究が行われている。[2]

この研究の一環として、工学的手法の 1 つである ICA を地電流データに適用し、適用結果をグラフで表示させるというオンラインシステムの構築がある。[11]

このシステムは、データベース機能を持たないため、地電流データとして、2004年に松代観測所で観測されたデータのみを登録している。しかし、地電流データ全体は、非常に膨大であるため、データを管理するシステムが必要である。図 2 は既存のシステムのインターフェースであるが、このインターフェースは、データ検索を補助する機能を持っていない。

### 3. 地震予測のためのオンラインシステム

#### 3.1 データベースを適用するオンラインシステムの全体像

システムは図 3 のようになる。図の色つき部分が本稿で述べる新しく追加する部分である。

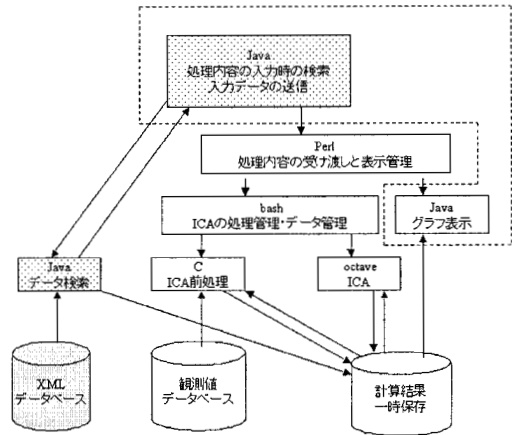


図 3 オンラインシステムの全体像

図 3 の点線で囲んでいる部分は、ユーザが直接目にする部分となり、他の部分はサーバ内部での処理になる。システムフローの概要は、以下ようになる。ユーザによって検索条件が選択され、その条件を元に XML ファイルの検索を行った後、条件と検索結果を一時ファイルに保存する。その後、Perl, bash, C での前処理, ICA の順に処理を加え、最終的な結果をアプレットで表示する。

#### 3.2 オンラインシステムのためのデータシステム

利用する地電流のデータは、観測所名・データの種類などの属性と、観測した地電流の値の 2 種類に大きく分ける事ができる。作成するデータベースでは、前者を XML ファイル、後者をバイナリファイルとして保存する。観測値データは、膨大な数値データである。そのため、記憶コストが低く、シークが可能なバイナリファイルが適している。

XML ファイルは図 4・5・6 のように 3 種類作成する。各 XML ファイルに記述する内容は図の通りであり、図 4 は観測所ごとに共通の情報、図 5 はデータタイプごとに共通の情報、図 6 は観測所とデータタイプごとの情報の関係を示している。長方形はタグ、ひし形は属性、楕円はデータを示し、\* の付いているものは複数列挙する可能性のあるものである。

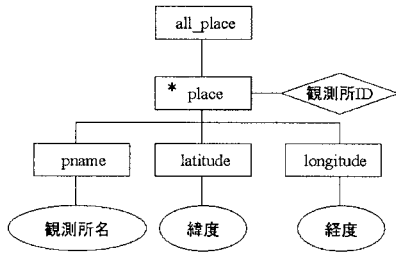


図 4 観測所 XML

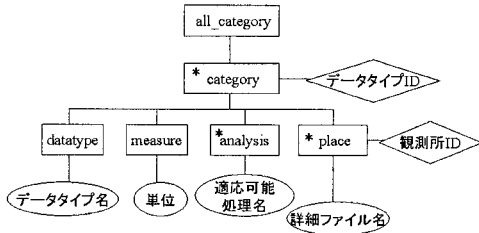


図 5 データタイプ XML

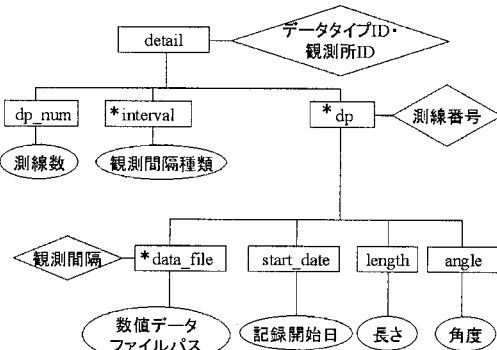


図 6 詳細 XML

図 4・5 は各 1 ファイルずつ，図 6 は複数のファイルを作成する。

バイナリファイルは，計測機器 1 つにつき 1 ファイル作成し，観測値データのみ記述する。

4. 地電流データベースシステムのためのインターフェースと検索システム  
 インターフェースと検索プログラムを開発するにあたり，Java を適用する。Java は JSP・サーブレットを利用する事で動的に HTML を出力する事ができ，選択した結果を反映させて表

