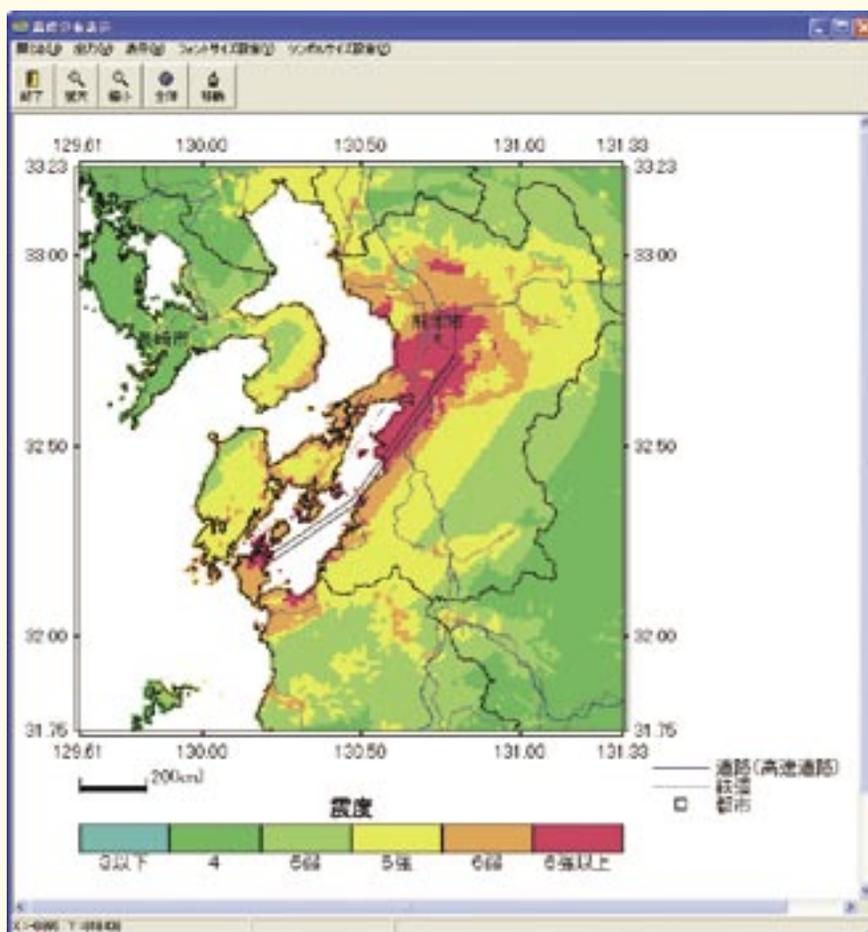


距離減衰式による地震動予測ツールの開発

Development of Estimation Tools for Earthquake Ground Motion by Empirical Attenuation Relations



距離減衰式による地震動予測ツールの開発

先名 重樹*・藤原 広行*

Development of Estimation Tools for Earthquake Ground Motion by Empirical Attenuation Relations

Shigeki SENNA and Hiroyuki FUJIWARA

**Disaster Prevention System Research Department,
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan
senna@bosai.go.jp, fujiwara@bosai.go.jp*

Abstract

Recently, the number of analysis cases has increased according to the earthquake ground motion estimation of a local government and national projects, etc. However, it is not in the situation in which the earthquake ground motion estimation results can be examined enough in still a lot of laboratories and private companies. The tools are development for the efficiency improvement of the setting though the system that calculates the earthquake ground motion estimation and the earthquake ground motion by the distance attenuation relationship system(1) and the hybrid method system(2) is being developed by NIED as for it. The process of the investigation can be shortened in using the above-mentioned system. It was executed for (1) that had been shown about the development of an easy, comprehensible GUI tool in this research material.

Key words : Attenuation relations, Software, Analysis system

近年、国家プロジェクトや地方自治体等による地震動予測に関する解析事例が増えてきている。しかしながら、地震動予測の解析や解釈における敷居は未だ高く、多くの研究機関および民間企業においては、正しく計算された地震動予測結果を十分に検討できる状況にはない。また、地震動予測に関するソフトウェア等の整備状況および流通状況は良好とはいえず、解析はおろか、解析にいたるまでの過程の効率化を目的とした開発が十分に検討されている状況とはいえない。防災科学技術研究所においては、当初より地震動予測を目的とした距離減衰式による地震動予測や地震波形を計算するハイブリッド法（詳細法）等を用いてきたが、広域の面的な震度分布の推定を行う際に、膨大な数の断層面やパラメータの設定を、限られた時間と人数で実施しなければならない為、地震動予測結果作成の全面的な効率化を行う必要に迫られた。この状況を打開するため、地震調査研究推進本部の長期評価の公表結果において現実的な断層面の設定の実現、および、その断層面における解析パラメータの設定方法、解析結果のデータベースへの登録(J-SHIS)の効率化を目的として、(1)想定地震断層面を簡単に設定でき、距離減衰式における地震動予測結果を計算・表示・ファイル出力の出来るシステムの開発（距離減衰式による地震動予測ツール）、(2)断層面を簡単に設定でき、ハイブリッド法用のパラメータを自動排出および計算・表示・ファイル出力の出来るシステムの開発（詳細法ツール）の2つを目指し、誰でも簡単に地震動予測を行えるシステムの構築を実施した。

上記に示すシステムのうち、本研究資料においては、(1)距離減衰式による地震動予測を行えるソフトウェアについて、より簡単に分かりやすいGUIツールの開発を実施、マニュアルとともにここに公開するものである。本研究資料のツールをより多くの微動調査に係る研究者・技術者・学生等に利用していただきたいと考える。

*独立行政法人 防災科学技術研究所 防災システム研究センター

1. 総合目次と各章の概要

本研究資料は、作成したソフトウェアとそのマニュアルを基本構成としています。構成内容と項目の概要は以下の通りです。特に4章のマニュアル部は、資料検索としての利便性を高めるため、本研究資料の全体の構成に対して、別途詳細な目次を付けてあります。

(pp.)

1. 総合目次と各章の概要(本章) 1

2. ツールの概要(収録内容) 2

3. ソフトウェア利用規約 3

本ソフトウェアに関する利用規約について記載しています。

4. 距離減衰式による地震動予測ツール操作マニュアル 5

本ツールは、距離減衰式(司・翠川(1999))による距離減衰式の計算を基本とし、簡単な断層面の設定や、地表の震度分布、条件付き確率、暴露人口分布等の結果の表示・データファイル出力等が出来るツールであり、本章はそのツールの操作マニュアルです。(頁数60p)

5. 参考論文 64

ソフトウェアを作成する際に使用した参考論文等を掲載しています。

6. 謝辞 66

2. ツールの概要(収録内容)

◎本研究資料のツールの概要 (同梱しているツールについての説明)

同梱のCDには、「gui_attenuation_setup」・「sample_data」・「インストールマニュアル」が入っています。「インストールマニュアル」に従ってインストールを行ってください。

1. 距離減衰式による地震動予測ツール「gui_attenuation(gui_atte)」

想定地震断層面に対して2種類の断層設定方法(矩形・点震源)について簡単に設定可能で、防災科学技術研究所の地震動予測地図閲覧ホームページ「J-SHIS」からダウンロードできる最新の地盤増幅率データおよび断層パラメータより、地表の速度・震度分布、条件付き確率計算結果、条件付き確率計算による暴露人口分布図等の予測結果を計算・表示・結果ファイル出力の出来るツールである。尚、結果の入出力のデータのフォーマットは、前述のJ-SHIS形式に準拠しており、誰でも簡単に距離減衰式による地震動予測(予測地図作成)を行えるシステムである。

尚、本ソフトウェアは以下の環境で動作します。

- ・動作環境(推奨)

OS: Microsoft Windows 2000 Professional / Windows XP Professional SP2

動作言語: 日本語

3. ソフトウェア利用規約

下記に、本研究資料のソフトウェア利用規約について記す。

防災科学技術研究所 研究資料第314号 距離減衰式による地震動予測ツールの開発 利用規約

本利用規約書は、独立行政法人 防災科学技術研究所が配付する本研究資料のソフトウェアを利用者が使用する際の条件を記した利用規約書です。本ソフトウェアをご使用になった場合は、本利用規約書のすべての条件に合意したことを意味します。尚、利用者が、この条件に同意されない場合は、本ソフトウェアを使用せずに破棄・返却しなければなりません。（独）防災科学技術研究所は、本利用規約に反する以外は、利用者に対し、無償で本ソフトウェアを使用する権利を許諾します。

第1条 ソフトウェアを使用した場合の記載事項

利用者は、本ソフトウェアの紹介および解析結果を他の作成資料等に転載・引用された場合は、その旨を謝辞等に明記して下さい。

また、このソフトウェアの解析結果を用いて作成された学术论文・報告書等で、印刷物が出版・作成された場合は、本報告書を参照した旨を参考論文等に記載し、コピーおよびPDF等を下記に送って下さい。これには、学会講演の予稿集等も含まれます。

<送付・連絡先>

〒305-0006 茨城県つくば市天王台 3-1

独立行政法人 防災科学技術研究所

防災システム研究センター

研究資料314号「距離減衰式による地震動予測ツールの開発」

（担当：先名重樹）

E-mail : senna@bosai. go. jp

第2条 ソフトウェアおよびデータの確認

本ソフトウェアは（独）防災科学技術研究所の研究・業務による成果物です。解析結果等は十分に検討しておりますが、解析の方法やデータの入力如何によっては、間違いが発生する可能性があります。また、バグ等により結果が異なる可能性があります。

※ バグ等が確認される場合は、お手数ですが、上記「第1条」に記載された連絡先にご連絡下さい。

第3条 利用の制限

利用者は、本ソフトウェアおよび本ソフトウェアを利用した解析結果等の成果物を自由に頒布、譲渡、貸与、販売することはできません。

第4条 サービスの内容等

法律等に違反する目的で本ソフトウェアを利用することを一切禁じます。また、他人の権利を侵害する目的での利用、公序良俗に反するような利用についても一切禁じます。上記制限事項に反した場合、本ソフトウェアの利用に制限を加える場合があります。

第5条 免責事項

本ソフトウェアの利用については、利用者の判断と責任に委ねられているため、事由の如何を問わず、利用に関して利用者又は第三者に生じた損害については、利用者がその全ての責任を負うものとし、（独）防災科学技術研究所は、一切の責任を負いません。

第6条 その他

本ソフトウェアの利用規約に関しては、日本法が適用されるものとします。

4. 距離減衰式による地震動予測ツール操作マニュアル

本章は、本研究資料の「距離減衰式による地震動予測ツール」の操作マニュアルである。本ツールは、防災科学技術研究所による研究成果であり、ツールの絵の体裁や入出力ファイル形式は、J-SHIS (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>) に準拠している。

<目次>

1 解析の流れ	7
2 起動画面	8
3 断層パラメータの読込	11
4 地図上での確認	13
4.1 描画範囲の設定	13
4.2 表示内容の変更	14
4.3 フォントサイズ設定	15
4.4 シンボルのサイズ	16
5 解析	17
5.1 $V_s=600(\text{m/s})$ における最大速度の計算	17
5.2 増幅率の計算	17
5.3 計測震度の算出	17
5.4 条件付き確率の計算	18
6 解析結果の表示	21
6.1 地盤増幅率	21
6.2 震度表示	23
6.3 地表最大速度	24
6.4 工学的基盤最大速度	24
6.5 条件付き確率	25
6.6 暴露人口・暴露人口期待値	26
7 J-SHIS ファイルの出力	28
8 J-SHIS 結果ファイルの読込	29
9 設定ファイルの保存	31
9.1 増幅率ファイルの設定	31
9.2 凡例色の設定	32
9.3 観測点ファイルの設定	33
9.4 観測点ファイルの読み込みによる結果の表示について	34
10 断層面形状の作成(複数断層面の作成ロジック)	35
10.1 主断層面の下に副断層下端線がある場合	35

10.2	三角形の断層面を作成する際の断層上端の処理	36
10.3	主断層下端線と副断層下端線が交差し、Dip が等しい場合	37
10.4	主断層上端線と副断層上端線が交差し、Dip が等しい場合	38
10.5	主断層下端線と副断層下端線では交差しないが、交わる場合	39
11	断層最短距離の計算方法.....	40
11.1	三角形の形状	40
11.2	四角形(同一平面上)	41
11.3	ねじれの位置	41
12	断層の主副(主断層・副断層)関係の定義と設定について.....	42
13	ファイルフォーマットについて.....	47
13.1	入力フォーマット	47
13.1.1	断層モデルパラメータファイル(矩形断層)	47
13.1.2	断層モデルパラメータファイル(非矩形断層)	48
13.1.3	地盤増幅率ファイル(J-SHIS 形式:Z_AMP-****.csv)	49
13.2	入出力フォーマット.....	53
13.2.1	MAP ファイル(J-SHIS 形式:S_KLIST_MAP-****.csv) の規約について	53
13.2.2	FAULT ファイル(J-SHIS 形式:S_KLIST_FAULT****.csv)の規約について.....	57
13.3	カラーパレットファイル(GMT 形式)	61
13.3.1	微地形区分のカラーパレットファイルフォーマット.....	61
13.3.2	その他のカラーパレットファイルフォーマット.....	62
13.4	観測点ファイル(任意形式)	62

1 解析の流れ

地震調査研究推進本部による長期評価に基づいた断層形状評価結果をもとに、断層モデルの設定を行う。計算に必要なパラメータは、距離減衰式に基づく予測震度計算に必要な断層パラメータであり、矩形と非矩形(点震源)の2種類を設定することができる。入力パラメータは事前に作成したものを読み込むことが可能で、そのファイルフォーマットについては、本マニュアルの13.1.1, 13.1.2章を参照されたい。

解析は、以下の流れによる。

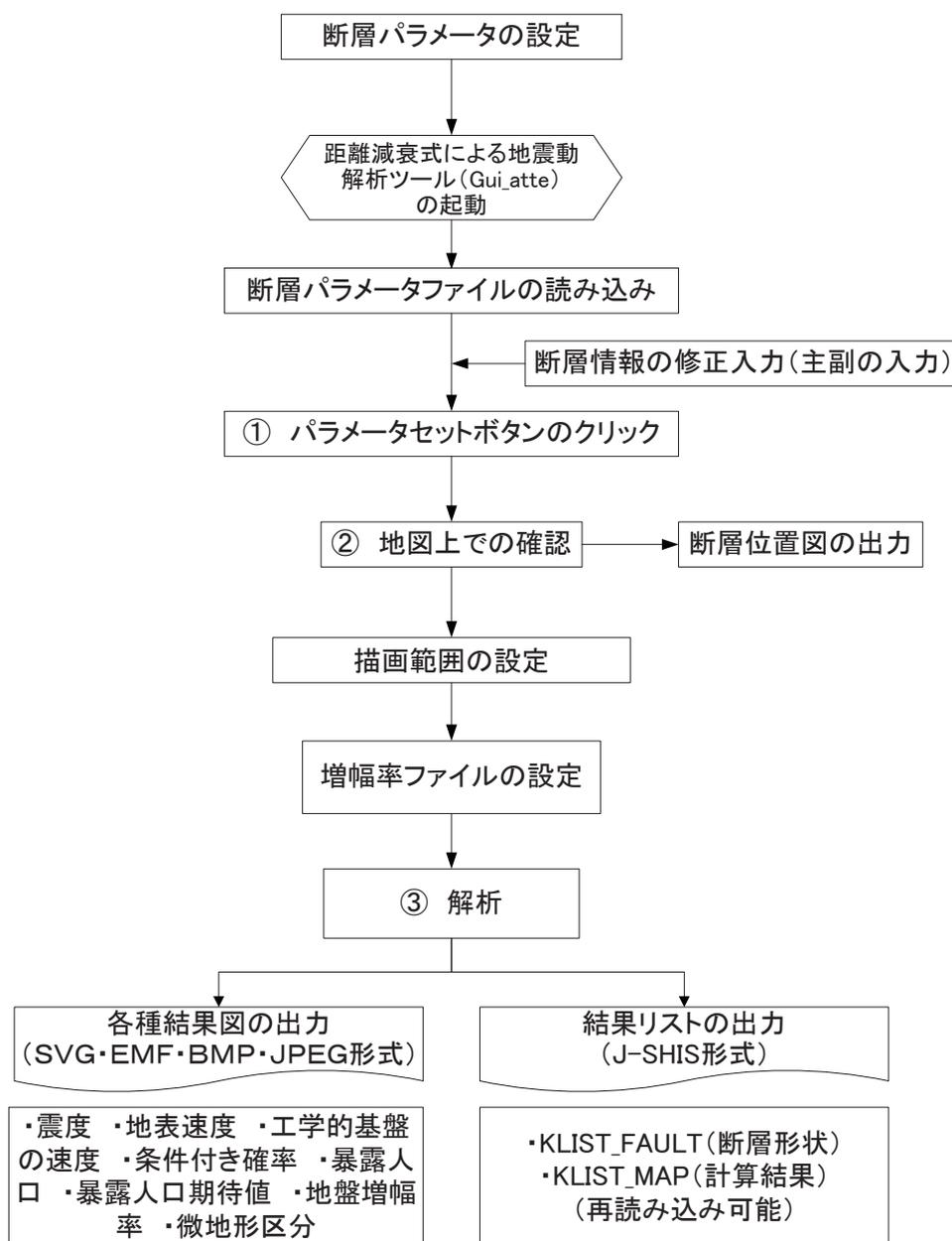


図 1-1 解析のフロー

2 起動画面

起動時には、「gui_atte250.ini」に記述された情報を読み込み、読み込まれた内容を初期表示として立ち上がる。震度の色は防災科学技術研究所（NIED）の指定色であり、ソース内部で行っているため変更できない。

微地形区分図の色については、「bitikei_color2.csv」を実行ファイル直下の cpt フォルダにおいておくことにより読み込まれる。「gui_atte250.INI」ファイルが存在しない場合、仮の値として次の初期設定値が代入されるように設定している。

[CptFiles]

AmpCpt=C:\Program Files\¥f_tool¥gui_att¥cpt¥CPT_COMMON_Z_AV.cpt

VelCpt=C:\Program Files\¥f_tool¥gui_att¥cpt¥CPT_COMMON_S_XX.cpt

PrbCpt=C:\Program Files\¥f_tool¥gui_att¥cpt¥jyoken.cpt

ElvCpt=C:\Program Files\¥f_tool¥gui_att¥cpt¥topo.cpt

PopCpt=C:\Program Files\¥f_tool¥gui_att¥cpt¥population.cpt

AvsCpt=C:\Program Files\¥f_tool¥gui_att¥cpt¥seis_s_velocity.cpt

MtgCsv=C:\Program Files\¥f_tool¥gui_att¥cpt¥bitikei_color.csv

[Stations]

FileName=.¥sta_file¥sample.csv

[AmpFiles]

FileOrFolder=0

AmpFile=.¥Z_JAPAN-AMP-VS400.csv

[DrawRange]

DrawRangeFlg=0

DrawRangeDist=50

DrawRangeSWLat=0

DrawRangeSWLon=0

DrawRangeNELat=0

DrawRangeNELon=0

[Parameter]

FaultName=

FaultNumber=

FaultMw=-6.8

CaseName=

LineNum=1

CorP=1

Line_1_LonSurf=138.4917

Line_1_LatSurf=35.5517
Line_1_DepU=3
Line_1_Length=32
Line_1_Width=18.7
Line_1_Strike=62
Line_1_Dip=30
Line_1_MainOrSub=0
[ParameterFile]
FileName=

[Parameter]セクションでは、矩形断層の場合と非矩形断層（点震源の集合）の場合で記載がことなり、CorPパラメータで判断を行っている。矩形断層のパラメータの場合は以下のような記述となる。

[Parameter]
FaultName=F9101
FaultNumber=909101
FaultMw=-6.8
CaseName=CASE1
LineNum=1
CorP=1
Line_1_LonSurf=130.68146
Line_1_LatSurf=33.58114
Line_1_DepU=2
Line_1_Length=36
Line_1_Width=16
Line_1_Strike=326.7
Line_1_Dip=90
Line_1_MainOrSub=1

非矩形（点震源）のパラメータの場合は、以下のような記述となる。

[Parameter]
FaultName=FP6210
FaultNumber=62101
FaultMw=-8
CaseName=AMIYA
LineNum=3

CorP=2
 Point_1_Code=62101
 Point_1_Mw=-7.6
 Point_1_Depth=30
 Point_1_ElemNum=142
 Point_1_Comments=miyagi-a1
 Point_2_Code=62102
 Point_2_Mw=-7.4
 Point_2_Depth=30
 Point_2_ElemNum=90
 Point_2_Comments=miyagi-a2
 Point_3_Code=62103
 Point_3_Mw=-7.8
 Point_3_Depth=20
 Point_3_ElemNum=408
 Point_3_Comments=miyagi-b