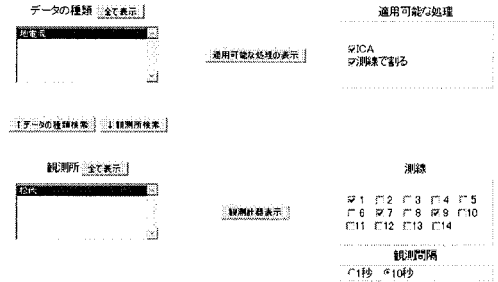


図 7 トップページ

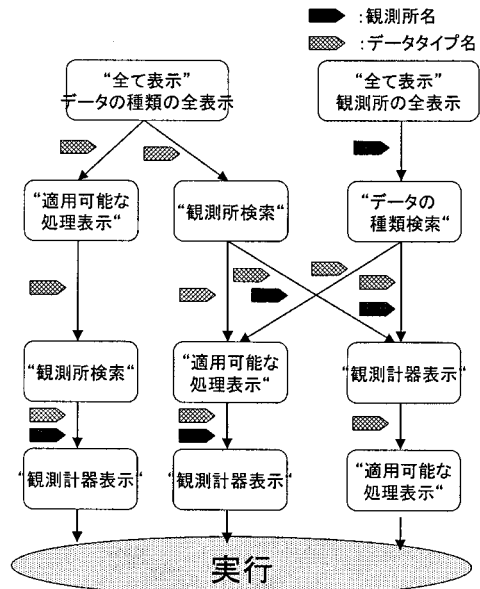


図 8 操作の流れ

示する事が容易に行える。さらに XML ファイルを検索するための API も標準で備えているので，別途 XML パーサを用意する手間を省く事ができる。

図 7 は，地電流データの入力用インターフェースを表す。インターフェース上の各ボタンは，図 8 のフローチャートの順に利用する。

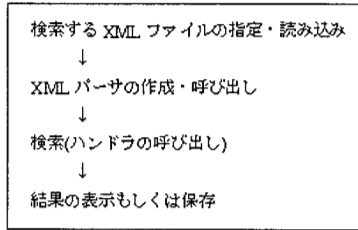


図 9 プログラムの流れ

図 8 において、四角形と楕円はインターフェース上のボタンを表し、矢印はボタンを選択する順序を示す。あるボタンから次のボタンの選択に進むためには、矢印の横にあるフラグの情報が必要となる。ここで、白と黒のフラグは、それぞれ、データタイプと観測所のデータを表す。ユーザは、まず、データの種類又は観測所のどちらかの“全て表示”ボタンをクリックして全表示させる。次にグラフを表示させるための条件を図 8 の順に選択していき、最後に“実行”ボタンをクリックする。

それぞれのボタンをクリックする事によって呼び出される検索プログラムは図 9 のような流れで動作する。

## 5. まとめ

本稿では、これまでに構築されたオンラインシステムへのデータベース機能の追加について述べた。提案したデータベースは、既存のシステムとは違い、データの増加に対処する事が容易にできる。また、観測所名等と、観測値データを別に保存・検索できるため、部分的なデータを取り出す事もできる。これにより、開発予定の地電流以外の FM 波等のデータも含めた予測を行う時にも役立つと思われる。

今後の課題として、入力部分において、多くのユーザが同じ検索を繰り返す場合の効率を考慮していく予定である。

## 参考文献

[1] Uyeda, S.: Introduction to the VAN method of earthquake prediction, *Critical Review of Van*, Sir Lighthill, J.(Ed.), pp.3-28, World Scientific,

London, Singapore(1996).

[2] Fukuda, K., Koganeyama, M., Shoumo, H., Nagano, T. and Joe, K.: Detecting Seismic Electric Signals by LVQ based Clustering, PDPTA2001, pp.1305-1311(2001).

[3] 小金山美賀, 長尾年恭, 城和貴. ニューラルネットを用いた地電流データからの電車ノイズ除去, 情報処理学会論文誌:数理モデル化と応用, Vol.42, No.SIG14, pp.124-133 (2001).

[4] 小金山美賀, 庄野逸, 長尾年恭, 城和貴. ICA を用いた地電流データからの電車ノイズおよび地震前兆シグナルの分離, 情報処理学会論文誌:数理モデル化と応用, Vol.43, No.SIG7, pp.92-104(2002).

[5] 沢小百合, 小金山美賀, 庄野逸, 長尾年恭, 城和貴. ICA を用いた 2 観測点の地電流データに影響を及ぼす電車ノイズの抽出とその統計的評価, 情報処理学会研究報告:数理モデル化と問題解決, MPS42-24, pp.95-98(2002).

[6] Blaschke, T. and Wiskott, L. CuBICA: Independent Component Analysis by Simultaneous Third- and Fourth-Order Cumulant Diagonalization. (2003).

[7] 村田昇 入門独立成分分析 電機大出版局(2004).

[8] 増永良文 リレーショナルデータベース入門サイエンス社(2003).

[9] 石川千里, 長尾年恭, 城和貴. ICA を用いた新潟中越地震前駆的シグナルの抽出, 情報処理学会 第 53 回 数理モデル化と問題解決(MPS)研究会, MPS04-53, pp.61-65 (2005)

[10] Ishikawa, C., Watanabe, C., Nagao, T. and Joe, K.: Extracting Seismic Electronic Signals from the Telluric Current Data for the Nigata Chuetsu Earthquake by ICA, Vol.11,PDPTA, pp.488-494(2005)

[11] Ishikawa, C., Kamo, H., Nide, N., and Joe, K.: Design of an Integrated Database System for Short-term Earthquake Prediction, vol.II,PDPTA, pp.853-859, 2006.

[12] 内閣府 平成 18 年版 防災白書

<http://www.bousai.go.jp/hakusho/h18/index.htm>