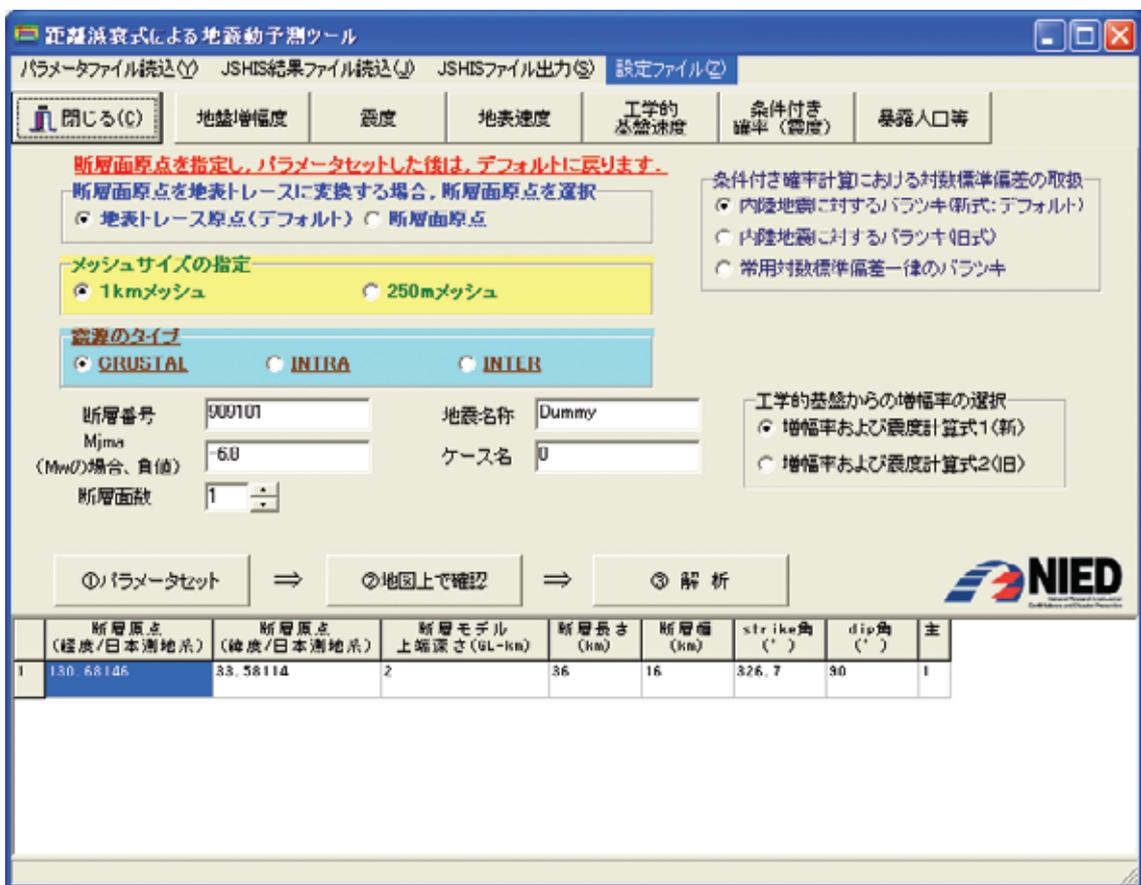


図 2-1 初期画面

3 断層パラメータの読込

パラメータファイルの読込では、矩形断層、点震源断層パラメータを読み込み表示する。この際、パラメータファイルの有効データの2行目のパラメータ数（矩形断層の場合3個、点震源の場合5個）によって、データ種別を自動的に判別する。以下の青字で示した部分が判断する行である。矩形断層では、原点指定のダイアログが有効であるが、点震源では無効となる。「①パラメータセット」ボタンを押すことで、パラメータがセットされる。

【矩形断層の場合】

LTE_SPC_100F_SONEKYURYO_0,1
104010,-6.8,1

【点震源の場合】

FP6210_AMIYA,3,-8.0
62101,-7.6,30.0,142,miyagi-a1

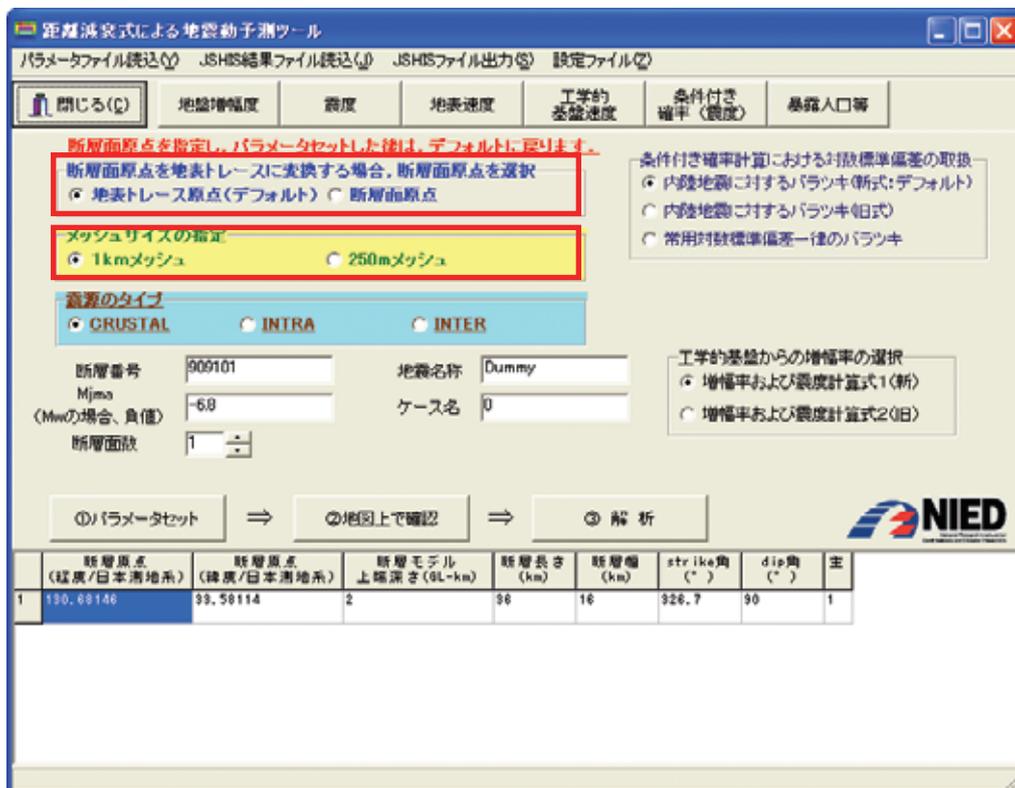


図 3-1 矩形パラメータ読込画面

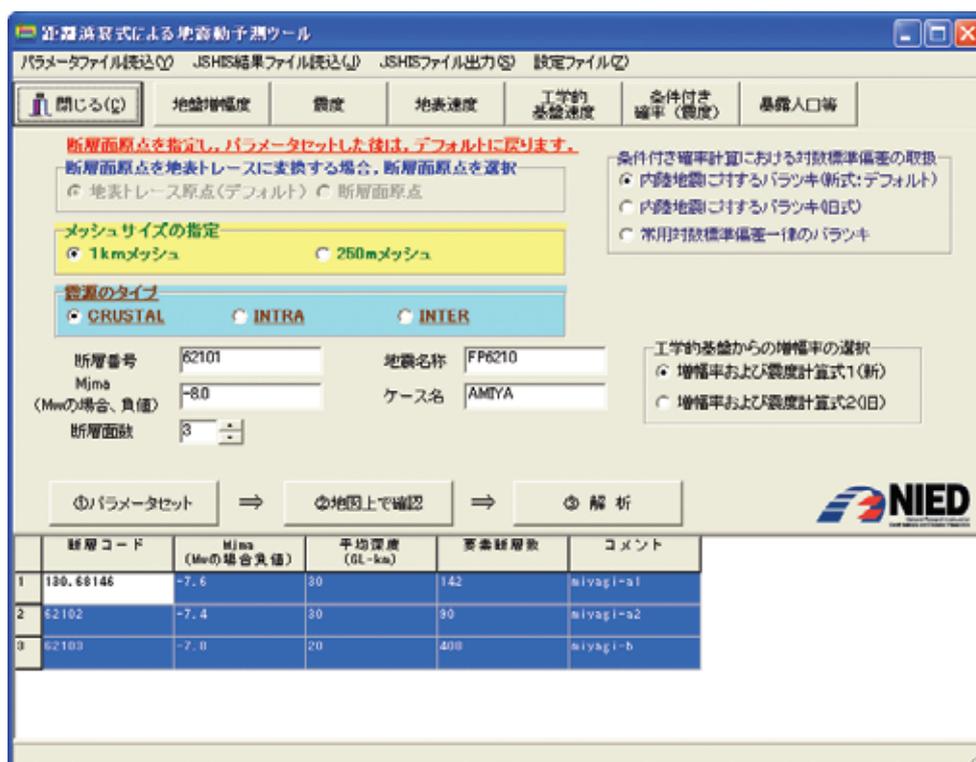


図 3-2 非矩形パラメータ読み込み画面

矩形断層の場合は、断層の原点が地表トレース上のものであるか、断層面上端の地点であるかの選択が必要である。

非矩形断層パラメータで、複数断層面を扱う場合、パラメータファイル内の全てのデータを用いて解析を行う場合は、パラメータファイルに記載されている、全体のマグニチュードを用いる。1つの断層面について解析を行う場合は、要素断層面毎に記載されているマグニチュードを用いる。断層の全てではないが、複数の断層面について解析を行う場合は、Mw の入力ダイアログが表示されるので、Mw を入力して解析を行う必要がある。

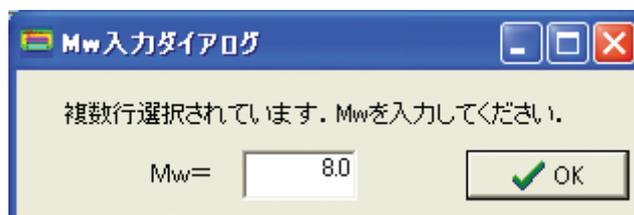


図 3-3 Mw 入力ダイアログ

この他、震源のタイプを指定しておく必要があり、デフォルトでは「CRUSTAL」が選択されている。

4 地図上での確認

パラメータのセット後「②地図上で確認」を押し、描画範囲（計算範囲）を確認する。

4.1 描画範囲の設定

描画範囲を変更するには、「描画範囲の設定」メニューを押し、描画範囲の設定ダイアログを開く。ここでの指定方法には、距離で指定する方法と緯度経度で指定する方法があり、描画範囲設定ダイアログのラジオボタンで指定する。

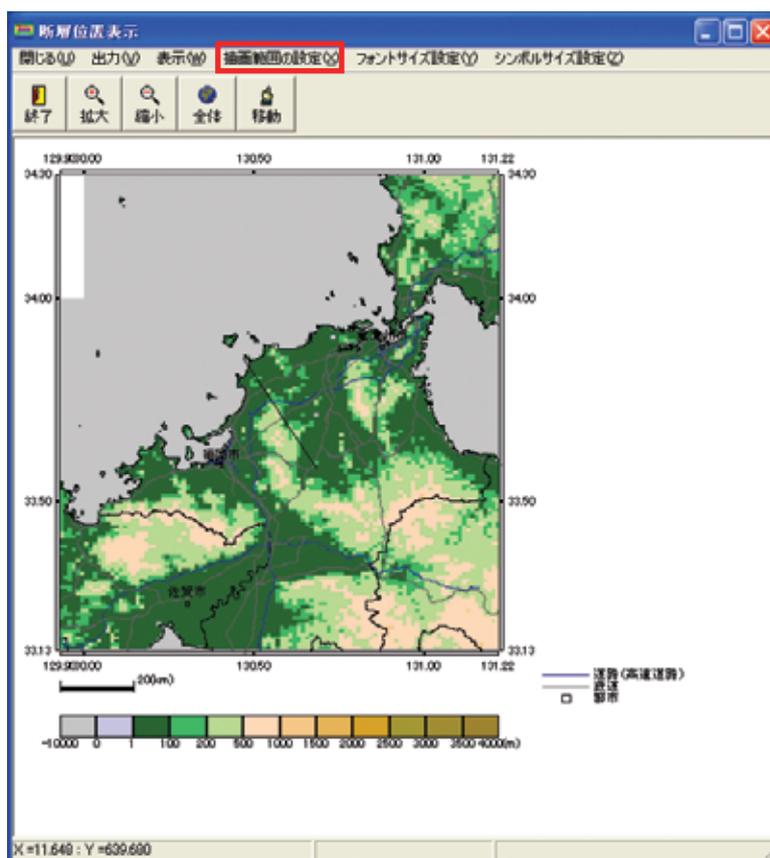


図 4-1 地図上で確認

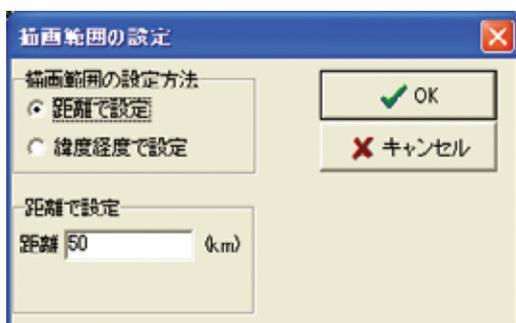


図 4-2 距離で指定



図 4-3 緯度経度で指定

4.2 表示内容の変更

地図上で確認画面では、描画範囲の設定の他、「表示」メニューから内容の変更が可能である。表示内容の変更項目は、「観測点情報」、「断層面の表示」、「断層トレース」、「主要道路」、「鉄道」、「市町村境界」、「都市名の表示」、「凡例」である。

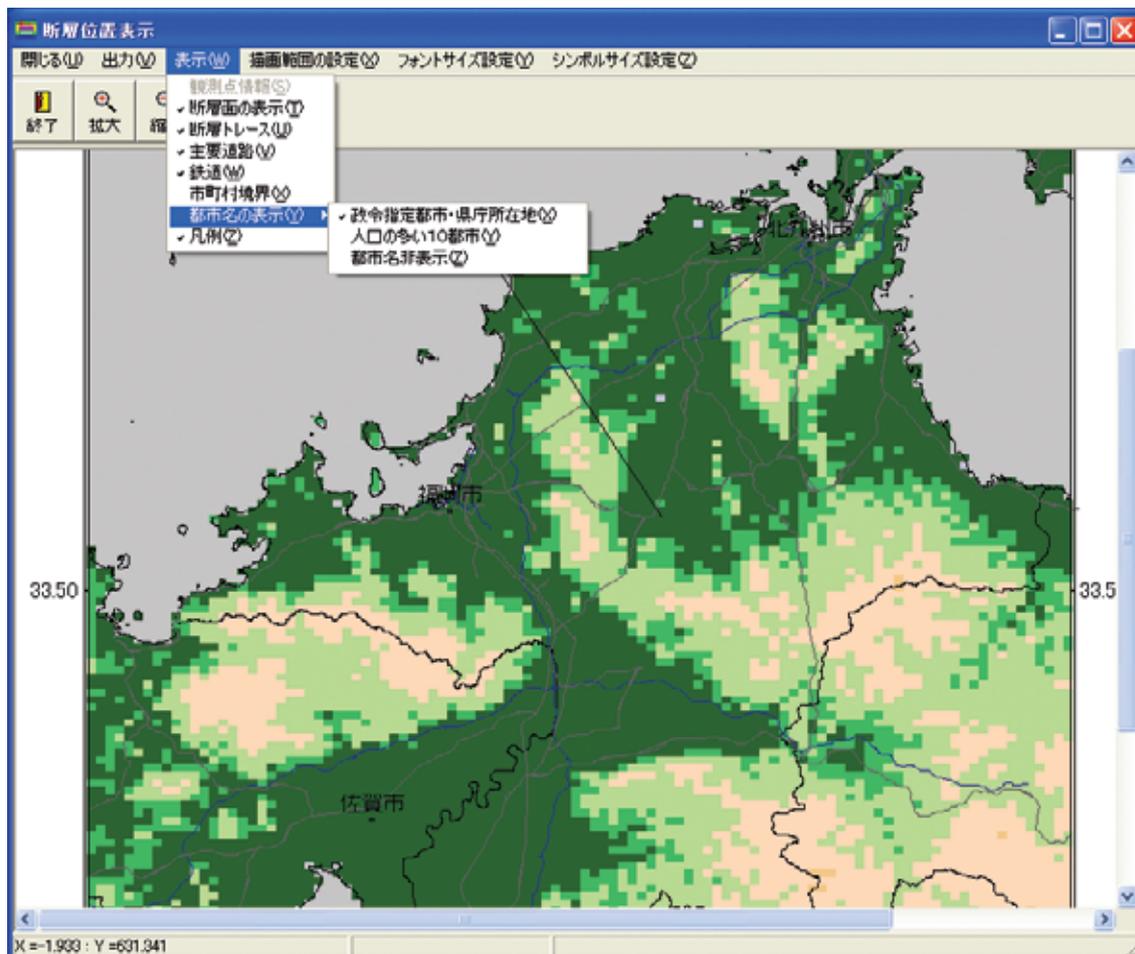


図 4-4 表示内容の変更

非矩形断層を読み込んだ場合は、「断層面の表示」、「断層トレース」が非表示となり、「点断層の表示」メニューが表示される。

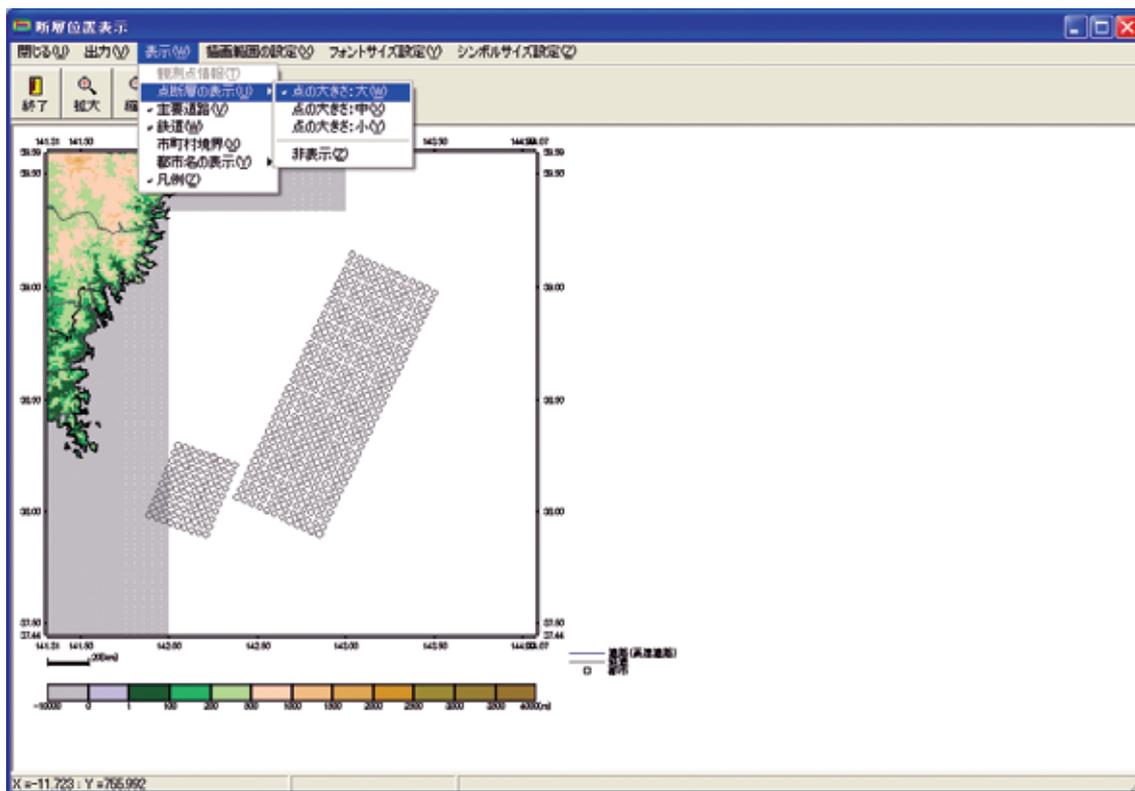


図 4-5 表示内容の変更（点震源の表示の大きさ変更）

4.3 フォントサイズ設定

図を拡大した際に、図に対してフォントサイズが小さくなるため、フォントサイズの変更機能を付加した。「フォントサイズ設定」メニューから適当なサイズを指定する。

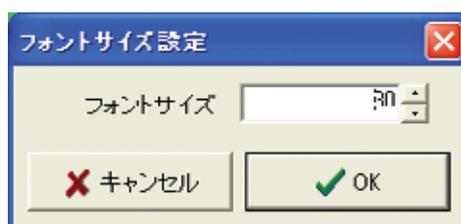


図 4-6 フォントサイズ設定ダイアログ

4.4 シンボルのサイズ

観測点ファイルを読み込んだ際のシンボル表示は、「シンボルサイズ設定」メニューから、大中小の三段階で変更できる。初期値では、シンボル、文字ともに黒で表示される。背景の図面によっては見づらい場合もあるため、シンボルサイズ設定メニューの最下段にシンボル色の設定より、色の設定ダイアログで設定可能である。



図 4-7 色設定ダイアログ

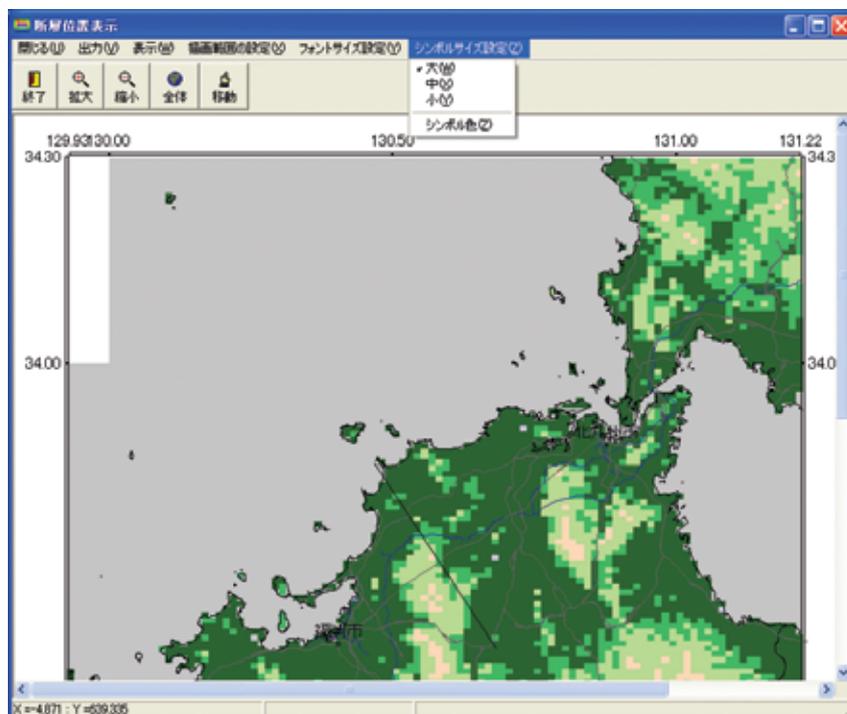


図 4-8 シンボルのサイズ、色設定メニュー

5 解析

距離減衰式による解析は、「③ 解析」ボタンを押すことで実行する。計算の流れは以下の通りである。

5.1 Vs=600(m/s)における最大速度の計算

司・翠川(1999)¹⁾の式、

$$\log PGV = 0.58M_w + 0.0038D + \begin{pmatrix} 0.00(CRUSTAL) \\ -0.02(INTRA) \\ 0.12(INTER) \end{pmatrix} - 1.29 - \log(X + 0.0028 \cdot 10^{0.50M_w}) - 0.002X$$

より、工学的基盤 (Vs=600(m/s)) における PGV (最大速度) を計算する。

解析結果として表示する工学的基盤速度は、Vs=400m/s での速度に変換して表示している。

5.2 増幅率の計算

地盤増幅率の計算については、メイン画面の「工学的基盤の増幅率の選択」のラジオボタンで、2種類設定することができる。1つは地盤増幅率について藤本・翠川(2006)¹¹⁾【新式】、計測震度計算について藤本・翠川(2005)¹⁰⁾【新式】を使う設定に、もう1つは、地盤増幅率について松岡・翠川(1994)⁵⁾【旧式】、計測震度計算について翠川・他(1999)⁷⁾を使用する設定となっている。式の詳細は以下の通りである。

・工学的基盤 (Vs=600m/s) から地表までの増幅率の計算は、以下の式を用いる。

【新式】

藤本・翠川(2006) の式より、増幅率 R を計算する。

$$\log R = 2.367 - 0.852 \log AVS_{30}$$

【旧式】

松岡・翠川(1994) の式より、増幅率 R を計算する。

$$\log R = 1.83 - 0.66 \log AVS_{30}$$

5.3 計測震度の算出

計測震度の計算は、地表最大速度を用いて、以下の式を用いる。

【新式】

藤本・翠川(2005) の式より、計測震度を計算する。

$$I = 2.002 + 2.603 \cdot \log(PGV) - 0.213 \cdot \{\log(PGV)\}^2 \pm 0.344$$

【旧式】

翠川・他(1999)から、計測震度を計算する。

$$I = 2.68 + 1.72 \cdot \log(PGV) \pm 0.21$$

5.4 条件付き確率の計算

条件付き確率の計算については、メイン画面の「条件付き確率計算における対数標準偏差の取扱」に示すラジオボタン（図 5-4）で、3種類設定することができる。3種類の内容については以下の通りである。尚、条件付き確率の計算とは、S 波速度 600m/sec 相当層の硬質地盤における最大速度を、図 5-1 に示すように、最大速度の推定値とばらつきの常用対数標準偏差の関係を用いて、振幅依存性を考慮したものである。なお、対数正規分布の裾については対数標準偏差の3倍より外側を打ち切ることになっている。

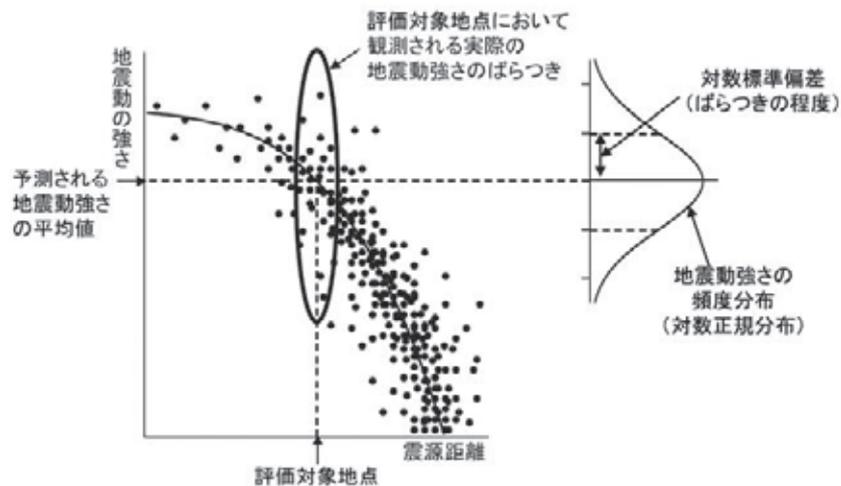


図 5-1. 距離減衰式で予測される地震動強さの平均値とそのバラツキ

(1) 内陸地震に対するバラツキ（新式：デフォルト）

図 5-2 に示す、赤線で示された標準偏差の形状について計算を行うモードである。このモードは、現在検討中の手法である。（今後、防災科学研究資料等で成果が公表される予定：現段階では公表されていない。）

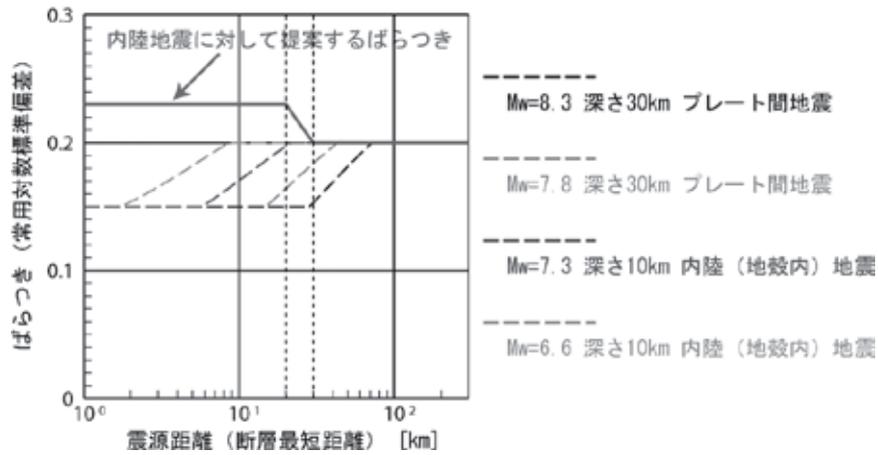


図 5-2. 内陸地殻内地震による地震動強さに対するのばらつき (新式)

(2) 内陸地震に対するバラツキ (旧式)

図 5-3 に示す、黒実線で示された標準偏差の形状について計算を行うモードである。これは藤原広行他(2005)⁴⁾に示すばらつきの評価を参考にされたい。

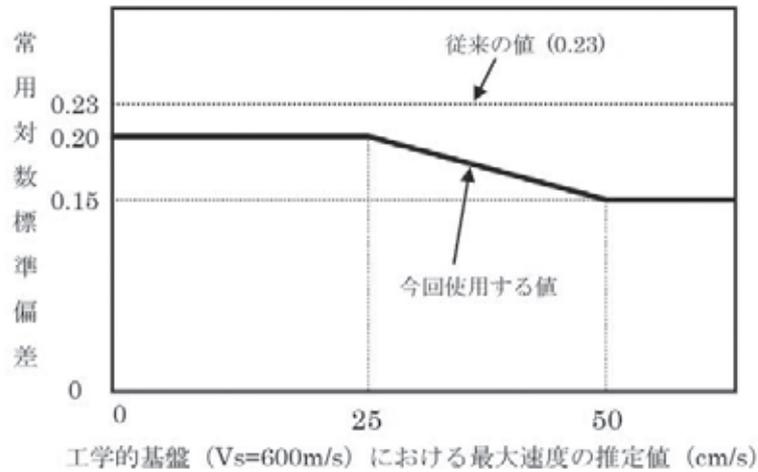


図 5-3. 内陸地殻内地震による地震動強さに対するのバラツキ (旧式)

(3) 常用対数標準偏差一律のバラツキ

距離減衰式に対して一律に対数標準偏差をを与える方法である。

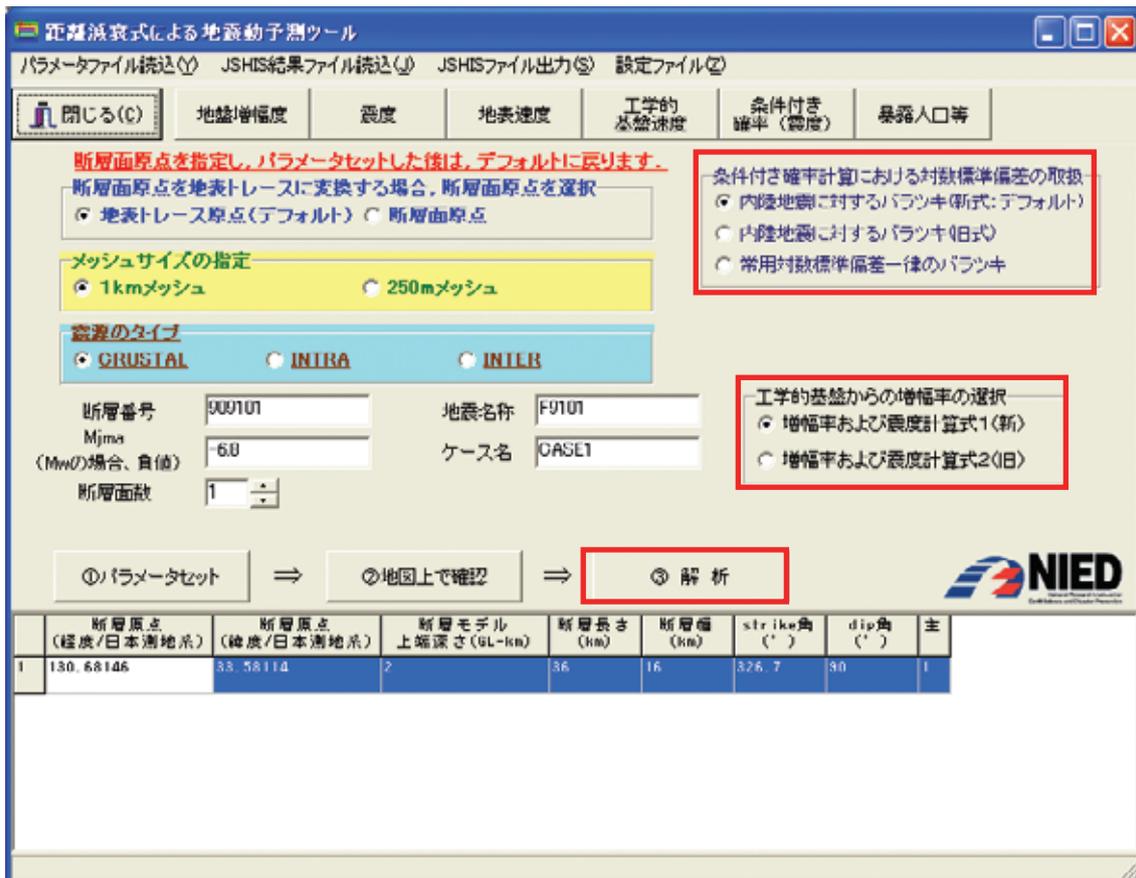


図 5-4 解析ボタンとオプション

6 解析結果の表示

解析結果の表示については、「地盤増幅率」、「震度」、「地表速度」、「工学的基盤速度」、「条件付き確率（震度）」、「暴露人口等」ボタンにより行う。

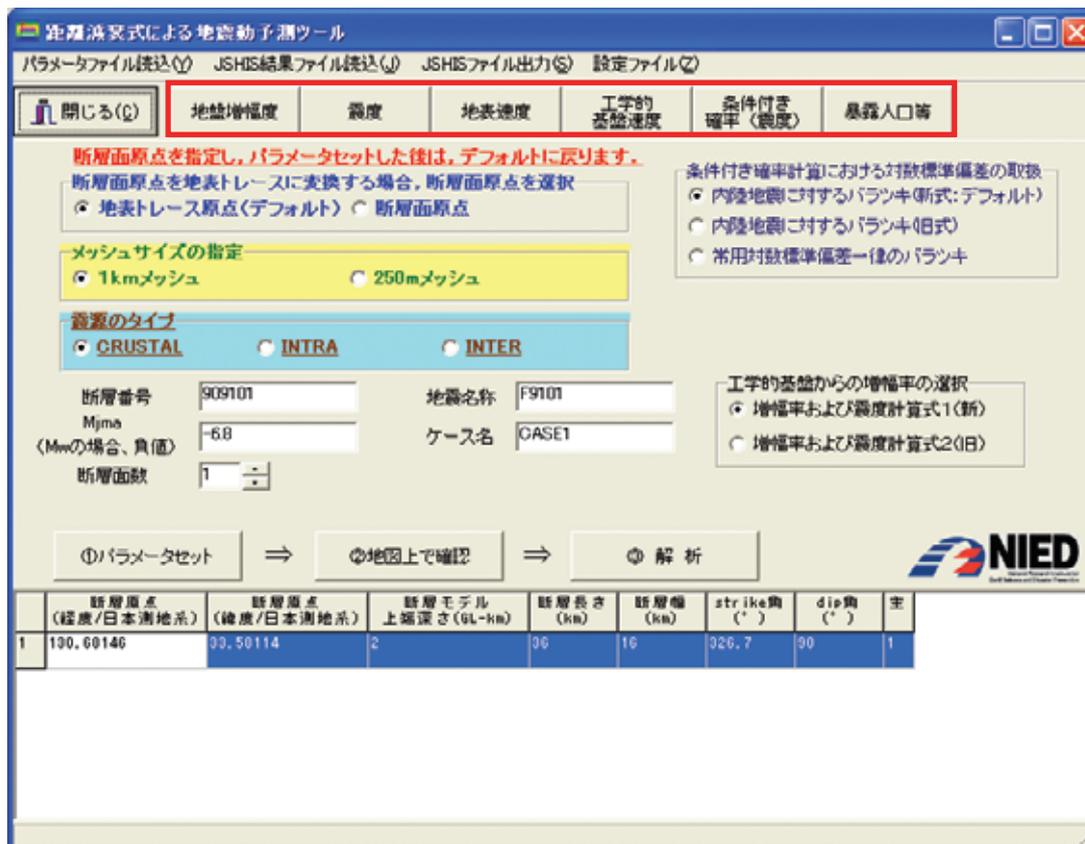


図 6-1 解析結果の表示

6.1 地盤増幅率

「地盤増幅率」ボタンから表示する内容は、解析範囲の「地盤増幅率」、「微地形区分」、「平均 Vs 速度」である。地盤増幅率のデータは、若松他(2002)^{12)~15)}・松岡他(2005)⁹⁾で示された 1km および 250m メッシュの微地形区分について、J-SHIS からダウンロードできる地盤増幅率ファイルを設定することにより使用することができる。

これらの切り替えは、図 6-2 の表示切り替えメニューから行う。



図 6-2 表示切り替えメニュー

図 6-3 に増幅率図、図 6-4 に微地形区分図、図 6-5 に平均 S 波速度分布図の例を示す。

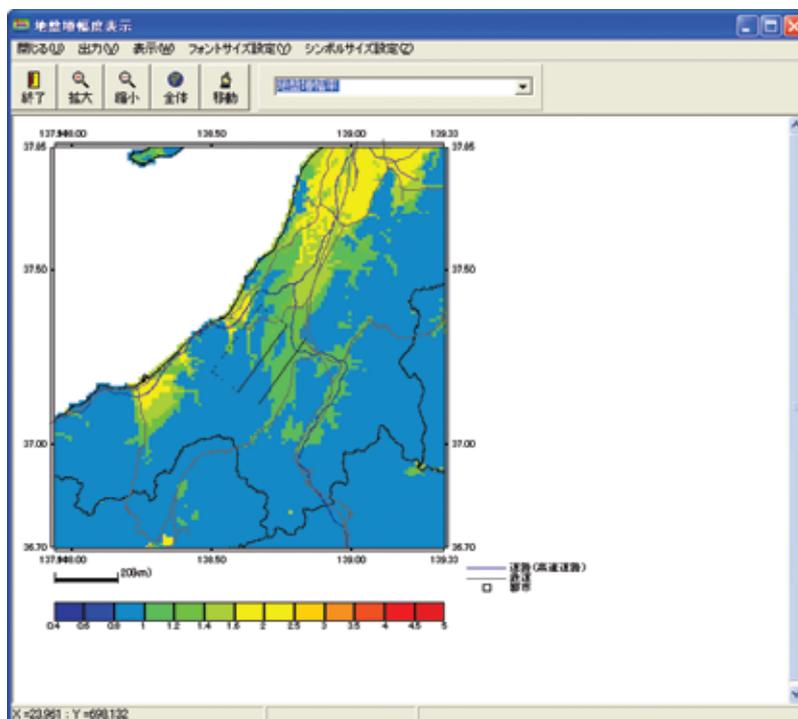


図 6-3 増幅率図表示

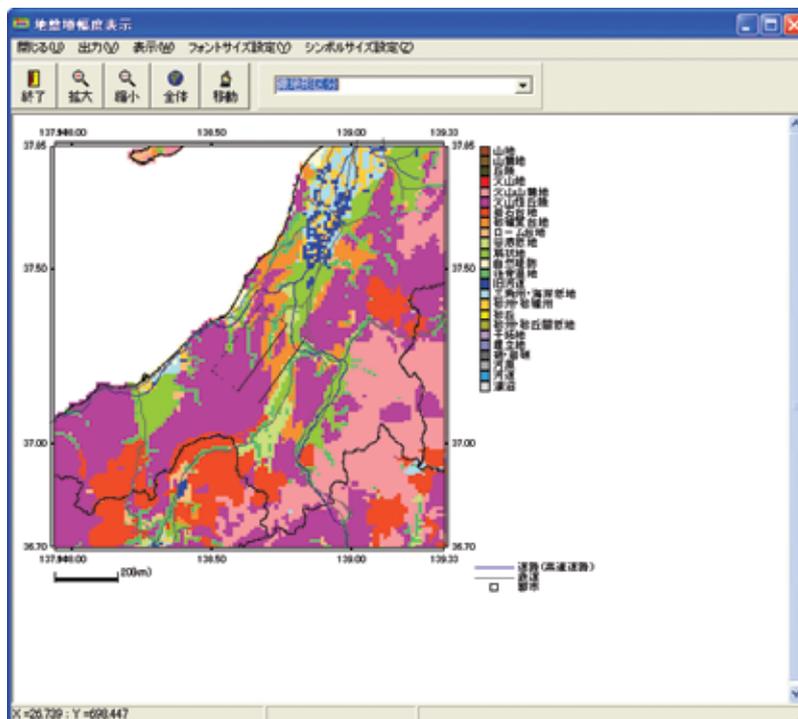


図 6-4 微地形区分図表示

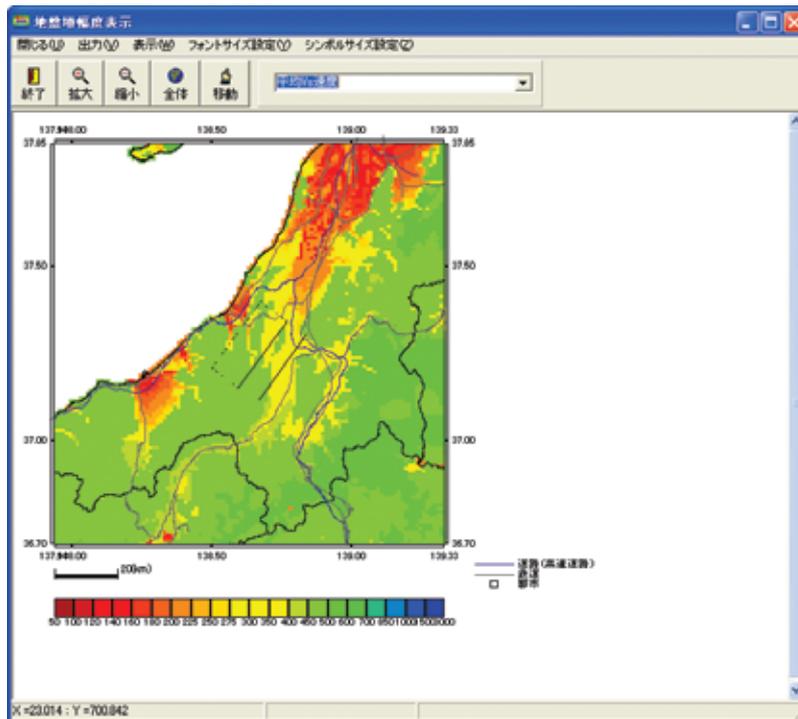


図 6-5 平均 S 波速度分布図

6.2 震度表示

「震度」ボタンを押すことにより、震度分布図を表示することができる。

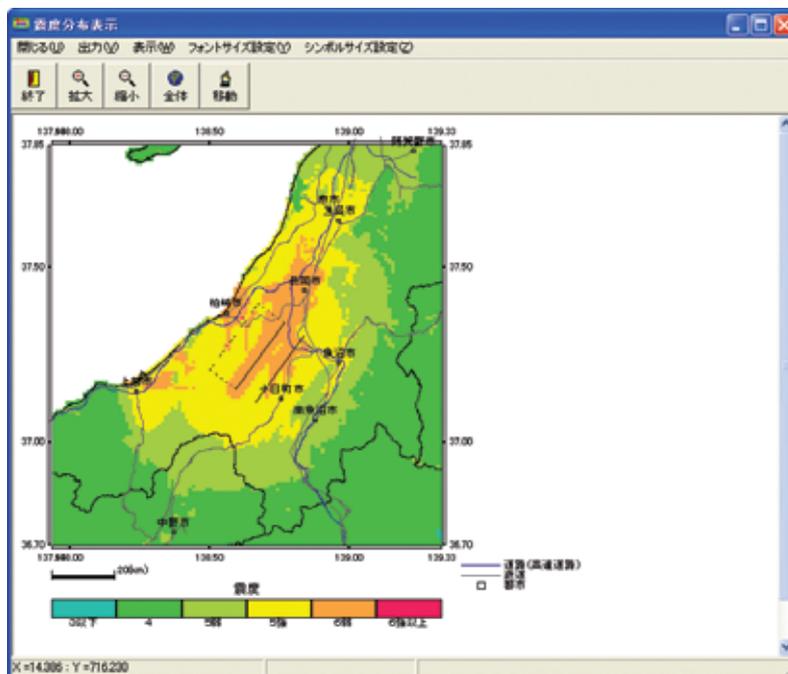


図 6-6 震度分布図

6.3 地表最大速度

「地表速度」ボタンを押すことにより、地表最大速度分布図を表示することができる。

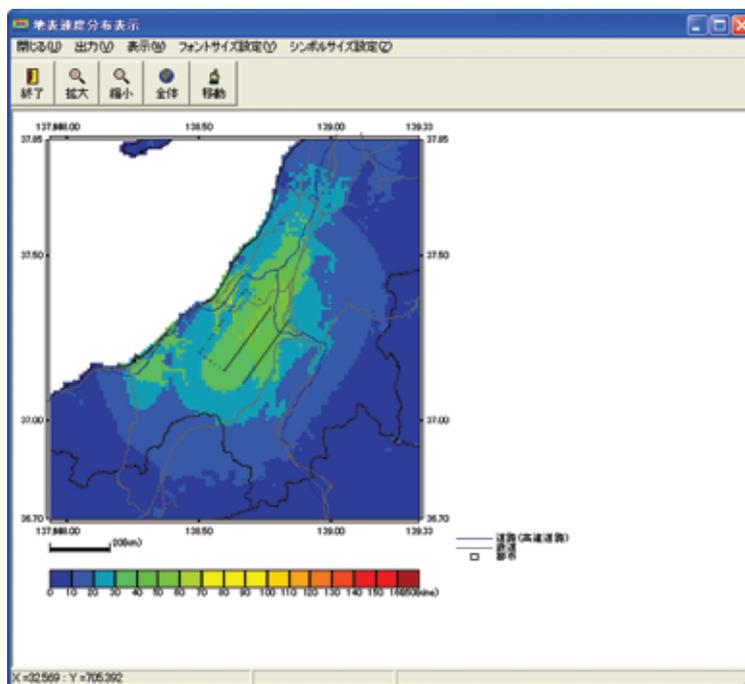


図 6-7 地表最大速度分布図

6.4 工学的基盤最大速度

「工学的基盤速度」ボタンを押すことにより、工学的基盤最大速度分布図を表示することができる。

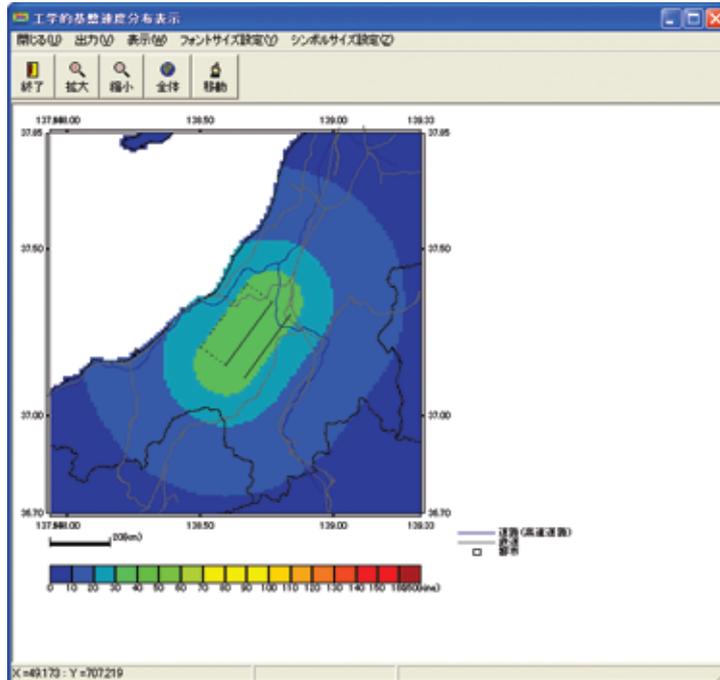


図 6-8 工学的基盤最大速度分布図

6.5 条件付き確率

「条件付き確率 (震度)」ボタンを押すことにより、条件付き確率を表示させることができる。表示できる内容は、図 6-9 に示す5種類である。

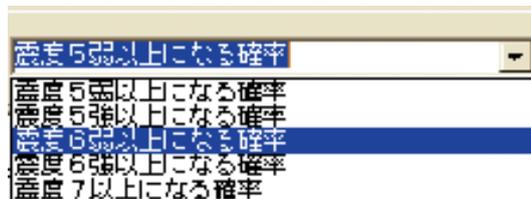


図 6-9 条件付き確率の選択

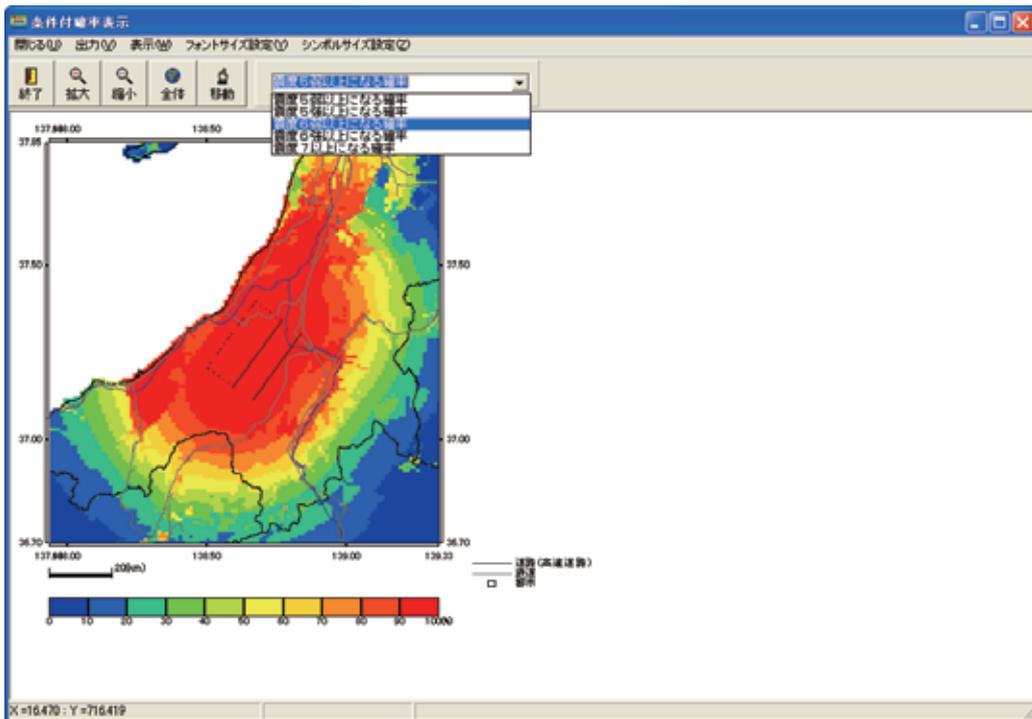


図 6-10 条件付き確率の表示

6.6 暴露人口・暴露人口期待値

「暴露人口等」ボタンを押すことにより、暴露人口、暴露人口期待値の分布図を表示することができる。表示できる内容は、人口分布、暴露人口（震度5弱～震度7：5段階）、暴露人口期待値（震度5弱～震度7：5段階）の計11種類である。使用している人口のデータは1kmメッシュの情報であり、250mメッシュの計算においては、単純に1kmメッシュの人口を16分割したものをを用いている。尚、人口のデータについては、(財)統計情報研究開発センターによる平成12年度国勢調査の地域メッシュデータ¹⁶⁾（第三者提供）を利用している。人口関連の編集データを用いる場合は、下記に示すホームページの利用約款（第三者提供）を十分に確認のこと。<http://www.sinfonica.or.jp/datainfo/stipulate2.html>

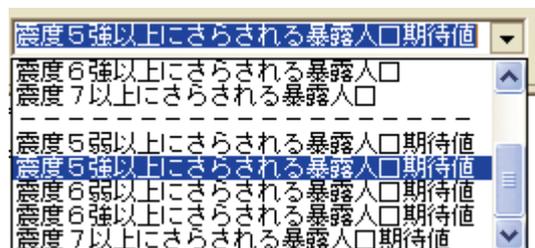


図 6-11 暴露人口・暴露人口期待値の選択

7 J-SHIS ファイルの出力

「J-SHIS ファイル出力」メニューでは、「KLIST_FAULT」、「KLIST_MAP」の出力メニューがある。それぞれを選択することにより、セーブダイアログが開き、必要な場所にファイルを保存することができる。

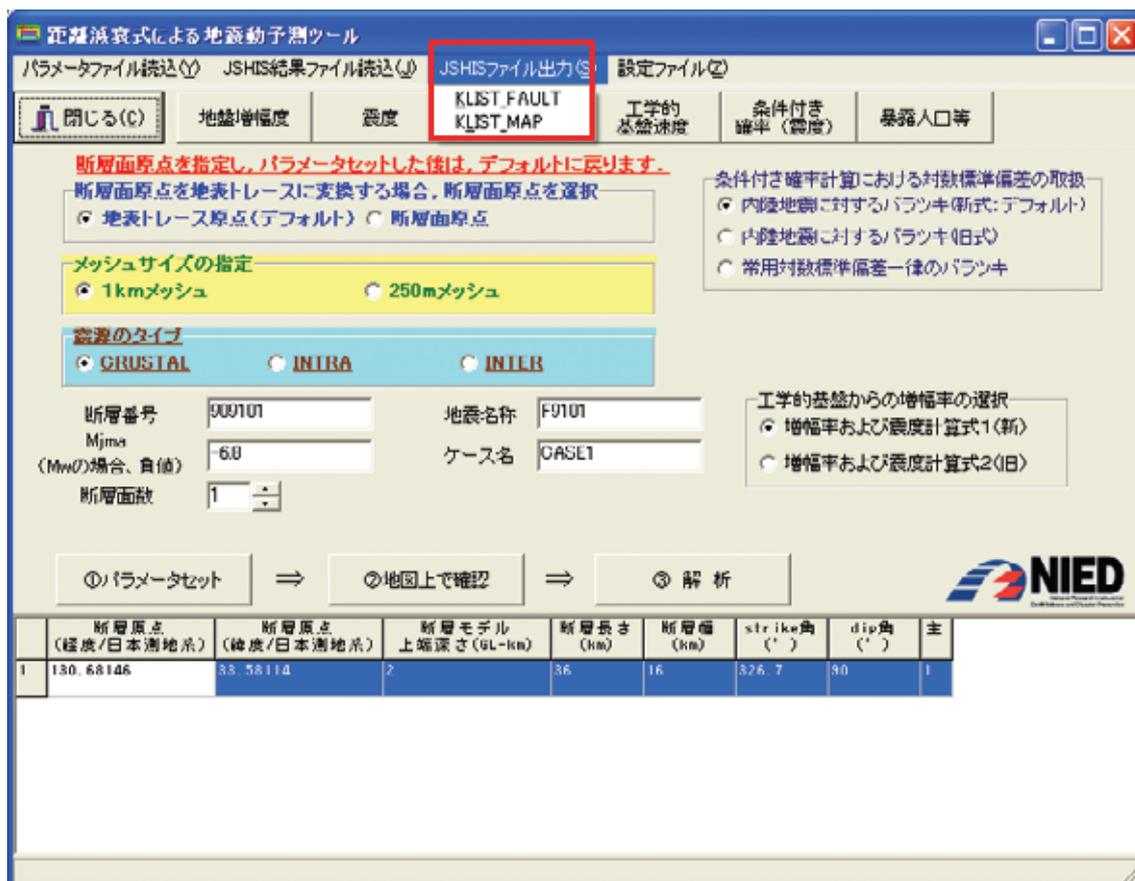


図 7-1 J-SHIS ファイルのセーブ

8 J-SHIS 結果ファイルの読込

距離減衰式による解析を J-SHIS ファイルで保存していた場合、FAULT ファイル、MAP ファイルの順で読込むことで、結果を表示することができる。表示することができる内容は以下のとおりである。

表示内容：増幅度、震度、地表最大速度、工学的基盤速度、条件付き確率

J-SHIS ファイルには微地形区分、平均 S 波速度のデータが含まれないため、それぞれの図面は表示できない。

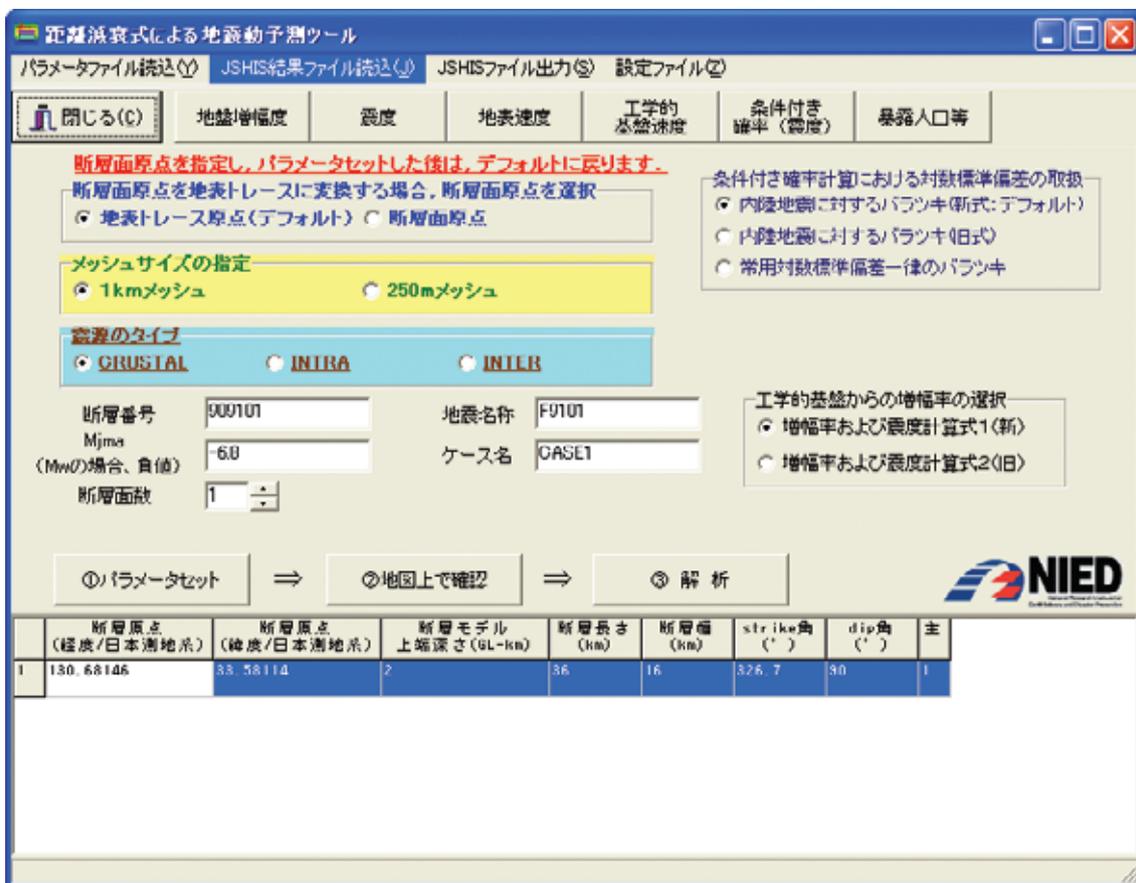


図 8-1 J-SHIS ファイルの読込

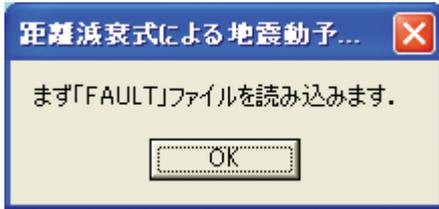


図 8-2 「FAULT」ファイル読込



図 8-3 「MAP」ファイル読込

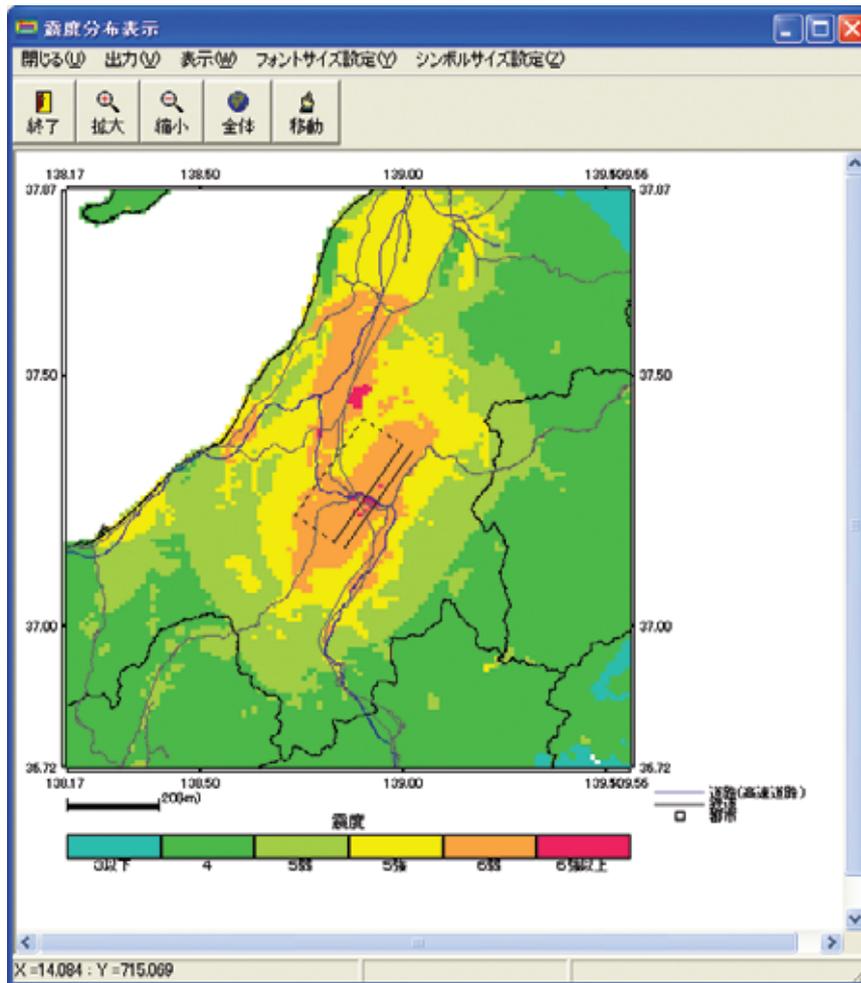


図 8-4 ファイル読込後、「震度」を表示した時の状態

9 設定ファイルの保存

色の設定や増幅率ファイルの設定については、「設定ファイル」メニューから行う。ここで設定するものは、増幅率ファイル、凡例色ファイル、観測点ファイルの3項目である。

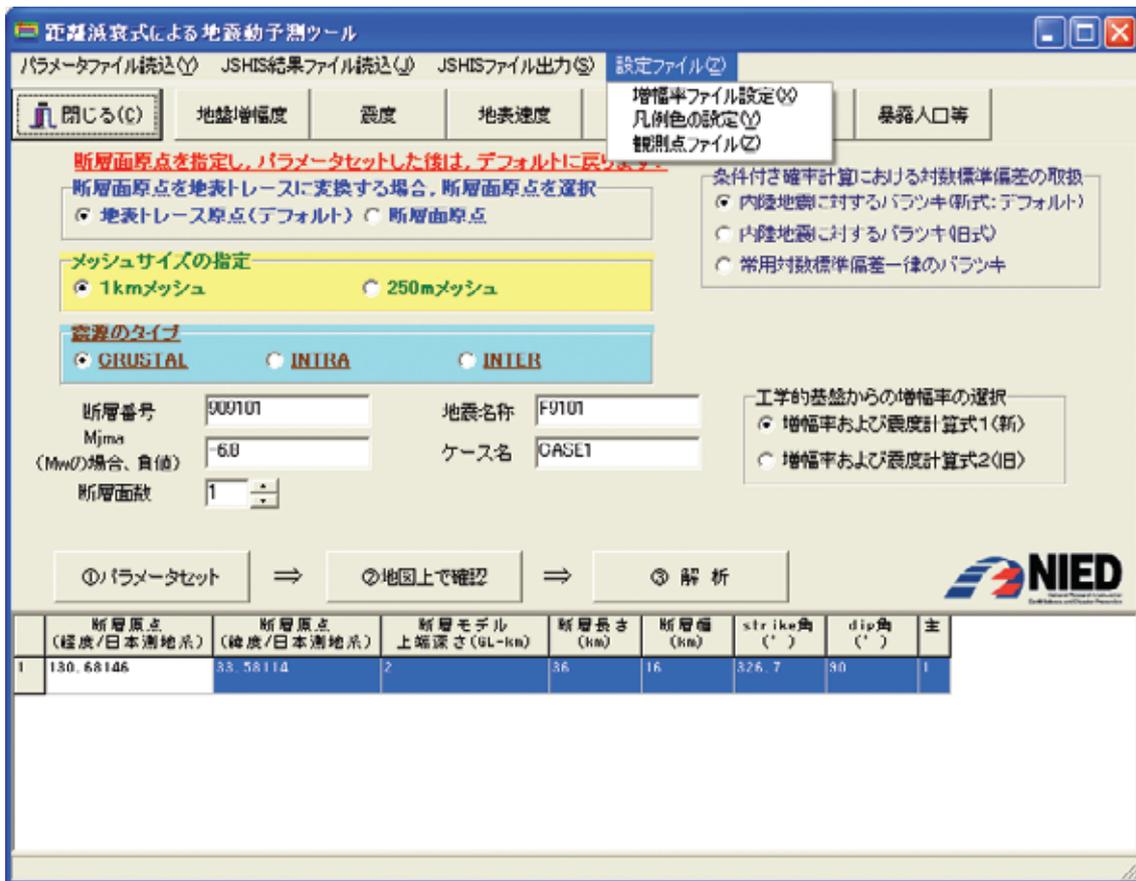


図 9-1 設定ファイルメニュー

9.1 増幅率ファイルの設定

増幅率ファイルの指定は、下記の2つの方法のどちらかで行う。尚、同梱の CD-ROM の sample_data フォルダに下記に示すタイプのファイルとフォルダを納めてある。また、J-SHIS からダウンロードすることもできる。最新の情報は、J-SHIS からダウンロードし使用していただきたい。

方法1 ファイルを直接指定する方法。

方法2 一次メッシュ単位のファイルについてフォルダ単位で指定する方法。



図 9-2 増幅率ファイルの指定

増幅率ファイルは、1行12個のデータ（旧 J-SHIS 形式）のものとは1行9個のデータ（新 J-SHIS 形式）のものがあり、1行のデータ数が12個、9個の場合は、増幅率ファイルとして認識し増幅率を読み込む。増幅率ファイルは、メッシュサイズとも関係しているため、解析を行うメッシュサイズを変更する際には、増幅率ファイルが適正なものを指定しているか、確認が必要である。

9.2 凡例色の設定

凡例色の設定は、微地形区分の凡例については csv 形式、その他のファイルについては cpt 形式のファイルとする。フォーマットについては、13.3 章 カラーパレットファイルを参照のこと。（微地形区分については 13.3.1 章、その他については、13.3.2 章）初期インストール時のカラーパレットファイルの構成は、以下のように設定されているので、インストールされた時点でのフォルダ構成を確認の上、必要に応じて修正する必要がある。

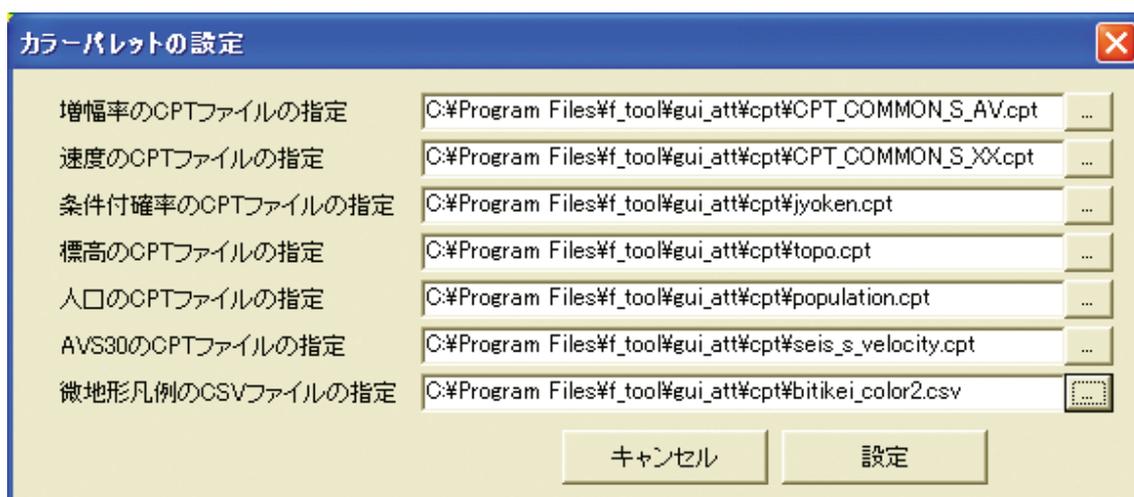


図 9-3 色指定ファイル

9.3 観測点ファイルの設定

観測点のファイルについては、

地点名，地点緯度，地点経度，PGV(cm/s)，観測震度，シンボル No.

の順で記載された csv ファイルとする。(csv ファイルの形式は、13.4 章、観測点ファイルを参照のこと)

シンボル No.は以下の記号に対応する。

0 : × 1 : ▲ 2 : ● 3 : ■ 4 : ◆ 5 : ▼

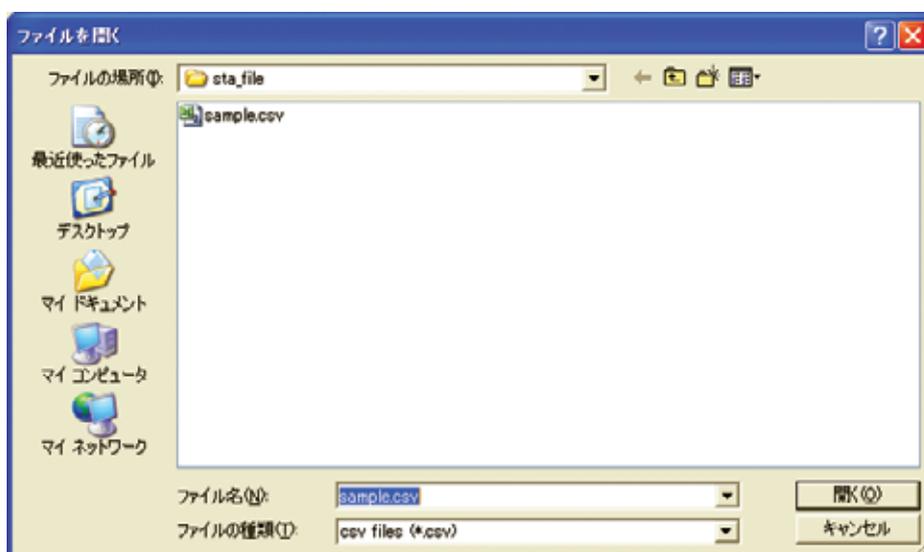


図 9-4 観測点ファイルの指定

観測点ファイルを指定しない場合は、ダイアログで「キャンセル」ボタンを押すことで、以下のダイアログが表示され、指定なしとなる。

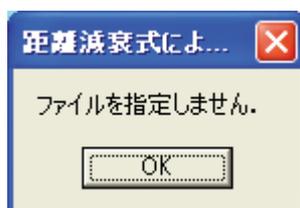


図 9-5 観測点ファイル指定キャンセル

9.4 観測点ファイルの読み込みによる結果の表示について

上記の設定により、下記の図 9-6 に示すように、距離減衰式の地震予測結果と実際の震度分布を比較することができる。

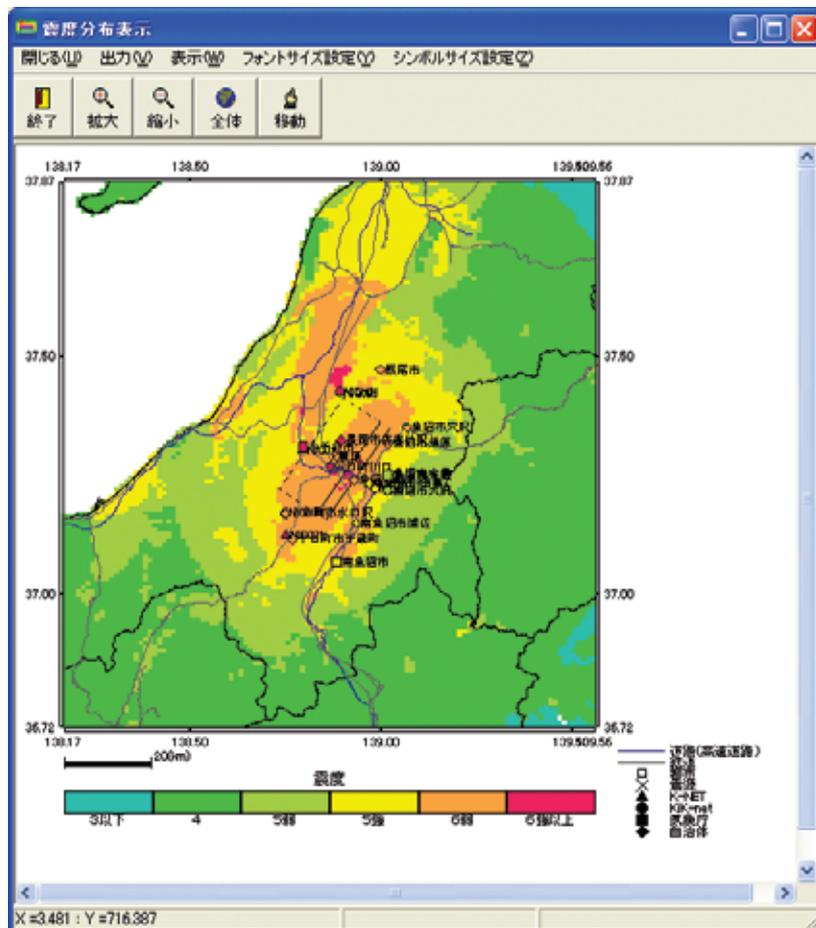


図 9-6 地震観測結果と距離減衰式による地表震度の比較

10 断層面形状の作成（複数断層面の作成ロジック）

本ツールの複数断層の設定時における断面作成ロジックを下記に示す。

10.1 主断層面の下に副断層下端線がある場合

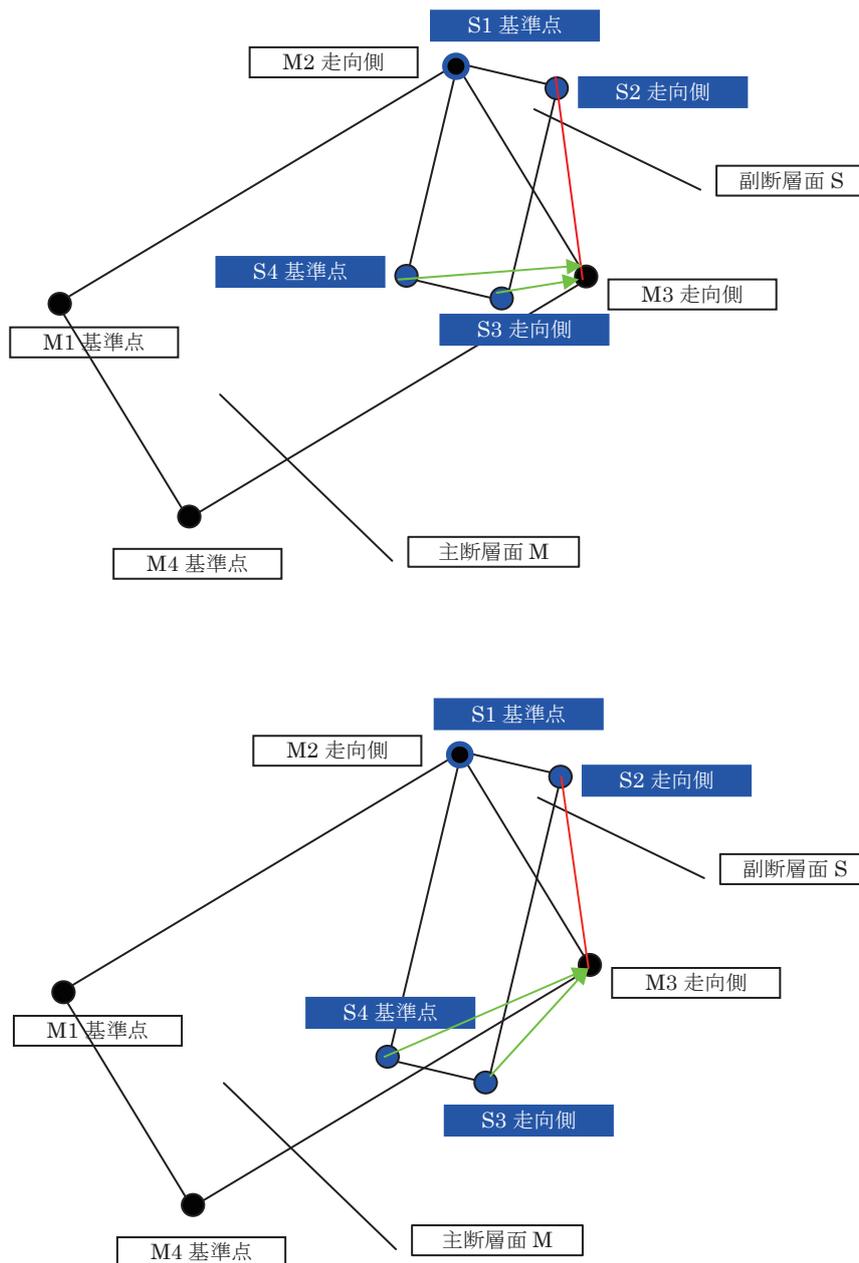


図 10-1 主断層面の下に副断層下端線がある場合の説明図

S4、S3 が主断層面 M の下にある場合、上図のようになる。いずれの場合も、主断層走向側 M2、M3 を結ぶ線と、副断層走向側 S2、S3 を結ぶ線が交わることとなる。基準点の取り方によっては、以下の場合が考えられる。

- ① 主断層の走向側と副断層の走向側が接する場合は、主断層 M2、M3 を結ぶ線と、副断層 S1、S4 を結ぶ線が交わる。この場合、S3、S4 の座標を M3 の座標に置き換え、三角形の面を生成する。
- ② 主断層の走向側と副断層の基準点側が接する場合は、主断層 M2、M3 を結ぶ線と、副断層 S2、S3 を結ぶ線が交わる。この場合、S3、S4 の座標を M3 の座標に置き換え、三角形の面を生成する。
- ③ 主断層の基準点側と副断層の走向側が接する場合は、主断層 M1、M4 を結ぶ線と、副断層 S1、S4 を結ぶ線が交わる。この場合、S3、S4 の座標を M4 の座標に置き換え、三角形の面を生成する。
- ④ 主断層の基準点側と副断層の基準点側が接する場合は、主断層 M1、M4 を結ぶ線と、副断層 S2、S3 を結ぶ線が交わる。この場合、S3、S4 の座標を M4 の座標に置き換え、三角形の面を生成する。

10.2 三角形の断層面を作成する際の断層上端の処理

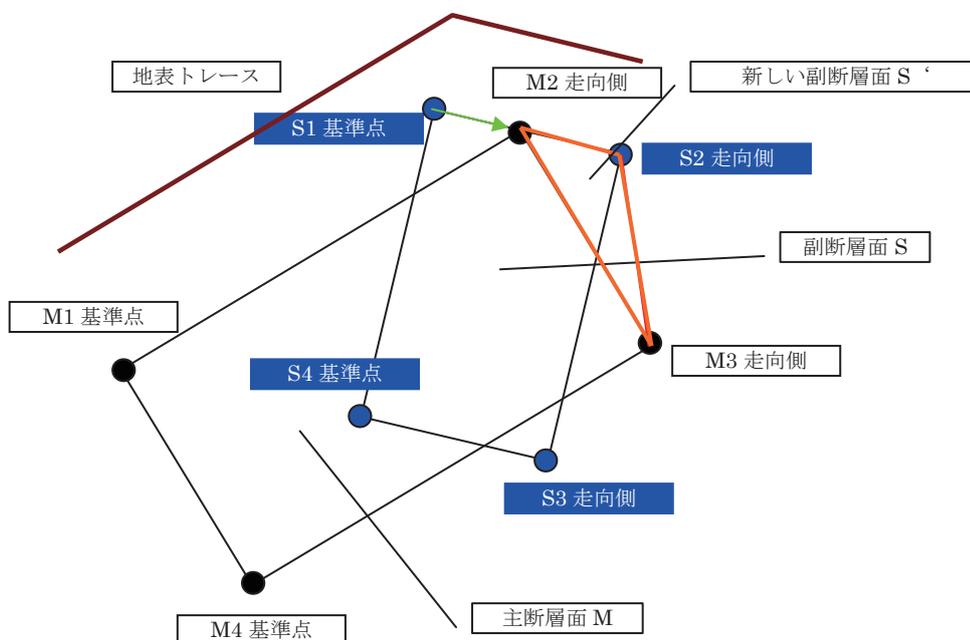


図 10-2 三角形の断層面を作成する際の断層上端の処理についての説明図

三角形の断層面を生成する際に、地表トレースの位置との関係で、副断層の断層面上端の位置が食い違う場合が生じるため、以下のように場合わけを行い、上端線の調整を行う。

- ① 主断層の走向側と副断層の走向側が近い場合は、主断層 M2 の座標で副断層 S2 の座標を置き換える。
- ② 主断層の走向側と副断層の基準点側が近い場合は、主断層 M2 の座標で副断層 S1 の座標を置き換える。
- ③ 主断層の基準点側と副断層の走向側が近い場合は、主断層 M1 の座標で副断層 S2 の座標を置き換える。
- ④ 主断層の基準点側と副断層の基準点側が近い場合は、主断層 M1 の座標で副断層 S1 の座標を置き換える。

10.3 主断層下端線と副断層下端線が交差し、Dip が等しい場合

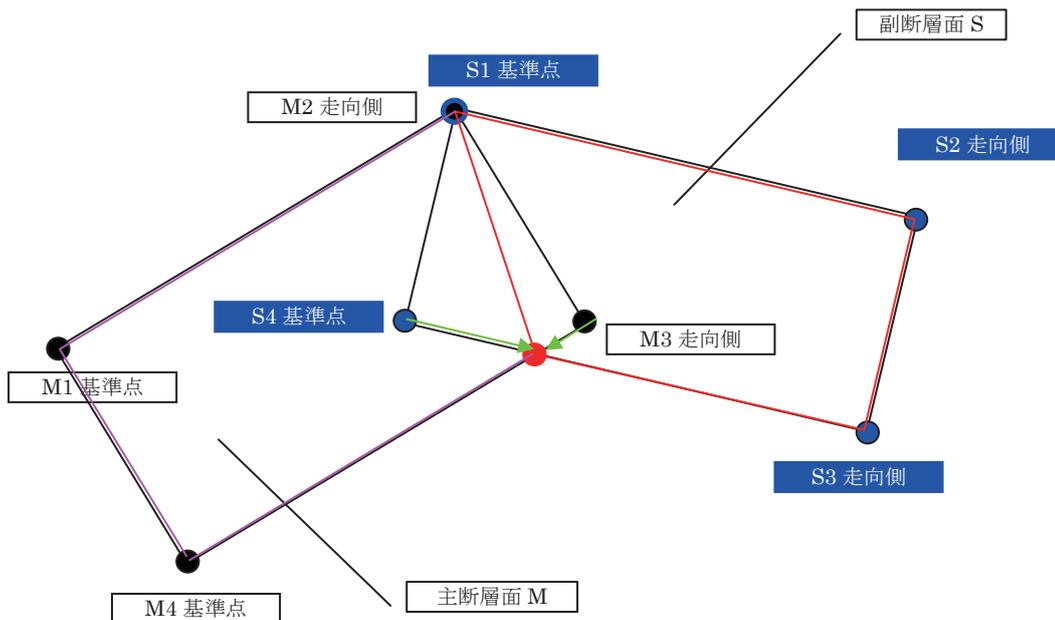


図 10-3 主断層下端線と副断層下端線が交差し、Dip が等しい場合の説明図

主断層下端線と副断層下端線が、交差し、Dip 角が等しい場合は、交点を計算し、直角ではないが四角形を生成する。この際に作成される四角形は同一平面上にある、基準点の取り方により、以下の場合が考えられる。

- ① 主断層の走向側と副断層の走向側が接する場合は、主断層 M3 と、副断層 S3 を算出す

る交点座標に置き換える。

- ② 主断層の走向側と副断層の基準点側が接する場合は、主断層 M3 と、副断層 S4 を算出する交点座標に置き換える。
- ③ 主断層の基準点側と副断層の走向側が接する場合は、主断層 M4 と、副断層 S3 を算出する交点座標に置き換える。
- ④ 主断層の基準点側と副断層の基準点側が接する場合は、主断層 M4 と、副断層 S4 を算出する交点座標に置き換える。

10.4 主断層上端線と副断層上端線が交差し、Dip が等しい場合

前節の 1.3 の条件に上端線同士が交差する場合には、上端の交点を用いて、同一平面上の四角形を生成する。

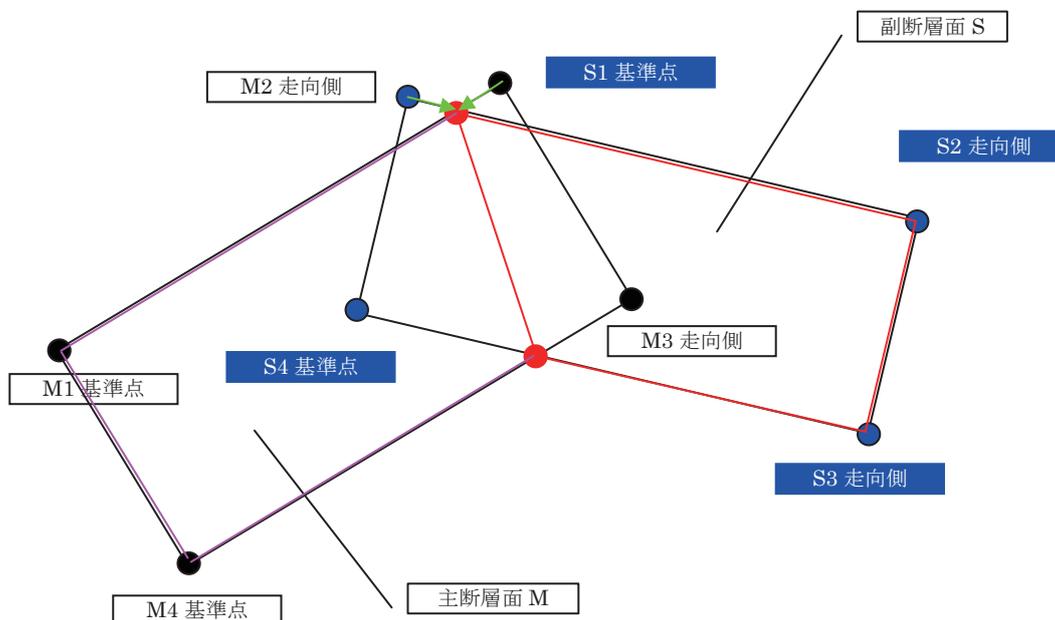


図 10-4 主断層上端線と副断層上端線が交差し、Dip が等しい場合の説明図

上端線交点へ移動する際には、基準点の取り方により、以下の場合が考えられる。

- ① 主断層の走向側と副断層の走向側が近い場合は、主断層 M2 と、副断層 S2 を算出する上端線の交点座標に置き換える。
- ② 主断層の走向側と副断層の基準点側が近い場合は、主断層 M2 と、副断層 S1 を算出する上端線の交点座標に置き換える。
- ③ 主断層の基準点側と副断層の走向側が近い場合は、主断層 M1 と、副断層 S2 を算出する上端線の交点座標に置き換える。
- ④ 主断層の基準点側と副断層の基準点側が近い場合は、主断層 M1 と、副断層 S1 を算出する上端線の交点座標に置き換える。

10.5 主断層下端線と副断層下端線では交差しないが、交わる場合

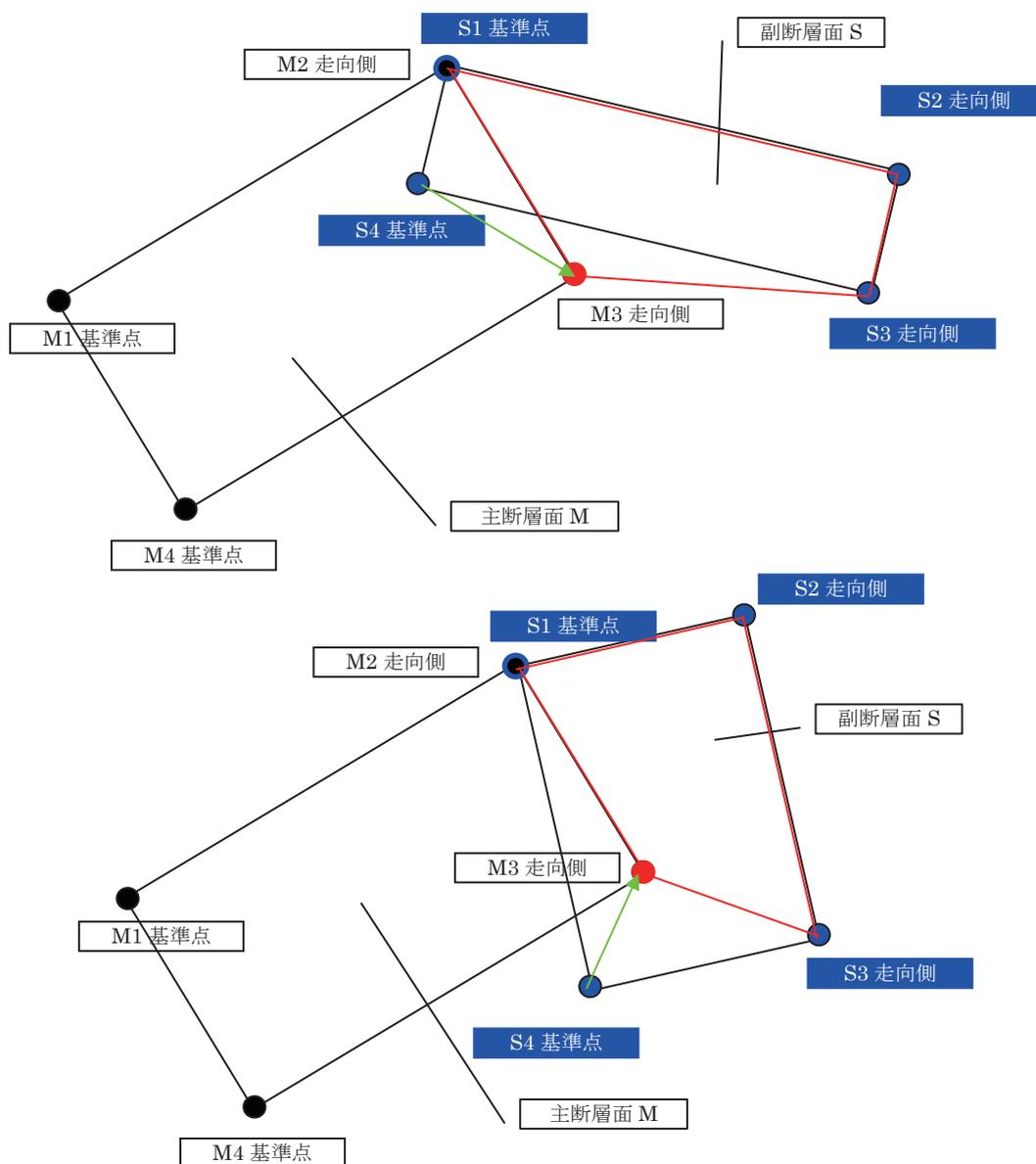


図 10-5 主断層下端線と副断層下端線では交差しないが、交わる場合の説明図

主断層と副断層下端線では交差しないが、重なる場合について考えると上図のような場合が考えられる。これらを基準点の取り方により、場合わけを行うと以下ようになる。

- ① 主断層の走向側と副断層の走向側が接する場合で、主断層 M2、M3 辺と、副断層 S3、S4 辺が交差する際には、S3 を M3 で置き換える。上端については、S2 を M2 で置き換える。

- ② 主断層の走向側と副断層の走向側が接する場合で、主断層 M3、M4 辺と、副断層 S2、S3 辺が交差する際には、S3 を M3 で置き換える。上端については、S2 を M2 で置き換える。
- ③ 主断層の走向側と副断層の基準点側が接する場合で、主断層 M2、M3 辺と、副断層 S3、S4 辺が交差する際には、S4 を M3 で置き換える。上端については、S1 を M2 で置き換える。
- ④ 主断層の走向側と副断層の基準点側が接する場合で、主断層 M3、M4 辺と、副断層 S1、S4 辺が交差する際には、S4 を M3 で置き換える。上端については、S1 を M2 で置き換える。
- ⑤ 主断層の基準点側と副断層の走向側が接する場合で、主断層 M1、M4 辺と、副断層 S3、S4 辺が交差する際には、S3 を M4 で置き換える。上端については、S2 を M1 で置き換える。
- ⑥ 主断層の基準点側と副断層の走向側が接する場合で、主断層 M3、M4 辺と、副断層 S2、S3 辺が交差する際には、S3 を M4 で置き換える。上端については、S2 を M1 で置き換える。
- ⑦ 主断層の基準点側と副断層の基準点側が接する場合で、主断層 M1、M4 辺と、副断層 S3、S4 辺が交差する際には、S4 を M4 で置き換える。上端については、S1 を M1 で置き換える。
- ⑧ 主断層の基準点側と副断層の基準点側が接する場合で、主断層 M3、M4 辺と、副断層 S1、S4 辺が交差する際には、S4 を M4 で置き換える。上端については、S1 を M1 で置き換える。

これらの処理を行う前には、Dip の角度により、Dip 角の小さいものを主断層とし、Dip 角の大きいものを副断層とする処理を行ってある。

11 断層最短距離の計算方法

従来の矩形断層では、Strike 角、Dip 角により、断層基準点を (0, 0, 0) とした、座標系により距離の計算をおこなっている。複数断面を考慮した断層形状では、三角形の場合、平面になるが、四角形の場合、平面上に 4 点がある場合とねじれの位置にある場合が生じる。それぞれの場合について、断層最短距離の算出方法を以下に説明する。

11.1 三角形の形状

三角形は 3 点より構成されるので平面を定義できる。

- ① 三角形の 3 点の座標から法線ベクトルを算出する。
- ② 法線ベクトルは面に垂直であるので、 $z = 0$ の平面と法線ベクトルを方向ベクトルとす

る直線のなす角 θ を計算する。

- ③ 計算上算出される $Dip = 90 - \theta$
- ④ **Strike** と計算から求められた **Dip** により、基準点をもとにした座標系に変換する。
- ⑤ 観測点を XY 平面上にあるものとして、三角形の内側にあるか、外側にあるか計算する。
(遠くの点から観測点を結ぶ線が、三角形を構成する辺と交わるかを計算し、奇数回交わる場合は三角形の内側、偶数回の場合は三角形の外側にある。)
- ⑥ 三角形の内側にある場合は、座標変換された Z 値が、距離となる。
- ⑦ 三角形の外側にある場合は、観測点と三角形の各辺との距離を算出し、最小となる距離を求める。

11.2 四角形（同一平面上）

主断層、副断層の下端線が交差する場合は、形状が直角ではなくなるものの、四角形の4点は同一平面上に存在する。この場合は、三角形の場合と同様の手法により、断層最短距離を算出する。

11.3 ねじれの位置

その他の場合として、断層面を変形させた場合には、平面を構成できない場合が生じる。この場合の断層最短距離の算出方法は以下の通りである。

- ① 上端線、下端線、幅方向の辺をそれぞれ 100 等分し、交点を生成する。
- ② 観測点と交点の距離を順次求める。
- ③ 最短のものを断層最短距離とする。

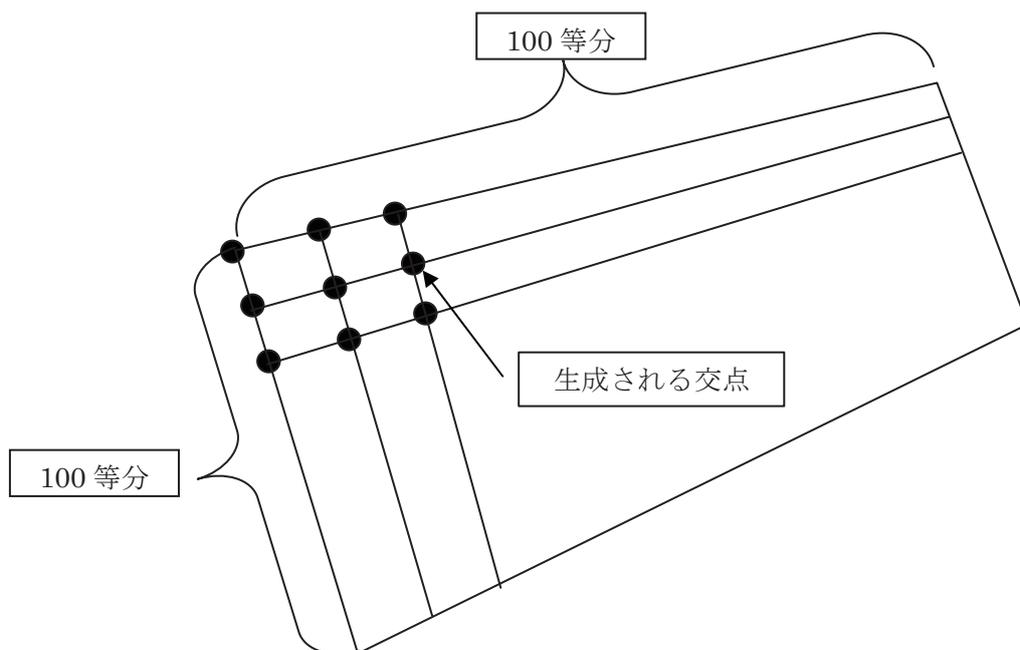


図 10-6 主断層下端線と副断層下端線では交差しないが、交わる場合の説明図

12 断層の主副（主断層・副断層）関係の定義と設定について

複数の断層面がある場合、断層の設定方法として、①主断層に副断層が従属しているように結合する。②矩形の断層を2枚設定する。の2通りが考えられる。

断層の主（主断層）・副（副断層）の定義は、パラメータファイル読込時に、断層面の面積を比較し、大きいものを主としている。主となる断層面が決まってからは、主に近い側の面から主、副の関係を仮定し、重なり計算を行っている。尚、主・副についての設定は、主であれば、図 12-1（図 12-2）に示すように、1を入力し、副であれば、同様に主の部分に0を入力することで判別するようになっている。

一方、断層設定方法②は両方とも主断層として1を入力する。（図 12-3（図 12-4）参照）

<参考>

地震調査研究推進本部により公表されている、長期評価にあわせて示された予測震度分布図（例えば魚津断層帯（図 12-1～図 12-4 参照））では、複数の重なり合う断層面が存在する場合、図 12-1 のように、断層面を結合して距離減衰式による地震動計算を行っている。

1) 断層モデル結合例（魚津断層）の例

魚津断層を主（1）、不動堂断層を副（0）とした場合、

距離減衰式による地震動予測ツール

パラメータファイル読込(J) J-SHIS結果ファイル読込(J) J-SHISファイル出力(S) 設定ファイル(O)

閉じる(C) 地盤増幅度 震度 地表速度 工学的基礎速度 条件付き増幅(震度) 暴震人口等

断層面原点を指定し、パラメータセットした後は、デフォルトに戻ります。

断層面原点を地表トレースに交換する場合、断層面原点を選択
 地表トレース原点(デフォルト) 断層面原点

メッシュサイズの指定
 1kmメッシュ 250mメッシュ

震源のタイプ
 CRUSTAL INTRA INTER

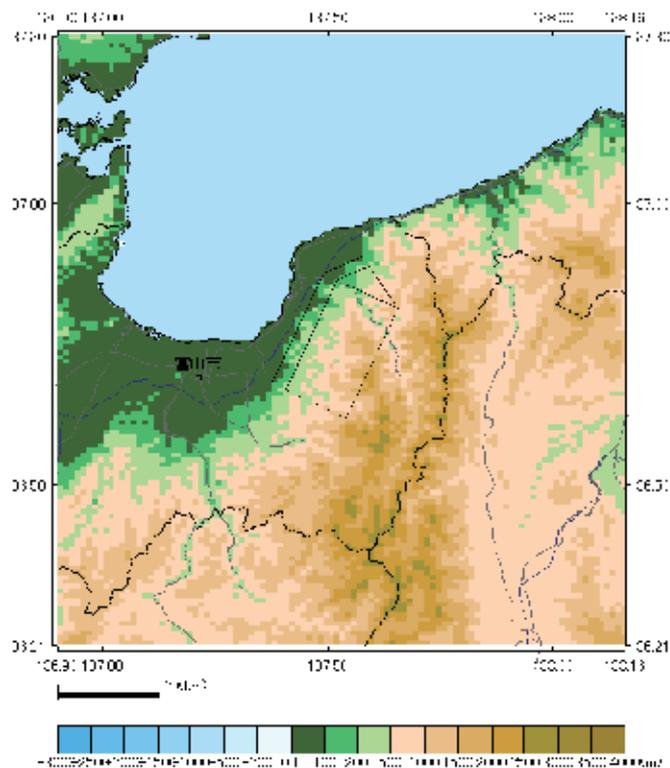
断層番号: 104013 地名: UOZU
 Mjma (Mwの場合、負値): -6.8 ケース名: 7-1
 断層面数: 2

条件付き増幅計算における対数標準偏差の取扱
 内陸地帯に対するバラッキ(新式:デフォルト)
 内陸地帯に対するバラッキ(旧式)
 常用対数標準偏差一律のバラッキ

工学的基礎からの増幅率の選択
 増幅率および震度計算式1(新)
 増幅率および震度計算式2(旧)

①パラメータセット ⇒ ②地図上で確認 ⇒ ③解析

	断層原点 (経度/日本測地系)	断層原点 (緯度/日本測地系)	断層モデル 上端深さ(GL-km)	断層長さ (km)	断層幅 (km)	strike角 (°)	dip角 (°)	主
1	137.3741	36.68217	3	24	18.9	25	45	1
2	137.4877	36.67841	3	8.9	18	68	54	0



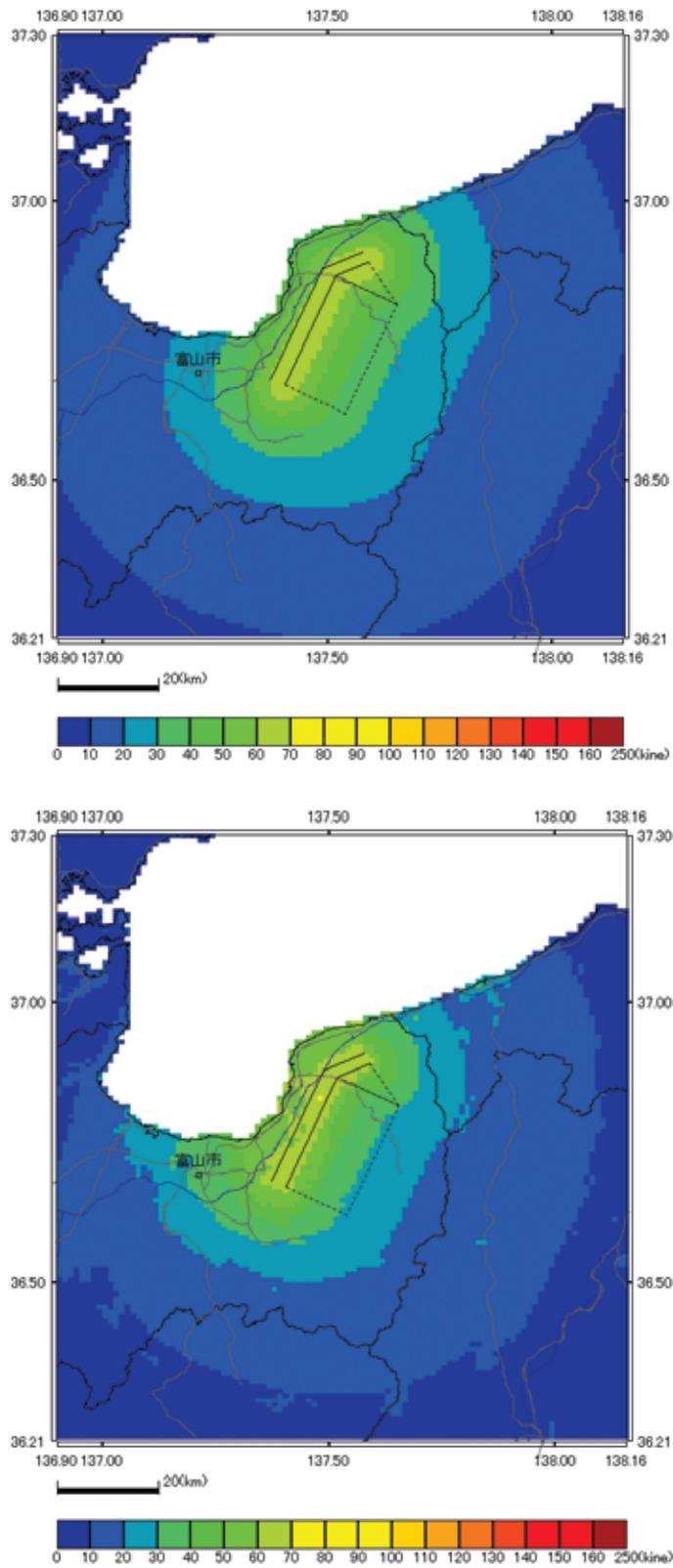
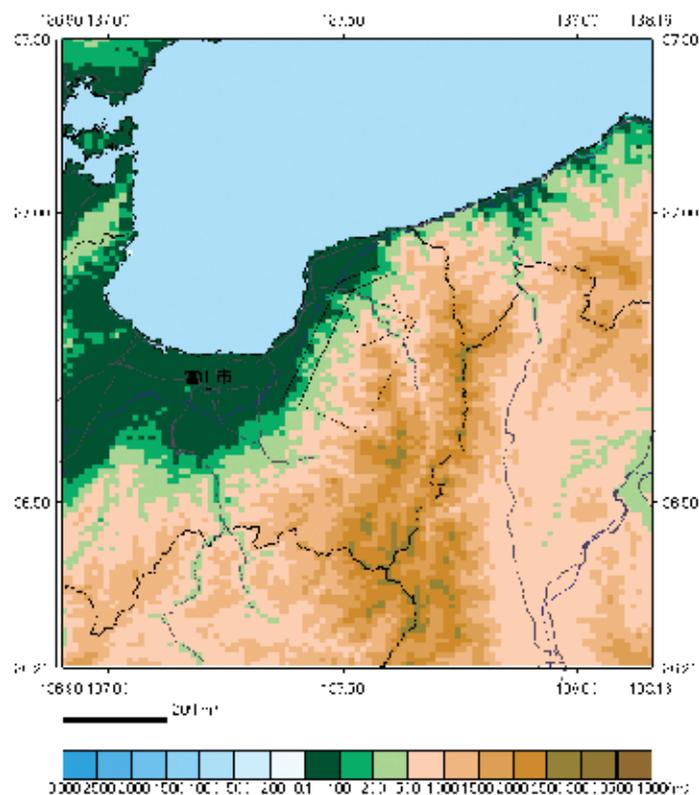


図 12-2. 解析結果（上：工学的基盤($V_s=400\text{m/s}$)・下：地表)の速度分布

図 12-2. 解析結果（上：工学的基盤 ($V_s=400\text{m/s}$) ・下：地表）の速度分布
 2) 従来の設定方法（両方とも主断層（1）とした場合）

ツールの設定画面右端の主な部分に2つとも1を入力する。

	断层面原点 (経度/日本測地系)	断层面原点 (緯度/日本測地系)	断層モデル 上端深さ (GL- km)	断層長さ (km)	断層傾 ($^{\circ}$)	strike角 ($^{\circ}$)	dip角 ($^{\circ}$)	主
1	137.3741	36.60217	0	24	10.9	25	45	1
2	137.4077	36.67841	0	0.9	10	60	54	1



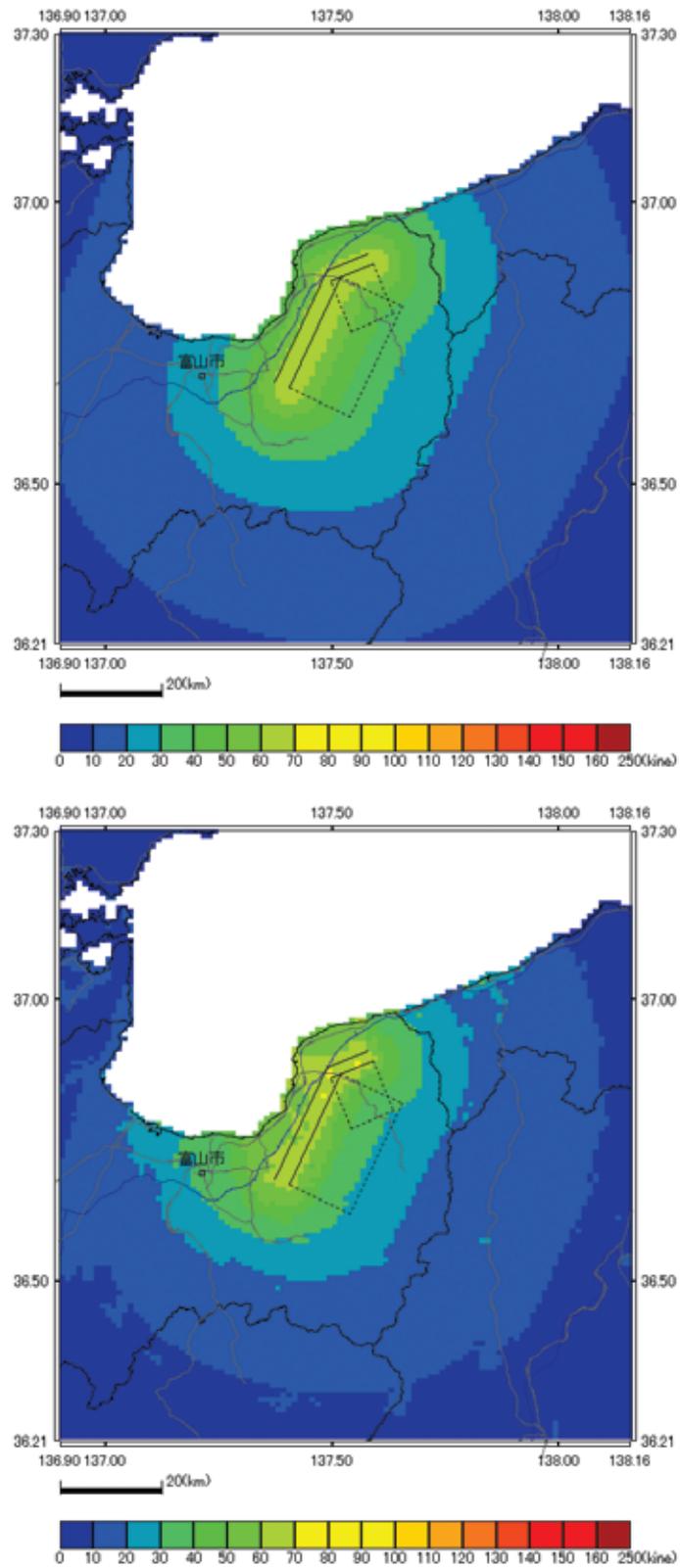


図 12-4. 解析結果（上：工学的基盤($V_s=400\text{m/s}$)・下：地表) の速度分布

13 ファイルフォーマットについて

本ツールで使用される、ファイルのフォーマットを以下に説明する。尚、ファイル形式は、独立行政法人 防災科学技術研究所の J-SHIS 形式 (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>) におおよそ準拠している。

13.1 入力フォーマット

13.1.1 断層モデルパラメータファイル (矩形断層)

フォーマットの規約を下記に記す。尚、ファイル形式は、独立行政法人 防災科学技術研究所の J-SHIS 形式の確率論的地震動予測地図の断層パラメータに準拠する。

ファイル名 : F9303_CASE1.csv

#

VER. = 1.0

DATE = 2007-09-18

#

F9303_FUTAHINACS、1

909303、-7.3、2

1、130.79344、32.73892、0.00000、0.00000、3、52.0、16、216.0、60

2、130.47306、32.36298、0.00000、0.00000、3、32.0、16、236.1、60

ファイル名：“地震名称”_”ケース名”.csv

1~4 行目：(先頭が#) はコメント行

5 行目：コメント、1 (固定値)

6 行目：断層番号、Mjma の値 (Mw の場合は-値)、断層面の数

7 行目：断層面番号、断層原点経度 (日本測地系)、断層原点緯度 (日本測地系)、断層原点経度 (世界測地系)、断層原点緯度 (世界測地系)、断層モデル上端深さ[km]、断層長さ[km]、断層モデル幅[km]、走向[°]、傾斜角[°]

8 行目以降：7 行目と同じ (断層面の数が 2 以上の場合)

<注意>

※1 断層原点位置は、地表または震源断層上端での位置。

※2 日本測地系を入力すれば内部で世界測地系に変換するので世界測地系の入力 は任意。

- ※3 地表の緯度・経度を入力した場合、傾斜角と断層上端深さから震源断層上端の座標に変換される。
- ※4 走向方向および傾斜方向は Aki and Richards (1980)による。断層の北端の点を中心に時計周りに回転するように設定するが、南端の点から設定することも考え DIP=0 度よりも大きく 180 度未満の値で設定することが出来るようにした。

13.1.2 断層モデルパラメータファイル（非矩形断層）

フォーマットの規約を下記に記す。尚、ファイル形式は、独立行政法人 防災科学技術研究所の J-SHIS 形式の確率論的地震動予測地図の断層パラメータに準拠する。

```
-----
ファイル名：FP6210_MIYA.csv
#
#
#VER.=1.0
#DATE=2007-04-15
#
FP6210_AMIYA,3,-8.0
62101,-7.6,30.0,142,miyagi-a1
1,141.834,38.587,141.830,38.590,43.9
2,141.876,38.575,141.872,38.578,42.7
3,141.918,38.563,141.914,38.566,41.5
4,141.959,38.551,141.955,38.554,40.3
5,142.001,38.539,141.997,38.542,39.1
. . . . .
```

ファイル名：“地震名称”_”ケース名”.csv

1~4 行目：(先頭が#) はコメント行

5 行目：コメント, 1 (固定値)

6 行目：断層番号, 断層面の数, Mjma の値 (Mw の場合は-)

7 行目：断層面番号, Mjma の値 (Mw の場合は-), 平均深さ (距離減衰式での計算深さ), 震源要素の数, コメント (ここでは断層の名称)

8 行目~X-1 行目 (要素点の数だけ)

: 7 行目で示した要素断層番号, 要素断層の経度 (日本測地系), 要素断層の緯度 (日本測地系), 要素断層の経度 (世界測地系), 要素断層の緯度 (世界測地系), 断要素断層の深さ [km]

X 行目 : 7 行目と同じ (断層面の数が 2 以上の場合)

X+1 行目～

: 8 行目～X-1 行目と同じ。

<注意>

※1 日本測地系を入力すれば内部で世界測地系に変換するので世界測地系の入力 は任意。

13.1.3 地盤増幅率ファイル (J-SHIS 形式 : Z_AMP-****. csv)

フォーマットの規約を下記に記す。尚、増幅率のファイル形式は、独立行政法人 防災科学技術研究所の J-SHIS 形式 (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>) に従うものとし、データについては、J-SHIS からダウンロードして使用することを基本とする。

1) 概要 (J-SHIS ファイルフォーマット規約(新)) より抜粋 (一部加筆修正)

本書は、シナリオ地震動予測地図及び確率論的地震動予測地図における地盤増幅率データを記述するファイルの規約を示すものである。地盤増幅率データは下記に示す規約により作成記述される。

2) ファイル命名規約

地盤増幅率データは以下に示す固定の名前により作成される。

地盤増幅率データのファイル名は大分類 1、大分類 2、大分類 3 を“-”で接続し、拡張子は csv とする。それぞれの分類は、内包される中分類を“-”で接続したものとする。各中分類をあらわす文字列に“-”及び“-”を用いてはならない。表 に各分類の包含関係と分類内容を示す。

表 12-1-1 各分類の包含関係と分類内容

分類	中分類記述	説明
大分類 1	中分類 1-1	地下構造データ識別子
	中分類 1-2	地域名コード※ 1
大分類 2	中分類 2-1	データ種類識別子
大分類 3	中分類 3-1	基準基盤速度コード
	中分類 3-2	メッシュ単位
	中分類 3-3	対応する 1 次メッシュコード※ 2

ファイル名記述例 Z_JAPAN-AMP-VS400_250_4928. csv

※ 1 地域名コードは全国データの場合 JAPAN とする。

※ 2 全国データが 1 枚のファイルの場合、中分類 3-3 は省略する。

3) データ記述規約

地盤増幅率データは“#”で始まる複数行のコメントと“#”で始まる1行のヘッダ行、ファイルに含まれるメッシュ数（全国の場合約6、200、000）のデータ行から構成されるCSVファイルとする。“#”で始まるコメント行はファイルの先頭から連続して任意の行数記述する。コメント行にはファイルバージョンと作成日付を記録する。また、更新履歴がある場合は記述する。以下にファイルバージョン、作成日時、更新履歴、ヘッダ行、データ行の記述規約を示す。

4) ファイルバージョン

VER. = X.Y の形式で記述する。Xはメジャーバージョン、Yはマイナーバージョンを示す。

5) 作成日時

DATE = YYYY-MM-DD の形式で記述する。YYYYは西暦、MMは2桁の月、DDは2桁の日を示す。

6) 更新履歴

UPDATED

YYYY-MM-DD 更新内容1

YYYY-MM-DD 更新内容2

...

の形式で記述する。

7) ヘッダ行、データ行

ヘッダ行、データ行はコメント行以降連続して記述すること。CSVのヘッダ名と各列の説明を表12-1-2に示す。

表 12-1-2 データ列説明

列番号	ヘッダ名	説明
01	MESHCODE	4次(250m)メッシュコード(日本測地系)
02	JLON	4次(250m)メッシュコードの中心座標経度(日本測地系)
03	JLAT	4次(250m)メッシュコードの中心座標緯度(日本測地系)
04	WLON	4次(250m)メッシュコードの中心座標経度(世界測地系)
05	WLAT	4次(250m)メッシュコードの中心座標緯度(世界測地系)
06	JCODE	微地形分類コード
07	HEIGHT	メッシュ内平均標高(m)
09	AVS	松岡(2005)による30m平均S波速度(m/s)
10	ARV	藤本・翠川(2006)による地盤増幅率

データ行は経度、緯度の優先順位でソートされていることとする。

8) 微地形分類コード

微地形分類コードの説明を表示す。

表 12-2-3 微地形分類説明

微地形分類コード	説明
01	山地
02	山麓地
03	丘陵
04	火山地
05	火山山麓地
06	火山性丘陵
07	岩石台地
08	砂礫質台地
09	ローム台地
10	谷底平野
11	扇状地
12	自然堤防
13	後背湿地
14	旧河道
15	三角州・海岸低地
16	砂州・砂礫州
17	砂丘
18	砂州・砂丘間低地
19	干拓地
20	埋立地
21	磯・岩礁
22	河原
23	河道
24	湖沼

9) データ記述例

以下にデータ記述例を示す。

DATE = 2004-04-23

#

```
#
# UPDATED
# 2004-04-23 変更内容 XXXXXX
#
# MESHCODE, JLON, JLAT, WLON, WLAT, JCODE, HEIGHT, AVS, ARV
3654000000N, 136.0000000, 36.0000000, 135.9971200, 36.0031100, 1, 1.000, 500, 1.000000
以下省略
```

10) データ精度規約

各データの精度は以下の通りとする。(C 言語書式で記載)

MESHCODE	%11c
JLON	%11.8f
JLAT	%11.8f
WLON	%11.8f
WLAT	%11.8f
JCODE	%2d
HEIGHT	%8.3f
AVS	%3.0f
ARV	%9.6f

13.2 入出力フォーマット

以下に、本ツールにおける入出力ファイルのフォーマット形式の規約を掲載する。尚、ファイル形式は基本的には、独立行政法人 防災科学技術研究所の J-SHIS 形式 (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>) に従うものとする。

13.2.1 MAP ファイル(J-SHIS 形式 : S_KLIST_MAP-****. csv) の規約について

MAP 形式のファイルフォーマットの規約を下記に記す。

1) 概要 (J-SHIS ファイルフォーマット規約(新)) より抜粋 (一部加筆修正)

本書は、震源断層を特定した地震動予測地図(以下、「シナリオ地震」と記述)における距離減衰式による強震動予測地図の計算結果データを記述するファイルの規約を示すものである。予測地図データは各シナリオにおける 1 断層モデル (1 ケース) に対し 1 ファイルとし、2)~9) で示す規約により作成記述される。

2) ファイル命名規約

予測地図データのファイル名は大分類 1、大分類 2、大分類 3 を“-”で接続し、拡張子は csv とする。それぞれの大分類は、内包される中分類を“-”で接続したものとする。各中分類をあらゆる文字列に“-”及び“-”を用いてはならない。表 13-2-1 に各分類の包含関係と分類内容を示す。

表 13-2-1 各分類の包含関係と分類内容

分類	中分類記述	説明
大分類 1	中分類 1-1	シナリオ地震動予測地図データ識別子
	中分類 1-2	シナリオ地震名
	中分類 1-3	解析手法識別子
大分類 2	中分類 2-1	データ識別子
大分類 3	中分類	想定地震断層ケース名

ファイル名記述例 : S_F000101_KLIST-MAP-CASE1. csv

3) データ記述規約

予測地図データは#で始まるコメント行から始まりファイル内容更新の履歴(VER.)とその日付(DATE)を記録する。“# AREA”で始まり、#で始まる 1 行のヘッダ行で構成される「解析範囲列」および、“# DATA”で始まり、#で始まる 1 行のヘッダ行で構成される「解析データ列」から構成される CSV ファイルである。各“#”で始まる 1 行のヘッダ行

はファイルの先頭から連続して任意の行数記述する。ヘッダ行、データ行はコメント行以降連続して記述すること。GSV のヘッダ名と各列の説明を解析範囲列に関して表 1 に、解析データ列を

表 3 に示す。

4) ファイルバージョン

VER. = X.Y の形式で記述する。X はメジャーバージョン、Y はマイナーバージョンを示す。

5) 作成日時

DATE = YYYY-MM-DD の形式で記述する。YYYY は西暦、MM は 2 桁の月、DD は 2 桁の日を示す。

6) 更新履歴

UPDATED

YYYY-MM-DD 更新内容 1

YYYY-MM-DD 更新内容 2

...

の形式で記述する。

7) ヘッダ行、データ行

簡便法解析データは、以下のような記述形式を基本とする。

- ① “# AREA” で始まり、次の#で始まる 1 行のヘッダ行で構成される「解析範囲列」
- ② “# DATA” で始まり、次の#で始まる 1 行のヘッダ行で構成される「データ列」

表 13-2-2 解析範囲列(# AREA) 説明

列番号	ヘッダ名	説明
01	JLON	座標経度 (日本測地系)
02	JLAT	座標緯度 (日本測地系)
03	WLON	座標経度 (世界測地系)
04	WLAT	座標緯度 (世界測地系)

※ 解析範囲とは解析範囲の 4 隅を形成する点の座標を示す。

表 13-2-3 解析データ列(# DATA) 説明

列番号	ヘッダ名	説明
01	MESHCODE	3 次 (または 250m) メッシュコード ※1
02	JLON	計算位置中心座標経度 (日本測地系)
03	JLAT	計算位置中心座標緯度 (日本測地系)
04	WLON	計算位置中心座標経度 (世界測地系)

05	WLAT	計算位置中心座標緯度（世界測地系）
06	BV	工学的基盤における最大速度 (cm/sec) ※2
07	EB	工学的基盤の S 波速度 (m/sec) ※2
08	AMP	工学的基盤から地表の増幅率 ※2
09	SV	地表における最大速度 (cm/sec) ※2
10	SI	地表における計測震度 ※2
11	P0P	メッシュ当たりの人口（人）
12	V5L	震度 5 弱になる下限地震基盤最大速度 (cm/sec)
13	P5LL	震度 5 弱未満になる確率
14	P5LU	震度 5 弱以上になる確率
15	V5U	震度 5 強になる下限地震基盤最大速度 (cm/sec)
16	P5UL	震度 5 強未満になる確率
17	P5UU	震度 5 強以上になる確率
18	V6L	震度 6 弱になる下限地震基盤最大速度 (cm/sec)
19	P6LL	震度 6 弱未満になる確率
20	P6LU	震度 6 弱以上になる確率
21	V70	震度 7 になる下限地震基盤最大速度 (cm/sec)
22	P70L	震度 7 未満になる確率
23	P70U	震度 7 以上になる確率

※1 MESHCODE の記述に関しては J-SHIS よりダウンロードできる資料「メッシュコード記述説明書」を参照すること。

※2 データが存在しない場合”NaN”を記入する。工学的基盤は原則 Vs=400 (m/s) で記述する。

8) データ記述例

以下にデータ記述例を示す。

VER. = 1.0

DATE = 2008-04-01

#

UPDATED

#

#

AREA

JLON, JLAT, WLON, WLAT

135. 9500000, 35. 7160000, 135. 9471000, 35. 7191400

135. 9500000, 38. 3150000, 135. 9469900, 38. 3178300

138. 7500000, 38. 3150000, 138. 7467400, 38. 3179100

138. 7500000, 38. 3150000, 138. 7467400, 38. 3179100

DATA

#MESHCODE, JLON, JLAT, WLON, WLAT, BV, EB, AMP, SV, SI, POP, V5L, P5LL, P5LU, V5U, P5UL, P5UU, V6L, P6L, P6LU, V6U, P6UL, P6UU, V70, P70L, P70U

56000000N, 135. 95000000, 35. 71666000, 135. 94710000, 35. 71980000, 1. 8216, 400, 1. 0510, 1. 9145, 3. 1651, 24. 562, 8. 1024, -9999, 1. 990, 0. 2174, -9999, 0. 053, 0. 0000, -9999, 0. 000, 0. 0000, -9999, 0. 000, 0. 0000, -9999, 0. 000

9) データ精度規約

各データの精度は以下の通りとする。(C 言語書式で記載)

MESHCODE	%s
JLON	%. 8f
JLAT	%. 8f
WLON	%. 8f
WLAT	%. 8f
BV	%. 4f
EB	%d
AMP	%6. 4f
SV	%. 4f
SI	%6. 4f
POP	%. 3f
V5L	%. 4f
P5LL	%. 3f
P5LU	%. 3f
V5U	%. 4f
P5UL	%. 3f
P5UU	%. 3f
V6L	%. 4f
P6LL	%. 3f
P6LU	%. 3f
V6U	%. 4f
P6UL	%. 3f
P6UU	%. 3f
V70	%. 4f
P70L	%. 3f
P50U	%. 3f

13.2.2 FAULT ファイル（J-SHIS 形式：S_KLIST_FAULT****.csv）の規約について

FAULT 形式のファイルフォーマットの規約を下記に記す。

1) 概要（J-SHIS ファイルフォーマット規約(新)）より抜粋（一部加筆修正）

本書は、震源断層を特定した地震動予測地図(以下、「シナリオ地震」と記述)における簡便法断層座標データを記述するファイルの規約を示すものである。断層座標データは各シナリオにおける1断層モデル(1ケース)に対し1ファイルとし、2)～11)で示す規約により作成記述される。

2) ファイル命名規約

予測地図データのファイル名は大分類1、大分類2、大分類3を“-”で接続し、拡張子はcsvとする。それぞれの大分類は、内包される中分類を“-”で接続したものとする。各中分類をあらゆる文字列に“-”及び“-”を用いてはならない。

表 に各分類の包含関係と分類内容を示す。

表 13-2-4 各分類の包含関係と分類内容

分類		中分類記述	説明
大分類1	中分類1-1	シナリオ地震動予測地図データ識別子	固定文字列(S)
	中分類1-2	シナリオ地震名	シナリオ地震における断層番号※
	中分類1-3	解析手法識別子	固定(KLIST)
大分類2	中分類	データ識別子	固定(FAULT)
大分類3	中分類1	想定地震断層ケース名	想定ケース名
	中分類2	セグメント名	セグメント名を表す一意の文字列※

※ 1ケースに断層面が複数存在する(セグメントが2つ以上存在する場合)はセグメントがどのセグメントかを判断できるように命名する。命名に関しては別添資料「断層番号リスト一覧」を参照のこと。

ファイル名記述例

S_F000101_KLIST-FAULT-CASE1.csv (セグメントが1つの場合)

S_F000101_KLIST-FAULT-CASE1_F1.csv (セグメントが複数の場合)

3) データ記述規約

予測地図断層座標データは“#”で始まる複数行のコメントと“#”で始まる1行のヘッダ行、及びデータ行から構成されるCSVファイルとする。“#”で始まるコメント行はファイルの先頭から連続して任意の行数記述することができる。コメント行にはファイルバージョンと作成日付を記録する。また、更新履歴がある場合は記述する。以下にファイルバージョン、作成日時、更新

履歴、ヘッダ行、データ行の記述規約を示す。

4) ファイルバージョン

VER. = X.Y の形式で記述する。X はメジャーバージョン、Y はマイナーバージョンを示す。

5) 作成日時

DATE = YYYY-MM-DD の形式で記述する。YYYY は西暦、MM は 2 桁の月、DD は 2 桁の日を示す。

6) 更新履歴

UPDATED

YYYY-MM-DD 更新内容 1

YYYY-MM-DD 更新内容 2

...

の形式で記述する。

7) ヘッダ行、データ行

予測地図断層座標データは、以下のような記述形式を基本とする。

- ① “# FTL” で始まり、次の#で始まる 1 行のヘッダ行で構成される「断層トレース列」。
- ② “# FLT” で始まり、次の#で始まる 1 行のヘッダ行で構成される「断層面データ列」。

から構成される GSV ファイルである。各“#”で始まる 1 行のヘッダ行はファイルの先頭から連続して任意の行数記述する。コメント行にはファイル内容更新の履歴とその日付を記録する。ヘッダ行、データ行はコメント行以降連続して記述する。断層トレース列の説明を表 5、断層面データ列を表 6 にそれぞれ示す。

表 13-2-5 断層トレース列(# FTL) 説明

列番号	ヘッダ名	説明
01	JLON	座標経度 (日本測地系)
02	JLAT	座標緯度 (日本測地系)
03	WLON	座標経度 (世界測地系)
04	WLAT	座標緯度 (世界測地系)
05	DEP	深度 (GL-m)※1

※1 断層トレースは地表の断層線を表すため深度 (GL-m)=0m としている。基本的にセグメント 1 つとして考え、方向角等が異なる断層面が複数存在した場合には、複数の線分を屈曲点を連続して記述する。

※2 海溝型想定地震の場合は地表トレースが存在しないので、全て“NaN”を記述する。

表 13-2-6 断層面データ列(# FLT)説明

列番号	ヘッダ名	説明
01	JLON	座標経度 (日本測地系)
02	JLAT	座標緯度 (日本測地系)
03	WLON	座標経度 (世界測地系)
04	WLAT	座標緯度 (世界測地系)
05	DEP	深度 (GL-m)

※ 断層面データとは断層面の四隅を形成する点の座標を示す。(4点で記述出来ない場合は記述出来る数だけ記述する)1つのケースに断層面が複数設定されている場合(1セグメントの場合に限る)、# FLT (数字)とし、# FLT 行を連続して記述する。

8) 地震情報ブロック

地震情報ブロックは地震コード、マグニチュード、構成断層数、コメントを1行で記述する。各データは”,”で区切られる。ブロック内記述方法を表13-2-7に示す。

表 13-2-7 地震情報ブロックデータ列説明

列番号	説明	書式
01	地震コード	%6c
02	マグニチュード	%.1f
03	構成断層数	%d
04	コメント(断層名等)	%s

注) マグニチュードが負の場合はモーメントマグニチュードを表す。

9) 断層情報ブロック

断層情報ブロックは矩形断層番号、基準緯度経度、断層上端深さ、断層長さ、断層幅、走向角、傾斜角を構成断層順に記述する。各データは”,”で区切られる。ブロック内記述方法を表13-2-8に示す。

表 13-2-8 断層情報ブロックデータ列説明

列番号	説明	書式
01	矩形断層番号	%d
02	矩形断層基準経度 (日本測地系)	%.6f
03	矩形断層基準緯度 (日本測地系)	%.6f
04	矩形断層基準経度 (世界測地系)	%.6f
05	矩形断層基準緯度 (世界測地系)	%.6f

06	矩形断層上端深さ (km)	%. 1f
07	矩形断層長さ (km)	%. 1f
08	矩形断層幅 (km)	%. 1f
09	走向角 (°)	%. 1f
10	傾斜角 (°)	%. 1f

※ 表 13-2-7、13-2-8 については距離減衰式による計算に使用するパラメータ。# PRM としてブロック記述する。

10) データ記述例

```
# VER. = 1.0
# DATE = 2008-04-01
#
# UPDATED
#
# FTL
# JLON, JLAT, WLON, WLAT, DEP
137. 315220, 36. 833310, 137. 312240, 36. 836620, 0. 0000
137. 133300, 36. 583310, 137. 130190, 36. 586610, 0. 0000
# FLT
# JLON, JLAT, WLON, WLAT, DEP
137. 276510, 36. 851410, 137. 279820, 36. 848100, 4000. 0000
137. 094720, 36. 601430, 137. 098030, 36. 604740, 4000. 0000
136. 944300, 36. 671420, 136. 940990, 36. 674730, 20000. 0000
137. 126120, 36. 921540, 137. 122810, 36. 924850, 20000. 0000
# PRM
909601, -6. 5, 1, F9601_IZUMI
1, 130. 441170, 32. 139410, 130. 438880, 32. 142839, 3. 0, 22. 0, 18. 0, 227. 6, 45. 0
```

11) データ精度規約

各データの精度は以下の通りとする。(C 言語書式で記載)

```
JLON                %. 6f
JLAT                %. 6f
WLON                %. 6f
WLAT                %. 6f
DEP                 %. 6f
```

13.3 カラーパレットファイル (GMT 形式)

本ツールの色調の設定はカラーパレットを設定することによって自由に変更できる。尚、カラーパレットファイルは、13.3.1 章 微地形区分のカラーパレットフォーマット、および、13.3.2 章 その他のカラーパレットフォーマットの2種類がある。以下にその説明を記載する。

13.3.1 微地形区分のカラーパレットファイルフォーマット

微地形区分のカラーパレットファイルのフォーマットの詳細を以下に示す。尚、本区分は、若松他(2002~2005 : 5章の参考資料 12),13),14),15)) に区分および色調ともに準拠している。下記に本ツールにおける微地形区分のカラーパレットファイルの内容を示す。

Geom_ID,微地形名,R,G,B
1,山地,160,80,0
2,山麓地,128,96,0
3,丘陵,80,80,0
4,火山地,254,0,0
5,火山山麓地,254,160,160
6,火山性丘陵,254,0,254
7,岩石台地,254,88,32
8,砂礫質台地,254,152,48
9,ローム台地,254,192,128
10,谷底低地,205,254,128
11,扇状地,144,240,0
12,自然堤防,254,254,208
13,後背湿地,0,254,128
14,旧河道,0,0,254
15,三角州・海岸低地,160,254,254
16,砂州・砂礫州,254,208,64
17,砂丘,254,254,0
18,砂州・砂丘間低地,176,176,0
19,干拓地,208,160,254
20,埋立地,144,144,254
21,磯・岩礁,112,112,112
22,河原,176,176,176
23,河道,0,171,254
24,湖沼,224,224,224

13.3.2 その他のカラーパレットファイルフォーマット

微地形区分以外のカラーパレットファイルのフォーマットはフリーの地図等の描画ツール GMT (The Generic Mapping Tools) の.cpt ファイルにほぼ準拠している。(グラデーションの表現はできない。) フォーマットの詳細は、GMT のマニュアルを参照のこと。尚、下記に本ツールの条件付き確率表示で使用しているカラーパレットファイルの例を示す。

```
-----
#      cpt file created by: C:\¥GMT¥bin¥makecpt.exe -Cseis -I -T0/100/10
#      COLOR_MODEL = RGB
#
0      0      72      250      0.001  0      72      250
0.001  0      220      250      10     0      220      250
10     0      208      139      20     0      208      139
20     189     255      12      30     189     255      12
30     255     255      0       40     255     255      0
40     255     221      0       50     255     221      0
50     255     144      0       70     255     144      0
70     246     0        0       100    246     0         0
B      255     255      255
F      246     0         0
N      125     125      125
-----
```

13.4 観測点ファイル (任意形式)

観測点ファイルは、実際の地震の震度や速度を距離減衰式による地震動予測結果と比較するためのファイルである。以下にファイルフォーマットを記述する。尚、同梱の CD-ROM の sample_data フォルダにファイルを収録した (sample_niigata.csv)。表示内容については、図 9-6 を参考にされたい。

地点名,地点緯度,地点経度,PGV(cm/s),観測震度,シンボル No.

魚沼市堀之内,37.2408,138.9272,37.0408,5.9,4

川口町川口,37.2675,138.8644,35.6869,6.5,4

魚沼市須原,37.3189,139.0181,34.1099,5.7,4

長岡市古志竹沢,37.3236,138.8931,32.2391,6.3,4

NIG020,37.2302,138.9652,28.7061,5.5,1

魚沼市小出島,37.2333,138.9667,28.7061,5.2,4

魚沼市穴沢,37.35,139.0667,28.5446,5.5,4

NIGH11,37.1697,138.7472,26.6406,5.6,2

.....

※1 地点の緯度・経度は日本測地系を入力のこと。

※2 シンボルとは、9.3章に示される、表示のシンボル No.のこと。

5. 参考文献

距離減衰式による地震動予測ツールは、任意の断層面（点）を設定し、指定範囲内の領域において、震度分布や条件付き確率計算等が出来るツールです。以下は、このツール開発に関して参考とした論文等を掲載したものです。

- 1) 司宏俊・翠川三郎(1999)：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文報告集，第 523 号，pp. 63-70.
- 2) 藤本一雄・翠川三郎(2003)：日本全国を対象とした国土数値情報に基づく地盤の平均 S 波速度分布の推定、日本地震工学界論文集 第 3 巻、第 3 号
- 3) 地震調査研究推進本部・地震調査委員会（2007）：「全国を概観した地震動予測地図」報告書
- 4) 藤原広行 他(2005)：全国を対象とした確率論的地震動予測地図作成手法の検討, 防災科学技術研究所研究資料 2 7 5 号
- 5) 松岡昌志・翠川三郎(1994)：国土数値情報とサイスミックマイクロゾーニング, 日本建築学会第 22 回地盤震動シンポジウム，pp. 23-34.
- 6) Matsuoka, M. and S. Midorikawa (1994)：GIS-BASED SEISMIC HAZARD MAPPING USING THE DIGITAL LAND INFORMATION、第 9 回日本地震工学シンポジウム、1994
- 7) 翠川三郎・藤本一雄・村松郁栄（1999）：計測震度と旧気象庁震度および地震動強さの指標との関係，地域安全学会論文集，Vol. 1，pp. 51-56.
- 8) 武村雅之(1990)：日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係，地震，第 2 輯，第 43 巻，pp. 257-265.
- 9) 松岡昌志、他(2005)：日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均 S 波速度分布の推定, 土木学会論文集 No. 794/I-72, pp. 239-251, 2005. 7.
- 10) 藤本一雄・翠川三郎：近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均 S 波速度の関係、日本地震工学会論文集、Vol. 6、No. 1、pp. 11-22、2006.

- 11) 藤本一雄・翠川三郎：近年の強震記録に基づく地震動強さ指標による計測震度推定法、地域安全学会論文集、No. 7、pp. 214-246、2005
- 12) 若松加寿江、松岡昌志(2003)：大都市圏を対象とした地形・地盤分類 250m メッシュマップの構築、第 27 回地震工学研究発表会講演論文集、ID50, 4p, CD-ROM, 2003.
- 13) 若松加寿江他(2002)：全国地形・地盤デジタルマップの構築と K-NET, KiK-net 観測点の微地形特性, 第 11 回日本地震工学シンポジウム, pp. 47-52.
- 14) 若松加寿江, 松岡昌志, 久保純子, 長谷川浩一, 杉浦正美：日本全国地形・地盤分類メッシュマップの構築, 土木学会論文集, No. 759/I-67, pp. 213-232, 2004.
- 15) 若松加寿江、松岡昌志(2005)：地形・地盤分類 250m メッシュマップについて, 日本地震工学会大会-2005 梗概集.
- 16) 平成 12 年国勢調査の地域メッシュ統計データ：財団法人 統計情報研究開発センター (2002)

6. 謝辞

独立行政法人防災科学技術研究所では、「地震動予測・地震ハザード評価手法の高度化に関する研究」プロジェクトにおいて、それ以前の「地震動予測地図作成手法の研究」プロジェクトに関する高度化を目指し、調査・研究・開発を行っている。

本研究資料の作成については、上記に示すプロジェクトにおける地震動予測のための調査・研究・開発において、論文・報告書・資料等を作成するために開発されたプログラムソースについて、より簡単で分かりやすいG U I（グラフィカルユーザーインターフェース）を伴うツールの開発を実施した。地震調査研究の手法についてより多くの関係者に利用していただき、御意見を頂ければ幸いである。今後も地震動予測関連で研究・開発したツールについては、適時公開していく予定である。

尚、本研究資料の作成に当たり、文部科学省地震調査課 調査員の篠原秀明・松島信一両氏においては、ツール作成において有益なご指導をいただいた。ここに感謝の意を表する。

要 旨

近年、国家プロジェクトや地方自治体等による地震動予測に関する解析事例が増えてきている。防災科学技術研究所においては、当初より地震動予測を目的とした距離減衰式による地震動予測や地震波形を計算するハイブリッド法（詳細法）等を用いてきたが、広域の面的な震度分布の推定を行う際に、膨大な数の断層面やパラメータの設定を、限られた時間と人数で実施しなければならない為、地震動予測結果作成の全面的な効率化を行う必要に迫られた。この状況を打開するため、地震調査研究推進本部の長期評価の公表結果において現実的な断層面の設定の実現、および、その断層面における解析パラメータの設定方法、解析結果のデータベースへの登録(J-SHIS)の効率化を目的として、距離減衰式による地震動予測を行えるソフトウェアについて、より簡単で分かりやすいG U I ツールの開発を実施、マニュアルとともにここに公開するものである。

キーワード： 距離減衰式， 地震動予測， ソフトウェア， 地盤増幅率， 条件付き確率， 暴露人口